中华人民共和国国家军用标准

FL 5962

GJB 548B－2005
代替 GJB 548A－1996

微电子器件试验方法和程序

Test methods and procedures for microelectronic device

2005－10－02 发布　　2006－01－01 实施

中国人民解放军总装备部　批 准

标准搜搜网 bzsoso.com

目　次

前言……IV
1　范围……1
2　引用文件……1
3　术语和定义……1
4　一般要求……2
4.1　试验方法的编号……2
4.2　试验结果……2
4.3　试验样品的处理……3
4.4　器件的取向……3
4.5　试验条件……4
4.6　一般注意事项……6
5　详细要求……7

方法 1001　低气压(高空工作)……8
方法 1002　浸液……9
方法 1003　绝缘电阻……11
方法 1004.1　耐湿……13
方法 1005.1　稳态寿命……16
方法 1006　间歇寿命……22
方法 1007　模拟寿命……23
方法 1008.1　稳定性烘焙……24
方法 1009.2　盐雾(盐汽)……26
方法 1010.1　温度循环……31
方法 1011.1　热冲击……33
方法 1012　热性能……35
方法 1013.1　露点……44
方法 1014.2　密封……45
方法 1015.1　老炼试验……53
方法 1016　寿命/可靠性试验……57
方法 1017　中子辐射……64
方法 1018.1　内部水汽含量……66
方法 1019.2　电离辐射(总剂量)试验程序……70
方法 1020.1　剂量率感应锁定试验程序……78
方法 1021.1　数字微电路的剂量率翻转试验……85
方法 1022　MOS 场效应晶体管阈值电压……90
方法 1023.1　线性微电路的剂量率响应和翻转阈值……93
方法 1030.1　密封前老炼……101
方法 1031　薄膜腐蚀试验……104

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1032　封装引起的软错误试验程序……106
方法 1033　写/擦疲劳寿命……109
方法 1034　染色渗透试验……110

方法 2001.1　恒定加速度……113
方法 2002.1　机械冲击……114
方法 2003.1　可焊性……116
方法 2004.2　引线牢固性……123
方法 2005　振动疲劳……129
方法 2006　振动噪声……130
方法 2007　扫频振动……131
方法 2009.1　外部目检……132
方法 2010.1　内部目检(单片)……137
方法 2011.1　键合强度(破坏性键合拉力试验)……171
方法 2012.1　X 射线照相……176
方法2013　破坏性物理分析(DPA)的内部目检……187
方法 2014　内部目检和结构检查……188
方法 2015.1　耐溶剂性……189
方法 2016　外形尺寸……191
方法 2017.1　内部目检(混合电路)……192
方法 2018.1　扫描电子显微镜(SEM)检查……208
方法 2019.2　芯片剪切强度……229
方法 2020.1　粒子碰撞噪声检测试验……232
方法 2021　玻璃钝化层的完整性……235
方法 2022.2　可焊性(浸润法)……239
方法 2023.2　非破坏性键合拉力试验……242
方法 2024　玻璃熔封盖板的扭矩试验……250
方法 2025.1　引线涂覆附着力试验……253
方法 2026.1　随机振动……254
方法 2027.1　芯片粘结强度……258
方法 2028　针栅阵列式封装破坏性引线拉力试验……260
方法 2029　陶瓷片式载体焊接强度(破坏性推力试验)……261
方法 2030　芯片粘接的超声检测……263
方法 2031　倒装片拉脱试验……266
方法 2032　无源元件的目检……267
方法 2035　载带自动焊焊接质量的超声检测……304

方法 3015　静电放电敏感度的分级……308

方法 5001　参数平均值控制……312
方法 5002　参数分布控制……313
方法 5003　微电路的失效分析程序……314
方法 5004.2　筛选程序……319

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 5005.2　鉴定和质量一致性检验程序……325
方法 5006　极限试验……333
方法 5007.1　晶圆批验收……336
方法 5008　混合和多片微电路的试验程序……338
方法 5009　破坏性物理分析……339
方法 5010.2　复杂单片微电路试验程序……345
方法 5011　聚合材料的评价和验收程序……366
方法 5012　数字微电路的故障覆盖率测量……376
方法 5013　GaAs 工艺的晶圆制造控制和接收程序……385

标准搜搜网 bzsoso.com

前　言

本标准代替了 GJB 548A－1996《微电子器件试验方法和程序》。

本标准与 GJB 548A－1996 相比主要变化如下：

a) 对 4.5 试验条件中根据我国实际操作情况进行了改写；

b) 对试验方法及图、表的编号不再加 A、B…等版本号形式，而是对修改过的试验方法加“.1，.2”等形式；

c) 增加了试验方法 1034《染色渗透试验》、试验方法 2029《陶瓷片式载体焊接强度(破坏性推力试验)》和试验方法 2035《载带自动焊焊接质量的超声检测》；

d) 在方法 5004 和方法 5005 中删除了 B1 级的有关内容；

e) 删除了附录 A、附录 B、附录 C、附录 D。

本标准自初版以来，其技术内容和标准结构都参考国外先进标准，其中存在少量悬置段。为保持标准引用条款号的延续性，未对悬置段进行处理。

本标准由中国人民解放军总装备部电子信息基础部提出。

本标准由信息产业部电子第四研究所归口。

本标准起草单位：信息产业部电子第四研究所、西安电子科技大学、中国电子科技集团公司第 24 研究所、中国电子科技集团公司第 43 研究所、中国电子科技集团公司第 55 研究所。

本标准主要起草人：陈裕焜、贾新章、张德胜、陈光炳、雷　剑、陈士新、金毓铨、王　琪、李　锟。

本标准所代替的历次版本发布情况为：GJB 548－1988，GJB 548A－1996。

标准搜搜网 bzsoso.com

微电子器件试验方法和程序

1 范围

本标准规定了军用微电子器件的环境、机械、电气试验方法和试验程序，以及为保证微电子器件满足预定用途所要求的质量和可靠性而必须的控制和限制措施。

本标准适用于军用及空间应用的微电子器件。

如果承制方标明或声称其半导体集成电路符合本标准的规定，则必须满足方法 5004、5005 或 5010(对复杂微电路)的要求，混合集成电路应满足 GJB 2438 的要求，同时应满足本标准的一般要求和所引用的其他试验方法的要求，而且产品规范应经标准化机构确认。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本标准的条款。凡注日期或版次的引用文件，其后的任何修改单(不包括勘误的内容)或修订版本都不适用于本标准，但提倡使用本标准的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 1036　塑料线膨胀系数测定方法
GB/T 3131　锡铅焊料
GB/T 9178　集成电路术语
GB/T 9491　锡焊用液态焊剂(松香基)
GB/T 12842　集成电路和混合膜集成电路术语
GJB 128　分立器件试验方法
GJB 360　电子及电气元件试验方法
GJB 597　半导体集成电路总规范
GJB 899　可靠性鉴定和验收试验
GJB 1208　微电路的认证要求
GJB 1209　微电路生产线认证用试验方法和程序
GJB 2438　混合集成电路通用规范
GJB 2712　测量设备质量保证要求　计量确认体系

3 术语和定义

GJB 597、GB/T 9178 和 GB/T 12842 中规定的术语和定义，以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 微电子器件　microelectronic device

单片、多片、膜和混合集成电路，以及构成这些电路的各种元件。

3.2 绝对最大额定值　absolute maximum ratings

根据“绝对值体系”规定的一组极限值，在任何使用条件下都不允许超过这些极限值。在为确定器件性能和批质量而对微电子器件进行试验时，如已确定试验没有破坏性，并且采取了限制器件击穿及避免引起器件退化的措施，则允许超过这些极限值。这些额定值是极限值，超过这些极限值，器件的使用可靠性可能受到损害。通常不能同时达到全部额定值。只有在各项工作条件都不超过额定值的情况下，才允许某些额定值的组合。除另有规定外，电压、电流和功率额定值是针对 25℃±3℃，正常大气条件和连续直流功率情况规定的。对脉冲和其他工作条件，电流、电压和功率耗散额定值与时间和占空比有关。为保证不超过额定值，使用微电路的整机设计者应确定一个平均设计值，此值低于额定值，有合理

标准搜搜网 bzsoso.com

的安全系数。这样在正常的电源电压波动、负载变化和整机制造中存在分散性等情况下也不会超过额定值。

方法 1005、方法 1008、方法 1015、方法 5004 和方法 5005 中规定的试验额定值，仅适用于短期、加速应力的贮存、老炼及寿命试验，而不得作为使用微电路时的设计依据。

3.3 **最坏情况条件 worst case condition**

把电源电压、输入信号、负载和环境条件的最不利数值(依器件的功能而定，但在规定的工作范围内)，同时加到被试器件上，就构成了最坏情况条件。测试不同参数时的最坏情况可能是不一样的。如果并非全部测试条件都取最不利的数值，则用术语“部分最坏情况条件”加以区别，并应同时指明与最坏情况的偏离。例如电源电压、输入信号电平和环境温度的最小值及负载的最大值可能构成测量门输出电压的“最坏情况条件”。在室温下加电条件取最不利的数值则构成“部分最坏情况条件”，这时应注明“在室温下”以示区别。

3.4 **加速试验条件 accelerated test condition**

规定作为加速试验条件的一个或几个应力水平，其值超过最大额定工作或贮存应力水平，但不超过试验额定值。

3.5 **静态参数 static parameter**

用来表示器件直流特性的电参数。

例如：直流电压、直流电流或直流电压比、直流电流比或直流电压与直流电流之比。

3.6 **动态参数 dynamic parameter**

用来表示器件交流特性的电参数。

例如：电压或电流的方均根值，或随时间变化的值，或它们之间的比值。

3.7 **开关参数 switching parameter**

与输出电平转换有关的参数，或与阶跃输入响应有关的参数。

3.8 **功能试验 functional test**

按顺序实现功能(真值)表的通过、通不过试验；或器件作为外电路的一部分来工作，对整个电路的工作进行试验。

4 一般要求

4.1 试验方法的编号

4.1.1 试验方法的分类

本标准规定的试验方法包括环境试验、机械试验、电学试验以及试验程序。它们的编号范围分别为：

环境试验 1001～1999

机械试验 2001～2999

电学试验 3001～4999

试验程序 5001～5999

4.1.2 试验方法修改的标识

修改过的试验方法的编号为：前面是试验方法编号，后面是连续排列的修改序号，中间用圆点隔开。例如：2001.1 表示经过第一次修改的试验方法 2001。

4.1.3 试验方法的引用

详细规范引用本标准中的试验方法时应明确：本标准的编号、试验方法编号和该试验方法中“说明”部分的具体要求。引用时不应标明修改序号。例如，引用时应该用 2001，而不应用 2001.1。

4.2 试验结果

应根据实际试验条件和结果，报告试验方法或程序的数据。除实际结果外，还可以给出等效结果(例如根据 125℃试验导出的等效于 25℃的器件 h 数或失效率)，但不能代替实际试验结果。所有试验方法

标准搜搜网 bz5050.com

和程序的结果应附有下列信息：100%或抽样检验的器件批量、抽样检验的样品量、失效或拒收的器件数和观察到的失效模式。如果检验批或交货批中包含几个型号的器件，除按上述要求报告外，报告中还应包括每个型号器件的数据。

4.3 试验样品的处理

试验样品的处理应按相应器件规范的规定。

4.4 器件的取向

4.4.1 器件取向和施力方向的标识

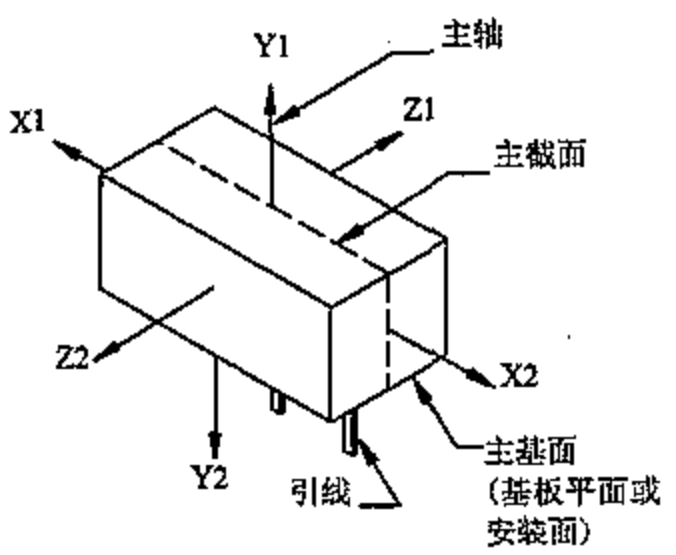
对于那些与器件取向有关的观测或施加外力的试验方法，器件的取向和施力方向应符合图 1 和图 2 的规定。

4.4.2 其他结构器件的取向

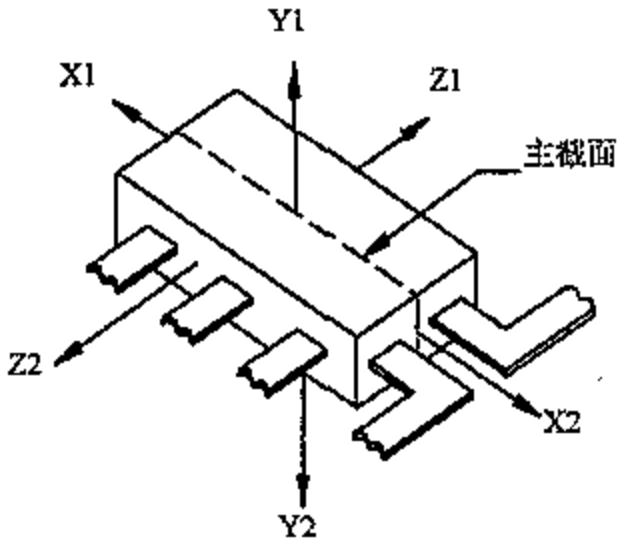
当器件封装结构不同于图 1 和图 2 所示时，应在适用的文件中规定器件的取向。

4.4.3 两横向尺寸不同时的取向

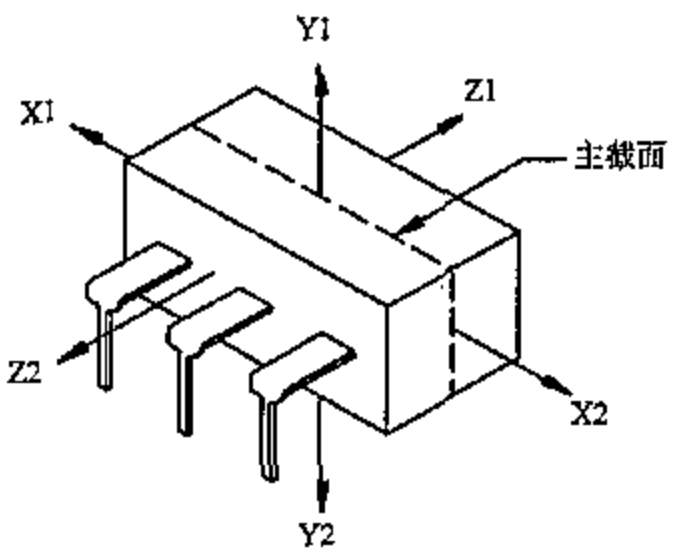
从三个或更多的侧面引出径向引线的扁平封装，X 方向应取两横向尺寸中尺寸较大的方向；而 Z 方向取尺寸较小的方向。



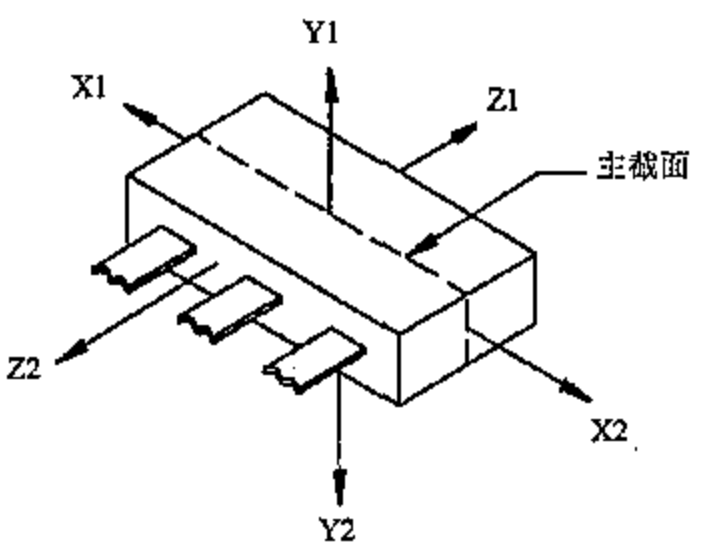
a) 轴向引线封装



b) 径向引线扁平封装

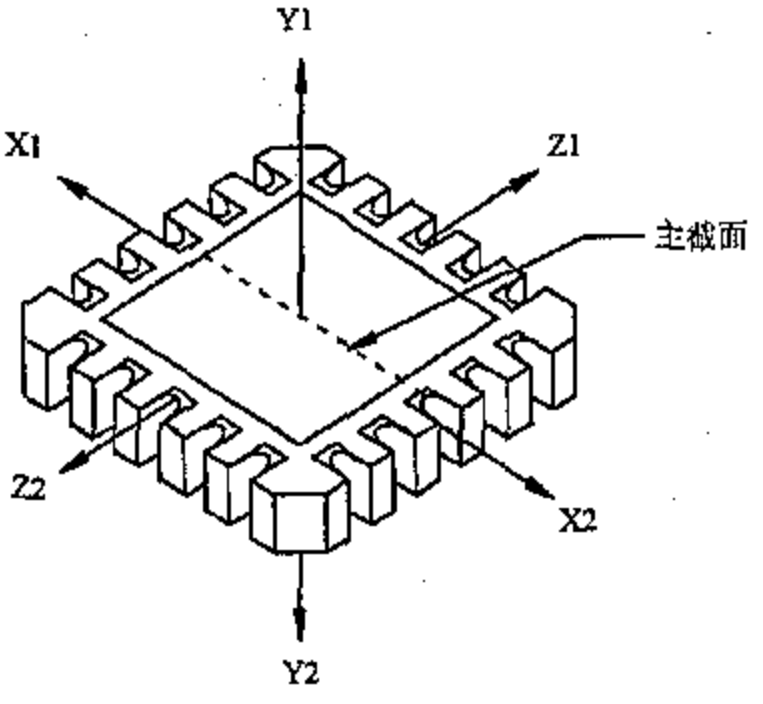


c) 双列封装



d) 单边径向引线的扁平封装

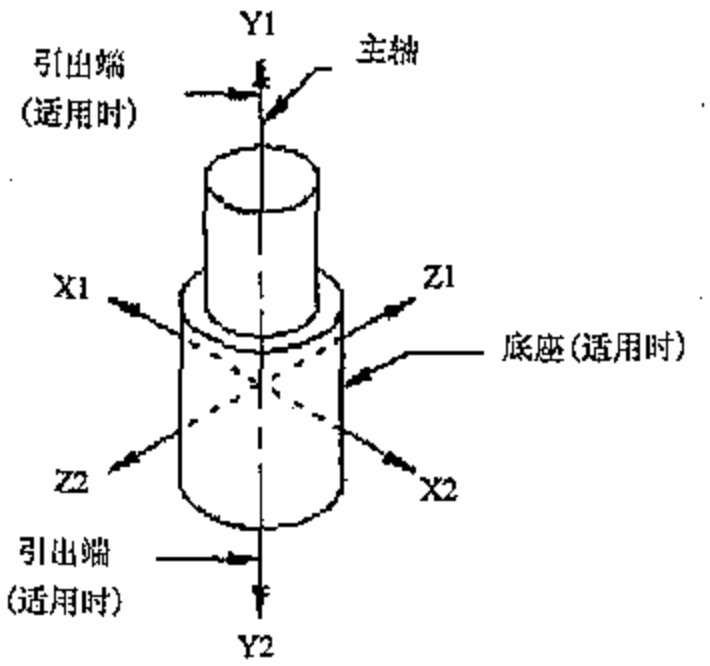
标准搜搜网 bzsoso.com



e) 无引线片式载体

注：Y1 是施加的力使芯片脱离基板或内引线脱离芯片的方向。施加的力是指作用于器件本身的力，它可以用不同方法施加(例如恒定加速度)。

图 1 非圆柱形微电子器件对施力方向的取向



注：Y1 是施加的力使芯片脱离基板或内引线脱离芯片的方向。施加的力是指作用于器件本身的力，它可以用不同方法施加(例如恒定加速度)。

图 2 圆柱形微电子器件对施力方向的取向

4.5 试验条件

4.5.1 校准要求

用于保证产品符合规范要求和关键制造过程控制的测量和试验设备应按 GJB 2712 的要求进行校准。对校准过的设备应有效控制，按规定使用和贮存，以保证校准的有效性。对要求校准的设备(单台件或组合)应按 GJB 2712 的要求进行标识。

4.5.2 电测试设备的准确度

规定的准确度极限值用于在规定(标称)试验条件下所获得的绝对值。在确定测量值极限时，应考虑测量误差(包括由于偏离标称试验条件而引起的误差)，使器件参数的真值(标称的试验条件下)在规定的极限值之内。

除另有规定外，以下电试验容差和注意事项均应适用于器件的测量：

a) 电源电压和偏压准确度应保持在规定值的 1%之内；

标准搜搜网 b2b3030.com

b) 输入调整电压准确度应保持在规定值的 1%或 1mV 之内，取其大者；

c) 输入脉冲特性、重复率、频率等准确度应保持在 10%之内。应当这样选择标称值，使其±10%的变化(如果测试设备的变量小于 10%，则选用实际值)不影响规定值测量的准确度；

d) 击穿试验施加的电压准确度应保持在规定值的 1%之内；

e) 对于数字器件而言，应注意保证只有在其适当的高或低逻辑电平或其他规定电平时才施加最大输出负载电流；

f) 阻性负载的容差为±1%；

g) 容性负载的容差为±5%或±1pF，取其大者；

h) 感性负载的容差应为±5%或±5μH，取其大者；

i) 静态参数应测到 1%以内；

j) 开关参数应测到 5%或 1ns 以内，取其大者。

4.5.3 电测试设备的能力

承制方根据以下要求确定试验设备或系统是否适用于保证产品一致性符合规范和合同的规定。承制方应确定所用方法，并形成文件。器件容差与测试设备精度的比值应符合以下规定：

a) 对通常情况，不小于 10:1；

b) 对特殊情况(无市售设备)，不小于 4:1。

注：由于缺少相应的国家标准，不能有效的达到 4:1 时，应说明情况并形成文件。

4.5.3.1 不确定度的控制

对复杂的试验过程应进行不确定度分析和控制。应确定各项试验和测试的总不确定度，并应考虑不确定度对产品参数容差的影响。可选用下述一种或几种方法：

a) 算术相加(线性)方法。本方法通常导致过于保守的估计，它反映在同一时刻各误差均在同一方向达到最大值这一不大可能出现的情况。

b) 平方和的平方根(RSS)方法。本方法通常适用于误差源相互独立，误差趋于正态分布(高斯分布)的情况。

c) 偏导数方法。本方法用于不确定性依赖关系复杂的情况。

d) 蒙特卡洛模拟。用于其他方法不易使用或不适用的非常复杂的情况。

e) 测试标准参照物(或受控对比器件)提供数据。

注：根据受控器件的数据确定测试过程是否在统计极限范围内。

f) 系统误差和随机误差分析。适用时用本方法进行修正。

g) 经工程分析证明的其他经认可的方法。

4.5.3.2 标准参照物和受控对比器件的使用和控制

如果承制方采用标准参照物或受控对比器件，应在文件中规定适当的使用和控制方法，包括参数、型号、数量、说明、标识、存放、操作和周期验证要求。

4.5.4 电测试频率

除另有规定外，电测试应在规定的工作频率进行。如规定了某个频率范围，除了在该频段的任一规定频率下进行的测试外，还应在该频段的最高和最低频率下对主要功能参数进行测试。无论在规定的频率范围或在一个以上的工作频率对微电子器件进行电测试时，都应记录测试频率以及在该频率下测得的参数值。

4.5.5 多输入/输出端的器件测试

对具有一个以上输入或输出端的器件，当规定了输入或输出参数时，应对器件的所有输入和输出端测试规定的参数。

4.5.6 复合器件的测试

如果被试微电子器件含有多个电路或多种功能时，无论是独立地与引出端相连接，还是为了把引出

标准查询网 bzsoso.com

端数减到最少而以某种方式内连，都应采用适当的线路和程序以便能按适用文件规定的试验方法对器件所含的所有电路或功能进行测试。例如，器件有一对逻辑门就不能只测试一个门的规定参数，而应对复合器件的所有电路进行测试，以保证在各电路之间不出现严重干扰(例如把信号加到双门器件的一个门上，不应使另一个门的输出发生变化)。此项要求的目的是为了保证微电子器件内所有电路元件能按其结构和连接状态，最大可能地经受试验。对于具有复杂的信号路径，且信号路径随输入信号的性质或内部功能随输入信号的执行而变化的电路阵列，应编制器件工作程序来满足此项要求，从而保证所有电路元件均起作用，并能按规定试验方法观察或测量它们的性能水平。

4.5.7 试验环境

除本标准或适用的有关文件另有规定外，电测试环境温度要求：25 $^{+3}_{-5}$ ℃；其他试验环境温度要求：(25±10)℃；环境气压 86 kPa～106 kPa。如果环境湿度对试验有影响，应在有关文件中规定。

4.5.8 试验箱内允许的温度变化

当采用试验箱时，被试样品只能放在符合下述规定的工作区内：

a) 工作区内各点温度随时间的变化。试验箱的控制应保证工作区内任一个参考点的温度变化保持在±2℃或±4%之内，取较大者。

b) 工作区内各点之间的温度差异。试验箱的结构应使其工作区内任一点的温度在任何时间内偏离参考点为±3℃或±3%，取较大者。发热样品附近除外。

c) 规定最低温度的试验箱。当规定最低试验温度时(例如老炼、寿命试验等)，试验箱的结构和控制应保证工作区内任一点的温度偏离规定的最低温度不超过 8℃，0℃或 8%，0，取较大者。

4.5.9 电测试时的温度控制

除另有规定外，规定的测试温度—外壳温度 T_C、环境温度 T_A 或结温 T_J，应采用下面规定的适用程序加以控制。这些程序专门用于在一定温度下进行器件的电测试时控制所用试验箱、装置等，这时 4.5.8 中的规定不适用。测试可在低占空比脉冲或稳定功率温度条件下进行。

4.5.9.1 测试温度 T_C、T_A 或 T_J 高于 25℃时的控制

除另有规定外，在不加电的条件下将器件温度稳定在 T_C、T_A 或 T_J 的±3℃之内。在测试过程中器件温度不应低于规定的 T_C、T_A 或 T_J 3℃以上。如果承制方保证器件不会退化，测试期间温度可以比规定的 T_C、T_A 或 T_J 高 3℃以上。应采用低占空比脉冲，或有规定时采用稳定功率条件(见 4.5.9.4)来测量电参数。

4.5.9.2 测试温度 T_C、T_A 或 T_J 低于 25℃时的控制

除另有规定外，在不加电的条件下将器件温度稳定在设定温度的±3℃之内。这一温度作为冷启动温度。应采用低占空比脉冲，或有规定时采用稳定功率条件(见 4.5.9.4)来测量电参数。适用时详细规范应规定对冷启动温度最敏感的参数或测试程序。当有规定时，这些参数应在测试程序开始时测量，并且应尽可能迅速或在规定的时间内完成。

注：除详细规范另有规定外，设定温度应为−55℃(T_C、T_A 或 T_J，适用时)，如果测试期间器件温度(T_C、T_A 或 T_J，适用时)升高超过 5℃，设定温度应比−55℃更低。

4.5.9.3 测试温度 T_C、T_A 或 T_J 为 25℃时的控制

除另有规定外，在不加电的条件下将器件温度稳定在 25 $^{+3}_{-5}$ ℃之内。应采用低占空比脉冲来测量电参数。

4.5.9.4 稳定功率温度条件

当规定时，器件应在规定的稳态加电条件下，在规定的测试温度(T_C、T_A 或 T_J，适用时)等于、高于或低于 25℃下至少稳定 5min 或规定的时间。电参数测量应在温度/功率稳定后尽可能快地或在规定时间内完成。作为替代方法，当有规定时器件温度 T_C 或 T_A 可稳定在规定稳定功率状态预计的典型结温的±3℃之内至少 5min，采用低占空比脉冲技术进行测试。

标准搜搜网 bzsoso.com

4.6 一般注意事项

4.6.1 瞬态响应

不应使器件承受超过额定值的瞬态电压和电流。

4.6.2 引出端连接顺序

应小心的将微电子器件与电源连接。对 MOS 器件、其他一些微电路、或分立器件引出端的连接顺序是很重要的，应注意有关文件中的注意事项。

4.6.3 焊接

试验需要进行焊接时，应注意避免损坏器件。

4.6.4 辐射防护

在 X 射线、中子或其他高能粒子的辐射环境中贮存或测试微电子器件时，应当采取适当的防护措施。

4.6.5 操作注意事项

操作时，应注意：

a) 器件接入测试线路之前，所有设备应接地；

b) 在器件接入设备之前，或为了进行测试必须取出器件之前，应尽可能把它们一直放在金属屏蔽容器内；

c) 适用时，在测试期间器件应一直装在载体或其他防护包装内。

5 详细要求

除另有规定外，各项试验的详细要求见本标准下列的各试验方法。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1001　低气压(高空工作)

1　目的

本试验是模拟飞机或其他飞行器在高空飞行中所遇到的低气压条件来进行的。本项试验的目的是测定元器件和材料在气压减小时，由于空气和其他绝缘材料的绝缘强度减弱抗电击穿失效的能力。在低气压条件下，即使介质不会被完全击穿，但会增强电晕放电、介质损耗和电离等有害影响。此项试验还可以用来检验低气压条件下的其他效应，如稀薄空气使绝缘材料介电常数发生变化、使发热元器件散热能力降低等对元器件工作特性的影响。

2　设备

低气压试验所需仪器设备包括真空泵、合适的密封室(必要时，该密封室应具备能观察样品的装置)、可用于测量密封室模拟高度的压力表、用于检测从直流到 30MHz 范围电流的微安表或示波器和其他必要的测试仪器。

3　程序

样品应按规定安放在密封室内，除另有规定外，以不大于 10 kPa/min 的降压速率将试验箱内气压降到有关标准规定的值。把样品保持在规定的压力下，对它们进行规定的试验。在试验期间及试验前的 20min 内，试验温度应为 25℃±10℃。对器件施加规定的电压，在从常压到规定的最低气压并恢复到常压的整个过程中监测器件是否出现故障。器件如出现飞弧、有害的电晕或其他任何影响器件工作的缺陷或退化，都应视为失效。

连接器件，进行测量，并且在整个抽气过程中施加规定的电压。用微安表或示波器监视施加最大电压(见 4c))的器件引出端，从直流到 30 MHz 范围内看其是否出现电晕放电电流或进行其他规定的性能测试。

表 1　试验条件

试验条件	压强 kPa	高度 m
A	58	4572
B	30	9144
C	I2	15240
D	4.4	21336
E	1.1	30480
F	0.15	45720
G	0.32×10^{-6}	200000

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　安装方法(见第 3 章)；

b)　试验条件(见表 1)。除另有规定外，应采用条件 E；

c)　降压期间的试验(见第 3 章)。除另有规定外，器件应承受在额定条件下的最大电压；

d)　适用时，进行降压后的测试(见第 3 章)。除另有规定外，应对器件规定的特性或参数进行全面的电测试；

e)　适用时，测量前的暴露时间(见第 3 章)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1002 浸液

1 目的

当器件由于不良结构，在物理或环境试验中可能产生机械损伤引起密封缺陷时，本试验可检测微电子器件密封的有效性。浸液试验一般紧接在其他物理和环境试验之后进行，因为浸液试验能使接口、焊缝和外壳中的密封隐患进一步恶化。将被测器件浸入温差很大的两种液体中，使之受到热应力和机械应力，这样就很容易检查出接口、焊缝或外壳中的缺陷。选用淡水还是盐水作为试验液体取决于被试器件的性质。当试验后用检测电参数的方法来证实是否泄漏时，用盐水比用淡水更容易检测出封口穿透的情况，因为盐水更容易使内部元件腐蚀或出现盐的结晶，导致绝缘电阻降低。本试验不宜作为热冲击试验或盐雾试验，尽管它也可以揭示器件在这些方面的不足。本试验是破坏性试验，故不应作为 100%的筛选或试验。

2 设备

浸液试验所用的设备是两只温控恒温槽，它们能保持所选的冷、热水浴条件的规定温度。使用合适的温度计测量槽温。

3 程序

本试验连续进行数次浸液循环，每次循环先浸在温度为 65^{+5}_{0} ℃的热淡水(自来水)槽中，然后浸在冷水槽中。循环次数、每次浸渍时间、冷水槽的性质和温度都在下表列出的相应的试验条件中规定。样品应尽可能迅速地从一个槽转移到另一槽中。在任何情况下，转移时间不超过 15s。当完成最后一次循环后，应在淡水或蒸馏水中把样品迅速而彻底地清洗，并擦干或吹干所有表面，使其干净和干燥。并在 4h 后，48h 内对器件进行电测试和外部目检。当订购文件有规定时，应按方法 2013 打开器件，检查内部元件有无浸蚀现象和盐的晶粒。当本试验作为一个试验组或试验分组的一部分来进行时，在本项试验结束时，不必专门进行试验后的测量或检查，而可以在该分组结束时再进行。

表 1 试验条件

试验条件	循环次数	每次浸液时间 min	浸液槽(冷)	冷槽温度 ℃
A	2	15	淡水(自来水)	25^{+10}_{-5}
B	2	15	氯化钠饱和水溶液	25^{+10}_{-5}
C	5	60	氯化钠饱和水溶液	0±3
D	5	60	(体积百分比) 水：48%； 甲醇：50%； 吗啉：1%； 3.5-二甲基-1-乙炔-3-醇：1%； 氯化亚锡：5g	0±3

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 试验条件(见表 1)。除另有规定外，应采用条件 C；

b) 若与第 3 章中规定不同，应规定最后一次循环后的测量时间；

标准搜搜网 bzsoso.com

c) 最后一次循环后的测量(见第 3 章)。除另有规定外，测量应包括引线间的电阻、引线与外壳间的电阻、所有器件特性或全部电参数的测试。最终评价应包括对器件标志清晰度、封装和引线是否变色或腐蚀等外观目检；

d) 适用时，打开器件并进行内部检查(见第 3 章)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1003　绝缘电阻

1　目的

本试验的目的是测量元器件的绝缘部分对外加直流电压所呈现的电阻。施加的外加电压会使绝缘部分表面或其内部产生漏电流。绝缘电阻的测量不能等效于介质耐压试验或电击穿试验。干净而又干燥的绝缘体具有很高的绝缘电阻，但如果存在有机械缺陷，就会在介质耐压试验中失效。由于绝缘部分是由不同的绝缘材料组成的，具有不同的固有绝缘电阻，因此测得的绝缘电阻数值不宜作为洁净度或有无变质现象的依据。

影响绝缘电阻测量的因素有温度、湿度、残余电荷、充电电流或仪器和测量线路的时间常数、测试电压、预调及连续施加电压的时间(加电时间)。对于最后一个因素，某些元件(如电容器和电缆)的电流特性，通常从瞬时最大值以某一变化速率下降到一个稳态的较小值，其下降速率取决于试验电压、温度、绝缘材料、电容量和外电路的阻抗。因此，当连续施加测试电压时，在一段时间，所测到的绝缘电阻会不断增加。由于这种现象，可能要经过数分钟才趋于最大绝缘电阻读数。因此，规范通常要求在规定的时间后读出数值。如果绝缘电阻相当接近稳态值，而电流-时间曲线又已知，或者在测量值上加上适当的修正因子，就可以大大地缩短测试时间，且仍可得到良好的测试结果。对于某些元器件，可以在几秒钟内获得稳定的仪器读数。有关试验前后，应在相同的条件下测量绝缘电阻。

2　设备

绝缘电阻的测量设备应与被测元件的特性相适应，如兆欧电桥、兆欧表、绝缘电阻测量装置或其他适用设备。

3　程序

当需要特殊准备或条件时，如特殊的试验夹具、重新连接、接地、绝缘、低气压、湿度或水浸等，应作出规定。按规定，在相互绝缘点间，或在绝缘点与地之间测量绝缘电阻。除另有规定外，当加电(充电)时间是一个影响因素时，在连续施加测试电压到规定的时间(见第 4 章)之后应立即进行绝缘电阻的测量。但是，如果仪表读数表明绝缘电阻达到了规定极限，无论它处于稳态状态或还继续增加，都可在规定的测试时间之前终止测试。如果要进行多次测量，应采用与初次测量相同的极性依次测量绝缘电阻。除另有规定外，加到样品上的直流电压应按下述测试条件的规定，并在外加电压的两种极性上测试绝缘电阻。

表 1　试验条件

试验条件	测试电压 V
A	10×(1±10%)
B	25×(1±10%)
C	50×(1±10%)
D	100×(1±10%)
E	500×(1±10%)
F	1000×(1±10%)

当进行质量一致性检验时，可以使用任何等于或高于适用的试验条件所允许的最低电压。除另有规定外，绝缘电阻值的测量误差不应超过 10%。应采用适当的保护措施，防止由于不希望的路径漏电造成读数误差。

标准搜搜网 bzsoso.com

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 适用时，规定测试条件或其他测试电压(见第 3 章)；

b) 如有要求，则规定特定的准备或条件(见表 1)；

c) 测量点(见第 3 章)。除另有规定外，应在器件引线(全部引线互相电连接在一起或连接到一个公共点)与器件外壳之间测量绝缘电阻，测量的电阻值不小于 15MΩ；

d) 如果“加电时间”很关键，应具体规定加电时间(见 1.1)；

e) 用在规定测试电压下测得的最大漏电流表征绝缘电阻。除另有规定外，在 100V 直流电压下，任何相邻而不相连接的引线间的最大漏电流，不超过 100nA。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1004.1　耐湿

1　目的

本试验的目的是用加速方式评估元器件及其所用材料在炎热和高湿条件(典型的热带环境)下抗退化效应的能力。大多数炎热条件下退化现象是直接或间接地由于有缺陷的绝缘材料吸附水蒸汽和水膜，以及由于金属和绝缘材料表面变湿而引起的。这种现象会产生多种类型的退化，其中包括金属的腐蚀、材料成分的变化及电特性变坏。本试验与稳态潮湿试验不同，它采用温度循环来提高试验效果，其目的在于提供一个凝露和干燥的交替过程，使进入密封外壳内的水汽产生“呼吸”作用，从而使腐蚀过程加速。在高温下，潮气的影响将更加明显，增强试验效果。试验包括一个低温子循环，因为凝结水汽引起的应力会使裂缝加宽，它能使在其他情况下不宜发现的退化作用加速显现。这样，通过测量电特性(包括击穿电压和绝缘电阻)或进行密封试验就可以揭示该退化现象。应规定在绝缘体上施加极性电压，研究电解的可能性，因为电解会助长可能发生的介质击穿。如果需要，为了确定载流元件特别是细导线和接点的抗电化学腐蚀的能力，本试验还可以对某些元件施加一定的电负荷。本试验获得的结果是可重复产生的，并已通过现场失效的调查得到证实。业已证明，本试验能可靠地指出哪些元件不能在热带条件下使用。

2　设备

耐湿试验的设备包括能满足图 1 所示的循环和公差要求的温-湿箱，以及按 3.7 和第 4 章的规定进行测量的电测试仪器。

3　程序

应按 3.2～3.7 的规定以及图 1 的要求对样品进行试验。样品的安装方式应使它们能暴露在试验环境中。

3.1　预处理

除另有规定外，在安置样品进行耐湿试验之前，器件引线应承受弯曲应力，其条件应符合方法 2004 的试验条件 B_1 的规定。如果在另一试验中样品已进行了所要求的预处理，则不必重复引线弯曲。

3.2　初始测量

在第一次循环的第一步之前，应在室温环境条件或按规定进行初始测量。当有规定时，初始测量前器件应在干燥箱内进行预处理(见图 1)，从干燥箱取出后的 8h 内完成初始测量。

3.3　循环次数

样品应进行 10 次连续循环，每次都按图 1 进行。在完成规定的循环次数之前(不包括最后一次循环)，如发生了不多于 1 次的意外试验中断(如电源中断或设备故障)，可重做该循环，试验可以继续进行。若在最后一次循环期间出现意外的试验中断，除要求重做该循环外，还要求再进行一次无中断的循环。任何中断超过 24h，都要求从头至尾重做试验。

3.4　第 7 步子循环

在 10 次循环中，至少有 5 次循环期间内要进行低温子循环。在开始第 7 步后，至少 1h 但不超过 4h，将样品移出潮湿箱，或降低箱内温度，以便进行低温子循环。在低温子循环期间，样品应在 -10^{+2}_{-5} ℃和不控制湿度的条件下，如图 1 所示至少保持 3h。若不使用另一个低温箱，应注意保证样品在整个周期内保持在 -10^{+2}_{-5} ℃。在低温子循环后，样品应恢复为 25℃，相对湿度(RH)至少为 80%，并一直保持到下一个循环的开始。

标准搜搜网 bzsoso.com

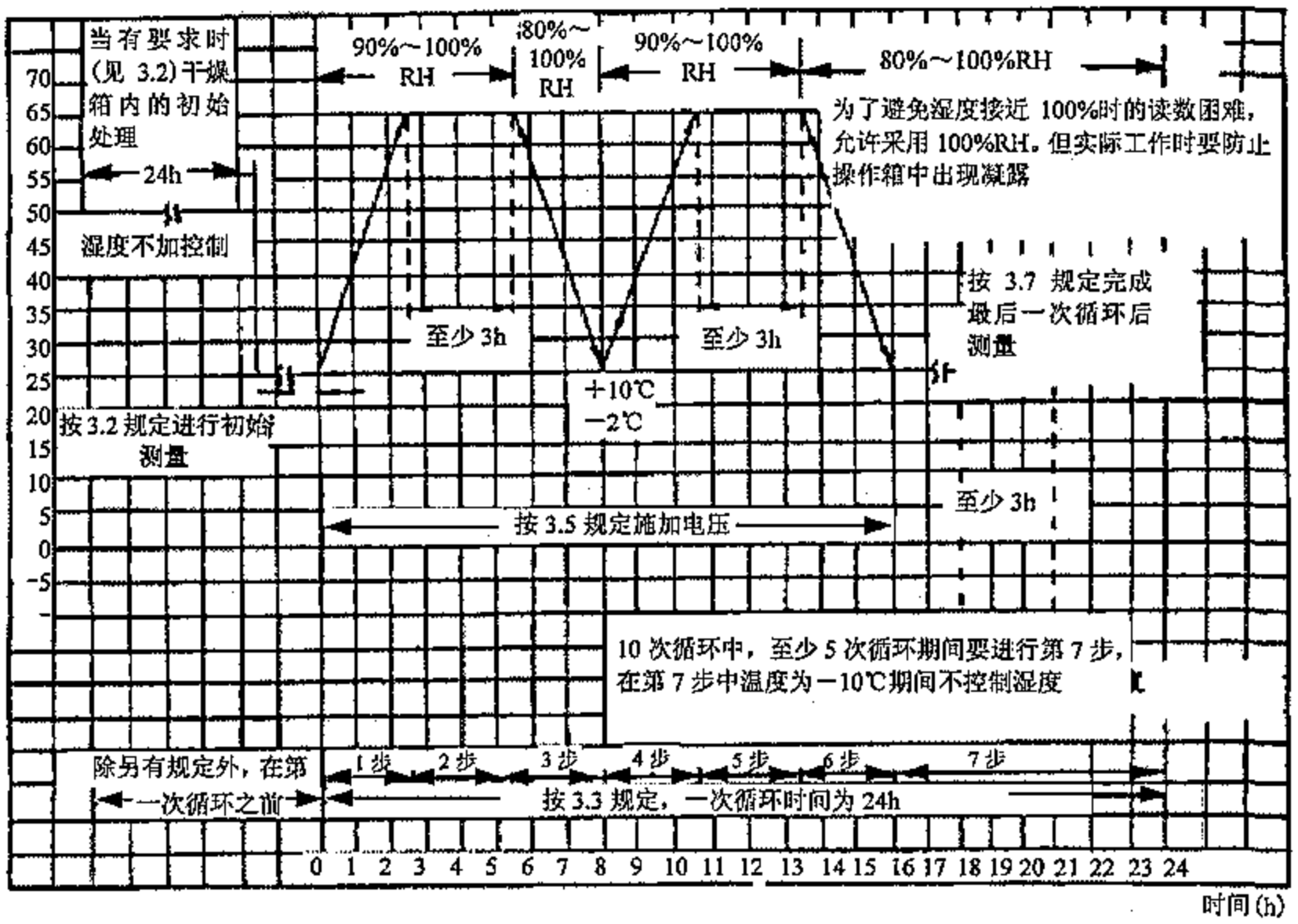


图 1　耐湿试验图示

3.5　外加电压

在按图 1 规定进行耐湿试验期间，当有规定时(见第 4 章)，样品应按规定施加偏置电压，为了提高试验效果，选用的偏置条件应利用尽可能多的引出端，使芯片的金属化线条之间或外引出端之间的电位差达到最大，使功耗为最小。

3.6　条件

虽然没有规定箱内的温度变化率，但是，在温度变化过程中，样品不应受到箱内加热体的直接热辐射。除另有规定外，箱内的空气每分钟的换气量至少等于箱的容积的 5 倍。紧靠样品的各点和箱体内表面上的稳态温度容差为所规定温度的±2℃。对质量不大于 11.4kg 的样品，在试验箱间的转移时间应少于 2min；若使用一箱法，则应在 15min 内达到-10℃。

3.7　最终测量

在最后一次循环的第 6 步之后(或者在第 10 次循环期间完成 3.3 的子循环，则在第 7 步之后)，器件应在室温环境条件下放置 24h，然后按方法 1003 的试验条件 A 进行绝缘电阻测试，或在 25℃下进行规定的终点电测试。电测试可以在放置的 24h 期间进行，但是，对于测量失效的样品，禁止为了得到可接收的结果，在 24h 之后对失效器件重新进行测试。在 24h 放置期间不得进行其他试验(如密封试验)。绝缘电阻测试或在 25℃终点测量应在器件移出试验箱后的 48h 内完成。进行绝缘电阻测试时，测得的电阻值不得小于 10MΩ，并且应记录测试结果，其数据作为终点数据的一部分提交。如果把封装外壳设计成与芯片基板电连接，则不必进行绝缘电阻测试，而应在器件移出试验箱后的 48h 内完成规定的 25℃终点电测试。还应进行目检和任何其他规定的终点电参数测量(见 4c))。

3.8　失效判据

器件出现下列情况应视为失效：

a)　所规定的标志全部或部分脱落、褪色、弄脏、模糊或达到不可辨认的程度。该检查应在正常室内照明和放大 1 倍~3 倍下进行；

标准搜搜网 bzsoso.com

b) 当放大 10 倍～20 倍观察时，任何封装零件(即封盖、引线或盖帽)的镀涂或底金属被腐蚀的面积超过 5%，或封装零件被腐蚀透；

c) 引线脱落、折断或局部分离；

d) 因腐蚀而导致引线之间或引线与金属外壳之间搭接在一起；

e) 终点电测试或绝缘电阻测试不合格。

注：镀涂应包括封装和从弯月面引线末端(不包括被剪掉的末端)的所有暴露部分，以及所有其他被暴露的金属表面。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 如果不在室温环境下进行初始测量(见 3.2)，应规定初始测量条件；

b) 适用时(见 3.5)，应规定外加电压和偏置条件。偏置条件按下述导则：

1) 只要求一个电源电压端(V)(正负均可)和一个接地端(或公共端)GND。电源电压值的幅度应是最大值，但不超过规定的绝对最大额定值，并使试验条件最佳化；

2) 除另有规定外，其他的电压端和接地端均应与 GND 连接；

3) 除另有规定外，全部数据输入端应与 V 连接。选择 V 的极性和数值，应使内部功耗为最小并使电流流入器件。除另有规定外，所有扩展输入端应与 GND 连接；

4) 所有其他引线，例如时钟端、置位端、复位端、输出端等应分别与 V 或 GND 连接，连接的原则是使电流最小；

5) 内部没有连接的引线应连接到 V 或 GND，并使其极性与相邻的引线极性相反。

c) 最终测量(见 3.7)要求：最终测量应包括终点电参数测试规定的全部电特性和参数；

d) 若不是 10 次循环(见 3.3)，应规定循环次数；

e) 必要时(见 3.1)，初始测量前应在干燥箱中进行预处理。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1005.1　稳态寿命

1　目的

本试验的目的是验证承受规定条件的器件在整个工作时间内的质量或可靠性。在额定工作条件下进行的寿命试验，其试验时间应足够长，以保证其结果不具有早期失效或“初期失效”的特征，在寿命试验期间还应进行定期观察，以监视失效率是否随时间有显著变化。为了在短时间内或以较小的应力来获得正确结果，就必须用加速试验条件或足够大的样本来提供相应的失效概率，以便使该样本的失效分布能代表它所在那些批的潜在失效分布。

如果用本试验来评定器件的基本能力或对器件进行鉴定试验，以确保器件以后能用于高可靠场合，就应选择适当的试验条件，由电输入、负载和偏置以及相应的最高工作温度或试验温度或其他规定的环境条件代表器件的最大工作额定值或试验额定值(见试验条件 F)。

2　设备

应提供适当的插座或其他安装手段，使之与被测器件的引出端在规定的线路中实现可靠的电连接。除订购方或鉴定机构批准之外，安装手段应设计成不会发生通过传导方式来散逸器件内部发出的热量，热量只能通过器件引出端、必须的电接触和气体或液体介质来散发。设备还应保证被试器件引出端上施加有规定的偏置电压，当有规定时，还应能监视输入激励或输出响应。在电源电压和环境温度等的正常变化情况下，电源和调整电流的电阻器至少应能在整个试验期间保持规定的工作条件。不管器件是单个试验还是成组试验，当试验条件导致明显的功率耗散时，试验设备应能使每个器件产生的功率大约均等。试验线路不需对单个器件特性的正常变化进行补偿，但是在一组器件中出现失效或器件反常(即开路、短路等)时，应不至于影响该组中其他器件的试验结果。

3　程序

微电子器件应按规定的试验条件(见 3.5)、规定的试验时间和规定的试验温度进行试验，并在规定的中间和终点进行所要求的测量。用引线、螺栓或外壳按正常的结构方式将其安装好，并且保持接触点温度不低于规定的环境温度。应将试验前选择的试验条件、持续时间、样本大小和温度记录下来，并在整个试验中予以控制。试验板上不同器件之间或同一器件不同输出端之间不得共用一个负载电阻器。

3.1　试验持续时间

3.1.1　标准寿命试验持续时间

除另有规定外(见 3.2.1)，125℃的寿命试验持续时间至少应为 1000h。在规定的试验持续时间之后，应使器件脱离该试验条件并达到标准测试条件。如果本试验的目的是为了证明是否符合规定的失效率(λ)，就可以在达到规定时间时终止试验，如果在达到规定的试验时间之前出现拒收情况，就可以在出现拒收点时终止试验。

3.1.2　加速寿命试验持续时间

对于 B 级器件，当进行加速试验时，其寿命试验持续时间在所选择或所规定的环境温度下(见表 1)应等效于 125℃下的 1000h。在规定的试验时间之后的 72h 内，应把器件移出规定的试验条件，在不去掉偏置的情况下达到标准测试条件。为了把器件移到与寿命试验箱隔开的冷却位置而造成的偏置中断 1min，不应视作去掉偏置。

3.2　试验温度

所规定的试验温度是最低的环境温度，在寿命试验箱工作区内所有的器件均应处于该温度下。要做到这一点，应通过对箱内结构、负载情况、控制仪器或监测仪器的位置以及空气或其他合适气体或液体介质的流动进行必要的调整来保证。因此，试验箱应在满负荷(线路板上不必插上器件)未通电(对器件

标准搜搜网 bzsoso.com

而言)的状态下进行校正，而且指示传感器位于或调整到反映最接近工作区内最低温度的位置上。

3.2.1 标准寿命试验温度

除另有规定外，试验条件 A 至 E(见 3.5)的环境寿命试验温度至少应是 125℃，对于混合集成电路，试验条件可以根据表 1 的规定进行变动。当采用规定的试验线路和偏置条件时，供货方可自行确定将条件 A 至 E 的环境温度按表 1 的规定升高，而使试验时间缩短。因为在正常情况下，外壳温度和结温将明显地高于环境温度，所以，对器件结构应作如下考虑，使得当它在试验或工作时，其外壳或结的最高额定温度，对于 B 级不得超过 200℃；对于 S 级，不得超过 175℃(见 3.2.1.1)。

3.2.1.1 单片功率电路的试验温度

器件无论功率大小，应都能以最高额定工作温度进行老炼或寿命试验。用环境温度 T_A 表示最高工作温度的器件，采用表 1。用外壳温度 T_C 表示最高工作温度的器件，125℃的环境温度有可能使 T_j 超过 200℃(对 S 级，超过 175℃)，为此进行老炼和寿命试验时的环境温度可以从 125℃降低到某一个温度，但要求在该温度下，使 T_j 控制在 175℃～200℃之间，T_C 等于或大于 125℃，这时不必改变试验时间。应准备好支持这种降温处理的数据，在有要求时提交给订购方和鉴定机构。

3.2.1.2 混合集成电路的试验温度

寿命试验采用外壳温度时，应规定器件外壳温度(T_C)的上限值。寿命试验的环境温度或外壳温度应按表 1 规定。对 K 级器件的寿命试验，时间至少 1000h。器件应按详细规范中规定的最高工作温度、电压和负载条件进行寿命试验。因为在正常环境下，外壳温度和结温明显高于环境温度，因此电路的设置不应超过详细规范中规定的最高额定结温和基线文件中规定的聚合材料固化温度。如果没有规定最高结温，则取最大值为 175℃。不允许进行条件 F 的加速寿命试验。规定的试验温度应该是使试验箱中的所有器件都稳定达到的实际最低环境温度或外壳温度。为保证这一点，必须调整试验箱结构、负载、控制仪或监视仪的位置和气流或其他合适气体或试验箱中液体媒质的流动。

3.2.2 加速寿命试验温度

当规定或自愿(当适用的订购文件允许时)采用条件 F 时，除另有规定外，最低环境试验温度应为 175℃。由于加速试验通常都在超过受试器件的最高额定工作结温下进行，所以应当注意保证不让器件进入热失控状态。

3.2.3 应用试验条件 A 到 E 时，对内部有过热保护器件的特殊考虑

对于内部有过热保护的器件，在超过断路温度时，即使延长试验时间，也不可能提供长期工作可靠性的真实情况。对于有过热保护的器件，应使最坏情况下的结温至少比最坏情况下热断路阈值低 5℃的条件下进行工作寿命试验。确定热断路阈值的数据应齐全，在有要求时提交给鉴定机构或订购方。

3.3 测量

3.3.1 试验温度低于或等于 150℃的测量

除另有规定外，全部规定的中间和终点测量应在器件去掉规定的试验条件(即去掉加热条件或者去掉偏置)后的 96h 内完成。如果这些测量不能在 96h 内完成，则器件在进行中间或最终测量之前，还应至少再承受 24h 的寿命试验，试验条件(见 3.5)和温度应与先前采用的相同。如果有规定时(或承制方自愿时)，应在 168^{+72}_{0} h 和 504^{+168}_{0} h 进行中间测量。如果规定试验时间超过 1000h，附加的中间测量点应是 1000^{+168}_{-24} h、2000^{+168}_{-24} h，以后每次相隔时间为 1000^{+168}_{-24} h。中间测量主要是规定的参数和条件，这些参数和条件应包括能足以揭示致命失效和退化失效的主要功能特征。器件应至少冷却到比室温下功耗稳定状态时的器件温度低 10℃时，才能去掉偏置。

为了把器件从进行寿命试验的试验箱中移到与其隔开的冷却位置上，对偏置中断不超过 1min 时不应视作去掉偏置。除线性器件、MOS(CMOS、NMOS、PMOS 等)器件或其他规定的器件外，只要能使被试器件的外壳温度在去掉试验条件后的 30min 内降到低于 35℃，并且被试器件应在去掉偏置后的 5min 内移出加热的试验箱，器件就可以在冷却期间去掉偏置。在器件重新加热之前，应完成全部规定的 25℃条件下的电测试。

标准搜索网 bzsoso.com

3.3.2 试验温度高于或等于 175℃的测量

除另有规定外，全部规定的中间和终点测量应在器件去掉规定的试验条件(即去掉温度条件或者去掉偏置)后的 24h 内完成。如果不能在 24h 内完成这些测量，则应采用同样的试验条件、温度和时间重新进行稳态寿命试验。去掉偏置之前，器件应至少冷却到比室温下功耗稳定状态时的器件温度低 10℃。为把器件移到冷却位置上，对偏置中断不超过 1min 时不视作去掉偏置。在器件重新加热之前，应完成全部规定的 25℃条件下的电测试。

3.3.3 试验装置的监测

在试验(加温)开始和试验结束时，应监测试验装置，从而确认按规定要求对全部器件加了应力。至少应进行下列监测步骤：

a) 器件插座

在开始使用时及以后的至少每六个月(如六个月以上未使用，则使用前)，应检查每个试验板或试验盘，以验证接触点是否完好，从而保证把偏压和信号加到每个插座上。在最初和定期验证试验期间，应检查试验板上用来保证被试器件稳定性的电容或电阻，以确保它们的功能正常(它们不得开路或短路)。除了这种最初的和定期的验证之外，不必检查每个器件或器件插座，但在每次使用试验板之前，应采用随机抽样技术，而该技术应足以保证被试器件接触的正确性和连续性。

b) 试验板或试验盘的插头

在试验板上安装器件，置于试验箱中并使温度至少为 125℃或规定的试验温度(取其小者)，应在每个试验板或试验盘的至少一个位置上验证各个必要的试验电压和信号条件，从而确保在相应的试验状态中采用的每个连接点或插头的良好电接触，以确保能施加规定的电应力。为进行此项工作，允许打开试验箱，但不超过 10min。当在试验插座上检查试验条件时，用于进行这种电连续性检查的仪器探头应等于或小于被试器件的外引线(接点)尺寸，而且其结构应确保插座接点不受损伤或损坏。

c) 试验周期结束时，在器件从试验温度和试验条件中移出之前，应再次进行上述 b)规定的电压和信号条件验证。

d) 对于 S 级和 K 级器件

为了保证所规定的试验条件施加于每个器件，试验前应验证每个试验板或试验盘以及每个试验插座。这可以通过验证每个器件输出端的功能响应来完成。也可采用经批准的替代程序。

当出现失效或接点开路，从而导致在所要求的试验时间(见 3.1)内的某一段时间未能加上所要求的试验应力时，应延长试验时间以保证实际施加应力时间达到规定的最短总试验时间。在最后 24h 寿命试验期间，无论试验箱是否处在加热状态下，若任何去掉或中断偏置的总时间超过 10min，则应延长试验时间，使其在最后一次偏置中断以后，在偏置不再中断的情况下至少再试验 24h。

3.4 试验样本

试验样本应按规定(见第 4 章)抽取。当本试验方法用作一系列或一类器件型号的附加寿命试验时，数量较少的一种器件型号的样品可计入总的样品量中，但在累计达到每种器件型号的最小样本要求之后，试验结果才能视为有效。如果因补充新的样品而抽取了以前试验过的全部或部分样品，那么，每种型号器件的最小样本大小应保持在开始试验的水平上，并且在累计了规定的最短试验小时(见 3.1)之后，才能再抽取样品。

3.5 试验条件

3.5.1 试验条件 A(稳态、反偏试验)

试验条件 A 如图 1 所示，它适用于各类线性和数字电路。本试验应使尽可能多的结都加上规定的反偏电压。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.5.2 试验条件 B(稳态、正偏试验)

试验条件 B 如图 1 所示，它适用于所有数字电路和某些线性电路。本试验应使尽可能多的结都加上规定的正偏电压。

3.5.3 试验条件 C(稳态、功率和反偏试验)

试验条件 C 如图 1 所示，它适用于各种数字电路和输入端可以反偏置、输出端可以偏置在最大功耗上(反之亦然)的某些线性电路。

3.5.4 试验条件 D(并行激励试验)

图 2 表示了本试验的典型条件，它适用于各类电路。试验时所有电路必须施加合适的激励信号，以尽可能模拟实际应用，而且所有电路均应采用最大的外加负载。激励频率不得小于 60Hz。

3.5.5 试验条件 E(环形振荡器试验)

试验条件 E 如图 3 所示，最后一个电路的输出端通常连接到第一个电路的输入端。这种串联会产生自由振荡，其频率由各个电路和有关布线的传输延迟确定，该频率应不小于 60Hz。在电路会引起倒相的情况下，应采用奇数个电路。环路中的每个电路应加上额定的最大负载。虽然该条件提供了连续监视致命失效(即环路阻塞)的机会，但不得用它来代替中间测量(见 3.3)。

3.5.6 试验条件 F(仅适用于 B 级)(温度加速试验)

按此试验条件，微电路在大大超过其最高额定温度的环境温度(175℃～300℃)下进行偏置。在较高温度下，微电路通常不能正常工作，因此必须特别注意选择偏置线路和条件，从而保证重要的电路部位得到合适的偏置、且对电路的其他部位不会产生破坏性的过应力。为了适当地选用实际偏置条件，建议把合适的器件试样放在预定的高温环境中，在每个器件引出端上测量电压和电流，以保证规定的线路和外加的电应力不会诱导出破坏性的过应力。承制方可以从表 1 中自行选择其替代的时间和温度，可以选用时间界限在 30h～1000h 范围内的任何时间-温度组合。对于采用试验条件 F 进行的寿命试验，应采用方法 1016 中 3.5 寿命试验基本准则，并且得到鉴定机构的特殊批准，当证明了在规定电压下工作会导致过量电流通过或过量功耗时，任何一个或全部引出端上的外加电压可以降低到不低于规定电压的 50%。如果降低了电压，则应按下式确定寿命试验时间：

$$T_a = \frac{t_0(100\%)}{100\% - V\%} \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

T_a——调整后的总试验时间，h；

t_0——原来的试验时间，h；

$V\%$——最大的电压降低量在规定电压中占的百分比。

对于具有内部过热保护的器件，在超过保护温度的温度下，即使延长试验时间，也不可能得出长期工作可靠性的真实结果。对于这种器件，应在规定偏压下的几个不同环境温度中测量外壳温度，并根据这些测量数据来计算结温。工作寿命试验的环境温度应按以下原则确定，即在规定偏压下该环境温度使最坏情况下的结温比进入热保护的最低结温低 5℃～10℃。不同级别器件的试验时间由表 1 规定。

表 1 稳态寿命试验的时间-温度对应关系

最低温度 T_A ℃	最短时间 h			试验条件 (见 3.5)
	S 级	B 级	混合集成电路	
100	—	—	7500	A～E
105	—	—	4500	
110	—	—	3000	
115	—	—	2000	
120	—	—	1500	

标准搜搜网-bzsoso.com

表 1(续)

最低温度 T_A ℃	最短时间 h			试验条件 (见 3.5)
	S 级	B 级	混合集成电路	
125	1000	1000	1000	A～E
130	900	704	704[c]	
135	800	496	496[c]	
140	700	352	352[c]	
145	600	256	256[c]	
150	500	184	184[c]	
175	—	40	—	F[a, b]
180	—	32	—	
185	—	31	—	
≥190	—	30	—	

[a] 试验条件 F(试验温度大于等于 175℃)，在采用之前应得到批准。
[b] 对于试验条件 F，不受最高结温的限制，但应小心，以免器件热烧毁。
[c] 不适用于 K 级。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 规定的预处理(需要时)；
b) 如不按 3.2 规定，则规定试验温度(环境温度、结温或外壳温度)；
c) 试验时间(若不按 3.1 规定)；
d) 试验的安装(若不是正常安装)(见第 3 章)；
e) 试验条件和寿命试验线路及其对输入、输出、偏压和功耗的要求(适用时)(见 3.5)；
f) 终点测量和中间测量(见 3.3)；
g) 中间和终点测量(见 3.3)的器件失效判据(如不按器件规范极限值)和批的接收判据；
h) 试验样本(见 3.4)；
i) 完成终点测量的时间(如不按规定)(见 3.3)；
j) 适用时，采用条件 F 的批准及条件 F 的特殊最大试验额定值(见 4b))；
k) 条件 F 的时间—温度条件(如不按 3.5.6 的规定)。

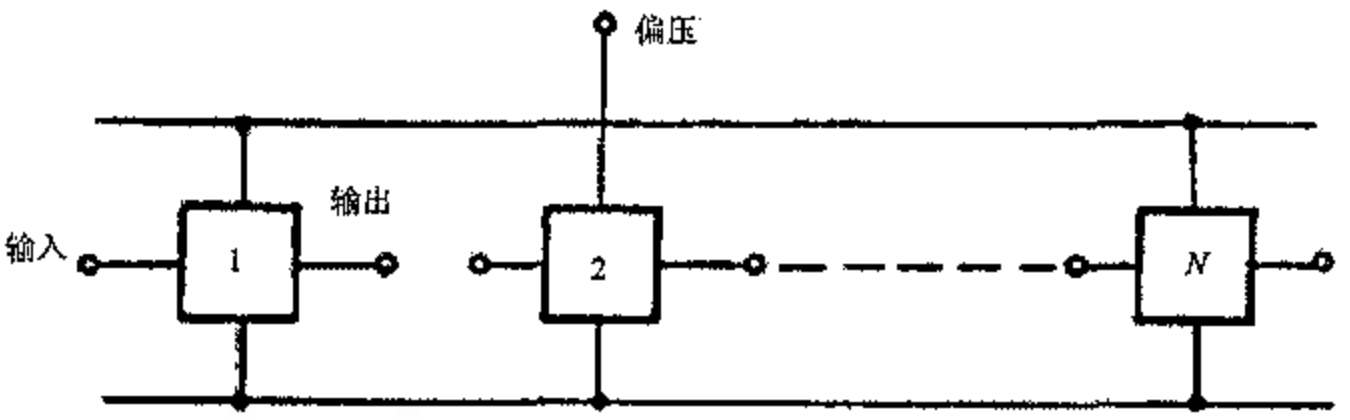


图 1 稳态

标准搜搜网 bzsoso.com

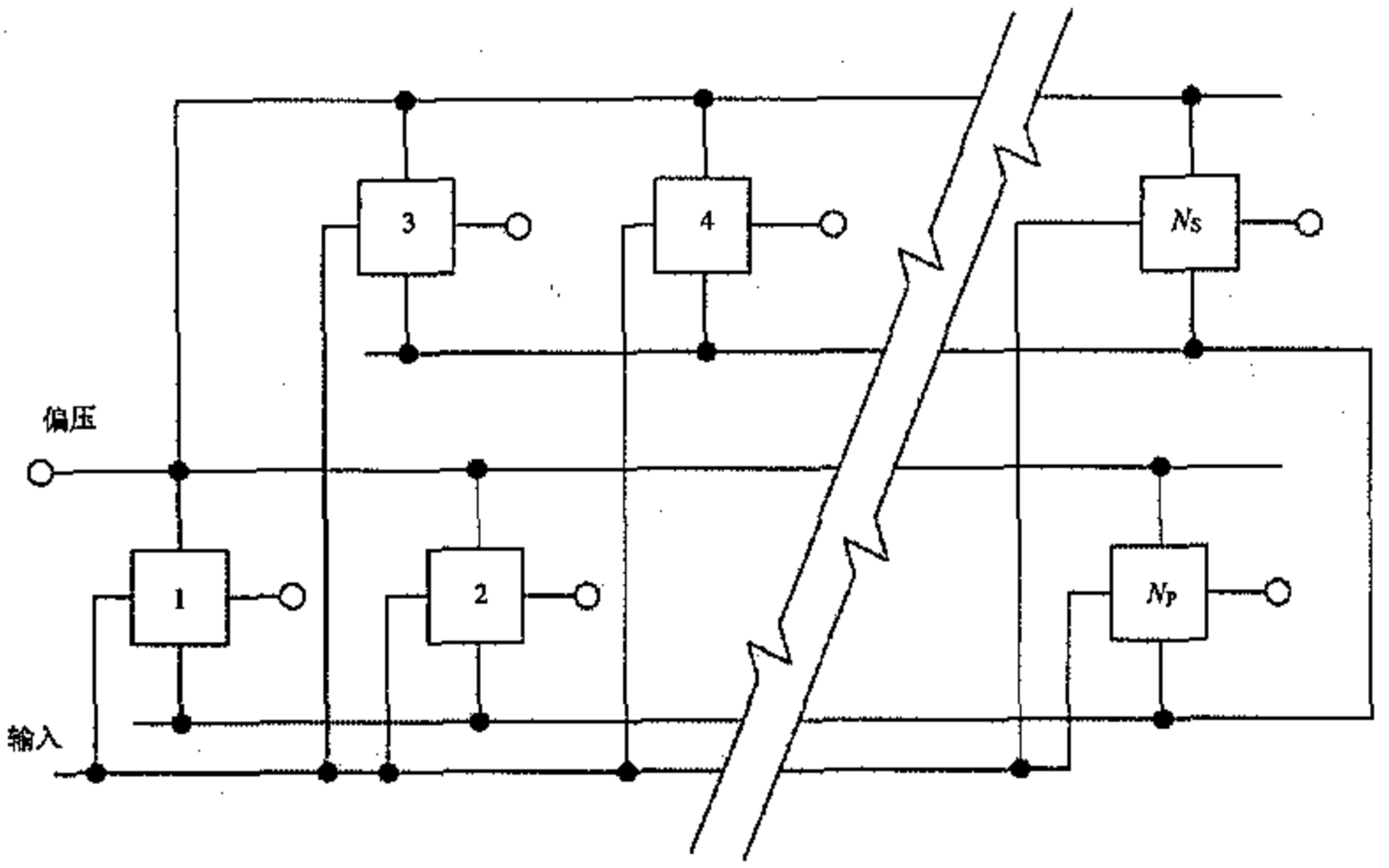
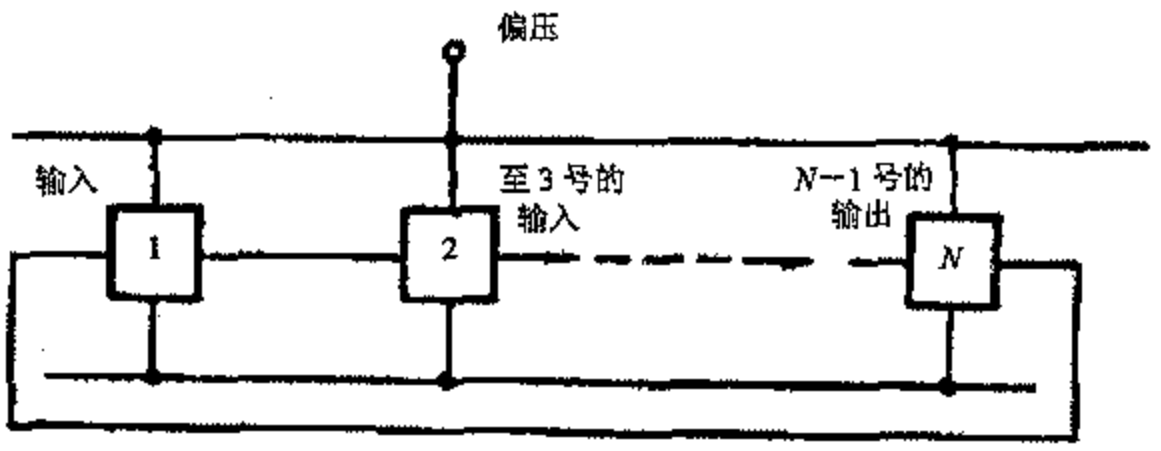


图 2　并行激励



注：对自由运行计数器，N 是奇数。第 N 个器件的输出端应连接到第一个器件的输入端。

图 3　环形振荡器

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1006　间歇寿命

1　目的

本试验的目的是在规定的条件下测定微电子器件的典型失效率，或者证实器件的质量或可靠性。本试验适用于器件受到“开”与“关”之间的电应力周期变化的应用情况，而这种周期变化的电应力又导致器件和外壳温度的周期变化。

2　设备

见方法 1005。

3　程序

除了施加和去掉电应力为交替进行之外，应按方法 1005 的全部要求对器件进行试验。应突然地，而不是缓慢地施加或去掉规定的电输入(包括信号和偏压)来完成“开”与“关”的周期变化。

4　说明

除方法 1005 的要求外，有关的订购文件中应规定：“开”与“关”循环的频率和持续时间。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1007　模拟寿命

1　目的

本试验的目的是在规定的条件下测定微电子器件的典型失效率，或者证实器件的质量或可靠性，该规定的条件指的是温度循环、开一关电应力和振动的组合试验条件。模拟尽可能接近实际系统的应用和环境。

2　设备

所需设备应按方法 1005 要求，试验箱应具有规定的温控能力，而且还应提供满足规定振动要求的适当设备。

3　程序

应按方法 1005 的全部要求进行本试验，但温度应循环变化、振动应周期性地施加、电应力按开一关周期性地施加。选择温度范围时，应把与被试器件有关的温升考虑进去。

表 1　试验条件

试验条件	温度范围 ℃
A	−54～55
B	−54～71
C	−54～95
D	−65～71
E	−54～125
F	0～70

4　说明

除方法 1005 的要求外，有关的订购文件还应规定以下内容：

a)　试验条件(见表 1)；

b)　试验条件剖面，规定接通时间和转换时间(需要时)；

c)　总接通时间。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1008.1　稳定性烘焙

1　目的

本试验的目的是在不施加电应力的条件下，确定高温贮存对微电子器件的影响。本方法也可用于筛选程序或作为其他试验之前的预处理。本试验不能用来确定其他贮存条件下的失效率。为了提高参数退化试验的灵敏度或增进对与时间和温度有关的特殊失效机理的了解，可以根据对器件编序列号或在样品总量的直方图分布基础上进行终点测量和适用时的中间测量。

2　设备

本试验所需设备包括一台能在规定温度下恒温的温控试验箱和能进行规定测量的合适的电子仪器。

3　程序

应在规定的时间内把器件贮存在规定的环境条件中。在规定的时间开始计时之前应有足够升温时间，使被试的每个器件总体达到规定的温度。在达到规定的试验时间之前的 24h(如试验时间不到 250h，则为 0h)到规定的试验时间之后的 72h 的时间间隔内，应把器件从规定的环境试验条件中移出并使之达到标准试验条件。当有规定时，应在器件从规定的环境温度移出之后的 96h 内完成终点测量。当有规定时，中间测量应在中间的某些时刻进行。

应采用下述规定的试验条件来规定本试验的环境试验温度。此规定的试验温度是必须达到的最低实际环境温度，在试验箱的工作区内，所有器件都应处在该温度下。要做到这一点，应通过对试验箱结构、负载、控制或监测仪器的位置以及空气或试验箱的其他环境气体的流动进行必要的调整来保证。应对处于全负荷、断电状态下的试验箱进行校准，而且指示传感器应位于或调整至能反映该工作区内最低温度的位置上。除另有规定外，至少应采用试验条件 C，其最短时间和最低温度按表 2 规定。除另有规定外，所有其他试验条件的试验时间，至少应为 24h。

表 1　试验条件

试验条件	温度(最低) ℃
A	75
B	125
C	见表 2
D	200
E	250
F	300
G	350
H	400

表 2　稳定性烘焙(试验条件 C)的时间—温度对应关系

最低温度 ℃	最短时间 h	说明
100	1000	仅适用于混合集成电路
125	168	仅适用于混合集成电路

标准搜搜网 bzsoso.com

表 2(续)

最低温度 ℃	最短时间 h	说明
150	24	
155	20	
160	16	
165	12	
170	8	
175	6	
200	6	

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容:

a) 试验条件(若不是试验条件 C);

b) 试验时间(若不是 24h);

c) 终点测量(适用时)(见第 3 章);

d) 中间测量(适用时)(见第 3 章);

e) 最高试验温度额定值(适用时)。

标准搜搜网 bzsoso.com

1　目的

本试验是为了模拟海边空气对器件影响的一个加速的腐蚀试验。

1.1　术语和定义

1.1.1　腐蚀　corrosion

指涂层和(或)底金属由于化学或电化学的作用而逐渐地损坏。

1.1.2　腐蚀部位　corrosion site

指涂层和(或)底金属被腐蚀的部位，即腐蚀位置。

1.1.3　腐蚀生成物(淀积物)　corrosion product(deposit)

指腐蚀作用的结果(即锈或氧化铁、氧化镍、氧化锡等)。腐蚀生成物可能在原来腐蚀部位，或者由于盐液的流动或蔓延而覆盖非腐蚀区域。

1.1.4　腐蚀色斑　corrosion stain

腐蚀色斑是由腐蚀产生的半透明沉淀物。

1.1.5　气泡　blister

指涂层和底金属之间的局部突起和分离。

1.1.6　针孔　pinhole

指涂层中产生的小孔，它是完全贯穿涂层的一种缺陷。

1.1.7　凹坑　pitting

指涂层和(或)底金属的局部腐蚀，在某一点或小区域形成空洞。

1.1.8　起皮　flaking

指局部涂层分离，而使底金属显露。

2　设备

盐雾试验所用设备应包括：

a)　带有支撑器件夹具的试验箱。该箱及其附件应采用不会与盐雾发生作用的材料(玻璃、塑料等)制造。在试验箱内，与试验样品接触的所有零件，应当用不产生电解腐蚀的材料制造。该箱应适当通风，以防止产生“高压”，并保持盐雾的均匀分布；

b)　能适当地防止周围环境条件对盐溶液容器的影响。如需要，为了进行长时间试验，可采用符合试验条件 C 和 D(见 3.2)要求的备用盐溶液容器；

c)　使盐液雾化的手段，包括合适的喷嘴和压缩空气或者由 20%氧、80%氮组成的混合气体(应防止诸如油和灰尘等杂质随气体进入雾化器中)；

d)　试验箱应能加热和控制；

e)　在高于试验箱温度的某温度下，使空气潮湿的手段；

f)　空气或惰性气体干燥器；

g)　1 倍～3 倍、10 倍～20 倍和 30 倍～60 倍的放大镜。

3　程序

3.1　试验箱的维护和初始处理

试验箱的清洗是为了保证把会对试验结果产生不良影响的所有物质清除出试验箱。使试验箱工作在(35±3)℃，用去离子水或蒸馏水进行必要的清洗。每当容器里的盐溶液用完时，就应当清洗试验箱。某些试验可能在清洗之前进行，这取决于盛盐溶液的容器的大小和所规定的试验条件(见 3.2)。当需要

标准规范网 bzsoso.com

做长时间试验(见 3.2 的试验条件 C 和 D)时，盛盐溶液的容器可采用备用的容器来补充，以便试验不中断。清洗后，试验箱开始工作时，盐溶液应补满该容器，并且应对试验箱进行适当地控制，使其温度稳定(见 3.1.4)。如果试验箱中断工作超过一个星期，即使还留有盐溶液，也应废弃。而且试验箱在重新开始工作之前应当进行清洗。如果盐溶液的 pH 值和浓度保持在 3.1.1 中规定的范围之内，允许试验箱不连续工作。

3.1.1 盐溶液

为了达到 3.1.4 所要求的淀积速率，盐溶液的浓度应为 0.5%～3.0%(重量百分比)的去离子水或蒸馏水溶液。所用的盐应为氯化钠，其碘化钠的质量百分比不得多于 0.1%，且总杂质的质量百分比不得多于 0.3%。在(35±3)℃下测量时，盐溶液的 pH 值应在 6.5～7.2 之间。只能用化学纯的盐酸或氢氧化钠(稀溶液)来调整 pH 值。

3.1.2 引线的预处理

除另有规定外，试验样品不应进行预处理。当有要求时(见 4 c))，样品进行试验之前，器件引线应按方法 2004 试验条件 B_1 的要求，承受弯曲应力的初始处理。如果进行试验的样品已经作为其他试验的一部分进行过所要求的初始处理，那么，其引线无需重新弯曲。

3.1.3 试验样品的安置

样品应按下述方位安置在固定的夹具上(有机玻璃棒、尼龙或玻璃纤维筛、尼龙绳等)。样品应这样安置，使它们彼此不接触，彼此不遮挡，能自由地接受盐雾作用，腐蚀生成物和凝聚物不会从一个样品落到另一个样品上。

a) 引线固定于封装侧面或引线从封装侧面引出的双列封装(例：侧面钎焊双列封装和陶瓷玻璃熔封双列封装)：盖面向上，偏离垂直方向 15°～45°。将有引线的一个封装侧面向上，偏离垂直方向大于或等于 15°(见图 1 a))。

b) 引线固定于封装底部(与盖板相对的那一面)或引线从底部引出的封装(例如金属圆形封装，金属平板封装)：盖板偏离垂直方向 15°～45°。试验时一半样品应盖面向上；剩下一半，引线向上(见图 1 b))。

c) 引线固定于封装某一面或从某一面引出，且与盖板平行的封装(例如扁平封装)：盖板偏离垂直方向 15°～45°。将有引线的封装面向上，且偏离垂直方向大于或等于 15°。对金属壳封装，试验时一半样品封帽向上。剩下的样品外壳向上。其他封装都应盖板向上做试验(见图 1c))。

d) 无引线或有引线片式载体：盖板偏离垂直方向 15°～45°，试验时一半样品盖板向上，剩余的样品盖板向下(见图 1 d))。

注 1：对于要求进行两种取向的试验，应把规定的样品数分成两等份(或尽可能接近一半)。在所有的情况下，对所有的封装表面按 3.4 进行试验后的检查。

注 2：对开有窗口的紫外线可擦器件进行试验时，要采取保护措施，以防止光感应电动势产生电解作用。

3.1.4 试验箱的控制

按照第 3 章的要求对试验箱进行处理之后，具有温度至少 35℃的盐雾在规定的试验时间内(见 3.2)流过试验箱。试验箱内的温度应保持在(35±3)℃。盐雾的浓度和速度应调节到使得盐在试验区域内的淀积速率在(20～50) g/(m^2 · d)之间。盐的淀积速率可以用体积的、重量的或其他方法来测定(由用户任意选择)。在试验箱底部收集的盐液应废弃。

3.2 试验时间

应从下列试验条件中规定试验的最短时间。除另有规定外，应采用试验条件 A。

3.3 样品检验的准备工作

完成试验后，试验样品应立即用自由流动的去离子水(水温不得超过 38℃)至少冲洗 5min，以便除去样品表面沉淀的盐。而后样品用空气或惰性气体吹干，进行下述检查。

标准搜搜网 bzsoso.com

表 1　试验条件

试验条件	试验时间 h
A	24
B	48
C	96
D	240

3.4　失效判据

除 3.4.1 b)和 3.4.1 c)另有规定外，所有检查都应在放大 10 倍～20 倍的情况下进行。

注 1：腐蚀色斑不应认为是 3.4.1 a)中所指的缺陷。

注 2：由引线腐蚀产生的淀积在引线以外部位的腐蚀生成物，不应认为是 3.4.1 a)中所指的缺陷。

注 3：引线端头的腐蚀和由此腐蚀产生的腐蚀生成物，不应判为不合格。

注 4：若由于几何形状尺寸或设计(例如针栅阵列封装的引线底部或陶瓷双列封装的钎焊部分)不能按 3.4.1 b) 作进一步试验的引线，应根据 3.4.1 a)失效判据进行判定。

3.4.1　带有表面镀涂的产品

器件出现以下情况则不能接收：

a) 腐蚀缺陷面积超过除引线外的任何封装零件(例如盖板、管帽或外壳)镀涂或底金属面积的 5%。在测量中要计入的腐蚀缺陷有：凹坑、气泡、起皮和腐蚀生成物。腐蚀缺陷面积由以下方法确定：用已知缺陷面积的卡片或照片(见图 2)进行比较，用网格或类似的测量器具或镜像分析仪直接测量。

b) 引线缺损、断裂或部分分离。此外，若引线出现针孔、凹坑、气泡、起皮、腐蚀生成物完全跨越引线，或玻璃封装中出现针孔、凹坑、气泡、起皮、腐蚀生成物或腐蚀色斑的引线，应进一步做如下试验：在引线缺陷处弯曲 90°，使拉伸应力加到缺陷处。若出现引线的断裂或底层金属的破裂面超过引线横截面积的 50%，应拒收。若有多处出现缺陷，应在腐蚀最严重处进行弯曲。对 10 根以上引线出现缺陷的封装，只需对最多 10 根腐蚀最严重引线进行弯曲。应放大 30 倍～60 倍进行破裂情况检查。

c) 规定标志的一部分脱落、褪色、弄脏、模糊或不可辨认。该检查应在室内正常照明下放大 1 倍～3 倍进行。

3.4.2　封装元件

作为来料检查，在封装装配之前，对封装元件或部分组装的封装壳体进行本试验，或作为一种选择性的质量控制在完成封装之前进行本试验，或作为一种要求的试验(见 4d))时，呈现下列现象的元件不得接收：

a) 腐蚀缺陷面积超过盖板镀涂面积或底金属面积的 1.0%，或超过除引线以外其他任何封装零件(例如外壳)镀涂面积或底金属面积的 2.5%。器件制造完成后不会暴露于周围环境的镀涂或底金属层上的腐蚀不必考虑。应根据 3.4.1 a)程序进行本条检查。

b) 其引线镀涂根据 3.4.1 b)应被拒收的引线。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

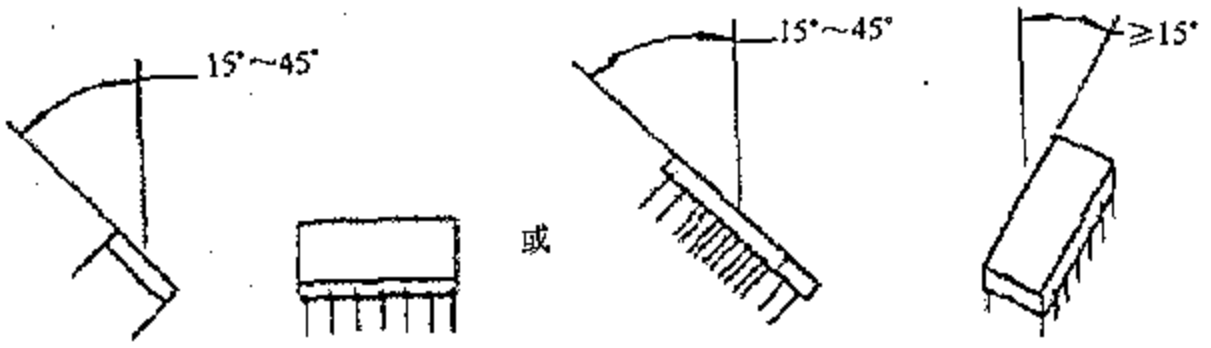
a) 试验时间(若不是试验条件 A)(见 3.2)；

b) 试验后的测量和检查(除目检外)(见 3.4)；

c) 预处理的要求(若需要)和程序(若不按 3.1.2 的规定)；

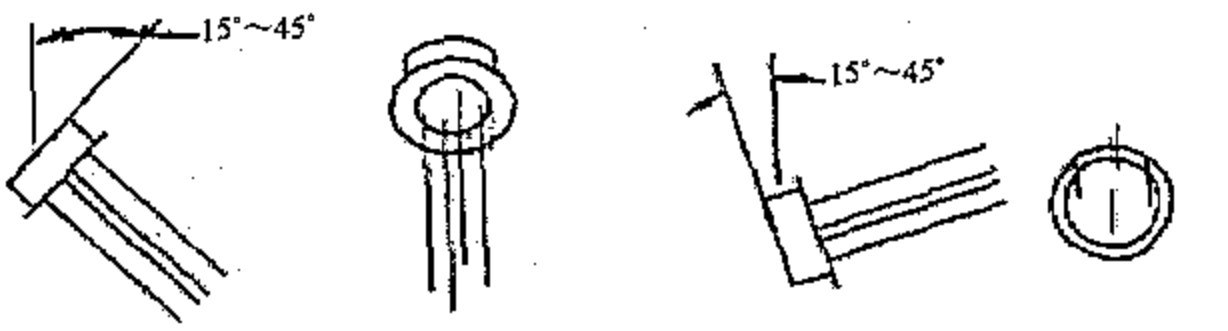
d) 封装元件的来料检查或部分组装的封装壳体检查的要求(见 3.4.2)(需要时)。

标准搜搜网 bzsoso.com



侧视图　　主视图　　侧视图　　主视图

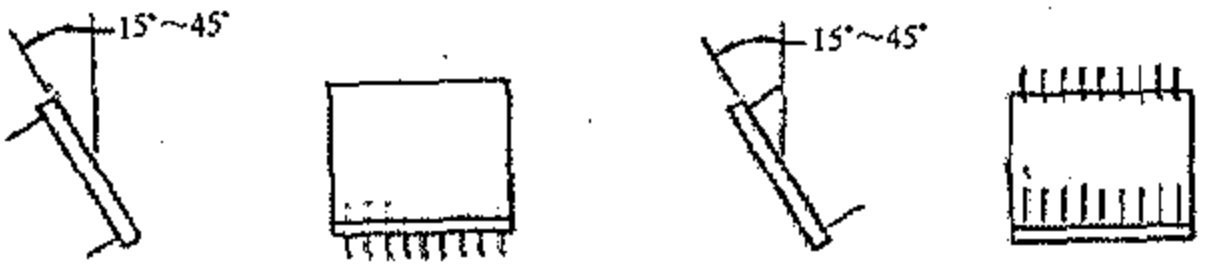
a) 引线固定于封装侧面或引线从封装侧引出的双列封装
(如侧面钎焊双列封装和陶瓷玻璃熔封双列封装)



侧视图　　主视图　　侧视图　　主视图

一半样品管壳向上　　另一半样品引线向上

1) 金属圆形封装

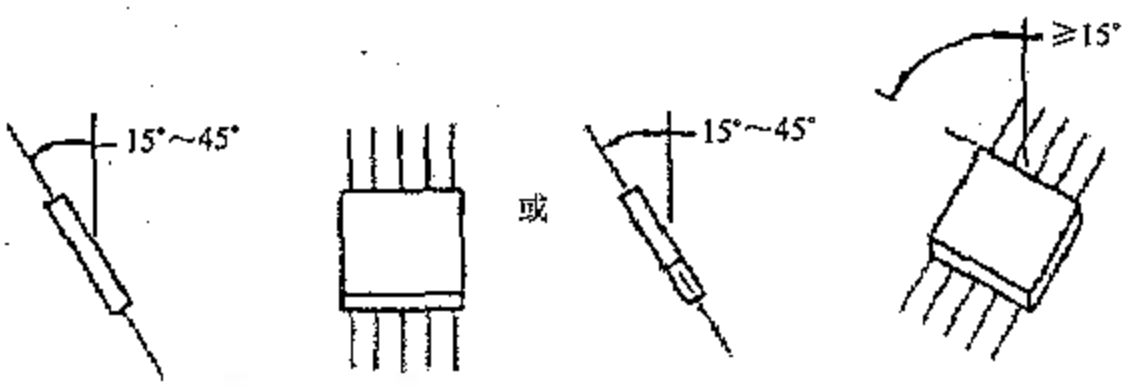


侧视图　　主视图　　侧视图　　主视图

一半样品管壳向上　　另一半样品引线向上

2) 金属平板封装和针栅阵列式封装

b) 引线固定于封装底部(与盖板相对的那一面)或引线从底部引出的封装
(如金属圆形封装、金属腔体封装、金属平板封装和针栅阵列式封装)

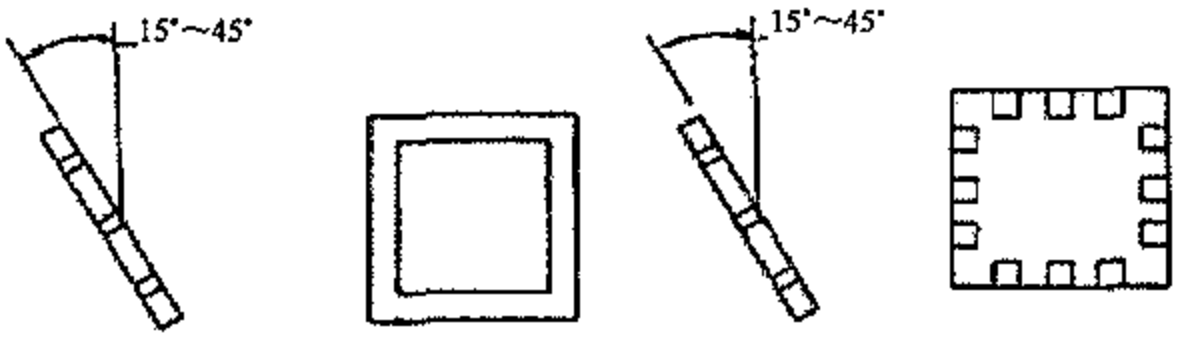


侧视图　　主视图　　侧视图　　主视图

注：如果是金属封装，一半样品盖板向上，另一半样品盖板向下。

c) 引线固定于封装某一边或某一面引出且平行于盖面的封装(如扁平封装)

标准搜搜网 bzsoso.com



侧视图　　主视图　　侧视图　　主视图

一半样品管壳向上　　另一半样品引线向上

d) 无引线或有引线片式载体封装

图 1　试验样品取向的示例

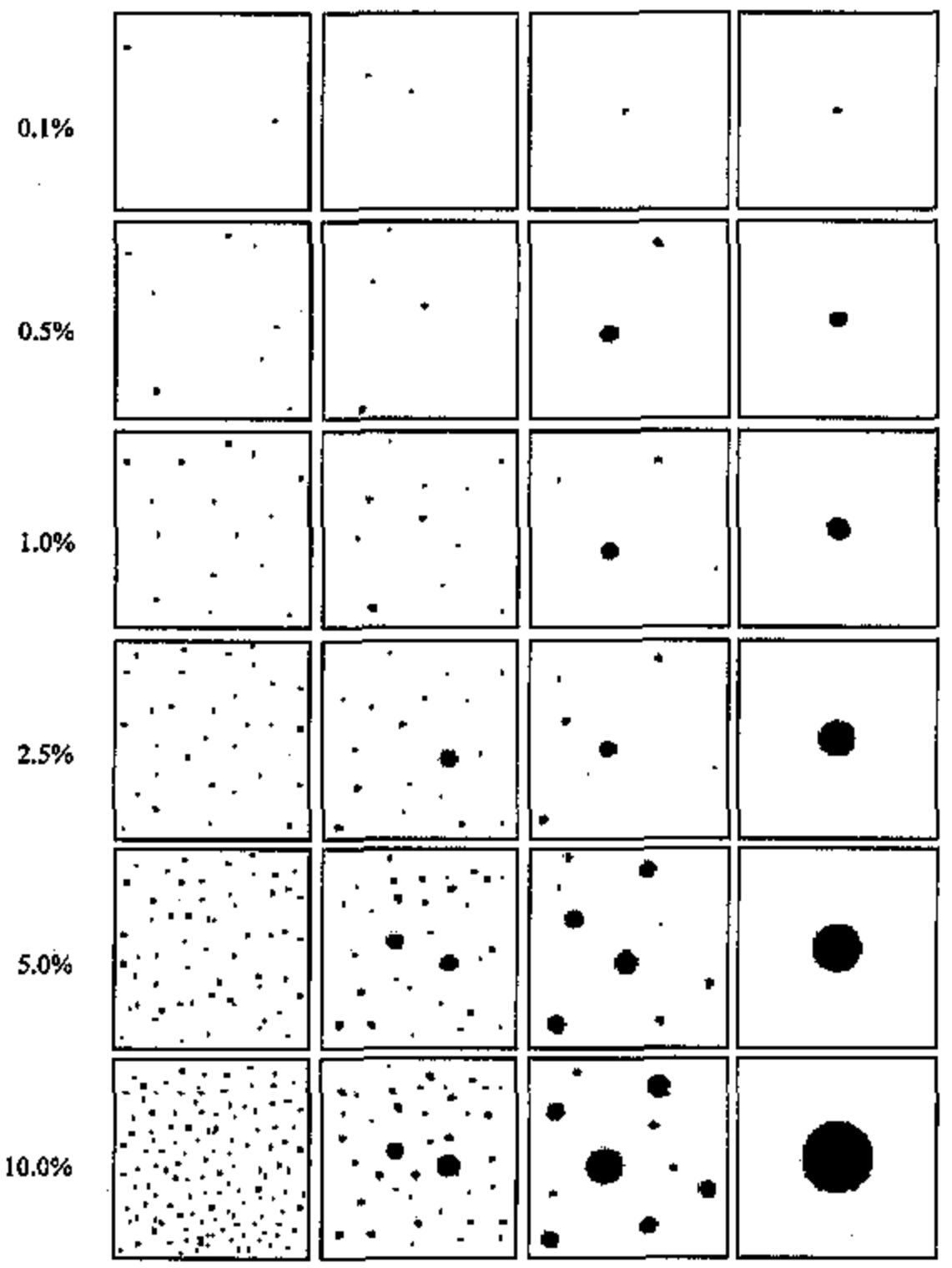


图 2　计算腐蚀面积的卡片

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1010.1　温度循环

1　目的

本试验的目的是测定器件承受极端高温和极端低温的能力，以及极端高温与极端低温交替变化对器件的影响。

1.1　术语和定义

1.1.1　负载　load

指被试样品和试验中固定这些样品的夹具。最大负载应由载有规定样品的最坏情况下的负载温度来确定。当负载减弱空气流通量时，用单个负载来模拟实际负载是不合适的。最大负载必须满足规定的条件。

1.1.2　监测用传感器　monitoring sensor

指安放于合适位置并经校准过的温度传感器，从而能指示与最坏情况样品处相同的温度。最坏情况样品温度的位置由最坏情况负载温度的定期表征来确定。

1.1.3　最坏情况负载温度　worst case load temperature

插入试验样品内的热电偶所指示的规定样品的温度。这些样品温度指示仪应放在负载的中央和每一个角落。在周期的时间间隔内，来确定最坏情况负载温度。

1.1.4　工作区　working zone

试验箱内负载温度控制在表 1 规定范围内的区域。

1.1.5　转换时间　transfer time

样品从一个极端温度转移到另一个极端温度所经历的时间。

1.1.6　最大负载　maximum load

对应于最坏情况负载温度满足时间参数要求(见 3.1)时的最大负载。

1.1.7　停留时间　dwell time

负载在极端温度下停留的时间。

2　设备

所用试验箱在加载最大负荷时，应能为工作区提供和控制规定的温度。热容量和空气的流量必须能使工作区和负载满足规定的试验条件和计时要求(见 3.1)。在试验期间，用温度指示器或自动记录仪显示监测传感器的读数来连续监视最坏情况的负载温度。对样品的热传导应减至最小。

3　程序

样品的安放位置不应妨碍样品四周空气的流动。当需要特殊地安置样品时，应作具体规定。样品应在规定条件下连续完成规定的循环次数。采用试验条件 C 至少循环 10 次。一次循环包括第 1 步至第 2 步或适用的试验条件，必须无中断地完成，才能算作一次循环。在完成规定的试验循环总次数期间，为了进行器件批的加载或卸载，或由于电源或设备故障，允许中断试验。然而，如果中断次数超过规定的循环总次数的 10%时，不管任何理由，试验必须重新从头开始进行。

3.1　计时

从热到冷或从冷到热的总转换时间不得超过 1min。当最坏情况负载温度是处在表 1 规定的极值范围之内时，可以转移负载，但停留时间不得少于 10min，负载应在 15min 内达到规定的温度。

3.2　检查

最后一次循环完成之后，不放大或放大不超过 3 倍对样品标志进行检查，放大 10 倍～20 倍对外壳、引线或封口进行目检(但当本试验用于 100%的筛选时至少应放大 1.5 倍进行检查)。本项检查和任何补

标准搜搜网 b2soso.com

充规定的测量及检查，都应在最后一次循环完成之后进行，或者在包括本试验的某试验组、步或分组完成时进行。

表1 温度循环试验条件

步骤	每步时间 min	试验温度 ℃					
		A	B	C	D	E	F
第1步 冷	≥10	-55^{0}_{-10}	-55^{0}_{-10}	-65^{0}_{-10}	-65^{0}_{-10}	-65^{0}_{-10}	-65^{0}_{-10}
第2步 热	≥10	85^{+10}_{0}	125^{+15}_{0}	150^{+15}_{0}	200^{+15}_{0}	300^{+15}_{0}	175^{+15}_{0}
步骤1和步骤2可互换。在转换期间，负载温度可超过0容限，不可超过表中其他容限。							

3.3 失效判据

试验后，任何规定的终点测量或检查(见4d))不合格，外壳、引线或封口的缺陷或损坏迹象，或标志模糊，均视为失效。试验期间，由于夹具或操作不当造成标志的损坏，不应影响器件的接收。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 特殊的安装(如有要求)(见第3章)；

b) 试验条件(如不是条件C)(见第3章)；

c) 试验的循环次数(如不是10次循环)(见第3章)；

d) 终点测量和检查要求(见3.1)。例如：终点测量、密封试验(方法1014)或其他接收判据。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1011.1　热冲击

1　目的

本试验的目的是确定器件在遭到温度剧变时的抵抗能力，以及温度剧变产生的作用。

1.1　术语和定义

1.1.1　循环　cycle

一个循环包括从环境室温开始，进行第一步，然后进行第二步，或改为先进行第二步再进行第一步，再回到环境室温，中间没有间断。

1.1.2　停留时间　dwell time

负载浸入试验槽中的时间。

1.1.3　负载　load

被试样品和试验中固定这些样品的夹具。

1.1.4　最大负载　maximum load

在规定时间内，使试验槽保持规定温度的前提下，在其中能安放的器件和夹具的最大质量。

1.1.5　转换时间　transfer time

负载从一个试验槽中取出，浸入到另一个试验槽中所经过的时间。

1.1.6　最坏情况负载温度　worst case load temperature

插入试验样品内的热电偶所指示的规定样品的温度。这些样品温度指示仪应放在负载的中央和每一个角落。在周期的时间间隔内，来确定最坏情况负载温度。

1.1.7　监测用传感器　monitoring sensor

指安放于合适位置并经过校准过的温度传感器，从而能指示与最坏情况样品处于相同位置的温度。通过定期表征最坏情况负载温度来确定最坏情况样品位置。

2　设备

所用的试验槽在加载最大负荷时，应能为工作区提供并控制规定的温度。热容量和液体流量必须能使工作区和负载满足规定的试验条件和计时要求(见 3.1)。在试验期间，用指示仪或记录仪显示监测传感器的读数，来连续监视最坏情况负载温度。按验证试验槽工作特性的要求，验证最大负载条件和配置下的最坏情况负载温度。用于条件 B 和 C 的过碳氟化合物应满足表 1 的规定。

表 1　过碳氟化合物液体的物理性能要求

试验条件		B	C
第 1 步	沸点 ℃	>125	>150
	25℃时的密度　g/ml	>1.6	
	介电强度　V/μm	>12	
	残余物　μg/g	<50	
	外观	透明、无色液体	
第 2 步	沸点 ℃	>125	>150
	25℃时的密度　g/ml	>1.6	
	介电强度　V/μm	>12	
	残余物　μg/g	<50	
	外观	透明、无色液体	
采用的过碳氟化合物的粘度应小于或等于热冲击设备承制方推荐的最低温度下的粘度。			

标准规范网 bzsoso.com

3 程序

样品应放于试验槽中的合适位置，使液体在样品周围的流动不应受到阻碍。然后根据表 2 的规定，使负载进行条件 B 或其他规定(见 4 b))的试验条件进行 15 次循环。在完成规定试验总循环数期间，为了进行器件批的加载或去载，或由于电源或设备故障，允许中断试验。然而，对任何给定的试验，若中断次数超过规定循环总次数的 10%时，试验必须重新从头开始。

表 2 热冲击的温度及容差和推荐液体

	试验条件	A	B	C
第 1 步	温度 ℃	100^{+10}_{-2}	125^{+10}_{0}	150^{+10}_{0}
	推荐液体	水[a]	过碳氟化合物[b]	过碳氟化合物[b]
第 2 步	温度 ℃	0^{+2}_{-10}	-55^{0}_{-10}	-65^{0}_{-10}
	推荐液体	水[a]	过碳氟化合物[b]	过碳氟化合物[b]
乙二醇不能用于作热冲击试验用的液体。				

[a] 在该温度范围内，水是可采用的液体，但在使用前要确定它的化学适用性。考虑到高度的因素，当采用水作为试验条件 A 的液体时若达不到所规定的温度容差，可采用下面的试验条件代替：
a) 温度：100^{0}_{-6} ℃，0^{+6}_{0} ℃；
b) 循环次数增加到 20 次。
[b] 过碳氟化合物不得含有氯或氢。

3.1 计时

从热到冷或从冷到热的总转换时间不得超过 10s。当最坏情况负载温度达到表 2 的规定的极值范围内时，可以转换负载。负载应在 5min 内达到规定的温度，但停留时间不得少于 2min。

3.2 检验

最后一次循环完成之后，不放大或放大不超过 3 倍对样品标志进行外观检验，放大 10 倍～20 倍对外壳、引线或封口进行目检(当本试验用于 100%的筛选时至少应至少放大 1.5 倍进行检验)。本项检验和任何补充规定的测量及检验，都应在最后一次循环完成之后进行，如果某试验组、步或分组包括本试验，则在该试验组、步或分组完成之后进行。

3.3 失效判据

试验后，任何规定的终点测量或检验(4 d))不合格，外壳、引线或封口的缺陷或损坏迹象，或标志模糊，均应视为失效。试验期间由于夹具或操作不当造成标志损坏，不应影响器件的接收。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 特殊的安装(如有要求)；
b) 试验条件(如不是试验条件 B)(见第 3 章)；
c) 试验的循环次数(如不是 15 次循环)(见第 3 章)；
d) 终点测量和检验。例如：终点电测试、密封试验(方法 1014)或其他接收判据。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1012　热性能

1　目的

本试验的目的是测定微电子器件的热性能，包括微电子器件的结温、热阻、壳温和安装表面温度，以及热响应时间。

1.1　术语和定义

1.1.1　外壳温度(T_C)　case temperature

在内部装有微电路芯片的封装壳体上规定参考点处的温度。

1.1.2　安装表面温度(T_M)　mounting surface temperature

器件与散热器安装界面(或主要散热表面)上规定点的温度。

1.1.3　结温(T_J)　junction temperature

微电路中产生主要热量的半导体结的温度。$T_{J(峰值)}$是非均匀电流分布下工作结的峰值温度，$T_{J(平均)}$是非均匀电流分布下工作结的平均温度，$T_{J(区域)}$是最接近工作结的六个等效半径处的温度(等效半径是面积与结界面区域面积相同的等效圆的半径)。通常，$T_{J(区域)} \leqslant T_{J(平均)} \leqslant T_{J(峰值)}$。即使工作结中的电流分布是均匀的。

1.1.4　热阻(结到规定参考点)($R_{th(J-R)}$)　thermal resistance

结至封装壳体上参考点的温差与功耗(P_D)之比。

1.1.5　功耗(P_D)　power dissipation

单个半导体结消耗的功率，或整个封装器件消耗的功率 $P_{D(封装)}$。

1.1.6　热响应时间(t_{JR})　thermal response time

结温变化达到最终值 90%所需要的时间，结温变化是在器件参考点温度保持不变的情况下，由于功耗的阶跃变化造成的。为了与测量结温的特定方式相一致，热响应时间也分为 $t_{JR(峰值)}$、$t_{JR(平均)}$、$t_{JR(区域)}$。

1.1.7　温敏参数　temperature sensitive parameter(TSP)

被测结与温度有关的电特性，它随结温的改变而改变，因而可用来测量结温。

2　设备

本试验所需适用于规定试验程序的设备如下：

a)　热电偶材料应是铜—康铜(T 型)或等效的材料，温度范围为−180℃～370℃。热偶丝直径不得大于 0.25mm。热电偶结点应熔焊成小珠，不得用低温焊或绞合。热电偶和相应测量系统的准确度应为±0.5℃。

b)　能使规定参考点恒温的可控温箱或散热器，其精度为预置(测量)温度的±0.5℃内。

c)　提供可控电源和进行规定测量所需的电学设备。用于测量温敏参数的仪器应能测量 0.5mV 的电压变化。为此目的，应配备采样/保持装置或示波器。

d)　红外微辐射仪，它应能测量 1μm～6μm 范围内的辐射；在其半功率点上，能检测直径小于 40μm 的空间区域发出的辐射；60℃时，温度分辨率(可分辨出的温度变化范围)应为 0.5℃。

e)　用于安装被试微电子器件的典型散热器如图 1 所示。主散热器是水冷的，其上装有热电偶传感器，用以监测出入水温，如图 1a)所示。在主散热器的顶端表面上紧固有散热适配器，如图 1 b)所示，它具有特殊的几何形状以便装置特殊尺寸的封装壳体，例如扁平式、双列直插式及金属圆形封装外壳。适配器为散热器和封装壳体之间提供了一个高效可重复的“接口”，散热器的温度通过伸入适配器底部靠近封装壳体的热电偶来测量。散热适配器还包括插座或其他连接装置。采用扁平封装适配器时，将封装壳体放入专门开槽的印刷电路板(PCB)中。使器件引线与

标准搜搜网 b2s0s0.com

印刷电路板的相应点接触，再用拉丝钳把封装壳体与印刷电路板夹紧。双列直插式或轴向引线式的封装壳体装入通常的插座中。

f) 热探针组件，如图 1b)所示。通过调整压力调整螺母，使探针顶端的圆盘以预定的压力和封装壳体的底部接触。为了达到可靠的热接触，该界面应涂上硅脂(约 25μm～50μm 厚)。

3 程序

3.1 直接测量参考点温度(Tc 或 T_M)

为了测量微电子器件的热阻或热响应时间，应在可以进行测量的封装壳体的最高温度位置处测量参考点温度。通常，这个温度应在直接紧靠芯片下面的载体表面上测量。位置的选择应尽可能靠近芯片，并能代表芯片至散热器的主要热通道上的温度。为了便于测量，可以变更测量表面，但这种变更不应影响封装壳体内原始热量传导路线，因此封装壳体内的热阻变化不会超过几个百分点。

3.1.1 外壳温度(T_C)

被测微电子器件应安装在温度可控的散热器上，使外壳温度保持在规定值上。热电偶应尽可能紧贴在芯片或基板中心下面的器件外壳位置上，为此可采用导热的环氧树脂。通常，对于自然冷却的器件，外壳温度应在最高温度点上测量。热电偶引线(直到熔焊的热偶头)应与外壳绝缘。热电偶头应与被测微电子器件的外壳直接机械接触。

3.1.2 安装表面温度(T_M)

安装表面温度应在外壳的主散热面下方直接测量。它是用热电偶在(或靠近)散热器的安装表面的位置上测量的。典型的安装布局如图 2 所示。安装底座的铜表面应镀镍以防止氧化。

安装底座应钻热电偶孔，以便热电偶头能与封装外壳下面的待测区直接接触。建议把热电偶插入安装底座时，用导热焊接剂(或低温焊料)将其可靠地固定，特别要注意的是使热电偶头的周围尽量没有间隙。在安装底座和被测器件界面上应使用导热化合物(或焊接剂)。

3.2 热阻(结至规定参考点)($R_{th(J-R)}$)

3.2.1 一般考虑

半导体器件的热阻是衡量半导体器件的载体、封装壳体及其组装工艺在提供散逸半导体结热量的能力。当外壳温度、功耗和结温已知时，微电子器件的热阻可以用计算方法得到。应选择芯片上功耗密度(W/mm^2)最大的结进行测量，因为，一般来说，该结是在芯片上温度最高的位置。如果热电偶不能靠近该结而靠近了另一个结进行测量，那么，就不能确保测得的是芯片上的最高温度。在这种情况下，应进行直接的结温测量。

当按下述测试方法测得结至外壳的温度差达到或接近其最终值的 99%时，可以认为封装壳体已达到热平衡。此时温度差的变化率小于下列数值：

$$\frac{d(T_J - Tc)}{dt} \leqslant \frac{0.03(T_J - Tc)}{t} \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

t ——施加功耗增量后的时间。为达到稳定要求的总时间，一般小于 1min。

3.2.2 直接测量结温以确定 $R_{th(J-R)}$

采用红外微辐射仪可以直接测量半导体芯片内部热限制器件的结温。首先应去掉封装壳体的帽或顶盖，以暴露出有源芯片或器件。除非芯片太大并且至片式载体的通道导热性太差，否则无需在腔内镀涂任何红外透射材料。应参考该芯片的座标系统确定被测结的位置，以保证芯片镀涂后定位正确。芯片的有源区域应均匀涂上一薄层(25μm～50μm)已知高辐射系数($\varepsilon > 0.8$)，又是低导热的材料，如黑漆。而后把封装壳体安装在温度可控的散热器上，并且使外壳温度或安装表面温度稳定在规定值上。接着，应使被测微电子器件工作于它的额定功耗上，使红外显微镜的十字标线对准该结，并轻轻地前后扫描，使得在某位置上辐射测量值最大。而后应记录下该辐射测量值和片式载体温度。断开被测器件电源，并使

标准找找网 bzzzzz.com

片式载体回复到规定的外壳温度或安装表面温度。而后，应测量该结区域上涂层的辐射率，并利用该辐射率将工作结区域的辐射转换成温度。

注：这种方法是假设涂层材料的辐射率不随温度显著变化。如果该结果精确且可重复，表示这种假设应当是真实的。

如果未具体规定被测结，按上述方法进行测试时，红外显微镜十字标线应对准芯片的全部有源区域扫描，以便找到最高结温区并测其最大辐射值。

如果本方法用来测量 $T_{J(峰值)}$，那么，结区的最小宽度或长度应比物镜的半功率点直径大 5 倍，比芯片表面上涂层厚度大 5 倍。如果结单元直径是红外显微镜物镜半功率点直径的 5 倍～1 倍之间，则测量的是平均结温 $T_{J(平均)}$，这时，$T_{J(区域)} < T_{J(平均)} < T_{J(峰值)}$。

本试验应记录下列数据：

a) 峰值结温 $T_{J(峰值)}$或平均结温 $T_{J(平均)}$；

b) 外壳温度 T_C 或安装表面温度 T_M(通常是 60℃±0.5℃)；

c) 封装器件内的功耗 $P_{D(封装)}$；

d) 测量点的参考温度；

e) 安装布局；

f) 红外显微镜的半功率点尺寸；

g) 控制辐射的涂层厚度(仅对 $T_{J(平均)}$测量)；

h) 被测结的最小宽度或长度(仅对 $T_{J(平均)}$测量)。

3.2.3 间接测量结温以确定 $R_{th(J-R)}$

本试验的目的是用芯片上特定半导体元件给出器件的结温来确定集成电路的热阻。为了获得实际平均工作结温 $T_{J(平均)}$，应给封装壳体内的整个芯片或每个芯片通电，以提供合适的内部温度分布。而测量 3.2.1 叙述的其他参数，仅需对用于测温的结通电。在测量结温时，应切断芯片的加热电流而保持结的校正电流稳定。如果假定校正电流不会影响电路工作，那么当切断电源时，校正电流就必须接通。

为了计算热阻，可用热敏器件来指示半导体器件的平均结温。所测结温仅仅指出紧靠测热元件附近的温度。这样，对于加热电流是恒定的，如果用于测温的结也有功耗，则对于特定的结，$T_{J(平均)}$近似等于 $T_{J(峰值)}$。如果加热电流不是恒定的，则测得的将是 $T_{J(平均)}$。如果用于测温的结是紧靠功耗元件位置，则测得的将是 $T_{J(区域)}$。当测量 $T_{J(区域)}$时，加热电源不必关闭。

一般用于间接测量结温的温敏电参数是二极管正向电压、双极晶体管的发射极－基极电压和集电极－基极电压。当因为制造工艺原因，而不适宜测试有源结电压时，可用其他合适的温敏参数来间接测量结温。例如，P—N 结隔离的单片集成电路中的基板二极管(参数)可以用作温敏参数去测量 $T_{J(区域)}$。在这种特殊的情况下，在基板二极管上加正向偏置的同时，加热电源必须切断。

3.2.3.1 测量 $T_{J(平均)}$的开关方法

本测试采用下列符号：

I_M：测量电流(mA)；

V_{MD}：在施加 P_D 的相应结温下，电流为 I_M 时测得的温敏参数值(mV)；

T_{MC}：在参考点上测得的校准温度(℃)；

V_{MC}：在规定的 T_{MC} 值时电流为 I_M 时测得的温敏参数值(mV)。

采用结正向电压作温敏参数的 $T_{J(平均)}$测量，按下列步骤进行：

步骤 1：

测量温敏参数的温度系数(校准)：在烘箱内或在温度可控的散热器上对被测器件进行外部加热，规定恒定的测量电流 I_M 和集电极电压，通过测量温敏参数与参考点温度的关系，得出温敏参数的温度系数。参考点被校准的温度范围应不少于施加功率试验(见步骤 2)中所涉及的温度范围。测量电流通常这样选择，使得在感兴趣的范围内，随着温度的增加，温敏参数线性地减少，并且在测量期间内部产生的热量可以忽略不计。测量温敏参数时，根据被测器件的额定条件和工作条件，通常采用的测量电流范围

标准图书网 bzsw.com.cn

为 0.05mA～5mA。在本试验中采用的具体测量电流和集电极电压的情况下，温敏参数温度系数值(V_{MC}/T_{MC})可从校准曲线(V_{MC}与T_{MC}的关系曲线)中计算得到。

步骤 2：

施加功率试验：施加功率试验分两部分进行。两部分试验的参考点温度均应保持在固定的预置值上。首先进行测量的是温敏参数 V_{MC}，它是在校准期间所用的测量电流 I_M 和集电极电压下测量得到的。而后用占空系数不少于 99%的加热功率间断地施加到被测量的微电子器件上。应采用在校准期间所用的测量电流 I_M 和集电极电压(见步骤 1)，在加热脉冲间隔(小于或等于 100μs)的时间内测量温敏参数 V_{MD}。

由于某些半导体元件的温度在去掉加热电源和测温敏参数之间的时间里会降低，所以要将 V_{MD} 回推到加热电源终止时刻的值，对于冷却开始后的最先 100μs，可用下列数学表达式：

$$V_{MD}(t=0)=V_{MD1}+\frac{(V_{MD2}-V_{MD1})\cdot t_1^{1/2}}{t_1^{1/2}-t_2^{1/2}} \quad \cdots\cdots(2)$$

式中：

$V_{MD}(t=0)$——外推到加热功率终止时刻的温敏参数，mV；

t——加热功率终止后的延迟时间，μs；

V_{MD1}——$t=t_1$ 时刻的温敏参数，mV；

V_{MD2}——$t=t_2<t_1$ 时刻的温敏参数，mV。

如果在线性坐标纸上绘制冷却开始后的 100μs 的 $V_{MD}(t)$与 $t^{1/2}$ 关系曲线，绘出的将是一条直线(非热开关瞬变占优势的初始部分除外)。t_2 是可进行温敏参数测量的最短时间，它由 $V_{MD}(t)$与 $t^{1/2}$ 冷却关系曲线上的线性部位确定。t_1 至少应等于 $t_2+25\mu s$，但应小于 100μs。对多数微电子器件而言，可测量温敏参数之前的延迟时间范围为 1μs～50μs。对于作为敏感器件的半导体(结)元件，若直径大于或等于 0.2mm，在延迟时间为 1μs～50μs 范围内，这个外推方法是正确的。

由于采用 V_{MD2} 代替外推值 $V_{MD}(t=0)$而引起热阻计算误差超过 5%时，应采用外推的 V_{MD} 值来计算平均结温。

加热功率 P_D 的选择应使得计算的结与参考点之间的温差(由 V_{MD2} 的测量)不少于 20℃。在施加功率试验中，应记录 V_{MD}、V_{MC} 和 P_D 值。

应记录下列数据：

a) 温敏电参数，即 V_F，V_{EB}(仅发射极开关)，V_{EB}(发射极和集电极开关)，V_{CB}，V_F(基板)或其他温敏参数；

b) 按下式计算的平均结温 $T_{J(平均)}$

$$T_{J(平均)}=T_R+(V_{MD}-V_{MC})\cdot\frac{\Delta T_{MC}}{\Delta V_{MC}} \quad \cdots\cdots(3)$$

式中：

$T_R=T_C$ 或 T_M。

c) 外壳温度 T_C 或安装表面温度 T_M(通常是(60±0.5)℃)；

d) 功耗 P_D，此处 $P_D=P_{D(封装)}$或 $P_{D(单结)}$；

e) 安装布局。

3.2.3.2 间接测量 $T_{J(平均)}$的典型线路

可用图 3 的线路测量温敏参数 V_F、V_{EB}(仅发射极开关)、V_{EB}(发射极和集电极开关)及 V_{CB}。该线路为一示例，线路中仅给出对被测结施加加热功率 $P_{D(单结)}$。

图 3 的线路由脉冲宽度小于或等于 100μs、重复频率小于或等于 66.7Hz 的时钟脉冲所控制。当时钟脉冲的电压电平为 0 时，晶体管 T_1 截止，晶体管 T_2 导通，通过被测器件(DUT)的发射极电流是固定的加热电流和固定的测量电流之和。而后使晶体管 T_1 加上偏置导通，对地旁路加热电流使二极管 D_1 有效地反偏。当切断加热电流时，采样/保持装置被触发，并用来监控被测器件的温敏参数。校准时，

标准搜搜网 bzsoso.com

断掉开关 S_4。

图 4 的线路可用来测量 P-N 结隔离的集成电路基板二极管的正向电压。在该测试线路中，被测微电子器件由工作于共发射极的晶体管所代表。图中所示的基板二极管连接在被测集成电路的集电极(多是正偏)和发射极(多是负偏)之间。是否需要中断加热电源的线路形式根据被测集成电路的复杂程度而定。

图 4 的线路用脉冲宽度小于或等于 100μs、重复频率小于或等于 66.7Hz 的时钟脉冲控制。当时钟脉冲的电压电平等于 0 时，晶体管 T_1 截止，晶体管 T_2 导通，被测器件耗散加热功率。而后，给晶体管 T_1 加偏置使其导通，使 T_2 截止，中断加热电源并使基板二极管正偏。当切断加热电流时，取样和保持装置被触发并用来监控基板二极管的正向电压。校准时，断开开关 S_1。

3.3 结对规定参考点的热响应时间 t_{JR}

3.3.1 一般考虑

当阶跃函数形式的功率施加到半导体器件上时，结温并不按阶跃函数形式上升，却按复杂的指数曲线上升。应采用红外微辐射仪或电测试技术来测量微电子器件的热响应时间。结温的电测试是通过测量(预先校准过的)温敏参数来得到结温值的。采用电测试技术时，在测量温敏参数之前要切断器件的加热电源。这时为测量热响应时间，应使用冷却曲线方法。冷却曲线的测量是通过下面的步骤来完成的：把器件加热到稳定状态，切断电源，并在器件冷却过程中监测结温。冷却曲线方法是依据这样的假设，即器件的冷响应与器件的热响应是共轭的。

3.3.2 测量结温与时间的关系以确定 t_{JR}

在结上施加或去掉阶跃形式的加热功率，使结温随时间发生变化，应采用红外微辐射仪或电测试仪器来观测结温的变化，这些仪器均应具有小于 100μs 的响应时间，而且电测试仪器还应具有足够的灵敏度，能够读取(已预校准的)结的温敏电参数测量值。测量过程中器件参考点温度(规定值)保持不变。施加或去掉阶跃形式的功率，并且从施加或去掉电源的时刻开始到结温达到稳定时为止，应记录结温和时间关系的波形。

应记录下面这些数据：

a) 温敏电参数(见 3.2.3)；

b) 红外显微镜的空间分辨率(见 3.2.2)；

c) 随时间变化的结温(峰值、平均值或区域值，见 3.2.2 或 3.2.3 的详细说明)；

d) 外壳温度 T_C 或安装表面温度 T_M(通常是(60±0.5)℃)；

e) 封装内的功耗 $P_{D(封装)}$ 或 $P_{D(单结)}$；

f) 测量点的参考温度；

g) 安装布局。

3.3.3 测量结温与时间关系的典型测试线路

3.2.3 规定的线路也可以用来测量结温随时间的变化。改变时钟脉冲以提供所要求的阶跃加热功率，用示波器监测温敏参数。当采用红外微辐射仪时，应断开测量电流和温敏参数测量线路。

3.4 计算 $R_{th(J-R)}$ 和 t_{JR}

3.4.1 计算封装热阻

当按 3.1 和 3.2 所述步骤分别测量结温的峰值 $T_{J(峰值)}$、平均值 $T_{J(平均)}$ 或区域值 $T_{J(区域)}$ 之后，通过计算可得到微电子器件的热阻。若要估计整个封装的热阻，应对被测器件施加额定功率 $P_{D(封装)}$。若用作为质量控制，可用单个被测结的功耗 $P_{D(单结)}$ 来计算热阻。

记录了每种测试数据之后，应用下面公式计算热阻：

$$R_{th(J-C)(峰值)}=\frac{T_{J(峰值)}-T_C}{P_{D(封装)}} \quad \cdots\cdots (4)$$

标准搜搜网 bzsoso.com

$$R_{th(J-C)(平均)}=\frac{T_{J(平均)}-T_C}{P_{D(封装)}} \quad \cdots\cdots (5)$$

$$R_{th(J-C)(区域)}=\frac{T_{J(区域)}-T_C}{P_{D(封装)}} \quad \cdots\cdots (6)$$

根据上述公式计算单结热阻时，应采用 $P_{D(单结)}$。值得注意的是，这些热阻值与封装的散热方式无关。这可能由于外壳或片式载体(参考)温度是在封装壳体自身的某个合适位置上(即在从芯片经封装到散热器的主要热流通道上给出典型温度的位置)测量的缘故。

3.4.2 计算封装热响应时间

当按照 3.3 的具体步骤分别测量了随时间变化的结温的峰值 $T_{J(峰值)}$、平均值 $T_{J(平均)}$或区域值 $T_{J(区域)}$之后，可计算得到微电子器件的热响应时间。若要估计整个封装的热响应时间，应对被测器件施加额定功率 $P_{D(封装)}$。若用作为质量控制，可用单个被测结的功耗 $P_{D(单结)}$来计算热响应时间。

当具备了上述各项测试的数据之后，热响应时间应由结温与时间的关系曲线上确定。测量从施加或去掉加热功率的时刻开始到结温达到稳定值为止的时间，该时间的 0.9 倍就是热响应时间。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 封装描述，包括内含的芯片数量、外壳或片式载体温度的测量位置以及散热器的布局；

b) 测试条件(适用时，见第 3 章)；

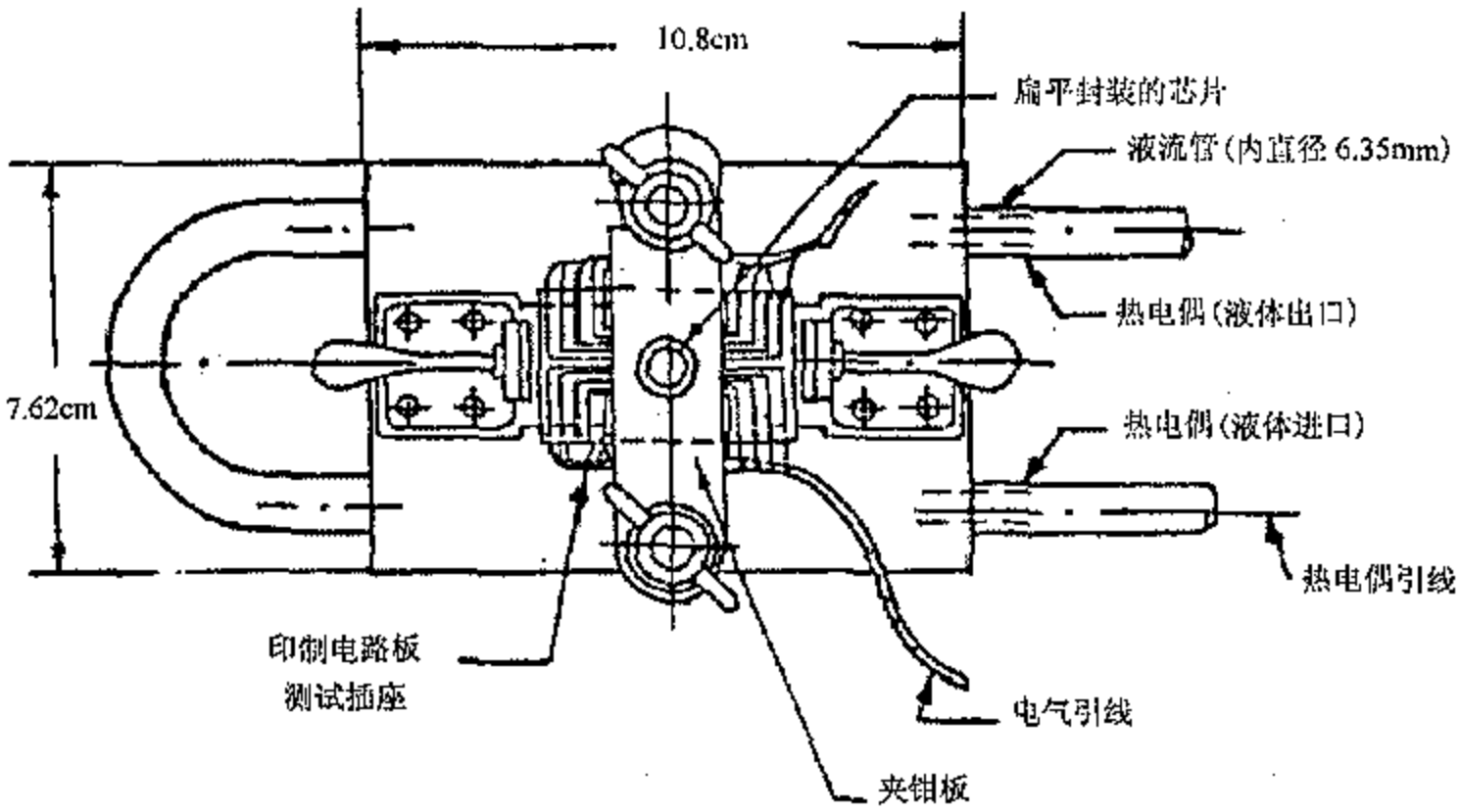
c) 各芯片的测试电压、电流和功耗；

d) 每种测试的记录数据(适用时)；

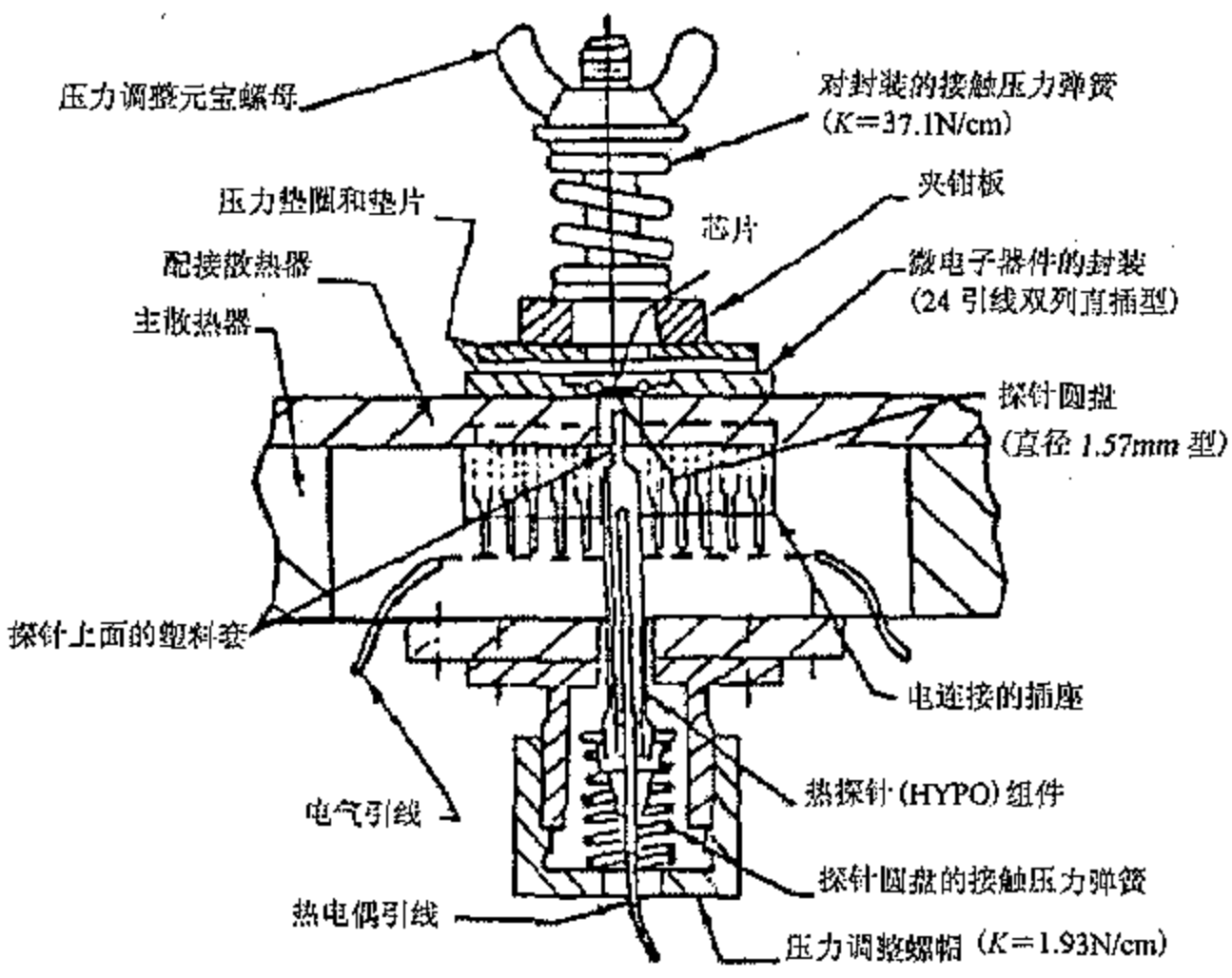
e) 确定热特性标记的下标符号，以便验证这些特性的规定值(适用时)；

f) 接收或拒收判据。

标准搜搜网 bzsoso.com



a)　俯视图



b)　侧视图

图 1　控温散热器

标准搜搜网 bzsoso.com

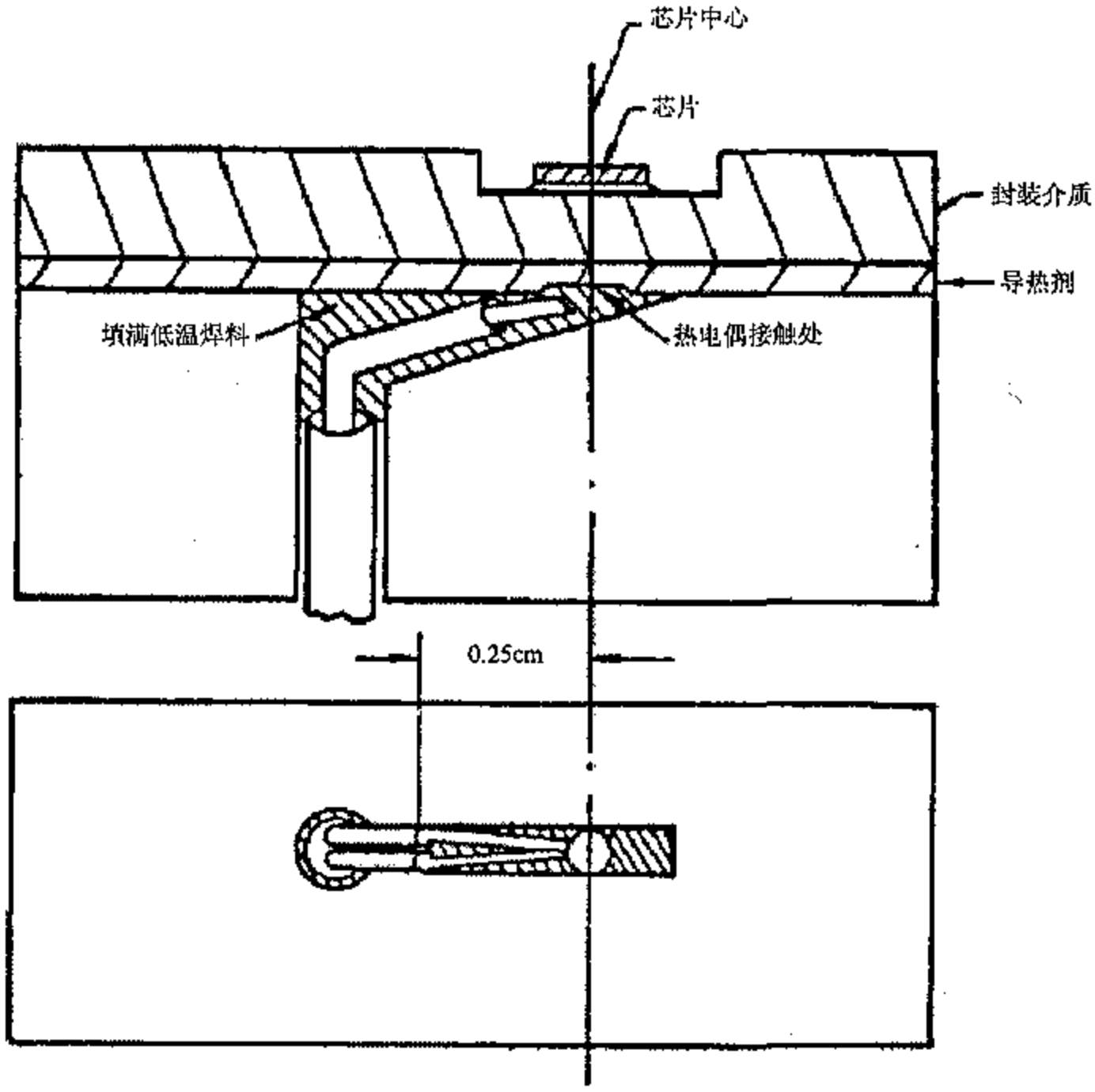
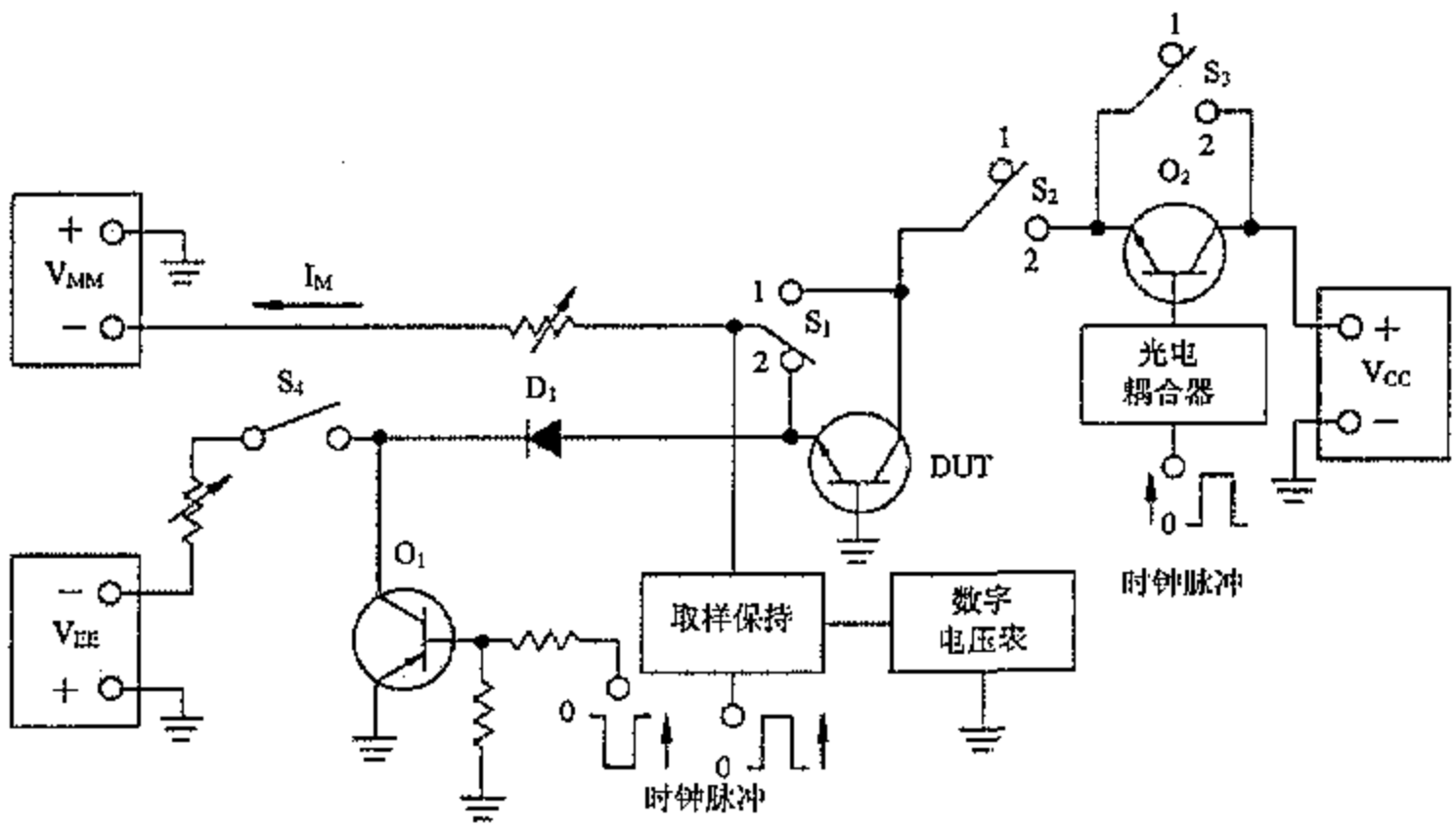


图 2　测量安装表面温度的典型布局



不同温敏参数对应的开关位置：

二极管的 V_F：开关 S_1 在位置 2、开关 S_2 在位置 1；

晶体管的 V_{CB}：开关 S_1 在位置 1、开关 S_2 在位置 2、开关 S_3 在位置 1；

晶体管的 V_{EB}(仅发射极开关)：开关 S_1 在位置 2、开关 S_2 在位置 2、开关 S_3 在位置 2；

晶体管的 V_{EB}(发射极和集电极开关)：开关 S_1 在位置 2、开关 S_2 在位置 2、开关 S_3 在位置 1。

标准搜搜网 bzsoso.com

图 3　采用有源器件的 P—N 结电压来间接测量 $T_{J(平均)}$ 的典型线路

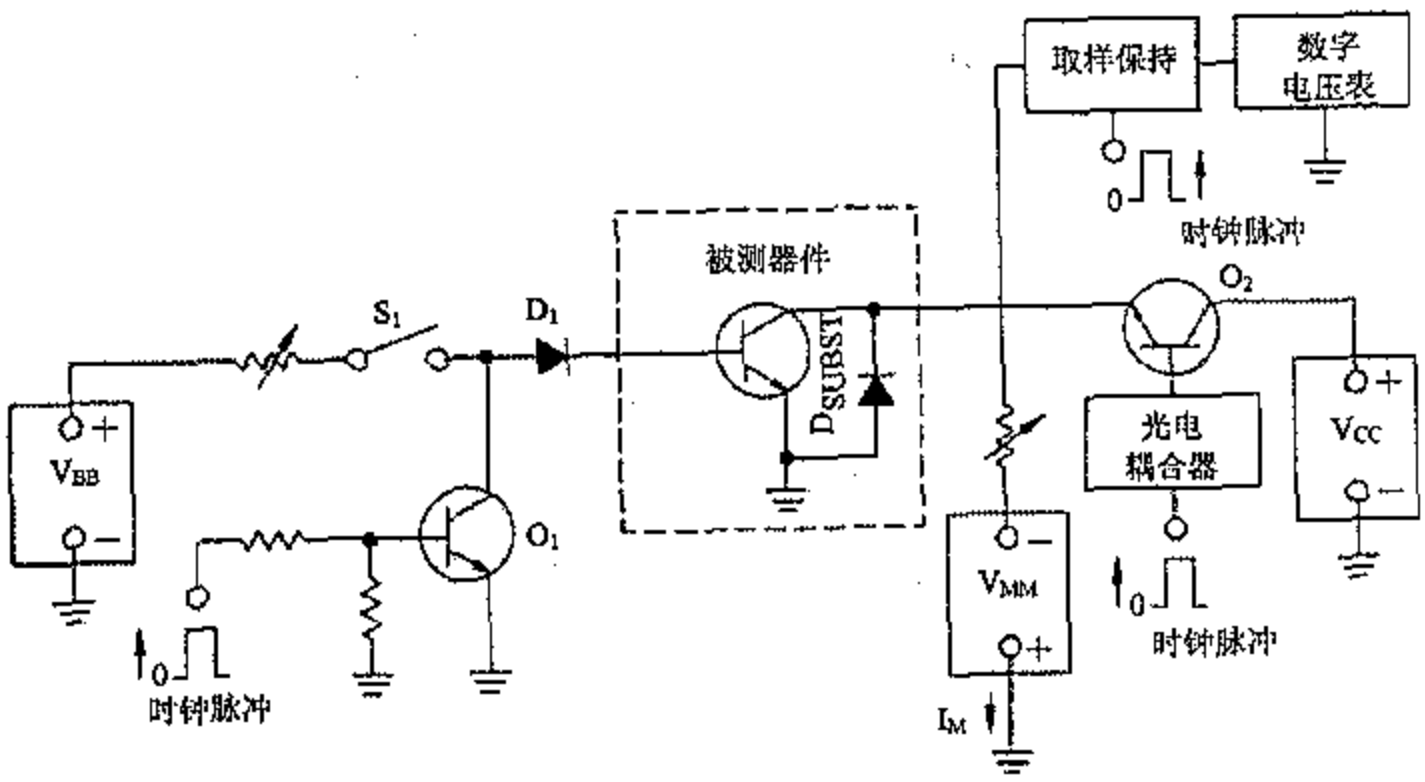


图 4　采用 P—N 结隔离的集成电路衬底二极管来间接测量 $T_{J(区域)}$ 的典型线路

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1013.1　露点

1　目的

本试验的目的在于检测出微电子器件封装中足以对器件参数产生不良影响的残存湿气。对湿度最敏感的参数是器件的漏电流。对通常的露点测试，本试验中规定低温为-65℃。在某些情况下，若湿度比在该温度下能检测的湿度还要低时，可以将低温再降低些。

2　仪器

用于本试验的仪器应能在测试参数时，使温度能从规定的高温到-65℃之间变化。

3　程序

在器件的各引出端施加由适用的订购文件规定的电流、电压值，在从指定的高温到-65℃然后再返回高温的过程中，连续监测器件漏电流或其他规定的参数。在被测器件的参数与温度关系曲线上出现明显的不连续突变点就是露点。若未出现不连续点，应认为露点低于-65℃，被试器件可以接收。如果在测试过程中，在某一点上测得的参数表现出不稳定，即使未测出露点，该器件也应视为拒收。若采用的订购文件中未规定具体的高温数值，试验中采用的高温应至少比环境温度高 10K，这样就能检测出湿度可能已处于饱和状态的器件的露点。试验过程中温度变化的速率不应高于 10K/min。除另有规定外，测试电压应尽可能接近器件的额定击穿电压以便能观察电流的突变。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　试验温度：高温(见第 3 章)和低温(若不是-65℃)(见第 1 章)；

b)　测试电压和电流(见第 3 章)；

c)　测试参数(见第 1 章和第 3 章)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1014.2　密封

1　目的

本试验的目的是确定具有内空腔的微电子器件和半导体器件封装的气密性。

1.1　术语和定义

1.1.1　标准漏率　standard leak rate

25℃时，在高压一侧为一个大气压(101.33 kPa)和低压一侧为低于 0.13 kPa 的情况下，每秒钟通过一条或多条泄漏通道的干燥空气量。$(Pa \cdot cm^3)/s$。

1.1.2　测量漏率(R_1)　measured leak rate

在规定的条件下，采用规定的试验媒质测得的给定封装的漏率。为了便于与用其他测试方法得到的漏率进行比较，测量漏率必须转换成等效标准漏率。$(Pa \cdot cm^3)/s$。

1.1.3　等效标准漏率(L)　equivalent standard leak rate

具有与 R_1 同样漏气几何结构的同一种封装，在 1.1.1 标准条件下的漏率。

3.1.1.2 中的公式(1)(不适用于试验条件 B)给出了 L/R_1 比值，即给出了测量漏率为 R_1 的封装的等效标准漏率 L。其中，R_1 要受到封装体积和漏气试验的试验条件参数的影响。

2　设备

适用于不同试验条件的密封试验所需设备应按相应条款的规定。

2.1　试验条件 A_1、A_2 和 A_4——示踪气体氦(He)细检漏

按本条件进行试验所需设备包括合适的压力室、真空室和一台质谱检漏仪。该质谱检漏仪应经过适当的预置和校准，使其灵敏度达到足以读出小于或等于 $10^{-4}(Pa \cdot cm^3)/s$ 的氦漏率。用于测量漏率的工作室体积应根据实际情况保持尽量小，因为该体积过大对灵敏度极限值会产生不利的影响。应该在每个工作班次期间，至少用经校准的扩散型标准漏孔校准一次检漏仪的指示器。

此外，对试验条件 A_4 还需要用下列设备：

a)　连接被试封装与漏气检测器的夹具和配件；

b)　橡皮密封垫片；

c)　润滑油。

2.2　试验条件 B——放射性同位素细检漏

按本条件进行试验所需设备包括：

a)　放射性示踪气体活化控制台；

b)　计数设备，包括一块闪烁晶体、光电倍增管、前置放大器、速率计和氪−85 基准。计数设备应具有足够的灵敏度，以便通过器件壁确定器件内部的示踪气体氪−85 的辐射量。计数设备的灵敏度应至少能测出 $10^{-4}(Pa \cdot cm^3)/s$ 的氪−85 漏率。应在每个工作班次按设备承制方的要求采用氪−85 基准至少校准一次计数设备；

c)　由氪−85 和干氮组成的示踪气体。干氮中的氪−85 浓度应不小于 $36Bq/(Pa \cdot cm^3)$。至少应每 30d 根据本标准的校准要求(见本标准“校准要求”4.5.1)检查一次该值并作好记录。

2.3　试验条件 C——碳氟化合物粗检漏

按本条件进行试验所需设备为：

a)　真空/压力室，用于抽真空及随后加压，能使器件受到 516 kPa 的压力作用达 10h。

b)　能保持指示用的液体温度在 125℃并适于观察的容器以及一套能把尺寸大于 1μm 的粒子从液体中除去的过滤系统。

c)　1.5 倍～30 倍的放大镜。当把器件浸入指示用的液体中时，能用该放大镜观察到从器件中冒出

标准搜搜网 bzsoso.com

的气泡。

d) 表 1 所列的检测用 1 型液体和指示用 2 型液体。

e) 光源：它在空气中能在距离等于容器中离光源最远的器件与光源之间距离的位置处产生大于或等于 4572m 烛光的亮度。光源不需要校准。但光源在观察位置上(即在观察气泡时放置被测器件的位置上)产生的亮度应受到验证。

f) 指示试验温度、压力和时间是否符合规定的已校准过的合适仪器。

g) 使器件浸入指示液中的合适夹具。

2.4 试验条件 D——染料浸透粗检漏

按本条件进行试验所需设备为：

a) 紫外光源：其峰值辐射频率应能使染料的反射最强；

b) 能保持压强为 620 kPa 的压力室；

c) 按有关规范混合的荧光染料溶液；

d) 1.5 倍～30 倍的放大镜。

2.5 试验条件 E——增重粗检漏

按本条件进行试验所需设备为：

a) 真空/压力室，用于抽真空及随后加压，能使器件受到 516 kPa 的压力作用达 10h；

b) 分析天平，精确到 0.1mg；

c) 表 1 所列的 3 型检测液体；

d) 能把大于 1μm 的粒子从碳氟化合物液体中除去的过滤系统；

e) 用于测量试验压力和时间并经过校准的合适仪器。

表 1 碳氟化合物液体的物理特性要求

特性	1 型	2 型	3 型
沸点 ℃	50～95	140～200	50～110
25℃时表面张力 N/cm	—	$<20\times10^{-5}$	—
25℃时密度 g/ml	>1.6	>1.6	>1.6
125℃时密度 g/ml	—	>1.5	—
介电强度 V/μm	>12	>12	>12
残余物 μg/g	<50	<50	<50
外观	透明、无色		

2.6 试验条件 C_4 或 C_5——光学粗/细检漏

本试验设备包括合适的真空室或真空/压力室，它内置一个光学检漏仪。光学检漏仪应经过适当的预置和校准，使其粗检漏(C_4)的等效标准漏率灵敏度优于 1$(Pa\cdot cm^3)/s$；细检漏(C_5)灵敏度优于 $10^{-2}(Pa\cdot cm^3)/s$。在每个工作班的开始和结束时，应利用已知的好样品对检漏系统进行试验。

3 程序

先进行细检漏(按条件 A 或 B)，后进行粗检漏(按条件 C、D 或 E)。当有规定时(见第 4 章)，应在检漏试验后进行测量。当规定作用于器件上的压力超过微电路封装能承受的压力时，可以采用其他满足测量要求的压力、压力作用时间、停顿时间的组合条件，但在任何情况下作用于器件上的压力不得小于 202kPa(两个绝对大气压)。采用试验条件 A_4 时，不必进行粗检漏。A_4 试验不能用于已封装的器件所要求的密封试验。若按试验条件 A 或 B 对多个器件同时进行试验时(即在检漏仪中每次放置一个以上的器件)，如该组器件出现漏率超标，可以对每个器件分别重新进行试验以决定接收与否，但必须在将器件

标准搜搜网 bzsoso.com

从示踪气体加压室中取出后的 1h 内完成对该组所有器件的重新试验。

3.1 试验条件 A_1、A_2或 A_4——示踪气体氦(He)细检漏

试验条件 A_1 是一种“固定”的试验方法，按表 2 规定的条件进行试验，它能保证为了检测出要求的“测量漏率” R_1 所必须的试验灵敏度。

试验条件 A_2 是一种“灵活”的试验方法，它允许按 3.1.1.2 中的公式改变试验条件，以根据预先确定的“测量漏率”值检测规定的“等效标准漏率”。

试验条件 A_4 用于检测未密封外壳的“测量漏率”的大小。

3.1.1 试验条件 A_1 和 A_2 的程序

将待测样品置于密封室内，然后在规定的压力下用 100^{0}_{-5}%的氦气对密封室加压，经过规定的时间(t_1)后去除压力，样品从真空/压力箱内取出后应除去样品表面吸附的氦气，并把每个样品移到氦质谱检漏仪中检测，从而得到测量漏率。

从加压密封室内取出的器件数量应受到下列条件的限制：

a) 对于试验条件 A_1，最后一个器件的检漏试验应能在 1h(t_2)内完成；

b) 对于试验条件 A_2，最后一个器件的检漏试验应能在规定的停顿时间 t_2 内完成。

3.1.1.1 试验条件 A_1——固定方法

采用表 2，按被试器件封装内腔体积规定的相应条件。

表 2 试验条件 A_1 的固定条件

内腔体积 V cm^3	加压条件			R_1 拒收极限值 $(Pa \cdot cm^3)/s$ (He)
	加压压强 P_E kPa	加压时间 t_1 h	最长停留时间 t_2 h	
$V<0.05$	517±15	2^{+1}_{0}	1	5×10^{-3}
$0.05\leqslant V<0.5$	517±15	4^{+1}_{0}	1	5×10^{-3}
$0.5\leqslant V<1.0$	310±15	2^{+1}_{0}	1	1×10^{-2}
$1.0\leqslant V<10$	310±15	5^{+1}_{0}	1	5×10^{-3}
$10\leqslant V<20$	310±15	10^{+1}_{0}	1	5×10^{-3}

3.1.1.2 试验条件 A_2——灵活方法

选择适当的加压压力、压力作用时间和停顿时间，使有缺陷的被试器件测得的示踪气体测量漏率 R_1 的读数大于质谱仪的最小检测灵敏度。器件应至少承受两个绝对大气压(202kPa)的氦气作用。如果选用的停顿时间 t_2 大于 60min，应画出图表来确定 R_1 数值，以保证与选用的粗检漏试验条件重迭。将上述选定的数值以及被试器件的内腔体积和“等效标准漏率” L 的最大极限值(如 3.1.1.2.1 或在有关订购文件中规定)一起代入下式计算“测量漏率” R_1 的极限值：

$$R_1=\frac{L\cdot P_E}{P_O}\left(\frac{M_A}{M}\right)^{1/2}\left(1-\exp\left(-\frac{L\cdot t_1}{V\cdot P_O}\right)\cdot\left(\frac{M_A}{M}\right)^{1/2}\right)\cdot\exp\left(-\frac{L\cdot t_2}{V\cdot P_O}\cdot\left(\frac{M_A}{M}\right)^{1/2}\right) \quad \cdots\cdots(1)$$

式中：

R_1——示踪气体(氦)的测量漏率，$(Pa \cdot cm^3)/s$；

L——等效标准漏率，$(Pa \cdot cm^3)/s$；

P_E——绝对作用压力，Pa；

P_O——绝对大气压力，Pa；

标准搜搜网 bzsoso.com

M_A——空气的分子量(为 28.7)，g；

M——示踪气体氦的分子量(为 4)，g；

t_1——受 P_E 压力作用的时间，s；

t_2——去除压力后到漏气检测之间的停顿时间，s；

V——被试器件封装的内腔体积，cm^3。

3.1.1.2.1 失效判据

表 3 失效判据

封装内腔体积 V cm^3	等效标准漏率(L)拒收判据(空气) $(Pa \cdot cm^3)/s$
$V \leqslant 0.01$	$>5\times10^{-3}$
$0.01 < V \leqslant 0.4$	$>1\times10^{-2}$
$V > 0.4$	$>1\times10^{-1}$

3.1.2 失效条件 A_4——未经封盖的外壳密封性试验的程序

将 2.1a)所述的夹具和配件固定在漏气检测器的真空接头处，采用 2.1 中的密封圈(如果密封需要，可采用 2.1 中列出的真空脂或液体)对一块平面金属板作密封试验，测量漏气检测系统的工作情况，以验证夹具的完整性。试验时，先把被试外壳密封在真空接头处，再将封装内腔抽真空至小于或等于 0.01kPa。试验时应注意不要使外壳(不包括密封环部分)与真空脂接触，以防遮盖了漏气的部分。然后用气囊或喷枪使外壳的外部受到一个 236kPa 压力的氦气作用。

3.1.2.1 失效判据

除另有规定外，如果“测量漏率” R_1 超过 $1\times10^{-3}(Pa \cdot cm^3)/s$(氦)，则器件应视为失效。

3.2 试验条件 B—放射性同位素细检漏试验

3.2.1 激活参数

激活压力和吸收时间应按下式确定：

$$Qs = \frac{R}{SKTPt} \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

Qs——被试器件的最大允许漏率，$(Pa \cdot cm^3)/s$(氪)；

R——活化后，器件漏率等于 Qs 时，每分钟超出环境背景的计数大小。当在同位素检漏试验前已被通过，则为超过计数设备和元件背景的拒收计数；

S——激活系统中的氪-85 示踪气体放射性比活度，$Bq/(Pa \cdot cm^3)$；

K——闪烁晶体对被测器件内部空腔中氪-85 的总计数效率，计数数目/$Bq \cdot min$；该因子大小取决于元件形状结构和闪烁晶体的尺寸。计数效率的确定见 3.2.2；

T——吸收时间(即器件受激活的时间)，h；

P——等于 $p_e^2 - p_i^2$ 其中 p_e 是器件的激活压力，可按规范确定或者在确定了合适的吸收时间 T 的情况下，按公式(2)确定，单位为绝对大气压。P_i 为器件内部原有的压力，单位为绝对大气压；

t——h 化成秒的换算系数，1h=3600s。

注：公式(2)的完整表达式还应在分子中包括一个因子 $(P_0^2 - (\Delta P)^2)$，是考虑到与海平面之间有高度差引进的修正因子。P_0 是海平面处的大气压力。ΔP 为试验位置与海平面之间的大气压力之差。本试验方法中已忽略了这一因子。

3.2.2 计数效率 K 的确定

应按下述方法确定计数效率 K：

a) 选用五个有代表性的被试器件样品，焊上管道，由管道向器件内腔充入一定已知体积和放射性

标准搜搜网 bzsoso.com

比活度的氪-85 示踪气体，然后封闭该管道。

b) 从检测器件的计数台上屏蔽的闪烁晶体中直接读出每分钟的计数，由该值计算计数效率。

3.2.3 表面吸收的鉴定

所有用玻璃、金属和陶瓷(或它们的组合)封装的器件，包括其涂层和外部密封剂，在确定漏气试验参数之前都应鉴定其对氪-85 的表面吸收。对于待确定其表面吸附作用的材料，应选取有代表性的样品，根据器件的结构形状，按 3.2.1 确定压力大小和作用时间，使器件受到氪-85 的作用。然后 10min 计数一次，记录单位时间的计数，直到单位时间的计数渐渐与时间无关(相应于表面吸收不再成为问题的时间)。记录该段时间并用来确定 3.2.4 中规定的“等待时间”。

3.2.4 程序

器件应放在放射性示踪气体激活箱内。为了减少抽真空的时间，可在激活箱内填充部分惰性材料。将激活箱抽真空到 0.07kPa。然后使器件至少受到 202kPa 的氪-85 与干燥氮气混合气体的作用，作用时间至少 12min，实际压力大小和吸收时间应按 3.2.1 的计算结果。用“每分钟的计数”表示的 R 值应高出背景 600 以上，氪-85 与干氮混合气体应抽出存贮，直至激活箱内真空度达到 0.07Pa～0.27Pa。应在 3min 内完成这一气体的抽出存贮过程。该时间从激活过程结束时算起，若采用高压力作用，则从激活压力达到 414kPa 时算起。接着使激活箱充满空气(气洗)。然后将器件移出激活箱。在受气体作用后 1h 内，用装有闪烁晶体的计数台进行泄漏试验。对 3.2.3 要求的器件封装应先暴露在环境空气中不少于 3.2.3 规定的“等待时间”。但器件从激活箱中取出到进行试验之间的间隔时间决不能超过 1h。应在受到气体作用之后，但又在用计数台确定漏气率之前进行这样的暴露。对 3.2.3 中未提到的那些器件封装可直接进行试验而不需要“等待时间”，从增压室中一次取出的器件数应受下列要求的限制：即它们中最后一个接受试验的器件应能在 1h 内完成试验。器件实际漏率按下式计算：

$$Q=\frac{n\times Qs}{R} \qquad (3)$$

式中：

Q ——实际的漏率，$(Pa\cdot cm^3)/s$；

n ——每分钟的实际读数；

Qs、R——见 3.2.1。

注：排入大气中的氪-85 应按有关标准的规定。

3.2.5 失效判据

除另有规定外，当漏率大于或等于表 3 试验极限值的规定时，器件应视为失效。

注：有些器件因漏率不大而通过了密封性试验，但其封装内部残留的放射性示踪气体对这些复杂的小几何尺寸的器件可能会引起软错误。

表 4 同位素细检漏方法的试验极限值

封装内腔体积 V cm^3	Qs $Pa\cdot cm^3/s$
$V<0.01$	1×10^{-3}
$0.01\leqslant V\leqslant0.4$	5×10^{-3}
$V>0.4$	5×10^{-2}

3.2.6 人身安全

使用氪-85 泄漏试验设备应得到有关部门的认可，使用放射性气体时，应按有关规定要求的最长允许暴露时间及最大允许剂量。

3.3 试验条件 C_1——碳氟化合物粗检漏试验

条件 C_1 采用能保证必须的试验灵敏度的特定条件。

标准搜索网 bzsoso.com

3.3.1 试验条件 C_1 的程序

将待测样品置于真空/压力箱内，把压力降到小于或等于 0.7kPa，至少保持 30min。对内腔体积大于或等于 0.1cm^3 的器件，此步可省略。然后注入足够量的 1 型检测用液体覆盖器件，应在保持真空过程 30min 后，但在真空被破坏前注入液体。然后按表 5 的规定对器件增压。增压阶段结束后，去除压力，将器件从真空/压力箱内取出，但仍需继续浸在检测液中 20s 以上。这种浸泡也可以是在另一个容器或贮存桶中。器件移出浸泡槽后，应在空气中至少干燥(2±1)min，然后浸入(125±5)℃的 2 型指示液体中。器件顶部应在指示器液体液面以下至少浸入深度 5cm。可以一次浸入一个器件或同时浸入一组器件。但在后一种情况下应保证能清楚地看到从被观察的一组器件中的任一个器件冒出的气泡及其来源。应该在光源照射下，从浸入时刻起，在暗淡的不反射的黑色背景衬托下经放大观察器件至少 30s，除非在这之前器件已被拒收。

对于大于 5 克的封装，应使用该系列封装的已知漏气的器件，测量气泡出现的时间，来评估封装热质量效应。如果评估时间超过了观察所需的 30s，那么，应延长观察时间，以考虑封装热效应的影响。在有要求时，也可在有关文件中规定其他方法来达到这个目的。

表 5 试验条件 C_1 加压条件

压 力 kPa	加 压 时 间 h
206	23.5
310	8
414	4
517	2
618	1
724	0.5

3.3.2 失效判据

从同一位置出来的一串明显气泡或两个以上大气泡应视做器件失效。

3.3.3 注意事项

进行碳氟化合物粗检漏试验时应遵守以下注意事项：

a) 在使用前利用能排除大于 1μm 粒子的过滤系统过滤碳氟化合物。允许整体过滤和贮存。在使用过程中积累了一定数量可见粒子的液体应抛弃或过滤后回收使用。应注意防止污染；

b) 注入观察容器的液体应保证覆盖器件高度至少 5cm；

c) 被试器件表面应无外来物质，包括会产生错误试验结果的涂覆和标志；

d) 光源能够在空气中、在距离等于槽中最远的器件离开光源距离的位置上产生至少 1.6×10^5lx 的亮度烛光。光源不需要校准。但它在观察位置上(即在观察气泡时放置被测器件的位置上)产生的亮度应进行检验；

e) 试验较大的封装时应注意防止由于封装破裂或加压液体的猛烈喷出而使操作者受到伤害。

3.4 试验条件 D——染料浸透粗检漏

本方法只允许用作对器件的破坏性试验(见 3.7)。压力箱应注入足够量的染料溶液以保证能完全覆盖所有的器件。器件应置于溶液中，对压力箱至少增压到 620kPa，并至少维持 3h。对不能经受 620kPa 的器件封装，可增压到 310kPa，维持 10h。然后移出器件，用对所采用染料合适的溶剂进行仔细的清洗，然后吹风干燥。用适当频率的紫外线光源照射并用放大镜检查器件。

3.4.1 失效判据

染料渗透到器件中的任何迹象应视做器件失效。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.5 试验条件 E——增重粗检漏

3.5.1 程序

将器件放入 125℃的烘箱中至少存放 1h，接着冷却到环境室温。应对每个器件秤重并记录最初的重量。或者按照下述方法将器件分组：体积小于 0.01cm^3 的器件按 0.5mg 的重量差分组；体积大于或等于 0.01cm^3 的器件按 1.0mg 重量差分组。把器件放在真空/压力箱中并将压力减到 667Pa、保持 1h。对内腔体积大于或等于 0.1cm^3 的器件可省略该真空过程。把足够量的 3 型检测用液体注入压力箱浸没器件。当实施真空过程时，应在 1h 以后但又在真空被破坏前注入液体。然后把器件至少增压到 411kPa。对省略真空过程的情况应采用至少为 516kPa 的增压。应至少保持压力 2h。如果器件不能承受 411kPa 的试验压力，对实施过真空预处理的器件压力可减小到 206kPa，但该压力至少保持 10h。完成了加压过程后应去除压力并把器件移出压力箱，保留在碳氟化合物液体槽中，器件移出液体后在秤重量前吹风干燥(2±1)min。逐一将器件放到天平上以确定其重量或重量级别。全部器件应在移出液体后 4 min 内进行测试。根据器件的最初和最后重量记录，计算重量的变化。将已分类的器件分别归入两组，重量的变化为一个或小于一个重量级差的为一组，重量的变化大于一个重量级差的为另一组。

3.5.2 失效判据

对内腔体积小于或等于 0.01cm^3 的器件，如果器件重量增量大于或等于 1.0mg，该器件应拒收。对内腔体积大于 0.01cm^3 器件，重量增量大于或等于 2.0mg 为拒收。对已按重量分组的器件，若器件增加了足够的重量，使其按重量划分的级别增加一级以上，则该器件为拒收。失去了一定重量的器件(指如果增加了该重量就会引起器件拒收)，可在 125℃下烘烤 8h 后重新试验。

3.6 试验条件 C_4 或 C_5——光学粗检漏或粗/细检漏

试验条件 C_4 和 C_5 专门用于薄封盖(厚度小于 0.63mm 的金属封盖)的封装。检验灵敏度与(由规定压力变化引起的)封盖变形的程度有关，对于特定的封盖材料和尺寸，应满足下式：

条件 C_4：$R^4/ET^3>2.54\times10^{-8}$(英制下为 $R^4/ET^3>1.0\times10^{-4}$)

条件 C_5：$R^4/ET^3>2.54\times10^{-7}$(英制下为 $R^4/ET^3>1.0\times10^{-3}$)

其中：

R：封盖内部空腔的最小宽度，mm；

E：封盖材料的弹性模量；

T：封盖厚度，mm。

3.6.1 试验条件 C_4——光学粗检漏

整个器件应放在密封的试验箱中，用一台光干涉仪观测封装的封盖。在利用光干涉仪观测封盖变形的同时，对试验箱抽真空。在观测区域内，应该能够同时观察到每个封盖随着压力变化发生的形变；在压力减小并在 t_1 时间内保持恒定(或等效的程序)时，观察封盖有没有发生形变。

出现下列情况的器件应该拒收：

a) 如果试验箱中压力最初变化时，光干涉仪没有观测到封盖变形；

b) 如在试验箱中压力保持恒定(或等效程序)时，光干涉仪观测到封盖变形。

3.6.2 试验条件 C_5——光学粗/细检漏

整个器件应放在密封的试验箱中，用一台光干涉仪观测封装的封盖。在利用光干涉仪观测封盖变形的同时，对试验箱抽真空。在观测区域内，应该能够同时观察到每个封盖随着压力变化发生的形变；在压力减小并在 t_1 时间内保持恒定(或等效的程序)时，观察封盖有没有发生形变。

然后，用氦气将密封实验箱加压到 13.6 kg/m^2，再用光干涉仪观测没有发生形变的封盖，观测时间 t_2(或等效程序)。

出现下列情况的器件应该拒收：

a) 如果试验箱中压力最初变化时，光干涉仪没有观测到封盖变形；

b) 如在试验箱中压力保持恒定(或等效程序)的 t_1 时间内，光干涉仪观测到由于封装漏气泄放其内部压力而发生的变形；

标准理理网 bzsoso.com

c) 如在试验箱中压力保持恒定(或等效程序)的 t_2 时间内，光干涉仪观测到由于封装漏气而使得氦气进入封装发生的封盖形变。

3.7 重新试验

未通过粗检漏(试验条件 C 或 E)的器件，可再重新进行破坏性试验。若这个原先未通过粗检漏的器件通过了重新进行的试验，则在 LTPD 计算中该器件可以不计入失效器件数。未通过细检漏(试验条件 A_1、A_2、A_4 或 B)的器件，除订购文件特许之外，不得重新进行试验以决定可否接收。当允许重新进行细检漏试验时，应重做一次规定试验条件的全部试验程序。也就是说，器件应按规定试验条件重新暴露在示踪液中或示踪气体中，而不允许直接进行第二次观察检漏试验。在重新试验前可以为检测剩余示踪气体而进行预测。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 进行特定试验时的试验条件字母代号(见第 3 章)；

b) 若不采用本规范规定的接收漏率(见 3.1.1.1，3.1.1.2，3.1.2 和 3.2.4)，则应规定试验条件 A 或 B 的接收或拒收漏率；

c) 适用时，试验后的测量(见第 3 章)；

d) 是否允许进行试验条件 A 和 B 的重新试验(见 3.7)；

e) 如果不是在粗检漏前进行细检漏，应规定粗检漏和细检漏的执行次序(见第 3 章)；

f) 适用时，如果器件封装压力额定值小于 517kPa，应规定它的额定值。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1015.1　老炼试验

1　目的

老炼试验的目的是为了筛选或剔除那些勉强合格的器件。这些器件或是本身具有固有的缺陷，或其制造工艺控制不当产生缺陷，这些缺陷会造成与时间和应力有关的失效。如不进行老炼试验，这些有缺陷的器件在使用条件下会出现初期致命失效或早期寿命失效。因此，筛选时用最大额定工作条件或在最大额定工作条件之上对微电路施加应力，或施加能以相等的或更高的灵敏度揭示出随时间和应力变化的失效模式的等效筛选条件。

2　设备

所需设备的详细情况见方法 1005。

3　程序

微电子器件应按规定时间和温度(对不同器件等级见方法 5004)进行规定条件的老炼筛选试验(见 3.1)。除另有规定外，在由表 1 确定的等效时间和温度下(见 3.1.1 和 3.1.2)进行。表 1 中对不同器件等级规定的温度-时间组合关系均可作为试验条件。试验前确定的试验条件(时间和温度)应予以记录并贯穿整个试验过程。用引线、双端螺栓或外壳固定的器件应该用引线、双端螺栓或外壳，按它们的正常安装方式进行安装，并保持接点温度不低于规定的环境温度。老炼前和老炼后测量应按规定进行。老炼板上不同的器件之间以及同一个器件的不同输出端之间不得公用同一个负载电阻器。

表 1　老炼试验的时间-温度对应关系

最低温度 (T_A) ℃	最少时间 h				试验条件 (见 3.1)	再老炼 最少时间 h
	S 级	B 级	H 级	K 级		
100	—	—	352	700	仅用于混合集成电路[a]	24
105	—	—	300	600		24
110	—	—	260	520		24
115	—	—	220	440		24
120	—	—	190	380		24
125	240	160	160	320	A～E	24
130	208	138	138	—		24
135	180	120	120	—		18
140	160	105	105	—		16
145	140	92	92	—		14
150	120	80	80	—		12
175	—	48	—	—	F[b,c]	12
200	—	28	—	—		12
225	—	16	—	—		12
250	—	12	—	—		12

[a] 仅对混合集成电路可采用低于 125℃的试验温度。
[b] 采用条件 F 作试验前应得到批准。
[c] 对条件 F 的试验，不受最高结温限制，因此必须注意保证器件不出现过热损伤。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.1 试验条件

基本试验条件如下所示。除另有规定外，试验条件 F 不适用于 S 级器件。有关这些条件的各项详细内容，除另有规定外，均按方法 1005 的规定。

a) 试验条件 A—稳态、反偏；
b) 试验条件 B—稳态、正偏；
c) 试验条件 C—稳态、功率和反偏；
d) 试验条件 D—并行激励；
e) 试验条件 E—环行振荡器；
f) 试验条件 F—温度加速试验。

3.1.1 试验温度

试验条件 A～E 的老炼试验环境温度应至少为 125℃(混合集成电路见表 1)。承制方可以提高条件 A 至 E 的试验温度，并按表 1 减少相应的试验时间。因为在正常情况下壳温和结温将明显地高于环境温度，所以采用的电路应设计成使试验和工作时的最高额定结温不超过规定值(B 级不超过 200℃，对 S 级不超过 175℃)(见 3.1.1.1)。具有内部过热保护线路的器件的试验应符合方法 1005 中 3.2.3 的规定。规定的试验温度是在烘箱中工作区域内所有器件受到的最低环境温度。要做到这一点，可对烘箱的内部结构、负荷、控制或监测仪器的放置位置以及空气或其他合适气体或液体介质的流动进行必要的调整来保证。在校准时，应使烘箱处于满负载(试验电路板上不必放入器件)但不加功率的状态，调节指示器的传感器探头位置，使其位于烘箱内工作区域的最低温度处。

3.1.1.1 单片功率电路的试验温度

不管器件的功率大小，所有器件都应能在其最大额定工作温度下进行老炼或寿命试验。对于采用环境温度 T_A 表示最高工作温度的器件，试验温度按表 1 的规定。对于采用外壳温度 T_C 表示其最高工作温度的器件，如果环境温度会引起 T_j 超过 200℃(对 S 级为 175℃)，老炼和寿命试验时的环境工作温度可从 125℃减少到某一个温度值而无需改变试验时间，应能证明在该环境温度下 T_j 在 175℃到 200℃之间，T_C 等于或大于 125℃。应有一组数据表明减少环境温度的合理性，并在需要时提交给订购和鉴定机构。

3.1.1.2 混合集成电路的试验温度

应按表 1 的规定确定老炼时的环境温度或壳温。但按壳温老炼时至少应采用对该器件确定的最高工作壳温(T_C)。对 K 级，老炼时间至少为 320h。器件老炼时应采用详细规范中规定的最高工作温度、电压和负载条件。由于在正常情况下，壳温明显高于环境温度，应该改进电路结构，使温度不要超过详细规范中规定的最高额定结温和基线文件中规定的聚合材料固化温度。若未规定最高结温，则取为 175℃。不应采用加速老炼试验(条件 F)。试验时烘箱中所有器件的环境温度或壳温的最低值不得小于规定的试验温度。为了保证这一条件的实现，可对烘箱的内部结构、负荷、控制或监测仪器的放置位置，烘箱内空气或其他气体的流动或液体媒质等各方面作必要的调整。

3.1.2 温度加速试验

若采用试验条件 F，微电路在 175℃～250℃(该温度大大超过最高额定结温)下加上偏置。通常发现在这样的高温下，微电路不能按适用的订购文件中的规定正常工作，因此必须特别注意选择偏置电路和条件，以保证电路的重要部位得到充分偏置又不使电路的其他部位受到破坏性的过应力。为了适当选择加速试验条件，建议将适当选取的器件样品置于预定的高温下，测量各个器件引出端上的电压和电流，以确信施加的电应力未导致损坏性的过应力。除详细规范中另有规定外，应采用表 1 确定的最小时间—温度组合。最短试验时间应为 12h。在任一端或全部引出端上的外加电压等于推荐的 125℃时的工作电压。若在规定电压下工作时会引起过量电流或过大的功率耗散，相应引出端上的外加电压最低可以降到规定电压的 50%，同时按方法 1005 中 3.5.6 给出的公式确定试验时间。带有内部过热保护电路的器件应按方法 1005 中 3.5.6.1 处理。在任何时候都必须防止热失控状况的出现。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.2 测量

当有规定时，或承制方自愿时，应在施加老炼试验条件前进行老炼前测试。老炼后测试应在器件移出规定老炼试验条件后(即撤除加温或去除偏置)的 96h 内完成。测试应包括全部 25℃时的直流参数测试(方法 5005 中 A1 分组)和作为中间(老炼后)电测试的一部分而规定了变化量极限的全部参数。当采用时，应根据这些测试确定参数的变化量极限是否超过了允许的范围。无论对于常规老炼试验或加速老炼试验，如果不能在 96h 内完成这些测试，那么在作老炼后的测试之前器件应按原先的老炼条件(见 3.1)和原来采用的温度至少再作表 1 中所规定的时间的老炼。

3.2.1 常规老炼后的冷却

去除偏置前，所有器件应冷却到与室温下器件加功率时处于稳定情况下的温度之间差别不超过 10℃。为了把器件转移到与作老炼试验的工作室不在一处的冷却位置而中断偏置不超过 1min，不应看作去除了偏置(在冷却位置处加的偏置应与老炼时的偏置相同)。对于线性或 MOS(CMOS、NMOS、PMOS 等)电路以外的器件(除另有规定外)，如果在撤除试验条件后的 30min 内被试器件的外壳温度能够降到 35℃以下，并且能够在去除偏置后的 5min 内将器件从老炼箱内取出的话，也可以在冷却期间就去除偏置。在重新加热器件之前应完成全部 25℃的直流参数或其他参数测试(见 3.2)。

3.2.2 加速老炼后的冷却

按条件 F 作加速试验的全部器件，在去除偏置前，应冷却到与室温下器件加功率时处于稳定情况下的温度之间差别不超过 10℃。为了把器件转移到与作老炼试验的工作室不在一处的冷却位置而中断偏置不超过 1min，不应算作去除了偏置(在冷却位置处加的偏置应与老炼的偏置相同)。应在重新加热器件前完成全部规定的 25℃直流电参数测试。

3.2.3 试验装置监测

应在试验开始和结束时，在试验温度下监测试验装置，从而证实全部器件已按规定要求施加应力。以下是至少应进行的监测程序：

a) 器件插座

在开始使用插座时和以后至多每隔六个月(每六个月一次)或在六个月期间未使用，则使用前都应检查每块试验板或试验座，以验证连接点是否完好，从而保证能把偏置电压和信号加到每个插座上。试验板上用于稳定被试器件工作的电容器和电阻器也应按此方式验证，以确信它们能起到其应起的作用(即不应出现开路或短路)。除了这种最初的和定期性的验证外，不必在每次试验时逐个检查器件或器件插座，但在使用每块试验板前应采用随机抽样技术，以保证被测器件电连接的正确性和连续性。

b) 试验板或试验座的连接件

将器件装入试验板、放入烘箱并升温到温度至少为 125℃(若低于 125℃，则为规定试验温度)的烘箱后，应至少在每块试验板或试验座的一个位置上验证要求的试验电压和信号条件，从而保证在采用的试验布局中所使用的每条连接或接插件均以正确施加了规定的电应力并具有电连续性。为进行这种验证允许打开烘箱不超过 10min。

c) 在试验过程结束时，使器件降低温度和撤除试验条件前，应重复上述 b)关于电压和信号条件的验证过程。

d) 对于 S 级器件，在试验前应检查每个试验板或试验座以及每个试验用的插座，以保证对每个器件施加了规定的试验条件。这可通过检查每个器件输出端的响应来实现。也可采用经批准的其他方法。

若在规定进行的试验时间内(见 3.1)的某段时间出现了导致必要的试验应力未能加到器件上去的失效或接点开路时，应延长试验时间以保证实际受应力作用的时间满足规定的最少总试验时间要求。若在老炼的最后 8h，在温度未变的情况下，偏置中断的总时间超过了 10min，就要从最后一次偏置中断时刻算起，至少再作 8h 不中断的老炼。

标准搜索网 bzsoso.com

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 试验时间(如不同于方法 5004 中为不同等级的器件所规定的时间或表 1 给出的时间－温度组合)；

b) 试验条件字母代号；

c) 若不采用 3.1.1 的规定，应采用的老炼试验温度并且说明试验温度是指环境温度、结温还是外壳温度(见第 3 章)；

d) 不同于通常方式的被试器件安装方式(见第 3 章)；

e) 老炼前和老炼后的测量及漂移允许范围(适用时)(见 3.2)；

f) 对采用条件 F 的批准权和条件 F 的特定最大试验额定值(见 3.1 和 3.1.2)(适用时)；

g) 老炼后必须完成测试的时间(若与 3.2 规定不同时)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1016　寿命/可靠性试验

1　目的

本试验的目的是确定：寿命分布、寿命加速特性和失效率(λ)水平。确定失效率通常是为了对器件或制造这些器件的生产线进行常规的鉴定，或是为了预测使用这些器件的设备的故障率(或平均无故障时间，MTBF)。

2　设备

应提供适当的插座和其他安装手段，使得在规定电路结构中被试器件引出端有可靠的电连接。安装的方式通常应设计成器件内部的耗热不会通过其他传导方式消散，只能在规定的环境温度或在该温度之上通过器件引出端和必要的电连接散热。设备应能在被试器件引出端上提供规定的偏置，并且若有规定时，还应监测输入激励。只要其电源电压、环境温度等条件的变化在常规范围内，电源电压和电流的调节电阻器应至少能在整个试验过程中，均能保持规定的工作条件。试验设备应安排成使器件只出现自然对流冷却或只要以自然对流冷却。试验条件导致明显的功率耗散时，试验设备应设置成使每个器件产生近似平均的功率耗散，而不管器件是单独试验还是成组试验。试验电路不必补偿单个器件特性的正常变化，但是应设置得使一组中的某个器件失效和出现异常时(即开路、短路等)不致对该组中其他器件的试验效果产生不良影响。

3　程序

微电子器件应在规定时间内和试验温度下按规定的试验条件(见 3.4)并应在规定的中间和终点进行必要的测量。带有外引线、螺母或外壳的器件应按它们的正常安装方式采用外引线、螺母和外壳安装，并且保持连接点的温度不低于规定温度。试验前选择的试验条件、时间、样本大小和温度应记录下来，并在整个试验中都应遵照执行。

3.1　试验时间

寿命试验时间如下：

初始鉴定：4000^{+72}_{-24} h 或出现 75%失效时，取第一个出现的值。所有其他试验：1000^{+72}_{-24} h 或出现 50%失效，取第一个出现的值。

在规定的试验时间结束前 24h 到试验时间结束后 72h 的时间间隔内，器件应去掉规定的试验条件并允许在去掉偏置前达到标准试验条件。

3.2　测量

测量应分为以下两类：

A 类——初始和最终测量；

B 类——中间测量。

除另有规定外，全部测量应在器件移出规定试验条件后的 8h 内完成，测量内容包括：

A 类——全部规定的终点测量；

B 类——选择的临界参数。

A 类测量在试验开始时和最终测量时进行。B 类中间测量对 1000h 试验应在第 4h、8h、16h、32h、64h、128h、256h、512h 时进行；对 4000h 试验时还应在第 1000h 和第 2000h 时进行。

3.2.1　寿命试验后的测量

在进行了寿命试验后，测量器件时，器件应在去掉偏置前冷却到室温。重新加热器件之前应完成全部规定的 25℃电测试。

3.2.2　试验装置监视

标准搜搜网 bzsoso.com

应在试验开始和结束时在试验温度下监视试验装置，以保证全部器件按规定施加应力。以下是至少应进行的监视程序：

a) 器件插座在开始使用时和以后至少每隔 6 个月，都应检查每块试验板或座，以证明接触点的连续性，从而保证偏置电源和信号信息加到每个插座上。除了这种最初的和周期验证外，不必逐个检查各个器件或器件插座，但每次使用前应采用随机抽样检查，以保证被试器件电连接的正确性和连续性。

b) 当试验板上载有器件并插入至少 125℃或规定试验温度(取较小值)的烘箱中后，应在每块试验板或座中至少一个位置上验证各个所需的试验电压和信号条件，从而保证对在适当的试验装置中使用的每条连线或每个接插件均能正确地施加规定的电应力并具有电连续性。这种验证可通过打开烘箱最多不超过 10min 来进行。

c) 在试验周期结束，去除对器件的温度和试验条件作用前，应重复上述 b)的电压和信号条件的验证过程。

d) 对于 S 级器件，当对试验板或座加负载时，应验证各个器件与偏置电源之间的电连接。

在规定的试验时间周期中的某段时间内，当出现失去了必要的试验应力或接触开路时，应延长试验时间以保证实际受应力作用时间满足总试验时间的要求。

3.3 试验抽样

试验抽样应按规定，在给定的试验温度内所用器件应不得少于 40 个。

3.4 试验条件

微电路在超过最高额定工作的温度(200℃～300℃)下加以偏置的试验条件下，一般不能按适用的订购文件中的规定正常工作，因此必须特别注意选择偏置电路和条件，从而保证电路重要部分加上足够的偏置，而对电路其他部位不产生过应力损坏。

3.4.1 试验温度

除另有规定外，应在 200℃～300℃的范围内选择试验温度。规定的温度是指所有器件在试验箱中工作区内所经受的最低实际环境温度。这必须通过对一些因素的调节来保证，如试验箱内结构、负荷、控制或监视仪器的位置和空气或其他气体在试验箱内的流动。因此对试验箱的校准应在满负荷、不加电源状态下进行，而且指示传感器应位于工作区域的最冷点或调正到能指示最冷点温度。初始失效率测定试验应选择三个温度，且两个邻近的试验温度之间保持至少 25℃的温度间隔。所有其他周期寿命试验应在间隔至少 50℃的两个温度下进行。

3.4.2 偏置电路的选择

为了适当选择加速试验条件，建议在器件各引出端测量电压和电流时，应使适量的器件样品暴露在预定的高温下，从而保证施加的电应力不致引起器件的损坏。所以在进行微电路的寿命试验前，试验电路、热阻(有影响时)和步进应力等的测定应在通常为 200℃～300℃的试验温度范围内进行。在步进应力试验时选步长为 25℃至少维持 24h(时间间隔步长应基本相等，其公差为±5%)每次步进后都要进行适当的电测试。最佳试验条件是在高温应力下对最易失效的器件结或部位施加最大电压，但把器件电流控制在较低值上。器件中过量电流可以导致过热并可能使器件损坏。应采用限流电阻器。在任一端或全部端上施加的电压应等于 125℃下的最大额定电压。如有必要，只有得到鉴定机构的特殊批准，并且能证明过量电流或功率耗散是由规定电压下的工作引起的，才可把任一端或全部端上的外加电压下降到不低于规定值的 50%。如果按此减少电压，就应按方法 1005 的 3.5.6 给出的公式确定寿命试验时间。

3.5 寿命试验基本准则

下述的规则有助于为有效的微电路加速寿命或筛选试验选择适当的试验条件。

a) 对在步进应力试验期间发现的微电路中最易失效的部位或结上施加最大额定电压(除了 3.4.2 规定的之外)；

b) 对尽量多的结上施加电偏置；

标准搜搜网 bzsoso.com

c) 在每个 MOS 或 CMOS 器件中，对不同的栅氧化物施加偏压，以至同时需要施加正、负电压；
d) 应控制器件电流以避免过热和过量电迁移引起的失效；
e) 采用与各器件串联的限流电阻器以保证在试验时对全部非失效器件施加电应力；
f) 应适当选择各个限流电阻器的阻值，该阻值应足够大，以防止万一失效时大量器件被损坏；而该阻值又应足够小，可以把电流波动引起的施加的电压变化减到最小；
g) 避免超过设计或材料限制(如焊料熔化点)的条件出现；
h) 避免不适当地加速，出现非典型现场情况下失效机理的条件；
i) 采用过电压保护电路。

确定试验条件是否符合上述基本规则应包括三个基本步骤：

步骤一：在加速试验温度下比较、评价供选用的偏置电路；

步骤二：确定器件热特性；

步骤三：步进应力试验。

3.6 试验结果分析

为了把失效分为与温度有关和与温度无关的两类，就必须对加速试验结果进行失效分析。与温度无关的失效应在寿命分布分析前将其从试验数据中剔除。应报告全部失效的分析结果，并阐明被剔除的与温度无关的失效的合理性。

3.6.1 寿命分布分析

对每次试验失效进行认真的失效分析就可提高试验结果分析的有效性。用失效机理的相似性，如与相关表面、金属迁移、金属间化合物结构的形成等对失效进行分组。应记录一组中每个失效情况随时间的变化过程。它包括单个失效的时间及计算出来的有关累计百分失效率。为了有利于从小样本寿命试验估算分布参数，数据应按累计分布绘制曲线。因为半导体寿命分布表现为对数正态分布，数据分析就需要如图 1 所示的概率纸。在这张图纸上对数正态分布将是一条直线。在组合图形中的“反常”和“主要”的点群与预期的双峰分布点将以 S 形出现。数据分析中所必须的分布参数值，中值寿命和 σ 计算如下：

$$\sigma = \ln \frac{50\%\text{失效的时间}}{16\%\text{失效的时间}} \quad \cdots\cdots (1)$$

应进行单个的“反常”和“主要”的点群的分别分析和进行拟合优度检定来检验分布。

3.6.2 寿命加速分析

进行寿命可靠性表征要求在相同的额定电压条件下对几个温度应力建立失效分布。这些失效分布必须对应同一失效机理。采用一张如图 2 所示，反应率分析所用的特殊图表，可以画出“反常”和“主要”的点群中值寿命时间来确定在所希望的使用温度下的等效寿命时间。

3.6.3 失效率计算

半导体器件的失效是对数正态分布，所以失效率随时间而变化。在任何给定时间的失效率可采用图 3 进行计算，该图是根据对数正态分布，使用数学方法计算瞬态失效率的归一化表示。

4 说明

有关订购文件应规定以下内容：

a) 试验温度，并指明是环境或外壳温度；
b) 若不是正常安装(见第 3 章)应规定试验安装方式；
c) 终点测量(见 3.2)；
d) 中间测量(见 3.2)；
e) 若与器件规范极限值要求不同，则需规定终点和中间测量的失效判据(见 3.2)；
f) 试验样本(见 3.3)；

标准搜搜网 bzsoso.com

g) 适用时，规定对输入、输出、偏置试验电路和功耗的要求(见 3.4)；
h) 数据分析要求，包括：
   1) 失效分析结果；
   2) 数据计算：随温度的对数正态变化关系；反应率关系；失效率与时间关系。

标准搜搜网 bzsoso.com

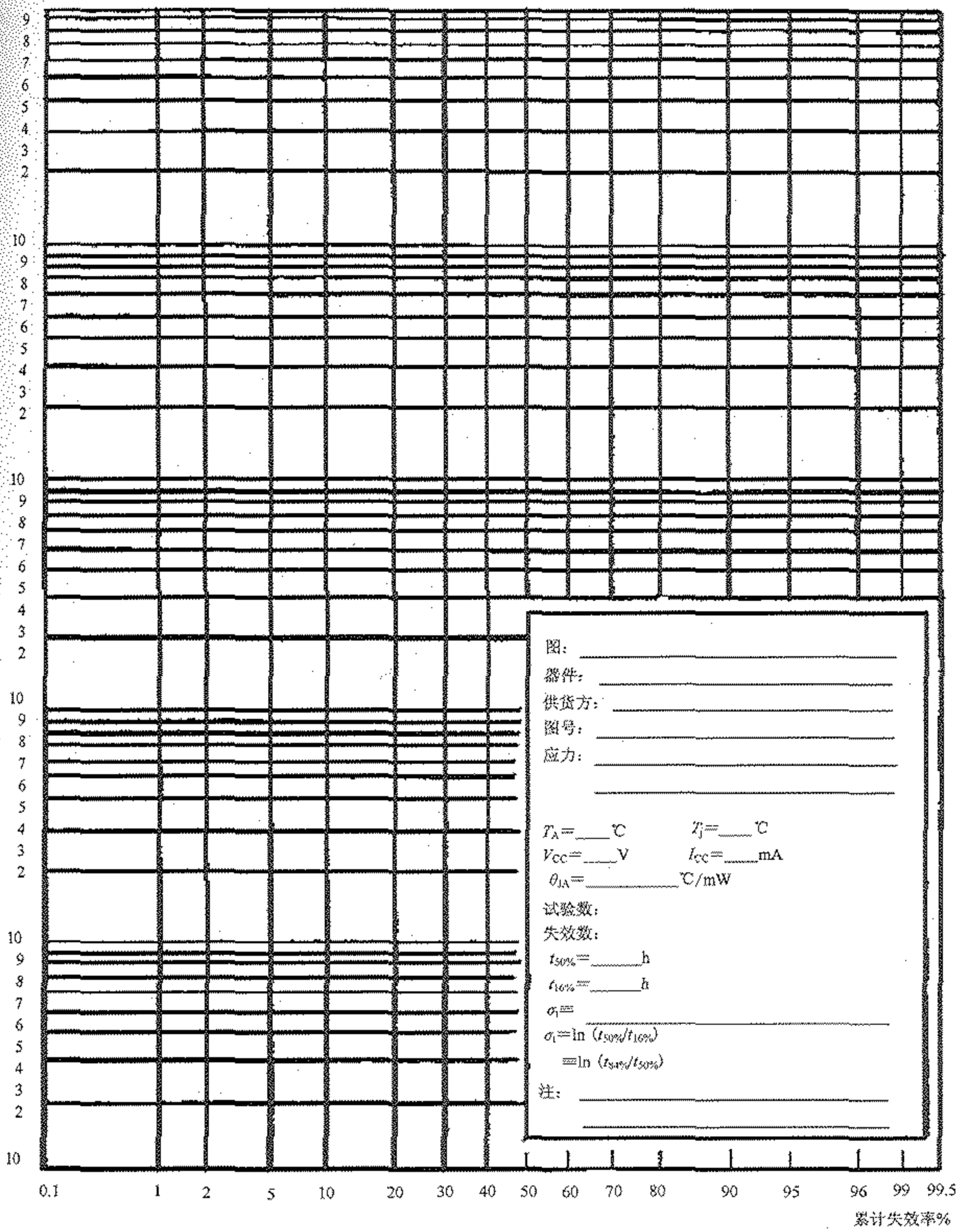


图 1　累积失效分布曲线

标准搜搜网 bzsoso.com

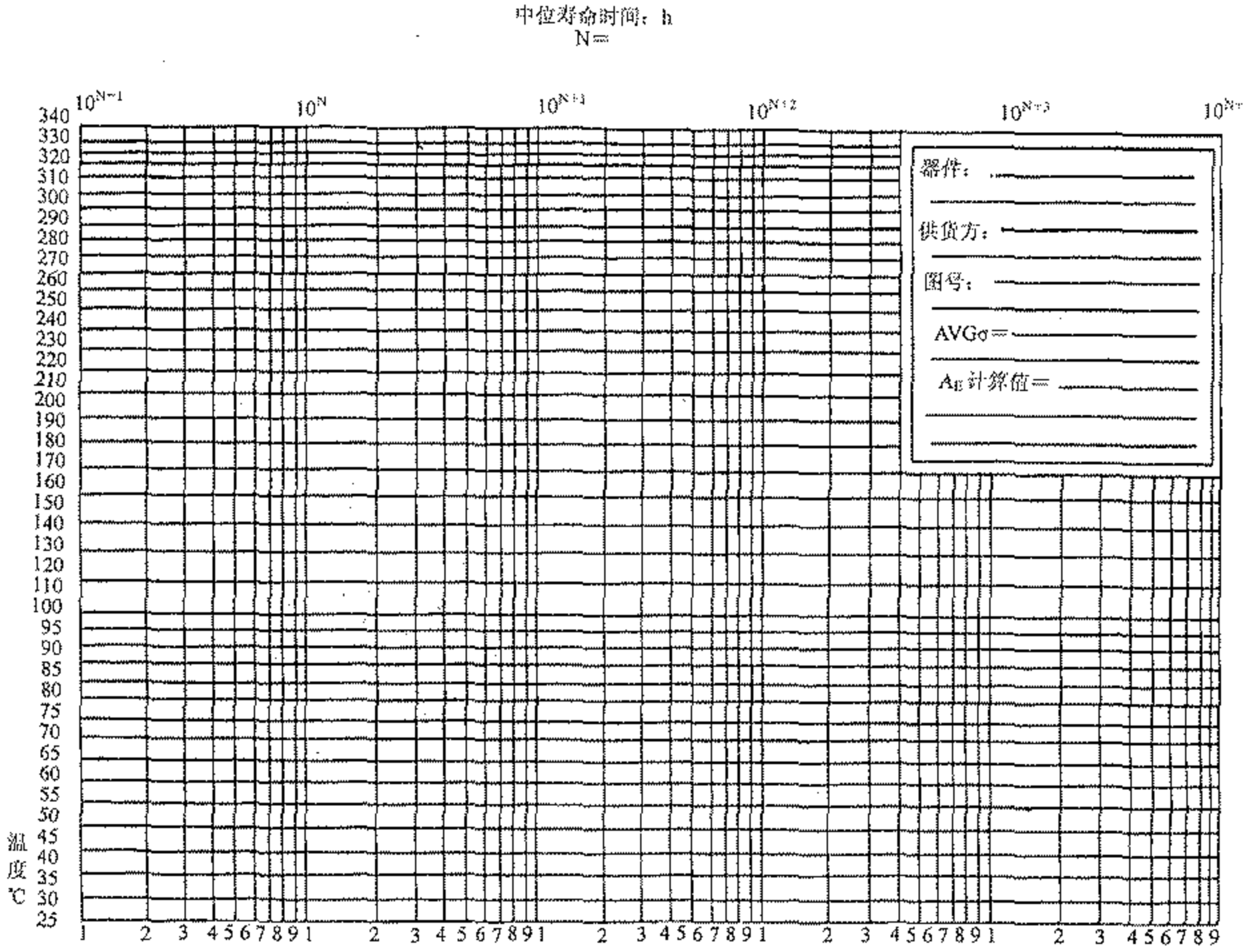


图 2　*Arrhenius* 图　高温工作试验　加速寿命

标准搜搜网 bzsoso.com

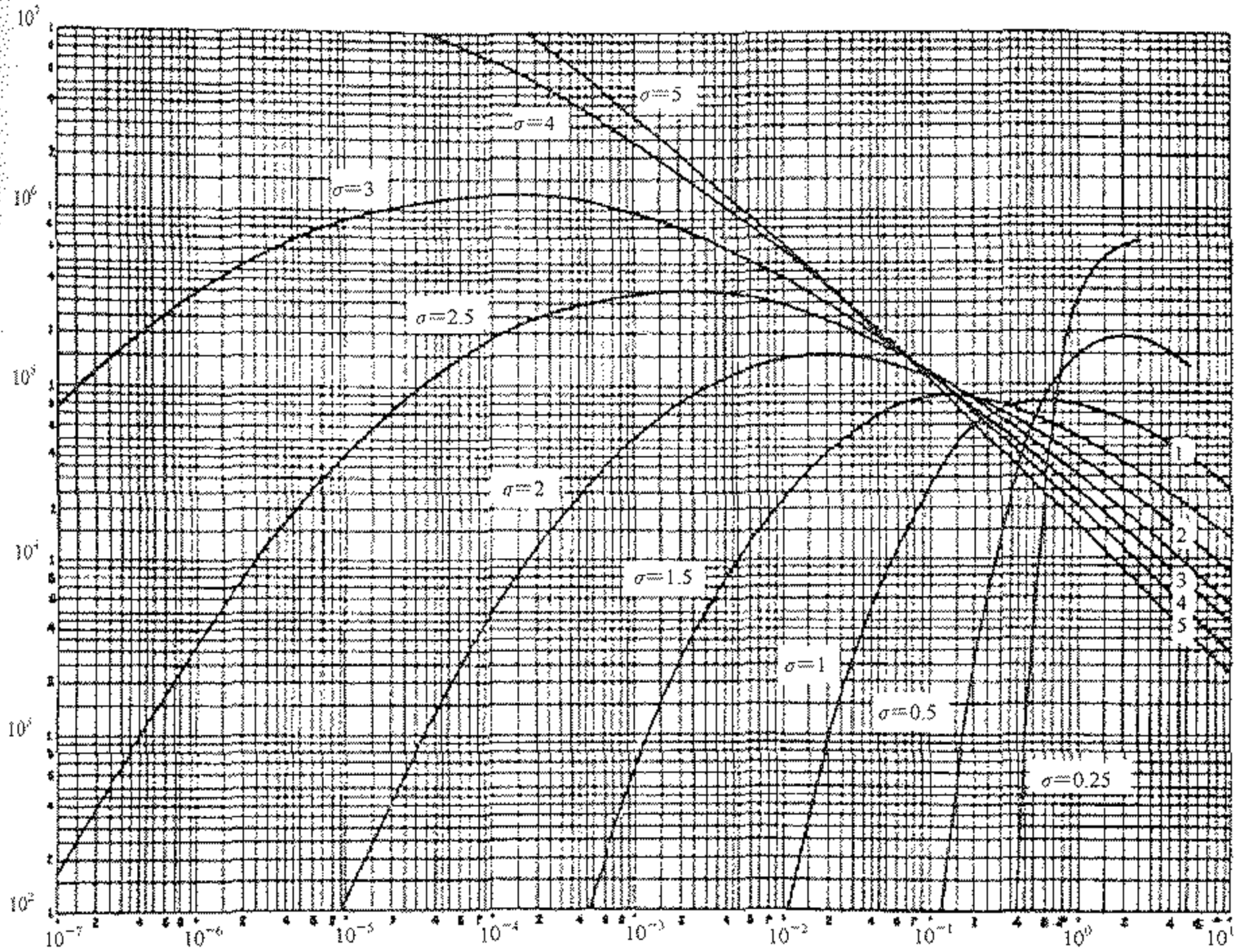


图 3　对数正态分布失效率

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1017　中子辐射

1　目的

中子辐射试验是为了测定半导体器件在中子环境中性能退化的敏感性。中子辐射是一种破坏性试验。本试验的目的是：检测和测量半导体器件关键参数的退化与中子注量的关系；确定规定的半导体器件参数在接受规定等级的中子注量辐射之后是否在规定的极限值之内(见第 4 章)。

2　设备

2.1　试验仪器

辐射试验中采用的测试设备应是能测量所要求的电参数的标准试验室电子试验仪器，如电源、数字电压表和皮安培计。参数测试方法和校准应按本标准或 GJB 128 中相应部分的要求。

2.2　辐射源

试验中采用的辐射源应是 TRIGA 脉冲堆或快中子脉冲反应堆。可根据情况，采用脉冲或稳态模式工作。应采用订购方接受的一种辐射源。

2.3　剂量测定设备

剂量测定设备有：

a)　快中子阈值活化箔，例如 ^{32}S、^{54}Fe 和 ^{58}Ni；

b)　CaF_2 热释光剂量计 TLD；

c)　适用的活化箔计数及 TLD 读出设备。

2.4　剂量测定

2.4.1　中子注量

通过测定与被试器件同时受辐射的快中子活化箔如 ^{32}S、^{54}Fe 和 ^{58}Ni 中感生的放射总量可获得用于器件辐射的中子注量。把活化箔中测得的放射量换算到中子注量的标准方法由有关标准给出。

由箔的放射量换算到中子注量，应采用有关方法来决定入射在箔上的中子谱。一旦确定了中子能谱，并计算出等效的单能注量，就应在随后的辐射中采用适当的监测用箔如(^{32}S、^{54}Fe 和 ^{58}Ni)确定中子注量。所以，中子注量是利用每个监测响应的等效单能中子注量来描述。利用监测箔指示出等效的单能中子注量仅仅在能谱保持不变的情况下才是正确的。

2.4.2　剂量测量

如果在器件辐射试验中要求检测吸收的 γ 射线量分量，那么就应采用 CaF_2 热释光剂量器(TLD)或等效的方法来确定。

3　程序

3.1　安全要求

经中子辐射的部件具有放射性。经历过辐射环境的试验样品或设备应按有关文件要求进行处理和贮存。

3.2　试验样品

除另有规定外，试验样品应随机选择至少 10 个器件。全部器件应符合该器件规范要求。每个样品应单独编号，以便试验前后能够识别和比较。

3.3　辐射前

3.3.1　电测试

应按要求对每个器件进行辐射前的电测试，当规定了参数变化量(Δ)极限值时，应记录辐射前数据。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.3.2　辐射准备

每个器件应不加偏压安装固定，并且其外引线或者全部短路，或者全部开路，MOS 器件或含有MOS 元件的任何微电路，其全部外引线应短路。需采用合适的安装夹具，它能夹持样品和必须的剂量计(至少一个中子活化箔，如要求检测吸收的 γ 射线分量还需一个 CaF_2 热释光剂量计)。安装夹具的形状应取决于所采用的反应堆形式，并应与反应堆有关工作人员一起讨论决定。试验器件应安装得使全部样品上的中子注量总变化不超过 20%。反应堆工作人员应确定夹具位置和达到规定的中子注量等级所要的适当的脉冲大小或功率时间乘积。

3.4 辐射

试验器件和剂量计应接受规定的中子注量辐射，使反应堆在脉冲或功率模式中工作均可达到辐射等级。若要求多次辐射，在每次辐射后应进行辐射后电测试(见 3.5.1)。每个辐射等级要求一套新的剂量计。因为中子效应是累计的，所以必须确定每次附加的辐射，以得到规定的总累计注量。全部辐射应在20℃±10℃下进行，并推算出 1MeV 等效剂量时的情况。

3.5 辐射后

3.5.1 电测试

只有在试验场地对样品作清洁处理后，才能把它们取走。从辐射起直至进行电测试，样品器件的温度必须保持在 20℃±10℃。规定的电测试应在完成辐射之后 24h 内完成。如果残余的放射性物质高于安全操作的规定，在试验后进行电测试前的经历时间可延长到一周。或者是采取措施进行远距离测试。必须记录每个器件在每次辐射后的全部要求的数据。

3.5.2 异常分析

器件具有事先确定的参数退化特性(如双极晶体管的 h_{FE} 退化超过规定值)，就应按方法 5003 进行失效分析。

3.6 报告

报告应至少包括器件型号、序列号、承制方、控制规范、日期代码和承制方给定的其他识别号。每张数据表应包括辐射试验日期、电测试条件、辐射级别环境条件以及测试数据。当不是采用规定的试验电路时，数据应附有参数测试电路。试验期间出现的不规则现象应在数据的脚注中作充分的解释。

4 说明

有关订购文件应规定以下内容：

a) 器件型号；
b) 如不按 3.2 中的规定，则要规定参与试验的每种型号的器件数量；
c) 在辐射试验前后要测量的电参数；
d) 合格和失效判据，对被试验器件的记录要求；
e) 关于异常特性的判据；
f) 放射辐射等级；
g) 测试仪器要求；
h) 如不按 2.3 的规定，则应规定对辐射剂量计的要求；
i) 如不按本方法的规定，则规定采用的环境温度；
j) 对数据报告和提交的要求(见 3.6)(适用时)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1018.1　内部水汽含量

1　目的

本试验的目的是测定在金属或陶瓷封装器件内部气体中的水汽含量。它可以是破坏性试验(程序 1 和程序 2)；也可以是非破坏性试验(程序 3)。

2　设备

根据所选择的不同程序，本试验所需设备如下。

2.1　程序 1 所用设备

程序 1 是用质谱仪测量器件内部的水汽含量，所需设备如下：

a)　一台质谱仪，符合以下要求：

1)　谱范围　质谱仪可以读取到的最小谱范围应在 1～100 原子质量单位(AMUs)。

2)　检测精度　它能对给定的封装再现地检测出规定的水汽含量，其精度为 20:1。即对于 0.1cm^3，允许水汽含量为 0.5%(5000ppm)。质谱仪应具有检测出 0.01cm^3 封装体积内水汽含量小于 0.025%(250ppm)的最小检测精度。最小体积被认为是最坏的情况。水汽含量由标准的产生方法建立(即两种压力、分流或低温方法)。

3)　校准　质谱仪的校准是在规定水汽允许范围(偏差为 20%)下，利用一个封装模拟器来完成的。该模拟器利用对已知水汽含量(偏差为 10%)的体积连续取样排气，且能重复性地产生至少三种已知的气体体积(偏差为 10%)。湿度露点分析仪应至少一年校准一次。校准记录应每日保留。由这种方法得到的气体分析结果必须在至少由两个(体积和浓度)校准点所确定的湿度范围或极限值的范围内才成立(即在 0.01cm^3～0.1cm^3 为 0.5%(5000ppm)或在 0.01cm^3～0.1cm^3 为 0.1%～0.5%(1000ppm～5000ppm))。应采用最佳拟合曲线核准体积校准点。无法满足这个范围的系统应该使用一种有由鉴定机构认可的同等方法。应要求对与校准点之间平均值的偏差大于 10%的灵敏度因子进行修正。

注意：建立把通过气体加湿的气流的水汽含量和露点传感器读数进行比较以确保传感器的精确性。下面的方程式用于计算气流通过气体加湿器的水汽含量百分比(X)：

$$X=\text{水汽含量}(\%H_2O)=Pv\ 100/(0.0145Pg+0.7519Pa) \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

Pv——基于摄氏度水温下的水汽饱合蒸汽压力，mb；

Pg——加湿器内的气体压强，mb；

Pa——大气压力，mb。

4)　对于其他气体的校准对于所有在含量大于 0.01%体积的气体都应该校准。至少应该包含在 3.1c)中所列的气体。这些应用的气体校准在大约 1%体积含量上，作为每年校准需求的一部分，除了碳氟化合物：应用于 0.02%(200ppm)的含量；氮气：应用于大于 80%的含量。氦气：应用于大于 10%的含量。氧气：应用于大于 20%的含量。

5)　校准检查系统校准应该在试验当日实施于所有其他试验之前。这包括规定要求水汽含量为 0.5%±0.1%(5000×(1±20%)ppm)湿度校准样品，并把结果和校准样品进行比较得出的湿度读数应该在校准样品的 0.025%(250ppm)湿度水平内。这个校准检查可以替代当日实施于所有其他试验之前的校准。

b)　能放置器件的一只开口真空箱和使器件与 2.1a)中的质谱仪相连接的真空传递通道。系统应该保持在等于或大于设备温度的一个稳定的温度值。开口真空箱中夹具对样品的夹持必须满足 2.1c)刺穿装置的要求，在刺穿前使器件保持在 100℃±5℃达 10min 以上。

标准搜搜网 bzsoso.com

注：样品从烘箱到插入到器具中的时间不大于 5min，如果超过 5min，应回重新烘烤到 100℃±5℃为止。

对于系统的最先确认或适用性扩展，使用外部固定的系统上的设备(夹具)温度应这样描述：放一个热偶到相同质量，体积，结构尺寸的空设备(夹具)的洞穴中去。这种方法可以保证器件的温度在最小 10min 内达到 100℃±5℃。这些记录应该被测试实验室保留。

c) 开口真空箱内或传递通道内(见 2.1b))刺穿装置的功能是刺穿样品壳体(不降低质谱仪箱的真空并不破坏壳体的密封媒质)，以使样品内部气体逸出，进入真空箱体和质谱仪。

注：从真空箱壁外经过可伸缩的软管驱动的尖头刺穿工具可用来刺穿金属和陶瓷两种封装。陶瓷封装的封盖可用砂磨法使之局部变薄以利于定位穿刺。

2.2 程序 2 所用设备

程序 2 采用累积计算 50℃时由干燥的载体气体收集到的水汽，通过对两者合成的湿气的方法来测定器件的水汽含量。所需的设备如下：

a) 一台电子积分检测器和湿度传感器，它能重复地检测出被试封装内 0.03%±0.005%(300ppm±50ppm)的水汽含量。以 μg 为单位的水汽绝对灵敏度除以计算得到的被试器件中的气体质量然后再修正到 ppm，得到水汽含量值。

b) 一个与 2.2a)中的积分检测器相连的刺穿箱或盒子，用来放置器件样品并在测量期间使其温度保持在 100℃±5℃。刺穿箱应按刺穿装置要求夹持样品。刺穿装置打开封装的方式应能使包含的气体被运载气体携出或用驱气的方法排出，传感器和与刺穿箱的连接部分维持在 50℃±2℃。

2.3 程序 3 所用设备

程序 3 通过测量已校准的湿度传感器或集成电路芯片响应的方法来测定器件中的水汽含量。湿度传感器和集成电路芯片应密封在器件封壳内，在封装的外部有可利用的引线端。所需的设备如下：

a) 湿度传感器和能检测出含量为 0.03%±0.005%(300ppm±50ppm)的水汽含量的读出仪器。传感器安装在密封器件内部。

b) 被测试器件上的金属走线，它们与器件之间用反向偏置二极管隔离，当被连接作为桥式网络一部分时，可检测出腔内 0.2%(2000ppm)水汽含量。芯片应以某种方法致冷，使芯片表面为腔内最冷点。器件先被致冷到露点以下，然后再加热到室温，构成一个完整的试验周期。

注：合适的传感器可以包括位于硅片氧化层上的平行或梳状结构的金属窄条和具有金属表面电极的多孔阳极氧化铝结构。

表面电导型传感器不能用于没有外封装壁绝缘的金属封装内。在采用传感器时，应成为壳体腔内最冷表面。需注意，有些表面电导型传感器要求的离子含量大于陶瓷熔封双列封装内的离子含量。在任何情况下，应建立与程序 1 中用质谱仪剂量的对照关系，清楚地表明传感器读出能确定腔体内水汽是大于还是小于 100℃时规定的水汽含量极限。

3 程序

应按照程序 1，程序 2，程序 3 的要求进行内部水汽含量测试。所有器件在把热导入器件之前，应在 100℃±5℃下预烘 16h～24h。应该能监测在预烘阶段发生断电情况，以及多长时间温度达到 100℃±5℃。在外部烤箱烘烤的器件在断电且温度降至 100℃±5℃超过 1h 的情况下，应对器件至少再重新烘烤 12h 以上。

注意：建议送到实验室的样品应包含关于制造过程的信息。包括：封装温度，封装压力，封装气体，内部空腔体积。穿孔点的盖板厚度，盖板材料以及穿孔点的位置。

3.1 程序 1

器件应按试验方法 1014 进行密封试验，并且不应存在可能影响水汽含量测定精确度的任何表面沾污。

标准搜搜网 bzsoso.com

器件插入后，把器件和真空箱用泵抽气并在 100℃±5℃的温度下烘培，直至背景压力达到不妨碍规定的测量精度和灵敏度为止。抽气后，应刺穿器件外壳或盖板，并采用质谱仪测量释放气体的下述特性：

a) 刺穿器件封装释放气体时箱内压力将增加。若增压小于封装体积的标准压强下的 50%，则表示：
   1) 没有完全刺穿；
   2) 器件的壳体不密封；
   3) 封装内部未包含常规气压值。
b) 释放气体的水含量，按单位体积的百分比或占总体积的气体体积比 ppm 表示；
c) 以下其他气体的比例(按体积)：氮、氦、Mass 69(碳氟化合物)、氧、铝、氩、氢、二氧化碳、甲烷、氨和其他溶剂(必要时)。对所有按体积计其含量大于 1%的气体都应计算。应对数据做简化处理，即要消除在计算湿度含量时由于其他气体元素对分裂形式的影响。应对系统其他影响(例如在内部环境中存在氢的百分含量)都应进行数据校正。

出现下列情况的器件应拒收：

a) 水汽含量大于规定最大值的器件应视为失效。
b) 存在如 3.1a)所述的异常低的总气体含量的器件，如不能替代应视作失效。这样的器件可用同一组中的其他器件代替，如果替代的器件存在的总气体含量对于该型号属正常范围，那么替代的和原来的器件都不能因此而被视为失效。
c) 对含有干燥剂和有机物器件的数据分析应在动态测量系统中对 95%的气体进行分析之后结束，或者对静态系统在压力稳定了 2min 之后获取数据，或者在 100℃时腔体内达到平衡状态时真实测量环境湿度值的任一种方式获取数据。

3.2 程序 2

器件应按试验方法 1014 进行密封试验，并且不应存在可能影响水汽含量测定精确度的任何表面沾污。

器件插入刺穿箱后，使气体流动通过该系统，直至探测器输出达到稳定基线值。应在气体连续流动时，刺穿被测器件封装并收集释放湿气直至探测器再次达到基线读数。另一种方法是把气体输送到含有一只湿度传感器和一只压力指示仪的储备箱中。通过注入已知量的湿气或打开湿气含量已知的封装来校准系统。

出现下列情况的器件应拒收：

a) 水汽含量(按内腔体积)大于规定最大值的器件应视为失效。
b) 从刺穿箱中取出后应检查器件，查明封装是否已完全打开。如果该器件封装未被刺穿，又未从同一组中抽出另一个器件进行试验，则该器件就应视作失效；如果重新试验样品或替代器件，证明器件封装业已被刺穿且符合规定的水汽含量标准，则样品就应视为通过了该试验。
c) 在驱气时渗水的封装将是潮湿的，应视为失效。在抽真空情况下必须按 3.1a)测量标称压力的升高。

3.3 程序 3

湿度传感器应在已知水汽含量的气氛中校准，例如可采用合适的盐饱和溶液或稀释液。应证明在封装密封后可检查传感器校准，或者打开器件封盖对传感器进行密封后的校准。

湿度传感器应密封在器件封装中，或当有规定时，密封进同类型的模拟封装中。应按与试验器件相同的工艺、相同的芯片附着材料、相同的设备上、在相同的时间周期内进行密封。在等于或低于 100℃之下，用测量温度传感器响应的方法来测量水汽含量。在传感器对程序 3 的适用性认可之前，必须确定它与程序 1 的对应关系。应证明封装环境和传感器表面不存在有机溶剂之类的任何沾污材料，这样的沾污材料可能会产生比实际湿度低的读数。

标准搜搜网 bzsoso.com

出现下列情况的器件应拒收：

水汽含量大于规定最大值的样品视为失效。

4 执行规定

采用方法 1018 的适用性应由鉴定机构对特定极限值及体积进行认定。方法 1018 核准程序和适用性研究被设计为：在确定一个样品是否通过规定的权限值时，一个试验室与另一个试验室间的差别不超过±20%。测得的在适用范围(水汽含量－体积)以上或以下的水汽量不得看作为可靠的数据。这个超出范围的数据仅表示相对的概念，并且仅仅是在与一个试验室的结果进行比较时才采用。对于 0.5%(5000ppm)的规范极限值，如果用下面的修正因子修正，应该使用于被使用的所有容积。

对于容积小于 0.01cm^3 器件：

$$C_T=(Tr+273)/(Ts+273) \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

C_T——修正因子(温度)；

Tr ——室内温度，℃；

Ts ——封装温度，℃。

对于在真空环境下封装的器件：

$$C_p=Ps/Pa \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：

C_p——修正因子(压强)；

Ps ——封装的气体压强；

Pa ——大气压力。

如果使用修正因子，应该满足下面的要求：

水汽(修正后的)＝水汽(测得的)×C_x

C_x为可适用的修正因子，如 C_T、C_P或 $C_T \cdot C_P$。

当一些分析试验室证明这方面的能力有了提高，应由鉴定机构对该试验室扩大适用的范围进行认可。

5 说明

有关订购文件应规定以下内容：

a) 采用一个特定程序(见第 3 章)时的程序 1、程序 2 或程序 3；

b) 在试验方法 5005、5008 或 5010 规定的适用性的范围内，允许的最大水汽含量。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1019.2　电离辐射(总剂量)试验程序

1　目的

本试验程序规定了对已封装的半导体集成电路进行钴 60 γ 射线源电离辐射总剂量作用的试验要求。此外，本程序给出了评价低剂量率电离辐射对器件作用的加速退火试验。这种退火试验对于低剂量率或器件可能呈现明显时变效应的某些应用情况是很重要的。本程序只包括稳态辐射，并不适用于脉冲型辐射。本试验可能使受辐射器件电学特性产生严重退化。因此，应被视作为破坏性试验。

1.1　术语和定义

1.1.1　电离辐射效应　ionizing radiation effect

由于辐射诱生电荷引起的器件电参数的变化。也称之为总剂量效应。

1.1.2　辐射中测试　in-flux test

辐射期间对器件进行的电测试。

1.1.3　非辐射中测试　not in-flux test

除辐射期间以外的任何时间对器件进行的电测试。

1.1.4　移地测试　remote test

将器件从辐射位置移开后对器件进行的测试。

1.1.5　时变效应(TDE)　time dependent effect

辐射后，由于辐射诱生陷阱电荷的生长和(或)退火引起的电参数明显退化。在辐射期间也会发生类似的效应。

1.1.6　加速退火试验　accelerated annealing test

利用提高温度加速时变效应的试验程序。

1.1.7　增强低剂量率敏感度　enhanced low dose rate sensitivity(ELDRS)

用于指某一样品在剂量率低于 0.5Gy(Si)/s 时，增强辐射产生的破坏。

1.1.8　过剂量测试　overtest

指一个因子，它应用于一个规定的剂量，该剂量决定样本在规定级别符合要求必须通过的测量剂量水平。如一个过计量测试因子为 1.5 意味着那个样品必须要用规定剂量的 1.5 倍进行测试。

1.1.9　参数 Δ 设计容限　parameter delta design margin(PDDM)

设计容限指的是一个电参数的辐射诱发变化。PDDM2 指在一个特定剂量下辐射后的变化值乘以 2 再加上辐射前的值来看样品是否超过了辐射后参数的限制。比如：辐射前的 Ib 值是 30nA，辐射(200Gy(Si))后是 70nA(Ib 相差 40nA)，那么，对于 PDDM2 来说，其值应为 110nA(30nA+2×40nA)如果可接收的辐射后限度为 100nA，那么这个样品为失败。

2　设备

设备应包括辐射源、电测试装置、试验电路板、电缆、接线板或开关系统、合适的剂量测定系统以及恒温箱(若需要进行时变效应测量或提升温度辐射时)。应遵循适当的预防措施，使电测试系统具有足够的绝缘、完好的屏蔽、良好的接地以及适当低的噪声特性。

2.1　辐射源

试验所用的辐射源应是钴 60 γ 源的均匀场。除另有规定外，在器件被辐射的范围内用剂量测定系统测得的辐射场均匀性应为 10%。钴 60 源的 γ 射线场强度大小的变化为±5%，器件与辐射源之间位置的变化以及辐射吸收和散射材料的存在会影响场的均匀性和强度。

2.2　剂量测试系统

应提供合适的剂量测定方法完成 3.3 要求的测量。

标准搜搜网 bzsoso.com

2.3 电学测试仪器

电学测量用的全部测量装置应具有精确测量电参数所需要的稳定性、准确性和分辨率。在辐射环境中工作的全部装置应予以适当屏蔽。

2.4 试验电路板

待辐射的器件应与辐射期间器件偏置所需的或辐射中测量所需的有关电路一起，安装在试验电路板上或与电路板连在一起。除另有规定外，在辐射期间器件引出端以及其他可能影响辐射响应的引线皆应电连接，即不得浮置。整个试验电路板的几何形状和材料应能使被试器件得到均匀辐射。应采用良好的设计和结构以防止振荡，把漏电流减到最小，防止电损坏，并得到精确的测量。只有能抗辐射的并且没有显著漏电(相对于被试器件而言)的插座才能用来将器件和相关的电路与试验板连在一起。在辐射场中反复使用的所有设备应定期检查其物理或电性能的衰退。

试验板本身使用的元器件应对累积的辐射不敏感，或者应将其与辐射相屏蔽。试验夹具所用的材料应对受试器件处的辐射场强度均匀性不产生影响。应在辐射场外测量夹具的漏电流。在插座中不插装器件，将试验电路板与试验系统连在一起，使所有可能起作用的噪声和干扰源处于工作状态，施加器件试验时的最大偏置，任两个引出端之间的漏电流不应超过辐射前器件规范中电流最小极限值的 10%。加速退火试验中对器件施加偏量的试验电路板必须能够经受加速退火试验中的温度要求，并在试验前和试验后均应检查其物理和电学性能的退化情况。

2.5 电缆

在辐射场中连接试验电路板到试验装置的电缆，应尽可能地短。如果必须使用长电缆，可能需要采用线驱动器。电缆对地应具有小的电容和低的漏电，并要求在导线之间具有低的漏电。

2.6 互连或开关系统

该系统应位于辐射环境场地的外部，在试验装置与被试器件之间提供接口，它是整个试验系统的一部分，应遵循 2.4 关于端点之间漏电的规定极限。

2.7 环境试验箱

如果需要提高温度辐射，辐射温箱应该能使电路被辐射时维持在 100℃±5℃。温箱应该能在测试时在辐射前一个合理的时间内把电路从室温升高到辐射的温度。也能够在测试时(在辐射后小于 20min 内)把温度从辐射温度降低到室温。在升温和降温时，这种辐射偏差需要维持。升高，维持，降低电路在测试时的温度应用一个加热槽进行，加热槽使用加热或制冷液，也可以用交替冲入热、冷空气的方法，或者是其他可以得到正确结果的方法。

3 程序

对试验器件应按规定的试验计划进行辐射和加速退火试验(若进行时变效应试验时有要求)。该试验计划阐述了器件说明、辐射条件、器件偏置条件、剂量测定系统、工作条件及测量参数和条件以及加速老化试验条件(需要时)。试验流程见图 1。

3.1 样本的选择和处置

只有通过了试验计划中规定的电特性指标的器件才可作辐射试验。除另有规定外，试验样品应从母体中随机抽选并具有相同的封装类型。每个器件应单独编号，以便在辐射前后能进行识别比较。对于静电放电敏感器件类型，应采用适当的处置措施以防止器件的损坏。

3.2 老炼

对于某些器件，在老炼前和老炼后，其总剂量辐射响应是不同的。除非以前有试验证明或设计上证明老炼对总剂量辐射的响应可以忽略(电参数符合辐照后规范)。否则必须做下述工作之一：

a) 承制方在进行总剂量辐射测试前，应按规定条件对样品进行老炼；

b) 承制方应提供用户可以接受的修正因子，把经过老炼样品的总剂量辐射响应考虑进去，修正因子用于修正未经老炼样品的辐射响应。

标准抽抽网 bzcccc.com

3.3 剂量测定

试验前应依据实际情况采用剂量测定仪器或用源衰变修正计算的方法确定受试器件所在位置的辐射场强度，以保证符合试验等级和均匀性要求。应采用下述两种方法之一确定受试器件经受的剂量：1)辐射期间用合适的剂量测定仪器测试。2)对原先的剂量测定值进行修正，得到间隔时间中钴 60 源强度衰减。采取合适的修正方法将测量的或计算得到的剂量测试材料中的剂量转换为受试器件中的剂量。

3.4 铅/铝(Pb/Al)容器

试验样品应放在 Pb/Al 容器中，以减小由低能散射辐射引起的剂量增强效应。容器外层要求至少为 1.5mm 厚的铅，内层屏蔽层至少为 0.7mm 厚的铝。这种 Pb/Al 容器对 Si 以及对如 CaF_2 产生近似的带电粒子平衡。在下述三种情况下应测量 Pb/Al 容器内部的辐射场强度：1)开始时；2)源变换时；3)源、容器或试验夹具的方向或结构变化时。测量时应将剂量计(例如一个 TLD)放于器件辐射容器中近似在受试器件所在位置。如果能证明，低能散射辐射足够小，以至不会因剂量增强效应引起剂量测定误差，也可不用 Pb/Al 容器。

3.5 辐射等级

试验器件应接受试验计划中规定的剂量等级(±10%内)的辐射。如果需对一组试验器件辐射多次，应在每次辐射后进行辐射后电参数测量。

3.6 辐射剂量率

对于双极和 BiCMOS 线性或混合信号器件的辐射剂量率，如果在最低剂量率低于 0.5Gy(Si)/s 的应用场合中使用，应该由以下的 3.13 的描述来决定。用于低剂量应用的部分，除非它们已经被证明没有 ELDRS 反应，否则就应该使用条件 C、条件 D、条件 E。

注：对于同时包括 CMOS 和双极结构的器件应该要求进行各种子条件的质量检验以确保 ELDRS 和传统的 MOS 效应都被测量到。

3.6.1 条件 A

对于条件 A(标准条件)，剂量率范围应为 0.5Gy(Si)/s 到 3Gy(Si)/s。在一个系列试验中每种辐射剂量等级的剂量率可能不同，但是在辐射期间，剂量率的变化不应超过±10%。

3.6.2 条件 B

对于条件 B，仅对 MOS 器件来说，如果在目的应用中最大剂量率小于 0.5Gy(Si)/s，那么这些测试的部分应该统一执行剂量率大于或等于目的应用的最大剂量率的测试。除非遇到 3.12.1b)中的特例情况，3.12.2 中的加速退火试验应被执行。

3.6.3 条件 C

对于条件 C，(作为一个替代)测试应在每个测试部分都允许的那个剂量率下进行。

3.6.4 条件 D

对于条件 D，仅对双极和 BiCMOS 线性或混合信号电路而言，除非规定剂量大于 250Gy(Si)，否则每个部分的辐射都应该小于或等于 0.0001Gy(Si)/s，对于辐射剂量大于 250Gy(Si)，总的辐射时间应该大于或等于 1000h，剂量率应该由总剂量(包含过计量测试因子)和辐射时间决定。

3.6.5 条件 E

对于条件 E，仅对双极和 BiCMOS 线性或混合信号电路而言，如果规定剂量小于或等于 500Gy(Si)，每个部分的辐射应该在 0.005Gy(Si)/s 到 0.05Gy(Si)/s 之间。条件 E 应用于 100℃±5℃的高温辐射，不应该被应用于规定剂量大于 500Gy(Si)的器件，除非能证明高温辐射的测试能提供一个保守的边界(对于低剂量反应在超过 500Gy(Si)的规定水平辐射。

3.7 温度要求

以下要求应该应用于室温以及高温度辐射。

3.7.1 室温辐射要求

因为辐射效应与温度有关，受试器件在辐射时，从试验箱中靠近夹具的位置测得的环境温度应为

标准搜搜网 bzsoso.com

24℃±6℃应在 25℃±5℃的环境温度下对被试验器件进行电测试。如果将器件放至异地测试位置或其他位置，不允许试验器件的温度比辐射环境温度高 10℃以上。若要求其他温度范围，应作出规定。

3.7.2 高温度辐射

对于应用双极和 BiCMOS 线性或混合信号电路的剂量，被测试器件应在从试验箱中靠近夹具的位置测得的 100℃±5℃的环境温度下进行测试。

3.8 电性能测试

在试验计划中应规定需进行的电参数测量和功能测试。作为对测试系统以及辐射前、后数据正确性的检验，应按常规的器件规范中给出的工作条件至少测量一个控制用样品。对于自动测试设备，如果器件结温的上升能减至最小，就可以不限制试验顺序。对于手工测试，所选择的参数测试顺序应使测试周期尽可能短。当进行一系列测试时，应该安排好操作顺序，使器件在最初测试时功耗最低，在随后的测试中功耗逐渐增加。应在同一个测试系统上进行辐射前后的电测试，对同一试样中器件的每一个电测试系列应保持相同的测试顺序。合适时应采用脉冲型电参数测试，以防止加热及随后的退火效应。要进行加速老化试验(见 3.12)的器件可进行辐射前的老炼，以消除老炼有关的失效。

3.9 试验条件

试验计划中应规定采用辐射中测试还是移地测试(这取决于获得的数据的预定用途)。采用辐射中测试可以有助于避免由辐射后时变效应引起的变化。但是如果器件在静态偏置下接受辐射，而进行电学测试时要求在总的辐射周期中相当一部分时间内要采用动态偏置，这将会引进误差。移地测试一般可进行广泛的电测试，但如果发生明显的辐射后时变效应，将导致错误的结果。

3.9.1 原位测试

在进行辐射之前，应对于每个试验器件检查其规范规定的功能。在整个系统处于辐射试验的位置后，应检查系统的连接、漏电(见 2.4)和噪声电平是否符合要求。对具有已知电参数值的控制用器件，按试验方案中所要求的全部工作条件进行测试，以确定该系统工作的正确性和稳定性。这种检验性测试应在插入试验器件前和(或)在辐射后将试验器件取出后进行。

3.9.2 移地测试

除另有规定外，将器件从辐射源移至移地测试以及返回原位再作辐射时应去掉偏置，将器件外引线插入导电箔(或类似短路方式)，这将使辐射后的时变效应减至最小。

3.9.3 偏置和负载条件

辐射或加速老化期间的试验器件偏置条件应采用试验计划中规定的条件，其变化范围为±10%。如果知道的话，选取试验器件所用的偏置，应能产生在预定使用情况下的最大辐射感生损伤或最坏情况损伤。应按试验计划要求，对每个器件维持规定的偏置。辐射前和辐射后均应及时检查偏置。选定负载时应注意，使结温的升高减至最小。

3.10 辐射后的程序

除另有规定外，应遵循以下时间间隔：

a) 从一次辐射的终点起到测试开始之间的时间间隔，最多为 1h。除非使用条件 D，这种情况下，最多为 72h。

b) 若要进行多次辐射时，进行电测试以及将同一器件送回作下次辐射的时间，应在上次辐射结束后的 2h 内完成。除非使用条件 D，这种情况下，最多为 120h。

为减小时变效应，这些时间间隔应尽量短，在试验系列中，参数测试顺序应保持不变。

3.11 补充的室温退火试验

对于在非常低剂量环境中(如空间飞行的剂量率)的一些器件，3.1～3.10 的试验条件过于保守。即使试验在较高剂量率(如 0.5Gy(Si)/s～3Gy(Si)/s)下进行，补充的室温退火试验可估计在非常低剂量率环境的器件特性。这个程序包括按 3.1～3.10 试验的器件，在试验后，对器件进行一定时间的室温退火(见 3.11.2c))，使得与漏电有关的，超出辐照前规范的参数返回到规范要求值以内。若经 3.1～3.10 的试验

标准搜搜网 bzsoso.com

后，在器件的较软氧化层内建立的俘获正电荷是引起失效原因，且这些俘获正电荷在退火时消失速率快，这个程序将导致较高的器件接收率。

用下列判据确定是否进行延伸的室温退火试验：

a) 器件结构为 MOS 或双极型；

b) 被试器件在总剂量辐照范围内只发生参数失效；

c) 在可能的情况下，室温退火时间应足够长，以便使参数回到辐照前的规范内，或回到承制方规定的辐照后的规范内。但时间不应超过 t_{max}。

$$t_{max}=D_{spec}/R_{max} \quad (1)$$

式中：

D_{spec}——是器件电离总剂量；

R_{max}——是应用时的最大剂量率。

d) 按照 3.7 和 3.8 规定的器件性能，如果补充的室温退火试验后器件电性能测试，尽管在此之前的 3.1～3.10 试验后器件失效，仍应认为器件性能对于低剂量率的工作环境是可接受的。

3.12 MOS 加速退火试验

加速退火试验提供了一种在小剂量率(0.5Gy(Si)/s)环境下评价 MOS 器件最坏情况退化的方法。其程序包括辐射后在一定的偏置条件下对器件加热规定的时间。当时变效应(TDE)导致严重退化甚至失效时，应进行加速退火试验(见 3.12.2)。只有在已经知道时变效应不会引起器件严重退化或失效(见 3.12.1)或按 3.12.1 规定不需要考虑 TDE 时才可以仅进行 3.1～3.10 规定的标准试验。

3.12.1 进行加速老化试验的必要性

试验方应采取合适的步骤确定是否需进行加速退火试验。应采用下列判断标准：

a) 对任何包含有 MOS 结构电路元件(即：晶体管或电容器)的器件或电路应进行 3.12.2 要求的试验。

b) 在下列情况下，可不进行 TDE 试验。

1) 已经知道电路按设计，要求不包含 MOS 单元。

2) 若知道使用情况下电离剂量低于 50Gy(Si)。

3) 若知道在预定的使用中，器件从开始接受辐射时算起其寿命小于 TDE 时间。

4) 试验中采用的是在预定使用情况下的剂量率。

5) 通过表征试验，业已证明，该器件类型或 IC 工艺，并未表现出器件参数 TDE 变化大于试验误差(或大于规定的上限)，而且也已证明影响 TDE 响应的变量对于特定的生产方工艺过程已处于受控状态。作为起码要求，上述表征试验应包括评价 TDE 对传输延迟、输出驱动、最小工作电压参数的影响、对影响 TDE 变量的连续工艺控制状态可通过 MOS 测试结构的辐射加固批取样试验得到证明。

c) 本文件对于不包括 MOS 电路元件的工艺进行加速老化试验的问题未提供指导意见。

3.12.2 加速老化试验程序

如果器件按试验计划或详细规范中规定的总剂量等级通过了 3.1～3.10 或 3.11(若使用了该程序)，试验且不属于 3.12.1 中规定可不进行 TDE 试验的情况，应按下述要求进行加速退火试验。

a) 附加试验

1) 采用标准试验条件(3.1～3.10)使每个器件再接受 0.5 倍规定剂量的附加辐射。注意，这时不需要进行电学测试。

2) 如果通过表征试验能证明下列结果，可不进行 3.12.2 a) 1) 中规定的附加 0.5 倍辐射。

——电路传输延迟、输出驱动、最小工作电压参数中没有一个恢复至辐射前的值，该值是大于 3.12.2 b) 试验加速退火试验中的值。

——辐射和加速退火试验中采用的辐射偏置是在加速老化时这些参数响应的最坏偏置。建

标准搜搜网 bzsoso.com

立最坏情况辐射和加速退火试验偏置的表征试验应在规定的级别进行。这种试验至少应包括在静态和动态辐射偏置下进行辐射，每种辐射后按 3.12.2 b)进行加速退火时施加最坏情况偏置。

b) 加速退火

按照下述条件中的一种在环境试验箱中对施加最坏情况静态偏置条件的每个器件加热。

1) 在 100℃±5℃下加热 168h±12h；

2) 采用另一组已得到证明的温度和时间条件，通过表征试验已证明，该组条件对每个器件中所关心的参数(如传输延迟、输出驱动和最小工作电压)所引起的变化等于或大于 3.12.2 b)1)中条件的作用；

3) 采用另一组已得到证明的温度和时间条件，通过同一工艺中形成的 NMOS 试验用晶体管的表征试验表明，该组温度和时间条件引起的俘获空穴退火大于 60%，界面态退火小于 10%。应该证明，测试用晶体管的辐射响应代表了受试器件的响应。

c) 电测试

在加速退火之后应按 3.8、3.9 完成电测试。

3.13 对于统一剂量小于 0.5Gy(Si)/s 的双极和 BiCMOS 线性或混合信号电路的测试过程

很多双极线性部件都体现 ELDRS，在室温 0.5Gy(Si)/s～3Gy(Si)/s 辐射再加上提高温度的退火辐射情况无法模拟。体现 ELDRS 的部件应该在统一剂量下测试，或在一个规定的附加测试辐射水平的低剂量下测试，或在一个包括偏差设计边缘参数的高温辐射测试。

执行低剂量率测试要求。

出现下列情况，3.13 中提出的低剂量率测试可以被忽略：

a) 电路已知设计中不包含双极晶体管；

b) 电路已知设计中不包含任何线性电路功能；

c) 通过特性测试已经证明器件类型及 IC 技术在设备参数大于试验误差(或大于一个其他特定上线)时不体现 ELDRS。并且影响 ELDRS 反应的变量证明已在指定处理器提供商的控制之下。

3.13.1 对于双极和 BiCMOS 线性或混合信号电路的低剂量率和高温辐射测试

所有不符合 3.13 的异常电路都应该在下面之一的测试条件下被测试。

在下面 b)、c)中描述的测试过程尽量采用一个保守的，最坏的条件。在测试和对测试花费，计划安排，设施的局限之间体现了一个妥协。因为如此，对于某些电路，测试结果最终成为非保守测试。

a) 在统一的剂量上测试。使用 3.6.3 条件 C 中应用标准测试环境(3.1～3.10)的剂量率辐射每一个器件；

b) 在一个规定的低剂量率上测试。使用 3.6.4 条件 D 中应用标准测试环境(3.1～3.10)的剂量率辐射每一个器件并应用以下附加要求：

1) 如果剂量率小于或等于 0.0001Gy(Si)/s，1.5 的过计量测试因子应该被应用到辐射测试级。即这个部分需要通过的一个辐射级 1.5 倍的规定剂量才可以被接收。

2) 如果剂量率大于 0.0001Gy(Si)/s，2.0 的过计量测试因子应该被应用到辐射测试级。即这个部分需要通过的一个辐射级 2.0 倍的规定剂量才可以被接收。

c) 在一个高温度上测试：

1) 使用 2.8 中提到的辐射测试箱，辐射温度应为 100℃±5℃，尽所有的努力使升温的时间达到最小。

2) 提升温度辐射测试只能用于指定剂量为 500Gy(si)或以下的部件。

3) 所有的辐射前后电测试都应该在 24℃±6℃下进行。

4) 偏差设计差数规定的剂量在下列行为中应被应用于所有的电路电参数。每一个电参数的改变都应该针对在规定剂量的每一个样品进行计算。对每一个样品，这个参数上的改变应乘

标准搜搜网 bzsoso.com

以 3 再加到(或减)辐射以后参数值。这个值需要和参数所允许的降低值进行比较以决定样品是否通过测试。

3.14 试验报告

报告至少应包括器件型号、序列号、承制方、封装类型、控制用规范、日期代码以及承制方给出的任何其他识别号。应根据情况，对在辐射中用图纸或草图形式报告偏置、电路参数测试电路、测试装置布局(包括采用的材料、距离等细节)、辐射中测试采用的电测试系统的电噪声和电流泄漏。每一份数据应包括：试验日期、采用的辐射源、辐射时的偏置条件、辐射和电测试时器件周围的环境温度、每一辐射的持续时间、辐射与开始电学测试间的时间间隔、电测试所用时间、进行多次辐射时到下一次辐射的时间、辐射剂量率、电学测试条件、剂量测试系统、程序以及辐射试验等级。应按要求记录每个器件的辐射前、辐射后数据，并与母体数据一起保存。试验中出现的任何不正常情况都应详细记录并报告。如果进行加速老化试验，应描述其试验程序。在器件的详细规范、绘制、或订购合同中应规定交货时还要提供的其他辐射试验程序或试验数据。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 器件型号、数量和确定的规范(见 3.1)；
b) 辐射剂量测定要求(见 3.3)；
c) 包括剂量和剂量率的辐射试验等级(见 3.5 和 3.6)；
d) 若与 3.7 规定不同，则应规定辐射、电学测试和运输温度；
e) 待测试的电参数和测试期间的器件工作条件(见 3.8)；
f) 测试条件，即采用“原位测试”或“移地测试”(见 3.9)；
g) 辐射期间器件的偏置条件(见 3.9.3)；
h) 辐射后测试的时间间隔(见 3.10)；
i) 加速老化试验条件(若需要时)(见 3.11)；
j) 要求与器件一起提供的试验数据(见 3.12)；
k) 需要与器件一起提交的文件要求(见 3.13)。

标准搜搜网 bzsoso.com

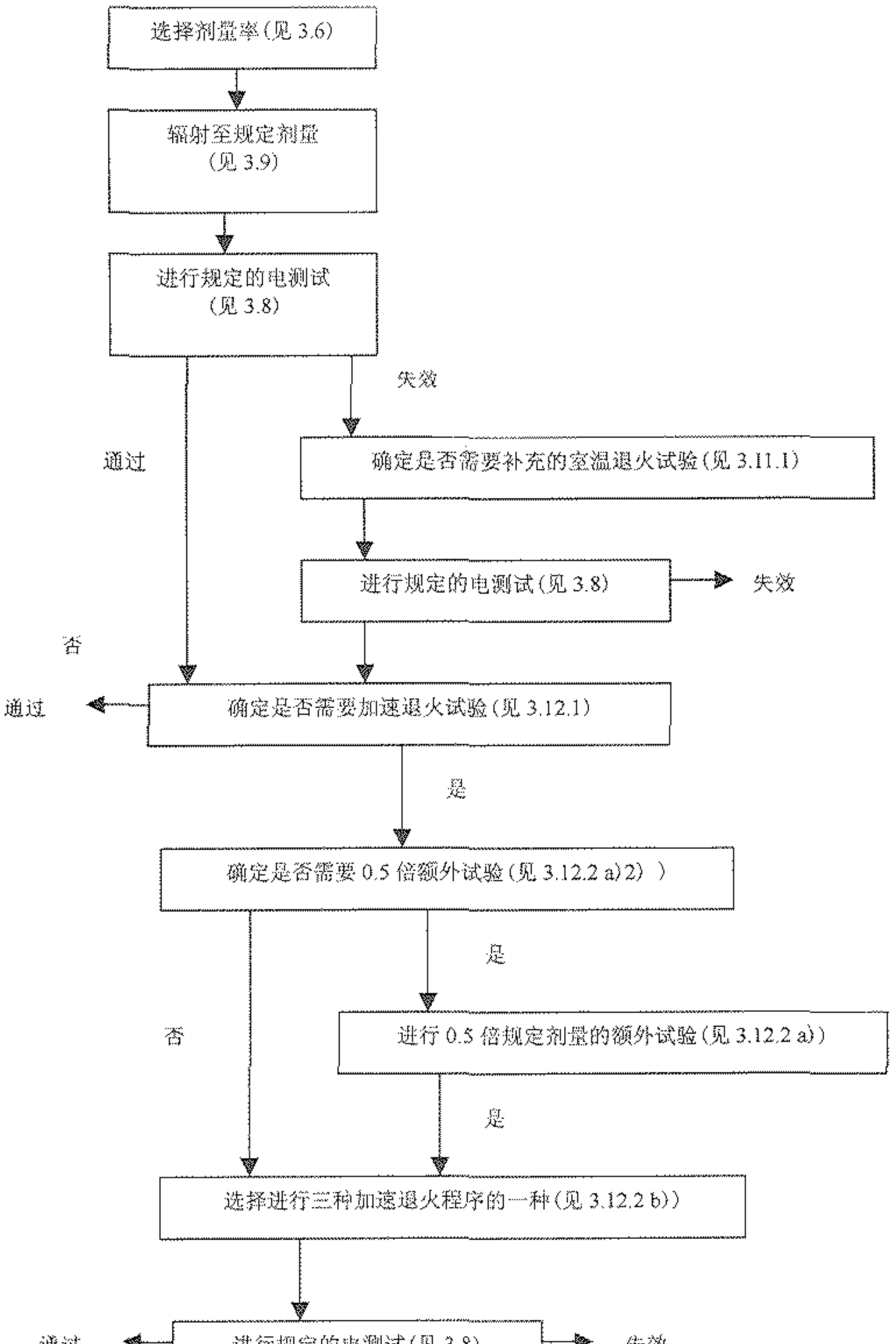


图 1　MOS 和双极数字电路电离辐射试验程序流程图

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1020.1　剂量率感应锁定试验程序

1　目的

本试验程序规定了进行微电路锁定试验以确定其对剂量率感应锁定是否敏感的详细要求。

1.1　术语和定义

1.1.1　剂量率感应锁定　dose rate induced latchup

这是一种可恢复的器件效应。由于电离辐射脉冲产生的光电流作用，使器件内寄生结构(例如 p—n—p—n 或 n—p—n—p 四层通路)导通，而且在光电流消失后仍维持一段不确定时间的导通状态。只要电源电压大于维持电压、电流大于维持电流，器件就维持锁定。锁定破坏了电路中某一部分的正常工作，并可能由于半导体区域、金属化层或键合线的局部过热引起器件致命损坏。

1.1.2　锁定窗口　latchup window

指器件呈现锁定效应的特定剂量率范围。低于或超过该范围，器件都不发生锁定。一个器件可能表现有不止一个锁定窗口。在 CMOS(包括侧壁氧化物隔离)逻辑器件和 LSI 存贮器中均已观察到锁定窗口。在其他器件中也可能会出现这一现象。

1.1.3　恢复时间　recovery period

器件去掉辐射脉冲作用后电源电流恢复到规定范围所需的时间间隔。

1.1.4　维持电压和维持电流　holding voltage and holding current

维持锁定现象所需的最小电压和电流。

1.1.5　组合逻辑　combinational logic

组合(确定型)逻辑器件指这样一类器件，其输出仅取决于器件输入端的逻辑信号，不考虑开关延迟。组合逻辑器件不包含存储单元，只包括门电路、解码器和多路调制器。

1.1.6　时序逻辑　sequential logic

时序(不确定型)逻辑器件指这样一类器件，在任意给定时刻的输出状态取决于前一时刻输入端所加逻辑信号的顺序和时间关系。时序逻辑器件包含内部存储单元。移位寄存器、存储器、计数器和触发器均属时序逻辑器件。

1.2　试验计划

进行锁定试验前，应制订锁定试验计划。该计划描述了辐射源、剂量测试技术、采用的试验设备和条件。对要试验的每一种器件类型均应制订可作为整个试验计划的一部分或作为单独的试验程序文件。试验程序应包括偏置条件、试验顺序、试验装置图。试验计划应得到订购方认可。在试验计划或试验程序中至少应包括下述项目：

a)　器件类型(包括封装类型)和试验的器件数；
b)　可追溯性要求，例如序列编号要求、和晶圆或批次的可追溯性等；
c)　数据报告和提交的要求；
d)　试验温度(见 2.3.6)；
e)　试验装置的方框图或线路图；
f)　需监测的电参数和器件工作条件，包括辐射脉冲作用前、作用期间和作用后的偏置条件和功能试验要求；
g)　锁定试验前和试验后的 A 组电测试要求，包括测试极限和失效判据；
h)　辐射脉冲宽度、每个脉冲的辐射量以及剂量率范围；
i)　每种器件类型的总剂量极限；
j)　失效判据。

除了上述条款之外，用于生产试验的试验计划还应包括下述各条：

标准搜搜网 bzsoso.com

k) 检测锁定的方法，例如，监测电源电流、功能测试(包括测试矢量组等)。

l) 恢复时间以及何时开始辐射后的现场测试。对小规模(SSI)器件，恢复时间典型值为 50μs～300μs；而其他类型器件可能需要更长的恢复时间，否则就可能有尽早恢复的特殊程序要求。

m) 功能测试要求。功能测试应证明器件对输入命令的响应正确且工作正常。注意，对于长引线以及许多锁定试验系统中不可避免地存在有分布电容，使高速功能测试结果不一定正常。

n) 辐射时电路工作状态和工作条件。对数字电路器件，通常采用一个特定状态及其互补状态。然而，对比较复杂的器件，可能要求电路在两种以上的工作状态下接受辐射。这些特定状态的选取应通过表征试验确定，需要时应进行分析，并应在试验计划或程序中给予规定。

o) 偏置和负载条件。除另有规定外，应采用最大额定工作电压。

p) 需监测的输出。

q) 电源必须能提供的最小直流电流，或经订购方批准的限流电阻值(注意，任何限流电阻都应小于或等于器件在系统应用时的值，并应在锁定试验前得到订购方批准)。

2 设备

试验设备应包括辐射源、剂量测试系统以及由器件接口夹具、测试线路、电缆、计时器、温度控制系统构成的锁定检测系统。为了保证低噪声，应采取措施注意获得合适的电学接地。

2.1 辐射源

锁定试验可采用下述两种辐射源中的一种：闪光 X 射线机(FXR)或电子直线加速器(LINAC)。FXR 应该用于 X 射线模式，LINAC 用于电子束模式。FXR 峰值(终点)能量应大于或等于 2MeV，LINAC 束能量应大于等于 10MeV，脉宽应为 20ns～100ns(或按订购文件中的规定)。在器件接受辐射的空间中，用剂量测试系统测得的辐射场均匀性应为±15%。每次辐射暴露的剂量应在试验计划或程序中规定(关于生产试验要求见 3.5.1)。

2.2 剂量测试系统

应采用剂量测试系统，其测试精度为±15%。采用经校准的 PIN 二极管可以获得辐射脉冲的形状和剂量。

2.3 锁定检测系统

典型的锁定检测系统方框图如图 1 所示。检测仪器应能施加规定的检测条件，测试并记录要求的参数。对瞬态和直流条件，包括锁定条件，测试系统应设计为能使瞬时偏置电源电压保持在 2.3.2 规定的范围内。测试系统不应将交流或直流偏置电流限制在使锁定不会发生或检测不出的数值。除了受试器件以外其他元器件应对预计使用的辐射等级不敏感，否则应将其屏蔽。用于锁定检测的系统包括下面各部分。

2.3.1 器件接口夹具

用于受试器件与检测线路之间接口的夹具应具有良好的高频特性，与电源之间实现低感连接并有旁路电容。

2.3.2 偏置和功能试验线路

试验线路应对每种类型的被测器件均能提供试验计划或程序中规定的最坏情况偏置和负载条件，并能进行原地功能测试。需要时，应使用线驱动电路将受试器件与电缆引起的较大附加负载相隔离。线驱动线路应具有良好的特性(例如线性度、动态范围、输入电容、瞬态响应、辐射响应)以保证不会降低测试精度。电源应采用低源阻抗并满足下述要求：

a) 在被测器件(DUT)电源电流上升期间，DUT 电源电压的降低不应超过 20%。在这以后的降低不应超过 10%。这些要求通过选择合适的电容器、减少稳定(抗干扰)电容器引线长度来满足。对于每种偏置电源应在 DUT 放置一个高频、抗辐照电容器。较大的电容器可以放在距离辐照屏蔽装置较近的地方；

标准搜搜网 bzsoso.com

b) 直流电源应对器件工作提供足够的电流，并在发生锁定时能保持维持电流；

c) 将数字电流表(电流探针或电流传感器)与电压源串联时，电流表必须位于旁路电路的电源一侧。选用的电流表应在出现可能的最大负载电流时使串联直流压降减至最小。必要时，可将电源电压值调整得稍高一些，以保证在 DUT 处测得的电压值在测试条件规定的范围；

d) 除非在锁定试验前已得到订购方的批准，否则不得使用与电源电压串联的限流电阻。若使用时，电阻值应小于或等于在系统中应用时的数值。

注：限流电阻会产生一个其值完全在标准试验范围 5Gy(Si)±2Gy(Si)以外的窄锁定窗口。如果采用了限流措施，特别是作为防止锁定的一种方法时，应进行表征试验，以确定适用于生产试验的剂量率。

如果使用限流电阻，其放置位置应与 DUT 足够靠近，以保证瞬态光电流上升期间 DUT 处的电压降是由电阻决定，而不是引线电压。这时上述 a)～c)的要求同样适用，只是参考点应取为限流电阻与电压源相连的一端而不是 DUT 引线。如果在实际应用时电压源引线端直接采用了小容量分路电容，则采用限流电阻时，试验线路中也必须采用一个容量与其相等或更大的电容器。如上所述，引线应取为实际可能的最短长度。

2.3.3 电缆

试验线路板与测试仪器间的连接应采用电缆。所有电缆应尽可能地短。在进行高速功能测试以及采用线驱动电路隔离监测设备的情况时，应采用端头呈现其特性阻抗的同轴电缆。

2.3.4 监测和记录设备

试验计划或程序中规定监测和记录参数的设备应集成在锁定试验系统之中。可以采用示波器和瞬态数字化仪监测器件的瞬态响应。此外，对应每个脉冲的剂量记录应与受该脉冲辐射的特定器件联系在一起。

2.3.5 定时控制

锁定试验系统应包括有可调的定时控制系统，从而可在指定的时刻(一般是在辐射脉冲作用后 50μs～300μs)进行辐射后的现场功能测试。对复杂的器件，完成功能测试可能要用较长的时间(可长达几分钟)。

2.3.6 温度控制

如果不是在室温下进行试验，应采用温度控制系统将 DUT 的温度控制在规定温度上±10℃范围内。除另有规定外，锁定试验的温度应取为器件在系统应用中的最高器件工作温度或是比器件最高额定温度低 15℃(取低者)(见下面的注)。如果不知道或提供不了应用温度，则应在比最高额定温度低 15℃下进行试验。为了保证器件工作温度不会高于最高额定温度，可以要求采用散热器。

注：通过锁定试验插座的热导经常比通过焊接板上外引线的热导小得多。

3 程序

3.1 器件识别

在所有情况下，对器件应编序列号，可用的试验记录数据应能追溯到每个器件。

3.2 辐射安全

所有人员应按有关规定进行操作，以确保安全。

3.3 总剂量极限

除另有规定外，任何器件若接受超过总剂量极限值的 10%的辐射应认为是经受破坏性试验。对每个被测器件均应确定总剂量极限，并在试验计划中予以明确规定。

3.4 表征试验和分析

对每一个新的或不熟悉的器件类型都应进行表征试验，以确定其特性与剂量率的关系，并确定生产试验的要求。由于对不同的生产批，锁定效应也随之不同，所以应从生产批中提取表征试验的样品。下面是要从表征试验中获得的信息实例。

标准搜搜网 b2336so.com

a) 锁定阈值与辐射剂量、剂量率以及脉冲宽度的关系；
b) 锁定窗口的存在情况和剂量率范围。为了确定窗口大小，应在较宽的剂量率范围按较细的增量步长进行锁定试验；
c) 引起器件呈现锁定效应的最坏情况或唯一条件，例如工作电压、温度、偏置条件；
d) 检测锁定的方法，例如监测电源电流和(或)功能测试；
注：现场功能试验必须足够充分，以确定在一个大电路中是否只有一小部分被锁定，从而并未引起足够大的附加电流，使器件电源电流未发生明显增加。
e) 锁定试验后的 A 组电参数退化；
f) 维持电流和维持电压。

对 LSI/VLSI 电路进行试验之前，通常应进行分析，确定可能的锁定通道以及偏置条件，辐射时的电路逻辑状态和功能试验几方面的要求。这些规模较大的电路通常需要分别监测的输出端很多，通过分析，就可以将需监测的输出端限制到那些最容易表现出锁定的输出端。

3.5 生产试验

在生产试验之前，对于新的或不熟悉的器件类型(即新的设计或工艺过去很少或未进行过锁定试验的不熟悉的或很复杂的器件)至少要进行一次表征试验。表征试验的结果将用于确定生产试验的要求(见 3.4)。在适用的试验计划或程序中规定有这些要求(包括 1.2 中列出的条款)。

3.5.1 生产试验的一般要求

除另有规定外，每个脉冲的剂量应为 5Gy(Si)±2Gy(Si)，脉宽为 20ns～100ns(包括上述范围两端的边界值)。应按试验计划或程序中的规定，(对逻辑器件)至少应使电路以两种不同的工作状态接受辐射脉冲的作用。除另有规定外，应根据 DUT 电源电流、在规定时间范围内输出信号电压的恢复以及辐射后的现场功能测试这几方面情况的综合确定是否发生了锁定。在辐射后的现场测试结束之前，不得中断 DUT 电压供给。应在辐射脉冲开始作用之前以及作用后的规定时刻测量 DUT 电源电流，以确定电源电流是否已返回至规定的范围。在恢复以后立即进行功能测试，以确定器件功能是否正常。除另有规定外，器件的试验温度应取为其在系统应用时的最高器件工作温度或比器件最高额定温度低 15℃(取其小者)。只有事先已得到订购方的批准，才可以使用限流电阻。且阻值应小于或等于在系统应用中的大小。除另有规定外，应在锁定试验前后均进行终点电测试(至少要进行 A 组 1 和 7 两个分组测试)这些 A 组试验通常都不是在现场进行。对进行 A 组试验的时间也没有限制。如果 A 组试验是作为另一个试验的组成部分(例如：老炼后测试、最终电学接收测试)，只要试验顺序是：A 组测试—锁定试验—A 组测试，不需要重复进行 A 组测试。

3.5.2 生产试验顺序

注：在安置器件时，特别是将外引线与载体和夹具对准以及将器件连至测试线路中的时候，应特别小心。在插入器件时应保证断开偏置，遵循与受试器件级别对应的 ESD 处置步骤。

锁定试验系统包括测试线路、电缆、监测和记录设备。应进行合理组装，以提供规定的偏置和输出监测。将 DUT 放于特定剂量的位置，保证系统能按下述要求工作：

第 1 步：取走器件，加偏置，检查接口夹具处的偏置电压；
第 2 步：调整定时控制系统，提供辐射脉冲和辐射后测量之间所要求的时间间隔；
第 3 步：断开偏置电压，接入起控制作用的样品器件(与受试器件完全相同)；
第 4 步：接通偏置，根据特性要求，验证器件工作是否正常；
第 5 步：验证所有的记录、监测、定时控制设备等工作是否正常；
第 6 步：依次断开偏置，取走控制器件。

调整辐射源，使其按规定模式工作，产生规定的剂量。并按下述方式进行验证：

第 7 步：将剂量计放于接受辐射脉冲作用的合适位置，验证剂量记录设备是否能正常工作以及剂量是否合适。

标准搜搜网 bzsoso.com

当锁定试验系统，辐射源以及剂量测试系统已被证明能正常工作后，对每种受试器件类型继续下述试验步骤。

3.5.2.1　组合逻辑

对组合逻辑按下述步骤进行锁定试验：

第 8 步：将 DUT 放于辐射源前面的合适位置，使器件达到试验温度；

第 9 步：根据试验计划或程序的要求对器件施加偏置，验证器件工作是否正常；

第 10 步：按规定的试验图形加负载，并验证输出条件是否正确；

第 11 步：对器件进行辐射(维持上述输入条件)，按试验计划或程序的要求记录剂量和参数；

第 12 步：为了验证恢复时间，在辐射以后的规定时刻测试 DUT 电源电流，验证电源电流和输出电压已返回至规定的范围以内；

第 13 步：再进行一次功能测试，确定器件是否能通过；

第 14 步：使器件工作于互补状态，重复上述第 10 步～第 13 步试验(在试验计划或程序中应规定需要试验器件的几种工作状态)；

第 15 步：依次断开偏置，取出器件。

如果恢复时间以后输出不能处于正常状态，不能通过辐射后的现场功能测试或电源电流在辐射以后的规定时间以内还不能回到规定的范围以内，则该组合器件视为未能通过锁定试验。

3.5.2.2　时序逻辑

对时序逻辑，应按下述步骤进行锁定试验：

第 8 步：将 DUT 放于辐射源前面的合适位置，使器件达到试验温度；

第 9 步：根据试验计划或程序的要求对器件施加偏置，验证器件工作是否正常；

第 10 步：按规定的试验图形加负载，并验证输出条件是否正确；

第 11 步：对器件进行辐射(维持上述输入条件)，按试验计划或程序的要求记录剂量和参数；

第 12 步：为了验证恢复时间，在辐射以后的规定时刻测试 DUT 电源电流，验证电源电流和输出电压已返回至规定的范围以内；

第 13 步：进行功能测试，确定器件是否能通过；

第 14 步：将初始的输出条件变至其互补状态，重复上述第 10 步～第 13 步试验(在试验计划或程序中应规定要试验器件的几种工作状态)；

第 15 步：依次断开偏置，取出器件。

对时序逻辑器件，辐射脉冲能引起输出端及内部存贮寄存器的逻辑状态发生变化。因此必须由器件电源电流以及辐射后功能测试的综合结果确定辐射后的恢复验证。如果在规定的恢复时间内器件的电源电流尚未回到规定的范围或通不过功能测试要求，表示时序逻辑器件未能通过锁定试验。规定的电源电流范围应考虑到由于内部逻辑状态和内部寄存器的改变所引起的电源电流变化。

3.5.2.3　线性电路

由于线性电路的类别和应用条件繁多，这就决定了线性电路的锁定试验与器件及应用情况有关。要通过监测器件的电源电流和输出波形以及现场功能测试几方面综合效果检测线性器件中的锁定。在试验计划或程序中应规定最少需监测多少个输出端。但功能测试需对每一个输出端都要进行。采用带有照相机的示波器或瞬态数字化仪监测器件输出的瞬态响应。图 2 是一个实例。图中 A 组图形表示辐射脉冲作用后，器件能正常工作。而 B 组图形为输出失效的情况。注意，辐射以后，对于振荡的输入，器件响应将不正常。线性器件的试验应按下述步骤进行：

第 8 步：将 DUT 放于辐射源前面的合适位置，使器件达到试验温度；

第 9 步：根据试验计划或程序的要求对器件施加偏置，验证器件工作是否正常；

第 10 步：按试验计划或程序中的规定调整输入信号，验证其输出电平是否正确；

第 11 步：对器件进行辐射，记录剂量，在辐射期间及辐射以后，监测电源电流和输出电压。测量

标准搜搜网 bzsoso.com

电源电流和输出电压的恢复时间。监测输出波形；

第 12 步：在恢复周期过后，检测器件电源电流是否已返回至规定的范围；

第 13 步：确定输出电压是否在规定的恢复时间以内返回至规定的范围，验证器件对输入命令的反应是否正常，比较辐射前和辐射后的波形；

第 14 步：按试验计划或程序中的规定改变输入条件，重复上述第 10 步～第 13 步试验(在试验计划或程序中应规定要在几种条件下试验)；

第 15 步：依次断开偏置，取出器件。

如果电源电流或输出信号(或电压)不能在试验计划规定的恢复时间内恢复或者输出对输入信号的响应不正常。表示线性器件未能通过锁定试验。

3.5.2.4 其他器件类型

对其他类型的微电路，例如 LSI/VLSI 以及更复杂的电路和混合微电路，应通过表征试验和分析的综合结果确定：最坏情况偏置条件、接受辐射时的电路工作状态、需监测的输出、必须进行的辐射后测试以及失效判据。这些要求应在每种器件的试验计划或程序中予以规定。视器件类型的不同，按照 3.5.2.1～3.5.2.3 中描述的步骤进行器件试验。

4 报告

应准备锁定试验报告，用器件类型、承制方、日期代码、生产批、晶圆批识别号表征被测器件。报告中应列出器件序列号、每个器件的通过/失效状态、每个辐射脉冲对每个器件的辐射剂量(或剂量范围)。试验计划和程序应附于试验报告之后，或者应在试验报告中被引用。

5 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 器件型号和试验器件数；
b) 试验温度(见 2.3.6)；
c) 可追溯性(器件编号、晶圆批/生产批编号等)要求以及数据报告和提交要求；
d) 最大允许的恢复时间；
e) 辐射脉宽和每个脉冲的辐射剂量；
f) 对每种器件类型的总剂量极限；
g) 锁定试验前和试验后的 A 组电测试要求；
h) 测试仪器要求(若与本试验方法中的要求不同)；
i) 表征、再表征和分析要求；
j) 要求的最小直流电源电流或限流电阻阻值(若允许使用)。

标准搜搜网 bzsoso.com

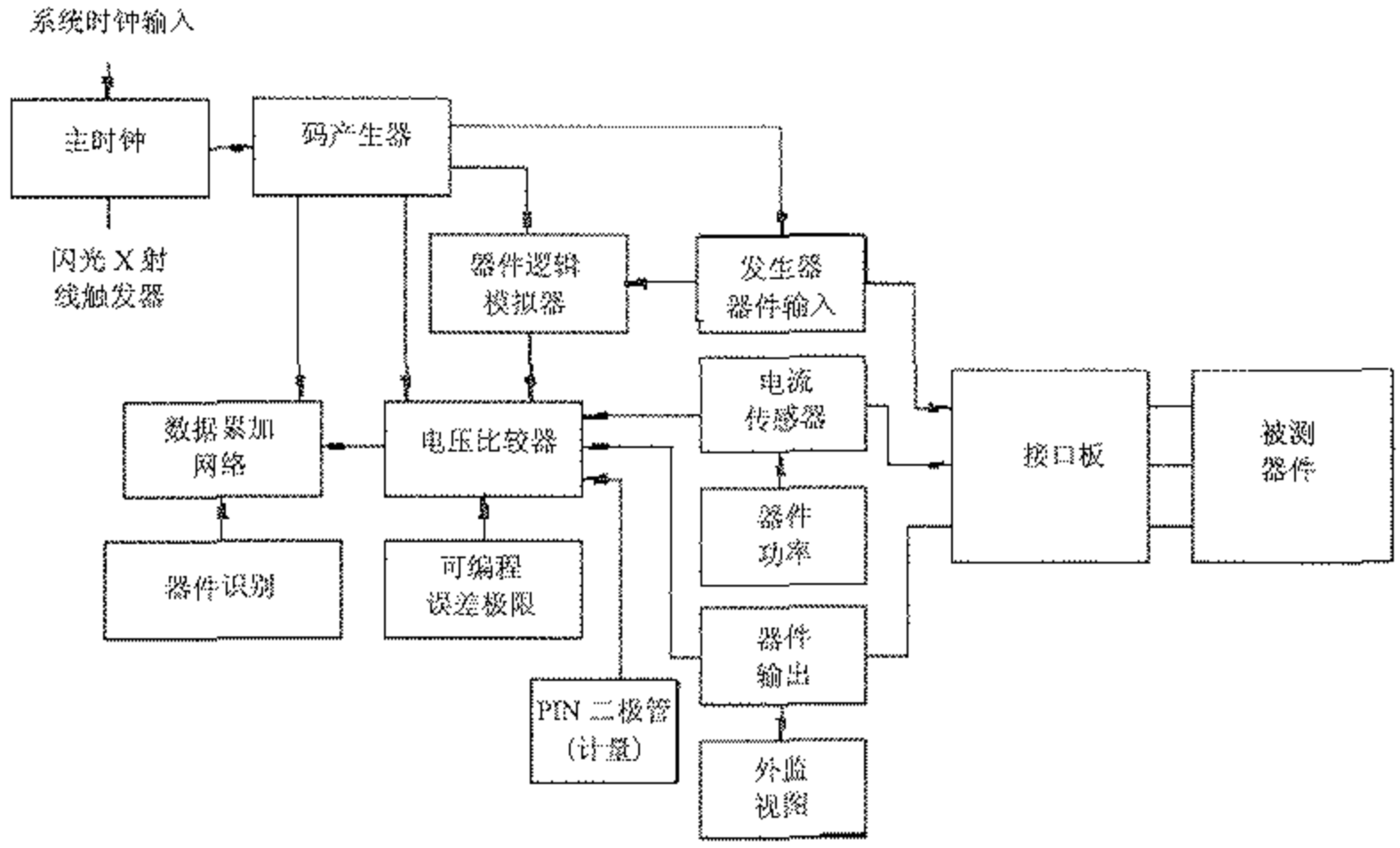


图 1　锁定系统

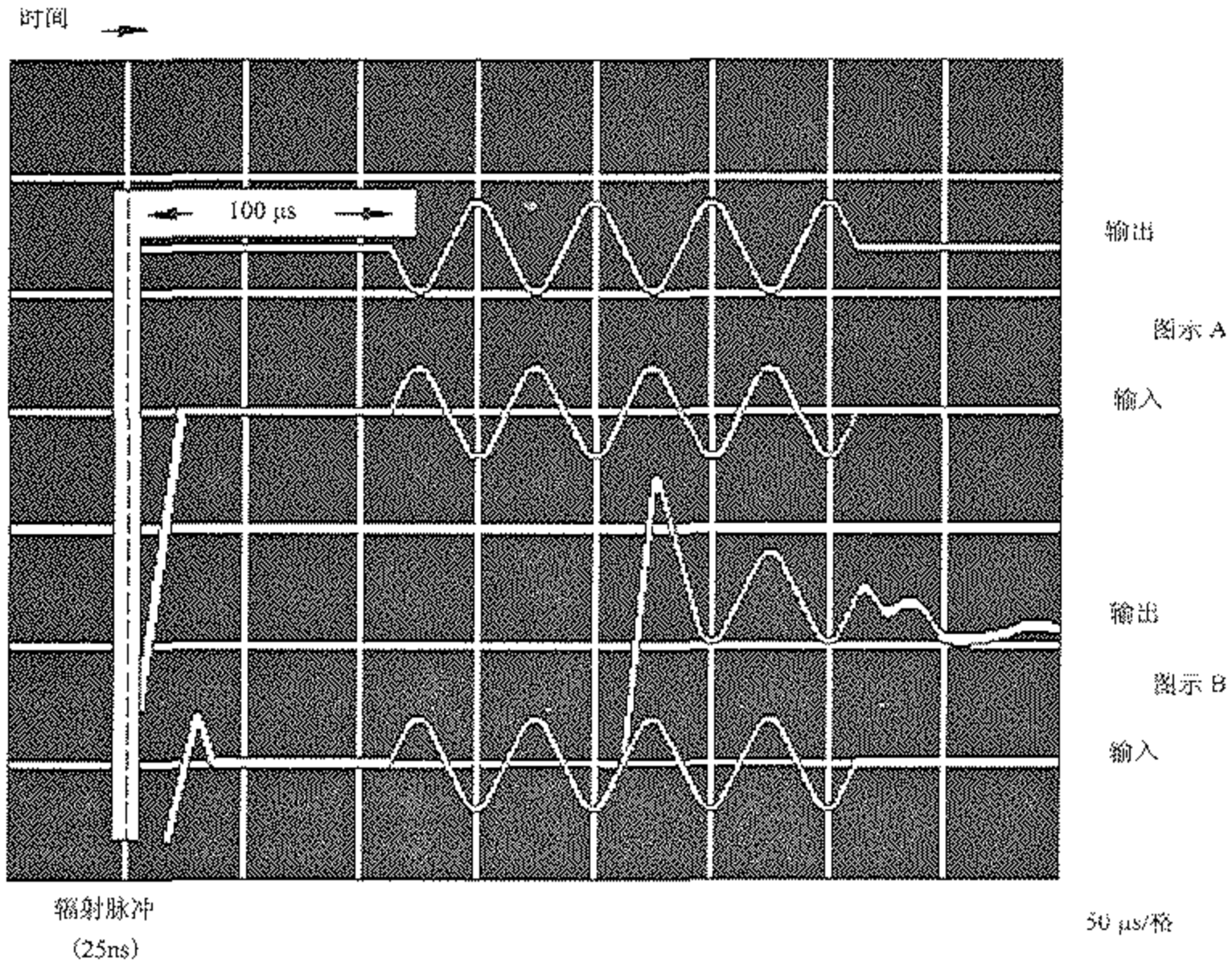


图 2　线性电路锁定屏幕显示测试照片

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1021.1　数字微电路的剂量率翻转试验

1　目的

本试验程序规定了已封装的数字集成电路对受脉冲作用的电离辐射响应的试验要求。电离辐射脉冲源采用闪光 X 射线或线性加速器，响应可能包括瞬态输出信号、内部存贮元件的状态变化、输入、输出或电源互连线中的瞬态浪涌电流。在许多应用场合使逻辑误差或状态变化误差开始出现的剂量率是很重要的参数。

1.1　术语和定义

1.1.1　剂量率翻转的阈值　dose rate threshold for upset

能引起下述任一种现象出现的剂量率：

a)　瞬态输出翻转，即处于工作状态的数字集成电路，输出电压发生变化，而高于或低于规定的逻辑电平(瞬态电压判据见 3.2)，但在辐射脉冲停止作用后，电路立即恢复至辐射前的状态。

b)　数据存贮或逻辑状态翻转，有一个或多个内部存贮或逻辑单元的状态发生变化，而且在辐射脉冲作用后并不能立即得到恢复。但是，如果在输入端施加一个与原先用来建立辐射前状态时相同的逻辑信号序列，可使电路恢复至辐射前的条件状态。

c)　动态翻转，正处于工作状态的器件受辐射时，其正常输出或存贮的测试图形发生变化。翻转响应可取决于辐射脉冲与器件工作周期之间精确的时间关系。由于工作时需要许多时钟信号，使用宽辐射脉冲是必需的。

1.1.2　剂量率　dose rate

给定材料的单位质量在单位时间内从其受辐射的辐射场中吸收的能量。

1.1.3　状态矢量　state vector

一个状态矢量规定了逻辑电路内部所有元件的逻辑条件。对组合电路，状态矢量包括加至所有输入端的逻辑信号。对时序电路，状态矢量还必须包括所有输入信号的作用顺序和时间关系(这可能包括许多时钟周期)。

1.1.4　组合逻辑　combinational logic

组合(确定型)逻辑器件指这样一类器件，其输出仅取决于器件输入端的逻辑信号，不考虑开关延迟。组合逻辑器件不包含存储单元，只包括门电路、解码器和多路调制器。

1.1.5　时序逻辑　sequential logic

时序(不确定型）逻辑器件指这样一类器件，在任意给定时刻的输出状态取决于前一时刻输入端所加逻辑信号的顺序和时间关系。时序逻辑器件包含内部存储单元。移位寄存器、存储器、计数器和触发器均属时序逻辑器件。

1.2　影响因素

采用本试验程序时，需要考虑几种影响因素，这包括：

a)　总剂量损伤

总剂量会导致器件的永久性损伤。这就限制了瞬态翻转试验中可能施加的辐射脉冲数量。总剂量灵敏度取决于生产工艺与器件结构和材料。MOS 器件对总剂量损伤特别敏感。具有侧壁氧化物隔离的较新型的双极器件也可能受到较低总剂量的影响。器件能接受的最大辐射总剂量一定不能超过给定器件类型典型总剂量失效时剂量值的 20%。

b)　相邻辐射等级之间的增量

相邻辐射等级之间的增量大小限制了确定剂量率翻转阈值的精度。考虑到成本和总剂量损伤这两个因素，就限制了对特定器件进行试验时可采用的辐射级别数量。

c)　锁定

标准搜搜网 1350350362

由于瞬态辐射会使某些类型的集成电路产生锁定，如果发生锁定，除非将电源断开后再重新接通，否则器件将不能正常工作。由于可能产生严重的局部过热，就会引起永久损伤。虽然锁定是一种重要的瞬态响应失效机理，本试验程序并不用于试验中发生锁定的器件。辐射后要进行的功能测试用于检测内部状态的改变，同时也将检测锁定。然而，一旦发生锁定，如果不首先中断电源，器件通常将不可能恢复正常工作状态。

d) 对于状态矢量数量的限制

考虑到费用、试验时间和总剂量损伤，必然要将翻转试验中使用的状态矢量限制在一个较小的数量。为了避免导致不正确的结果，这些状态矢量必须包括最灵敏的条件。要求进行分析，以确信选择用于辐射试验的状态矢量中已考虑了影响翻转响应的电路和几何因子(见 3.1)。

2 设备

进行试验之前，必须选定辐射试验中采用的状态矢量，这要求有受试器件的逻辑图。试验所用设备应包括辐射源、剂量测试设备、试验电路板、线驱动电路、电缆、测试瞬态响应的电学测试仪器，并能提供偏置、进行功能测试。应遵循合适的预防措施，使电学测试系统具有充分的屏蔽、良好的接地、在电干扰的辐射环境中引起的噪声足够低。

2.1 辐射源

用于本试验的辐射源可以是以光子模式工作的闪烁 X 射线源(FXR)，或是以电子束模式工作的直线加速器(LINAC)。LINAC 束能量应大于 10MeV。在被试器件和剂量测试仪器所在的区域内，辐射源应提供一个均匀的(偏离小于 20%)的辐射等级。用于窄脉冲测量的辐射脉宽应为 10ns～50ns。对窄脉冲测量，可采用 FXR 或 LINAC。对宽脉冲测量(典型值为 1μs～10μs)，应采用 LINAC。对 LINAC 辐射的脉宽应作出规定。被测器件所在处剂量率对窄脉冲应在 10^4Gy(Si)/s～10^{10}Gy(Si)/s(或根据要求)之间可调。对于宽脉冲应在 10^3Gy(Si)/s～10^9Gy(Si)/s(或根据要求)之间可调。除另有规定外，被照射的被测件总剂量达到总剂量失效级别的 20%，就应认为是破坏性试验，需从该批中剔除。

2.2 剂量测试设备

剂量测试设备必须包括一个测试总剂量的系统(例如热释光剂量仪(TLD)或量热计)，脉冲波形监测器，能从电学测量中确定总剂量的有源剂量仪(例如：PIN 检测器、法拉第杯、二次发射监测或电流变换器)。

2.3 试验线路

试验线路应包括受试器件、连线和辅助元件(需要时)，并且可在器件输入端施加电源和偏置电压或脉冲，以建立状态矢量。应采用电源电容，使得辐射脉冲作用期间以及作用后，电源电压的变化不超过其规定值的 10%。其放置位置应尽量靠近受试器件，但又不能直接受到辐射作用。应确定规定输出的监测方法。试验线路的容性负载必须足够低，以避免对短时间的瞬态信号测量产生干扰。通常在器件输出端采用线驱动电路，以减小容性负载线，驱动电路必须具有足够好的上升时间、线性度和动态范围，以及完全的输出逻辑电平驱动电缆端头。试验线路不应影响测量的输出响应，并在预期的累计剂量作用下，其电特性不应发生永久的变化。为了满足这些要求，应使其得到充分的屏蔽以防止辐射的作用。试验线路的材料和元件不应引起辐射的衰减或散射，因此试验器件所在位置的束均匀性就不会受到扰动(均匀性要求见 2.1)。受试器件的取向应使其表面与辐射束垂直。

2.4 电缆

位于辐射场中的试验线路板与位于仪器区域中测试仪器之间的连接应采用电缆。对所有输入输出信号应采用端头具有特征阻抗的同轴电缆。为了将噪声减少到可接受的程度，可以采用双屏蔽电缆、三同轴电缆、拉链式套管或其他的附加屏蔽措施。

2.5 瞬态信号测试

采用示波器或瞬态数字化仪来测量瞬态输出电压电源、电流和剂量测试仪的输出。对大于 33ns 的

标准地址网 bzsoso.com

脉宽，测试仪器的上升时间应小于 10ns；当脉宽小于 33ns 时，测试仪器的上升时间应小于辐射脉宽的 30%。

2.6 功能测试

辐射脉冲作用后，在辐射试验夹具处，立即用功能测试设备对器件进行功能测试。该设备必须包括能按规定图形驱动输入端的信号源、确定输出图形结果是否正确的比较电路。这一设备可以包括逻辑分析仪、专用电路或集成电路测试系统。然而，它必须能通过长电缆起作用，并且必须与试验线路中器件输出端处的线驱动电路兼容。

2.7 通用试验设备

通用试验设备指电源、电压表、脉冲信号发生器以及其他用于试验的基本试验设备。这一设备必须满足试验要求并应按 GJB 2712 的规定作定期校准。

3 程序

试验程序的基本思路是：

a) 确定器件接受辐射时的状态矢量(或动态试验时的测试矢量序列)；

b) 根据试验计划的要求，建立试验夹具、功能测试设备和瞬态测试设备；

c) 建立并校准辐射源；

d) 对仪器作噪声检查；

e) 用辐射脉冲系列试验器件在规定的剂量率下确定瞬态响应。通过测量几个剂量率下的瞬态响应，采用逐次近似方法确定剂量率翻转的辐射级别，从而确定剂量率翻转级别。

3.1 状态矢量选择

可采用两种方法选择器件接受辐射时的状态矢量。

a) 多种输出逻辑状态

将电路分成功能块，确定每个输出的逻辑通道，识别类似的内部功能。例如，一个 4 位计数器可分为：控制、内部触发器和输出逻辑单元。该电路中存在四个相同的逻辑通道，分别对应于四位中的一位，确定不同的输出逻辑状态组合，针对这些状态中的每种状态，对电路进行试验。对于上述计数器例子，有 16 种组合，因此，必须对这 16 种状态矢量中的每一种均要确定翻转情况。

b) 拓扑结构分析方法

如果采用电路的显微照相，通过研究内部电路的拓扑结构，可以减少需要的状态数。这就使人们不必重复试验那些内部几何图形完全一样的相同输出通道。对于上述计数器的例子，可将需要的状态数减少到 2，对于那些采用上述多种输出逻辑状态方法会导致需要太多状态矢量的比较复杂的电路，建议采用这一方法。

3.2 瞬态输出电压翻转判据

逻辑输出允许的瞬态变化，取决于系统应用中确定逻辑器件噪声容量的方式。由于样本代表的是典型情况而不是最坏情况，且具有较高的噪声容限，所以大部分系统采用最坏情况设计判据，而不直接使用样本，因此这一判据不能直接用于抽样试验。例如，TTL 逻辑器件的逻辑振幅一般大于 2V，但是最坏情况噪声容限规定为 400mV，对于典型的系统，这一噪声容限中的大部分用于失真和电噪声，只有一部分(100mV～200mV)用于辐射感生瞬变。因此允许的电压瞬变比典型的逻辑信号范围小得多。负载条件对输出瞬变也有较大的影响。

然而，瞬态翻转试验通常是在固定温度下并且比最坏情况更为典型的条件下进行，因此试验中的噪声容限较大。若系统未规定具体条件，建议采用的隐含条件是：对采用 5V 电源(标称值)的 CMOS 或 TTL 逻辑器件，瞬变电压超过 1V，对于其他工艺技术的器件，如 ECL、集电极开路器件、或采用其他电源电压的器件，瞬变电压取为室温下逻辑电平振幅的 30%，隐含的负载条件是最低电源电压和最大

标准搜索网 bzsoso.com

扇出(最大负载)瞬态翻转信号的时间范围。如果瞬态电压变化的时间小于其他电路对其发生响应所需的最小值，瞬变信号就不能看作为一个翻转。最小时间范围应为受试器件工艺基本门电路传输延迟时间的一半。

对其他参数也可建立测试判据，例如电源浪涌电流。三态或集电极开路的电路的输出电流等。

3.3 试验计划

试验计划必须包括以下内容：

a) 瞬态电压翻转、输出电流、电源电流判据(适用时)；
b) 电源和工作频率要求；
c) 输出端负载条件；
d) 输入电压条件和电源阻抗；
e) 功能测试方法，包括动态翻转(适用时)；
f) 辐射脉冲宽度；
g) 为了通过逐次近似方法确定翻转阈值，用于调整剂量率的顺序；
h) 试验用的状态矢量(由 3.1 规定)；
i) 用于瞬态响应测量的辐射级别(适用时)；
j) 瞬态翻转测试的试验序列中起始辐射级别的推荐值(适用时)；
k) 器件试验过程中的温度(通常为 25℃ ±5℃)。

3.4 试验线路准备

组装的试验线路应包括试验线路板、线驱动电路、电学仪器、功能测试设备以及瞬态测量设备。并能提供要求的输入偏置、输出监测和负载。

3.5 设备准备

辐射源应调整在规定的模式工作中，并提供规定的辐射脉宽。要求的剂量测试设备安装位置应尽可能靠近受试器件。如果需要采用特定的设备将温度控制为试验计划规定的数值，这种设备必须经装配、调试以满足这一要求。

3.6 安全要求

应遵循辐射安全机构制定的健康和安全要求。

3.7 试验线路噪声检查

将所有线路连接好后，进行噪声检查。检查方法可将一个电阻插入试验线路中被测器件的位置，其阻值应能近似于受试器件的有源电阻。施加典型的辐射脉冲并监测指定的输出。如果测得的瞬态电压超过预计参数响应的 10%，则试验线路不满足要求。只有经过修整以减小噪声以后才能使用。

3.8 偏置和负载条件

除另有规定外，电源电压应取允许的最小值，输入偏置电平取最坏情况逻辑电平。两种逻辑状态下的输出负载应为最大负载条件(通常等效于电路的最大扇出)。

3.9 温度

若试验计划中未提出更高的测试准确度要求，试验期间器件温度测量灵敏度应为 ±5℃。

3.10 剂量率翻转试验的程序

将待试器件插入试验插座施加要求的脉冲序列，使器件处于 3.1 所述第一个状态矢量要求的状态。

a) 将辐射源强度置为试验计划中规定的第一个辐射试验级别。使器件受辐射脉冲作用，测量瞬态输出响应和电源电流瞬变。对时序逻辑电路，进行动态功能测试，以检查内部逻辑状态是否发生了变化。
b) 对试验计划中规定的所有其他状态矢量和辐射级别，重复进行 3.10 a)。

3.11 翻转阈值试验的辐射作用和试验程序

将待试器件插入试验插座，施加要求的脉冲序列，使器件处于 3.1 规定的第一个状态矢量规定的状

标准搜搜网 bzsoso.com

态。对动态翻转，则使器件按规定的测试矢量序列工作。

a) 将辐射源强度置为试验计划中推荐的初始级别，使器件接受辐射脉冲的作用，针对具体情况确定是否发生了存贮数据翻转、逻辑状态翻转或动态翻转。

b) 如果未发生翻转，根据试验计划规定的序列增加辐射级别；如果观察到翻转，则降低辐射级别。在辐射源调整为新的强度后，对器件重新施加要求的状态矢量，接受附加的脉冲辐射，确定是否发生了翻转。继续这一过程，直到按试验计划要求的分辨率确定了翻转响应阈值。

c) 除非试验计划中未作要求，否则在辐射试验过程中应监测并记录电源峰值瞬态电流。

d) 对所有其他状态矢量，重复进行试验步骤3.11a)～3.11c)。

3.12 报告

报告中至少应包括下述内容：

a) 器件识别；

b) 试验日期和试验操作人员；

c) 试验设施辐射源规范以及辐射脉冲宽度；

d) 偏置条件，输出负载以及测试线路；

e) 试验中选择状态矢量的方法描述；

f) 用于辐射试验的状态矢量和每种状态矢量的功能测试条件；

g) 瞬态输出翻转的判据；

h) 对每种状态矢量的翻转阈值和电源电流记录；

i) 设备清单；

j) 噪声试验结果；

k) 温度(见3.9)。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 器件型号和待试器件数量；

b) 采用的试验线路，包括输出负载阻抗；

c) 试验中使用的状态矢量以及需监测的器件输出端；

d) 功能测试序列；

e) 电源电压和所有引出端的偏置条件；

f) 辐射源脉冲宽度；

g) 在相邻辐射级别之间选定增量的方法和要求的精度；

h) 若与3.1的规定不同，应规定对电离(总)剂量的限制；

i) 试验期间的器件温度；

j) 测量和记录电源峰值瞬态电流的要求(见3.11c))；

k) 瞬态输出电压翻转的失效判据；

l) 电源电流和输出电流的失效判据(适用时)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1022　MOS 场效应晶体管阈值电压

1　目的

本方法给出了测量 MOS 场效应晶体管阈值电压的方法。本方法适用于增强型和耗尽型 MOS 场效应晶体管。适用于蓝宝石上硅(SOS)和体硅 MOS 场效应晶体管。本方法主要用于评估 MOS 场效应晶体管对电离辐射的响应特性，因此，它与通常测量阈值电压的方法有所不同。

1.1　术语和定义

MOS 场效应晶体管阈值电压(V_{TH})　MOSFET threshold voltage(V_{TH})

使漏极电流减小到等于漏电流时的栅极与源极之间的电压值。

2　设备

所用设备应包括合适的电压表、电流表和电压源。这些设备可以由人工调节，也可以用计算机控制或数字程控。采用计算机控制或数控时也应能满足下面对人工调节时提出的准确度要求。

2.1　电流表(A_1)

电流表应能测量规定范围的电流。其满量程准确度应为±0.5%。

2.2　电压表(V_1和V_2)

电压表的输入阻抗应大于等于 10MΩ。其测量范围为 0V～20V，满量程准确度应为±0.5%。

2.3　电压源(V_{S1}和V_{S2})

电压源应在标定的 0V～20V 范围内可调，输出电流至少应等于被测器件的最大额定漏极电流。其噪声和纹波电压应小于输出电压的 0.5%。

3　程序

3.1　N 沟器件

3.1.1　测试线路

按图 1 所示电路连接测试电路，接通各测量仪器。将电压源 V_{S1} 和 V_{S2} 置为 0V，把被测 MOS 场效应晶体管插入到测试线路中。栅压极性转换开关放于合适位置，将电压源 V_{S1} 的大小调节到比预计的阈值电压 V_{TH} 约低 1.0V 的数值。接着调节电压源 V_{S2} 的数值，直到由电压表 V_2 指示的数值为规定的漏极电压 V_D。这时，记录下由电流表 A_1 测得的电流 I_D 和电压表 V_1 测得的栅压 V_G。

3.1.2　栅压的测量

以 0.25V 为增量，依次增加栅压，并测量相应的 I_D 和 V_G，直到栅压或漏极电流达到其最大值。若在两者均未达到其极限值之前，栅压达到 0V，这时必须改变栅压转换开关，并继续以 0.25V 为增量，依次增加栅压，直到栅压或漏极电流中有一个达到其极限值为止。

3.2　P 沟器件

3.2.1　测试线路

按图 2 所示电路连接测试线路，接通测量仪器。将电压源 V_{S1} 和 V_{S2} 置为 0V，把被测 MOS 场效应晶体管插入测试线路。栅压极性转换开关置于合适位置。将电压源 V_{S1} 置于比预计的阈值电压 V_{TH} 约高 1.0V 的数值。调节电压源 V_{S2} 的大小，直到由电压表示的漏极电压 V_D 达到规定的数值。这时用电流表 A_1 和电压表 V_1 分别测量并记录漏极电流 I_D 和栅极电压 V_G。

3.2.2　栅压的测量

以 0.25V 为增量，依次减小栅压 V_G，并测量相应的漏极电流 I_D 和栅压 V_G，直到其中有一达到其最大值。如果在两个极限值均未达到之前，栅压变到 0V，这时必须变换栅压极性转换开关，继续以 0.25V 为增量，依次减小栅压，测量 I_D 和 V_G，直到其中一个达到其极限值。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.3 漏电流

应在规定的漏极电压和栅极电压下测量漏电流。

3.3.1 漏极电压

漏极电压值应按 4b)的规定。

3.3.2 栅极电压

栅压应比预计的阈值电压低 5V(对 n 沟)或高 5V(对 p 沟)。

3.4 栅极曲线

画出栅压 V_G 对漏极电流与漏电流之差的平方根($\sqrt{I_D - I_L}$)之间的关系曲线。在曲线上偏离直线的地方，将直线段部分向下外推到与栅压坐标轴相交，该交点就是阈值电压 V_{TH}。图 3 表示的是个具体实例。

3.5 报告

试验报告至少包括：器件识别号、测试日期、测试人员、测试温度、漏极电压、栅压范围、漏电流和阈值电压。

4 说明

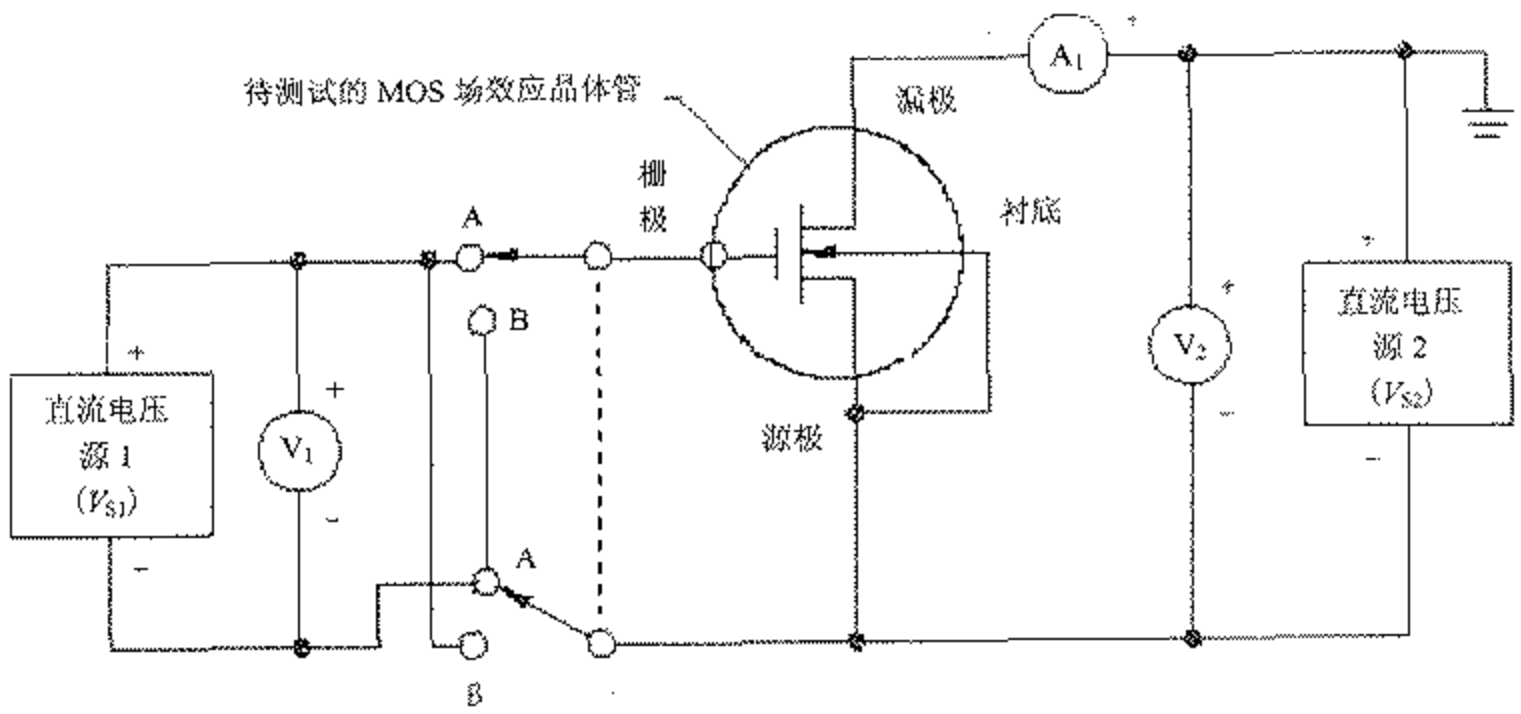
有关的订购文件应规定以下内容：

a) 试验温度。除另有规定外，试验应在室温下进行；

b) 漏极电压；

c) 最大漏极电流；

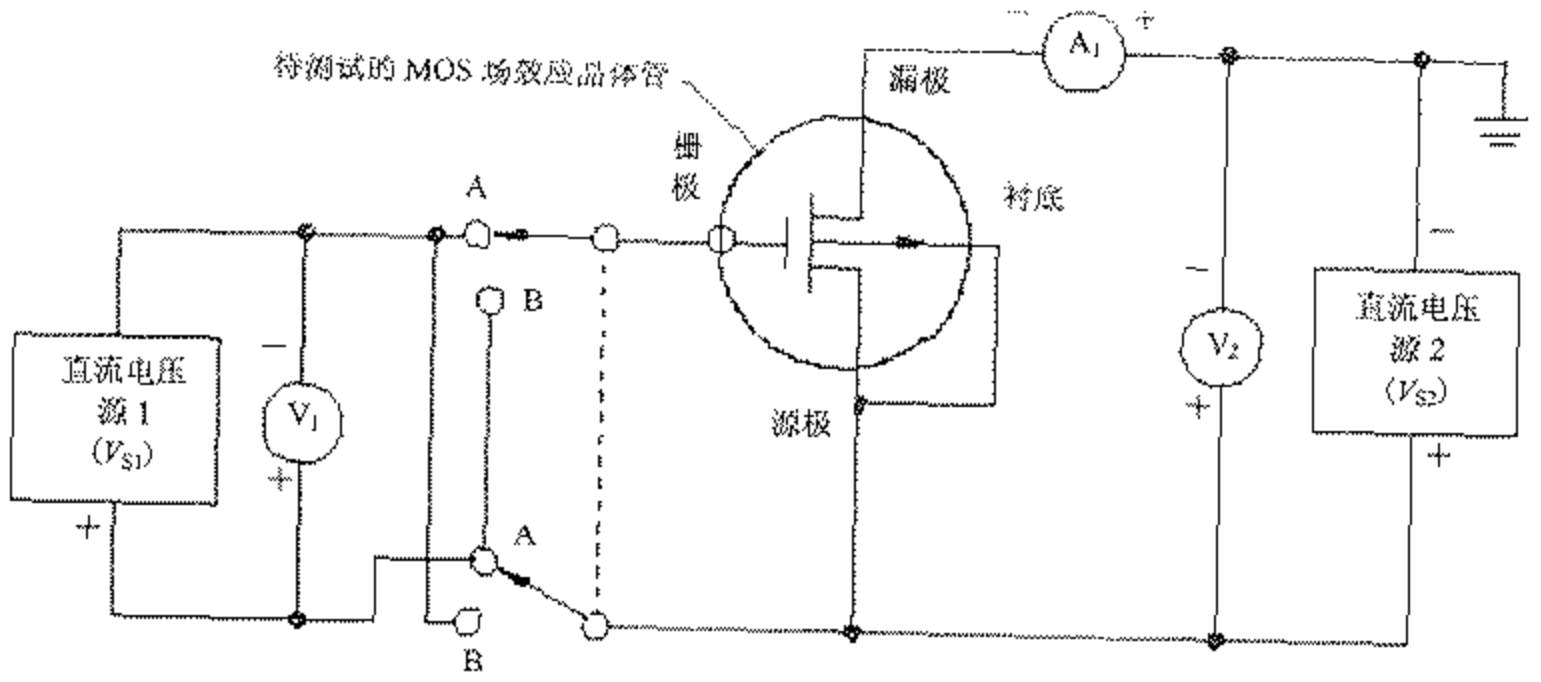
d) 栅压范围。



注：栅压极性转换开关的位置：A—对增强型；B—对耗尽型。

图 1 n 沟 MOSFET 的测试线路

标准搜搜网 bzsoso.com



注：栅压极性转换开关的位置：A—对增强型；B—对耗尽型。

图 2　p 沟 MOSFET 的测试线路

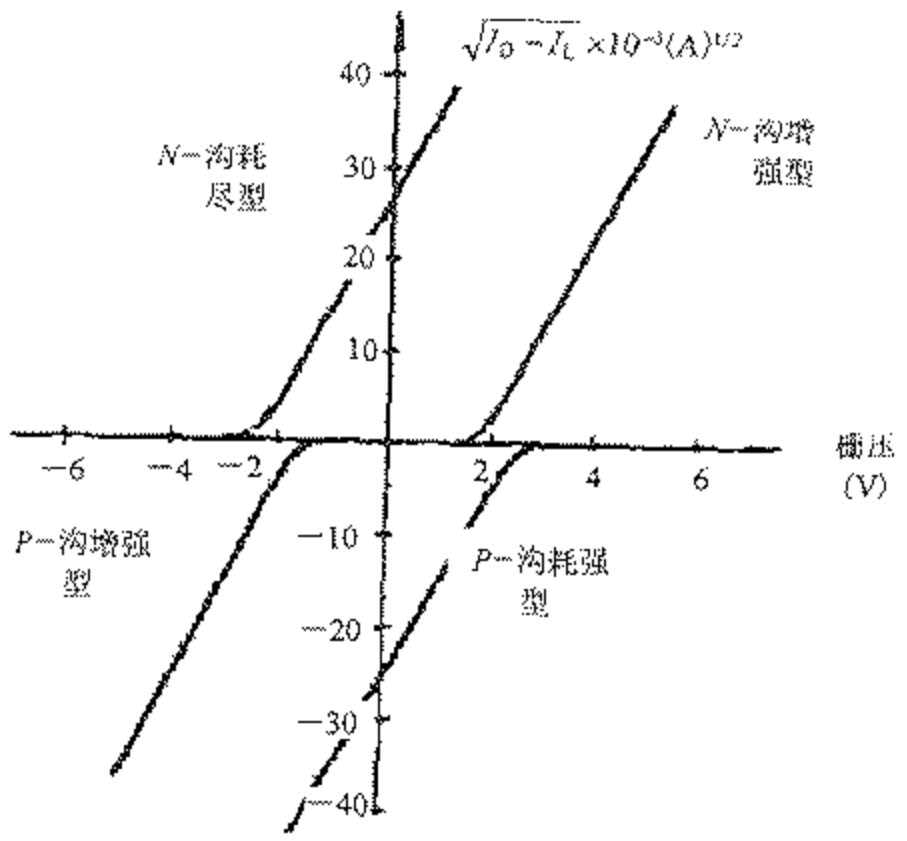


图 3　测试曲线实例

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1023.1　线性微电路的剂量率响应和翻转阈值

1　目的

本方法规定了在脉冲 X 射线源或线性加速器的辐射作用之下，对已封装的线性微电路剂量率响应和翻转阈值的测试要求。本方法规定了线性微电路剂量率响应特性的测试，但不包括方法 1020 规定的锁定情况。

1.1　术语和定义

1.1.1　剂量率响应　dose rate response

在给定剂量率的辐射脉冲作用下，处于工作状态的线性微电路的参数瞬态变化。

1.1.2　剂量率　dose rate

在单位时间内，单位质量的给定材料从对其作用的辐射场中吸收的能量。Gy(Si)/s，Gy(SiO_2)/s，Gy(GaAs)/s 等等。

1.1.3　剂量率感应翻转　dose rate induced upset

当规定参数(如：输出电压、电源电流、输出信号波形)辐射感应的瞬态变化超过规定水平时所发生的翻转。

1.1.4　翻转阈值　upset threshold

器件翻转的最小剂量率。然而，记录中所测得的翻转阈值应是最大剂量率，该剂量率是器件未翻转且输出波形和(或)电源电流的瞬态干扰仍保持在规定极限范围内的情况下测得的数值。

1.2　试验计划

在进行剂量率试验之前，应准备一份试验计划，其中包括辐射源、辐射技术、试验设备、被测器件、试验条件和完善的试验考虑。应对每个被测器件准备详细的程序，并作为试验计划的一部分或放入单独的试验程序文件中。试验程序应包括偏置条件、试验顺序、试验装置和被测特殊功能的原理。在试验计划或程序中至少应包括下述条款：

a)　器件类型，包括封装类型、承制方、日期代码和被测器件数量；
b)　追溯要求，如：连续性要求，晶圆或批的可追溯性等；
c)　数据报告和提交要求；
d)　试验装置的方框图或原理表征；
e)　试验中所用的设备清单，其校准符合性情况；
f)　试验条件，如偏置电压、温度等；
g)　用于监控的电参数和器件工作条件，包括辐射脉冲前后及试验中的功能试验测试要求。具有存储单元的器件所采用的试验图形或具有输入图形灵敏性的器件，也应加以规定；
h)　辐射试验前后 A 组电测试要求，适用时应包括试验极限值和失效判据；
i)　辐射试验参数，如脉冲宽度、每个脉冲的辐射剂量和剂量率范围；
j)　适合每个器件类型的总电离剂量极限值；
k)　翻转和失效判据，如在模——数转换器(ADC)中，有效位数(ENOB)或丢码，V_{OH} 或 V_{ref} 变化量，恢复时间，输出波形的形状或频率失真等。

1.3　翻转判据的表示

翻转判据通常是在关注的剂量率的特征数据中产生的。如果模拟结果与实际数据的结果得到证实，翻转判据有时可以通过应用电路的分析/模拟(集成电路专用模拟程序(SPICE)或等效计算机模拟软件)来决定。

1.4　翻转判据的规范

一旦要求，应在详细规范中规定翻转判据，并可以包括下述内容(波形可以作为接收与否的界线)：

标准搜搜网 bzsoso.com

a) 判据适用的测试线路；
b) 输出电压允许的瞬态变化的峰值幅度；
c) 允许的瞬态输出变化时间间隔(恢复时间)；
d) 电源电流和恢复特性中浪涌极限值；
e) 输出电压在恢复之后的稳态(恢复到正常)的水平；
f) 对于 ADC 的有效位数(ENOB)或丢码；
g) Δ参数，如 V_{ref}或 V_{OH}；
h) 器件的饱和时间。

2 设备

设备应包括辐射源、剂量设备、移地测试线路(包括信号记录装置、电缆、线驱动器、互连固定装置和试验板)应具有一定的保护措施，使电学测试系统得到充分绝缘、可靠屏蔽、良好接地，并且具有足够低的噪声(见 3.7.3)。

2.1 辐射源

试验中采用的辐射源可以是脉冲 X 射线源(简称为 FXR)或是直线加速器(简称为 LINAC)FXR 应用于 X 射线模式，LINAC 应用于电子(电子束)模式。除另有规定外，LINAC 的电子束能量应大于或等于 10MeV，FXR 峰值充电电压应大于或等于 2MV，必须注意由于剂量增强效应引起的剂量测量问题。辐射源对整个器件表面作用的辐射强度应比较均匀(不均匀性小于 15%)。每次辐射暴露的剂量应在试验计划或程序中规定。

2.2 剂量测定系统

应使用测量准确度在±15%范围内的剂量测定系统。为同时获得辐射脉冲和剂量波形，可以使用已校准的 PIN 二极管。应考虑器件封装材料和厚度，以决定施于被测器件的剂量。对于 FXR 试验，应考虑封装的剂量增强效应。适用时，剂量测定技术应在试验报告中予以说明，同时还应说明器件封装材料、厚度和剂量增强的效应。

2.3 剂量率试验系统

测试设备应能确保在规定时间内所要求的试验条件和测试以及记录所要求的参数。被测器件以外的元器件应对规定的辐射剂量作用不敏感，或对辐射屏蔽。剂量率试验所用系统包括 2.3.1～2.3.6 的要求。

2.3.1 移地试验线路

试验线路的移地部分包括电源、输入和控制信号发生器、用于检测、测量和记录瞬态和稳态响应的测试设备，还可以包括自动测试设备(ATE)。试验设备的移地部分应对辐射和辐射感生电磁场屏蔽。在辐射脉冲作用期间，规定信号应予以测量和记录规定的信号，在脉冲之后应进行验证逻辑图形(适用时)。

2.3.2 互连固定装置

互连固定装置应放置在辐射试验箱中，并被连接到试验线路通过电缆系统的移地部分，作为电源和信号分配和使用，包括线驱动器，缓冲各种被测器件的输出信号。线驱动器的特性(如线性度、动态范围、输入电容、瞬态响应和辐射响应)应能准确地表示被测器件的输出响应。互连固定装置应尽可能靠近实际的试验装置，并必须恰当地屏蔽掉散射的辐射场，使辐射感生作用不会影响被测输出响应的准确度。

2.3.3 试验线路

对于每种器件型号的试验线路应对被测器件提供最坏情况的偏置和负载条件，并应能使 DUT 的原位功能试验按规定的试验计划或程序进行。试验线路应能使 DUT、输出负载和与电源端直接连接的辅助电容与 DUT 电源端或插座相配合(见 2.3.4)。在试验线路上为避免地线回路，仅应有一个地的参考面(或地回路连接到一个单一的地)，应保持试验线路寄生电容为最小。

2.3.4 辅助电容器

标准搜搜网 bzsoso.com

高频电容器应置于 DUT 的每个偏置电源端，引线长度尽可能短。这些电容器容量应足够大，使在辐射脉冲作用时 DUT 的电源电压下降小于 10%(典型值在 4.7μF～10μF 之间)。采用一只低感电容器(如 0.1μF)与此电容并联，应尽可能靠近电源端，引线尽可能的短。此外，对于进入 DUT 的每根电源线，一个大于等于 100μF 的大电容器可以置于距 DUT 较近的位置，并应对辐射屏蔽。

2.3.5 限流串联电阻器

电源串联的限流电阻器应经订购方批准后，方可以使用。限流电阻器可能降低 DUT 的翻转性能。

2.3.6 定时控制

定时控制系统应包括在试验系统内，使得辐射后原位功能试验在规定的时间内完成，并能监测信号和电源电流的恢复情况。

2.4 电缆

移地试验线路板与互连和试验装置之间应使用屏蔽电缆传递信号(同轴电缆的终端表现为一定的特征阻抗)为了将噪声降低到允许的程度，可以采取附加的屏蔽措施(如双屏蔽电缆、三同轴电缆、拉链式套管、锡箔)。

2.5 测量和记录设备

应使用示波器或其他合适的设备来测量及记录输出电压与电源电流的瞬态信号和恢复时间。这些仪器的上升时间应使其能准确反映规定的脉冲宽度。

3 程序

3.1 器件识别

在所有情况下，应对器件编号，使用的记录试验数据应能追溯到每个器件。

3.2 安全要求

所有试验工作人员都应遵守辐射安全机构制定的健康和安全要求。

3.3 应力极限

3.3.1 总电离剂量极限

除另有规定外，任何置于大于其总电离剂量极限 10%的器件应认为是进行破坏性试验。对每个被测器件类型应在试验计划中规定总剂量极限。

3.3.2 烧毁极限

器件被置于大于光电流出现烧毁水平的 10%时，应认为是破坏性试验。应在试验计划或程序中规定烧毁水平。烧毁水平可以按器件类型经试验且没有出现烧毁的最大剂量率水平进行规定。

剂量率试验引起浪涌电流持续时间的范围是从 20ns～500ns(典型值)，那么此期间内可能超过承制方规定的电流和电源最大额定值。

3.4 鉴定试验

应进行鉴定试验或数据获取，以决定器件对剂量率功能的特性，并且规定生产试验的要求(适用时)。下述是鉴定试验信息获得的示例：

a) 在剂量率和脉冲宽度作用下的参数特性；
b) 作为辐射剂量率和脉冲宽度功能的翻转阈值；
c) 允许线路条件的规定；
d) 器件最敏感的线路识别，以及被监测的合适输出端；
e) 温度对翻转或失效的影响；
f) 规定在详细规范中的翻转、恢复时间和失效判据；
g) 剂量率试验后 A 组电参数的退化；
h) 最坏情况电源电压；
i) 最大浪涌电流和时间间隔，以及光电流烧毁水平。

标准地址网 bzdz.net

3.5 产品试验

在产品试验之前，应对每个器件类型进行鉴定试验或获得特性数据。鉴定试验(见 3.4)的结果或存在的数据将做为生产试验进一步的要求，这些要求规定在应用的试验计划或程序中(见 1.2)。

产品试验应按试验计划或程序规定的偏置和负载条件，在规定的剂量率(和脉冲宽度)下进行。所测得的响应与翻转判据进行比较，以决定是否通过。具有存储单元的器件应在试验前完成加载应用的试验图形，并且试验后完成功能试验以验证存储的图形。

3.6 复杂线性器件的试验

复杂线性器件(诸如模拟—数字和数字—模拟转换器)的试验应使用必需的试验条件(按试验计划或程序规定)来完成，以保证足够的覆盖率。通常，要求四个或四个以上的试验条件。对于最大的实际情况，应使用最敏感的试验条件(即：对翻转出现最有效的)。对于具有存储单元的线性器件，每个试验状态应包括一个存储试验图形和外部偏置。每个试验图形应在试验前加载，在辐射脉冲作用之后，应完成器件的功能试验，以验证图形。

3.7 剂量率试验顺序

3.7.1 设备准备

辐射源应被调节到规定模式中，并提供在规定脉冲宽度范围的辐射脉冲。要求的剂量计即应被安置在较接近 DUT 的位置。

3.7.2 试验线路准备

剂量率试验系统(包括所有试验线路，电缆，监测和记录设备)应能提供规定的偏置和负载条件及输出监测。试验线路应放置在 DUT 能够接收到规定剂量的位置。除另有规定外，剂量率试验应在 25℃±5℃下完成。应在试验计划或程序中规定试验温度。

3.7.3 试验线路噪声检测

应进行与所有线路相连的噪声检测(包括辐射感应噪声)。噪声信号应尽可能低，应调整线路和电缆，直到噪声信号达到接收水平(通常小于规定响应的 10%)。

3.7.4 试验程序

注：处置器件，特别是将器件引线插入电路中固定夹具时格外小心。在插入 DUT 之前，确认电源处于关断状态。遵守与试验器件相对应的防 ESD 操作程序。

第 1 步：调节定时控制系统，提供辐射脉冲作用与辐射后测量之间所要求的时间间隔；

第 2 步：去掉偏置电压，放置一个控制样品器件(与被测器件相同类型)；

第 3 步：施加偏置电压，根据性能要求验证器件固有的功能；

第 4 步：验证所有记录、监测和定时控制设备的操作，监测和记录噪声水平和温度；

第 5 步：去掉偏置电压和控制器件；

调节辐射源，使之工作在规定模式中，以提供规定的剂量。按如下步骤进行验证：

第 6 步：验证剂量记录设备工作完好，并可提供适当的剂量。

当剂量率试验系统、辐射源和剂量测定系统已经被验证工作完好，对每个被测器件类型继续下述步骤：

第 7 步：从试验线路中去掉偏置，并且放置 DUT；

第 8 步：根据试验计划或程序对器件进行偏置和对试验图形进行加载(适用时)。验证适当的器件功能操作；

第 9 步：将 DUT 置于辐射脉冲中，测量规定输出的响应和恢复特性；

第 10 步：适用时，将 DUT 响应与翻转判据进行比较。

对于每个试验状态和每个辐射剂量率重复第 8 步～第 10 步。

第 11 步：移去 DUT 偏置。

翻转阈值应按器件未翻转时的最大剂量率进行报告。

标准地地网 bzsoso.com

4 试验报告

应准备剂量率试验报告，至少应包括下述内容：

a) 器件识别，包括承制方，晶圆和(或)检验批追溯信息，辐射前历史；
b) 辐射试验设备，源类型，脉冲宽度，剂量测定数据(包括脉冲波形)；
c) 试验数据，试验操作者姓名和单位；
d) 噪声试验结果；
e) 器件响应数据，由器件序列号列出，包括输出和电源恢复波形，以及对每个器件每个脉冲的剂量；
f) 在脉冲期间电源的下降幅度；
g) 试验后功能试验数据(适用时)；
h) 包括在试验计划或程序中的所有信息(可以作为对试验报告的参考或附加信息)以及与已批准的试验计划或程序的任何偏离；
i) 封装材料和厚度，以及封装材料在剂量上对器件的影响(见 2.2)。

5 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 被测器件类型和数量；
b) 追溯性(器件编号、晶圆/批编号等)要求和数据报告及提交的要求；
c) DUT 在试验中(包括试验结构原理)的电结构；
d) 试验条件和逻辑试验图形的顺序；
e) 需要监测和记录的器件输出端；
f) 剂量率水平和脉冲宽度；
g) 翻转和恢复判据，被恢复的输出端和(或)电源电流的稳态值。包括样品波形(若需要)；
h) 翻转阈值和失效水平(适用时)；
i) 验证存贮图形所需的试验后功能试验，以及在辐射脉冲和功能试验开始之间的最大时间间隔；
j) 对每个器件类型的总电离剂量极限和烧毁水平；
k) 若适用，在使用中与电源串联的最大限流电阻，以及在试验线路(见 2.3.5)中允许的电阻；
l) 适用时，A 组电测试辐射前后试验要求；
m) 试验仪器要求(若与上述规定不同)；
n) 鉴定，重新鉴定和分析要求。

标准搜搜网 bzsoso.com

附录 A　(方法 1023)
(资料性附录)
运算放大器试验示例

A.1　本附录给出了一个例子，用来说明如何规定一个运算放大器的试验条件。由于试验条件同时取决于器件类型和特定的使用情况，因此不能认为本例适用于任何给定情况，它只为了说明如何使用本试验方法。

A.2　方法 1023 试验规范：

a)　JF741 型运算放大器，8 引线金属圆形封装；

b)　试验线路如图 A.1 所示，其中外引线 1、5 和 8 未接；

c)　V_+=9.0V±0.2V；V_-=−9.0V±0.2V；
输入信号电压峰峰值为 280×(1±5%)mV；频率为 2000Hz±50Hz；

d)　监测 6 号引出端和电源电流；

e)　采用标准的噪声极限值要求；

f)　脉冲宽度：20ns；

g)　总剂量不得超过 10Gy(Si)；

h)　试验中使用的剂量率为 10^5×(1±30%)Gy(Si)/s；

i)　试验环境温度为 25℃±5℃；

j)　接收或拒收失效判据：电源电流和输出信号应在辐射脉冲的 1ms 以内回到辐射前水平的 10%以内；

k)　本试验是破坏性试验。

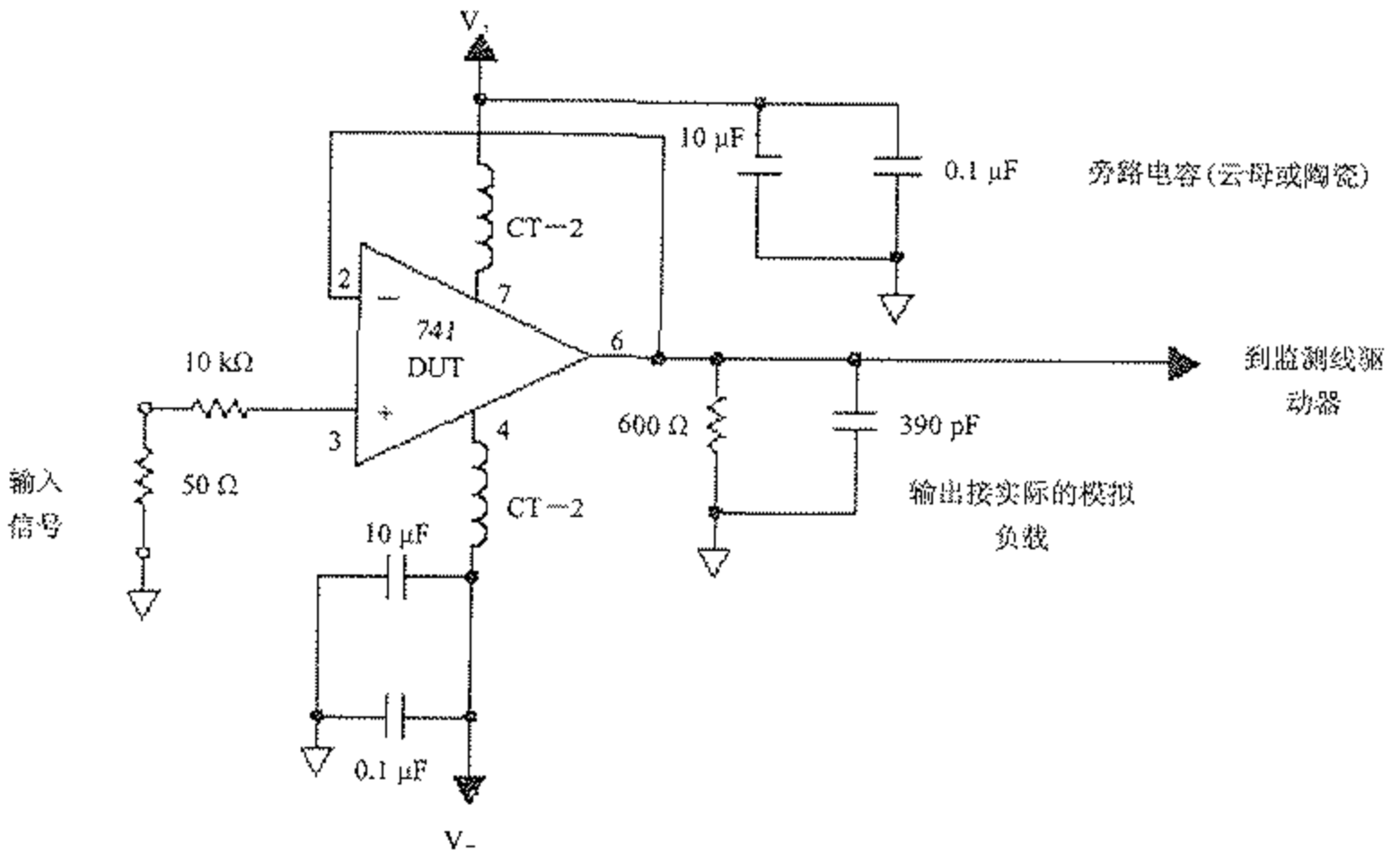


图 A.1　运算放大器试验线路图示例

标准搜搜网 bzsoso.com

附录 B （方法 1023）
（资料性附录）
模拟—数字转换器试验实例

B.1 本附录给出了一个例子，用来说明如何规定模拟—数字转换器(ADC)的试验条件。由于试验条件同时取决于器件类型和特定的使用情况，因此不能认为本例适用于任何给定情况，它只为了说明如何使用本试验方法。

B.2 方法 1023 试验规范：

a) ADC 型(n＝# bit＝12)，40 引出端陶瓷双列封装；

b) 试验线路按图 B.1 规定试验装置图见图 B.2。存储 RAM 必须以超过 DUT 时钟频率的速度写入，并且对控制器提供一个接口，能够贮存来自辐射源的触发脉冲；

注意：如果使用 ADC 的数据准备线，由于可能出现翻转，也必须分别监测。

c) 至少应试验 3 个输入电压。调节输入偏置，使中心输出码在：

1) $2^n/2$；

2) 满量程减去 10%($2^n-0.1\times2^n$)；

3) 零加上 10%($0+0.1\times2^n$)。

d) 至少要在 10MHz 和 1MHz(F_{max} 和 $-0.1\times F_{max}$)下进行试验；

e) 翻转判据：翻转阈值的确定应通过统计分析将辐射前 ADC 输出码与在辐射后立即得到的数据进行比较来得到，恢复时间(20%以内)也应通过比较辐射前后的数据来确定；

f) 脉冲宽度：20ns；

g) 在 10^2Gy(Si)/s～10^7Gy(Si)/s 的剂量率范围进行试验以确定翻转阈值；

h) 总电离剂量应不超过 500Gy(Si)；

i) 在环境温度 25℃±5℃试验；

j) 在翻转试验完成之后，试验达到设备最大剂量率以确定器件是否会烧毁，本试验是破坏性试验。

标准搜搜网 bzsoso.com

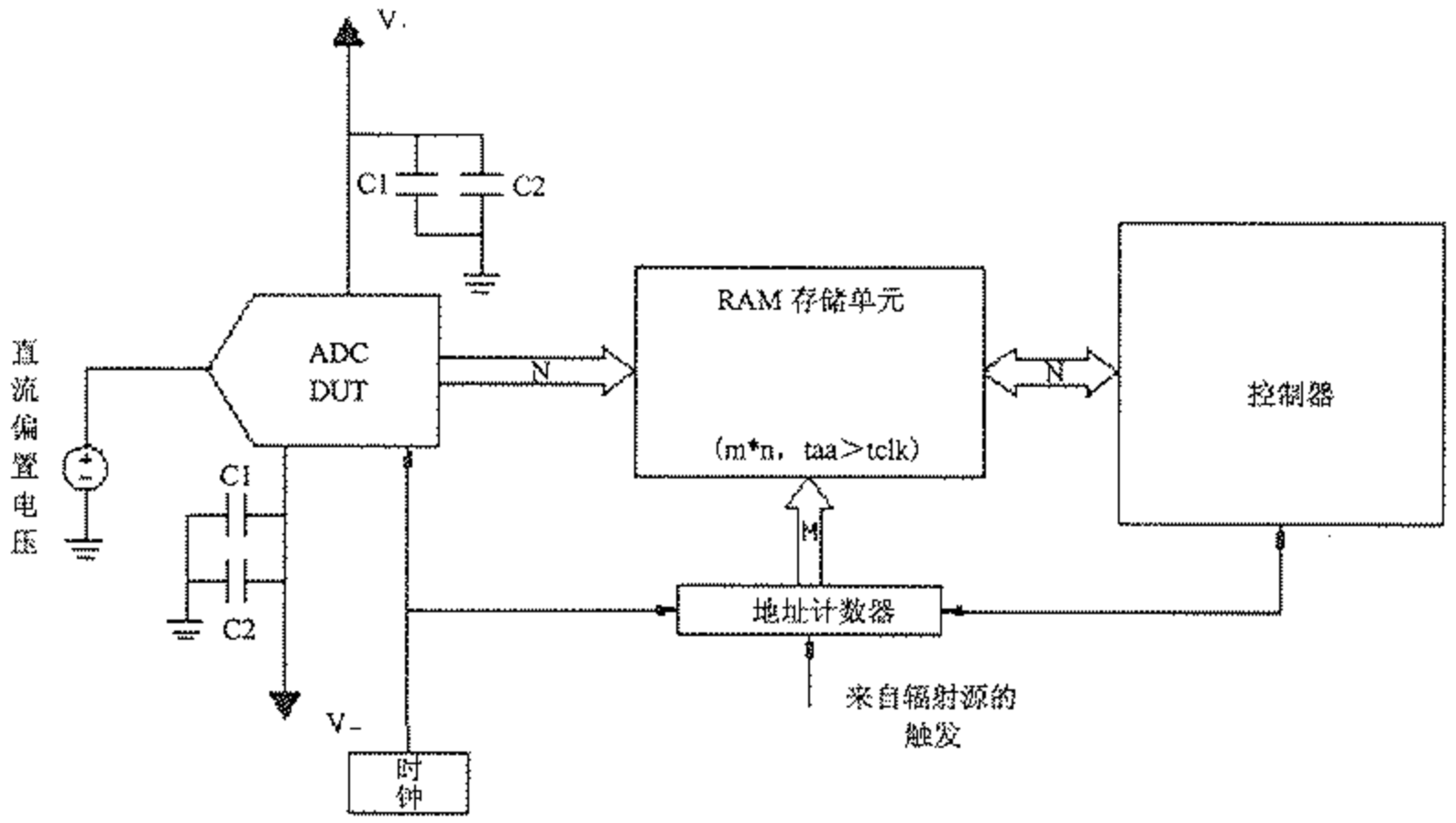


图 B.1　ADC 试验线路示例

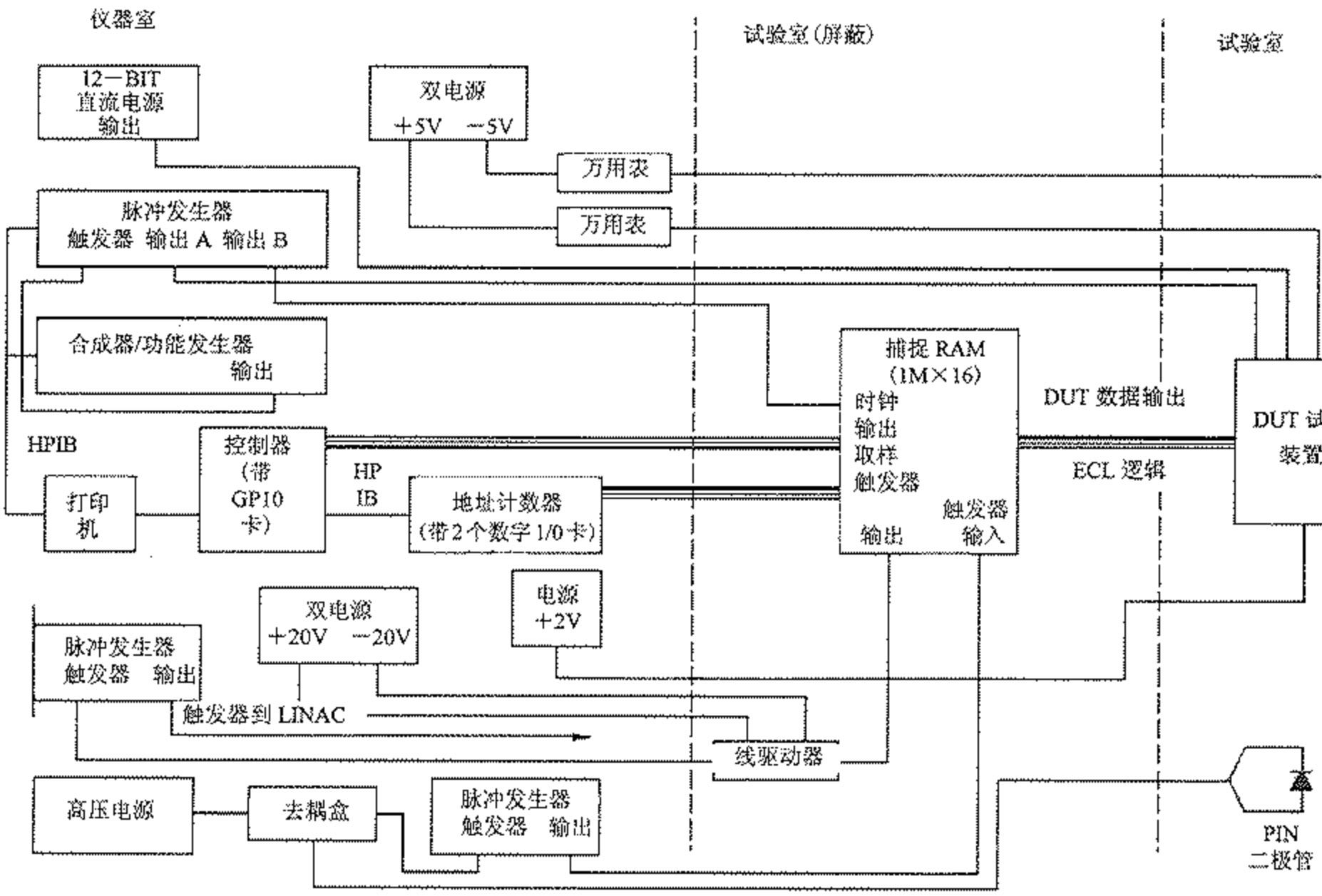


图 B.2　ADC 试验装置示例

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1030.1　密封前老炼

1　目的

密封前老炼的目的是为了在密封前稳定单片、多片或混合微电路的工作性能，或找出那些勉强合格的器件，以便采取有关的返工或返修措施。标准的或密封后的老炼试验(见方法 1015)是通过对微电路施加等于或大于最大额定工作条件的应力或是能以相等或更高的灵敏度暴露出与时间和应力有关的失效模式的等效筛选条件，以便筛选或剔除那些参数勉强合格的器件。在密封前采用标准老炼试验中的部分试验内容可以发现那些参数勉强合格的器件以及在某些方面需要进行而且也容易进行返工或返修的器件。本试验是非强制性试验。密封前老炼的采用与微电路的复杂程度、密封后老炼试验中的实际失效率(如果提供有这类数据的话)都有关。

2　设备

所有设备的详细要求及对气流速率的补偿(若有该要求)见方法 1005。密封前老炼使用的烘箱至少应能提供 10 万级的干氮环境(在氮气供气口处，气体中的水汽应小于 0.01%(100ppm))。应采用适合的设备控制干氮流速，并监测流入烘箱的干氮湿度。

3　程序

所有的微电路应在全部装配操作(不包括封帽)完成后(见方法 5004 或 5008)，在规定的温度、时间和环境下接受规定条件(见 3.1)的密封前老炼试验。内部目检应在密封前进行。微电路应通过外引线、螺栓或外壳按其通常的固定方式来固定。连接处的温度不得低于规定的环境温度。密封前老炼试验前后应按规定进行测试。

3.1　试验条件

基本的试验条件如下所示。每种条件的详细内容见方法 1005。

a)　试验条件 C——稳态功率和反偏试验；

b)　试验条件 D——并行激励，使被试器件处于正常的工作条件。

3.1.1　试验时间

除另有规定外，密封前老炼试验应至少进行 48h。如果密封前老炼和密封后老炼的总时间等于或超过了规定的 160h，且密封后老炼时间等于或超过了 96h，则可以适当分配密封前和密封后的最少老炼时间。

3.1.2　试验温度

除另有规定外，密封前老炼试验温度应为 125℃。如果采用低于 125℃的温度，则应按方法 1015 中表 1 的数据相应增加试验时间。

3.1.3　试验环境

密封前老炼试验的环境至少应达到 10 万级的干氮(供气口处的氮气中水汽应小于 0.01%(100ppm))。加热前应对烘箱用干氮进行气洗，然后加偏置。在要求的环境条件尚未完全具备之前不应开始进行试验。

3.2　测试

密封前老炼试验之前的测试应在施加老炼条件前进行。除另有规定外，密封前老炼之后的测试应在老炼结束而将器件取出后 96h 内完成。测试内容包括全部 25℃时直流参数(见方法 5005 中 A1 分组)以及那些作为中间测试的一部分而又规定了变化量极限的所有参数。当适用时，应根据这些测试结果按变化量极限验收。如果不能在 96h 内完成这些测试，那么在密封前老炼试验后的测试之前应按原先使用的老炼条件(见 3.1)对器件至少再老炼 24h。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.2.1　密封前老炼结束后的冷却

所有微电路应冷却到与室温时器件加功率后处于稳定条件的温度相差小于 10℃，然后再去掉偏置。为了把器件移至与试验工作室不在一处的冷却位置，而使偏置中断的时间只要不超过 1min，就不应看作是去除偏置。对于双极线性和 MOS(CMOS、NMOS、PMOS)以外的器件，如果在去除试验条件后的 30min 之内被试器件的外壳温度能降到不高于 35℃就可以在冷却期间去掉偏置。所有的 25℃直流测试应在对微电路作任何形式的再加热之前完成。

3.2.2　失效验证和修复

密封前老炼试验结束后，通不过 25℃直流测试的器件，按方法 5003 试验条件 A，应交付作失效分析。确认了微电路中有缺陷的或参数勉强合格的器件并判断出其位置后，应按照 GJB 597 中允许的范围进行返工。返工结束后，再对修复的微电路重新测试。若测试合格，且返工中涉及到器件的更换，就应对该微电路作 3.1 中对密封前老炼试验所规定的附加老炼。

3.2.3　试验装置的监测

应该在试验开始和结束时，在试验温度下监测试验装置，从而证实全部器件已按规定要求施加应力。下面是至少要进行的监测程序：

a)　器件插座：在开始使用时，以及其后至少每隔六个月，都应检查每块试验板或试验箱，以证明连接点的连续性，保证能把偏置电源和信号加到每个插座上。除了这种最初的和周期性的验证外，不必每次试验时都逐个检查微电路插座。但是，在每次使用试验板之前，应采用随机抽样检查，以保证对每个被试器件电连接的正确性和连续性。

b)　试验板或试验箱的连接：将微电路插入试验板并装入烘箱后，在用氮气作气洗之前，应至少在每块试验板或试验箱的一个位置上验证所规定的试验电压和信号条件，从而保证在采用的试验装置中使用的每条连线或每个接插件都能正确施加规定的电应力并具有电连续性。

c)　试验结束并冷却后应重复上述 b)中要求的对电压和信号条件的验证：在试验过程中，若出现了导致必要的试验应力未能加到器件上去的失效或接触开路(见 3.1)应延长试验时间，以保证实际受应力作用的时间满足规定的最短试验总时间的要求。

3.3　对未封盖的微电路的处理

为了防止在拿取器件过程中因不小心引起缺陷，建议在任何时刻对未封帽的所有微电路应使用专门的盖帽罩住。这种盖帽可以是金属的，也可以是具有导电外涂层的硬塑料盖帽。在所有的微电路已放入老炼台后，可将这些盖帽从微电路上取走。如果在老炼时已将盖帽取走，在老炼结束后，待器件冷却而去除偏置后，将微电路从老炼台中取出前应立即重新盖上盖帽。不管“密封前老炼”试验结束后的目检和密封之间的这段时间内如何处置微电路，微电路都应处于可控的环境之中(见方法 2017)。

3.4　密封后老炼

在完成密封前老炼试验、内部目检、其他密封前的筛选及密封以后，除了可以不做稳定烘焙外，对所有的微电路都必须进行由方法 5004 或 5008 所规定的筛选。密封后的老炼试验按方法 5004 或 5008 的规定进行(关于试验的详细内容见方法 1015)。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　试验条件和老炼电路，包括适用时对输入、输出、外加电压和功耗的要求(见 3.1)；

b)　(如与常规不同)试验时固定器件的方式(见第 3 章)；

c)　适用时“密封前老炼”试验前后的测试和参数漂移限制(见 3.2)；

d)　如与规定不同，“密封前老炼”试验结束后完成测试的时间(见 3.2)；

标准搜搜网 bzsoso.com

e) 为防止微电路在处置过程中引起缺陷而采用的盖帽类型(见 3.3)；

f) “密封前老炼”和“密封后老炼”的试验时间(见 3.1.1)；

g) 若低于 125℃，则规定试验温度(见 3.1.2)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1031　薄膜腐蚀试验

1　目的

本试验的目的是为了验证在一定时间内器件承受规定条件下的质量和可靠性。这是一种抽样试验，它可用作短期规定的质量保证试验，也可用作保证器件可靠性的长期加速试验。它特别适用于那些含有薄膜导体、电阻器或熔片的器件，因为这些元件在封壳内部残存的水汽作用下很易被腐蚀(虽然这些水汽含量低于方法 5005 和 5008 中规定的极限)。这是一种破坏性的试验，它不应用于 100%筛选。通过本试验将揭示出由金属层腐蚀引起的与时间、温度、应力和湿度有关的失效模式。

2　设备

应采用合适的插座或其他固定器件的方式，以保证被试器件外引线在规定试验线路中的可靠的电接触。所用的电源和烘箱装置应至少能在整个试验期间维持规定的工作条件。试验箱应采用干燥空气来调节，以防止在温度循环过程中试验环境相对湿度达到 100%。

3　程序

器件应受到规定的条件、试验延续时间和温度的作用，并在试验结束后进行规定的测试。应记录、控制整个试验全过程的试验条件、试验延续时间、数量和温度。所有可用程序控制的设备若已被承制方改变了状态，在试验前应对其重新编程。

3.1　试验条件

3.1.1　器件的处理

进行试验前，应将所有的器件在 125℃±10℃的条件下，不加偏置放置 24h。

3.1.1.1　短期试验

对于短期质量保证试验，应按图 1 中给出的时间-温度和偏置顺序作 16 次循环。每次循环 3h，共 48h。短期试验采用的顺序如下：

初始的处理将紧紧被吸附的水汽驱至环境中。

AB 段：125℃使器件壁上的表面水分汽化；

BC 段：使环境水汽在器件壁和芯片上冻结(降温速率为 100 K/min)；

CD 段：使封装内部的表面温度达到平衡(也就是使水汽重新分布)；

DE 段：将水汽从器件壁转移至芯片(冷表面泵)。从 E 点开始，在芯片还是湿的时候，施加偏置；

EF 段：调整升温速率，以便通过减少热耗散和调整升温速率(最大为 100 K/min)，使芯片总是处于最低的温度；

FG 段：保持环境温度为 2℃，在依然施加偏置的同时使芯片附近相对湿度最高；

GH 段：迅速升温阶段，最大升温速率为 100 K/min 使水汽从壁上蒸发，可能同时有一种膨胀力，增加从壁到芯片间的污染传递。

在加有偏置，温度为 25℃时结束循环。将器件从试验夹具中取出。

3.1.1.2　长期试验

作长期可靠性保证试验时，上述试验顺序作如下更改：

AB 段：时间增长至 12h；

CD 段：时间增长至 1h；

DE 段：保持 0.5h 不变；

EG 段：在 E 点开始施加偏压。在 FG 期间进行 30 min 偏压、30 min 断开偏压的循环。总时为 24h；

EF 段：如果能使功率耗散降低，可将 EF 段时间增加到 4h；

标准搜搜网 bzsoso.com

FG 段：增加到 6.5h。总的试验时间为 10 个星期或 70 个循环。

在加有偏压、温度为 25℃时结束循环，将器件从一夹具中取出。

3.2 测试

除另有规定外，应在器件停止接受规定试验条件作用后的 12h 内完成全部电测试。终点测试应包括 25℃时 A1 分组和 A7 分组测试。

注：必须在 3.1.1 之前以及 3.2 之后完成方法 1014 中规定的细检漏和粗检漏试验。通不过检漏试验器件应从试验批中剔除。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 电测试图；

b) 应进行试验的器件数和接收判据；

c) 适用时数据记录的要求。

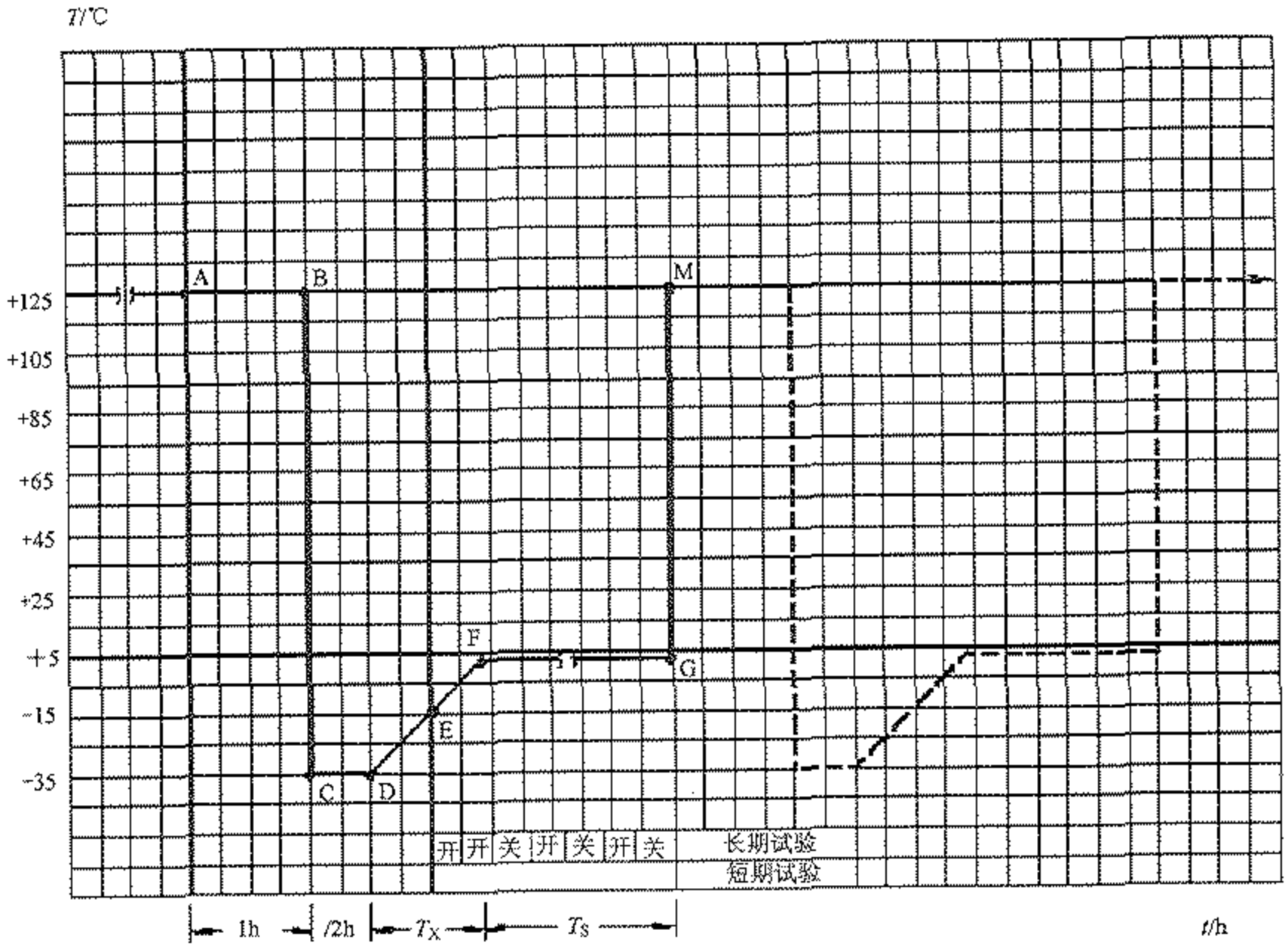


图 1 腐蚀过程示意图

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1032　封装引起的软错误试验程序

1　目的

本试验用于测试集成电路在已知试验条件下对于由α粒子所产生错误的敏感程度。本试验特定用于测定器件承受α粒子撞击的能力，同时还可以确定芯片表面保护层的效能。通过试验确定由器件封装、芯片和芯片表面保护层材料中的α辐射源引起的器件失效率。

1.1　术语和定义

1.1.1　软错误　soft error

由于α粒子辐射撞击引起被测器件输出出现瞬时的或数据存储的任一种错误。

1.1.2　软错误率(SER)　soft error rate

在正常封装环境下单位时间出现的软错误。

1.1.3　加速软错误率(ASER)　accelerated soft error rate

在已知α粒子源作用下单位时间内引起的软错误。

1.1.4　非特(FIT)　failure in time

1FIT 等于 10^9 器件小时出现一次失效。

1.1.5　封装粒子流　package flux

来自封装材料(即盖板、芯片材料、密封材料及可选的α粒子防护层)杂质的α粒子在单位时间作用于单位芯片表面面积上的总数。$(cm^2 \cdot h)^{-1}$。

1.1.6　修正的封装流　modified package flux

芯片表面有保护层时，单位时间内作用于单位芯片表面上的α粒子总数。$(cm^2 \cdot h)^{-1}$。

1.1.7　源粒子流　source flux

采用经校准的粒子源，单位时间内作用于单位芯片表面的α粒子总数。$(cm^2 \cdot h)^{-1}$。

2　设备

所需设备包括电学测试仪器、试验线路板、电缆、互连板或开关系统和钍-232 薄片(选用)。应采取有关预防措施使电学测试系统具有适当的屏蔽和接地，且感应的电学噪声应尽量低。

2.1　辐射源

用于本试验的辐射源应为尺寸足够大的钍-232 薄片(该薄片能产生α能量谱为 0 MeV～10 MeV 的粒子)，以覆盖暴露的芯片腔体范围，其强度为 0.37 kBq～185 kBq。能产生与封装杂质一样的能谱，应按照有关规定控制辐射源，对辐射源应进行定期检定。应取源被使用时的衰减速率计算实际“粒子流”值，避免辐射源受热。

2.2　电学测试仪器

应采用通常用来测试被测器件的标准测试仪器。它们应能提供需要的测试条件，并能测量要求的电参数。所有仪器均应按本标准的一般要求作定期校准。

2.3　试验线路

试验线路应包括被测器件、需要的连线和辅助部件。连接时应保证能施加规定的试验条件以得到要求的输出。应具有监测并记录规定输出的手段，对输出负载，如电阻或电容应予以规定。试验线路不应在受到辐射源作用时电特性出现永久性的变化。必要时，在试验线路中应采取屏蔽措施，以防止辐射对线路的影响。

2.4　电缆

需要时，应使用电缆将具有受辐射试验器件的试验线路板与测试仪连接起来。所有电缆应尽可能的短。应采取措施以减小由电缆引起的噪声，为此可采用屏蔽电缆、三同轴电缆、拉链式套管或其他屏蔽

标准搜搜网 bzsoso.com

措施。

3 程序

本试验程序允许采用两种方法。

第1种为长期试验(有时又称为系统试验)。该方法不使用粒子源,将确切的试验时间进行统计累加,直接确定软错误率(SER)。这种方法的含义直观明确。进行时采用的参数必须符合 3.1(试验计划)的规定。采用下述公式由该方法试验数据计算软错误率(SER),然后再将其转化为非特数。

$$SER = 错误总数/总试验时间 \quad (1)$$

第2种方法采用 2.1 中介绍的粒子源。下述为采用加速粒子源进行试验的程序。按 3.1 试验计划进行的每种试验均必须按此程序进行。

a) 确定芯片无保护层情况下芯片表面受到的粒子流作用。该粒子流记为封装流。

b) 若芯片表面有保护层,保留该保护层进行后一部分试验。去掉被测器件的封装盖板,将粒子源直接放于芯片腔体的上方,粒子源与芯片之间的距离应与原先封装盖板与芯片间的距离相同。

注1:粒子源薄片与芯片之间的距离必须小于 1.27mm,且粒子源薄片必须覆盖整个芯片腔体开口,以保证所有入射角方向均能产生作用。

注2:若被测器件具有反向芯片安装结构(如倒装芯片),必须采用合适的试验夹具,使得芯片有源表面区能受到辐射源的作用。

c) 按上述 b)中的说明,进行 3.1 中规定的试验,对进行的每一试验,确定软错误率(SER);

d) 对进行的每一试验,应记录下述内容:

1) 每一试验中的错误总数;

2) 发生这些错误的总试验时间;

3) 按下述公式计算 SER1:

$$ASER1 = 错误总数/试验时间 \quad (2)$$

$$SER1 = ASER1 \times (封装流/源粒子流) \quad (3)$$

e) 若未采用芯片保护层,SER1 即为测量的失效率。若采用了芯片保护层,还应进行下述 f)~j)工作。

f) 保留芯片保护层,确定芯片表面的粒子流。该粒子流记为修正的封装流。

注:修正的封装流应只是芯片和芯片保护层材料的粒子流之和。

g) 去除芯片保护层,保证芯片不受损伤。按上述 b)中的要求放置粒子流源。

h) 按步骤 c)进行试验,将新得到的 SER 记为 SER2。

i) 对进行的每一试验,记录下述内容:

1) 每一试验中的错误总数;

2) 发生这些错误的总试验时间;

3) 按下述公式计算 SER2:

$$ASER2 = 错误总数/试验时间 \quad (4)$$

$$SER2 = ASER2 \times (修正的封装流/源粒子流) \quad (5)$$

j) 将上述试验得到的 SER 相加(SER=SER1+SER2),即为该受试器件的失效率。

注:如果必要,可将上述试验步骤倒换,在形成芯片保护层前先进行一次试验,在有了芯片保护层后再进行一次试验。

3.1 试验计划

设计的试验计划应包括确定被测器件的最坏工作环境,以采用上述试验步骤确定最坏情况的 SER。试验中使用的测试码应能保证每个单元和(或)通道均能接受逻辑 0 和逻辑 1 的作用,使器件不断受到刷新,并连续监视器件,计数错误总数。对每一种新的器件或设计修改均应进行本试验。粒子源强度和作

标准搜搜网 bzsoso.com

用时间应足够大，以得到一定数目的软错误失效。

注：若数据维持或电压源减小模式是被测器件的一个有效工作，对该条件也必须试验其软错误率(SER)。

3.1.1 试验设备程序

设计的试验设备程序应能连续地循环和刷新存储数据或循环测试码，并记录错误总数。

3.1.2 试验条件

应在最小和最大工作电压下以三种不同的循环速率进行试验。除另有规定外，应采用下述循环时间：指定的最小和最大循环时间以及该最小、最大循环时间的平均值。

注：若器件为静态或动态随机存取存储器，应对器件同时进行读、写操作试验。

3.2 报告

在报告中至少应包括下述内容：器件识别号、试验日期、试验操作者、试验设施(适用时)、辐射源、试验所用时间和电压、数据分析以及试验中采用的设备。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 待试验的器件类型和数量；

b) 采用的试验线路；

c) 需监测的器件输出引出端；

d) 与方法中规定不同的 α 辐射源；

e) α 辐射源 Bq(贝可勒尔)强度；

f) 封装流密度测试方法；

g) 采用的试验设备；

h) 放射性材料的适当处理程序。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1033　写/擦疲劳寿命

1　目的

本试验的目的是为了验证非易失性存储器件在受到反复写/擦循环作用时的质量和可靠性。本方法也可用于筛选程序或进行其他试验前的预处理。试验时可进行终点测试或(适用时)中间测试，突出试验时参数退化的灵敏度或特定失效机理随写/擦次数、时间、温度的变化，测试时应对样品器件进行序列编号或给出所有样品参数的直方图分布。

1.1　术语和定义

1.1.1　写/擦疲劳寿命　“write/erase” endurance life

器件按其规范要求所能承受的写/擦循环次数。

1.1.2　写/擦循环　write/erase cycle

将存储器中所有位的数据从原状态改变为相反的状态，再改回原状态的作用过程。可以使各位(“块”、“字节”、“位”)同时变化，也可顺序变化。

1.1.3　数据维持烘焙　data retention bake

在高温下不加偏置进行烘焙，以加速存储节点处电荷的损耗。

2　设备

本试验所需设备包括能对器件进行写/擦循环操作的仪器、数据维持烘焙的受控恒温箱以及进行规定的中间和终点测试的电学测试仪器。

3　程序

首先按规定的最大循环次数对器件所有位进行写/擦操作，然后接着进行电学测试、规定的数据维持烘焙和电学测试。中间测试应采用同样的循环顺序、电学测试、数据维持烘焙和电学测试。

3.1　试验条件

外壳温度、循环次数、数据维持烘焙。电学测试温度和条件均按有关规定(见第 4 章)。

3.2　失效判据

出现下述现象的器件视为失效：

a)　不能在整个温度范围内进行写或擦；

b)　不能保存数据；

c)　不能在整个温度和电源范围内读取数据；

d)　达不到规定的最低“写/擦”循环次数。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　写/擦循环次数；

b)　数据维持烘焙条件，包括持续时间和温度；

c)　电学测试时外壳温度和定时条件；

d)　适用时预处理条件和过程(若与第 3 章条件规定不同)；

e)　循环条件，包括温度、方式(例如采用“块”、“字节”或“位”)以及写/擦脉冲的持续时间和重复速率；

f)　抽样方案，包括进行循环试验的器件数和接收数；

g)　终点和中间电学测试判据。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 1034　染色渗透试验

1　目的

本试验用来检测塑料封装微电子器件抵抗潮气进入的能力并探测封装材料中的裂痕。

2　设备

染色渗透试验使用的设备如下：

a)　玻璃器皿(烧杯、漏斗、量杯、量筒、吸管、培养皿、真空过滤器等)；
b)　搅拌器；
c)　真空泵；
d)　真空箱；
e)　过滤器(优于 0.127μm)；
f)　金相显微镜。

3　程序

采用一种低粘度液体浸渗剂，浸渗剂中掺有黄色荧光粉和催化剂。在进行染色渗透试验时，应遵照下列程序：

注：这些化学材料对皮肤、眼睛和鼻子有刺激性。

3.1　浸渗液制备

采用的组分为：

a)　低粘度液体浸渗剂(25℃时粘度小于 10mPa·s)；
b)　与浸渗剂配合使用的催化剂；
c)　黄色荧光粉。

3.1.1　制备预混合液

3.1.1.1　溶液的混合

采用 100 份液体浸渗液和 1 份黄色荧光粉进行混合，步骤如下：

a)　将 1000ml 浸渗剂倒入烧杯中；
b)　将 10g 黄色荧光粉倒入盛有 1000ml 浸渗剂的烧杯中，搅拌 5min。然后放入一个搅拌器，搅拌 2h～3h。

3.1.1.2　预混合液的过滤

预混合液必须过滤，以除去任何未溶解的颗粒。

a)　将滤纸放置在玻璃漏斗中，把漏斗连接到真空过滤器上，见附图；
b)　接通真空泵；
c)　将预混合液倒入漏斗中进行过滤。过滤后，关闭真空泵。把过滤好的溶液倒入空容器中，并在此容器上标记“浸渗剂和黄色荧光粉混合液”字样；
d)　用肥皂水清洗烧杯。

3.1.2　预混合液和催化剂的混合

根据选用的浸渗剂确定混合液和催化剂的比例。对于微孔密封剂，预混合液和催化剂的体积比为 200000:1。由于只需要极少量的催化剂，预混合液和催化剂的混合分两步进行。首先，预混合液和催化剂以 200:1 混合，然后再用预混合液稀释 1000 倍。具体程序如下：

a)　用量筒量出 10ml 预混合液，倒入一小烧杯中；
b)　在催化剂溶液中插入吸管；

标准搜搜网 bzsoso.com

c) 汲取 0.05ml 催化剂溶液，注入到有 10ml 预混合液的烧杯中；
d) 在烧杯中放入一个搅拌器，搅拌 5min。这样就完成了预混合液和催化剂 200:1 混合过程；
e) 用肥皂水清洗吸管。在 h)步骤使用前这些吸管必须要清洗干净；
f) 用量杯取出足够数量(数量取决于被试器件的数量和尺寸，大多数情况需要 25ml 溶液)预混合液，以便能浸没被试器件；
g) 把 25ml(或要求的数量)预混合液倒入小烧杯中；
h) 使用干净吸管把少量含(200:1)催化剂的混合液添加到混合液中。对 25ml 预混合液而言，可用 0.025 ml 含(200:1)催化剂的混合液；
i) 把搅拌器放入配好的溶液中，搅拌 5min。这样就完成了预混合液和催化剂 200000:1 混合液制备；
j) 将含有催化剂的多余溶液倒入标有“废液”字样的瓶中；
k) 用肥皂水清洗所有吸管和玻璃器皿。

3.2 渗透

3.2.1 排气浸渗

具体程序如下：

a) 把器件放入上述配好的浸渗液中，液面应覆盖被测器件；
b) 把烧杯放入培养皿中，以便收集抽真空过程中溢出的溶液；
c) 把一个较大的烧杯扣置在盛有溶液烧杯的上方，以防止在真空炉中溶液飞溅；
d) 把烧杯等装置放入真空箱；
e) 打开真空泵；
f) 监控真空条件下溶液的除气。在 1.3kPa 左右真空度下将开始强烈除气。控制放气阀，以降低真空箱内的真空度，使除气过程中溶液不溢出；
g) 一旦除气结束，关闭放气阀并使压力继续下降；
h) 当真空度达到 40Pa～133Pa 时，在此压强下保持 15min；
i) 15min 后打开放气阀，直到真空箱内压强与外部压强平衡为止。将这些器件在此状态下保持 15min 后，打开真空箱取出烧杯。

3.2.2 清洗被试器件

具体程序如下：

a) 从溶液中取出被试器件；
b) 用纸巾或棉条轻轻擦掉器件上多余的溶液；
c) 剩余混合溶液倒入标有“废液”字样的瓶中；
d) 用肥皂水清洗烧杯、吸管和玻璃器皿。

3.2.3 烘焙被试器件

被试器件放置在有盖培养皿中，并把培养皿放入预热至 100℃的烘干炉，烘焙时间为 1h。

3.2.4 抽样制作器件剖面

a) 抽样制作剖面；
b) 由于染料颗粒在剖面上的涂抹将会出现虚假现象(在紫外光下，污斑看起来象小星光)。为了避免这种错觉，务必在样品研磨和抛光后要进行彻底清洗。

3.2.5 显微镜观察剖面

在紫外光下拍摄剖面照片，确定渗透深度。

3.3 染料渗透评估准测

3.3.1 应评估的剖面

应评估下列剖面或其他相关剖面：

标准搜搜网 bzsoso.com

a) 器件长轴上的一个剖面(检查连接条);

b) 器件短轴上的三个剖面,(检查最短引线,芯片边缘或填充料边缘)。

3.3.2 失效判据

至少应采用下述判据。发现的其他缺陷也应报告:

a) 裂纹或其他与封装有关的缺陷;

b) 出现分层;

c) 染料渗透到芯片粘结处或芯片表面;

d) 在引线出口处染料渗透到超过引线端的 50%;

e) 染料渗透到超过封装内引线长度的 50%。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容:

a) 与 3.3 规定不同的失效判据;

b) 确定样品数。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2001.1　恒定加速度

1　目的

本试验用来确定恒定加速度对微电子器件的影响。设计该加速度试验的目的是显示在冲击和振动试验时不一定能检测出的结构和机械类型的缺陷。它也可用作高应力试验来测定封装、内部金属化和引线系统、芯片或基板的焊接以及微电子器件其他部件的机械强度极限值。如果确定了适当的应力强度，该试验也可用作生产线的 100%筛选试验，用以检测和剔除其结构部件中的机械强度低于标称值的器件。

2　设备

恒定加速度试验设备应能在规定时间内施加规定的加速度。

3　程序

器件应通过其外壳或用通常的固定件固定好，引线或电缆也应固定好。除另有规定外，应在 X_1、X_2、Y_1、Y_2、Z_1 和 Z_2 各个方向上对器件施加 1min 规定数值的恒定加速度。对于内部元件的主基座平面与 Y 轴垂直的器件应把元件趋向于脱出其基座的方向规定为 Y_1 方向。除另有规定外，应采用试验条件 E。

表 1　试验条件

试验条件	加速度 m/s^2
A	49000(5000g)
B	98000(10000g)
C	147000(15000g)
D	196000(20000g)
E	294000(30000g)
F	490000(50000g)
G	735000(75000g)
H	980000(100000g)
J	1225000(125000g)

4　说明

有关订购文件应规定以下内容：

a)　如不采用试验条件 E(见第 3 章)，则规定所施加的加速度；

b)　必要时在试验后进行的测量；

c)　试验持续时间或规定方向(如仅 Y_1 方向)(见第 3 章)的变化；

d)　若与所规定(见第 3 章)的不同，则应规定施加加速度方向的次序。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2002.1　机械冲击

1　目的

本试验目的是测定器件能否适用在需经受中等严酷程度冲击的电子设备中，这种冲击是在装卸、运输或现场操作中由于突然受力或运动状态突然变化而产生的。这种类型的冲击可能破坏工作特性或引起类似于因振动太强而造成的损坏。若冲击脉冲是重复性的，则损坏更严重。

2　设备

冲击试验设备应能按规定对器件本体施加 4900m/s^2～294000m/s^2（峰值加速度）的冲击脉冲，其脉冲宽度为 0.1ms～1.0ms。冲击脉冲应是半正弦波，其允许失真不大于规定的峰值加速度的 20%。利用截止频率为冲击脉冲基频五倍以上的传感器（还可再加一个电子滤波器）来测量冲击脉冲。在上升时间的峰值加速度的 10%处与下降时间的峰值加速度的 10%处之间测量脉冲宽度。脉冲宽度的绝对偏差应不大于规定宽度的±0.1ms 或±30%。

3　程序

冲击试验设备应安装在牢固的试验台基上，在使用前应把它调于水平位置。器件的外壳应牢牢地被固定好，外引线也应有适应的保护。应采取措施防止由于设备中的“弹跳”而产生的重复冲击。除另有规定外，器件应在 X_1、X_2、Y_1、Y_2、Z_1 和 Z_2 的各个方向上承受五次脉冲冲击。冲击脉冲的峰值加速度和脉冲宽度应在选择的试验条件中规定。对于其内部元件的主基座平面与 Y 轴垂直的器件，把该元件趋向于脱出其基座的方向规定为 Y_1 方向。除另有规定外，应采用试验条件 B。

表 1　试验条件

试验条件	峰值加速度 m/s^2	脉冲宽度 *ms*
A	4900（500g）	1.0
B	14700（1500g）	0.5
C	29400（3000g）	0.3
D	49000（5000g）	0.3
E	98000（10000g）	0.2
F	196000（20000g）	0.2
G	294000（30000g）	0.12

注意：如采用化合物（如水玻璃或硅酸钠）安装固定器件，则应保证试验程序和固定材料不会掩盖细漏或粗漏现象。

3.1　检查

试验完成后，在不放大或放大不超过 3 倍情况下，对标记进行外观检查。在放大 10 倍～20 倍下，对外壳引线或密封进行目检。应在完成了最后的循环或完成了包括本试验的一组试验、一系列试验或分组试验后，进行此项检查和任何规定的附加测试。

3.2　失效判据

试验后，任何按规定测量或检查（见第 3 章和第 4 章）中出现的不合格，外壳、引线或密封的缺陷或损坏、或模糊的标记，都应视作失效。试验期间，由于夹具或处理引起的标记损坏不得视为器件失效。

标准搜搜网 bzsoso.com

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 如果不采用试验条件B(见第3章)，则应规定试验条件；

b) 与规定(见第3章)不同的冲击脉冲次数和方向；

c) 适用时的电负载条件(见第3章)；

d) 必要时试验后的测量(见第3章和3.1)；

e) 必要时，在试验过程中进行的测量。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2003.1　可焊性

1　目的

本试验的目的是测定那些通常要焊接的器件引线(包括最大直径为 3.2mm 的引线)的可焊性。判断可焊性取决于这些引线被焊料涂覆时的浸润能力，或者当浸渍焊锡时形成适当角焊缝的能力。这些步骤用于检验在生产过程中采取的处理方法是否有利于焊接，并且用于证明凡是设计要求进行连接的部分都已进行了这种有利于焊接的处理。本试验方法包括加速老化试验，它模拟了具有不同有害作用的各种贮存条件组合下的自然老化。

1.1　术语和定义

1.1.1　可焊性　solderability

金属被焊料浸润的特性。

1.1.2　浸润　wetting

在被检测表面形成均匀、平滑、无断裂焊料膜的过程。

1.1.3　多孔性　porosity

集中有许多小针孔和凹坑的、呈海绵状不均匀表面的焊料覆盖状况(见图 1)。

1.1.4　非浸润　nonwetting

表面虽然已与熔融焊料相接触，但焊料未能很好地附着在整个表面上，以致暴露出一部分被试验的表面(见图 2)。

1.1.5　针孔和空洞　pinholes and voids

作为缺陷存在的穿透整个焊料层的小孔(见表 2、图 3、图 4)。

1.1.6　脱浸润　dewetting

指当熔融焊料覆盖了被试验的表面后，由于收缩引起无规则形状的焊料堆积，它们与焊料膜覆盖区域隔开，但基底金属尚未暴露(见图 5)。

1.1.7　外来物　foreign material

位于引线材料或涂层上其他材料构成的颗粒(见图 6)。

1.1.8　焊料和焊剂涂覆的最小深度　solder and flux minimum application depth

不同类型封装，焊料和焊剂涂覆的最小深度分别规定如下：

双列封装指引线引出端展宽到最大肩宽的位置或到达外壳底面，取二者中离封口较远的位置。

径向引线封装(如扁平封装、顶部钎焊方形封装)指引线上离外壳不大于 1.27mm 的位置。

轴向引线封装(如金属圆形封装、针栅阵列封装和平板封装)指引线上到封装主体、或者到封装平面、或者到支座上距离不大于 1.27mm 的位置，取其离玻璃封口处最远的一个。

有引线片式载体(即 J 形引线封装、翼形引线封装)指引线上由基平面开始扩展的位置或引线上开始展宽的位置。

无引线片式载体指引出端能全部浸入的位置。

2　设备

2.1　焊料槽

焊料槽尺寸应能容纳至少 1kg 的焊料，在浸焊料过程中，焊料应处于静止状态。该设备应能把焊料保持在 4.4 规定的温度。

2.2　浸焊料工具

应采用一种浸焊料工具，它能够按 4.4 的规定控制引出端出入焊料槽的速率，并控制在焊料槽内的停顿时间。样品的夹具不要与焊料槽接触，应通过正确设计，使沾附的焊剂减到最少。

标准搜搜网 bzsoso.com

2.3 光学设备

应采用放大倍数至少为 10 倍的双筒显微镜。

照明设备能对样品提供均匀的、无闪光的、全散射的照明。

2.4 水汽老化设备

应采用足以容纳样品的、耐腐蚀的容器。样品放置的位置必须能使样品的底部至少高出水表面 4cm 的距离(见 3.4)。支撑样品的支架必须采用无杂质污染的材料。这种设备应能按 4.2 要求验证是否已达到规定的温度。

设备应至少每月(或在使用前)进行一次排空与清洗。根据水的电阻率、目检或洁净度，可能需要更频繁的清洗。清洗时必须使用无污染的溶剂。

3 材料

3.1 焊剂

焊剂应为符合标准 GB 9491 规定的 R 或 RMA 型松香焊剂。

3.2 焊料

应采用 39 锡铅焊料(代号为 HLSnPb39，该焊料应符合标准 GB 3131 的规定)。

3.3 异丙醇

应使用工业纯或纯度更高的、符合要求的异丙醇。

3.4 水

用于水汽老化的水必须是蒸馏水或去离子水。

注意：上述材料中包括有以下物质：易燃的；对眼睛、皮肤或呼吸系统有害的；或者具有巨大烧毁能量的。对眼睛和皮肤应该予以保护，当处置热的物体时，应带防热手套。

4 程序

应根据有关订购文件中规定的引出端数目进行试验。本试验可以在存贮或发货包装之前进行，也可以从承制方的包装中取出后立即进行，或作为鉴定和质量一致性检验的一项试验。试验用样品应随机抽取。操作时应注意不要把试样表面弄粗糙，或被油、汗水等污染。试验步骤应包括以下操作：

a) 必要时，对样品进行适当的预处理(见 4.1)；

b) 对全部样品进行老化(见 4.2)；

c) 加焊剂并把引出端浸入熔锡中(见 4.3 和 4.4)；

d) 完成浸焊料过程后，检查和鉴定被试验的引出端(见 4.5)。

4.1 引出端的预处理

试验前对引出端不得作擦拭、清洗、刮或摩擦性处理。对引出端的任何特殊预处理，如试验前的弯曲或重新定向，应在订购文件中规定。用户/设备承制方可自行决定是否采用非腐蚀性的、非活性的溶剂(如异丙醇)清洗引出端。

4.2 水汽老化

在加焊剂和随后的浸焊料之前，应对本试验选定的全部样品进行老化，即将被检测表面暴露于水蒸汽中 8h±0.5h(符合 2.4 规定的容器)。试验处于不同海拔高度进行时，水汽温度应根据表 I 确定。老化过程中只允许间断一次，但时间不得超过 10min。器件在完成规定的试验时间后，应从试验设备中取出。样品从老化设备中取出后的 2h 内，若不做可焊性试验，必须在试验前将其存贮在一个干燥的大口瓶或干氮箱内，但最长 72h。如果超过这一存贮要求，样品将不能用于试验。

当试验样品从设备中取出后，可以按照下述程序之一进行干燥处理：

a) 在干燥环境中(推荐用干燥氮气)，最高采用 100℃烘焙且不超过 1h。

b) 在室温环境下空气干燥至少 15min。

标准搜搜网 bzsoso.com

表 1　海拔高度与水汽温度的关系(见 4.2)

海拔高度 m	水汽温度 ℃
≤500	93^{+3}_{-5}
501～1000	91^{+3}_{-5}
1001～1500	89^{+3}_{-5}
＞1500	87^{+3}_{-5}

4.3　焊剂的使用

除另有规定外，被试验的引出端应按 1.1.8 的规定，在室温下浸入焊剂 5s～10s。然后在浸渍焊锡之前必须干燥 5s～20s。焊剂不用时必须盖住，每天至少更换一次。允许吸掉引出端上任何明显的焊剂滴。

4.4　浸焊料程序

试验前应从熔锡表面撇去渣和过烧的焊剂(对摇动或漂动的焊料槽可不作撇渣处理)。为此，可采用摇动的焊料槽，但在浸焊料时焊料应该是静止的。熔锡应保持在 245℃±5℃的恒温下。将器件固定在浸焊料工具上(见 2.2)，并把覆盖了焊剂的引出端浸入熔锡中一次(对无引线封装拐角处的引出端，有可能浸入两次)，其浸入深度按 1.1.8 的规定。注意：样品吊放在焊料槽上方的时间不得超过 7s，浸入和提起速率应为 25mm/s±6mm/s，在熔锡中的停顿时间应为 5s±0.5s。对直径不小于 1mm 的引出端为 7s±0.5s。浸焊料过程之后，使器件在空气中冷却。然后浸入异丙醇或等效溶液，清洗掉引出端上残存的焊剂。必要时，可用浸渍了异丙醇或等效溶液的湿润软布、棉花签或等效物品擦掉所有残存的焊剂。

4.4.1　镀金引出端的焊料浸渍

镀金引出端应采用一个或两个焊料槽进行两次加焊剂和浸焊料处理。第一次浸入是为了净化引出端上的金。对于镀金器件建议使用单独的焊料槽。任何情况下都应配备两个焊料槽，其中一个足够大或者是能严格监控所包含成分的小焊料槽，以保证试验能按规定进行。

4.4.2　浸入角度

除另有规定外，引出端应垂直浸入焊料表面。对于有引线与无引线片式载体，其引出端应按 30°～45°浸入焊料表面。

4.4.3　焊料槽内的杂质含量

承制方应具有一个测试系统，以验证焊料槽内杂质含量不超过表 2 的规定。

表 2　焊料槽中杂质含量的最大极限(见 4.4.3)

杂质	杂质允许最大含量 %
铜	0.300
金	0.200
镉	0.005
锌	0.005
铝	0.006
锑	0.500
铁	0.020
砷	0.030
铋	0.250
银	0.100
镍	0.010
铜、金、镉、锌、铝含量之和不得超过 0.4%。	

标准搜搜网 bzsoso.com

4.5 引出端检查

引出端上的浸焊料部分应放大 10 倍～15 倍检查。在确认失效时，可采用高放大倍数(直至 60 倍)。用户/设备承制方可以确定浸焊料区域的某一部分是关键部位。对这些关键部位以外区域中的可焊性缺陷，只要用户/设备承制方同意，则可以接收。用户/设备承制方在确保清洗工艺不会损伤器件的物理、机械、电气和可靠性性能的条件下，可以清洗掉由于暴露在蒸汽老化环境下或清洗工艺产生的碳酸盐/硫酸盐沉积物。这种清洗工艺应有文件加以充分说明。仅对于有引线器件，暴露出引线端面的引线切口处，不应用于进行引出端焊料覆盖的检查和评价。

4.5.1 接收判据

引出端可焊性的接收判据为(见图 1 至图 6 和表 3)：

a) 引出端浸渍部分表面至少 95%的面积覆盖有连续的新的焊料层；

b) 针孔、空洞、孔隙、未浸润或脱浸润不超过总面积的 5%；

c) 对于无引线引出端和具有焊接组装引出端的器件，任何两个在设计中并未要求相连的引出端或金属化区域之间，不应存在焊料桥接。在由焊料浸渍引起桥接的情况下，若局部加热(如气体、烙铁或再浸润)后在显微镜下能观察到在这些端部之间的绝缘区上焊料收缩和不浸润，那么该桥接可以接收。受试的表面区域面积应按 1.1.8 的规定。

注意：在 4.5 所规定的被试验表面总面积应包括矩形横截面引线的各个表面。在有争议的情况下，由针孔、空洞覆盖的百分比将由对它实际测得的面积与总面积相比较来确定。

5 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 每个器件要检测的引出端数目(见第 4 章)；

b) 适用时，对引出端进行的特殊预处理(见 4.1)；

c) 若与 1.1.8 规定不同时，应规定要求的浸入深度；

d) 若与 2.3 规定不同时，应规定要求的放大倍数；

e) 如与本方法规定不同，应给出焊料成份、焊剂和温度；

f) 如不是一次循环，则应规定循环次数。如果规定进行多次循环来试验器件的抗热能力时(如在多次锡焊时所要遇到的那样)，应在第一次循环结束时和在规定的总循环次数结束时，分别进行必要的检查和测量。在一次循环后或全部循环结束后的任何一次测量和检查中，若器件失效，就应视作达不到本项要求。

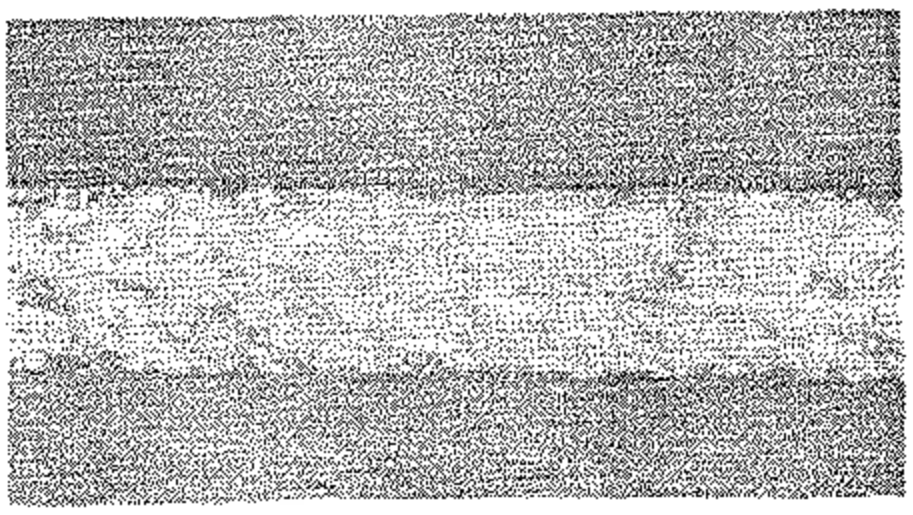


图 1 多孔性

标准搜搜网 bzsoso.com

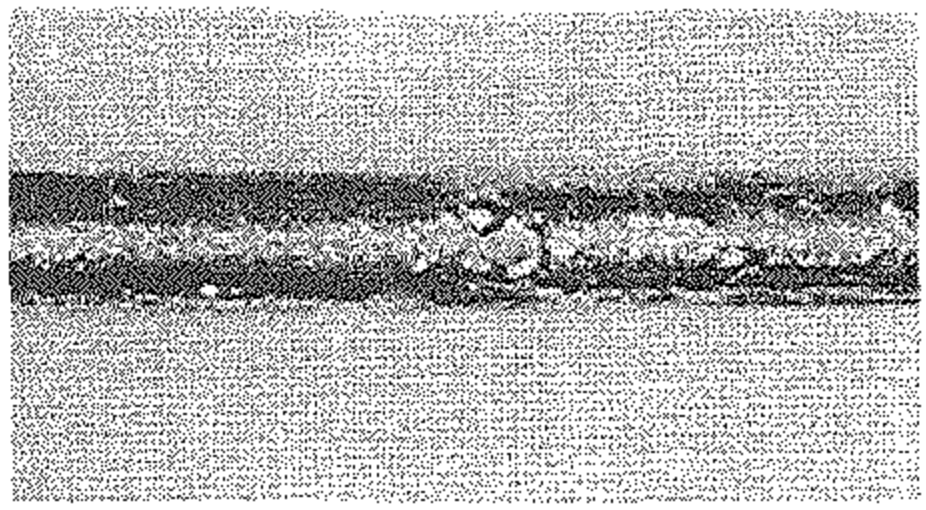


图 2　非浸润

表 3　可焊性评价准则　　单位为毫米

	0.025	0.076	0.013	0.25	0.38	0.51	0.76	1.02
0.25	1000	111	40	10	4.4	2.5	1.10	0.62
0.38	1500	167	60	15	6.6	3.75	1.60	0.937
0.51	2000	222	80	20	8.8	5	2.22	1.25
0.76	3000	333	120	30	13.0	7.5	3.3	1.87
1.02	4000	444	160	40	17.7	10	4.44	2.50
1.27	5000	555	200	50	22.0	12.5	5.55	3.12
1.52	6000	666	240	60	26.6	15	6.66	3.75

注：本表适用于长度为 12.7mm 的引线；
观察整个引线的情况；
表的左侧一列数据指引线直径；
表的最上面一行数据指空洞直径；
表中值为空洞数。

例：引线长度小于 12.7mm 的情况

A 引线长度为 8.9mm；

B 8.9/12.7＝0.7；

C 将表中给出的空洞数乘以 0.7，得到可接收的空洞数；

D 对直径为 0.25mm 的引线，直径为 0.025mm 的空洞，为 700 个空洞；

E 对长度大于 25.4mm 的引线，见 4.5。

标准搜搜网 bzsoso.com

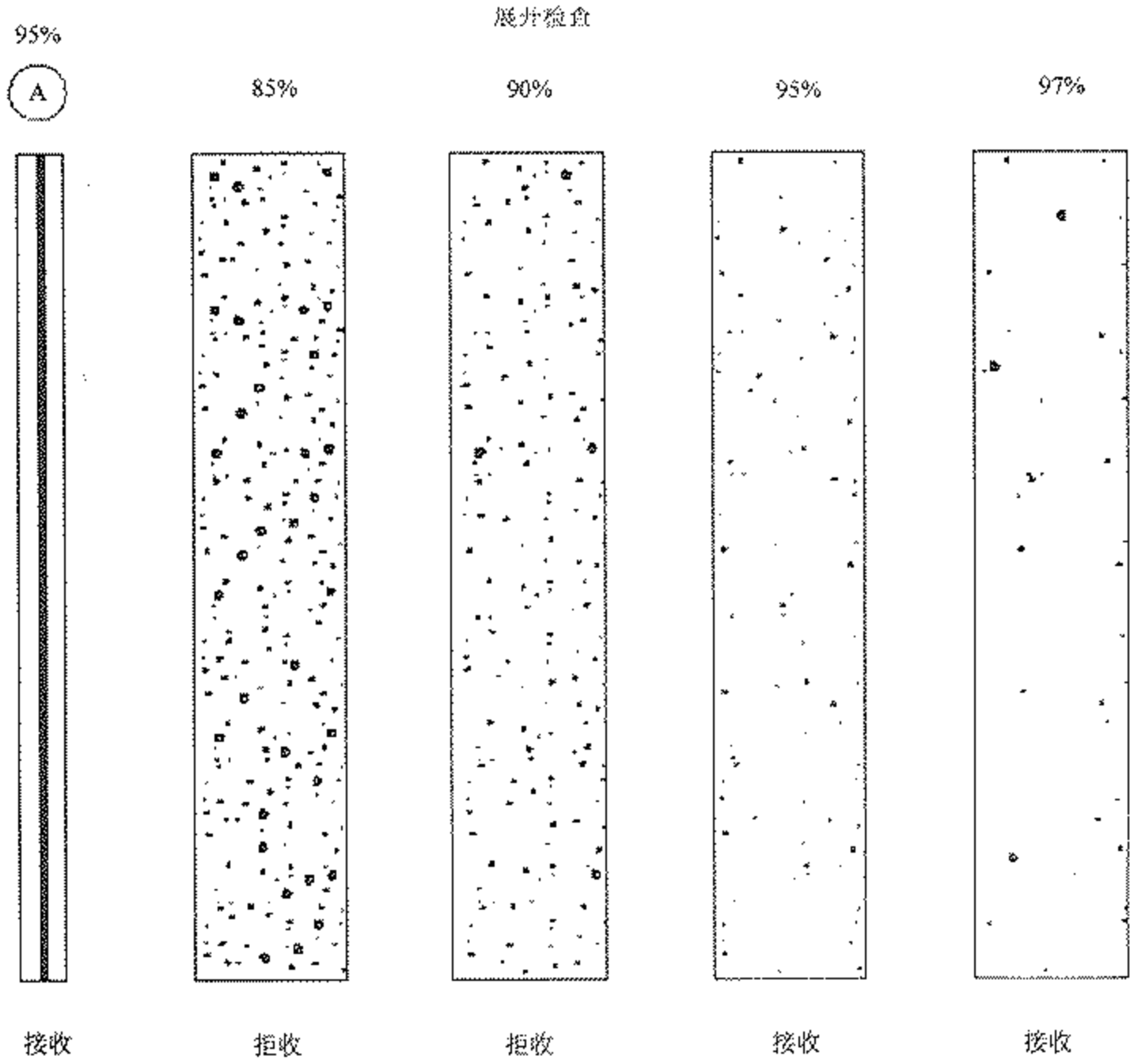


图 3　直径为 0.64mm 的 13mm 长引线可焊性覆盖(放大 10 倍)

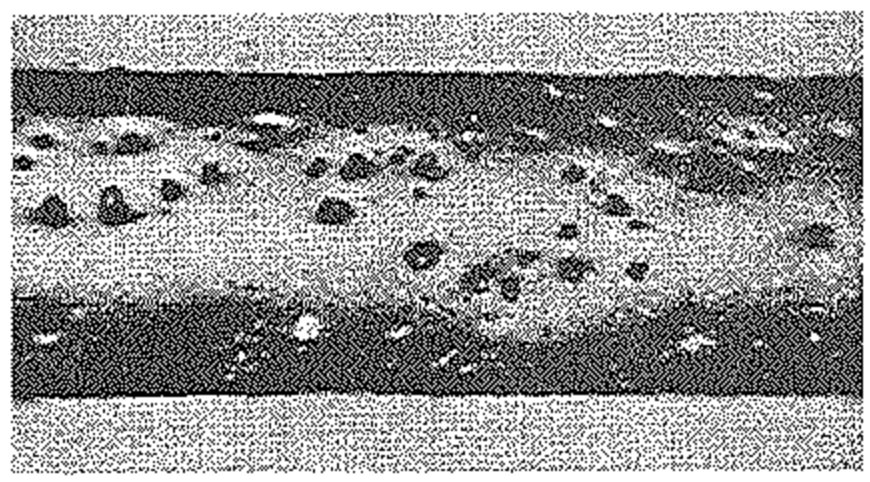


图 4　针孔

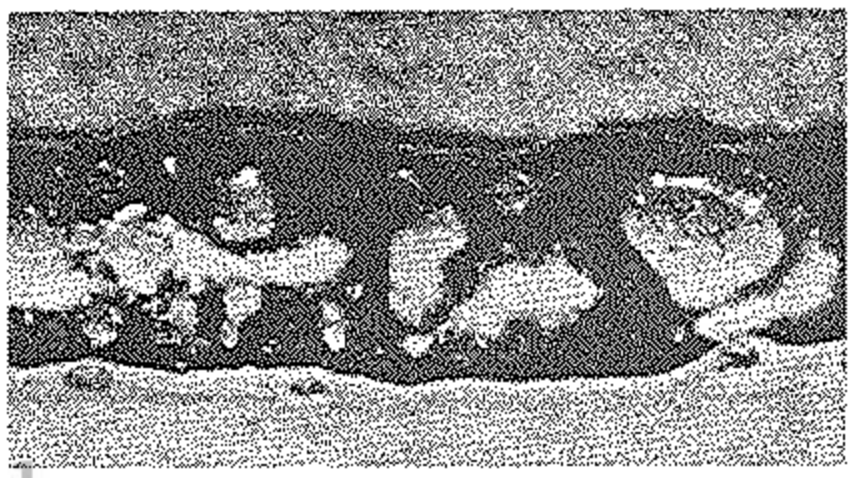


图 5　脱浸润

标准搜搜网 bzsoso.com

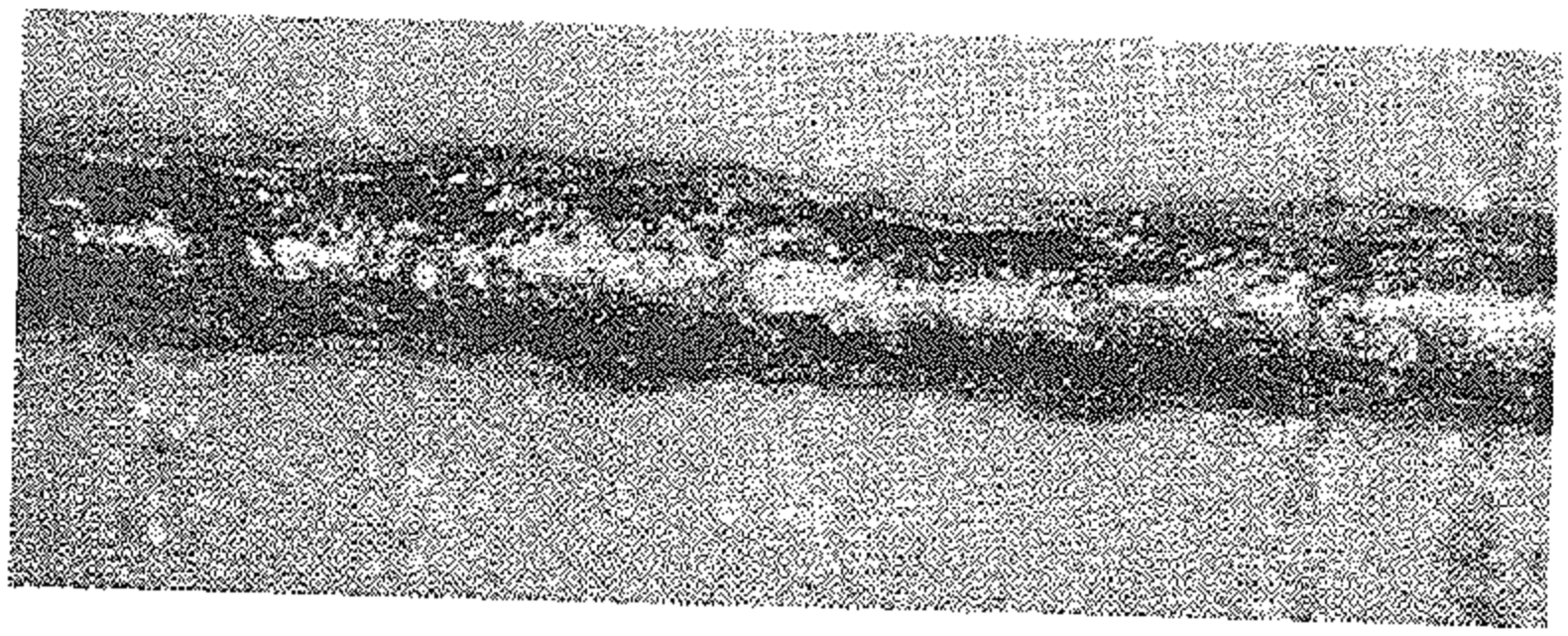


图 6　外来物质

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2004.2　引线牢固性

1　目的

本方法提供了几种不同的试验，用来测定微电子器件的引线(引出端)、焊接和密封的牢固性。试验条件A用于直线拉力负荷试验；试验条件 B_1 用于施加弯曲应力，来测定引线密封和引线涂层的牢固性；而试验条件 B_2 则用于多次施加弯曲应力的情况，主要用来测定引线在多次弯曲时的抗金属疲劳性能。试验条件 C_1 和 C_2 规定对器件引线或者螺栓分别施加扭力或转矩，以测定引线的牢固性和密封性能。试验条件 D 用于施加剥离和拉伸的应力，以测定无引线封装引出端的附着和镀层的牢固性。建议在本试验之后按方法 1014 进行密封试验，确定外加应力对密封和引线(引出端)的影响。

2　设备

按采用的试验条件的规定。

3　适用于所有试验条件的一般程序

器件应经受规定试验条件所确定的应力作用。除另有规定外，应进行规定的终点测量和检查(预处理除外)。除另有规定外，至少应从三个器件中按 LTPD 抽样要求随机抽出规定数目的引线、引出端、螺栓或焊点。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　试验条件；

b)　如与上述规定不同，应规定进行试验的引线(引出端)数和选择方法。

5　试验条件 A(拉力)

5.1　目的

本试验目的是为检查器件引线、焊接及密封的抗直线拉力能力。

5.2　设备

拉力试验要求采用适当的夹具和装置，来固定器件并施加规定的力，同时又不限制引线活动。也可采用等效的其他线性拉力试验设备。

5.3　程序

除另有规定外，应在与引线或引出端的轴平行的方向上，对被试验的每条引线或引出端无冲击地施加2.22N(0.227 kgf)的拉力，并至少保持 30s，应尽量在接近引线(引出端)的末端施加拉力。

5.4　失效判据

去掉应力后放大 10 倍检查时，在引线(引出端)与器件本体之间的断线、松动或相对移动都应视作失效。在引线牢固性试验后，作为试验后测量若按方法 1014 进行密封试验合格时，则月牙形裂纹不应拒收。

5.5　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　如不是 2.22N(见 5.3)，应规定施加到引线上的力；

b)　如不是 30s(见 5.3)，应规定在引线上施加力的时间。

6　试验条件 B_1(弯曲应力)

标准搜搜网 bzsoso.com

6.1　目的

本试验是检查器件的引线、引线镀涂、引线焊接和密封承受施加于引线和密封上的弯曲应力的能力。这些应力在器件的实际使用和组装过程中，或在环境试验前用中等弯曲应力对引线进行预处理时，是完全可能出现的。

6.2 设备

为了按规定的弯曲角度施加弯曲应力，应有固定装置、夹钳、支架或其他适当的器具。

6.3 程序

每条受试的引线或引出端都要受到 6.3.1～6.3.5 规定的足以使其弯曲的力。试验器件的任何数量的引线或全部引线可以同时弯曲。排列成行的引线可一次弯曲一行。每条引线应按下述循环进行弯曲，即在一个方向上弯曲成规定的弧形，再恢复到原来位置。全部弧形应在同一个平面上而又不会限制引线的活动。

6.3.1 弯曲方向

试验引线应在最易弯曲的方向上弯曲。如没有最易弯曲的方向，可在任何方向弯曲。引线弯曲时不应接触其他引线。如这种接触是不可避免的，试验引线就应朝与规定角度相反的方向弯曲，再恢复到其原来的位置。

6.3.2 成型引线的预处理程序

当通常的直引线(包括双列结构的交错式引线)处在成型状态时，如果是在引线镀涂后成型的，并且至少能使引线象规定的弯曲那样成为永久性的形变，引线的成型操作就可作为可接受的预处理。

6.3.3 易弯曲和半易弯曲引线(如扁平外壳和轴向引线金属圆形外壳)的试验程序

6.3.3.1 易弯曲引线

如果引线的截面模量在最易弯曲的方向上小于或等于截面为 0.15mm×0.51mm 的矩形引线的截面模量，这样的引线应视为易弯曲的。直径小于或等于 0.51mm 的圆引线也应视作易弯曲的。易弯曲的引线应弯成弧形，除另有规定外，在引线离封接部位 3.05mm±0.76mm 处的弯曲角度至少应为 45°。

6.3.3.2 半易弯曲的引线

如果引线的截面模量在最易弯曲的方向上大于截面为 0.15mm×0.51mm 的矩形引线的截面模量，这样的引线应视为半易弯曲引线。半易弯曲引线在插装或其他应用时，可能要被弯曲。除 6.3.5 规定之外，直径大于 0.51mm 的圆引线也视为半易弯曲引线。除另有规定外，半易弯曲引线应弯曲成弧形，在引线末端的弯曲角度至少为 30°。

6.3.4 双列封装和针栅阵列封装引线的试验程序

双列直插式封装引线具有一个以上的截面模量，插装时其引线通常并行排列而与封装底部成 90°。双列直插式封装引线应向内弯曲成一个角度，这个角度应足以使引线保持 15°的永久弯曲。对于外形 1 和 2，应从引线末端到第一弯曲处测量弯曲角度(见图 1)；对于外形 3，应从引线末端到安装平面测量弯曲角度(见图 1)；对针栅阵列封装，应使相对边上位于外侧的一列受试引线弯曲一个角度，该角度足以(即去掉应力后)使引线保持 15°的永久弯曲。弯曲角指与引线正常位置间的夹角。应该在接近安装平面处进行弯曲。在初始弯曲结束后，引线应恢复到接近原来的位置。

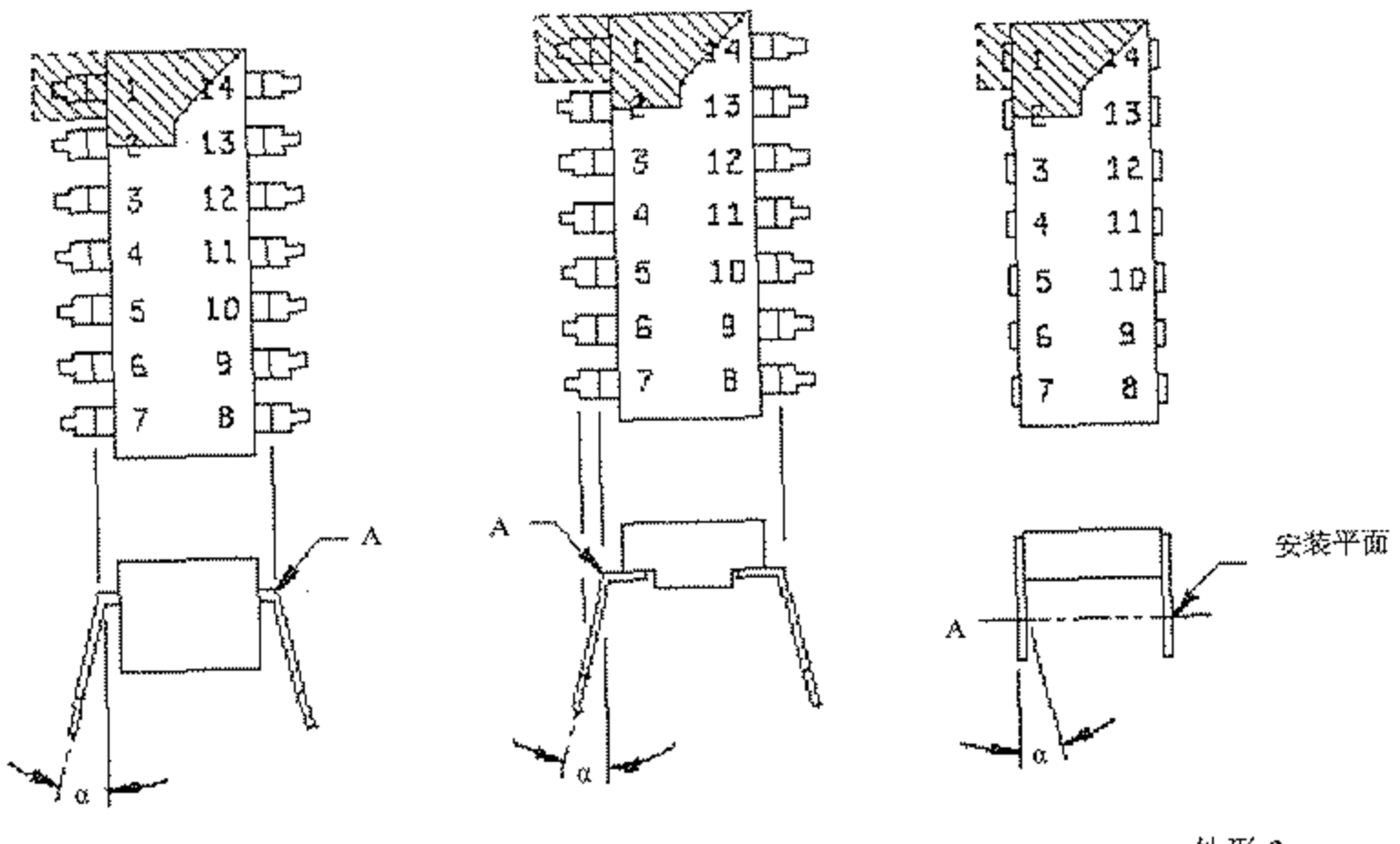
6.3.5 刚性引线或引出端的试验程序

如果引线或引出端在安装时不需进行弯曲，且没有包括在 6.3.3 或 6.3.4 中的引线，则视为刚性引线。除另有规定外，符合本条说明的引出端的器件应按常规安装操作和卸除。当正常安装/卸除会引起引出端损伤(如引出端熔焊、绕接)，则不必进行预处理。

6.3.6 失效判据

去掉应力后，放大 10 倍～20 倍检查时，在引出端(引线)和器件本体之间的断线、松动或相对移动都被视为器件失效。当有规定时，目检后应进行试验后测量(见 6.4)。当上述程序用作其他试验的预处理时，可在该试验或试验程序结束时进行这些测量。

标准搜搜网 bzsoso.com



外形 1　　外形 2　　外形 3

A：尖角　　α：偏角

图 1　双列封装结构弯曲的角度

6.4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　与上述规定不同时，应规定弯曲的弧度；

b)　与上述规定不同时，应规定试验的程序；

c)　与上述规定不同时，应规定引线的数目、选择方法及检查的程序；

d)　适用时，进行的试验后测量(见 6.3.6)。

7　试验条件 B_2(引线疲劳)

7.1　目的

本试验是为了检查引线及其密封处抗弯曲疲劳的能力。

7.2　设备

为了按规定的角度重复施加弯曲应力，应配有适当的固定装置、夹钳、支架或其他适当的器具。

7.3　程序

7.3.1　双列引线外壳的试验程序

器件应按试验条件 B_1 承受三次循环，试验时被施加的弯曲应力应使引线发生试验条件 B_1 中 3.4 所规定的弯曲。

7.3.2　扁平外壳和金属圆形外壳的试验程序

除另有规定外，应把 2.22N±0.14N 的力加到被试的每条引线上，使外壳本体作三次 90°±5°的旋转。对于已预镀覆和涂覆，且其截面模量等于或小于截面积为 0.15mm×0.51mm 的矩形引线或直径为 0.51mm 的圆形引线的截面模量的引线，所加的力应是 0.83N±0.09N。对于矩形引线，截面模量定义为 $bc^2/6$。c 为与弯曲轴垂直的带厚，b 为带状引线的另一边尺寸。对于圆形引线，截面模量定义为 $0.098(\phi b_1)^3$。ϕb_1 为引出端直径。弧形定义为在无扭力的情况下，外壳相对于垂直于拉力轴的位置运动且恢复到正常位置的过程所形成的曲线。对一根引线的各次弯曲应在同一个方向、同一个平面上，而又不妨碍引线的弯曲。一个弯曲过程应在 2s～5s 内完成。对矩形或带状引线的器件而言，弧形平面应垂直于引线所在的平面。本试验不适用于试验时在引线密封处主要产生扭转力的外壳边上的引线。

标准搜搜网 bzsoso.com

7.3.3 窄节距细引线的选择程序

除另有规定外，按以下公式确定的力应施加于每一根被试引线上，使外壳本体作 90°±5°的旋转。本条其他条件均适用于以下公式：

$$W=S\times 2.1\%\times K \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

W——重力，kgf；

S——引线横截面积，mm^2；

K——具体材料的极限抗拉强度，kgf/mm^2。

可伐材料的极限抗拉强度典型值为 53 kgf/mm^2，42 号合金的极限抗拉强度典型值为 50 kgf/mm^2。其他材料的极限抗拉强度可向供货商索取或通过其他途径得到。计算结果应四舍五入取整。

注：小于或等于 0.635mm 的引线节距为窄节距。

7.3.4 失效判据

引线断开应视为失效。当去掉应力后，放大 10 倍～20 倍检查时任何在引出端(引线)和器件本体之间出现的断线、松动和相对移动的器件，都被视为失效。

7.4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 如不按上述规定(见 7.3)，则应规定加到引线上的力；

b) 如不按上述规定(见 7.3)，则应规定循环次数；

c) 如不按上述规定(见 7.3)，则应规定最大弯曲角。

8 试验条件 C_1(引线扭力)

8.1 目的

本试验是为了检查器件引线或引出端和密封的抗扭能力。

8.2 设备

扭力试验需要适当的夹钳、夹具和扭力扳头或其他能施加力而又不妨碍引线运动的适当工具。

8.3 程序

被试器件应采用 8.3.1 或 8.3.2 中规定的适当程序。

8.3.1 具有圆形截面引出端或引线的器件的试验程序

对器件本体作刚性固定，以引线为轴，在被试引线/引出端上无冲击地施加规定扭矩至少 15s。

8.3.2 具有矩形截面引出端或引线的器件的试验程序

对器件本体作刚性固定，除另有规定外，在离器件本体 3.05mm±0.76mm 处，或当引线长不到 3.05mm 时则在引线端头处，对引线/引出端施加 14.2N·mm±1.4N·mm 的扭矩。以引线的轴线为轴，顺时针方向和逆时针方向各施加一次扭矩。如引线在靠近器件本体处作了成形处理，则在离成形部位 3.05mm±0.76mm 处加扭矩。对于施加的扭矩小于规定值就显著扭转的器件引线，应继续扭转直至扭转角达到 30°±10°，或达到了规定扭矩，取两者中首先出现的条件。然后引线应恢复到原来位置。

8.3.3 失效判据

当去掉应力后，放大 10 倍～20 倍检查时，引出端、引线与器件本体之间的任何断线、松动和相对运动都应被视为器件失效。若在引线牢固性试验后，按照方法 1014 进行密封试验合格，则月牙形裂纹不应拒收。

8.4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 对圆形截面引线所加的扭矩(见 8.3.1)；

b) 如不是至少 15s 的话，应规定对圆形截面引线施加转矩的持续时间(见 8.3.1)；

标准搜搜网 bzsoso.com

c) 如不是 14.2N·mm±1.4N·mm，应规定对矩形截面引线所加的应力(见 8.3.2)；

d) 参见上述一般要求。

9 试验条件 C_2(螺栓转矩)

9.1 目的

本试验用来检查带有螺纹的螺栓型器件，对在装配时紧固器件所造成的应力的抵抗能力。

9.2 设备

转矩试验需要适当的夹钳、夹具及转矩扳头，或能产生规定转矩的适当工具。

9.3 程序

利用器件的本体或凸缘处夹好器件，再把一个厚度等于被试螺栓的六个螺距的扁平型钢垫圈和一个新的二级配合的螺母按顺序装在螺栓上，所有部分都要清洗和干燥。然后无冲击地把规定转矩加到螺母上，并保持规定时间，而后从器件上拆下螺母和垫圈，检查器件是否符合要求。

9.3.1 失效判据

出现下述情况之一器件应视为失效：

a) 螺栓损坏或被拉长 1/2 螺距以上；

b) 通不过规定的试验后终点测量；

c) 有明显的螺纹伤痕或装配面变形。

9.4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 施加的转矩大小(见 9.3)；

b) 施加转矩的维持时间(见 9.3)；

c) 试验后要进行的测量。

10 试验条件 D(无引线片式载体和同类封装器件的焊盘附着性能)

10.1 目的

本试验是用以检查器件焊盘承受一定时间剥离/剥落应力作用的能力。

10.2 设备

本试验所用设备应包括放大 10 倍的显微镜、合适的夹钳、夹具，用以固定器件，而且对焊到器件焊盘的导线能施加规定的应力/时间试验条件，也可采用等效的线性拉力试验设备。

10.3 程序

除另有规定外，剥离/剥落应力试验应对用于本试验的每个器件上随机选择的焊盘进行，而且应至少从三个器件的所有焊盘中，采用 LTPD 为 15、C 为 0 的抽样方案选取试验焊盘。器件预处理和试验应符合本方法中图 2 的规定和下述要求：

a) 把直径很接近但未超出通常焊盘宽度的、经预镀锡退火处理的实芯软铜线，按锡铅焊料 HLSnPb39 焊到每个被试验的焊盘，使导线被键合在整个焊盘的长度尺寸范围内，并终止在外壳边缘(见图 2)。在连接之前，导线未被焊接的部分应弯曲成与焊接平面垂直，并要注意在焊接过程中或导线弯曲处理时，保证焊盘金属化层不受到损坏。

b) 除另有规定外，应在垂直于焊盘表面方向对被试验的每块焊盘无冲击地施加至少 2.22N 的力，至少保持 30s。

去除拉力后放大 10 倍检验，涉及构成焊盘界面的任何剥层现象都被认为是焊盘的附着失效。焊盘与器件脱离是一种明显的(无须光学放大)附着失效。导线与焊缝区分离(焊盘完好无损)或导线断裂，被认为是一种试验程序的失效。

标准搜搜网 bzsoso.com

10.4 说明

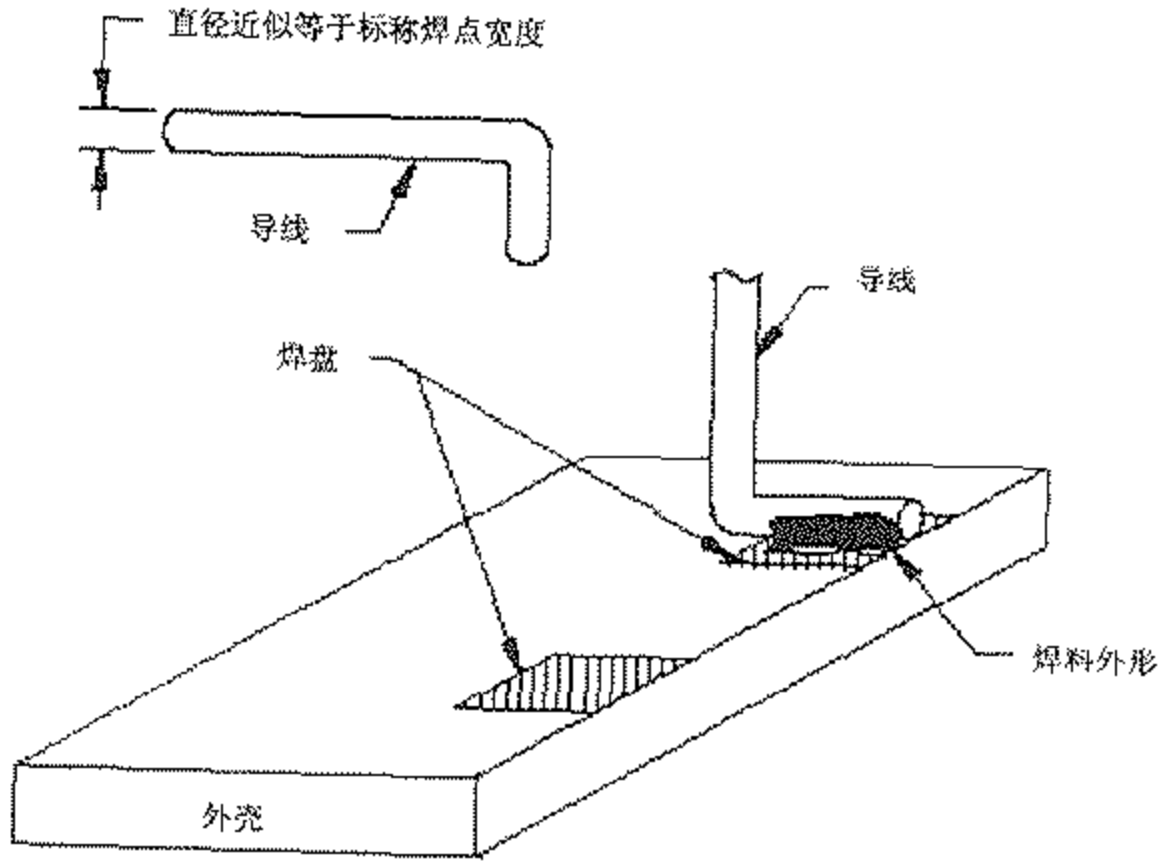
有关的订购文件应规定以下内容：

a) 若与规定不同(见 10.3)应规定抽样准则；

b) 若与规定不同(见 10.3)应规定失效判据；

c) 若不是采用 2.22N，应规定试验中所施加的应力；

d) 若不是采用 30s，应规定所施加应力的时间。



材料：

焊剂：按 GB 9491，使用 R 型或 RMA 型

焊料：按 GB 3131，使用 HLSnPb39 锡铅焊料

导线：经退火的软质实心铜线

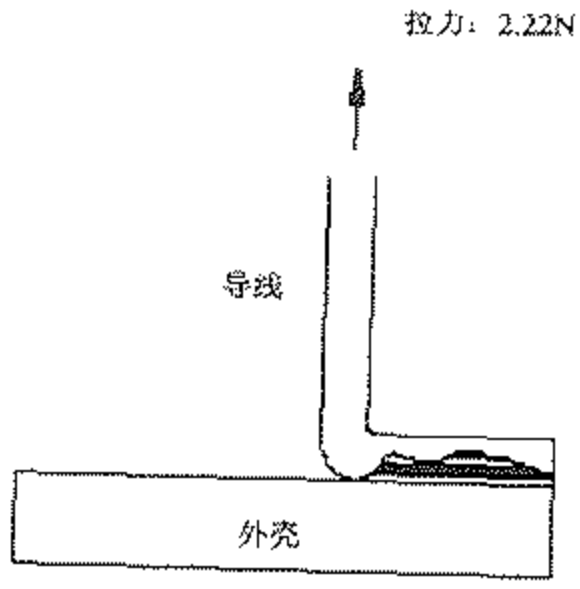


图 2 焊盘附着情况

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2005　振动疲劳

1　目的

本试验的目的是测定在规定频率范围内振动对器件的影响。

2　设备

本试验所需设备包括能提供规定频率、幅度并持续振动的设备和用于试验后测量的光学和电气设备。

3　程序

把器件牢固地安置在振动台上，引线或电缆也应适当固定。器件作等幅简谐振动，其峰值加速度应符合规定的试验条件。对于试验条件 A，频率范围为 60Hz±20Hz，振动两倍幅值为 1.52mm(总偏移)的等幅谐振运动可用来代替规定的峰值加速度。振动时间至少要在 X、Y 和 Z 每个方向上维持 32h±8h，且总时间至少为 96h。当有规定时，对于壳内所含部件或元件在振动时易移动和易受到破坏的器件，应按方法 2012 用 X 射线检查方法进一步检查，或去掉封盖或打开外壳，放大 30 倍进行目检，检查部件或元件是否遭到破坏或错位。当本试验作为一个试验组或试验分组的一部分来进行时，在本试验结束时不必专门进行试验后测试或检查，可在该组或分组结束时进行。

表 1　试验条件

试验条件	峰值加速度 m/s^2
A	196(20g)
B	490(50g)
C	686(70g)

3.1　检查

试验后，不放大或放大不超过 3 倍对标记进行外观检查；放大 10 倍～20 倍对外壳、引线或密封进行目检。此项检查和任何附加的特殊测量和检查应在最终周期完成后，或在包括本试验的一个试验组、一系列试验或一个分组试验完成后进行。

3.2　失效判据

试验后，不符合规定的任何一项测量或检查(见第 3 章和第 4 章)，外壳、引线或密封有缺陷或损坏的迹象，或标记模糊等，都应视为失效。由于试验时的操作和夹具引起的标记损坏不应作为器件拒收的原因。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　试验条件(见第 3 章)；

b)　若与规定不同，应规定振动的频率和两倍幅值(见第 3 章)；

c)　若与规定不同，应规定试验时间和样品方向(见第 3 章)；

d)　试验后的测量(见第 3 章和 3.1)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2006　振动噪声

1　目的

本试验的目的是测量在振动条件下器件所产生的电噪声。

2　设备

本试验所需设备包括一台能产生规定强度的变频振动装置，在试验期间测量噪声并经过校准的高阻抗电压表，以及用于试验后测量所必需的光学和电气设备。

3　程序

器件及其引线应牢固地安置在振动台上，引线或电线也应适当固定。器件作等幅简谐振动，其振幅两倍幅值为 1.52mm(最大总偏移)，或者其恒定峰值加速度至少为 196m/s^2(20g)。振动频率从 20Hz 到 2000Hz 近似地按对数变化，每次循环应在不少于 4min 的时间内经历整个频率范围。此循环在 X、Y 和 Z 三个方向上各进行一次，总共三次。整个周期运动所需的时间约为 12min。在试验线路中应施加规定的电压和电流。在通过整个规定频率范围期间，降在规定负载电阻上的最大噪声输出电压应用一只校准过的平均响应均方根值(rms)高阻抗电压表测量，该电压表应能测量 2000Hz 的正弦波电压的均方根值，且其误差不超过 3%。在带宽为 20Hz 至 2000Hz 范围内，该电压表频率特性应为 2000Hz 时的±1dB。当频率在 20Hz 以下和 2000Hz 以上时，衰减率为每倍频程 6dB±2dB。电路中最大的本征噪声应比规定噪声输出电压至少小 10dB。

当有规定时，对于壳体内所含部件或元件在振动时易移动和易受到破坏的器件，应按方法 2012 进行 X 射线检查，或去掉封盖或打开外壳放大 30 倍检查器件是否遭到破坏或错位。当本试验作为一个试验组或试验分组的一部分时，在本试验结束时不必专门进行试验后测量或检查，而可以在该组或分组试验结束时进行。

3.1　检查

试验结束后，不放大或放大不超过 3 倍对标记进行外观检查；放大 10 倍～20 倍对外壳、引线或密封进行目检。此项检查和任何附加的特殊测量和检查应在最终周期完成后，或在包括本试验的一个试验组、一个试验序列或一个试验分组完成后进行。

3.2　失效判据

本试验结束后，不符合规定的任何一项测量或检查(见第 3 章和第 4 章)，外壳、引线或密封有缺陷或损坏的迹象，或标记模糊等，都应视作失效。由于试验时的操作和夹具引起的标记损坏，不应作为拒收的原因。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　试验条件(见第 3 章)；
b)　试验电压和电流(见第 3 章)。除另有规定外，应为器件的标称工作电压和电流；
c)　负载电阻(见第 3 章)。除另有规定外，应为器件的最大额定工作负载；
d)　试验后的测量(见第 3 章和 3.1)；
e)　噪声输出电压极限值(见第 3 章)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2007　扫频振动

1　目的

本试验的目的是测定在规定频率范围内，振动对器件的影响。本试验是破坏性试验。

2　设备

本试验所需设备包括具有规定强度和所需扫频的振动装置，以及试验后进行测量所必需的光学和电气设备。

3　程序

器件应牢固地安置在振动台上，引线或电缆也应适当固定。使器件作等幅简谐振动，其振幅两倍幅值为 1.52mm±0.15mm，或其峰值加速度按试验条件 A、B 或 C 的规定(20%，0)m/s^2。在交越频率以下，试验条件应由振幅大小控制，在交越频率以上试验条件应由峰值加速度值控制。振动频率在 20Hz～2000Hz 范围内近似地按对数变化。应在不少于 4min 的时间内经受从 20Hz—2000Hz—20Hz 的整个频率范围的作用，在 X、Y 和 Z 三个方向上各进行四次这样的循环，总共是 12 次，从而整个周期运动所需的时间至少约为 48min。

当有规定时，对其壳体内所含部件或元件在振动时易移动和易受到破坏的器件应按方法 2012 进行 X 射线检查，或去掉封盖或打开外壳放大 30 倍检查器件是否遭到损坏或有错位。当本试验作为一个试验组或试验分组的一部分时，在本试验结束时不必专门进行试验后测量或检查，而可以在该组或分组试验结束时进行。

表 1　试验条件

试验条件	峰值加速度 m/s^2
A	196(20g)
B	490(50g)
C	686(70g)

3.1　检查

试验后，不放大或放大不超过 3 倍对标记进行外观检查；放大 10 倍～20 倍对外壳、引线或密封进行目检。此项检查和任何附加的特殊测量和检查应在最终周期完成后，或在包括本试验的一个试验组、一个试验序列或一个试验分组完成后进行。

3.2　失效判据

本试验结束后，不符合规定的任何一项测量或检查(见第 3 章和第 4 章)，外壳、引线或密封有缺陷或损坏的迹象，或标记模糊等，都应视作失效。由于试验时的操作和夹具引起的标记损坏，不应作为拒收的原因。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　试验条件(见第 3 章)；

b)　试验后的测试(见第 3 章和 3.1)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2009.1　外部目检

1　目的

本试验的目的是检验气密性封装器件的工艺质量，也可以用来检验已封装器件在装运、安装、试验过程中引起的损坏。本试验通常作为承制方的出厂检验或用户的进货检查。

2　设备

试验中采用的设备应能证明器件是否符合相应要求，包括至少能放大 1.5 倍～10 倍的、具有较大可见视场的光学设备。

3　程序

3.1　放大倍数

器件应在 1.5 倍～10 倍的放大镜下进行检查。在此范围，可以用 1.5 倍～10 倍间任一倍数对器件的任何表面部位进行检查。然而，接收产品必须在 10 倍的放大镜下通过所有外部目检判据的检查。玻璃密封器件(见 3.3.8)应在 7 倍～10 倍的放大镜下检查。

3.2　外来物

当有或怀疑有外来物时，应用经过过滤的、压强约为 137kPa 的洁净气流(真空吸出或吹出)对器件进行吹除处理。

3.3　失效判据

如果呈现 3.3.1～3.3.8 的任何一种情况，器件应视为失效。

3.3.1　一般判据

a)　标志不清晰、标志内容或位置不符合适用的规范；

b)　在密封区(即气密性封接界面)明显有二次涂覆材料；

c)　不符合订购文件要求，或缺少某些必要的的特性。

3.3.2　外来或错位的物质

a)　焊料或其他外来物(即沾污物或侵蚀物)使引线间或焊区间的绝缘间距减少到小于引线间距(对钎焊引线为焊区间距)的 50%，在任何情况下这个距离应不小于引线自身最小线宽；

b)　引线或引出端上存有任何无关的外来物，例如油漆或其他附着的沉积物。

3.3.3　结构缺陷

a)　在封装底部安装表面上的突起物超出安装平面；

b)　有引线封装的任一表面存有高度超过引线厚度的突起物(不包括玻璃溢出物)；

c)　无引线封装盖板或帽上的突起物、或焊区平面的延展物高度超过引出端宽度的 25%；

d)　无引线封装的焊区之间、导热结构之间、密封环之间、导热结构和密封环之间、帽盖与金属化城堡区之间存在非设计要求的金属化区，使得它们之间的绝缘间距小于焊区间距的 50%。

3.3.4　封装壳体或盖帽的镀涂层

a)　存有镀涂层缺陷，如剥落、起皮、起泡、凹坑或腐蚀。没有这些缺陷的退色可以接收；

b)　由于损伤或工艺造成的划伤、擦伤或凹陷，使基底金属暴露。若仅是暴露底镀层，是可以接收的。

3.3.5　引线

a)　断线；

b)　引线或引出端没有固定，或没位于正常位置，或弯曲成有尖角状，或有不符合规定的弯曲，或扭曲使引线偏离正常引线平面 20°以上；

标准搜搜网 bzsoso.com

c) 引线上凹坑的直径或凹陷的宽度超过引线宽度(圆引线按直径计算)的 25%，深度大于引线厚度的 50%；

d) 引线上的毛刺高度超过引线厚度的 50%(圆引线按直径计算)；

e) 引线未对准焊区，致使与焊区相接部分小于引线焊区面积的 75%；

f) 在金属化区(包括焊接引线镀层)内，各引线之间或引线与其他封装金属化区之间的绝缘部分距离减少到小于引线间隔的 50%，但在任何情况下这个距离绝不能小于引线自身最小线径；

g) 焊料使得安装平面与陶瓷壳体之间的引线尺寸大于引线最大设计厚度(圆引线按直径计算)的 1.5 倍，或使安装平面下的引线尺寸超过最大设计值；

h) 划痕使得引线暴露出的基底金属的面积大于引线表面积的 5%。暴露引线末端截面的基底金属是可以接收的，不计算在 5%之内。

3.3.6 有引线器件的封装壳体或盖帽

a) 封装壳体破裂或有裂纹。表面划痕不应视为失效，除非与 3.3.1 所列的标志、涂层等判据相违背；

b) 表面上任何缺口在任何方向上的尺寸大于 1.5mm，并且其深度超过封装有效单元厚度(例如盖板、底板或壳壁)的 25%；

c) 与钎焊引线相连的外引线金属化条上存在大于自身宽度 25%的空洞；

d) 在任何多层陶瓷封装上有明显的裂纹、分层、分离或空洞。

3.3.7 无引线器件的封装壳体或盖帽

a) 在受损表面(边缘或棱角)的任一方向上存在几何尺寸超过引出端间距 50%以上的陶瓷裂缝，且其深度超过受损封装部件(例如盖帽、底板或壁)厚度的 25%；

b) 在任一封装部件上存在裂纹、分层、分离或空洞；

c) 城堡状区与焊区未对准。除环形区外，在城堡状区内的金属均应在焊盘的可见延伸区域内(见图 1)；

d) 城堡状区图形不符合下述规定(见图 2)。城堡状区应呈凹形，此凹形在封装边缘由贯穿所有城堡状区的陶瓷层的三维空间所限定。城堡表面可能是不规则的，此三维空间的尺寸分别为：

1) 最小宽度大于封装引出端焊盘宽度的 1/3；

2) 最小深度大于城堡状区的最小宽度的 1/2；

3) 长度等于设计值(见图 2)；

4) 最大宽度小于等于封装引出端的焊盘宽度；

5) 最大深度小于等于城堡状区最大宽度的 1/2。

这些尺寸用以保证在极端的情况下，城堡状区在封装边缘上不会呈现为平面，同时也不会成为闭合的通孔。

3.3.8 玻璃密封

a) 玻璃密封表面的裂纹见图 3；

b) 任一超过一个座标象限范围(即超过 90°扇形或围绕引线的 90°弧形)的单个圆弧状裂纹(或重迭的裂纹)，它超过或正处于从引线到外壳距离一半以外的区域(见图 4)；

c) 径向裂纹如下：

1) 裂纹不是起始在引线处(见图 5a)和图 5b))；

2) 三条或更多条超过引线到外壳距离一半的裂纹(见图 5c))；

3) 两条位于同一象限的超过引线到外壳距离一半的裂纹(见图 5d))。

d) 任何深度大于玻璃弯月形区的劈形。玻璃弯月形区指围绕在引线或引出端的隆起玻璃区域。由于导致弯月形劈而暴露了底层金属，只要保证暴露区域的深度不大于 0.25mm(见图 6)，这种情况是可以接收的；

标准搜搜网 bzsoso.com

e) 表面气泡超过下列规定：

1) 玻璃封接处的开口泡直径超过 0.13mm(见图 7a))；

2) 开口泡串或簇的尺寸大于引腿到外壳距离的 2/3。

f) 表面下气泡超过下列规定：

1) 大气泡或空洞的总面积超过玻璃密封面积的 1/3(见图 8a))；

2) 单个气泡或空洞的尺寸大于引腿到外壳距离的 2/3(见图 7b)、8b))；

3) 两个气泡在一条直线上，且总尺寸大于引腿到外壳距离的 2/3(见图 8c))；

4) 互连的气泡大于引线到外壳距离的 2/3(见图 8d))。

g) 在引线处和(或)壳体界面处存在非均匀性缺陷的凹形密封(即反弯月形，见图 9)。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 标志、引线(引出端)或引出端识别要求；

b) 材料、设计、结构和工艺质量的其他详细要求。

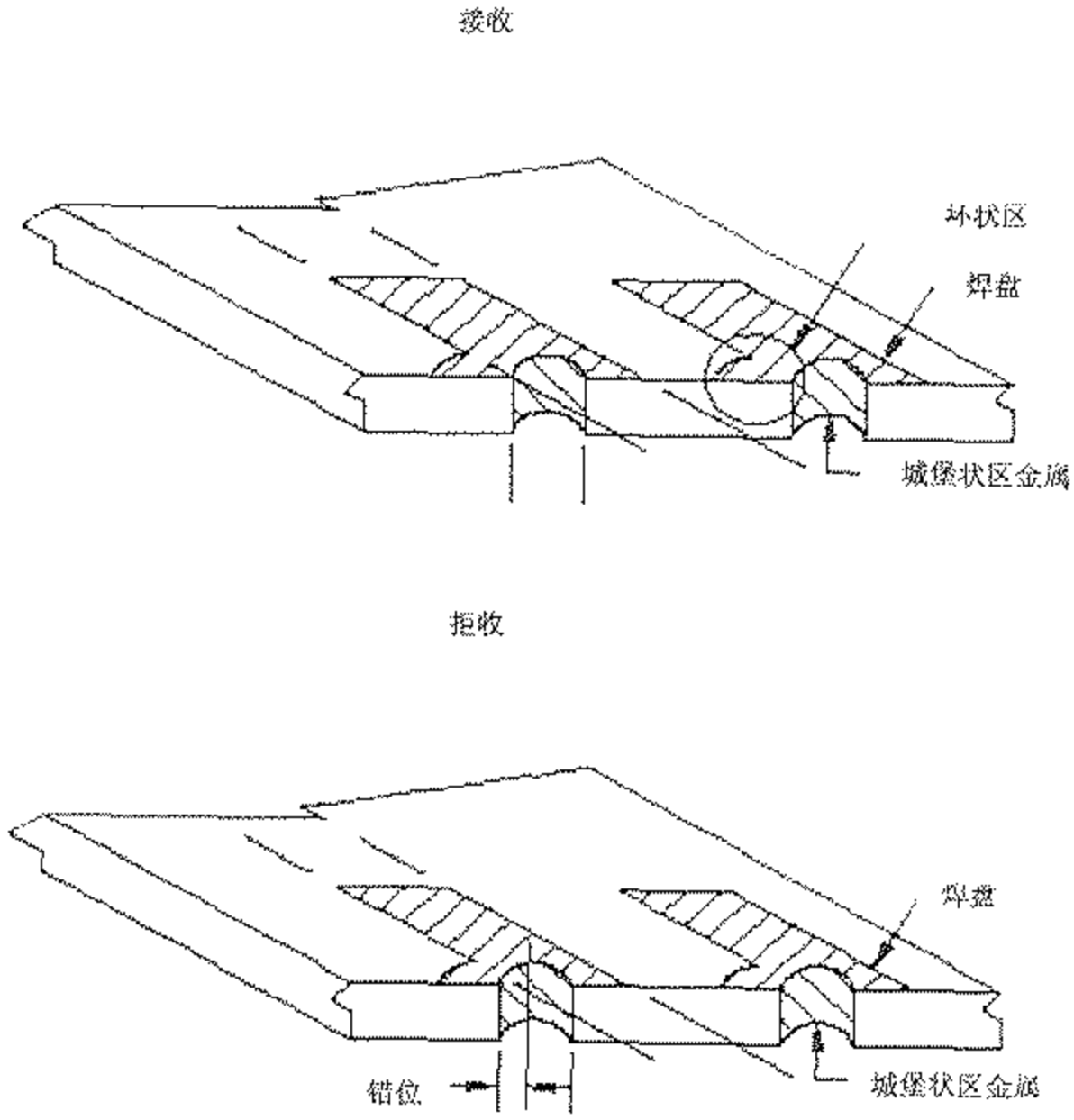
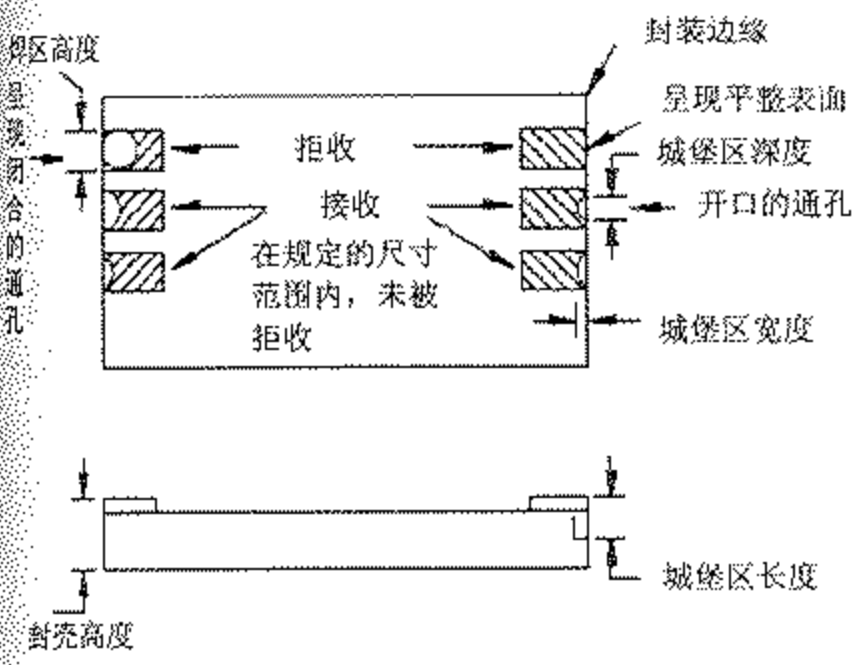
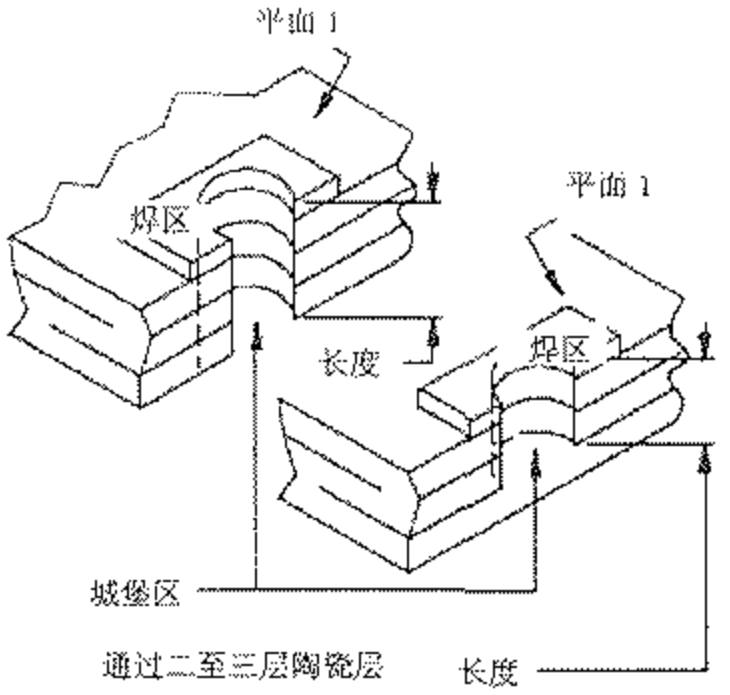


图 1 城堡状区与焊接区的对准

标准搜搜网 bzsoso.com





注：经过冲压，陶瓷层的位移、边界均很粗糙，涂覆装配的都不光滑，在整个封装过程中，由于这些原因，使得对城堡状区的测量很困难，因此，在确定城堡状区是否符合接受条件时若出现意见分歧，应根据外形尺寸标准规定的极限进行直接测量。

图 2　城堡状区的要求

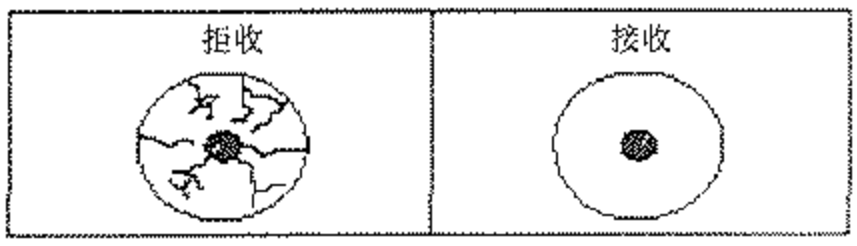


图 3　玻璃表面裂纹

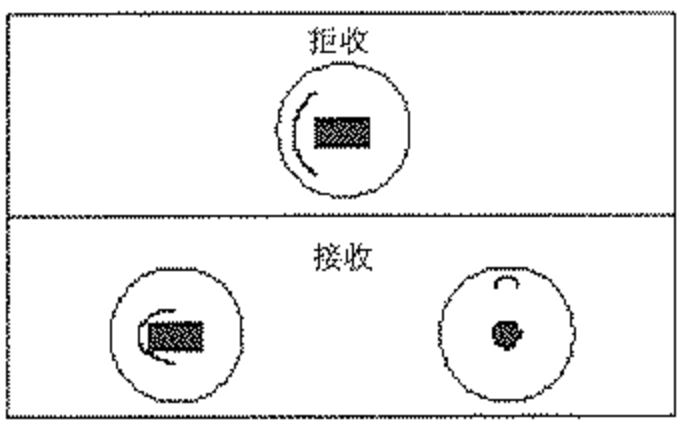


图 4　圆弧形裂纹

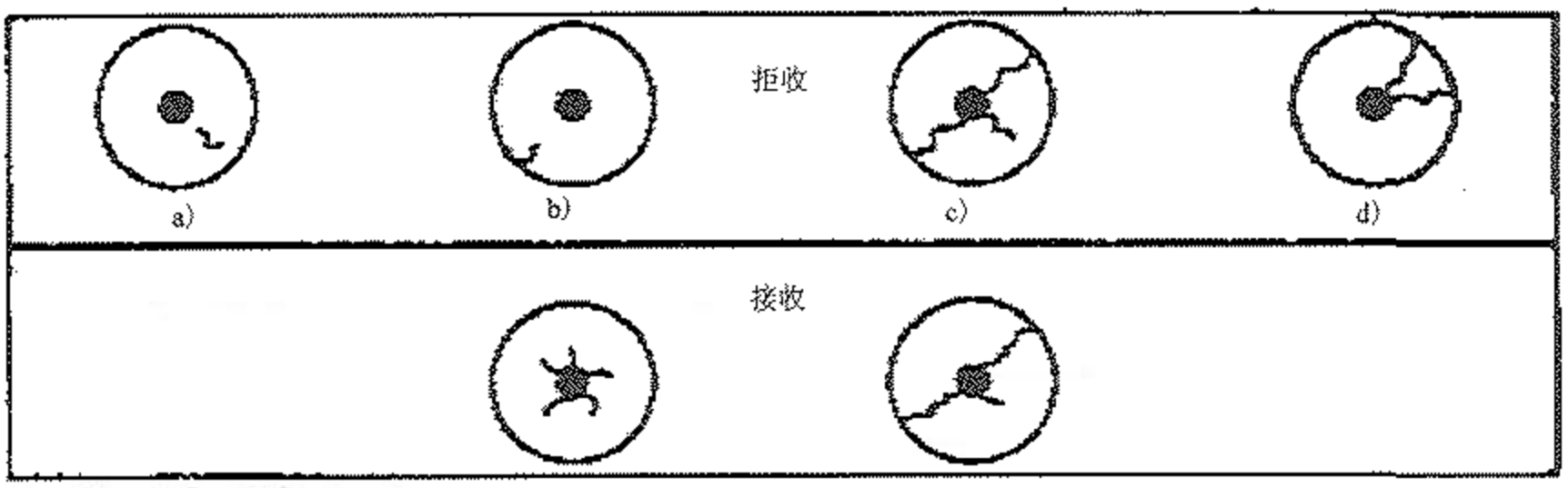


图 5　径向裂纹

标准搜搜网 bzsoso.com

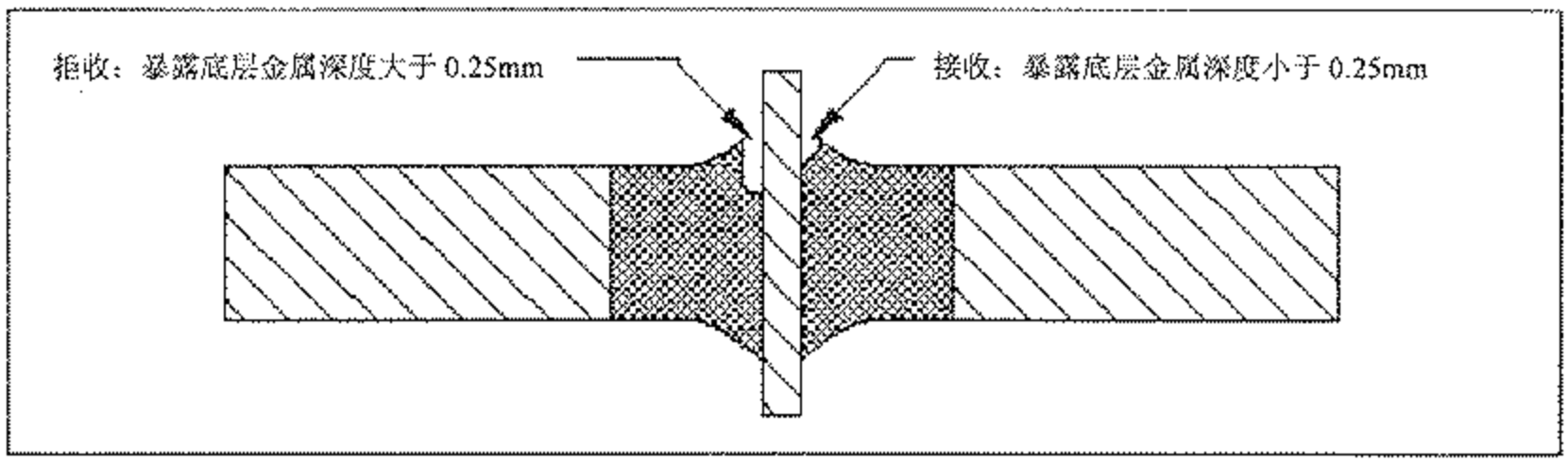


图 6　劈形

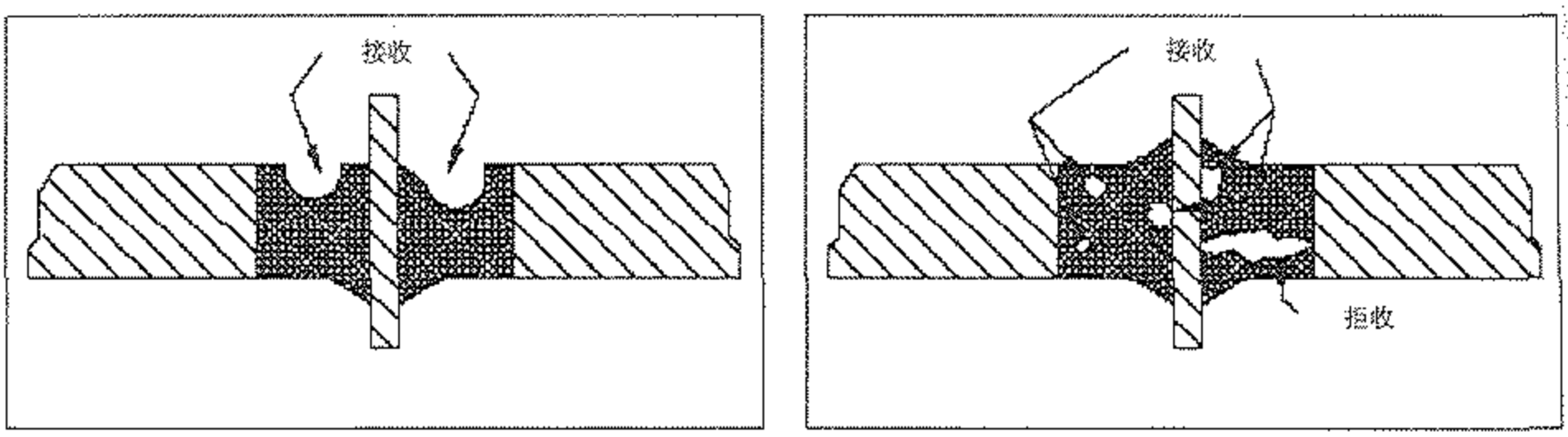


图 7　表面气泡

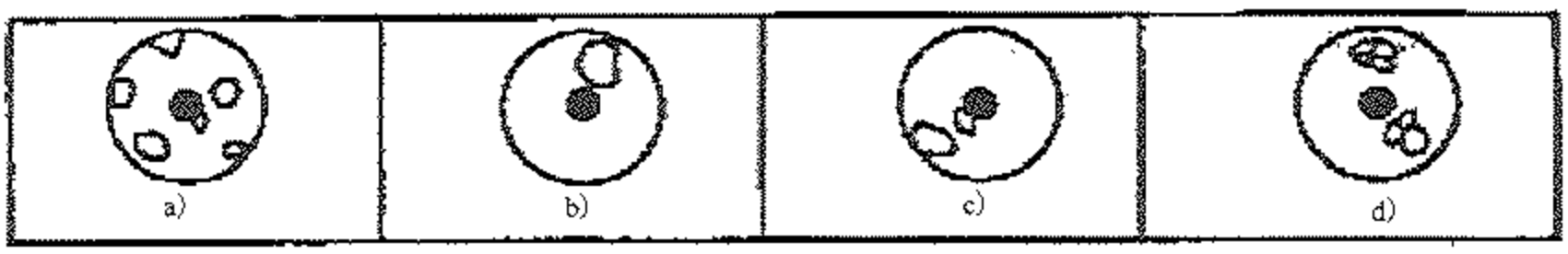


图 8　表面下的气泡

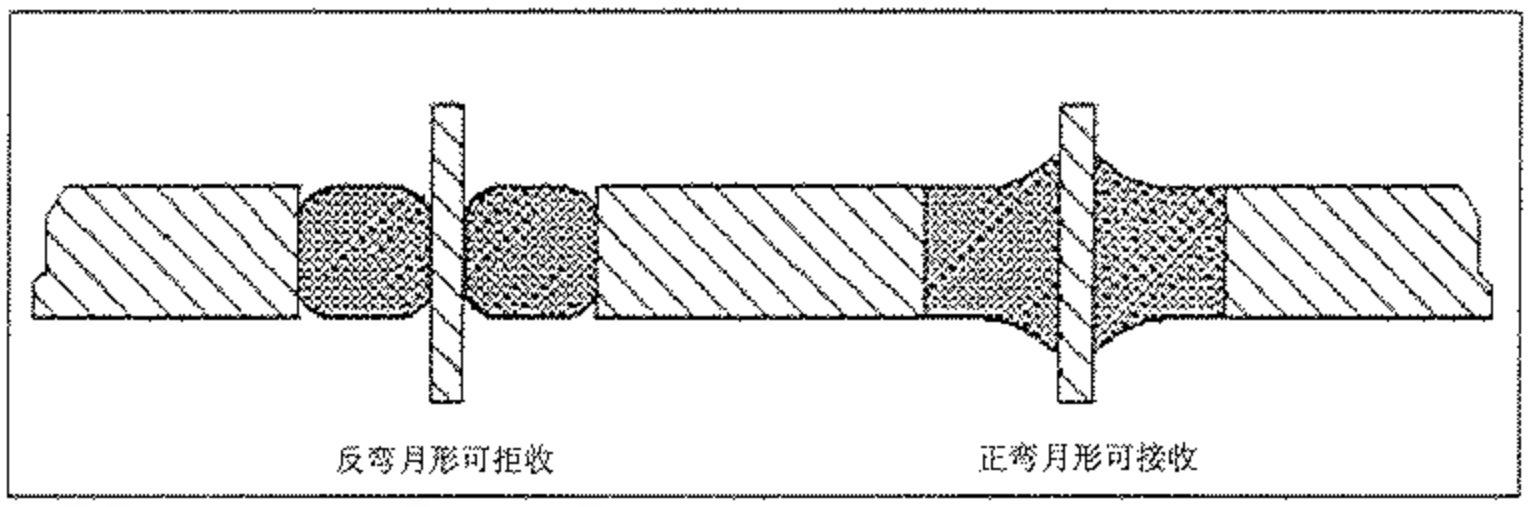


图 9　凹形密封

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2010.1　内部目检(单片)

1 目的

本试验的目的是为了检查微电路的内部材料、结构和工艺是否符合适用的订购文件的要求。为了查明可能导致器件在正常使用时失效的内部缺陷并剔除相应的器件，通常应在封帽或密封前对器件作100%的内部目检。在确定承制方对微电子器件的质量控制和操作程序的有效性时，也可在封帽前按抽样方式作本项试验。此外，本项试验标准也适用于按照试验方法 5009“破坏性物理分析”所列出的破坏性物理分析(DPA)程序。试验条件 A 和 B 为试验方法 5004 筛选要求所规定的高可靠微电路内部目检规定了严格和详细的程序。对按条件 B 进行检验的产品，承制方可自行决定采用方法 5004 中所规定的替代筛选程序来代替规定的内部目检。对于按条件 A 或条件 B 进行检验的产品，承制方可以选用方法5004 中的替代筛选程序来代替规定的内部目检。本方法中的试验条件 A 规定了 S 级器件的内部目检程序。本方法中的试验条件 B 规定了 B 级器件的内部目检程序。

1.1 术语和定义

1.1.1　有源电路区　active circuit area

包括功能电路元件、工作金属化层及其相连的集合(除梁式引线以外)的全部区域。

1.1.2　耦合(空气)桥　coupling (air) bridge

用于互连又与元件表面相隔离的抬起金属化层。

1.1.3　块状电阻　block resistor

是一种薄膜电阻器。考虑到修正阻值需要，其宽度设计值应比功率密度要求的宽度宽得多，并且应在已批准的承制方封帽前目检执行文件中予以说明。

1.1.4　接触通孔　contact via

在键合区或焊球连接区上刻蚀掉介质材料而露出键合下层金属(UBM)的开口。

1.1.5　沟道　channel

在 FET 结构中位于漏和源之间的区域。

1.1.6　受控环境　controlled environment

除允许的最大相对湿度不超过 65%外，环境应是 1000 级的要求。

1.1.7　裂纹　crazing

在受检验材料中存在的若干细裂缝(例如，玻璃钝化层裂纹)。

1.1.8　碎屑　detritus

残留在切痕中的原始电阻材料或经激光修正后的电阻材料碎末。

1.1.9　芯片涂层　die coat

为消除封装所产生的应力和防止芯片表面的划伤，在半导体器件表面所涂覆的一层软聚酰亚胺。

1.1.10　介质隔离　dielectric isolation

用绝缘层(如氧化物)围绕着单片半导体集成电路中的元件，使该电路中的一个或多个元件之间形成电的隔离。

1.1.11　单层或多层介质　dielectric layer or layers

为保护在再分布金属层或在焊球连接区上形成接触通孔，在芯片表面淀积的多层或单层介质层。

1.1.12　扩散岛　diffusion tub

在半导体材料中采用扩散工序(n-或 p-型材料)所形成的一块体积(或区域)，并由 n-p(或 p-n)结或介质材料(介质隔离、等平面工艺、SOS、SOI)与周围的半导体材料相隔离。

1.1.13　多余物　foreign material

指来自微电路和封装以外的任何物质，或在微电路封装内那些已离开了其原来或预定位置的任何非

标准搜搜网 bzsoso.com

外来物质。

1.1.14 功能电路元件 **functional circuit element**

指二极管、晶体管、穿接层、电容器和电阻器。

1.1.15 栅氧化层 **gate oxide**

将 MOS 结构的沟道与栅的金属化层(或用作栅电极的其他材料)相隔离的氧化层或其他介质层(见图 1)。

1.1.16 玻璃钝化层 **glassivation**

芯片顶层的透明绝缘材料，它覆盖了除键合区和梁式引线以外的有源电路区。

1.1.17 玻璃钝化层的裂纹 **glassivation crack**

在玻璃钝化层中的细微裂缝。

1.1.18 结界线 **junction line**

指钝化层台阶的外边缘，它给出了 p 型和 n 型半导体材料之间边界的轮廓。有源结是指在电路元件正常工作时传导电流的任何一个 p—n 结(例如：集电极—基极结)。

1.1.19 切痕 **kerf**

修正或切割时从元件面积上被移去或被修正掉一部分材料的区域。

1.1.20 间隔线 **line of saparation**

用显微镜放大观察时在该放大倍数下能分辨的两个不接触区域之间的可见距离或间隔。

1.1.21 金属半导体场效应晶体管(MESFET) **metal semiconductor field effect transistor**

指栅电极采用金属半导体整流接触的场效应晶体管。典型 MESFET 采用砷化镓制作，称为 GaAs MESFET。MESFET 分为耗尽型器件和增强型器件，分别记为 D—MESFET 和 E—MESFET。

1.1.22 金属化层的粘附不良 **metallization nonadherence**

不是由于设计要求而出现的金属化层材料与下面基板的分离，空气桥和由设计切去金属层下部的情况除外。

1.1.23 多层金属化(导体) **multilayered metallization (conductors)**

用于起互连作用的双层或多层金属或任何其他导电材料，这几层材料之间未用绝缘材料将它们彼此隔离。“下层金属”指顶层金属下面的任一层金属(见图 2)。

1.1.24 多层布线金属化层(导体) **multilevel metallization (conductors)**

用于起互连作用的双层或多层金属或任何其他导电材料，这几层材料之间用绝缘材料(也称为层间介质)彼此隔离(见图 3)。

1.1.25 电阻器最窄宽度 **narrowest resistor width**

一个给定电阻器在修正前的最窄部分的宽度。

1.1.26 工作金属化层(导体) **operating metallization (conductors)**

用作起互连作用的所有金属层或任何其他导电材料层，不包括金属化的划片槽、测试图、未连接的功能电路元件、不使用的键合区和识别标志。

1.1.27 原始宽度 **original width**

在没有出现异常情况下应具有的宽度或距离(例如：原始金属条宽、原始扩散区宽度、原始梁的宽度等)。

1.1.28 封装引线柱 **package post**

指封装上的键台区域。

1.1.29 钝化层 **passivation**

在金属淀积之前或在多层布线器件的各金属层之间，在芯片上直接生长或淀积的氧化硅、氮化硅或其他绝缘材料。

标准搜搜网 bzsoso.com

1.1.30 钝化层台阶 **passivation step**

钝化层高度的急剧变化处，如在一个接触窗口或上作金属化层的交叉处。

1.1.31 **外围金属 peripheral metal**

所有直接与划片槽相连或位于划片槽上的金属。

1.1.32 **再扩散层 redistribution layer (RDL)**

在硅圆片或芯片上将原有键合区重新布线而形成更适合于倒装芯片制作的布线层。

1.1.33 **再分布金属层 redistribution metallization**

为连接原始键合区到被再分布后的焊球连接区而淀积的金属层。

1.1.34 **金属溅出物 shooting metal**

在键合区引线键合(焊接)时产生的形状各异且长度不等的金属溅射物(如铝、金)。

1.1.35 **焊球 solder ball**

在接触通孔的凸点下层金属上经过回流工艺形成的球形或半球型焊接材料。

1.1.36 **焊料凸点 solder bump**

通过电镀或网印到光刻胶窗口中而形成的焊料。去掉光刻胶以后，在回流成球形或半球形类似一个柱状块。

1.1.37 **基板 substrate**

起支撑结构作用的材料。钝化层、金属化层和电路元件位于其内和(或)其上。

1.1.38 **基板通孔 substrate via**

晶圆上的小孔，通过金属化，实现从晶圆正面(指构成电路的一面)到背面的电连接。

1.1.39 **厚膜 thick film**

厚度大于 5μm 的导电的或电阻的或电介质的膜系统。

1.1.40 **薄膜 thin film**

厚度等于或小于 5μm 的导电的或电阻性的或电介质的膜系统。

1.1.41 **凸点下层金属 under bump metalization (UBM)**

淀积在铝键合区或焊球连接区上面，在凸点焊料与焊盘之间增强润湿性和阻止层间金属反应的金属层。

1.1.42 **金属化层通孔 via metallization**

多层金属化层中一层与另一层的连接通道。

2 设备

本项试验所需设备包括具有规定放大倍数的光学仪器和各种目检判据(如标尺、图样和照片等)以保证检验的有效性，并使操作者对受试器件的接收与否做出客观判断。此外，还需要有既利于器件的检查而又不致其受到损伤的合适夹具。

2.1 GaAs 器件的要求

应按本方法列出的所有适用判据检查 GaAs 器件。此外，本方法还列出了 GaAs 微波器件采用的附加特定判据。不同特征尺寸的 GaAs 微波器件应从表 1 中选取高放大倍数。

表 1 GaAs 微波器件要求的高放大倍数

特征尺寸	放大倍数范围
>5μm	75 倍～150 倍
1μm～5μm	150 倍～400 倍
<1μm	400 倍～1000 倍

2.2 硅-蓝宝石(SOS)器件要求

应按本方法列出的所有适用判据检查 SOS 器件(已注明的除外)，蓝宝石部分被看作是“不导电的非功能材料”。

标准搜搜网 bzsoso.com

3 程序

a) 总则：应在规定的放大倍数范围内检查器件，以确定器件是否符合适用的订购文件的要求和规定的试验判据。

必须对所有器件及其应用场合按本方法规定的检查要求和判据作内部目检。对那些只适用某些特殊器件工艺或技术的检验要求，已在相应处作了说明。

b) 检验顺序：进行内部目检时并不要求必须按本方法所采用的顺序，可由承制方自行安排。

当采用倒装技术，芯片装架后无法实施本方法规定的检查内容时，应在装架前进行内部目检。

不满足本方法规定的任何一项检验判据的器件即为缺陷器件，缺陷器件都应拒收并即时将其剔除。目检可以按下述方式进行：

1) 在 3.1.1.2、3.1.1.5、3.1.1.7、3.1.2、3.1.4 e)和 3.1.4 f)、3.1.5、3.1.6 a)～3.1.6 f)和 3.2.6 中规定的目检可以在芯片装架前进行，而在装架后不必再重新检查。

2) 3.2.3 中规定的目检可以在键合前进行，而在键合后不必再重新检查。

3) 仅对条件 B 而言，如果在封帽前按照样品数＝45、C＝0 的方式进行高放大倍数的抽样检查，那么，在 3.1.1.1、3.1.1.3、3.1.1.4、3.1.1.6、3.1.3、3.1.4a)～3.1.4d)和 3.1.4 g)～3.1.4o)、3.1.6 g)和 3.1.6 h)、3.1.7 中规定的目检，可按下述方式进行检验：在芯片装架前用高放大倍数检验，在芯片装架后用低放大倍数检验。如果封帽前的抽样检查样品失效，应按样品失效的检验判据在高放大倍数下对整批重新进行检验。

c) 检验的控制。对所有情况，在最后密封前检验之前所作的检查应和最后密封前一次检验点上检查按同一质量计划进行。在完成上述 3b)中所列项目检查以后应特别小心，以保证在其后的工艺处理中产生的缺陷在密封前的最后一次检查中能被发现而予以拒收。在目检和等待密封的这段时间内，器件应保存在受控环境内。按试验条件 A 检查的器件，应在 100 级环境中进行内部目检并等待密封。按试验条件 B 检查的器件，应在 100000 级环境中进行内部目检并等待密封。上述净化环境中允许的最大相对湿度不得超过 65%。器件从一个受控环境传送到另一个受控环境时，应放在有盖的容器中。

d) 放大检查。高放大倍数下的检查应是在与芯片表面垂直方向的照明条件下，在芯片表面的垂直方向上进行。低放大倍数的检查可使器件在适当的照明下采用金相显微镜或立体显微镜，并且可以在与芯片表面偏离 90°的角度范围内进行。若承制方愿意，在 3.2.1 规定的检查也可在高放大倍数下进行。

e) 再检查。在承制方完成了检查以后进行产品验收检查时，若订购文件中未专门规定特定的放大倍数，可按照适用的试验条件规定的放大倍数进行附加的检查。如果怀疑产品有缺陷或问题时，则需要用能评价或分辨出所怀疑问题的放大倍数进行附加的检查。当采用抽样方式进行这种检查时应符合 GJB 597 中 6.5 的规定。

f) 说明。本标准各条中所说的“呈现……”是指观察器件时看到确实存在某些特定情况而不需要用其他检验方法予以证实。如果要采用其他检验方法以证明不存在拒收条件时，需要得到订购方的认可。在 75 到 100 倍放大倍数下做目检检查时，可用可见的“一个金属条宽”或“一条分隔线”作为满足各条中关于钝化层、间距或金属条宽为 2.5μm 的要求判据。

g) 多余物控制。每星期承制方应对新来的散件盖板和基座部件以及芯片表面或在装配部件的封装中是否存在外来物质进行检查。

装配部件的检查可以在进行常规的内部目检时完成。若发现有多余物时，承制方应对可疑器件的试样进行必要的分析，以确定多余物的性质。承制方需将它的检查结果和消除多余物的纠正措施编成文件，适用时将这些信息提供给认证委员会、订购方和(或)鉴定机构。在发现问题后最多十个工作日之内应制订出纠正措施计划。

新来的散件盖板和基座的检查应在装配零件之前进行，或在常规的质量检查时完成。如果发现

标准搜搜网 bzsoso.com

有 25μm 或更大的多余物存在，承制方应对多余物进行分析，以确定它的性质并将分析结果编写成文件。如果适用，应将这些结果分发给零件供应商，并要求供应商制订纠正措施并形成文件，使这样的多余物减至最少或消除。适用时这些信息应提供给承制方、认证委员会、鉴定机构和(或)订购方。

注：经鉴定机构批准，对散件零件的检查可以用散件零件的清洗处理来代替。在装配工序之前或装配时都要进行清洗处理，散件零件在使用之前应一直都保存在可控环境中。

上述的工作程序只是针对检查和解决多余物问题的要求而制定的。多余物可能造成器件功能的退化甚至失效，但又没有有效的筛选或检测的方法，若重复地发现此类问题又没有明显地改进，就需提交承制方领导或质量保证部门负责人继续进行研讨处理。

3.1 高放大倍数检查

对每块微电路都应进行 3.1.1～3.1.3 要求的内部目检。此外，对微电路中采用了玻璃钝化层、介质隔离和膜电阻器的相应区域，还应进行 3.1.4～3.1.7 要求的目检。

注：除另有规定外，对倒装芯片产品，3.1 的要求仅适用于电路顶层一面的检查。芯片安装后仅需进行 3.1.3 i)规定的检查。

对于试验条件 A(S 级)高放大倍数的检查是在 100 倍到 200 倍的范围，对于试验条件 B(B 级)高放大倍数的检查是在 75 倍到 150 倍的范围。

GaAs 微波器件的高放大倍数检查参见表 1 的规定。对特征尺寸小于 1μm 的器件的检查，承制方可以执行经鉴定机构批准的作为承制方内控程序文件中规定的抽样检查方案。

3.1.1 金属化层缺陷

工作金属化层中呈现 3.1.1.1～3.1.1.9 缺陷的器件不得接收。

3.1.1.1 金属化层划伤

a) 条件 A(S 级)：

除键台区和梁式引线以外的金属化层划伤使未受破坏的金属层宽度小于原始金属条宽度的 50%(见图 4)。

条件 B(B 级)：

除键合区和梁式引线以外，金属化层划伤沿长度方向暴露出下层钝化层，使保留的未被破坏的金属宽度小于原始金属条宽的 50%(见图 5)。

注：对于 GaAs 微波器件，划伤处在栅金属化条或栅的金属化层的嵌条区。

b) 条件 A(S 级)：见上述 3.1.1.1a)。

条件 B(B 级)：仅对试验条件 B，划伤完全横穿过金属化层通路，并破坏了环绕的钝化层、玻璃钝化层的表面或破坏了任何一边基板的表面(对 MOS 器件，通路是栅长 L 方向)(见图 6)。

c) 条件 A(S 级)：除键合区和梁式引线以外的多层金属化层中的划伤沿长度方向暴露出下层金属或钝化层，使保留的未受破坏金属宽度小于原始金属层宽度的 75%(见图 7)。

条件 B(B 级)：

除键合区和梁式引线以外的多层金属化层中的划伤沿长度方向暴露出下层金属，使保留的未受破坏的小于原始金属宽度的 25%(见图 8)。

注：仅对于试验条件 B(B 级)，3.1.1.1a)、3.1.1.1b)和 3.1.1.1c)的要求不包括采用多条平行的电源或地线的金属化层通路。这时因划伤而使一条金属化层开路不会造成通路的意外开路。

d) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

钝化层台阶上的金属化层划伤使未受破坏的部分小于台阶处原始金属条宽度的 75%。

注：仅对试验条件 B(B 级)，对于沿走线方向接触窗口上离窗口边距离为窗口长度 25%范围内的金属化层，以及超过接触窗口的金属化层端部，可不采用 3.1.1.1a)、3.1.1.1b)、3.1.1.1c)和 3.1.1.1d)判据，在这种情况下，要求金属化层至少覆盖接触窗口区的 50%，并且至少接触窗口区连续周长的 40%覆盖未被破坏的

标准搜搜网 bzsoso.com

金属化层(见图 9)。

e) 条件 A(S 级):

栅氧层上金属化层划伤(仅适用于 MOS 结构)(见图 10)。

条件 B(B 级):

栅氧层上金属化层划伤,使其下层钝化层暴露,并使未受破坏的部分小于源与漏扩散区之间的金属化层的长度或宽度的 50%(仅适用于 MOS 结构)(见图 11)。

f) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):

金属化层划伤暴露出薄膜电容器的介质层或跨接结构的介质材料(不适用于空气桥)。

g) 条件 A 级(S 级):

键合区或嵌条区的划伤,使与该键合区相连部分的金属条宽度减小到其进入键合区的相连金属条最窄宽度的 50%。如果有两条或多条金属与键合区相连,应按此要求分别检查每条金属条。

条件 B(B 级):

键合区或嵌条区的划伤暴露了下层钝化层或基板,使与该键合区相连部分的金属条宽度减小到其进入键合区的相连金属条最窄宽度的 50%。如果有两条或多条金属与键合区相连,应按此要求分别检查每条金属条。

h) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):

键合区的划伤(如探针压痕等)暴露出下层钝化层或基板,使未被破坏的面积小于未被玻璃钝化层覆盖的键合区金属化层面积的 75%,或划伤影响正常键合。

i) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):

仅对 GaAs 器件而言,在金属化层中出现任何裂纹、剥落、缺口或横向位移。

3.1.1.2 金属化层的空洞

a) 条件 A(S 级):

金属化层中的空洞使未受破坏的部分小于原始金属条宽度的 75%(见图 12)。

条件 B(B 级):

金属化层中的空洞使未受破坏的部分小于原始金属条宽度的 50%(见图 13)。

注:仅对试验条件 B,该要求不包括存在多条平行的周边电源或地线的金属化层通路。这时因空洞使一条金属化层开路不会造成通路的意外开路。

b) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):

在钝化层台阶上的金属化层空洞,使未受破坏的部分小于该台阶上原有金属宽度的 75%。

注:仅对试验条件 B,对于沿走线方向的接触窗口上离窗口末端距离为窗口长度 25%范围内的金属化层,以及超过接触窗口端部的金属化层,可不采用 3.1.1.2a)和 3.1.1.2b)判据。在这种情况下,未被破坏的金属化层至少应覆盖接触窗口周长的 50%(见图 14)。

c) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):

在栅氧化层上的金属化层空洞使未受破坏的部分小于源与漏扩散区金属化层长度 L 或宽度 W 的 75%(仅适用于 MOS 结构)(见图 15)。

d) 条件 A(S 级):

空洞使未受破坏的部分小于原来栅氧化层上金属化层面积的 75%(仅适用于 MOS 结构)。

条件 B(B 级):

空洞使未受破坏的部分小于原来栅氧化层上金属化层面积的 60%(仅适用于 MOS 结构)。

e) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):

空洞使未受破坏部分小于与源或漏扩散结线相重合的金属化层宽度的 75%(仅适用于 MOS 结构)(见图 15)。

f) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):

标准搜搜网 bzsoso.com

键合区中的空洞使未受破坏部分小于其原来的无玻璃钝化金属化层面积的 75%(见图 16)。

g) 条件 A(S 级):

在键合区或嵌条区上的空洞使与该键合区相连部分的金属条宽减到进入键合区的互连金属条最窄宽度的 75%以下。如果与一个键合区有 2 条或 2 条以上的互连金属条，应对每条单独考虑(见图 16)。

条件 B(B 级):

在键合区或嵌条区上的空洞使与该键合区相连部分的金属条宽减到进入键合区的互连金属最窄宽度的 50%以下。如果一个键合区有 2 条或 2 条以上的互连金属条，应对每条单独考虑(见图 16)。

注：在有嵌条区时，应将其看作为键合区的进入/引出的金属化条的一部分。

h) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):

在薄膜电容器金属化层中的空洞使保留的金属化层面积小于金属化层设计面积的 75%。

i) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):

仅对 GaAs 微波器件，栅条中有空洞。

3.1.1.3 金属化层的腐蚀

指任何一种金属化层的腐蚀。对于金属化层中任何变色的局部区域应仔细进行检查。除非可以证实这种变色是由那些无害的薄膜、玻璃钝化层界面或使其变色的其他因素所致，否则这种金属化层应予以拒收。

3.1.1.4 金属化层的附着性不良

包括金属化层的隆起、脱皮或起泡。

3.1.1.5 金属化层的探针损伤

应用 3.1.1.1 规定的目检要求检查探针损伤。

3.1.1.6 金属化层的跨接

注：对 SOS 器件，不包括绝缘划痕线。

a) 条件 A(S 级):

金属化层的跨接使金属化条之间的距离减到小于原始设计间距的 50%。

条件 B(B 级):

金属化层的跨接使金属化条之间看不到明显间隔线。

注：对 GaAs 微波器件，只需根据 3.2 要求和表 1 的要求，在 400 倍到 1000 倍下对小于 1μm 的金属化交叉桥的空洞进行检查。如果不能看清明显间隔线，只需在晶圆级对器件进行功能测试。

b) 条件 A(S 级):

由于键合使原来在键合区的金属发生移位(突出金属)，使未经玻璃钝化的工作金属化层或划片槽与键合区之间的间距减小到原设计间距的 50%或小于 6μm(取较小值)。

条件 B(B 级):

由于键合使原来在键合区的金属发生移位(突出金属)，使未经玻璃钝化的工作金属化层或划片槽与键合区之间的间距减小，不能看清明显间隔线。

3.1.1.7 金属化层的对准偏差

a) 条件 A(S 级):

被金属化层覆盖的接触孔面积小于整个接触孔面积的 75%。

条件 B(B 级):

被金属化层覆盖的接触孔面积小于整个接触孔面积的 50%。

b) 条件 A(S 级):

连续被金属化层覆盖的接触孔周边长度小于接触孔周长的 50%。

标准地网 bzsoso.com

条件 B(B 级)：

连续被金属化层覆盖的接触孔周边长度小于接触孔周长的 40%。

c) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

接触孔两个相邻边上被金属化层覆盖的长度小于该两边总长度的 75%(仅适用于 MOS 结构)。

注：若按照设计要求，金属层应完全包含在接触孔内或不需要完全覆盖整个接触孔的周边时，只要满足设计要求，3.1.1.7a)、3.1.1.7b)和 3.1.1.7c)要求可以不予考虑。

d) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

不应该覆盖接触孔的金属化层通路与接触窗口之间的看不到明显间隔线。

e) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

栅氧化层的任何暴露(即在源和漏扩散区之间的氧化层来被栅电极覆盖，仅适用于 MOS 结构)(见图 17)。

f) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

对含有扩散保护环的 MOS 结构，栅金属化层未与扩散保护环重合或超越保护环(见图 17)。

3.1.1.8 金属化通孔

仅对 GaAS 器件。出现下述情况的器件，不得接收。

a) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

焊盘周围过量腐蚀形成的孔或可见的错位孔。

b) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

粘附不良(隆起、脱皮或起泡)。

c) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

任何起源于通孔的裂纹。

d) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

通孔上金属隆起迹象。

e) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

当芯片安装到载体上时，焊料连接通孔焊盘的迹象。

3.1.1.9 耦合(空气)桥缺陷(高放大倍数)

仅对 GaAs 器件。出现下述情况的器件，不得接收。

a) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

耦合(空气)桥金属化中的空洞使没受到破坏的金属化层宽度小于原始金属化宽度的 75%(见图 18)。

b) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

金属化核或金属化泡在任何方向上大于耦合(空气)桥原始金属化宽度(见图 18)。

c) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

耦合(空气)桥与下层工作金属化接触见(图 18)。

d) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

附着的导电外来物，其尺寸在任何方向上大于耦合(空气)桥原始金属化宽度的 50%。

e) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

耦合(空气)桥与下层工作金属化之间没有可见的间隙。

注：当耦合(空气)桥与下层工作金属化之间有绝缘材料时，本条标准不适用(见图 18)。

f) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

耦合(空气)桥金属化悬于相邻的工作金属化层之上(非设计要求)，且不存在可见的间隙(见图 18)。

标准搜搜网 bzsoso.com

g) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

由于机械性破坏使得下层工作金属化层上的耦合(空气)桥塌陷(见图 18)。

注：由正常背面工艺形成的下层工作金属化层上的耦合(空气)桥塌陷不能认为是机械性破坏，耦合(空气)桥与下层工作金属化之间的间隙仍按 3.1.1.9 e)。

3.1.2 扩散和钝化层缺陷

呈现 3.1.2.1 和 3.1.2.2 情况的器件不得接收。

3.1.2.1 扩散缺陷

a) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

引起扩散区之间出现桥连的扩散缺陷(见图 19)。

b) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

隔离扩散区不连续(未用区或未用键合区周围的隔离墙除外)，或任何扩散区保留的宽度小于原始扩散宽度的 25%(对电阻器是小于 50%)(见图 20)。

3.1.2.2 钝化层缺陷

注：对于 SOS 器件，如果在表层导电连线(金属化层、多晶硅等)与蓝宝石芯片之间无其他有源电路元件，那么它们之间的缺陷不作为失效判据。

a) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

在金属化层的边沿并延续到金属层下面，能看到钝化层的多条干涉条纹或钝化层的缺损(对 GaAs 器件由设计要求的除外)。多条干涉条纹表示缺陷有足够的深度，已渗透到了半导体材料本体上。

注 1：若在金属化层淀积之前还要有二次钝化，以及对位于隔离岛上的键合区，可不采用多条干涉条纹判据。

注 2：仅对条件 B(B 级)，在缺陷区无玻璃钝化层或有玻璃钝化层存在的特征可通过颜色或颜色对比来验证钝化层是否存在，也可以采用这种干沙条纹方法(见图 21)。

b) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

非设计要求的有源结界线上的无钝化层覆盖。

c) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

非设计要求的接触窗口跨过一条结界线。

3.1.3 划片和芯片缺陷

呈现下列情况的器件不得接收。

a) 条件 A(S 级)：

工作金属化层或键合区边缘与裸露的半导体材料之间的可见钝化层小于 6.5μm(见图 22)。

条件 B(B 级)：

工作金属化层或键合区边线与裸露半导体材料之间看不到明显间距线。

注 1：仅对 GaAs 器件，工作金属化层或键合区边缘之间的可见基板小于 2.5μm。

注 2：本条要求不适用于梁式引线以及电位与芯片基板相同的键合区和外围金属化层。

注 3：本条要求不适用于 SOS 器件。

b) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

有源电路区中出现缺损或裂纹(见图 22 和图 37)。此外，对 GaAs 器件，缺损进入功能金属化层(如键合区、电容、周边金属化层等)或在功能金属化层下面。但不包括器件的测试结构。

注：本条要求不适用于其电位与衬底相同的周边金属化层。因缺损使保留的未受破坏的金属层宽度至少还有 50%。

c) 条件 A(S 级)：

裂纹长度超过 76μm 或裂纹与任何工作金属化层、功能电路元件的距离小于 6.5μm，电位与基板相同的周边金属层除外(见图 22)。

条件 B(B 级)：

标准搜搜网 bzsoso.com

裂纹长度超过 127μm 或裂纹与任何工作金属化层、功能电路元件之间看不到明显间距线。电位与基板相同的周边金属层除外(见图 22)。

d) 条件 A(S 级):
终止于芯片边缘的半圆形裂纹，其弦长能跨接未被玻璃钝化层覆盖的工作材料(即金属化层、裸露半导体本体材料、装配材料、键合线等)之间的最窄距离(见图 22)。
条件 B(B 级)无此项要求。

e) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):
在从芯片出来的梁式引线处，漏出的半导体材料扩展过了该处的钝化层边缘(仅适用于梁式引线结构)(见图 38)。

f) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):
芯片上附着有另一个芯片的有源电路区的一部分。

g) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):
划片槽内(或梁式引线器件的半导体材料边缘)裂纹长度超过 25μm，且裂纹指向工作金属化层或功能电路元件(见图 22)。

h) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):
裂纹与工作梁式引线金属化层的距离小于 13μm(见图 37)。
注 1：梁式引线器件中的缺损或裂纹未扩展到硅材料中，可不考虑 3.1.3c)和 3.1.3h)的要求。
注 2：3.1.3c)和 3.1.3h)的要求不适用于 GaAs 器件。

i) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):
对倒装焊芯片，在基板材料中缺损或裂纹扩展超过了基板厚度的 50%或裂纹在基板材料中的长度大于 127μm(见图 23)。

j) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):
玻璃钝化层、金属、层间介质或其他层中的气泡、脱皮、分层、侵蚀及其他严重的缺陷。

3.1.4 玻璃钝化层缺陷

呈现下列情况的器件不得接收(见图 24)。

注：本条规定的标准 3.1.4a)～3.1.4n)同时适用于条件 A(S 级)和条件 B(B 级)。此外，仅对试验条件 B，3.1.4 的判据对由于激光修正引起的缺陷可不考虑。在这种情况下，激光修正使切痕外面的缺陷不应超过所保留的电阻宽度的一半。主要电阻通路应没有玻璃钝化层缺陷，且应等于或大于最窄电阻器宽度的一半。

a) 玻璃钝化层中出现裂纹或破损，使本条所要求的目检内容难以进行。
b) 在有源区中玻璃钝化层起泡或剥落或它们扩展过玻璃钝化层的设计周边 25μm。
c) 除设计规定以外，玻璃钝化层中的空洞暴露出 2 条或 2 条以上的有源金属化层通路。
d) 除设计规定以外，在任一方向上未被玻璃钝化层覆盖的区域尺寸超过 127μm。
e) 除设计规定以外，在键合区的边缘未被玻璃钝化层覆盖的区域暴露了半导体材料。
f) 由设计确定的键台区接触窗口的 25%以上被玻璃钝化层覆盖。
g) 在膜电阻器上出现裂纹。
h) 玻璃钝化层中的划伤破坏了金属层，并跨接了几条金属化层通路。
i) 玻璃钝化层中的裂纹(不是破裂)使相邻的金属化层通路间形成了闭合回路。
j) 玻璃钝化层中的空洞暴露出了薄膜电阻器或熔连线。按设计要求在玻璃钝化层上开窗除外。
k) 对 GaAs 器件，玻璃钝化层中的空洞扩展过了 FET 的栅沟道。
l) 对 GaAs 器件，在 FET 栅沟道上面的玻璃钝化层中有划伤。
m) 对 GaAs 器件，在 FET 栅衬垫上面的玻璃钝化层中有划伤。
n) 对 GaAs 器件，玻璃钝化层中的裂纹在划片槽内超过 25μm，或其长度大于划片槽和任一功能元件或有源元件之间距离的 50%，且裂纹是指向功能元件或有源元件(如电容器、电阻器和 FET

标准搜搜网 bzsoso.com

等），除非该裂纹已终止于器件外面部分（例如馈电线或直流电源线）。

3.1.5 介质阻隔

呈现下列现象的器件不得接收。本节 3.1.5a)～3.1.5d)各条同时适用于条件 A(S 级)和条件 B(B 级)。

a) 在含有功能电路元件的每个隔离岛周围隔离线(典型的为一条黑线)不连续(见图 25)；

b) 在含有功能电路元件的相邻隔离岛之间缺少连续的隔离线(见图 25)；

c) 扩散区与介质隔离材料重叠，与相邻的隔离岛之间看不到明显间距线，或一个以上的扩散区同时与该介质隔离材料重叠(见图 25)；

d) 接触窗口与介质材料接触或重叠，有设计要求的除外。

注：根据 3.1.1.1d)和 3.1.1.2b)的要求，若介质隔离台阶上的金属化层中存在划伤和空洞缺陷，该器件应拒收。

3.1.6 膜电阻器

应根据膜电阻器的有效使用部位存在的缺陷情况决定器件是否拒收。3.1.1 关于金属化层中缺陷的检查要求同样适用于本条。本条中 3.1.6 a)～3.1.6 h)各条同时适用于条件 A(S 级)和条件 B(B 级)。呈现下列情况的器件不得接收。

a) 互连线和电阻器之间任何错位，使相互交迭的实际宽度小于电阻器原始宽度的 50%(见图 27)；

b) 膜电阻器和金属化层之间没有可见的接触交迭线(见图 28)；

c) 空洞和缩颈使膜电阻端部宽度未受破坏的部分小于膜电阻器宽度的 75%；

d) 备用的电阻器将有源电路上不该相连的两点连接起来；

e) 两个电阻器之间或电阻器与金属化层通路之间的距离小于 7μm 或小于设计距离的 50%(取其小者)；

f) 薄膜电阻器在基板上的不规则跨接(如越过介质隔离线、氧化层/扩散层台阶等)(见图 26)；

注：本条标准不适用于多晶硅区域中的单晶硅方形隔离岛。

g) 由于空洞、划伤或两者同时存在的结果，使电阻器宽度减小到小于电阻器最窄宽度的一半(见图 29)；

注：不应该超过最大允许电流密度的要求。

h) 在电阻器/连接器引出端的 3μm 范围内，电阻器材料的颜色出现突变。

3.1.7 激光修正的薄膜电阻器

应根据薄膜电阻器有效使用部位缺陷的情况决定是否拒收器件。呈现下列现象的器件不得接收。3.1.7a)～3.1.7g)各条要求同时适用于条件 A(S 级)和条件 B(B 级)。

a) 除设计要求之外，切痕宽度小于 3μm；

注：本要求不适用于边线修正情况。

b) 切痕内含有碎屑颗粒；

c) 切痕内含有未受到修正的电阻器材料，除非电阻器材料连续地越过该切痕，且在宽度上未受到破坏的部分大于电阻器最窄宽度的一半(见图 30)，有设计要求的除外；

注：不应超过最大允许电流密度要求。

d) 在修正区域中，因修正，包括空洞、划伤及其组合的影响，使电阻器的宽度小于电阻器最窄宽度的一半(见图 31)；

注：按设计规定对梯形电阻网络中电阻分路条的修正大于给定电阻分路条宽度的 50%是可以接收的，其条件是梯形电阻网络最后一个电阻分路条的修正不大于 50%。在设计图上，应当规定所有可修正的电阻器分路条。

e) 修正路径进入了金属化层(块状电阻器除外)；

注：对进入金属化层走线端头的修正路径，本条要求可不采用。导体或电阻器由设计规定或对连条修正时可以修正成开路。

f) 块状电阻修正区进入金属化层(不包括键合区)的尺寸大于原金属宽度的 25%(见图 32)；

标准搜搜网 bzsoso.com

g） 凹槽进入切痕中的二氧化硅，使凹槽与电阻器材料之间未呈现出“一条分隔线”。

3.2 低放大倍数下检查

对每块微电路都应进行 3.2.1～3.2.3 要求的内部目检，放大倍数在 30 倍～60 倍的低放大倍数范围。此外，3.2.4 的标准可适用于梁式引线工艺，3.2.5 的检查应在所规定的高和低放大倍数下进行检查，高放大倍数与 3.1 规定的一样，遵循 3b)中的条件。

3.2.1 低放大倍数下引线键合检查

本项检查和需要的标准适用于对各种键合类型和位置从上面观察(见图 33)。

注：在本检验方法中，可应用本标准的键合也称为楔形合或键合是指在图中的以“L”和“W”表示的刀具压痕在内的全部或局部变形区域。在本检验方法中，可应用本标准的键合尾端或尾丝是指键合引线扩展而超过键合区的长度部分，如图 33 中“T”所表示的部分。尾端不是键合区的一部分。

3.2.1.1 金丝球焊键合

3.2.1.1 a)～3.2.1.1 c)同时适用于条件 A(S 级)和条件 B(B 级)。呈现下列情况的器件，不得接收。

a） 芯片或外引键线键合区上的金丝球焊键合，其球型键合的直径小于引线直径的 2.0 倍或大于 5.0 倍；

b） 金丝球焊键合的引出线不完全在球的周线内；

c） 金丝球焊键合引出线中心不完全在未被玻璃钝化层覆盖的键合区界限内。

3.2.1.2 楔形键

3.2.1.2 a)～3.2.1.2 d)同时适用于条件 A(S 级)和条件 B(B 级)。呈现下列情况的器件，不得接收。

a） 芯片或外引线键合区上的超声楔形键合，其宽度小于引线直径的 1.2 倍或大于 3.0 倍，或其长度小于引线直径的 1.5 倍或大于 6.0 倍；

b） 芯片或外引线键合区上的热压楔形键合，其宽度小于引线直径的 1.5 倍或大于 3.0 倍，或其长度小于引线直径的 1.5 倍或大于 6.0 倍；

c） 对直径为 51μm 或更大的铝引线，键合宽度小于引线直径；

d） 在楔形键合处，刀具压痕未完全覆盖整个键合线宽度。

3.2.1.3 无尾键合(月牙形键、毛细终止键合)

3.2.1.3 a)～3.2.1.3 b)同时适用于条件 A(S 级)和条件 B(B 级)。呈现下列情况的器件，不得接收。

a） 芯片或外引线键合区上无尾键其宽度小于引线直径的 1.2 倍或大于 5.0 倍或其长度小于引线直径的 0.5 倍或大于 3.0 倍；

b） 在无尾键键合区处，刀具压痕未完全覆盖整个键合线宽度。

3.2.1.4 一般情况(金丝球焊、楔形和无尾键)

从上面观察时呈现下列情况的器件，不得接收。

a） 条件 A(S 级)：

芯片上的键，其 75%以下部分在未被玻璃钝化的键合区内。

条件 B(B 级)：

芯片上的键，其 50%以下部分在未被玻璃钝化的键合区内。

b） 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

除公共导线和键合区外，键尾和无玻璃钝化层的金属化层、另一条引线、引线键合、引线键尾之间没有呈现出一条分隔线。

c） 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

除公共导线外，键合尾部延伸到有玻璃钝化层的金属化层上，而该玻璃钝化层呈现出明显的扩展到尾部下面的裂纹或断裂。

d） 条件 A(S 级)和条件 B(B 级)：

在芯片或在外引线端上键合尾部的长度超过引线直径的两倍。

标准搜搜网 bzsoso.com

e) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):
键没有完全在封装引线端范围内。对玻璃包封封装，键没有在引线端终端的 508μm 之内。

f) 条件 A(S 级):
键(不包括键尾)与有玻璃钝化层或无玻璃钝化层的非公共金属化层、划片槽、另一条键合线或键与键之间的水平距离小于 6.5μm。

条件 B(B 级):
键(不包括键尾)与有玻璃钝化层或无玻璃钝化层的非公共金属化层、划片槽、另一条键合线或键与键之间的水平距离没有呈现出一条明显的分隔线。

注 1：若设计规定在一个公共键合区或公共引出端上有多个键，它们不应使相邻键的宽度减少 25%以上。

注 2：对 SOS 器件，不包括绝缘划片槽。

g) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):
键(不包括键尾)的边线(在有玻璃钝化层或无玻璃钝化层的区域上)暴露出与键合区相连的进入/引出键合区的未受破坏的金属化通路的部分小于 51μm(见图 34)。

注 1：若由于键尾的掩盖而看不到明显的连接通道，以及邻近键尾处的金属化层已被破坏，则该器件不得接收。

注 2：若键合区处有嵌条区，应将其看作为进入/引出键合区的金属化条的一部分。

注 3：本判据是对 3.2.1.4 a)键放置标准的增补。

h) 键面积的 25%以上位于芯片安装材料之上。

i) 有用附加材料通过桥连的方式返修互连导线的明显迹象。

j) 位于多余物上的键合。

k) 金属间化合物在金属层中沿整个金丝球焊区周界向外延伸，径向尺寸大于 2.5μm。

3.2.1.5 单片器件的重新键合

单片器件的重新键合受到下列条件限制。显现下列情况的器件，不得接收。

a) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):
在破坏的钝化层后，暴露的金属化层上或在有明显起皮的金属上面的重新键合。在任一设计键合区上试图进行一次以上的重新键合。破坏了钝化层后，在暴露的金属化层上键合。

b) 条件 A(S 级):
键完全或部分位于另一键、键尾或引线的残留物部分之上。

条件 B(B 级):
键完全或部分位于另一个键、键尾或引线的残留物部分上或与其相交，交迭宽度大于 25%。

c) 条件 A(S 级)和条件 B(B 级):
在微电路中重新键合超过了该电路全部键数目的 10%。(例如，对于 28 引线键合封装，有 56 个键合点，引线一端的键合计为一次键合。替换一根两端已键合的引线计为两次重新键合)。

注：仅对 B 级，在第一次不成功的键合后，用于清除键的键剥离可不计为重新键合，只要能证实确实为键剥离。

d) 引线的短缺或多余的引线。

3.2.1.6 带倒装焊凸点芯片

出现下述特征的带凸点芯片不可接收。(见图 39)

a) 原设计有凸点的位置上没有凸点;

b) 焊球小于或大于设计值的 20%;

c) 焊球间的桥连;

d) 导致焊球或再分布金属层桥连的任何附着的或嵌入的外来物;

e) 在接触通孔上暴露出凸点下层金属化的焊球误对准;

f) 再分布金属层上的空洞大于设计宽度的 50%;

标准搜搜网 bzsoso.com

g) 在分布金属层上的任何桥连；

h) 任何因凸点下层金属层未被腐蚀干净而引起的焊球或再分布金属层的桥连；

i) 使焊球高度或直径减少大于20%的机械划伤；

j) 在分布金属层或介质层的隆起、脱皮。

注：焊球的轻微划伤或凸点误对准可以通过对焊球再次回流及恢复进行返工。

3.2.2 内引线

在检查3.2.2的要求时，应从不同角度观察器件，以确定完全符合要求，除非这种观察可能损坏器件。呈现下列情况的器件不得接收。

a) 条件A(S级)：

引线与未被玻璃钝化层覆盖的工作金属化层之间、或与另一键之间、或与另一引线之间(公用引线除外)、或与外引线键合区之间、或与芯片上未被钝化的区域之间(与芯片或基板等电位的引线和键合区除外)以及与封装外壳的任一部分(包括封装后封帽封接平面)之间的距离小于引线直径的两倍。

注1：在芯片上从键周界算起径向距离为127μm的范围内，间距最小要求为25μm。

注2：对SOS器件，不包括未钝化的绝缘区。

条件B(B级)：

引线与未被玻璃钝化层覆盖的工作金属化层之间、或与另一键之间、或与另一引线之间(公用引线除外)、或与外引线键合区之间、或与芯片上未被钝化的区域之间(与芯片或基板等电位的引线和键合区除外)，以及与封装外壳的任一部分(包括封装后封帽封接平面)之间的距离小于引线的直径。

注1：在芯片上从键周界算起径向距离为254μm的范围内必须有一条明显的分隔线。

注2：对SOS器件，不包括未钝化的绝缘区。

b) 条件A(S级)和条件B(B级)：

引线上存在有裂口、弯曲、割口、卷曲、刻痕或颈缩，使引线直径减小了25%以上。

c) 条件A(S级)和条件B(B级)：

引线和键的接合处出现撕裂。

d) 条件A(S级)和条件B(B级)：

从芯片键合区到外引线键合区之间的引线为直线形，而不呈弧形。

e) 条件A(S级)：

从上面观察到引线与引线交叉现象(公共导线除外)。但对多层封装，交叉发生在较低层引线键合层的边界之内或向下键合的封装内，而且它们之间的最小间隙应为引线直径的二倍以上，这种引线交叉是可接收的(见图35)。

注：键合线不能与一个以上的其他键合线交叉，且对任何单独封装腔体，不允许多于4个的交叉或多于引线总数的10%，取其大者。

条件B(B级)：

从上面观察到引线与引线交叉(除了公共导线以外)，键合到不同高度的引线柱上的引线交叉是允许的，对于引线与键合在腔体的引线交叉，如果它们之间的最小间隙保持在二个引线直径以上时，这种交叉也是可以接收的(如多层封装或带有向下键合芯片的封装)。

f) 引线不符合键合图的要求。

3.2.3 芯片安装

3.2.3.1 芯片共晶体安装

3.2.3.1a)～3.2.3.1e)要求同时适用于条件A(S级)和条件B(B级)。呈现下列现象的器件不得接收。

a) 芯片安装材料聚集并延伸至芯片顶部表面或垂直延伸到芯片顶部表面上；

标准搜搜网 bzsoso.com

b) 至少在芯片的两条完整边上完全看不到或是在芯片周边的 75%以上部分看不到芯片与管座间的安装材料(共晶体)。“透明”芯片除外;

c) “透明”芯片的键合面积小于芯片面积的 50%;

d) 芯片装架材料剥落;

e) 芯片安装材料成球形或聚集,当从上面观察时可看到的周界焊接轮廓不到 50%,或芯片安装材料的堆积使堆积高度大于底部的最长尺寸,或在任何位置上有堆积颈缩(见图 36)。

3.2.3.2 芯片的非共晶体安装

3.2.3.2 a)～3.2.3.2 i)要求同时适用于条件 A(S 级)和条件 B(B 级)。呈现下列情况的器件不得接收。

a) 芯片四周的焊接材料延伸到芯片表面上;

b) 沿着芯片的每个边的 75%长度上没有明显的焊接轮廓;

c) 焊接材料的任何剥落、起皮或隆起;

d) 在腔壁或腔体底面上焊接材料的分离、裂纹宽度大于或等于 51μm;

e) 焊接材料中存在的裂纹;

f) 芯片顶面有焊接材料;

g) 焊接材料导致封装引出端之间形成桥接,或在引出端的键合区上有焊接材料;

h) 焊接材料与导电胶体或内缘相连并延伸到腔壁上与封装引出端的距离小于 25μm。(金属封装基板或陶瓷封装中的金属化层平面均为导电胶体的实例);

i) “透明”芯片装架的键合面积小于芯片面积的 50%。

3.2.3.3 芯片方位

3.2.3.3 a)～3.2.3.3 b)同时适用于条件 A(S 级)和条件 B(B 级)。呈现下列情况的器件不得接收。

a) 芯片定向或定位不符合器件装配图的要求;

b) 芯片与封装腔体边缘之间的平行关系出现明显偏斜(即:大于 10°)。

3.2.4 梁式引线结构

3.2.4.1 键

本检查判据适合于采用直接工具接触或通过相容的中间层所形成的键合区。3.2.4.1a)～3.2.4.1h)要求同时适用于条件 A(S 级)和条件 B(B 级)。呈现下列情况的器件不得接收。

a) 键合的刀具压痕未完全跨过整个梁的宽度;

b) 在薄膜基板金属上的键,刀具的压痕使梁式引线宽度增加量不到未变形梁宽的 15%(对采用相容中间层的键为 10%)或大于未变形梁宽的 75%;

c) 键合刀具压痕长度小于 25μm(见图 37);

d) 键合刀具压痕离芯片边缘小于 25μm(见图 37);

e) 有效键合面积小于精确对准情况下可能达到的梁面积的 50%(见图 37);

f) 梁的有效键合面积中的裂纹或破损大于原梁宽的 50%;

g) 键合点之间或键与其不相连的工作金属化层之间的间隔小于 2.5μm;

h) 键的隆起或剥皮。

3.2.4.2 梁式引线

3.2.4.2 a)～3.2.4.2 f)同时适用于条件 A(S 级)和条件 B(B 级)。呈现下列情况的器件不得接收。

a) 空洞、裂痕、凹陷或划伤使未受破坏的部分小于梁宽的 50%;

b) 梁与芯片分离;

c) 除设计规定外的梁式引线损伤或不完整;

d) 未键合的梁式引线;

e) 键合区离钝化层边沿小于 2.5μm;

f) 从梁的两边看去,在芯片和梁之间的钝化层小于 2.5μm(见图 37 和图 38)。

标准抽抽网 bzsosc.com

3.2.5 多余物

芯片应在高放大倍数下检查，封装和盖板应在低放大倍数下检查。芯片安装之前可以在高放大倍数下检查，密封前检验时在低放大倍数下进行重新检查。呈现下列情况的器件不得接收。3.2.5a)～3.2.5e)同时适用于条件A(S级)和条件B(B级)。

注：如果多余物可以被移走，可用压力小于172 kPa细小气流吹洗，清除多余物。经吹洗后，应检查器件所有的键合引线否受到损伤。承制方若有特殊工艺或足够的数据保证键合线不会被损伤，也可以使用压力更大的气流进行吹洗。有关数据应该完备，以便根据要求向使用机构或订购方提供。

a) 芯片表面的多余物大到足以跨接未被玻璃钝化层覆盖的工作材料(如金属化层、裸露的半导体材料、装架材料、键合引线等)之间的最窄间距。

b) 在封装中除芯片表面以外的其他地方、在盖板上或在封帽上的多余物大到足以跨接未被玻璃钝化的工作材料之间的最窄间距。这里所指的多余物不包括下列材料：半导体材料、玻璃飞溅物、芯片附着区域中的金渣、金共晶体材料或封装陶瓷材料。

注：在得到决定机构批准的情况下，并且在封帽或密封前，盖或帽一直存放在受控环境中，可用对盖或帽进行适当的清洗和质量验证替代100%目检。

c) 在芯片表面上附着或嵌入的多余物，桥连了包括金属化层在内的有源电路元件，除非用暗场照明下的高放大倍数验证它仅是附着而不是嵌入。

d) 芯片表面的液滴、化学污斑、油墨或光致抗蚀剂跨接了未被玻璃钝化层覆盖的任何金属化层或裸露的半导体本体区域。

e) 金共晶体材料颗粒、封装陶瓷材料或半导体材料的颗粒尽管未附着在芯片上，然而颗粒足够大，以致可桥接未被玻璃钝化的工作材料之间最窄部分，使其显示出的轮廓累积周长小于50%，或其高度比底部最长尺寸还要大。

注1：对条件B(B级)，如果在装配工艺中，芯片装架以后用小于413 kPa的气流吹洗，在引线键合后再次用小于172 kPa气流吹洗，如果多余物被吹掉(不附着，且尺寸不足以形成桥接材料)，则可不考虑本条要求。

注2：若芯片安装区域存在不影响正常芯片装配的金渣、密封玻璃溅出(如果这并不表示工艺受控不良，且不影响芯片安装区域)或从玻璃密封溢出的内部玻璃(假如它仅限于封装壁范围，且不影响芯片安装区域)，则可不拒收。

3.2.5.1 芯片上有涂层的器件中的多余物

对装配工序期间采用芯片涂层的所有器件，都需按本条件进行检验。检验在芯片涂层处理后进行。呈现下列情况的器件不得接收。3.2.5.1 a)～3.2.5.1 c)同时适用于条件A(S级)和条件B(B级)。

a) 在芯片涂层表面上或封装内的非附着性多余物颗粒大到足以桥连未被玻璃钝化层覆盖的工作物质(如：金属化层、裸露半导体材料、安装材料、键合引线等)之间的最窄间距；

注：半导体颗粒应作为多余物对待。

b) 局部嵌入的多余物，其未嵌入的部分大到足以桥连未被玻璃钝化的工作材料(如：金属化层、裸露的半导体材料、安装材料、键合引线等)之间的最窄间距；

c) 在芯片涂层上附着的或嵌入的多余物，当从上面观察时显现出桥连了未被玻璃钝化层覆盖的工作材料(如：裸露的半导体材料、键合区、键合引线、安装材料等)；

d) 埋置的多余物颗粒穿过芯片涂层的整个厚度。

3.2.5.2 芯片涂层材料

出现下述情况的器件不得接收：

a) 穿过芯片涂层或暴露下层被玻璃钝化的金属的表面划伤；

b) 从半导体表面隆起或脱皮的芯片涂覆。

3.2.6 GaAs背面金属化层

应在芯片安装之前用低放大倍数对GaAs进行检查(允许在高放大倍数下进行验证)。在得到订购方

标准投投网 b230356.com

的批准后，承制方可以用晶圆级的抽样检查方案代替对芯片的 100%检查。抽样检查方案应形成文件，编入承制方的基线文件中，并按试验方法 5013 的要求执行。呈现下列情况的器件不得接收。3.2.6 a)～3.2.6 c)同时适用于条件 A(S 级)和条件 B(B 级)。

a) 金属腐蚀、隆起、脱皮、起泡；

b) 空洞或划伤暴露了下层金属层或基板，其累积的面积大于元件面积或器件面积的 25%；

注：对于具有背面电镀金属化层的器件，其芯片分隔区域(切片线)中金的缺少，不能作为拒收的理由。在分割芯片时，边线处形成的小空洞是可以接收的，其条件是由其包含的面积小于背面面积的 10%。

c) 在基板中的任何空洞或划伤穿过了金属化层，且其影响大于金属化层的 25%，或引起金属化层通路出现了不应有隔断；

d) 通孔刻蚀不足；

e) 通孔刻蚀过度。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 试验条件(见第 3 章)；

b) 与已批准的电路设计布局或结构有任何不符之处(适用时)；

c) 用以作为操作人员进行比较标准的标尺、图样和照片(见第 2 章)(适用时)；

d) 特殊的放大倍数(见第 3 章)(适用时)。

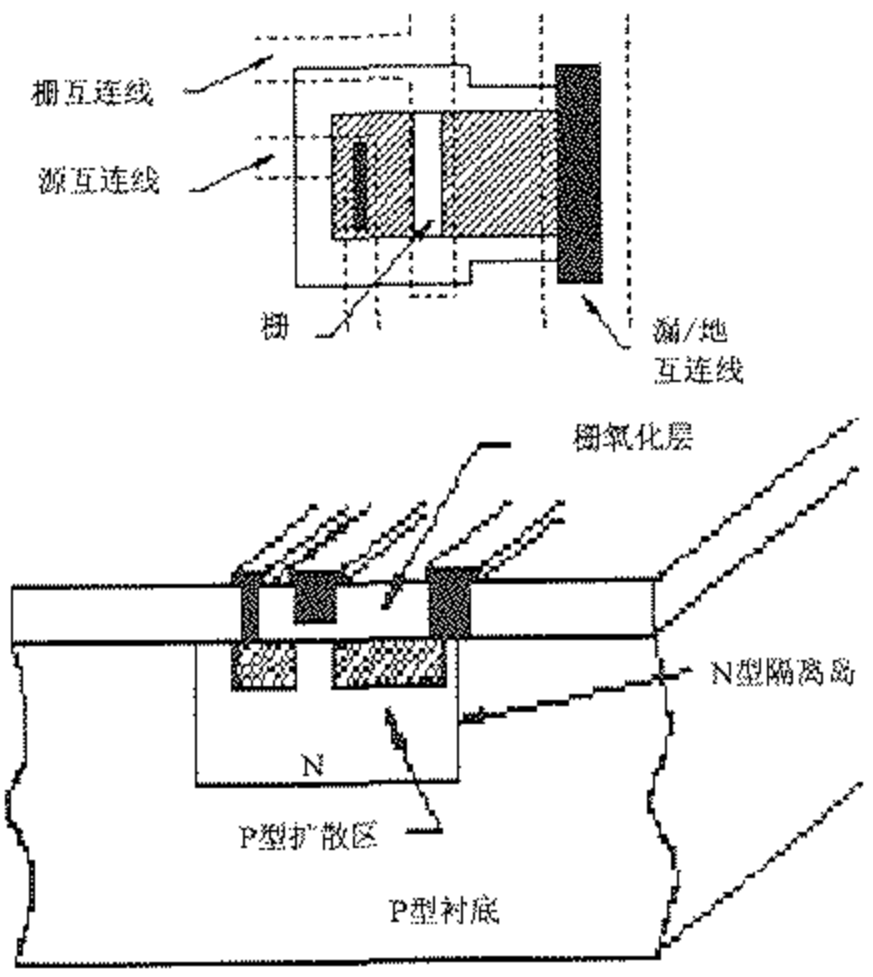


图 1 P 沟 MOS 晶体管

标准搜搜网 bzsoso.com

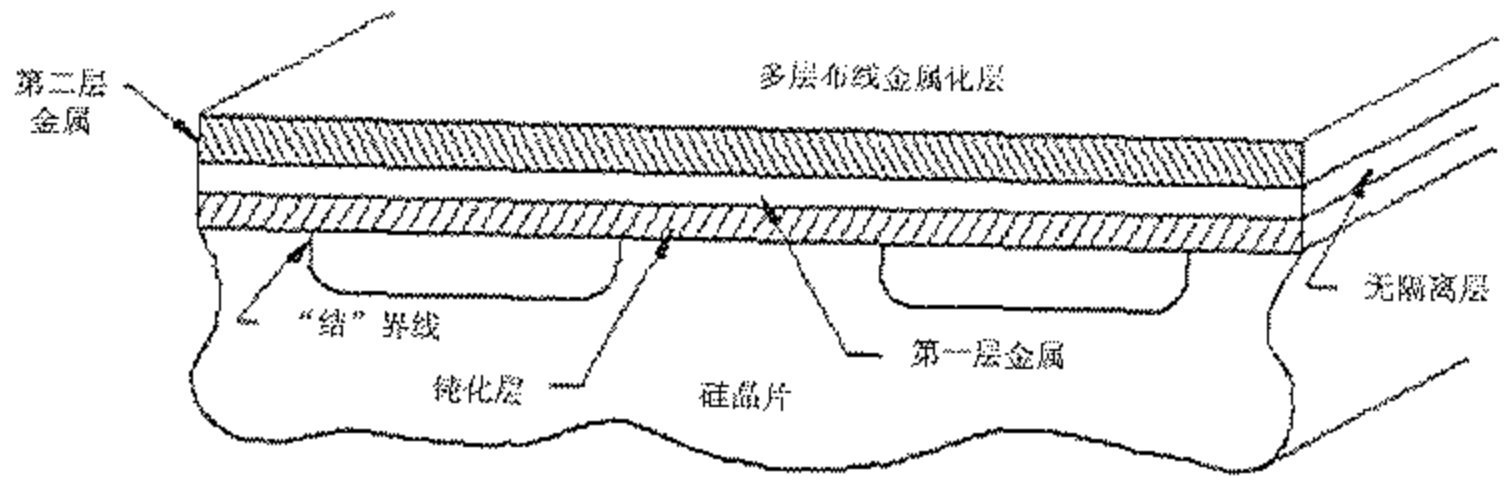


图 2　多层金属化层

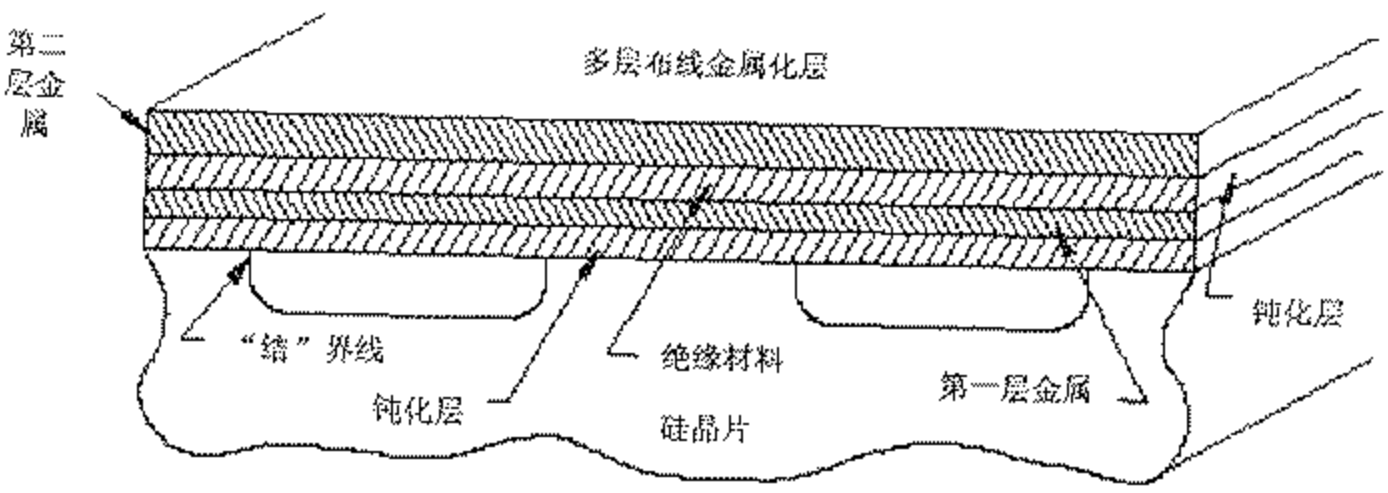


图 3　多层布线金属化层

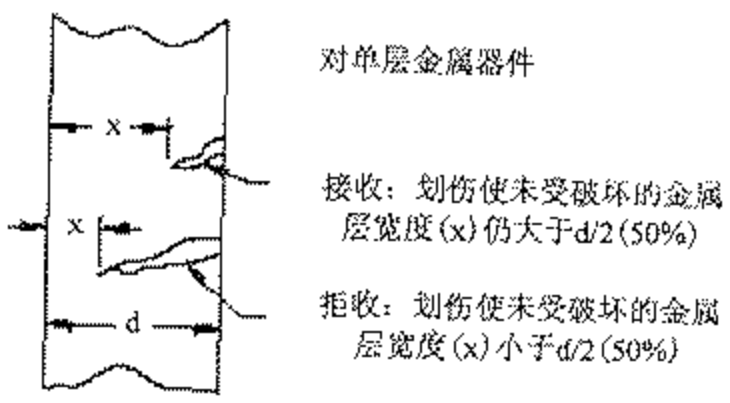


图 4　S 级的金属化层划伤标准

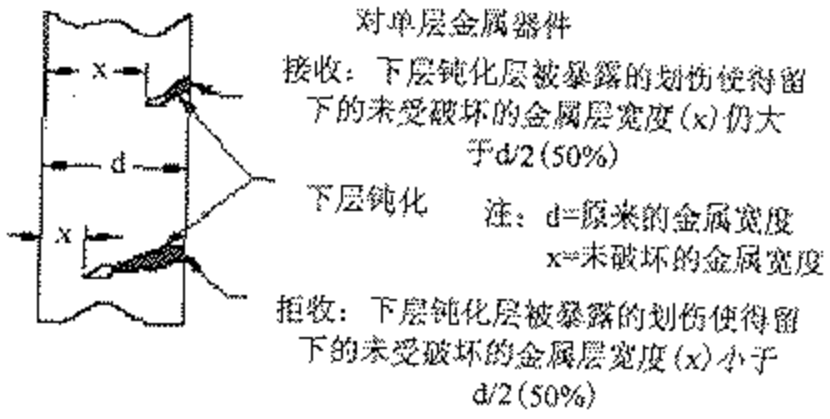
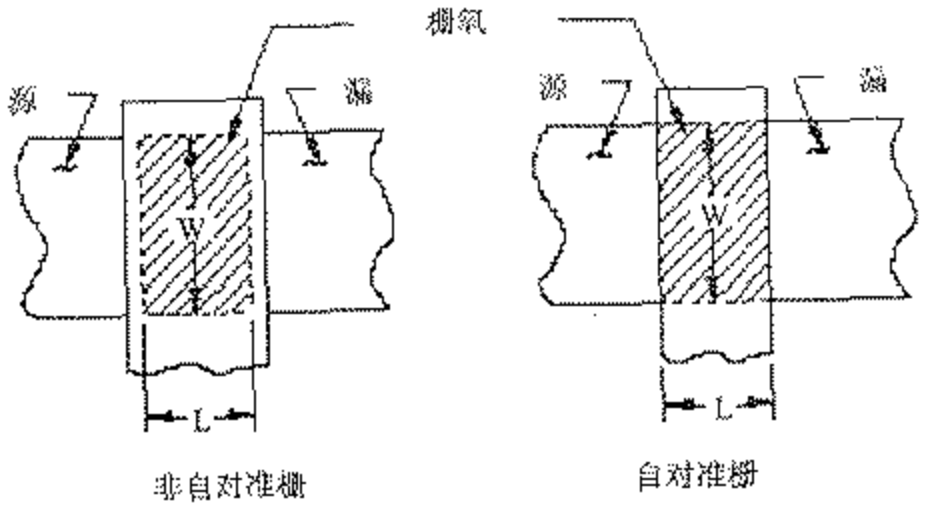


图 5　B 级金属化层划伤标准

标准搜搜网 bzsoso.com



注：当标准的金属化层划伤判据应用于栅区时，应把尺寸(W)和(L)分别看作原始的沟道宽度和长度。

图 6　MOS 划伤标准

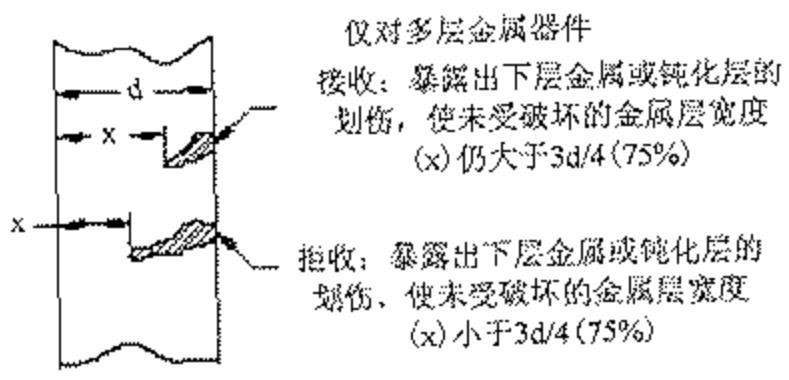


图 7　S 级划伤标准

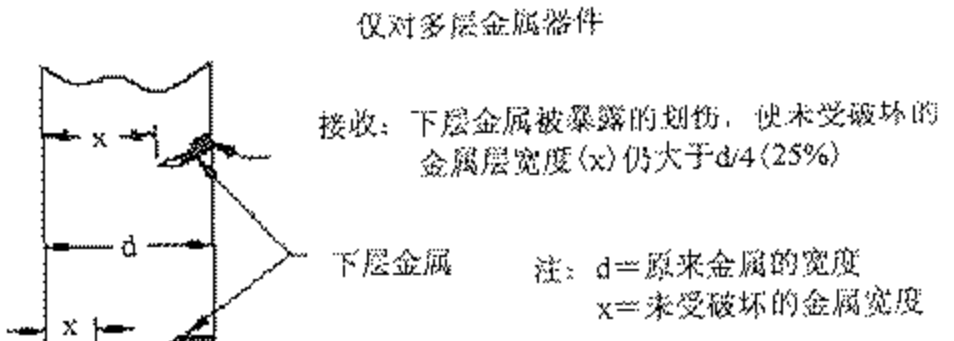


图 8　B 级划伤标准

标准搜搜网 bzsoso.com

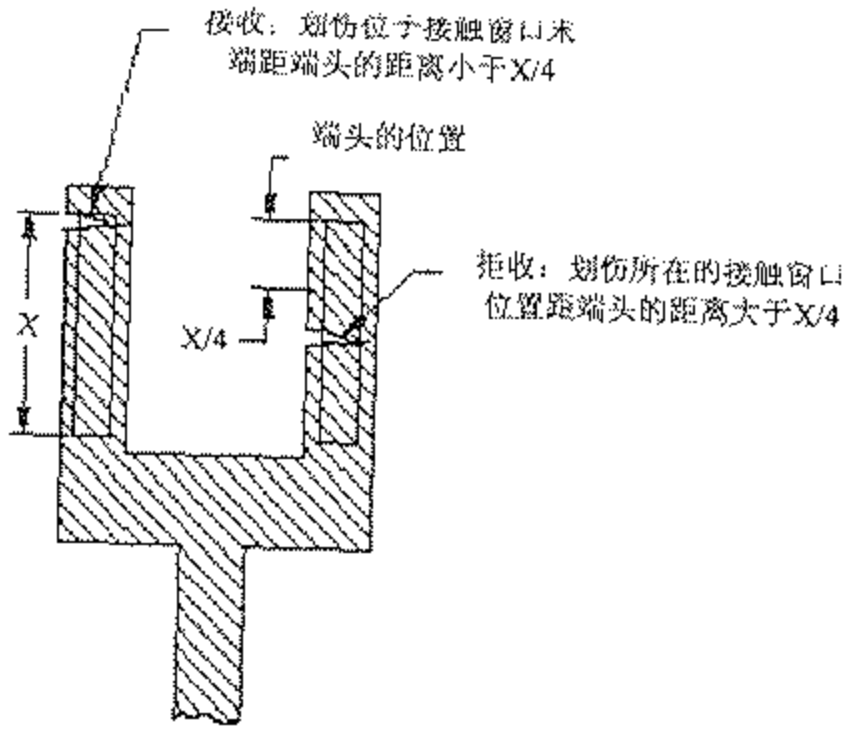


图 9　金属走线端头

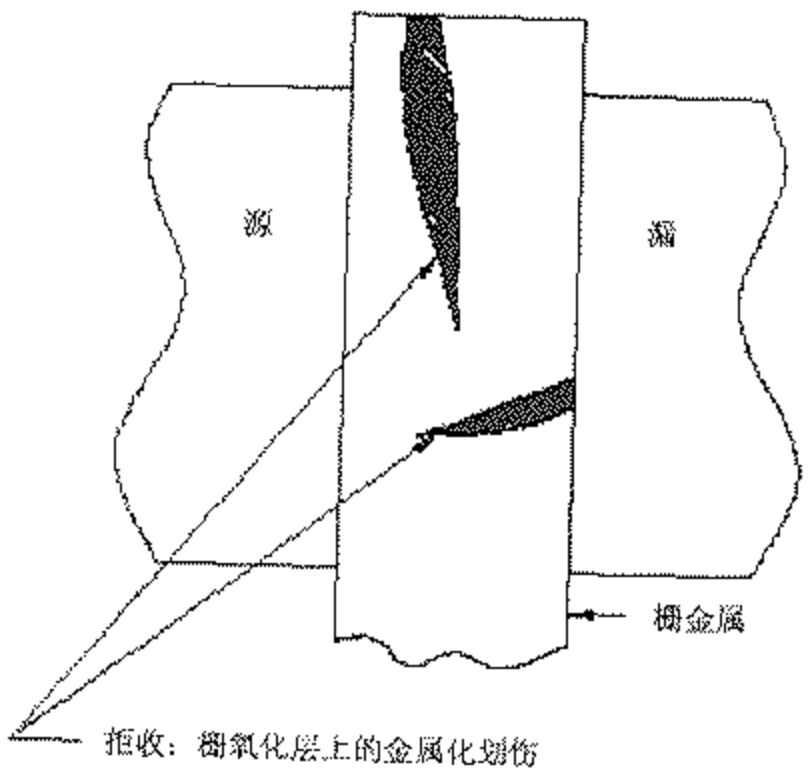


图 10　S 级 MOS 划伤标准

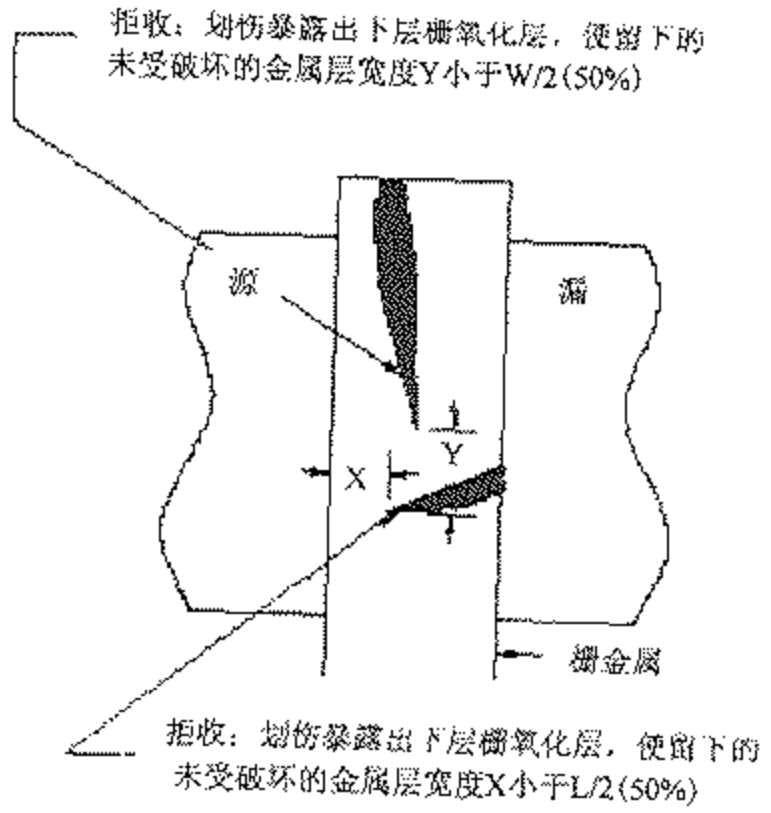


图 11　B 级 MOS 划伤标准

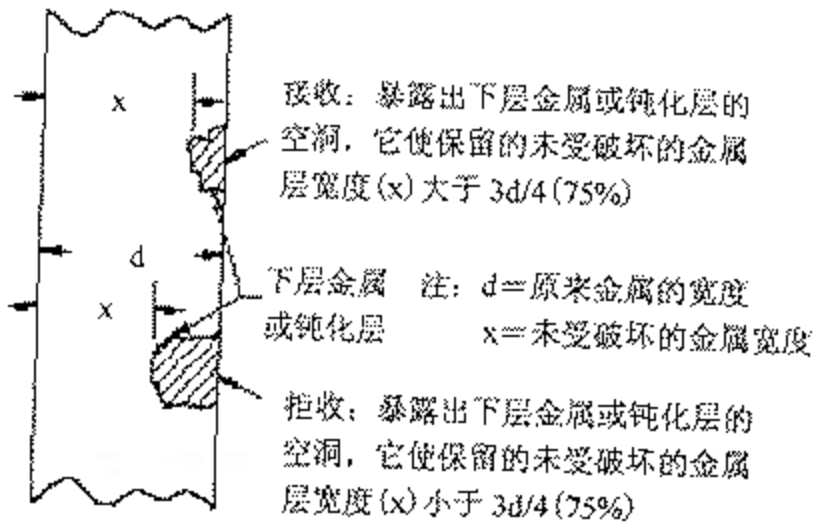


图 12　S 级空隙标准

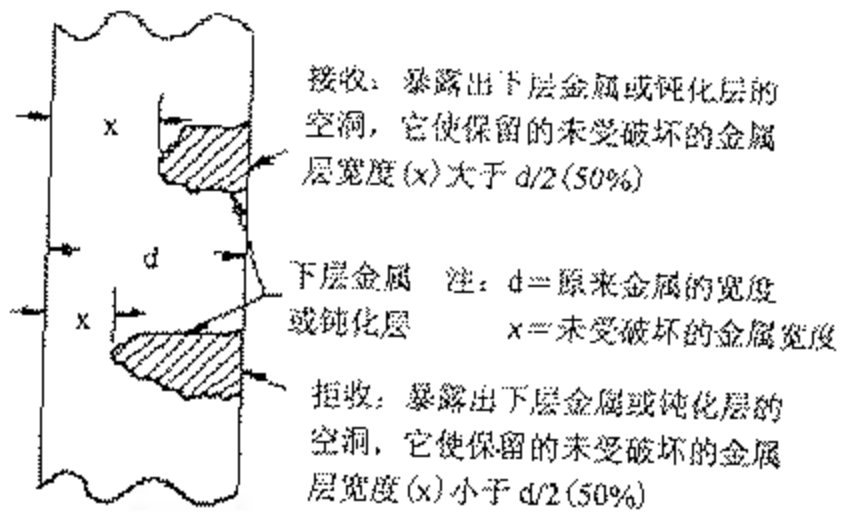


图 13　B 级空隙标准

标准搜搜网 bzsoso.com

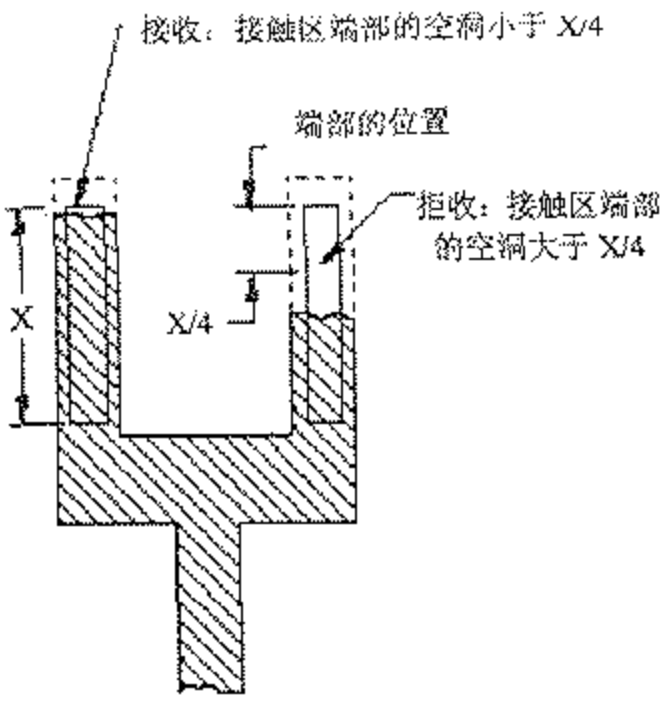


图 14　终端

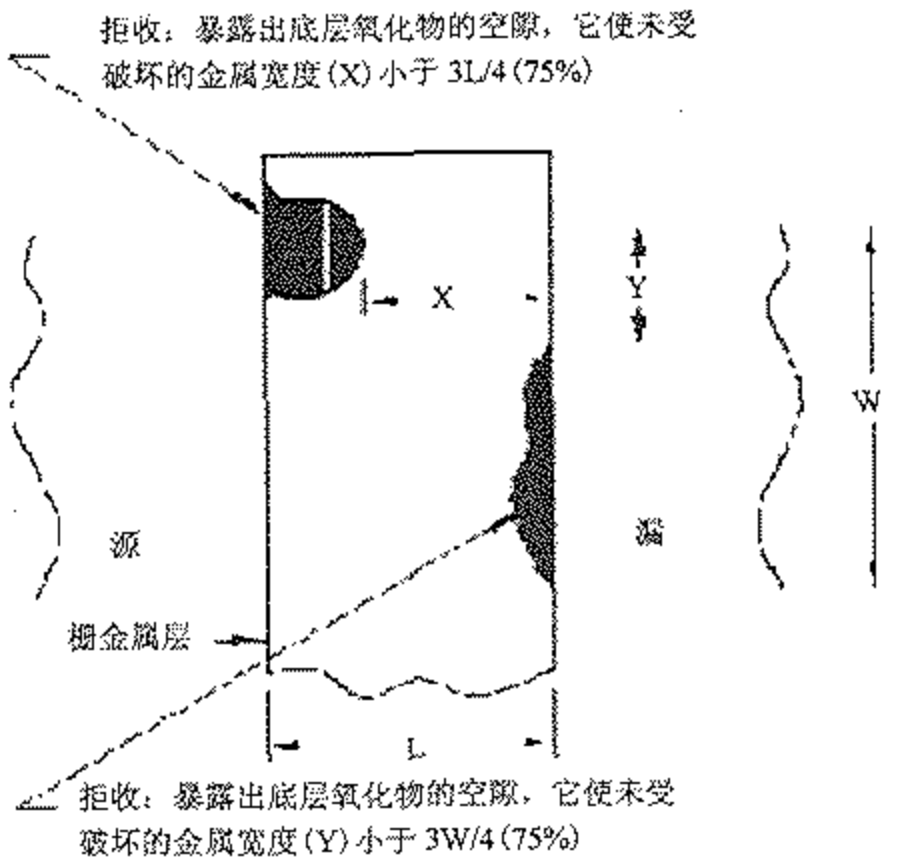
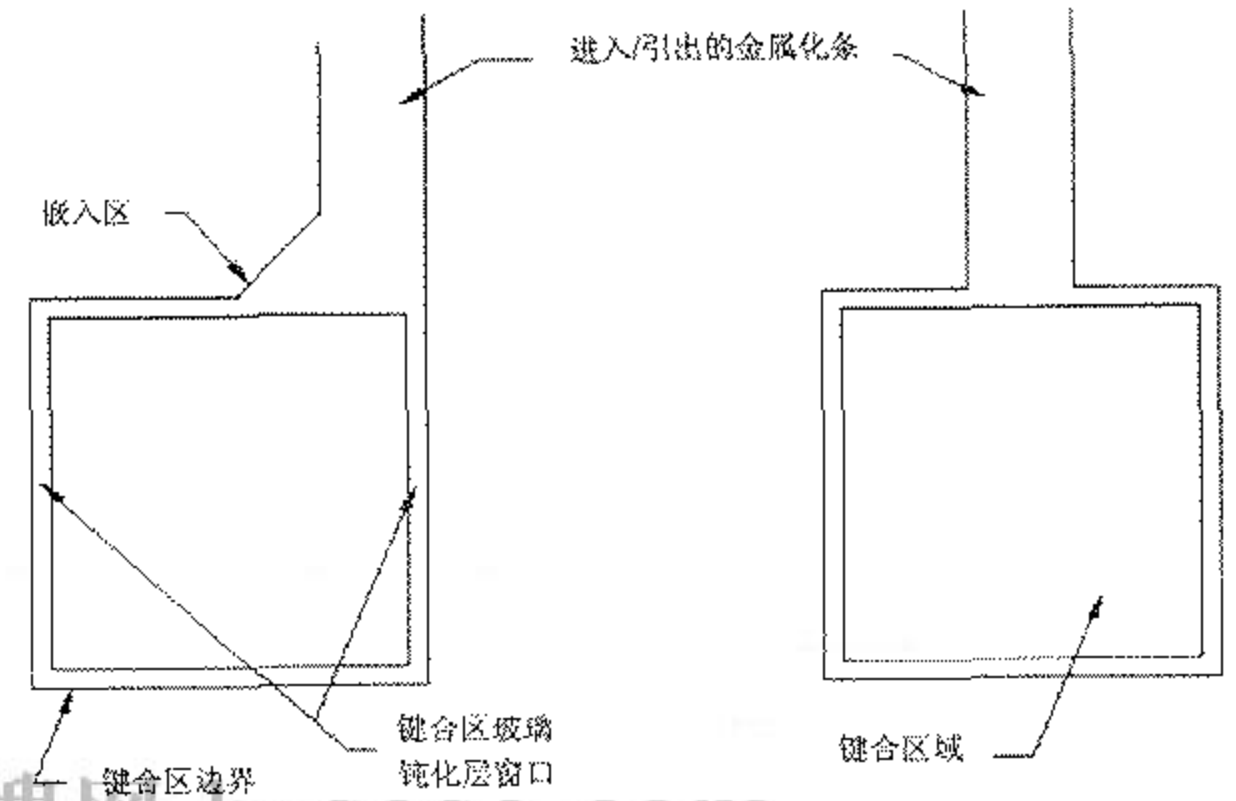


图 15　MOS 空隙标准



标准搜搜网 bzsoso.com

图 16　键合区的术语

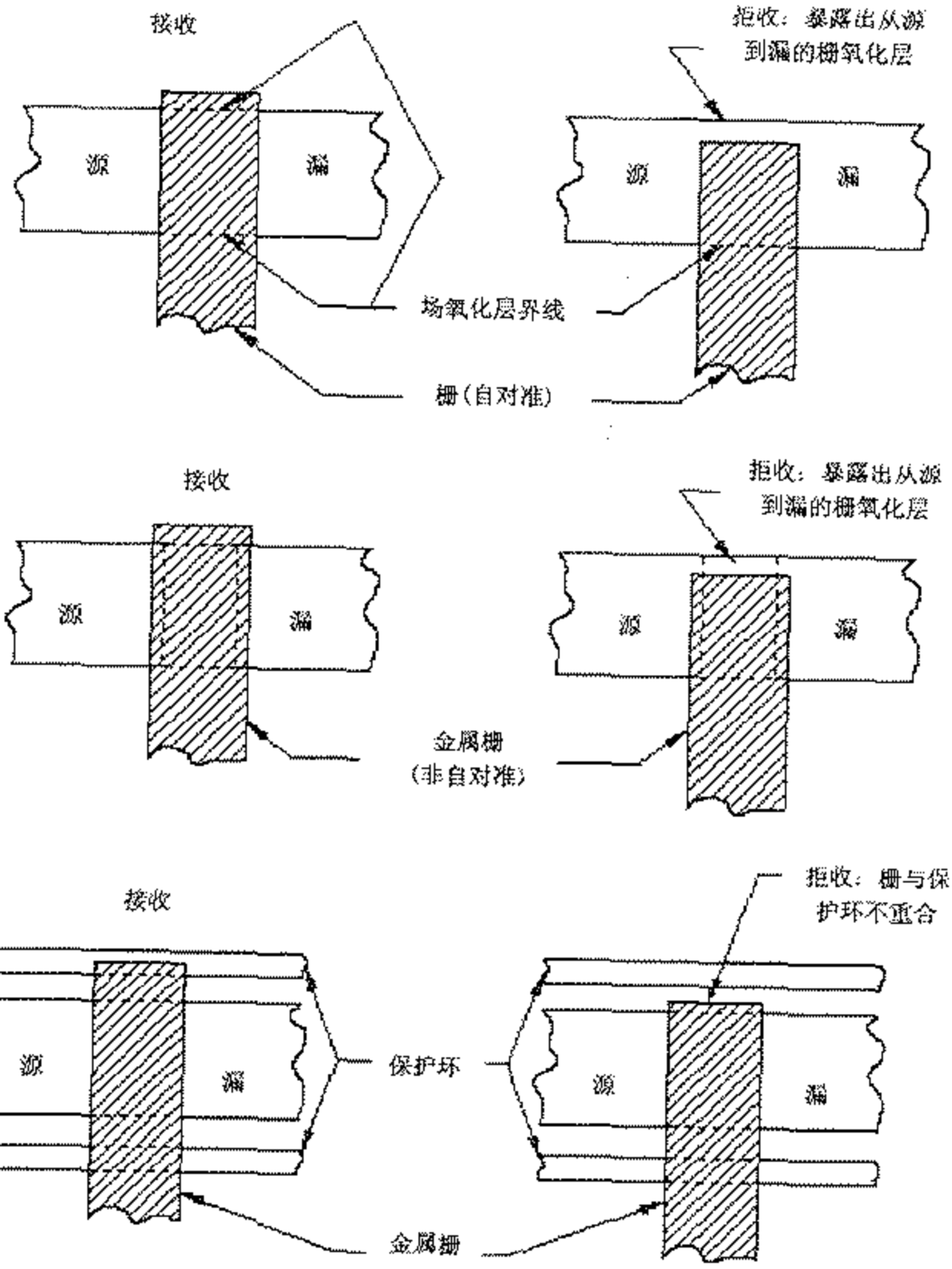
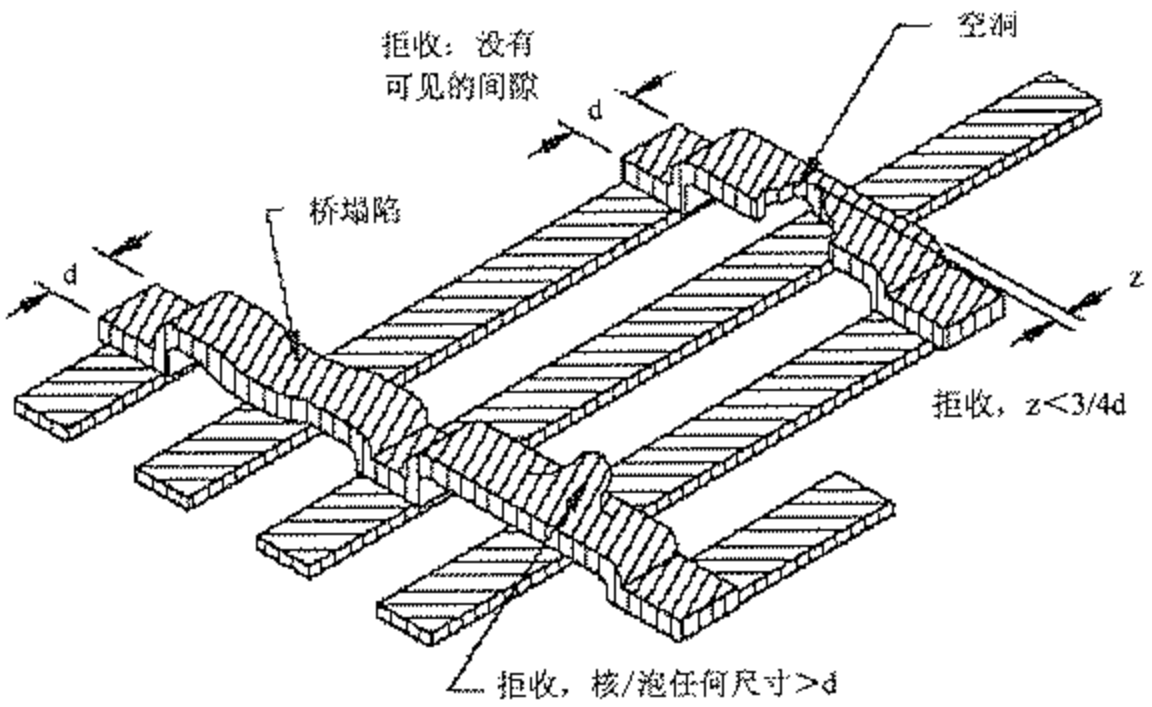


图 17　MOS 栅的对准

标准搜搜网 bzsoso.com



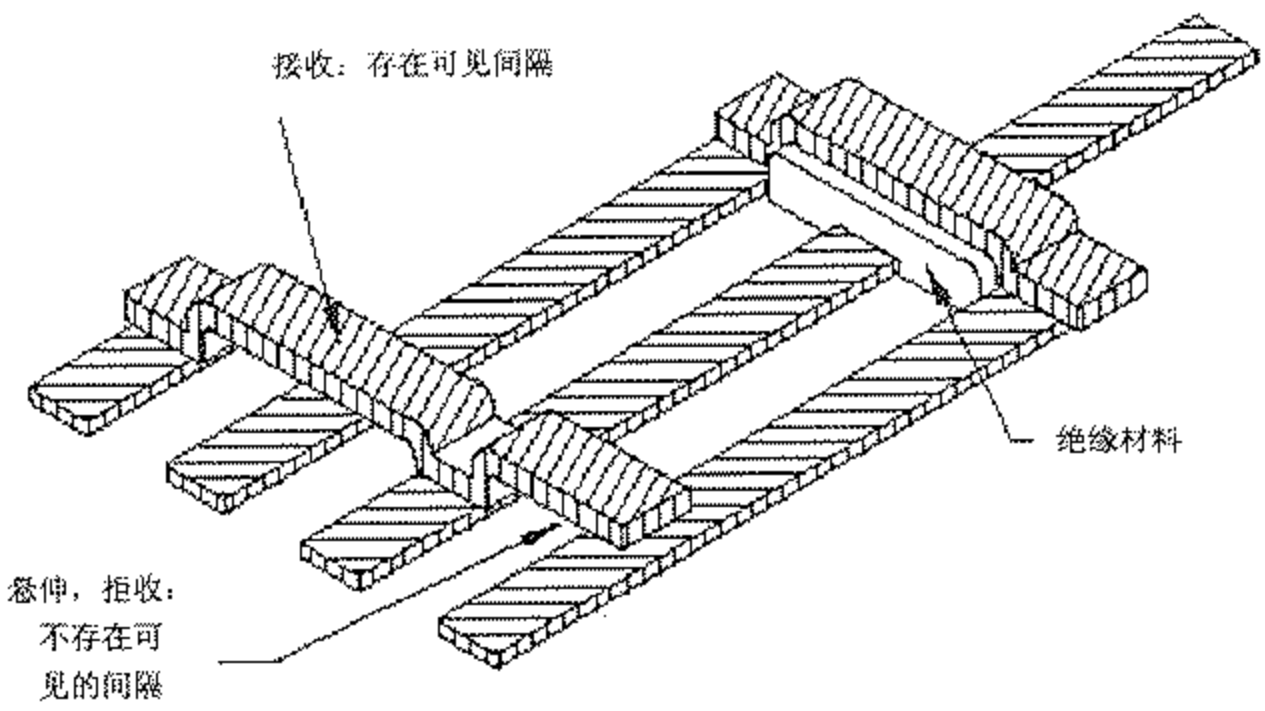


图 18　S 级和 B 级的耦合(空气)桥判据

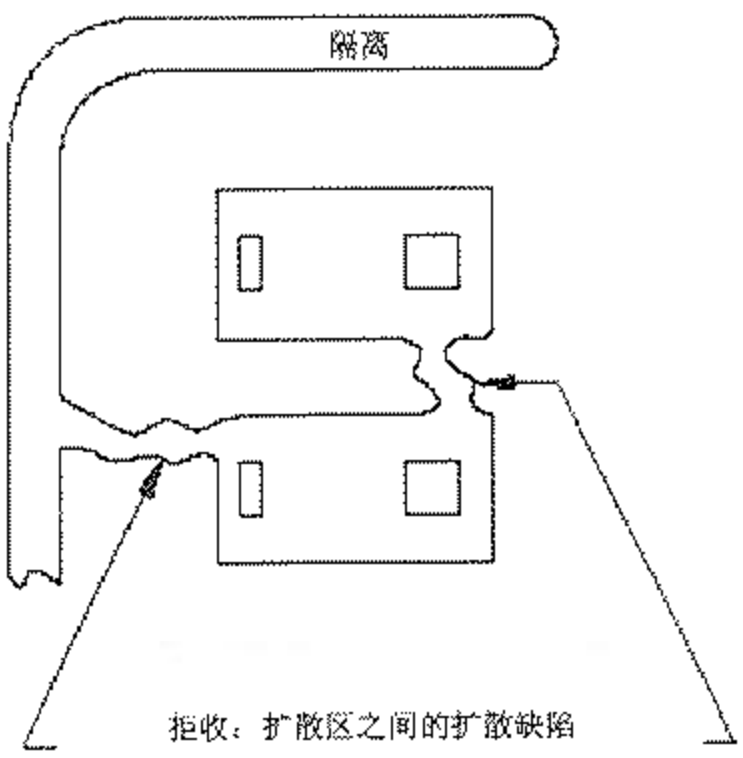


图 19　扩散缺陷

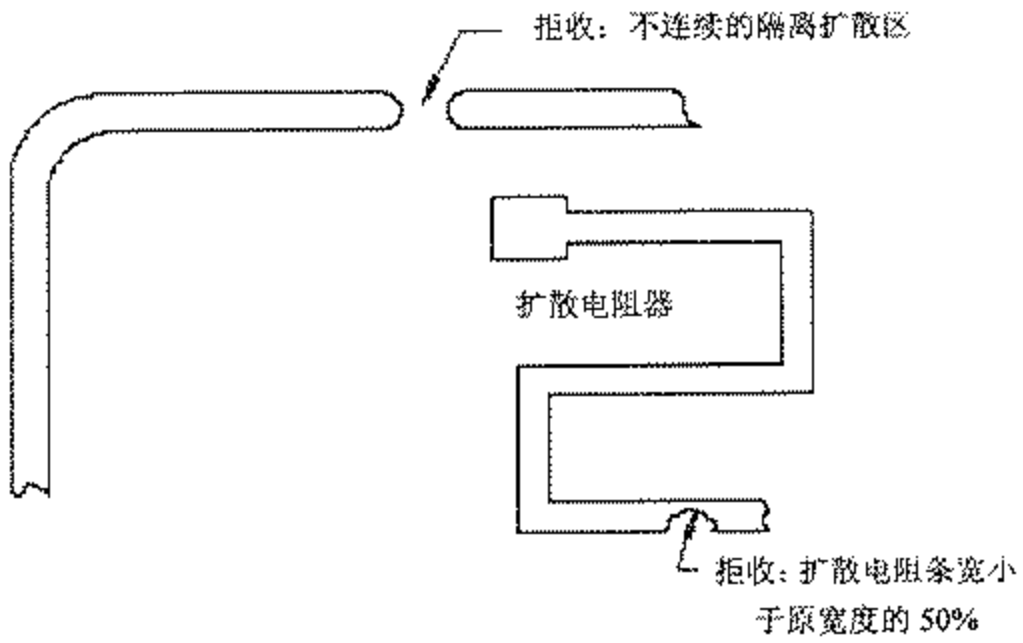


图 20　扩散缺陷

标准搜搜网 bzsoso.com

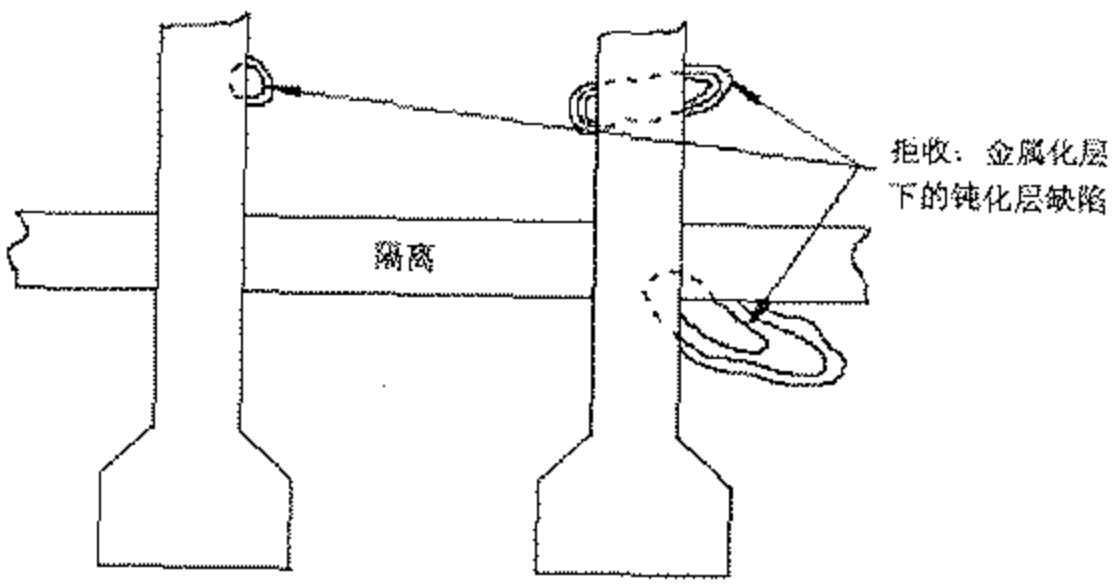


图 21　钝化层缺陷

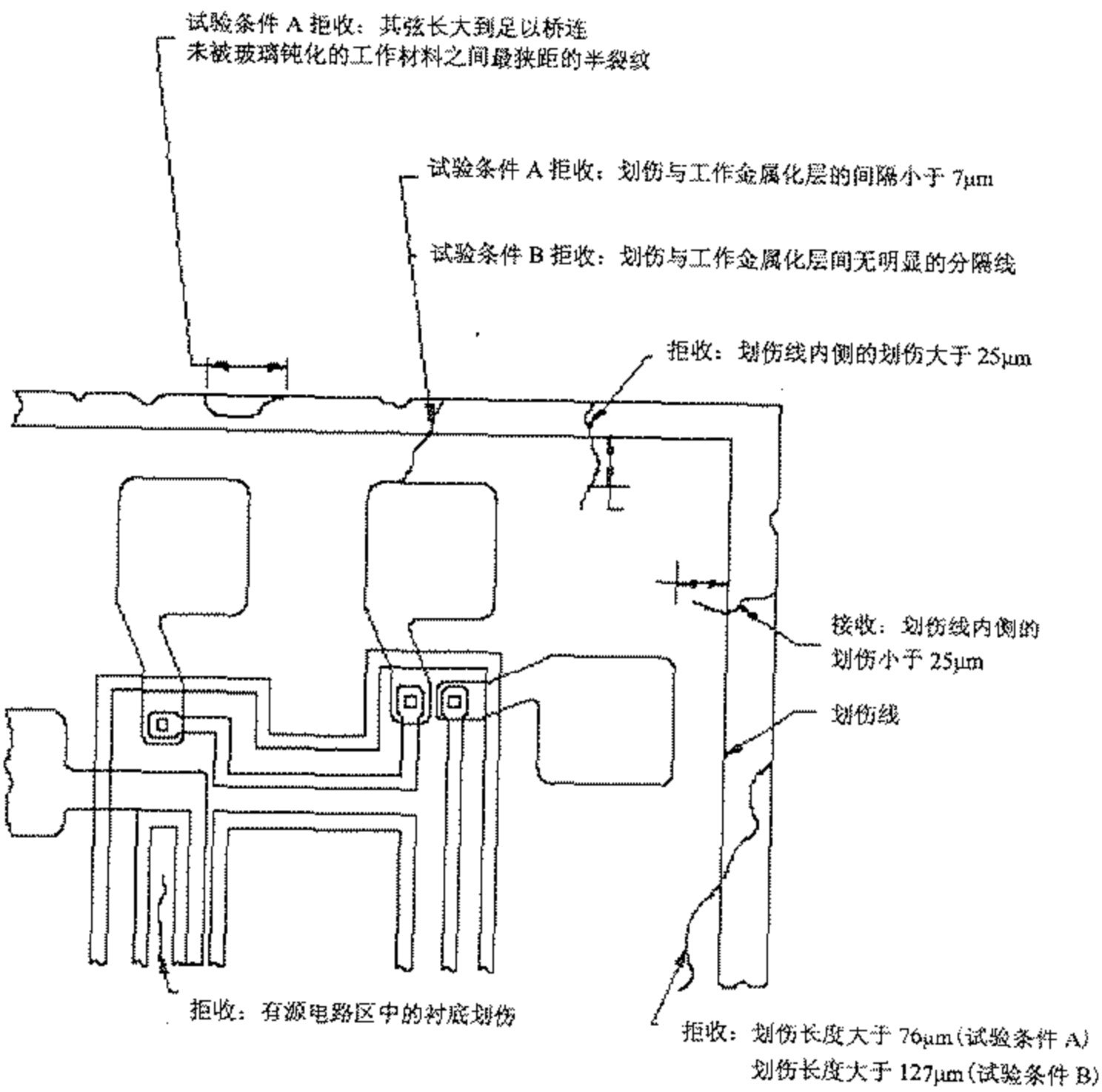


图 22　划片和芯片缺陷

标准搜搜网 bzsoso.com

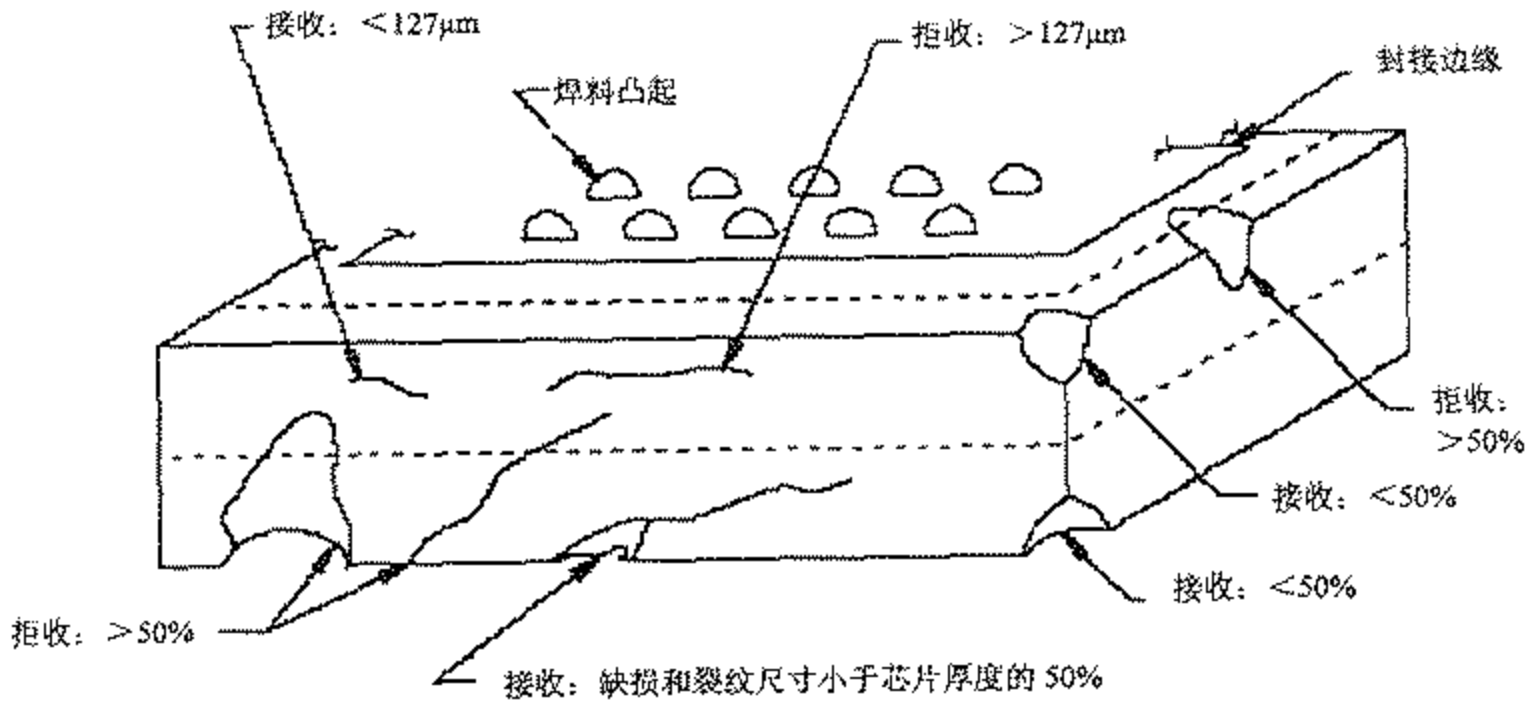


图 23　划片和芯片缺陷

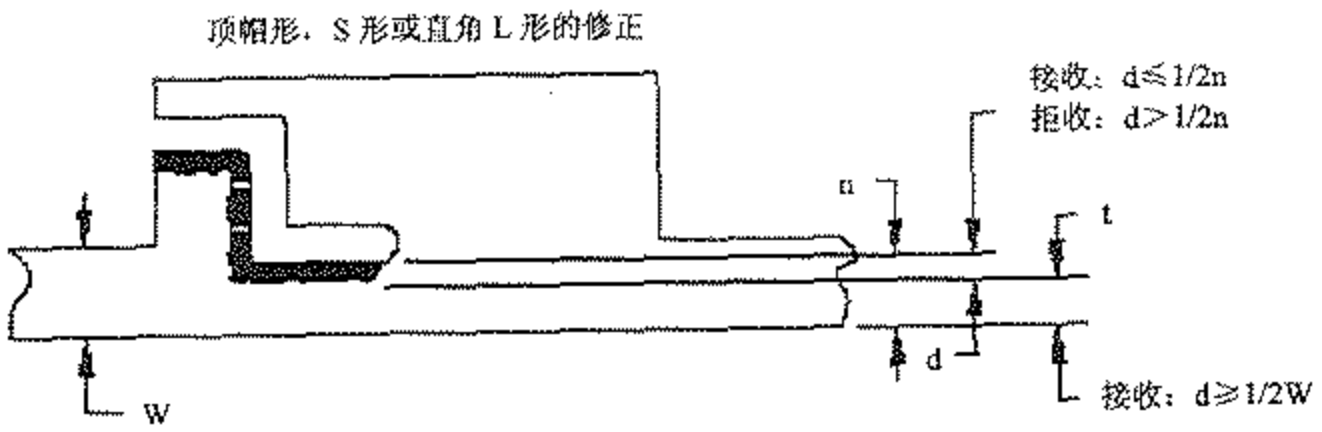


图 24　经激光修正的钝化层缺陷

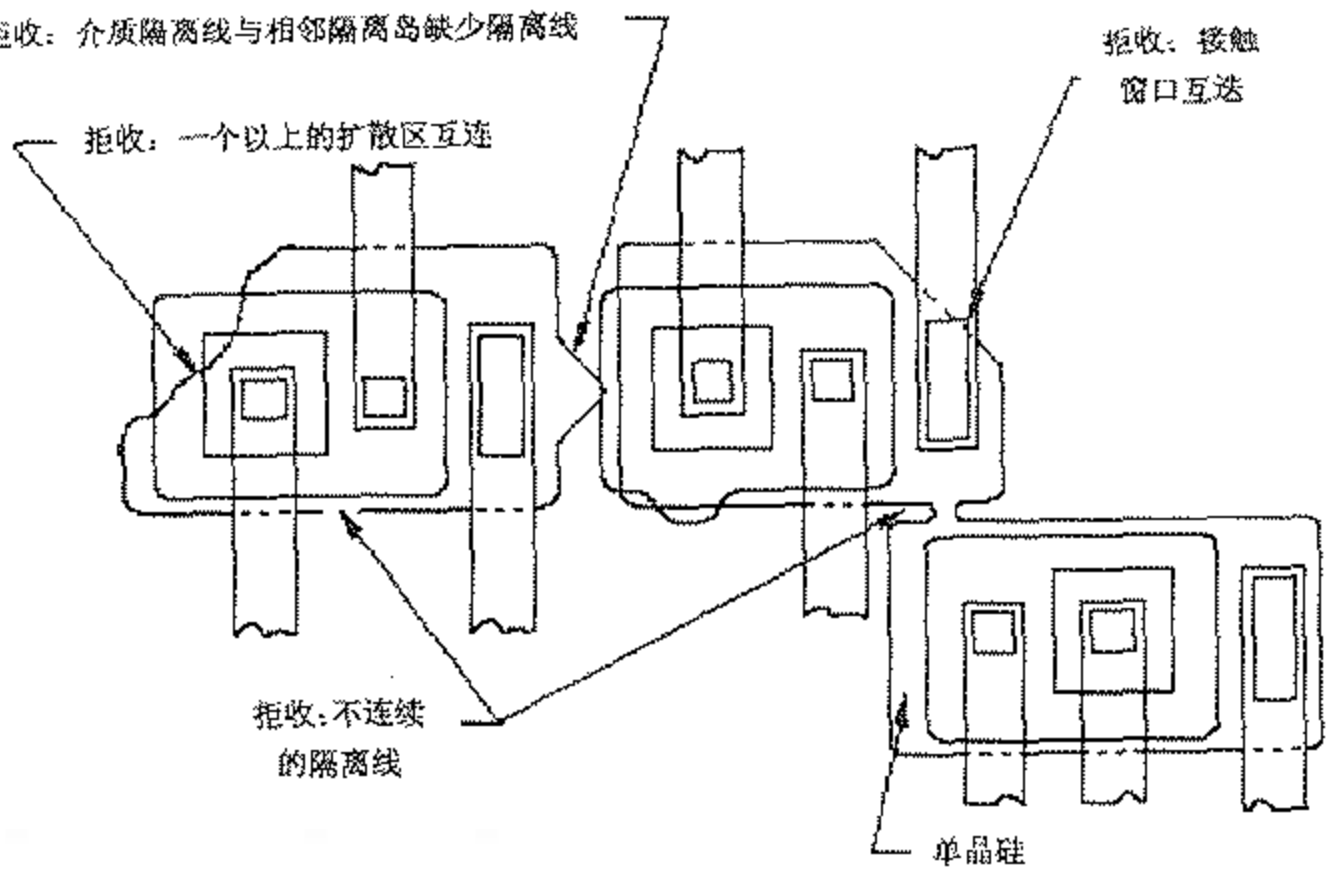


图 25　介质隔离缺陷

标准搜搜网 bzsoso.com

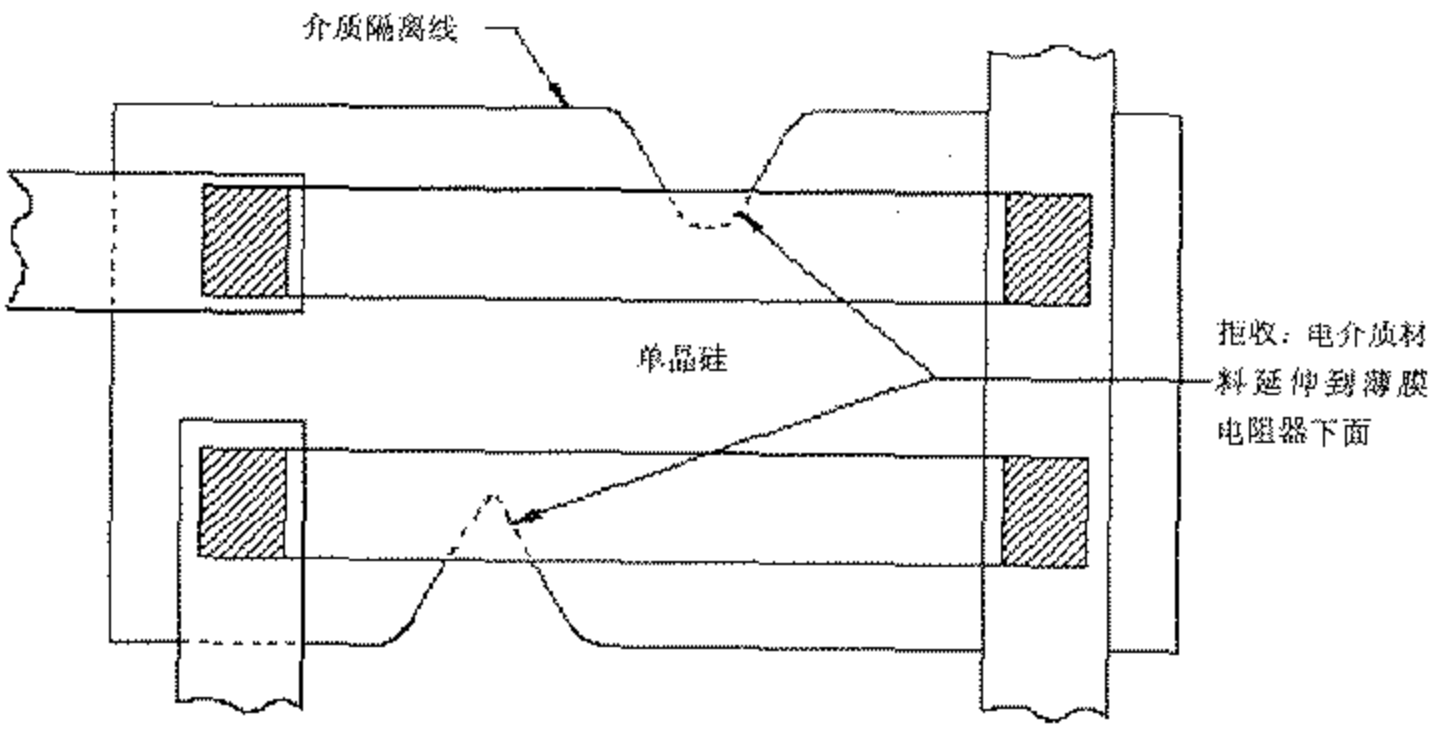


图 26　介质隔离缺陷

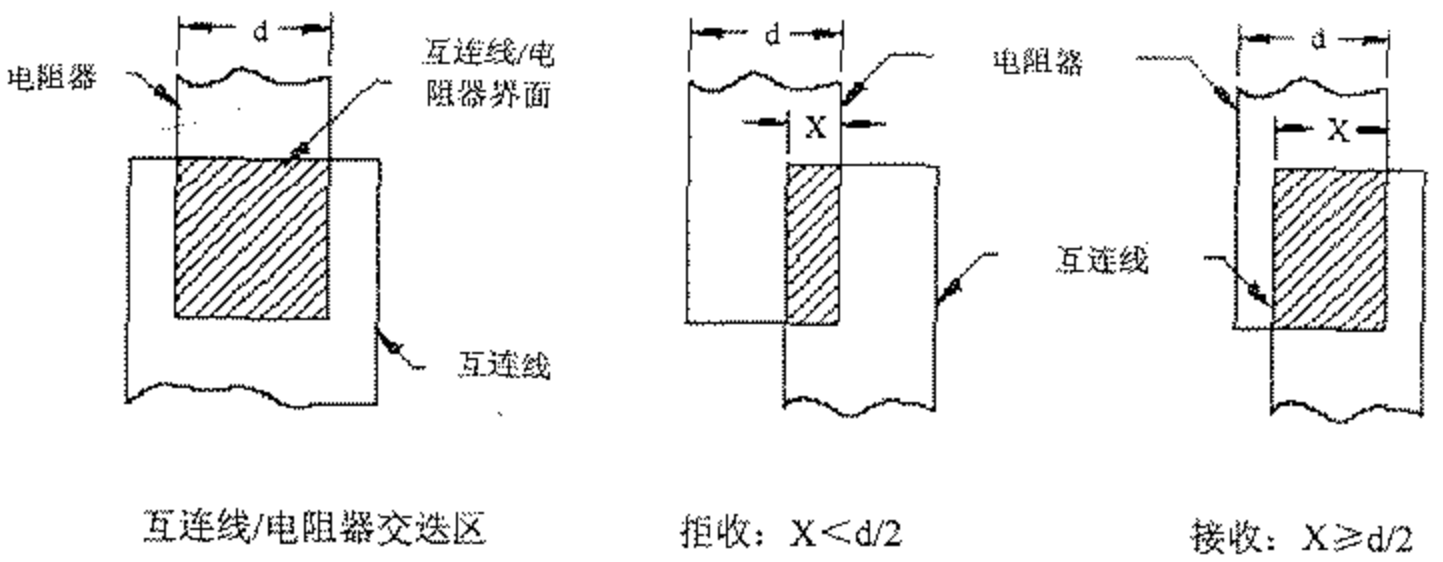


图 27　膜电阻器的接触区

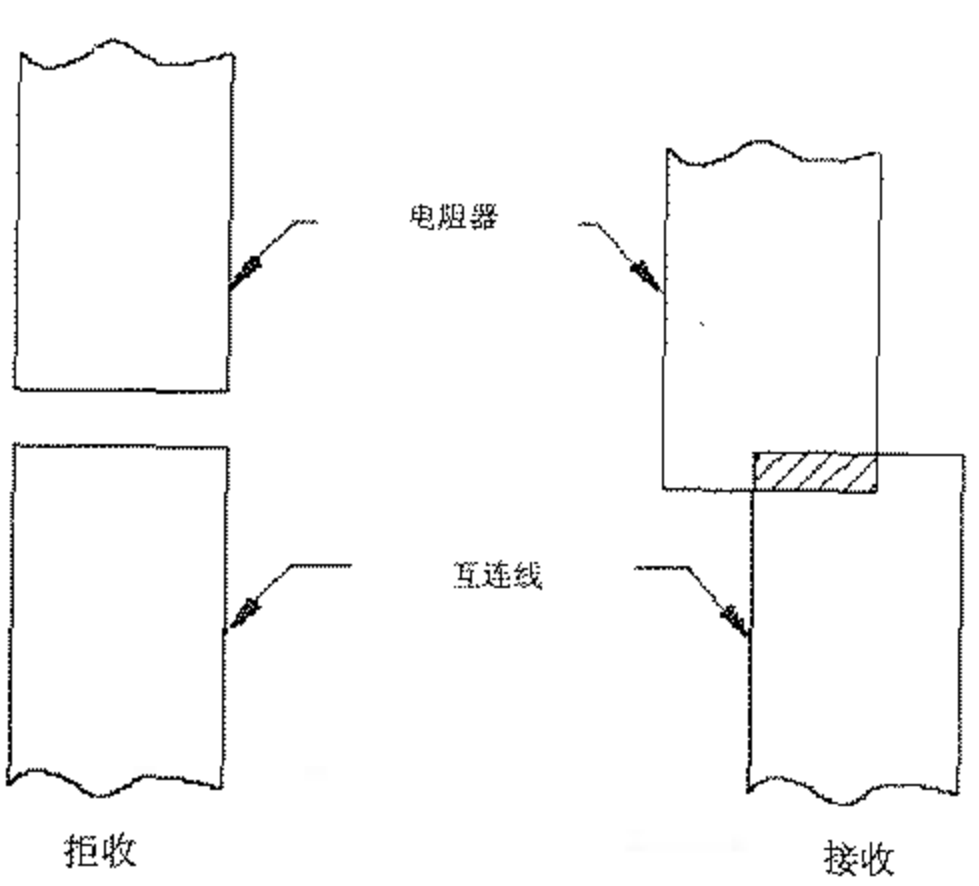


图 28　膜电阻器的接触面积

标准搜搜网 bzsoso.com

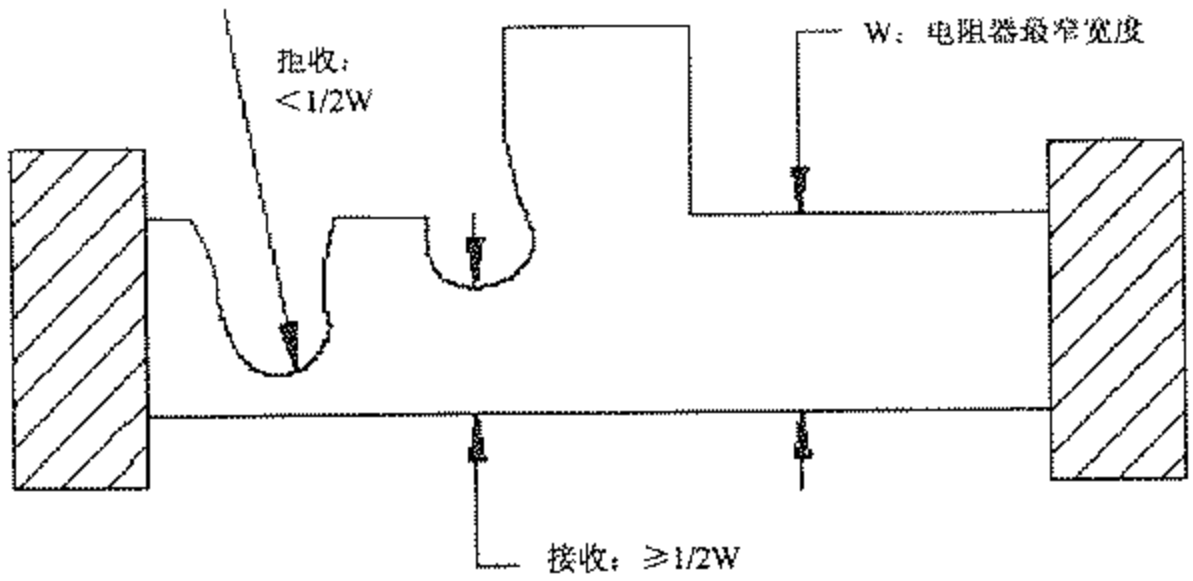


图 29　对未修正电阻器的划伤和空隙标准

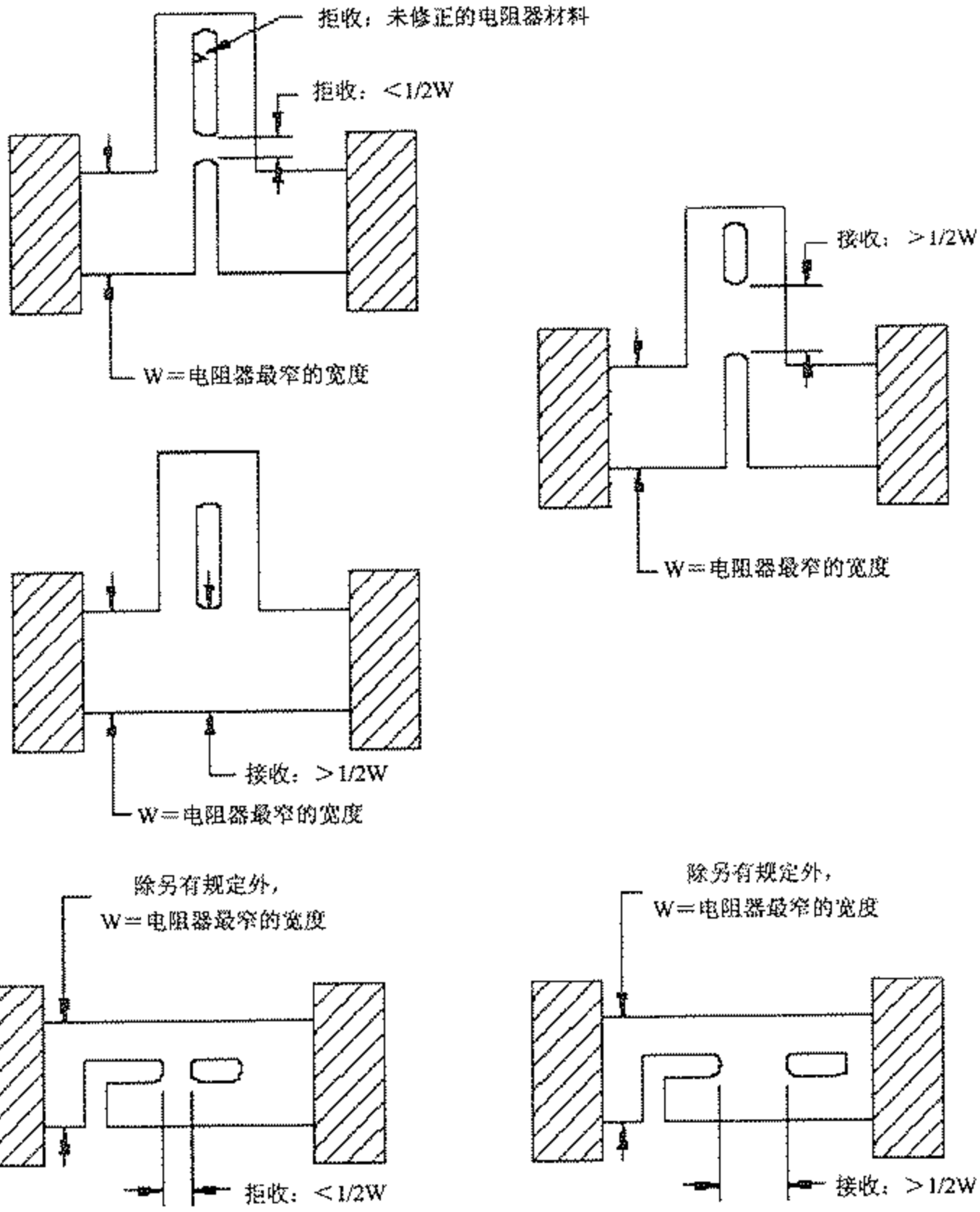
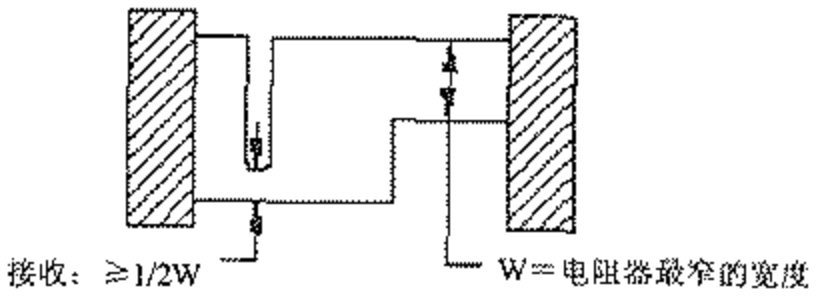
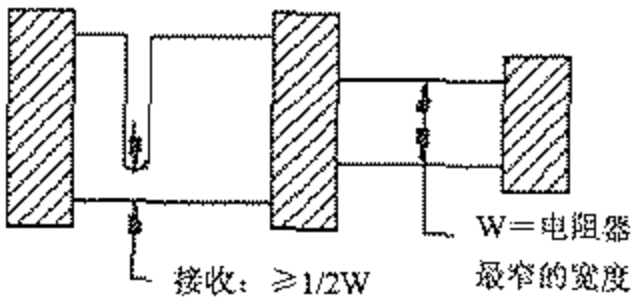


图 30　对未修正电阻器材料的标准

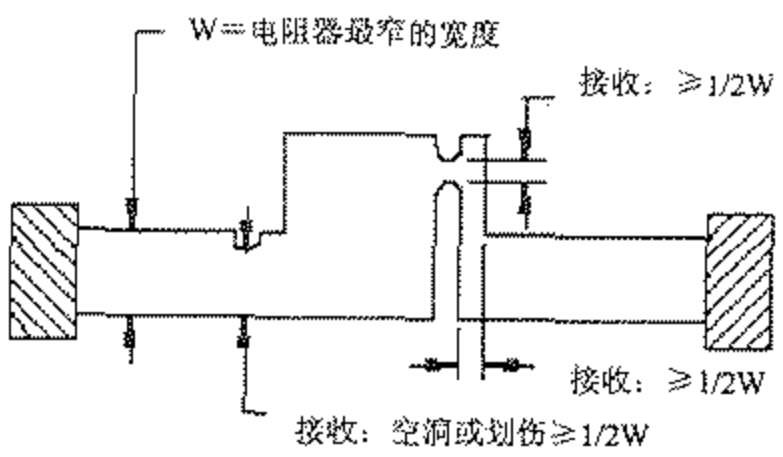
标准搜搜网 bzsoso.com



两个电阻串联，流过它们的电流相等

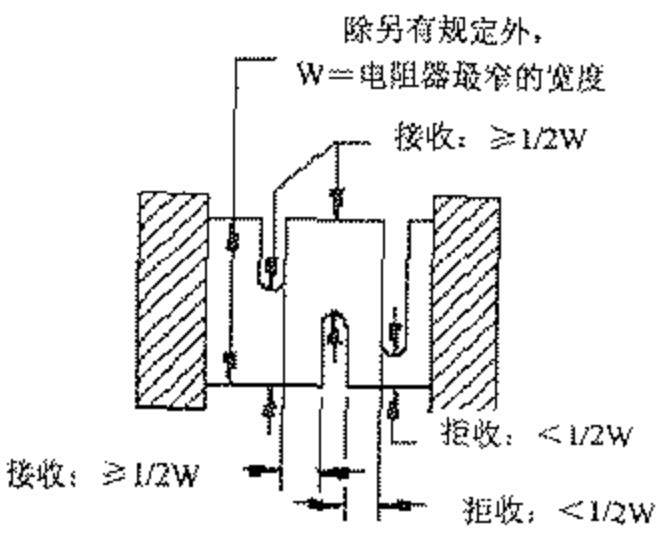


顶帽形修正



S 形修正

直角形 L 修正



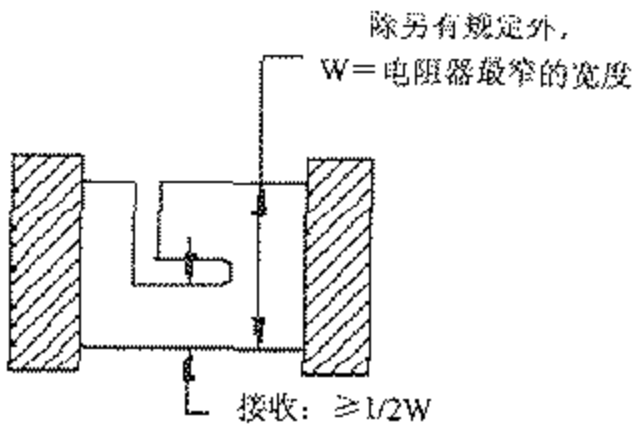
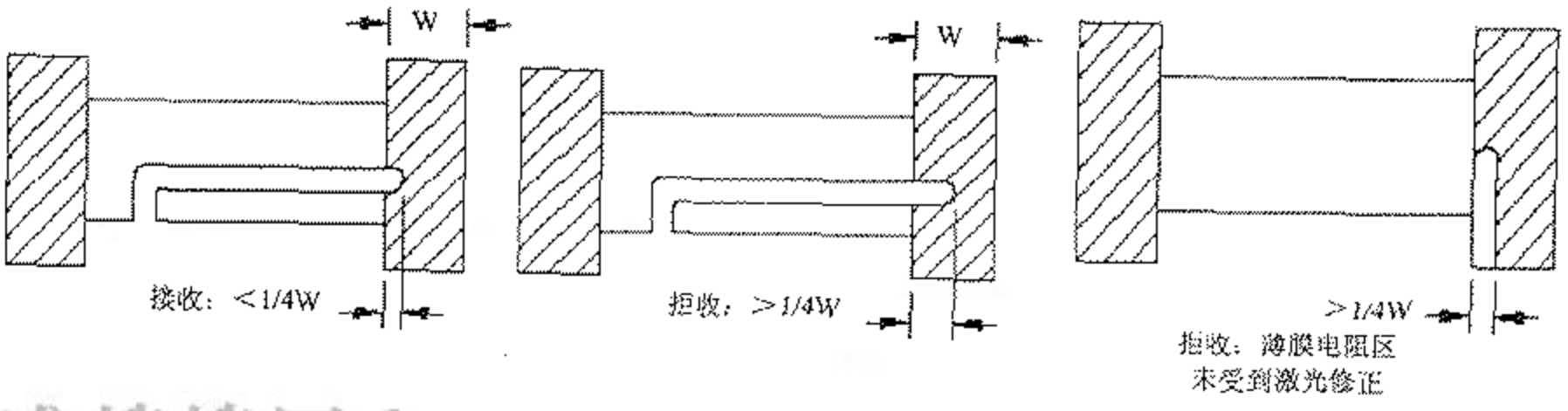


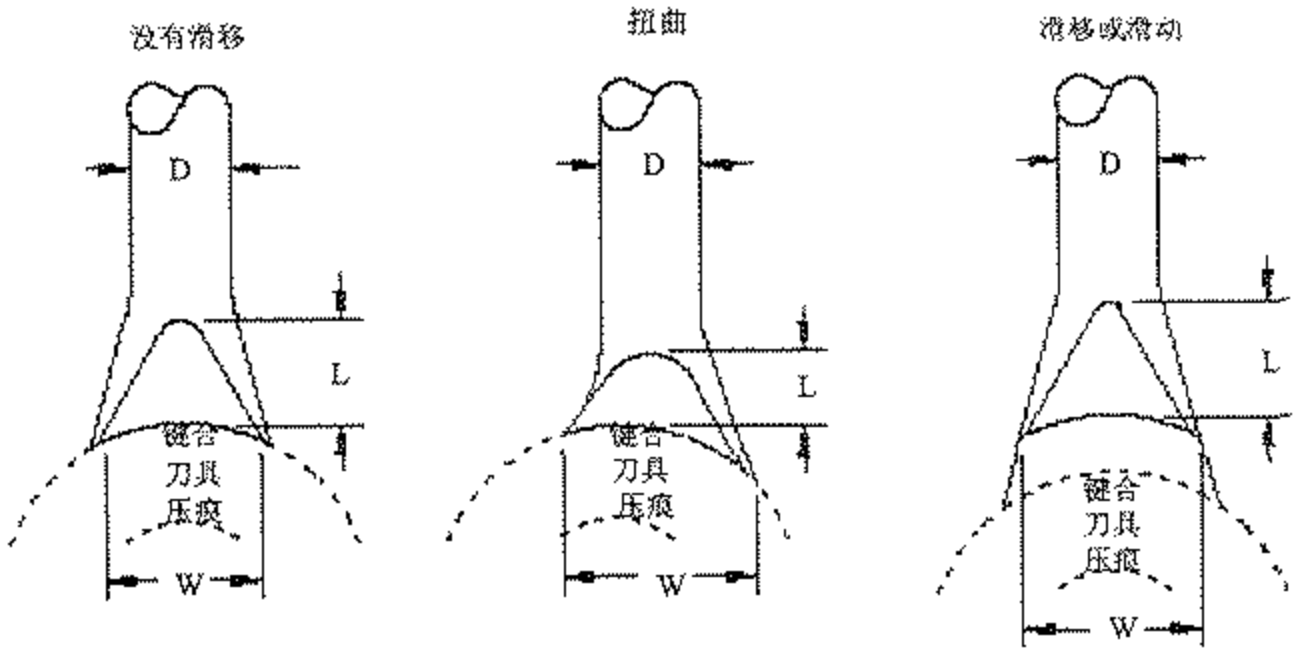
图 31　修正电阻的划伤和空洞标准

修正进到金属层



标准搜搜网 bzsoso.com

图 32　块状电阻器标准



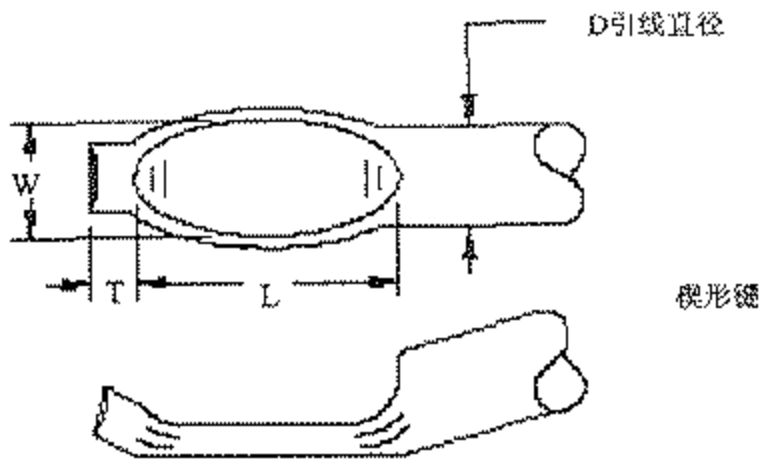
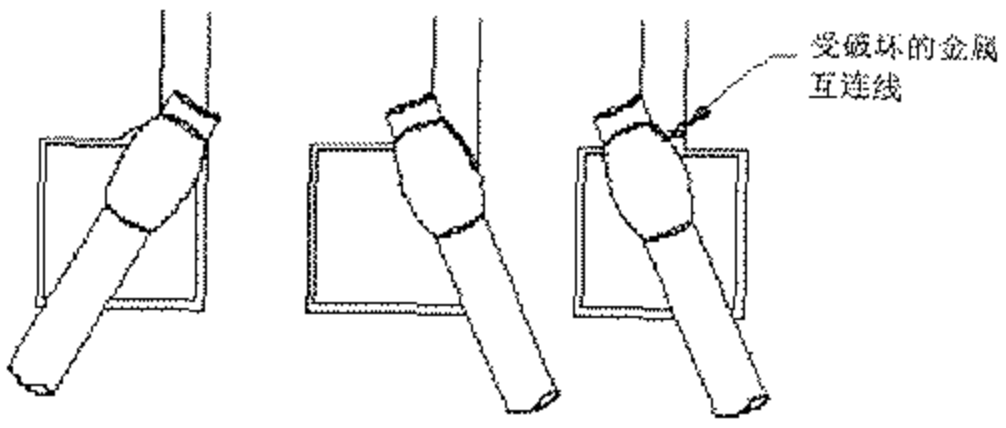


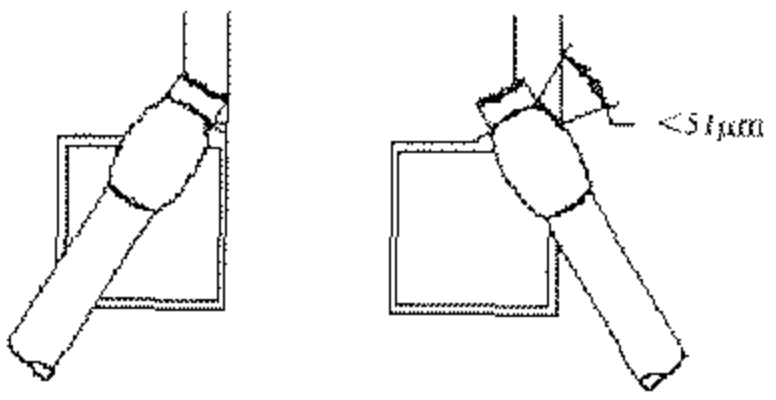
图 33　键合尺寸

标准搜搜网 bzsoso.com

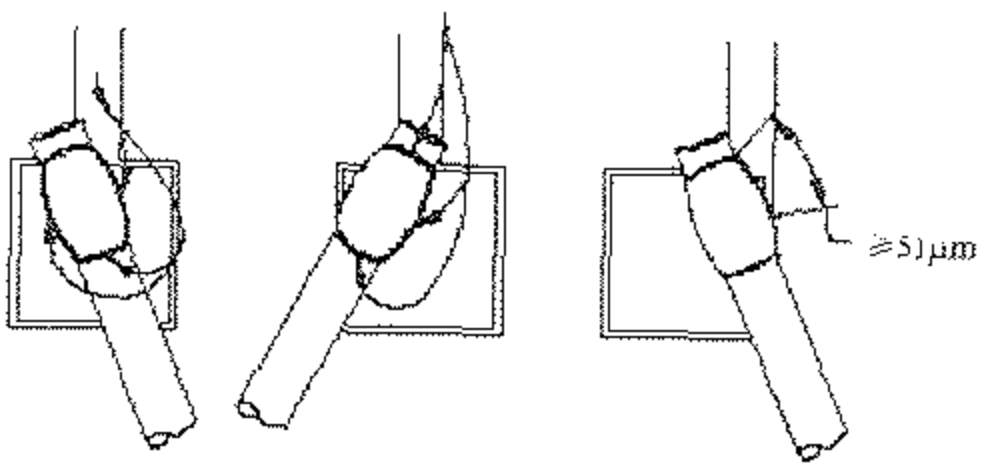
拒收：在(钝化或未钝化区上)键的周界(不包括键尾部分)与进入/引出键合区金属条之间的未受破坏的芯片金属连线“连接通道”小于 51μm



拒收：由于键尾的遮蔽，看不到互连线与键合区的“连接通道”键尾处的金属层受到破坏。



接收：在(钝化或未钝化区上)键的周界(不包括键尾部分)与进入/引出键合区金属条之间的未受破坏的芯片金属连线“连接通道”等于、大于 51μm



箭头表示与键周界的“连接通道”

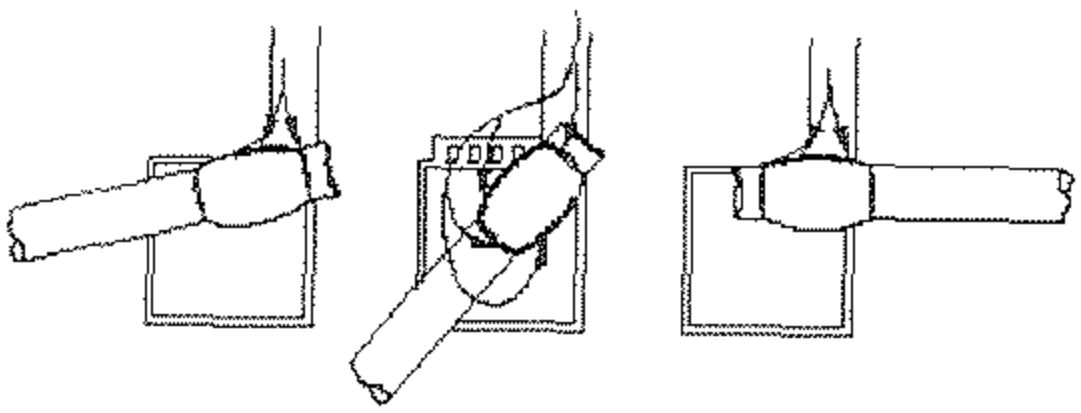


图 34　在进入/引出金属化条上的键

标准搜搜网 bzsoso.com

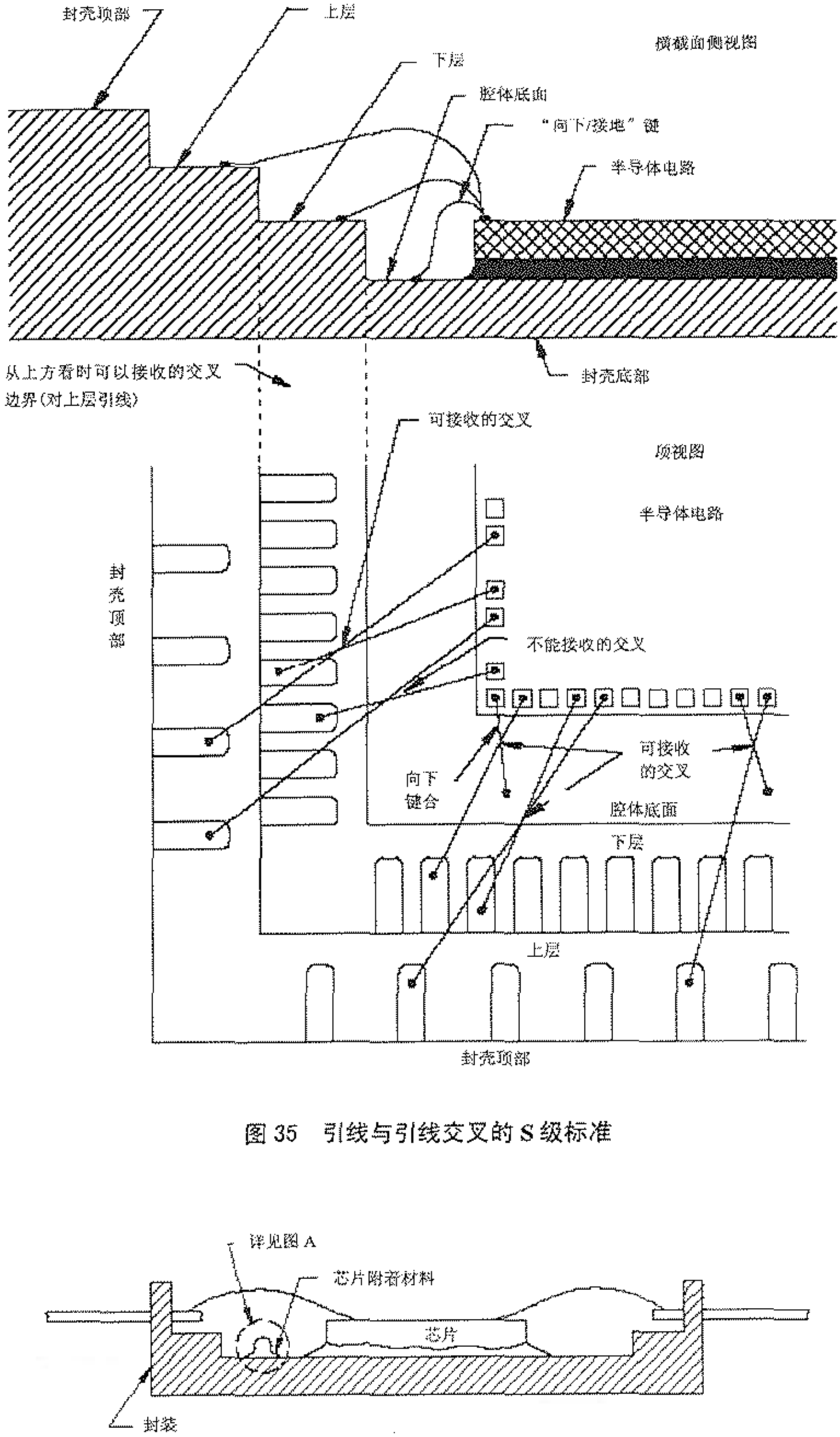


图 35　引线与引线交叉的 S 级标准

标准搜搜网 bzsoso.com

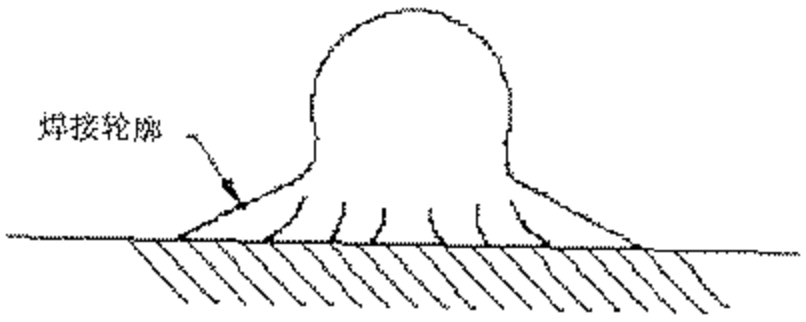


图 A(正视图，接收)

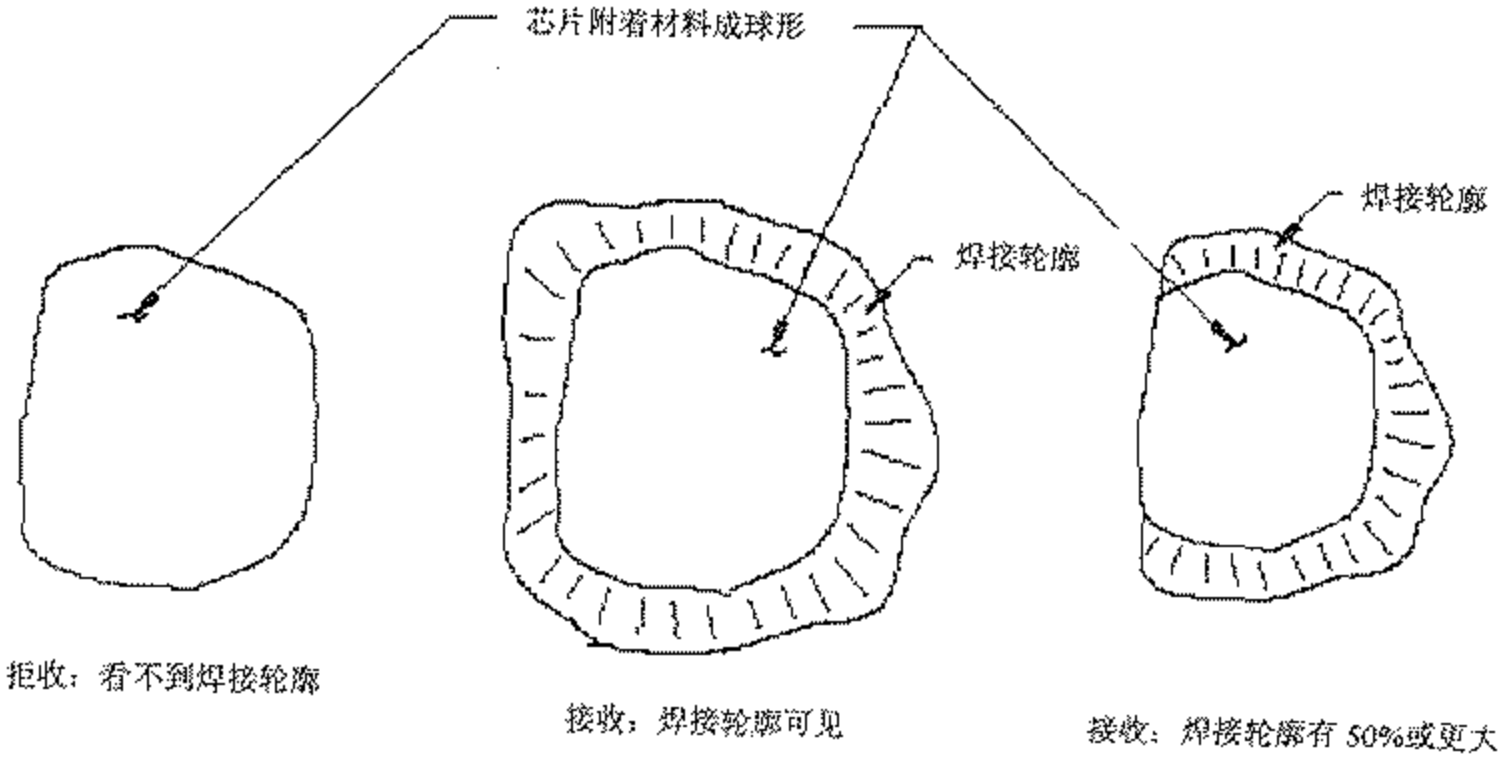
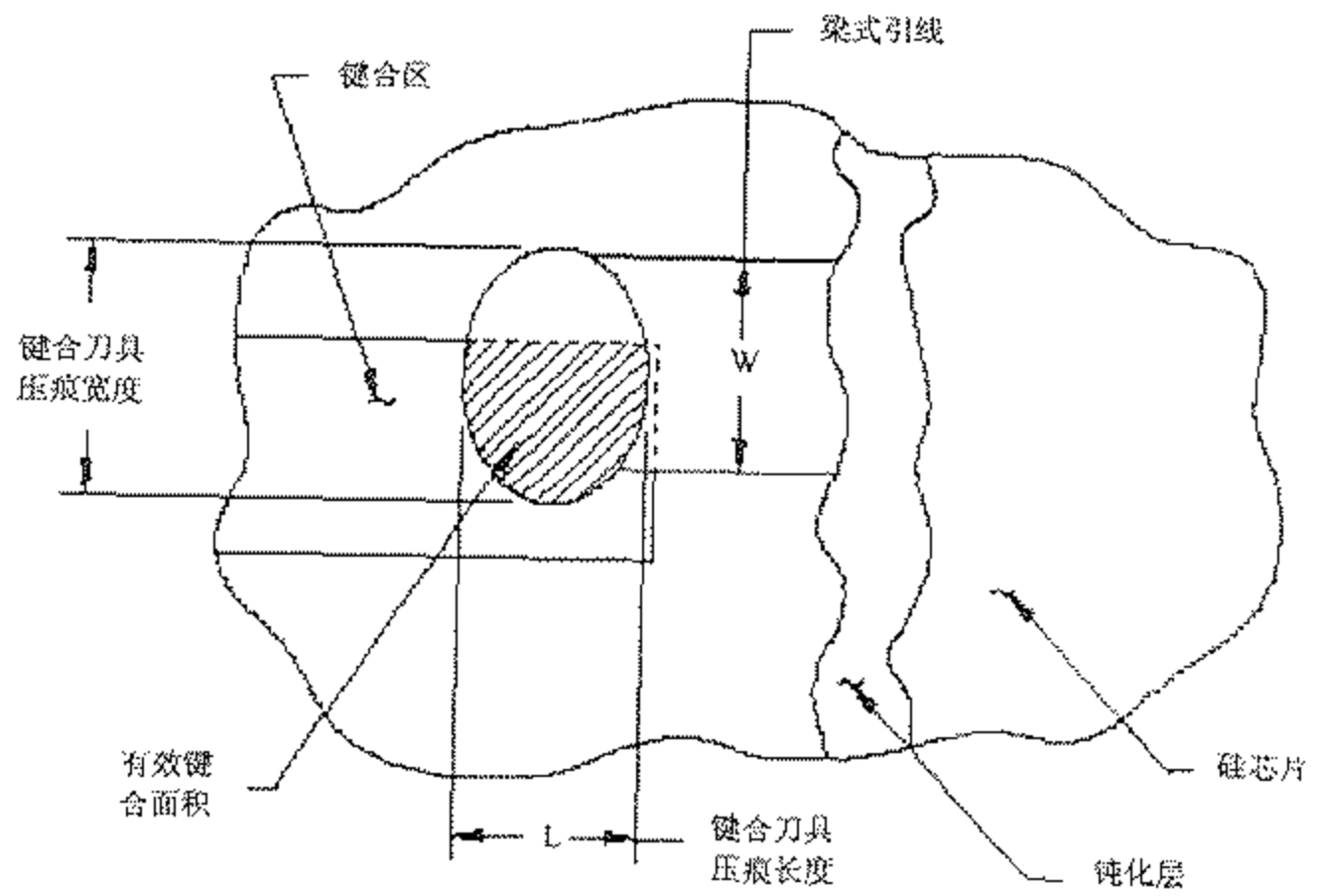


图 36　芯片附着材料呈球状



标准搜搜网 bzsoso.com

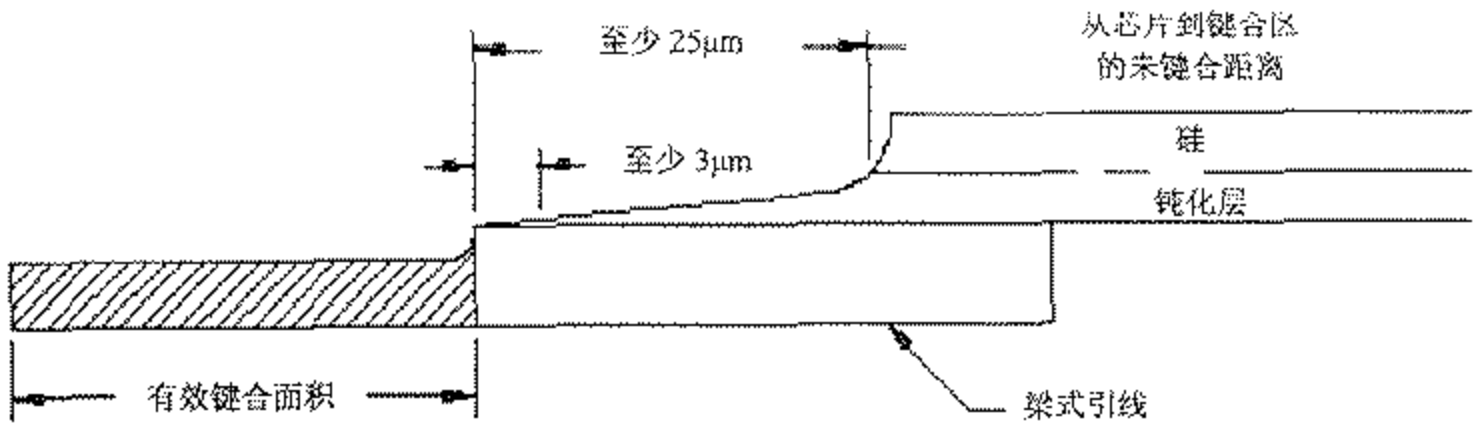


图 37　梁式引线键合面积和位置

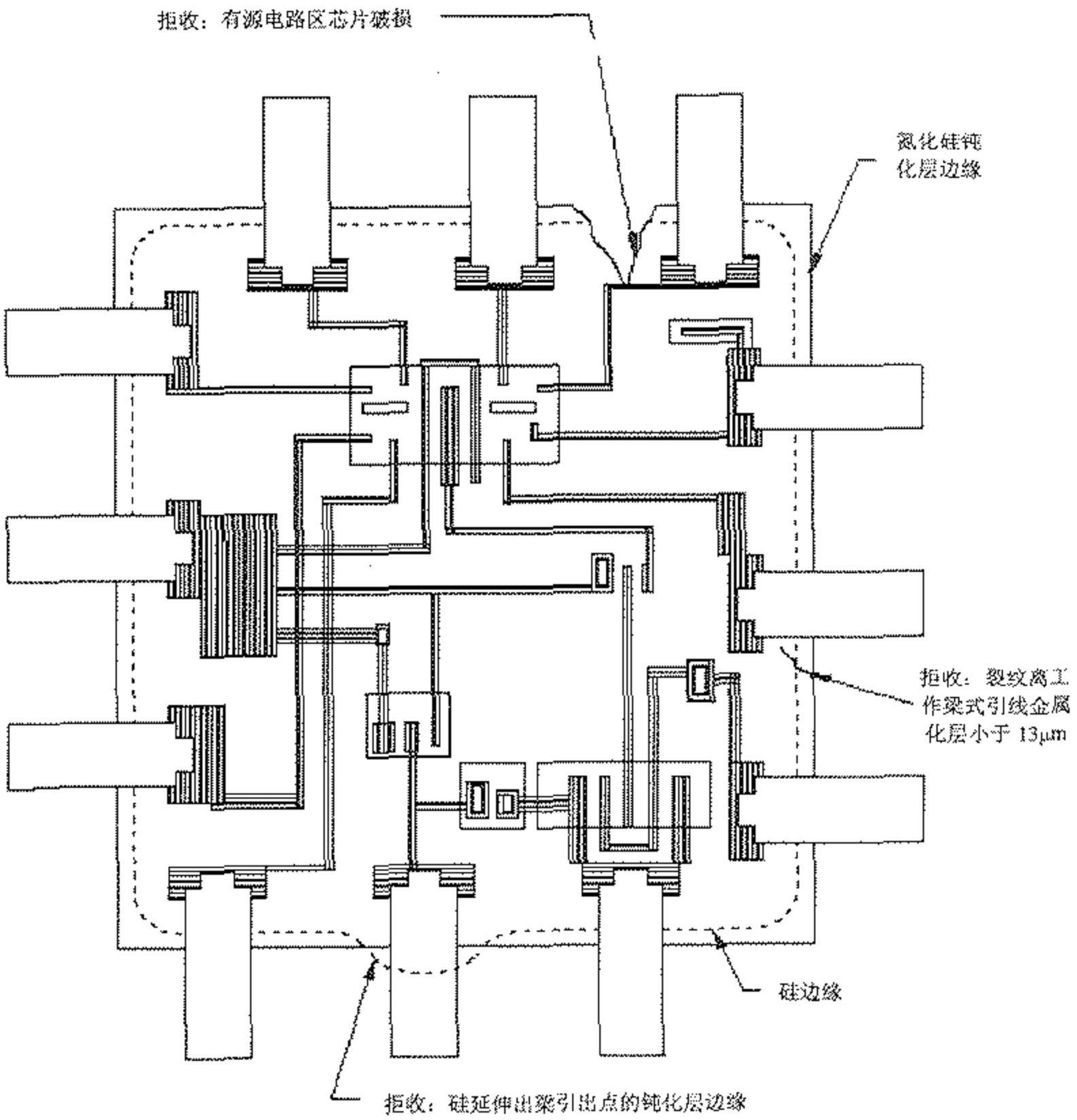


图 38　梁式引线芯片的缺陷

标准搜搜网 bzsoso.com

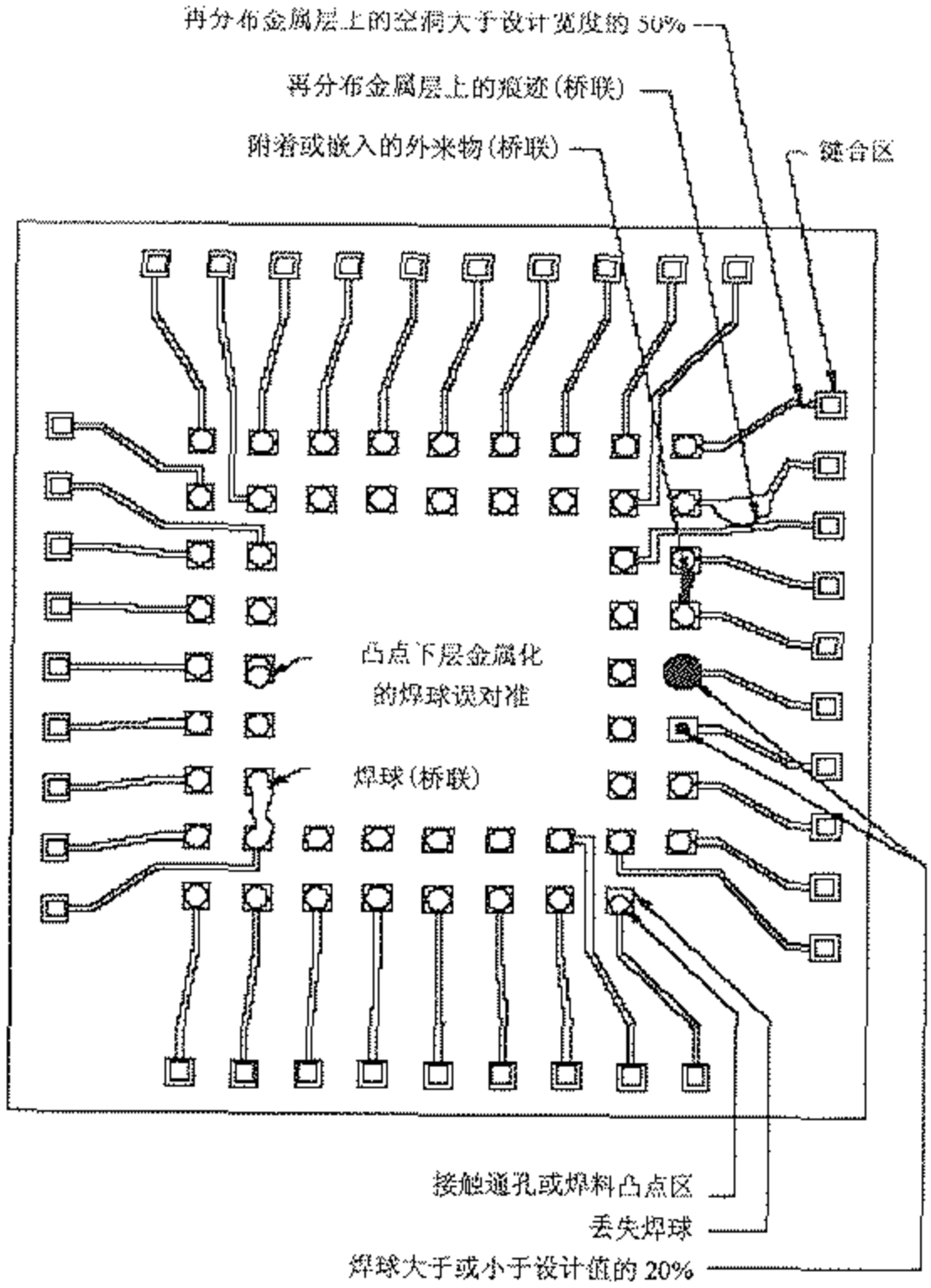


图 39　倒装芯片内部目检

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2011.1　键合强度(破坏性键合拉力试验)

1 目的

本试验的目的是测量键合强度，评估键合强度分布或测定键合强度是否符合适用的订购文件的要求。本试验可应用于采用低温焊、热压焊、超声焊或有关技术键合的、具有内引线的微电子器件封装内部的引线-芯片键合、引线-基板键合或内引线-封装引线键合。它也可应用于器件的外部键合，如器件外引线-基板或布线板的键合，或应用于不采用内引线的器件(如梁式引线或倒装片器件)中的芯片-基板之间的内部键合。

2 设备

本试验的设备应包括能按规定试验条件要求，在键合点、引线或外引线上施加规定应力的适合设备。该设备能对外加应力提供经过校准的测量和指示，采用的单位为 N，准确度为±5%或$\pm 2.94\times10^{-5}$N(取其大者)，测量范围应达到规定应力最小极限值的两倍。

3 程序

应采用与特定器件结构相符的、适用订购文件中规定的试验条件进行试验。应计算全部键合拉力，并应根据适用情况遵守抽样、接收和追加样品规定。除另有规定外，对于条件 A、C 和 D，所需要的试验键合点应从至少四个器件中随机抽取，为键合强度试验规定的样本大小用于确定进行拉力试验的最少键合线数，而不是确定至少需要的完整器件数。按试验条件以 D、F、G 和 H 进行的键合拉力试验，虽然同时涉及到两个或多个键合点，但是对键合强度试验和计算样本大小来说，应将其看成是一个拉力试验。除另有规定外，按照试验条件 F、G 和 H 的键合拉力试验规定的样本大小用于确定被试验的芯片的数量，而不是键合数。对于混合或者多芯片器件(无论哪种条件)而言，应至少采用四个芯片，或者如果三个完整的器件上不足四个芯片，那么应采用全部芯片。在芯片下面、芯片上面或芯片周围，若存在任何导致增加表面键合强度的粘附剂、密封剂或其他材料，应在使用这些材料前进行键合强度试验。

当倒装片或梁式引线芯片是与基板键合而不是在成品器件中的键合时，则应采用下述条件：

a) 从与成品器件中采用的芯片属于同一批的芯片中，随机抽取本试验用的芯片样本；

b) 在键合成品器件的同一期间内，使用与键合成品器件时相同的键合设备键合用于本试验的芯片；

c) 在处理成品器件基板的同一期间内，对试验芯片基板进行与成品器件基板相同的加工、金属化和有关处理。

3.1 试验条件

3.1.1 试验条件 A-键合拉脱

本试验通常用于器件封装的外部键合。在固定引线或外引线以及器件的外壳时，应在引线或外引线以及布线板或基板之间，以某一角度施加拉力。除另有规定外，该角度为 90°。当出现失效时，应记录引起失效的力的大小和失效类别。

3.1.2 试验条件 C-引线拉力(单个键合点)

本试验通常应用于微电子器件的芯片或基板以及引线框架上的内部键合。连接芯片或基板的引线应被切断，以使两端都能进行拉力试验。在引线较短的情况下，有必要靠近某一端切断导线，以便在另一端可以进行拉力试验。把导线固定于适当的装置，然后对引线或夹紧引线的装置施加拉力，其作用力大致垂直于芯片表面或基板。当出现失效时，记录引起失效的力的大小和失效类别。

3.1.3 试验条件 D-引线拉力(双键合点)

此试验的步骤与试验条件 C 相同，只是现在是在引线(该引线与芯片、基板或底座或两个端点相连)

标准地网 bzsoso.com

下方插入一个钩子夹紧器件，大约在引线中央施加拉力。该力方向与芯片或基板表面垂直，或与两键合垫肩的直线大致垂直。当出现失效时，记录引起失效的力的大小和失效类别。表 1 给出最小键合强度。图 1 用于确定表 1 中未说明的引线直径的最小键合强度。对引线直径或者等效横截面大于 127μm，在引线下不适于使用钩子的地方，可用一个适当的夹子取代钩子。

3.1.4 试验条件 F—键合剪切力(倒装焊)

本试验通常用于半导体芯片与基板之间以面键合结构进行连接的内部键合，它也可用来试验基板和安装芯片的中间载体或子基板之间的键合。用适当的工具或劈刀正好在位于主基板之上的位置与芯片(或载体)接触，在垂直于芯片或载体的一个边界并平行于主基板的方向上施加外力，由剪切力引起键合失效。当出现失效时，记录失效时力的大小和失效类别。

3.1.5 试验条件 G—推开试验(梁式引线)

本试验通常用来进行工艺控制，并采用键合到一特别准备的基板上的半导体芯片样品进行试验，因此不能用于产品或检验批的随机抽样试验。试验时应采用带有小孔的金属化基板，这个接近中心位置的小孔应足够大，从而为推压工具提供间隙，但是又不能大到影响键合区。推压工具应足够大，以使在试验期间的器件断裂减到最小，但又不能大到与固定键合区的梁式引线相碰。应按下述方式进行推开试验：牢固固定基板并穿过小孔插入推压工具，以小于 0.25mm/min 的速率实现推压工具与硅器件的接触(这样不会产生明显冲击)，并以恒定速率对键合器件下侧加力。当失效出现时，记录失效时力的大小和失效类别。

3.1.6 试验条件 H—拉开试验(梁式引线)

本试验通常应用在以抽样方式测试陶瓷或其他合适的基板上键合的梁式引线。经过校准的拉开设备(见第 2 章)包括一个拉开杆(例如镍铬或可伐合金线的环)，通过粘胶材料(例如热敏聚乙烯醋酸盐树酯胶)与梁式引线芯片的背部(顶侧)牢固连接。把基板牢固地装在拉开夹具中，而拉开杆和粘胶材料保持牢固的机械连接，在垂直方向的 5°内施加应力，其值应不小于计算的应力大小(见 3.2)或者直到把芯片拉倒离开基板 2.54mm 为止。当失效出现时，记录失效时力的大小、计算力的极限值和失效类别。

3.2 失效判据

试验中，若外加应力小于表 1 中指定的试验条件、组成和结构所要求的最小键合强度时出现键合的分离，则为失效。

3.2.1 失效类别

当有规定时，应记录造成分离所需要的应力，以及分离或失效类别。失效分类如下：

a) 对于内引线键合：
   1) 在颈缩点处(即由于键合工艺而使内引线截面减小的位置)引线断开；
   2) 在非颈缩点上引线断开；
   3) 芯片上的键合(在引线和金属化层之间的界面)失效；
   4) 在基板、封装外引线键台区或非芯片位置上的键合(引线和金属化层之间的界面)失效；
   5) 金属化层从芯片上浮起；
   6) 金属化层从基板或封装外引线键合区上浮起；
   7) 芯片破裂；
   8) 基板破裂。
b) 对于连接器件与电路板或基板的外部键合：
   1) 在变形处(受键合影响的部位)的外引线或引出端断开；
   2) 在未受键合工艺影响的外引线或引出端断开；
   3) 键合界面(在进行键合的外引线或引出端和布线板或基板导体间的低温焊或熔焊交界面)失效；
   4) 金属化导体从布线板或基板上浮起；

标准搜搜网 b2soso.com

5) 布线板或基板内部断裂。

c) 对于倒装片结构：

1) 键合材料或基板键合区(适用时)的失效；

2) 芯片(或载体)或基板的破裂(紧靠在键合处下面的芯片或基板失掉一部分)；

3) 金属化层浮起(金属化层或基板键合区与芯片、载体或基板分离)。

d) 对于梁式引线器件：

1) 硅片破碎；

2) 梁在硅片上浮起；

3) 键合处梁断裂；

4) 硅片边缘处梁断裂；

5) 梁在键合处和硅片边线之间断裂；

6) 键合点浮起；

7) 金属化层从芯片上浮起(金属化层分离)，键合区的分离；

8) 金属化层浮起；

注：射频/微波混合电路要求键合引线平直，这可能引起不正确的引线拉力数据。可运用下述公式确定合适的引线拉力值：

$$V_1 = V_2 \sin\theta \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

V_1 ——拉力试验的新值；

V_2 ——表 1 中与被测试引线尺寸对应的值；

θ ——计算的最大引线弯曲角度(图 2)。

此外对射频/微波混合电路中含有不能采用拉力钩的引线，必须复制测试试样，使拉力钩可以接入，达到拉力试验的目的。为此，应该在键合混合电路产品的同时，采用同样设备、操作者和步骤键合作为试样的引线。对试验样引线进行拉力测试，以取代混合电路上的调谐引线或难以接近的引线的测试。试样的失效被认为是产品的失效，并应按照适用规范考虑采取合适的处理措施(见图 3)。

表 1 最小键合强度

试验条件	引线成份和直径[a]	结构[b]	最小键合强度 N	
			密封前	在密封、其他工艺以及筛选(适用时)之后
A	—	—	在适用文件中规定	在适用文件中规定
C 或 D	Al 18μm Au 18μm	引线	0.015(1.5gf) 0.020(2.0gf)	0.010(1.0gf) 0.015(1.5gf)
C 或 D	Al 20μm Au 20μm	引线	0.019(1.9gf) 0.023(2.3gf)	0.012(1.2gf) 0.019(1.9gf)
C 或 D	Al 25μm Au 25μm	引线	0.025(2.5gf) 0.030(3.0gf)	0.015(1.5gf) 0.025(2.5gf)
C 或 D	Al 32μm Au 32μm	引线	0.030(3.0gf) 0.040(4.0gf)	0.020(2.0gf) 0.030(3.0gf)
C 或 D	Al 38μm Au 38μm	引线	0.040(4.0gf) 0.050(5.0gf)	0.025(2.5gf) 0.040(3.0gf)
C 或 D	Al 50μm Au 50μm	引线	0.054(5.4gf) 0.076(7.6gf)	0.040(4.0gf) 0.054(5.4gf)
C 或 D	Al 76μm Au 76μm	引线	0.120(12.0gf) 0.150(15.0gf)	0.080(8.0gf) 0.120(12.0gf)
C 或 D	Al 76μm Au 76μm	引线	0.120(12.0gf) 0.150(15.0gf)	0.080(8.0gf) 0.120(12.0gf)

标准搜搜网 bzsoso.com

表 1(续)

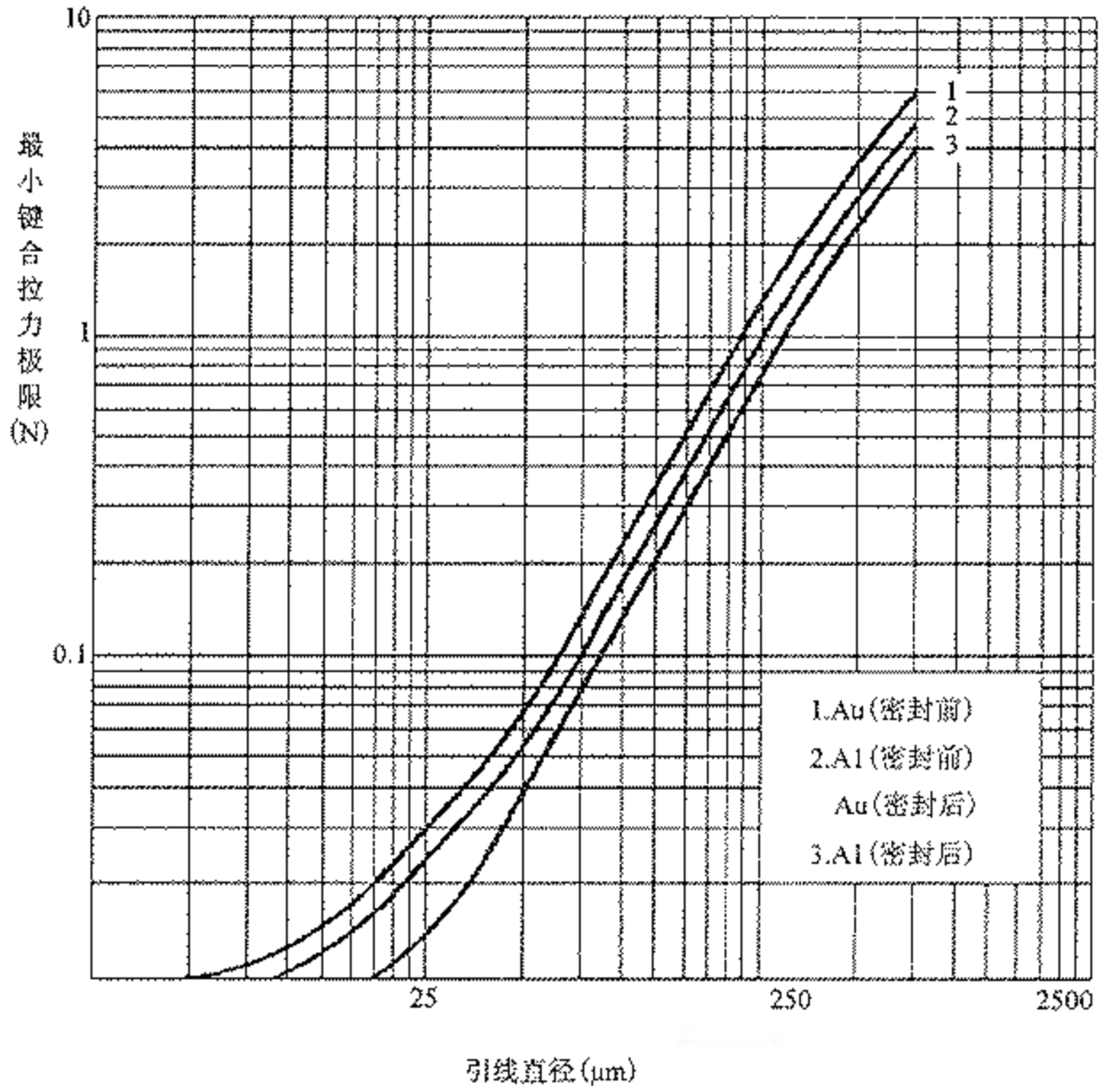
试验条件	引线成份和直径[a]	结构[b]	最小键合强度 N	
			密封前	在密封、其他工艺以及筛选(适用时)之后
C 或 D	Al 100μm Au 100μm	引线	0.180(18.0gf) 0.230(23.0gf)	0.140(14.0gf) 0.180(18.0gf)
C 或 D	Al 200μm Au 200μm	引线	0.650(65.0gf) 0.850(85.0gf)	0.510(51.0gf) 0.650(65.0gf)
F	各种规格	倒装片	0.05N(5gf)×键合数	
G 或 H	各种规格	梁式引线	对正常无形变(键合前)的梁宽，按 0.3N(30gf)/mm 计算	

[a] 对于未在表中列出的引线直径，用图 1 中的曲线确定键合拉力强度极限值。
[b] 对于带状引线，按截面积相同计算相应圆引线的等效直径，以确定最小键合强度。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 试验条件类别的字母代号(见第 3 章)；
b) 如果不按 3.2 规定，应规定最小键合强度或规定所需强度分布的细节(需要时)；
c) 采用的样本数、接收数或对每一个器件规定拉力试验的数目和选取方法。如果被试器件不是 4 个，还应规定器件数目；
d) 对于试验条件 A，如果施加于键合上使其脱落的应力角度不是 90°，应规定其角度和键合强度极限值(见 3.2)；
e) 需要时，给出分离力和失效类别报告的要求(见 3.2.1)。



注：最小键合强度应取表 1 中的值。图 1 可用于未列于表 1 中的引线直径。

标准搜搜网 bzsoso.com

图 1 最小键合拉力极限值

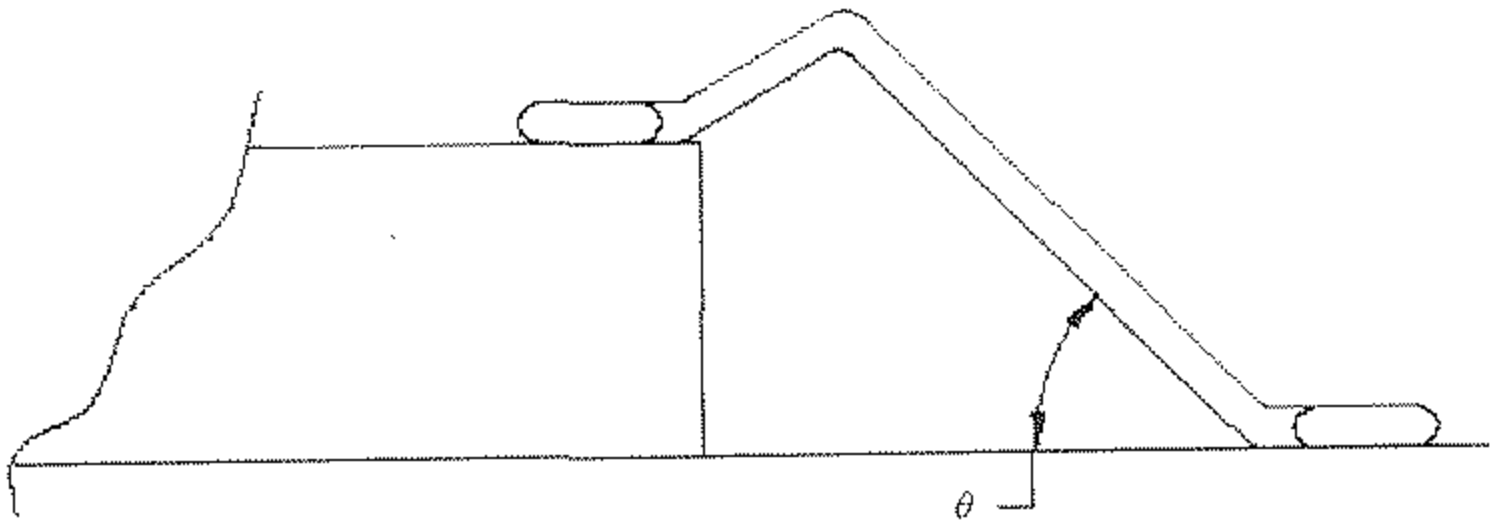


图 2　引线弯曲角度

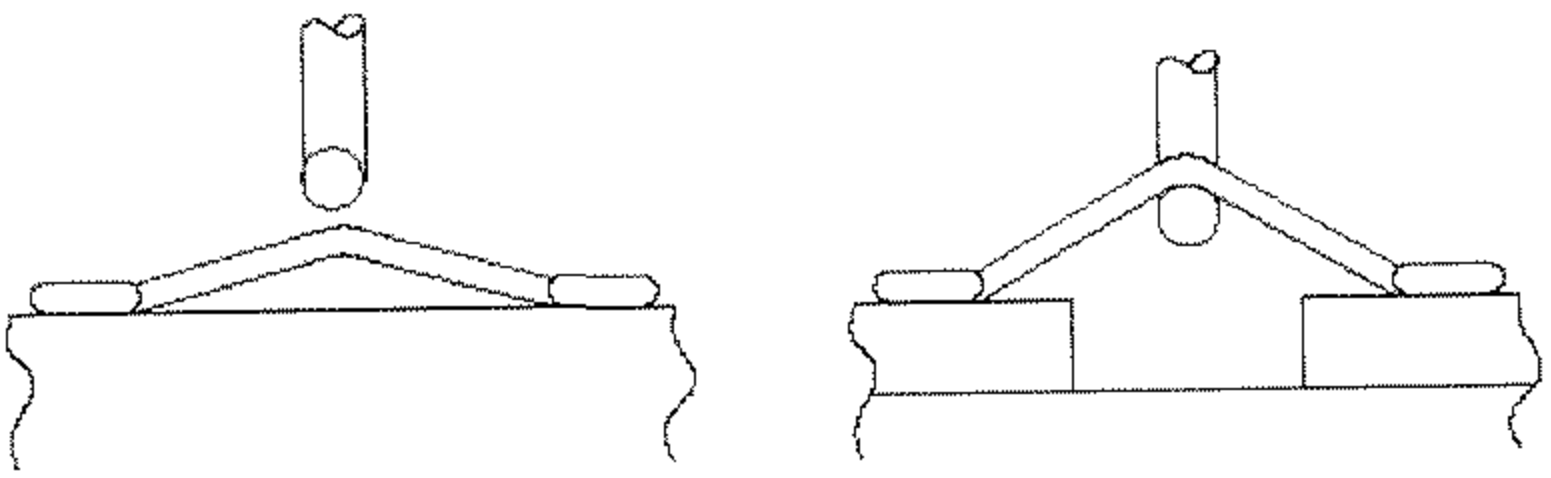


图 3　键合点在同一水平面的引线键合拉力试验

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2012.1　X 射线照相

1　目的

本检查的目的是用非破坏性的方法检测封装内的缺陷，特别是密封工艺引起的缺陷和诸如多余物、错误的内引线连接、芯片附着材料中的或采用玻璃密封时玻璃中的空洞等内部缺陷。本方法为半导体器件和混合集成电路的 X 射线照相检查确立了适用的方法、判据和标准。

注：对于某些类型的封装，由于结构材料(外壳或内部材料)对 X 射线的不穿透性，实际上会妨碍从某些或全部可能的观察角度用 X 射线识别某些类型的缺陷。当规定要采用本试验方法时，在设计器件时应考虑到此因素。

2　设备

本试验所用设备和材料包括：

a)　X 射线设备：其电压范围应足以使 X 射线穿透器件。焦距应适当，使得主要尺寸为 0.0254mm 的物体的图像比较清晰；

b)　X 射线照片胶卷：颗粒很细的工业 X 射线胶卷，单乳胶或双乳胶均可；

c)　X 射线照片观察器：主要尺寸分辨率应为 0.0254mm；

d)　固定夹具：能把器件固定在要求的位置上，而不影响图像的准确性和清晰度；

e)　X 射线照片质量标准：具备能够验证检测全部规定缺陷的能力；

f)　胶卷盒：表面覆盖有至少 1.6mm 厚铅材料的工作台，或背部为铅材料的胶卷盒，以防止辐射的背散射。

3　程序

为了在灵敏度要求的范围内获得满意的曝光，并得到用于 X 射线照相试验的器件或缺陷特征的图像的最详细细节，必须调整或选择 X 射线曝光系数、电压、电流和时间。在满足上述要求的前提下，X 射线电压应最低，并且不超过 200kV。

3.1　安装和观察

器件应安装在夹具中以使其不受损坏或沾污，并在规定的适当平面上。夹具可是多种类型的带有铅隔膜或钡土的挡板，可用来隔开多个样品，但要求夹具或挡板材料不妨碍从 X 射线源到器件本体任何部位的观察。

3.1.1　观察

3.1.1.1　对扁平封装、双列直插封装以及单端圆柱形器件的观察

除另有规定外，对扁平封装、双列直插封装以及单端圆柱形器件，在本标准“一般要求”的图 1 和图 2 所规定的 Y 方向上，用 X 射线穿透视察一次。在需要一次以上的观察时(适用时)，用 X 射线分别在 Z 方向和 X 方向进行第二次、第三次(适用时)穿透视察。对于扁平封装，Z 方向或者 X 方向均可。把芯片与腔体的界面尽可能放在靠近底片处，以避免影像失真。

3.1.1.2　对双端螺栓安装的器件和圆柱形轴向引线器件的观察

除另有规定外，将双端螺栓安装的器件和圆柱形轴向引线器件，在本标准“一般要求”的图 1 和图 2 中规定的 X 方向上，用 X 射线穿透观察一次。在需要一次以上的观察时(适用时)，在 Z 方向和在 X 及 Z 方向之间的 45°方向上，用 X 射线穿透进行第二次和第三次观察。把芯片与腔体的界面放在尽可能靠近底片处，以避免影像失真。

3.2　X 射线照片质量标准

每一张 X 射线照片至少有两个位于胶片对两角上通过曝光形成的(适当地做标记)用于分析比较曝光质量的标准(透度计)，它具有与被检器件最接近的 X 射线照相黑度。X 射线照片质量标准应符合电

标准搜搜网 bzsoso.com

器件 X 射线照相试验质量控制的适用标准，或者其他等效标准中的规定。

3.3 底片和标志

X 射线照片底片应放在背面至少有 1.6mm 厚铅的胶卷盒中，或者胶卷盒应放在上面由铅材料包制的工作台上。可以通过在 X 射线照片上，用照相方法印出下述内容来识别底片：

a) 器件承制方名称和识别代码号；

b) 器件型号或器件编号；

c) 生产批号或日期代码或检验批号；

d) X 射线照片底片观察号和日期；

e) 适用时，器件序号或前后参照号；

f) X 射线试验室识别标志(如果不是由器件承制方进行试验)。

3.3.1 无底片技术(有规定时)

如果不需要永久记录，并且该设备能够得到与有底片技术相同质量结果时，可用无底片技术。除了那些直接依附于底片的内容外，本方法的所有要求与有底片技术一致。

3.3.2 连续编号的器件

当要求对器件连续编号时，采用连续号就比较容易识别每个器件。按从小到大顺序号对这些器件连续拍摄 X 射线照片，在缺少某一个器件时，空白处应含有该器件序号或其他 X 射线的不透光体，以便容易地识别 X 射线数据，并使其相互关联。在连续编号的器件内，出现了大的空白时，出现空白前的最后一个器件的编号和出现空白后的第一个器件的编号，可用来代替胶片上多个不透光物体的位置。

3.3.3 特定的器件标记

在有规定时(见 4c))，作过 X 射线检查并已通过试验的器件，应在外壳上打上蓝点以示辨认。蓝点的直径大小约为 1.6mm，蓝点所在的位置既要易于辨认，又不至于覆盖器件上的其他标志。

3.4 试验

选择 X 射线曝光系数以达到主尺寸分辨率为 0.0254mm，失真小于 10%，应对每一需要的观察角度拍摄 X 射线照片(见第 4 章)。

3.5 操作

采用 X 射线胶片厂推荐的程序，将曝光的底片显影。底片加工中，应注意不要产生指印、划痕、模糊、化学斑点、污点等工艺缺陷。

3.6 操作人员

进行 X 射线检查的人员应经过在 X 射线操作程序和技术方面的训练，能对由本方法暴露出来的缺陷给予正确的解释，并能与相应的标准比较。底片检查人的最低视力要求如下：

a) 双眼的远距离视力按国际标准视力表至少为 1.0(矫正的或未矫正的视力)；

b) 近距离视力方面要求操作人员能在相距 30cm 时，读出国际标准近视力表 1.2 的符号(矫正或未矫正的视力)；

c) 由眼科医生、验光技师或者其他得到认可的专业人员进行视力检查，至少每年一次。被批准进行 X 射线试验的人员应通过 3.6a)和 3.6b)规定的视力检查。

3.7 X 射线照片的分析

采用本方法规定的设备进行 X 射线照片检查，来确定每个器件是否符合本标准，有缺陷的器件应拒收。应在 X 射线照片表面上没有眩光的、低光强的条件下对 X 射线照片进行分析。在投影型观察设备上及强度可变的适当光源下，或适于 X 射线检查的观察器上检查 X 射线照片。应放大 6 倍～25 倍来观察 X 射线照片。必要时，可采用观察屏。不能清楚表征 X 射线质量的标准图像特征的照片不得接收，应重新拍摄该器件的 X 射线照片。

3.8 记录

3.8.1 检查报告

标准搜搜网 bzsoso.com

对于 S 级器件或有规定时的其他级别器件，承制方在每批器件交货时，应提供检查报告。报告应阐明 X 射线检查的结果和订货单号，或等效的识别号、元件号、日期代码、检查数量、拒收数量和试验日期，以及哪些器件采用了 3.9.2.1 中的说明。对每个拒收器件，应列出元件号、序号(当具有序号时)以及拒收的原因。

3.8.2 X 射线照片的提供

可以提供完整的 X 射线照片翻版，但不得进行修版。

3.8.3 X 射线照片和报告的保存

在有规定时，承制方应保留一套 X 射线照片和检查报告的副本，并应保存到所规定的时间。

3.9 人员安全预防措施

应按照国家有关规定采取适宜的安全预防措施。

3.10 单片器件检查和接收器件

3.10.1 器件结构

可接收的器件应是经 X 射线特征识别检查，表明具有规定的设计和结构。明显违背规定结构的器件应拒收。

3.10.2 单个器件的缺陷

单个器件检查应包括但又不限于检查以下项目：多余物、由键合材料构成的低温焊或熔焊的溅沫、引线或触丝的合适形状和位置、引线或触丝线分别与半导体元件及外引线键合区的键合、半导体金属化图形和半导体元件的装架。由 X 射线照片检查暴露出以下缺陷的任何器件应拒收。

3.10.2.1 外来物的存在

多余物应包括但又不限于以下内容：

a) 大于 0.025mm 的游离或附着的任何颗粒(见图 1)，或虽然尺寸较小但足以跨接器件中互相不连接的导电部分的任何外来颗粒。

b) 内引线尾部的延伸，在半导体芯片焊盘上超过引线直径的两倍，或在封装外引线键合区上超过内引线直径的四倍(见图 1)。

c) 在封帽内部外引线端头上的主要尺寸大于 0.08mm 或从形状来看会断开的任何毛刺。

d) 多余的半导体芯片键合材料的累积。

1) 安装和键合的半导体芯片，相对于正常安装面的倾斜不应超过 10°。在半导体芯片周围累积的不论是否接触半导体芯片边沿的键合剂，其累积厚度不得超过半导体芯片、或任何外引线或外引线柱的高度(见图 2 和图 3)，同时不得与键合材料主区域分离开(见图 7)；

2) 不应见到主尺寸为 0.025mm 或更大的外来颗粒。松散的键合材料应看作为外来颗粒，多余的但不是松散的键合材料不能认为是外来颗粒，除非它不能符合 3.10.2.1 d) 1) 的要求，或者除非累积的键合材料的高度大于其底部的宽度，或者在某点颈缩(见图 2 和图 3)；具有可疑的外来颗粒或外来材料(根据 3.10.2.1a) 和 3.10.2.1d) 2)) 的器件，如果满足下述条件，可认定为可接收的。

(a) 在芯片粘片之前用 30 倍～60 倍放大倍数对芯片接触面进行了自检，确信芯片接触面没有会影响有效的芯片接触的异常情况；

(b) 按照方法 2010 中的条件 A，已进行了 100%的封帽前检查。器件经过检查后，在 100 级环境中准备封装；

(c) 所有具有 3.10 中其他 X 射线缺陷类型的器件已从批中剔除；

(d) 少于 5 个可疑外来颗粒和外来物的编有序号的器件，已按照粒子碰撞噪声检测(PIND)方法 2020A 条件 A，不加探测器进行振动和冲击试验；

(e) 在 PIND 振动或冲击之后对编有序号的器件进行第二次失效观察的 X 射线检查，每一个器件应和它的前一次 X 射线记录进行比较；

标准搜搜网 b2b30.com

(f) 任何可疑颗粒已经移动或从原来位置上消失，则应拒收器件；如果颗粒没有移动的迹象，器件可接收；

(g) 对可疑的外来颗粒和外来物进行重新检查的承制方，应对再检器件的腔体进行工艺监测目检，以保证接收的器件不存在实际上可拒收的外来颗粒和外来物(见方法2010中3.2.3.1a)、3.2.3.1d)、3.2.3.1e)、3.2.3.2a)、3.2.3.2c)、3.2.3.2f)、3.2.3.2g)、3.2.3.2h)和 3.2.5)。如果在工艺监测目检中出现有任何再检器件通不过的情况，那么已经检查过的批中的所有再检器件应受到处理。在适当时必须进行修补。需要有一定的程序对上次成功监测以来接收的所有再检器件进行跟踪、修复以及处理。监测记录应包括按本说明进行再检的所有批的标记、采用目检监测的那些批的识别、样本大小、抽样频度、目检结果和再检的封装类型。

在未能通过工艺监测的情况下，记录应标明所有受影响的批次、对它们的最终处理以及处理的理由。此外，未能通过工艺监测的记录也必须包括说明所进行的修复及其合理性，这种类型的记录应在有要求时提交给鉴定部门。

e) 底座外引线键合区或外壳内任一处的金层脱皮。

f) 外壳内任一处额外的球状键合，在键合时附着的键合剩余物除外。

3.10.2.2 不可接收的结构

检查器件时，以下几种情况应视作不符合接收要求的结构。存在以下缺陷的器件应拒收：

a) 空洞：当给器件拍 X 射线照片时，某些类型的安装不能正确显示空洞。在检查出这样的器件时，应在检查报告上注明安装类型(见图 1)；

1) 接触区空洞超过整个接触面积的 1/2；

2) 单个空洞横贯半导体芯片的整个长度或宽度范围，并且超过整个预定接触面积的 10%。

b) 除连接半导体芯片的规定区域与外引线以外的其余内引线。在器件设计中要求的象调整负载电阻时需要的跨接线之类的内引线，是可以接收的(见图 1)。

c) 半导体芯片的裂纹、破裂或碎片。

d) 半导体芯片底部过份的凹入(见图 4，仅 X 和 Z 平面)。

e) 有缺陷的密封：不管哪种类型的器件，只要其整个封盖密封是不连续的，或密封宽度不到设计密封宽度的 75%，就应拒收。最终密封过程所引起的喷溅不视为外来物，只要能够确认它是连续的、均匀的、附着于母体材料，并且不呈现球斑点或泪滴形状(即基底部分最小尺寸小于其支撑物的尺寸)。

f) 不合适的间隙：可接收的器件内部应有一定间隙，以保证元件之间或元件和外壳之间不接触。除方法 2010 条件 A 的 3.2.2e)允许之外，不允许跨接。不同类型封装元件的拒收情况如下所示。

注意：如果在 X 射线检查中看不见引线，则下面用于焊接引线的标准不适用。

1) 扁平封装和双列直插封装(见图 5)

(a) 接触或跨接其他引线或键合点的任何引线(仅 Y 平面)；

(b) 偏离从键合点到外引线间的直线并与另外键合点或引线间距离小于 0.05mm 的任何引线(仅 Y 平面)；

(c) 引线虽未偏离从键合点到外引线间的直线，但表现出接触到另一引线或键合点(仅 Y 平面)，公共除外；

(d) 引线与不应接触的外壳或外引线相碰，或它们之间距离小于 0.05mm(适用于 X、Y 平面)；

(e) 键合点与另一键合点之间距离不到 0.025mm(不包括由公共导体连接的键合点，仅适用于 Y 平面)；

(f) 内引线从芯片键合点到封装外引线键合区为直线状，而没有弧度；

标准搜搜网 bzsoso.com

(g) 内引线下垂部分低于芯片键合点顶部所在的假想平面(仅 X 平面)。由设计所要求的除外。

2) 圆形或矩形封装(见图 6)

(a) 引线与不应接触的外壳或外引线相碰，或它们之间距离小于 0.05mm(用于 X、Y 平面)；

(b) 内引线下垂部分低于芯片键合点顶部所在的假想平面(仅 X 平面)。有设计要求的除外；

(c) 引线接触或跨接其他引线或键合点(仅 Y 平面)；

(d) 内引线偏离由键合点到外引线之间的直线，表现出与其他内引线或键合点接触，或其间距离小于 0.05mm(仅适于 Y 平面)；

(e) 键合点与另外键合点之间的距离小于 0.025mm(不包括由公共导体连接的键合点)；

(f) 从芯片键合点到封装外引线键合区之间的内引线为直线状，没有孤度。按设计要求的例外(例如线夹或固定式的连接引线)；

(g) 内引线柱与垂直方向或预定的设计位置的偏离大于 10°，或者在长度和结构上不均匀，或者与另外引线柱之间的距离小于一个引线柱的直径；

(h) 在采用 TO 型较低外壳时，引线柱与外壳顶部的距离不到外壳内部底座与顶之间总尺寸的 20%。在具有半导体芯片与底座相垂直的器件中，半导体芯片离底座或外壳任一部分的距离不到 0.05mm；

(i) 在外壳底座设计中，未考虑采用底座边缘或其他结构(如阻挡环)，以防止低温焊或熔焊溅沫进入壳内。

3) 同轴引线类型(见图 8)

(a) 触丝到外壳距离小于外引线直径的 1/2；

(b) 外壳到半导体芯片或到任何共晶键合材料的距离小于 0.05mm；

(c) 触丝在离器件引线轴方向倾斜 5°以上或变形伸长，以致与自身接触；

(d) 呈现 C 形和 S 形的触丝部分，其任意两点间的间隙小于触丝引线直径或厚度的两倍。对具有触丝与外引线和芯片间冶金键合的二极管，如果保持图 8 a)中规定的最小触丝间距，触丝可能会变形伸长以致与自身接触；

(e) 无触丝结构的器件中，阳极和阴极连接引线相对于器件中心轴的位移超过 0.25mm；

(f) 半导体芯片的装配相对于器件主轴的垂线倾斜 15°以上；

(g) 芯片面积的 10%以上悬在底座或基座边沿；

(h) 不到 75%的半导体芯片底面与安装表面焊接；

(i) 在引线和散热片之间的熔焊点中，与任一边缘之间有大于引线直径 15%的空洞。在应该被熔接的区域中心存在有空洞；

(j) 器件封装中存在有象玻璃体裂纹、不完全密封(有空洞、玻璃位置不合适等)、芯片破裂以及与芯片或外引线相连的 S 形和 C 形触丝严重对不准之类的缺陷。

3.11 混合集成电路的检查和接收判据

3.11.1 器件结构

根据 X 射线特征识别检查，可接收的器件应具有规定的设计和结构。明显违背规定结构的器件应拒收。

3.11.2 单个器件的缺陷

单个器件检查应包括但又不限于检查以下项目：外来颗粒、元件的位置和取向、基板裂纹长度超过 0.127mm 或指向有源金属化区、粘合剂积聚、焊料飞溅、引线布局、端盖密封有空洞(这可能不适用于功率混合电路)、以及基板和外壳之间的不良浸润等。由 X 射线照片检查暴露出以下缺陷的任何器件应

标准搜搜网 b2b.bzsoso.com

拒收。

3.11.2.1 外来物

a) 存在于芯片表面、元件、基板和封装内的大于 0.025mm 的任何游离颗粒，或虽然尺寸较小但足以跨接器件中互相不连接的导电部分的任何游离颗粒；

b) 附着的多余物桥接了金属化通道、外壳引线、引线与外壳金属化区、电路功能元件、接头或任一组合；

注：附着或游离多余物可以通过比较两个相同观察条件下的轻微机械振动(如 PIND 试验)加以验证。

c) 内引线尾丝与不应相连的金属相连，内引线尾丝在基板或外壳接线端的长度超过引线直径的 4 倍，或在芯片、元件上超过内引线直径的 2 倍；

d) 焊料、合金或导电粘合剂使得非设计要求的金属化区(即引线、键合柱、有源金属化区、或任一组合)桥接；

e) 壳体内外引线键合区或任一处的金层脱皮。

3.11.2.2 不可接收的结构

a) 在基板或元件焊接区有空洞：

1) 接触区空洞超过整个接触面积的 1/2；

2) 单个空洞横贯基板或半导体芯片的长度或宽度方向，并且超过整个预定接触面积的 10%；

注：为了获得和(或)验证基板的焊接性能，建议积极采用热阻分析仪测量热特性(热损耗)。

b) 存在图纸标明的连接规定区域以外的引线，设计用于调谐器件的引线除外，在该处，脱焊也是允许的；

c) 不正确的元件安装；

d) 作为有效电路区的基板或元件上的裂纹、破裂或碎片；

e) 封盖密封存在空洞，密封不连续，或密封宽度不到设计密封宽度的 75%；

f) 间隙不足：

1) 对于球形键合点在距键合周界为 0.127mm 的球形径向距离内，或者对于超声与热压楔形键合点距 0.254mm 的范围内，任何引线距另一根引线(不包括公共引线)的距离不到 0.025mm；

2) 引线过度下垂，这样对于球形键合点在距键合周界为 0.127mm 的球形径向距离内或对于超声与热压楔形键合点距 0.254mm 的范围内，一根引线距另一根引线、封装接线端、未经玻璃钝化保护的金属化区、芯片或封装部件的距离不到两根引线的直径；

注：设计中规定的绝缘引线不在本标准范围内。

3) 不符合键合图，缺少或多出引线或带条(在键合图中指定用于微波调谐器件的引线或带条除外)；

注：按 GJB 2438 用于统计过程控制的或批键合强度/工艺/机器/操作者评价而多出的引线不包括在本判据内。

4) 从芯片键合点到引线柱键合区之间的引线呈直线状，没有弧度；

5) 除方法 2010 条件 A 的 3.2.2e) 允许之外，引线与引线之间跨接；

6) 元件或引线弧度太高，安装时距封盖不到 0.127mm；

7) 引线断开，但方法 2017 规定的引线键合尾丝不在本判据内；

8) 基板上的引线过度下垂，下垂距离大于基板键合区边缘到被键合芯片间距离的 1/2，或距离被组装芯片的导电环氧树脂伸出部分不到 0.025mm；

9) 键合点布置使得引线可以从一个键合点贯穿到另一个键合点，公共键合点除外。

对于射频/微波器件，除设计要求外，键合点布置应使得引线可以从一个键合点贯穿到另一个键合点，并且间隙至少应是 2 倍引线直径(公共键合点不包括在本判据内)。

标准搜索网 bzsoso.com

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 观察次数若不按 3.1.1 的规定；

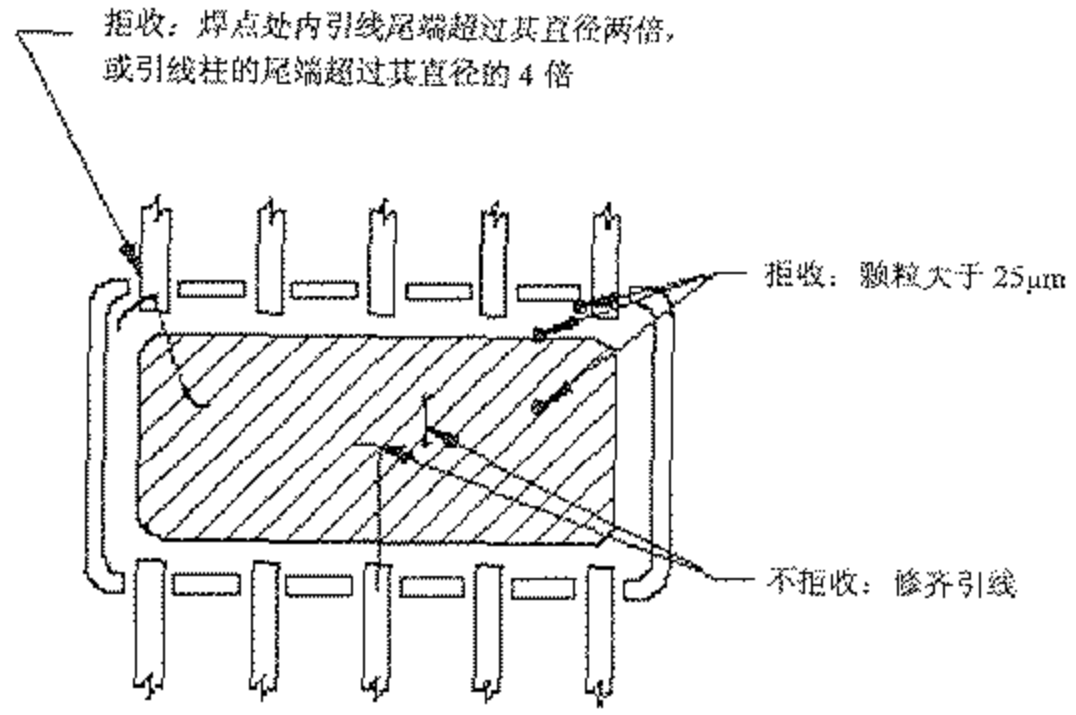
b) 提供 X 射线照片有要求时(见 3.8.2)；

c) 标志要求。如果要求的标志与 3.3 规定不同，在需要时应对样品作标记，以表示器件已进行过 X 射线试验(见 3.3.3)；

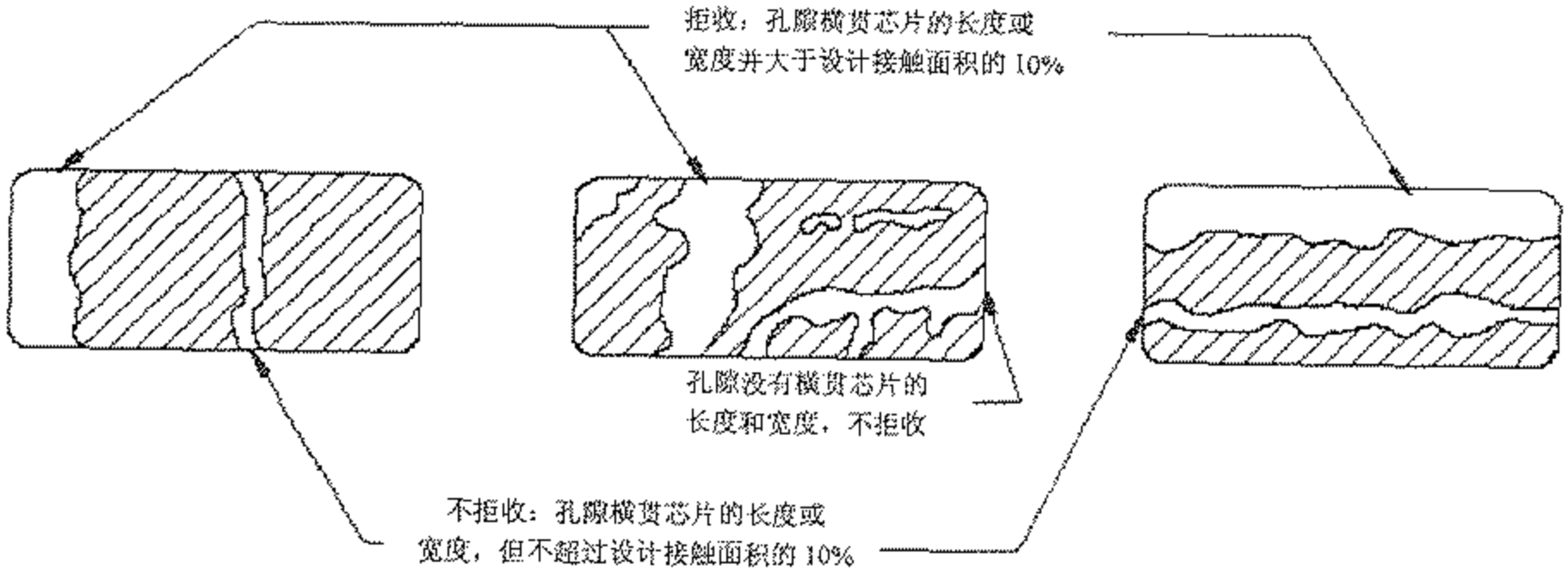
d) 若不按 3.10 规定，应规定在样品中要检查的缺陷以及接收或拒收判据；

e) 保存 X 射线照片和报告如要求(见 3.8.3)；

f) 有要求时，对 B 级器件的试验报告。



a) 颗粒位置，引线和修齐引线



b) 孔隙

图 1 颗粒位置、引出端、修齐引线和空洞

标准搜搜网 bzsoso.com

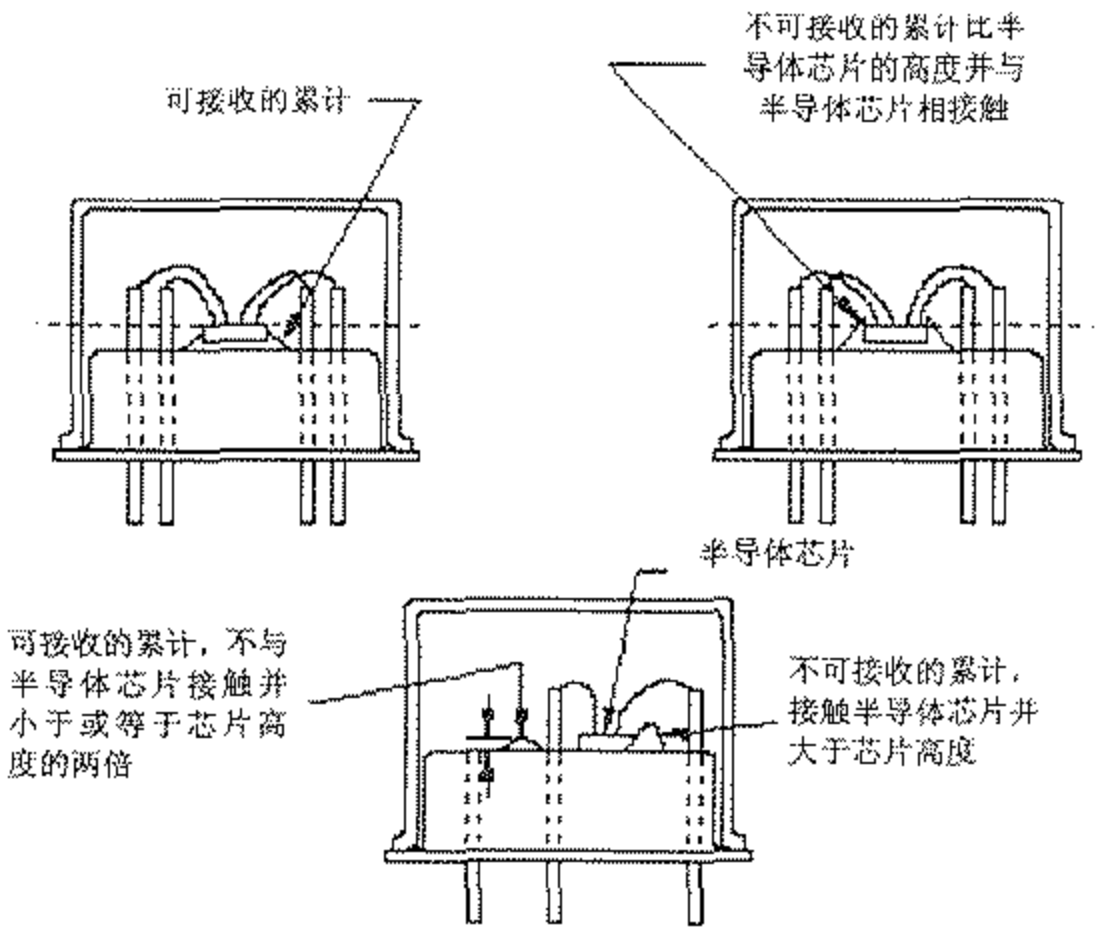
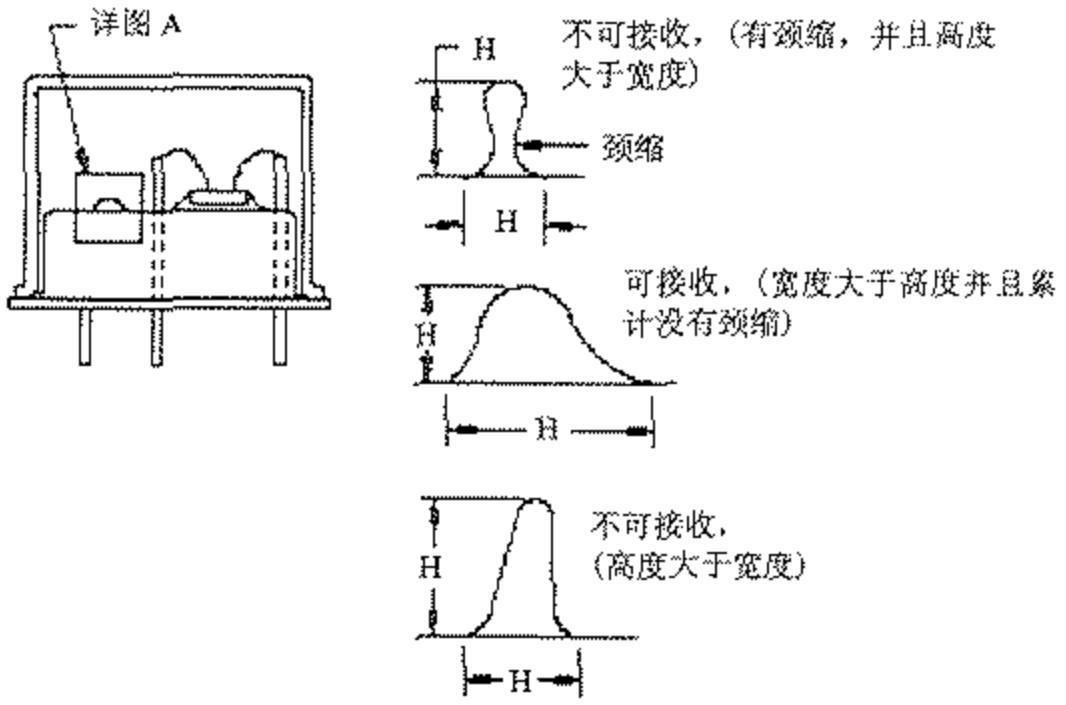


图 2　键合材料累积的接收和拒收情况

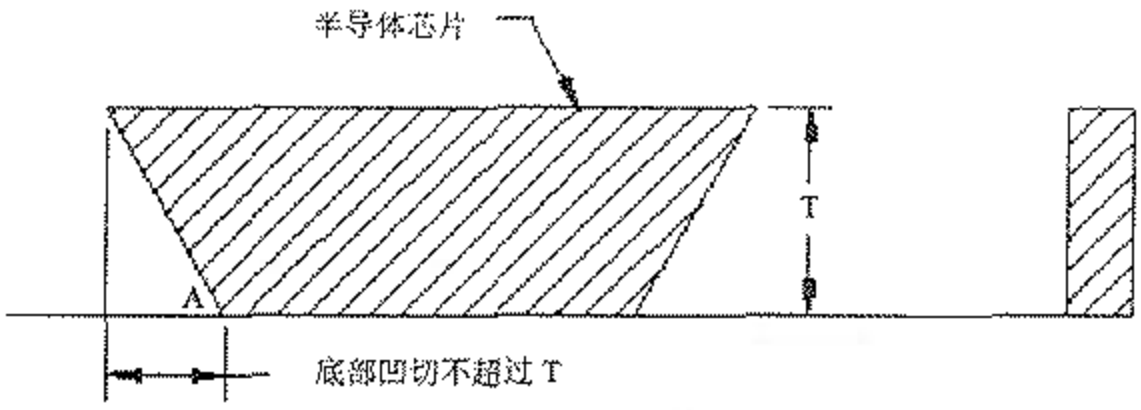
详图 A　累计高度小于或等于半导体芯片高度的两倍



累计高度大于半导体芯片高度的两倍时不接收

注：芯片和引线不一定是可见的。

图 3　多余键合材料的累积



注：角度 A 应大于 45°。

图 4　底切

标准搜搜网 bzsoso.com

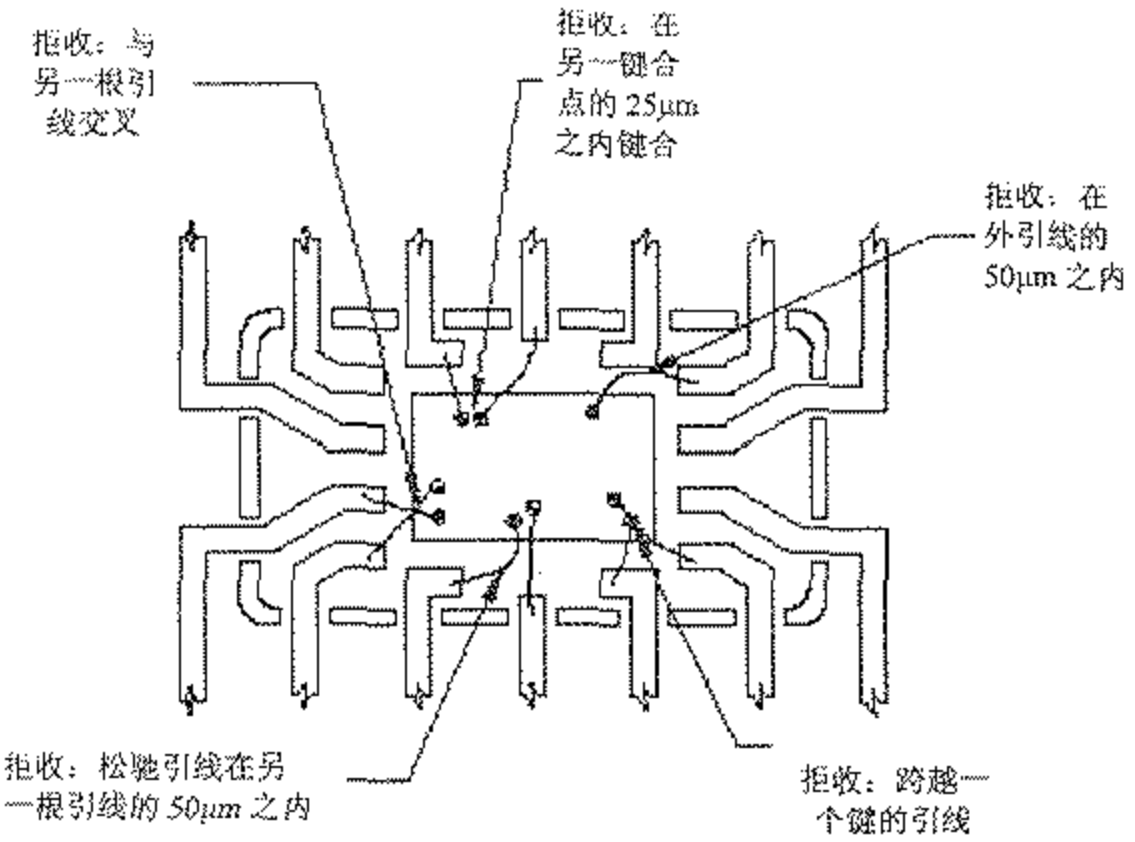
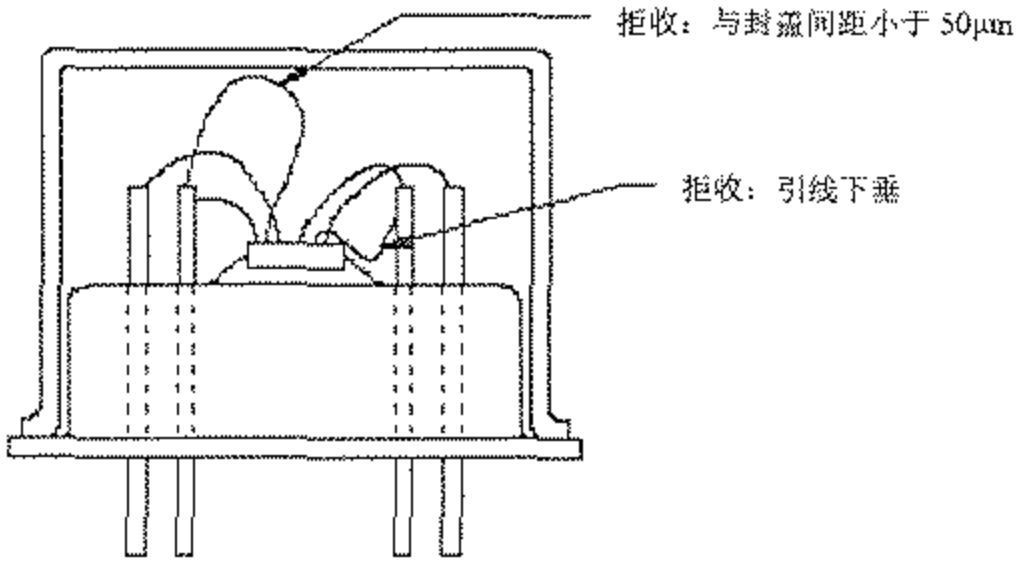
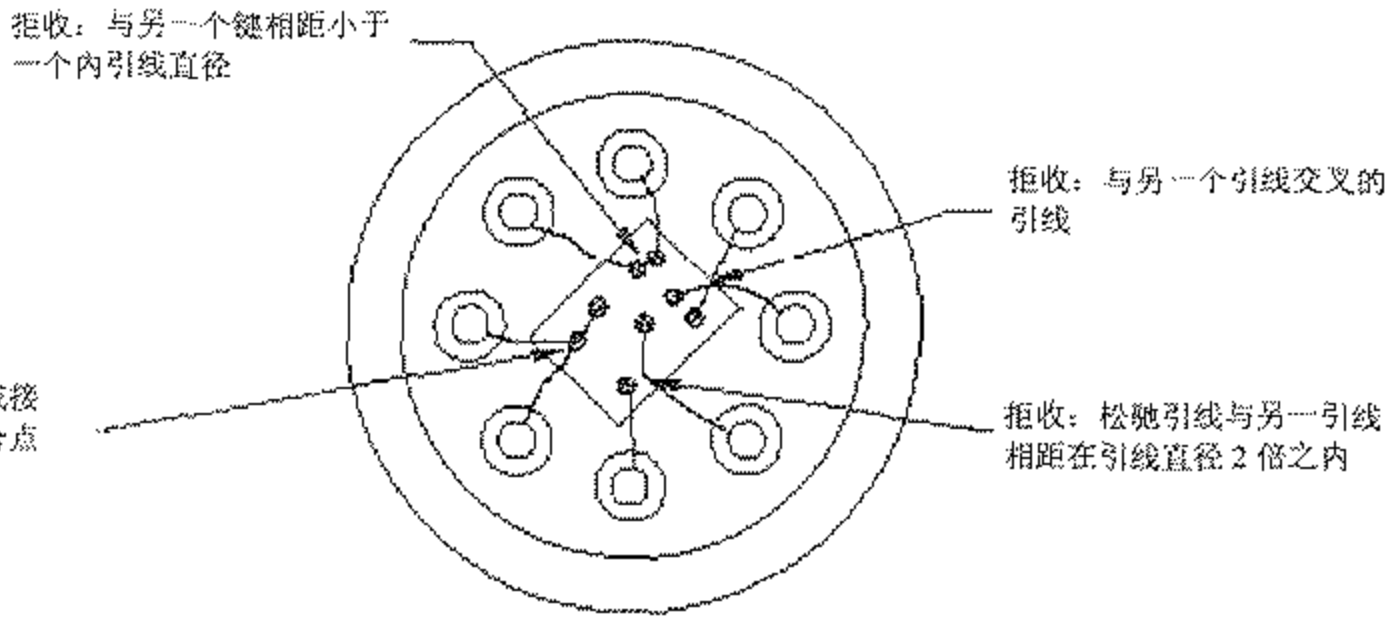


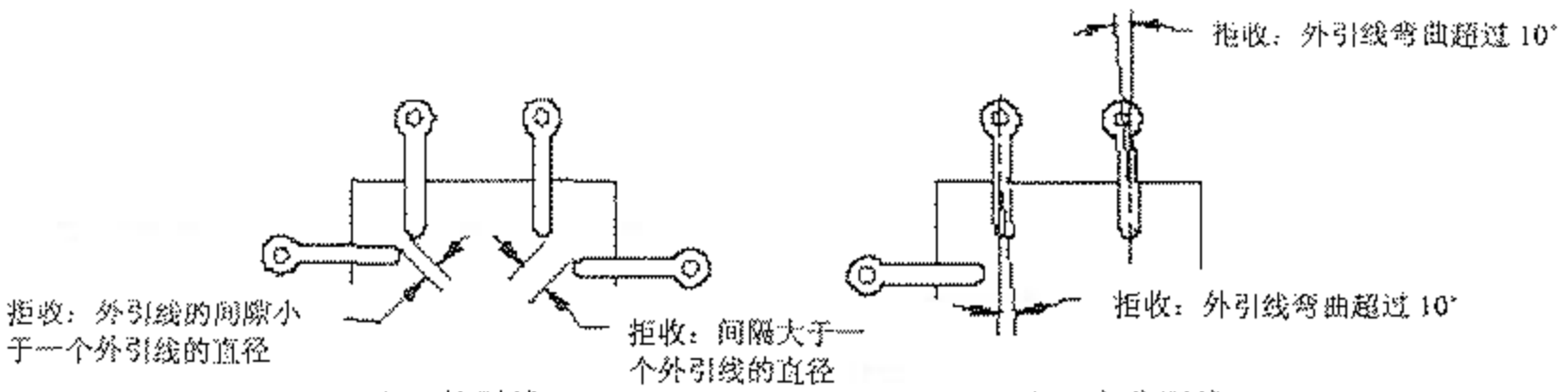
图 5　双列直插或扁平封装器件中的间隙



a)　X 轴方向



b)　Y 轴方向



c)　外引线　　d)　弯曲引线

标准搜搜网 bzsoso.com

图 6　圆形或矩形封装器件的间隙

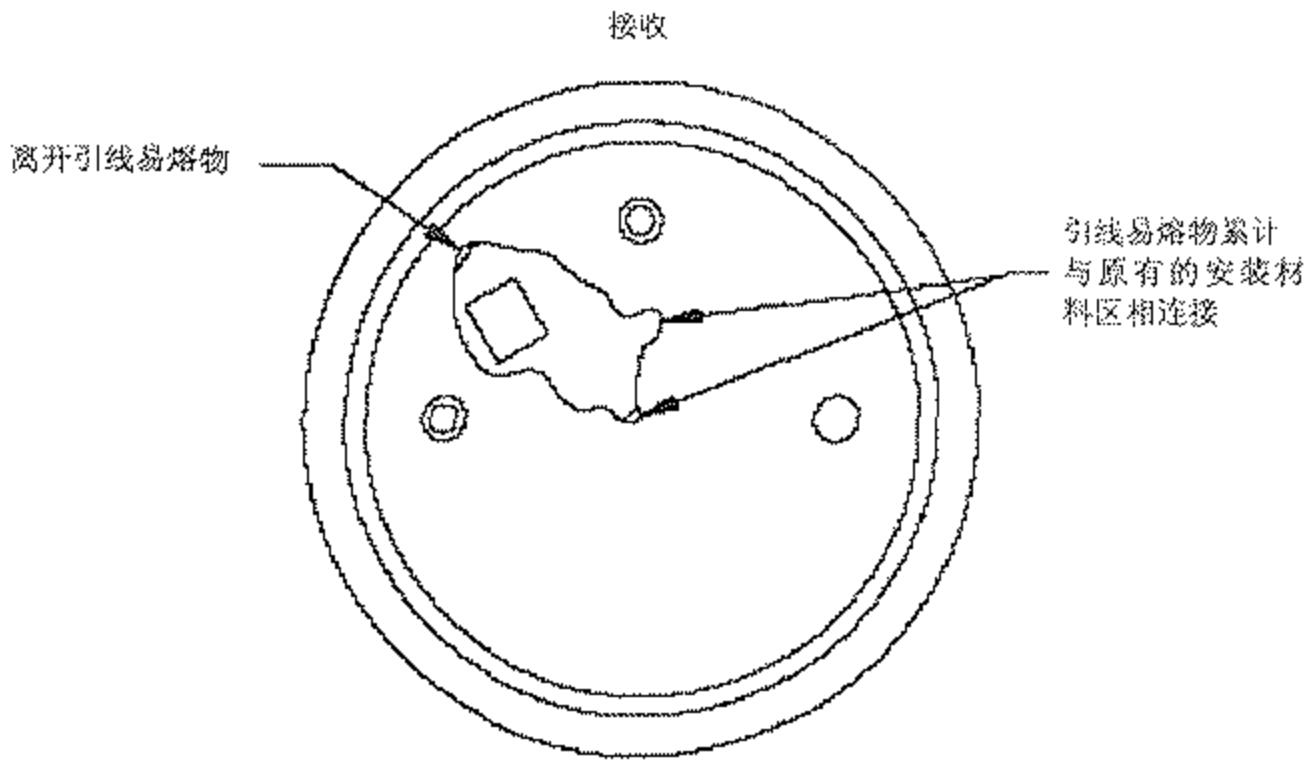
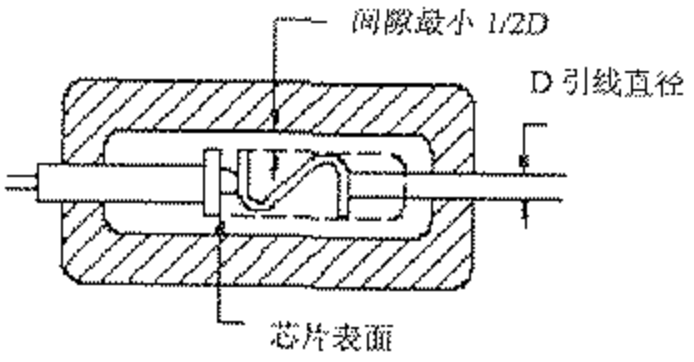
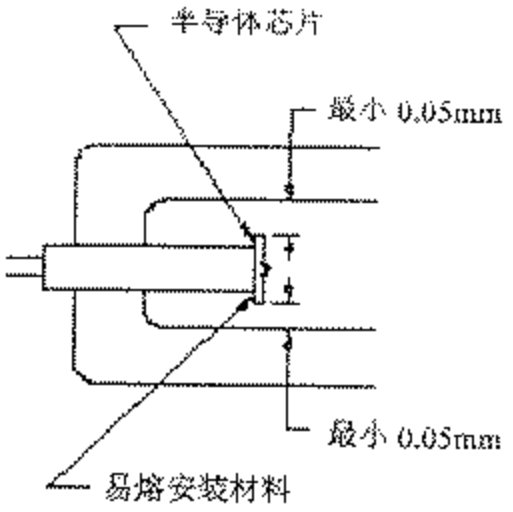


图 7　多余材料的接收和拒收

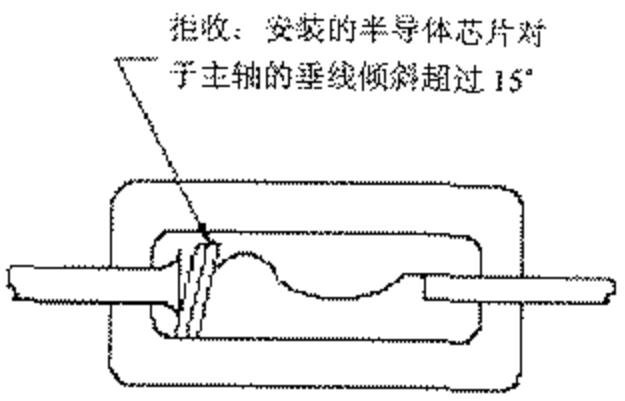
标准搜搜网 bzsoso.com



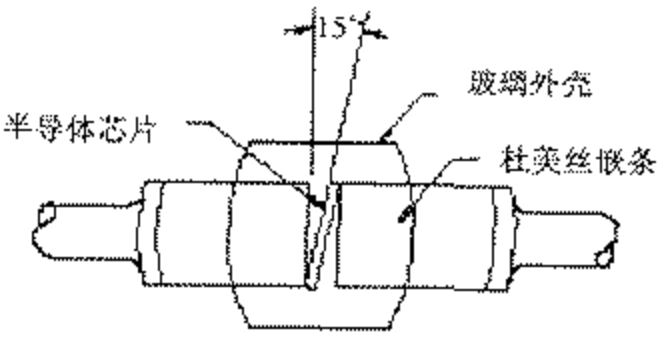
a)　最小间隙范围



b)　最小键合间隙



c)　拒收的半导体芯片安装



d)　拒收的单片双散热片二极管

图 8　同轴引线器件中的间隙

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2013　破坏性物理分析(DPA)的内部目检

1 目的

本方法是用于破坏性物理分析(DPA)程序中的内部目检。此破坏性试验的目的是打开器件的外壳进行试验后的器件检查，以证实在以前的试验中没有产生缺陷和损坏。

2 设备

进行本试验所需的设备包括具有亮视场和暗视场照明、能放大 30 倍～60 倍和 75 倍～150 倍的双筒正入射照明显微镜，以及用于测量或比较的目检和机械标准。

3 程序

运用某种技术打开器件，注意不得损坏或沾污内部结构，也不得以任何方式损害观察器件缺陷或观察由以前试验产生的影响的能力。在 30 倍～60 倍下观察器件，用显微镜检验出那些不是在打开器件时引进的颗粒。在对颗粒的检验完成之后，用一般大小的气流(约 137kPa)吹掉在打开器件过程中由于开盖产生的非附着物。然后对器件进行显微镜检查，以确定是否存在 3.1 和 3.2 中指出的其他可见缺陷。

3.1 低放大倍数 30 倍～60 倍下的缺陷

呈现下述缺陷的器件不得接收：

a) 不合适的基板或外引线键合区的镀涂材料；
b) 不合适的键合内引线材料或尺寸；
c) 金属沾污或外来物(见方法 2010)；
d) 浮起或断开的内引线；
e) 浮起、裂开或破碎的芯片/基板；
f) 不正确的芯片装配(见方法 2010)；
g) 引线呈多余的环形或下垂(见方法 2010)；
h) 不正确的键合技术和尺寸(见方法 2010)；
i) 与适用的装配图相比，不正确的芯片装配位置和方向；
j) 不是由开盖期间引入的颗粒(见方法 2010)。

3.2 高放大倍数 75 倍～150 倍下的缺陷

呈现下述缺陷的器件不得接收：

a) 金属化层空洞、浸蚀、脱皮、浮起、砂眼或者划痕(见方法 2010)；
b) 键合金属间化合物在某一方向的径向延伸超过键合点周界 2.5μm 以上；
c) 不正确的芯片或基板金属化设计图形或识别标记；
d) 芯片裂纹(见方法 2010)。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 适用时，提供样片、草图或照片作为操作者比较标准(见第 2 章)；
b) 对材料、设计或结构的任何可适用的要求；
c) 需要时，给出照相记录的要求和照片的处置要求；
d) 需要时，对于所规定步骤和判据的任何增加和修改。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2014　内部目检和结构检查

1　目的

本检查的目的是验证内部材料、设计和结构是否符合适用的订购文件的要求。本试验是破坏性试验，通常是在对特定器件型号进行鉴定或质量一致性检验时，采用抽样的方式进行，以证明是否与订购文件一致，并暴露未经文件规定的元件型号的变更。

2　设备

用于检查的设备应能证明符合适用的订购文件要求，并应包括其放大倍数足以验证器件全部结构特征的光学设备。

3　程序

应在足够大的放大倍数下检查器件，以便验证其内部材料、设计和结构是否符合适用的设计文件要求或其他规定要求(见第 4 章)。非空腔结构的样品(如塑封和灌封器件)或在剖开器件时会造成内部重要特征损坏的器件，可以在制造过程中封装前取样。结构上带有内腔的样品应从完成了全部制造工艺的器件中选择。在打开和(或)剖开它们的盖子时，应注意使被检查区域的损坏减到最小。当订购文件有规定时，可以在生产过程中取得带有内腔的样品。

3.1　芯片的布局照片和内部互连图形照片

当有规定时，应拍摄放大的彩色照片或透明胶片来显示在芯片和基板上形成的元件布局图和金属化图形。照片应至少放大 80 倍，但是如果放大 80 倍使照片的尺寸大于 20cm×25cm，可以减小放大倍数使照片的尺寸为 20cm×25cm。

3.2　失效判据

不符合材料、设计和结构详细要求的器件应视为失效。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　对材料、设计和结构的任何适用的要求；

b)　适用时，允许对具有内腔的器件在制造过程中的取样步骤(见第 3 章)；

c)　需要时，规定对照片记录(见 3.1)和照片处置的要求。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2015.1　耐溶剂性

1 目的

本试验的目的是验证当器件受到溶剂作用时，其标志是否会变模糊。溶剂不得引起材料或涂覆发生有害的、机械的或电的损坏或者变质。

2 材料

2.1 溶剂的溶液

用于本试验溶剂的溶液构成如下：

a) 在 20℃～30℃按下述配方构成混合溶剂：
   1) 一份体积的分析纯异丙醇；
   2) 三份体积的 75 号航空汽油或者三份体积的 80%体积的煤油和 20%体积的乙苯构成的混合液。
b) 半水溶性的溶剂，例如松节油、三氯三氟乙烷、石油醚等。
c) 在 63℃～70℃，按下述配方构成的混合液：
   1) 42 份体积的去离子水；
   2) 一份体积的乙二醇一丁醚；
   3) 一份体积的单乙醇胺。

2.1.1 溶剂溶液的安全问题

列于 2.1a)～2.1c)的溶剂溶液对健康和安全具有潜在的危害性，应采取以下安全措施：

a) 避免和眼睛接触；
b) 避免长时间和皮肤接触；
c) 提供良好的通风；
d) 防火；
e) 避免和很热的表面接触。

2.2 容器

容器应采用惰性材料制成，其尺寸应足以能把试验样品完全浸入到 2.1 规定的溶剂溶液中。

2.3 刷子

刷子应是一种牙刷，其柄由不与溶液反应的材料制成。刷子应有三行硬质长毛，毛的自由端应位于同一个水平面上。每种溶剂应有专用的牙刷。当出现变软、弯曲、磨损、掉毛等迹象时，刷子就应更换。

3 程序

接受本试验的样品应分成相等的三组。把带有金属盖板的无引线片式载体(LCC)封装的样品在室温下浸入 RMA 焊剂中(按 GB/T 9491 的规定)，预处理 5s～10s，然后把样品置入温度 215℃±5℃的环境下 60^{+5}_{0}s。在预处理之后，每一个器件封盖应经过异丙醇清洗，每组样品应分别经过下述一种步骤的处理：

a) 第一组将浸入 2.1a)规定的溶液中，把温度维持为 25℃±5℃；
b) 第二组将浸入 2.1b)规定的溶液中，把温度维持为合适的温度；
c) 第三组将浸入 2.1c)规定的溶液中，把温度维持在 63℃～70℃。

样品和刷子毛的部分应完全浸在由 2.2 规定的容器盛放规定的溶液中至少 1min，然后用 2.3 中规定的刷子，对样品有标记的部分以通常的手压力(约 0.5N～0.6N)把样品刷十次。刷完后，随即再重复上述步骤两次，即总共浸刷三遍。刷的动作应为向前的方向，擦过被试样品的表面。在完成第三遍浸刷之

标准搜搜网 bzsoso.com

后，将器件漂洗干净，并将整个表面吹干。5min 后，检验样品以确定器件标志的退化程度。

3.1 对第三组试验时的一种可选用的程序

将试验样品置于喷雾器喷嘴下 15cm±2.5cm 处的试验面上，喷嘴在 6.5cm^2 面积上以 140kPa±30kPa 的压力喷出按 2.1c)规定的 0.6l/min±0.02l/min 溶液。样品被喷洒至少 10min。停止喷洒后应在 5min 内按 3.1.1 要求对样品检验。在检验前可用清水把样品洗净并吹干。

3.1.1 失效判据

试验后，器件有损坏迹象或规定的标记出现下述情况者应视为失效。规定的标记部分或全部脱落、退色、抹掉、变模糊或者变到在正常的室内光线下不放大或者放大不超过三倍，在相距至少 15cm 处就不容易识别的程度。

4 说明

有关的订购文件应规定：试验的样品数(见第 3 章)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2016　外形尺寸

1 目的

本检查的目的是验证器件的外形尺寸是否符合有关文件的要求。

2 设备

本检查所使用的设备应包括千分尺、卡尺、量规、轮廓投影仪或能测定有关订购文件中规定的实际器件尺寸的其他测量设备。

3 程序

除另有规定外，应测量器件外形尺寸。

3.1 失效判据

尺寸超过规定公差或极限值的器件应视为失效。

4 说明

有关的订购文件应描述器件的外形尺寸(见第 3 章)。要考虑的尺寸应包括：外壳外形尺寸；适用时，应给出的特殊引线形状(如要求的弯曲位置、弯曲角度)；为了引线编号、自动夹持及类似目的而采用的任何伸出或凹下的部件尺寸；以及影响器件正常使用时的装配尺寸和方向的其他任何数据。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2017.1　内部目检(混合电路)

1　目的

本试验的目的是检查混合集成电路、多芯片微电路和多芯片组件微电路的内部材料、结构和制造工艺。本试验适用于 H 级和 K 级上述电路及声表面波(SAW)器件，也可检查下述类型的微电路：

a)　无源薄膜和厚膜网络；

b)　有源薄膜和厚膜电路；

c)　由上述 a)和 b)的组合、叠层或其他互连方式形成的多片电路。

通常在封帽或密封前，对微电路 100%进行本项检查，从而检出并剔除带有内部缺陷的器件。这种缺陷会导致器件在正常使用时失效。也可在封帽前进行抽样试验，从而确定承制方对微电子器件的质量控制和处理程序的有效性。

1.1　术语和定义

1.1.1　有效电路区　*active circuit area*

包括功能电路元件、工作金属化层或除梁式引线以外的任何组合连接区域。

1.1.2　附加基板　*add—on substrate*

一种支撑结构材料，能在其上/内制作玻璃钝化层、金属化层和组装电路元件，并作为一个整体组装到主基板上。

1.1.3　粘接介质　attachment media

用来实现元件与下层表面附着的一种材料(例如：粘合剂、焊料、合金)。

1.1.4　键合区　bonding site

在基板与元件上用于引出、或导电带互连的金属化区域。

1.1.5　冷焊接　cold solder joint

表面呈粒状或无光泽的焊接。当此粒状或无光泽表面是某些特定材料(如 AuSn 焊料等)的特有性质时，不能作为冷焊接的拒收判据。

1.1.6　复合键合　compound bond

一个键在另一个键上面所形成的单一金属键合。

1.1.7　传导粘接　conductive attach

可提供电接触或散热通道的粘接工艺和材料(例如：焊料、共晶焊或含有焊料的环氧树脂)。

1.1.8　非传导粘接　dielectric attach

不提供电接触或散热通道的粘接工艺和材料。

1.1.9　边缘金属化　edge metallization

能使基板上表面和下表面实现电连接且通过基板侧面的金属化层，也称环绕金属化。

1.1.10　元件　element

混合微电路的组成单元，如整体淀积或丝网印刷的无源元件、基板、分立或集成的电子器件，包括芯片、片式元件及其他微元件，也包括机械零件，如壳体、盖子以及对混合微电路工作起作用的所有部件。

1.1.11　电气公共端　electrically common

具有相等的直流电压/信号电位的两个或两个以上导电面或互连。

1.1.12　端点接头或环绕元件　end terminated or wrap around elements

电连接到边缘或基板背面的元件。

1.1.13　多余物　foreign material

对微电路来说，是外来的任何物质或在微电路封装内任何离开了其原来或预定位置的非外来物质；

标准搜搜网 1288.com

导电的多余物是指在常规目检中，采用照明和放大条件下呈现为不透明的那些物质，当在粒子周围有明显彩色条纹时，该粒子应被认为已嵌入玻璃钝化层中。

1.1.14 **玻璃钝化层 glassivation**

芯片顶层的透明绝缘材料，它覆盖了包括金属化层在内(但不包括键合区和梁式引线)的有效电路区。裂纹是钝化层中的细微裂缝。

1.1.15 **绝缘层 insulation layer**

用于隔离多层导电性和电阻性材料或保护顶层导电电阻材料的介质层。

1.1.16 **金属间化合物 intermetallics**

紫斑 purple plague

是金-铝化合物之一，是在金丝键合到铝上之后，经过再次暴露于潮湿和高温(温度大于340℃)的环境过程后形成的。紫斑略带紫色，且非常脆，可导致与时间有关系的键合失效；由于有硅物质的存在，形成三元化合物可大大促进紫斑的生长。

1.1.17 **机械强度试验 mechanical strength tests**

用于验证粘接工艺和材料的试验，如机械冲击和恒定加速度。

1.1.18 **不同金属的复合键合 non-monometallic compound bond**

包含两根引线的键合，有不同的金属、一个引线键合到另一个键合的顶部构成；界面在不同金属引线的键合之间，如，铝丝键合到金丝键合的顶部，反之亦然。

1.1.19 **工作金属化层导体 operating metallization conductor**

用作互连的所有金属层或任何其他材料层，不包括金属化的划片槽、测试图形、未连接的功能电路元件、不用的键合区和识别标志。

1.1.20 **原始设计间距 original design separation**

由设计规定的间距或距离。

1.1.21 **原始宽度 original width**

由设计所规定的宽度或距离(例如原始金属条宽、原始扩散区宽度、原始梁的宽度等)。

1.1.22 **钝化层 passivation**

在金属淀积之前，在芯片上直接生长或淀积的氧化硅、氮化硅或其他绝缘材料。

1.1.23 **细丝 string**

有机聚合物材料的细丝状伸出或触丝。

1.1.24 **基板 substrate**

支撑结构的材料，钝化层、金属化层和电路元件位于其内或其上。

1.1.25 **射频调谐 RF tuning**

是通过改变布线或键合点，增加、取消或改变导线带，或改变电阻、电感、电容的值来调整射频电路的输出信号，以满足特定的电性能的规定。

1.1.26 **通孔金属化层 through hole metallization**

是电气上把基板顶部表面金属化与基板背面连接起来的金属化层。

1.1.27 **未用的部件或未用的淀积元件 unused component or unused deposited element**

未与电路连接或和电路支路只在一点上相连的元件，连接情况可由设计或通过观察确定。

1.1.28 **空洞 void**

材料中(内互连线、键合区域等)可以看到下层材料的任何区域，不是由划伤造成的。

1.1.29 **可见线条 visible line**

在60倍放大条件下宽12.7μm的线条。

标准搜搜网 bzsoso.com

2 设备

本试验所用的设备应包括能放大规定倍数的光学仪器和有关的目检辅助标准(如标尺、图纸、照片等)，以进行有效的检验，并使操作者对受检的器件是否可接收作出客观的判断。为了在检验过程中便于处理，应提供适用的夹具以便提高工作效率，而又不损坏器件；如果混合电路对静电敏感应采用如防静电接地手腕带和防静电桌垫等适当的安全措施。

3 程序

a) 一般要求

在规定的放大倍数范围内，按适当的观察程序检查器件，以确定器件是否处于符合规定的试验条件。有源和无源元件应按 3.1.1 进行检查，对于非认证器件，如果规定的目检与电路设计布局或结构发生冲突，应在设计文件中规定；设计要求的特殊检验标准应得到订购方批准；对于认证器件应严格按照本方法规定的检验和判据来检查全部器件，及可能应用这些器件的那些场合；电阻器的调整不得引起或使得器件设计超过订购文件规定的最大允许功率密度的要求限制。不用的贴装或淀积形成的元件，需要满足金属化层的附着性要求(金属化层浮起、起皮或砂眼的器件均拒收)，以及本方法 3.1.2.1a)、3.1.2.1b)、3.1.2.1d)、3.1.2.1e)、3.1.2.1f)和 3.1.2.1g)(低温焊或合金元件安装)和 3.1.2.2a)、3.1.2.2b)、3.1.2.2d)、3.1.2.2e)和 3.1.2.2g)(有机聚合物环氧树脂元件安装)规定的机械牢固性判据；方法 2012 的 X 射线照相可用于进行 3.1.3.1a)的检查，只是对混合和多芯片微电路，拒收判据应改为小于基板附着面积的 50%；对微波集成电路，拒收判据应改为小于基板附着面积的 90%。

b) 检查顺序

本方法中描述判据的次序，不是用于检查所要求的顺序，可以由承制方意见而改变。在看不到安装工艺的地方(如梁式引线器件、叠层基板、安装在孔洞或断面上的元件、倒装焊器件、已包封器件)，在装配后不能执行本方法的检查条款，应在装配元件或基板前进行。3.1.1 的检验判距，可由承制方选择在元件装配前执行。

c) 检查控制

在所有情况下，在最终密封前所有检查执行的质量大纲应与密封前工序检验的要求相同。检查后(见 3b))应细心操作，以保证在后续处理中产生的缺陷能在最终密封前的检查中被发现并剔除。除了允许的相对湿度小于 65%以外，H 级在 100000 级环境中进行检查和密封前准备，而 K 级在 100 级环境中进行检查和密封前准备。在内部目检和密封准备之间的一段时间内，器件应贮存在 1000 级受控环境内。将器件从一个受控环境转到另一个受控环境时，器件应放在盖好的容器中。

d) 放大倍数

在垂直照明条件下，对器件基板表面进行高放大倍数的检查，如果看到的图像情况和在规定条件下看到的相同，可按照承制方的选择采用其他角度进行检查和对器件的照明。低放大倍数检查应采用单筒、双筒或立体显微镜进行，这种检查应在器件置于适当的照明下，倾斜适当的角度以便于观察。

e) 再检查

在承制方完成检查后，按本方法的目检要求进行产品的验收或质量验证时，除非订购文件要求特别的放大倍数外，可以按适用试验条件规定的任何放大倍数进行补充检查。采用抽样而不是 100%再检查时，采用 GJB 2438 的抽样规定。

f) 例外

对于准许有限制的例外之处，在装配检查图文件中应具体说明可应用例外的位置和限制条件。

g) 说明

标准搜搜网 bzsoso.com

本方法中所说的“呈现出”是指受检器件的图像或形貌表明情况的存在，而且并不要求由任何其他测试方法来证实。当需要采用其他试验方法来证实不存在拒收条件时，这些方法需得到订购方的批准。

h) 多余物的控制

承制方应对芯片表面或封装内存在的多余物进行每周一次的检查。这种检查通过常规的内部目检来完成，如果发现存在任何类型的多余物/污染，承制方有必要对受检器件样品进行必要的分析，确定多余物的性质，给出调查结果及消除多余物的措施。需要时应向政府有关部门、订购方或鉴定机构提供上述信息。纠正措施应在发现问题后 10 天内提出。此程序的目的是针对那些还没有有效的筛选和检验方法的情况，研究和解决这一类多余物/污染的问题，因为多余物/污染的问题可能引起器件功能的退化和最终失效。若问题重复性出现而又没有明显的改善，则需要上报承制方负责人和质量保证负责人，或与之相当的机构和人员，以便进一步处理。

3.1 检查

应按 3.1.1～3.1.9 中规定的要求对每一块混合微电路、多芯片微电路、SAW 或微波混合微电路进行内部目检。每项检查所要求的放大倍数应与相应的试验方法规定的放大倍数(如：本方法、方法 2010 或 2032 以及有关晶体管和二极管内部目检方法等)相一致。

3.1.1 有源和无源元件

所有集成电路应按照方法 2010 进行检查。

H 级按 B 级单片，K 级按 S 级单片，具体条款如下：

方法 2010 中 3.1.1 金属化层缺陷

方法 2010 中 3.1.2 扩散和钝化层缺陷

方法 2010 中 3.1.3 划片和芯片缺陷

方法 2010 中 3.1.4 玻璃钝化层缺陷

方法 2010 中 3.1.6 膜电阻器缺陷

方法 2010 中 3.1.7 激光修正的薄膜电阻器缺陷

方法 2010 中 3.2.5 多余物

所有晶体管和半导体二极管应按方法 2010 或 GJB 128 中适用方法检查。无源元件应按照方法 2032 检查。

内部目检	GJB 128		本标准
	方法 2072	方法 2073	方法 2010
芯片金属化层缺陷	适用条款	适用条款	3.1.1
扩散区和钝化层缺陷			3.1.2
划片和芯片缺陷			3.1.3

3.1.2 元件粘接(装配)

用 10 倍～60 倍的显微镜检查，图 1 和图 2 为各种粘接介质类型的视图示例。对 H 级电路，可以用机械强度试验或 X 射线照相检查代替目检判据来验证粘接。对 K 级电路，可以用机械强度试验方法来评价绝缘性粘接；对于导电粘接，可用鉴定机构批准的其他方法验证粘接的完整性。呈现下列情况的器件不得接收。

拒收判据不依据图 1 图 2 示例，而是依据以下的规定。

a) 对于无端电极的元件，大于 50%的元件周界上见不到粘接介质，除非粘接介质在元件的两个不相邻的侧边上是连续的。

标准搜搜网 bzsoso.com

注：当用预成型或印制方法使粘接材料大于粘接区域 50%时，3.1.2a) 的判据不适用。

b) H 级：对于导电粘接的有端电极元件，每端周界至少有 50%缺少介质；而绝缘粘接的有端电极元件(如元件端电极之间的主体部分被粘接)，使用上述的 a) 条判据；
K 级：对于导电粘接的有端电极元件，每端周界至少有 25%缺少介质；而绝缘粘接的有端电极元件(如元件端电极之间的主体部分被粘接)，使用上述的 a) 条判据。

c) 从底部观察玻璃基板或透明芯片时，有效粘接面积小于 50%。

d) 粘接介质材料剥落。

e) 没有焊接轮廓线的焊料或合金材料球状物(见图 3)。

f) 导电粘接介质延伸到任何非电学公共端的功能金属化区或元器件的间距小于 25μm。

g) 粘接材料表面的裂纹长度大于 127μm 或大于接触周长的 10%，取其大者。

注：粘接介质边缘的裂纹或褶皱不应视为裂缝(见图 3a))。

h) 粘接带在粘接点的直径小于该带最大长度的 50%(见图 3b))。

i) 对于连接到封装引线柱上的元件，能看到的粘接介质少于柱周长的 25%。当引线柱也用于基板粘接时，可见的粘接介质不应少于柱周长的 50%(见图 3c))。

j) 冷焊接。

k) 仅适用于镍铬薄膜，非导电粘接材料覆盖淀积电阻材料的面积超过 10%。

3.1.3 元件方向

未按适当的器件装配图定位或走向的元件，除非在装配图中说明，否则键合和电器结构对称的元件可以扭转(见图 3d))。

3.1.4 间距

元件不应超出基板边缘，与基板边缘之间的间距小于 76μm，元件上的非绝缘部分与任何不与其形成电连接的导电表面之间的最小间距应大于 25μm。

3.1.5 键合检查

放大 30 倍～60 倍，该项检查和判别应依据不同的键合类型来确定，而且是采用俯视的观察方式进行检查。

注：确定键合尺寸时，尾丝不视为键合的一部分。

3.1.5.1 球焊键合

呈现下列情况的器件不得接收：

a) 焊键合的直径小于引线直径 2 倍或大于 5 倍；

b) 球焊键合的引出线不完全在球的周界内；

c) 球焊键合的引出线中心不在键合区边界内。

3.1.5.2 楔形键合

呈现下列情况的器件不得接收(见图 4a))：

a) 超声和热声楔形键合，键合宽度小于引线直径的 1.0 倍或大于 3.0 倍，或者其长度小于引线直径的 0.5 倍，或者没有工具压痕；

b) 热压楔形键合，键合宽度小于引线直径的 1.2 倍或大于 3.0 倍，或者其长度小于引线直径的 0.5 倍，或者没有工具压痕。

3.1.5.3 无尾键合(月牙形)

呈现下列情况的器件不得接收(见图 4b))：

a) 无尾键合的宽度小于引线直径的 1.2 倍或大于 5.0 倍；

b) 金丝在芯片铝键和区上的无尾键合。

3.1.5.4 复合键合

呈现下列复合键合情况的器件不得接收：

标准搜搜网 b2b888.com

由排除故障或调谐造成的键合断开或脱落，不计入 10%返修数量。

a) 用于固定两根公用引线的键合(见图 5)。

b) 在原有的键合点上面有多于一个的键合点。

注：当设计上要求、技术上需要时，并得到鉴定机构或订购方的批准，允许另外的复合键合而无须考虑 a)和 b)的限制。但对可接收的 $N+1$ 次键合叠层(N 是制造工艺所允许复合键合的最大数目)，应作必要的说明和建立有效的工艺控制，并应得到批准。

c) 第二次键合的接触面积小于下层键合面积的 75%的复合键合。

d) 不同金属的复合键合(例如，不同的金属之间，但不包括键合区金属化层)。

3.1.5.5 梁式引线

本检查和判据适用于直接工具操作的整个键合区，键合区呈现下列情况的器件不得接收：

a) 在梁式引线的整个宽度内，键合(或焊接)压痕未 100%呈现出。

注：键合(或焊接)尖端自然劈裂造成的梁式引线键合(或焊接)之间的缺口，只要所有间隙不超过梁式引线宽度的 25%，是可以接收的。

b) 梁式引线与芯片全部或部分分离。

c) 基板上的梁式引线键合未见工具压痕。

d) 梁式引线增加的宽度大于原始宽度的 60%。

e) 在键合处工具压痕长度小于 25μm(见图 6)。

f) 键合工具压痕离芯片边缘不到 25μm(见图 6)。

g) 有效键合面积不到精确对准情况下梁面积的 50%(见图 6)。

h) 在最接近芯片上键合区的结合点与芯片之间梁式引线的任何破损，或者在距离等于 50%梁式引线宽度的梁式引线的键合区域内的破损(见图 7)。

i) 键合点与钝化层边缘之间无可见间隙(见图 6)。

j) 在梁式引线和非电学公共端的金属化层之间不存在可见间隙，该条款适用于玻璃钝化及非玻璃钝化的金属化层。

3.1.5.6 网眼键合

呈现下列情况的器件不得接收：

a) 在基板金属化层上的键合面积少于总面积的 50%；

b) 穿过各段的纵向网格线，连续的网格线数目少于 50%(见图 8a))；

c) 通过键合区的连续支路数，对于 H 级器件少于 1 条，对于 K 级器件少于 2 条，(见图 8b))。

3.1.5.7 带键合

呈现下列情况的器件不得接收：

a) 在带环与键合/焊接的结合处不能有任何的缺损。

b) 在带与下层金属化层重叠的区域内，键合压痕未 100%呈现出。

注：由键合(或焊接)尖端自然劈裂造成的带上键合(或焊接)之间的缺口，只要所有间隙不超过带宽度的 25%，就可以接收的。

c) 有效键合面积小于精确对准时的 50%。

d) 键合尾丝长度大于带的宽度或者 254μm 取其较小，或者桥连邻近的金属化层。

e) 键合调谐短带的未键合端的长度大于带宽或者 254μm，取其较小者，并且未键合端未采用聚合粘合剂固定过。

3.1.5.8 通用要求

呈现下列情况的器件不得接收：

a) 对于 H 级，芯片上无玻璃钝化的键和区内的键合面积小于 50%。对于 K 级，芯片上无玻璃钝化的键合区内单一金属的键合面积小于 50%；双金属键合面积小于 75%。

标准地址网 bzsoso.com

b) 封装引线柱或基板上的键合点不完全在键合区内。

注：对于基板键合点尺寸小于最小键合尺寸的 1.5 倍时，应接收基板键合区内少于 50%的键合。

c) 键合点的位置使从键合点引出的引线与另一键合点交叉(公用键合点除外)，在此情况下间距至少应是引线直径的 2 倍(对公共键合点不应用此条款)。

d) 在非电气公共键合点之间，看不到可见的间隔线。

e) 在键合和非电气公共金属化之间看不到可见的间隔线，本条款适用于有玻璃钝化金属化和无玻璃钝化金属化。

f) 键合引线的尾丝延伸到或接触到任何非公共的、未玻璃钝化的有源金属区。

g) 键合引线的尾丝在键合区的长度超过引线直径的 2 倍，或在封装引线的长度超过引线直径的 4 倍。

h) 在元件粘结材料、污染物或多余物上的键合点。

i) 任何剥落与脱皮的键合。

j) 扩展的异种金属间化合物完全包围了任何键合的金属界面。

k) 位于键合区到金属化引线出口处的楔形键合和月牙键合，键合区周边和金属化条(至少一条边)之间不存在可见的未损伤金属线。

注 1：当键合区连入金属化的导体宽度大于 50μm，并且连入金属化的导体一侧键合区尺寸大于 89μm 时，可不执行本条款。

注 2：仅对 H 级，当可接受的尾丝遮蔽有关区域、且存在下列情况时，可以满足可见金属线的要求，键合距连入键合区的导体与键合区交叉线的距离 3μm 以上，且在键合和尾丝交界处未见受损的键合区金属化。

注 3：本条款不适用梳状引线，也不适用热声/超声(例如非热压)键合与下层材料是单金属之间的界面。

l) 从色彩证明引线键合周围 127μm 以内有聚合粘接剂材料或其残余。

m) 引线和键合接合处的破损。接合处是指在键合点的引线折痕线。

3.1.6 内部引线(例如键合丝、带、梁、线环、带环等)

在 10 倍～60 倍放大倍数下检查，呈现下列情况的器件不得接收：

a) 离芯片表面 127μm 以内的球形键合引线、254μm 以内楔形键合引线以及任何其他导线距离不该电连接的导电面(例如未玻璃钝化的工作金属化层、未钝化的导电芯片边缘)小于 25μm 的引线直径。

注：绝缘引线和电学公共端不使用此条款。

b) 离芯片表面 127μm 以外的球形键合引线、254μm 以内楔形键合引线以及任何其他导线，距离不该电连接的导电面(例如未玻璃钝化的工作金属化层、未钝化的导电芯片边缘)小于 2 倍引线直径。

注：绝缘引线和电学公共端不使用此条款。

c) 引线上的裂口切伤刻痕弯曲或颈缩使引线直径减少 25%以上。

d) 不符合键合图要求的遗漏的或额外的键合丝。

注：对于射频微波器件不符合键合图要求的遗漏的或多余的引线或带键合图上为调谐设计的引线或带除外。

e) 键合点为直线而不成弧形的引线。

f) 与元件本体全部或部分分离的引线。

g) 引线环过高，使其在装配后引线触及封盖。

3.1.7 螺丝接头和螺孔安装(在 3 倍～10 倍下检查)

呈现下列情况的器件不得接收：

a) 未对准的接头；

b) 遗漏或损坏的接头；

c) 始于螺孔的裂缝；

标准搜搜网 bzsoso.com

d) 基板松动；

e) 遗漏或松动的螺丝。

3.1.8 连接器和穿通线中心接触焊接(在 10 倍～30 倍下检查)

呈现下列情况的器件不得接收：

a) 与金属化层图形中心接触重叠部分不到 50%(见图 9)；

b) 中心接触和基板的交迭部分小于圆形引线的直径或小于扁平引线的宽度(见图 10)；

c) 焊接中的空洞(见图 11a))；

d) 焊接处开裂(见图 11b))；

e) 焊料和中心接触或基板粘附不良(见图 11b))；

f) 焊料不足或过剩(见图 11c)～图 11e))；

g) 在沿中心接触和金属化的长度方向上，焊料没有全部覆盖。

3.1.9 封装情况在 10 倍～60 倍放大倍数下检查

呈现下列情况的器件不得接收：

a) 在封装内或在封装壳内存在没有固定住的多余物。

注：多余物将视为未固定的，除非能证明是固定的。当多余物最大长度大于最邻近的未被玻璃钝化的导体间距的 75%时，可用恰当的机械器具(即针、探针、钩针等)轻轻触动它来核实附着情况，可以采用订购方批准的清洗工艺来验证较小的外来物附着情况，所有的多余物或颗粒均可用气流吹(大约 138kPa)以验证其附着情况。

b) 附着的多余物使金属化层通路、封装的两引线、封装金属化层与引线、各功能电路元件、各个结或者以上各部分之间桥接。

c) 液滴或任何化学沾污使未被玻璃钝化的工作金属表面之间桥接。

d) 阻碍充分密封的密封面的物理损伤或污染(共晶或聚合材料)。

e) 存在残余助焊剂。

注：使用 10 倍～15 倍放大。

f) 看不到轮廓线的熔融多余物。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 试验条件(见第 3 章)；

b) 将适用的实物、图纸和照片(见第 2 章)作为比较标准，提供给操作人员；

c) 如果不使用本方法的放大倍数(见第 3 章)，应规定适用的放大倍数。

标准搜搜网 bzsoso.com

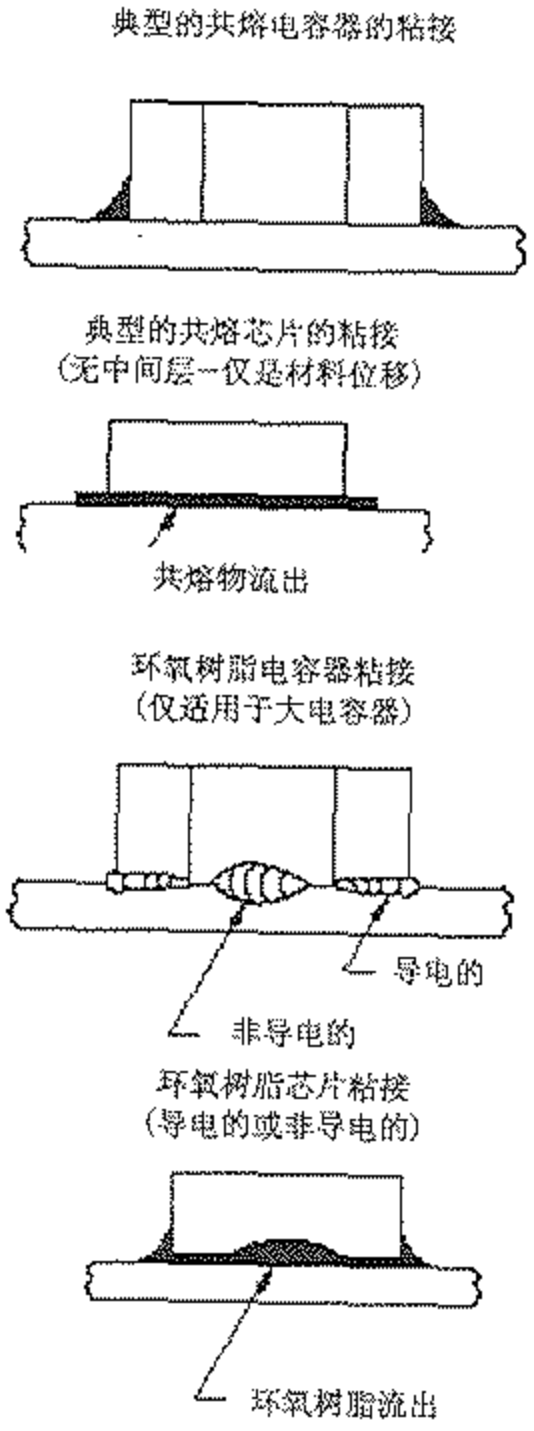


图 1　元件固定

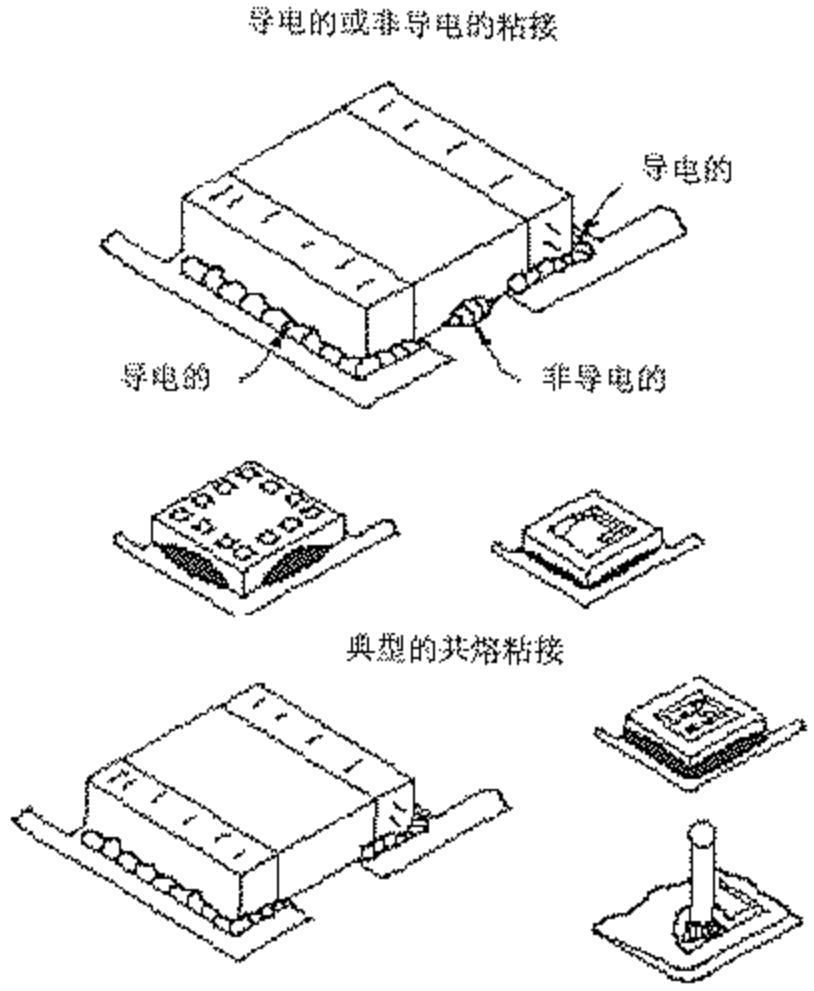
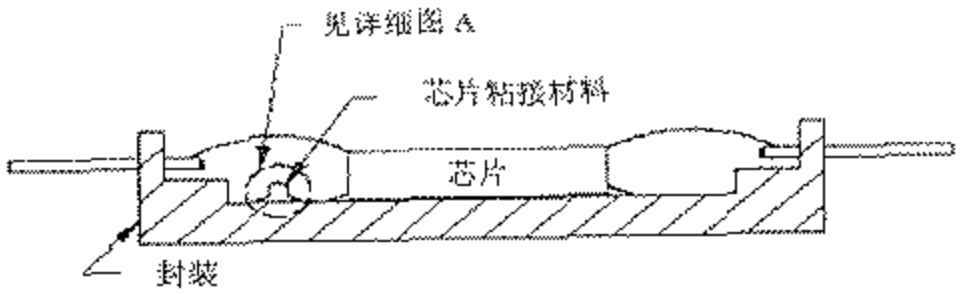
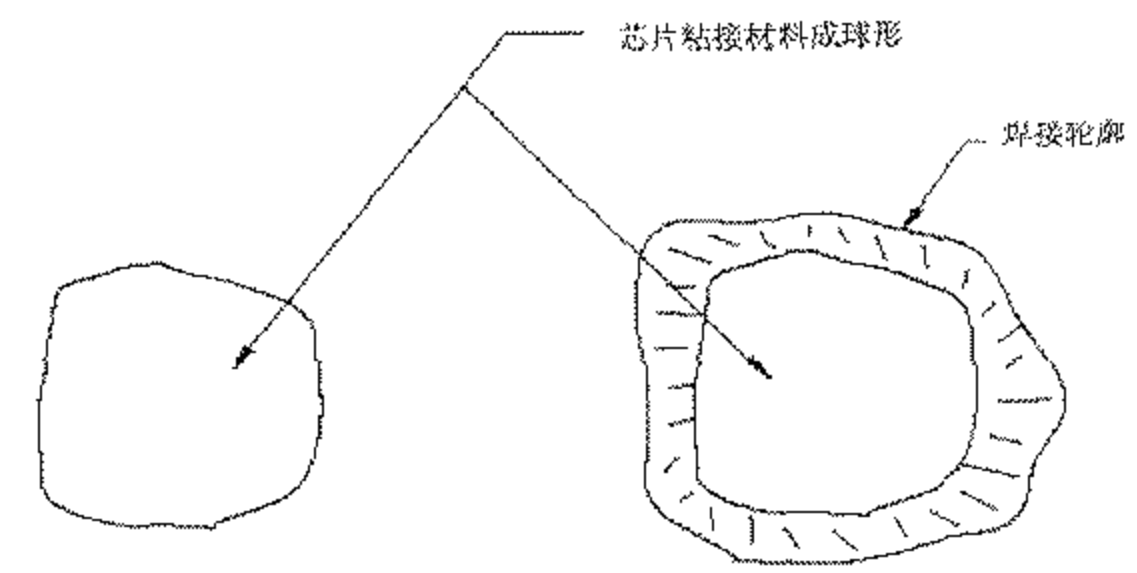


图 2　元件固定

标准搜搜网 bzsoso.com

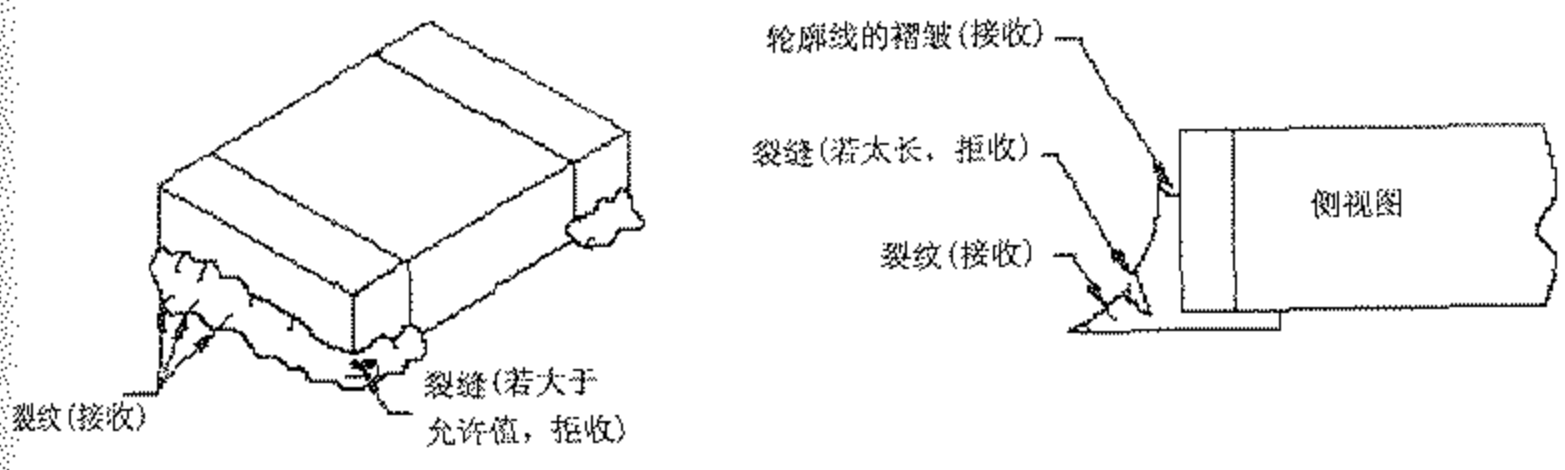


详图 A(正视图)



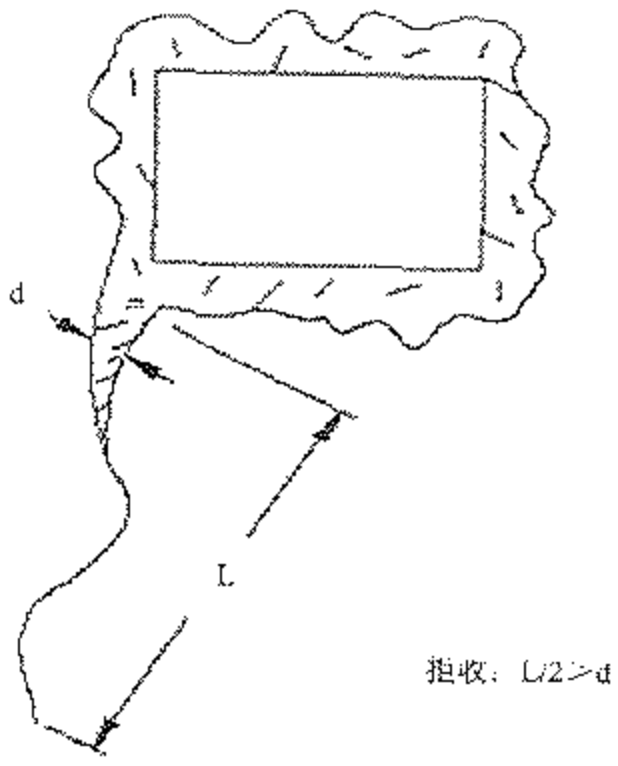
详图 A(顶视图)

芯片附着材料呈球形



a) 粘结不规则和裂纹

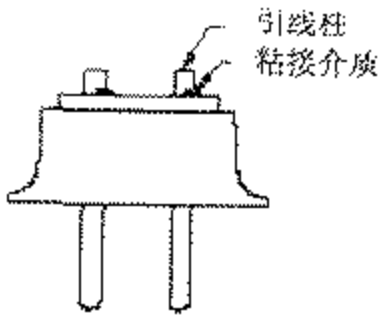
标准搜搜网 bzsoso.com

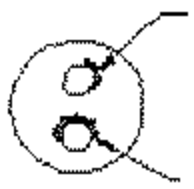


b) 粘结线判据

拒收：可看到的粘接介质小于引线柱周长的 25%

接收：可看到的粘接介质大于引线柱周长的 25%

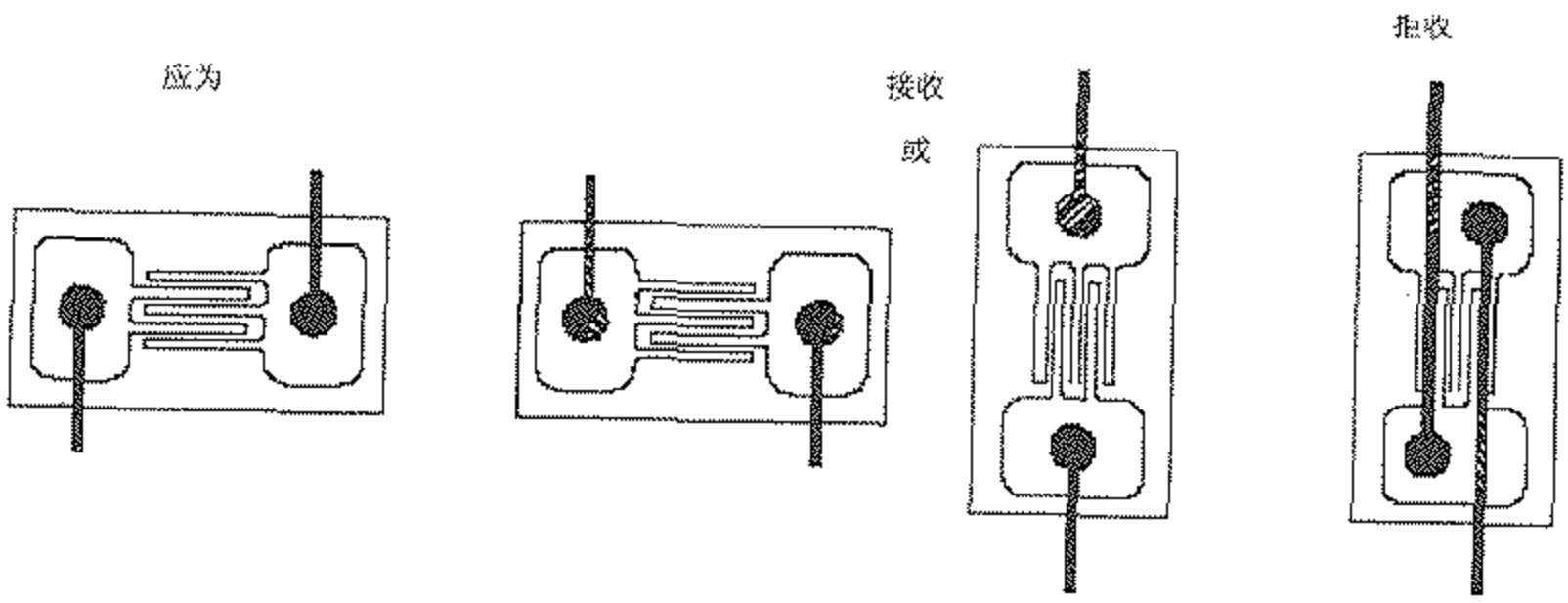




拒收：可看到的粘接介质小于引线柱周长的 50%

接收：可看到的粘接介质大于引线柱周长的 50%

c) 封装引线柱判据

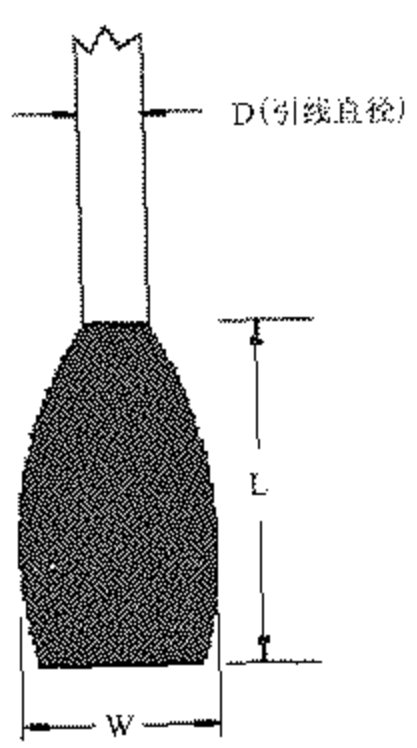


d) 可接收的对称元件方向

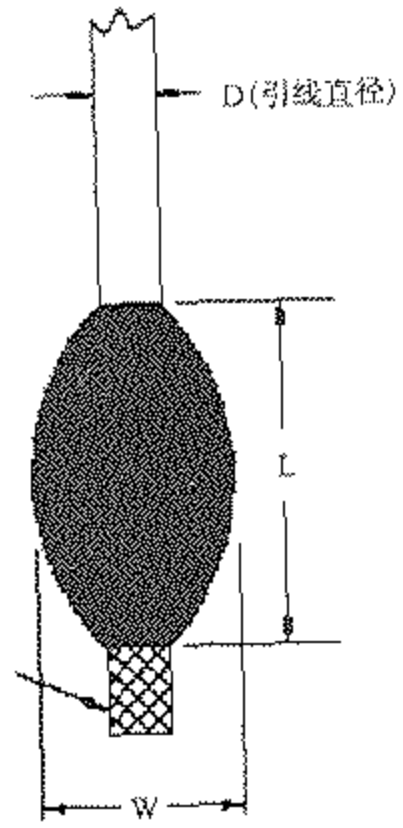
图 3 失效判据

标准搜搜网 bzsoso.com

楔形键



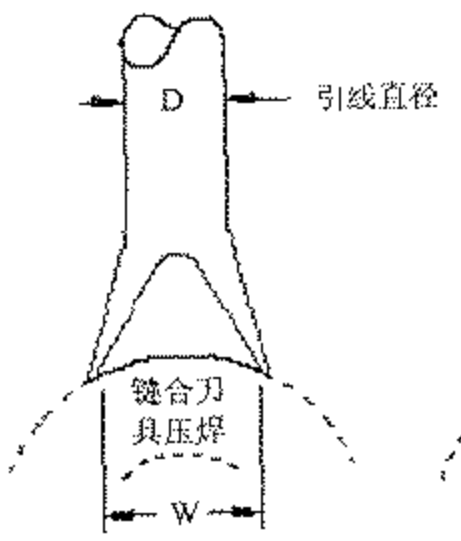
超声/热压



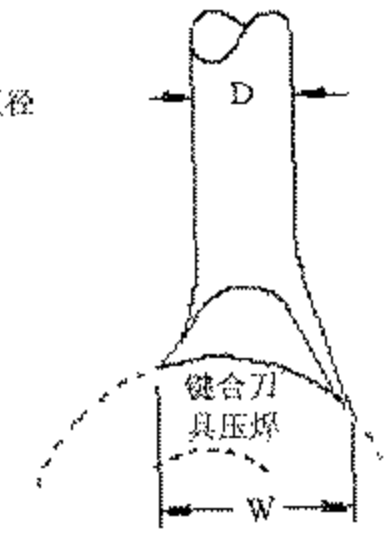
热压

月牙形键合

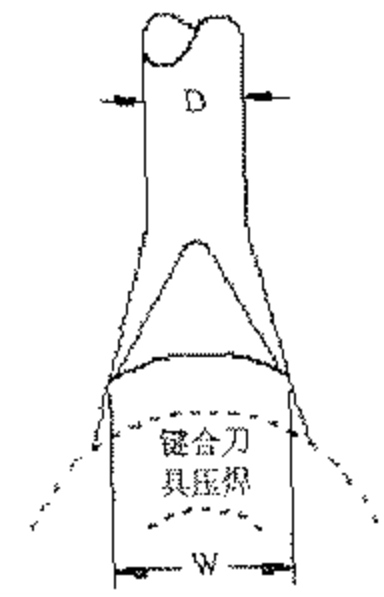
无横向滑动



歪斜



滑动或滑移



1.2D≤W≤5.0D(宽度)

图 4　键合尺寸

标准搜搜网 bzsoso.com

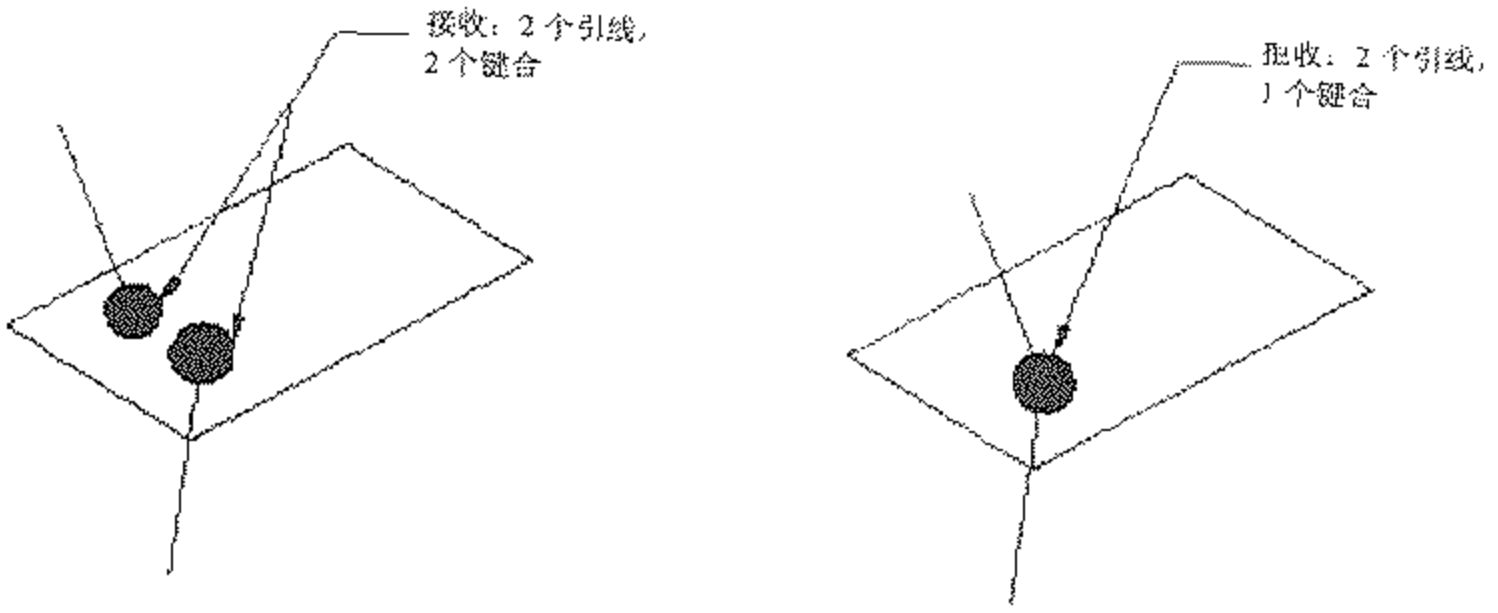
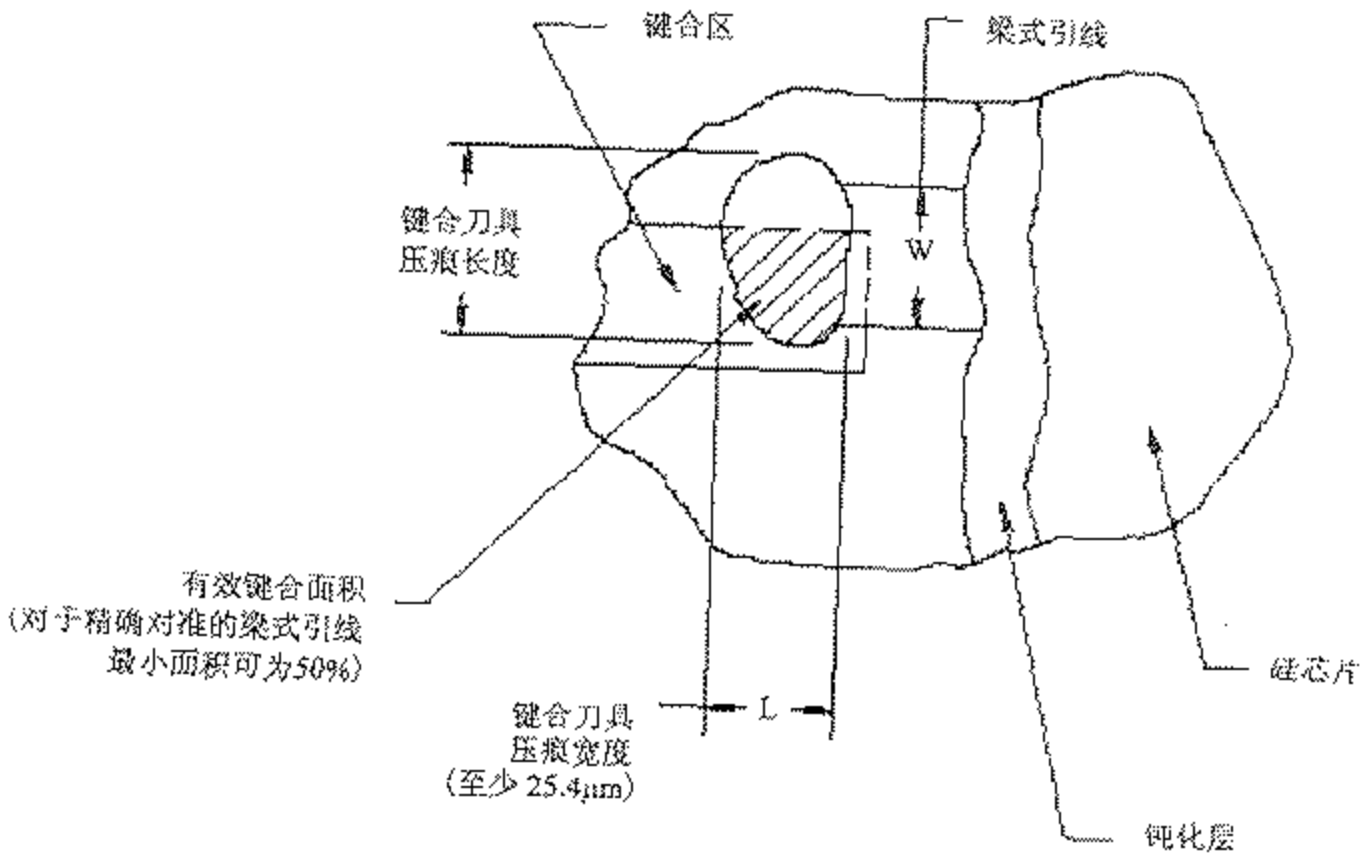


图5　一个键合固定两根公用引线



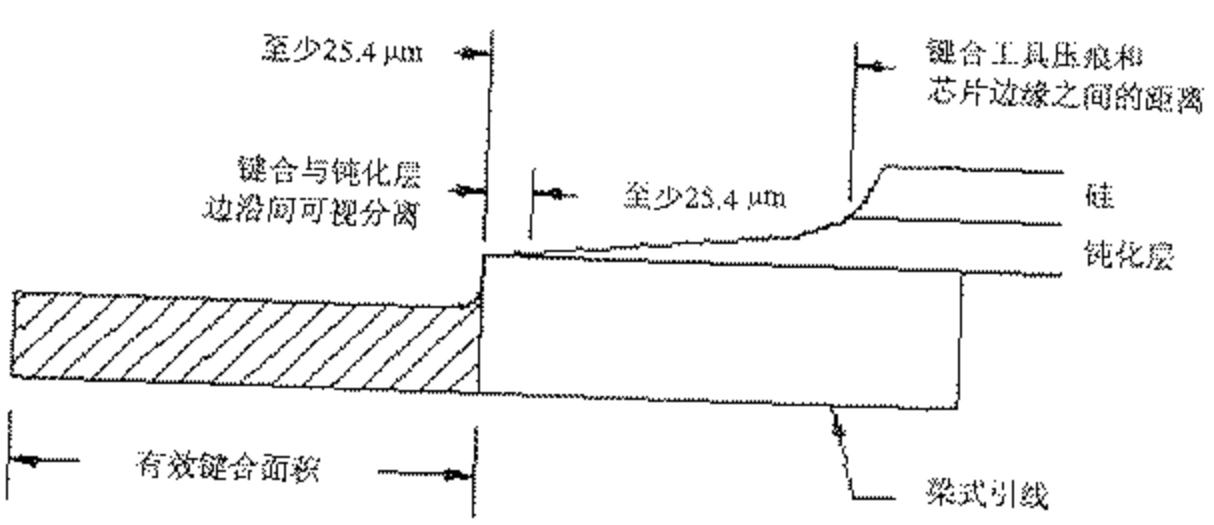
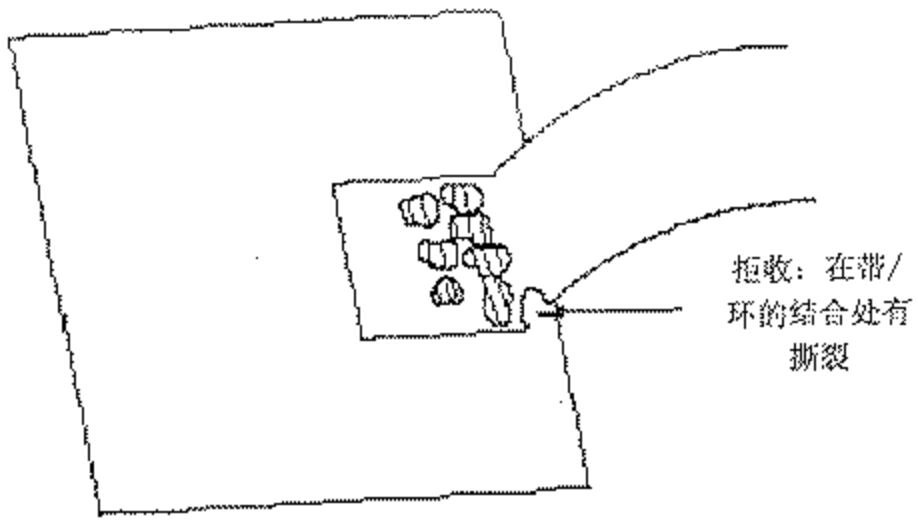


图6　梁式引线面积和位置

标准搜搜网 bzsoso.com



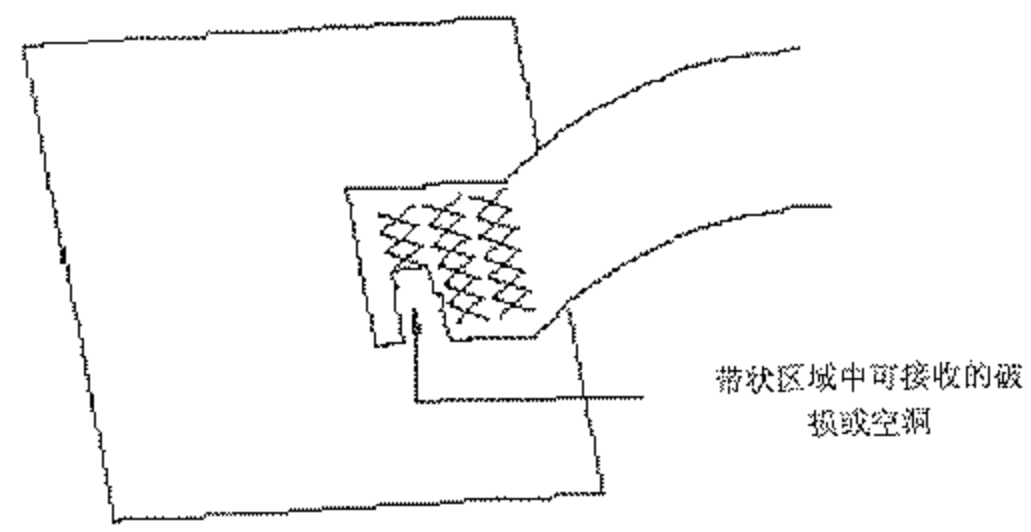
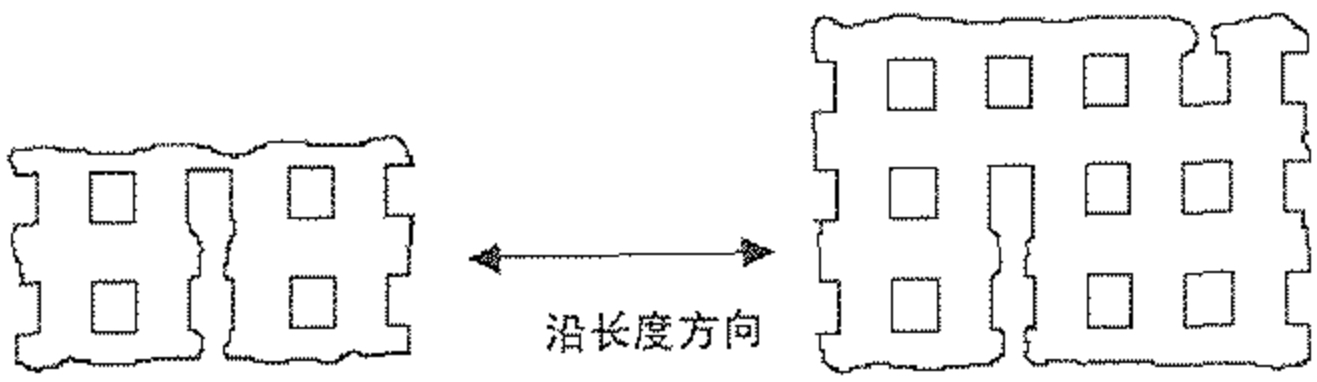


图 7　带状连接区中可接收/拒收的破损或空洞



拒收：少于一半的支路是连续
(2 或 3 路部连续)

接收：两个(一半)或更多的支路
连续通过每一个部分

a)

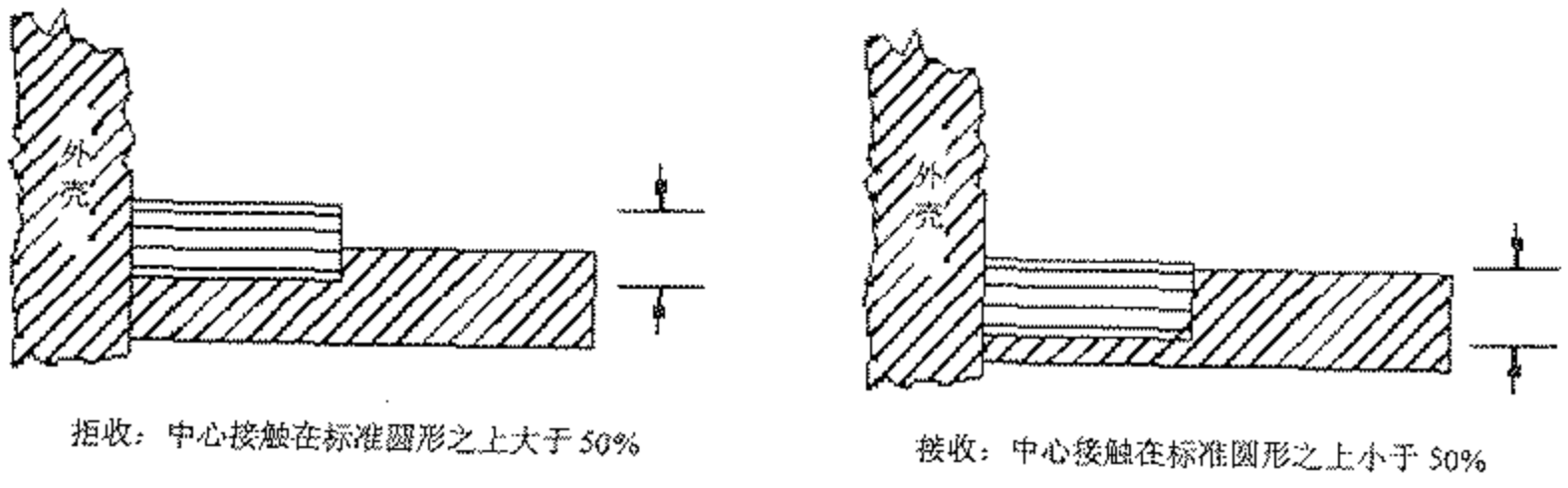
拒收：无连续的支路

接收：至少一路连续

b)

图 8　网眼键合标准

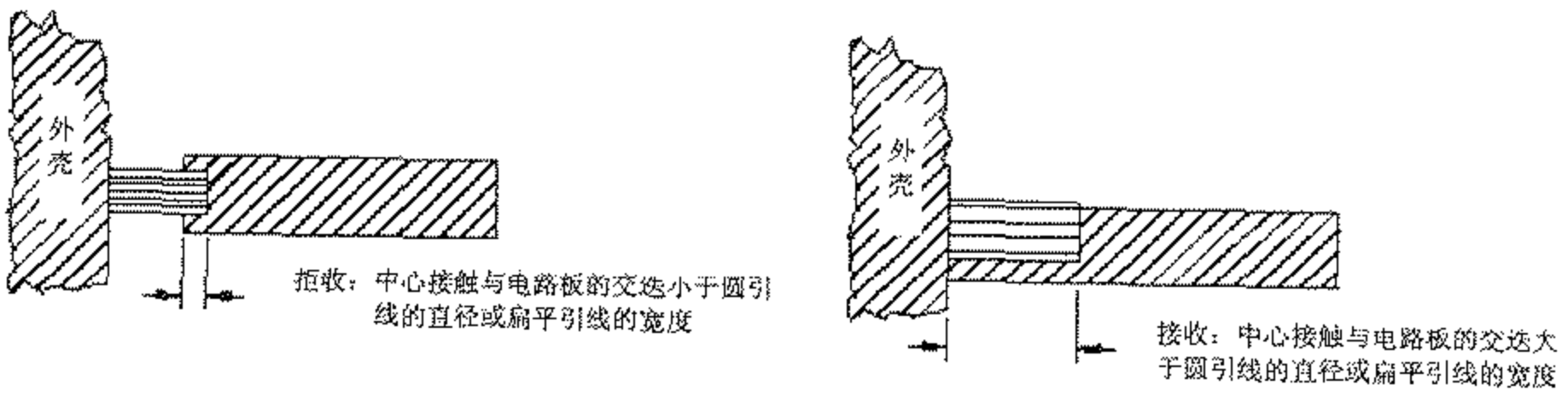
标准搜搜网 bzsoso.com



拒收：中心接触在标准圆形之上大于 50%

接收：中心接触在标准圆形之上小于 50%

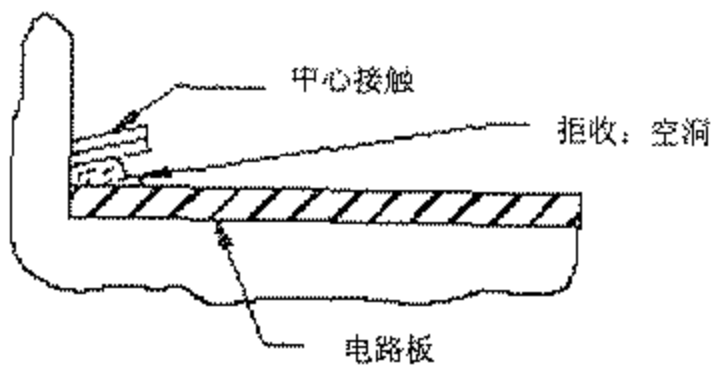
图 9　和基板的中心接触定位



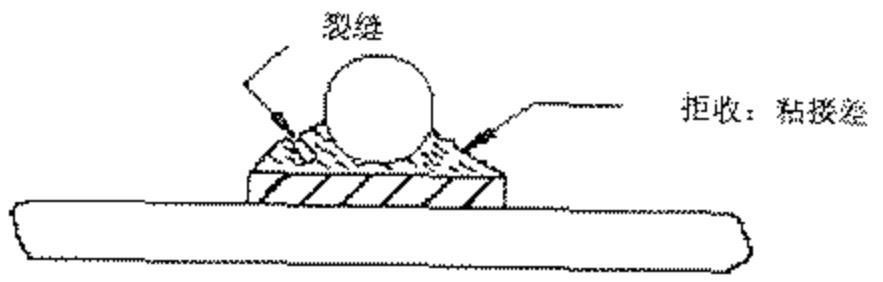
拒收：中心接触与电路板的交迭小于圆引线的直径或扁平引线的宽度

接收：中心接触与电路板的交迭大于圆引线的直径或扁平引线的宽度

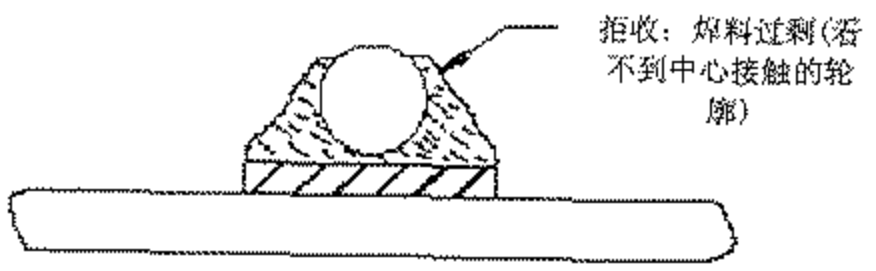
图 10　和基板的中心接触交迭



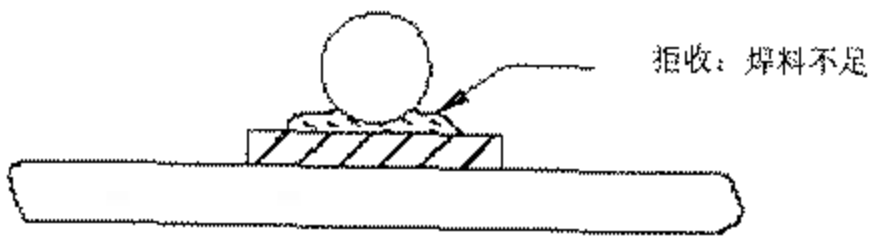
a)　空洞判据



b)　裂缝/粘接判据

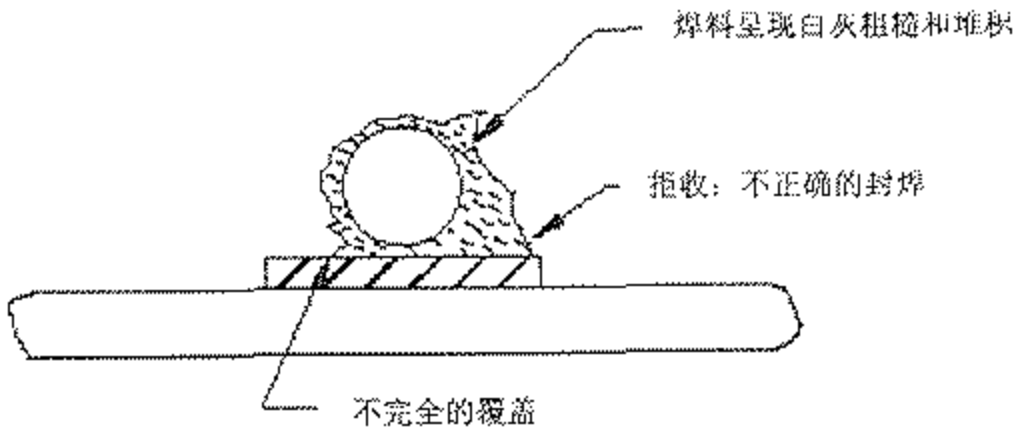


c)　焊料过剩判据



d)　焊料不足判据

标准搜搜网 bzsoso.com



e) 焊料判据

图 11 缺陷判据

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2018.1　扫描电子显微镜(SEM)检查

1　目的

本方法提供了一种判定集成电路晶圆或芯片表面上器件互连线金属化层质量是否可以接收的手段。用本方法特别适合识别那些在批量生产中形成的特定类型缺陷。因此，不应用它来检验那些能用方法2010很好识别的由操作技术引起的以及其他形式的缺陷。

已进行 SEM 检查的样品不应作为正式产品发货，除非业已表明电镜工作条件未使器件结构受到损伤。

1.1　术语和定义

1.1.1　阻挡/附着金属层　barrier adhesion metal

指多层金属化系统中位于下层的金属层，其作用是提供与硅及二氧化硅表面间的良好(机械)附着接触；或作为阻挡层，阻止金属向某些区域的不希望的扩散，例如防止铝向接触窗口内扩散。

1.1.2　横截面　cross-sectional plane

指与电流流动方向垂直并扩展至金属条整个条宽范围的一个设想平面，如图 1 所示。对于不平整的表面上与电流方向不垂直的金属条(如：位于钝化台阶、跨接区、鸟嘴等之上)，为了计算横截面积减少情况，应将其投影至横截平面。

1.1.3　破坏性 SEM　destructive SEM

指采用了特定的设备参数和技术，使被检查的半导体结构受到超出可接收范围的辐射损伤或污染。

1.1.4　方向边　directional edge

典型的方向边(见图 2)为矩形接触窗口的几条边。在该窗口上淀积有金属层。器件工作时，电流将流入、穿过或流出接触窗口。应指出，接触的几何形状和/或需考虑的位置会发生变化。如果这样的话，应相应修正方向边的概念。

1.1.5　一般金属化层(导体)　general metallization (conductors)

指除了钝化层台阶、鸟嘴、跨接等不平整表面区以外所有区域上的金属层，包括实际接触窗口上的金属层(条)。

1.1.6　玻璃钝化层　glassivation

位于芯片最顶层覆盖有源区(包括金属化层)的透明绝缘层。但键合区和梁式引线上无玻璃钝化层。

1.1.7　内连　interconnection

指淀积在通孔中的金属，实现相互绝缘的金属层间的电学连接。

1.1.8　主载流方向边　major current-carrying directional edge

指被设计作为提供电流流入、通过或流出接触窗口(或其他区域)的通道(见图 2)。

1.1.9　多层金属化层(导体)　multi-layer metallization (conductors)

起电连接作用的两层或多层金属，各层金属之间采用生长或淀积的绝缘材料层隔开。“下层金属”是指顶层金属化层下面的任一层金属。

1.1.10　多层布线金属化层(导体)　multi-level metallization (conductors)

单层金属或多层金属均代表多层布线层中的一层。将几层组合在一起，相互间用生长或淀积的绝缘材料层隔开，就构成了多层布线金属化层互连系统。用通孔通过绝缘层在某些部分有选择性地将不同层金属化层连在一起不影响本定义。

1.1.11　非破坏性 SEM　nodestructive SEM

采用特定设备参数和技术对受检半导体结构产生的辐射损伤或沾污均可忽略不计(见 3.10 和 3.11)。

1.1.12　钝化层　passivation

在金属化之前用生长或淀积工艺在芯片上形成的二氧化硅、氮化硅或其他绝缘材料。

标准搜搜网 bzsoso.com

1.1.13 钝化层台阶 passivation steps

由于晶体表面不平整(如接触窗口、扩散孔、通孔等)形成的垂直面或斜面。

1.1.14 通孔 via

在绝缘层上开出的孔，经过淀积金属实现不同层金属层间的连通。

1.1.15 晶圆批 wafer lot

指在晶圆生产一开始就形成的这样一批微电路晶圆，它们作为一组，同时接受相同工艺处理，被赋予单独的识别批号或代码，在整个生产工艺过程中提供可跟踪性并保持批的完整性。

2 设备

用于本项检验的设备是一台扫描电子显微镜(SEM)。在使用条件下测量图像时应具有 25nm 或更高的分辨率。其放大倍数在 1000 倍～20000 倍间可调节。设备应能使样品倾斜，具有 0°～85°的观察角(见图 3)，并能使样品旋转 360°。

2.1 校准

扫描电子显微镜的放大倍数应根据国家标准或等同的检验所用的放大倍数的要求校准，工作时的实际放大倍数误差不应超出标称值的±10%；其分辨率应按国家标准或其他等效标准要求检查，验证是否具备 25nm 或更好的分辨率。放大倍数和分辨率校准的间隔时间由承制方根据其 SEM 设备统计数据而定。

2.2 操作人员

作 SEM 检查的人员在获得检查金属化层的资格之前应在设备操作和如何分析显微镜图像及摄取的照片等方面接受一定的培训。SEM 操作人员获得金属化层检查资格的程序应形成文件，并在有要求时能随时提供给鉴定机构或适用时由鉴定机构指定的代表进行审查。其中应包括每年至少需要重新获得一次资格的审查程序条款。操作人员的资格或重新获得的资格应以书面文件确定，并在有要求时能随时提供给鉴定机构或适用时由鉴定机构指定的代表审查。

2.3 程序

应有金属化检查程序的书面材料，并应将这些程序形成文件，并在有要求时，能随时提供给鉴定机构，或适用时由鉴定机构指定的代表审查。

3 程序

3.1 样品选取

需要样品数很大的统计抽样技术在这里不实用的。表 1 中规定的晶圆取样要求，以及在样品晶圆中规定的特定芯片位置可在保证整体试验置信度的同时，使试验样品减少至最少。这些芯片代表了金属化结构中的最典型情况或是最坏情况位置。

芯片上作 SEM 评估检查的区域不应位于或靠近晶圆边缘。被检查的区域应是完全没有受到污染，以保证是在一个未被破坏的金属化区域实施规定的检查。互连金属化的接收应基于对所选芯片区域的检查，来确定单个晶圆的接收与否或一个晶圆批的接收与否。

本试验方法中涉及的芯片指对一个具有完全功能的器件芯片的评价。如果鉴定机构批准，也可代之为一个特定设计的 SEM 测试图形的评价。这些测试图形可位于划片区、包含在每个器件芯片内或是用插入式方法位于晶圆上某几个特定芯片位置上。

3.1.1 抽样条件

本抽样条件适用于金属化层上有钝化层的器件，但检查是用于确定晶圆批的接收与否时，下述第一步和第二步都要采用。当检查是确定单个晶圆的接收与否时，只采用第二步。

3.1.1.1 第一步：选取晶圆

对确定晶圆批接收与否的每一批，应按表 1 的规定选择晶圆，如果在金属化操作中同时处理数个晶

标准搜搜网 bzsoso.com

圆批，每个晶圆批应按表 1 规定分组。并从确定晶圆批接收与否的各批晶圆中分别选出一组晶圆。

表 1　各种结构金属化层反应室的晶圆抽样步骤

金属化层反应室的结构[a,b]	反应室中晶圆批数[c]	对每批需要的子样数		每个晶圆批的抽样方案
		蒸发	溅射	
晶圆夹架的平面投影为圆形，夹架是静止的或“摆动”的。	1[e]	5	2	从接近晶圆夹具边缘并相距 90°位置取出四个子样，从夹具的中心抽取一个子样，见图 4。
	2	3、4 或 5	2	见图 4。
	3	3 或 4	2	见图 4。
	4	3	2	见图 4。
晶圆夹具是对称的(即圆形、方形等)。淀积源在晶圆夹架之上或之下，淀积期间晶圆夹架绕其中心旋转。	1、2、3 或 4[d]	2	2	对每批晶圆，从晶圆夹架的边缘取出一个，从接近旋转中心处取出一个，见图 4[e]。
行星式系统。在共同绕反应室中心旋转的同时，一个或几个对称的晶圆夹架(行星)也围绕各自的轴旋转，淀积源在晶圆夹架之上或之下。	每个行星有 1、2、3 或 4[d]	2	2	对每批晶圆，从接近行星边缘处取出一个，从同一行星接近中心处再取出一个，见图 4[f]。
连续送片。通过密封反应室的另一个抽气口不断将晶圆送入淀积反应室(通常可同时装入 25 片)。	1[a]	2	2	从每批随机取出两个晶圆。

[a] 在这种情况下，一批晶圆是指同时经历了那些决定晶圆上钝化层台阶坡度和厚度的工艺过程的一组晶圆。
[b] 如果晶圆夹具只有一个圈，或者对多圈的晶圆夹具中只用一圈，应从该圈中选取规定的取样晶圆总数。
[c] 如果在金属化反应室内有数批晶圆，则每批晶圆在夹架内应可近似形成一个独立扇形区域。该区域是圆形晶圆夹架中由两条半径和与它们相对的弧组成的那一部分。图 4 表示了 1/4 圈和半圆两个例子。
[d] 如果晶圆批大小超过了金属化系统每次工艺加工时所能处理的晶圆数，则对同一批金属化工艺处理的子批应按单独一批晶圆处理。
[e] 若评价数据表明，SEM 结果与金属化过程中晶圆所在具体位置之间无直接关系，应允许采用对每个晶圆批随机选取两个晶圆的取样方法，对设备进行重大维修后应重复验证两者之间是否存在对应关系。
[f] 如果反应室中数批晶圆都位于同一个行星中，只需从该行星中选择样品晶圆，否则，还应从另外行星的晶圆批中选择样品晶圆。

3.1.1.2　第二步：选择芯片

在评定晶圆时，对确定晶圆接收与否的单个晶圆或为确定晶圆批接收与否而选定的一个或单个晶圆，承制方可按具体情况自行决定选用以下抽样条件中任何一个。

3.1.1.2.1　象限抽样

在将晶圆划成芯片后(例如划片和扳片、割锯、腐蚀)，且在晶圆上各个芯片的相对位置还可辨认时，选取四个芯片。这些芯片位于晶圆上与晶圆中心距离为 2/3 半径的位置并相互间近似相距 90°。然后用合适的腐蚀液去掉芯片上玻璃钝化层(见 3.3)，再进行 SEM 检查。

3.1.1.2.2　玻璃钝化前的弓形抽样

只有当以后的晶圆制造工艺温度低于 450℃(723K)，且互连金属条的宽度不小于 3μm 时才能用本取样方式。如果向鉴定机构提供的相关性数据表明，本程序与采用常规腐蚀的程序之间没有区别，并已得到鉴定机构的批准，本取样方法也可用于较高温度或较细线宽的情况。

在金属化和腐蚀后，而在玻璃钝化前，从待检查的每个晶圆上相对的两边切下两个弓形。组成弓形的弦边应位于沿着半径方向距晶圆边缘 1/3 半径的位置。然后在每个弓形的弦边上距两端约 1.5cm 处各取一个芯片(共有四个芯片)作 SEM 检查。

3.1.1.2.3　玻璃钝化后的弓形抽样

在完成所用工艺步骤后，但在划片前，从每个晶圆上相对两边各切下一个弓形。组成弓形的“弦”应位于沿着半径方向距晶圆边缘约 1/3 半径的位置。然后采用合适的腐蚀液去掉钝化层(见 3.3)，在每

标准搜搜网 bzsoso.com

个弓形的弦边上距两端约 1.5cm 处各取一个芯片(共四个芯片)作 SEM 检查。

3.1.1.2.4 玻璃钝化前的晶圆抽样

只有当以后的晶圆制造工艺温度低于 450℃(723K)，且互连金属条的宽度不小于 3μm 时才能用本取样方式。如果向鉴定机构提供的相关性数据表明，本程序与采用常规腐蚀的程序之间没有区别，并已得到鉴定机构的批准，本取样方法也可用于较高温度或较细线宽的情况。

在完成了金属化、腐蚀工艺和样片准备操作后(适用时)(见 3.3)，将整个晶圆置于 SEM 设备中，对晶圆上距晶圆中心约 2/3 半径处、且相互间近似相隔 90°的四个芯片进行检查。

受检查的晶圆上的芯片或与其相邻的芯片不得作为正规产品发货，除非业已表明所作的检查是非破坏性的(见 3.10 和 3.11)。

3.1.1.2.5 玻璃钝化后的晶圆抽样

本抽样方式是破坏性的。对完成芯片工艺的晶圆作样品准备(适用时)(见 3.3)后将晶圆置于 SEM 设备中。对晶圆上与晶圆中心相距约 2/3 半径且相互之间近似相隔 90°的四个芯片进行检查。

3.1.2 破坏性物理分析(DPA)评价的取样

可采用本试验方法规定的试验条件和标准对最终产品、晶圆或芯片作 DPA 评价。

3.2 SEM 检查期间的批量控制

在选择了 SEM 检查的芯片后，承制方有两种可能的选择。

3.2.1 第一种选择

承制方对生产批继续正常的工艺流程，但这将要冒风险，即如果进行的 SEM 检查揭示出金属化层中有缺陷，其产品将会被剔除和拒收。如果选择本条，承制方应该有适当的可追溯性文件来证明它已对被加工材料实施了有效控制和剔除。

3.2.2 第二种选择

在继续其工艺流程之前，承制方先把芯片和晶圆贮存在合适的环境中，直到完成了 SEM 检查并得到了可继续其工艺流程的批准。

3.3 样品准备

适用时，应采用不损伤其下层待检查的金属化层的腐蚀工艺(如化学或等离子腐蚀)去除芯片表面的玻璃钝化层。检查时固定样品的方式应与检查用的设备相适应。应注意采取措施不要破坏待检查样品的特征。

如果能得到合适的分辨率和信噪比，样品检查时可不用表面敷层。若需要采用表面敷层，应采用厚度不超过 10nm 的用气相淀积或溅射方式形成的合适导电材料(例如：金)薄层。应控制敷层淀积工艺保证在这过程中不要引入其他外来物。

3.4 样品检查一般要求

下面从方向边、放大倍数、观察角度和观察方向四个方面规定了对一般金属化层和钝化层台阶覆盖作 SEM 检查的一般要求。

3.4.1 方向边

对每个样品上的每一类钝化层台阶(接触窗口台阶或其他类型钝化层台阶)应检查其四个方向边(见表 2)。

表 2 样品检查步骤

器件类型	检查区域	检查数	放大倍数范围(倍)	拍照内容[a]
集成电路器件	钝化层台阶(接触窗口和其他类型的钝化层台阶)[b]	对每种类型钝化层台阶至少都应检查一个	5000～20000	钝化层台阶中的两个最坏情况
	一般金属化层[b]	25%	1000～6000	一般金属化层中的最坏情况

[a] 见 3.8(可能需要补充一张照片)。
[b] 接收/拒收判据，见 3.7。

标准搜索网 bzsoso.com

3.4.2 放大倍数

对一般金属化层和钝化层台阶检查时所用的放大倍数应在表 2 确定的范围。

3.4.3 观察角度

应在适于精确评价金属化层质量的某个角度观察样品。通常在 0°～85°的角度上(见图 3)观察接触窗口、金属化层的厚度、附着性不佳和腐蚀性缺陷。

3.4.4 观察方向

应在适于精确评价金属化层质量的方向上观察样品。这包括在接触窗口和其他类型钝化层台阶(见 3.4)的边沿检查金属化层。检查方向的选取应能清楚地观察每一边且能很好地显示钝化层台阶上的任何缺陷。这意味着观察角度可能与某一边垂直、平行或相互成一个斜角，以便能最好地分辨钝化层台阶上的任何缺陷(见图 5)。

3.5 样品检查的详细要求

应按下述规定进行检查。表 2 概括了这些规定。样品检查应按 3.8 要求形成文件。

3.5.1 一般金属化层

采用低放大倍数，在每个芯片上至少应检查 25%或 6.5mm^2(取小者)的一般金属化层，以发现剥皮、翘起、空洞、小丘之类的缺陷。应对金属化层中的每一层都进行检查。

3.5.1.1 多层金属和多层布线金属互连系统

对每一层布线中淀积形成的每一层金属都应进行检查。应该在用合适的腐蚀液(见 3.3)去除掉玻璃钝化层(适用时)后，对载流层作 SEM 检查。

3.5.1.2 阻挡层/附着层

可按下述两种不同方式检查阻挡层/附着层。

3.5.1.2.1 作为非导体的阻挡层/附着层

若设计中由阻挡层/附着层传导的电流不到总电流的 10%，则它们只作阻挡层/附着层。因此，这种阻挡层/附着层将不参与电流密度的计算，无需要求其满足台阶覆盖的要求。只要求阻挡层/附着层能覆盖住按设计需要起阻挡/附着作用的区域，承制方应提供已实现这些作用的证据。当估算金属层台阶覆盖百分比时，不应将阻挡层/附着层的厚度记入主要导电层的厚度中。因此，主要导电层应满足台阶覆盖百分比。

3.5.1.2.2 作为导体的阻挡层/附着层

如果至少有 10%的电流按设计应由该层传导，且该层参与电流密度的计算，则应将阻挡层/附着层看作导体(考虑其层厚和相对电导率)。在这一情况下，阻挡层/附着层以及主要导电层均应分别满足所有台阶覆盖要求。按 3.5 要求检查样品，采用 3.7.1 确定的接收/拒收判据。可采用 SEM 或光学显微镜检查阻挡层/附着层。检查方法可采用下述两种。

3.5.1.2.2.1 腐蚀检查程序

包括采用合适的腐蚀剂，通过选择性腐蚀方式，每次只腐蚀掉一种金属层。经过逐层腐蚀，可实现对每一层的检查。一般情况是按顺序逐层去除一种金属层，暴露出其下面的一种金属层供检查。如果要求只逐层剥除一个芯片区域内的金属层是不可能的，这时应将晶圆区域或片子上该芯片附近一些芯片区域内的金属层一起剥除，以满足将每种金属层逐层剥除，并作检查的要求。

3.5.1.2.2.2 在线检查程序

在完成每一种金属的淀积和腐蚀操作后立即按规定的接收/拒收判据检查晶圆。

3.5.2 钝化层台阶

按 3.5.1.1 和表 2 的要求检查所有类型钝化层台阶处的金属化层。

3.6 接收要求

3.6.1 确定单晶圆接收与否时

只有当一个晶圆的所有取样区或子样芯片都是可接收时，才能判断该晶圆上的金属化层是可以接收

标准搜搜网 bzsoso.com

的。

3.6.2 确定晶圆批接收与否时

只有当全部子样晶圆中的所有取样区域或子样芯片都是可以接收时，才能判定该批晶圆是可以接收的。如果按本条要求检查结果为批拒收，可对该批中的晶圆再逐片检查，并按 3.6.1 要求决定单个晶圆的接收与否。

3.7 接收/拒收判据

拒收芯片应基于与批量生产工艺有关的缺陷，而不应根据随机缺陷(如刻伤、金属层涂污、工具压痕等)。当随机缺陷掩盖了待检查的细节特征时，应在该被查芯片的附近选择另外的芯片继续检查。图6～图 22 显示了典型的缺陷。

3.7.1 一般金属层

表现出的任何一种金属化层附着不良均应拒收。任一种缺陷(见图 18 和图 20)，例如空洞、裂纹、分隔、凹陷、凹槽、隧道或这些缺陷的组合，使金属条的横截面积减少了 50%以上，应为“不接收”。下面给出两种特定情况的一般金属化层检查判据。

3.7.1.1 导电金属条

在检查其他金属层导电金属条(不包括接触窗口区)的特定情况下，贯穿整个阻挡层/附着层厚度的缺陷，只要未扩展到金属层的条宽的 50%以上，应接收(见图 22)。

3.7.1.2 接触窗口区的阻挡层

不允许阻挡层中存在有可能引起上层金属层与半导体材料表面相接触的任何一种缺陷。

3.7.1.3 覆盖附着层

对于主要导电层上方的金属层，即使其中的缺陷贯穿该附着层整个厚度，只要该缺陷未扩展到金属条宽度的 50%以上，应接收。

3.7.2 钝化层台阶

如果任何几种缺陷(见图 23)的共同作用或由于金属化层的变薄使主载流方向横截面上金属条的横截面的面积减少了 50%以上，该钝化层台阶上的金属化层不应接收。当 3.7.2.1～3.7.2.3 条件得到满足时，可接收判据为不小于 30%。与主载电流方向不垂直的钝化层台阶处金属层应将其投影到与主载流方向垂直的横截面上，并由此计算出横截面积的减少。在看不到能明显表示有效覆盖的棱边、平缓过渡或斜坡的情况下，应通过物理横截剖面方法或采用测试结构验证台阶覆盖百分比。对几何尺寸不大于 1.5μm 的金属条，只有通过物理横截剖面或测试结构确定的钝化层台阶覆盖结果才是可信的。

3.7.2.1 电流密度

计算的电流密度应小于 $2\times10^5 A/cm^2$。

3.7.2.2 接触尺寸

任一边的接触尺寸或直径应不大于 3μm。

3.7.2.3 金属化层覆盖

接触窗口四边或圆形接触孔周长被金属化层覆盖的部分不应小于 75%(除非设计要求)。

3.7.2.4 不应拒收的横截面积

如果下述两个条件同时满足，即使特定方向边剖面上金属化层横截面小于 50%(在满足 3.7.2.1～3.7.2.3 的情况下为 30%)，也不应拒收。

3.7.2.4.1 条件 1

若能确认，缺少金属层的方向边剖面并不在主载流方向边上。可通过下述方法作出这种确认：扫描芯片上所有其余的同一类型钝化层台阶，或查阅由承制方提供的表示金属互连关系的拓扑图。

3.7.2.4.2 条件 2

只是确定单个晶圆的接收与否。

3.7.2.5 不应拒收的未被金属化层覆盖的方向边

标准图网 bzsoso.com

钝化层台阶接收的条件是：所有方向边都应覆盖有金属化层并满足 3.7.2.4 的接收条件(除非按设计要求的除外)。即使出现有某一类型钝化层台阶的一个方向边剖面上未覆盖有金属化层的情况，如果下述两个条件均得到满足，则不应拒收。

3.7.2.5.1 条件 1

若能确认，缺少金属层的方向边剖面并不在主载流方向边上。可通过下述方法作出这种确认：扫描芯片上所有其余的同一类型钝化层台阶，或是查阅由承制方提供的表示金属互连关系的拓扑图。

3.7.2.5.2 条件 2

代表该批的取样晶圆上，没有一个其他样品在主要载流方向边上存在缺少金属层的方向边剖面。

注：如果 3.7.2.5.1 和 3.7.2.5.2 的条件都同时得到满足，则可用于确定晶圆批的接收与否。如果仅满足 3.7.2.5.1 的条件，只能用于决定单个晶圆的接收与否。

3.7.3 潜在拒收的验证

若承制方愿意，应允许提交样品或呈现同一拒收模式的邻近位置样品作验证试验，下面给出几个合适的验证试验事例。

3.7.3.1 横截剖面

用解理或研磨方法将经钝化的样品待查部位切开做剖面，然后可对样品作腐蚀，去除检查面(即近似与芯片表面相垂直的面)上的互连金属层。如果表面电荷不是关键问题，并能获得合适的分辨率和信噪比，在样品表面可不加敷层进行检查。若要给样品表面加敷层，应采用气相淀积或溅射的方法形成合适的导电材料薄膜(例如 10nm 的金层)。应控制敷层淀积过程，使敷层形成过程中不会引入多余物。样品经准备处理(见 3.3)后，作 SEM 检查，包括检查互连金属化层的厚度、钝化层台阶覆盖百分比或其他有关参数。

注：这一横截剖面技术对发丝状裂纹得不出确切结论，因为它们不能被钝化材料适当填充。

3.7.3.1.1 尺寸误差

在作横截剖面时应小心，使其靠近接触窗口的中心，以避免因接触窗口变圆引起尺寸误差。

3.7.3.2 表面腐蚀

对未作玻璃钝化的样品表面进行化学腐蚀，以已知的受控速率腐蚀芯片表面的互连金属层。当要求的金属层厚度被腐蚀掉后，停止腐蚀，然后作样品准备(见 3.3)，用 SEM 检查钝化层台阶/接触窗口界面处的剩余金属层。应对样品拍照，帮助确定接收与否。

3.7.3.3 拓扑整体图

以方向边为中心拍得一组照片，在合适的图纸上按比例绘制最坏情况横截面积剖面，并将其组合成整体横截面积剖面拓扑图。这一技术对评价不平整表面上的金属化层是很有用的。

3.8 样品文件要求

对每批样品中受检金属化层中的每一层应至少拍摄三张照片，并在检查后至少保存五年。其中两张照片反应最坏的钝化层台阶情况，第三张照片反应一般金属层中的最坏情况。如果某张照片上在所观察的范围出现了一种明显缺陷，就应另外再拍摄一张照片来确定该明显缺陷的程度(见表 1)。

注：其他形式的图像存贮方法也可采用(例如：录像磁盘或录像带)，但应首先得到鉴定机构的认可。

3.8.1 要求的资料

每张照片都应附有下述信息：

a) SEM 照片的日期；
b) 器件或电路识别(型号或器件号)；
c) 照片范围；
d) 电子束加速电压；
e) 放大倍数；
f) 承制方；

标准搜搜网 bzsoso.com

g) 生产批号识别；

h) 计算/测试的台阶覆盖百分比的记录；

i) SEM 操作员或检查员的识别号；

j) 观察角度。

3.9 已受检查样品的处置

SEM样品和邻近的芯片不应作为正规产品发货，除非能证明其满足非破坏性的SEM条件和要求(见3.10)。为了说明其非破坏性，应向鉴定机构提交合适的寿命试验数据(见 3.11)以证明试验的非破坏性(如：辐射加固退化—RHD)，并应得到认可。此外还必须满足 3.10 和 3.11 规定的所有条件。

3.10 非破坏性 SEM 条件

作为非破坏性的 SEM，应满足下述条件。

3.10.1 设备条件

a) 加速电压在 0.5kV～2.0kV 范围内；

b) 吸收的样品电流(用法拉第杯测量时)小于 50pA；

c) 晶圆上每一试验位置的总扫描时间不超过 10min；

d) 在 3.10.1a)规定的加速电压下作金属层检查时，分辨率应满足第 2 章的要求。当用于其他在线非破坏性 SEM 检查时(例如：光刻胶、关键尺寸(CD)检查等)，分辨率应足以能清晰地验证所作的测试。

3.10.2 晶圆条件

a) 晶圆批应满足方法 5007 中表 1 中规定的热稳定性标准；

b) 在作 SEM 检查的工作区应每周监测一次环境中尘埃粒子数允许的粒子数范围应小于或等同于对晶圆生产区的规定；

c) 晶圆应进行清洗且没有任何表面涂层。

3.11 确认非破坏 SEM 需要的数据

应在实施 3.11.1～3.11.3 中详细规定的程序后向鉴定机构提交有关数据，以证明试验方法满足 GJB 597A 中 4.3.2.2 规定的非破坏性要求。

3.11.1 样品条件

按下述条件处理足够量的器件，以准备一定量的寿命试验样品。每组样品应满足样品数(接收数)为45(0)的方案。

a) 样品 A 在最坏 SEM 工作条件(即：加速电压、吸收样品电流、倾角)下，按常规 SEM 金属化检查程序检查 10min±1min；

b) 样品 B 在最坏 SEM 工作条件下按常规 SEM 金属化层检查程序作 30min±1min 的检查；

c) 样品 C (由承制方自行决定采用与否)不进行 SEM 检查，只作对比控制用。

3.11.2 程序

各组试验样品应经受所有的常规筛选试验，完成老炼后的电测试，然后给试验样品编号，完成3.11.2a)～3.11.2d)各步。

a) 按数据格式记录所有 25℃直流参数的变化量，记录所有其他 A 组电测试参数特征数据和详细规范或图纸中规定的条件及规定值范围(即全部 A 组参数，而不仅只是规定的寿命试验终点参数)。

b) 使试验样品，包括对比控制用的一组样品(适用时)进行方法 1005 规定条件的试验。试验条件为至少 125℃、1630h 或等效的其他试验条件(130℃下 1135h，135℃下 800h，140℃下 565h，145℃下 405h，150℃下 295h、155℃下 215h，160℃下 155h，165℃下 115h，170℃下 85h，175℃下 65h)，按试验条件 C 在加偏置的情况下冷却。

c) 重复 3.11.2a)，作寿命试验后的终点测试。

标准搜搜网 bzsoso.com

d) 对每个样品向鉴定机构提交一组试验结果，包括寿命试验前和寿命试验后终点参数测试的参数变化量及特征数据、参数变化量的平均值和标准偏差分析及不满足 A 组试验参数要求的器件情况。

3.11.3 SEM 非破坏性的确认判据

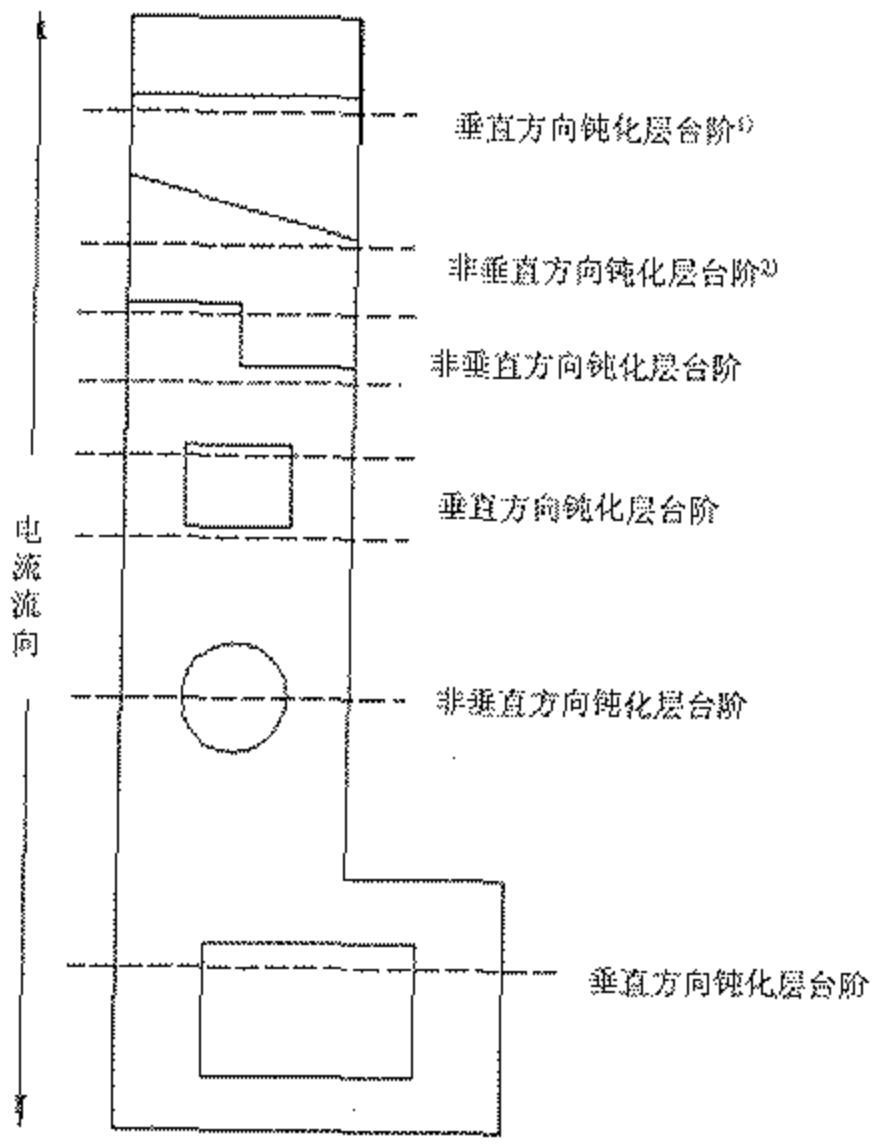
如果样品 A 通过了规定时间的 SEM 检查，样品 B 通过了该样品规定时间(3.11.1b))的 SEM 检查，并都通过了寿命试验，而且满足所有详细规范或图纸中关于参数、条件和参数范围的要求(或有规定时的 Δ 参数要求)，则 SEM 检查程序应被确认为对样品器件代表的工艺流程及同一工艺流程的其他器件是非破坏性的。经鉴定机构批准，SEM 非破坏性验证可通过对代表工艺流程的合适工艺监测结构或标准评价电路(SEC)的试验进行。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 若订购单位有要求时，规定采用确定每片晶圆接收与否的方法；

b) 如不按 3.8 的规定，则应给出对照片文件的要求(数量和种类)。



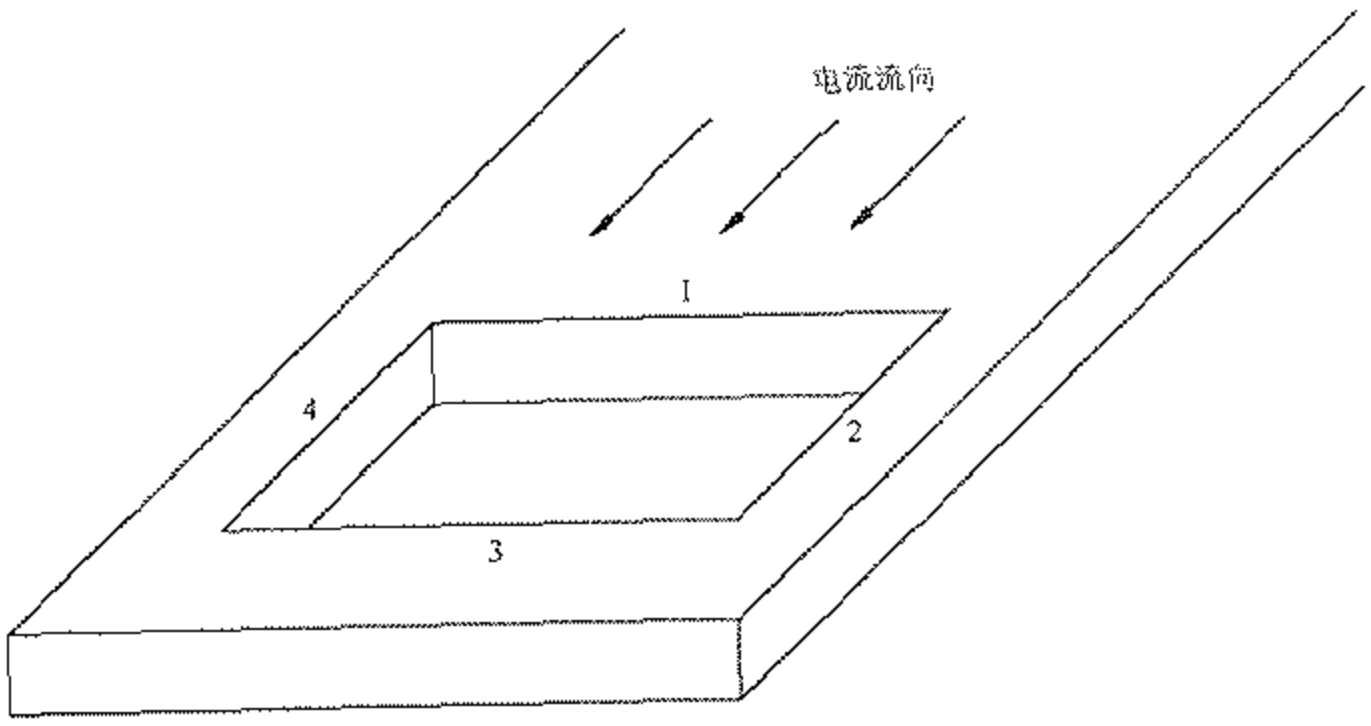
注 1：采用横截面的概念有双重目的：为横截面积的计算提供一种方便而统一的方法；用于保证不平整表面上的金属层横截面积的减少不超过 50%(适用时为 30%)。

注 2：横截面积如图中虚线所示。

注 3：所有不与电流方向垂直的钝化层台阶必须投影至与电流方向垂直的横截面，计算横截面积。

图 1 不同钝化层台阶的横截面

标准搜搜网 bzsoso.com



注：1、2、3 和 4 为方向边；1 是主载流方向边。

图 2　方向边

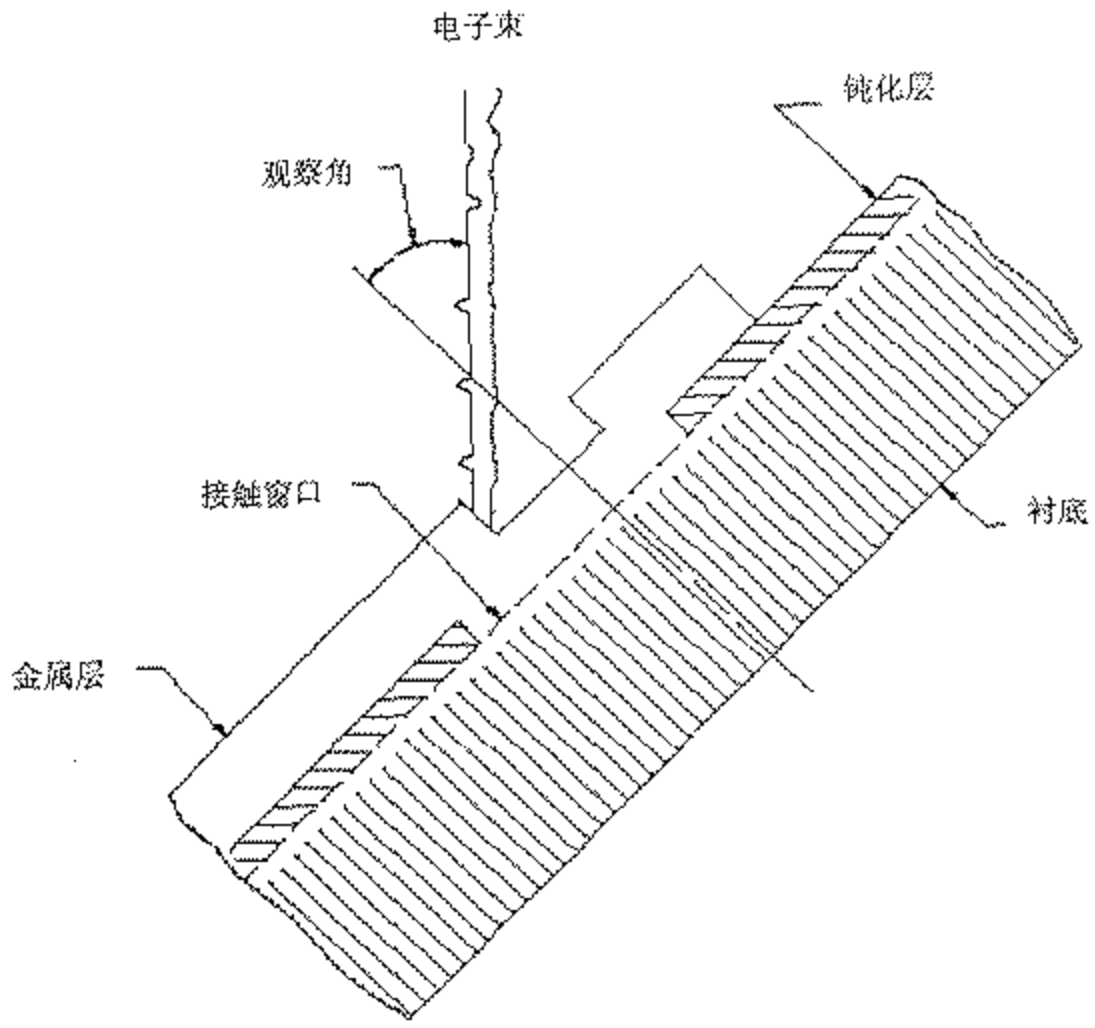
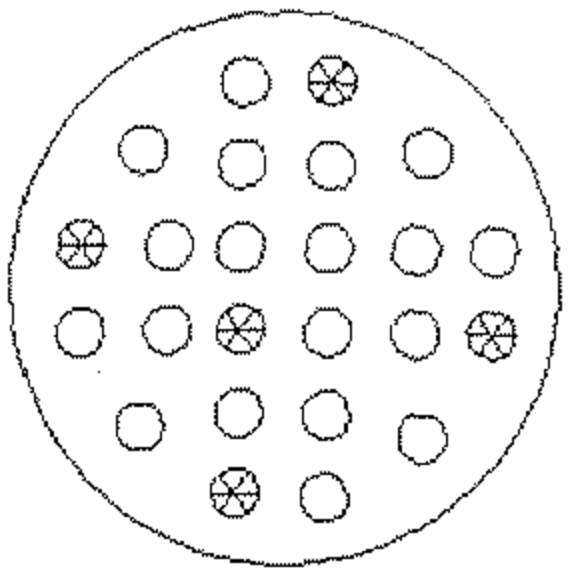
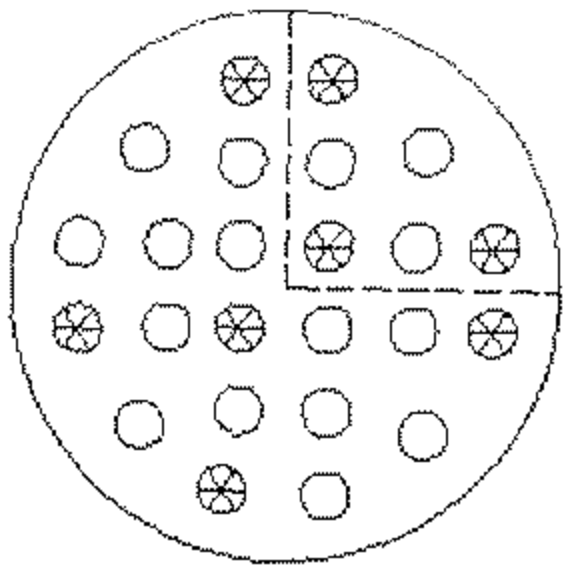


图 3　观察角

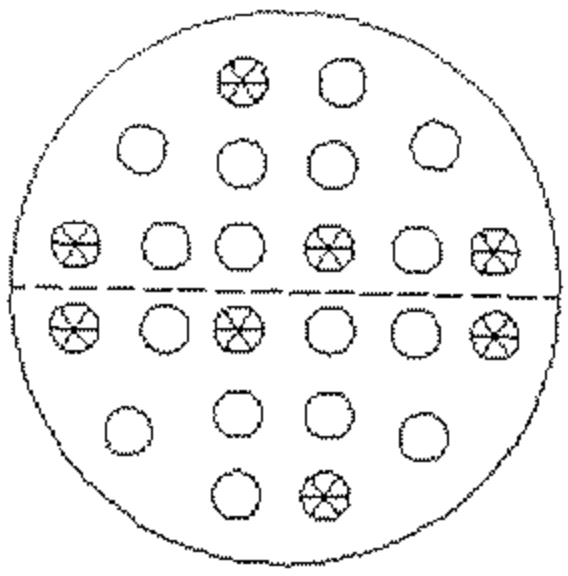
标准搜搜网 bzsoso.com



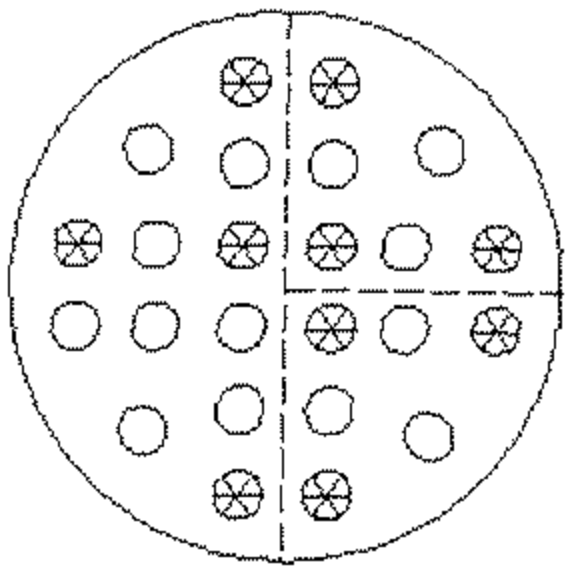
一批晶圆



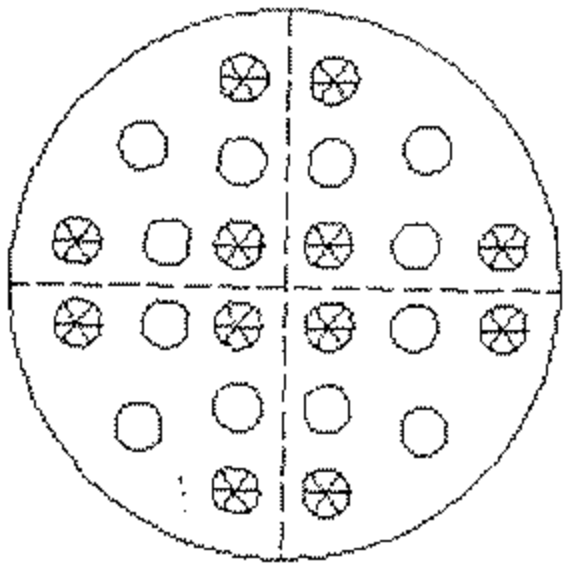
两批晶圆
一批显著大于另一批



两批晶圆
两批大小近似相等

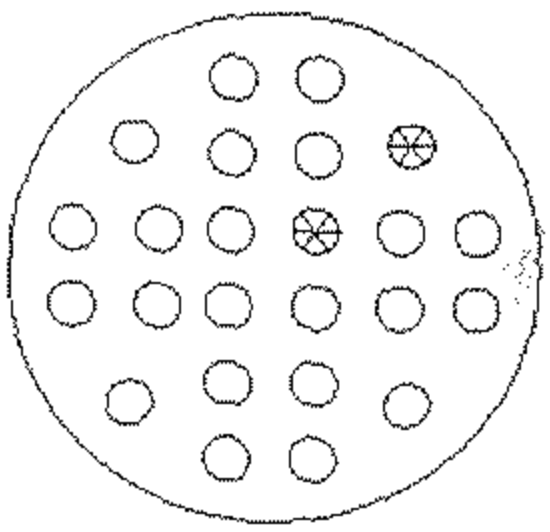


三批晶圆

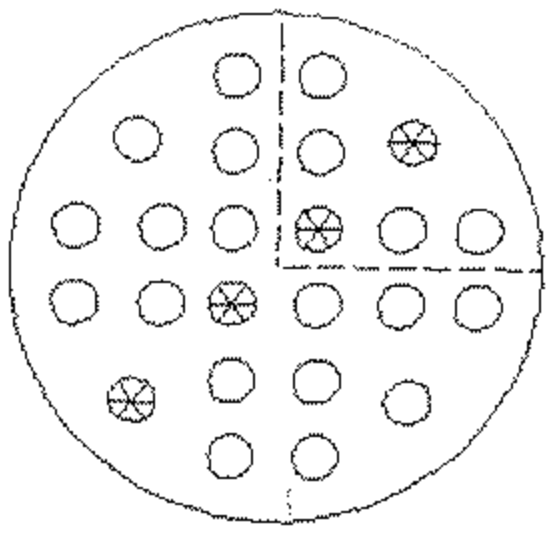


四批晶圆

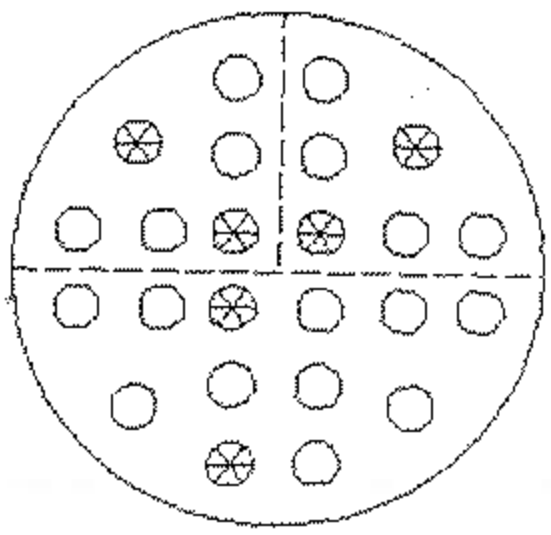
晶圆夹具为稳定系统



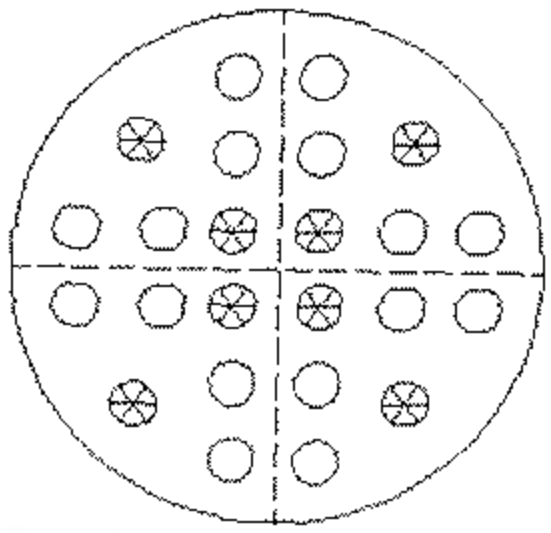
一批晶圆



两批晶圆



三批晶圆



四批晶圆

晶圆夹具为旋转和行星系统

图 4　晶片抽样方法

标准搜搜网 bzsoso.com

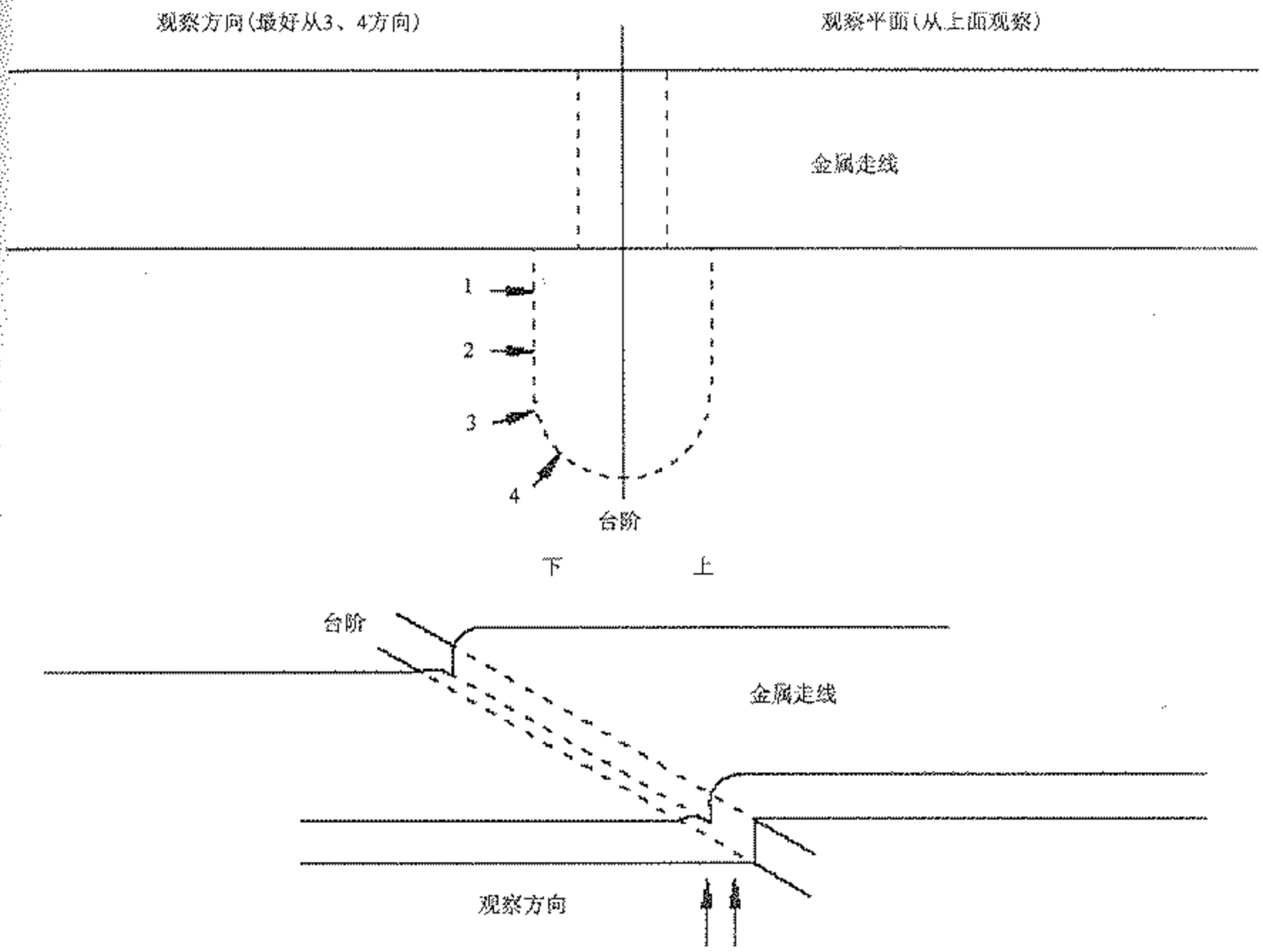


图 5　观察方向

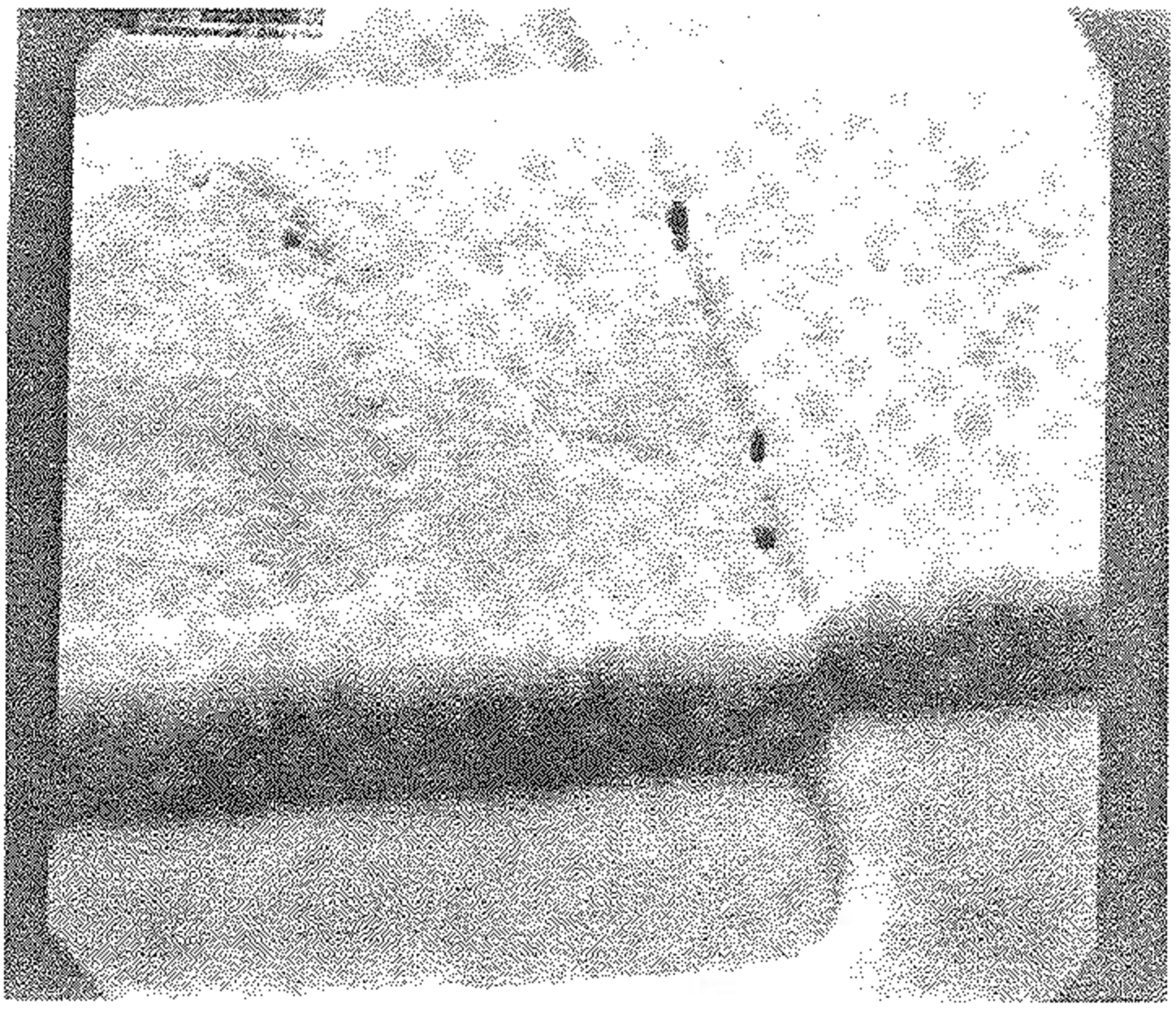


图 6　(3400 倍)钝化层台阶上的空洞(接收)

标准搜搜网 bzsoso.com

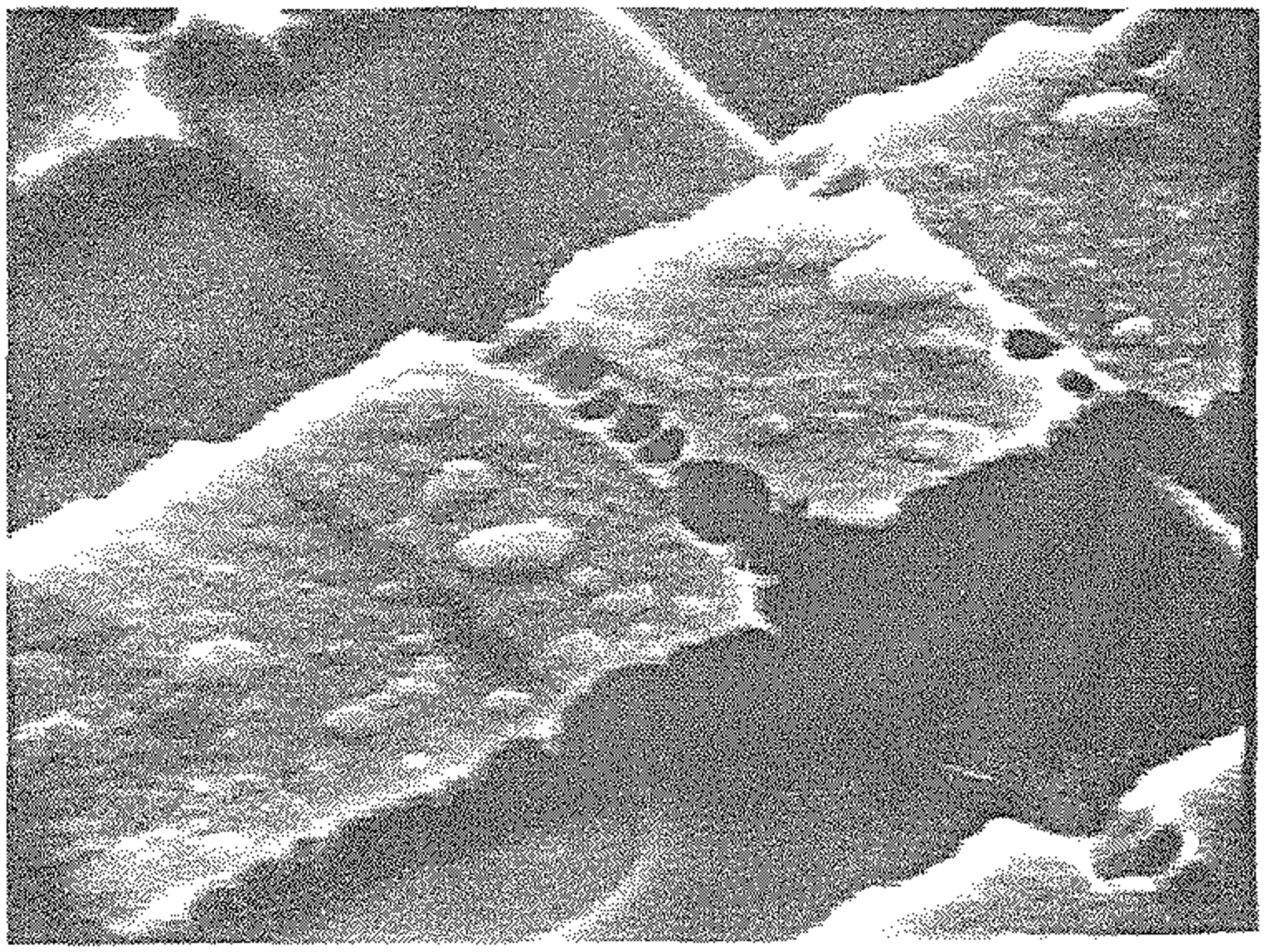
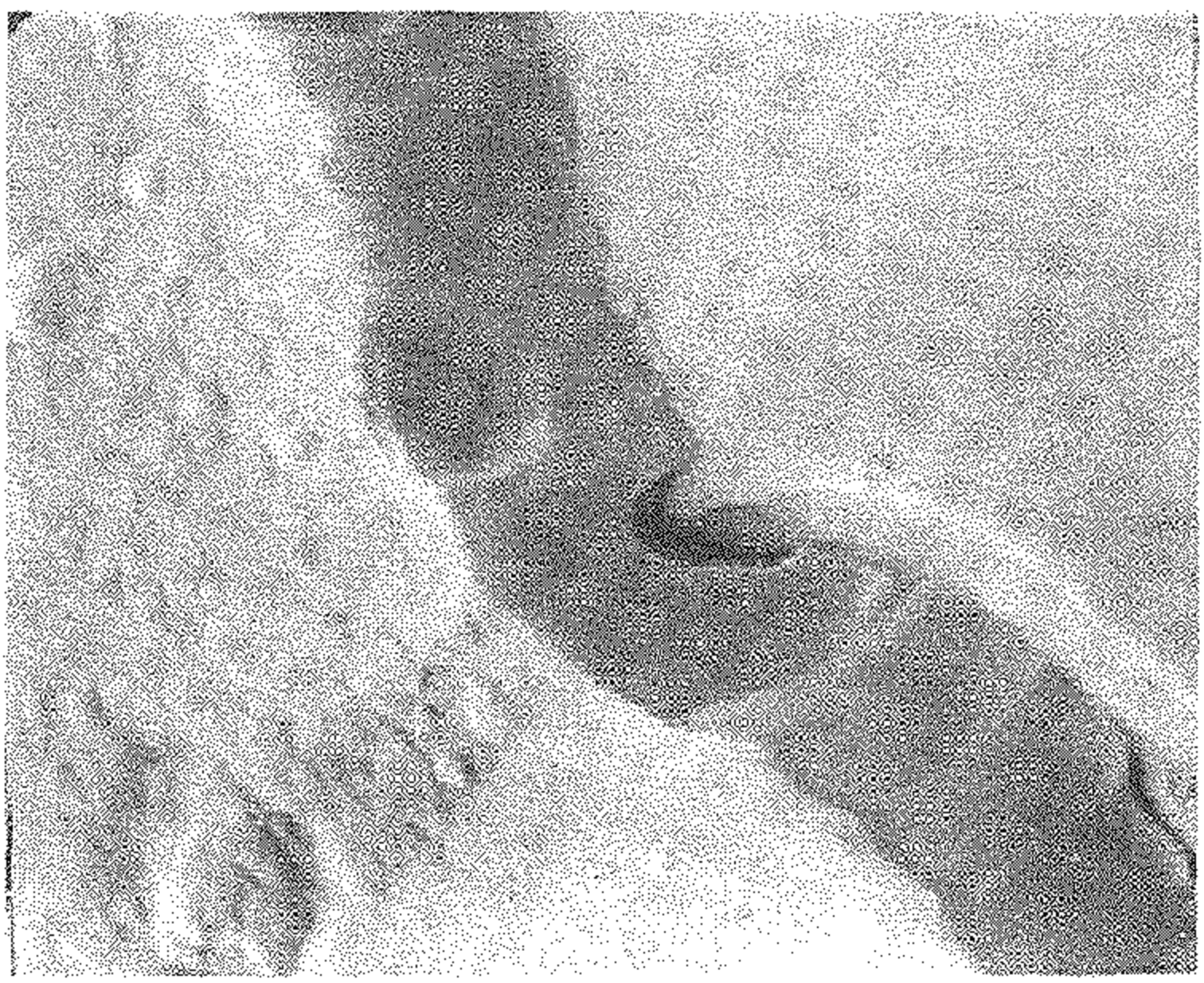


图 7　(5000 倍)钝化层台阶上的空洞(拒收)



注：此时隧道未延伸到金属表面，也未使截面减少 50%以上。

图 8　(10000 倍)钝化层台阶上的隧道/洞(接收)

标准搜搜网 bzsoso.com

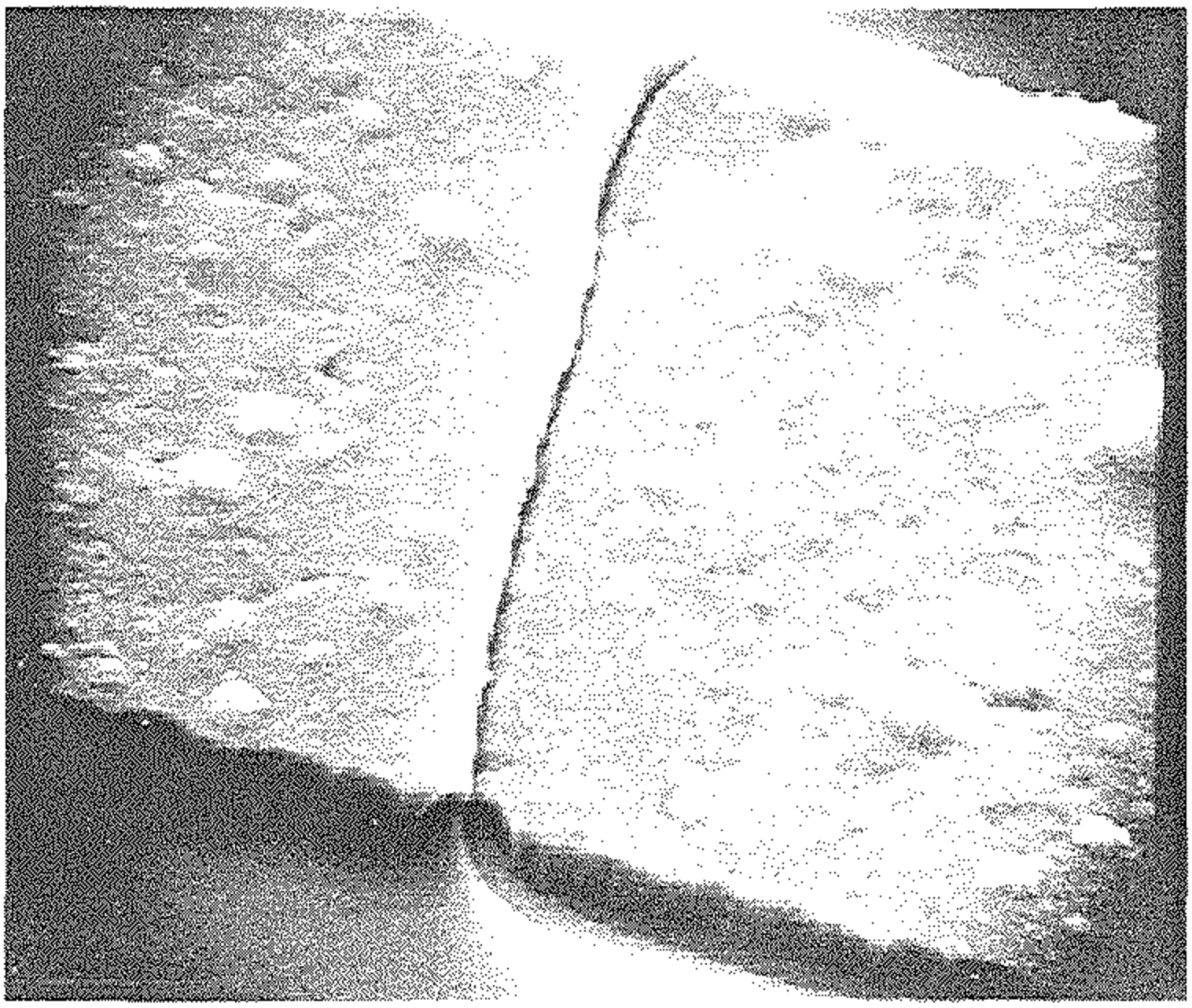


图 9　(5000 倍)钝化层台阶上的隧道/洞(拒收)

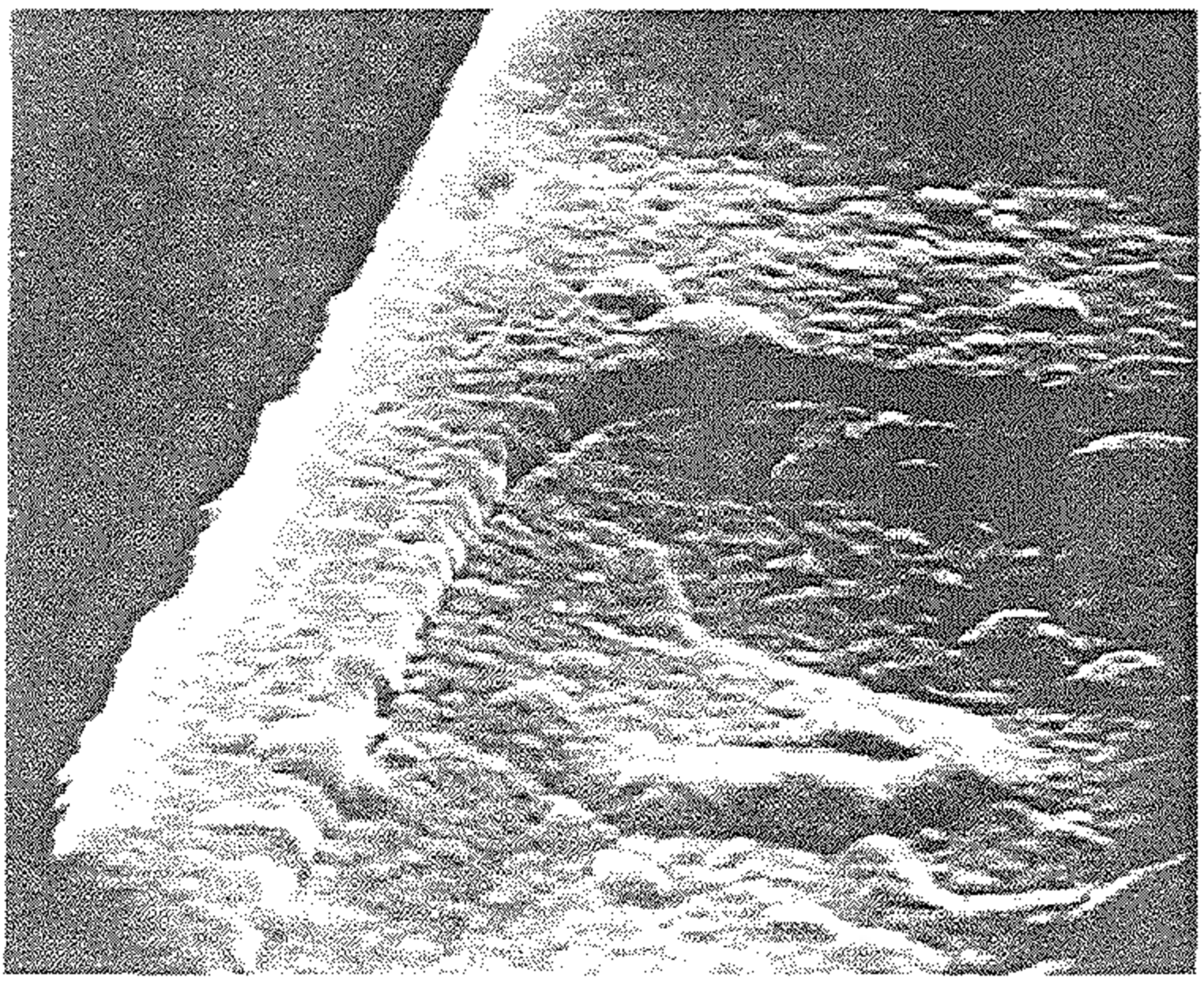


图 10　(10000 倍)钝化层台阶上的金属间隔(基极接触)(拒收)

标准搜搜网 bzsoso.com

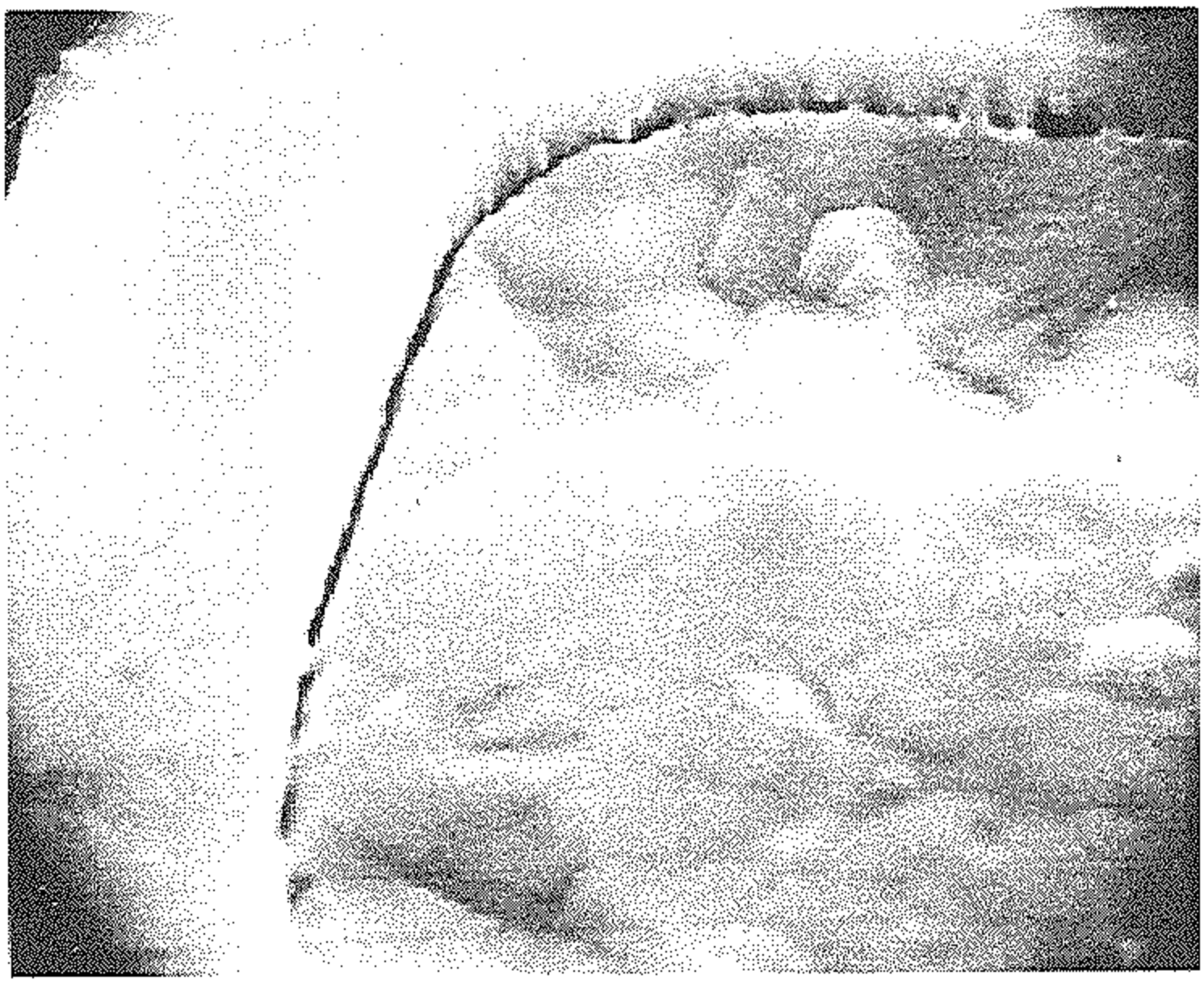


图 11　(7000 倍)钝化层台阶上的金属间隔(基极接触)(拒收)

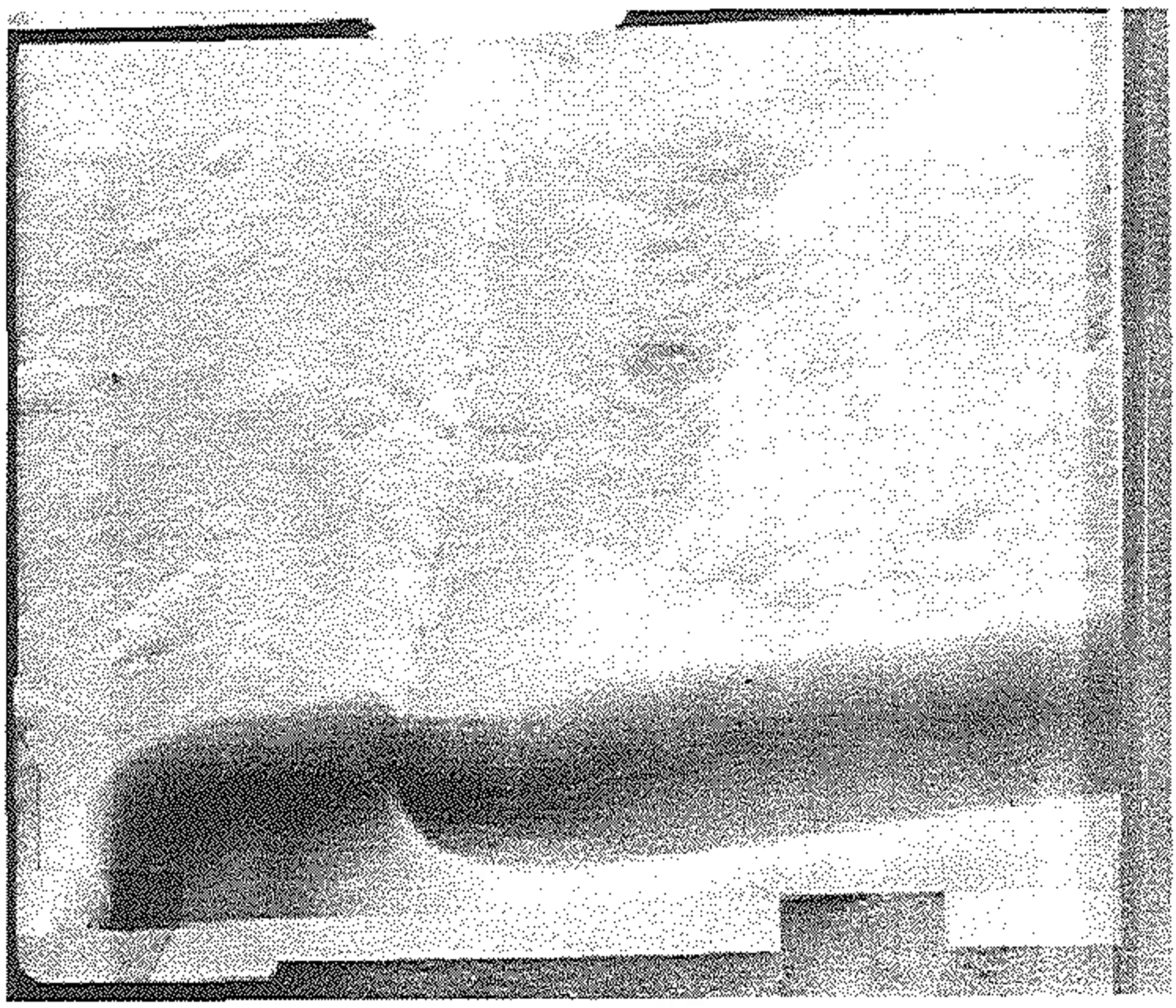


图 12　(6000 倍)钝化层台阶上类似裂纹的缺陷(接收)

标准搜搜网 bzsoso.com

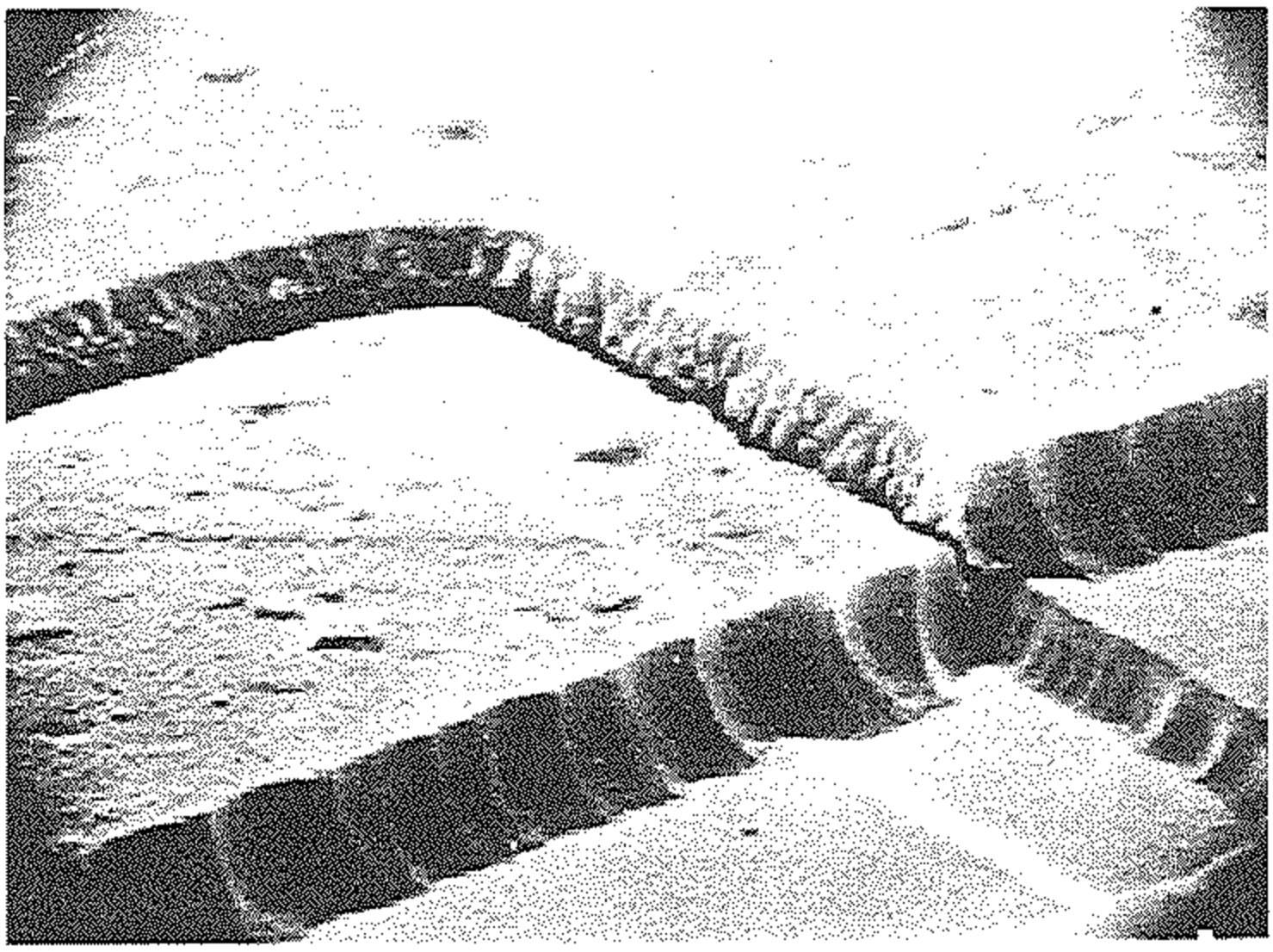


图 13　(6000 倍)钝化层台阶上类似裂纹的缺陷

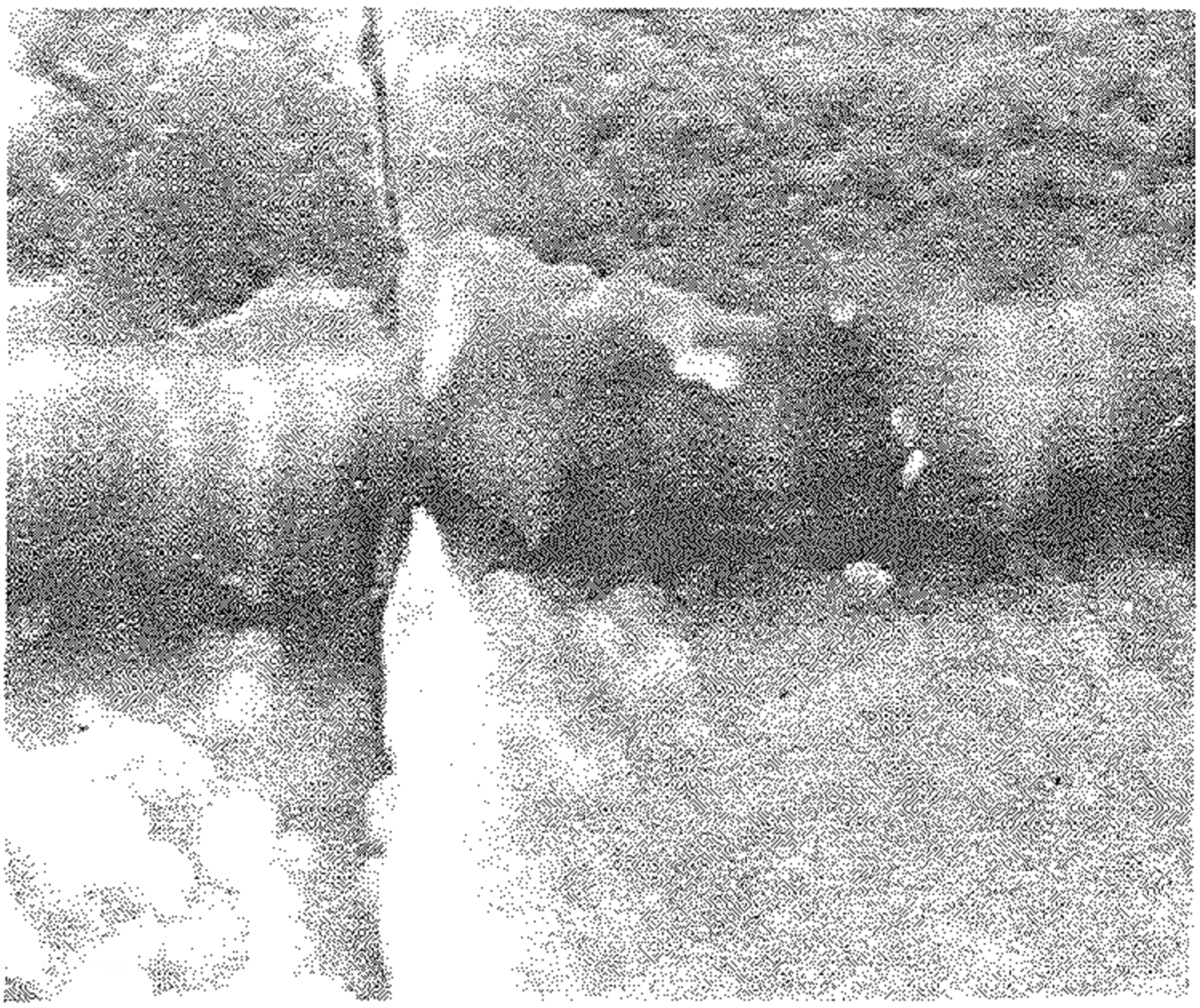


图 14　(7200 倍)钝化层台阶上金属层变薄，但台阶上金属化层的截面积仍大于水平表面处的 50%(多层布线金属)(接收)

标准搜搜网 bzsoso.com

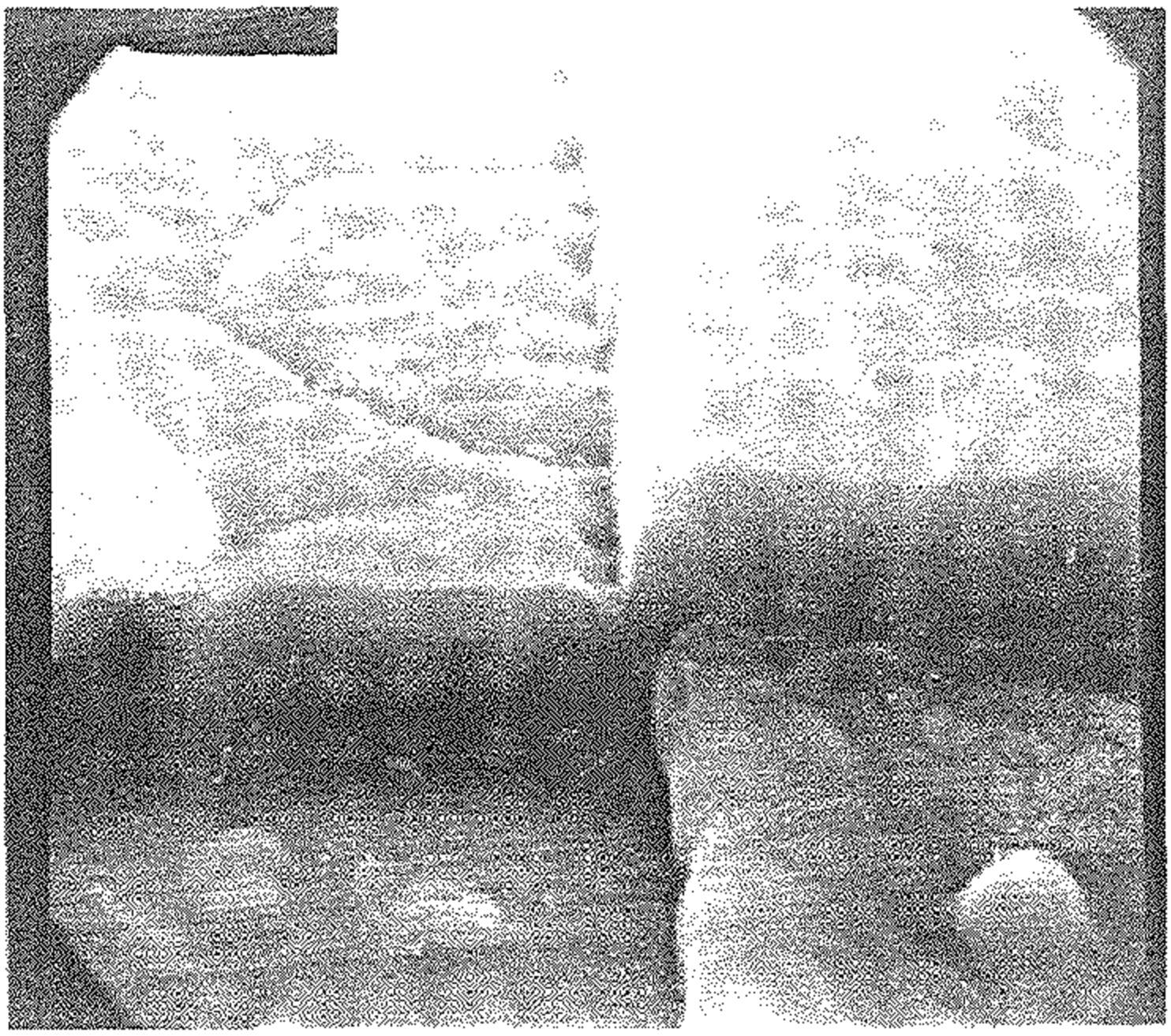


图 15　(7200 倍)钝化层台阶上金属化层变薄，使台阶上金属化层的截面积不到水平表面处的 50%(多层布线金属)(拒收)

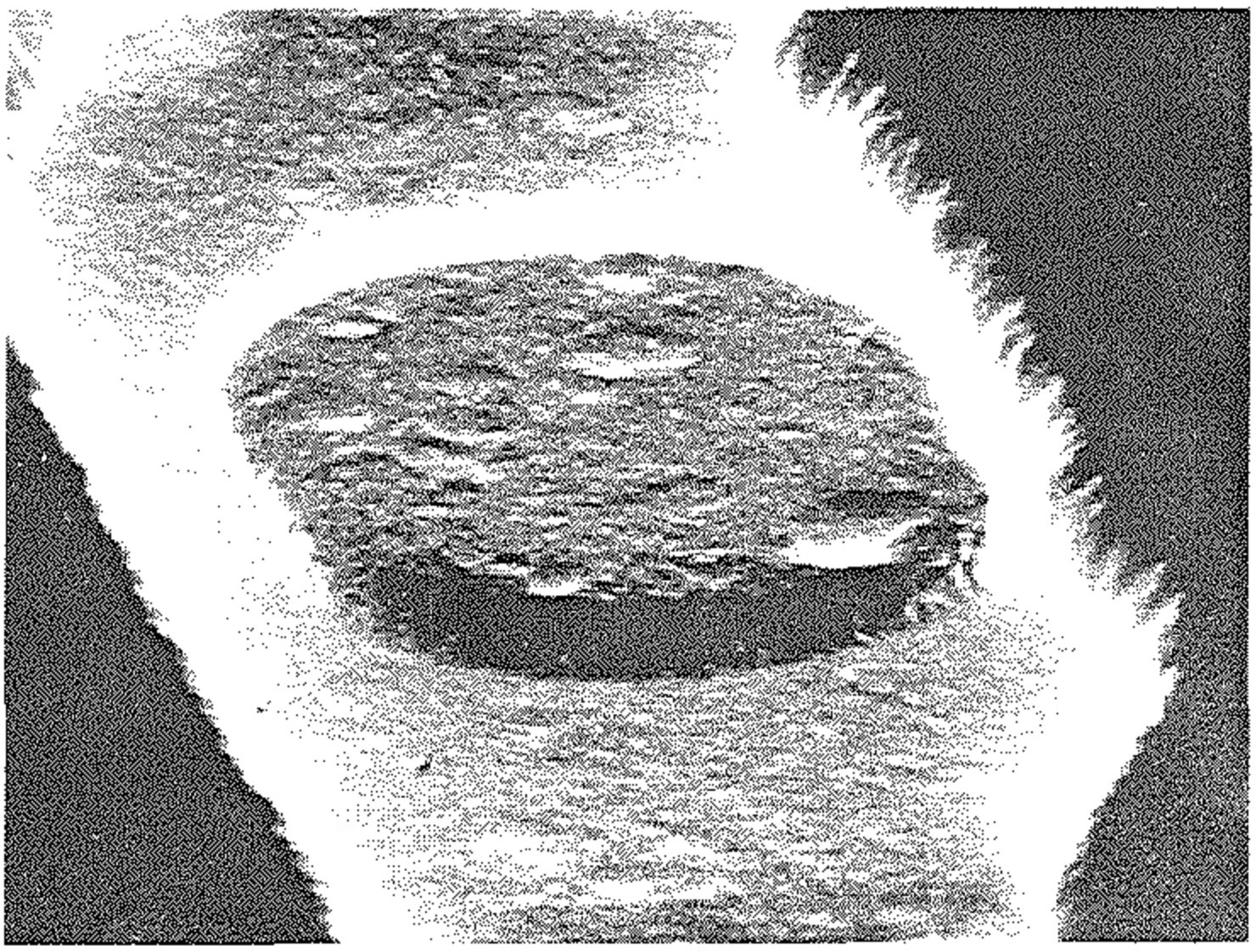


图 16　(6000 倍)陡峭的钝化层台阶(MOS)(接收)

标准搜搜网bzsoso.com

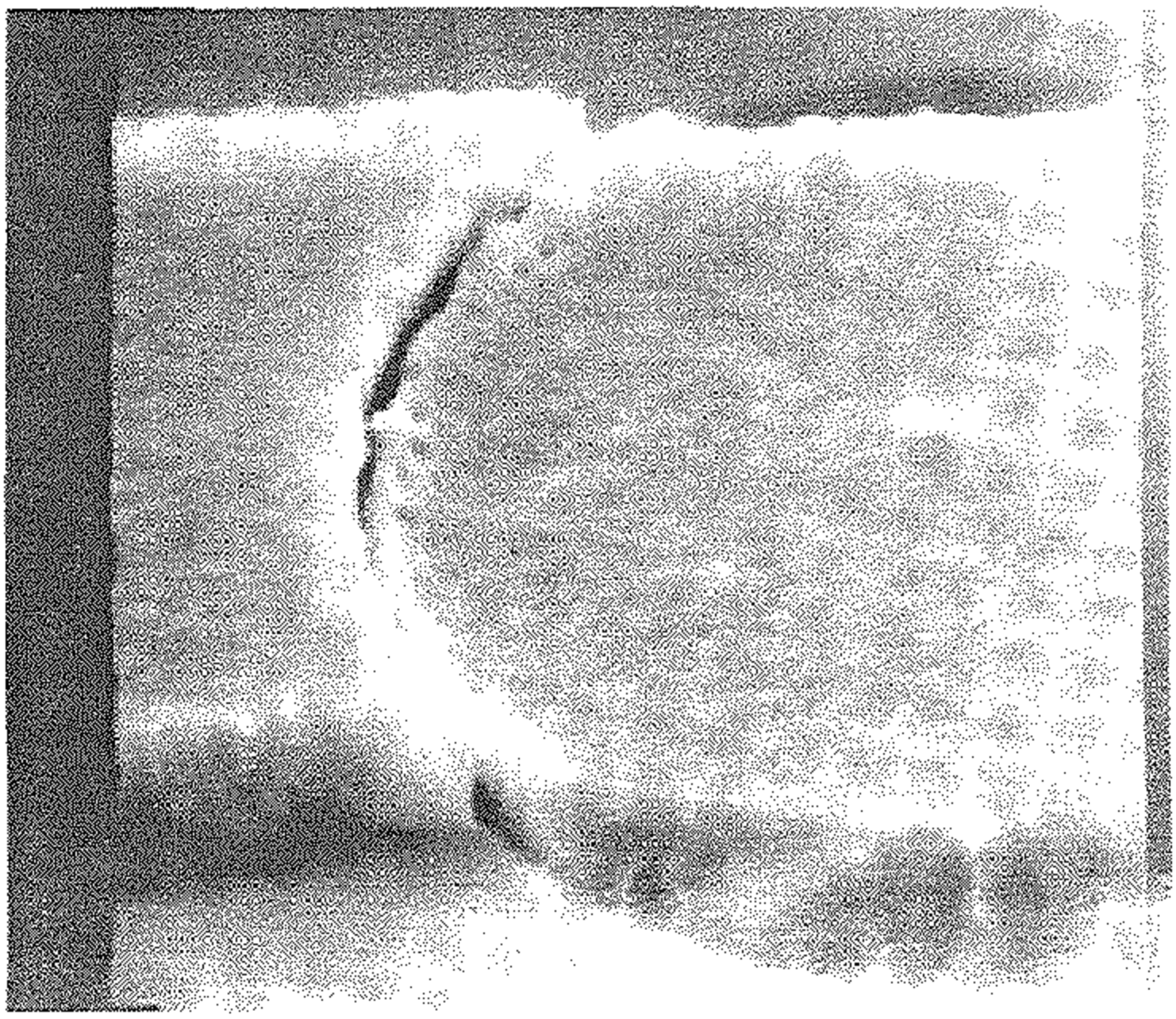


图 17　(9500 倍)陡峭的钝化层台阶(MOS)(拒收)

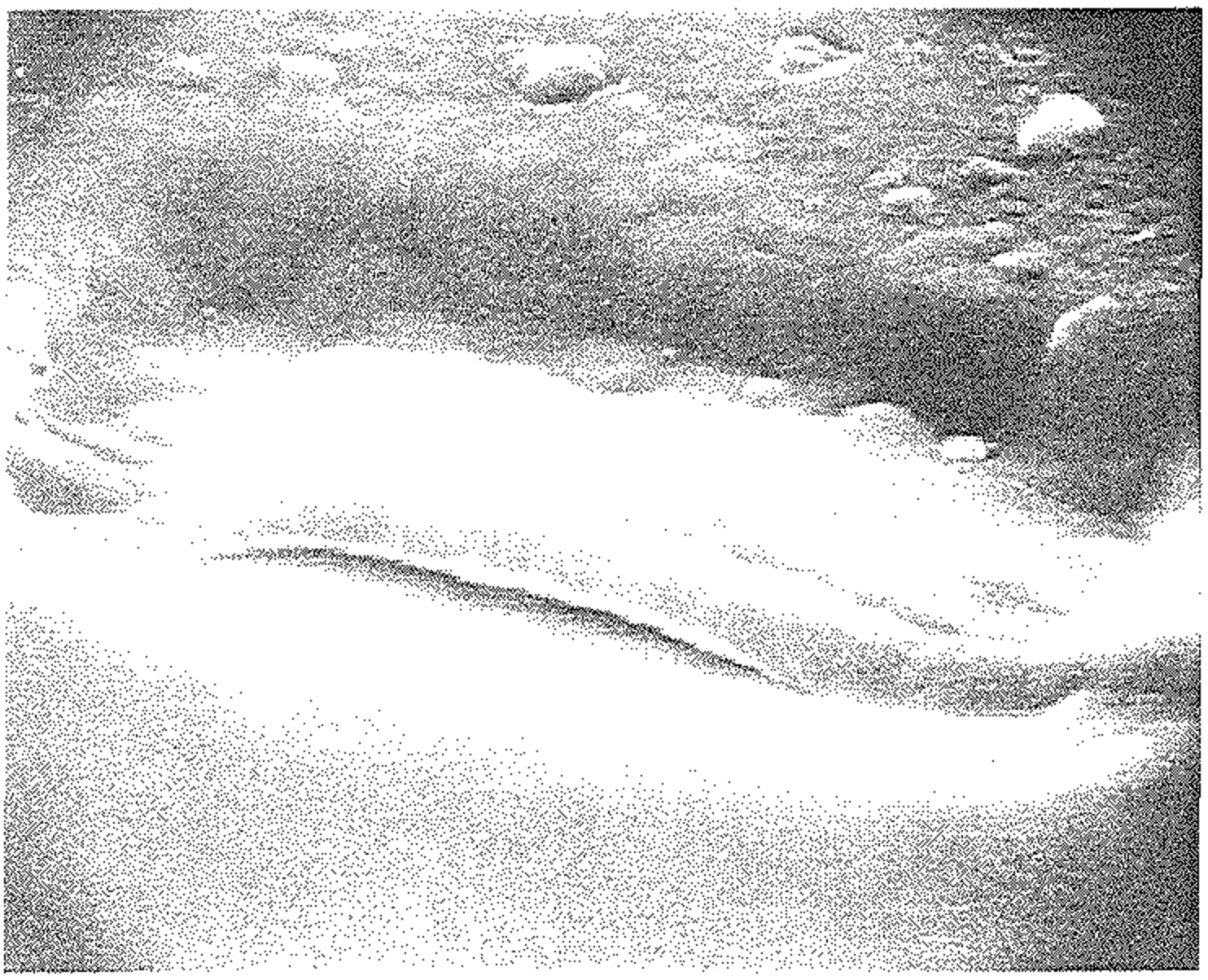


图 18　(5000 倍)在接触窗口区域一般金属化层的剥皮或浮起(拒收)

标准搜搜网 bzsoso.com

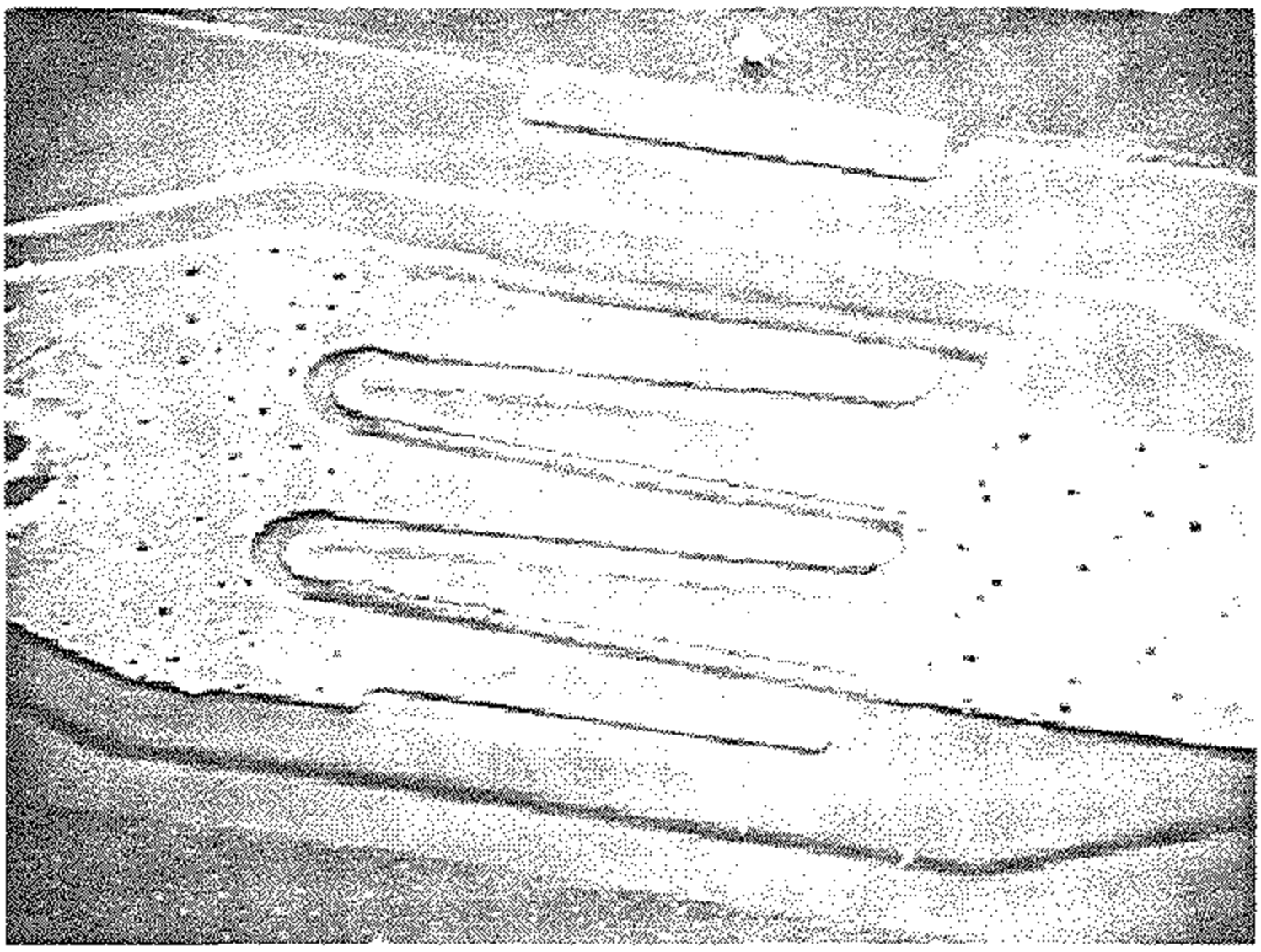


图 19　(10000 倍)一般金属化层中的空洞(接收)

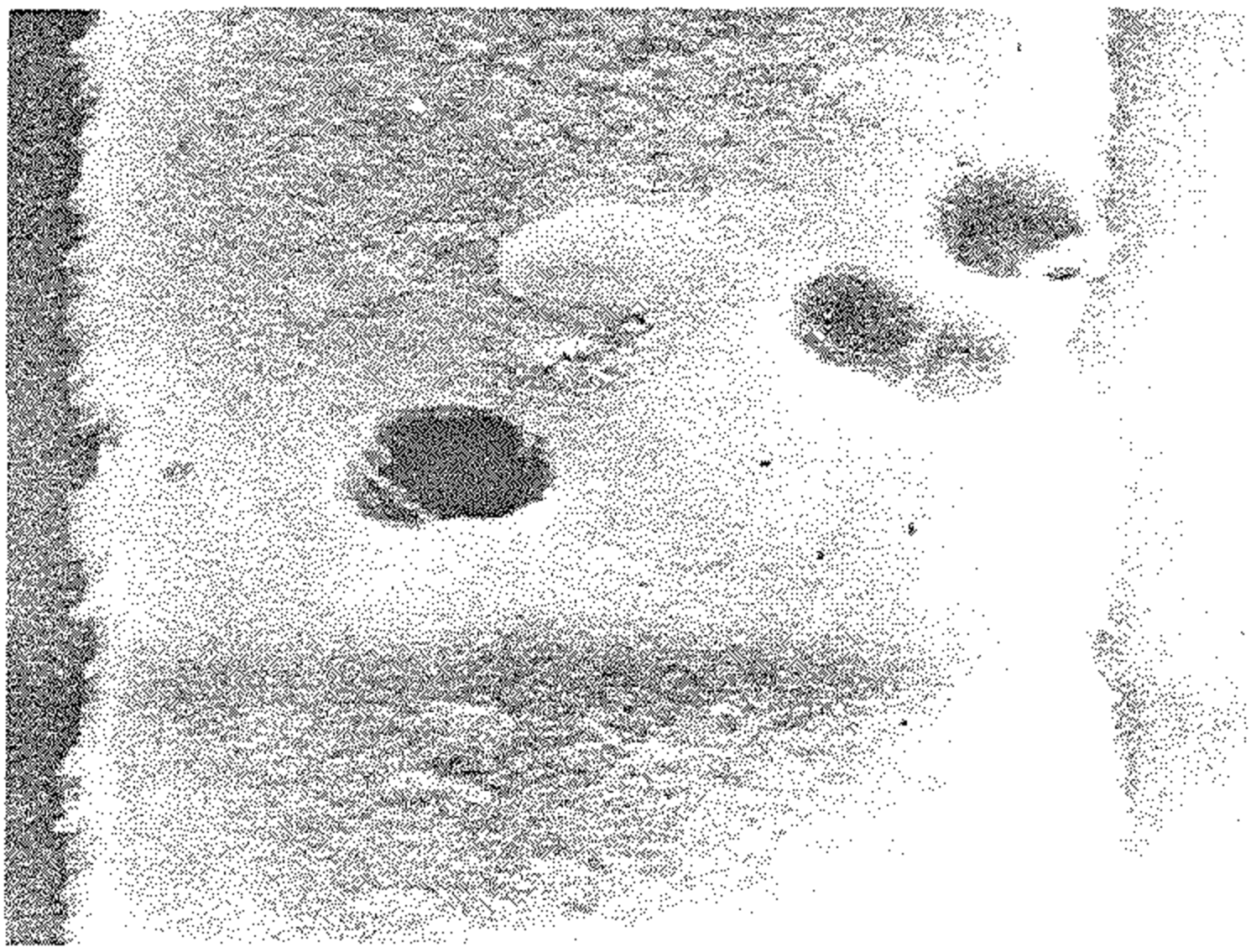


图 20　(5000 倍)一般金属化层中的空洞(拒收)

标准搜搜网 bzsoso.com

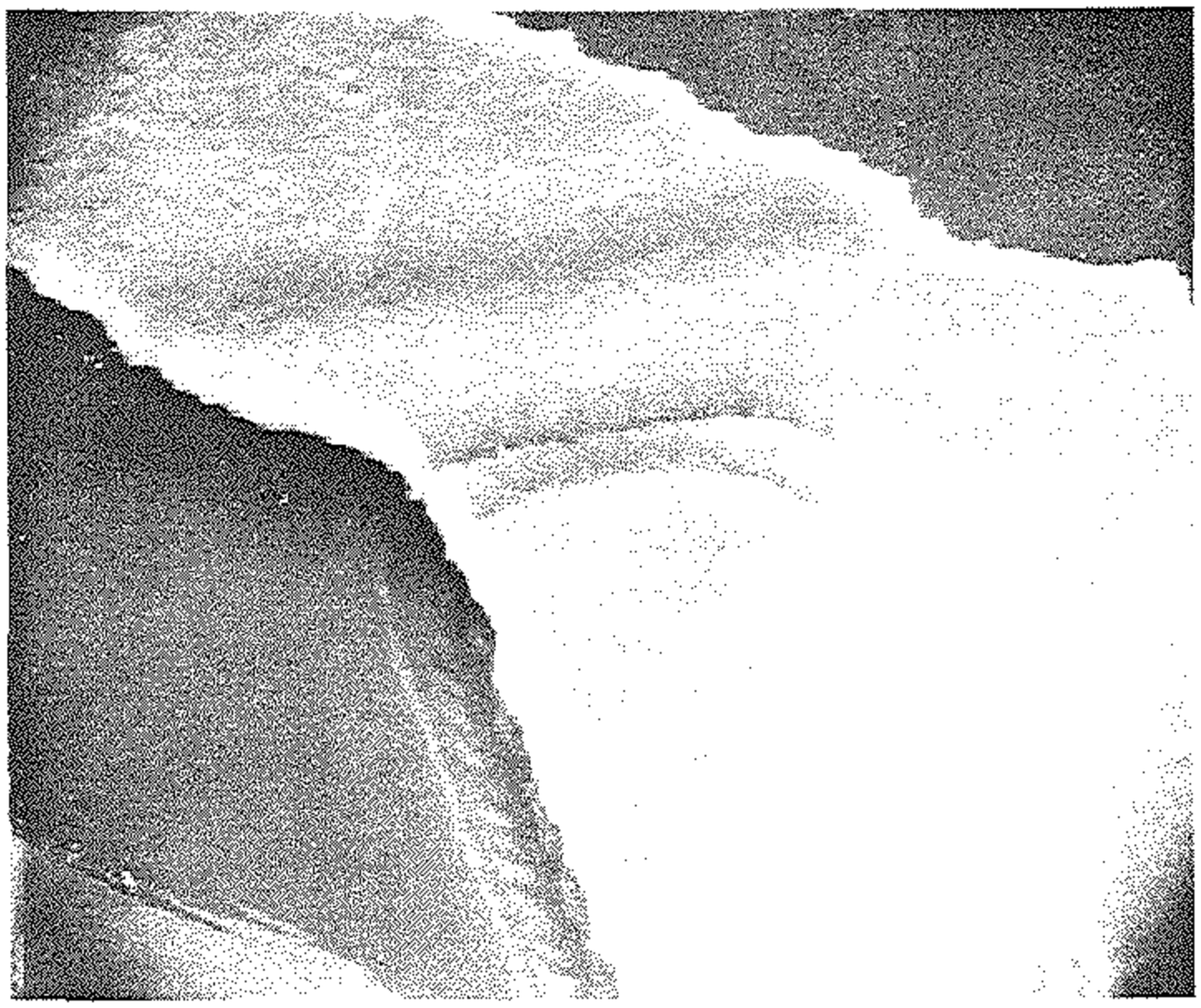


图 21　(5000 倍)钝化层台阶上的过腐蚀/底切型的凹槽(多层金属化系统)(接收)

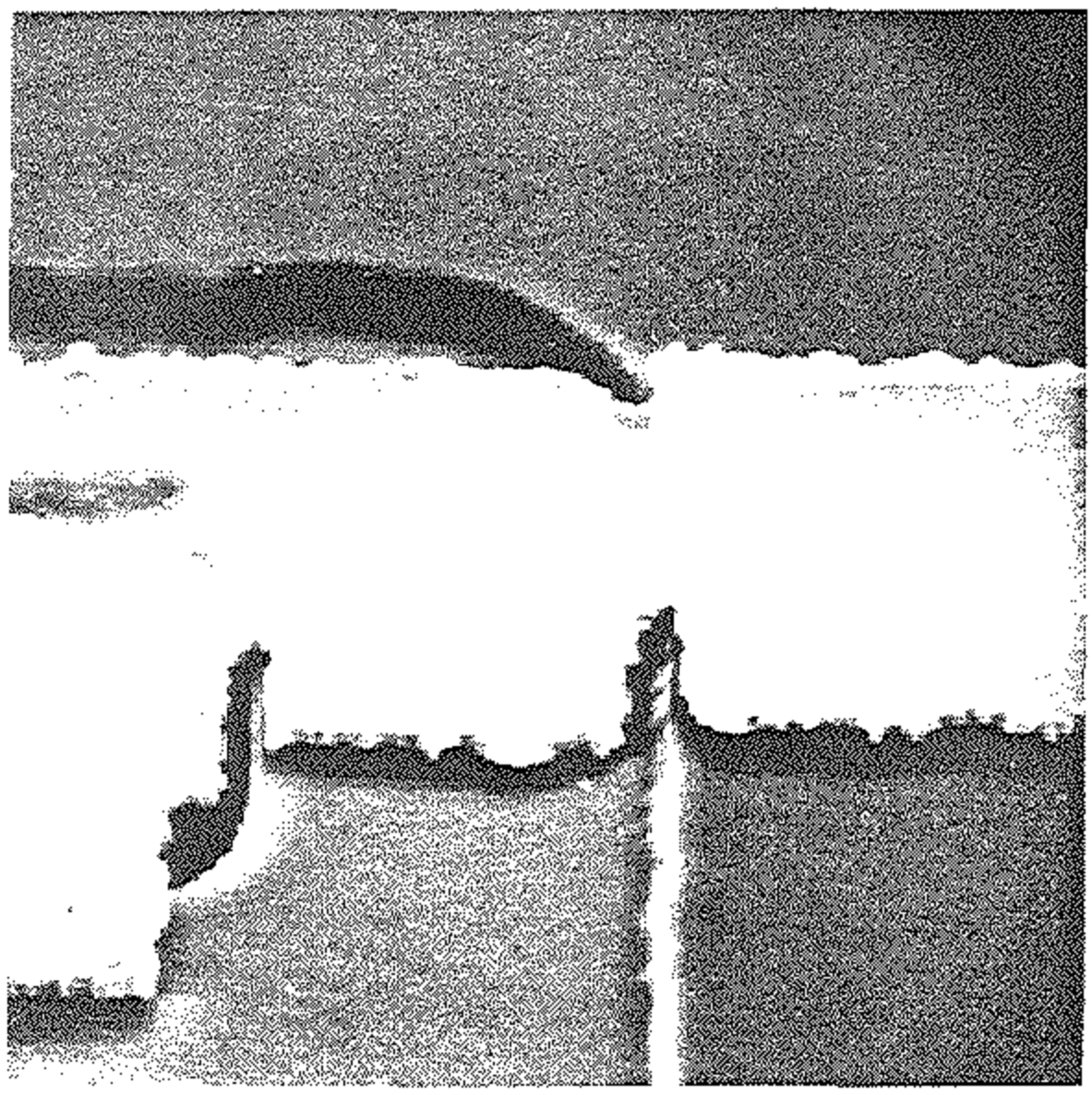
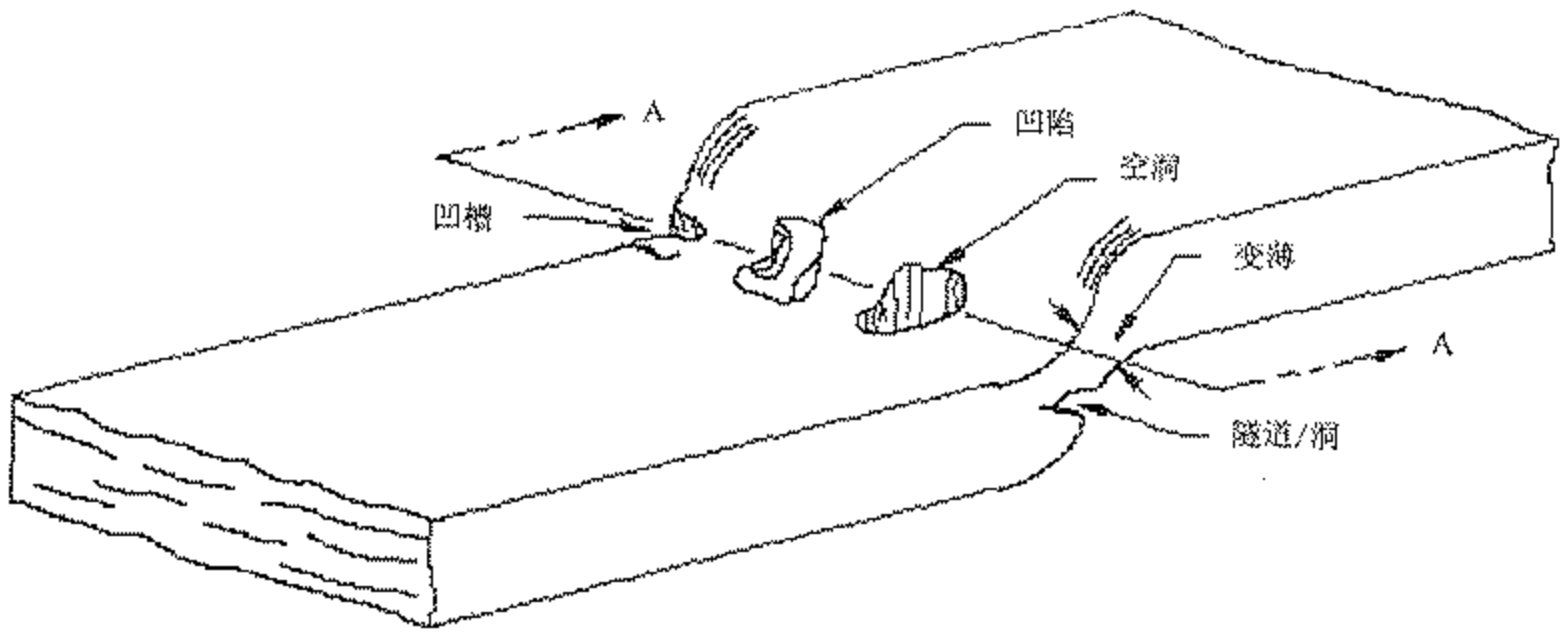
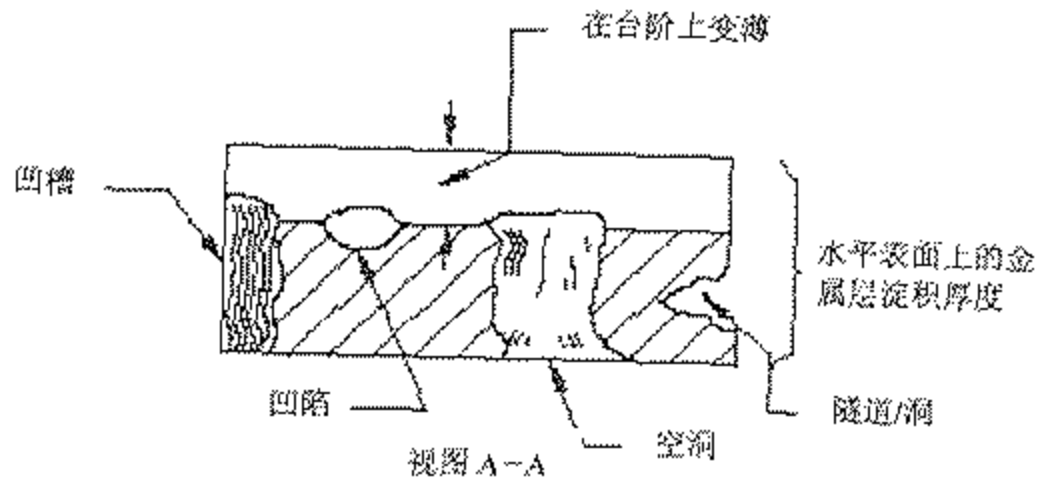


图 22　(5000 倍)钝化层台阶上阻挡层或附着层的过腐蚀/底切型凹槽
(多层金属化系统)(接收)

标准搜搜网 bzsoso.com



钝化层台阶上金属层中的典型缺陷



钝化层台阶上金属层的截面(放大)

图 23　作为接收/拒收准则的金属化层截面积变小的情况[a]

[a] 在台阶上由于缺陷和变薄的综合作用，使金属化层的截面积减少为不到水平表面上淀积的金属化层截面积的50%，应拒收。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2019.2　芯片剪切强度

1 目的

本试验的目的是确定将半导体芯片或表面安装的无源器件安装在管座或其他基板上所使用的材料和工艺步骤的完整性。通过测量对芯片所加力的大小、观察在该力作用下产生的失效类型(如果出现失效)以及残留的芯片附着材料和基板/管座金属层的外形来判定器件是否接收。

2 设备

本试验所需设备是一台能施加负载的仪器，要求其准确度达到满刻度的±5%或 0.5N(取其较大者)；一台用来施加本试验所需力的带有杠杆臂的圆形测力计或线性运动加力仪。试验设备应具有下述能力：

a) 芯片接触工具，能把力均匀地加到芯片的一条棱边(见图 1)。可使用合适的辅助器材(如光滑的爪状物、线带等)，以确保芯片接触工具能将应力均匀地施加到芯片的一条棱边。

b) 保证芯片接触工具与管座或基板上安放芯片的平面垂直。

c) 芯片接触工具与管座/基板夹具具有相对旋转能力，这有利于与芯片边沿线接触，即对芯片加力的工具应从一端到另一端接触芯片的整个边沿(见图 2)。

d) 一台放大倍数至少为 10 倍的双目显微镜，其照明应有利于在试验过程中对芯片与芯片接触工具的界面进行观察。

3 程序

除特殊的器件结构在订购文件中规定试验条件外，应按本规定进行试验。所有的芯片剪切强度试验都应参与统计，并且适用时应遵循规定的抽样、接收或追加样品的规定。

3.1 剪切强度

采用上述设备对芯片施加力，该力应足以能把芯片从固定位置上剪切下来或等于规定的最小剪切强度(见图 4)的两倍(取其第一个出现的值)。

注意：对于无源元件，仅元件末端焊接区与基板焊接，因此用于确定应施加推力的大小只计算元件末端焊接区面积之和。芯片剪切力应施加在无源元件垂直于最长轴线上的方向上。粘接面积应通过测量实际可能的元件粘接区域确定。例如，典型的陶瓷片式电容器是通过其端金属化区域粘接。粘结面积应从一个入射视角，通过测量两端的金属区域来决定。在进行剪切试验之前应将此测量值乘以 2 得到粘结面积。电容体下的非导电性底架材料的面积，不属测量范围，因为此类材料通常用来对器件提供足够的机械支撑，一般不起电连接作用。如果任何元件的底部表面存在以提高粘接强度为目的的粘接，对于本评定，此区域面积视为粘接面积。

a) 当采用线性运动加力仪时，加力方向应与管座或基板平面平行，并与被试验的芯片垂直。

b) 当采用带有杠杆臂的圆形测力计施加试验所需要的作用力时，它应能围绕杠杆臂轴转动。其运动方向与管座或基板平面平行，并与被试验的芯片边沿垂直。与杠杆臂相连的接触工具应位于适当距离上，以保证外加力的准确数值。

c) 芯片接触工具应在与固定芯片的管座或基板基座近似成 90°的芯片边沿由 0N 到规定值逐渐施加应力(见图 3)。对长方形芯片，应从与芯片长边垂直的方向施加应力。当试验受到封装外形结构限制时，如果上述规定不适用，则可选择适用的边进行试验。

d) 在与芯片边沿开始接触之后以及在加力期间，接触工具的相对位置不得垂直移动，以保证与管座/基板或芯片附着材料一直保持接触。如果芯片接触工具位于芯片上面，可换用一个新的芯片或重新对准芯片，只要 3.1c)的要求得到满足。

3.2 失效判据

标准搜搜网 bzsoso.com

符合以下任一条判据的器件均应视为失效。

a) 达不到图 4 中 1.0 倍曲线所表示的芯片强度要求。

b) 使芯片与底座脱离时施加的力小于图 4 中标有 1.0 倍的曲线所表示的最小强度的 1.25 倍，同时芯片在附着材料上的残留小于附着区面积的 50%。

c) 使芯片与底座脱离时施加的力小于图 4 中标有 1.0 倍的曲线所表示的最小强度的 2.0 倍，同时芯片在附着材料上的残留小于附着区面积的 10%。

注：对共晶焊料的芯片，残留在芯片附着区中的不连续碎硅片应看作此种附着材料；对金属玻璃粘接剂粘接的芯片，在芯片上或在基座上的芯片附着材料应作为可接收的附着材料。

3.3 芯片脱离的类别

当有规定时，应记录使芯片从底座上脱离时所加力的大小和脱离的类别。

a) 芯片被剪切掉，底座上残留有硅碎片；

b) 芯片与芯片附着材料间脱离；

c) 芯片与芯片附着材料一起脱离底座。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 最小芯片粘结强度要求(若不同于图 4 的规定)；

b) 应接受试验的器件数和接收判据；

c) 适用时数据记录的要求(见 3.3)。

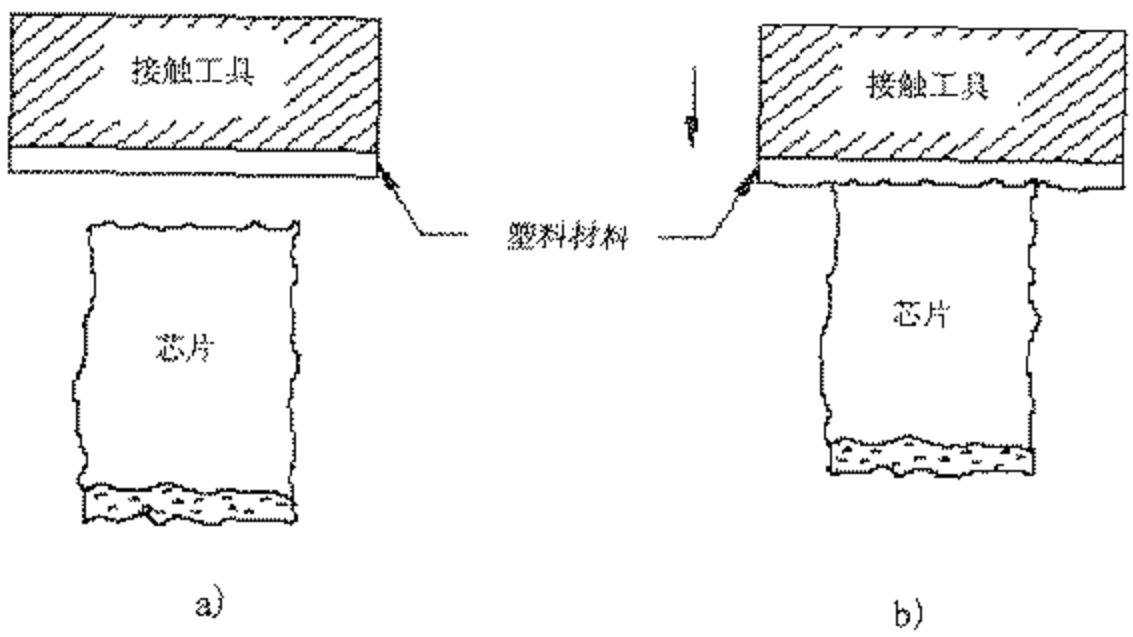
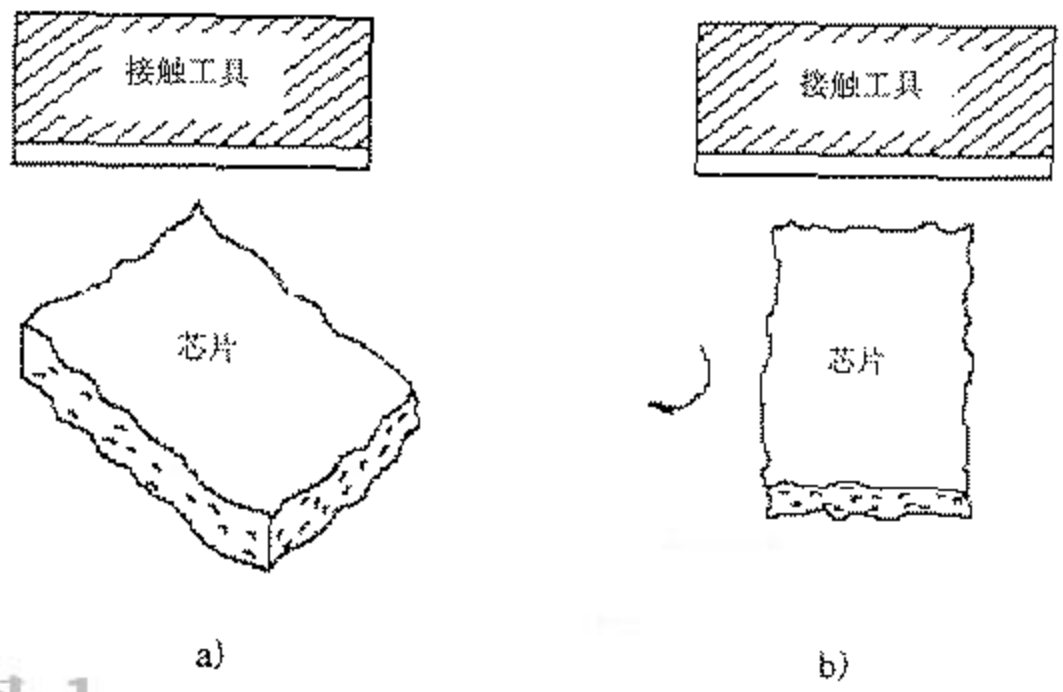


图 1 接触工具上的塑性材料层将作用力分配到芯片上的不规则边缘



标准搜搜网 bzsoso.com

图 2 旋转芯片接触工具或旋转器件以实现平行对准

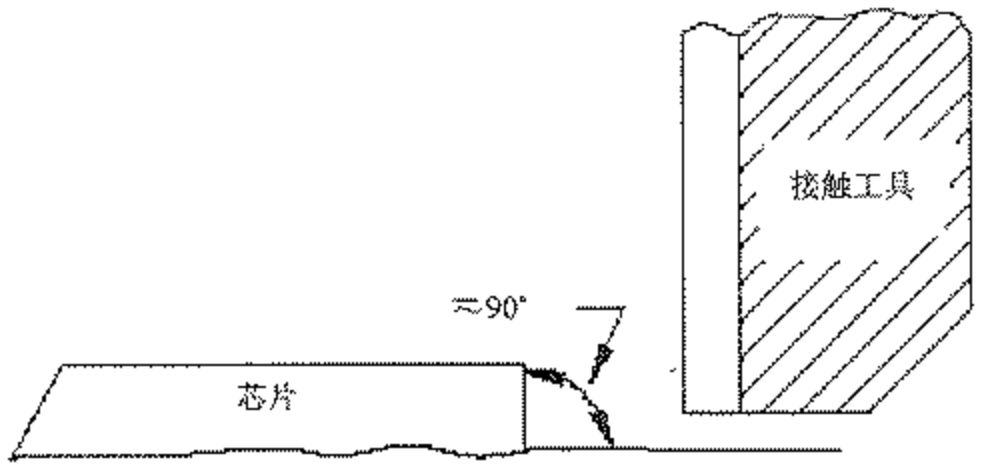
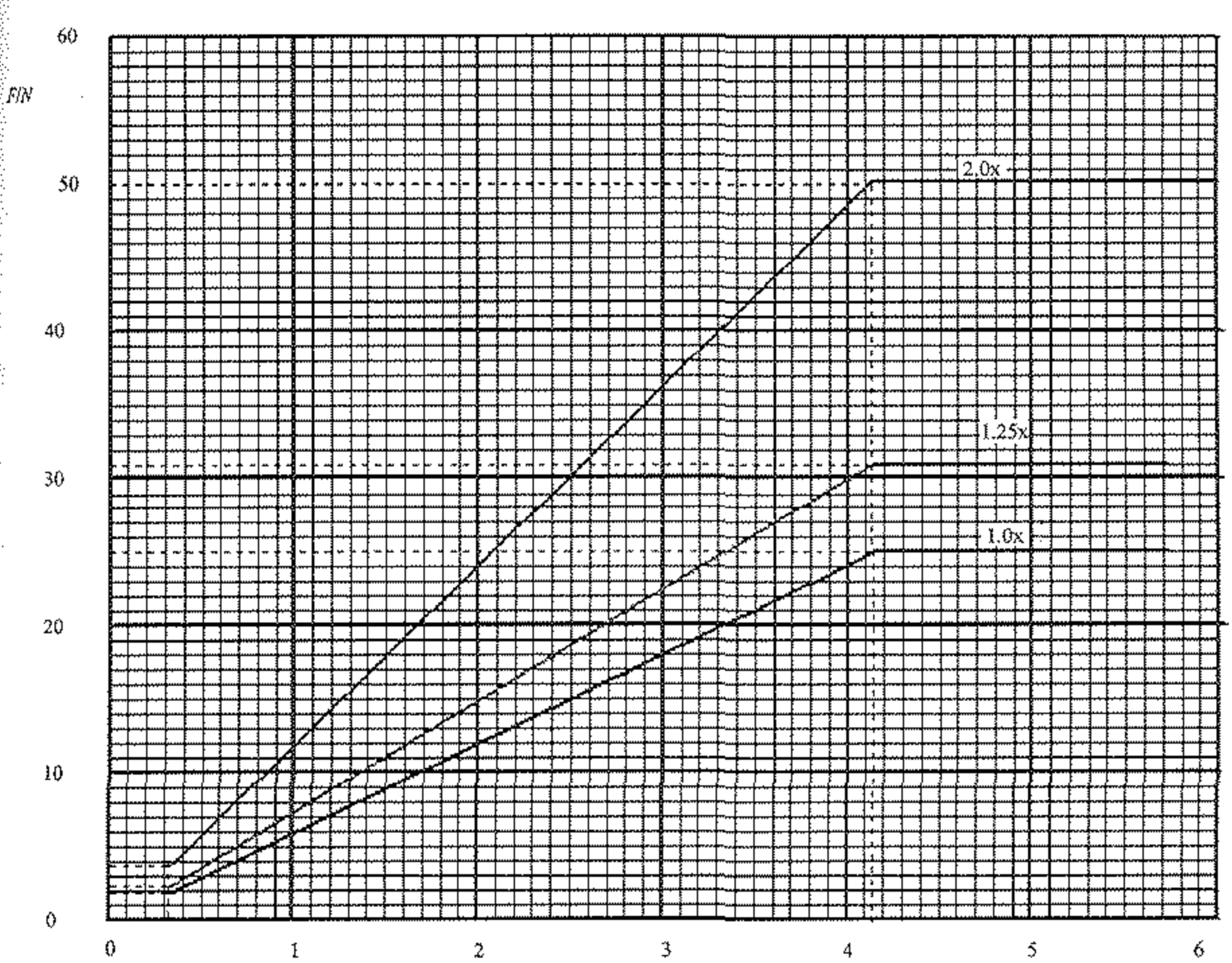


图 3　接触工具应对管座/基板近似成 90°的芯片边沿加力



若芯片粘接面积大于 4.13mm²，应最小承受 25N 的力或其倍数(见 3.2)。

当芯片粘接面积大于或等于 0.32mm²，但不大于 4.13mm² 时，芯片承受的最小应力可通过图 4 确定。

若芯片粘接面积小于 0.32mm²，应承受的最小力为(0.1 倍)时的 6N/mm² 或(2 倍)时的 12N/mm²。

图 4　芯片剪切强度标准(最小作用力与芯片粘接附着面积的关系)

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2020.1　粒子碰撞噪声检测试验

1　目的

本试验的目的在于检测器件封装腔体内存在的自由粒子。这是一种非破坏性试验。当粒子质量足够大时，通过它们与器件封装壳体碰撞时激励换能器而被检测出来。

2　设备

粒子碰撞噪声检测(PIND)试验所需如下设备或与之等效的设备。

a)　一个阈值检测器。

它能检测出比相对于系统“地”的超过预置阈值峰值为 20mV±1mV 的粒子噪声电压。

b)　振动装置和驱动装置。

它们在下述条件下可对被试器件(DUT)提供基本为正弦的运动：

1)　条件 A－在 40Hz～250Hz 时峰值为 196m/s^2。

2)　条件 B－频率大于等于 60Hz 时峰值为 98m/s^2。

c)　PIND 换能器

其峰值灵敏度应在 150kHz～160kHz 范围内某个频率上，以 1V/0.1μPa 要求校准。

d)　如图 1 所示的灵敏度检测装置(STU)。

用来定期评定 PIND 系统的性能。STU 应包括一个其容差与 PIND 换能器容差相同的换能器，以及一个能以 250×(1±20%)μV 的脉冲激励换能器的电路。当此换能器以粘附剂与 PIND 换能器相耦合时，STU 应能在示波器上产生一个峰值约为 20mV 的脉冲。

e)　PIND 电子设备

该设备的电子线路放大器在 PIND 换能器具有峰值灵敏度的频率中心值上增益应为 60dB±2dB，放大器输出端的噪声峰值不得超过 10mV。

f)　粘附剂

用于连接 DUT 与 PIND 换能器的粘附剂应与 STU 试验时一致。

g)　冲击装置或工具

该装置能对 DUT 施加峰值为 9800m/s^2±1960m/s^2 冲击脉冲，主冲击脉冲延续时间不超过 100μs。若采用了可同时进行冲击试验的系统，在施加冲击脉冲时，可能使振动受到一个时间不超过 250ms(试验过程中从施加的最后一个冲击脉冲开始时刻算起)的中断或扰动。应在冲击脉冲幅值的(50±5)%冲击脉冲点上测量冲击试验的时间。

3　程序

3.1　试验设备的安装

根据 DUT 的腔体尺寸将振动器驱动频率和振幅调整到规定的条件(对条件 A，见表 1)。冲击脉冲应调整到对 DUT 施加 9800m/s^2±1960m/s^2 的峰值冲击。

3.2　试验设备的校验

试验设备的校验至少每个班次进行一次。当发现系统不能满足校验要求时，应对上一次系统校验合格之后进行试验的全部器件重作试验。

3.2.1　振动器驱动系统的校验

驱动系统应产生规定的振动器频率及振动器振幅。驱动系统应经过校准，使其与标称值相比，频率误差为±8%，振幅误差为±10%。如果在换能器上附有可视位移监测装置，可在 1.02mm～3.05mm 的振幅值内使用该监测装置。另外，在整个振幅范围内均可使用加速度计，但在低于 1.02mm 的振幅值下

标准搜搜网 bzsoso.com

必须使用加速度计。

3.2.2 检测系统的校验

关闭振动器，采用器件试验时使用的粘附剂安装 STU 换能器，使之与 PIND 换能器处于面对面位置并同轴。然后触发几次 STU，验证在示波器上是否可观察到低电平信号脉冲和检测阈值。并非每次使用 STU 时均能产生需要的振幅，但所有大于 20mV 的脉冲应能被检测出来。

3.2.3 系统噪声的验证

观察 30s～60s，系统噪声电平应基本为不变的带状。峰值到峰值之间不应超过 20mV。

3.3 试验顺序

下述 a)到 i)操作顺序构成了一组试验过程：

a) 试验前冲击 3 次；

b) 振动 3s±1s；

c) 与上条振动同时进行 3 次冲击；

d) 振动 3s±1s；

e) 与上条振动同时进行 3 次冲击；

f) 振动 3s±1s；

g) 与上条振动同时进行 3 次冲击；

h) 振动 3s±1s；

i) 根据试验结果决定器件接收或拒收。

3.3.1 安装要求

必须采取适当措施(例如：安装过程使 DUT 引线接地或使试验工作人员具有接地装置等)以防止 DUT 出现静电损坏。

大部分类型的元器件将借助于粘附剂直接装在换能器上，为了获得最大的灵敏度，应使元器件的最大扁平表面对着换能器，并将其安装在换能器的中心位置或轴线上。如果元器件具有一个以上较大的表面，则选取其中最薄的或厚度最均匀的一面朝向换能器。例如，扁平封装应倒放在换能器上。对小的轴向引线、圆柱体状的元器件应使它们的轴线成水平安装，使圆柱体的侧面对着换能器。具有特殊形状的元器件应采用专用夹具，这些夹具应具有下述特性：

a) 质量小；

b) 高声音传导率(铝合金 7075 是比较理想的材料)；

c) 与换能器表面做到完全接触(特别在中心位置)；

d) 与试验元器件有最大实际接触表面；

e) 无可动部件；

f) 适用于粘附剂安装。

3.3.2 试验监测

除同时进行的冲击试验期间及冲击后 250ms 以内一段时间以外，应连续监测每个试验周期(见 3.3)。在三种检测系统中的一种或几种中出现下述现象表示存在可动粒子。

a) 超过正常恒定背景“白噪声”电平的高频尖峰信号的视觉指示；

b) 与换能器上无 DUT 时的恒定背景噪声不同的卡塔声、咯啦声或劈啪声的音响指示；

c) 由灯光或示波器的二次轨迹偏转表示出的阈值检测。

3.4 失效判据

在监测时，由三个检测系统中的任一个指示出除背景噪声之外的任何噪声爆发(由冲击本身引起的除外)都应导致器件拒收，拒收的器件不得重新试验(在试验系统发生故障的情况下，需对全部器件重新进行的试验除外)。如果规定对某批产品要作附加的试验，则每个附加试验过程都要重复进行整个试验程序(设备的安装、校验、振动和同时进行的冲击试验)。在每个试验过程中要剔除那些失效的器件。这

标准搜搜网 bzsoso.com

些器件不得在以后的试验中重新参加试验。

3.5 筛选批接收

除另有规定外，批接收试验中用于筛选的检验批(或子批)检查，应按下述条件 A 的要求进行最多为五次的 100%PIND 试验。不应进行 PIND 预筛选。在进行的五次试验中，只要有一次试验的失效器件数少于 1%，则认为该批器件通过了试验。在每次试验后剔除失效的器件，若第五次试验时，失效器件数仍不小于 1%或五次累积失效数超过 25%，则该批器件应被拒收，并且不允许对其重新进行试验。

表 1 196m/s^{2}加速度时试验频率与内腔有效高度的关系(条件 A)

封装内腔的平均高度 mm	频率 Hz
≤1.02	130
1.03～1.27	120
1.28～1.52	110
1.53～1.78	100
1.79～2.03	90
2.04～2.29	80
2.30～2.54	70
>2.54	60

注：对混合或多芯片封装，近似的内部平均高度应从封装空腔的底部，或从主基板的顶部量起，不应包括安装在封装内部的芯片的高度。

4 说明

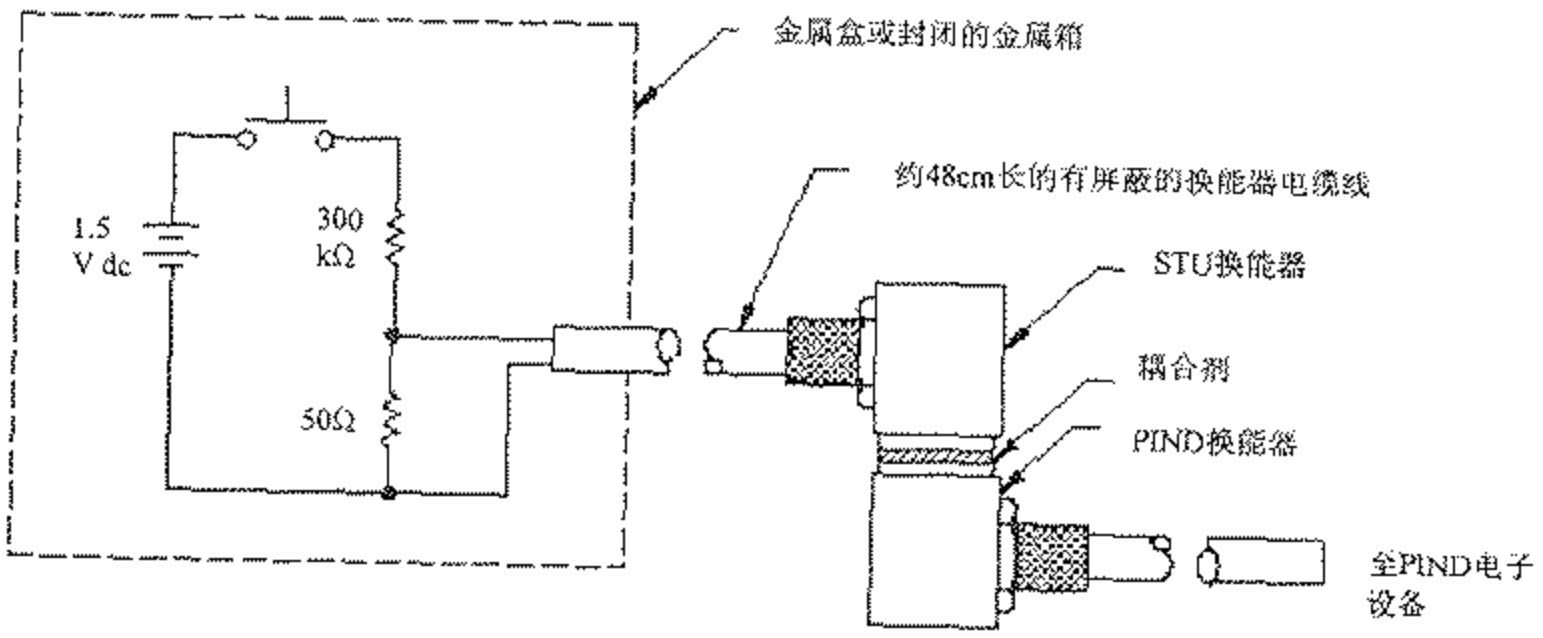
有关的订购文件应规定以下内容：

a) 试验条件的字母 A 或 B；

b) 批接收/拒收判据(若不同于 3.5 的规定)；

c) 试验循环次数(如不是一次)；

d) 试验前冲击和与振动同时进行的冲击试验的冲击应力(如与规定不同)。



按钮式开关应为无机械振动、动作快、金触点的微动开关。

电阻公差为 5%，且为无感电阻器。

电源采用标准干电池。

试验期间，相互耦合的换能器之间必须同轴。

输出到 STU 换能器的电压应为 250×(1±20%)μV。

图 1 典型的灵敏度试验装置

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2021　玻璃钝化层的完整性

1 目的

本试验的目的是评价在半导体器件或微电路芯片中铝金属化层上淀积的介质薄膜(例如化学汽相淀积、溅射或电子束蒸发形成的玻璃钝化层或氮化物等)的结构质量。本试验主要用来鉴别与工艺和材料有关的玻璃钝化层缺陷。这些缺陷会造成局部污染物堆积并使玻璃钝化的器件失去抗电迁移的优越性。本试验为破坏性试验。

2 设备

本试验所需设备包括保证操作人员安全所需的适当的样品处理和化学腐蚀装置，包括方法 2010 中采用的标准光学显微镜以及腐蚀用的标准试剂级化学药品。

3 程序

除另有规定外，本试验应用于已做过包括最后密封封装在内的完整组装过程的器件。已密封的器件在用机械方法去盖时应使受到的热应力减至最小。除另有规定外，应至少从待检验批中随机抽取一个器件作为试验样品。可采用下列方法中的一种进行腐蚀试验。

3.1 程序 A

把去盖的样品完全浸入下述的铝腐蚀液中：

H_3PO_4(85%)：H_2O：HNO_3(70%)＝40：19：4(体积比)

该溶液温度保持为 50℃±5℃。

在腐蚀过程中应采用适于观察浸入溶液中样品的光学系统(如单筒、双目或立体显微镜)检查器件。器件的腐蚀时间应是从裸露的键合点处完全去掉铝金属层所需总时间的两倍。将经腐蚀的器件从加热溶液中取出，在高纯水中漂洗后用压缩空气或其他合适的气流吹干。腐蚀和干燥之后至少用 100 倍放大倍数进行最后光学检查。

3.2 程序 B

在室温下将去盖的器件样品完全浸入到下述的铝腐蚀液中腐蚀 20min～30min。

HNO_3(70%)：H_3PO_4(85%)：醋酸：去离子水＝5：80：5：10(体积比)

注：允许采用商用等效腐蚀液。

经腐蚀的器件从溶液中取出，在高纯水中漂洗后用压缩空气或其他合适的气流吹干。腐蚀和干燥之后至少用 100 倍放大倍数进行最终光学检查。

3.3 失效判据

如果在紧邻有意不作玻璃钝化层的区域(例如键合区、芯片边沿、划片槽等)(见第 4 章)的边沿之外的任何地方出现铝层腐蚀的情况(如图 1～图 7 所示)，该批器件就应拒收。这一判据只适用于电流密度的计算值超过 $2\times10^5 A/cm^2$ 的那些铝互连线。除非整个铝条被完全切断，否则图 3、图 4、图 6、图 7 所示的 C 类和 D 类缺陷不得判为拒收。铝的腐蚀可通过与被玻璃钝化层覆盖的铝区域相比出现的透射形貌或反射特性的变化来判断。

应记录失效情况，记录内容包括被试器件数(如不是一个器件)以及与不同失效类别相对应的失效数。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 在铝金属化层上有意不保留玻璃钝化层的区域(适用时)(见 3.1)；

标准搜搜网 b2b8b8.com

b) 与第 3 章规定不同的特定放大倍数要求(适用时);
c) 样品数量(如不是一个样品)(见第 3 章);
d) 特殊的报告要求(需要时)(见 3.3)。

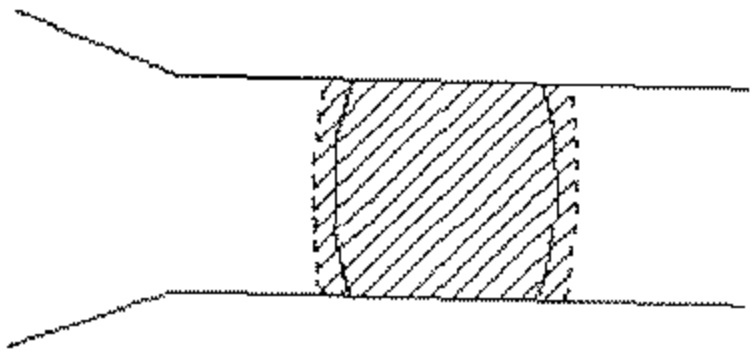


图 1 A 类：铝层上缺少玻璃钝化层

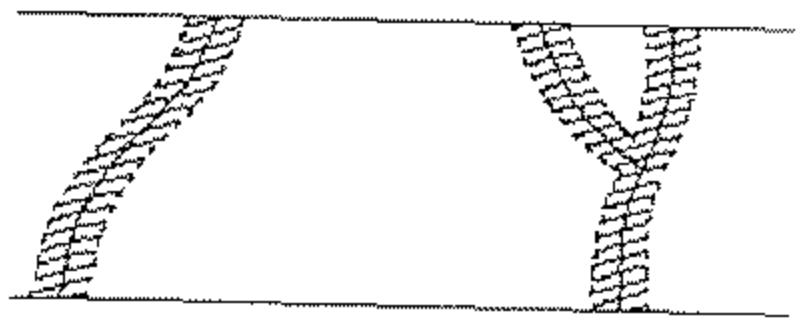


图 2 B 类：铝层上玻璃钝化层中出现裂纹

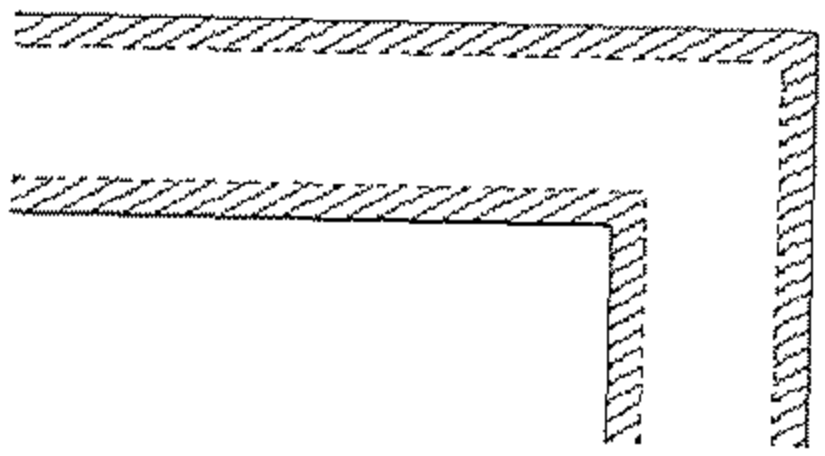


图 3 C 类：铝条边缘处玻璃钝化层覆盖不良或玻璃钝化层出现裂纹

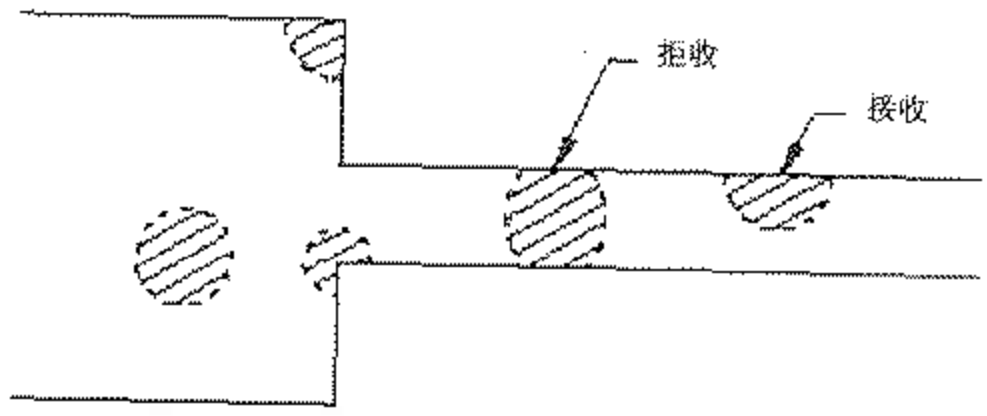


图 4 D 类：在铝层表面上或铝条边缘处的玻璃钝化层中出现针孔

标准搜搜网 bzsoso.com

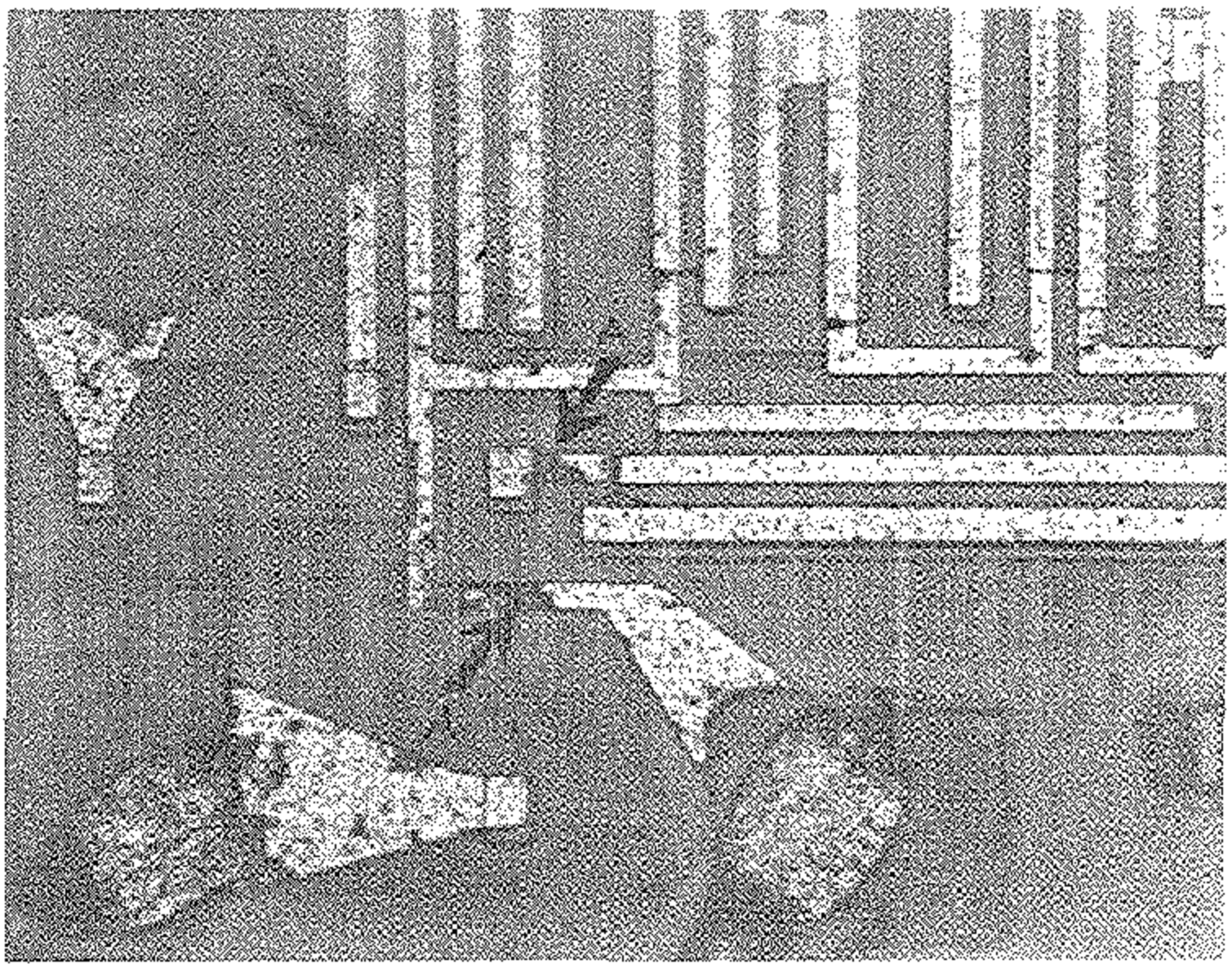
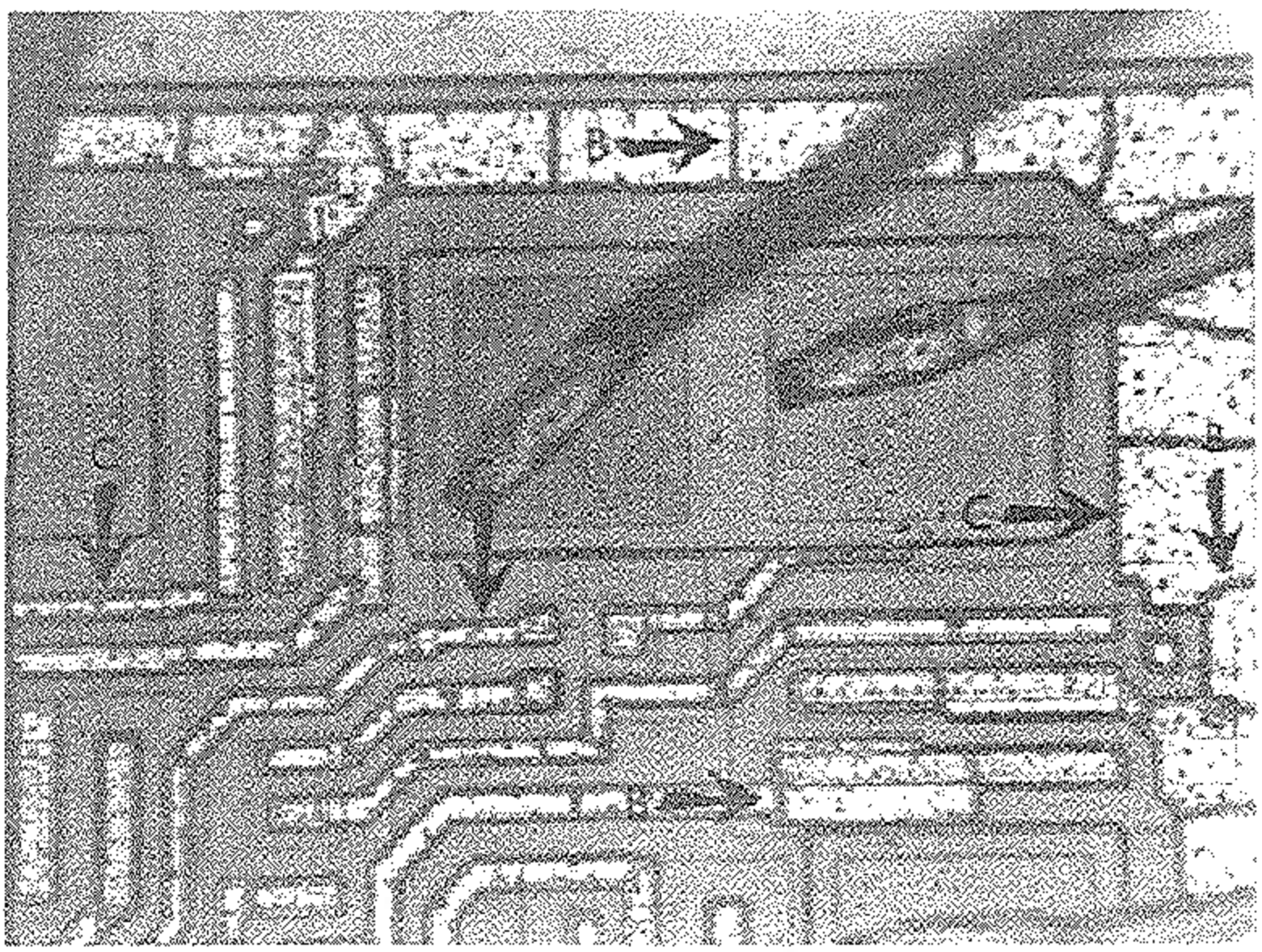


图 5　显示 A 类失效的器件腐蚀(铝层上缺少钝化层)



注：B 类　铝层上的钝化层中出现裂纹；C 类　钝化层出现裂纹或铝条边缘处钝化层覆盖不良。

图 6　显示 B 类、C 类失效的器件腐蚀

标准搜搜网 bzsoso.com

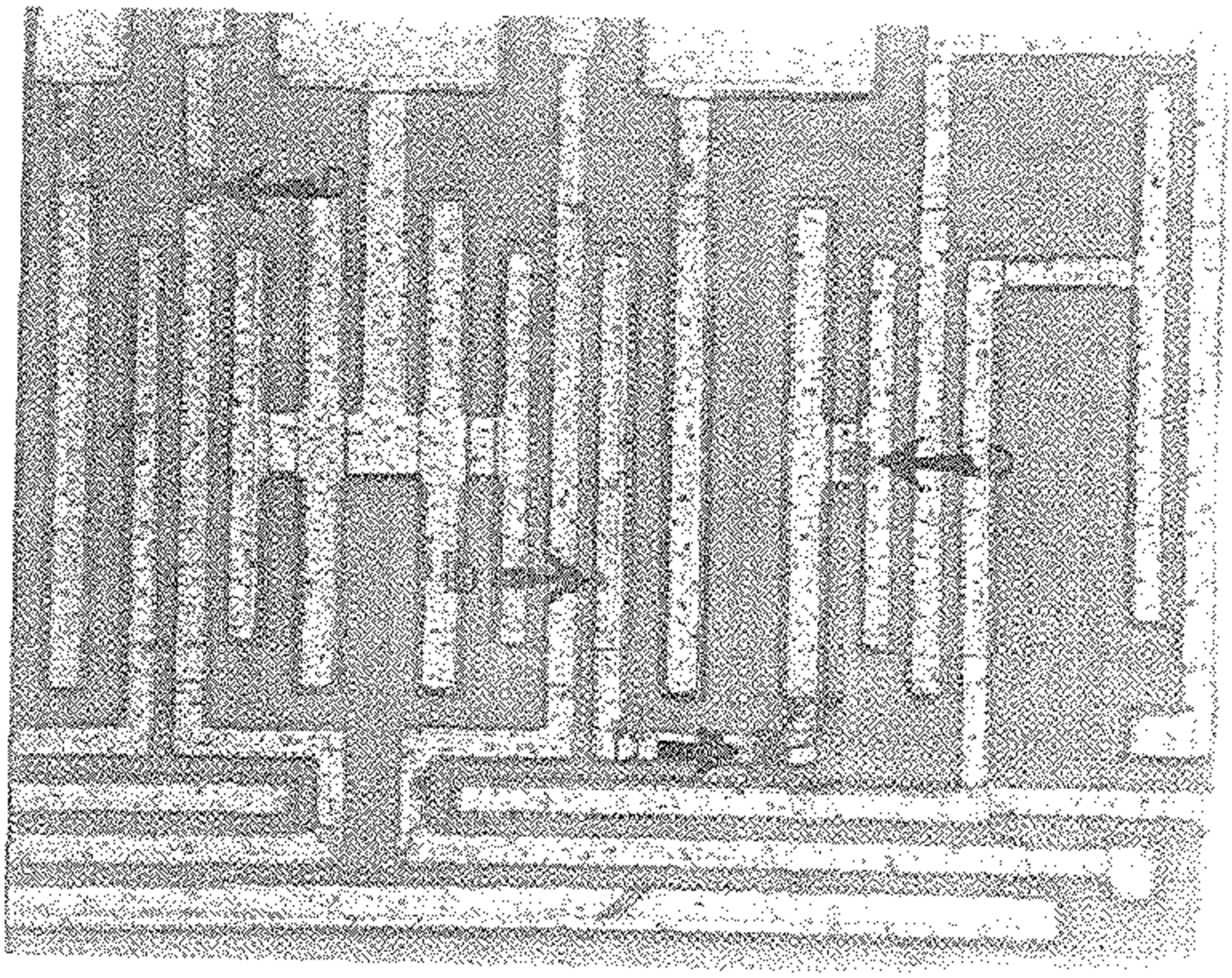


图 7　显示 D 类失效的器件腐蚀(铝层表面钝化层中出现针孔)

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2022.2　可焊性(浸润法)

1 目的

本试验的目的是确定最大宽度为 1.27mm、最大厚度为 0.64mm 的带状引线的可焊性。器件在实际使用中,一般采用锡焊的方法连接这些引线。根据样品试验时的浸润时间和浸润力曲线测定这种可焊性。

本试验用来验证承制方所采取的有利于焊接的生产工艺是否令人满意,并且判明部件中那些将要用于焊接的部位是否已进行了这样的助焊处理。

2 设备

2.1 焊料弯月面测力装置

应采用一种测量焊料弯月面力的装置,它包括一只温度可控的焊槽,槽内含有约 750g 的焊料。该装置应能控制焊料的温度符合 3.4 的规定。它还应包括一只条带形曲线记录仪,记录被试器件的浸润力曲线。

2.2 浸渍装置

机械浸渍装置属于焊料弯月面力测量装置的一部分,它能按预定程序产生符合 3.4 规定的浸入速率和引出速率。样品的有规则停顿时间由操作人员按 3.4 的规定控制。

2.3 老化装置

应采用一只抗腐蚀容器,其大小足以把样品悬挂在沸腾的蒸馏水或去离子水之上 38mm。容器盖应是一块或几块抗腐蚀盖子,它能够大约覆盖容器开口面积的 7/8,以使容器保持恒温。应采用适当的抗腐蚀方法悬挂样品,为此允许在盖板上穿孔或开缝。

2.4 材料

2.4.1 焊剂

焊剂应采用符合 GB/T 9491 规定的 R 型或 RMA 型松香焊剂。

2.4.2 焊料

焊料应按 GB/T 3131 规定,采用 39 锡铅焊料(HLSnPb39)或与其等效的焊料。

3 程序

应按适用的订购文件规定的引线数量进行试验。操作时应注意不要把引线表面弄毛糙或者被油或汗水污染。试验步骤如下:

a) 适用时对引出端进行适当的预处理(见 3.1);

b) 对全部样品进行老化(见 3.2);

c) 对引线浸焊剂,并把引线端点浸入熔融焊料中(见 3.3 和 3.4);

d) 浸焊料后的检查和评价记录(见 3.5)。

3.1 引线端的预处理

对引线端不得进行擦、清洗、刮或研磨性处理。引线端的任何特殊预处理,如试验前的弯曲或重新走向,应按所采用的订购文件规定进行。

3.2 老化

在浸焊剂和浸焊料之前,为本试验选定的全部样品应进行老化处理。将被试表面暴露于 2.3 条规定容器的水蒸汽中。悬挂样品时应使样品的任一部位与沸腾的蒸馏水或去离子水表面的距离不小于 38mm。按 2.3 要求盖上容器盖,并至少保持 4h～8h。悬挂工具应是非金属的。如有必要,可以逐步少量地加入热蒸馏水,使水保持沸腾,并使温度基本上保持恒定。

3.2.1 干燥和存储的程序

标准搜搜网 bzsoso.com

当试验样品从设备中取出后，可以按照下述程序之一进行干燥处理：

a) 在干燥气氛中(推荐用干燥氮气)，最高采用 100℃烘焙不超过 1h；

b) 在环境温度下用空气干燥至少 15min。

在样品从老化设备中取出的 2h 内若不作可焊性试验，必须将老化后的样品贮存在一个干燥的大口瓶或干氮箱内，贮存时间最多 72h，如果超过这一贮存时间，样品将不能继续用来做试验。

3.3 浸焊剂

应采用 2.4.1 规定的焊剂，引线端应浸入处于室温下的焊剂中，浸入深度必须至少覆盖被试表面。除另有规定外，浸入深度 4mm。被试表面浸入焊剂中的时间应为 5s～10s。

3.4 浸渍焊料

应将 2.4.2 规定的熔融焊料表面的浮渣和氧化的焊剂除去。熔融焊料保持在 245℃±5℃的均匀温度下。将引线端浸入熔融焊料之前，应再一次除去熔融焊料表面异物。该部件应固定在浸渍装置上(见 2.2)，并把覆盖了焊剂的端点在熔融焊料中浸一次，其浸入深度与 3.3 规定相同。除另有规定外，浸入和引出速率应为 25.40 mm/s±6.35 mm/s，在熔融焊料槽中停留时间应为 5s±0.5s。

3.5 对微电子器件引线试验中得到的弯月面曲线的评价

在评价记录曲线时，可焊性的接收判据为：

a) 记录信号轨迹与平衡零点相交的时间小于或等于 0.59s；

b) 记录信号轨迹达到最大值的 2/3 时间小于或等于 1s(见图 1)。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 对每个器件进行试验的引线端数(见第 3 章)；

b) 端点的特殊预处理(适用时)(见 3.1)；

c) 浸入深度(若不是 4mm)(见 3.3)；

d) 焊料浸渍要求(若不按 3.4 规定)；

e) 弯月面曲线的评价(若不按 3.5 规定)；

f) 焊料成份、焊剂和温度(若不按 2.4 和 3.4 规定)；

g) 如不止一次循环，应规定循环次数。如规定进行多次循环来测试试验器件在多次浸焊时的抗热性能，应在第一次循环结束时和在规定的总循环次数结束时进行要求的检查和测量。在一次循环或最终结束时的任一次测量和检查中的器件失效，就应视作达不到本项要求。

标准搜搜网 bzsoso.com

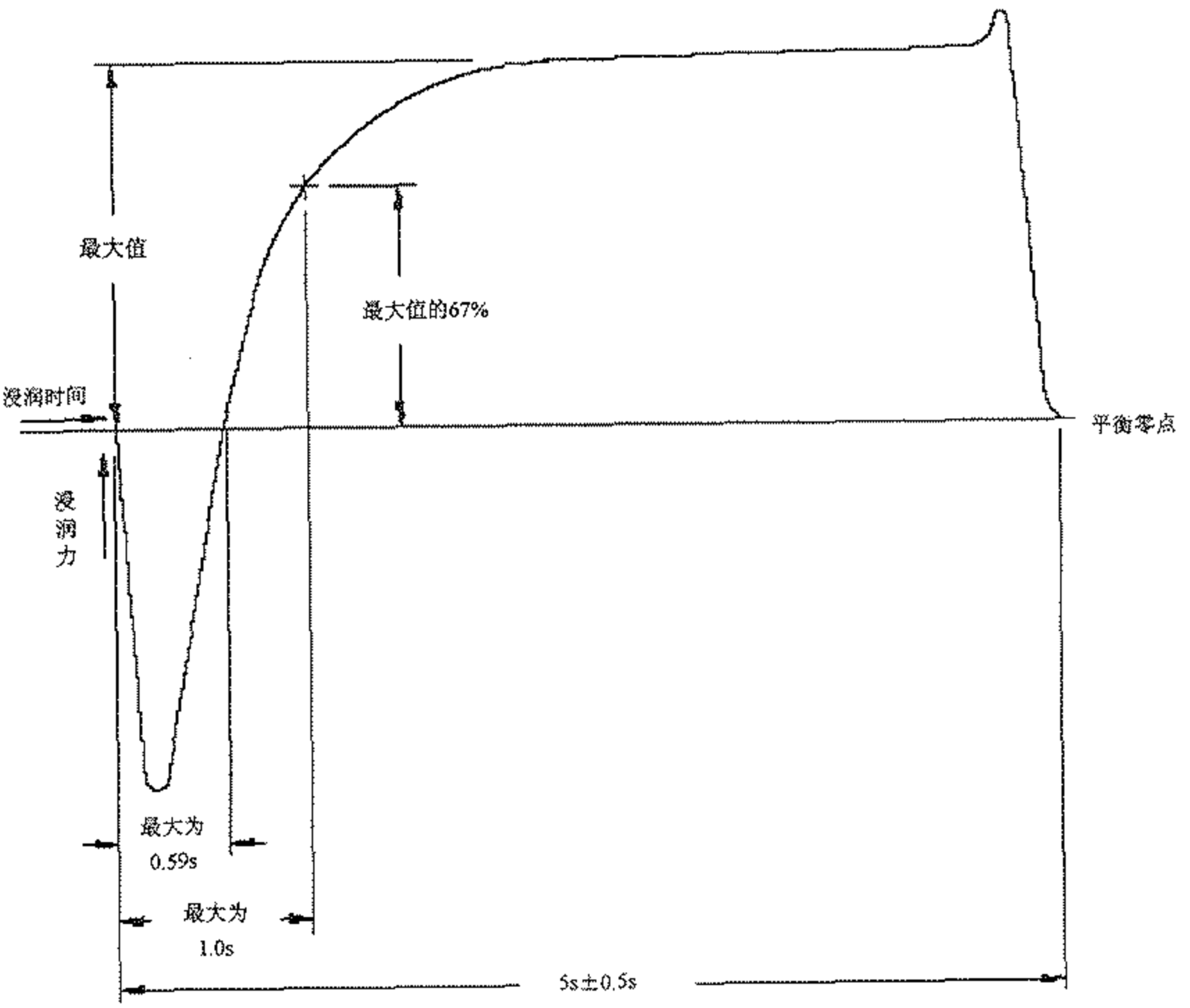


图 1　弯月面曲线的评价判据

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2023.2　非破坏性键合拉力试验

1　目的

本方法的目的是在避免损坏合格内引线键合的同时揭示出不合格的引线键合。本方法适用于超声或热压工艺形成的键合，直径大于 127μm(或等效截面积)且没有足够空间使用钩子的引线除外。

3.2 规定的替代程序可用于封装外引出端不少于 84 个或引线柱间距不大于 300μm 的器件。

2　设备

本试验设备应包括能按照规定试验条件要求对键合、键合引线或引线端施加规定应力的装置。该装置应通过校准，且应能显示所加应力，其测量应力能达到规定极限值的两倍，准确度为±5%或±2.9×10^{-3}N(0.3gf)(取其大值)。

a)　对于将力施加到互连内引线上的钩子，其直径应符合表 1 的规定。

表 1　引线与钩子的对应关系

引线直径 μm	钩子直径/引线直径
$d \leqslant 51$	≥2.0
$51 < d \leqslant 127$	≥1.5
$d > 127$	≥1.0

对于带状引线，采用与被试验带状引线截面积相同的等效圆形引线直径值。钩子的水平部分应不小于被试验引线直径的 1.25 倍。

b)　钩子应光滑，没有毛刺，否则会影响试验结果或损坏被测引线。

c)　应控制钩子的移动速度，使钩子开始接触引线时产生的冲击力不应超过规定的非破坏性键合拉力的 20%。

d)　应在至少 15 倍放大倍数下完成钩子的放置，可使用有变焦功能的显微镜来检查钩子的位置。

e)　固定封装的夹具应有利于钩子的对准，以利于对引线施加最佳应力。

f)　指示仪应能测量使互连引线失效所需的力或能表明所加的负载力已符合预定的要求。

g)　钩子应处在一个固定位置，使钩子在沿着键合点之间直线方向上的运动受到限制，避免试验只是对一个键合点进行(例如，对一个球形键合)。

3　程序

应按适用订购文件的规定进行试验，该试验可作为抽样或筛选进行。试验条件应随键合材料和结构而变化。应对每个器件的全部键合引线进行拉力试验和计数，并且应遵守规定的抽样、接收和追加样品的条款(如果采用)。如果在引线表面、引线下面或引线周围有用于增加键合强度的任何粘接剂、密封剂或其他材料时，应在使用这些材料以前进行试验。

a)　设置外加拉力额定值。

b)　固定被试样品，调节上升装置，根据引线的尺寸和材料设定规定的应力。

c)　转动器件到合适位置，使钩子在引线中点和引线弯曲最高点之间与引线接触(对正向楔形和球形键合，应在中点和芯片边缘之间；对逆向键合，应在中点和封装边缘之间)，拉力方向近似垂直于芯片或基板，或近似与键合点之间直线垂直。承制方应尽量接近中间施加拉力，以避免引起对引线有害的变形。

d)　驱动上升装置，使键合引线受力，在施加规定应力时应使产生的冲击力尽量小，在整个拉键试

标准搜搜网 bzsoso.com

验过程中指示仪显示的冲力不应超过仪器的规定精度。施加应力的最长时间不得超过 1s。

e) 观察键是否断裂。

f) 如键断裂，剔除该器件(除允许返工的器件例外)，继续检验下一个器件。若键断裂，要记下断裂键的号码和含有此键的器件的标识。如果允许返工，应在键返工以前试验其他所有键。返工后的键也要重新试验。

g) 如果器件上的键都不断裂，可以接收该器件。

h) 对全部被试键重复 a)～g)的步骤。

i) 统计在预定应力下试验而失效的引线或失效键的总数。

j) 统计未通过试验的器件数。

3.1 失效判据

在外加应力小于规定应力(按采用的材料和结构来确定应力)时，如果被拉的键发生分离(在键合面上出现键的分离或与整个键合区相连的任一位置出现键分离或引线发生断裂)，这样的键为失效。除另有规定外，外加非破坏性拉力应是密封前最小键合强度的 80%，最小键合强度与所用材料、尺寸和结构有关。最小键合强度的数值见方法 2011 中的表 1 或图 1。表 2 列出了通常使用的内引线所对应的拉力值。

注：对严格要求键合线平直的射频/微波混合电路，上述测试可能得到错误的拉力数据，可利用下面的公式确定正确的拉力值：

$$V_1 = V_2 \sin\theta \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

V_1 ——拉力试验中的新值；

V_2 ——根据被试引线的尺寸由表 2 给出的值；

θ ——用以计算的引线最大弯曲角度(见图 1)。

对含有调谐引线(移动该引线时，将改变射频性能)或拉钩伸不进引线的射频/微波混合电路，必须在一个能伸入钩子进行拉力测试的试验样品上进行模拟。进行拉力测试的试样引线是用来替代混合电路产品中的调谐引线或钩子不能伸入的引线，这些引线是与被试验的混合电路同时键合而成的。它们是采用相同设备、操作方法、程序及元件(可以采用电性能不合格的产品)。应把试验样品失效认为成品失效，对此，需按照适用的规范、采取适当的操作方式(见图 2)。

表 2 非破坏性键合拉力

引线直径 μm	拉力 N	
	铝丝	金丝
18	11.8×10^{-3}(1.2gf)	15.7×10^{-3}(1.6gf)
25	19.6×10^{-3}(2.0gf)	23.5×10^{-3}(2.4gf)
32	24.5×10^{-3}(2.5gf)	31.4×10^{-3}(3.2gf)
33	24.5×10^{-3}(2.5gf)	31.4×10^{-3}(3.2gf)
38	29.4×10^{-3}(3.0gf)	39.2×10^{-3}(4.0gf)
50	44.1×10^{-3}(4.5gf)	58.8×10^{-3}(6.0gf)
76	93.1×10^{-3}(9.5gf)	117.6×10^{-3}(12.0gf)

注 1：对于表中没有规定的非破坏性拉力的引线尺寸，其非破坏性拉力应该是方法 2011 给出的密封前铝丝或金丝拉力的 80%。

注 2：拉力小于或等于 58.8×10^{-3}N(6.0gf)的容差是$\pm2.9\times10^{-3}$N(0.3gf)，拉力大于 58.8×10^{-3}N(6.0gf)的容差是±5%。

注 3：当加到键上的非破坏性拉力超过规定的拉力和正偏差时，应去掉这次试验结果，不记入允许不合格品率(PDA)。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.2 替代程序

因器件引出端太多(不少于 84 个)或引线柱间距太小(不超过 300μm)而无法进行 100%的非破坏性键合拉力试验的器件均可采用本替代方法。

3.2.1 过程控制

承制方为了使用替代程序，键合过程中应按统计过程控制方法要求实施 SPC。特性鉴定后发生任何对键合强度有重大影响的变化时，均应对键合工艺变化对键合完整性影响程度进行特性鉴定。对于 QML，SPC 大纲和本程序所列出的要求都应得到鉴定机构的批准，并随时接受鉴定机构的监督审查。对于非军标认证器件，在有要求时，SPC 大纲和本程序列出的要求应接受订购方的评审。所有统计评估、特性鉴定和设计试验都应能够提交评审。

3.2.1.1 外购材料

需要进行质量控制的外购材料包括用于芯片键合区金属化的金属靶、封装上的键合引线柱、键合丝等，它们都应有自己的关键特性参数判据，以检验外购材料或对供应商 SPC 数据进行验收。关键特性参数判据应包括材料的可能沾污(如铝丝的碳含量过高等)。

3.2.1.2 适用的制造工艺

适用的制造过程应包括键合区金属淀积、玻璃钝化层刻蚀和最坏情况的外壳密封偏移。它们均应规定相应的关键特性参数判据，且置于 SPC 之下。此外包括污染控制、预防性的维护程序和维护周期、从键合区上完全去除钝化层等工作均应执行相应的总规范的工艺控制要求。

3.2.1.3 有镀金引线柱的封装

对于有镀金引线柱的封装，器件承制方应从每个进货批的外壳中，抽取一只外壳进行烘焙试验。这一试验可以评估管座的镀层和沾污异常情况。用键合丝将该外壳的引线柱逐个键合起来。键合后的外壳在大气或惰性气氛中，在 300℃下烘焙 1h。然后按照本标准的方法 2011，使用 45(0)的抽样方案进行键合强度试验。如果出现任何与外壳电镀或沾污有关的键合强度不合格，该批外壳不能使用替代程序，除非缺陷能够被有效地筛选掉，并且按更加严格的 76(0)抽样方案，重新进行键合强度试验合格。

3.2.1.4 多余物控制程序

多余物控制程序应该符合本标准方法 2010 或方法 2017 的规定。必须防止由管座密封带来的污染，程序和装置应包括口罩、无棉手套，严格限制因化妆、头发罩、洁净工作服所产生的微粒。

3.2.1.5 键合前的 100%目检程序

应在有关文件中规定键合前对芯片键合区和外壳引线柱进行 100%目检的程序。目检应在放大 100 倍～200 倍、100 级洁净环境中进行。允许对可能导致拒收的沾污进行清洗处理。器件不得出现下述情况：

a) 设计的键合区有玻璃钝化层；
b) 芯片键合区或外壳引线柱有化学物质薄膜、光刻胶或液体污染物；
c) 在芯片键合区或外壳引线柱的有关键合区域上有直径大于 6.4μm 的微粒或多余物；
d) 相应的芯片键合区和外壳引线柱不能满足方法 2010 条件 A 或方法 2017 的所有相应要求。

注：在进行了 100%清洁预处理，且随机抽取 5 个器件对其所有芯片键合区和引线柱进行目检合格后，100%键合前目检可省略。如果以往的数据证明清洁预处理是不必要的，则清洁预处理可以省略。在样品目检过程中，不允许作任何清洁处理。100%清洁预处理和 5(0)抽样方案的目检最多可重复 2 次。如果第二次清洁预处理后出现样品拒收，则应按 3.2.1.5 对整批进行 100%键合前目检。应对该批次中和样品中出现拒收的原因进行分析，并采取必要的纠正措施。同时，对后续产品要进行 100%键合前目检。一旦确定了纠正措施的有效性，100%键合前目检可取消。

3.2.1.6 键合设备参数

必须对每种芯片/外壳组合确定键合设备参数(如：温度、压力、时间、夹具、键合线尺寸、键合线材料、高度设定等)，并通过设计试验来优化键合设备参数范围。这些试验应考虑到键合线几何尺寸的

标准搜搜网 bzsoso.com

变化程度(如整个键合线的高度、键合线长度、梁的高度等)。这些试验应能确定预计的键合强度和键合操作引起的公差。由受控试验确定的键合参数允许的性能变化范围应在文件中注明。设备参数的变化超过允许的极限时，必须进行评估并在文件中注明仍然满足预计的键合强度和公差。

3.2.1.7 工艺能力研究

在键合工艺处于稳定和统计控制条件下，工艺能力研究应证明密封后器件的最小键合强度不合格的概率能满足 $P<0.0001$。此概率必须满足器件级的累计概率，而不是指单个内引线级的累计概率。应对密封后键合强度的分布与选取抽样的分布(如：高斯分布、对数正态分布、威布尔分布等)的一致性进行统计评价。能力研究的样品数量应能足以检测出最坏芯片/外壳组合情况下百万分之一百量级的分布偏移，用户风险 β 不大于 0.001(参见附录 A，正态分布的例子)。应定期进行工艺能力研究。可通过描述对一个或多个最坏情况下的芯片/外壳组合的强度的特性来完成能力研究。最坏情况的芯片/外壳组合的选取应充分考虑键合线几何尺寸、几何线数、芯片键合区和引线柱尺寸等。最坏情况的芯片/外壳组合特性结果的表征必须能容易地推广到所有器件。

3.2.1.8 控制极限和操作步骤

3.2.1.6 和 3.2.1.7 的评估结果应用于确定键合操作的控制极限和操作步骤。对每台键合设备的破坏性键合能力抽样方案应包括每个组装批的开始和结束、组装批的抽样频次、操作人员的更换(仅对手工键合)、线轴、外壳批次、设备状态等。键合强度数据应包括破坏性键合拉力试验失效所需的力、失效的物理位置、失效模式等。同晶圆批电性能不合格器件可用于破坏性键合拉力试验。一旦键合线或相近键合现形状的键合线的键合强度超出预计值，应立即停止使用该键合设备，直到试验证明其操作回到统计控制范围内才恢复生产使用。应建立对上一次合格键合强度测试之后所有键合器件的追溯、回收和处置程序。

3.2.1.9 时间和温度测定

针对热膨胀导致的键合线曲伸以及金属界面的微裂纹和微空洞等因素，应测定每种主要类型的键合金属界面(例如：金/铝等)的时间和温度特性，以确定键合的化学与机械性能的完整性。通过特性测试应证明键合的完整性足以保证预期寿命内的器件功能。使用条件下的寿命是键合点在 0℃～85℃的温度范围内循环超过 50000 次。加速试验的时间和加速因子温度应按这些最低使用寿命进行调整。

3.2.1.10 键合完整性

如果怀疑老炼前、老炼中和老炼后电性能失效(开路/短路)、鉴定或质量一致性检验中的失效与键合完整性有关，则需要进行分析以验证键合的完整性。如果任何键合被确认是有缺陷的，应剔除有关的批或子批，并进行评估以确定键合失效原因。在评估的基础上应采取纠正措施，处置其他受影响的检验批或子批。应保留失效分析和纠正措施记录，在有要求时能提供给鉴定机构。

3.2.2 批验收程序

每个组装批应接受密封后键合完整性验收试验。应对每台键合设备、每次变化设定条件、每卷键合线、每批外壳、每批圆片，分别进行验收(已证明没有明显统计差别的除外)。按下列最低要求进行密封后破坏性键合拉力试验，试验抽样和测试方案应在相应的文件中说明：

a) 应有多余一个的器件进行验收试验。可使用电性能不合格的和目检中与键合无关的不合格或密封不合格的器件进行密封后键合强度试验。

b) 键合强度应按本标准方法 2011 或本方法的 3.2.1.7 评估破坏性拉力是否满足密封后键合强度的要求。如果键合强度满足下面 c)、d)、e)的要求，则组装批可接收。

c) 对每个器件所有键合线或随机抽取至少 50 根键合线进行拉力试验。密封后键合强度的分布必须显示出键合工艺在统计控制范围内，且单边较低控制极限的分布特性没有改变或没有单个破坏性键合拉力值低于规定的密封后键合强度的极限。样品数量应足够多，使其能反映出所有被拉键合线的统计分布，以确定键合强度的分布不随分布中心的变化而改变或键合强度的分散性违反器件级概率 $P<0.0001$ 要求。用户的 β 风险应不大于 0.01。统计分析方法应在相关文件中

标准搜搜网 b2so8o.com

注明，且得到鉴定机构批准。

d) 从每个样品器件中应至少抽取八根代表最坏情况的键合线(有可能超出下限规范值的键合线)进行评估。它们的拉力强度应在 3.2.1.6 给出预计容差范围之内。特性分布中任何键合线拉力强度超出预计容差的情况，都应对引起超出的控制条件的原因进行评估，而且应追加最坏情况键合线拉力测试，以确定在键合线键合强度分布是否满足 $P<1-(0.9999)^{1/n}$(n=封装内键合线数量)。如果不满足这个判据，该批次产品应该拒收。

e) 如果有键合不满足验收判据，应制定文件确定试验方案以分析引起失效的原因。应用文件说明验证出的非键合原因引起的键合失效情况，并且，应按 c)和 d)所描述的统计控制要求进行追加的密封后键合强度试验。经验证，如果失效与键合的完整性有关(如，键合线上有污染、键合区上有钝化层等)，则该组装批的所有器件都应拒收。相关键合设备的键合应该暂停，直到按方法 5003 对失效的键合进行失效分析、采取了纠正措施并进行记录为止。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 所加拉力如果不采用 3.1 的规定；

b) 抽样接收或筛选要求；

c) 允许的不合格品率(PDA)对应的被试键合线总数的失效数；

d) 对失效类别报告的要求(适用时)。

标准搜搜网 bzsoso.com

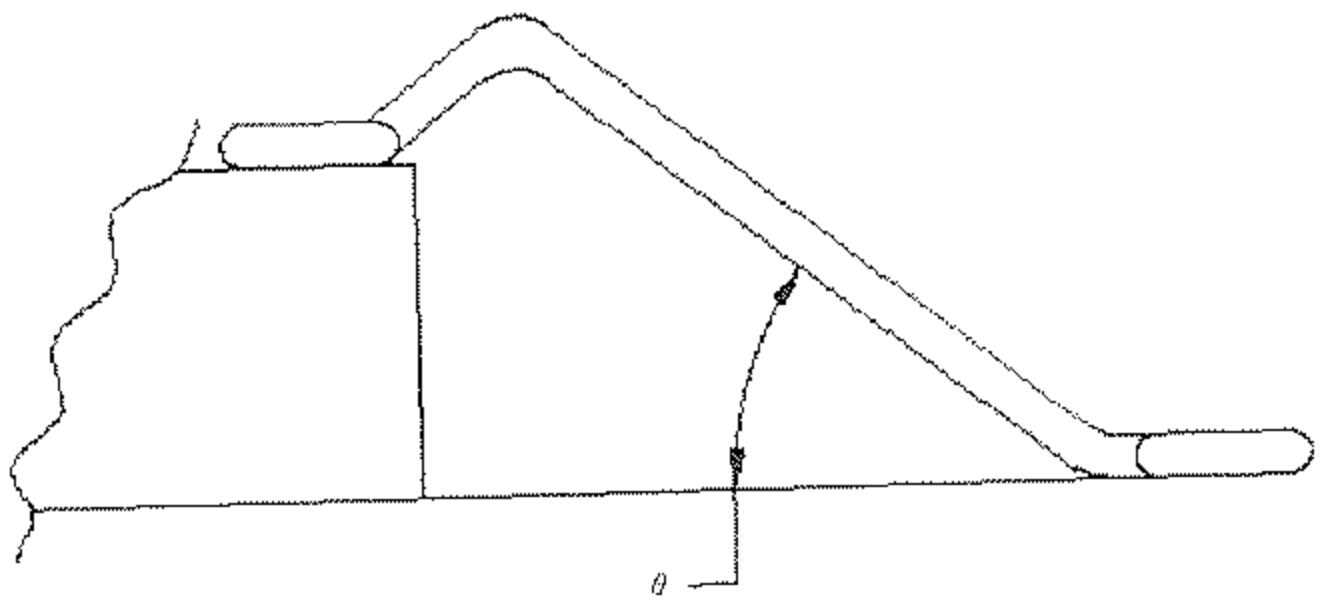


图 1　引线弯曲的角度

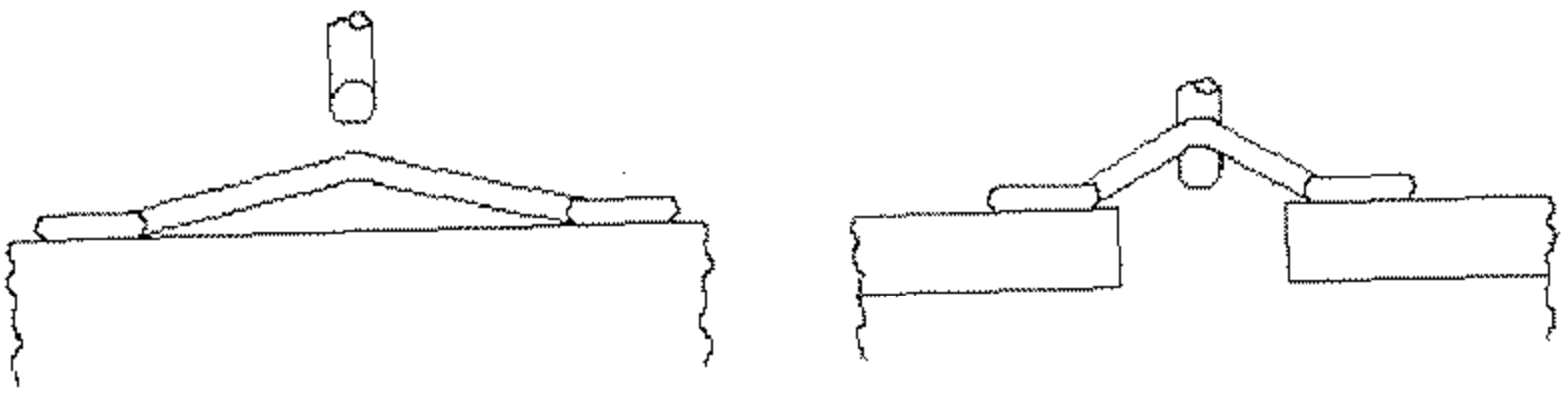


图 2　键合点在同一水平面的引线键合拉力试验

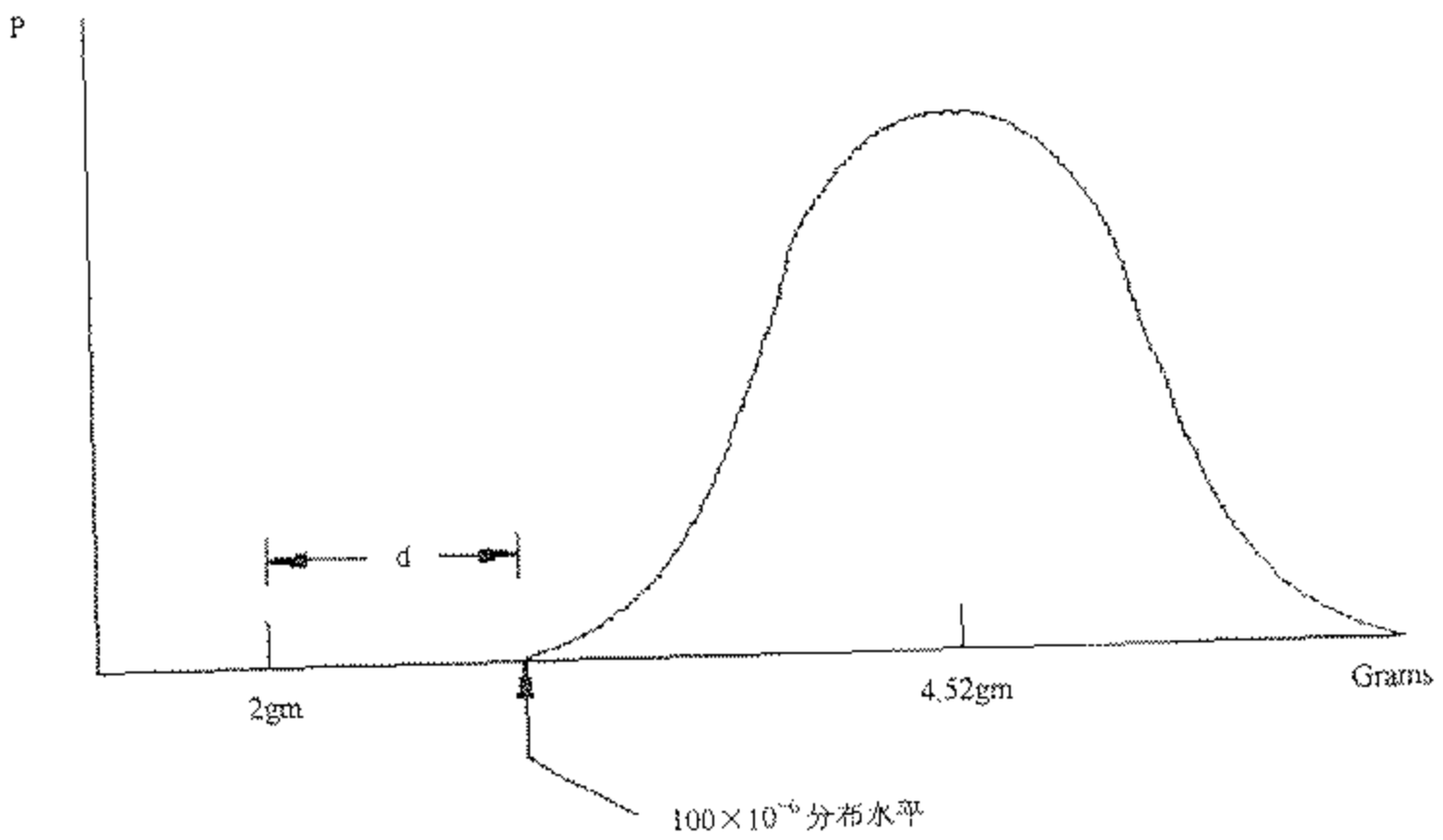


图 3　键合强度概率

标准搜搜网 bzsoso.com

附 录 A （方法 2023）
（资料性附录）
能力研究示例

以最小芯片、100 根键合线的封装作为最坏情况的芯片/外壳组合的例子。所谓最坏情况是以键合线的几何尺寸和数量来表征的。直径为 32μm 的铝丝，其密封后键合强度合格判据为 0.02N(2gf)。推荐的军标要求是失效率 0.01%(100ppm)。

器件的键合强度分布是通过每根键合线的键合强度来检验的。本示例假设键合强度服从正态分布，对每根键合线的键合强度作正态统计。可以确定最坏情况下键合强度在规范规定的 0.02N 左右变化并接近 0.02N，这种最坏情况分布的平均值是 0.042N(4.26gf)，标准偏差是 0.005N(0.5gf)。

由于 20.02N 的规范离 4.52（(4.26−2)/(0.5)）标准偏差太远，而相当于近似 3.1×10^{-6}(3.1ppm)水平。如果将分布偏移到 0.01%(100ppm)水平以使 0.02N 对应于 0.01%(100ppm)(即：0.02N 规范现在仅是低于平均值的 3.719 标准偏差)。要求键合强度平均值 4.26 的偏差约为 0.8σ(4.52−3.719)。用这个数据来确定能力研究所需器件的数量。

但数据为正态分布，可用下式获得：

$$n=[(Z_\alpha+Z_\beta)^2]/(\sigma^2) \quad \cdots\cdots(1)$$

式中：

σ(标准偏差偏移)$=0.8$

$\alpha=0.5$　　$Z_\alpha=-1.645$

$\beta=0.001$　　$Z_\beta=-3.09$

则 $n=[(-1.645-3.09)^2]/(0.8)^2=22.42/0.64=35$，因此，在本示例能力研究中应使用 35 个器件(不同标准偏移的 n 值见下表)。

表 A.1

σ 偏移到 0.0001 (100ppm)	所需器件数
0.4	140
0.5	90
0.6	62
0.7	46
0.8	35
0.9	28
1.0	22
1.1	19
1.2	16
1.3	13
1.4	11
≥1.5	10

采用标准键合工艺，对 35 个器件(每个器件 100 根键合线)进行外壳密封，测定密封后的键合强度。

对 35 个器件的每个键合线位置的键合强度计算平均值 Xbar 和标准偏差 S_d。

对键合强度的分布进行评估，确认其分布与正态分布偏离不明显。

确定键合拉力的下限(LSL)，本示例中的下限为 0.02N(2gf)。

对每个键合线位置，计算 Z：

$$Z=(X\text{bar}-LSL)/S_d \quad \cdots\cdots(2)$$

标准搜搜网 bzsoso.com

对每个键合线位置，通过判定键合强度低于 Z 值的概率来确定键合线失效的概率。因为分布是正
分布，在本示例中可利用正态分布表，对本示例有 100 个值。
通过计算键合线位置失效的 100 个 P 值的总和来估算器件失效的概率。
P(器件失效率)＝总的 P(键合线失效率)之和＝0.00005(50ppm)(对本示例)
对本示例已证明器件不满足密封后最小键合强度的概率小于 0.0001。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2024　玻璃熔封盖板的扭矩试验

1　目的

本试验的目的是确定玻璃熔封的微电子器件的封装抗剪强度，这是一种破坏性试验。

2　设备

试验设备包括合适的固定式的或可调节式的夹具和固定装置，以便当扭矩加到密封区时器件能固定。扭转机构和固定装置应能支撑封装基座和盖板，以便保证扭矩主要是加在密封区，而被试器件的外壳没有明显的弯曲、翘起和移动(特别是对扁平封装，片式载体封装和其他薄形封装)。可采用扭转扳手或扭转机构把扭矩加到盖板上，该机构至少能把 12.8N·m 的扭矩加到盖板上。还应有一个测量精度和准确度为读数的±5%或±0.2N·m(取较大者)的测力仪。对于密封面积较小的封壳应使用足以使封壳分离的扭转扳手或扭转机构，测量的精度和准确度为读数的±5%或±0.2N·m(取较大者)，以便精确的读数。扭转机构应有峰值指示器，以便记录所加的最大应力，或具有其他等效的应力记录系统。

3　程序

试验时固定器件的基座，将扭矩加在器件盖板上；反过来也可以。安装盖板的扭转装置是为了保证扭矩只加在封装盖板、基座或其间垫层的侧面，避免接触密封玻璃。盖板扭转装置可以接触封装外引线，但不能让大部分转矩直接通过外引线而转移。扭矩应逐渐平缓地施加，直到封装发生分离，或达到 12.8N·m 的极限扭矩为止。记录分离封装所需要的扭矩或达到 12.8N·m 的极限扭矩。施加扭矩时应使旋转轴与密封区平面垂直，且位于密封区的中心(见图 2)。

3.1　多层玻璃封装

对于多于一层的玻璃熔封封装(例如盖板和引线框架的多层玻璃熔封)，每一层密封都应试验，并应对照失效判据分别加以评定，只要有一层失效，就认为试验未通过。对于两层密封也可以只夹住盖板和基座，同时对两层密封玻璃施加应力，所加的扭矩为较大密封面所对应的扭矩。

3.2　失效判据

在扭矩值低于表 1 中的规定值时，若密封层发生分离、破裂，器件就定为失效。如果整个封装(盖板、密封圈和基座)在与施加扭矩的平面垂直方向上都发生分裂(这是施加扭矩不合适的证据)，而盖板和基座部分仍然在一起，可以去除这次试验结果，不记入失效，重取一个样品进行试验。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　最小扭矩(若与表 1 中的规定值不同)；

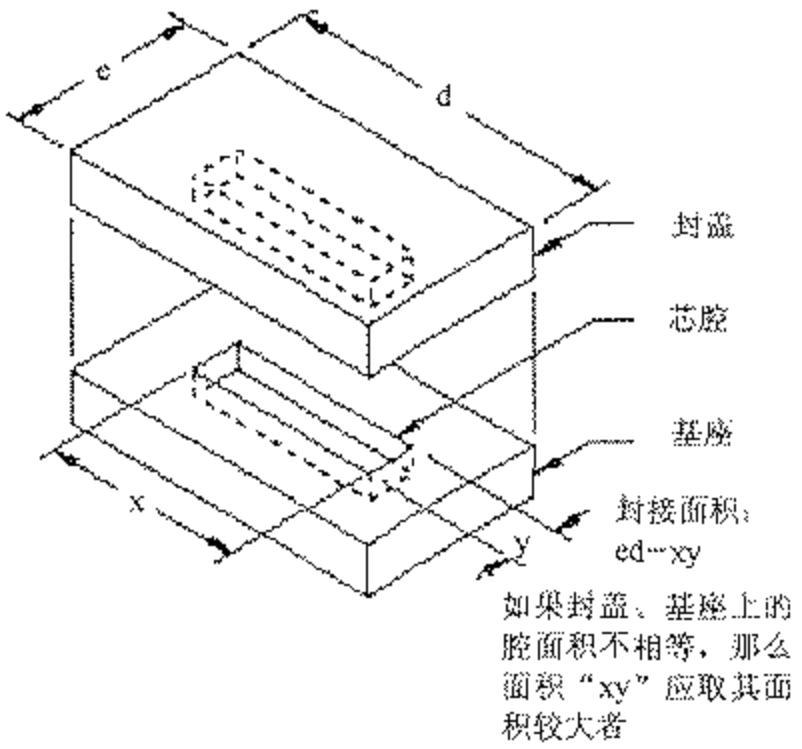
b)　试验的器件数；

c)　记录数据的要求(适用时)。

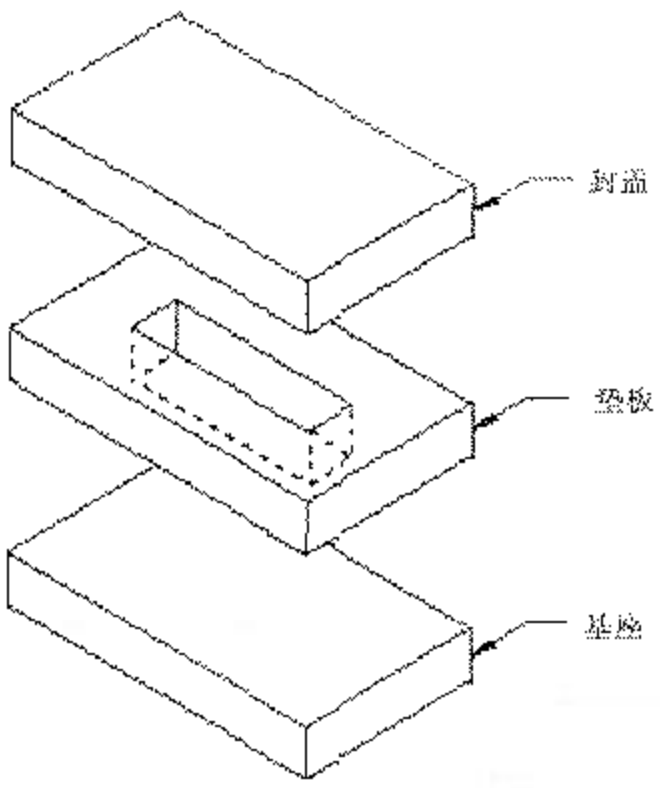
标准搜搜网 bzsoso.com

表 1　与设计封口面积对应的最小扭矩极限值

设计的封口面积 cm^2	扭矩 N·m
≤0.220	0.5
0.221～0.320	0.7
0.321～0.470	1.0
0.471～0.650	1.7
0.651～0.850	2.5
0.851～1.080	3.4
1.081～1.410	4.4
1.411～1.730	5.9
1.731～2.050	7.4
2.051～2.500	8.8
2.501～3.000	10.8
>3.000	12.8



a)　二片封装



b)　三片封装

标准搜搜网 bzsoso.com

图 1　封口面积的确定

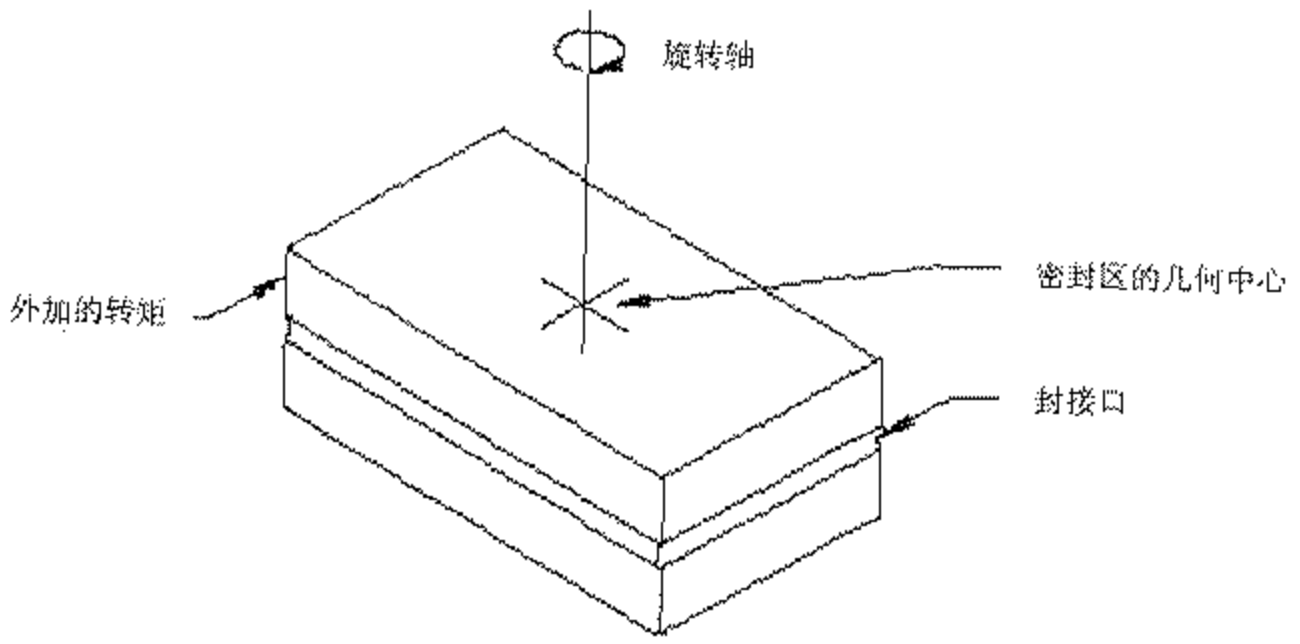


图 2　扭矩的施加

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2025.1　引线涂覆附着力试验

1 目的

本项破坏性试验是用于确定引线主(外)涂覆层和内涂覆层的牢固性。

2 设备

合适的夹具，能施加应力使外引线达到规定弯曲角度所需的器械，以及能放大 10 倍～20 倍的光学设备。

3 程序

除另有规定外，从每个被试器件中随机选取若干根外引线，施加使其弯曲的应力。本试验应在密封和主涂覆以后进行。除另有规定外，至少应从三个器件中选取被试的外引线数，抽样方案为 15(0)。应对引线最小刚性方向弯曲引线。如果没有最小刚性方向，可以在任何方向弯曲。有涂覆层的引线，在接近引线的中部弯曲，弯曲角度至少 90°，弯曲半径小于引线厚度(或引线直径)的四倍，在同一方向(或平面)反复弯曲，直到底层金属发生断裂(即引线断裂)。

用一尖锐器具来检验弯曲/破裂区域，各涂覆层接触面不应有裂纹、剥落、脱皮、起泡、松开或分离现象。如果底层金属破裂，而主涂覆层或内涂覆层没有裂纹、剥落、脱皮、起泡、松开或分离，则不认为失效。

对锡铅或厚锡涂覆层，疲劳碎片或表面形成的裂纹、由断裂引起的焊锡撕裂不应视为失效。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　抽样要求(若与第 3 章规定不同)；

b)　失效判据。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2026.1　随机振动

1　目的

本试验是为确定微电路经受动态应力的能力。这种动态应力是由在上、下限频率范围内的随机振动来施加，它模拟了各种现代化现场环境下出现的振动。随机振动是由导弹、高速推进喷气式飞机和火箭引擎装置产生的更有特色的现场环境。随机振动提供了一个更实际的试验。从设计角度考虑，正弦扫频试验可以得到更恰当的设计信息。

2　设备

2.1　振动系统

由振动装置组成的振动系统和辅助设备。随机振动的振幅为高斯(正态)分布，但峰值的加速度数值可限制到最小值为三倍均方根值(3σ 极限值)。振动装置应能调平稳，使它的谱密度曲线在规定范围之内(如图 1 和图 2)。试验时物体或相同质量的替代物应合适地固定在振动装置上。电动式振动机械系统的平稳是由调节电子放大器的增益和控制系统得到的，从而使输出的振动振幅与输入信号振幅之比在整个要求频谱内是恒定值(或是给定值)。

2.1.1　振动的控制与分析

a)　谱密度曲线：用图来表示振动装置输出的功率谱密度与频率的关系

功率谱密度是窄带滤波器每单位滤波带宽所通过振幅均方根值。这里采用 G^2/f 表示。G^2/f 是滤波器带宽周数乘以加速度均方(加速度以重力加速度单位表示)。谱密度通常以对数刻度或以分贝为单位作图。分贝数定义为：

$$\mathrm{dB}=10\lg\frac{G^2/f}{G_r^2/f}=20\lg\frac{G/(f)^{1/2}}{G_r/(f)^{1/2}} \qquad (1)$$

在 f_1 和 f_2 之间频带内加速度均方根值为：

$$G_{\mathrm{rms}}=\left(\int_{f_1}^{f_2}G^2/f\,\mathrm{d}f\right)^{1/2} \qquad (2)$$

式中：

G_r^2/f ——是给定的功率谱密度参考值，通常是规定的最大值。

谱密度值在规定的下限频率与 1000Hz 之间为规定值的 40%～－30%(±1.5dB)之内，在 1000Hz 和规定的上限频率(2000Hz)之间应为规定值的 100%～－50%(±3dB)之内。滤波器带宽是 1/3 倍频的最大值或 25Hz 频率(取较大者)。

b)　分布曲线：得到的概率密度分布曲线与高斯分布曲线进行比较。试验得到的曲线相对于高斯分布曲线的偏离为最大值的±10%。

2.2　监测

监测包括振动激励的测量和试验项目进行情况的测量。当有规定时，应在试验期间监测器件。对监测电路的细节，包括连接方式及样品的连接点，均应作出规定。

2.2.1　振动输入的监测

应在振动装置和固定夹具上尽可能接近器件固定点的位置监测振动值。在数个点上测量振动输入时，最小振动输入应与规定的试验曲线一致(见图 1 和图 2)。对较大的试验元件和固定夹具，以及对较大的激励或多次振动的激励，控制输入数值可以是三个或更多输入的平均幅度的平均值。在连接点上测量的横向加速度应限制在所加振动的 100%范围内。

标准搜搜网 bzsoso.com

程序

把器件牢固地固定在振动平台上，引线应适当固定，调整或调平后起动振动装置，以产生符合试验条件1、图1中规定的曲线的随机频率和强度；或符合试验条件2、图2中规定曲线的随机频率和强度。器件在X、Y、Z每个方向上都应受到15min由试验条件(见表1和表2)所规定的随机振动。若本试验是一组或分组试验的一部分，则无需在本试验结束时专门进行测量和检查。

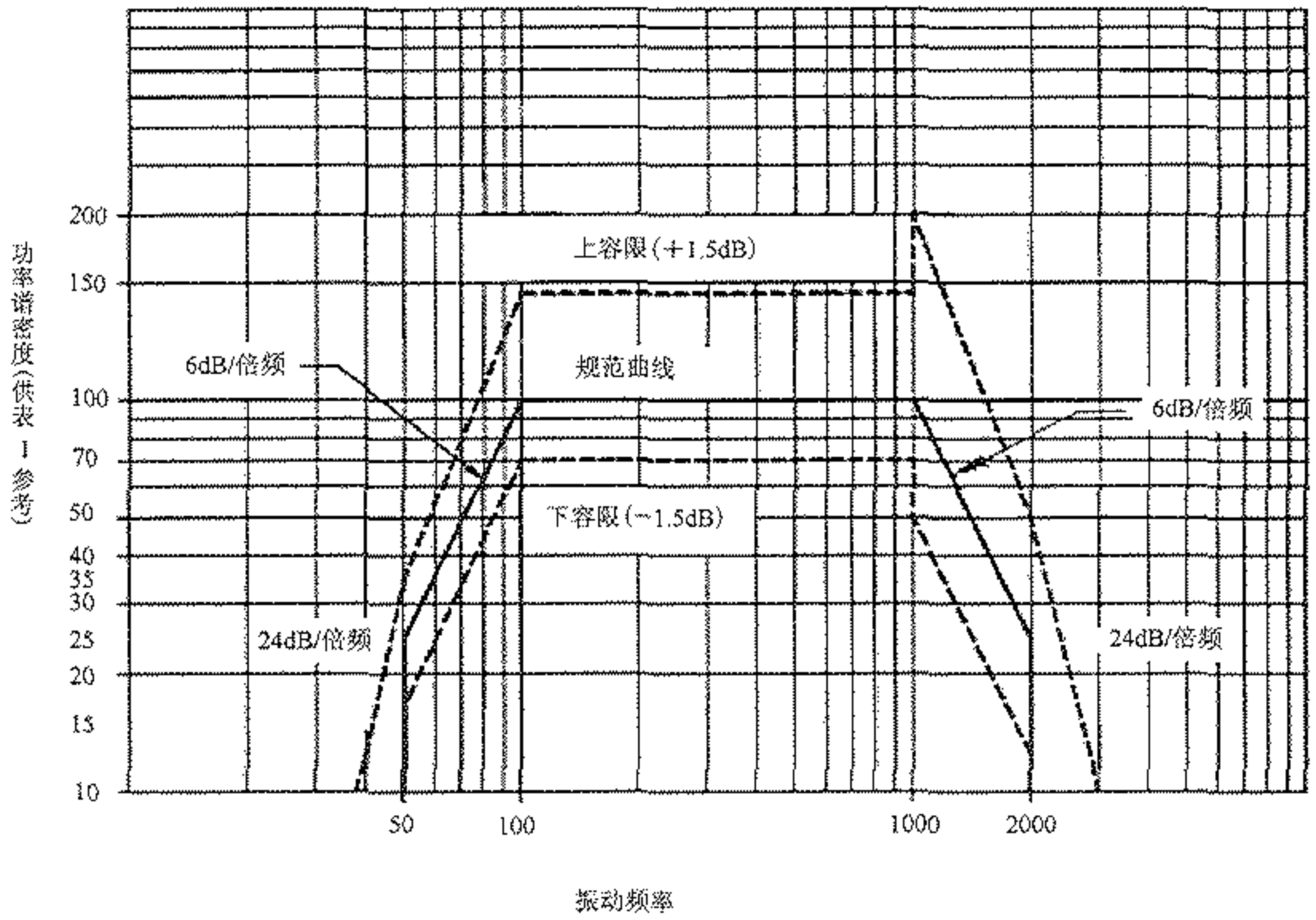


图1　试验条件1，随机振动测试曲线的包络线(见表1)

表1　试验条件1的值[a]

特性		
试验条件编号	功率谱密度 $(m/s^2)^2/Hz$	加速度总均方根值 m/s^2
A	2	53.5
B	4	75.6
C	6	92.6
D	10	119.5
E	20	169.1
F	30	207.1
G	40	239.1
H	60	292.8
J	100	378.0
K	150	463.0

[a] 试验持续时间见第4章。

标准搜搜网 bzsoso.com

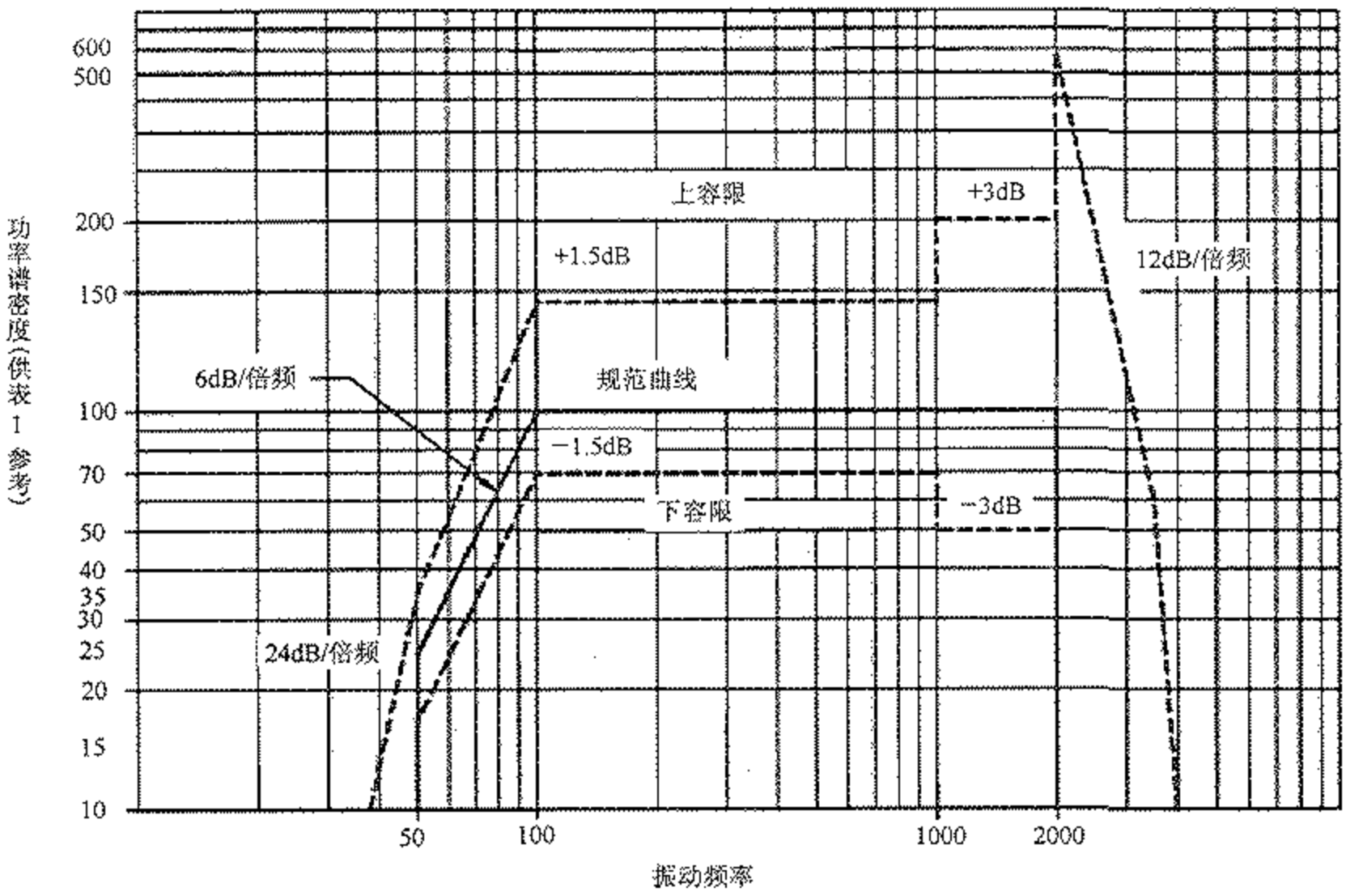


图 2　试验条件 2，随机振动测试曲线的包络线(见表 2)

表 2　试验条件 2 的值[a]

特性		
试验条件编号	功率谱密度 $(m/s^2)^2/Hz$	加速度总均方根值 m/s^2
A	2	62.1
B	4	87.8
C	6	107.6
D	10	138.9
E	20	196.4
F	30	240.6
G	40	277.8
H	60	340.2
J	100	439.2
K	150	537.9

[a] 试验持续时间见第 4 章。

3.1　检查

试验结束后，在不放大或不大于 3 倍的放大倍数下检查外部标记，用 10 倍～20 倍的放大倍数检查外壳、引线或密封。这些检查和附加规定的检查及测量都应在最后循环完成后，或在包括本试验在内的一组、一系列或一分组试验完成后进行。

3.2　失效判据

试验结束后，在规定的测量或检查中出现的失效(见第 3 章和第 4 章)、外壳、引线、或密封的缺陷或损伤、模糊的标志都应视为失效。在试验过程中由于夹具或装卸引起的损伤，不应判为拒收。

标准搜搜网 b2soso.com

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 试验条件(见第 3 章)；

b) 试验后的测量(见第 3 章和 3.1)；

c) 试验条件 1 或 2 和字母(A～K)代号；

d) 试验的持续时间(若与本规定数值不同)；

e) 在器件通电情况下进行试验的要求(适用时)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2027.1　芯片粘结强度

1　目的

本试验的目的是确定器件在 Y1 轴方向受到力时元器件芯片的粘附强度。本方法适用于有机材料作为粘附剂把半导体芯片固定在管座或基板上的微电子器件，用于对材料的评价和工艺的控制。

2　设备

试验设备应包括抗拉强度试验台，该试验台应能提供 7MPa 乘以最大被测芯片面积的力，其精度为±5%或 0.5N(取较大者)。试验设备应具有下述功能：

a)　可互换的芯片接触工具，每次试验接触面范围应是被试芯片面积的 60%～100%；

b)　应有保证芯片接触工具与管座或基座平面垂直固定的措施；

c)　芯片接触工具和管座/基座固定装置之间能旋转。

3　程序

在芯片接触工具上放少量快速凝固的粘结剂，然后与芯片表面接触(图 1)。在粘结剂充分固化后，再使样品承受规定的垂直拉力。

3.1　作用力

利用上述设备对芯片加力，此力要足以把芯片从底座上拉下来，或是拉力达到规定的最小抗拉力的两倍，取第一个出现的力(见图 2)。

3.2　失效判据

如在低于两倍的最小抗拉力下芯片表面与芯片接触工具之间发生分离，试验结果无法判断该样品是否失效，应重新进行该项试验。

当芯片从管座或基板上被拉起，在下述条件时判为失效：

a)　在低于图 2 表示的芯片最小抗拉力(1.0 倍)下发生分离；

b)　在低于图 2 表示的芯片最小抗拉力的 2.0 倍时发生分离，且在芯片粘结剂与芯片之间，或粘结剂与管座/基板之间的界面上没有明显的附着痕迹。

当有规定时，记录使粘附系统分离所需的力与失效类别。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　芯片最小抗拉强度(若不用图 2 所示)；

b)　试验的芯片数和接收数；

c)　数据记录要求。

标准搜搜网 bzsoso.com

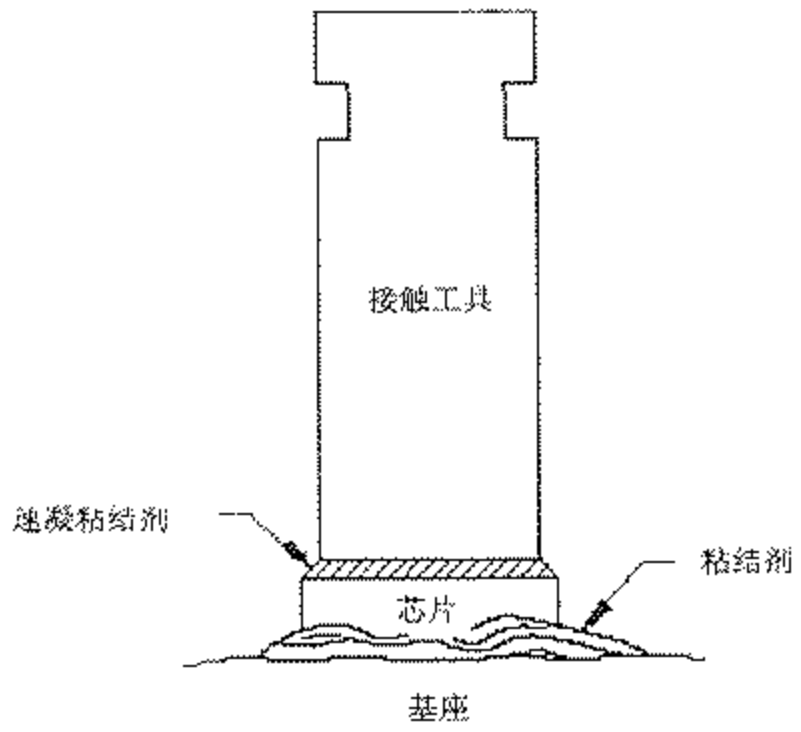
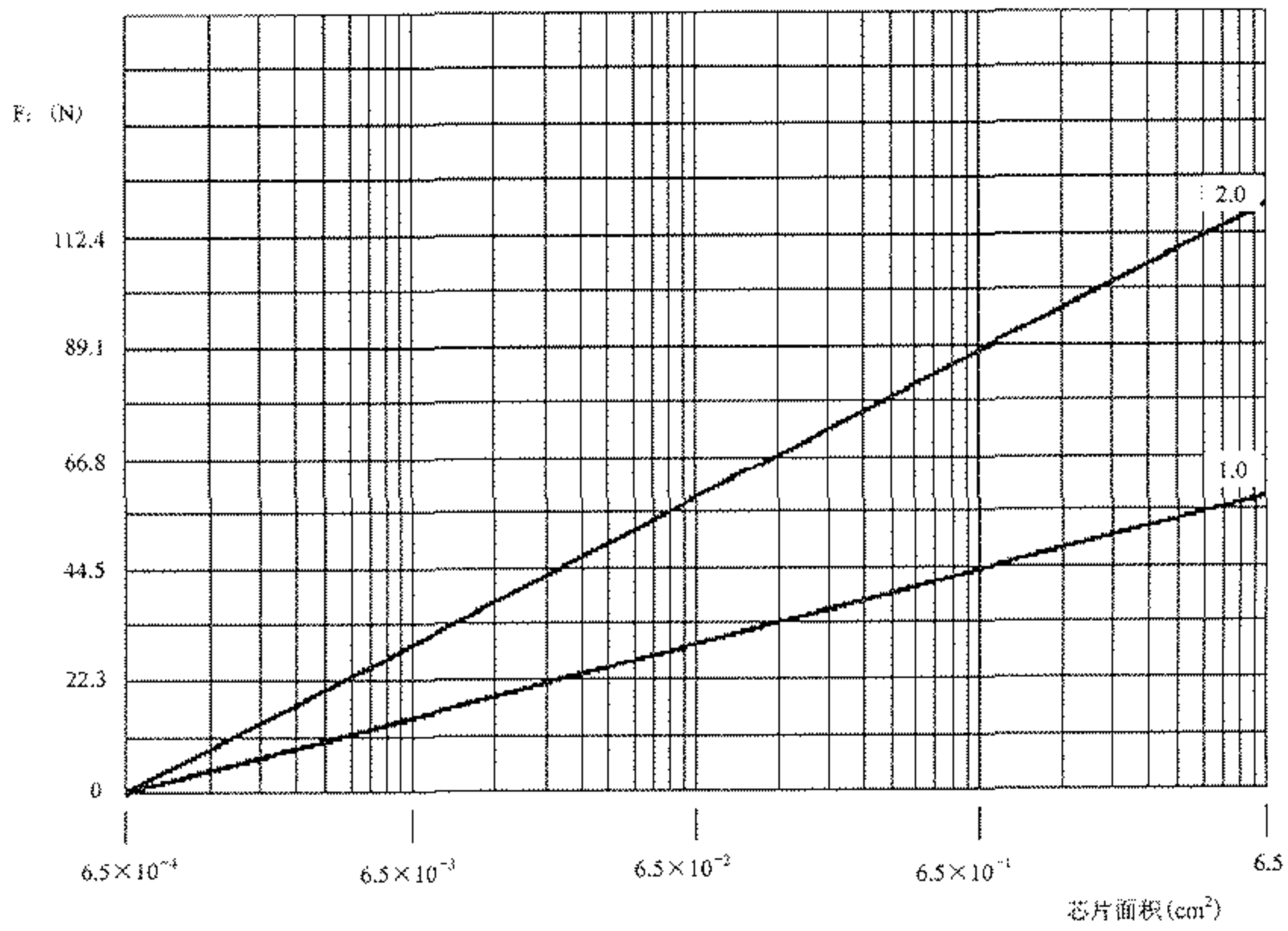


图 1　提起芯片前芯片接触工具和芯片上表面粘接



注：X 轴为对数刻度，没给出的点应根据下述公式计算：

1.0 倍时，$y=(3.32\lg(x/6.5)+13.3)\times4.45$；

2.0 倍时，$y=(6.63\lg(x/6.5)+26.6)\times4.45$；

不能从图上外推。

图 2　芯片粘结强度的判据 F/N

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2028　针栅阵列式封装破坏性引线拉力试验

1　目的

本试验的目的是通过测量封装引线经受轴向拉力的能力来确定针栅阵列式封装引线的牢固性。

2　设备

本试验所需的设备应包括能对封装引线施加规定应力的合适设备。应由能测量两倍于规定的最低极限应力值的设备来提供外加应力的校准测量和指示，其准确度为±5%或±2.45N(取其大值)。

3　程序

应至少从3个器件中随机选取被测引线，将无冲击的拉力以平行引线轴向的方向加到待测的每根引线上。应加大拉力直到达到可接收的最小引线拉力强度或引线从锡焊接点分离为止。拉力应加到尽可能接近引线末端的位置。

可接收的最小引线拉力强度应为 258N/mm^2(例如平均截面积为 0.16mm^2 的引线的最小拉力为42.1N)。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　若与上述不同，应规定引线的数目和选择方式；

b)　若与上述不同，应规定测量的引线拉力强度和要求的最低拉力强度。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2029　陶瓷片式载体焊接强度(破坏性推力试验)

1　目的

本试验的目的是测量无引线微电子器件封装的外部焊接强度(例如，从片式载体引出端到基板或线路板的焊接)。

2　设备

本试验所需的设备应包括能对器件端点施加规定应力的合适设备。应由能测量两倍于规定的最低极限应力值的设备来提供外加应力的校准测量和指示，其准确度为±5%或±2.45N(取其大值)。

3　程序

应采用下述程序进行试验。所有推力试验都应计数，且应遵循规定的抽样、接收以及追加样品的规定(适用时)。至少从两个已完成的基板或线路板上最少选取四个片式载体，若不够四个，则使用所有片式载体。若在片式载体周围存在可能提高焊接强度的粘结剂、密封剂或其他材料，则应在使用这些材料之前进行焊接强度试验。

3.1　试样

当片式载体的封装被焊接到基板或线路板上(最终器件中的基板或线路板除外)时，应采用下述条件：

a)　本试验所用的封装样品应从所代表的最终器件所使用的相同片式载体中随机抽取；

b)　在焊接最终器件期间，本试样所用样品的焊接采用与最终器件焊接相同的焊接设备；

c)　应在处理最终器件基板期间，采用与最终器件相同的方式加工和处理试验载体基板。

3.2　试样制备

基板必须按如下方法制备：

a)　利用对试验基板进行端铣钻孔或其他适当方法使包含每个待试样品封装载体(50^{+5}_{0})%焊接面的近似圆形区域暴露出来，若不能以这种方式暴露陶瓷，那么应把封装载体焊接到已经制造了合适的孔和孔径的试样基板上(假定满足了 3.1 的所有其他条件)；

b)　必须为试验基板提供适当的支撑，以使在试验期间基板的弯曲减至最小。若需要的话，这种支撑可以把基板焊接到钢性金属板上。该金属板具有与试验基板匹配的圆形小孔；

c)　必须为每个孔径制备一个圆柱形钢性金属试验杆，它将通过支撑板插入试验基板孔中。试验杆将用来把应力源设备的规定应力传输到暴露的封装表面。试验杆的直径应是相应测试孔直径的(85^{+5}_{0})%，试验杆的长度应足够长，以便当它完全插入孔内时，露出测试孔开端的部分还有$25.4^{+25.4}_{0}$ mm。

3.3　试验

试验应按如下方式进行：

a)　按图 1 对载体施加推力；

b)　在试验之前，应把一层聚四氟乙硒带安放在暴露的片式载体表面和试验杆之间；

c)　把试验杆插入试验孔。试验杆与陶瓷片式载体的接触应无明显碰撞(不大于 2.5mm/min)。当试验设备的施力装置以 0.5×(1±1%)mm/s 的恒定速率推进时，通过试验杆将足够的力施加到片式载体上，使片式载体与基板彻底分开(至少使试验中的片式载体的三边撕开)。发生失效时应记录失效时的作用力和失效类别。导致片式载体或试验基板破碎的试验应被看作是不可接收的，应放弃该试验数据，并重新进行试验。

3.4　失效判据

标准搜搜网 bzsoso.com

按焊接区宽度计算低于每毫米宽度 11.6N 的键合强度而导致分离的推力试验定为失效。键合强度由分离力除以在封装边外基板上平行于封装边方向测量的总焊盘宽度来确定。

3.5 失效类别

失效类别如下，有规定时应记录分离所需的应力和分离的主要类别。

a) 器件断裂；

b) 封装与焊点界面的失效；

c) 在不受焊接工艺影响的位置上的引出端断开；

d) 键合点与基板导体界面中的失效；

e) 导体从线路板或基板抬起；

f) 线路板或基板内的断裂。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 若不按 3.4 规定，应给出最小键合强度，或使用时应给出所需强度分布细节；

b) 若不是 4 个器件，则应给出抽样方案和待试验芯片的选择和数目；

c) 适用时(见 3.5)，应给出分离力和失效类别的报告要求。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2030　芯片粘接的超声检测

1　目的

本试验的目的是通过声学连续性测量实现非破坏性检测半导体器件芯片的粘接材料中的未粘附区域和空洞。本试验为半导体器件的超声检测规定了方法和判据。

对于一定的芯片粘接材料，很难得到粘接良好和粘接不好两种情况之间的明显差别。当规定应用本试验方法时，应考虑每种器件的设计因素。

本试验所用的术语“芯片粘接界面”指硅芯片和粘接的基板之间的全部区域，包括芯片粘接材料和芯片之间的界面、芯片粘接材料和基板之间的界面和芯片粘接材料本身。

本试验所用的术语“超声检测”指的是产生如同超声扫描(US)或 C-SCAN、激光扫描声学显微镜(SLAM)或 C-模式扫描声学显微镜(C-SAM)那样可以提供灰度输出的高频超声显像(成像)。

2　设备

本试验所需的设备如下：

a)　超声成像设备

该设备的试验频率应足以穿透芯片粘接界面。试验频率和焦距应适合于检测直径小到 25.4μm 的空洞。

b)　输出装置

应用拷贝灰度记录装置或其他直接记录装置(如计算机存储)产生分析用的图像(手工或自动)。输出图像的动态范围应至少有 16 级可识别的颜色和灰度。图像应足够大，以便能用 10 倍或较低的放大倍数观察。

c)　超声检测器

应能检测透过外壳背面或底部，并通过芯片粘接界面反射或传输的声信号。对不希望打开气密封装的地方应使用图像反射模式。

3　程序

应根据需要选择或调整超声波发生器、接收器和行扫描记录仪的配置(适用时)，以便在对器件和试验所要检测的缺陷特性的灵敏度要求之内得到满意的图像，并获得最多的图像细节。在反射模式或传输模式图像的情况下，必须注意确保超声波穿透整个芯片粘接界面并对其敏感。

3.1　安装与观察

器件应安装在试验用样品箱中，防止受到损伤或污染，并能按规定置于适当的平面上，只要夹具不妨碍从超声波传感器到器件各个部分的观察，可采用任何一种夹具固定器件。箱中的耦合流体应是蒸馏水或其他合适的非腐蚀液体。器件留在耦合流体中的时间应尽可能短。超声波检测之后，要对样品进行适当的清洁和干燥。

3.1.1　观察

在声信号从垂直于芯片粘接平面方向穿透器件并在从外壳外表面到芯片粘接界面具有声连续性的情况下对所有器件进行一次观察(通常是 Y1 方向，而芯片粘接平行于 XZ 面)。对于半导体元件有源表面没有密封气隙的器件(无盖器件)来说，可以规定在声信号直接从或通过半导体元件的有源性表面指向芯片粘接界面的情况下进行观察。

3.2　记录与标志

声图像应由使用干燥电敏感纸和具有标准分辨率的设备来打印。图像应由纸上的标记得到明确识别，纸上打印的图像具有如下信息：

标准搜搜网 bzsoso.com

a) 器件承制方名称或识别代码编号；
b) 器件类型或编号；
c) 生产批号或日期代码或检测批号；
d) 超声图像观察号码和日期；
e) 器件编号或交叉参照号(适用时)；
f) 超声试验室识别(若不是器件承制方)。

3.2.1 规定时的非打印方法

若不需要永久记录，且该设备能产生与打印记录方法具有同样质量的结果，则允许使用非纸记录方法，该方法应满足除关于实际记录要求以外的一切要求。

3.2.2 器件编号

当要求器件编号时，每个器件应很容易由编号识别。应以连续升高的器件序列顺序来成像。当缺少某个器件时，空白处应包含序号或其他易于识别并且与超声图像数据相联系的标记。当在序列化器件中出现较大空白跳越时，可将跳越前最后一个器件的序列号和跳越后第一个器件序列号放于这一大的间隔位置。

3.2.3 校准

若有规定，在安装显像仪器时，至少应采用一个相同类型和结构的开盖器件。该器件可以是废品或无功能的器件。它将用来识别内部的图像特征标志且保证设备正常工作。

3.3 测试

应选择声波频率调节、接收器衰减和其他装置调节，使主要尺寸获得 25.4×10^{-3}mm 的分辨率，使从芯片粘接界面获得最佳的反射信号，并以尽可能大的对比度显示图像特性。应对每个所需的观察做超声图像。

3.4 操作人员

对从事超声检测的人员应进行超声图像程序和方法方面的培训，这样，本方法所揭示的缺陷才能有效地解释并与适用的标准进行比较。检测图像工作人员的视力要求：

双眼(校正或未校正)视力不低于 1.0。每年至少由眼科医生、验光技师或其他认可的专业工作人员进行一次视力测试。

3.5 超声图像的解释

应审查超声图像，以确定每个器件是否符合本标准，同时剔除有缺陷的器件。图像的解释应在记录纸的表面上并在没有眩光的中度光级条件下进行。图像应以 1 倍～10 倍的放大倍数观察。

3.6 记录报告

3.6.1 检测报告

对于 S 级器件或其他级别器件，有要求时，承制方应对每次发货的器件提供检测报告。报告应说明超声检测结果，并列出订购合同号或等效的识别、器件号、日期代码、合格数量、不合格数量和测试日期。对于每个不合格器件，应列出器件号、序列号(适用时)和不合格原因。

3.6.2 声显微图和报告的保存

有规定时，承制方应保留一套超声图像和一份检测报告的副本。这些资料应保存规定的期限。

3.7 检验和接收判据

在器件检验中，下列情况应被看作是不可接收的芯片安装，因此表现出下列缺陷的器件应被拒收。当用超声图示器件时，对某些种类的安装材料可能不会显示出真正的空洞，因此检测此类器件时，应在检测报告中注明采用的安装材料。

a) 接触区多个空洞总和超过应该具有的总接触区的 50%；
b) 超过预计接触区 15%的单个空洞，或超过总预计接触区 10%的单个拐角空洞(见图 1)；
c) 当用平分两对边方法把图像分成四个面积相等的象限时，任一象限中的空洞超过了该象限预计

标准搜搜网 b2s0s0.com

的接触区面积的 70%(见图 1)。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容:

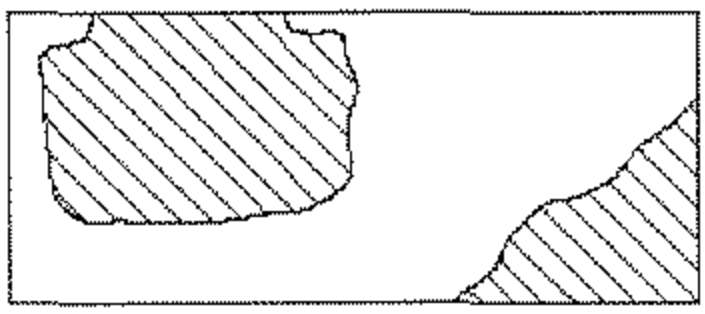
a) 若不按 3.1.1 中规定，应给出观察数;

b) 若不按 3.2 中规定，应规定标记；若需要，应对样品进行标识以表示它们已进行过超声图像处理;

c) 若不按 3.7 中规定，应给出样品中观察的缺陷和接收(或拒收)的判据;

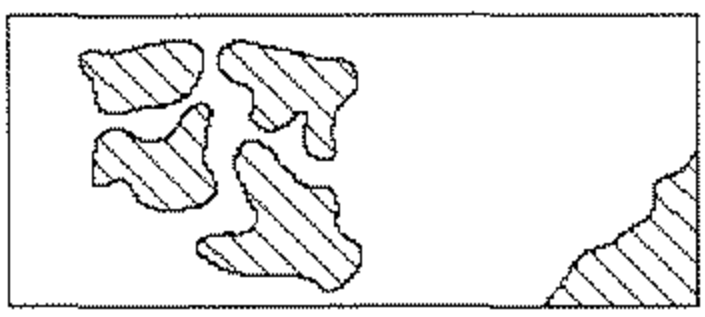
d) 应给出图像和报告保存要求(适用时)(见 3.6.2);

e) 对 B 级器件，需要时应给出试验报告。



拒收：单个空隙大于预计接触区总面积的 15%

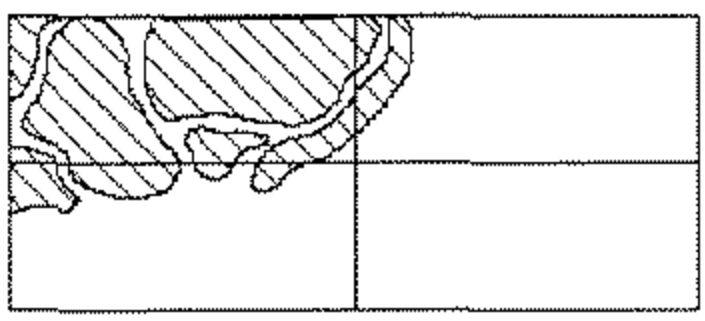
拒收：拐角空隙大于预计接触区总面积的 10%



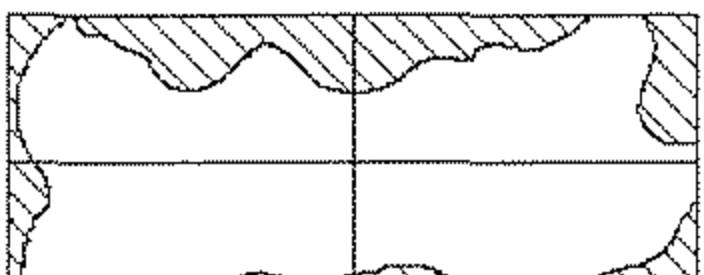
接收：没有一个空隙大于预计接触区总面积 15%

接收：拐角空隙小于预计接触区总面积 10%

=空隙或未粘接的区域



拒收：象限中 70%以上部分未粘接



接收：所有象限中未粘接的面积均小于 70%

图 1 空洞判据

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2031　倒装片拉脱试验

1　目的

本试验的目的是测量采用面键合结构进行连接的半导体芯片与基板之间的键合强度。

2　设备

本试验所需的设备包括对键合施加规定应力的合适设备。应由能测量两倍于规定的最低极限应力值的设备来提供外加应力的校准测量和指示，其准确度为±5%或±2.45N(取其大者)。

3　程序

应按下列步骤进行试验。应统计所有的芯片拉力，且应遵循规定的抽样接收和附加的样品制备，适用时由规定的 LTPD 确定待试验芯片数目，而不是键合数。对于混合或多片器件应采用最少四个芯片，若器件不足四个芯片，应采用至少两个最终器件的所有芯片。如果器件采用了提高键合强度的密封剂、粘合剂或其他材料，应在采用这些材料之前进行所有的拉力试验。

当倒装芯片所键合的基板不是最终器件的基板时，应该使用下列条件：

a)　本试验的芯片试样应从其代表的最终器件中所使用的同一芯片母体中随机抽取；

b)　在对最终器件进行键合期间，本试验所用芯片键合设备应与最终器件中使用的设备相同；

c)　在对最终器件基板进行处理的同一时期内，对试验芯片基板应采用与最终器件基板一样的处理、金属化和加工。

3.1　试验

经校准的拉脱设备(见第 2 章)应包括拉开棒，其截面积为芯片表面积的(75^{+3}_{-5})%。该棒用高强度粘结剂材料(例如具有高拉力强度的腈基丙烯酸酯或其他粘结剂)与倒装芯片背面相连接。基板应刚性地安装在拉开夹具中，拉开棒应与粘结剂材料形成坚固的机械连接。应以 4.9N/s±0.98N/s 的速率在芯片表面法线方向 5°范围内无冲击地拉芯片，直到芯片与基板分离。当出现失效时，应记录失效时的力、计算的力极限和失效类型。

3.2　失效判据

使倒装芯片产生分离的最小外加应力(X)应按下式计算，小于其值则视为失效：

$$X = 760\,(N/cm^2) \times 凸点平均面积\,(cm^2) \times 凸点数$$

3.2.1　失效类型

失效类别如下所示。当规定时，应记录获得分离所需的应力和分离或失效的主要类别。

a)　硅断裂；

b)　金属化层从芯片上拉起；

c)　粘接区和芯片界面的分离；

d)　粘接区内的失效；

e)　粘接基板界面的分离；

f)　金属化层从基板上拉起；

g)　基板断裂。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　若不按 3.2 中规定，则应给出最小键合强度，或给出所需强度的分布细节(适用时)；

b)　若不是 4 个样品，则应给出抽样方案和待试验芯片的选择和数目；

c)　适用时，报告分离力和失效类型的要求(见 3.2.1)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2032　无源元件的目检

1　目的

本项检验的目的是检查微电子器件(包括射频/微波)中采用的无源元件是否存在如本试验方法所述的外观缺陷；本方法可以用于对未安装的元件在密封前或封装前进行 100%检验，来发现和剔除那些带有可能导致在正常使用中失效的表观缺陷的元件；它还可以对未安装的元件在封装或包封之前按抽样检验的方式进行，以确定承制方对无源元件的质量控制和处置程序的有效性。目检的判据分以下四部分的内容：

第 1 部分(见 3.1)涉及平面薄膜元件(电阻、电容、电感、单层图形化基板和多层图形化基板)；

第 2 部分(见 3.2)涉及平面厚膜元件(电阻、电容、电感、单层图形化基板和多层图形化基板)；

第 3 部分(见 3.3)涉及非平面元件(陶瓷片式电容器、片式铝电容器、片式平行板电容器、片式电阻器、电感和变压器等)；

第 4 部分(见 3.4)涉及声表面波(SAW)元件。

各部分包含的检验内容确定了 K 级和 H 级元件的目检要求(无源元件的等级见 GJB 2438 的筛选要求)。

1.1　术语和定义

1.1.1　有效电路区　active circuit area

所有的功能电路、工作金属化或任何互连组合；对于电阻，是由两个金属化区(一般是键合区)之间构成连续通路的所有电阻材料。

1.1.2　块状电阻　black resistor

一个固态的矩形电阻，为了方便阻值调整，设计时宽度通常比功率密度要求的要宽得多，这一点应在合格承制方封帽前目检文件中加以规定。

1.1.3　键合区　bonding pad

位于元器件外围，可在其上制备电互连线金属化区域。

1.1.4　桥接　bridging

电路中不应该相连接的两部分之间出现的完整连接。

1.1.5　导电基板　conductive substrate

一种可以导电的基板，例如，铜或掺杂的硅是导电基板，而氧化铝和石英是非导电(绝缘)基板。

1.1.6　接触窗口　contact window

为了使淀积材料与基板接触而通过氧化(或绝缘层)开的孔(通常为正方形)。

1.1.7　受控环境　controlled environment

最大允许相对湿度不超过 65%，并符合 1000 级环境要求。

1.1.8　腐蚀　corrosion

由化学作用引起的金属逐渐损耗，伴有腐蚀物的产生。

1.1.9　龟裂　crazing

存在于表面的许多细小的、相互连接的表面裂纹。

1.1.10　交叉　crossover

金属化通路之间没有相互电接触的垂直交叉，通过在跨接区域的两层金属化通路之间淀积一个绝缘层的方法来实现。

1.1.11　碎屑　detritus

原始的或已修正的电阻或金属材料的碎片。

标准搜搜网 bzsoso.com

1.1.12 介质 **dielectric**

一种不导电但能够承受电场的绝缘材料；用于交叉跨接作为钝化层或玻璃钝化层，或用在电容器中。

1.1.13 多余物 **foreign material**

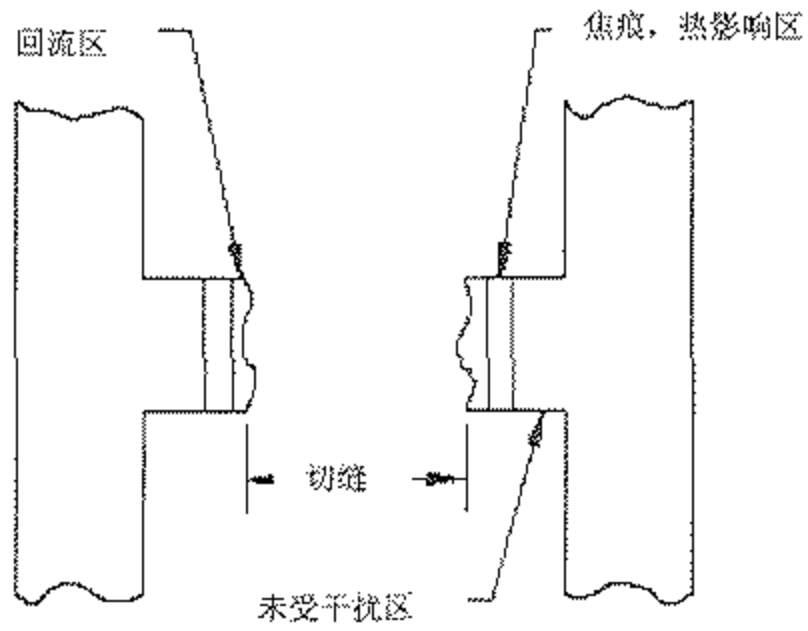
相对于元件而言的任何外来物质，或者是从元件中脱离的任何非外来物质。当它不能被一般的气流(压强大约 138kPa)或被批准的清洗工艺去除时，就认为是附着的；导电的外来物质是在常规的目检光照和放大倍数下不透明的所有材料，当颗粒周围出现彩色条纹时，就认为该颗粒已埋入玻璃钝化层中。

1.1.14 玻璃钝化层 **glassivation**

覆盖除键合点之外包括金属化层在内的有效电路区域的最上层透明绝缘材料；龟裂是玻璃钝化层中存在的许多细小裂纹；裂纹是由应力释放或粘附性差而导致的玻璃钝化层中的缝隙；裂纹可以在金属化区域上形成环状。

1.1.15 切缝 **kerf**

阻值调整后时在被修正电阻上形成的干净区域；在激光修正中切缝由回流区域(它由粘附有熔化的电阻材料为特征)、焦痕热影响区域(它以电阻薄膜在物理形状不变条件下的褪色为特征)和未受干扰区域所包围。



1.1.16 损伤 **mar**

表面受到影响但尚未达到撕裂的程度(如磨痕、压痕等)。

1.1.17 多层布线(导体) **metallzation，multilevel (conductor)**

指相互间用生长或淀积的绝缘材料彼此分隔开的，而又用作互连的不同金属化层或其他材料，“顶层金属化”是指在绝缘材料上面的任何金属化层。

1.1.18 多层金属化(导体) **metallization，multilayered (conductor)**

用于互连的两层或多层金属化或其他材料，它们之间未被生长或淀积的绝缘材料彼此分隔开。“下层金属化”是指位于最上层金属化下面的任何金属化层。

1.1.19 工作金属化层(导体) **metallization，operating (conductor)**

用作互连的所有金属化(金、铝或其他材料)；键合区就是工作金属化，而对准标志、测试图形和识别标记则不是工作金属化。

1.1.20 最小电阻宽度 **narrowest resistor width**

给定电阻调整前的最窄部分；而对于块状电阻其最小电阻宽度可以在合格承制方设计文件中详细说明。

1.1.21 颈状缩小 **neck down**

电阻条在金属化界面处的逐渐变细；电阻材料的变细一般在电阻条两侧是相等的，不像空洞那样的突变。

标准搜搜网 bzsoso.com

1.1.22 缺口部分切口 **nicking partial cut**

与被调整电阻相邻的电阻或同一电阻的下一个梯级的不完全的或不适当的修正。

1.1.23 非平面元件 **nonplanar element**

指三维结构的元件。

1.1.24 原始间隔 **original separation**

由设计确定的分隔尺寸或空间。

1.1.25 原始宽度 **original width**

由设计确定的宽度尺寸。

1.1.26 氧化层缺陷 **oxide defect**

氧化层中由边缘处两条或三条彩色条纹所表征的不规则形状缺陷。

1.1.27 钝化层 **passivation**

在金属化淀积之前用生长或淀积的方法在元件上直接形成的氧化硅、氮化硅或其他绝缘材料。

1.1.28 钝化层台阶 **passivation step**

由设计决定的钝化层厚度改变。

1.1.29 无源元件 **passive element**

平面电阻、电容、电感和图形化基板(包括单层和多层),及非平面化的片式电容器、片式电阻器、片式电感器和变压器等。

1.1.30 成膜基板 **patterned suhatrate**

用厚膜或薄膜技术在其上面形成了导体和电阻或电容等元件的基板。

1.1.31 平面元件 **planar element**

基本是二维元件,元件的所有点均在同一平面内。

1.1.32 突起 **protrusion**

电路图形中的突出部,它通常是由光刻或丝网缺陷引起。

1.1.33 电阻梯阶 **resistor ladder**

指外观象梯子状的电阻结构,在修正过程中其阻值逐步增加;用于粗调的梯阶结构,一个横档的修正将导致较大的电阻增加(该变化可能引起阻值超过容差);而细调的横档在调整时,只导致较小的电阻增量(不会引起阻值超过容差)。

1.1.34 电阻梯阶横档 **resistor ladder rung**

电阻梯阶结构中为增加电阻值而设计的要被激光切割的部分。

1.1.35 电阻环 **resistor loop**

外观象环状的可以被修正的电阻结构,粗调的环结构调整可导致较大的电阻变化(这种可能引起阻值超过容差);而细调的环结构调整仅引起较小的电阻值变化(该变化不会引起阻值超过容差)。

1.1.36 自钝化电阻材料 **resistor material self passivating**

在电阻材料上可以热生长一层形状相同的绝缘层(如氮化钽材料上可生长五氧化二钽)。

1.1.37 焦痕 **scorching**

激光调整后未物理形式的薄膜电阻材料的退色现象。

1.1.38 金属化划伤 **scratch, metallization**

金属化表面(包括探针痕迹)在内的所有撕裂性缺陷;金属化表面的擦伤不认为是划伤。

1.1.39 电阻划伤 **scratch, resistor**

电阻膜的各种撕裂性缺陷;电阻表面的擦伤不认为是划伤。

1.1.40 边条 **sidebar**

电阻梯阶状结构中横档所依附的部分,边条一般不被激光修正。

1.1.41 基板 **substrate**

起支撑作用的结构材料。功能电路在基板中或(和)基板上形成。

标准图书网 bzsw.com

1.1.42 声表面波(SAW)元件 **surface acoustic wave (SAW) element**

利用薄膜技术在各类基板材料上制成的一种平面元件，其尺寸随频率要求而变；设计特征如叉指形。

1.1.43 引出端 **terminal**

用来提供与功能电路电连接的金属区域。

1.1.44 厚膜 **thick film**

指在基板上用丝网印制形成的电导型、电阻型或介质材料；并在一定的温度下烧制，使之熔凝成最终形态。

1.1.45 薄膜 **thin film**

采用真空蒸发、溅射或其他方法起积在基板上的电导型、电阻型或介质材料，其厚度通常小于5μm。

1.1.46 下层材料 **underlying material**

在最上层金属化下的任一层材料，包括金属化层、电阻、钝化层、绝缘层或基板本身。

1.1.47 通孔 **via**

绝缘材料上的开口，在该孔上形成一个金属化层到另一层的垂直导电互连通道。

1.1.48 玻璃化 **vitrificaton**

用加热和熔融的手段使物质向玻璃态或玻璃状转化。

1.1.49 金属化层中的空洞 **void metallization**

因失去金属化而使下层材料可见(暴露)的区域；空洞通常是由光刻和与掩膜版有关的缺陷引起的，而不是由划伤引起。

1.1.50 电阻空洞 **void resistor**

因失去电阻材料而使下层材料可见(暴露)的区域；空洞通常是由光刻和与掩膜版有关的缺陷引起的，而不是由划伤引起。

1.1.51 环绕导体 ***wraparound conductor***

由设计要求的延伸在基板周围边缘的导体。

1.1.52 (空气)耦合桥 **coupling (air) bridge**

用于互连的并提高了高度的金属化层，它通过空气间隙或其他绝缘材料与元件表面相隔离。

1.1.53 凹痕 **pit**

是在基板上由于金属在非均匀淀积或非均匀处理时而形成的凹痕，如：由过分的激光调整脉冲引起。

1.1.54 硬质基板 **hard substrate**

在其中/或在其上形成功能电路的无机刚性材料，例如氧化铝和硅。

1.1.55 金属化气泡 **metallization blister**

可以压平中空的隆起处。

1.1.56 金属化瘤 **metallization nodule**

不能压平的实心隆起处。

1.1.57 基板通柱 **substrate plug via**

基板材料中的圆形通柱，该通柱连接基板的上下两个表面的接触区，通柱内注满导电金属材料。

2 设备

用于本检验的装置应包括能够完成有效的检验，并使操作者对于被检查元件的可接收性做出客观决定所必要的具有规定放大倍数的光学仪器和有关的目检标准(图形、照片等等)；检验过程中，在不损伤元件的前提下，为了进行有效的操作，需提供处置元件所需的合适固定装置。

标准搜搜网 bzsoso.com

3 程序

a) 一般要求：元件应按适当的顺序，在规定的放大倍数范围内进行检验，以确定其是否符合 H 级或 K 级目检要求，如果某一规定的目检要求与元件的设计、拓扑图形或结构相矛盾，它应以文件形式注明并得到订购方的专门批准。对所有的元件均应按本试验方法中所有适用的目检缺陷判据进行检验，对那些适用于特定元件种类、工艺或技术的标准，应注明适用对象。

b) 检验顺序：本试验方法中提供检验标准时采用的次序并不是要求的实际检验顺序，承制方可以合理的改动。

c) 检验控制：在所有情况下，最终密封前检验之前所进行的预检所依据的质量程序，应与最终密封前检验的相同；对未安装元件，检验后的任何操作应避免产生缺陷，并确保这些操作所产生的缺陷能够在最终密封前检验中被检出、并剔除；如果某一元件是静电放电(ESD)敏感的，应采取适当的静电预防措施。

d) 检验环境：未安装元件的检验应在至少 100000 级的环境下进行，而最大允许的相对湿度不能超过 65%；已安装元件的检验环境对于 H 级至少要 100000 级，而对于 K 级至少要 100 级。在最终封装前检验到准备封装这一时间间隔内，已安装的元件应放置在一个受控环境内(见 1.1.7)。当从一个受控环境传送到另一受控环境时，安装和未安装元件都应置于带盖的容器中。

e) 放大倍数：“高放大倍数”检验应在垂直照明条件下完成，如果在其他检验角度和照明角度下的视觉观察效果与原先规定条件相同，承制方也可选择使用其他的检验角度和照明角度；“低放大倍数”检验可以使用单筒、双筒或立体显微镜，采用适当的照明，在元件倾角不大于 30° 的角度下来完成。检验中所使用的放大倍数范围在每一部分的开始处均予以注明，并在每一主要的判断开始处重申。

f) 重新检验：在承制方完成检验之后，为产品验收或质量验证的目的而对产品进行目检时，附加的检验应采用本试验方法规定的放大倍数，除非订购文件专门规定了特定的放大倍数。

g) 例外：在对目检标准允许有条件的例外时，应在封装图上专门用文字注明该例外适用的位置和条件等特殊说明。

h) 格式和约定：为了便于理解和比较，本方法的判据以下面的形式表示：除非在 K 级中另有特别说明，否则 H 级的说明均适用于 K 级，K 级的说明只适用于 K 级；对于在 100 倍放大情况下进行的检验，一条钝化线、金属线或间距指满足 2.54μm 钝化层、间距或金属条的标准，呈现出是指由被测元件的视觉图像或视觉外观表明无需再采用其他任何试验方法加以确认，当采用其他试验方法来证实不存在某种缺陷时，这些方法应得到订购方的批准。在插图中交叉线区域代表金属化，空白区域代表电阻材料，阴影区域代表暴露出的下层材料，字母 X、Y 或 Z 代表相关的尺寸，字母 d 代表原始尺寸，大多数插图中仅表示出拒收条件。

3.1 薄膜元件检验

对每一个平面薄膜无源元件，都应按本条款的规定进行目检缺陷检验，对于 H 级和 K 级，“高放大倍数”检验应在 100 倍～200 倍范围内，“低放大倍数”检验应在 30 倍～60 倍范围内；当在电路组装前检验进行时，对无背面金属化的陶瓷或玻璃类基板元件应采用背面光照，检验细缝、空洞或桥接情况；具有 51μm 或更大几何尺寸的图形化基板应在 10 倍～60 倍的显微镜下检验。

3.1.1 工作金属化层缺陷(高放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收。

注：本条所包含的金属化缺陷判据仅适用于工作金属化。

3.1.1.1 金属化划伤

a) H 级：除键合区外，使金属化中的划伤或探针划痕沿导电带宽度方向上暴露出下层材料，并使未受影响的部分小于初始宽度的 50%(见图 1)。

注 1：这一判据准不适用于电容器见(3.1.1.1e))。

标准搜搜网 bzsoso.com

注 2：下层材料不一定在沿整个划伤的长度方向上全部暴露。

K 级：同 H 级。

注：不允许暴露下层材料。

b) H 级：在键合区内由于划伤暴露了下层材料，并在导电带连接到键合点的位置，使金属化通路的宽度减少至初始宽度的 50%以下；如果有两条或更多条导电带连接到同一个键合点，对每一条走线应分别考虑(见图 2a))。

K 级：小于 75%(见图 2b))。

c) H 级：完全跨越导电带的划伤，在其他边上的钝化层、玻璃钝化层或基板周围表面的划伤。

K 级：不适用。

d) H 级：在键合点区域的划伤或探针划痕使暴露出的下层材料超过其初始未玻璃钝化的金属化区域的 25%。

K 级：同 H 级。

e) H 级：(仅对电容器)除键合点区域外，金属化划伤暴露了介质材料。

K 级：同 H 级。

3.1.1.2 金属化空洞

a) H 级：除键合区外，金属化空洞使未受损坏的部分小于初始金属化宽度 50%(见图 3)。

K 级：同 H 级。

b) H 级：在键合区的空洞使连接到键合点位置的导电带宽度，减少至初始宽度的 50%以下；如果两个或更多导电带连接到同一个键合点，则应分别考虑。

K 级：75%以下。

c) H 级：在键合点区域的空洞，使暴露出的下层材料超过其初始未玻璃钝化的金属化区域的 25%。

注：对于不导电基板的射频/微波元件，为了性能优化或调节在键合点区域引起的空洞，尽管空洞整个都能看到，但不应拒收。

K 级：同 H 级。

d) H 级：(仅对电容器)除键合点区域外，金属化空洞使减小了的金属化面积达到电容器金属化等效面积的 25%以上。

K 级：同 H 级。

e) H 级：(仅对叉指状的电容器)金属化空洞使小于 50% 的初始金属化宽度未受影响(见图 4a))。

K 级：小于 75%(见图 4b))。

3.1.1.3 金属化腐蚀

H 级：任何金属化腐蚀。

K 级：同 H 级。

注：任何有局域变色区的金属化均应仔细检查，在未能证明它是无害薄膜、玻璃钝化界面或其他遮蔽效应的情况下，应为拒收。

3.1.1.4 金属化附着性

H 级：任何金属化的剥落、脱皮或气泡。

注 1：金属化瘤是可以接收的，要确定在金属化中的突起是金属化瘤还是金属化泡，可以用非金属质工具尝试整平，如果整平则认为是气泡。

注 2：这些判据不适用于由异常现象引起的切口和分离(如：由于划痕和破裂获金刚石踞引起的金属化剥落)，因为这不属于附着问题。

K 级：同 H 级。

3.1.1.5 金属化突出

a) H 级：金属化突出与相邻工作金属化之间的初始间隔减小了 50%以上(见图 5)。

标准搜搜网

K 级：同 H 级。

b) H 级：(仅对叉指状电容)使初始间隔减小了 50%以上的金属化突出(见图 6)。

K 级：同 H 级。

3.1.1.6 金属化对准

a) H 级：被金属化覆盖的面积少于 50%的接触窗口。

K 级：少于 75%。

b) H 级：连续被金属化覆盖的周边少于 40%周长的接触窗口(见图 7a))。

注：当按设计要求，金属化完全包含在接触窗口之内或未覆盖整个接触周长时，如果满足设计要求，则可以不考虑 3.1.1.6a)面积覆盖或 3.1.1.6b)周长覆盖条款。

K 级：少于 50%(见图 7b))。

c) H 级：不应覆盖接触窗口的金属化通路，与接触窗口间隔小于 3μm(设计要求除外)。

K 级：同 H 级。

3.1.1.7 金属化隆起或凹槽

H 级：(仅对电容器)上层金属化隆起或凹槽。

K 级：同 H 级。

3.1.1.8 金属化通孔缺陷(高放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

H 级：金属化通孔在垂直方向上不连续或未覆盖通孔面积的 50%以上，设计要求的圆表面区域除外。

K 级：同 H 级。

3.1.1.9 周边连接缺陷(高放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

H 级：周边连接金属化区中的未金属化缺陷区块，尺寸大于金属化区的 50%(见图 8a))。

K 级：同 H 级。

3.1.1.10 基板通柱缺陷(低放大倍数)

检查基板两面，存在下列缺陷应拒收：

a) H 级：贯穿通孔通路的完整空洞。

K 级：同 H 级。

b) H 级：通孔金属化的任何剥离、起皮和气泡。

K 级：同 H 级。

c) H 级：通孔的填充量小于通孔填充总表面积的 75%及小于基板厚度的 75%(见图 8c))。

K 级：同 H 级。

注：上述为最低要求，同孔的平整度和其他要求应按相应的详细图示，通孔填充可包括厚膜金属化。

3.1.2 钝化层缺陷(高放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

H 级：在金属化边缘处可见且在金属化下连续的钝化层多线(彩色)条纹或钝化层完全不可见(见图 8b))，与金属化之间呈现一条线间距的钝化层缺陷可以接收。

注 1：此判据仅适用于导体基板元件。

注 2：若钝化层缺陷边缘呈现双线或三线条纹，表明它已向下穿过了足够的厚度达到了裸露基板。

K 级：同 H 级。

3.1.3 玻璃钝化层缺陷(高放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

注：若缺陷是由激光调引起的，则可以不执行本条款；但在此情况下，由激光调整切口外的缺陷不得大于剩余电阻

标准搜搜网 bzsoso.com

宽度的一半，并保留一个大于等于最窄电阻宽度的50%无玻璃钝化层缺陷的主要电阻通路(见图9)。

a) H级：使之目检工作不能正常进行的玻璃龟裂或损坏。
K级：同H级。

b) H级：玻璃钝化层的任何剥落或脱皮。
注：当玻璃钝化层的剥落或脱皮范围自玻璃钝化层的设计边缘起小于25μm，如果金属化的暴露仅是与键合点相邻或是从这些键合点引出的金属条，则这种玻璃钝化层的剥落或脱皮是可以接收的。
K级：同H级。

c) H级：暴露了两条或多条相邻的工作金属化通路的玻璃钝化层空洞(由设计要求的除外)，不包括键合点中断情况。
K级：同H级。

d) H级：在任一方向上未玻璃钝化的非有效电路区域大于127μm，有设计要求的除外。
K级：同H级。

e) H级：在键合点边缘处暴露了导电基板的未玻璃钝化区域。
K级：同H级。

f) H级：覆盖了一个键合点区域的25%以上玻璃钝化层。
K级：同H级。

g) H级：电阻上玻璃钝化层的龟裂。
K级：同H级。

h) H级：由于对准偏差导致电阻未完全覆盖有玻璃钝化层由设计要求的例外。
K级：同H级。

i) H级：暴露了一部分电阻或可熔互连的玻璃钝化划伤或空洞。对多晶硅可熔互连例外。按设计要求。多晶硅可熔互连外的玻璃钝化层上应开出窗口。
K级：同H级。

j) H级：影响了金属化和桥接金属化通路的玻璃钝化层划伤。
K级：同H级。

k) H级：在相邻金属化通路上形成闭合的环形玻璃钝化裂纹(不是龟裂)。
K级：同H级。

3.1.4 基板缺陷(高放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H级：工作金属化和元件边缘之间间隔小于3μm(见图10)。
注：对于包含有周边导体的元件或键合点，或与元件边缘对齐的射频/微波元件(在设计图上标注)，本条款不适用；当键合点金属化与元件边缘对齐时，元件边缘处的键合点金属化和其他任何非同一导电表面之间应至少有25μm的间隔。
K级：同H级。

b) H级：扩展到有效电路区的基板缺口(见图10)。
K级：同H级。

c) H级：长度超过127μm的任何裂纹(见图11b))。
注：对于融凝石英或晶体不能有龟裂。
K级：同H级。

d) H级：任何与有效电路区域工作金属化距离小于3μm的裂纹(见图11b))。
K级：小于7μm(见图11a))。

e) H级：由元件边缘直接扩展向有效电路区或工作金属化的裂纹长度超过25μm(见图11b))。
K级：同H级。

标准搜搜网 bzsoso.com

f) H 级：无要求。

K 级：总长度大于等于两个键合点间最小间隔的 75%的半圆形裂纹或元件边缘方向上的裂纹组合(见图 12)。

g) H 级：有效电路区上来自相邻元件的任何附着部分。

K 级：同 H 级。

h) H 级：不是起源于边缘上的任何裂纹。

K 级：同 H 级。

i) H 级：贯穿基板的孔洞(设计要求的除外)。

K 级：同 H 级。

3.1.5 多余物缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H 级：对于已安装的元件，元件表面上的非附着性多余的导电材料；对于未安装的元件，元件表面上的大到足以使工作金属化通路、有源电路或它们之间出现桥接非附着多余导电物质。

注 1：如果元件的工作金属化通路、有效电路区或它们的任意组合上覆有绝缘层(例如：玻璃钝化层或自钝化层)，因为这些图形由绝缘层保护，非附着的导电外来材料即使大到足以桥连这些图形也是可接收的。

注 2：除非能证明多余物是附着的，否则所有多余物质均视为是非附着的，附着性的证明应按下列方式来完成：用一个适当的机械工具(如针、探针、镊子等)轻轻拨动，或采用经订购方批准的适当清洗工艺，或用一般的气流(气压约为 138kPa)吹除。

注 3：非附着外来物质的去除可以用上述证明附着性的技术来尝试。

注 4：半导体粒子被认为是多余物。

K 级：同 H 级。

b) H 级：桥接了金属化通路、有源电路或它们的任何组合的外来附着导电物质。

K 级：同 H 级。

c) H 级：可见的已经使未玻璃钝化的或未钝化有效电路区之间出现桥接的液体小点、墨水滴或化学斑点。

K 级：同 H 级。

d) H 级：覆盖键合点区域达 25%以上的附着性多余物。

K 级：同 H 级。

3.1.6 薄膜电阻缺陷(高放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H 级：电阻末端的空洞使电阻宽度减至初始电阻宽度的 50%以下(见图 13)。

K 级：同 H 级。

b) H 级：电阻末端出现颈状缩小，使电阻宽度减至初始电阻宽度的 75%以下(见图 14)。

K 级：同 H 级。

c) H 级：距末端 3μm 范围内的任何颜色突然(能明确识别)变化。

注：接近末端处颜色突然变化通常表明电阻膜厚度的突然减小，这一颜色的变化通常出现于与末端平行的直线上，电阻上各处的颜色逐渐变化、不一致或斑点都不应导致拒收。

K 级：同 H 级。

d) H 级：电阻膜的任何剥落、脱皮或起泡。

K 级：同 H 级。

e) H 级：由空洞、划伤或激光切缝或它们的组合使电阻宽度减至小于最小电阻宽度的 50%(见图 15)。

预防性注：不应超过最大允许电流密度。

标准搜搜网 bzsoso.com

K 级：同 H 级。

f) H 级：金属化和电阻之间接触重叠部分的宽度尺寸“y”小于初始电阻宽度的 50%(见图 16)。

K 级：同 H 级。

g) H 级：金属化和电阻之间接触重叠部分的长度尺寸“x”小于 7μm(见图 17)。

K 级：同 H 级。

h) H 级：在两个不同的电阻之间，或者电阻和不与之相连的金属化之间的初始间隔减少超过 50%(见图 18)。

K 级：同 H 级。

i) H 级：电阻跨越了基板缺陷(如空洞或划伤)(见图 19)。

注：此判据仅适用于导电基板。

K 级：同 H 级。

j) H 级：块状电阻宽度的增加量超过了初始电阻宽度的 25%(见图 20)。

K 级：同 H 级。

k) H 级：同一电阻结构内使初始间隔减少至 50%以下的电阻材料突出(见图 21)。

注：本标准适用于由于光刻缺陷引起的电阻材料突出。

K 级：同 H 级。

l) H 级：同一电阻图形内桥接宽度小于被桥接的最小电阻宽度的 50%(见图 22)。

K 级：同 H 级。

3.1.7 激光调整的薄膜电阻缺陷(高放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

注：本条包含的激光修正缺陷标准仅适用于有效电阻区。

a) H 级：小于 3μm 的切缝宽度(见图 23)。本判据不适用于边缘修正。

K 级：同 H 级。

b) H 级：包含有碎屑粒子的切缝。本判据不适用于边缘调整。

对于自钝化电阻材料(如氮化钽)，若切缝内存在一个至少 3μm 宽的明显直接通道，切缝中的碎屑是可接收的，这些的碎屑应是附着的，可采用 3.1.5a)所描述的技术来证实其附着性(见图 24)。

在由自钝化电阻材料构成的具有与图 25 相类似结构的电阻环情况下，至少有一条切缝内包含一个至少 3μm 宽的明显直接通道，否则该元件应拒收。

K 级：同 H 级。

c) H 级：电阻梯阶结构有效区域内横挡之间的碎屑桥接(见图 26)。在无效区域内的碎屑桥接是可以接收的。

K 级：同 H 级。

d) H 级：除了如下许可的情况之外，不允许有缺口或焦痕。

本条不适用于细调电阻梯阶结构的横档(见图 27)。

关于粗调的和细调的电阻梯阶结构的定义参见 1.1.33)，必须参考元件图以确定给定的电阻梯阶结构是粗调的还是细调的。

本条不适用于电阻环的第二横档，因为第二横档是无源的；本条不适用细调电阻环或由细调电阻环构成的电阻结构(见图 28)。

关于粗调的和细调的电阻环结构的定义见 1.1.35)，必须参考元件图以确定给定的电阻环结构是粗调的还是细调的。

如果最后一个横档是无源的，则本条不适用于梯阶电阻的最后一个横档(见图 29)。

K 级：同 H 级。

标准搜搜网 bzsoso.com

e) H 级：扩展到电阻梯阶边条的切缝或焦痕(见图 30)。

K 级：同 H 级。

f) H 级：切缝或焦痕错位(见图 31)。

K 级：同 H 级。

g) H 级：切缝扩展进入金属化使未受影响的金属化宽度小于 75%(见图 32)。

注：由设计要求的金属化连接开路是可以接收的。

K 级：同 H 级。

h) H 级：电阻中电阻材料与金属化界面处的切缝，使得保留的宽度小于初始电阻宽度的 50%(有设计要求的除外)。

预防性注：不应超过允许的最大电流密度要求(见图 33h))。

K 级：同 H 级。

i) H 级：电阻中的切缝使得保留了的宽度小于初始电阻宽度的 50%(有设计要求的除外)。

预防性注：不应超过允许的最大电流密度要求(见图 34)。

K 级：同 H 级。

j) H 级：电阻体内中的切缝，使得保留的部分小于最小电阻宽度的 50%(见图 35)(有设计要求的除外)。

注：浮置的切缝(完全包含在电阻内部的切缝)须满足这一要求。

预防性注：不应超过允许的最大电流密度要求。

K 级：同 H 级。

k) H 级：切缝内导电基板上的二氧化硅中存在凹坑在凹坑和电阻材料之间未呈现一条分隔线(见图 36)。

K 级：同 H 级。

3.1.8 多层薄膜缺陷(高放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H 级：绝缘材料扩展超出上层的下层金属化的宽度未达到 8μm(见图 37a))。

K 级：同 H 级。

b) H 级：绝缘材料内存在有空洞。

K 级：同 H 级。

c) H 级：上层覆盖金属化中存在隆起或凹痕。

注：本条款不适用于耦合(空气)桥。

K 级：同 H 级。

d) H 级：划伤完全跨越了金属化并损伤了金属条两侧的绝缘材料表面。

K 级：同 H 级。

3.1.9 耦合(空气)桥缺陷(高放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H 级：耦合(空气)桥中的空洞，使未受影响的部分小于初始金属化宽度的 50%(见图 37b))。

K 级：同 H 级。

b) H 级：存在足够大的球粒或隆起，它们在任意方向的尺寸大于初始耦合(空气)桥金属化的宽度(见图 37b))。

K 级：同 H 级。

c) H 级：耦合(空气)桥与下层工作金属化接触(见图 37b))。

K 级：同 H 级。

d) H 级：存在有较大的附着性多余导电材料，其在任意方向上的尺寸大于初始耦合(空气)桥金属

标准搜搜网 bzsoso.com

化的宽度的 50%。

K 级：同 H 级。

e) H 级：在耦合(空气)桥和下层工作金属化之间没有可见的间隔。

注：当在耦合空气桥和下层工作金属化之间使用了绝缘材料时，本条款不适用(见图 37b))。

K 级：同 H 级。

f) H 级：耦合(空气)桥金属化突出扩展至相邻工作金属化的上方且没有可见间隔(见图 37b))(由设计要求的例外)。

K 级：同 H 级。

g) H 级：耦合(空气)桥中的机械损伤导致了下层工作金属化上方的耦合(空气)桥陷落(下降)。

K 级：同 H 级。

3.2 平面厚膜元件检验

对每一个平面厚膜无源元件，均应按本条款规定进行目检缺陷检验。对于 H 级和 K 级的所有检验均应在 10 倍~60 倍范围内的“低放大倍数下”完成。

3.2.1 工作金属化层缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

注：本条所包含的金属化缺陷判据仅适用于工作金属化层。

3.2.1.1 金属化划伤

a) H 级：原始宽度的金属化中的划伤或探针划痕使沿导电带长度方向上暴露了下层材料，并使未受影响的部分小于 50%(键合区除外)(见图 38)。

注 1：此标准不适用于电容器。

注 2：下层材料不一定要延整个划伤长度方向上全部暴露。

K 级：同 H 级。

b) H 级：在键合点区域内的划伤，暴露了下层材料并使得金属化走线进入键合点的位置处金属化通路宽度减少至其初始金属化宽度的 50%以下，如果有两个或多个金属化走线进入一个键合点，对每一条走线应分别考虑(见图 39a))。

K 级：同 H 级。

c) H 级：在键合点区域内的划伤或探针划痕使暴露出的下层材料超过初始金属化区域的 50%。

K 级：同 H 级。

3.2.1.2 金属化空洞

a) H 级：除键合区外，金属化空洞使未受干扰部分的宽度小于初始宽度的 50%(见图 40)。

K 级：同 H 级。

b) H 级：键合点区内的空洞使连入键合点处的导电带宽度减小至初始宽度的 50%以下，如果两个或更多导电带连入键合点，则应分别考虑。

注：图 39a)和图 39b)说明了划伤引起的键合点处金属化宽度减小的接收判据，空洞判据与之类似。

K 级：75%以下。

c) H 级：在键合区的空洞，使暴露出的下层材料超过初始金属化区域的 25%以上。

注：对不导电基板的射频/微波元件，为了性能优化和调节，由于挑断丝线在键合区引起的空洞，尽管空洞完全可见，但仍然不能接收。

K 级：同 H 级。

3.2.1.3 金属化腐蚀

a) H 级：任何金属化腐蚀。

K 级：同 H 级。

3.2.1.4 金属化粘附性

标准搜搜网 bzsoso.com

a) H 级：金属化的任何剥落、脱皮或起泡。

注 1：金属化瘤是可以接收的，要确定在金属化中的突起是金属化瘤还是金属化泡，可以用非金属质工具尝试整平，如果整平则认为是气泡。

注 2：这些判据不适用于由异常现象引起的切口和分离(如：由于划痕和破裂获金刚石锯引起的金属化剥落)，因为这不属于附着问题。

K 级：同 H 级。

3.2.1.5 金属化突出

H 级：金属化突出与相邻导电带之间的间距小于设计值的 50%(见图 41)。

K 级：同 H 级。

3.2.1.6 金属化重叠

H 级：上层和下层金属化之间的接触重叠在少于设计接触重叠区的 50%(见图 42)。

注：接触重叠区是上层金属化与下层金属化实际接触的区域。

K 级：同 H 级。

3.2.1.7 金属化通孔缺陷(低放大倍数)

H 级：通孔金属化层在垂直方向上不连续或未连续覆盖通孔表面的 50%(设计要求除外)。

K 级：同 H 级。

3.2.1.8 周边连接缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

H 级：周边连接边缘的非金属化区域大于边缘金属化层最大尺寸的 50%(见图 43a))。

K 级：同 H 级。

3.2.1.9 基板通柱缺陷(低放大倍数)

检查基板两面，存在下列缺陷应据收：

a) H 级：贯穿通孔通路的完整空洞。

K 级：同 H 级。

b) H 级：通孔金属化的任何剥离、起皮和气泡。

K 级：同 H 级。

c) H 级：通孔的填充量小于通孔填充总表面积的 75%及小于级板厚度的 75%(见图 43b))。

K 级：同 H 级。

注：上述为最低要求，同孔的平整度和其他要求应按相应的详细图示，通孔填充可包括厚膜金属化。

3.2.2 基板缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H 级：工作金属化和基板边缘之间间隔小于 25μm(见图 43c))(设计要求的除外)。

注：对于设计用作周边导体的基板，本条款不适用。

K 级：同 H 级。

b) H 级：扩展到有效电路区的基板缺口(见图 43c))。

K 级：同 H 级。

c) H 级：长度超过 127μm 的任何裂纹(见图 44)。

注：融凝石英或晶体基板不应有裂纹。

K 级：同 H 级。

d) H 级：与任一有效电路区或工作金属化间隔小于 25μm 的裂纹(见图 44)。

K 级：同 H 级。

e) H 级：由元件边缘直接扩展到有效电路区或工作金属化裂纹，且长度超过 25μm(见图 44)。

K 级：同 H 级。

标准搜搜网 bzsoso.com

f) H 级：无要求。

K 级：总长度大于等于任何两个键合点最小间隔的 75%的半圆形裂纹或元件边缘方向上的裂纹组合(见图 45)。

g) H 级：有效电路区上来自相邻元件的任何附着部分。

K 级：同 H 级。

h) H 级：不是起源于边缘的任何裂纹。

K 级：同 H 级。

i) H 级：穿通基板的孔洞(设计要求的除外)。

K 级：同 H 级。

j) H 级：在元件安装孔(拟用作基板固定)边缘有一个大于安装孔圆周的 25%的破断面。

K 级：同 H 级。

3.2.3 厚膜电阻缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H 级：电阻末端的空洞使电阻宽度减至初始电阻宽度的 50%以下(见图 46)。

K 级：同 H 级。

b) H 级：电阻末端出现颈状缩小，使电阻宽度减至初始电阻宽度的 75%以下(见图 47)。

K 级：同 H 级。

c) H 级：电阻膜的任何剥落、脱皮或起泡。

K 级：同 H 级。

d) H 级：电阻上长度大于 2.5μm 的裂纹。

注：电阻材料在烧制过程中产生的缝隙等缺陷，只要未暴露下层材料不认为是裂纹。

K 级：同 H 级。

e) H 级：用叠加印刷或其他任何方法进行电阻修补的痕迹。

K 级：同 H 级。

f) H 级：两个电阻之间的间隔小于原始间隔的 50%。

K 级：同 H 级。

g) H 级：电阻和导体组合键的间隔小于原始间隔的 50%。

K 级：同 H 级。

h) H 级：电阻宽度的增量超过初始设计宽度的 25%。

K 级：同 H 级。

i) H 级：电阻与基板边缘的距离小于 25μm。

K 级：同 H 级。

j) H 级：由空洞、划伤、切割或其他的组合引起电阻宽度减小至最小电阻宽度的 50%(见图 48)。

K 级：同 H 级。

k) H 级：金属化和电阻之间接触重叠部分的宽度尺寸“y”小于初始电阻宽度的 50%(见图 49a))。

K 级：小于 75%(见图 49b))。

l) H 级：金属化和电阻之间接触重叠部分的长度尺寸“x”小于 7μm(见图 50)。

K 级：同 H 级。

m) H 级：由于空洞或对准不良，是玻璃钝化层所覆盖的电阻区域小于 90%(见图 49a))。

K 级：同 H 级。

n) H 级：电阻上玻璃钝化层出现龟裂。

K 级：同 H 级。

o) H 级：玻璃钝化层中出现划伤、剥落或脱皮，暴露了一部分电阻。

标准搜搜网 bzsoso.com

K 级：同 H 级。

裂

3.2.4 激光调整的薄膜电阻缺陷(高放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

注：本条包含的激光修正缺陷标准仅适用于有源电阻区。

a) H 级：宽度小于 12.7μm 的切缝(见图 51)。

注：本条款不适用于边缘调整。

K 级：同 H 级。

b) H 级：切缝中含有碎屑粒子。

K 级：同 H 级。

c) H 级：延伸到金属化中的切缝，视为受影响的宽度小于金属化宽度的 75%(见图 52a))。

注：设计要求的金属化条开口时可以接收的。

K 级：同 H 级。

d) H 级：块状电阻中的切缝时保留的宽度小于初始宽度的 50%(设计要求的除外)(见图 52b))。

注：不应超过允许的最大电流密度的要求。

K 级：同 H 级。

e) H 级：不是起始于电阻边缘的调整。

K 级：同 H 级。

3.2.5 多层厚膜缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H 级：绝缘材料扩展超出上层的下层金属化的宽度未达到 8μm(见图 53)。

K 级：同 H 级。

b) H 级：绝缘材料内存在有空洞，使下层金属化暴露。

K 级：同 H 级。

c) H 级：通孔面积小于设计面积的 50%。

K 级：同 H 级。

d) H 级：划伤完全跨越了金属化并损伤了金属条两侧的绝缘材料表面。

K 级：同 H 级。

3.2.6 所有薄膜电容和砷化镓微波器件的上层电容低放大倍数

呈现下列情况的元件不得接收：

a) 划伤暴露下层金属；

b) 金属化的任何剥落和脱皮；

c) 电容顶层金属过量超过底层金属；

d) 电容底层金属的空洞扩展到电容顶层金属；

e) 顶层金属化的空洞超过金属化面积的 25%。

3.3 非平面元件检验

对每一个非平面无缘元件均应进行本条款所描述的缺陷检查。“低放大倍数”检验应在 10 倍～60 倍范围内。

3.3.1 非平面元件的一般缺陷

a) H 级：任何金属化的剥落或脱皮。

K 级：同 H 级。

b) H 级：金属化末端之间存在金属化突起，使金属化间距小于 127μm(见图 54)。

K 级：同 H 级。

c) H 级：绝缘层的剥落、气泡或脱皮。

标准搜搜网 bzsoso.com

K 级：同 H 级。

d) H 级：金属化末端的空洞，使大于 25%的金属化末端任何一边底层材料暴露。

K 级：同 H 级。

3.3.2 多余物缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H 级：对于已安装元件，元件表面上存在非附着性的多余导电物质；对于未安装元件，元件表面上存在的非附着多余导电物质大到足以使工作金属化通路、有源电位或它们之间出现桥接。

注 1：如果元件由绝缘层(如玻璃钝化层)覆盖了工作金属化通路、有效电路区或它们的任意组合，尽管非附着的多余导电材料大到足以桥连这些图形也是可以接收的。

注 2：除非能证明外来物质是附着的，否则所有的多余物质均被认为是非附着的，附着性的证明应该用下列方式来完成用适当的机械工具(例如针、探针、镊子等)轻轻拨动，或采用经订购方批准的适当清洗工艺或用一般的气流(气压约 138kPa)吹除。

注 3：半导体微粒被认为是多余物质。

注 4：非附着多余物质的去除可以用上述的证明附着性的技术来尝试。

K 级：同 H 级。

b) H 级：附着性导电多余物质桥接了金属化通路有源电路或它们的任何组合的。

K 级：同 H 级。

c) H 级：能观察的桥接了未玻璃钝化的有效电路区液滴、墨水滴或化学斑点。

K 级：同 H 级。

d) H 级：覆盖键合区域达 25%以上的附着性多余物质。

K 级：同 H 级。

3.3.3 片式瓷介电容器缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H 级：本体上存在的裂纹、碎片或空洞，暴露了金属极板(见图 55)。

K 级：同 H 级。

b) H 级：裂纹大于未金属化的侧面、页面或底面宽度的 50%，或分布在棱角周围(见图 56)。

K 级：有裂纹。

注：对于 K 级任何裂纹都不允许。

c) H 级：金属极板分离(脱层)的迹象或沿金属极板平面存在裂纹(见图 57)。

注：未暴露金属极板宽度小于 25μm，且呈玻璃化状的槽或沟道条纹是可接收的。

K 级：有脱落。

注：任何脱落都不允许。

d) H 级：引出端端面金属化区存在的空洞或裂纹暴露了金属极板，或空洞的面积大于金属化端区域面积的 25%(见图 58)。

K 级：同 H 级。

e) H 级：金属化边缘处的空洞大于金属化边缘尺寸的 10%，或在金属化末端存在裸露棱角(见图 59)。

注：本条款仅适用于焊接元件。

K 级：同 H 级。

f) H 级：附着在主体任一侧上的多余物质，其覆盖的面积超过 3226μm^2。

K 级：同 H 级。

3.3.4 片式钽电容器缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

标准搜搜网 bzsoso.com

a) H 级：电容器本体的密封物脱皮或剥落，使底层材料暴露。
K 级：同 H 级。

b) H 级：引出端端面金属化区没有包封材料的部分小于 90%。
K 级：同 H 级。

c) H 级：没有裂纹的连续金属化端头焊盘小于 50%，对具有上竖形引线的电容器，上竖形引线连接处的连续焊盘域小于 25%。
K 级：同 H 级。

d) H 级：金属化末端含有来自于焊接操作带来的不太牢固地附着在极板上的残余物。
K 级：同 H 级。

e) H 级：金属化端子未按相应图纸中的规定对准。
K 级：同 H 级。

f) H 级：当电容器位于键合位置时，封装材料妨碍端头对基板键合点的接触(端头电接触是采用另外方法实现的情况除外)。
K 级：同 H 级。

g) H 级：端头封装材料的剥落、起泡或脱皮。
K 级：同 H 级。

3.3.5 平行片式电容器缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H 级：电容器边缘周围的金属化扩展超过 50%(见图 60)。
K 级：同 H 级。

b) H 级：介质本体内存在裂纹的迹象(见图 61)。
K 级：同 H 级。

3.3.6 电感器和变压器缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H 级：缠绕金属化或绝缘层的脱皮、剥落或起泡。
K 级：同 H 级。

b) H 级：相邻线匝或绕组之间短路的迹象。
K 级：同 H 级。

c) H 级：裸露磁芯材料中的裂纹或暴露。
K 级：同 H 级。

d) H 级：在芯体绝缘层上的凹坑或洞使暴露的磁芯材料区域的线度大于 127μm。
K 级：同 H 级。

e) H 级：在同一或相邻绕组线的端点之间间隔小于 127μm。
K 级：同 H 级。

f) H 级：极性标志的遗漏(有设计要求的除外)。
K 级：同 H 级。

g) H 级：存在有 3.2.1 和 3.2.5 中描述的工作金属化和多层厚膜缺陷。
K 级：同 H 级。

3.3.7 片式电阻器缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H 级：由于存在空洞、气泡、裂缝、划伤或它们的组合，使电阻器宽度减小至小于最窄电阻器宽度的 50%(见图 62)。
K 级：同 H 级。

标准搜搜网 bzsoso.com

b) H 级：切缝使电阻器宽度小于电阻器初始宽度的 50%(设计要求除外)。
K 级：同 H 级。

c) H 级：末端宽度小于 25.4μm(见图 63)。
K 级：同 H 级。

d) H 级：基板中任何方向上尺寸大于 76μm 的裂纹、缺口或空洞(见图 64)。
K 级：同 H 级。

e) H 级：在引出端上终端材料的堆积高度大于 76μm(对于可熔焊的金属化引出端)或大于 203μm(对于可钎焊的金属化引出端)(见图 65)。
K 级：同 H 级。

f) H 级：遍及电阻区的终端材料溅落(见图 66)。
K 级：同 H 级。

3.4 声表面波(SAW)元件检验

对每一个 SAW 元件，均应进行本条款所描述的方法进行缺陷检验，当检验是在安装前完成时，SAW 元件可以使用背光检验，对于 H 级和 K 级所有的检验均应在 10 倍～60 倍范围内的(低放大倍数下)完成。

3.4.1 缺陷控制

承制方应每周进行一次检查，确定是否存在影响 SAW 器件性能的与工艺有关的缺陷(如金属化空洞、金属化划伤、金属化桥接或晶体材料凹坑/划伤/缺口)，常规的内部目检检查应能满足这一要求。如果发现了与工艺有关的缺陷，承制方应监测缺陷类型，以用于改进工艺控制；承制方应该用文件记录其研究结果以及纠正这些问题的措施，这一程序的目的是要求监测那些只是影响 SAW 器件性能的与工艺有关的缺陷，这些缺陷不会引起可靠性退化而导致器件功能最终失效。

3.4.2 工作金属化缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收。

3.4.2.1 金属化腐蚀

H 级：任何金属化腐蚀。
K 级：同 H 级。

3.4.2.2 金属化粘附性

H 级：任何金属化的剥落、脱皮或起泡。
K 级：同 H 级。

3.4.3 基板材料缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H 级：长度超过 127μm 的任何裂纹。
K 级：长度超过 76μm 的任何裂纹。

b) H 级：裂纹距任何有效电路区或工作金属化的距离不到 3μm。
K 级：同 H 级。

c) H 级：裂纹长度超过 25μm，且从元件边缘直接扩展向有效电路区或工作金属化。
K 级：同 H 级。

3.4.4 外来物质缺陷(低放大倍数)

呈现下列情况的元件不得接收：

a) H 级：对于安装的和非安装的元件，元件表面上的非附着性多余导电物质大到足以桥接金属化通路。

注：除非能证明外来物质是附着的，否则应将其看作为非附着的。附着性的证明应采用一个适当的机械工具(如针、探针、镊子等)轻轻拨动，或采用经订购方批准的适当清洗工艺或用一般的气流(气压大约 138kPa)吹

标准搜搜网 bzsoso.com

除：非附着外来物质的去除可以用上面讨论的附着性的证明技术来尝试。

K 级：长度超过 76μm 的任何裂纹。

b) H 级：看上去桥接了金属化的液滴、墨水滴或化学斑点。

K 级：同 H 级。

c) H 级：覆盖键合点区域 25%以上的附着性多余物质。

K 级：同 H 级。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) H 级或 K 级目检要求；

b) 与元件设计、布局或结构相矛盾之处(见第 3 章)(适用时)；

c) 供操作者用作比较标准的量具图纸或照片(见第 2 章)(适用时)；

d) 与本方法规定不相同的放大倍数(见第 3 章)(适用时)。

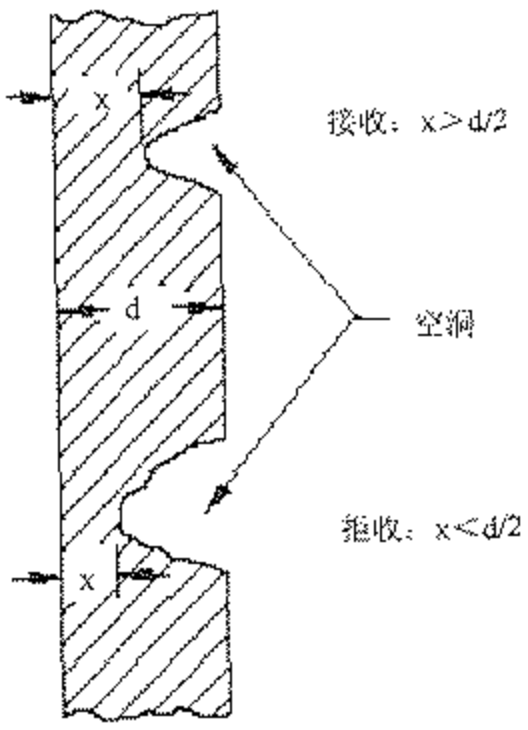
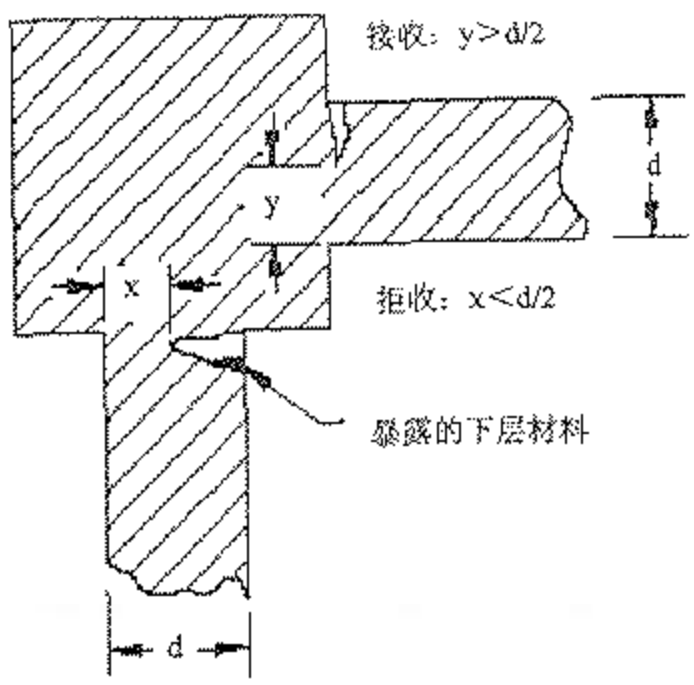
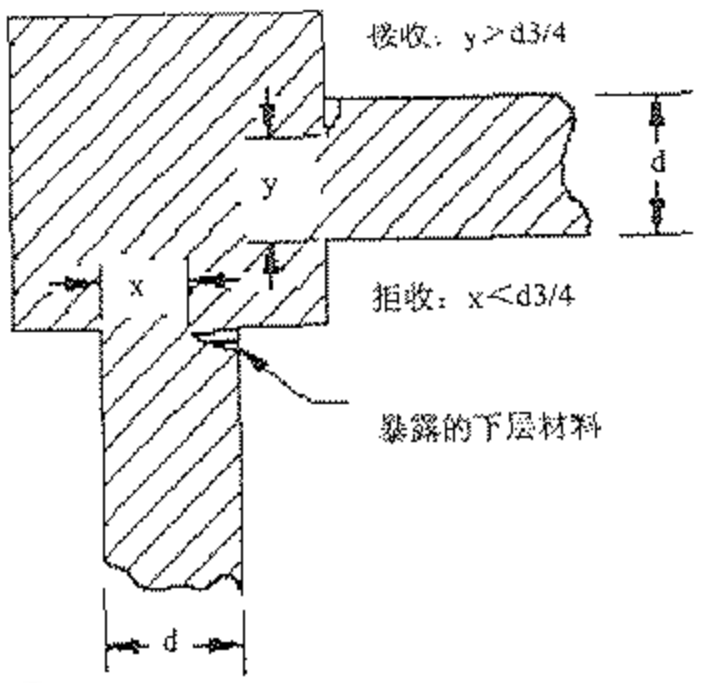


图 1 H 级金属化划伤判据



a) 键合点处 H 级金属化宽度减少判据



b) 键合点处 K 级金属化宽度减少判据

图 2 键合点处金属化宽度减少判据

标准搜搜网 bzsoso.com

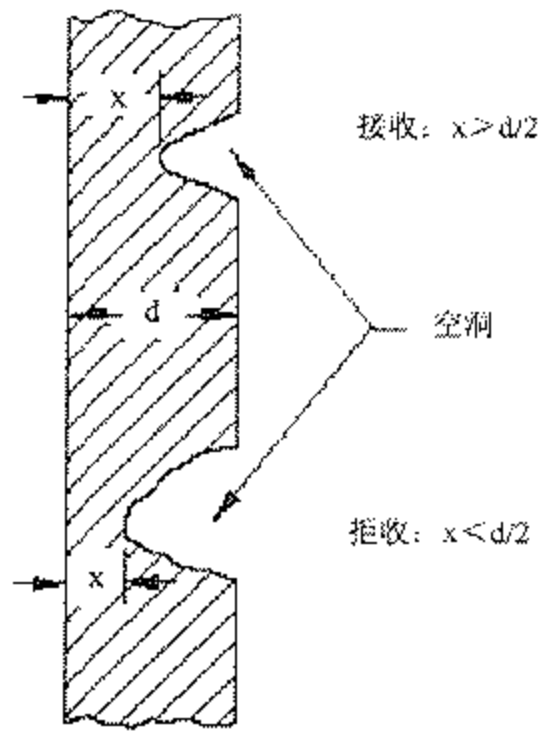
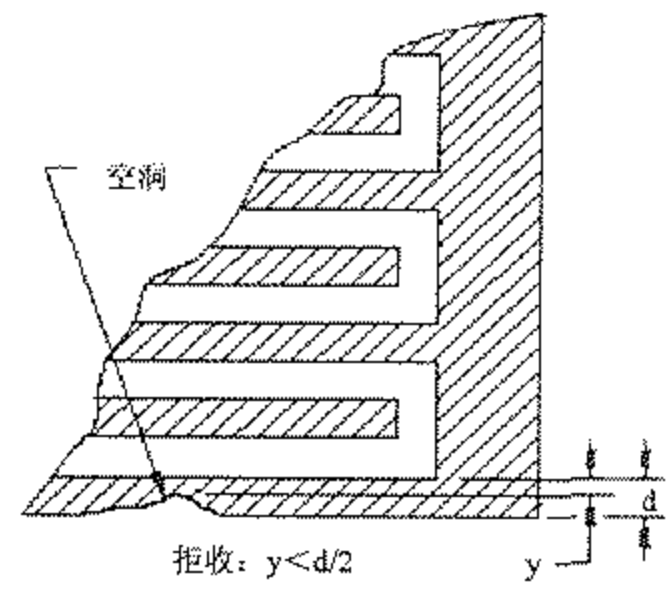
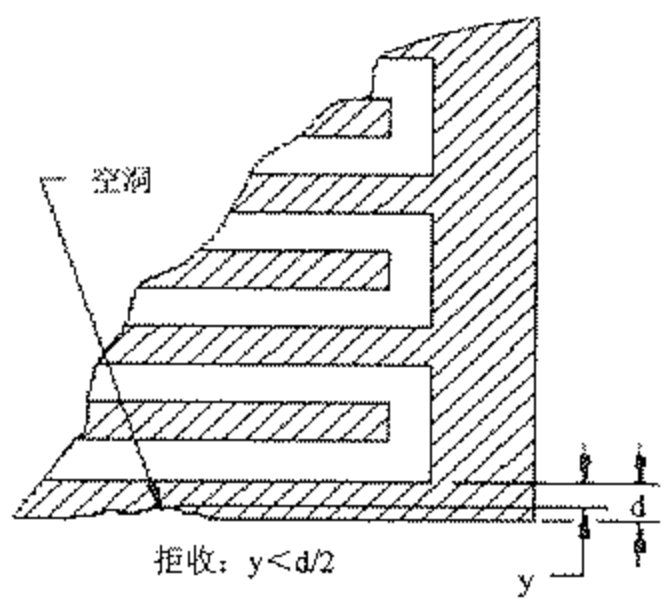


图 3　H 级金属化空洞判据



a)　H 级交叉状电容金属化空洞判据



b)　K 级交叉状电容金属化空洞判据

图 4　交叉状电容金属化空洞判据

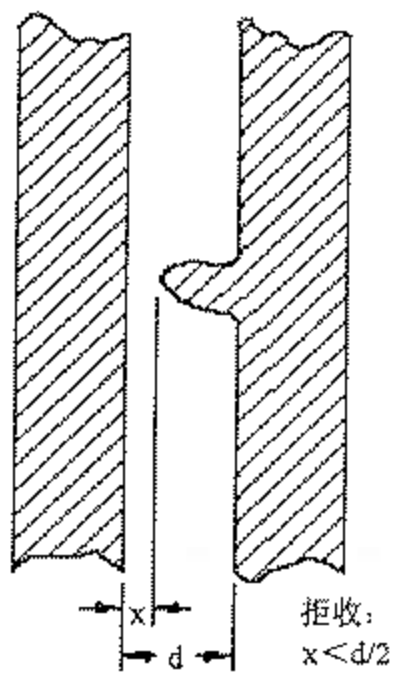


图 5　H 级工作金属化突出判据

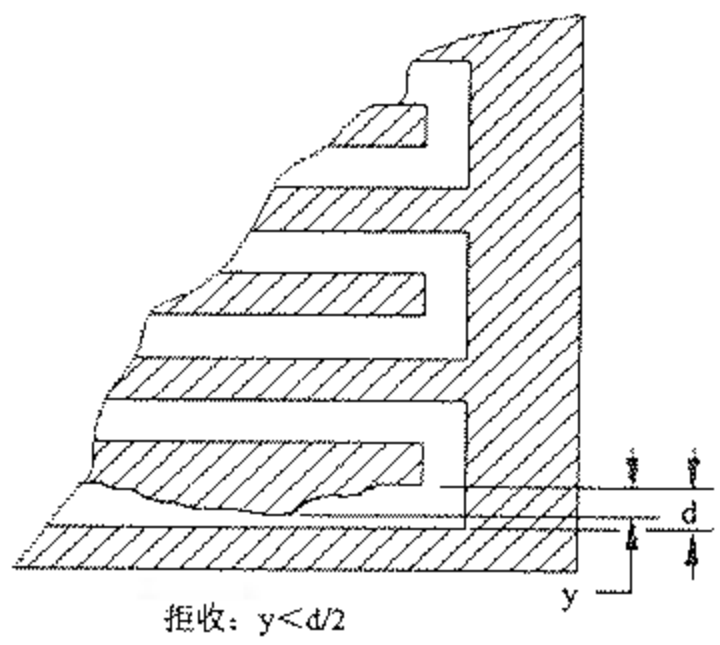
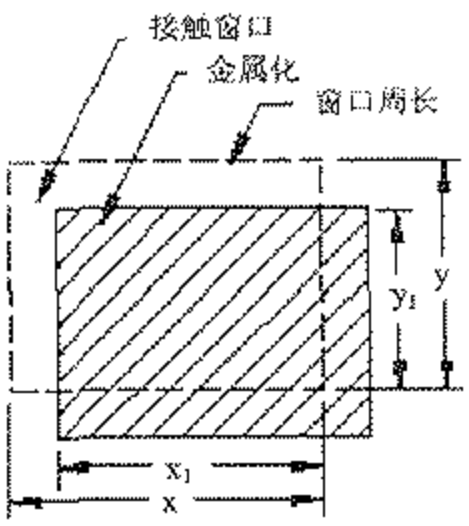


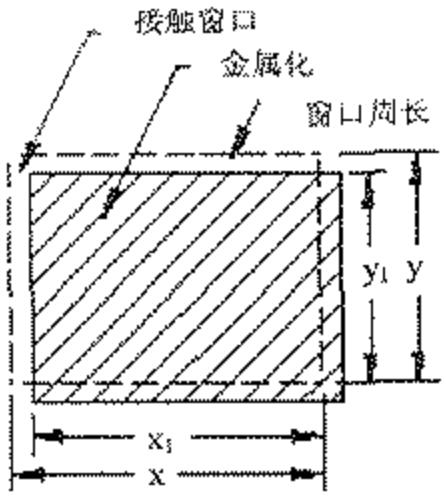
图 6　H 级交叉指状电容金属化突出判据

标准搜搜网 bzsoso.com



拒收：$x_1+y_1<0.4(2x+2y)$

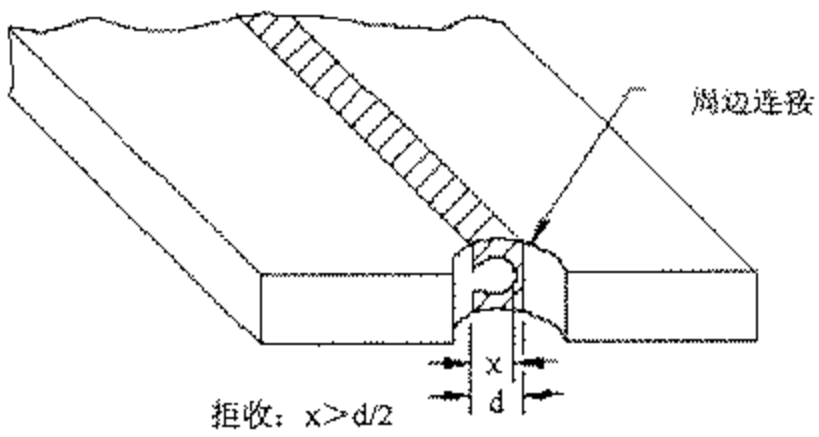
a) H 级金属化对准判据



拒收：$x_1+y_1<0.5(2x+2y)$

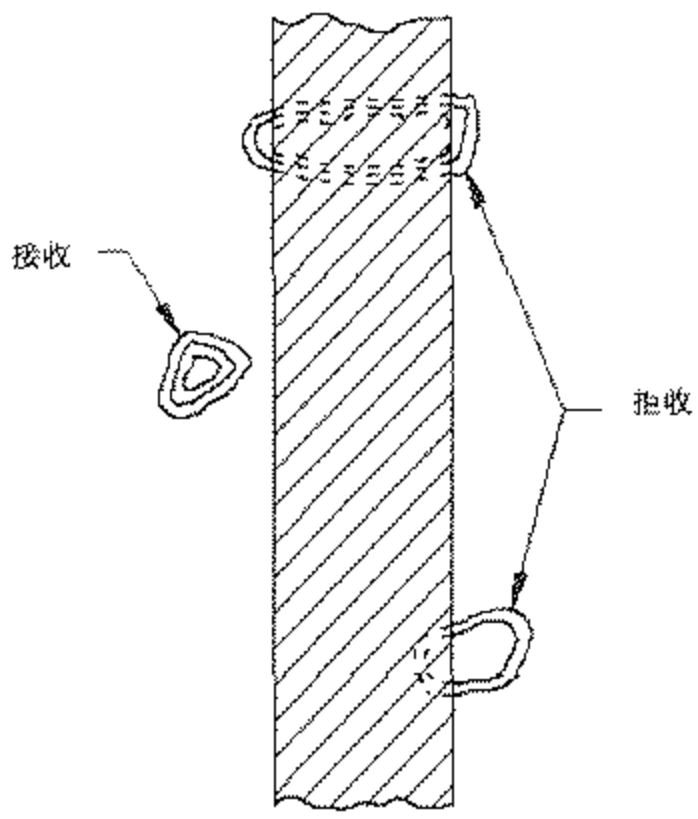
b) K 级金属化对准判据

图 7 金属化对准判据



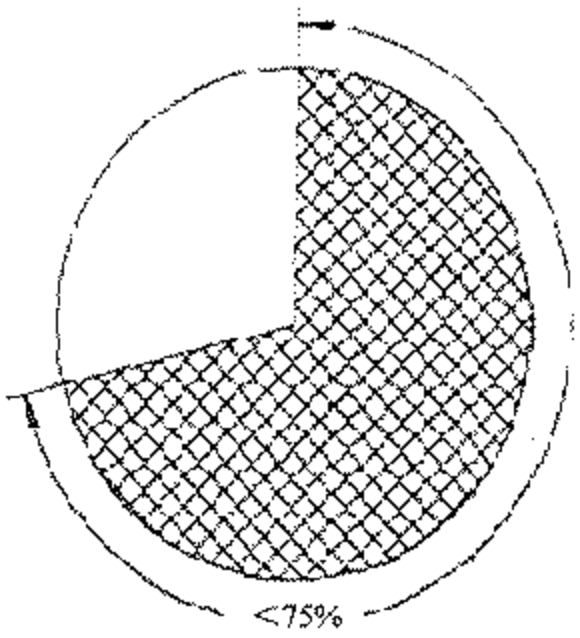
拒收：x>d/2

a) H 级周边连接非金属化区域判据

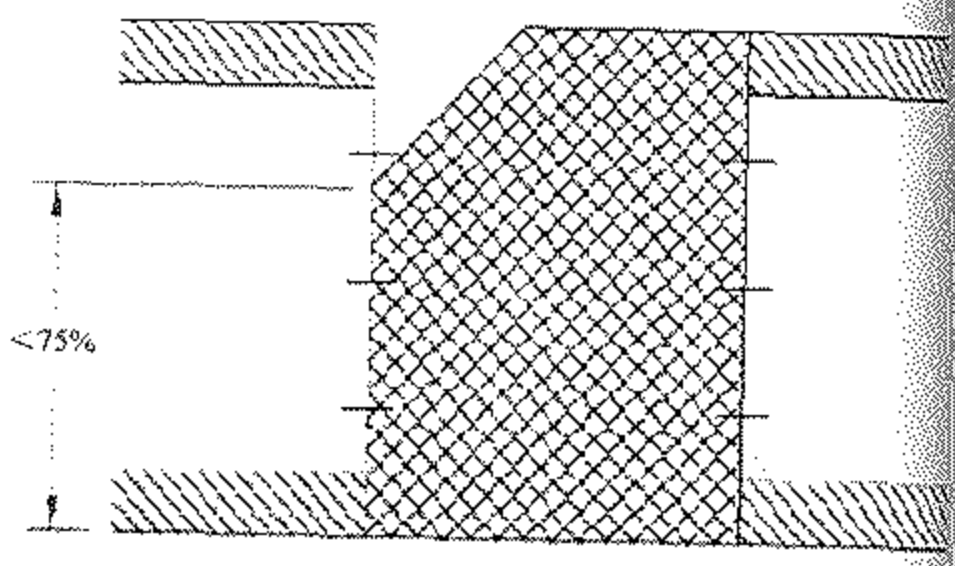


b) H 级钝化层缺陷判据

标准搜搜网 bzsoso.com



通路填充<75%
拒收



通路填充<75%
拒收

c) H级和K级通路插塞填充判据

图8 周边连接、基板通柱、钝化层缺陷判据

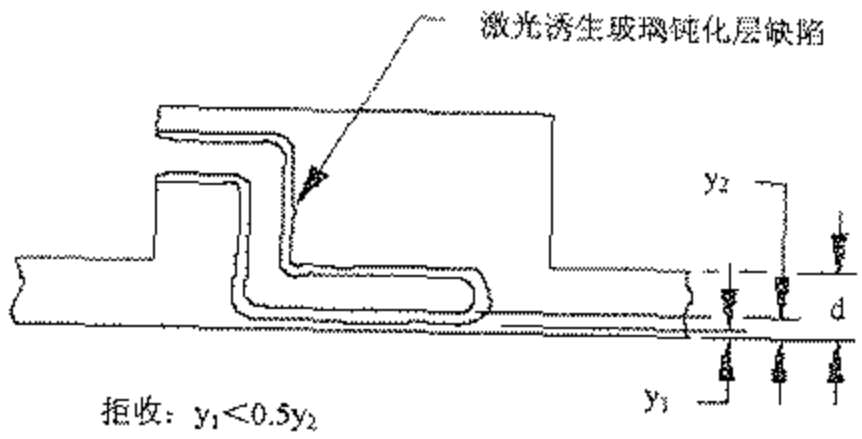


图9 H级激光修正的玻璃钝化层缺陷判据

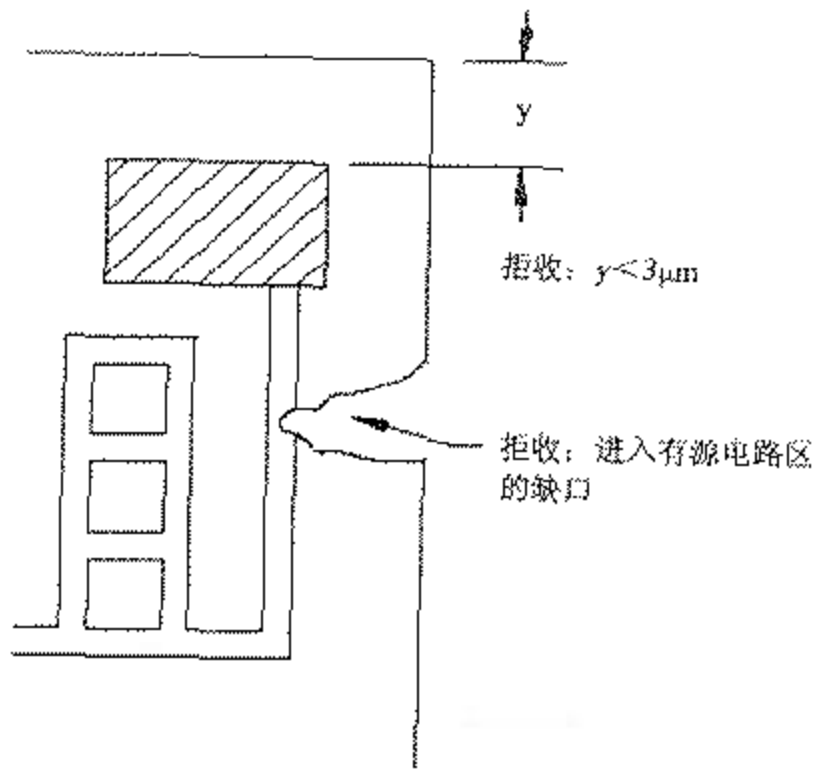
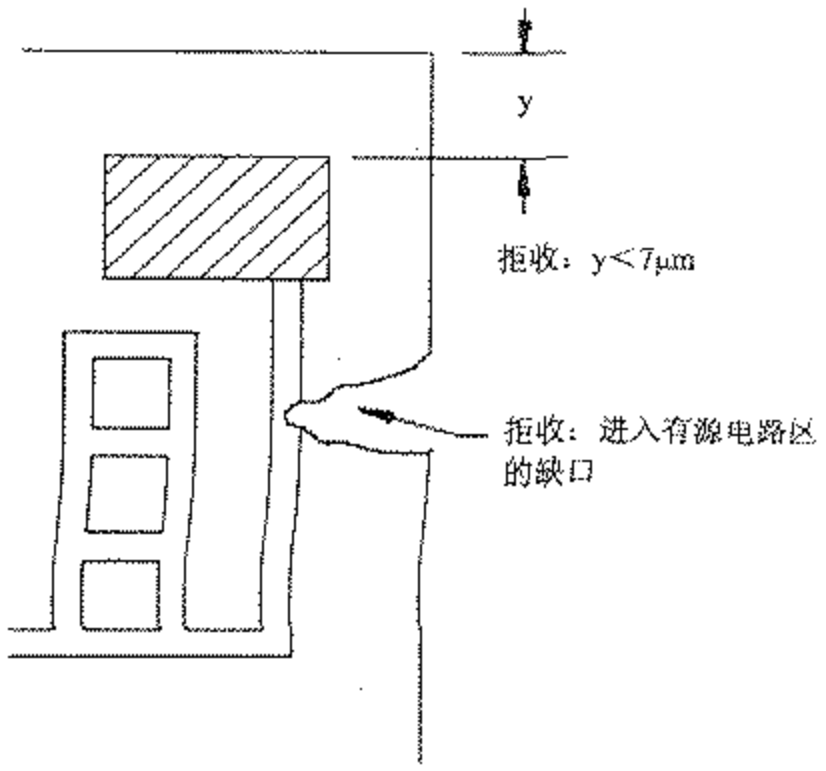
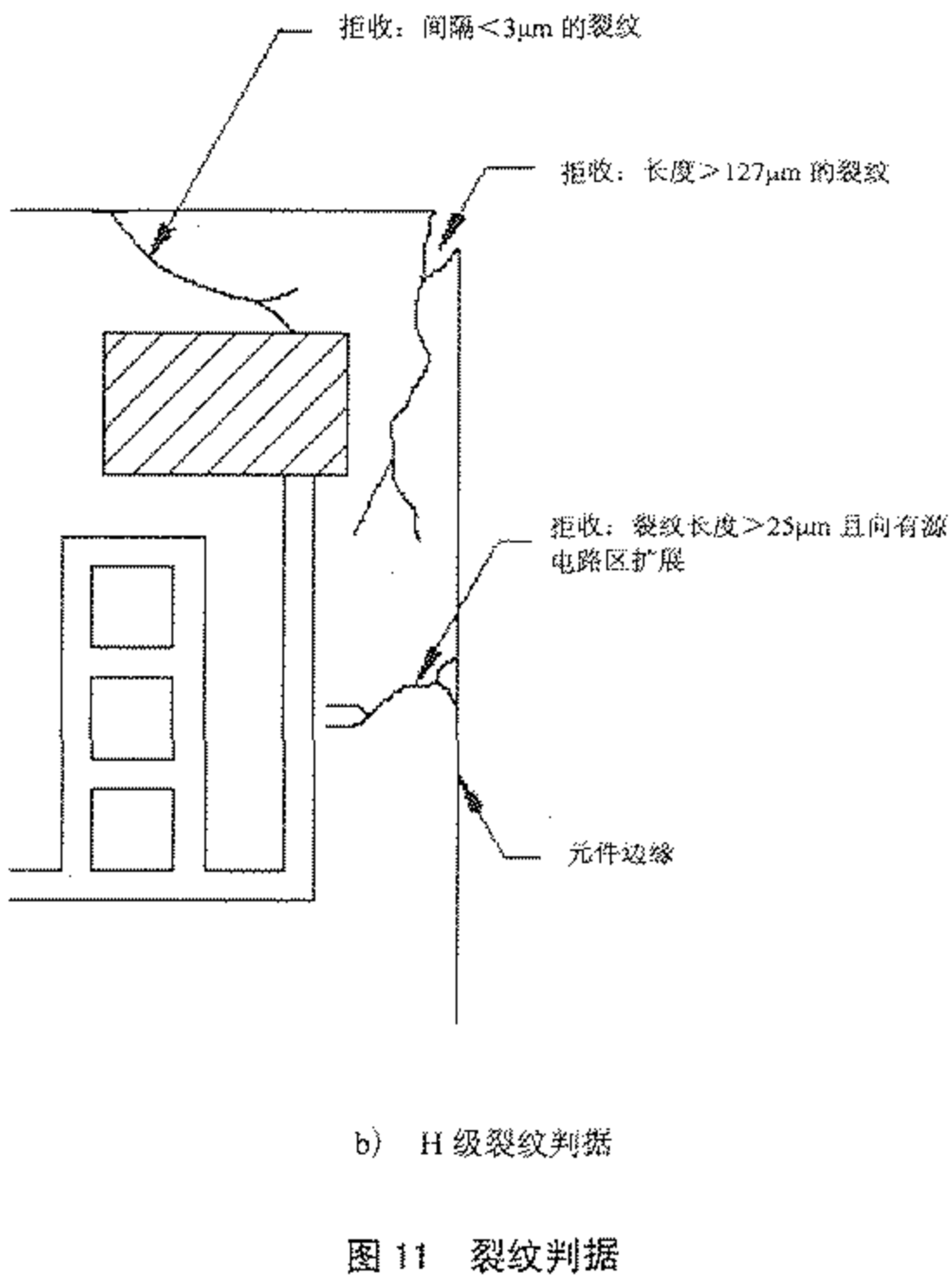


图10 H级间隔和芯片缺口判据

标准搜搜网 bzsoso.com



a)　K 级间隔和基板缺口判据



b)　H 级裂纹判据

图 11　裂纹判据

标准搜搜网 bzsoso.com

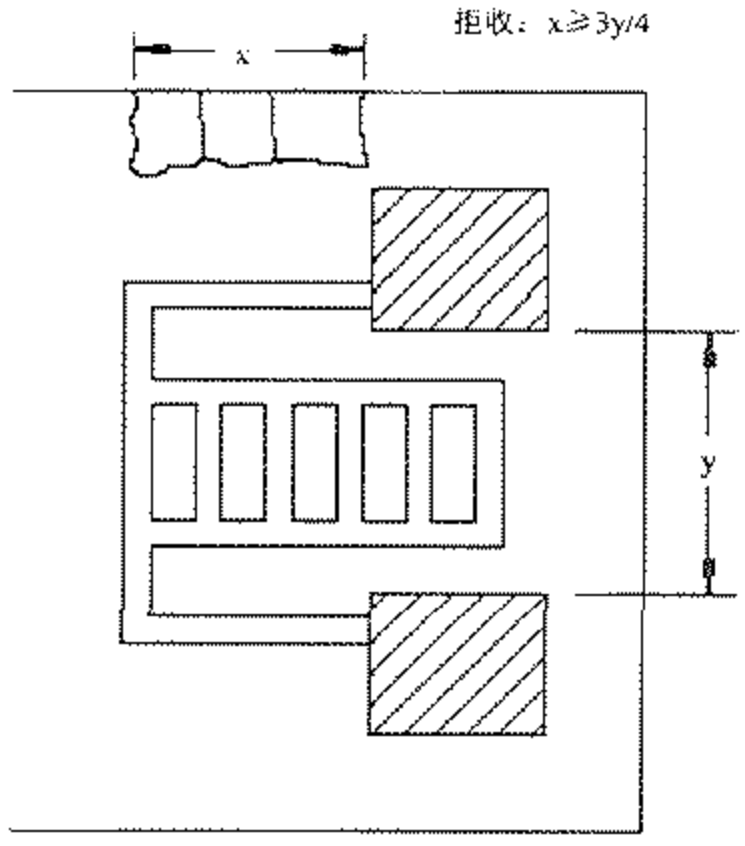


图 12　K 级半圆形裂纹判据

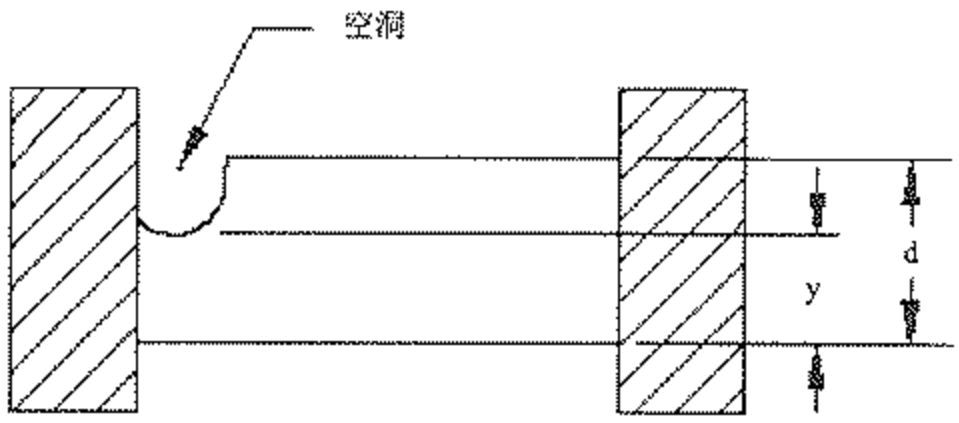


图 13　末端处空洞使膜电阻宽度减少的 H 级判据

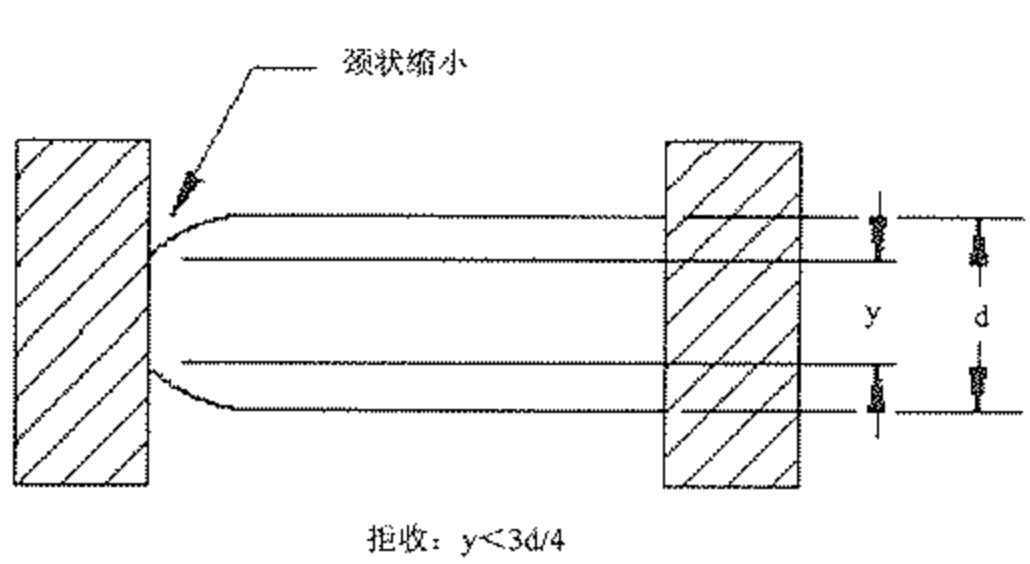
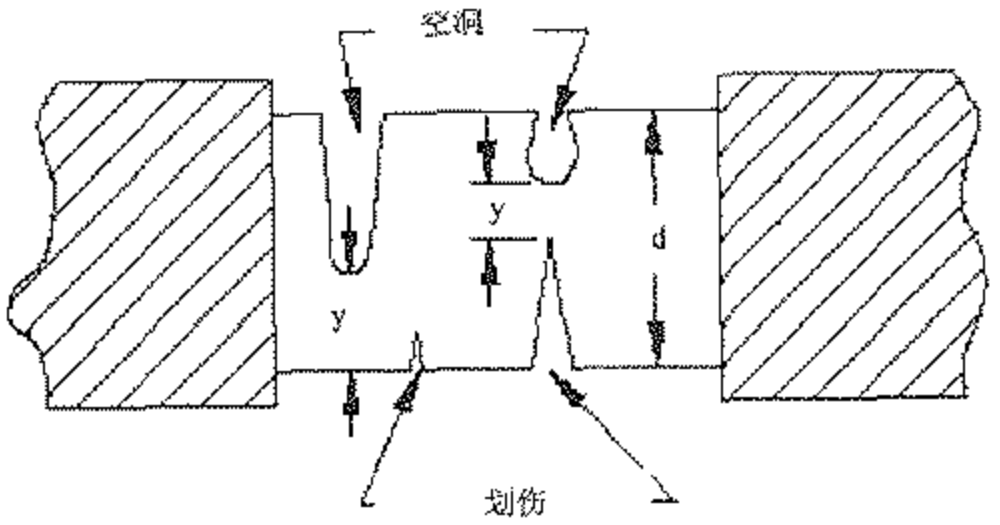


图 14　末端处颈状缩小减少膜电阻宽度的 H 级判据

标准搜搜网 bzsoso.com



拒收：y<d/2

图 15　由空洞和划伤引起的 H 级电阻宽度减少判据

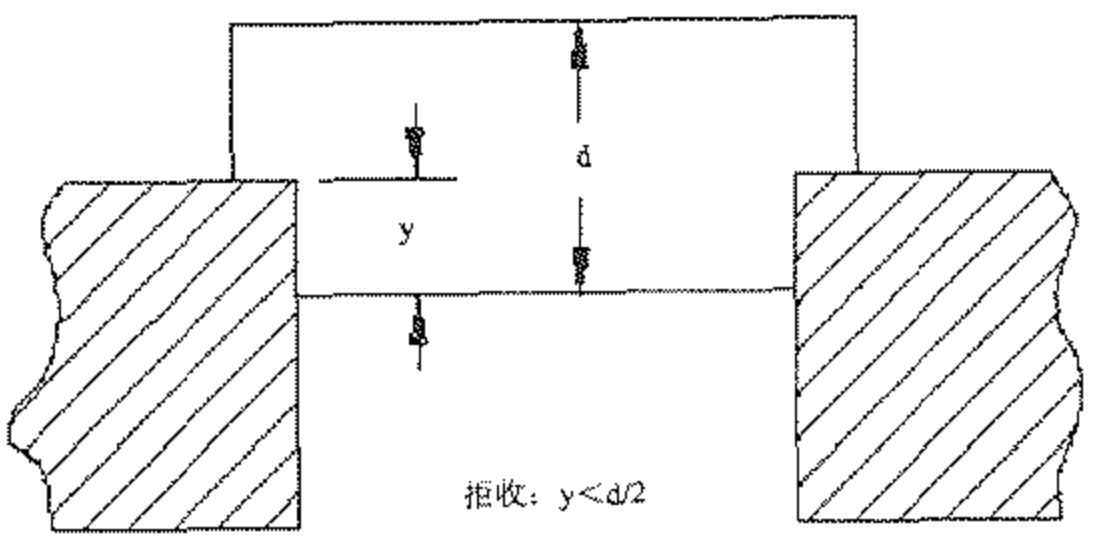


图 16　金属/电阻重叠的 H 级判据

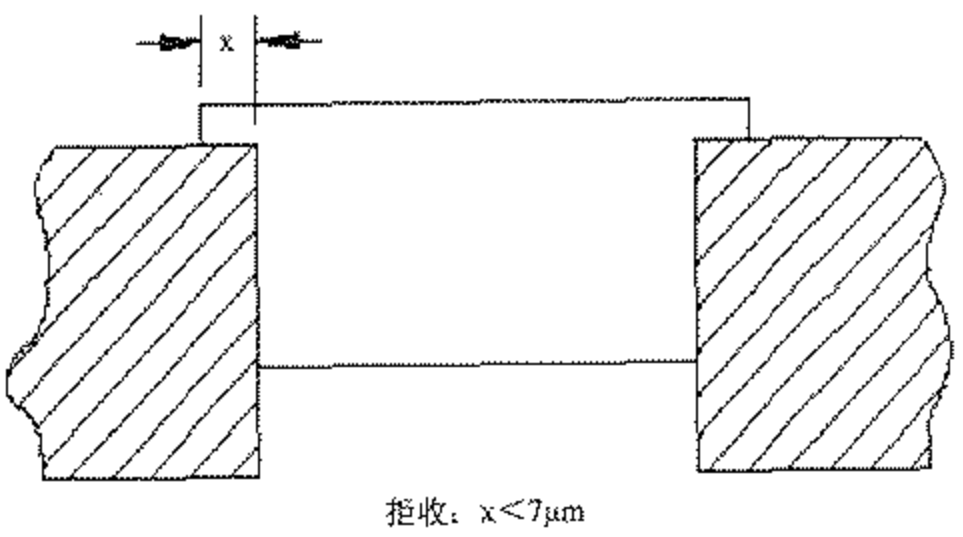


图 17　H 级接触重叠判据

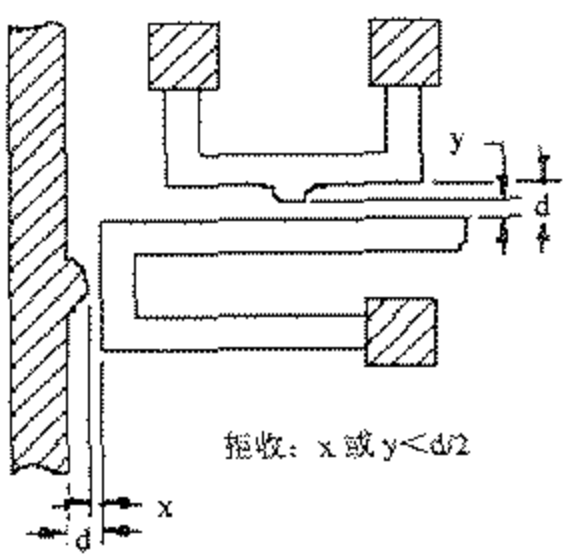


图 18　H 级电阻间隔判据

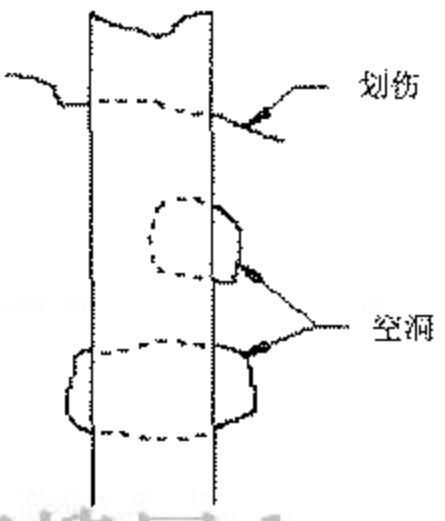
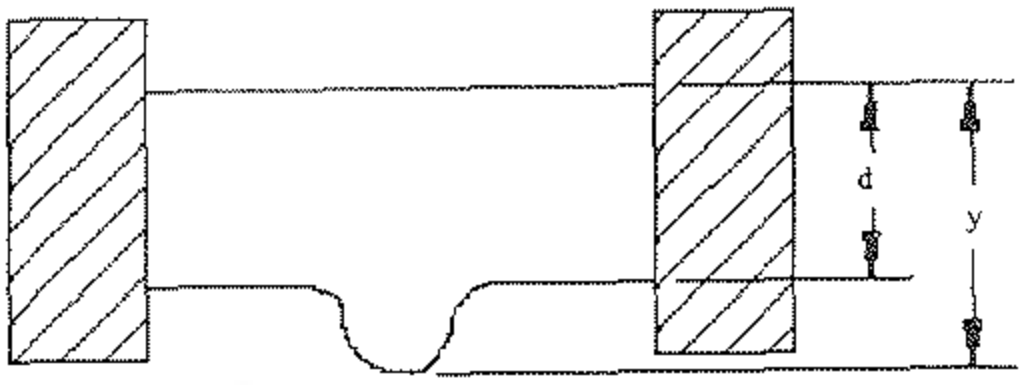


图 19　H 级基板缺陷判据



拒收：y>5d/4

图 20　H 级电阻宽度增大判据

标准搜搜网 bzsoso.com

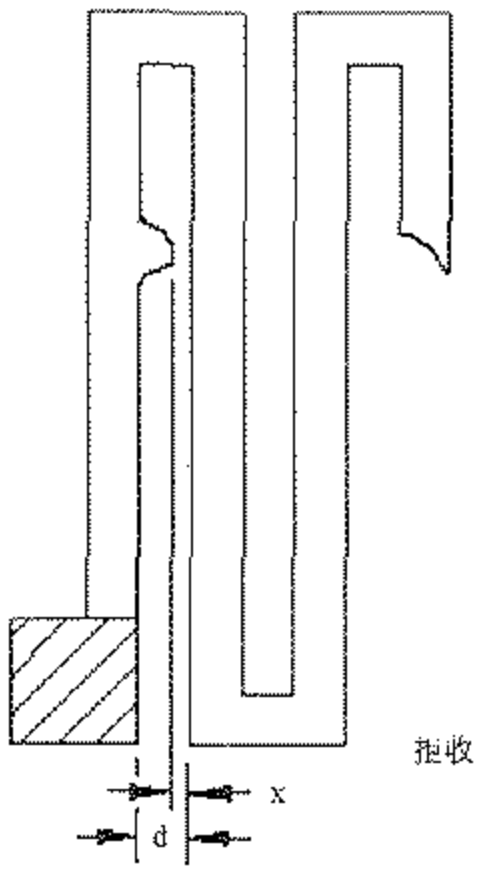


图 21　H 级电阻材料突出判据

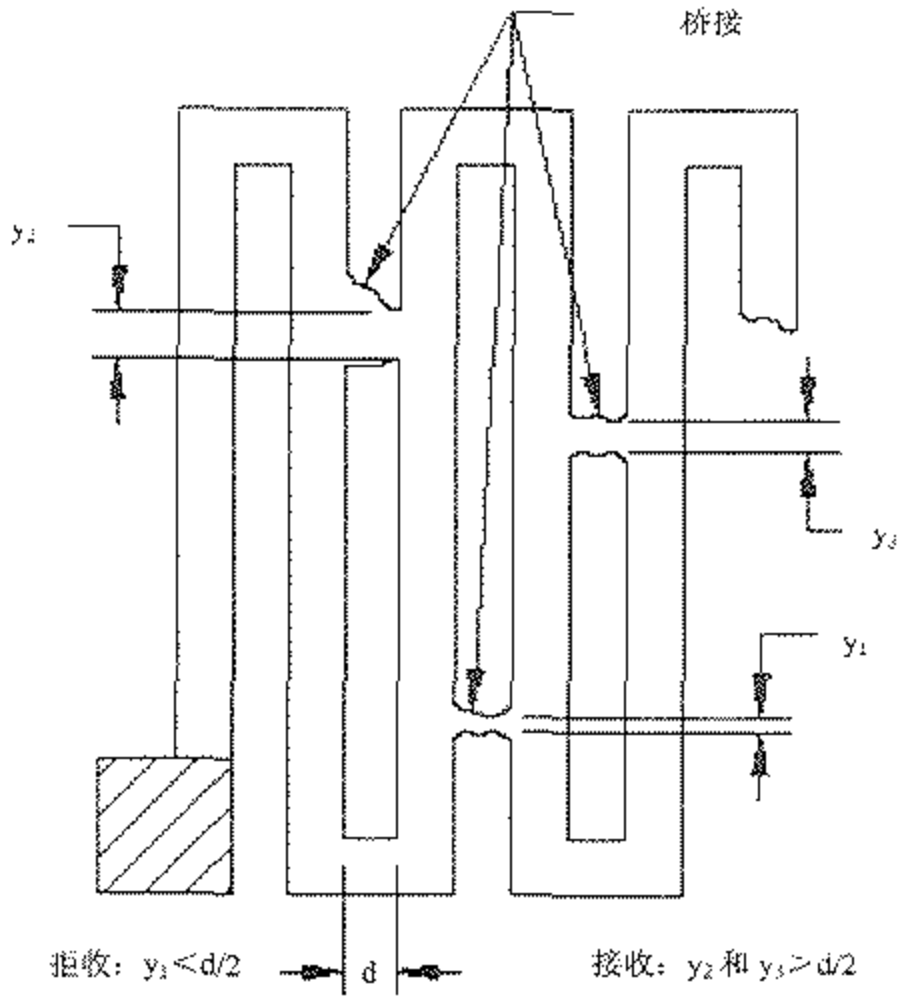


图 22　H 级电阻材料桥接判据

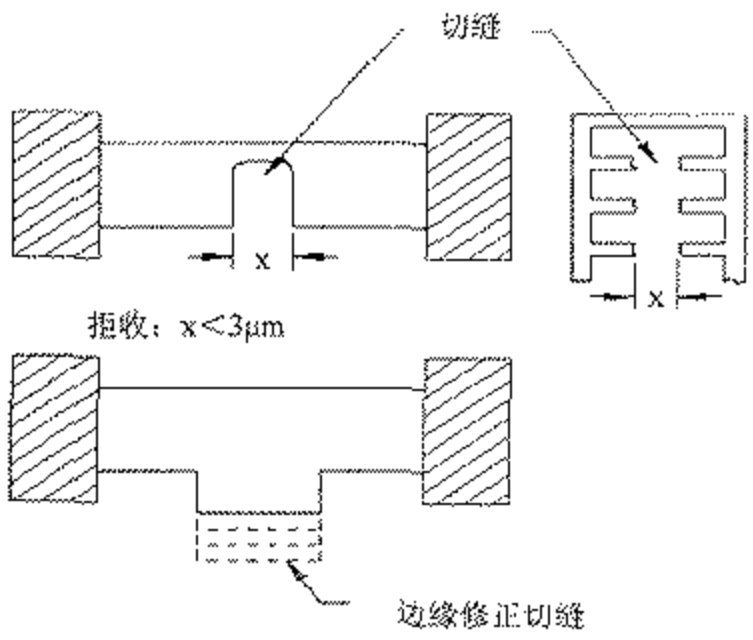


图 23　H 级切缝宽度判据

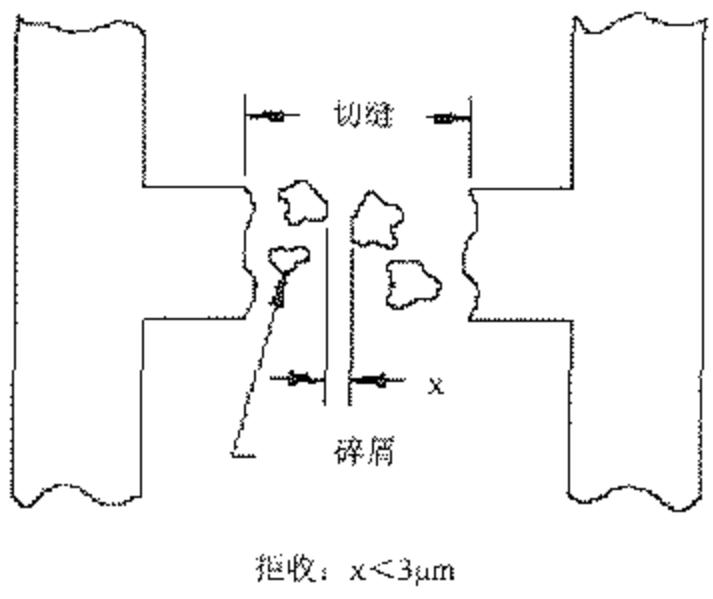
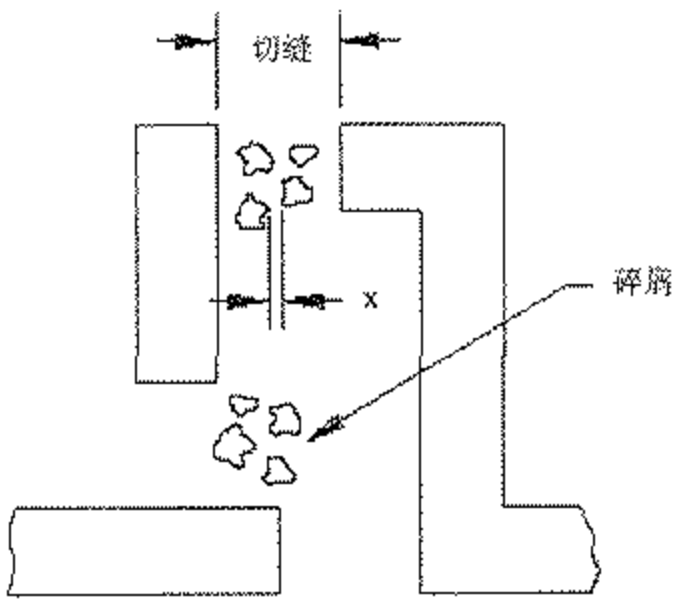


图 24　对于子钝化电阻材料碎屑的 H 级判据

标准搜搜网 bzsoso.com



拒收：x<3μm

图 25　对于自钝化电阻材料
电阻环状元件 H 级碎屑判据

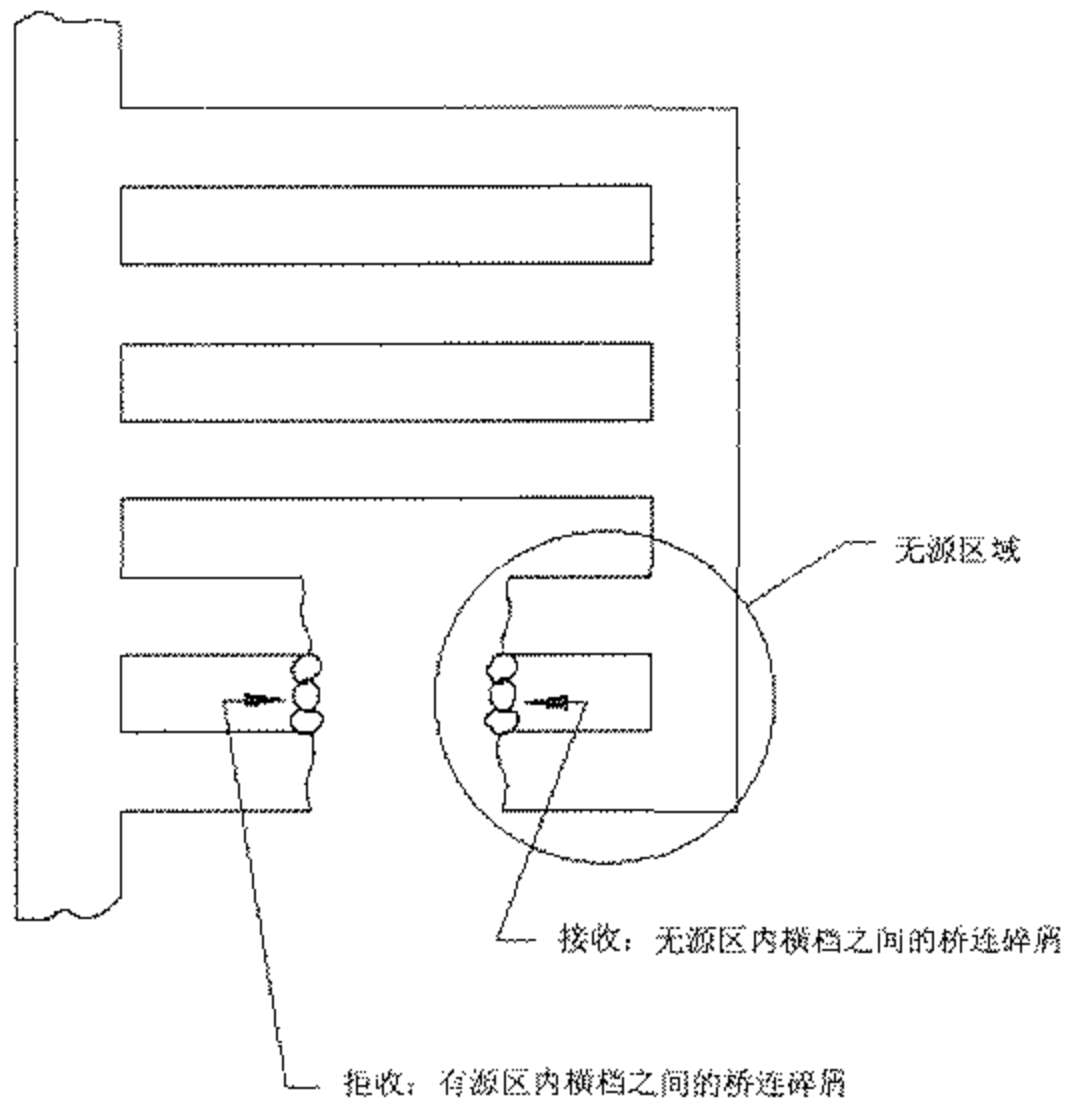


图 26　电阻阶梯结构中有源区域内
横档之间的碎屑桥接判据

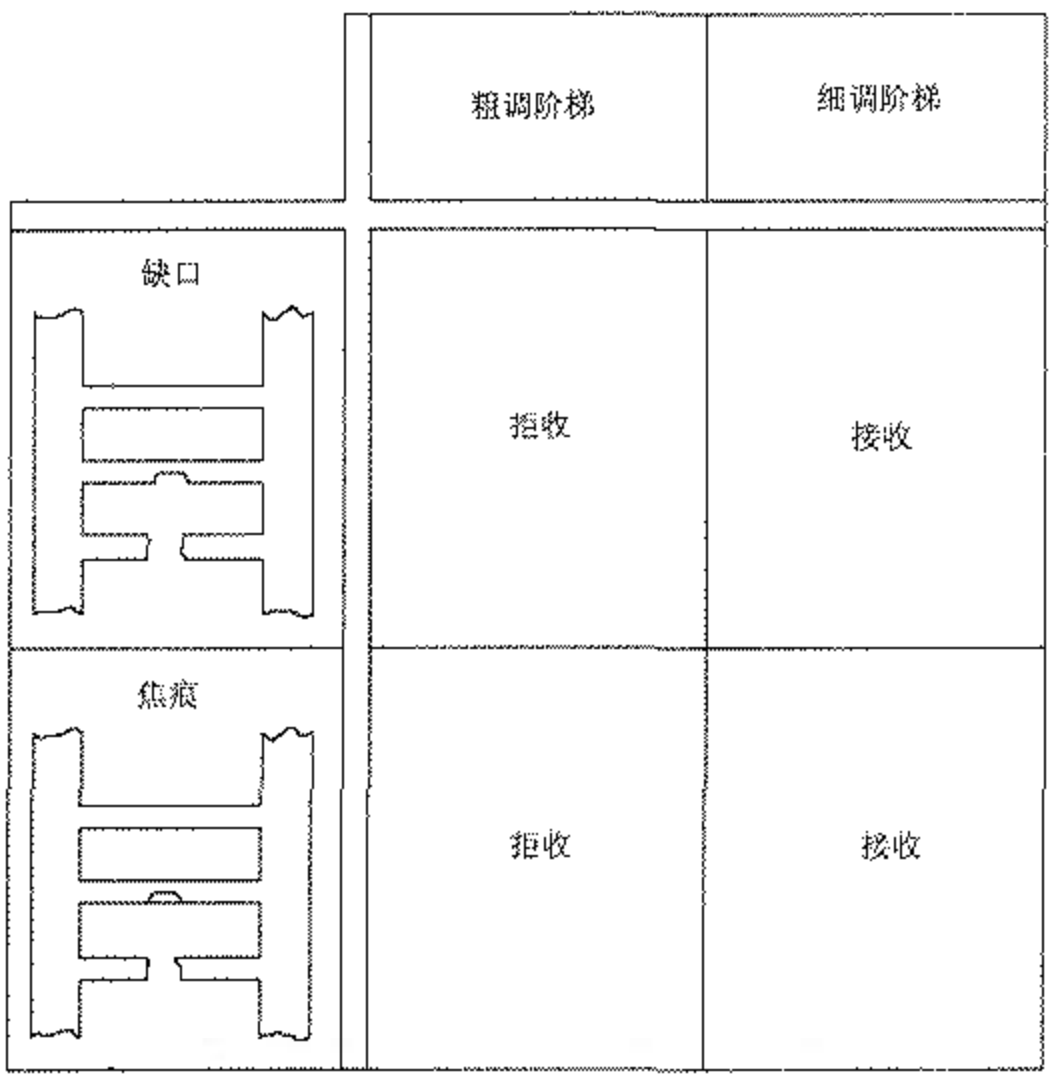


图 27　电阻阶梯结构缺口或焦痕
H 级判据的例外

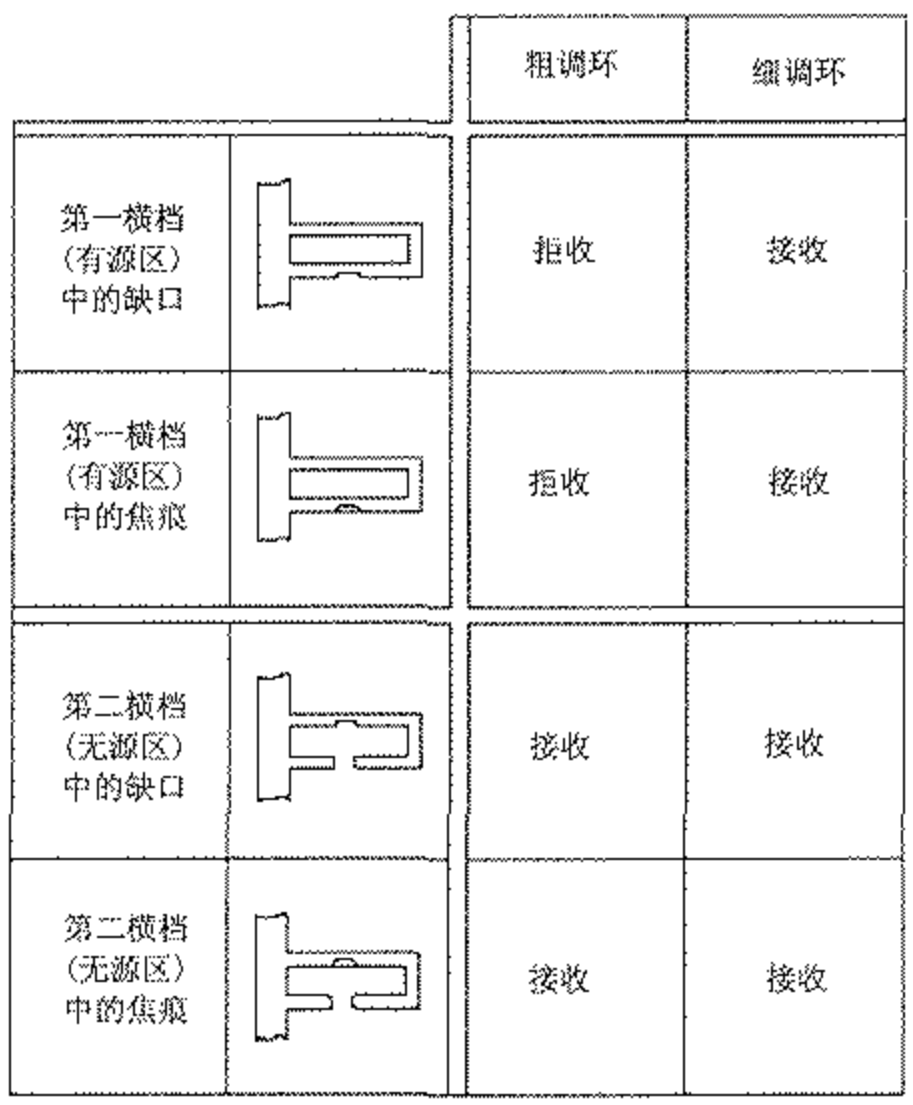


图 28　电阻环缺口或焦痕
H 级判据的例外

标准搜搜网 bzsoso.com

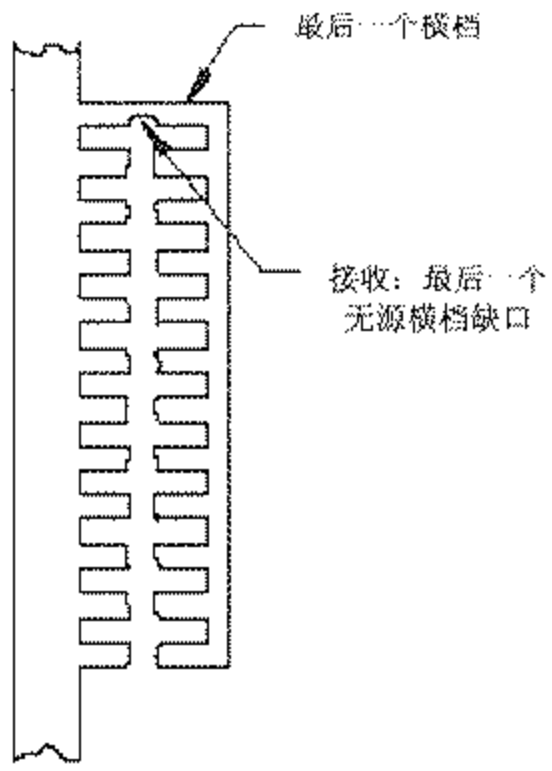


图 29　激光缺口 H 级判据对于
梯阶电阻最后一个横档的例外

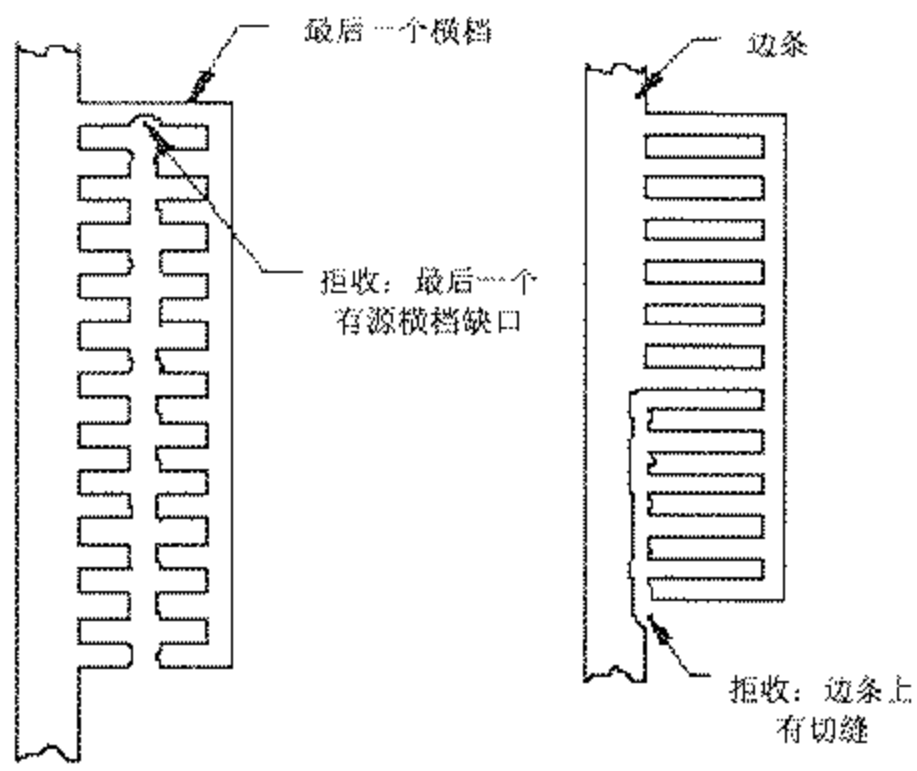


图 30　对于电阻梯阶
边条修正的 H 级判据

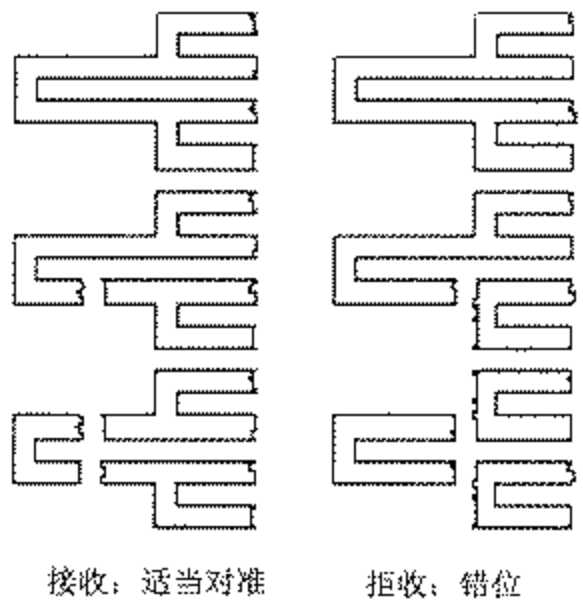


图 31　激光修正错位 H 级判据

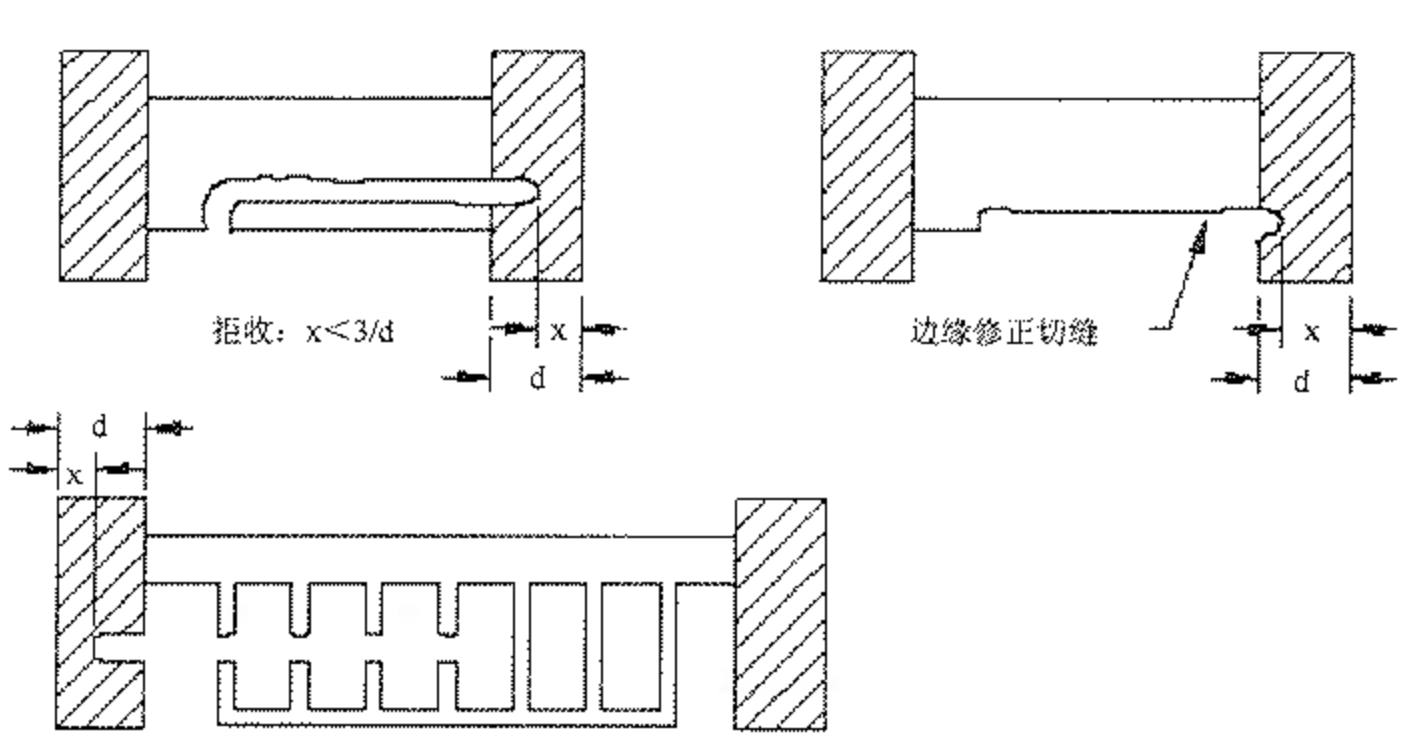
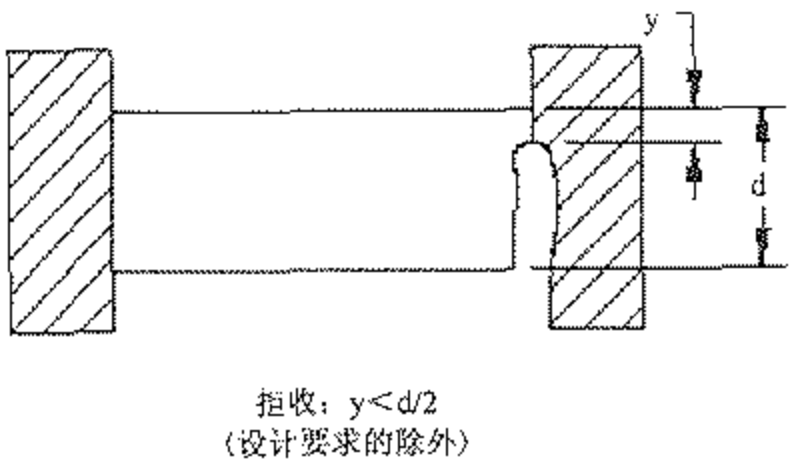


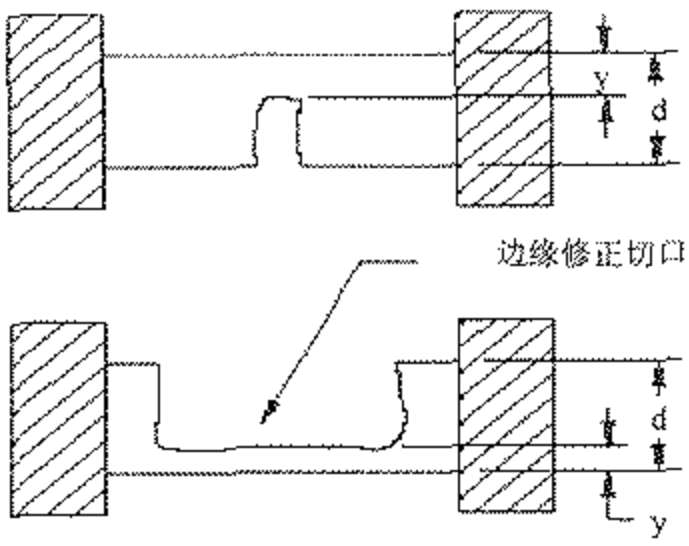
图 32　扩展进入金属化的激光修正切缝的 H 级判据

标准搜搜网 bzsoso.com



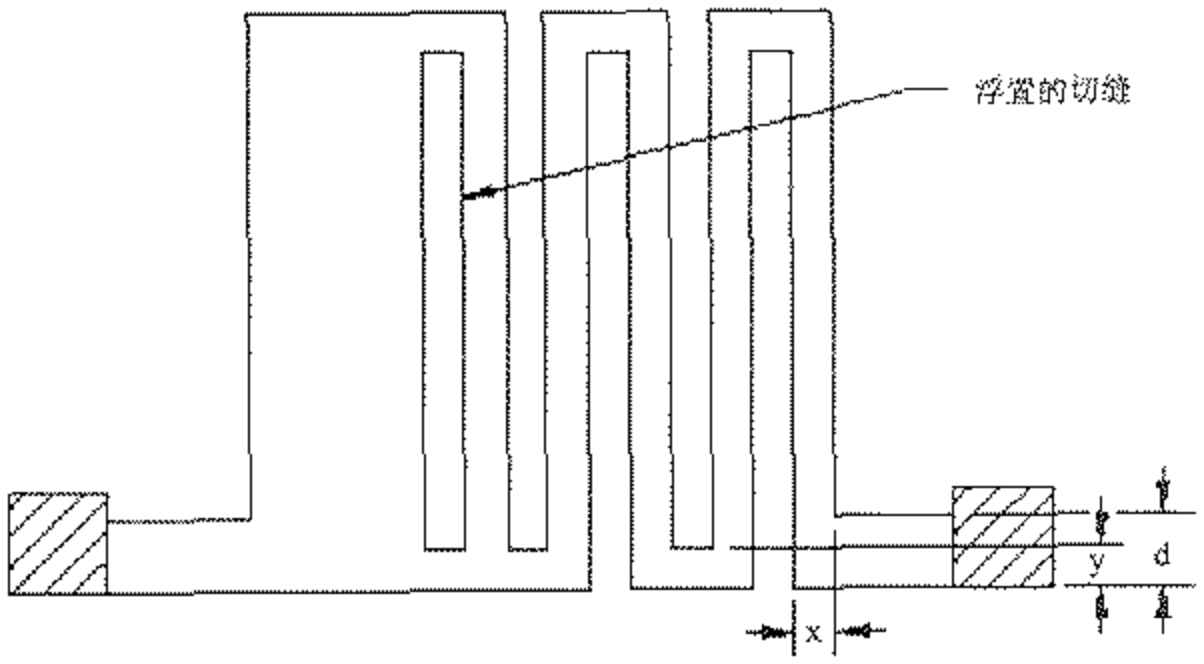
拒收：y＜d/2
（设计要求的除外）

图 33　金属化界面处电阻宽度减少的 H 级判据



拒收：y＜d/2
（设计要求的除外）

图 34　修正引起的电阻宽度减少的 H 级判据



拒收：x 或 y＜d/2
（设计要求的除外）

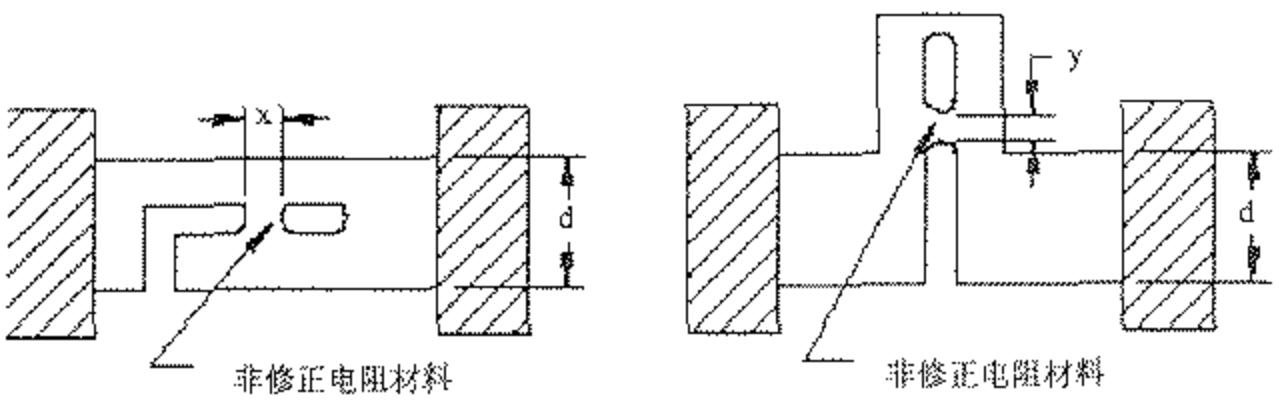
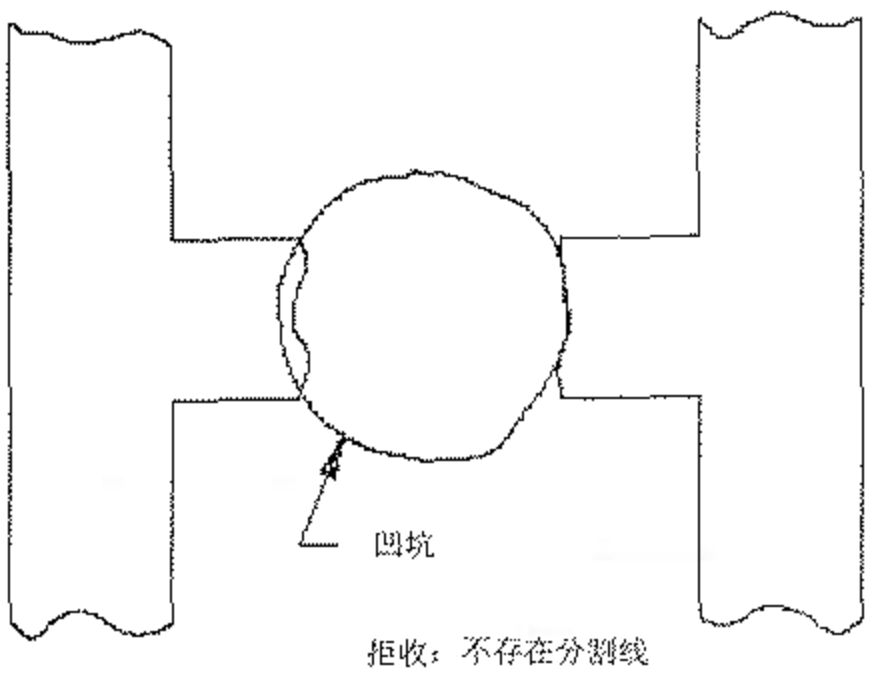


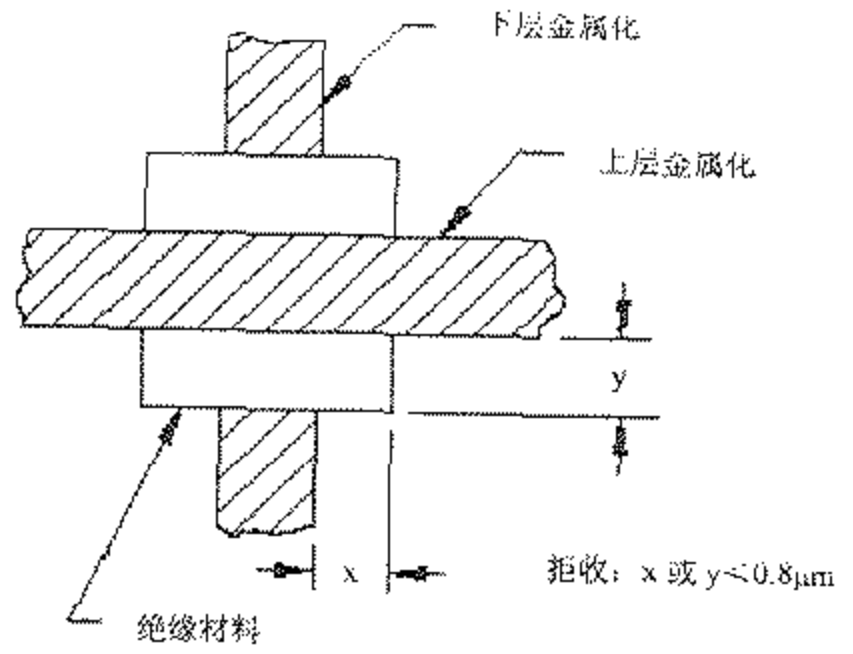
图 35　H 级电阻宽度减少和非修正电阻材料判据



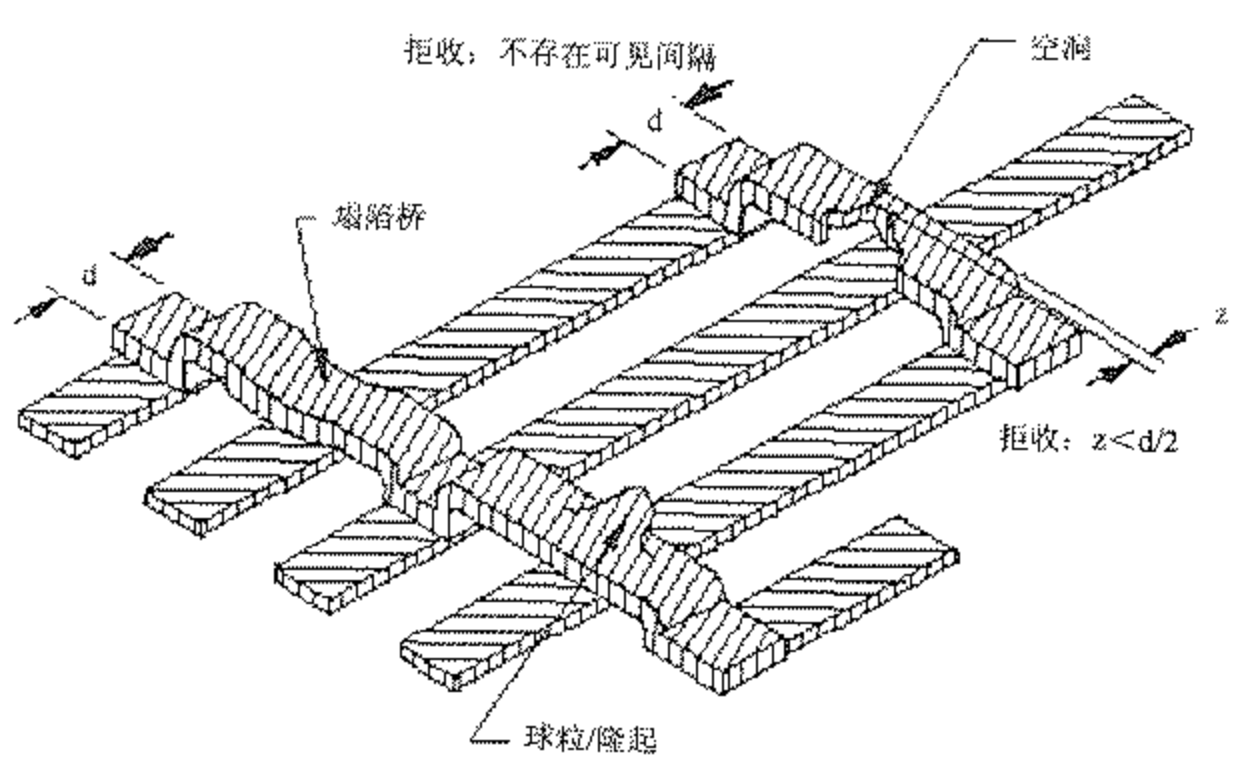
拒收：不存在分割线

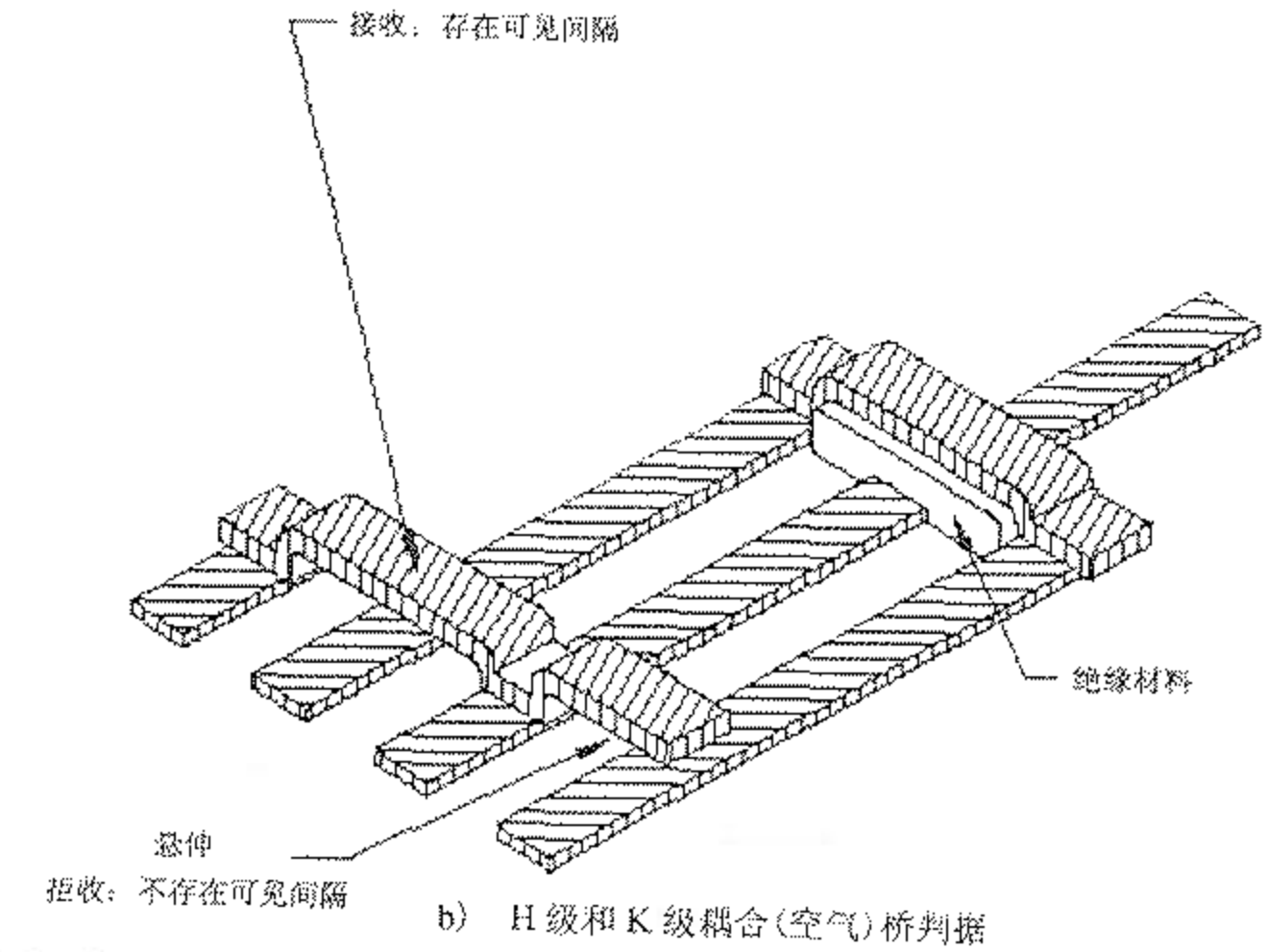
标准搜搜网 bzsoso.com

图 36　H 级激光修正凹坑判据



a) H 级绝缘材料扩展判据





b) H 级和 K 级耦合(空气)桥判据

图 37 绝缘材料扩展和耦合(空气)桥判据

标准搜搜网 bzsoso.com

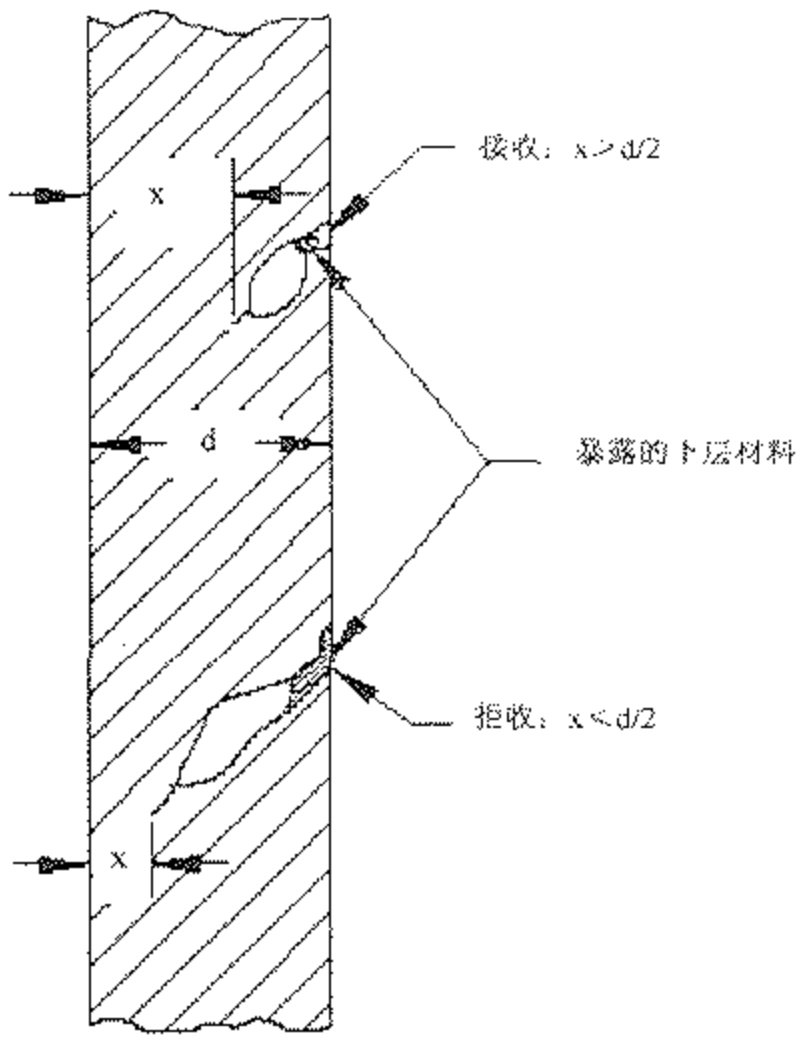
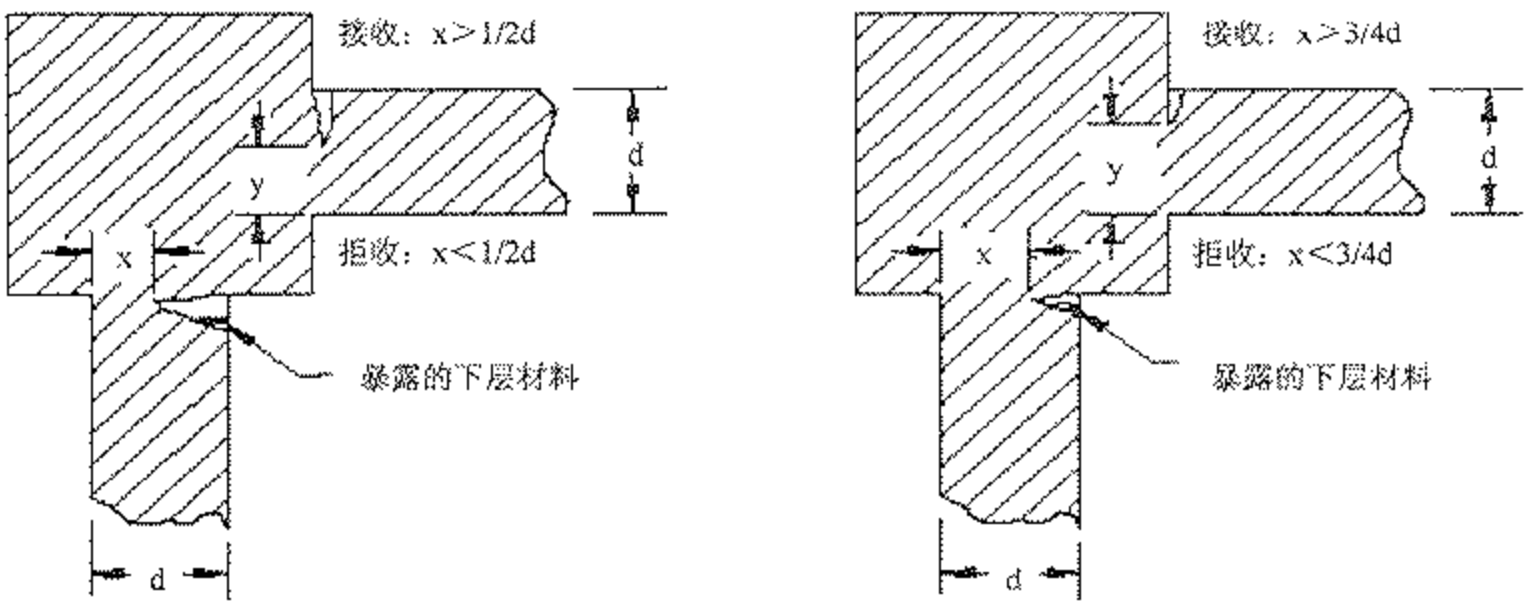
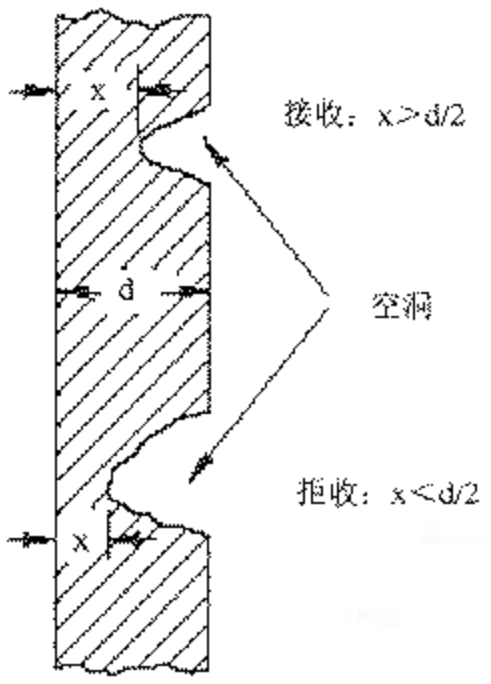


图 38　H 级金属化划伤判据



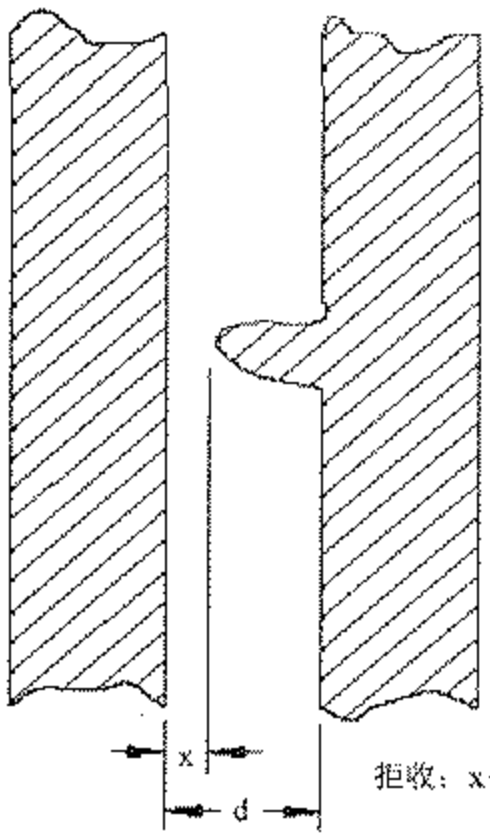
a)　键合点处 H 级金属化宽度减少的判据　　b)　键合点处 K 级金属化宽度减少的判据

图 39　键合点处金属化宽度减少的判据



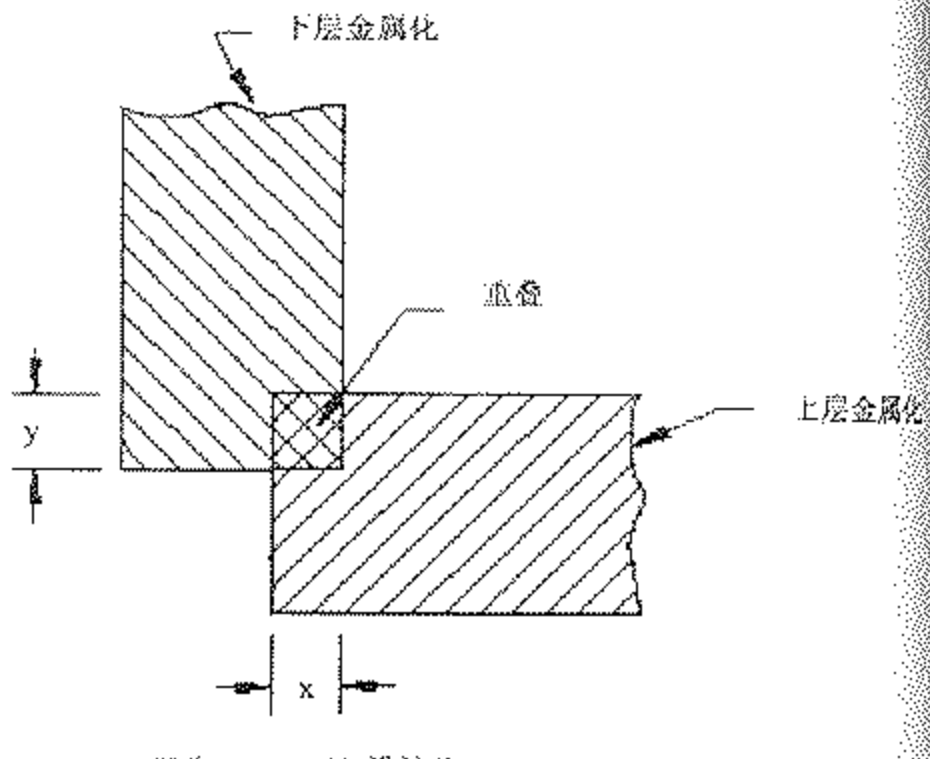
标准搜搜网 bzsoso.com

图 40　H 级金属化空洞判据



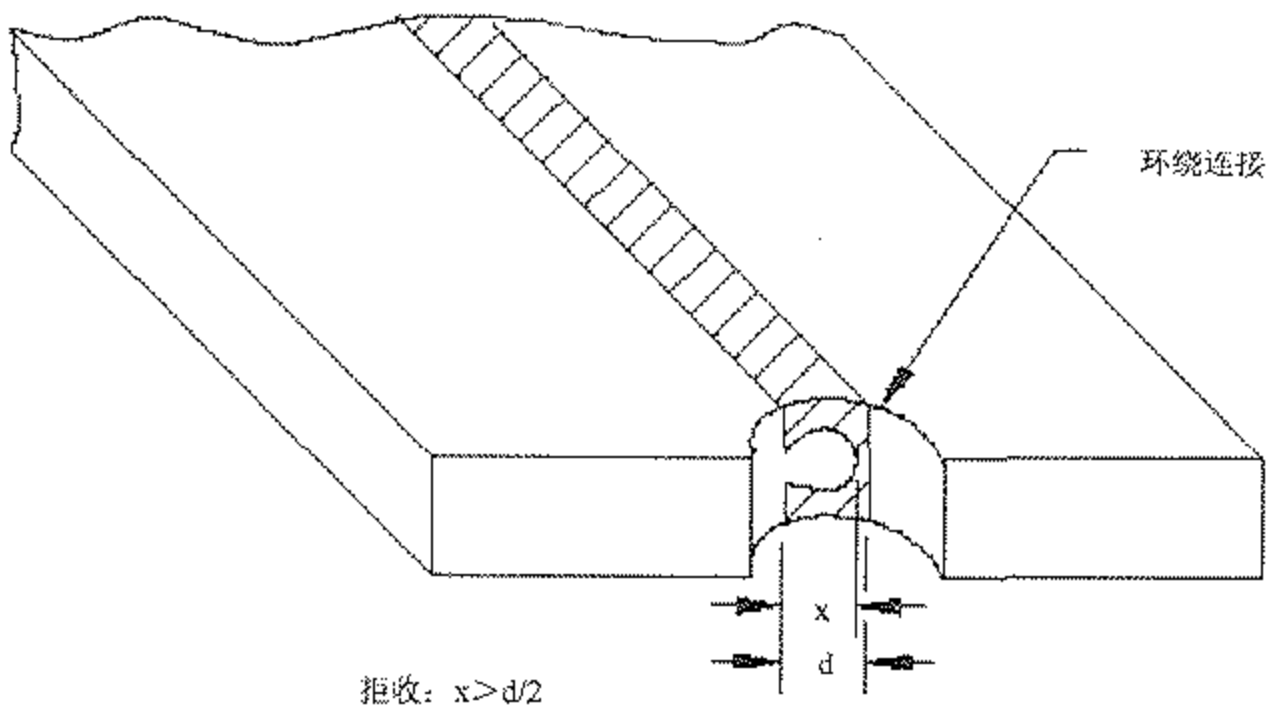
拒收：x＜d/2

图 41　H 级金属化突出判据



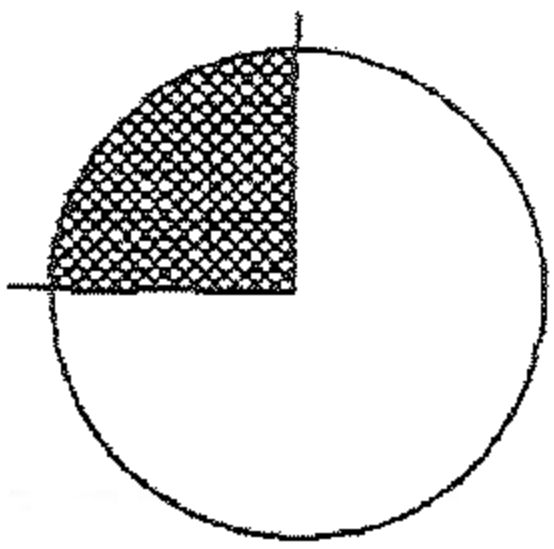
拒收：xy＜50%设计值

图 42　H 级金属化重叠判据

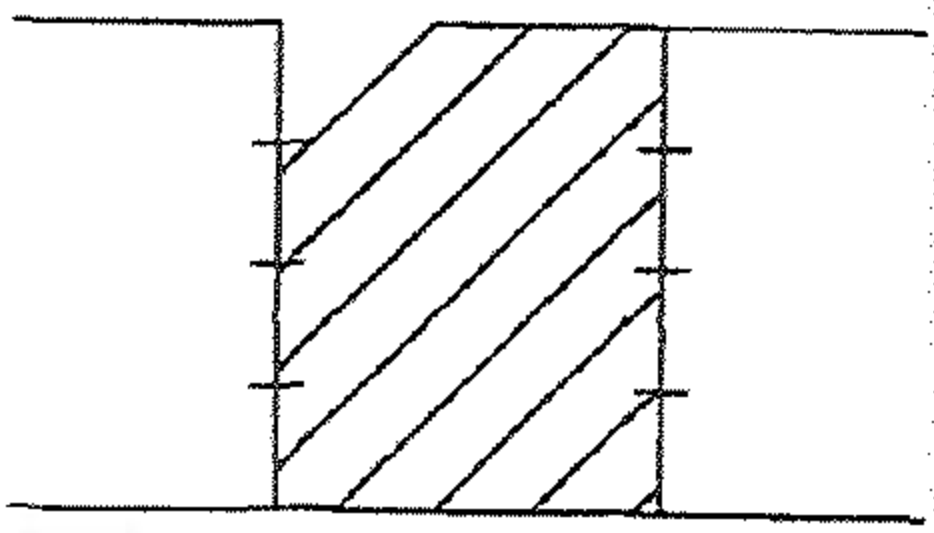


拒收：x＞d/2

a)　H 级周边连接非金属化区域判据



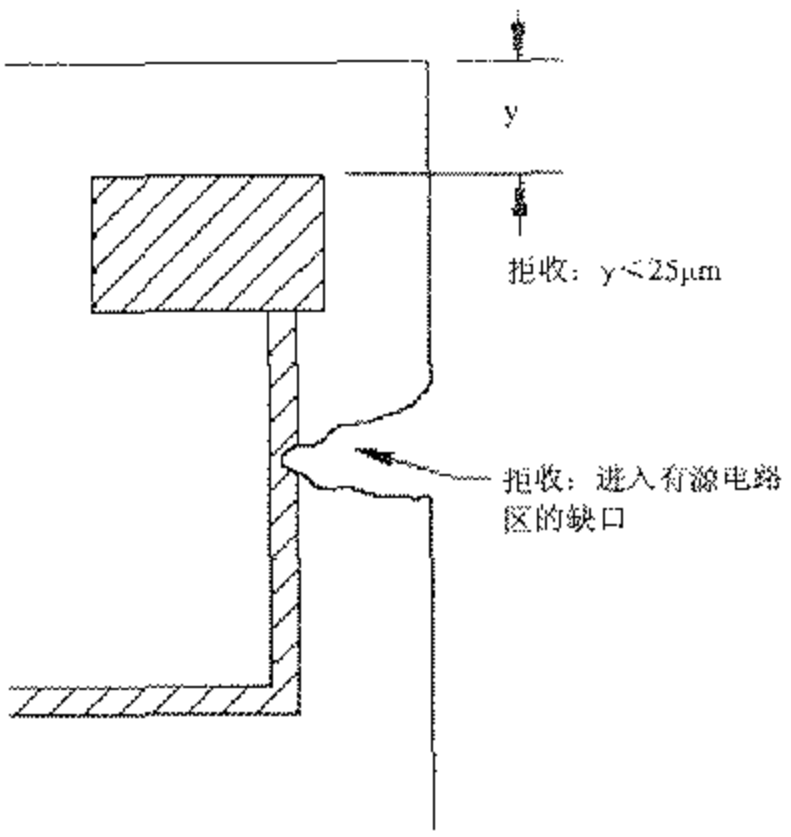
通路填充＜75%
拒收



通路填充＜75%
拒收

b)　H 级和 K 级通路插塞填充判据

标准搜搜网 bzsoso.com



c) H 级间隔和基板缺口判据

图 43 周边连接、基柱通柱、基板缺陷判据

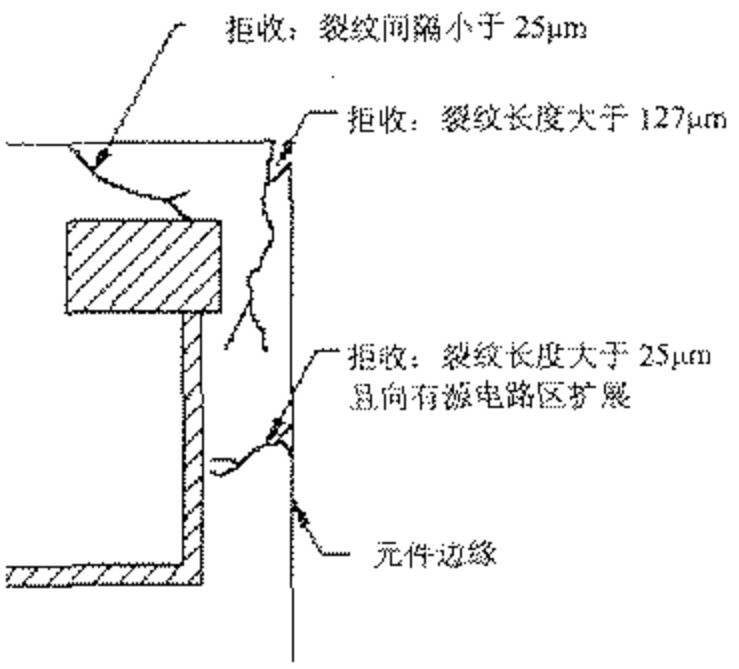


图 44 H 级附加裂纹判据

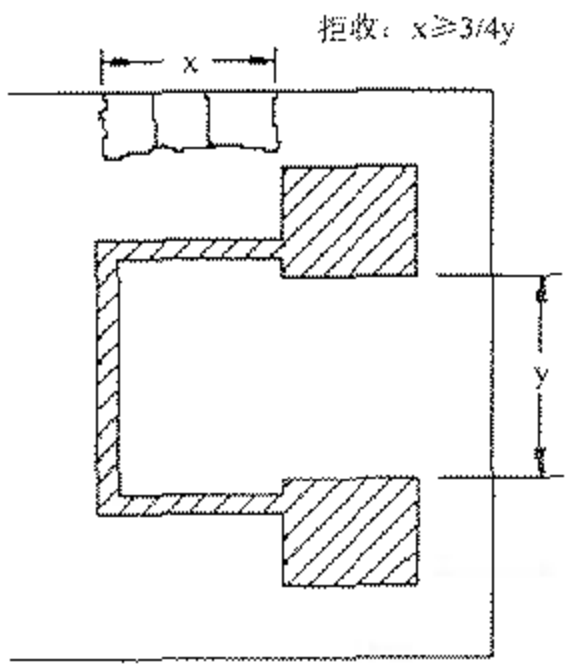
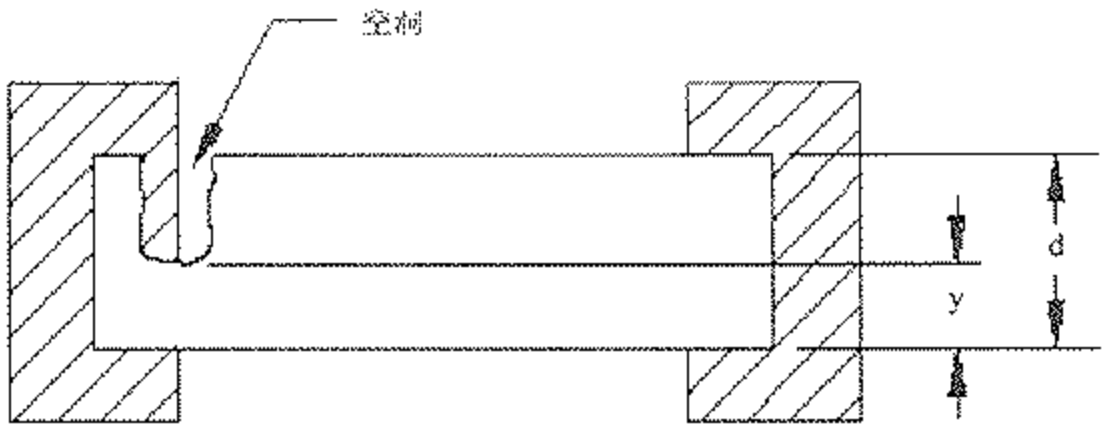


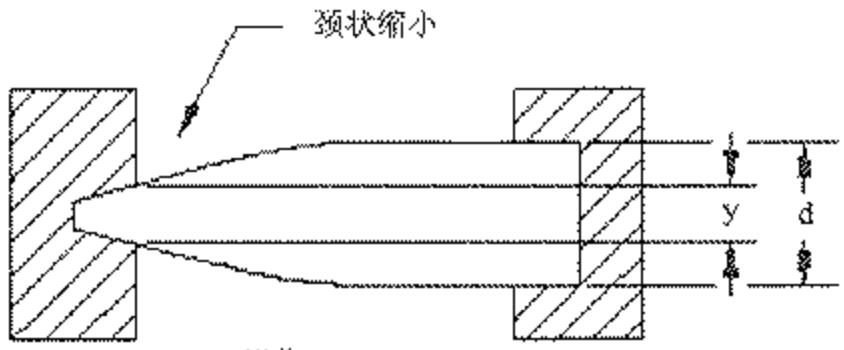
图 45 K 级半圆形裂纹判据

标准搜搜网 bzsoso.com



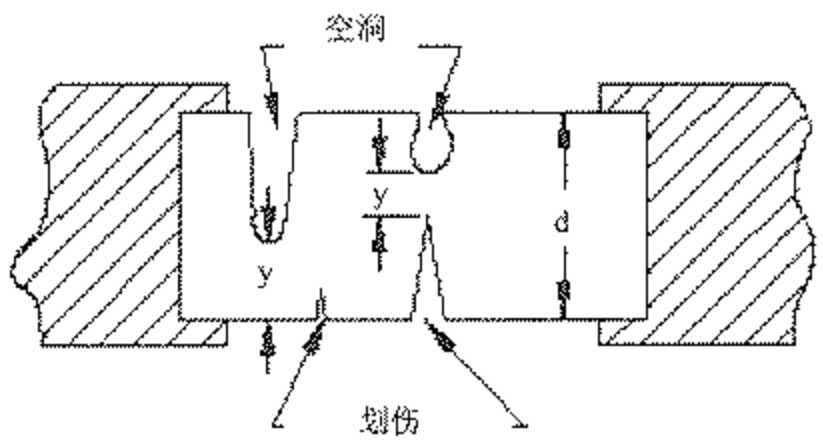
拒收：y<d/2

图 46　末端处空洞使电阻宽度减少的 H 级判据



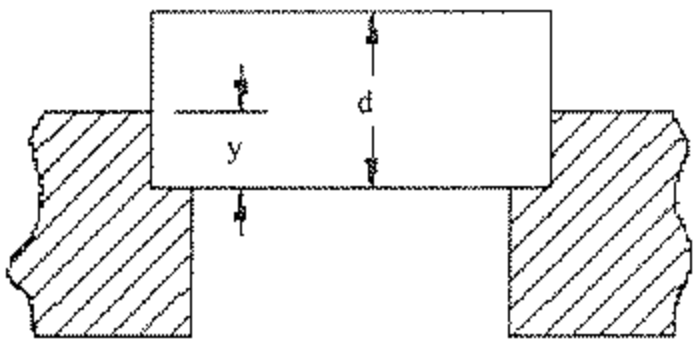
拒收：y<d/2

图 47　末端处颈状缩小减少电阻宽度的 H 级判据



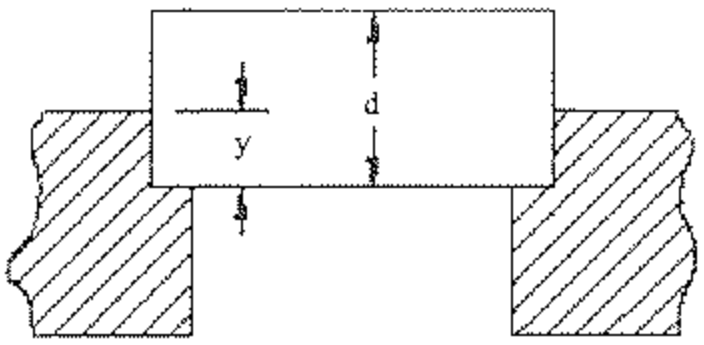
拒收：y<d/2

图 48　电阻宽度减少的 H 级判据



拒收：y<d/2

a)　H 级电阻覆盖判据

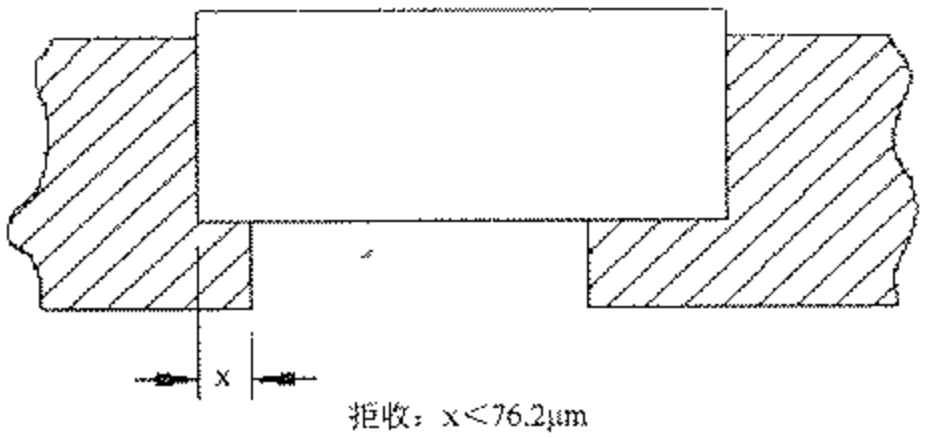


拒收：y<3/4d

b)　K 级电阻覆盖判据

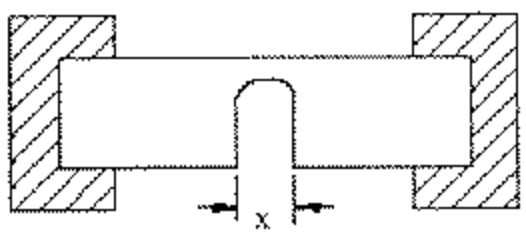
图 49　电阻覆盖判据

标准搜搜网 bzsoso.com



拒收：x＜76.2μm

图 50　电阻覆盖判据



拒收：x＜13μm

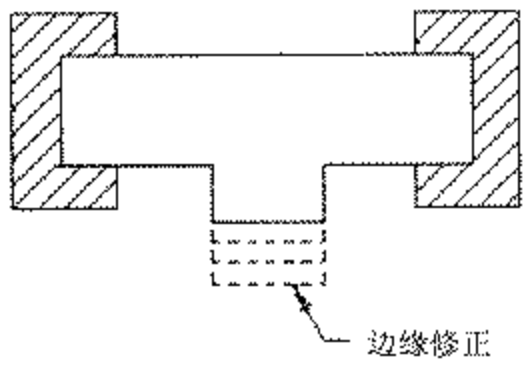
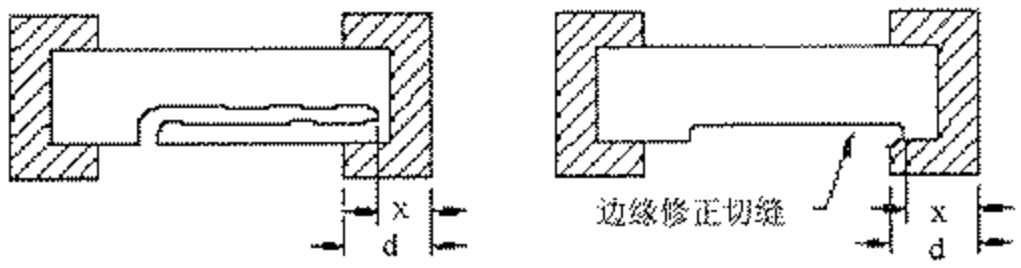
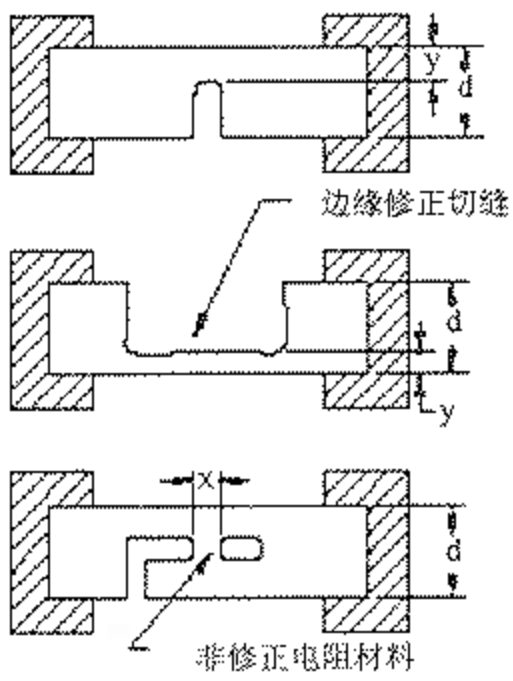


图 51　H 级切缝宽度判据



拒收：x＜3/4d

a)　H 级激光修正扩展进入金属化判据



拒收：x 或 y＜1/2d

b)　H 级电阻宽度减少和非修正电阻材料判据

图 52　激光调整的薄膜电阻缺陷判据

标准搜搜网 bzsoso.com

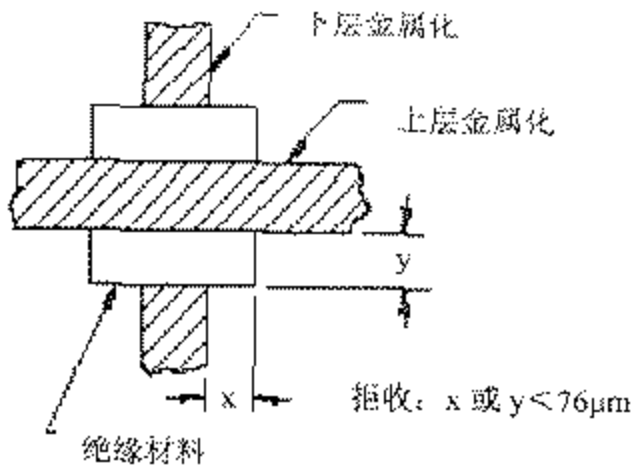


图 53　H 级绝缘材料扩展判据

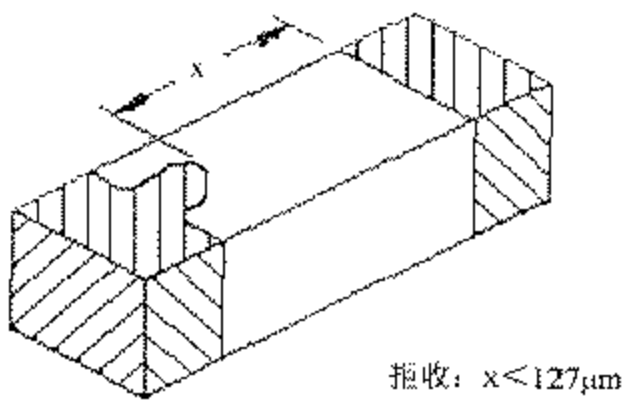


图 54　H 级金属化突出判据

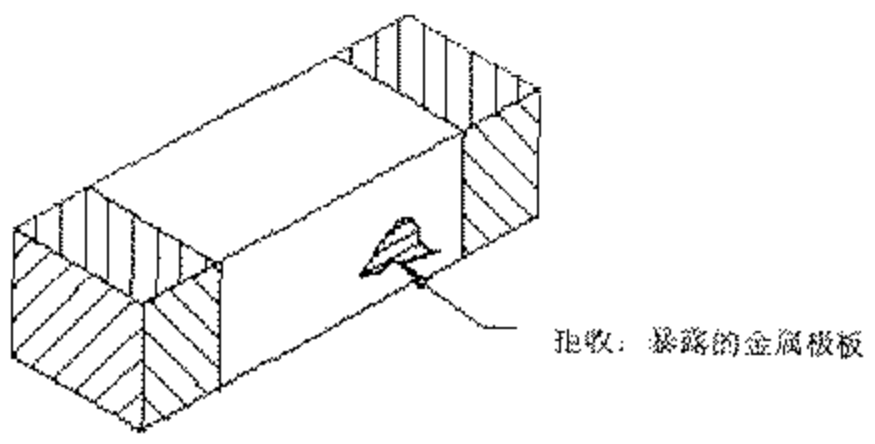


图 55　H 级金属化板暴露判据

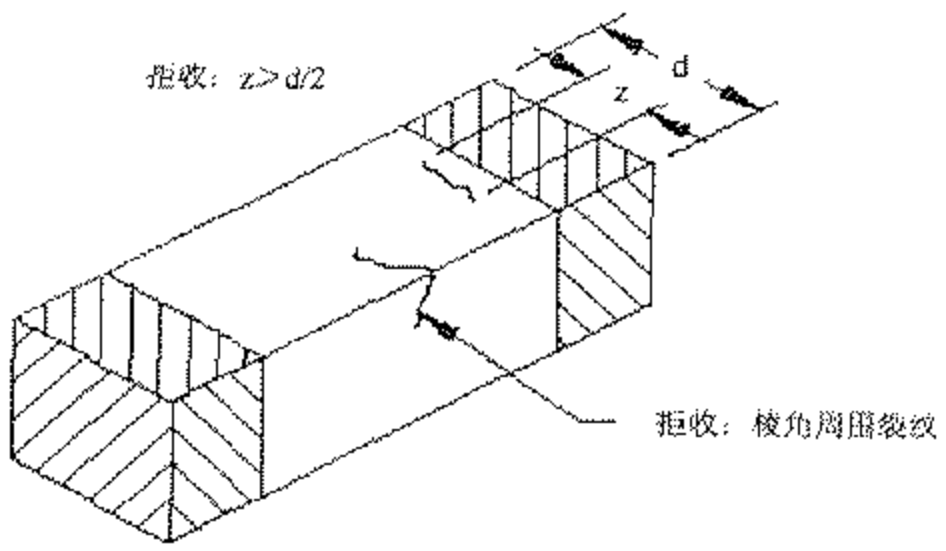


图 56　H 级裂纹判据

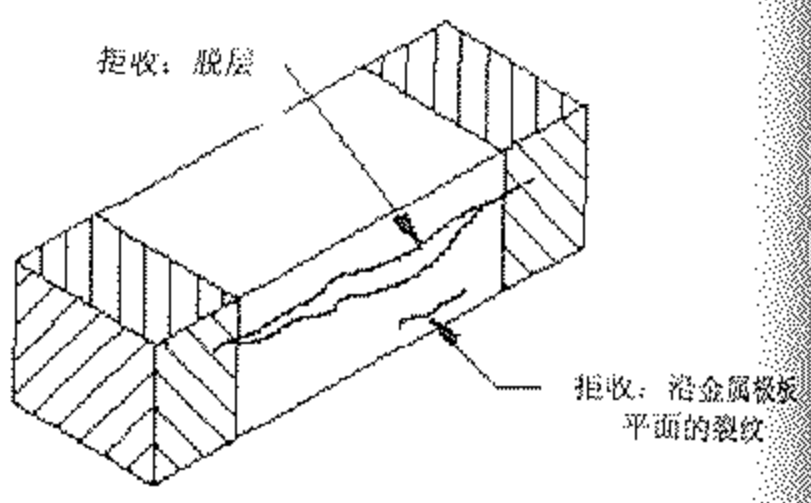


图 57　H 级脱层判据

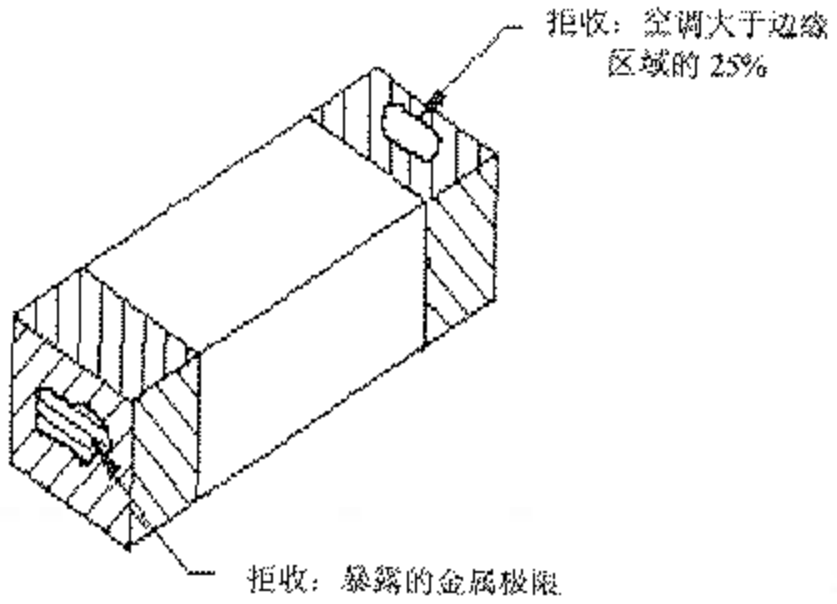


图 58　H 级末端缺陷判据

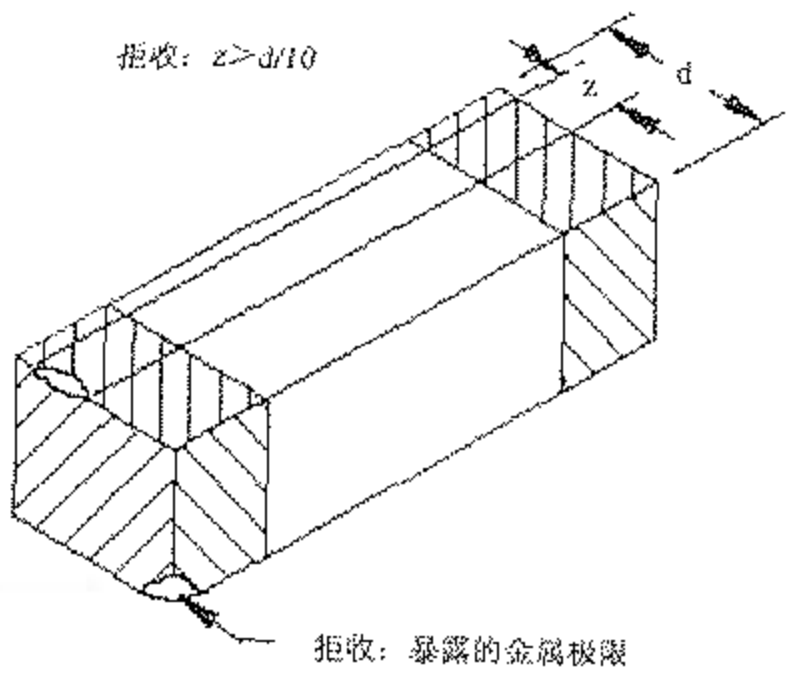
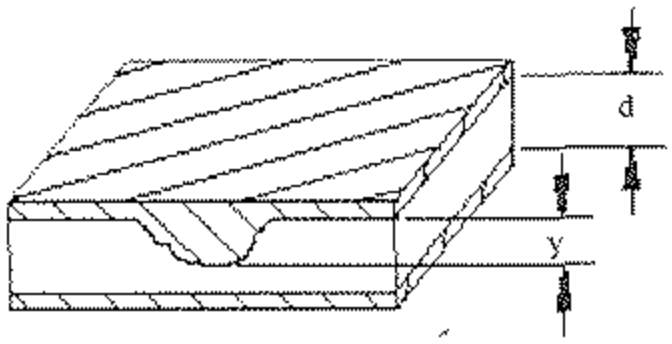


图 59　H 级金属化边缘缺陷判据

标准搜搜网 bzsoso.com



拒收：y>d/2

图 60　H 级金属化扩展判据

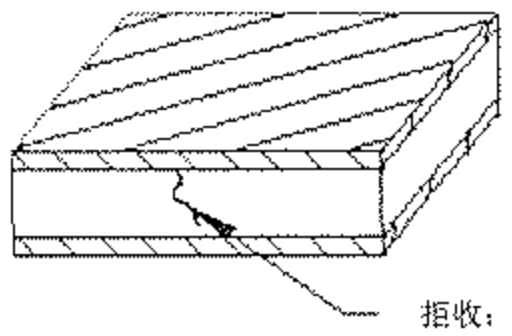
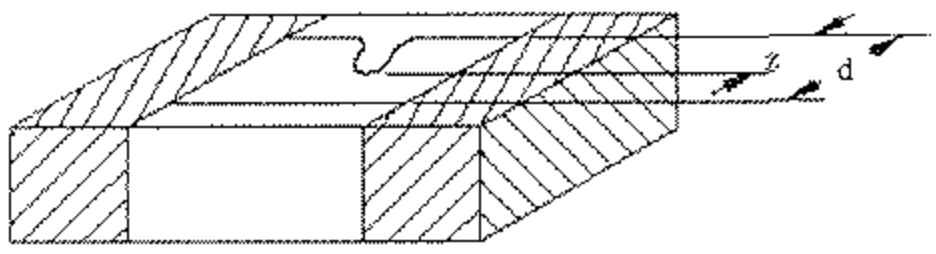
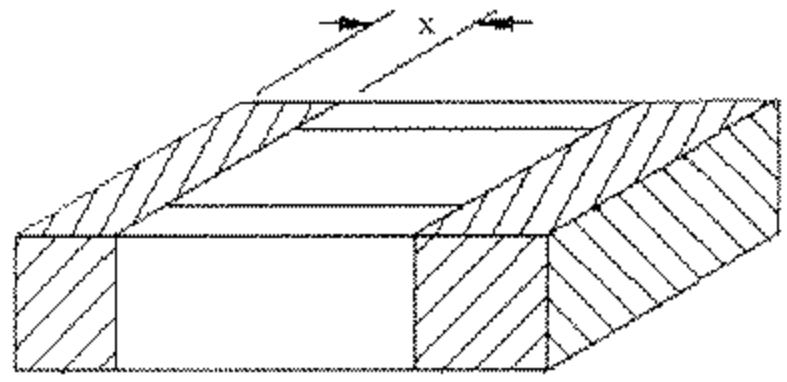


图 61　H 级介质裂纹判据



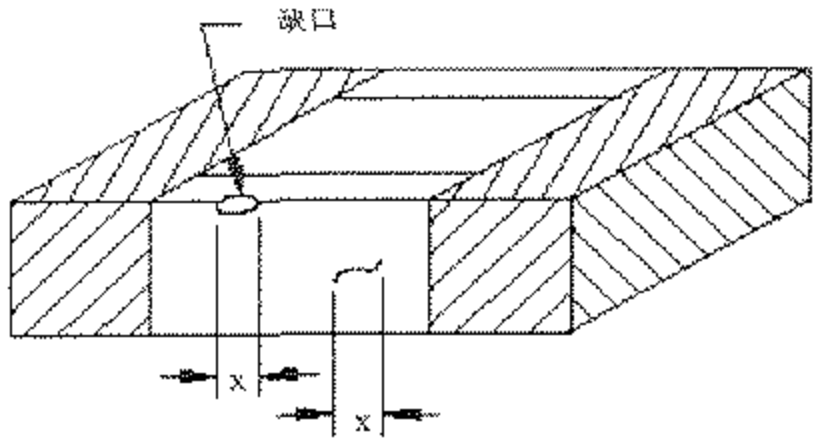
拒收：z>d/2

图 62　H 级电阻宽度减少判据



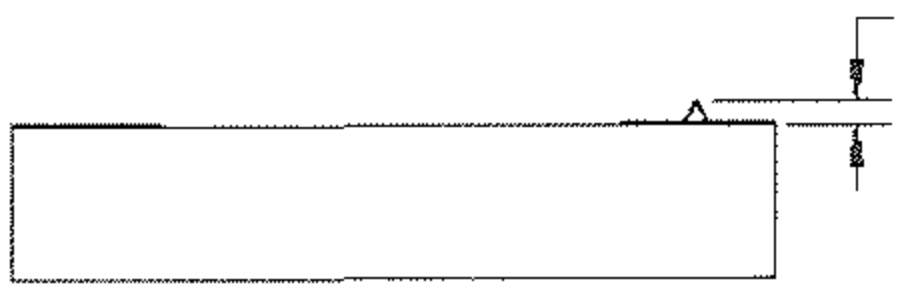
拒收：x<254μm

图 63　H 级末端宽度判据



拒收：x>76.2μm

图 64　H 级基板缺陷判据



拒收：y>76.2μm 或 203μm

图 65　H 级终端材料堆积判据

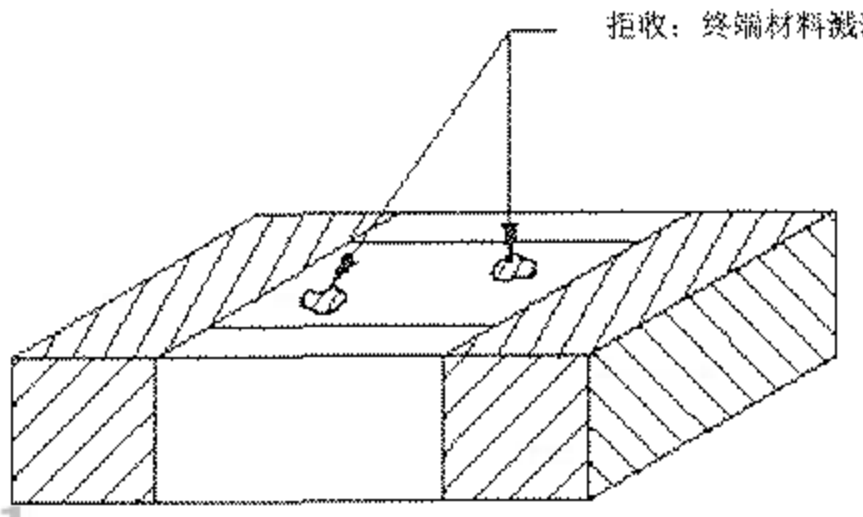


图 66　H 级终端材料溅落判据

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 2035　载带自动焊焊接质量的超声检测

1　目的

本试验的目的是检测开封器件的载带自动焊(TAB)中未粘接或存在粘接空隙的区域。整个焊接区采用激光扫描声学显微镜(SLAM)技术进行测量。本方法为半导体器件 TAB 的超声检测确定了方法和判据。

注 1：不同金相结构的绝对强度(用单位粘接面积上的抗拉强度表示)是不同。对每种合金与工艺，其粘接面积的预期粘接强度必须确定一个定量标准。

注 2：本试验所用术语 TAB 粘接指的是由载带自动焊(TAB)工艺形成的多层焊接、内部引线(ILB)或外部引线(OLB)中的一个。ILB 指的是梁式引线横截面确定的器件区、芯片焊接区和平面完成焊接的热极或夹具的接触轮廓线。ILB 包括半导体芯片表面和梁式引线之间区域内的全部界面。OLB 指的是梁式引线横截面确定的器件区、基板焊接区和在平面完成焊接的热极或夹具的接触轮廓线。OLB 包括基板表面和梁式引线之间区域的全部界面。

注 3：本试验所用的超声检测和 SLAM 术语涉及下述领域：进行高频超声检测的工艺和设备，使用激光扫描声学显微镜使器件内部特征形成灰度图像和用之检测焊接区。

2　设备

本方法所需的设备和材料包括：

a)　激光扫描声学显微镜型的超声成像设备

该设备应足以穿透焊接区并成像，显示焊接区尺寸和形状的线性尺寸容差不应大于焊接尺寸的 20%，频率取决于材料内声波的波长和分辨率极限。检测大尺寸器件应使用比较低的频率，对目前 TAB 的尺寸需要的频率为一百到几百兆赫。

b)　可视输出/存储装置

应使用产生、显示和存储适量灰度级(最小 64 级)的成像装置。这种装置可包括一台打印机/绘图机，最好采用带显示器的成像数字转换器，该转换器应能生成数字编码成像，便于大容量中间存储与检索以及计算处理与评估。存储的图像应适合手工分析，最好能自动分析。输出装置应能产生和存储立体图像，灰度分辨率至少应等于用超声探测设备探测的分辨率。该输出/存储装置必须能显示、存储和检索图像标记信息。

3　程序

为了在被测焊接类型的灵敏度要求范围内得到满意对比度的图像，并获得最多的图像细节，应根据需要调整所用设备。为了生成图像，应使用相应的操作方法确保获得器件适当的定位与声透射(超声辐射)，并根据需要遵循一些附加规定。焊接金相结构的正常固有强度应已知和被确定，并应按规定强度标准对被检测器件的金相进行质量鉴定。

3.1　设备校准

安装超声检测设备及其外围设备时，至少应采用一个相同类型和结构的器件来识别器件位置标志和验证设备功能。该器件可以是一个带 TAB 焊接引线的无功能替代器件。

3.2　标识

被测器件及其图像记录应按标准格式标识，它应包括以下信息：

a)　器件承制方名称或识别代码；

b)　器件类型或零件编号；

c)　生产批号和/或检测日期代码批号；

标准搜搜网 bzsoso.com

d) 超声图像观察号码和日期，包括观察区域或焊接号码的说明或代码；

e) 器件编号/前后参考号(适用时)；

f) 操作员识别。

3.3 器件序列化

当要求器件编号时，每个器件应很容易由序列号识别，且这些序列号必须包括在存储图像的可能格式中。在序列号出现空号时，表示空号部分的空白区域和带有序列号的标记应出现在存储装置中。在出现大范围的相邻空号时，说明空号范围的一个类似空白区域应出现在存储装置中，以代替多个空号的大区域。

3.4 数据备份

当需要数据备份时，应规定备份的多路磁盘、多路数据带或录像带；或选择其他具有足够容量、分辨率、速度和可靠性的装置，以适合存储和标识要求。

3.5 安装

进行超声检测的器件应安装在能保证所有方向的正确定位的夹具中，并充分保护较脆弱的焊接部分不与任何物质(除耦合流体外)机械接触。定位后必须维持上述状态，而且使每一被测焊接区暴露于正确的超声环境和仪器检测范围之中。

3.6 声透射角

在分析前必须规定声透射角，若安装夹具是可通过测角定位调整角度的，则应调整到正确的角度。

3.7 操作条件的记录

在超声检测过程中所采用的调整、选择、自选件和设置对设备的正常操作很重要时，必须进行记录。那些属于临时的、显而易见的调整则不必记录。按最大、最小或最佳状态的调整规则进行的调整和不受校准界面控制的性能也不必记录。

3.8 操作人员

操作人员需进行专门培训并持有所用超声扫描及其外围设备操作的上岗证，应基本熟悉声学特性并能使用超声设备检测器件，以保证所揭示的缺陷能被正确地描述并能与相应的标准进行比较。

3.9 检测报告

对于 S 级器件或其他级别器件(有规定时)，承制方应对每次发货的器件提供检测报告。报告应说明超声检测结果，并列出订购合同号或等效的标识、器件号、日期代码、检测的数量、拒收数量和检测日期。对于每个拒收器件，应列出器件号、序列号(适用时)和拒收原因。

3.10 声显微图和报告的保存

有规定时，承制方应保留一套超声图像和一份检测报告的副本。这些资料应按规定的期限保存。

3.11 检验和接收判据

承制方根据对被焊接器件的研究，并考虑适当的余量后确定应焊接面积。可接收的最小焊接面积与应焊接面积的百分比如下：

a) 对铅锡合金焊料焊接为 75%。

b) 对金一锡共熔和金一金热压焊为 50%，引线未对准情况除外。引线未对准是主要原因时，则为 75%。

器件检测中，下列情况应作为不可接收的焊接，应拒收：

c) 不管什么原因(包括横向或纵向的未对准)引起的缺陷使总焊接面积小于规定的焊接面积。

d) 虽然符合最小焊接面积的要求，但该焊接区不连续，没有单独的焊接区达到或超过规定的焊接面积。

4 说明

有关的订购文件中应规定以下内容：

标准搜搜网 bzsoso.com

a) 若不是观察一次，则应按 3.10 进行 SLAM 检测每个器件或焊接区的观察次数；
b) 若不按 3.2 规定，则应规定器件标识或图像标识，或需要时应规定特殊的器件标识以显示那些已进行过超声图像检测的器件；
c) 若不按 3.11 规定，则应规定器件的缺陷，以及接收或拒收的判据；
d) 应规定图像和报告的保存要求(适用时)(见 3.10)。

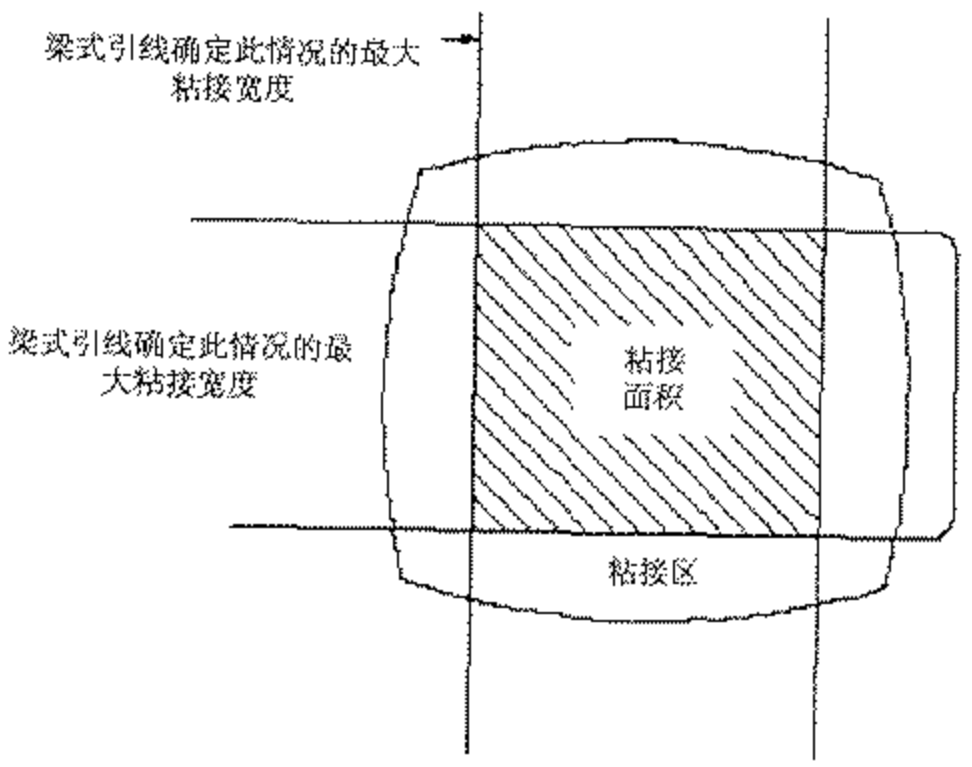


图 1　粘接面积

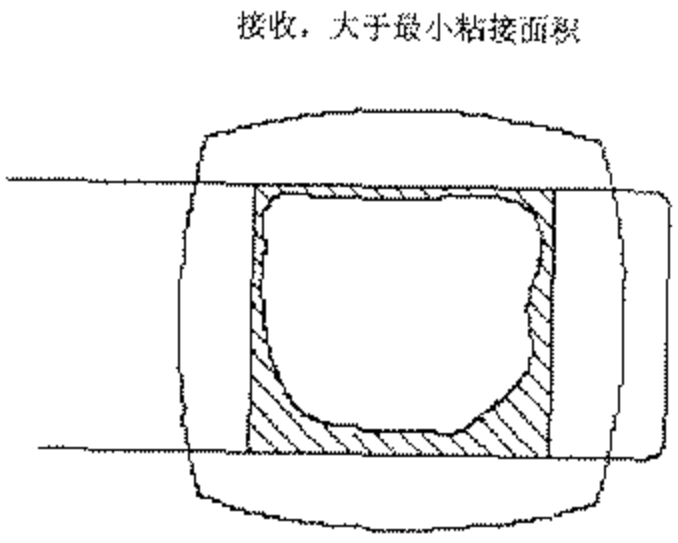


图 2　接收的粘接区

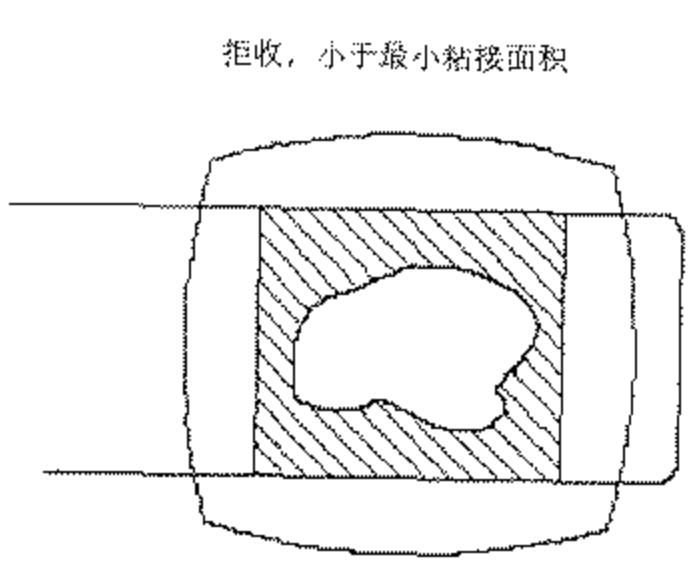


图 3　拒收的粘接区

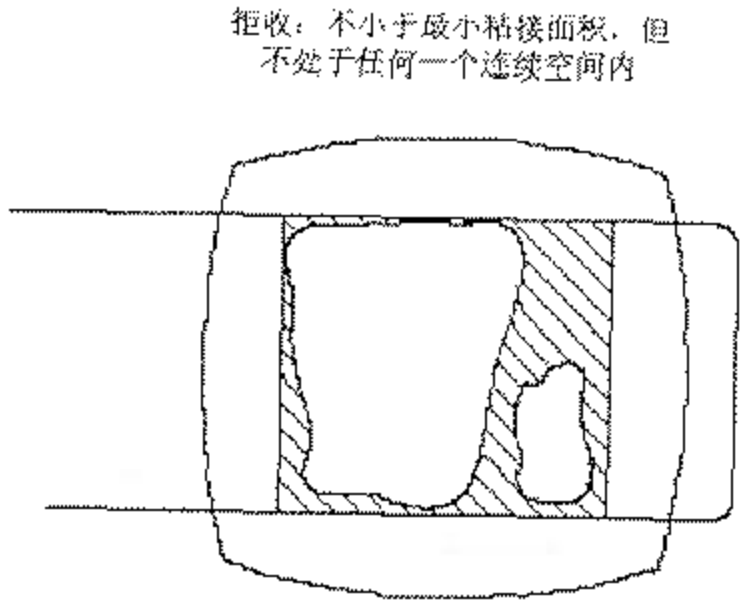


图 4　拒收的不连续粘接区

标准搜搜网 bzsoso.com

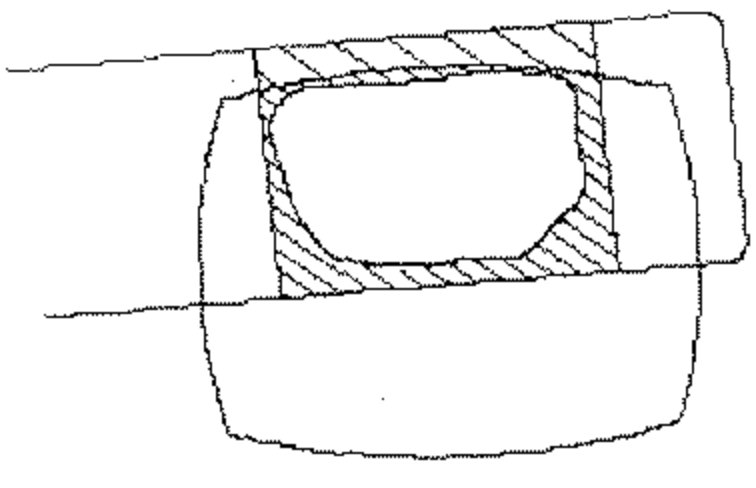


图 5　横向未对准的粘接区

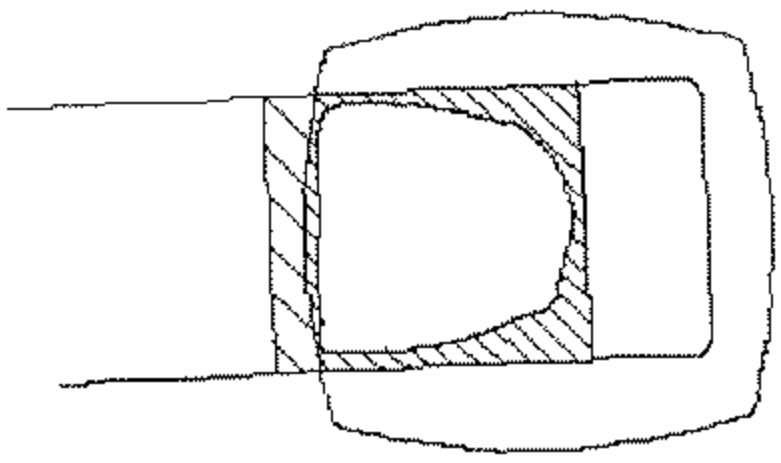


图 6　纵向未对准的粘接区

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 3015　静电放电敏感度的分级

1　目的

本方法给出了依据微电路受静电放电(ESD)作用造成损伤和退化的敏感度对微电路进行分类的程序。分级结果可用于 GJB 597 确定合适的包装和操作要求，并提供符合要求的分级数据。

1.1　术语和定义

1.1.1　静电放电(ESD)　electrostatic discharge(ESD)

处于不同静电电位的两个物体间电荷的转移。

2　设备

2.1　试验设备

与图 1 电路等效的、并能提供图 2 所示的脉冲波形的 ESD 脉冲模拟器和被测器件(DUT)插座。

2.2　测量仪器

包括示波器和电流探测器，以便验证模拟器输出的脉冲是否符合图 2 的要求。

2.2.1　示波器和放大器

示波器和放大器的组合应具有的带宽至少应为 350MHz，扫描时基为 0.25ns/cm。

2.2.2　电流探测器

电流探测器具有的带宽至少应为 350MHz。

2.2.3　充电电压探测器

充电电压探测器的输入阻抗最小为 1000MΩ，最大分压比为 4%。

2.3　校准

应定期校准，校准内容应包括(但不限于)2.3.1～2.3.3 的规定。

2.3.1　充电电压

用于显示模拟器充电电压的仪器应在表 1 规定的整个范围内，对图 1 中 C 和 D 端的实际电压指示进行校准。

表 1　模拟器充电电压(V_S)档次和峰值电流(I_P)[a]

档次	V_S/V	I_P/A
1	500	0.33
2	1000	0.67
3	2000	1.33
4	4000	2.67
5	8000	5.33

[a] I_P 是验证电流波形过程中流过 R_2 的电流，其大小约为 V_S/1500Ω。

2.3.2　有效电容

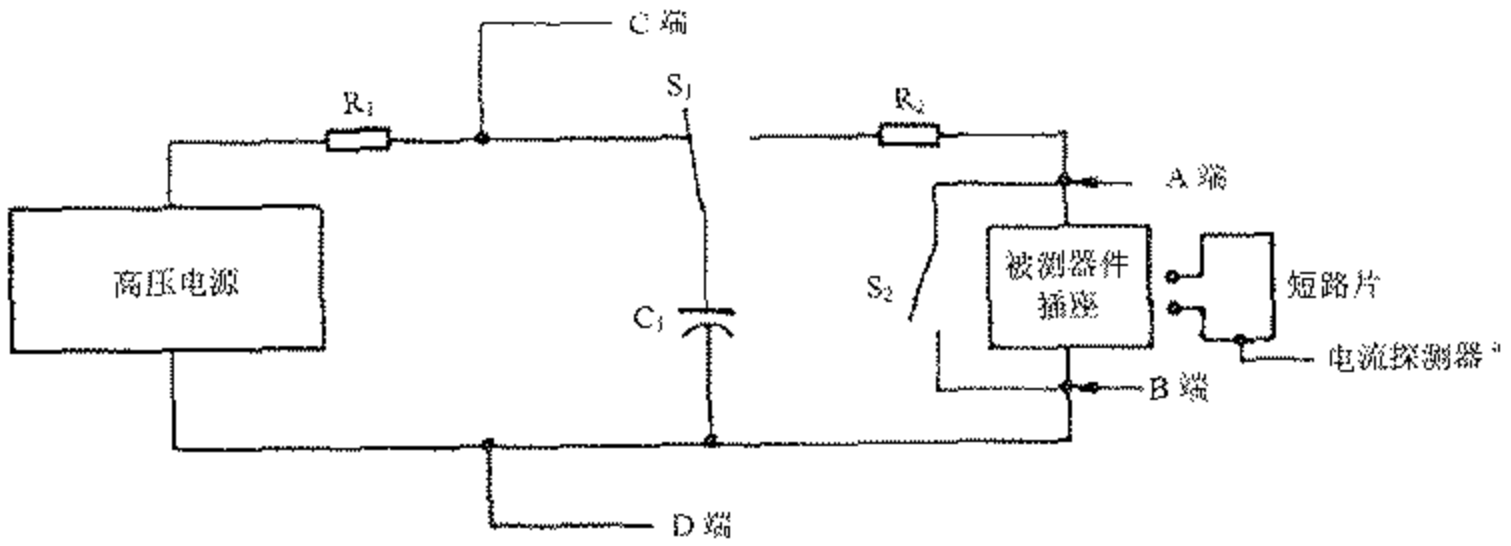
有效电容是在试验插座中不插器件、试验开关断开的情况下，将 C_1 充电到规定的电压(见表 1)，然后使 C_1 向静电计、库仑表或图 1 中在 A、B 两端间连接的、经校准过的电容放电来确定的。在整个规定电压范围内有效电容应是(100×(1±10%))pF，且在 1000V 下定期验证。

注：为了缓慢放电，以便得到正确的测量值，可接一个串连电阻。

2.3.3　电流波形

对于表 1，每一档的电压都应按 3.2 程序进行验证。每一档的电流波形应符合图 2 的要求。

标准搜搜网 bzsoso.com



注 1：寄生效应对该模拟电路的性能影响很大，应减小继电器和电阻器端上的电容、以及导线和所有元件的串连电感。

注 2：为了防止 C_1 再充电时的瞬变，将 S_1 开关置于放电位置之前，应使电源电压 V_s 减小。

注 3：在验证或分类试验进行期间，不允许跨接 DUT 插座。

注 4：建议不要为得到相反极性而把 A、B 两端作为模拟器内部组成部分。

注 5：C_1 表示有效电容(见 2.3.2)

注 6：$R_1 = 10^6\Omega \sim 10^7\Omega$

$C_1 = 1000 \times (1 \pm 10\%)$ pf(绝缘电阻大于或等于 $10^{12}\Omega$)

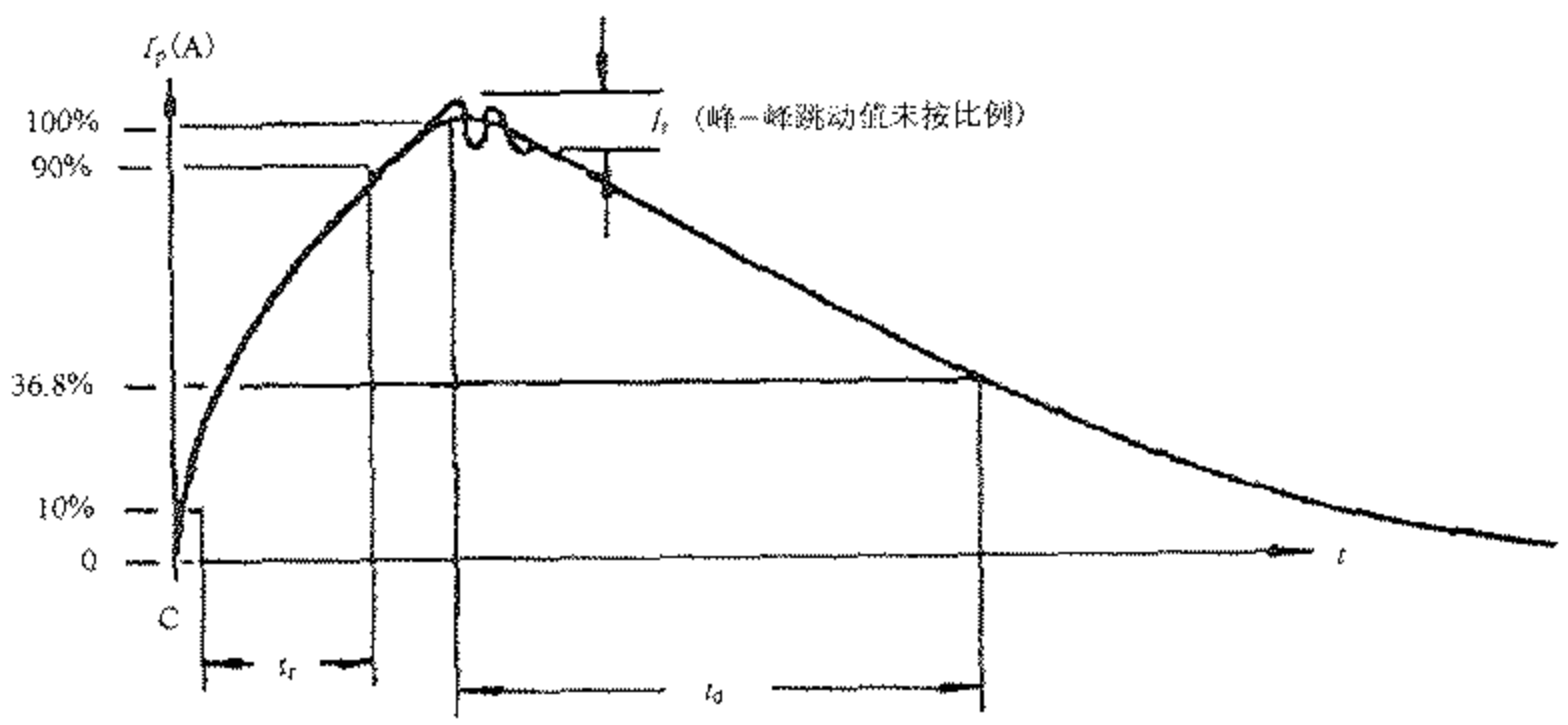
$R_2 = 1500 \times (1 \pm 1\%)\Omega$

S_1—高压继电器(无回跳、水银继电器或等效的继电器)

S_2—常闭开关(脉冲放电和电容测试期间，开路)

[a] 电流探测器采用双屏蔽电缆，并连到示波器的 50Ω 端口，电缆长度不应超过 0.9m。

图 1　ESD 分级试验电路(人体模型)



注 1：采用满足第 2 章中要求的设备，并按 3.2 规定的电流波形验证程序，测量所示的电流波形。

注 2：电流脉冲应有如下特性：

1) t_r(上升时间)：小于 10ns；

2) t_d(延迟时间)：150ns±20ns；

3) I_p(峰值电流)：与表 1 中所选的电压对应的 I_p 值的±10%之内；

4) I_r(振荡电流)：下降应是平滑的，其抖动，断点、双时间常数或不连续点应小于 I_p 值的 15%，但在脉冲开始后的 100ns 内不出现这种现象。

标准搜搜网 bzsoso.com

图 2　ESD 分级试验电路的波形(人体模型)

2.4 鉴定

对新的设备或在设备经过大修后应进行设备验收试验，试验应包括(但不限于)下述内容。

2.4.1 电流波形的验证

以最接近端点 B 的引线(见图 1)作为参考点，对每个试验夹具的每根引线都要作电流波形的验证，所有的波形都应满足图 2 的要求。应识别代表最坏情况(最接近极限)波形的引线，并进行 3.2 所要求的验证。

3 程序

3.1 总则

3.1.1 试验电路

应采用等效于图 1 的试验电路，产生图 2 所示的波形，进行分级试验。

3.1.2 试验温度

每个器件在试验前和试验期间都应处于室温下。

3.1.3 ESD 分级试验

器件的 ESD 分级试验是破坏性试验。

3.2 ESD 模拟电流波形验证

进行 ESD 试验时至少应在每个班次开始时，或在改换插座、电路板的情况下，在试验前(取先发生的情况)都需要检查电流波形，以便保证模拟器件正常工作。如果模拟器件不符合所有要求，那么从上一次验证合格后，进行的所有分类试验都应重新进行。在最初设施的验证和以后再验证时，应按 3.2c)~3.2e)的要求对观察到的波形进行存档，以便检查和比较。

a) 把被测器件(DUT)插座接到模拟器上。插座上不放 DUT。在 DUT 插座的两个引线孔间插一个短路片(见图 1)，短路片的一端接到模拟器 A 端，另一端接到 B 端。

b) 把电流探测器接到短路片的 B 端附近(见图 1)，按表 1 第五档的要求使模拟器充电电压 V_s 为 8000V。

c) 触发一个模拟器脉冲，观察电流波形前沿，电流波形的上升时间、峰值及减幅振荡应符合图 2 的要求。

d) 再次触发一个模拟器脉冲，观察整个电流波形，电流波形的下降时间和减幅振荡应符合图 2 的要求。

e) 改变电压极性(V_s=-8000V)，重复上面的验证过程。

f) 建议：应检查模拟器的输出，以验证每次触发只有一个脉冲，在 C_1 充电期间，不出现脉冲。为了观察再充电瞬间过程，将触发脉冲设置为相反极性，增加垂直灵敏度约 10 倍，然后触发一个脉冲。

3.3 分类试验

a) 至少应对一个器件样品(见 4c))按表 1 的电压档次表征 ESD 失效阈值。为得到精确的失效电压，用户可自行确定采用更精细的电压档。试验可从任一电压档开始。但是对于有恢复效应的器件，包括有放电保护的器件，应从最低档开始。采用已有技术对输入或输出 V/I 损伤特性作检测试验(即采用图示仪)，或其他简单的试验验证技术可用来确认失效阈值(例如在失效电压档下，重新对一个器件新样品进行试验，就可以消除累积损伤效应，从而有可能通过该电压档)。

b) 选用器件的一个新样品，使其受到下一档较低电压的作用。每一个样品都应按表 2 所示的每种引线组合，用三个正的、三个负的脉冲进行试验。脉冲之间至少有 1s 的延迟。

c) 样品应按 1 和 7 分组(适用时)的要求进行电测试(室温直流参数和功能试验)。

d) 如果有 1 个或多个样品失效，应该用下一档较低电压重复 3.3 b)和 3.3 c)的试验。

e) 如果没有一个样品失效，记录由 3.3a)确定的失效阈值，记录通过的最高档电压，并根据表 3

标准搜搜网 bzsoso.com

对器件分类。

表 2　试验引线的组合[a,b]

组合号	A 端 (分别将每一条引线依次接到 A 端，而其他的悬空)	B 端 (所有同类名称引线公共组合连接到 B 端)
1	除了 V_{PS1} 外的所有引线	所有 V_{PS1} 引线
2	所有的输入输出引线	所有其他输入，输出引线

[a] 在下面 3.4 中将以解释的方式说明表 2 的规定。
[b] 未被使用的引线不要求进行试验。

表 3　器件的 ESD 失效阈值分级

级别	电压范围
0 级	<250V
1A 级	250V～499V
1B 级	500V～999V
1C 级	1000V～1999V
2 级	2000V～3999V
3A 级	4000V～7999V
3B 级	≥8000V

3.4　试验的引线组合

a)　将器件的接地引线接到 B 端，其他每条引线依次接到 A 端。除了进行试验的一条引线和地线引线外，所有的其他引线都开路。

b)　将所有电源引线(例如 V_{ss1} 或 V_{ss2}、V_{ss3}、V_{cc1} 或 V_{cc2})的不同组合接到 B 端，其他每条引线依次接到 A 端。除了进行试验的一条引线和电源引线(或电源引线组合)外，所有其他的引线都开路。

c)　输入和输出引线依次接到 A 端，其余的所有输入和输出引线组合到 B 端。除了被试验的输入或输出引线和其余的输入和输出引线组合外，所有的其他引线都开路。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容(若与本试验方法的规定不同)：

a)　试验后的电特性；

b)　特定的附加条件或替代的引线组合(适用时)；

c)　样品数量(如果不是 3 个器件)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 5001　参数平均值控制

1　目的

本方法的目的是确定一种技术，以保证按本标准 3000 和 4000 系列中任一方法所测得的参数的平均值的一致性。本方法不拟用于一般订购。因为对一般订购，重要的仅是保证每一器件的参数符合规定要求。仅当需要控制整批交货器件的给定参数的平均值时才采用本方法。当采用本方法时，应把已测试的整组器件与要求的数据一起包装、发运。还应规定对已符合本方法要求的器件打上特殊标志，标明这些器件已达到了有关的挑选判据，因此不得用那些未按本方法进行控制或挑选的器件直接互换。

2　设备

为了控制参数的分布，测量设备除了满足有关试验方法的要求外，还应具备数据记录能力。数据应予以记录和分析，以计算一组微电子器件特性的平均值。组的大小应在适用的订购文件中规定。

3　程序

微电子器件应划分成组。各组器件按规定的方法进行测试。每个器件的读数应予以记录。当该组中的所有器件进行了测试后，对记录的数据计算平均值，并与适用的订购文件中规定的最大或最小极限值进行比较。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　器件参数的最大和最小极限值；

b)　平均值的最大或最小极限值；

c)　组的大小；

d)　对数据记录、特殊标志以及按组包装和发运的特殊规定的要求(适用时)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 5002　参数分布控制

1　目的

本方法的目的是确定一种技术，以保证按本标准 3000 和 4000 系列中任一方法所测得的参数为某一正态分布。本方法不拟用于一般订购。因为对一般订购，重要的仅为保证每一器件的参数符合规定要求。仅当在规定的组内需要控制参数值的分布时才采用本方法。当采用本方法时，应把已测试的整组器件与要求的数据一起包装、发运。还应规定对已符合本方法要求的器件打上特殊标志，标明这些器件已达到了有关的挑选判据，因此不得用那些未按本方法进行控制或挑选的器件直接互换。

2　设备

为了控制参数的分布，测量设备除了满足有关试验方法的要求外，还应具备剔除和统计高于或低于规定极限值的器件的能力，设备还要能区分和统计落入高于或低于规定的 σ 极限的器件数。如果设备不具备这种能力，应读取器件规定的参数并记录。应要求能根据参数数据识别器件。在未采用自动设备的情况下，应手工完成数据分析和器件的分选。

3　程序

应把微电子器件划分成若干组，按适用的订购文件规定的最大及最小极限值和具体方法，对各组器件进行测试。从原来组中剔除所有的不合格器件。剩下的器件应进行测试，使得被测器件中的 12%～18%其参数值小于：（中心值-1σ）；有 12%～18%的器件其参数值大于：（中心值$+1\sigma$）。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　器件参数的最大和最小极限值；

b)　中心值；

c)　$+1\sigma$ 和 -1σ 值；

d)　组的大小；

e)　对数据记录、特殊标志以及包装和发运的特殊规定的要求（适用时）。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 5003　微电路的失效分析程序

1　目的

失效分析是对已失效器件进行的一种事后检查。根据需要，采用电测试以及各种先进的物理、金相和化学分析技术，以验证所报告的失效，确定其失效模式，找出失效机理。本方法的失效分析程序足以得出相应结论，确定失效的原因或相应关系，或者启动制造工艺、器件设计、试验或应用方面的纠正措施，以便消除所报告的失效模式或机理产生的原因，或防止其再次出现。

当适用的文件有失效分析要求时，失效分析人员在得到失效器件的同时，还应收到下列资料：

a)　试验条件：应包括使器件失效的试验或应用的类型、工作时间(可提供时)、温度及其他应力条件。

b)　系统条件：应包括器件在设备中失效的确切位置、日期、首次记录到缺陷的试验和(或)检验、取下失效器件时所观察到的异常环境条件，及有关系统的全部异常情况。还应记录设备的征兆。

c)　器件的基本信息：应包括器件型号和序列号(适用时)、日期代码和其他识别信息，以及生产批或检验批的大小(适用时)。

2　设备

失效分析所要求的设备包括能对被分析的器件进行全部电学特性检验的电学测试设备，能按要求在器件芯片或基板的表面进行逐点探针测试的显微操作设备，能按规定试验条件的具体程序所要求的放大倍数进行观察的显微镜。此外试验条件 C 还需要有明视场、暗视场和金相显微镜、金相切片机和磨抛机等特殊分析设备。3.4 中所需的特殊分析设备在该试验程序中详述，并且只有在按该试验条件要求对特定器件进行分析时才采用。X 射线照相、密封试验和其他特定试验方法所需的设备，在所引用的试验方法中详述。为腐蚀、染色、氧化或去除金属化层所使用的清洗剂和化学药品应符合要求的纯度。

3　程序

应按规定的试验条件进行失效分析(见第 4 章)。

3.1　试验条件 A：失效验证

这是一种最低限度的诊断，包括对失效的电气验证，可疑的失效模式或机理的外部和内部的照相记录。应按给定顺序完成下面的步骤(见 3.1.1～3.1.5)，并把结果记入失效分析报告中。可根据对前几步所得结果的分析修改顺序或进行补充试验。

3.1.1　外部检查

至少放大 30 倍对下述项目进行光学检查：

a)　引线、镀层、低温焊或熔焊区的状况；

b)　外部封装材料、密封、标志和应证实的其他失效状况。

对异常特征应在适当放大倍数下进行照相记录。

3.1.2　电特性验证程序

应包括适用文件中的全部电参数的测量。

3.1.3　附加电气试验

为了确定开路或短路应逐一进行下述试验：

a)　阈值试验。测定各引出端对基板的正向特性，并与器件的原理图和结构进行比较，过大的正向压降可能表示开路或异常的高阻电流通路。

b)　外壳绝缘(仅对各类金属封装，或带有金属盖板、金属底座的封装而言)。在封装与各引出端之间施加电压，如有意外电流流过就可确定有与外壳的短路存在。

标准搜搜网 bzsoso.com

c) 作为上述 a)和 b)的替代方法，可用适当的电气试验来确定在各对引出端之间，引出端与芯片或基板之间，或引出端与器件外壳之间是否有开路、短路或其他异常存在。

3.1.4 内部检查

应小心地去掉失效器件的封盖，并至少放大 30 倍对器件的内部结构进行光学检查。在能充分显示器件细节的适当放大倍数下，对可能与器件失效有关的异常部位拍摄彩色照片。

3.1.5 可获得的资料

下面列出了采用试验条件 A 可能鉴别出的一部分失效模式和机理：

a) 因误用器件，瞬间的或不适当的电源调整所引起的过应力状况，导致引线开路或短路，以及其他金属化问题，例如电路内部接点之间的火花击穿；

b) 表征结已退化的过量漏电流；

c) 电阻变化；

d) 时间响应或与频率相关的参数退化；

e) 引线或金属化区的开路及短路；

f) 金属的钻蚀；

g) 生成金属间化合物；

h) 键合位置和引线修整不良；

i) 氧化层台阶处金属过薄；

j) 金属的迁移；

k) 氧化层沾污变色；

l) 氧化层缺陷、裂缝、针孔；

m) 掩模套刻不准；

n) 金属与半导体接触区之间的各种反应；

o) 引线框架上外引线的剥蚀；

p) 氧化层或介质层的穿通短路；

q) 金属层缺损或起皮；

r) 封装内部金属腐蚀；

s) 芯片或基板开裂。

3.2 试验条件 B

这是一个更为广泛的分析程序，在试验条件 A 的基础上增加了 X 射线照相、密封试验、附加电测试、封装清洗、真空烘焙和各种探针测试程序，以帮助辨认可疑的失效模式和机理。应按规定的顺序完成下列各步，并把结果记入失效分析报告中。可根据对前几步所得结果的分析，修改顺序或进行补充试验。

3.2.1 外部检查

应至少放大 30 倍对下述项目进行光学检查：

a) 外引线、镀层、低温焊或熔焊区的状况；

b) 外部封装材料、密封、标志及应证实的其他失效状况。

对任何异常特征应在适当放大倍数下进行照相记录。

3.2.2 电学检验程序

应包括适用文件中的全部电参数的测量。

3.2.3 附加电气试验

除了阈值和外壳绝缘试验外，本条还提供用曲线图示仪进行引出端对引出端的测量，以及对能表征重要物理特性的电性能进行的其他非标准测量。

a) 阈值试验。测定各引出端对基板的正向特性，并与器件的原理图和结构进行比较，过大的正向

标准搜搜网 bzsoso.com

压降可能表示开路或异常的高阻电流通路。

b) 外壳绝缘(仅对各类金属封装，或带有金属盖板、金属底座的封装而言)。在封装与各引出端之间施加电压，如有意外电流流过就可确定有与外壳的短路存在。

c) 根据需要采用晶体管特性曲线图示仪、静电计、皮安表、电容电桥和示波器，对涉及微电路缺陷部分的引出端组合，在两个或三个引出端之间进行电测试，并记录测量结果。观察并分析增益特性、传输特性、输入输出特性以及结的正反向特性。所得特性可与正常器件的特性相比较，并分析它们的差异与器件失效之间的关系。

3.2.4 X射线照相

对失效器件，需从垂直于器件上表面的方向拍摄一张照片。当适用时还应拍摄其他方向的照片。当根据对失效的电学检查表明，引线开路或短路，或在器件的封装内有外来物质时，或者有证据表明器件失效与温度过高有关时，就需拍摄这种 X 射线照片。

3.2.5 细检漏和粗检漏的密封试验

应按方法 1014 进行细检漏和粗检漏的密封试验。

3.2.6 封装外部清洗

当封装外表有沾污迹象时，应将器件浸入标准的去油溶剂中，随后用去离子水煮沸。清洗后用清洁的氮气干燥，然后按 3.2.1 对适用的文件中规定的重要参数重新加以测量。

3.2.7 内部检查

应小心去掉失效器件的封盖，并至少放大 30 倍对器件的内部结构进行光学检查。在能充分显示器件细节的适当放大倍数下，对可能与器件失效有关的各异常部位拍摄彩色照片。如有迹象表明在器件封装内部存有外来物质时。应用干燥压缩惰性气体流或适当的溶剂清除外来物质。应注意外来物质与器件失效的关系。如有可能还应测定外来物质的性质。

3.2.8 电气验证程序

应复测并记录详细规范中的各关键参数。

3.2.9 真空烘培

建议在 1.33mPa、150℃～250℃的条件下烘焙 2h，利用微安表记录由烘培引起的漏电流的变化。

3.2.10 电气验证程序

应复测并记录详细规范中的各关键参数。

3.2.11 探针测试

适用时应采用多探针对器件的有源区进行探针测试，以进一步确定引起失效的部位。使用曲线图示仪测量电阻，检测局部的短路与开路，测量击穿电压以及晶体管增益等参数。使用微安表测量漏电流。适用时可采用电容电桥来确定结的其他特性。为了隔离各元件可能需要断开金属化条。

3.2.12 可获得的信息

除了在 3.1.5 中指出的以外，试验条件 B 的程序还可以得到下列信息：

a) 密封性问题；

b) 由 X 射线照片确定的缺陷，例如内引线修整不良、虚焊、漏焊、脱焊、芯片或基板安装中的空洞、外来物等；

c) 进一步确定器件的失效部位；

d) 表面参数的稳定性；

e) 各个结、扩散区和元件的质量。

3.3 试验条件 C

本程序增加金相分析技术，作为由试验条件 B 所完成的分析的补充。本程序应在试验条件 B 的整个程序完成以后进行。在试验条件 C 中，应从以下程序中(见 3.3.1、3.3.2 及 3.3.3)选择一个适用的程序，试验步骤应按指定的顺序进行。可根据对前几步所得结果的分析，修改顺序或进行补充试验。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.3.1 整个器件的剖面

当迹象表明封装、芯片或基板、键合、密封或构成单元可能存在缺陷时，应采用本程序。分析应按以下步骤进行：

a) 按适于作剖面的方向将器件固定；

b) 制取能揭示所需特征的剖面，并在需要的地方染色；

c) 在适当放大倍数下，进行明视场、暗视场或偏振光显微观察；

d) 对与失效模式或机理有关的缺陷部位或特征进行照相记录。

3.3.2 氧化层缺陷分析

当有迹象表明氧化层(或其他介质)结构异常，或在氧化层内部或底下有沾污时，或者需要确定这些缺陷的特定位置和结构时，应采用本程序。分析应按以下步骤进行：

a) 去掉芯片或基板上的键合，并去掉金属化互连层；

b) 采用干涉或相衬显微照相术，在适当的放大倍数下观察氧化层，并拍摄相应的照片作为记录；

c) 适用时观察并对半导体接触区(窗口或断面)进行探针测试，记录相应的电特性；

d) 在适合于作截面(磨角或剖面)的方向上将芯片或基板固定，把芯片或基板切开或进行研磨、抛光以显示所需特征，并在适当部位染色；

e) 在适当的放大倍数下照相作为记录。

3.3.3 扩散缺陷分析

当有迹象表明存在扩散缺陷，接触金属扩散到半导体内，半导体内的结构缺陷，或结几何形状异常，应采用本程序。分析应按以下步骤进行：

a) 去掉芯片或基板上的键合，并去掉金属化互连层；

b) 去掉氧化层或其他介质钝化层；

c) 探针测试接触区，记录相应的电特性；

d) 对表面染色以显示结；

e) 在适当方向上将芯片或基板固定，以便做剖面或磨角(适用时)；

f) 按要求切开或磨角以显露重要特征，并对结染色(为了探讨特定缺陷，可以连续进行多次的研磨和染色)；

g) 在适当放大倍数下，对重要特征拍摄照片，并记录有关电探针测试结果。

3.3.4 可获得的信息

按试验条件 C 进行的失效分析，可以进一步发现或确定以下类型的缺陷：

a) 氧化层或介质层的不完整性；

b) 氧化层或介质层的厚度；

c) 扩散的不完整性；

d) 结的几何形状；

e) 金属间化合物的生成；

f) 键合/金属化层界面处的空隙；

g) 接触金属扩散到半导体或基板内；

h) 金属跨过、穿过氧化层或介质层的迁移，或在其底下的迁移；

i) 芯片或基板安装处的空洞。

3.4 自选测量

失效分析的目的是获得足够的信息，以便在器件的设计、生产、试验或应用中采取纠正措施。在试验条件 A、B 或 C 中，虽然可以取得关于沾污种类或观察到的状态、浓度、亚微观特征尺寸等特性，但有时还需要获得比之更详细的信息。由专业人员选择和采用的一些平时不常用的分析技术，可以提供有关失效机理的确切的化学、物理或电气方面更广泛或更深入的知识。采用哪种技术合适，以及在试验

标准搜搜网 bzsoso.com

条件 A、B 或 C 中分析顺序的哪一点上使用，则应根据所需信息的特征，以及预先从规定的分析程序中所得到的结果来决定，并且应由分析人员作出判断。下面的一些分析技术，可以在适当处引入失效分析顺序中，但应采取措施以免破坏在随后的分析程序中可能观察到的失效证据。如果有多个同型号器件样品或失效器件，所有试样在进行自选测量之前都经过了电气检验和内部检查(见 3.1.1～3.1.3 和 3.2.1～3.2.5)，那么就可以分出一定数量的器件，在进行规定试验的同时，并行采用破坏性技术进行试验。当采用任何自选测量时，应把它们列入失效分析报告中，报告应包括所用方法的细节、试验条件和结果。

a) 残余气体分析。当表明器件表面沾污可能是造成失效的原因时，应在未开封的器件盖板上开孔，分析内部气氛，以确定挥发物的浓度和类型。其结果将是漏电流测量及密封性试验的补充信息。

b) 表面轮廓曲线测试仪测量。采用这种仪器可用机械方法确定表面形貌变化。使触针沿着器件表面移动，记录其垂直运动情况。该数据可用来定量地确定氧化层、介质层或金属的厚度。

c) 光扫描。对外引线和内部互连均完整无缺的器件，打开封盖后可用一小直径的光束扫描，在有源 P-N 结上产生光电压。光电压与结的许多物理特性有关，产生光电压表明有表面沟道或反型层的存在，这些沟道或反型层是由于钝化层的表面、内部或其下面受污染而形成的。光扫描还可用于确定某些增强高场倍增区、掩模未套准区、不完善的扩散区、以及涉及结特性的器件缺陷。

d) 红外扫描。用一只红外探测器，对正在工作的微电路表面各点所发出的红外辐射进行取样，就能探测出热点和其他热异常现象的位置。

e) 扫描电子显微技术和电子束显微分析。采用电子束直径为几十纳米数量级的扫描电子显微镜，不需特殊的样品制备程序，就能最有效地得到器件结构的信息。配有一个非色散的 X 射线探测器，扫描电子显微镜就能像一台显微分析仪那样进行成分分析。电子束显微分析仪可用来对微米大小的材料区域进行 X 射线光谱成分分析。通过检测和显示背散射的一次电子和二次电子，可确定器件的其他一些结构特性。这些仪器经常用于：

1) 利用二次电子扫描显微技术确定表面势的变化。细直径的电子束连同二次电子的特性，使其检查物理缺陷的能力，比之光学显微技术具有更高的分辨率和视场深度；

2) 分析微米大小的缺陷，例如氧化层针孔，金属化层的晶粒结构；

3) 确定固态反应生成物，例如扩散、淀积和金属间化合物的生成；

4) 识别腐蚀产物。

f) 电子显微技术。利用电子显微技术能很好地在极高的放大倍数下检查失效金属化层和体材料的结构。

g) 专用试验结构。在失效电路上反应产物的量通常太少，不足以确切判定其化学特性和结构特性。而通常又需要在可控的试验方式下再现该失效，以验证失效机理。可以用不同的几何结构及材料来制造专用试验结构，以便在没有外来影响下研究失效机理。当所需信息涉及基本的失效机理时，这种专用试验结构是非常有用的。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 试验条件 A、B 或 C 的试验条件字母代号(见第 3 章)，和适用时的自选测量(见 3.4)，以标明所要用的具体程序及自选的细节；

b) 在适用的试验条件中未规定的特殊测量；

c) 对数据记录和报告的要求，包括对原始数据、照片、X 射线照片等的配置说明；

d) 被分析器件的物理和电气规范和极限值。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 5004.2　筛选程序

1　目的

本方法规定了半导体集成电路整批筛选的筛选程序，以使其达到与预定用途相应的质量和可靠性水平。它必须与其他文件，如军用标准 GJB 597 或一份相关详细规范一起使用，从而对设计、材料、性能、控制和拟订文件规定必要的要求，以便达到规定的器件质量和可靠性水平。由于筛选水平直接影响到产品成本及其质量和可靠性，所以提出与器件等级或产品保证水平相符的两个标准筛选等级。由于不可能从一个特殊筛选等级出发，对质量或可靠性规定一个绝对水平，也不可能从预期的应用中对失效成本作出精确的数值判断。本方法提供了选择条件和应力水平的灵活性，允许使用者根据经验，按照特殊的来源、产品或应用，作进一步修改、选择。使用者应注意收集经验数据，以便对筛选等级规范作出一个合理评估。选择的级别如高于规定产品和应用的要求，则造成不必要的浪费；若选择的级别低于规定产品和应用的要求，就会冒可靠性得不到保证和其他要求得不到满足的风险。在缺乏专门经验数据的情况下，对一般应用，建议采用 B 级筛选。

2　设备

电测试设备应满足相应的订购文件要求，其他设备应满足引用的试验方法的要求。

3　程序

3.1　微电路的筛选程序

除本方法特殊允许变动的顺序外，微电路的筛选应按 3.1.1 至 3.1.19 的规定和给定顺序进行。本规定也不排除对特殊器件所要求的或为使筛选结果最佳而希望进行的附加试验或检验。当然，任何这种特殊试验或检验应符合 GJB 597 中 3.4.3 的要求。超出规定的老炼应记载在批记录中。并且任何失效数应计入相应的允许不合格品率(PDA)。当终点或试验后的测量要求作为筛选程序中任何给定的试验方法的一部分时，以及当这种试验后的测量在随后的中间(老炼后)或最终电测试要重复时，这种测量就不需要进行。只有在作为中间(老炼后)或最终电测试的一部分时，才需要进行。通过较高可靠性等级筛选要求的器件，应视为满足所有较低等级的筛选要求。按比规定等级低的等级进行筛选是不允许的。当微电路封装的密封周长大于 50mm，或其封装质量大于或等于 5g 时，可以用 3.2 代替 3.1.5 来处理。

表 1　S 级和 B 级筛选

筛选	S 级		B 级	
	方法和条件	要求	方法和条件	要求
3.1.1 晶圆批验收[a]	5007	所有批		—
3.1.2 非破坏性键合拉力	2023	100%		—
3.1.3 内部目检[b]	2010 试验条件 A	100%	2010 试验条件 B	100%
3.1.4 温度循环[c]	1010 试验条件 C	100%	1010 试验条件 C	100%
3.1.5 恒定加速度(见 3.2 和 3.4.2)	2001 试验条件 E(至少)，仅 Y1 方向	100%	2001 试验条件 E(至少)，仅 Y1 方向	100%
3.1.6 目检[d]	—	100%	—	100%
3.1.7 粒子碰撞噪声检测(PIND)	2020 试验条件 A	100%[e]	—	—
3.1.8 编序列号	—	100%[f]	—	—

标准搜搜网 bzsoso.com

表 1(续)

筛选	S 级		B 级	
	方法和条件	要求	方法和条件	要求
3.1.9 老炼前电测试(见 3.5.1)	按适用的器件规范	100%[g]	按适用的器件规范	100%[h]
3.1.10 老炼(见 3.4.2)	1015[i]，240h，至少 125℃	100%	1015，160h，至少 125℃	100%
3.1.11 中间(老炼后)电测试(见 3.5.1)	按适用的器件规范	100%[g]	—	—
3.1.12 反偏老炼[j](见 3.4.2)	1015，试验条件 A 或 C，至少 150℃下 72h	100%	—	—
3.1.13 中间(老炼后)电测试(见 3.5.1)	按适用的器件规范	100%[g]	按适用的器件规范	100%[h]
3.1.14 允许不合格品率(PDA)计算	5%，见 3.5.1；3%，25℃功能参数	所有批	5%，见 3.5.1	所有批
3.1.15 最终电测试(见 3.5.2) a) 静态试验 (1) 25℃(方法 5005，表 1 的 1 分组) (2) 最高和最低额定工作温度(方法 5005，表 1 的 2，3 分组) b) 动态或功能试验[k] (1) 25℃(方法 5005，表 1 的 4 或 7 分组) (2) 最高和最低额定工作温度(方法 5005，表 1 的 5 和 6 或 8 分组) c) 25℃开关试验(方法 5005 表 1 的 9 分组)	按适用的器件规范	100% 100% 100% 100% 100%	按适用的器件规范	100% 100% 100% 100% 100%
3.1.16 密封 a) 细检漏 b) 粗检漏	1014	100%[l]	1014	100%[l]
3.1.17 X 射线照相[m]	2012 两个视图[n]	100%	—	—
3.1.18 鉴定或质量一致性检验试验的样品选择[o]	—	—	—	—
3.1.19 外部目检[p]	2009	100%	2009	100%
3.1.20 辐射锁定(见 3.5.3)[q]	1020	100%	1020	100%

[a] 所有各批应按方法 5007 的要求进行试验。

[b] 除另有规定外，如所有其他规范要求得到满足(即键合强度要求适用于每一检验批，即使是在内部目检中发现的键合失效也应计入)，在密封前的内部目检(方法 5004)前后，承制方可自行随机地抽取 B 组键合强度(见方法 5005)的样品。

[c] 对 B 级器件，本试验可以用方法 1011 热冲击来代替(至少用试验条件 A)。

[d] 在本顺序后或在密封试验后，在每个热的或机械的筛选之后，承制方可以自行决定对突然失效进行目检。外引线断落、壳体破裂或盖(帽)脱落为突然失效。

[e] 见 GJB 597 中 4.6.3，PIND 试验可以在 3.1.4 之后和 3.1.13 之前以任意顺序进行。

[f] S 级器件应在初始电参数测量之前编序列号。

标准搜搜网 b2b3b3.com

表 1(续)

筛选	S 级		B 级	
	方法和条件	要求	方法和条件	要求
g 老炼后电测试应读取并记录(见 3.1.13，A1 分组)，仅当变化量 Δ 测试被规定为老炼后电测试的一部分时，才应读取并记录老炼前和中间电测试(见 3.1.9 及 3.1.11)。 h 当适用的器件规范中有规定时，对要求进行变化量 Δ 计算的那些参数，应对 100%器件进行测试。 i 仅对动态老炼。方法 1015 的试验条件 F 和本方法 3.4.2 将不适用。 j 仅当适用的器件规范中有规定时，才要求反偏老炼(见 3.1.12)。反偏老炼仅对表面灵敏度可能是所关心的某些 MOS、线性或其他微电路才建议采用。当不要求反偏老炼时，中间电参数测试 3.1.11 可省略。进行老炼(见 3.1.10)及反偏老炼的次序可以颠倒。 k 在输入端为如下条件下进行功能试验： $V_{IH}=V_{IHmin}$(+20%，0%)； $V_{IL}=V_{IL,max}$(0%，−50%)； 可以在这一输入电压范围内的任意输入电压下对器件进行试验，但应确保达到 V_{IHmin} 和 $V_{IL,max}$。 为防止试验相关问题，测试系统(例如试验装置、夹具等)的噪声应加以检验，确保在器件引出端上 V_{IHmin} 和 $V_{IL,max}$ 的要求得到满足。 l 对 B 级器件，细检漏和粗检漏试验应在恒定加速度和外部目检之间，分开进行或一起进行。对 S 级器件，细检漏和粗检漏试验应在最终电测试和外部目检之间，分开进行或一起进行。此外，对 S 级和 B 级器件，在密封试验或外部目检后，若经过任何物理处理步骤(如引线剪切，引线成形，对玻璃封接引线的器件的浸锡，引线镀覆的改变或返工等)应对其所有器件批再次进行气密性及目检试验，至少应按 116(0)进行样品密封试验(方法 1014)及对整个检验批进行外部目检(方法 2009)。对非玻璃封接引线且引线节距小于或等于 1.27mm 的器件，样品密封试验应按 15(0)进行。如果按所规定的合格判据，样品未通过，则由样品所代表的检验批中的所有器件，应进行粗检漏和细检漏试验，所有不合格器件，应从最终接收批中剔除。对 S 级器件，如果在电测试时，器件是单个地安装在载体上，经鉴定机构批准，在密封试验之后，而在外部目检之前，可进行室温下附加的电测试。 m X 射线照相(见 3.1.17)筛选可在 3.1.8 之后，以任何顺序进行。 n 对扁平封装及四边有引出端的无引线片式载体，只要求一个视图。 o 按方法 5005 所规定的器件等级和批的各项要求，选择试验样品。见方法 5005 的 3.5。 p 应在 3.1.17 之后，装运之前任何时间按批进行外部目检，并且全部可装运的样品，至少应在鉴定或质量一致性检验之后进行外部目检。 q 当订购文件或合同中有规定时，应进行辐射锁定筛选。对不可能产生锁定的 SOS，SOI 及 DI 工艺的器件不要求锁定筛选。根据承制方的意见，锁定筛选可在密封后任何筛选步骤中进行。			

3.2 大型封装的恒定加速度试验程序

若微电路封装的内部密封或内腔周长的总长度大于 50mm 或其封装质量大于或等于 5g，就可按下述规定代替 3.1.5。

删除试验条件 E，采用适用的器件规范中规定的试验条件来代替。除另有规定外，大型单片微电路封装的应力等级不应低于试验条件 D。如果规定的应力水平低于试验条件 D，则承制方应取得标准化机构或订购方的确认，允许的最小应力水平为试验条件 A。

3.3 对方法 2010 微电路内部目检的替代程序

如果把替代程序的条件和极限值提交给鉴定机构或订购方并得到批准，就可以自行对任何微电路采用替代筛选程序。

3.3.1 替代程序

3.3.1.1 替代条件

只有符合 3.3.1.2 的 b)和 c)的要求且满足下述任一条件时，才允许对 B 级产品用 3.3.1.2 a)中规定的删除和修改内容。

a) 最小平面尺寸小于 3μm；

b) 互连层多于一层；

c) 采用的不透明材料掩蔽了设计特征。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.3.1.2 程序

a) 在检查各微电路芯片时，删除方法 2010 中条件 B 的 3.1.1、3.1.2、3.1.3、3.1.4、3.1.5、3.1.6、3.1.7 及 3.2.5 的内容。采用替代程序时，对方法 2010 的低放大倍数检验增加 3.1.1.1、3.1.1.2、3.1.1.6、3.1.3、3.1.4 及 3.2.5。

b) 温度循环(3.1.4)的总次数至少应为 50 次。在有资料证明减少温度循环次数合适，并得到订购方的认可时，可把温度循环次数从 50 次降至 10 次。订购方的认可方案将包括以下内容：

1) 每个晶圆生产线和每个芯片族必须分别考虑简化试验方案；

2) 承制商应证明涉及减少温度循环次数的晶圆生产线是有水平的，工艺是受控的；

3) 承制商应该对器件进行小子样[如采用 5(0)抽样方案]高放大倍数目检，以监测工艺控制能力。这种检验可对晶圆级进行。

c) 应按本方法 3.3.2 的要求对晶圆上的每个芯片、单个芯片或已封装的微电路进行特殊的电筛选试验。电测试的条件和极限值，应提交标准机构批准。这些特殊的筛选试验是对器件必须通过的那些电参数试验的补充。设计这些特殊试验的目的是筛选出按 3.1.3(内部目检)进行过检验但未能检出的有缺陷的器件。由于这些试验的特点，它们不能用方法 5005 的鉴定和质量一致性检验的一部分程序替代，而必须进行这项试验。

3.3.2 对特殊电筛选试验的说明

特殊电筛选试验应由一系列电试验构成。这些试验可分为电压应力试验或低电平漏电试验。

3.3.2.1 电压应力试验

电压应力试验的目的是消除那些对电压敏感的失效机理。这些试验应设计成用接近或超过(在电流限制条件下)被试电路元件的击穿电压的一个外加电压，对微电路中的各个电路元件(包括金属化层线路)施加应力。不能反向偏置的那些元件，所加电压必须等于或大于正常工作电压的 120%。在规定的外加电压条件下，呈现异常漏电流的器件应拒收。应力试验的次数，应从单门的几次变到中规模集成电路或大规模集成电路功能块的更多次。

3.3.2.2 低电平漏电试验

低电平漏电试验(必须在电压应力试验之后进行)的目的是淘汰那些存在异常漏电流的器件。因为只能在器件的引出端上测量漏电流，试验条件和极限值将随被试器件的类型和被试引出端的功能(V_{CC}，输入，输出等)而改变。当然，也有不能进行这种试验的情况，例如，正偏结或电阻网络的输入端。但是，由于这些类型的电路一般对漏电流很敏感，如果存在异常漏电流的话，器件则达不到参数要求。对于能够进行这些测量的其他各种情况，应按下述规定安排试验：

a) 对于可以反向偏置的输入端，将电源端接地，使器件输入端电压电平为最大额定输入电压的 1/2，测量每个输入端上的输入漏电，最大允许输入漏电应按 d)的规定。应使所有其他输入端接地，对各输入端分别进行试验。

b) 对于可以反向偏置的输出端，将电源端接地(如可能)，使电压为该器件的最大额定输入电压，测量各个输出端上的输出漏电。最大允许输出漏电极限应按 d)的规定。如果电源端接地，输入端应全部接地；如果电源端不能接地，输入端所处状态应使被试输出端处于反向偏置状态。应试验全部输出端。

c) 在电压等于被试器件中单个 P-N 结正偏所需电压的 80%的情况下，测量电源端的漏电流。电源端允许的最大漏电流应是 3σ 值的上限值，它是通过对能代表现行生产情况的三批或更多生产批的经验估计来确定的。对导致漏电流分布实质性偏移的任何工艺变化，都应重新计算和重新提交这种极限值。测试系统的小电流分辨率应优于预期平均值的 20%。

3.4 试验方法和顺序的替换

3.4.1 稳定性烘焙

钼一金多层导体在进行 3.1.3 的内部目检之前，应按方法 1008 的条件 C 进行稳定性烘焙。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.4.2 加速试验

当老炼(见 3.1.10)或反偏老炼(见 3.1.12)中有一种使用了温度/时间加速筛选的方法 1015 中试验条件 F 时，这两种试验中都应采用试验条件 F。此外，当器件具有铝—金合金系统时(不论是在芯片键合处还是在外壳内部键合点上)，恒定加速度试验(3.1.5)应在老炼后和最终电测试(见 3.1.15)之前进行。

3.5 电测试

3.5.1 中间(老炼前和老炼后)电测试

当有规定时，应进行中间(老炼前和老炼后)电测试，以在进一步试验之前剔除有缺陷的器件，或者当规定允许不合格品率(PDA)时，为允许不合格品率提供根据。除另有规定外，PDA 应是 5%，或者是一个器件(取较大者)。如果 PDA 规定在适用的军用详细规范中，则 PDA 至少应以 A1 分组中的失效数加上各参数的变化量(对规定有变化量参数的各种情况)、各附加分组(或代替 A1 的被试各分组)中的失效数和其变化量值为基础确定。如果没有军用详细规范，被试各分组至少应满足最相近的军用详细规范的那些要求。此外，S 级的 PDA 应是 3%或 1 个器件(取较大者)，它根据在室温下由测得的功能参数的失效数来定。对要求进行附加的反偏老炼的 S 级筛选，PDA 应根据所有老炼试验的综合结果来定。老炼后测出的失效数除以该老炼批提交器件的总数，用于确定该批的不合格品率，根据适用器件等级的允许不合格品率，决定该批应予以接收还是拒收。各批只可重新提交老炼一次，并且只当不合格品率不超过所规定的 PDA 的两倍或 20%时(取较大者)，才可重新提交。本试验不需包括器件所规定的全部参数，但应包括对剔除电学上有缺陷器件来说最灵敏和最有效的那些参数。

3.5.2 最终电测试

微电路的最终电测试应保证被试微电路符合适用的器件规范的电学要求，并应至少包括作为最终电测试要求而在详细规范中特别指明的全部参数、极限值和试验条件。与中间(老炼后)电测试(见 3.1.13)相重复的那些最终电测试要求，不必在最终电测试时重复进行。

3.5.3 辐射锁定筛选

在订购文件或合同中有规定时应进行锁定筛选。试验条件、温度及试验前后和试验期间需要测量的各种电参数，应按详细规范的规定。对辐射锁定试验所提交的每一检验批，PDA 应是 5%或 1 个器件(取其大者)。

3.6 数据报告

当适用的器件规范有要求时，数据报告应符合 GJB 597 中 4.8 和本标准 4.2 的一般要求。

3.7 失效分析

当适用的器件规范有要求时，应按方法 5003 试验条件 A，对筛选序列中任何试验时拒收的器件进行失效分析。

3.8 不合格器件

在筛选序列中，达不到任一试验判据的所有器件，应在观察到时或在观察到失效的试验结束时，立即从批中剔除。一旦被拒收并被验证为器件失效，就不可重新对器件进行验收试验。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 如果不按 3.1，应规定程序和器件等级；

b) 当无规定或与规定不同时(见第 3 章)，应规定试验顺序、试验方法、试验条件、极限值、循环次数、温度、轴向等；

c) 中间(老炼前和老炼后)电测试参数(见 3.5.1)；

d) 老炼试验条件(见 3.1.10)和老炼试验线路；

e) 变化量 Δ 参数测试或对允许的不合格品率(PDA)的规定，应包括可追溯性程序(见 3.5.1)；

f) 最终电测试(见 3.5.2)；

标准搜搜网 bzsoso.com

g) 恒定加速度等级(见 3.2)；
h) 对数据记录和数据报告的要求(适用时)(见 3.6)；
i) 对失效分析(见 3.7)的要求。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 5005.2　鉴定和质量一致性检验程序

1　目的

本方法为微电路规定了鉴定和质量一致性检验程序，以保证器件和批的质量符合有关订购文件的要求。A、B、C、D 和 E 组试验和检验的全部要求，用于器件的初始鉴定、产品或工艺发生变化时的重新鉴定以及保持合格资格的周期试验。A 组和 B 组试验和检验在对各检验批进行质量一致性检验中作为交货验收的条件，C 组和 D 组试验用于周期地进行质量一致性检验作为交货验收的条件。E 组试验仅用于按表 5 规定的辐射强度等级的鉴定和质量一致性检验程序。一般说来，进行鉴定或质量一致性检验的器件等级，应与进行筛途程序(按方法 5004)的器件等级相同。但是允许在更高的质量等级上(任何时候都不允许在较低的等级上)规定鉴定或质量一致性检验程序，以减小潜在的不合格品率。当经验表明，对特殊的质量问题关心是有理由时，还允许对个别分组规定出更严格的检验判据。

2　设备

应按有关的订购文件的要求，确定所需的电测试设备，其余设备按引用的试验方法的要求。

3　程序

运用于微电路类型和等级的 3.1、3.2 或 3.3 所包含的程序，应适用于全部的鉴定和质量一致性检验要求，一个试验组内各分组可按任何顺序进行。但一个分组内的各项试验(S 级 B2 分组除外)，应按 B、C、D 和 E 组试验中的指定顺序进行。当 B、C、D 和 E 组试验的分组中要求进行终点电测试时，应按相关的详细规范的规定进行这些测试。当要求终点测试，但在订购文件中并未指明任何参数时，应将 100%筛选的最终电测试参数作为终点测试。

若微电路封装的内部密封或腔体总周长大于 50mm 或封装质量大于或等于 5g 时，恒定加速度试验可按适用情况，自行选择以下的规定，对其进行处理：

删除试验条件 E，代之以有关的器件规范中所规定的试验条件。除另有规定外，大型单片微电路封装的应力水平，不应低于试验条件 D。如果规定的应力水平低于试验条件 D，则承制方应取得标准化机构或订购方的确认，允许的最小应力水平为试验条件 A。

当初始鉴定或产品设计更改时，器件应在筛选之前按 GJB 597 和方法 3015 的规定进行 ESDS 等级鉴定。ESDS 的标志及处理应按 GJB 597 的规定。

辐射强度保证器件的鉴定和质量一致性检验要求，除正常的 S 级和 B 级要求之外，还要满足表 5 对每一种规定的辐射等级(M、D、P、L、R、F、G 和 H)的要求。

3.1　S 级微电路的鉴定程序

3.1.1　列入 QPL 或 QML 的 S 级的鉴定

应按有关规范对 S 级微电路进行鉴定试验。

3.1.2　稳态寿命试验

在 S 级检验批中包括有多个子批的情况下，样本应按与每一子批器件数成正比的最接近的器件整数，从各子批中选取。当按此规定从任一子批中取得样品数小于 10 个时，应从该子批中选取附加样品，使每一子批至少有 10 个样品。当任一子批出现多于 1 个失效器件时，应从检验批中将该子批剔除。

3.2　S 级微电路的质量一致性检验程序

应按 GJB 597 的 S 级要求，组成每一个 S 级质量一致性检验批，按表 1、表 2、表 5 及表 6 的要求进行质量一致性检验。

当下列任一情况发生时，应立即向鉴定机构报告：

a)　在表 2 的单个分组中失效的数目，连续两批超过接收数(适用于 2b，2c，2d，5 和 6 分组)；

标准搜搜网 bzsoso.com

b） 按 GJB 597 的 4.3.3.3 规定重新提交的样品，在 1、2a、2b、2d 及 4 分组中，失效数连续两批超过接收数；

c） 对某一类型器件，因某种原因连续两批从质量一致性试验中去除；

d） 初次报告以后，承制方应向鉴定机构或其指定的代表机构提供资料，对所报告的质量一致性检验拒收说明原因及有关因素，并提出纠正措施；

e） 连续两批未通过 E 组试验，或者是 10%以上(含 10%)的批次需追加样品试验。

若不能向鉴定机构及时提出符合上述要求的资料或可接受的纠正措施，可能将该产品从 S 级 QPL 中去除。

3.3 B 级微电路的鉴定和质量一致性检验程序

应按本方法中表 1、表 3、表 4、表 5 和表 6 的 A、B、C、D 和 E 组的试验及相关器件规范的规定，对微电路进行鉴定或质量一致性检验。对质量一致性检验，每一检验批(子批)应通过 A 组、B 组及 E 组(适用时)试验(或按本方法 3.5 所规定的试验)，而 C 及 D 组的周期试验，应按器件通用规范的规定进行。

表 1 S 级和 B 级 A 组电测试[a]

A 组分组[b]	样品大小(接收数)
1 分组 25℃下的静态试验	116(0)[c,d]
2 分组 最高额定工作温度下的静态试验	
3 分组 最低额定工作温度下的静态试验	
4 分组 25℃下的动态试验	
5 分组 最高额定工作温度下的动态试验	
6 分组 最低额定工作温度下的动态试验	
7 分组 25℃下的功能试验	
8A 分组 最高额定工作温度下的功能试验	
8B 分组 最低额定工作温度下的功能试验	
9 分组 25℃下的开关试验	
10 分组 最高额定工作温度下的开关试验	
11 分组 最低额定工作温度下的开关试验	

[a] 在各分组中所包括的具体参数，应按有关订购文件的规定。如在某个特定分组或试验中，并无参数要求检验，则该分组或试验就不必进行。

[b] 承制方可自行确定 A 组各分组试验是分别进行还是组合进行，但在试验前应预先确定分组情况。除另有规定外，各分组试验或组合试验可以任意顺序进行。

[c] 预先确定的每项试验或组合试验的抽样方案应为 116(0)。

[d] 承制方可自行采用更大的样本大小，但接收数仍为零。当批量小于要求的样本大小时，批中所有器件都应经受检验，且所有失效器件应从最终接收试验或组合试验中剔除。

标准搜索网www.bzso.com

表 2　S 级器件 B 组试验[a]

试　验	方　法	条　件	样本大小(接收数)
1 分组			
a)　外形尺寸[b]	2016		2(0)
b)　内部水汽含量[bc]	1018	在 100 ℃时最大水汽含量为 0.5%(5000ppm)	3(0)或 5(1)[d]
2 分组			
a)　耐溶剂性[e]	2015		3(0)
b)　内部目检及	2013	由适用订购文件的设计和结构要	2(0)
结构检查	2014	求确定失效判据	
c)　键合强度	2011		22(0)[f]
1)　热压焊		(1)试验条件 C 或 D	
2)　超声焊		(2)试验条件 C 或 D	
3)　倒装焊		(3)试验条件 F	
4)　梁式引线		(4)试验条件 H	
d)　芯片剪切或芯片粘结强度试验	2019 或 2027	按不同的芯片大小	3(0)
3 分组			
a)　可焊性[g]	2003 或 2022	焊料温度为 245℃±5℃	22(0)
4 分组[b]			
a)　引线牢固性[h]	2004	试验条件 B_2(引线疲劳)	
b)　密封	1014	按适用的条件	45(0)
1)　细检漏			
2)　粗检漏			
c)　封盖扭矩[i]	2024	按适用的条件	
5 分组[j]			
a)　终点电测试[k]		按适用器件规范的规定	
b)　稳态寿命[l]	1005	试验条件 C，D 或 E	45(0)
c)　终点电测试[k]		按适用器件规范的规定	
6 分组			
a)　终点电测试[k]		按适用器件规范的规定	
b)　温度循环	1010	条件 C，至少 100 次循环	
c)　恒定加速度	2001	试验条件 E，仅 Y_1 方向	15(0)
d)　密封	1014	按相关器件规范的规定	
1)　细检漏			
2)　粗检漏			
e)　终点电测试		按相关器件规范的规定	
7 分组			
a)　静电放电敏感度	3015		3(0)

[a] 对于不要求终点电测试的全部分组，可以采用同一检验批中电参数不合格的器件，但其条件是这些电参数不合格的器件已随同检验批经过老炼前电参数试验，并已经受了老炼试验要求的整个温度/时间处理。

[b] 如果在同一检验批的样本上进行了 D 组检验，则在鉴定或质量一致性检验时不要求进行这些试验。

[c] 仅对玻璃熔封封装才要求进行本试验。

[d] 试验 3 个器件，如果 1 个失效，加试 2 个器件而不允许失效。如果最初试样(即 3 个或 5 个器件)未通过，根据承制方的意愿，全部第二批样品可在另外的试验室进行，该试验室已就当前适用状态经鉴定机构授权。如果这次样品通过，只要将提交试验的两组器件及数据，并从同一批中追加的 5 个器件，一并提交给鉴定机构，该批就可接收。如果用 5(1)抽样方案通过了该批，承制方应确定失效原因并评估该批风险。

[e] 仅对采用墨水或油漆作标记媒质的器件，才要求耐溶剂性试验。

[f] 除另有规定外，试验条件 C 和 D 的样本大小，应是从最少为 4 个器件中选出的键合拉力试验数。对条件 F 或 H 则是芯片数而不是键合数。

标准搜搜网 bzsoso.com

表 2(续)

试　验	方　法	条　件	样本大小(接收数)
g 除了老炼后经浸热焊料或浸锡铅的器件外，用作可焊性试验的所有器件，应是经引线镀涂即将发运，并经受过老炼温度/时间处理的试验。所要求的引线数，最少应为 3 个器件中选出，样本大小适用于所检验的引线数。 h 引线牢固性试验的样本大小数为 45，应是试验引线数或引出端数，且应至少取自 3 个器件。用于引线牢固性试验的所有器件应通过密封和封盖扭矩试验(适用时，见注 i)，以便满足 4 分组的要求。对针栅阵列引线，采用方法 2028。对有引线片式载体封装，使用试验条件 B_1。仅对无引线片式载体封装，采用试验条件 D 及样本大小为 15，应至少抽取 3 个器件的被试焊点数。密封试验(4b 分组)仅对玻璃熔封引线的封装进行。 i 封盖扭矩试验仅适用于玻璃熔封的封装。 j 试验温度高于 125℃时，不应使用方法 1005 的 3.3.1 替代去偏规定。 k 从 A 组 1，2，3 分组读取并记录数据。 l 用于老炼的同一试验温度应用作稳态寿命试验。			

表 3　B 级 B 组试验 [a]

试　验	方　法	条　件	样本大小(接收数)
1 分组 [b] a)　外形尺寸	2016		2(0)
2 分组 a)　耐溶剂性 [c]	2015		3(0)
3 分组 a)　可焊性 [d]	2003	焊料温度为 245℃±5℃	22(0)
4 分组 a)　内部目检和结构检查	2014		1(0)
5 分组 a)　键合强度 [e] 1)　热压焊 2)　超声焊或楔形焊 3)　倒装焊 4)　梁式引线	2011	(1)试验条件 C 或 D (2)试验条件 C 或 D (3)试验条件 F (4)试验条件 H	15(0)
a 如果电参数不合格的器件已随同检验批通过老炼前电参数试验，并已经受了老炼试验的整个温度/时间处理，则对于不要求终点电测试的全部分组，可以采用同一检验批中的电参数不合格器件。 b 如果同一检验批还要经受 D 组试验，则该分组不要求。 c 仅对采用墨水或油漆作标记或对比媒质的器件，才要求耐溶剂性试验。 d 除了老炼后已经浸热焊料或浸锡铅的器件外，用作可焊性试验的所有器件，应是经引线镀涂即将发运，并经受过老炼的温度/时间处理的器件。所要求的引线至少应从 3 个器件中抽取，样本大小用于所检验的引线数。 e 除另有规定外，如果密封前所有其余规范要求都能满足(例如应对每检验批有键合强度要求，即使在内部目检中发现键合失效，也应作为键合强度试验样品失效加以计数)，在方法 5004 中规定的内部目检(密封前)前或后，承制方可自行随机地抽取试验样品作键合强度试验。除另有规定外，条件 C 或 D 的样本大小是从至少 4 个器件中抽取的键合拉力试验数，对条件 F 或 H，则是芯片数而不是键合数。			

表 4　C 组检验(仅对 B 级)

试　验	方　法	条　件	样本大小(接收数)
1 分组 a)　稳态寿命试验 b)　终点电测试	1005	按规定的试验条件(125℃下，1000h 或表 1 等效条件) 按器件规范规定	45[a](0)
a 当满足下列全部限制时，可采用 5(0)抽样方案： 1)　一份合同订货最多为 500 个； 2)　对一给定的订购合同或订购计划，订购的器件最多为 2000 个； 3)　就某一承制方或特定器件型号，在 12 个月内提供的器件最多为 2000 个。			

标准搜搜网 bzsso.com

表 5　D 组检验(对 B 级和 S 级)

试　验	方　法	条　件	样本大小(接收数)
1 分组[b] a)　外形尺寸	 2016	 	 5(0)
2 分组[b] a)　引线牢固性[c] b)　密封[d] 1)　细检漏 2)　粗检漏	 2004 1014	 试验条件 B_2(引线疲劳) 按适用的条件	 45(0)
3 分组[e] a)　热冲击 b)　温度循环 c)　耐湿[f] d)　目检 e)　密封[g] 1)　细检漏 2)　粗检漏 f)　终点电测试[b]	 1011 1010 1004 1014 	 至少试验条件为 B，至少循环 15 次 试验条件 C，至少 100 次循环 按方法 1004 或 1010 的目检判据 按适用的条件 按适用的器件规范规定	 15[i](0)
4 分组[e] a)　机械冲击 b)　扫频振动 c)　恒定加速度 d)　密封 1)　细检漏 2)　粗检漏 e)　目检 f)　终点电测试	 2002 2007 2001 1014 	 至少试验条件 B 至少试验条件 A 试验条件 E 仅 Y1 方向 按适用的条件 按方法 1010 或 1011 的目检判据 按适用器件规范判定	 15[i](0)
5 分组[b] a)　盐雾[f] b)　目检 c)　密封[g] 1)　细检漏 2)　粗检漏	 1009 1014 	 至少试验条件 A 按方法 1009 目检判据 按适用的条件 	 15[i](0)
6 分组[b] a)　内部水汽含量	 1018	 在 100 ℃时最大水汽含量为 0.5%(5000ppm)	 3(0)或 5(1)[j]
7 分组 a)　引线涂覆 粘附强度[k,l]	 2025	 	 15(0)
8 分组 a)　封盖扭矩[b,m]	 2024	 	 5(0)

[a] 经鉴定机构批准，在线工艺监控数据可替代 D1，D2，D6，D7 和 D8 分组试验。监测应针对封装类型按规定的分组试验方法进行。采用的样本大小及频度应等于或比指定分组中所规定的更为严格，监测试样应取自其后参数不再发生变化的工艺点。应能由这些在线监测数据追溯至该数据所代表的检验批(接收或拒收)。

[b] 同一检验批中电参数不合格器件可用作样本。

[c] 引线牢固性试验的样本大小 45 应是试验引线数或引出端数，且应至少取自 3 个器件，若引线数或引出端数不足 45，则试验全部。用于引线牢固性试验的所有器件应通过密封试验(适用时，见注[d])以便满足 2 分组的要求。对有引线片式载体封装，采用试验条件 B_1，对针栅阵列引线，采用方法 2028。仅对无引线片式载体封装，采用试验条件 D，样本大小 15 应是至少取自 3 个器件的被试焊点数。

标准搜搜网 bzsoso.com

表 5(续)

试　验	方　法	条　件	样本大小(接收数)
[d] 仅对玻璃熔封引线的封装才需进行密封试验(2b 分组)。 [e] 用于 3 分组的器件，可用于 4 分组。 [f] 对无引线片式载体封装，不要求引线弯曲应力的预处理。对于采用非导电连筋的窄节距封装(小于 0.635mm)，在耐湿试验前，仅要求对 3 个器件作预处理，随后对这 3 个器件无需进行电测试。而其余 12 个器件无需作预处理，但需经受要求的终点电测试。 [g] 在完成所要求的目检之后，按方法 1014 进行密封试验之前，器件上可能带有锈蚀物，应用毛刷刷除。 [h] 由承制方自定，可在耐湿试验之后及密封试验之前，进行终点电参数测试。 [j] 当满足下列全部限制时，可采用 5(0)抽样方案。 1)　一份合同订货最多为 500 个； 2)　对一给定的订购合同或订购计划，订购的器件最多为 2000 个； 3)　就某一承制方或特定器件型号，在 12 个月内提供的器件最多为 2000 个。 [j] 试验 3 个器件，如果一个失效，加试 2 个器件应无失效。如果初始试样(即 3 个或 5 个器件)失效，根据承制方的意见，第二个完整的样本可在由鉴定机构认可的另一个试验室中进行试验。如果这次试样通过，只要两次提交的器件和数据，连同由同一批中的另外 5 个器件，一起送交给鉴定机构，该批应予接收。如果用 5(1)抽样方案通过了该试验，承制方应确定失效原因并评估该批风险。 [k] 引线涂覆粘附强度试验，不适用于无引线片式载体封装。 [l] 样本大小指引线数。 [m] 封盖扭矩试验，仅适用于玻璃熔封的封装。			

表 6　E 组(辐射强度保证试验)[a]

试　验[a]	方　法	条　件	S 级	B 级
			样本大小(接收数)	样本大小(接收数)
1 分组[b] 中子辐射 a)　鉴定 b)　质量一致性检验 终点电测试	1017	25℃ 按详细规范规定	a)　11(0)[c] b)　11(0)[c]	a)　11(0)[d] b)　11(0)[d]
2 分组[e] 稳态总剂量辐射 a)　鉴定 b)　质量一致性检验 终点电测试	1019	25℃ 最大电源电压 按详细规范规定	a)　4(0)[f] 2(0)[h] b)　4(0)[f] 2(0)[h]	a)　22(0)[g] b)　11(0)[d]
3 分组[jj] 瞬态电离辐射 终点电测试	1021 1023	25℃ 按详细规范规定	11(0)[c]	11(0)[d]
4 分组[j] 辐射锁定	1020	按详细规范规定	按详细规范规定	按详细规范规定

[a] 用作一个分组试验的器件，不可用作其他分组，但可在同一分组中供较高等级试验使用。除非试验是在试验方法限定的时间内进行，总的辐射时间不应考虑为累积量。E 组试验可在器件筛选之前进行(见 3.5.3)。
[b] 除另有规定外，对于中子注量小于每平方厘米 10^{13} 的 MOS 器件(例如电荷耦合器件，BiCMOS 器件等)不进行中子辐射试验。当需要进行时，中子注量应限制在每平方厘米 2×10^{12}。
[c] 按晶圆批。如果一个器件失效，在样本中可增加 7 个器件，但不允许再发生失效，即 18(1)。
[d] 按检验批。如果一个器件失效，在样本中可增加 7 个器件，但不允许再发生失效，即 18(1)。
[e] B 级器件应采用 B 级所规定的样本大小判据，或者对每个晶圆采用 S 级的判据进行检验。

标准搜搜网 bzsoso.com

表 6(续)

试　验[a]	方　法	条　件	S 级	B 级
			样本大小(接收数)	样本大小(接收数)
[f] 对小于或等于 4000 个等效晶体管/芯片的各种器件类型，从以半径大致等于晶圆半径的 2/3 所作的圆周上，间隔均匀地按每个晶圆选取样品。 [g] 按检验批。如果 1 个器件失效，在试样中可增加 16 个器件，但不允许再发生失效，即 38(1)。 [h] 对大于 4000 个等效晶体管/芯片的器件类型，从以半径大致等于晶圆半径的 2/3 所作的圆周上，间隔均匀地按每个晶圆选取样品。 [i] 当订购文件或合同中有规定时，在第一次质量一致性检验中应进行翻转试验。当有规定时，同一个微电路可用在多个分组试验中。 [j] 仅当订购文件或合同规定时进行。				

3.4　接收程序

接收数、重新提交的规定、以及作为各批接收或拒收的判据，应按本方法及器件相关详细规范的规定执行。

3.5　样本选择

在完成了方法 5004 所规定的筛选要求之后，应按 GJB 597 的附录 B(以及本方法表 6 对 E 组的规定)，从组合好的检验批中随机抽取样本。除另有规定外，当允许使用电参数不合格的器件时，这些器件不必是经过老炼的。

3.5.1　A 组试验的替代

当采用的替代程序和流程已经过鉴定机构批准时，承制方则可采用替代程序对每一检验批或子批进行 A 组试验，在 A 组样本试验之前，应由不同的操作人员检查全部试验设备，并确认试验程序已正确使用。

3.5.1.1　检验批样本的抽取

当采用这种选择时，A 组各分组的试验样本，应在该分组(或多个分组，如果多个分组是在同一温度下以同一试验程序试验的)经 100%筛选后，从检验批中随机地抽取。检验批或子批中的所有器件均可作为试验样品得到抽取，并且应从全部器件中随机地抽取样品。

3.5.1.2　样品的即时抽取

当采用这种选择时，A 组各分组(或多个分组)的试验样品应在该分组(或多个分组)进行 100%筛选的同时随机地抽取，并且在每个器件的筛选结束后，作为该分组(或多个分组)抽取的样品。当采用本选择时，应遵守下列要求：

a)　应建立以文件形式规定的检验方法和操作程序，以确保整个试验系统的完整性，并保证产品是在正确的试验条件下试验，且进行了所要求的筛选和 A 组试验。

b)　A 组各分组样品应按样本大小分别从批中均衡抽取。如果由于筛选中出现了超过预期的现场损失，使被试样品数小于所要求的样本大小，则应再随机地抽取追加样品并进行试验。

c)　拒收的 A 组各分组样本应分开。

d)　所有筛选拒收的产品应与可接收的产品分开，并用测试系统提供的计数数据核实实际数。

e)　在最终电测试筛选中完成分类(例如，按速度或功率)后，应从筛选的每一种器件型号中分别抽取全部 A 组样品并进行试验。

f)　对批量小于所要求的样本大小的小批量产品，批中每一个器件均应受到两次试验(即 100%筛选和 100%A 组试验)。

3.5.2　B 级 B 组检验的替代

根据承制方的意愿(仅 B 级)，B 组检验应对由不同星期完成密封的每种已鉴定的封装类型和引线镀涂所组成的任一检验批进行。各分组可采用不同的检验批。这种替代的 B 组检验完成之后，在同一装配线上采用同一封装类型和引线镀涂，及在同一周中密封的所有各种其他类型器件，可予以接收，不

标准搜搜网 bzsoso.com

必重复进行 B 组试验。对于包含有特定封装类型及引线镀涂器件的检验批，只有在对每个星期中密封的该种封装类型和引线镀涂，成功地完成 B 组试验之后，才予以接收。

采用 B 组替代程序时，如在 B 组中出现一个失效，应从该失效封装的相同封装类型、引线镀涂及同一星期中密封的三个附加检验批中抽取样本，对所失效的分组加以试验。如果所有三个检验批都通过试验，则在同一封装线上用同一封装类型及引线镀涂并在同一周中密封的全部器件，可认为通过 B 组检验。如果三个附加检验批中，有一批或一批以上失效，则在同一封装线上采用同一封装类型、引线镀涂并在同一周中密封的器件，不应作为检验批加以接收，只有对每一检验批均进行并通过发生过失效分组的试验，B 组检验才能接收。

3.5.3 E 组样本

根据承制方的意愿，E 组样本不一定需经受方法 5004 的各种筛选试验，但应采用经鉴定合格的 D 组外壳装配，并在辐射前至少要通过 25℃时 A1 及 A7 分组电测试。同时，应服从下述准则：

a) E 组试验的样品必须经过老炼试验；

b) 如果过去的试验表明老炼试验对器件总剂量响应的改变可以忽略，则可不作老炼试验。

3.6 样本的处理

用在 A、B、C、D 和 E 组试验的样本处理，应按适用的器件规范的规定。

3.7 试验方法和程序的替代

3.7.1 B 级的加速鉴定或质量一致性检验

对某个给定样本进行鉴定或质量一致性检验时，若工作寿命或稳态反偏分组中采用方法 1005 的条件 F 的加速温度/时间试验条件，则该指定分组中的全部试验，都应采用该加速温度/时间试验条件。当这些加速试验条件用于任何检验批的老炼筛选试验(方法 1015 条件 F 的试验)时，在鉴定或质量一致性检验中，也必须用方法 5005 相应的工作寿命及稳态反偏试验(适用时)。对已采用正常试验条件进行过筛选的检验批，可采用加速条件来完成鉴定和质量一致性检验。

3.8 数据报告

当适用的订购文件有要求时，对提供鉴定或质量一致性检验的各批，应提交下列数据：

a) 初次或任何重新提交的各分组进行试验的结果；

b) 拒收器件数；

c) 每个失效器件的失效模式，对 S 级器件，还应说明每个失效器件突然失效的有关机理；

d) 适用时追加的补充样本数；

e) 重新提交批的识别及历史；

f) 读取并记录 S 级 B 组中全部规定电测试的数据。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 如果不按第 3 章规定，应规定器件等级和程序；

b) 当未规定或与规定不同时，应规定试验顺序、样本大小、试验方法及试验条件；

c) 当未规定或与规定不同时，应规定试验条件、循环次数、温度、轴向等；

d) 如果与规定不同，则应规定接收程序(见 3.4)、样本大小和接收数；

e) A 组电参数；

f) 适用时 B、C、D 和 E 组终点测试的电参数；

g) 对失效分析的要求(见 3.8)；

h) 如与 3.8 中规定不同，应规定对数据记录和报告的要求；

i) 在未规定或与规定不同时，应给出稳态寿命试验线路(见表 2 中 5 分组和表 4 中 1 分组)；

j) 要求进行变化量(Δ)测试的参数。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 5006　极限试验

1　目的

本方法规定了确定或评价微电子器件最大能力的方法。这些能力包括绝对最大额定值(从中可推得安全设计极限值)；在不引起器件特性退化的前提下，筛选或试验时可以施加的最大应力、对特殊筛选或试验方法的敏感性、对特殊筛选或试验应力的敏感性以及与之有关的失效模式和机理。由于这是一个相对昂贵而又费时的程序，所以不需要普遍地应用于所有订购的器件上。但是对于新型器件，或对于那些在设计、材料或工艺方面作过重大修改并且预计这些修改可能会改变其原来的应力容限、失效模式和机理的老器件，在评价它们的能力时本方法将是非常有用的。此外，本方法可以为高可靠计划的质量和可靠保证提供重要的资料信息。在根据试验结果改进器件设计、工艺或试验的情况下，本方法可以为确定延长订购有效期提供依据。

1.1　破坏性试验

按本方法进行的所有极限试验都是破坏性的。进行这种试验的器件应从其相应的批中剔除。

1.2　电参数测试

若本方法或适用的订购文件无其他规定，应在每个应力步骤后进行电参数测试，剔除有缺陷的器件。不必测量器件的全部电参数，但测试的电参数应足够多，从而能检测出所有存在电缺陷的器件。当要求进行 Δ 参数测试时，应在适用的订购文件中予以规定。

2　设备

本试验所需设备应包括适用试验方法中规定的设备，以及为确定器件性能所必须的电测试设备。

3　程序

应采用表 1 中规定的样本大小，按 3.1 和 3.2 中给出的程序进行极限试验。

表 1　极限试验样本大小

极限试验项目	样本大小
热性能评价	5
持续热冲击	10
步进应力机械冲击	10
步进应力恒定加速度	10
步进应力工作寿命	10
恒定高应力工作寿命	10
步进应力贮存寿命	10
	器件总数 65

3.1　试验条件 A—单片或多片微电路试验程序

除另有规定外(见第 4 章)，应按 3.1.1～3.1.7 的规定，按顺序进行极限试验。若适用的订购文件中无其他规定，应按方法 5003 试验条件 B 对极限试验中失效的所有器件进行失效分析。如果在规定的试验中有 50%的试验样本失效，可在试验结束前中止该极限试验。

3.1.1　热性能评价

应按试验方法 1012 3.2.2 进行本试验。施加最大功率，记录有源芯片区上的整个温度分布。分析该数据以确定是否存在由于不合理的设计或工艺而造成部分区域的工作温度异常高。采用方法 1012 3.2.3

标准搜搜网 bzsoso.com

确定器件最高工作温度下的热阻。

3.1.2 持续热冲击

本试验的目的是测定器件抗热疲劳作用的能力。应按试验方法 1011，对器件至少进行 100 次热冲击循环试验。应按下述顺序进行热冲击循环试验。

步进	循环次数	试验条件
1	15	A
2	15	B
3	70	C

应分别在第 15、30、40、70 和 100 次热冲击循环试验后测试电参数(见 1.2)，并分别记录失效数。

若适用的购货文件中有规定时，可以采用试验方法 1010 温度循环代替持续热冲击试验。应按下述顺序进行温度循环试验。

步进	循环次数	试验条件
1	20	B
2	20	C
3	20	D

应在完成每一次步进规定的循环次数之后测试电参数(见 1.2)，并记录相应的失效数。

3.1.3 步进应力机械冲击

本试验的目的是确定器件的机械牢固性。应按试验方法 2002 的规定，采用下列步进应力顺序对器件进行机械冲击试验。

步进	试验条件	方向	冲击次数
1	B	Y_1	5
2	C	Y_1	5
3	E	Y_1	5
4	F	Y_1	5
5	G	Y_1	5

应在完成每一次步进规定的冲击次数之后测试电参数(见 1.2)，并记录相应的失效数。

3.1.4 步进应力恒定加速度

本试验的目的是确定器件的机械牢固性。应按试验方法 2001 的规定，采用下列步进应力顺序对器件进行恒定加速度试验。

步进	试验条件	方向
1	E	Y_2，X_1，Z_1，Y_1
2	F	Y_2，X_1，Z_1，Y_1
3	G	Y_2，X_1，Z_1，Y_1
4	H	Y_2，X_1，Z_1，Y_1

应在完成每一个方向的试验后测试电参数(见 1.2)，并记录相应的失效数。

3.1.5 步进应力工作寿命

本试验的目的是确定加速暴露主要失效机理的工作应力水平，从而能在一个相对短的时间内诱发有意义的失效。该试验的结果也可用来评价器件固有的安全系数，确定安全的恒定工作应力条件，以及采用各种改进措施来提高器件的可靠性。应在每个应力水平试验之后测试电参数，并记录每一次步进中出现的失效数。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.1.6 恒定高应力工作寿命

本试验的目的是在一个相对短的时间内诱发有意义的工作失效，并把本试验的结果和步进应力工作寿命试验的结果进行比较。应根据步进应力试验(见 3.1.5)的结果确定本试验中需施加的应力水平以及试验结束后与中间电测试之间的时间间隔。在每个规定的时间间隔之后应测试电参数并记录失效数。

3.1.7 步进应力贮存寿命

本试验的目的是确定加速暴露主要失效机理的器件贮存应力水平，从而能在一个相对短的时间内诱发有意义的失效。应在试验开始前规定好贮存温度和每一个步进的持续时间。试验的结果将用来评价器件抗高温失效的最大极限。在每个应力水平试验之后应测试电参数，并记录每一应力水平下的失效数。

3.2 试验条件 B—膜和混合微电路试验程序

应按表 1 和上述 3.1.1～3.1.7 的规定进行极限试验，但是可以改变其中规定的试验条件。如果要改变试验条件或应力水平，应在试验开始前加以确定。若适用的订购文件无其他规定，应对极限试验中失效的所有器件按方法 5003 中试验条件 B 进行失效分析。若适用的订购文件无其他规定，在规定的试验中有 50%的试验样本失效，即可中止该极限试验。

3.3 试验方案

如果适用的订购文件中有要求，应在试验开始前将进行极限试验的具体程序作为一份“极限试验方案”提交订购方批准。该方案至少应包括以下内容：

a) 负责进行本试验的机构；
b) 进行极限试验的器件型号及其抽样规定；
c) 待测电参数以及失效判据；
d) 试验进程安排表；
e) 试验设备说明；
f) 试验条件(若与规定不同)；
g) 数据记录和报告格式；
h) 数据分析程序。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) 试验条件(见 3.1 和 3.2)；
b) 试验顺序和样本大小(若与规定不同)(见 3.1 和 3.2)；
c) 失效分析程序和试验条件(若与规定不同)(见 3.1 和 3.2)；
d) 试验条件 B 中采用的试验条件和应力水平(适用时)(见 3.2)；
e) 失效样本比例达到多大时可以中止试验(若与规定不同)(见 3.1 和 3.2)；
f) 对极限试验方案和数据报告的要求(见 3.3)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 5007.1　晶圆批验收

1　目的

本方法规定了 S 级微电路晶圆批验收试验的要求。

2　设备

所用设备应符合表 1“条件”一栏中规定的试验方法对设备的要求。

3　程序

应按表 1 规定的条件进行晶圆批验收试验。如果根据抽样方案的试验结果判断某一批不合格，作为对整批拒收的一种替代方法，生产厂家可对该批中每一晶圆都进行抽样试验中未能通过的那些参数项目试验。成功地通过了这些参数项目试验的所有晶圆应视为构成继续进行其余试验的晶圆批。通不过试验的所有晶圆都应从该批中剔除。应记录所有试验中得到的数据。不必严格按照表 1 中的顺序进行试验。但是，如果表 1“条件”一栏内有明确规定的话，应在规定的工艺点进行试验。如果极限值是采用批准的设计标称值和容限要求确定的，则应按 GJB 1208，在提交批准的试验方案中规定“标称值”。如果表 1 中的极限值是采用中心值和容限确定的，首先应该至少对五批晶圆进行电测试，计算其平均值作为“中心值”，并应按 GJB 1208，在提交批准的试验方案中规定“中心值”。在任何情况下都不允许设计“标称值”或“中心值”超过表 1 中规定的绝对极限值。

4　说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a)　要求或极限值(若与表 1 中的规定不同)。

表 1　晶圆批验收试验

试验	条件[a]	极限值[c]	抽样方案
1)　晶圆厚度	GJB 1209 方法 1580。应在最终研磨或抛光后进行测量并记录全部读数。[b]	经批准的设计标称值至少为 152μm。与标称值的最大偏差为±51μm。	每批抽取 2 个晶圆。如测量值超过极限值，则该批拒收，或恢复到对每个晶圆都作厚度测试。
2)　金属化层厚度	GJB 1209 方法 5500。应记录所有读数。	a)　导体：单层以及多层金属的顶层，至少为 0.8μm；非顶层金属至少为 0.5μm，与批准的设计标称值的最大偏差为±20%； b)　阻挡层：与批准的设计标称值最大偏差为±30%。	每批抽取取 1 个晶圆(或采用监测片)，如测量值超过极限值，则该批拒收，或恢复到对每个晶圆都测试金属化层厚度。
3)　热稳定性(适用于：所有线性电路；所有 MOS 电路；所有工作电压大于等于 10V 的双极数字电路)	应记录 V_{FB} 或 V_T	a)　对于工作电压大于等于 10V 的双极数字电路以及不含 MOS 管的所有双极线性电路，与氧化层厚度归一化到 0.1μm 时的 V_{FB} 或 V_T 相比，ΔV_{FB}(或ΔV_T)≤0.75V。 若采用监测片，应在氧化层上随相应的晶圆批同时进行金属化。 b)　对工作电压大于或等于 5V 以及包含 MOS 管的双极性线性电路、工作电压大于等于 10V 以及包含 MOS 结构的数字电路，与氧化层厚度归一化到 0.1μm 时的 V_{FB} 或ΔV_T 相比，ΔV_{FB}(或ΔV_T)≤1.0V。	每批取 1 个晶圆(或采用监测片)，如测量值超过极限值，则该批拒收，或恢复到每个晶圆都作试验。

标准搜搜网 bzsoso.com

表 1(续)

试验	条件[a]	极限值[c]	抽样方案
3) 热稳定性(适用于:所有线性电路; 所有 MOS 电路; 所有工作电压大于等于 10V 的双极数字电路)	应记录 V_{FB} 或 V_T	MOS 氧化层晶体管和金属化Δ的绝对值总和不应超过 V_{FB} 极限值。若采用监测片,应在氧化层上随相应的晶圆批同时进行金属化。本试验可以使用单独的监测片。 c) 对 MOS 器件,与氧化层厚度归一化到 0.1μm 时的 V_{FB} 或ΔV_T 相比,ΔV_{FB}(或ΔV_T)≤0.4V,若采用监测片,应在氧化层上随相应的晶圆批同时进行金属化。	每批取 1 个晶圆(或采用监测片),如测量值超过极限值,则该批拒收,或恢复到每个晶圆都作试验。
4) 扫描电镜检查	方法 2018	方法 2018	方法 2018,以批验收为依据。
5) 钝化层厚度	应记录所有读数。	对于 SiO_2,最小厚度为 0.6μm,对 Si_3N_4,最小厚度为 0.2μm。与批准的设计标称值最大偏差为±20%。	每批抽取 1 个晶圆(或采用监测片),如测量值超过极限值,则该批拒收,或恢复到对每个晶圆都测试钝化层厚度。
6) 背面金层的厚度(适用时)	应记录所有读数。	应与批准的厚度设计标称值和容差相一致。	每批抽取 1 个晶圆(或采用监测片),如测量值超过极限值,则该批拒收,或恢复到对每个晶圆都进行测试。

[a] 生产厂应以文件形式确定进行每项试验的程序,当需要时,应向鉴定机构或订购方提供。
[b] 若抛光后的晶圆的设计厚度值大于 254μm,无需进行本试验。
[c] 经批准的设计标称值或容差应提交给鉴定机构用于生产线认证。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 5008　混合和多片微电路的试验程序

本方法已被 GJB 2438 代替。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 5009　破坏性物理分析

1　目的

本试验的目的是对适用的器件等级规定了破坏性物理分析(DPA)包括抽样、样品制备、分析程序、接收/拒收判据、拒收批的处置、以及文件制订的要求。虽然微电路承制方也可以使用本试验方法，但这些程序主要针对供货方或独立试验室的使用。

1.1　术语和定义

1.1.1　缺陷　defect

外形、装配、功能或工艺与规定的要求不相符合。

1.1.2　破坏性物理分析(DPA)　destructive physical analysis

为了确定器件是否符合适用的设计和工艺要求，对其进行的剖析、试验、以及检验。

1.1.3　与批有关的缺陷　lot related defect

由于设计或者制造、试验、或检验过程变化而导致重复出现的缺陷(例如掩模版缺陷，金属化层厚度、键合强度、绝缘电阻、以及金属化层布线间距、引线之间或引线与芯片边缘之间的间距)。

1.1.4　可筛选的缺陷　screenable defect

一种采用非破坏性筛选试验或检验能有效检测出的缺陷。

2　设备

设备应包括能完成规定的每种 DPA 试验的各种适用装置。

3　程序

进行 DPA 试验的供货方或者独立试验室应与承制方保持联系，并向承制方提供一份 DPA 试验中将采用的试验方法清单。如果承制方要求对这些试验方法进行重大修改，只要这些修改要求是在本标准或者业已批准的承制方计划大纲等中所允许的范围内，可向实施 DPA 试验的部门提出建议。

3.1　样本选择

除另有规定外，应按表 I 的规定，从检验批中随机抽取样本。

表 I　样本选择

单片微电路	除另有规定外(见 3.1.1 和 4 a))，选取两个器件或检验批的 1%(取较大者)，但是器件总数最多为 5 个。
混合或多片微电路	除另有规定外(见 3.1.1 和 4 a))，选取两个器件或检验批的 1%(取较大者)，但是器件总数最多为 5 个。

3.1.1　样本的构成

若一个检验批包含有符合同一个器件详细规范或图纸要求的多种器件型号，所选样本应按每种型号的器件数成比例地抽取，以保证抽样的代表性。在 DPA 样本中每种器件型号的器件数不得少于一个。

3.2　DPA 报告

对被试的每个检验批，均应形成一份 DPA 报告，并送交订购或鉴定机构。报告应包括下列内容：

a)　DPA 说明单；

b)　DPA 检验清单；

c)　DPA 试验数据单；

d)　照片；

e)　表征检查结果的其他数据或分析。

标准搜搜网 b2soso.com

3.2.1 **DPA 检验清单**

检验清单用于记录从适用试验中产生的全部属性数据。

3.2.2 **DPA 试验数据单**

试验数据单用于记录从适用的试验以及按规定进行的电测试中产生的变量数据。

注：这里不要求对器件进行电测试，因为所有器件应已通过规定的电测试。当然，对出现的问题进行分析时，可能还要进行电测试。

3.2.3 **DPA 说明单**

说明单用于记录其他重要的数据、对数据的分析、DPA 试验结论、以及对批的处置。

3.3 一般要求

3.3.1 **DPA 评价**

应由合格的技术人员分析 DPA 样品的全部试验和检验结果，并在需要时对样品所代表的批确定处置方法及纠正措施。

3.3.2 照片

应采用足够高的放大倍数和足够大的视场进行拍照，以清晰地显示元件结构的重要细节特征。采用扫描电子显微镜或光学显微镜来评价一个器件时，应对与要求不符的证据或最坏情况的特征进行拍照。

3.3.2.1 照相要求

为记录已剖析开的器件的原始特征，在进行破坏性试验以前，通常至少要拍摄两张照片。为了记录观测到的缺陷或异常情况，还应再拍摄另一些照片作为补充。必要时应采用诸如色彩、暗视场、相衬度、相干对比等显微镜技术，以提高图像清晰度。当使用扫描电镜检查时，DPA 报告至少应包括：芯片重要特征的视图、最坏情况氧化层台阶的照片、以及最坏情况金属化层照片。对每张照片应作出标注，或用 DPA 报告号来识别。可能的话，还应加上器件号、序列号、批日期代码、以及采用的放大倍数(对扫描电镜照相，还需说明采用的视角)。

3.3.3 **DPA 报告的保管**

全部 DPA 报告的原件应由进行 DPA 试验的单位保存。同时应向订购方或鉴定机构提交报告副本。

3.3.4 样本剖面制备

制备 DPA 样品时，可以采用类似于制备光学检查用的金相截面及矿物样品的方法。首先将器件嵌入在合适的塑料中(或用其他适当方法固定)，然后切截或粗磨至规定的截面，随后细磨抛光，有时还要进行腐蚀，以显示所需细节。操作中(特别是在固定处理、切截及粗磨时)必需小心，以确保对样品不引入损伤。

3.3.5 扫描电镜样品

制备供扫描电镜检查用的微电路样品时，应按照本标准试验方法 2018 中“用扫描电镜检查微电路的注意事项”的要求进行。制备供扫描电镜检查用的其他类型元件时，应采用标准试验室技术进行样品安装与镀涂。在镀涂时要小心不要给样品引入异常。

3.3.6 基线设计文件

每份 DPA 程序应参照对比表示被试器件总体结构的基准照片、草图或图纸。这些基线文件中应包括关键尺寸、各组成零件的位置、以及有关的材料和工艺细节。基线文件应是现行使用的，以便能反映出在结构方面已批准的任何改变。

3.4 微电路单片程序

本程序的目的是验证器件的外部和内部物理结构，以及验证在密封或其他工艺操作中器件未受到损伤。应验证器件是否满足 X 射线照相、密封、外部目检、内部水汽分析、内部目检、基线、键合强度以及沾污控制的要求。

3.4.1 外部目检

记录识别标志，在至少 10 倍放大倍数下按试验方法 2009 检查器件的结构以及密封、镀涂或玻璃填

标准搜搜网 bzsoso.com

料工艺中的各种缺陷。

3.4.2 X射线照相

当有规定时，应按方法2012进行X射线照相。为了检查器件腔体内的松动微粒、芯片附着以及确定内部间隙等需要去掉封盖之前，应该进行X射线照相。X射线照相在去除封盖和剖面切截时帮助定位，以及非破坏性研究可疑缺陷方面也是一种有用的手段。

3.4.3 密封

应按方法1014对全部DPA样品进行密封的细检漏和粗检漏试验，并记录细检漏和粗检漏的漏率。

3.4.4 内部水汽分析

当有规定时，应按方法1018进行内部水汽分析。

3.4.5 内部目检

采用适当的方法(见3.6)去掉所有样品的封盖。在去封盖的过程中要小心，不要引入沾污。采用方法2010试验条件A或B或者方法5004(替代2)附录A(适用时)，以及方法2013及2014检查所有器件。

3.4.6 基线结构

在外部和内部目检中，应检查所有器件是否符合基线设计文件(见3.3.6)及其他规定要求。与要求不符的应作为缺陷予以记录。

3.4.7 键合强度

按方法2011试验条件D进行键合强度试验。至少对两个器件的全部引线进行，记录引线断裂或键合脱落时的力的大小和断裂的位置。

3.4.8 扫描电镜

制备供扫描电镜评价用的样品并按方法2018进行扫描电镜检验。若在键合强度试验中出现内引线键合脱落，应对其进行扫描电镜检验，以确定断裂处键合与芯片界面的特征。

3.4.9 芯片剪切

应至少对两个样品按方法2019进行芯片剪切试验。记录将芯片与基板分离所需的力以及芯片脱离后焊接面的界面外貌。

3.4.10 评价判据

按表2判据进行检验或试验时，如发现器件出现缺陷，该试验批应认为是可疑的，应对每种缺陷进行拍照(适用时)和测量，并在DPA报告中说明。当不存在缺陷或者根据负责部门的认可判定所观测的任何异常并不构成拒收的缺陷时，该批可认为验收合格。对可疑批的处置见3.7.1。

表2

检验要求	本标准评价判据
外部目检	方法2009
X射线照相	方法2012
密封	方法1014
内部水汽含量	方法1018
内部目检	方法2010试验条件A或B或者5004替代2(适用时)、2013和2014
键合强度	方法2011
扫描电子显微镜	方法2018
芯片剪切	方法2019
结构	基线设计文件

3.5 混合和多片微电路程序

本项试验程序的目的是验证内部和外部物理结构，验证器件是否满足对X射线照相、粒子碰撞噪声检测(PIND)、密封、外部目检、气体分析、内部目检、基线结构、键合强度以及沾污控制的要求。这类器件通常是定制的，按合同图纸制造，因此对混合或多片微电路的DPA程序可以进行修改，以便按有关的混合或多片微电路的规范评价器件的特性以及整个结构。

标准搜索网 bzsoso.com

3.5.1　外部目检

对全部样品进行外部目检，以确定是否符合方法 2009 及适用的器件规范要求。

3.5.2　X 射线照相

当有规定时，应按方法 2012 进行 X 射线照相。为了检查器件腔体内的松动微粒、芯片附着以及确定内部间隙等需要去掉封盖之前，应该进行 X 射线照相。X 射线照相在去除封盖和剖面切截时帮助定位，以及非破坏性研究可疑缺陷方面也是一种有用的手段。

3.5.3　粒子碰撞噪声检测试验(PIND)

应按方法 2020 条件 A 或 B 对全部 DPA 样品进行 PIND 试验。

3.5.4　密封

应按方法 1014 对全部 DPA 样品进行细检漏和粗检漏密封试验，记录细检漏的漏气速率。

3.5.5　内部水汽分析

当有规定时，应按方法 1018 进行内部水汽分析。

3.5.6　内部目检

去掉所有器件的封盖(见 3.6)，并按方法 2017 及适用的器件设计资料进行内部目检。

3.5.7　基线结构

评价每一样品的结构和工艺是否符合适用的器件规范或基线设计文件(见 3.3.6)的要求。与要求不符的应作为缺陷予以记录。

3.5.8　键合强度

至少对两个器件的全部引线按方法 2011 进行键合强度试验。记录引线断裂或键合脱落时的力的大小和断裂的位置。

3.5.9　扫描电镜

制备供扫描电镜评价用的样品，并按方法 2018 对微电路及焊接的其他片式器件进行本试验。若在键合强度试验中出现内引线键合脱落，应对其进行扫描电镜检验，以确定断裂处键合与芯片界面的特征。

3.5.10　芯片剪切

应至少对两个样品按方法 2019 进行芯片剪切试验。记录将芯片与基板分离所需的力以及芯片脱离后焊接面的界面外貌。在每一种被试封装中对每一种芯片类型试验一个具有代表性的样品。每一种其他类型片式元件样品，例如电阻器和电容器，也应根据适用规范的要求进行剪切强度试验，并记录将有源器件和无源元件从基板上分离所要求的力。

3.5.11　评价判据

按表 3 判据进行检验或试验时，如器件出现缺陷，该批就应认为是可疑的。应对每种缺陷进行拍照、测量，并在 DPA 报告中说明。当不存在缺陷或者根据负责部门的认可判定所观测得的任何异常并不构成拒收的缺陷时，该批可认为验收合格。对可疑批的处置见 3.7.1。

表 3

检验要求	本标准评价判据
外部目检	方法 2009
X 射线照相	方法 2012
粒子碰撞噪声检测	方法 2020
密封	方法 1014
内部水汽含量	方法 1018
内部目检	方法 2017、2010 试验条件 A 或 B 或者 5004 替代 2(适用时)、2013、2014
键合强度	方法 2011
扫描电镜	方法 2018
芯片剪切	方法 2019
结构	基线设计文件

标准搜搜网 bzsoso.com

3.6　去除封盖程序

采用下述一种程序或其他适用方法去除器件封盖。操作时应该小心，以防止损坏器件或由于去除封盖后引起内部沾污。

3.6.1　焊料密封

采用下述方法去除封盖：将顶盖研磨到足够薄，再采用一锐利的工具就可将顶盖切割开。打开封盖后应检查内部是否有多余的焊料或助熔剂。去除封盖时不要对焊料作熔软处理，否则会掩盖这些证据。

3.6.2　金属圆形封装

半导体微电路和其他器件通常采用金属圆形封装，可使用专用工具将管帽打开。

3.6.3　焊边封装

磨去边缘，一直到封盖足够薄，采用一锐利的工具就可将顶盖切割开。

3.6.4　管状封装

在打开之前用锉或干磨法磨去卷边，以保证已恰当地靠近导体。注意卷边的数目及位置是否正常，并检查卷边是否过度。把中心导体从卷边中松开，然后再用开帽器或磨机把器件外壳去掉。

3.6.5　焊料密封的扁平封装或双列直插封装

把样品盖板对着干式磨轮(180 号砂纸)，将盖板磨至足够薄，使能见到腔体凹痕。清洁样品，然后用锋利工具戳破盖板并将其剥去。

3.6.6　陶瓷扁平封装

a)　推荐方法

用专用的盖板去除夹钳的刀口对盖板轻轻加压，再使氧气/丁烷火焰在样品盖板上方通过，每次火焰通过的时间应持续 2s～3s。在每次火焰通过之后，应使夹钳略为夹紧。通常要求火焰通过 2 次～4 次。去盖板的夹钳刀口应对准外引线上面，而不应放在样品的端面上。

b)　替代方法

在管座处把样品牢固地固定。为此可能要求小心弯曲引线。用锋利的刀片对准引线框架上方的密封缝，并用小榔头轻敲刀片。连续在封装四周重复这种操作，直到使密封边缝开裂，盖板松开。

3.6.7　双列直插封装

a)　推荐方法

本技术适用于各类陶瓷封装，包括盖板密封位于引线框架界面上的陶瓷封装。把封装放在盖板去除夹钳的平口刀刃之间，施加适当的压力夹住密封缝区，用氧气/丁烷微火焰对封装盖板加热约 5s，移开热源，并慢慢地增加对封装焊缝的压力。重复加热一施压处理，直到整个盖板完整地从密封处脱开。

b)　替代方法

在砂纸上(例如金刚砂纸或类似的材料)反复地研磨盖板样品。为了处置方便，也可将器件放在一种含有双列直插插座的夹具内夹紧，不断地研磨，并且经常用肉眼检查，直到盖板几乎已全部被磨去。再用一条胶带粘在盖板上，然后拉起胶带就可将腔体上盖板的剩余部分移去。

3.7　失效判据

按 3.4 或 3.5 规定的判据检验或试验时，如果发现器件有任何缺陷，该检验批就应认为是可疑的。应对每一种缺陷拍照、测量，并在 DPA 报告中说明。

3.7.1　可疑批的处置

通过对 DPA 样品的评价，若发现检验批含有一个或多个缺陷，应按照适用情况，作如下处理：

a)　如果对第一次样品的 DPA 评价无明确结论，应重新抽样；

b)　筛选；

c)　报废；

标准搜搜网 bzsoso.com

d) 退回供货方处理。

3.7.2 重新抽样

若首次 DPA 样品的分析结果无明确结论，可按照 3.1 选取第二批 DPA 样品。但是样本大小应根据被研究的缺陷类型和检验批中剩余的器件数，由元器件负责方确定并得到订购方或鉴定机构批准。在完成第二批样品评价之后，应对该检验批作出最后处置决定。

3.7.3 重新筛选批

若发现检验批中的器件存在可筛选缺陷，对这类检验批应进行 100%非破坏性筛选试验，剔除不合格的器件。完成筛选之后，剩余的器件可接收供发货用。

3.7.4 样品的保管

当有要求时，应将全部 DPA 样品与 DPA 报告一起送交订购方或鉴定机构。

4 说明

有关的订购文件应规定以下内容：

a) DPA 样本大小(若与 3.1 中规定不同)；

b) X 射线照相要求(见 3.4.2 及 3.5.2)；

c) 可疑批及 DPA 样品的处置(若与规定不同)(见第 3 章)；

d) 对试验或编写 DPA 报告的附加要求(见 3.2)；

e) 电测试的要求(适用时)；

f) 对片式电阻器和电容器的芯片剪切强度要求(见 3.5.10)；

g) 内部水汽含量要求(见 3.4.4 及 3.5.5)；

h) 生产厂家缺陷列表(适用时)。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 5010.2　复杂单片微电路试验程序

1　目的

本方法规定了复杂单片微电路的筛选、鉴定和质量一致性检验要求，以使器件达到预定用途对应的两个质量和可靠性等级(S 级和 B 级)。复杂单片微电路是指至少包含有 4500 个晶体管的单片器件。本程序应与诸如 GJB 597 以及适用的器件详细规范和图纸等其他文件一起使用，以确定相应器件质量和可靠性等级对设计、材料、性能、控制和文件等方面的要求。

2　设备

满足适用的订购文件要求的测量设备，以及满足所引用试验方法要求的其他设备。

3　程序

本试验方法规定的程序，包括本方法附录 A 和附录 B，给出了对复杂微电的设计、制造、组装及测试设施进行验证和鉴定的要求，以及需要进行的试验。它说明了一种采用标准评价电路及工艺监测图形进行总体鉴定的概念。

3.1　复杂单片微电路试验程序

应按本方法及详细规范和图纸的规定对复杂单片微电路进行试验。

3.1.1　优先顺序

若器件规范或图纸中无其他规定，试验要求和条件应按本方法的要求。

3.1.2　静电放电敏感度

应按 GJB 597 进行静电放电敏感度试验、标志及处理。

3.1.3　失效分析

当适用的器件规范中有要求时，对筛选程序包括的各种试验中拒收的器件，应按方法 5003 试验条件 A 进行失效分析。

3.1.4　S 级失效分析

失效的 S 级器件应按方法 5003 试验条件 B 进行分析，以查明批失效以及按 GJB 597 的 4.3.3.1 及 4.6.1.2.1 进行老炼时失效的原因。分析结果文件仅需向鉴定或订购方报告(有要求时)。

3.1.5　等级要求

在有“等级”栏的各表内，只是标有 B 的那些试验和检验或者分组仅适用于 B 级，全部试验都适用于 S 级。

3.1.6　辐射

当适用的器件规范或图纸中有要求时，除了通常的 S 级和 B 级要求之外，对有辐射强度保证要求的器件还应有附加的鉴定和质量一致性检验要求。表 8 详细给出了对每一规定辐射等级(M、D、L、R、F 和 H)的辐射强度保证要求。

3.2　元件评价

3.2.1　总则

3.2.1.1　元件

这里“元件”是指器件组装用的各种材料。在器件组装之前，应评价和验证元件性能，以确保它们满足元件规范、器件要求及制造程序(见表 1)。此外，在加工后无法进行验证但能引起功能失效的特性，也应在组装前进行评价及验证。

3.2.1.2　元件评价要求

元件评价可在元件供货方也可在器件承制方进行。但是在试验之前必须经过相应的工艺加工或装

标准搜搜网 bzsoso.com

配。如果元件评价是由供货方进行，则器件承制方必须得到一份考核结果的说明并保存记录。

表 1　元件评价摘要

元件	章条号	要求
微电路晶圆	3.2.2	本方法附录 B
封装	3.2.3	本方法表 2

3.2.2　集成电路晶片评价

3.2.2.1　用于评价的晶圆

至少应是采用同样的工艺完成了互连线及玻璃钝化层的晶圆。

3.2.2.2　一般要求

为了进行集成电路晶圆评价以及进行晶圆批验收，应按本方法附录 B 的晶圆批验收要求，对每一晶圆批均要求进行工艺监测图形(PM)的测量，以证明参数是在工艺规范要求范围以内。已完成芯片加工的晶圆批中的每一芯片应在组装之前按承制方内部文件规定进行电测试。

3.2.3　封装评价

每一种封装类型在使用前应按表 2 要求进行评价及表征。可采用有限元分析法。用于复杂单片微电路并按本试验方法要求加工的封装应按下述要求进行试验。

3.2.3.1　用于评价的封装

应遵循同样的规范，采用相同的材料和表面镀涂，并经受同样的封装工艺。

3.2.3.2　来料检验

a)　应从首次提供检验的封装检验批中随机抽取样品进行封装评价(见表 2)。此外进行 3 分组试验应使用已密封的封装，封装内可以焊接有芯片。2、3 和 4 分组仅适用于外壳。

b)　对随后订购的每一批封装均应进行表 2 中的 1、2 和 3 分组试验。

c)　对表 2 中规定的可焊性(2 分组)、引线牢固性(3 分组)及金属封装的绝缘(4 分组)试验，应对引线或外引线按照样本大小(接收数)为 15(0)的抽样方案进行检验。外引线应从 3 个封装中随机地抽取。

表 2　封装评价要求

分组	等级		试验项目	试验要求		样品数(接收数)	引用章条号
	S	B		试验方法	试验条件		
1	X	X	外形尺寸	2016		15(0)	3.2.3.3
2	X	X	可焊性	2003	焊接温度 245℃±5℃	3(0)[a]	
3	X	X	热冲击 或 温度循环	1011 1010	C C(20 次)	3(0)	
	X	X	稳定性烘焙	1008	150℃，2h	3(0)	
	X	X	引线牢固性	2004 2028	B2(引线疲劳) D(无引线片式载体) B1(有引线片式载体) 针栅阵列及刚性引线	3(0)[a]	
	X	X	密封	1014	D(已密封外壳)	3(0)	
4	X	X	金属封装绝缘	1003	600V 直流，最大 100nA	3(0)[a]	3.2.3.4
5	X	X	绝缘	1003		3(0)[b]	

标准搜搜网 bzsoso.com

表 2(续)

分组	等级		试验项目	试验要求		样品数(接收数)	引用章条号
	S	B		试验方法	试验条件		
6	X	X	接触电阻	GJB 360 方法 307		3(0)[a]	
7	X	X	热特性	1012		[c]	

[a] 对引线或外引线按照样本大小(接收数)为 15(0)的抽样方案进行检验。外引线应从 3 个封装中随机地抽取。
[b] 至少从 3 个封装中选取。采用订购文件或 GJB 597 附录 A 规定的条件。
[c] 初始使用前对所有封装类型均要求。

3.2.3.3 1 分组

分别检验外壳及封盖尺寸是否符合详细规范或图纸的规定。

3.2.3.4 4 分组

对于外引线之间采用绝缘子隔开的金属封装，测量与壳体绝缘的外引线和金属壳体之间的绝缘电阻。本试验不适用于非金属封装。

3.3 制造控制

3.3.1 工艺控制要求

生产线应按下述要求进行控制。

3.3.1.1 晶圆加工控制

应按照 GJB 1208 的规定和承制方的工艺基线要求对晶圆生产过程进行控制。

3.3.1.2 组装控制

应按 GJB 1208 的规定、承制方的工艺基线要求及本方法的附加规定对组装过程进行控制。金属—玻璃芯片的封装要经鉴定机构批准。

3.3.2 设计/版图设计系统控制

以本试验方法附录 A 作为设计/版图设计控制的指南。

3.3.3 测试控制

测试控制文件应符合 GJB 597 附录 A 的有关规定。

3.3.3.1 测试矢量

生产中采用的逻辑测试矢量应利用故障仿真器对其故障覆盖率进行评价。所得故障覆盖率应在详细规范或图纸中注明。故障覆盖率应根据结构逻辑模型中各条逻辑线上出现的单一的、永久的、固定 0 和固定 1 的可检测出的等效逻辑故障。逻辑模型应表达成门级基元或简单的功能单元(例如触发器)。大的规则结构，例如 RAM 和 ROM，不应采用门级模型，而应提供文件以表明这些结构是利用合适的程序进行测试(如对 RAM 采用快速图形)。

3.3.3.2 内建测试/内建冗余

详细规范或图纸中有规定时，应遵循 3.3.3.2.1～3.3.3.2.3 的规定。

3.3.3.2.1 探针/键合位置

器件应包括有探针/键合位置，从而可以采用器件规范或图纸中规定的整组测试矢量。

3.3.3.2.2 为提高成品率的内建冗余

如果采用内建冗余技术提高成品率，测试中应包括对已选用的替代元件数的统计。

3.3.3.2.3 采用自测试及修整的内建冗余

在采用自测试及修整方式提供内建冗余的场合，应能确定器件中剩余的冗余度。

3.3.4 质量控制

产品的质量保证计划应符合 GJB 597 附录 A 的规定。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.3.4.1 工艺监测图形

必须采用承制方的工艺监测图形(PM)数据来说明工艺控制及直流参数的稳定性。设计 PM 时，应考虑到可以在晶圆级测量直流工艺参数，也可对 PM 进行封装，因此在测试中可以施加偏置。在鉴定之前，PM 的设计必须提交鉴定机构批准，并且至少应包含本方法附录 B 表 B.I 中列出的那些测试结构。

3.3.4.1.1 用于其他工艺类型器件的工艺监测图形

应形成一组适用于其他工艺类型器件的工艺监测图形，并应提交鉴定机构批准，以保证能检测出相关的失效机理。

3.3.4.2 鉴定用器件

应采用鉴定用器件来证明工艺的稳定和可靠性。这种鉴定用器件，不论是一个标准评价电路(SEC)，还是一个实际的器件(对应最坏情况设计)，应包含本方法所详述的基本信息，并应提交鉴定机构批准。鉴定用器件应采用与待鉴定的工艺技术中生产各种器件时相同的设计规则和相同的工艺制造。鉴定用器件应设计成能评价底层设计(如扩散层)的可靠性及不同层次最坏情况设计规则条件。设计中应利用单元库以及在可靠性寿命试验中可以检测金属与金属间短路或开路、高的通孔电阻及介质针孔(适用时)等各种测试结构。建议使用下述测试结构：

参数	测试结构
功能及性能	大的功能块(ALU)、环行振荡器
接触电阻/电迁移	接触孔链
热电子/空穴	短沟道器件
氧化层击穿电压	电容器
电阻(电迁移试验)	金属条

3.4 微电路筛选程序

应按 3.4 至 3.4.13 及表 3 进行微电路的筛选。这一规定并不排除特殊器件的附加筛选要求以及为优化筛选结果要求的附加测试或检验，但是所有的特殊测试检查均应遵从 GJB 597 中 3.4.3 的要求。进行规定的各种筛选试验时不得采用抽样检查的方式。仅当批记录中有明文规定时，才允许进行老炼，并且老炼中的失效应记入相应的 PDA 计算中。对于筛选程序中要求进行终点测试或试验后测试的试验方法，如果这种试验后测试在随后的中间(老炼后)电测试或最终电测试时还要重复进行，则在筛选中无需进行这种测试，仅需在中间(老炼后)电测试或最终电测试时进行。通过较高可靠性等级筛选要求的器件应视为满足所有较低等级的筛选要求。任何情况下都不允许采用比规定要求低的等级进行筛选。

3.4.1 总则

a) 在筛选程序中未能通过任何试验或检验判据的器件应在发现时或观察到失效的试验结束时立即从该批中剔除。一旦拒收并证明是一种器件失效，器件不得再提交作接收试验。除非在详细规范中另有规定，电参数拒收的器件可按 3.5 选择作为鉴定及质量一致性检验的样本。

b) 器件筛选应按表 3 顺序进行，本方法特别允许的顺序变化除外。

表 3 器件筛选

筛选项目	S 级		B 级		引用条款号
	方法	要求	方法	要求	
晶圆批验收	5010 附录 B 及 5007	所有批	5010 附录 B	所有批	
非破坏性 键合拉力试验	2023	100%			
内部目检	2010 试验条件 A	100%	2010 试验条件 B	100%	3.4.2

标准搜搜网 bzsoso.com

表 3(续)

筛选项目	S 级		B 级		引用条款号
	方法	要求	方法	要求	
稳定性烘焙 (不要求终点测试)					3.4.3
温度循环或 热冲击	1010 试验条件 C	100%	1010 试验条件 C 1011 试验条件 A	100% 100%	3.4.5
恒定加速度	2001，至少试验条件 E，仅 Y1 方向	100%	2001，至少试验条件 E，仅 Y1 方向	100%	3.4.6
目检		100%		100%	
粒子碰撞噪声监测(PIND)	2020 试验条件 A	100%			3.4.7
编序列号		100%			
中间(老炼前) 电参数	按相应器件规范	100%	按相应器件规范	100%	3.4.9.1
老炼试验	1015，至少 125℃下 240h	100%	1015，至少 125℃下 160h	100%	3.4.10
中间(老炼后) 电参数	按相应器件规范	100%		任选	3.4.9.1
反偏老炼	1015 试验条件 A 或 C，至少 150℃下 72h	100%			
中间(老炼后) 电参数	按相应器件规范	100%	按相应器件规范	100%	3.4.9.1
允许不合格品率(PDA)计算	5%(表 4 中 1 分组) 3%在 25℃下功能参数(表 4 中 7 分组)	所有批	5%(表 4 中 1 分组)	所有批	3.4.9.1
最终电测试 a) 静态测试 1) 25℃(表 4 中 1 分组) 2) 最高和最低额定工作温度(表 4 中 2、3 分组) b) 动态或功能测试 1) 25℃(表 4 中 4 或 7 分组) 2) 最低和最高额定工作温度(表 4 中 5 和 6，或 8 分组) c) 25℃开关测试(表 4 中 9 分组)	按相应器件规范	100%	按相应器件规范	100%	3.4.11
密封 细检漏 粗检漏	1014	100%	1014	100%	3.4.8
X 射线照相	2012，两个视图	100%			3.4.12
鉴定或质量一致性检验试验样品的选择	见 3.5		见 3.5		
外部目检	2009	100%	2009	100%	3.4.13

标准搜搜网 bzsoso.com

3.4.2 内部目检

应按方法 2010 条件 A(对 S 级器件)和条件 B(对 B 级器件)进行内部目检。等待作密封前检验的器件，或其他已被接收的等待进一步处理的未封器件，在密封前应贮存在可控的干燥惰性气体中。

除另有规定外，关于 B 组键合强度试验样本，承制方可以选择在密封前的内部目检之前或密封前的内部目检之后随机地选取，但是应满足所有其他规范要求(例如：键合强度要求适用于每个检验批。只要不符合键合强度要求，即使该键合在内部目检检验中将判为不合格，也应算作为键合失效予以计数)。

若满足下列条件之一，应采用 3.4.2.1 的替代程序。

a) 最小的水平尺寸小于 3μm;

b) 金属化层由两层或多层组成;

c) 不透明材料掩盖了设计特征。

3.4.2.1 B 级微电路的替代程序

只要替代程序的条件和要求已提交给鉴定机构批准，对任何微电路，承制方可以自行决定是否采用替代程序。

3.4.2.2 替代程序

只有满足下述替代 1 或替代 2 的要求，才允许采用相应的删除或更改条款。

替代 1：对 B 级复杂微电路，只有当满足下述条件之一，才允许采用 3.4.2.2 a)关于删除或更改的规定。但是在试验中必须采用 3.4.2.2 b)及 3.4.2.2 c)的规定。

——最小线条尺寸小于 3μm;

——金属化层由两层或多层组成;

——不透明材料掩盖了设计特征。

替代 2：替代 2 可用于 B 级和 S 级微电路，试验要求和条件见试验方法 5004 附录 A。

a) 对单个微电路芯片的检验，删除方法 2010 中 3.1.1、3.1.2、3.1.3、3.1.4、3.1.5、3.1.6、3.1.7 和 3.2.5 关于条件 B 的检验判据。采用替代程序时，在方法 2010 中关于低放大倍数检验的基础上增加 3.1.1.1、3.1.1.2、3.1.1.6、3.1.3、3.1.4 及 3.2.5。

b) 温度循环(3.4.5)。温度循环总数至少为 50 次。在满足下述条件的情况下，承制方可以将温度循环总次数从 50 次减为常规筛选要求的 10 次：提供数据表明减少温度循环次数的合理性，并得到订购方的批准，同时制定一份经批准的计划，该计划中应包括以下要求：

1) 对不同晶圆生产线和不同的芯片系列必须分别考虑试验的减少问题。

2) 对于生产那些涉及减少温度循环试验的产品的生产线，承制方应能证明这些生产线是有能力的，并且处于工艺受控状态。

3) 承制方应采用小样本抽样(例如 5(0))对器件进行高放大倍数目检，以监测工艺状况。这种目检可以在晶圆级进行。

c) 对晶圆上每个微电路芯片、单个芯片和/或已封芯片，应根据微电路等级按照方法 5004 中 3.3.2 的要求进行特定的电筛选试验。电试验的条件及判据(采用表 3 的样式)应提交订购方批准并以文件形式提交鉴定机构保存。这些特定筛选是对于器件必须通过的电试验的补充，应能筛选出用 3.4.2(内部目检)规定的全部判据不能检查出的那些有缺陷的器件。由于这种试验的特点，它们不应在鉴定及质量一致性检验程序中重复进行。

3.4.3 稳定性烘焙

除在详细规范或图纸中另有规定外，对 S 级或 B 级不要求稳定性烘焙。

3.4.4 对损伤的目检

承制方可在每一步筛选后检查是否出现损伤。损坏的器件应从批中剔除。

3.4.5 温度循环或热冲击

标准搜搜网 bzsoso.com

所有器件应满足温度循环或热冲击的要求。详细规范或图纸应规定采用那一种筛选。温度循环至少应采用方法 1010 中条件 C。对 B 级器件本试验可用方法 1011 热冲击代替，但是热冲击试验中至少采用条件 A。

3.4.6 恒定加速度

所有器件应按方法 2001(至少采用条件 E)进行恒定加速度试验(仅在 Y1 轴)。若微电路封装的内部密封或内腔周长的总长度大于 50mm，或封装质量大于或等于 5g，可采用下面的替代方法：用试验条件 D 替代试验条件 E。除另有规定外，采用大尺寸封装的单片微电路，应力等级不应低于 D 级。如果规定的应力水平低于试验条件 D，承制方应提供数据说明其降低试验条件的合理性，并将数据提交订购方保存并得到批准。允许的最低应力水平为试验条件 A。

3.4.7 粒子碰撞噪声检测试验(PIND)

按 GJB 597 的 4.6.3 进行 PIND 试验。试验可在温度循环后与最终电测试前的任何一步进行。

3.4.8 密封试验(细检漏与粗检漏)

对 S 级器件，密封试验可在最终电测试和外部目检之间任何一步进行。但应在对管脚引线进行的各种剪切及成形操作之后进行。对 B 级器件，粗检漏和细检漏应在 3.4.7 和 3.4.13 之间以任何顺序分别进行或同时完成，但是也应在对管脚引线进行的各种剪切及成形操作之后进行。对于扁平封装、硬焊外引线封装、以及片式载体这类封装，在所有剪切及成形操作之后将不能进行 100%密封筛选，则应在这些剪切及成形操作之前 100%进行密封筛选，同时在这些操作后对每一检验批采用样本大小(接收数)为 45(0)的抽样试验进行验证。对于外引线不是采用玻璃密封的器件，若其引线节距小于或等于 1.27mm，采用样本大小(接收数)为 15(0)作为判据进行抽样密封试验。如果样本未能通过抽样试验判据，由样本代表的检验批中的所有器件均应进行并需通过 100%粗检漏和细检漏密封筛选。

3.4.9 电学测试

3.4.9.1 中间(老炼前和老炼后)电参数

有规定时，应进行中间(老炼前和老炼后)电测试，以便在进一步试验前剔除有缺陷的器件，或者当规定允许不合格品率(PDA)要求时，提供应用 PDA 的基础。PDA 应是 5%或 1 个器件(取较大者)。PDA 至少应包括 A 组 1 分组和 Δ 参数(在规定有 Δ 参数时)的失效以及适用的器件详细规范或图纸中与 PDA 规定有关的参数、Δ 值和任何附加分组(或代替 A1 的被试各分组)的失效。如果不存在相应的详细规范或图纸，被试各分组至少应满足最类似的详细规范的要求。此外，对 S 级器件，PDA 应为 3%或 1 个器件(取较大者)，失效是基于室温下测得的功能参数。对要求有反偏老炼的 S 级筛选，PDA 应以两种老炼试验的组合结果为依据。老炼后的失效数除以该批或子批中提交老炼的器件总数用于确定该批或子批的缺陷百分率，根据相应器件等级的 PDA 值就可以判断该批或子批应予接收或拒收。仅当缺陷百分率不超过规定 PDA 的两倍或 20%(取较大者)，该批及子批方可重新提交老炼一次。

3.4.9.2 典型失效

典型失效指由同一基本失效机理引起的同一类型器件的失效。

对 B 级器件，如果满足下述条件，也可采用典型失效判据。

a) 检验批小于 500 个器件；

b) 完成了老炼前电测试。

3.4.9.2.1 典型失效判据

应采用订购文件中规定的典型失效最大数。除另有规定外，允许的最大典型失效数应为 5。统计的典型失效数应包括从老炼到最终电测试的所有典型失效。

3.4.9.2.2 典型失效的重新提交

若典型失效数超过规定的极限，该检验批应拒收。如果承制方愿意，在满足下述条件的情况下，拒收批可以重新提交老练一次。

a) 经过失效分析已确定了失效原因；

标准搜搜网 bzsoso.com

b) 已采取适当而有效的纠正措施，剔除了所有受这一失效原因影响的器件；

c) 已实施相应的预防措施。

3.4.10 老炼

应按方法 1015 条件 A、B、C、D 或 E 的要求进行器件老炼。对于各种功率级别，器件应能在其最高额定工作温度下老炼。对于最高工作温度是用环境温度 T_A 表示的那些器件，采用方法 1015 中表 1。对于最高工作温度是按外壳温度 T_C 表示的那些器件，由于环境温度可能使 B 级器件 T_j 超过 200℃，或使 S 级器件 T_j 超过 175℃，因此老炼时可以将环境温度从 125℃降至某一值，但必须使 T_j 在 175℃与 200℃之间(对 S 级和 B 级)，并且使壳温 T_j 等于或大于 125℃。试验时间不必改变。在有要求时，应向鉴定机构提供数据证明这一降低的合理性。

3.4.11 最终电测试

对微电路进行最终电测试的作用是保证所试微电路满足适用器件规范或图纸的电测试要求。最终电测试至少应包括 A1、A2、A3、A4 或 A7、A5 和 A6、或 A8 和 A9 分组试验。

3.4.12 X 射线照相

X 射线照相筛选可在 PIND 试验后外部目检以前的任何一步进行。对扁平封装及在四侧具有外引线金属管脚的无引线片式载体，仅要求一个视图。

3.4.13 外部目检

在接收发货之前，所有器件均应按方法 2009 进行外部目检。

3.5 鉴定及质量一致性检验程序

除本方法确定的修改规定之外，应按 GJB 597 中 40.4 鉴定程序和 40.5 质量一致性检验进行鉴定及质量一致性检验。鉴定用器件应按本文 3.5.3 规定用作质量一致性检验试验以及用于工艺线的鉴定。寿命试验的要求应采用降低老炼温度(见 3.4.10)情况下的判据。

3.5.1 鉴定试验

应按方法 5005 进行初始产品工艺鉴定。对已鉴定产品的更改应按方法 5005 以及 GJB 597 的 3.4.2 进行。在可能的情况下，应该采用标准评价电路(SEC)进行 D 组检验。如果不能使用 SEC，可用另一芯片(对门阵列，要求使用的门单元数不低于 60%)。承制方应该通过鉴定用器件和工艺监测图形来表明：

a) 工艺控制及稳定性；

b) 工艺/器件可靠性；

c) 设计和模拟的控制。

3.5.1.1 详细的鉴定试验方案

承制方应制定一份符合本试验方法 3.5.1 要求的详细的鉴定试验方案，提交鉴定机构批准。试验计划至少应按方法 5005 确定试验组合、各分组、试验条件及抽样方案，以及满足 3.5.1.2、3.5.1.3 及 3.5.1.4 要求的各种试验。

3.5.1.2 数据库检验

对于鉴定，每晶圆至少测试 5 个工艺监测图形(测试图形在晶圆上的位置应按本方法附录 B 的要求选定)，以保证能建立有效的统计数据库，由此对承制方的工艺是否稳定可控作出判断。

3.5.1.3 鉴定用器件的设计及试验计划

应向鉴定机构提交用于生产线鉴定的鉴定用器件的设计及试验计划，并获批准。该设计必须满足本试验方法 3.3.4.2 的最低要求。试验计划必须包括寿命试验要求。如果采用 SEC 作鉴定用器件，应该将鉴定前 12 个月时期内表明工艺可靠性的各批工艺加工数据以及表明 SEC 计划正在有效实施的数据提交给鉴定机构评审。

3.5.1.4 设计及模拟验证

应按下述要求进行设计及模拟的验证。

标准搜搜网 bzsoso.com

a) 设计规则检查(DRC)验证：
应对已知包含有违背设计规则的设计运行 DRC 软件。

b) 电学规则检查(ERC)验证：
应对已知包含有违背电学规则(例如扇出数的违背)的设计运行 ERC 软件。

c) 版图与电路原理图一致性(LVS)的检查。

d) 结构修正。
如果承制方的设计方法是基于“结构修正”方法，就无需分别采用上述 DRC、ERC 和 LVS 软件，因此上述 a)、b)和 c)将不再适用。但承制方应提供合适的数据表明结构修正软件的修正性能。

e) 计算机辅助设计(CAD)系统：
CAD 系统控制应符合本方法附录 A 的要求。

3.5.2 质量一致性检验

对适用的微电路类型及等级，本程序适用于所有质量一致性检验要求。在一个试验组中，各分组可以按任何顺序进行。但在一个分组(B2 分组除外)中的各个试验应按本文所指明的 B、C、D 和 E 组组内的试验顺序进行。在 B、C、D 和 E 组各分组试验中要求的终点电学测试，应按适用的详细规范或图纸的规定进行。对于要求终点电测试但在订购文件中并未指明具体参数时，则应将 100%筛选中规定的最终电参数作为终点电测试参数。电学拒收的器件可用作同一检验批中所有不要求终点电测试的分组。

3.5.2.1 辐射强度

质量一致性检验要求中的辐射强度保证是除了通常的 S 级和 B 级要求以外的要求。本方法表 8(E 组)中详细规定了相应要求。辐射等级(M、D、L、R、F、G 和 H)的定义见 GJB 597。

3.5.2.2 质量一致性检验(QCI)

对 B 级质量一致性检验，每一检验批(子批)应通过 A、B 和 E 组(适用时)试验，或按本文的 3.5.3 作接收检验，定期进行的 C 和 D 组试验按 GJB 597 附录 A 进行。终点电参数应按本文 3.5.2.3 中的规定。对 S 级，每个 QCI 检验批应按 GJB 597 附录 A 的 S 级要求组合。S 级的质量一致性试验应按本方法表 4、表 5、表 6 和表 7 的规定进行。

3.5.2.3 终点电参数

B、C、D 和 E 分组试验中要求的中间及终点电测试应按适用详细规范或图纸的规定进行。若未指明终点电参数，应采用 A 组 1、2、3、4 或 7 以及 9 分组作为终点测量。

3.5.2.4 恒定加速度

除了本方法 3.4.6 允许的以外，应按方法 2001 试验条件 E 对所有适用的各分组进行恒定加速度试验。

3.5.3 质量一致性试验

应按照下述规定的质量一致性检验安排进行一致性试验。

质量一致性试验	质量一致性检验对象	试验频度
表4 A组	实际器件	每个检验批
表5 B组	实际器件	每个检验批
表6 C组	SEC或实际器件	3个月
表7 D组	SEC或实际器件	6个月
表8 E组	实际器件	见GJB 597中4.5.6

3.5.3.1 A 组替代方法

如果存在下列情况可采用下述替代方法。

标准搜搜网 b2s0so.com

a) 检验批小于 500 个器件；

b) 最终电测试应确保满足详细规范的电学要求，并且至少应包括 A 组试验的 1、2、3、4 或 7、5 和 6 或 8、9 分组；

c) 所有测试软件及程序均应按文件控制要求进行。

3.5.3.2 在线验证试验

a) 对每一台试验设备及手工试验时的操作人员，应校验生产中使用的相关单元，以确保满足本标准 4.5.2 的准确度要求。

b) 试验中使用的是已校准过的设备。

c) 利用已校准设备完成测试后的 8h 以内，以及在更换工作人员时，应即时接受第三方(QA 或由 QA 指派的)按下述方式校验生产试验。

1) 用目检方式检查所用夹具、设备、软件及程序是否正确。

2) 用生产中所采用的夹具、设备、软件及程序对已知是受控的良好器件进行实测。对受控单元应读取并记录要求的全部 A 组试验变量数据。这些数据应随批保存。

3) 检验小组应在随工单上盖章或签字，以证明上述数据满足试验要求，同时所有上述各项已经执行完毕并且是合格的。

4) 若检查试验不合格，则至少要对硬件、软件、设备及部件进行仔细分析。如能确定问题所在，供交收用的全部器件应该 100%重新进行一次(仅允许一次)A 组试验。如果不能确定问题的所在，在对整批重测试前，应对验证单元进行失效分析。

i) 如果失效分析能确定问题所在，可以对失效时供交收用的该组所有器件重新进行一次(仅允许一次)A 组试验，确定相应分组的接收与否。

ii) 如果失效分析并不能具体确定问题所在，可对 A 组要求的全部器件重新进行一次(仅允许一次)A 组方法 100%试验，以确定该批的接收与否。

表 4 A 组电测试[a]

A 组分组	参数[b、c、d、e]	样本数(接收数)
1	25℃下静态测试	116(0)
2	最高额定工作温度下静态测试	116(0)
3	最低额定工作温度下静态测试	116(0)
4	25℃下动态测试	116(0)
5	最高额定工作温度下动态测试	116(0)
6	最低额定工作温度下动态测试	116(0)
7	25℃下功能测试	116(0)
8	最高和最低额定工作温度下功能测试	116(0)
9	25℃下开关测试	116(0)
10	最高额定工作温度下开关测试	116(0)
11	最低额定工作温度下开关测试	116(0)

[a] 各分组测试中所包括的具体参数，应按相应订购文件的规定执行。如果某个分组或一个分组内的某个测试中未指明具体参数，则对该分组或分组内的测试就不要求进行 A 组试验来验证是否满足 A 组要求。

[b] 如果生产厂愿意，A 组试验(见注[a])要求的相应测试，可以单个进行或者组合成测试组、分组(如表 4 中规定的)或分组组合来进行。但是，在进行 A 组试验之前，生产厂应预先确定这些组合。除非另有规定，这些单个的测试、测试组，分组或分组组合可以按任何顺序进行。

标准搜搜网 bzsoso.com

表 4(续)

A 组分组	参数 [b、c、d、e]	样本数(接收数)
	[c] 注 [b] 中确定的每一个测试、测试组、分组或分组组合，抽样方案(样品数/接收数)均为 116/0。 [d] 如生产厂愿意，可以采用更多的样本，但接收数仍应为零。若批(子批)的数量小于所要求的样本数，则应检验该批中的每一个器件。所有不合格器件，应在该测试、测试组、分组或分组组合(适用时)的最终交收时，从该批(子批)中剔除。 [e] 若样本器件参数不满足该测试、测试组、分组或分组组合的某一参数要求，应对样品所代表的该批(子批)中的所有器件，在同一测试设备上测试该测试、测试组、分组或分组组合的全部参数。在该测试、测试组、分组或分组组合(适用时)最终交收时应将所有不合格器件从该批(子批)中剔除。仅对 S 级，如果测试不合格数大于 5%，则该批(子批)应拒收。但是，如果这种不合格率的超越是由于该批(子批)事先未经该测试筛选，则该批(子批)可以采用 116/0 抽样方案重新提交验收，如果能通过原先被判为不合格的那些单个测试、测试组、分组或分组组合(适用时)，即可接收。	

表 5　B 组试验

分组	等级		试验项目	方法	条件	样本数(接收数)	引用章条号
	S	B					
1	X	X	外形尺寸	2016		2(0)	
2	X		粒子碰撞噪声检测	2020	A 或 B	15(0)	3.4.7
3	X	X	耐溶剂性	2015		3(0)	
4	X	X	内部目检和结构检查	2014		1(0)	3.4.2
5	X	X	键合强度 a) 热压焊 b) 超声焊或楔形焊 c) 倒装焊 d) 梁式引线	2011	 C 或 D C 或 D F H	2(0)	
6	X	X	芯片剪切 或 芯片粘结强度试验	2019 或 2027		2(0)	
7	X	X	可焊性	2003	焊接温度 (245±5)℃	1(0)	
8	X	X	密封 a) 细检漏 b) 粗检漏	1014		15(0)	3.4.8

表 6　C 组试验

分组	等级		试验项目	方法	条件	样本数(接收数)	引用章条号
	S	B					
1	X	X	外部目检	2009		15(0)	3.4.13
	X	X	温度循环	1010	条件 C 至少 100 次		3.4.5
	X	X	机械冲击或	2002	B，Y1 轴		3.4.6
			恒定加速度	2001	E，Y1 轴		
	X	X	密封(细检漏和粗检漏)	1014			3.4.8
	X		X 射线照相	2012	Y 轴		3.4.12
	X	X	目检		按照 1010 的目检标准		
	X	X	终点电测试		按详细规范		3.5.2.3
2	X	X	稳态寿命试验	1005	至少 125℃下 1000h	22(0)	3.5.2.3
			终点电测试		按详细规范		

标准搜搜网 bzsoso.com

表 7　D 组试验

分组	等级		试验项目	方法	条件	样本数(接收数)	引用章条号
	S	B					
1	X	X	内部水汽含量 100℃下最大 0.5%(5000ppm)	1018		3(0)或 5(1)	
2	X	X	耐湿	1004		5(0)	
3	X	X	盐雾	1009		5(0)	

表 8　E 组(辐射加固试验)[a]

试　验	方法	条件	S 级	B 级
			样本数 (接收数)	样本数 (接收数)
1 分组[b] 中子辐射 a)　鉴定 b)　质量一致性检验 终点电测试	1017	25℃ 按详细规范	 11(0)[c] 11(0)[c]	 11(0)[d] 11(0)[d]
2 分组[e] 稳态辐射总剂量 a)　鉴定 b)　质量一致性检验 终点电测试	1019	25℃，最大电源电压 按详细规范	 4(0)[f] 2(0)[h] 4(0)[f] 2(0)[h]	 22(0)[g] 22(0)[g]

[a] 用于一个分组试验的器件，不可再用于另外分组，但可用作同一分组中较高等级试验。除非试验是在试验方法所限定的时间内进行，否则总剂量辐射不得采用累计的方法。

[b] 除非中子敏感度小于 10^{13} 中子/厘米^2(如电荷耦合器件，BICMOS 等)，否则对 MOS 器件不进行中子试验。如要求进行中子试验，则中子流密度不得超过 2×10^{12} 中子/厘米^2。

[c] 按晶圆批。如果一个器件不合格，可追加 7 个器件进行试验，但不允许再发生失效，即总的样本数(接收数)为 18(1)。

[d] 按检验批。如果一个器件不合格，可增加 7 个器件进行试验，但不允许再发生失效，即总的样本数(接收数)为 18(1)。

[e] B 级器件可以采用规定的 B 级样品数(接收数)判据，或者对每个晶圆采用 S 级的判据进行检验。

[f] 对电路规模不超过 4000 个等效晶体管/芯片的各种器件类型，对每个晶圆均应进行。应从半径约等于 2/3 晶圆半径的圆周上均匀选取样品。

[g] 按检验批。如果一个器件不合格，可增加 16 个器件进行试验，但不允许再发生失效，即总的样本数(接收数)为 38(1)。

[h] 对电路规模超过 4000 个等效晶体管/芯片的各种器件类型，每个晶圆均应进行。应从半径约等于 2/3 晶圆半径的圆周上均匀选取样品。

3.6　样品的处置

应按适用的器件规范处置 A、B、C、D 和 E 组试验的样本器件。

3.7　试验方法及顺序的替代

进行鉴定或质量一致性检验时，若对给定样本的某一工作寿命或稳态反偏分组采用了方法 1005 条件 F 的加速温度/时间试验条件，则该加速温度/时间试验条件应该用于所有该类型的试验分组。对于具有铝/金金属化系统的器件组成的检验批，如果进行老炼筛选(试验方法 1015 试验条件 F)或稳定性烘焙使用这些加速试验条件(试验温度高于规定的最大额定结温)，它也必须用于工作寿命，以及方法 5005 的稳态反偏试验，或如本条前面的规定(适用时)，或者鉴定或质量一致性检验。对经过常规试验条件筛选的检验批，可采用加速条件进行鉴定及质量一致性检验。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.8 数据报告

除另有规定外，由适用的订购文件要求的各种试验结果数据应按 GJB 597(见附录 A40.5)的总要求报告。

4 说明

有关的器件规范应规定以下内容。

a) 程序条款(若与 3.1 不同)及器件等级；
b) 试验顺序、样本大小、试验方法及试验条件(若与规定不同或未规定)；
c) 试验条件、极限值、循环温度、轴向等(若与规定不同或未规定)(见第 3 章)；
d) 接收程序或样本大小及合格数(若与规定不同)；
e) A 组的初始及中间(老炼前及老炼后)电参数；
f) B、C、D 和 E 组终点电测试电参数(适用时)；
g) 老炼试验条件(见表 3)及老炼试验电路；
h) PDA 的 Δ 参数测量或条款，包括可追溯性程序，或允许的典型失效数目的条款，包括可计数参数、试验条件及可追溯性程序(适用时)；
i) 最终电测试；
j) 恒定加速度等级；
k) 失效分析要求；
l) 数据记录及报告的要求(若与 3.8 的规定不同)；
m) 不合格批的限制及重新提交(适用时)；
n) 稳态寿命试验电路(若与规定不同或未规定)；
o) 要求进行 Δ 测量的参数；
p) 应采用晶圆随工单记录 3.4.2.2 各项要求的完成情况。

标准搜搜网 bzsoso.com

附　录　A(方法 5010)
(资料性附录)
计算机辅助设计(CAD)的认证要求

A.1　范围

A.1.1　范围—附加的生产线认证要求

本附录规定了按照 GJB 1208 进行生产线认证时的附加要求。除 *GJB 1208* 的要求之外，对本附录中问题的回答应提交鉴定机构批准。承制方应以文件形式记录下列附加信息供评审。

a) 作为承制方内控文件的设计/版图规则；
b) 承制方单元库中的单元清单、单元性能数据及模拟验证数据(适用时)；
c) 承制方采用的工艺监测图形设计；
d) 承制方用于鉴定及质量一致性检验(QCI)的标准评价电路；
e) 标准宏单元集、延迟模拟数据(适用时)；
f) 承制方在电路设计过程中采用的软件包清单，包括名称以及当前版本号；
g) 设计规则检查(DRC)验证。应对已知包含有违背设计规则的设计运行 DRC 软件；
h) 电学规则检查(ERC)验证。应对已知包含有违背电学规则的设计运行 ERC 软件；
i) 版图与电原理图一致性(LVS)的检查；
j) 如果承制方的设计方法是基于“结构修正”方法，则无需采用 DRC、ERC 和 LVS 软件。在这种情况下，对 g)、h)和 i)内容不作要求。但承制方应提供适用的实例，表明结构修正软件的修正特性。

A.1.2　功能延迟模拟

对最终采用的每一个具体电路设计和版图(即已布完线的设计)进行模拟，并由承制方存档。模拟时应同时考虑从生产中实际使用的器件版图布线计算得到的寄生参数，以及“实际的延迟”。“实际的延迟”应包括门的延迟、以及实际金属电容及输出端器件负载的作用。利用这些实际延迟，专用集成电路(ASIC)的设计人员应确保 ASIC 电路中没有定时方面的违反。这种定时违反应包括(但不限于)由于工艺、温度及电源电压变化引起的建立、维持、关键延迟路径及电路竞争条件。在两种最坏极端情况下(针对温度、工艺、辐射(适用时)及电源电压)的模拟应与电路工作情况下的相同(在每一时钟周期内，各信号的最后状态必须相同)。

A.1.3　版图验证

对每一种专用设计，承制方必须保存对整个掩模的设计规则检查、电学规则检查及互连性检查结果(见 A.1.1)。规则检查应包括 A.1.1 要求的一组规则。对于未进行的规则检查以及规则检查中发现的所有问题，承制方均应作出说明。LVS 检查将保证版图完全对应 ASIC 设计人员所模拟的实际电路图。如果承制方采用的设计方法是“结构修正”方法，则不要求对最终版图的检查结果。在这种情况下，承制方应说明所用的设计方法及规则，并对未检查的规则以及在结构设计时所有未纠正的错误作出解释。

A.1.4　电源线的模拟

对最终采用的每个具体电路设计和版图(即已完成布线的设计)进行电源线模拟，并由承制方保存模拟结果。通过电源总线的最坏情况模拟，应能表明，在任何时候总线上任何部分的电流密度都未超过电源线材料所允许的电流密度值，而且电源线上任何位置的电压大小都未超出与相应电源对应的压降设计值。必须针对阵列内部各单元的实际布线进行电源线的模拟。可以采用蒙特卡诺方法或选用一组测试矢量通过数字模拟程序进行电源线的模拟。

A.1.5　单元设计和模拟的鉴定

标准搜搜网 bzsoso.com

应按下述两步程序来完成单元设计和模拟的鉴定。

a) 参数验证/模拟验证；

b) 功能验证。

应设计一个芯片或芯片组(称之为单元测试芯片组)，能测试一组单元的特性。单元测试芯片组的设计在使用前应提交鉴定机构审查并应得到批准。单元测试芯片至少应包括下述单元：

反相器；

4 输入与非门；

2—3 输入端与或非门(输入端处为 2 输入与门，输出端处为 3 输入或非门)；

带有低电平复位的 D 锁存器；

带有低电平复位的 JK 触发器；

TTL 输入缓冲器；

CMOS 输入缓冲器；

输出缓冲器；

带有上拉的三态 I/O 缓冲器。

其目的是包括各类单元的典型代表(即组合电路、时序电路、输入、输出)。应形成链接(为了避免测量上升及下降时间中遇到的问题，必须使用链接时)，并且应得到整个工作范围内的实际特性数据(应包括有提取多路转换器及 I/O 缓冲器延迟的方法)。应确定上述各单元的延迟与金属走线长度以及扇出之间的关系。应将实际性能数据连同计算机程序模拟结果一起提交给鉴定机构。实际性能数据必须在模拟结果预计的极限值范围之内。如采用多路转换器来外推极限温度下的性能，该多路转换器也应加以验证。

此外，在测试芯片上应该为上述各单元提供一组管脚，以便测试验证这些单元的功能特性。

注：输入和输出可以是多路传输。

A.1.6 CAD 布线及布线后的模拟

承制方应提交一个能验证承制方进行布线及精确预计布线后性能能力的芯片或芯片组，并应得到批准。承制方必须向鉴定机构提交：

a) 在温度及电压范围内对每一种功能测得的实际性能数据；

b) 由计算机模拟给出的性能预计。

上述两项结果应以文件形式保存。测得的实际性能必须在模拟给出的极限值范围以内。

A.2 引用文件

本附录中未列入引用文件。

A.3 认证的问题

A.3.1 单元库

a) 单元库的提供者：承制方自己编写的？工作站卖主？市场商业卖主？大学？

b) 对单元库(包括从外单位所得的)作了什么样的验证或认证？微电路中是否采用了宏单元？是否采用实际硬件测试验证宏单元的功能和性能极限，还是仅完成了软件模拟？

c) 如何控制单元库(如：文件档次、维护和修改、规范、添加)？

d) 提供已由公司认可的单元库。

e) 标注出那些已在微电路中使用的并经过测试的单元。

f) 是否允许设计人员就某种应用修改宏单元或自行设计宏单元？如果是这样，如何对宏单元进行测试以保证结果没有问题？

A.3.2 设计过程

标准搜搜网 bzsoso.com

a) 不同层次的设计是由谁去完成并且要谁批准？
包括：确定要求？确定具体功能？具体设计(如门级设计)？产生版图及掩模？
b) 采用什么样的自动辅助工具完善从一个设计层次向下一层次的转换？
c) 对每一设计层次的改进和完善(如版图与原理图对应关系的自动检查)采用什么样的自动验证手段？
d) 如何验证和认证自动布局布线软件的使用？

A.3.3 模拟

a) 在下列方面使用什么样的模拟器？
1) 工艺模拟？
2) 电路模拟？
3) 门级模拟？
4) 开关级模拟？
5) 行为/功能模拟？
6) 动态定时分析(包括由于布局和走线引起的实际延迟)？
b) 如何验证上述模拟器？是否使用的是标准程序？如果是这样，是哪些标准程序？
c) 是否定期用实际硅片测试数据校验模拟结果(完成一个循环)？

A.3.4 测试

a) 在下列工作中采用什么样的工具？
1) 测试矢量自动生成？
2) 故障仿真？
3) 增添可测试性设计/内建测试的特色(它们是否与已集成在设计过程中)？
b) 测试生成由谁负责？
1) 标准工艺加工线？
2) 用户？
3) 设计人员？
c) 如果测试矢量不是由标准工艺加工线产生的，是否已交由标准工艺加工线进行评估，以确定其故障检测百分率？

A.3.5 设计规则检查

a) 设计是否受到用户或管理部门强加的限制，例如是否存在下述限制：
1) 仅采用同步设计？
2) 仅采用一组经批准的单元/宏单元？
3) 保守的使用电学和开关极限值？
4) 设计人员能否不听从。
b) 在下述工作中采用什么样的设计规则检查工具(DRC)？
1) 外形尺寸检查(如最小间距)？
2) 电学规则检查(如最大电流密度、扇出限制)？
3) 定时规则检查(如最坏情况定时路径)？
4) 逻辑规则检查(如未用时钟信号控制的反馈通路)？
c) 是否每一设计均需经受上述设计规则检查？
d) 如何表明 DRC 软件的功能与宣传的相一致？
e) 如果使用结构修正技术，采用什么样的程序？如何保证修正的效果？

A.3.6 软件控制

a) 设计软件和测试软件的来源是什么？

标准搜搜网 bzsosu.com

承制方自己编写的?
工作站卖主?
市场商业卖主?
大学?

b) 如何对设计软件和测试软件进行确认和控制?
重大/局部修订的频度?
问题报告?
回归测试?

c) 采用什么样的商用 CAD/CAE 工作站或软件包? 是否允许对软件包进行修改?

A.3.7 建立与标准工艺加工线以及与用户间的界面或双方都建立

数据格式?
媒质(例如: 磁带、调制解调器、DDN/Arpanet)?
采用测试芯片鉴定标准工艺加工线?
用户是否可以得到评价用芯片以获取性能?

A.3.8 测试芯片

在晶圆级?
封装之后?
老炼?
寿命试验?
使用什么类型的自动测试设备?

A.3.9 掩模

a) 掩模加工、检查、检验及修理的程序是什么?
b) 将设计传送到制造场所是通过一套实际掩模还是通过软件数据?
c) 如果掩模设计是通过软件数据传递的, 采用什么样的程序来验证掩模的设计?

A.3.10 晶圆验收

a) 当前采用什么样的晶圆检查/接收-拒收标准(即如何证明工艺控制/稳定性)?
b) 采有下述哪一种工艺监测图形?
划片槽中测试结构的测量? (在划片槽中采用的是什么样的结构? 在多少个划片槽位置进行测量? 读取什么数据? 允许的容差?)
采用插入式测试结构? (包括有那些测试图形? 每个晶圆上插入多少个测试芯片? 允许的参数容差多大?)
采用镜检测试结构?
c) 如何进行高倍数检查? 是否用电压应力试验来代替某些高倍数检查?

A.3.11 可靠性评价

a) 如何证明工艺可靠性? 采用下述哪种方法?
标准评价芯片(SEC)或可靠性评价芯片?
带有专用/优化的测试结构的测试芯片?
b) 如果缺乏这些工具, 如何表明工艺没有致命的可靠性隐患?
c) 如何确保电源布线的电流密度在任何时间及各种条件下均在所规定的范围之内?
d) 对 CMOS 工艺, 如何保证加工出的微电路不存在闩锁问题?
e) 对双极工艺, 是否进行了辐射强度保证的表征?

标准搜搜网 bzsoso.com

A.3.12 文件编制

a) 校验和控制软件配置的程序是什么？

b) 给出计算机辅助设计/制造/工程/测试(CAD/CAM/CAE/CAT)详细流程的程序是什么？

c) 如果当前尚无上述任何一种材料，何时能够提供？

标准搜搜网 bzsoso.com

附　录　B(方法 5010)
(资料性附录)
晶圆批验收

B.1　范围

本附录规定了用于 B 级和 S 级的微电路晶圆的晶圆批验收要求。应分别评价每一片晶圆的性能，与该批中其他晶圆的性能评价无关。本晶圆批验收程序的依据是生产工艺规范(按 GJB 1208 以及承制方的工艺文件)、物理试验及工艺监测图形(PM)的电学测试。

本方法仅用于经 GJB 1208 认证或控制并且成功地实施了所要求检验的生产线。不满足工艺规范要求的不合格晶圆应即时剔除(允许返工的情况除外)，不得作进一步工艺加工。

本方法限于已得到很好表征并且已确定有基线要求的工艺。“表征”是指已能充分说明生产线具有工艺能力。所谓“基线”是指基于表征数据已确定了工艺参数目标值和允许容差要求，将测得的晶圆实际工艺数据与“基线”要求比较，就可判断晶圆是否合格。

工艺监测图形(PM: Process Monitor)是一组能提供工艺参数数据和表征工艺成品率状况的测试图形结构。每一晶圆上的 PM 数目应能满足对测试数据进行统计分析的要求。可以采用“插入式”形式将 PM 作为一个测试芯片放置在晶圆上几个芯片位置；或者将 PM 放置在晶圆上的划片槽中；也可以在每一芯片上都附加 PM 测试图形。这样在芯片工艺结束时(包括最终金属化和玻璃钝化)就可以用探针测试。表 B.1 列出了 PM 中至少应包括的测试图形结构。承制方在设计 PM 时其参数极限值应当满足设计规则和/或工艺规则的要求。探针接触区设计应符合 2×N 形式的结构尺寸要求。

表 B.1　PM 中至少应包括的测试图形结构[a]

测量阈值电压的 N 沟晶体管(最小和最大几何尺寸)
测量阈值电压的 P 沟晶体管(最小和最大几何尺寸)
测量场阈值的器件
漏电流测试结构
方块电阻测试结构
N 沟增益测试结构(KN)
P 沟增益测试结构(KP)
氧化层击穿测试结构(栅氧、金属间氧化层、场氧)
接触链(应足够长，以精确测量器件中的典型接触电阻，并带有诊断程序以使隔开失效部分)
金属—多晶硅接触电阻
金属 1—金属 2 之间通孔电阻(适用时)
金属—扩散层接触电阻
扫描电子显微镜台阶覆盖检查结构(分析台阶覆盖)
对准标志
功能电路(如：环振电路、延迟链等)

[a] 应开发适用于其他工艺的测试结构。

标准搜搜网 bzsoso.com

B.2　引用文件

本附录未包括引用文件。

B.3　设备

用于确定是否满足适用的订购文件要求的电测试设备，以及引用的试验方法所要求的其他设备。

B.4　程序

晶圆批验收包括三方面工作：

a)　检查是否按承制方的工艺基线要求和工艺文件规定进行工艺加工；

b)　目检/扫描电镜检查；

c)　PM 评价。

试验中的不合格晶圆应从批中剔除(GJB 1208 允许返工的情况除外)。

B.4.1　工艺加工

表 B.2 列出了晶圆加工过程中检测点的最低要求。如果某些参数值需要保密，可以采用归一化方式或其他特定方式表示。

表 B.2　工艺检测点

工艺步骤	检查内容
来　料	水，晶圆，化学试剂，气体
光　刻	匀胶自旋转速，胶厚度，关键尺寸测量，对准、显影后目检(放大 100 倍)
氧　化	折射率，平带电压，以及阈值电压漂移，氧化层厚度
扩　散	电阻率
离子注入	电阻率，注入深度，(离子)种类
淀　积	厚度，电阻率，折射率
腐　蚀	关键尺寸测量，腐蚀速率，终点检查
扫描电镜	台阶覆盖(所有金属化层)

B.4.2　目检/SEM 检查

在每次光刻胶显影/烘焙之后，应采用目检方式检查光刻胶图形、对准标志、并测量关键尺寸。在每次腐蚀和离子注入后，对去除光刻胶后的晶圆应检查光刻胶的去除、损伤或其他缺陷，有缺陷的晶圆应作为废品从批中剔除或进行返工。

应该对每一晶圆批按方法 2018 进行在线非破坏性扫描电镜检查。对每一层金属化层，应随机选取一片晶圆进行检查。对每种制造工艺，如果某层金属化连续 5 批通过了检查，对该层的扫描电镜检查可减到每周一次。如果在每周一次的检查中发现某一层次的金属化层不合格，则应恢复进行逐批检查，直到有连续 5 批均能通过检查。不满足要求的晶圆应从工艺加工中剔除。应按本文表 B.4 进行晶圆批验收。

B.4.3　PM 评价

PM 结构应提交批准。应按表 B.3 要求，根据室温下从 PM 测得的信息对晶圆逐片加以验收。如果使用插入式 PM，每一晶圆至少应有 5 个 PM 图形芯片，一个位于晶圆中心，另外四个分别放在不同象限。如果 PM 图形是放置在划片区中，或是在每个芯片上都有 PM 图形，应从晶圆中心和每个象限分别测试一个 PM 图形(共测试五个 PM 图形)。每个象限中的 PM 图形应是至少位于距晶圆中心 2/3 半径处。应按表 B.3 的要求确定晶圆的接收。

标准搜搜网 bzsoso.com

表 B.3　PM 评估

PM 类型	在 PM 规范极限内的数量	5 个中少于 3 个合格
插入式		拒收
位于划片区		拒收
每一芯片中均有		拒收

B.4.4　批验收

表 B.4 是晶圆批的验收要求。

表 B.4　晶圆批验收要求

要　求	条　件	验　收
生产线认证	相关规定	按规范控制
批随工单检查点	相关规定	按批验收规范 100%进行
PM 测试数据	每片晶圆	批中 75%的晶圆应通过 PM 评估，否则拒收
目检	每片晶圆	逐个晶圆验收
扫描电镜检查	方法 2018	按方法 2018 的判据

B.4.5　数据报告

当适用的文件有要求时，对提交作鉴定或质量一致性检验的每一批，均应提供下列数据：

a)　每一项试验结果(包括初始的及重新提交的)；

b)　拒收的晶圆数；

c)　对每个拒收的标准评价电路的失效分析数据和失效模式，以及与每个拒收器件致命失效相关的失效机理；

d)　返工晶圆数和返工原因；

e)　PM 图形电参数测量值的读取和数据记录。

B.4.6　有缺陷器件

不满足试验判据的晶圆应在发现时或在观测到失效的试验结束后立即剔除。一旦拒收并被认定为是失效，该晶圆不得再作交收试验。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 5011　聚合材料的评价和验收程序

1　目的

微电路中使用的聚合材料可分为如下两类：

a)　类型Ⅰ：导电性材料；

b)　类型Ⅱ：电绝缘性材料。

本方法规定了对这些材料的最低检验程序和接收判据。

1.1　替代

对聚合材料进行的用户认证试验，用户可以选择采用质量一致性(QCI)试验数据或者鉴定试验数据代替本试验方法(适用时)。

2　设备

满足适用的订购文件要求的测量设备，以及引用的试验方法要求的其他设备。

3　程序

3.1　材料订购规范

微电路生产厂家对所要订购的聚合材料的电气、机械、化学和热学性能的具体要求应制定详细的订购规范。这些要求不应低于本方法的规定，但可以增加，以便反映特殊聚合材料的特定参数或特殊应用的需要。

3.2　合格证书

在用户有要求时，材料供货方应为每种聚合材料订货单提供一份合格证书。证书中应包括供货方按本试验方法的规定进行试验的实际测试数据。

3.3　评价程序

对测试的每一种聚合材料，其评价程序应按 3.4.1～3.5.13 的规定执行。

3.4　未固化材料的特征

3.4.1　材料

聚合材料和/或系统的成分分析应按表 1 和 3.8.1 进行。如果提交分析的材料为薄膜、液态或其他允许的形状，材料密度应均匀，无块状物或异物。填充剂在规定的适用期(见 3.8.3)内应均匀散布和悬浮在聚合物中。Ⅰ型材料中使用的导电性填充剂应是金、银、金或银的合金、或者其他贵重金属。

3.4.1.1　灌封材料

灌封材料呈流体状，应按表 1 的要求进行试验。

表 1　聚合材料认证和验收试验要求

试验或条件	试验方法条款	粘合剂	α 吸收剂	膜介质[f]	粒子吸附剂	干燥剂	粘合点涂料	T 波吸收剂	灌封化合物
材料(3.4.1)	3.8.1	d	d	d	d	d	d	d	d
粘度(3.4.2)	3.8.2	a、b	a、b	a、b	—	—	—	—	a
适用期(3.4.3)	3.8.3	a、b	a、b	a、b	—	—	—	—	—
储存期(3.4.4)	3.8.4	a	a	a	a	a	a	—	a
热解重量分析(3.5.2)	3.8.5	a、b	a、b	a	a、b	a、b	a、b	—	a
材料除气(3.5.3)	3.8.6	c	c	c	c	c	c	c	—

标准搜搜网 bzsoso.com

表 1(续)

试验或条件	试验方法条款	粘合剂	α吸收剂	膜介质[f]	粒子吸附剂	干燥剂	粘合点涂料	T波吸收剂	灌封化合物
离子杂质(3.5.4)	3.8.7	a、b	a、b	a	a	a、b	a	—	a、b
粘合强度(3.5.5)	3.8.8	a、c	a	—	—	—	—	—	a、b
线性热膨胀系数(3.5.6)	3.8.9	a	—	—	—	—	—	—	a
热导率(3.5.7)	3.8.10	a	—	—	—	—	—	—	a
体电阻率(3.5.8) Ⅰ型材料 Ⅱ型材料	3.8.11	a a、c a	— — a、b	— — a、b	— — —	— — —	— — a、b	— — —	a — a
介电常数(3.5.9)	3.8.12	a	—	a	—	—	—	—	a
损耗系数(3.8.13)	3.8.13	a		a					a
环境试验顺序(3.5.11)	3.8.14	c	c	c	—	c	c	—	—
密度(3.5.12)	3.8.15	—	—	—	—	—	—	a、d	—
机械牢固性(3.5.13)	3.8.16	—	—	—	c	—	—	—	—
工作寿命试验(3.5.14)	3.8.17	—	—	—	c	c	—	—	c

[a] 认证时由供货方负责。
[b] 验收时由供货方负责。
[c] 认证时由用户负责。
[d] 认证和验收时由用户和供货方负责。
[e] 验收时由供货方负责。只要求 25℃试验条件(无需高温贮存)。
[f] 膜介质是薄膜形式的聚合材料，用作层间介质、钝化层、和/或电路支撑膜材料。

3.4.1.2 模塑材料

微电路中使用的模塑材料通常为固态，应按相关规定的要求进行试验。

3.4.2 粘度

糊状材料的粘度应按 3.8.2 确定。在材料订购文件中应规定粘度值要求和允许范围。

3.4.3 适用期

适用期(有要求时)应按 3.8.3 确定，至少为 1h。聚合材料从容器取出后、或混合后、或融解(对于预先混合的冻结聚合物)到室温后，应在其适用期时间范围内使用。

3.4.4 贮存期

贮存期指聚合材料保持满足本方法要求的时间。应根据 3.8.4 要求确定贮存期。对单组分材料，在不高于−40℃下，贮存期至少应为 12 个月。对双组分材料，在室温(不超过 32℃)下贮存期限至少也应为 12 个月。若贮存期与上述规定不同，供货方应提供书面证明。对于 K 级器件，不应使用超过贮存期的聚合材料。用于 H 级器件的材料，经订购方和鉴定机构的批准，可重新鉴定一次。灌封材料的贮存期至少为 6 个月。

3.5 固化聚合材料的特征

3.5.1 聚合材料的固化

按供货方的说明固化聚合材料时，材料必须能满足本试验方法的要求。供货方试验采用的固化时间对所有试验都应相同，并应给出报告。用户试验采用的固化时间应在固化时间最小值基础上至少再加上用户组装文件中规定的密封前烘焙时间，且应给出报告。如果用户采用的固化时间与供货方推荐的固化

标准搜索网 bzsoso.com

时间不同，用户应验证材料的特性是否发生了变化。

3.5.2　热解重量分析(TGA)

3.5.2.1　热稳定性

应按 3.8.5 确定固化聚合材料的热稳定性。除另有规定外，200℃时重量损失应不大于固化聚合材料重量的 1.0%。

3.5.2.2　填充剂含量

采用填充剂以改进其特性(例如导电性和导热性)的聚合材料应按 3.8.5 进行测试，以确定无机填充剂的含量。对验收试验，填充剂的百分比含量与证明材料中填充剂含量之间的偏差不应超过 2%。

3.5.3　材料放气

应按 3.8.6 确定固化聚合材料的放气。接收要求为三个封装(0 失效)或五个封装(1 个失效)，失效判据是按3.8.6.1 确定的水汽含量不大于 0.5%(5000ppm)。对于其他气体，若其含量不小于 0.01%(100ppm)，应以百分数 V/V 或 ppm 为单位报告。在 3.8.6.2 中得到的数据也应以同样的方式报告，但是只是作为一种信息。应按 3.8.6 确定已固化的吸附剂材料的除气。采用吸附剂的封装的水汽含量在 150℃下烘焙 24h 后不应超过 0.2%(2000ppm)，在 150℃下烘焙 1000h 后不应超过 0.3%(3000ppm)。

3.5.4　离子杂质

应按 3.8.7 确定离子杂质含量，并应满足表 2 规定的要求。如果其他离子含量大于 0.0005%(5ppm)，也应以百分数 V/V 或 ppm 为单位向有关部门报告。对认证试验，应进行三次离子杂质含量分析。对接收试验只需进行一次。若未能通过接收试验，需进行两次附加的抽样试验。

表 2　离子杂质含量要求

总离子含量(导电率)	≤4.50mS/m
氢(pH)	4.0≤pH≤9.0
氯化物	≤0.02%(200ppm)
钠	≤0.005%(50ppm)
钾	≤0.005%(50ppm)
氟化物	≤0.005%(50ppm)

3.5.5　粘合强度

聚合材料的粘合强度应按 3.8.8 规定，分别在 25℃下，以及在 150℃贮存 1000h 后在 25℃下确定。每种试验条件下的粘合强度应满足方法 2019 图 4 中 1.0 倍曲线所规定的要求。试验中承制方应记录将样品剪切开时的力的大小。若达到 1.0 乘以剪切力最低要求的两倍时可停止剪切。

3.5.6　线性膨胀系数

应按 3.8.9 在－65℃～150℃范围内确定线性热膨胀系数。线性热膨胀系数偏差应不大于用户材料规范或订货单要求值的 10%。本要求适用于实际应用的材料，不适用于玻璃支撑的膜状材料。

3.5.7　热导率

应在 121℃±5℃范围按 3.8.10 确定材料的热导率。Ⅰ型材料的热导率应不小于 1.5W/(m·K)，Ⅱ型材料的热导率应不小于 0.15W/(m·K)。

3.5.8　体电阻率

应按 3.8.11 确定体电阻率。在 25℃、60℃、150℃条件下以及 150℃下存储 1000h 之后在 25℃下测试，填充银的材料的体电阻率应不大于 5.0μΩ·m。对于填充金的材料，体电阻率应不大于 15.0μΩ·m。绝缘材料的体电阻率在 25℃时应不小于 0.1TΩ·m，在 125℃时应不小于 1.0MΩ·m。

3.5.9　介电常数

应按 3.8.12 确定绝缘材料的介电常数。在 1kHz 和 1MHz 频率下测得的介电常数应不大于 6.0。用

标准搜搜网 bzsoso.com

于绝缘层的材料，介电常数应不大于 3.5。

3.5.10 损耗角正切

应按 3.8.13 确定绝缘材料的损耗角正切。在 1kHz 下损耗角正切应不大于 0.03。在 1MHz 下应不大于 0.05。

3.5.11 环境试验顺序

聚合材料应能经受 3.8.14 中规定的试验。在依次经受 3.8.14 中规定的所有试验条件之后，样品不应显示有机械退化的迹象。对粘接剂材料，测得的粘合强度至少应满足方法 2019 图 4 中 1.0 乘以曲线规定的最小强度要求。

3.5.12 密度

应按 3.8.15 的规定测试微波或射频吸收材料的密度。允许的偏差值应在用户材料规范或订单规定值的±10%以内。

3.5.13 机械牢固性

应在经受不同等级环境应力之后验证吸附剂材料吸附颗粒的牢固性。

3.5.13.1 吸附牢固性(短期)

按 3.8.16.1 进行测试时，所有样品应通过方法 2020 规定的 PIND 判据。

3.5.13.2 吸附牢固性(长期)

按 3.8.16.2 进行测试时，所有样品在初始试验以及在 150℃下储存 1000h 之后的试验均应通过方法 2020 规定的 PIND 判据。试验后放大 30 倍～60 倍观察时，外来颗粒应位于原吸附位置，不应出现其他附着或再附着。

3.5.13.3 吸附牢固性(振动)

按 3.8.16.3 进行测试时，所有样品应通过方法 2020 规定的 PIND 判据。试验后放大 30 倍～60 倍观察时，粒子应位于原吸附位置，不应出现其他附着或再附着。

3.5.14 工作寿命

按 3.8.17 进行试验时，试验前后的电参数数据不应显示有参数值的明显变化。本条只适用于含有吸附剂材料的试验组。

3.6 试验责任

供货方和用户负责进行表 1 中规定的所有试验。

注：政府保留进行规范中规定的对保证供给和服务符合规定要求所必须的任何检验的权利。

3.6.1 试验设备和设施

承制方和用户应建立并维护进行试验所要求的具有足够精度、质量和数量的试验和测试设备以及试验设施。应按 GJB 2712 的规定确定和维护控制测试和试验设备精度的校准系统。供货方和用户可以利用鉴定机构认可的试验室设备完成要求的认证和验收试验。

3.6.2 试验条件

除本方法另有规定外，所有试验应根据 GJB 548“一般要求”规定的试验条件进行。

3.7 试验分类

试验要求分为认证试验和验收试验。

3.7.1 认证试验

对初始材料批以及随后对材料作重大改变时，均应进行认证试验。认证试验应由能验证满足本方法中规定的全部要求的所有试验组成。为了确保聚合材料本身和使用材料的工艺是受控的，聚合材料的供货方和用户都有责任进行表 1 中规定的试验。

3.7.1.1 样本大小

应根据各个试验方法中的规定确定每一试验程序中所需的样本数。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.7.1.2 失效

若试验中样品不能达到试验规定的要求，将得不到认证批准。

3.7.1.3　数据保存

用于认证的数据应保存五年，或直到再次进行认证(取大者)。

3.7.2　验收试验

验收试验应对每批进行，且应由表 1 规定的试验组成。

3.7.2.1　试验批

一个试验批应由同一批号下生产的聚合材料组成。即由该批号标识的材料组成能追溯到一个原始材料批。

3.7.2.2　样本大小

应根据各个试验方法中的规定确定每一试验程序中所需的样本数。

3.7.2.3　失效

若试验中样品不能达到某一项试验规定的要求，将导致该试验批的拒收。

3.7.2.4　数据保存

用于验收试验的数据应保存五年。

3.8　检验和试验方法

在对材料进行认证之前，下列试验判据和分析协议应以文件的形式提交鉴定机构批准。

3.8.1　材料

应放大 30 倍用目检方法检查聚合材料和/或系统的成分是否符合 3.4.1 要求。

3.8.2　粘度

用户和供货方应确定一种双方均接受的方法验证流体或胶状材料的粘度。在要求供货方进行认证和验收试验时应使用相同的方法。

3.8.3　适用时

确定适用期所用的参数(如粘度变化、表面起皮、粘结强度降低等)一般与材料有关。材料供货方和用户应选择用于确定适用期的程序。

3.8.4　贮存期

容器尚未开封的材料应贮存在 3.4.4 所规定的条件中。为了确定贮存期，至少应采用表 3 中规定的试验方法和要求。

表 3　贮存期的确定

特征参数	要求	试验方法	应用/条件
材料	3.4.1	3.8.1	所有聚合材料
适用期	3.4.3	3.8.3	粘合剂、α吸附剂、粘合点涂料，电介质
粘接强度	3.5.5	3.8.8	粘合剂、α吸收剂、粘合点涂料，只在 25℃下
体电阻率[a]	3.5.8	3.8.11	Ⅰ型粘合剂，只是在 25℃条件下
[a] 用于电导率为设计参数的材料。			

3.8.5　热解重量分析(TGA)

聚合材料的热稳定性和其填充剂含量(若采用有填充剂)应采用合适的 TGA 设备在氮气气氛中对固化系统(见 3.5.1)的样本进行试验。可以只进行单个样本试验。但是，如果单个样本未通过试验，必须追加两个样本进行试验。要求三个样本试验结果平均值必须达到或超过最低要求。

3.8.5.1　热稳定性

确定聚合材料的热稳定性时，样品应在流速为 20ml/min～30ml/min 的氮气环境中从室温加热到不低于 210℃，加热速率为 10℃/min～20℃/min。应在 200℃下确定重量损耗。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.8.5.2 填充剂含量

采用填充剂可提高聚合材料的电导率或热导率等特性。为了确定聚合材料的填充剂含量，应在空气流速为 10ml/min～20ml/min 的空气气氛中将样品加热到 600℃，加热速率为 10℃/min～20℃/min。将温度维持在 600℃，直到重量保持恒定。允许在 3.8.6.1 试验基础上按上述要求将温度从 210℃加热到 600℃。应以固化试样中的重量百分比报告填充剂含量。

3.8.6 材料放气

应采用镀金或镀镍可伐封装或陶瓷封装制备 10 个样品。对介质材料，制备样品时可采用表面为铝层的硅材料为基板。允许采用无引线封装，以减少由封装结构引起的潮湿影响。材料的固化应采用最短固化程序，并应接受组装文件中规定的最少的密封前烘焙时间(见 3.5.1)。密封前烘焙后，进行气密性封装，并进行检漏试验。只有那些通过方法 1014 规定的细检漏和粗检漏试验要求的封装才能交付作水汽含量分析。若密封性试验后剩下的试样不足 10 个，应采用与上述相同的封装和检漏方法，选取满足气密性要求的封装替代失效的封装。

3.8.6.1 水汽及其他气体类物质的短期放气试验

按 3.8.6 要求制备的封装中选取 5 个，按照方法 1008，在 150℃下加热 24h，然后将这些封装立即(间隔时间不得超过 5min)插入环境气体分析仪器中，采用方法 1018 程序 1 进行环境气体分析。除水汽外，含量不小于 0.01%(100ppm)的其他气体物质也应以百分数 V/V 或 ppm 为单位予以报告。本试验应满足 3.5.3 规定的要求。

注：按照试验方法 1008 的要求，只需要从 5 个封装样品中取出 3 个封装进行环境气体分析试验，接收判据为 3(0)(见 3.5.3)。但是，如果在试验中，出现一个封装失效的情况，则需要再对 5 个样品中的另两个进行试验，采用接收判据为 5(1)。

所有被试聚合材料的质量和暴露面积应与实际应用情况等效。可以采用镀金可伐片和氧化铝片代替实际器件。几种不同用途的聚合材料可以组合在一起进行本项试验，但总的水汽含量不应超过 0.5%(5000ppm)。

3.8.6.2 水汽和其他气体类物质的长期放气试验

如果按 3.8.6.1 要求试验的 5 个封装已满足 3.5.3 的水汽要求，再将 3.8.6 制备的一组封装中剩余的 5 个器件按照方法 1008，在 150℃下加热 1000h，然后立即(间隔时间不得超过 5min)插入环境气体分析仪器中，采用方法 1018 程序 1 进行环境气体分析。除水汽外，含量不小于 0.01%(100ppm)的其他气体物质也应以百分数 V/V 或 ppm 为单位予以报告。

3.8.7 离子杂质

应采用水萃取分析法确定固化的聚合材料中的离子沾污水平。应测量总离子含量(电导率)和氢(PH)、氯化物、钠、氟化物和钾离子的比离子含量。含量大于 0.0005%(5ppm)的其他离子也应以 ppm 为单位予以报告。下面介绍的离子杂质分析方法是建议采用的技术。也可以采用在技术上等效的其他分析方法，但是须经鉴定机构批准。

3.8.7.1 样品制备

选用适量的材料进行固化，以便在研磨后能得到 3 克样品。固化时将材料放在聚四氟乙烯或其他不活泼物质基板表面，在压力通风炉内固化。如果可能，将固化的试样从基板上取下，研磨为 60 目～100 目的微粒。厚度不大于 0.25mm 的聚合薄膜样品应在固化后切割成不大于 0.25cm^2 的片状样品。对凝胶或低模数材料，可直接平铺在平底取样烧瓶的底面上供萃取(见 3.8.7.2)。

3.8.7.2 萃取程序

在由耐热玻璃(或其等效物质)制成的光洁的配衡 250ml 烧瓶中，加入 3g(等效树脂)经研磨或切割的等效聚合物。烧瓶中固化材料的重量记录应精确到毫克。给烧瓶加入 150.0g 电导率测量值不大于 0.1mS/m(电阻率不小于 1.0MΩcm)的去离子水。再准备一个作对比用的 250ml 烧瓶，加入 150.0g 去离子水和煮沸的衬底基板。两个烧瓶应回流 20h。

标准搜搜网 bzsoso.com

注：$1.0\Omega^{-1}=1.0S$；$1.0\Omega^{-1}cm^{-1}=100.0S/m$。

3.8.7.3 离子含量的测试

3.8.7.3.1 总离子含量

采用电极常数为 0.01/cm(为便于分析也可用电极常数为 0.1/cm)的浸入式电导电极的电导仪分别测量水—萃取样品的电导率以及对比样品的电导率。从样品电导率减去对比样品的电导率就可得到总离子含量(以 mS/m 为单位)。

3.8.7.3.2 氢离子含量(pH)

采用带有标准组合电极的 pH 计确定水萃取的 pH 值。

3.8.7.3.3 特定类型离子分析

采用离子色层谱或经验证的等效方法进行水萃取的特定离子分析。将萃取中的离子浓度乘以去离子水重量 W 与粘结剂样品重量 S 之比(W/S)，即得到样品中可萃取的离子浓度。氯化物、钠、氟化物和钾离子水平以及数量大于 0.0005%(5ppm)的所有其他离子均应以百分比或 ppm 为单位报告。

3.8.8 粘合强度

应按 3.8.8.1、3.8.8.2 或 3.8.8.3 确定粘合强度。作为最低要求，应在下述条件下，对 5 个样品进行试验，直到失效。

a) 在 25℃下试验；

b) 在 150℃的空气或氮气环境中存放 1000h 后，在 25℃下试验。

应确定每种试验条件下的平均粘合强度(以 N 为单位)。

3.8.8.1 粘合强度试验

应按试验方法 2019 确定粘合强度。应采用金属化基板或镀金(或镀镍)的封装作为粘合强度试验的粘结表面。

3.8.8.1.1 Ⅰ型材料

供货方应采用 $0.2cm^2$ 镀金可伐片。

3.8.8.1.2 Ⅱ型材料

供货方应采用 $0.2cm^2$ 氧化铝基板。

3.8.8.2 粘合强度

在确定粘合强度时，也可以采用相关规定的方法代替试验方法 2019。但是，必须将试验结果等效成与试验方法 2019 中规定的判据相一致。

3.8.8.3 模塑材料和灌封材料

模塑材料和灌封材料应按照方法 1034 进行试验。

3.8.9 线性热膨胀系数

应在−65℃～150℃温度范围内按 GJB 1036 确定线性热膨胀系数。应在曲线上注明不同斜率区间对应的玻璃转变温度、系数和温度范围。

3.8.10 热导率

应在 121℃±5℃温度范围按相关规定测定热导率(单位为 W/m·K)。

3.8.11 体电阻率

3.8.11.1 Ⅰ型聚合材料

3.8.11.1.1 胶状材料

应采用标准的 2.54cm×7.62cm 玻璃载片制备样品。支撑载片的夹具上具有两条与长边平行且相距为 2.54mm 的划线，作为粘贴两条透明胶带的对照基线。透明胶带上不应有皱纹或气泡。载片应采用甲醇清洗并用空气吹干。在两条透明胶带之间区域放上一滴Ⅰ型材料。采用单面刀片，使载片表面与刀片之间保持 30°，挤压两条透明胶带之间的材料。使用的透明带条至少长 6.35cm。把透明胶带揭开，按照 3.5.1 对材料作固化处理。固化之后应使样品冷却到室温。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.8.11.1.2 薄膜材料

应采用标准的 2.54cm×7.62cm 玻璃载片制备样品。用甲醇清洗载片后用空气吹干。将宽约 2.54mm、长至少 6.35cm 的未固化处理的薄膜片放在玻璃片上，用铜箔片或聚四氟乙烯膜盖住，再在其上面放置第二个 2.54cm×7.62cm 玻璃载片。在固化时对此装置施加足够的力(重量、压板等)，挤压材料。按 3.5.1 条对材料进行固化。固化后使样品冷却到室温，移开上面载片和铜箔片(或聚四氟乙烯膜)。每片聚合材料的精确宽度与厚度应分别采用精密卡尺和测微计测量，将测量结果代入 3.8.11.1.3 中的公式计算体电阻率。

3.8.11.1.3 电阻率测量

采用一个专用四探针测试夹具和毫欧表测量电阻。四探针夹具可以是一个带有四根弹压接触探针的聚丙烯材料。这四根接触探针必须固定插入在聚丙烯材料中，使两根电流接触探针之间的间距 5.08cm，两根电压接触探针位于电流接触探针之间，且电压接触探针与相近的电流接触探针之间距离应为 1.27cm。将四探针夹具放置在导电性聚合物样品片上，确保每个探针与材料之间的电接触。记录测量的电阻值(以欧姆为单位)，采用下式计算电阻率：

$$\rho=\frac{R(W\times t)}{L} \quad \cdots\cdots(1)$$

式中：

ρ ——电阻率，Ω·μm；

R ——电阻测量值，Ω；

W ——样品宽度，mm；

t ——样品厚度(等于材料加玻璃载片的总厚度测量值减去玻璃载片的厚度)，μm；

L ——中间两根探针(即测量电压的两根探针)之间的距离，mm。

在 25℃、60℃、150℃以及在 150℃空气或氮气环境中下存放 1000h 之后的 25℃共四种条件下测试电阻率。每种条件下至少测试三个样品。同一个试样可以用于不同条件的测试。

3.8.11.2 Ⅱ型聚合材料

应在 25℃和 125℃下，按相关规定测试Ⅱ型材料的电阻率。

3.8.12 介电常数

应根据用户材料规范的要求，在室温下，采用 1kHz 和 1MHz 测试频率，按相关规定测试Ⅱ型材料的介电常数。

3.8.13 损耗角正切

应根据用户材料规范的要求，在室温下，采用 1kHz 和 1MHz 测试频率，按相关规定测试Ⅱ型材料的损耗角正切。

3.8.14 环境试验顺序

应按 3.8.14.1 或 3.8.14.2 进行试验。

3.8.14.1 环境试验顺序

至少采用五个试样经受下面规定的环境条件作用。应采用能代表背面材料、附着表面和尺寸的最终使用情况的最大元件/基板/封装组合来制备试样。元件类型包括电阻器、电容器、集成电路和半导体分立器件。对每一类应采用两个元件，利用该类元件推荐使用的聚合物材料(Ⅰ型或Ⅱ型)粘合到基板上。样品应依次经受下面给出的环境条件作用：

a) 热冲击(方法 1011，条件 C，15 个循环)；

b) 温度循环(方法 1010，条件 C，100 个循环)；

c) 机械冲击(方法 2002，条件 B，仅 Y1 方向)；

d) 变频振动(方法 2007，条件 A，仅 Y1 方向)；

e) 恒定加速度(方法 2001，条件 B，仅 Y1 方向)。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.8.14.2 试验顺序的替代

作为替代，可采用最大基线极限，按鉴定试验(符合 GJB 2438 的 QML 顺序)进行试验。用户仍要完成必须的附加试验(即热冲击与振动试验)以满足 3.8.14.1 要求。

接受 3.8.14.1 或 3.8.14.2 的环境试验以后，应根据方法 2017 检验样品是否发生退化。对于胶粘剂，应根据方法 2019，在每个样品中，对每种元件，采用一个元件进行芯片剪切强度试验，且应满足方法 2019 图 4 规定的强度要求。

3.8.15 密度

用作射频(RF)或微波吸收剂的材料，应按相关规定确定其密度。

3.8.16 机械牢固性

3.8.16.1 吸附剂材料吸附粒子的牢固性—短期

应采用代表最大尺寸且使用吸附剂材料的封装类型，制备气密性封装样品。样品中仅包含吸附剂材料和撒在吸附剂材料上的试验用颗粒。应按照正常产品的使用要求，在封装中的规定位置施加规定量的吸附剂材料。应测试并记录吸附剂材料的覆盖范围。除非用户与鉴定机构同意采用其他的试验用颗粒，试验中采用的试验颗粒应包括：

a) 球状焊料颗粒：直径 76.2μm～152.4μm，2 粒；

b) 铝条：尺寸约为厚 50.8μm、宽 127μm、长 254μm，1 条。可用一根直径为 50.8μm～152.4μm 的铝丝代替；

c) 金丝：直径 25.4μm、长 0.4mm～0.5mm，1 根。

吸附剂材料的涂覆和固化应按产品的正常生产流程顺序进行。样品经受的环境条件作用步骤应与合格产品相同。应按方法 2020 条件 A 或 B 对样品重复进行三次 PIND 试验，总共进行五个循环，以检验吸附剂材料吸附外来粒子的牢固性。在 PIND 试验中安装样品时，应注意放置方向，使得试验中在冲击脉冲作用下粒子最易于从吸附材料中脱离出来。最少应评价三个样品，且均应通过规定的 PIND 判据。

3.8.16.2 吸附剂材料吸附粒子的牢固性—长期

采用 3.8.16.1 的全部试验条件和要求，但是无论是新制备的样品或者是经短期试验的样品，应在 150℃条件下贮存 1000h，然后对样品按方法 2002 条件 B 在 Y2 方向进行机械冲击。机械冲击之后按 3.8.16.1 要求对样品进行 PIND 试验。

PIND 试验之后，去除封盖，进行目检，检验下述各项内容：

a) 检查粒子是否与吸收剂材料分离或者已落入封装腔体内；

b) 检查吸收剂覆盖是否已经散开或变形；

c) 检查封装内部是否存在起皮和/或吸附剂与封装分离的现象。

3.8.16.3 振动

按 3.8.16.1 所述方法制备样品，但是应注意装配封盖的方式，以便可以去掉封盖进行目检。按 3.8.16.1 所述方法试验后，应进行目检，检验试验用粒子被“俘获”的情况。应记录俘获粒子在吸收剂材料中的位置，以便与随后的试验结果进行对比分析。

然后重新放上封盖，应注意使封盖与封装之间的结合足够牢固，使之能经受随后的试验。按照方法 2020 进行 PIND 试验后，再按照方法 2007 条件 A 或 B 对样品进行振动试验。试验结束后，从封装上取下封盖，记录试验粒子在吸收剂材料中的位置，并与振动试验前的位置进行比较。除原来采用的试验用粒子之外的其他粒子不予考虑。至少应对三个样品进行评价试验，并且均要求通过规定的初次 PIND 判据和振动试验之后的 PIND 判据。

3.8.17 工作寿命试验

制备十个具有电气功能的气密封装器件样品，采用的工艺步骤应与用户装配图规定的正常合格产品相同。如果用户和鉴定机构同意，可以用标准评估电路制备样品。所有样品应满足方法 2020 条件 A 或 B 的 PIND 试验要求。按照方法 1005 条件 A 要求，在 125℃下对样品进行 1000h 的寿命试验。测量并

标准搜搜网 bzsoso.com

记录初始电参数和寿命试验结束后的电参数。分析样品测试数据，确认是否由于存在吸附剂材料而引起器件特性退化。

注：若鉴定机构同意，上述分析中也可以采用鉴定试验数据。

3.9 试验方案的变动

对于特定的材料和生产结构技术，或由鉴定机构授权，可能要求增加、减少或采用替代试验。但承制方应提供支持试验变动的数据。

4 说明

有关的订购文件至少应规定以下内容：

a) 订购规范的标题、编号和修改版本号；

b) 所需容器的尺寸和数目；

c) 承制方的产品标志；

d) 对试验数据的要求。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 5012　数字微电路的故障覆盖率测量

1　目的

本试验规定了微电路(本方法中称之为被测器件(DUT))故障覆盖率的测试和报告方法。本程序描述了关于被测器件(DUT)逻辑模型的开发、假设的故障模型和故障群、故障分类、故障仿真及故障覆盖率报告等方面的要求。本方法提供了一种与具体逻辑内容及所用的故障仿真器无关的报告故障覆盖率的通用方法。本试验程序描述了故障仿真的三个程序：全故障仿真以及两个故障抽样程序。适用的订购文件中应规定故障覆盖率的最低要求。作为选项，还可以指定用来确定故障覆盖率的程序。应提供故障仿真报告，该报告应说明采用的假设、近似、使用的程序，以及得到的故障覆盖率。如果出现本试验方法中涉及的具体技术细节不能完全适用于用户采用的逻辑模型，或与用户采用的故障仿真器的功能及后处理模拟工具出现不相容的情况，本程序的用户可采用等效的或类似的技术，只要在故障仿真报告中注明其差异即可。可以用非传统的控制或观察方法来检测微电路，例如电源电流监测法或利用特殊测试模型的附加检测点法。如果在故障仿真报告中能提供具体分析或参考资料，则采用这些技术得到的故障覆盖率也是正确的。

1.1　术语和定义

1.1.1　自动测试设备(ATE)　automatic test equipment

用来测试实际 DUT 的装置。ATE 具有施加测试向量序列(见 1.1.12)的能力。

1.1.2　宽面应用　broad side application

一种应用测试向量序列的方法，即假设输入激励仅在仿真或自动测试开始时变化，且 DUT 初始输入的所有变化都是同时发生的。

如果用附加的定时信息，例如延时(相对于其他的初始输入)、归 0、归 1、以及归互补来调节测试向量序列，则称为非宽面应用。

1.1.3　检测　detection

找出由逻辑故障在逻辑模型中可观测初始输出端处引起的的错误，称之为检测。

所谓硬检测就是从无故障逻辑模型上观察到的输出值明显不同于故障逻辑模型上相应的输出值。例如，无故障模型的输出值是 0，而故障逻辑模型的输出值是 1；或者无故障模型的输出值是 1，而故障逻辑模型的输出值是 0。如果自动测试设备(ATE)能够测试出高阻状态(Z)，则硬检测也包括 Z 状态。

所谓潜在检测是当无故障输出是 0 或 1 时，而故障输出值为未知状态(X)，或者为 Z 状态(如果 ATE 不能测出 Z 状态)。

1.1.4　确定的测试算法　established test algorithm

指加在逻辑器件或逻辑单元上，具有已知故障覆盖率或测试效率的一种算法、程序、或一个测试向量序列。这里的故障覆盖率或检测效率指采用确定的测试算法得到的故障覆盖率或得到的检测效率。例如，用于随机存储器(RAM)的一个确定的测试算法可以是公开发表的存储测试算法(如 GALPAT)。试验证明它基本上可以测试出 RAM 所有的故障，因此被评定为具有 100%的测试效率。对 ALU，可以采用一个经预先计算的、其故障覆盖率已被预先确定的测试向量序列来测试。对不同的逻辑器件或逻辑单元，存在不止一个确定的测试算法，每一个都分别有确定的故障覆盖率或确定的检测效率。

1.1.5　故障层次：失效机理、物理失效、逻辑故障、错误　failure hierarchy：failure mechanism、physical failure、logical fault、error

“故障层次”把物理缺陷及其起因与故障仿真器及可观察到的效应联系起来。

“失效机理(failure mechanism)”是物理失效的真正起因，例如微电路中铝互连线的电迁移。

“物理失效(physical failure)(简称失效)”是失效机理引起的实际物理缺陷，例如金属互连线开路。

“逻辑故障(logical fault)(简称故障)”是直接由失效引起的结果的逻辑抽象，例如开路金属线导致

标准搜搜网 bzsoso.com

逻辑门输入端的“固定 1”行为。

“错误(error)”是在有故障的 DUT 的一个或多个可观察的初始输出端与无故障 DUT 相应输出端之间逻辑行为的区别。

1.1.6 故障覆盖率 fault coverage

对 DUT(被测器件)的一个逻辑模型、DUT 逻辑模型的一个故障群、以及给定的一个测试向量序列，故障覆盖率是故障群中由给定的测试向量序列检测到的故障数与故障群中故障总数之比。故障覆盖率也可表示为一个百分比。在本测试方法中，故障覆盖率是基于可测故障的等效分类(见 3.3)。对故障覆盖率分数或百分比进行“舍入”处理时是只“舍”而不“入”。例如，如果从模拟的 10000 个故障中检测出 9499 个故障，故障覆盖率是 94.99%，如果舍入成两位有效数字，则结果是 94%，而不是 95%。

1.1.7 逻辑线、节点 logic line、node

逻辑线是逻辑模型中不同部件间的连接。逻辑信号通过逻辑线流通。逻辑线在逻辑模型中为理想化的“导线”。一组连在一起的逻辑线构成一个节点。

1.1.8 逻辑(组合、时序) logic(combinational and sequential)

组合数字逻辑电路仅由不含存储器的部件组成，而且电路中没有反馈路径。时序数字逻辑电路至少有一个部件含有存储器，或至少有一条反馈路径，或两者都有。例如，一个触发器就含有一个存储器，交叉耦合逻辑门引入了反馈路径。

1.1.9 宏单元 macro

宏单元是对包含在另一个模型中的一个模型的逻辑建模表示方式。存在“宏边界”并不一定意味逻辑模型中必然存在物理边界。主模型指不会被另一个更大模型包含的逻辑模型。“宏”可以是嵌套结构(即一个宏还可包括有多个子宏)。

1.1.10 初始输入、初始输出 primary input、primary output

逻辑模型的初始输入指由 ATE 驱动器直接驱动的 DUT 逻辑线，因此它是直接可控制的测试点。逻辑模型的初始输出指 ATE 比较器可直接测试的逻辑线，因此它是可直接观察的测试点。对 DUT 逻辑模型，主模型的输入就是初始输入，主模型的输出就是初始输出。能通过特定测试模式驱动和测量的内部节点称为控制或观察测试点。

1.1.11 测试效率 *test effectiveness*

指类似于故障覆盖率的一种量，仅当物理失效不能作为逻辑故障精确建模时，用测试效率代替故障覆盖率。例如，许多 RAM 和可编程逻辑阵列 PLA 故障不能像门级故障那样可以很方便地建立理想故障模型，但是采用确定测试算法基本上可以有效地检测出这些结构中所有可能的物理故障。

1.1.12 测试向量序列 test vector sequence

指施加在 DUT 逻辑模型上的、有序的激励序列，或通过 ATE 施加在实际 DUT 上的以及用于与 DUT 输出进行比较的激励/响应值。

1.1.13 不可测故障和可测故障 undetectable and detectable fault

对一种故障，如果不存在一个测试向量序列能至少引发一个硬检测或潜在检测(见 1.1.3)，本试验方法中将这种逻辑故障定义为不可测故障。其他类型的故障(即存在有一些测试向量序列，能至少引发一个硬检测或潜在检测，或者两种都有)在本试验方法中被定义为可测故障(见 3.3.3)。

2 设备

2.1 逻辑仿真器

应用本试验方法需要采用一种能够仿真无故障数字逻辑电路对测试向量序列的响应行为的工具，此工具就是逻辑仿真器。这种仿真能力称为逻辑仿真。

为了仿真时序数字逻辑电路，仿真器必须至少支持下述四种逻辑状态的模拟：低电平态(0)、高电平态(1)、高阻态(Z)及不确定态(X)。若仅仿真组合数字逻辑电路，仿真器至少必须能仿真两种逻辑状

标准搜搜网 b23.tv/...

态：低电平态(0)和高电平态(1)。

对包括有时序逻辑的 DUT 逻辑模型进行逻辑仿真时，每一条逻辑线和每一个含有存储功能单元的初始状态应都是 X；如果采用其他初始条件，包括对任何逻辑线或存储器件采用确定的 0 或 1 作为初始条件，都应在故障仿真报告中予以说明，并证明其合理性。

为了仿真线连结构或总线结构，仿真器必须能处理由这类结构带来的信号竞争问题。否则，应允许在建立逻辑模型时去除这种结构(见 3.1.2)。

为了仿真时序数字逻辑电路，仿真器必须支持事件驱动模拟，至少应支持单位延迟逻辑部件。

只包含组合逻辑电路的模拟，或特殊情况下的时序逻辑电路的模拟(例如从可扫描时序逻辑模型中提取的组合逻辑)都可以采用非事件驱动模拟，例如拉平法、零时延法或编译码方法。故障仿真报告应阐述所选用的方法等同于更通用的事件驱动法的理由。

2.2 故障仿真器

故障仿真器除了能仿真无故障数字逻辑以外，还应能仿真单个的、永久的、固定 0 和固定 1 故障对逻辑功能的影响。本试验方法中将故障仿真器的这种能力称为故障仿真。故障仿真应反映目标 ATE 的极限情况(见 3.4.1)。并不一定要求故障仿真器直接满足本试验方法中在硬检测、潜在检测、故障群选择及故障分类等方面的需要。但至少能根据本方法要求给出(即使不是直接地)故障覆盖率的分析结果。当采用近似方法时(例如，故障分类补偿了故障群选择中采用的不同方法)，故障仿真报告中应说明这类差异，并能表明采用的近似不会使得到的故障覆盖率变大。

3 程序

3.1 逻辑模型

3.1.1 模型级别

应采用由部件及部件之间的连接所组成的逻辑模型来描述 DUT。逻辑模型的初始输入设想为是一个假想部件(此部件代表 ATE 的驱动器)的输出，而逻辑模型的初始输出设想为是一个假想元件(此元件代表 ATE 的比较器)的输入。某些逻辑仿真器要求对 ATE 的驱动器和比较器均明确地建立模型，然而，它们不能看作是 DUT 逻辑模型的一部分。

3.1.2 逻辑线和节点(见 1.1.7)

逻辑模型中从一个节点上引出的所有扇出都是理想的，即与一个节点相连接的所有扇出支路均来自由一个“扇出源”驱动的单个节点。逻辑模型中连至一个节点的所有扇入也是理想的，即一个节点的多个扇入支路共同驱动一条单线。图 1 显示了含有多个扇入支路、一个扇出源及多个扇出支路的一个节点。因为在实际电路版图中扇入和扇出总是非理想的，因此应该建立电路的实际拓扑结构模型。如果已知电路的拓扑结构模型，则应在逻辑模型中适当地添加一个单输入端的同相缓存器。

可以采用合适的建模方法将一个节点的扇入去除掉。如果仿真器不能直接模拟线连或总线结构，就可能需要采用这种方法。有些仿真器支持内部扇入，但是要求对 DUT 的双向引线的功能分别建立输入、输出功能模型。

3.1.3 门逻辑(G-logic)与块逻辑分割(B-logic partitions)

本试验方法中将逻辑模型中的简单部件(如“与”、“或”、“与非”、“或非”、“异或”、缓冲器或触发器等基本逻辑单元，在逻辑仿真器中通常将它们作为不可再分的基本逻辑单元)称为门逻辑；将逻辑模型中复杂的部件(例如 RAM、ROM 或 PLA 基本部件和功能模型，具有相对复杂的功能，在故障仿真中当作“黑匣子”来处理)称为块逻辑。

为了进行故障仿真，应将逻辑模型划分为非交迭的逻辑部分，称为逻辑分割。当然，整个逻辑模型也可能只包括一个逻辑分割。逻辑分割包含部件及其相关的连线，虽然连线可以跨接在不同的逻辑分割之间，但没有一个部件是属于多个逻辑分割。仅含有门逻辑的分割称为门逻辑分割，而所有其他的逻辑分割都属于块逻辑分割。

标准搜搜网 bzsoso.com

如果一个由门逻辑、块逻辑、或者门逻辑和块逻辑组成的逻辑分割，可以作为一个能够用具有已知故障覆盖率或测试效率的确定测试算法来测试的单元，就可以当作一个单一的块逻辑分割来处理。

3.1.4 模型层次

逻辑模型可以是分层次的(即由宏模块组成)，也可以是单层次的(即没有宏模块的单层结构)。分层次并不在逻辑线上强加一些结构，例如，在宏输入或宏输出中没有隐含的扇出源。在模型中对应于物理分割的宏，应采用附加的缓冲器(或等效的方法)强制加在实际 DUT 的扇出上。

3.1.5 晶体管系数

应确定或近似估计出各个门逻辑分割和块逻辑分割的晶体管系数(相对于 DUT 中晶体管总数)。晶体管系数的总和应等于 1。当无法获知实际晶体管数目时，可以基于门的数目或微电路的面积进行估计，但是应在故障仿真报告中给出支持这种估计的假设和计算。为了对每个逻辑分割测得的故障覆盖率作加权处理，需采用晶体管系数(见 3.5)。

3.2 故障模型

3.2.1 门逻辑

门逻辑的故障模型应是逻辑线上的固定 1 和固定 0 故障。计算故障覆盖率时，仅考虑单个固定型故障。

3.2.2 块逻辑

对块逻辑部件，没有直接的故障模型。然而，对每一个块逻辑部件或逻辑分割都应该有一个确定的测试算法。如果一个块逻辑分割包含有逻辑线和/或者逻辑门部件，在故障仿真报告中应提供材料，说明用于块逻辑分割的确定检测算法，是如何检测出与逻辑线和逻辑门部件有关的故障。

3.2.2.1 内建自测试

块逻辑中一个特殊的情况是含有线性反馈移位寄存器(LFSR)的分割，该移位寄存器对输出错误数据的压缩形式做符号分析。表 1 列出了对不同 LFSR 次数的损失值。如果 LFSR 应用了基本 GF(2)“K”次多项式，在 LFSR 多个输入端之间，至少存在一级触发器，应采用下列程序确定逻辑分割建立的故障覆盖率的下边界：

第一步：使逻辑分割中不含 LFSR，但包括有激励发生逻辑，可采用故障模拟确定此逻辑分割的故障覆盖率，而不需要作符号分析。记这时的故障覆盖率为 C。

第二步：参考表 1，对给定的次数“K”，得到相应损失值“P”。用含有“K”次 LFSR 确定的故障覆盖率应为 $(1-P)C$。也就是说，如果没有确定出实际效率的话，在估计符号分析的效率时就产生 $(100P)\%$的损失值。

3.3 故障群选择和故障等效分类

应根据可测故障的等效分类，报告故障覆盖率。本条描述了初始故障群的选择、将初始故障群分割为或归纳为故障等效类型、以及为了形成可测故障群而排除不可测故障的方法。这三步构成了故障仿真报告的要求。然而，通常更为有效的方法是直接获得代表故障等效分类的一组故障，而不要专门产生初始故障群。

3.3.1 初始故障群

在逻辑模型的门逻辑分割中，初始故障群由每条逻辑线上(不仅仅只在逻辑节点上)单一的、永久的、固定 0 及固定 1 故障组成。总线是多条驱动线的节点，在产生故障群时，应将总线视为多输入单输出的逻辑门。在总线的每条扇入、扇出支路及扇出源上，初始故障群应包括固定 0 和固定 1 故障(见图 1)。

在块逻辑分割中，故障群并不直接包含任何故障。但是与块逻辑部件输入输出有关的所有故障除了已包含在门逻辑分割中的以外，其余部分应表明在建立用于块逻辑分割的测试算法时已考虑在内。

不管是否考虑逻辑模型层次，故障数目既不应增加也不应减少。在所有的初始输入和输出线上、宏输入与输出线上、或者在逻辑分割并不与物理边界对应情况下的连接逻辑分割的逻辑线上，均不应该有额外的故障。在初始故障群中，在每一条逻辑线上的固定 0 或固定 1 故障都不应有多于一个。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.3.2 故障等效类型

为了给出报告，需将初始故障群划分或归纳为故障等效类型。选择的故障等效类型应该能够使得故障等效类型里的所有故障，在逻辑模型可观察的输出端上产生表现相同的错误现象。为了给出报告，应从各故障等效类型中选出一个故障来描绘这个故障类型，这样的故障被称为典型故障。

为了应用这个测试程序，用一些简单规则来识别与结构有关的等效类型就足够了。对最初故障群，选择典型故障的一个可行方法是，列出一份包括所有单一的、永久的、固定 0、固定 1 故障列表，如表 2 所示。采用的其他故障等效方法应在故障仿真报告中正式记录。如果总线节点在实用的电路技术中呈现“线与”或“线或”行为，那么与该总线有关的故障应分别根据“与”或“或”故障等效规则进行归纳，否则，与总线有关的故障就不能进行归纳。

3.3.3 可测故障群

故障覆盖率应以可测故障群为基础，应该允许把不可测故障从典型故障组中除去，余下的典型故障组构成可测故障群。为了表明一个故障是不可测的，应在故障仿真报告中说明为什么不存在任何测试向量序列，使得该故障能在可观察的初始输出上引起错误(见 1.1.13)。除了在故障仿真报告中已被认定是不可测故障的所有其他故障，在计算故障覆盖率时都应视为可测故障。

3.4 故障仿真

3.4.1 自动测试设备的局限性

DUT 逻辑模型的故障覆盖率报告应反映出 ATE 的局限情况。通常存在如下两种情况：

a) 在故障仿真过程中，仅在 ATE 能测出 DUT 初始输出时才进行故障检测；这就要求在仿真器比较和 ATE 比较之间必须存在一一对应的关系。但是实际情况并非总能满足这一条件。例如，在一定测试向量序列下，如果采用宽面故障仿真得到故障覆盖率(即在包括时钟信号在内的每个输入激励的每一个变化之后，进行故障检测)，而对 ATE，如果测试向量序列重新构成一个循环，在每一循环中有时钟信号作用，并且仅在每一循环之后才进行比较，则认为 ATE 与故障仿真具有相同的故障覆盖率就是不正确的。

b) 如果 ATE 不能检测 Z 输出状态(不管是直接的还是通过多种途径)，则报告的故障覆盖率就不包括含有 Z 状态的检测，即 Z 输出值认为是等同于 X 输出值。

在故障仿真报告中应说明故障仿真器中采用的和 ATE 使用的测试向量序列在格式和定时上的任何差异，并且应该表明 ATE 得到的故障覆盖率不低于报告的故障覆盖率。

3.4.2 门逻辑

3.4.2.1 硬检测和潜在检测

门逻辑的故障覆盖率应该仅包括采用硬检测得到的故障。在计算故障覆盖率时不应直接考虑潜在检测。没有潜在检测故障应意味着故障将能够被检测。

计算故障覆盖率时，有些潜在检测可能转化为硬检测。如果在故障仿真时一个故障仅是潜在可测的，而实际上采用一个不含 X 值的不同向量序列可以被 ATE 检测，则在故障仿真报告中说明这些条件时，该故障应被视为是可测的硬检测，并应对计算的故障覆盖率作相应的调整。

与三态缓冲器使能信号线有关的故障，能引起有扇入支路的节点上出现 X 态，也可能导致在三态初始输出端上出现一些 ATE 不可测的错误 Z 状态。这些故障可能仅能作为潜在的可检测故障，而不能转化为硬检测。这种情况下，可以在故障仿真报告中单独说明由这种故障引起的不可测故障的比例。

3.4.2.2 故障仿真程序

对门逻辑首选的故障仿真方法是模拟门逻辑中每一典型故障的影响。然而在某些情况下，由于存在大量的典型故障，或由于受逻辑模型和模拟工具的限制，使得采用此方法是不现实的。这种情况下可采用故障抽样程序。采用故障抽样时，可以使用订购文件中说明的故障随机抽样的方法，或者在故障仿真报告中描述所用的方法。在任一种情况下，进行包括故障随机抽样在内的故障仿真程序之前，应得到完整的故障随机抽样方案。

标准搜搜网 bzsoso.com

在故障仿真报告中，应证明和确定所使用的故障仿真程序合理性(故障仿真程序 1(见 3.4.2.2.1)除外)。

在本条中假设已经将业已确定为不可测的典型故障从被仿真的故障集合中除去。

3.4.2.2.1 故障仿真程序 1

对门逻辑分割中的每一个典型故障进行仿真。采用的程序应与下述等效：

第 1 步：记门逻辑分割中的典型故障总数为“n”；

第 2 步：对每一个典型故障进行仿真，记硬检测的数目为“d”；

第 3 步：计算门逻辑分割的故障覆盖率为 d/n。

3.4.2.2.2 故障仿真程序 2

对门逻辑分割，采用固定的抽样大小获得实际故障覆盖率的下限值(见表 3)。采用的程序应与下述等效：

第 1 步：选择损失参数 r 值(r=0.01～0.05)，表 3 中与选定 r 值对应的“n”值就是典型故障的随机抽样数；

第 2 步：对“n”个典型故障中的每一个故障进行故障仿真，记硬检测的数目为“d”；

第 3 步：故障覆盖率的下限值等于“$d/n-r$”。

3.4.2.2.3 故障仿真程序 3

对门逻辑分割，采用固定的抽样数，确定故障覆盖率的接收/拒收下限值(见表 4)。采用的程序应与下述等效：

第 1 步：记要求的故障覆盖率最小值为 F，从表 4 中得到需要的最小抽样数，记为“n”；

第 2 步：对“n”个典型故障中的每一个故障进行故障仿真，记硬检测数目为“d”；

第 3 步：如果“d”小于“n”(即有些故障都是不可测的)，则结论为故障覆盖率小于“F”。否则(即所有的抽样故障都是可测的)，结论为故障覆盖率大于或等于“F”。

3.4.3 块逻辑

对块逻辑分割应间接测定其故障覆盖率。对给定的块逻辑分割，只有在下述情况下才应给出对该块逻辑分割测定的故障覆盖率和测试效率：

a) 加在 DUT 上的测试向量序列也是用于该块逻辑分割的确定测试算法；

b) 从块逻辑分割中产生的临界输出值在初始输出端是可观察的。

否则，认为该块逻辑分割的故障覆盖率是 0%。用这种方法测试过的每一个块逻辑分割，应在故障仿真报告中给出采用的测试算法、其成功应用的证明及得到的故障覆盖率或测试效率。

3.5 故障覆盖率计算

记 DUT 逻辑模型中的逻辑分割数为“m”，对第 i 个逻辑分割，记其故障覆盖率为“F_i”(按 3.4 测定)，晶体管系数为“T_i”(按 3.1.5 测定)，则 DUT 逻辑模型的故障覆盖率“F”为：

$$F=F_1T_1+F_2T_2+\cdots+F_mT_m$$

如果对 DUT 逻辑模型中的每一门逻辑分割均采用故障仿真程序 1，则 DUT 逻辑模型的故障覆盖率应报告为：

“用 GJB 548 方法 5012 测得逻辑模型中逻辑线上所有可检测的单一的、永久的、固定 0 和固定 1 等效类型故障覆盖率为 F”。

对门逻辑分割，如果采用故障仿真程序 2 或 3，则 DUT 逻辑模型的故障覆盖率应报告为：

“采用 GJB 548 方法 5012 测得，逻辑模型中逻辑线上所有可检测的单一的、永久的、固定 0 和固定 1 故障的故障覆盖率不小于 F，其置信度为 95%”。

对门逻辑分割，如果采用的是故障仿真程序 1 以外的其他程序，应确定其置信水平为 95%。

标准搜搜网 bzsoso.com

4 说明

4.1 适用的订购文件中应规定以下内容：

a) 故障覆盖率的最低要求水平和获得故障覆盖率的方法；

b) 假如允许采用故障抽样法，给出关于故障随机抽样的选择指导意见；

c) 对块逻辑类型中测试算法的准则、约束、或要求。

4.2 故障仿真报告应提供以下内容：

a) 所有故障覆盖率的说明。如果由于存在三态使能信号线，导致有不可测故障，作为选项，可以另行报告由潜在检测得出的故障覆盖率；

b) 逻辑分割的描述；

c) 用于块逻辑分割的测试算法的描述。对采用这种方法测试的每一个块逻辑分割，还应说明采用的测试算法、关于其成功应用的证明、以及得到的故障覆盖率或测试效率(包括检测的故障分类)；

d) 关于逻辑线和存储单元采用的初始化条件(不包括 X)合理性的证明；

e) 对采用的所有近似方法合理性的证明，包括故障覆盖率、晶体管系数及不可测故障数目的估计；

f) 用来替代由表 2 确定的程序的其他故障等效程序的描述；

g) 将故障划为不可测故障的理由；

h) 如果 ATE 和实际仿真器采用的测试向量序列具有不同的格式，应证明由 ATE 获得的故障覆盖率不低于报告的故障覆盖率；

i) 如果选择采用故障仿真程序 2 或 3 而不采用故障仿真程序 1，应说明这种选择的合理性；

j) 如果采用故障抽样，应说明获得故障随机抽样的方法；

k) 如果采用的故障仿真程序显然不等同于故障仿真程序 1、2 或 3 时，应证明采用的程序能产生等效的结果；

l) 如果采用的测试技术或可测性设计方法在原有 DUT 初始输入和初始输出(见 1.1.10)以外还提供有附加的控制或观察测试点，应证明由此得到的故障覆盖率是正确。

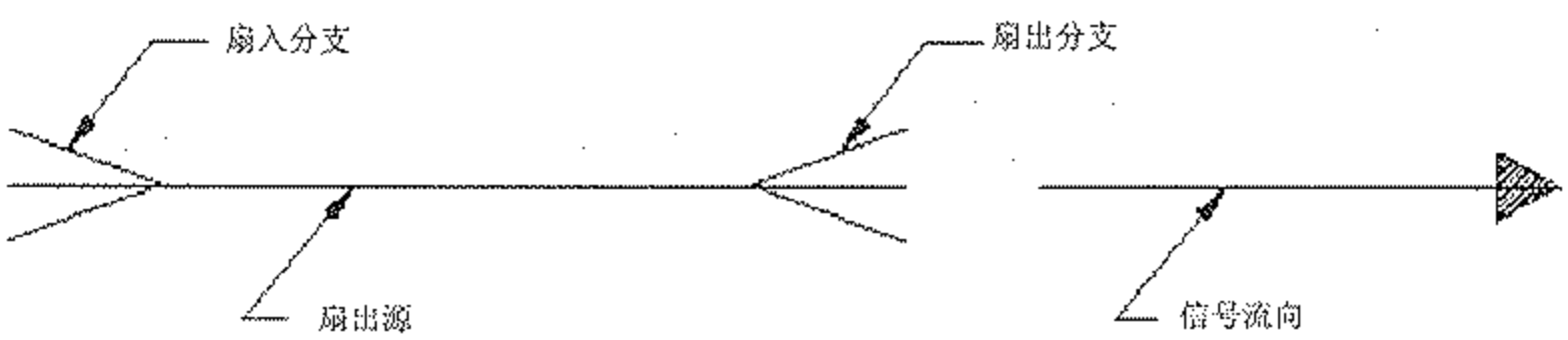


图 1 包括扇入分支、扇出分支、扇出源和信号流向的节点

表 1 采用基本 K 次多项式进行 LFSR 符号分析时的损失值 *P*

K	*P*
$K<8$	1.0
$K=(8\sim15)$	0.05
$K=(16\sim23)$	0.01
$K>23$	0.0

标准搜搜网 bzsoso.com

表 2　故障等效类型中的典型故障

固定故障	逻辑模型中的逻辑线类型
固定 1	多输入“与”或“与非”门的每一输入
固定 0	多输入“或”或“或非”门的每一输入
固定 0，固定 1	除去“与”、“或”、“与非”及“与或”门以外的其他多输入器件的每一输入
固定 0，固定 1	每一条扇出源逻辑线
固定 0，固定 1	每一条初始输出逻辑线

表 3　采用故障模拟程序 2 计算故障覆盖率下限值时所用的抽样数

r	n
0.01	6860
0.015	3070
0.02	1740
0.03	790
0.04	450
0.05	290
注：“r”为选用的损失值，“n”是对应的最小抽样数。	

表 4　采用故障仿真程序 3 时与故障覆盖率接收/拒收下限对应的抽样数

F	n	F'
50.0%	5	87.1%
55.0%	6	89.1%
60.0%	6	89.1%
65.0%	7	90.6%
70.0%	9	92.6%
75.0%	11	93.9%
76.0%	11	93.9%
77.0%	12	94.4%
78.0%	13	94.8%
79.0%	13	94.8%
80.0%	14	95.2%
81.0%	15	95.5%
82.0%	16	95.8%
83.0%	17	96.0%
84.0%	18	96.2%
85.0%	19	96.4%
86.0%	20	96.6%
87.0%	22	96.9%
88.0%	24	97.2%
89.0%	26	97.4%

标准搜搜网 bzsoso.com

表 4(续)

F	n	F'
90.0%	29	97.6%
91.0%	32	97.9%
92.0%	36	98.1%
93.0%	42	98.4%
94.0%	49	98.6%
95.0%	59	98.8%
96.0%	74	99.1%
97.0%	99	99.3%
98.0%	149	99.55%
99.0%	299	99.8%

注：对于给定的最低故障覆盖率要求值 F，模拟 n 个故障。如果所有的故障都能被检测出，则结论为实际的故障覆盖率大于或等于“F”。否则，实际的故障覆盖率小于“F”。表中“F'”一列是具有 50%可接收概率的实际故障覆盖率。

标准搜搜网 bzsoso.com

方法 5013　GaAs 工艺的晶圆制造控制和接收程序

1　目的

本试验规定了适用于 B 级和 S 级 GaAs 单片集成电路的晶圆制造控制和晶圆接收要求。它应与 GJB 597、GJB 2438、GJB 1208 等文件和适用的详细规范一起，用于确定设计、材料、性能、控制和文件要求。

2　设备

本试验所需设备包括能放大到 1000 倍的金相显微镜，扫描电子显微镜(SEM)，适用于测量工艺监控图形(PM)测试结构的电气测试设备和本试验方法所需的其他设备。

3　程序

本试验程序规定了按本试验要求生产的 GaAs 晶圆所必需的晶圆制造控制和晶圆接收试验。

3.1　优先顺序

除另有规定外，试验要求和条件应按以下规定。

3.2　晶片生产线控制

3.2.1　工艺基线

本试验的使用，限制在已经过良好表征(受控)和明确了基线的工艺。所谓“表征”指的是生产线的过程能力已充分文件化。所谓“基线”指的是存在一组确定的工艺参数目标值和方差(由表征数据得到)，为了确定晶圆的可接收性，将实际晶圆的工艺数据测量值与其进行对比。承制方应按本方法的规定向鉴定机构或订购方提供工艺基线文件以获得批准。

3.2.2　统计过程控制

承制方应按 GJB 597 的 3.4.1.2.6 的要求对晶圆制造进行统计过程控制(SPC)。

3.2.2.1　B 级微电路的替代目检程序

对于 SPC 程序控制的工艺过程，可用方法 2010 中 3.1 的目检抽样方案代替 100%目检。用于检查的样本大小应在基线工艺文件中规定。

3.2.3　来料评价

为了确保符合晶圆制造规范和生产过程的一致性，应根据工艺基线文件进行来料评价。

3.2.4　静电放电敏感性

承制方应制定和执行晶圆制造区静电放电(ESD)控制程序。

3.2.5　失效分析

当适用的规范要求时，应对工艺过程中或接收测试中拒收的晶圆进行失效分析。

3.3　晶片接收试验

3.3.1　总则

本晶圆批接收程序基于晶圆目检和适用的工艺监测图形(PM)的电气测试，见表 1。每个晶圆的性能应逐一进行评价。验证基线参数是否在工艺极限内的工艺监控测量，应根据本方法 3.3.2 的要求对每个晶圆批进行。

3.3.1.1　工艺监测图形(PM)

工艺监测图形是一组为工艺控制和确定晶圆可接收性提供数据的测试结构。PM 既可以插入于每个晶圆的特定位置，位于划片槽位置，或包含在每个芯片中，也可以是这些方法的组合。因此，适用时它们可以在最终的互连金属化和钝化完成后用探针进行测试。应在基线文件中给出 PM 结构，测试和可接收性要求。建议的 PM 列于表 1 中。

标准搜搜网 bzsoso.com

表 1　用于 PM 中的测试图形

序号	项目
1	测量晶体管参数的 N—沟晶体管
2	测量晶体管参数的 P—沟晶体管
3	方块电阻
4	增强型晶体管
5	耗尽型晶体管
6	隔离
7	接触电阻(通孔、欧姆接触)
8	台阶覆盖
9	对准标记
10	线宽
11	二极管
12	背栅
13	掺杂剖面结构
14	大栅长场效应晶体管(FATFET)
15	薄膜电阻器
16	电容

3.3.2　PM 评价

晶圆接收将根据在制造过程中进行的 PM 室温测试所提供的信息对每一晶圆逐片进行。若采用插入式 PM，每个晶圆应有足够数目的 PM 位于每个象限的中心位置，以便确保晶圆接收程序和基线 SPC 程序的完整性。对于划片槽位置的 PM 和各个芯片上的 PM，在晶圆的中心和每个象限的中心应有能用探针进行测试的 PM。每个象限中的 PM 到晶圆中心的距离，至少为晶圆中心到晶圆边缘距离的一半。

3.3.3　目检/SEM 检查

在晶圆制造期间，应在关键工序进行光学显微镜或 SEM 检查。当工艺流程包括基板通孔工艺时，应根据方法 2010 中规定的标准，目检其背面特征。检查可以包括图形对准标记和临界尺寸测量。有缺陷的晶圆应从晶圆批中作为废品剔除，或进行返工。应在工艺基线中规定检查操作、抽样方案和接收判据。

3.3.4　数据报告

当详细规范或鉴定需要时，应为提交的每个晶圆批提供如下数据：

a)　所进行的每项测试的结果，包括初次和重新提交；

b)　每批接收、拒收的晶圆数目；

c)　返工晶圆数目和返工原因；

d)　所有规定的 PM 电参数的测量和数据记录。

3.3.5　有缺陷的晶圆

不符合任一试验判据的所有晶圆应在发现缺陷时，或发现缺陷的试验结束时立即剔除。拒收的晶圆，根据基线文件的具体规定可接受经批准的返工操作。一旦拒收，并被判断为不可返工的不合格，不得再对晶圆进行接收试验。经过批准的返工程序处理的拒收晶圆，应重新提交上次拒收时的所有适用的检查，并在继续进行工艺加工之前必须先确定其可接收性。

标准搜搜网 bzsoso.com

3.3.6 单个芯片的评价

当有规定时，在根据基线 SPC 程序和 PM 测量结果表明晶圆为合格后，应对各个芯片进行 25℃的 100%静态/射频测试。当芯片从晶圆划开时，应将不合格的芯片剔除。

标准搜搜网 bzsoso.com