

MOS结构准静态测试中的异常C-V曲线*

刘可辛 罗升旭 郑中山

(山东大学)

王继春 王子建

(济南半导体所)

摘要

本文报导了MOS结构在准静态测试中的异常电容-电压曲线。讨论了它们产生的原因。

关键词: 准静态C-V测试, 异常C-V曲线, MOS结构

一、引言

准静态电容-电压(C-V)测试方法已广泛用来研究MOS系统^[1,2], 该方法的特点是能够在禁带中较宽的能量范围上获得界面态密度按能量分布的信息。如果它和高频C-V测试相结合, 则容易算出靠近禁带中央处的界面态密度, 此处界面态对界面处的复合起主要作用。虽然准静态C-V测试方法甚为重要, 但对于测试中所遇到的异常曲线, 却讨论很少。本文目的在于讨论较为经常出现的各种异常C-V曲线, 并阐明其产生原因。这对于进一步掌握准静态测试技术, 排除可能出现的障碍, 能够起积极作用。异常C-V曲线的讨论, 还有助于更加准确地进行测量。

二、实验和讨论

采用准静态C-V方法来研究MOS系统时, 经常会遇到以下各种异常C-V曲线。

1. 长方形或者梯形曲线

当MOS结构漏电流较大, 例如达到微安数量级时, 输入高阻抗运算放大器的电流过大, 致使输出出现饱和状态。由于运算放大器削波的结果, 在X-Y函数记录仪上呈现出长方形或者梯形曲线, 如图1和图2所示。如果将该点的MOS结构, 用高频C-V测试仪进行测试, 就会在高频测试仪的直流漏电流微安表上出现微安级的漏电流。因此, 该点的MOS结构不能用来作准静态C-V测试。

* 本文编辑部于1989年1月收到。

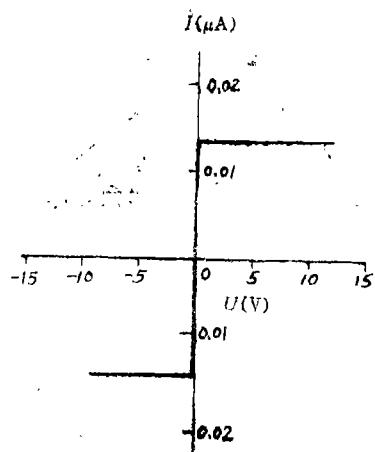


图1 长方形曲线

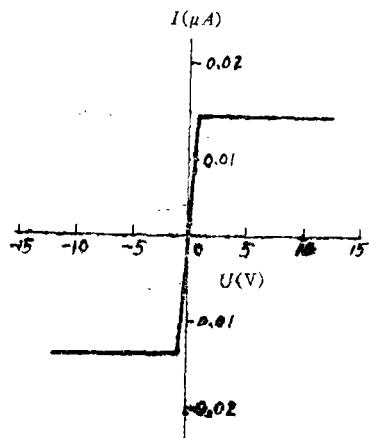


图2 梯形曲线

2. 整个曲线倾斜

当MOS结构的直流漏电流的数量级与其电容位移电流相当,但在数值上小于位移电流时,就会产生整个C-V曲线倾斜。这时准静态的C-V曲线仍然呈现出准静态的特征,但由于存在直流的漏电流,所以产生整个曲线倾斜。实际所得到的C-V曲线是MOS结构电容的位移电流与漏电流相加的曲线,如图3所示。此时可作如下处理:

(1) 将MOS结构用直流微电流高阻仪测出偏压扫描范围内的各偏压的直流漏电流数值,并用此数值作出漏电流对偏压的曲线,然后将准静态C-V曲线逐点减去直流漏电流曲线。由此得到的曲线可以计算出界面态密度。

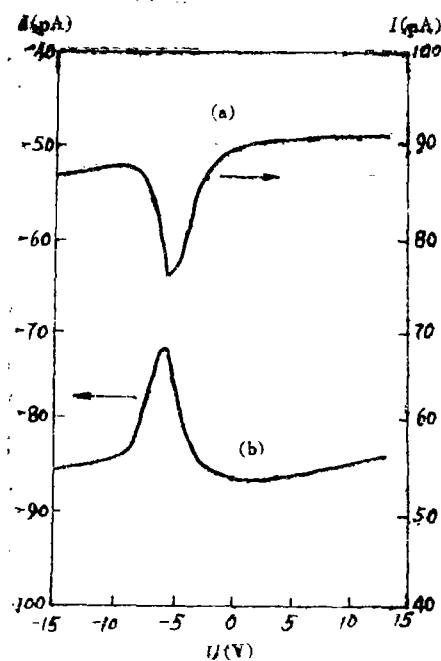


图3 整个倾斜的曲线

(a) 正扫描曲线
(b) 负扫描曲线

(2) 将MOS结构从负偏压到正偏压扫描,得到了一条C-V曲线(正扫描曲线)。再从正偏压到负偏压扫描,得到了另一条C-V曲线(负扫描曲线)。然后将两条曲线逐点相加,就得到扣除漏电流后的C-V曲线,同样,可以用它来计算出界面态密度^[3]。

3. 强反型区氧化层电容的位移电流大于积累区氧化层电容的位移电流

图4表示p型硅MOS结构的准静态曲线。它的右边半直部分为强反型区氧化层电容的位移电流,其数值均大于左边半直部分积累区氧化层电容的位移电流。由于强反型区和积累区的位移电流仅取决于MOS结构的氧化层厚度和金属点的面积,一般情况两者应该相等。但有时会呈现出不相等,前者大于后者。产生这种情况的原因可能是,在强反型时,由于半导体为p型,所以在金属层上施加正的偏压,则金属层带正电荷,若在金属点周围有可动的正离子时,受到正电

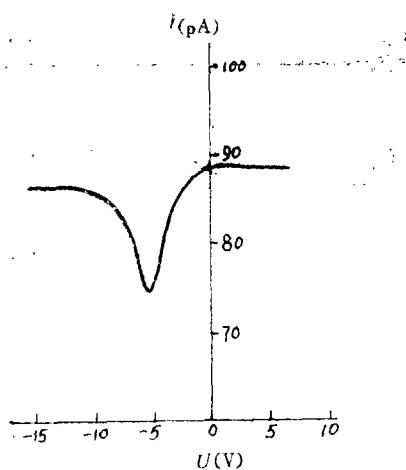


图 4 积累区和强反型区氧化层电容的位移电流大小不相等

荷的作用，正离子会沿半导体表面扩展，其效果相当于增大了金属点的面积。因此，电容的量值增大了，所以位移电流也就增大了。而在积累区时，金属层带负电，正离子不会向外扩展，电容面积没有增大。克服这种现象的方法是，在制作MOS结构时，工艺应严格，尤其是清洗处理时，应尽量减少表面沾污。测试时，MOS结构表面必须干燥。

4. 在反型状态时曲线上出现尖峰

在半导体表面由耗尽状态进入反型状态时，如果半导体中有额外的少数载流子源，少数载流子就会迅速进入反型层，引起大的电流尖峰，如图 5 所示。但是当半导体进入强反型状态时，由于偏压足以维持半导体

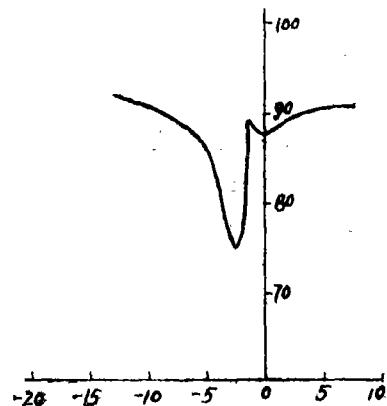


图 5 在反型状态时曲线上出现尖峰

表面形成强反型状态，此时虽然少数载流子源仍然能够提供少数载流子，但是偏压已足够维持反型状态所需的少数载流子，故额外的少数载流子源实际上已不起作用，所以仅在反型状态时出现一尖峰，而在强反型状态仍然是平直直线。克服方法是在 MOS 点的周围上扩散一保护环，n型硅用 n^+ 环，p型硅用 p^+ 环。

5. 光照时的现象

原来呈现出正常 $C-V$ 曲线的MOS 结构，受到光照时，会在反型状态时曲线上产生一尖峰，如图 6 所示。它的位置和形状均和第四条所述的尖峰类同。众所周知，MOS 结构受到光照时，激发了电子空穴对。对于 p 型半导体来说，电子为少子。所以和上述一样有额外的少数载流子源产生，并出现了尖峰。

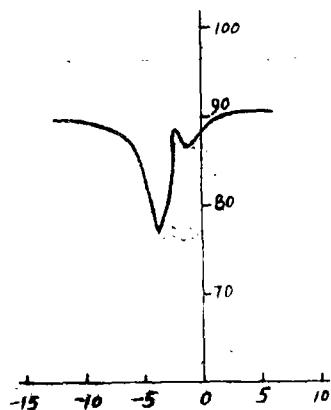


图 6 光照时在反型状态时曲线上出现尖峰

三、结束语

描述和讨论了通常 MOS 结构在准静态 $C-V$ 测试中，经常出现的五种异常曲线；阐明了它们产生的原因，并且介绍了克服异常曲线的方法。对异常 $C-V$ 曲线的研究有助于排除不正常因素，准确地进行测试。

参 考 文 献

(1) M.Kuhn, *Solid-State Electron.*, Vol.

(下转第 7 页)

Re-routing algorithms for Double-layer Printed wiring boards

Shen Lin, Zhong Lin and Tong Fu

(Chongqing University)

Abstract

Rerouting scheme is an important and difficult problem yet to be solved in automated routing. Algorithms based on re-routing techniques used by human experts are described in this paper. In this scheme, some modifications (weak modification) are made to connect blocked nets. Weak modifications relocate part of the existing paths while maintaining all existing connections. The rip-up (strong modification) removing segments of nets already routed to make room for a blocked connection should be invoked only when weak modification fails. Finally, good results and high efficiency can be achieved by so doing.

Keywords: Double-layer printed wiring board, Re-routing, Abnormal layer assignment

(上接第18頁)

(1) G. R. Moghal, *Thin Solid Film*,
Vol.55, No.3, p.329(1978).

(3) B. Monderer and A. Lakhani, *Solid
State Electron.*, Vol. 28 No.5, p.
447(1985).

The Anomalous C-V Curves of MOS Structures in Quasi-Static Measurement

Liu Kexin, Luo Shengxu and Zheng Zhongshan

(Shandong University)

Wang Jichun and Wang Zijian

(Jinan Institute of Semiconductor)

Abstract

The anomalous curves of MOS structures in quasi-static capacitance-voltage measurements are reported in this paper, and reasons for the generation of these curves are discussed.

Keywords: Quasi-static C-V measurement, Anomalous C-V curve, MOS structure