

二氧化硅的表面改性

韩阶平 王培大* 徐卫东 金钟元 陈梦真

(中国科学院微电子中心, 北京)

1987年8月31日收到

本文提出一种改变 SiO_2 表面特性的新方法。当用一定能量的电子轰击二氧化硅表面时, 二氧化硅的腐蚀特性发生了很大变化。在同一工艺条件下, 未经电子轰击的二氧化硅腐蚀速率为 $700-1000 \text{ \AA}/\text{分}$, 经电子轰击的二氧化硅腐蚀速率近于零。

主题词: SiO_2 膜, 表面改性, 电子轰击

二氧化硅是生长或淀积在硅片(或其它衬底)表面上的一层介质膜。各种各样的半导体器件及集成电路, 是通过光刻这层 SiO_2 膜而制成的。在制作集成电路过程中, 光刻二氧化硅的次数最多。生产实践表明, 光刻二氧化硅图形质量的好坏, 直接影响半导体器件的电性能和成品率。随着半导体器件向更高频和超大规模集成的方向发展, 要求在二氧化硅上刻蚀的图形尺寸愈来愈精细。

为了探讨腐蚀二氧化硅的新原理、新方法, 需要研究二氧化硅的表面特性, 特别是腐蚀特性的变化。改变二氧化硅表面特性的方法很多^[1-2], 概括起来有三种: 1. 化学方法, 2. 物理方法, 3. 物理和化学相结合的方法。

本文主要报道用电子轰击二氧化硅表面导致的二氧化硅腐蚀特性的变化。

用一定能量的电子轰击二氧化硅表面, 然后在其表面上涂上一层光刻胶, 用紫外线进行照射, 再用含水的氟化氢进行气体腐蚀(在一定温度下), 结果二氧化硅的腐蚀特性发生了明显的变化。未经电子轰击的二氧化硅腐蚀速率为 $700-1000 \text{ \AA}/\text{分}$, 而经电子轰击的二氧化硅腐蚀速率近于零, 这就为电子束扫描直接光刻二氧化硅图形提供了一条途径。

我们首先研究了电子能量的变化对 SiO_2 腐蚀特性的影响, 实验结果如图 1 所示:

从图 1 得知, 二氧化硅的腐蚀速率随轰击电子的能量变化而变化, 同时还与涂层密切相关。某些涂层可使 SiO_2 的腐蚀速率向增强的趋势发展, 而另一些涂层则相反。

为了了解电子轰击 SiO_2 后抗蚀特性, 我们研究了轰击区和非轰击区 SiO_2 的腐蚀特性随腐蚀时间的变化, 为此将两个区的二氧化硅全部腐蚀完, 实验结果如图 2 和图 3 所示:

从图 2 看出, 未轰击区的二氧化硅腐蚀深度与腐蚀时间基本上为一直线关系, 而涂层及处理方法的不同仅影响直线的斜率。轰击区(参看图 3) SiO_2 与此大不相同, 当轰击电子的能量一定时, 开始 SiO_2 腐蚀深度基本无变化, 到某一定时间后, SiO_2 开始腐蚀。

* 工作单位为半导体研究所

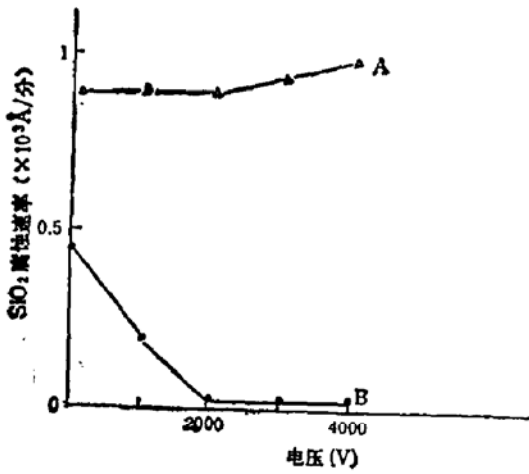


图1 SiO₂ 腐蚀速率与轰击电子能量的关系
(电流为 0.2A)

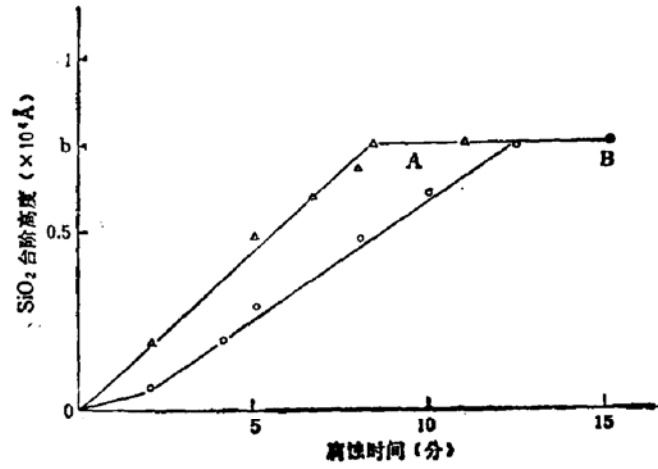


图2 未轰击区 SiO₂ 腐蚀深度与腐蚀时间的关系
(b 为 SiO₂ 原始厚度)

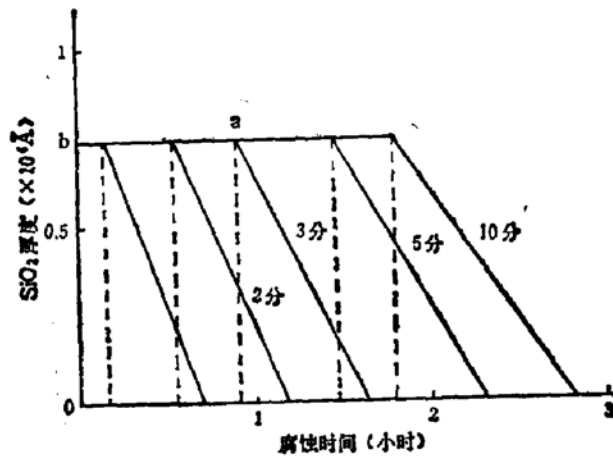


图3 轰击区 SiO₂ 厚度与腐蚀时间的典型关系(b 为 SiO₂ 原始厚度)

相应 a 平台的时间我们称之为抗蚀时间, 它的长短与轰击电子的能量及轰击的时间有密切关系。一般说来, 电子能量越高, 轰击时间越长, 则抗蚀时间就越长。这个现象不仅对 SiO₂ 的图形加工提供了一种新方法, 而且对 SiO₂ 表面态的研究也很有意义。

除此之外, 我们还研究了等离子与 SiO₂ 表面作用后导致的新现象, 以及电子, 质子和紫外线二者、三者、四者同时与 SiO₂ 作用后所产生的有趣的现象。

参 考 文 献

- [1] 韩阶平等, 电子学报, 13, 36(1985).
- [2] 韩阶平等, 半导体学报, 7, 638(1986).

Modifying SiO₂ Surface State

Han Jieping, Wang Peida,* Xu Weidong,
Jin Zhongyuan and Chen Mengzhen

(Microelectronic Research and Development Centre, Academia Sinica, Beijing)

Abstract

A novel technique for modifying SiO₂ surface state is presented. After the SiO₂ surface is bombarded by electrons under certain energy, the variation of etching rate is observed apparently. The etch rate of unbombarded SiO₂ is about 700—1000 Å/min. However, no obviously etching is observed for bombarded samples.

KEY WORDS: SiO₂ film, Surface modify, Electron bombard.

* Institute of Semiconductor, Academia Sinica.