

远紫外无显影光刻催化剂及工艺探讨

韩阶平 侯豪情

(中国科学院微电子中心,北京)

1988年4月8日收到

研制成了一种新型催化剂,它由普通小分子有机化合物(如甲基紫等)和 CMPS 树脂,一起溶解在一定的溶剂中配制而成。用此催化剂做了远紫外曝光的各种腐蚀特性实验,获得了满意的结果。

主题词: 远紫外光刻, 无显影光刻, 催化剂

无显影光刻与常规光刻有很大区别^[1,2]。不仅工艺不同而且腐蚀原理也不同。在常规光刻中光刻胶(主要指负性胶)经曝光显影后做出胶的几何图形,然后再将此图形转移到衬底上,胶起掩蔽作用。无显影光刻中,光刻胶经曝光后不需显影,就可以直接将图形转移到衬底上,这里的胶既起掩蔽作用又起催化腐蚀作用。用众所周知的光刻一般原理无法解释无显影光刻中的腐蚀机理。为了区分这两种完全不同的工艺,我们把胶称为光刻催化剂,对无显影光刻催化剂的结构我们曾作了描述^[3],它与已有的光刻胶体系大不相同。一般的负性光刻胶是由光敏树脂、增感剂和溶剂构成,缺一不可。而无显影光刻催化剂则是由甲基紫取代增感剂,它可以腐蚀出所需要的几何图形,这是由无显影光刻原理指

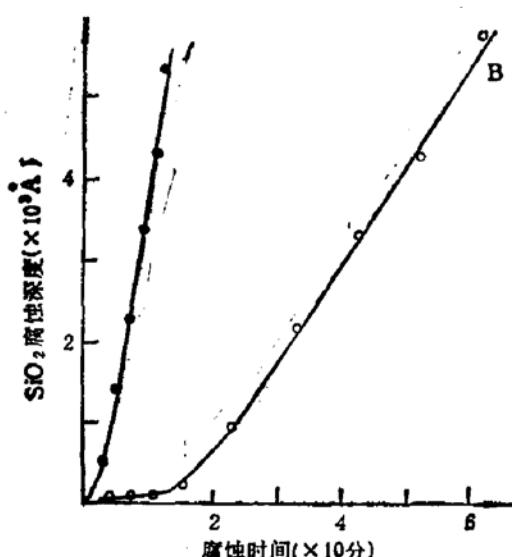


图1 SiO₂腐蚀深度随腐蚀时间的变化
A——曝光区 B——非曝光区 曝光波长:
190—260nm 曝光时间为 50 秒; 腐蚀温度:
~150℃

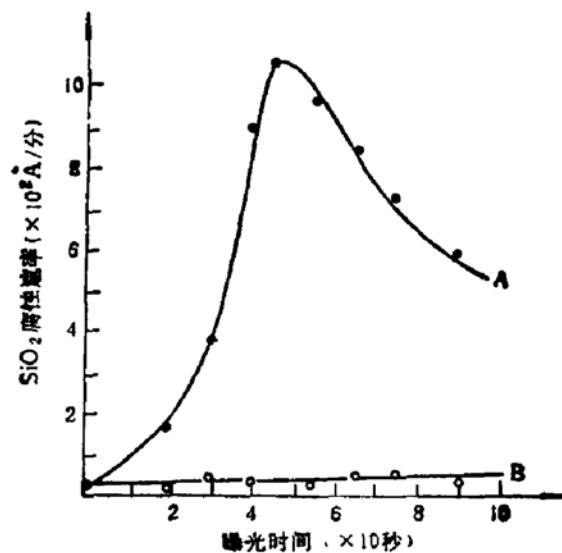


图2 SiO₂腐蚀速率与曝光时间的关系
A——曝光区 B——非曝光区

导下所创造的奇迹。

本文主要报道新研制的远紫外无显影光刻催化剂各种腐蚀特性。

1. 二氧化硅腐蚀深度随时间的变化

图 1 表明, 噴光区是一条很陡的曲线, 几乎无诱导期, 其腐蚀速率相当快。而非噴光区有一个较长的诱导期, 然后腐蚀速率缓慢上升, 当非噴光区还处在诱导期内, 噴光区的 SiO_2 已经腐蚀完毕, 结果获得了较大的腐蚀速率比, 这是催化剂可取的一个重要参数。

2. 二氧化硅腐蚀速率与喷光时间的关系

将腐蚀温度($\sim 150^\circ\text{C}$)固定不变, 改变喷光时间, 观察腐蚀速率的变化, 从图 2 看出, 噴光区的腐蚀速率有一个峰值, 而非噴光区的 SiO_2 腐蚀速率与喷光时间长短关系不大, 基本上是一条直线。从噴光区和非噴光区 SiO_2 腐蚀速率随喷光剂量(喷光时间的倒数, 表明剂量不同)的变化, 看出新研制成的光刻催化剂喷光前后的腐蚀特性变化很大。两个区的腐蚀速度差越大, 光刻催化剂特性越好。

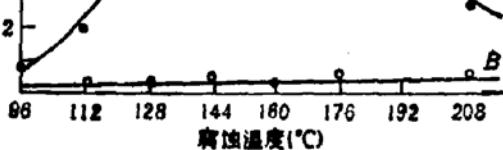


图 3 SiO_2 腐蚀速率与腐蚀温度的关系

A——喷光区 B——非喷光区

3. 二氧化硅腐蚀速率与腐蚀温度的关系

在喷光时间不变(50 秒)的情况下, 研究了腐蚀速率随温度的变化, 实验结果如图 3 所示。众所周知, 温度是影响催化反应的一个重要因素, 就目前已知的反应速度与温度的关系曲线有五种类型, 其中四种是反阿累尼乌斯类型的, 图 3 中曲线的形状与反阿累尼乌斯类型中的第 III 型相一致^[4], 说明该反应属于多相催化反应类型。

催化剂性能如何, 温度特性曲线很重要。如果峰值出现在较高的温度, 此催化剂不适用, 该催化剂的峰值在 150°C 左右时, 此温度特性适用。

无论从喷光特性、温度特性还是两个区的腐蚀速率比都说明这一新的光刻催化剂性能良好; 可用于生产实践中。用此催化剂刻蚀出了 $2\mu\text{m}$ 线条的图形。

这一工艺的研制成功, 是无显影光刻技术的重大突破, 因为此催化剂已经不属于现有的光刻胶范畴。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院化学所光致抗蚀剂组, 光致抗蚀剂, 科学出版社. p.20, (1977).
- [2] 韩阶平等, 电子学报 13, 36(1985).
- [3] 韩阶平等, 第五届全国半导体集成电路、硅材料学术会论文集. 福州(1987).
- [4] 印永嘉, 物理化学简明教程, 人民出版社, p. 182, (1983).

Study of Catalyst and Technology of Deep-UV Development-Free Lithography

Han Jieping and Hou Haoqing

(Microelectronics Research and Development Centre, Chinese Academy of Sciences, Beijing)

Abstract

A new catalyst has been developed. It is made up with common organic compound (e.g. methyl violet), CMPS resin and certain solvent. Characteristic experiments for the catalyst have been done in deep-UV exposure conditions and some satisfactory results are obtained.

KEY WORDS : Deep-UV lithography, Development free lithography, Catalyst