

紫外光/臭氧干法去除光刻胶

谈凯声 祁宜芝

(中国科学院, 电子学研究所)

1987 年 10 月 6 日收到

本文介绍紫外光/臭氧干法去除光刻胶的工作机理及实验装置;列出这种方法去除三种不同型号的国产负性光刻胶的去胶速率及利用俄歇光电子能谱仪分析去胶效果的能谱曲线;最后,对紫外光/臭氧干法去胶方法作了评价。

主题词: 紫外光, 臭氧, 光刻胶, 干法去胶

一、引言

紫外光/臭氧去除吸附在材料表面的碳及碳氢化合物的方法早在七十年代初期就已开始研究了^[1],迄今已有大量的报道,作者^[2,3]曾应用这种方法进行去除吸附在金属、半导体和介质表面上的碳及碳氢化合物的试验,都获得了令人满意的结果。本文着重介绍这种方法在半导体集成电路光刻和制版工艺方面的应用。首先介绍紫外光/臭氧去除光刻胶的工作机理和实验装置;接着列举对三种国产负性光刻胶的去胶试验和俄歇能谱分析仪的分析结果;最后,对此种去除光刻胶方法作出评价。

二、工作机理及实验装置

紫外光/臭氧去胶方法利用紫外光对光刻胶(碳氢化合物)所起的光敏氧化作用来达到去胶的目的。

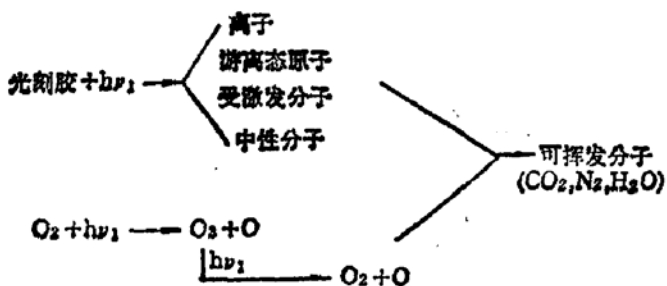


图1 紫外光/臭氧去胶示意图

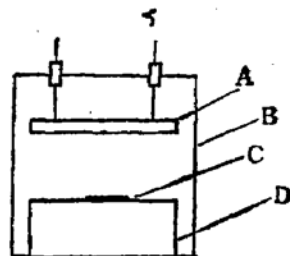


图2 紫外光/臭氧干法去胶实验装置。
A——低压汞灯， B——密闭工作室，
C——样品， D——样品架

图1为紫外光/臭氧去胶过程的示意图。 $h\nu_1$ 和 $h\nu_2$ 分别表示光子能量不同的两紫外

光。 $h\nu_2 > h\nu_1$ 。 $h\nu_1$ 的作用是激发、分解(或称敏化)光刻胶以及其它的碳氢化合物, 使它们分解为离子、游离态原子、受激发分子和中性分子。 $h\nu_2$ 的作用是促使氧分子分解成原子氧 O 和臭氧 O_3 。臭氧在吸收了能量为 $h\nu_1$ 的光子后又能分解出原子氧。由于这些原子氧的强烈的氧化作用, 被激发的光刻胶以及由它分解产生的游离态原子等反应成 CO_2 、 H_2O 和 N_2 等可挥发性气体逸出表面, 从而留下一个清洁的表面^[4,5,6]。

紫外光/臭氧去胶过程可以在大气中或在氧气压强为 $1.3 \times 10^{-2} \text{Pa}$ (约 10^{-3} 托) 的真空系统中进行^[7]。本文仅介绍在大气中工作的实验装置。

图 2 为紫外光/臭氧干法去胶的实验装置。A 为低压汞灯, 功率 10W。用来产生能量分别为 $h\nu_1$ 和 $h\nu_2$ 的紫外光光子。这种低压汞灯可看作冷光源, 工作时它的温度略高于室温。因此, 这种去胶方法非常适用于那些不宜在高温情况下处理的材料。B 为工作室。为了保证工作室内的臭氧有足够的浓度, 工作室应大小适中并且是密闭的。C 和 D 分别是样品和样品架。

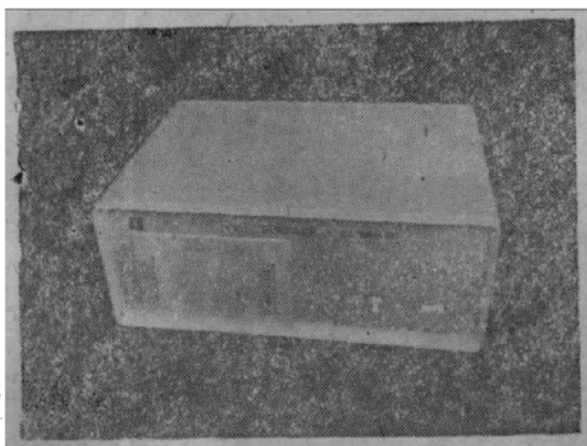


图 3 紫外光/臭氧表面清洁仪外形

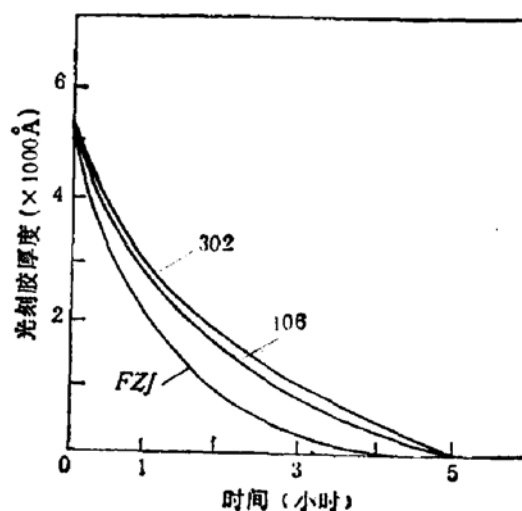


图 4 FZJ、106 和 302 光刻胶的去胶速率

图 3 是中国科学院电子学研究所出品的紫外光/臭氧表面清洁仪的外形照片。工作时, 打开工作室的门, 把样品放在样品架上, 然后, 把样品架提升到离光源一定距离处, 关闭工作室门, 调节定时旋钮 (1—30 分钟), 按下电源开关, 清洁仪即自动进行去胶。直到预定的时间为止。操作非常简便。

三、几种国产负性光刻胶的去胶试验

我们曾对三种不同型号的国产负性光刻胶进行去胶试验 (FZJ 光刻胶、106 光刻胶和 302 光刻胶)。这些光刻胶都按照常规工艺涂敷在硅基片上。其具体规范如下: 1) 硅片在丙酮、酒精中超声清洗三次, 然后, 用去离子水冲洗, 烘烤半小时后备用。2. 根据各种光刻胶的浓度, 选择适当的甩胶速率, 以保证这三种光刻胶的厚度一致。3. 前烘温度 85°C , 20 分钟。曝光 35 秒。丁酮, 甲苯显影后, 在 100°C 烘烤 30 分钟。

为了便于应用台阶仪测量光刻胶的厚度, 利用曝光法, 在硅基片上制作一个光刻胶台阶。在测量了原始样品的厚度以后, 把三块样品送到清洁仪中同时去胶。每隔一定时间

测一次样品的厚度,即得到图4所示的去胶速率曲线。从图中我们可以看到FZJ光刻胶的去胶速率最快,106胶次之,302胶最慢。这表明去胶速率和光刻胶本身材料配方和结构有关。

在光刻胶完全清除之后,我们用俄歇光电子能谱仪来检验硅基片表面的清洁程度。图5(a)表示的是去胶前的硅基片表面情况。图5(b)表示去胶后的硅基片表面情况,此时,表面已没有肉眼可见的光刻胶。图5(b)上所示的A点和B点分别表示原始硅片上涂胶部分和未涂胶部分的两个点。俄歇光电子能谱仪对这两点分别进行能谱分析,检验它们表面的清洁情况。图6(a,b)分别表示硅基片上A点和B点的俄歇能谱图。从图上我们可以看到明显的硅峰,而碳峰几乎看不出来。这说明紫外光/臭氧去胶是相当彻底的。

四、评 价

紫外光/臭氧去胶是一种干法去胶方法。与湿法去胶——化学溶剂去胶,以及高温氧化去胶和氧等离子体去胶方法相比,有其独到的优点。

常规的化学溶剂去胶需用发烟硝酸及其它化学溶剂(如硫酸和铬酸洗液)浸泡,还要用丙酮棉擦洗。废液容易污染环境造成公害,擦胶常伴随着硅基片划伤,影响器件的质量和可靠性。紫外光/臭氧去胶是一种非接触性的干法去胶,不会造成硅基片或其它基底材料的表面损伤。虽然紫外光会灼伤人体,多吸臭氧对人体有害,但只要防止紫外光直接照射人体,操作时把设备放在通风良好的地方,不会危害人体健康和污染环境。

我们采用的紫外光源——低压汞灯是一种冷光源,它的工作温度略高于室温。因此,与高温氧化去胶工艺相比,它特别适宜于那些不能在高温下去胶的基片的去胶手段。

紫外光/臭氧去胶装置的主要部件是光源——低压汞灯。结构简单,成本低廉。它能在室温下、大气中工作,所以操作方便、机动灵活。这是氧等离子体去胶工艺不能比拟的。

由于紫外光/臭氧表面清洁方法能够彻底地去除吸附在物理表面上的碳和碳氢化合物,它常用于微电路工艺中改进热压焊接工艺^[7]。有机物的存在使得热压焊接工艺对温度的影响十分敏感。如在焊接前,先用紫外光/臭氧处理待焊接的表面,就可略去温度因素的影响。同理,如果在甩胶前把基片先用紫外光/臭氧清洁一下,将使光刻胶的涂层均匀度得到改善。

紫外光/臭氧的去胶速率除了和光刻胶本身的成份和结构有关外,还跟光源的强弱、

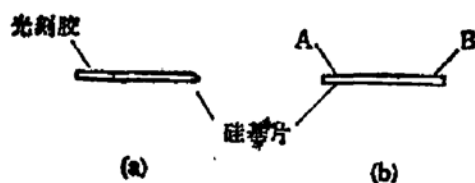


图5 去胶前后硅基片的表面情况

(a) 去胶前的样品

(b) 去胶后的样品

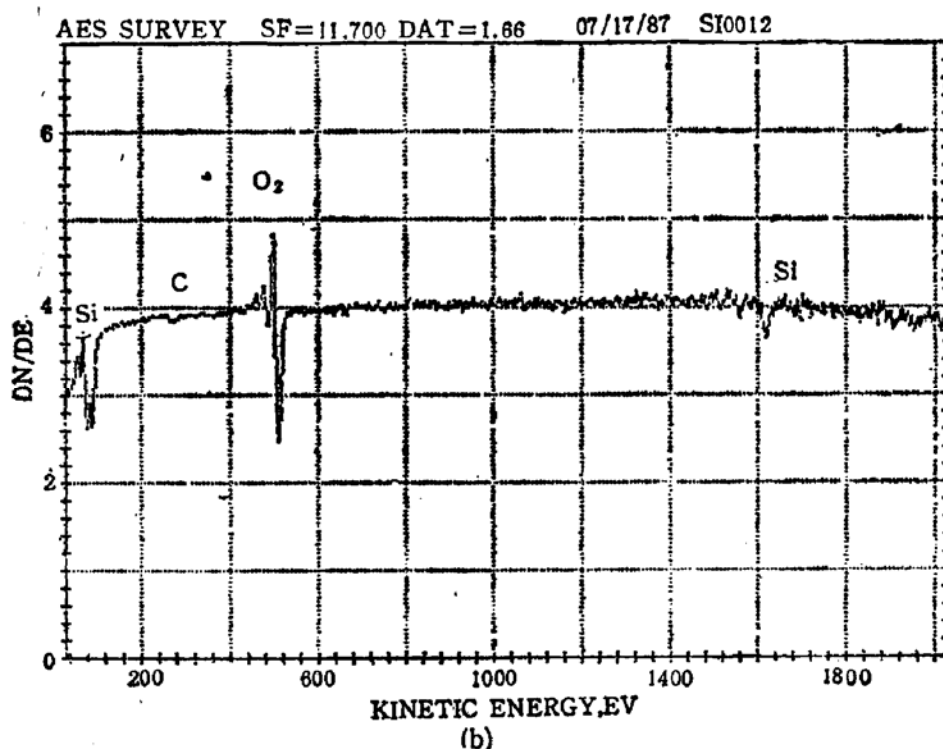
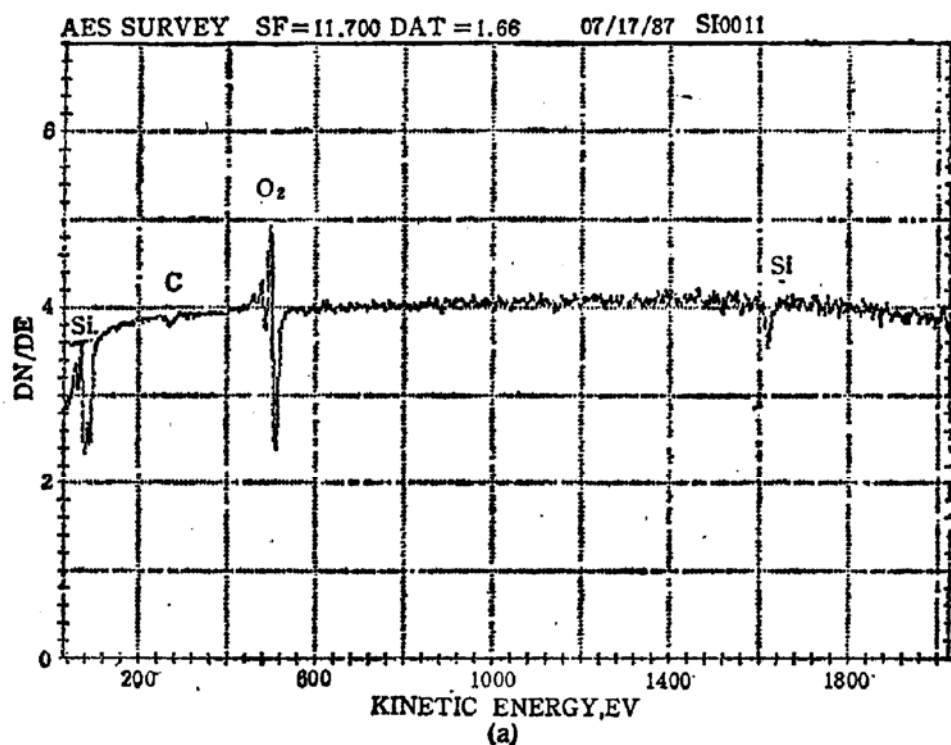


图6 紫外光/臭氧去胶后硅基片表面的俄歇光电子能谱

(a) 硅片上A点俄歇光电子能谱 (b) 硅片上B点俄歇光电子能谱

光源与样品之间的距离,以及它们之间的臭氧的浓度有关。增大光源强度,减小光源与样品之间的距离以及适当缩小工作室的容积,提高臭氧的浓度都能有效地提高去胶速率,减少去胶时间。我们的实验装置采用的紫外光光源的功率只有10瓦。而工作室的容积又比较大,因此,测得的去胶速率尚不理想,只有1500 Å/小时。目前,我们正在设法提高光

源功率,改进臭氧产额,从而能大幅度地提高去胶速率。

五、结 论

紫外光/臭氧干法去除光刻胶的设备简单、费用低廉,它可以在室温下和大气中进行操作。去胶非常彻底。除了用于光刻胶的去除之外,如果在甩胶前,用此设备对基片进行清洁处理,可以改进涂胶质量;而在进行热压焊接工艺前,先用紫外光/臭氧彻底清除粘附在待焊接表面上的有机物,有助于提高产品的可靠性和成品率。由于它具有其它去胶方法所没有的独特优点,在光刻和制版工艺中将获得越来越多的应用。

作者谨对中国科学院电子学研究所韩泾鸿、范杰和蔡金娥,物理所许波以及北京化工研究院董桂荣等同志的热情支持和协助表示诚挚的感谢。

参 考 文 献

- [1] D. A. Bolon & C. O. Kung, *Polymer Engineering & Science*, 12, 109, (1972).
- [2] 谈凯声、李建平, *电子科学学刊*, 8, 155 (1986).
- [3] 谈凯声、李建平, *真空科学与技术*, 6, 42, (1986).
- [4] H. W. Prengle et al., *Hydrocarbon Processing*, PP. 80—90, Wiley, New York, (1975).
- [5] J. G. Clavert & J. N. Pitts jr., *Photochemistry*, PP. 205—209, 687—705, Wiley, New York, (1966).
- [6] J. R. Vig, & J. W. LeBus, *IEEE Trans. on Parts*, 12, 365 (1976).
- [7] R. R. Sowell et al., *J. of Vac. Sci. & Techn.* 11, 474 (1974).

UV/Ozone Dry Depolymerization of Photoresists

Tan Kaisheng and Qi Yizhi

(Institute of Electronics, Academia Sinica, Beijing)

Abstract

This paper describes the mechanism and the experimental apparatus for ultraviolet/ozone dry depolymerization of photoresists. The depolymerizing speed of three different types of negative photoresists made in China and the Auger analysis results for testing the UV/ozone depolymerizing efficiencies are given. Finally, the evaluations for UV/ozone depolymerization are made.

KEY WORDS: Ultravioletlight, Ozone, Photoresists, Dry depolymerization.