

肖特基二极管的制备（二）

实验简介

通过学习 SBD 器件的制备工艺步骤，学习如何将掩膜图形转移到我们的衬底上，了解光刻的原理、光刻胶以及整个光刻的工艺流程，熟悉光刻设备操作。

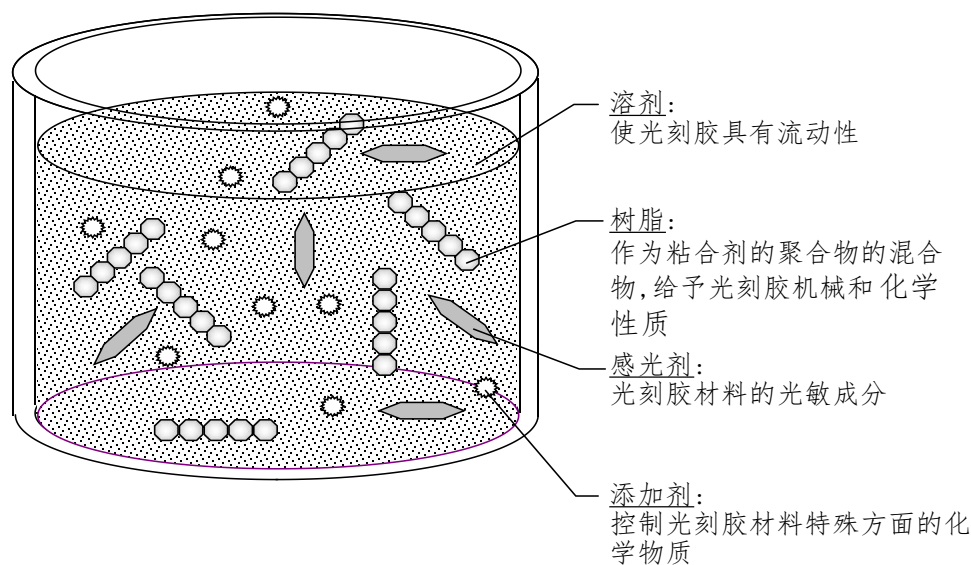
实验原理

一、光刻原理

从半导体制造的初期，光刻就被认为是集成电路制造工艺发展的驱动力。光刻的原理就是利用光致抗蚀剂(或称光刻胶)感光后因光化学反应而形成耐蚀或易蚀性的特点，将掩模板上的图形刻制到被加工表面上，就是利用照相复制与化学腐蚀相结合的技术，在工件表面制取精密、微细和复杂薄层图形的化学加工方法。

二、光刻胶

光刻胶也称为光致抗蚀剂，它主要由感光树脂、增感剂和溶剂三部分组成的对光敏感的混合液体。光刻胶主要用来将光刻掩模板上的图形转移到元件上。

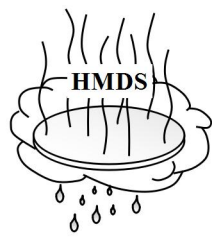


根据光刻胶的化学反应机理和显影原理，可将其分为：正性光刻胶和负性光刻胶。负性光刻胶把与掩膜版上图形相反的图形复制到硅片表面。正性光刻胶把与掩膜版上相同的图形复制到硅片表面。

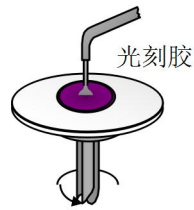
三、光刻工艺流程

光刻工艺是一个复杂过程，它有很多影响其工艺宽容度的工艺变量。例如较小的特征尺寸、对准偏差、掩膜层数以及硅片表面的清洁度等。

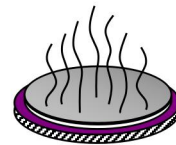
一般，将光刻工艺分为以下八个步骤：气相成底模处理；旋转涂胶；软烘（前烘）；对准和曝光；曝光后烘焙（中烘）；显影；坚膜烘焙；显影检查。现将八个步骤分述如下：



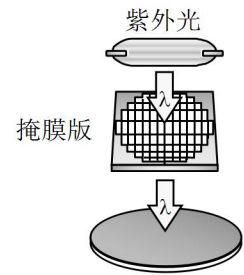
1) 气相成底膜



2) 旋转涂胶



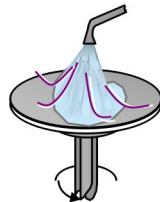
3) 软烘



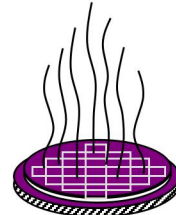
4) 对准和曝光



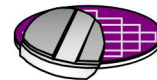
5) 曝光后烘焙



6) 显影



7) 坚膜烘焙



8) 显影检查

步骤一：气相成底膜处理

光刻的第一步是清洗、脱水和硅片表面成底膜处理。这些步骤的目的是增强硅片和光刻胶之间的粘附性。实验室中，通常通过旋涂方式形成底膜。

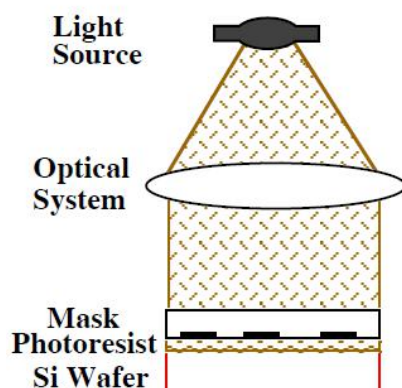
步骤二：光刻胶旋涂

滴胶、旋转甩胶、溶剂挥发，决定光刻胶厚度关键参数：光刻胶的粘度和旋转转速；粘度越大光刻胶成膜越厚，转速越大厚度越小。

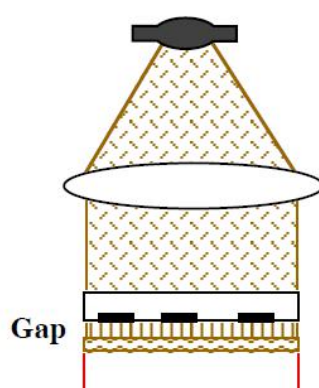
步骤三：软烘（前烘）

软烘目的：1、光刻胶溶剂去除；2、增强光刻胶与基底的粘附、3、缓和在旋转过程中胶膜内产生的应力，4、防止光刻胶沾到设备上（特别是接触式曝光）。

1:1 Exposure Systems

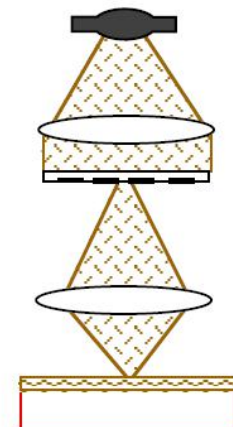


Contact Printing



Proximity Printing

Usually 4X or 5X Reduction



Projection Printing

步骤四：曝光

曝光就是对涂有光刻胶的基片进行选择性的光化学反应，使接受到光照的光刻胶的光学特性发生改变。曝光中最重要的两个参数是：曝光能量和焦距；曝光方法主要分接触式曝光、邻近曝光和投影式曝光；接触式曝光设备相对简单，操作方便，但分辨率相对较差， $>0.5\mu\text{m}$ 。

步骤五：曝光后烘烤（中烘）

对基于 DNQ 化学成分的（常规 I 线 G 线胶）光刻胶，进行中烘减少了光刻胶中剩余的溶剂，从而提粘附性并减少驻波损失；对于 CA DUV 光刻胶（深紫外胶），在曝光过程中产生了一种酸，烘焙加热引起酸催化的去保护反应，从而能溶于显影液。

步骤六：显影

显影是在硅片表面光刻胶产生图形的关键步骤，就是用显影液溶解掉不必要的光刻胶，将掩膜版上的图形转移到光刻胶上

步骤七：坚膜

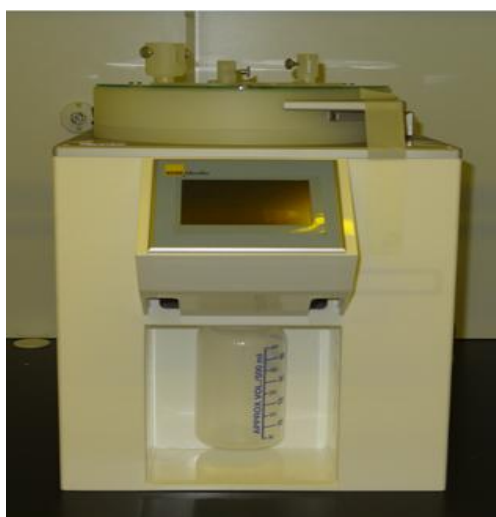
进一步去除光刻胶里的溶剂，增加与硅片的粘附性，提升抗刻蚀性

步骤八：显影后检

胶图形是暂时的，检查发现问题可洗去光刻胶重新开始

四、中心光刻设备介绍

SUSS Labspin6 匀胶机：通过精确的机械旋转和可控的程式，实现均匀涂胶。手动或自动涂胶等两种模式可供选择，适合于晶圆、方形硅片及碎片，广泛应用在大学及科研院所实验平台。

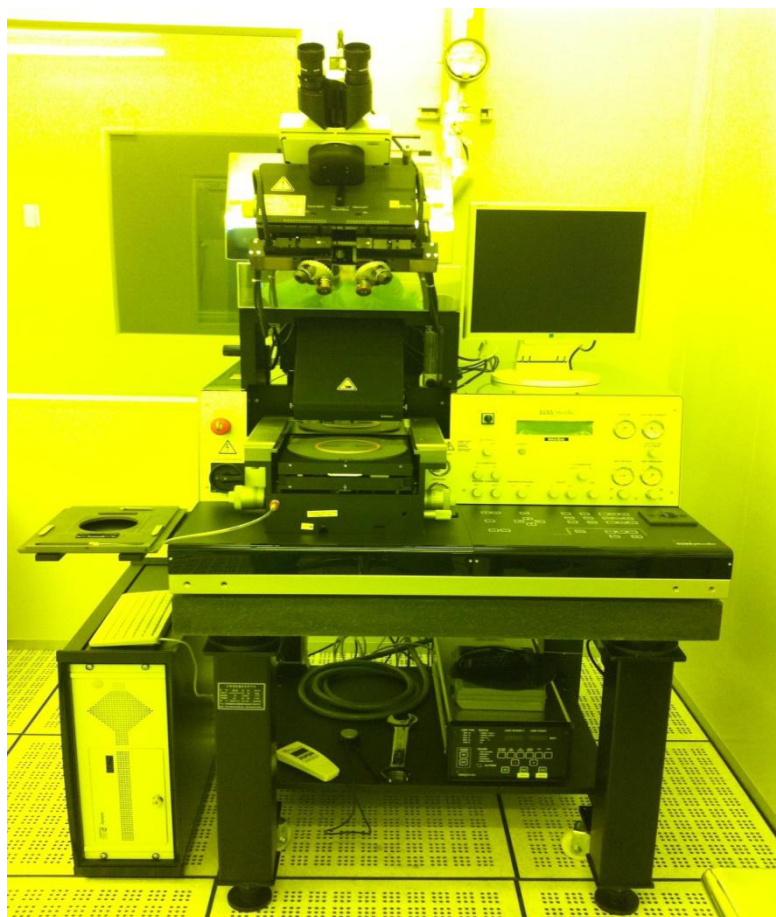


SUSS Labspin6 匀胶机



SUSS HP8 热板

SUSS HP8 热板：通过电加热方式，提供可控烘烤间距，实现均匀加热。提供氮气气氛，减少烘烤过程中污染。体积小，重量轻，放置在通风橱内，加热范围 $60\sim 250^{\circ}\text{C}$ ，用于晶圆匀胶后烘烤。



SUSS MA6 紫外光刻机：是由德国 SUSS 生产，广泛应用在大学及科研院所的微纳加工工艺中，是进行大面积快速紫外曝光的常见微纳加工设备。其原理：以汞灯为紫外光源，配合复杂的光路系统，实现均匀、高能量和较为准直的单色光束，可以对光刻胶进行曝光。同时系统配有对准显微装置（单面和双面）。

学习重点

- 1、了解光刻胶成份；
- 2、了解光刻工艺流；
- 2、了解曝光的重要参数。

实验仪器

匀胶机 1 台、热板 1 台、接触式曝光机 1 台、通风橱 1 台、显微镜 1 台

实验内容

- 1、在硅片上进行光刻加工，复制掩膜版图形；
- 2、练习紫外光刻机，调整曝光时间以及曝光模式，对测试图形尺寸的影响。

具体操作流程及参数

- 1、清洗（通风橱内）：简单清洗衬底（背面已镀金），丙酮、异丙醇、水分别超声两分钟；
- 2、匀胶（SUSS 匀胶机）：选用 S1813 胶，设定 4000 转甩胶 30S；
- 3、软烘（SUSS 热板）：115℃烘烤 60S；
- 4、曝光（SUSS MA6 紫外曝光机）：选用 hard 模式，曝光 7.5S；
- 5、显影（通风橱内）：AZ300MIF 显影 50S，DI 水定影 60S；
- 6、显后检（莱卡显微镜）：显微镜检查图形，确认线宽尺寸，缺陷多少，确认 OK 就可进行下一步工艺，若异常去胶返工，按整个流程重做一遍。

操作细节说明：

- 1、实验室中选用粘附性较好的胶可以不涂增粘剂；
- 2、光刻后是镀膜 lift off 工艺的可不坚膜；
- 3、为方便后续剥离工艺，可做双层胶光刻，在涂光刻胶前涂一层 LOR5A 功能胶。