

目录

1 实验综述	3
1.1 光栅的制备与测量	3
1.2 分辨率板的光刻工艺测试	4
2 实验内容	4
2.1 实验数据	4
2.1.1 光栅的制备与测量	4
2.1.2 分辨率板的光刻工艺测试	4
2.2 结果与误差分析	5
2.2.1 光栅的制备与测量	5
2.2.2 分辨率板的光刻工艺测试	5
3 实验拓展	5
3.1 简述本实验中制备透射光栅的基本流程。	5
3.2 实验中的几种工艺参数是如何影响光刻效果的	6
4 参考文献	7

1 实验综述

当今社会，半导体芯片在各方面影响人们的生活，而光刻工艺是半导体芯片制造的关键步骤之一。本实验通过测量光速，探究光刻工艺的基本原理。

图形转移是平面工艺中的关键步骤，而光刻工艺是图形转移的一种重要方法。光刻工艺是一种通过光学成像技术将芯片上的图形转移到硅片上的方法。在光刻工艺中，光源发出的光束通过凸透镜聚焦，然后通过掩膜，最后投射到硅片上。硅片上的光敏胶在光的作用下发生化学反应，形成图形。

光刻胶分为正胶和负胶两种。正胶是指在光照后，光照区域的溶解度增加，而负胶是指在光照后，光照区域的溶解度减小。在光刻工艺中，通过选择不同的光刻胶，可以实现不同的图形转移。

本次实验分为两个小实验：

1. 光栅的制备与测量
2. 分辨率板的光刻工艺测试

1.1 光栅的制备与测量

在这个实验中，我们将制备一块光栅，然后测量光栅常数。

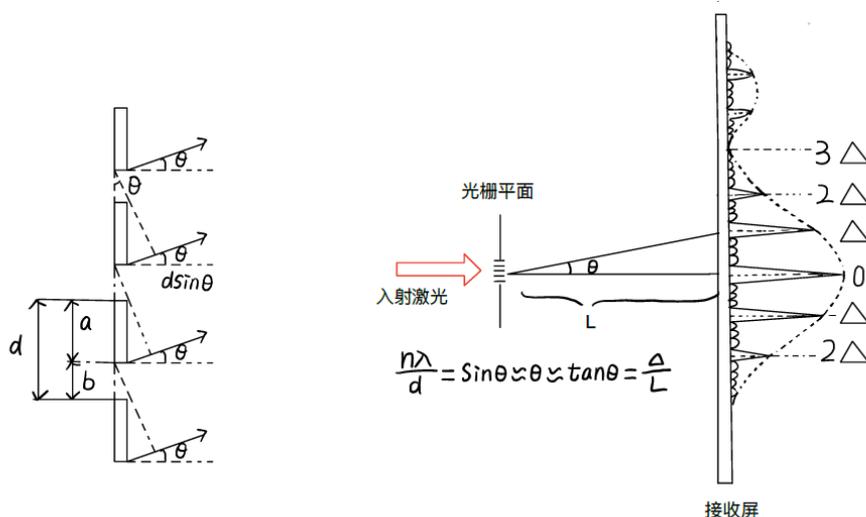


图 1: 平面透射光栅示意图

图中的 d 就是光栅常数。通过测量衍射斑之间的间隔 Δ , 光栅到屏幕的距离 L 以及使用光的波长, 可以计算出光栅常数 d :

$$d = \frac{\lambda L}{\Delta} \quad (1)$$

1.2 分辨率板的光刻工艺测试

在本次实验中，我们将自行改变光刻参数，包括匀胶转速，前烘条件，曝光时间，显影时间。用显微镜观察显影后的结果。通过改变这些参数，我们可以观察到不同的显影效果，从而了解光刻工艺的基本原理。

2 实验内容

2.1 实验数据

2.1.1 光栅的制备与测量

表 1: 光栅的制备与测量数据, $L = 24.50\text{cm}$, 使用光波长 $\lambda = 650\text{nm}$

测试编号	1	2	3	4	5	6
衍射斑间隔数	8	12	12	7	8	4
多个衍射斑总间距 (cm)	8.73	9.96	9.88	7.47	8.67	6.40
$\Delta(\text{cm})$	1.09	0.83	0.82	1.07	1.08	1.60
光栅常数 $d(\text{mm})$	0.0146	0.0192	0.0194	0.0149	0.0147	0.00995
光栅常数理论值 (mm)	0.015	0.02	0.02	0.015	0.015	0.01
相对误差 (%)	-2.60	-4.07	-2.90	-0.779	-1.70	-0.469

2.1.2 分辨率板的光刻工艺测试

在本实验中，我们改变了显影时间与曝光时间两个参数，来探究这两个参数对光刻效果的影响。

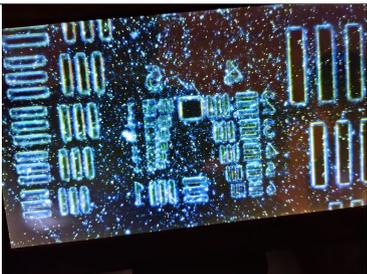
参数	显影 30s	显影 45s	显影 20s
显影时间	 <p>(a)</p>	 <p>(b)</p>	 <p>(c)</p>

表 2: 显影时间的光刻工艺测试结果, 旋胶 $800\text{r}/\text{min}$, 前烘 $100^\circ\text{C}/60\text{s}$, 曝光 8s

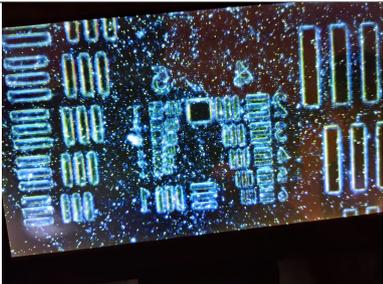
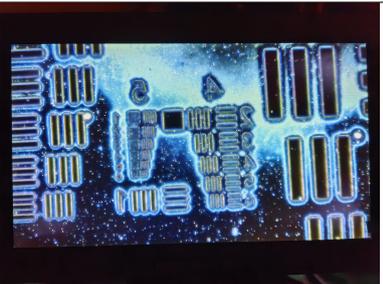
参数	曝光 8s	曝光 9s	曝光 7s
曝光时间	 (a)	 (b)	 (c)

表 3: 曝光时间的光刻工艺测试结果, 旋胶 800r/min, 前烘 100°C/ 60s, 显影 30s

2.2 结果与误差分析

2.2.1 光栅的制备与测量

本实验应该测量四个光栅, 但由于操作上的欠缺, 我们缺少了第四个光栅的测量数据。对于三种光栅常量, 我们测出来的值与理论值的相对误差分别为-2.60%, -4.07%, -2.90%, -0.779%, -1.70%, -0.469%。可以看出, 测量值与理论值的相对误差都在 5% 以内, 说明我们的测量结果是准确的。

2.2.2 分辨率板的光刻工艺测试

我们改变了显影时间与曝光时间两个参数, 从最后的结果可以看出, 在一定范围内, 显影时间越长, 曝光时间越长, 最后的效果越好。显影 30s 与显影 20s 都出现了一定的模糊。说明显影不够。而曝光 9s 则出现了过曝的现象, 有部分图案消失, 曝光 7s 则是出现曝光不足的情况, 有很多光刻胶残留在表面。在理想的条件下, 精细度高, 白色部分细, 线直。

3 实验拓展

3.1 简述本实验中制备透射光栅的基本流程。

1. 设置光刻工艺参数:

- 打开光刻工艺实验仪。
- 使用瑞红 RZJ-304 正性光刻胶, 设置以下参数:
 - 低速匀胶: 800 转/分, 8 秒。
 - 高速甩胶: 3000 转/分, 35 秒。
 - 设定温度: 100°C (前烘温度)。

– 曝光时间：7 秒。

- 点击加热，等待温度稳定。

2. 匀胶:

- 将清洁好的基片放置于转盘中。
- 在基片中心滴上光刻胶，覆盖衬底的三分之一至一半面积。
- 启动“旋胶”按钮匀胶。
- 匀胶完成后，用镊子取出基片。
- 使用沾有酒精的无尘纸清洁基片背面，确保酒精不接触光刻胶面。

3. 前烘:

- 检查热板的温度，确保与设定值一致。
- 将基片正面朝上放在热板上，开始计时。
- 时间到后迅速取出基片。

4. 曝光:

- 基片冷却至室温后，将其正面朝下放入曝光区。
- 确保光刻胶面对掩模板，盖上盖子并启动“曝光”程序。
- 曝光完成后取出基片。

5. 显影:

- 将基片放入显影液中，开始计时。
- 轻轻晃动烧杯，显影 30 秒后，将基片取出并放入去离子水中清洗干净。
- 使用除尘罐将基片吹干。

3.2 实验中的几种工艺参数是如何影响光刻效果的

- **光刻时间:** 曝光时间直接影响光刻胶的光化学反应，从而决定图案转移的质量。曝光时间不足会导致光刻胶反应不完全，曝光区域未能充分交联，最终图案可能模糊或不完整，难以与掩模精确对齐，影响分辨率和精度。这是因为未充分曝光的光刻胶在显影过程中无法有效去除，从而残留在图案区域。相反，曝光时间过长会使光刻胶过度交联，导致图案边缘模糊或光刻胶过度扩展，影响图形的清晰度和边界定义。

- **甩胶速度：**甩胶速度决定光刻胶在基片上的均匀分布及其厚度。较高的甩胶速度会使光刻胶涂层变薄，这有助于提高曝光后的分辨率，因为薄层光刻胶更易于形成精细图案。然而，过薄的光刻胶也更容易在后续刻蚀过程中被去除，可能导致图案厚度不足。较低的甩胶速度则使涂层变厚，虽然可以增加光刻胶的耐蚀性，但会降低分辨率，不利于形成细微图案。
- **显影时间：**显影过程影响最终图案的精度、清晰度和完整性，这取决于使用的是正性光刻胶还是负性光刻胶。显影时间不足会导致光刻胶未能完全去除，图案不完整，未曝光区域未被清除，这是因为显影液无法充分溶解未交联的光刻胶。显影时间过长则可能导致过度显影，去除不应去除的区域，使图像模糊，这是由于显影液对交联区域也产生了部分溶解作用，破坏了图案的边界和细节。

4 参考文献

本实验无参考文献。