

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

大專/社會組 科學文章表單

文章題目：一個烘焙師傅的光雕和液態貼膜之旅~認識半導體的微影製成

文章內容：(限 500 字~1,500 字)

微影技術是指將設計好的圖案，透過光罩轉印到基板表面光阻上的技術。常用的基板像是矽、碳化矽等，這邊拿一片銅箔基板來完成今天的實驗。

1. 清洗: 基板上可能存在一些汙染物，用溶劑和酸液分別清理掉表面上的有機和無機汙染物，再以超純水洗滌並甩乾，實驗中以丙酮和蒸餾水清洗。



圖一、清洗銅箔基板

2. 預烤: 去除表面濕氣，目的是為了讓光阻能更好的附著在基板上。對溫度和時間都有要求，烤不夠會影響光阻附著，過烤則會讓底漆分解造成汙染。烤完需靜置冷卻回室溫。
3. 光阻塗佈: 光阻的作用是把光影化為現實，依特性分為正光阻(曝光後可溶)和負光阻(曝光後不可溶)。將基板放在旋轉塗佈機上，透過低轉速，讓光阻均勻散佈在基板表面，再用高轉速，甩掉多於光阻。實驗中使用正光阻，低轉速 400rpm，高轉速 1600rpm。



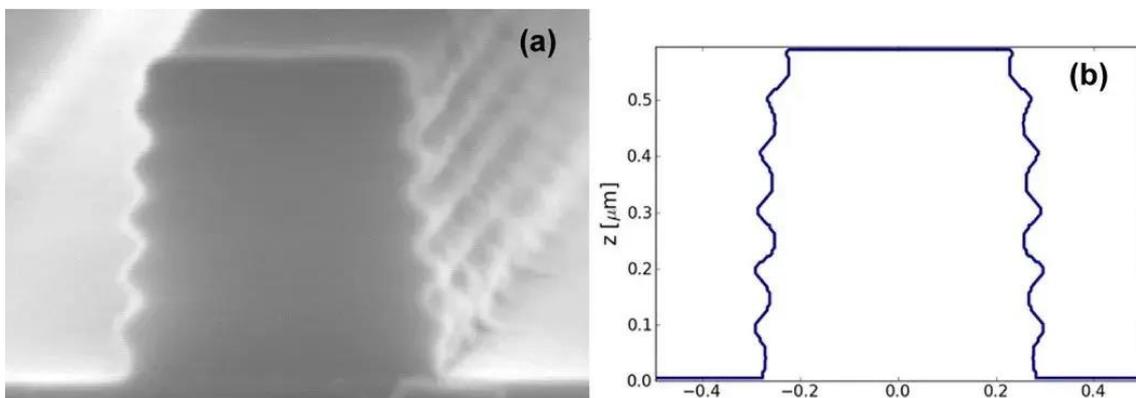
圖二、銅箔基板放入旋轉塗佈機

4. 軟烤: 驅除光阻內大量溶劑, 並將光阻從液態轉變成固態。烤完需靜置冷卻回室溫。
5. 曝光: 用紫外光將光罩上的圖案轉印到光阻上, 其中又分為
 - a. 接觸式: 光罩與光阻直接接觸
 - b. 近接式: 將光罩放置在距離光阻大約 10~20 微米
 - c. 投影式: 影像以 1:1 的比例重新聚焦在基板表面上
 - d. 步進式: 把光罩上的影像以 4:1 或 10:1 的比例縮小聚焦在基板表面上實驗中採用接觸式曝光。



圖三、銅箔基板放入紫外曝光機

6. 曝後烤: 可以有效消除駐波效應(光的干涉使光阻邊緣產生毛邊), 增加微影解析度。烤完需靜置冷卻回室溫。



圖四、駐波效應造成光阻邊緣鋸齒狀(參考資料 1)

7. 顯影: 正光阻通常使用弱鹼物質作為顯影劑, 負光阻則常使用二甲苯、乙酸丁酯等, 將基板放入顯影劑中浸泡, 洗掉被曝光部分(正光阻), 再以超純水洗滌並甩乾。



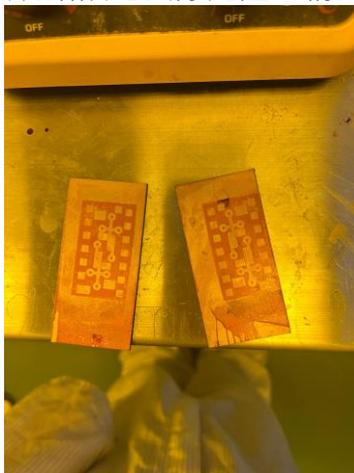
圖五、銅箔基板放入顯影劑

8. 硬烤: 除去光阻內殘餘溶劑、增加光阻的強度、附著力, 並透過進一步的聚合作用改進對蝕刻和離子佈植的抵抗力。



圖六、銅箔基板放上加熱器

9. 顯影後檢查: 檢查成品, 如發現錯誤可去除光阻, 稱為重工(rework)。



圖七、檢查成品

微影技術是 IC 製造的核心，即使最簡單的 MOS IC 晶片都需要五道微影製成，先進的 IC 晶片可能需要 30 道微影製成步驟，耗費的時間更是佔了整個製造時程的 40~50%。隨著製造工藝的進步，工程師們追求更小的體積與線寬，提高微影解析度變成重要的挑戰。

這裡就不得不提到艾絲摩爾(ASML)的極紫外光機 (High-NA EUV)，波長 13.5nm 的極紫外光可應用的特徵尺寸為 14nm 或更小的製程，極紫外光機的出現，不僅為半導體製程技術帶來了革命性的突破，也為未來的科技發展開啟了新的可能。

參考資料

1. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/660734027>【Tom 聊芯片智造】光刻中的驻波效应
2. 蕭宏. (2014). 半導體製程技術導論 (第三版). 全華圖書.

註：

1. 未使用本競賽官網提供「科學文章表單」格式投稿，將不予審查。
2. 字數沒按照本競賽官網規定之限 500 字~1,500 字，將不予審查。
PS.摘要、參考資料與圖表說明文字不計入。
3. 建議格式如下：
 - 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
 - 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
 - 字體行距，以固定行高 20 點為原則
 - 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖