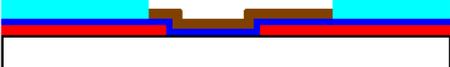


第三章 實驗流程

3.1 實驗設計

本次實驗我們將應用犧牲層技術，以光阻定義圖案，並以光阻為電鍍模型(Mold)進行電鍍製程來製作微懸臂樑，製程將按照表 3.1 所規劃的製程步驟來進行。實驗將專注於兩點，研究相同的電鍍薄膜在不同厚度時的機械特性變化及不同電鍍電流密度但鍍層厚度相同的電鍍薄膜機械特性的變化。擬將實驗晶片分成兩個批次，如表 3.2 所示，分別對電鍍厚度及結構層電鍍電流密度進行變化來進行電鍍，完成後，將使用“2.3 分析設備與方法”中所提及的儀器來進行電鍍層厚度、硬度、楊氏係數及熱膨脹係數的量測。表 3.3 為試片製作完成後的量測項目及量測設備。

表 3.1 實驗試片製程步驟表。

No.	製程步驟	製程意義
1	晶圓清洗 	去除晶圓表面的有機物、金屬氧化物、異物、鹼性離子及表面氧化層。
2	第一道黃光製程 	在晶圓表面上定義出需進行電鍍的區域。
	2-1 光阻塗佈	
	2-2 曝光	
	2-3 顯影	
	2-4 光阻圖案確認	
3	晶種層製作 	使用濺鍍法製作品種層，在晶圓表面形成一導電薄膜以便進行電鍍工作。
	3-1 光阻塗佈	
	3-2 曝光	
	3-3 顯影	
	3-4 光阻圖案確認	
4	結構層電鍍 	在晶種層上進行結構層電鍍。未被光阻覆蓋的區域將會鍍上結構層金屬。

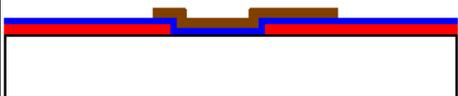
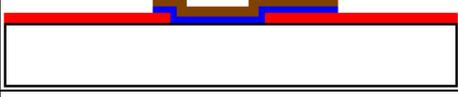
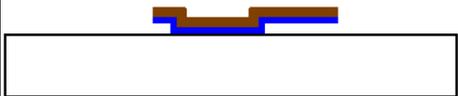
5	去除光阻(2) 	電鍍完畢，將第二道黃光製程的光阻去除。此時可量測微懸臂樑的厚度。
6	去除 seed layer 	
7	去除光阻(1) 	進行結構釋放動作完成微結構製作。準備進行量測工作。

表 3.2 實驗批次規劃表。

實驗批次編號	鍍層種類	實驗內容
1	電鍍鎳	在固定電鍍電流密度的情形下，針對結構層電鍍鎳薄膜厚度做變化，其餘製程步驟及製程條件則固定不變。
2		在固定電鍍鎳鍍層厚度的情形下，針對電鍍電流密度做變化，其餘製程步驟及製程條件則固定不變。

表 3.3 薄膜材料機械特性量測項目及量測設備。

No.	測定項目	測定內容	測定設備
1	鍍層厚度量測	每片試片量測 8 點。	表面微輪廓儀
2	鍍層硬度量測	每片試片量測微懸臂樑固定端 (Anchor) 圖案鍍層 8 點。 量測深度為 $0.3 \mu\text{m}$ 。	微壓痕器
3	鍍層楊氏係數量測	每片試片量測微懸臂樑固定端 (Anchor) 圖案鍍層 8 點。 量測深度為 $0.3 \mu\text{m}$ 。	微壓痕器
4	微結構熱膨脹係數量測	每片試片量測 1 個微懸臂樑(寬 $20 \mu\text{m}$ 、長 $800 \mu\text{m}$)的熱膨脹係數。	熱膨脹係數量測平臺

表 3.4 電源供應器規格表。

型號	PPS-1003
輸入電壓	115 VAC
輸入電流	1.5 A
保險絲設定	2 A
允許輸入電源變動範圍	115~120 VAC (10 %)
頻率	50 to 60 Hz
最大電壓電流值	173 VA
最大功率	141 W
最大直流輸出設定	30 V (2.5 A)
直流電壓輸出設定範圍	0~30 V (0~2.5 A)
直流輸出設定最小單位	10 mV (1 mA)



圖 3.3 鎳電鍍系統。

3.2.2 鎳電鍍液選用

本次鎳電鍍實驗選用的鎳電鍍液為氨基磺酸鎳電鍍液[24]，詳細資料如下，鍍液組成為氨基磺酸鎳($\text{Ni}(\text{NH}_2\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)、鹽化鎳($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)、硼酸(H_3BO_3)、添加劑(應力降低劑、針孔抑制劑及平滑劑)。鍍液濃度範圍及標準組成請參照表 3.5，電鍍操作條件請參照表 3.6，以下為氨基磺酸鎳電鍍液成份說明。

1. 氨基磺酸鎳：

鎳離子的主要來源，高電流密度作業下，鎳離子濃度宜高，濃度太低，鍍膜平整效果亦降低，鍍層容易燒焦。

2. 鹽化鎳：

促進陽極溶解並增加鍍液導電度，濃度低則鍍液導電度低且電流效率低。量太多則鍍膜柔軟度下降。

3. 硼酸：

為鍍液 pH 值之緩衝劑，另可保持鍍膜密著性及延展性。

4. 添加劑：

添加應力降低劑可減少鍍膜應力，添加濕潤劑、針孔抑制劑可得到較平滑及無針孔的鍍層。

表 3.5 氨基磺酸鎳電鍍液組成[24]。

鍍液組成	濃度範圍	標準組成
氨基磺酸鎳($\text{Ni}(\text{NH}_2\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	300~650 g/l	400 g/l
氯化鎳($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	5~25 g/l	5 g/l
硼酸(H_3BO_3)	30~45 g/l	40 g/l
EPC-30(應力降低劑)	5~10 ml/l	10 ml/l
NPA(濕潤劑、針孔抑制劑)	1~3 ml/l	2 ml/l
昇鉍濕潤劑(針孔抑制劑)	5 ml/l	5 ml/l

表 3.6 氨基磺酸鎳電鍍液電鍍操作條件[24]。

操作條件	操作範圍	最適範圍
電流密度	10~60 A/dm ²	
浴溫	室溫~50°C	50°C
pH	3.5~4.4	4.0