

110 學年度
科學園區人才培育補助計畫

企業實習心得報告

學校名稱：中華大學學校財團法人中華大學

計畫名稱：光電感測技術與材料應用人才培育

模組課程

計畫主持人：林育立

科系：光電與材料工程學系

學生姓名：陸 0 承

實習單位：Si Fab2 營運中心研發工程處研

發工程一部

報告完成日期： 110 年 9 月 26 日

目錄

一、前言	1
二、實習單位簡介	1
公司簡介	1
公司沿革	2
經營理念	2
競爭優勢	3
公司願景	3
三、實習內容	4
爐管結構、原理與操作	4
氧化反應	4
氧化反應-氧化層的作用	5
影響氧化速率的因素	6
水平擴散爐管結構	6
廠內爐管分布及功能	7
製程器材	8
爐管氣、液態源流量	10
爐管製程原理	11

晶圓的清洗	12
清洗目的	12
金屬前製程	12
金屬後製程	14
四、實習收穫	16
五、心得感想	16
六、建議事項	17
七、實習後對來之生涯規劃、期許及目標	17
八、附錄	17

一、前言

實習時間：自民國 110 年 7 月 1 日至 111 年 8 月 30 日

實習地點：鼎元光電科技股份有限公司 科中廠

350 竹南科學園區科中路 15 號 電話：037-582997

實習導師：陳昱凱工程師、莊偉祥工程師、張維裕處長

參與動機：當初會選擇參加實習是因為想走出舒適圈，體驗職場的氛圍，訓練處理問題的能力，最重要的是有很多可以實作的部份，可以把在學校學習的東西與在公司的實作結合，我覺得是很好的學習機會，對我未來也很有幫助。

二、實習單位簡介

公司簡介

鼎元光電科技股份有限公司於 1987 年 4 月由董事長傅佩文、總經理 許敏川及其他業界專才集資創立，現任為李秉傑董事長和周文隆總經理，員工人數約 700 人，主要產品有可見光發光二極體晶粒、超高亮度發光二極體晶粒、紅外線發光二極體晶粒、光敏二極體、光電晶體、基納二極體，在台灣有仁愛廠、科中廠兩個廠區，在中國大陸武漢市有一個海外製造中心。

公司沿革

1987 年 4 月成立。

1990 年 1 月推出磷化鎘、磷砷化鎘紅色、橙色及黃綠色晶粒。

1994 年 9 月推出砷化鋁鎘高亮度紅色發光二極體晶粒。

1997 年 2 月「低雜訊光電晶體陣列結構改良」獲頒專利。

2001 年 12 月完成竹南分公司矽元件廠擴廠工程，提高光電晶體、光二極體受光元件產能，並開始光通訊主動元件產品之研發作業。

2019 年 8 月董事會決議通過本公司所在地變更至苗栗縣竹南鎮頂埔里科中路 15 號(竹南科學園區)。

2020 年 5 月獲得寬能隙氧化物磊晶薄膜之製造方法發明專利。

2020 年 11 月獲得發光二極體照明模組發明專利。

經營理念

品質：全面建立品質觀念，全體員工共同落實，努力達成品質目標。

創新：持續研究積極創新，開拓科技全新領域，領先同業永續經營。

服務：誠心投入優質服務，針對客戶不同需要，滿足解決客戶問題。

環保：行動落實環保目標，建立綠色工作環境，開創永續生活空間。

競爭優勢

產品齊全：公司具備可見光 LED、紅外線 LED 極受光元件等各種規格產品，能滿足客戶多樣化需求。

高產能：公司近年來產能擴增，市場約略佔有率為 25%~30% 左右，有利於降低成本，提高競爭力。

產業競爭力強：公司具備可見光、紅外線發光二極體及受光元件之製造、開發能力。

優良的技術能力及品質系統(ISO9001/TS16949)：公司產品已榮獲 ISO9001 與 TS16949 國際品質認證，產品品質優良穩定，深受客戶信賴，在業界素有良好口碑。

公司願景

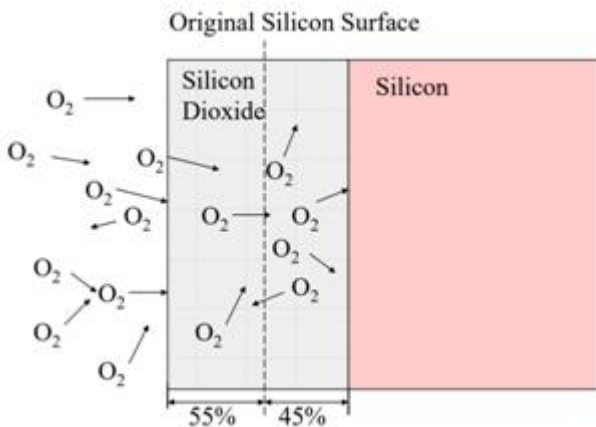
成為出類拔萃的光電公司，領航 21 世紀新光源提供完美的科技產品和服務，使人們生活更便利。近年來全力投入藍、綠色發光二極體及紅外線無線傳輸模組之研發工作，已獲初步成果，並已正式量產，並因應市場需求將持續開發以下產品：高功率氮化鎵藍色發光二極體、覆晶式氮化鎵高效率發光二極體、高功率 AlGaInP 發光二極體、高速光通訊用受光二極體、環境光感應器、AC LED、晶元級封裝矽基材。

三、實習內容

爐管結構、原理與操作

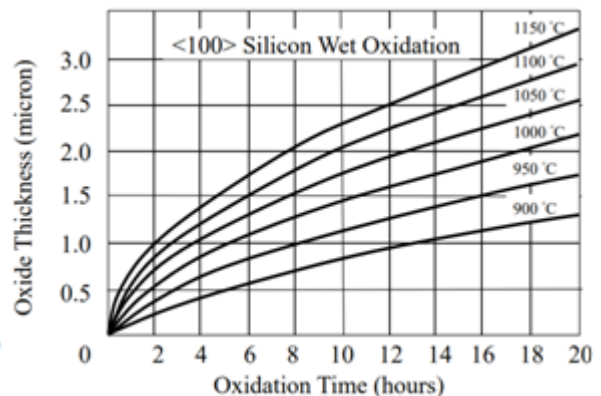
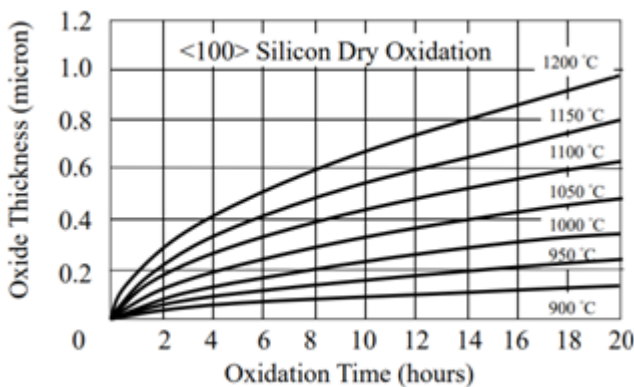
- 氧化反應

乾氧化($\text{Si} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2$)：氧氣擴散穿過原有的二氧化矽層與矽反應，反應時會消耗掉約 45%的矽變成 SiO_2 。



濕氧化($\text{Si} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2$)：簡單來說就是氫氧混合(H_2O)，在高溫爐管內分離成 H 和 H-O(氫氧根)。

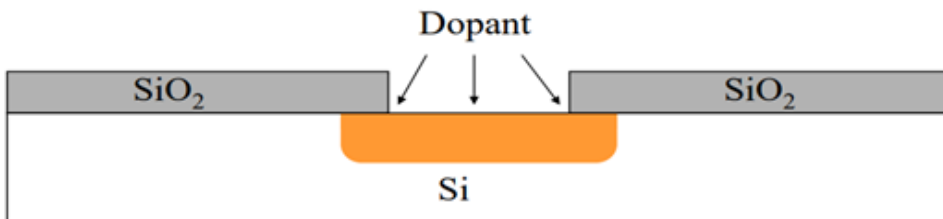
-濕氧化的生長速率比乾氧化快。



注意： 要進行濕氧反應時會點火(TORCH)，過程中要注意通入氫氣的比例，以免氫爆，以及製程後消除氫氣通氧(PURGE)的動作。

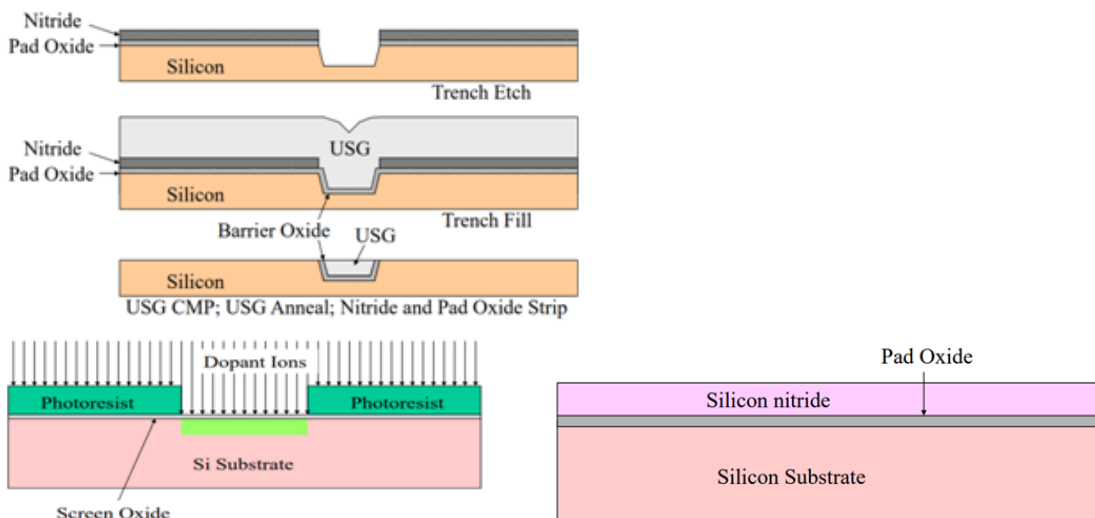
• 氧化反應-氧化層的作用

擴散阻擋層： 摻雜硼(B)和磷(P)原子在 SiO₂ 的擴散速率遠小於在矽中，所以能作為良好的擴散阻擋層使用。



乾氧化層較薄，一般拿來作為和閘極氧化、屏蔽氧化層 (Screen Oxide)、襯墊氧化層 (Pad Oxide)、犧牲氧化層 (Sacrificial Oxide)。

濕氧化層較厚，一般作為場氧化層 (Field Oxide) 或阻擋氧化層 (Barrier Oxide)。



- 影響氧化速率的因素

--溫度(對氧化速率影響很大，溫度越高，速度越快)

--厚度(長越厚的氧化層，氧氣需要較多時間去穿越現有的氧化層去和矽反應，生長速度越慢)

--化學(乾氧和濕氧的影響)

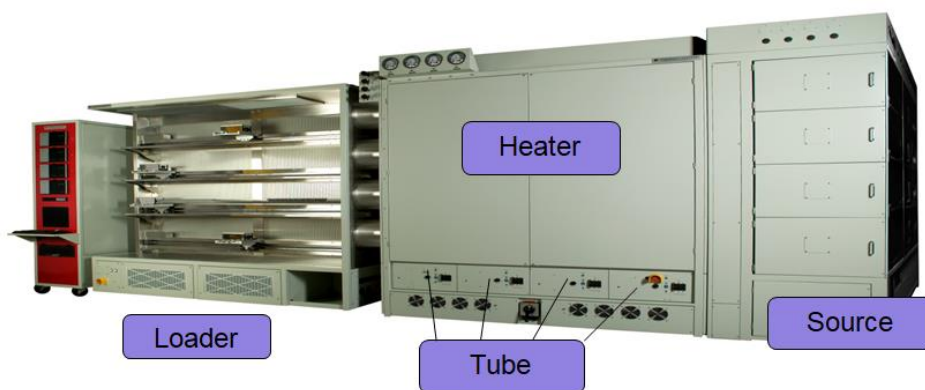
Process	Temperature	Film Thickness	Oxidation Time
Dry oxidation	1000 °C	1000 Å	~ 2 hours
Wet oxidation	1000 °C	1000 Å	~ 12 minutes

--壓力(大約在 200mtorr)

--矽的摻雜物(摻雜磷的矽在氧化時的速度較快)

--晶圓方向(因晶格排列不同分成<100>和<111>，<111>速率較<100>高)

- 水平擴散爐管結構



Loader(Zone1): 包含承載晶圓和晶舟的結構(Paddle)。

Heater(Zone2): 爐管加熱及反應區(4個 Tube)。

Source(Zone3): 液、氣態源供應區。

• 廠內爐管分布及功能

金屬前製程爐管

F3-1 : Base or Emitter drive in (較常用硼預沉積) 1100~1200°C

F3-2 : Initial oxide (起始氧化) 1050~1100°C

F3-3 : Emitter drive in (磷驅入) 1000~1050°C

F3-4 : Emitter predeposition (磷預沉積) 890~950°C



F2-1 : 薄氧化層(200~300Å)、Base drive in (硼驅入) 1060~1200°C

F2-2 : Base predeposition (硼預沉積) 800°C

F2-3 : LPCVD-Si₃N₄ 氮化矽(Nitride 氮化物) 750~800°C

F2-4 : LPCVD-Poly-Si 多晶矽 630°C



金屬後製程爐管

F1-1：高溫金屬融合 Alloy 1000°C

F1-2：砷金背金融合 Alloy(AsAu) 800~1000°C

F1-3：鋁金屬融合 Alloy(Al) 800~1000°C

F1-4：Silicide(矽化物)爐管(合金) 800°C

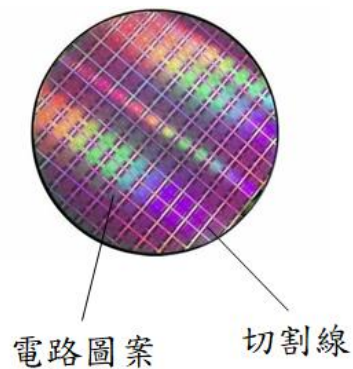
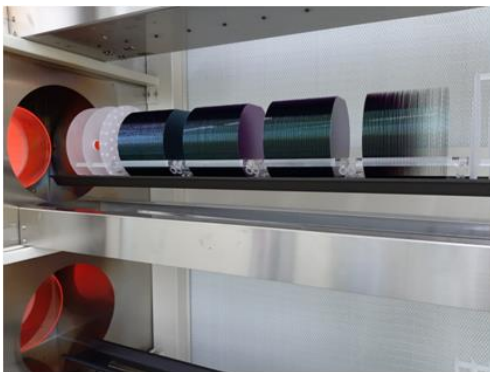


• 製程器材

晶圓 Wafer

--目前公司主要生產三大半導體元件：矽、光電和 IR 系列等元件產品。

--公司大部份是用 N-Type 的基板，再去摻雜 P-Type 摻雜物。



控片 Monitor Wafer

--當晶圓要送進爐管時，會在前端或尾端放上控片，目的是為了監控氧化層的厚度，就不必再拿晶圓去量測，降低人為疏失機率。



擋片 Dummy Wafer

--在晶圓的前後我們會放上擋片，目的是為了穩定爐內的氣流，就算是在 LPCVD 爐管內接近真空的狀態下還是會有氣流流動，為了防止氧化層厚度不平均的現象，都會放上擋片。

晶舟 Boat

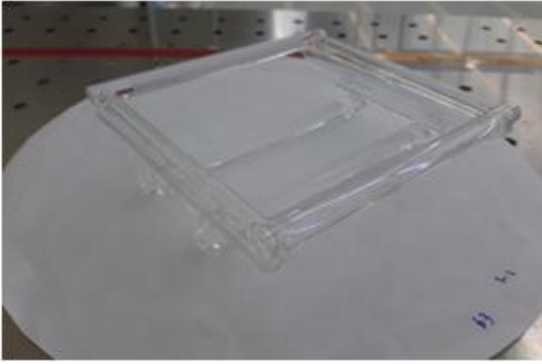
--將晶圓送進爐管內的乘載器材，因結構和材質不同分成 25 溝、50 溝和石英晶舟、SiC 晶舟。

石英晶舟

--有高耐溫、耐磨損的特性，但當溫度到達 1050°C 以上時，石英就會變形。

SiC 晶舟

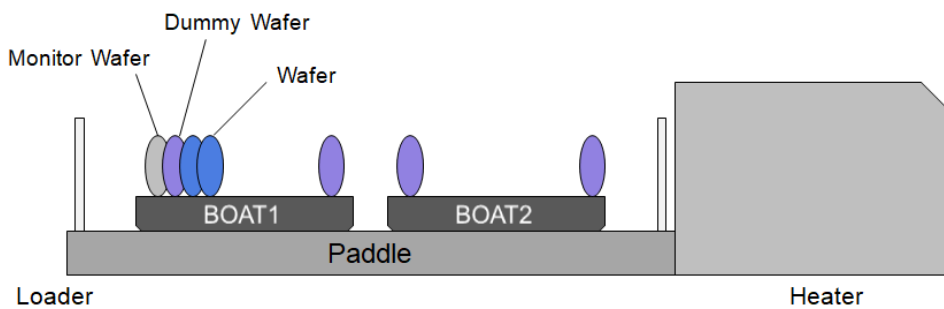
--碳化矽晶舟，能耐 1050°C 以上的高溫，但比石英脆。



晶圓擺放方法

--正面(晶圓電路圖案面、控片\擋片光滑面)朝向 Load。

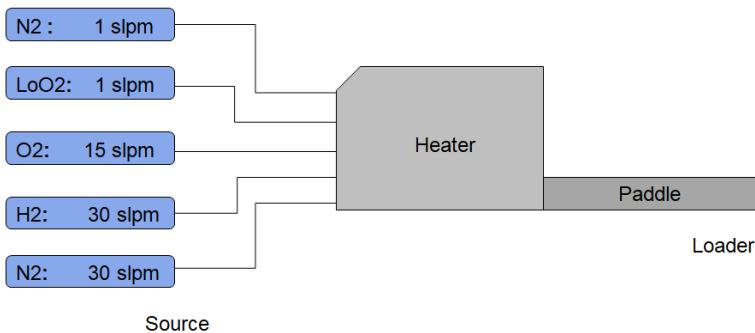
--頭、尾端放 Dummy，產品 Wafer 放中間，若需要測量氧化層厚度，可在前端放上控片。



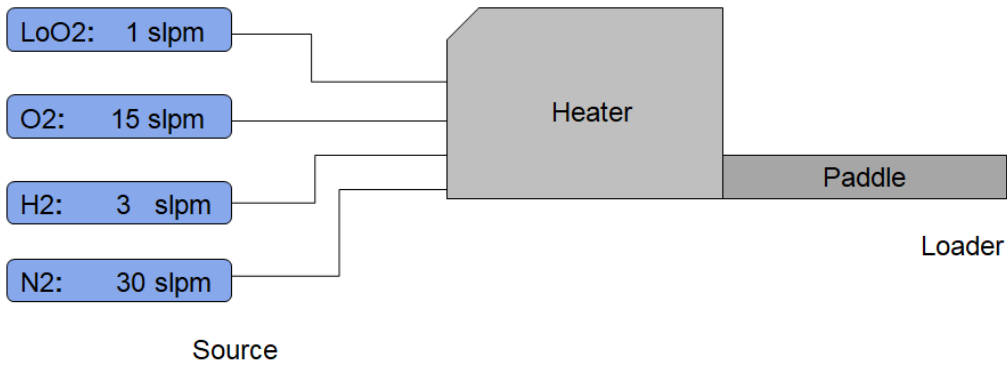
• 爐管氣、液態源流量

每根爐管的 Source 都有基本的流量，乘上 Recipe 設定的通入百分比就是實際

通入的流量。 F1-1、F1-2、F1-4、F3 爐管：

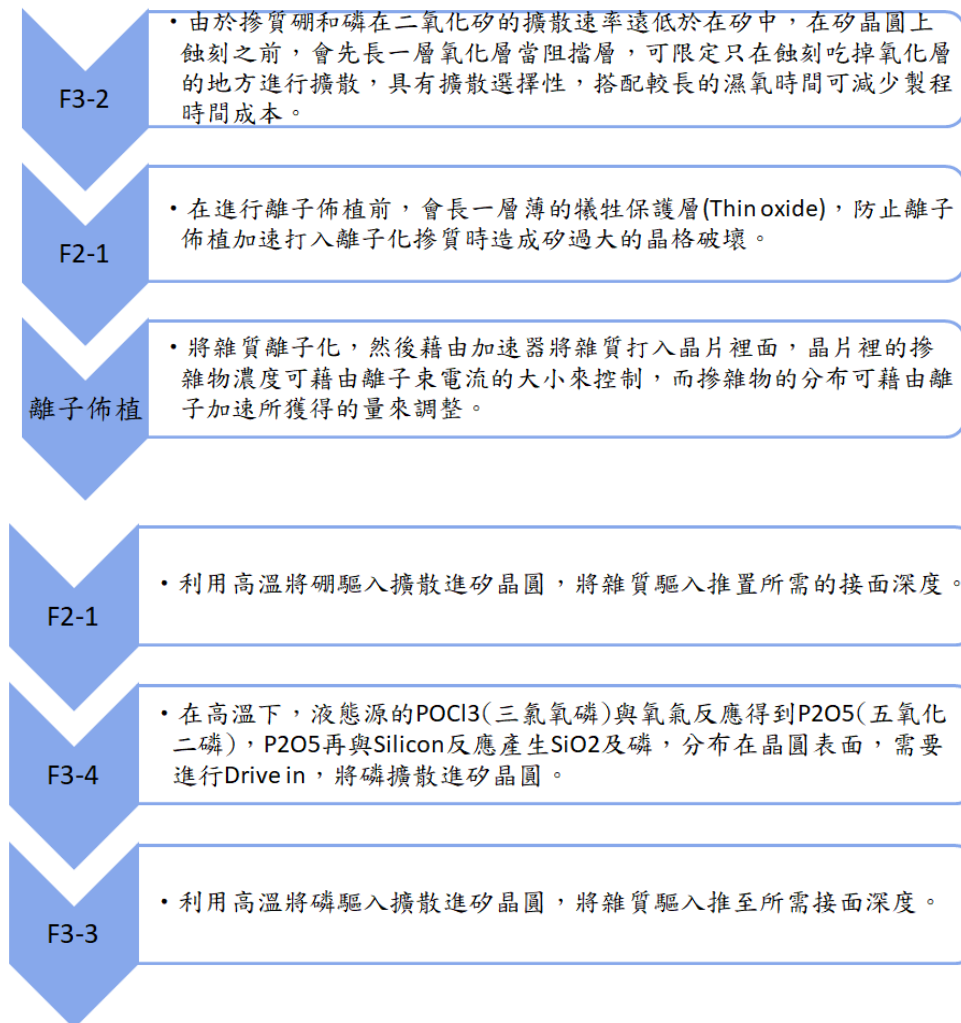


F1-3 爐管



- 爐管製程原理

爐管站製程順序



F1-3

• 正面金屬融合(A1):將金屬以350~450度的溫度加熱，使金屬與Si基板接觸更加貼合，減少電阻，增加歐姆接觸。

F1-2

• 背面金屬融合(AsAu):將金屬以350~450度的溫度加熱，使金屬與Si基板接觸更加貼合，減少電阻，增加歐姆接觸。

晶圓的清洗

• 清洗目的

--在半導體加工製程中對晶片本身的潔淨度要求非常的高，濕式清洗則是現今最常用來清潔晶圓的方式，主要目的是為了去除晶圓表面的金屬雜質、有機汙染物和微塵粒子，提升產品良率。

--任何產品進爐管前的必要流程，若沒有清洗直接送進爐管，表面上的汙染物會使崩潰電壓降低或漏電，或者破壞爐管內反應的環境，影響其電性和氧化速率。

• 金屬前製程

RCA 清洗流程

用於微影成像後，清洗晶圓，達到酸鹼中和，以進行後續製程。

B1/B2 全自動擴散磷/硼清洗機

SPM: 移除有機汙染物。成分: H_2SO_4 硫酸 + H_2O_2 過氧化氫 + H_2O

HQDR : 純水(D1W)洗淨去除殘餘藥水
HF : 氫氟酸移除原生氧化層及金屬
QDR1 : 純水洗淨去除殘餘藥水
SC1 : 移除 Particle 及有機汙染 NH ₄ OH 氨水 : H ₂ O ₂ : H ₂ O = 1 : 1 : 5
QDR2 : 純水洗淨去除殘餘藥水
SC2 : 移除金屬汙染物 HCl 鹽酸 : H ₂ O ₂ : H ₂ O = 1 : 1 : 6
QDR3 : 純水洗淨去除殘餘藥水
SRD : 晶片旋轉烘乾

B3 全自動擴散蝕刻機 - 蝕刻氧化層和金屬

HF1 : 氫氟酸移除原生氧化層及金屬	HF : H ₂ O = 1 : 10
HF2 : 氫氟酸移除原生氧化層及金屬	HF : H ₂ O = 1 : 10
QDR1 : 純水洗淨去除殘餘藥水	
SRD : 晶片旋轉烘乾	

B4 全自動氧化層蝕刻機

特別的是 B4 可說是由兩台蝕刻機組成，前端為 SBOE，後端為去光阻。

B4 - SBOE

SBOE：加入氟化銨，與氫氟酸並用
QDR1：純水洗淨去除殘餘藥水
SRD：晶片旋轉烘乾

B4 - 去光阻

HQDR：純水(D1W)洗淨去除殘餘藥水
SPM2:移除有機汙染物 成分: H_2SO_4 硫酸 + H_2O_2 過氧化氫 + H_2O
SPM1:移除有機汙染物 成分: H_2SO_4 硫酸 + H_2O_2 過氧化氫 + H_2O

注意：SPM、HF 及 SC2 都會吃掉金屬，因此金屬後晶片不可以經過這些溶液進行清洗。

- 金屬後製程

B5 全自動蒸鍍清洗機

HF + D1W

B6 半自動金屬蝕刻機

鉻(Cr)蝕刻液： $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$ 硝酸銨鈾 + HNO_3 硝酸 + D1W

鈦(Ti)蝕刻液： HF + D1W

氧化銦錫(ITO)蝕刻液： HCl + HNO_3 硝酸 + D1W

(ITO 蝕刻白金)

B7 全自動去光阻清洗機

NMP + 乙醇胺 MEA + DMSO

B8 半自動金屬蝕刻機

鋁(Al)蝕刻液： H_3PO_4 磷酸 + CH_3COOH 醋酸 + HNO_3 硝酸 + D1W

(醋酸能減少酸性溶液對晶圓的傷害)

鈦(Ti)蝕刻液： HF + D1W

銀(Ag)蝕刻液： H_3PO_4 + CH_3COOH + HNO_3 + D1W

鎳(Ni)蝕刻液： HNO_3 + NaCl 氯化鈉

B9 Pad 蝕刻機 (襯墊氧化物蝕刻)

NH_4F 氟化銨 + CH_3COOH + D1W

B12 半自動晶背清洗機

$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{HF} + \text{D1W}$

四、實習收穫

技術層面：在爐管站學習將近一個月的時間，已經大致了解每根爐管的功用，也能依照工程師的要求去擺放晶圓、擋片和控片，以及整理每根爐管的 Recipe，且每次要把擋片、控片送進爐管前，都會拿到 B3 清洗，去除表面的氧化物和灰塵，但必須注意的是不能設定到 HF 槽，否則表面的的氧化層都會被吃掉，也要注意晶圓和晶舟擺放方向，所以較熟悉的大部分是金屬前蝕刻清洗機台。

非技術層面：學習要到各部門處理事情時都要讓部門主管知道，若擅自主張，可能會影響到作業的流程，還有當別的部門和自己都要使用同一台機器時，別人的進度固然重要，但還是盡量先以自己的立場為主，因為在約定時間內沒達到進度倒楣的是自己，所以能爭取的進度就盡量爭取，以自己的產品流程速度為優先考量。

五、心得感想

在公司學習兩個月的時間，學到很多在學校沒有的東西，在公司基本上很多事情都要自己來，別人能幫忙的有限，訓練思考、發覺和解決的能力，我覺得這將會是實習一年後對我來說最受用的部分，有了這一年的訓練後，之後面對其他的工作我都會變得比較有信心，所以很慶幸我有走出舒適圈，把握這次難得的學習機會。

六、建議事項

目前公司的待遇都很好，大家都很認真、耐心的教導我，主管也會時不時請我們吃東西，但在技術性方面目前接觸到的比較偏向電子，光學的東西比較少，希望以後也能接觸到光電的東西。

七、實習後對來之生涯規劃、期許及目標

將來我想再學習如何依照流程單去設置爐管的 Recipe，獨自依照流程單跑完所有爐管站的製程，並且去了解不同元件的特性以及 OXIDE 厚度或摻雜物驅入的深度和濃度對元件的影響，去調整參數，達到公司要求的品質或是更加的提升。實習結束後我會把這一年間學到的不管是技術性或非技術的知識應用在之後的工作上，或之後有念研究所的話，在做實驗方面也很有幫助。

八、附錄

