淺談大面域濺鍍技術

Large Area Sputtering Technologies

李侃峰
工研院機械所
新興能源機械所技術組
太陽能光電設備技術部

黃智勇
工研院機械所
先進製造核心技術組
電漿應用技術部

林冠宇
工研院機械所
新興能源機械所技術組
太陽能光電設備技術部

吳興華
工研院太電中心
先進矽基太陽電池研究組
薄膜太陽電池計畫

黃建福
工研院太電中心
先進矽基太陽電池研究組
薄膜太陽電池計畫

關鍵詞

- 磁控濺鍍　Magnetron Sputtering
- 陰極磁座　Magnet Cathode
- 大面域　Large Area

摘要

平面顯示技術快速發展，驅動相關真空製程與設備技術的研發，而綠能環保意識的抬頭也活絡太陽光電市場。在此兩產業市場大量的需求下，基板最佳經濟面效益的考量，乃朝向大面域方向發展。本文依實務經驗討論真空磁控濺鍍設備之製程腔體、供應電源與陰極磁座等於不同應用上的差異，期能提供大面域鍍膜設備規劃與製程驗證之參考。

前言

隨真空製程技術的精進，近年光電產業朝向大面域基板的發展，除幫助製造商提高產量且切割更多片數來降低生產成本，也滿足市場對大面域產品的需求。面對基板尺寸跳躍性的成長，真空設備製造商提出大量對應製程之設備與技術，以確保在相互供應鏈持久戰中能繼續生存。目前大面域真空沉積設備以 PECVD 與 PVD 爲主，依據不同應用領域與場地限制分爲在線式(In-Line)與叢集式(Cluster)。大面域基板應用上常面臨薄膜電物性均勻度及應力殘留的課題，真空設備製造商也有各種解決方式的專利保護。真空設備密度高的台灣，在國際大廠減低營運成本趨勢下，其紛紛獲得設備在地生產與服務機會，然重要零組件與關鍵技術仍予以保護而不外流。本文將對 PVD 應用中常見之磁控濺鍍設備進行實務分析與討論，以多元角度綜觀該技術於大面域鍍膜設備應用上之實務差異性。

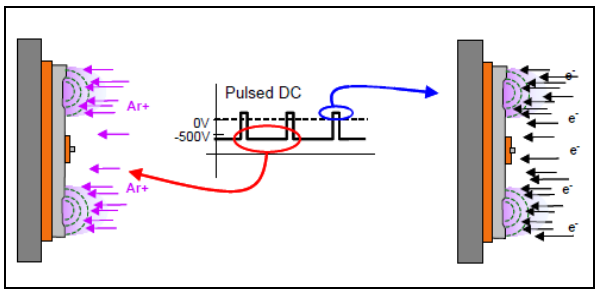
技術源起與發展

濺鍍技術於西元 1852 年問世以來，衍生多種適合不同應用類型之設備，包含採用直流與交流、平衡磁控與非平衡磁控、單極與多極、固定基板與移動基板等分類方式。濺鍍設備常於腔體內通入製程所需的氣體，輔以電源供給的能量，使氣體因輝光放電而變成電漿狀態，正離子轟擊出靶材之原子與分子等以茲後續應用。

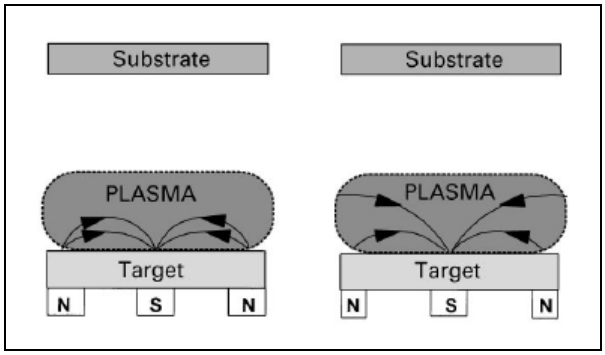
圖一　直流濺鍍靶材破壞情形

直流濺鍍技術於長時間製程後，常於陰極處累積大量的正電荷，通常以增加電壓解決靶材濺射屏障的問題。然高電壓容易引起電弧效應，產生大量雜質的微粒或傷害靶材(如圖一所示)。交流供應電源的選用，使不斷地更換電流極性，避免電荷累積於靶材，低電壓操做的優勢也相對產生。直流或交流電源的選擇多以靶材導電與否爲主，對於複合材料或是導磁性的靶材應用，多採用交流電源與不規則的靶材表面，以克服薄膜品質不均勻性問題。除直流、交流或直交流疊加電源外，常廣泛使用反向電壓脈衝直流技術使電子瞬間進入陰極，不僅有效消除靶材電荷的累積(如圖二所示)，也保有直流濺鍍技術常見的優點。

濺鍍系統中搭配磁場之磁控技術，大幅增加電子撞擊的機率，也同時提高電漿離子密度，不僅提升濺鍍率，也可降低製程溫度。如圖三所示，磁控濺鍍技術依磁場設計概分平衡式與非平衡式兩類，其原理在於控制內外磁極的磁通量，改變製程氣體



圖二　反向電壓脈衝直流技術[1]



圖三　平衡式與非平衡式磁控濺鍍技術[2]

解離率或區域電漿密度分佈。一般平衡式磁控技術具鍍膜均勻的特性，而非平衡式磁控技術則有較強的薄膜結合能力。

磁控濺鍍大幅提升電漿密度，並可控制區域電漿的密度，但整體靶材利用率約 30%左右，因此應用移動式磁場或旋轉式靶材之滾筒陰極磁座技術，可大幅提升利用率至 60%，對於靶材成本考量之使用者，是其一種較佳的選擇。

製程腔體

薄膜品質與設備空間一直是光電半導體生產線考慮的重點，磁控濺鍍技術於大面域薄膜應用上，首重製程腔體(In-Line)的規劃。圖四以水平在線式(In-Line)設備爲例，首先考量被鍍面域的跨度尺寸(A)，再依濺射源的磁石面域(B)，並確定面域下之薄膜品質後，考量腔體真空結構強度、設備外部空間

更完整的內容
請參考紙本【機械工業雜誌】326 期・99 年 5 月號
每期 220 元・一年 12 期 2200 元
劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所
訂書專線：03-591-9342
傳真訂購：03-582-2011