

真空技術專題

4 真空專題文集引言

李正中

5 台灣光子源 (TPS) 真空系統建造與技術

熊高鈺

台灣光子源 (TPS) 為能量 30 億電子伏特的同步加速器光源，以產生最高亮度的軟 X 光與硬 X 光提供實驗研究。TPS 主體的電子儲存環為一座周長 518.4 米的超高真空系統，區分 24 個長直段 (7 米或 12 米) 與偏轉段 (14 米) 真空系統分段，電子束軌道真空腔以鋁合金材料製造為主。24 組 14 米偏轉段真空系統完全在無塵室中組合、銲接、組裝真空元件、真空烘烤達到超高真空後密封。在 TPS 隧道區內先吊運安裝 14 米偏轉段至支架上固定後再安裝中間長直段真空系統烘烤完成。本文將介紹 TPS 真空系統建造、元件製造與安裝技術。

16 真空儀器科學與技術研究發展

蕭健男

本文簡介真空儀器科技相關真空元件、設備、薄膜製程及真空檢校等技術領域之研究歷程並展望未來方向。

31 真空光學鍍膜的發展

李正中

真空是指將一封閉空間的氣體分子抽掉留下極少的剩餘氣體。在科學研究上與工業應用方面，真空科技扮演極為重要的角色。因為真空應用極為廣泛，其中真空光學鍍膜亦即光學干涉鍍膜為光電科技發展的關鍵科技，因此本文對於光學干涉鍍膜在科學上的演進與工程的開發，包括理論、設計、製鍍技術與鍍膜材料的開發等依序一一陳述，對於一些先進的技術，包括新穎材料與量子點的應用也有所討論。

47 應用於原子層沉積之臨場量測技術

陳建維, 卓文浩, 柯志忠

原子層沉積技術是現今半導體 IC 製程中非常受到重視與仰賴之奈米超薄膜 (ultra-thin film) 沉積技術，而隨著 ALD 技術的發展與需求，前驅物材料與製程上的各種臨場 (*in-situ*) 量測技術也愈顯重要。本文將探討 ALD 研究上各種臨場量測的特性，並介紹儀器科技研究中心所開發的 ALD 臨場量測技術的應用。

58 真空製程在透明氧化物薄膜的開發應用 - 複合介電層 金屬層堆疊作為透明導電電極之應用

陳邦旭, 鍾朝安

透明導電電極製成透明導電玻璃在許多光電元件應用發展方面受到多方關注，譬如顯示器觸控螢幕、智慧型窗戶、發光二極體以及太陽能電池等，都可以看到目前 TCO 可以透過多種不同技術來製作，而以真空技術製作的品質為最佳，習知的銻錫氧化物 (ITO) 就是用這方法獲得性能最好。為了降低製作成本、改善材料特性與多樣性以因應不同使用目的，許多極具發展潛力的替代技術相繼被提出，像是異質摻雜的金屬氧化物 (例如 ZnO:Al、SnO₂:F)、奈米碳管/石墨烯薄片、金屬網格、銀奈米線及複合介電層/金屬層堆疊等。在本篇文章中，作者將針對複合介電層/金屬層堆疊技術與發展現況、基本設計原理、技術優缺點與挑戰來作介紹。以物理氣相沉積法成長介電層/金屬/介電層 (DMD) 結構，除了可在低溫成長、可在軟性可撓式基板上的製作出低電阻、高透明度導電電極，對未來朝向大面積、可穿戴式元件發展極具潛力。

68 連續生產型超高頻電漿增強式鍍膜設備設計及其性能探討

黃俊凱, 葉昌鑫, 翁敏航, 蔡潔娃, 張慎周, 吳春森

電漿增強式化學氣相沉積裝置 (PECVD) 為光電半導體產業中，極關鍵之製程設備，該設備的量產型態最佳方案一直是業界持續關注並投入之研究項目。其中連續生產型 (In-line type) 是高性價比之量產方案，尤其可對應於需求高產能的太陽光電產業，特別是異質鍍膜的量產製程，例如高效率的矽晶異質界面太陽能電池結構。本文將就連續生產型 PECVD 設備之設計流程與關鍵技術內容進行介紹，從設備架構的選用考量，乃至其中的關鍵模組包含加熱系統、射頻系統、流體結構建構進行說明。設備開發過程中以射頻電磁場、熱流體分析等技術為主體，搭配量測儀器的協助使用，解構 PECVD 設備中射頻能量的行為，對設備效能之影響，如電漿分布均勻性的各種設計考量。對於需求高穩定性、高產能之量產型 PECVD 設備業者而言，能夠提供其相關設備之自主化生產方案。

80 高效率之銅鋅錫硒太陽能電池研究

賴芳儀, 楊瑞福, 魏鈺凌, 郭守義

本文介紹蒸鍍 - 後硒化法製備高品質銅鋅錫硒-Cu₂ZnSnSe₄ (CZTSe) 薄膜，我們藉由改變不同硒化溫度來探討其對 CZTSe 薄膜的光電特性影響。從 X 光繞射 (XRD) 結果得知成長薄膜皆呈現 (112) 的優選取向，拉曼光譜 (Raman spectroscopy) 量測亦呈現 CZTSe 材料的單一特徵訊號。後續利用掃描式電子顯微鏡 (SEM) 及能量散射 X 射線光譜儀 (EDS) 進行分析，可以明顯看出硒化溫度對薄膜微結構以及錫硒原子損耗程度的影響。光激螢光光譜 (PL) 的量測數據顯示薄膜能隙也受到原子比例變化影響，能隙值呈現 0.88–0.93 eV 的改變。整體而言，在硒化溫度 500 °C 下成長的 CZTSe 薄膜製作的太陽能電池擁有最佳光電轉換效率 7.18%。

88 熱處理對有機金屬化學氣相沉積成長鎵摻雜之氧化鋅薄膜特性影響之研究

黃瓊儀, 歐信良, 洪瑞華

本研究是利用有機金屬化學氣相沉積技術在藍寶石基板上與在 350 °C 的低溫下成長鎵摻雜的氧化鋅 (Ga-doped ZnO, GZO) 薄膜，GZO 薄膜中的鎵含量是經由調變三甲基鎵流量由 0 至 20 sccm 來做變化。本研究中，我們詳細探討了 GZO 薄膜的結構、光電特性與發光性質。為了改善薄膜的光電特性，我們也藉由快速熱處理機台在氮氣環境與 550 °C 下將 GZO 薄膜進行 2 分鐘的熱退火處理。在快速熱退火處理後，我們發現 GZO 薄膜的結晶品質提升。此外，從穿透光譜可以發現初鍍及退火後的 GZO 薄膜都具有高於 90% 的高穿透率 (波長範圍：400–800 nm)。從光激發螢光光譜結果顯示，當 GZO 薄膜成長時的三甲基鎵流量高於 10 sccm 時，GZO 薄膜內存在著混合能隙；此時 GZO 薄膜的結晶性也跟著增強，而且也可以發現薄膜的能隙峰有藍移的現象。另外，薄膜的能隙到寬能帶的發光強度也隨之增加。而經由快速熱退火處理後，GZO 薄膜的電阻率可以有效地降低，顯示快速熱退火製程對於 GZO 薄膜品質的改善是有幫助的。