



原子層沈積技術於 光電元件封裝之應用

The Application of Atomic Layer Deposition
Technology on Optoelectronics Device
Package

王慶鈞

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

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

曾銘宏

國立台灣大學
材料科學與工程學系

蔡豐羽

國立台灣大學
材料科學與工程學系

關鍵詞

- 光電元件 Optoelectronics Device
- 可撓式電子 Flexible Device
- 原子層沈積 Atomic layer deposition
- 封裝 Package
- 氣體阻障層 Gas Barrier

摘要

封裝塗層材料技術應用層面相當廣泛，依所需功能性的不同，在材料特性選擇與形成技術上而有差異，目前最大的應用層面在於高阻氣、高透明性塗層上。近年來被視為次世代鍍膜技術為原子層沈積技術，製備的薄膜非常緻密、品質良好，具有硬度高、耐磨耗等特性。相較於其他鍍膜技術而言，此方法可於低溫下成長，以較小的膜厚即可表現出

優異的覆蓋特性，尤其對於光電元件的封裝與氣體阻障層應用，具有相當大的發展潛力。

前言

全球經濟在逐漸脫離金融風暴之後，光電科技工業協進會(PIDA)預期2010年台灣光電產業將恢復的高成長態勢，產值規模將會突破2.2兆台幣。尤其在哥本哈根會議中，各國對於綠能之發展更有了一致的共識，LED與太陽能相關的市場前景更令人期待。光電產業是一項技術與資本密集之產業，除了在資訊市場上佔有一席之地外，也在新興的消費性電子市場成爲矚目之焦點。此產業包括了太陽光電、發光二極體、平面顯示器等技術領域，尤其在軟性電子(Flexible Electronics)技術的發展應用上，將光電元件與電路設計製造在軟性基板上，產品具備柔軟及可彎曲等特性的新技術，可以實現輕、薄、短、小等符合人性化的方便趨勢，爲光電產業帶來



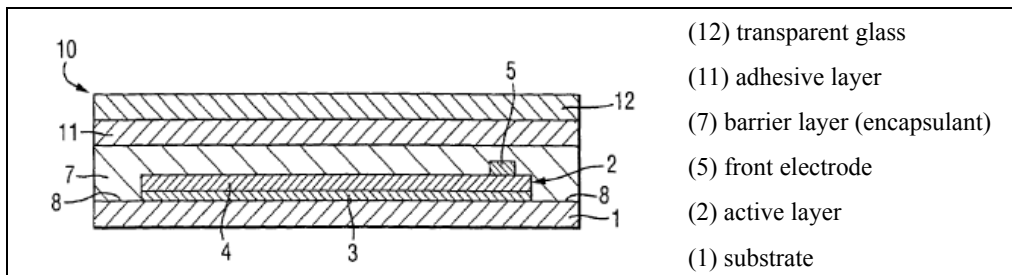
具變革性發展的創新應用。

爲了能符合產品端的應用需求，光電元件的長壽命與高效率會有嚴謹的標準與要求，也是各界追求的目標。就太陽光電技術而言，世界大廠長達 25 年產品耐用度的保證，卻成台灣太陽能電池推廣至國際時面臨的挑戰。歷經第一代矽晶、第二代薄膜與第三代撓性太陽能電池，高效率、低價格與長效型成爲太陽能電池市場訴求方向，而封裝技術影響整體太陽能電池耐用度甚鉅。由於長時間暴露於環境中的太陽電池須有效阻絕水氣與氧氣，此成爲封裝製程最大需求瓶頸，特別是撓性/有機太陽能電池。若能提供高品質軟性薄膜的封裝技術，將能使產品的穩定性大大提升，其技術亦可被應用於其他有機的軟性光電元件，如有機發光二極體(Organic Light-Emitting Diode, OLED)、有機薄膜電晶體(Organic Thin-Film Transistors, OTFT).....等等。目前商用太陽電池模組之封裝方式多使用耐濕性及透明性佳的 EVA 作爲黏著劑，將玻璃蓋板黏著至太陽電池模組上，如圖一所示。不過此玻璃蓋板封裝的方式不適用於大面積、高產率之製程，亦無法用於軟性太陽能電池的生產。在封裝材料的選擇方面，以往研究已明確指出以有機材料封裝光電元件並不可行，因此眾多研究朝向無機的封裝材料。然而針對可撓性元件，必須沉積極薄薄膜才有可能達到撓性的需求，以目前濺鍍(Sputter)、蒸鍍(Evaporation)與電漿輔助化學氣相等沉積(PECVD)技術，此極薄厚度下之阻水阻氣率並無法達到目標需求，其原因

在於該製程有較多薄膜缺陷孔洞存在，且其低表面包覆能力(Step Coverage 或 Conformality)。雖既有資料顯示製程溫度提高可改善薄膜品質，不過對於玻璃轉換溫度很低之可撓性基板而言，大幅提高其應用面上的限制，因此需另尋薄膜封裝技術以克服現行技術薄膜缺陷過多、製程溫度過高的問題。在研究者無法找到符合軟性電子元件需求的封裝薄膜的窘境下，次世代鍍膜技術-原子層沈積法應用於光電元件封裝與氣體阻障層的潛力將逐漸受到重視。

光電元件封裝技術之演進與現況

氣體阻障層(Gas Barrier)在目前很多的應用上，扮演很重要角色，例如平面顯示器、太陽能電池或成長於可撓性基板的光電元件，尤其是 OLED 元件中的很多有機或電極材料。其對於水氣與氧氣具高度敏感性，容易造成元件裂化或壽命減少，同時需要有效的封裝技術。然而使用於有機光電元件的封裝，可容忍氣體穿透率的最大極限值目前尚無定論，但其需求與標準相較於食品業或製藥業是嚴苛許多。一般而言，光電元件欲達到 10000 小時使用壽命，其對於水氣穿透率(Water Vapor Transmission Rate, WVTR)與氧氣穿透率(Oxygen Vapor Transmission rate, OTR)之容忍限度如下：對液晶顯示器(Liquid Crystal Display, LCD)觸控面板須符合小於 0.10cc/m²·day 阻氣率，及小於 0.15g/m²·day 阻水



圖一
商用太陽電池模組
之封裝示意圖



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