



先進OLED薄膜封裝技術

Advanced OLED Thin Film Encapsulation Technology

賴識翔

工研院機械所
先進機械技術組
固態光源機械技術部

林龔樑

工研院機械所
先進機械技術組
固態光源機械技術部

林義鈞

工研院機械所
先進機械技術組
固態光源機械技術部

董福慶

工研院機械所
先進機械技術組
固態光源機械技術部

關鍵詞(Keywords)

- 有機發光二極體 OLED
- 撓性元件 Flexible Device
- 原子層沉積系統 ALD System

摘要(Abstract)

OLED 照明元件為一平面式面光源，並具有低耗電性及可撓性，且可隨設計需求而調整的演色性與色溫等特性，預估 2020 年全球可達 30 億美元之產值。可撓性 OLED 元件最關鍵的製程技術在於具低水氣穿透率(WVTR)之封裝奈米薄膜製程，工研院機械所提出創新概念之原子層沉積技術製作高阻水氣的奈米級封裝薄膜，其製程溫

度小於 100°C，薄膜厚度亦小於 100 nm，水氣穿透率為 1.37×10^{-6} g/day/m²，並已成功應用於 OLED 元件上。

OLED lighting device is a plane-type light source with characteristics including low power consumption, flexible substrate, and adjustable color, which depends on design requirements such as color rendering index and color temperature. The global market size for OLED lighting in 2020 is estimated to be 3 billion US dollars. Nowadays, the key process technology that may enable flexible OLED device production is deposition of encapsulation layer with low water vapor transmission rate (WVTR). MSL/ITRI proposed an innovative concept that applied atomic layer deposition system in the field of nano-thin-film encapsulation deposition with high



water vapor resistance. The process temperature is less than $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, and film thickness is less than 100nm , and WVTR of the nano-thin-film encapsulation deposited by atomic layer deposition (ALD) system is $1.37\times 10^{-6}\text{ g/day/m}^2$. OLED lighting device with ALD encapsulation is also successfully fabricated.

1. 前言

隨著資訊產品的蓬勃發展，個人攜帶式之數位電子產品已是人們日常生活中不可或缺的一部份，有機發光二極體(OLED)因為具有自發光、廣視角、對比高、反應速度快、結構輕薄等特性優點，所以在智慧手持式行動裝置的滲透率快速提升，同時也創造了顯示器產業一個新的夢想。然而 OLED 元件中的有機材料及金屬對氧氣及水氣相當敏感，若有些微水氣與氧氣滲入便會與光電元件中的有機材料產生氧化還原反應，導致元件特性衰退而造成極大的損壞傷害，所以於製作完成後，必須在其表面塗上一層氣體阻障層，作為封裝保護的處理。可是現今之封裝技術仍無法長時間地完全隔絕氣體的侵入。以目前應用於實際量產商品的封裝製程而言，仍是以玻璃或金屬封蓋貼附強力吸水劑後，透過低透濕性 UV 樹脂再和 OLED 元件基板做緊密的貼合，以達到減緩水氣侵入的效果，不過其封裝效果仍然有限。因為當吸濕劑達到飽和時，OLED 元件的封裝膠材就會開始穿透遭受水氣與氧氣之傷害，造成 Dark Spots 的發生，進而造成光強度的衰減，最後損壞整個元

件；因此，將來如何有效地封裝光電元件，使其壽命增加為應用於產業界的重要關鍵議題。

未來的行動顯示裝置將會越來越多元化，傳統玻璃封裝朝向可攜式或可撓性電子產品將面臨技術的挑戰。同時，智慧型穿戴式顯示裝置的顯示面板將會有別於現有使用技術，因此如何量產新型面板與確保產品壽命及品質之封裝技術，對於廠商來說也是一大挑戰。本文將針對國際上封裝技術做一簡單的說明，另外將工研院機械所近年來研究發展創新性薄膜封裝製程設備技術成果做一呈現：OLED 薄膜封裝需同時具備撓曲與良好阻水阻氣能力，其薄膜封裝透水率 WVTR 需達 $5\times 10^{-6}\text{ g/day/m}^2$ 以下，工研院機械所開發的薄膜封裝製程創新點在於阻障膜厚度只需 100 nm 以下即可，其具有光電元件所需之高阻絕水氣特性，突破業界目前使用厚度遠大於 100 nm (約數 μm 至數十 μm) 之複合有機、無機多層結構 (organic/inorganic hybrid)，使用單層/多層氧化物的兩種阻障膜結構，以提升其可靠度、耐久度，並可大幅降低製程的成本。另外創新多模式薄膜沉積設備解決高緻密 ALD 鍍膜封裝產速慢與 PECVD 電漿轟擊及薄膜緻密度低問題；在同一腔體內以高緻密 ALD 鍍膜，兼具高阻水、阻氧及防止電漿轟擊，再以 PECVD 高鍍率鍍膜，具高封裝產速同時元件有抗刮保護層。

2. 封裝製程技術簡介

常見的封裝技術依封裝材料可區分為 UV 硬化型環氧樹脂、熱硬化型環氧樹脂、Frit Glass 和

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】399期・105年6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

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw