



高阻水氣薄膜封裝技術於 OLED 照明之應用

Thin Film Encapsulation with High Water Vapor Resistance for the Application of OLED Lighting

賴識翔 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

摘要

預估撓性 OLED 市場規模到 2020 年可達 176 億美元，針對可撓性有機發光二極體(organic light-emitting diode, OLED)元件最關鍵之技術在於低水氣穿透率(water vapor transmission rate, WVTR)的封裝奈米薄膜製程上。工研院機械所提出創新的薄膜封裝製程設備概念，以原子層沉積技術製作高阻水氣之奈米級薄膜，其製程溫度小於 100°C，且薄膜厚度小於 100 nm，其水氣穿透率小於 5×10^{-6} g/day/m²，並已成功應用於 OLED 元件上。

Abstract

The global market size for flexible organic light-emitting diode (OLED) in 2020 is estimated to be approximately 17.6 billion US dollars. The key technology for production of flexible OLED device is encapsulation with low water vapor transmission rate (WVTR) thin films. The innovative concept of using atomic layer thin film encapsulation process was proposed by ITRI/MMSL to deposit nanoscale thin-film encapsulation with high water vapor barrier property. The nanoscale thin-film encapsulation deposited by atomic layer deposition (ALD) system used a process temperature less than 100°C, with thickness of 100 nm, and achieved WVTR of 5×10^{-6} g/day/m². The ALD encapsulation was also successfully applied in OLED lighting devices.

關鍵詞

有機發光二極體、薄膜封裝、原子層沉積系統

Keywords

OLED、Thin Film Encapsulation、Atomic Layer Deposition System

前言

隨著資訊產品的蓬勃發展，個人攜帶式數位電子產品已是人們日常生活中不可或缺的一部份，有機發光二極體因具有自

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應用率快速提升，同時也創造顯示器產業的一個新夢想。然 OLED 元件中的有機半導體材料及金屬電極易受氧氣與水



氣影響而產生劣化，因此 OLED 元件的使用壽命一直是商品化過程中之一大挑戰，必須利用有效的封裝技術以阻絕水氣與氧氣之侵入，才能達到元件足夠的穩定性。傳統的封裝方法是使用玻璃蓋板加上紫外線 (ultraviolet, UV) 固化膠與吸濕劑封裝 OLED 元件，此方法雖能有效延長元件的壽命，但製作成本高且玻璃蓋板不具有可撓曲性，無法滿足現今流行穿戴型可撓式主動矩陣有機發光二極體 (active-matrix organic light-emitting diode, AMOLED) 顯示器與可撓式 OLED 照明之要求。

未來行動顯示裝置將會越來越多元化，可攜式電子產品的普及與物聯網趨勢，使薄型與撓性的電子元件需求日益增大，撓性情境顯示與照明需求的提升，對廠商如何量產新型 OLED 撓性面板與確保產品壽命及品質是封裝技術之一大挑戰。本文將針對國際 OLED 照明市場現況與薄膜封裝技術上做一簡單說明，另外介紹近年來工研院機械所研究發展之創新薄膜封裝製程設備技術成果。工研院機械所開發的薄膜封裝製程創新技術在於阻障膜厚度只需 100 nm 以下，即可具有光電元件所需之高阻絕水氣特性 (WVTR 小於 5×10^{-6} g/day/m² 以下)，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、無機的多層結構 (organic/ inorganic hybrid)。即使用單層/多層氧化物等兩種阻障膜結構，以提升其可靠度、耐久度，並可大幅降低製程成本。另外創新多模式薄膜沉積設備解決高緻密原子層沉積技術 (atomic layer deposition, ALD) 鍍膜封裝產速慢與電漿輔助化學氣相沉積 (plasma-

enhanced chemical vapor deposition, PECVD) 電漿轟擊及薄膜緻密度低的問題；在同一腔體內以高緻密 ALD 鍍膜，達具高阻水、阻氧及防止電漿轟擊等功能，再以 PECVD 高鍍率鍍膜，達具高封裝產速及元件抗刮保護層鍍膜。

OLED 照明市場現況

根據 UBI Research 的最新預測如表 1，OLED 照明在 2016 年的市場規模將達 1.35 億美金，到 2020 年則將超過 16 億美金 [1]。UBI Research 預估 2018 年起 OLED 面板就會使用於一般市售車款之車內螢幕，最可能的應用為儀表板及中控台顯示器，考慮成本以及行銷特色預估會從旗艦車款開始採用，由 2019 年 1% 的市佔率至 2022 年達 20% 的估計市占率，如圖 1 [2]。

表 1 UBI Research 預估 2020 年 OLED 照明市場規模將超過 16 億美元 [1]

OLED Light Market Projection (Unit: US\$ 1 million)

Year	2016	2017	2018	2019	2020
Revenue	135	251	337	809	1619

Source : BUI Research

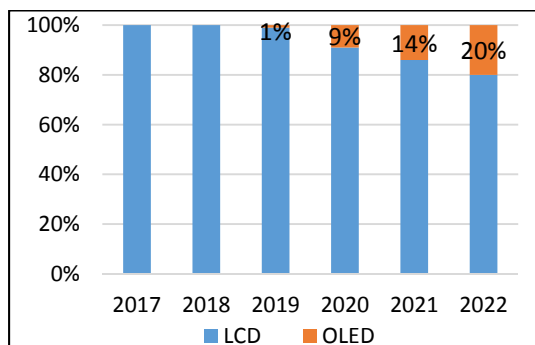


圖 1 UBI Research 預估 OLED 車用面板將於 2022 年達到 20% 市佔率 [2]

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】411 期・106 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