



撓性OLED製作技術

Technology for the Manufacturing of Flexible OLED

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

王慶鈞

工研院機械所
先進機械技術組
固態光源機械技術部
經理

莊賦祥

國立虎尾科技大學
光電工程系
教授

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、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 年可達 30 億美元之產值。目前在撓性 OLED 元件製程上，最關鍵之製程技術在於具低水氣穿透率(WVTR)之封裝奈米薄膜製程上，工研院機械所提出創新概念之原子層沉積技術可應用於高阻水氣之奈米級封裝

薄膜，其水氣穿透率為 1.37×10^{-6} g/ m²day。可撓性 OLED 照明元件之功率效率達 32 lm/W，基板撓曲曲率半徑可達 2 cm，撓曲次數可達 1000 次以上。

OLED lighting device is a plane-type light source. Its characteristics include low power consumption, flexible and can be adjusted depending on design requirements such as color rendering index and color temperature. The global market size for OLED lighting in 2020 is estimated to be about 3 billion us dollars. Nowadays, the key process technology of flexible OLED device production is encapsulation layer deposition with low water vapor transmission rate (WVTR). The innovative concept of equipment using atomic layer deposition system for applications in the field of nano-thin-film



encapsulation deposition has been proposed by MSL/ITRI. The achieved WVTR value of nano-thin-film encapsulation deposited by atomic layer deposition (ALD) system is $1.37 \times 10^{-6} \text{ g/m}^2\text{day}$. The flexible OLED lighting device has shown the best power efficiency of 32 lm/W and flexible endurance of 1000 times bending tests 2-cm curvature radius.

1. 前言

由於 OLED 具有低成本、結構簡單、無視角限制及低耗電量等優點，因而近年來被廣泛的研究，更被譽為下一世代的照明與顯示器主流，其中 OLED 照明全球市場規模於 2020 年預計將成長至 30 億美元，而軟性 OLED 照明預計將於 2015 年開始有銷售逐年增加，估計 2020 年佔整體 OLED 照明規模的 30% 左右[1]。然而，OLED 元件中的有機材料、金屬電極等對於水氧極其敏感，元件之生命期過短是目前最主要需要突破的問題之一。為了能有效遏止有機電致發光元件衰退，已經有多項研究積極進行，其中的一項就是於元件整體上沉積一層具高抗水、氧氣滲透的薄膜以阻隔其對元件的損害。

本文將針對國際上軟性 OLED 照明的進展作一簡單說明，另外文中以撓性 OLED 元件為載具，將工研院機械所近年來研究發展撓性光電元件薄膜封裝技術與製程作一成果呈現：撓性 OLED 薄膜封裝需同時具備撓曲特性與良好阻水阻氣能力，其薄膜封裝阻水率 WVTR 在撓曲半徑

小於 10 cm 及 1000 次的撓曲次數測試條件下，仍可達 $5 \times 10^{-6} \text{ g/m}^2\text{day}$ 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 以下即可具有光電元件所需之高阻絕水氣特性，突破業界目前使用的厚度遠大於 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/多層氧化物兩種阻障膜結構，可提升其可靠度、耐久度並可大幅降低製程成本。

2. 國際上軟性 OLED 照明的進展

撓性 OLED 的研究已超過 20 多年，但早期因 OLED 元件特性不佳 (如亮度太暗) 的情況下，所以以應用於撓性顯示器方面為主，直到 2008 年美國 GE 公司團隊發表令人印象深刻的撓性 OLED 聖誕樹 (如圖 1 所示) [2]，才使得撓性 OLED 照明再度受到各國研究機構與公司重視而努力研究發展。



圖 1 GE 公司於 2008 年展示世界第一個撓性 OLED 聖誕樹

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】389期・104年9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