



低應力複合阻障薄膜 封裝技術與應用

Low Stress Compound Barrier Thin-film Encapsulation
Technology and Application

陳俊廷

工研院南分院
雷射應用中心
軟電製程設備部

劉代山

國立虎尾科技大學
光電與材料科技研究所
副教授

關鍵詞(Keywords)

- 感應耦合電漿化學氣相沉積系統
Inductively coupled plasma chemical vapor deposition
- 可撓式塑膠基板 Flexible plastic substrates
- 氣體阻障層 Gas Barrier

摘要(Abstract)

本研究利用感應耦合電漿化學氣相沉積系統，在可撓式塑膠基板上製備具低應力之有機矽基/無機氧化矽氣體阻障層薄膜，並利用彎曲測試儀器探討氣體阻障層薄膜於不同撓曲曲率及彎曲次數後之可靠度。研究結果顯示，在聚乙烯對苯

二甲酸酯可撓式塑膠基板(PET)上所沉積之低應力氣體阻障層薄膜，在大於撓曲曲率半徑 20 mm 時，其水氣阻障能力並無顯著劣化的現象。當多對氣體阻障層薄膜於撓曲測試後，其多對有機矽基/氧化矽薄膜結構仍然維持良好的水氣阻障能力，顯示出此多層結構在可撓式基板上具有優異之撓曲可靠性。最後，將高阻障性能之有機矽基/氧化矽薄膜結構應用於有機發光二極體的封裝製程上，結果顯示出此封裝結構能有效地提升有機發光二極體壽命。

A low-stress gas barrier film using an organosilicon/silicon oxide multilayer barrier structure deposited on flexible plastic substrates was prepared by inductively coupled plasma chemical vapor deposition (ICP-CVD). The mechanical reliability of gas barrier structure deposited onto the



flexible plastic substrate after the bending test at various curvatures and flexible cycles was discussed. As a result, the vapor barrier performance of low-stress gas barrier films deposited onto the polyethylene terephthalate (PET) substrate shows no evident variation under a bending curvature of 20 mm. For cyclic bending test on the PET substrate coated with the organosilicon/silicon oxide multilayer barrier structure, the deposited films still maintain their water vapor transmission rate (WVTR) value after the bending test, indicating that the low-stress multilayer barrier structure has an excellent flexible reliability. Finally, the organic/inorganic barrier structure with a high vapor barrier property was applied to the encapsulation of organic light emitting diode (OLED) device. Such gas barrier structure causes the operation lifetime of OLED to increase.

1. 前言

近年來軟性電子蓬勃發展，相關技術開發也已逐漸成熟，其中又以有機發光二極體(Organic light emitting diode, OLED)在可撓式基板上之應用最為熱門，其原因為可大面積製造、薄、具彎曲性與不易碎等優點，且其製程適用於捲對捲傳輸設備製造，但目前 OLED 一直無法大量推廣應用，其原因之一為其壽命問題較難克服，因此封裝技術的開發為現今國際上努力的方向。一般常見的封裝方式有傳統玻璃封蓋法(glass of

traditional lid)、可撓式塑膠封蓋法(laminated barrier-coated lid)及薄膜封裝法(monolithic thin film)[1]，由於現今產品朝向輕、薄、短、小且需兼顧可撓性的趨勢發展，所以 OLED 的封裝方式亦朝以薄膜化製作氣體阻障層之型態進行[2-6]。在氣體阻障層的研究中又以氧化矽(SiO_x)無機薄膜之開發居多，此乃由於氧化矽薄膜具有傑出的絕緣性、薄膜緻密性、光學性質、化性和機械性質等，且有眾多成膜設備及可選擇之前驅物進行生產，因此，近二十年來有許多學者及研究單位投入 SiO_x 薄膜的研究領域。然而，當無機薄膜沉積至一定厚度時，其薄膜的氣體阻障特性不會隨著薄膜厚度增加而提高，這是由於薄膜內部的內應力會隨著膜厚的增加而有上昇的趨勢，到最後其氣體阻障層膜材會有微破裂的現象產生，因此需加入有機薄膜材料以降低無機層薄膜的應力累積，達到較低的氣體滲透率，其中最成功的技術為 Vitex Systems 公司分別利用濺鍍及蒸鍍沉積系統，開發出多層有機及無機薄膜交錯堆疊之複合膜氣體阻障層，但由於此技術需在不同設備交互成膜，流程較為複雜，且其封裝結構具有高度專利性，因此若使用此技術不僅需購置成本昂貴之設備且需付高額之專利使用費用，此外，此封裝技術之單一層有機薄膜厚度約需 $1\ \mu\text{m}$ 以上，其應力釋放之效果才能展現，而經由此技術多層堆疊後之封裝厚度約達數 μm ，較無法符合軟性電子所需之輕、薄之需求。有鑑於此，工研院南分院雷射應用科技中心軟電製程設備部於 98 年度起，即開始進行開發單一腔體式薄膜封裝製程設備技術，並利用此技術降低有機層薄膜厚度並維持其功效，且於多層堆疊後之厚度控制約為 $1\ \mu\text{m}$ ，較

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】351期・101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.automat.tw