

# 有機發光二極體封裝技術之研究

毛嘉輝、陳文瑞；黃俊達

E-mail: 9607534@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本論文中我們將m-MTDATA及氟化鋰薄膜沈積在OLED元件上當作陰極保護層，量測並詳細探討封裝後之I-V特性、水滴接觸角和元件半衰期壽命。由於氟化鋰及m-MTDATA薄膜本身具有低熔點及幾乎絕緣特性，因此在OLED封裝上具有低溫封裝製程的優勢，以避免降低發光效率及元件壽命。在此我們發現並採用氟化鋰薄膜當作封裝層，元件壽命有明顯的提升，當封裝氟化鋰80 nm厚度時，與無封裝元件相較下壽命明顯提升2倍。儘管如此，我們也發現氟化鋰薄膜的水滴接觸角明顯降低，並且表面上呈現高度親水特性。以m-MTDATA來當作陰極保護層，封裝後操作壽命為29小時，與無封裝元件相較下壽命明顯提升5倍，事實上由於薄膜水滴接觸角明顯增大，顯露出高度的疏水性，元件壽命才如此擴大。如果我們將m-MTDATA薄膜封裝製程應用於可撓式有機發光二極體(FOLED)上。另外將FOLED使用PET塑膠在充滿氮氣的環境下以UV膠密封。封裝後數據顯示，元件壽命提高到29.5小時，與無封裝元件相較下壽命提升約6.5倍。

關鍵詞：氟化鋰；封裝；有機發光二極體

## 目錄

封面內頁 簽名頁 授權書 . . . . .	iii	中文摘要 . . . . .	iv
. . . . .	iv	英文摘要 . . . . .	v
. . . . .	vi	誌謝 . . . . .	vii
. . . . .	vi	目錄 . . . . .	x
. . . . .	xiii	圖目錄 . . . . .	x
. . . . .	xiii	表目錄 . . . . .	x
. . . . .	xiii	第一章 前言 . . . . .	1
. . . . .	1	第二章	
. . . . .	4	OLED發光原理與封裝技術 . . . . .	4
. . . . .	4	2.1 OLED面板傳統與現階段之封裝技術 . . . . .	4
. . . . .	4	2.2 有機發光	
. . . . .	9	二極體發展歷史概述 . . . . .	9
. . . . .	9	2.3 有機發光二極體之發光原理 . . . . .	10
. . . . .	13	2.4 OLED元件材料 . . . . .	13
. . . . .	13	2.4-1 陽極材料 . . . . .	13
. . . . .	13	2.4-2 陰極材料 . . . . .	13
. . . . .	14	2.4-3 電洞傳輸材料 . . . . .	14
. . . . .	14	2.4-4 發光兼電子傳輸材料 . . . . .	14
. . . . .	15	2.5 元件衰退原因 . . . . .	15
. . . . .	15	2.6 研究動機 . . . . .	15
. . . . .	16	第三章 實驗步驟 . . . . .	18
. . . . .	18	3.1 ITO玻璃基板之陽極電極圖案化與基板之清洗 . . . . .	18
. . . . .	18	3.1-1 ITO玻璃基板之陽極電極圖案化 . . . . .	18
. . . . .	18	3.1-2 ITO玻璃基板之清洗 . . . . .	20
. . . . .	21	3.2 OLED元件製作所用之材料 . . . . .	21
. . . . .	21	3.3 有機蒸鍍系統 . . . . .	25
. . . . .	25	3.4 金屬蒸	
. . . . .	28	鍍系統 . . . . .	28
. . . . .	28	3.5 有機與金屬薄膜蒸鍍流程 . . . . .	28
. . . . .	28	3.5-1 有機薄膜蒸	
. . . . .	28	鍍流程 . . . . .	28
. . . . .	28	3.5-2 金屬薄膜蒸	
. . . . .	30	鍍流程 . . . . .	30
. . . . .	31	3.6 OLED元件封裝 . . . . .	31
. . . . .	31	3.7 光電特性量測 . . . . .	31
. . . . .	31	3.7-1 電壓-電流特性曲線量測 . . . . .	31
. . . . .	31	3.7-2 輝度、光譜與色度座標量測 . . . . .	32
. . . . .	32	3.8 元件壽命量測系統 . . . . .	32
. . . . .	32	第四章 結果與討論 . . . . .	35
. . . . .	35	4.1 利用LiF薄膜改善有機發光二極體壽命之研究 . . . . .	35
. . . . .	35	4.1-1 氟化鋰膜厚對元件亮度之影響 . . . . .	36
. . . . .	36	4.1-2 氟化鋰膜厚對電流密度之影響 . . . . .	36
. . . . .	36	4.1-3 氟化鋰膜厚對電流效率之影響 . . . . .	37
. . . . .	37	4.1-4 氟化鋰膜厚對水滴接觸角之影響 . . . . .	38
. . . . .	38	4.1-5 氟化鋰膜	
. . . . .	39	厚披覆對元件壽命之影響 . . . . .	39
. . . . .	39	4.1-6 氟化鋰膜厚披覆之觀察 . . . . .	40
. . . . .	41	4.2 m-MTDATA薄膜改	
. . . . .	41	善有機發光二極體壽命研究 . . . . .	41
. . . . .	42	4.2-1 m-MTDATA膜厚對元件亮度之影響 . . . . .	42
. . . . .	43	4.2-2 m-MTDATA膜厚對電	
. . . . .	43	流密度之影響 . . . . .	43
. . . . .	44	4.2-3 m-MTDATA膜厚對電流效率之影響 . . . . .	44
. . . . .	44	4.2-4 m-MTDATA厚度披覆之水	
. . . . .	45	滴接觸角 . . . . .	45
. . . . .	46	4.2-5 m-MTDATA厚度披覆之元件壽命分佈 . . . . .	46
. . . . .	48	4.3 薄膜封裝對可撓式元件壽命之影響 . . . . .	48
. . . . .	48	4.4 驅動電流對元件量測之影響 . . . . .	48
. . . . .	48	4.5 sputter備製TiO <sub>2</sub> 薄膜封裝對元件之壽命影響 . . . . .	50
. . . . .	50	4.6 PECVD備製SiO <sub>2</sub> 薄膜封裝對元件之壽命影響 . . . . .	53
. . . . .	53	4.7 PET塑膠蓋板封裝對OLED元件之壽命影響 . . . . .	57
. . . . .	57	4.8 旋轉塗佈UV膠封裝對元件之壽命影響 . . . . .	59
. . . . .	59	4.9 玻璃蓋板封裝對OLED元件之壽命影響 . . . . .	61
. . . . .	63	第五章 結論 . . . . .	63
. . . . .	63	參考文獻 . . . . .	65

## 參考文獻

- [1] 楊琛喻, “平面顯示技術的新星-有機發光二極體”, 電子月刊第十卷第六期, (2004) 122-129 [2] 常鼎國, “平面顯示器的明日之星-AMOLED之關鍵技術與未來發展”, 電子月刊第十二卷第八期, (2006) 124-132 [3] 黃孝文, “有機電激發光二極體(OLED)顯示技術

”，電子月刊第十卷第四期，(2004) 147-159 [4] 陳金鑫及黃孝文著，“有機電激發光材料與元件”，五南圖書出版公司，2005 [5] J. S. Lewis and M. S. Weaver, “Thin-Film Permeation-Barrier Technology for Flexible Organic Light-Emitting Devices”，IEEE J. Select. Topic Quantum Electron. 10 (2004) 45-57 [6] <http://www.vitexsys.com/new/index.htm> 網站，“Barix Encapsulation for OLED Display”，Vitek Systems公司簡報 [7] 廖榕榆，“有機發光二極體用薄膜阻隔層技術簡介”，光電工程第九十四期，95.06 [8] A. Sugimoto, H. Ochi, S. Fujimura, A. Yoshida, T. Miyadera, M. Tsuchida “Flexible OLED Display Using Plastic Substrates”，IEEE J. Select. Topic Quantum Electron. 10(1) (2004) 107-114 [9] H. Aziz, Z. Popovic, S. Xie, A. M. Hor, N. X. Hu, C. Tripp, G. Xu “Humidity-induced crystallization of tris (8-hydroxyquinoline) aluminum layers in organic light-emitting devices”，Appl. Phys. Lett. 72(7) (1998) 756-758 [10] 古俊能，“可撓曲有機發光二極體元件技術發展現況”，工業材料第195期，92.03 [11] H. Y. Sun, K. M. Lau, K. C. Lau, M. Y. Chan, M. K. Fung, C. S. Lee, and S. T. Lee, “Fluorocarbon film as cathode protective coating in organic light-emitting”，Appl. Phys. Lett., 88 (2006) 223503 [12] E. M. Han, L. M. Do, N. Yamamoto, M. Fujihira, “Crystallization of organic thin films for electroluminescent devices”，Thin Solid Films 273 (1996) 202-208.

[13] W. R. Chen, N. C. Shih and F. S. Juang, “Effect of the Passivation Layers on Organic Light Emitting Diode”，IEEE Lasers and Electro-Optics, 2005. CLEO/Pacific Rim 2005. Pacific Rim Conference on (Aug. 2005) 912-913 [14] 河村正行著，“有機EL顯示面板的原理與技術”，全華科技圖書股份有限公司，2005 [15] M. Pope, H. P. Kallmann, P. Magnante, “Electroluminescence in Organic Crystals”，J. Chem. Phys., 38 (1963) 2042 [16] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, “Organic electroluminescent diodes”，Appl. Phys. Lett., 51 (1987) 913 [17] J. H. Burroughs, D. C. Bradley, A. R. Brown, R. N. Marks, K. MacKay, R. H. Friend, P. L. Burn, A. B. Holmes, Nature, 347 (1990) 539 [18] S. Shigeyuki, Y. Sawada, T. Nishide, “Indium – tin-oxide thin films prepared by dip-coating of indium diacetate monohydroxide and tin dichloride”，Thin Solid films, 388 (2001) 22-26 [19] T. Ishida, H. Kobayashi, Y. Nakato, “Structures and properties of electron-beam-evaporated indium tin oxide films as studied by x-ray photoelectron spectroscopy and work-function measurements”，J. Appl. Phys., 73 (1993) 4344 [20] F. Li, H. Tang, J. Shinar, O. Resto, S. Z. Weisz, “Effects of aquaregia treatment of indium – tin – oxide substrates on the behavior of double layered organic light-emitting diodes”，Appl. Phys. Lett., 70 (1997) 2741 [21] S. K. So, W. K. Choi, C.H. Cheng, L. M. Leung, C. F. Kwong, “Surface preparation and characterization of indium tin oxide substrates for organic electroluminescent devices”，Appl. Phys. A, 68 (1999) 447 [22] C. C. Wu, C. I. Wu, J. C. Sturm, A. Kahn, “Surface modification of indium tin oxide by plasma treatment: An effective method to improve the efficiency, brightness, and reliability of organic light emitting devices”，Appl. Phys. Lett., 70 (1997) 1348 [23] J. S. Kim, R. H. Friend, F. Cacia, “Improved operational stability of polyfluorene-based organic light-emitting diodes with plasma-treated indium – tin – oxide anodes”，Appl. Phys. Lett., 74 (1999) 3084 [24] L. S. Hung, L. R. Zheng, M. G. Mason, “Anode modification in organic light-emitting diodes by low-frequency plasma polymerization of CHF<sub>3</sub>”，Appl. Phys. Lett., 78 (2001) 673 [25] T. Mori, H. Fujikawa, S. Tokito, Y. Taga, “Electronic structure of 8-hydroxyquinoline aluminum/LiF/Al interface for organic electroluminescent device studied by ultraviolet photoelectron spectroscopy”，Appl. Phys. Lett., 73 (1998) 2763 [26] M. Fujihira, L. M. Do, A. Koike, E. Han, “Growth of dark spots by interdiffusion across organic layers in organic electroluminescent”，Appl. Phys. Lett., 68 (1996) 1787 [27] P. N. M. dos Anjos, H. Aziz, N. X. Hu, Z. D. Popovic, “Temperature dependence of electroluminescence degradation in organic light emitting devices without and with a copper phthalocyanine buffer layer”，Organic Electronics, 3(2002)9 [28] Y. Sato, H. Kanai, “Stability of Organic Electroluminescent Diodes”，Mol. Cryst. Liquid Cryst., 253 (1994) 143 [29] L. S. Liao, J. He, X. Zhou, M. Lu, Z. H. Xiong, Z. B. Deng, X. Y. Hou, S. T. Lee, “Bubble formation in organic light-emitting diodes”，J. Appl. Phys., 88 (2000) 2386 [30] S. T. Lee, Z. Q. Gao, L. S. Hung, “Metal diffusion from electrodes in organic light-emitting diodes”，Appl. Phys. Lett., 75 (1999) 1404 [31] P. E. Burrows, V. Bulovic, S. R. Forrest, L. S. Sapochak, D. M. McCarty, M. E. Thompson, “Reliability and degradation of organic light emitting devices”，Appl. Phys. Lett., 65 (1994) 2922