

單層式白光高分子發光二極體

碩士研究生：顏瑞祥

指導教授：陳方中

國立交通大學電機學院產業研發碩士班

摘 要

在本研究中，將利用單層結構的方法來完成白光高分子發光二極體的研製，其完整結構為 ITO/PEDOT:PSS/Host:Dopant/Cs₂CO₃/Al。其中發光層的部分，我們分別利用 PF2/6am4 為主體材料，Bis(2-(9,9-dihexylfluorenyl)-1-pyridine)(acetylacetonate) iridium(III) 為摻雜材料，經適當的摻雜比後，可得到白色電激發光。以及使用碳酸鈉(Cs₂CO₃)為陰極修飾材料來製作元件，利用此結構可以有效地提升白光高分子發光二極體的電流效率。在這個結構中，元件最高電流效率可達 5.23cd/A。

Single-Layer Polymer Light-Emitting Diodes with White Emission

Student : Jui-Hsiang Yen

Advisor : Dr. Fang-Chung Chen

Industrial Technology R & D Master Program of
Electrical and Computer Engineering College
National Chiao Tung University

ABSTRACT

In this study, highly efficient single-layer polymer light-emitting diodes (PLEDs) with white emission have been demonstrated. The device structure is ITO/PEDOT:PSS/Host:Dopant/Cs₂CO₃/Al, where the host material is poly[9,9-di-(2-ethylhexyl)-fluorenyl-2,7-diyl] end capped with *N,N*-Bis(4-methylphenyl)-4-aniline (PF2/6am4); the Dopant is Bis(2-(9,9-dihexylfluorenyl)-1-pyridine)(acetylacetonate) iridium (III). After finely tuning of the dopant concentration, white emission has been achieved. It is also found that the device efficiency could be enhanced after the modification of the cathode with cesium carbonate (Cs₂CO₃). With this specific structure, the peak current efficiency of the white PLEDs can achieve as high as 5.23 cd/A.

誌 謝

首先，感謝我的指導教授 陳方中 博士，感謝教授在實驗室草創初期，給予我一同參與的機會，在這極難得的學習環境之下，看著實驗室從簡單的設備到擁有國際研究水準的設備，能夠參與其中是我最大的成就感。也感謝陳教授這二年來於專業知識上的指導及帶領，引領我進入有機電子的研究領域，在此致上最深的敬意及謝意。

此外，感謝口試委員 田仲豪 教授及 朱治偉 博士，在百忙之中撥冗、細心的審閱，並提供我珍貴的指正與建議，使此論文能更趨完善；另外，要感謝實驗室成員在研究上配合及幫忙，讓我在實驗進度上得以順利進行，感謝大家二年來在研究及生活上的陪伴。

最後，對於親愛的家人、女友，感謝你們這二年來的支持及鼓勵，讓我可以無憂無慮的在工作多年後重回校園讀書並完成學業，感謝所有幫助過我的人，謝謝大家！



謹誌 於
國立交通大學顯示研究所
中華民國九十六年二月

目 錄

中文摘要	.....	i
英文摘要	.....	ii
誌謝	.....	iii
目錄	.....	iv
表目錄	.....	vi
圖目錄	.....	vii
第一章 緒論	.....	1
1-1 前言	.....	1
1-2 有機發光二極體發光原理及結構	.....	2
1-3 白光有機發光二極體的相關文獻探討	.....	5
1-4 研究動機	.....	6
1-5 論文大綱	.....	8
第二章 白光高分子發光二極體的元件製作	.....	9
2-1 實驗材料	.....	9
2-1-1 陽極材料(Anode material)	.....	9
2-1-2 電洞注入層材料(Hole Injectin layer material)	.....	9
2-1-3 發光層材料(Emitting layer material)	.....	11
2-1-4 陰極修飾層材料(Cathode-Modify layer material)	.....	12
2-1-5 陰極金屬材料(Metal Cathode material)	.....	12

2-2	實驗流程	12
2-2-1	銦錫氧化(ITO)透明導電薄膜基板的定義圖樣(pattern)	13
2-2-2	銦錫氧化(ITO)透明導電薄膜基板的清洗	13
2-2-3	銦錫氧化透明導電薄膜的表面處理	13
2-2-4	電洞注入層、發光層以及陰極修飾層薄膜的製程	14
2-2-5	金屬電極之蒸鍍	14
2-3	使用儀器及量測方式	15
2-3-1	使用儀器	15
2-3-2	儀器原理及量測方法簡介	15
第三章	結果與討論	20
3-1	塗佈轉速對發光效率的影響	22
3-1-1	螢光發光層塗佈轉速對發光效率的影響	22
3-1-2	陰極修飾層濃度及塗佈轉速對發光效率的影響	26
3-2	磷光染料摻雜對發光顏色及效率的影響	32
3-2-1	磷光染料摻雜對發光顏色的影響	32
3-2-2	陰極修飾層修飾陰極的影響	39
第四章	總結	45
	參考文獻	46

表目錄

表 2-1 Baytron P 系列的比較	10
表 3-1 不同濃度陰極修飾層之電流效率比較@100cd/m ²	30
表 3-2 ADS331BE電壓及XY色度對照表	34
表 3-3 不同陰極結構之電流效率比較@100cd/m ²	43



圖目錄

圖 1-1	有機發光二極體元件結構圖	3
圖 1-2	有機電激發光示意圖	3
圖 1-3	吸收及發光機制	4
圖 1-4	多重發光層元件	5
圖 1-5	多摻雜發光層元件	6
圖 1-6	TFT-LCD 成本分佈圖	6
圖 1-7	背光模組結構圖	7
圖 1-8	WPLED取代TFT-LCD背光源示意圖	7
圖 1-9	碳酸鈉修飾陰極示意圖	8
圖 2-1	元件結構示意圖	9
圖 2-2	導電高分子 PEDOT/PSS 之化學結構	10
圖 2-3	Baytron P 系列之膠質果粒大小分佈	11
圖 2-4	(a)ADS331BE 之化學結構 (b)ADS331BE 之吸收及光激發光光譜	11
圖 2-5	(a)ADS078GE 之化學結構 (b)ADS078GE 之吸收及光激發光光譜	12
圖 2-6	ITO pattern	13
圖 2-7	紫外/可見光吸收光譜原理示意圖	16
圖 2-8	光激發光譜儀器示意圖	17
圖 2-9	電激發光電流量測示意圖	18
圖 3-1	CIE 色座標圖	21
圖 3-2	ADS331BE在不同塗佈轉速下電流效率	23
圖 3-3	ADS331BE在100cd/m ² 下，不同塗佈轉速下元件光譜圖	23

圖 3-4	電壓對應電流密度及亮度特性圖(J-V-B)	25
圖 3-5	電流密度對應發光效率特性圖	25
圖 3-6	電壓與光譜關係圖	26
圖 3-7	碳酸鈉在不同轉速及濃度下的 J-V 特性圖	27
圖 3-8	碳酸鈉在不同轉速及濃度下產生的光電流對應電壓特性圖	27
圖 3-9	不同濃度碳酸鈉在 3000RPM 與 Device A 的電流密度對電壓特性比較圖	29
圖 3-10	不同濃度碳酸鈉在 3000RPM 與 Device A 的光電流對應電壓特性比較圖	29
圖 3-11	不同濃度碳酸鈉在 3000RPM 塗佈轉速下之表面原貌	30
圖 3-12	電流密度對應電流效率特性圖	31
圖 3-13	電壓對光亮度特性圖	31
圖 3-14	不同磷光分子染料濃度摻雜對應色座標關係圖	33
圖 3-15	不同磷光分子染料濃度摻雜光譜圖	33
圖 3-16	不同摻雜濃度磷光分子材料隨電壓變化 CIE 色度變化示意圖	34
圖 3-17	摻雜 1%濃度磷光分子之相關特性圖 (a)J-V-B 關係圖 (b)元件效率關係圖 (c)電壓、光亮度及 CIE 座標對照表	35
圖 3-18	摻雜 2%濃度磷光分子之相關特性圖 (a)J-V-B 關係圖 (b)元件效率關係圖 (c)電壓、光亮度及 CIE 座標對照表	36
圖 3-19	摻雜 3%濃度磷光分子之相關特性圖 (a)J-V-B 關係圖 (b)元件效率關係圖 (c)電壓、光亮度及 CIE 座標對照表	36
圖 3-20	不同磷光分子摻雜濃度與 Device A 之電流效率比較	37
圖 3-21	不同摻雜濃度下之發光層表面形貌	38

圖 3-22	不同摻雜濃度下光激發光光譜圖	38
圖 3-23	摻雜 1%濃度磷光分子之元件可逆性測試相關特性圖 (a)J-V 關係圖 (b)CIE 座標關係圖 (c)電壓、電流密度及 CIE 座標對照表	39
圖 3-24	不同摻雜濃度磷光分子材料隨電壓變化 CIE 色度變化示意圖	40
圖 3-25	摻雜 1%濃度磷光分子之相關特性圖 (a)J-V-B 關係圖 (b)元件效率關係圖 (c)電壓、光亮度及 CIE 座標對照表	41
圖 3-26	摻雜 2%濃度磷光分子之相關特性圖 (a)J-V-B 關係圖 (b)元件效率關係圖 (c)電壓、光亮度及 CIE 座標對照表	41
圖 3-27	摻雜 3%濃度磷光分子之相關特性圖 (a)J-V-B 關係圖 (b)元件效率關係圖 (c)電壓、光亮度及 CIE 座標對照表	42
圖 3-28	Device C 與 Device D 之電流效率比較圖	43
圖 3-29	不同磷光分子摻雜濃度之電流效率比較圖	44

