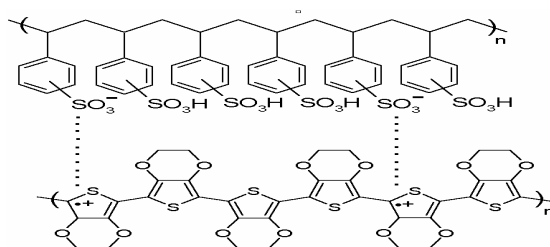


3.5 元件性質研究

3.5.1 元件架構介紹

LED 製作元件時所使用的玻璃基材為 Merk Display Tecnology 公司之阻值為 $20\Omega/\text{square}$ 的 indium-tin oxide (ITO) 玻璃, 經第二章實驗部分所描述的處理步驟處理後直接使用。將發光材料溶於甲苯中而濃度為 $10\text{ mg} / 1\text{ ml}$ 甲苯, 以旋轉塗覆方式成膜, 轉速為第一階段 500 rpm 5 秒, 第二階段以材料不同由 $1000\sim 2000\text{ rpm}$ 之間 35 秒, 所蒸鍍金屬電極為鈣, 在真空度 6×10^{-6} 將鈣蒸鍍在發光層薄膜上。本實驗在覆上發光層薄膜前先在 ITO 上以 poly(3,4-diethylenedioxythiophene) (PEDOT) 旋轉塗覆於其上, 而旋轉條件與發光層相同。所得元件結構為 ITO / PEDOT / light emitting material / Ca / Al 的形式, 為一雙層元件。

其中 PEDOT 作為電洞傳輸層, 因為其具有高導電度及很好的熱穩定性, 且為一水溶性高分子材料故不會有與發光層互溶的問題, 藉由此層的加入, 希望能增加元件的發光效率。PEDOT 的化學結構如下所示:



至於陰極我們則是使用功函數較低的鈣, 使電子更容易地注入發光材料的 LUMO 軌域, 期望能有較低的驅動電壓。但因已有文獻指出鈣陰極氧化的程度會嚴重影響元件的效率, 為避免在元件封裝時陰極的鈣金屬接觸到氧氣, 於是我們另外蒸鍍了一層鋁金屬作為鈣陰極的保護層。

而本實驗中之七種發光材料依據 CV 及 UV 吸收光譜所給予的數據在此種雙層元件中的能階關係圖如下所示：

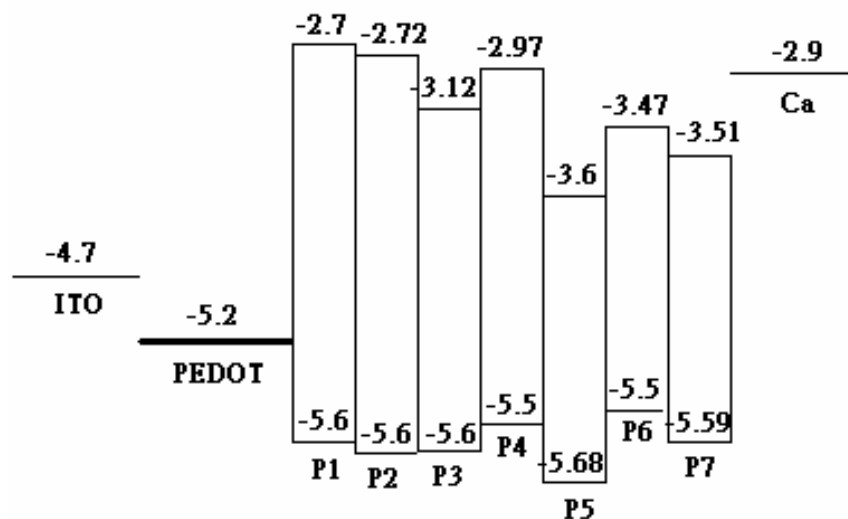


Fig. 3-24 Energy-level diagram of polymers P1 P7



3.5.2 二極體元件 EL 性質的量測

所製作出的有機發光二極體元件，我們做了電激發光光譜 (EL)、亮度對電壓關係圖(L-V curve)及各電壓下的發光效率(Yield (cd/A)/J)的量測。其結果如 Fig. 3-25 Fig. 3-31 所示。Table. 3-5 則是這七個材料製作成元件後一些光電性質的表現。

Table. 3-5 Device properties of polymers P1 P7

	$V_{\text{turn on}}(\text{V})$	Luminance(Max)(cd/m^2)	Max Yield (cd/A)	EL($\lambda_{\text{max}}(\text{nm})$) at Max Luminance	CIE 1931 (X , Y) at Max Luminance
P1	9.0	694	0.22	454	(0.199,0.279)
P2	8	524	0.18	456	(0.200,0.286)
P3	9	2598	2.77	548	(0.435,0.544)
P4	4.0	2121	1.14	548	(0.412,0.557)
P5	7	583	0.13	648	(0.632,0.363)
P6	7	409	0.11	652	(0.648,0.350)
P7	7	1622	0.17	648	(0.640,0.357)

觀察 Fig. 3-32 Fig. 3-38 我們可以發現 P1 P7 這七個材料其 EL 皆較薄膜狀態的 PL 產生紅位移，這是因為在量測 EL 時，必須加電壓，此電壓的供給會使得元件的溫度上升，而我們的高分子材料在加熱的情況下，堆疊(aggregation)的情況就更容易發生，進而產生 Excimer，所以 EL 光譜的波峰通常都較 PL 光譜的波峰紅位移或是有可能在較大波長的區域有肩帶(shoulder)出現。不過由圖依然可得知實驗中仍然是成功的合成出紅藍綠三個原色光，而且對照 P1 與 P2 兩組實驗數據(Fig.3-25、 Fig.3-26)發現元件的 EL 在光聚前與光聚後並無明顯改變。

在一開始的分子設計中 P1 與 P2 就僅有可否光聚的差別，所以在

此首先討論 P1 與 P2 在元件表現上的不同(即光聚與否的差別)，由 Table 3-5 可發覺兩者不論在光色、亮度和效率上都有極為接近的表現，可知光聚後的元件仍能保有原有元件的效果，但卻較原有元件的膜多了一個不溶的特性。

從 Table 3-5 中可發現 P3 與 P4 的起始電壓相差較多，對照 Fig.3-22 可得知 P4 材料的 LUMO 能階非常的接近陰極 Ca 的能階，故導致 P4 擁有 7 個材料中最低的起始電壓，而 P3 與 P4 材料的原始差別在於 P4 材料導入了一具有電洞傳輸性質的 triphenyl amine 單體 M4，在此一單體佔了 15%比例下使得 P4 的起始電壓有些改變，而之後雖在 P5 ~ P7 亦有做此一改變卻無如此明顯效果，有可能為材料原本性質上即存在著較大能階差有關。

P5 ~ P7 則是將紅光一步一步的做改善，首先推斷單體 M6 為一利於電子傳輸的材料，並加入單體 M4 共聚成 P6 希望能改善元件效果，但最後效果並不如預期中的好，而 P7 則是再多加入一利於電子傳輸的單體 M5 共聚，元件的亮度和效率較 P5 與 P6 為佳，推論為 P7 的電子電洞再結合情形比在 P5 和 P6 好。

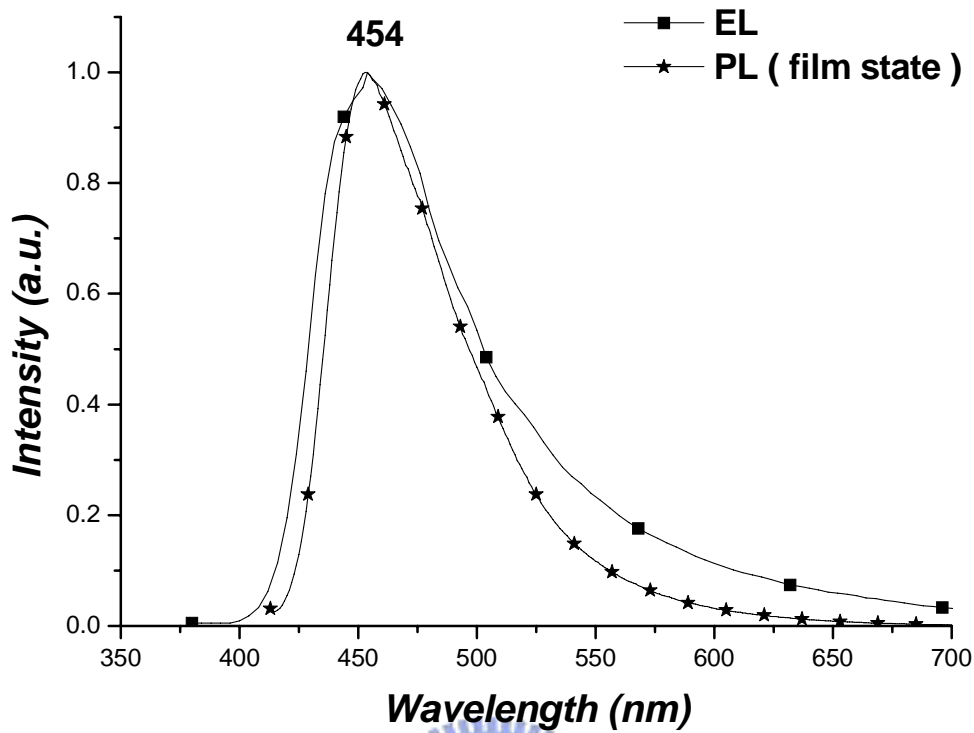


Fig. 3-25 EL and PL spectra of P1

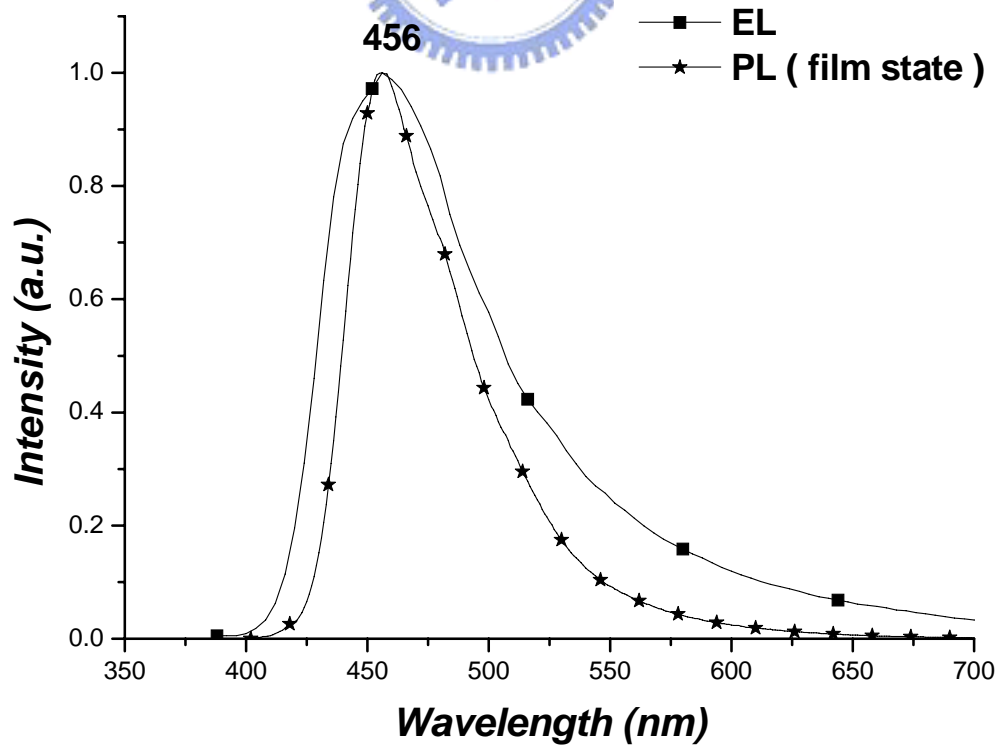


Fig. 3-26 EL and PL spectra of P2

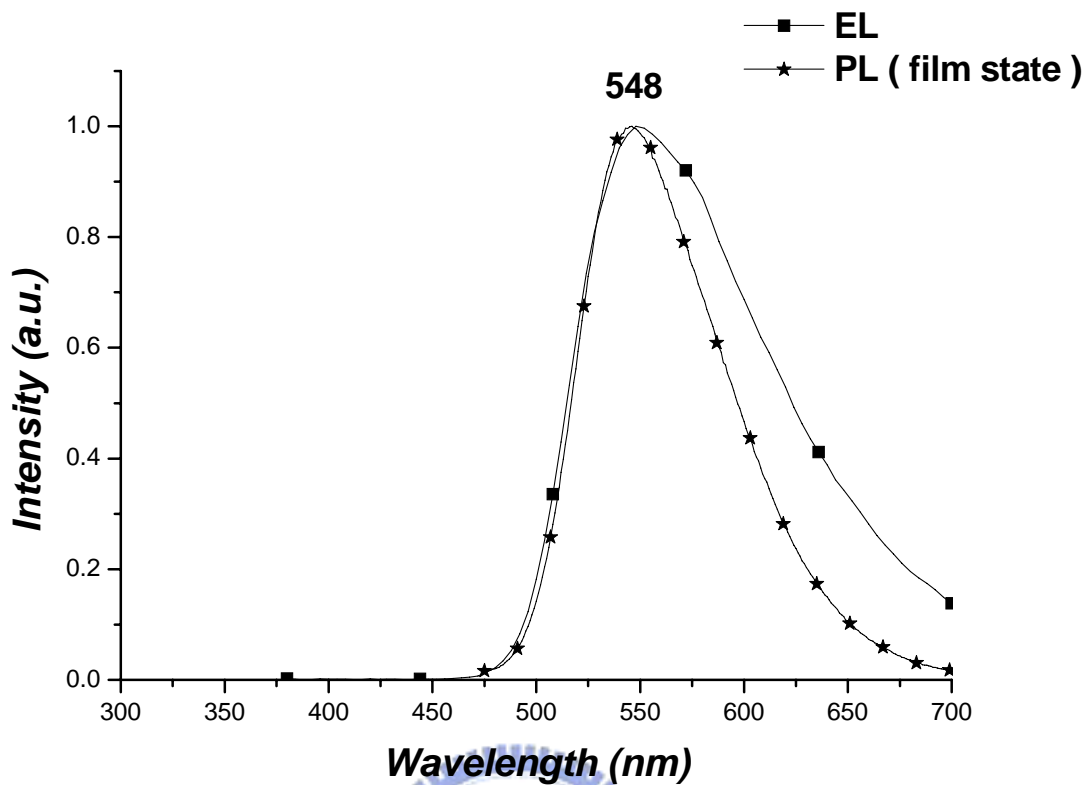


Fig. 3-27 EL and PL spectra of P3

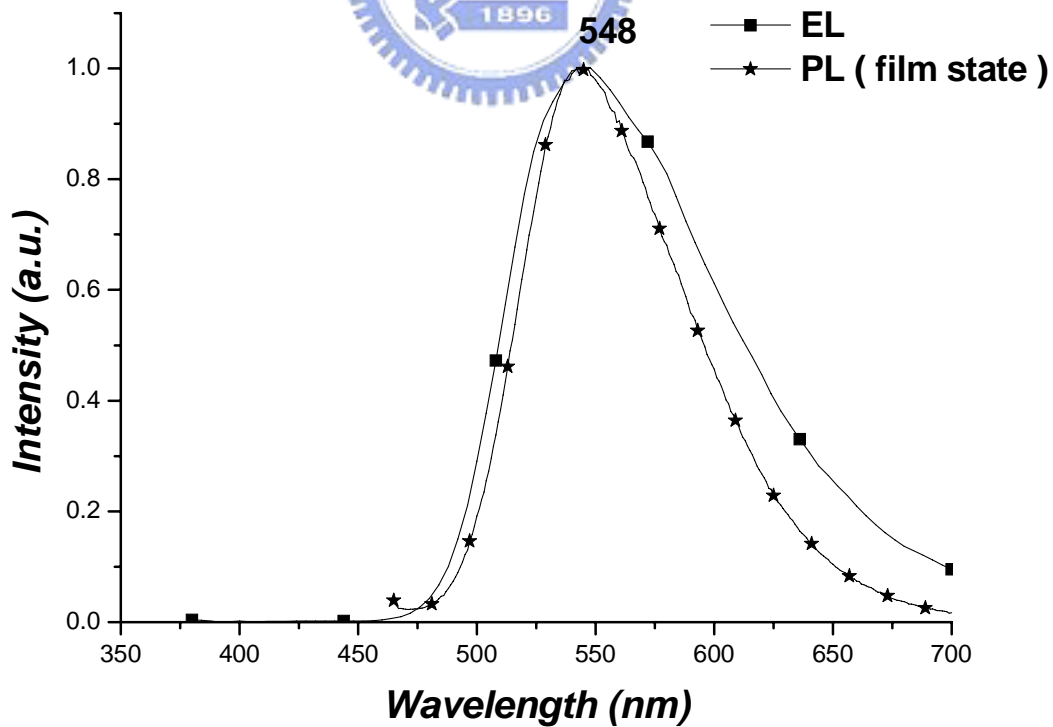


Fig. 3-28 EL and PL spectra of P4

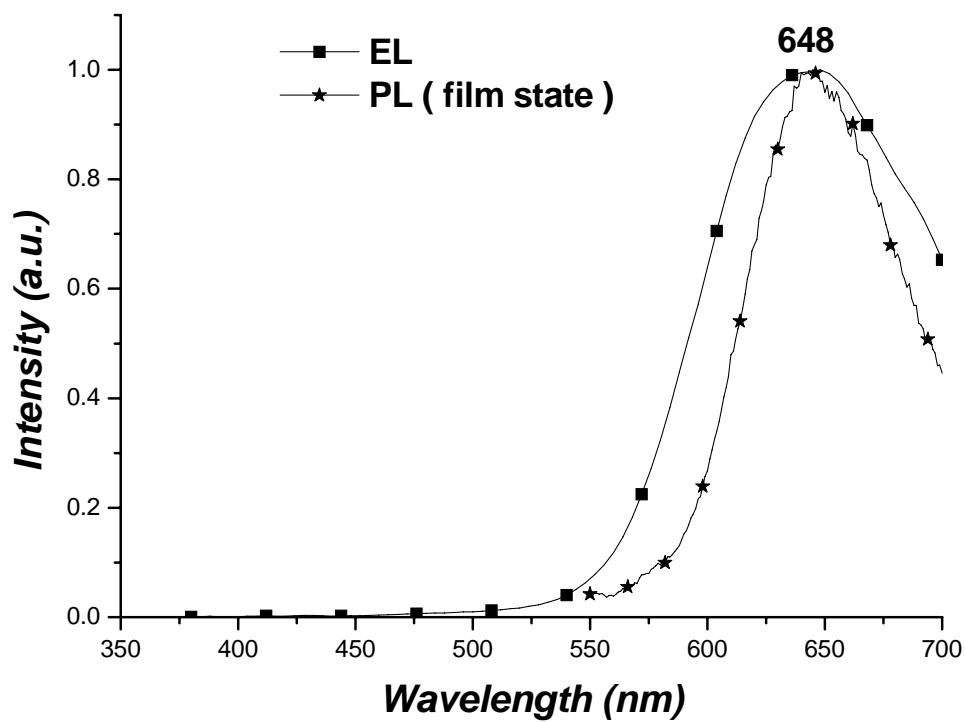


Fig. 3-29 EL and PL spectra of P5

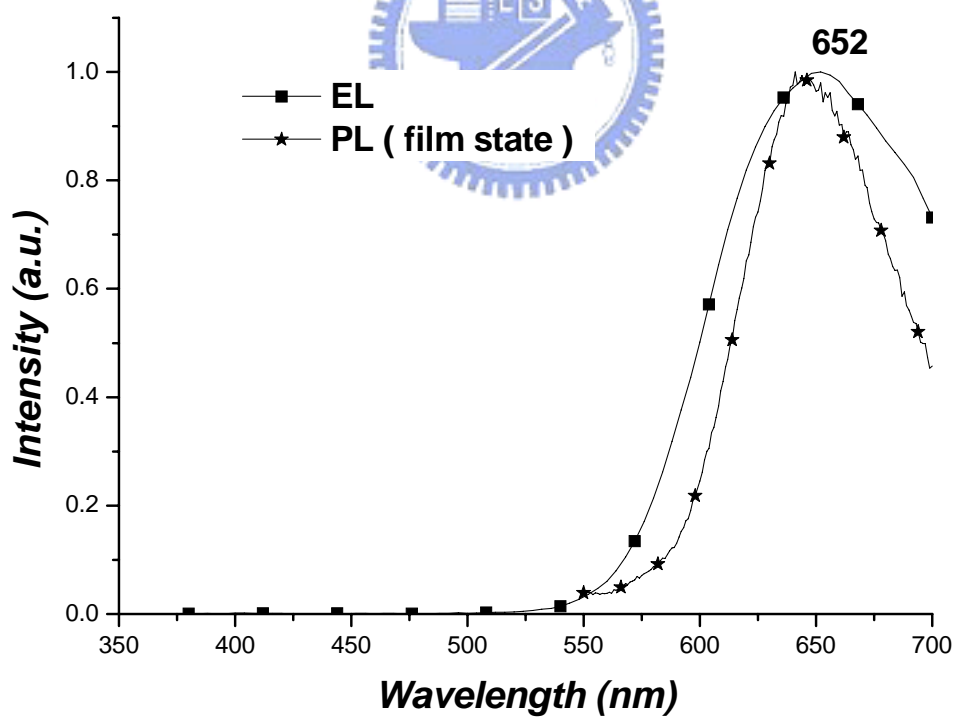


Fig. 3-30 EL and PL spectra of P6

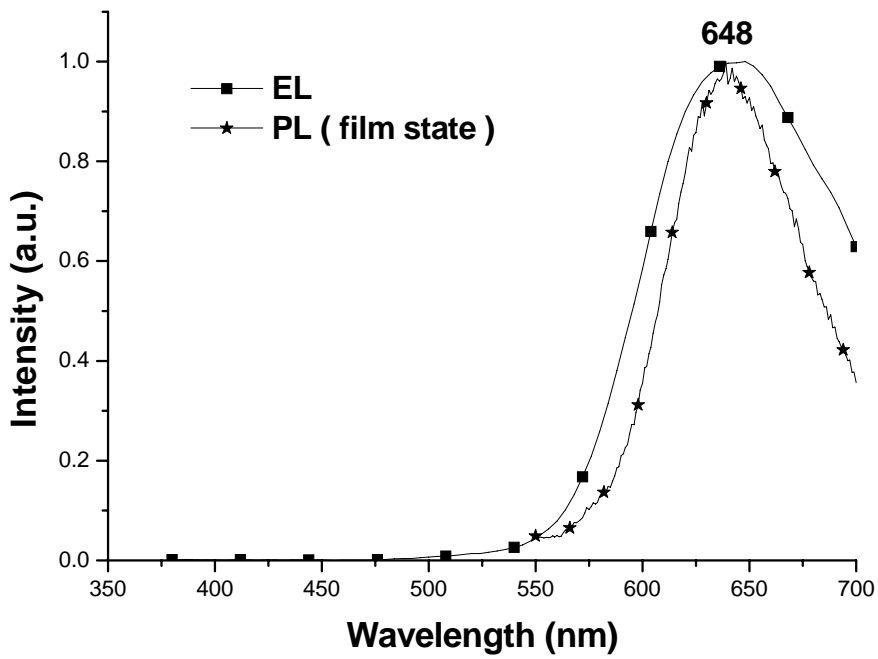


Fig. 3-31 EL and PL spectra of P7

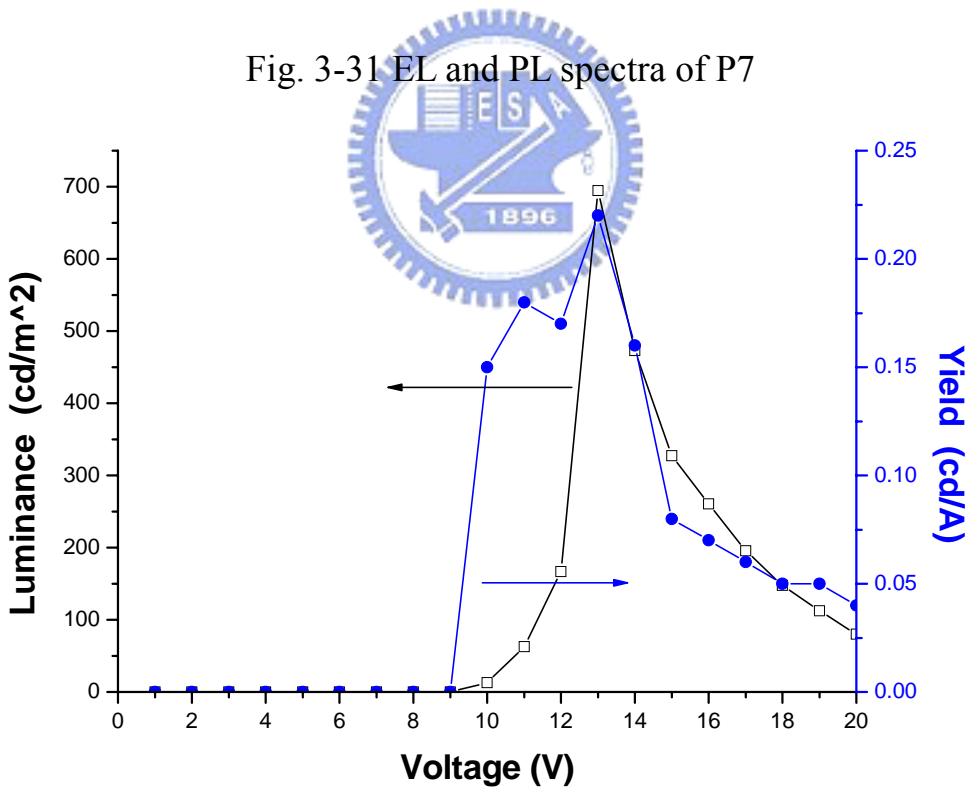


Fig. 3-32 Y-V and L-V curve for device with the configuration ITO/PEDOT/polymer/Ca/Al of P1

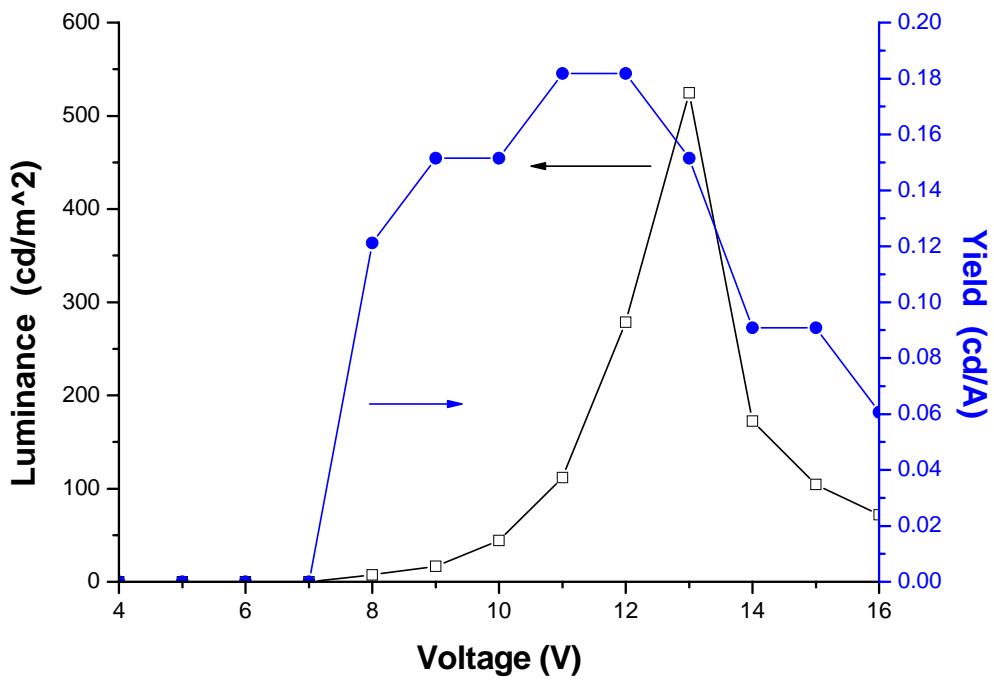


Fig. 3-33 Y-V and L-V curve for device with the configuration ITO/PEDOT/polymer/Ca/Al of P2

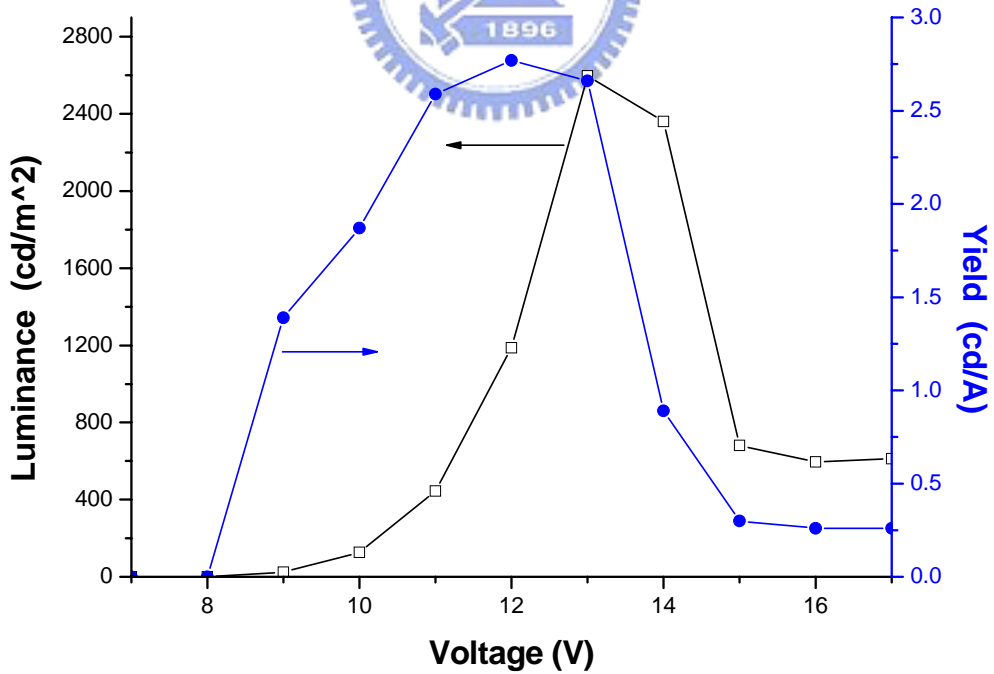


Fig. 3-34 Y-V and L-V curve for device with the configuration ITO/PEDOT/polymer/Ca/Al of P3

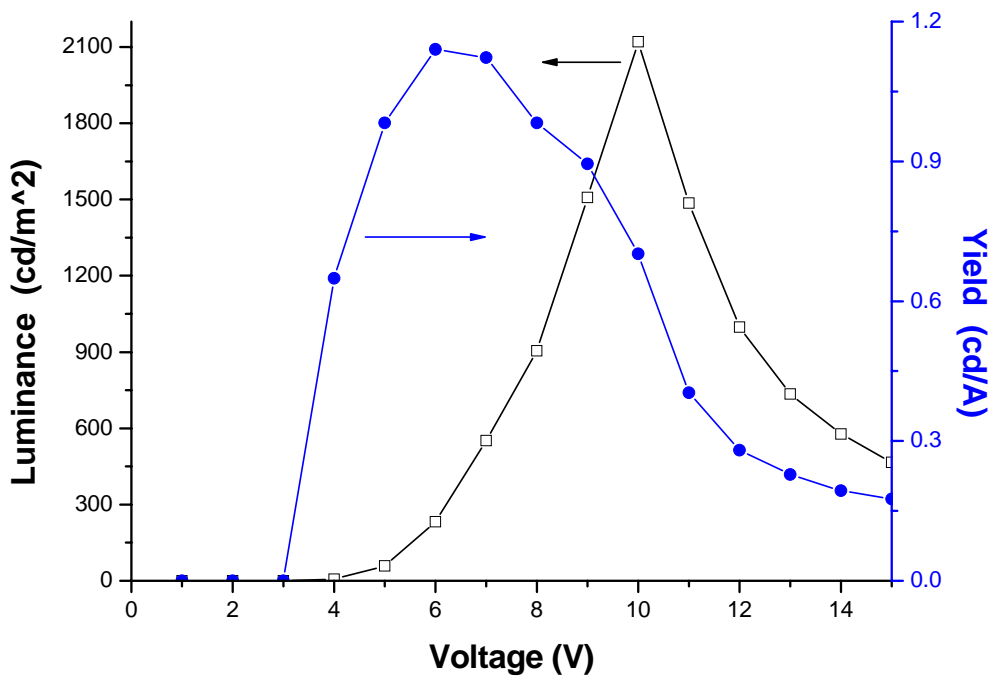


Fig. 3-35 Y-V and L-V curve for device with the configuration ITO/PEDOT/polymer/Ca/Al of P4

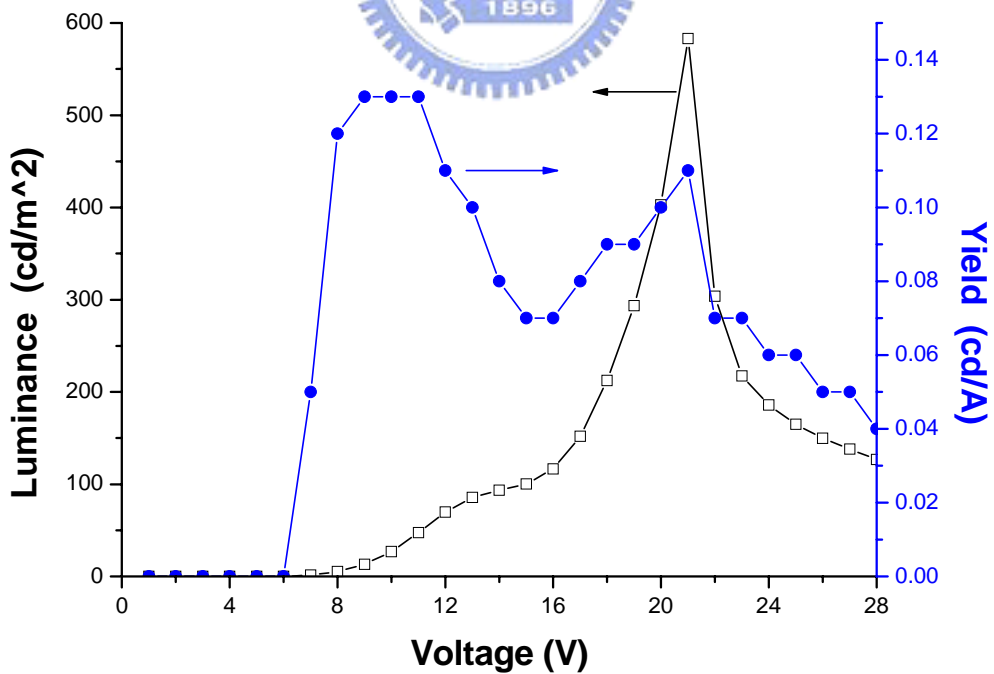


Fig. 3-36 Y-V and L-V curve for device with the configuration ITO/PEDOT/polymer/Ca/Al of P5

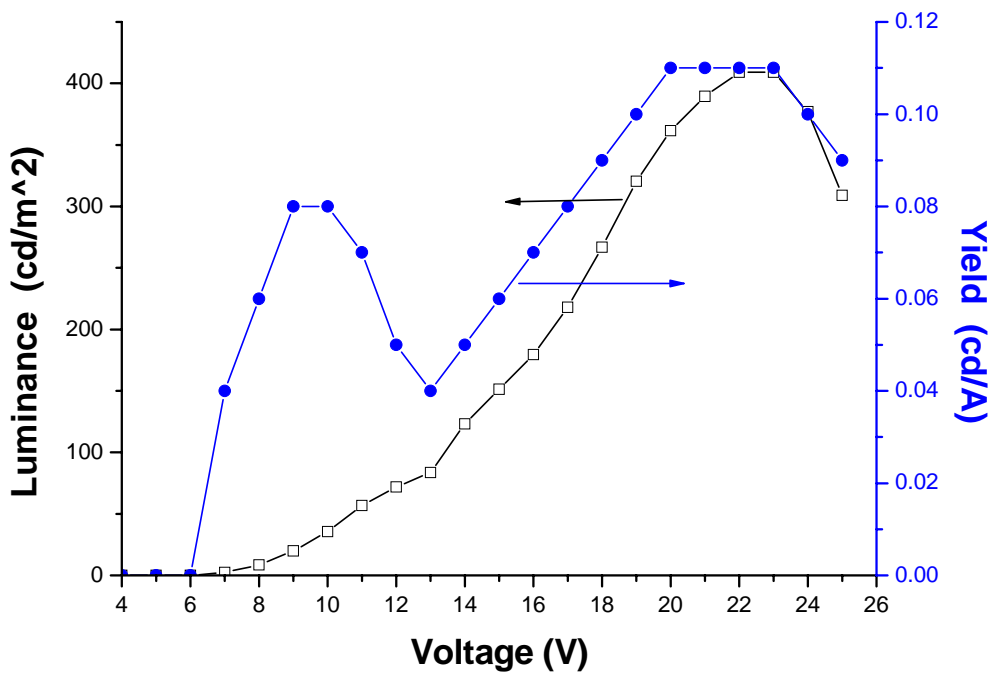


Fig. 3-37 Y-V and L-V curve for device with the configuration ITO/PEDOT/polymer/Ca/Al of P6

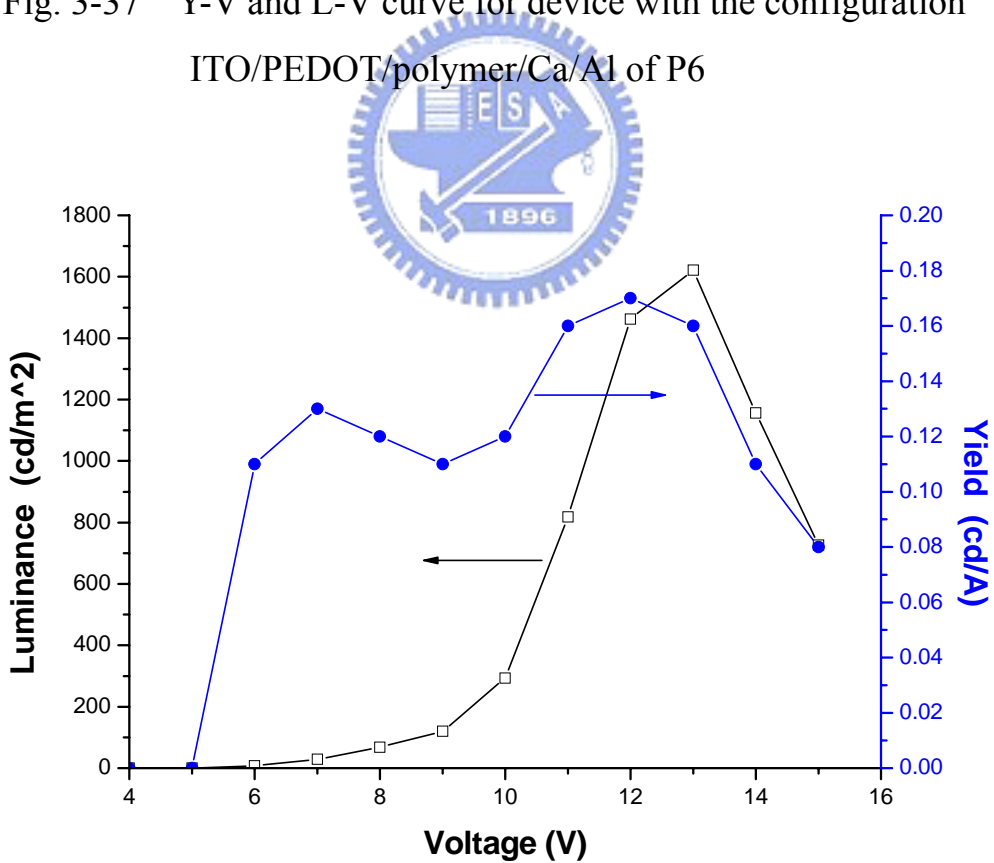


Fig. 3-38 Y-V and L-V curve for device with the configuration ITO/PEDOT/polymer/Ca/Al of P7