

## Ch1.Introduction

### 1-1 前言

PLED 的運用範圍廣泛，在顯示器或是照明設備都非常有市場潛力。如：行動電話、遊戲機、音響面板、數位照相機、個人數位助理機(PDA)、汽車導航系統、電子書、資訊家電、筆記型電腦、監視器、電視...等。

PLED除了有以下的特點：(1) 自發光，不需要背光模組；(2)低電壓驅動(< 10 Volts)且省電；(3)高能量效率(16 lm/W)；(4)高亮度(可達 100,000 cd/m<sup>2</sup> 以上)；(5)響應時間短(< 2 μs)，高應答速率；(6)高解析顯示、高對比；(7)廣視角(接近 180°)；(8)重量輕、厚度薄；(9)構造簡單，成本低等，且由於其本身製程另具低成本、光色調變容易、可應用於撓曲性面板等多項特點，因此被譽為下一世代的平面顯示技術。在顯示器或背光模組上，WPLED是不可或缺的，目前台灣,日本,韓國,美國均尚無任何相關市面商品，也均正在積極研發中，其市場潛力無窮。



### 1-2.PLED 的演進

嚴格來說，對於高分子發光二極體之研究在英國康橋大學研究群興起之數年前即有，但因為使用的材料並非共軛性高分子材料，所以其結果也未引起大眾的注意。直至 1990 年英國康橋大學Friend等人發表PPV高分子發光二極體在著名的Nature期刊上 [1]，因而引發了後續的研究熱潮。1990 年英國康橋大學研究群首先以共軛結構之PPV高分子材料為發光層，製作成二極體元件，其結構為 ITO / PPV / Ca [1]，光色為黃綠色，由於初期的單層結構元件在材料結構與純度、元件結構設計與介面分析上尚未有完善的考量，因此元件的發光效率相當低，僅 0.05%。康橋研究群於 1992 年鑑於單層結構ITO / PPV / Ca之二極體的效率不高，故加入一層butyl-PBD分散於PMMA的高分子層作為電子傳輸層，元件電子能帶結構ITO / PPV / PBD-PMMA / Ca [2]，以提升電子的傳導量及限制電洞通過高分

子層，此外累積於PPV/PBD-PMMA介面之電洞將誘導電子的傳遞，使其量子效率由 0.05% 大幅地提升至 0.8%。1993 年，劍橋大學以含 -CN 取代基的 PPV 衍生物為發光層，製作出發紅光的二極體，元件結構為 ITO / PPV / CN-PPV / Ca [3]，量子效率高達 4%，元件於操作電壓為 3V，電流密度為 1 mA/cm<sup>2</sup> 的條件下操作時間可達約 3000 小時，唯此材料在元件操作時會產生 cross-linking，且無法配合其他 solvent-base 之發光高分子材料之使用，故後續並無重大的應用發展。Heeger 研究群於 1995 年發展出元件結構為 ITO / Polyaniline-CSA-PES / MEH-PPV / Li : Al (alloy) [4]，以 ITO / doped polyaniline 為複合電極以增進電洞的發射，其起始電壓僅 1.7V，在 3V 時有超過 400 cd / m<sup>2</sup> 的亮度，外部量子效率為 2.23%。後續的研究成果顯示，於 ITO 與發光層之間加入一層摻雜過的導電性高分子，對於元件的穩定性與使用壽命有很大的助益。此成果 Uniax 已經申請美國專利，而 ITO / doped conductive polymer / light-emitting polymer / cathode 此種結構目前已逐漸成為 PLED 元件之主流架構，其中 Bayer 公司針對 doped conductive polymer 另外發展出 polythiophene 衍生物的 PEDOT-PSSA 系統，取代原先的 polyaniline 系統，並已經進一步商品化。Parker 等人於 1994 年製作出 ITO / PVK / PQ / PBD:PMMA / Ca [5] 三層結構的藍光元件，由於此元件之電子能帶為量子井 (quantum well) 形式的結構，載子易於在中間低能隙的 PQ 層中結合而發光，具有超過 4% 的高量子效率。由於多層結構之元件製程較困難，且元件再現性較差，目前並無實際上的應用。

### 1-3.研究動機&論文架構

本實驗室目前在 APL 上發表一篇討論關於同質介面的白光 PLED [6]，討論其多層結構(PFO/PFO:MEHPPV)與單層結構(PFO:MEHPPV)在效益上的表現。

共軛高分子白光發光二極體(WPLED)目前結構的發展，大致上都是以單層結構為主[7][8][9]，主要的原因還是在於高分子材料多半是溶解性極高的，所以在元件的製程上有嚴重互溶的問題，這在跟小分子多層結構的競爭上是很不利的。關於多層高分子發光元件的發展已是勢在必行的，目前已有幾種發展的方向，ex:光交聯材料(cross-link material)[10]，熱交聯材料(heat-curling material)[11]，etc.但大致上的方向多鎖定在材料的結構，但多有元件效益不良的問題，其方法也多屬於化學性的方式，有材料選用上的限制。

本論文欲討論以下幾個問題:

- (1).是否有其他可以解決嚴重互溶的物理性方法?以期達到類小分子元件多層發光結構，並使得 PLED 元件結構與材料有豐富選擇。
- (2).如何提升白光元件的效益?希望由材料的選擇與結構的設計達到高效益的白光元件。
- (3).製程上的改良: 因有機材料怕水氧特性，因此在製程中減少空氣及濕氣接觸是極必要的，而封裝部分將影響量測時元件的穩定性，因此必須在無水氧環境下進行封裝有機材料溶劑製備，必須選擇適當溶劑及濃度，製備過程中必須保持潔淨，確保有機材料純度，才能確保成膜良好。