有機發光二極體

學號：4A23A010

姓名：傅顯智

**摘要**

何謂有機發光二極體，有機發光二極體的種類包括主動式有機發光二極體、被動式有機發光二極體，了解有機發光二極體歷史、工作原理、優缺點、未來趨勢跟OLED和LCD差異。

**關鍵詞:** 有機發光二極體、有機發光二極體工作原理、有機發光二極體設備產業發展趨勢、LCD優缺點、OLED優缺點

**一、前言**

1-1何謂有機發光二極體[1]

有機發光二極體元件的發光機制為電致發光（electroluminescent，簡稱EL），最早期的元件結構是將有機物質夾在兩電極間的三層式結構，如圖一所示，在外加電場下，將電子（electron）和電洞（hole）從陰、陽兩極分別注入有機發光材料，當電子與電洞再結合時而形成激子（exciton）接著伴隨以光的形式釋放能量而發光，此過程即為電致發光（electroluminescent），另外此種發光元件結構包含了陰極，陽極與發光層三個部分其功能分述如下：

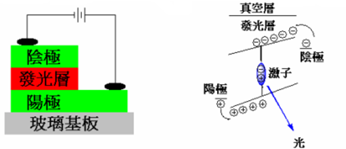


圖1.有機發光二極體基本構造

1.陰極（cathode）：功用為將電子注入有機發光體的最低未佔據軌域（lowest unoccuppied molecular orbital，LUMO）。為了能有效將電子注入有機發光體的最低未佔據軌域，因此常用低功函數（work function）的金屬，如：鈣、鋁、鎂或週期表IA族的鋰、鈉等金屬。

2. 陽極（anode）：功用為將電洞注入有機發光體，即將有機發光體最高佔據軌域（highest occuppied molecular orbital，HOMO）中的電子移出而形成洞子。最常用的陽極是導電的金屬氧化物-氧化銦錫，其優點為穩定、導電性佳且透光性好，功函數在4.5 eV 至 4.8 eV左右。

3.發光層（emission layer，EML）：發光層為有機共軛分子的薄膜所構成。此層即為元件中發光的區域，其發光原理如圖一所示。在外加電壓時，將電子與電洞分別經由陰陽極注入發光層，便有機會在發光層中再結合（recombine）而形成激子（exciton），之後激子可藉由輻射衰退（radiative relaxation）的方式而產生電致發光。

1-2有機發光二極體種類

主動式有機發光二極體、被動式有機發光二極體。

1-3有機發光二極體的歷史

有機發光二極體技術的研究，起源於[鄧青雲](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%82%93%E9%9D%92%E4%BA%91" \o "鄧青雲)博士，他出生於[香港](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A6%99%E6%B8%AF)，於[英屬哥倫比亞大學](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%8B%B1%E5%B1%AC%E5%93%A5%E5%80%AB%E6%AF%94%E4%BA%9E%E5%A4%A7%E5%AD%B8)得到化學理學士學位，於1975年在[康奈爾大學](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BA%B7%E5%A5%88%E5%B0%94%E5%A4%A7%E5%AD%A6" \o "康奈爾大學)獲得物理化學博士學位。鄧青雲自1975年開始加入[柯達公司](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9F%AF%E8%BE%BE%E5%85%AC%E5%8F%B8" \o "柯達公司)Rochester實驗室從事有機發光二極體的研究工作，在意外中發現有機發光二極體。1979年的一天晚上，他在回家的路上忽然想起有東西忘記在實驗室，回到實驗室後，他發現在黑暗中的一塊做實驗用的有機[蓄電池](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%93%84%E9%9B%BB%E6%B1%A0)在閃閃發光從而開始了對有機發光二極體的研究。到了1987年，鄧青雲和同事 Steven 成功地使用類似[半導體](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8D%8A%E5%B0%8E%E9%AB%94" \o "半導體) PN結的雙層有機結構第一次作出了低電壓、高效率的光發射器。為柯達公司生產有機發光二極體顯示器奠定了基礎。由此被譽為OLED之父。OLED英文名為Organic Light-Emitting Diode，縮寫：OLED），中文名(有機發光二極體)更是鄧青雲命名的。 到了1990年，[英國](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%8B%B1%E5%9C%8B" \o "英國)[劍橋](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%89%91%E6%A1%A5)的實驗室也成功研製出高分子有機發光原件。1992年劍橋成立的顯示技術公司[CDT](http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=CDT&action=edit&redlink=1" \o "CDT (頁面不存在))（Cambridge Display Technology），這項發現使得有機發光二極體的研究走向了一條與柯達完全不同的研發之路。 OLED最大的優勢是無需背光源，可以自發光可做得很薄，可視角度更大、色彩更富、節能顯著、可柔性彎曲等等。可廣泛利用在各個領域，目前OLED更多使用AMOLED技術，在2013年的柏林國際電子消費品展（IFA）上，更有曲面OLED電視機種出現並引起注意。[2]

1-4有機發光二極體工作原理

在發光二極體的陰極和陽極施加一順向偏壓，使電子（electron）和電洞（hole）分別由陰極與 陽極注入，在發光層中移動，相遇後產生電子與電洞的再結合（recombination）。電子與電洞的再結合使電子由高能階之激發態回到低能階之基態，所產生的能量將以光或熱的形式釋放出來。此即為電激發光的原理。為了有效的電子與電洞注入，陰極與陽極材料之功函數（work functions）需分別與發光層高分子半導體材料之LUMO（lowest unoccupied molecularorbit，最低沒有電子佔據之分子軌域）與HOMO（highest occupied molecularorbit，最高有電子佔據之分子軌域）能階匹配。[3]

1-5有機發光二極體的優勢

OLED應用正逐漸滲透照明與顯示技術應用市場，其中AM OLED(Active-Matrix organic light-emitting diode)的市場需求，近來在應用、出貨量與產值，正緊緊追趕PM OLED(Passive Matrix Organic Light-Emitting Diodes)應用，其優異的顯示特性，極可能超越PM OLED，而目前的新趨勢是將OLED嘗試與最熱門的觸控應用整合，在更輕、更薄、更寬廣的視角等技術優勢外，再追加更多元件的優勢條件。[4]

**二、顯示理論**

2-1主動式有機發光二極體

AMOLED（有源矩陣有機發光二極體或主動矩陣有機發光二極體，[英語](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%8B%B1%E8%AF%AD)：Active-matrix organic light-emitting diode），是一種應用於[移動設備](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A7%BB%E5%8A%A8%E8%AE%BE%E5%A4%87)中的顯示技術。其中[OLED](https://zh.wikipedia.org/wiki/OLED)(有機發光二極體)描述的是薄膜顯示技術的具體類型-有機電激發光顯示，AM（有源矩陣體或主動式矩陣體）指的是背後的[像素](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%83%8F%E7%B4%A0)尋址技術。截至2011年，AMOLED技術被用在[行動電話](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A7%BB%E5%8A%A8%E7%94%B5%E8%AF%9D)不過不是[媒體播放器](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%AA%92%E4%BD%93%E6%92%AD%E6%94%BE%E5%99%A8)上，並繼續朝低功耗，低成本，大尺寸方向發展。[5]

2-2被動式有機發光二極體

相較於主動式，雖然其製程簡單、成本較便宜，但因瞬間亮度與陰極掃瞄列數成正比，故須使用高脈衝電流，進而導致其壽命縮短，解析度也較差。與主動式相反，適用於小尺寸、低解 析度的產品上。[6]

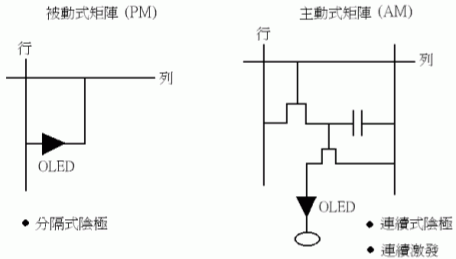


圖2. 被動式矩陣與主動式矩陣的電路原理[7]

**三、AM OLED與PM OLED的差異**[4]

PM OLED在其元件的結構組成，明顯較AM OLED結構更為簡單，具備大量生產壓低成本的製造優勢，也是OLED用於顯示應用最早量產的產品形態 。PM OLED適用於行動電話的次顯示螢幕應用，在訊息顯示量不高的小型面板應用尤其適合，量產成本也相對低許多。但在行動裝置越趨轉向高彩、大尺寸、快速顯示的應用方向時，PM OLED在技術條件明顯無法應付新需求。

但真正能發揮OLED技術優勢，仍是AM OLED應用為主，尤其用於顯示器應用領域，目前已有Sony、Nippon Seiki、Samsung SDI、Pioneer、LG Display、奇晶光電、 (CMEL)…等顯示器大廠投入研發、生產。

在材料的特性上，AM OLED具備目前顯示器技術較難突破的關鍵問題，例如，更趨輕薄的構型設計、更寬廣的顯示視角、更快的畫面重繪反應速度、更好的色彩表現能力與更高的對比、更大的工作溫度範圍等，讓AM OLED深受顯示器大廠青睞。但AM OLED顯示器應用也面臨生產良率提升與壽命增長的設計課題。

AM OLED與目前大量使用的TFT型平面顯示器不同的是，AM OLED的像素開關動作相當快，尤其適用於電視應用，但目前業者則嘗試導入藍光OLED，延長OLED的使用壽命，或透過新材料或新的驅動晶片設計，透過各種方式減緩OLED的老化問題。

**四、有機發光二極體種類優缺點**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 種類 | 優點 | 缺點 |
| OLED | ˙自發光（self-emissive），  視角廣達170°以上  ˙反應時間快（高應答速度 ，微秒級反 應時間 ~1μs）無ㄧ般LCD殘影現象  ˙高亮度（100-14000 cd/m2）  ˙高流明效率（16-38 lm/W）  ˙低操作電壓（3-9V DC）低功率消耗  ˙全彩化  ˙面板厚度薄（2 mm）  ˙可製作大尺寸與可撓曲性面板  ˙可使用溫度範圍大  ˙製程簡單，具有低成本的潛力（30-40% of TFT-LCD）  ˙投資金額較小，容易達到經濟效益 | ˙量產技術普遍不足  ˙色彩純度不足，純色發光元件受命仍短  ˙大尺寸開發技術仍待加強 |
| LCD | ˙LCD顯示器可視的面積大  ˙LCD顯示器有較高的精细的畫質  ˙LCD顯示器很節能  ˙LCD顯示器不會出現任何的幾何失 真，線性失真  ˙它的輻射性要比CRT低 | ˙LCD顯示器的使用壽命不長，虽然在很多方面都比CRT顯示器好  ˙LCD顯示器的亮度和對比度比起等離子顯示器要差些，而且本身它的這個亮度就不是很好  ˙因為LCD顯示器的内部是有很多的液晶分子组成的，所以它很容易出現“壞點”的問題  ˙雖然LCD顯示器的視角很大，但是這種顯示器容易產生影像拖尾的現象，在這點上给用户的感官不是很好  ˙LCD顯示器的視角大，但是它的可視偏轉角度過小 |

表A.有機發光二極體種類優缺點[8][9]

**五、未來趨勢**[10]

OLED的發展，是以全彩化的平面顯示器為最高目標在前進。目前紅、藍、綠三原色的摻雜材料都已成功的開發出來了，但是卻尚未達到完全令人滿意的地步，仍需要繼續的研究開發新的、更好的三原色摻雜材料，尤其是藍光及紅光。另外白光材料也是最近的一項研究重點，希望能用來作為照明光源或是液晶螢幕的背光源，可大幅減少目前白光光源所佔的空間與重量。

在1998年，美國的Baldo等人研究出以銥金屬錯合物（iridium complex）製成的元件，可以把原先三重態中流失的能量補救回來，將OLED元件的發光效率大幅提昇三倍以上，是近來OLED技術開發上的一大突破。

這幾年來，科學家正在研究以塑膠基板取代玻璃基板，製成可撓曲式的OLED，即Flexible OLED，也稱為FOLED，其元件構造如圖三所示，如果能順利研發成功，則類似筆捲式行動電話的商品，將不再是如好萊塢電影中的科幻情節了。



圖3. 筆捲式的電子商品[10]

**六、結論**

**參考文獻**

[1] 葉名倉, "有機發光二極體",國立台灣師範大學化學研究所曾麗宇碩士生/國立台灣師範大學化學系,2009年,07月,29日

<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=2931>

[2] 維基百科，自由的百科全書 – Wikipedia, "有機發光二極體"

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9C%89%E6%A9%9F%E7%99%BC%E5%85%89%E4%BA%8C%E6%A5%B5%E9%AB%94>

[3] "應用軟性顯影技術之高分子有機發光二極體陣列製作實驗"

<http://www.ccunix.ccu.edu.tw/~deptgioom/docs/LFPDT95/chapter%2010.pdf>

[4] DIGITIMES中文網,"OLED技術發展趨勢",2009年,08月,27日

<http://www.digitimes.com.tw/tw/dt/n/shwnws.asp?id=0000148091_0J8LQACBLEUAPO0RMT9H6>

[5] 維基百科，自由的百科全書 – Wikipedia, "AMOLED "

<https://zh.wikipedia.org/wiki/AMOLED>

[6] 廖育嵩、葉水福,"OLED 有機發光二極體 ",國立臺中高工

<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2012/11/2012110115441684.pdf>

[7] 郭艷光, "OLED",彰化師大藍光實驗室OLED網

<http://ykuo.ncue.edu.tw/oled/oled_kind.htm>

[8] 郭艷光, "OLED",彰化師大藍光實驗室OLED網

<http://ykuo.ncue.edu.tw/oled/oled_ad.htm>

[9] 莫慧風, "LCD顯示器有哪些優缺點",2013年,12月,01日

<http://www.ic98.com/supply/baike/9237.html>

[10] 郭艷光, "OLED",彰化師大藍光實驗室OLED網

<http://ykuo.ncue.edu.tw/oled/oled_intro.htm>