

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：94127032

※ 申請日期：94.8.9      ※IPC 分類：H05B 33/14

## 一、發明名稱：(中文/英文)

白光有機發光元件

**WHITE ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE**

## 二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

友達光電股份有限公司/AU Optronics Corporation

代表人：(中文/英文) 李焜耀/LEE, KUNYAO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

300 新竹科學工業園區新竹市力行二路 1 號

No.1, Li-Hsin Road 2, Science-Based Industrial Park, Hsin-Chu, Taiwan,  
R.O.C.

國 籍：(中文/英文) 中華民國 R.O.C.

## 三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 楊淳惠/ YANG, CHUNHUI

2. 林政弘/ LIN, CHENGHUNG

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國 R.O.C.

2. 中華民國 R.O.C.

#### 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

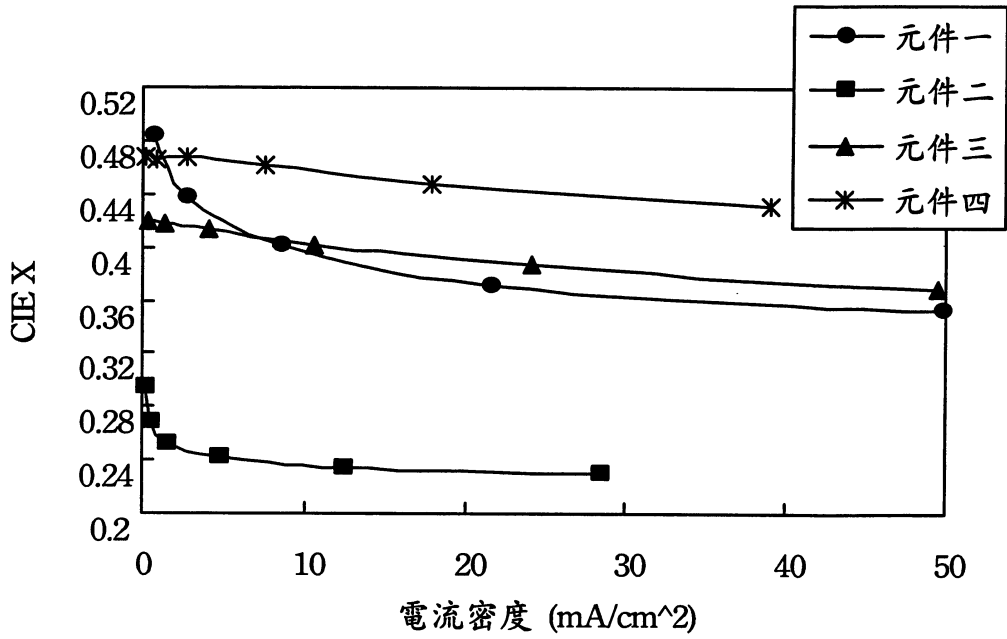
須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

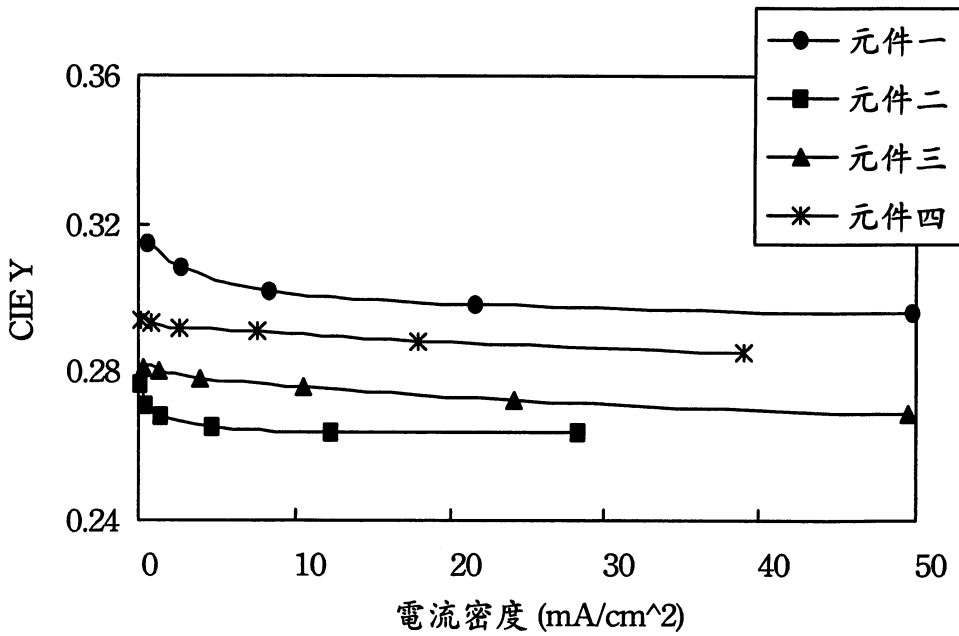
國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

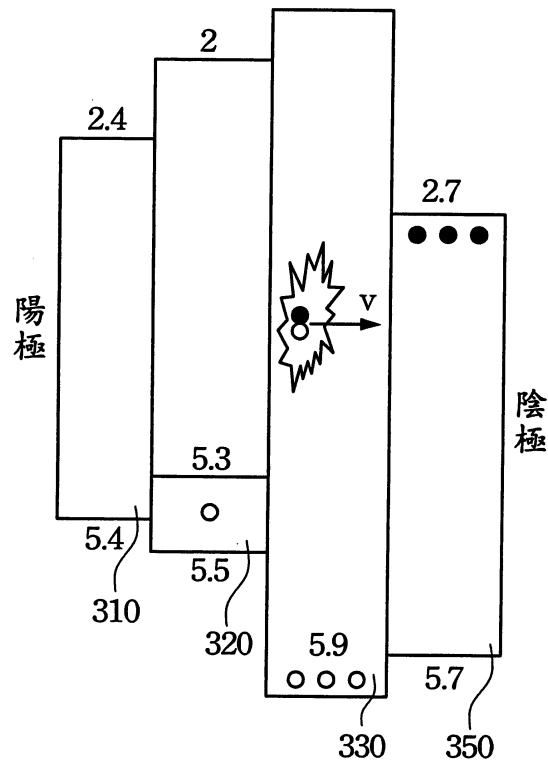
所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。



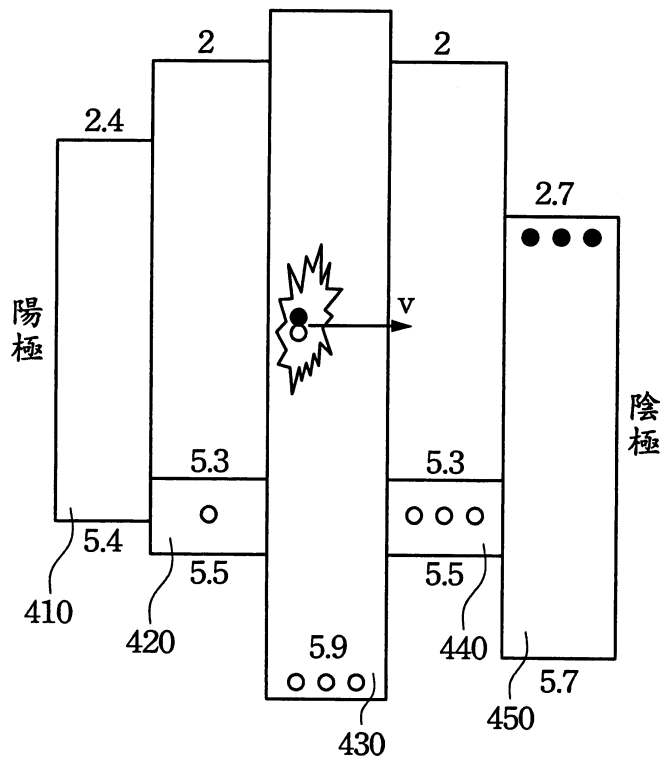
第 1 圖



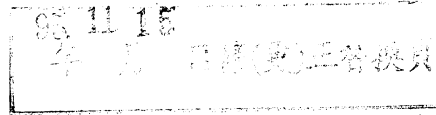
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種發光元件，且特別是有關於一種有機發光元件。

### 【先前技術】

可放出白光之有激發光二極體 (white organic light emitting diode; WOLED) 可以由單層或雙層以上之發光層來製作，但是同一個 WOLED 在不同的操作電壓之下光色的表現不一。意即對同一個 WOLED 施加不同的操作電壓，會有顏色偏移的問題。

習知一種 WOLED 結構，其各層結構依序分別為基材、陽極 (ITO)、電洞注入層 (PEDOT : PSS, 40 nm)、電洞傳輸層 ( $\alpha$ -NPD, 40 nm)、藍光發光層 ( $(CF_3ppy)_2Ir(pic) : CDBP$ , 25 nm)、電洞阻擋層 (BAIq, 3 nm)、紅光發光層 ( $Ir(btp)_2(acac) : CDBP$ , 10 nm)、電子傳輸層 (BAIq, 45 nm)、電子注入層 (LiF, 0.5 nm) 與陰極 (Al, 150 nm)。上述之 WOLED 在操作電壓越高時，紅光發光層的紅光 (600 nm - 700 nm) 發光強度越大，使發光的光色向紅色偏移 (請參考 Current Applied Physics 2005, Vol. 5, pp.331-336)，使 WOLED 放光顏色控制的困難度增加。

### 【發明內容】

因此本發明的目的就是在提供一種白光有機發光元件，可以補償因為電壓變化而產生光色偏移的現象。

本發明的另一目的是在提供一種白光有機發光元件，其製造過程容易，又可以減少光色偏移的現象。

本發明的又一目的是在提供一種白光有機發光元件，其元件結構簡單，又可以減少光色偏移的現象。

根據本發明之上述目的，提出一種對稱式有機發光元件。依照本發明一較佳實施例，此結構包括兩對稱發光層以及一中間發光層。此兩層對稱發光層產生大約相同頻率的第一光色。中間發光層位於此兩層對稱發光層中間。此中間發光層產生一第二光色，此第二光色之主要頻率與第一光色之主要頻率不同。其中當施加於此對稱式有機發光元件之電壓改變，導致上述兩層之對稱發光層之一的發光量減少時，另一對稱發光層則自動增加發光量來加以補償。

由上述本發明較佳實施例可知，由於本發明的 WOLED 元件在多層發光層之兩側邊各安置一層同光色之發光層，因此可以解決因為電壓變化而產生光色偏移的問題。

### 【實施方式】

本發明提供一種白光有機發光二極體(WOLED)，利用在多層發光層的兩側各安置發光強度較弱之某一顏色發光層的結構，來改善具有多層顏色發光層之 WOLED 光色隨電壓變化而改變的問題。

國際照明委員會(CIE; Commission International d'Eclairage)所制訂之標準白的色座標(x, y)值為(0.33, 0.33)。但是還有其他不同的白色，如冷白、日光色、暖白、紫白等，所以白光的 CIE 色度值有一個相當大的變化範

圍。但是對於理想的 WOLED 來說，在不同操作電壓下，希望不論其 CIE 色座標之 x 數值或 y 數值之變異( $\delta$ )皆能在 0.04 以內。

在本發明實施例中製造並測試四種 WOLED 元件，除了多層發光層的結構不一樣之外，其他各層結構都相同。四種 WOLED 元件之各層結構分別依序為陰極(鋁，1500 Å)、電子注入層(LiF，10 Å)、電子傳輸層(BAlq，300 Å)、多層發光層、電洞傳輸層(NPB，200 Å)、電洞注入層(IDE 406：F4，1500 Å)、陽極(ITO)。上述四種 WOLED 之多層發光層的結構則請見表一，其中元件一與元件二未加上對稱的紅光發光層，與習知 WOLED 發光層的設計相同；而依據本發明較佳實施例所設計之元件三與元件四，則在藍光發光層的兩側加上了對稱的紅光發光層。

表一：元件一至元件四的發光層設計，依照從陽極至陰極的順序由上至下列出。

各層發光層之厚度(Å)	元件一	元件二	元件三	元件四
紅光發光層(CBP：RD07)	100	100	50	50
藍光發光層(mCP：Ir-pyb)	100	200	200	150
紅光發光層(CBP：RD07)	-	-	50	50

表二：元件一至元件四的藍光與紅光放光強度以及 CIE 色度值之實驗結果

WOLED	操作電壓範圍 (V)	紅光強度之 變化比例	CIE 色度 變化值
元件一 (R100/B100)	5-10	29.8%	(0.13, 0.02)
元件二 (R100/B200)	6-10	57.1%	(0.07, 0.02)
元件三 (R50/B200/R50)	7-12	66.3%	(0.05, 0.01)
元件四 (R50/B150/R50)	7-12	-	(0.03, < 0.01)

上述所討論之元件一至元件四之實驗結果整理在表二中，而元件一至元件四 CIE 色度值之變化請見第 1-2 圖。其中第 1 圖為元件一至元件四之 CIE 色度值的 x 軸之變化曲線圖，而第 2 圖為元件一至元件四之 CIE 色度值的 y 軸之變化曲線圖。

請同時參考表二與第 1-2 圖，上述之元件一(R100/B100)在操作電壓由 5 V 慢慢增加至 10 V 時，藍光的放光強度幾乎都一樣，藍光光譜的波峰(約 466 nm)放光相對強度始終維持在 1 左右。但是紅光光譜波峰(約 625 nm)的放光相對強度由 2.35 遞減至 0.7 左右，亦即操作電壓在 10 V 時之紅光放光強度只有 5 V 時之 29.8 %。而元件一之 CIE 色度值



則由(0.47, 0.32)改變成(0.34, 0.30)，變動幅度高達(0.13, 0.02)。

在增加藍光放光層的厚度，形成上述之元件二(R100/B200)之後，亦進行改變操作電壓來探討其藍光與紅光放光強度的變化以及 CIE 色度值的變化。結果發現在操作電壓由 6 V 慢慢增加至 10 V 時，元件二藍光的放光強度幾乎都一樣，藍光光譜的波峰(約 466 nm) 放光相對強度始終維持在 1 左右。但是紅光光譜波峰(約 625 nm)的放光相對強度由 0.35 遞減至 0.2 左右，亦即操作電壓在 10 V 時之紅光放光強度只有 6 V 時之 57.1 %。而元件二之 CIE 色度值則由(0.30, 0.28)改變成(0.23, 0.26)，變動幅度為(0.07, 0.02)。雖然 CIE 的 y 值變動幅度有略微減少，但仍然超過理想之變異範圍。

由元件一及元件二的實驗結果發現，元件一及元件二之放光顏色在高電壓下有藍位移現象。因此，在藍色放光層之另一側再安置另一層紅光放光層，形成兩層紅光放光層夾著一層藍光放光層的結構，希望能解決紅光放光強度不穩定之問題。

請同時參考表二與第 1-2 圖，例如上述之元件三(R50/B200/R50)雖然使用了兩層紅光發光層，但是紅光發光層的總厚度仍然維持在 100 Å。結果發現在操作電壓由 7 V 慢慢增加至 12 V 時，元件三藍光的放光強度也幾乎都一樣，藍光光譜的波峰(約 466 nm) 放光相對強度始終維持在 1 左右。但是紅光光譜波峰(約 625 nm)的放光相對強度僅由 0.95 遞減至 0.63 左右，亦即操作電壓在 12 V 時之紅光放光

強度已有 7 V 時之 66.3 %。而元件三之 CIE 色度值則由 (0.43, 0.28) 改變成 (0.38, 0.27)，變動幅度為 (0.05, 0.01)，已經快要符合理想的 CIE 變異範圍 (0.04) 內了。

將元件三 (R50/B200/R50) 之藍光發光層的厚度降為 150 Å 形成元件四 (R50/B150/R50) 之後，亦進行改變操作電壓來探討其藍光與紅光放光強度的變化以及 CIE 色度值的變化。當操作電壓由 7 V 慢慢增加至 12 V 時，CIE 色度值則由 (0.46, 0.29) 改變成 (0.43, >0.28)，變動幅度亦約為 (0.03, <0.01)，已經全部符合理想的 CIE 變異範圍 (0.04) 內了。

由元件三與元件四之實驗結果可知，即使不增加紅光發光層的厚度，只是讓兩層厚度相同之紅光發光層夾在藍光發光層的兩側，都可以大幅改善 WOLED 發光顏色在提升操作電壓之後所產生之藍位移的問題。若是能再針對各層發光層之發光材料的選擇以及各層發光層的厚度設計來進行調控，可以再進一步控制 WOLED 發光顏色隨操作電壓不同而改變之問題。

習知 WOLED 之光色會隨操作電壓不同而有不同 CIE 色度值，其原因為電子與電洞在發光層中再結合 (recombine) 的區域會隨著操作電壓的變化而偏移之故。請參考第 3 圖，其係繪示習知元件一與元件二之材料能階圖，在每個長條下端標示的數字為最高佔據分子軌域 (HOMO) 之能階值，在每個長條上端標示的數字為最低未佔據分子軌域 (LUMO) 之能階值，單位為電子伏特。在第 3 圖中，由陽極至陰極的方向只繪示出電洞傳輸層 310、紅光發光層 320、藍光發光層 330 與 350。元件一與元件二在低操作電壓時，在陽極

與陰極所分別產生之電洞與電子會在紅色發光層 320 與藍色發光層 330 之介面再結合而形成激子(exciton)，然後激子再放出光子而回到基態。在高操作電壓時，激子之形成處會往陰極方向移動而遠離紅光發光層 320，使得紅光發光層之放光強度降低。

請參考第 4 圖，其係繪示依據本發明較佳實施例之元件三與元件四之材料能階圖，在每個長條下端標示的數字為最高佔據分子軌域(HOMO)之能階值，在每個長條上端標示的數字為最低未佔據分子軌域(LUMO)之能階值，單位為電子伏特。在第 4 圖中，由陽極至陰極的方向只繪示出電洞傳輸層 410、紅光發光層 420、藍光發光層 430、紅光發光層 440 與電子傳輸層 450。依據本發明較佳實施例，在藍光發光層 430 之兩側各安置一層厚度相同之紅光發光層 420 與紅光發光層 440。在低操作電壓時，激子形成處較為靠近藍光發光層 430 之中央處。在高操作電壓時，激子形成處依然往陰極移動，而使紅光發光層 420 之發光強度下降。但是，在靠近陰極處還有紅光發光層 440 可以發出紅光，因此可以補強紅光發光層 420 之紅光強度，而讓 WOLED 之紅光強度不會隨著操作電壓不同而變異很大。

在本發明之較佳實施例中，雖然兩層紅色發光層的厚度與材料是一樣的，但是也可以設計成厚度與材料不相同的兩層紅色發光層。

依據相同的原理，製作 WOLED 元件之多層發光層，如紅-藍-紅、紅-綠-紅、紅-綠-藍-綠-紅、紅-綠-藍-紅、紅-綠-藍-紅、紅-藍-綠-紅、藍-紅-綠-紅-藍、藍-綠-紅-藍。只

要在發光層兩邊最外側為光色一樣或近似的發光層，不論激子往什麼方向擴散，都可以獲得該方向的放光強度之補償。

由上述本發明較佳實施例可知，由於本發明的 WOLED 元件在多層發光層之兩側邊各安置一層同光色之發光層，因此可以解決因為電壓變化而產生光色偏移的問題。

雖然本發明已以一較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

#### 【圖式簡單說明】

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、優點與實施例能更明顯易懂，所附圖式之詳細說明如下：

第 1 圖為元件一至元件四之 CIE 色度值的 x 軸之變化曲線圖。

第 2 圖為元件一至元件四之 CIE 色度值的 y 軸之變化曲線圖。

第 3 圖係繪示習知元件一與元件二之材料能階圖，在每個長條下端標示的數字為最高佔據分子軌域(HOMO)之能階值，在每個長條上端標示的數字為最低未佔據分子軌域(LUMO)之能階值，單位為電子伏特。

第 4 圖係繪示依據本發明較佳實施例之元件三與元件四之材料能階圖，在每個長條下端標示的數字為最高佔據分子軌域(HOMO)之能階值，在每個長條上端標示的數字為

最低未佔據分子軌域(LUMO)之能階值，單位為電子伏特。

【主要元件符號說明】

310：電洞傳輸層

320：紅光發光層

330：藍光發光層

350：電子傳輸層

410：電洞傳輸層

420：紅光發光層

430：藍光發光層

440：紅光發光層

450：電子傳輸層

## 五、中文發明摘要

### 白光有機發光元件

一種白光有機發光元件，包括兩對稱發光層以及一中間發光層。此兩層對稱發光層產生大約相同頻率的第一光色。中間發光層位於此兩層對稱發光層中間。此中間發光層產生一第二光色，此第二光色之主要頻率與第一光色之主要頻率不同。其中當施加於此有機發光元件之電壓改變，導致上述兩層對稱發光層之一的發光量減少時，另一對稱發光層則自動增加發光量來加以補償。

## 六、英文發明摘要

### White Organic Light Emitting Diode

A white organic light emitting diode is described. The organic light emitting includes two symmetric emission layers and a middle emission layer. The two symmetric emission layers emit a first light with approximately the same frequency components. The middle emission layer is located between the two symmetric emission layers. The middle emission layer emits a second light with frequency components different from main frequency components of the first light. When the voltage applied on the organic light emitting diode changes and leads to a decrease of emission intensity of one of the symmetric emission layer, the other symmetric emission layer automatically increases the emission intensity to compensate the reduced light intensity.

## 十、申請專利範圍：

1. 一種有機發光元件，包含：
  - 一第一發光層，供產生一第一光色；
  - 一第二發光層，供產生該第一光色；以及
  - 一第三發光層，位於該第一發光層與該第二發光層之間，該第三發光層供產生一第二光色，其中該第二光色與該第一光色不同，當施加於該有機發光元件之電壓改變，導致該第一發光層之發光量減少時，該第二發光層自動增加發光量，以補償該第一發光層減少之發光量。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之有機發光元件，其中該第一發光層與該第二發光層具有相同的材料。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之有機發光元件，更包含一第四發光層，位於該第二發光層與該第三發光層之間，該第四發光層供產生一第三光色，該第三光色與該第一光色不同。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之有機發光元件，更包含一電洞傳輸層(HTL)以及一電子傳輸層(ETL)，該第一發光層、該第三發光層以及該第二發光層位於該電洞傳輸層(HTL)以及該電子傳輸層(ETL)之間，且該電洞傳輸層(HTL)鄰接於該第一發光層，該電子傳輸層(ETL)鄰接於該第二發

光層。

5. 一種對稱式有機發光元件，包含：

兩層對稱發光層，該兩層對稱發光層產生大約相同頻率的第一光色；以及

一中間發光層，位於該兩層對稱發光層中間，該中間發光層產生一第二光色，該第二光色之主要頻率與該第一光色之主要頻率不同，

其中，當施加於該對稱式有機發光元件之電壓改變，導致該兩層對稱發光層之一的發光量減少時，另一對稱發光層則會自動增加發光量。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之有機發光元件，其中該兩層對稱發光層具有相同的材料。

7. 如申請專利範圍第 5 項所述之有機發光元件，更包含另一中間發光層，位於該兩層對稱發光層之間，該另一中間發光層產生一第三光色，該第三光色與該第一光色具有不同的主要頻率。

8. 如申請專利範圍第 5 項所述之有機發光元件，更包含一電洞傳輸層(HTL)以及一電子傳輸層(ETL)，該兩層對稱發光層以及該中間發光層位於該電洞傳輸層(HTL)以及該電子傳輸層(ETL)之間，且該電洞傳輸層(HTL)與該電子傳輸層(ETL)分別鄰接於該兩層對稱發光層。



七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(4)圖

(二)、本案代表圖之元件符號簡單說明：

410：電洞傳輸層

420：紅色發光層

430：藍色發光層

440：紅色發光層

450：電子傳輸層

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：