

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： 97111512 H05B 33/12 (2006.01)
※ 申請日期： 97.5.8 ※IPC 分類：H01L 27/32 (2006.01)
一、發明名稱：(中文/英文) H05B 33/14 (2006.01)

高效能疊串式白光有機發光二極體
HIGH-PERFORMANCE TANDEM WHITE OLED

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商柯達公司
EASTMAN KODAK COMPANY

代表人：(中文/英文)

馬克 G 波克伽帝
BOCCHETTI, MARK G.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國紐約州羅徹斯特市史谷特街343號
343 STATE STREET ROCHESTER, N.Y. 14650, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 傑佛瑞 P 史賓樂
SPINDLER, JEFFREY P.
2. 塔卡倫 K 哈特瓦
HATWAR, TUKARAM K.

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.
2. 印度 INDIA

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. 美國；2007年05月09日；11/746,290

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於產生寬帶光之OLED顯示器。

【先前技術】

有機發光二極體裝置亦稱為OLED，其通常包括陽極、陰極及夾於該陽極與該陰極之間之有機電致發光(EL)單元。該有機EL單元包括至少一個電洞傳送層(HTL)、發光層(LEL)及電子傳送層(ETL)。OLED因其驅動電壓低、亮度高、視角寬並能用於全彩色顯示器及其他應用而倍受人們關注。Tang等人於其美國專利第4,769,292號及第4,885,211號中闡述了此多層OLED。

OLED端視其LEL之發射性質可發出不同顏色，例如紅色、綠色、藍色或白色。近來，人們對於將寬帶OLED納入諸如固態光源、彩色顯示器或全彩色顯示器等各種應用中之需求日益增加。寬帶發射意指OLED發射出寬度足以貫穿可見光譜的光，以便結合濾色片或顏色改變模組使用此光來生成具有至少兩種不同顏色之顯示器或全彩色顯示器。特定而言，人們需要其中基本在光譜之紅光、綠光及藍光部分發射的寬帶發光OLED(或寬帶OLED)，即白光發光OLED(白光OLED)。與具有分開配置的紅、綠及藍光發射極之OLED相比，使用具有濾色片之白光OLED提供更簡單的製造過程。此可使生產量更高、產率增加並節約成本。白光OLED已由(例如)Kido等人於*Applied Physics Letters*, 64, 815 (1994)、J. Shi等人於美國專利第5,683,823

號、Sato等人於日本專利第07-142169號、Deshpande等人於*Applied Physics Letters*, **75**, 888 (1999)以及Tokito等人於*Applied Physics Letters*, **83**, 2459 (2003)中報道。

為達成OLED之寬帶發射，必須激發一種以上的分子，此乃因於正常條件下每一種分子僅發射具有相對窄光譜的光。具有主體材料及一或多種發光摻雜物之發光層可在自該主體材料至該(等)摻雜物之能量轉移未完成的情況下達成自該主體材料及該(等)摻雜物二者之光發射，從而產生可見光譜中之寬帶發射。為達成具有單一發光層之白光OLED，必須小心控制發光摻雜物之濃度。此使製造變得困難。與具有一個發光層之裝置相比，具有兩個或兩個以上發光層之白光OLED可具有更佳顏色及更佳亮度效率，且摻雜物濃度之可變公差更高。亦已發現，具有兩個發光層之白光OLED通常比具有單一發光層之OLED穩定。然而，很難達成在光譜之紅、綠及藍光部分具有高強度之光發射。具有兩個發光層之白光OLED通常具有兩個強發射峰。

疊串式OLED結構(有時稱為堆疊OLED或級聯OLED)已由Jones等人於美國專利第6,337,492號中、Tanaka等人於美國專利第6,107,734號中、Kido等人於日本專利公開案第2003/045676A號中及美國專利公開案第2003/0189401 A1號中、及Liao等人於美國專利第6,717,358號及美國專利申請公開案第2003/0170491 A1號中揭示。此疊串式OLED係藉由垂直堆疊數個單個的OLED單元並使用單一電源驅動

該堆疊來製作。優點係亮度效率、壽命或二者皆增加。然而，該疊串式結構使驅動電壓約與堆疊在一起的OLED單元之數量成比例地增加。

Matsumoto及Kido等人於*SID 03 Digest*, 979 (2003)中報道，藉由將裝置中之綠相藍EL單元與橙色EL單元連接來構造疊串式白光OLED，並藉由用單一電源驅動該裝置來達成白光發射。雖然亮度效率增加，但該疊串式白光OLED裝置在光譜中具有淡綠色及紅色分量。Liao等人於美國專利申請公開案第2003/0170491 A1號中闡述一種藉由在裝置中串聯連接紅光EL單元、綠光EL單元及藍光EL單元構造之疊串式白光OLED結構。當用單一電源驅動該疊串式白光OLED時，藉由來自紅光、綠光及藍光EL單元之光譜組合形成白光發射。儘管彩色發射效率及亮度效率得到提高，但該疊串式白光OLED係由不少於3個EL單元製得，此表明其需要至少為習用OLED之驅動電壓3倍的驅動電壓。

儘管已有該等發展，業內仍需要改良OLED裝置之效率及發光穩定性。

【發明內容】

因此，本發明之目的係提供具有經改良效率及發光穩定性之OLED裝置。

此目的係藉由具有兩個間隔電極之疊串式OLED裝置達成，該疊串式OLED裝置包含：

a)配置於該等電極之間產生不同發射光譜之第一及第二

發光單元，該第一發光單元產生在波長大於500奈米處具有多個峰之光且在波長小於480奈米處實質上不發射，且該第二發光單元產生在波長小於500奈米處實質上發射之光；及

b)配置於該等發光單元之間之中間連接器。

優點

本發明之優點在於為OLED顯示器提供經改良效率，此適用於寬帶應用。本發明之另一優點在於為該顯示器提供經改良發光穩定性。本發明之其他優點在於可提供該等改良以及良好壽命、低功率消耗、及良好顏色可調性。

【實施方式】

術語「OLED裝置」使用其業內公認含義，即包含有機發光二極體作為像素之顯示裝置。其可指具有單一像素之裝置。本文所用術語「OLED顯示器」係指包含複數個可具有不同顏色之像素的OLED裝置。彩色OLED裝置發射至少一種顏色的光。使用術語「多色」來描述能在不同區域發射具有不同色相光之顯示器面板。具體而言，使用該術語來描述能顯示由不同顏色構成之圖像的顯示器面板。該等區域無需鄰接。使用術語「全彩色」來描述能在可見光譜之紅、綠及藍光區域發射並顯示呈任何色相組合之圖像的多色顯示器面板。紅、綠及藍色構成三原色，藉由適當混合該三原色可產生其他所有顏色。術語「色相」係指可見光譜內光發射之強度分佈(profile)，其中不同的色相展示出肉眼可分辨的色彩差。術語「像素」採用其業內公認

的用法，係指受激發而獨立於其他區域發光的顯示器面板區域。業內公認，在全彩色系統中，將同時使用數個具有不同顏色的像素來產生寬範圍色彩，且觀看者可稱此一群組為單一像素。出於該論述之目的，此一群組將被視為數個具有不同顏色的像素。

根據本發明，寬帶發射係具有可見光譜多個部分中之重要分量(例如藍光及綠光)的光。寬帶發射亦可包括其中發射光譜之紅、綠及藍光部分的光來產生白光的情況。白光係使用者看上去為具有白色的光，或具有足以與濾色片結合使用來產生實際全彩色顯示器之發射光譜的光。對於低功率消耗，通常有利的係白光發光 OLED 之色度接近 CIE D_{65} ，即 $CIE_x=0.31$ 且 $CIE_y=0.33$ 。具有紅、綠、藍及白色像素之所謂 RGBW 顯示器尤其如此。儘管在一些情況下約 0.31、0.33 之 CIE_x 、 CIE_y 坐標較為理想，但實際坐標可有顯著變化並仍十分有用。本文所用術語「白光發光」係指在內部產生白光之裝置，即使該光的一部分在觀看之前可被濾色片濾除。

現轉向圖 1，其展示本發明一個實施例之疊串式白光發光 OLED 裝置 10 之像素的剖面圖。OLED 裝置 10 包括基板 20、兩個間隔電極(其為陽極 30 及陰極 90)、配置於該等電極之間之第一及第二發光單元 80 及 70、及配置於發光單元 70 與 80 之間之中間連接器 95。在美國專利第 11/393,767 號中，Hatwar 等人闡述此排列之多個發光單元的用途。發光單元 70 與 80 各自產生不同發射光譜。第一發光單元 80 產生

在波長大於500奈米處(例如在可見光譜的綠光、黃光及紅光區域中)具有多個峰之光。第一發光單元80實質上不產生藍光發射，此意味著在波長小於480奈米處之發射強度小於最大發射強度的10%，且在490奈米處不超過50%。在此實施例中，第一發光單元80包括第一發光層，例如，包括發綠光化合物且產生綠光發射之綠光發光層51g。第一發光單元80進一步包括第二發光層，例如，包括發紅光化合物且產生紅光發射之紅光發光層51r。第二發光單元70產生實質上在波長小於500奈米處發射之光。第二發光單元70亦可在其他波長處發光。在此實施例中，第二發光單元70包括藍光發光層50b(包括發藍光化合物)及黃光發光層50y(包括發黃光化合物)。本文所用術語「發黃光化合物」係指主要光發射在黃色至紅色區域(即，自約570奈米至700奈米)中之物質。發光單元80包括電子傳送層55及電洞傳送層45。發光單元70包括電子傳送層65。

疊串式OLED裝置10進一步包括配置於發光單元70與80之間之中間連接器95。該中間連接器可有效地將載流子注入毗鄰EL單元中。金屬、金屬化合物或其他無機化合物對於載流子注入有效。然而，此等材料通常具有低電阻率，此可導致像素串擾。並且，構成中間連接器95之各層的光學透明度應經選擇以允許EL單元中產生之輻射離開該裝置。因此，通常較佳在該中間連接器中主要使用有機材料。中間連接器95及用於此連接中之材料已經詳細闡述於美國專利申請公開案第2007/0001587號。中間連接器之一

些其他非限制實例闡述於美國專利第6,717,358號及第6,872,472號、及美國專利申請公開案第2004/0227460號中。

現轉向圖2，其展示本發明疊串式OLED裝置**15**之另一實施例的剖面圖。在此實施例中，第一發光單元**85**額外包括第三發光層，例如，包括發黃光化合物且產生黃光發射之黃光發光層**51y**。該第三發光層係與該第一及第二發光層接觸。第二發光單元**75**額外包括配置於藍光發光層**50b**與黃光發光層**50y**之間之間隔層**60**。間隔層**60**係用以提供高效及高穩定性的藍光發射。Spindler等人亦使用間隔層來提供高效及高穩定性藍光發射，如美國專利第11/393,316號中所闡述。若沒有黃光發光層**50y**，則藍光發光層**50b**將具有較差穩定性。若具有黃光發光層**50y**作為毗鄰層，則此單元將起白光發射極的作用。間隔層**60**之存在增加藍光發射同時減少黃光發射，此實質上使其發射藍光同時維持白光發射極之發光穩定性。或者，黃光發光層**50y**可由紅光或綠光發光層代替。

OLED裝置**15**進一步包括與其相關聯由至少三個不同濾色片構成之陣列，各濾色片之帶通經選擇以產生不同顏色的光，例如，紅色濾色片**25r**、綠色濾色片**25g**及藍色濾色片**25b**，其分別產生紅光、綠光及藍光。該陣列之各濾色片接受來自該等發光單元(例如，第一及第二發光單元**85**及**75**)之光，且由此藉助各濾色片產生不同顏色的光。各濾色片具有相關聯陽極(例如，陽極**30r**、**30g**及**30b**)用於選

擇性產生期望顏色的光。OLED裝置15亦可具有非濾光區域(例如,陽極30w),其不具有濾色片且因此允許發射OLED裝置15所產生之寬帶光。

現轉向圖3,其展示圖2中所呈現OLED裝置實施例之發射亮度對波長之曲線圖。曲線110展示本文所述第一發光單元之發射,而曲線120展示第二發光單元之發射,此表明該等單元產生不同發射光譜。該第一發光單元在光譜之藍光區域實質上不發射。即,其產生在波長大於500奈米處具有多個峰之光,而在波長小於480奈米處實質上不發射。可以看出,曲線110在490奈米處之亮度小於最大亮度的一半,而自480奈米至400奈米小於最大亮度的10%。曲線110在綠光及紅光區域具有峰(分別接近515奈米及670奈米)。曲線110在黃光區域亦具有峰(接近605奈米),此亦係第一發光單元中所期望的。

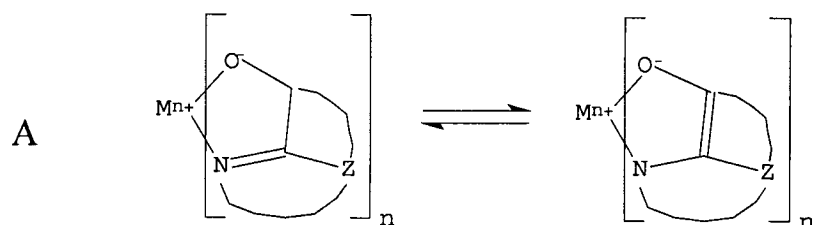
曲線120展示本文所述第二發光單元之發射。該第二發光單元基本在藍光區域(即,在波長小於500奈米處)具有發射。如可看出,曲線120之最大發射亮度介於400奈米與500奈米之間。

曲線130展示當該兩個發光單元組合成本發明疊串式OLED裝置時之發射。

發光層(例如本文所闡述者)響應電洞-電子重組產生光。任何適宜方法(例如蒸發、濺鍍、化學氣體沈積、電化學方法或自供體材料之輻射熱轉移)皆可沈積期望有機發光材料。有用的有機發光材料已眾所周知。如美國專利第

4,769,292號及第5,935,721號中之更全面闡釋，OLED裝置之發光層包含發光或螢光材料，其中因該區域中電子-電洞對重組而產生電致發光。該等發光層可由單一材料構成，但更常見包括摻雜有客體化合物或摻雜物之主體材料，其中光發射主要來源於該摻雜物。摻雜物係經選擇以產生具有特定光譜之彩色光。發光層中之主體材料可係電子傳送材料、電洞傳送材料、或另一支持電洞-電子重組之材料。該摻雜物通常選自高螢光染料，但諸如WO 98/55561、WO 00/18851、WO 00/57676及WO 00/70655中所闡釋之過渡金屬錯合物等磷光化合物亦適用。摻雜物通常以0.01重量%至10重量%塗敷至主體材料。習知有用之主體及發射分子包括(但不限於)彼等揭示於美國專利第4,768,292號、第5,141,671號、第5,150,006號、第5,151,629號、第5,294,870號、第5,405,709號、第5,484,922號、第5,593,788號、第5,645,948號、第5,683,823號、第5,755,999號、第5,928,802號、第5,935,720號、第5,935,721號、及第6,020,078號中者。

8-羥基喹啉之金屬錯合物及類似衍生物(式A)構成一類有用的能支持電致發光之電子傳送主體材料，且尤其適於發射波長大於500奈米之光(例如綠光、黃光、橙光及紅光)。



其中：

M代表單價、二價或三價金屬；

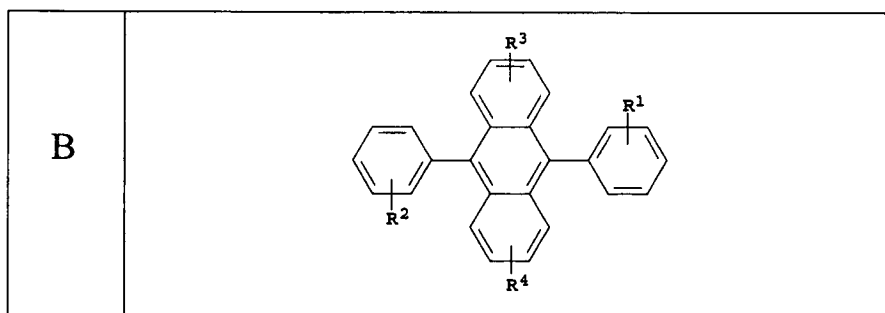
n係自1至3之整數；且

Z在每一情況下獨立代表形成具有至少兩個稠合芳族環之核的原子。

Z形成包含至少兩個稠合芳族環(其中至少一個為唑或吡嗪環)之雜環核。若需要，額外環(包括脂肪族及芳族環二者)可與該兩個所需環稠合。為避免增加分子體積而未改良功能，環原子數通常維持在18個或更少。

苯并唑衍生物構成另一類能支持電致發光之有用主體材料，且尤其適於發射波長大於400奈米之光(例如藍光、綠光、黃光、橙光或紅光)。有用苯并唑之實例係2,2',2''-(1,3,5-伸苯基)叁[1-苯基-1H-苯并咪唑]。

一或多個本發明發光層中之主體材料可包括在9及10位上具有烴或經取代烴取代基之蔥衍生物。舉例而言，已知特定之9,10-二芳基蔥衍生物(式B)可構成一類有用的能支持電致發光之主體材料，且尤其適於發射波長大於400奈米之光(例如藍光、綠光、黃光、橙光或紅光)，



其中 R^1 、 R^2 、 R^3 及 R^4 代表各環上的一或多個取代基，其中各取代基各自選自下列群組：

第1群組：氫或具有1至24個碳原子之烷基；

第2群組：具有5至20個碳原子之芳基或經取代芳基；

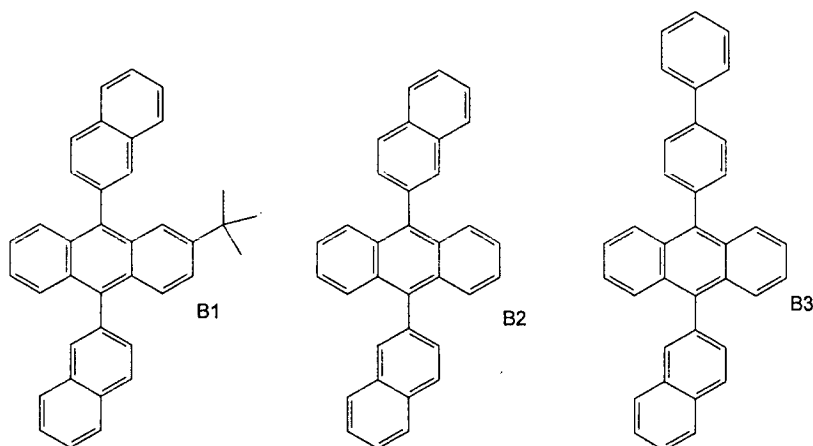
第3群組：4至24個形成蒽基、芘基或芘基之稠合芳族環所需之碳原子；

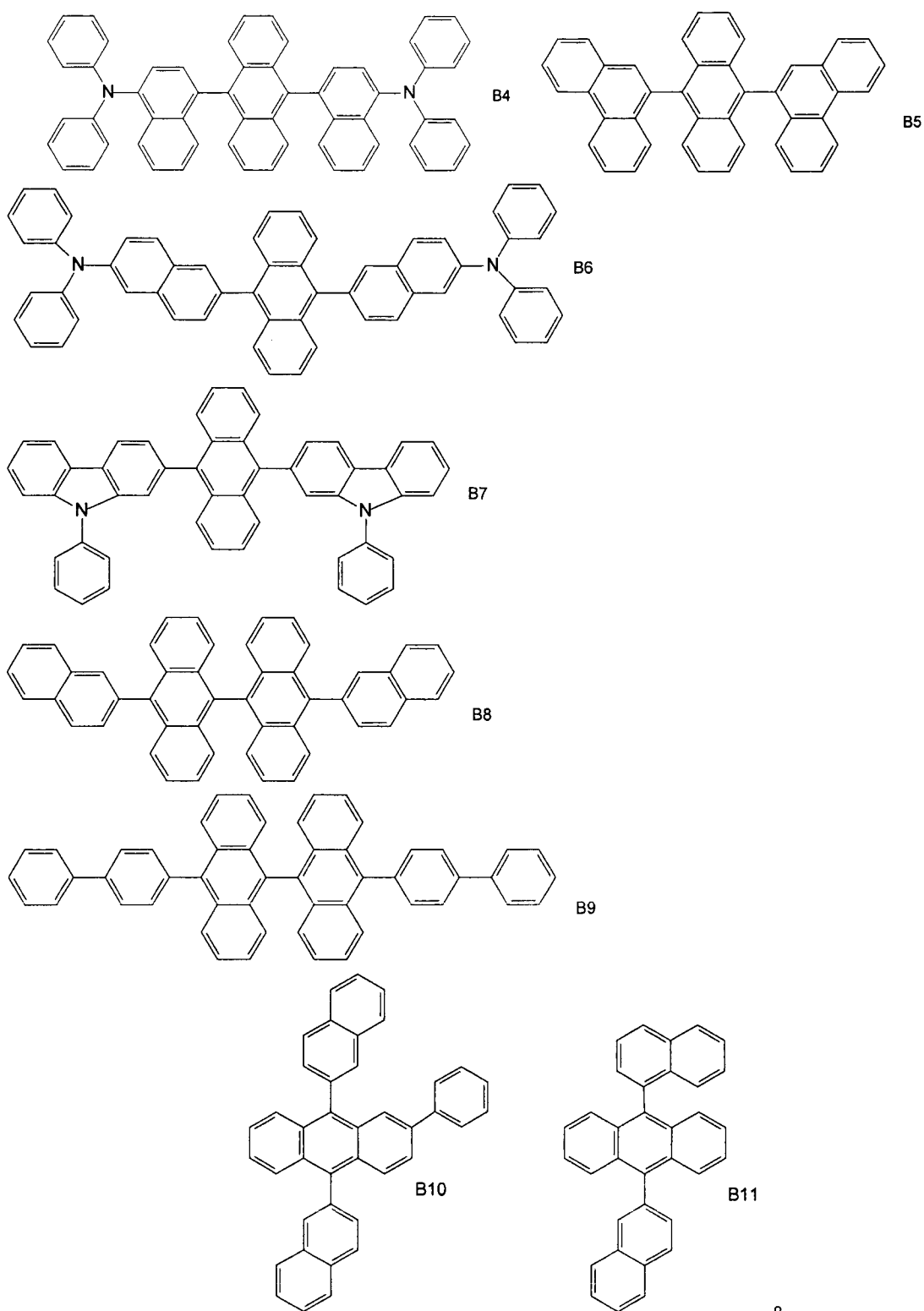
第4群組：具有5至24個形成呋喃基、噻吩基、吡啶基、喹啉基或其他雜環系統之稠合雜芳族環所需之碳原子之雜芳基或經取代雜芳基；

第5群組：具有1至24個碳原子之烷氧基胺基、烷基胺基、或芳基胺基；及

第6群組：氟、氯、溴或氰基。

尤其有用者係其中 R^1 與 R^2 代表額外芳族環之化合物。在發光層中用作主體材料之有用蒽材料之特定實例包括：

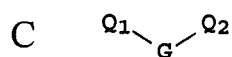




習知在發光層中用作主體材料之電洞傳送材料包括諸如芳族三級胺等化合物，其中後者應理解為包含至少一個僅鍵結至碳原子(其至少一個為芳族環成員)之三價氮原子之化合物。在一種形式中，該芳族三級胺可為芳基胺，例如

單芳基胺、二芳基胺、三芳基胺或聚合芳基胺。Klupfel等人在美國專利第3,180,730號中闡述實例性單體三芳基胺。其他經一或多個乙烯基自由基取代及/或包含至少一個含活性氫基團之適宜三芳基胺由Brantley等人揭示於美國專利第3,567,450號及第3,658,520號中。

一類更佳的芳族三級胺係彼等包括至少兩個芳族三級胺部分者，如闡述於美國專利第4,720,432號及第5,061,569號中者。該等化合物包括彼等由結構式C表示者。



其中：

Q_1 與 Q_2 皆獨立選自芳族三級胺部分；且

G係連接基團，例如碳碳鍵之伸芳基、伸環烷基或伸烷基。

在一個實施例中， Q_1 或 Q_2 中至少一個包含多環稠合環結構，例如萘。當G為芳基時，其適宜地為伸苯基、伸聯苯基或萘部分。

一類滿足結構式C且包含兩個三級胺部分之有用三級胺係由結構式D代表。



其中：

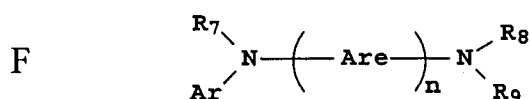
R_1 及 R_2 各自獨立代表氫原子、芳基或烷基，或 R_1 與 R_2 一起代表形成環烷基之原子；且

R₃與R₄各自獨立代表芳基，其進而可由經二芳基取代之胺基(如結構式E所表示者)取代。



其中R₅及R₆皆獨立為經選擇芳基。在一個實施例中，R₅或R₆中至少一個包含多環稠合環結構，例如萘。

另一類芳族三級胺係四芳基二胺。合意的四芳基二胺包括兩個藉助伸芳基連接之二芳基胺基，例如由式E所表示者。有用之四芳基二胺包括彼等由式F所表示者。



其中：

每一Are皆獨立選自伸芳基，例如伸苯基或蔥部分；

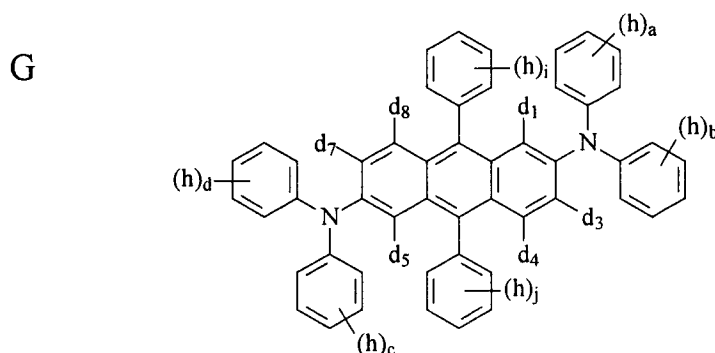
n係1至4之整數；且

Ar、R₇、R₈及R₉皆獨立為經選擇芳基。

在典型實施例中，Ar、R₇、R₈及R₉中至少一個係多環稠合環結構，例如萘。

上述結構式C、D、E及F之各烷基、伸烷基、芳基及伸芳基部分各自可依次經取代。典型取代基包括烷基、烷氧基、芳基、芳氧基及諸如氟、氯及溴等鹵素。各烷基及伸烷基部分通常含有1至約6個碳原子。該等環烷基部分可含有3至約10個碳原子，但通常含有5、6或7個碳原子，例如環戊基、環己基及環庚基環結構。該等芳基及伸芳基部分通常係苯基及伸苯基部分。

除上述主體材料以外，綠光發光層 **51g** 亦包括 2,6-二胺基蒽發光摻雜物，如由下式所表示者：

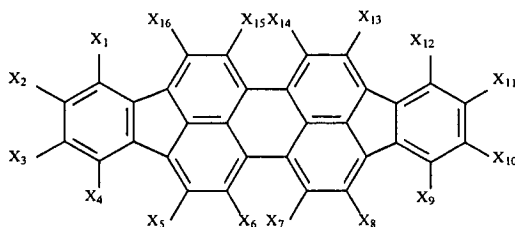


其中 d_1 、 d_3 - d_5 及 d_7 - d_8 可相同或不同且各自代表氫或獨立經選擇取代基且各個 h 可相同或不同且各自代表一或多個獨立經選擇取代基，前體條件係兩個取代基可結合形成環基團且 a - d 、 i 及 j 皆獨立為 0-5。該等二胺基蒽已由 Klubek 等人在美國申請案第 11/668,515 號中闡述，其內容以引用的方式併入本文中。期望綠光發光層 **51g** 中之主體材料係上述蒽主體材料。

綠光發光層 **51g** 可視情況包括少量發藍光化合物作為穩定劑。發藍光化合物(其為能量更高之摻雜物)之存在為 2,6-二胺基蒽摻雜物之綠光發射提供更高發光穩定性，同時維持綠光發光摻雜物之良好效率。發藍光化合物亦可為彼等下文針對藍光發光層 **50b** 所闡述者。

發紅光化合物(例如紅光發光層 **51r** 中所用者)可包括具有以下結構 H 之二氫節茈化合物：

H

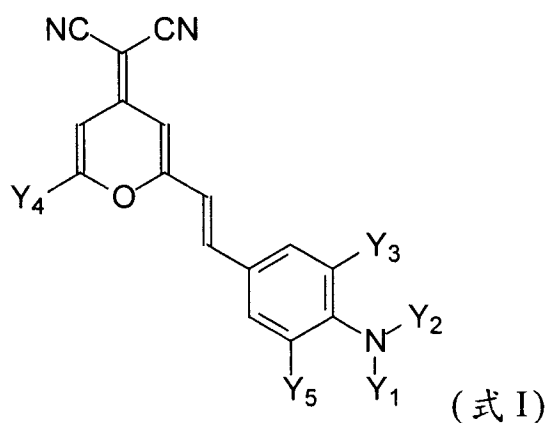


其中：

X_1 - X_{16} 獨立選擇為氫或包括以下之取代基：具有1至24個碳原子之烷基；具有5至20個碳原子之芳基或經取代芳基；含4至24個碳原子形成一或多個稠合芳族環或環系統之烴基團；或鹵素，前體條件係該等取代基經選擇以提供介於560奈米與640奈米之間之發射最大值。

此類有用紅光摻雜物之例示性實例由Hatwar等人展示於美國專利申請公開案第2005/0249972號中，其內容以引用的方式併入本文中。

其他可用於本發明之紅光摻雜物屬於由下式I代表之DCM類染料：

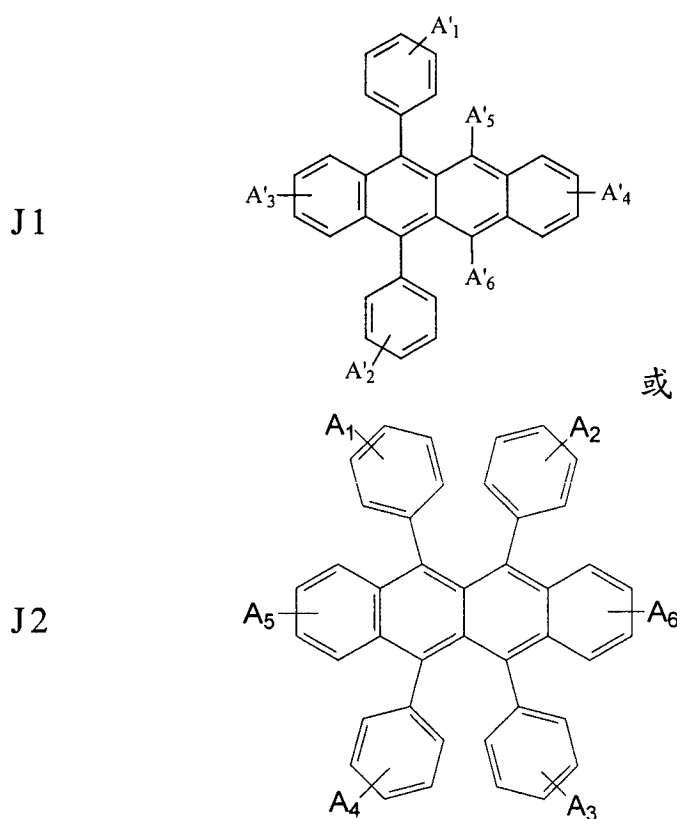


其中 Y_1 - Y_5 代表一或多個獨立選自以下之基團：氫、烷基、經取代烷基、芳基、或經取代芳基； Y_1 - Y_5 獨立包括非環狀基團或可成對連接以形成一或多個稠合環；前體條

件係 Y_3 與 Y_5 不能形成稠合環。

在提供紅色發光之有用且方便的實施例中， Y_1 - Y_5 獨立選自：氫、烷基及芳基。在美國專利申請公開案第 2005/0181232 號中，展示 DCM 類尤其有用摻雜物之結構，其內容以引用的方式併入本文中。

發黃光化合物(例如用於黃光發光層 50y 或 51y 中者)可包括具有以下結構之化合物：



其中 A_1 - A_6 及 A'_1 - A'_6 代表各環上之一或多個取代基，且其中各取代基各自選自以下之一：

第1類：氫或具有 1 至 24 個碳原子之烷基；

第2類：具有 5 至 20 個碳原子之芳基或經取代芳基；

第3類：含 4 至 24 個碳原子形成稠合芳族環或環系統之烴；

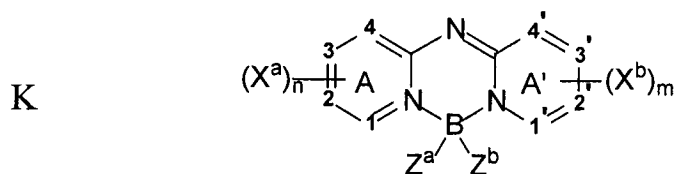
第4類：具有5至24個碳原子之雜芳基或經取代雜芳基，例如噻唑基、呋喃基、噻吩基、吡啶基、喹啉基或其他雜環系統，其經由單鍵鍵結或形成稠合雜芳族環系統；

第5類：具有1至24個碳原子之烷氧基胺基、烷基胺基、或芳基胺基；或

第6類：氟、氯、溴或氰基。

尤其有用之黃光摻雜物之實例由Ricks等人展示。

發藍光化合物(例如在藍光發光層50b中所發現者)可包括具有結構K之雙(吡嗪基)氮烯硼錯合化合物：



其中：

A及A'代表對應於包含至少一個氮之6員芳族環系統的獨立吡嗪環系統；

(X^a)_n及(X^b)_m代表一個或多個獨立經選擇取代基並包括非環狀取代基或結合形成稠合至A或A'-之環；

m及n獨立係0至4；

Z^a及Z^b係獨立經選擇取代基；

1、2、3、4、1'、2'、3'及4'獨立選擇為碳或氮原子；及

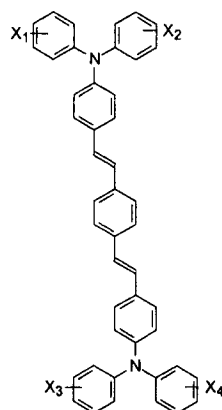
前體條件係X^a、X^b、Z^a、及Z^b、1、2、3、4、1'、2'、3'及4'經選擇以提供藍光發光。

Ricks等人先前揭示一些上述類型摻雜物之實例。

另一類藍光摻雜物係芘類摻雜物。尤其有用之芘類藍光摻雜物包括芘及四-第三-丁基芘(TBP)。

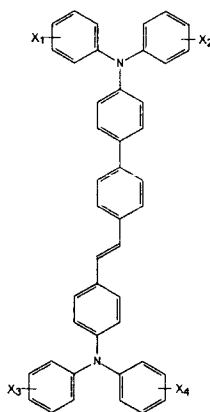
本發明中另一類尤其有用之藍光摻雜物包括諸如二苯乙烯基苯、苯乙烯基聯苯及二苯乙烯基聯苯等苯乙烯基芳烴及二苯乙烯基芳烴的藍光發射衍生物，其包括美國專利第5,121,029號中所闡述之化合物。在提供藍光發光之該等衍生物中，尤其有用者係彼等經二芳基胺基取代者。實例包括具有下示一般結構L1之雙[2-[4-[N,N-二芳基胺基]苯基]乙烯基]-苯：

L1



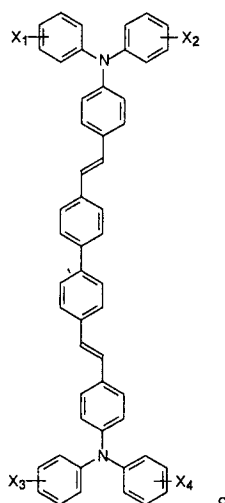
具有下示一般結構L2之[N,N-二芳基胺基][2-[4-[N,N-二芳基胺基]苯基]乙烯基]聯苯：

L2



以及具有下示一般結構L3之雙[2-[4-[N,N-二芳基胺基]苯基]乙烯基]聯苯：

L3



在式L1-L3中， X_1 - X_4 可相同或不同，並各自代表一或多個諸如烷基、芳基、稠合芳基、鹵素或氰基等取代基。在較佳實施例中， X_1 - X_4 單獨為烷基，各烷基包含1至約10個碳原子。Ricks等人(上文所引用)揭示尤其較佳之此類藍光摻雜物。

可用於本發明之其他OLED裝置層已在該項技術中被充分揭示，且OLED裝置10及15、及本文所闡述之其他裝置可包括通常用於該等裝置之層。OLED裝置通常形成於基板上，例如，OLED基板20。該等基板已在該項技術中被充分揭示。底部電極係形成於OLED基板20上且通常經構造作為陽極30，但本發明之實施並不限於此構造。當透過陽極觀察EL發射時，該陽極對所關心之發射而言，應透明的或實質上透明的。用於本發明之常用透明陽極材料係銦-錫氧化物(ITO)、銦-鋅氧化物(IZO)及氧化錫，但其他金屬氧化物亦適用，該等金屬氧化物包括(但不限於)摻雜

鋁或銦之氧化鋅、鎂-銦氧化物及鎳-鎢氧化物。除該等氧化物外，諸如氮化鎵等金屬氮化物、及諸如硒化鋅等金屬硒化物及諸如硫化鋅等金屬硫化物亦可用作陽極。對於其中僅透過陰極電極觀察EL發射之應用而言，陽極之透射特性並不重要且可使用任何導電材料，而無論該材料是透明、不透明或是具有反射性。用於本發明之實例導體包括但不限於金、銀、鉬、鈮及鉑。典型陽極材料(具透射性或相反)之工作函數不小於4.0 eV。任何適宜方法(例如蒸發、濺鍍、化學氣體沈積或電化學方法)皆可沈積期望陽極材料。陽極材料可使用習知微影蝕刻方法圖案化。

電洞傳送層40可形成且配置於陽極上。任何適宜方法(例如蒸發、濺鍍、化學氣體沈積、電化學方法、自供體材料之熱轉移或雷射熱轉移)皆可沈積期望電洞傳送材料。用於電洞傳送層中之電洞傳送材料包括以上作為發光主體材料所闡述之電洞傳送化合物。

電子傳送層55及65可含有一或多種金屬螯合類喔星(oxinoid)化合物，包括喔星(oxine)自身之螯合物在內，喔星通常亦稱為8-喹啉醇或8-羥基喹啉。其他電子傳送材料包括美國專利第4,356,429號中所揭示之各種丁二烯衍生物及美國專利第4,539,507號中所闡釋之各種雜環螢光增白劑。苯并唑、噁二唑、三唑、吡啶噻二唑、三嗪、菲咯啉衍生物及一些噻咯(silole)衍生物亦係有用的電子傳送材料。

通常經構造作為陰極90之上部電極係形成於該電子傳送層上。若該裝置係頂部發光，則該電極必須透明或近似透

明。就該等應用而言，金屬必須薄(較佳小於25奈米)或必須使用透明導電氧化物(例如銦-錫氧化物、銦-鋅氧化物)或該等材料之組合。光學透明陰極已更詳細地闡述於美國專利第5,776,623號中。蒸發、濺鍍或化學氣體沈積皆可沈積陰極材料。當需要時，可藉由許多習知方法來達成圖案化，該等方法包括(但不限於)：藉助掩模沈積、美國專利第5,276,380號及歐洲專利第0 732 868號中所闡釋之整體光罩、雷射燒蝕、及選擇性化學氣體沈積。

在諸如本文所闡述之OLED裝置中，該等電極中的一個必需透射可見光。另一電極可具反射性。舉例而言，在圖2中，陽極具透射性，而陰極可具反射性。在該結構中，第一發光單元85經配置比第二發光單元75更靠近該反射電極。如由Boroson等人在美國專利申請公開案第2007/0001588號中所闡述，可尤其有利地係將紅光至綠光發光單元(例如，第一發光單元85)放置於距反射電極60-90奈米之範圍內，且藍光發光單元(例如，第二發光單元75)在距該反射電極150-200奈米之範圍內。

OLED裝置10及15亦可包括其他層。舉例而言，電洞注入層35可形成於陽極上，如美國專利第4,720,432號、美國專利第6,208,075號、歐洲專利第0 891 121 A1號及歐洲專利第1 029 909 A1號中所闡述。電子注入層60(例如鹼金屬或鹼土金屬、鹼金屬鹵化物鹽或摻雜有鹼金屬或鹼土金屬之有機層)亦可存在於陰極與電子傳送層之間。

藉由以下比較實例可更好的瞭解本發明及其優點。實例

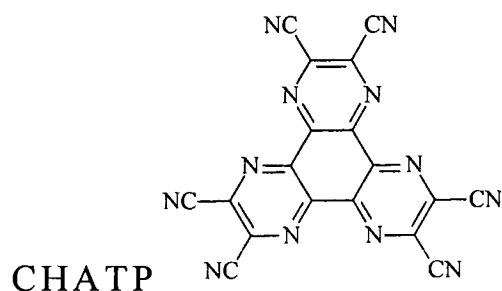
2至6係本發明之代表性實例，而實例1係用於比較目的之非本發明疊串式OLED實例。於約 10^{-6} 托之真空下藉由自加熱舟蒸發沈積作為真空沈積所闡述之層。OLED層沈積之後，然後將各裝置轉移至乾燥箱中封裝。該OLED具有10毫米²之發射面積。藉由在電極兩端施加20 mA/cm²之電流測試該等裝置，只是衰落穩定性係於80 mA/cm²下測試。實例1至6之結果在下表1中給出。實例7僅包含實例2之第二發光單元。實例8僅包含實例2之第一發光單元。提供實例7及8用於光譜比較。實例2、7及8之發射光譜在圖3中分別以曲線130、120及110呈現。

另一有用量度係可由照明體產生之色域，如本文所述。具有三原色之色域(色域定義原色(color-gamut-defining primaries))在1931 CIE x,y色度圖上係由三角形表示。色域之一個有用量度係%NTSCx,y比，其係由既定組的紅、綠及藍原色發射極所產生之三角形面積與由NTSC參照紅、綠及藍原色所產生三角形面積之比。NTSC參照原色係定義於(例如)Fink之「Color Television Standards」，McGraw-Hill, New York (1955)中。照明體之光譜特性可與所選濾色片之光譜透射率、及與1931 CIE色彩匹配函數呈級聯關係，如由CIE Central Bureau(維也納，奧地利)出版的「Colorimetry」，CIE Publication 15:2004第3版中所述。此級聯之結果係1931 CIE色度圖上一組關於既定照明體之色度坐標。用於此級聯之第一組濾色片係自市售LCD電視獲得。該等結果以標記為「LCD濾光片」之色域展示

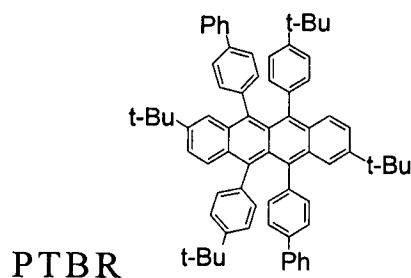
於下表1中。用於此級聯之第二組濾色片係彼等由美國專利第11/595,199號所闡述者。該等結果以標記為「窄帶濾光片」的色域展示於下表1中。

實例1(比較)

1. 藉由濺鍍使透明玻璃基板沈積有銦錫氧化物(ITO)而形成60奈米厚的透明電極。
2. 利用電漿氧蝕刻劑處理以上所製得ITO表面。
3. 藉由真空沈積10奈米六氰基六氮雜苯并菲(CHATP)之層作為電洞注入層(HIL)進一步處理以上所製得基板。

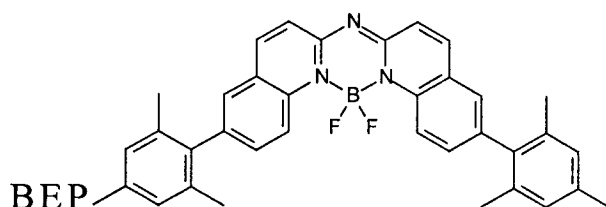


4. 藉由真空沈積155奈米4,4'-雙[N-(1-萘基)-N-苯基胺基]聯苯(NPB)之層作為電洞傳送層(HTL)進一步處理以上所製得基板。
5. 藉由真空沈積20奈米黃光發光層進一步處理以上所製得基板，該黃光發光層包括16奈米NPB(作為主體)及4奈米9-(2-萘基)-10-(4-聯苯)蒽(BNA)作為共主體以及2%黃色-橙色發射摻雜物二苯基四-第三-丁基紅螢烯(PTBR)。



PTBR

6. 藉由真空沈積30奈米藍光發光層進一步處理以上所製得基板，該藍光發光層包括28奈米2-苯基-9,10-雙(2-萘基)蒽(PBNA)主體及2奈米NPB共主體以及1% BEP作為藍光發射摻雜物。



7. 真空沈積40奈米混合電子傳送層，其包括20奈米4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(亦稱為 bathophen 或 Bphen)、20奈米叁(8-羥基喹啉)鋁(III) (ALQ)作為共主體、以及2% Li材料。
8. 藉由真空沈積10奈米CHATP層作為p型摻雜之有機層(HIL)進一步處理以上所製得基板。
9. 藉由真空沈積8奈米NPB層作為電洞傳送層(HTL)進一步處理以上所製得基板。
10. 藉由真空沈積20奈米紅光發光層進一步處理以上所製得基板，該紅光發光層包括19.5奈米NPB及0.5奈米PTBR作為黃光發射摻雜物以及0.5%二苯并{[f,f']-4,4',7,7'-四苯基}二節并-[1,2,3-cd:1',2',3'-lm]芘(TPDBP)作為紅光發射摻雜物。

11. 藉由真空沈積15奈米綠光發光層進一步處理以上所製得基板，該綠光發光層包括12.7奈米PBNA、2.3奈米NPB及0.3%二苯基喹吡啶酮(DPQ)作為綠光發射摻雜物。
12. 藉由真空沈積15奈米藍光發光層進一步處理以上所製得基板，該藍光發光層包括20奈米PBNA主體以及1.3%BEP作為藍光發射摻雜物。
13. 真空沈積35奈米混合電子傳送層，其包括17.5奈米Bphen、17.5奈米ALQ作為共主體以及2% Li材料。
14. 將100奈米鋁層以蒸發方式沈積於該基板上以形成陰極層。

實例2(本發明)

1. 藉由濺鍍使透明玻璃基板沈積有ITO而形成60奈米厚的透明電極。
2. 利用電漿氧蝕刻劑處理以上所製得ITO表面。
3. 藉由真空沈積10奈米CHATP層作為HIL進一步處理以上所製得基板。
4. 藉由真空沈積130奈米NPB層作為HTL進一步處理以上所製得基板。
5. 藉由真空沈積20奈米黃光發光層進一步處理以上所製得基板，該黃光發光層包括13奈米9-(1-萘基)-10-(2-萘基)蒽(NNA)作為主體及7奈米NPB作為共主體以及2%黃色-橙色發射摻雜物PTBR。
6. 藉由真空沈積10奈米間隔層進一步處理以上所製得

基板，該間隔層包括7.5奈米NNA及2.5奈米NPB。

7. 藉由真空沈積30奈米藍光發光層進一步處理以上所製得基板，該藍光發光層包括30奈米NNA主體以及3%[N,N-二-對-甲苯基胺基][2-[4-[N,N-二-對-甲苯基胺基]苯基]乙烯基]聯苯作為藍光發射摻雜物。
8. 真空沈積40奈米混合電子傳送層，其包括20奈米Bphen、20奈米ALQ、以及2% Li材料，由此完成該第二發光單元。
9. 藉由真空沈積10奈米CHATP層作為p型摻雜之有機層(HIL) 進一步處理以上所製得基板。
10. 藉由真空沈積5奈米NPB層作為電洞傳送層(HTL) 進一步處理以上所製得基板。
11. 藉由真空沈積16奈米紅光發光層進一步處理以上所製得基板，該紅光發光層包括12奈米NPB及4奈米NNA以及0.5% TPDBP作為紅光發射摻雜物。
12. 藉由真空沈積4奈米黃光發光層進一步處理以上所製得基板，該黃光發光層包括3奈米NNA作為主體及1奈米NPB作為共主體以及2%黃色-橙色發射摻雜物PTBR。
13. 藉由真空沈積40奈米綠光發光層進一步處理以上所製得基板，該綠光發光層包括37.6奈米PBNA、2奈米2,6-雙(二苯基胺基)-9,10-二苯基蒽作為綠光發射摻雜物、及0.4奈米BEP作為藍光發射摻雜物。
14. 真空沈積40奈米混合電子傳送層，其包括20奈米

Bphen、20奈米ALQ作為共主體、以及2% Li材料。

15. 將100奈米鋁層以蒸發方式沈積於該基板上以形成陰極層。

實例3(本發明)

如上文針對實例2所述構造OLED裝置，只是步驟7係如下：

7. 藉由真空沈積30奈米藍光發光層進一步處理以上所製得基板，該藍光發光層包括30奈米NNA主體以及3% [N,N-二-對-甲苯基胺基][2-[4-[N,N-二-對-甲苯基胺基]苯基]乙烯基]聯苯及1% BEP作為藍光發射摻雜物。

實例4(本發明)

如上文針對實例2所述構造OLED裝置，只是步驟13係如下：

13. 藉由真空沈積40奈米綠光發光層進一步處理以上所製得基板，該綠光發光層包括36.6奈米PBNA、3奈米2,6-雙(二苯基胺基)-9,10-二苯基蒽作為綠光發射摻雜物、及0.4奈米BEP作為藍光發射摻雜物。

實例5(本發明)

如上文針對實例2所述構造OLED裝置，只是步驟12係如下：

12. 藉由真空沈積4奈米黃光發光層進一步處理以上所製得基板，該黃光發光層包括2奈米NNA及2奈米NPB以及2%黃色-橙色發射摻雜物PTBR。

實例 6(本發明)

如上文針對實例 2 所述構造 OLED 裝置，只是步驟 12 係如下：

12. 藉由真空沈積 4 奈米黃光發光層進一步處理以上所製得基板，該黃光發光層包括 1 奈米 NNA 作為主體及 3 奈米 NPB 作為共主體以及 2% 黃色-橙色發射摻雜物 PTBR。

實例 7(單一堆疊)

使用以上實例 2 之步驟 1-8 及 15 構造僅包含該第二發光單元之單一堆疊 OLED 裝置，只是步驟 8 係如下：

8. 真空沈積 30 奈米混合電子傳送層，其包括 15 奈米 Bphen、15 奈米 ALQ、以及 2% Li 材料。

實例 8(單一堆疊)

使用以上實例 2 之步驟 1 及 9-15 構造僅包含該第一發光單元之單一堆疊 OLED 裝置。

測試該等實例之結果示於下表 1 中。本發明實例 (2 至 6) 相對於比較實例展示經改良亮度、亮度效率、功率效率、量子效率及衰減穩定性。其進一步展示相似色域。

儘管已特定參照本發明之某些較佳實施例詳細闡述了本發明，但應理解，可在本發明之精神及範圍內實施各種變化及修改。

表 1-在 20 mA/cm²下量測之裝置數據(衰減數據除外)

裝置編號	電壓	Cd/m ²	亮度效率 (cd/A)	功率效率 (W/A)	CIE _x	CIE _y	lm/W	QE%	色域(%NTSC _{x,y} 比)-LCD濾光片	色域(%NTSC _{x,y} 比)-窄帶濾光片	於80 mA/cm ² 下之 室溫衰減穩定性 (至50%之小時數)
實例1 (比較)	8.4	3068	15.3	0.160	0.306	0.343	5.7	7.0	65.5%	102.6%	495
實例2 (本發明)	9.3	4718	23.6	0.231	0.329	0.354	8.0	10.2	63.2%	99.3%	950
實例3 (本發明)	9.5	4285	21.4	0.210	0.336	0.357	7.1	9.3	61.9%	97.9%	950
實例4 (本發明)	9.4	4739	23.7	0.228	0.319	0.365	7.9	10.0	63.7%	99.8%	856
實例5 (本發明)	9.5	4747	23.7	0.233	0.324	0.366	7.9	10.3	62.7%	99.7%	796
實例6 (本發明)	9.5	4853	24.3	0.237	0.328	0.369	8.0	10.4	62.8%	99.7%	750

【圖式簡單說明】

圖1展示本發明疊串式OLED裝置一個實施例的剖面圖；

圖2展示本發明疊串式OLED裝置另一實施例的剖面圖；

且

圖3展示本發明一個實施例之發射亮度對波長之曲線圖。

由於諸如層厚度等裝置特徵尺寸通常處於亞微米範圍內，故該等附圖係按比例繪製以便於觀察而非顯示準確尺寸。

【主要元件符號說明】

10	OLED裝置
15	OLED裝置
20	基板
25r	紅色濾色片
25g	綠色濾色片
25b	藍色濾色片
30	陽極
30r	陽極
30g	陽極
30b	陽極
30w	陽極
35	電洞注入層
40	電洞傳送層
45	電洞傳送層

50y	黃光發光層
50b	藍光發光層
51r	紅光發光層
51y	黃光發光層
51g	綠光發光層
55	電子傳送層
60	間隔層
65	電子傳送層
70	發光單元
75	發光單元
80	發光單元
85	發光單元
90	陰極
95	中間連接器
110	曲線
120	曲線
130	曲線

五、中文發明摘要：

本發明係關於具有兩個間隔電極之疊串式 OLED 裝置，其包含：配置於該等電極之間產生不同發射光譜之第一及第二發光單元，該第一發光單元產生在波長大於 500 奈米處具有多個峰且在波長小於 480 奈米處實質上無發射之光，且該第二發光單元產生在波長小於 500 奈米處實質上發射之光；及配置於該等發光單元之間之中間連接器。

六、英文發明摘要：

A tandem OLED device having two spaced electrodes comprising: first and second light-emitting units that produce different emission spectra disposed between the electrodes, the first light-emitting unit produces light that has multiple peaks at wavelengths longer than 500 nm and substantially no emission at wavelengths shorter than 480 nm, and the second light-emitting unit produces light that has substantial emission at wavelengths shorter than 500 nm; and an intermediate connector disposed between the light-emitting units.

十、申請專利範圍：

1. 一種具有兩個間隔電極之疊串式 OLED 裝置，其包含：
 - a) 配置於該等電極之間產生不同發射光譜之第一及第二發光單元，該第一發光單元產生在波長大於 500 奈米處具有多個峰且在波長小於 480 奈米處實質上無發射之光，且該第二發光單元產生在波長小於 500 奈米處實質上發射之光；及
 - b) 配置於該等發光單元之間之中間連接器。
2. 如請求項 1 之疊串式 OLED 裝置，其中該第一發光單元產生具有綠光、黃光及紅光峰之光。
3. 如請求項 1 之疊串式 OLED 裝置，其中該等間隔電極中的一個係反射電極且另一個係透射電極；且該第一發光單元係經配置以較該第二發光單元更靠近該反射電極。
4. 一種具有兩個間隔電極之疊串式 OLED 裝置，其包含：
 - a) 配置於該等電極之間產生不同發射光譜之第一及第二發光單元，該第一發光單元產生在波長大於 500 奈米處具有多個峰且在波長小於 480 奈米處實質上無發射之光，且該第二發光單元產生在波長小於 500 奈米處實質上發射之光；
 - b) 配置於各發光單元之間之中間連接器；及
 - c) 由至少三個與該裝置相關聯之不同濾色片構成之陣列，其接收來自該等發光單元之光，各濾色片之帶通經選擇以產生不同顏色的光。
5. 如請求項 4 之疊串式 OLED 裝置，其中該第一發光單元產

生具有綠光、黃光及紅光峰之光。

6. 如請求項4之疊串式OLED裝置，其中該等間隔電極中的一個係反射電極且另一個係透射電極；且該第一發光單元係經配置以較該第二發光單元更靠近該反射電極。
7. 如請求項6之疊串式OLED裝置，其中該第二發光單元具有藍光發光層及一個產生綠光、黃光或紅光發射之另一發光層。
8. 如請求項7之疊串式OLED裝置，其進一步包括一配置於該藍光發光層與該其他發光層之間之間隔層。
9. 一種具有兩個間隔電極之疊串式OLED裝置，其包含：
 - a)配置於該等電極之間產生不同發射光譜之第一及第二發光單元，該第一發光單元實質上不產生藍光發射且具有產生綠光發射之第一發光層及產生紅光發射之第二發光層，且其中該第一發光層包括：
 - i)蒽主體材料；及
 - ii) 2,6-二胺基蒽發光摻雜物；
 - b)該第二發光單元產生實質上呈藍光發射之光；及
 - c)配置於各發光單元之間之中間連接器。
10. 如請求項9之疊串式OLED裝置，其進一步包括與該第一及第二發光層接觸且產生黃光發射之第三發光層。

十一、圖式：

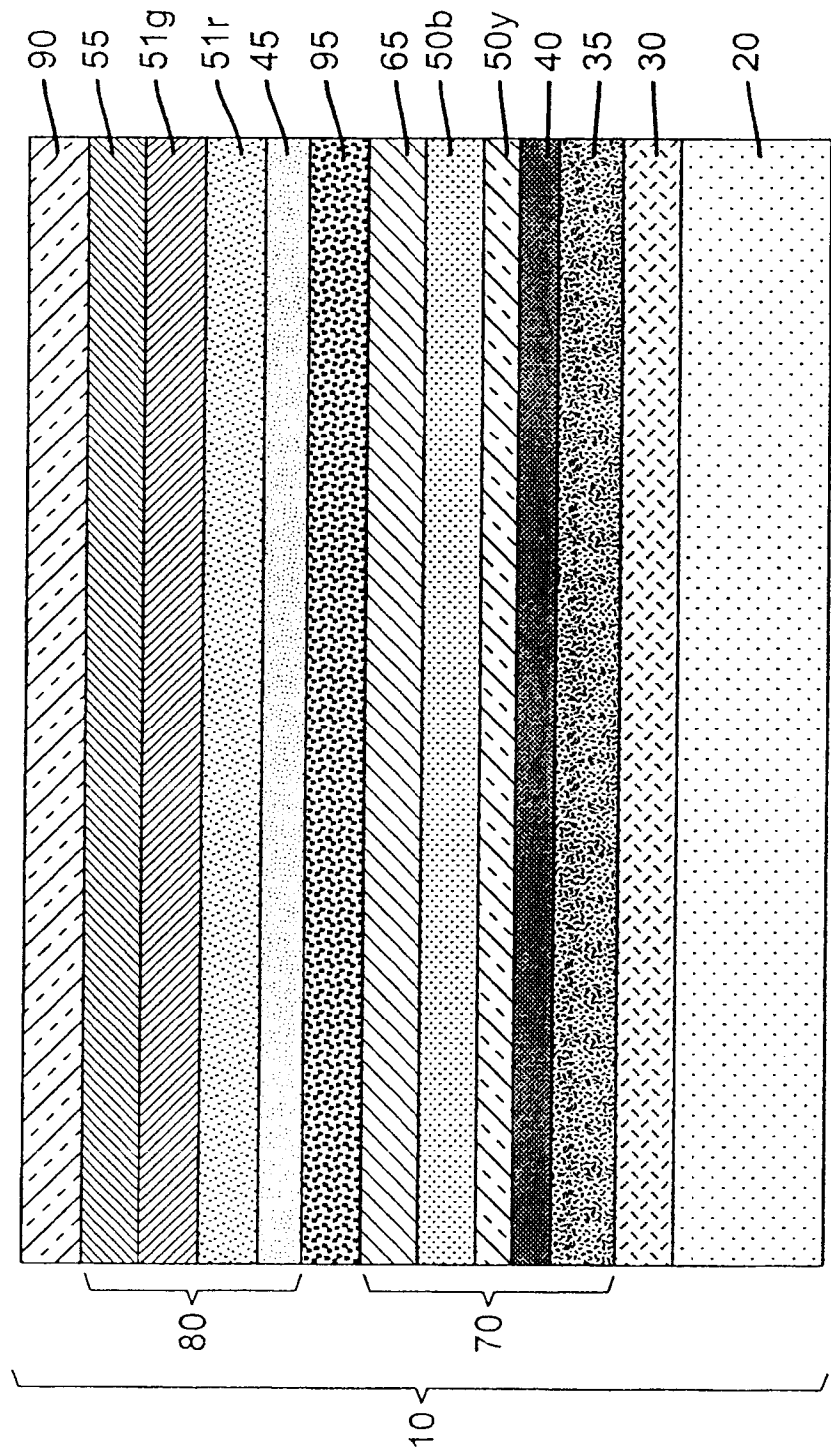


圖 1

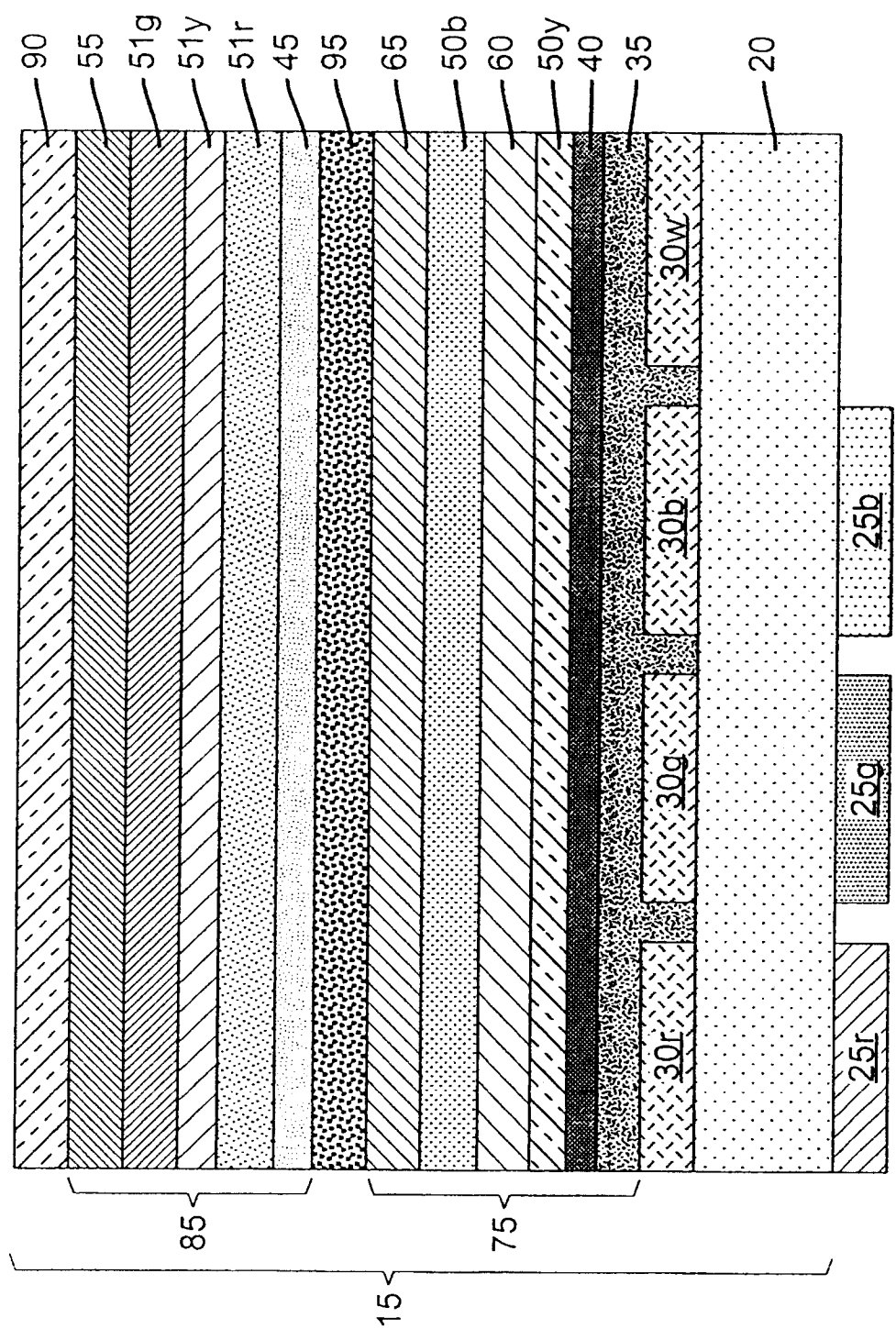


圖 2

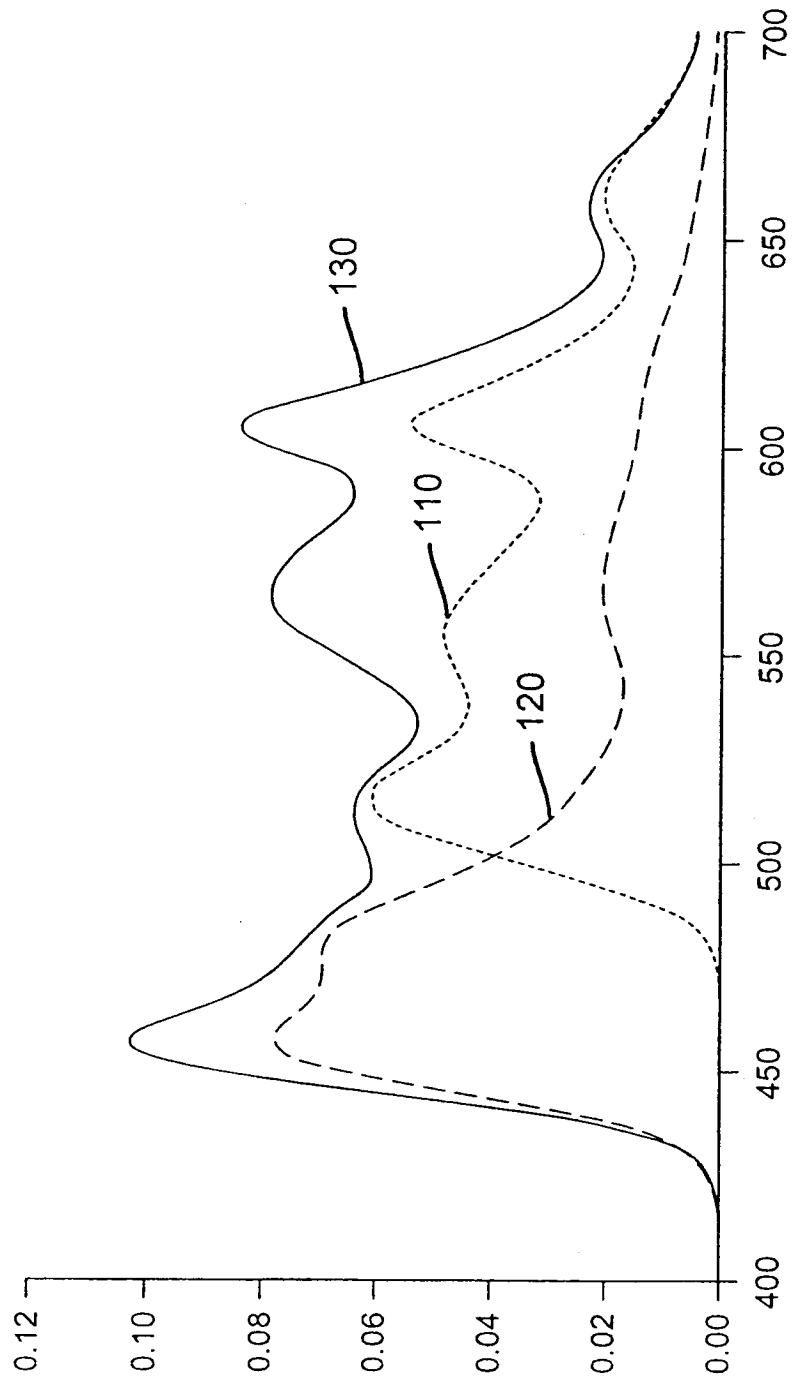


圖 3

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	OLED裝置
20	基板
30	陽極
35	電洞注入層
40	電洞傳送層
45	電洞傳送層
50b	藍光發光層
50y	黃光發光層
51g	綠光發光層
51r	紅光發光層
55	電子傳送層
65	電子傳送層
70	發光單元
80	發光單元
90	陰極
95	中間連接器

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)