



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I624094 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 05 月 11 日

(21) 申請案號：105134329 (22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 10 月 24 日

(51) Int. Cl. : H01L51/50 (2006.01) H01L27/32 (2006.01)

(30) 優先權：2015/11/30 南韓 10-2015-0169502

(71) 申請人：L G 顯示器股份有限公司 (南韓) LG DISPLAY CO., LTD. (KR)

南韓

(72) 發明人：金禧鎮 KIM, HEE-JIN (KR)；李學旻 LEE, HAK-MIN (KR)；朴性洙 PARK, SUNG-SOO (KR)

(74) 代理人：侯德銘

(56) 參考文獻：

TW 545080

TW I280814

TW I483441

JP 2002-299061A

國立高雄大學應用化學系碩士論文, 陳柏志撰 (100.10)。

工業材料雜誌 282 期; 出版日期: 2010/6/5。

審查人員：楊喻仁

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：14 共 33 頁

(54) 名稱

有機發光二極體及包含該有機發光二極體有機發光二極體顯示裝置

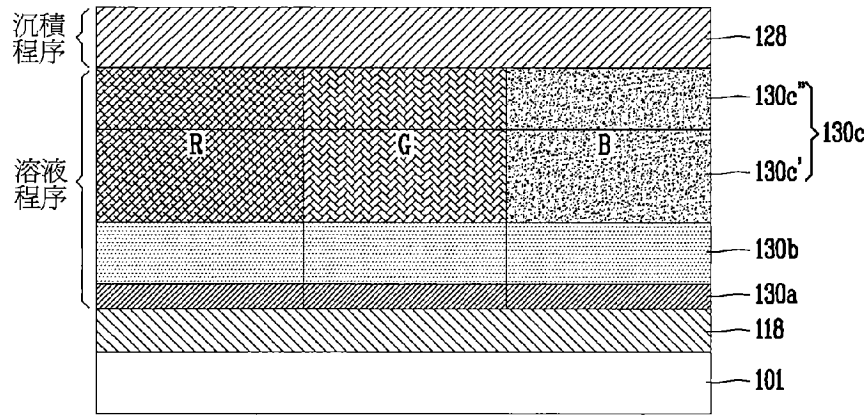
ORGANIC EMITTING DIODE AND ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE DISPLAY DEVICE INCLUDING THE SAME

(57) 摘要

本發明提供一種有機發光二極體，包括：一第一電極；一第二電極，面對該第一電極；一發光材料層，位在該第一電極與該第二電極之間；以及一中介層，位在該發光材料層與該第二電極層之間，並且包括一基底材料和一電子注入材料，其中該中介層接觸該第二電極。

The present invention provides an organic emitting diode including a first electrode; a second electrode facing the first electrode; an emitting material layer between the first and second electrodes; and an intervening layer between the emitting material layer and the second electrode and including a base material and an electron injection material, wherein the intervening layer contacts the second electrode.

指定代表圖：



符號簡單說明：

101 . . . 基板

118 . . . 第一電極

128 . . . 第二電極

130a . . . 電洞注入層(HIL)

130b . . . 電洞傳輸層(HTL)

130c . . . 發光材料層(EML)

130c' . . . 第一發光層

130c'' . . . 第二發光層

第6圖

HTL) 30b、一發光材料層(emitting material layer, EML) 30c、一電子傳輸層(electron transporting layer, ETL) 30d、以及一電子注入層(electron injection layer, EIL) 30e。

【0008】 當正和負電壓分別施加至第一電極18和第二電極28時，來自第一電極18和第二電極28的電洞和電子被傳輸至EML 30c並在其中結合產生激子。該激子從激發態躍遷至基態(亦即穩定態)致使光從有機發光二極體發出。

【0009】 在OLED顯示裝置中，包括有機發光二極體的子像素以一矩陣形式被布置，而且影像藉由選擇性地控制子像素被顯示。

【0010】 OLED顯示裝置可分類為被動矩陣型或主動矩陣型。在該主動矩陣型OLED顯示裝置中，一薄膜電晶體被開啓或關閉以選擇子像素，而且子像素的發光藉由儲存電容中的電壓被維持。

【0011】 一般而言，有機發光二極體係藉由沉積程序製作。也就是，要沉積的材料在沉積室中被氣化致使目標層被沉積在基板上。

【0012】 然而，在沉積程序中，沉積室的大小應大於基板的大小。此外，額外的空間需用於基板的輸入/輸出。據此，沉積程序對於大尺寸顯示裝置而言有所限制。

【0013】 爲了克服沉積程序的限制，引進了溶液程序。

【0014】 第2圖係藉由溶液程序所製造之習知技術的有機發光二極體的示意剖面圖。

【0015】 參考第2圖，有機發光二極體包括一第一電極18、一發光部分30、以及一第二電極28，堆疊在基板1上。

【0016】 發光部分30包括一HTL 30b、一ETL 30d、以及在HTL 30b與ETL 30d之間的一EML 30c。爲改善發光效率，HIL 30a形成在第一電極18與HTL 30b之間，而且EIL 30e形成在第二電極28與ETL 30d之間。

【0017】 發光部分30的一部分藉由溶液程序製造以分隔爲紅色、綠色、和藍色子像素R、G、和B。HIL 30a、HTL 30b、和EML 30c藉由溶液程序形成。然而，由於ETL 30d和EIL 30e的材料對溶液程序具有不充足的穩定性，ETL 30d和EIL 30e藉由沉積程序形成。

【0018】 ETL 30d和EIL 30e被需要以藉由有效率地注入及/或傳輸電子進入EML 30c改善有機發光二極體的發光效率。

【0019】 另一方面，包括氟化鈉(sodium fluoride, NaF)的EIL 30e可形成在EML 30c上而不需ETL 30d。在此情況下，EIL 30e的材料擴散至EML 30c中致使電子注入增加。

【0020】 然而，由於EML 30c的一部分藉由EIL 30e材料的擴散改變成非發光部分，EML 30c的厚度應被增加以超過一預定厚度。因此，有機發光二極體的驅動電壓增加，而且溶液程序對於增加EML 30c的厚度而言有所限制。

【0021】 也就是，EIL 30e的Na<sup>+</sup>離子擴散至EML 30c中致使電子傳輸特性增加，然而發光效率卻藉由EML 30c的Na<sup>+</sup>離子擴散部分降低。為預防發光效率的降低，需要增加EML 30c的厚度。然而，有機發光二極體的驅動電壓卻藉由EML 30c的厚度增加而增加。此外，由於用於溶液程序的溶液黏滯度應增加以增加EML 30c的厚度，塗佈特性會降低。

#### 【發明內容】

【0022】 據此，本發明針對一種有機發光二極體及一種包含該有機發光二極體的OLED顯示裝置，其實質上排除一或多個由習之技術的限制和劣勢所造成的問題。

【0023】 本發明的額外特徵和優勢將會條列在隨後說明書中，而且部分地將會由於說明書而成為明顯，或者可藉由發明的實現而習得。本發明的目標和優勢將會藉由在所撰寫的說明書、申請專利範圍、和後附圖式中特別指出的結構被理解和獲得。

【0024】 為達成這些和其他優勢，並且依據本發明的目的，如在此體現和廣泛敘述的，本發明提供一種有機發光二極體，包括：一第一電極；一第二電極，面對該第一電極；以及一發光部分，位在該第一電極與該第二電極之間，並且包含一電洞注入層、一電洞傳輸層、和一發光材料層，其中該發光材料層包含一第一發光層和在該第一發光層上的一第二發光層，以及該第二發光層包含一電洞注入層。

【0025】 在本發明的另一方面，本發明提供一種有機發光二極體，包括：一第一電極；一第二電極，面對該第一電極；一發光材料層，位在該第一電極與該第二電極之間；以及一電子傳輸層，位在該第二電極與該發光材料層之間，並且包含一電子傳輸材料和一電子注入材料，其中該電子注入材料在該電子傳輸層層的一下部分中具有一第一密度，該下部分鄰接該發光材料層；以及在該電子傳輸層層的一上部分中具有一大於該第一密度的第二密度，該上部分鄰接該第二電極。

【0026】 在本發明的另一方面，本發明提供一種有機發光二極體顯示裝置，包括：一基板，包含複數個子像素；一電晶體，在各子像素中；以及該上述發光二極體，設置在各子像素中，並且連接至該電晶體。

【0027】 在本發明的另一方面，本發明提供一種有機發光二極體，包括：一第一電極；一第二電極，面對該第一電極；一發光材料層，位在該第一電極與該第二電極間；以及一中介層，位在該發光材料層與該第二電極層間，並且包含一基底材料和一電子注入材料，其中該基底材料係該發光材料層的一主體材料或一電子傳輸材料，以及該中介層接觸該第二電極。

【0028】 在本發明的另一方面，本發明提供一種製造有機發光二極體的方法，包括：形成一第一電極；在該第一電極上形成一發光材料層；在該發光材料層上形成包含一基底材料和一電子注入材料的一中介層；以及在該中介層上形成一第二電極，使得該第二電極接觸該中介層，其中該發光材料層和該中介層藉由溶液程序來形成。

【0029】 要理解的是，前述一般描述和隨後詳細描述皆為示範性和解釋性，而且預期提供所主張的發明的進一步解釋。

#### 【圖式簡單說明】

【0030】 所附圖式為了提供本發明進一步理解而被包括其中並且被納入本申請案中以及構成本申請案的一部分，其說明本發明的實施例並且與所描述的內容一同被用於解釋本發明。

第1圖係說明OLED顯示裝置的發光機制的示意圖。

第2圖係藉由溶液程序製造之習知技術有機發光二極體的示意剖面圖。

第3圖係說明依據本發明的OLED顯示裝置的示意方塊圖。

第4圖係說明依據本發明在OLED顯示裝置中的子像素的電路圖。

第5圖係依據本發明的OLED顯示裝置的示意剖面圖。

第6圖係依據本發明的有機發光二極體的示意剖面圖。

第7A圖和第7B圖係說明依據本發明之用於有機發光二極體的溶液程序的示意圖。

第8圖係在有機發光二極體中的電壓的電流密度曲線圖。

第9圖係在有機發光二極體中的電流密度的電流效率曲線圖。

第10圖係在有機發光二極體中的光波長的光強度曲線圖。

第11圖係依據本發明的OLED顯示裝置的示意剖面圖。

第12圖係依據本發明的有機發光二極體的示意剖面圖。

第13圖係第12圖中「A」部分的放大圖。

第14圖係依據在有機發光二極體中的電壓的電流密度曲線圖。

### 【實施方式】

【0031】 在本說明書中，當第一元件被描述為「在」第二元件「上」時，它能是直接的第二元件上表面上，或是可存在第三中介元件。

【0032】 下面將詳細參考較佳實施例，其範例將在附隨圖式中說明。

【0033】 第3圖係說明依據本發明之OLED顯示裝置的示意方塊圖。

【0034】 參考第3圖，OLED顯示裝置包括影像處理單元115、資料轉換單元114、時序控制器113、資料驅動器112、閘極驅動器111、以及顯示面板110。

【0035】 影像處理單元115執行各種影像處理程序，例如設定用於依據平均影像水平提供最大亮度的伽瑪電壓、使用RGB資料信號、以及輸出處理的RGB資料。此外，影像處理單元115輸出包括垂直同步信號(Vsync)、水平同步信號(Hsync)、資料致能信號(data enable signal, DES)、以及時脈信號(clock signal, CLK)的至少其中之一的驅動信號。

【0036】 時序控制器113接收包括Vsync、Hsync、DES、和CLK的至少其中之一之驅動信號。時序控制器113依據驅動信號輸出用於控制閘極驅動器111的操作時序的閘極時序控制信號GCS、以及用於控制資料驅動器112的操作時序的資料時序控制信號DCS。此外，時序控制器113輸出對應GCS和DCS的資料信號DATA。

【0037】 為響應DCS，資料驅動器112執行來自時序控制器113的DATA的取樣程序以輸出伽瑪參考信號。資料驅動器112輸出調制DATA至資料線DL1至DLm。資料驅動器112包括積體電路(IC)。

【0038】 為響應來自時序控制器113的GCS，閘極驅動器111位移閘極電壓的位準並且輸出閘極信號。閘極驅動器111輸出閘極信號至閘極線GL1至GLm。閘極驅動器111包括IC，或者在面板中閘極(gate-in-panel, GIP)型中被安裝在顯示面板110上

【0039】 顯示面板110可包括紅色子像素SPr、綠色子像素SPg、以及藍色子像素SPb。也就是，一像素P可包括紅色、綠色、以及藍色子像素SPr、SPg、和SPb，但不限於此。例如，像素P可進一步包括白色子像素。

【0040】 第4圖係依據本發明在OLED顯示裝置中的子像素的電路圖。

【0041】 在第4圖中，該子像素包括開關電晶體、驅動電晶體、以及具有有機發光二極體的電容器。也就是，該子像素具有2電晶體1電容器(2T1C)的結構。

【0042】 參考第4圖，在OLED顯示裝置中，一子像素區由閘極線GL、資料線DL、和電源線VDDL定義。閘極線GL沿第一方向延伸，而且各資料線DL和電源線VDDL沿第二方向延伸以與閘極線GL相交。資料線DL和電源線VDDL彼此分離以便彼此平行。

【0043】 在各子像素中，設置有開關電晶體SW、驅動電晶體DR、電容器Cst、補償電路CC、以及有機發光二極體OLED。

【0044】 有機發光二極體依據穿過驅動電晶體DR的驅動電流被操作以發光。開關電晶體SW被切換以儲存資料信號至電容器中作為資料電壓，其中資料信號係依據經由閘極線GL所提供的閘極信號經由資料線DL來提供。驅動電晶體

DR 依據在電容器 Cst 中的資料電壓被操作以提供電源線 VDDL 信號至接地 GND。驅動電晶體 DR 的閾值電壓藉由補償電路 CC 來補償。例如，補償電路 CC 可包括至少一電晶體和至少一電容器，但不限於此。

【0045】 OLED 顯示裝置可依據光發射方向分類為頂部發光型、底部發光型、或雙重發光型。

【0046】 第5圖係依據本發明的 OLED 顯示裝置的示意剖面圖，以及第6圖係依據本發明的有機發光二極體的示意剖面圖。

【0047】 在第5圖中，一像素包括紅色、綠色、以及藍色(RGB)子像素。在第5圖中的 OLED 將以底部發光型來說明。也就是，來自有機發光二極體的光通過基板 101 以顯示影像。另一選擇，來自有機發光二極體的光通過第二電極 128 (頂部發光型)。此外，來自有機發光二極體的光通過基板 101 和第二電極 128 兩者(雙重發光型)。

【0048】 在第5圖中，OLED 顯示裝置包括共面結構的薄膜電晶體，但不限於此。

【0049】 參考第5圖和第6圖，OLED 顯示裝置包括在基板 101 上的電晶體 TFT 以及在基板 101 上方的有機發光二極體 OLED。

【0050】 例如，基板 101 可分為紅色、綠色、以及藍色子像素 R、G、和 B，而且 R、G、和 B 子像素可在各線方向上或在對角線方向上規律地重複。

【0051】 作為驅動薄膜電晶體的電晶體 TFT 包括半導體層 124、閘極電極 121、源極電極 122、以及汲極電極 123。

【0052】 半導體層 124 形成在由例如透明塑膠或透明高分子膜的絕緣體所形成的基板上。

【0053】 半導體層 124 可由非晶矽、多晶矽、氧化物半導體、或有機半導體形成。

【0054】 緩衝層(未顯示)可形成在基板 101 與半導體層 124 之間。電晶體 TFT 可藉由緩衝層來保護而不受來自基板 101 的雜質例如鹼離子的影響。



【0055】 閘極絕緣層125a形成在半導體層124上。例如，閘極絕緣層125a可由無機絕緣材料像是氧化矽或氮化矽形成。閘極電極121、閘極線(未顯示)、和第一電容器電極(未顯示)形成在閘極絕緣層125a上。閘極電極121對應半導體層124。

【0056】 各閘極電極121、閘極線、和第一電容器電極由具有低阻抗的第一金屬材料形成。例如，各閘極電極121、閘極線、和第一電容器電極可由銀(Al)、銅(Cu)、鉬(Mo)、鉻(Cr)、金(Au)、鈦(Ti)、鎳(Ni)、釹(Nd)、和其合金的至少其中之一所形成，而且可具有單層結構或多層結構。

【0057】 由無機材料像是氧化矽或氮化矽形成的中間層絕緣層125b形成在閘極電極121、閘極線、和第一電容器電極上，而且資料線(未顯示)、電源線(未顯示)、源極電極122、汲極電極123、和第二電容器電極(未顯示)形成在中間層絕緣層125b上。

【0058】 源極電極122和汲極電極123彼此分隔而且分別電性連接至半導體層124。例如，第一半導體接觸孔和第二半導體接觸孔形成穿過閘極絕緣層125a和中間層絕緣層125b以曝露半導體層124兩端，而且源極電極122和汲極電極123分別經由第一半導體接觸孔和第二半導體接觸孔接觸半導體層124。

【0059】 第二電容器電極重疊第一電容器電極並且在它們中間具有中間層絕緣層125b以形成儲存電容器。

【0060】 各資料線、電源線、源極電極122、汲極電極123、和第二電容器電極可由具有底阻抗的第二金屬材料形成。例如，各資料線、電源線、源極電極122、汲極電極123、和第二電容器電極可由Al、Cu、Mo、Cr、Au、Ti、Ni、Nd、和其合金的至少其中之一所形成，而且可具有單層結構或多層結構。

【0061】 鈍化層(或平坦層)125c形成在包括資料線、電源線、源極電極122、汲極電極123、和第二電容器電極的基板101上方，而且保護層125d形成在鈍化層125c上。曝露汲極電極123的汲極接觸孔形成穿過保護層125d和鈍化層125c。

【0062】 鈍化層125c可由有機材料、無機材料、或其混合物形成。當鈍化層125c具有保護層的功能時，保護層125d可省略。

【0063】 包括第一電極118、發光部分130、和第二電極128的有機發光二極體OLED形成在保護層125d上。

【0064】 有機發光二極體OLED電性連接至驅動薄膜電晶體TFT。更詳細地，在保護層125d上的第一電極118經由汲極接觸孔電性連接至驅動薄膜電晶體TFT的汲極電極123。

【0065】 提供電流(或電壓)至發光部分130的第一電極118定義預定區域的發光區域。

【0066】 第一電極118包括相對高的功函數以適合用作為陽極。例如，第一電極118可包括透明導電材料，例如氧化銦錫(ITO)或氧化銦鋅(IZO)，但不限於此。

【0067】 在第5圖中，在R、G、和B子像素中的第一電極彼此分離。或者，在R、G、和B子像素中的第一電極整合成具有一主體(one-body)。

【0068】 壟部125e形成在包括第一電極118的基板101上方。壟部125e覆蓋第一電極118的邊緣以圍繞子像素。也就是，壟部125e具有對應第一電極118中心的開口。壟部125e可包括有機材料。壟部125e可由包括黑色顏料的感光材料所形成以用作為遮蔽元件。

【0069】 發光部分130和第二電極128依序形成在包括壟部125e的基板101上方。

【0070】 發光部分130設置在第一電極118與第二電極128之間。來自第一電極118的電洞和來自第二電極128的電子在發光部分130中結合致使發光部分130發光。

【0071】 發光部分130包括HTL 130b作為輔助層和EML 130c作為發光層。HTL 130b可具有單層結構或多層結構。為了改善發光效率，發光部分130可進一步在第一電極118與HTL 130b之間包括HIL 130a。

【0072】 EML 130c包括具有對應HTL 130b之改善的界面特性的第一發光層130c'和具有改善的電子注入特性的第二發光層130c'' (在另一實施例中稱為

「中介層」)。電子注入材料被加入EML 130c的發光材料中以形成第二發光層130c''。

【0073】 也就是，第一發光層130c'包括改善對應HTL 130b的界面特性的材料以增加有機發光二極體OLED的壽命。在另一方面，第二發光層130c''包括電子注入材料以具有改善的電子注入特性致使有機發光二極體OLED的發光效率增加。

【0074】 電子注入材料在第二發光層130c''中可具有濃度(或密度)梯度如第13圖所示。也就是，在第二發光層130c''的下部分中的電子注入材料相對在第二發光層130c''中的發光材料可具有第一濃度(或密度)，其中該下部分鄰接第一發光層130c'；以及在第二發光層130c''的上部分中的電子注入材料相對在第二發光層130c''中的發光材料可具有第二濃度(或密度)，其中該上部分鄰接第二電極128，而且該第二濃度(或密度)大於該第一濃度(或密度)。

【0075】 第二發光層130c''藉由使用對第一發光層130c'無害的溶劑的溶液程序形成。據此，由於電子注入特性藉由第二發光層130c''改善，有機發光二極體OLED的發光效率增加而不需要ETL和EIL。

【0076】 例如，電子注入材料可包括水溶性或脂溶性鹼金屬。當第一發光層130c'使用有機溶劑(亦即，脂溶性)形成時，第二發光層130c''使用水溶性材料形成以預防對第一發光層130c'的損傷。或者，當第一發光層130c'使用水溶性溶劑形成時，第二發光層130c''使用有機溶劑(亦即，脂溶性溶劑)形成以預防對第一發光層130c'的損傷。

【0077】 第二發光層130c''具有相對低的最低未填分子軌域(lowest unoccupied molecular orbit, LUMO)能階，例如大約3.0 eV至2.6 eV，和大約2.0 eV至2.5 eV的三重能階。此外，第二發光層130c''具有大約 $10^{-6}$  cm<sup>2</sup>/Vs至大約 $10^{-4}$  cm<sup>2</sup>/Vs的電子遷移率。

【0078】 在本發明的有機發光二極體中，由於來自第二電極128的電子安全地傳輸至EML 130c而不需要ETL和EIL，OLED帶著簡單結構具有充足發光效率和壽命。

【0079】 也就是，在有機發光二極體OLED和OLED顯示裝置中預防了在習知技術的有機發光二極體中因在EIL和/或ETL中進入EML的物質的擴散所產生的問題。

【0080】 發光部分130藉由溶液程序在R、G、和B子像素中製造。也就是，低分子量或高分子量的高分子材料塗佈在第一電極118上以形成發光部分130。

【0081】 在發光部分130中，HIL 130a可省略。或者，HIL 130a和HTL 130b藉由具有混合材料的單層的方式形成。此外，HIL 130a和HTL 130b的至少其中之一可具有至少雙層結構。

【0082】 在R、G、和B子像素中的EML 130c包括螢光發光材料或磷光發光材料。此外，EML 130c可具有至少一主體(host)和至少一摻雜物(dopant)。

【0083】 用於發光部分130的溶液程序可為噴墨印刷程序、噴嘴印刷程序、轉移程序、熱噴射印刷程序、滾筒印刷程序、凹板印刷程序、以及旋轉塗佈程序。然而，其不限於此。

【0084】 溶液程序能執行而不需光罩或腔室。據此，由於相較於沉積程序，溶液程序較簡單並且程序成本較低，用於有機發光二極體和OLED顯示裝置的程序時間和製造成本降低。

【0085】 此外，由於藉由沉積程序製造的ETL和EIL可省略，有機發光二極體和OLED顯示裝置的製造良率提升。

【0086】 第7A圖和第7B圖係依據本發明說明用於有機發光二極體的溶液程序的示意圖。

【0087】 第7圖顯示噴墨印刷程序。如第7A圖所示，包括噴墨頭140的噴墨設備(未顯示)設置在基板101上方，而且墨水145被印刷至基板101上。噴墨頭140包括用於噴墨的噴墨孔。

【0088】 在此情況下，噴墨頭140或基板101在噴墨期間沿至少一方向移動致使墨水145被選擇性地印刷至子像素中。

【0089】 在噴嘴印刷程序中，具有狹縫形狀的至少一噴嘴被使用以印刷墨水至基板上。相較於噴墨印刷程序，噴嘴印刷程序適合大尺寸基板。例如，藉由全表面噴嘴印刷程序，一塗層被印刷至形成有壟部的基板101上方。

【0090】 第7B圖顯示滾筒印刷程序。如第7B圖所示，形成有圖案155的主滾筒150在基板101上旋轉以形成圖案。在此情況下，輔助滾筒151連接至提供印刷溶液的噴墨頭致使印刷溶液被連續提供至在基板101的整個表面上。在沒有圖案155的情況下，材料可被印刷或塗佈至基板101的整個表面上。

【0091】 參考第5圖及第6圖，第二電極128形成在發光部分130上，而且電子從第二電極128提供至發光部分130中。

【0092】 第二電極128形成在基板101的整個表面上。也就是，子像素中的第二電極128被整合成一主體。

【0093】 第8圖係依據在有機發光二極體中的電壓的電流密度曲線圖，第9圖係依據在有機發光二極體中的電流密度的電流效率曲線圖，以及第10圖係依據在有機發光二極體中的光波長的光強度曲線圖。在第10圖中的曲線圖是在紅色像素中獲得。

【0094】 在第8圖至第10圖中，比較例1 (Com 1)的有機發光二極體包括電子注入層(EIL)而沒有電子傳輸層(ETL)，而且比較例2 (Com 2)的有機發光二極體包括EIL和ETL兩者。

【0095】 參考第8圖，在相同的電壓下，在「Com 1」的有機發光二極體中的電流密度(Cd)低於在「Com 2」的有機發光二極體中的電流密度(Cd)。具有第一發光層130'和第二發光層130''而沒有EIL和ETL的範例1(Ex 1)的有機發光二極體中的電流密度(Cd)高於在「Com 1」和「Com 2」的有機發光二極體中的電流密度(Cd)。也就是，改善了本發明的有機發光二極體的驅動效率，而且降低了本發明的有機發光二極體的驅動電壓。

【0096】 參考第9圖，範例1 (Ex 1)的有機發光二極體中的電流效率(Ce)高於「Com 1」和「Com 2」的有機發光二極體的電流效率(Ce)。它表示增加了在本發明中的有機發光二極體的壽命。

【0097】 參考第10圖，在比較例1 (Com 1)的有機發光二極體中，在EIL中的電子注入材料擴散至EML中致使發光區位移。因此，在紅色波長(亦即，600~650 nm)之上的波長有一峰值。然而，在「Com 2」和「C Ex 1」的有機發光二極體中，峰值位移問題降低致使色彩純度有所改善。

【0098】 第11圖係依據本發明的OLED顯示裝置的示意剖面圖，以及第12圖係依據本發明的有機發光二極體的示意剖面圖。

【0099】 參考第11圖和第12圖，OLED顯示裝置包括在基板201上的電晶體TFT以及在基板201上方的有機發光二極體OLED。

【0100】 基板201可分為紅色、綠色、和藍色子像素R、G、和B，而且R、G、和B子像素可規律地重複。例如，基板201可由像是透明塑膠或透明高分子膜的絕緣材料形成使其可撓曲。

【0101】 作為驅動薄膜電晶體的電晶體TFT包括半導體層224、閘極電極221、源極電極222、以及汲極電極223。

【0102】 半導體層224形成在基板201上。例如，半導體層224可由非晶矽、多晶矽、氧化物半導體、或有機半導體形成。

【0103】 緩衝層(未顯示)可形成在基板201與半導體層224之間。電晶體TFT可藉由緩衝層來保護而不受來自基板201的雜質例如鹼離子的影響。

【0104】 閘極絕緣層225a形成在半導體層224上。例如，閘極絕緣層225a可由無機絕緣材料像是氧化矽或氮化矽所形成。

【0105】 閘極電極221、閘極線(未顯示)、和第一電容器電極(未顯示)形成在閘極絕緣層225a上。閘極電極221對應半導體層224。

【0106】 各閘極電極221、閘極線、和第一電容器電極以具有低阻抗的第一金屬材料形成。例如，各閘極電極221、閘極線、和第一電容器電極可由銀(Al)、銅(Cu)、鉬(Mo)、鉻(Cr)、金(Au)、鈦(Ti)、鎳(Ni)、釹(Nd)、和其合金的至少其中之一所形成，而且可具有單層結構或多層結構。

【0107】 中間層絕緣層225b形成在閘極電極221、閘極線、和第一電容器電極上。例如，中間層絕緣層225b可由無機材料像是氧化矽或氮化矽所形成。

【0108】 資料線(未顯示)、電源線(未顯示)、源極電極222、汲極電極223、和第二電容器電極(未顯示)形成在中間層絕緣層225b上。

【0109】 源電極222和汲極電極223彼此分隔而且分別電性連接至半導體層224。例如，第一半導體接觸孔和第二半導體接觸孔形成穿過閘極絕緣層225a和中間層絕緣層225b以曝露半導體層224兩端，而且源極電極222和汲極電極223分別經由第一半導體接觸孔和第二半導體接觸孔接觸半導體層224。

【0110】 第二電容器電極重疊第一電容器電極並且在它們中間具有中間層絕緣層225b以形成儲存電容器。

【0111】 各資料線、電源線、源極電極222、汲極電極223、和第二電容器電極可由具有底阻抗的第二金屬材料形成。例如，各資料線、電源線、源極電極222、汲極電極223、和第二電容器電極可由Al、Cu、Mo、Cr、Au、Ti、Ni、Nd、和其合金的至少其中之一所形成，而且可具有單層結構或多層結構。

【0112】 雖然未顯示，具有與電晶體TFT本質上相同結構的切換元件進一步形成在R、G、和B子像素中。該切換元件電性連接至閘極線、資料線、和電晶體TFT。

【0113】 鈍化層(或平坦層)225c形成在包括資料線、電源線、源極電極222、汲極電極223、和第二電容器電極的基板201上方，而且保護層225d形成在鈍化層225c上。曝露汲極電極223的汲極接觸孔形成穿過保護層225d和鈍化層225c。

【0114】 各鈍化層225c和保護層225d可由無機絕緣材料例如氧化矽或氮化矽或是有機絕緣材料例如光丙烯酸(photo-acryl)所形成。鈍化層225c和保護層225d的其中之一可省略。

【0115】 包括第一電極218、發光部分230、和第二電極228的有機發光二極體OLED形成在保護層225d上。有機發光二極體OLED電性連接至驅動薄膜電晶體TFT。

【0116】 第一電極218形成在保護層225d上以在R、G、和B子像素中分離，而且經由汲極接觸孔電性連接至驅動薄膜電晶體TFT的汲極電極223。

【0117】 提供電流(或電壓)至發光部分230的第一電極218定義了預定區域的發光區域。

【0118】 第一電極218包括相對高的功函數以適合用作為陽極。例如，第一電極218可包括透明導電材料，例如氧化銦錫(ITO)或氧化銦鋅(IZO)，但不限於此。

【0119】 在頂部發光型OLED顯示裝置中，反射電極或反射層可形成在第一電極218下及/或第一電極218上。例如，各反射電極或反射層可包括鋁鈮銅(APC)合金。換言之，第一電極218可具有包括透明導電電極和在透明導電電極下的反射電極或層的雙層結構，或者可具有包括透明導電電極和在透明導電電極下的反射電極或層的三層結構。

【0120】 龔部225e形成在包括第一電極218的基板201上方。龔部225e覆蓋第一電極218的邊緣以圍繞子像素。也就是，龔部225e具有對應第一電極218中心的開口。龔部225e可包括有機材料。龔部225e可由包括黑色顏料的感光材料所形成以用作為遮蔽元件。

【0121】 發光部分230和第二電極228依序形成在包括龔部225e的基板201上方。

【0122】 發光部分230設置在第一電極218與第二電極228之間。來自第一電極218的電洞和來自第二電極228的電子在發光部分230中結合致使發光部分230發光。

【0123】 發光部分230包括EML 230c和在EML 230c與第二電極228之間的ETL 230d而沒有電子注入層。也就是，ETL 230d接觸第二電極228。此外，發光部分230可進一步包括依序堆疊在第一電極218上而且在EML 230c下的HIL 230a和HTL 230b。

【0124】 ETL 230d(在另一實施例中被稱為「中介層」)包括電子傳輸材料(未顯示)和具有絕佳電子特性的電子注入材料232(第13圖)。換言之，電子注入材料232被摻雜至ETL 230d中。

【0125】 電子傳輸材料具有大約3.0 eV至大約2.0 eV的LUMO能階和大約 $10^{-5}$  cm<sup>2</sup>/Vs至大約 $10^{-3}$  cm<sup>2</sup>/Vs的電子遷移率。此外，摻雜有電子注入材料232的



ETL 230d具有大約2.0 eV至大約2.5 eV的三重能(T1)階。例如，電子注入材料232可具有水溶性或脂溶性鹼金屬。

【0126】 當發光材料層230c使用有機溶劑(亦即，脂溶性)形成時，電子傳輸層230d使用水溶性材料形成以預防對發光材料層230c的損傷。或者，當發光材料層230c使用水溶性溶劑形成時，電子傳輸層230d使用有機溶劑(亦即，脂溶性溶劑)形成以預防對發光材料層230c的損傷。

【0127】 電子注入材料232在垂直方向上具有濃度梯度(或密度梯度)。

【0128】 也就是，參考第13圖，其係第12圖中的部分「A」的放大視圖，電子注入材料232在ETL 230d之鄰接EML 230c的下部分240中具有第一濃度(或第一密度)，以及在ETL 230d之鄰接第二電極228的上部分250中具有第二濃度(或第二密度)。該第二濃度大於該第一濃度。

【0129】 例如，電子注入材料232相對電子傳輸材料在上部分中具有大約150的第一重量%，並且相對電子傳輸材料在下部分中具有大約50的第二重量%。

【0130】 此外，電子注入材料232在各下部分240和上部分250中可具有濃度梯度。也就是，在各下部分240和上部分250中，電子注入材料232的濃度(或密度)在從上部分250至下部分240的方向上減少。或者，電子注入材料232在各下部分240和上部分250中可具有相同的濃度(或密度)。

【0131】 ETL 230d包括電子注入材料232致使ETL 230d的電子注入特性增加。據此，在沒有EIL的情況下，有機發光二極體具有簡單結構和薄的外觀。

【0132】 此外，由於電子注入材料232在ETL 230d中具有濃度梯度，電子注入材料232進入至EML 230c中的擴散被最小化。

【0133】 爲了在ETL 230d中提供需要的電子注入特性，電子注入材料232應以預定濃度摻雜至ETL 230d中。在本發明的有機發光二極體中，由於電子注入材料232在ETL 230d之鄰接EML 230c的下部分240中具有相對低的濃度，電子注入材料232進入至EML 230c中的擴散被最小化。由於在ETL 230d的下部分240中的電子注入材料232的第一濃度( $> 0$ )，有著因電子注入材料所導致的發光效率方面的優點，但卻沒有因進入至EML 230c的電子注入材料232的擴散所導致的發光特性方面的缺點。

【0134】 換言之，在本發明的有機發光二極體中，藉由摻雜電子注入材料增加了ETL 230d的電子注入特性，而且藉由電子注入材料232的濃度梯度預防了壽命和發光效率的問題。

【0135】 ITO層和電子阻擋層(Liq, 1 nm)依序被堆積在玻璃基板上，而且以梯度形式摻雜有電子注入材料的電子傳輸層(50 nm)和陰極(Al, 100 nm)依序被堆疊在電子阻擋層(範例2 (Ex 2)，電子限用裝置)上。

【0136】 ITO層和電子阻擋層(Liq, 1 nm)依序被堆積在玻璃基板上，而且不具有電子注入材料的電子傳輸層(50 nm)和陰極(Al, 100 nm)依序被堆疊在電子阻擋層(比較例3(Com 3)，電子限用裝置)上。

【0137】 如依據在有機發光二極體中的電壓的電流密度曲線圖的第14圖所示，在摻雜電子注入材料至電子傳輸層中以具有濃度梯度的「Ex 2」的有機發光二極體中的電流密度大於在「Com 3」的有機發光二極體中的電流密度。也就是，改善了有機發光二極體的發光效率和OLED顯示裝置。

【0138】 對所屬技術領域具有通常知識者為顯而易見的是能在本發明中執行各種修飾和改變而不偏離本發明的精神和範圍。因此，假設其在後附的申請專利範圍或其均等物中，則所預期的是本發明涵蓋本發明的修飾和改變。

【0139】 本案申請主張2015年11月30日提出之韓國專利申請第10-2015-0169502號之權益，上述韓國專利申請於此藉由參考而併入，如完整記載於本申請中。

#### 【符號說明】

##### 【0140】

- |     |                  |
|-----|------------------|
| 1   | 基板               |
| 18  | 第一電極             |
| 28  | 第二電極             |
| 30  | 發光部分             |
| 30a | 第一有機層/電洞注入層(HIL) |
| 30b | 第二有機層/電洞傳輸層(HTL) |
| 30c | 第三有機層/發光材料層(EML) |

30d	第四有機層/電子傳輸層(ETL)
30e	第五有機層/電子注入層(EIL)
101	基板
110	顯示面板
111	閘極驅動器
112	資料驅動器
113	時序控制器
114	資料轉換單元
115	像處理單元
118	第一電極
121	閘極電極
122	源極電極
123	汲極電極
124	半導體層
125a	閘極絕緣層
125b	中間層絕緣層
125c	鈍化層
125d	保護層
125e	壘部
128	第二電極
130	發光部分
130a	電洞注入層(HIL)
130b	電洞傳輸層(HTL)
130c	發光材料層(EML)
130c'	第一發光層
130c''	第二發光層
140	噴墨頭
145	墨水
150	主滾筒
151	輔助滾筒

155	圖案
201	基板
218	第一電極
221	閘極電極
222	源極電極
223	汲極電極
224	半導體層
225a	閘極絕緣層
225b	中間層絕緣層
225c	鈍化層
225d	保護層
225e	壘部
228	第二電極
230	發光部分
230a	電洞注入層(HIL)
230b	電洞傳輸層(HTL)
230c	發光材料層(EML)
230d	電子傳輸層(ETL)
232	電子注入材料(EIL)
240	下部分
250	上部分

【指定代表圖】第 6 圖

【代表圖之符號簡單說明】

101	基板
118	第一電極
128	第二電極
130a	電洞注入層(HIL)
130b	電洞傳輸層(HTL)
130c	發光材料層(EML)
130c'	第一發光層
130c''	第二發光層

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

有機發光二極體及包含該有機發光二極體有機發光二極體顯示裝置

### 【英文發明名稱】

ORGANIC EMITTING DIODE AND ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE  
DISPLAY DEVICE INCLUDING THE SAME

### 【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種有機發光二極體(organic light emitting diode, OLED)顯示裝置，更特別地，係關於一種有機發光二極體以及一種具有改善發光效率和簡單結構的OLED顯示裝置。

### 【先前技術】

【0002】 具有輕薄外觀的平板顯示器(flat panel display, FPD)裝置廣泛被研究或使用以取代陰極射線管(cathode ray tube, CRT)。

【0003】 在這些FPD中，液晶顯示器(liquid crystal display, LCD)裝置已廣泛被使用。然而，LCD裝置作為非自發光型顯示裝置具有在亮度、對比度、及視角方面的不利條件，但是 OLED顯示裝置在最近已被研發。

【0004】 由於OLED顯示裝置係自發光型顯示裝置而不需背光單元，OLED顯示裝置具有在重量和厚度方面的優勢。此外，OLED顯示裝置具有在視角、對比度、反應時間、及功耗等方面的傑出特點。

【0005】 第1圖係說明OLED顯示裝置的發光機制的示意圖。

【0006】 參考第1圖，OLED顯示裝置包括一有機發光二極體。該有機發光二極體可包括一第一電極18作為陽極、一第二電極28作為陰極、以及第一有機層至第五有機層30a、30b、30c、30d、和30e，位在第一電極18與第二電極28之間。

【0007】 第一有機層至第五有機層30a、30b、30c、30d、和30e分別用作為一電洞注入層(hole injection layer, HIL) 30a、一電洞傳輸層(hole transporting layer,

申請案號：105134329

申請日：105/10/24

IPC 分類：H01L 51/50 (2006.01)  
H01L 27/32 (2006.01)**【發明摘要】****【中文發明名稱】**

有機發光二極體及包含該有機發光二極體有機發光二極體顯示裝置

**【英文發明名稱】**ORGANIC EMITTING DIODE AND ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE  
DISPLAY DEVICE INCLUDING THE SAME**【中文】**

本發明提供一種有機發光二極體，包括：一第一電極；一第二電極，面對該第一電極；一發光材料層，位在該第一電極與該第二電極之間；以及一中介層，位在該發光材料層與該第二電極層之間，並且包括一基底材料和一電子注入材料，其中該中介層接觸該第二電極。

**【英文】**

The present invention provides an organic emitting diode including a first electrode; a second electrode facing the first electrode; an emitting material layer between the first and second electrodes; and an intervening layer between the emitting material layer and the second electrode and including a base material and an electron injection material, wherein the intervening layer contacts the second electrode.

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】一種有機發光二極體，包括：

一第一電極；

一第二電極，面對該第一電極；

一發光材料層，位在該第一電極與該第二電極之間；以及

一中介層，位在該發光材料層與該第二電極層之間，並且包括一基底材料和一電子注入材料，

其中該基底材料和該電子注入材料在該中介層中係混合的，以及該中介層接觸該第二電極。

【第2項】依據申請專利範圍第1項所述之有機發光二極體，其中該基底材料係該發光材料層的一主體材料。

【第3項】依據申請專利範圍第2項所述之有機發光二極體，其中該中介層具有約3.0 eV至2.6 eV的LUMO能階和約2.0 eV至約2.5 eV的三重態能階。

【第4項】依據申請專利範圍第2項所述之有機發光二極體，其中該中介層具有約 $10^{-6}$  cm<sup>2</sup>/Vs至約 $10^{-4}$  cm<sup>2</sup>/Vs的電子遷移率。

【第5項】依據申請專利範圍第1項所述之有機發光二極體，其中該基底材料係一電子傳輸材料。

【第6項】依據申請專利範圍第5項所述之有機發光二極體，其中該電子傳輸材料具有約3.0 eV至2.0 eV的LUMO能階和約2.0 eV至約2.5 eV的三重態能階。

【第7項】依據申請專利範圍第5項所述之有機發光二極體，其中該電子傳輸材料具有約 $10^{-5}$  cm<sup>2</sup>/Vs至約 $10^{-3}$  cm<sup>2</sup>/Vs的電子遷移率。

【第8項】依據申請專利範圍第1項所述之有機發光二極體，其中該電子注入材料在該中介層的一下部分中具有一第一密度，該下部分鄰接該發光材料層，以及在該中介層的一上部分中具有一大於該第一密度的第二密度，該上部分鄰接該第二電極。



【第9項】依據申請專利範圍第1項所述之有機發光二極體，其中該電子注入材料包括一鹼金屬。

【第10項】一種有機發光二極體顯示裝置，包括：

一基板，包含複數個子像素；

一電晶體，在各子像素中；以及

第1項至第9項的其中一項的一有機發光二極體，該有機發光二極體設置在各子像素中並且連接至該電晶體。

【第11項】一種製造有機發光二極體的方法，包括：

形成一第一電極；

在該第一電極上形成一發光材料層；

在該發光材料層上形成包括一基底材料和一電子注入材料的一中介層；以及

在該中介層上形成一第二電極使得該第二電極接觸該中介層，

其中該發光材料層和該中介層藉由溶液程序形成，以及

其中該基底材料和該電子注入材料在該中介層中係混合的。

【第12項】依據申請專利範圍第11項所述之製造有機發光二極體的方法，其中該基底材料係該發光材料層的一主體材料或一電子傳輸材料。

【第13項】依據申請專利範圍第12項所述之製造有機發光二極體的方法，其中該溶液程序包括一噴墨印刷程序、一噴嘴印刷程序、一轉移程序、一熱噴射印刷程序、一滾筒印刷程序、一凹版印刷程序、以及一旋轉塗佈程序的其中之一。

【第14項】依據申請專利範圍第12項所述之製造有機發光二極體的方法，其中該發光層藉由使用一有機溶劑形成；以及該中介層藉由使用一水溶性材料形成，其中作為該電子注入材料的一水溶性或脂溶性鹼金屬散布在該該水溶性材料中。

【第15項】依據申請專利範圍第12項所述之製造有機發光二極體的方法，其中該發光層藉由使用一水溶性材料形成；以及該中介層藉由使用一有機溶劑

形成，其中作為該電子注入材料的一水溶性或脂溶性鹼金屬散布在該該有機溶劑中。