(19)中華民國智慧財產局
(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201340433 A
(43)公開日： 中華民國 102 (2013) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：101109901 (22)申請日： 中華民國 101 (2012) 年 03 月 22 日
(51)Int. Cl.： *H01L51/50 (2006.01)* *H05B33/22 (2006.01)*
H01L27/32 (2006.01)
(71)申請人：群康科技（深圳）有限公司 (中國大陸) INNOCOM TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD. (CN)
中國大陸
奇美電子股份有限公司 (中華民國) CHIMEI INNOLUX CORPORATION (TW)
苗栗縣竹南鎮新竹科學工業園區科學路 160 號
(72)發明人：蘇信遠 SU, HSIN YUAN (TW) ；劉文憲 LIU, WEN HSIEN (TW)
(74)代理人：祁明輝；林素華；涂綺玲
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：7 共 23 頁

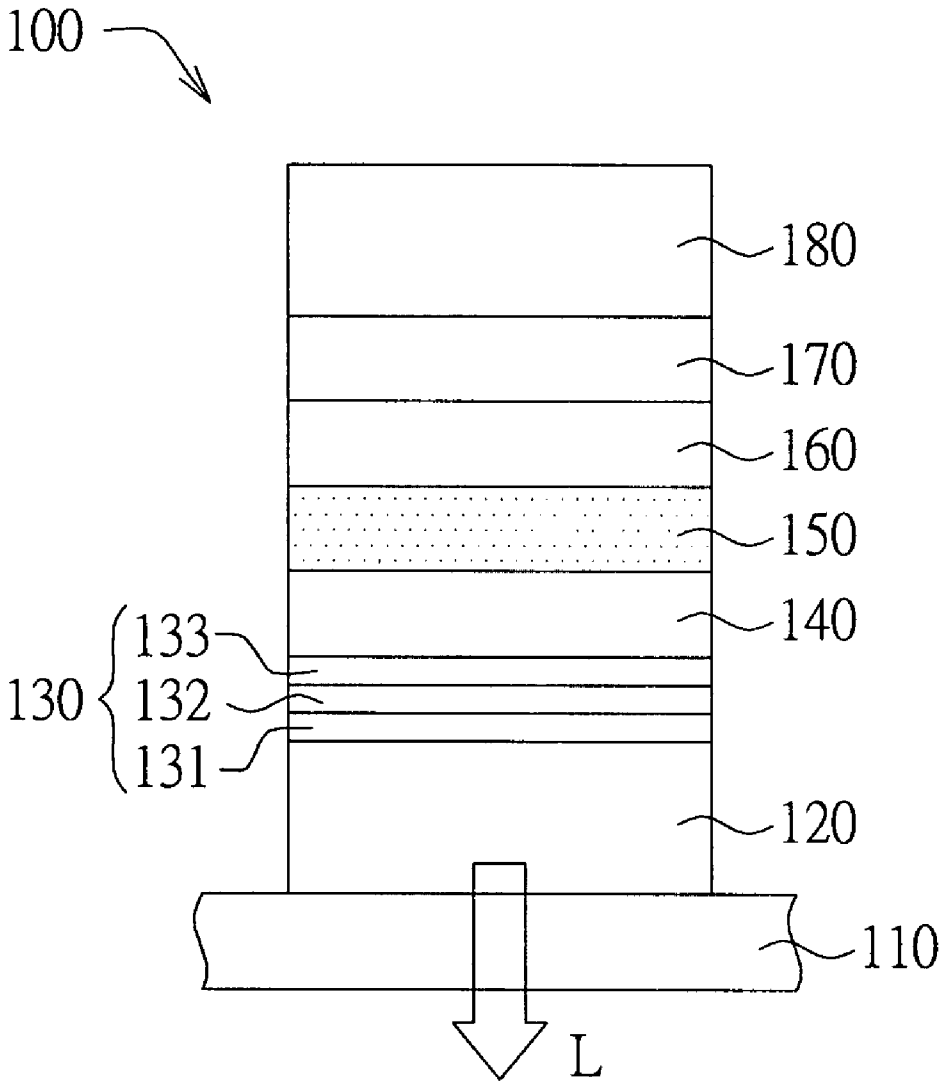
(54)名稱

電子注入結構及應用其之有機發光二極體結構與顯示器

ELECTRON INJECTION STRUCTURE, ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODE STRUCTURE USING THE SAME AND DISPLAY DEVICE USING THE SAME

(57)摘要

一種電子注入結構及應用其之有機發光二極體結構與顯示器。電子注入結構形成於有機發光二極體結構之負電極上且包括第一金屬層及第二金屬層。第一金屬層形成於負電極上，第一金屬層之功函數小於負電極之功函數。第二金屬層的導電性大於該有機金屬層的導電性。



100：有機發光二極體結構
110：基板
120：負電極
130：電子注入結構
131：第一金屬層
132：有機金屬層
133：第二金屬層
140：電子傳輸層
150：發光層
160：電洞傳輸層
170：電洞注入層
180：正電極
L：光線

201340433

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：101109901

※申請日：101. 3. 22

※IPC 分類：H01L 51/50 (2006.01)
H05B 33/22 (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

電子注入結構及應用其之有機發光二極體結構與顯示器/ELECTRON INJECTION STRUCTURE, ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODE STRUCTURE USING THE SAME AND DISPLAY DEVICE USING THE SAME

二、中文發明摘要：

一種電子注入結構及應用其之有機發光二極體結構與顯示器。電子注入結構形成於有機發光二極體結構之負電極上且包括第一金屬層及第二金屬層。第一金屬層形成於負電極上，第一金屬層之功函數小於負電極之功函數。第二金屬層的導電性大於該有機金屬層的導電性。

三、英文發明摘要：

An electron injection structure, an organic light-emitting diode structure using the same and a display device using the same are provided. The electron injection structure is formed on a cathode of the organic light-emitting diode structure and comprises a first metal layer and a second metal layer. The first metal layer is formed on the cathode,

and a work function of the first metal layer is less than a work function of the cathode. The electric conductivity of the second metal layer is superior to the electric conductivity of the organic-metallic layer.

四、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：

100：有機發光二極體結構

110：基板

120：負電極

130：電子注入結構

131：第一金屬層

132：有機金屬層

133：第二金屬層

140：電子傳輸層

150：發光層

160：電洞傳輸層

170：電洞注入層

180：正電極

L：光線

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

and a work function of the first metal layer is less than a work function of the cathode. The electric conductivity of the second metal layer is superior to the electric conductivity of the organic-metallic layer.

四、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：

100：有機發光二極體結構

110：基板

120：負電極

130：電子注入結構

131：第一金屬層

132：有機金屬層

133：第二金屬層

140：電子傳輸層

150：發光層

160：電洞傳輸層

170：電洞注入層

180：正電極

L：光線

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種電子注入結構及應用其之有機發光二極體結構與顯示器，且特別是有關於一種其電子注入層係具多層結構的電子注入結構及應用其之有機發光二極體結構與顯示器。

【先前技術】

有機發光二極體（Organic Light-Emitting Diode, OLED）面板之發光原理類似一般二極體。同樣是利用材料的特性，將電子與電洞分別由電子傳輸層(Electron Transport Layer, ETL)和電洞傳輸層(Hole Transport Layer, HTL)發出，並在發光層(Emitting Material Layer, EML)結合。在電子及電洞的結合過程中，將電子激發的形式降回基態，將多餘的能量以光波的形式釋出。視材料的不同，電子與電洞所具的能階也有差異，進而產生不同波長與不同顏色之光線。

傳統 OLED 更可包含電子注入層（Electron injection Layer, EIL），其可幫助電子注入。

然而，傳統之電子注入層（Electron injection Layer, EIL）係單純由鹼金屬、鹼土金屬等無機材料所組成，其通常僅限於應用在”一般型有機發光二極體結構（Norma OLED）”。

【發明內容】

本發明係有關於一種電子注入結構及應用其之有機發光二極體結構與顯示器，可提高有機發光二極體結構的發光效率。

根據本發明之一實施例，提出一種電子注入結構。電子注入結構形成於一有機發光二極體結構之一負電極上且包括一第一金屬層及一第二金屬層。第一金屬層形成於負電極上，第一金屬層之功函數小於負電極之功函數。第二金屬層的導電性大於該有機金屬層的導電性。

根據本發明之另一實施例，提出一種有機發光二極體結構。有機發光二極體結構包括一負電極、一電子注入結構、一電子傳輸層、一正電極、一電洞注入層、一電洞傳輸層及一發光層。電子注入結構形成於負電極上，且包括包括一第一金屬層及一第二金屬層。第一金屬層形成於負電極上，第一金屬層之功函數小於負電極之功函數。第二金屬層的導電性大於該有機金屬層的導電性。電子傳輸層形成於電子注入結構上。電洞注入層形成於正電極上。電洞傳輸層形成於電洞注入層上。發光層形成於電洞傳輸層與電子傳輸層之間。

根據本發明之另一實施例，提出一種顯示器。顯示器包括一有機發光二極體面板、一第二基板及一濾光層。有機發光二極體面板包括一第一基板及上述有機發光二極體結構，有機發光二極體結構形成於第一基板上。第二基板與第一基板相對設置。濾光層形成於第一基板與第二基板

之間。

為了對本發明之上述及其他方面有更佳的瞭解，下文特舉實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【實施方式】

請參照第 1 圖，其繪示依照本發明一實施例之有機發光二極體結構的剖視圖。本實施例之有機發光二極體結構 100 係以"向下發光的反置型有機發光二極體結構(Inverted Bottom Emission OLED)"為例說明，然本發明實施例不限於此，其亦可為向上發光的反置型有機發光二極體結構（Inverted Top Emission OLED)、向下發光的一般型有機發光二極體結構（Normal Bottom Emission OLED）或向上發光的一般型有機發光二極體結構（Normal Top Emission OLED)，此些結構將於後說明。

如第 1 圖所示，有機發光二極體結構 100 包括基板 110、負電極 120、電子注入結構 130、電子傳輸層 140、發光層 150、電洞傳輸層 160、電洞注入層（hole injection layer, HIL）170 及正電極 180。

本實施例中，負電極 120 形成於基板 110 上，且從基板 110 往上的層結構依序為負電極 120、電子注入結構 130、電子傳輸層 140、發光層 150、電洞傳輸層 160、電洞注入層 170 及正電極 180。

當負電極 120 及正電極 180 被施加一電壓時，電子將由負電極 120 發出，並往發光層 150 移動，而電洞將由正電極 180 發出，並往發光層 150 移動。當電子及電洞在發

光層 150 中結合時，發光層 150 的發光材料會受激而發光。

如第 1 圖所示，電子注入結構 130 係一多層結構，其形成於負電極 120 上，且位於負電極 120 與電子傳輸層 140 之間。具體而言，電子注入結構 130 包括第一金屬層 131、有機金屬層（organic-metallic layer）132 及第二金屬層 133。

如第 1 圖所示，第一金屬層 131 形成於負電極 120 上。第一金屬層 131 之功函數（work function）小於負電極 120 之功函數，使第一金屬層 131 相較於負電極 120 更容易釋放電子且幫助電子經由負電極 120 進入到電子傳輸層 140，進而使傳輸至發光層 150 的電子數增加，而提升有機發光二極體結構 100 的發光效率。

本實施例中，負電極 120 係透明材料，例如是透明銦錫氧化物（ITO），而第一金屬層 131 係鎂（Mg）。鎂的功函數約 3.7 eV，其小於透明 ITO 的功函數（約 4.7 至 5.1 eV）。另一實施例中，第一金屬層 131 的材料可選自於由鋰、鈉、鉀、銣、銫、鎂、鈣、鍶、鑭系元素及其組合所構成的群組，其中鑭系元素例如是 IA 族及 IIA 族元素中至少一元素。

如第 1 圖所示，有機金屬層 132 形成於第一金屬層 131 與第二金屬層 133 之間。

有機金屬層 132 的材料可選自於由 Lithium quinolate (Liq), 鹼性醋酸鹽（alkali acetate salt）、鹼性氟化物（alkali fluoride）及其組合所構成的群組。本實施例中，有機金屬層 132 係以 Liq 為例說明，其功函數約 3.0 eV。此外，有機金屬層 132 的厚度介於約 10 Å 至 500 Å 之間或不限於此

範圍。較佳地，有機金屬層 132 的厚度小於 100 Å，本實施例之有機金屬層 132 的厚度係以約 10 Å 為例說明。

一般來說，向下發光的反置型有機發光二極體結構必須使用較厚的電子注入層，因此導致穿透度下降而影響光輸出。本實施例中，雖然有機發光二極體結構的形式係為向下發光的反置型，然可使用厚度薄的有機金屬層 132，如 10 Å 的厚度。

如第 1 圖所示，第二金屬層 133 形成於有機金屬層 132 上，第二金屬層 133 的導電性大於有機金屬層 132 的導電性，以提高電子注入結構 130 的整體導電性。

本實施例中，第二金屬層 133 係鋁（Al），其功函數約 4.2 eV。另一實施例中，第二金屬層 133 可以是功函數小於 4.5 eV 的其它純金屬或合金，例如銀、鈣鋁合金、鋰鋁合金、鎂銀合金。

第二金屬層 133 與第一金屬層 131 的總厚度小於 150 埃(Å)，其中第二金屬層 133 的厚度可小於第一金屬層 131 的厚度。本實施例中，第一金屬層 131 的厚度小於或約為 100 Å，而第二金屬層 133 的厚度小於或約為 50 Å。第一金屬層 131 的厚度及第二金屬層 133 的厚度可視其透光率而定，例如，當第二金屬層 133 的透光率較小時，其厚度可以較小，例如是至多 50 Å。本實施例中，第一金屬層 131 的厚度以約 10 Å，而第二金屬層 133 的厚度以約 20 Å 為例說明。

一般來說，向下發光的反置型有機發光二極體結構必須使用較厚的電子注入層，因此導致穿透度下降而影響光

輸出。本實施例中，雖然有機發光二極體結構的形式係為向下發光的反置型，然可使用厚度薄的第一金屬層 131 及第二金屬層 133，例如各別是 10 Å 及 20 Å 的厚度。

一實施例中，較佳但非限定地，第一金屬層 131 與第二金屬層 133 的透光率大於 50%。藉由設計第一金屬層 131 及第二金屬層 133 的材質及/或厚度，可獲得對應的透光率。

由於第二金屬層 133 及第一金屬層 131 的透光率被控制在一可接受範圍，故來自於發光層 150 的光線 L 大部分可穿透電子注入結構 130 而往外射出基板 110，藉以提升有機發光二極體結構 100 的發光效率。

如第 1 圖所示，電子傳輸層 140 形成於電子注入結構 130 上。一實施例中，電子傳輸層 140 的材料例如是 TPD 有機材料。

如第 1 圖所示，發光層 150 形成於電洞傳輸層 160 與電子傳輸層 140 之間。發光層 150 的發光材料可包含螢光及磷光兩類，其中螢光材料可由有機分子組成，而磷光材料可由重金屬原子所組成的錯合物組成。一實施例中，發光層 150 的材料例如是 DCJTB (DCJTB : 4-(dicyanomethylene)-2-tert-butyl-6-(1,1,7,7-tetramethyljulolidin-4-yl-vinyl)-4H-pyran)或 Alq3。

如第 1 圖所示，電洞傳輸層 160 形成於電洞注入層 170 上，並。一實施例中，電洞傳輸層 160 的材料例如是 NPB(NPB：N,N'-bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine) 有機材料。

如第 1 圖所示，電洞注入層 170 形成於正電極 180 上，

且位於正電極 180 與電洞傳輸層 160 之間。一實施例中，電洞注入層 170 的材料例如是 CuPc (CuPc：Phthalocyanine, copper-complex)、m-MTDATA (m-MTDATA：4,4',4"-Tris(3-methylphenylphenylamino)triphenylamine)、CFx (CFx：fluorocarbon)。

本實施例中，正電極 180 係反射電極，其具有反射光線的特性。正電極 180 的材料可以是純金屬或合金。

請參照第 2 圖，其繪示依照本發明另一實施例之有機發光二極體結構的剖視圖。本實施例之有機發光二極體結構 200 係以"向上發光的反置型有機發光二極體結構"為例說明。

有機發光二極體結構 200 包括基板 110、負電極 220、電子注入結構 130、電子傳輸層 140、發光層 150、電洞傳輸層 160、電洞注入層 170 及正電極 280。

本實施例中，負電極 220 係反射電極，而正電極 280 係透明電極，其中，負電極 220 的材料可相似於上述實施例之正電極 180（反射電極）。另一實施例中，負電極 220 可包括一透明材料層及一反射材料層，其中透明材料層例如是透明 ITO，而反射材料層例如是純金屬或合金，其可形成於基板 110 與透明 ITO 之間。正電極 280 的材料可相似於上述實施例之負電極 120(透明電極)，容此不再贅述。

本實施例中，來自於發光層 150 的光線 L 係經由正電極 280（透明電極）往外射出，故本實施例之電子注入結構 130 中各層的厚度並不受上述實施例（第 1 圖）所限制。本實施例之電子注入結構 130 的各層厚度可依據有機發光

二極體結構 200 的性能而定。

請參照第 3 圖，其繪示依照本發明再一實施例之有機發光二極體結構的剖視圖。本實施例之有機發光二極體結構 300 係以"向下發光的一般型有機發光二極體結構"為例說明。

有機發光二極體結構 300 包括基板 110、正電極 280、電洞注入層 170、電洞傳輸層 160、發光層 150、電子傳輸層 140、電子注入結構 130 及負電極 220。

本實施例中，負電極 220 的材料可相似於上述實施例之正電極 180（反射電極）。另一實施例中，負電極 220 可包括一透明材料層及一反射材料層，其中透明材料層例如是透明 ITO，其形成於反射材料層與電子注入結構 130 之間，而反射材料層例如是純金屬或合金。

本實施例中，正電極 280 形成於基板 110 上，且從基板 110 往上的層結構依序為正電極 280、電洞注入層 170、電洞傳輸層 160、發光層 150、電子傳輸層 140、電子注入結構 130 及負電極 220。

本實施例中，來自於發光層 150 的光線 L 大部分經由正電極 280（透明電極）往外射出，故本實施例之電子注入結構 130 中各層的厚度可不受上述實施例（第 1 圖）所限制。本實施例之電子注入結構 130 的各層厚度可依據有機發光二極體結構 300 的性能而定。

請參照第 4 圖，其繪示依照本發明又一實施例之有機發光二極體結構的剖視圖。本實施例之有機發光二極體結構 400 係以"向上發光的一般型有機發光二極體結構"為例

說明。

有機發光二極體結構 400 包括基板 110、正電極 180、電洞注入層 170、電洞傳輸層 160、發光層 150、電子傳輸層 140、電子注入結構 130 及負電極 120（透明電極）。

本實施例中，正電極 180 形成於基板 110 上，且從基板 110 往上的層結構依序為正電極 180、電洞注入層 170、電洞傳輸層 160、發光層 150、電子傳輸層 140、電子注入結構 130 及負電極 120。

本實施例中，電子注入結構 130 中各層的厚度可相似於上述第 1 圖之電子注入結構 130 的厚度特徵，且產生相似的功效，容此不再贅述。

請參照第 5 圖，其繪示本發明實施例之有機發光二極體結構的發光效率實驗結果圖。曲線 S1 表示有機發光二極體結構 100 的發光效率曲線，而曲線 S2 表示習知有機發光二極體結構的發光效率曲線。由圖可知，本發明實施例之有機發光二極體結構 100 及 200 的發光效率高於習知有機發光二極體結構。此外，其它有機發光二極體結構 300 及 400 相較於習知有機發光二極體結構具有相似的實驗結果。

請參照第 6 圖，其繪示本發明實施例之有機發光二極體結構的壽命實驗結果圖。第 6 圖中，縱軸待表亮度進行正規化（Normalize）後的數值，而橫軸代表壽命。曲線 S1 表示有機發光二極體結構 100 的壽命曲線，而曲線 S2 表示習知有機發光二極體結構的壽命曲線。

第 6 圖中，在 8 倍驅動電流（如 80 mA/cm^2）下進行加速測試，本實施例之有機發光二極體結構 100 的壽命

(lifetime)約 340 小時，而傳統有機發光二極體結構的壽命約 78 小時，顯然，有機發光二極體結構 100 及 200 的壽命至少高於傳統有機發光二極體結構的 4 倍以上。此外，其它有機發光二極體結構 300 及 400 相較於習知有機發光二極體結構具有相似的實驗結果。

請參照第 7 圖，其繪示依照本發明一實施例之顯示器的剖視圖。顯示器 10 包括有機發光二極體面板(AMOLED) 12、第二基板 14、濾光層 16 及封膠 18。

有機發光二極體面板 12 包括第一基板 110 及至少一有機發光二極體結構 100，其中有機發光二極體結構 100 形成於第一基板 110 上。另一實施例中，有機發光二極體結構 100 可以其它有機發光二極體結構 200、300 或 400 取代。

第二基板 14 與第一基板 110 相對設置。濾光層 16 形成於第一基板 110 與第二基板 14 之間，其中濾光層 16 可疊設第二基板 14 上，然不以此為限。封膠 18 可黏接第一基板 110 與第二基板 14。

本發明上述實施例所揭露之電子注入結構及應用其之有機發光二極體結構與顯示器，電子注入結構係一多層結構，兼顧小功函數及優良導電性之特性，可提升有機發光二極體結構的發光效率。此外，電子注入結構可適用於向下發光的反置型有機發光二極體結構、向上發光的反置型有機發光二極體結構、向下發光的一般型有機發光二極體結構及向上發光的一般型有機發光二極體結構。

綜上所述，雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。本發明所屬技術領域中具有通常知識

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】

第 1 圖繪示依照本發明一實施例之有機發光二極體結構的剖視圖。

第 2 圖繪示依照本發明另一實施例之有機發光二極體結構的剖視圖。

第 3 圖繪示依照本發明再一實施例之有機發光二極體結構的剖視圖。

第 4 圖繪示依照本發明又一實施例之有機發光二極體結構的剖視圖。

第 5 圖繪示本發明實施例之有機發光二極體結構的發光效率實驗結果圖。

第 6 圖繪示本發明實施例之有機發光二極體結構的壽命實驗結果圖。

第 7 圖繪示本發明一實施例之顯示器的剖視圖。

【主要元件符號說明】

10：顯示器

12：有機發光二極體面板

14：第二基板

16：濾光層

18：封膠

100、200、300、400：有機發光二極體結構

110：基板

120、220：負電極

130：電子注入結構

131：第一金屬層

132：有機金屬層

133：第二金屬層

140：電子傳輸層

150：發光層

160：電洞傳輸層

170：電洞注入層

180、280：正電極

L：光線

S1、S2：曲線

七、申請專利範圍：

1. 一種電子注入結構，形成於一有機發光二極體結構之一負電極上，且包括：

一第一金屬層，形成於該負電極上，該第一金屬層之一功函數小於該負電極之功函數；以及

一第二金屬層，一有機金屬層形成於該第二金屬層與該第一金屬層之間，該第二金屬層的導電性大於該有機金屬層的導電性。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之電子注入結構，其中該第一金屬層的該功函數小於 3.7 電子伏特。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之電子注入結構，其中該第一金屬層的材料選自於由鋰、鈉、鉀、銣、銫、鎂、鈣、鍶、鑭系元素及其組合所構成的群組。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之電子注入結構，其中該第二金屬層的功函數小於 4.5 電子伏特。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之電子注入結構，其中該第二金屬層的材料係鋁。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之電子注入結構，其中該負電極係透明材料。

7. 一種有機發光二極體結構，包括：

一負電極；

一電子注入結構，形成於該負電極上，且包括：

一第一金屬層，形成於該負電極上，該第一金屬層之一功函數小於該負電極之功函數；及

一第二金屬層，一有機金屬層形成於該第二金屬

層與該第一金屬層之間，該第二金屬層的導電性大於該有機金屬層的導電性；

一電子傳輸層，形成於該電子注入結構上；

一正電極；

一電洞注入層，形成於該正電極上；

一電洞傳輸層，形成於該電洞注入層上；以及

一發光層，形成於該電洞傳輸層與該電子傳輸層之間。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之有機發光二極體結構，其中該負電極係透明電極，而該正電極係反射電極。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之有機發光二極體結構，其中該負電極係反射電極，而該正電極係透明電極。

10. 如申請專利範圍第 7 項所述之有機發光二極體結構，其中該第一金屬層的該功函數小於 3.7 電子伏特。

11. 如申請專利範圍第 7 項所述之有機發光二極體結構，其中該第一金屬層的材料選自於由鋰、鈉、鉀、銣、銫、鎂、鈣、鍶、鑭系元素及其組合所構成的群組。

12. 如申請專利範圍第 7 項所述之有機發光二極體結構，其中該第二金屬層的功函數小於 4.5 電子伏特。

13. 如申請專利範圍第 7 項所述之有機發光二極體結構，其中該第二金屬層的材料係鋁。

14. 如申請專利範圍第 7 項所述之有機發光二極體結構，其中該負電極係透明材料。

15. 一種顯示器，包括：

一有機發光二極體面板，包括：

一第一基板；及

一如申請專利範圍第7項所述之有機發光二極體結構，形成於該第一基板上；

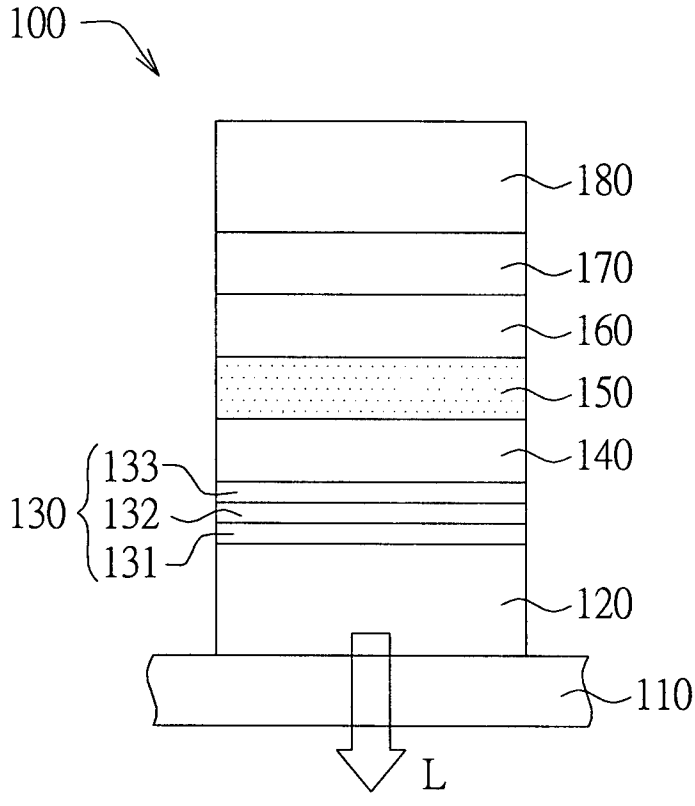
一第二基板，與該第一基板相對設置；以及

一濾光層，形成於該第一基板與該第二基板之間。

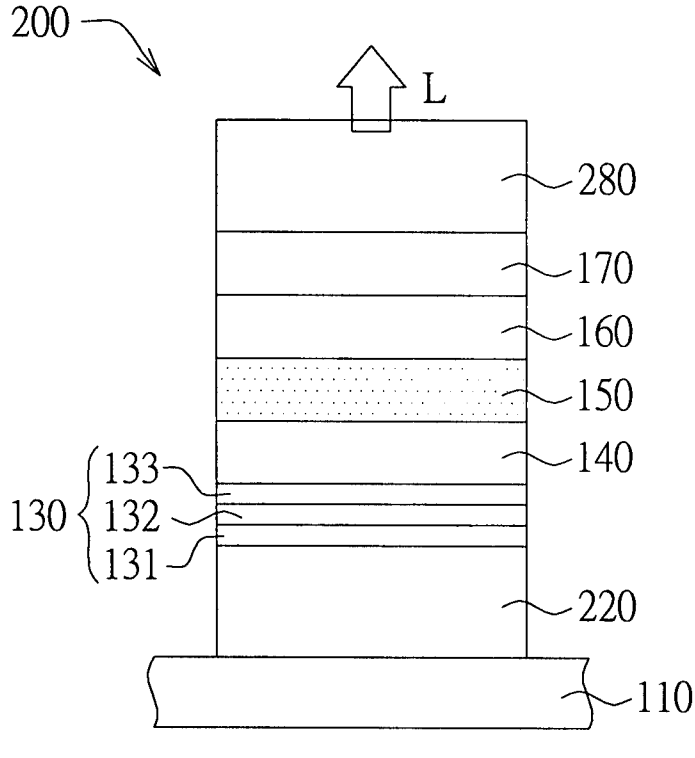
16. 如申請專利範圍第15項所述之顯示器，其中該濾光層係疊設於該第二基板。

17. 如申請專利範圍第15項所述之顯示器，其中，該負電極形成於該第一基板上。

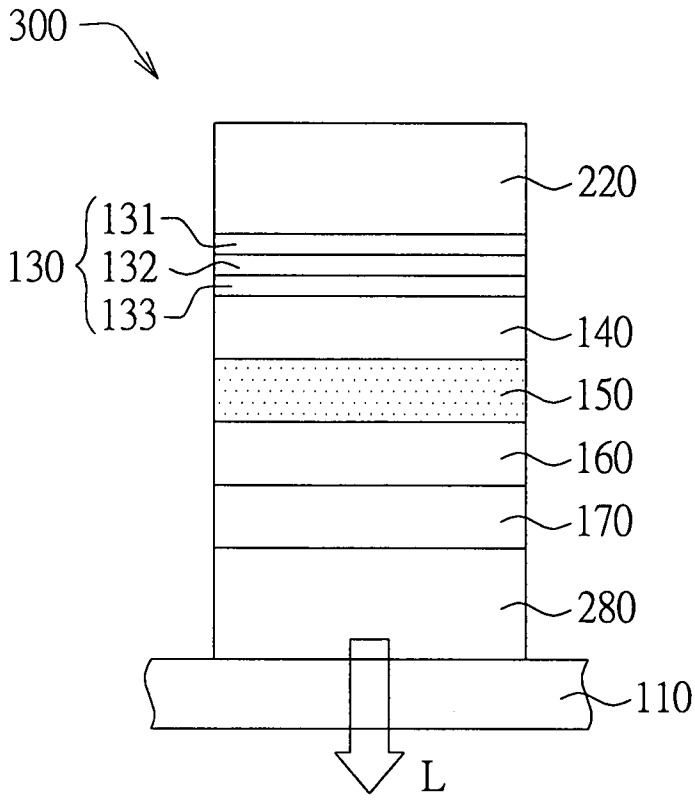
18. 如申請專利範圍第15項所述之顯示器，其中，該正電極形成於該第一基板上。


100
180
170
160
150
140
133
130
132
131
120
110
L

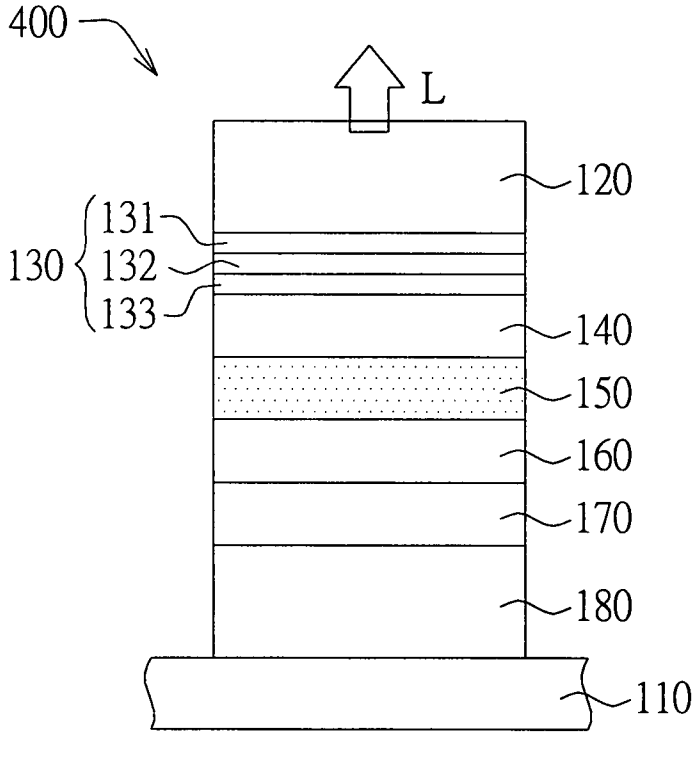
第 1 圖


200
L
280
170
160
150
140
133
130
132
131
220
110

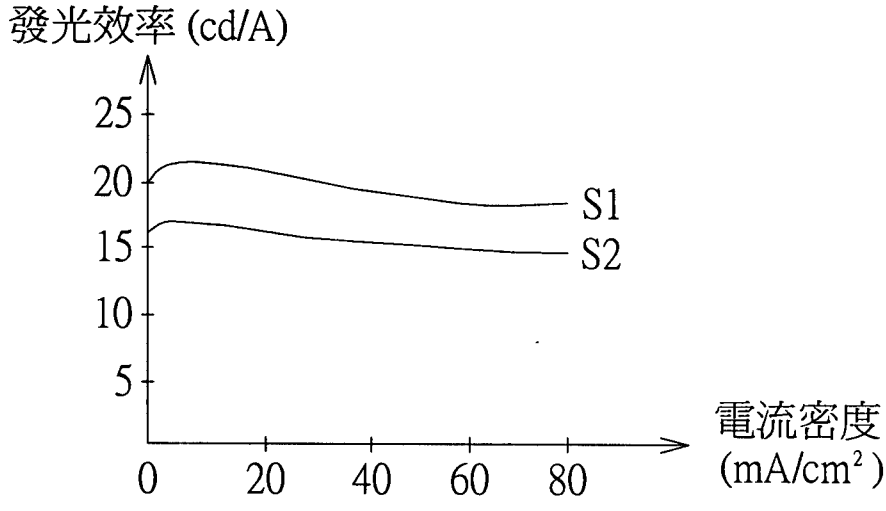
第 2 圖


300
220
131
130
132
133
140
150
160
170
280
110
L

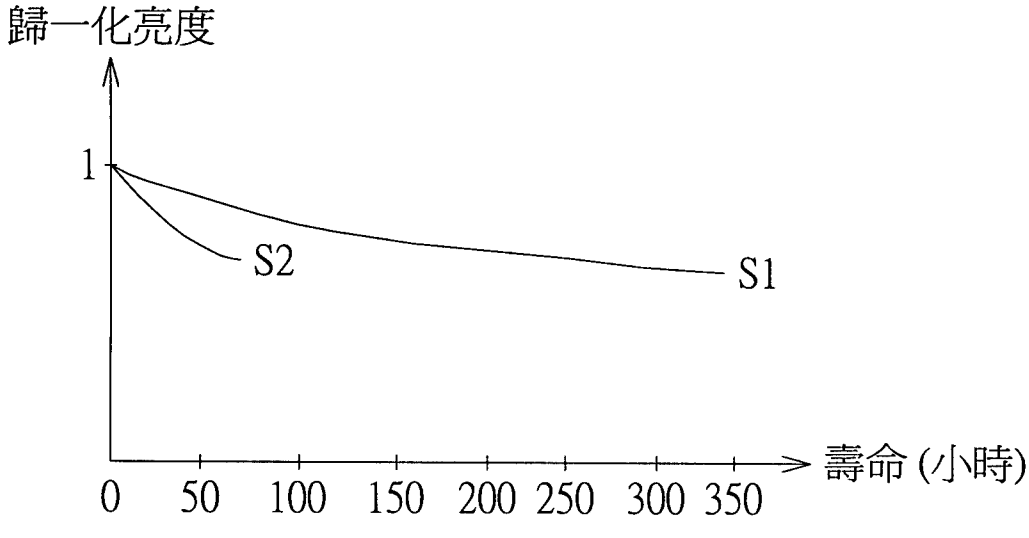
第 3 圖


400
L
120
131
130
132
133
140
150
160
170
180
110

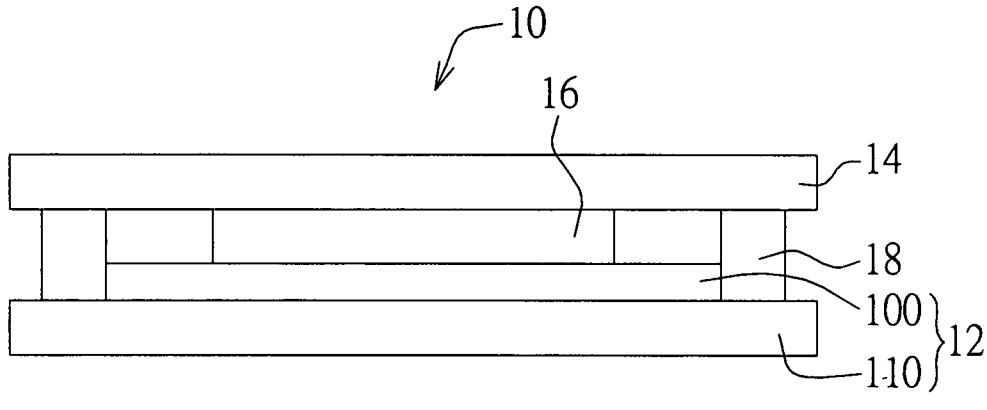
第 4 圖


發光效率 (cd/A)
25
20
15
10
5
S1
S2
0
20
40
60
80
電流密度
(mA/cm²)

第 5 圖


歸一化亮度
1
S2
S1
0
50
100
150
200
250
300
350
壽命 (小時)

第 6 圖



第 7 圖