



(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 I845018 B

(45) 公告日：中華民國 113 (2024) 年 06 月 11 日

(21) 申請案號：111143398

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 14 日

(51) Int. Cl. : C09K11/06 (2006.01)

C07F5/02 (2006.01)

H10K50/80 (2023.01)

H10K85/00 (2023.01)

(30) 優先權：2021/12/27 南韓

10-2021-0188257

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

(72) 發明人：安漢鎮 AHN, HAN-JIN (KR)；金慶宇 KIM, GYEONG-WOO (KR)；張志先 JANG, JI-SEON (KR)；任竣範 IM, JOON-BEOM (KR)；金浚演 KIM, JUN-YUN (KR)

(74) 代理人：侯德銘

(56) 參考文獻：

TW I641286

CN 110521013A

期刊 Lee, B. M., Kim, J., Yun, G. J., Kim, W. Y., & Mascher, P.
Study on hybrid blue organic light emitting diodes with step
controlled doping profiles in phosphorescent emitting layer.
Optical Materials 86 Elsevier B.V. 2018/12 498-504

審查人員：游瀚霆

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：9 共 64 頁

(54) 名稱

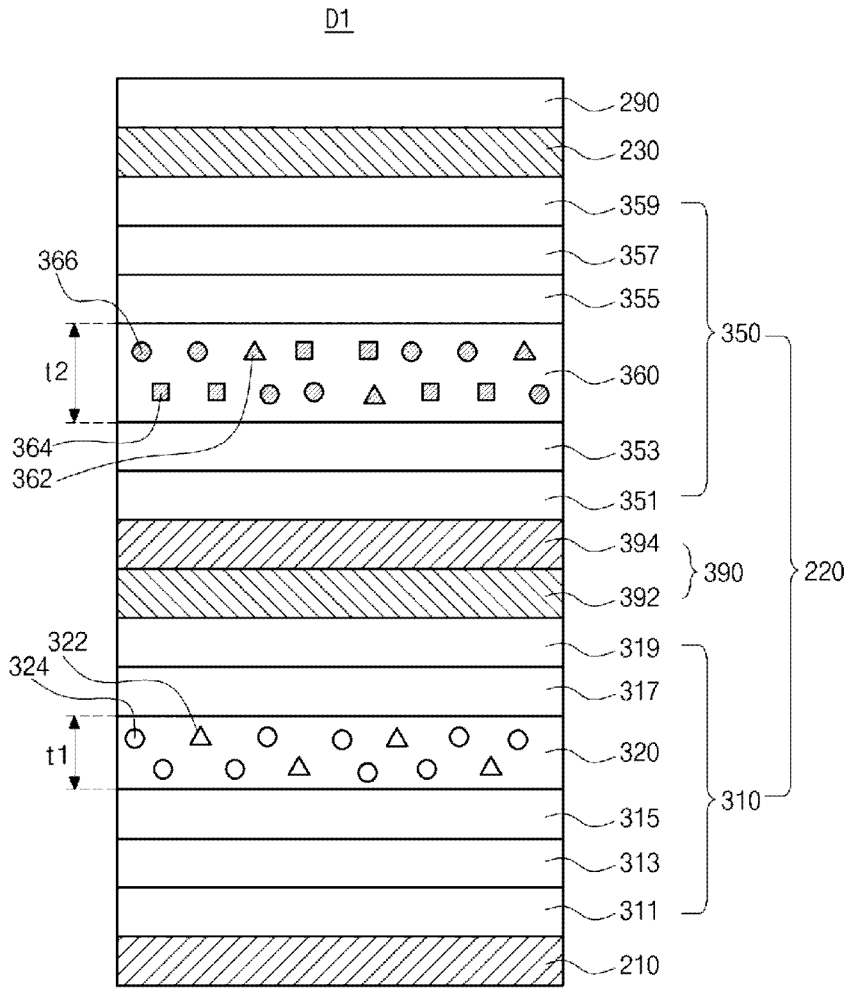
有機發光二極體及包含該有機發光二極體有機發光顯示裝置

(57) 摘要

一種有機發光二極體包括：反射電極；透明電極，面向該反射電極；第一發光部分，包含第一發光材料層，並位於該反射電極與該透明電極之間，該第一發光材料層為包括作為螢光摻雜劑的第四化合物的螢光發光層；以及第二發光部分，包含第二發光材料層，並位於該第一發光部分與該透明電極之間，該第二發光材料層為包括作為磷光摻雜劑的第一化合物的磷光發光層，其中，該第二發光材料層中之該磷光摻雜劑的第二發光峰強度與該第二發光材料層中之該磷光摻雜劑的第一發光峰強度的比值為 0.5 或以下。

An organic light emitting diode includes a reflective electrode; a transparent electrode facing the reflective electrode; a first emitting part including a first emitting material layer and positioned between the reflective electrode and the transparent electrode, the first emitting material layer being a fluorescent emitting layer comprising a fourth compound as a fluorescent dopant; and a second emitting part including a second emitting material layer and positioned between the first emitting part and the transparent electrode, the second emitting material layer being a phosphorescent emitting layer comprising a first compound as a phosphorescent dopant, wherein a ratio of a second emission peak intensity of the phosphorescent dopant in the second emitting material layer to a first emission peak intensity of the phosphorescent dopant in the second emitting material layer is 0.5 or less.

指定代表圖：



符號簡單說明：

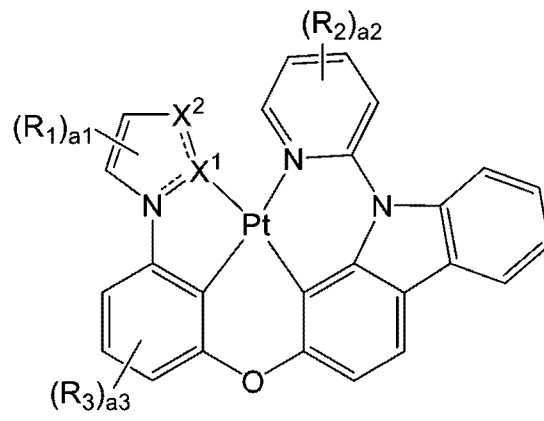
- 210:第一電極
- 220:有機發光層
- 230:第二電極
- 290:覆蓋層
- 310:第一發光部分
- 311:HIL
- 313:第一 HTL
- 315:第一 EBL
- 317:第一 HBL
- 319:第一 ETL
- 320:第一藍色 EML
- 322:第四化合物
- 324:第五化合物
- 350:第二發光部分
- 351:第二 HTL
- 353:第二 EBL
- 355:第二 HBL
- 357:第二 ETL
- 359:EIL
- 360:第二藍色 EML
- 362:第一化合物
- 364:第二化合物
- 366:第三化合物
- 390:CGL
- 392:N 型 CGL
- 394:P 型 CGL
- D1:有機發光二極體 (OLED)
- t1:第一厚度
- t2:第二厚度

【圖3】

特徵化學式：

I845018

TW I845018 B





公告本

I845018

【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顯示裝置

【英文發明名稱】

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

【中文】

一種有機發光二極體包括：反射電極；透明電極，面向該反射電極；第一發光部分，包含第一發光材料層，並位於該反射電極與該透明電極之間，該第一發光材料層為包括作為螢光摻雜劑的第四化合物的螢光發光層；以及第二發光部分，包含第二發光材料層，並位於該第一發光部分與該透明電極之間，該第二發光材料層為包括作為磷光摻雜劑的第一化合物的磷光發光層，其中，該第二發光材料層中之該磷光摻雜劑的第二發光峰強度與該第二發光材料層中之該磷光摻雜劑的第一發光峰強度的比值為0.5或以下。

【英文】

An organic light emitting diode includes a reflective electrode; a transparent electrode facing the reflective electrode; a first emitting part including a first emitting material layer and positioned between the reflective electrode and the transparent electrode, the first emitting material layer being a fluorescent emitting layer comprising a fourth compound as a fluorescent dopant; and a second emitting part including a second emitting material layer and positioned between the first emitting part and the transparent electrode, the second emitting material layer being a phosphorescent emitting layer comprising a first compound as a phosphorescent dopant, wherein a ratio of a second emission peak intensity of the phosphorescent dopant in the second emitting material layer to a first emission peak intensity of the phosphorescent dopant in the second emitting material layer is 0.5 or less.

【指定代表圖】

圖3

【代表圖之符號簡單說明】

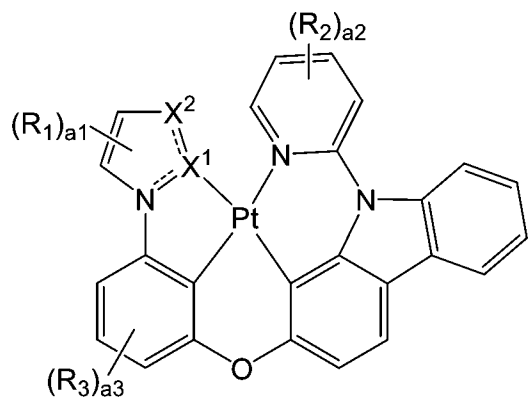
210:第一電極
220:有機發光層
230:第二電極
290:覆蓋層
310:第一發光部分
311:HIL
313:第一HTL
315:第一EBL
317:第一HBL
319:第一ETL
320:第一藍色EML
322:第四化合物
324:第五化合物
350:第二發光部分
351:第二HTL
353:第二EBL
355:第二HBL
357:第二ETL
359:EIL
360:第二藍色EML
362:第一化合物
364:第二化合物
366:第三化合物
390:CGL
392:N型CGL
394:P型CGL
D1:有機發光二極體 (OLED)

第 2 頁，共 3 頁(發明摘要)

t1:第一厚度

t2:第二厚度

【特徵化學式】



【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顯示裝置

【英文發明名稱】

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

【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種有機發光二極體，更具體地，涉及一種具有高顯示性能有機發光二極體及一種包含該有機發光二極體有機發光顯示裝置。

【先前技術】

【0002】 對具有小佔用區的平板顯示裝置的要求增加。在平板顯示裝置中，包含有機發光二極體（OLED）且可稱為有機電致發光裝置有機發光顯示裝置的技術得到了快速發展。

【0003】 OLED透過從作為電子注入電極的陰極向發光材料層注入電子且從作為電洞注入電極的陽極向發光材料層注入電洞、使電子與電洞結合、產生激子、以及將激子從激發態轉換為基態來發光。

【0004】 然而，先前技術的OLED在發光特性，例如驅動電壓、亮度、色純度和壽命方面存在限制。特別是，在藍色OLED方面存在很大的限制。

【發明內容】

【0005】 因此，本發明的實施方式涉及一種有機發光二極體（OLED）和一種有機發光顯示裝置，其基本上避免了與先前技術的限制和缺點相關的一個或多個問題。

【0006】 本發明的一個目的是提供一種具有高顯示性能的OLED和一種有機發光顯示裝置。

【0007】 附加特徵和態樣將在隨後的描述中闡述，並且將部分地從該描述中明顯看出，或者可以透過實踐本文提供的本發明的概念來獲知。本發明的概

念的其他特徵和態樣可以透過在說明書中特別指出的結構、或從其衍生出的結構、申請專利範圍以及所附圖式來實現和獲得。

【0008】 為了實現如本文所述之根據本發明實施方式的目的的這些和其他優點，本發明的一個態樣是一種有機發光二極體，包括：反射電極；透明電極，面向該反射電極；第一發光部分，包含第一發光材料層，並位於該反射電極與該透明電極之間，該第一發光材料層為包括作為螢光摻雜劑的第四化合物的螢光發光層；以及第二發光部分，包含第二發光材料層，並位於該第一發光部分與該透明電極之間，該第二發光材料層為包括作為磷光摻雜劑的第一化合物的磷光發光層，其中，該第二發光材料層中的該磷光摻雜劑的第二發光峰強度與該第二發光材料層中的該磷光摻雜劑的第一發光峰強度的比值為0.5或以下。

【0009】 本發明的另一態樣是一種有機發光顯示裝置，包括：基板；以及有機發光二極體，設置在該基板上或上方，該有機發光二極體包含：反射電極；透明電極，面向該反射電極；第一發光部分，包含第一發光材料層，並位於該反射電極與該透明電極之間，該第一發光材料層為包括作為螢光摻雜劑的第四化合物的螢光發光層；以及第二發光部分，包含第二發光材料層，並位於該第一發光部分與透明電極之間，該第二發光材料層為包括作為磷光摻雜劑的第一化合物的磷光發光層，其中，該第二發光材料層中的該磷光摻雜劑的第二發光峰強度與該第二發光材料層中的該磷光摻雜劑的第一發光峰強度的比值為0.5或以下。

【0010】 應當理解，前面的廣義描述和以下的詳細描述都是示例性和解釋性的，並且旨在提供對請求保護的發明概念的進一步說明。

【圖式簡單說明】

【0011】 被包含以提供對本發明的進一步理解並併入及構成本申請案的一部分的所附圖式係說明本發明的實施方式，並與描述一起用於解釋本發明的原理。

圖1為本發明的有機發光顯示裝置的電路示意圖。

圖2為根據本發明第一實施方式的有機發光顯示裝置的示意性剖面圖。

圖3為根據本發明第二實施方式的OLED的示意性剖面圖。

圖4為根據本發明第三實施方式的有機發光顯示裝置的示意性剖面圖。

圖5為根據本發明第四實施方式的有機發光顯示裝置的示意性剖面圖。

圖6為根據本發明第五實施方式的OLED的示意性剖面圖。

圖7A和圖7B為在比較例的OLED中使用的磷光化合物的PL光譜。

圖8A和圖8B為在本發明實施例的OLED中使用的磷光化合物的PL光譜。

圖9為在本發明實施例的OLED中使用的螢光化合物的PL光譜。

【實施方式】

【0012】 將詳細參照在所附圖式中示出的一些實施例和較佳實施方式。

【0013】 圖 1 為本發明的有機發光顯示裝置的電路示意圖。

【0014】 如圖 1 所示，有機發光顯示裝置包括：閘極線 GL；資料線 DL；電源線 PL；開關薄膜電晶體（TFT）Ts；驅動 TFT Td；儲存電容器 Cst；以及 OLED D。閘極線 GL 和資料線 DL 彼此交叉以界定像素區域 P。像素區域 P 可以包含：紅色像素區域；綠色像素區域；以及藍色像素區域。

【0015】 開關 TFT Ts 連接到閘極線 GL 和資料線 DL，而驅動 TFT Td 和儲存電容器 Cst 連接到開關 TFT Ts 和電源線 PL。OLED D 連接到驅動 TFT Td。

【0016】 在有機發光顯示裝置中，當開關TFT Ts由通過閘極線GL施加的閘極信號導通時，來自資料線DL的資料信號施加到驅動TFT Td的閘極電極和儲存電容器Cst的電極。

【0017】 當驅動TFT Td由資料信號導通時，電流從電源線PL供應給OLED D。因此，OLED D發光。在這種情況下，當驅動TFT Td導通時，確定了從電源線PL施加到OLED D的電流的位準，使得OLED D可以產生灰階。

【0018】 儲存電容器Cst用於在開關TFT Ts關斷時保持驅動TFT Td的閘極電極的電壓。因此，即使開關TFT Ts關斷，從電源線PL施加到OLED D的電流的位準也保持到下一幀。

【0019】 因此，有機發光顯示裝置顯示期望的影像。

【0020】 圖2為根據本發明第一實施方式的有機發光顯示裝置100的示意性剖面圖。

【0021】 如圖2所示，有機發光顯示裝置 100包括：基板 110；薄膜電晶體（TFT）Tr，位於基板 110上或上方；平坦化層 150，覆蓋TFT Tr；以及OLED D1，

位於平坦化層 150上並連接到TFT Tr。在基板 110上可以界定紅色像素區域、綠色像素區域和藍色像素區域。

【0022】 基板 110可以為玻璃基板或可撓性基板。例如，可撓性基板可以是聚醯亞胺（PI）基板、聚醚砜（PES）基板、聚萘二甲酸乙二醇酯（PEN）基板、聚對苯二甲酸乙二醇酯（PET）基板、和聚碳酸酯（PC）基板中的一種。

【0023】 緩衝層 122形成在基板 100上，而TFT Tr形成在緩衝層 122上。緩衝層 122可以省略。例如，緩衝層 122可以由無機絕緣材料例如氧化矽或氮化矽形成。

【0024】 半導體層 120形成在緩衝層 122上。半導體層 120可以包含氧化物半導體材料或多晶矽。

【0025】 當半導體層 120包含氧化物半導體材料時，可以在半導體層 120下方形成遮光圖案（圖未示出）。入射到半導體層 120的光被遮光圖案遮蔽或阻擋，如此可以防止半導體層 120的熱裂解。另一方面，當半導體層 120包含多晶矽時，可以將雜質摻雜到半導體層 120的兩側中。

【0026】 閘極絕緣層 124形成在半導體層 120上。閘極絕緣層 124可以由無機絕緣材料例如氧化矽或氮化矽形成。

【0027】 由導電材料例如金屬形成的閘極電極 130形成在閘極絕緣層 124上，以對應於半導體層 120的中心。在圖2中，閘極絕緣層 124形成在基板 110的整個表面上。或者，可以將閘極絕緣層 124圖案化以具有與閘極電極 130相同的形狀。

【0028】 層間絕緣層 132形成在閘極電極 130上及在基板 110的整個表面上方。層間絕緣層 132可以由無機絕緣材料例如氧化矽或氮化矽、或有機絕緣材料例如苯環丁烯或感光丙烯酸（photo-acryl）形成。

【0029】 層間絕緣層 132包含暴露半導體層 120兩側的第一接觸孔 134和第二接觸孔 136。第一接觸孔 134和第二接觸孔 136位於閘極電極 130的兩側，並與閘極電極 130間隔開。

【0030】 第一接觸孔 134和第二接觸孔 136形成穿過層間絕緣層 132和閘極絕緣層 124。或者，當將閘極絕緣層 124圖案化以具有與閘極電極 130相同的形狀時，第一接觸孔 134和第二接觸孔 136僅形成穿過層間絕緣層 132。

【0031】 由導電材料例如金屬形成的源極電極 144和汲極電極 146形成在層間絕緣層 132上。

【0032】 源極電極 144和汲極電極 146相對於閘極電極 130彼此間隔開，並分別通過第一接觸孔 134和第二接觸孔 136接觸半導體層 120的兩側。

【0033】 半導體層 120、閘極電極 130、源極電極 144和汲極電極 146構成 TFT Tr。TFT Tr用作驅動元件。即，TFT Tr是（圖1的）驅動TFT Td。

【0034】 在TFT Tr中，閘極電極 130、源極電極 144和汲極電極 146位於半導體層 120上方。即，TFT Tr具有共面結構。

【0035】 或者，在TFT Tr中，閘極電極可以位於半導體層下方，而源極電極和汲極電極可以位於半導體層上方，因此TFT Tr可以具有逆堆疊型結構（inverted staggered structure）。在這種情況下，半導體層可以包含非晶矽。

【0036】 儘管圖未示出，閘極線和資料線彼此交叉以界定像素區域，並且開關TFT Ts形成以連接到閘極線和資料線。開關TFT Ts連接到作為驅動元件的TFT Tr。此外，可以進一步形成：電源線，其可以形成以與閘極線和資料線中的一個平行且間隔開；以及儲存電容器，用於在一幀內保持TFT Tr的閘極電極的電壓。

【0037】 平坦化層 150形成在基板 110的整個表面上，以覆蓋源極電極 144和汲極電極 146。平坦化層 150提供平坦的頂表面，並具有汲極接觸孔 152，其暴露TFT Tr的汲極電極 146。

【0038】 OLED D1設置在平坦化層 150上，並包含：第一電極 210，其連接到TFT Tr的汲極電極 146；有機發光層 220；以及第二電極230。有機發光層 220和第二電極 230依序堆疊在第一電極 210上。OLED D1位於紅色像素區域、綠色像素區域和藍色像素區域的每一個中，並分別發出紅光、綠光和藍光。

【0039】 第一電極 210在各個像素區域中分開形成。第一電極 210可以是陽極，並可以包含：透明導電氧化物材料層，其可以由具有相對高功函數的導電材料例如透明導電氧化物（TCO）形成；以及反射層。即，第一電極 210可以是反射電極。

【0040】 或者，第一電極 210可以具有透明導電氧化物材料層的單層結構。即，第一電極 210可以是透明電極。

【0041】 例如，透明導電氧化物材料層可以由氧化銦錫（ITO）、氧化銦鋅（IZO）、氧化銦錫鋅（ITZO）、氧化錫（SnO）、氧化鋅（ZnO）、氧化銦銅（ICO）以及氧化鋁鋅（Al:ZnO，AZO）中的一種形成，而反射層可以由銀（Ag）、Ag與鈀（Pd）、銅（Cu）、銦（In）和釹（Nd）中的一種的合金、以及鋁-鈀-銅（APC）合金中的一種形成。例如，第一電極210可以具有ITO/Ag/ITO或ITO/APC/ITO的結構。

【0042】 此外，堤層 160形成在平坦化層 150上，以覆蓋第一電極 210的邊緣。即，堤層 160位於像素區域的邊界處，並暴露像素區域中的第一電極 210的中心。

【0043】 作為發光單元的有機發光層 220形成在第一電極 210上。在藍色像素區域中的OLED D1中，有機發光層 220包含：第一發光部分，包含第一藍色發光材料層（EML）；以及第二發光部分，包含第二藍色EML。即，有機發光層 220具有多層堆疊結構，使得OLED D1具有串聯結構。

【0044】 第一發光部分和第二發光部分中的每一個可以進一步包含電洞注入層（HIL）、電洞傳輸層（HTL）、電子阻擋層（EBL）、電洞阻擋層（HBL）、電子傳輸層（ETL）和電子注入層（EIL）中的至少一個，以具有多層結構。此外，有機發光層可以進一步包含在第一發光部分與第二發光部分之間的電荷產生層（CGL）。

【0045】 如下所述，在藍色像素區域中的OLED D1中，第一藍色EML是包含主體和螢光摻雜劑的螢光發光層，而第二藍色EML是包含第一主體、第二主體和磷光摻雜劑的磷光發光層。在這種情況下，作為磷光發光層的第二藍色EML設置為比作為螢光發光層的第一藍色EML更靠近作為透明（半透明）電極的第二電極 230，並且第一藍色EML和第二藍色EML滿足以下條件：第二EML中之第一化合物的第二發光峰強度與第二EML中之第一化合物的第一發光峰強度的比值「 I_{2nd}/I_{1st} 」為0.5或以下。因此，OLED D1在發光效率和壽命方面具有優勢。

【0046】 可以於室溫（即25°C）下在有機溶劑例如甲苯中測量發光峰強度。例如，可以使用第一化合物在具有濃度約 1×10^{-5} M的有機溶劑（例如甲苯）中的溶液。發光峰強度可以使用帶有光致發光檢測的螢光光譜儀，例如FS-5螢光光譜儀（Edinburgh Instruments）來測量。

【0047】 第二電極 230形成在其中形成有機發光層 220基板 110的上方。第二電極 230覆蓋顯示區域的整個表面，並可以由具有相對低功函數的導電材料形成以用作陰極。例如，第二電極230可以由鋁（Al）、鎂（Mg）、鈣（Ca）、銀（Ag）或它們的合金例如Mg-Ag合金（MgAg）形成。第二電極230可以具有例如10 nm至30 nm的薄剖面，從而是透明的（或半透明的）。

【0048】 儘管圖未示出，但是OLED D1可以進一步包含在第二電極 230上的覆蓋層。可以透過該覆蓋層進一步提高OLED D1的發光效率。

【0049】 封裝膜（或封裝層）170形成在第二電極 230上，以防止濕氣滲透到OLED D1中。封裝膜 170包含依序堆疊的第一無機絕緣層 172、有機絕緣層 174和第二無機絕緣層 176，但不限於此。

【0050】 儘管圖未示出，有機發光顯示裝置 100可以包含對應於紅色像素區域、綠色像素區域和藍色像素區域的濾色器。例如，該濾色器可以位於OLED D1或封裝膜 170上或上方。

【0051】 此外，有機發光顯示裝置 100可以進一步包含在封裝膜 170或濾色器上或上方的覆蓋窗（圖未示出）。在這種情況下，基板 110和覆蓋窗具有可撓特性，如此可以提供可撓性有機發光顯示裝置。

【0052】 圖3為根據本發明第二實施方式的OLED D1的示意性剖面圖。

【0053】 如圖3中所示，OLED D1包含：作為反射電極的第一電極 210；面向第一電極 210作為透明電極（或半透明電極）的第二電極 230；以及設置在它們之間有機發光層 220。有機發光層 220包含：第一發光部分 310，包含第一藍色EML 320；以及第二發光部分 350，包含第二藍色EML 360。並且有機發光層 220還可以包含在第一發光部分 310與第二發光部分 350之間的CGL 390。此外，OLED D1可以進一步包含用於增強（提高）發光效率的覆蓋層 290。

【0054】 有機發光顯示裝置可以包含：紅色像素區域；綠色像素區域；以及藍色像素區域，並且OLED D1位於藍色像素區域中。

【0055】 第一電極 210可以是陽極，而第二電極 230可以是陰極。第一電極210是反射電極，而第二電極 230是透明電極（或半透明電極）。例如，第一電極 210可以具有ITO/Ag/ITO的結構，而第二電極 230可以由MgAg或Al形成。在MgAg的第二電極 230中，Mg的摻雜量可以為約10 wt%。即，第一電極 210可以具有第一透光率，而第二電極 230可以具有大於第一透光率的第二透光率。

【0056】 第一發光部分 310可以進一步包含以下中的至少一個：第一HTL 313，位於第一藍色EML 320下方；以及第一ETL 319，位於第一藍色EML 320上。並且，第一發光部分 310還可以包含位於第一HTL 313下方的HIL 311。此外，第一發光部分 310可以進一步包含以下中的至少一個：第一EBL 315，位於第一藍色EML 320與第一HTL 313之間；以及第一HBL 317，位於第一藍色EML 320與第一ETL 319之間。

【0057】 第二發光部分 350可以進一步包含以下中的至少一個：第二HTL 351，位於第二藍色EML 360下方；以及第二ETL357，位於第二藍色EML 360上。並且第二發光部分 350還可以進一步包含位於第二ETL 357上的EIL 359。此外，第二發光部分 350可以進一步包含以下中的至少一個：第二EBL 353，位於第二藍色EML 360與第二HTL 351之間；以及第二HBL 355，位於第二藍色EML 360與第二ETL 357之間。

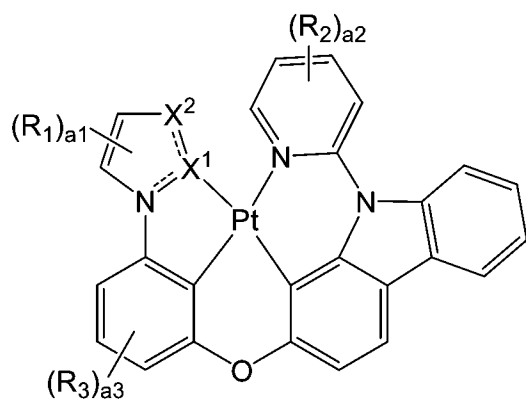
【0058】 CGL390位於第一發光部分 310與第二發光部分 350之間，並且第一發光部分 310和第二發光部分 350透過CGL 390連接。第一發光部分 310、CGL 390和第二發光部分 350依序堆疊在第一電極 210上。即，第一發光部分 310位於第一電極 210與CGL 390之間，而第二發光部分 350位於第二電極 230與CGL 390之間。

【0059】 CGL390可以是P-N接面型CGL，其包含N型CGL 392和P型CGL 394。N型CGL 392位於第一ETL 319與第二HTL351之間，而P型CGL 394位於N型CGL 392與第二HTL 351之間。N型CGL 392向第一發光部分 310的第一藍色EML 320提供電子，而P型CGL 394向第二發光部分 350的第二藍色EML 360提供電洞。

【0060】 作為磷光發光層的第二藍色EML 360包含：第一化合物 362；第二化合物 364；以及第三化合物 366。第一化合物 362是磷光發光體（摻雜劑），第二化合物 364是p型主體，例如第一主體，而第三化合物 366是n型主體，例如第二主體。

【0061】 第一化合物 362由式1表示。

[式1]



【0062】 在式1中， R_1 、 R_2 和 R_3 各自獨立地選自由取代或未取代的C1至C10烷基、取代或未取代的C6至C30芳基、以及取代或未取代的C5至C30雜芳基所組成的群組。 a_1 為0至2的整數， a_2 為0至4的整數， a_3 為0至3的整數。 X_1 是C或N， X_2 是 CR_4 或 NR_4 。 R_4 選自由氫、取代或未取代的C1至C10烷基、取代或未取代的C6至C30芳基、以及取代或未取代的C5至C30雜芳基所組成的群組。

【0063】 在本發明中，在沒有特別定義的情況下，烷基、芳基、雜芳基、伸芳基、伸雜芳基和芳胺基的取代基可以是氬（D）、C1至C10烷基、以及C6至C30芳基中的至少一種。本文中定義為「取代或未取代」的基團較佳是未取代的。

【0064】 描述為「取代或未取代」的基團可以被本文所定義的一個或多個基團所取代（在化合價允許的情況下）。

【0065】 在本發明中，C6至C30芳基（或C6至C30伸芳基）可以選自由以下所組成的群組：苯基、聯苯基、三聯苯基、萘基、蒽基、并環戊二烯基（pentalenyl）、茛基、茛并茛基、并環庚三烯基（heptalenyl）、聯苯烯基（biphenylenyl）、二環戊二烯并苯基（indacenyl）、菲基（phenanthrenyl）、苯并菲基、二苯并菲基、薹基、苾基、丙烯合苾基（fluoranthenyl）、三亞苯基（triphenylenyl）、蒽基（chrysenyl）、四苯基（tetraphenyl）、稠四苯基（tetracenylyl）、苾基、五苯基（pentaphenyl）、稠五苯基、苾基、茛并苾基、以及螺苾基。較佳地，芳基是苯基。

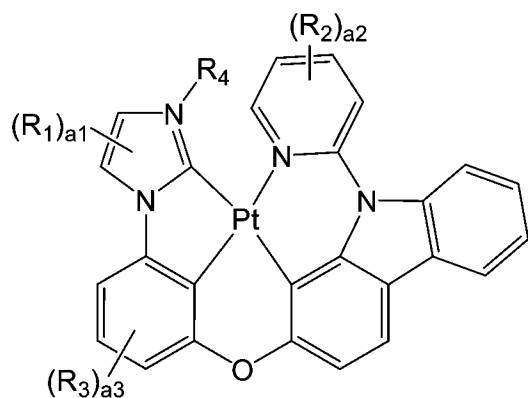
【0066】 在本發明中，C5至C30雜芳基（或C5至C30伸雜芳基）可以選自由以下所組成的群組：吡咯基、吡啶基、嘧啶基、吡嗪基、噁吡嗪基、三吡嗪基、四吡嗪基、咪唑基、吡唑基、吡啶基、異吡啶基、吡啶基、吡嗪基、吡啶基、吡嗪基、

唑基、苯并咪唑基、二苯并咪唑基、吡啶并咪唑基、茚并咪唑基、苯并呋喃并咪唑基、苯并噻吩并咪唑基、喹啉基、異喹啉基、吡嗪基、喹啉基、吡啶基、喹啉基、喹啉基 (quinoxalyl)、嘧啶基、苯并喹啉基、苯并異喹啉基、苯并喹啉基、苯并喹啉基、吡啶基、啡啶基、呋啶基 (perimidyl)、啡啶基、蝶啶基、噻啶基、呋喃基、噻吩基、噻唑基、噻二唑基、三唑基、二噻烷基 (dioxanyl)、苯并呋喃基、二苯并呋喃基、噻喃基、吡基、吡烯基、異吡烯基、噻吡基、苯硫基、苯并苯硫基、二苯并苯硫基、二呋喃并吡基、苯并呋喃并二苯并呋喃基、苯并噻吩并苯并苯硫基、苯并噻吩并二苯并苯硫基、苯并噻吩并苯并呋喃基、以及苯并噻吩并二苯并呋喃基。

【0067】 例如，在式1中， R_1 、 R_3 和 R_4 各自可以選自取代或未取代的C1至C10烷基，例如甲基或三級丁基；並且 R_2 可以選自取代或未取代的C1至C10烷基，例如三級丁基，或取代或未取代的C5至C30雜芳基，例如咪唑基。此外， a_1 、 a_2 和 a_3 中的至少一個可以是正整數。

【0068】 在式1中， X_1 可以是C， X_2 可以是 NR_4 。即，式1可以由式1a表示。

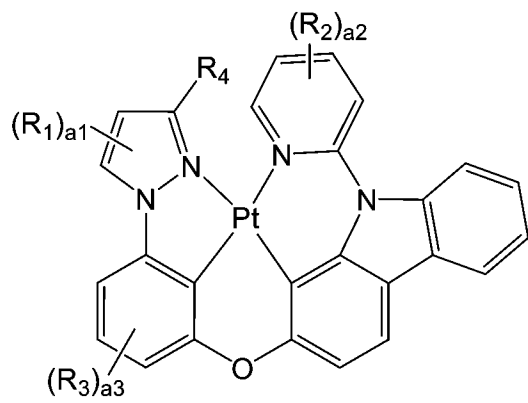
[式1a]



【0069】 在式1a中， R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 a_1 、 a_2 和 a_3 的定義與式1相同。

【0070】 或者，在式1中， X_1 可以是N， X_2 可以是 CR_4 。即，式1可以由式1b表示。

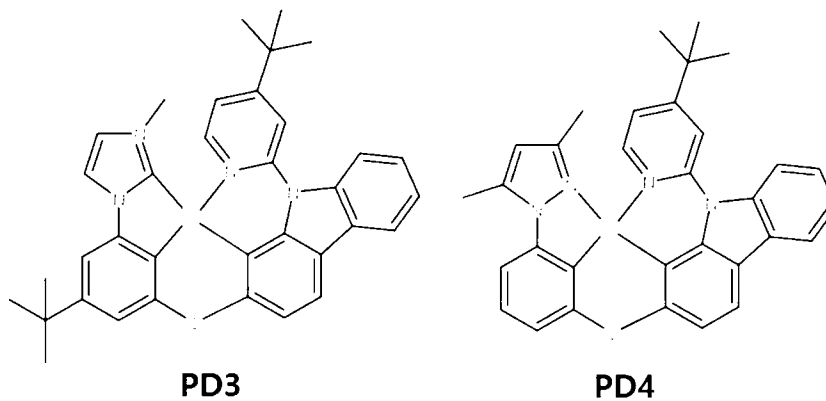
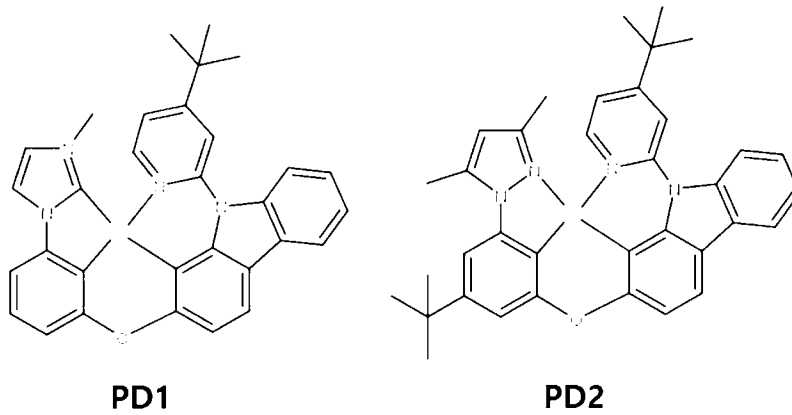
[式1b]

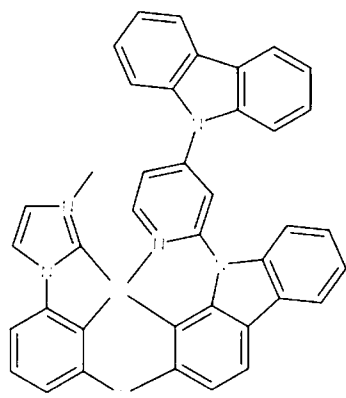


【0071】 在式1b中， R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 a_1 、 a_2 和 a_3 的定義與式1相同。

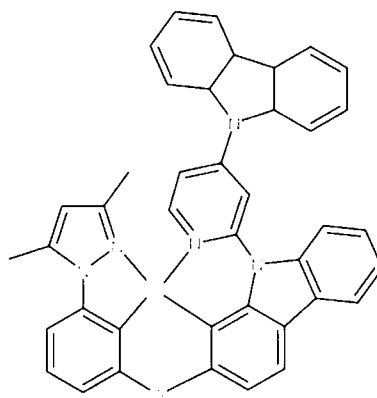
【0072】 例如，第一化合物362可以是式2的化合物中的一種。

[式2]





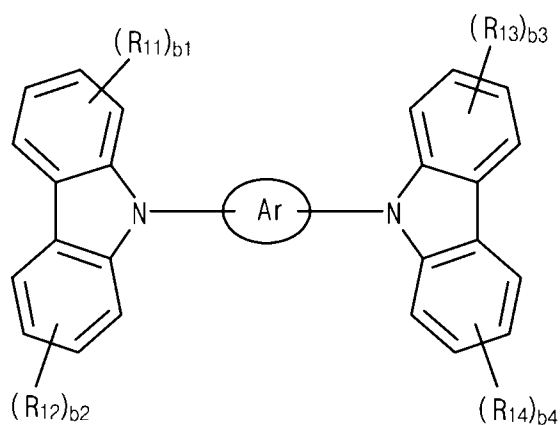
PD5



PD6

【0073】 第二化合物 364由式3表示。

[式3]

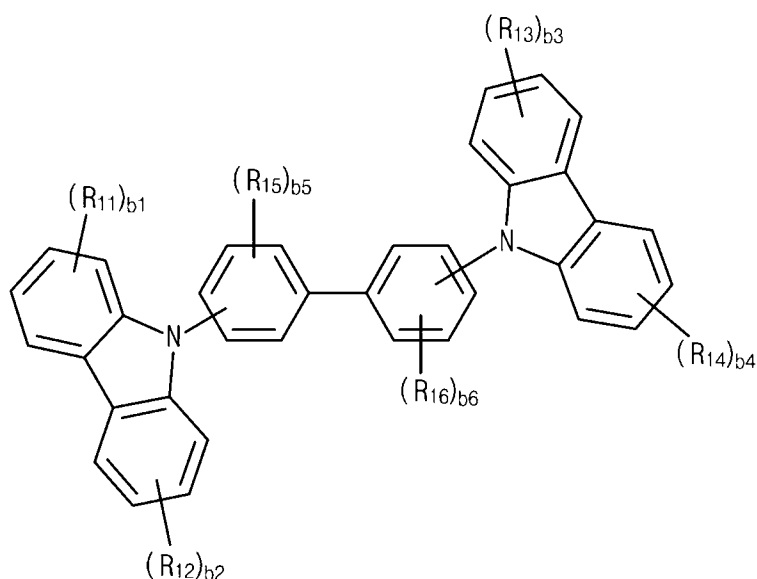


【0074】 在式3中，Ar選自由取代或未取代的C6至C30伸芳基、以及取代或未取代的C5至C30伸雜芳基所組成的群組。R₁₁、R₁₂、R₁₃和R₁₄各自獨立地選自由取代或未取代的C1至C10烷基、以及取代或未取代的C6至C30芳基所組成的群組，並且b₁、b₂、b₃和b₄各自獨立地為0至4的整數。

【0075】 例如，Ar可以是伸聯苯基和伸苯基中的一種。

【0076】 式3可以由式3a表示。

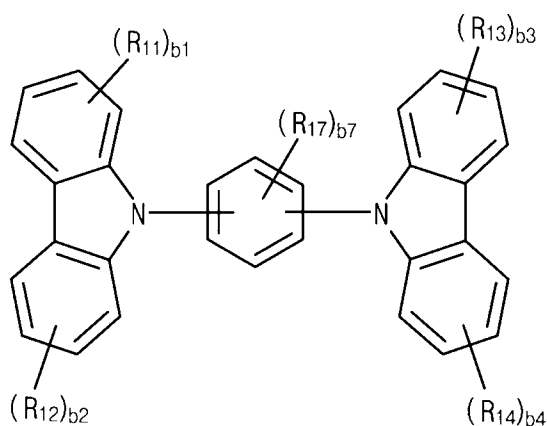
[式3a]



【0077】 在式3a中， R_{15} 和 R_{16} 各自獨立地選自由取代或未取代的C1至C10烷基、以及取代或未取代的C6至C30芳基所組成的群組，並且 b_5 和 b_6 各自獨立地為0至4的整數。 R_{11} 、 R_{12} 、 R_{13} 、 R_{14} 、 b_1 、 b_2 、 b_3 和 b_4 的定義與式3相同。

【0078】 或者，式3可以由式3b表示。

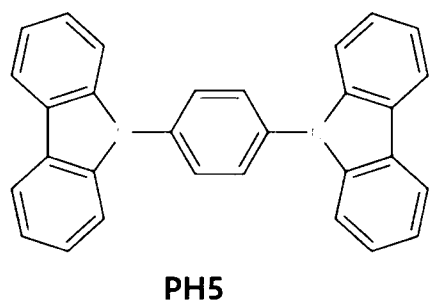
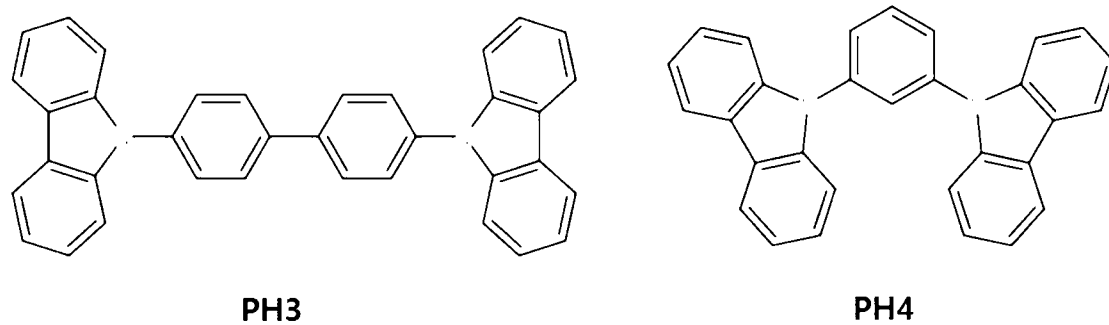
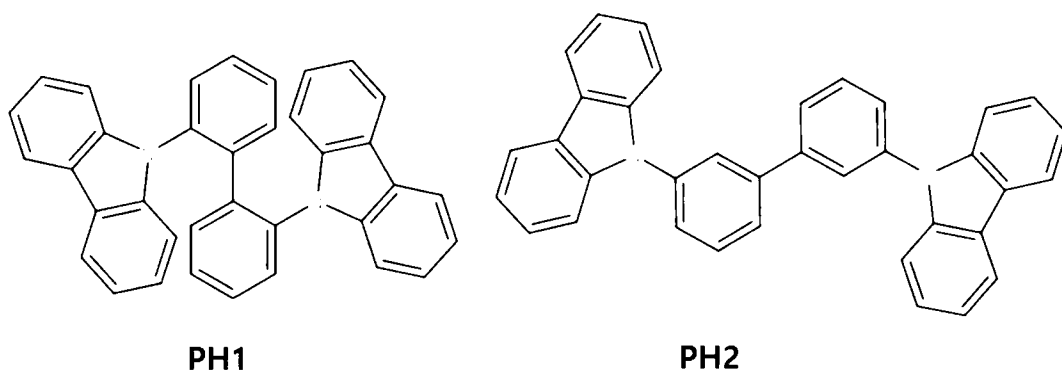
[式3b]



【0079】 在式3b中， R_{17} 選自由取代或未取代的C1至C10烷基、以及取代或未取代的C6至C30芳基所組成的群組，並且 b_7 為0至4的整數。 R_{11} 、 R_{12} 、 R_{13} 、 R_{14} 、 b_1 、 b_2 、 b_3 和 b_4 的定義與式3相同。

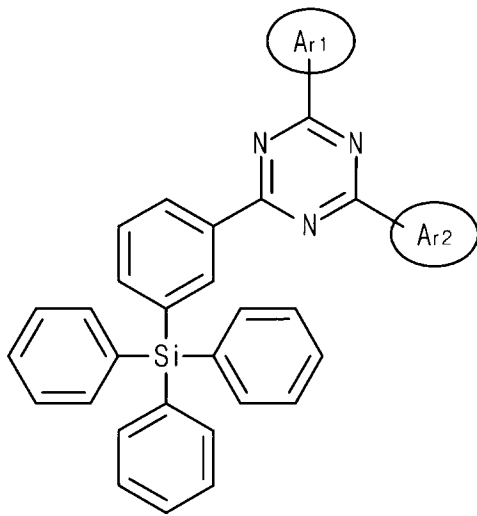
【0080】 例如，第二化合物364可以是式4的化合物中的一種。

[式4]



【0081】 第三化合物 366由式5表示。

[式5]

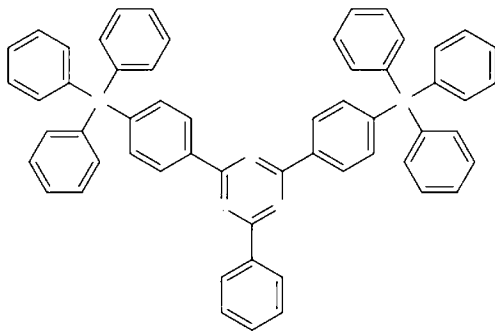


【0082】 在式5中， Ar_1 和 Ar_2 各自獨立地選自由取代或未取代的C6至C30芳基、以及取代或未取代的C5至C30雜芳基所組成的群組。

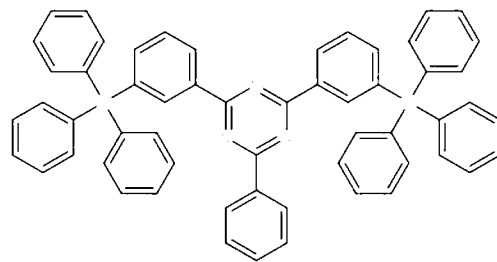
【0083】 例如， Ar_1 和 Ar_2 各自可以選自由苯基、(三苯基矽基)苯基、和呋啶基所組成的群組，並可以相同或不同。

【0084】 例如，第三化合物 366可以是式6的化合物中的一種。

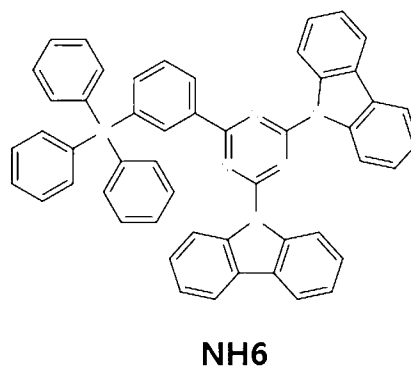
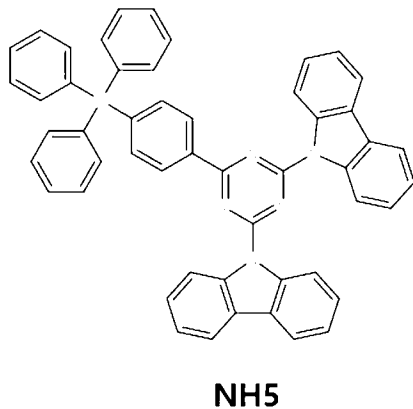
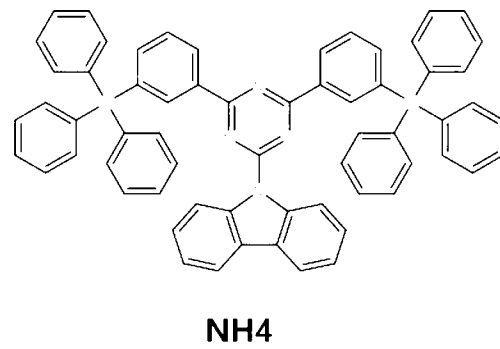
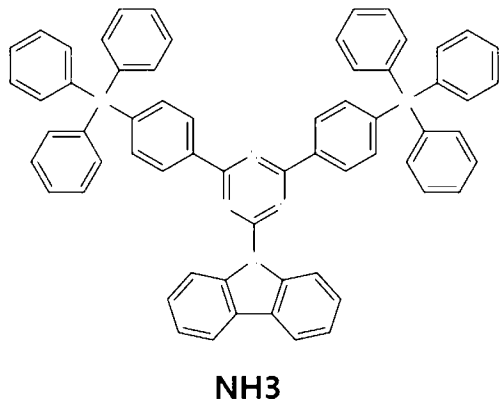
[式6]



NH1



NH2



【0085】 在第二藍色EML 360中，第二化合物 364的重量%和第三化合物 366的重量%中的每一個可以大於第一化合物 362的重量%，並且第二化合物 364重量%和第三化合物 366的重量%可以相同或不同。例如，相對於第二化合物 364或第三化合物 366，第一化合物 362的重量%可以為5至30。

【0086】 在第二藍色EML 360中，第二發光峰強度「 I_{2nd} 」與第一發光峰強度「 I_{1st} 」的比值「 I_{2nd}/I_{1st} 」可以為0.5或以下。即，在第一化合物 362中，第二發光峰強度與第一發光峰強度的比值相對較小。例如，在第一化合物 362中，第二發光峰強度「 I_{2nd} 」與第一發光峰強度「 I_{1st} 」的比值「 I_{2nd}/I_{1st} 」可以為0.5或以下。第一發光峰是指具有最大發光強度的峰，而第二發光峰是指具有第二大發光強度的峰。

【0087】 如上所述，作為磷光發光層的第二藍色EML 360設置為比作為螢光發光層的第一藍色EML 320更靠近作為透明電極的第二電極 230，並且第二藍色EML 360的第一化合物 362滿足以上條件。因此，在OLED D1中，腔效應增加（增強），並且亮度顯著提高。即，作為磷光發光層的第二藍色EML 360位於作為螢光發光層的第一藍色EML 320與作為透明電極的第二電極 230之間。

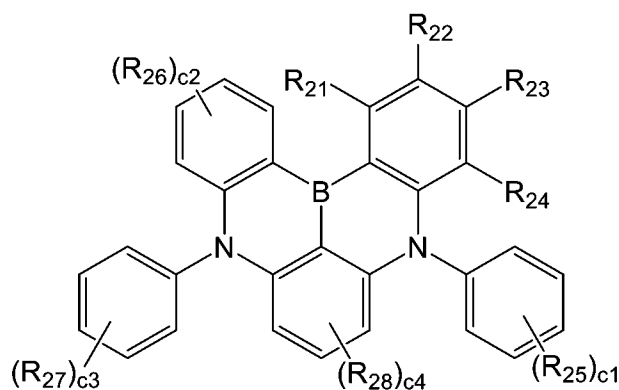
第 16 頁，共 41 頁(發明說明書)

【0088】 或者，當第一電極 210 是透明電極時，作為磷光發光層的第二藍色 EML 360 位於作為螢光發光層的第一藍色 EML 320 與作為透明電極的第一電極 210 之間。

【0089】 作為螢光發光層的第一藍色 EML 320 包含：第四化合物 322；以及第五化合物 324。第四化合物 322 是螢光發光體（摻雜劑），而第五化合物 324 是主體。

【0090】 第四化合物 322 由式 7 表示。

[式 7]

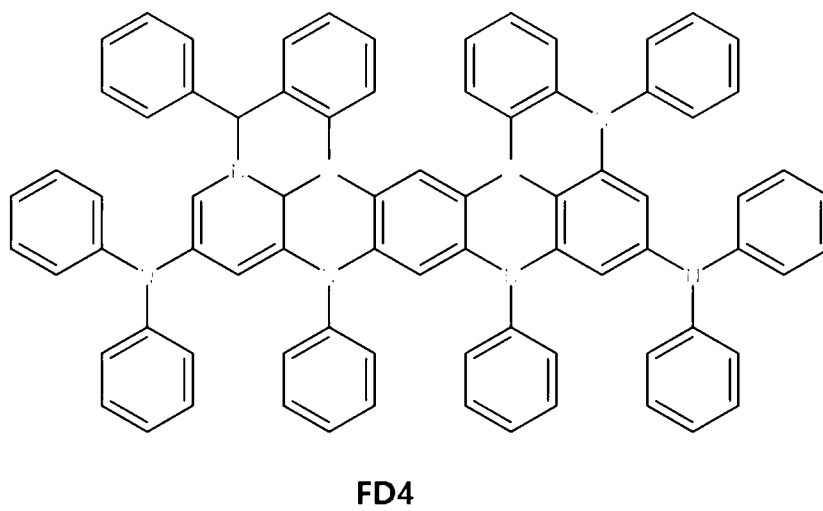
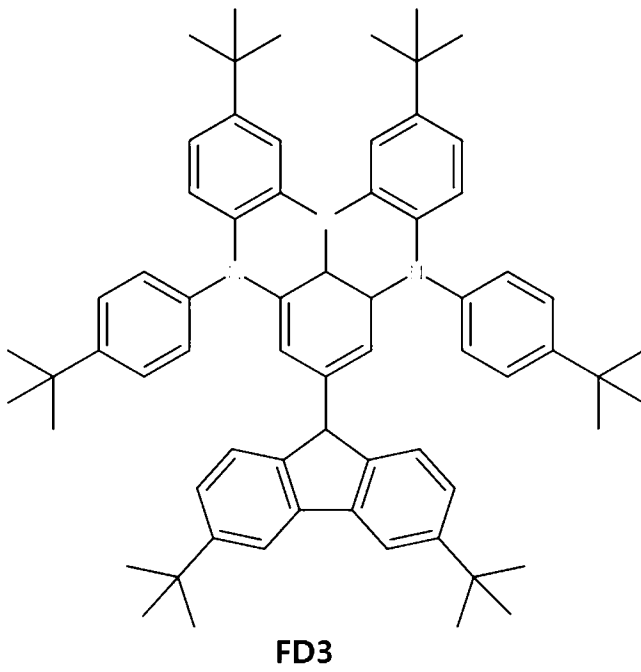
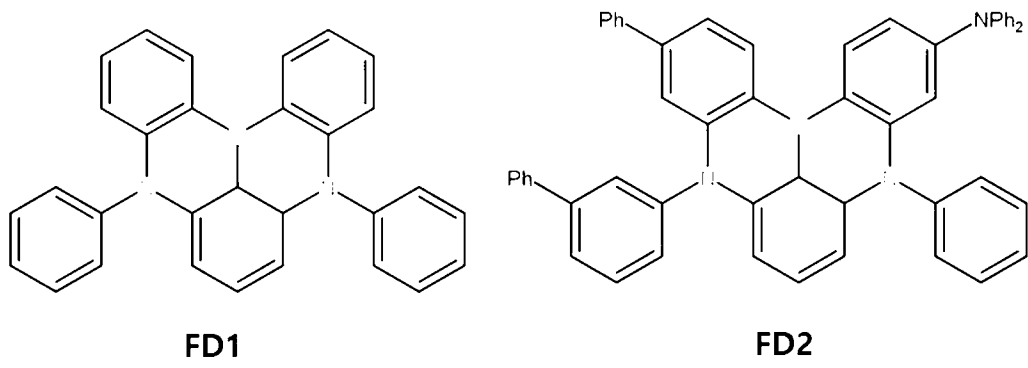


【0091】 在式 7 中， R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} 和 R_{24} 各自獨立地選自由氫、取代或未取代的 C1 至 C10 烷基、取代或未取代的 C6 至 C30 芳基、取代或未取代的 C5 至 C30 雜芳基、以及取代或未取代的 C6 至 C30 芳胺基所組成的群組；或者， R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} 和 R_{24} 中相鄰的兩個彼此連接（連結、接合、鍵結或結合），連同它們所連接的原子一起形成具有硼原子和氮原子的 6 至 30 員稠環，該稠環可選地進一步被一個或多個選自由取代或未取代的 C6 至 C30 芳基、以及取代或未取代的 C6 至 C30 芳胺基所組成的群組的取代基取代。 R_{25} 、 R_{26} 、 R_{27} 和 R_{28} 各自獨立地選自由取代或未取代的 C1 至 C10 烷基、取代或未取代的 C6 至 C30 芳基、取代或未取代的 C5 至 C30 雜芳基、以及取代或未取代的 C6 至 C30 芳胺基所組成的群組。 c_1 和 c_3 各自獨立地為 0 至 5 的整數， c_2 為 0 至 4 的整數， c_4 為 0 至 3 的整數。

【0092】 例如， R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} 和 R_{24} 各自可以獨立地選自由氫、取代或未取代的 C1 至 C10 烷基、以及取代或未取代的 C6 至 C30 芳胺基；或者，它們中相鄰的兩個，例如 R_{22} 和 R_{23} 可以彼此連接以形成具有硼原子和氮原子的稠環，該稠環可選地是被取代的。

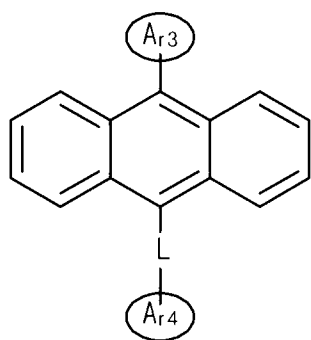
【0093】 例如，第四化合物 322 可以是式 8 的化合物中的一種。

[式8]



【0094】 第五化合物 324由式9表示。

[式9]

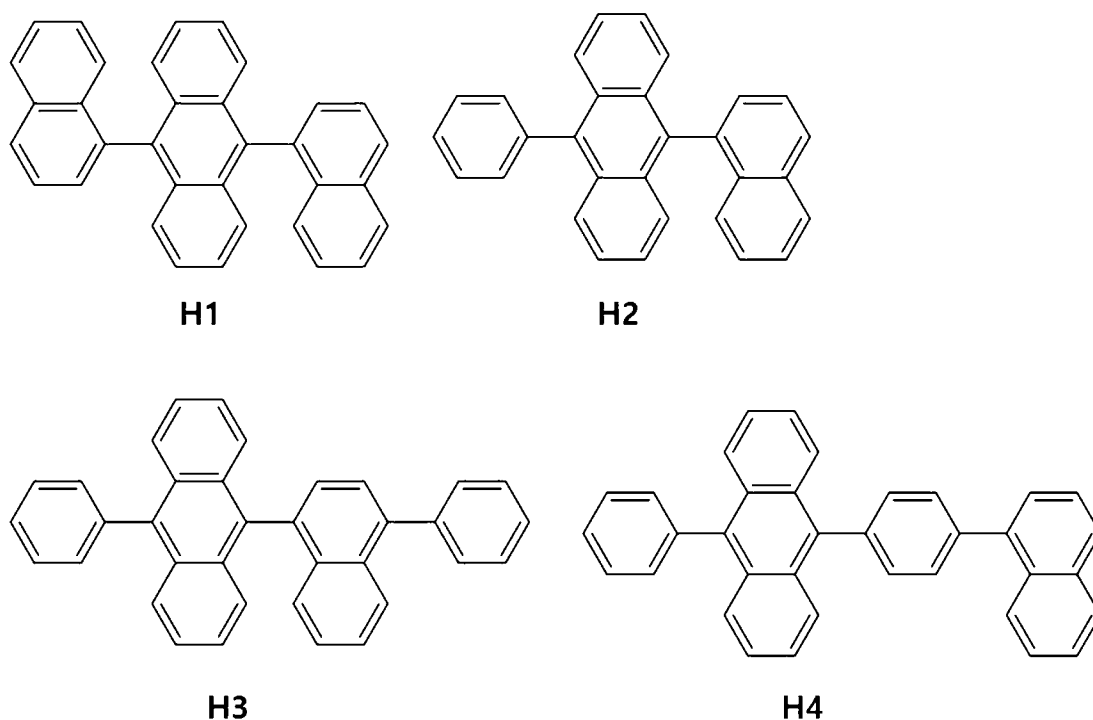


【0095】 在式9中， Ar_3 和 Ar_4 各自獨立地選自由取代或未取代的C6至C30芳基、以及取代或未取代的C5至C30雜芳基所組成的群組，並且L為單鍵或C6至C30伸芳基。

【0096】 例如， Ar_3 和 Ar_4 各自可以獨立地選自苯基、萘基、以及苯基萘基，並且L可以是單鍵或伸苯基。

【0097】 第五化合物 324可以是式10的化合物中的一種。

[式10]



【0098】 在第一藍色EML320中，第五化合物 324的重量%可以大於第四化合物 322的重量%。例如，相對於第五化合物 324，第四化合物 322的重量%可以為0.1至10。

【0099】 第一藍色EML 320中作為發光體的第四化合物 322的重量%可以小於第二藍色EML 360中作為發光體的第一化合物 362的重量%。

【0100】 第一藍色EML 320具有第一厚度 t_1 ，而第二藍色EML 360具有大於第一厚度 t_1 的第二厚度 t_2 。

【0101】 由於第一藍色EML 320中的電洞與電子的再結合區域存在於第一藍色EML 320與第一HBL 317之間的界面處，因此第一藍色EML 320的厚度相對較小以提供較強的腔效應。另一方面，由於第二藍色EML 360中的電洞與電子的再結合區域存在於第二藍色EML 360的中心處，因此第二藍色EML 360的厚度相對較大以增加OLED D1的壽命。

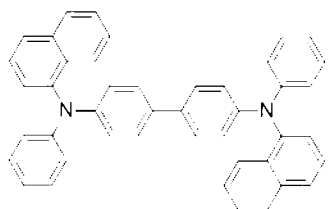
【0102】 第一厚度 t_1 與第二厚度 t_2 的比值「 t_1/t_2 」可以為約0.6或以下。例如，第一厚度 t_1 可以為10 nm或以上，且為30 nm或以下，第二厚度 t_2 可以為15 nm或以上，且為50 nm或以下。

【0103】 第一藍色EML 320的螢光摻雜劑的平均發光波長或最大發光波長與第二藍色EML 360的磷光摻雜劑的平均發光波長或最大發光波長之差可以為20 nm或以下。例如，第一藍色EML 320的平均發光波長和第二藍色EML 360的平均發光波長各自可以在450 nm至490 nm的範圍內。

【0104】 可以於室溫（即25°C）下在有機溶劑例如甲苯中測量發光波長。例如，可以使用螢光或磷光摻雜劑在具有濃度約 1×10^{-5} M的有機溶劑（例如甲苯）中的溶液。發光波長可以使用帶有光致發光檢測的螢光光譜儀，例如FS-5螢光光譜儀（Edinburgh Instruments）來測量。

【0105】 第一HTL 313和第二HTL 351各自可以包含式11的化合物。

[式11]



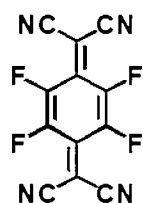
【0106】 或者，第一HTL 313和第二HTL 351各自可以包含選自由以下所組成的群組的一種化合物：N,N'-二苯基-N,N'-雙(3-甲基苯基)-1,1'-聯苯-4,4'-二胺（TPD）、NPB（NPD）、4,4'-雙(N-吡啶基)-1,1'-聯苯（CBP）、聚[N,N'-雙(4-丁基苯基)-N,N'-雙(苯基)-聯苯胺]（聚-TPD）、共聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二

基)/(4,4'-(N-(4-二級丁基苯基))二苯胺))](TFB)、二-[4-(N,N-二-對甲苯基-胺基)-苯基]環己烷(TAPC)、3,5-二(9H-咔唑-9-基)-N,N-二苯基苯胺(DCDPA)、N-(聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-(4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基)-9H-芴-2-胺、以及N-(聯苯-4-基)-N-(4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基)聯苯-4-胺。

【0107】 第一HTL 313和第二HTL 351各自可以具有10 nm至60 nm的厚度。第一HTL 313的厚度和第二HTL 351的厚度可以相同或不同。例如，第二HTL 351的厚度可以大於第一HTL 313的厚度。

【0108】 HIL 311可以包含式11的化合物和式12的化合物。在這種情況下，式12的化合物的摻雜量可以為約1 wt%至10 wt%。

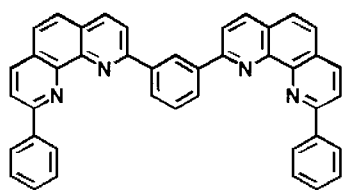
[式12]



【0109】 或者，HIL 311可以包含選自由以下所組成的群組的一種化合物：4,4',4''-三(3-甲基苯基胺基)三苯胺(MTDATA)、4,4',4''-三(N,N-二苯基-胺基)三苯胺(NATA)、4,4',4''-三(N-(萘-1-基)-N-苯基-胺基)三苯胺(1T-NATA)、4,4',4''-三(N-(萘-2-基)-N-苯基-胺基)三苯胺(2T-NATA)、銅酞青(CuPc)、三(4-咔唑-9-基-苯基)胺(TCTA)、N,N'-二苯基-N,N'-雙(1-萘基)-1,1'-聯苯-4,4''-二胺(NPB或NPD)、1,4,5,8,9,11-六氮雜三亞苯六脒(二吡啶[2,3-f:2'3'-h]喹啉啉-2,3,6,7,10,11-六脒(HAT-CN))、1,3,5-三[4-(二苯基胺基)苯基]苯(TDAPB)、聚(3,4-乙烯二氧噻吩)聚苯乙烯磺酸鹽(PEDOT/PSS)、以及N-(聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-(4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基)-9H-芴-2-胺。HIL311可以具有5 nm至20 nm的厚度。

【0110】 第一ETL 319和第二ETL 357各自可以包含式13的化合物。

[式13]



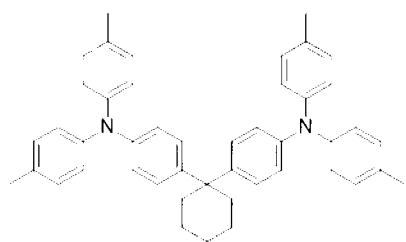
【0111】 或者，第一ETL 319和第二ETL 357各自可以包含選自由以下所組成的群組的一種化合物：三-(8-羥基喹啉)鋁 (Alq3)、2-聯苯-4-基-5-(4-三級丁基苯基)-1,3,4-噁二唑 (PBD)、螺-PBD、喹啉鋰 (Liq)、1,3,5-三(N-苯基苯并咪唑-2-基)苯 (TPBi)、雙(2-甲基-8-喹啉-N1,O8)-(1,1'-聯苯-4-醇)鋁 (BALq)、4,7-二苯基-1,10-啡啉 (Bphen)、2,9-雙(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-啡啉 (NBphen)、2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-啡啉 (BCP)、3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-三級丁基苯基-1,2,4-三唑 (TAZ)、4-(萘-1-基)-3,5-二苯基-4H-1,2,4-三唑 (NTAZ)、1,3,5-三(對-吡啶-3-基-苯基)苯 (TpPyPB)、2,4,6-三(3'-(吡啶-3-基)聯苯-3-基)1,3,5-三吡 (TmPPPyTz)、交替共聚[9,9-雙(3'-((N,N-二甲基)-N-乙基鎂)-丙基)-2,7-萘/2,7-(9,9-二辛基萘)] (PFNBr)、三(苯基喹啉) (TPQ)、以及二苯基-4-三苯基矽基-苯基磷氧化物 (TSPO1)。

【0112】 第一ETL 319和第二ETL 357各自可以具有5 nm至60 nm的厚度。例如，第一ETL 319的厚度可以小於第二ETL 357的厚度。

【0113】 EIL 359可以包含以下中的至少一種：鹵化鹼金屬物化合物，例如LiF、CsF、NaF或BaF₂；以及有機金屬化合物，例如Liq、苯甲酸鋰或硬脂酸鈉。EIL 359可以具有1 nm至10 nm的厚度。

【0114】 第一EBL 315和第二EBL 353各自可以包含式5的化合物、或式14的化合物例如TAPC。

[式14]



【0115】 例如，與第一藍色EML 320相鄰或接觸的第一EBL 315可以包含式14的化合物，而與第二藍色EML 360相鄰或接觸的第二EBL 353可以包含式5的化合物，其為第二藍色EML 360中的第三化合物 366。

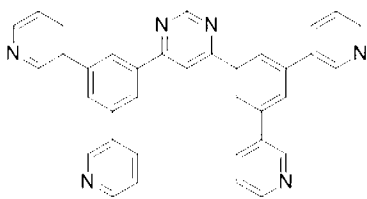
【0116】 或者，第一EBL 315和第二EBL 353各自可以包含選自由以下所組成的群組的一種化合物：TCTA、三[4-(二乙基胺基)苯基]胺、N-(聯苯-4-基)-9,9-二甲基-N-(4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基)-9H-萘-2-胺、TAPC、MTDATA、1,3-

雙(咪唑-9-基)苯 (mCP)、3,3'-雙(N-咪唑基)-1,1'-聯苯 (mCBP)、CuPc、N,N'-雙[4-(雙(3-甲基苯基)胺基)苯基]-N,N'-二苯基-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺 (DNTPD)、TDAPB、DCDPA、以及2,8-雙(9-苯基-9H-咪唑-3-基)二苯并[b,d]噻吩。

【0117】 第一EBL 315和第二EBL 353各自可以具有10 nm至30 nm的厚度。第一EBL 315的厚度可以小於第二EBL 353的厚度。

【0118】 第一HBL 317和第二HBL 355各自可以包含式3的化合物、或式15的化合物例如B3PYMPM。

[式15]



【0119】 例如，與第一藍色EML 320相鄰或接觸的第一HBL 317可以包含式15的化合物，而與第二藍色EML 360相鄰或接觸的第二HBL 355可以包含式3的化合物，其為第二藍色EML 360中的第二化合物 364。

【0120】 或者，第一HBL 317和第二HBL 355各自可以包含：BCP、BAIq、Alq3、PBD、螺-PBD、Liq、雙-4,6-(3,5-二-3-吡啶基苯基)-2-甲基嘧啶 (B3PYMPM)、雙[2-(二苯基膦基)苯基]醚氧化物 (DPEPO)、9-(6-9H-咪唑-9-基)吡啶-3-基)-9H-3,9'-雙咪唑、以及TSPO1。第一HBL 317和第二HBL 355各自可以具有1 nm至10 nm的厚度。第一HBL 317和第二HBL 355可以具有相同的厚度。

【0121】 N型CGL 392可以包含：主體，其可以是第一ETL 319和第二ETL 357的材料；以及n型摻雜劑。n型摻雜劑可以是鋰 (Li)，並且其摻雜量可以為0.1 wt%至10 wt%。

【0122】 P型CGL 394可以包含：主體，其可以是第一HTL 313和第二HTL 351的材料；以及p型摻雜劑。p型摻雜劑可以是式12的化合物，並且其摻雜量可以為5 wt%至20 wt%。

【0123】 N型CGL 392和P型CGL 394各自可以具有1 nm至20 nm的厚度。此外，N型CGL 392的厚度可以大於P型CGL 394的厚度。

【0124】 覆蓋層 290位於作為透明電極的第二電極 230上。例如，覆蓋層 290可以包含第一HTL 313和第二HTL 351的材料，並可以具有10 nm至100 nm的厚度。

【0125】 OLED D1包含：第一發光部分 310，包含螢光發光層；以及第二發光部分 350，包含磷光發光層，第二發光部分 350設置為更靠近透明電極。另外，在磷光發光層中，第二發光峰強度與第一發光峰強度的比值「 I_{2nd}/I_{1st} 」為0.5或以下。因此，OLED D1在發光效率和壽命方面具有優勢。

【0126】 此外，磷光發光層的厚度大於螢光發光層，使得OLED D1的壽命顯著增加。

【0127】 圖4為根據本發明第三實施方式的有機發光顯示裝置 400的示意性剖面圖。

【0128】 如圖4所示，有機發光顯示裝置 400包括：第一基板 410，其中界定紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP、及藍色像素區域 BP；第二基板 470，面向第一基板 410；OLED D1，位於第一基板 410與第二基板 470之間，並發出白光；以及色轉換層 480，位於OLED D1與第二基板 470之間。

【0129】 第一基板 410和第二基板 470各自可以是玻璃基板或可撓性基板。例如，第一基板 410和第二基板 470各自可以是聚醯亞胺（PI）基板、聚醚砜（PES）基板、聚萘二甲酸乙二醇酯（PEN）基板、聚對苯二甲酸乙二醇酯（PET）基板、或聚碳酸酯（PC）基板。

【0130】 對應於紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP和藍色像素區域 BP中的每一個的TFT Tr形成在第一基板 410上，並且形成鈍化層 450以覆蓋TFT Tr，該鈍化層 450具有暴露TFT Tr的電極例如汲極電極的汲極接觸孔 452。

【0131】 包含第一電極 210、有機發光層 220和第二電極 230的OLED D1形成在鈍化層 450上。在這種情況下，第一電極 210可以通過汲極接觸孔 452連接到TFT Tr的汲極電極。

【0132】 堤層466形成在鈍化層 450上並位於紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP和藍色像素區域 BP中的每一個的邊界處，以覆蓋第一電極 210的邊緣。

【0133】 OLED D1設置在紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP和藍色像素區域 BP的每一個中，並發出藍光。

【0134】 第一電極 210可以是陽極，而第二電極 230可以是陰極。第一電極 210是反射電極，而第二電極 230是透明電極（或半透明電極）。例如，第一電極 210可以具有ITO/Ag/ITO的結構，而第二電極 230可以由MgAg形成。

【0135】 有機發光層 220可以具有圖3中所示的結構。即，有機發光層 220包含：第一發光部分 310，包含第一藍色EML 320，即螢光發光層；以及第二發光部分 350，包含第二藍色EML 360，即磷光發光層，而作為磷光發光層的第二藍色EML 360設置為更靠近作為透明電極的第二電極 230。

【0136】 第二藍色 EML 360包含：由式1表示的第一化合物 362；由式3表示的第二化合物 364；以及由式5表示的第三化合物 366，而第一藍色EML 320包含：由式7表示的第四化合物 322；以及由式9表示的第五化合物 324。

【0137】 在第二藍色EML 360中，第二發光峰強度「 I_{2nd} 」與第一發光峰強度「 I_{1st} 」的比值「 I_{2nd}/I_{1st} 」可以為0.5或以下。即，在第一化合物 362中，第二發光峰強度與第一發光峰強度的比值相對較小。例如，在第一化合物 362中，第二發光峰強度「 I_{2nd} 」與第一發光峰強度「 I_{1st} 」的比值「 I_{2nd}/I_{1st} 」可以為0.5或以下。

【0138】 此外，第一藍色EML 320具有第一厚度 t_1 ，而第二藍色EML 360具有大於第一厚度 t_1 的第二厚度 t_2 。第一厚度 t_1 與第二厚度 t_2 的比值「 t_1/t_2 」可以為約0.6或以下。

【0139】 色轉換層 480包含：第一色轉換層 482，對應於紅色像素區域 RP；以及第二色轉換層 484，對應於綠色像素區域 GP。例如，色轉換層 480可以包含無機色轉換材料，例如量子點。

【0140】 來自OLED D1的藍光在紅色像素區域 RP中被第一色轉換層 482轉換成紅光，而來自OLED D1的藍光在綠色像素區域 GP中被第二色轉換層 484轉換成綠光。

【0141】 儘管圖未示出，但是可以在第二基板 470與色轉換層 480之間形成濾色器。例如，可以在第一色轉換層 482與第二基板 470之間形成紅色濾色器，並可以在第二色轉換層 484與第二基板 470之間形成綠色濾色器。

【0142】 因此，有機發光顯示裝置 400可以顯示全彩影像。

【0143】 另一方面，當來自OLED D1的光穿過第一基板 410時，將色轉換層 480設置在OLED D1與第一基板 410之間。在這種情況下，包含第二藍色EML

360即磷光發光層的第二發光部分 350設置為更靠近第一電極 210，而包含第一藍色EML 320即螢光發光層的第一發光部分310設置在第二發光部分 350與第二電極 230之間。

【0144】 在本發明的有機發光顯示裝置 400中，發出藍光的OLED D1設置在所有的紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP和藍色像素區域 BP中，並使用色轉換層 480以提供全彩影像。

【0145】 此外，在包含螢光發光層和磷光發光層的OLED D1中，磷光發光層中的磷光摻雜劑的第二發光峰強度與磷光發光層中的磷光摻雜劑的第一發光峰強度的比值「 I_{2nd}/I_{1st} 」可以為0.5或以下，使得有機發光顯示裝置 400在發光效率和壽命方面具有優勢。

【0146】 此外，磷光發光層的厚度大於螢光發光層的厚度，使得有機發光顯示裝置 400的壽命顯著增加。

【0147】 圖5為根據本發明第四實施方式的有機發光顯示裝置 500的示意性剖面圖；以及圖6為根據本發明第五實施方式的OLED D2的示意性剖面圖。

【0148】 如圖5中所示，有機發光顯示裝置500包括：第一基板 510，其中界定有紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP及藍色像素區域 BP；第二基板 570，面向第一基板510；OLED D2，位於第一基板 510與第二基板 570之間，並發出白光；以及濾色器層 580，位於OLED D2與第二基板 570之間。

【0149】 第一基板 510和第二基板 570各自可以是玻璃基板或可撓性基板。例如，第一基板 510和第二基板 570各自可以是聚醯亞胺（PI）基板、聚醚砜（PES）基板、聚萘二甲酸乙二酯（PEN）基板、聚對苯二甲酸乙二酯（PET）基板、或聚碳酸酯（PC）基板。

【0150】 緩衝層 520形成在第一基板 510上，並且對應於紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP和藍色像素區域 BP中的每一個的TFT Tr形成在緩衝層 520上。緩衝層 520可以省略。

【0151】 半導體層 522形成在緩衝層 520上。半導體層 522可以包含氧化物半導體材料或多晶矽。

【0152】 閘極絕緣層 524形成在緩衝層 522上。閘極絕緣層 524可以由無機絕緣材料例如氧化矽或氮化矽形成。

【0153】 由導電材料例如金屬形成的閘極電極 530形成在閘極絕緣層 524上以對應於半導體層 522的中心。

【0154】 由絕緣材料形成的層間絕緣層 532形成在閘極電極 530上。層間絕緣層 532可以由無機絕緣材料例如氧化矽或氮化矽、或有機絕緣材料例如苯環丁烯或感光丙烯酸（photo-acryl）形成。

【0155】 層間絕緣層 532包含暴露半導體層 522兩側的第一接觸孔 534和第二接觸孔 536。第一接觸孔 534和第二接觸孔 536位於閘極電極 530的兩側，並與閘極電極 530間隔開。

【0156】 由導電材料例如金屬形成的源極電極 540和汲極電極 542形成在層間絕緣層 532上。

【0157】 源極電極 540和汲極電極 542相對於閘極電極 530彼此間隔開，並且分別通過第一接觸孔 534和第二接觸孔 536接觸半導體層 522的兩側。

【0158】 半導體層 522、閘極電極 530、源極電極 540和汲極電極 542構成 TFT Tr。TFT Tr用作驅動元件。即，TFT Tr可以對應於（圖1的）驅動TFT Td。

【0159】 儘管圖未示出，閘極線和資料線彼此交叉以界定像素區域，並且開關TFT Ts形成為連接到閘極線和資料線。開關TFT Ts連接到作為驅動元件的TFT Tr。

【0160】 此外，可以進一步形成：電源線，其可以形成為與閘極線和資料線中的一條平行且間隔開；以及儲存電容器，用於在一幀內保持TFT Tr的閘極電極的電壓。

【0161】 形成鈍化層（平坦化層）550以覆蓋TFT Tr，該鈍化層 550包含暴露TFT Tr的汲極電極 542的汲極接觸孔 552。

【0162】 通過汲極接觸孔 552連接到TFT Tr的汲極電極 542的第一電極 610在各個像素區域中分開形成並位於鈍化層 550上。第一電極 610可以是陽極，並可以包含：透明導電氧化物材料層，其由具有相對高功函數的導電材料例如透明導電氧化物（TCO）材料形成；以及反射層。即，第一電極 610是反射電極。

【0163】 或者，第一電極 610可以具有透明導電氧化物材料層的單層結構。即，第一電極 610可以是透明電極。

【0164】 例如，透明導電氧化物材料層可以由氧化銦錫（ITO）、氧化銦鋅（IZO）、氧化銦錫鋅（ITZO）、氧化錫（SnO）、氧化鋅（ZnO）、氧化銦

銅 (ICO) 以及氧化鋁鋅 (Al:ZnO, AZO) 中的一種形成，並且反射層可以由銀 (Ag)、Ag與鈦 (Pd)、銅 (Cu)、銦 (In) 和釹 (Nd) 中的一種的合金、以及鋁-鈦-銅 (APC) 合金中的一種形成。例如，第一電極 610 可以具有 ITO/Ag/ITO 或 ITO/APC/ITO 的結構。

【0165】 堤層 566 形成在鈍化層 550 上以覆蓋第一電極 610 的邊緣。即，堤層 566 位於紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP 和藍色像素區域 BP 的邊界處，並暴露紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP 和藍色像素區域 BP 中的第一電極 610 的中心。堤層 566 可以省略。

【0166】 有機發光層 620 形成在第一電極 610 上，而第二電極 630 形成在包含有機發光層 620 的第一基板 510 上方。

【0167】 在有機發光顯示裝置 500 中，由於從有機發光層 620 發出的光通過第二電極 630 入射到濾色器層 580，因此第二電極 630 具有用於透射光的薄剖面。

【0168】 即，第二電極 630 設置在整個顯示區域上，並由具有相對低功函數的導電材料形成以用作陰極。例如，第二電極 630 可以由 Al、Mg、Ca、Ag 或它們的合金例如 MgAg 形成。第二電極 630 具有例如 10 nm 至 30 nm 的厚度的薄剖面，以具有透光（半透光）特性。

【0169】 第一電極 610、有機發光層 620 和第二電極 630 構成 OLED D2。此外，OLED D2 可以進一步包含覆蓋層 690（參見圖 6），用於增強光提取。

【0170】 參照圖 6，有機發光層 620 包含：第一發光部分 710，包含第一藍色 EML 720，即螢光發光層；第二發光部分 730，包含第二藍色 EML 740，即磷光發光層；以及第三發光部分 750，包含發出紅光和綠光的第三 EML 760。此外，有機發光層 620 可以進一步包含：第一 CGL 770，位於第一發光部分 710 與第三發光部分 750 之間；以及第二 CGL 780，位於第二發光部分 730 與第三發光部分 750 之間。

【0171】 有機發光顯示裝置 500 包括：紅色像素區域 RP；綠色像素區域 GP；以及藍色像素區域 BP，並且 OLED D2 在紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP 和藍色像素區域 BP 中發出白光。

【0172】 第一發光部分 710可以進一步包含以下中的至少一個：第一HTL 714，位於第一藍色EML720下方；以及第一ETL 716，位於第一藍色EML 720上。並且第一發光部分 710可以進一步包含位於第一HTL 714下方的HIL 712。

【0173】 儘管圖未示出，但是第一發光部分 710可以進一步包含以下中的至少一個：第一EBL，位於第一藍色EML 720與第一HTL 714之間；以及第一HBL，位於第一藍色 EML 720與第一ETL 716之間。

【0174】 第二發光部分 730可以進一步包含以下中的至少一個：第二HTL 732，位於第二藍色EML 740下方；以及第二ETL 734，位於第二藍色EML 740上。並且第二發光部分 730可以進一步包含位於第二ETL 734上的EIL 736。

【0175】 儘管圖未示出，但是第二發光部分 730可以進一步包含以下中的至少一個：第二EBL，位於第二藍色EML 740與第二HTL 732之間；以及第二HBL，位於第二藍色EML 740與第二ETL 734之間。

【0176】 在第三發光部分 750中，第三EML 760包括：紅色EML 762；以及綠色EML 764。綠色EML 764位於紅色EML 762與第二發光部分 730之間。此外，第三EML 760可以進一步包含黃綠色EML 766，位於紅色EML 762與綠色EML 764之間。

【0177】 紅色EML 762包含紅色主體和紅色摻雜劑，綠色EML 764包含綠色主體和綠色摻雜劑，而黃綠色EML 766包含黃綠色主體和黃綠色摻雜劑。紅色摻雜劑、綠色摻雜劑和黃綠色摻雜劑各自可以是螢光化合物、磷光化合物和延遲螢光化合物中的一種。

【0178】 第三發光部分 750可以進一步包含：第三HTL 752，位於第三EML 760下方；以及第三ETL 754，位於第三EML 760上。

【0179】 儘管圖未示出，但是第三發光部分 750可以進一步包含以下中的至少一個：第三EBL，位於第三EML 760與第三HTL 752之間；以及第三HBL，位於第三EML 760與第三ETL 754之間。

【0180】 第一CGL 770位於第一發光部分 710與第三發光部分 750之間，而第二CGL 780位於第二發光部分730與第三發光部分 750之間。即，第一發光部分 710、第一CGL 770、第三發光部分 750、第二CGL 780和第二發光部分 730依序堆疊在第一電極 610上。換句話說，第一發光部分 710位於第一電極 610與

第一CGL 770之間，第三發光部分 750位於第一CGL 770與第二CGL 780之間，並且第二發光部分 730位於第二CGL 780與第二電極 630之間。

【0181】 第一CGL 770可以是P-N接面CGL，其包含第一N型CGL 772和第一P型CGL 774，而第二CGL 780可以是P-N接面CGL，其包含第二N型CGL 782和第二P型CGL 784。

【0182】 在第一CGL 770中，第一N型CGL 772位於第一ETL 716與第三HTL 752之間，第一P型CGL 774位於第一N型CGL 772與第三HTL 752之間。

【0183】 在第二CGL 780中，第二N型CGL 782位於第三ETL 754與第二HTL 732之間，而第二P型CGL 784位於第二N型CGL 782與第二HTL 732之間。

【0184】 第二藍色 EML740包含：由式1表示的第一化合物 742；由式3表示的第二化合物 744；以及由式5表示的第三化合物 746，而第一藍色EML 720包含：由式7表示的第四化合物 722；以及由式9表示的第五化合物724。

【0185】 在第二藍色EML 740中，第二發光峰強度「 I_{2nd} 」與第一發光峰強度「 I_{1st} 」的比值「 I_{2nd}/I_{1st} 」可以為0.5或以下。即，在第一化合物 742中，第二發光峰強度與第一發光峰強度的比值相對較小。例如，在第一化合物 742中，第二發光峰強度「 I_{2nd} 」與第一發光峰強度「 I_{1st} 」的比值「 I_{2nd}/I_{1st} 」可以為0.5或以下。

【0186】 此外，第一藍色EML 720具有第一厚度 t_1 ，而第二藍色EML 740具有大於第一厚度 t_1 的第二厚度 t_2 。第一厚度 t_1 與第二厚度 t_2 的比值「 t_1/t_2 」可為約0.6或以下。

【0187】 重新參照圖5，濾色器層 580位於OLED D2上方，並包含分別對應於紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP和藍色像素區域 BP的紅色濾色器 582、綠色濾色器 584和藍色濾色器 586。

【0188】 紅色濾色器 582可以包含紅色染料和紅色顏料中的至少一種，綠色濾色器 584可以包含綠色染料和綠色顏料中的至少一種，藍色濾色器 586可以包含藍色染料和藍色顏料中的至少一種。

【0189】 儘管圖未示出，但是可以透過使用黏著層將濾色器層 580貼附到OLED D2。或者，可以直接將濾色器層 580直接形成在OLED D2上。

【0190】 可以形成封裝膜（圖未示出）以防止濕氣滲透到OLED D2中。例如，封裝膜可以包括依序堆疊的第一無機絕緣層、有機絕緣層和第二無機絕緣層，但不限於此。封裝膜可以省略。

【0191】 用於減少環境光反射的偏光板（圖未示出）可以設置在第二基板 570的外側上。例如，偏光板可以是圓偏光板。

【0192】 在圖5的OLED D2中，當來自有機發光層 620的光穿過第二電極 630時，將濾色器層 580設置在OLED D2上方。或者，當來自有機發光層 620的光穿過第一電極 610時，可以將濾色器層 580設置在OLED D2與第一基板 510之間。在這種情況下，包含第二藍色EML 740，即磷光發光層的第二發光部分730設置為更靠近第一電極 610，而包含第一藍色EML 720即螢光發光層的第一發光部分 710設置在第三發光部分 750與第二電極 630之間。

【0193】 可以在OLED D2與濾色器層 580之間形成色轉換層（圖未示出）。色轉換層可以包含分別對應於紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP和藍色像素區域 BP的紅色轉換層、綠色轉換層和藍色轉換層。紅色轉換層、綠色轉換層和藍色轉換層分別將來自OLED D2的白光轉換為紅光、綠光和藍光。例如，色轉換層可以包含量子點。因此，可以進一步提高有機發光顯示裝置 500的色純度。

【0194】 如上所述，在有機發光顯示裝置 500中，紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP和藍色像素區域 BP中的OLED D2發出白光，並且來自OLED D2的白光穿過紅色濾色器 582、綠色濾色器 584和藍色濾色器 586。因此，分別從紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP和藍色像素區域 BP提供紅光、綠光和藍光。

【0195】 在圖5中，發出白光的OLED D2用於顯示裝置。或者，OLED D2可以形成在不具有驅動元件和濾色器層中的至少一個的基板的整個表面上，以用於照明裝置。各自包含本發明的OLED D2的顯示裝置和照明裝置可以稱為有機發光裝置。

【0196】 在根據本發明的有機發光顯示裝置 500中，發出白光的OLED D2設置在紅色像素區域 RP、綠色像素區域 GP和藍色像素區域 BP中，並使用濾色器層 580以提供全彩影像。

【0197】 此外，在包含螢光發光層和設置以更靠近透明電極的磷光發光層的OLED D2中，磷光發光層中的磷光摻雜劑的第二發光峰強度與磷光發光層中

的磷光摻雜劑的第一發光峰強度的比值「 I_{2nd}/I_{1st} 」可以為0.5或以下，使得有機發光顯示裝置500在發光效率和壽命方面具有優勢。

【0198】 此外，磷光發光層的厚度大於螢光發光層的厚度，使得有機發光顯示裝置 500的壽命顯著增加。

[OLED]

【0199】 依序沉積：陽極（ITO (7 nm) / Ag (10 nm) / ITO (7 nm)）；HIL（式11的化合物和式12的化合物 (5 wt%)，10nm）；第一HTL（式11的化合物，20 nm）；第一EBL（式14的化合物，15 nm）；第一EML；第一HBL（式15的化合物，5 nm）；第一ETL（式13的化合物，10 nm）；N型CGL（式13的化合物和Li (1 wt%)，10 nm）；P型CGL（式11的化合物和式12的化合物 (15 wt%)，5 nm）；第二HTL（式11的化合物）；第二EBL（式6的化合物NH3，20 nm）；第二EML；第二HBL（式4的化合物PH1，5 nm）；第二ETL（式13的化合物，45 nm）；EIL（LiF，2 nm）；陰極（AgMg (Mg = 10 wt%)，10 nm）；以及覆蓋層（式11的化合物，65 nm），以形成OLED。

1. 比較例

(1) 比較例1 (Ref1)

【0200】 使用式8的化合物FD1 (2 wt%) 和式10的化合物H1 (98 wt%) 以形成第一EML (20 nm) 和第二EML (20 nm)。以12.5 nm的厚度形成第二HTL。

(2) 比較例2 (Ref2)

【0201】 使用式2的化合物PD3 (12 wt%)、式4的化合物PH1 (44 wt%) 和式6的化合物NH3 (44 wt%) 以形成第一EML (20 nm) 和第二EML (20 nm)。以42.5 nm的厚度形成第二HTL。

(3) 比較例3 (Ref3)

【0202】 使用式2的化合物PD3 (12 wt%)、式4的化合物PH1 (44 wt%) 和式6的化合物NH3 (44 wt%) 以形成第一EML (20 nm)；以及使用式8的化合物FD1 (2 wt%) 和式10的化合物H1 (98 wt%) 形成第二EML (20 nm)。以27.5nm 的厚度形成第二HTL。

(4) 比較例4 (Ref4)

【0203】 使用式8的化合物FD1 (2 wt%) 和式10的化合物H1 (98 wt%) 以形成第一EML (20 nm)；以及使用式16的化合物 (12 wt%)、式4的化合物

PH1 (44 wt%) 和式6的化合物NH3 (44 wt%) 以形成第二EML (20 nm)。以30 nm的厚度形成第二HTL。

(5) 比較例5 (Ref5)

【0204】 使用式8的化合物FD1 (2 wt%) 和式10的化合物H1 (98 wt%) 以形成第一EML (20 nm)；以及使用式17的化合物 (12 wt%)、式4的化合物PH1 (44 wt%) 和式6的化合物NH3 (44 wt%) 以形成第二EML (20 nm)。以30 nm的厚度形成第二HTL。

2. 實施例

(1) 實施例1 (Ex1)

【0205】 使用式8的化合物FD1 (2 wt%) 和式10的化合物H1 (98 wt%) 以形成第一EML (20 nm)；以及使用式2的化合物PD3 (12 wt%)、式4的化合物PH1 (44 wt%) 和式6的化合物NH3 (44 wt%) 以形成第二EML (20 nm)。以27.5nm的厚度形成第二HTL。

(2) 實施例2 (Ex2)

【0206】 使用式8的化合物FD1 (2 wt%) 和式10的化合物H1 (98 wt%) 以形成第一EML (20 nm)；以及使用式2的化合物PD3 (12 wt%)、式4的化合物PH1 (44 wt%) 和式6的化合物NH3 (44 wt%) 以形成第二EML (25 nm)。以27.5nm的厚度形成第二HTL。

(3) 實施例3 (Ex3)

【0207】 使用式8的化合物FD1 (2 wt%) 和式10的化合物H1 (98 wt%) 以形成第一EML (17.5 nm)；以及使用式2的化合物PD3 (12 wt%)、式4的化合物PH1 (44 wt%) 和式6的化合物NH3 (44 wt%) 以形成第二EML (25 nm)。以27.5nm的厚度形成第二HTL。

(4) 實施例4 (Ex4)

【0208】 使用式8的化合物FD1 (2 wt%) 和式10的化合物H1 (98 wt%) 以形成第一EML (15 nm)；以及使用式2的化合物PD3 (12 wt%)、式4的化合物PH1 (44 wt%) 和式6的化合物NH3 (44 wt%) 以形成第二EML (25 nm)。以27.5nm的厚度形成第二HTL。

(5) 實施例5 (Ex5)

【0209】 使用式8的化合物FD1 (2 wt%) 和式10的化合物H1 (98 wt%) 以形成第一EML (15 nm) ; 以及使用式2的化合物PD3 (12 wt%) 、式4的化合物PH1 (44 wt%) 和式6的化合物NH3 (44 wt%) 以形成第二EML (30 nm) 。以27.5nm的厚度形成第二HTL。

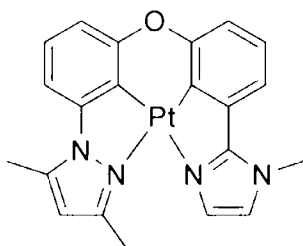
(6) 實施例6 (Ex6)

【0210】 使用式8的化合物FD1 (2 wt%) 和式10的化合物H1 (98 wt%) 以形成第一EML (20 nm) ; 以及使用式2的化合物PD4 (12 wt%) 、式4的化合物PH1 (44 wt%) 和式6的化合物NH3 (44 wt%) 以形成第二EML (20 nm) 。以27.5nm的厚度形成第二HTL。

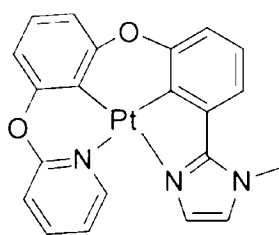
(7) 實施例7 (Ex7)

【0211】 使用式8的化合物FD1 (2 wt%) 和式10的化合物H1 (98 wt%) 以形成第一EML (15 nm) ; 以及使用式2的化合物PD4 (12 wt%) 、式4的化合物PH1 (44 wt%) 和式6的化合物NH3 (44 wt%) 以形成第二EML (30 nm) 。以27.5nm的厚度形成第二HTL。

[式16]



[式17]



【0212】 對於式16的化合物「Ref_PD1」、式17的化合物「Ref_PD2」、式2的化合物PD3、以及式2的化合物PD4，測量最大發光波長 (λ_{\max}) 以及第二發光峰強度與第一發光峰強度的比值「 I_{2nd}/I_{1st} 」，並列於表1。此外，式16的化合物「Ref_PD1」和式17的化合物「Ref_PD2」的PL (光致發光) 光譜分別示於

圖7A和圖7B中，而式2的化合物PD3和式2的化合物PD4的PL光譜分別示於圖8A和圖8B中。式8的化合物FD1的PL光譜示於圖9中。

【0213】 對於比較例2至5以及實施例1至7的OLED中使用的磷光發光體「PD」，將磷光發光體的第二發光峰強度與磷光發光體的第一發光峰強度的比值「 I_{2nd}/I_{1st} 」、第一EML (EML1) 的最大發光峰波長 (第一發光峰波長) 與第二EML (EML2) 的最大發光峰波長之差「 $\Delta\lambda_{max} = \lambda_{max} (EML2) - \lambda_{max} (EML1)$ 」、第一EML的第一厚度t1、第二EML的第二厚度t2，第一厚度與第二厚度的比值「 $t1/t2$ 」、以及第二HTL的厚度「 t_{HTL2} 」列於表2。

【0214】 測量比較例1至5以及實施例1至7中的OLED的發光特性，即，驅動電壓 (V)、亮度 (cd/A)、色座標指數 (CIE_x和CIE_y)、藍色指數 (blue index, BI, cd/A/CIE_y) 以及壽命 (T80)，並列於表3。

[表1]

	λ_{max} (nm)	I_{2nd}/I_{1st}
Ref_PD1	490	0.70
Ref_PD2	481	0.95
PD3	460	0.50
PD4	458	0.40

[表2]

	PD	I_{2nd}/I_{1st}	$\Delta\lambda_{max}$	t1 (nm)	t2 (nm)	t1/t2	t_{HTL2} (nm)
Ref1	-	-	-	20	20	1	12.5
Ref2	PD3	0.5	-	20	20	1	42.5
Ref3	PD3	0.5	1	20	20	1	27.5
Ref4	Ref_PD1	0.7	31	20	20	1	30
Ref5	Ref_PD2	0.95	22	20	20	1	30
Ex1	PD3	0.5	1	20	20	1	27.5
Ex2	PD3	0.5	1	20	25	0.8	27.5
Ex3	PD3	0.5	1	17.5	25	0.7	27.5
Ex4	PD3	0.5	1	15	25	0.6	27.5
Ex5	PD3	0.5	1	15	30	0.5	27.5
Ex6	PD4	0.4	-1	20	20	1	27.5

Ex7	PD4	0.4	-1	15	30	0.5	27.5
-----	-----	-----	----	----	----	-----	------

[表3]

	V	cd/A	CIE _x	CIE _y	BI	T80 (hr)
Ref1	6.00	14.2	0.136	0.054	264	>1000
Ref2	6.10	29.6	0.137	0.055	544	100
Ref3	5.80	20.0	0.137	0.055	364	190
Ref4	6.00	21.1	0.118	0.125	169	190
Ref5	6.20	21.8	0.120	0.111	197	220
Ex1	6.20	21.7	0.135	0.054	398	200
Ex2	6.30	22.9	0.136	0.053	429	210
Ex3	6.20	22.8	0.136	0.053	430	210
Ex4	5.90	22.8	0.136	0.053	431	230
Ex5	6.10	21.6	0.136	0.052	415	270
Ex6	5.80	21.2	0.138	0.049	432	150
Ex7	5.80	21.1	0.139	0.047	452	300

【0215】 如表3中所示，其中第一EML和第二EML是螢光發光層之Ref1的OLED具有低發光效率（亮度）和低藍色指數。另一方面，其中第一EML和第二EML是磷光發光層之Ref2的OLED具有低壽命。

【0216】 其中第一EML是磷光發光層而第二EML是螢光發光層之Ref3的OLED具有相對低的發光效率、低藍光指數和低壽命。

【0217】 在Ref4和Ref5的OLED中，作為磷光發光層的第二EML設置為比作為螢光發光層的第一EML更靠近作為透明電極的陰極，而磷光發光體的第二發光峰強度與磷光發光體的第一發光峰強度的比值「 I_{2nd}/I_{1st} 」以及第一EML（EML1）的最大發光峰波長與第二EML（EML2）的最大發光峰波長之差「 $\Delta\lambda_{max} = \lambda_{max} (EML2) - \lambda_{max} (EML1)$ 」不滿足本發明的期望條件。因此，Ref4和Ref5的OLED具有低藍色指數。

【0218】 在Ex1至Ex7的OLED中，作為磷光發光層的第二EML設置為比作為螢光發光層的第一EML更靠近作為透明電極的陰極，而磷光發光體的第二發光峰強度與磷光發光體的第一發光峰強度的比值「 I_{2nd}/I_{1st} 」以及第一EML（EML1）的最大發光峰波長與第二EML（EML2）的最大發光峰波長之差「 $\Delta\lambda_{max} = \lambda_{max}$

(EML2) - λ_{\max} (EML1)」滿足本發明的期望條件。因此，Ex1至Ex7的OLED在驅動電壓、亮度、色座標指數、藍色指數和壽命方面具有優勢。

【0219】 另外，在Ex2至Ex5和Ex7的OLED中，作為磷光發光層的第二EML的厚度大於作為螢光發光層的第一EML，因此進一步提高了OLED的特性。

【0220】 此外，在Ex4、Ex5和Ex7的OLED中，第一EML的第一厚度t1與第二EML的第二厚度t2的比值「 $t1/t2$ 」為0.6或以下，因此進一步提高了OLED的特性。

【0221】 對於本發明所屬技術領域中具有通常知識者來說顯而易見的是，在不脫離本發明的精神和範圍的情況下，可以對本發明進行各種改良和變化。因此，其旨在涵蓋本發明的改良和變化，只要它們落入所附申請專利範圍及均等物的範圍內即可。

【0222】 本申請主張於2021年12月27日在大韓民國提交的韓國專利申請第10-2021-0188257號的優先權權益，透過引用將其全部內容併入本文中。

【符號說明】

【0223】

BP:藍色像素區域

Cst:儲存電容器

D,D1,D2:有機發光二極體 (OLED)

DL:資料線

GL:閘極線

GP:綠色像素區域

P:像素區域

PL:電源線

RP:紅色像素區域

Ts:開關薄膜電晶體 (開關 TFT)

Td:驅動TFT

Tr:薄膜電晶體 (TFT)

t1:第一厚度

t2:第二厚度

- 100:有機發光顯示裝置
- 110:基板
- 120:半導體層
- 122:緩衝層
- 124:閘極絕緣層
- 130:閘極電極
- 132:層間絕緣層
- 134:第一接觸孔
- 136:第二接觸孔
- 144:源極電極
- 146:汲極電極
- 150:平坦化層
- 152:汲極接觸孔
- 160:堤層
- 170:封裝膜
- 172:第一無機絕緣層
- 174:有機絕緣層
- 176:第二無機絕緣層
- 210:第一電極
- 220:有機發光層
- 230:第二電極
- 290:覆蓋層
- 310:第一發光部分
- 311:HIL
- 313:第一HTL
- 315:第一EBL
- 317:第一HBL
- 319:第一ETL
- 320:第一藍色EML
- 322:第四化合物

324:第五化合物
350:第二發光部分
351:第二HTL
353:第二EBL
355:第二HBL
357:第二ETL
359:EIL
360:第二藍色EML
362:第一化合物
364:第二化合物
366:第三化合物
390:CGL
392:N型CGL
394:P型CGL
400:有機發光顯示裝置
410:第一基板
450:鈍化層
452:汲極接觸孔
466:堤層
470:第二基板
480:色轉換層
482:第一色轉換層
484:第二色轉換層
500:有機發光顯示裝置
510:第一基板
520:緩衝層
522:半導體層
524:閘極絕緣層
530:閘極電極
532:層間絕緣層

534:第一接觸孔
536:第二接觸孔
540:源極電極
542:汲極電極
550:鈍化層
552:汲極接觸孔
566:堤層
570:第二基板
580:濾色器層
582:紅色濾色器
584:綠色濾色器
586:藍色濾色器
610:第一電極
620:有機發光層
630:第二電極
690:覆蓋層
710:第一發光部分
712:HIL
714:第一HTL
716:第一ETL
720:第一藍色EML
722:第四化合物
724:第五化合物
730:第二發光部分
732:第二HTL
734:第二ETL
736:EIL
740:第二藍色EML
742:第一化合物
744:第二化合物

- 746:第三化合物
- 750:第三發光部分
- 752:第三HTL
- 754:第三ETL
- 760:第三EML
- 762:紅色EML
- 764:綠色EML
- 766:黃綠色EML
- 770:第一CGL
- 772:第一N型CGL
- 774:第一P型CGL
- 780:第二CGL
- 782:第二N型CGL
- 784:第二P型CGL

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種有機發光二極體，包括：

一反射電極；

一透明電極，面向該反射電極；

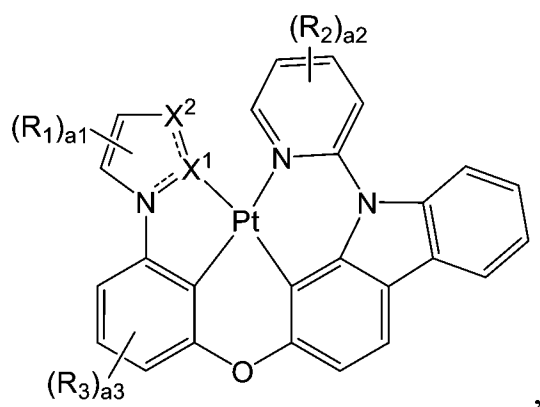
一第一發光部分，包含一第一發光材料層，並位於該反射電極與該透明電極之間，該第一發光材料層為包括作為一螢光摻雜劑的一第四化合物的一螢光發光層；以及

一第二發光部分，包含一第二發光材料層，並位於該第一發光部分與該透明電極之間，該第二發光材料層為包括作為一磷光摻雜劑的一第一化合物的一磷光發光層，

其中，該第二發光材料層中之該磷光摻雜劑的一第二發光峰強度與該第二發光材料層中之該磷光摻雜劑的一第一發光峰強度的比值為0.5或以下，

其中，該第一化合物由式1表示：

[式1]



其中， R_1 、 R_2 和 R_3 各自獨立地選自由取代或未取代的C1至C10烷基、取代或未取代的C6至C30芳基、以及取代或未取代的C5至C30雜芳基所組成的群組，

其中， a_1 為0至2的整數， a_2 為0至4的整數， a_3 為0至3的整數，

其中， X_1 是C或N， X_2 是 CR_4 或 NR_4 ，以及

其中， R_4 選自由氫、取代或未取代的C1至C10烷基、取代或未取代的C6至C30芳基、以及取代或未取代的C5至C30雜芳基所組成的群組。

【請求項2】如請求項1所述之有機發光二極體，其中，該第一發光材料層具有一第一厚度，而該第二發光材料層具有大於該第一厚度的一第二厚度。

【請求項3】如請求項2所述之有機發光二極體，其中，該第一厚度與該第二厚度的比值為0.6或以下。

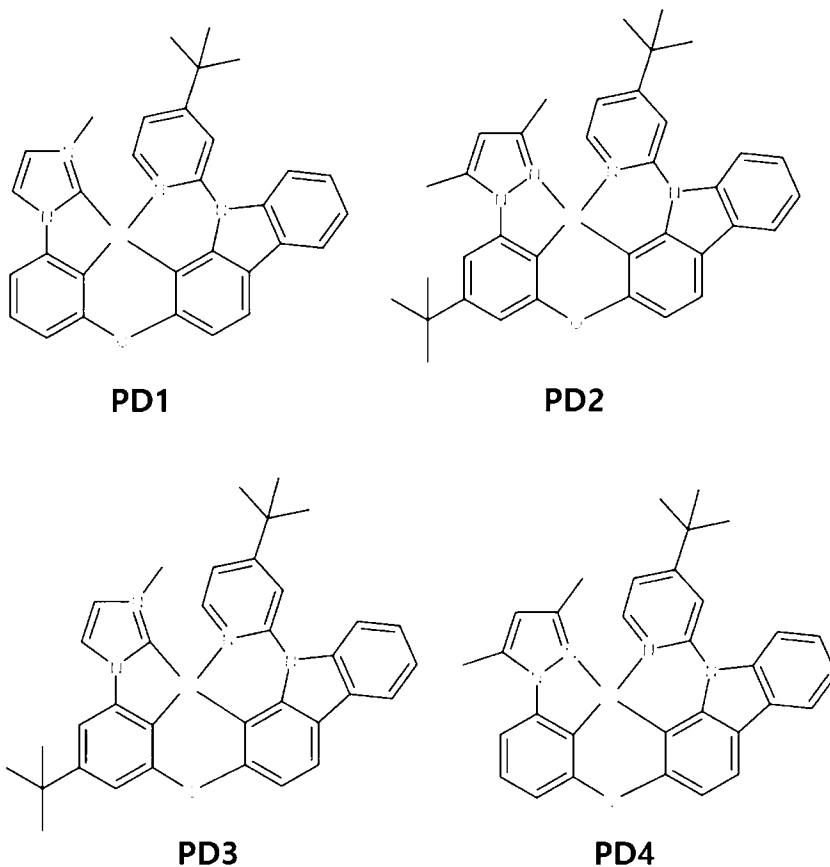
【請求項4】如請求項3所述之有機發光二極體，其中，該第一厚度為10 nm或以上，該第二厚度為50 nm或以下。

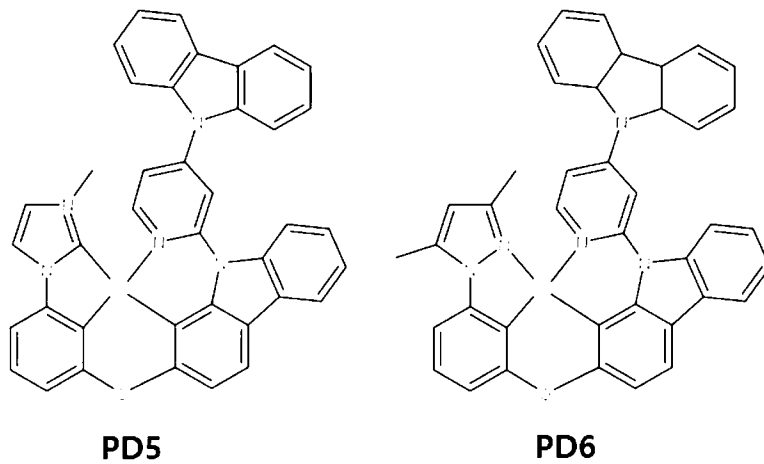
【請求項5】如請求項1所述之有機發光二極體，其中，該第一發光材料層的該螢光摻雜劑的一平均發光波長與該第二發光材料層的該磷光摻雜劑的一平均發光波長之差為20 nm或以下。

【請求項6】如請求項1所述之有機發光二極體，其中，該第二發光材料層進一步包含：作為一第一主體的一第二化合物；以及作為一第二主體的一第三化合物。

【請求項7】如請求項1所述之有機發光二極體，其中，該第一化合物是式2的化合物中的一種：

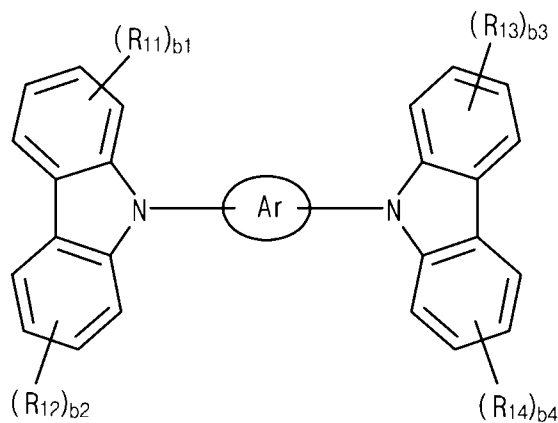
[式2]





【請求項8】如請求項1所述之有機發光二極體，其中，該第二化合物由式3表示：

[式3]

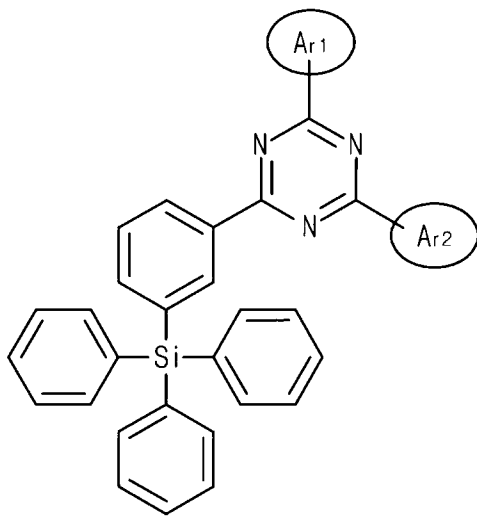


其中，Ar選自由取代或未取代的C6至C30伸芳基、以及取代或未取代的C5至C30伸雜芳基所組成的群組，

其中，R₁₁、R₁₂、R₁₃和R₁₄各自獨立地選自由取代或未取代的C1至C10烷基、以及取代或未取代的C6至C30芳基所組成的群組，並且b₁、b₂、b₃和b₄各自獨立地為0至4的整數，

其中，該第三化合物由式5表示：

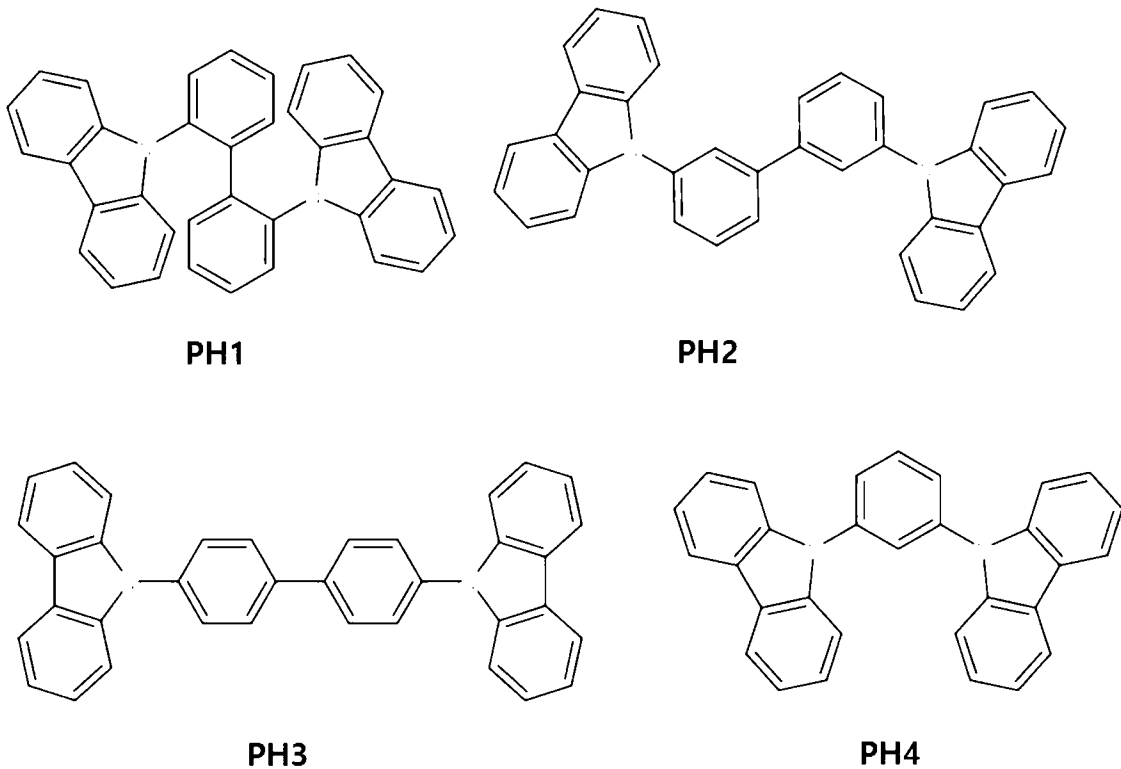
[式5]

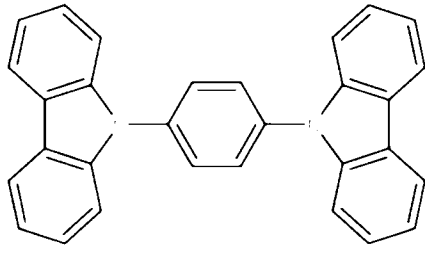


其中， Ar_1 和 Ar_2 各自獨立地選自由取代或未取代的C6至C30芳基、以及取代或未取代的C5至C30雜芳基所組成的群組。

【請求項9】如請求項8所述之有機發光二極體，其中，該第二化合物是式4的化合物中的一種：

[式4]



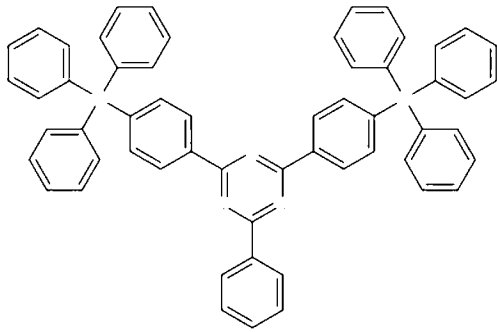


PH5

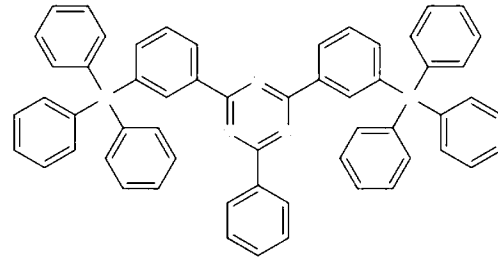
。

【請求項10】如請求項8所述之有機發光二極體，其中，該第三化合物是式6的化合物中的一種：

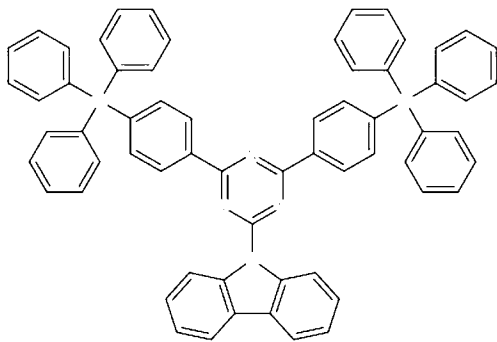
[式6]



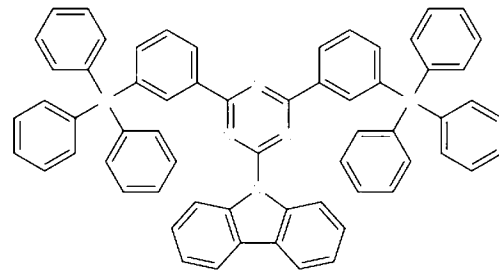
NH1



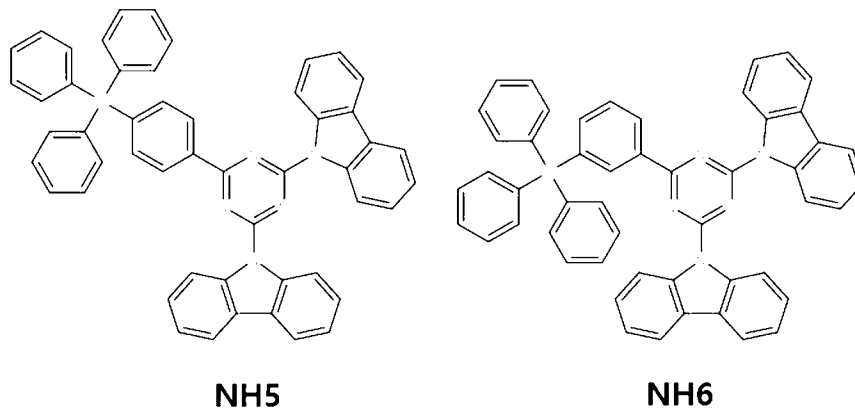
NH2



NH3



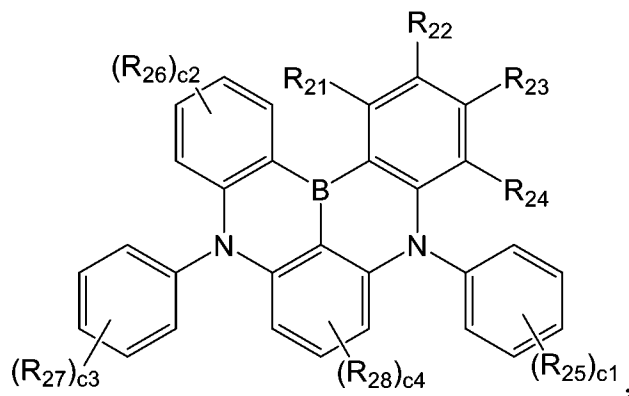
NH4



【請求項11】如請求項6所述之有機發光二極體，其中，該第一發光材料層包含該第四化合物和一第五化合物，

其中，該第四化合物由式7表示：

[式7]

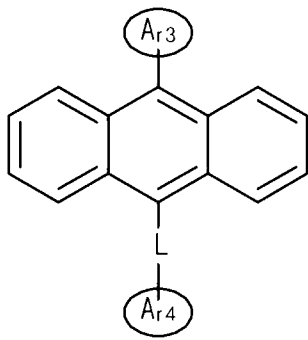


其中， R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} 和 R_{24} 各自獨立地選自由氫、取代或未取代的C1至C10烷基、取代或未取代的C6至C30芳基、取代或未取代的C5至C30雜芳基、以及取代或未取代的C6至C30芳胺基所組成的群組；或者， R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} 和 R_{24} 中之任何相鄰的兩個彼此連接，連同它們所連接的原子一起形成具有硼原子和氮原子的6至30員稠環，該稠環未被取代或被一個或多個選自由取代或未取代的C6至C30芳基、以及取代或未取代的C6至C30芳胺基所組成的群組的取代基取代，

其中， R_{25} 、 R_{26} 、 R_{27} 和 R_{28} 各自獨立地選自由取代或未取代的C1至C10烷基、取代或未取代的C6至C30芳基、取代或未取代的C5至C30雜芳基、以及取代或未取代的C6至C30芳胺基所組成的群組， $c1$ 和 $c3$ 各自獨立地為0至5的整數， $c2$ 為0至4的整數， $c4$ 為0至3的整數，

其中，該第五化合物由式9表示：

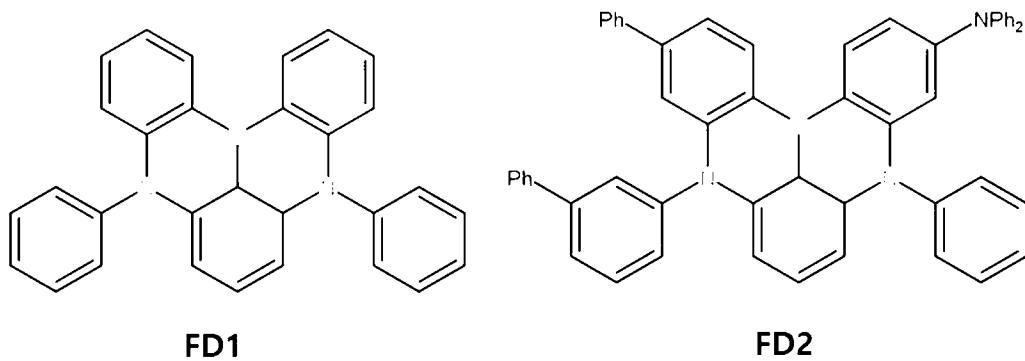
[式9]

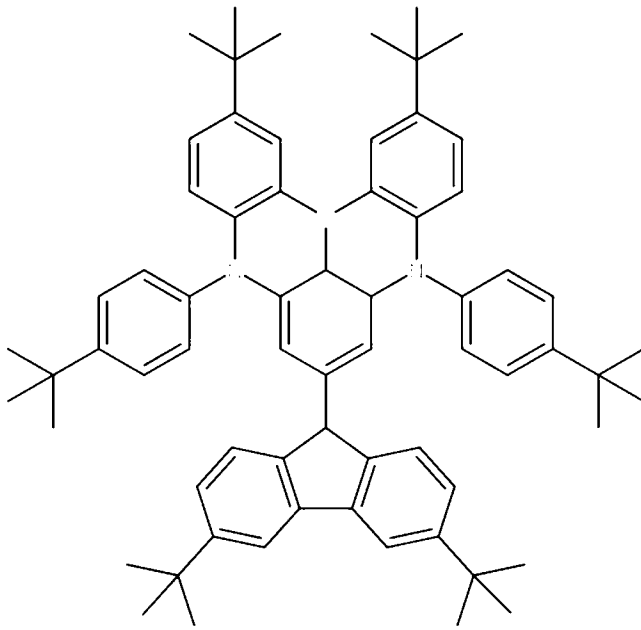


其中， Ar_3 和 Ar_4 各自獨立地選自由取代或未取代的C6至C30芳基、以及取代或未取代的C5至C30雜芳基所組成的群組，並且L為單鍵或C6至C30伸芳基。

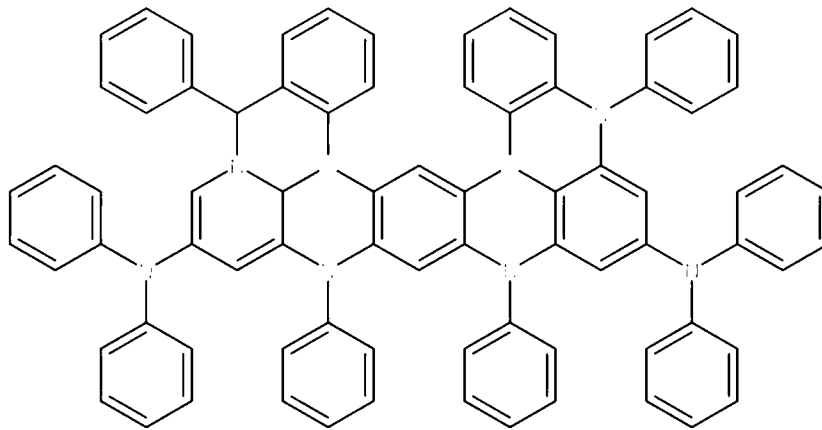
【請求項12】如請求項11所述之有機發光二極體，其中，該第四化合物是式8的化合物中的一種：

[式8]





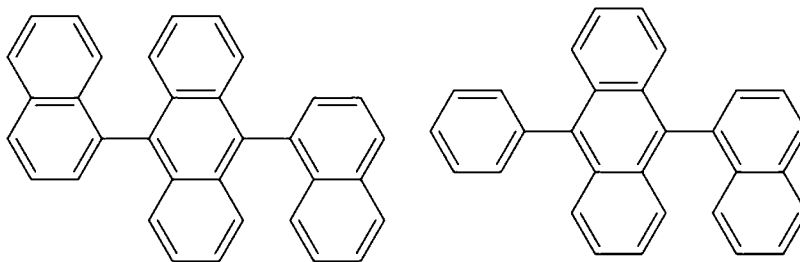
FD3



FD4

【請求項13】如請求項11所述之有機發光二極體，其中，該第五化合物是式10的化合物中的一種：

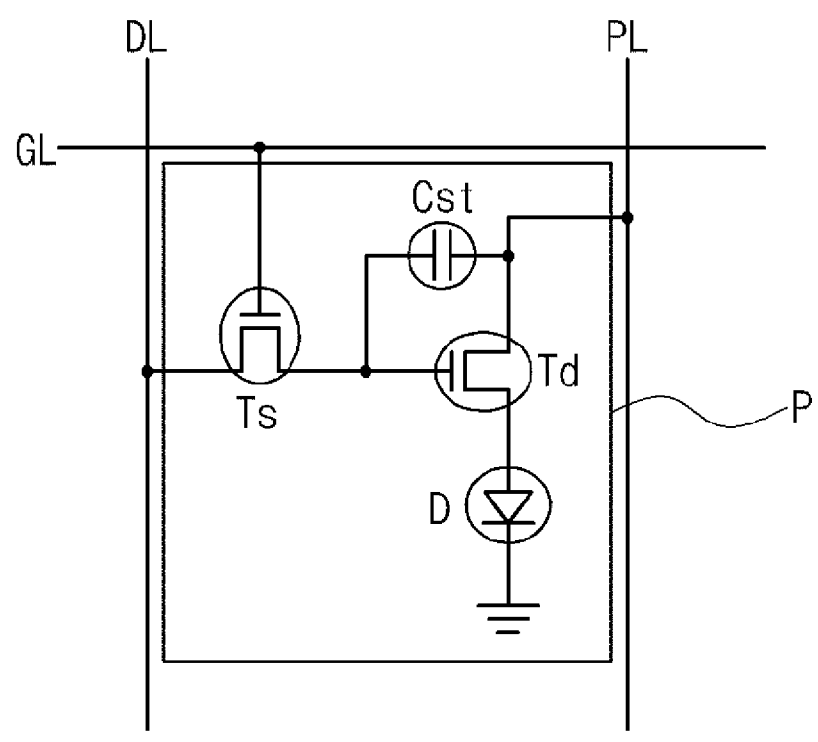
[式10]



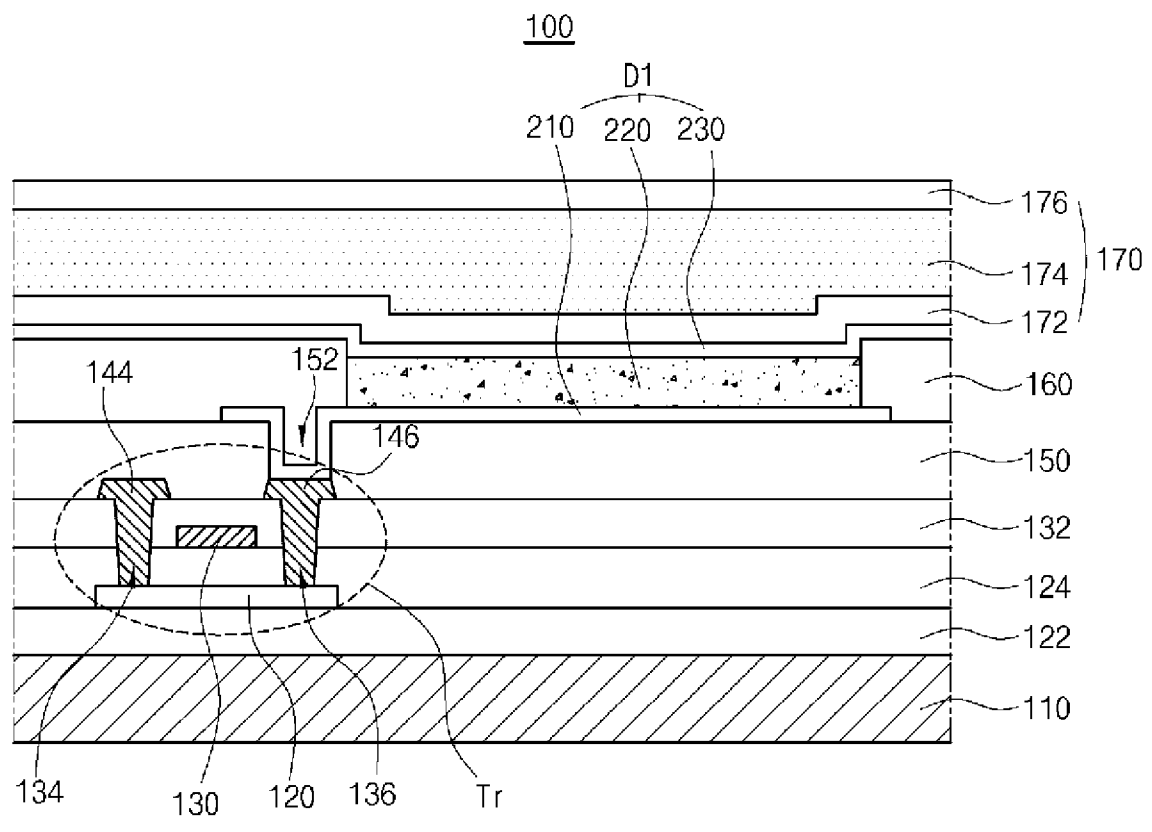
H1

H2

【發明圖式】

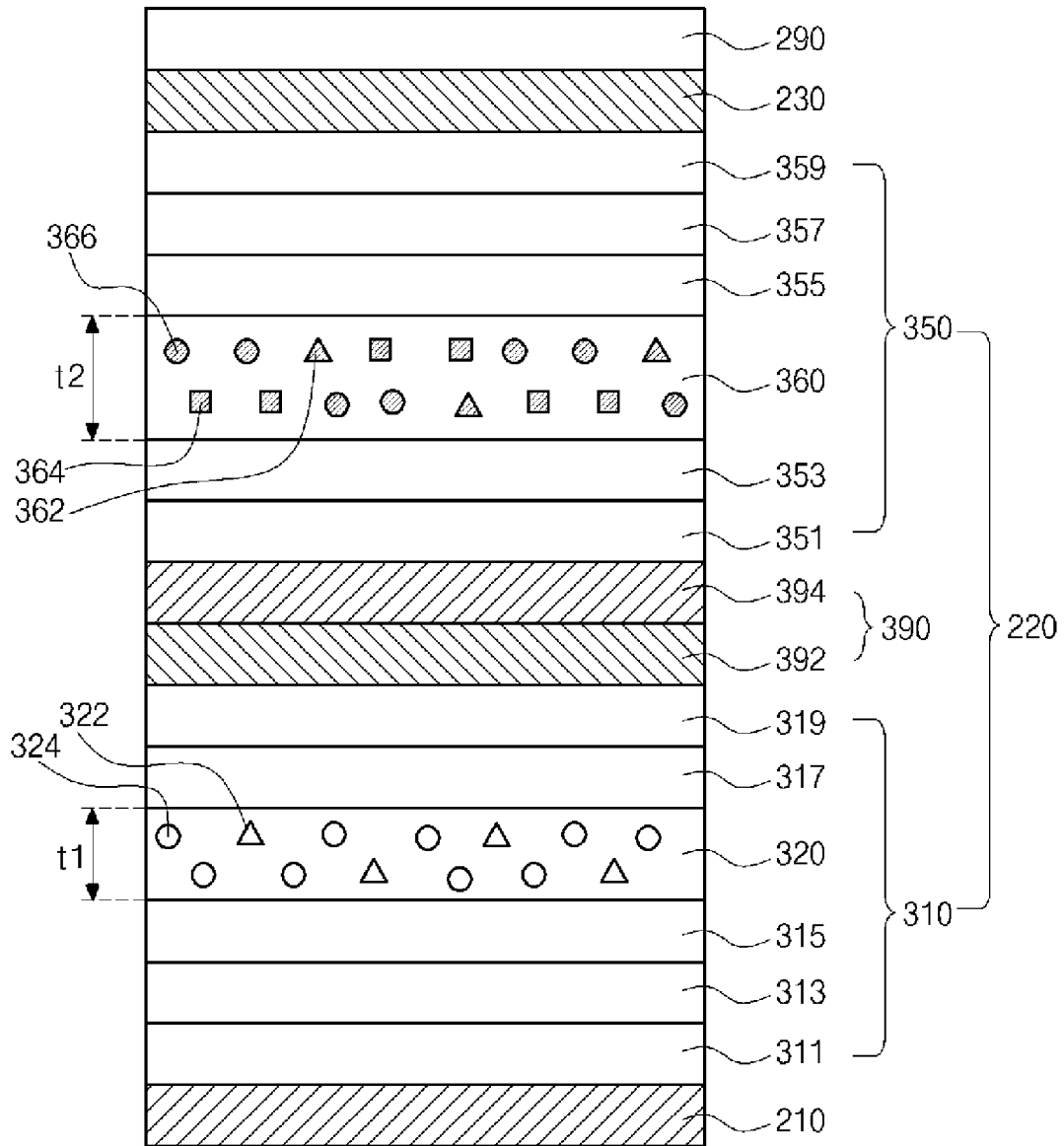


【圖1】

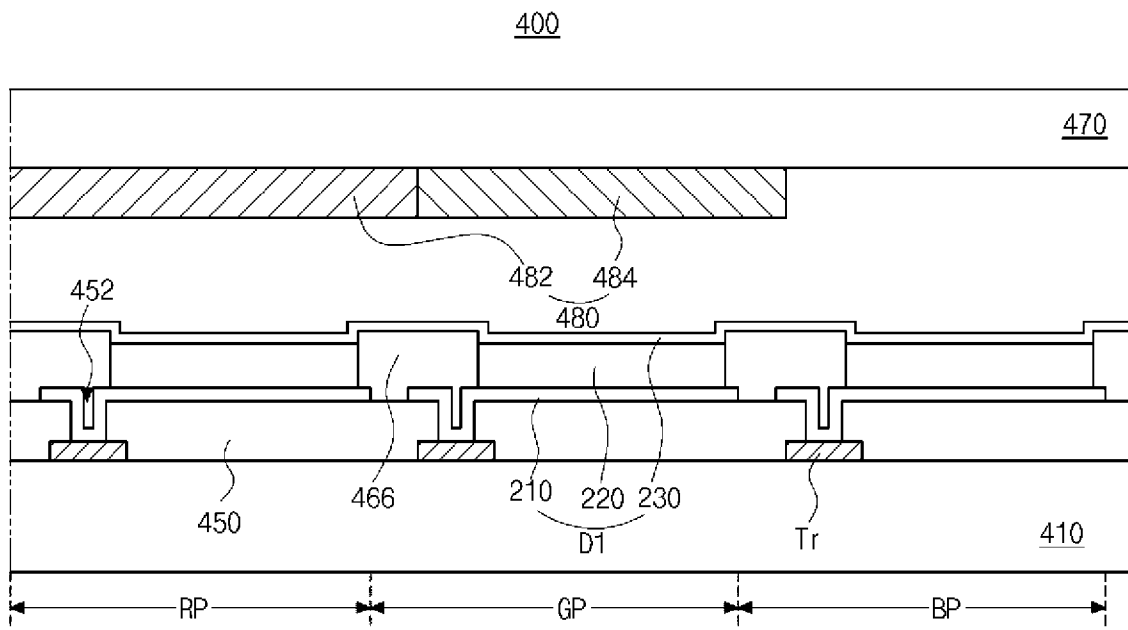


【圖2】

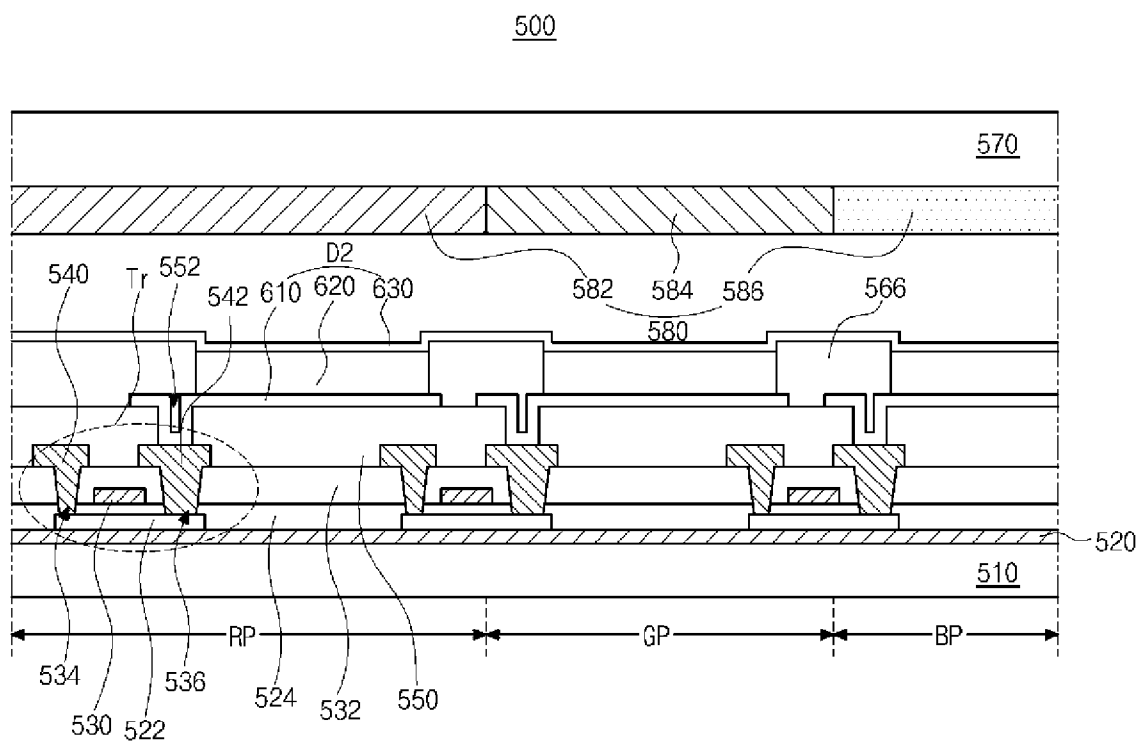
D1



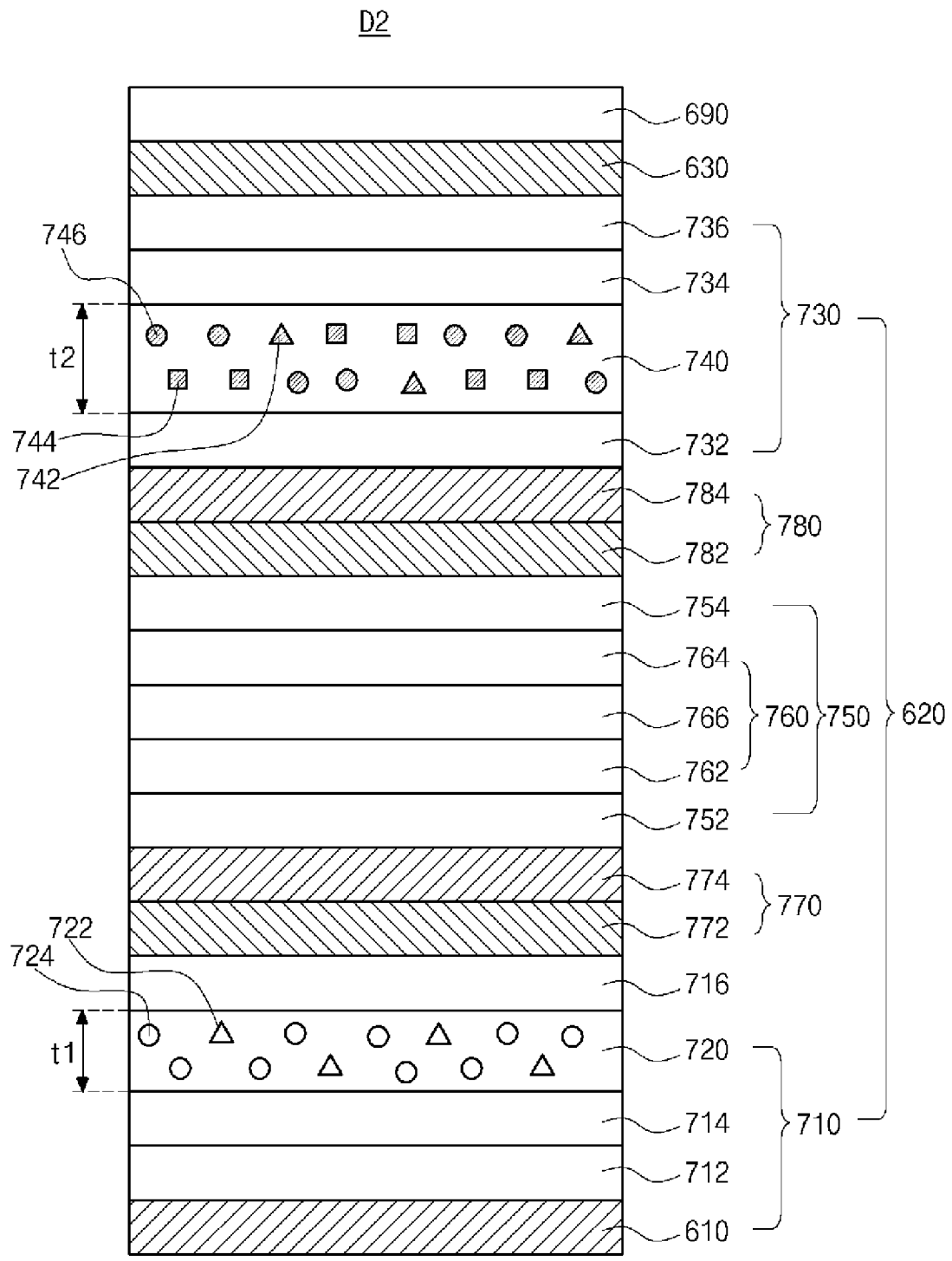
【圖3】



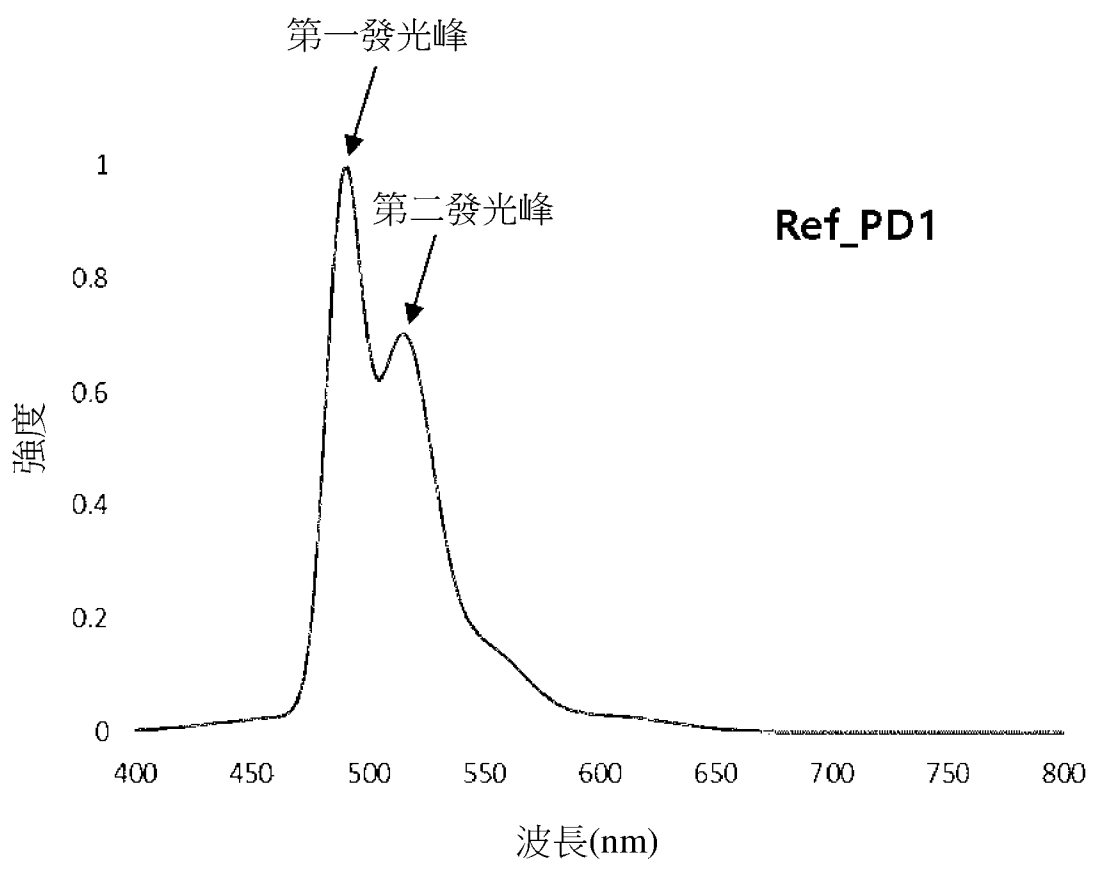
【圖4】



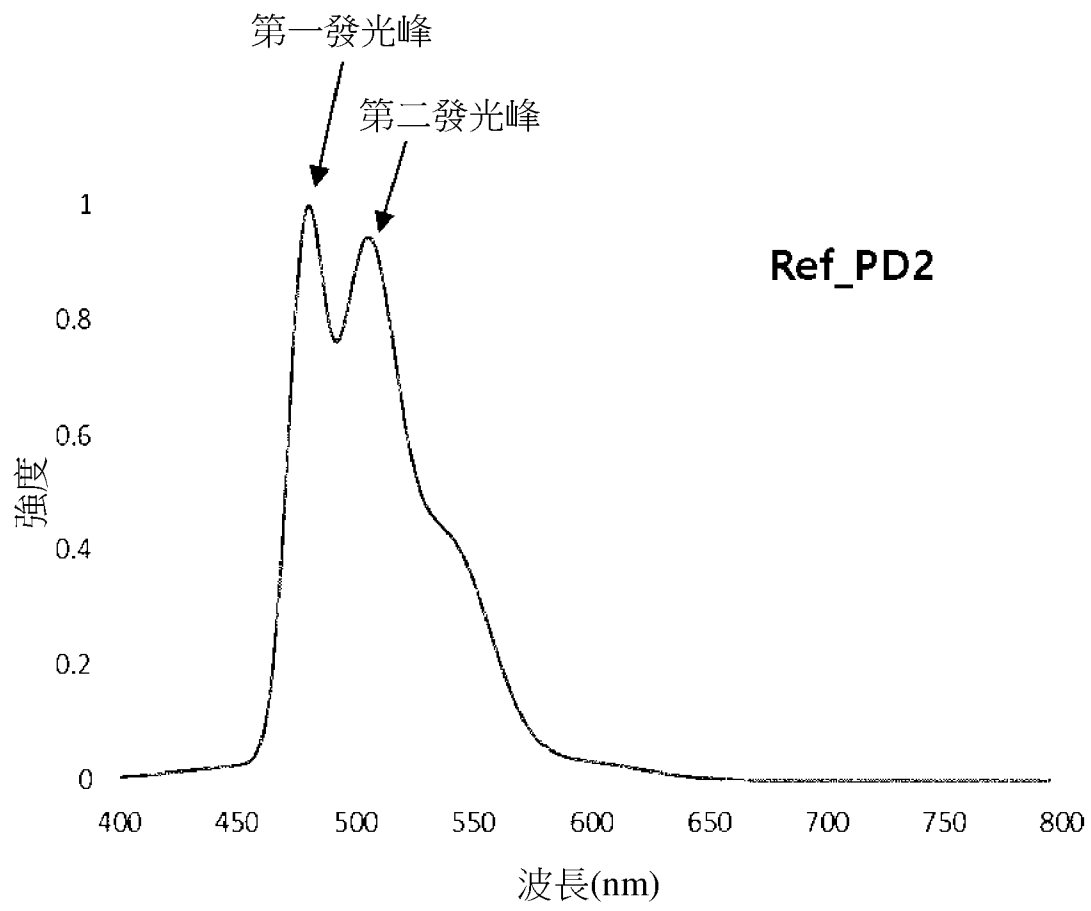
【圖5】



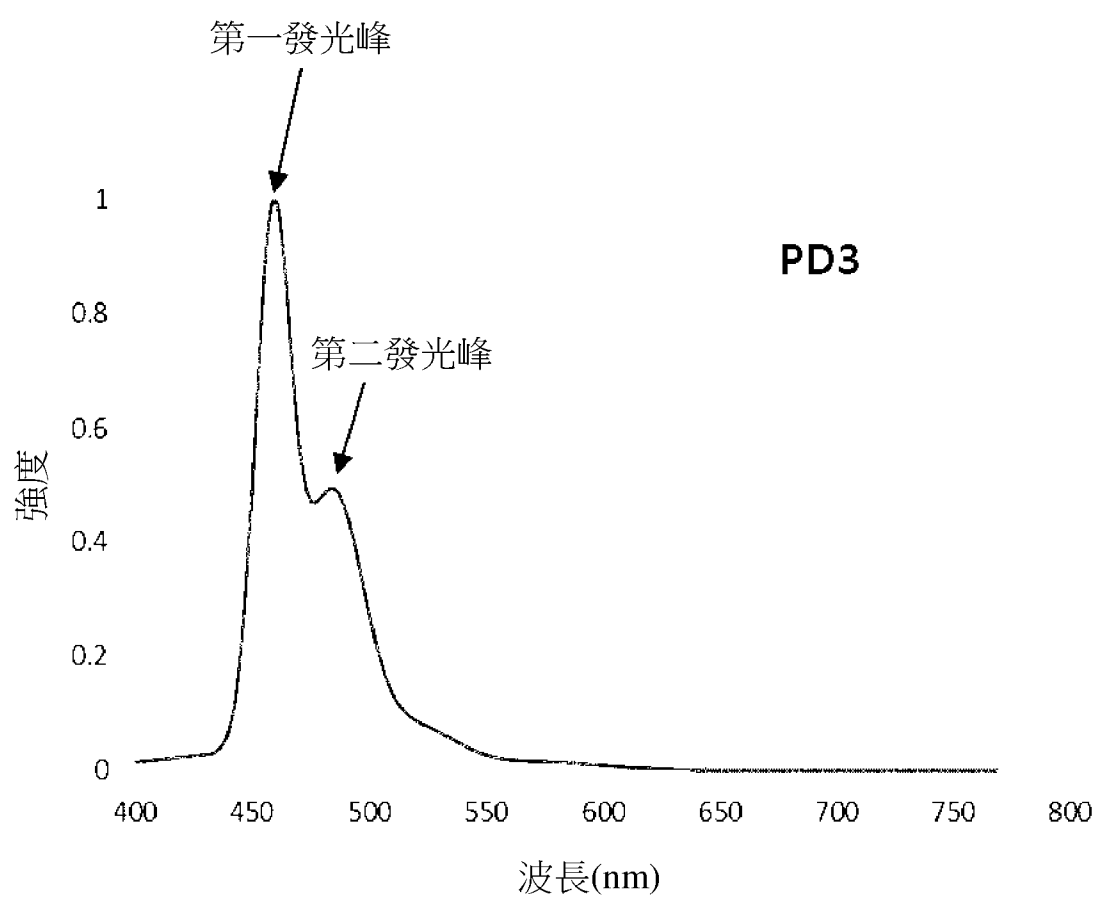
【圖6】



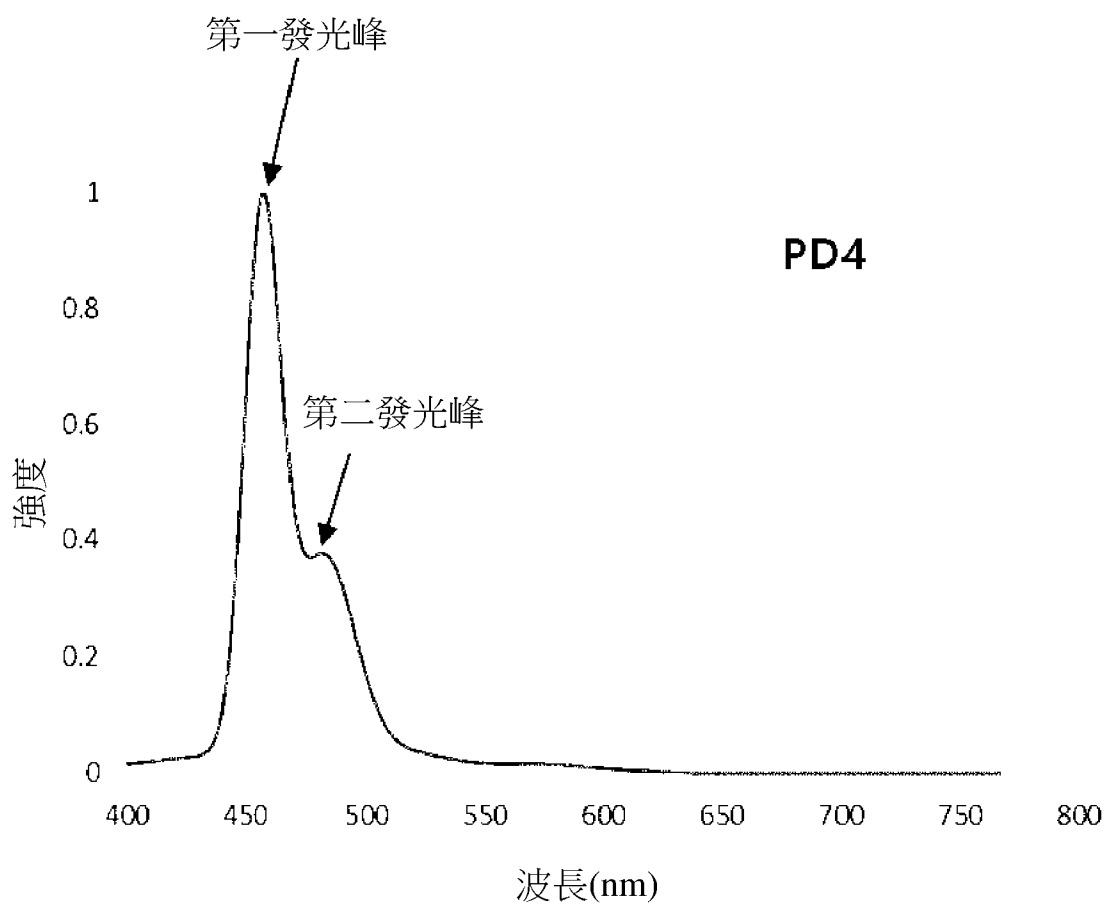
【圖7A】



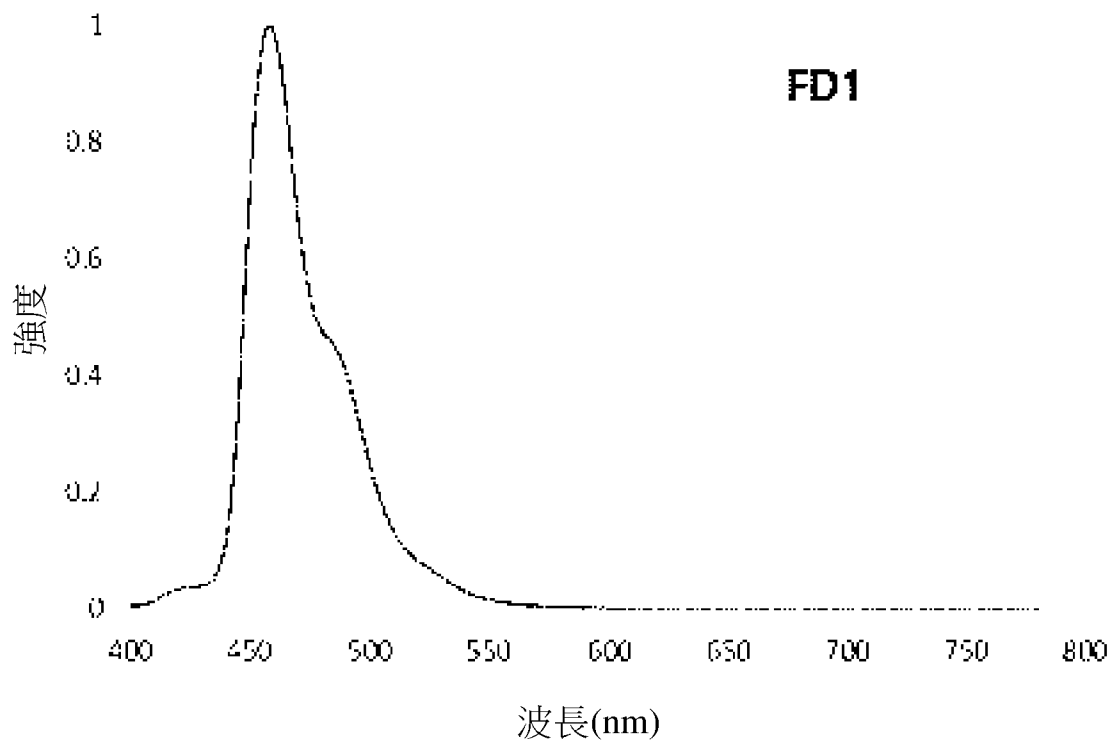
【圖7B】



【圖8A】



【圖8B】



【圖9】