



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102044633 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201010506954. 1

(22) 申请日 2010. 10. 11

(30) 优先权数据

10-2009-0096820 2009. 10. 12 KR

(73) 专利权人 三星显示有限公司

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 金怠植 金东宪 李宽熙 田炳勋

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

代理人 陈万青 王珍仙

(51) Int. Cl.

H01L 51/50(2006. 01)

H01L 51/52(2006. 01)

(56) 对比文件

US 20060076885 A1, 2006. 04. 13, 说明书第 7, 23, 29-31, 39-49 段、附图 5.

US 20050045873 A1, 2005. 03. 03, 说明书第 15-20, 74 段.

US 20050088080 A1, 2005. 04. 28, 说明书第

46 节、附图 5.

TOSHIHIRO KUGIMIYA YOICHIRO YONEDA AND EISUKE KUSUMOTO ET AL. P-149: Anode Electrode of Al-Ni Alloy Film Directly in Contact with ITO for Top-Emitting OLEDs. 《SID 2009, 2009 SID INTERNATIONAL SYMPOSIUM, SOCIETY FOR INFORMATION DISPLAY, LOS ANGELES, USA, 31 May 2009》. 2009, 1681-1684.

审查员 梁忠益

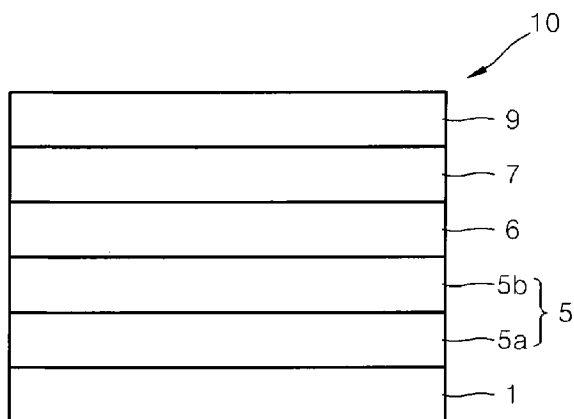
权利要求书1页 说明书21页 附图4页

(54) 发明名称

有机发光装置

(57) 摘要

本发明公开了一种有机发光装置,所述有机发光装置包括基板、在所述基板上的第一电极、第二电极、在所述第一电极和所述第二电极之间的有机层、以及在所述第一电极和所述有机层之间的含碳质材料层,其中所述第一电极包括按以下顺序依次堆叠在所述基板上的铝(A1)类反射层和透明导电层,所述A1类反射层包括第一元素和镍(Ni),且所述第一元素包括镧(La)、铈(Ce)、镨(Pr)、钷(Pm)、钐(Sm)、铕(Eu)、钆(Gd)、铽(Tb)、镝(Dy)、钬(Ho)、铒(Er)、铥(Tm)、镱(Yb)和镥(Lu)中的至少一种。



1. 一种有机发光装置,包括:  
基板;  
在所述基板上的第一电极;  
第二电极;  
在所述第一电极和所述第二电极之间的有机层;以及  
在所述第一电极和所述有机层之间的含碳质材料层,  
其中,所述第一电极包括按以下顺序依次堆叠在所述基板上的铝类反射层和透明导电层,所述铝类反射层包括第一元素和镍,且所述第一元素包括镧、铈、镨、钆、钇、铈、钒、钼、铟、铊、铋、镱、铷、铯、钫和镭中的至少一种;  
其中所述含碳质材料层包括碳质材料,所述碳质材料包括富勒烯类化合物、含金属的富勒烯类复合物、碳纳米管、碳纤维、碳黑、石墨、卡宾、 $MgC_{60}$ 、 $CaC_{60}$  和  $SrC_{60}$  中的至少一种;  
其中所述第一电极进一步包括含第二元素的氧化锌层,  
其中包括所述第一元素和镍的所述铝类反射层、所述透明导电层和所述含第二元素的氧化锌层按以上顺序依次堆叠在所述基板上。
2. 如权利要求 1 所述的有机发光装置,其中所述铝类反射层包括  $Al_xNi$  相,  $x$  为 2.5 至 3.5。
3. 如权利要求 2 所述的有机发光装置,其中所述  $Al_xNi$  相与所述透明导电层接触。
4. 如权利要求 2 所述的有机发光装置,其中  $x$  为 3。
5. 如权利要求 1 所述的有机发光装置,进一步包括在所述铝类反射层面对所述透明导电层的表面上的富镍氧化物层。
6. 如权利要求 1 所述的有机发光装置,其中镍在所述铝类反射层中的含量为 0.6wt% 至 5wt%。
7. 如权利要求 1 所述的有机发光装置,其中所述第一元素为镧。
8. 如权利要求 1 所述的有机发光装置,其中所述第一元素在所述铝类反射层中的含量为 0.1wt% 至 3wt%。
9. 如权利要求 1 所述的有机发光装置,其中:  
所述铝类反射层包括镧、镍和铝,  
镧在所述铝类反射层中的含量为 0.1wt% 至 3wt%,且  
镍在所述铝类反射层中的含量为 0.6wt% 至 5wt%。
10. 如权利要求 1 所述的有机发光装置,其中所述透明导电层包括氧化铟锡或二氧化锡。
11. 如权利要求 1 所述的有机发光装置,其中所述碳质材料包括  $C_{60}$ 。
12. 如权利要求 1 所述的有机发光装置,其中在所述含第二元素的氧化锌层中的所述第二元素包括铝、铟、镓、锗、钒、钼和镍中的至少一种。
13. 如权利要求 12 所述的有机发光装置,其中所述第二元素包括铝。
14. 如权利要求 12 所述的有机发光装置,其中基于 100 重量份的所述含第二元素的氧化锌层,所述第二元素在所述含第二元素的氧化锌层中的含量为 0.5 至 10 重量份。

## 有机发光装置

### 技术领域

[0001] 本发明的各实施方式涉及有机发光装置。

### 背景技术

[0002] 作为自发光装置的有机发光装置 (OLED) 具有以下优点, 例如宽视角、优异的对亮度、快速响应、高亮度、优异的驱动电压特性和提供多色彩图像的能力。

[0003] 常规 OLED 具有包括例如基板、以及依次堆叠在基板上的阳极、空穴传输层 (HTL)、发光层 (EML)、电子传输层 (ETL) 和阴极的结构。这里, HTL、EML 和 ETL 可为由有机化合物形成的有机薄膜。

[0004] 具有上述结构的 OLED 的工作原理如下。

[0005] 当对阳极和阴极施加电压时, 由阳极注入的空穴通过 HTL 向 EML 移动, 由阴极注入的电子通过 ETL 向 EML 移动。空穴和电子在 EML 中再结合产生激子。当激子从激发态降至基态时发光。

### 发明内容

[0006] 本发明的各实施方式涉及一种有机发光装置, 所述有机发光装置相对于现有技术呈现出优势。

[0007] 本发明实施方式的特征是提供具有优异的效率和功耗特性的有机发光装置 (OLED)。

[0008] 本发明实施方式的另一特征是提供具有优异的图像质量的有机发光装置 (OLED)。

[0009] 以上和其它特征及优点的至少一个可通过提供有机发光装置来实现, 所述有机发光装置包括基板、在所述基板上的第一电极、第二电极、在所述第一电极和所述第二电极之间的有机层、以及在所述第一电极和所述有机层之间的含碳质材料层, 其中所述第一电极包括按以下顺序依次堆叠在所述基板上的铝 (Al) 类反射层和透明导电层, 所述 Al 类反射层包括第一元素和镍 (Ni), 且所述第一元素包括镧 (La)、铈 (Ce)、镨 (Pr)、钷 (Pm)、钐 (Sm)、铕 (Eu)、钆 (Gd)、铽 (Tb)、镝 (Dy)、钬 (Ho)、铒 (Er)、铥 (Tm)、镱 (Yb) 和镥 (Lu) 中的至少一种。

[0010] 所述 Al 类反射层可包括  $Al_xNi$  相,  $x$  为约 2.5 至约 3.5。

[0011] 所述  $Al_xNi$  相可与所述透明导电层接触。

[0012]  $x$  可为约 3。

[0013] 所述有机发光装置可进一步包括在所述 Al 类反射层面对所述透明导电层的表面上的富镍 (Ni) 氧化物层。

[0014] 镍 (Ni) 在所述 Al 类反射层中的含量可为约 0.6wt% 至约 5wt%。

[0015] 所述第一元素可为镧 (La)。

[0016] 所述第一元素在所述 Al 类反射层中的含量可为约 0.1wt% 至约 3wt%。

[0017] 所述 Al 类反射层可包括镧 (La)、镍 (Ni) 和铝 (Al), 镧 (La) 在所述 Al- 类反射

层中的含量可为约 0.1wt% 至约 3wt%，且镍 (Ni) 在所述 Al- 类反射层中的含量可为约 0.6wt% 至约 5wt%。

[0018] 所述透明导电层可包括氧化铟锡 (ITO) 或氧化锡 ( $\text{SnO}_2$ )。

[0019] 所述含碳质材料层可包括碳质材料，所述碳质材料包括富勒烯类化合物、含金属的富勒烯类复合物、碳纳米管、碳纤维、碳黑、石墨、卡宾 (carbine)、 $\text{MgC}_{60}$ 、 $\text{CaC}_{60}$  和  $\text{SrC}_{60}$  中的至少一种。

[0020] 所述碳质材料可包括  $\text{C}_{60}$ 。

[0021] 所述第一电极可进一步包括含第二元素的氧化锌层，含所述第二元素的氧化锌层中的所述第二元素包括铝 (Al)、铟 (In)、镓 (Ga)、锗 (Ge)、钆 (Gd)、锆 (Zr)、钼 (Mo) 和镍 (Ni) 中的至少一种。

[0022] 所述第二元素可包括铝 (Al)。

[0023] 包括所述第一元素和镍 (Ni) 的所述 Al 类反射层、所述透明导电层和所述含第二元素的氧化锌层可按以下顺序依次堆叠在所述基板上。

[0024] 基于 100 重量份的所述含第二元素的氧化锌层，所述第二元素在所述含第二元素的氧化锌层中的含量可为约 0.5 至约 10 重量份。

#### 附图说明

[0025] 通过参照附图详细说明示例性实施方式，以上和其它特征及优点将对本领域技术人员变得更为显而易见，其中：

[0026] 图 1 示出了根据实施方式的有机发光装置 (OLED) 结构的截面图；

[0027] 图 2A 示出了根据实施方式的铝 (Al) 类反射层的截面图的透射电子显微镜 (TEM) 照片；

[0028] 图 2B 示出了图 2A 中所示的铝 (Al) 类反射膜的扫描透射电子显微镜 (STEM) - 高角环形暗场 (HAADF) 照片；

[0029] 图 2C 示出了对图 2A 中异常生长的晶体的 X- 射线能量色散谱的结果；

[0030] 图 3 示出了根据另一实施方式的第一电极截面的 TEM 照片；以及

[0031] 图 4 示出了根据又一实施方式的 OLED 结构的截面图。

#### 具体实施方式

[0032] 在此通过引用合并 2009 年 10 月 12 日在韩国申请的韩国专利申请第 10-2009-0096820 号、题目为“有机发光装置”的全部内容。

[0033] 以下将参照附图更完整地说明示例性实施方式；然而，它们可以不同形式实施，且不应理解为受文中所列实施方式的限制。更确切地说，提供这些实施方式，使得该公开将彻底而完整，并将完整地将本发明的范围传达给本领域技术人员。

[0034] 在附图中，为了说明的清楚性，层与区域的尺寸可被放大。还应理解的是当某一层或元件被称作“在另一层或基板上”时，它可直接在该另一层或基板上，或者也可存在插入层。此外，还应理解的是当某一层被称作“在两个层之间”时，它可以是该两个层之间唯一层，或者也可存在一个或多个插入层。文中相同的附图标记表示相同元件。

[0035] 图 1 示出了根据实施方式的有机发光装置 (OLED) 10 的截面示意图。参照图 1，根

据本实施方式的 OLED10 可包括按以下顺序依次堆叠的基板 1、第一电极 5、含碳质材料层 6、有机层 7 和第二电极 9。第一电极 5 可包括依次堆叠在基板 1 上的铝 (Al) 类反射层 5a 和透明导电层 5b。Al 类反射层 5a 可包括 Al、第一元素和镍 (Ni)。

[0036] 基板,可以是适用于有机发光装置的任意基板,可为具有优异的机械强度、热稳定性、透明度、表面平整度、易处理性和不透水性的玻璃基板或透明塑料基板。

[0037] 在 Al 类反射层 5a 中的第一元素可包括如镧 (La)、铈 (Ce)、镨 (Pr)、钷 (Pm)、钐 (Sm)、铕 (Eu)、钆 (Gd)、铽 (Tb)、镝 (Dy)、钬 (Ho)、铒 (Er)、铥 (Tm)、镱 (Yb) 和镱 (Lu) 中的至少一种。

[0038] Al 类反射层 5a 可具有高反射性和 / 或反射率,由此可提高 OLED 的发光效率。此外,Al 类反射层 5a 可由于 Al 的固有特性而具有高的热稳定性。因此,即使暴露在高温制造工艺中,Al 类反射层 5a 可具有优异的耐受性。此外,Al 类反射层 5a 对与其邻接形成的有机层或无机层可具有优异的粘合特性。

[0039] Al 类反射层 5a 和透明导电层 5b 可相互接触。但基本不会发生由于 Al 类反射层 5a 和透明导电层 5b 之间电势差导致的电化学腐蚀。

[0040] 具体地,由于两种彼此相邻的不同金属之间的电势差,从而导致电流流动并产生电,从而会发生电化学腐蚀。由于在界面处的不同功函,相互接触的两种不同金属中具有相对较高活性(较低电势)的一种可用作阴极,而具有相对较低活性(较高电势)的另一种可用作阳极。当两种金属都暴露在腐蚀性溶液中时,由于其间电势差两种金属都会被腐蚀。这称作电化学腐蚀。具有较高活性的阴极会比单独使用时腐蚀更快。具有较低活性的阳极会比单独使用时腐蚀更慢。由于电化学腐蚀沿着由不同金属形成的两个电极层的界面扩展,两个电极之间的接触电阻会骤然增大。因此,接触电阻会分布非常不稳定。从而,当运行包括这样两个电极层的 OLED 时,OLED 的像素会显示具有不一致亮度的颜色。由于该不均匀的亮度,图像质量会显著降低。因而,电化学腐蚀可能是 OLED 中质量恶化因素。

[0041] 然而,因为 Al 类反射层 5a 包括第一元素,它将在下文详细说明,这种电化学腐蚀基本不会在 Al 类反射层 5a 和透明导电层 5b 之间界面处出现。因此,根据该实施方式的 OLED 会具有优异的图像质量。

[0042] Al 类反射层 5a 可包括镍 (Ni)。具体的,Al 类反射层 5a 可包括  $Al_xNi$  相,其中 x 为约 2.5 至约 3.5。

[0043] 图 2A 示出了形成在钛 (Ti) 层 (层 B) 上的 Al 类反射层 (层 A) 的截面的透射电子显微镜 (TEM) 照片,其中 Al 类反射层包括 2wt% 的镍和 0.35wt% 的镧 (La),且图 2B 示出了图 2A 中所示的铝 (Al) 类反射膜的扫描透射电子显微镜 (STEM) - 高角环形暗场 (HAADF) 照片。图 2C 示出了图 2A 中异常生长的  $Al_xNi$  晶体的 X-射线能量色散谱 (在第一和第二测量点处) 的结果。如图 2C 中所示,图 2C 中异常生长的  $Al_xNi$  晶体包括比例为 Al (K) : Ni (K) = 73 : 27 (原子%) 的 Al 和 Ni。因此,Al 类反射层大概包括  $Al_xNi$  相,其中 x 为约 3。

[0044] x 为约 2.5 至约 3.5 的  $Al_xNi$  相可与透明导电层 5b 接触。

[0045] 在实施方式中,富 Ni 氧化物层可进一步布置在 Al 类反射层 5a 面对透明导电层 5b 的表面上。

[0046] 在本文中,富镍氧化物层是指与具有化学计量化合价的氧化镍中的镍相比,具有过多量的镍的氧化镍层。

[0047] 图 3 示出了依次形成在 TFT 基板上的包括 Al 类反射层 (区域 C) 和透明 ITO 导电层 (区域 D) 的结构截面的 TEM 照片,其中 Al 类反射层包括 2wt% 的镍 (Ni) 和 0.35wt% 的镧 (La)。在图 3 中,Al 类反射层和透明 ITO 导电层之间的线性区域,表示为“E”,对应于具有约 7nm 至约 8nm 厚度的富 Ni 氧化物层。

[0048] 由于上述的 x 为约 2.5 至 3.5 的  $Al_xNi$  相和富 Ni 氧化物层,Al 类反射层 5a 和透明导电层 5b 之间可实现欧姆接触。

[0049] Ni 在 Al 类反射层 5a 中的含量可为约 0.6wt% 至约 5wt%,例如约 1wt% 至约 4wt%。保持 Al 类反射层 5a 中 Ni 的量为约 0.6wt% 至约 5wt%,会有助于确保使 Al 类反射层 5a 和透明导电层 5b 之间的接触电阻稳定,且 Al 类反射层 5a 的反射率和耐化学品性基本不会降低。在实施方式中,Ni 在 Al 类反射层 5a 中的含量可为约 2wt%。Ni 在 Al 类反射层 5a 中的含量不限于上述量。

[0050] 除了具有上述功能的 Ni 以外,Al 类反射层 5a 还可包括第一元素。第一元素可包括例如镧 (La)、铈 (Ce)、镨 (Pr)、钷 (Pm)、钐 (Sm)、铕 (Eu)、钆 (Gd)、铽 (Tb)、镝 (Dy)、钬 (Ho)、铒 (Er)、铥 (Tm)、镱 (Yb) 和 / 或镱 (Lu)。

[0051] 由于 Al 类反射层 5a 可包括第一元素,Al 类反射层 5a 可具有优异的热稳定性,且可有利于抑制电化学腐蚀。在实施方式中,第一元素可包括镧 (La)。

[0052] 第一元素在 Al 类反射层 5a 中的含量可为约 0.1wt% 至约 3wt%,例如约 0.1wt% 至约 1wt%。保持第一元素的量为约 0.1wt% 至约 3wt% 有助于确保 Al 类反射层 5a 中 Al 的热稳定性和 Al 类反射层 5a 的反射率基本都不会降低。第一元素的含量不限于以上范围。在实施方式中,第一元素的含量可为例如约 0.30wt% 至约 0.35wt%。

[0053] Al 类反射层 5a 可具有约 50nm 或更大,例如约 100nm 至约 500nm 的厚度。保持 Al 类反射层 5a 的厚度为约 50nm 或更大可有助于确保有机层 7 中产生的光不透过 Al 类反射层 5a,使得 OLED 的发光效率基本不会降低。

[0054] 透明导电层 5b 可由透明导电金属氧化物形成。透明导电金属氧化物可包括例如 ITO 和氧化锡 ( $SnO_2$ ),但不限于此。在实施方式中,透明导电层 5b 可由 ITO 形成。

[0055] 透明导电层 5b 可具有约 5nm 至约 100nm 的厚度,例如约 7nm 至约 8nm。保持透明导电层 5b 的厚度为约 5nm 至约 100nm 可有助于确保使 Al 类反射层 5a 的反射率降低最小化,且 OLED 具有优异的效率。

[0056] 含碳质材料层 6 可形成在透明导电层 5a 上。含碳质材料层 6 可将来自第一电极 5 的空穴有效注入并传输到有机层 7 中。因此,如上文所述在第一电极 5 中包括 Al 类反射层 5a 和透明导电层 5b 的 OLED 可具有优异的效率 and 功耗特性。含碳质材料层 6 的高至足以补偿从 Al 类反射层 5a 反射的光的相差的高折射率 ( $> 1.8$ ) 也可为 OLED 提供优异的效率 and 功耗特性。

[0057] 含碳质材料层 6 中的碳质材料可包括如由约 50 至约 600 个碳原子组成的碳的同素异形体或含金属的碳质化合物。碳质材料可包括例如富勒烯类化合物、含金属的富勒烯类复合物、碳纳米管、碳纤维、碳黑、石墨、卡宾、 $MgC_{60}$ 、 $CaC_{60}$  和 / 或  $SrC_{60}$ ,但不限于此。

[0058] 在实施方式中,碳质材料可以是  $C_{60}$ - $C_{500}$  富勒烯类化合物,例如  $C_{60}$ 。

[0059] 含碳质材料层 6 可具有约 1 Å 至约 300 Å 的厚度。保持含碳质材料层 6 的厚度为约 1 Å 至约 300 Å 可有助于确保得到以高效率发出具有高色纯度的红光、绿光和 / 或蓝光

的 OLED。在实施方式中,含碳质材料层 6 可具有约 3 Å 至约 100 Å 的厚度。在另一个实施方式中,含碳质材料层 6 可具有约 3 Å 至约 30 Å 的厚度。

[0060] 如上述一样,有机层 7 可形成在含碳质材料层 6 上。全文中所用术语“有机层”是指第一电极 5 和第二电极 9 之间的任意插入层。有机层 7 不能由纯有机材料形成并可包括金属络合物。

[0061] 有机层 7 可包括选自由空穴注入层 (HIL)、空穴传输层 (HTL)、发光层 (EML)、空穴阻挡层 (HBL)、电子传输层 (ETL) 和电子注入层 (EIL) 组成的中的至少一层。

[0062] 有机层 7 可具有包括例如 HIL、HTL、EML、ETL 和 EIL 的堆叠结构,这些层按以下顺序堆叠在含碳质材料层 6 上。或者,有机层 7 可具有包括例如 HTL、EML、ETL 和 EIL 的堆叠结构,这些层按以下顺序堆叠在含碳质材料层 6 上。

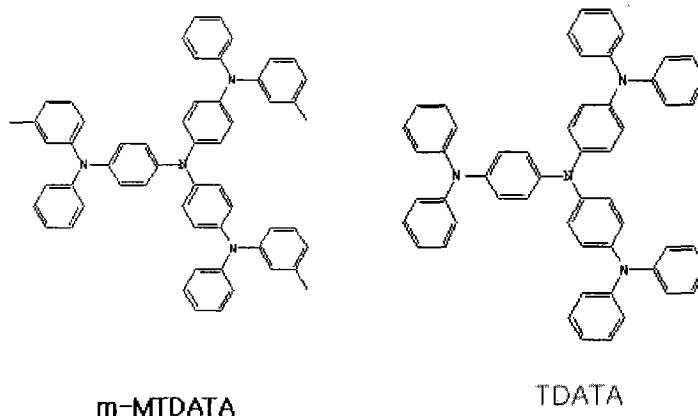
[0063] HIL 可通过用例如真空沉积、旋涂、浇涂、朗格缪尔-布朗格特 (LB) 沉积等方法形成在含碳质材料层 6 上。

[0064] 当用真空沉积形成 HIL 时,沉积条件可根据用于形成 HIL 的化合物和待形成的 HIL 的结构和热性质而改变。然而,通常用于真空沉积的条件可包括约 100 至约 500°C 的沉积温度、约  $10^{-8}$  至  $10^{-3}$  托的真空压力、以及约 0.01 至约 100 Å/sec 的沉积速度。

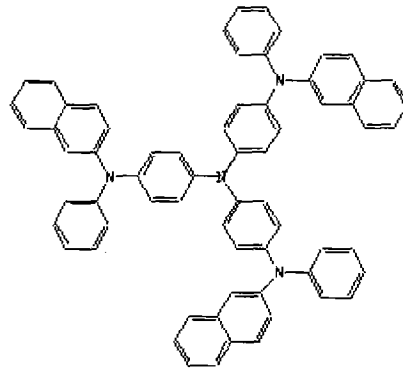
[0065] 当用旋涂形成 HIL 时,涂布条件可根据用于形成 HIL 的化合物和待形成的 HIL 的结构和热性质而改变。然而,通常用于旋涂的条件可包括约 2000 至约 5000rpm 的涂布速率和约 80 至约 200°C 的热处理温度,涂布后进行热处理以去除溶剂。

[0066] HIL 可由任何适于形成 HIL 的材料形成。用于形成 HIL 的材料可包括例如铜酞菁的酞菁化合物、4,4',4''-三(3-甲苯基苯基氨基)三苯基胺 (m-MTDATA)、N,N'-二(1-萘基)-N,N'-二苯基联苯胺 (NPB)、TDATA、2T-NATA、聚苯胺/十二烷基苯磺酸 (Pani/DBSA)、聚(3,4-乙二氧基噻吩)/聚(4-苯乙烯磺酸酯) (PEDOT/PSS)、聚苯胺/樟脑磺酸 (Pani/CSA) 和聚苯胺/聚(4-苯乙烯磺酸酯) (PANI/PSS),但不限于此。

[0067]



[0068]



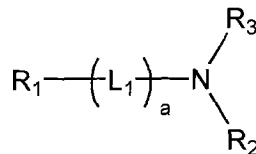
2T-NATA

[0069] HIL 可具有约 50 Å 至约 10000 Å 的厚度, 例如约 50 Å 至约 2500 Å 的厚度。保持 HIL 的厚度为约 50 Å 至约 10000 Å 可有助于确保 HIL 具有优良的空穴注入能力而不会使驱动电压实质增加。

[0070] 然后, HTL 可用例如真空沉积、旋涂、浇涂、朗格谬尔-布朗格特 (LB) 沉积等方法形成。当 HTL 用真空沉积或旋涂形成时, 用于沉积和涂布的条件与用于形成 HIL 的条件相似, 尽管用于沉积和涂布的条件可根据用于形成 HTL 的材料而改变。

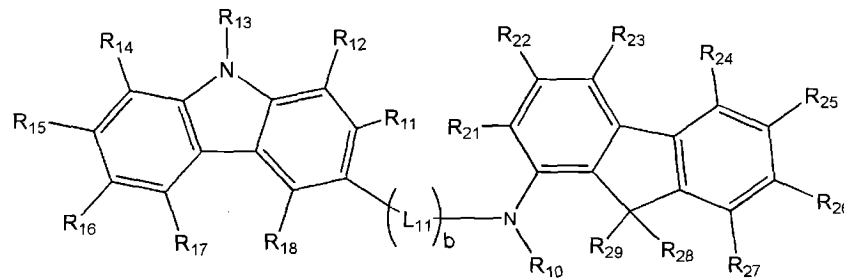
[0071] 用于形成 HTL 的材料可以是由以下通式 41 或 42 表示的化合物。

[0072]



[0073] 通式 41

[0074]



[0075] 通式 42

[0076] 在通式 41 和 42 中,  $R_{10}$  可以是  $-(Ar_1)_n - Ar_2$ 。  $R_{16}$  可以是  $-(Ar_{11})_m - Ar_{12}$ 。  $Ar_1$ 、 $Ar_{11}$ 、 $L_1$  和  $L_{11}$  可各自独立为例如取代或未取代的  $C_1 - C_{30}$  亚烷基、取代或未取代的  $C_2 - C_{30}$  亚烯基、取代或未取代的  $C_5 - C_{30}$  亚芳基、取代或未取代的  $C_4 - C_{30}$  杂亚芳基、和 / 或由  $-N(Q_1) -$  表示的基团。  $n$ 、 $m$ 、 $a$  和  $b$  可各自独立为 0 至 10 的整数。  $R_1$  至  $R_3$ 、 $R_{11}$  至  $R_{15}$ 、 $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{21}$  至  $R_{29}$ 、 $Ar_2$ 、 $Ar_{12}$  和  $Q_1$  可各自独立为例如氢、卤素原子、羟基、氰基、取代或未取代的  $C_1 - C_{30}$  烷基、取代或未取代的  $C_2 - C_{30}$  的烯基、取代或未取代的  $C_2 - C_{30}$  炔基、取代或未取代的  $C_1 - C_{30}$  烷氧基、取代或未取代的  $C_1 - C_{30}$  烷硫基 (alkylthiol)、取代或未取代的  $C_5 - C_{30}$  芳基、取代或未取代的  $C_4 - C_{30}$  杂芳基、和由  $-N(Q_2)$  ( $Q_3$ ) 表示的基团。  $Q_2$  和  $Q_3$  可各自独立为氢、卤素原子、羟基、氰基、取代或未取代的  $C_1 - C_{30}$  烷基、取代或未取代的  $C_2 - C_{30}$  的烯基、取代或未取代的  $C_2 - C_{30}$  炔基、取代或未取代的  $C_1 - C_{30}$  烷氧基、取代或未取代的  $C_1 - C_{30}$  烷硫基、取代或未取代的  $C_5 - C_{30}$  芳基、和取代或未取代



的  $C_4$ - $C_{30}$  杂芳基,其中  $-(Ar_1)_n-$  中的  $n$  个  $Ar_1$  基彼此相同或不同,  $-(Ar_{11})_m-$  中的  $m$  个  $Ar_{11}$  基彼此相同或不同,  $-(L_1)_a-$  中的  $a$  个  $L_1$  基彼此相同或不同,  $-(L_{11})_b-$  中的  $b$  个  $L_{11}$  基彼此相同或不同。

[0077] 对于  $R_{10}$  的通式  $-(Ar_1)_n-Ar_2-$  中  $Ar_1$  和对于  $R_{16}$  的通式  $-(Ar_{11})_m-Ar_{12}-$  中  $Ar_{11}$  的实例可包括取代或未取代的  $C_1$ - $C_{10}$  亚烷基、取代或未取代的  $C_2$ - $C_{10}$  亚烯基、取代或未取代的亚苯基、取代或未取代的亚戊搭烯基、取代或未取代的亚茛基、取代或未取代的亚萘基、取代或未取代的亚甘菊环烃基、取代或未取代的亚庚搭烯基、取代或未取代的亚引达省基 (indacenylene group)、取代或未取代的亚萘基、取代或未取代的亚芴基、取代或未取代的亚非那烯基 (phenalenylene group)、取代或未取代的亚菲基、取代或未取代的亚蒽基、取代或未取代的亚萤蒽基、取代或未取代的亚三苯基、取代或未取代的亚芘基、取代或未取代的亚蒾基、取代或未取代的亚并四苯基、取代或未取代的亚苈基、取代或未取代的亚茛基、取代或未取代的亚并五苯基、取代或未取代的亚并六苯基、取代或未取代的亚吡咯基、取代或未取代的亚吡唑基、取代或未取代的亚咪唑基、取代或未取代的亚咪唑啉基、取代或未取代的亚咪唑并吡啶基、取代或未取代的亚咪唑并嘧啶基、取代或未取代的亚吡啶基、取代或未取代的亚吡嗪基、取代或未取代的亚嘧啶基、取代或未取代的亚吲哚基、取代或未取代的亚嘌呤基、取代或未取代的亚喹啉基、取代或未取代的亚酞嗪基、取代或未取代的亚吲哚基、取代或未取代的亚萘啶基、取代或未取代的亚喹啉基、取代或未取代的亚噌啉基、取代或未取代的亚吲唑基、取代或未取代的亚咪唑基、取代或未取代的亚吩嗪基、取代或未取代的亚啡啶基、取代或未取代的亚吡喃基、取代或未取代的亚苯并吡喃基、取代或未取代的亚苯并呋喃基、取代或未取代的亚苯硫基、取代或未取代的亚苯并苯硫基、取代或未取代的亚异噻唑基、取代或未取代的亚苯并咪唑基、取代或未取代的亚异噁唑基、取代或未取代的亚三嗪基、和由  $-N(Q_1)-$  表示的基团,但不限于此。在这点上,  $Q_1$  可包括例如氢、卤素原子、羟基、氰基、取代或未取代的  $C_1$ - $C_{10}$  烷基、取代或未取代的  $C_2$ - $C_{10}$  烯基、取代或未取代的  $C_2$ - $C_{10}$  炔基、取代或未取代的  $C_1$ - $C_{10}$  烷氧基、取代或未取代的  $C_1$ - $C_{10}$  烷硫基、取代或未取代的  $C_5$ - $C_{14}$  芳基和取代或未取代的  $C_4$ - $C_{14}$  杂芳基,但不限于此。

[0078] 例如,  $Ar_1$  和  $Ar_{11}$  可各自独立为  $C_1$ - $C_{10}$  亚烷基;亚苯基;亚萘基;亚蒽基;亚芴基;亚咪唑基;亚吡唑基;亚吡啶基;亚三嗪基;  $-N(Q_1)-$ , 具有包括卤素原子、氰基、羟基、 $C_1$ - $C_{10}$  烷基、 $C_1$ - $C_{10}$  烷氧基、苯基、萘基和 / 或蒽基的至少一个取代基的取代的  $C_1$ - $C_{10}$  亚烷基、取代的亚苯基、取代的亚萘基、取代的亚蒽基、取代的亚芴基、取代的亚咪唑基、取代的亚吡唑基、取代的亚吡啶基、取代的亚三嗪基。在这点上,  $Q_1$  可包括例如氢、 $C_1$ - $C_{10}$  烷基、苯基、萘基、咪唑基、芴基、以及具有选自自由卤素原子、氰基、羟基、 $C_1$ - $C_{10}$  烷基、 $C_1$ - $C_{10}$  烷氧基、苯基、萘基和 / 或蒽基组成的组中的至少一个取代基的取代的  $C_1$ - $C_{10}$  烷基、取代的  $C_1$ - $C_{10}$  烷氧基、取代的苯基、取代的萘基、取代的咪唑基和 / 或取代的芴基。

[0079] 通式  $-(Ar_1)_n-Ar_2-$  中的  $Ar_2$  和通式  $-(Ar_{11})_m-Ar_{12}-$  中的  $Ar_{12}$  可限定如上述  $Q_1$  一样。

[0080] 通式  $-(Ar_1)_n-Ar_2-$  中的  $n$  和通式  $-(Ar_{11})_m-Ar_{12}-$  中的  $m$  可各自独立地为 0 至 6 的整数。例如,  $n$  和  $m$  可各自独立地为 0、1、2、3、4 或 5。

[0081]  $-(Ar_1)_n-Ar_2-$  中的  $n$  个  $Ar_1$  基可彼此相同或不同。例如,当  $n$  为 2 时,  $-(Ar_1)_n-$  中的两个  $Ar_1$  基可以都是亚苯基,或者两者中一个可为  $-N(Q_1)-$ , 而另一个可为亚苯基。这种解释可适用于  $-(Ar_{11})_m-Ar_{12}-$ 。

[0082] 通式 41 和 42 中的  $R_1$  至  $R_3$ 、 $R_{11}$  至  $R_{15}$ 、 $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{21}$  至  $R_{29}$  可限定如上述  $Q_1$  一样。

[0083] 例如,  $R_{13}$  可为苯基、萘基或蒽基,但不限于此。

[0084] 例如,  $R_{28}$  和  $R_{29}$  可各自独立为氢、甲基、乙基、甲氧基、乙氧基、苯基、萘基和 / 或蒽基,但不限于此。

[0085] 通式 41 和 42 中的  $L_1$  和  $L_2$  可限定如上述  $Ar_1$  和  $Ar_{11}$  一样。

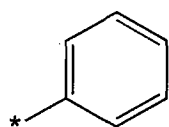
[0086] 例如,  $L_1$  和  $L_2$  可各自独立为亚苯基、 $C_1$ - $C_{10}$  烷基亚苯基、氟代亚苯基、亚咪唑基、亚三唑基、 $C_1$ - $C_{10}$  烷基亚三唑基、苯基亚三唑基、 $C_1$ - $C_{10}$  亚烷基和 / 或苯基亚咪唑基,但不限于此。

[0087] 在通式 41 和 42 中,  $a$  和  $b$  可各自独立为 0 至 10 的整数。例如,  $a$  和  $b$  可各自独立为 0、1、2 或 3,但不限于此。

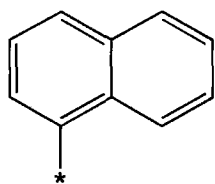
[0088] 例如,在通式 42 中,对于  $R_{10}$  的通式  $-(Ar_1)_n-Ar_2-$  中  $Ar_1$  和对于  $R_{16}$  的通式  $-(Ar_{11})_m-Ar_{12}-$  中  $Ar_{11}$  可各自独立为亚苯基;亚咪唑基;亚苄基;甲基亚苄基;亚吡唑基;苯基亚吡唑基;  $-N(Q_1)-$ , 其中  $Q_1$  为氢、苯基、苄基、二甲基苄基、二苯基苄基、咪唑基或苯基咪唑基;二苯基亚苄基;亚三嗪基;甲基亚三嗪基;苯基亚三嗪基;四氟亚苯基;亚乙基和 / 或甲基亚苯基,其中  $n$  和  $m$  各自独立为 0、1、2、3、4、5 或 6,且  $Ar_2$  和  $Ar_{12}$  各自独立为氢、氰基、氟基、苯基、氰基苯基、萘基、蒽基、甲基、吡啶基、咪唑基、苯基咪唑基、苄基、二甲基苄基和 / 或二苯基苄基。 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{14}$ 、 $R_{15}$ 、 $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{21}$  至  $R_{27}$  可以是氢。 $R_{13}$  可包括苯基、萘基和 / 或蒽基。 $R_{28}$  和  $R_{29}$  可各自独立为氢、甲基、乙基、甲氧基、乙氧基、苯基、萘基和 / 或蒽基。 $L_{11}$  可以是亚苯基。 $b$  可为 0 或 1。

[0089] 例如,在通式 42 中,  $R_{13}$  可由式 101A 至 101D 之一表示。

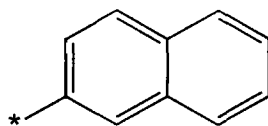
[0090]



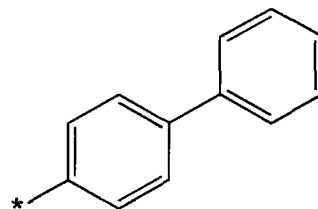
通式 101A



通式 101B



通式 101C

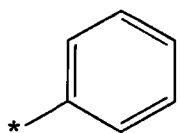


通式 101D

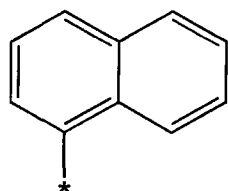
[0091] 例如,在通式 42 中,  $L_{11}$  可以是亚苯基,且  $b$  可为 1。

[0092] 例如,在通式 42 中,  $R_{10}$  可由式 102A 至 102G 之一表示。

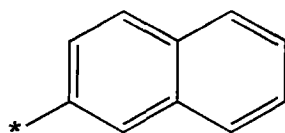
[0093]



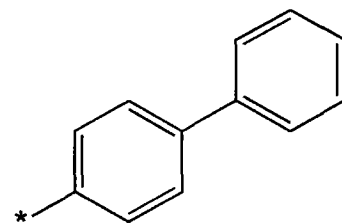
通式 102A



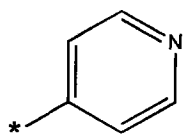
通式 102B



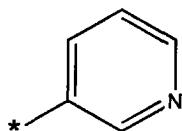
通式 102C



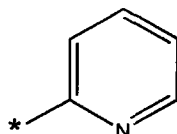
通式 102D



通式 102E



通式 102F



通式 102G

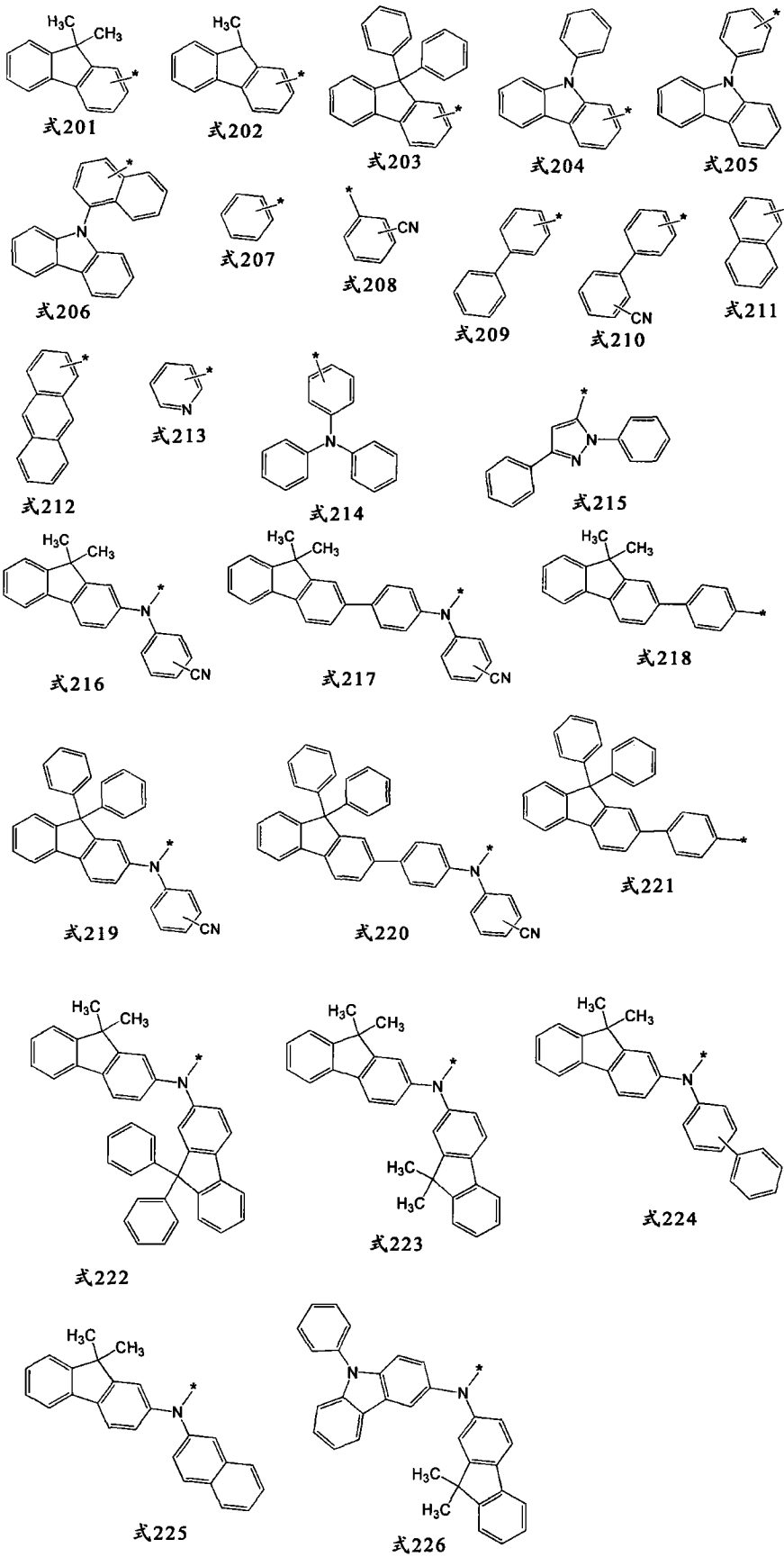
[0094] 例如,在通式 42 中,  $R_{28}$  和  $R_{29}$  各自独立为甲基或苯基。

[0095] 例如,在通式 42 中,  $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{14}$  至  $R_{18}$  以及  $R_{21}$  至  $R_{27}$  可为氢原子。

[0096] 例如,在通式 41 中,  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  可各自独立为  $C_1$ - $C_{10}$  烷基;  $C_1$ - $C_{10}$  烷氧基; 苯基; 萘基; 咪唑基; 茚基; 茚基; 蒽基; 吡啶基; 吡啶基; 用卤素原子、氰基、羟基、 $C_1$ - $C_{10}$  烷基、 $C_1$ - $C_{10}$  烷氧基、苯基、氰基苯基、二苯胺基、萘基、咪唑基、茚基、 $C_1$ - $C_{10}$  烷基茚基、二 ( $C_1$ - $C_{10}$  烷基) 茚基、苯基茚基、二 (苯基) 茚基和蒽基中的至少一种取代的  $C_1$ - $C_{10}$  烷基、 $C_1$ - $C_{10}$  烷氧基、苯基、萘基、咪唑基、茚基、蒽基、吡啶基或吡啶基; 或  $-N(Q_2)(Q_3)$ 。在此,  $Q_2$  和  $Q_3$  中的每一个可各自独立地为  $C_1$ - $C_{10}$  烷基;  $C_1$ - $C_{10}$  烷氧基; 苯基; 萘基; 咪唑基; 茚基; 蒽基; 吡啶基; 吡啶基; 或者用卤素原子、氰基、羟基、 $C_1$ - $C_{10}$  烷基、 $C_1$ - $C_{10}$  烷氧基、苯基、氰基苯基、二苯胺基、萘基、咪唑基、茚基、 $C_1$ - $C_{10}$  烷基茚基、二 ( $C_1$ - $C_{10}$  烷基) 茚基、苯基茚基、二 (苯基) 茚基和蒽基中的至少一种取代的  $C_1$ - $C_{10}$  烷基、 $C_1$ - $C_{10}$  烷氧基、苯基、萘基、咪唑基、茚基、蒽基、吡啶基或吡啶基。

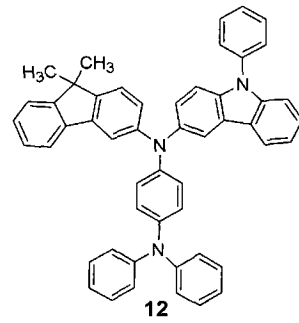
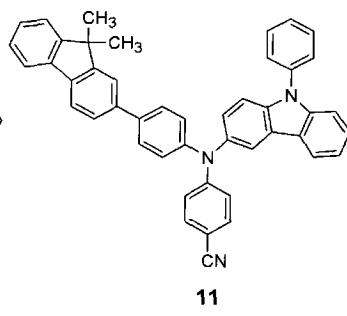
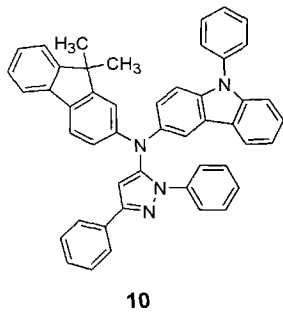
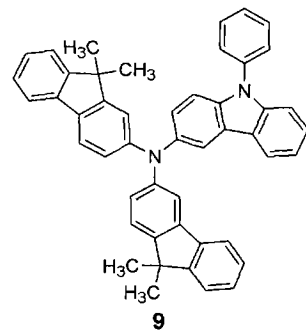
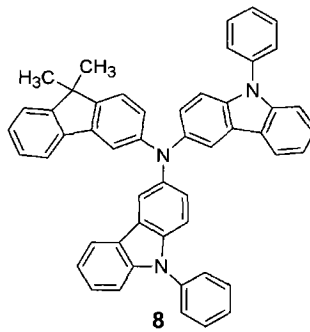
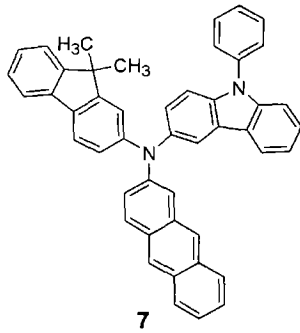
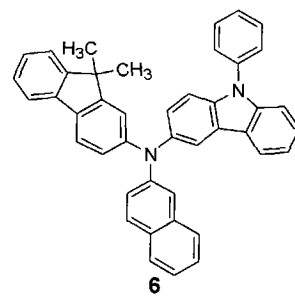
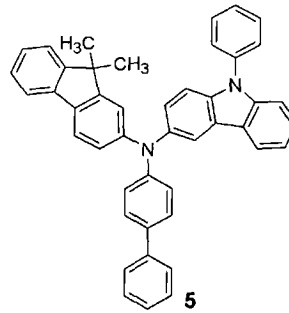
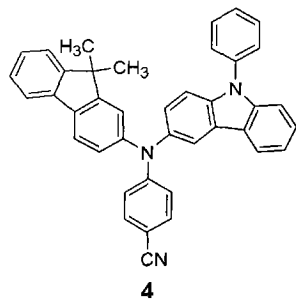
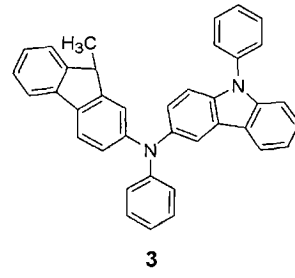
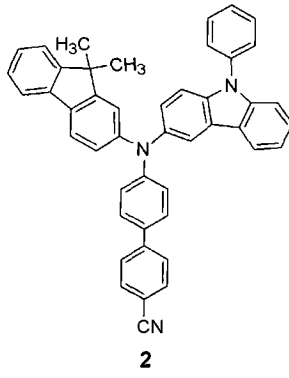
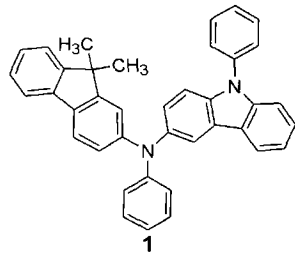
[0097] 例如,在通式 41 中,  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  可各自独立为以下式 201 至 226 中的一种。

[0098]

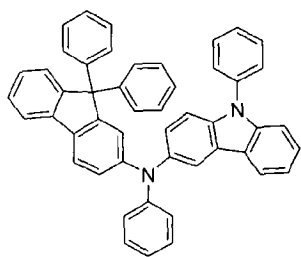


[0099] 在实施方式中，HTL可包括由以下化合物1至38中的至少一种化合物，但不限于此：

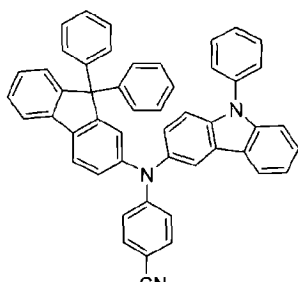
[0100]



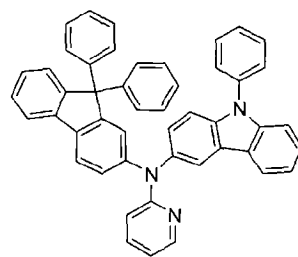
[0101]



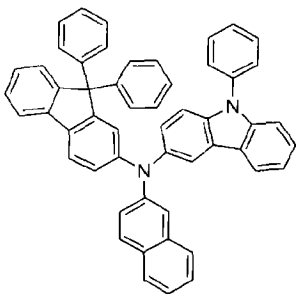
13



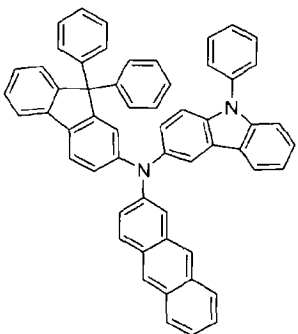
14



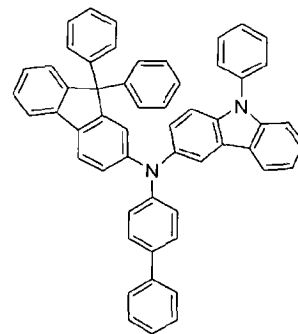
15



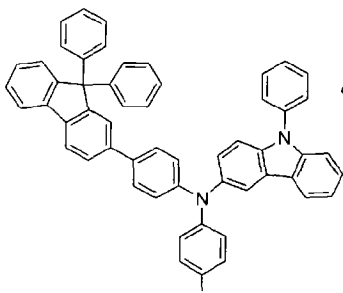
16



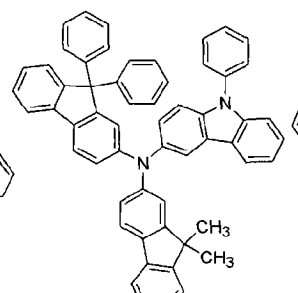
17



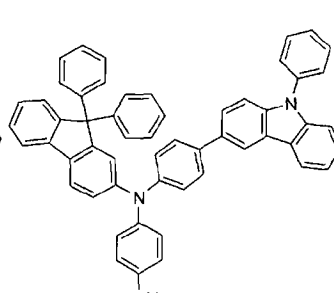
18



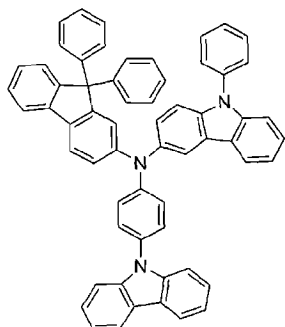
19



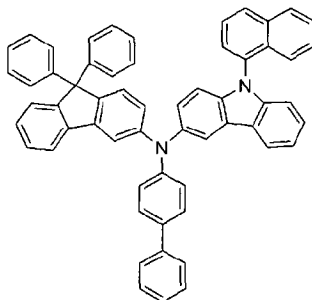
20



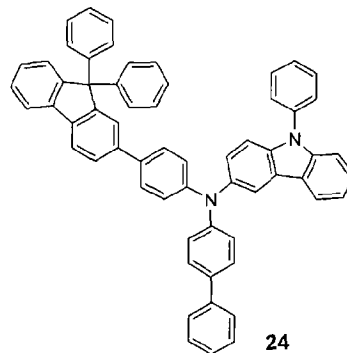
21



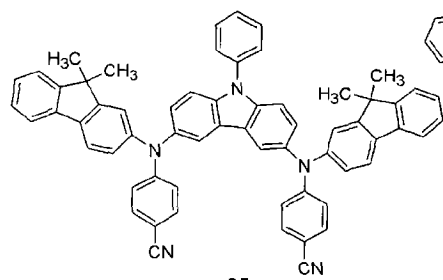
22



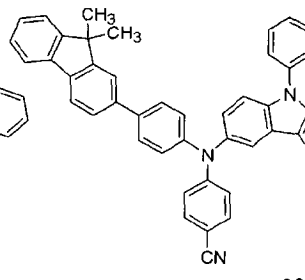
23



24

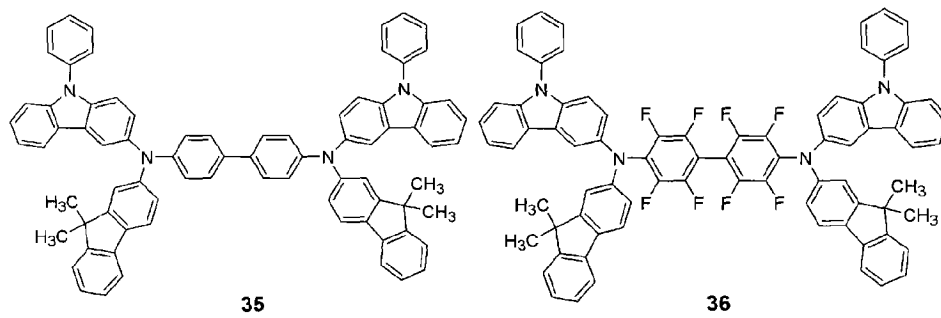
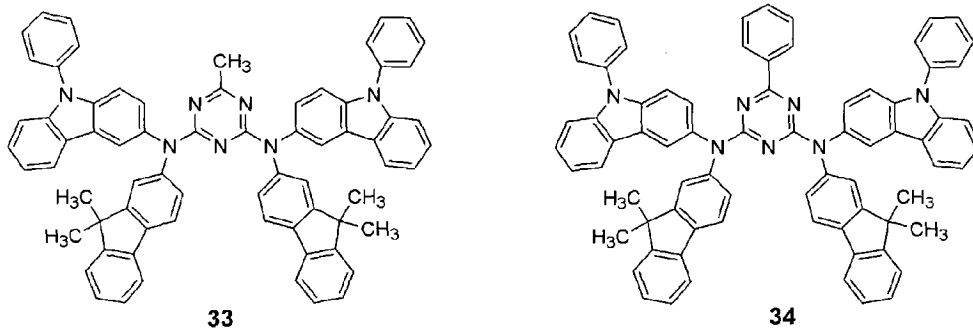
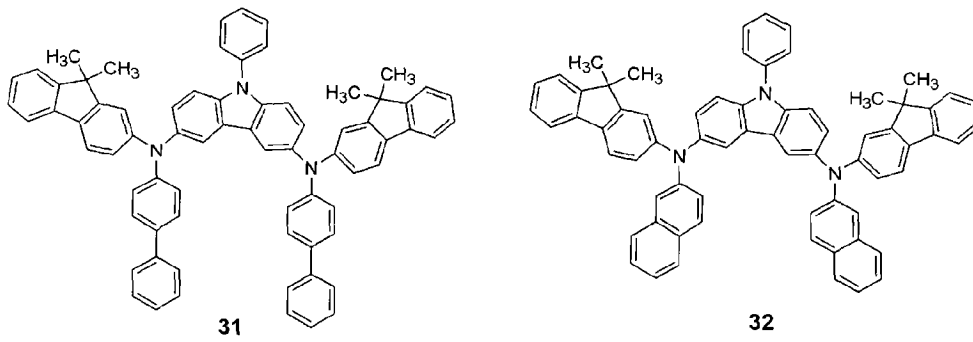
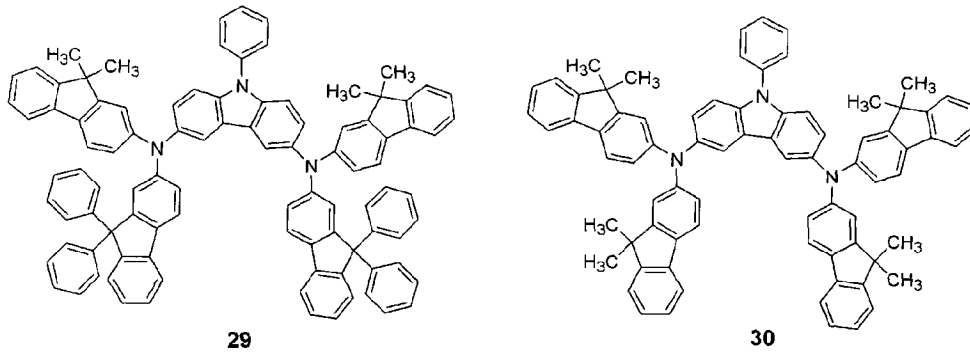
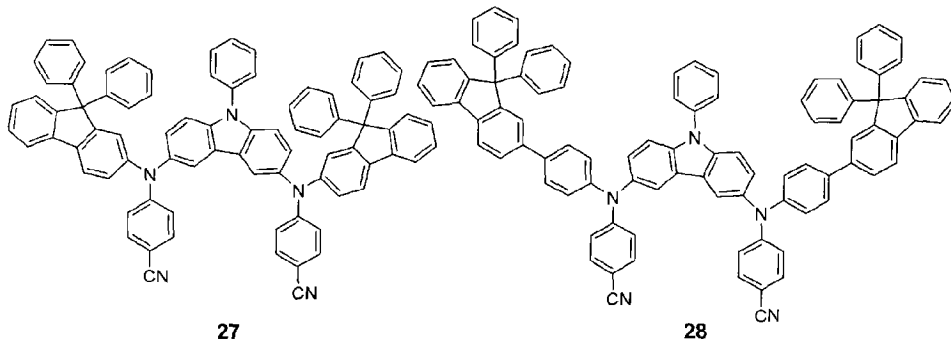


25

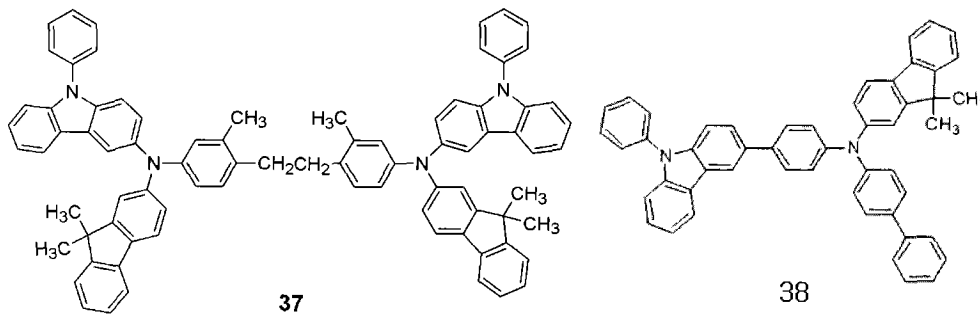


26

[0102]



[0103]

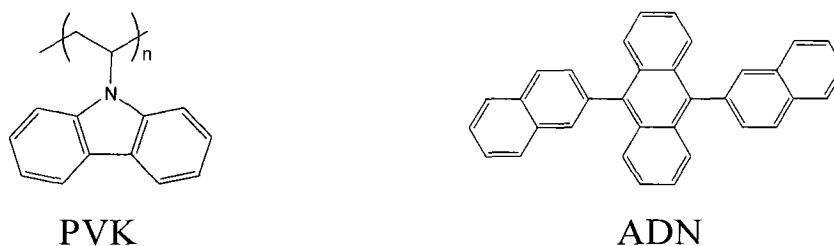
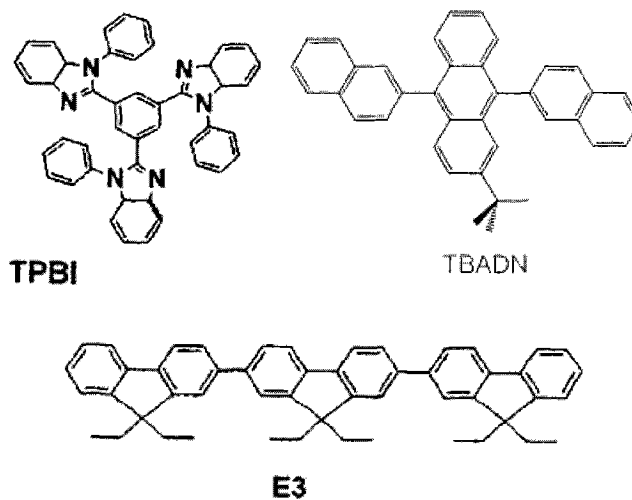


[0104] HTL 可具有约 50 Å 至约 10000 Å 的厚度, 例如 100 Å 至约 2500 Å 的厚度。保持 HTL 的厚度为约 50 Å 至约 10000 Å 可有助于确保 HTL 具有满意的空穴传输能力, 而不会使驱动电压实质增加。

[0105] 然后, EML 可通过用例如真空沉积、旋涂、浇涂、LB 沉积等方法形成在 HTL 上。当 EML 用真空沉积或旋涂形成时, 用于沉积和涂布的条件可与用于形成 HIL 的条件相似, 尽管用于沉积和涂布的条件可根据用于形成 EML 的材料而改变。

[0106] EML 可包括化合物、或者主体和掺杂剂的组合。主体可包括例如 Alq<sub>3</sub>、4,4'-N,N'-二咔唑-联苯 (CBP)、聚(n-乙基咔唑) (PVK)、9,10-二(萘-2-基)蒽 (ADN)、TCTA、1,3,5-三(N-苯基苯并咪唑-2-基)苯 (TPBI)、3-叔丁基-9,10-二-2-萘基蒽 (TBADN)、E3 和联苯乙烯亚芳基 (DSA), 但不限于此。

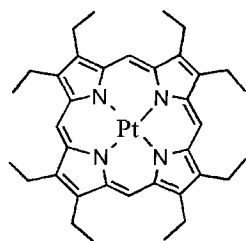
[0107]



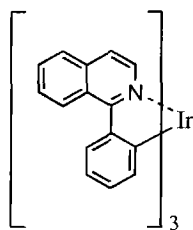
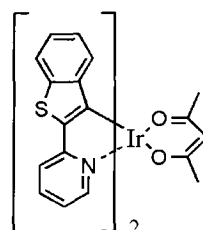
[0108] 红色掺杂剂的实例可包括 PtOEP、Ir(piq)<sub>3</sub> 和 Btp<sub>2</sub>Ir(acac), 但不限于此。

[0109]



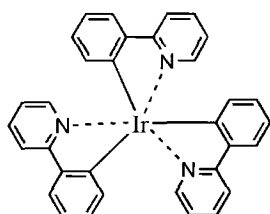
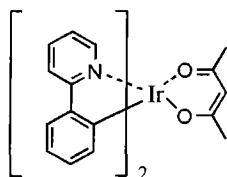
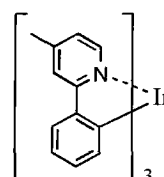


PtOEP

Ir(piq)<sub>3</sub>Btp<sub>2</sub>Ir(acac)

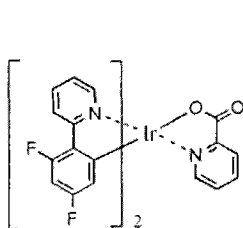
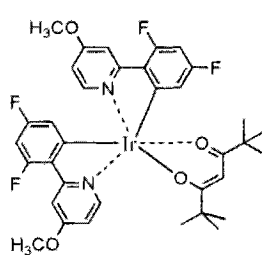
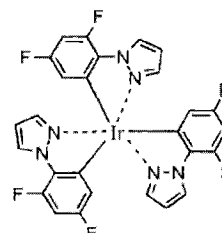
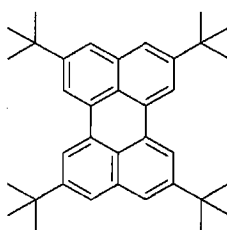
[0110] 绿色掺杂剂的实例可包括 Ir(ppy)<sub>3</sub> (ppy = 苯基吡啶)、Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac) 和 Ir(mpyp)<sub>3</sub>, 但不限于此。

[0111]

Ir(ppy)<sub>3</sub>Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac)Ir(mpyp)<sub>3</sub>

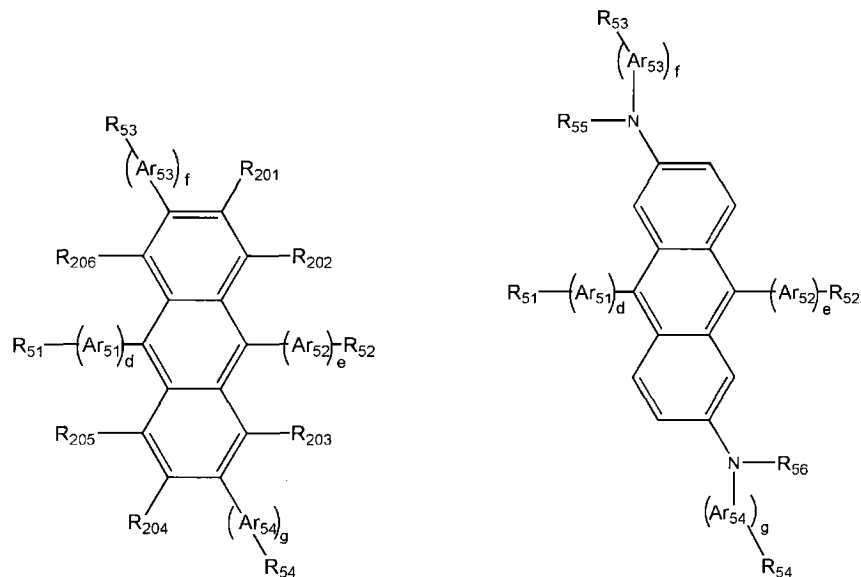
[0112] 蓝色掺杂剂的实例可包括 F<sub>2</sub>Irpic、(F<sub>2</sub>ppy)<sub>2</sub>Ir(tmd)、Ir(dfppz)<sub>3</sub>、三-芴、4,4'-双(4-二苯氨基苯乙烯基)联苯(DPAVBi)、2,5,8,11-四-叔丁基芘(TBPe), 但不限于此。

[0113]

F<sub>2</sub>Irpic(F<sub>2</sub>ppy)<sub>2</sub>Ir(tmd)Ir(dfppz)<sub>3</sub>

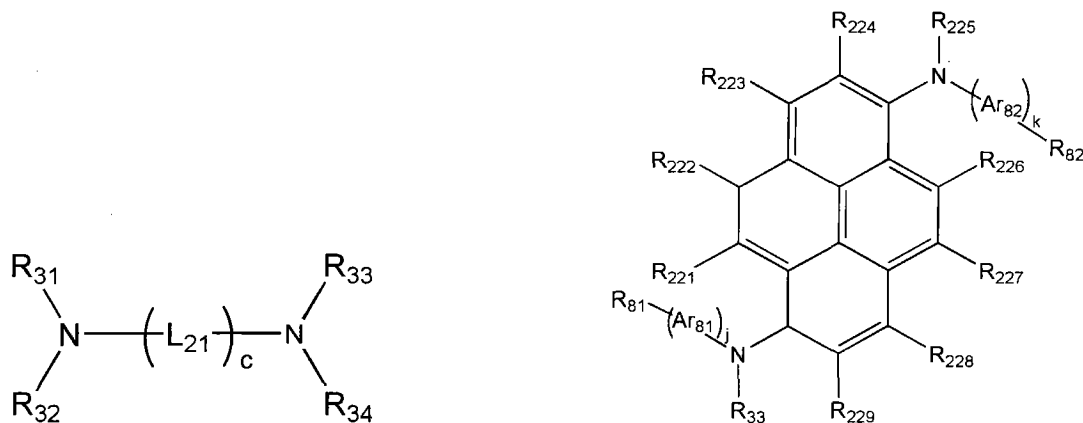
TBPe

[0114]



[0115] 通式 51 通式 54

[0116]



[0117] 通式 81 通式 83

[0118] 在以上通式 51 和 54 中, Ar<sub>51</sub>、Ar<sub>52</sub>、Ar<sub>53</sub> 和 Ar<sub>54</sub> 可限定如上述 Ar<sub>1</sub> 一样。

[0119] 在通式 51 和 54 中, Ar<sub>51</sub>、Ar<sub>52</sub>、Ar<sub>53</sub> 和 Ar<sub>54</sub> 可各自独立为例如亚苯基、亚萘基、亚蒽基和苯基取代的亚蒽基,但不限于此。

[0120] 在通式 51 和 54 中, R<sub>201</sub> 至 R<sub>209</sub> 以及 R<sub>51</sub> 至 R<sub>56</sub> 可限定如上述 Ar<sub>2</sub> 一样。例如 R<sub>201</sub> 至 R<sub>209</sub> 可为氢。

[0121] 在通式 51 和 54 中, d、e、f 和 g 可各自独立为 0 至 10 的整数。例如, d、e、f 和 g 可各自独立为 0、1 或 2,但不限于此。

[0122] 在通式 51 和 54 中, R<sub>51</sub> 至 R<sub>56</sub> 可各自独立为例如氢、甲基、乙基、丙基、丁基、苯基、萘基、蒽基、茈基、咪唑基和 -N(Q<sub>2</sub>)(Q<sub>3</sub>), 其中 Q<sub>2</sub> 和 Q<sub>3</sub> 各自独立为甲基、苯基、萘基和 / 或蒽基。

[0123] 在通式 81 中, L<sub>21</sub> 可以是例如取代或未取代的 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub> 亚烷基、取代或未取代的 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub> 亚烯基、取代或未取代的 C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> 亚芳基、和取代或未取代的 C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> 杂亚芳基。c 可为 1 至 20 的整数,且 -(L<sub>21</sub>)<sub>c</sub> 中的 c 个 L<sub>21</sub> 基可彼此相同或不同。R<sub>31</sub> 至 R<sub>34</sub> 可各自独立为取代或未取代的 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub> 烷基、取代或未取代的 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub> 烯基、取代或未取代的 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub> 炔基、取代或未取代的 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub> 烷氧基、取代或未取代的 C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> 芳基和 / 或取代或未取代的 C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> 杂芳基。

[0124] 在通式 81 中,  $L_{21}$  可限定如上述  $Ar_1$  一样 (对  $-N(Q_1)-$  的说明除外), 且  $R_{31}$  至  $R_{34}$  可限定如上述  $Q_1$  一样 (对  $-N(Q_2)(Q_3)$  的说明除外)。

[0125] 在通式 81 中,  $L_{21}$  可为亚乙烯基、亚丙烯基或亚苯基。

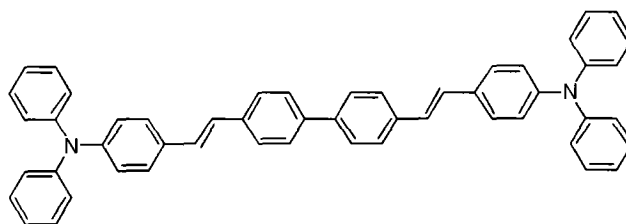
[0126] 在通式 81 中,  $c$  可为 1、2、3、4、5 或 6。

[0127] 在通式 81 中,  $R_{31}$  至  $R_{34}$  可各自独立为氢、甲基、乙基、丙基、丁基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基、苯基、萘基和 / 或蒽基。

[0128] 在通式 81 中,  $-(L_{21})_c-$  中的  $c$  个  $L_{21}$  基可彼此相同或不同。例如, 当  $c$  为 2 时, 两个  $L_{21}$  基都为亚苯基, 或者两个中的一个可为亚苯基, 另一个可为亚乙烯基。

[0129] 通式 81 的化合物可以是以下化合物 40, 但不限于此:

[0130]



[0131] 化合物 40

[0132] 在通式 83 中,  $A_{81}$  和  $A_{82}$  可限定如上述  $A_1$  一样。

[0133] 在通式 83 中,  $A_{81}$  和  $A_{82}$  可各自独立为亚苯基、苯基取代的亚苯基、亚萘基、亚蒽基、苯基取代的亚蒽基和 / 或  $-N(Q_1)-$ , 但不限于此。在这点上,  $Q_1$  可为苯基或由至少一个  $-F$  基取代的苯基。

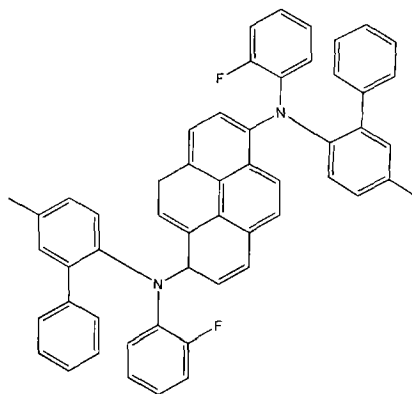
[0134] 在通式 83 中,  $R_{221}$  至  $R_{229}$  以及  $R_{81}$  至  $R_{84}$  可限定如上述  $Ar_2$  一样。例如,  $R_{221}$  至  $R_{229}$  可为氢。

[0135] 在通式 83 中,  $j$  和  $k$  可各自独立为 0 至 10 的整数。在实施方式中,  $j$  和  $k$  可各自独立为 0、1 或 2。

[0136] 在通式 83 中,  $R_{81}$  至  $R_{84}$  可各自独立为氢、卤素原子、甲基、乙基、丙基、丁基、苯基、萘基、蒽基、芘基、咪唑基和  $-N(Q_2)(Q_3)$ , 其中  $Q_2$  和  $Q_3$  各自独立为甲基、苯基、萘基和 / 或蒽基。

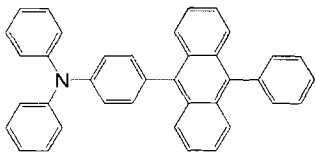
[0137] 在实施方式中, 有机层 7 的 EML 可包括例如以上化合物 40、以下化合物 43、51 至 55 和 58 作为主体, 但不限于此。

[0138]

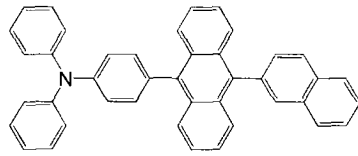


[0139] 化合物 43

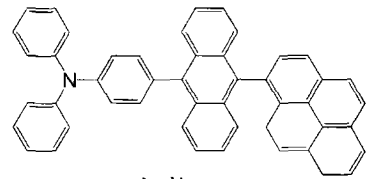
[0140]



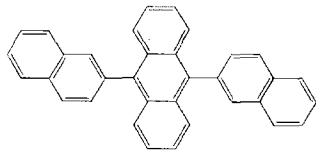
化合物 51



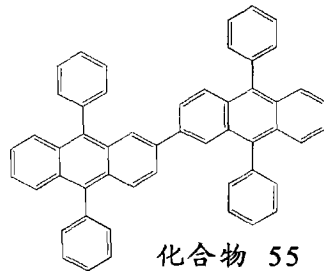
化合物 52



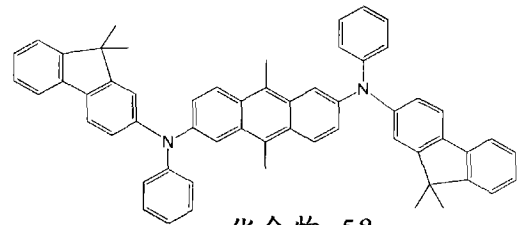
化合物 53



化合物 54



化合物 55



化合物 58

[0141] 当掺杂剂和主体一起用作 EML 材料时,基于 100 重量份的主体,掺杂剂的含量可为约 0.01 至约 15 重量份,但不限于此。

[0142] EML 可具有约 100 Å 至约 1000 Å 的厚度,例如约 200 Å 至约 600 Å。保持 EML 的厚度为约 100 Å 至约 1000 Å 可有助于确保 EML 具有优异的发光能力而不会使驱动电压实质增加。

[0143] 在实施方式中,有机层 7 可包括 HTL 和 EML,其中 HTL 包括由以上式 2 表示的化合物,且 EML 包括由以上式 3 表示的化合物(作为掺杂剂)和上文所述的那些主体。在这点上,因为式 3 的化合物是蓝色掺杂剂,OLED 可以高效率 and 低功耗发出具有高色纯度的蓝光。

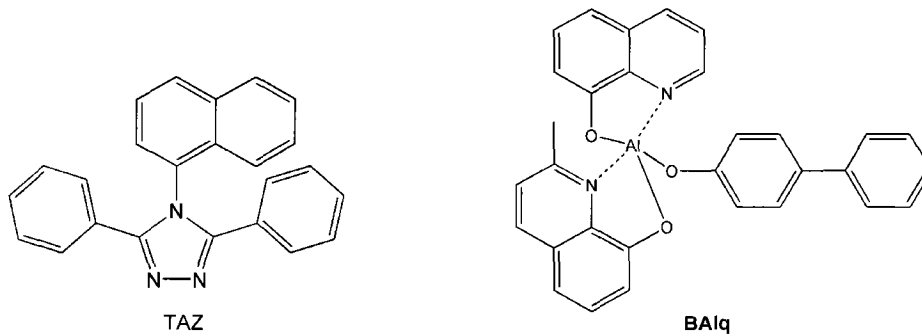
[0144] 在实施方式中,有机层 7 可包括 HTL 和 EML,其中 HTL 包括由以上式 1 至 37 表示的一种化合物,且 EML 包括化合物 40 和上文所述的那些主体。

[0145] 当磷光掺杂剂也用于形成 EML 时,HBL 可通过用例如真空沉积、旋涂、浇涂、LB 沉积等方法形成在 HTL 和 EML 之间,以防止三线态激子或空穴扩散进入 ETL。当 HBL 用真空沉积或旋涂形成时,用于沉积和涂布的条件可与用于形成 HIL 的条件相似,尽管用于沉积和涂布的条件可根据用于形成 HBL 的材料而改变。可使用常用于形成 HBL 的任何材料。用于形成 HBL 的材料实例可包括噁二唑衍生物、三唑衍生物和喹啉衍生物,但不限于此。

[0146] HBL 可具有约 50 Å 至约 1000 Å 的厚度,例如约 100 Å 至约 400 Å。保持 HBL 的厚度为约 50 Å 至约 1000 Å 可有助于确保 HBL 具有优异的空穴阻挡能力而不使驱动电压实质增加。

[0147] 然后,ETL 可通过例如真空沉积、旋涂、浇涂等方法形成在 HBL 或 EML 上。当 ETL 用真空沉积或旋涂形成时,沉积和涂布的条件可与用于形成 HIL 的条件相似,尽管沉积和涂布的条件可根据用于形成 ETL 的化合物而改变。用于形成 ETL 的材料可以是能够稳定传输由电子注入电极(阴极)注入的电子的任何适宜材料。用于形成 ETL 的材料实例可包括喹啉衍生物,诸如三(8-羟基喹啉)铝( $Alq_3$ )、TAZ 和  $Ba1q$ ,但不限于此。

[0148]



[0149] ETL 可具有约 100 Å 至约 1000 Å 的厚度, 例如约 150 Å 至约 500 Å。保持 ETL 的厚度为约 100 Å 至约 1000 Å 可有助于确保 ETL 具有满意的电子传输能力, 而不会使驱动电压实质增加。

[0150] 然后, EIL 可形成在 ETL 上。EIL 可由使电子易于从阴极注入的任何适宜材料形成。

[0151] 用于形成 EIL 的材料实例可包括 LiF、NaCl、CsF、Li<sub>2</sub>O 和 BaO。用于形成 EIL 的沉积和涂布的条件可与用于形成 HIL 的条件相似, 尽管沉积和涂布的条件可根据用于形成 EIL 的材料而改变。

[0152] EIL 可具有约 1 Å 至约 100 Å 的厚度, 例如约 5 Å 至约 90 Å。保持 EIL 的厚度为约 1 Å 至约 100 Å 可有助于确保 EIL 具有满意的电子注入能力, 而不会使驱动电压实质增加。

[0153] 最后, 第二电极 9 可形成在有机层 7 上。第二电极 9 可为阴极, 它是电子注入电极。用于形成第二电极 9 的金属可为具有低功函的金属、合金、导电化合物及它们的混合物。在这点上, 第二电极 9 可由例如锂 (Li)、镁 (Mg)、铝 (Al)、铝 (Al)- 锂 (Li)、钙 (Ca)、镁 (Mg)- 铟 (In) 或镁 (Mg)- 银 (Ag)。

[0154] 图 4 示出了根据另一实施方式的 OLED 20 的截面示意图。参照图 4, 根据该实施方式的 OLED 20 可包括基板 21、第一电极 25、含碳质材料层 26、有机层 27 和第二电极 29。第二电极 25 可包括按以下顺序布置在基板 21 上的含镍 (Ni) 和第一元素的 Al 类反射层 25a、透明导电层 25b 和含第二元素的氧化锌层 25c。基板 21、含碳质材料层 26、有机层 27、第二电极 29、包括 Ni 和第一元素的 Al 类反射层 25a 和透明导电层 25b 可与上述结合图 1 所述的相同, 因此省略其重复的详细描述。

[0155] 参照图 4, 在根据该实施方式的 OLED 20 中, 与图 1 中的 OLED 10 相比, 第一电极 25 可进一步包括含第二元素的氧化锌层 25c。含第二元素的氧化锌层 25c 可通过增加第一电极 25 的功函来降低空穴注入壁垒。因此, 空穴可易于从第一电极 25 注入有机层 27 中。

[0156] 含第二元素的氧化锌层 25c 中的第二元素可包括铝 (Al)、铟 (In)、镓 (Ga)、锗 (Ge)、钆 (Gd)、锆 (Zr)、钼 (Mo) 和镍 (Ni) 中的至少一种。例如, 第二元素可包括铝 (Al)。在实施方式中, 第二元素可为铝 (Al), 但不限于此。

[0157] 基于 100 重量份的含第二元素的氧化锌层 25c, 第二元素在含第二元素的氧化锌层 25c 中的含量可为约 0.5 至约 10 重量份。保持含第二元素的氧化锌层 25c 中第二元素的含量为约 0.5 至约 10 重量份可有助于确保含第二元素的氧化锌层 25c 具有优异的空穴传输能力而不使电阻实质增加或可见光透过率实质下降。在实施方式中, 基于 100 重量份的含第二元素的氧化锌层 25c, 第二元素的含量可为约 0.5 至约 5 重量份, 但不限于此。

[0158] 含第二元素的氧化锌层 25c 可具有约 1 Å 至约 800 Å 的厚度, 例如约 10 Å 至约

500 Å。保持含第二元素的氧化锌层 25c 的厚度为约 1 Å 至约 800 Å 可有助于确保获得优异效率和功耗而不会使驱动电压实质降低。

[0159] 根据实施方式的 OLED 10 和 20 示于图 1 和 6 中。然而,实施方式不限于此。例如, OLED 10 和 20 可进一步包括在 Al 类反射层 5a(25a) 和基板 1(21) 之间的金属层。金属层可用作阻挡 Al 从 Al 类反射层 5a(25a) 扩散进入基板 1(21) 的阻挡层。金属层可包括钼 (Mo)、钨 (W)、钛 (Ti)、钯 (Pd)、铂 (Pt) 和金 (Au) 中的至少一种,但不限于此。在实施方式中,金属层可包括钛 (Ti) 层。金属层可具有约 20nm 至约 200nm 的厚度,例如约 50nm 至约 100nm。保持金属层的厚度为约 20nm 至约 200nm 可有助于确保有效防止铝 (Al) 的扩散。然而,金属层的厚度不限于此。

[0160] 以下,将参照以下实施例详细说明一个或多个实施方式。然而,这些实施例并不意在限制一个或多个实施方式的目的和范围。

[0161] 实施例

[0162] 对比例 1

[0163] 将  $15 \Omega / \text{cm}^2$  (1200 Å) ITO 玻璃基板 (来自康宁公司) 切成  $50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 0.7\text{mm}$  的大小,用异丙醇超声清洗 5 分钟,然后用纯净水清洗 5 分钟,再用 UV 臭氧清洗 30 分钟。然后,将 m-MTDATA 真空沉积在 ITO 层上形成厚度为 700 Å 的 HIL,然后将上述化合物 5 真空沉积在 HIL 上形成厚度为 700 Å 的 HTL。将 97wt% 的 9,10-二(萘-2-基)蒽 (ADN) 作为主体和 3wt% 的上述化合物 58 作为掺杂剂沉积在 HTL 上形成厚度为 200 Å 的 EML。将 Alq3 真空沉积在 EML 上形成厚度为 300 Å 的 ETL。将 Liq 真空沉积在 ETL 上形成厚度为 5 Å 的 EIL,并将 Mg 和 Al 真空沉积在 EIL 上形成厚度为 160 Å 的阴极。接下来,将 Alq3 沉积在阴极上形成厚度为 600 Å 的保护层,从而完成 OLED 的制作。

[0164] 实施例 1

[0165] 用与对比例 1 相同的方法制作 OLED,区别在于使用其上按以下顺序依次布置有厚度为 5000 Å 的 AlNiLa 层 (包含 2wt% 的 Ni 和 0.3wt% 的 La) 和 70 Å 厚的 ITO 层作为透明导电层的玻璃基板代替 ITO 玻璃基板,并在 HIL 形成之前将  $\text{C}_{60}$  在 ITO 层上真空沉积至 3 Å 的厚度以形成含碳质材料层。

[0166] 实施例 2

[0167] 用与实施例 1 相同的方法制作 OLED,区别在于将  $\text{C}_{60}$  沉积至 5 Å 的厚度。

[0168] 实施例 3

[0169] 用与实施例 1 相同的方法制作 OLED,区别在于将  $\text{C}_{60}$  沉积至 10 Å 的厚度且不形成 HIL。

[0170] 实施例 4

[0171] 用与实施例 1 相同的方法制作 OLED,区别在于将  $\text{C}_{60}$  沉积至 30 Å 的厚度且不形成 HIL。

[0172] 评价结果

[0173] 用 PR650 (光谱扫描) 源测量单元 (由 PhotoResearch 公司得到) 测定 OLED 的功耗特性和效率。其结果示于以下表 1 中。

[0174] 表 1

[0175]

	驱动电压 (V)	功率效率 (lm/W)
对比例 1	6.5	1.4
实施例 1	5.2	1.8
实施例 2	5.5	2.6
实施例 3	5.4	3.0
实施例 4	5.6	3.1

[0176] 参见表 1,可以看出与对比例 1 的 OLED 相比,实施例 1 至 4 的 OLED 具有较低的驱动电压和改善的功率效率。

[0177] 如上所述,根据实施方式的 OLED 可具有优异的效率和功率效率特性。

[0178] 文中已公开了示例性实施方式,且尽管采用了具体术语,但它们仅以普通说明性方式使用并被理解,并不用于限制的目的。因此,本领域普通技术人员应理解可进行形式和细节上的各种改变而不背离由所附权利要求阐述的本发明的精神和范围。

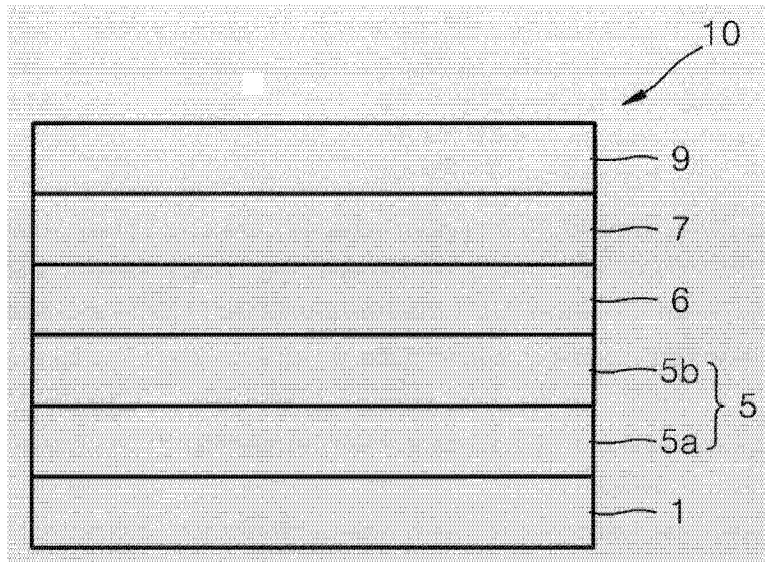


图 1

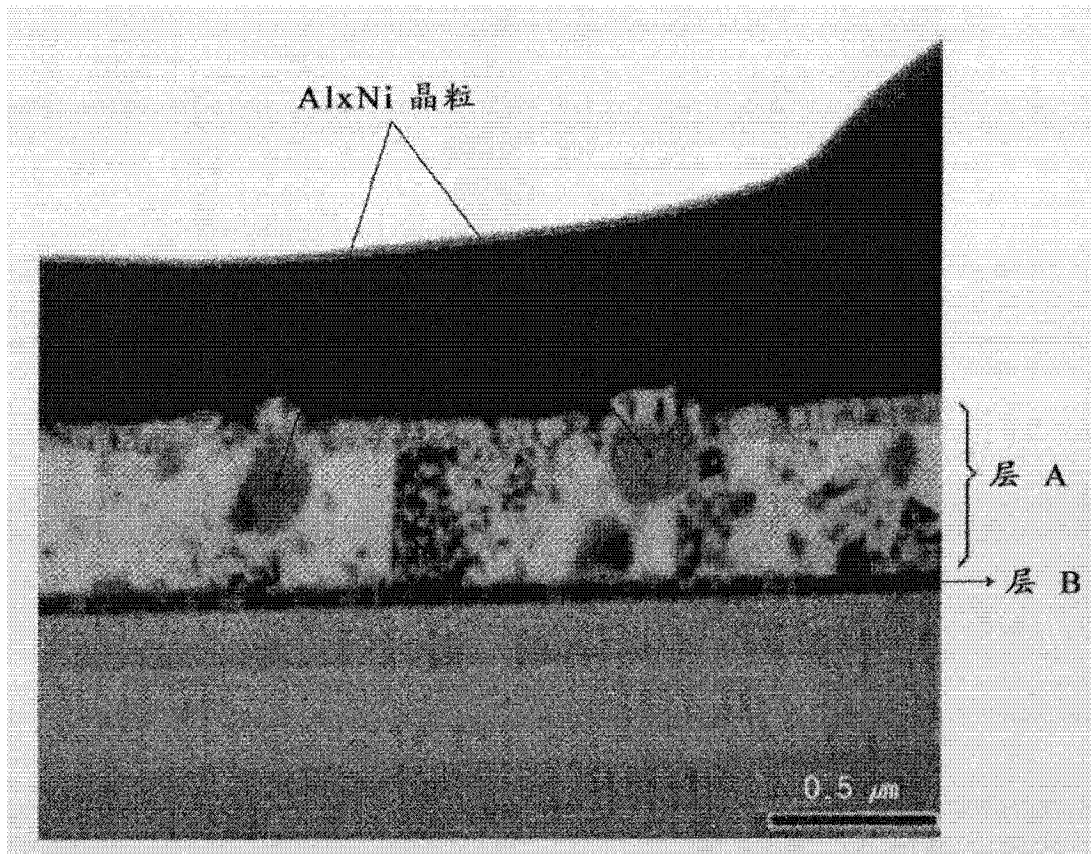


图 2A



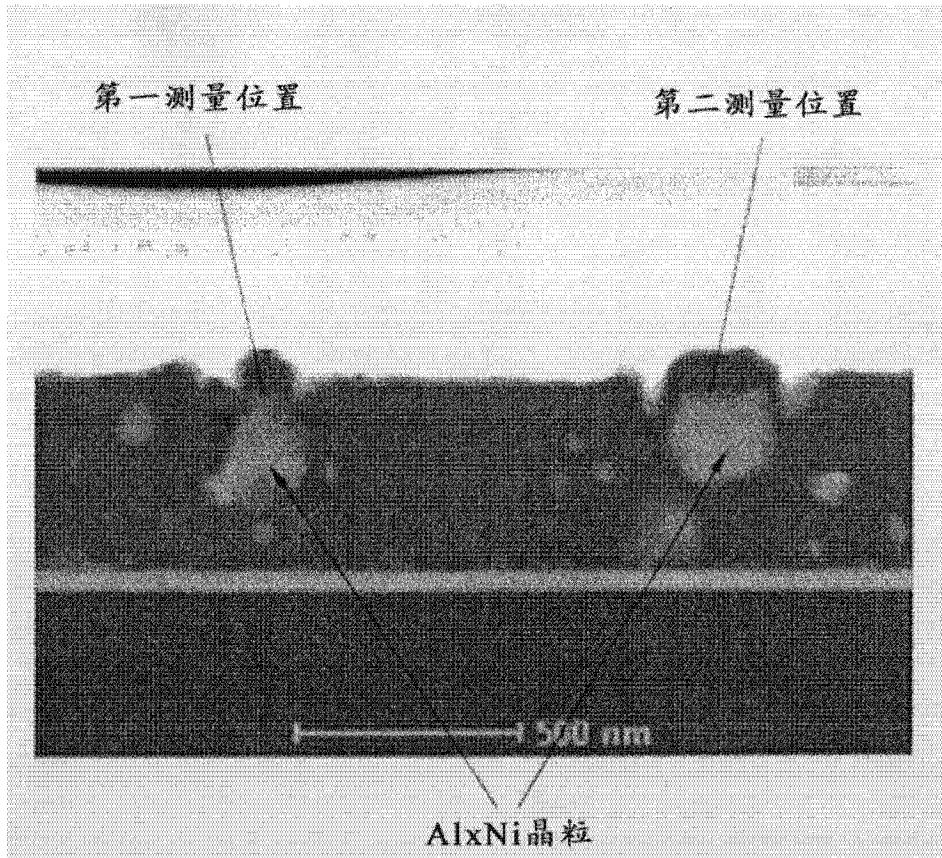


图 2B

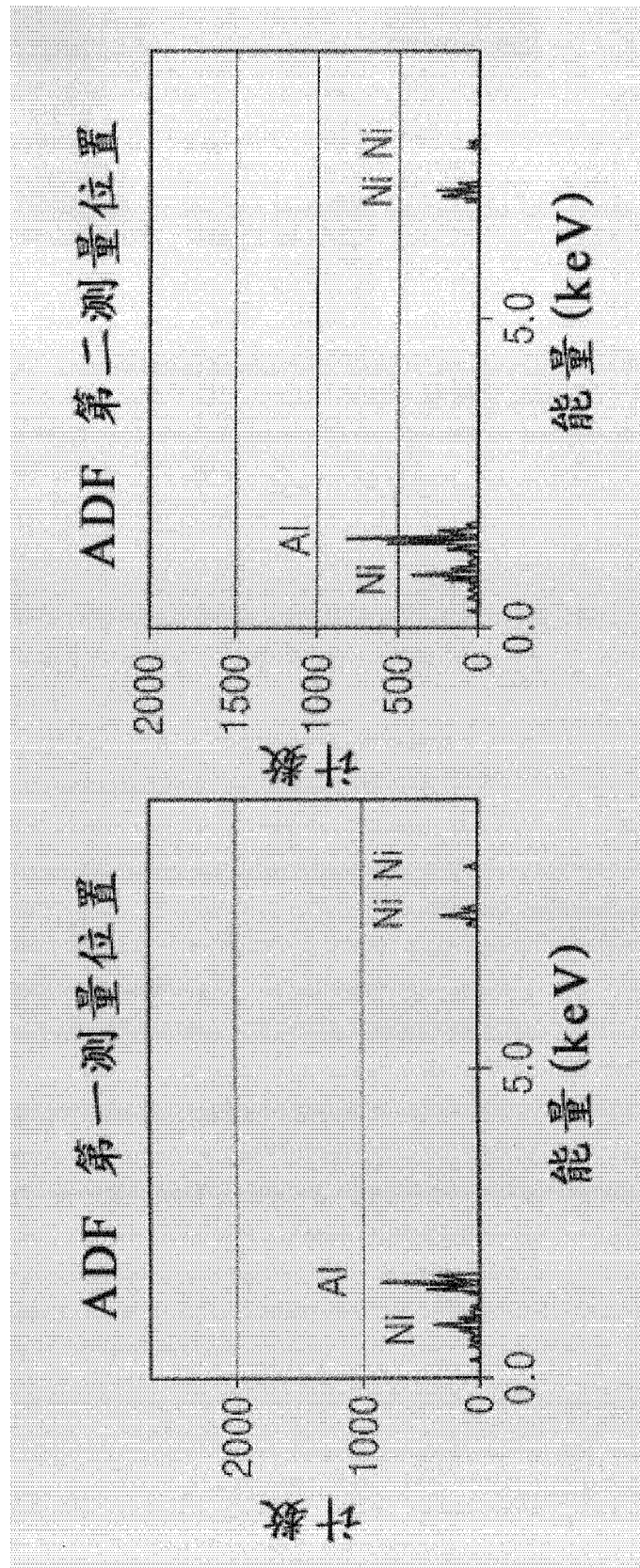


图 2C

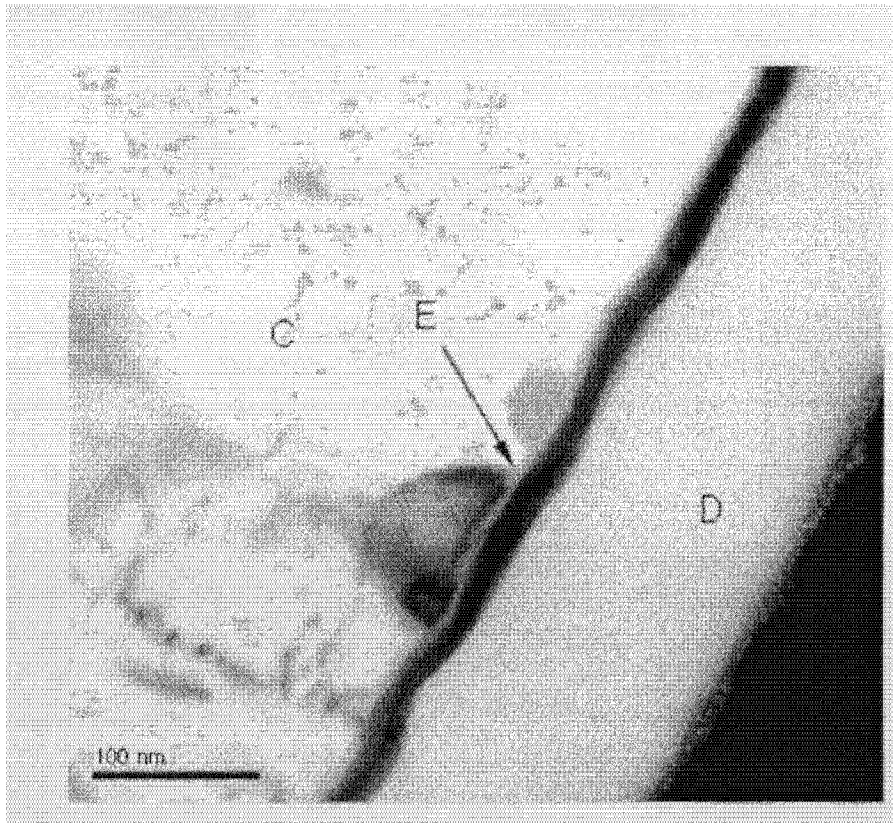


图 3

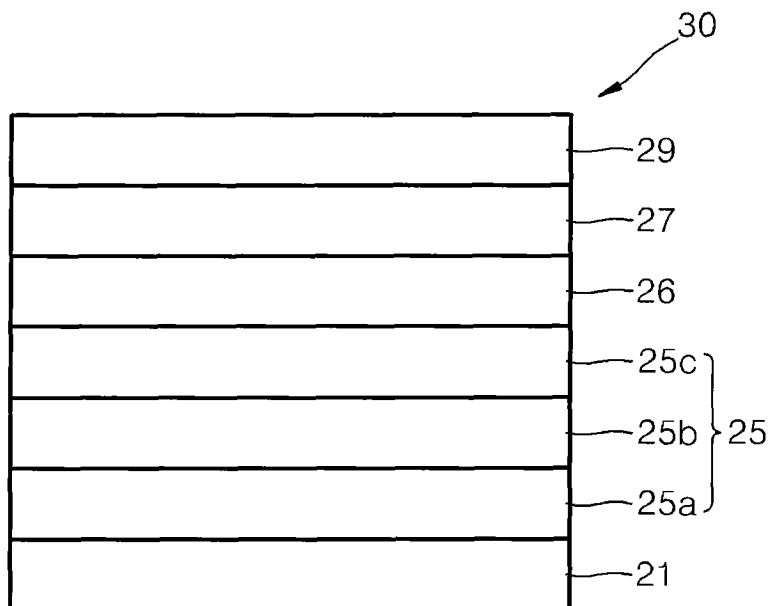


图 4