



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103094309 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 08

(21) 申请号 201210426425. X

(22) 申请日 2012. 10. 31

(30) 优先权数据

2011-238944 2011. 10. 31 JP

2012-207713 2012. 09. 21 JP

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 高谷格

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 李帆

(51) Int. Cl.

H01L 27/32(2006. 01)

H01L 51/52(2006. 01)

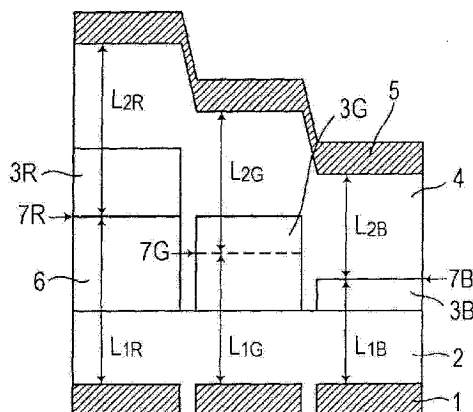
权利要求书2页 说明书25页 附图3页

(54) 发明名称

显示装置

(57) 摘要

显示装置,包括红色、绿色和蓝色有机 EL 元件,该红色、绿色和蓝色有机 EL 元件包括第一和第二电荷传输层,该第一和第二电荷传输层各自具有相同的厚度并且为全部有机 EL 元件共有。该红色有机 EL 元件在红色发光层与第一电荷传输层之间包括厚度调节层,并且在该红色发光层与该厚度调节层之间的界面具有发光位置。该绿色有机 EL 元件包括绿色发光层,该绿色发光层含有其含量经控制以使发光位置位于绿色发光层中的辅助掺杂剂。该蓝色有机 EL 元件在蓝色发光层与第一电荷传输层或第二电荷传输层之间的界面具有发光位置。



1. 显示装置,包括:

红色有机 EL 元件,其发红色光并且包括:包括具有反射面的金属层的第一电极,与该第一电极接触的第一电荷传输层,红色发光层,第二电荷传输层,与该第二电荷传输层接触并且包括具有反射面的金属层的第二电极,和该第一电荷传输层与该红色发光层之间或者该红色发光层与该第二电荷传输层之间的厚度调节层;

绿色有机 EL 元件,其发绿色光并且包括:包括具有反射面的金属层的第一电极,与该第一电极接触的第一电荷传输层,与该第一电荷传输层接触并且含有主体材料、发光掺杂剂和辅助掺杂剂的绿色发光层,与该绿色发光层接触的第二电荷传输层,和与该第二电荷传输层接触并且包括具有反射面的金属层的第二电极;和

蓝色有机 EL 元件,其发蓝色光并且包括:包括具有反射面的金属层的第一电极,与该第一电极接触的第一电荷传输层,与该第一电荷传输层接触的蓝色发光层,与该蓝色发光层接触的第二电荷传输层,和与该第二电荷传输层接触并且包括具有反射面的金属层的第二电极,

其中每个有机 EL 元件的第一电荷传输层和第二电荷传输层由全部有机 EL 元件共有并且各自具有恒定的厚度,和

其中各个有机 EL 元件均具有发光层的发光位置与第一电极的反射面之间的第一光学距离 L_1 和发光层的发光位置与第二电极的反射面之间的第二光学距离 L_2 ,并且该第一光学距离 L_1 和该第二光学距离 L_2 满足下述关系:

$$(\lambda/16) \times (-1 - (4\phi_1/\pi)) \leq L_1 \leq (\lambda/16) \times (1 - (4\phi_1/\pi));$$

和

$$(\lambda/16) \times (-1 - (4\phi_2/\pi)) \leq L_2 \leq (\lambda/16) \times (1 - (4\phi_2/\pi)),$$

其中 λ 表示各个有机 EL 元件的发射波长, ϕ_1 表示从各个有机 EL 元件的第一电极反射的光的相移,和 ϕ_2 表示从各个有机 EL 元件的第二电极反射的光的相移。

2. 根据权利要求 1 的显示装置,

其中该蓝色发光层的发光位置位于该蓝色有机 EL 元件的蓝色发光层与第二电荷传输层之间的界面,该蓝色有机 EL 元件的第一光学距离已通过控制第一电荷传输层和该发光层的厚度来设定,该蓝色有机 EL 元件的第二光学距离已通过控制第二电荷传输层的厚度来设定,

其中该绿色有机 EL 元件的第一和第二光学距离均已通过控制第一电荷传输层、绿色发光层和第二电荷传输层的厚度以及绿色发光层中的辅助掺杂剂含量来设定,和

其中在该红色有机 EL 元件的红色发光层与第一电荷传输层之间设置该厚度调节层,该红色有机 EL 元件的第一光学距离已通过控制第一电荷传输层和厚度调节层的厚度来设定,该第二光学距离已通过控制第二电荷传输层和红色发光层的厚度来设定。

3. 根据权利要求 2 的显示装置,其中该红色发光层含有主体材料、发光掺杂剂和辅助掺杂剂,该厚度调节层由与该红色发光层的辅助掺杂剂相同的材料制成。

4. 根据权利要求 1 的显示装置,其中该绿色有机 EL 元件满足关系(I):

$$LUMO_{Gh} < LUMO_{Ga} < LUMO_{Ge} < HOMO_{Ga} < HOMO_{Gh} < HOMO_{Ge} \quad (I)$$

其中 $LUMO_{Gh}$ 、 $LUMO_{Ge}$ 和 $LUMO_{Ga}$ 分别表示绿色发光层的主体材料、发光掺杂剂和辅助掺杂

剂的最低未占分子轨道的能级的绝对值, HOMO_{Gh} 、 HOMO_{Ge} 和 HOMO_{Ga} 分别表示绿色发光层的主要材料、发光掺杂剂和辅助掺杂剂的最高占有分子轨道的能级的绝对值。

5. 根据权利要求 1 的显示装置, 其中每个有机 EL 元件的第一光学距离 L_1 和第二光学距离 L_2 满足下述关系:

$$3\lambda/16 \leq L_1 \leq 5\lambda/16; \text{和}$$

$$3\lambda/16 \leq L_2 \leq 5\lambda/16。$$

显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及包括红色、绿色和蓝色三色的有机电致发光(有机 EL)元件并且显示全色图像的显示装置。

背景技术

[0002] 为了提高包括红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)有机 EL 元件的显示装置的发光效率,已知如下技术,其中根据元件的发射色将有机 EL 元件的电荷传输层形成为不同厚度。该技术中,通过对于每种色将发光位置与反射面之间的光学距离设定为具有对应色的波长的光能够增强的干涉条件来提高发光效率。

[0003] 日本专利公开 No. 2000-323277 中,使用金属掩模采用真空沉积以与像素的形状对应的图案形成至少红色和绿色有机 EL 元件的电荷传输层以致红色、绿色和蓝色有机 EL 元件的电荷传输层根据发射色具有不同的厚度。

[0004] 另一方面,随着多色显示装置的清晰度的增加,近年来,已使每种色的像素尺寸减小,为了均以与像素对应的图案来涂布不同的材料,已要求高精度金属掩模。因此,制造和维护金属掩模的成本占显示装置的制造成本的大部分。

发明内容

[0005] 根据本发明的方面,显示装置具有通过如下方式提高的发光效率:对每种发射色将发光位置与反射面之间的光学距离设定为能够使对应色的光增强的干涉条件。根据本发明的另一方面,提供用减少的金属掩模数来制造显示装置的方法。

[0006] 根据本发明的另一方面,提供显示装置,其包括:发红色光的红色有机 EL 元件、发绿色光的绿色有机 EL 元件、和发蓝色光的蓝色有机 EL 元件。该红色有机 EL 元件包括:包括具有反射面的金属层的第一电极,与该第一电极接触的第一电荷传输层,红色发光层,第二电荷传输层,与该第二电荷传输层接触并且包括具有反射面的金属层的第二电极,和该第一电荷传输层与该红色发光层之间或者该红色发光层与该第二电荷传输层之间的厚度调节层。该绿色有机 EL 元件包括:包括具有反射面的金属层的第一电极,与该第一电极接触的第一电荷传输层,与该第一电荷传输层接触并且含有主体材料、发光掺杂剂和辅助掺杂剂的绿色发光层,与该绿色发光层接触的第二电荷传输层,和与该第二电荷传输层接触并且包括具有反射面的金属层的第二电极。该蓝色有机 EL 元件包括:包括具有反射面的金属层的第一电极,与该第一电极接触的第一电荷传输层,与该第一电荷传输层接触的蓝色发光层,与该蓝色发光层接触的第二电荷传输层,和与该第二电荷传输层接触并且包括具有反射面的金属层的第二电极。每个有机 EL 元件的第一电荷传输层和第二电荷传输层为全部有机 EL 元件共有(common)并且各自具有恒定的厚度。各个有机 EL 元件均具有发光层的发光位置与第一电极的反射面之间的第一光学距离 L_1 和发光层的发光位置与第二电极的反射面之间的第二光学距离 L_2 ,并且该第一光学距离 L_1 和该第二光学距离 L_2 满足下述关系:

[0007]

$$(\lambda/16) \times (-1 - (4\phi_1/\pi)) \leq L_1 \leq (\lambda/16) \times (1 - (4\phi_1/\pi));$$

[0008] 和

[0009]

$$(\lambda/16) \times (-1 - (4\phi_2/\pi)) \leq L_2 \leq (\lambda/16) \times (1 - (4\phi_2/\pi)),$$

[0010] 其中 λ 表示各个有机 EL 元件的发射波长, ϕ_1 表示从各个有机 EL 元件的第一电极反射的光的相移, 和 ϕ_2 表示从各个有机 EL 元件的第二电极反射的光的相移。

[0011] 该蓝色发光层的发光位置可位于该蓝色有机 EL 元件的蓝色发光层与第二电荷传输层之间的界面。该蓝色有机 EL 元件的第一光学距离已通过控制第一电荷传输层和该发光层的厚度来设定, 该蓝色有机 EL 元件的第二光学距离已通过控制第二电荷传输层的厚度来设定。该绿色有机 EL 元件的第一和第二光学距离可通过控制第一电荷传输层、绿色发光层和第二电荷传输层的厚度以及绿色发光层中的辅助掺杂剂含量来设定。在该红色有机 EL 元件的红色发光层与第一电荷传输层之间可设置该厚度调节层。该红色有机 EL 元件的第一光学距离已通过控制第一电荷传输层和厚度调节层的厚度来设定, 该第二光学距离已通过控制第二电荷传输层和红色发光层的厚度来设定。

[0012] 该红色发光层可含有主体材料、发光掺杂剂和辅助掺杂剂, 该厚度调节层由与该红色发光层的辅助掺杂剂相同的材料制成。

[0013] 该绿色有机 EL 元件可满足关系(I):

$$LUMO_{Gh} < LUMO_{Ga} < LUMO_{Ge} < HOMO_{Ga} < HOMO_{Gh} < HOMO_{Ge} \quad (I)$$

[0015] $LUMO_{Gh}$ 、 $LUMO_{Ge}$ 和 $LUMO_{Ga}$ 分别表示绿色发光层的主体材料、发光掺杂剂和辅助掺杂剂的最低未占分子轨道的能级的绝对值, $HOMO_{Gh}$ 、 $HOMO_{Ge}$ 和 $HOMO_{Ga}$ 分别表示绿色发光层的主体材料、发光掺杂剂和辅助掺杂剂的最高占有分子轨道的能级的绝对值。

[0016] 每个有机 EL 元件的第一光学距离 L_1 和第二光学距离 L_2 可满足下述关系:

$$3\lambda/16 \leq L_1 \leq 5\lambda/16; \text{和}$$

$$3\lambda/16 \leq L_2 \leq 5\lambda/16。$$

[0019] 根据本发明的另一方面, 通过金属掩模只形成红色、绿色和蓝色发光层以及红色有机 EL 元件的厚度调节层, 因此相对于已知方法, 能够使金属掩模数减少。因此, 能够以低成本制造具有高发光效率的显示装置。

[0020] 由以下参照附图对例示实施方案的说明, 本发明进一步的特点将变得清楚。

附图说明

[0021] 图 1 为根据本发明的实施方案的显示装置的透视示意图。

[0022] 图 2A 和 2B 为根据本发明的实施方案的显示装置的部分截面示意图。

[0023] 图 3A 和 3B 为根据本发明的实施方案的显示装置的部分截面示意图。

[0024] 图 4 为根据本发明的实施方案的显示装置的绿色发光层的能带图。

具体实施方式

[0025] 显示装置的基本结构

[0026] 图 1 是根据本发明的实施方案的显示装置的透视示意图。显示装置包括多个像素

10, 每个像素包括有机 EL 元件。以矩阵方式配置像素 10 以限定显示区域 20。术语“像素”是指与任一有机 EL 元件的发光区域对应的区域。本实施方案的显示装置中, 像素 10 的每一个具有发单色的有机 EL 元件。每个有机 EL 元件发出红色、绿色和蓝色的任一种。红色像素、绿色像素和蓝色像素构成像素单元, 将多个像素单元配置在显示区域 20 中。像素单元是能够通过将像素的颜色混合而发出所需颜色的光的最小单位。

[0027] 图 2A、2B、3A 和 3B 均为沿图 1 中线 II, III-II, III 所取的部分截面示意图。图 2A-3B 表示发光层中发光位置不同的四种情况, 图 2A 中所示的结构最适合本实施方案。

[0028] 每个像素 10 具有有机 EL 元件, 该有机 EL 元件在基板(未图示)上依次包括第一电极 1、第一电荷传输层 2、发光层、第二电荷传输层 4 和第二电极 5。图 2A 和 2B 中的附图标记 3R、3G 和 3B 分别表示红色发光层、绿色发光层和蓝色发光层, 由箭头 7R、7G 和 7B 表示的位置为各个发光位置。红色有机 EL 元件还包括发光层 3R 与第一电荷传输层 2 或第二电荷传输层 4 之间的厚度调节层 6。

[0029] 任何实施方案中, 第一电荷传输层 2 和第二电荷传输层 4 为全部有机 EL 元件共有。因此, 能够在不使用具有与像素对应的图案的金属掩模的情况下形成第一和第二电荷传输层 2 和 4。

[0030] 发光位置和元件结构

[0031] 现在参照图 2A、2B、3A 和 3B 对每个发光层的发光位置和元件结构进行说明。

[0032] 蓝色有机 EL 元件

[0033] 发蓝色光的蓝色有机 EL 元件包括蓝色发光层 3B。通过具有与像素对应的图案的金属掩模, 采用气相沉积形成蓝色发光层 3B, 并且与第一电荷传输层 2 和第二电荷传输层 4 接触地设置蓝色发光层 3B 的每一个。

[0034] 图 2A-3B 中用箭头 7B 表示蓝色发光层 3B 的发光位置。图 2B 和 3B 表示发光位置 7B 位于发光层 3B 与第一电荷传输层 2 之间的界面的情形, 图 2A 和 3A 表示发光位置 7B 位于发光层 3B 与第二电荷传输层 4 之间的界面的情形。实施方案中, 蓝色光的发光位置 7B 可位于蓝色发光层 3B 内, 但未示出这种情形。

[0035] 发光位置 7B 与第一电极 2 的反射面之间的光学距离(以下称为第一光学距离 L_{1B})和发光位置 7B 与第二电极 5 的反射面之间的光学距离(以下称为第二光学距离 L_{2B})均设定为蓝色发光层 3B 的发射波长 λ_B 的 $1/4$ 。该部分的“光学距离”是指在该部分的物理距离的范围内设置的每个层的折射率和厚度的乘积之和。如图 2B 和 3B 中所示, 发光位置 7B 位于发光层 3B 与第一电荷传输层 2 之间的界面时, 通过调节第一电荷传输层 2 的厚度来将第一光学距离 L_{1B} 设定为蓝色发射波长 λ_B 的 $1/4$ 。通过调节发光层 3B 和第二电荷传输层 4 的厚度来将第二光学距离 L_{2B} 设定为蓝色发射波长 λ_B 的 $1/4$ 。如图 2A 和 3A 中所示, 发光位置 7B 位于发光层 3B 与第二电荷传输层 4 之间的界面时, 通过调节第一电荷传输层 2 和发光层 3B 的厚度来将第一光学距离 L_{1B} 设定为蓝色发射波长 λ_B 的 $1/4$ 。通过调节第二电荷传输层 4 的厚度来将第二光学距离 L_{2B} 设定为蓝色发射波长 λ_B 的 $1/4$ 。发光位置 7B 位于发光层 3B 内时, 除了调节第一电荷传输层 2 的厚度以外, 通过调节发光位置和发光层 3B 的厚度来将从发光层 3B 中的发光位置到第一电极 1 的反射面的第一光学距离 L_{1B} 设定为蓝色发射波长 λ_B 的 $1/4$ 。同样地, 除了调节第二电荷传输层 4 的厚度以外, 通过调节发光层 3B 的厚度和发光位置来将从发光层 3B 中的发光位置到第二电极 5 的反射面的第二光学距

离 L_{2B} 设定为蓝色发射波长 λ_B 的 $1/4$ 。

[0036] 因此,蓝色有机 EL 元件的形成中,将具有与像素对应的图案的金属掩模只用于形成蓝色发光层 3B 以致第一光学距离 L_{1B} 和第二光学距离 L_{2B} 能够为蓝色发射波长 λ_B 的 $1/4$ 。

[0037] 绿色有机 EL 元件

[0038] 发绿色光的绿色有机 EL 元件包括绿色发光层 3G。通过具有与像素对应的图案的金属掩模采用气相沉积形成绿色发光层 3G。绿色发光层 3G 含有主体材料、发光掺杂剂和辅助掺杂剂,并且与第一电荷传输层 2 和第二电荷传输层 4 接触地设置。通过控制辅助掺杂剂含量来设定发光位置以使其在发光层 3G 内。图 2A-3B 中用箭头 7G 表示绿色发光层 3G 的发光位置。

[0039] 如蓝色有机 EL 元件那样,将发光位置 7G 与第一电极 1 的反射面之间的绿色有机 EL 元件的第一光学距离 L_{1G} 和发光位置 7G 与第二电极 5 的反射面之间的第二光学距离 L_{2G} 均设定为绿色发光层 3G 的发射波长 λ_G 的 $1/4$ 。

[0040] 除了已在形成蓝色有机 EL 元件的工序中进行的对第一电荷传输层 2 的厚度调节以外,通过调节发光位置 7G 和绿色发光层 3G 的厚度来将从绿色发光层 3G 中的发光位置 7G 到第一电极 1 的反射面的第一光学距离 L_{1G} 设定为绿色发射波长 λ_G 的 $1/4$ 。同样地,除了已在形成蓝色有机 EL 元件的工序中进行的对第二电荷传输层 4 的厚度调节以外,通过调节绿色发光层 3G 的厚度和发光位置 7G 来将从绿色发光层 3G 中的发光位置 7G 到第二电极 5 的反射面的第二光学距离 L_{2G} 设定为绿色发射波长 λ_G 的 $1/4$ 。

[0041] 因此,绿色有机 EL 元件的形成中,将具有与像素对应的图案的金属掩模只用于形成绿色发光层 3G 以致第一光学距离 L_{1G} 和第二光学距离 L_{2G} 能够为绿色发射波长 λ_G 的 $1/4$ 。

[0042] 红色有机 EL 元件

[0043] 发红色光的红色有机 EL 元件包括红色发光层 3R 与第一电荷传输层 2 之间或者红色发光层 3R 与第二电荷传输层 4 之间的厚度调节层 6。图 2A-3B 中用箭头 7R 表示红色发光层 3R 的发光位置,红色发光位置 7R 位于红色发光层 3R 与厚度调节层 6 之间的界面。图 2A 和 2B 表示将厚度调节层 6 设置在发光层 3R 与第一电荷传输层 2 之间的情形,图 3A 和 3B 表示将厚度调节层 6 设置在发光层 3R 与第二电荷传输层 4 之间的情形。

[0044] 如蓝色和绿色有机 EL 元件那样,将发光位置 7R 与第一电极 1 的反射面之间的红色有机 EL 元件的第一光学距离 L_{1R} 和发光位置 7R 与第二电极 5 的反射面之间的第二光学距离 L_{2R} 均设定为红色发光层 3R 的发射波长 λ_R 的 $1/4$ 。

[0045] 发光位置 7R 位于发光层 3R 的第一电荷传输层 2 侧的边界时,如图 2A 和 2B 中所示,将厚度调节层 6 设置在第一电荷传输层 2 和发光层 3R 之间。除了已在形成蓝色有机 EL 元件的工序中进行的对第一电荷传输层 2 的厚度进行调节外,通过调节厚度调节层 6 的厚度来将红色有机 EL 元件的第一光学距离 L_{1R} 设定为红色发射波长 λ_R 的 $1/4$ 。除了已在形成蓝色有机 EL 元件的工序中进行的对第二电荷传输层 4 的厚度进行调节外,通过调节发光层 3R 的厚度来将第二光学距离 L_{2R} 设定为红色发射波长 λ_R 的 $1/4$ 。发光位置 7R 位于发光层 3R 的第二电荷传输层 4 侧的边界时,如图 3A 和 3B 中所示,将厚度调节层 6 设置在发光层 3R 与第二电荷传输层 4 之间。这种情况下,除了已在形成蓝色有机 EL 元件的工序中进行的对第一电荷传输层 2 的厚度进行调节外,通过调节发光层 3R 的厚度来将第一光学距离 L_{1R} 设定为红色发射波长 λ_R 的 $1/4$ 。除了已在形成蓝色有机 EL 元件的工序中进行的对第

二电荷传输层 4 的厚度进行调节外,通过调节厚度调节层 6 的厚度来将第二光学距离 L_{2R} 设定为红色发射波长 λ_R 的 $1/4$ 。

[0046] 因此,红色有机 EL 元件的形成中,将具有与像素对应的图案的金属掩模用于形成红色发光层 3R 和厚度调节层 6 以致第一光学距离 L_{1R} 和第二光学距离 L_{2R} 能够为红色发射波长 λ_R 的 $1/4$ 。

[0047] 如上所述,通过将金属掩模只用于形成红色、绿色和蓝色发光层 3R、3G 和 3B 以及红色有机 EL 元件的厚度调节层 6 的四个步骤的简单方法,每种颜色的第一和第二光学距离 L_1 和 L_2 能够设定在发射波长的 $1/4$ 。因此,能够使使用金属掩模的次数减少。

[0048] 如上所述,图 2A-3B 表示发光层中发光位置不同的四种情形,图 2A 中所示的结构最适合本实施方案。图 2A 中所示的结构中,红色发光层 3R 的发光位置 7R 位于红色发光层 3R 的第一电荷传输层 2 侧的边界,蓝色发光层 3B 的发光位置 7B 位于蓝色发光层 3B 的第二电荷传输层 4 侧的边界。由于发光层 3R 和 3B 均能够由具有高发光效率的材料形成,因此这是有利的。后面对发光层的材料进行说明。

[0049] 第一光学距离 L_1 和第二光学距离 L_2

[0050] 发射波长 λ_R 、 λ_G 和 λ_B 分别表示红色光、绿色光和蓝色光的波长,更具体地,均表示从有机 EL 元件发出的光的光谱中的峰值波长,但不是发光材料的发射光谱的峰值波长。

[0051] 将发光位置与反射面之间的光学距离对于每种颜色设定为能够使对应颜色的光增强的干涉条件时,如本发明的实施方案中那样,考虑在反射面的相移 Φ ,用下式 (A) 表示光学距离 L :

[0052]

$$L = (\lambda/4) \times (2m - (\Phi/\pi)) \quad (A)$$

[0053] 其中 m 表示 0 以上的整数。

[0054] 本发明的任何实施方案中,由于第一和第二光学距离 L_1 和 L_2 均为发射波长的 $1/4$,因此 m 为 0。 m 为 0 时,干涉的效果最大。 m 为 1 以上时,使颜色之间光学距离 L 的差异增加。因此,对红色光和绿色光设置厚度调节层,或者将绿色发光层形成为非常大的厚度,结果需要非常高的电压。本发明的实施方案中,将厚度调节层只用于红色有机 EL 元件,因此 m 为 0。相移约为 $-\pi$ 时,第一和第二光学距离 L_1 和 L_2 均为发射波长 λ 的 $1/4$ 。但是,实际上,考虑相移 Φ ,由式 (A) 设定光学距离。此外,由于有机化合物层的沉积的变动,式 (A) 不可完全适用于光学距离。但是,只要光学距离与式 (A) 的偏差约为发射波长的 $1/16$,就能够产生干涉的效果。因此,第一和第二光学距离 L_1 和 L_2 能够设定为满足以下关系 (B) :

[0055]

$$(\lambda/16) \times (-1 - (4\Phi/\pi)) \leq L \leq (\lambda/16) \times (1 - (4\Phi/\pi))$$

(B)

[0056] 因此,从第一电极的反射面反射的光的相移与从第二电极的反射面反射的光的相移分别用 Φ_1 和 Φ_2 表示时,每个有机 EL 元件中的第一和第二光学距离 L_1 和 L_2 满足下述关系 :

[0057]

$$(\lambda/16) \times (-1 - (4\Phi_1/\pi)) \leq L_1 \leq (\lambda/16) \times (1 - (4\Phi_1/\pi));$$

[0058] 和

[0059]

$$(\lambda/16) \times (-1 - (4\phi_2/\pi)) \leq L_2 \leq (\lambda/16) \times (1 - (4\phi_2/\pi)).$$

[0060] 更具体地,蓝色有机 EL 元件满足下述关系(C):

[0061]

$$(\lambda_B/16) \times (-1 - (4\phi_{1B}/\pi)) \leq L_{1B} \leq (\lambda_B/16) \times (1 - (4\phi_{1B}/\pi));$$

[0062] 和

[0063]

$$(\lambda_B/16) \times (-1 - (4\phi_{2B}/\pi)) \leq L_{2B} \leq (\lambda_B/16) \times (1 - (4\phi_{2B}/\pi))$$

(C)

[0064] 该关系中, ϕ_{1B} 表示从蓝色有机 EL 元件的第一电极的反射面反射的光的相移,和 ϕ_{2B} 表示从蓝色有机 EL 元件的第二电极的反射面反射的光的相移。

[0065] 此外,由于 ϕ_{1B} 和 ϕ_{2B} 均为 $-\pi$,因此蓝色有机 EL 元件满足下述关系(C'):

[0066] $3\lambda_B/16 \leq L_{1B} \leq 5\lambda_B/16$;和

[0067] $3\lambda_B/16 \leq L_{2B} \leq 5\lambda_B/16$ (C')

[0068] 绿色有机 EL 元件满足下述关系(D):

[0069]

$$(\lambda_G/16) \times (-1 - (4\phi_{1G}/\pi)) \leq L_{1G} \leq (\lambda_G/16) \times (1 - (4\phi_{1G}/\pi));$$

[0070] 和

[0071]

$$(\lambda_G/16) \times (-1 - (4\phi_{2G}/\pi)) \leq L_{2G} \leq (\lambda_G/16) \times (1 - (4\phi_{2G}/\pi))$$

(D)

[0072] 该关系中, ϕ_{1G} 表示从绿色有机 EL 元件的第一电极的反射面反射的光的相移,和 ϕ_{2G} 表示从绿色有机 EL 元件的第二电极的反射面反射的光的相移。

[0073] 此外,由于 ϕ_{1G} 和 ϕ_{2G} 均为 $-\pi$,绿色有机 EL 元件满足下述关系(D'):

[0074] $3\lambda_G/16 \leq L_{1G} \leq 5\lambda_G/16$;和

[0075] $3\lambda_G/16 \leq L_{2G} \leq 5\lambda_G/16$ (D')

[0076] 红色有机 EL 元件满足下述关系(E):

[0077]

$$(\lambda_R/16) \times (-1 - (4\phi_{1R}/\pi)) \leq L_{1R} \leq (\lambda_R/16) \times (1 - (4\phi_{1R}/\pi));$$

[0078] 和

[0079]

$$(\lambda_R/16) \times (-1 - (4\phi_{2R}/\pi)) \leq L_{2R} \leq (\lambda_R/16) \times (1 - (4\phi_{2R}/\pi))$$

(E)

[0080] 该关系中, ϕ_{1R} 表示从红色有机 EL 元件的第一电极的反射面反射的光的相移,和 ϕ_{2R} 表示从红色有机 EL 元件的第二电极的反射面反射的光的相移。

[0081] 此外,由于 ϕ_{1R} 和 ϕ_{2R} 均为 $-\pi$,因此红色有机 EL 元件满足下述关系(E'):

[0082] $3\lambda_R/16 \leq L_{1R} \leq 5\lambda_R/16$;和

[0083] $3\lambda_R/16 \leq L_{2R} \leq 5\lambda_R/16$ (E')

[0084] 因此,每个有机 EL 元件中,发光层的发光位置与第一电极的反射面之间的第一光学距离 L_1 和该发光位置与第二电极的反射面之间的第二光学距离 L_2 能够满足下述关系 (F) :

[0085] $3\lambda/16 \leq L_1 \leq 5\lambda/16$;和

[0086] $3\lambda/16 \leq L_2 \leq 5\lambda/16$ (F)

[0087] 用反射面的材料的折射率 n 和吸收系数 k ,能够计算在反射面的相移 ϕ 。

[0088] (红色或蓝色有机 EL 元件的) 发光位置位于两层的界面的事实意味着发光区域的中心位于发光层内距离该界面 0-5nm。(绿色有机 EL 元件的) 发光位置位于发光层内的事实意味着发光区域的中心位于发光层内距离该界面大于 5nm。

[0089] 显示装置中使用的材料

[0090] 现在主要参照图 2A 中所示的结构对例示实施方案进行说明。以下实施方案中,设置在基板上的第一电极 1 用作阳极,第二电极 5 用作阴极。该显示装置为从与基板相对的第二电极 5 侧发光的顶部发射型。但是,可使阳极和阴极颠倒,或者该显示装置可为从基板侧发光的底部发射型。通过实例对下述材料进行说明,可使用其他材料。

[0091] 第一电极

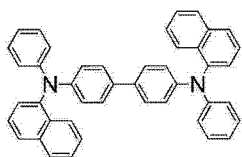
[0092] 以与像素对应的图案在基板(未图示)上形成图 2A 中所示的第一电极 1,其均具有由金属层限定的反射面。可将透明导电材料沉积在该金属层上。

[0093] 金属能够选自 Al、Ag、Mo、W、Cr、Au、Sn、Si、Cu、Ti、Pt、Pd、Ni 等。这些金属可作为合金或多层膜组合使用。透明导电材料可以是导电金属氧化物例如氧化铟锡(ITO)或氧化铟锌。如果将透明导电材料沉积在金属反射面上以致在第一电荷传输层 2 侧设置透明层,透明层的光学厚度为从发光位置到第一电极 1 的反射面的第一光学距离 L_1 的一部分。

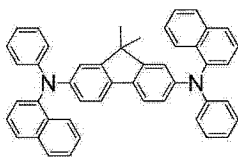
[0094] 第一电荷传输层

[0095] 各有机 EL 元件共有地在第一电极 1 上形成第一电荷传输层 2。第一电荷传输层 2 能够采用例如气相沉积、涂布或转印(transfer)形成。第一电极 1 为阳极时,第一电荷传输层 2 为空穴传输层。空穴传输层能够由芳基胺或其他已知的空穴传输材料制成。空穴传输层可具有通过沉积空穴注入材料、空穴传输材料和电子阻挡材料而形成的多层结构。实施方案中,空穴传输层可包括空穴注入层和电子阻挡层。空穴传输层的例示材料如下所示:

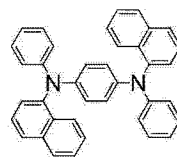
[0096]



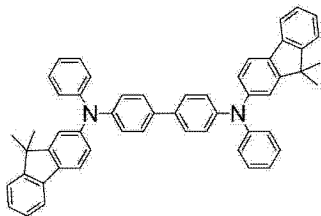
HT1



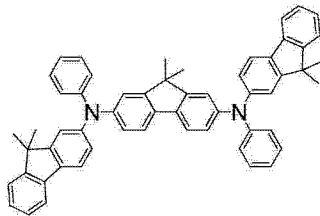
HT2



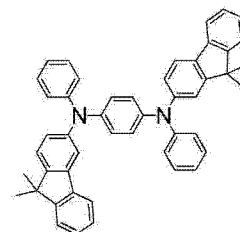
HT3



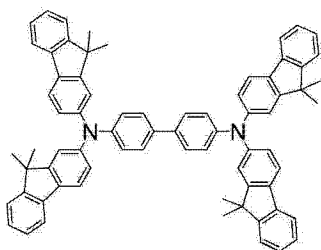
HT4



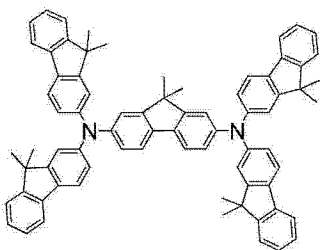
HT5



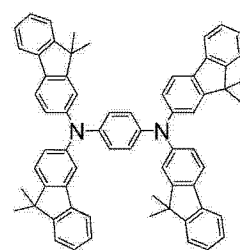
HT6



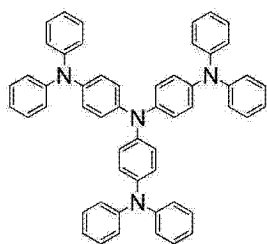
HT7



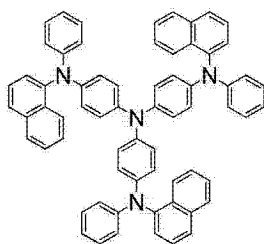
HT8



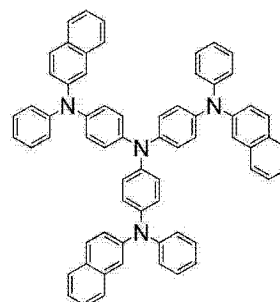
HT9



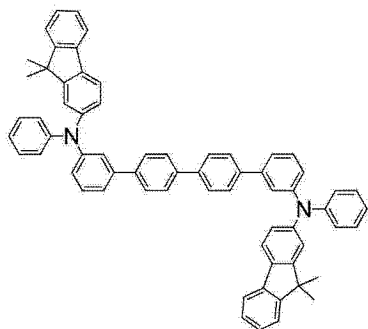
HT10



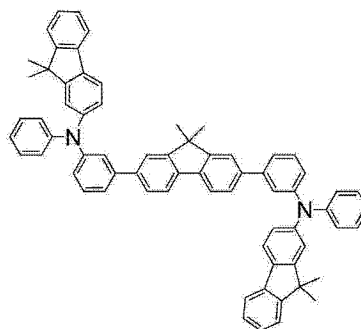
HT11



HT12



HT13



HT14

[0097] 厚度调节层

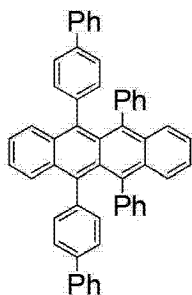
[0098] 在第一电荷传输层 2 上形成红色发光层 3R、绿色发光层 3G 和蓝色发光层 3B。通过金属掩模形成这些发光层。图 2A 中所示的结构中,通过金属掩模采用气相沉积在第一电荷传输层 2 和红色发光层 3R 之间形成厚度调节层 6。

[0099] 图 2A 和 2B 中所示的结构中,厚度调节层 6 能够由空穴传输材料制成,该材料可与第一电荷传输层 2 的材料相同或不同。在阴极侧设置厚度调节层 6 的图 3A 和 3B 中所示的结构中,厚度调节层 6 能够由与红色发光层 3R 中使用的主体材料相同的材料制成。

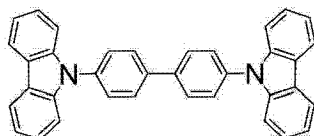
[0100] 红色发光层

[0101] 红色发光层 3R 能够含有主体材料和发光掺杂剂和辅助掺杂剂。红色发光层 3R 的主体材料的实例包括由下述结构式表示的化合物:

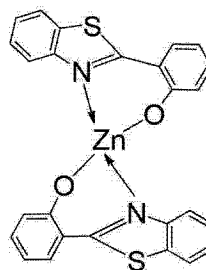
[0102]



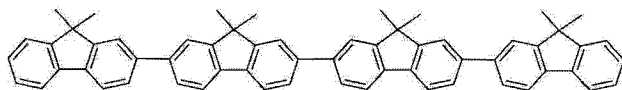
RH1



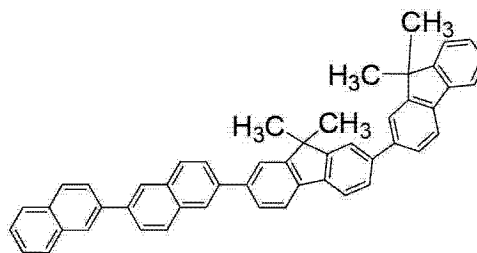
RH2



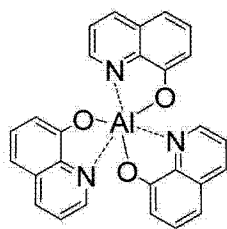
RH3



RH4



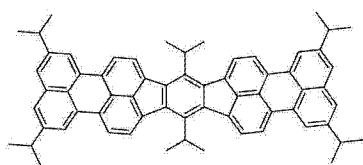
RH5



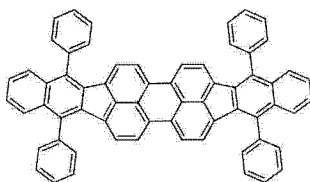
RH6

[0103] 红色发光层 3R 的发光掺杂剂的实例包括由下述结构式表示的化合物,发磷光的化合物 RD7-RD11 特别适合。这些化合物的使用导致高发光效率。使用化合物 RD7-RD11 的任何红色磷光材料时,如图 2A 和 2B 中所示那样,许多情况下发光位置可能位于红色发光层的空穴传输层侧的边界。

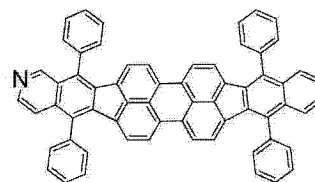
[0104]



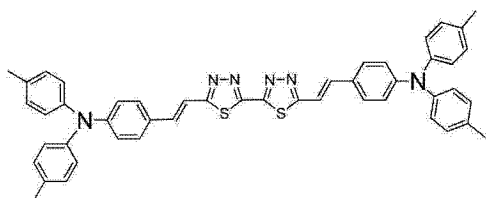
RD1



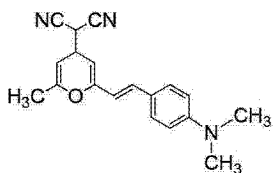
RD2



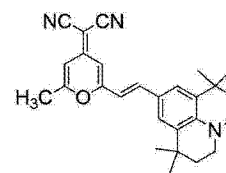
RD3



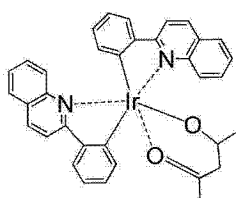
RD4



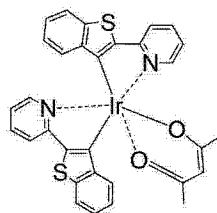
RD5



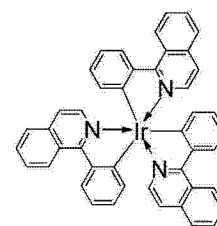
RD6



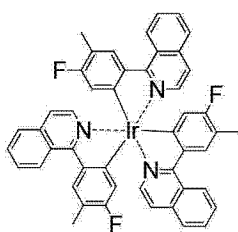
RD7



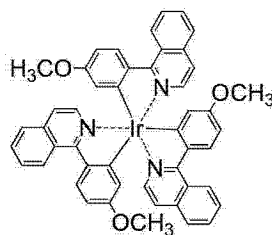
RD8



RD9



RD10



RD11

[0105] 将厚度调节层 6 设置在发光层 3R 的阳极侧时,辅助掺杂剂能够是已知的空穴传输材料,例如芳基胺,并且能够使用与厚度调节层 6 相同的材料。如果辅助掺杂剂和厚度调节层 6 的材料相同,容易将空穴注入红色发光层,因此,能够有效地降低红色有机 EL 元件的电压。

[0106] 绿色发光层

[0107] 绿色发光层 3G 含有主体材料、发光掺杂剂和辅助掺杂剂。这些材料可满足下述关系(I):

[0108] $LUMO_{Gh} < LUMO_{Ga} < LUMO_{Ge} < HOMO_{Ga} < HOMO_{Ch} < HOMO_{Ge}$ (I)

[0109] 关系(I)中, $LUMO_{Gh}$ 、 $LUMO_{Ge}$ 和 $LUMO_{Ga}$ 分别表示绿色发光层中的主体材料、发光掺杂

剂和辅助掺杂剂的最低未占分子轨道(LUMO)能级的绝对值。 HOMO_{Gh} 、 HOMO_{Ge} 和 HOMO_{Ga} 分别表示绿色发光层中的主体材料、发光掺杂剂和辅助掺杂剂的最高占有分子轨道(HOMO)能级的绝对值。

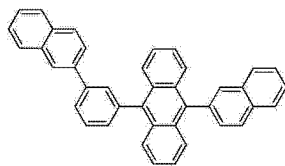
[0110] 图4表示满足关系(I)的绿色发光层3G的例示能带图。绿色发光层3G中,发光掺杂剂含量为10重量%以下,辅助掺杂剂含量为10重量%-90重量%。

[0111] 通常,许多绿色发光层为电子传输型,并且它们的发光位置位于与空穴传输层的界面。另一方面,具有图4中所示的能带的发光层中,在发光掺杂剂的LUMO能级捕集电子,发光掺杂剂在绿色发光层3G中的含量为10%以下,因此,电子传输不容易。而且,在辅助掺杂剂的HOMO能级捕集空穴,因此,空穴以及电子的传输不容易。如果辅助掺杂剂含量如发光掺杂剂含量那样低,由于电子和空穴具有相似的迁移率,因此再结合位置在发光层的中心附近。但是,相对于发光掺杂剂含量,通过增加辅助掺杂剂含量,使空穴比电子更容易移动,因此,再结合位置向阴极侧迁移。而相对于发光掺杂剂含量,通过使辅助掺杂剂含量减少,使电子比空穴更容易移动,再结合位置向阳极侧迁移。因此,通过调节辅助掺杂剂含量,能够将电子和空穴的再结合位置控制在发光层内,因此,通过辅助掺杂剂含量来控制发光位置。发光位置也取决于辅助掺杂剂和发光掺杂剂的空穴迁移率而变化。但是,辅助掺杂剂含量高于发光掺杂剂含量时,发光位置倾向于从发光层的中心向阴极侧迁移,辅助掺杂剂含量低于发光掺杂剂含量时,发光位置倾向于从发光层的中心向阳极侧迁移。本发明的实施方案中,能够以比发光掺杂剂高的含量使用辅助掺杂剂以致发光位置能够从发光层的中心向阴极侧迁移。因此通过调节发光位置和反射面能够提高发光效率。更具体地,绿色发光层3G中,发光掺杂剂含量为10重量%以下,辅助掺杂剂含量为10重量%-90重量%。辅助掺杂剂含量优选为30重量%-70重量%。

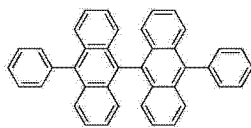
[0112] HOMO和LUMO值由它们能级的绝对值表示。通过空气中的光电子能谱(AC-2,由Riken Keiki制造)来测定HOMO或最高占有分子轨道。通过从采用上述方法测定的HOMO值中减去由吸收光谱的吸收端得到的带隙来计算LUMO。

[0113] 绿色发光层3G的主体材料的实例包括由下述结构式表示的化合物:

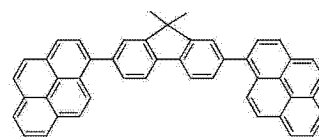
[0114]



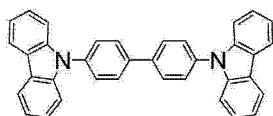
GH1



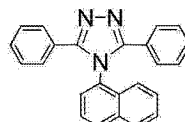
GH2



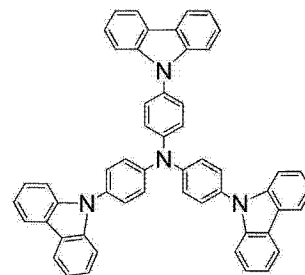
GH3



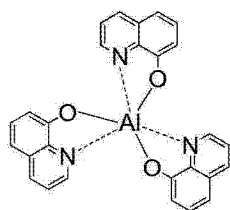
GH4



GH5



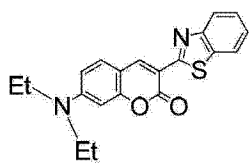
GH6



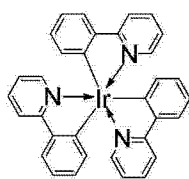
GH7

[0115] 绿色发光层 3G 的发光掺杂剂的实例包括由下述结构式表示的化合物：

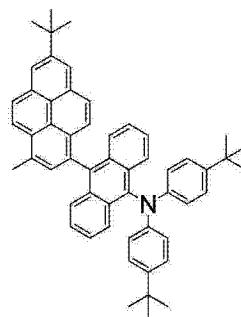
[0116]



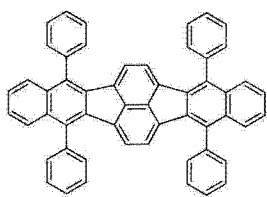
GD1



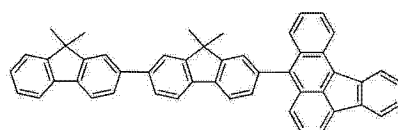
GD2



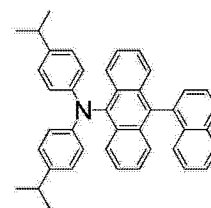
GD3



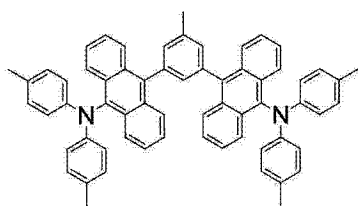
GD4



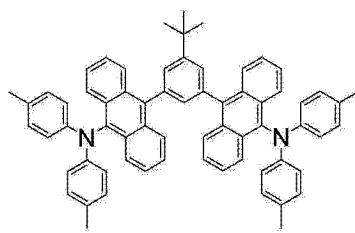
GD5



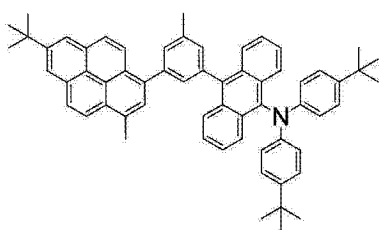
GD6



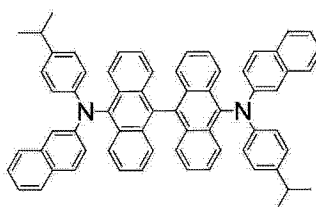
GD7



GD8

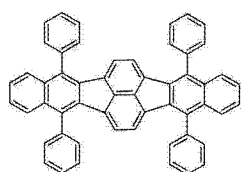


GD9

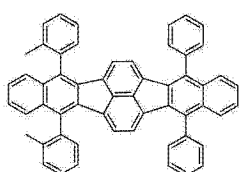


GD10

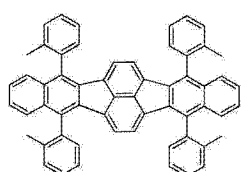
[0117]



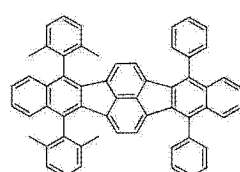
GD11



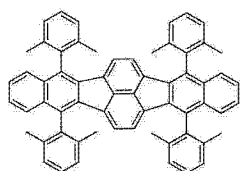
GD12



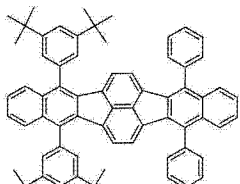
GD13



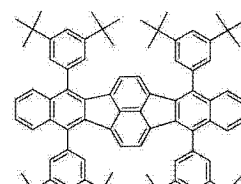
GD14



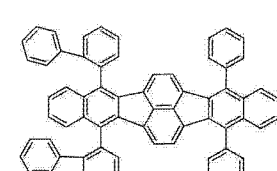
GD15



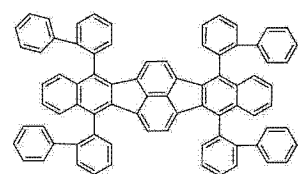
GD16



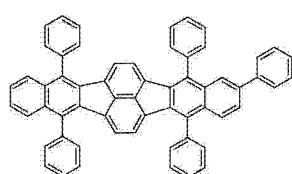
GD17



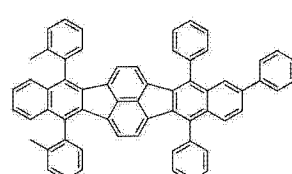
GD18



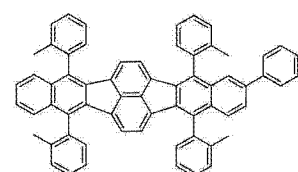
GD19



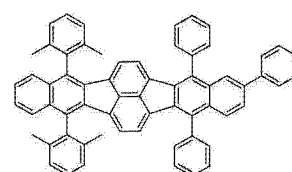
GD20



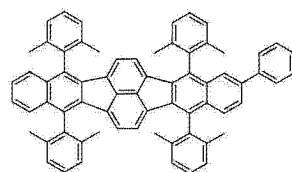
GD21



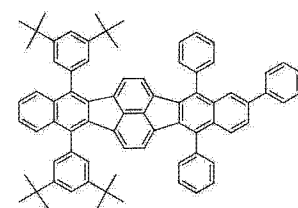
GD22



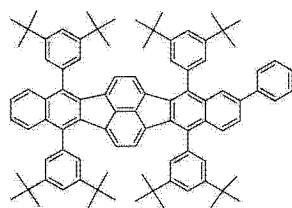
GD23



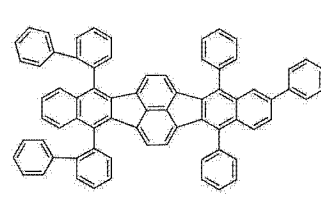
GD24



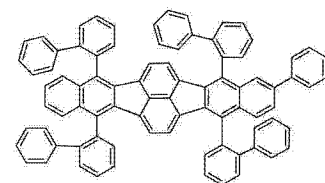
GD25



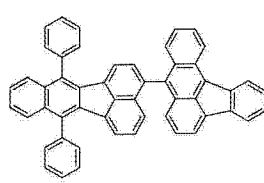
GD26



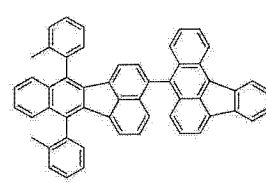
GD27



GD28

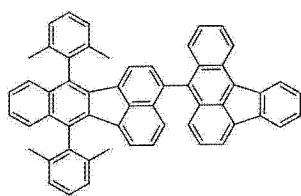


GD29

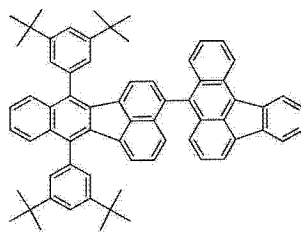


GD30

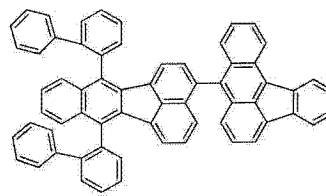
[0118]



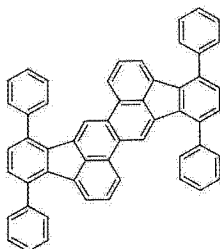
GD31



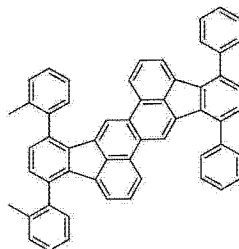
GD32



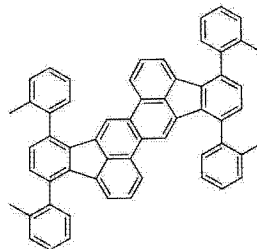
GD33



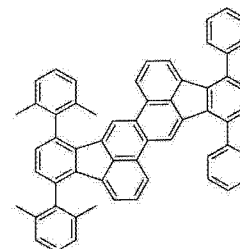
GD34



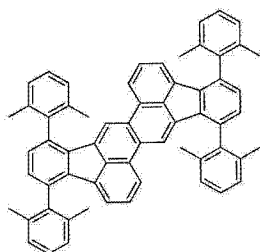
GD35



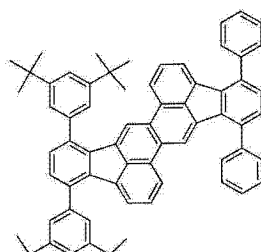
GD36



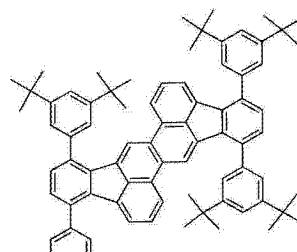
GD37



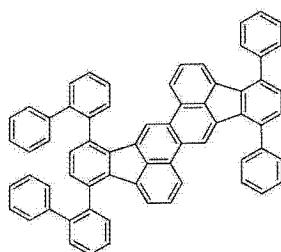
GD38



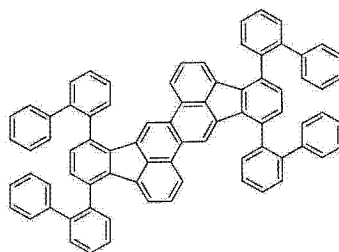
GD39



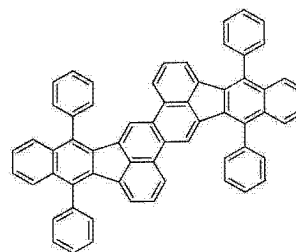
GD40



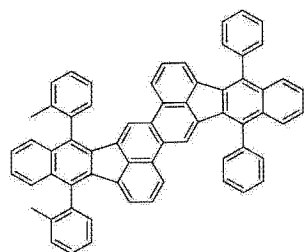
GD41



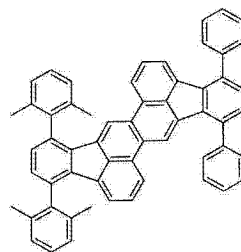
GD42



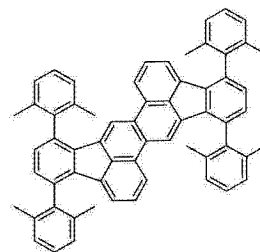
GD43



GD44

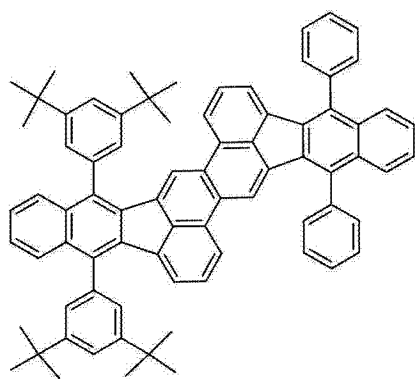


GD45

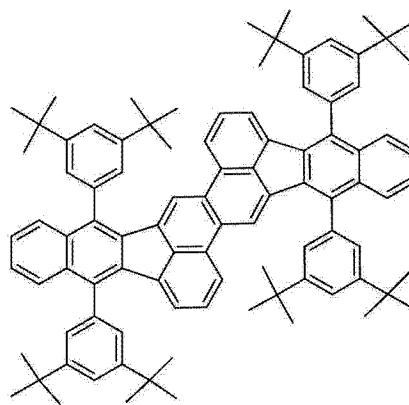


GD46

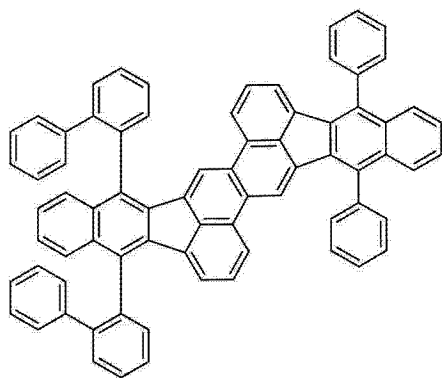
[0119]



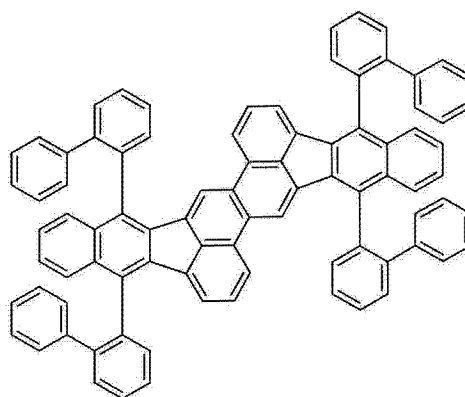
GD47



GD48



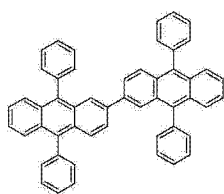
GD49



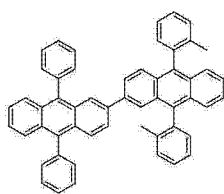
GD50

[0120] 绿色发光层 3G 的辅助掺杂剂的实例包括由下述结构式表示的化合物：

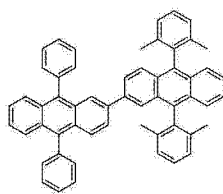
[0121]



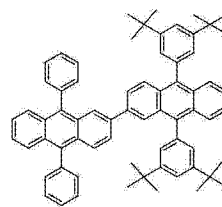
GD51



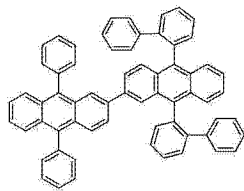
GD52



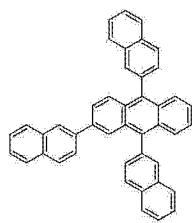
GD53



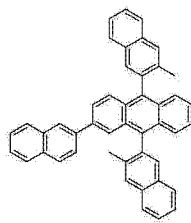
GD54



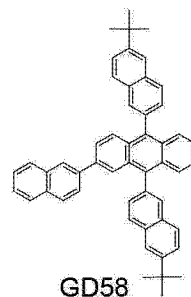
GD55



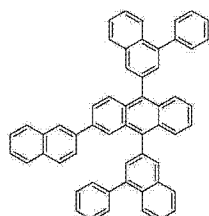
GD56



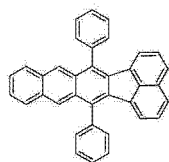
GD57



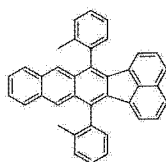
GD58



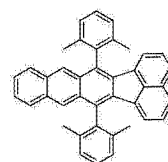
GD59



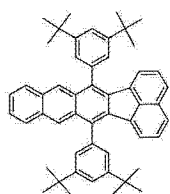
GD60



GD61



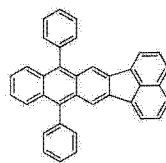
GD62



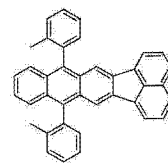
GD63



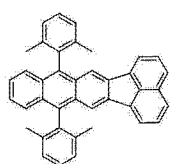
GD64



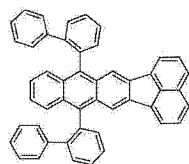
GD65



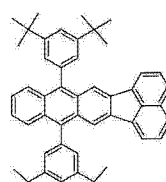
GD66



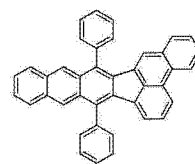
GD67



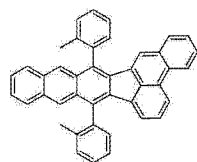
GD68



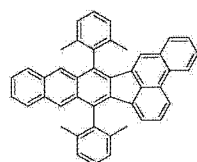
GD69



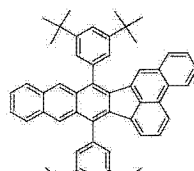
GD70



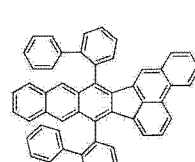
GD71



GD72

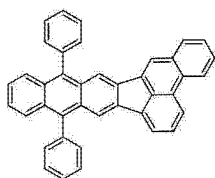


GD73

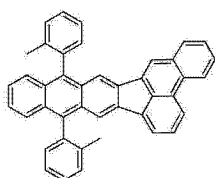


GD74

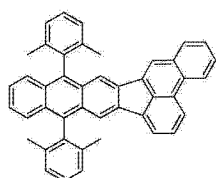
[0122]



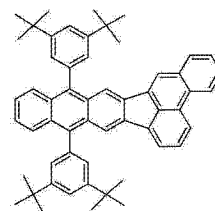
GD75



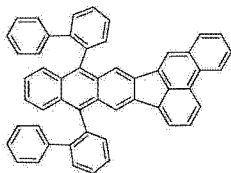
GD76



GD77



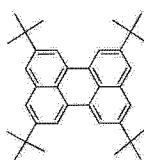
GD78



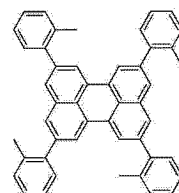
GD79



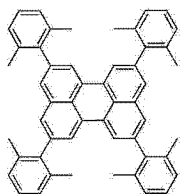
GD80



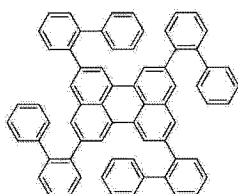
GD81



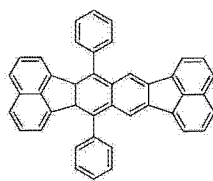
GD82



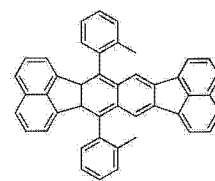
GD83



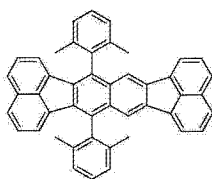
GD84



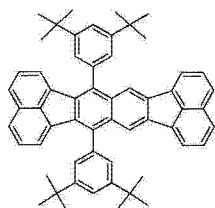
GD85



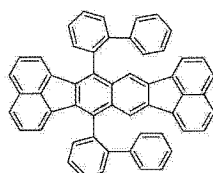
GD86



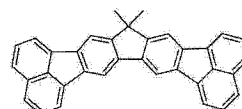
GD87



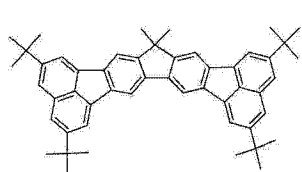
GD88



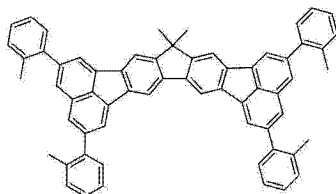
GD89



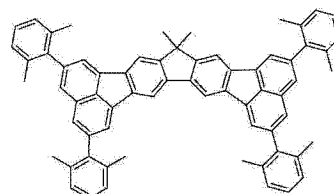
GD90



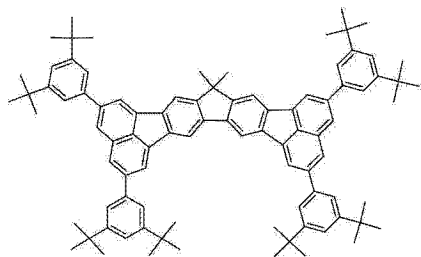
GD91



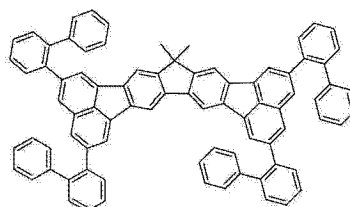
GD92



GD93



GD94

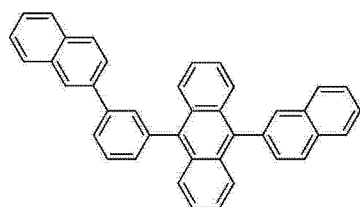


GD95

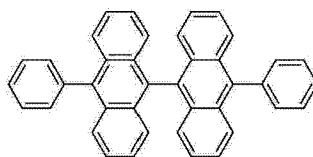
[0123] 蓝色发光层

[0124] 蓝色发光层 3B 也能够含有主体材料和发光掺杂剂。蓝色发光层 3B 的主体材料的实例包括由下述结构式表示的化合物：

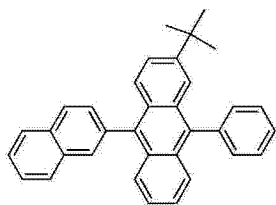
[0125]



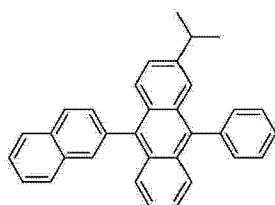
BH1



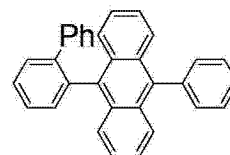
BH2



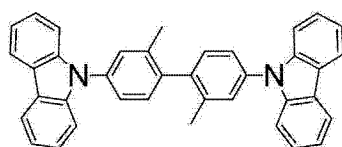
BH3



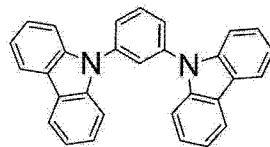
BH4



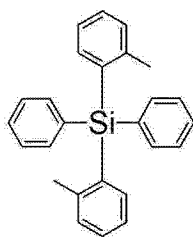
BH5



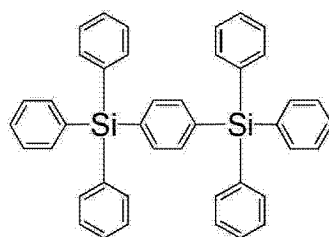
BH6



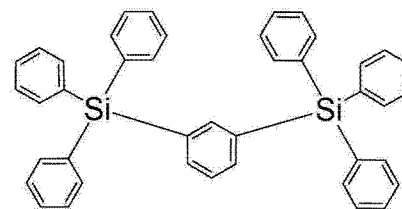
BH7



BH8

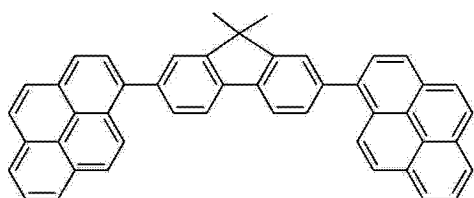


BH9

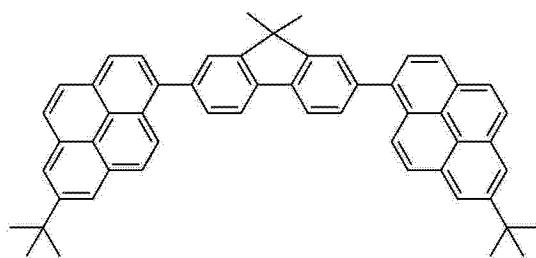


BH10

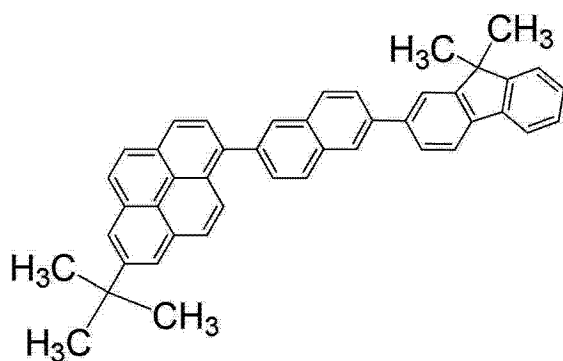
[0126]



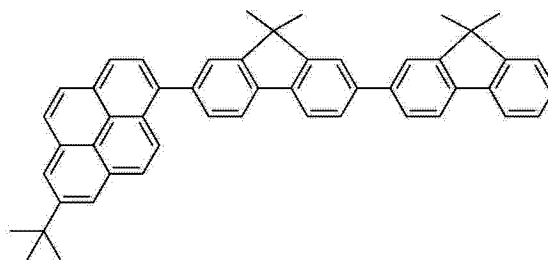
BH11



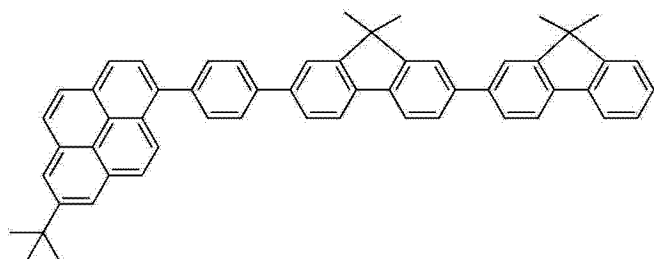
BH12



BH13



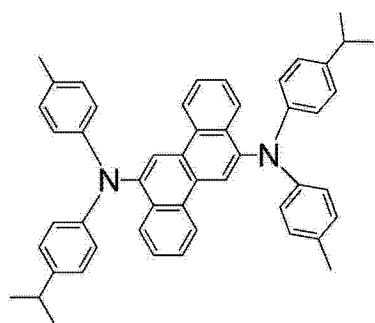
BH14



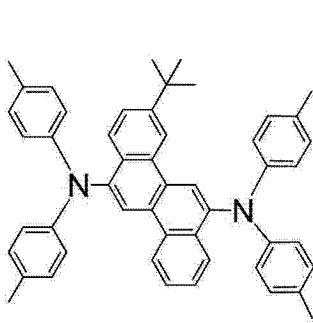
BH15

[0127] 蓝色发光层 3B 的发光掺杂剂的实例包括由下述结构式表示的化合物,并且具有五元环的化合物 BD12-BD18 特别适合。这些化合物的使用导致高发光效率。

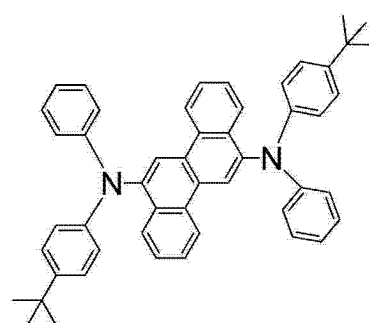
[0128]



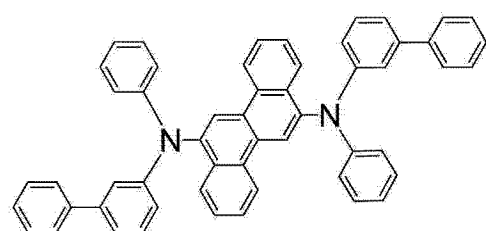
BD1



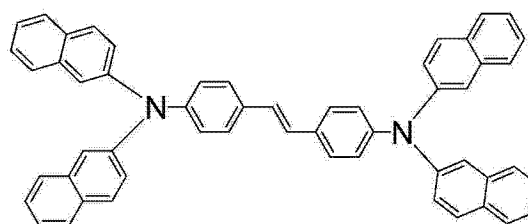
BD2



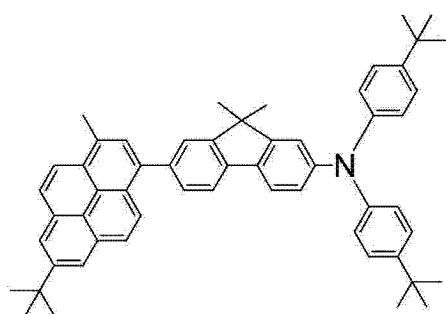
BD3



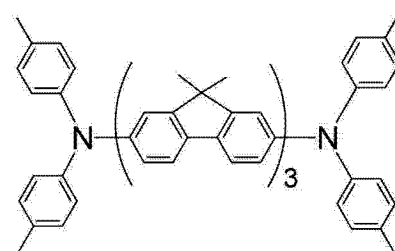
BD4



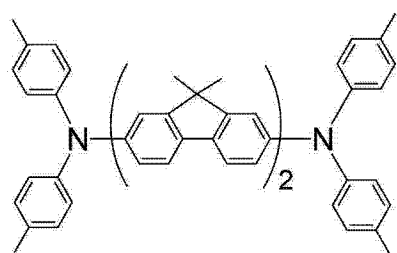
BD5



BD6

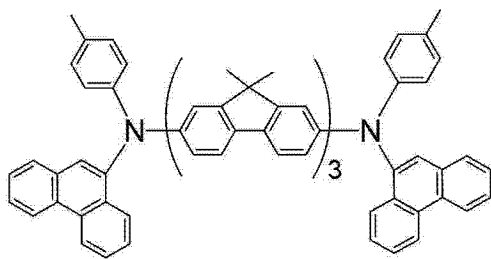


BD7

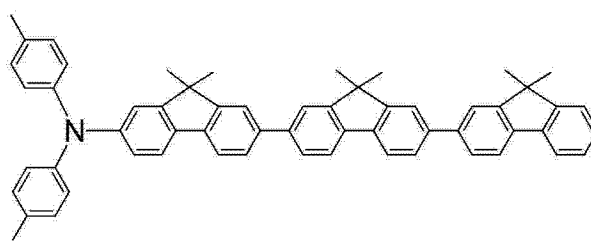


BD8

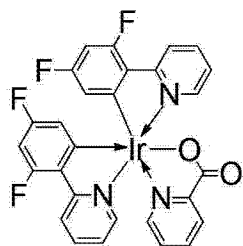
[0129]



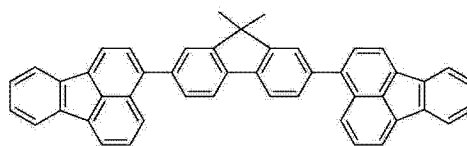
BD9



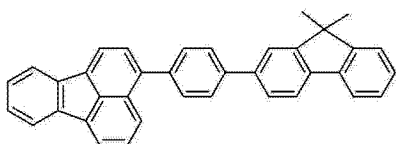
BD10



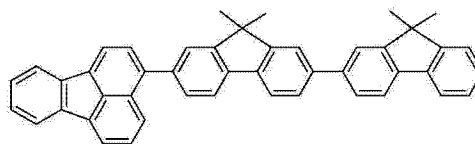
BD11



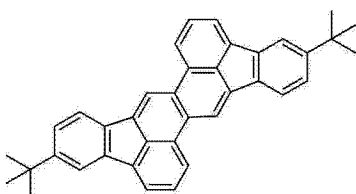
BD12



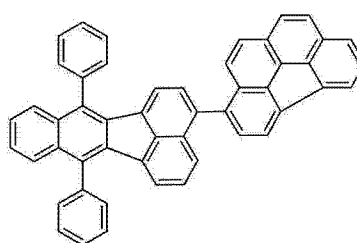
BD13



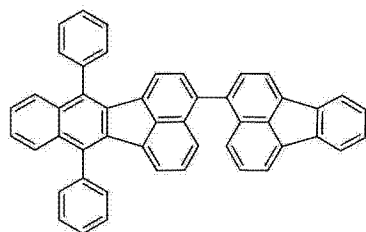
BD14



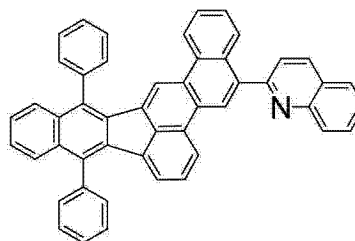
BD15



BD16



BD17



BD18

[0130] 具有五元环的化合物 BD12-BD18 能够高效地捕集电子, 含有这些发光掺杂剂的许多蓝色发光层 3B 在其电子传输层侧的边界具有发光位置, 如图 2A 和 3A 中所示。对于红色有机 EL 元件, 图 2A 和 2B 中所示的结构效率高, 图 2A 中所示的结构能够适合应用于实施方案。

[0131] 第二电荷传输层

[0132] 通过金属掩模采用气相沉积已形成红色发光层 3R、绿色发光层 3G、蓝色发光层 3B 和厚度调节层 6 后,形成第二电荷传输层 4。如第一电荷传输层 2 那样,通过例如气相沉积、涂布或转印来形成第二电荷传输层 4。第一电极 1 为阳极时,第二电荷传输层 4 为电子传输层。对于电子传输层,使用已知的菲咯啉衍生物。电子传输层可通过沉积电子传输材料和电子注入材料、进而空穴阻挡材料的层而形成。

[0133] 电子注入材料可以是碱金属化合物、碱土金属化合物或含有碱金属或碱土金属化合物的有机化合物。本发明的实施方案中,电子传输层可包括电子注入层和空穴阻挡层。

[0134] 第二电极

[0135] 在第二电荷传输层 4 上形成第二电极 5。第二电极 5 由第一电极 1 中使用的金属制成。为了提高作为阴极的第二电极 5 的电子注入,第二电极可由碱金属、碱土金属和它们的化合物的复合或多层膜制成。顶部发射结构中,第二电极 5 是透明的并且具有能够取出光的厚度。

[0136] 如上所述,金属掩模只用于形成四个层(红色、绿色和蓝色发光层 3R、3G 和 3B 以及红色有机 EL 元件的厚度调节层 6)。因此,能够将红色、绿色和蓝色有机 EL 元件的每个的第一光学距离 L_1 和第二光学距离 L_2 设定为发射波长的 $1/4$ 。因此,能够使使用金属掩模的次数减少,此外,能够提供显示高发光效率的全色显示装置。

[0137] 实施例

[0138] 现在对本发明的实施例进行说明。实施例中元件的材料和结构并不旨在限制本发明。

[0139] 在玻璃基板上形成以对应于像素的图案形成的 TFT、有机平坦化层和 Al/ITO 多层电极。通过在每个电极周围形成的聚酰亚胺元件隔离膜将 Al/ITO 电极隔离。对得到的基板进行 UV/ 臭氧清洁。第一电极 1 具有 Al/ITO 多层结构,并且 ITO 层具有 10nm 的厚度。

[0140] 将该基板放置在真空沉积装置(由 ULVAC 制造)中后,将该装置抽空到 1.33×10^{-4} Pa (1×10^{-6} Torr)。然后,遍及第一电极的表面将化合物 HT13、空穴传输材料气相沉积到 17nm 的厚度以形成第一电荷传输层 2。

[0141] 然后,使用具有与像素对应的图案的金属掩模,在第一电荷传输层 2 的将用作红色像素的部分上通过将化合物 HT4、空穴传输材料气相沉积到 45nm 的厚度而形成了厚度调节层 6。

[0142] 随后,通过具有与像素对应的图案的金属掩模,在厚度调节层 6 上将作为主体材料的化合物 RH4、作为发光掺杂剂的化合物 RD9 (4 体积 %)和作为辅助掺杂剂的化合物 HT4 (15 体积 %)共沉积到 25nm 的厚度,于是形成红色发光层 3R。

[0143] 使用具有与像素对应的图案的金属掩模,在第一电荷传输层 2 的用作绿色像素的部分上气相沉积绿色发光层 3G。更具体地,将作为主体材料的化合物 GH3、作为发光掺杂剂的化合物 GD16 (1.5 体积 %)和作为辅助掺杂剂的化合物 GD65 (60 体积 %)共沉积到 35nm 的厚度。绿色发光层 3G 的能带如下所示,适用关系(I)。

[0144] GH3:HOMO=5.72eV, LUMO=2.78eV

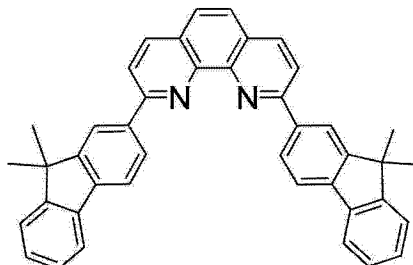
[0145] GD16:HOMO=5.75eV, LUMO=3.25eV

[0146] GD65:HOMO=5.58eV, LUMO=2.97eV

[0147] 然后,使用具有与像素对应的图案的金属掩模,通过在第一电荷传输层 2 的用作蓝色像素的部分上将作为主体材料的化合物 BH14 和作为发光掺杂剂的化合物 BH12 (0.5 体积 %) 共沉积到 20nm 的厚度来形成蓝色发光层 3B。

[0148] 然后,遍及发光层 3R、3G 和 3B 的表面,通过将由下式表示的菲咯啉衍生物气相沉积到 40nm 的厚度来形成第二电荷传输层 4。

[0149]



[0150] 随后,通过在第二电荷传输层 4 上将碳酸铯 (3 体积 %) 和 Ag 共沉积到 6nm 的厚度,进而将 Ag 气相沉积到 20nm 的厚度来形成第二电极 5。

[0151] 然后,将得到的基板放置到用氮气吹扫并且用具有干燥剂的玻璃盖密封的手套箱中。

[0152] 对上述方法中制备的显示装置进行评价。从该显示装置发出的光的波长为 $\lambda_R = 623\text{nm}$, $\lambda_G = 517\text{nm}$ 和 $\lambda_B = 452\text{nm}$ 。

[0153] 蓝色有机 EL 元件中, Al/ITO 第一电极 1 的反射面在 Al 层的表面,并且 ITO 层的厚度是第一光学距离 L_{1B} 的一部分。因此,蓝色有机 EL 元件的第一光学距离 L_{1B} 为 ITO 层、第一电荷传输层 2 和蓝色发光层 3B 的光学厚度之和。蓝色发光层 3B 中,发光掺杂剂具有捕集电子的带结构,并且发光位置 7B 位于与第二电荷传输层 4 的界面。因此,第一光学距离 L_{1B} 为 $10\text{nm} \times 2.0 + 17\text{nm} \times 1.8 + 20\text{nm} \times 1.8 = 86.6\text{nm}$,其中 ITO 的折射率为 2.0,第一电荷传输层 2 和蓝色发光层 3B 的折射率均为 1.8。

[0154] 由式(A)计算的光学距离 L_{1B} 为 87.2nm,其中由第一电极侧的折射率和吸收系数计算的相移 Φ 为 -139° ,并且发射波长 λ_B 为 452nm。因此,上述制备的蓝色有机 EL 元件的第一光学距离 L_{1B} 大致等于发射波长 λ_B 的 $1/4$ 。折射率和吸收系数是用分光椭偏仪对每个材料的膜进行测定而得到的值。

[0155] 下表示出上述实施例中制备的各色有机 EL 元件的第一和第二光学距离 L_1 和 L_2 以及它们的由式(A)计算的光学距离。对于绿色有机 EL 元件,由于使辅助掺杂剂含量最优化,因此认为发光位置或发光区域的中心是在绿色发光层 3G 中从发光层 3G 与第二电荷传输层 4 之间的界面向内 7nm。

[0156] 表

[0157]

		R	G	B
第一光学距离 (nm)	实施例	132	101	87
	由式(A)计算	131	103	87
第二光学距离 (nm)	实施例	117	85	72
	由式(A)计算	112	86	70

[0158] 比较例

[0159] 对于比较例的显示装置,绿色有机 EL 元件也设置有厚度调节层,并且将其第一和第二光学距离 L_{1G} 和 L_{2G} 设定为绿色发射波长 λ_G 的 $1/4$ 。

[0160] 更具体地,通过只将主体材料和发光掺杂剂共沉积而没有共沉积辅助掺杂剂来将绿色发光层 3G 形成到 28nm 的厚度。随后,通过在绿色发光层 3G 上沉积作为主体材料的化合物 GH3 到 7nm 的厚度来形成厚度调节层。以与实施例中相同的方式进行其他工艺步骤,于是制备得到显示装置。

[0161] 实施例和比较例的显示装置的每个有机 EL 元件中,将发光层的发光位置与第一电极 1 的反射面之间的第一光学距离 L_1 和该发光位置与第二电极 4 的反射面之间的第二光学距离 L_2 均设定为对应的有机 EL 元件的发射波长的 $1/4$ 。

[0162] 评价结果表明实施例和比较例的显示装置显示出高发光效率,因此令人满意。在比较例中通过具有与像素对应的图案的金属掩模在红色和绿色有机 EL 元件中形成了厚度调节层,而在实施例中只在红色有机 EL 元件中形成了厚度调节层。因此,实施例中能够使金属掩模的成本降低。

[0163] 尽管已参照例示实施方案对本发明进行了说明,但应理解本发明并不限于所公开的例示实施方案。下述权利要求的范围应给予最宽泛的解释以包括所有这样的变形以及等同的结构和功能。

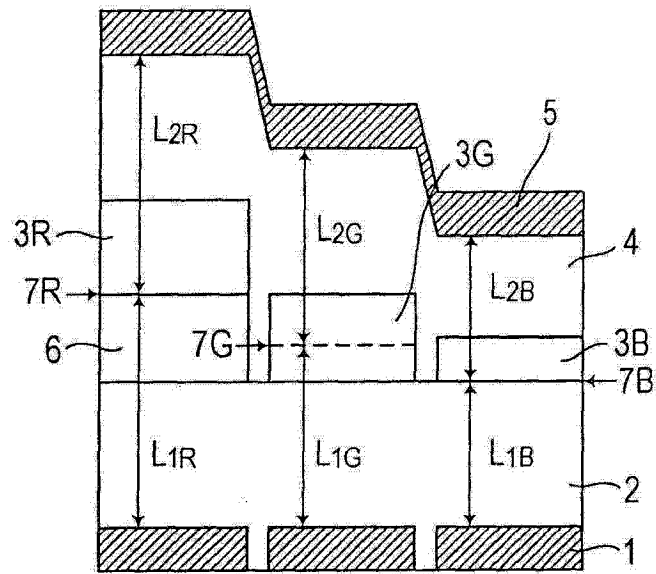


图 2B

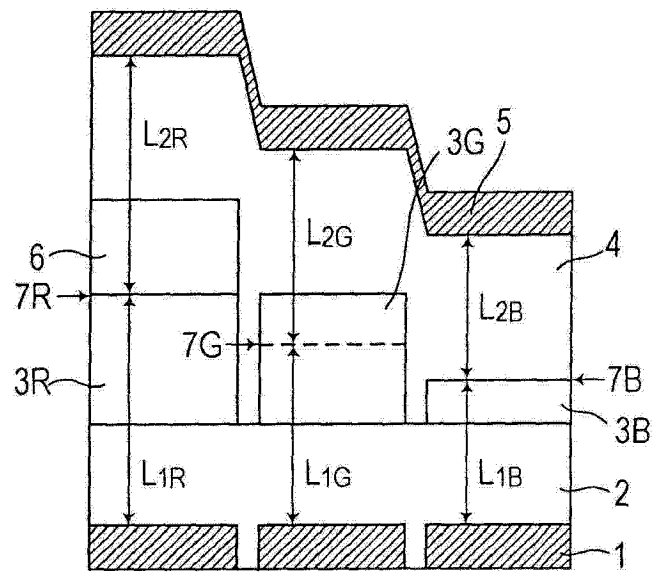


图 3A

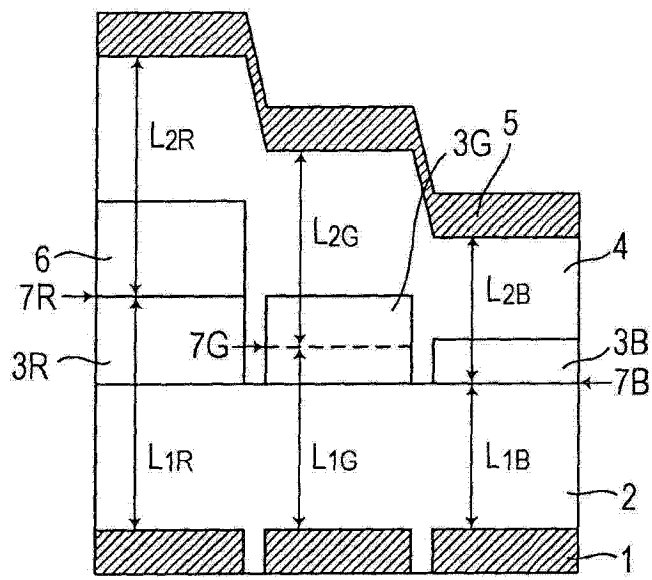


图 3B

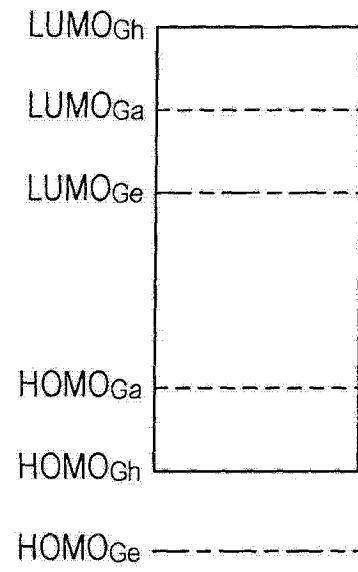


图 4

专利名称(译)	显示装置		
公开(公告)号	CN103094309A	公开(公告)日	2013-05-08
申请号	CN201210426425.X	申请日	2012-10-31
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
[标]发明人	高谷格		
发明人	高谷格		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/52		
CPC分类号	H01L27/32 H01L27/3211 H01L51/5265 H01L51/5028 H01L51/52 H01L51/5218 H01L51/5064		
代理人(译)	李帆		
优先权	2011238944 2011-10-31 JP 2012207713 2012-09-21 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

显示装置，包括红色、绿色和蓝色有机EL元件，该红色、绿色和蓝色有机EL元件包括第一和第二电荷传输层，该第一和第二电荷传输层各自具有相同的厚度并且为全部有机EL元件共有。该红色有机EL元件在红色发光层与第一电荷传输层之间包括厚度调节层，并且在该红色发光层与该厚度调节层之间的界面具有发光位置。该绿色有机EL元件包括绿色发光层，该绿色发光层含有其含量经控制以使发光位置位于绿色发光层中的辅助掺杂剂。该蓝色有机EL元件在蓝色发光层与第一电荷传输层或第二电荷传输层之间的界面具有发光位置。

