



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110277497 A

(43)申请公布日 2019.09.24

(21)申请号 201910131725.7

H01L 51/52(2006.01)

(22)申请日 2019.02.22

(30)优先权数据

10-2018-0029112 2018.03.13 KR

(71)申请人 三星显示有限公司

地址 韩国京畿道

(72)发明人 赵尹衡 张亨硕 金东赞 金元钟

文智永 朴永荣 徐东揆 吕明哲

李智慧

(74)专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

公司 11018

代理人 袁媛 王珍仙

(51)Int.Cl.

H01L 51/00(2006.01)

H01L 51/50(2006.01)

权利要求书3页 说明书18页 附图3页

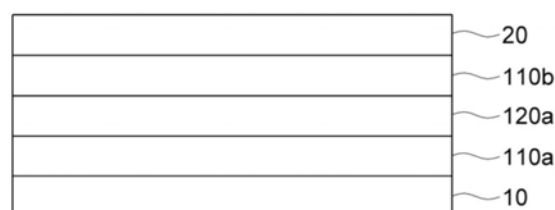
(54)发明名称

有机发光二极管装置和其中包括的电荷产生层用化合物

(57)摘要

本发明公开了一种有机发光二极管装置和用于包括在该装置中的电荷产生层的化合物,该有机发光二极管装置包括:第一电极;与第一电极相对设置的第二电极;设置在第一电极和第二电极之间且包括至少一个发光层的m个发光单元(m为2或更大的整数);以及各自插入m个发光单元的两个相邻发光单元之间的m-1个电荷产生层;其中m-1个电荷产生层中的至少一个包括用于电荷产生层的化合物,该化合物包括通过单电子 σ 键与金属卤化物键合的含硼化合物。

100



1. 一种有机发光二极管装置,包括:

第一电极;

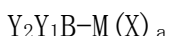
与所述第一电极相对设置的第二电极;

m个发光单元,其中m为2或更大的整数,所述m个发光单元设置在所述第一电极和所述第二电极之间,并且包括至少一个发光层;以及

m-1个电荷产生层,所述m-1个电荷产生层各自插入所述m个发光单元的两个相邻发光单元之间;

其中所述m-1个电荷产生层中的至少一个包括由下式1表示的化合物:

式1



其中:

M为选自由第1族金属、第2族金属、过渡金属、后过渡金属、镧系元素和锕系元素组成的组中的具有4.0eV或更低的功函的金属;

X为选自由F、Cl、Br和I组成的组中的卤族元素;

a为1至4范围内的自然数;并且

Y₁和Y₂相同或不同,并且各自独立地为选自由以下组成的组中的一种或多种:卤素、羟基、硝基、氰基、胺基、C₁-C₄₀烷基、C₆-C₄₀芳基和五元至四十元杂芳基,或者它们可以与相邻基团键合以形成稠环,条件是Y₁和Y₂中的至少一个为C₆-C₄₀芳基或五元至四十元杂芳基;并且

其中所述烷基、所述芳基和所述杂芳基各自为未取代的或被一个或多个选自由以下组成的组中的取代基取代:卤素、氰基、硝基、C₁-C₄₀烷基、C₆-C₄₀芳基、五元至四十元杂芳基、C₆-C₄₀芳氧基、C₆-C₄₀芳基氧化膦基和C₆-C₄₀芳胺基,并且如果所述取代基的数量为多个,则它们可以相同或不同。

2. 如权利要求1所述的有机发光二极管装置,其中由式1表示的所述化合物为包括含硼化合物和金属卤化物的电荷转移络合物。

3. 如权利要求2所述的有机发光二极管装置,其中所述含硼化合物与所述金属卤化物之间的含量比为按重量计0.5-50:50-95.5。

4. 如权利要求1所述的有机发光二极管装置,其中由式1表示的所述化合物与相邻的式1的化合物键合而形成簇,并且所述簇包括至少一个含有所述硼和所述金属M的杂环。

5. 如权利要求1所述的有机发光二极管装置,其中所述m-1个电荷产生层中的每个包括至少一种主体和至少一种掺杂剂,并且所述至少一种主体和至少一种掺杂剂中的一种是由式1表示的所述化合物。

6. 如权利要求1所述的有机发光二极管装置,其中所述m个发光单元与所述m-1个电荷产生层交替设置,并且所述m个发光单元中的两个发光单元分别与所述第一电极和所述第二电极相邻设置。

7. 如权利要求1所述的有机发光二极管装置,其中:

所述m个发光单元中的每个包括空穴传输区、发光层和电子传输区;

所述空穴传输区包括空穴注入层和空穴传输层中的至少一个;并且

所述电子传输区包括电子注入层和电子传输层中的至少一个。

8. 如权利要求1所述的有机发光二极管装置,其中:
所述m-1个电荷产生层中的每个包括n型电荷产生层和p型电荷产生层;
所述n型电荷产生层与所述m个发光单元中的每个的所述电子传输区相邻设置;并且
所述p型电荷产生层与所述m个发光单元中的每个的所述空穴传输区相邻设置。
9. 如权利要求8所述的有机发光二极管装置,其中所述n型电荷产生层包括选自第1族金属、第2族金属、镧系元素和锕系元素组成的组中的具有4.0eV或更低的功函的金属。
10. 如权利要求8所述的有机发光二极管装置,其中所述p型电荷产生层包括选自过渡金属和后过渡金属组成的组中的具有4.0eV或更低的功函的金属。
11. 一种用于电荷产生层的化合物,包括:
至少一种含硼化合物;以及
至少一种含有功函为4.0eV或更低的金属的金属卤化物;
其中所述含硼化合物的所述硼和所述金属卤化物的所述金属通过单电子 σ 键彼此键合。
12. 如权利要求11所述的化合物,其中通过X射线光电子能谱测量的所述金属和所述硼之间的键合值在180eV至290eV的范围内。
13. 如权利要求11所述的化合物,其中所述化合物由下式1表示:
式1
$$Y_2Y_1B-M(X)_a$$

其中:
M为选自第1族金属、第2族金属、过渡金属、后过渡金属、镧系元素和锕系元素组成的组中的具有4.0eV或更低的功函的金属;
X为选自F、Cl、Br和I组成的组中的卤族元素;
a为1至4范围内的自然数;并且
Y₁和Y₂相同或不同,并且各自独立地为选自以下组成的组中的一种或多种:卤素、羟基、硝基、氰基、胺基、C₁-C₄₀烷基、C₆-C₄₀芳基和五元至四十元杂芳基,或者它们可以与相邻基团键合以形成稠环,条件是Y₁和Y₂中的至少一个为C₆-C₄₀芳基或五元至四十元杂芳基;并且
其中所述烷基、所述芳基和所述杂芳基各自为未取代的或被一个或多个选自以下组成的组中的取代基取代:卤素、氰基、硝基、C₁-C₄₀烷基、C₆-C₄₀芳基、五元至四十元杂芳基、C₆-C₄₀芳氧基、C₆-C₄₀芳基氧化膦基和C₆-C₄₀芳胺基,并且如果所述取代基的数量为多个,则它们可以相同或不同。
14. 如权利要求11所述的化合物,其中所述金属卤化物为金属碘化物。
15. 如权利要求11所述的化合物,其中所述化合物用于n型电荷产生层、p型电荷产生层或两者。
16. 如权利要求15所述的化合物,其中所述n型电荷产生层包括选自第1族金属、第2族金属、镧系元素和锕系元素组成的组中的具有4.0eV或更低的功函的金属。
17. 如权利要求15所述的化合物,其中所述p型电荷产生层包括选自过渡金属和后过渡金属组成的组中的具有4.0eV或更低的功函的金属。
18. 如权利要求11所述的化合物,其中所述化合物为包括含硼化合物和金属卤化物的

电荷转移络合物。

19. 如权利要求18所述的化合物,其中所述含硼化合物与所述金属卤化物之间的含量比为按重量计0.5-50:50-95.5。

20. 如权利要求13所述的化合物,其中由式1表示的所述化合物与相邻的式1的化合物键合而形成簇,并且所述簇包括至少一个含有所述硼和所述金属M的杂环。

有机发光二极管装置和其中包括的电荷产生层用化合物

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2018年3月13日向韩国知识产权局 (KIP0) 提交的韩国专利申请第10-2018-0029112号的优先权和权益,其全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本公开的示例性实施方式涉及具有低驱动电压、高效率和长寿命特性的有机发光二极管装置,以及用于包括在该装置中的电荷产生层的化合物,该电荷产生层具有优异的电荷产生能力和电荷转移能力。

背景技术

[0004] 有机发光显示装置是自发光显示装置,其通过被配置为发射光的多个有机发光二极管来显示图像。这种有机发光显示装置表现出诸如低功耗、高亮度和高响应速度的特性,并因此目前作为显示装置正受到关注。

[0005] 通常,有机发光二极管包括彼此相对设置的阳极和阴极,以及设置在阳极和阴极之间的至少一个有机发光层。有机发光二极管装置利用以下原理:将分别从阳极和阴极产生的空穴和电子注入有机发光层中并结合以产生激子,并且当激子衰变(例如,跃迁或弛豫)到基态时发光。除了设置在阳极和阴极之间的有机发光层之外,有机发光二极管装置可以包括空穴传输层、电子注入层、电子传输层等。

[0006] 根据配置有机发光层的方法,将这种发光装置分类为包括单个有机发光层的单一型(或单一式)发光装置和包括以串联配置布置的两个或更多个有机发光层的串联型(或串联式)发光装置。其中,串联型(或串联式)有机发光二极管装置相对于单一型(或单一式)有机发光二极管装置具有在提高效率、高稳定性、长寿命等方面的特征,并因此可用于需要高亮度和长寿命的显示装置或照明装置。为了实现该串联型(或串联式)有机发光二极管装置,该装置中存在耦接(或连接)两个或更多个有机发光层的电荷产生层(CGL)。

[0007] 然而,常规的电荷产生层的问题在于,由于其产生和转移电荷的能力差,它使串联型(或串联式)发光装置的驱动电压比常规的单一型(或单一式)有机发光二极管装置的驱动电压提高了约1.3~2倍或更多,从而降低了有机发光二极管装置的功率效率和寿命。为了解决这个问题,重要的是选择材料和元件以使在界面处电子隧穿成为可能。

发明内容

[0008] 本公开的示例性实施方式涉及通过包括具有优异的产生和转移电荷的能力的电荷产生层而具有低驱动电压、高效率和长寿命特性的有机发光二极管装置。

[0009] 根据本公开的示例性实施方式,提供了一种有机发光二极管装置,包括:第一电极;与第一电极相对设置的第二电极;设置在第一电极和第二电极之间且包括至少一个发光层的 m 个发光单元(其中 m 为2或更大的整数);以及各自插入 m 个发光单元的两个相邻发光单元之间的 $m-1$ 个电荷产生层;其中 $m-1$ 个电荷产生层中的至少一个包括由下式1表示的化

合物:

[0010] 式1

[0011] $Y_2Y_1B-M(X)_a$

[0012] 其中:

[0013] M为选自由第1族金属、第2族金属、过渡金属、后过渡金属、镧系元素和锕系元素组成的组中的具有4.0eV或更低的功函的金属;

[0014] X为选自由F、Cl、Br和I组成的组中的卤族元素;

[0015] a为1至4范围内的自然数;并且

[0016] Y_1 和 Y_2 相同或不同,并且各自独立地为选自由以下组成的组中的一种或多种:卤素、羟基、硝基、氰基、胺基、 C_1-C_{40} 烷基、 C_6-C_{40} 芳基和五元至四十元杂芳基,或者它们可以与相邻基团键合以形成稠环,条件是 Y_1 和 Y_2 中的至少一个为 C_6-C_{40} 芳基或五元至四十元杂芳基;并且

[0017] 其中烷基、芳基和杂芳基各自为未取代的或被选自由以下组成的组中的一个或多个取代基取代:卤素、氰基、硝基、 C_1-C_{40} 烷基、 C_6-C_{40} 芳基、五元至四十元杂芳基、 C_6-C_{40} 芳氧基、 C_6-C_{40} 芳基氧化膦基和 C_6-C_{40} 芳胺基,并且如果取代基的数量为多个,则它们可以相同或不同。

[0018] 由式1表示的化合物可为包括含硼化合物和金属卤化物的电荷转移(CT)络合物。

[0019] 含硼化合物和金属卤化物之间的含量比可为按重量计0.5-50:50-95.5。

[0020] 由式1表示的化合物可与相邻的式1的化合物键合形成簇(cluster),并且该簇可包括至少一个含有硼和金属(M)的杂环。

[0021] m-1个电荷产生层中的每个可以包括至少一种主体和至少一种掺杂剂,并且至少一种主体和至少一种掺杂剂中的一种可以由式1表示的化合物。

[0022] m个发光单元可以与m-1个电荷产生层交替设置,并且m个发光单元的两个发光单元可以分别与第一电极和第二电极相邻设置。

[0023] m个发光单元中的每个可以包括空穴传输区、发光层和电子传输区,空穴传输区可以包括空穴注入层和空穴传输层中的至少一个,并且电子传输区可以包括电子注入层和电子传输层中的至少一个。

[0024] m-1个电荷产生层中的每个可以包括n型电荷产生层和p型电荷产生层,n型电荷产生层可以与m个发光单元中的每个的电子传输区相邻设置,并且p型电荷产生层可以与m个发光单元中的每个的空穴传输区相邻设置。

[0025] n型电荷产生层可以包括选自由第1族金属、第2族金属、镧系元素和锕系元素组成的组中的具有4.0eV或更低的功函的金属。

[0026] p型电荷产生层可以包括选自由过渡金属和后过渡金属组成的组中的具有4.0eV或更低的功函的金属。

[0027] 根据本公开的另一示例性实施方式,提供了一种用于电荷产生层的化合物,包括:至少一种含硼化合物;和至少一种含有功函为4.0eV或更低的金属的金属卤化物;其中含硼化合物的硼(B)和金属卤化物的金属(M)通过单电子 σ 键彼此键合。

[0028] 在用于电荷产生层的化合物中,通过X射线光电子能谱(XPS)测量的金属(M)和硼(B)之间的键合值可以在180eV至290eV的范围内。

[0029] 金属卤化物可为金属碘化物。

[0030] 用于电荷产生层的化合物可以用于n型电荷产生层、p型电荷产生层或两者。

[0031] n型电荷产生层可以包括选自第1族金属、第2族金属、镧系元素和锕系元素组成的组中的具有4.0eV或更低的功函的金属。

[0032] p型电荷产生层可以包括选自过渡金属和后过渡金属组成的组中的具有4.0eV或更低的功函的金属。

[0033] 用于电荷产生层的化合物可为包括含硼化合物和金属卤化物的电荷转移(CT)络合物。

[0034] 在用于电荷产生层的化合物中,含硼化合物和金属卤化物之间的含量比可为按重量计0.5-50:50-95.5。

[0035] 用于电荷产生层的化合物可以与相邻的式1的化合物键合而形成簇,并且该簇可以包括至少一个含有硼和金属(M)的杂环。

附图说明

[0036] 通过参考附图更详细地描述本公开的示例性实施方式,对本公开的更完整的理解将变得更加明显,其中:

[0037] 图1为显示根据本公开的示例性实施方式的有机发光二极管装置的结构截面图;

[0038] 图2为显示图1中所示的有机发光二极管装置的结构放大截面图;

[0039] 图3为显示根据本公开的另一示例性实施方式的有机发光二极管装置的结构截面图;

[0040] 图4为显示根据本公开的用于电荷产生层的化合物的电荷产生机理的示意图;并且

[0041] 图5为显示实施例1和2以及比较例2中制造的有机发光二极管装置的驱动电压变化的图。

具体实施方式

[0042] 本公开的特征和用于实现它们的方法将通过以下结合附图更详细描述示例性实施方式而变得明显。然而,本公开不限于以下示例性实施方式,而是以各种不同的形式体现。提供这些示例性实施方式仅仅是为了使本公开完整以及将本公开的范围完全传达给本公开所属领域的普通技术人员。本公开仅由所附权利要求的范围及其等同物限定。因此,在一些示例性实施方式中,没有更详细地描述众所周知的过程步骤、装置结构和技术,以防止本公开被模糊地理解。在整个说明书中,相同的附图标记指代相同的组件。

[0043] 除非另有定义,否则本文使用的所有术语(包括技术和科学术语)将具有与本公开所属领域的普通技术人员通常理解的相同的含义。术语,比如在常用词典中定义的那些术语,除非明确且具体地定义,否则不应以理想的或过于正式的含义来理解。

[0044] 本公开的示例性实施方式涉及电荷转移络合物,其可以用作用于电荷产生层(CGL)的材料。

[0045] 电荷产生层(CGL)是指在包括多个发光单元的有机发光二极管装置中被配置为分

离相邻发光单元而不与两个电极(例如,第一电极和第二电极)直接接触的层。该电荷产生层设置在两个相邻的发光单元之间,并且用作两个发光单元中的一个的阴极(其产生电子)和另一个发光单元的阳极(其产生空穴)。用于该电荷产生层的材料应具有产生和转移电荷的能力。

[0046] 根据本公开的用于电荷产生层的化合物包括:至少一种含硼化合物;和至少一种含有功函为4.0eV或更低的金属的金属卤化物。含硼化合物的硼(B)和金属卤化物的金属(M)通过单电子 σ 键彼此键合。

[0047] 如图4所示,在电荷转移络合物中,分别与金属(M)两侧键合(或连接)的卤素和硼(B)都显示出吸电子性质。因此,分子中的卤素原子(X)和硼(B)中的每个都起到电子受体的作用,而金属(M)起到电子供体的作用,因此在一个分子中的两个原子基团之间发生自发电荷极化,导致电荷转移。当用于电荷转移络合物的金属(M)是具有高费米能级(Fermi level)的n型金属时,电荷产生和转移可以更有效。具有这样的电荷产生和转移特性,该化合物可以是串联型(或串联式)发光装置中用于电荷产生层(CGL)的材料。

[0048] 在电荷转移络合物中,硼(B)和金属(M)之间的 σ 键可以通过X射线光电子能谱(XPS)、紫外光电子能谱(UPS)等检测。例如,在本公开的电荷转移络合物中,当通过XPS测量时,金属(M)和硼(B)之间的键合值可以在180eV至290eV的范围内。这样的XPS可以在真空条件下进行。

[0049] 用于电荷产生层的化合物可由下式1表示:

[0050] 式1

[0051] $Y_2Y_1B-M(X)_a$

[0052] 其中:

[0053] M为选自由第1族金属、第2族金属、过渡金属、后过渡金属、镧系元素和锕系元素组成的组中的具有4.0eV或更低的功函的金属;

[0054] X为选自由F、Cl、Br和I组成的组中的卤族元素;

[0055] a为1至4范围内的自然数;并且

[0056] Y_1 和 Y_2 相同或不同,并且各自独立地为选自由以下组成的组中的一种或多种:卤素、羟基、硝基、氰基、胺基、 C_1 - C_{40} 烷基、 C_6 - C_{40} 芳基和五元至四十元杂芳基,或者它们可以与相邻基团键合以形成稠环(或稠合环),条件是 Y_1 和 Y_2 中的至少一个为 C_6 - C_{40} 芳基或五元至四十元杂芳基。

[0057] 在这种情况下,烷基、芳基和杂芳基各自为未取代的或被选自由以下组成的组中的一个或多个取代基取代:卤素、氰基、硝基、 C_1 - C_{40} 烷基、 C_6 - C_{40} 芳基、五元至四十元杂芳基、 C_6 - C_{40} 芳氧基、 C_6 - C_{40} 芳基氧化膦基和 C_6 - C_{40} 芳胺基,并且如果取代基的数量为多个,则它们可以相同或不同。

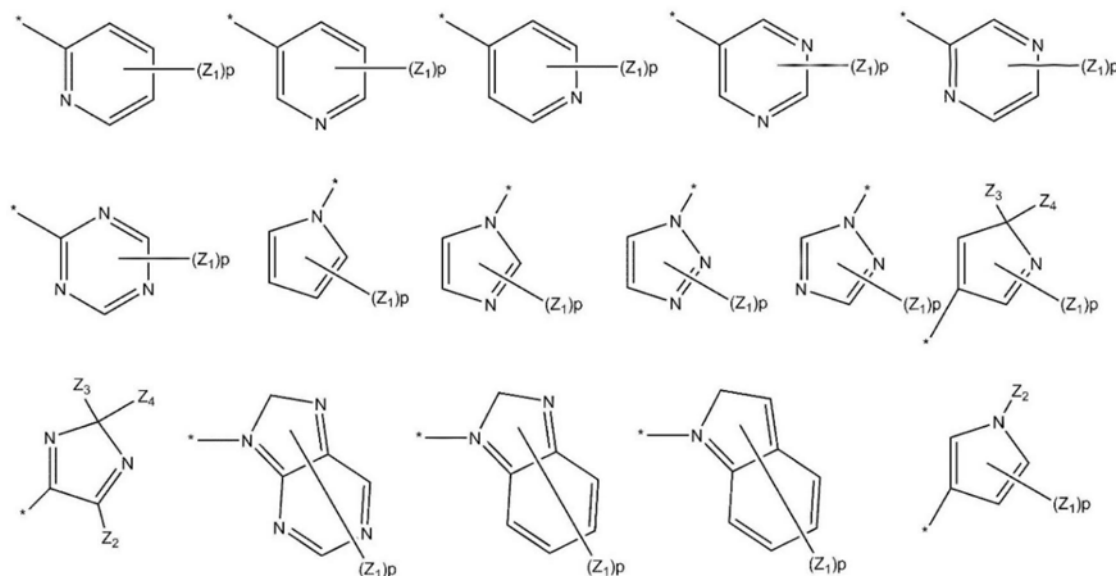
[0058] 在由式1表示的化合物中, BY_1Y_2 为衍生自含硼化合物的部分,并且 $M(X)_a$ 表示金属卤化物。

[0059] 根据本公开的示例性实施方式,式1中的X可为碘(I),并且金属(M)可为选自由以下组成的组中的一种或多种:Li、Na、K、Rb、Cs、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu;Ag、Au、B、Be、C、Co、Cr、Cu、Fe、Hg、Ir、Mo、Nb、Ni、Os、Pd、Pt、Re、Rh、Ru、Sb、Se、Si、Sn、Ta、Te、Ti、V、W和Zn。

[0060] 根据本公开的另一示例性实施方式,式1中的Y₁和Y₂中的一个可为C₆-C₄₀芳基或五元至四十元杂芳基。例如,它可为含有至少一个N原子的五元至四十元杂芳基,其为含氮基团。该含氮基团使控制空穴迁移率成为可能。

[0061] 在这种情况下,含氮基团可为五元芳环基团、六元芳环基团或包括与六元芳族基团耦合的五元芳族基团的九元芳环基团。在一个示例中,含氮基团可为选自由以下结构式表示的取代基组成的组中的一种或多种,但并不特别限于此:

[0062]



[0063] 其中:

[0064] Z₁至Z₄相同或不同,并且各自独立地选自由以下组成的组中:氢、氘、卤素、羟基、氰基、硝基、氨基、脒基、胂、胟、羧基、磺酸基和C₁-C₆烷基;p为1至6范围内的整数,并且如果p为2或更大的整数,则多个Z₁可以相同或不同;并且*为与相邻原子的结合位点。

[0065] 根据本公开的用于电荷产生层的化合物可以根据本领域可用的任何合适的方法使用含硼化合物和金属卤化物来制备。在一个示例中,它可以通过共沉积含硼化合物和金属卤化物来形成。在这样的共沉积中,含硼化合物和金属卤化物之间的混合比没有特别限制。在一个示例中,含硼化合物和金属卤化物之间的含量比可为按重量计0.5-50:50-99.5,例如按重量计1.0-30:70-99.0。

[0066] 在一个示例中,含硼化合物和金属卤化物可分别由下面式2和式3表示:

[0067] 式2

[0068] B-Y₁Y₂Y₃

[0069] 其中:

[0070] Y₁和Y₂如上面式1中所定义;并且

[0071] Y₃为选自由以下组成的组中的一种或多种:卤素、羟基、硝基、氰基、胺基、C₁-C₄₀烷基、C₆-C₄₀芳基和五元至四十元杂芳基。

[0072] 在这种情况下,烷基、芳基和杂芳基各自为未取代的或被一个或多个选自由以下组成的组中的取代基取代:卤素、氰基、硝基、C₁-C₄₀烷基、C₆-C₄₀芳基、五元至四十元杂芳基、C₆-C₄₀芳氧基、C₆-C₄₀芳基氧化膦基和C₆-C₄₀芳胺基,并且如果取代基的数量为多个,则它们可以相同或不同;

[0073] 式3

[0074] $M(X)_a$

[0075] 其中M和a如上面式1中所定义。

[0076] 当共沉积式2的含硼化合物和式3的金属卤化物时,构成含硼化合物 $[BY_1Y_2Y_3]$ 的任何一个(例如 Y_3)基团被分离,而含硼化合物的硼(B)与金属卤化物的金属(M)形成单 σ 键。在这种情况下,尽管为了方便起见,与含硼化合物分离的基团由 Y_3 表示,但并不特别限于此,并且与含硼化合物分离的基团的种类和位置可以变化。

[0077] 同时,电荷产生层(CGL)需要将电子注入或传输到两个相邻的发光单元中的一个中,并且将空穴注入或传输到另一个中。如上所述,电荷产生层包括具有n型特性的电荷产生层('n型电荷产生层')和具有p型特性的电荷产生层('p型电荷产生层')。因此,根据本公开的用于电荷产生层的化合物可以用于n型电荷产生层、p型电荷产生层或两者。另外用于电荷产生层的化合物可以用作构成n型电荷产生层和p型电荷产生层中的每个的主体或掺杂剂。

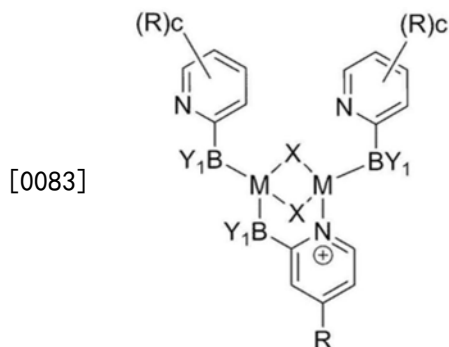
[0078] 根据本公开的示例性实施方式,包括在n型电荷产生层中的式1的化合物可包括选自由第1族金属、第2族金属、镧系元素和铷系元素组成的组中的具有4.0eV或更低的功函的第一金属(M_1)。例如,它可以是第一金属碘化物,例如,选自由以下组成的组中的一种或多种:LiI、NaI、KI、RbI、CsI、BeI₂、MgI₂、CaI₂、SrI₂、BaI₂、YbI、YbI₂、YbI₃和SmI₃。

[0079] 根据本公开的示例性实施方式,包括在p型电荷产生层中的式1的化合物可包括选自由过渡金属和后过渡金属组成的组中的具有4.0eV或更低的功函的第二金属(M_2)。例如,它可以是第二金属碘化物,例如,选自由以下组成的组中的一种或多种:CuI、TlI、AgI、CdI₂、HgI₂、SnI₂、PbI₂、BiI₃、ZnI₂、MnI₂、FeI₂、CoI₂、NiI₂、AlI₃、ThI₄和UI₃。例如,根据本公开的由式1表示的化合物可以用于p型电荷产生层,因为它具有优异的产生和传输空穴的能力。

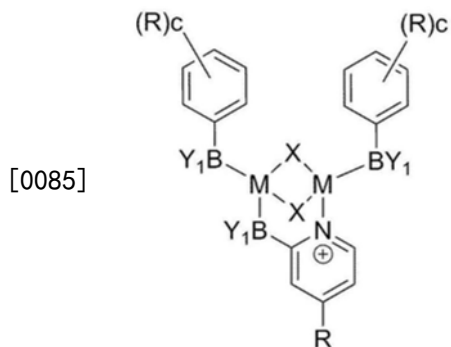
[0080] 上述根据本公开的用于电荷产生层的化合物可以与相邻的化合物(例如,式1的化合物和与其组合使用的n型或p型材料)键合,从而形成更稳定的簇。该簇在其结构方面没有特别限制。在一个示例中,它可以包括至少一个含有位置彼此相邻的硼和金属(M)的杂环。在这方面,杂环可以指含有除硼和金属(M)之外的杂原子(例如,至少一个氮(N)原子)的五元至四十元环。

[0081] 在一个示例中,由式1的化合物形成的簇可以由下面的式4至式7中的任一个表示,但并不特别限于此:

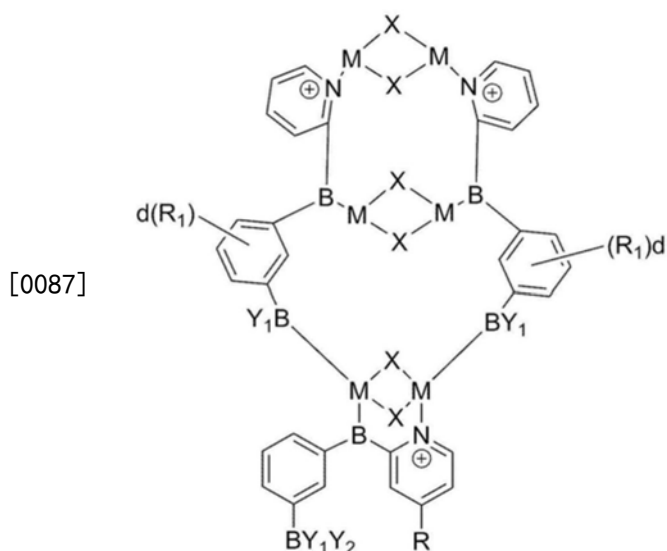
[0082] 式4



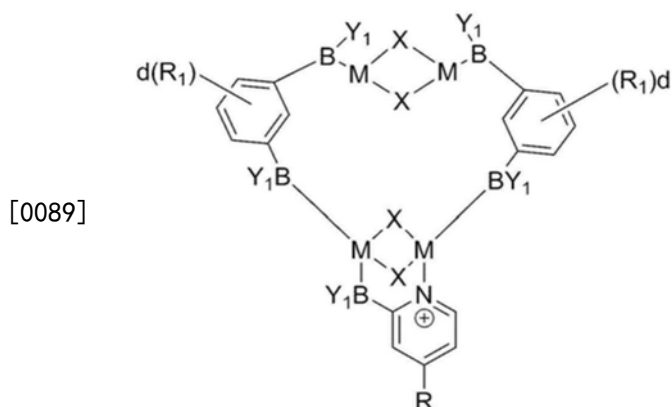
[0084] 式5



[0086] 式6



[0088] 式7



[0090] 其中：

[0091] R和R₁相同或不同，并且各自独立地选自氢、氘、卤素、氰基、硝基、C₁-C₄₀烷基、C₆-C₆₀芳基和五元至六十元杂芳基；

[0092] 烷基、芳基和杂芳基各自被选自由以下组成的组中的一个或多个取代基取代：卤素、氰基、硝基、C₁-C₄₀烷基、C₆-C₄₀芳基、五元至四十元杂芳基、C₆-C₄₀芳氧基、C₆-C₄₀芳基氧化膦基和C₆-C₄₀芳胺基，并且如果取代基的数量为多个，则它们可以相同或不同；并且

[0093] c和d各自独立地为1至4范围内的整数。

[0094] 如本文所使用的，术语“烷基”是指衍生自1至40个碳原子的直链或支链饱和烃的

单价取代基,包括例如,甲基、乙基、丙基、异丁基、仲丁基、戊基、异戊基、己基等。

[0095] 如本文所使用的,术语“芳基”表示衍生自6至60个碳原子的芳烃的单价取代基,其具有单个环或两个或更多个环的组合,其中两个或更多个环可以简单地彼此悬垂或者稠合在一起,示例为苯基、萘基、菲基、蒽基等。

[0096] 如本文所使用的,术语“杂芳基”表示衍生自5至60个核原子的单杂环芳烃或多杂环芳烃的单价取代基,其中环中的至少一个(例如1至3个)碳原子被诸如N、O、S或Se的杂原子取代。杂芳基的两个或更多个环(如果存在的话)可以简单地彼此悬垂或稠合在一起或与芳基稠合。示例包括六元单环,比如吡啶基、吡嗪基、嘧啶基、哒嗪基和三嗪基;多环,比如吩噻吩基(phenoxathieryl)、吡啶基、吡嗪基、嘧啶基、哒嗪基、苯并噻唑基和呋唑基;2-呋喃基、N-咪唑基、2-异噻唑基、2-吡啶基和2-嘧啶基。

[0097] 如本文所使用的,术语“稠环”或“稠合环”是指稠合脂族环、稠合芳族环、稠合杂脂族环、稠合杂芳族环或其组合。

[0098] 如上所述,根据本公开的由式1表示的化合物由于硼和金属卤化物之间形成 σ 键而具有自发电荷转移特性和材料稳定性,并且具有结构特异性(例如,簇)。因此,包括上述化合物作为电荷产生层的主体和/或掺杂剂的发光二极管装置可以表现出快速产生、转移和分离电荷的性质,并因此可以在不影响高效率 and 长寿命特性的情况下表现出降低驱动电压的效果。

[0099] 在下文中,将参考附图描述本公开的示例性实施方式。

[0100] 图1至图3是示意性示出包括至少一个电荷产生层(CGL)的有机发光二极管装置的结构截面图。

[0101] 有机发光二极管装置可以包括:第一电极;与第一电极相对设置的第二电极;设置在第一电极和第二电极之间且包括至少一个发光层的m个发光单元(其中m为2或更大的整数);以及各自插入m个发光单元的两个相邻发光单元之间的m-1个电荷产生层。

[0102] 在这种情况下,m可为2或更大的整数,例如,2至10、2至4、2或3。其中m为2的有机发光二极管装置的示例性实施方式参见图1和图2,并且其中m为3或更大的有机发光二极管装置的示例性实施方式参见图3。

[0103] 图1至图2是示意性示出根据本公开的第一示例性实施方式的有机发光二极管装置100的结构截面图。

[0104] 参见图1,有机发光二极管装置100包括单个电荷产生层(CGL)。例如,它包括第一电极10、第二电极20、第一发光单元110a、第二发光单元110b和电荷产生层120a。在这种情况下,发光单元是指具有发光功能的单元,并且包括至少一个发射具有设定(特定)波长的彩色光的发光层。

[0105] 在下文中,将更详细地描述有机发光二极管装置的每个组件。

[0106] 第一电极

[0107] 第一电极10设置在基板上,并且电耦接到(例如,电连接到)驱动薄膜晶体管,使得它可以从驱动薄膜晶体管接收驱动电流。该第一电极10可以包括具有相对高的功函的材料,因此起到阳极的作用,其将空穴注入到与其相邻的第一空穴传输区111a中。在这种情况下,与第一电极10相对设置的第二电极20起到阴极的作用,其将电子注入到第二电子传输区113b中。然而,本公开并不限于此,并且在一些情况下,第一电极10可以起到阴极的作用,

而第二电极20可以起到阳极的作用。

[0108] 当有机发光二极管装置100是底部发射型(或底部发射式)时,第一电极10可以包括诸如ITO、IZO、ZnO或In₂O₃的材料,或者包括这些材料中的两种或更多种的堆叠。

[0109] 另一方面,当有机发光二极管装置100为顶部发射型(或顶部发射式)时,第一电极10可以进一步包括具有高反射率的基于银(Ag)的反射层。根据一个示例性实施方式,第一电极10具有至少两层结构,包括基于银(Ag)的反射层和设置在反射层上的透明导电层。根据另一示例性实施方式,第一电极10具有三层结构,包括透明导电层(“第一透明导电层”)、反射层和透明导电层(“第二透明导电层”)。在具有三层结构的第一电极中,第一透明导电层实质上起到阳极的作用,并且第二透明导电层起到控制功函的作用。

[0110] 基于银(Ag)的反射层可以是银(Ag)或银(Ag)合金反射层。在这方面,银合金可以包括选自镁(Mg)、金(Au)、钙(Ca)、锂(Li)、铬(Cr)、铜(Cu)、钯(Pd)、铂(Pt)、镍(Ni)和铝(Al)中的至少一种金属。这种基于银(Ag)的反射层可以具有约50nm至约100nm范围内的厚度。

[0111] 透明导电层可以包括具有相对高功函的透明材料,例如,透明导电氧化物(TCO)。透明导电氧化物的非限制性示例包括ITO(氧化铟锡)、IZO(氧化铟锌)、ZnO(氧化锌)、AZO(氧化铝锌)、In₂O₃(氧化铟)、SnO₂(氧化锡)等,它们可以单独使用或作为其两种或更多种的混合物使用。这种透明导电层可以具有约2nm至约10nm范围内的厚度,例如,约4nm至7nm的厚度。

[0112] 第一电极10可以通过溅射法、沉积法等或本领域可用的任何其他合适的方法形成。在一个示例中,它可以通过使用精细金属掩模(FMM)的溅射工艺形成。

[0113] 第二电极

[0114] 第二电极20可以与第一电极10相对设置。第二电极20可以包括具有相对低的功函的材料。该第二电极20起到阴极的作用,该阴极将电子注入到与其相邻的发光单元的第二电子传输区113b中。

[0115] 第二电极20包括银(Ag)或含银材料。它可以包括含银材料。该第二电极20可以是(半)透明电极,其可以提供具有顶部发射型(或顶部发射式)结构的有机发光二极管装置。含银材料的示例包括银(Ag)与选自镁(Mg)、锂(Li)、钙(Ca)、铬(Cr)、铜(Cu)、钯(Pd)、铂(Pt)、镍(Ni)和铝(Al)中的至少一种金属的合金。

[0116] 第二电极20可以具有约5nm至约20nm范围内的厚度。考虑到装置厚度的减小以及电极供应功能,第二电极20可以具有约10nm至15nm范围内的厚度。

[0117] 与上述第一电极类似,第二电极20可以通过溅射法、沉积法等或本领域可用的任何其他合适的方法形成。

[0118] 第一发光单元

[0119] 第一发光单元110a插入第一电极10和第二电极20之间。例如,它可以与第一电极10直接接触。

[0120] 第一发光单元110a包括至少一个发射具有设定(例如,特定)波长的光的第一发光层112a。如果必要或需要,它可以进一步包括本领域中可用的任何合适的有机层。例如第一发光单元110a包括第一空穴传输区111a、第一发光层112a和第一电子传输区113a。

[0121] 第一空穴传输区

[0122] 第一空穴传输区111a设置在第一电极10上,并且起到将从第一电极10注入的空穴传输到第一发光层112a的作用。该第一空穴传输区111a包括选自第一空穴注入层111a-1和第一空穴传输层111a-2中的一个或多个,并且如果必要或需要,它可以进一步包括本领域可用的任何合适的缓冲层。

[0123] 第一空穴注入层111a-1可以包括本领域可用的任何合适的空穴注入材料,并且如果必要或需要,可以包括p型掺杂剂。

[0124] 可以使用的空穴注入材料的非限制性示例包括:酞菁化合物,比如铜酞菁;DNTPD (N,N'-二苯基-N,N'-双-[4-(苯基-间甲苯基-氨基)-苯基]-联苯基-4,4'-二胺)、m-MTDATA (4,4',4''-三(3-甲基苯基苯基氨基)三苯胺)、TDATA (4,4',4''-三(N,N-二苯基氨基)三苯胺)、2-TNATA (4,4',4''-三{N-(2-萘基)-N-苯基氨基}-三苯胺)、PEDOT/PSS (聚(3,4-乙撑二氧噻吩)/聚(4-苯乙烯磺酸盐))、PANI/DBSA (聚苯胺/十二烷基苯磺酸)、PANI/CSA (聚苯胺/樟脑磺酸)、PANI/PSS (聚苯胺/聚(4-苯乙烯磺酸盐))等。它们可以单独使用或作为其两种或更多种的混合物使用。

[0125] p型掺杂剂可以是本领域可用的任何合适的掺杂剂,并且没有特别限制。p型掺杂剂的示例包括醌衍生物,比如四氰基醌二甲烷(TCNQ)、2,3,5,6-四氟-7,7,8,8-四氰基醌二甲烷(F4TCNQ)等;金属氧化物,比如氧化钨、氧化钼、氧化铌等;金属碘化物,比如碘化铜、碘化铋等;六氮杂苯并菲-六腈(HAT-CN)等。

[0126] 第一空穴传输层111a-2可以设置在上述第一空穴注入层111a-1上。例如,第一空穴传输层111a-2可以与第一空穴注入层111a-1直接接触。第一空穴传输层111a-2可以接收来自第一空穴注入层111a-1的空穴。

[0127] 第一空穴传输层111a-2可以包括本领域可用的任何合适的空穴传输材料。可使用的空穴传输材料的非限制性示例包括:咪唑类衍生物,比如苯基咪唑、聚乙烯基咪唑等;茈类衍生物;三苯胺类衍生物,比如TPD (N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺)、TCTA (4,4',4''-三(N-咪唑基)三苯胺)等;NPB (N,N'-二(1-萘基)-N,N'-二苯基联苯胺)、TAPC (4,4'-亚环己基双[N,N-双(4-甲基苯基)苯胺])等。这些可以单独使用或作为其两种或更多种的混合物使用。如果必要或需要,第一空穴传输层111a-2可以包括p型掺杂剂。

[0128] 第一发光层

[0129] 第一发光层112a设置在第一空穴传输区111a上。例如,它位于第一空穴传输区111a和第一电子传输区113a之间。该第一发光层112a可以接收来自第一空穴传输区111a的空穴并且接收来自第一电子传输区113a的电子。如上所述供应的空穴和电子在第一发光层112a中结合形成激子。当这些激子的能级从激发态变为基态时,可以发射具有与改变的能级相对应的颜色的光。

[0130] 第一发光层112a可以发射具有第一波长的光。从第一发光层112a发射的光颜色没有特别限制,并且可以根据形成第一发光层112a的材料而变化。光颜色的示例包括蓝色、绿色、红色、黄色、白色等。该第一发光层112a可以包括发射红色、绿色、蓝色、黄色和白色的光颜色的材料,并且该第一发光层112a可以使用磷光或荧光材料形成。

[0131] 在一个实施方式中,第一发光层112a可以包括两个或更多个发光层。这两个或更多个发光层可以发射具有相同(例如,基本上相同)波长的光颜色。在一些实施方式中,第一

发光层112a可以包括发射具有不同波长的光的多个层。例如,可以提供它以包括不同的发光掺杂剂。

[0132] 第一发光层112a包括主体,并且可以任选地进一步包括掺杂剂。当第一发光层112a包括主体和掺杂剂时,基于100重量份的主体,掺杂剂的含量范围可为约0.01重量份至约25重量份,例如,约0.01重量份至约15重量份,但并不限于此。

[0133] 主体可以是本领域可用的任何合适的主体,并且没有特别限制。主体的示例包括但不限于,Alq₃(三(8-羟基喹啉)铝)、CBP(4,4'-双(N-咔唑基)-1,1'-联苯)、PVK(聚(N-乙烯基咔唑))、ADN(9,10-二(萘-2-基)蒽)、TCTA(4,4',4''-三(咔唑-9-基)-三苯胺)、TPBI(1,3,5-三(N-苯基苯并咪唑-2-基)苯)、TBADN(3-叔丁基-9,10-二(萘-2-基)蒽)、DSA(二苯乙炔基亚芳基)、E3或CDBP(4,4'-双(9-咔唑基)-2,2'-二甲基-联苯)等。

[0134] 掺杂剂可以是本领域中可用的任何合适的掺杂剂,并且没有特别限制。这样的掺杂剂可以分为荧光掺杂剂和磷光掺杂剂。磷光掺杂剂可以是金属络合物,包括Ir、Pt、Os、Re、Ti、Zr、Hf或其两种或更多种的组合,但并不限于此。

[0135] 同时,这样的掺杂剂可以分为红色掺杂剂、绿色掺杂剂和蓝色掺杂剂。可以使用本领域可用的合适的红色掺杂剂、绿色掺杂剂和蓝色掺杂剂而没有特别限制。

[0136] 例如,红色掺杂剂的非限制性示例包括PtOEP(八乙基卟啉铂(II))、Ir(piq)₃(三(2-苯基异喹啉)铱)、Btp₂Ir(acac)(双(2-(2'-苯并噻吩基)吡啶-N,C3') (乙酰丙酮)铱)等,它们可以单独使用或作为其两种或更多种的混合物使用。

[0137] 此外,绿色掺杂剂的非限制性示例包括Ir(ppy)₃(三(2-苯基吡啶)铱)、Ir(ppy)₂(acac)(双(2-苯基吡啶)(乙酰丙酮)合铱(III))、Ir(mppy)₃(三(2-(4-甲基)苯基吡啶)铱)、C545T(10-(2-苯并噻唑基)-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H,11H-[1]苯并吡喃并[6,7,8-ij]-噻嗪-11-酮)等,它们可以单独使用或作为其两种或更多种的混合物使用。

[0138] 此外,蓝色掺杂剂的非限制性示例包括F₂Irp₂pic(双[3,5-二氟-2-(2-吡啶基)苯基]吡啶甲酰合铱(III))、(F₂ppy)₂Ir(tmd)、Ir(dfppz)₃、DPVBi(4,4'-双(2,2'-二苯基乙烯-1-基)联苯)、DPAVBi(4,4'-双[4-(二苯基氨基)苯乙烯基]联苯)、TBPe(2,5,8,11-四叔丁基萘)等,它们可以单独使用或作为其两种或更多种的混合物使用。

[0139] 第一发光层112a可以具有包括一种(或一类)材料的单层结构、包括多种不同材料的单层结构或者具有包括不同材料的多个层的多层(至少两层)结构。当第一发光层112a包括多个层时,有机发光二极管可以发出具有各种合适颜色的光。此外,当发光层包括多个层时,装置的驱动电压可以增加,但是有机发光二极管装置中的电流值可以变得恒定,因此有机发光二极管装置可以具有通过发光层的数量而改善的发光效率。

[0140] 第一电子传输区

[0141] 第一电子传输区113a设置在第一发光层112a上,并且起到将从电荷产生层120a(下面将描述)注入的电子传输到与其相邻的第一发光层112a的作用。

[0142] 第一电子传输区113a包括选自自由电子传输层和电子注入层组成的组中的一个或多个。在一个示例中,第一电子传输区113a可以包括第一电子传输层,或者可以包括第一电子传输层和第一电子注入层。

[0143] 第一电子传输层包括本领域可用的任何电子传输材料。如果必要或需要,它可以包括n型掺杂剂。可以使用的电子传输材料的非限制性示例包括噻唑类化合物、异噻唑类化

合物、三唑类化合物、异噻唑类化合物、噁二唑类化合物、噻二唑类化合物、茚类化合物、茚类化合物、三嗪类化合物、蒽类化合物、铝络合物(例如, Alq_3 (三(8-羟基喹啉)铝)、 BAIq 、 SAIq 和 Almq_3)、镓络合物(例如, $\text{Ga q}'_2\text{OPiv}$ 、 $\text{Ga q}'_2\text{OAc}$ 、 $2(\text{Ga q}'_2)$)等。这些可以单独使用或者作为其两种或更多种的混合物使用。

[0144] 第一电子注入层可以设置在上述第一电子传输层上。例如,它可以与第一电子传输层直接接触。

[0145] 第一电子注入层可以包括本领域可用的任何合适的电子注入材料。可使用的电子注入材料的非限制性示例包括 LiF 、 LiQ 、 NaQ 、 Li_2O 、 BaO 、 NaCl 、 CsF ; 镧系金属, 比如 Yb 等; 和金属卤化物, 比如 RbCl 、 RbI 等, 它们可以单独使用或者以作为两种或更多种的混合物使用。

[0146] 第二发光单元

[0147] 第二发光单元110b插入第一发光单元110a和第二电极20之间。例如,它可以与第二电极20直接接触。

[0148] 第二发光单元110b包括至少一个发射具有设定(例如,特定)波长的光的第二发光层112b。如果必要或需要,它可以进一步包括本领域可用的任何合适的有机层。例如第二发光单元110b包括第二空穴传输区111b、第二发光层112b和第二电子传输区113b。

[0149] 第二空穴传输区

[0150] 第二空穴传输区111b设置在下面将描述的电荷产生层120a上,并且起到将从电荷产生层120a(例如,p型电荷产生层122a)注入的空穴传输到相邻的第二发光层112b。第二空穴传输区111b包括选自第二空穴注入层111b-1和第二空穴传输层111b-2中的一个或多个,并且如果必要或需要,可以进一步包括本领域可用的任何合适的缓冲层。

[0151] 第二空穴注入层111b-1和第二空穴传输层111b-2没有特别限制,并且可以分别包括本领域可用的任何合适的空穴注入材料和任何合适的空穴传输材料。如果必要或需要,可以使用p型掺杂剂。在一个示例中,第二空穴注入层111b-1和第二空穴传输层111b-2中的每一个可以以与上述第一空穴传输区111a基本上相同的方式配置。

[0152] 第二发光层

[0153] 第二发光层112b设置在第二空穴传输区111b上。例如,它位于第二空穴传输区111b和第二电子传输区113b之间。该第二发光层112b可以接收来自第二空穴传输区111b的空穴,并且接收来自第二电子传输区113b的电子。如上所述供应的空穴和电子结合以在第二发光层112b中形成激子。当这些激子的能级从激发态变为基态时,可以发射具有与改变的能级相对应的颜色的光。

[0154] 第二发光层112b可以发射具有第二波长的光。从第二发光层112b发射的光颜色没有特别限制,并且可以根据形成第二发光层112b的材料而变化。光颜色的示例包括蓝色、绿色、红色、黄色、白色等。该第二发光层112b可以包括发射红色、绿色、蓝色、黄色和白色的光颜色的材料,并且该第二发光层112b可以使用磷光或荧光材料形成。

[0155] 在一个实施方式中,第二发光层112b可以包括两个或更多个发光层。这两个或更多个发光层可以发射具有相同(例如,基本上相同)波长的光颜色。在一些实施方式中,第二发光层112b可以包括发射具有不同波长的光的多个层。例如,可以提供它以包括不同的发光掺杂剂。

[0156] 根据本公开的示例性实施方式,第一发光单元110a的第一发光层112a和第二发光

单元110b的第二发光层112b可以是发射具有不同颜色光或发射具有相同(例如,基本上相同)颜色光的发光层。在这种情况下,由发光层112a和112b显示的颜色可以是互补色关系。此外,可以选择颜色为能够显示白色的颜色的组合,并且这些发光层112a和112b可以分别包括对应于所选颜色的磷光掺杂剂。

[0157] 第二发光层112b没有特别限制,并且它包括主体,并且可以任选地进一步包括掺杂剂。

[0158] 第二电子传输区

[0159] 第二电子传输区113b设置在第二发光层112b上,并且起到将从第二电极20(下面将描述)注入的电子传输到与其相邻的第二发光层112b的作用。

[0160] 第二电子传输区113b包括选自自由电子传输层和电子注入层组成的组中的一个或多个。在一个示例中,第二电子传输区113b可以包括第二电子传输层。在另一示例中,它可以包括第二电子传输层和第二电子注入层。

[0161] 第二电子传输层和第二电子注入层没有特别限制,并且可以分别包括本领域可用的任何合适的电子传输材料和任何合适的电子注入材料。如果必要或需要,可以使用n型掺杂剂。在一个示例中,第二电子传输层和第二电子注入层中的每个可以以与上述第一电子传输区113a基本上相同的方式配置。

[0162] 电荷产生层

[0163] 电荷产生层120a插入第一发光单元110a和第二发光单元110b之间。例如,电荷产生层120a可以位于第一发光单元110a的第一电子传输区113a和第二发光单元110b的第二空穴传输区111b之间。例如,它可以与第一发光单元110a的第一电子注入层和第二发光单元110b的第二空穴注入层111b-1直接接触。

[0164] 电荷产生层120a可以包括n型电荷产生层121a和p型电荷产生层122a。n型电荷产生层121a和p型电荷产生层122a可以彼此直接接触以形成NP结。NP结使得能够在n型电荷产生层121a和p型电荷产生层122a之间并发地(例如,同时地)产生电子和空穴。参见图1至图2所示的示例性实施方式,产生的电子通过n型电荷产生层121a被传输到两个相邻的发光单元中的第一发光单元110a,并且产生的空穴通过p型电荷产生层122a被传输到两个相邻的发光单元中的第二发光单元110b。

[0165] 电荷产生层120a可以通过将n型材料和/或p型材料掺杂到有机材料中来形成。例如,可以通过将n型材料掺杂到有机材料中来形成n型电荷产生层121a以促进电子供应,并且可以通过将p型材料掺杂到有机材料中来形成p型电荷产生层122a以促进空穴供应。

[0166] 根据本公开的示例性实施方式,n型电荷产生层121a和p型电荷产生层122a中的至少一个包括上述由式1表示的电荷转移络合物。

[0167] 包含在n型电荷产生层121a中的式1的化合物包括选自第1族金属、第2族金属、镧系元素和锕系元素组成的组中的第一金属(M_1),其为具有4.0eV或更低的功函的金属(M)。例如,它包括第一金属的碘化物。

[0168] 此外,包含在p型电荷产生层122a中的式1的化合物包括选自过渡金属和后过渡金属组成的组中的第二金属(M_2),其为具有4.0eV或更低的功函的金属(M)。例如,它包括第二金属的碘化物。

[0169] 根据本公开的由式1表示的化合物可以用于p型电荷产生层,因为它具有优异的产

生和传输空穴的能力。

[0170] 本公开的电荷产生层120a在其组分、结构、厚度等方面没有特别限制,只要其包括由式1表示的化合物即可。在一个示例中,电荷产生层120a可以通过共沉积硼化合物和金属卤化物形成的包括式1的化合物的单层,或者包括式1的化合物和至少一种不同材料的混合物的单层。在一些实施方式中,电荷产生层120a可以是具有通过沉积两种或更多种不同材料形成的多个层的多层结构。在这种情况下,由式1表示的化合物可以是用于形成n型电荷层121a或p型电荷产生层122a的主体材料,或者可以用作掺杂剂材料。

[0171] 当式1的化合物用作n型电荷产生层121a或p型电荷产生层122a的掺杂剂材料时,其使用量可以在本领域通常使用的掺杂量的任何合适的范围内适当调节。在一个示例中,基于电荷产生层的总重量,可以使用的由式1表示的化合物的量为0.5wt%至50wt%,例如0.5wt%至20wt%。

[0172] 可以与式1的化合物组合使用以形成电荷产生层120a的材料不受限制,并且可以是本领域可用的任何合适的n型或p型电荷产生材料。使用的这种n型材料可以是含有碱金属、碱土金属或一般类金属的硝酸盐、碳酸盐、磷酸盐、喹啉盐、卤化物或硫属化物类(chalcogenide-based)化合物。在一个示例中,n型材料可以是选自由以下组成的组中的任何一种: Li_2CO_3 、 Liq 、 LiN_3 、 Rb_2CO_3 、 AgNO_3 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 、 CsNO_3 、 Cs_2CO_3 、 CsF 、 CsN_3 、 CuI 、 CuBr_2 、 CuCl_2 、 BiI_3 、 BiBr_3 、 BiCl_3 、 Te 、 YbTe 等。此外,p型材料包括酞菁化合物(比如铜酞菁)、星爆型(或星爆式)胺衍生物(比如TCTA或m-MTDATA)、导电聚合物等。

[0173] 除了上述n型电荷产生层121a和p型电荷产生层122a之外,如果必要或需要,本公开的电荷产生层120a可以进一步包括第三层。

[0174] 例如,电荷产生层120a的n型电荷产生层121a和p型电荷产生层122a彼此相邻地堆叠,可以通过其中产生的电子和空穴的结合形成耗尽区。在这种情况下,随着施加到电荷产生层120a的电位差增加,耗尽区扩大。如果耗尽区扩大,则可能出现用于驱动有机发光二极管装置的驱动电压增加的问题。为此,本公开的电荷产生层120a在n型电荷产生层121a和p型电荷产生层122a之间可以进一步包括用于防止(或减少)耗尽区形成的防止耗尽层。防止耗尽层可包括本领域可用的任何合适的材料以防止(或减少)耗尽区的形成。在一个示例中,它可以包括碳同素异形体,比如碳纳米管(CNT)、石墨烯等。

[0175] 此外,根据本公开的有机发光二极管装置在与电荷产生层120a相邻的区域上可以进一步包括电荷平衡层,其能够控制移动到第一发光单元110a和第二发光单元110b的电荷的数量和速度。也就是说,因为空穴的移动速度通常高于电子的移动速度,所以电荷平衡层可以降低空穴的速度或增加电子的速度,从而实现空穴-电子平衡,结果提高了激子的产生效率。

[0176] 在本公开中,电荷产生层120a的厚度没有特别限制,并且可以在本领域中通常使用的任何合适的范围内适当地调节。在一个示例中,它可以在约5nm至约30nm的范围内。当电荷产生层120a的厚度在该范围内时,可以在不显著增加驱动电压的情况下获得适当的或令人满意的空穴传输特性以及适当的电荷量。

[0177] 电荷产生层120a可以使用本领域可用的任何合适的方法形成。该方法的示例包括但不限于真空沉积法、旋涂法、铸造法、朗缪尔-布罗基特(LB)法、喷墨打印法、激光打印法、激光诱导热成像(LITI)法等。例如,该方法可以是真空沉积法。

[0178] 同时,图3是示意性示出根据本公开的第二示例性实施方式的有机发光二极管装置200的结构截面图。

[0179] 在下面关于图3的描述中,将不再描述与图1~图2重复的内容,而是将仅描述不同之处。

[0180] 图3中所示的有机发光二极管装置的示例性实施方式包括比图1~图2中所示多至少两个($m-1$)个电荷产生层。

[0181] 例如,有机发光二极管装置200包括 m 个发光单元110a、110b、110m-1和110m,以及 $m-1$ 个电荷产生层120a、120b和120m-1。在这种情况下, m 可以是2或更大的整数。在一个示例中, m 可以是2至10,例如,2至4、2或3。

[0182] $m-1$ 个电荷产生层120a、120b和120m-1中的每个包括一个n型电荷产生层和一个p型电荷产生层。因此,包括 $m-1$ 个电荷产生层的有机发光二极管装置200包括 $m-1$ 个n型电荷产生层和 $m-1$ 个p型电荷产生层。n型电荷产生层与 m 个发光单元110a、110b、110m-1和110m的电子传输区相邻设置,并且p型电荷产生层与 m 个发光单元110a、110b、110m-1和110m的空穴传输区相邻设置。

[0183] 在本公开中, $m-1$ 个电荷产生层120a、120b和120m-1可以包括相同的材料或不同的材料。例如, $m-1$ 个电荷产生层120a、120b和120m-1各自包括至少一种主体和至少一种掺杂剂。该至少一种主体和掺杂剂中的一种可以是用于电荷产生层的化合物,其由式1表示。

[0184] m 个发光单元110a、110b、110m-1和110m与 $m-1$ 个电荷产生层120a、120b和120m-1交替设置。在这些 m 个发光单元110a、110b、110m-1和110m中,两个发光单元110a和110m分别与第一电极10和第二电极20相邻设置。

[0185] m 个发光单元110a、110b、110m-1和110m中的每个包括空穴传输区、发光层和电子传输区。

[0186] m 个发光单元中包括的 m 个空穴传输区中的每个包括空穴注入层和空穴传输层中的至少一个。例如,空穴传输区可以仅包括空穴注入层,或者包括空穴注入层和空穴传输层两者。

[0187] 另外, m 个发光单元中包括的 m 个电子传输区中的每个包括电子传输层和电子注入层中的至少一个。在一个示例中,每个电子传输区仅包括电子传输层。在另一示例中,每个电子传输区可包括电子传输层和电子注入层两者。

[0188] m 个发光单元110a和110b可以包括发射具有不同颜色的光的发光层112a和112b。在一些实施方式中,这些 m 个发光单元还可以包括发射具有相同(例如,基本上相同)颜色光的发光层112a和112b。在这种情况下,由发光层显示的颜色可以是互补色关系。另外,颜色可以选择为能够显示白色的颜色的组合,并且这些发光层可以分别包括对应于所选颜色的磷光掺杂剂。

[0189] 包括上述配置的本公开的有机发光二极管装置可以提供在包括晶体管的平板显示装置中。例如,根据本公开,提供了一种平板显示装置,其包括:晶体管,该晶体管包括源极、漏极、栅极和有源层;以及包括电荷产生层的有机发光二极管装置,其中有机发光二极管装置的第一电极电耦接到(例如,电连接到)源极和漏极中的一个。例如,平板显示装置可以是有机发光显示装置。

[0190] 晶体管的有源层可以选自各种合适的材料层,比如非晶硅层、晶体硅层、有机半导

体层、氧化物半导体层等。

[0191] 由于平板显示装置包括串联型(或串联式)有机发光二极管装置,因此它可以表现出诸如低驱动电压、提高效率、高稳定性和长寿命特性的效果。因此,该显示装置具有优异的发光效率,并且可以有利地应用于最近在显示领域中引起很多关注的柔性有机发光显示装置,以及照明装置。

[0192] 在下文中,将参考实施例进一步详细描述本公开。然而,这些实施例旨在说明本公开,并且本公开的范围不限于这些实施例。

[0193] 实施例1:有机发光二极管装置的制造

[0194] 空穴传输区的形成

[0195] 将其上形成有 $15\ \Omega/\text{cm}^2$ (120nm) ITO(康宁)作为阳极的玻璃基板切割成 $50\text{mm}\times 50\text{mm}\times 0.5\text{mm}$ 的尺寸,并通过用丙酮、异丙醇和纯净水各自超声清洗15分钟进行洗涤。接着,用UV光照射玻璃基板30分钟,通过暴露于臭氧洗涤,然后置于真空沉积系统中。

[0196] 在ITO阳极上,共沉积m-TDATA和F4-TCNQ (3wt%)以形成20nm厚的空穴注入层。接着,在空穴注入层上,沉积NPB以形成150nm厚的空穴传输层,从而形成空穴传输区。

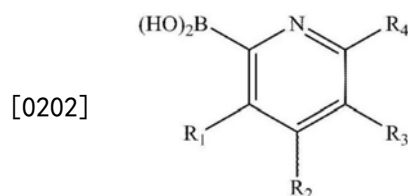
[0197] 第一发光单元的形成

[0198] 在空穴传输区上,共沉积ADN和DPAVBi (5wt%)以形成20nm厚的发光层。接着,在发光层上沉积Bphen(红菲绕啉)以形成30nm厚的电子传输(ET)辅助发光层,从而形成第一发光单元。

[0199] 电荷产生层的形成

[0200] 在第一发光单元上,共沉积菲咯啉主体和Li (2wt%)以形成10nm厚的n型电荷产生层。接着,在n型电荷产生层上,以50:50 (1:1)的重量比共沉积由下式8表示的含硼化合物和金属卤化物(BiI_3 ,碘化铋),并且形成厚度为15nm且具有低功函值的基于银(Ag)或碲(Te)的硫属化物以成为p型,从而形成p型电荷产生层。

[0201] 式8



[0203] 其中 R_1 至 R_4 各自为甲基。

[0204] 第二发光单元的形成

[0205] 在电荷产生层上,形成30nm厚的空穴传输(HT)辅助发光层。接着,在HT辅助发光层上,共沉积CBP和PYD(PYD-2Cz, 2,6-双(9H-咔唑-9-基)吡啶) (15wt%)以形成30nm厚的发光层。在发光层上,沉积Bphen以形成10nm厚的ET辅助发光层,从而形成第二发光单元。

[0206] 电子传输区和第二电极的形成

[0207] 在第二发光单元上,共沉积Bphen和LiQ (1:1w/w)以形成30nm厚的电子传输层。在电子传输层上,沉积LiQ以形成1nm厚的电子注入层。接着,在电子注入层上沉积Al以形成200nm厚的第二电极(阴极),从而制造有机发光二极管装置。

[0208] 实施例2:有机发光二极管装置的制造

[0209] 除了使用重量比为20:80的含硼化合物和金属卤化物形成电荷产生层之外,以与

实施例1中所述基本上相同的方式制造实施例2的有机发光二极管装置。

[0210] 比较例1:有机发光二极管装置的制造

[0211] 除了在电荷产生层中不使用含硼化合物之外,以与实施例1中所述基本上相同的方式制造比较例1的有机发光二极管装置。

[0212] 测试例1:有机发光装置的物理性质的评价

[0213] 测量实施例1和2以及比较例1中制造的有机发光二极管装置的驱动电压特性,并且测量结果示于图5中。

[0214] 测试结果表明,本公开的实施例1和2中制造的有机发光二极管装置的驱动电压显著低于比较例1的有机发光二极管装置的驱动电压,而其效率特性没有降低(见图5)。

[0215] 如上所述,根据本公开示例性实施方式的有机发光二极管装置包括具有优异的产生和转移电荷的能力的电荷产生层。因此,包括多个堆叠的发光单元的有机发光二极管装置可以同时(例如,基本上同时)表现出低驱动电压、高效率 and 长寿命特性。

[0216] 要理解,尽管本文可以使用术语“第一”、“第二”、“第三”等来描述各种元件、组件、区域、层和/或部分,但是这些元件、组件、区域、层和/或部分不应受到这些术语的限制。这些术语用于将一个元件、组件、区域、层或部分与另一个元件、组件、区域、层或部分区分开。因此,在不背离本公开的精神和范围的情况下,下面描述的第一元件、组件、区域、层或部分可以被称为第二元件、组件、区域、层或部分。

[0217] 为了便于解释,本文可以使用空间相对术语,比如“下面”、“下方”、“下部”、“之下”、“上方”、“上部”等,来描述图中所示的一个元件或特征与另一个元件或特征的关系。要理解,除了图中所描绘的取向之外,空间相对术语旨在包含使用中或操作中的装置的不同取向。例如,如果图中的装置被翻转,则被描述为在其他元件或特征“下方”或“下面”或“之下”的元件将被定向在所述其他元件或特征“上方”。因此,示例性术语“下方”和“之下”可以包含上方和下方两个取向。装置可以以其他方式定向(例如,旋转90度或处于其他方向),并且应相应地解释本文使用的空间相对描述语。

[0218] 要理解,当元件或层被称为“在另一个元件或层“上”,“连接到”或“耦接到”另一个元件或层时,它可以直接在另一个元件或层上,直接连接到或耦接到另一个元件或层,或者可以存在一个或多个中间元件或层。此外,还要理解,当元件或层被称为在两个元件或层“之间”时,其可为两个元件或层之间仅有的元件或层,或者还可以存在一个或多个中间元件或层。

[0219] 本文使用的术语仅是为了描述特定实施方式的目的,而并不意图限制本公开。如本文所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式的“一个(a)”、“一种(an)”也旨在包括复数形式。要进一步理解,术语“包括(comprises)”、“包括(comprising)”、“包含(includes)”和“包含(including)”当用在本说明书中时,表明所陈述的特征、整数、动作、操作、元件和/或部件的存在,但不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、动作、操作、元件、部件和/或它们的组。如本文使用的,术语“和/或”包括一个或多个相关列出项的任意和所有组合。比如“至少一个”的表述,当在一列要素之前/后时,修饰整列要素而不修饰该列中的单个要素。

[0220] 如本文使用的,术语“基本上”、“约”和类似术语作为近似术语而不是作为程度术语来使用,并且旨在解释本领域普通技术人员将公认的测量值或计算值的固有偏差。另外,

当描述本公开的实施方式时使用“可以”是指“本公开的一个或多个实施方式”。如本文使用的，术语“使用 (use)”、“使用 (using)”和“使用 (used)”可被认为分别与术语“利用 (utilize)”、“利用 (utilizing)”和“利用 (utilized)”同义。而且，术语“示例性”意图指的是示例或说明。

[0221] 而且，本文叙述的任何数值范围旨在包括纳入所叙述范围的相同数值精度的所有子范围。例如，“1.0至10.0”的范围旨在包括所叙述的最小值1.0与所叙述的最大值10.0之间（且包括端值）的所有子范围，即，具有等于或大于1.0的最小值和等于或小于10.0的最大值的子范围，例如，2.4至7.6。本文叙述的任何最大数值限制旨在包括被纳入其中的所有较低的数值限制，并且在本说明书中叙述的任何最小数值限制旨在包括被纳入其中的所有较高的数值限制。因此，申请人保留修改本说明书（包括权利要求书）的权利，以明确叙述被纳入本文明确叙述的范围内的任何子范围。

[0222] 虽然已经参考附图描述了本公开的示例性实施方式，但是本公开所属领域的普通技术人员要理解，在不改变本公开的技术精神和本质特征的情况下，本公开可以以其他特定形式实施。因此，应该理解，上述实施方式在所有方面都是说明性的而不是限制性的。

100

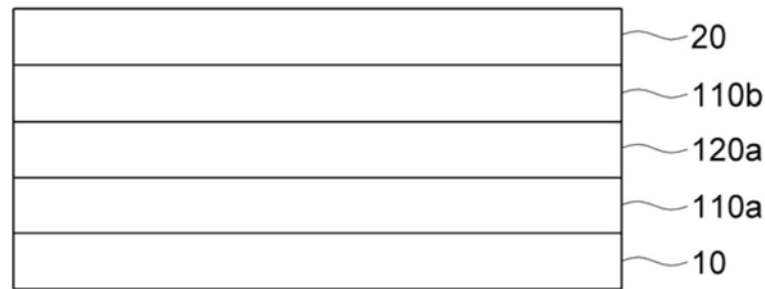


图1

100

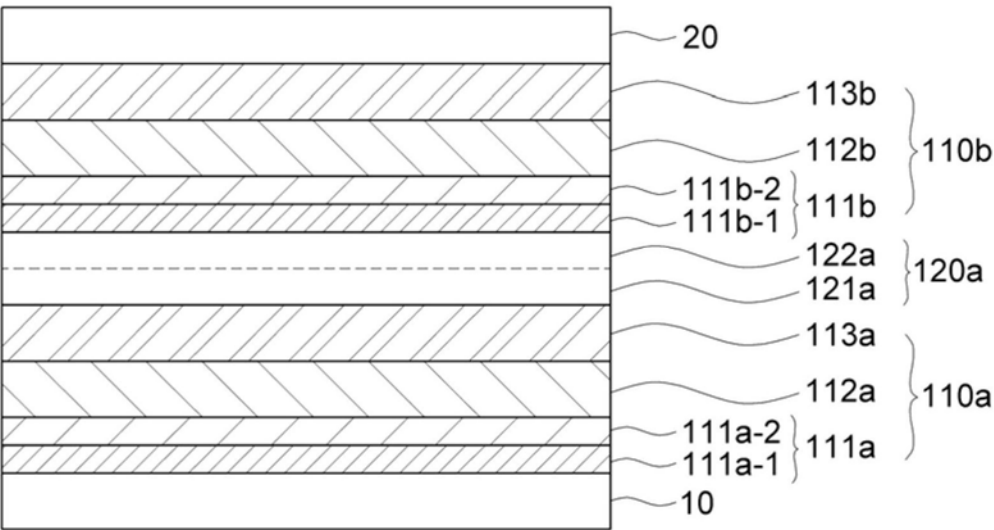


图2

200

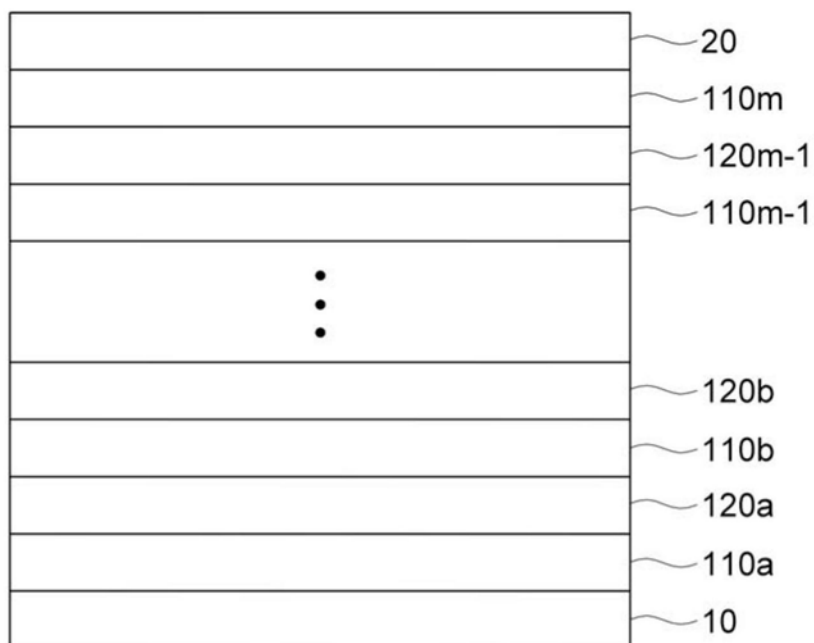


图3

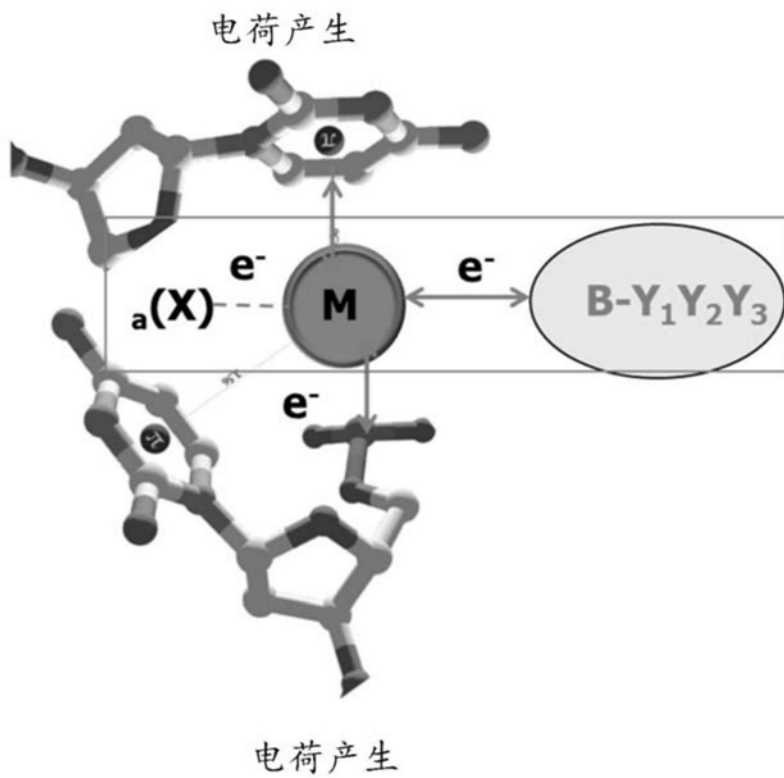


图4

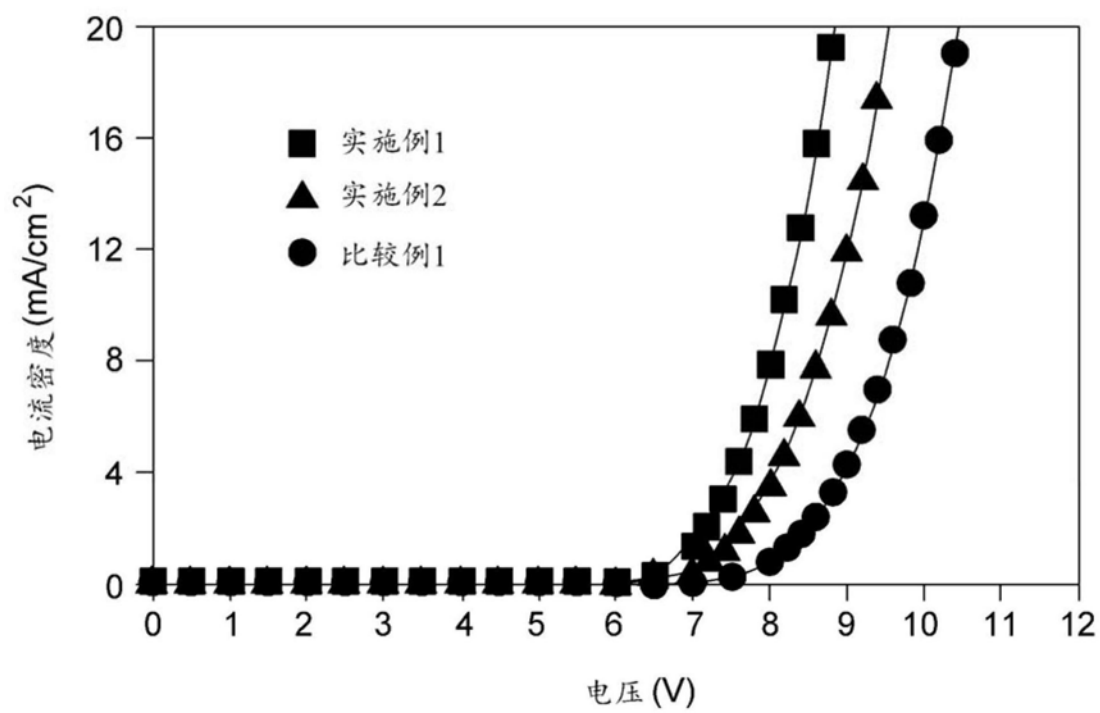


图5

专利名称(译)	有机发光二极管装置和其中包括的电荷产生层用化合物		
公开(公告)号	CN110277497A	公开(公告)日	2019-09-24
申请号	CN201910131725.7	申请日	2019-02-22
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
[标]发明人	赵尹衡 张亨硕 金东赞 金元钟 文智永 朴永荣 徐东揆 吕明哲 李智慧		
发明人	赵尹衡 张亨硕 金东赞 金元钟 文智永 朴永荣 徐东揆 吕明哲 李智慧		
IPC分类号	H01L51/00 H01L51/50 H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/008 H01L51/50 H01L51/52 C07F5/025 H01L51/0051 H01L51/0067 H01L51/5278 H01L51/5044		
代理人(译)	袁媛		
优先权	1020180029112 2018-03-13 KR		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种有机发光二极管装置和用于包括在该装置中的电荷产生层的化合物，该有机发光二极管装置包括：第一电极；与第一电极相对设置的第二电极；设置在第一电极和第二电极之间且包括至少一个发光层的m个发光单元(m为2或更大的整数)；以及各自插入m个发光单元的两个相邻发光单元之间的m-1个电荷产生层；其中m-1个电荷产生层中的至少一个包括用于电荷产生层的化合物，该化合物包括通过单电子 σ 键与金属卤化物键合的含硼化合物。

