



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101405887 B

(45) 授权公告日 2010.09.22

(21) 申请号 200780009536.8

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

(22) 申请日 2007.05.21

代理人 朱丹

(30) 优先权数据

146001/2006 2006.05.25 JP

145983/2006 2006.05.25 JP

11/475,081 2006.06.27 US

11/475,225 2006.06.27 US

(51) Int. Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H05B 33/12(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.09.17

(56) 对比文件

JP 平 8-78163 A, 1996.03.22, 全文.

WO 2005099313 A, 2005.10.20, 全文.

WO 2005112518 A, 2005.11.24, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2007/060345 2007.05.21

审查员 梁忠益

(87) PCT申请的公布数据

W02007/138906 JA 2007.12.06

(73) 专利权人 出光兴产株式会社

地址 日本国东京都

(72) 发明人 甚出行俊 熊均 池田洁

伊藤光则

权利要求书 3 页 说明书 49 页 附图 4 页

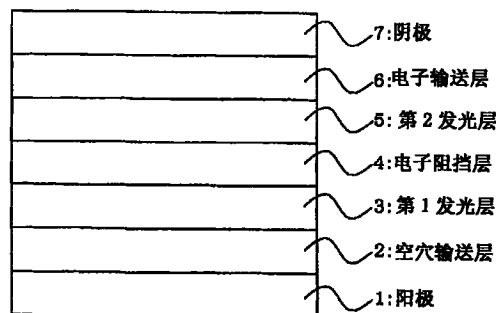
(54) 发明名称

有机电致发光元件和彩色发光装置

(57) 摘要

一种有机电致发光元件,其中依次层叠有阳极(1)、第1发光层(3)、电荷阻挡层(4)、第2发光层(5)和阴极(7),上述第1发光层(3)和第2发光层(5)分别含有基质材料和掺杂剂,上述第1发光层(3)的基质材料的能隙小于上述第2发光层(5)的基质材料的能隙,上述第1发光层(3)的基质材料是空穴输送性材料,第2发光层(5)的基质材料是电子输送性材料,上述电荷阻挡层(4)的亲水平比上述第2发光层(5)的基质材料的亲水平小0.2eV以上,上述电荷阻挡层(4)的电离势(Ie1)和上述第1发光层(3)的基质材料的电离势(Ih1)满足下述的关系(1)。
 $Ie1 < Ih1 + 0.1(eV) \dots (1)$

10: 有机 EL 元件



1. 一种有机电致发光元件,其中将阳极、第1发光层、电荷阻挡层、第2发光层和阴极依次层叠而含有,所述第1发光层和第2发光层分别含有基质材料和掺杂剂,所述第1发光层的基质材料的能隙小于所述第2发光层的基质材料的能隙,所述第1发光层的基质材料是空穴输送性材料,第2发光层的基质材料是电子输送性材料,所述电荷阻挡层的亲和水平比所述第2发光层的基质材料的亲和水平小0.2eV以上,所述电荷阻挡层的电离势 I_{e1} 和所述第1发光层的基质材料的电离势 I_{h1} 满足下述的关系(1),

$$I_{e1} < I_{h1} + 0.1(\text{eV}) \cdots (1)。$$

2. 一种有机电致发光元件,其中将阳极、第1发光层、电荷阻挡层、第2发光层、第3发光层和阴极依次层叠而含有,所述第1发光层、第2发光层和第3发光层分别含有基质材料和掺杂剂,所述第1发光层的基质材料的能隙小于所述第2发光层的基质材料的能隙,所述第1发光层的基质材料是空穴输送性材料,所述第2发光层和第3发光层的基质材料是电子输送性材料,所述电荷阻挡层是空穴输送性材料,所述电荷阻挡层的电离势 I_{e1} 和所述第1发光层的基质材料的电离势 I_{h1} 满足下述的关系(1),

$$I_{e1} < I_{h1} + 0.1(\text{eV}) \cdots (1)。$$

3. 根据权利要求2所述的有机电致发光元件,其中,所述电荷阻挡层的亲和水平比所述第2发光层的基质材料的亲和水平小0.2eV以上。

4. 根据权利要求1-3中任何一项所述的有机电致发光元件,其中,所述第1发光层的基质材料的能隙比所述第2发光层的基质材料的能隙小0.4eV以上。

5. 根据权利要求1所述的有机电致发光元件,其中,所述第1发光层的掺杂剂是红色掺杂剂,所述第2发光层的掺杂剂是蓝色掺杂剂。

6. 根据权利要求2或3所述的有机电致发光元件,其中,所述第1发光层的掺杂剂是红色掺杂剂,所述第2发光层的掺杂剂是蓝色掺杂剂,所述第3发光层的掺杂剂是绿色掺杂剂。

7. 根据权利要求1-3中任何一项所述的有机电致发光元件,其中,所述电荷阻挡层含有发光材料。

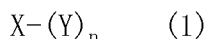
8. 根据权利要求7所述的有机电致发光元件,其中,所述电荷阻挡层的发光材料是绿色掺杂剂。

9. 根据权利要求1-3中任何一项所述的有机电致发光元件,其中,在所述阳极和所述第1发光层之间具有与第1发光层相邻的空穴输送层。

10. 根据权利要求9所述的有机电致发光元件,其中,形成所述空穴输送层的材料和形成所述电荷阻挡层的材料是相同的材料。

11. 根据权利要求1-3中任何一项所述的有机电致发光元件,其中,作为靠近阳极的有机层的第1发光层或者第1有机层含有氧化剂,和/或作为靠近阴极的有机层的第2发光层或者第2有机层含有还原剂。

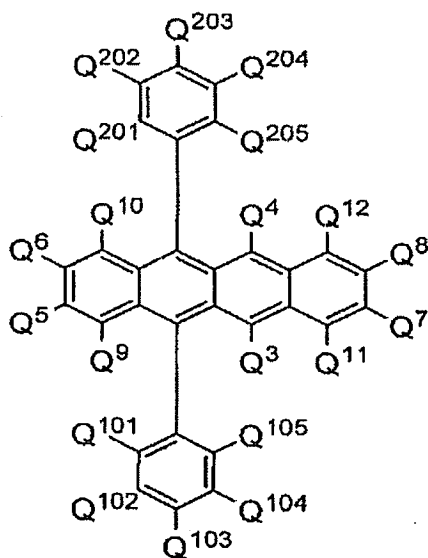
12. 根据权利要求1-3中任何一项所述的有机电致发光元件,其中,所述第1发光层的基质材料是下述式(1)所示的化合物,所述第1发光层的掺杂剂是具有荧蒽骨架或者菲骨架的化合物,



式中,X是碳环为3个以上的稠合芳香族环基,

如下述式 (5) 所示,

[化学式 50]



(5)

式 (5) 中, Q^3 - Q^{12} 、 Q^{101} - Q^{105} 、 Q^{201} - Q^{205} 分别独立地表示与所述通式 (1) 中 Q^3 - Q^{12} 相同的基团, 它们可以相同或不同, 这些基团中相邻的两个以上的基团可以互相结合而形成环。

19. 根据权利要求 18 所述的有机电致发光元件, 其中, 所述式 (5) 所示的并四苯衍生物中的 Q^{101} 、 Q^{105} 、 Q^{201} 和 Q^{205} 中至少一个以上是烷基、芳基、氨基、烷氧基、芳氧基、烷硫基、芳硫基、烯基、芳烷基或者杂环基, 它们可以相同或不同。

20. 根据权利要求 12 所述的有机电致发光元件, 其中, 所述电荷阻挡层含有叔胺化合物、咪唑衍生物、具有含氮杂环的化合物或者金属配位化合物。

21. 一种彩色发光装置, 其具有发白色光的权利要求 1-20 中任何一项所述的有机电致发光元件和滤色器。

有机电致发光元件和彩色发光装置

技术领域

[0001] 本发明涉及有机电致发光元件以及应用该元件的彩色发光装置。

背景技术

[0002] 近年来,对于白色系有机电致发光元件(有机 EL 元件)的开发非常活跃,因为该元件可用于作为单色显示装置的用途、背光灯等照明用途以及使用滤色器的彩色显示装置等。特别是在将白色系有机 EL 元件用于照明用途时,要求提供一种与例如荧光灯的发光效率相比为同等水平以上的、发光效率高的白色系有机 EL 元件。

[0003] 迄今为止,很多由有机 EL 元件获得白色发光的方法已被公开。这些方法中很少仅用一种发光材料获得白色,通常在一个有机 EL 元件中使二种或者三种发光材料同时发光。当使用二种发光材料时,会选择蓝色系和成为其补偿色的黄色—红色系的发光材料,但是黄色—红色系的发光往往会增强,易变为带点红的白色。

[0004] 对于该问题,在专利文献 1 中,发现了如下事实,即在将发光层分为两层的类型中,通过使发光层的发光区域易偏离的阳极侧的发光层作成蓝色系发光层,可消除发光色易于偏向红色的倾向,并基于该事实而提出了一种抑制了颜色变化的白色元件。但是,其发光效率未能始终达到足够的水平。

[0005] 在专利文献 2 中,公开了一种将发光层从阳极侧开始按照红色发光层、蓝色发光层、绿色发光层的顺序进行层叠的有机 EL 元件。另外,公开了一种通过将用于红色发光层的红色掺杂剂也掺杂在蓝色发光层中,从而抑制颜色随着驱动电流增大而变化的技术。但是,其发光效率未能始终达到足够的水平。

[0006] 另一方面,作为在良好的平衡状态下发白色光的技术,公开了几种在多个发光层间设置电荷阻挡层的技术。

[0007] 例如,在专利文献 3 中,公开了一种按照阳极、空穴输送性蓝色发光层、电子输送性载体再结合区域控制层、电子输送性红色发光层、阴极的顺序进行层叠且进行白色发光的有机 EL 元件。但是,由于上述载体再结合区域控制层的亲和水平是相对于空穴输送性蓝色发光层的亲和水平较大的值,所以驱动电压高。另外,随着驱动时间的流逝,电子难以注入到空穴输送性蓝色发光层中,空穴输送性蓝色发光层的发光强度下降,发光色易于偏向电子输送性发光层的红色发光。

[0008] 在专利文献 4 中,公开了一种将两个电子输送性发光层隔着电荷阻挡层进行配置的白色有机 EL 元件。但是,由于从阳极注入的空穴几乎消耗在最初的发光层中,通过电荷阻挡层向第二个电子输送性发光层供给的空穴量较少,所以就存在白色发光的效率低的问题。

[0009] 在专利文献 5 中,公开了一种白色发光有机 EL 元件,其中依次层叠有阳极、第 1 发光层、电荷阻挡层、第 2 发光层、阴极,使电荷阻挡层的电离势比第 1 发光层的电离势大 0.1eV 以上,还使电荷阻挡层的亲和水平比第二发光层的亲和水平小 0.1eV 以上。但是,由于电荷阻挡层具有阻挡电子和阻挡空穴的两种功能,存在驱动电压变高的问题。

- [0010] 另外,在专利文献 6、专利文献 7 中也公开了一种白色元件,但是发光效率都不够充分。
- [0011] 专利文献 1 :特开 2003—272857 号公报
- [0012] 专利文献 2 :特开 2004—235168 号公报
- [0013] 专利文献 3 :特开平 8—78163 号公报
- [0014] 专利文献 4 :国际公开第 2005/099313 号公开文本
- [0015] 专利文献 5 :国际公开第 2005/112518 号公开文本
- [0016] 专利文献 6 :特开 2005—100921 号公报
- [0017] 专利文献 7 :美国公开第 2006/0088729

发明内容

[0018] 鉴于上述课题,本发明目的是提供一种具有适合于显示器或照明用途的显色性、发光效率高且色度变化少的有机 EL 元件。

[0019] 为了解决该课题,本发明人等进行了专心研究,结果发现下述元件具有高的显色性、以及发光效率,而且色度变化小,从而完成了本发明。

[0020] 根据本发明,提供了下面的有机 EL 元件以及彩色发光装置。

[0021] 1. 一种有机电致发光元件,其中将阳极、第 1 发光层、电荷阻挡层、第 2 发光层和阴极依次层叠而含有,所述第 1 发光层和第 2 发光层分别含有基质材料和掺杂剂,所述第 1 发光层的基质材料的能隙小于所述第 2 发光层的基质材料的能隙,所述第 1 发光层的基质材料是空穴输送性材料,第 2 发光层的基质材料是电子输送性材料,所述电荷阻挡层的亲和水平比所述第 2 发光层的基质材料的亲和水平小 0.2eV 以上,所述电荷阻挡层的电离势 (I_{e1}) 和所述第 1 发光层的基质材料的电离势 (I_{h1}) 满足下述的关系 (1),

[0022] $I_{e1} < I_{h1} + 0.1 \text{ (eV)} \cdots (1)$ 。

[0023] 2. 一种有机电致发光元件,其中将阳极、第 1 发光层、电荷阻挡层、第 2 发光层、第 3 发光层和阴极依次层叠而含有,所述第 1 发光层、第 2 发光层和第 3 发光层分别含有基质材料和掺杂剂,所述第 1 发光层的基质材料的能隙小于所述第 2 发光层的基质材料的能隙,所述第 1 发光层的基质材料是空穴输送性材料,所述第 2 发光层和第 3 发光层的基质材料是电子输送性材料,所述电荷阻挡层是空穴输送性材料,所述电荷阻挡层的电离势 (I_{e1}) 和所述第 1 发光层的基质材料的电离势 (I_{h1}) 满足下述的关系 (1),

[0024] $I_{e1} < I_{h1} + 0.1 \text{ (eV)} \cdots (1)$ 。

[0025] 3. 根据 2 所述的有机电致发光元件,其中上述电荷阻挡层的亲和水平比上述第 2 发光层的基质材料的亲和水平小 0.2eV 以上。

[0026] 4. 根据 1—3 任何一项所述的有机电致发光元件,其中上述第 1 发光层的基质材料的能隙比上述第 2 发光层的基质材料的能隙小 0.4eV 以上。

[0027] 5. 根据 1 所述的有机电致发光元件,其中上述第 1 发光层的掺杂剂是红色掺杂剂,上述第 2 发光层的掺杂剂是蓝色掺杂剂。

[0028] 6. 根据 2 或 3 所述的有机电致发光元件,其中上述第 1 发光层的掺杂剂是红色掺杂剂,上述第 2 发光层的掺杂剂是蓝色掺杂剂,上述第 3 发光层的掺杂剂是绿色掺杂剂。

[0029] 7. 根据 1—6 任何一项所述的有机电致发光元件,其中上述电荷阻挡层含有发光

材料。

[0030] 8. 根据 7 所述的有机电致发光元件,其中上述电荷阻挡层的发光材料是绿色掺杂剂。

[0031] 9. 根据 1—8 任何一项所述的有机电致发光元件,其中在上述阳极和上述第 1 发光层之间具有与第 1 发光层相邻的空穴输送层。

[0032] 10. 根据 9 所述的有机电致发光元件,其中形成上述空穴输送层的材料和形成上述电荷阻挡层的材料是相同材料。

[0033] 11. 根据 1—10 任何一项所述的有机电致发光元件,其中作为靠近阳极的有机层的第 1 发光层或者第 1 有机层含有氧化剂,和 / 或作为靠近阴极的有机层的第 2 发光层或者第 2 有机层含有还原剂。

[0034] 12. 根据 1—11 任何一项所述的有机电致发光元件,其中上述第 1 发光层的基质材料是下述式 (1) 表示的化合物,上述第 1 发光层的掺杂剂是具有荧蒽骨架或者茚骨架的化合物,

[0035] $X-(Y)_n$ (1)

[0036] (式中, X 是碳环为 3 个以上的稠合芳香族环基,

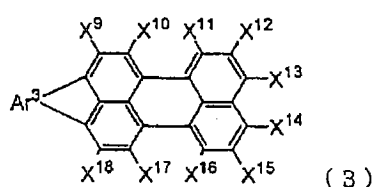
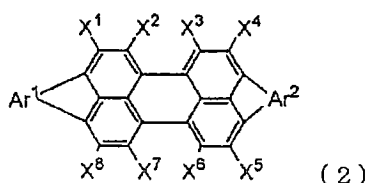
[0037] Y 是选自取代或未取代的芳基、取代或未取代的二芳基氨基、取代或未取代的芳基烷基或者取代或未取代的烷基的基团,

[0038] n 是 1-6 的整数,当 n 为 2 以上时, Y 可以相同或不同。)

[0039] 13. 根据 12 所述的有机电致发光元件,其中具有上述荧蒽骨架或者茚骨架的化合物是下述式 (2) 或者式 (3) 表示的茚并茚衍生物,

[0040] [化学式 1]

[0041]



[0042] (式中, Ar¹、Ar² 和 Ar³ 分别是取代或未取代的芳香环基或者取代或未取代的芳香族杂环基, X¹—X¹⁸ 分别是氢、卤素、烷基、烷氧基、烷硫基、烯基、烯氧基、烯硫基、含有芳香环的烷基、含有芳香环的烷氧基、含有芳香环的烷硫基、芳香环基、芳香族杂环基、芳香环氧基、芳香环硫基、芳香环烯基、烯基芳香环基、氨基、咪唑基、氰基、羟基、—COOR^{1'}、—COR^{2'}、或者—OCOR^{3'}, 其中, R^{1'} 是氢、烷基、烯基、含有芳香环的烷基或者芳香环基, R^{2'} 是氢、烷基、烯基、含有芳香环的烷基、芳香环基或者氨基, R^{3'} 是烷基、烯基、含有芳香环的烷基或者芳香环基, X¹—X¹⁸ 中的相邻基团可以互相结合形成环, 或者与取代的碳原子一同形成环。)

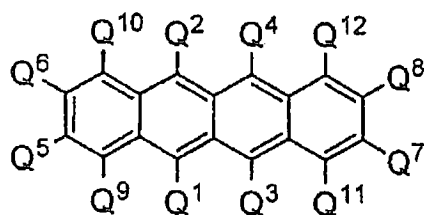
[0043] 14. 根据 13 所述的有机电致发光元件,其中上述茚并茚衍生物是二苯并四苯基培里弗兰天 (periflanthene, ペリフランテン) 衍生物。

[0044] 15. 根据 12—14 任何一项所述的有机电致发光元件,其中第 1 发光层的基质材料的稠合环数是 4 以上,第 2 发光层的基质材料的稠合环数是 3 环以下。

[0045] 16. 根据 12—15 任何一项所述的有机电致发光元件,其中上述式 (1) 表示的化合物是下述式 (4) 表示的并四苯衍生物,

[0046] [化学式 2]

[0047]



(4)

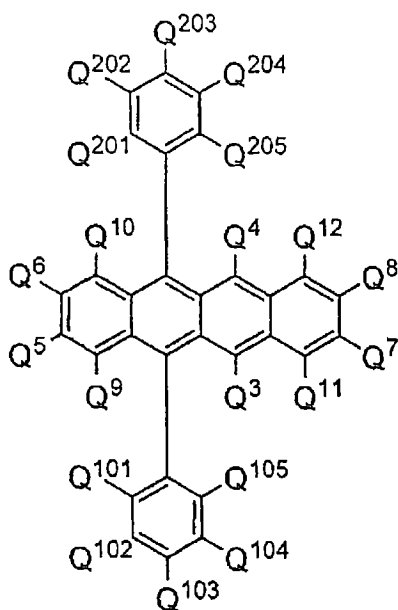
[0048] (式(4)中, Q^1 — Q^{12} 分别独立地表示氢原子、取代或未取代的碳原子数为 1—20 的烷基、取代或未取代的环碳原子数为 6—20 的芳基、氨基、取代或未取代的碳原子数为 1—20 的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为 1—20 的烷硫基、取代或未取代的环碳原子数为 6—20 的芳氧基、取代或未取代的环碳原子数为 6—20 的芳硫基、取代或未取代的碳原子数为 2—20 的烯基、取代或未取代的环碳原子数为 7—20 的芳烷基、或者取代或未取代的环原子数为 5—20 的杂环基, 它们可以相同或不同。)

[0049] 17. 根据 16 所述的有机电致发光元件, 其中上述式(4)表示的并四苯衍生物中的 Q^1 、 Q^2 、 Q^3 和 Q^4 的至少一个以上是芳基。

[0050] 18. 根据 17 所述的有机电致发光元件, 其中上述式(4)表示的并四苯衍生物如下述式(5)所示,

[0051] [化学式 3]

[0052]



(5)

[0053] (式(5)中, Q^3 — Q^{12} 、 Q^{101} — Q^{105} 、 Q^{201} — Q^{205} 分别独立地表示与上述通式(1)中 Q^3 — Q^{12} 相同的基团, 它们可以相同或不同, 这些基团中相邻的两个以上的基团可以互相结合而形成环。)

[0054] 19. 根据 18 所述的有机电致发光元件, 其中上述式(5)表示的并四苯衍生物中的 Q^{101} 、 Q^{105} 、 Q^{201} 和 Q^{205} 的至少一个以上是烷基、芳基、氨基、烷氧基、芳氧基、烷硫基、芳硫基、烯基、芳烷基或者杂环基, 它们可以相同或不同。

[0055] 20. 根据 12—19 任何一项所述的有机电致发光元件,其中上述电荷阻挡层含有叔胺化合物、咪唑衍生物、具有含氮杂环的化合物或者金属配位化合物。

[0056] 21. 一种彩色发光装置,其具有发白色光的 1—20 中任何一项所述的有机电致发光元件和滤色器。

[0057] 根据本发明,可以提供一种具有显色性、发光效率高且色度变化少的有机 EL 元件。

附图说明

[0058] 图 1 是表示本发明实施方式 1 的有机 EL 元件的构成的图。

[0059] 图 2 是表示图 1 中所示的有机 EL 元件的第 1 发光层、电荷阻挡层和第 2 发光层的能级的图。

[0060] 图 3 是表示本发明实施方式 2 的有机 EL 元件的构成的图。

[0061] 图 4 是表示本发明实施方式 3 的有机 EL 元件的构成的图。

[0062] 图 5 是表示在实施例 1 中制作的第 1 发光层、第 1 电荷阻挡层、第 2 发光层的能级的图。

[0063] 图 6 是表示在比较例 4 中制作的第 1 发光层、第 1 电荷阻挡层、第 2 发光层的能级的图。

[0064] 图 7 是表示在比较例 5 中制作的第 1 发光层、第 1 电荷阻挡层、第 2 发光层的能级的图。

[0065] 图 8 是表示相对于在比较例 1、实施例 1—4 中制作的有机 EL 元件的亮度的 CIE1931 色度 x 值的图。

[0066] 图 9 是表示相对于在比较例 1、实施例 1—4 中制作的有机 EL 元件的亮度的 CIE1931 色度 y 值的图。

具体实施方式

[0067] 实施方式 1

[0068] 本发明实施方式 1 的有机 EL 元件中,依次层叠有阳极、第 1 发光层、电荷阻挡层、第 2 发光层和阴极。第 1 发光层和第 2 发光层分别含有基质材料和掺杂剂。

[0069] 其中,第 1 发光层含有空穴输送性材料作为基质材料,第 2 发光层含有电子输送性材料作为基质材料。另外,第 1 发光层的基质材料的能隙小于第 2 发光层的基质材料的能隙。

[0070] 另外,电荷阻挡层的亲和水平比第 2 发光层的基质材料的亲和水平小 0.2eV 以上,电荷阻挡层的电离势 (I_{e1}) 和第 1 发光层的基质材料的电离势 (I_{h1}) 满足下述的关系 (1)。

[0071] $I_{e1} < I_{h1} + 0.1 \text{ (eV)} \cdots (1)$

[0072] 优选的是电荷阻挡层的亲和水平 (A_{fe1}) 大于 1eV,比第 2 发光层的基质材料的亲和水平 (A_{fh2}) 小 0.2eV 以上 (满足下述式)。

[0073] $1 < A_{fe1} \leq A_{fh2} - 0.2 \text{ (eV)}$

[0074] 优选的是电荷阻挡层的电离势 (I_{e1}) 和第 1 发光层的基质材料的电离势 (I_{h1}) 满足下述式。

[0075] $2.5 < |e_1| < |h_1| + 0.1$ (eV)

[0076] 优选的是第 1 发光层的基质材料的能隙 (E_{gh1}) 大于 1.5eV, 比第 2 发光层的基质材料的能隙 (E_{gh2}) 小 0.4eV 以上 (满足下述式)。

[0077] $1.5 < E_{gh1} \leq E_{gh2} - 0.4$ (eV)

[0078] 图 1 是表示实施方式 1 的有机 EL 元件的构成例的图。

[0079] 图 1 中所示的有机 EL 元件 10 具有将阳极 1、空穴输送层 2、第 1 发光层 3、电荷阻挡层 4、第 2 发光层 5、电子输送层 6 和阴极 7 层叠形成的结构。

[0080] 第 1 发光层 3 和第 2 发光层 5 分别含有基质材料和掺杂剂。

[0081] 另外, 在该元件 10 中, 例如, 可以通过使第 1 发光层 3 进行红色系发光, 使第 2 发光层 5 进行蓝色系发光, 获得白色发光。之所以在第 2 发光层 5 中掺杂蓝色掺杂剂, 是为了使通常较弱的蓝光增强, 保持白色光的平衡。

[0082] 在有机 EL 元件 10 中, 靠近阳极 1 侧的第 1 发光层 3 的基质材料是空穴输送性材料, 靠近阴极 7 侧的第 2 发光层 5 的基质材料是电子输送性材料。还有, 在第 1 发光层 3 和第 2 发光层 5 之间设置有电荷阻挡层 4。由此可以使向第 1 发光层 3 进行的电子的注入、向第 2 发光层 5 进行的空穴的注入保护良好的平衡, 同时, 可通过电荷阻挡层 4 对电子的阻挡, 在电荷阻挡层 4 和第 2 发光层的界面周围集中形成再结合区域。于是, 由于在第 2 发光层 5 中掺杂了蓝色掺杂剂, 可高效地获得蓝色发光。蓝色发光通常较弱, 但是此时可获得较强的蓝色发光。在第 1 发光层 3 中通过电荷阻挡层注入的电子和来自阳极侧的空穴进行再结合, 同时来自第 2 发光层 5 的蓝色发光的能量也向第 1 发光层 3 的红色进行能量移动, 可以获得红色发光。因此, 可高效率地获得色平衡优异的白色发光。

[0083] 在这里, 本发明中所述的“空穴输送性”是指在 $10^2 - 10^8$ V/cm 的电场范围内层的空穴迁移率大于电子迁移率的性质。优选第 1 发光层的空穴迁移率为 10^{-5} cm²/V·秒以上。

[0084] 另外, 所述的“电子输送性”是指在 $10^2 - 10^8$ V/cm 的电场范围内层的电子迁移率大于空穴迁移率的性质。优选第 2 发光层的电子迁移率为 10^{-6} cm²/V·秒以上。

[0085] 空穴或者电子迁移率可用飞行时间 (Time of flight) 法测量。

[0086] 而且, 当第 1 发光层和第 2 发光层的基质材料都是电子输送性材料时, 如现有技术的专利文献 4 中所述, 再结合区域偏向第 1 发光层, 难以获得良好的白色发光。

[0087] 另外, 当第 1 发光层和第 2 发光层的基质材料都是空穴输送性材料时, 与上述相反, 再结合区域偏向第 2 发光层, 难以获得良好的白色发光。另外, 再结合区域在第 2 发光层中也具有尤其偏向阴极侧的趋势。因此, 会因金属阴极的消光作用, 导致发光效率的下降。

[0088] 当第 1 发光层的基质材料是电子输送性材料, 第 2 发光层的基质材料都是空穴输送性材料时, 电子向第 1 发光层的注入、以及空穴向第 2 发光层的注入都难以进行, 驱动电压会大幅度地上升。

[0089] 下面将分析如专利文献 3 中所述把阳极、空穴输送性蓝色发光层、电子输送性载体再结合区域控制层、电子输送性红色发光层、阴极的顺序进行层叠的情况。

[0090] 此时, 由于蓝色的能隙大, 所以空穴输送性蓝色发光层的亲和水平下降。另外, 电子输送性载体再结合区域控制层的亲和水平通常都会提高。因此, 由电子输送性载体再结合区域控制层向空穴输送性蓝色发光层注入电子的势垒变高, 整个元件的驱动电压变高。

[0091] 就该点而言, 如果是本实施方式的结构, 则由于将蓝色发光层设置在电荷阻挡层

的阴极侧,所以亲和水平的差距就不会变得过大,从而可以防止高电压化。

[0092] 在有机 EL 元件 10 中,电荷阻挡层 4 的亲和水平比第 2 发光层 5 的基质材料的亲和水平小 0.2eV 以上。另外,电荷阻挡层 4 的电离势 (I_{e1}) 和上述第 1 发光层 3 的基质材料的电离势 (I_{h1}) 满足下述的关系 (1),

[0093] $I_{e1} < I_{h1} + 0.1 \text{ (eV)} \cdots (1)$ 。

[0094] 下面用表示能级的图说明该关系。

[0095] 图 2 表示有机 EL 元件 10 的第 1 发光层 3 的基质材料、电荷阻挡层 4、第 2 发光层 5 的基质材料的能级。在该图中上边的水平线表示各层的亲和水平,下边表示电离势。在能级图中,下方表示更大的值。各层中,电离势和亲和水平的差相当于能隙。

[0096] 在有机 EL 元件 10 中,电荷阻挡层 4 的亲和水平比第 2 发光层 5 的亲和水平小 0.2eV 以上。即,图 2 中电荷阻挡层 4 的亲和水平位于比第 2 发光层 5 的亲和水平小 0.2eV 以上的上方(图 2 中, ΔA_{f1} 为 0.2eV 以上)。

[0097] 电荷阻挡层 4 是限制电子由靠近阴极 7 一方的第 2 发光层 5 向靠近阳极 1 一方的第 1 发光层 3 注入的层,是为了控制各发光层内的电子—空穴对的再结合量,调整来自各发光层的发光量而设置的层。如果考虑该功能,则需要具有比第 2 发光层的基质材料的亲和水平小 0.2eV 以上的亲和水平。优选具有小 0.5eV 以上的亲和水平。

[0098] 而且,第 1 发光层 3 的基质材料的亲和水平和电荷阻挡层 4 的亲和水平的关系没有特别限制,但是从驱动电压的观点出发,优选电荷阻挡层 4 的亲和水平小 0eV 以上。

[0099] 另外,在有机 EL 元件 10 中,电荷阻挡层 4 的电离势 (I_{e1}) 和第 1 发光层 3 的基质材料的电离势 (I_{h1}) 满足上述 (1)。这是因为当电荷阻挡层 4 对于空穴来讲成为势垒时,会产生驱动电压上升的问题,因此是为了防止该问题而设定的。

[0100] 电荷阻挡层 4 的电离势 (I_{e1}) 和第 1 发光层 3 的基质材料的电离势 (I_{h1}) 优选满足下述式 (1')。

[0101] $I_{e1} < I_{h1} - 0.2 \text{ (eV)} \cdots (1')$ 。

[0102] 在有机 EL 元件 10 中,第 1 发光层 3 的基质材料的能隙小于第 2 发光层 5 的基质材料的能隙,优选小于 0.4eV 以上。当第 1 发光层 3 的基质材料的能隙较大时,以及即使小其差值也低于 0.4eV 时,第 2 发光层 5 和电荷阻挡层 4 的亲和水平的差变得过大,电子向第 1 发光层 3 的供给变得过少,有时难以获得良好的白色发光。具体地讲,优选第 1 发光层 3 的基质材料的能隙为 1.8—2.8eV,第 2 发光层 5 的基质材料的能隙为 2.2—3.3eV。

[0103] 当第 1 发光层 3 的掺杂剂是红色掺杂剂,第 2 发光层 5 的掺杂剂是蓝色掺杂剂时,第 1 发光层 3 发红色系的光,第 2 发光层 5 发蓝色系的光,并且通过满足上述要素,可获得平衡良好的白色发光。

[0104] 第 1 发光层的基质材料的能量优选小于第 2 发光层的基质材料的能量的理由还不清楚,但是可推测如下。

[0105] 由于难以争取发光强度的颜色是蓝色,所以通过生成激子而发光的主要是蓝色。因此,蓝色优选位于电子阻挡层的阴极侧。于是,将红色设置在电子阻挡层的阳极侧。如果进行这样的设置,则会在位于电子阻挡层的阴极侧的第 2 发光层(蓝色)中生成激子,较好地该蓝色发光。另外,第 2 发光层能隙相较于第 1 发光层宽,从而使该能量移向第 1 发光层侧。其结果,第 2 发光层的红色也会发光。

[0106] 另外,本实施方式的元件结构并不限于图 1,例如,也可以是以下的结构。

[0107] 1. 阳极 / 第 1 发光层 / 电荷阻挡层 / 第 2 发光层 / 阴极

[0108] 2. 阳极 / 空穴输送层 / 第 1 发光层 / 电荷阻挡层 / 第 2 发光层 / 阴极

[0109] 3. 阳极 / 第 1 发光层 / 电荷阻挡层 / 第 2 发光层 / 电子输送层 / 阴极

[0110] 4. 阳极 / 空穴输送层 / 第 1 发光层 / 电荷阻挡层 / 第 2 发光层 / 电子输送层 / 阴极

[0111] 5. 阳极 / 空穴注入层 / 空穴输送层 / 第 1 发光层 / 电荷阻挡层 / 第 2 发光层 / 电子输送层 / 阴极

[0112] 6. 阳极 / 空穴注入层 / 空穴输送层 / 第 1 发光层 / 电荷阻挡层 / 第 2 发光层 / 电子输送层 / 电子注入层 / 阴极

[0113] 在这些结构之中,还优选具有空穴输送层。

[0114] 除了上述的层之外,还可以夹入其它的有机层或者无机层。夹杂层只要是可输送电子和空穴的就没有限制。在位于光取出方向的情况下,优选是具有透明性的。

[0115] 实施方式 2

[0116] 实施方式 2 的有机 EL 元件中依次层叠有阳极、第 1 发光层、电荷阻挡层、第 2 发光层、第 3 发光层和阴极。第 1 发光层、第 2 发光层和第 3 发光层分别含有基质材料和掺杂剂。

[0117] 其中,第 1 发光层的基质材料由空穴输送性材料组成,第 2 发光层和第 3 发光层的基质材料由电子输送性材料组成。另外,第 1 发光层的基质材料的能隙小于第 2 发光层的基质材料的能隙。

[0118] 电荷阻挡层是空穴输送性的。另外,优选电荷阻挡层的亲和水平比第 2 发光层的基质材料的亲和水平小 0.2eV 以上。

[0119] 此外,电荷阻挡层的电离势 (Ie1) 和第 1 发光层的基质材料的电离势 (Ih1) 满足下述的关系 (1)。

[0120] $Ie1 < Ih1 + 0.1 \text{ (eV)} \cdots (1)$

[0121] 图 3 是表示实施方式 2 的有机 EL 元件的结构例的图。

[0122] 图 3 中所示的有机 EL 元件 20 具有将阳极 1、空穴输送层 2、第 1 发光层 3、电荷阻挡层 4、第 2 发光层 5、第 3 发光层 8、电子输送层 6 和阴极 7 层叠形成的结构。即,除了形成第 3 发光层 8 以外,具有与上述实施方式 1 相同的结构。第 3 发光层 8 也含有基质材料和掺杂剂。另外,第 3 发光层 8 的基质材料与第 2 发光层 5 相同,是电子输送性材料。

[0123] 而且,在该元件 20 中,例如,通过使第 1 发光层 3 的掺杂剂是红色掺杂剂,使第 2 发光层 5 的掺杂剂是蓝色掺杂剂,使第 3 发光层 8 的掺杂剂是绿色掺杂剂,从而使第 1 发光层 3 进行红色系发光,使第 2 发光层 5 进行蓝色系发光,使第 3 发光层 8 进行绿色系发光,获得显色性更加优异的白色发光。

[0124] 而且,通常,蓝色掺杂剂的能隙为约 2.8eV 左右,绿色掺杂剂的能隙为约 2.5eV 左右,红色掺杂剂的能隙为约 2.0eV 左右。

[0125] 本实施方式中,第 1 发光层 3、电荷阻挡层 4 和第 2 发光层 5 未必必需具有如实施方式 1 的关系。这是因为通过形成第 3 发光层 8,可限制电子向第 1 发光层 3、电荷阻挡层 4 和第 2 发光层 5 的注入量。特别是因为在第 3 发光层中掺杂了绿色掺杂剂,可利用该绿色掺杂剂捕获电子,从而控制电子向第 2 发光层的注入。

[0126] 但是,为了进一步提高元件的性能,优选第 1 发光层 3 的基质材料、电荷阻挡层 4 和第二发光层 5 的基质材料的电离势、亲和水平以及能隙具有与实施方式 1 相同的关系。

[0127] 而且,与实施方式 1 相同,本实施方式的元件结构并不限于图 3,例如,可以在实施方式 1 中列举的元件结构 1—6 中形成了第 3 发光层的结构,也可以将多个电荷阻挡层层叠形成。

[0128] 上述实施方式中,优选第 1 发光层的基质材料是下述式 (1) 表示的化合物,第 1 发光层的掺杂剂是具有蒽骨架或者菲骨架的化合物。

[0129] $X-(Y)_n$ (1)

[0130] (式中, X 是碳环为 3 个以上的稠合芳香族环基,

[0131] Y 是选自取代或未取代的芳基、取代或未取代的二芳基氨基、取代或未取代的芳基烷基或者取代或未取代的烷基的基团,

[0132] n 是 1-6 的整数,当 n 为 2 以上时, Y 可以相同或不同。)

[0133] 还优选第 1 发光层的基质材料的稠合环数为 4 以上。另外,优选第 2 发光层的基质材料的稠合环数为 3 环以下。

[0134] 上面对本发明的实施方式进行了说明,就本发明的元件而言,可将阳极、空穴输送性的第 1 发光层、电荷阻挡层、电子输送性的第 2 发光层和阴极按此顺序层叠构成。通过形成这样的结构,可获得具有显色性、发光效率高且色度变化小的有机 EL 元件。另外,就本发明的元件而言,具有即使改变元件的驱动条件(驱动电压等)发光的色度变化也小的特征。

[0135] 实施方式 3

[0136] 本发明实施方式 3 的彩色发光装置具有进行白色发光的本发明的有机 EL 元件和滤色器。

[0137] 图 4 是表示实施方式 3 的彩色发光装置的结构例的图。

[0138] 图 4 中所示的彩色发光装置 100 中,在支撑基板 110 上设置有第 1、第 2、第 3(白色)的有机 EL 元件 120、130、140,在这些元件 120、130、140 的光取出侧(用箭头表示),通过分别与这些元件 120、130、140 相对置,设置有第 1、第 2、第 3(红色、绿色、蓝色)的滤色器 122、132、142。滤色器 122、132、142 形成在透明基板 150 上。

[0139] 由有机 EL 元件 120 发出的光通过滤色器 122 成为红色光并发出到外面,有机 EL 元件 130 发出的光通过滤色器 132 成为绿色光并发出到外面,有机 EL 元件 140 发出的光通过滤色器 142 成为蓝色光并发出到外面,从而获得彩色。

[0140] 在有机 EL 元件 120, 130, 140 和滤色器 122, 132, 142 之间,也可以设置用于防止有机 EL 元件因环境和滤色器中含有的氧、水分、其它挥发成分产生劣化的密封层。作为具体例,可以使用 SiO_xNy 、 AlO_xNy 、 $SiAlO_xNy$ 等透明无机化合物层、以及这些透明无机化合物层和透明树脂或密封液进行层叠形成的层等。

[0141] 作为滤色器 122, 132, 142, 例如,可列举下述的色素或者使色素溶解或者分散于粘合剂树脂中而形成的固体状态的物质。

[0142] 红色(R)色素:花系颜料、色淀、偶氮系颜料等

[0143] 绿色(G):卤素多取代酞菁系颜料、卤素多取代铜酞菁系颜料、三苯基甲烷系碱性染料等

[0144] 蓝色(B)色素:铜酞菁系颜料、蒽蒽醌系颜料、蒽酚系颜料、菁系颜料等

[0145] 另一方面,粘合剂树脂优选为透明的(可见光透过率 50%以上)材料。例如,可列举聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯酸酯、聚碳酸酯、聚乙烯醇、聚乙烯基吡咯烷酮、羟乙基纤维素、羧甲基纤维素等透明树脂(高分子)、以及作为可以适用光刻法的感光性树脂的丙烯酸系、甲基丙烯酸系等具有反应性乙烯基的光固化型抗蚀剂材料。另外,当应用印刷法时,可选用利用了聚氯乙稀树脂、蜜胺树脂、酚醛树脂等透明的树脂的印刷油墨(介质)。

[0146] 当滤色器主要由色素组成时,可通过所需的滤色器图案的掩膜利用真空蒸镀或者溅射进行成膜,另一方面,当由色素和粘合剂树脂组成时,通常使色素和上述树脂以及抗蚀剂混和、分散或者溶化,用旋涂、辊涂、浇铸等方法进行制膜,并通过光刻法用所需的滤色器图案形成图案,或者通过印刷等方法用所需的滤色器图案形成图案。

[0147] 各个滤色器 122,132,142 的膜厚和透过率优选如下。

[0148] R:膜厚 0.5—5.0 μm (透过率 50%以上 /610nm)

[0149] G:膜厚 0.5—5.0 μm (透过率 50%以上 /545nm)

[0150] B:膜厚 0.2—5.0 μm (透过率 50%以上 /460nm)

[0151] 另外,本实施方式中,当提供呈现红、绿、蓝三原色光的彩色发光装置时,为了提高对比度可以使用黑色矩阵。

[0152] 下面,以作为本发明有机 EL 元件的特征部分的电荷阻挡层、第 1 发光层、以及第 2 发光层(第 3 发光层)为中心进行说明。关于其它的有机层、无机化合物层、阳极、阴极等的结构和制法,可以采用通常的结构和方法。

[0153] 1. 电荷阻挡层

[0154] 从电荷阻挡层难以阻挡空穴的观点考虑,优选空穴迁移率在施加 10^4 — 10^7V/cm 的电场时至少为 $10^{-5}\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{秒}$ 以上。

[0155] 电荷阻挡层的膜厚没有特别限制,优选为 0.1—50nm。更优选为 0.1—20nm。

[0156] 在电荷阻挡层中可以使用各种有机化合物、无机化合物。作为有机化合物,可以使用叔胺化合物、咪唑衍生物、含有含氮杂环的化合物和金属络合物等。作为无机化合物,可以使用 Ba, Ca, Sr, Yb, Al, Ga, In, Li, Na, K, Cd, Mg, Si, Ta, Ge, Sb, Zn, Cs, Eu, Y, Ce, W, Zr, La, Sc, Rb, Lu, Ti, Cr, Ho, Cu, Er, Sm, W, Co, Se, Hf, Tm, Fe, Nb 等金属的氧化物、氮化物、复合氧化物、硫化物、氟化物等。

[0157] 另外,从电荷阻挡层难以阻挡空穴的观点考虑,优选通常在有机 EL 元件中用作空穴输送层的以下记载的有机化合物。

[0158] 作为具体例子,可列举三唑衍生物(参阅美国专利 3,112,197 号说明书等)、噁二唑衍生物(参阅美国专利 3,189,447 号说明书等)、咪唑衍生物(参阅特公昭 37-16096 号公报等)、多芳基链烷烃衍生物(参阅美国专利 3,615,402 号说明书、同第 3,820,989 号说明书、同第 3,542,544 号说明书、特公昭 45-555 号公报、同 51-10983 号公报、特开昭 51-93224 号公报、同 55-17105 号公报、同 56-4148 号公报、同 55-108667 号公报、同 55-156953 号公报、同 56-36656 号公报等)、吡唑啉衍生物及吡唑啉酮衍生物(参阅美国专利第 3,180,729 号说明书、同第 4,278,746 号说明书、特开昭 55-88064 号公报、同 55-88065 号公报、同 49-105537 号公报、同 55-51086 号公报、同 56-80051 号公报、同 56-88141 号公报、同 57-45545 号公报、同 54-112637 号公报、同 55-74546 号公报等)、苯二胺衍生物(参阅美国专利第 3,615,404 号说明书、特公昭 51-10105 号公报、同 46-3712 号公报、同

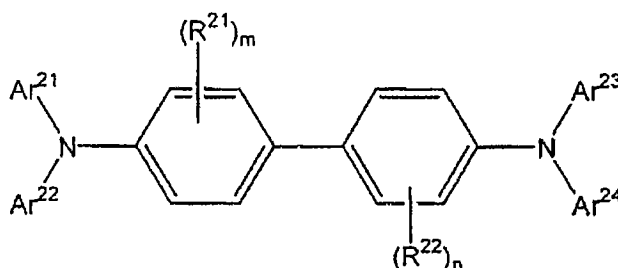
47-25336 号公报、特开昭 54-53435 号公报、同 54-110536 号公报、同 54-119925 号公报等)、芳胺衍生物(参阅美国专利第 3, 567, 450 号说明书、同第 3, 180, 703 号说明书、同第 3, 240, 597 号说明书、同第 3, 658, 520 号说明书、同第 4, 232, 103 号说明书、同第 4, 175, 961 号说明书、同第 4, 012, 376 号说明书、特公昭 49-35702 号公报、同 39-27577 号公报、特开昭 55-144250 号公报、同 56-119132 号公报、同 56-22437 号公报、西德专利第 1, 110, 518 号说明书等)、氨基取代查耳酮衍生物(参阅美国专利第 3, 526, 501 号说明书等)、噁唑衍生物(美国专利第 3, 257, 203 号说明书等中公开的物质)、苯乙烯衍生物(参阅特开昭 56-46234 号公报等)、茚酮衍生物(参阅特开昭 54-110837 号公报等)、腺衍生物(参阅美国专利第 3, 717, 462 号说明书、特开昭 54-59143 号公报、同 55-52063 号公报、同 55-52064 号公报、同 55-46760 号公报、同 55-85495 号公报、同 57-11350 号公报、同 57-148749 号公报、特开平 2-311591 号公报等)、芪衍生物(参阅特开昭 61-210363 号公报、同第 61-228451 号公报、同 61-14642 号公报、同 61-72255 号公报、同 62-47646 号公报、同 62-36674 号公报、同 62-10652 号公报、同 62-30255 号公报、同 60-93455 号公报、同 60-94462 号公报、同 60-174749 号公报、同 60-175052 号公报等)、硅氢烷衍生物(美国专利第 4, 950, 950 号说明书)、聚硅烷类(特开平 2-204996 号公报)、苯胺类共聚物(特开平 2-282263 号公报)、特开平 1-211399 号公报公开的导电性高分子低聚物(特别是噻吩低聚物)等。

[0159] 另外,还可以使用卟啉化合物(特开昭 63-2956965 号公报等公开的物质)、芳香族叔胺化合物及苯乙烯胺化合物(参阅美国专利第 4, 127, 412 号说明书、特开昭 53-27033 号公报、同 54-58445 号公报、同 54-149634 号公报、同 54-64299 号公报、同 55-79450 号公报、同 55-144250 号公报、同 56-119132 号公报、同 61-295558 号公报、同 61-98353 号公报、同 63-295695 号公报等),特别优选使用芳香族叔胺化合物。

[0160] 此外,还优选下述式表示的化合物。

[0161] [化学式 4]

[0162]



[0163] 式中, Ar^{21} — Ar^{24} 分别独立地是取代或未取代的环碳原子数 6—50 的芳基, R^{21} — R^{22} 分别独立地是氢原子、取代或未取代的环碳原子数 6—50 的芳基、碳原子数 1—50 的烷基, m 、 n 是 0—4 的整数。

[0164] 作为环碳原子数 6—50 的芳基, 优选苯基、萘基、联苯基、三联苯基、菲基等。而且, 环碳原子数 6—50 的芳基也可以进一步被取代基取代, 作为优选的取代基, 可列举碳原子数 1—6 的烷基(甲基、乙基、异丙基、正丙基、仲丁基、叔丁基、戊基、己基、环戊基、环己基等)、被环碳原子数 6—50 的芳基取代的氨基。

[0165] 作为碳原子数 1—50 的烷基, 优选甲基、乙基、异丙基、正丙基、仲丁基、叔丁基、戊基、己基、环戊基、环己基等。

[0166] 还可以例举美国专利第 5,061,569 号所述的分子内具有 2 个稠合芳香环的,例如 4,4'-双(N-(1-萘基)-N-苯基氨基)联苯(NPD)、特开平 4-308688 号公报所述的 3 个三苯胺单元连结成了星爆(starburst)型的 4,4',4''-三(N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基)三苯胺(MTDATA)等。

[0167] 在电荷阻挡层中也可以添加发光材料。由此,还可获得包含各种成分的光的发光。例如,如实施方式 1 那样当发光层是第 1 发光层 3 和第 2 发光层 5 的二层时,可使第 1 发光层 3 的掺杂剂是红色掺杂剂,使第 2 发光层的掺杂剂是蓝色掺杂剂,使电荷阻挡层的发光材料是绿色掺杂剂。即,在最发亮的区域配置发光最弱的蓝色,接着在第二发亮的区域配置能见度高的绿色。这是因为如果绿色的发光错位,则人看见时很容易观察到色偏离,不能成为平衡良好的白色。除了电荷的注入以外,来自蓝色、绿色的能量移动也可导致红色发光,所以红色可以用第 1 发光层的位置。这样进行配置时,效率高,可达到平衡,实现不易发生色偏离的 3 波长的白色。作为发光材料,可以使用在后述的各发光层中使用的掺杂剂等。

[0168] 而且,当电荷阻挡层含有发光材料时,电荷阻挡层的亲和水平、电离势是电荷阻挡层的基质材料的亲和水平、电离势。

[0169] 2. 第 1 发光层

[0170] 从上述的能隙的关系出发,第 1 发光层优选为黄色—橙色或者红色发光层。黄色—橙色或者红色发光层是发光的最大波长为 550—650nm 的发光层。发光层优选由基质材料和黄色—橙色或者红色掺杂剂组成。

[0171] 作为基质材料,可使用下述式表示的化合物。

[0172] $X-(Y)_n$

[0173] (式中, X 是碳环为 3 个以上的稠合芳香族环基,

[0174] Y 是选自取代或未取代的芳基、取代或未取代的二芳基氨基、取代或未取代的芳基烷基或者取代或未取代的烷基的基团,

[0175] n 是 1-6 的整数,当 n 为 2 以上时, Y 可以相同或不同。)

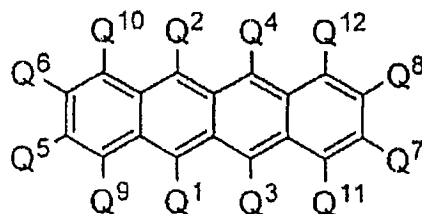
[0176] X 优选为含有选自并四苯、芘、蒽、花、~~蒹~~、苯并蒽、并五苯、二苯并蒽、苯并芘、苯并芴、荧蒽、苯并荧蒽、萘基荧蒽、二苯并芴、二苯并芘、二苯并荧蒽、芴并荧蒽的一个以上骨架的基。更优选为含有并四苯骨架或者蒽骨架。

[0177] Y 优选为碳原子数 12—60 的芳基、二芳基氨基,更优选为碳原子数 12—20 的芳基或者碳原子数 12—40 的二芳基氨基。n 优选为 2。

[0178] 优选式 (1) 表示的化合物是下述式 (4) 表示的并四苯衍生物。

[0179] [化学式 5]

[0180]



(4)

[0181] 式 (4) 中, Q^1-Q^{12} 分别独立地表示氢原子、取代或未取代的碳原子数 1—20 的烷

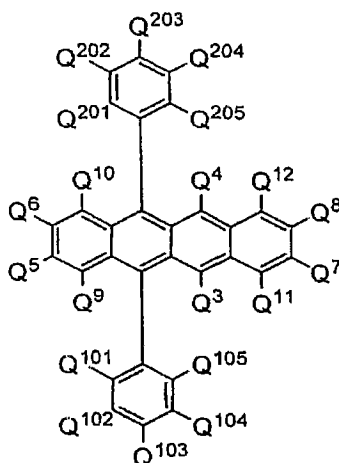
基、取代或未取代的环碳原子数 6—20 的芳基、氨基、取代或未取代的碳原子数 1—20 的烷氧基、取代或未取代的碳原子数 1—20 的烷硫基、取代或未取代的环碳原子数 6—20 的芳氧基、取代或未取代的环碳原子数 6—20 的芳硫基、取代或未取代的碳原子数 2—20 的烯基、取代或未取代的环碳原子数 7—20 的芳烷基或者取代或未取代的环原子数 5—20 的杂环基,它们可以相同或不同。

[0182] 更优选上述式 (4) 表示的并四苯衍生物中的 Q^1 、 Q^2 、 Q^3 和 Q^4 的至少一个以上是芳基的化合物。

[0183] 更优选式 (4) 表示的并四苯衍生物是下述式 (5) 表示的化合物。

[0184] [化学式 6]

[0185]



(5)

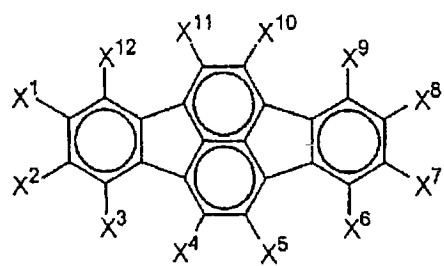
[0186] (式 (5) 中, $Q^3—Q^{12}$ 、 $Q^{101}—Q^{105}$ 、 $Q^{201}—Q^{205}$ 分别独立地表示与上述通式 (1) 中 $Q^3—Q^{12}$ 相同的基,它们可以相同或不同,这些相邻的两个以上的基可以互相结合形成环。)

[0187] 更优选上述式 (5) 表示的并四苯衍生物中的 Q^{101} 、 Q^{105} 、 Q^{201} 和 Q^{205} 的至少一个以上是烷基、芳基、氨基、烷氧基、芳氧基、烷硫基、芳硫基、烯基、芳烷基或者杂环基,它们可以相同或不同。

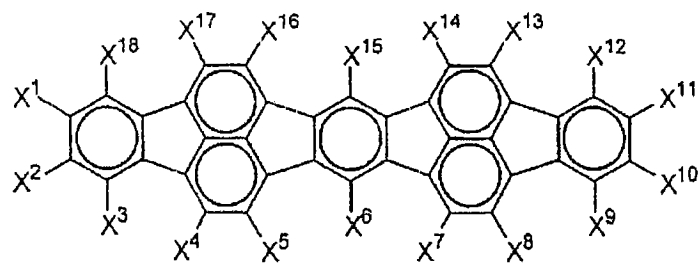
[0188] 作为黄色—橙色或者红色掺杂剂,可以使用具有至少一个荧蒹骨架或者茈骨架的荧光性化合物,可列举例如下述式 [2]—[18] 白色的化合物。

[0189] [化学式 7]

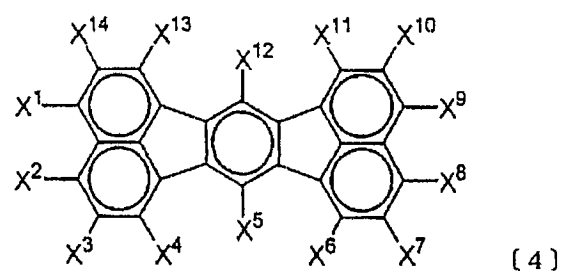
[0190]



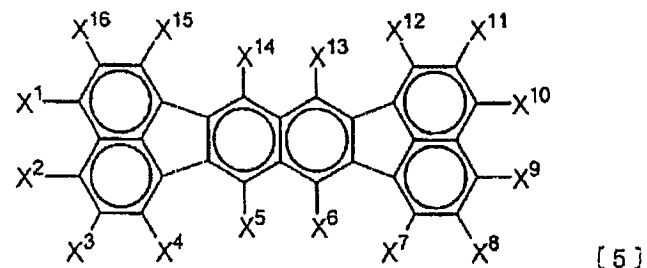
[2]



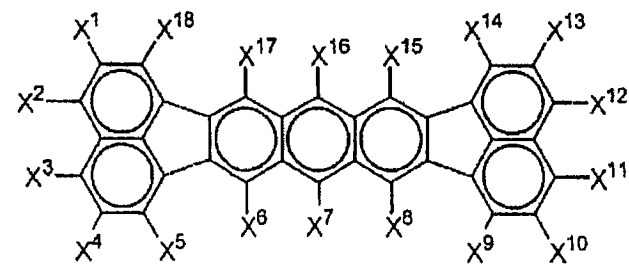
[3]



[4]

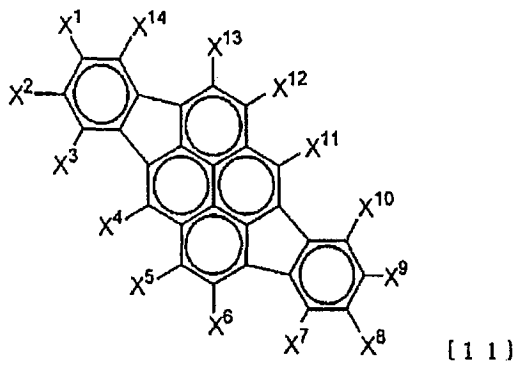
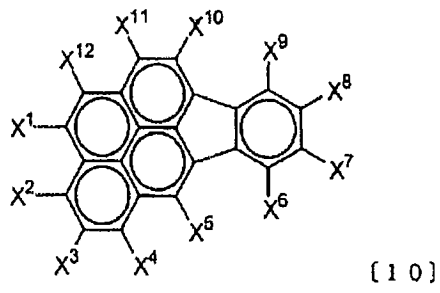
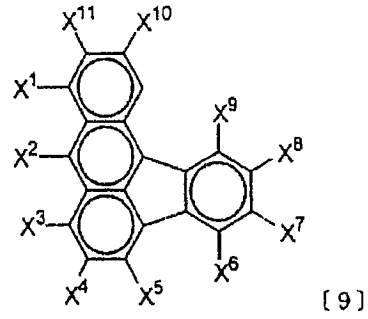
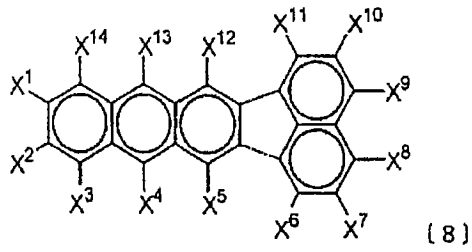
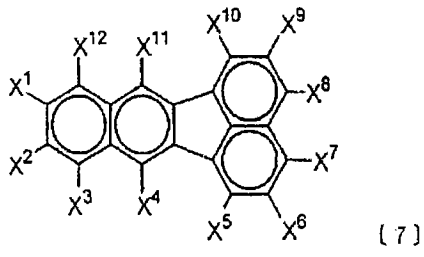


[5]

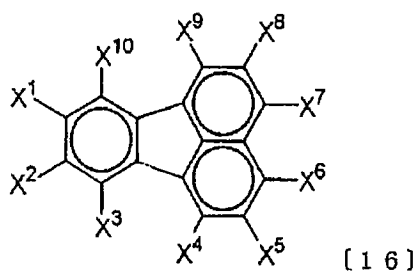
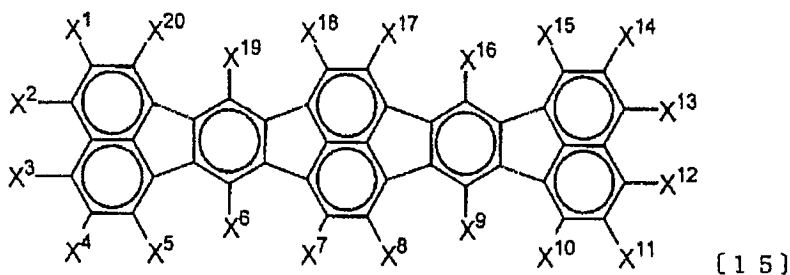
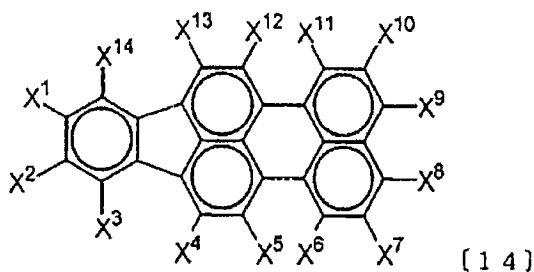
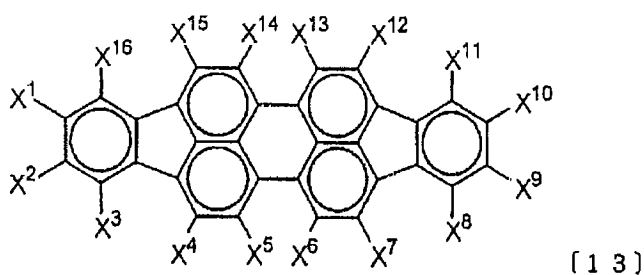
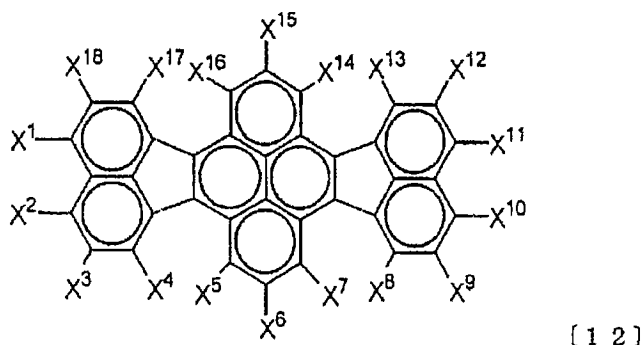


[6]

[0191]



[0192]

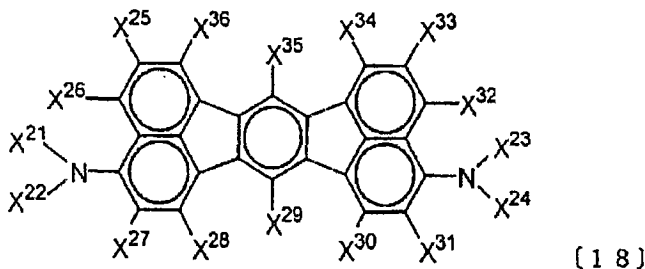
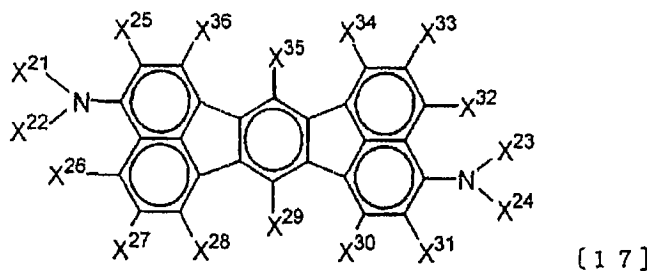


[0193] [式 [2]—[16] 中, $X^1 \sim X^{20}$ 彼此独立, 为氢原子, 直链、支链或环状的碳原子数为 1 ~ 20 的烷基, 直链、支链或环状的碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基, 取代或未取代的碳原子数为 6 ~ 30 的芳基, 取代或未取代的碳原子数为 6 ~ 30 的芳氧基, 取代或未取代的碳原子数为 6 ~ 30 的芳氨基, 取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 30 的烷基氨基, 取代或未取代的碳原子数为 7 ~ 30 的芳基烷基氨基或者取代或未取代的碳原子数为 8 ~ 30 的烯基, 相邻的取代基和 $X^1 \sim X^{20}$ 也可以结合形成环状结构。当相邻的取代基为芳基时, 取代基也可以相同。]

[0194] 式 [2]—[16] 的化合物优选含有氨基或烯基。

[0195] [化学式 8]

[0196]



[0197] 式 [17]、[18] 中, $X^{21} \sim X^{24}$ 彼此独立, 为碳原子数为 1 ~ 20 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 6 ~ 30 的芳基, X^{21} 与 X^{22} 和 / 或 X^{23} 与 X^{24} 也可以借助碳—碳键或—O—、—S—结合。

[0198] $X^{25} \sim X^{36}$ 为氢原子, 直链、支链或环状的碳原子数为 1 ~ 20 的烷基, 直链、支链或环状的碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基, 取代或未取代的碳原子数为 6 ~ 30 的芳基, 取代或未取代的碳原子数为 6 ~ 30 的芳氧基, 取代或未取代的碳原子数为 6 ~ 30 的芳氨基, 取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 30 的烷氨基, 取代或未取代的碳原子数为 7 ~ 30 的芳基烷基氨基, 或者取代或未取代的碳原子数为 8 ~ 30 的烯基, 相邻的取代基和 $X^{25} \sim X^{36}$ 也可以结合形成环状结构。

[0199] 各式中的取代基 $X^{25} \sim X^{36}$ 的至少一个优选含有胺或烯基。

[0200] 优选为式 [13]、[14] 的茚并茚衍生物。

[0201] 为了获得高效率 and 长寿命, 具有荧蒽骨架的荧光性化合物优选含有给电子性基团, 优选的给电子基团为取代或未取代的芳氨基。进而, 具有荧蒽骨架的荧光性化合物优选缩合环数为 5 以上, 特别优选为 6 以上。这是因为, 荧光性化合物显示 540 ~ 700nm 的荧光峰值波长, 来自蓝色系发光材料与荧光性化合物的发光重叠而显示白色。

[0202] 上述荧光性化合物优选具有多个荧蒽骨架, 因为此时发光色会在黄色—橙色或者红色区域。

[0203] 特别优选的茚并茚衍生物是二苯并四苯基培里弗兰天衍生物。

[0204] 第 1 发光层的膜厚优选为 1 ~ 50nm, 更优选为 5 ~ 50nm。当不到 1nm 时, 发光效率有可能下降, 如果超过 50nm, 则驱动电压有可能上升。

[0205] 3. 第 2 发光层

[0206] 关于发光色, 从能隙的关系出发, 优选第 2 发光层是蓝色系发光层。优选蓝色系发光的峰值波长是 450—500nm。

[0207] 作为可以用于第 2 发光层的掺杂剂可列举例如芳胺化合物和 / 或苯乙烯胺化合

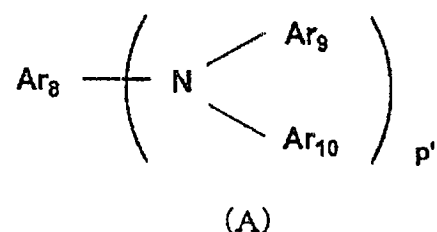
物、蒽、萘、菲、芘、并四苯、蒽、蒹、荧光素、茈、邻苯二甲茈 (phthaloperylene)、萘二甲茈 (naphthaloperylene)、茈酮 (perynone)、酞并周因酮 (phthaloperynone)、萘二甲茈酮 (naphthaloperynone)、二苯基丁二烯、四苯基丁二烯、香豆素、噁二唑、醛连氮、二苯并噁唑啉、联苯乙烯、吡嗪、环戊二烯、喹啉金属络合物、氨基喹啉金属络合物、苯并喹啉金属络合物、亚胺、二苯基乙烯、乙烯基蒽、二氨基吡唑、吡喃、噻喃、聚甲炔、部花青、咪唑螯合化喔星化合物、喹丫酮、红荧烯和荧光色素等,但是并不限于此。

[0208] 另外,本发明的有机 EL 元件中,优选第 2 发光层含有芳胺化合物和 / 或苯乙烯胺化合物。

[0209] 作为芳胺化合物可列举下述通式 (A) 表示的化合物等,作为苯乙烯胺化合物可列举下述通式 (B) 表示的化合物等。

[0210] [化学式 9]

[0211]

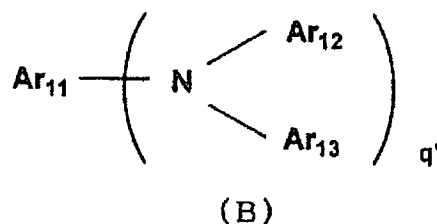


[0212] [通式 (A) 中,Ar₈ 是选自苯基、联苯基、三联苯基、茈基和双苯乙烯基芳基的基团; Ar₉ 和 Ar₁₀ 分别是氢原子或碳原子数 6-20 的芳香族基,Ar₉-Ar₁₀ 可以被取代。p' 是 1-4 的整数。还优选 Ar₉ 和 / 或 Ar₁₀ 被苯乙烯基取代。]

[0213] 其中,作为碳原子数 6-20 的芳香族基,可列举苯基、萘基、蒽基、菲基、三联苯基等。

[0214] (化学式 10)

[0215]



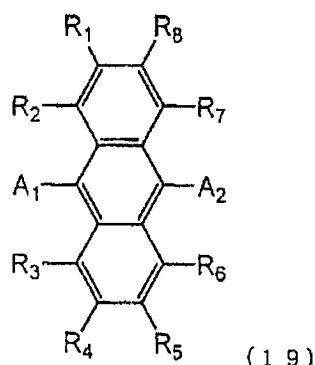
[0216] [通式 (B) 中,Ar₁₁-Ar₁₃ 分别独立地是可以被取代的环碳原子数 5-40 的芳基。q' 是 1-4 的整数。]

[0217] 其中,作为环原子数 5-40 的芳基,可列举例如苯基、萘基、蒽基、菲基、芘基、蒹基、联苯基、三联苯基、吡咯基、呋喃基、噻吩基、苯并噻吩基、噁二唑基、二苯基蒽基、吡啶基、咪唑基、吡啶基、喹啉基、茈基、茈并茈基、茈基等。另外,环原子数 5-40 的芳基还可以被取代基取代,作为优选的取代基,可列举碳原子数 1-6 的烷基(乙基、甲基、异丙基、正丙基、仲丁基、叔丁基、戊基、己基、环戊基、环己基等)、碳原子数 1-6 的烷氧基(乙氧基、甲氧基、异丙氧基、正丙氧基、仲丁氧基、叔丁氧基、戊氧基、己氧基、环戊氧基、环己氧基等)、环原子数 5-40 的芳基、被环原子数 5-40 的芳基取代的氨基、包含环原子数 5-40 的芳基的酯基、包含碳原子数 1-6 的烷基的酯基、氰基、硝基、卤原子(氯、溴、碘等)等。

[0218] 作为可以用于第2发光层的基质材料,优选具有蒽中心骨架的下述式(19)所示结构的化合物。

[0219] (化学式 11)

[0220]



[0221] (式中, $A_1 \sim A_2$ 彼此独立地是衍生自取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 20 的芳香环的基。 $R_1 \sim R_8$ 彼此独立, 为氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳基、取代或未取代的环原子数为 5 ~ 50 的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 ~ 50 的环烷基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为 6 ~ 50 的芳烷基、取代或未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳氧基、取代或未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳硫基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基羰基、取代或未取代的甲硅烷基、羧基、卤原子、氰基、硝基或者羟基等。)

[0222] A_1 和 A_2 的芳香环也可以被 1 个或者 2 个以上的取代基取代。该取代基选自取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 ~ 50 的环烷基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为 6 ~ 50 的芳烷基、取代或未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳氧基、取代或未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳硫基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基羰基、取代或未取代的甲硅烷基、羧基、卤原子、氰基、硝基和羟基等。

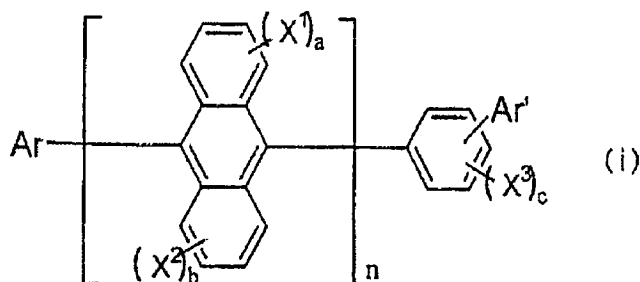
[0223] 当 A_1 和 A_2 的芳香环被 2 个以上的取代基取代时, 取代基可以相同或不同, 相邻的取代基彼此可以互相结合形成饱和或者不饱和的环状结构。

[0224] 另外, 上述式(19)中, A_1 和 A_2 优选彼此不同。另外, 优选下述(i)~(ix)表示的化合物。

[0225] 下述通式(i)表示的非对称蒽。

[0226] (化学式 12)

[0227]



[0228] (式中, Ar 为取代或未取代的环碳原子数为 10 ~ 50 的缩合芳香族基。

[0229] Ar' 为取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳基。

[0230] X^1 、 X^2 、 X^3 分别独立地是取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳香族杂环基、取代或者未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基、取代或者未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基、取代或者未取代的碳原子数为 6 ~ 50 的芳烷基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳氧基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳硫基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基羰基、羧基、卤原子、氰基、硝基、羟基。

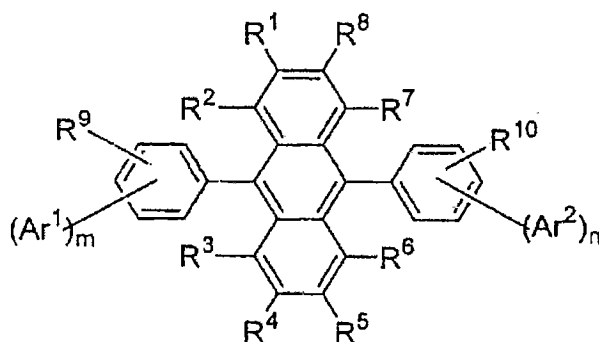
[0231] a、b 和 c 分别为 0 ~ 4 的整数。而且,当 a、b 和 c 是 2 以上时, X^1 彼此、 X^2 彼此、 X^3 彼此可以相同或不同。

[0232] n 为 1 ~ 3 的整数。另外,当 n 是 2 以上时, [] 内可以相同或不同。)

[0233] 下述通式 (ii) 表示的非对称单蒽衍生物。

[0234] [化学式 13]

[0235]



(ii)

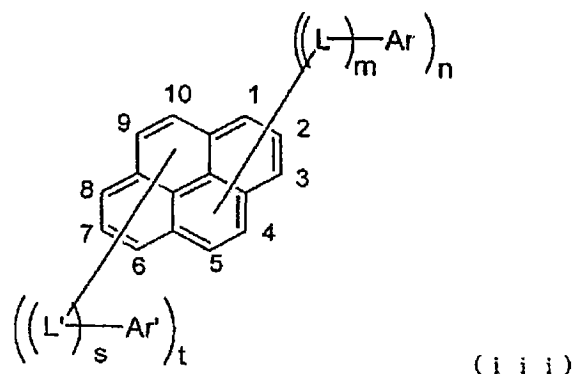
[0236] (式中, Ar¹ 和 Ar² 彼此独立, 为取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳香族环基, m 和 n 分别是 1—4 的整数。其中, 当 m = n = 1 且 Ar¹ 和 Ar² 在苯环的结合位置是左右对称型时, Ar¹ 和 Ar² 不相同, 当 m 或者 n 是 2—4 的整数时, m 和 n 是不同的整数。)

[0237] R¹ ~ R¹⁰ 彼此独立, 是氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳香族环基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳香族杂环基、取代或者未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基、取代或者未取代的环烷基、取代或者未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基、取代或者未取代的碳原子数为 6 ~ 50 的芳烷基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳氧基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳硫基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基羰基、取代或者未取代的甲硅烷基、羧基、卤原子、氰基、硝基、羟基。)

[0238] 下述通式 (iii) 表示的非对称蒽衍生物。

[0239] [化学式 14]

[0240]



[0241] [式中, Ar 和 Ar' 分别独立地表示取代或未取代的环碳原子数 6—50 的芳基。

[0242] L 和 L' 分别独立地表示取代或未取代的亚苯基、取代或未取代的亚萘基、取代或未取代的亚蒽基或者取代或未取代的亚二苯并硅氧基 (ジベンゾシロリレン)。

[0243] m 是 0—2 的整数, n 是 1—4 的整数, s 是 0—2 的整数, t 是 0—4 的整数。

[0244] 另外, L 或 Ar 结合在萘的 1—5 位的任何一个上, L' 或者 Ar' 结合在萘的 6—10 位的任何一个上。

[0245] 其中, n+t 为偶数时, Ar, Ar', L, L' 满足下述 (1) 或 (2)。

[0246] (1) Ar ≠ Ar' 和 / 或 L ≠ L' (其中 ≠ 表示是不同结构的基。)

[0247] (2) Ar = Ar' 且 L = L' 时

[0248] (2—1) m ≠ s 和 / 或 n ≠ t, 或者

[0249] (2—2) m = s 且 n = t 时,

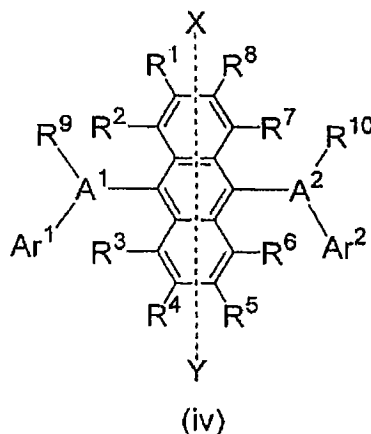
[0250] (2—2—1) L 和 L'、或者萘分别结合在 Ar 和 Ar' 上的不同的结合位置上,

[0251] 或者 (2—2—2) L 和 L'、或者萘在 Ar 和 Ar' 上的相同的结合位置上结合时, L 和 L'、或者 Ar 和 Ar' 在萘上的取代位置是 1 位和 6 位、或者 2 位和 7 位的情况不存在。]

[0252] 下述通式 (iv) 表示的非对称萘衍生物。

[0253] [化学式 15]

[0254]



[0255] [式中, A¹ 和 A² 彼此独立, 为取代或未取代的环碳原子数为 10 ~ 20 的稠合芳香族环基。

[0256] Ar¹ 和 Ar² 彼此独立, 为氢原子、或者取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳香族环基。

[0257] R¹ ~ R¹⁰ 彼此独立, 是氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳香族环

基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳香族杂环基、取代或者未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基、取代或者未取代的环烷基、取代或者未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基、取代或者未取代的碳原子数为 6 ~ 50 的芳烷基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳氧基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳硫基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基羰基、取代或者未取代的甲硅烷基、羧基、卤原子、氰基、硝基或者羟基。

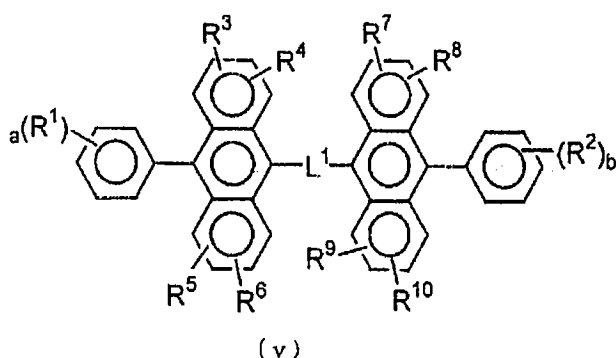
[0258] Ar^1 、 Ar^2 、 R^9 和 R^{10} 分别可以是多个, 相邻的基团彼此可以形成饱和或者不饱和的环状结构。

[0259] 其中, 通式 (1) 中中心的葱的 9 位和 10 位上结合有相对于在该葱上所示出的 X-Y 轴为对称型的基团的情况不存在。]

[0260] 下述通式 (v) 表示的葱衍生物。

[0261] [化学式 16]

[0262]

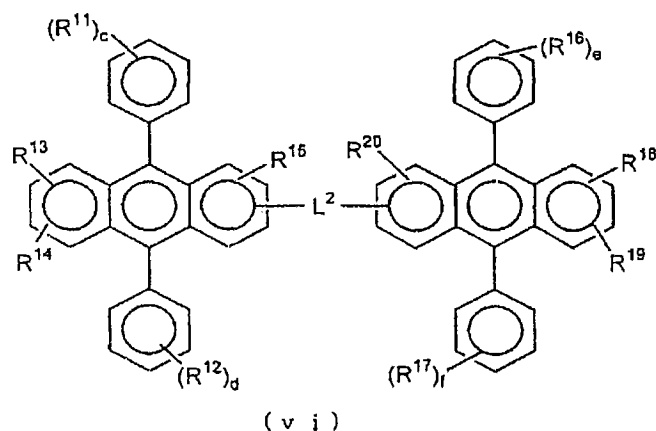


[0263] (式中, $R^1 \sim R^{10}$ 彼此独立地表示氢原子, 烷基, 环烷基, 可以被取代的芳基, 烷氧基, 芳氧基, 烷基氨基, 烯基, 芳基氨基或者可以被取代的杂环基, a 和 b 分别表示 1—5 的整数, 当它们是 2 以上时, R^1 彼此或者 R^2 彼此分别可以相同或不同, 而且 R^1 彼此或者 R^2 彼此可以结合形成环, R^3 和 R^4 、 R^5 和 R^6 、 R^7 和 R^8 、 R^9 和 R^{10} 可以彼此结合形成环, L^1 是单键、—O—、—S—、—N(R)— (R 是烷基或者可以被取代的芳基) 亚烷基或者亚芳基。)

[0264] 下述通式 (vi) 表示的葱衍生物。

[0265] [化学式 17]

[0266]



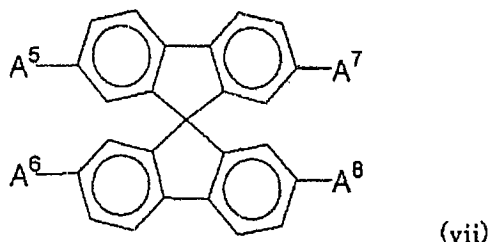
[0267] (式中, $R^{11} \sim R^{20}$ 彼此独立地表示氢原子, 烷基, 环烷基, 芳基, 烷氧基, 芳氧基, 烷基氨基, 芳基氨基或者可以被取代的杂环基, c, d, e 和 f 分别表示 1—5 的整数, 当它们是 2 以上时, R^{11} 彼此、 R^{12} 彼此、 R^{16} 彼此或者 R^{17} 彼此分别可以相同或不同, 另外 R^{11} 彼此、 R^{12} 彼

此、 R^{16} 彼此或者 R^{17} 彼此可以结合形成环， R^{13} 和 R^{14} 、 R^{18} 和 R^{19} 可以彼此结合形成环。 L^2 是单键、—O—、—S—、—N(R)—(R 是烷基或者可以被取代的芳基) 亚烷基或者亚芳基。)

[0268] 下述通式 (vii) 表示的螺茱衍生物。

[0269] [化学式 18]

[0270]

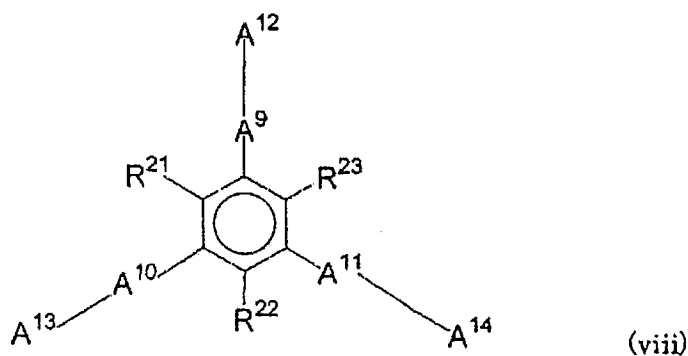


[0271] (式中, A^5 — A^8 分别独立地是取代或未取代的联苯基或者取代或未取代的萘基。)

[0272] 下述通式 (viii) 表示的含有稠环的化合物。

[0273] [化学式 19]

[0274]

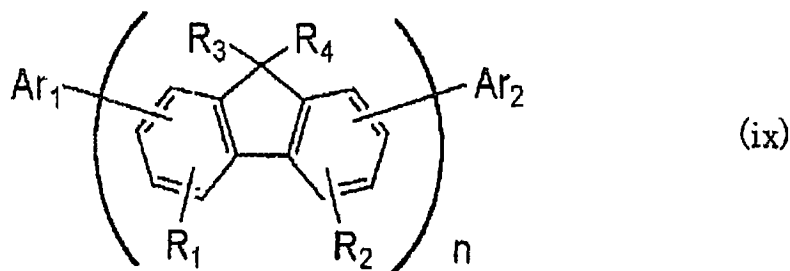


[0275] (式中, A^9 — A^{11} 分别是单键或者取代或未取代的环碳原子数 6—50 的亚芳基, A^{12} — A^{14} 分别是氢原子或者取代或未取代的环碳原子数 6—50 的芳基, $R^{21} \sim R^{23}$ 彼此独立地表示氢原子、碳原子数 1—6 的烷基、碳原子数 3—6 的环烷基、碳原子数 1—6 的烷氧基、碳原子数 5—18 的芳氧基、碳原子数 7—18 的芳烷氧基、碳原子数 5—16 的芳基氨基、硝基、氰基、碳原子数 1—6 的酯基或者卤原子, A^9 — A^{14} 之中至少一个是具有三个环以上的稠合芳香环的基团。)

[0276] 下述通式 (ix) 表示的茱化合物。

[0277] [化学式 20]

[0278]



[0279] (式中, R_1 和 R_2 表示氢原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的芳烷基、取代或未取代的芳基、取代或未取代的杂环基、取代氨基、氰基或者卤原子。与不同的茱基结合的 R_1 彼此、 R_2 彼此可以相同或不同, 与相同茱基结合的 R_1 和 R_2 可以相同或不同。 R_3 和 R_4 表示

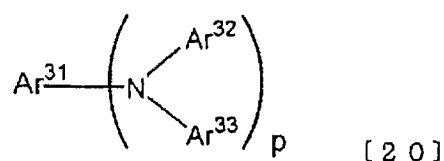
氢原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的芳烷基、取代或未取代的芳基或者取代或未取代的杂环基,与不同的苄基结合的 R_3 彼此、 R_4 彼此可以相同或不同,与相同苄基结合的 R_3 和 R_4 可以相同或不同。 Ar_1 和 Ar_2 表示苯环总计为 3 个以上的取代或未取代的稠合多环芳香族基或者苯环和杂环总计为 3 个以上的取代或未取代的碳与苄基结合形成的稠合多环杂环基, Ar_1 和 Ar_2 可以相同或不同。 n 表示 1—10 的整数。)

[0280] 以上的基质材料中,优选葱衍生物,更优选单葱衍生物,特别优选非对称葱。

[0281] 蓝色系掺杂剂优选选自苯乙烯胺、胺取代苯乙烯化合物和含有缩合芳香族环的化合物的至少 1 种。此时,蓝色系掺杂剂也可以由不同的多种化合物构成。作为上述苯乙烯胺、胺取代苯乙烯化合物,例如可以举出用下述式 [20] 或者 [21] 表示的化合物;作为上述含有缩合芳香族环的化合物,例如可以举出用下述式 [22] 表示的化合物。

[0282] [化学式 21]

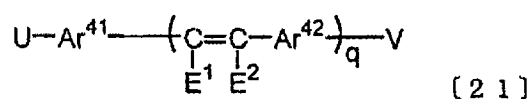
[0283]



[0284] [式中, Ar^{31} 、 Ar^{32} 和 Ar^{33} 彼此独立,表示碳原子数为 6 ~ 40 的取代或未取代的芳香族基, p 表示 1 ~ 3 的整数。而且,优选 Ar^{31} 、 Ar^{32} 和 Ar^{33} 的至少一个含有苯乙烯基,]

[0285] [化学式 22]

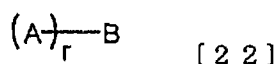
[0286]



[0287] [式中, Ar^{41} 和 Ar^{42} 彼此独立,表示碳原子数为 6 ~ 30 的亚芳基, E^1 和 E^2 彼此独立,表示碳原子数为 6 ~ 30 的芳基或烷基、氢原子或氰基, q 表示 1 ~ 3 的整数。 U 和 / 或 V 为含有氨基的取代基,该氨基优选为芳氨基。]

[0288] [化学式 23]

[0289]



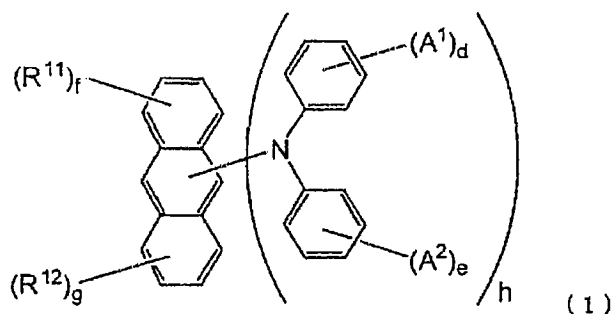
[0290] [式中, A 表示碳原子数为 1 ~ 16 的烷基或烷氧基、碳原子数为 6 ~ 30 的取代或未取代的芳基、碳原子数为 6 ~ 30 的取代或未取代的烷氨基、或碳原子数为 6 ~ 30 的取代或未取代的芳氨基, B 表示碳原子数为 10 ~ 40 的缩合芳香族环基, r 表示 1 ~ 4 的整数。]

[0291] 作为绿色系掺杂剂,可以使用与上述蓝色掺杂剂相同的芳胺化合物和 / 或苯乙烯胺化合物。优选绿色系发光的峰值波长为 500—550nm。

[0292] 优选使用式 (1) 表示的芳香族胺化合物作为绿色系掺杂剂。

[0293] [化学式 24]

[0294]



[0295] 在式(1)中, $A^1 \sim A^2$ 彼此独立, 表示氢原子、取代或未取代的碳原子数为 1~10 (优选碳原子数为 1~6) 的烷基、取代或未取代的环碳原子数为 5~50 (优选环碳原子数为 5~10) 的芳基、取代或未取代的环碳原子数为 3~20 (优选环碳原子数为 5~10) 的环烷基、取代或未取代的碳原子数为 1~10 (优选碳原子数为 1~6) 的烷氧基、取代或未取代的环碳原子数为 5~50 (优选环碳原子数为 5~10) 的芳氧基、取代或未取代的环碳原子数为 5~50 (优选环碳原子数为 5~20) 的芳氨基、取代或未取代的碳原子数为 1~10 (优选碳原子数为 1~6) 的烷氨基、或卤原子。

[0296] 作为 $A^1 \sim A^2$ 的取代或未取代的烷基, 例如可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基、叔丁基、戊基、己基、庚基、辛基、十八烷基、2-苯基异丙基、三氯甲基、三氟甲基、苄基、 α -苄氧基苄基、 α 、 α -二甲基苄基、 α 、 α -甲基苄基苄基、 α 、 α -二(三氟甲基)苄基、三苯基甲基、 α -苄氧基苄基等。

[0297] 作为 $A^1 \sim A^2$ 的取代或未取代的芳基, 例如可以举出苯基、2-甲基苯基、3-甲基苯基、4-甲基苯基、4-乙基苯基、联苯基、4-甲基联苯基、4-乙基联苯基、4-环己基联苯基、三联苯基、3,5-二氯苯基、萘基、5-甲基萘基、蒽基、茈基等。

[0298] 作为 $A^1 \sim A^2$ 的取代或未取代的环烷基, 例如可以举出环丙基、环丁基、环戊基、环己基、降冰片基(ノルボルネル)、金刚烷基等。

[0299] 作为 $A^1 \sim A^2$ 的取代或未取代的烷氧基, 例如可以举出甲氧基、乙氧基、丙氧基、异丙氧基、丁氧基、异丁氧基、仲丁氧基、叔丁氧基、各种戊氧基、各种己氧基等。

[0300] 作为 $A^1 \sim A^2$ 的取代或未取代的芳氧基, 例如可以举出苯氧基、甲苯氧基、萘氧基等。

[0301] 作为 $A^1 \sim A^2$ 的取代或未取代的芳氨基, 例如可以举出二苯基氨基、二甲苯基氨基、二萘基氨基、萘基苯基氨基等。

[0302] 作为 $A^1 \sim A^2$ 的取代或未取代的烷氨基, 例如可以举出二甲基氨基、二乙基氨基、二己基氨基等。

[0303] 作为 $A^1 \sim A^2$ 的卤原子, 例如可以举出氟原子、氯原子、溴原子等。

[0304] 另外, 在式(1)中, 不存在 A^1 和 A^2 均为氢原子的情况。

[0305] 在式(1)中, d 和 e 分别为 1~5 的整数, 优选为 1~3。在 d 、 e 分别为 2 以上的情况下, 多个 A^1 、 A^2 可以彼此相同或不同, 也可以彼此连接形成饱和或不饱和的环。另外, h 为 1~9 的整数, 优选为 1~3。

[0306] R^{11} 表示取代或未取代的碳原子数为 3~10 的仲烷或叔烷基、或者取代或未取代的碳原子数为 3~10 的仲或叔环烷基。

[0307] 作为 R^{11} 的取代或未取代的碳原子数为 3~10 的仲烷或叔烷基, 例如可以举出异

丙基、叔丁基、仲丁基、叔戊基、1-甲基丁基、1-甲基戊基、1,1'-二甲基戊基、1,1'-二乙基丙基、1-苄基-2-苯基乙基、1-甲氧基乙基、1-苯基-1-甲基乙基等。

[0308] 作为 R^{11} 的取代或未取代的碳原子数为 3 ~ 10 的仲或叔环烷基, 例如可以举出环戊基、环己基、降冰片基、金刚烷基等。

[0309] 在式 (1) 中, f 为 1 ~ 9 的整数, 优选为 1 ~ 3。在 f 为 2 以上的情况下, 多个 R^{11} 可以相同或不同。

[0310] R^{12} 表示氢原子、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 10 的烷基 (优选碳原子数为 1 ~ 6)、取代或未取代的环碳原子数为 5 ~ 50 的芳基 (优选环碳原子数为 5 ~ 10)、取代或未取代的环碳原子数为 3 ~ 20 的环烷基 (优选环碳原子数为 5 ~ 10)、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 10 的烷氧基 (优选碳原子数为 1 ~ 6)、取代或未取代的环碳原子数为 5 ~ 50 的芳氧基 (优选环碳原子数为 5 ~ 10)、取代或未取代的环碳原子数为 5 ~ 50 的芳氨基 (优选环碳原子数为 5 ~ 20)、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 10 的烷氨基 (优选碳原子数为 1 ~ 6)、或卤原子。

[0311] 作为 R^{12} 的取代或未取代的烷基、芳基、环烷基、烷氧基、芳氧基、芳氨基、烷氨基以及卤原子的具体例子, 可以举出与上述 $A^1 \sim A^2$ 同样的例子。

[0312] 在式 (1) 中, g 为 0 ~ 8 的整数, 优选为 0 ~ 2。

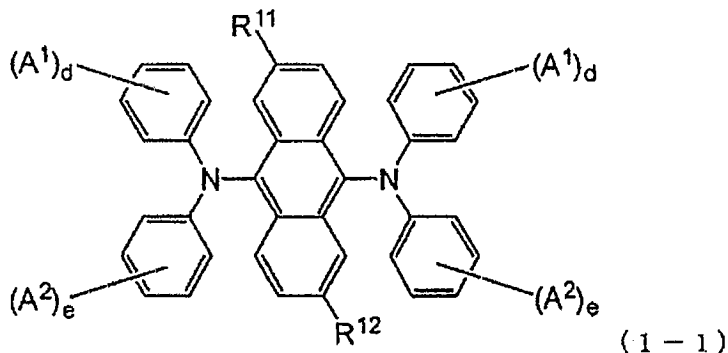
[0313] 当 g 为 2 以上时, 多个 R^{12} 可以相同或不同。

[0314] 另外, 在式 (1) 中, $f+g+h$ 为 2 ~ 10 的整数, 优选为 2 ~ 6。

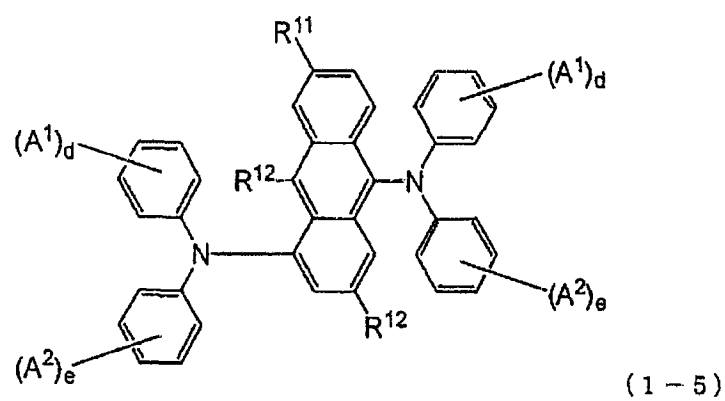
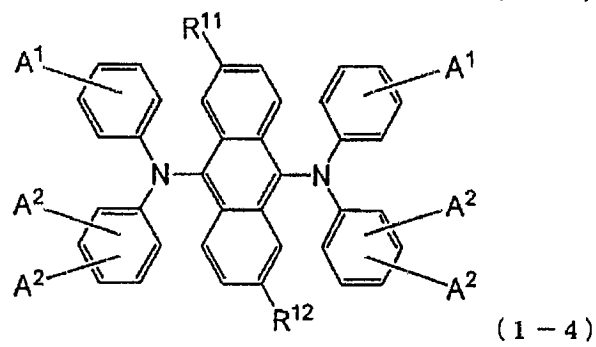
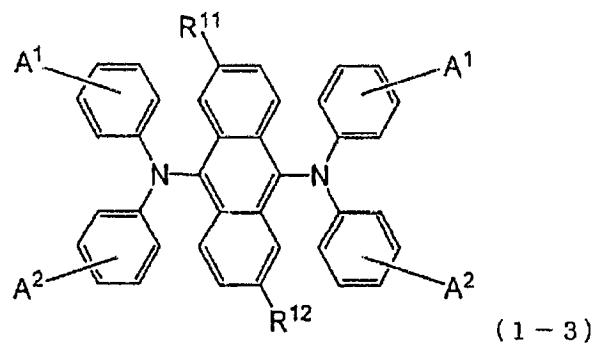
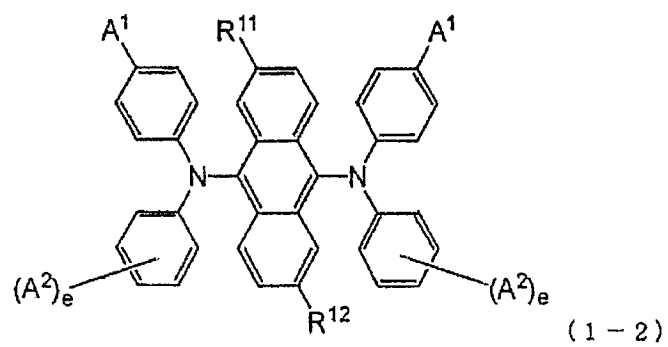
[0315] 作为芳香族胺化合物, 更优选式 (1-1) ~ (1-7) 表示的化合物。

[0316] [化学式 25]

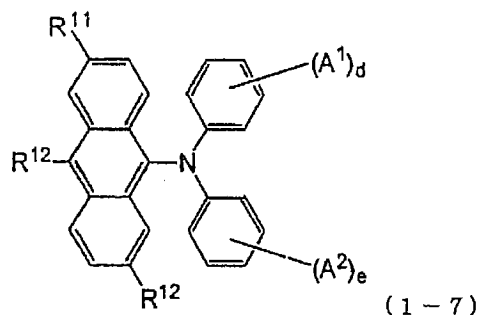
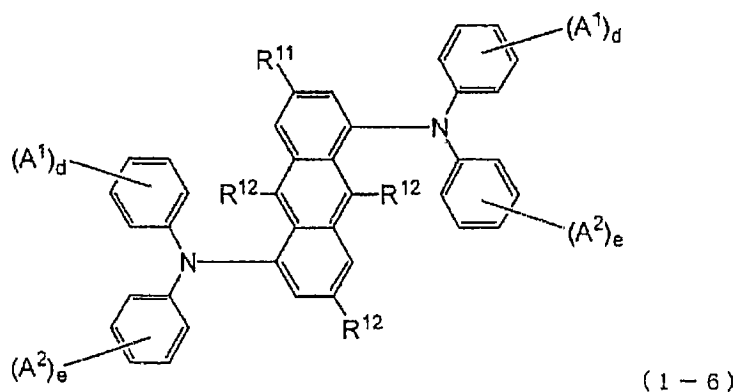
[0317]



[0318]



[0319]



[0320] [在式(1-1)~(1-7)中, A^1 、 A^2 、 d 、 e 、 R^{11} 以及 R^{12} 与式(1)相同。]

[0321] 第2发光层的膜厚优选为1—100nm,更优选为5—50nm。低于1nm时难以形成发光层,可能很难调整色度,而超过100nm时,驱动电压有可能上升。

[0322] 4. 第3发光层

[0323] 关于发光色,从能隙的关系出发优选第3发光层是绿色系发光层。优选绿色系发光的峰值波长是450—500nm。

[0324] 第3发光层的基质材料和掺杂剂可以使用上述的物质。基质材料优选与第2发光层相同的材料。

[0325] 第3发光层的膜厚优选为1—100nm,更优选为5—50nm。低于1nm时难以形成发光层,可能很难调整色度,而超过100nm时,驱动电压有可能上升。

[0326] 5. 其它有机层

[0327] (1) 第一有机层

[0328] 可以在阳极与第1发光层之间设置空穴注入层、空穴输送层、或者有机半导体层等作为第一有机层。空穴注入层或空穴输送层是有助于向发光层注入空穴并输送到发光区域的层,空穴迁移率大,电离能通常为5.5eV以下,较小。空穴注入层用于缓和能级的急剧变化等,是为调整能级而设置的。作为这样的空穴注入层或空穴输送层,优选以较低的电场强度向发光层输送空穴的材料,进而优选空穴的迁移率例如在施加 $10^4 \sim 10^6$ V/cm的电场时,至少为 10^{-6} cm²/V·秒以上的材料。作为形成空穴注入层或空穴输送层的材料,只要是具有上述优选性质的就没有特别限制,可以使用的材料任意选自以往在光传导材料中作为空穴的电荷输送材料而惯用的材料,或有机EL元件的空穴注入层中使用的公知的材料。

[0329] 作为这样的空穴注入层或空穴输送层的形成材料,具体而言,例如可以举出三唑衍生物(参考美国专利3,112,197号说明书等)、噁二唑衍生物(参考美国专利3,189,447号说明书等)、咪唑衍生物(参考特公昭37—16096号公报等)、聚芳基烷烃衍生物(参考美国专利3,615,402号说明书、美国专利第3,820,989号说明书、美国专利第3,542,544号

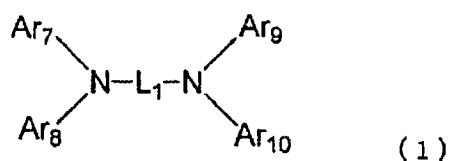
说明书、特公昭 45—555 号公报、特公昭 51—10983 号公报、特开昭 51—93224 号公报、特开昭 55—17105 号公报、特开昭 56—4148 号公报、特开昭 55—108667 号公报、特开昭 55—156953 号公报、特开昭 56—36656 号公报等)、吡唑啉衍生物以及吡唑啉酮衍生物(参考美国专利第 3, 180, 729 号说明书、美国专利第 4, 278, 746 号说明书、特开昭 55—88064 号公报、特开昭 55—88065 号公报、特开昭 49—105537 号公报、特开昭 55—51086 号公报、特开昭 56—80051 号公报、特开昭 56—88141 号公报、特开昭 57—45545 号公报、特开昭 54—112637 号公报、特开昭 55—74546 号公报等)、苯二胺衍生物(参考美国专利第 3, 615, 404 号说明书、特公昭 51—10105 号公报、特公昭 46—3712 号公报、特公昭 47—25336 号公报、特开昭 54—53435 号公报、特开昭 54—110536 号公报、特开昭 54—119925 号公报等)、芳基胺衍生物(参考美国专利第 3, 567, 450 号说明书、美国专利第 3, 180, 703 号说明书、美国专利第 3, 240, 597 号说明书、美国专利第 3, 658, 520 号说明书、美国专利第 4, 232, 103 号说明书、美国专利第 4, 175, 961 号说明书、美国专利第 4, 012, 376 号说明书、特公昭 49—35702 号公报、特公昭 39—27577 号公报、特开昭 55—144250 号公报、特开昭 56—119132 号公报、特开昭 56—22437 号公报、西德专利第 1, 110, 518 号说明书等)、氨基取代查耳酮衍生物(参考美国专利第 3, 526, 501 号说明书等)、噁唑衍生物(公开于美国专利第 3, 257, 203 号说明书等中的化合物)、苯乙烯葱衍生物(参考特开昭 56—46234 号公报等)、茚酮衍生物(参考特开昭 54—110837 号公报等)、脘衍生物(参考美国专利第 3, 717, 462 号说明书、特开昭 54—59143 号公报、特开昭 55—52063 号公报、特开昭 55—52064 号公报、特开昭 55—46760 号公报、特开昭 55—85495 号公报、特开昭 57—11350 号公报、特开昭 57—148749 号公报、特开平 2—311591 号公报等)、茛衍生物(参考特开昭 61—210363 号公报、特开昭第 61—228451 号公报、特开昭 61—14642 号公报、特开昭 61—72255 号公报、特开昭 62—47646 号公报、特开昭 62—36674 号公报、特开昭 62—10652 号公报、特开昭 62—30255 号公报、特开昭 60—93455 号公报、特开昭 60—94462 号公报、特开昭 60—174749 号公报、特开昭 60—175052 号公报等)、硅氮烷(silazane)衍生物(美国专利第 4, 950, 950 号说明书)、聚硅烷系(特开平 2—204996 号公报)、苯胺系共聚物(特开平 2—282263 号公报)、公开于特开平 1—211399 号公报的导电性高分子低聚物(特别是噻吩低聚物)。

[0330] 作为空穴注入层或者空穴输送层的材料,可以使用上述的物质,但是可以使用卟啉(ポルフィリン)化合物(公开于特开昭 63—2956965 号公报等中的化合物)、芳香族叔胺化合物和苯乙烯胺化合物(参考美国专利第 4, 127, 412 号说明书、特开昭 53—27033 号公报、特开昭 54—58445 号公报、特开昭 54—149634 号公报、特开昭 54—64299 号公报、特开昭 55—79450 号公报、特开昭 55—144250 号公报、特开昭 56—119132 号公报、特开昭 61—295558 号公报、特开昭 61—98353 号公报、特开昭 63—295695 号公报等)、芳香族叔胺化合物。另外,还可以列举在美国专利第 5, 061, 569 号中记载的在分子内具有两个缩合芳香族环的化合物、例如 4,4'—双(N—(1—萘基)—N—苯基胺基)、在特开平 4—308688 号公报中记载的三苯胺单元被连接成三个星爆(star burst)型的 4,4',4"—三(N—(3—甲基苯基)—N—苯基胺基)三苯胺等。此外,除了作为发光层材料所示过的所述芳香族二亚甲基类化合物以外,p 型 Si、p 型 SiC 等无机化合物也可以用作空穴注入层或者空穴输送层的材料。

[0331] 作为空穴输送材料优选下述通式(1)表示的上述芳香族胺衍生物。

[0332] [化学式 26]

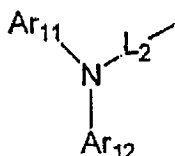
[0333]



[0334] [式中, L_1 是由取代或未取代的碳原子数 5—60 的亚芳基或者杂环基组成的二价基, Ar_7 — Ar_{10} 分别是取代或未取代的环原子数 5—50 的取代基或者下述通式表示的取代基。]

[0335] [化学式 27]

[0336]



[0337] (式中, L_2 是由取代或未取代的碳原子数 5—60 的亚芳基或者杂环基组成的二价基, Ar_{11} — Ar_{12} 分别是取代或未取代的环原子数 5—50 的取代基。)]

[0338] 作为 L_1 和 L_2 , 可列举亚联苯基、亚三联苯基、亚菲基或者亚芴基, 优选亚联苯基、亚三联苯基, 更优选为亚联苯基。

[0339] 作为 Ar_7 — Ar_{12} , 可列举联苯基、三联苯基、菲基、芴基、1—萘基、2—萘基或者苯基, 优选联苯基、三联苯基、1—萘基或者苯基。

[0340] 上述通式 (1) 表示的化合物优选为 Ar_7 — Ar_{10} 是相同的取代基的化合物。此时, Ar_7 — Ar_{10} 优选为联苯基、三联苯基, 更优选为联苯基。

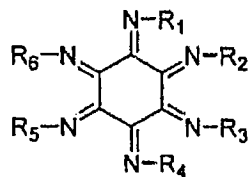
[0341] 另外, 上述通式 (1) 表示的化合物优选为 Ar_7 — Ar_{10} 的取代基之中 Ar_8 — Ar_{10} 是相同的取代基的化合物。此时, Ar_8 — Ar_{10} 优选联苯基、三联苯基, 更优选为联苯基, Ar_7 优选为联苯基、三联苯基、菲基、芴基、1—萘基、2—萘基或者苯基, 优选联苯基、三联苯基、1—萘基或者苯基。更优选 Ar_8 — Ar_{10} 为联苯基, Ar_7 为三联苯基、1—萘基。

[0342] 另外, 上述通式 (1) 表示的化合物优选为 Ar_7 — Ar_{10} 的取代基之中三个以上是不同的取代基的化合物。作为 Ar_7 — Ar_{12} 优选联苯基、三联苯基、菲基、芴基、1—萘基、2—萘基或者苯基, 优选联苯基、三联苯基、1—萘基或者苯基。更优选 Ar_9 — Ar_{10} 为联苯基, Ar_7 为三联苯基、1—萘基, Ar_8 是苯基。

[0343] 作为空穴注入层可以使用下述式的化合物。

[0344] [化学式 28]

[0345]

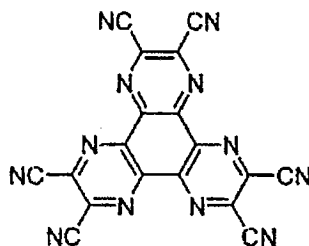


[0346] (式中, R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 表示取代或未取代的烷基、取代或未取代的芳基、取代或未取代的芳烷基、或者取代或未取代的杂环基。其中, R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 可以相同或不同。另外, R_1 和 R_2 , R_3 和 R_4 , R_5 和 R_6 , 或者 R_1 和 R_6 , R_2 和 R_3 , R_4 和 R_5 也可以形成稠合环。)

[0347] 更优选为下述的化合物。

[0348] [化学式 29]

[0349]



[0350] 该空穴注入层或者空穴输送层可以通过由上述材料中的一种或者二种以上组成的一层构成,另外,所述空穴注入层或者空穴输送层也可以是对由其他种类的化合物组成的空穴注入层或空穴输送层进行层叠而成的层。对空穴注入层或空穴输送层的膜厚没有特别限制,优选为 20 ~ 200nm。

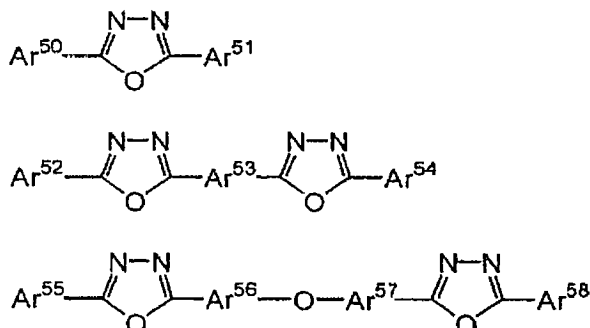
[0351] 有机半导体层是帮助空穴向发光层的注入或者电子向发光层的注入的层,适合使用具有 10^{-10} S/cm 以上的电导率的层。作为这种有机半导体层的材料,可以使用含噻吩低聚物或在特开平 8—193191 号公报中公开的含芳基胺低聚物等导电性低聚物、含芳基胺树枝状聚合物(デンドリマー)等导电性树枝状聚合物等。对有机半导体层的膜厚没有特别限制,优选为 10 ~ 1000nm。

[0352] (2) 第二有机层

[0353] 可以在阴极与第 2 发光层之间设置电子注入层或者电子输送层等作为第二有机层。电子注入层或电子输送层是帮助电子向发光层注入的层,电子迁移率大。电子注入层的设置目的在于缓和能级的急剧变化等能级的调整。作为在电子注入层或电子输送层中使用的材料,适合的是例如 8-羟基喹啉或者其衍生物的金属配位化合物、噁二唑衍生物、含氮杂环衍生物。作为上述 8-羟基喹啉或其衍生物的金属配位化合物的具体例子,可以使用含有喔星(oxine)(通常为 8-喹啉醇或 8-羟基喹啉)的螯合物的金属螯合喔星类(oxynoid)化合物,例如可以使用三(8-喹啉醇)铝等。还有,作为噁二唑衍生物,的例子,可以举出用下述式表示的电子传递性化合物。

[0354] [化学式 30]

[0355]

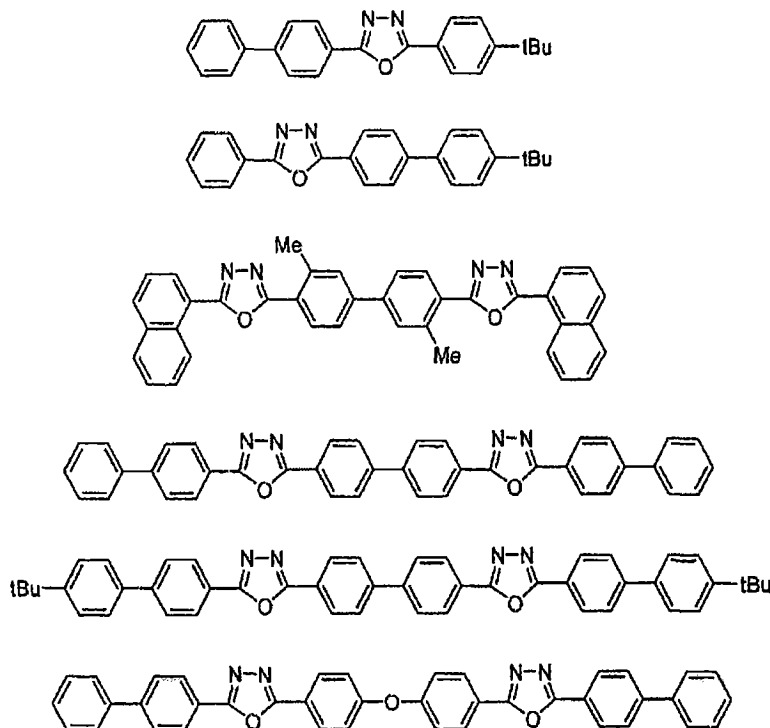


[0356] (式中, Ar^{50} 、 Ar^{51} 、 Ar^{52} 、 Ar^{54} 、 Ar^{55} 和 Ar^{58} 分别表示取代或未取代的芳基, Ar^{50} 和 Ar^{51} 、 Ar^{52} 和 Ar^{54} 、 Ar^{55} 和 Ar^{58} 彼此可以相同也可以不同。 Ar^{53} 、 Ar^{56} 和 Ar^{57} 分别表示取代或未取代的亚芳基, Ar^{56} 和 Ar^{57} 彼此可以相同也可以不同。)。作为这些式中的芳基,可以举出苯基、联苯基、萘基、茚基、茈基等。另外,作为亚芳基,可以举出亚苯基、亚萘基、亚联苯基、亚

蒎基、亚苈基、亚苈基等。另外,作为取代于这些基团的取代基的例子,可以举出碳原子数为 1~10 的烷基、碳原子数为 1~10 的烷氧基或氰基等。该电子传递化合物优选使用薄膜形成性良好的化合物。于是,作为这些电子传递性化合物的具体例子,可以举出下述的化合物。

[0357] [化学式 31]

[0358]



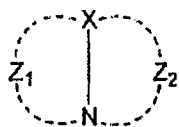
[0359] 作为含氮杂环衍生物,可列举含有下述 (a)~(c) 所示结构的、不是金属配位化合物的含氮化合物。

[0360] (a) 含有 =N—骨架的五元环或者六元环

[0361] (b)

[0362] [化学式 32]

[0363]

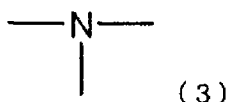


[0364] (式中, X 表示碳原子或者氮原子。Z₁ 和 Z₂ 分别独立地表示可以形成含氮杂环的原子群。)

[0365] (c)

[0366] [化学式 33]

[0367]



[0368] 另外,作为含氮杂环衍生物,可优选列举具有由五元环或者六元环组成的含氮芳香多环族且具有含有多个氮原子时位于不相邻的结合位的骨架的有机化合物。对于这种具

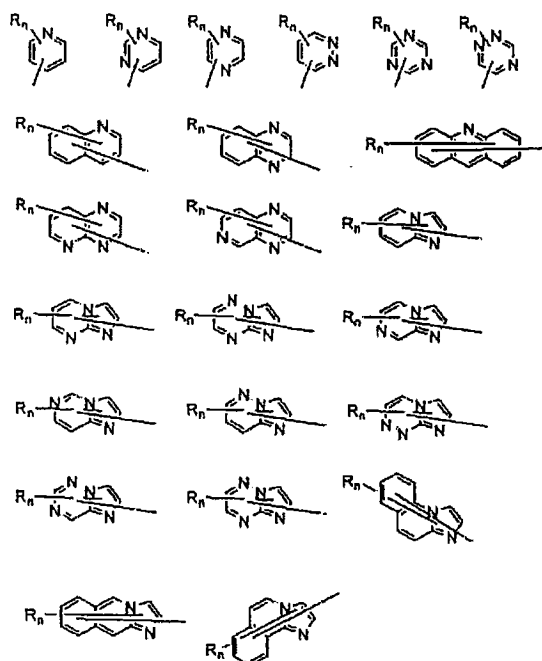
有多个氮原子的含氮芳香多环族的情况,可列举具有将上述 (a) 和 (b) 或者 (a) 和 (c) 组合形成的骨架的含氮芳香多环有机化合物。

[0369] 另外,作为含氮杂环衍生物,可列举下述 (d) — (g) 所示的化合物。

[0370] (d) 选自下式的含有含氮杂环基的含氮杂环衍生物。

[0371] [化学式 34]

[0372]



[0373] (式中, R 是碳原子数 6—40 的芳基、碳原子数 3—40 的杂芳基、碳原子数 1—20 的烷基或者碳原子数 1—20 的烷氧基, n 是 0—5 的整数, 当 n 是 2 以上的整数时, 多个 R 彼此可以相同或不同。)

[0374] (e) 进而, 作为优选的具体的化合物可列举下述式表示的含氮杂环衍生物。

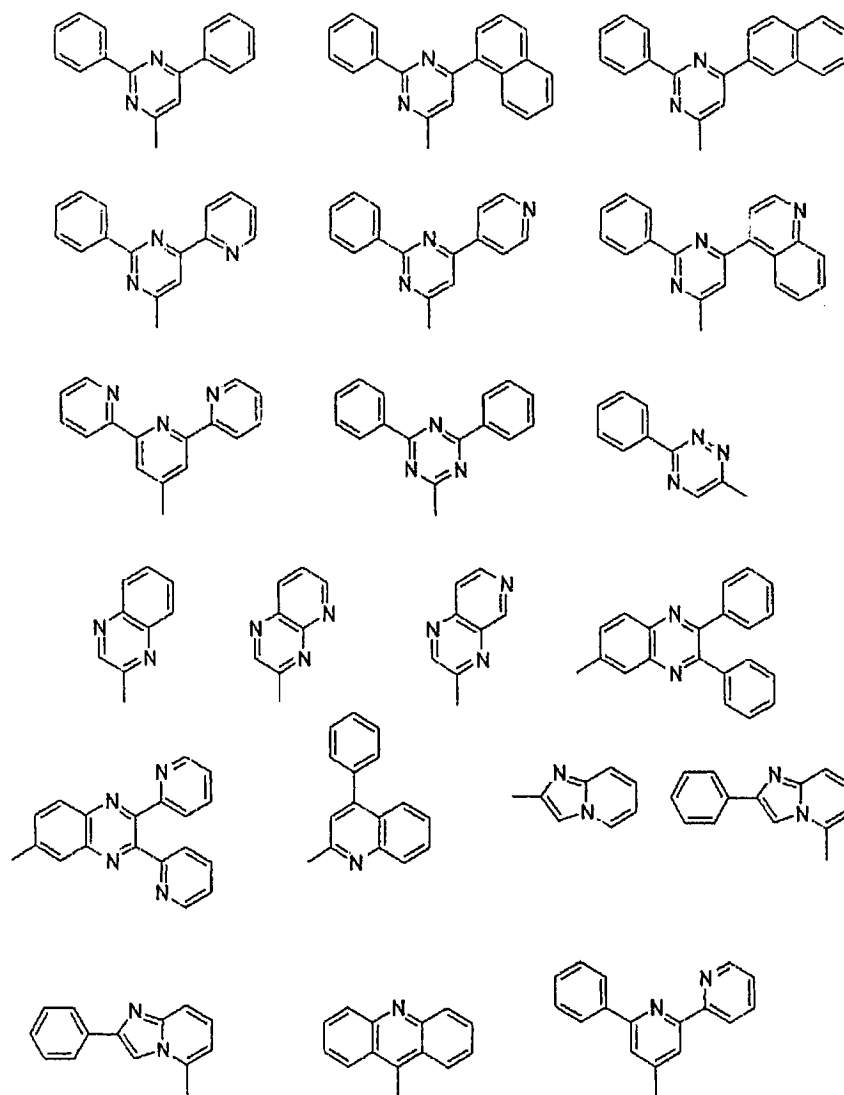
[0375] $\text{HAr}-\text{L}-\text{Ar}^{61}-\text{Ar}^{62}$

[0376] (式中, HAr 是可以具有取代基的碳原子数为 3 ~ 40 的含氮杂环, L 是单键、可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 40 的亚芳基或者可以具有取代基的碳原子数为 3 ~ 40 的杂亚芳基, Ar^{61} 是可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 40 的 2 价芳香族烃基, Ar^{62} 是可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 40 的芳基或可以具有取代基的碳原子数为 3 ~ 40 的杂芳基。)

[0377] 作为 HAr, 可列举下述的基团。

[0378] [化学式 35]

[0379]



[0380] 作为 L, 可列举下述的基团。

[0381] [化学式 36]

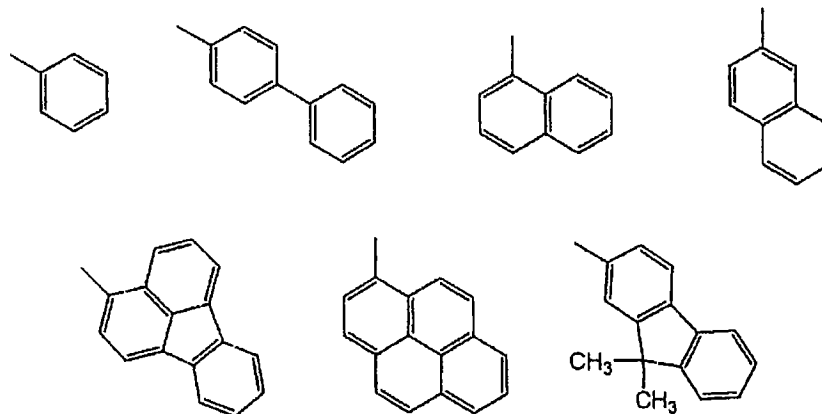
[0382]



[0383] 作为 Ar⁶², 可列举下述的基团。

[0384] [化学式 37]

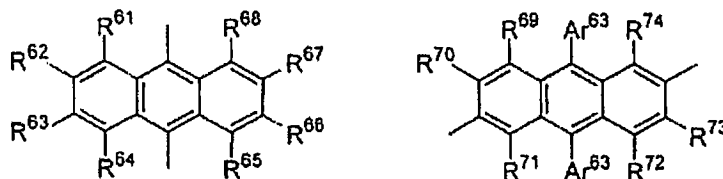
[0385]



[0386] 作为 Ar⁶¹, 可列举下述的基团。

[0387] [化学式 38]

[0388]



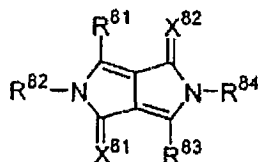
[0389] (式中, R⁶¹—R⁷⁴ 分别独立地是氢原子、卤原子、碳原子数 1—20 的烷基、碳原子数 1—20 的烷氧基、碳原子数 6—40 的芳氧基、可以具有取代基的碳原子数 6—40 的芳基或者碳原子数 3—40 的杂芳基, Ar⁶³ 分别是可以具有取代基的碳原子数 6—40 的芳基或者碳原子数 3—40 的杂芳基。)

[0390] 优选 R⁶¹—R⁷⁴ 都是氢原子。

[0391] (f) 特开平 9—3448 记载的下述化合物

[0392] [化学式 39]

[0393]

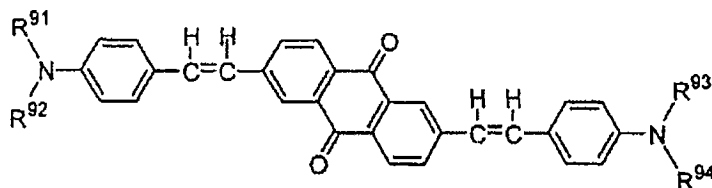


[0394] (式中, R⁸¹—R⁸⁴ 分别独立地是氢原子、取代或未取代的脂肪族基、取代或未取代的脂环基、取代或未取代的碳环式芳香族环基、取代或未取代的杂环基, X⁸¹, X⁸³ 分别独立地表示氧原子、硫原子或者二氰基亚甲基。)

[0395] (g) 特开 2000—173774 记载的下述化合物

[0396] [化学式 40]

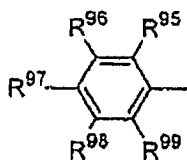
[0397]



[0398] [式中, R⁹¹、R⁹²、R⁹³ 和 R⁹⁴ 是彼此相同或不同的基, 是下述式表示的芳基。

[0399] [化学式 41]

[0400]



[0401] (式中, R⁹⁵, R⁹⁶, R⁹⁷, R⁹⁸ 和 R⁹⁹ 是彼此相同或不同的基, 是氢原子、或者它们中的至少一个是饱和或不饱和烷氧基、烷基、氨基或者烷基氨基。)]

[0402] (h) 还可以是含有该含氮杂环基或者含氮杂环衍生物的高分子化合物。

[0403] 对电子注入层或电子输送层的膜厚没有特别限定, 优选为 1 ~ 100nm。

[0404] 作为最靠近阳极的有机层的第一发光层或者第一有机层优选含有氧化剂。优选的氧化剂是吸电子性或者电子受体。吸电子性或者电子受体优选为具有吸电子性的取代基或者缺电子的环的有机化合物。

[0405] 作为吸电子性的取代基,可列举例如卤素、CN—、羰基、芳基硼基等。

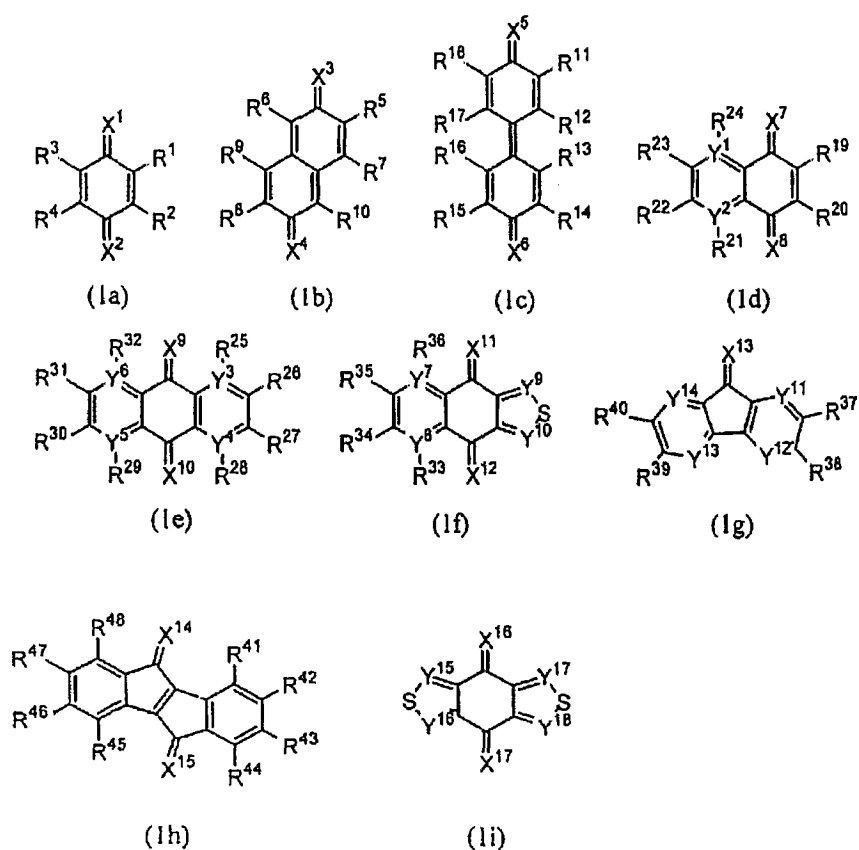
[0406] 作为缺电子的环,可列举例如选自 2—吡啶基、3—吡啶基、4—吡啶基、2—喹啉基、3—喹啉基、4—喹啉基、2—咪唑基、4—咪唑基、3—吡唑基、4—吡唑基、哒嗪、嘧啶、吡嗪、肉喹、酞嗪、喹啉、喹噁啉、3—(1,2,4—N)—三唑基、5—(1,2,4—N)—三唑基、5—四唑基、4—(1—O,3—N)—噁唑、5—(1—O,3—N)—噁唑、4—(1—S,3—N)—噁唑、5—(1—S,3—N)—噁唑、2—苯并恶唑、2—苯并噁唑、4—(1,2,3—N)—苯并三唑、以及苯并咪唑的化合物等,并不一定限于这些。

[0407] 优选路易斯酸、各种醌衍生物、二氰基喹啉并二甲烷衍生物、由芳香族胺和路易斯酸形成的盐类。

[0408] 更优选为醌型衍生物,可列举下述式 (1a)—(1i) 所示的化合物。更优选为 (1a)、(1b) 所示的化合物。

[0409] [化学式 42]

[0410]

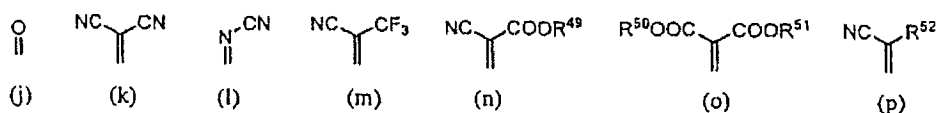


[0411] 式 (1a)—(1i) 中, $R^1—R^{48}$ 分别是氢、卤素、氟代烷基、氰基、烷氧基、烷基或者芳基。优选氢、氰基。

[0412] 式 (1a)—(1i) 中, $X^1—X^{17}$ 是吸电子基,分别独立地由下述式 (j)—(p) 的结构任何一种组成。优选是 (j)、(k)、(l) 的结构。

[0413] [化学式 43]

[0414]



[0415] (式中, $\text{R}^{49}-\text{R}^{52}$ 分别是氢、氟代烷基、烷基、芳基或者杂环, R^{50} 和 R^{51} 也可以形成环。)

[0416] 式 (1a) — (1i) 中, Y^1-Y^{28} 分别独立地是 $-\text{N}=\text{C}$ 或者 $-\text{CH}=\text{C}$ 。

[0417] 作为 R^1-R^{48} 的卤素, 优选氟、氯。

[0418] 作为 R^1-R^{48} 的氟代烷基, 优选三氟甲基、五氟乙基。

[0419] 作为 R^1-R^{48} 的烷氧基, 优选甲氧基、乙氧基、异丙氧基、叔丁氧基。

[0420] 作为 R^1-R^{48} 的烷基, 优选甲基、乙基、丙基、异丙基、叔丁基、环己基。

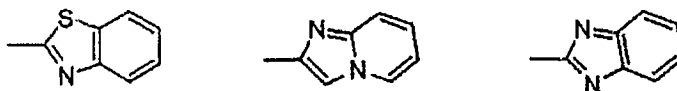
[0421] 作为 R^1-R^{48} 的芳基, 优选苯基、萘基。

[0422] $\text{R}^{49}-\text{R}^{52}$ 的氟代烷基、烷基、芳基与 R^1-R^{48} 相同。

[0423] 作为 $\text{R}^{49}-\text{R}^{52}$ 的杂环, 优选下述式表示的取代基。

[0424] [化学式 44]

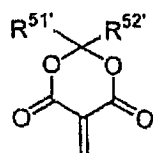
[0425]



[0426] 当 R^{50} 和 R^{51} 形成环时, X 优选为下述式表示的取代基。

[0427] [化学式 45]

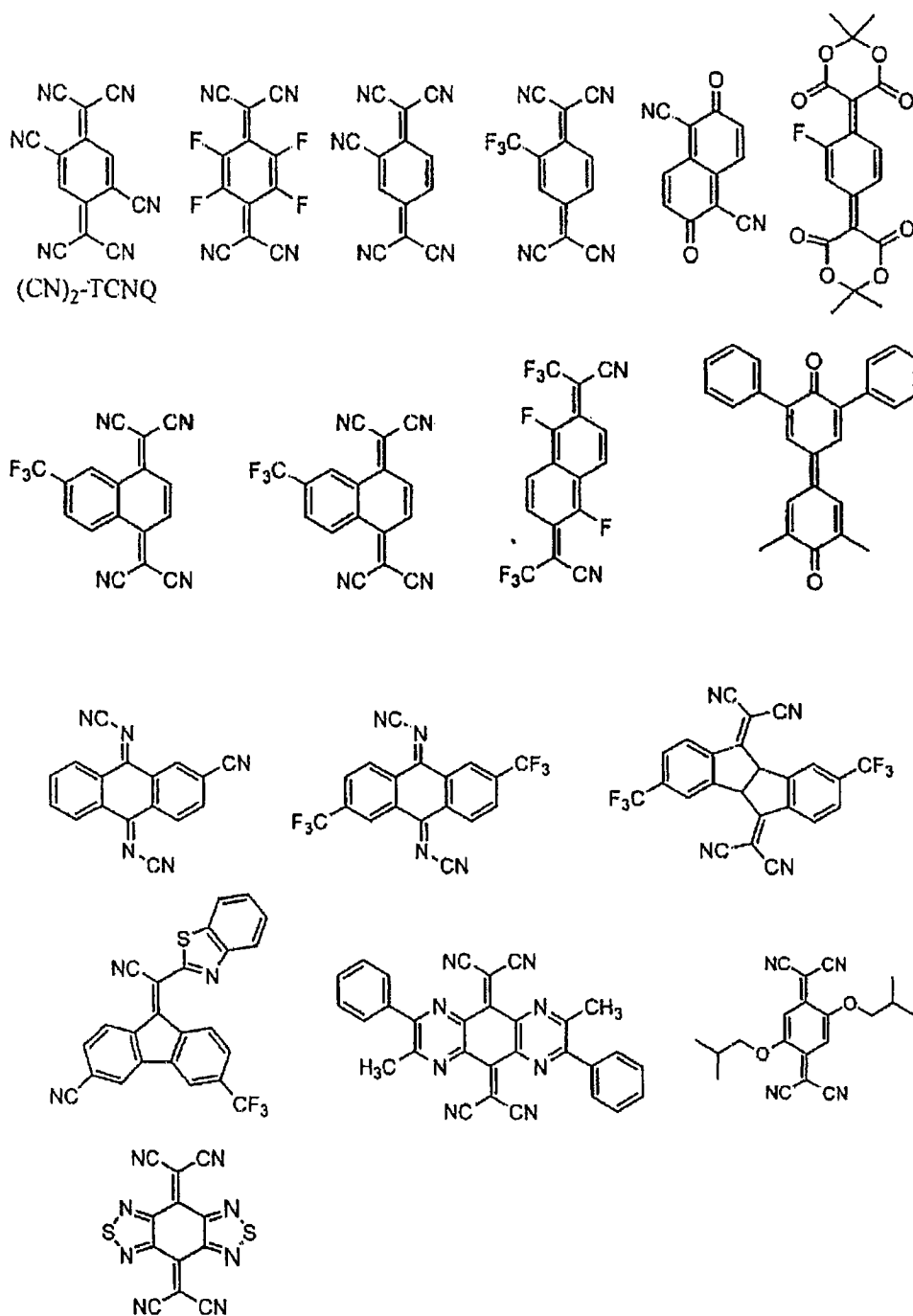
[0428]



[0429] (式中, $\text{R}^{51'}$ — $\text{R}^{52'}$ 分别是甲基、乙基、丙基、叔丁基。) 作为酰型衍生物的具体例, 可列举以下的化合物。

[0430] [化学式 46]

[0431]



[0432] 作为最靠近阴极的有机层的第2发光层或者第二有机层优选含有还原剂。作为优选的还原剂,可以是碱金属、碱土类金属、碱金属氧化物、碱土类氧化物、稀土类氧化物、碱金属卤化物、碱土类卤化物、稀土类卤化物、由碱金属和芳香族化合物形成的络合物。特别优选的碱金属是Cs、Li、Na、K。

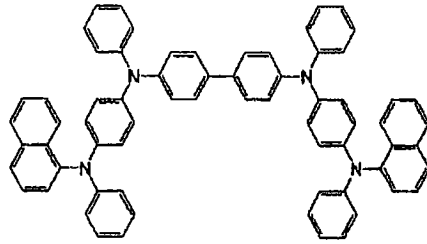
[0433] 本发明中,空穴输送层(空穴注入层)可以使用与上述的电荷阻挡层相同的材料形成。由此,可以减少制作有机EL元件方面使用的材料种类,在工业生产中有利于降低成本。

[0434] 实施例

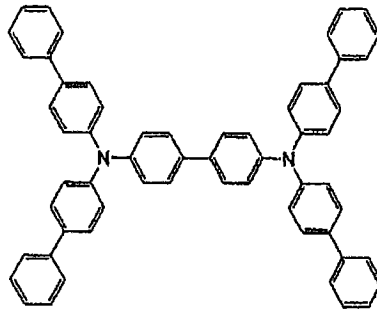
[0435] 下面示出了实施例和比较例中使用的化合物。

[0436] [化学式47]

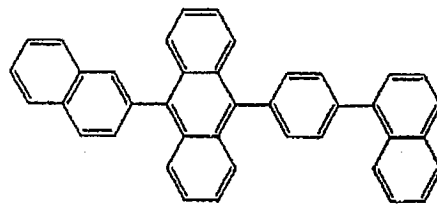
[0437]



H I

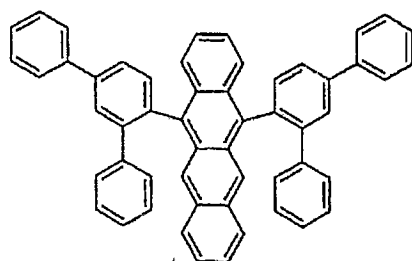
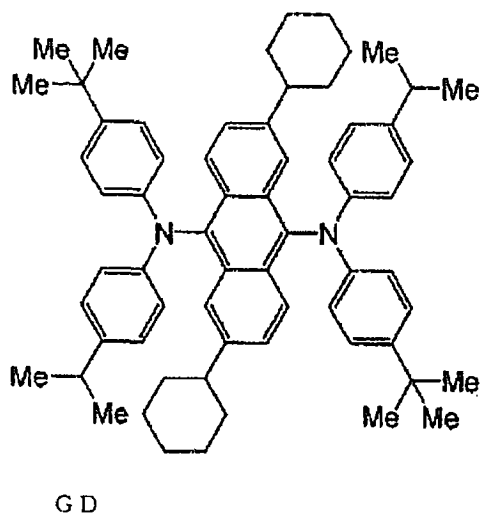
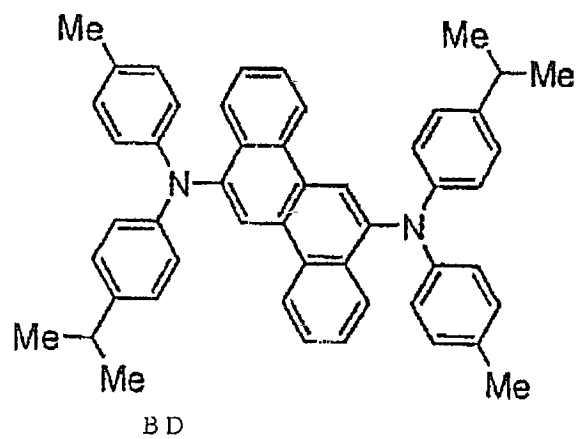


H T



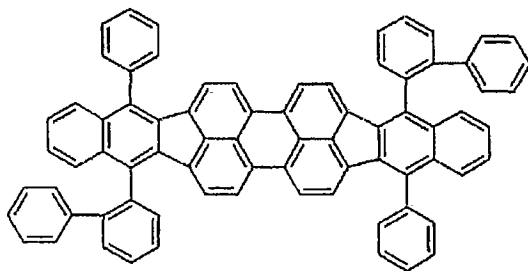
B H

[0438]

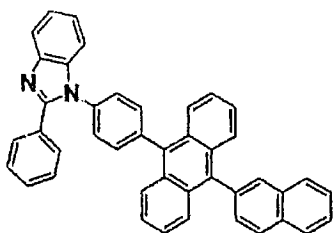


[0439]

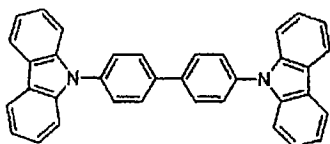
R H



R D



E T



C B P

[0440] 上述化合物的能隙 (E_g)、电离势 (I_p)、亲和水平 (A_f) 示于表 1 中。

[0441] [表 1]

[0442]

化合物	I_p (eV)	E_g (eV)	A_f (eV)
BH	5.8	3.0	2.8
BD	5.5	2.8	2.7
GD	5.6	2.5	3.1
RH	5.6	2.4	3.2
RD	5.5	2.1	3.4
ET	5.71	2.98	2.73
HT	5.36	3.06	2.3
HI	5.3	3.3	2.0
CBP	5.86	3.45	2.41

[0443] 化合物的特性测量方法如下。

[0444] (1) 能隙 (E_g)

[0445] 使用紫外·可见分光光度计 (岛津制, UV-3100PC), 测量材料溶液 (溶剂: 甲苯) 的紫外—可见光吸收光谱, 把由其长波长侧切线计算出的光学禁带宽度作为能隙 (E_g)。

[0446] (2) 电离势 (I_p)

[0447] 使用大气光电子分光测量装置 (理研计器公司制, AC-1) 进行测量。相对于照射至材料 (粉末) 的紫外线的能量, 将释放出的光电子乘以 1/2 进行画图, 把释放光电子的能量临界值作为电离势 (I_p)。

[0448] (3) 亲和水平 (A_f)

[0449] $Af = IP - Eg$

[0450] (4) 驱动电压

[0451] 在 ITO 和 Al 间通电, 测量电流密度为 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 时的电压 (单位: V)。

[0452] (5) 发光效率

[0453] 用分光放射亮度计 CS1000A (尤尼卡米诺尔塔 (コニカミノルタ) 社制) 测量施加 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 电流密度时的 EL 光谱, 从而计算出发光效率 (单位: cd/A)。

[0454] (6) CIE1931 色度

[0455] 用分光放射亮度计 CS1000A (尤尼卡米诺尔塔社制) 测量施加 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 电流密度时的 EL 光谱, 从而测量 CIE1931 色度 (x, y)。

[0456] (7) 外部量子效率

[0457] 用分光放射亮度计 CS1000A (尤尼卡米诺尔塔社制) 测量施加 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 电流密度时的 EL 光谱, 按照下述式进行计算。

[0458] [数学式 1]

[0459] $\text{EQE}(\%) = \text{将} (\text{分光放射强度} \div \text{光子的能量}) \text{用光子的波长进行积分后再通过立体角进行积分} / (\text{电流密度} \div \text{电子的元电荷})$

[0460] 实施例 1

[0461] (有机 EL 元件的形成)

[0462] 将 $25\text{mm} \times 75\text{mm} \times 1.1\text{mm}$ 厚的带有 ITO 透明电极 (阳极) 的玻璃基板 (帝奥玛德克 (ジオマテイク) 社制) (ITO 的膜厚 130nm), 在异丙醇中进行超声波洗涤 5 分钟, 然后进行 UV 臭氧洗涤 30 分钟。将洗涤后的带有透明电极线的玻璃基板安装在真空蒸镀装置的基板架上, 首先使膜厚为 60nm 的 HI 膜成膜, 以在形成有透明电极线的一侧的面上覆盖上述透明电极。该 HI 膜可作为空穴注入层起作用。接着在 HI 膜的成膜之后, 在该 HI 膜上使膜厚为 15nm 的 HT 膜成膜。该 HT 膜可作为空穴输送层起作用。

[0463] 进而, 接着 HT 膜的成膜之后, 按照 5nm 膜厚使 RH ($E_g: 2.4\text{eV}$) 和 RD 蒸镀成膜, 以便 RD 为 0.5 重量%, 从而形成第 1 发光层 ($I_p/A_f (\text{eV}) = 5.6/3.2$)。该第 1 发光层进行红色发光。接着, 使作为电荷阻挡层的膜厚 5nm 的 HT 膜 ($I_p/A_f [\text{eV}] = 5.36/2.3$) 成膜。在电荷阻挡层上使 BH 和 BD 蒸镀成膜, 以便 BD 为 7.5 重量%, 从而形成膜厚 40nm 的蓝色发光层 (第 2 发光层) ($I_p/A_f [\text{eV}] = 5.8/2.8$)。在该膜上, 使作为电子输送层的膜厚为 20nm 的三 (8-羟基喹啉) 铝膜 (Alq_3 膜) 成膜。然后, 使作为电子注入层的 LiF 膜形成 1.6nm 。在该 LiF 膜上蒸镀 150nm 的金属 Al 并形成金属阴极, 从而形成有机 EL 发光元件。

[0464] (有机 EL 元件的评价)

[0465] 图 5 中示出了由实施例 1 制作的第 1 发光层、第 1 电荷阻挡层、第 2 发光层的能级。对得到的有机 EL 发光元件的特性进行测量。结果示于表 2。

[0466] 比较例 1

[0467] 除了在实施例 1 中, 在形成第 1 发光层之后, 不形成电荷阻挡层以外, 与实施例 1 相同地形成有机 EL 发光元件。对得到的有机 EL 发光元件, 与实施例 1 相同地进行测量。测量结果示于表 2。

[0468] 比较例 2

[0469] 除了在比较例 1 中, 使空穴输送层的厚度为 10nm , 使第 1 发光层的厚度为 40nm , 使

电子输送层的厚度为 30nm, 省略第二发光层的成膜以外, 与比较例 1 相同地形成有机 EL 发光元件。对得到的有机 EL 发光元件, 与实施例 1 相同地进行测量。测量结果示于表 2。

[0470] 比较例 3

[0471] 除了比较例 1 中, 使空穴输送层的厚度为 20nm, 使第二发光层的厚度为 40nm, 省略第 1 发光层的成膜以外, 与比较例 1 相同地形成有机 EL 发光元件。对得到的有机 EL 发光元件, 与实施例 1 相同地进行测量。测量结果示于表 2。

[0472] 比较例 4

[0473] 除了在实施例 1 中, 按照 5nm 厚度使 ET 膜 ($I_p/A_f[eV] = 5.71/2.73$) 成膜, 以代替作为电荷阻挡层的 HT 以外, 与实施例 1 相同地形成有机 EL 发光元件。图 6 中示出了由比较例 4 制作的第 1 发光层、第 1 电荷阻挡层、第 2 发光层的能级。对得到的有机 EL 发光元件, 与实施例 1 相同地进行测量。测量结果示于表 2。

[0474] 实施例 2

[0475] 除了在实施例 1 中, 在以 10nm 膜厚形成第 2 发光层之后, 作为第 3 发光层, 按照 30nm 膜厚使 BH 和 GD 蒸镀成膜 ($I_p/A_f[eV] = 5.8/2.8$), 以便 GD 为 10 重量%, 由此形成绿色系发光层之后形成 Alq_3 层 (电子输送层) 以外, 与实施例 1 相同地形成有机 EL 发光元件。对得到的有机 EL 发光元件, 与实施例 1 相同地进行测量。测量结果示于表 2。

[0476] 比较例 5

[0477] 除了在实施例 2 中, 按照 5nm 厚度使 CBP 膜 ($I_p/A_f[eV] = 5.86/2.14$) 成膜, 以代替作为电荷阻挡层的 HT 以外, 与实施例 2 相同地形成有机 EL 发光元件。图 7 中示出了由比较例 5 制作的第 1 发光层、第 1 电荷阻挡层、第 2 发光层的能级。对得到的有机 EL 发光元件, 与实施例 1 相同地进行测量。测量结果示于表 2。

[0478] 实施例 3

[0479] 除了在实施例 1 中, 使 HT 和 GD 蒸镀成膜 ($I_p/A_f[eV] = 5.36/2.3$), 以便 GD 为 10 重量%, 以代替作为电荷阻挡层的 HT, 且把第二发光层的厚度规定为 40nm 以外, 与实施例 1 相同地形成有机 EL 发光元件。

[0480] 对得到的有机 EL 发光元件, 与实施例 1 相同地进行测量。测量结果示于表 2。

[0481] 实施例 4

[0482] 除了在实施例 2 中, 使 HT 和 GD 蒸镀成膜 ($I_p/A_f[eV] = 5.36/2.3$), 以便 GD 为 5 重量%, 以代替作为电荷阻挡层的 HT, 且把第二发光层、第三发光层的厚度分别规定为 15nm、25nm 以外, 与实施例 2 相同地形成有机 EL 发光元件。

[0483] 对得到的有机 EL 发光元件, 与实施例 1 相同地进行测量。测量结果示于表 2。

[0484] [表 2]

[0485]

	第 1 发光层 Ip/Af (eV)	第 1 电荷阻挡层 Ip/Af (eV)	第 2 发光层 Ip/Af (eV)	第 3 发光层 Ip/Af (eV)	电压 V	色度 x	色度 y	L/J cd/A	外部量子效率 %
实施例 1	RH:RD 5.6/3.2	HT 5.36/2.3	BH:BD 5.8/2.8	—	7.2	0.27	0.26	11.6	7.6
比较例 1	RH:RD 5.6/3.2	—	BH:BD 5.8/2.8	—	7.6	0.50	0.31	10.4	8.0
比较例 2	RH:RD 5.6/3.2	—	—	—	5.2	0.65	0.34	8.2	6.4
比较例 3	—	—	BH:BD 5.8/2.8	—	7.2	0.14	0.19	8.8	6.3
比较例 4	RH:RD 5.6/3.2	ET 5.71/2.73	BH:BD 5.8/2.8	—	7.8	0.55	0.32	7.4	5.8
实施例 2	RH:RD 5.6/3.2	HT 5.36/2.3	BH:BD 5.8/2.8	BH:GD 5.8/2.8	7.3	0.32	0.39	16.7	7.7
比较例 5	RH:RD 5.6/3.2	CBP 5.86/2.41	BH:BD 5.8/2.8	BH:GD 5.8/2.8	7.5	0.45	0.43	15	7.1
实施例 3	RH:RD 5.6/3.2	HT:GD 5.36/2.3	BH:BD 5.8/2.8	—	6.9	0.32	0.33	14	7.8
实施例 4	RH:RD 5.6/3.2	HT:GD 5.36/2.3	BH:BD 5.8/2.8	BH:GD 5.8/2.8	7.1	0.35	0.41	16.6	7.5

[0486] 实施例 1 中,将比较例 2 的红色发光、比较例 3 的蓝色发光进行组合。通过把能隙小的红色发光层设定为阳极侧的第 1 发光层,把能隙大的蓝色发光层设定为第 2 发光层,在

其间设置亲和水平小的电荷阻挡层,由此使外部量子效率比各个单色都高,而且可以获得良好的白色发光(图5)。

[0487] 在实施例2中,相对于实施例1进一步加入绿色发光层作为第3发光层,虽为同等的外部量子效率但获得了电流效率更高且良好的白色发光。

[0488] 在实施例3中,相对于实施例1在电荷阻挡层中进一步掺杂了绿色发光材料,在同等的外部量子效率条件下获得了良好的白色发光。

[0489] 在比较例4中,由于设置了亲和水平大的电子输送性的电荷阻挡层,进一步增强了红色,而且效率也下降了(图6)。

[0490] 在比较例5中,由于设置了电离势大且亲和水平小的电荷阻挡层,所以空穴滞留在第1发光层,相对于实施例2,红色被增强,未能获得良好的白色发光(图7)。

[0491] 在比较例1中,在亮度10—10000cd/m²的范围内,CIE1931色度(x,y)距白色附近(0.33,0.33)相隔较远,红色增强,得到的并不是良好的白色。实施例1—4的色度(x,y)在白色附近,可以获得良好的白色发光。特别是实施例3在亮度10—10000cd/m²的范围内色度(x,y)的变化比实施例1—2、实施例4小,进而获得了良好的白色发光(图8、图9)。

[0492] 比较例6

[0493] 除了将第1发光层、电子阻挡层、第2发光层的组成如表3所示地改变以外,与实施例1相同地制作有机EL元件。即,把电荷阻挡层的阴极侧作为红色发光层。然后,使用Af为3.1eV左右的胺空穴输送材料(GD)作为电荷阻挡层。对得到的有机EL发光元件,与实施例1相同地进行测量。测量结果示于表3。

[0494] (CIE_x, CIE_y) = (0.657, 0.340),只有第2发光层的红色进行发光。另外,发光效率也差。

[0495] 比较例7

[0496] 除了将第1发光层、第2发光层的组成如表3所示地改变以外,与实施例1相同地制作有机EL元件。即,与上述比较例6相同地把电荷阻挡层的阴极侧作为红色发光层。在这里,使第1发光层的基质材料的Af高于电荷阻挡层的Af。对得到的有机EL发光元件,与实施例1相同地进行测量。测量结果示于表3。

[0497] (CIE_x, CIE_y) = (0.657, 0.340),只有第2发光层的红色进行发光,发光效率也差。此时发光也仅为红色,在第1发光层(蓝色)中未能注入电子,没有成为良好的白色。

[0498] 如上所述,由上述两个比较例可知,当第2发光层的基质材料的E_g小于第1发光层的基质材料的E_g时,无论怎样设计电荷阻挡层的Af也不能获得发光上的平衡。

[0499] 因此,第2发光层的E_g必须大于第1发光层的E_g。

[0500] 比较例8

[0501] 除了将第1发光层、电荷阻挡层、第2发光层的组成如表3所示地改变以外,与实施例1相同地制作有机EL元件。即,把第1发光层设定为绿色,把第2发光层设定为蓝色。然后,在电荷阻挡层中掺杂红色(RD)。对得到的有机EL发光元件,与实施例1相同地进行测量。测量结果示于表3。

[0502] 由色度数据可知,在电荷阻挡层/第2发光层的界面上再结合的能量移向蓝色掺杂剂和红色掺杂剂进行发光,但是由于能量不会由红色移向绿色,所以几乎看不到绿色的发光。

[0503] 比较例 9

[0504] 除了将第 1 发光层、电荷阻挡层、第 2 发光层的组成如表 3 所示地改变以外,与实施例 1 相同地制作有机 EL 元件。即,把第 1 发光层设定为蓝色,把第 2 发光层设定为红色,在电荷阻挡层中掺杂绿色。对得到的有机 EL 发光元件,与实施例 1 相同地进行测量。测量结果示于表 3。

[0505] 如色度数据所示,基本上只有红色发光。

[0506] 如实施例 3 和比较例 8、9 所示,要想构成平衡较好的 3 种波长的白色,优选将发光较弱的蓝色尽量设置在再结合区域。因此,蓝色为第 2 发光层。从基质材料的平衡考虑,在第 1 发光层设置红色。由该结构可以获得平衡较好的白色。

[0507] 另外,如果在电荷阻挡层中掺杂绿色,则可以利用在电荷阻挡层和第 2 发光层的界面区域产生的激子能量发出绿光。此外,由于在第 1 和第 2 发光层的界面上在构成再结合区域的电荷阻挡层中掺杂了绿色,绿色的发光稳定。在发光平衡被破坏时,可见度高的绿色很快就会被肉眼发现。因此,通过将绿色设置在平衡最好的位置上,可以形成色偏离小的白色。

[0508] 实施例 5

[0509] 除了将第 2 发光层、第 3 发光层的组成如表 3 所示地改变以外,与实施例 2 相同地制作有机 EL 元件。对得到的有机 EL 发光元件,与实施例 1 相同地进行测量。测量结果示于表 3。

[0510] 如色度数据所示,在 460nm 附近的蓝色的发光较弱,未能形成适合的白色发光。原因是虽在电荷阻挡层 / 第 2 发光层 (绿色) 界面附近进行再结合而进行绿色发光,但是由于能量难以向蓝色发光层移动,所以蓝色的发光变弱。

[0511] 由实施例 2 和实施例 5 的对比可知,在实施例 2 中,使第 2 发光层的再结合能量移向第 3 发光层时而使第 3 发光层的绿色发光。在实施例 2 中,通过将绿色相对于蓝色设置在阴极侧,可以使电子对蓝色的注入达到平衡。这是因为绿色掺杂剂为电子捕获器。由此,可以实现整体上取得了平衡的白色元件结构。

[0512] [表 3]

[0513]

	第 1 发光层 Ip/Af (eV)	第 1 电荷阻挡层 Ip/Af(eV)	第 2 发光层 Ip/Af (eV)	第 3 发光层 Ip/Af (eV)	色度 x	色度 y	L/J cd/A	外部量子效率%
比较例 6	BH:BD 5.8/2.8	GD 5.6/3.1	RH:RD 5.6/3.2	—	0.657	0.340	6.26	4.88
比较例 7	BH:BD 5.8/2.8	HT 5.36/2.3	RH:RD 5.6/3.2	—	0.657	0.340	6.76	5.28
比较例 8	BH:GD 5.8/2.8	HT:RD 5.36/2.3	BH:BD 5.8/2.8	—	0.245	0.227	8.51	6.15
比较例 9	BH:BD 5.8/2.8	HT:GD 5.36/2.3	RH:RD 5.6/3.2	—	0.658	0.339	6.84	5.40
实施例 5	RH:RD 5.6/3.2	HT 5.36/2.3	BH:GD 5.8/2.8	BH:BD 5.8/2.8	0.376	0.508	17.92	6.44

[0514] 实施例 6

[0515] (彩色发光装置)

[0516] 在 112mm×143mm×1.1mm 的支撑基板 (0A2 玻璃:日本电气硝子社制) 上旋

涂作为黑色矩阵 (BM) 的材料的 V259BK (新日铁化学社制), 通过可形成为开口尺寸为 $68\ \mu\text{m} \times 285\ \mu\text{m}$ 的格子状图案的掩膜进行紫外线曝光, 用 2% 碳酸钠水溶液进行显影后, 在 200°C 下进行烘焙, 形成黑色矩阵 (膜厚 $1.5\ \mu\text{m}$) 的图案。

[0517] 接着, 旋涂作为蓝色滤色器材料的 V259B (新日铁化学社制), 通过可得到 320 个长方形 ($100\ \mu\text{m}$ 线, $230\ \mu\text{m}$ 间距) 条纹图案的光掩膜, 根据 BM 位置进行紫外线曝光, 用 2% 碳酸钠水溶液进行显影后, 在 200°C 下进行烘焙, 形成蓝色滤色器 (膜厚 $1.5\ \mu\text{m}$) 图案。

[0518] 接着, 旋涂作为绿色滤色器材料的 V259G (新日铁化学社制), 通过可得到 320 个长方形 ($100\ \mu\text{m}$ 线, $230\ \mu\text{m}$ 间距) 条纹图案的光掩膜, 根据 BM 位置进行紫外线曝光, 用 2% 碳酸钠水溶液进行显影后, 在 200°C 下进行烘焙, 在与蓝色滤色器相邻的位置上形成绿色滤色器 (膜厚 $1.5\ \mu\text{m}$) 图案。

[0519] 然后, 旋涂作为红色滤色器材料的 CRY-S840B (富士胶片 (フイルムアーチ) 制), 通过可得到 320 个长方形 ($100\ \mu\text{m}$ 线, $230\ \mu\text{m}$ 间距) 条纹图案的光掩膜, 根据 BM 位置进行紫外线曝光, 用 2% 碳酸钠水溶液进行显影后, 在 200°C 下进行烘焙, 在蓝色滤色器和绿色滤色器之间的位置上形成红色滤色器 (膜厚 $1.5\ \mu\text{m}$) 图案。

[0520] 之后, 在刚才制作的基板上旋涂丙烯酸系热固化性树脂 (V259PH: 新日铁化学社制) 作为平坦化膜, 在 180°C 下进行烘焙, 形成平坦化膜 (膜厚 $5\ \mu\text{m}$)。

[0521] 接着, 将 ITO (铟锡氧化物) 通过喷镀以 130nm 膜厚成膜。

[0522] 接着, 在该基板上旋涂正型抗蚀剂 (HPR204: 富士奥林 (オーリン) 制), 通过阴极的取出部分和可形成 $90\ \mu\text{m}$ 线、 $20\ \mu\text{m}$ 间距的条纹图案的光掩膜进行紫外线曝光, 用氢氧化四甲铵的显影液进行显影, 在 130°C 下进行烘焙, 获得抗蚀图案。

[0523] 然后, 用 ITO 蚀刻剂将露出部分的 ITO 进行时刻。接着, 用以乙醇胺为主成分的剥离液 (N303: 长濑产业制) 处理抗蚀剂, 在相当于蓝色滤色器、绿色滤色器、红色滤色器的位置上, 获得 ITO 图案 (下部电极: 阳极, 线数 960 条)。

[0524] 之后, 旋涂负型抗蚀剂 (V259PA: 新日铁化学社制) 作为第一层间绝缘膜, 通过光掩膜, 进行紫外线曝光, 用氢氧化四甲铵的显影液进行显影。接着, 在 180°C 下进行烘焙, 形成覆盖 ITO 边缘 (ITO 开口部分为 $70\ \mu\text{m} \times 290\ \mu\text{m}$) 的格子状图案层间绝缘膜。

[0525] 接着, 旋涂负型抗蚀剂 (ZPN1100: 日本泽恩 (ゼオン) 制) 作为第二层间绝缘膜 (隔壁), 通过可形成 $20\ \mu\text{m}$ 线、 $310\ \mu\text{m}$ 间距的条纹图案的光掩膜进行紫外线曝光后, 再进行曝光后烘焙。接着, 用氢氧化四甲铵的显影液对负型抗蚀剂进行显影, 形成与 ITO 条纹垂直的第二层间绝缘膜 (隔壁)。

[0526] 将这样得到的基板在纯水和异丙醇中进行超声波洗涤, 通过鼓风进行干燥, 然后进行 UV 洗涤。

[0527] 然后, 将有机层 (空穴注入层至电子注入层) 在覆盖滤色器的范围内进行掩膜蒸镀, 对阴极再进行掩膜蒸镀, 以使之与在先形成的 ITO 取出电极相连接。阴极 (上部电极) 通过之前在基板上制作的隔壁, 进行自动分离, 形成与下部电极交差的图案 (线数 240 条)。

[0528] 在基板上制作有机 EL 元件后, 按照不与大气接触的方式将基板移动至流通了干燥氮的干燥箱中, 在该干燥箱内, 用密封基板的青板玻璃覆盖显示部分, 并将显示部分的周围部分用阳离子固化性的粘接剂 (TB3102: 三带 (スリーボンド) 制) 进行光固化而密封。

[0529] 由此, 制作了下部电极和上部电极形成 XY 矩阵而构成的彩色发光装置, 在该下部

电极和上部电极上施加 DC 电压（下部电极：(+)，上部电极：(-)），结果各电极的交差部分（象素）发出了光。

[0530] （彩色发光装置的性能评价）

[0531] （1）蓝色性能

[0532] 在相应于蓝色滤色器的下部电极和上部透明电极之间，施加 7.25V 的直流电压，结果发出了蓝色光。用分光放射亮度计 CS—1000（米诺尔特（ミノルタ）制）进行测量，结果亮度为 $31\text{cd}/\text{m}^2$ ，色度是 (0.124, 0.117)。测量在两电极间流动的电流值，计算出发光效率，结果是 $1.14\text{cd}/\text{A}$ 。

[0533] （2）绿色性能

[0534] 在相应于绿色滤色器的下部电极和上部透明电极之间，施加 7.25V 的直流电压，结果发出了绿色光。用分光放射亮度计 CS—1000（米诺尔特制）进行测量，结果亮度为 $250\text{cd}/\text{m}^2$ ，色度是 (0.247, 0.621)。测量在两电极间流动的电流值，计算出发光效率，结果是 $9.24\text{cd}/\text{A}$ 。

[0535] （3）红色性能

[0536] 在相应于红色滤色器的下部电极和上部透明电极之间，施加 7.25V 的直流电压，结果发出了红色光。用分光放射亮度计 CS—1000（米诺尔特制）进行测量，结果亮度为 $85\text{cd}/\text{m}^2$ ，色度是 (0.652, 0.335)。测量在两电极间流动的电流值，计算出发光效率，结果是 $3.15\text{cd}/\text{A}$ 。

[0537] （4）全面照明

[0538] 在整个下部电极和上部透明电极之间，施加 7.25V 的直流电压，结果显示出白色发光。用分光放射亮度计 CS—1000（米诺尔特制）进行测量，结果亮度为 $451\text{cd}/\text{m}^2$ ，色度是 (0.324, 0.397)。测量在两电极间流动的电流值，计算出发光效率，结果是 $4.51\text{cd}/\text{A}$ ，效率非常高。

[0539] 工业上的可利用性

[0540] 本发明的有机 EL 元件可以用于各种显示装置、背光灯、使用滤色器的彩色显示装置、通用照明用和特殊照明用光源等。

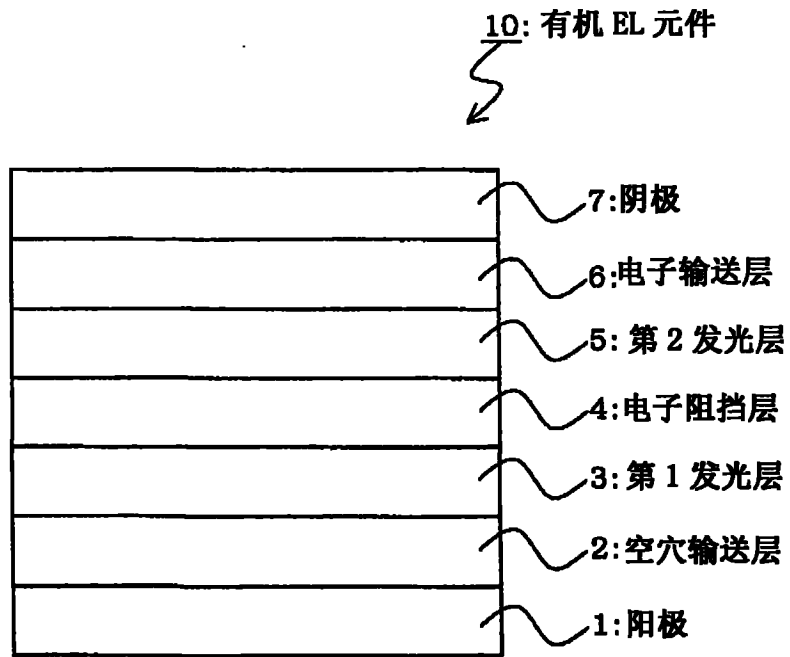


图 1

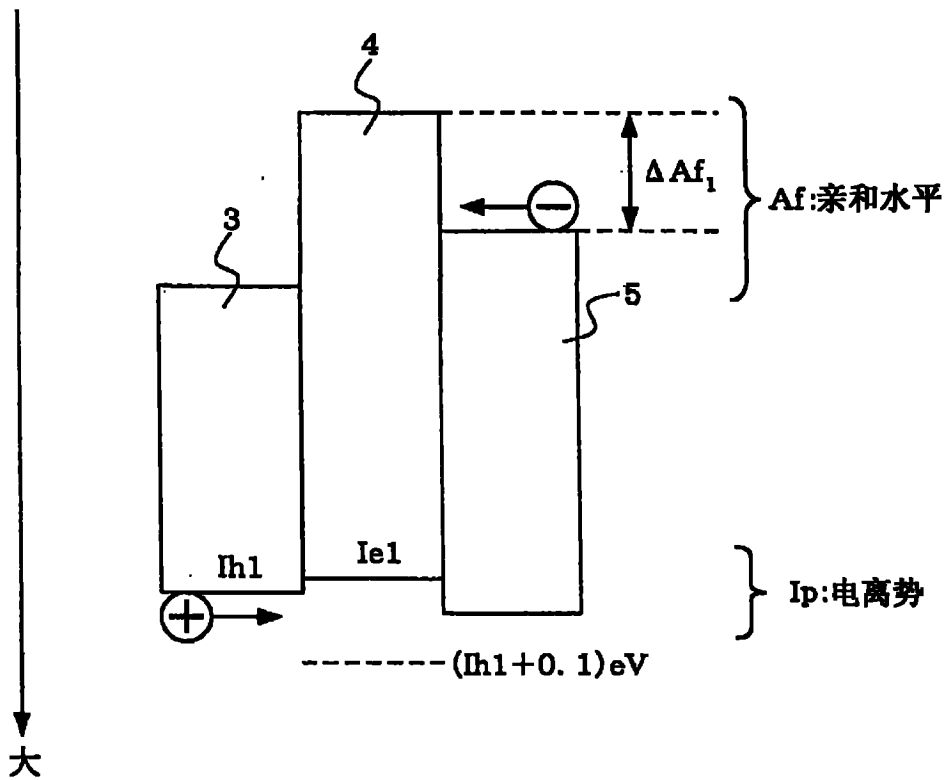


图 2

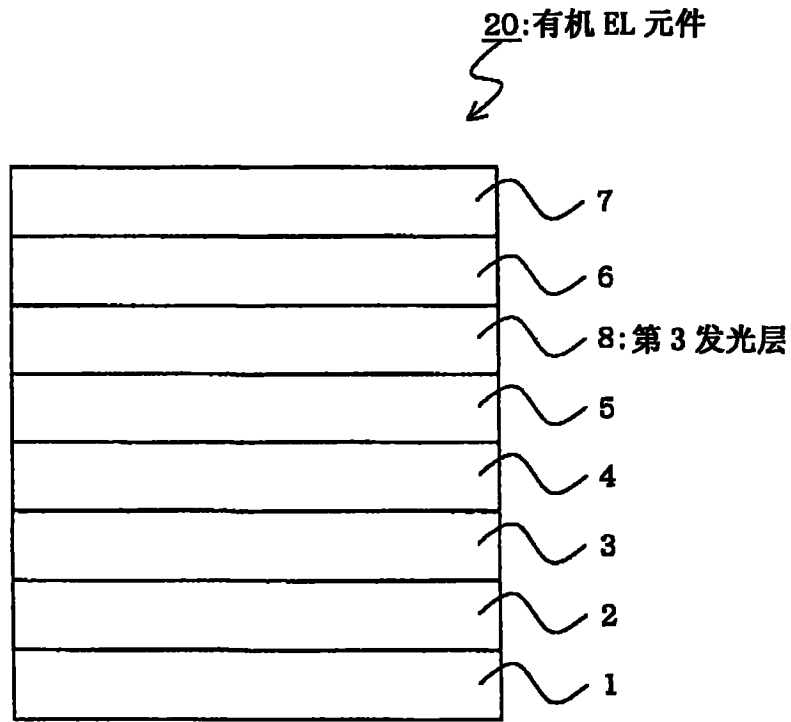


图3

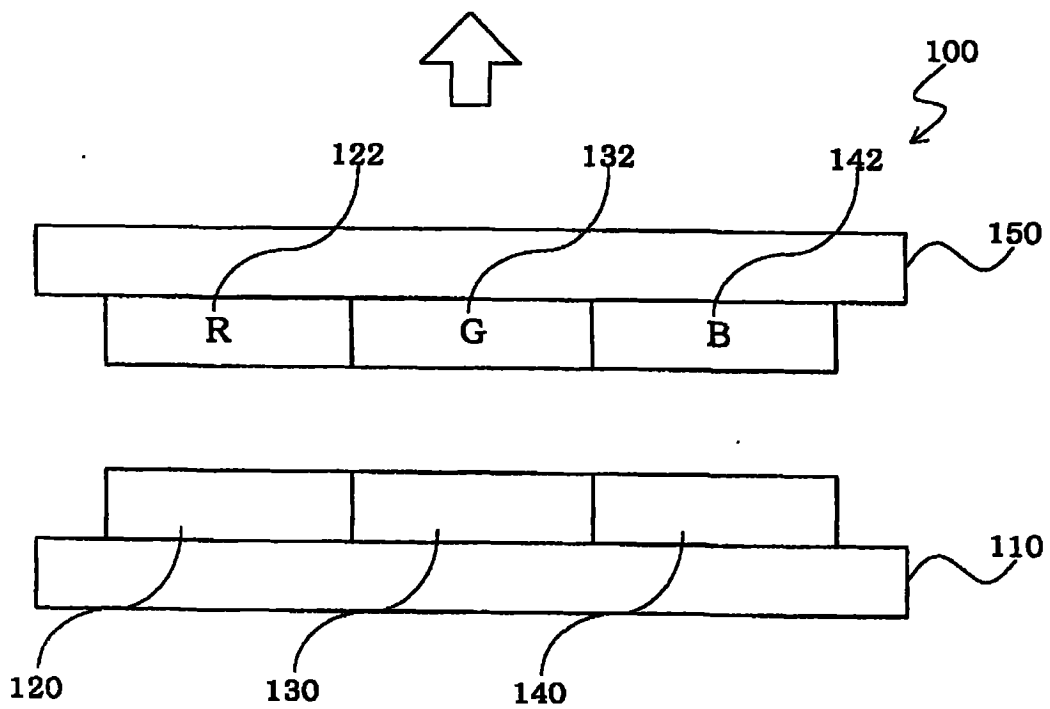


图4

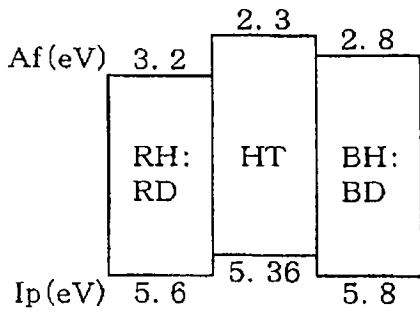


图 5

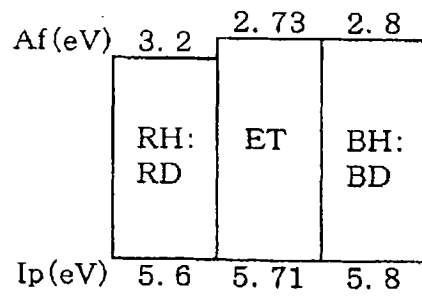


图 6

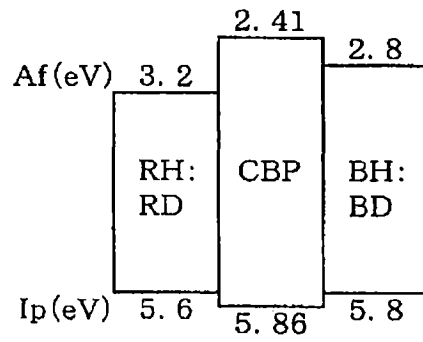


图 7

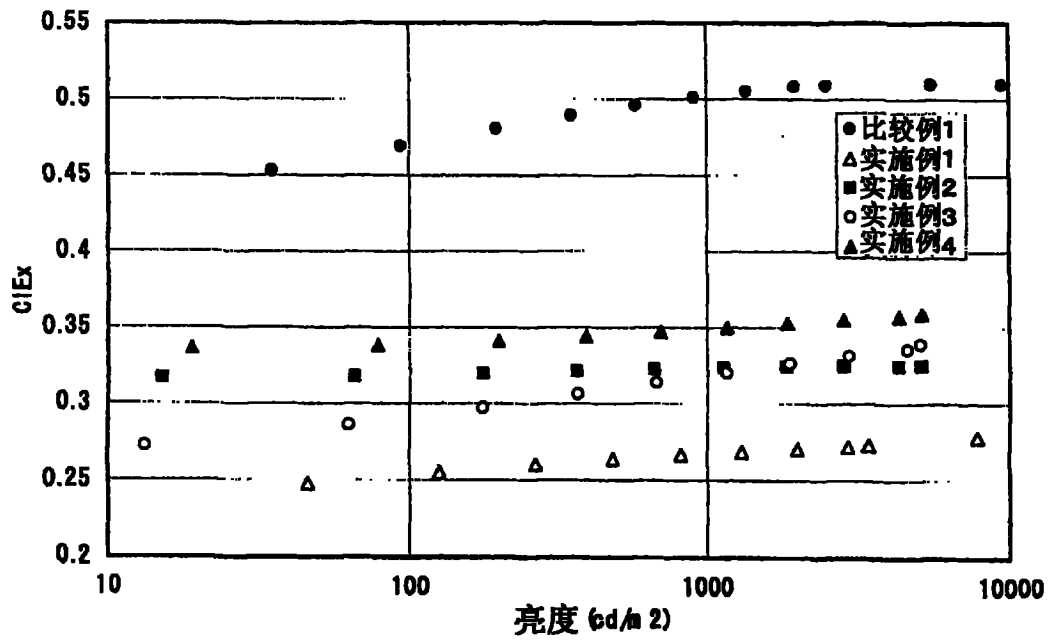


图 8

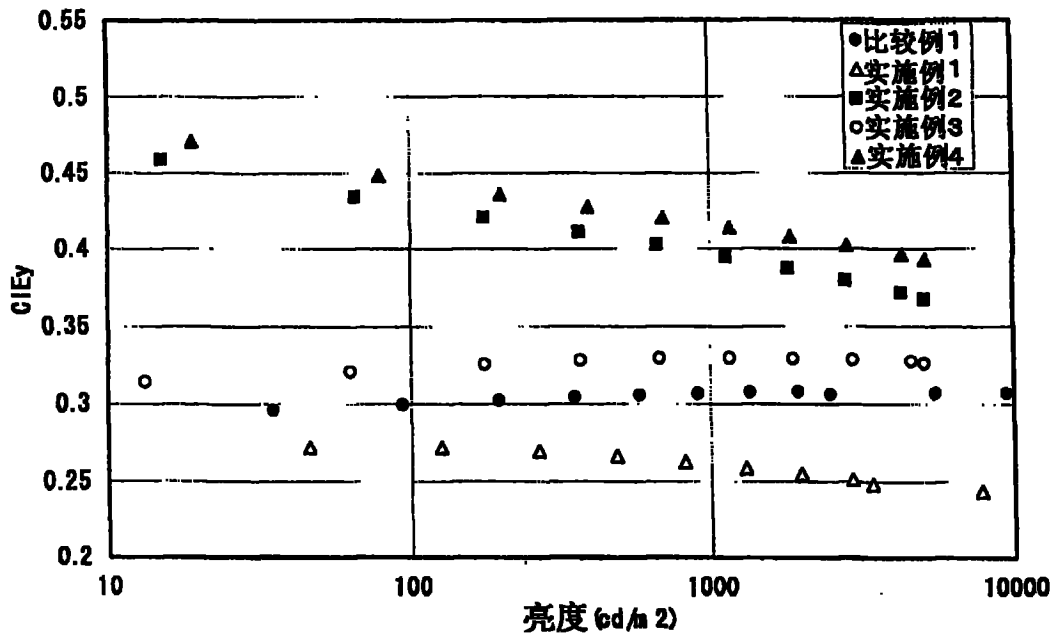


图 9