



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103222082 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 24

(21) 申请号 201180056313. 3

C07C 211/57(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 11. 22

C07C 211/58(2006. 01)

(30) 优先权数据

C07F 7/10(2006. 01)

2010-260607 2010. 11. 22 JP

C09K 11/06(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 05. 22

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/006489 2011. 11. 22

(87) PCT申请的公布数据

W02012/070227 JA 2012. 05. 31

(71) 申请人 出光兴产株式会社

地址 日本国东京都

(72) 发明人 水木由美子 齐藤博之 熊均

河村祐一郎

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 蒋亭

(51) Int. Cl.

H01L 51/50(2006. 01)

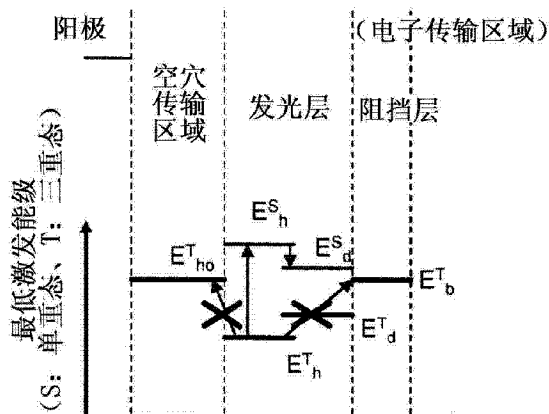
权利要求书2页 说明书40页 附图4页

(54) 发明名称

有机电致发光元件

(57) 摘要

本发明提供一种有机电致发光元件,其依次具备阳极、发光层、阻挡层、电子注入层和阴极,发光层含有主体和特定结构的苯乙烯胺衍生物,阻挡层的3重态能量 $E_b^T$ 比主体的3重态能量 $E_h^T$ 大。





m 为 2。

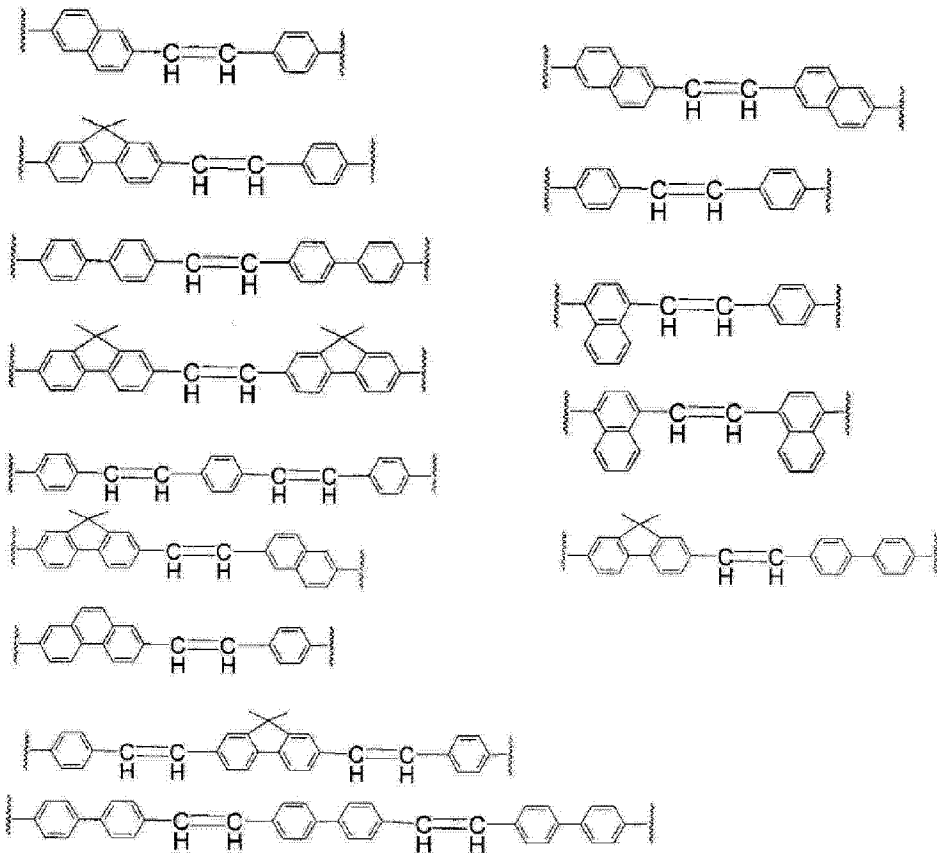
6. 根据权利要求 1 或 2 所述的有机电致发光元件,其中,所述式 (1) 中,p 为 0,1 为 2, m 为 2。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的有机电致发光元件,其中,所述式 (1) 中,p 为 1,1 为 2, m 为 2, n 为 2。

8. 根据权利要求 1 所述的有机电致发光元件,其中,所述式 (1) 中,Ar<sup>5</sup> ~ Ar<sup>7</sup> 中的至少一个为取代或非取代的苧基、取代或非取代的萘基、或者取代或非取代的苯基。

9. 根据权利要求 1 所述的有机电致发光元件,其中,所述式 (2) 中,Ar<sup>8</sup> 和 Ar<sup>9</sup> 中的至少一个为取代或非取代的苧基、取代或非取代的萘基、或者取代或非取代的苯基。

10. 根据权利要求 1 ~ 8 中任一项所述的有机电致发光元件,其中,所述式 (1) 中,两个氮之间的结构为下述式中的任一种,



各式中,两端的波浪线连接到氮原子上。

## 有机电致发光元件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及有机电致发光 (EL) 元件,特别是高效率的有机 EL 元件。

### 背景技术

[0002] 有机 EL 元件如果根据其发光原理来进行分类,则可分为荧光型和磷光型两种。对有机 EL 元件施加电压时,从阳极注入空穴,并且从阴极注入电子,这两者在发光层中复合而形成激子。根据电子自旋的统计理论,单重态激子与 3 重态激子按照 25% : 75% 的比例生成。荧光型中使用基于单重态激子的发光,因此据称内部量子效率的极限为 25%。最近在使用了荧光材料的荧光型元件中寿命化技术不断发展,逐渐被应用在移动电话、电视等全彩色显示器中,但其高效率化成为课题。

[0003] 关于荧光型元件的高效率化技术,公开了几种迄今未被有效利用的从 3 重态激子取得发光的技术。例如,在非专利文献 1 中对将蒽系化合物用作主体材料的非掺杂元件进行了解析,就其机理而言,通过两个 3 重态激子发生碰撞融合而生成单重态激子,其结果使荧光发光增加。然而,在非专利文献 1 中仅公开了在仅有主体材料的非掺杂元件中确认到因 3 重态激子碰撞融合而导致荧光发光增加,而且其效果低,基于 3 重态激子的效率增加量仅为 3 ~ 6%。

[0004] 非专利文献 2 中报道了在蓝色荧光元件中的内部量子效率为 28.5%,超过以往的理论极限值 25%。但是,并没有公开任何用于超过 25% 的技术手段,另外,从全彩色有机 EL 电视的实用化的观点出发,要求进一步高效率化。

[0005] 另外,专利文献 1 中公开了在荧光元件中利用 3 重态激子的其他例子。在通常的有机分子中,存在最低的 3 重态激发状态 (T1) 比最低的单重态激发状态 (S1) 低、但是较高的 3 重态激发状态 (T2) 比 S1 高的情况。在这种情况下,通过引发从 T2 向 S1 的跃迁,能够获得基于单重态激发状态的发光。然而,实际上外部量子效率为 6% 左右 (将光取出效率设为 25% 时,内部量子效率为 24%),并未超过以往所述的极限值 25%。另外,就此处的机理而言,取决于一分子内的从 3 重态激发状态向单重态激发状态的系间窜越 (intersystem crossing),并不引发非专利文献 1 所公开的由两个 3 重态激子的碰撞所致的单重态的生成现象。

[0006] 专利文献 2、3 中公开了通过在荧光元件的空穴阻挡层中使用 BCP (浴铜灵 (Bathocuproin))、BPhen (红菲咯啉) 等菲咯啉衍生物来提高空穴阻挡层和发光层的界面的空穴密度、引发高效复合的技术。然而,BCP (浴铜灵)、BPhen 等菲咯啉衍生物对空穴呈脆弱性,氧化耐久性差,从元件的寿命化的观点出发,性能不充分。

[0007] 另外,专利文献 4、5 中公开了在荧光元件中使用蒽衍生物等芳香族化合物作为与发光层相接的电子传输层的材料的例子。然而,在这些例子中,由于所生成的单重态激子是以短时间内进行荧光发光为前提而设计出的元件,因此无需考虑与通常设计在所谓的磷光元件中的电子传输层的 3 重态能量的关系,实际上电子传输层的 3 重态能量比发光层的 3 重态能量小,因此发光层内生成的 3 重态激子会扩散至电子传输层,随后经历热失活过程,

难以超过以往的荧光发光的理论极限值即 25%。进而,由于电子传输层的亲合能过大,因此电子向亲合能小的发光层的注入性差,未必能得到高效率化这样的效果。另外,专利文献 6 中公开了使用显示长寿命、高效率的蓝色发光的荧蒽系掺杂剂的元件,但是其未必称得上高效率。

[0008] 另一方面,磷光型直接使用基于 3 重态激子的发光。由于单重态激子能量也能通过发光分子内部的自旋转换而转化为 3 重态激子,因此期待获得理论上接近 100%的内部发光效率。因此,自在 2000 年由 Forrest 等发表了使用 Ir 络合物而得的磷光发光元件以来,作为有机 EL 元件的高效率化技术,磷光发光元件备受注目。然而,虽然红色磷光元件达到了实用化的阶段,但是绿、蓝磷光元件比荧光型元件寿命短,特别是蓝色磷光存在寿命短而且色纯度、发光效率不充分的问题,现状是没有达到实用化。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献 1:日本特开 2004-214180 号公报

[0012] 专利文献 2:日本特开平 10-79297 号公报

[0013] 专利文献 3:日本特开 2002-100478 号公报

[0014] 专利文献 4:日本特开 2003-338377 号公报

[0015] 专利文献 5:国际公开第 2008/062773 号

[0016] 专利文献 6:国际公开第 2007/100010 号

[0017] 专利文献 7:日本特表 2002-525808 号公报

[0018] 专利文献 8:美国专利第 7018723 号说明书

[0019] 非专利文献

[0020] 非专利文献 1:Journal of Applied Physics,102,114504(2007)

[0021] 非专利文献 2:SID2008 DIGEST,709(2008)

## 发明内容

[0022] 因此,本发明人等着眼于非专利文献 1 所述的某种现象,即因两个 3 重态激子的碰撞融合而生成单重态激子的现象(以下,称为 Triplet-Triplet Fusion = TTF 现象),实施高效地引发 TTF 现象而实现荧光元件的高效率化的研究。具体而言,在使用 3 重态能量比构成发光层的主体大的材料作为与发光层的阴极侧界面邻接的层(本发明中称为阻挡层)时,3 重态激子会被束缚在发光层内,高效地引发 TTF 现象,从而实现荧光元件的高效率和长寿命。

[0023] 此外,为了防止在磷光型元件中激子寿命比单重态激子长的 3 重态激子向发光层外扩散,已知通过使用 3 重态能量大的材料作为与发光层的阴极侧界面邻接的层来实现高效率的方案。日本特表 2002-525808 号公报中公开了通过与发光层邻接地设置由作为菲咯啉衍生物的 BCP(浴铜灵)形成的阻挡层来束缚空穴、激子,由此实现高效率化的技术。另外,在美国专利第 7018723 号说明书中记载了通过在空穴阻挡层中使用特定的芳香族环化合物来实现高效率、长寿命化的方案。然而,对于这些文献而言,在磷光型元件中上述 TTF 现象被称为 TTA(Triplet-Triplet Annihilation:3 重态湮灭),被公认为损害磷光的特征即基于 3 重态激子的发光的现象,可以说如本发明那样将 3 重态激子高效地束缚在发光层

内的作法在磷光型元件中未必与高效率化相关联。

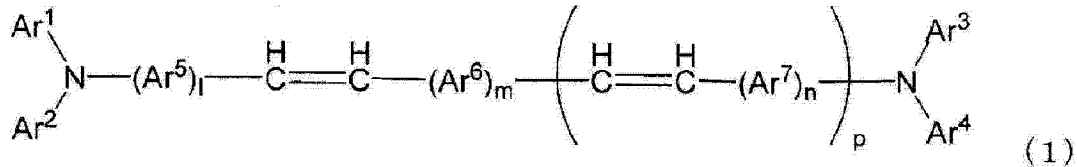
[0024] 根据本发明,提供以下的有机 EL 元件。

[0025] 1. 一种有机电致发光元件,其依次具备阳极、发光层、阻挡层、电子注入层和阴极,

[0026] 所述发光层含有主体和下述式 (1) 或 (2) 所表示的苯乙烯胺衍生物,

[0027] 所述阻挡层的 3 重态能量比所述主体的 3 重态能量更大。

[0028]



[0029] (式 (1) 中,  $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^4$  分别为取代或非取代的芳基、或者取代或非取代的杂芳基,

[0030]  $\text{Ar}^5 \sim \text{Ar}^7$  分别为取代或非取代的亚芳基、或者取代或非取代的亚杂芳基,

[0031]  $l$ 、 $m$ 、和  $n$  分别为 1 ~ 3 的整数,  $p$  为 0 ~ 2 的整数,

[0032] 在  $l$  为 2 以上时,  $\text{Ar}^5$  可以分别相同或不同,

[0033] 在  $m$  为 2 以上时,  $\text{Ar}^6$  可以分别相同或不同,

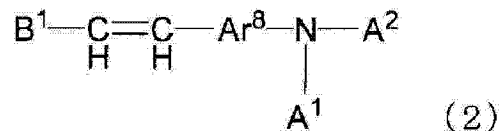
[0034] 在  $p$  为 1 以上且  $n$  为 2 以上时,  $\text{Ar}^7$  可以分别相同或不同,

[0035] 在  $p$  为 2 以上且  $n$  为 1 时,  $\text{Ar}^7$  可以分别相同或不同,

[0036]  $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^7$  的取代基为卤素原子、烷基、芳基、杂芳基、烷氧基、取代或非取代的甲硅烷基、或者氰基,

[0037] 其中,在  $p = 0$  且  $(\text{Ar}^5)_l$  为亚联苯基时,  $(\text{Ar}^6)_m$  为碳原子数为 7 以上的亚芳基,在  $p = 0$  且  $(\text{Ar}^6)_m$  为亚联苯基时,  $(\text{Ar}^5)_l$  为碳原子数为 7 以上的亚芳基。)

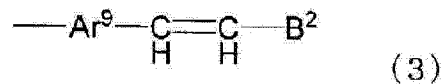
[0038]



[0039] (式 (2) 中,  $\text{Ar}^8$  为取代或非取代的亚芳基、或者取代或非取代的亚杂芳基,

[0040]  $\text{A}^1$  和  $\text{A}^2$  分别为烷基、取代或非取代的芳基、取代或非取代的杂芳基、或者下述式 (3) 所表示的基团,

[0041]



[0042] (式 (3) 中,  $\text{Ar}^9$  为取代或非取代的亚芳基、或者取代或非取代的亚杂芳基,  $\text{B}^2$  为取代或非取代的芳基、或者取代或非取代的杂芳基,在  $\text{A}^1$  和  $\text{A}^2$  均为式 (3) 的基团时,  $\text{Ar}^9$  和  $\text{B}^2$  可以分别相同或不同。)

[0043]  $\text{B}^1$  为取代或非取代的芳基、或者取代或非取代的杂芳基。

[0044]  $\text{Ar}^8 \sim \text{Ar}^9$ 、 $\text{A}^1$ 、 $\text{A}^2$ 、 $\text{B}^1$  和  $\text{B}^2$  的取代基为卤素原子、烷基、芳基、杂芳基、烷氧基、取代或非取代的甲硅烷基、或者氰基。)

[0045] 2. 根据 1 所述的有机电致发光元件,其中,所述式 (1) 或 (2) 中,  $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^4$ 、 $\text{A}^1$ 、 $\text{A}^2$ 、 $\text{B}^1$  和  $\text{B}^2$  具有至少一个选自氰基、氟原子、和取代或非取代的甲硅烷基的取代基。

[0046] 3. 根据 1 或 2 所述的有机电致发光元件,其中,所述式 (1) 中,  $p$  为 0,  $l$  为 1,  $m$  为

1。

[0047] 4. 根据 1 或 2 所述的有机电致发光元件,其中,所述式 (1) 中,  $p$  为 1,  $l$  为 1,  $m$  为 1,  $n$  为 1。

[0048] 5. 根据 1 或 2 所述的有机电致发光元件,其中,所述式 (1) 中,  $p$  为 0,  $l$  为 1,  $m$  为 2。

[0049] 6. 根据 1 或 2 所述的有机电致发光元件,其中,所述式 (1) 中,  $p$  为 0,  $l$  为 2,  $m$  为 2。

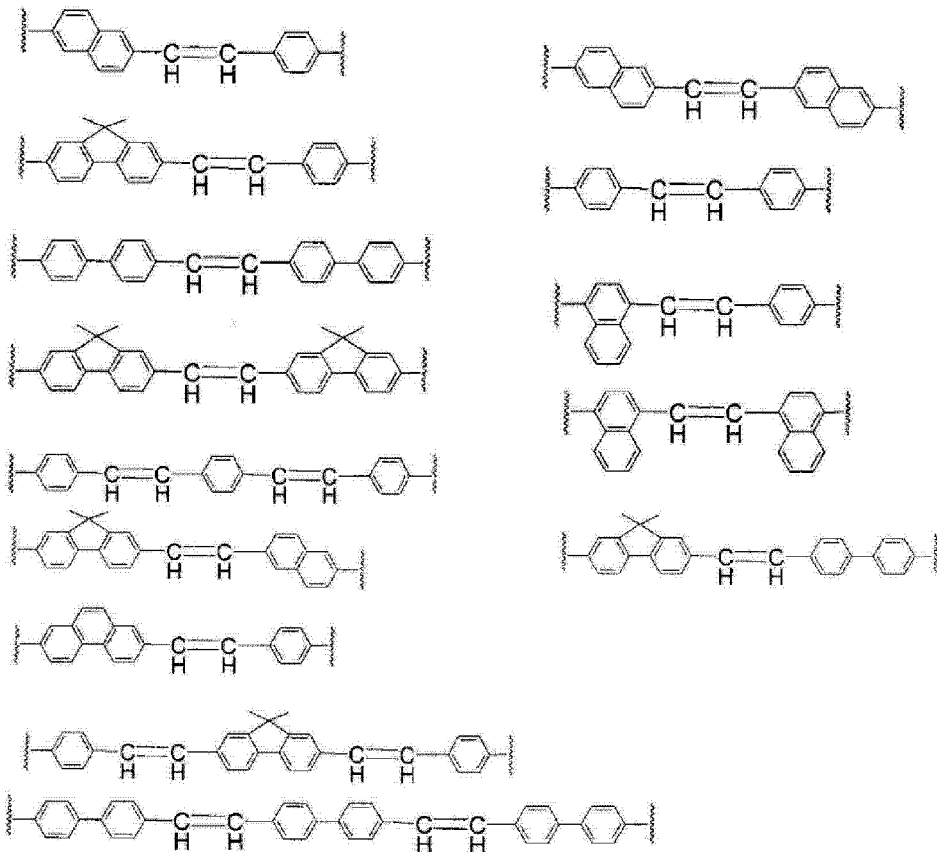
[0050] 7. 根据 1 或 2 所述的有机电致发光元件,其中,所述式 (1) 中,  $p$  为 1,  $l$  为 2,  $m$  为 2,  $n$  为 2。

[0051] 8. 根据 1 所述的有机电致发光元件,其中,所述式 (1) 中,  $Ar^5 \sim Ar^7$  中的至少一个为取代或非取代的苧基、取代或非取代的萘基、或者取代或非取代的苯基。

[0052] 9. 根据 1 所述的有机电致发光元件,其中,所述式 (2) 中,  $Ar^8$  和  $Ar^9$  中的至少一个为取代或非取代的苧基、取代或非取代的萘基、或者取代或非取代的苯基。

[0053] 10. 根据 1 ~ 8 中任一项所述的有机电致发光元件,其中,所述式 (1) 中,两个氮之间的结构为下述式中的任一种。

[0054]



[0055] (各式中,两端的波浪线连接到氮原子上。)

[0056] 根据本发明,在发光层内部高效地引发 TTF 现象,可提供高效率的有机 EL 元件。

附图说明

[0057] 图 1 是表示第 1 实施方式的有机 EL 元件的一例的图。

- [0058] 图 2A 是表示本发明的各层的能量带隙的关系的图。  
 [0059] 图 2B 是表示基于本发明的各层的能量带隙的关系的作用的图。  
 [0060] 图 3 是表示过渡 EL 波形的测定方法的图。  
 [0061] 图 4 是表示来自 TTF 的发光强度比的测定方法的图。  
 [0062] 图 5 是表示第 2 实施方式的有机 EL 元件的一例的图。  
 [0063] 图 6 是表示第 3 实施方式的有机 EL 元件的一例的图。  
 [0064] 图 7 是表示第 4 实施方式的有机 EL 元件的一例的图。

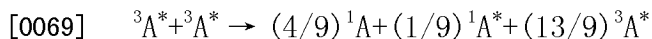
## 具体实施方式

### [0065] < 第 1 实施方式 >

[0066] 本发明是利用 TTF 现象的技术。首先,以下说明 TTF 现象。

[0067] 从阳极、阴极注入的空穴、电子,在发光层内复合而生成激子。对于其自旋状态,如以往所知,单重态激子为 25% 的比率,3 重态激子为 75% 的比率。在以往已知的荧光元件中,25% 的单重态激子弛豫至基态时发光,剩余的 75% 的 3 重态激子不发光而经历热失活过程,返回基态。因此,以往的荧光元件的内部量子效率的理论极限值被称为 25%。

[0068] 另一方面,对于有机物内部生成的 3 重态激子行为进行理论研究。根据 S. M. Bachilo 等的观点 (J. Phys. Chem. A, 104, 7711 (2000)), 如果假定 5 重态等高能级的激子会迅速回到 3 重态,则 3 重态激子 (以下,记为  $^3A^*$ ) 的密度上升时,3 重态激子彼此发生碰撞,引起下述式的反应。这里,  $^1A$  表示基态,  $^1A^*$  表示最低激发单重态激子。



[0070] 即,  $5^3A^* \rightarrow 4^1A + ^1A^*$ , 预计最初生成的 75% 的 3 重态激子中, 1/5 即 20% 变化为单重态激子。因此,对于产生光有帮助的单重态激子,在最初生成的 25% 的量中增加  $75\% \times (1/5) = 15\%$ , 变成 40%。此时,来自 TTF 的发光比率在总发光强度中所占比率 (TTF 比率) 为  $15/40$ , 即 37.5%。另外,当最初生成的 75% 的 3 重态激子互相碰撞而生成单重态激子 (由两个 3 重态激子生成 1 个单重态激子) 时,在最初生成的单重态激子的 25% 的量中增加  $75\% \times (1/2) = 37.5\%$ , 会得到 62.5% 这一非常高的内部量子效率。此时, TTF 比率变成  $37.5/62.5 = 60\%$ 。

[0071] 图 1 是表示本发明的第 1 实施方式的一例的有机 EL 元件的概略构成图。图 2A 示意性地表示各层的最低激发单重态能级和最低激发三重态能级。需要说明的是,本发明中,三重态能量是指最低激发三重态状态下的能量和基态下的能量之差,单重态能量 (有时也称为能量带隙) 是指最低激发单重态状态下的能量与基态下的能量之差。图 1 所示的有机 EL 元件从阳极 10 起依次层叠空穴传输区域 50、发光层 20、电子传输区域 30 和阴极 40。优选在阳极 10 和发光层 20 之间设置空穴传输区域 50。此外,本发明中,只称作阻挡层时,是指对于三重态能量具有阻挡功能的层。因此,空穴阻挡层和电荷阻挡层是指该功能不同的层。

[0072] 图 2A 中,从阳极注入的空穴经由空穴传输区域向发光层注入,从阴极注入的电子经由电子传输区域向发光层注入。随后,在发光层中空穴与电子复合,生成单重态激子和三重态激子。复合分为在主体分子上发生和在掺杂剂分子上发生这两种情况。图 2A 中,空穴传输区域、主体、掺杂剂的三重态能量分别设为  $E_{h0}^T$ 、 $E_h^T$ 、 $E_d^T$ , 主体、掺杂剂的单重态能量分别

设为  $E_h^s$ 、 $E_d^s$ 。

[0073] 本发明中,电子传输区域在与发光层邻接的部分具有阻挡层。阻挡层通过防止在发光层生成的3重态激子向电子传输区域扩散,将3重态激子束缚在发光层内,从而提高3重态激子的密度,具有高效引发TTF现象的功能。为了防止3重态激子扩散,优选使阻挡层的3重态能量  $E_b^t$  比  $E_h^t$  大、且比  $E_d^t$  也大。阻挡层防止3重态激子向电子传输区域扩散,因此在发光层内主体的3重态激子高效地变成单重态激子,其单重态激子向掺杂剂上移动,使得光学能量失活。

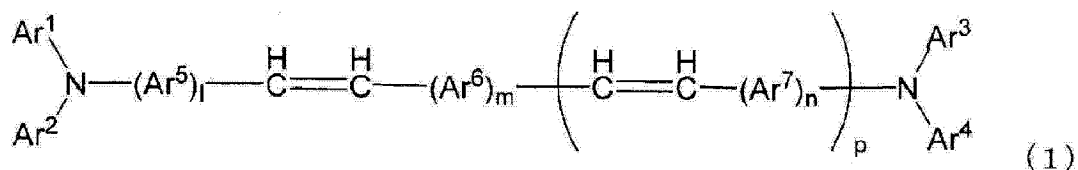
[0074] 作为形成阻挡层的材料,优选选择烃芳香族环化合物。更优选选择多环芳香族化合物。这些材料由于具有耐空穴性,因此难以劣化,寿命变长。

[0075] 图2B表示特别优选的实施方式。主体和掺杂剂优选满足  $E_h^t < E_d^t$  的关系。通过满足该关系,如图2B所示那样,在主体上复合而产生的三重态激子,不会移动至具有更高三重态能量的掺杂剂。另外,在掺杂剂分子上复合而产生的三重态激子,迅速向主体分子转移能量。即,主体的三重态激子不会移动至掺杂剂,基于TTF现象三重态激子彼此高效地在主体上发生碰撞,由此生成单重态激子。进而,由于掺杂剂的单重态能量  $E_d^s$  比主体的单重态能量  $E_h^s$  小,因此基于TTF现象生成的单重态激子从主体向掺杂剂转移能量,有助于掺杂剂的荧光性发光。在用于荧光型元件的掺杂剂中,本来禁止从激发三重态状态向基态跃迁,这样的跃迁中三重态激子不发生光学能量失活而引起热失活。但是,通过使主体和掺杂剂的三重态能量的关系为上述关系,从而三重态激子在发生热失活前因互相的碰撞而高效地生成单重态激子,使得发光效率提高。

[0076] 在电子传输区域中,在阻挡层和阴极之间设置容易从阴极注入电子的电子注入层。作为具体例,可使用将通常的电子传输材与碱金属化合物、碱金属或碱金属络合物层叠而成的电子注入层;或者在形成阻挡层的材料中添加以碱金属化合物、碱金属或碱金属络合物为代表的供体而成的电子注入层。

[0077] 本发明的发光层含有主体和特定的苯乙烯胺衍生物。本发明中可使用的苯乙烯胺衍生物以下述式(1)来表示。

[0078]



[0079] 式(1)中,  $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^4$  分别为取代或非取代的芳基(优选使成环碳原子数为6~20)、或者取代或非取代的杂芳基(优选使成环原子数为5~20)。优选使  $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^4$  分别为取代或非取代的成环碳原子数为6~20的芳基,更优选使  $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^4$  分别为取代或非取代的苯基、萘基。

[0080]  $\text{Ar}^5 \sim \text{Ar}^7$  分别为取代或非取代的亚芳基(优选使成环碳原子数为6~20)、或者取代或非取代的亚杂芳基(优选使成环原子数为5~20)。优选使  $\text{Ar}^5 \sim \text{Ar}^7$  分别为取代或非取代的成环碳原子数为6~20的亚芳基,更优选使  $\text{Ar}^5 \sim \text{Ar}^7$  分别为取代或非取代的亚苯基、取代或非取代的亚萘基、取代或非取代的亚苝基、或者取代或非取代的亚菲基。 $\text{Ar}^5 \sim \text{Ar}^7$  中的至少1个为取代或非取代的亚苯基、取代或非取代的亚萘基、取代或非取代的亚苝基、或者取代或非取代的亚菲基。

基、或者取代或非取代的亚菲基。取代基优选烷基（优选使碳原子数为1~6，更优选为1~4）。

[0081] 1、m和n分别为1~3的整数，优选为1。在1为2以上时，Ar<sup>5</sup>可以分别相同或不同，在m为2以上时，Ar<sup>6</sup>可以分别相同或不同，在p为1以上且n为2以上时，Ar<sup>7</sup>可以分别相同或不同，在p为2以上且n为1时，Ar<sup>7</sup>可以分别相同或不同。

[0082] p为0~2的整数，优选为0~1的整数，更优选为0这一整数。在p为0时，变成单键。

[0083] 上述的芳基、亚芳基、杂芳基、亚杂芳基可以是包含1个以上的环的基团，也可以是多个环稠合的基团。

[0084] 所谓“成环碳原子”是指构成饱和环、不饱和环、或芳香环的碳原子，所谓“成环原子”是指构成杂环（包括饱和环、不饱和环、和芳香环）的碳原子和杂原子。

[0085] Ar<sup>1</sup>~Ar<sup>4</sup>的成环碳原子数为6~20的芳基，优选为成环碳原子数为6~12的芳基。

[0086] 作为芳基的具体例，可举出苯基、1-萘基、2-萘基、1-蒽基、2-蒽基、9-蒽基、1-菲基、2-菲基、3-菲基、4-菲基、9-菲基、并四苯基、芘基、蒽基、苯并[c]菲基、苯并[g]蒽基、苯并[9,10]菲基、1-芴基、2-芴基、3-芴基、4-芴基、9-芴基、苯并芴基、二苯并芴基、2-联苯基、3-联苯基、4-联苯基、三联苯基、荧蒽基等，优选为苯基、联苯、甲苯基、二甲苯基、1-萘基。

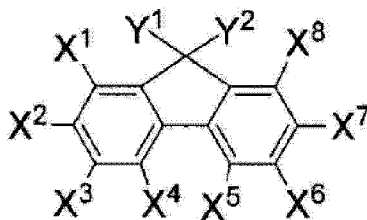
[0087] Ar<sup>1</sup>~Ar<sup>4</sup>的成环原子数为5~20的杂芳基优选为成环原子数为5~14的杂芳基。

[0088] 作为杂芳基的具体例，可举出吡咯基、吡嗪基、吡啶基、咪唑基、异咪唑基、咪唑基、呋喃基、苯并呋喃基、异苯并呋喃基、1-二苯并呋喃基、2-二苯并呋喃基、3-二苯并呋喃基、4-二苯并呋喃基、1-二苯并噻吩基、2-二苯并噻吩基、3-二苯并噻吩基、4-二苯并噻吩基、喹啉基、异喹啉基、喹啉基、1-咪唑基、2-咪唑基、3-咪唑基、4-咪唑基、9-咪唑基、菲啶基、吡啶基、菲咯啉基、吩嗪基、吩噻嗪基、吩噻嗪基、噁唑基、噁二唑基、呋咱基、噻吩基、苯并噻吩基等，优选1-二苯并呋喃基、2-二苯并呋喃基、3-二苯并呋喃基、4-二苯并呋喃基、1-二苯并噻吩基、2-二苯并噻吩基、3-二苯并噻吩基、4-二苯并噻吩基、1-咪唑基、2-咪唑基、3-咪唑基、4-咪唑基、9-咪唑基。

[0089] 作为Ar<sup>5</sup>、Ar<sup>6</sup>和Ar<sup>7</sup>的成环碳原子数为6~20（优选6~12）的亚芳基和成环原子数为5~20（优选5~14）的亚杂芳基的具体例，可举出与上述Ar<sup>1</sup>~Ar<sup>4</sup>的成环碳原子数为6~20的芳基和成环原子数为5~20的杂芳基的具体例对应的2价基团。可优选举出苯基、芴基、萘基、菲基、联苯基、二苯并芴基、吡啶基、异喹啉基等2价基团。

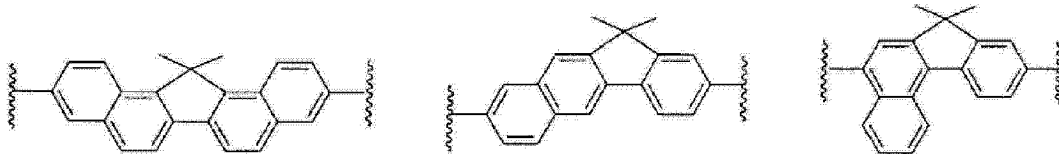
[0090] 另外，作为Ar<sup>5</sup>、Ar<sup>6</sup>和Ar<sup>7</sup>的取代或非取代的亚芳基，可例示出以下的基团。

[0091]



[0092] 式中,  $Y^1, Y^2, X^1 \sim X^8$  为氢原子、烷基、环烷基、取代或非取代的芳基、或者取代甲硅烷基。另外,  $X^1$  与  $X^2, X^2$  与  $X^3, X^3$  与  $X^4, X^5$  与  $X^6, X^6$  与  $X^7, X^7$  与  $X^8$  可以分别互相结合而形成以下所例示的饱和或不饱和的环状结构。上述环状结构还可以具有取代基。其中, 在形成环状结构时, 从  $X^1 \sim X^8$  和环状结构的结合部位选择的任意两个, 可以以单键形式连接。

[0093]



[0094] (各式中, 两端的波浪线连接到氮原子上)

[0095] 上述的  $Ar^1 \sim Ar^7$  的取代基为卤素原子、烷基、芳基、杂芳基、烷氧基、取代或非取代的甲硅烷基、或者氰基, 优选为取代或非取代的甲硅烷基、氰基、氟原子。

[0096] 作为烷基, 可举出甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基等。

[0097] 上述烷基的碳原子数为优选为 1 ~ 10, 进一步优选为 1 ~ 6。尤其优选为甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、正己基。

[0098] 烷氧基以  $-OY$  来表示, 作为  $Y$  的例子, 可举出上述烷基的例子。烷氧基, 例如为甲氧基、乙氧基。

[0099] 取代甲硅烷基包括取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 20 的烷基甲硅烷基 (包括单烷基甲硅烷基、二烷基甲硅烷基和三烷基甲硅烷基) 和取代或非取代的碳原子数为 6 ~ 30 的芳基甲硅烷基 (包括芳基二烷基甲硅烷基、二芳基烷基甲硅烷基和三芳基甲硅烷基)。

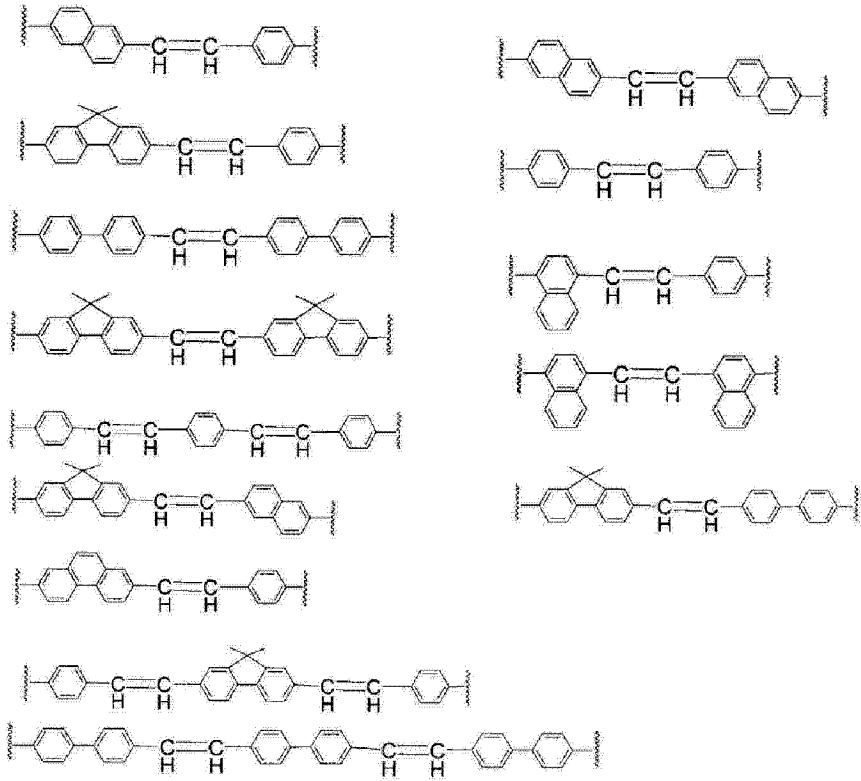
[0100] 上述碳原子数为 1 ~ 20 的烷基甲硅烷基优选为碳原子数为 1 ~ 10 的烷基甲硅烷基, 更优选为碳原子数为 1 ~ 6 的烷基甲硅烷基。作为烷基甲硅烷基的具体例, 可举出三甲基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、叔丁基二甲基甲硅烷基、乙烯基二甲基甲硅烷基、丙基二甲基甲硅烷基等。

[0101] 上述碳原子数为 6 ~ 30 的芳基甲硅烷基优选为碳原子数为 6 ~ 20 的芳基甲硅烷基, 更优选为碳原子数为 6 ~ 10 的芳基甲硅烷基。作为芳基甲硅烷基的具体例, 可举出三苯基甲硅烷基、苯基二甲基甲硅烷基、叔丁基二苯基甲硅烷基、三甲苯基甲硅烷基、三(二甲苯基)甲硅烷基、三萘基甲硅烷基等。

[0102] 作为卤素原子, 可举出氟、氯、溴、碘等, 优选氟原子。

[0103] 以下, 例示出上述式 (1) 中的两个氮之间的结构。

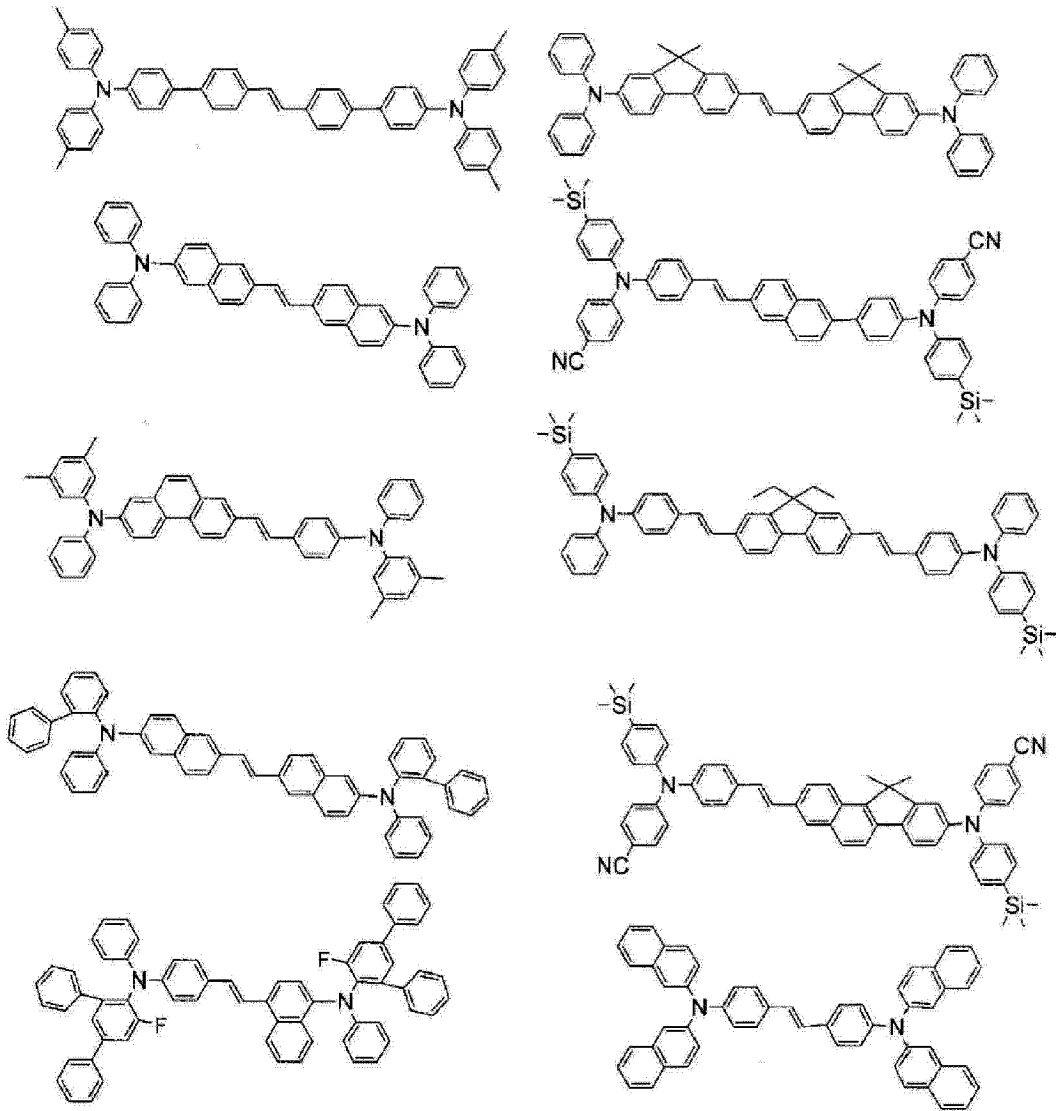
[0104]



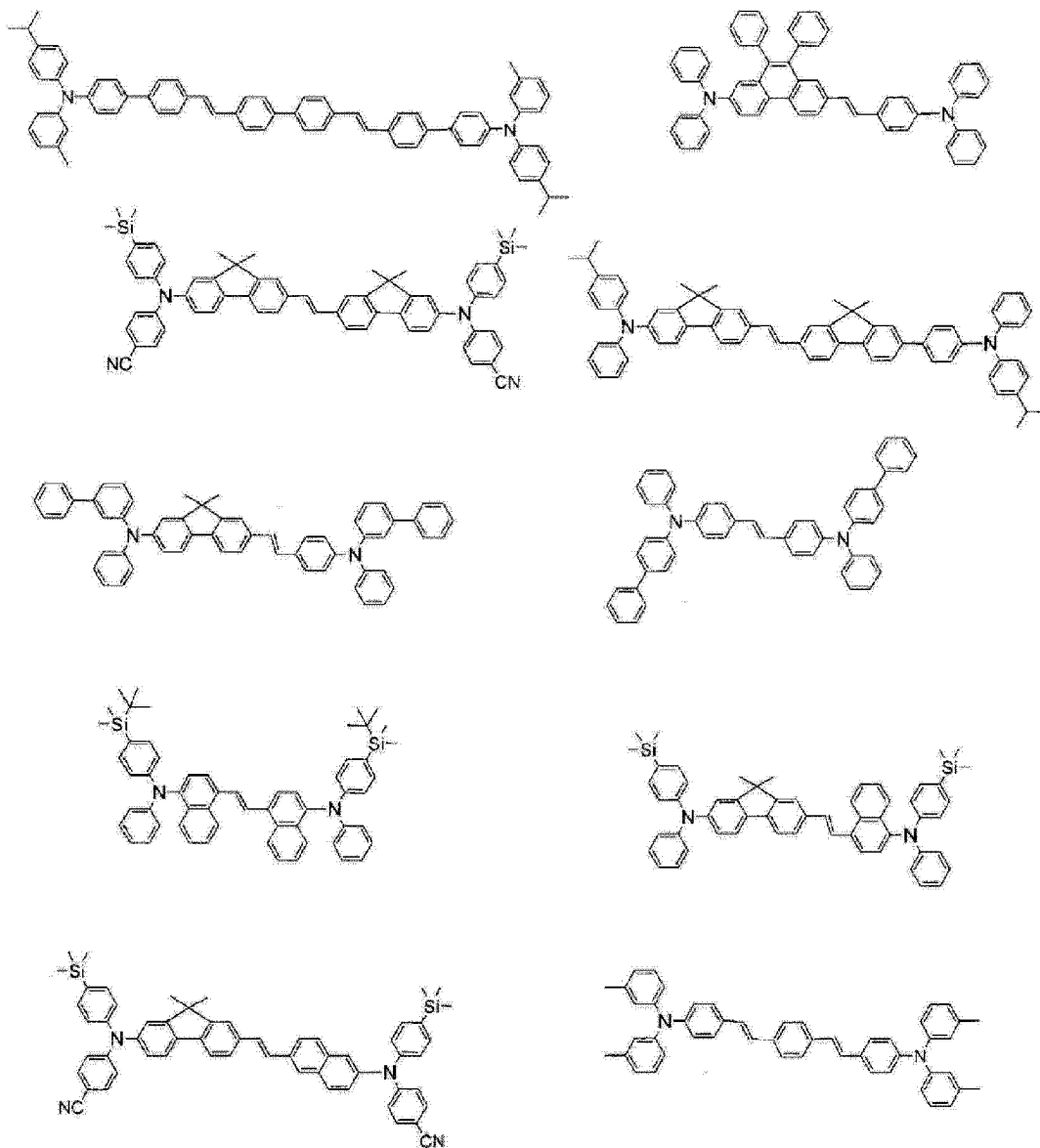
[0105] (各式中,两端的波浪线连接到氮原子上)

[0106] 以下,示出式(1)的化合物的具体例。

[0107]

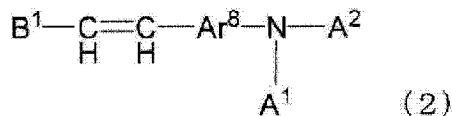


[0108]



[0109] 另外,本发明中可使用的苯乙烯胺衍生物以下述式 (2) 来表示。

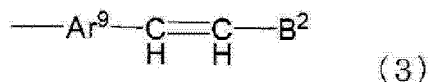
[0110]



[0111] 式 (2) 中, Ar<sup>8</sup> 为取代或非取代的亚芳基、或者取代或非取代的亚杂芳基。

[0112] A<sup>1</sup> 和 A<sup>2</sup> 分别为烷基、取代或非取代的芳基、取代或非取代的杂芳基、或者下述式 (3) 所表示的基团。

[0113]



[0114] (式 (3) 中, Ar<sup>9</sup> 为取代或非取代的亚芳基、或者取代或非取代的亚杂芳基, B<sup>2</sup> 为取代或非取代的芳基、或者取代或非取代的杂芳基, A<sup>1</sup> 和 A<sup>2</sup> 均为式 (3) 的基团时, Ar<sup>9</sup> 和 B<sup>2</sup> 可以分别相同或不同。)

[0115] B<sup>1</sup> 为取代或非取代的芳基、或者取代或非取代的杂芳基。

[0116] 优选使  $Ar^8 \sim Ar^9$  中的至少 1 个以上为取代或非取代的亚萘基、或者取代或非取代的亚苈基。

[0117] 作为  $A^1$  和  $A^2$  的烷基, 为碳原子数为 1 ~ 10 ( 优选碳原子数为 1 ~ 8, 更优选碳原子数为 1 ~ 6 ) 的烷基, 作为具体例, 可举出甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基等。

[0118] 作为  $A^1$ 、 $A^2$ 、 $B^1$ 、 $B^2$  的取代或非取代的芳基, 为成环碳原子数为 6 ~ 30 ( 优选成环碳原子数为 6 ~ 20, 更优选成环碳原子数为 6 ~ 12 ) 的取代或非取代的芳基, 作为具体例, 可举出取代或非取代的苯基、萘基、蒽基、菲基、并四苯基、蒽基、薹基、芴基、苯并 [9, 10] 菲基、芘基、联苯基、对三联苯基、间三联苯基、邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、对叔丁基苯基、对 ( 苯基丙基 ) 苯基、甲基萘基、甲基蒽基、甲基联苯基、叔丁基对三联苯基、二甲基芴基、间联苯基、邻联苯基、4-(2- 苯基丙烷 -2- 基 ) 苯基、荧蒽基、9, 9' - 二甲基芴基、苯并 -9, 9' - 二甲基芴基、二苯并 -9, 9' - 二甲基芴基等。另外, 可以是将苯基、亚苯基、萘基、亚萘基组合而成的芳香族基 ( 例如, 苯基萘基、萘基苯基、萘基萘基、萘基萘基萘基、苯基苯基萘基、萘基萘基苯基、萘基苯基萘基、萘基苯基苯基、苯基萘基萘基、苯基萘基苯基等 )。

[0119] 可优选举出取代或非取代的苯基、联苯基、三联苯基、萘基、菲基、蒽基、薹基、芴基等芳香族基。

[0120] 特别优选使  $A^1$ 、 $A^2$ 、 $B^1$ 、 $B^2$  分别为取代或非取代的苯基、联苯基、萘基、芴基。

[0121] 作为  $A^1$ 、 $A^2$ 、 $B^1$ 、 $B^2$  的取代或非取代的杂芳基, 为成环原子数为 5 ~ 30 ( 优选成环原子数为 5 ~ 20, 更优选成环原子数为 5 ~ 12 ) 的取代或非取代的杂芳基, 作为具体例, 可举出取代或非取代的吡咯基、吡嗪基、吡啶基、咪唑基、异咪唑基、呋喃基、苯并呋喃基、二苯并呋喃基、异苯并呋喃基、喹啉基、异喹啉基、喹喔啉基、咪唑基、菲啶基、吡啶基、菲咯啉基、吩嗪基、吩噻嗪基、吩噁嗪基、噁唑基、噁二唑基、呋咱基、噻吩基、甲基吡咯基、叔丁基吡咯基、( 苯基丙基 ) 吡咯基、甲基咪唑基、叔丁基咪唑基、二苯并噻吩基、噻啶基、哒嗪基等。

[0122] 可优选举出取代或非取代的二苯并呋喃基、吡啶基和咪唑基。

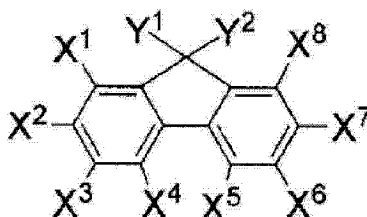
[0123] 特别优选使  $A^1$  和  $A^2$  分别为取代或非取代的二苯并呋喃基。

[0124] 作为  $Ar^8$  和  $Ar^9$  的取代或非取代的亚芳基, 可举出  $A^1$ 、 $A^2$ 、 $B^1$ 、 $B^2$  的取代或非取代的芳基的 2 价基团。

[0125] 优选取代或非取代的亚苯基、亚联苯基、亚三联苯基、亚萘基、亚菲基、亚蒽基、亚薹基、亚芴基、亚苯并 [9, 10] 菲基等芳香族基。

[0126] 另外, 作为  $Ar^8$  和  $Ar^9$  的取代或非取代的亚芳基, 可例示出以下的基团。

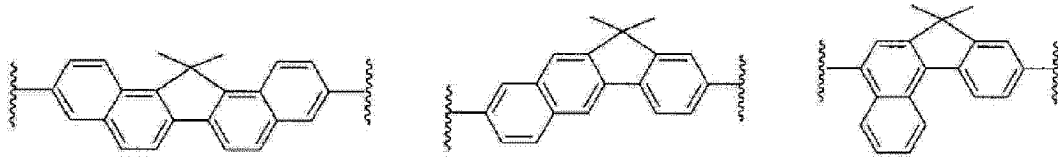
[0127]



[0128] 式中,  $Y^1$ 、 $Y^2$ 、 $X^1 \sim X^8$  为氢原子、烷基、环烷基、取代或非取代的芳基、或者取代甲硅烷基。  $X^1$  与  $X^2$ 、 $X^2$  与  $X^3$ 、 $X^3$  与  $X^4$ 、 $X^5$  与  $X^6$ 、 $X^6$  与  $X^7$ 、 $X^7$  与  $X^8$  可以分别互相结合而形成以下所例示的饱和或不饱和的环状结构。上述环状结构还可以具有取代基。其中, 在形成环状结

构时,从  $X^1 \sim X^8$  和环状结构的结合部位选择的任意两个,可以以单键形式连接。

[0129]



[0130] (各式中,两端的波浪线连接到氮原子上)

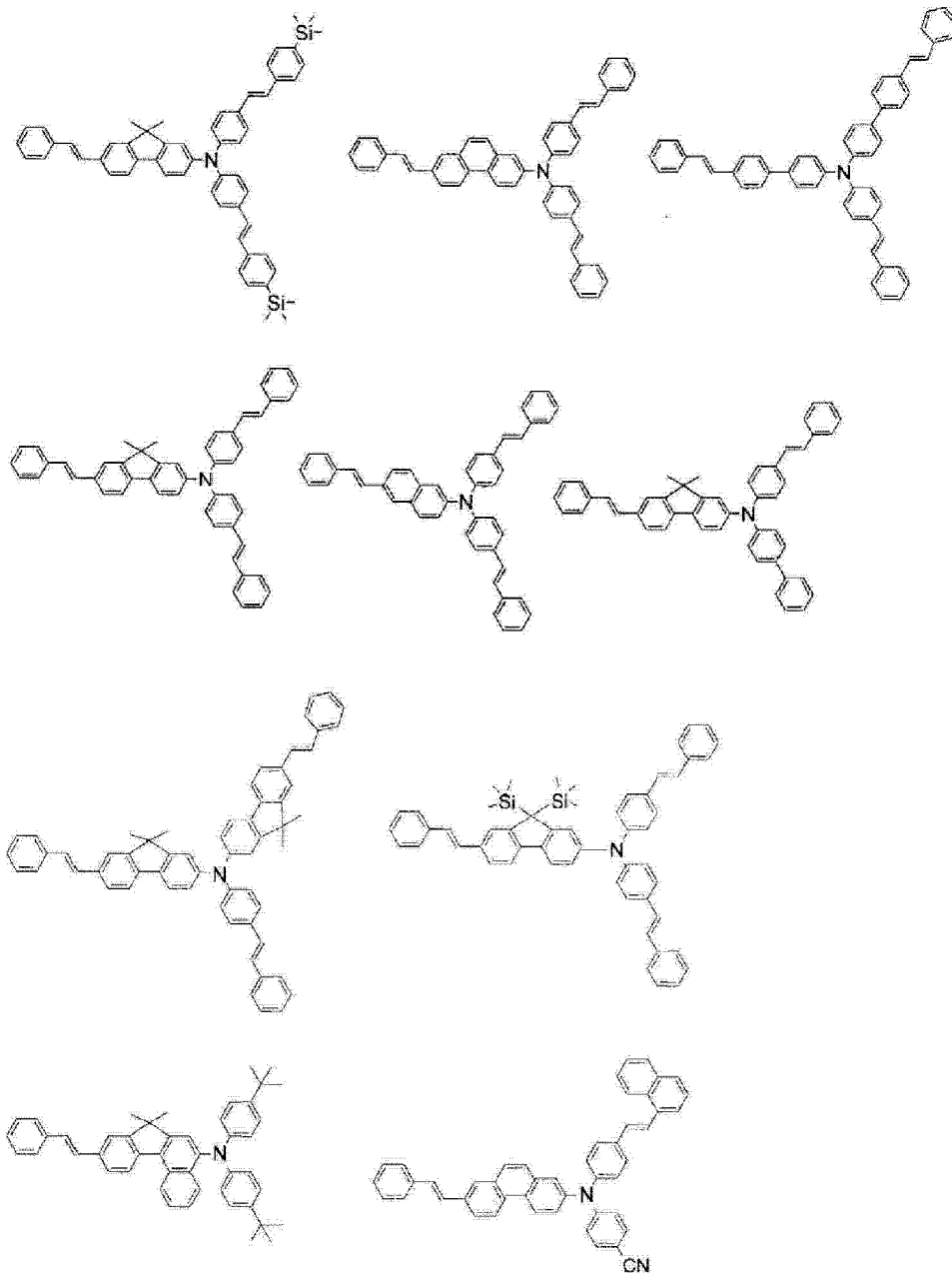
[0131] 作为  $Ar^8$  和  $Ar^9$  的取代或非取代的亚杂芳基,可举出  $A^1$ 、 $A^2$ 、 $B^1$ 、 $B^2$  的取代或非取代的杂芳基的 2 价基团。

[0132] 优选取代或非取代的亚二苯并呋喃基、亚吡啶基和亚咪唑基。

[0133]  $Ar^8$ 、 $Ar^9$ 、 $A^1$ 、 $A^2$ 、 $B^1$ 、 $B^2$  的取代基与  $Ar^1 \sim Ar^7$  相同。

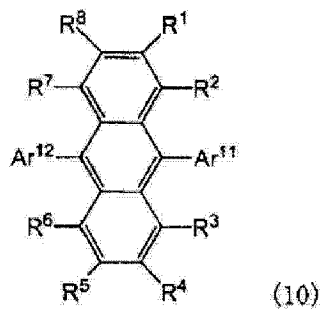
[0134] 以下,示出式 (2) 的化合物的具体例。

[0135]



[0136] 作为主体,优选下述式(10)所表示的蒽衍生物。

[0137]



[0138] 式(10)中, Ar<sup>11</sup>和 Ar<sup>12</sup>分别独立地为取代或非取代的成环碳原子数为6~50的芳基、或者成环原子数为5~50的杂环基,

[0139] R<sup>1</sup>~R<sup>8</sup>分别独立地为选自氢原子、取代或非取代的成环碳原子数为6~50的芳基、取代或非取代的成环原子数为5~50的杂环基、取代或非取代的碳原子数为1~50的烷基、取代或非取代的成环碳原子数为3~50的环烷基、取代或非取代的碳原子数为1~50的烷氧基、取代或非取代的碳原子数为7~50的芳烷基、取代或非取代的成环碳原子数为6~50的芳氧基、取代或非取代的成环碳原子数为6~50的芳硫基、取代或非取代的碳原子数为2~50的烷氧基羰基、取代或非取代的甲硅烷基、羧基、卤素原子、氰基、硝基和羟基中的基团。

[0140] 本发明的蒽衍生物优选下述蒽衍生物(A)、(B)和(C)中的任一种,根据应用的有机EL元件的构成、需要的特性来选择。

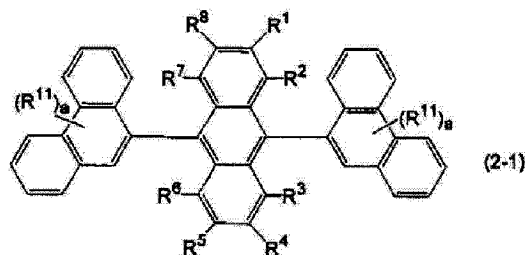
[0141] (蒽衍生物(A))

[0142] 对于该蒽衍生物而言,式(10)中的 Ar<sup>11</sup>和 Ar<sup>12</sup>分别独立地为取代或非取代的成环碳原子数为10~50的稠合芳基。作为该蒽衍生物,可以分为 Ar<sup>11</sup>和 Ar<sup>12</sup>为相同的取代或非取代的稠合芳基的情况以及 Ar<sup>11</sup>和 Ar<sup>12</sup>为不同的取代或非取代的稠合芳基的情况。

[0143] 具体而言,可举出下述式(2-1)~(2-3)所表示的蒽衍生物、以及式(10)中的 Ar<sup>11</sup>和 Ar<sup>12</sup>为不同的取代或非取代的稠合芳基的蒽衍生物。

[0144] 对于下述式(2-1)所表示的蒽衍生物而言, Ar<sup>11</sup>和 Ar<sup>12</sup>为取代或非取代的9-菲基。

[0145]



[0146] (式(2-1)中, R<sup>1</sup>~R<sup>8</sup>与上述相同,

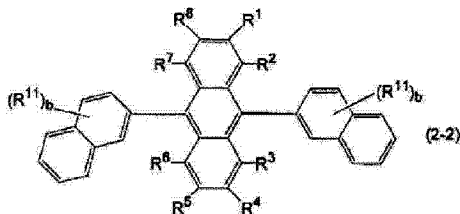
[0147] R<sup>11</sup>是选自氢原子、取代或非取代的成环碳原子数为6~50的芳基、取代或非取代的成环原子数为5~50的杂环基、取代或非取代的碳原子数为1~50的烷基、取代或非取代的成环碳原子数为3~50的环烷基、取代或非取代的碳原子数为1~50的烷氧基、取代或非取代的碳原子数为7~50的芳烷基、取代或非取代的成环碳原子数为6~50的芳氧基、取代或非取代的成环碳原子数为6~50的芳硫基、取代或非取代的碳原子数为2~50

的烷氧基羰基、取代或非取代的甲硅烷基、羧基、卤素原子、氰基、硝基和羟基中的基团，

[0148] a 为 0 ~ 9 的整数。在 a 为 2 以上的整数时，在使两个取代或非取代的菲基相同的条件下，存在的多个  $R^{11}$  可以分别相同或不同。）

[0149] 对于下述式 (2-2) 所表示的蒽衍生物而言，式 (10) 中的  $Ar^{11}$  和  $Ar^{12}$  为取代或非取代的 2- 萘基。

[0150]

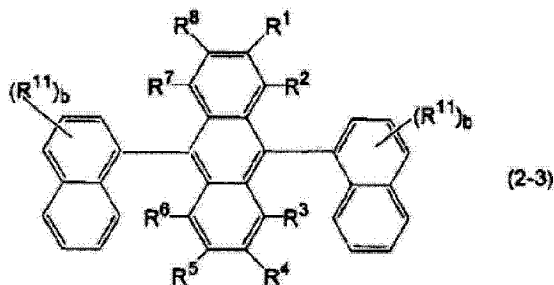


[0151] (式 (2-2) 中， $R^1 \sim R^8$  和  $R^{11}$  与上述相同，

[0152] b 为 1 ~ 7 的整数。在 b 为 2 以上的整数时，在使两个取代或非取代的 2- 萘基相同的条件下，存在的多个  $R^{11}$  可以分别相同或不同。)

[0153] 对于下述式 (2-3) 所表示的蒽衍生物而言，式 (10) 中的  $Ar^{11}$  和  $Ar^{12}$  为取代或非取代的 1- 萘基。

[0154]



[0155] (式 (2-3) 中， $R^1 \sim R^8$ 、 $R^{11}$  和 b 与上述相同。另外，在 b 为 2 以上的整数时，在使两个取代或非取代的 1- 萘基相同的条件下，存在的多个  $R^{11}$  可以分别相同或不同。)

[0156] 作为式 (10) 中的  $Ar^{11}$  和  $Ar^{12}$  为不同的取代或非取代的稠合芳基的蒽衍生物，优选使  $Ar^{11}$  和  $Ar^{12}$  为取代或非取代的 9- 菲基、取代或非取代的 1- 萘基、取代或非取代的 2- 萘基中的任一个。

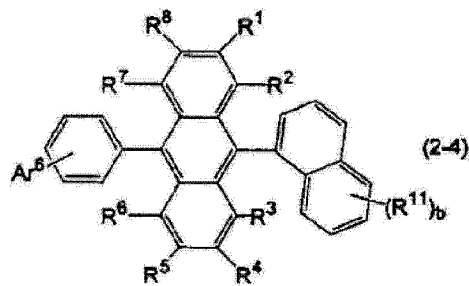
[0157] 具体而言，存在  $Ar^{11}$  为 1- 萘基且  $Ar^{12}$  为 2- 萘基的情况； $Ar^{11}$  为 1- 萘基且  $Ar^{12}$  为 9- 菲基的情况；以及  $Ar^{11}$  为 2- 萘基且  $Ar^{12}$  为 9- 菲基的情况。

[0158] (蒽衍生物 (B))

[0159] 对于该蒽衍生物而言，式 (10) 中的  $Ar^{11}$  和  $Ar^{12}$  中的一个为取代或非取代的苯基，另一个为取代或非取代的成环碳原子数为 10 ~ 50 的稠合芳基。作为该蒽衍生物，具体而言，可举出下述式 (2-4) 和 (2-5) 所表示的蒽衍生物。

[0160] 对于下述式 (2-4) 所表示的蒽衍生物而言，式 (10) 中的  $Ar^{11}$  为取代或非取代的 1- 萘基， $Ar^{12}$  为取代或非取代的苯基。

[0161]

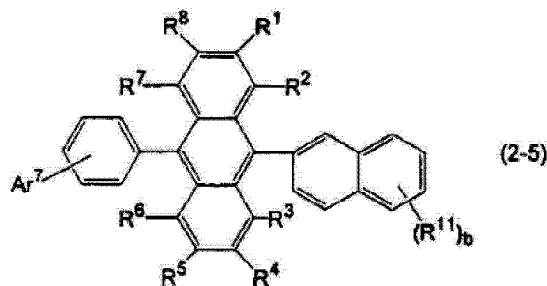


[0162] (式 (2-4) 中,  $R^1 \sim R^8$ 、 $R^{11}$  和  $b$  与上述相同,

[0163]  $Ar^6$  为取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 50 的芳基、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 50 的环烷基、取代或非取代的碳原子数为 7 ~ 50 的芳烷基、取代或非取代的成环原子数为 5 ~ 50 的杂环基、9,9-二甲基芴 -1-基、9,9-二甲基芴 -2-基、9,9-二甲基芴 -3-基、9,9-二甲基芴 -4-基、二苯并呋喃 -1-基、二苯并呋喃 -2-基、二苯并呋喃 -3-基、或者二苯并呋喃 -4-基。另外,  $Ar^6$  也可以与其所键合的苯环一起形成取代或非取代的芴基、或者取代或非取代的二苯并呋喃基等的环。在  $b$  为 2 以上的整数时,存在的多个  $R^{11}$  可以分别相同或不同。)

[0164] 对于下述式 (2-5) 所表示的蒽衍生物而言,式 (10) 中的  $Ar^{11}$  为取代或非取代的 2-萘基,  $Ar^{12}$  为取代或非取代的苯基。

[0165]



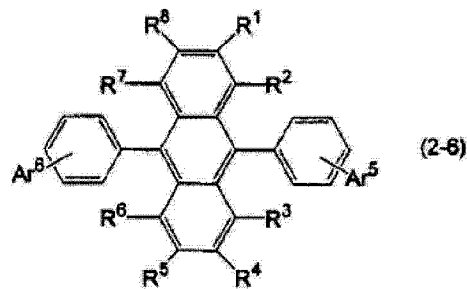
[0166] (式 (2-5) 中,  $R^1 \sim R^8$ 、 $R^{11}$  和  $b$  与上述相同,

[0167]  $Ar^7$  为取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 50 的芳基、取代或非取代的成环原子数为 5 ~ 50 的杂环基、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 50 的环烷基、取代或非取代的碳原子数为 7 ~ 50 的芳烷基、二苯并呋喃 -1-基、二苯并呋喃 -2-基、二苯并呋喃 -3-基、或者二苯并呋喃 -4-基。另外,  $Ar^7$  也可以与其所键合的苯环一起形成取代或非取代的芴基、或者取代或非取代的二苯并呋喃基等的环。在  $b$  为 2 以上的整数时,存在的多个  $R^{11}$  可以分别相同或不同。)

[0168] (蒽衍生物 (C))

[0169] 该蒽衍生物以下述式 (2-6) 来表示,具体而言,优选为下述式 (2-6-1)、(2-6-2) 和 (2-6-3) 中的任意一个式子所表示的衍生物。

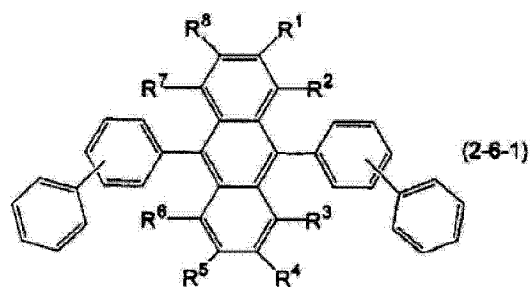
[0170]



[0171] (式 (2-6) 中,  $R^1 \sim R^8$  和  $Ar^6$  与上述相同,

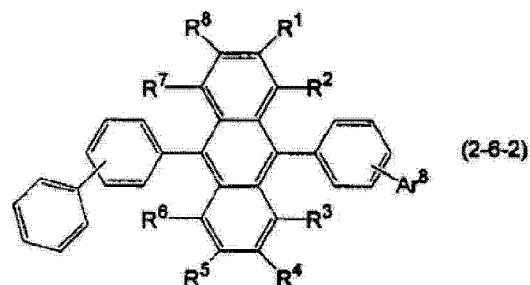
[0172]  $Ar^5$  为取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 50 的芳基、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 50 的环烷基、取代或非取代的碳原子数为 7 ~ 50 的芳烷基、或者取代或非取代的成环原子数为 5 ~ 50 的杂环基,  $Ar^5$  和  $Ar^6$  可分别独立地进行选择。)

[0173]



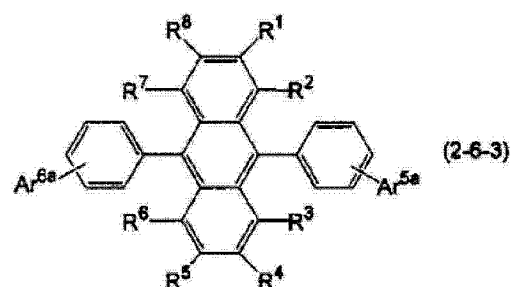
[0174] (式 (2-6-1) 中,  $R^1 \sim R^8$  与上述相同。)

[0175]



[0176] (式 (2-6-2) 中,  $R^1 \sim R^8$  与上述相同。  $Ar^8$  为取代或非取代的成环碳原子数为 10 ~ 20 的稠合芳基。)

[0177]



[0178] (式 (2-6-3) 中,  $R^1 \sim R^8$  与式 (10) 中所用相同。

[0179]  $Ar^{5a}$  和  $Ar^{6a}$  分别独立地为取代或非取代的成环碳原子数为 10 ~ 20 的稠合芳基。)

[0180] 作为  $R^1 \sim R^8, R^{11}, Ar^5 \sim Ar^7, Ar^{11}$  和  $Ar^{12}$  的取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 50 的芳基, 可举出苯基、1-萘基、2-萘基、1-蒎基、2-蒎基、9-蒎基、1-菲基、2-菲基、3-菲基、

4-菲基、9-菲基、1-并四苯基、2-并四苯基、9-并四苯基、1-茈基、2-茈基、4-茈基、6-蒎基、1-苯并[c]菲基、2-苯并[c]菲基、3-苯并[c]菲基、4-苯并[c]菲基、5-苯并[c]菲基、6-苯并[c]菲基、1-苯并[g]蒎基、2-苯并[g]蒎基、3-苯并[g]蒎基、4-苯并[g]蒎基、5-苯并[g]蒎基、6-苯并[g]蒎基、7-苯并[g]蒎基、8-苯并[g]蒎基、9-苯并[g]蒎基、10-苯并[g]蒎基、11-苯并[g]蒎基、12-苯并[g]蒎基、13-苯并[g]蒎基、14-苯并[g]蒎基、1-三苯基、2-三苯基、2-苻基、9,9-二甲基苻-2-基、苯并苻基、二苯并苻基、2-联苯基、3-联苯基、4-联苯基、对三联苯-4-基、对三联苯-3-基、对三联苯-2-基、间三联苯-4-基、间三联苯-3-基、间三联苯-2-基、邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、对叔丁基苯基、对(2-苯基丙基)苯基、3-甲基-2-萘基、4-甲基-1-萘基、4-甲基-1-萘基、4'-甲基联苯基、4''-叔丁基对三联苯基-4-基等。优选非取代的苯基、取代苯基、取代或非取代的成环碳原子数为10~14的芳基(例如1-萘基、2-萘基、9-菲基)、取代或非取代的苻基(2-苻基)、以及取代或非取代的茈基(1-茈基、2-茈基、4-茈基)。

[0181] 另外,作为 $Ar^{5a}$ 、 $Ar^{6a}$ 和 $Ar^8$ 的取代或非取代的成环碳原子数为10~20的稠合芳基,可举出1-萘基、2-萘基、1-萘基、2-萘基、9-萘基、1-菲基、2-菲基、3-菲基、4-菲基、9-菲基、1-并四苯基、2-并四苯基、9-并四苯基、1-茈基、2-茈基、4-茈基、2-苻基等。特别优选1-萘基、2-萘基、9-菲基、和苻基(2-苻基)。

[0182] 作为 $R^1 \sim R^8$ 、 $R^{11}$ 、 $Ar^5 \sim Ar^7$ 、 $Ar^{11}$ 和 $Ar^{12}$ 的取代或非取代的成环原子数为5~50的杂环基,可举出1-吡咯基、2-吡咯基、3-吡咯基、吡嗪基、2-吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、1-咪唑基、2-咪唑基、3-咪唑基、4-咪唑基、5-咪唑基、6-咪唑基、7-咪唑基、1-异咪唑基、2-异咪唑基、3-异咪唑基、4-异咪唑基、5-异咪唑基、6-异咪唑基、7-异咪唑基、2-咪唑基、3-咪唑基、2-苯并咪唑基、3-苯并咪唑基、4-苯并咪唑基、5-苯并咪唑基、6-苯并咪唑基、7-苯并咪唑基、1-异苯并咪唑基、3-异苯并咪唑基、4-异苯并咪唑基、5-异苯并咪唑基、6-异苯并咪唑基、7-异苯并咪唑基、1-二苯并咪唑基、2-二苯并咪唑基、3-二苯并咪唑基、4-二苯并咪唑基、1-二苯并噻吩基、2-二苯并噻吩基、3-二苯并噻吩基、4-二苯并噻吩基、喹啉基、3-喹啉基、4-喹啉基、5-喹啉基、6-喹啉基、7-喹啉基、8-喹啉基、1-异喹啉基、3-异喹啉基、4-异喹啉基、5-异喹啉基、6-异喹啉基、7-异喹啉基、8-异喹啉基、2-喹啉基、5-喹啉基、6-喹啉基、1-咪唑基、2-咪唑基、3-咪唑基、4-咪唑基、9-咪唑基、1-菲啶基、2-菲啶基、3-菲啶基、4-菲啶基、6-菲啶基、7-菲啶基、8-菲啶基、9-菲啶基、10-菲啶基、1-吡啶基、2-吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、9-吡啶基、1,7-菲咯啉-2-基、1,7-菲咯啉-3-基、1,7-菲咯啉-4-基、1,7-菲咯啉-5-基、1,7-菲咯啉-6-基、1,7-菲咯啉-8-基、1,7-菲咯啉-9-基、1,7-菲咯啉-10-基、1,8-菲咯啉-2-基、1,8-菲咯啉-3-基、1,8-菲咯啉-4-基、1,8-菲咯啉-5-基、1,8-菲咯啉-6-基、1,8-菲咯啉-7-基、1,8-菲咯啉-9-基、1,8-菲咯啉-10-基、1,9-菲咯啉-2-基、1,9-菲咯啉-3-基、1,9-菲咯啉-4-基、1,9-菲咯啉-5-基、1,9-菲咯啉-6-基、1,9-菲咯啉-7-基、1,9-菲咯啉-8-基、1,9-菲咯啉-10-基、1,10-菲咯啉-2-基、1,10-菲咯啉-3-基、1,10-菲咯啉-4-基、1,10-菲咯啉-5-基、2,9-菲咯啉-1-基、2,9-菲咯啉-3-基、2,9-菲咯啉-4-基、2,9-菲咯啉-5-基、2,9-菲咯啉-6-基、2,9-菲咯啉-7-基、2,9-菲咯啉-8-基、2,9-菲咯啉-10-基、2,8-菲咯啉-1-基、2,8-菲咯啉-3-基、2,8-菲咯啉-4-基、2,8-菲咯啉-5-基、2,8-菲咯啉-6-基、2,8-菲咯

啉-7-基、2,8-菲咯啉-9-基、2,8-菲咯啉-10-基、2,7-菲咯啉-1-基、2,7-菲咯啉-3-基、2,7-菲咯啉-4-基、2,7-菲咯啉-5-基、2,7-菲咯啉-6-基、2,7-菲咯啉-8-基、2,7-菲咯啉-9-基、2,7-菲咯啉-10-基、1-吩嗪基、2-吩嗪基、1-吩噻嗪基、2-吩噻嗪基、3-吩噻嗪基、4-吩噻嗪基、10-吩噻嗪基、1-吩噁嗪基、2-吩噁嗪基、3-吩噁嗪基、4-吩噁嗪基、10-吩噁嗪基、2-噁唑基、4-噁唑基、5-噁唑基、2-噁二唑基、5-噁二唑基、3-呋咱基、2-噻吩基、3-噻吩基、2-甲基吡咯-1-基、2-甲基吡咯-3-基、2-甲基吡咯-4-基、2-甲基吡咯-5-基、3-甲基吡咯-1-基、3-甲基吡咯-2-基、3-甲基吡咯-4-基、3-甲基吡咯-5-基、2-叔丁基吡咯-4-基、3-(2-苯基丙基)吡咯-1-基、2-甲基-1-吡啶基、4-甲基-1-吡啶基、2-甲基-3-吡啶基、4-甲基-3-吡啶基、2-叔丁基-1-吡啶基、4-叔丁基-1-吡啶基、2-叔丁基-3-吡啶基、4-叔丁基-3-吡啶基等。优选为1-二苯并呋喃基、2-二苯并呋喃基、3-二苯并呋喃基、4-二苯并呋喃基、1-二苯并噻吩基、2-二苯并噻吩基、3-二苯并噻吩基、4-二苯并噻吩基、1-咪唑基、2-咪唑基、3-咪唑基、4-咪唑基、9-咪唑基。

[0183] 作为  $R^1 \sim R^8$ 、 $R^{11}$  和  $Ar^5 \sim Ar^7$  的取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基,可举出甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基、羟基甲基、1-羟基乙基、2-羟基乙基、2-羟基异丁基、1,2-二羟基乙基、1,3-二羟基异丙基、2,3-二羟基叔丁基、1,2,3-三羟基丙基、氯甲基、1-氯乙基、2-氯乙基、2-氯异丁基、1,2-二氯乙基、1,3-二氯异丙基、2,3-二氯叔丁基、1,2,3-三氯丙基、溴甲基、1-溴乙基、2-溴乙基、2-溴异丁基、1,2-二溴乙基、1,3-二溴异丙基、2,3-二溴叔丁基、1,2,3-三溴丙基、碘甲基、1-碘乙基、2-碘乙基、2-碘异丁基、1,2-二碘乙基、1,3-二碘异丙基、2,3-二碘叔丁基、1,2,3-三碘丙基、氨基甲基、1-氨基乙基、2-氨基乙基、2-氨基异丁基、1,2-二氨基乙基、1,3-二氨基异丙基、2,3-二氨基叔丁基、1,2,3-三氨基丙基、氰基甲基、1-氰基乙基、2-氰基乙基、2-氰基异丁基、1,2-二氰基乙基、1,3-二氰基异丙基、2,3-二氰基叔丁基、1,2,3-三氰基丙基、硝基甲基、1-硝基乙基、2-硝基乙基、2-硝基异丁基、1,2-二硝基乙基、1,3-二硝基异丙基、2,3-二硝基叔丁基、1,2,3-三硝基丙基等。优选为甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基。

[0184] 作为  $R^1 \sim R^8$ 、 $R^{11}$  和  $Ar^5 \sim Ar^7$  的取代基的取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 50 的环烷基,可举出环丙基、环丁基、环戊基、环己基、4-甲基环己基、1-金刚烷基、2-金刚烷基、1-降冰片基、2-降冰片基等。优选环戊基、环己基。

[0185]  $R^1 \sim R^8$  和  $R^{11}$  的取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基为以 -OZ 来表示的基团,Z 从上述  $R^1 \sim R^8$  的取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基中选择。

[0186] 作为  $R^1 \sim R^8$ 、 $R^{11}$  和  $Ar^5 \sim Ar^7$  的取代基的取代或非取代的碳原子数为 7 ~ 50 芳烷基(芳基部分的碳原子数为 6 ~ 49,烷基部分的碳原子数为 1 ~ 44),可举出苄基、1-苯基乙基、2-苯基乙基、1-苯基异丙基、2-苯基异丙基、苯基叔丁基、 $\alpha$ -萘基甲基、1- $\alpha$ -萘基乙基、2- $\alpha$ -萘基乙基、1- $\alpha$ -萘基异丙基、2- $\alpha$ -萘基异丙基、 $\beta$ -萘基甲基、1- $\beta$ -萘基乙基、2- $\beta$ -萘基乙基、1- $\beta$ -萘基异丙基、2- $\beta$ -萘基异丙基、1-吡咯基甲基、2-(1-吡咯基)乙基、对甲基苄基、间甲基苄基、邻甲基苄基、对氯苄基、间氯苄基、邻氯苄基、对溴苄基、间溴苄基、邻溴苄基、对碘苄基、间碘苄基、邻碘苄基、对羟基苄基、间羟基苄基、邻羟基苄基、对氨基苄基、间氨基苄基、邻氨基苄基、对硝基苄基、间硝基苄基、邻硝基苄基、对氰基苄基、间氰基苄基、邻氰基苄基、1-羟基-2-苯基异丙基、1-氯-2-苯基异丙基等。

[0187]  $R^1 \sim R^8$  和  $R^{11}$  的取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 50 的芳氧基和芳硫基分别表示为  $-OY$  和  $-SY$ ,  $Y$  从上述  $R^1 \sim R^8$  的取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 50 的芳基中选择。

[0188]  $R^1 \sim R^8$  和  $R^{11}$  的取代或非取代的碳原子数为 2 ~ 50 烷氧基羰基 (烷基部分的碳原子数为 1 ~ 49) 表示为  $-COOZ$ ,  $Z$  从上述  $R^1 \sim R^8$  的取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基中选择。

[0189] 作为  $R^1 \sim R^8$  和  $R^{11}$  的取代甲硅烷基, 可举出三甲基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、叔丁基二甲基甲硅烷基、乙烯基二甲基甲硅烷基、丙基二甲基甲硅烷基、三苯基甲硅烷基等。

[0190] 作为  $R^1 \sim R^8$  和  $R^{11}$  的卤素原子, 可举出氟、氯、溴、碘等。

[0191] 阻挡层还担负防止发光层中生成的 3 重态激子向电子传输区域扩散并同时向发光层高效注入电子的作用。在对发光层的电子注入性下降时, 由于发光层中的电子-空穴的复合减少, 因此 3 重态激子的密度减小。当 3 重态激子的密度减小时, 3 重态激子的碰撞频率减小, 不能高效引发 TTF 现象。从高效地引起对发光层的电子注入的观点出发, 作为包含阻挡层的电子传输区域的形态, 可以考虑以下两种。

[0192] (1) 将电子传输区域设为两个以上不同材料的层叠结构, 在阻挡层和阴极之间设置用于从阴极高效获取电子的电子注入层。作为电子注入层的具体例, 可举出含氮杂环衍生物等。

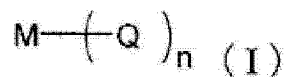
[0193] (2) 以 1 层阻挡层构成电子传输区域。此时, 为了容易从阴极获取电子, 在阻挡层中的阴极界面附近掺杂以碱金属为代表的供体。作为供体, 可以从供体性金属、供体性金属化合物和供体性金属络合物中选择至少一种。

[0194] 所谓供体性金属, 是指功函数为 3.8eV 以下的金属, 优选碱金属、碱土金属和稀土金属, 更优选 Cs、Li、Na、Sr、K、Mg、Ca、Ba、Yb、Eu 和 Ce。

[0195] 所谓供体性金属化合物, 是指含有上述供体性金属的化合物, 优选为含有碱金属、碱土金属或稀土金属的化合物, 更优选为这些金属的卤素化物、氧化物、碳酸盐、硼酸盐。例如为  $MO_x$  ( $M$  为供体性金属,  $x$  为 0.5 ~ 1.5)、 $MF_x$  ( $x$  为 1 ~ 3)、 $M(CO_3)_x$  ( $x$  为 0.5 ~ 1.5) 所表示的化合物。

[0196] 所谓供体性金属络合物, 是指上述的供体性金属的络合物, 优选为碱金属、碱土金属或稀土金属的有机金属络合物。优选下述式 (I) 所表示的有机金属络合物。

[0197]



[0198] (式中,  $M$  为供体性金属;  $Q$  为配体, 优选为羧酸衍生物、二酮衍生物或喹啉衍生物;  $n$  为 1 ~ 4 的整数。)

[0199] 作为供体性金属络合物的具体例, 可举出日本特开 2005-72012 号公报所述的钨水车等。进而, 日本特开平 11-345687 号公报中记载的中心金属为碱金属、碱土金属的酞菁化合物等也可以作为供体性金属络合物使用。

[0200] 上述的供体可以单独使用一种, 也可以组合使用两种以上。

[0201] 本发明中, 发光层与阻挡层界面的激子密度大。此时, 空穴向阻挡层内注入的概率增大, 这无助于发光层内的复合。因此, 作为阻挡层中使用的材料, 优选为氧化耐久性优异

的材料。

[0202] 作为氧化耐久性优异的材料的具体例,优选为烃芳香族化合物,特别优选为从日本特愿 2009-090379 号说明书中记载的下述式 (A)、(B) 和 (C) 所表示的多环芳香族化合物中选择的 1 种以上的化合物。

[0203]  $Ra-Ar^{101}-Rb\cdots$  (A)

[0204]  $Ra-Ar^{101}-Ar^{102}-Rb\cdots$  (B)

[0205]  $Ra-Ar^{101}-Ar^{102}-Ar^{103}-Rb\cdots$  (C)

[0206] 式中,  $Ar^{101}$ 、 $Ar^{102}$ 、 $Ar^{103}$ 、 $Ra$  和  $Rb$  表示取代或非取代的苯环、或者从取代或非取代的萘环、取代或非取代的蒽环、取代或非取代的荧蒽环、取代或非取代的菲环、取代或非取代的苯并菲环、取代或非取代的二苯并菲环、取代或非取代的苯并 [9,10] 菲环、取代或非取代的苯并 [a] 菲环、取代或非取代的苯并 [9,10] 菲环、取代或非取代的苯并蒽环、取代或非取代的苯并 [b] 荧蒽环、取代或非取代的芴环、以及取代或非取代的茚环中选择的多环芳香族骨架部。其中,  $Ra$  和  $Rb$  的取代基不为芳基。 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 、 $Ra$  和  $Rb$  不同时为取代或非取代的苯环。

[0207] 在上述多环芳香族化合物中,  $Ra$  和  $Rb$  中的任一者或两者优选从取代或非取代的菲环、取代或非取代的苯并 [c] 菲环和取代或非取代的荧蒽环中选择。

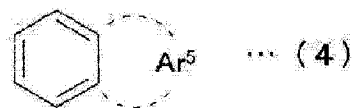
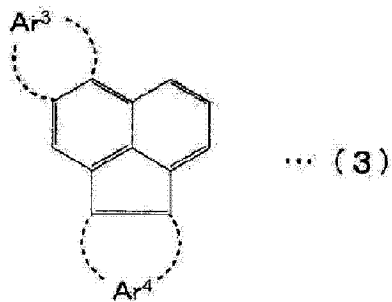
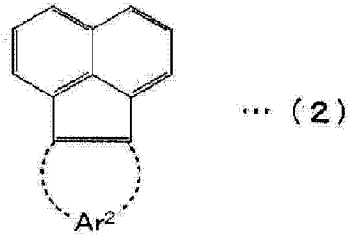
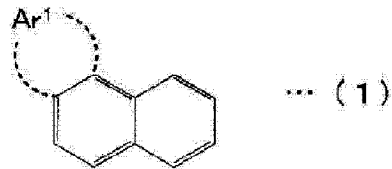
[0208] 上述多环芳香族化合物的多环芳香族骨架部也可以具有取代基。

[0209] 作为多环芳香族骨架部的取代基,例如,可举出卤素原子、羟基、取代或非取代的氨基、硝基、氰基、取代或非取代的烷基、取代或非取代的烯基、取代或非取代的环烷基、取代或非取代的烷氧基、取代或非取代的芳香族烃基、取代或非取代的芳香族杂环基、取代或非取代的芳烷基、取代或非取代的芳氧基、取代或非取代的烷氧基羰基、或者羧基。作为芳香族烃基的优选例,可举出萘、菲、芴、蒽、荧蒽和苯并 [9,10] 菲。

[0210] 在多环芳香族骨架部具有多个取代基时,这些取代基可以形成环。

[0211] 多环芳香族的骨架部优选为从下述式 (1) ~ (4) 所表示的化合物中选择的任何一种。

[0212]



[0213] 式(1)~(4)中,  $Ar^1 \sim Ar^5$  表示取代或非取代的核碳原子数为4~16的稠环结构。

[0214] 作为式(1)所表示的化合物,可举出例如取代或非取代的菲、蒽的单体或衍生物等。

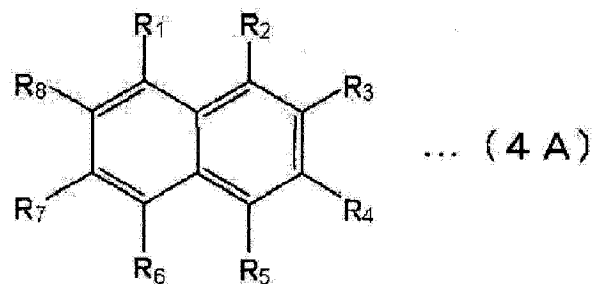
[0215] 作为式(2)所表示的化合物,可举出例如取代或非取代的芴烯、芴、荧蒹的单体或衍生物等。

[0216] 作为式(3)所表示的化合物,可举出例如取代或非取代的苯并荧蒹的单体或衍生物等。

[0217] 作为式(4)所表示的化合物,可举出例如取代或非取代的萘的单体或衍生物等。

[0218] 作为萘衍生物,可举出例如下述式(4A)的化合物。

[0219]

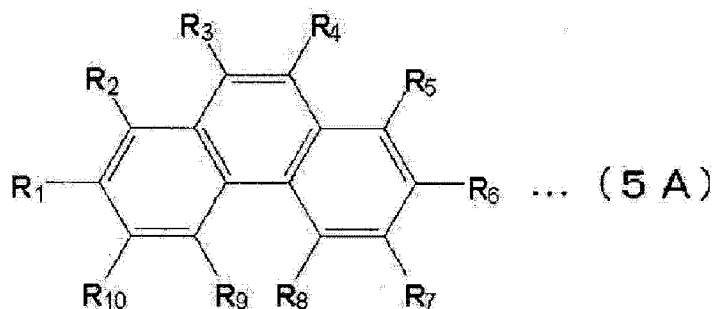


[0220] 式(4A)中,  $R_1 \sim R_8$  分别独立地表示氢原子;或者核碳原子数为5~30的取代基

或非取代的芳基、碳原子数为 1 ~ 30 的支链或直链的烷基、碳原子数为 3 ~ 20 的取代或非取代的环烷基中的单独一种取代基,或将它们中的多种组合而构成的取代基。

[0221] 作为菲衍生物,可举出例如下述式 (5A) 的化合物。

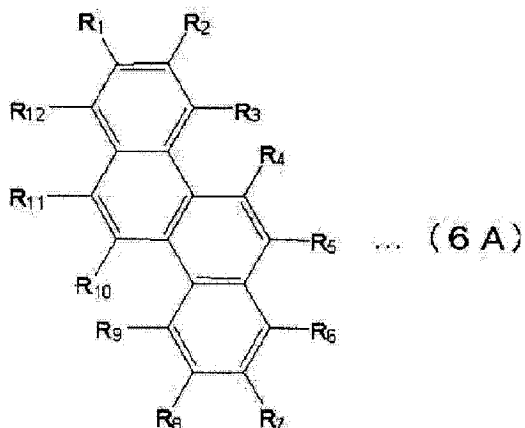
[0222]



[0223] 式 (5A) 中, R<sub>1</sub> ~ R<sub>10</sub> 分别独立地表示氢原子;或者核碳原子数为 5 ~ 30 的取代基或者非取代的芳基、碳原子数为 1 ~ 30 的支链或直链的烷基、碳原子数为 3 ~ 20 的取代或非取代的环烷基中的单独一种取代基,或将它们中的多种组合而构成的取代基。

[0224] 作为蒽衍生物,可举出例如下述式 (6A) 的化合物。

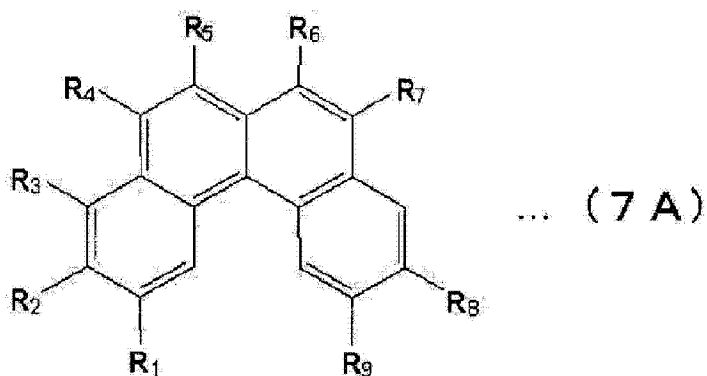
[0225]



[0226] 式 (6A) 中, R<sub>1</sub> ~ R<sub>12</sub> 分别独立地表示氢原子;或者核碳原子数为 5 ~ 30 的取代基或者非取代的芳基、碳原子数为 1 ~ 30 的支链或直链的烷基、碳原子数为 3 ~ 20 的取代或非取代的环烷基中的单独一种取代基,或者将它们中的多种组合而构成的取代基。

[0227] 另外,上述多环芳香族骨架部优选为苯并 [c] 菲或其衍生物。作为苯并 [c] 菲衍生物,可举出例如下述式 (7A) 的化合物。

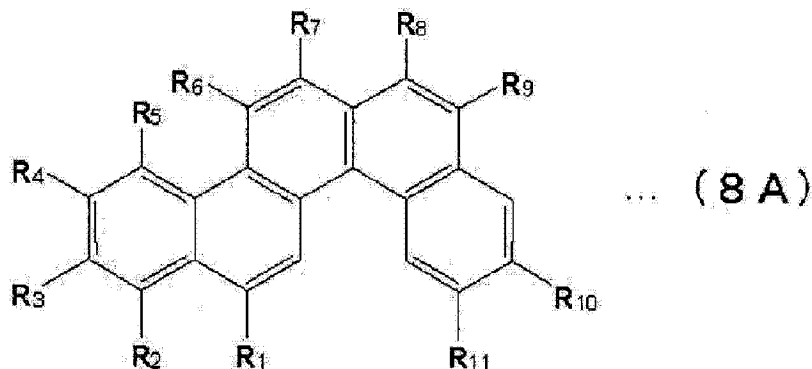
[0228]



[0229] 式 (7A) 中,  $R_1 \sim R_9$  分别独立地表示氢原子; 或者核碳原子数为 5 ~ 30 的取代基或者非取代的芳基、碳原子数为 1 ~ 30 的支链或直链的烷基、碳原子数为 3 ~ 20 的取代或非取代的环烷基中的单独一种取代基, 或将它们中的多种组合而构成的取代基。

[0230] 进而, 上述多环芳香族骨架部优选为苯并 [c] 蒽或其衍生物。作为苯并 [c] 蒽衍生物, 可举出例如下述式 (8A) 的化合物。

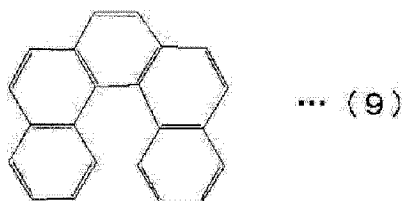
[0231]



[0232] 式 (8A) 中,  $R_1 \sim R_{11}$  分别独立地表示氢原子; 或者核碳原子数为 5 ~ 30 的取代基或者非取代的芳基、碳原子数为 1 ~ 30 的支链或直链的烷基、碳原子数为 3 ~ 20 的取代或非取代的环烷基中的单独一种取代基, 或将它们中的多种组合而构成的取代基。

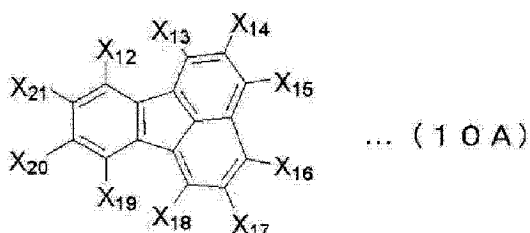
[0233] 上述多环芳香族骨架部优选为下述式 (9) 所表示的二苯并 [c, g] 菲或其衍生物。

[0234]



[0235] 另外, 上述多环芳香族骨架部优选为荧蒽或其衍生物。作为荧蒽衍生物, 可举出例如下述式 (10A) 的化合物。

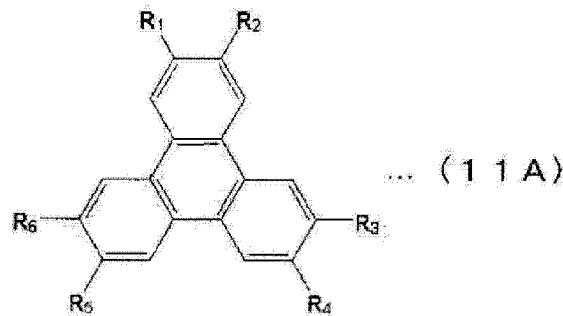
[0236]



[0237] 式 (10A) 中,  $X_{12} \sim X_{21}$  表示氢原子; 卤素原子; 直链、支链或环状的烷基; 直链、支链或环状的烷氧基; 取代或非取代的芳基; 或者取代或非取代的杂芳基。

[0238] 进而, 上述多环芳香族骨架部优选为苯并 [9, 10] 菲或其衍生物。作为苯并 [9, 10] 菲衍生物, 可举出例如下述式 (11A) 的化合物。

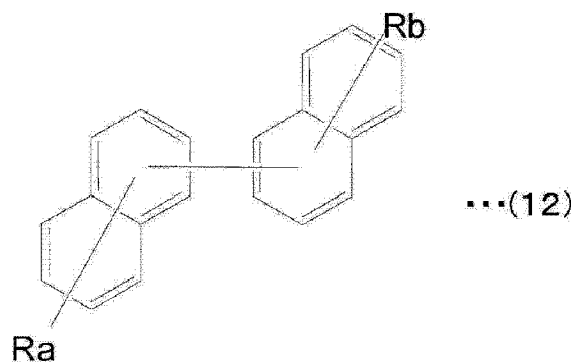
[0239]



[0240] 式 (11A) 中,  $R_1 \sim R_6$  分别独立地表示氢原子; 或者核碳原子数为 5 ~ 30 的取代或非取代的芳基、碳原子数为 1 ~ 30 的支链或直链的烷基、碳原子数为 3 ~ 20 的取代或非取代的环烷基中的单独一种取代基, 或将它们中的多种组合而构成的取代基。

[0241] 上述多环芳香族化合物可以是下述式 (12) 所表示的化合物。

[0242]

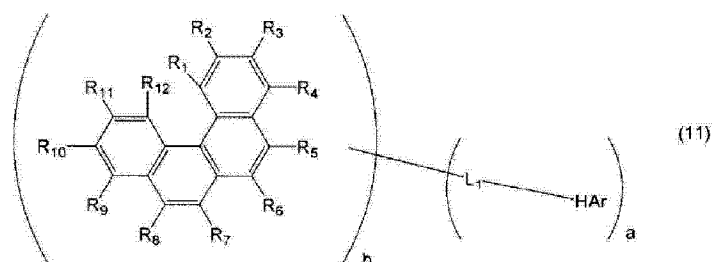


[0243] 式 (12) 中,  $R_a$ 、 $R_b$  与上述式 (A) ~ (C) 中所用相同。在  $R_a$ 、 $R_b$ 、萘环具有 1 个或多个取代基时, 取代基可以是碳原子数为 1 ~ 20 的烷基、碳原子数为 1 ~ 20 的卤代烷基、碳原子数为 5 ~ 18 的环烷基、碳原子数为 3 ~ 20 的甲硅烷基、氰基或卤素原子,  $R_a$ 、 $R_b$  以外的萘环的取代基还可以是碳原子数为 6 ~ 22 的芳基。

[0244] 式 (12) 中,  $R_a$  和  $R_b$  优选为从茱环、菲环、苯并 [9,10] 菲环、苯并菲环、二苯并菲环、苯并苯并 [9,10] 菲环、荧蒽环、苯并蒽环、苯并 [b] 荧蒽环和蒽环中选择的基团。

[0245] 作为阻挡层材料, 可以使用下述式 (11)、(21) 所表示的含氮杂环衍生物。

[0246]



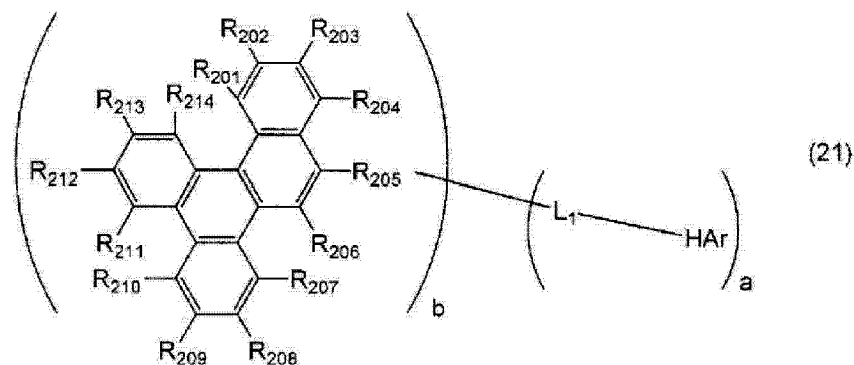
[0247] (式中,  $R_1 \sim R_{12}$  中的任意 12-a 个分别为氢原子、氟原子、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的芳基、或者取代或非取代的成环原子数为 5 ~ 30 的杂环基;  $R_1 \sim R_{12}$  中的任意 a 个为单键, 与  $L_1$  键合。

[0248]  $L_1$  为单键、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的 b+1 价烃环基、或者取代或非取代的成环原子数为 5 ~ 30 的 b+1 价杂环基。

[0249]  $HAr$  为取代或非取代的含氮杂环基。

[0250] a 和 b 分别为 1 ~ 4 的整数, a 和 b 中的至少一个为 1。)

[0251]



[0252] (式中,  $R_{201} \sim R_{214}$  中的任意  $14-a$  个分别为氢原子、氟原子、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 10 的烷基、取代或非取代的碳原子数为 3 ~ 8 的环烷基、取代或非取代的碳原子数为 3 ~ 30 的烷基甲硅烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 8 ~ 30 的芳基甲硅烷基、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 20 的芳氧基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的芳基、或者取代或非取代的成环原子数为 5 ~ 30 的杂环基;  $R_{201} \sim R_{214}$  中的任意  $a$  个为单键, 与  $L_1$  键合。

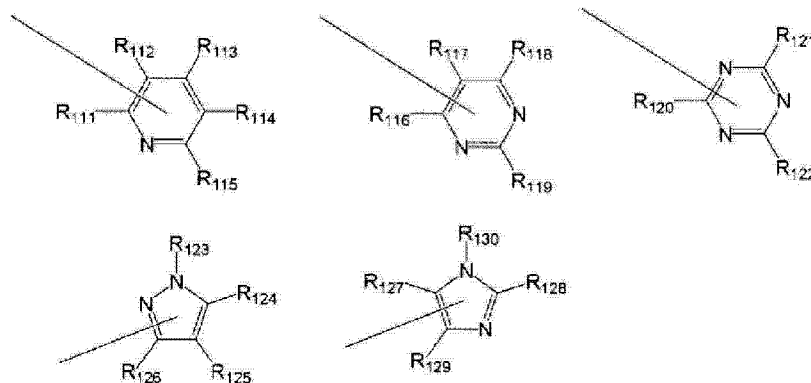
[0253]  $L_1$  表示单键、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的  $b+1$  价烃环基、或者取代或非取代的成环原子数为 5 ~ 30 的  $b+1$  价杂环基。

[0254] HAr 为取代或非取代的含氮杂环基。

[0255] a 和 b 分别为 1 ~ 4 的整数, a 和 b 中的至少一个为 1。)

[0256] 作为上述式 (11)、(21) 的 HAr 的例子, 可以例示出下述式的基团。

[0257]

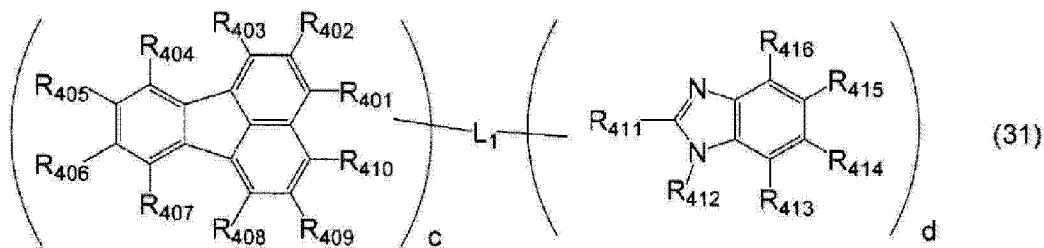


[0258] (式中,  $R_{111} \sim R_{130}$  分别为氢原子或取代基,  $R_{111} \sim R_{130}$  可以与邻接的取代基彼此键合而形成饱和或者不饱和的环。

[0259]  $R_{111} \sim R_{115}$  中的任一个、 $R_{116} \sim R_{119}$  中的任一个、 $R_{120} \sim R_{122}$  中的任一个、 $R_{123} \sim R_{126}$  中的任一个、以及  $R_{127} \sim R_{130}$  中的任一个为单键, 与  $L_1$  键合。)

[0260] 作为阻挡层材料, 可以使用下述式 (31) 所表示的含氮杂环衍生物。

[0261]



[0262] (式中,  $R_{401} \sim R_{416}$  分别表示氢原子、氟原子、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 10 的烷基、取代或非取代的碳原子数为 3 ~ 10 的环烷基、取代或非取代的碳原子数为 3 ~ 30 的烷基甲硅烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 8 ~ 30 的芳基甲硅烷基、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 20 的芳氧基、取代或非取代的烷基氨基、取代或非取代的芳基氨基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的芳基、或者取代或非取代的成环原子数为 5 ~ 30 的杂环基。  $R_{401} \sim R_{410}$  中的一个以及  $R_{411} \sim R_{416}$  中的 1 个为单键, 与  $L_1$  键合。  $R_{411} \sim R_{416}$  可以与邻接的取代基彼此键合而形成饱和或不饱和的环。

[0263]  $L_1$  表示单键、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的  $c+d$  价烃环基、或者取代或非取代的成环原子数为 5 ~ 30 的  $c+d$  价杂环基。

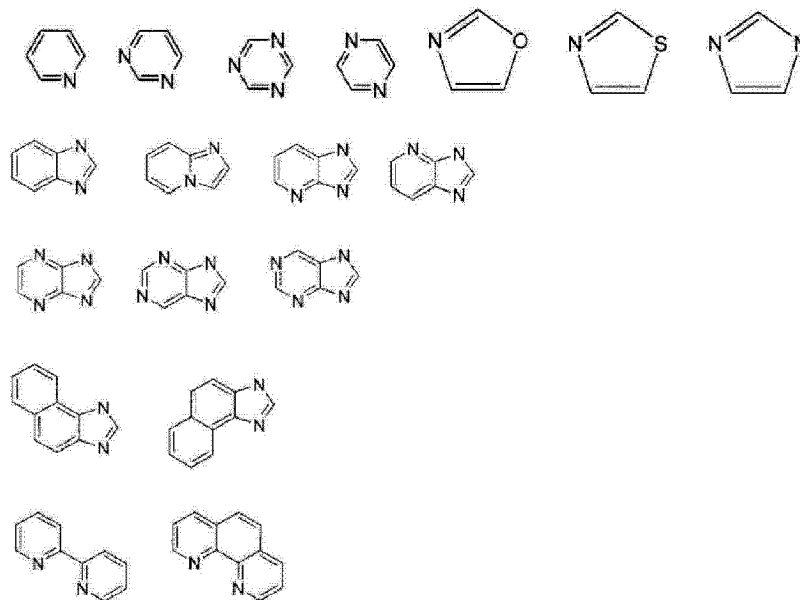
[0264]  $c$  和  $d$  分别表示 1 ~ 3 的整数。

[0265] 其中,  $L_1$ 、 $R_{401} \sim R_{416}$  不是含葱的基团。)

[0266] 进而, 作为阻挡层材料, 可以使用具有电子传输结构部位以及包含缩合多环芳香族烃化合物的三重态阻挡结构部位的材料。

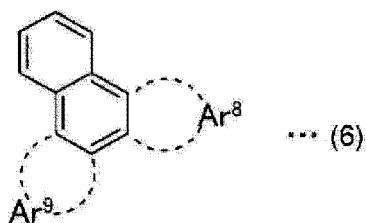
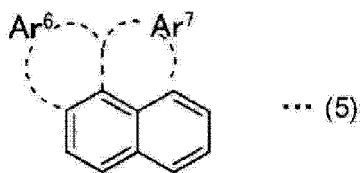
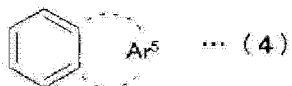
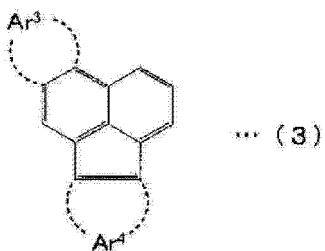
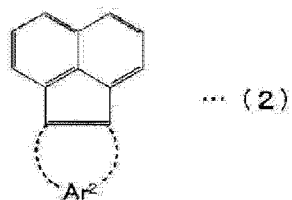
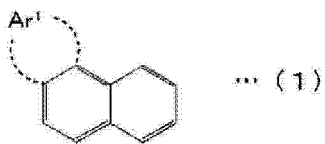
[0267] 电子传输结构部位例如包括从下述环中选择的 1 种以上的环。

[0268]



[0269] 三重态阻挡结构部位例如从下述环中选择。

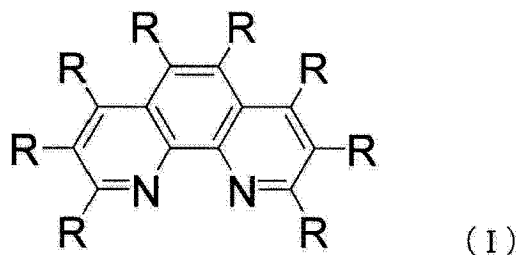
[0270]



[0271] (式(1)~(6)中, Ar<sup>1</sup>~Ar<sup>9</sup>表示成环碳原子数为4~16的稠环结构。)

[0272] 进而,作为阻挡层材料,可使用下述式(I)、(II)所表示的菲咯啉衍生物。

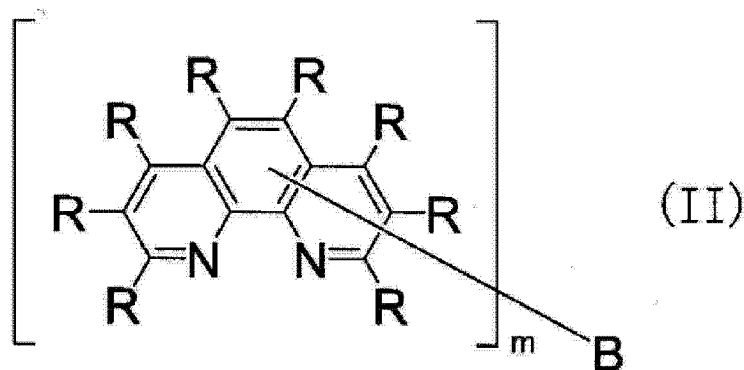
[0273]



[0274] (上述式中, R分别独立地为氢原子、氟原子、取代或非取代的烷基、环烷基、芳基、杂芳基、烷氧基、芳氧基、烷基氨基、芳基氨基、烷基甲硅烷基、芳基甲硅烷基、硝基、氰基、或

2~3个上述芳基和杂芳基连接而成的基团。)

[0275]



[0276] (上述式中,R中的任一个作为单键与B键合,剩余的R分别独立地为氢原子、氟原子、取代或非取代的烷基、环烷基、芳基、杂芳基、烷氧基、芳氧基、烷基氨基、芳基氨基、烷基甲硅烷基、芳基甲硅烷基、硝基、氰基、或2~3个上述芳基和杂芳基连接而成的基团。m为2以上的整数。B为单键;或者作为连接基的、取代或非取代的m价亚烷基、取代或非取代的亚烯基、取代或非取代的m价亚芳基、取代或非取代的m价亚杂芳基、2~4个芳基和杂芳基结合而成的m价基团或下述式(b)所示的m价基团。

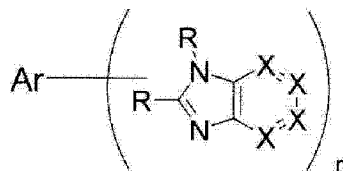
[0277]  $Ar^{1'}-Y-Ar^{2'}$  (b)

[0278] (式(b)中, $Ar^{1'}$ 与 $Ar^{2'}$ 可以相同或不同, $Ar^{1'}$ 为取代或非取代的(j+1)价的亚芳基或亚杂芳基, $Ar^{2'}$ 为取代或非取代的(k+1)价的亚芳基或亚杂芳基。j和k分别独立地为1以上的整数, $j+k=m$ , $Ar^{1'}$ 和 $Ar^{2'}$ 均与式(II)的菲咯啉结构结合。Y为O、S或 $CR'_2$ , $R'_2$ 独立地为取代或非取代的烷基、取代或非取代的芳基,或者取代或非取代的杂芳基, $R'_2$ 彼此可以成键而形成饱和或不饱和的环。))

[0279] 在上述的菲咯啉衍生物中,作为芳基,可优选出苯基、联苯基、邻三联苯基、间三联苯基、对三联苯基、萘基、菲基、蒽基、苯并菲基、苯并蒽基、苯并蒽基、三苯基、荧蒽基、苯并荧蒽基、芴基等。作为杂芳基,可优选出吡啶基、嘧啶基、吡嗪基、哒嗪基、喹啉基、异喹啉基、喹喔啉基、萘啶基、咪唑并吡啶基、吡啶基、吡啶基、吡啶基、吡咯基、咪唑基、噻吩基、噁唑基、噻唑基、苯并噁唑基、苯并噻唑基、噁二唑基、噻二唑基、三唑基、四唑基、二苯并咪唑基、二苯并噻吩基、咪唑基等。

[0280] 作为阻挡层材料,可使用下述式所表示的含氮杂环衍生物。

[0281]



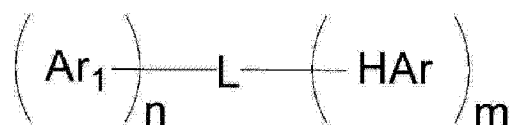
[0282] (上述式中,Ar为取代或非取代的亚芳基或亚杂芳基。X分别独立地为CR或N。R中的任一个作为单键与Ar键合,剩余的R分别独立地为氢原子、氟原子、取代或非取代的烷基、环烷基、芳基、杂芳基、烷氧基、芳氧基、烷基氨基、芳基氨基、烷基甲硅烷基、芳基甲硅烷基、硝基、氰基、或者2~3个上述芳基和杂芳基连接而成的基团。n为2或3的整数。)

[0283] 上述中,作为芳基,可优选出苯基、联苯基、邻三联苯基、间三联苯基、对三联苯

基、萘基、菲基、蒽基、苯并菲基、苯并蒽基、苯并蒽基、三苯基、荧蒽基、苯并荧蒽基、芴基等。作为杂芳基,可优选出吡啶基、嘧啶基、吡嗪基、哒嗪基、喹啉基、异喹啉基、喹喔啉基、萘啶基、咪唑并吡啶基、吡啶基、吡咯基、呋喃基、噻吩基、噁唑基、噻唑基、苯并噁唑基、苯并噻唑基、噁二唑基、噻二唑基、三唑基、四唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、咪唑基等。亚芳基为上述芳基的 2 或 3 价的残基,亚杂芳基为上述杂芳基的 2 或 3 价的残基。

[0284] 作为阻挡层材料,可使用下述式所表示的含氧稠环衍生物。

[0285]



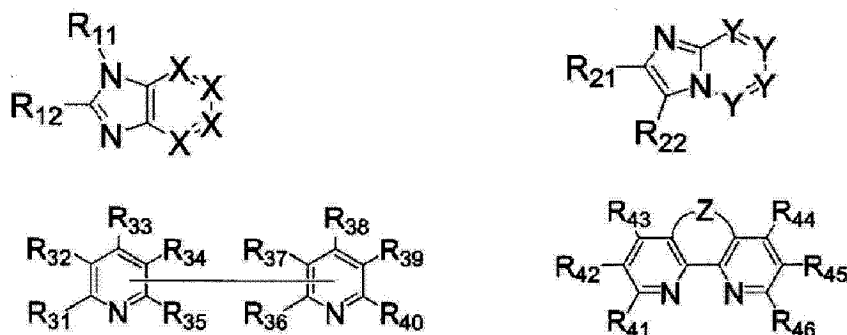
[0286] (式中,Ar<sub>1</sub>为具有 1 个以上选自呋喃环和吡喃环中的环的、4 个以上的环稠合而成的稠环基。

[0287] HAr 为下述式所表示的含氮杂环基中的任一个。

[0288] n 和 m 分别为 1 ~ 5 的整数。

[0289] L 为单键;取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的 n+m 价芳基;取代或非取代的成环原子数为 5 ~ 30 的 n+m 价杂环基;或者从取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的芳基、和取代或非取代的成环原子数为 5 ~ 30 的杂环基中选择的 2 个或 3 个基团以单键连接而成的 n+m 价基团。)

[0290]



[0291] (式中,R<sub>11</sub>、R<sub>12</sub>、R<sub>21</sub>、R<sub>22</sub>、R<sub>31</sub> ~ R<sub>40</sub> 和 R<sub>41</sub> ~ R<sub>46</sub> 分别独立地为氢原子、卤素原子、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 10 的烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 8 的环烷基、碳原子数为 3 ~ 30 的取代甲硅烷基氨基、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 20 的芳氧基、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 20 的烷硫基、氨基、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 20 的单烷基氨基或二烷基氨基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的芳基、或者取代或非取代的成环原子数为 5 ~ 30 的杂环基。

[0292] R<sub>31</sub> ~ R<sub>35</sub> 中的任一个和 R<sub>36</sub> ~ R<sub>40</sub> 中的任一个为将式 (4) 的两个吡啶环彼此键合的单键。

[0293] X 为 N 或 CR<sub>13</sub>,R<sub>13</sub> 为氢原子、卤素原子、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 10 的烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 8 的环烷基、碳原子数为 3 ~ 30 的取代甲硅烷基、氨基、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 20 的芳氧基、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 20 的烷硫基、氨基、取代或非取代的碳原子数为

1 ~ 20 的单烷基氨基或二烷基氨基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的芳基、或者取代或非取代的成环原子数为 5 ~ 30 的杂环基。

[0294] 当存在多个  $R_{13}$  时,各  $R_{13}$  可以相同或不同。

[0295] Y 为 N 或  $CR_{23}$ ,  $R_{23}$  为氢原子、卤素原子、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 10 的烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 8 的环烷基、碳原子数为 3 ~ 30 的取代甲硅烷基、氰基、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 20 的芳氧基、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 20 的烷硫基、氨基、取代或非取代的碳原子数为 1 ~ 20 的单烷基氨基或二烷基氨基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的芳基、或者取代或非取代的成环原子数为 5 ~ 30 的杂环基。

[0296] 当存在多个  $R_{23}$  时,各  $R_{23}$  可以相同或不同。

[0297] Z 为桥接基,其是取代或非取代的亚烷基、或者取代或非取代的亚烯基。

[0298]  $R_{11} \sim R_{13}$  中的任一个、 $R_{21} \sim R_{23}$  中的任一个、 $R_{31} \sim R_{40}$  中的任一个、以及  $R_{41} \sim R_{46}$  中的任一个为与 L 键合的单键。)

[0299] 作为阻挡层材料,可使用下述咪唑吡嗪系化合物和梯状 (ladder-based) 系化合物。

[0300] (1) 咪唑吡嗪系

[0301]  $(Cz-)mA$

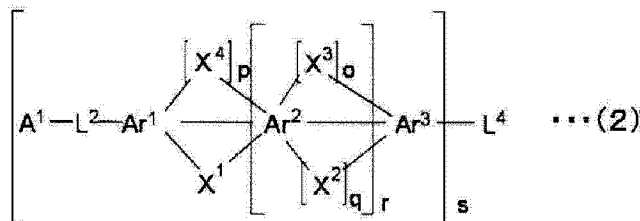
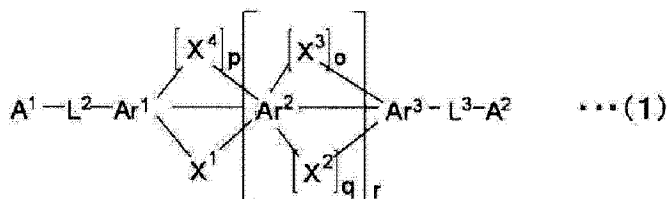
[0302] (式中, Cz 为取代或非取代的咪唑基、或者取代或非取代的氮杂咪唑基。A 为芳基取代含氮环基、二芳基取代含氮环基、或三芳基取代含氮环基。m 为 1 ~ 3 的整数。)

[0303]  $Cz-An$

[0304] (式中, Cz 为取代或非取代的咪唑基、或者取代或非取代的氮杂咪唑基。A 为芳基取代含氮环基、二芳基取代含氮环基、或者三芳基取代含氮环基。n 为 1 ~ 3 的整数。)

[0305] (2) 梯状系

[0306]



[0307] (式 (1) 和 (2) 中,  $Ar^1$ 、 $Ar^2$  和  $Ar^3$  分别独立地表示取代或非取代的成环碳原子数为 6 的芳香族烃基、或者取代或非取代的成环原子数为 6 的芳香族杂环基。

[0308] 其中,  $Ar^1$ 、 $Ar^2$  和  $Ar^3$  可以具有一个或多个取代基 Y, 在多个取代基时可以各不相同。

[0309] Y 表示碳原子数为 1 ~ 20 的烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 20 的环

烷基、碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基、碳原子数为 7 ~ 24 的芳烷基、甲硅烷基或者碳原子数为 3 ~ 20 的取代甲硅烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 24 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、或者成环碳原子数为 3 ~ 24 的取代或非取代的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基。

[0310] 式 (1) 和 (2) 中,  $X^1$ 、 $X^2$ 、 $X^3$  和  $X^4$  分别独立地表示氧 (O)、硫 (S)、 $N-R^1$  或  $CR^2R^3$ 。

[0311] 上述  $R^1$ 、 $R^2$  和  $R^3$  分别独立地表示碳原子数为 1 ~ 20 的烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 20 的环烷基、碳原子数为 7 ~ 24 的芳烷基、甲硅烷基或者碳原子数为 3 ~ 20 的取代甲硅烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 24 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、或者取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 24 的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基。

[0312] 其中, 在  $X^1$  与  $X^2$  均为  $N-R^1$  且  $o$ 、 $p$  为 0,  $q$  为 1 的情况下或者在  $X^1$  和  $X^3$  均为  $N-R^1$  且  $p$ 、 $q$  为 0,  $o$  为 1 的情况下,  $R^1$  的至少 1 个表示取代或非取代的成环原子数为 8 ~ 24 的 1 价稠合芳香族杂环基。

[0313] 式 (1) 和 (2) 中,  $o$ 、 $p$  和  $q$  表示 0 或 1。  $s$  表示 1、2、3 或 4, 分别为以  $L^4$  作为连接基的 1 聚体、2 聚体、3 聚体、4 聚体。  $r$  表示 1、2、3 或 4。

[0314] 式 (1) 和 (2) 中,  $L^2$  表示单键、碳原子数为 1 ~ 20 的亚烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 20 的环亚烷基、2 价甲硅烷基或者碳原子数为 2 ~ 20 的 2 价取代甲硅烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 24 的 2 价的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、或者成环碳原子数为 3 ~ 24 的取代或非取代的 2 价的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基。

[0315] 式 (1) 中,  $L^3$  表示单键、碳原子数为 1 ~ 20 的亚烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 20 的环亚烷基、2 价甲硅烷基或者碳原子数为 2 ~ 20 的 2 价取代甲硅烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 24 的 2 价的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、或者成环碳原子数为 3 ~ 24 的取代或非取代的 2 价的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基。

[0316] 式 (2) 中, 在  $s$  为 2 时,  $L^4$  表示单键、碳原子数为 1 ~ 20 的亚烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 20 的环亚烷基、2 价甲硅烷基或碳原子数为 2 ~ 20 的 2 价取代甲硅烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 24 的 2 价的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、或者成环碳原子数为 3 ~ 24 的取代或非取代的 2 价的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基。

[0317] 在  $s$  为 3 时,  $L^4$  表示碳原子数为 1 ~ 20 的 3 价饱和烃基、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 20 的 3 价环状饱和烃基、3 价甲硅烷基或碳原子数为 1 ~ 20 的 3 价取代甲硅烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 24 的 3 价的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、或者成环碳原子数为 3 ~ 24 的取代或非取代的 3 价的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基。

[0318] 在  $s$  为 4 时,  $L^4$  表示碳原子数为 1 ~ 20 的 4 价饱和烃基、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 20 的 4 价环状饱和烃基、硅原子、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 24 的 4 价的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、或者成环碳原子数为 3 ~ 24 的取代或非取代的 4 价的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基。

[0319] 式 (1) 和 (2) 中,  $A^1$  表示氢原子、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 20 的环烷基、甲硅烷基或者碳原子数为 3 ~ 20 的取代甲硅烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 24 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、或者成环碳原子数为 3 ~ 24 的取代或非取代的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基。

[0320] 式 (1) 中,  $A^2$  表示氢原子、取代或非取代的成环碳原子数为 3 ~ 20 的环烷基、甲硅

烷基或者碳原子数为 3 ~ 20 的取代甲硅烷基、取代或非取代的成环碳原子数为 6 ~ 24 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、或者成环碳原子数为 3 ~ 24 的取代或非取代的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基。)

[0321] 优选使上述式 (1) 和 (2) 的  $X^1$  和  $X^4$  中的一方、或者  $X^2$  和  $X^3$  中的一方为氧原子,且上述式 (1) 和 (2) 所表示的化合物为在分子内具有二苯并呋喃结构的化合物。

[0322] 进一步优选使上述式 (1) 和 (2) 的  $X^1$  和  $X^4$  中的一方、以及  $X^2$  和  $X^3$  中的一方均为氧原子,且上述式 (1) 和 (2) 所表示的化合物为具有苯并呋喃并二苯并呋喃结构的化合物。

[0323] <TTF 比率的测定>

[0324] 通过使主体、掺杂剂和阻挡层材料的三重态能量满足规定的关系,从而能够使相对于总发光的来自 TTF 的发光强度比为 30% 以上,可以实现以往已知的荧光元件无法达成的高效化。

[0325] 来自 TTF 的发光强度比可通过过渡 EL 法测定。所谓过渡 EL 法,是对除去对元件施加的 DC 电压之后的 EL 发光的衰减行为(过渡特性)进行测定的方法。对于 EL 发光强度而言,分成基于最初的复合中生成的单重态激子的发光成分和基于经由 TTF 现象生成的单重态激子的发光成分。单重态激子的寿命为纳秒数量级,非常短,因此 DC 电压除去后迅速衰减。

[0326] 另一方面,TTF 现象是基于经由寿命长的三重态激子生成的单重态激子的发光,因此会缓慢衰减。这样,基于单重态激子的发光和基于三重态激子的发光在时间上存在较大差异,因此能够求出来自 TTF 的发光强度。具体可通过以下的方法来确定。

[0327] 过渡 EL 波形按照以下方式进行测定(参照图 3)。将从电压脉冲发生器(PG)输出的脉冲电压波形施加于 EL 元件。将施加电压波形输入至示波器(OSC)。将脉冲电压施加于 EL 元件时,EL 元件产生脉冲发光。将该发光经由光电子倍增管(PMT)输入至示波器(OSC)。用个人计算机(PC)同步接收电压波形和脉冲发光。

[0328] 进而,通过过渡 EL 波形的解析,按以下方式确定来自 TTF 的发光强度比。

[0329] 得出三重态激子的衰减行为的比率方程式,将基于 TTF 现象的发光强度的衰减行为模型化。对于发光层内部的三重态激子密度  $n_T$  的时间衰减,可以使用基于三重态激子的寿命的衰减速度  $\alpha$  和基于三重态激子的碰撞的衰减速度  $\gamma$ ,利用以下的比率方程式来表示。

$$[0330] \quad \frac{dn_T}{dt} = -\alpha \cdot n_T - \gamma \cdot n_T^2$$

[0331] 当对该微分方程式近似地求解时,得到下式。这里,ITTF 是来自 TTF 的发光强度,A 为常数。这样,过渡 EL 发光只要是基于 TTF 的发光,则其强度的平方根的倒数会显示为近似直线。因此,将测定的过渡 EL 波形数据与下述近似式拟合,求得常数 A。此时除去 DC 电压的时刻  $t = 0$  的发光强度  $1/A^2$  被定义为来自 TTF 的发光强度比。

$$[0332] \quad \frac{1}{\sqrt{I_{TTF}}} \propto A + \gamma \cdot t$$

[0333] 图 4 左的坐标图是对 EL 元件施加规定的 DC 电压、随后除去电压时的测定例,其表

示 EL 元件的发光强度随时间的变化。在图 4 左的坐标图中,在时刻约  $3 \times 10^{-8}$  秒时,除去 DC 电压。此外,坐标图中将除去电压时的亮度表示为 1。随后直到约  $2 \times 10^{-7}$  秒的急速衰减之后,缓慢衰减成分被显现出来。图 4 右的坐标图是将除去电压时刻点作为原点,对除去电压后直到  $10^{-5}$  秒的光强度的平方根的倒数进行绘图的坐标图,可见能够近似为直线。将直线部分向时间原点延长时,与纵轴的交点 A 的值为 2.41。这样,由该过渡 EL 波形得到的来自 TTF 的发光强度比为  $1/2.41^2 = 0.17$ ,总发光强度中的 17% 来自 TTF。

[0334] < 第 2 实施方式 >

[0335] 本发明的元件可以制成具有至少两个含发光层的有机层单元的串联元件结构。在两个发光层之间夹设中间层(也称为中间导电层、电荷发生层、CGL)。可以在每个单元中设置电子传输区域。至少 1 个发光层为荧光发光层,含有该发光层的单元满足上述必要条件。具体的层叠顺序的例子如下所示。另外,下述发光层可以是多个发光层的层叠体,也可以是后述第 3 实施方式的包含一个电荷阻挡层的有机层单元。

[0336] 阳极 / 荧光发光层 / 中间层 / 荧光发光层 / 阻挡层 / 电子注入层 / 阴极

[0337] 阳极 / 荧光发光层 / 阻挡层 / 电子注入层 / 中间层 / 荧光发光层 / 阴极

[0338] 阳极 / 荧光发光层 / 阻挡层 / 中间层 / 荧光发光层 / 阻挡层 / 电子注入层 / 阴极

[0339] 阳极 / 磷光发光层 / 中间层 / 荧光发光层 / 阻挡层 / 电子注入层 / 阴极

[0340] 阳极 / 荧光发光层 / 阻挡层 / 电子注入层 / 中间层 / 磷光发光层 / 阴极

[0341] 图 5 中示出本实施方式的有机 EL 元件的一例。有机 EL 元件 1 依次具备阳极 10、发光层 22、24 和阴极 40,在发光层 22、24 之间具有中间层 60。在电子传输区域 30 中具有电子注入层 34 和阻挡层 32,阻挡层 32 与发光层 24 邻接。发光层 24 是满足本发明的必要条件的荧光发光层。另一个发光层可以是荧光型,也可以是磷光型。在发光层 22 的相邻处设置阻挡层,可以将发光层 24 作为满足本发明的必要条件的荧光发光层。

[0342] 需要说明的是,也可以在两个发光层 22、24 之间夹设电子传输区域和 / 或空穴传输区域。另外,发光层可以是 3 个以上,中间层也可以是两个以上。在发光层为 3 个以上时,在所有发光层之间可以具有中间层,也可以不具有中间层。

[0343] 作为中间层公知的材料,可使用例如美国专利第 7,358,661 号说明书、美国专利申请第 10/562,124 号说明书等中记载的材料。

[0344] < 第 3 实施方式 >

[0345] 本实施方式中,依次具备阳极、多个发光层、电子传输区域和阴极,在多个发光层中的任意两个发光层之间具有电荷阻挡层,与电荷阻挡层相接的发光层为荧光发光层,且满足上述的必要条件。

[0346] 作为本实施方式的优选的有机 EL 元件的构成,可举出如日本专利第 4134280 号公报、美国专利申请公开第 2007/0273270A1 号说明书、国际公开第 W02008/023623A1 号中记载的那样,在依次层叠有阳极、第 1 发光层、电荷阻挡层、第 2 发光层和阴极的构成中,在第 2 发光层和阴极之间具有电子传输区域的构成,所述电子传输区域具有用于防止三重态激子的扩散的阻挡层和电子注入层。这里,所谓的电荷阻挡层,是指通过在与邻接的发光层之间设置 HOMO 能级、LUMO 能级的能量位垒来调整对发光层的载流子注入,用于调整发光层中注入的电子和空穴的载流子平衡的层。

[0347] 这样的构成的具体例如以下所示。

[0348] 阳极 / 第 1 发光层 / 电荷阻挡层 / 第 2 发光层 / 电子传输区域 / 阴极

[0349] 阳极 / 第 1 发光层 / 电荷阻挡层 / 第 2 发光层 / 第 3 发光层 / 电子传输区域 / 阴极

[0350] 需要说明的是,优选在阳极和第 1 发光层之间与其他实施方式同样地设置空穴传输区域。

[0351] 图 6 中示出本实施方式的有机 EL 元件的一例。图 6 的上图表示元件构成和各层的 HOMO、LUMO 能级。下图表示第 3 发光层与阻挡层的能量带隙的关系。

[0352] 该有机 EL 元件依次具备阳极、第 1 发光层、第 2 发光层、第 3 发光层、电子传输区域和阴极,在第 1 发光层和第 2 发光层之间具有电荷阻挡层。电子传输区域包含阻挡层和电子注入层(未图示)。第 3 发光层为满足本发明的必要条件的荧光发光层。第 1 发光层、第 2 发光层可以是荧光型,也可以是磷光型。

[0353] 本实施方式的元件优选作为白色发光元件,可以将第 1 发光层、第 2 发光层、第 3 发光层的发光色调整成白色。另外,也可以将发光层仅设为第 1 发光层、第 2 发光层,通过调整两个发光层的发光色而设定为白色。此时第 2 发光层成为满足本发明的必要条件的荧光发光层。

[0354] 尤其通过将第 1 发光层的主体设为空穴传输性材料,添加主峰波长比 550nm 大的荧光发光性掺杂剂,将第 2 发光层(和第 3 发光层)的主体设为电子传输性材料,添加主峰波长 550nm 以下的荧光发光性掺杂剂,从而虽然是能以所有荧光材料构成的结构但可以实现显示出比以往技术更高的发光效率的白色发光元件。

[0355] 在特别提及与发光层邻接的空穴传输层时,为了高效引发本发明的 TTF 现象,优选在比较空穴传输材料和主体的三重态能量时空穴传输材料的三重态能量更大的情况。

[0356] < 第 4 实施方式 >

[0357] 本实施方式中,在基板上并列设置蓝色像素、绿色像素、红色像素。这些 3 色的像素中,蓝色像素具有第 1 实施方式的构成。

[0358] 图 7 中示出本实施方式的有机 EL 元件的一例。

[0359] 该图所示的上面发光型有机 EL 元件 2 中,在通用基板 100 上并列地形成蓝色像素 B、绿色像素 G 和红色像素 R。

[0360] 蓝色像素 B 从基板 100 起依次具备阳极 10、空穴传输区域 50、蓝色发光层 20B、包含阻挡层和电子注入层的电子传输区域 30、阴极 40 和保护层 70。

[0361] 绿色像素 G 从基板 100 起依次具备阳极 10、空穴传输区域 50、绿色发光层 20G、包含阻挡层和电子注入层的电子传输区域 30、阴极 40 和保护层 70。

[0362] 红色像素 R 从基板 100 起依次具备阳极 10、空穴传输区域 50、红色发光层 20R、包含阻挡层和电子注入层的电子传输区域 30、阴极 40 和保护层 70。

[0363] 在各邻接的像素的阳极间形成绝缘膜 200,保持像素间的绝缘。

[0364] 有机 EL 元件 2 中,阻挡层被通用地设计在蓝色像素 B、红色像素 R、绿色像素 G 中。

[0365] 虽然阻挡层的效果在蓝色荧光元件中比以往得到的发光效率显著,但是在绿色荧光元件、红色荧光元件中也能得到将三重态能量束缚在发光层内的同样效果,可以期待发光效率的提高。

[0366] 另一方面,在磷光发光层中,能得到将三重态激子束缚于发光层内的效果,防止三

重态能量的扩散,有助于磷光发光性掺杂剂的发光效率的提高。

[0367] 空穴传输区域包括空穴传输层、空穴传输层和空穴注入层等。空穴传输区域可以通用,也可以不同。通常,空穴传输区域设定为适于各个发光色的构成。

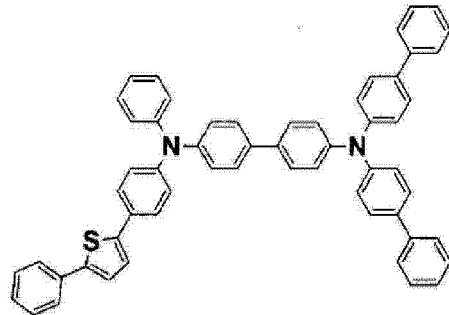
[0368] 由发光层 20B、G、R 和阻挡层构成的有机层,并不限于图中所示的构成,能够进行适当变更。

[0369] 实施例

[0370] 实施例和比较例中使用的材料和物性值如下。

[0371] [空穴注入材料]

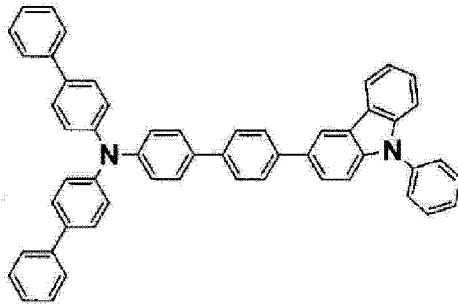
[0372]



HI1

[0373] [空穴传输材料]

[0374]

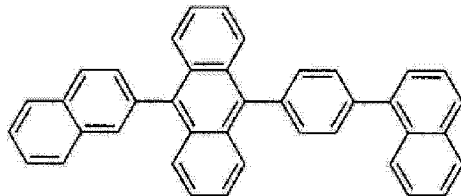


HT2

$E^I=2.6\text{eV}$

[0375] [主体材料]

[0376]



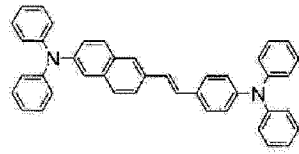
[0377] BH

[0378]  $E^I = 1.83\text{eV}$

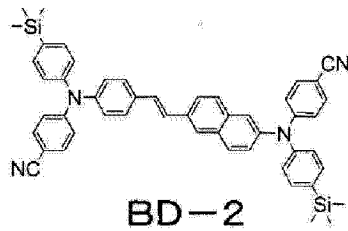
[0379] 亲合能 = 3eV

[0380] [掺杂剂材料]

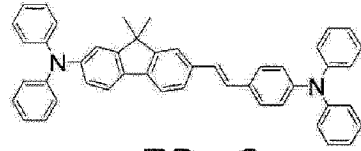
[0381]



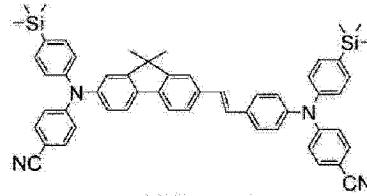
BD-1



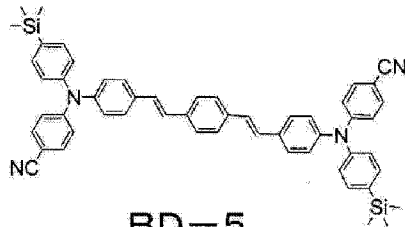
BD-2



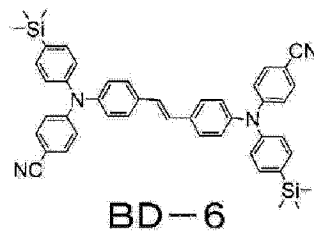
BD-3



BD-4



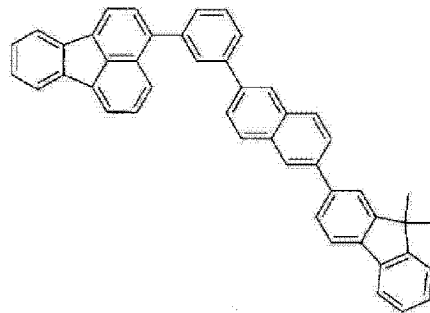
BD-5



BD-6

[0382] [阻挡层材料]

[0383]



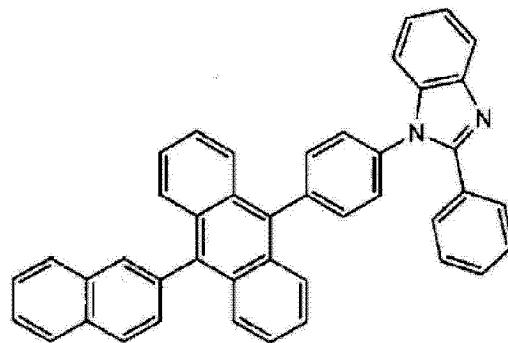
[0384] TB2

[0385]  $E^T = 2.25\text{eV}$

[0386] 亲合能 = 2.9eV

[0387] [电子注入材料]

[0388]



[0389] ET

[0390]  $E^T = 1.82\text{eV}$

[0391] 亲合能 = 3eV

[0392] 上述物性值的测定方法如下。

[0393] (1) 三重态能量 ( $E^T$ )

[0394] 使用市售的装置 F-4500 (日立公司制) 进行测定。 $E^T$  的换算式如下。

[0395] 换算式  $E^T(\text{eV}) = 1239.85/\lambda_{\text{ph}}$

[0396] “ $\lambda_{\text{ph}}$ ” (单位 :nm), 是指在将纵轴设为磷光强度、横轴设为波长来表示磷光光谱时, 对磷光光谱的短波长侧的上升曲线引切线, 该切线与横轴的交点的波长值。

[0397] 将各化合物溶解在溶剂中 (试样  $10\mu\text{mol}/\text{升}$ , EPA (二乙基醚 : 异戊烷 : 乙醇 = 5 : 5 : 5 (容积比)), 各溶剂为色谱纯级别), 制成磷光测定用试样。将注入石英比色皿的磷光测定用试样冷却至 77K, 对磷光测定用试样照射激发光, 一边改变波长, 一边测定磷光强度。磷光光谱中将纵轴设为磷光强度, 横轴设为波长。

[0398] 对该磷光光谱的短波长侧的上升曲线引切线, 求出该切线与横轴的交点的波长值  $\lambda_{\text{ph}}(\text{nm})$ 。

[0399] 相对于磷光光谱的短波长侧的上升曲线的切线按以下方式引出。当在光谱曲线上从磷光光谱的短波长侧起移动直至光谱的极大值中最短波长侧的极大值进行时, 考虑朝向长波长侧的曲线上的各点的切线。该切线随着曲线上升 (即, 随着纵轴增加), 斜率增加。将在该斜率的值为极大值的点上引出的切线作为相对于该磷光光谱的短波长侧的上升曲线的切线。

[0400] 此外, 具有光谱的最大峰强度的 10% 以下的峰强度的极大点不包括在上述的最短波长侧的极大值中而最接近于最短波长侧的极大值, 将在斜率的值取极大值的点上引出的切线作为相对于该磷光光谱的短波长侧的上升曲线的切线。

[0401] (2) 亲合能 ( $A_f$ )

[0402] 由电离电位 (ionization potential)  $I_p$  和能量带隙  $E_g$  的测定值算出。计算式如下。

[0403]  $A_f = I_p - E_g$

[0404] 能量带隙  $E_g$  从甲苯溶液中的吸收光谱的吸收端进行测定。具体而言, 使用市售的可见 - 紫外分光光度计测定吸收光谱, 由该光谱的长波长侧的下降波长算出。

[0405] 换算式如下。

[0406]  $E_g(\text{eV}) = 1239.85/\lambda_{\text{ab}}$

[0407] 将以纵轴设为吸光度、横轴设为波长来表示吸收光谱的谱图作为吸收光谱。在涉及能量带隙  $E_g$  的上述换算式中, “ $\lambda_{\text{ab}}$ ” (单位 :nm), 是指对吸收光谱的长波长侧的下降曲线引切线, 该切线与横轴的交点的波长值。

[0408] 将各化合物溶解于甲苯溶剂 (试样  $2 \times 10^{-5}\text{mol}/\text{升}$ ), 按照光路长为 1cm 的方式准备试样。一边改变波长一边测定吸光度。

[0409] 相对于吸收光谱的长波长侧的下降曲线的切线, 按以下方式引出。

[0410] 当在光谱曲线上从吸收光谱的极大值中最长波长侧的极大值起向长波长方向移动时, 考虑曲线上的各点的切线。该切线随着曲线下降 (即, 随着纵轴减少), 斜率减少, 随

后增加,这种现象反复出现。将在斜率的值于最长波长侧(但是,排除吸光度为 0.1 以下的情况)取极小值的点上引出的切线作为相对于该吸收光谱的长波长侧的下降曲线的切线。

[0411] 此外,吸光度的值为 0.2 以下的极大点不包括在上述最长波长侧的极大值中。

[0412] (3) 电离电位 ( $I_p$ )

[0413] 在多个 ITO 玻璃基板上分别以真空蒸镀的方式制作各层的单独层,使用 ITO 玻璃基板上的薄膜,在大气下使用光电子分光装置(理研计器(株)公司制:AC-3)测定电离电位。具体而言,对材料照射光,测定此时基于电荷分离而产生的电子量,由此测定电离电位。将放出的光电子开平方后,相对于照射光的能量进行绘图,将光电子放出能量的阈值作为电离电位 ( $I_p$ )。

[0414] 实施例 1

[0415] 在形成有膜厚 130nm 的 ITO 的 ITO 基板上,依次蒸镀 HI1、HT2、BH、BD-1、TB2、ET,得到包含下述构成的元件。括弧内表示膜厚(单位:nm)。

[0416] ITO(130)/HI1(50)/HT2(45)/BH:BD-1(25:5wt %)/TB2(5)/ET(20)/LiF(1)/Al(80)

[0417] 实施例 2 ~ 6

[0418] 代替 BD-1,使用表 1 所示的掺杂剂,除此之外与实施例 1 同样地得到元件。

[0419] 比较例 1 ~ 6

[0420] 代替 BD-1,使用表 1 所示的掺杂剂,不形成阻挡层,除此之外,将 ET 的膜厚变更为 25nm,与实施例 1 同样地得到元件。

[0421] 评价例 1

[0422] 对于实施例 1 ~ 6、比较例 1 ~ 6 中得到的元件进行了以下的评价。结果示于表 1。

[0423] 以电流值为  $1\text{mA}/\text{cm}^2$  的方式对元件施加电压,测定此时的电压值。另外,使用分光放射亮度计(CS-1000:柯尼卡美能达公司制)测量此时的 EL 发光光谱。由得到的分光放射亮度光谱,算出电流效率  $L/J(\text{cd}/\text{A})$ 、外部量子效率  $\text{EQE}(\%)$ ,主峰波长  $\lambda_p(\text{nm})$ 。

[0424] 表 1

[0425]

	BD	TB	$\lambda_p$ (nm)	L/J (cd/A)	EQE (%)
实施例1	BD-1	TB2	456	9.5	8.3
比较例1	BD-1	-	456	8.1	7.1
实施例2	BD-2	TB2	448	5.9	7.0
比较例2	BD-2	-	448	5.5	6.6
实施例3	BD-3	TB2	452	10.6	9.3
比较例3	BD-3	-	452	9.1	8.0
实施例4	BD-4	TB2	447	7.9	8.8
比较例4	BD-4	-	446	6.5	7.3
实施例5	BD-5	TB2	460	12.0	8.2
比较例5	BD-5	-	460	10.9	7.4
实施例6	BD-6	TB2	441	4.4	6.4
比较例6	BD-6	-	441	3.9	5.8

[0426] 比较例 1 ~ 6 中,由于未形成阻挡层,因此不能束缚 3 重态激子,可以观察到效率比实施例 1 ~ 6 低。即,可以说实施例 1 ~ 6 中显示出本发明的阻挡层的效果。

[0427] 评价例 2

[0428] 对于实施例 3 和比较例 3 中得到的元件,按照以下的方法对 TTF 比率进行了测定,结果:实施例 3 的元件中观测到 25% 的 TTF 比率,比较例 3 的元件中观测到 12% 的 TTF 比率。

[0429] 施加从脉冲发生器(安捷伦公司制 8114A)输出的电压脉冲波形(脉冲宽度:500 微秒,频率:20Hz,电压:相当于  $0.1 \sim 100\text{mA}/\text{cm}^2$  的电压),将 EL 发光输入至光电子倍增管(滨松光子公司(Hamamatsu Photonics)制 R928),使脉冲电压波形和 EL 发光同步并输入至示波器(Tektronix 公司制 2440),由此得到过渡 EL 波形。对其进行解析,确定来自 TTF 的发光比率(TTF 比率)。

[0430] 产业上的可利用性

[0431] 本发明的有机 EL 元件可以在被期待低耗电化的大型电视用显示面板、照明面板等中使用。

[0432] 以上已对本发明的实施方式和/或实施例进行若干详细说明,但是本领域技术人员在实质上不脱离本发明的新启示及效果的范围内很容易对这些例示的实施方式和/或实施例作出多种变更。因此,这些多种变更也包含在本发明的范围内。

[0433] 本说明书中记载的文献的内容全部援引于此。

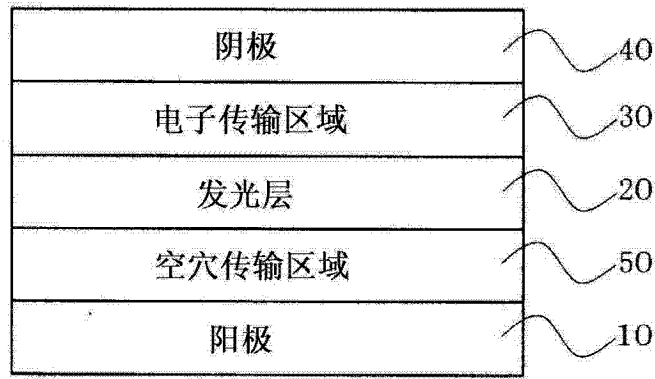


图 1

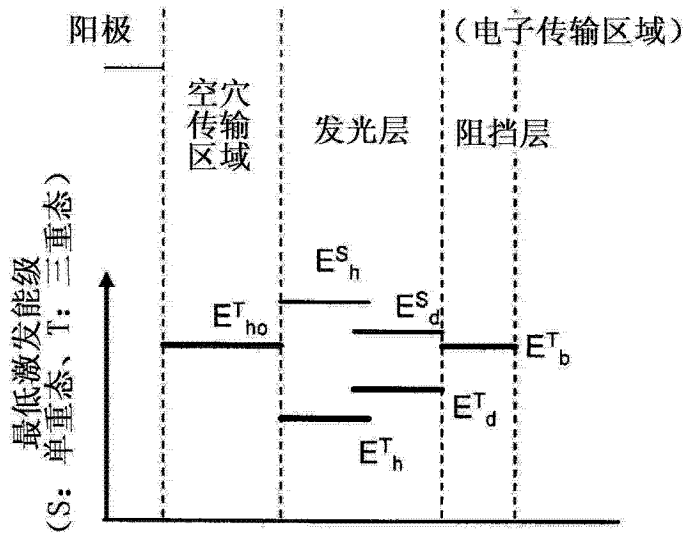


图 2A

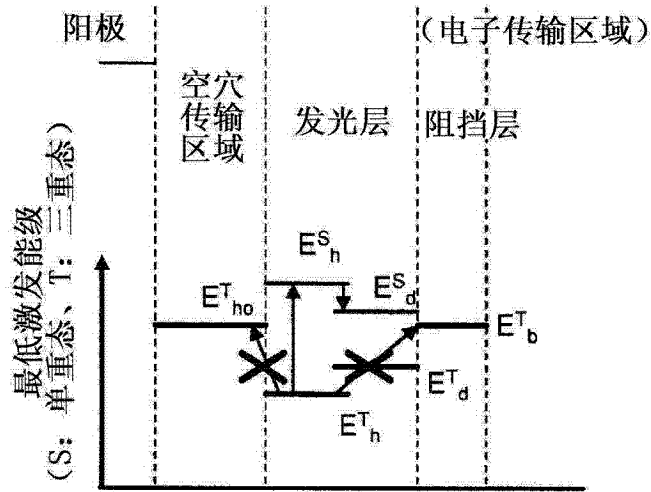


图 2B

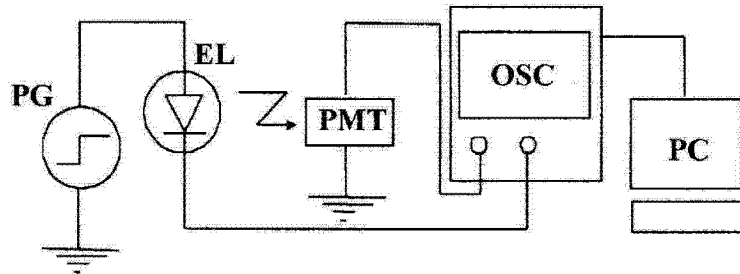


图 3

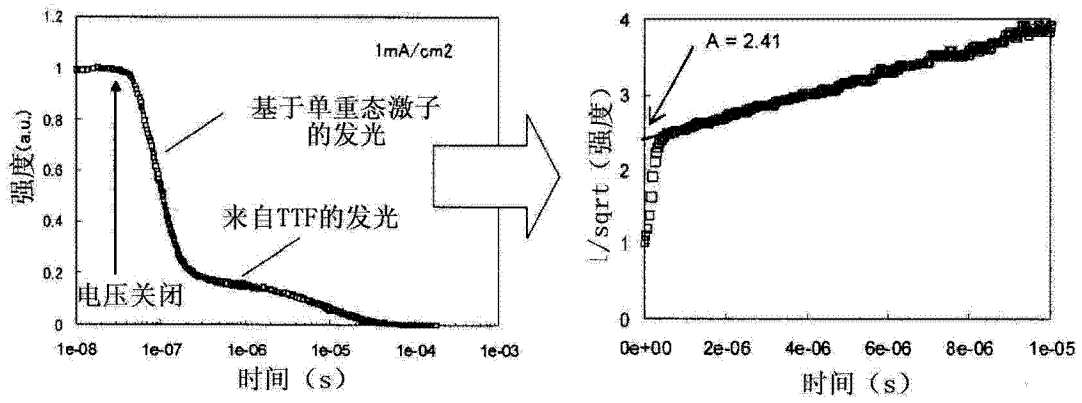


图 4

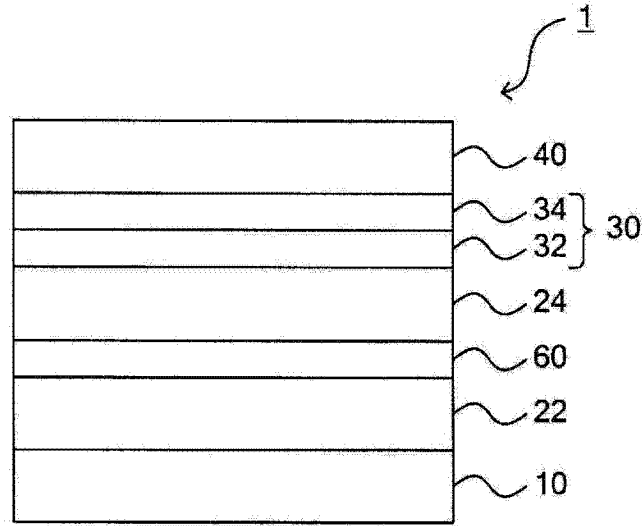


图 5

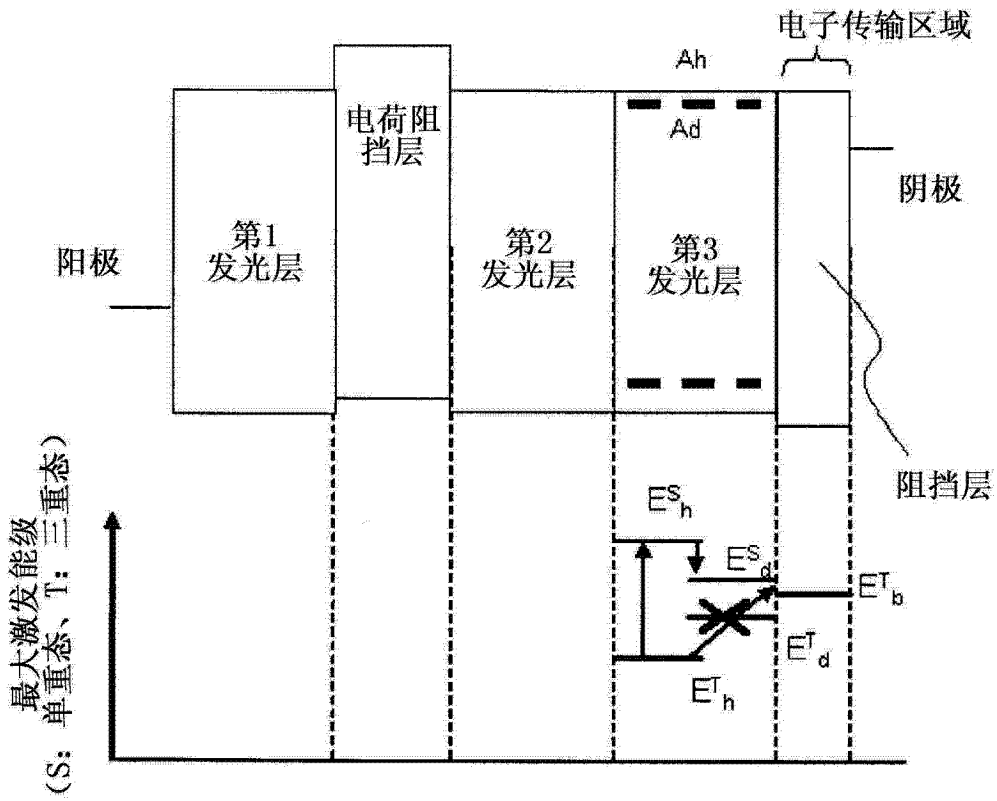


图 6

