



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105074948 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201480010004. 6

(22) 申请日 2014. 02. 21

(30) 优先权数据

2013-032763 2013. 02. 22 JP

2013-165765 2013. 08. 09 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 08. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/000924 2014. 02. 21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/129201 JA 2014. 08. 28

(71) 申请人 保土谷化学工业株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 横山纪昌 林秀一 桦泽直朗

望月俊二

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 李茂家

(51) Int. Cl.

H01L 51/50(2006. 01)

C07C 211/54(2006. 01)

C07D 235/18(2006. 01)

C07D 235/20(2006. 01)

C09K 11/06(2006. 01)

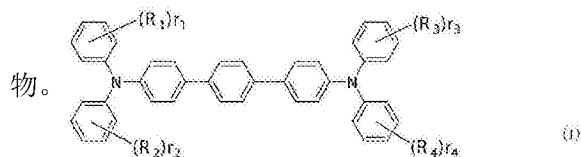
权利要求书5页 说明书81页 附图6页

(54) 发明名称

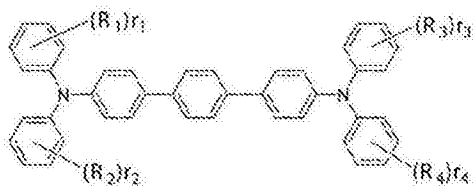
有机电致发光器件

(57) 摘要

作为高效率、高耐久性的有机 EL 器件用材料,将空穴和电子的注入 / 输送性能、电子阻挡能力、薄膜状态下的稳定性、耐久性优异的有机 EL 器件用的各种材料以各材料所具备的特性均可有效表达出的方式进行组合,从而提供高效率、低驱动电压、长寿命的有机 EL 器件。一种有机电致发光器件,其为至少依次具备阳极、空穴注入层、第一空穴输送层、第二空穴输送层、发光层、电子输送层和阴极的有机 EL 器件,其特征在于,前述第二空穴输送层含有下述通式 (1) 所示的芳胺化合物。



1. 一种有机电致发光器件, 其为至少依次具备阳极、空穴注入层、第一空穴输送层、第二空穴输送层、发光层、电子输送层和阴极的有机电致发光器件, 其特征在于, 所述第二空穴输送层含有下述通式 (1) 所示的芳胺化合物,

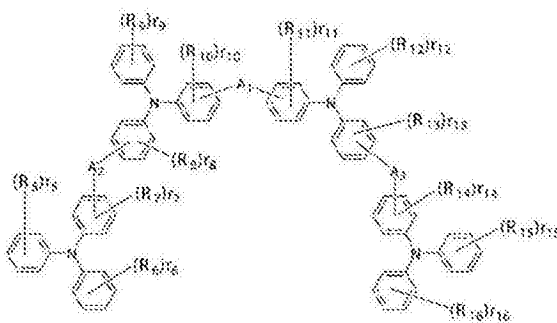


(1)

式 (1) 中,  $R_1 \sim R_4$  表示氬原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基、任选具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷氧基、取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、取代或无取代的稠合多环芳香族基、或者取代或无取代的芳氧基;  $r_1 \sim r_4$  可以相同也可以不同, 表示 0 或 1 ~ 5 的整数, 在  $r_1 \sim r_4$  为 2 ~ 5 的整数时, 在同一苯环上多个键合的  $R_1 \sim R_4$  可以彼此相同也可以不同, 可以借助单键、取代或无取代的亚甲基、氧原子或硫原子彼此键合而形成环。

2. 根据权利要求 1 所述的有机电致发光器件, 其特征在于, 所述第一空穴输送层含有在分子中具有 3 个 ~ 6 个三苯胺结构借助单键或不含杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物。

3. 根据权利要求 2 所述的有机电致发光器件, 其中, 所述在分子中具有 3 个 ~ 6 个三苯胺结构借助单键或不含杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物为下述通式 (2) 所示的、分子中具有 4 个三苯胺结构的芳胺化合物,



(2)

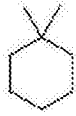
式 (2) 中,  $R_5 \sim R_{16}$  表示氬原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基、任选具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷氧基、取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、取代或无取代的稠合多环芳香族基、或者取代或无取代的芳氧基;  $r_5 \sim r_{16}$  可以相同也可以不同,  $r_5, r_6, r_9, r_{12}, r_{15}, r_{16}$  表示 0 或 1 ~ 5 的整数,  $r_7, r_8, r_{10}, r_{11}, r_{13}, r_{14}$  表示 0 或 1 ~ 4 的整数, 在  $r_5, r_6, r_9, r_{12}, r_{15}, r_{16}$  为 2 ~ 5 的

整数时或者  $r_7, r_8, r_{10}, r_{11}, r_{13}, r_{14}$  为 2 ~ 4 的整数时, 在同一苯环上多个键合的  $R_5 \sim R_{16}$  可以彼此相同也可以不同, 可以借助单键、取代或无取代的亚甲基、氧原子或硫原子彼此键合而形成环;  $A_1, A_2, A_3$  可以相同也可以不同, 表示下述结构式 (B) ~ (G) 所示的 2 价基团、或者单键,

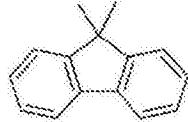


(B)

式 (B) 中,  $n_1$  表示 1 ~ 3 的整数,



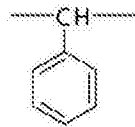
(C)



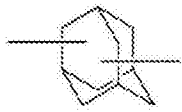
(D)



(E)



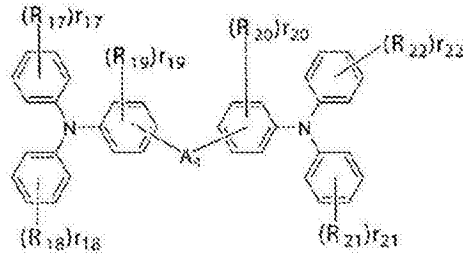
(F)



(G)。

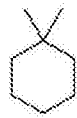
4. 根据权利要求 1 所述的有机电致发光器件, 其特征在于, 所述第一空穴输送层含有在分子中具有 2 个三苯胺结构借助单键或不含杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物。

5. 根据权利要求 4 所述的有机电致发光器件, 其中, 所述在分子中具有 2 个三苯胺结构借助单键或不含杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物为下述通式 (3) 所示的芳胺化合物,

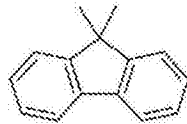


(3)

式 (3) 中,  $R_{17} \sim R_{22}$  表示氕原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基、任选具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷氧基、取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、取代或无取代的稠合多环芳香族基、或者取代或无取代的芳氧基,  $r_{17} \sim r_{22}$  可以相同也可以不同,  $r_{17}$ 、 $r_{18}$ 、 $r_{21}$ 、 $r_{22}$  表示 0 或 1 ~ 5 的整数,  $r_{19}$ 、 $r_{20}$  表示 0 或 1 ~ 4 的整数, 在  $r_{17}$ 、 $r_{18}$ 、 $r_{21}$ 、 $r_{22}$  为 2 ~ 5 的整数时或者  $r_{19}$ 、 $r_{20}$  为 2 ~ 4 的整数时, 在同一苯环上多个键合的  $R_{17} \sim R_{22}$  可以彼此相同也可以不同, 可以借助单键、取代或无取代的亚甲基、氧原子或硫原子彼此键合而形成环;  $A_4$  表示下述结构式 (C) ~ (G) 所示的 2 价基团、或者单键,



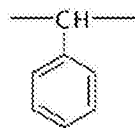
(C)



(D)



(E)



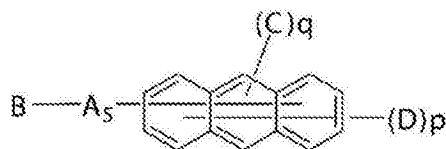
(F)



(G)。

6. 根据权利要求 1 所述的有机电致发光器件, 其特征在于, 所述电子输送层含有下述

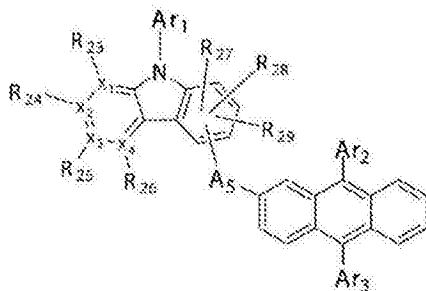
通式 (4) 所示的具有蒽环结构的化合物,



(4)

式 (4) 中,  $A_5$  表示取代或无取代的芳香族烃的 2 价基团、取代或无取代的芳香族杂环的 2 价基团、取代或无取代的稠合多环芳香族的 2 价基团、或者单键;  $B$  表示取代或无取代的芳香族杂环基;  $C$  表示取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、或者取代或无取代的稠合多环芳香族基;  $D$  可以彼此相同也可以不同, 表示氢原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、三氟甲基、碳原子数 1~6 的直链状或支链状的烷基、取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、或者取代或无取代的稠合多环芳香族基;  $p$ 、 $q$  维持  $p$  与  $q$  之和达到 9 的关系, 且  $p$  表示 7 或 8、 $q$  表示 1 或 2。

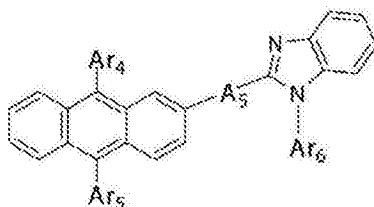
7. 根据权利要求 6 所述的有机电致发光器件, 其中, 所述具有蒽环结构的化合物为下述通式 (4a) 所示的具有蒽环结构的化合物,



(4a)

式 (4a) 中,  $A_5$  表示取代或无取代的芳香族烃的 2 价基团、取代或无取代的芳香族杂环的 2 价基团、取代或无取代的稠合多环芳香族的 2 价基团、或者单键;  $Ar_1$ 、 $Ar_2$ 、 $Ar_3$  可以彼此相同也可以不同, 表示取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、或者取代或无取代的稠合多环芳香族基;  $R_{23} \sim R_{29}$  可以彼此相同也可以不同, 为氢原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基且碳原子数 1~6 的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基且碳原子数 5~10 的环烷基、任选具有取代基且碳原子数 2~6 的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基且碳原子数 1~6 的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基且碳原子数 5~10 的环烷氧基、取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、取代或无取代的稠合多环芳香族基、或者取代或无取代的芳氧基, 可以借助单键、取代或无取代的亚甲基、氧原子、或者硫原子彼此键合而形成环;  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$  表示碳原子或氮原子,  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$  中仅任一个为氮原子, 此时的氮原子不具有作为  $R_{23} \sim R_{26}$  的氢原子或取代基。

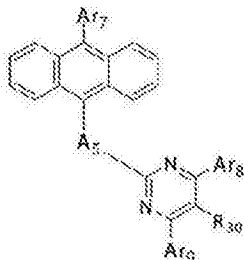
8. 根据权利要求 6 所述的有机电致发光器件, 其中, 所述具有蒽环结构的化合物为下述通式 (4b) 所示的具有蒽环结构的化合物,



(4b)

式 (4b) 中,  $A_5$  表示取代或无取代的芳香族烃、取代或无取代的芳香族杂环或取代或无取代的稠合多环芳香族的 2 价基团、或者单键,  $Ar_4$ 、 $Ar_5$ 、 $Ar_6$  可以彼此相同也可以不同, 表示取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、或者取代或无取代的稠合多环芳香族基。

9. 根据权利要求 6 所述的有机电致发光器件, 其中, 所述具有蒽环结构的化合物为下述通式 (4c) 所示的具有蒽环结构的化合物,



(4c)

式 (4c) 中,  $A_5$  表示取代或无取代的芳香族烃、取代或无取代的芳香族杂环或取代或无取代的稠合多环芳香族的 2 价基团、或者单键;  $Ar_7$ 、 $Ar_8$ 、 $Ar_9$  可以彼此相同也可以不同, 表示取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、或者取代或无取代的稠合多环芳香族基;  $R_{30}$  表示氢原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基、任选具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷氧基、取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、取代或无取代的稠合多环芳香族基、或者取代或无取代的芳氧基。

## 有机电致发光器件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及适合于各种显示装置的自发光器件即有机电致发光器件,详细而言,涉及使用了特定芳胺化合物(和特定的具有蒽环结构的化合物)的有机电致发光器件(以下简称为有机 EL 器件)。

### 背景技术

[0002] 有机 EL 器件为自发光性器件,因此与液晶器件相比更明亮、可视性优异、能够进行清晰的显示,因此进行了积极的研究。

[0003] 伊士曼柯达公司的 C. W. Tang 等人于 1987 年通过开发将各种功能分担于各材料的层叠结构器件而将使用了有机材料的有机 EL 器件实用化。他们将能够输送电子的荧光体与能够输送空穴的有机物层叠,将两种电荷注入至荧光体层中而使其发光,从而能够以 10V 以下的电压得到 1000cd/m<sup>2</sup>以上的高亮度(例如参照专利文献 1 和专利文献 2)。

[0004] 迄今,为了有机 EL 器件的实用化而进行了许多改良,通过将层叠结构的各种功能进一步细分并在基板上依次设置有阳极、空穴注入层、空穴输送层、发光层、电子输送层、电子注入层、阴极的电致发光器件,实现了高效率 and 耐久性(例如参照非专利文献 1)。

[0005] 另外,为了进一步提高发光效率而尝试利用三重态激子,研究了利用磷光发光性化合物(例如参照非专利文献 2)。

[0006] 并且,还开发了利用由热激活迟滞荧光(TADF)带来的发光的器件。九州大学的安达等人于 2011 年利用使用了热激活迟滞荧光材料的器件而实现了 5.3% 的外量子效率(例如参照非专利文献 3)。

[0007] 发光层也可以在通常被称为主体材料的电荷输送性化合物中掺杂荧光性化合物、磷光发光性化合物或放射迟滞荧光的材料来制作。如前述非专利文献 2 记载的那样,有机 EL 器件中的有机材料的选择会大幅影响该器件的效率、耐久性等各种特性。

[0008] 有机 EL 器件中,自两电极注入的电荷在发光层中再结合而能够获得发光,但重要的是如何将空穴、电子这两种电荷高效地传递至发光层,需要制成载流子平衡优异的器件。另外,通过提高空穴注入性、提高阻挡自阴极注入的电子的电子阻挡性,能够提高空穴与电子再结合的概率,进而通过禁锢发光层内生成的激子,能够得到高发光效率。因此,空穴输送材料所发挥的功能是重要的,寻求空穴注入性高、空穴的迁移率大、电子阻挡性高、进而对电子的耐久性高的空穴输送材料。

[0009] 另外,关于器件的寿命,材料的耐热性、非晶性也是重要的。耐热性低的材料由于器件驱动时产生的热而即使在低温下也会发生热分解,材料会劣化。非晶性低的材料即使在短时间内也会发生薄膜的结晶化,器件会劣化。因此对要使用的材料要求耐热性高、非晶性良好的性质。

[0010] 作为截止至今用于有机 EL 器件的空穴输送材料,已知有 N, N' - 二苯基 -N, N' - 二(α - 萘基)联苯胺(以后简称为 NPD)、各种芳香族胺衍生物(例如参照专利文献 1 和专利文献 2)。NPD 具有良好的空穴输送能力,但成为耐热性指标的玻璃化转变温度(Tg)低

至 96℃,在高温条件下因结晶化而导致器件特性的降低(例如参照非专利文献 4)。另外,在前述专利文献所记载的芳香族胺衍生物之中,已知具有空穴迁移率为  $10^3 \text{cm}^2/\text{Vs}$  以上的优异迁移率的化合物(例如参照专利文献 1 和专利文献 2),但电子阻挡性不充分,因此一部分电子穿过发光层,无法期待发光效率的提高等,为了进一步高效率化,要求电子阻挡性更高、薄膜更稳定且耐热性高的材料。另外,报告有耐久性高的芳香族胺衍生物(例如参照专利文献 3),但其用作电子照片感光体中使用的电荷输送材料,尚无用作有机 EL 器件的例子。

[0011] 作为改善了耐热性、空穴注入性等特性的化合物,提出了具有取代咪唑结构的芳胺化合物(例如参照专利文献 4 和专利文献 5),将这些化合物用于空穴注入层或空穴输送层的器件的耐热性、发光效率等得以改良,但无法说是充分的,要求进一步的低驱动电压化、进一步的高发光效率化。

[0012] 为了改善有机 EL 器件的器件特性、提高制作器件的成品率,通过将空穴和电子的注入/输送性能、薄膜的稳定性、耐久性优异的材料进行组合,寻求空穴和电子能够以高效率进行再结合的发光效率高、驱动电压低、寿命长的器件。

[0013] 另外,为了改善有机 EL 器件的器件特性,通过将空穴和电子的注入/输送性能、薄膜的稳定性、耐久性优异的材料进行组合,寻求取得载流子平衡的的高效率、低驱动电压、长寿命的器件。

[0014] 现有技术文献

[0015] 专利文献

[0016] 专利文献 1:日本特开平 8-048656 号公报

[0017] 专利文献 2:日本特许第 3194657 号公报

[0018] 专利文献 3:日本特许第 4943840 号公报

[0019] 专利文献 4:日本特开 2006-151979 号公报

[0020] 专利文献 5:W02008/62636 号公报

[0021] 专利文献 6:W02005/115970 号公报

[0022] 专利文献 7:日本特开平 7-126615 号公报

[0023] 专利文献 8:日本特许平 8-048656 号公报

[0024] 专利文献 9:日本特开 2005-108804 号公报

[0025] 专利文献 10:W02011/059000 号公报

[0026] 专利文献 11:W02003/060956 号公报

[0027] 专利文献 12:韩国公开专利 2013-060157 号公报

[0028] 非专利文献

[0029] 非专利文献 1:应用物理学会第 9 次讲习会会预稿集 55 ~ 61 页(2001)

[0030] 非专利文献 2:应用物理学会第 9 次讲习会预稿集 23 ~ 31 页(2001)

[0031] 非专利文献 3:Appl. Phys. Let., 98, 083302(2011)

[0032] 非专利文献 4:有机 EL 讨论会第三次例会预稿集 13 ~ 14 页(2006)

## 发明内容

[0033] 发明要解决的问题



[0034] 本发明的目的在于,作为高效率、高耐久性的有机 EL 器件用材料,通过将空穴和电子的注入/输送性能、电子阻挡能力、薄膜状态下的稳定性、耐久性优异的有机 EL 器件用的各种材料以各材料所具备的特性可有效表现出的方式进行组合,从而提供高效率、低驱动电压、长寿命的有机 EL 器件。

[0035] 作为本发明想要提供的有机化合物应该具备的物理特性,可列举出:(1)空穴的注入特性良好、(2)空穴的迁移率大、(3)电子阻挡能力优异、(4)薄膜状态稳定、(5)耐热性优异。另外,作为本发明想要提供的有机 EL 器件应该具备的物理特性,可列举出(1)发光效率和电力效率高、(2)发光起始电压低、(3)实用驱动电压低、(4)寿命长。

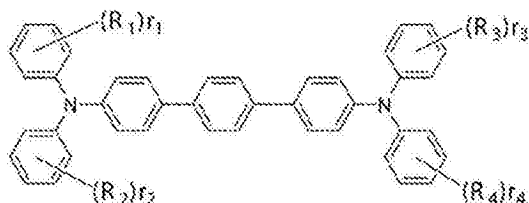
#### [0036] 用于解决问题的手段

[0037] 因而,本发明人等为了实现上述目的而着眼于芳胺系材料的空穴注入和输送能力、薄膜稳定性、耐久性优异,选择特定的两种芳胺化合物,制作以空穴能够高效地注入/输送至发光层的方式由第一空穴输送材料与第二空穴输送材料组合而成的各种有机 EL 器件,深入进行了器件的特性评价。另外,着眼于具有蒽环结构的化合物的电子注入和输送能力、薄膜稳定性、耐久性优异,选择特定的两种芳胺化合物和特定的具有蒽环结构的化合物,制作以取得载流子平衡的方式组合而成的各种有机 EL 器件,深入进行了器件的特性评价。其结果完成了本发明。

[0038] 即,根据本发明,提供以下的有机 EL 器件。

[0039] 1) 一种有机 EL 器件,其为至少依次具有阳极、空穴注入层、第一空穴输送层、第二空穴输送层、发光层、电子输送层和阴极的有机 EL 器件,其特征在于,前述第二空穴输送层含有下述通式 (1) 所示的芳胺化合物。

[0040]



(1)

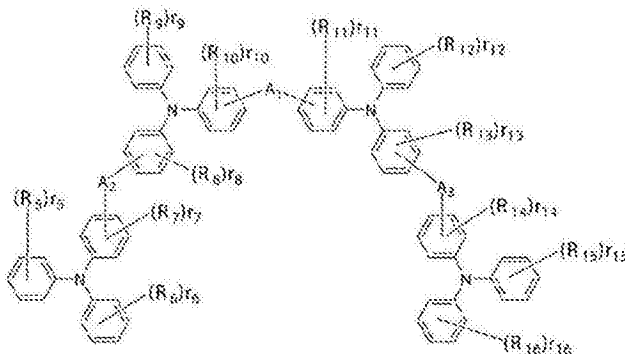
[0041] (式中, $R_1 \sim R_4$ 表示氕原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基且碳原子数 1~6 的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基且碳原子数 5~10 的环烷基、任选具有取代基且碳原子数 2~6 的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基且碳原子数 1~6 的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基且碳原子数 5~10 的环烷氧基、取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、取代或无取代的稠合多环芳香族基、或者取代或无取代的芳氧基。 $r_1 \sim r_4$ 可以相同也可以不同,表示 0 或 1~5 的整数。在  $r_1 \sim r_4$  为 2~5 的整数时,在同一苯环上多个键合的  $R_1 \sim R_4$  可以彼此相同也可以不同,可以借助单键、取代或无取代的亚甲基、氧原子或硫原子彼此键合而形成环。)

[0042] 2) 根据上述 1) 所述的有机 EL 器件,其特征在于,前述第一空穴输送层含有在分子中具有 3 个~6 个三苯胺结构借助单键或不含杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物。

[0043] 3) 根据上述 2) 所述的有机 EL 器件,其中,前述在分子中具有 3 个~6 个三苯胺

结构借助单键或不含杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物为下述通式 (2) 所示的、分子中具有 4 个三苯胺结构的芳胺化合物。

[0044]



(2)

[0045] (式中,  $R_5 \sim R_{16}$  表示氕原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基、任选具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷氧基、取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、取代或无取代的稠合多环芳香族基、或者取代或无取代的芳氧基。  $r_5 \sim r_{16}$  可以相同也可以不同,  $r_5, r_6, r_9, r_{12}, r_{15}, r_{16}$  表示 0 或 1 ~ 5 的整数,  $r_7, r_8, r_{10}, r_{11}, r_{13}, r_{14}$  表示 0 或 1 ~ 4 的整数。在  $r_5, r_6, r_9, r_{12}, r_{15}, r_{16}$  为 2 ~ 5 的整数时或者  $r_7, r_8, r_{10}, r_{11}, r_{13}, r_{14}$  为 2 ~ 4 的整数时, 在同一苯环上多个键合的  $R_5 \sim R_{16}$  可以彼此相同也可以不同, 可以借助单键、取代或无取代的亚甲基、氧原子或硫原子彼此键合而形成环。  $A_1, A_2, A_3$  可以相同也可以不同, 表示下述结构式 (B) ~ (G) 所示的 2 价基团、或者单键。)

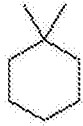
[0046]



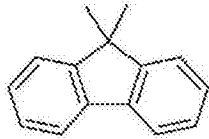
(B)

[0047] (式中,  $n_1$  表示 1 ~ 3 的整数。)

[0048]



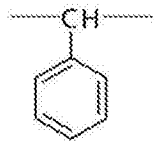
(C)



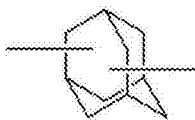
(D)



(E)



(F)

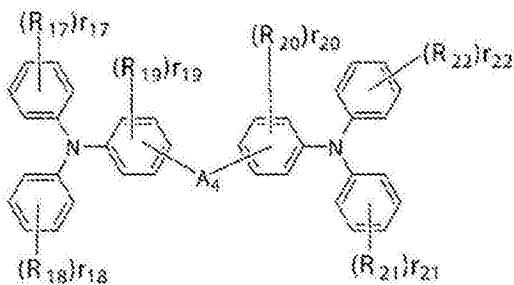


(G)

[0049] 4) 根据上述 1) 所述的有机 EL 器件, 其特征在于, 前述第一空穴输送层含有在分子中具有 2 个三苯胺结构借助单键或不含杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物。

[0050] 5) 根据上述 4) 所述的有机 EL 器件, 其中, 前述在分子中具有 2 个三苯胺结构借助单键或不含杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物为下述通式 (3) 所示的芳胺化合物。

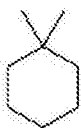
[0051]



(3)

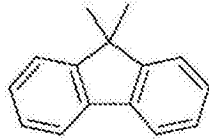
[0052] (式中,  $R_{17} \sim R_{22}$ 表示氬原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基、任选具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷氧基、取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、取代或无取代的稠合多环芳香族基、或者取代或无取代的芳氧基。  $r_{17} \sim r_{22}$ 可以相同也可以不同,  $r_{17}$ 、 $r_{18}$ 、 $r_{21}$ 、 $r_{22}$ 表示 0 或 1 ~ 5 的整数,  $r_{19}$ 、 $r_{20}$ 表示 0 或 1 ~ 4 的整数。在  $r_{17}$ 、 $r_{18}$ 、 $r_{21}$ 、 $r_{22}$ 为 2 ~ 5 的整数时或者  $r_{19}$ 、 $r_{20}$ 为 2 ~ 4 的整数时,在同一苯环上多个键合的  $R_{17} \sim R_{22}$ 可以彼此相同也可以不同,可以借助单键、取代或无取代的亚甲基、氧原子或硫原子彼此键合而形成环。  $A_4$ 表示下述结构式 (C) ~ (G) 所示的 2 价基团、或者单键。)

[0053]



(C)

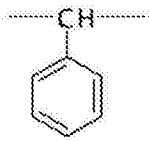
[0054]



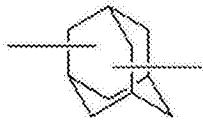
(D)



(E)



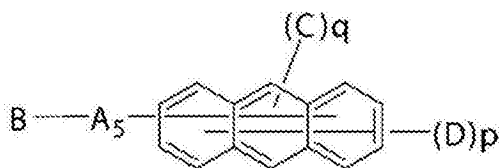
(F)



(G)

[0055] 6) 根据上述 1) 所述的有机 EL 器件, 其特征在于, 前述电子输送层含有下述通式 (4) 所示的具有蒽环结构的化合物。

[0056]



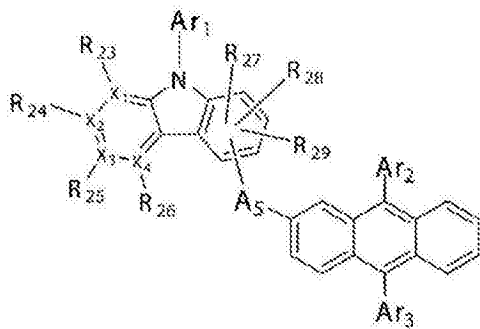
(4)

[0057] (式中,  $A_5$  表示取代或无取代的芳香族烃的 2 价基团、取代或无取代的芳香族杂环的 2 价基团、取代或无取代的稠合多环芳香族的 2 价基团、或者单键, B 表示取代或无取代的芳香族杂环基, C 表示取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、或者取代或无取代的稠合多环芳香族基, D 可以彼此相同也可以不同, 表示氢原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、三氟甲基、碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基、取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、或者取代或无取代的稠合多环芳香族基, p、q 维持 p 与 q 之和达到 9 的关系, 且 p 表示 7 或 8、q 表示 1 或 2。)

[0058] 7) 根据上述 6) 所述的有机 EL 器件, 其中, 前述具有蒽环结构的化合物为下述通式

(4a) 所示的具有葱环结构的化合物。

[0059]

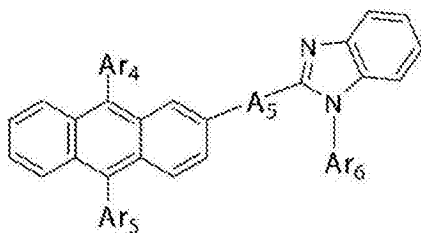


(4 a)

[0060] (式中,  $A_5$  表示取代或无取代的芳香族烃的 2 价基团、取代或无取代的芳香族杂环的 2 价基团、取代或无取代的稠合多环芳香族的 2 价基团、或者单键,  $Ar_1$ 、 $Ar_2$ 、 $Ar_3$  可以彼此相同也可以不同, 表示取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、或者取代或无取代的稠合多环芳香族基。  $R_{23} \sim R_{29}$  可以彼此相同也可以不同, 为氢原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基、任选具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷氧基、取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、取代或无取代的稠合多环芳香族基、或者取代或无取代的芳氧基, 可以借助单键、取代或无取代的亚甲基、氧原子、或者硫原子彼此键合而形成环。  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$  表示碳原子或氮原子,  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$  中仅任一个为氮原子, 此时的氮原子不具有作为  $R_{23} \sim R_{26}$  的氢原子或取代基。)

[0061] 8) 根据上述 6) 所述的有机 EL 器件, 其中, 前述具有葱环结构的化合物为下述通式 (4b) 所示的具有葱环结构的化合物。

[0062]



(4 b)

[0063] (式中,  $A_5$  表示取代或无取代的芳香族烃、取代或无取代的芳香族杂环或取代或无取代的稠合多环芳香族的 2 价基团、或者单键,  $Ar_4$ 、 $Ar_5$ 、 $Ar_6$  可以彼此相同也可以不同, 表示取代或无取代的芳香族烃基、取代或无取代的芳香族杂环基、或者取代或无取代的稠合多环芳香族基。)

[0064] 9) 根据上述 6) 所述的有机 EL 器件, 其中, 前述具有葱环结构的化合物为下述通式 (4c) 所示的具有葱环结构的化合物。

[0065]







烷基”、“碳原子数 5 ~ 10 的环烷基”、或者“碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基”，可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$  所示的“任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基”、“任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基”、或者“任选具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基”而示出的基团相同的基团，可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0077] 另外，这些基团任选具有取代基，作为取代基，可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$  所示的“具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团，可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0078] 作为通式 (2) 中的  $R_5 \sim R_{16}$  所示的“任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷氧基”、或者“任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷氧基”中的“碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷氧基”、或者“碳原子数 5 ~ 10 的环烷氧基”，可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$  所示的“任选具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷氧基”、或者“任选具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷氧基”中的“碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷氧基”、或者“碳原子数 5 ~ 10 的环烷氧基”而示出的基团相同的基团，可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0079] 另外，这些基团任选具有取代基，作为取代基，可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$  所示的“具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团，可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0080] 作为通式 (2) 中的  $R_5 \sim R_{16}$  所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”，可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$  所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”而示出的基团相同的基团，可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0081] 另外，这些基团任选具有取代基，作为取代基，可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$  所示的“具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团，可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0082] 作为通式 (2) 中的  $R_5 \sim R_{16}$  所示的“取代或无取代的芳氧基”中的“芳氧基”，可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$  所示的“取代或无取代的芳氧基”中的“芳氧基”而示出的基团相同的基团，可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0083] 另外，这些基团任选具有取代基，作为取代基，可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$  所示的“具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团，可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0084] 通式 (2) 中， $r_5 \sim r_{16}$  可以相同也可以不同， $r_5, r_6, r_9, r_{12}, r_{15}, r_{16}$  表示 0 或 1 ~ 5 的整数， $r_7, r_8, r_{10}, r_{11}, r_{13}, r_{14}$  表示 0 或 1 ~ 4 的整数。 $r_5, r_6, r_7, r_8, r_9, r_{10}, r_{11}, r_{12}, r_{13}, r_{14}$ 、

$r_{15}$ 或 $r_{16}$ 为0时,表示苯环上的 $R_5$ 、 $R_6$ 、 $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_9$ 、 $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ 、 $R_{14}$ 、 $R_{15}$ 或 $R_{16}$ 不存在,即苯环未被 $R_5$ 、 $R_6$ 、 $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_9$ 、 $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ 、 $R_{14}$ 、 $R_{15}$ 或 $R_{16}$ 所示的基团取代。

[0085] 作为通式(3)中的 $R_{17} \sim R_{22}$ 所示的“任选具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“任选具有取代基且碳原子数5~10的环烷基”、或者“任选具有取代基且碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“碳原子数5~10的环烷基”、或者“碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1 \sim R_4$ 所示的“具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数5~10的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0086] 另外,这些基团任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1 \sim R_4$ 所示的“具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数5~10的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0087] 作为通式(3)中的 $R_{17} \sim R_{22}$ 所示的“任选具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基”、或者“任选具有取代基且碳原子数5~10的环烷氧基”中的“碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基”、或者“碳原子数5~10的环烷氧基”,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1 \sim R_4$ 所示的“任选具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基”、或者“任选具有取代基且碳原子数5~10的环烷氧基”中的“碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基”、或者“碳原子数5~10的环烷氧基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0088] 另外,这些基团任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1 \sim R_4$ 所示的“具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数5~10的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0089] 作为通式(3)中的 $R_{17} \sim R_{22}$ 所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1 \sim R_4$ 所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0090] 另外,这些基团任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1 \sim R_4$ 所示的“具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数5~10的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0091] 作为通式(3)中的 $R_{17} \sim R_{22}$ 所示的“取代或无取代的芳氧基”中的“芳氧基”,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1 \sim R_4$ 所示的“取代或无取代的芳氧基”中的“芳氧基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0092] 另外,这些基团任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对上述通式(1)中的

$R_1 \sim R_4$ 所示的“具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0093] 通式 (3) 中,  $r_{17} \sim r_{22}$ 可以相同也可以不同,  $r_{17}$ 、 $r_{18}$ 、 $r_{21}$ 、 $r_{22}$ 表示 0 或 1 ~ 5 的整数,  $r_{19}$ 、 $r_{20}$ 表示 0 或 1 ~ 4 的整数。  $r_{17}$ 、 $r_{18}$ 、 $r_{19}$ 、 $r_{20}$ 、 $r_{21}$ 或  $r_{22}$ 为 0 时,表示苯环上的  $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$ 、 $R_{20}$ 、 $R_{21}$ 或  $R_{22}$ 不存在,即苯环未被  $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$ 、 $R_{20}$ 、 $R_{21}$ 或  $R_{22}$ 所示的基团取代。

[0094] 作为通式 (4)、通式 (4a)、通式 (4b)、通式 (4c) 中的  $A_5$ 所示的“取代或无取代的芳香族烃的 2 价基团”、“取代或无取代的芳香族杂环的 2 价基团”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族的 2 价基团”中的“取代或无取代的芳香族烃”、“取代或无取代的芳香族杂环”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族”的“芳香族烃”、“芳香族杂环”或者“稠合多环芳香族”,具体而言,可列举出苯、联苯、三联苯、四联苯、苯乙烯、萘、蒽、茈、芴、菲、茛、茈、吡啶、嘧啶、三嗪、吡咯、呋喃、噻吩、喹啉、异喹啉、苯并呋喃、苯并噻吩、吲哚啉、咪唑、咪唑、苯并咪唑、苯并噻唑、喹啉、苯并咪唑、吡唑、二苯并呋喃、二苯并噻吩、萘啶、菲咯啉、阿啶等。

[0095] 并且,通式 (4)、通式 (4a)、通式 (4b)、通式 (4c) 中的  $A_5$ 所示的“取代或无取代的芳香族烃的 2 价基团”、“取代或无取代的芳香族杂环的 2 价基团”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族的 2 价基团”表示从上述“芳香族烃”、“芳香族杂环”、或者“稠合多环芳香族”上去除 2 个氢原子而成的 2 价基团。

[0096] 作为通式 (4)、通式 (4a)、通式 (4b)、通式 (4c) 中的  $A_5$ 所示的、“取代或无取代的芳香族烃的 2 价基团”、“取代或无取代的芳香族杂环的 2 价基团”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族的 2 价基团”中的“取代芳香族烃”、“取代芳香族杂环”、或者“取代稠合多环芳香族”的“取代基”,可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$ 所示的“具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0097] 作为通式 (4) 中的 B 所示的“取代或无取代的芳香族杂环基”中的“芳香族杂环基”,具体而言,可列举出吡啶基、嘧啶基、呋喃基、吡咯基、噻吩基、喹啉基、异喹啉基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、吲哚基、咪唑基、苯并咪唑基、苯并噻唑基、喹啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、以及咪唑基等。

[0098] 此处,作为通式 (4) 中的 B 所示的“取代或无取代的芳香族杂环基”中的“芳香族杂环基”,优选为吡啶基、嘧啶基、吡咯基、喹啉基、异喹啉基、吲哚基、咪唑基、苯并咪唑基、苯并噻唑基、喹啉基、苯并咪唑基、吡唑基、以及咪唑基等含氮芳香族杂环基,更优选为吡啶基、嘧啶基、喹啉基、异喹啉基、吲哚基、咪唑基、苯并咪唑基、以及咪唑基。

[0099] 作为通式 (4) 中的 B 所示的“取代芳香族杂环基”中的“取代基”,具体而言,可列举出氕原子、氘基、硝基;氟原子、氯原子、溴原子、碘原子等卤原子;甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、异戊基、新戊基、正己基等碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基;环戊基、环己基、1- 金刚烷基、2- 金刚烷基等碳原子数 5 ~ 10 的环烷基;甲氧基、乙氧基、丙氧基等碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷氧基;环戊氧基、环己氧基、1- 金刚烷氧基、2- 金刚烷氧基等碳原子数 5 ~ 10 的环烷氧基;烯丙基等烯基;苯氧基、甲

苯氧基等芳氧基; 苄氧基、苄乙氧基等芳基烷氧基; 苯基、联苯基、三联苯基、萘基、蒽基、菲基、茚基、茛基、芘基、花基、荧蒽基、苯并菲基等芳香族烃基或稠合多环芳香族基; 吡啶基、噁吩基、呋喃基、吡咯基、喹啉基、异喹啉基、苯并呋喃基、苯并噁吩基、吲哚基、咪唑基、苯并噁唑基、苯并噻唑基、喹喔啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噁吩基、咪唑基等芳香族杂环基; 苯氧基、联苯氧基、萘氧基、蒽氧基、菲氧基等芳氧基; 苯乙烯基、萘乙烯基等芳基乙烯基; 乙酰基、苯甲酰基等酰基之类的基团, 这些取代基可以进一步取代有前述例示出的取代基。

[0100] 另外, 这些取代基彼此可以借助单键、取代或无取代的亚甲基、氧原子或硫原子彼此键合而形成环。

[0101] 作为通式 (4) 中的 C 所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”, 可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$  所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”而示出的基团相同的基团。另外, 这些基团在同一蒽环上多个键合时 ( $q$  为 2 时), 可以彼此相同也可以不同。

[0102] 作为通式 (4) 中的 C 所示的“取代芳香族烃基”、“取代芳香族杂环基”、或者“取代稠合多环芳香族基”中的“取代基”, 可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$  所示的“具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团, 可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0103] 作为通式 (4) 中的 D 所示的、“碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基”, 具体而言, 可列举出甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、异戊基、新戊基、正己基等。另外, 多个存在的 D 可以彼此相同也可以不同, 这些基团彼此可以借助单键、取代或无取代的亚甲基、氧原子、或者硫原子彼此键合而形成环。

[0104] 作为通式 (4) 中的 D 所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”, 可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$  所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”而示出的基团相同的基团。另外, 多个存在的 D 可以彼此相同也可以不同, 这些基团彼此可以借助单键、取代或无取代的亚甲基、氧原子、或者硫原子彼此键合而形成环。

[0105] 作为通式 (4) 中的 D 所示的“取代芳香族烃基”、“取代芳香族杂环基”、或者“取代稠合多环芳香族基”中的“取代基”, 可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$  所示的“具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团, 可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0106] 作为通式 (4a) 中的  $Ar_1$ 、 $Ar_2$ 、 $Ar_3$  所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳



$R_1 \sim R_4$ 所示的“具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0112] 作为通式 (4a) 中的  $R_{23} \sim R_{29}$ 所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”,可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$ 所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”而示出的基团相同的基团,这些基团彼此可以借助单键、取代或无取代的亚甲基、氧原子、或者硫原子彼此键合而形成环。

[0113] 另外,这些基团任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$ 所示的“具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0114] 作为通式 (4a) 中的  $R_{23} \sim R_{29}$ 所示的“取代或无取代的芳氧基”中的“芳氧基”,可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$ 所示的“取代或无取代的芳氧基”中的“芳氧基”而示出的基团相同的基团,这些基团彼此可以借助单键、取代或无取代的亚甲基、氧原子、或者硫原子彼此键合而形成环。

[0115] 另外,这些基团任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$ 所示的“具有取代基且碳原子数 1 ~ 6 的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数 5 ~ 10 的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数 2 ~ 6 的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0116] 通式 (4a) 中,  $X_1, X_2, X_3, X_4$ 表示碳原子或氮原子,  $X_1, X_2, X_3, X_4$ 中仅任一个为氮原子。 $X_1, X_2, X_3, X_4$ 中任一个为氮原子时,该氮原子不具有作为  $R_{23} \sim R_{26}$ 的氢原子或取代基。即意味着:  $X_1$ 为氮原子时不存在  $R_{23}$ 、 $X_2$ 为氮原子时不存在  $R_{24}$ 、 $X_3$ 为氮原子时不存在  $R_{25}$ 、 $X_4$ 为氮原子时不存在  $R_{26}$ 。

[0117] 作为通式 (4b) 中的  $Ar_4, Ar_5, Ar_6$ 所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”,可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$ 所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”而示出的基团相同的基团。

[0118] 另外,这些基团任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对上述通式 (4a) 中的  $Ar_1, Ar_2, Ar_3$ 所示的“取代芳香族烃基”、“取代芳香族杂环基”、或者“取代稠合多环芳香族基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0119] 作为通式 (4c) 中的  $Ar_7, Ar_8, Ar_9$ 所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”,可列举出与针对上述通式 (1) 中的  $R_1 \sim R_4$ 所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠

合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”而示出的基团相同的基团。

[0120] 另外,这些基团任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对上述通式(4a)中的 $Ar_1$ 、 $Ar_2$ 、 $Ar_3$ 所示的“取代芳香族烃基”、“取代芳香族杂环基”、或者“取代稠合多环芳香族基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0121] 作为通式(4c)中的 $R_{30}$ 所示的“任选具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“任选具有取代基且碳原子数5~10的环烷基”、或者“任选具有取代基且碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“碳原子数5~10的环烷基”、或者“碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1$ ~ $R_4$ 所示的“具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数5~10的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”而示出的基团相同的基团。

[0122] 另外,这些基团任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1$ ~ $R_4$ 所示的“具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数5~10的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0123] 作为通式(4c)中的 $R_{30}$ 所示的“任选具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基”、或者“任选具有取代基且碳原子数5~10的环烷氧基”中的“碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基”、或者“碳原子数5~10的环烷氧基”,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1$ ~ $R_4$ 所示的“任选具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基”、或者“任选具有取代基且碳原子数5~10的环烷氧基”中的“碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基”、或者“碳原子数5~10的环烷氧基”而示出的基团相同的基团。

[0124] 另外,这些基团任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1$ ~ $R_4$ 所示的“具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数5~10的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0125] 作为通式(4c)中的 $R_{30}$ 所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1$ ~ $R_4$ 所示的“取代或无取代的芳香族烃基”、“取代或无取代的芳香族杂环基”、或者“取代或无取代的稠合多环芳香族基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”、或者“稠合多环芳香族基”而示出的基团相同的基团。

[0126] 另外,这些基团任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1$ ~ $R_4$ 所示的“具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数5~10的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0127] 作为通式(4c)中的 $R_{30}$ 所示的“取代或无取代的芳氧基”中的“芳氧基”,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1$ ~ $R_4$ 所示的“取代或无取代的芳氧基”中的“芳氧基”而示出的基团相同的基团。

[0128] 另外,这些基团任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对上述通式(1)中的 $R_1 \sim R_4$ 所示的“具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基且碳原子数5~10的环烷基”、或者“具有取代基且碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采取的方式也可列举出相同的方式。

[0129] 通式(1)中,作为 $R_1 \sim R_4$ ,优选为氘原子、任选具有取代基且碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基且碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基、取代或无取代的芳香族烃基、或者取代或无取代的稠合多环芳香族基,更优选为氘原子、苯基、联苯基、萘基、乙烯基。另外,还优选这些基团彼此借助单键彼此键合而形成稠合芳香环。

[0130] 通式(2)中的前述结构式(B)中, $n_1$ 表示1~3的整数。

[0131] 通式(4)中的 $p$ 、 $q$ 维持 $p$ 与 $q$ 之和( $p+q$ )达到9的关系, $p$ 表示7或8、 $q$ 表示1或2。

[0132] 通式(4)所示的具有蒽环结构的化合物之中,更优选使用通式(4a)、通式(4b)或通式(4c)所示的具有蒽环结构的化合物。

[0133] 通式(4)、通式(4a)、通式(4b)或通式(4c)中,作为 $A_5$ ,优选为“取代或无取代的芳香族烃的2价基团”或“取代或无取代的稠合多环芳香族的2价基团”,更优选为从苯、联苯、萘、或者菲上去除2个氢原子而成的2价基团。

[0134] 本发明的有机EL器件中使用的前述通式(1)所示的芳胺化合物、前述通式(2)所示的分子中具有4个三苯胺结构借助单键或不杂原子的2价基团连结而成的结构的芳胺化合物、或者前述通式(3)所示的分子中具有2个三苯胺结构借助单键或不杂原子的2价基团连结而成的结构的芳胺化合物能够用作有机EL器件的空穴注入层或空穴输送层的构成材料。

[0135] 前述通式(1)所示的芳胺化合物、前述通式(2)所示的分子中具有4个三苯胺结构借助单键或不杂原子的2价基团连结而成的结构的芳胺化合物、或者前述通式(3)所示的分子中具有2个三苯胺结构借助单键或不杂原子的2价基团连结而成的结构的芳胺化合物是空穴迁移率高、作为空穴注入层或空穴输送层的材料而优选的化合物。

[0136] 本发明的有机EL器件中使用的前述通式(4)、通式(4a)、通式(4b)或通式(4c)所示的具有蒽环结构的化合物能够用作有机EL器件的电子输送层的构成材料。

[0137] 前述通式(4)、通式(4a)、通式(4b)或通式(4c)所示的具有蒽环结构的化合物的电子注入和输送能力优异,是优选作为电子输送层的材料的化合物。

[0138] 本发明的有机EL器件在考虑载流子平衡的情况下将空穴和电子的注入/输送性能、薄膜稳定性、耐久性优异的有机EL器件用材料进行了组合,因此与以往的有机EL器件相比,自空穴输送层向发光层输送空穴的空穴输送效率提高(进而,在使用了特定的具有蒽环结构的化合物的方式中,自电子输送层向发光层输送电子的电子输送效率也提高),从而发光效率提高,并且驱动电压降低,能够提高有机EL器件的耐久性。

[0139] 能够实现效率高、驱动电压低、寿命长的有机EL器件。

[0140] 发明的效果

[0141] 本发明的有机EL器件通过选择空穴和电子的注入/输送性能、薄膜稳定性、耐久性优异、能够有效地表现出空穴的注入/输送功能的特定的两种芳胺化合物的组合,能够高效地向发光层注入/输送空穴,能够实现效率高、驱动电压低、寿命长的有机EL器件。另



外,选择特定的两种芳胺化合物与特定的具有蒽环结构的化合物,以取得载流子平衡的方式进行组合,能够实现效率高、驱动电压低、寿命长的有机 EL 器件。根据本发明,能够改善以往的有机 EL 器件的发光效率和驱动电压、以及耐久性。

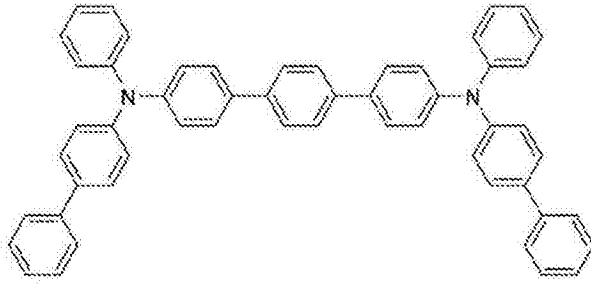
#### 附图说明

- [0142] 图 1 是本发明实施例 3 的化合物 (1-14) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0143] 图 2 是本发明实施例 4 的化合物 (1-2) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0144] 图 3 是本发明实施例 5 的化合物 (1-6) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0145] 图 4 是本发明实施例 6 的化合物 (1-21) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0146] 图 5 是本发明实施例 7 的化合物 (1-22) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0147] 图 6 是本发明实施例 8 的化合物 (1-3) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0148] 图 7 是本发明实施例 9 的化合物 (1-5) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0149] 图 8 是本发明实施例 10 的化合物 (1-23) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0150] 图 9 是本发明实施例 11 的化合物 (1-24) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0151] 图 10 是本发明实施例 12 的化合物 (1-25) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0152] 图 11 是本发明实施例 13 的化合物 (1-26) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0153] 图 12 是本发明实施例 16 的化合物 (4c-1) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0154] 图 13 是本发明实施例 17 的化合物 (4c-6) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0155] 图 14 是本发明实施例 18 的化合物 (4c-13) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0156] 图 15 是本发明实施例 19 的化合物 (4c-19) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0157] 图 16 是本发明实施例 20 的化合物 (4c-28) 的  $^1\text{H-NMR}$  谱图。  
[0158] 图 17 是示出实施例 23 ~ 41、比较例 1 ~ 4 的有机 EL 器件结构的图。

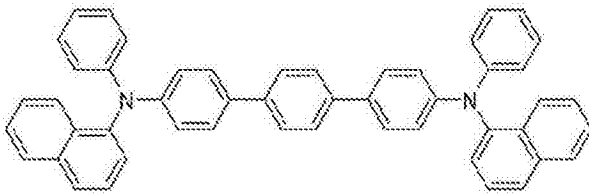
#### 具体实施方式

[0159] 本发明的有机 EL 器件中适合使用的前述通式 (1) 所示的芳胺化合物之中,以下示出优选化合物的具体例,但不限于于这些化合物。

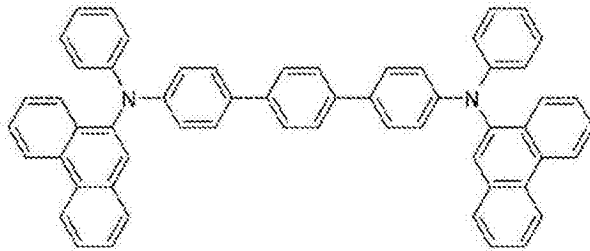
[0160]



(1-1)

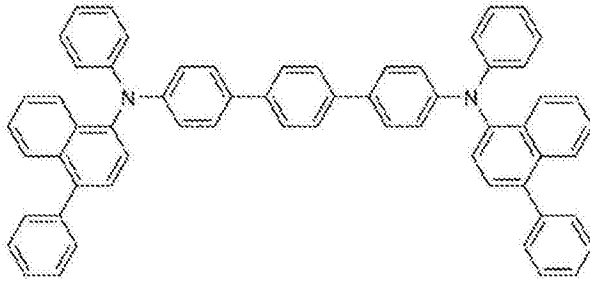


(1-2)

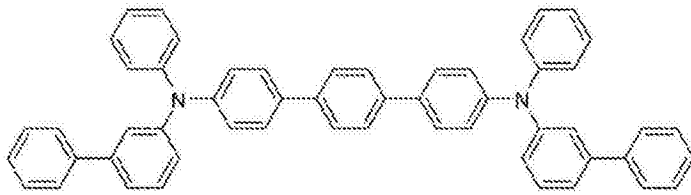


(1-3)

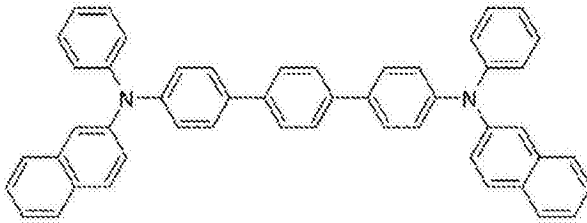
[0161]



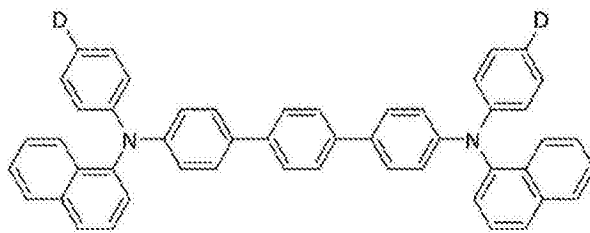
(1-4)



(1-5)

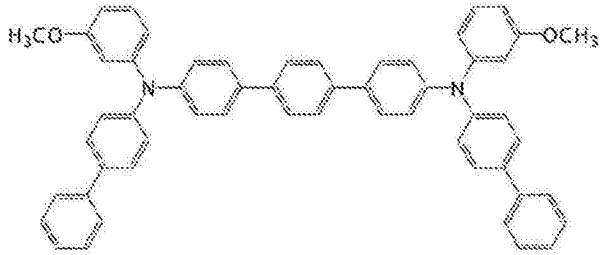


(1-6)

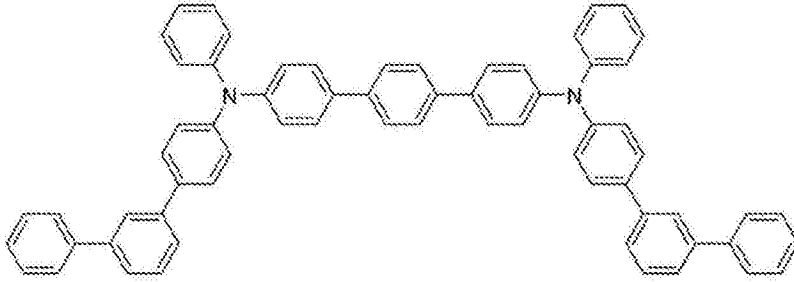


(1-7)

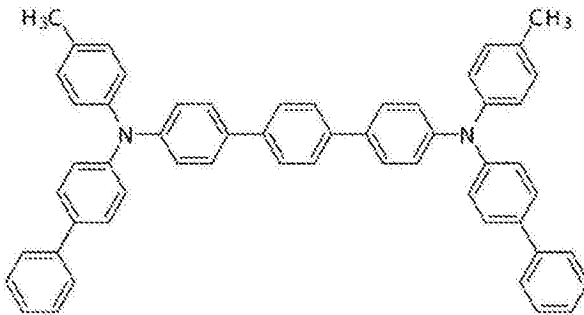
[0162]



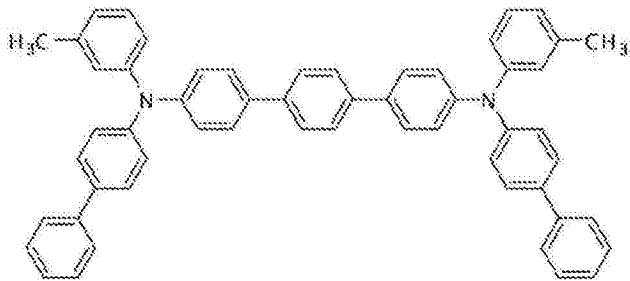
(1-8)



(1-9)

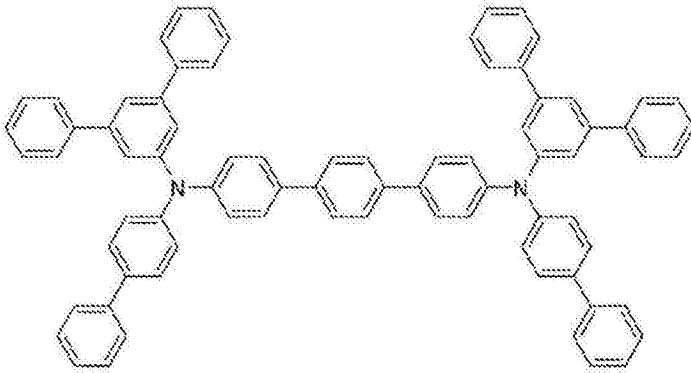


(1-10)

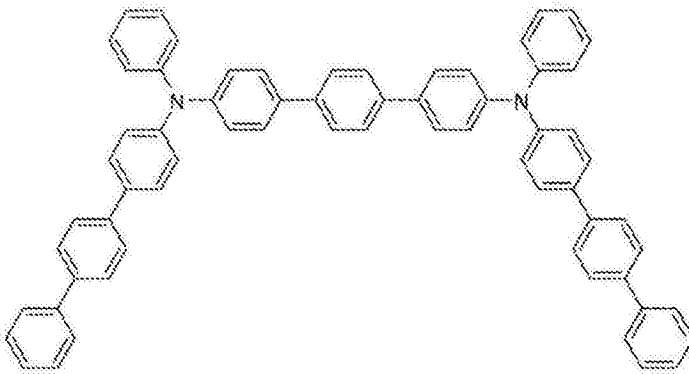


(1-11)

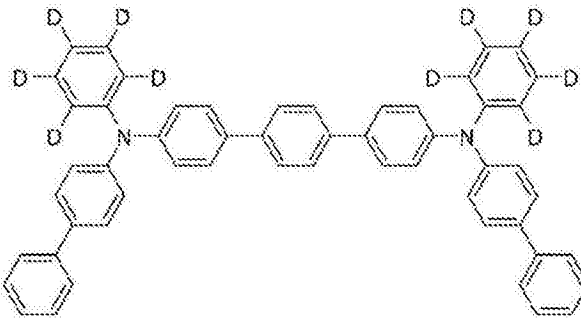
[0163]



(1-12)

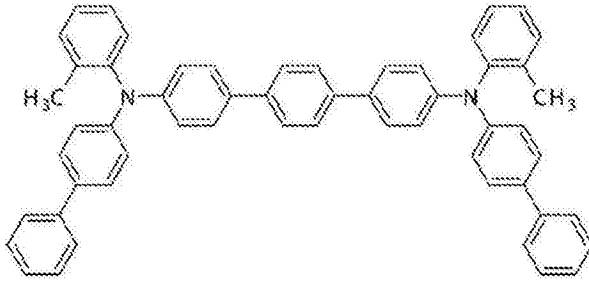


(1-13)

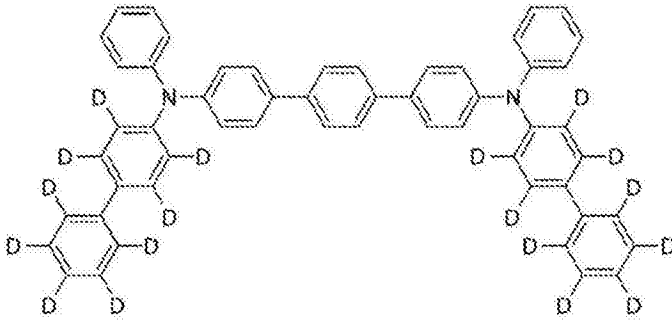


(1-14)

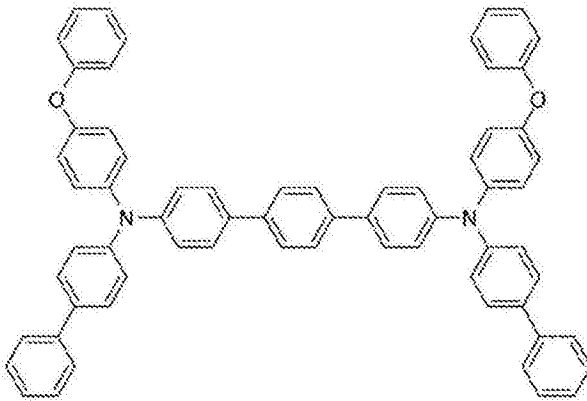
[0164]



(1-15)

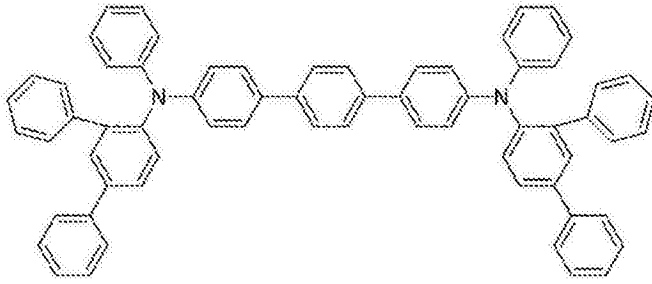


(1-16)

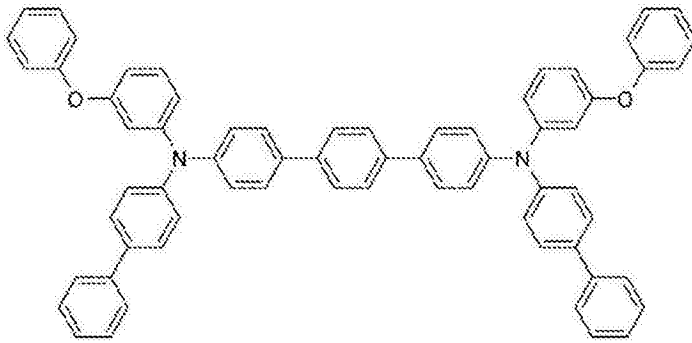


(1-17)

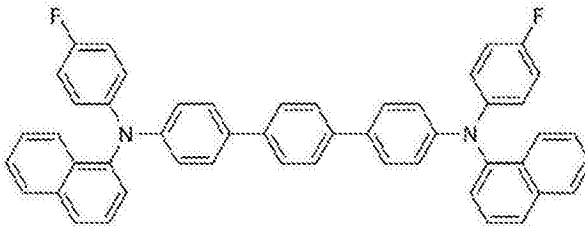
[0165]



(1-18)

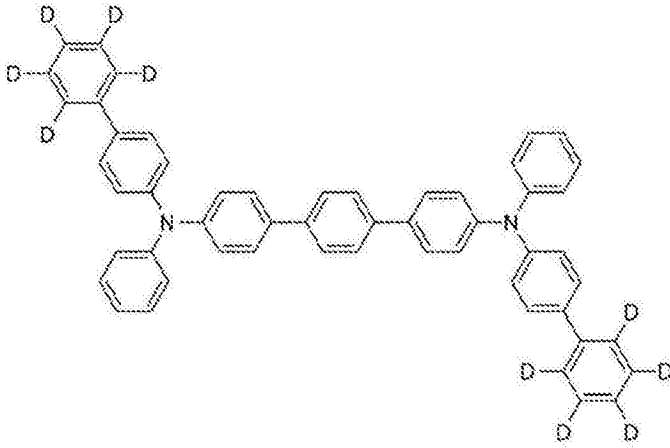


(1-19)

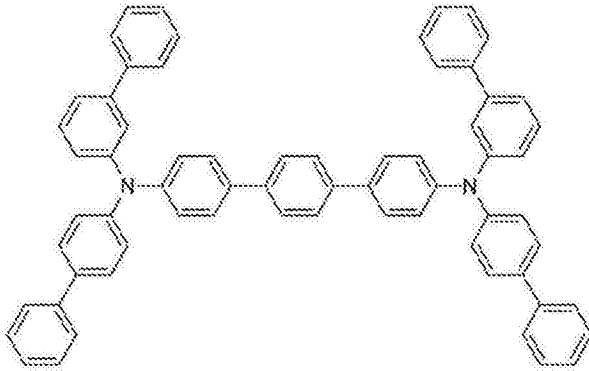


(1-20)

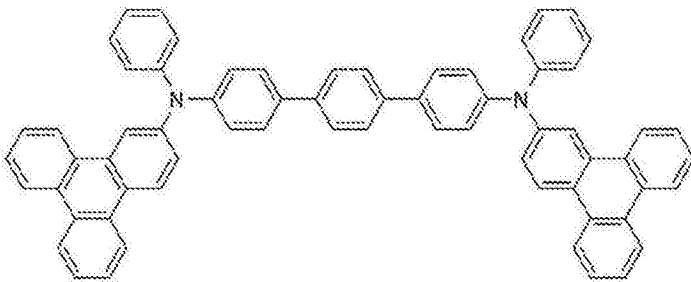
[0166]



(1-21)



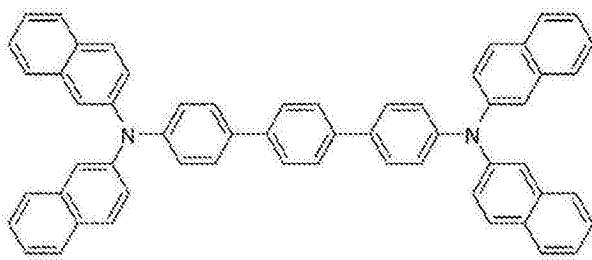
(1-22)



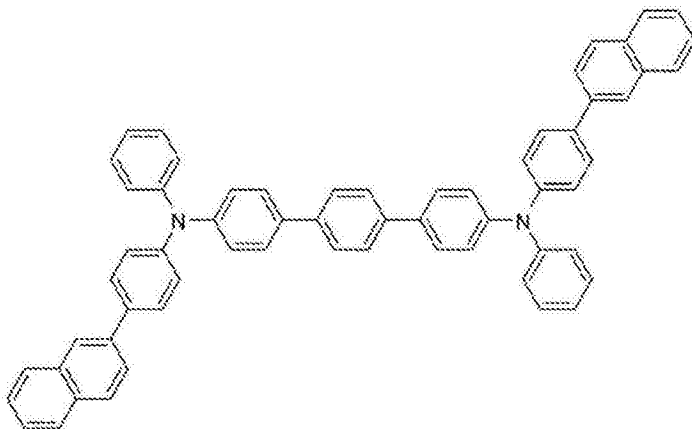
(1-23)

[0167]

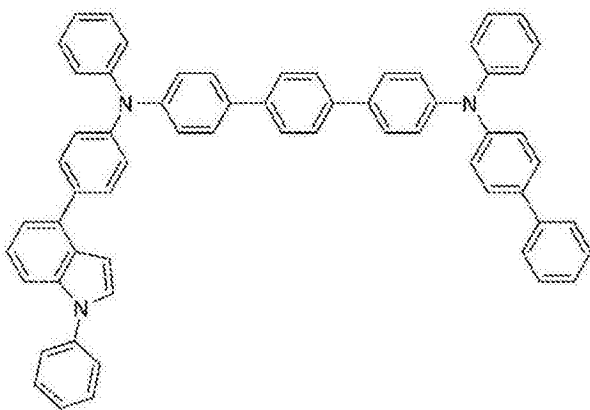




(1-24)



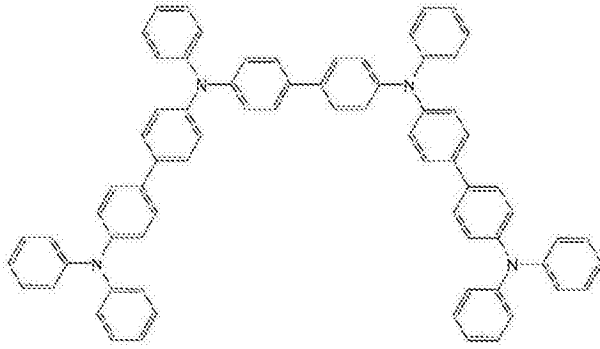
(1-25)



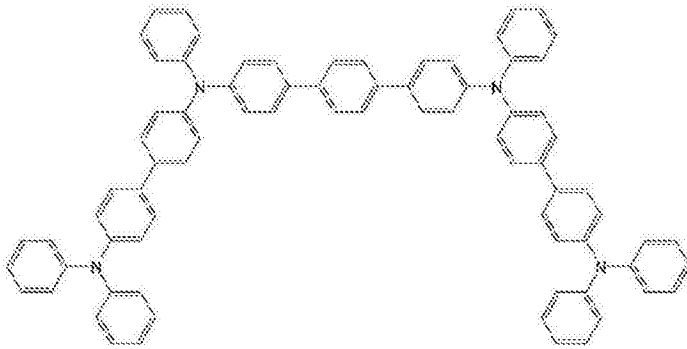
(1-26)

[0168] 本发明的有机 EL 器件中适合使用的、前述分子中具有 3 个~6 个三苯胺结构借助单键或不含杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物之中,本发明的有机 EL 器件中更适合使用的、前述通式 (2) 所示的分子中具有 4 个三苯胺结构借助单键或不含杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物之中,以下示出优选化合物的具体例,但不限于于这些化合物。

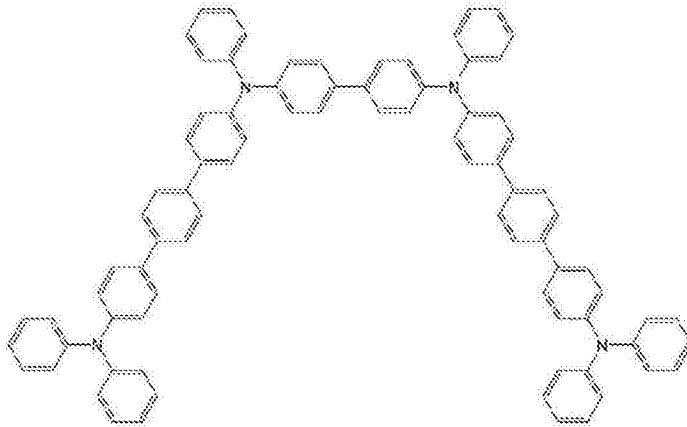
[0169]



(2-1)

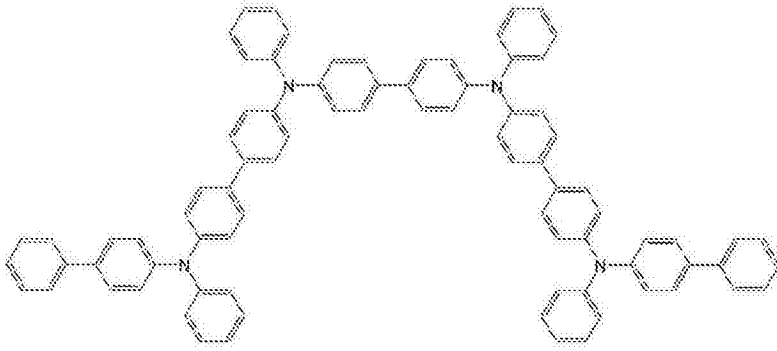


(2-2)

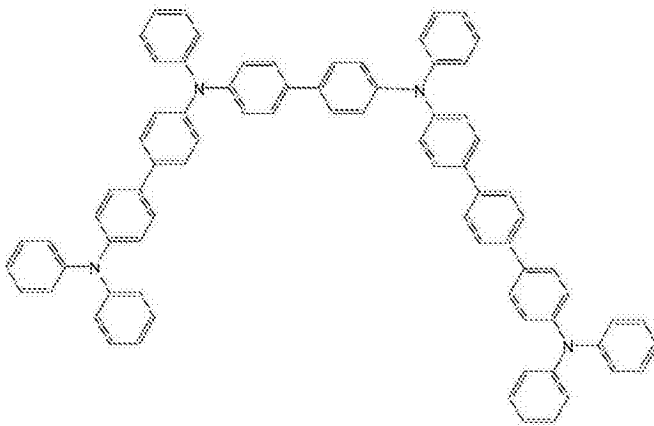


(2-3)

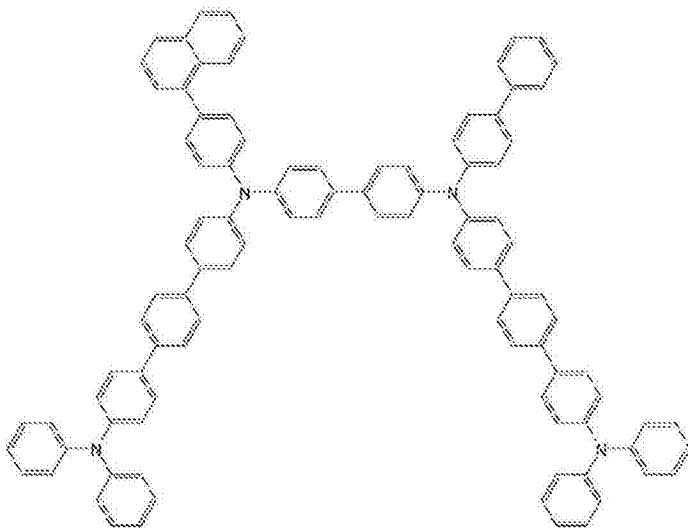
[0170]



(2-4)

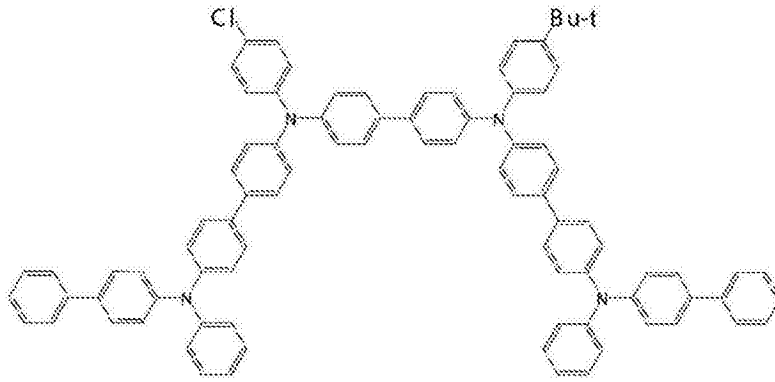


(2-5)

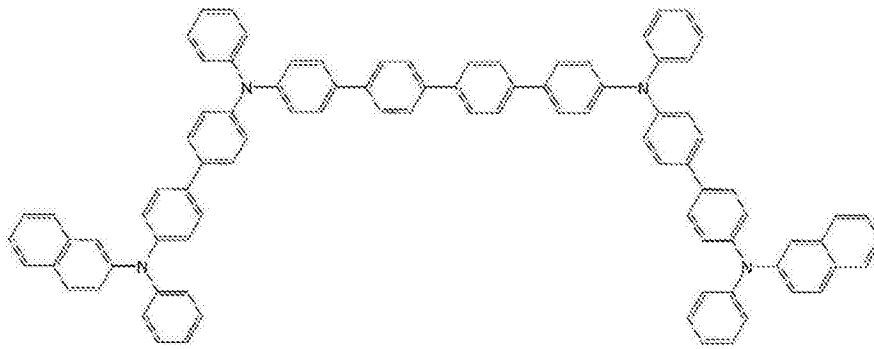


(2-6)

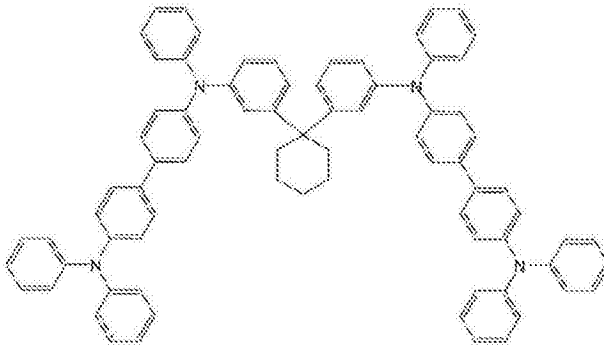
[0171]



(2-7)

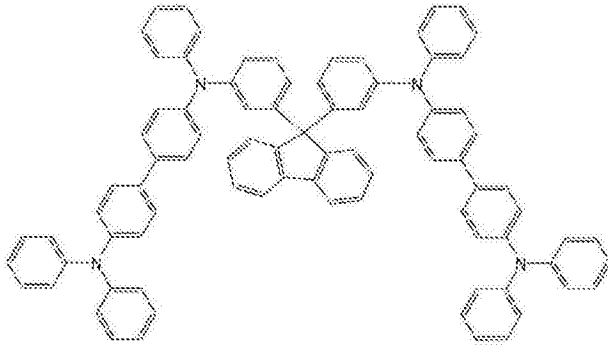


(2-8)

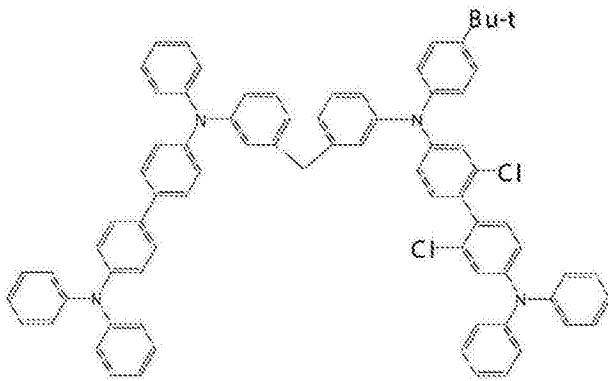


(2-9)

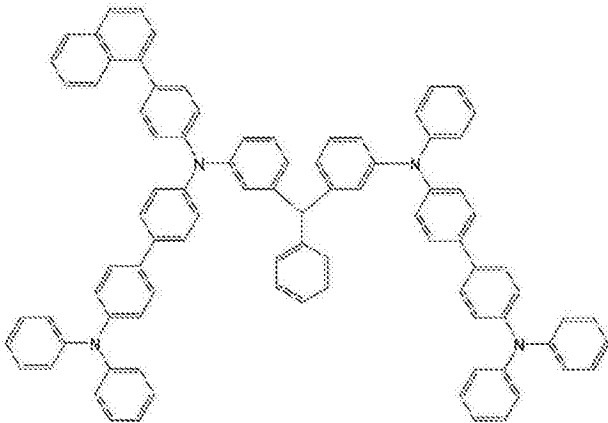
[0172]



(2-10)

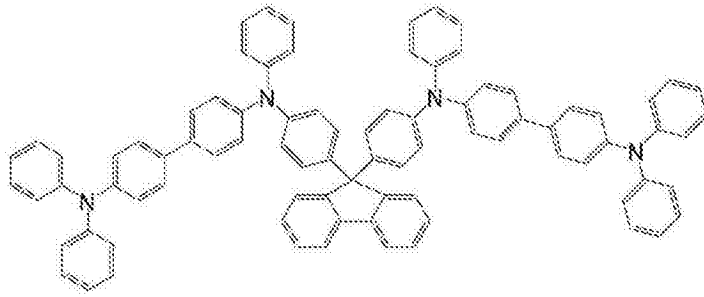


(2-11)

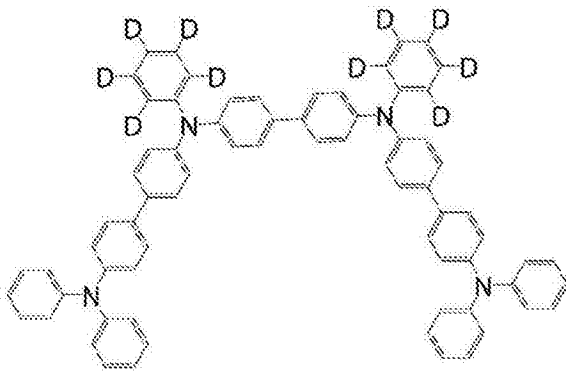


(2-12)

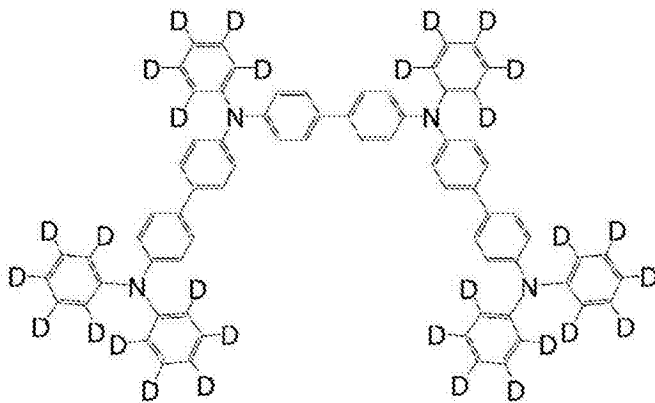
[0173]



(2-13)

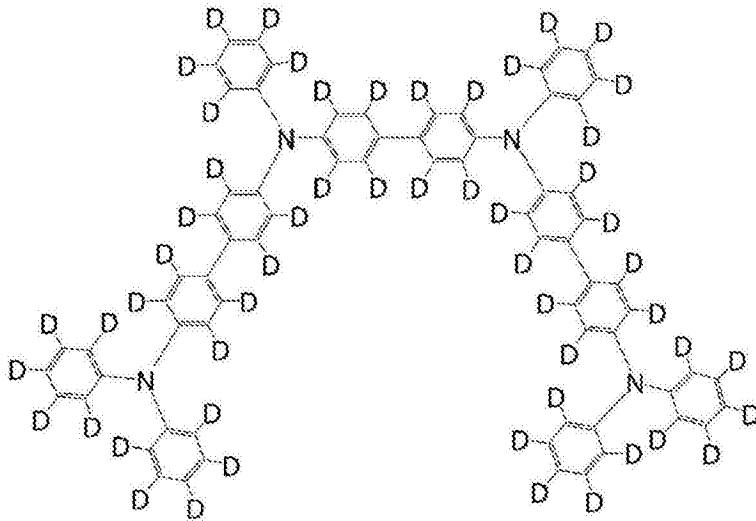


(2-14)

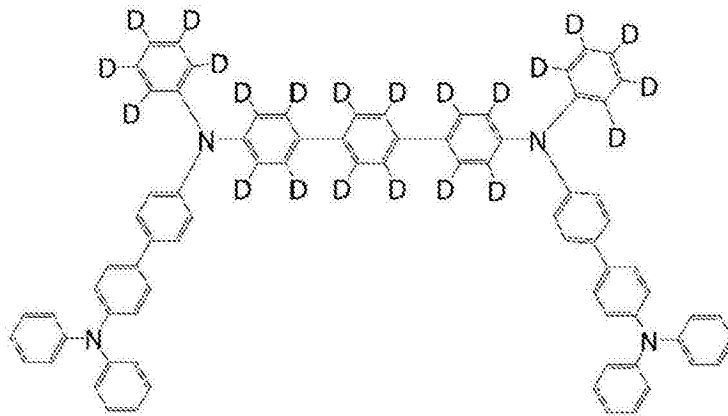


(2-15)

[0174]



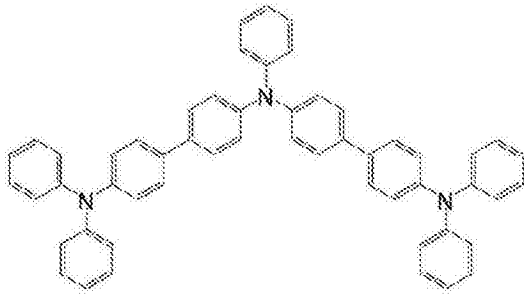
(2-16)



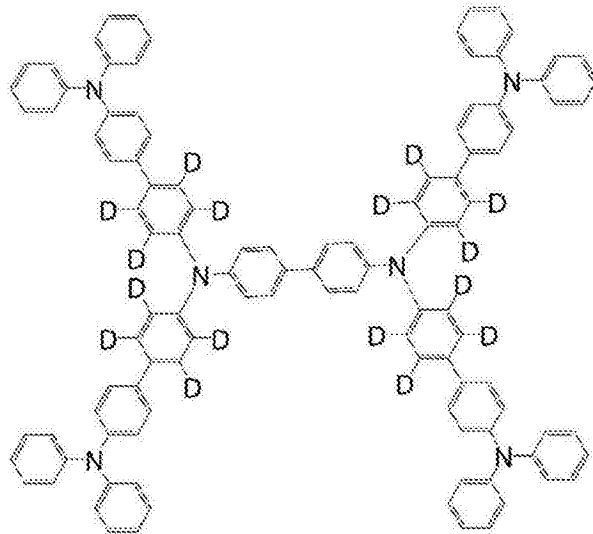
(2-17)

[0175] 本发明的有机 EL 器件中适合使用的、前述分子中具有 3~6 个三苯胺结构借助单键或不含杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物之中,除了前述通式 (2) 所示的分子中具有 4 个三苯胺结构借助单键或不含杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物之外,以下示出优选化合物的具体例,但不限于于这些化合物。

[0176]



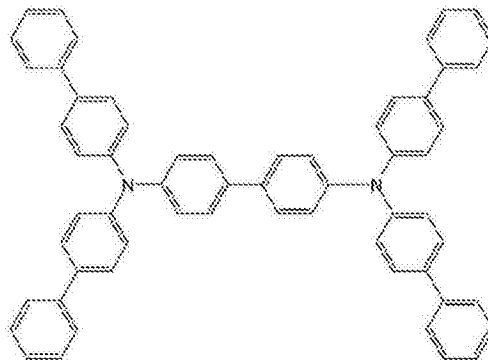
(2' - 1)



(2' - 2)

[0177] 本发明的有机EL器件中适合使用的、前述通式(3)所示的分子中具有2个三苯胺结构借助单键或不含杂原子的2价基团连结而成的结构的芳胺化合物之中,以下示出优选化合物的具体例,但不限于这些化合物。

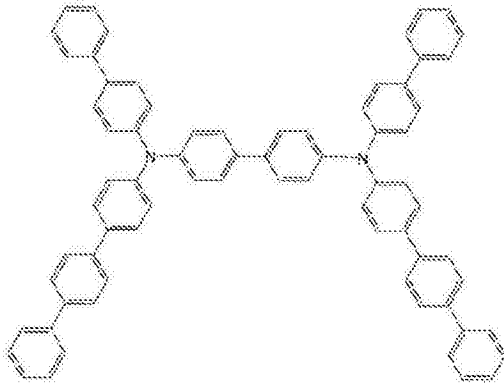
[0178]



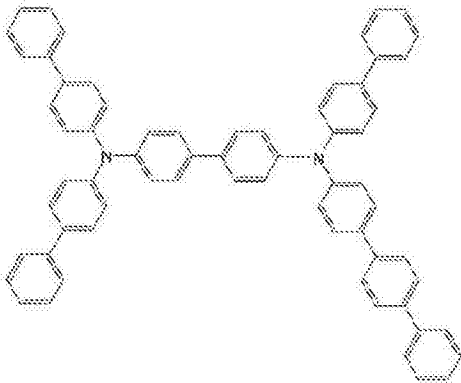
[0179]



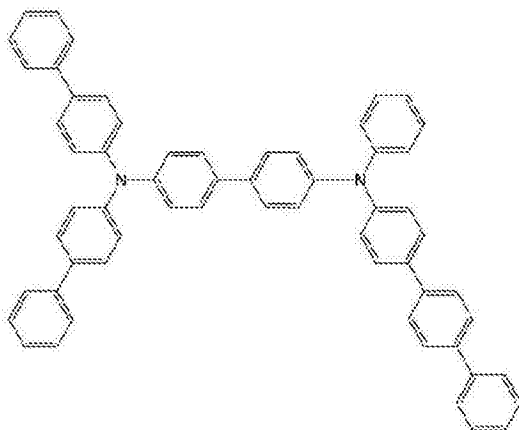
(3-1)



(3-2)

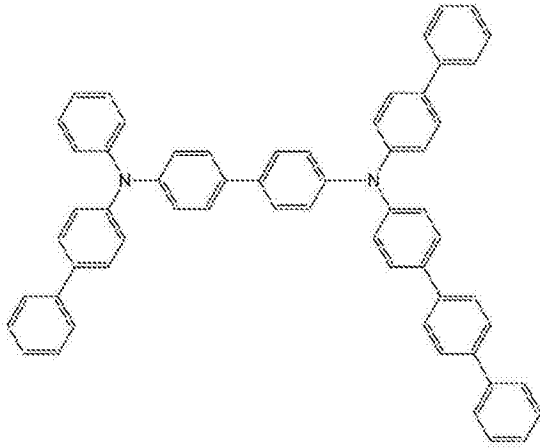


(3-3)

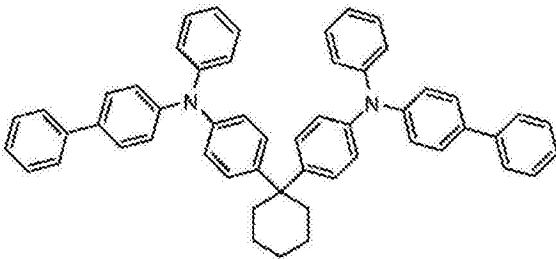


(3-4)

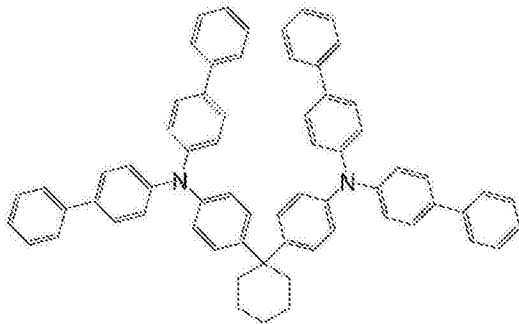
[0180]



(3-5)

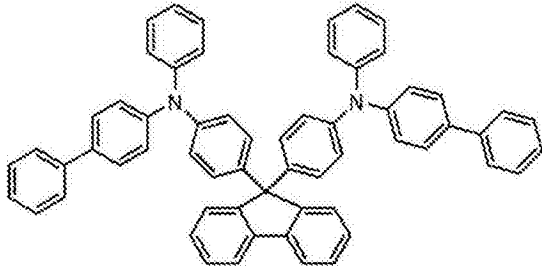


(3-6)

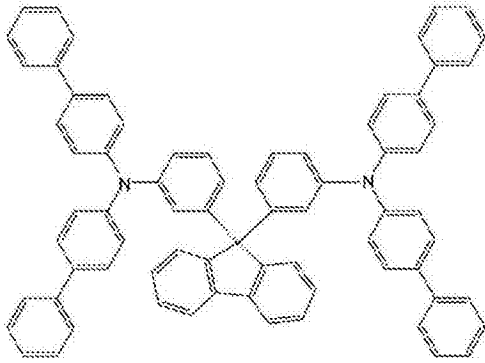


(3-7)

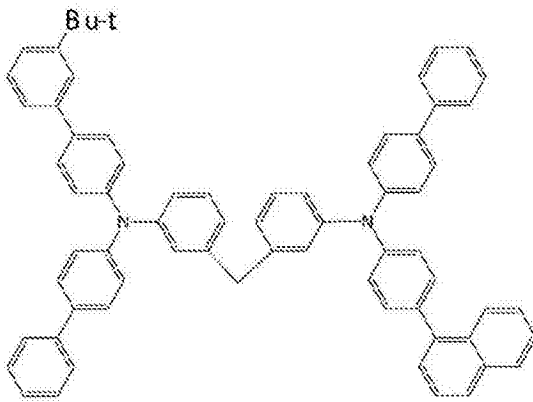
[0181]



(3-8)

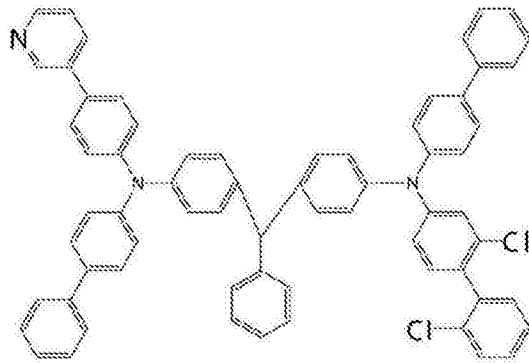


(3-9)

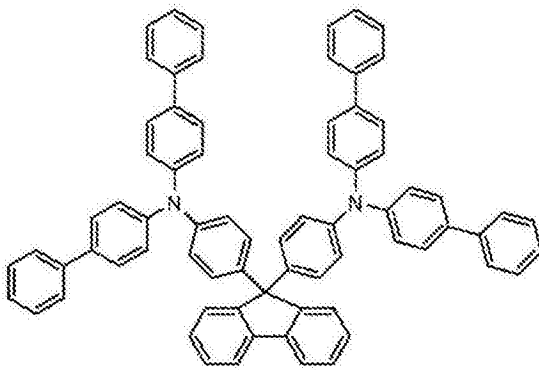


(3-10)

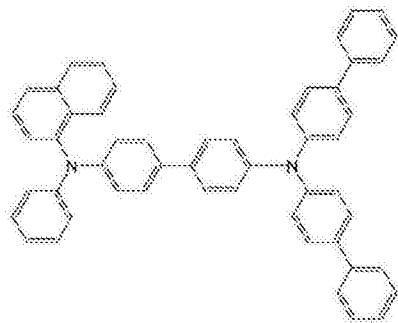
[0182]



(3-11)

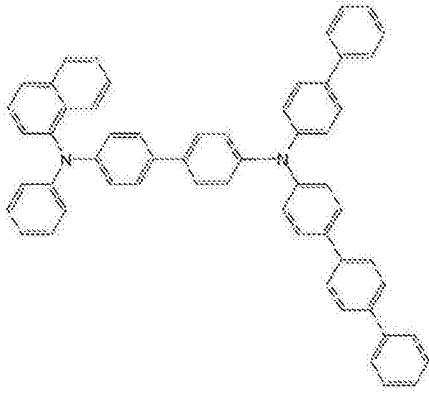


(3-12)

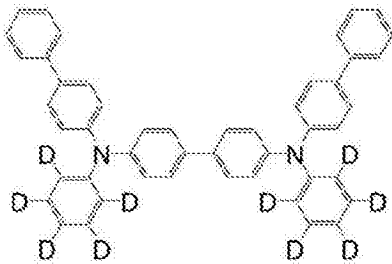


(3-13)

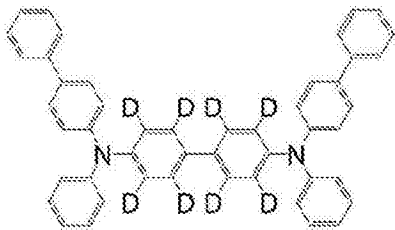
[0183]



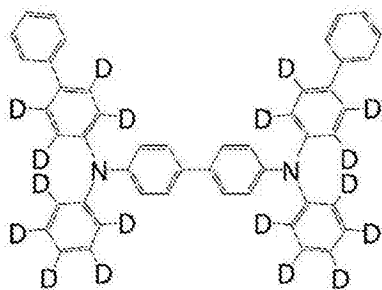
(3-14)



(3-15)

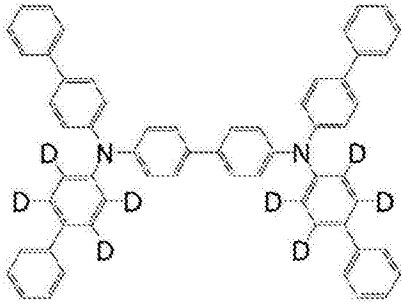


(3-16)

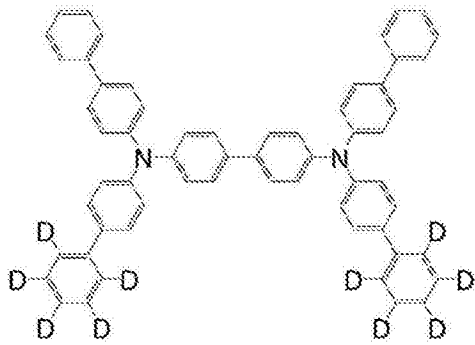


(3-17)

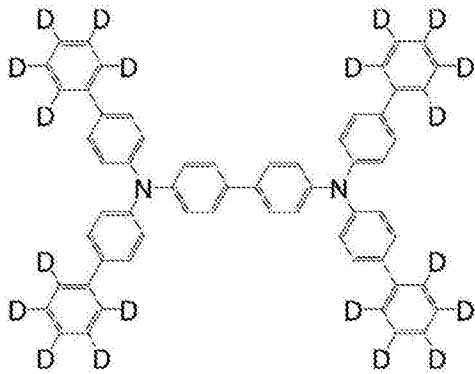
[0184]



(3-18)

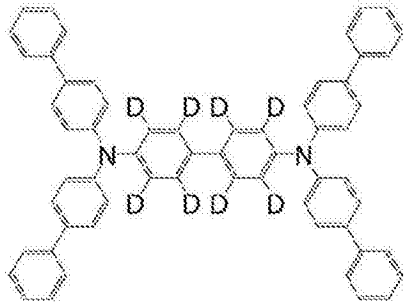


(3-19)

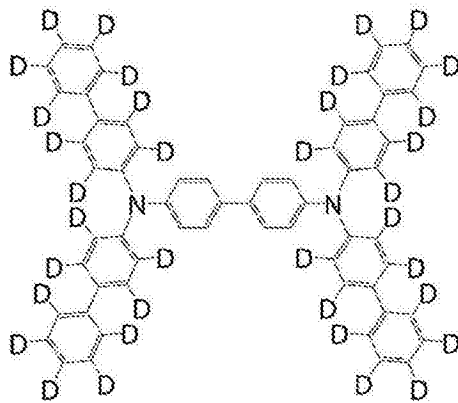


(3-20)

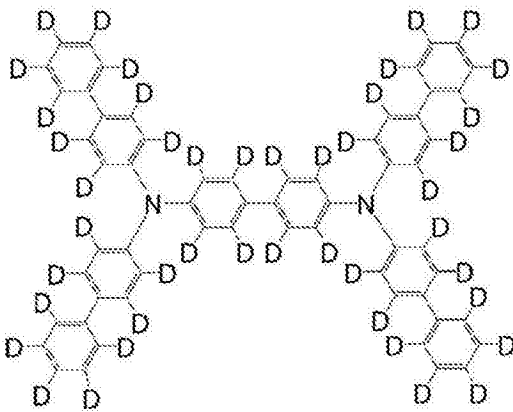
[0185]



(3-21)



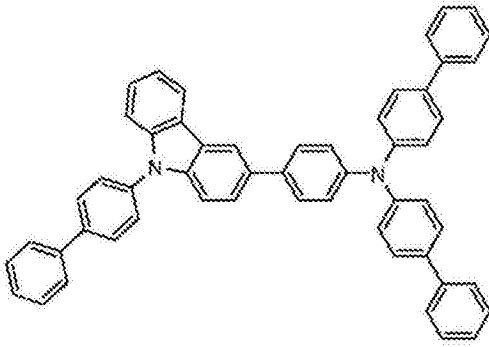
(3-22)



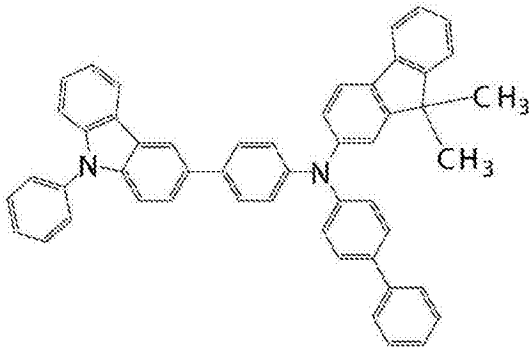
(3-23)

[0186] 本发明的有机EL器件所使用的分子中具有2个三苯胺结构的芳胺化合物中,除了前述通式(3)所示的分子中具有2个三苯胺结构借助单键或不含杂原子的2价基团连结而成的结构的芳胺化合物之外,以下示出优选化合物的具体例,但不限于于这些化合物。

[0187]



(3' - 1)

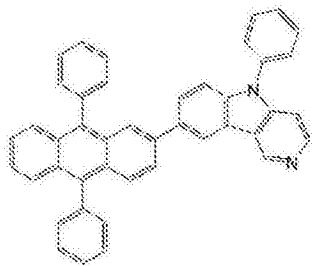


(3' - 2)

[0188] 另外,上述芳胺化合物其自身可根据公知的方法来合成(例如参照专利文献6~9)。

[0189] 本发明的有机EL器件中适合使用的、前述通式(4a)所示的具有蒽环结构的化合物之中,以下示出优选化合物的具体例,但不限于这些化合物。

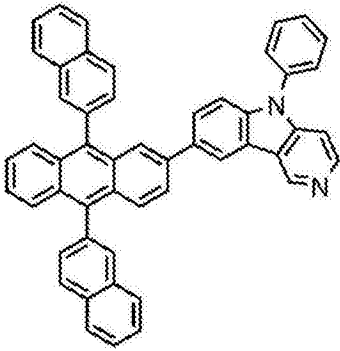
[0190]



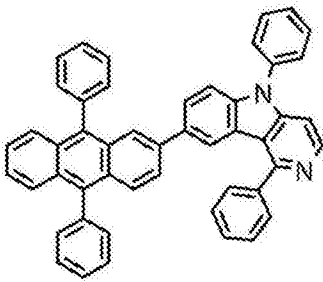
(4 a - 1)

[0191]

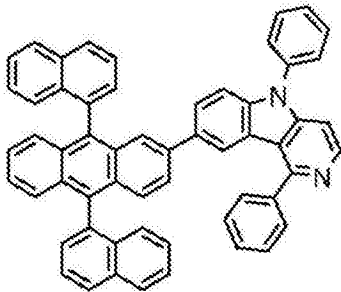




(4 a - 2)

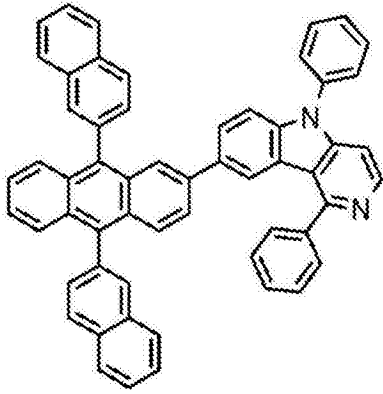


(4 a - 3)

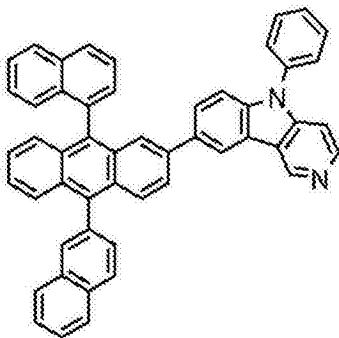


(4 a - 4)

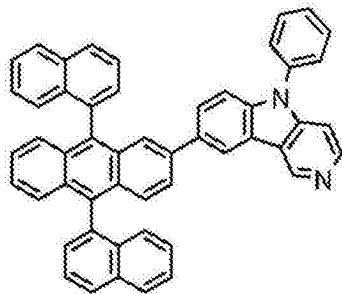
[0192]



(4 a - 5)

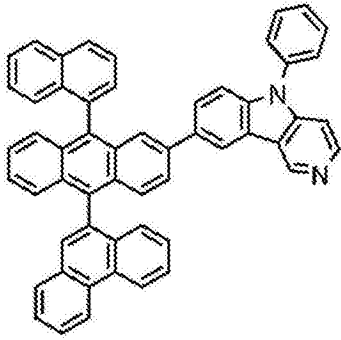


(4 a - 6)

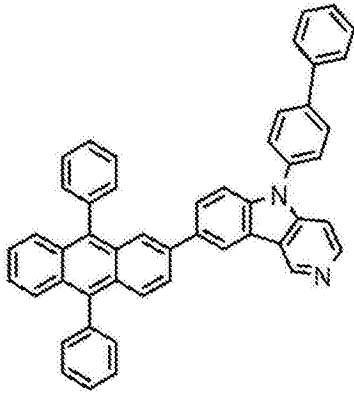


(4 a - 7)

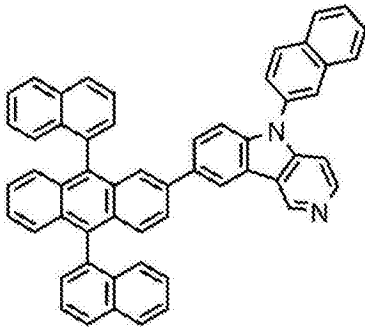
[0193]



(4 a - 8)

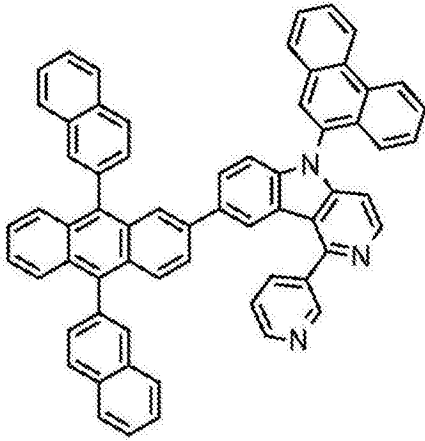


(4 a - 9)

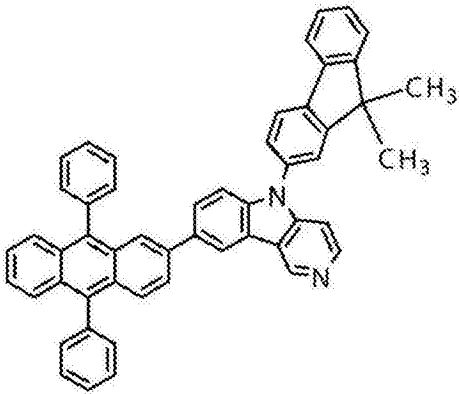


(4 a - 10)

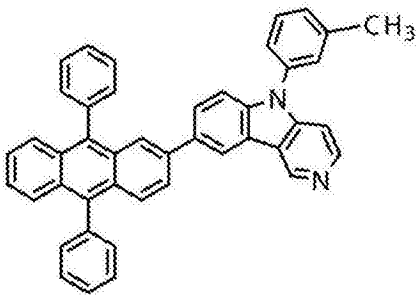
[0194]



(4 a - 1 1)

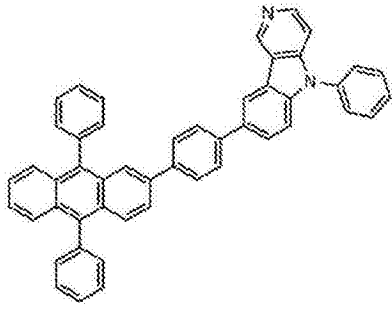


(4 a - 1 2)

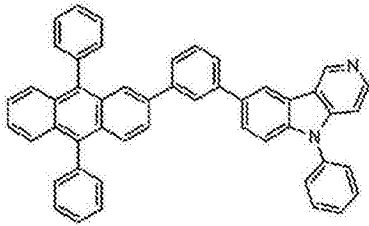


(4 a - 1 3)

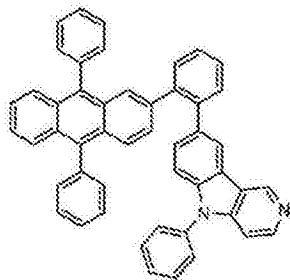
[0195]



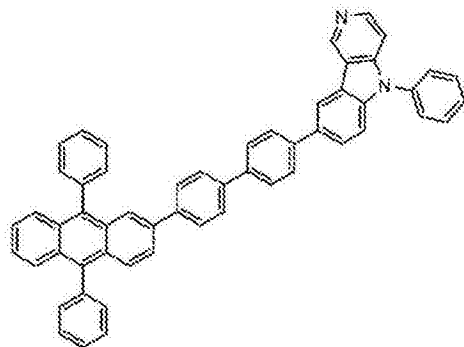
(4 a - 1 4)



(4 a - 1 5)

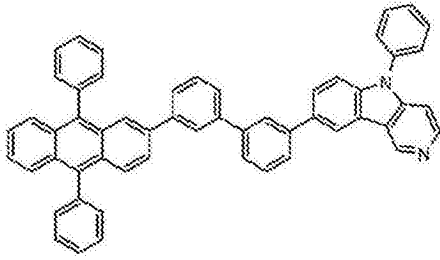


(4 a - 1 6)

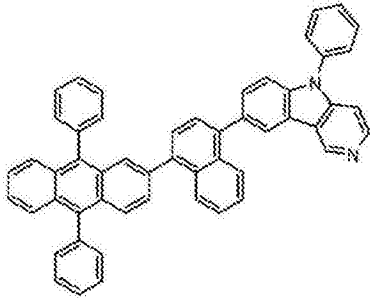


(4 a - 1 7)

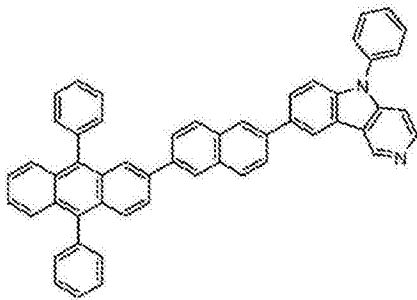
[0196]



(4 a - 1 8)



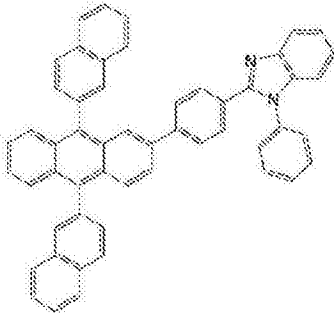
(4 a - 1 9)



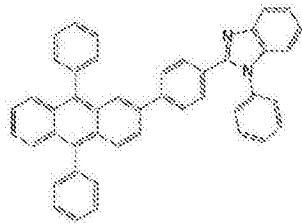
(4 a - 2 0)

[0197] 本发明的有机 EL 器件中适合使用的、前述通式 (4b) 所示的具有蒽环结构的化合物之中, 以下示出优选化合物的具体例, 但不限于于这些化合物。

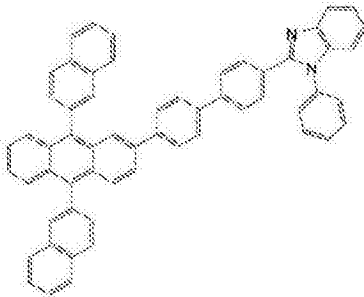
[0198]



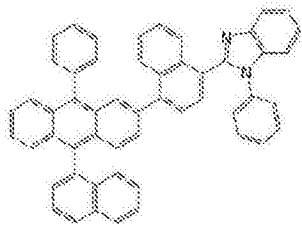
(4 b - 1)



(4 b - 2)

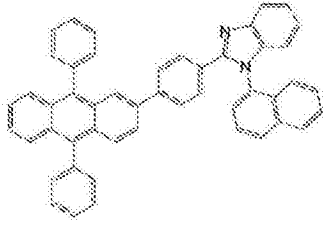


(4 b - 3)

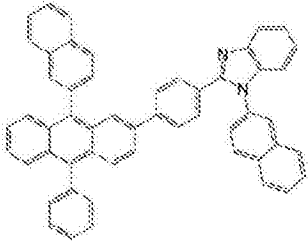


(4 b - 4)

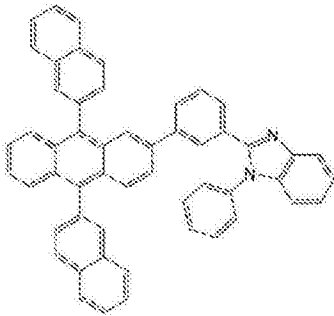
[0199]



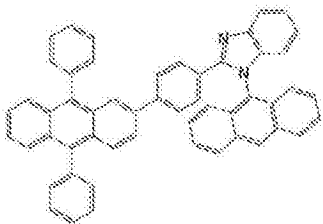
(4 b - 5)



(4 b - 6)



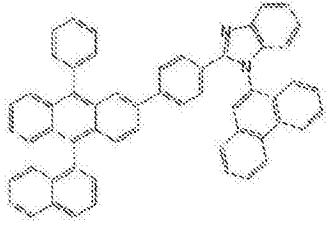
(4 b - 7)



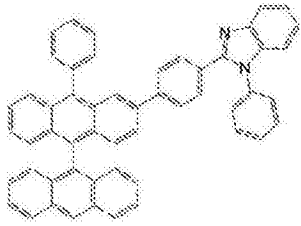
(4 b - 8)

[0200]

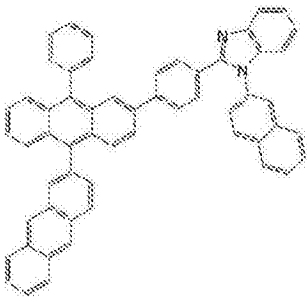




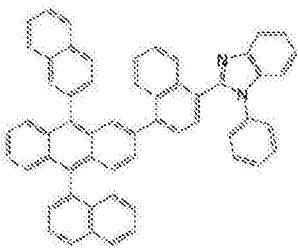
(4b-9)



(4b-10)

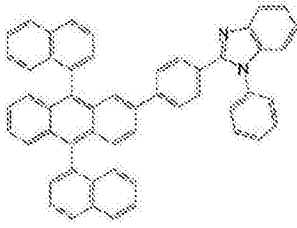


(4b-11)

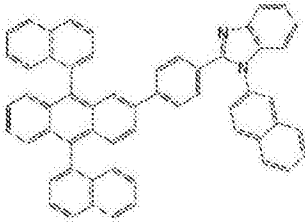


(4b-12)

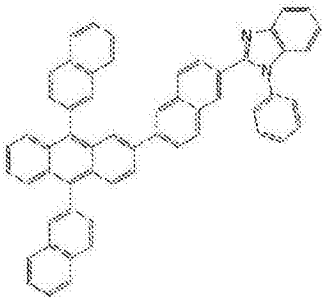
[0201]



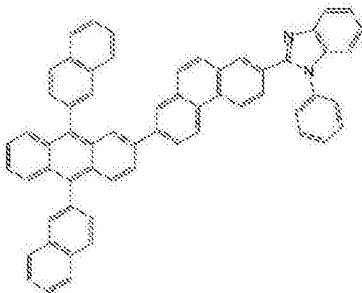
(4 b - 1 3)



(4 b - 1 4)



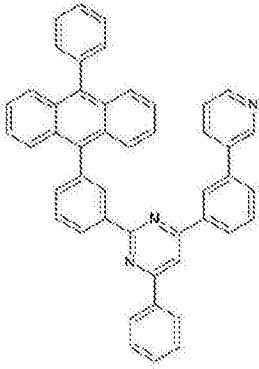
(4 b - 1 5)



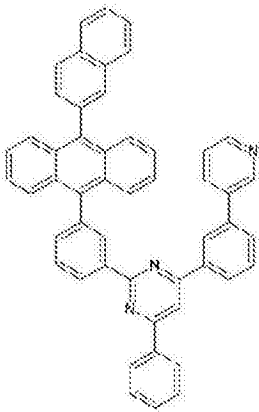
(4 b - 1 6)

[0202] 本发明的有机 EL 器件中适合使用的、前述通式 (4c) 所示的具有蒽环结构的化合物之中, 以下示出优选化合物的具体例, 但不限于于这些化合物。

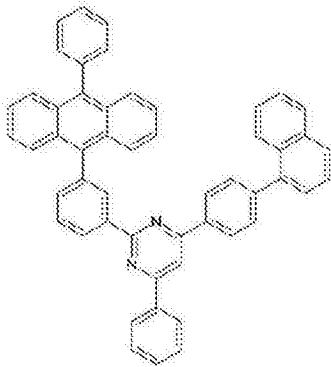
[0203]



(4c-1)

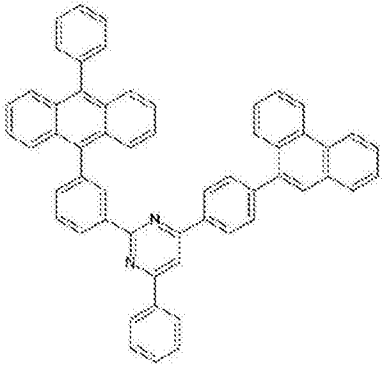


(4c-2)

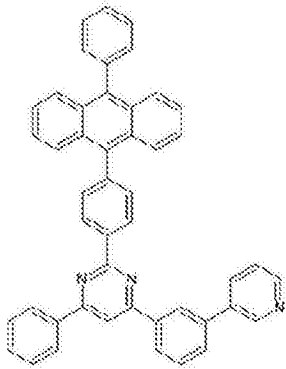


(4c-3)

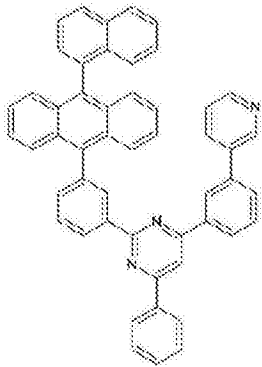
[0204]



(4c-4)

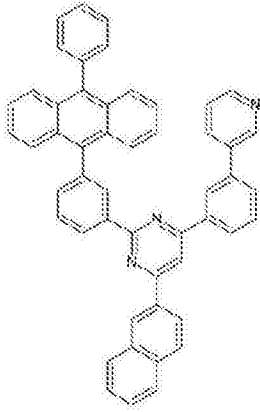


(4c-5)

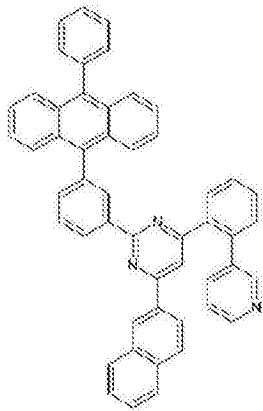


(4c-6)

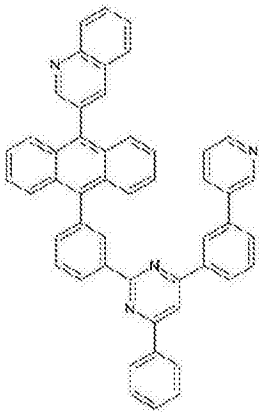
[0205]



(4c-7)

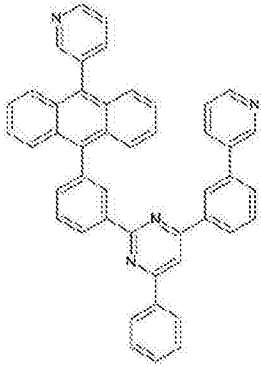


(4c-8)

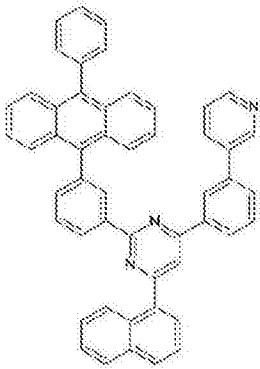


(4c-9)

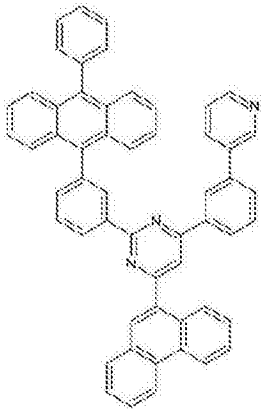
[0206]



(4c-10)

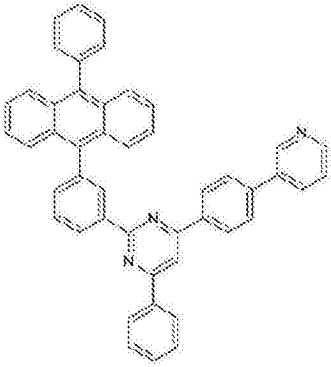


(4c-11)

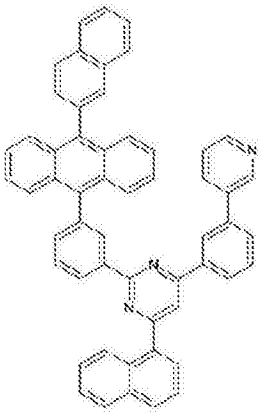


(4c-12)

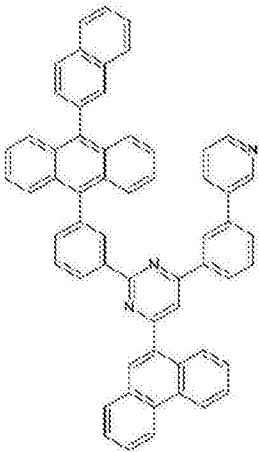
[0207]



(4c-13)

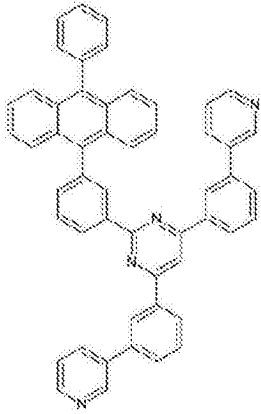


(4c-14)

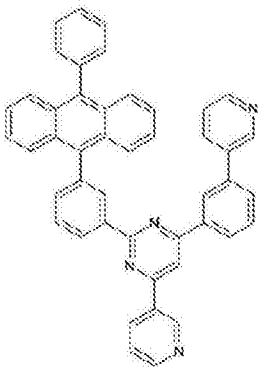


(4c-15)

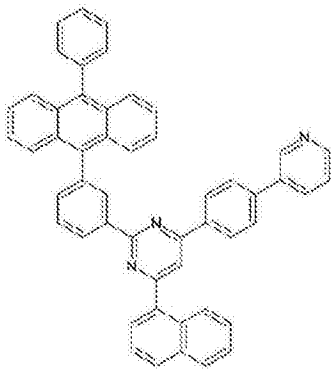
[0208]



(4c-16)



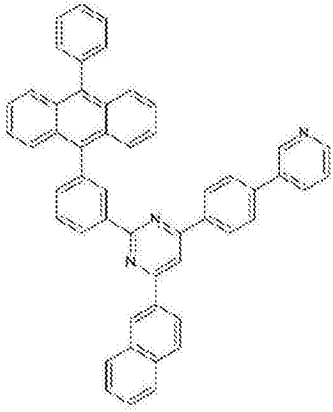
(4c-17)



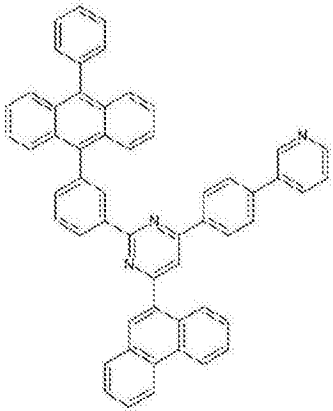
(4c-18)

[0209]

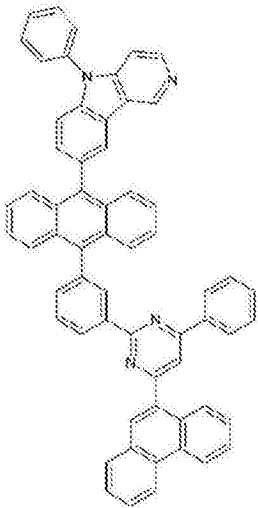




(4c-19)

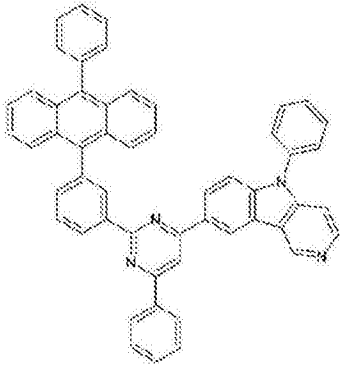


(4c-20)

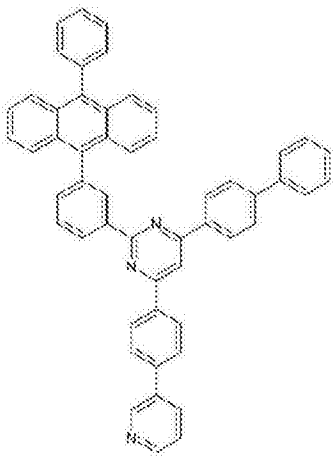


(4c-21)

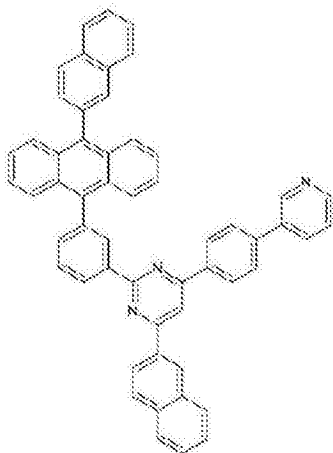
[0210]



(4c-22)

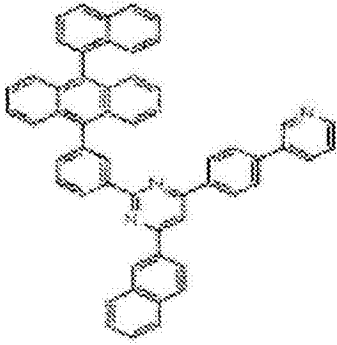


(4c-23)

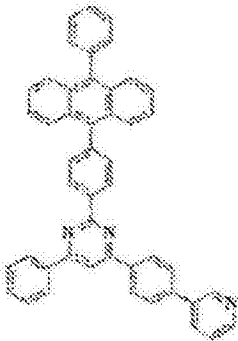


(4c-24)

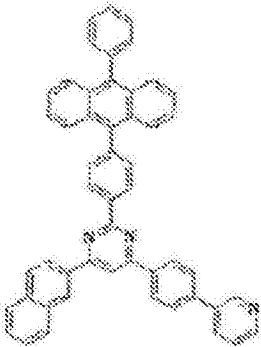
[0211]



(4c-25)

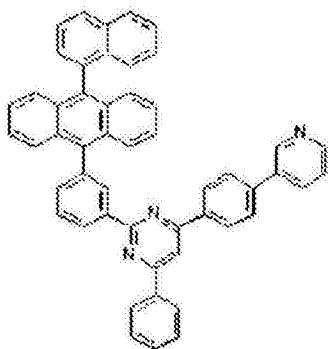


(4c-26)

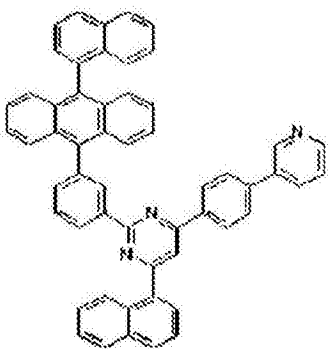


(4c-27)

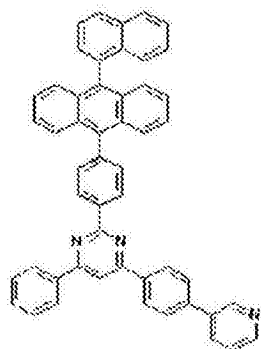
[0212]



(4c-28)



(4c-29)



(4c-30)

[0213] 另外,上述具有萘环结构的化合物其自身可根据公知的方法来合成(例如参照专利文献10~12)。

[0214] 通式(1)所示的芳胺化合物、通式(4c)所示的具有萘环结构的化合物的纯化通过利用柱色谱的纯化、利用硅胶、活性炭、活性白土等的吸附纯化、利用溶剂的重结晶、析晶法等来进行。化合物的鉴定利用NMR分析来进行。作为物性值,进行熔点、玻璃化转变温度(T<sub>g</sub>)和功函数的测定。熔点成为蒸镀性的指标,玻璃化转变温度(T<sub>g</sub>)成为薄膜状态稳定性的指标,功函数成为空穴输送性、空穴阻挡性的指标。

[0215] 熔点和玻璃化转变温度(T<sub>g</sub>)使用粉体利用高灵敏度示扫描量热计(BRUKER AXS

GMBH 制、DSC3100SA) 来测定。

[0216] 关于功函数,在 ITO 基板上制作 100nm 的薄膜,使用电离电势测定装置(住友重机械工业株式会社、PYS-202) 来求出。

[0217] 作为本发明的有机 EL 器件的结构,可列举出在基板上依次具有阳极、空穴注入层、第一空穴输送层、第二空穴输送层、发光层、电子输送层、以及阴极的结构;另外,在第二空穴输送层与发光层之间具有电子阻挡层的结构;在发光层与电子输送层之间具有空穴阻挡层的结构;在电子输送层与阴极之间具有电子注入层的结构。这些多层结构中可以省略或兼任几层有机层,例如也可以制成兼任空穴注入层和第一空穴输送层的结构、兼任电子注入层和电子输送层的结构等。

[0218] 作为本发明的有机 EL 器件的阳极,可以使用 ITO、金之类的功函数大的电极材料。作为本发明的有机 EL 器件的空穴注入层,除了前述通式 (1) 所示的芳胺化合物、前述通式 (2) 所示的分子中具有 4 个三苯胺结构借助单键或不杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物、前述通式 (3) 所示的分子中具有 2 个三苯胺结构借助单键或不杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物之外,还可以使用星 (starburst) 型的三苯胺衍生物、各种三苯胺四聚体等材料;铜酞菁所代表的卟啉化合物;六氰基氮杂苯并 [9, 10] 菲 (hexacyanoazatriphenylene) 这样的受体性的杂环化合物、涂布型的高分子材料等。这些材料可以通过蒸镀法、以及旋涂法、喷墨法等公知方法来形成薄膜。

[0219] 作为本发明的有机 EL 器件的第一空穴输送层,除了前述通式 (2) 所示的分子中具有 4 个三苯胺结构借助单键或不杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物、前述通式 (3) 所示的分子中具有 2 个三苯胺结构借助单键或不杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物之外,还可以使用 N, N'-二苯基 -N, N'-二(间甲苯基)联苯胺(以下简称为 TPD)、N, N'-二苯基 -N, N'-二(α-萘基)联苯胺(以下简称为 NPD)、N, N, N', N'-四联苯基联苯胺等联苯胺衍生物;1, 1-双[4-(二-4-甲苯氨基)苯基]环己烷(以下简称为 TAPC)、各种三苯胺三聚体和四聚体等。它们可以单独地成膜,也可以与其它材料一起混合成膜而成的单层的形式来使用,也可以制成单独成膜而成的层彼此的层叠结构、混合成膜而成的层彼此的层叠结构、或单独成膜而成的层与混合成膜而成的层的层叠结构。另外,作为空穴的注入/输送层,可以使用聚(3, 4-亚乙基二氧噻吩)(以下简称为 PEDOT)/聚(苯乙烯磺酸盐)(以下简称为 PSS) 等涂布型高分子材料。这些材料可以通过蒸镀法、以及旋涂法、喷墨法等公知方法来形成薄膜。

[0220] 另外,空穴注入层或第一空穴输送层中,也可以使用对于该层中通常使用的材料进一步 P 掺杂三溴苯胺六氯化铯等而成的物质、其部分结构中具有 TPD 的结构的高分子化合物等。

[0221] 作为本发明的有机 EL 器件的第二空穴输送层,可以使用前述通式 (1) 所示的芳胺化合物。这些材料可以通过蒸镀法、以及旋涂法、喷墨法等公知方法来形成薄膜。

[0222] 作为本发明的有机 EL 器件的电子阻挡层,除了前述通式 (2) 所示的分子中具有 4 个三苯胺结构借助单键或不杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物、前述通式 (3) 所示的分子中具有 2 个三苯胺结构借助单键或不杂原子的 2 价基团连结而成的结构的芳胺化合物之外,还可以使用 4, 4', 4''-三(N-咪唑基)三苯胺(以下简称为 TCTA)、9, 9-双[4-(咪唑-9-基)苯基]苄、1, 3-双(咪唑-9-基)苯(以下简称为 mCP)、2, 2-双

(4-唑啉-9-基苯基)金刚烷(以下简称为Ad-Cz)等唑啉衍生物、9-[4-(唑啉-9-基)苯基]-9-[4-(三苯基甲硅烷基)苯基]-9H-芴所代表的具有三苯基甲硅烷基和三芳胺结构的化合物等具有电子阻挡作用的化合物。它们可以单独地成膜,也可以与其它材料一起混合成膜而成的单层的形式来使用,也可以制成单独成膜而成的层彼此的层叠结构、混合成膜而成的层彼此的层叠结构、或单独成膜而成的层与混合成膜而成的层的层叠结构。这些材料可以通过蒸镀法、以及旋涂法、喷墨法等公知方法来形成薄膜。

[0223] 作为本发明的有机EL器件的发光层,除了以Alq<sub>3</sub>为首的喹啉醇衍生物的金属络合物之外,还可以使用各种金属络合物、蒽衍生物、双苯乙烯苯衍生物、芘衍生物、噻唑衍生物、聚对亚苯基亚乙烯基(polyparaphenylenevinylene)衍生物等。另外,可以由主体材料和掺杂材料构成发光层,作为主体材料,除了前述发光材料之外,还可以使用噻唑衍生物、苯并咪唑衍生物、聚二烷基芴衍生物等。另外,作为掺杂材料,可以使用喹吡啶酮、香豆素、红荧烯、茈、芘、以及它们的衍生物、苯并吡喃衍生物、茚并菲衍生物、罗丹明衍生物、氨基苯乙烯衍生物等。它们可以单独地成膜,也可以与其它材料一起混合成膜而成的单层的形式来使用,也可以制成单独成膜而成的层彼此的层叠结构、混合成膜而成的层彼此的层叠结构、或单独成膜而成的层与混合成膜而成的层的层叠结构。

[0224] 另外,作为发光材料,也可以使用磷光发光材料。作为磷光发光体,可以使用铱、铂等的金属络合物的磷光发光体。可以使用Ir(ppy)<sub>3</sub>等绿色的磷光发光体、FIrpic、FIr6等蓝色的磷光发光体、Btp<sub>2</sub>Ir(acac)等红色的磷光发光体等,作为此时的主体材料,作为空穴注入/输送性的主体材料,可以使用4,4'-二(N-唑啉基)联苯(以下简称为CBP)、TCTA、mCP等唑啉衍生物等。作为电子输送性的主体材料,可以使用对双(三苯基甲硅烷基)苯(以下简称为UGH2)、2,2',2''-(1,3,5-亚苯基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(以下简称为TPBI)等,可以制作高性能的有机EL器件。

[0225] 关于磷光性发光材料向主体材料中的掺杂,为了避免浓度淬灭,优选以相对于发光层整体为1~30重量百分数的范围通过共蒸镀而进行掺杂。

[0226] 另外,作为发光材料,也可以使用PIC-TRZ、CC2TA、PXZ-TRZ、4CzIPN等CDCB衍生物等发射迟滞荧光材料(例如参照非专利文献3)。

[0227] 这些材料可以通过蒸镀法、以及旋涂法、喷墨法等公知方法来形成薄膜。

[0228] 作为本发明的有机EL器件的空穴阻挡层,除了浴铜灵(以下简称为BCP)等菲咯啉衍生物、铝(III)双(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-苯基苯酚盐(以下简称为BA1q)等喹啉醇衍生物的金属络合物之外,还可以使用各种稀土类络合物、三唑衍生物、三嗪衍生物、噁二唑衍生物等具有空穴阻挡作用的化合物。这些材料也可以兼作电子输送层的材料。它们可以单独地成膜,也可以与其它材料一起混合成膜而成的单层的形式来使用,也可以制成单独成膜而成的层彼此的层叠结构、混合成膜而成的层彼此的层叠结构、或单独成膜而成的层与混合成膜而成的层的层叠结构。这些材料可以通过蒸镀法、以及旋涂法、喷墨法等公知方法来形成薄膜。

[0229] 作为本发明的有机EL器件的电子输送层,可以使用前述通式(4)所示的具有蒽环结构的化合物、更优选使用前述通式(4a)、(4b)或(4c)所示的具有蒽环结构的化合物。除此之外,还可以使用以Alq<sub>3</sub>、BA1q为首的喹啉醇衍生物的金属络合物、各种金属络合物、三唑衍生物、三嗪衍生物、噁二唑衍生物、吡啶衍生物、噻啶衍生物、苯并咪唑衍生物、噻二唑

衍生物、葱衍生物、碳二亚胺衍生物、喹啉衍生物、吡啶并吡啶衍生物、菲咯啉衍生物、噻咯衍生物等。它们可以单独地成膜,也可以与其它材料一起混合成膜而成的单层的形式来使用,也可以制成单独成膜而成的层彼此的层叠结构、混合成膜而成的层彼此的层叠结构、或单独成膜而成的层与混合成膜而成的层的层叠结构。这些材料可以通过蒸镀法、以及旋涂法、喷墨法等公知方法来形成薄膜。

[0230] 作为本发明的有机 EL 器件的电子注入层,可以使用氟化锂、氟化铯等碱金属盐、氟化镁等碱土金属盐、氧化铝等金属氧化物等,在电子输送层和阴极的优选选择中,可以将其省略。

[0231] 作为本发明的有机 EL 器件的阴极,铝之类的功函数低的电极材料、镁银合金、镁铜合金、铝镁合金之类的功函数更低的合金可用作电极材料。

[0232] 以下,针对本发明的实施方式,利用实施例进行具体说明,但本发明不限于以下的实施例。

[0233] 实施例 1

[0234] <4,4'-双{(联苯-4-基)-苯氨基}三联苯(化合物 1-1)的合成>

[0235] 在反应容器中添加(联苯-4-基)-苯胺 39.5g、4,4'-二碘代三联苯 32.4g、铜粉 0.42g、碳酸钾 27.8g、3,5-二叔丁基水杨酸 1.69g、亚硫酸氢钠 2.09g、十二烷基苯 32ml、甲苯 50ml,一边蒸馏去除甲苯一边加热至 210℃。搅拌 30 小时后进行冷却,添加甲苯 50ml、甲醇 100ml。利用过滤来收集析出的固体,用甲醇/水(5/1、v/v)的混合溶液 500ml 进行清洗后,添加 1,2-二氯苯 350ml 并进行加热,利用过滤来去除不溶物。自然冷却后,添加甲醇 400ml,利用过滤来收集析出的粗制物,使用甲醇 500ml 进行回流清洗,从而得到 4,4'-双{(联苯-4-基)-苯氨基}三联苯(化合物 1-1)的灰色粉体 45.8g(收率 91%)。

[0236] 针对所得灰色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0237] 利用  $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3)$  检出以下 40 个氢的信号。

[0238]  $\delta$  (ppm) = 7.68-7.63(4H)、7.62-7.48(12H)、7.45(4H)、7.38-7.10(20H)。

[0239] 实施例 2

[0240] <4,4'-双{(联苯-4-基)-4-甲苯氨基}三联苯(化合物 1-10)的合成>

[0241] 在反应容器中添加(联苯-4-基)-4-甲苯胺 16.7g、4,4'-二碘代三联苯 12.9g、铜粉 0.17g、碳酸钾 11.2g、3,5-二叔丁基水杨酸 0.71g、亚硫酸氢钠 0.89g、十二烷基苯 20ml、甲苯 20ml,一边蒸馏去除甲苯一边加热至 210℃,搅拌 28 小时。冷却后,添加甲苯 150ml,利用过滤来去除不溶物。添加甲醇 100ml,利用过滤来收集析出的粗制物,利用甲苯/甲醇的混合溶剂反复进行 3 次重结晶,从而得到 4,4'-双{(联苯-4-基)-4-甲苯氨基}三联苯(化合物 1-10)的黄白色粉体 12.3g(收率 61%)。

[0242] 针对所得黄白色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0243] 利用  $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3)$  检出以下 44 个氢的信号。

[0244]  $\delta$  (ppm) = 7.68-7.62(4H)、7.61-7.41(16H)、7.38-7.08(18H)、2.38(6H)。

[0245] 实施例 3

[0246] <4,4'-双{(联苯-4-基)-(苯基- $d_5$ )氨基}三联苯(化合物 1-14)的合成>

[0247] 在反应容器中添加(联苯-4-基)-(苯基- $d_5$ )胺 25.3g、4,4'-二碘代三联苯 20.3g、铜粉 0.30g、碳酸钾 17.5g、3,5-二叔丁基水杨酸 1.05g、亚硫酸氢钠 1.31g、十二烷基

苯 20ml、甲苯 30ml,一边蒸馏去除甲苯一边加热至 210℃。搅拌 23 小时后进行冷却,添加甲苯 30ml、甲醇 60ml。利用过滤来收集析出的固体,用甲醇/水 (1/5、v/v) 的混合溶液 180ml 进行清洗后,利用甲醇 90ml 进行清洗。向所得灰色粉体中添加 1,2-二氯苯 210ml 并进行加热,利用过滤来去除不溶物。自然冷却后,添加甲醇 210ml,利用过滤来收集析出的粗制物,使用甲醇 210ml 进行回流清洗,从而得到 4,4'-双{(联苯-4-基)-(苯基-d<sub>5</sub>)氨基}三联苯(化合物 1-14)的灰色粉体 29.3g(收率 96%)。

[0248] 针对所得灰色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0249] 利用 <sup>1</sup>H-NMR(THF-d<sub>8</sub>) 检出以下 30 个氢的信号。

[0250]  $\delta$  (ppm) = 7.69(4H)、7.65-7.52(12H)、7.39(4H)、7.28(2H)、7.20-7.14(8H)。

[0251] 实施例 4

[0252] <4,4'-双{(萘-1-基)-苯氨基}三联苯(化合物 1-2)的合成>

[0253] 在反应容器中添加(萘-1-基)-苯胺 40.0g、4,4'-二碘代三联苯 43.7g、铜粉 0.53g、碳酸钾 34.4g、3,5-二叔丁基水杨酸 2.08g、亚硫酸氢钠 2.60g、十二烷基苯 40ml、二甲苯 40ml,一边蒸馏去除二甲苯一边加热至 210℃。搅拌 35 小时后进行冷却,添加甲苯 100ml,利用过滤来收集析出的固体。向所得固体中添加 1,2-二氯苯 210ml 并进行加热溶解,添加硅胶 30g 后,利用过滤来去除不溶物。自然冷却后,利用过滤来收集析出的粗制物,使用甲醇进行回流清洗,从而得到 4,4'-双{(萘-1-基)-苯氨基}三联苯(化合物 1-2)的淡黄色粉体 21.9g(收率 40%)。

[0254] 针对所得淡黄色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0255] 利用 <sup>1</sup>H-NMR(THF-d<sub>8</sub>) 检出以下 36 个氢的信号。

[0256]  $\delta$  (ppm) = 7.98-7.88(4H)、7.80(2H)、7.60(4H)、7.52-7.40(8H)、7.36(4H)、7.18(4H)、7.08-7.01(8H)、6.93(2H)。

[0257] 实施例 5

[0258] <4,4'-双{(萘-2-基)-苯氨基}三联苯(化合物 1-6)的合成>

[0259] 在反应容器中添加(萘-2-基)-苯胺 50.0g、4,4'-二碘代三联苯 50.0g、叔丁醇钠 23.9g、二甲苯 500ml,一边照射超声波一边通入 1 小时氮气。添加醋酸钯 0.47g、三叔丁基膦的 50(w/v) 甲苯溶液 2.96ml,加热至 120℃并搅拌 15 小时。自然冷却后,在减压下浓缩,添加甲醇 300ml。利用过滤来收集析出的固体,添加 1,2-二氯苯 300ml 并进行加热溶解,添加硅胶 140g 后,利用过滤来去除不溶物。在减压下浓缩,利用使用了 1,2-二氯苯 250ml 的重结晶来进行纯化后,使用甲醇进行回流清洗,从而得到 4,4'-双{(萘-2-基)-苯氨基}三联苯(化合物 1-6)的白色粉体 51.0g(收率 74%)。

[0260] 针对所得白色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0261] 利用 <sup>1</sup>H-NMR(THF-d<sub>8</sub>) 检出以下 36 个氢的信号。

[0262]  $\delta$  (ppm) = 7.77(4H)、7.70(4H)、7.64-7.58(6H)、7.48(2H)、7.40-7.21(10H)、7.21-7.12(8H)、7.04(2H)。

[0263] 实施例 6

[0264] <4,4'-双[{(联苯基-2',3',4',5',6'-d<sub>5</sub>)-4-基]-苯氨基}三联苯(化合物 1-21)的合成>

[0265] 在反应容器中添加{(联苯基-2',3',4',5',6'-d<sub>5</sub>)-4-基}-苯胺 24.8g、



4,4'-二碘代三联苯 19.9g、铜粉 0.26g、碳酸钾 17.2g、3,5-二叔丁基水杨酸 2.06g、亚硫酸氢钠 1.30g、十二烷基苯 20ml,加热至 215℃。搅拌 21 小时后进行冷却,添加甲苯 30ml、甲醇 60ml。利用过滤来收集析出的固体,用甲醇/水 (1/5,v/v) 的混合溶液进行清洗。向所得固体中添加 1,2-二氯苯 300ml 并加热,利用过滤来去除不溶物。自然冷却后,添加甲醇 300ml,利用过滤来收集析出物,从而得到 4,4'-双[{(联苯基-2',3',4',5',6'-d<sub>5</sub>)-4-基}-苯氨基]三联苯(化合物 1-21)的黄色粉体 25.5g(收率 85%)。

[0266] 针对所得黄色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0267] 利用 <sup>1</sup>H-NMR(THF-d<sub>8</sub>) 检出以下 30 个氢的信号。

[0268]  $\delta$  (ppm) = 7.69(4H)、7.65-7.52(8H)、7.28(4H)、7.20-7.12(10H)、7.03(4H)。

[0269] 实施例 7

[0270] <4,4'-双{(联苯-3-基)-(联苯-4-基)氨基}三联苯(化合物 1-22)的合成>

[0271] 在反应容器中添加(联苯-3-基)-(联苯-4-基)胺 16.1g、4,4'-二碘代三联苯 11.0g、铜粉 0.29g、碳酸钾 9.46g、3,5-二叔丁基水杨酸 1.14g、亚硫酸氢钠 0.71g、十二烷基苯 22ml,加热至 220℃。搅拌 34 小时后进行冷却,添加甲苯、庚烷。利用过滤来收集析出的固体,添加 1,2-二氯苯 200ml 并进行加热溶解,添加硅胶 50g 后,利用过滤来去除不溶物。在减压下浓缩后,添加甲苯、丙酮。利用过滤来收集析出的固体,进行使用了 1,2-二氯甲烷的析晶,接着进行使用了丙酮的析晶、以及使用了 1,2-二氯甲烷的析晶、使用了甲醇的析晶,从而得到 4,4'-双{(联苯-3-基)-(联苯-4-基)氨基}三联苯(化合物 1-22)的淡黄色粉体 25.5g(收率 77%)。

[0272] 针对所得淡黄色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0273] 利用 <sup>1</sup>H-NMR(THF-d<sub>8</sub>) 检出以下 48 个氢的信号。

[0274]  $\delta$  (ppm) = 7.71(4H)、7.67-7.50(16H)、7.47(4H)、7.43-7.20(20H)、7.12(4H)。

[0275] 实施例 8

[0276] <4,4'-双{(菲-9-基)-苯氨基}三联苯(化合物 1-3)的合成>

[0277] 在反应容器中添加(菲-9-基)-苯胺 16.9g、4,4'-二碘代三联苯 12.6g、铜粉 0.16g、碳酸钾 10.9g、3,5-二叔丁基水杨酸 0.65g、亚硫酸氢钠 0.83g、十二烷基苯 13ml,加热至 210℃。搅拌 23 小时后进行冷却,添加甲苯 26ml、甲醇 26ml。利用过滤来收集析出的固体,用甲醇/水 (1/5,v/v) 的混合溶液 120ml 进行清洗。进行使用了 1,2-二氯苯的析晶、接着进行使用了甲醇的析晶,从而得到 4,4'-双{(菲-9-基)-苯氨基}三联苯(化合物 1-2)的白色粉体 9.38g(收率 47%)。

[0278] 针对所得黄色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0279] 利用 <sup>1</sup>H-NMR(THF-d<sub>8</sub>) 检出以下 40 个氢的信号。

[0280]  $\delta$  (ppm) = 8.88-8.73(4H)、8.09(2H)、7.71(2H)、7.68-7.41(18H)、7.21-7.10(12H)、6.92(2H)。

[0281] 实施例 9

[0282] <4,4'-双{(联苯-3-基)-苯氨基}三联苯(化合物 1-5)的合成>

[0283] 在反应容器中添加(联苯-3-基)-苯胺 12.7g、4,4'-二碘代三联苯 11.3g、铜粉 0.30g、碳酸钾 9.72g、3,5-二叔丁基水杨酸 1.17g、亚硫酸氢钠 0.73g、十二烷基苯 23ml,

加热至 220℃。搅拌 21 小时后进行冷却,添加 1,2-二氯苯 250ml、二氧化硅 30g 后,利用过滤来去除不溶物。在减压下浓缩后,添加庚烷,利用过滤来收集析出的固体,进行使用了 1,2-二氯苯 / 庚烷的混合溶剂的析晶、使用了 1,2-二氯苯 / 甲醇的混合溶剂的析晶,从而得到 4,4'-双{(联苯-3-基)-苯氨基}三联苯(化合物 1-5)的浅褐色粉体 10.8g(收率 64%)。

[0284] 针对所得浅褐色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0285] 利用  $^1\text{H-NMR}(\text{THF-d}_8)$  检出以下 40 个氢的信号。

[0286]  $\delta$  (ppm) = 7.69(4H)、7.60(4H)、7.52(4H)、7.42-7.21(16H)、7.20-7.13(8H)、7.10-7.00(4H)。

[0287] 实施例 10

[0288] <4,4'-双{(苯并菲-2-基)-苯氨基}三联苯(化合物 1-23)的合成>

[0289] 在反应容器中添加(苯并菲-2-基)-苯胺 11.9g、4,4'-二碘代三联苯 8.55g、叔丁醇钠 4.09g、二甲苯 86ml,一边照射超声波一边通入 40 分钟的氮气。添加醋酸钨 0.08g、三叔丁基磷的 50% (w/v) 甲苯溶液 0.55ml,加热至 100℃。搅拌 7 小时后进行冷却,添加甲醇 80ml 并利用过滤来收集析出的固体。向所得固体中添加 1,2-二氯苯 300ml 并进行加热,添加硅胶 45g 后,利用过滤来去除不溶物。在减压下浓缩后,利用使用了 1,2-二氯苯的重结晶来进行纯化后,使用甲醇进行回流清洗,从而得到 4,4'-双{(苯并菲-2-基)-苯氨基}三联苯(化合物 1-23)的淡黄绿色粉体 11.4g(收率 74%)。

[0290] 针对所得淡黄绿色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0291] 利用  $^1\text{H-NMR}(\text{THF-d}_8)$  检出以下 44 个氢的信号。

[0292]  $\delta$  (ppm) = 8.72-8.62(8H)、8.45(2H)、8.36(2H)、7.75(4H)、7.70-7.21(26H)、7.09(2H)。

[0293] 实施例 11

[0294] <4,4'-双{二(萘-2-基)氨基}三联苯(化合物 1-24)的合成>

[0295] 在反应容器中添加二(萘-2-基)胺 12.2g、4,4'-二碘代三联苯 9.49g、铜粉 0.14g、碳酸钾 8.2g、3,5-二叔丁基水杨酸 0.51g、亚硫酸氢钠 0.69g、十二烷基苯 15ml、甲苯 20ml,一边蒸馏去除甲苯一边加热至 210℃。搅拌 28 小时后进行冷却,添加 1,2-二氯苯 20ml、甲醇 20ml。利用过滤来收集析出的固体,用甲醇 / 水 (1/4、v/v) 的混合溶液 200ml 进行清洗后,添加 1,2-二氯苯 100ml 并进行加热溶解,添加硅胶后,利用过滤来去除不溶物。自然冷却后,添加甲醇 250ml,利用过滤来收集析出的固体。利用 1,2-二氯苯 / 甲醇的混合溶剂进行析晶,接着使用甲醇进行回流清洗,从而得到 4,4'-双{二(萘-2-基)氨基}三联苯(化合物 1-24)的黄白色粉体 10.5g(收率 70%)。

[0296] 针对所得黄白色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0297] 利用  $^1\text{H-NMR}(\text{THF-d}_8)$  检出以下 40 个氢的信号。

[0298]  $\delta$  (ppm) = 7.82-7.75(6H)、7.72(4H)、7.68-7.60(8H)、7.56(4H)、7.40-7.30(14H)、7.24(4H)。

[0299] 实施例 12

[0300] <4,4'-双[{4-(萘-2-基)苯基}-苯氨基]三联苯(化合物 1-25)的合成>

[0301] 在反应容器中添加 {4-(萘-2-基)苯基}-苯胺 16.6g、4,4'-二碘代三联苯

11.8g、铜粉 0.18g、碳酸钾 10.5g、3,5-二叔丁基水杨酸 0.61g、亚硫酸氢钠 0.83g、十二烷基苯 15ml、甲苯 20ml,一边蒸馏去除甲苯一边加热至 210℃。搅拌 19 小时后进行冷却,添加甲苯 20ml、甲醇 20ml。利用过滤来收集析出的固体,用甲醇/水 (1/4、v/v) 的混合溶液 180ml 进行清洗后,进一步用甲醇 100ml 进行清洗。向所得茶黄色粉体中添加 1,2-二氯苯 175ml 并加热,利用过滤来去除不溶物。自然冷却后,添加甲醇 200ml,利用过滤来收集析出的固体,利用 1,2-二氯苯/甲醇的混合溶剂进行析晶,接着使用甲醇进行回流清洗,从而得到 4,4'-双[4-(萘-2-基)苯基]-苯氨基]三联苯(化合物 1-25)的茶白色粉体 11.9g(收率 53%)。

[0302] 针对所得茶白色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0303] 利用  $^1\text{H-NMR}$ (THF- $d_6$ ) 检出以下 44 个氢的信号。

[0304]  $\delta$  (ppm) = 8.10(2H)、7.93-7.78(8H)、7.76-7.70(8H)、7.62(4H)、7.44(4H)、7.30(4H)、7.25-7.16(12H)、7.05(2H)。

[0305] 实施例 13

[0306] <4-((联苯-4-基)-苯氨基)-4'-[4-(1-苯基-吡啶-4-基)苯基]-苯氨基]三联苯(化合物 1-26)的合成>

[0307] 在反应容器中添加(4'-溴-1,1'-联苯-4-基)-4-(1-苯基-吡啶-4-基)苯基)-苯胺 7.25g、4-(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧杂硼烷-2-基)苯基)-(1,1'-联苯-4-基)-苯胺 5.76g、2M 碳酸钾水溶液 12.3ml、甲苯 80ml、乙醇 20ml,一边照射超声波一边通入 40 分钟氮气。添加四(三苯基膦)合钯 0.43g 并加热,一边搅拌一边回流 7 小时。自然冷却后,添加水 50ml、甲苯 100ml,利用过滤来去除不溶物。利用分液操作来收集有机层,利用无水硫酸镁进行脱水后,在减压下浓缩,从而得到粗制物。将粗制物用柱色谱(载体:硅胶、洗脱液:甲苯/庚烷)进行纯化后,使用 THF 进行析晶、接着使用甲醇进行析晶,从而获得 4-((联苯-4-基)-苯氨基)-4'-[4-(1-苯基-吡啶-4-基)苯基]-苯氨基]三联苯(化合物 1-26)的淡黄色粉体 6.80g(收率 67%)。

[0308] 针对所得淡黄色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0309] 利用  $^1\text{H-NMR}$ (THF- $d_6$ ) 检出以下 45 个氢的信号。

[0310]  $\delta$  (ppm) = 7.70(4H)、7.68-7.50(16H)、7.42-7.11(23H)、7.05(1H)、6.88(1H)。

[0311] 实施例 14

[0312] 针对通式(1)所示的芳胺化合物,利用高灵敏度差示扫描量热计(BRUKER AXS GMBH 制、DSC3100SA)来测定熔点和玻璃化转变温度。

[0313]

	熔点	玻璃化转变温度
实施例1的化合物	263℃	111℃
实施例2的化合物	210℃	113℃
实施例3的化合物	265℃	111℃
实施例4的化合物	279℃	107℃
实施例5的化合物	266℃	104℃
实施例6的化合物	263℃	111℃
实施例7的化合物	262℃	117℃
实施例8的化合物	303℃	149℃
实施例10的化合物	365℃	163℃
实施例11的化合物	289℃	138℃
实施例13的化合物	未观测到	125℃

[0314] 通式 (1) 所示的芳胺化合物具有 100℃ 以上的玻璃化转变温度, 表示薄膜状态稳定。

[0315] 实施例 15

[0316] 使用通式 (1) 所示的芳胺化合物, 在 ITO 基板上制作膜厚为 100nm 的蒸镀膜, 利用电离电势测定装置 (住友重机械工业株式会社、PYS-202) 测定功函数。

[0317]

	功函数
实施例1的化合物	5.65eV
实施例3的化合物	5.65eV
实施例4的化合物	5.67eV
实施例5的化合物	5.66eV
实施例6的化合物	5.69eV
实施例7的化合物	5.63eV

[0318]

实施例8的化合物	5.70eV
实施例9的化合物	5.72eV
实施例10的化合物	5.62eV
实施例11的化合物	5.61eV
实施例12的化合物	5.62eV
实施例13的化合物	5.67eV

[0319] 可知：与NPD、TPD等一般空穴输送材料所具备的功函数5.4eV相比，通式(1)所示的芳胺化合物显示适合的能级，具有良好的空穴输送能力。

[0320] 实施例 16

[0321] <4-苯基-2-[3-(10-苯基萸-9-基)苯基]-6-[3-(吡啶-3-基)苯基]嘧啶(化合物4c-1)的合成>

[0322] 在进行了氮气置换的反应容器中添加2-氯-4-苯基-6-[3-(吡啶-3-基)苯基]嘧啶7.0g、[3-(10-苯基萸-9-基)苯基]硼酸9.9g、四(三苯基磷)合钨0.025g、2M碳酸钾水溶液18ml、甲苯64ml、乙醇16ml并加热，一边搅拌一边回流12小时。冷却至室温，添加甲苯100ml、水100ml后进行搅拌，利用分液操作来收集有机层。将有机层用无水硫酸镁脱水后，在减压下浓缩，从而得到粗制物。将粗制物用柱色谱(载体：NH硅胶、洗脱液：甲苯/环己烷)进行纯化，从而得到4-苯基-2-[3-(10-苯基萸-9-基)苯基]-6-[3-(吡啶-3-基)苯基]嘧啶(化合物4c-1)的淡黄色粉体5.2g(收率40%)。

[0323] 针对所得淡黄色粉体，使用NMR来鉴定结构。

[0324] 利用<sup>1</sup>H-NMR(CDC1<sub>3</sub>)检出以下31个氢的信号。

[0325]  $\delta$  (ppm) = 8.95(1H)、8.86(1H)、8.65(1H)、8.46(1H)、8.29(3H)、8.10(1H)、7.97(1H)、7.70-7.88(6H)、7.48-7.70(10H)、7.30-7.45(6H)。

[0326] 实施例 17

[0327] <4-苯基-2-[3-[10-(萘-1-基)萸-9-基]苯基]-6-[3-(吡啶-3-基)苯基]嘧啶(化合物4c-6)的合成>

[0328] 在进行了氮气置换的反应容器中添加2-氯-4-苯基-6-[3-(吡啶-3-基)苯基]嘧啶7.0g、[3-[10-(萘-1-基)萸-9-基]苯基]硼酸11.2g、四(三苯基磷)合钨0.025g、2M碳酸钾水溶液18ml、甲苯64ml、乙醇16ml并加热，一边搅拌一边回流12小时。冷却至室温，添加甲苯100ml、水100ml后进行搅拌，利用分液操作来收集有机层。将有机层用无水硫酸镁脱水后，在减压下浓缩，从而得到粗制物。将粗制物用柱色谱(载体：NH硅胶、洗脱液：甲苯/环己烷)进行纯化，从而得到4-苯基-2-[3-[10-(萘-1-基)萸-9-基]苯基]-6-[3-(吡啶-3-基)苯基]嘧啶(化合物4c-6)的淡黄色粉体7.5g(收率54%)。

[0329] 针对所得淡黄色粉体，使用NMR来鉴定结构。

[0330] 利用<sup>1</sup>H-NMR(CDC1<sub>3</sub>)检出以下33个氢的信号。

[0331]  $\delta$  (ppm) = 8.86-9.00(3H)、8.65(1H)、8.48(1H)、8.31(3H)、7.93-8.14(5H)、7.80-7.92(3H)、7.45-7.79(13H)、7.30-7.45(4H)。

[0332] 实施例 18

[0333] <4-苯基-2-{3-(10-苯基萸-9-基)苯基}-6-{4-(吡啶-3-基)苯基}嘧啶(化合物 4c-13)的合成>

[0334] 在进行了氮气置换的反应容器中添加 2-氯-4-苯基-6-{4-(吡啶-3-基)苯基}嘧啶 7.0g、{3-(10-苯基萸-9-基)苯基}硼酸 9.9g、四(三苯基膦)合钨 0.025g、2M 碳酸钾水溶液 18ml、甲苯 64ml、乙醇 16ml 并加热,一边搅拌一边回流 12 小时。冷却至室温,添加甲苯 100ml、水 100ml 后进行搅拌,利用分液操作来收集有机层。将有机层用无水硫酸镁脱水后,在减压下浓缩,从而得到粗制物。将粗制物用柱色谱(载体:NH 硅胶、洗脱液:甲苯/环己烷)进行纯化,从而得到 4-苯基-2-{3-(10-苯基萸-9-基)苯基}-6-{4-(吡啶-3-基)苯基}嘧啶(化合物 4c-13)的淡黄色粉体 5.5g(收率 42%)。

[0335] 针对所得淡黄色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0336] 利用  $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3)$  检出以下 31 个氢的信号。

[0337]  $\delta$  (ppm) = 8.84-9.00(3H)、8.63(1H)、8.40(2H)、8.29(2H)、8.10(1H)、7.94(1H)、7.70-7.88(7H)、7.49-7.70(9H)、7.31-7.45(5H)。

[0338] 实施例 19

[0339] <4-(萘-2-基)-2-{3-(10-苯基萸-9-基)苯基}-6-{4-(吡啶-3-基)苯基}嘧啶(化合物 4c-19)的合成>

[0340] 在进行了氮气置换的反应容器中添加 2-氯-4-(萘-2-基)-6-{4-(吡啶-3-基)苯基}嘧啶 8.0g、{3-(10-苯基萸-9-基)苯基}硼酸 9.9g、四(三苯基膦)合钨 0.025g、2M 碳酸钾水溶液 18ml、甲苯 64ml、乙醇 16ml 并加热,一边搅拌一边回流 12 小时。冷却至室温,添加甲苯 100ml、水 100ml 后进行搅拌,利用分液操作来收集有机层。将有机层用无水硫酸镁脱水后,在减压下浓缩,从而得到粗制物。将粗制物用柱色谱(载体:NH 硅胶、洗脱液:甲苯/环己烷)进行纯化,从而得到 4-(萘-2-基)-2-{3-(10-苯基萸-9-基)苯基}-6-{4-(吡啶-3-基)苯基}嘧啶(化合物 4c-19)的淡黄色粉体 7.8g(收率 56%)。

[0341] 针对所得淡黄色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0342] 利用  $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3)$  检出以下 33 个氢的信号。

[0343]  $\delta$  (ppm) = 8.89-9.07(3H)、8.79(1H)、8.65(1H)、8.37-8.50(3H)、8.25(1H)、7.72-8.09(10H)、7.49-7.71(9H)、7.33-7.45(5H)。

[0344] 实施例 20

[0345] <4-苯基-2-[3-{10-(萘-1-基)萸-9-基}苯基]-6-{4-(吡啶-3-基)苯基}嘧啶(化合物 4c-28)的合成>

[0346] 在进行了氮气置换的反应容器中添加 2-氯-4-苯基-6-{4-(吡啶-3-基)苯基}嘧啶 7.0g、[3-{10-(萘-1-基)萸-9-基}苯基]硼酸 11.2g、四(三苯基膦)合钨 0.025g、2M 碳酸钾水溶液 18ml、甲苯 64ml、乙醇 16ml 并加热,一边搅拌一边回流 12 小时。冷却至室温,添加甲苯 100ml、水 100ml 后进行搅拌,利用分液操作来收集有机层。将有机层用无水硫酸镁脱水后,在减压下浓缩,从而得到粗制物。将粗制物用柱色谱(载体:NH 硅胶、洗脱液:甲苯/环己烷)进行纯化,从而得到 4-苯基-2-[3-{10-(萘-1-基)萸-9-基}苯基]-6-{4-(吡啶-3-基)苯基}嘧啶(化合物 4c-28)的淡黄色粉体 8.4g(收率 60%)。

[0347] 针对所得淡黄色粉体,使用 NMR 来鉴定结构。

[0348] 利用  $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) 检出以下 33 个氢的信号。

[0349]  $\delta$  (ppm) = 8.86-9.04 (3H)、8.65 (1H)、8.43 (2H)、8.32 (2H)、8.01-8.15 (3H)、7.95 (1H)、7.69-7.92 (7H), 7.31-7.68 (14H)。

[0350] 实施例 21

[0351] 针对通式 (4c) 所示的具有蒽环结构的化合物, 利用高灵敏度差示扫描量热计 (BRUKER AXS GMBH 制、DSC3100SA) 来测定熔点和玻璃化转变温度。

[0352]

	熔点	玻璃化转变温度
实施例16的化合物	257°C	126°C
实施例17的化合物	282°C	147°C
实施例18的化合物	293°C	144°C
实施例19的化合物	295°C	152°C
实施例20的化合物	312°C	168°C

[0353] 通式 (4c) 所示的具有蒽环结构的化合物具有 100°C 以上的玻璃化转变温度, 表示薄膜状态稳定。

[0354] 实施例 22

[0355] 使用通式 (4c) 所示的具有蒽环结构的化合物, 在 ITO 基板上制作膜厚为 100nm 的蒸镀膜, 利用电离电势测定装置 (住友重机械工业株式会社、PYS-202) 测定功函数。

[0356]

#### 功函数

[0357]

实施例16的化合物	5.97eV
实施例17的化合物	6.05eV
实施例18的化合物	5.97eV
实施例19的化合物	6.03eV
实施例20的化合物	6.04eV

[0358] 与 NPD、TPD 等一般空穴输送材料所具备的功函数 5.4eV 相比, 通式 (4c) 所示的具有蒽环结构的化合物具有更大的值, 具有较大的空穴阻挡能力。

[0359] 实施例 23

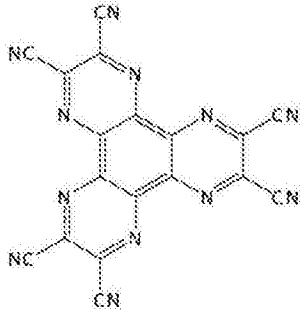
[0360] 有机 EL 器件如下制作: 如图 17 所示那样, 在玻璃基板 1 上预先形成作为透明阳极 2 的 ITO 电极, 并在其上依次蒸镀空穴注入层 3、第一空穴输送层 4、第二空穴输送层 5、发光层 6、电子输送层 7、电子注入层 8、阴极 (铝电极) 9, 从而制作。

[0361] 具体而言, 将成膜有膜厚 150nm 的 ITO 的玻璃基板 1 在异丙醇中进行 20 分钟超声

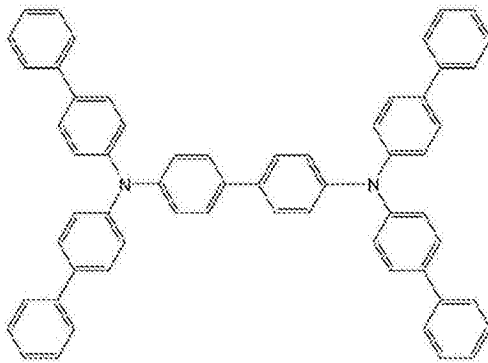
波清洗后,在加热至 200℃的热板上干燥 10 分钟。其后,进行 15 分钟的 UV 臭氧处理后,将该附带 ITO 的玻璃基板安装在真空蒸镀机内,减压至 0.001Pa 以下。接着,以覆盖透明阳极 2 的方式形成膜厚达到 5nm 的下述结构式的化合物 6 来作为空穴注入层 3。在该空穴注入层 3 上形成膜厚达到 60nm 的下述结构式的化合物 3-1 来作为第一空穴输送层 4。在该第一空穴输送层 4 上,形成膜厚达到 5nm 的实施例 1 的化合物(化合物 1-1)来作为第二空穴输送层 5。在该第二空穴输送层 5 上将 KR10-2010-0024894 中公开的化合物(化合物 7-A、SFC 株式会社制 NUBD370)和 KR10-2009-0086015 中公开的化合物(化合物 8-A、SFC 株式会社制 ABH113)以蒸镀速度比达到化合物 7-A:化合物 8-A = 5:95 的蒸镀速度进行二元蒸镀,以使膜厚达到 20nm,来作为发光层 6。在该发光层 6 上将下述结构式的化合物 4a-1 和下述结构式的化合物 9 以蒸镀速度比达到化合物 4a-1:化合物 9 = 50:50 的蒸镀速度进行二元蒸镀,以使膜厚达到 30nm,来作为电子输送层 7。在该电子输送层 7 上形成膜厚达到 1nm 的氟化锂来作为电子注入层 8。最后,蒸镀 100nm 的铝来形成阴极 9。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0362]

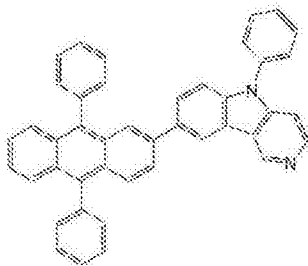




(6)



(3-1)



(4 a - 1)

[0363]



(9)

[0364] 实施例 24

[0365] 实施例 23 中,作为第二空穴输送层 5 的材料,以膜厚达到 5nm 的方式形成实施例 2 的化合物(化合物 1-10)来代替实施例 1 的化合物(化合物 1-1),除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0366] 实施例 25

[0367] 实施例 23 中,作为第二空穴输送层 5 的材料,以膜厚达到 5nm 的方式形成实施例 3 的化合物(化合物 1-14)来代替实施例 1 的化合物(化合物 1-1),除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0368] 实施例 26

[0369] 实施例 23 中,作为第二空穴输送层 5 的材料,以膜厚达到 5nm 的方式形成实施例 5 的化合物(化合物 1-6)来代替实施例 1 的化合物(化合物 1-1),除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

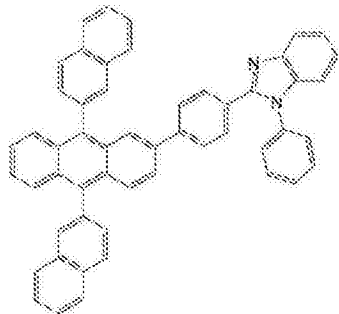
[0370] 实施例 27

[0371] 实施例 23 中,作为第二空穴输送层 5 的材料,以膜厚达到 5nm 的方式形成实施例 7 的化合物(化合物 1-22)来代替实施例 1 的化合物(化合物 1-1),除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0372] 实施例 28

[0373] 实施例 23 中,作为电子输送层 7 的材料,使用下述结构式的化合物 4b-1 来代替化合物 4a-1,除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0374]

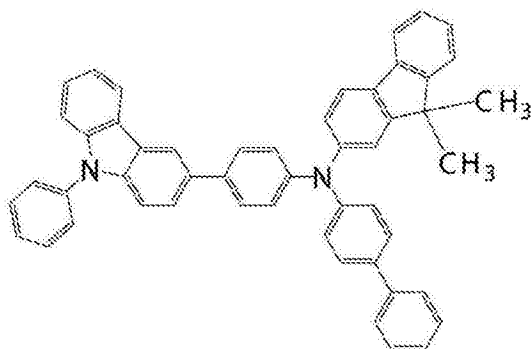


(4 b - 1)

[0375] 实施例 29

[0376] 实施例 23 中,作为第一空穴输送层 4 的材料,使用下述结构式的化合物 3'-2 来代替前述结构式的化合物 3-1,另外,作为发光层 6 的材料,设为化合物 7-B(SFC 株式会社制 SBD160)和化合物 8-B(SFC 株式会社制 ABH401),以蒸镀速度比达到化合物 7-B: 化合物 8-B = 5:95 的蒸镀速度进行二元蒸镀,用以代替化合物 7-A(SFC 株式会社制 NUBD370)和化合物 8-A(SFC 株式会社制 ABH113),除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0377]



(3' - 2)

[0378] 实施例 30

[0379] 实施例 29 中,作为第二空穴输送层 5 的材料,以膜厚达到 5nm 的方式形成实施例 2 的化合物(化合物 1-10)来代替实施例 1 的化合物(化合物 1-1),除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0380] 实施例 31

[0381] 实施例 29 中,作为电子输送层 7 的材料,使用前述结构式的化合物 4b-1 来代替化合物 4a-1,除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0382] 实施例 32

[0383] 实施例 23 中,作为电子输送层 7 的材料,使用实施例 16 的化合物(化合物 4c-1)来代替化合物 4a-1,除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0384] 实施例 33

[0385] 实施例 23 中,作为电子输送层 7 的材料,使用实施例 17 的化合物(化合物 4c-6)来代替化合物 4a-1,除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0386] 实施例 34

[0387] 实施例 23 中,作为电子输送层 7 的材料,使用实施例 18 的化合物(化合物 4c-13)来代替化合物 4a-1,除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0388] 实施例 35

[0389] 实施例 23 中,作为电子输送层 7 的材料,使用实施例 19 的化合物(化合物 4c-19)来代替化合物 4a-1,除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0390] 实施例 36

[0391] 实施例 23 中,作为电子输送层 7 的材料,使用实施例 20 的化合物(化合物 4c-28)来代替化合物 4a-1,除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0392] 实施例 37

[0393] 实施例 29 中,作为电子输送层 7 的材料,使用实施例 16 的化合物(化合物 4c-1)来代替化合物 4a-1,除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0394] 实施例 38

[0395] 实施例 29 中,作为电子输送层 7 的材料,使用实施例 17 的化合物(化合物 4c-6)来代替化合物 4a-1,除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0396] 实施例 39

[0397] 实施例 29 中,作为电子输送层 7 的材料,使用实施例 18 的化合物(化合物 4c-13)来代替化合物 4a-1,除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0398] 实施例 40

[0399] 实施例 29 中,作为电子输送层 7 的材料,使用实施例 19 的化合物(化合物 4c-19)来代替化合物 4a-1,除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0400] 实施例 41

[0401] 实施例 29 中,作为电子输送层 7 的材料,使用实施例 20 的化合物(化合物 4c-28)来代替化合物 4a-1,除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0402] [比较例 1]

[0403] 为了进行比较,实施例 23 中,作为第一空穴输送层 4 的材料,以膜厚达到 60nm 的方式形成前述结构式的化合物 3-1 后,作为第二空穴输送层 5 的材料,以膜厚达到 5nm 的方式形成前述结构式的化合物 3-1 来代替实施例 1 的化合物(化合物 1-1),除此之外,利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件,在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0404] [比较例 2]

[0405] 为了进行比较,实施例 29 中,作为第一空穴输送层 4 的材料,以膜厚达到 60nm 的方式形成前述结构式的化合物 3'-2 后,作为第二空穴输送层 5 的材料,以膜厚达到 5nm 的

方式形成前述结构式的化合物 3'-2 来代替实施例 1 的化合物（化合物 1-1），除此之外，利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件，在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0406] [比较例 3]

[0407] 为了进行比较，实施例 32 中，作为第一空穴输送层 4 的材料，以膜厚达到 60nm 的方式形成前述结构式的化合物 3-1 后，作为第二空穴输送层 5 的材料，以膜厚达到 5nm 的方式形成前述结构式的化合物 3-1 来代替实施例 1 的化合物（化合物 1-1），除此之外，利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件，在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0408] [比较例 4]

[0409] 为了进行比较，实施例 37 中，作为第一空穴输送层 4 的材料，以膜厚达到 60nm 的方式形成前述结构式的化合物 3'-2 后，作为第二空穴输送层 5 的材料，以膜厚达到 5nm 的方式形成前述结构式的化合物 3'-2 来代替实施例 1 的化合物（化合物 1-1），除此之外，利用相同的条件制作有机 EL 器件。针对所制作的有机 EL 器件，在大气中以常温进行特性测定。将对所制作的有机 EL 器件施加直流电压时的发光特性的测定结果总结示于表 1。

[0410] 将使用实施例 23 ~ 41 和比较例 1 ~ 4 中制作的有机 EL 器件测定器件寿命的结果总结示于表 1。器件寿命如下测定：将发光起始时的发光亮度（初始亮度）设为  $2000\text{cd}/\text{m}^2$  并进行恒电流驱动时，作为发光亮度衰减至  $1900\text{cd}/\text{m}^2$ （相当于将初期亮度设为 100% 时的 95%：衰减至 95%）为止的时间进行测定。

[0411] [表 1]

[0412]

	第一 空穴输送层	第二 空穴输送层	发光层	电子输送层	电压[V] (@10mA/cm <sup>2</sup> )	亮度[cd/m <sup>2</sup> ] (@10mA/cm <sup>2</sup> )	发光效率[cd/A] (@10mA/cm <sup>2</sup> )	电力效率[lm/W] (@10mA/cm <sup>2</sup> )	器件寿命 衰减至95%
实施例23	化合物4-1	化合物1-1	化合物7-A/ 化合物8-A	化合物4a-1/ 化合物9	3.78	813	8.13	6.75	117小时
实施例24	化合物3-1	化合物1-10	化合物7-A/ 化合物8-A	化合物4a-1/ 化合物9	3.80	805	8.04	6.55	132小时
实施例25	化合物3-1	化合物1-14	化合物7-A/ 化合物8-A	化合物4a-1/ 化合物9	3.64	879	8.81	7.31	144小时
实施例26	化合物3-1	化合物1-6	化合物7-A/ 化合物8-A	化合物4a-1/ 化合物9	3.79	827	8.27	6.86	116小时
实施例27	化合物3-1	化合物1-22	化合物7-A/ 化合物8-A	化合物4a-1/ 化合物9	3.76	826	8.26	6.81	130小时
实施例28	化合物3-1	化合物1-1	化合物7-A/ 化合物8-A	化合物4b-1/ 化合物9	3.80	794	7.94	6.57	116小时
实施例29	化合物3'-2	化合物1-1	化合物7-B/ 化合物8-B	化合物4a-1/ 化合物9	3.85	887	8.87	7.28	128小时
实施例30	化合物3'-2	化合物1-10	化合物7-B/ 化合物8-B	化合物4a-1/ 化合物9	3.64	887	8.87	7.09	130小时
实施例31	化合物3'-2	化合物1-1	化合物7-B/ 化合物8-B	化合物4b-1/ 化合物9	3.81	814	8.14	6.72	101小时
实施例32	化合物3-1	化合物1-1	化合物7-A/ 化合物8-A	化合物4c-1/ 化合物9	3.75	882	8.82	7.29	163小时
实施例33	化合物3-1	化合物1-1	化合物7-A/ 化合物8-A	化合物4c-5/ 化合物9	3.49	855	8.42	7.56	137小时
实施例34	化合物3-1	化合物1-1	化合物7-A/ 化合物8-A	化合物4c-13/ 化合物9	3.86	919	9.22	7.50	148小时
实施例35	化合物3-1	化合物1-1	化合物7-A/ 化合物8-A	化合物4c-19/ 化合物9	3.63	833	8.34	6.85	131小时
实施例36	化合物3-1	化合物1-1	化合物7-A/ 化合物8-A	化合物4c-28/ 化合物9	3.71	916	8.17	7.78	172小时
实施例37	化合物3'-2	化合物1-1	化合物7-B/ 化合物8-B	化合物4a-1/ 化合物9	3.73	883	8.64	7.29	163小时
实施例38	化合物3'-2	化合物1-1	化合物7-B/ 化合物8-B	化合物4c-8/ 化合物9	3.48	845	8.33	7.56	136小时
实施例39	化合物3'-2	化合物1-1	化合物7-B/ 化合物8-B	化合物4c-13/ 化合物9	3.69	866	8.69	7.02	155小时
实施例40	化合物3'-2	化合物1-1	化合物7-B/ 化合物8-B	化合物4c-19/ 化合物9	3.79	827	8.27	6.86	116小时
实施例41	化合物3'-2	化合物1-1	化合物7-B/ 化合物8-B	化合物4c-25/ 化合物9	3.81	879	8.71	8.03	128小时
比较例1	化合物3-1	化合物3-1	化合物7-A/ 化合物8-A	化合物4a-1/ 化合物9	3.73	758	7.58	6.38	60小时
比较例2	化合物3'-2	化合物3'-2	化合物7-B/ 化合物8-B	化合物4a-1/ 化合物9	3.80	794	7.94	6.57	57小时
比较例3	化合物3-1	化合物3-1	化合物7-A/ 化合物8-A	化合物4c-1/ 化合物9	3.60	766	7.67	6.18	37小时
比较例4	化合物3'-2	化合物3'-2	化合物7-B/ 化合物8-B	化合物4a-1/ 化合物9	3.62	753	7.54	6.19	60小时

[0413] 如表1所示那样可知：关于流通电流密度为10mA/cm<sup>2</sup>的电流时的发光效率，相对于比较例1~4的有机EL器件的7.54~7.94cd/A，实施例23~41的有机EL器件为7.94~9.71cd/A的同等以上的高效率。另外，关于电力效率，相对于比较例1~4的有机EL器件的6.18~6.57lm/W，实施例23~41的有机EL器件为6.57~8.01lm/W的同等以上的高效率。另一方面，关于器件寿命（衰减至95%），相对于比较例1~4的有机EL器件的57~77小时，实施例23~41的有机EL器件为101~172小时，大幅长寿命化。

[0414] 可知：本发明的有机EL器件通过组合特定的两种芳胺化合物和特定的具有萘环结构的化合物，能够改善有机EL器件内部的载流子平衡，与以往的有机EL器件相比，能够实现发光效率高、寿命长的有机EL器件。

[0415] 产业上的可利用性

[0416] 本发明的组合有特定的两种芳胺化合物与特定的具有蒽环结构的化合物的有机 EL 器件的发光效率提高,并且能够改善有机 EL 器件的耐久性,例如能够在家用电器、照明用途中展开应用。

[0417] 附图标记说明

[0418] 1 玻璃基板

[0419] 2 透明阳极

[0420] 3 空穴注入层

[0421] 4 第一空穴输送层

[0422] 5 第二空穴输送层

[0423] 6 发光层

[0424] 7 电子输送层

[0425] 8 电子注入层

[0426] 9 阴极

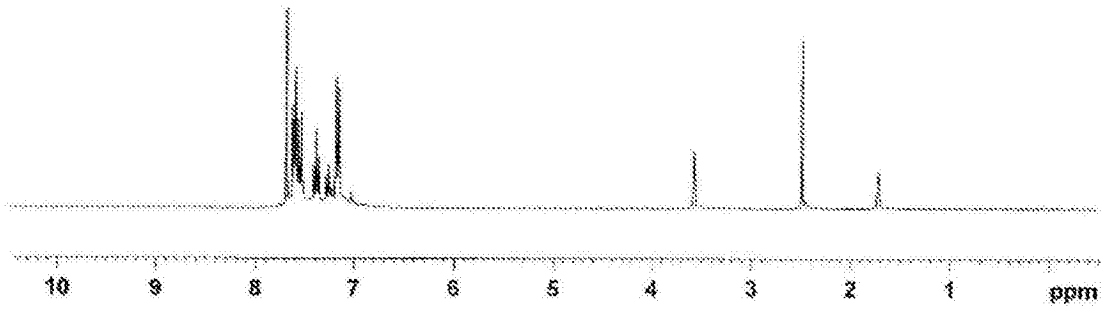


图 1

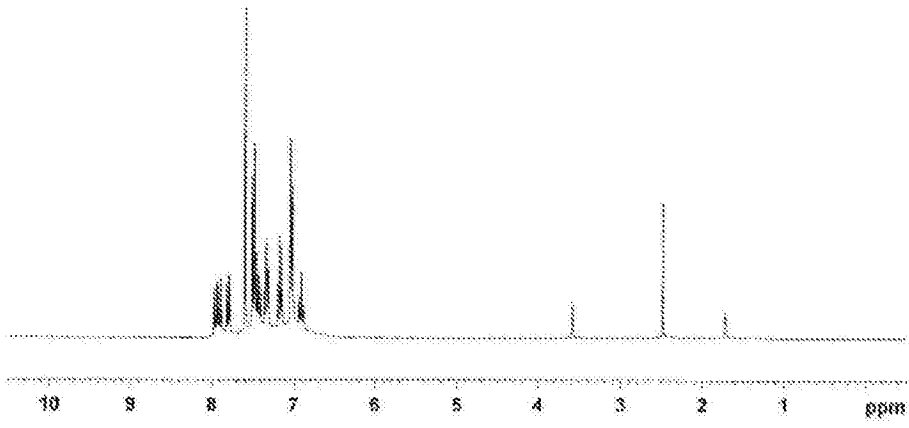


图 2

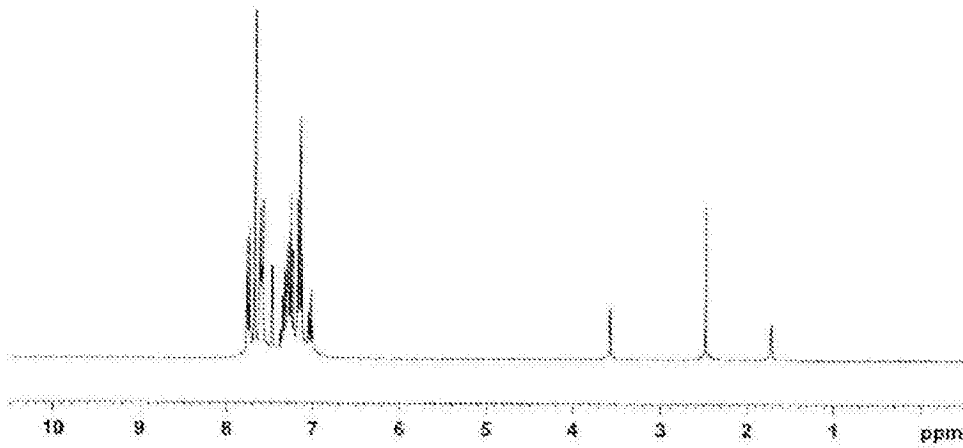


图 3



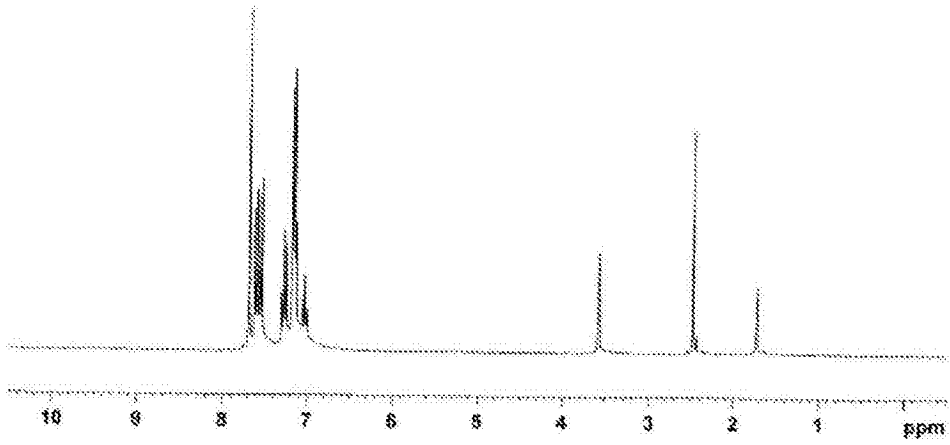


图 4

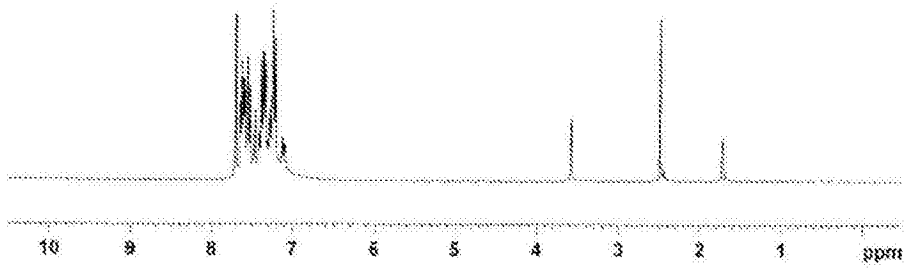


图 5

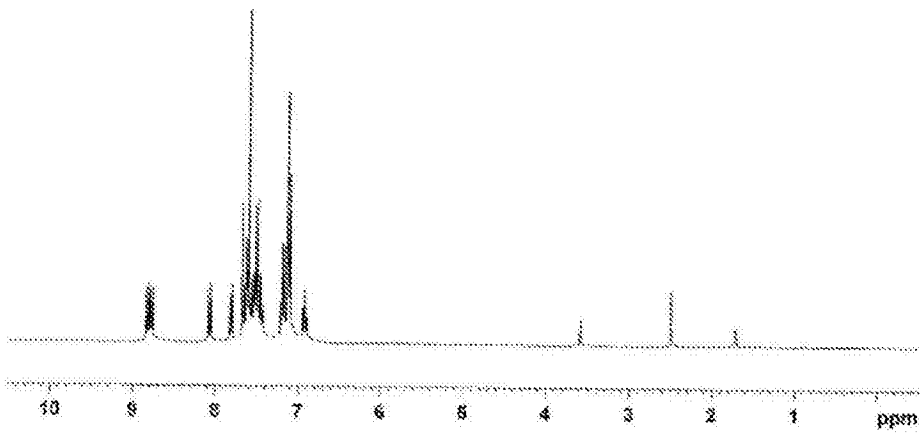


图 6

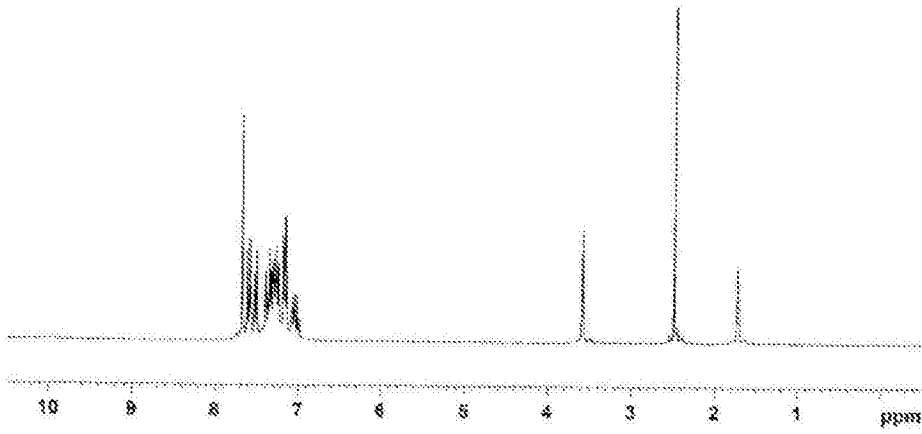


图 7

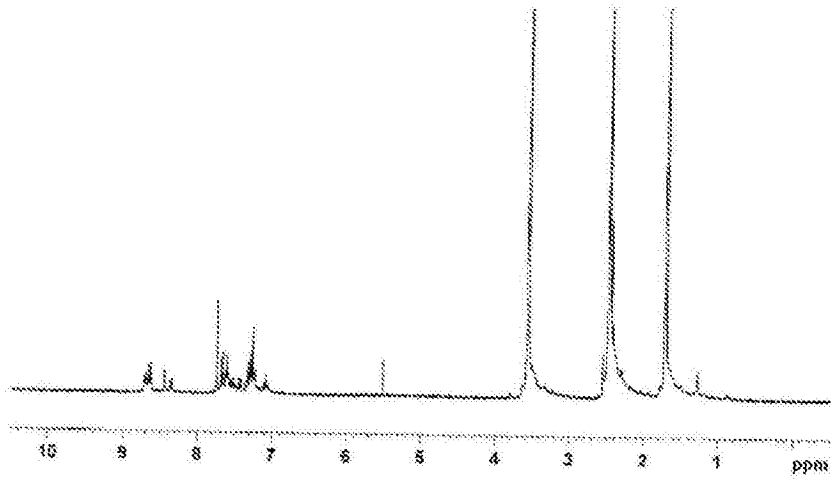


图 8

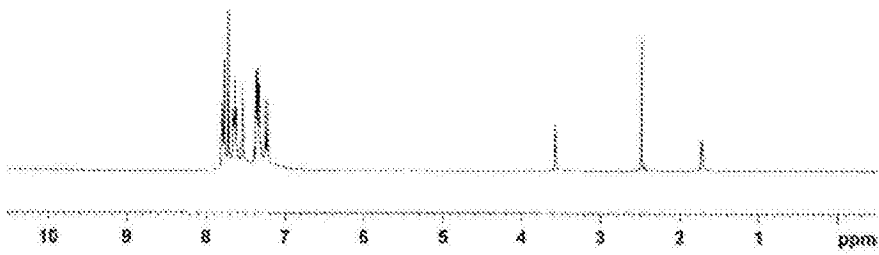


图 9

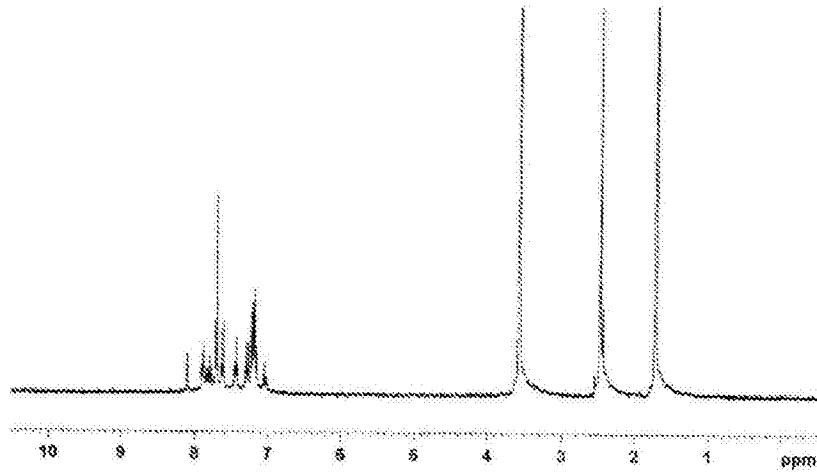


图 10

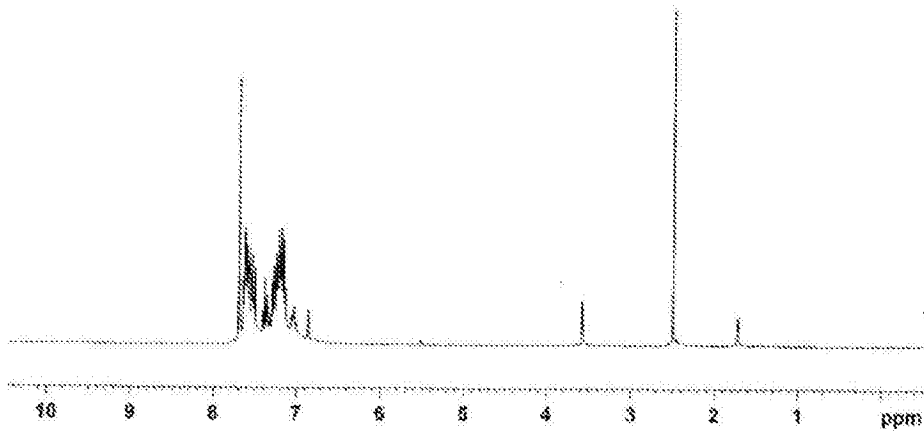


图 11

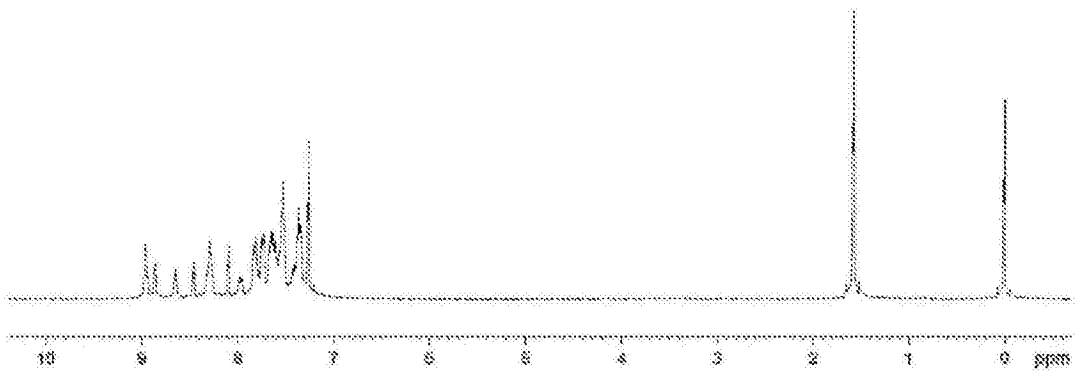


图 12

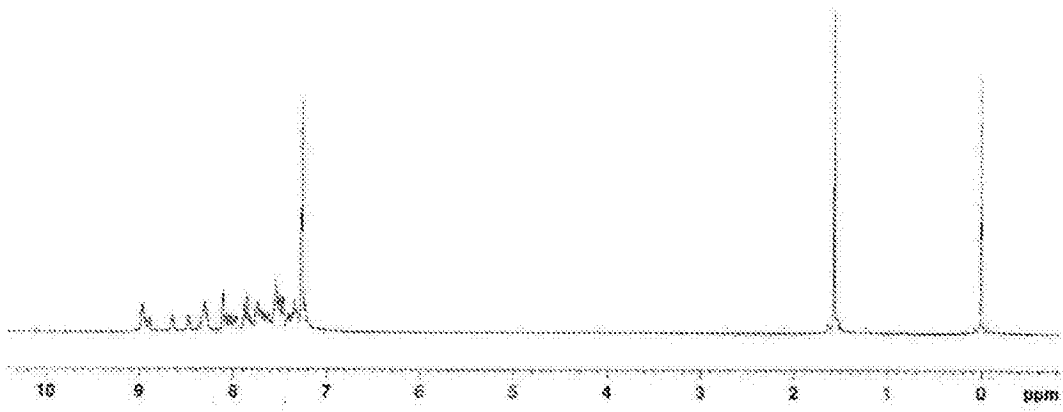


图 13

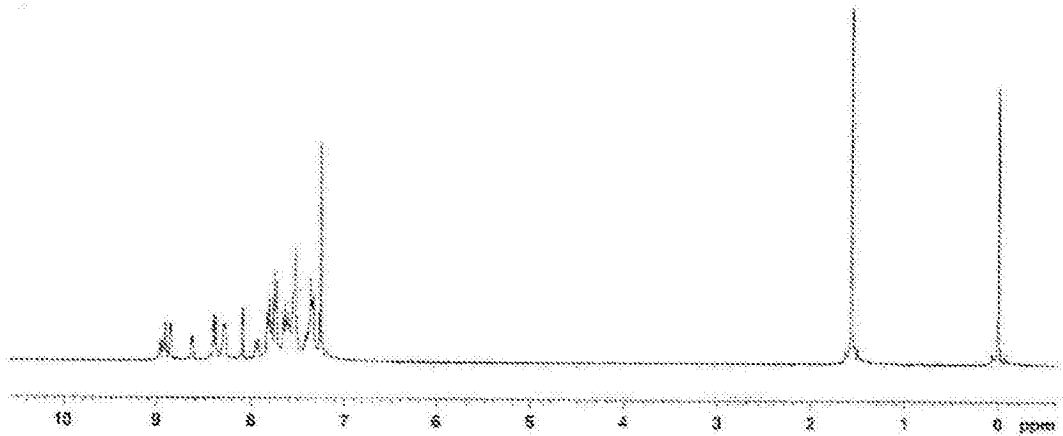


图 14

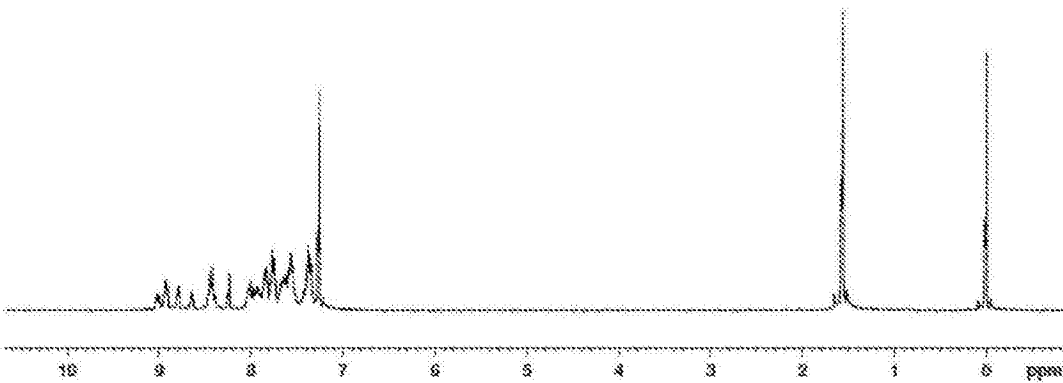


图 15

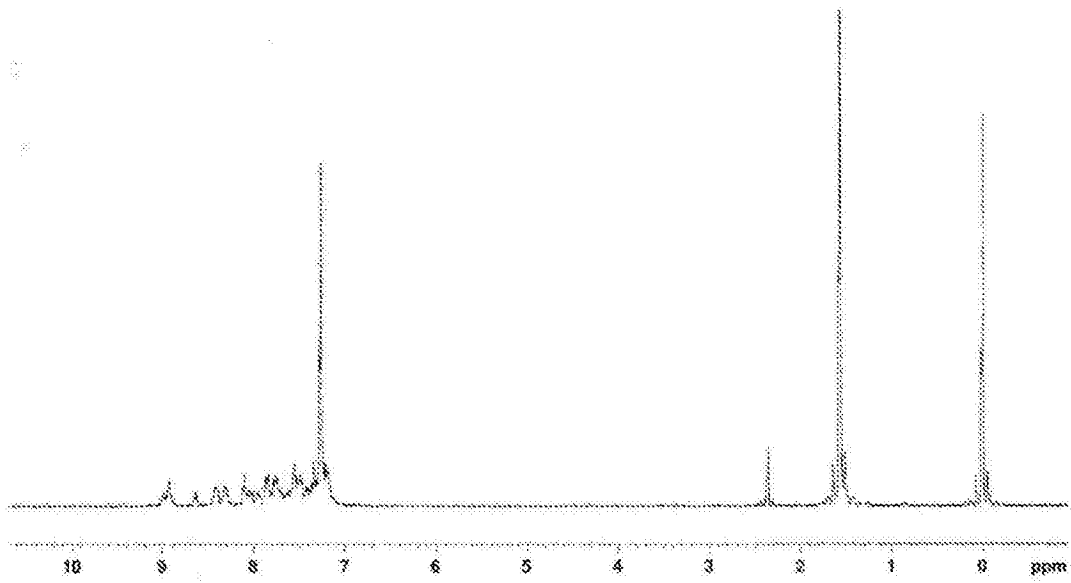


图 16

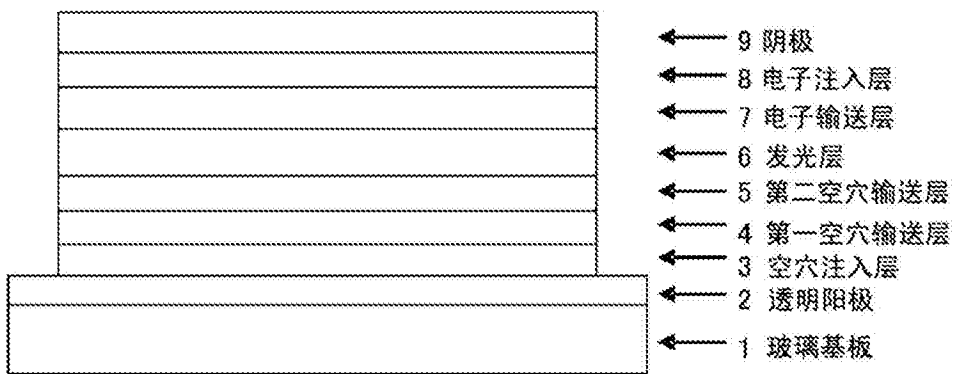


图 17