

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H05B 33/14

H05B 33/12 C09K 11/06



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410060074.0

[43] 公开日 2005年2月9日

[11] 公开号 CN 1578556A

[22] 申请日 2004.6.25

[21] 申请号 200410060074.0

[30] 优先权

[32] 2003.6.27 [33] JP [31] 184262/2003

[32] 2004.5.20 [33] JP [31] 149953/2004

[71] 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 冲中启二 齐藤章人 铃木幸一

妹尾章弘 上野和则

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

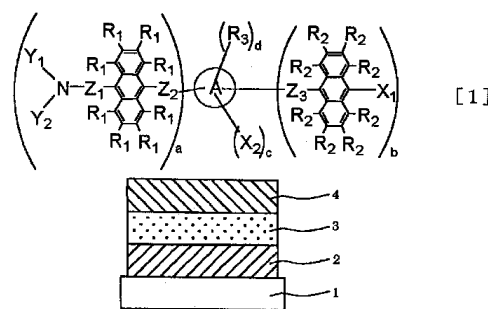
代理人 陈 昕

权利要求书 4 页 说明书 36 页 附图 3 页

[54] 发明名称 有机发光元件

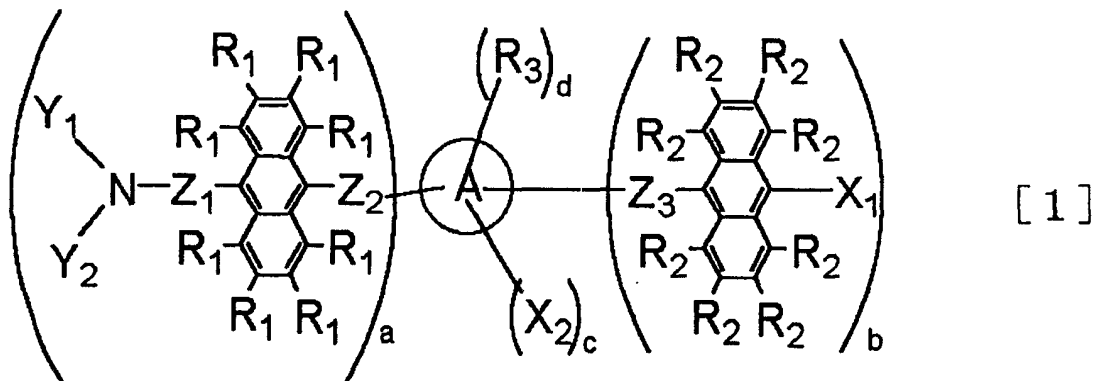
[57] 摘要

本发明提供有机发光元件，其至少具有阳极和阴极形成的1对电极，在该1对电极之间夹持着包含1种或多种有机化合物的层。在包含所述有机化合物的层中，具有发光区域的至少1层含有以下通式[1]所示的第1化合物、以及具有比第1化合物带隙更大的第2化合物，该元件具有高效率、高辉度和长寿命的光输出。



1. 有机发光元件, 其至少具有阳极和阴极形成的 1 对电极, 和在该 1 对电极之间夹持着的包含 1 种或多种有机化合物的层,

在包含所述有机化合物的层中, 发光区域的至少 1 层含有以下通式[1]所示的第 1 化合物、以及具有比第 1 化合物带隙更大的第 2 化合物:



在通式[1]中, A 表示包括芳香环、稠合多环、杂环等的分子单元;

Y_1 、 Y_2 为选自取代或未取代的烷基、芳烷基、芳基以及杂环基、具有连接基的二价取代基的基团, 二者可以相同也可以不同; 或者, Y_1 、 Y_2 也可以互相结合形成环; 或者, 在不同的衍生基团上的 Y_1 和 Y_2 可以相同也可以不同;

Z_1 为选自直接键、取代或未取代的亚芳基和二价的杂环基、具有连接基的二价取代基的基团, 其可以相同也可以不同; Z_2 和 Z_3 为选自直接键、取代或未取代的亚烷基、亚烯基、亚炔基、芳亚烷基、亚芳香基和二价杂环基、具有连接基的二价取代基的基团, 其可以相同也可以不同;

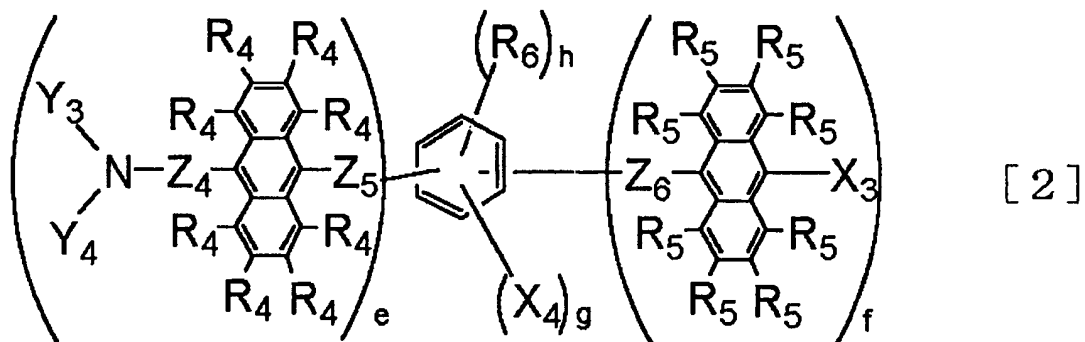
X_1 为选自氢原子、重氢原子、卤原子、取代或未取代的烷基、烯基、炔基、芳烷基、烷氧基、硫基、芳基和杂环基、取代的甲硅烷基、硼烷基、具有连接基的二价取代基的基团, 其可以相同也可以不同; X_2 为选自取代或未取代的芳基和杂环基、具有连接基的二价取代基的基团, 其可以相同也可以不同;

R_1 和 R_2 为选自氢原子、重氢原子、卤原子、取代或未取代的烷

基、芳基、烷氧基、氨基的基团，其可以相同也可以不同； R_3 为选自氢原子、重氢原子、卤原子、取代或未取代的烷基、烷氧基的基团，其可以相同也可以不同；

a 为 0~6 的整数； $b+c+d=6-a$ ；但当 $a+b$ 为 2 以上的整数， $a=0$ 时，在蒽基上的 X_1 中，至少有一个包含氢原子、重氢原子、卤原子以外的取代基。

2. 如权利要求 1 所述的有机发光元件，所述第 1 化合物如以下通式[2]所示：



在通式(2)中， Y_3 、 Y_4 为选自取代或未取代的烷基、芳烷基、芳基和杂环基、具有连接基的二价取代基的基团，其可以相同也可以不同；此外， Y_3 、 Y_4 也可以互相连接形成环；此外，不同蒽衍生基上的 Y_3 、 Y_4 可以相同也可以不同；

Z_4 为选自直接键、取代或未取代的亚芳基和二价的杂环基、具有连接基的二价取代基的基团，其可以相同也可以不同； Z_5 和 Z_6 为选自直接键、取代或未取代的亚烷基、亚烯基、亚炔基、亚芳烷基、亚芳香基和二价杂环基、具有连接基的二价取代基的基团，其可以相同也可以不同；

X_3 为选自氢原子、重氢原子、卤原子、取代或未取代的烷基、烯基、炔基、芳烷基、烷氧基、以及硫基、芳基和杂环基、取代的甲硅烷基、硼烷基、具有连接基的二价取代基的基团，其可以相同也可以不同； X_4 为选自取代或未取代的芳基和杂环基、具有连接基的二价取代基的基团，其可以相同也可以不同；

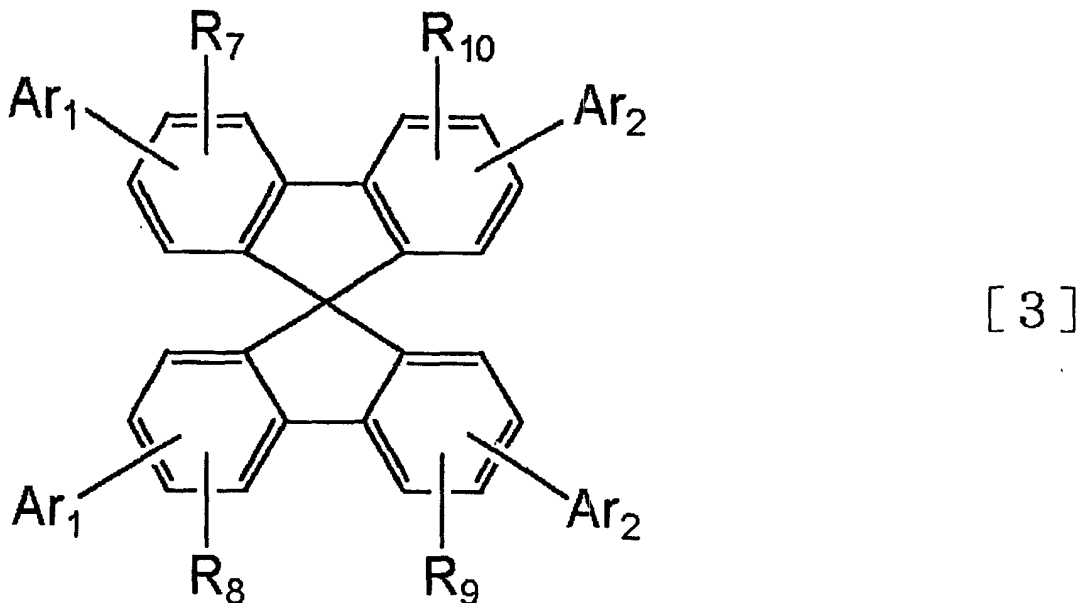
R_4 和 R_5 为选自氢原子、重氢原子、卤原子、取代或未取代的烷

基、芳基、烷氧基、氨基的基团，其可以相同也可以不同； R_6 为选自氢原子、重氢原子、卤原子、取代或未取代的烷基、烷氧基的基团，其可以相同也可以不同；

e 为 0~6 的整数； $f+g+h=6-e$ ；但当 $e+f$ 为 2 以上的整数， $e=0$ 时，在蒽基上的 X_3 中，至少有一个包含氢原子、重氢原子、卤原子以外的取代基。

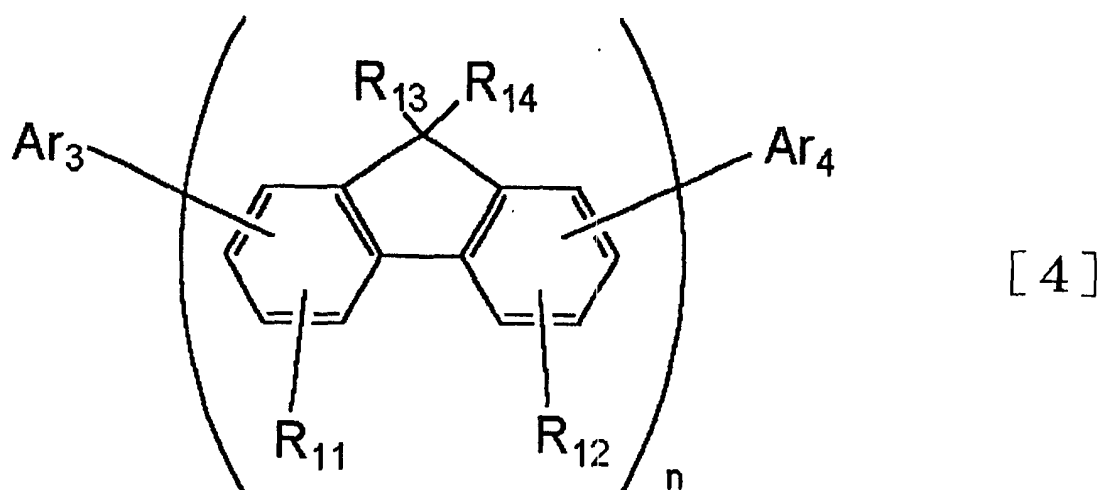
3. 如权利要求 1 所述的有机发光元件，其中所述第 1 化合物的 HOMO 能级比所述第 2 化合物的能级高，而且所述第 1 化合物的 LUMO 能级比所述第 2 化合物的 LUMO 能级低。

4. 如权利要求 1 所述的有机发光元件，其中所述第 2 化合物如下通式[3]所示：



在通式[3]中， R_7 、 R_8 、 R_9 和 R_{10} 表示氢原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的芳烷基、取代或未取代的芳基、取代或未取代的杂环基、取代的氨基、氰基或者卤原子； R_7 、 R_8 、 R_9 和 R_{10} 可以相同，也可以不同； Ar_1 和 Ar_2 表示取代或未取代的稠合多环芳香族基或者表示取代或未取代的稠合多环杂环基， Ar_1 和 Ar_2 可以相同，也可以不同。

5. 如权利要求 1 所述的有机发光元件，其中所述第 2 化合物如下通式[4]所示：



在通式[4]中， R_{11} 和 R_{12} 表示氢原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的芳烷基、取代或未取代的芳基、取代或未取代的杂环基、取代的氨基、氰基或者卤原子； R_{11} 和 R_{12} 可以相同，也可以不同； R_{13} 和 R_{14} 表示氢原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的芳烷基、取代或未取代的芳基、取代或未取代的杂环基； R_{13} 和 R_{14} 可以相同，也可以不同； Ar_3 和 Ar_4 表示苯环为3个以上的取代或未取代的稠合多环芳香族基或者表示苯环为3个以上的取代或未取代的稠合多环杂环基， Ar_3 和 Ar_4 可以相同，也可以不同； n 表示1~10的整数。

有机发光元件

技术领域

本发明涉及采用有机化合物的发光元件，更详细的涉及通过在由有机化合物形成的薄膜上施加电场而发出光的有机发光元件。

背景技术

有机发光元件在阳极和阴极间夹持着包含荧光性有机化合物的薄膜，通过从各个电极注入电子或空穴（正空穴），生成荧光性化合物的激发子，该激发子在返回到基底状态时发射光，而有机发光元件就利用了该发射出的光。

在1987年コダック社的研究（非专利文献1）中，公开了一种阳极采用ITO、阴极采用镁银合金的功能分离型2层结构的元件，其中采用铝羟基喹啉配位体作为电子输送材料和发光材料，采用三苯胺衍生物作为空穴输送材料，在10V左右的施加电压下，发出1000cd/m²大小的光。作为相关的专利，可举出专利文献1~3等。

此外，通过改变荧光性有机化合物的种类，可发出从紫外到红外的光，最近还活跃地进行了各种化合物的研究。例如，在专利文献4~11等中就有记载。

另外，除了如上述采用低分子材料的有机发光元件以外，剑桥大学的研究小组（非专利文献2）还公开了采用共轭型高分子的有机发光元件。在该报告中，确认了通过用涂敷体系使聚亚苯基亚乙烯基（PPV）成膜，可以单层发光。作为与采用共轭型高分子的有机发光元件相关的专利，可举出专利文献12~16等。

在这种有机发光元件方面最近进步显著，由于其特征为在低的施加电压下可具有高辉度、发光波长多样性、高速响应性、并且可使薄型、质量轻的发光器件化成为可能，因此显示出其在广泛用途中的可

用性。

但是，由于在长时间使用后发生老化，或由于包含氧气的气氛气体和湿气等原因而变劣等的耐久性方面尚未得到解决，还存在较多的问题。此外，在考虑应用于全色显示器等的情况下，其现状是必须输出更高辉度的光或者高效率地发光。

作为包含蒽环的材料和有机发光元件的例子，在专利文献 17 中公开了一种苯蒽衍生物。特别是在采用其作为青色发光材料和电子注入输送材料的情况下，由于其结晶性低可形成良好的有机膜，但是其发光效率和耐久性还不足以达到实际应用。

作为其他实例，在专利文献 18、专利文献 19 中分别公开了氨基蒽衍生物和二氨基蒽衍生物。采用其作为发光材料时可发出绿色光，但是元件的发光效率低，而且关于其耐久性还不足以达到实际应用。

作为其他实例，在专利文献 20 中公开了采用特定二蒽基化合物作为发光材料的元件，从而可以获得高辉度的发光，但是对于发光效率和耐久性没有记载。

作为其他实例，在专利文献 21 中公开了采用包含烯烃部位的特定蒽化合物作为发光材料的元件，从而可以发出从黄色到红色的光，但是其发光效率还不足以达到实际应用。

作为其他实例，在专利文献 22 中公开了在发光介质层包含特定结构的蒽衍生物、电子输送性化合物以及其他荧光性化合物的元件。尽管可以获得可靠性改善了的红色发光元件，但是其发光效率还不足以达到实际应用，而且在元件结构上也难以获得青色的发光。

专利文献 1 美国专利第 4539507 号说明书

专利文献 2 美国专利第 4720432 号说明书

专利文献 3 美国专利第 4885211 号说明书

专利文献 4 美国专利第 5151629 号说明书

专利文献 5 美国专利第 5409783 号说明书

专利文献 6 美国专利第 5382477 号说明书

专利文献 7 特开平 2-247278 号公报

- 专利文献 8 特开平 3 - 255190 号公报
专利文献 9 特开平 5 - 202356 号公报
专利文献 10 特开平 9 - 202878 号公报
专利文献 11 特开平 9 - 227576 号公报
专利文献 12 美国专利第 5247190 号说明书
专利文献 13 美国专利第 5514878 号说明书
专利文献 14 美国专利第 5672678 号说明书
专利文献 15 特开平 4 - 145192 号公报
专利文献 16 特开平 5 - 247460 号公报
专利文献 17 特开平 8 - 12600 号公报
专利文献 18 特开平 9 - 157643 号公报
专利文献 19 特开平 10 - 72579 号公报
专利文献 20 日本专利第 3008897 号
专利文献 21 特开平 11 - 8068 号公报
专利文献 22 特开 2001 - 284050 号公报
非专利文献 1 Appl. Phys. Lett. 51, 913 (1987)
非专利文献 2 Nature, 347, 539 (1990)

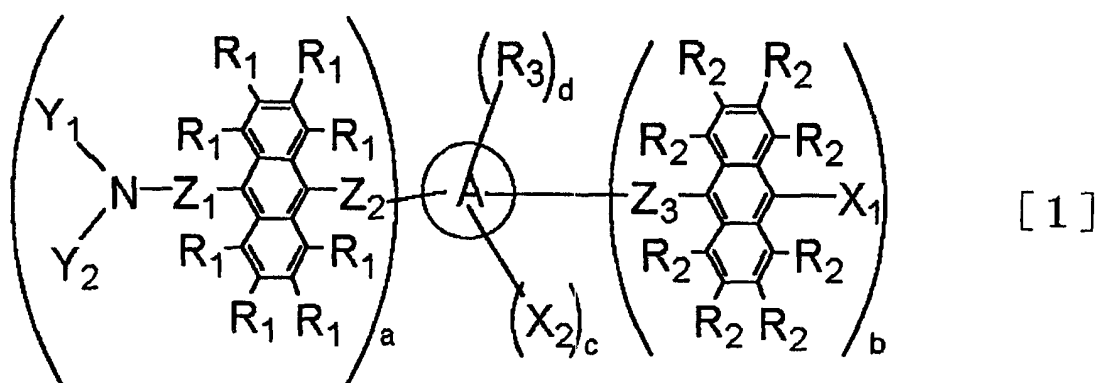
发明内容

本发明的目的是提供一种具有高效率、高辉度、长寿命的光输出的有机发光元件。

本发明者等为了解决上述问题进行了专心研究,最终完成了本发明。

即,本发明的有机发光元件至少具有阳极和阴极形成的 1 对电极,和在该 1 对电极之间夹持着的包含 1 种或多种有机化合物的层,

在包含所述有机化合物的层中,发光区域的至少 1 层含有以下通式[1]所示的第 1 化合物、以及具有比第 1 化合物带隙更宽的第 2 化合物。



(在通式[1]中, A表示包括芳香环、稠合多环、杂环等的分子单元。

Y_1 、 Y_2 为选自取代或未取代的烷基、芳烷基、芳基以及杂环基、具有连接基的二价取代基的基团,二者可以相同也可以不同。或者, Y_1 、 Y_2 也可以互相结合形成环。或者,在不同的衍生基团上的 Y_1 和 Y_2 可以相同也可以不同。

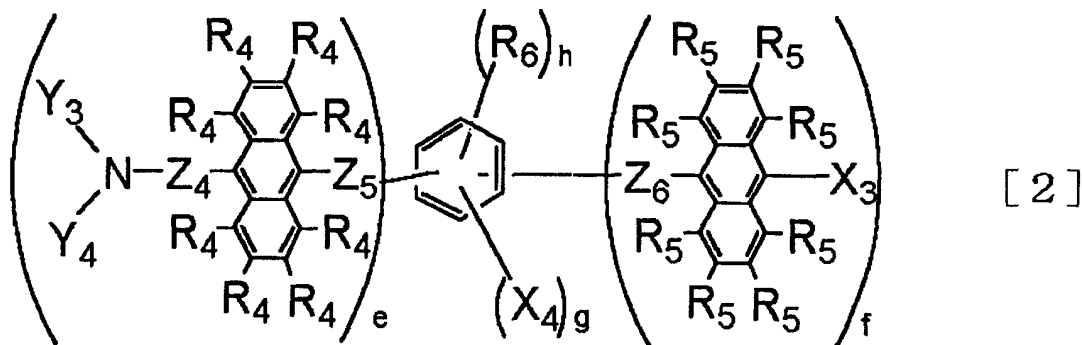
Z_1 为选自直接键、取代或未取代的亚芳基和二价的杂环基、具有连接基的二价取代基的基团,其可以相同也可以不同。 Z_2 和 Z_3 为选自直接键、取代或未取代的亚烷基、亚烯基、亚炔基、芳亚烷基、亚芳香基和二价杂环基、具有连接基的二价取代基的基团,其可以相同也可以不同。

X_1 为选自氢原子、重氢原子、卤原子、取代或未取代的烷基、烯基、炔基、芳烷基、烷氧基、以及硫基、芳基和杂环基、取代的甲硅烷基、硼烷基、具有连接基的二价取代基的基团,其可以相同也可以不同。 X_2 为选自取代或未取代的芳基和杂环基、具有连接基的二价取代基的基团,其可以相同也可以不同。

R_1 和 R_2 为选自氢原子、重氢原子、卤原子、取代或未取代的烷基、芳基、烷氧基、氨基的基团,其可以相同也可以不同。 R_3 为选自氢原子、重氢原子、卤原子、取代或未取代的烷基、烷氧基的基团,其可以相同也可以不同。

a为0~6的整数。 $b+c+d=6-a$ 。但当 $a+b$ 为2以上的整数, $a=0$ 时,在萘基上的 X_1 中,至少有一个包含氢原子、重氢原子、卤原子以外的取代基。)

此外,本发明有机发光元件的所述第1化合物如以下通式[2]表示。



(在通式(2)中, Y_3 、 Y_4 为选自取代或未取代的烷基、芳烷基、芳基和杂环基、具有连接基的二价取代基的基团,其可以相同也可以不同。此外, Y_3 、 Y_4 也可以互相连接形成环。此外,不同蒽衍生基上的 Y_3 、 Y_4 可以相同也可以不同。

Z_4 为选自直接键、取代或未取代的亚芳基和二价的杂环基、具有连接基的二价取代基的基团,其可以相同也可以不同。 Z_5 和 Z_6 为选自直接键、取代或未取代的亚烷基、亚烯基、亚炔基、亚芳烷基、亚芳香基和二价杂环基、具有连接基的二价取代基的基团,其可以相同也可以不同。

X_3 为选自氢原子、重氢原子、卤原子、取代或未取代的烷基、烯基、炔基、芳烷基、烷氧基、以及硫基、芳基和杂环基、取代的甲硅烷基、硼烷基、具有连接基的二价取代基的基团,其可以相同也可以不同。 X_4 为选自取代或未取代的芳基和杂环基、具有连接基的二价取代基的基团,其可以相同也可以不同。

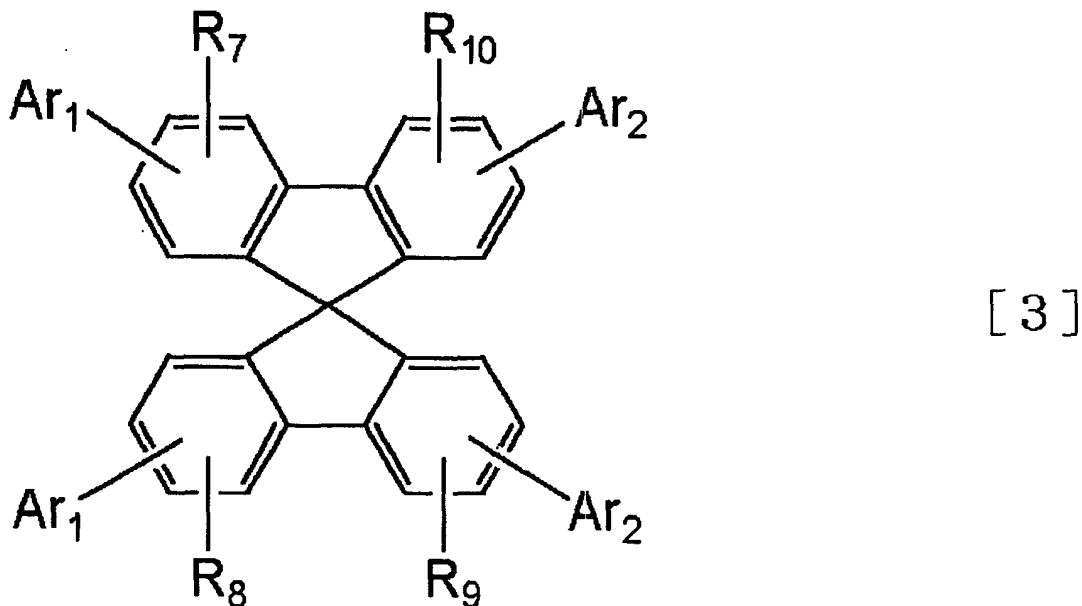
R_4 和 R_5 为选自氢原子、重氢原子、卤原子、取代或未取代的烷基、芳基、烷氧基、氨基的基团,其可以相同也可以不同。 R_6 为选自氢原子、重氢原子、卤原子、取代或未取代的烷基、烷氧基的基团,其可以相同也可以不同。

e 为0~6的整数。 $f+g+h=6-e$ 。但当 $e+f$ 为2以上的整数, $e=0$ 时,在蒽基上的 X_3 中,至少有一个包含氢原子、重氢原子、卤原子以外的取代基。)

此外,上述第1化合物的HOMO能级比第2化合物的能级高,

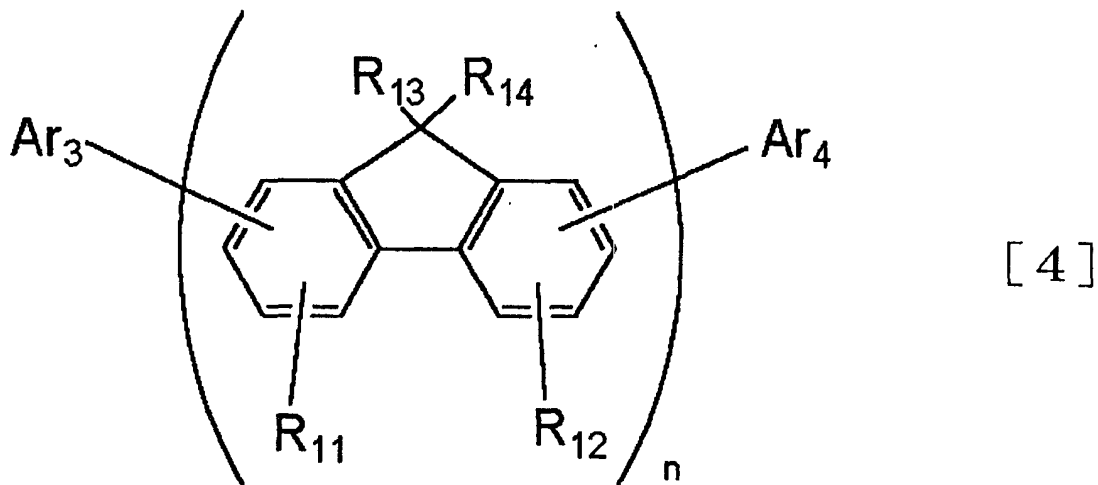
而且上述第 1 化合物的 LUMO 能级比第 2 化合物的 LUMO 能级低。

此外，上述第 2 化合物如以下通式[3]所示。



(在通式[3]中， R_7 、 R_8 、 R_9 和 R_{10} 表示氢原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的芳烷基、取代或未取代的芳基、取代或未取代的杂环基、取代的氨基、氰基或者卤原子。 R_7 、 R_8 、 R_9 和 R_{10} 可以相同，也可以不同。 Ar_1 和 Ar_2 表示取代或未取代的稠合多环芳香族基或者表示取代或未取代的稠合多环杂环基， Ar_1 和 Ar_2 可以相同，也可以不同。)

此外，上述第 2 化合物如以下通式[4]表示。



(在通式[4]中， R_{11} 和 R_{12} 表示氢原子、取代或未取代的烷基、取

代或未取代的芳烷基、取代或未取代的芳基、取代或未取代的杂环基、取代的氨基、氰基或者卤原子。 R_{11} 和 R_{12} 可以相同，也可以不同。 R_{13} 和 R_{14} 表示氢原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的芳烷基、取代或未取代的芳基、或者取代或未取代的杂环基。 R_{13} 和 R_{14} 可以相同，也可以不同。 Ar_3 和 Ar_4 表示苯环为3个以上的取代或未取代的稠合多环芳香族基或者表示苯环为3个以上的取代或未取代的稠合多环杂环基， Ar_3 和 Ar_4 可以相同，也可以不同。 n 表示1~10的整数。)

附图的简要说明

图1为显示本发明有机发光元件的一个实例的截面图。

图2为显示本发明有机发光元件的一个实例的截面图。

图3为显示本发明有机发光元件的一个实例的截面图。

图4为显示本发明有机发光元件的一个实例的截面图。

图5为显示本发明有机发光元件的一个实例的截面图。

图6为用于说明本发明发光元件发光区域中第1化合物和第2化合物的HOMO/LUMO能级优选关系的示意图。

具体实施方式

以下对本发明进行详细说明。

图1到图5为表示本发明有机发光元件构成实例的模式图。

在各图中所附的符号分别表示

- 1 基板
- 2 阳极
- 3 发光层
- 4 阴极
- 5 空穴输送层
- 6 电子输送层
- 7 空穴注入层
- 8 空穴/激发子阻挡层

图 1 是在基板 1 上按顺序设置阳极 2、发光层 3 和阴极 4 构成的。当发光层其自身单一具有空穴输送能、电子输送能和发光性的性能时是有用的。

图 2 是在基板 1 上按顺序设置阳极 2、空穴输送层 5、电子输送层 6 和阴极 4 构成的。此时，发光区域为空穴输送层 5 和电子输送层 6 中的任何一层。通过将空穴输送和电子输送的功能分到不同的层中，可增加选择材料的自由度，并可提高性能。

图 3 是在基板 1 上按顺序设置阳极 2、空穴输送层 5、发光层 3、电子输送层 6 和阴极 4 构成的。在该情况下，载流子输送和发光功能分离，通过采用具有空穴输送性、电子输送性、发光性的各种特性的化合物并适当地进行组合，不仅极大地增加了选择材料的自由度，同时可使用发光波长不同的各种化合物，因此可使发光色相多样化。此外，在中央的发光层 3 中可有效地封闭各种载流子或激发子，因此也可以提高发光效率。

图 4 是相对于图 3 在阳极 2 侧插入空穴注入层 7 构成的。其具有改善阳极 2 和空穴输送层 5 的密接性或改善空穴注入性的效果，以及获得低电压的效果。

图 5 是相对于图 3 在发光层 3 - 电子输送层 6 之间插入阻止空穴或激发子在阴极 4 侧溢出的层（空穴阻挡层 9）而构成的。通过采用离子化电势较大的化合物作为空穴阻挡层 9，可获得提高发光效率的效果。

本发明的特征是在如上所述元件构成的发光区域中包含式[1]所示的第 1 化合物以及具有比第 1 化合物带隙更宽的第 2 化合物，并且主要利用从第 1 化合物发出的光。

特别优选的是分别选择化合物，以使第 1 化合物的吸收波长范围与第 2 化合物的吸收波长范围重叠，由此可促进从第 2 化合物向发光效率高的第 1 化合物进行能量移动，从而可提高元件的发光效率。

相反，当第 2 化合物的带隙较窄时，不能有效利用效率高的第 1 化合物的发光。

另外，与采用第 1 化合物单体的情况相比，作为采用第 1 化合物和第 2 化合物二者的优点可举出

(1) 通过与第 1 化合物会合，抑制浓度消光

(2) 通过与第 2 化合物混合，提高成膜性

(3) 通过采用 2 种化合物，可容易地获得电子和空穴的载流子平衡等，可获得高效率地发光和提高寿命的效果。为获得如上所述的效果，优选发光区域中第 1 化合物的浓度为 0.01%~80%，特别是为获得上述 (1)~(3) 的效果并获得良好的平衡，优选为 1~40%。

混合的浓度在发光区域内可以是均等的，也可以具有浓度梯度。

另外，为增强上述效果，可进一步添加第 3 化合物。在该情况下，同样重要的是选择第 3 化合物比第 1 化合物的带隙更宽。带隙可通过测定紫外-可见光吸收光谱求出。

通式[1]和[2]表示的第 1 化合物的特征是在芳香环、稠合多环或杂环芯部上配合作为发光单元的至少 2 个以上蒽基，并且进一步在各个蒽基上取代有氨基、具有连接基的氨基、芳基等，可获得高效率的发光。此外，特别是通过变更蒽基和氨基的取代基，可调整发光颜色，使其发出从青色到绿色，甚至更长波长侧颜色的光。

通过导入取代氨基，也可以进一步提高空穴输送能。通过在蒽基上进行氨基等的取代，可提高 T_g （例如以下所示的例示化合物 34 的 $T_g = 215^\circ\text{C}$ ），通过形成繁星型树枝状分子形状，可获得成膜性和热稳定性良好的材料。

上述通式[1]和[2]中的连接基、取代基和分子单元 A 的具体实例如下所示。

在上述通式[1]和[2]中，作为连接基，可举出取代或未取代的亚芳基或二价的杂环基等，但当然的是其不限于这些基团。

在上述通式[1]和[2]中，作为具有连接基的二价取代基，可举出取代或未取代的亚烷基、亚烯基、亚炔基、芳亚烷基和氨基、取代的甲基硅烷基、醚基、硫醚基、羰基等，但当然的是其不限于这些基团。

作为取代或未取代的烷基，可举出甲基、甲基-d1 基、甲基-d3 基、

乙基、乙基-d5基、正丙基、正丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基、正癸基、异丙基、异丙基-d7基、异丁基、仲丁基、叔丁基、叔丁基-d9基、仲戊基、新戊基、叔辛基、氟代甲基、二氟代甲基、三氟代甲基、2-氟代乙基、2,2,2-三氟代乙基、全氟代乙基、3-氟代丙基、全氟代丙基、4-氟代丁基、全氟代丁基、5-氟代戊基、6-氟代己基、氯代甲基、三氯代甲基、2-氯代乙基、2,2,2-三氯代乙基、4-氯代丁基、5-氯代戊基、6-氯代己基、溴代甲基、2-溴代乙基、碘代甲基、2-碘代乙基、羟基甲基、羟基乙基、环丙基、环丁基、环戊基、环己基、环戊基甲基、环己基甲基、环己基乙基、4-氟代环己基、降冰片烷基、金刚烷基等，但当然的是其不限于这些基团。

作为取代或未取代的芳烷基，可举出苄基、2-苄基乙基、2-苄基异丙基、1-萘甲基、2-萘甲基、2-(1-萘)乙基、2-(2-萘)乙基、9-蒎基甲基、2-(9-蒎基)乙基、2-氟代苄基、3-氟代苄基、4-氟代苄基、2-氟代苄基、3-氟代苄基、4-氟代苄基、2-溴代苄基、3-溴代苄基、4-溴代苄基等，但当然的是其不限于这些基团。

作为取代或未取代的烯基，可举出乙烯基、烯丙基(2-丙烯基)、1-丙烯基、异丙烯基、1-丁烯基、2-丁烯基、3-丁烯基、苯乙烯基等，但当然的是其不限于这些基团。

作为取代或未取代的炔基，可举出乙炔基、苯基乙炔基、1-丙炔基等，但当然的是其不限于这些基团。

作为取代或未取代的芳基，可举出苯基、苯基-d5基、4-甲基苯基、4-甲氧基苯基、4-乙基苯基、4-氟代苯基、4-三氟代苯基、3,5-二甲基苯基、2,6-二乙基苯基、菜(mesityl)基、4-叔丁基苯基、二(甲苯基氨基苯基)、联苯基、三苯基、1-萘基、2-萘基、1-萘基-d7基、2-萘基-d7基、1-蒎基、2-蒎基、9-蒎基、9-蒎基-d9基、2-菲基、3-菲基、4-菲基、9-菲基、9-菲基-d9基、1-芘基、1-芘-d9基、2-芘基、4-芘基、四联苯基、五

联苯基、苄基、三苯基、苈基等，但当然的是其不限于这些基团。

作为取代或未取代的杂环基，可举出吡咯基、吡啶基、吡啶-d5基、二吡啶基、甲基吡啶基、三吡咯基、噻吩基、噻吩-d4基、三噻吩基、丙基噻吩基、咪喃基、咪喃-d4基、吲哚基、1,10-菲绕啉、菲啶基、喹啉基、咔唑基、噁唑基、噁二唑基、噻唑基、噻二唑基等，但当然的是其不限于这些基团。

作为取代或未取代的亚烷基，可举出亚甲基、亚甲基-d2基、二氟代亚甲基、亚乙基、亚乙基-d4基、全氟代亚乙基、亚丙基、异亚丙基、亚丁基、2,2-二甲基亚丙基等，但当然的是其不限于这些基团。

作为取代或未取代的芳亚烷基，可举出亚苄基、2-苯基亚乙基、2-苯基异亚丙基、1-萘亚甲基、2-萘亚甲基、9-蒽基亚甲基、2-氟代亚苄基、3-氟代亚苄基、4-氟代亚苄基、4-氯代亚苄基、4-溴代亚苄基等，但当然的是其不限于这些基团。

作为取代或未取代的亚烯基，可举出亚乙烯基、异-亚丙烯基、亚苯乙烯基、1,2-二苯基亚乙烯基等，但当然的是其不限于这些基团。

作为取代或未取代的亚炔基，可举出亚乙炔基、苯基亚乙炔基等，但当然的是其不限于这些基团。

作为取代或未取代的亚芳基，可举出亚苯基、亚联苯基、四氟代亚苯基、二甲基亚苯基、亚萘基、亚蒽基、亚菲基、亚芘基、亚四联苯基、亚五联苯基、苈基等，但当然的是其不限于这些基团。

作为取代或未取代的二价杂环基，可举出亚咪喃基、亚吡咯基、亚吡啶基、三亚吡啶基、亚噻吩基、三亚噻吩基、亚噁唑基、亚噻唑基、亚咔唑基等，但当然的是其不限于这些基团。

作为取代或未取代的氨基(NR'R'')，R'和R''可为氢原子、重氢原子、如上所示的取代或未取代的烷基、芳烷基、芳基、杂环基、具有由取代或未取代的亚芳基或二价杂环基形成的连接基的亚烷基、亚烯基、亚炔基、芳亚烷基和氨基、取代的甲硅烷基、醚基、硫醚基、

羰基, 例如可举出氨基、N-甲基氨基、N-乙基氨基、N,N-二甲基氨基、N,N-二乙基氨基、N-甲基-N-乙基氨基、N-苄基氨基、N-甲基-N-苄基氨基、N,N-二苄基氨基、苯胺基、N,N-二苄基氨基、N-苄基-N-甲苯基氨基、N,N-二甲苯基氨基、N-甲基-N-苄基氨基、N,N-dianisolylamino、N-苄基-N-苄基氨基、N,N-二苄基氨基、N-苄基-N-(4-叔丁基苄基)氨基、N-苄基-N-(4-三氟代甲基苄基)氨基等, 但当然的是其不限于这些基团。

作为取代或未取代的烷氧基, 可举出具有以上记载的取代或未取代的烷基、芳烷基的烷氧基、芳烷氧基、具有以上记载的取代或未取代的芳基、杂环基的芳氧基, 例如可举出甲氧基、乙氧基、丙氧基、2-乙基-辛氧基、苯氧基、4-叔丁基苯氧基、苄基氧基、噻吩氧基等, 但当然的是其不限于这些基团。

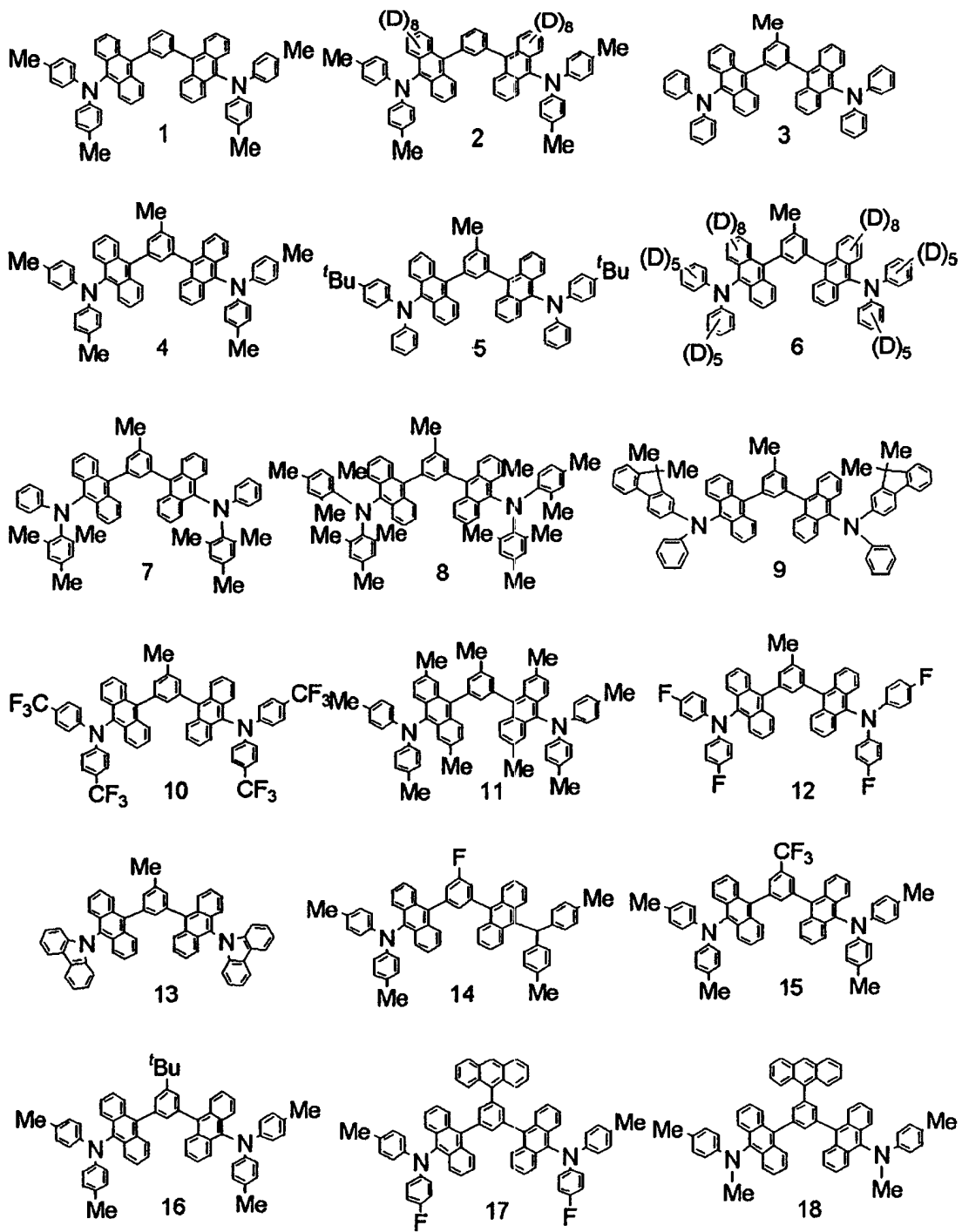
作为取代或未取代的硫基, 可举出具有以上记载的取代或未取代的烷基、芳烷基的烷硫基、芳烷硫基、具有以上记载的取代或未取代的芳基、杂环基的芳基、杂环基的芳硫基, 例如可举出甲硫基、乙硫基、苯硫基、4-甲基苄基硫基等, 但当然的是其不限于这些基团。

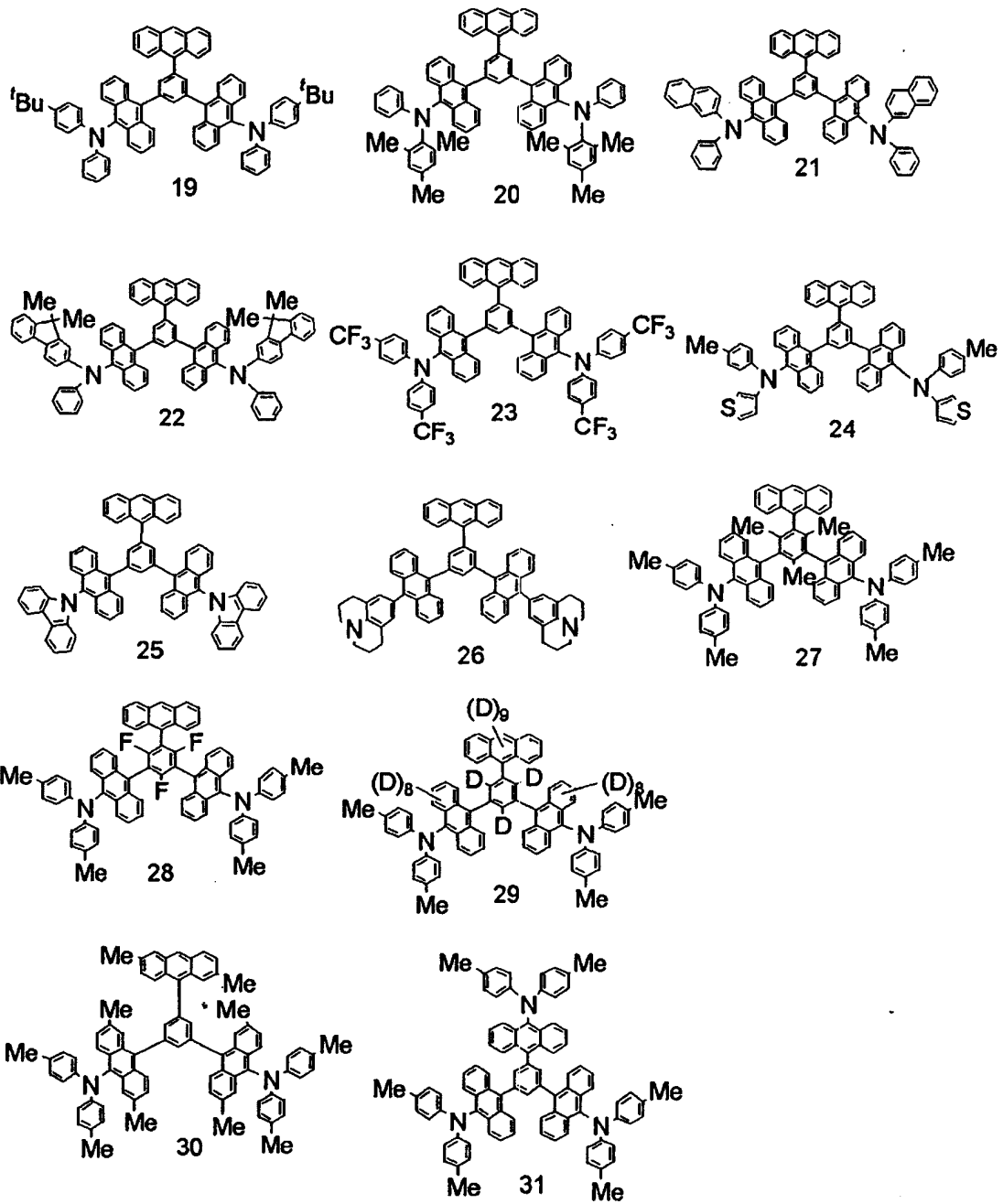
作为分子单元 A, 可举出包含重氢的取代或未取代的苯环、联苯环、三苯环、萘环、费南思林(菲)环、蒽环、并四苯环、苯并蒽环、蒎环、芘环、茈环、corannulene 环、三亚苯环、噻吩环、吡啶环、吡嗪环、吡唑环、吡咯环、三噻吩环、三吡啶环、三吡咯环、三唑环、呋唑环、苯并咪唑环、苯并噻唑环、喹啉环、喹噁啉基、喹唑啉基、酞嗪环、二苄基甲烷环、四苄基硅烷硅烷、四苄基氢化锗、四苄基甲烷等, 但当然的是其不限于这些基团。

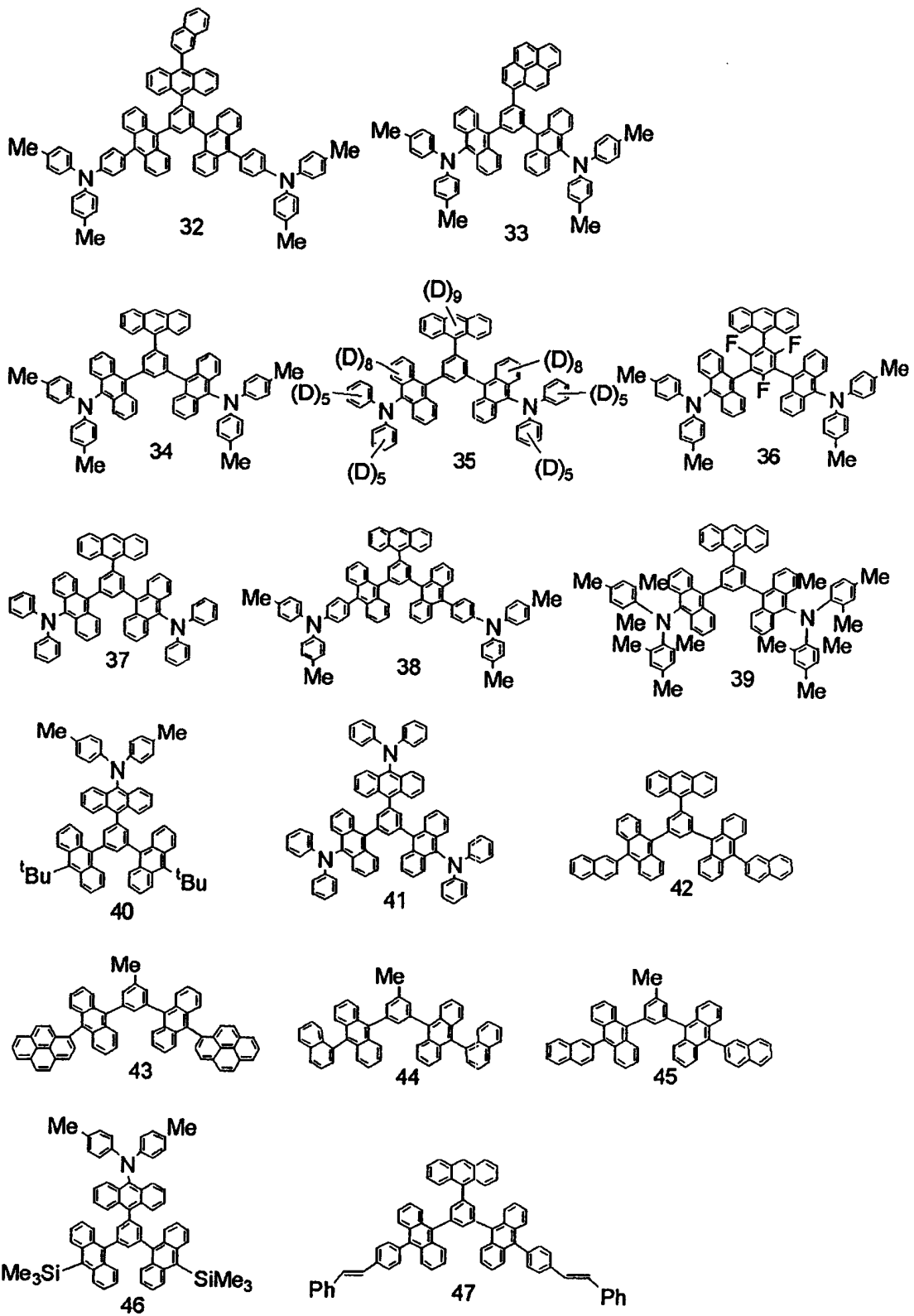
作为上述取代基、连接基、分子单元 A 可进一步具有的取代基, 可举出重氢原子、甲基、乙基、正丙基、正丁基、正戊基、正己基、正己基、正庚基、正辛基、正癸基、异丙基、异丁基、仲丁基、叔丁基、异戊基、新戊基、叔辛基、苄基、2-苄基乙基等的烷基、芳烷基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、2-乙基-辛基氧基、苯氧基、4-叔丁基

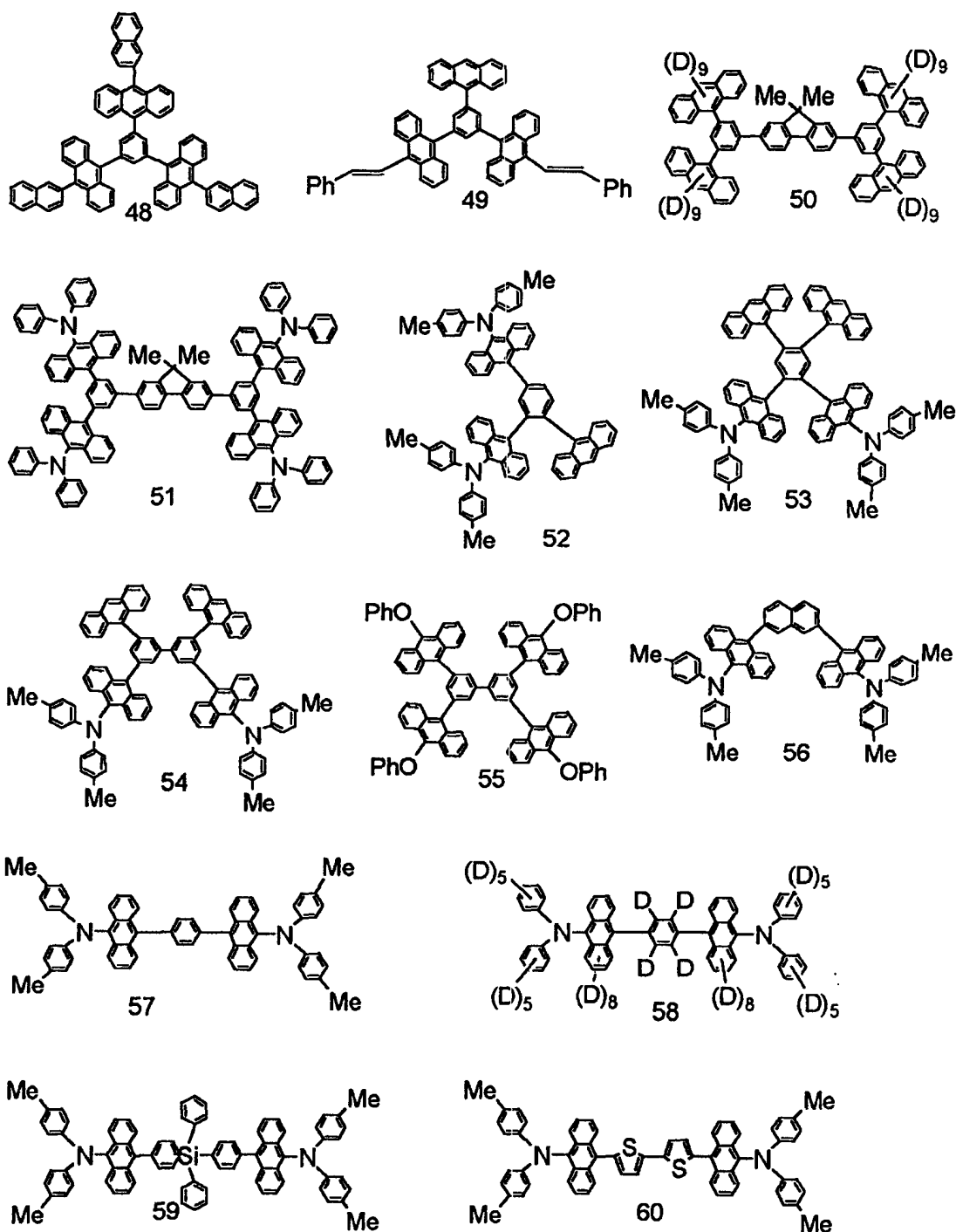
苯氧基、苄基氧基等的烷氧基、苯基、4-甲基苯基、4-乙基苯基、3-氯代苯基、3,5-二甲基苯基、三苯基氨基、联苯基、三苯基、萘基、蒽基、菲基、茚基等的芳基、吡啶基、二吡啶基、甲基吡啶基、噻吩基、三噻吩基、丙基噻吩基、咪唑基、喹啉基、吡唑基、N-乙基吡唑基等的杂环基、卤基、羟基、氰基、硝基等，但当然的是其不限于这些基团。

对于通式[1]和[2]表示的化合物，可举出如下代表例。









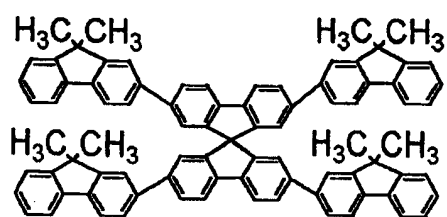
进一步地，如图 6 所示，优选这样选择化合物，使得第 1 化合物的 HOMO 能级比第 2 化合物的 HOMO 能级高，而且上述第 1 化合物的 LUMO 能级比第 2 化合物的 LUMO 能级低。

由此，可增加电子和空穴直接再次结合在第 1 化合物上的概率，可提高元件的发光效率。

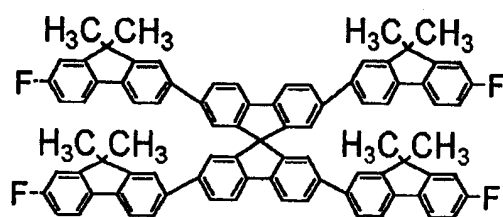
第 1 发光化合物和第 2 发光化合物的 HOMO 能级可由 UPS (紫外光电子分光法) 和其它电子分光手段 (例如测定器名称为 AC-1 理研机器制造)、循环伏安法测定氧化电位等求出。LUMO 能级可由光吸收带隙测定值和上述 HOMO 能级进行计算的方法, 或者由循环伏安法测定还原电位求出。此外, 通过电子轨道法和密度通用函数法等模拟计算也可以预测 HOMO、LUMO 能级。

作为第 2 化合物, 优选通式[3]和[4]所示的化合物。任何一种化合物都是以刚硬和蓬松的单元为中心, 并具有电荷输送特性和发光特性优异的稠合多环芳香族基或稠合多环杂环基, 由此难以发生结晶等, 从而使得经时稳定性优异, 而且元件可高效率地发光。

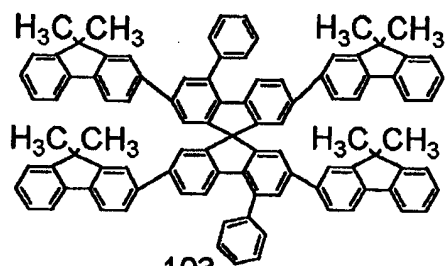
以下例举了通式[3]所示化合物的代表例。



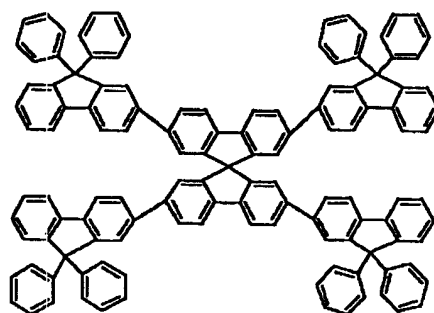
101



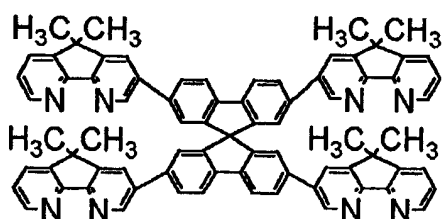
102



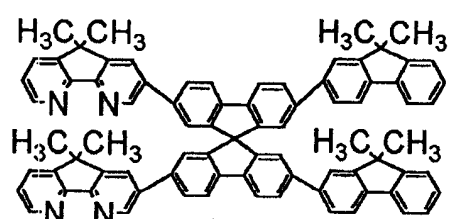
103



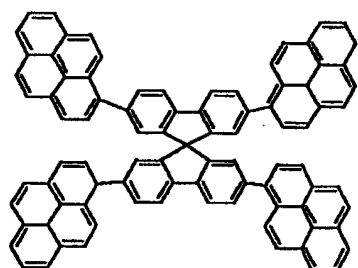
104



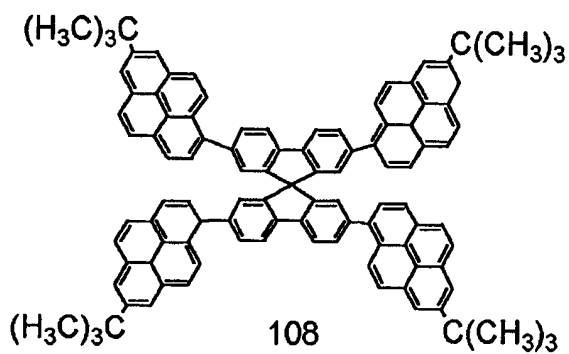
105



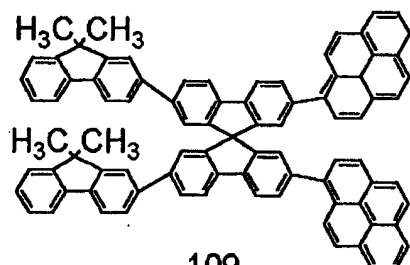
106



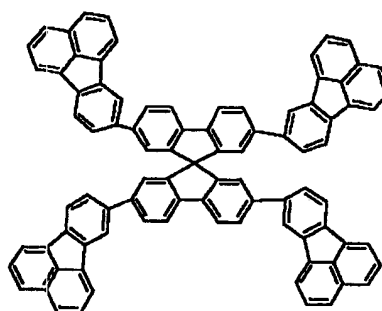
107



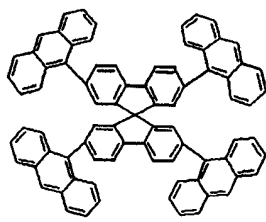
108



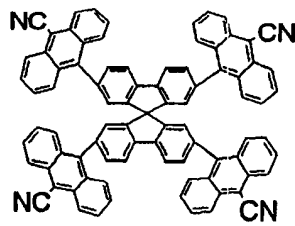
109



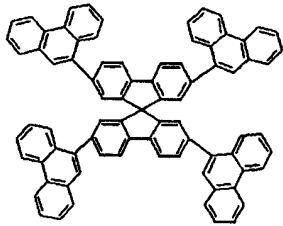
110



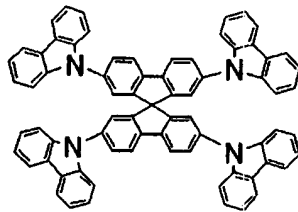
111



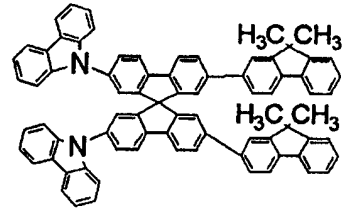
112



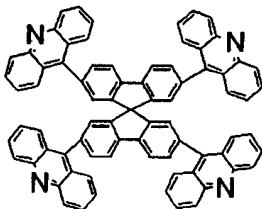
113



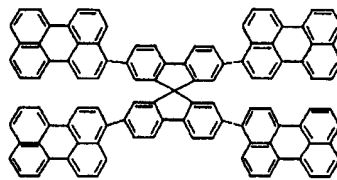
114



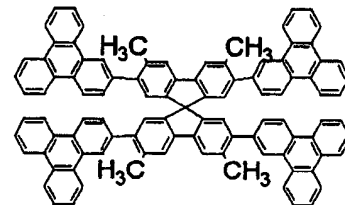
115



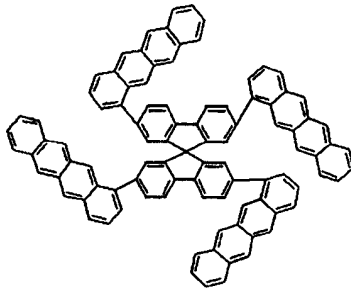
116



117

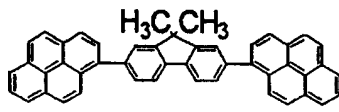


118

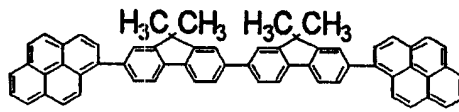


119

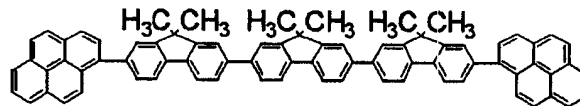
以下例举了通式[4]所示化合物的代表例。



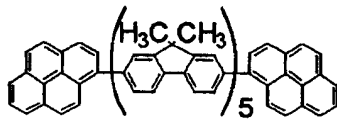
201



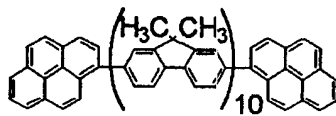
202



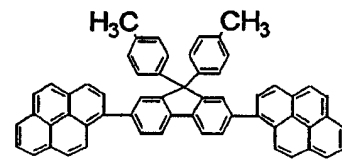
203



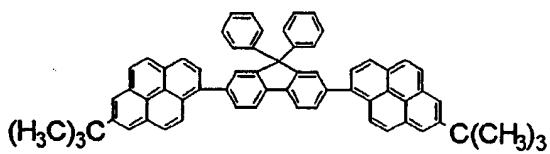
204



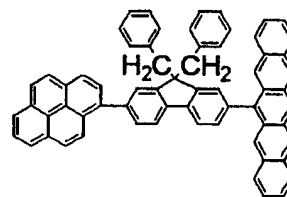
205



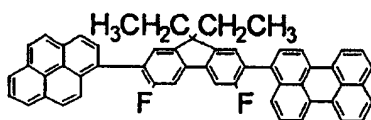
206



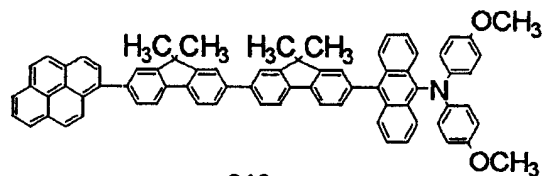
207



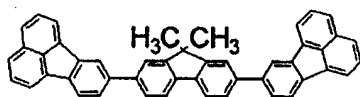
208



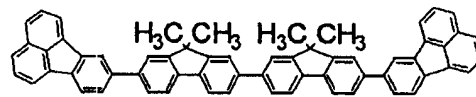
209



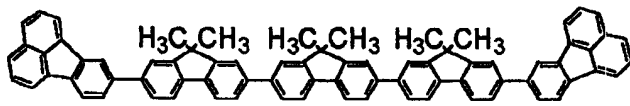
210



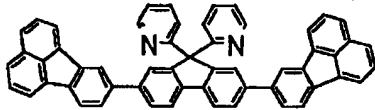
211



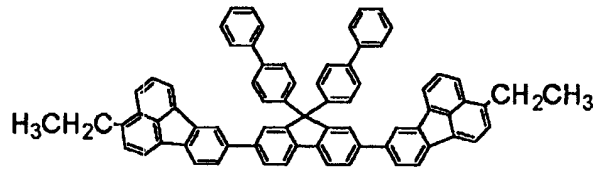
212



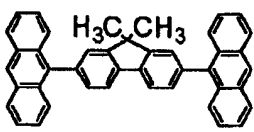
213



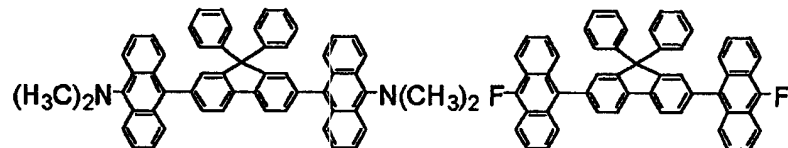
214



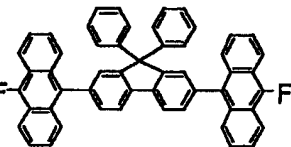
215



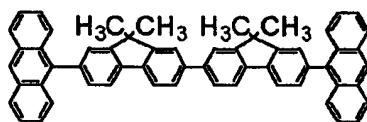
216



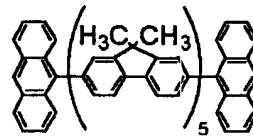
217



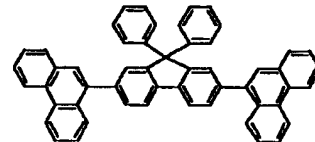
218



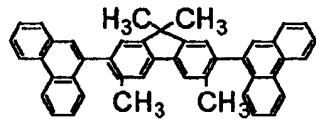
219



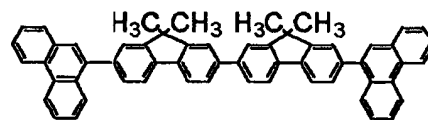
220



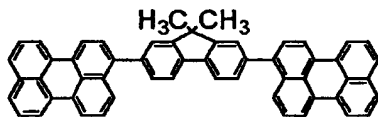
221



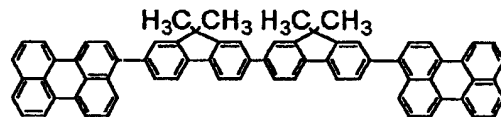
222



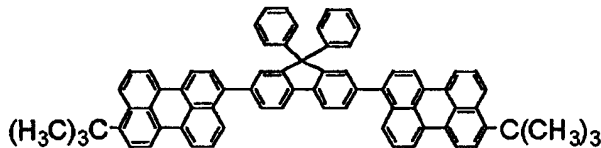
223



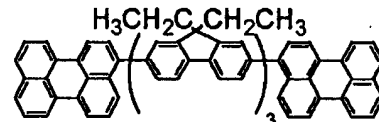
224



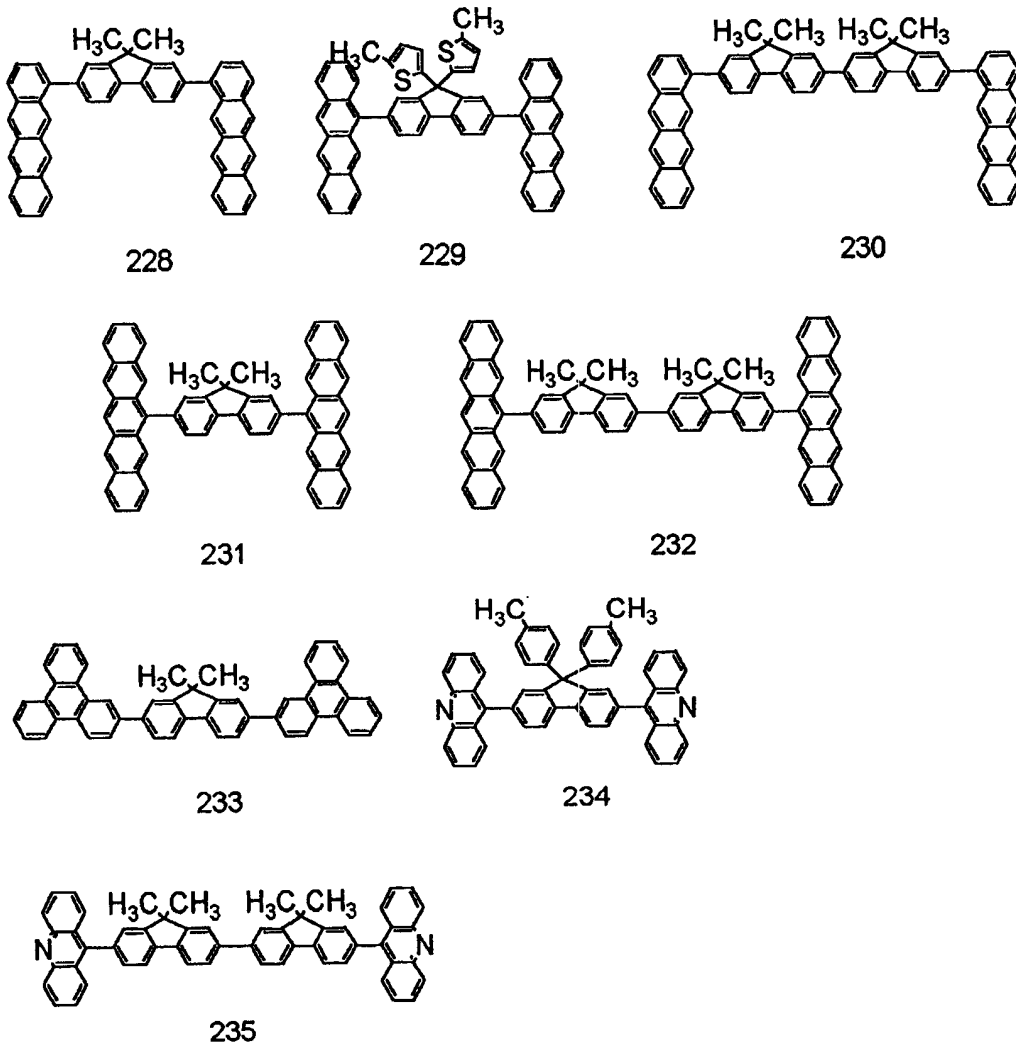
225



226



227

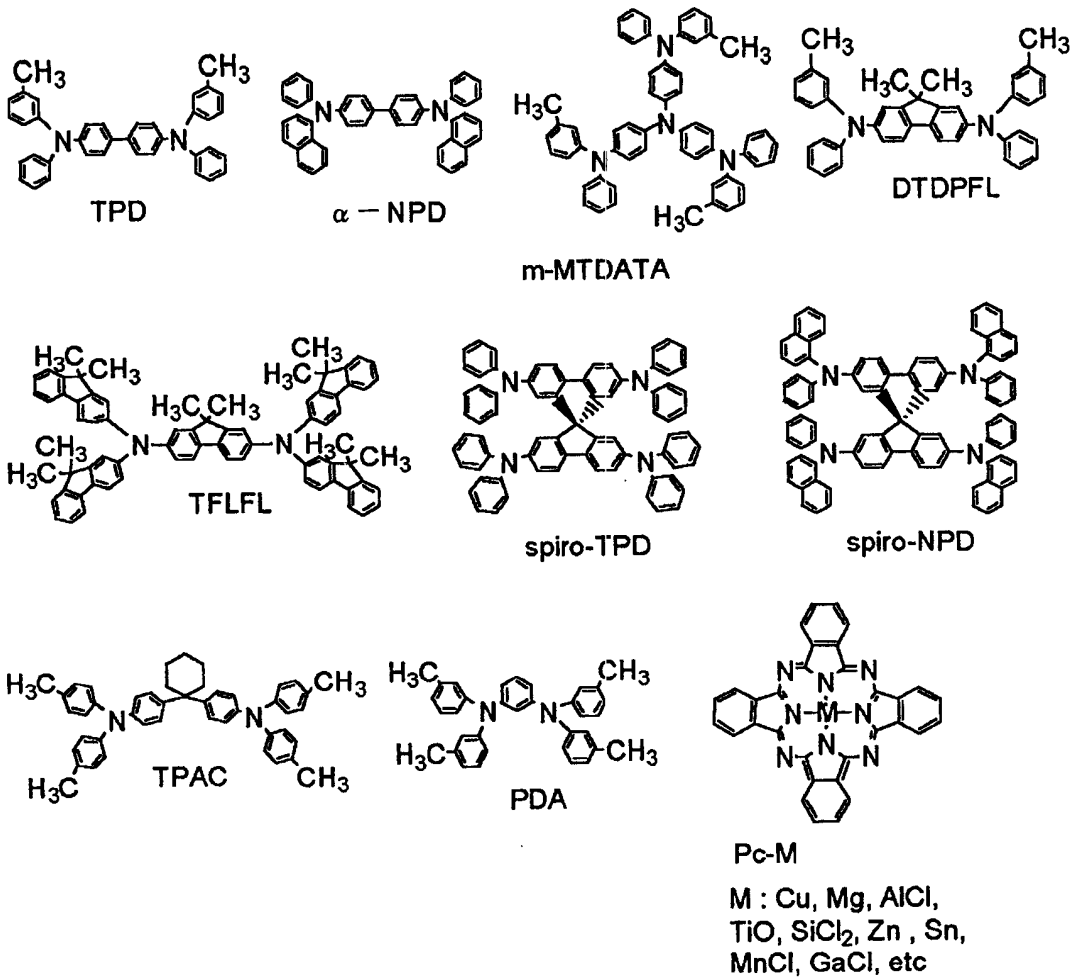


本发明涉及存在于发光区域中的有机层，但是其它有机层（空穴注入层、空穴输送层、电子输送层等）可根据需要使用至今已知的材料。

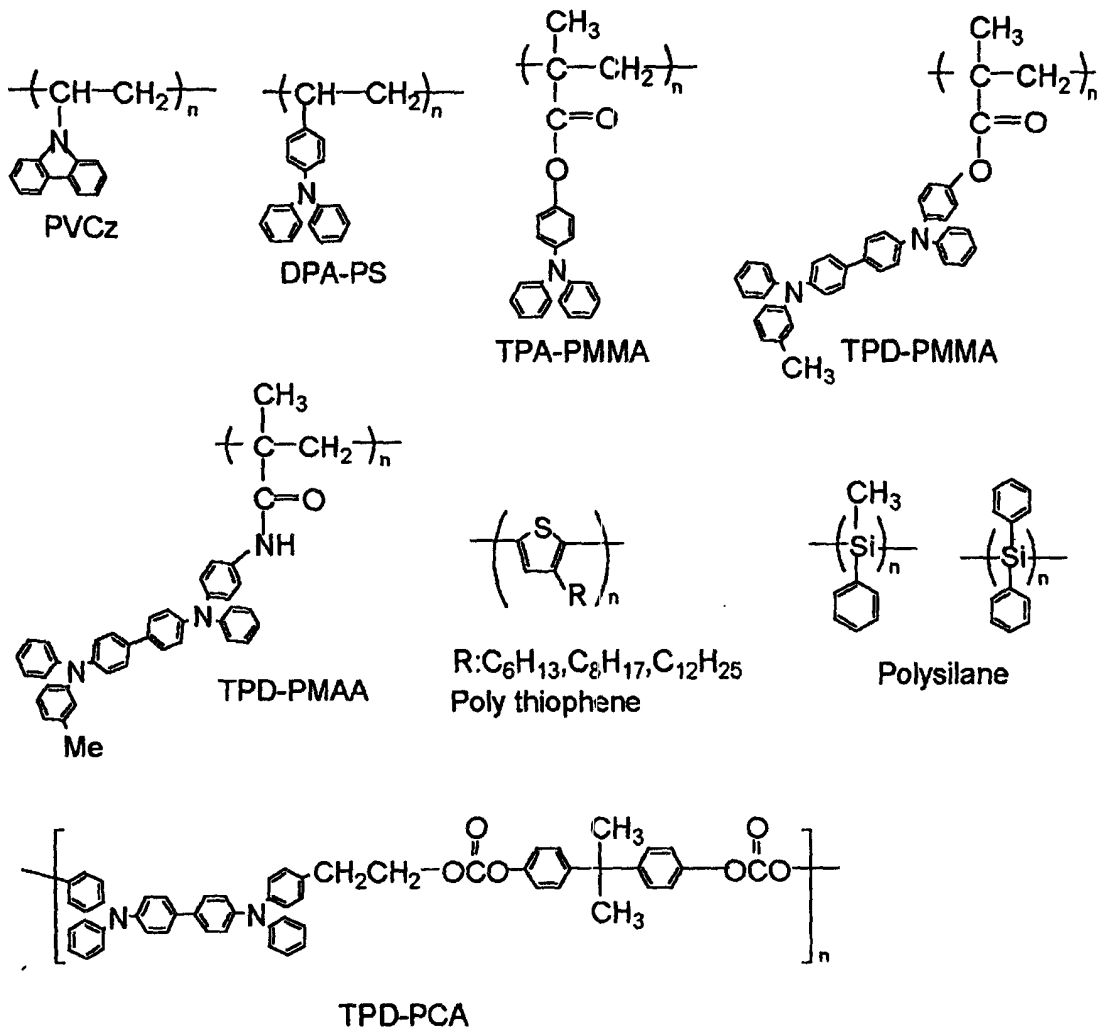
以下例举了这些化合物的实例。

作为正性空穴注入输送材料，优选容易从阳极进行空穴注入或可将已注入的空穴输送至发光层的、具有优异迁移率的材料。作为具有正性空穴注入输送性能的低分子和高分子类材料，可举出三芳基胺衍生物、亚苯基二胺衍生物、三唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、吡唑啉衍生物、吡唑啉酮衍生物、噁唑衍生物、芴酮衍生物、脞衍生物、芪衍生物、酞菁衍生物、卟啉衍生物、和聚（乙烯吡唑）、聚（甲基硅烯）、聚（噻唑）和其它导电性高分子，但当然的是其不受这些化合物的限制。以下示出了一部分具体实例。

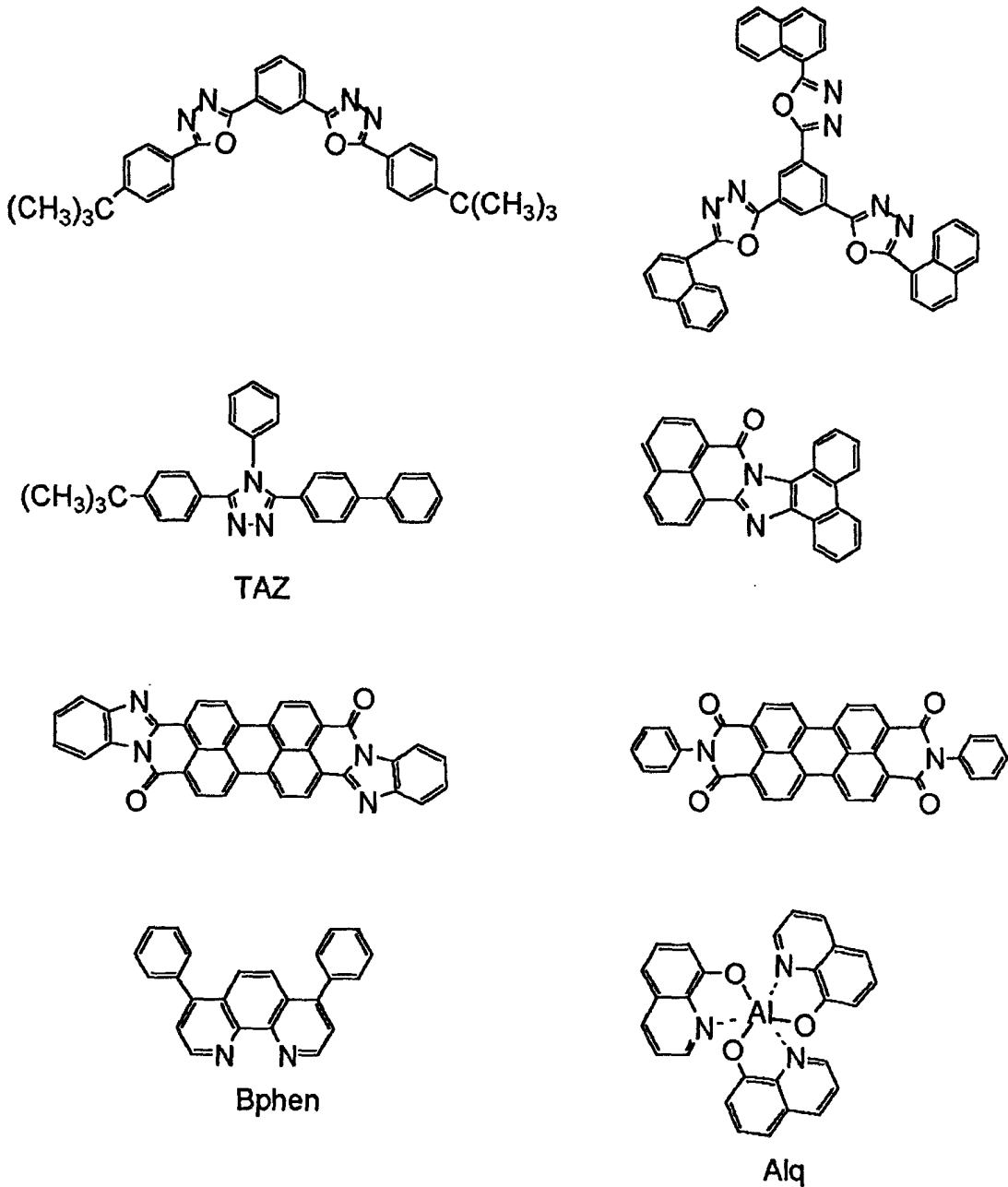
低分子类空穴注入输送材料



高分子类空穴注入输送材料



作为电子注入输送性材料,可任意选择具有容易从阴极注入电子、将注入的电子输送至发光层的功能的化合物,并考虑其与空穴输送材料的载流子迁移率的平衡进行选择。作为具有电子注入输送性能的材料,可举出噁二唑衍生物、噁唑衍生物、噻唑衍生物、噻二唑衍生物、吡唑衍生物、三唑衍生物、三嗪衍生物、茈衍生物、喹啉衍生物、喹噁啉衍生物、茛酮衍生物、葱酮衍生物、菲绕啉衍生物、有机金属络合物等,但当然的是其不受这些化合物的限制。以下示出了一部分具体实例。



本发明有机发光元件的有机化合物形成的层一般可通过真空蒸镀法、离子化蒸镀法、溅射法、等离子法或溶解在适当的溶剂中由公知的涂布方法（例如旋涂法、浸涂法、浇注法、LB法、喷墨法等）形成薄膜。特别是在采用涂布方法成膜时，也可通过组合适当的粘结树脂形成膜。

作为上述粘结树脂，可从广泛的粘结性树脂中选择，例如可举出聚乙烯吡唑树脂、聚碳酸酯树脂、聚酯树脂、聚芳基化物树脂、聚苯

乙烯树脂、ABS树脂、聚丁二烯树脂、聚氨酯树脂、丙烯酸树脂、甲基丙烯酸树脂、缩丁醛树脂、聚乙烯缩醛树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺树脂、聚乙烯树脂、聚醚砜树脂、邻苯二甲酸二烯丙酯、苯酚树脂、环氧树脂、聚硅酮树脂、聚砜树脂、尿素树脂等，但是其不受这些树脂的限制。此外，这些树脂可单独使用，或者作为共聚体聚合物，将1种或2种以上树脂混合。此外，也可以根据需要，并用公知的塑化剂、抗氧化剂、紫外吸收剂等添加剂。

作为阳极材料，较好的是功函数尽可能大的材料，例如可使用金、铂、银、铜、镍、钯、钴、硒、钒、钨等的金属单体，或者为这些金属的合金、氧化锡、氧化锌、氧化铟、氧化锡铟（ITO）、氧化锌铟等的金属氧化物。此外，也可以使用聚苯胺、聚吡咯、聚噻吩、聚苯撑硫醚等的导电性聚合物。这些电极物质可单独使用，也可以将多种以上物质并用。此外，阳极可构成为1层，也可以构成为多层。

另一方面，作为阴极材料，较好的是功函数较小的材料，例如为锂、钠、钾、钙、镁、铝、铟、钪、钛、锰、钇、银、铅、锡、铬等的金属单体，或者可将锂-铟、钠-钾、镁-银、铝-锂、铝-镁、镁-铟等作为多种合金使用。也可以利用氧化锡铟（ITO）等的金属氧化物。这些电极物质可单独使用，也可以将多种物质并用。此外，阴极可构成为1层，也可以构成为多层。

此外，优选阳极和阴极中的至少一方为透明或半透明的。

作为本发明所用的基板，对其没有特别限制，可使用金属制成的基板、陶瓷制成的基板等不透明基板、玻璃、石英、塑料片等的透明性基板。此外，也可以通过在基板上使用彩色过滤膜、荧光色变换过滤膜、电介质反射膜等，控制发色光。

另外，对于制成的元件，为了防止其与氧和水分等接触，也可以设置保护层或密封层。作为保护层，可举出金刚石薄膜、金属氧化物、金属氮化物等的无机材料膜、氟树脂、聚对二甲苯、聚乙烯、硅酮树脂、聚苯乙烯树脂等的高分子膜，还可举出光固化树脂等。此外，也可以通过覆盖玻璃、气体不透过性膜、金属等，由适当的密封树脂对

元件本身进行封装。

实施例

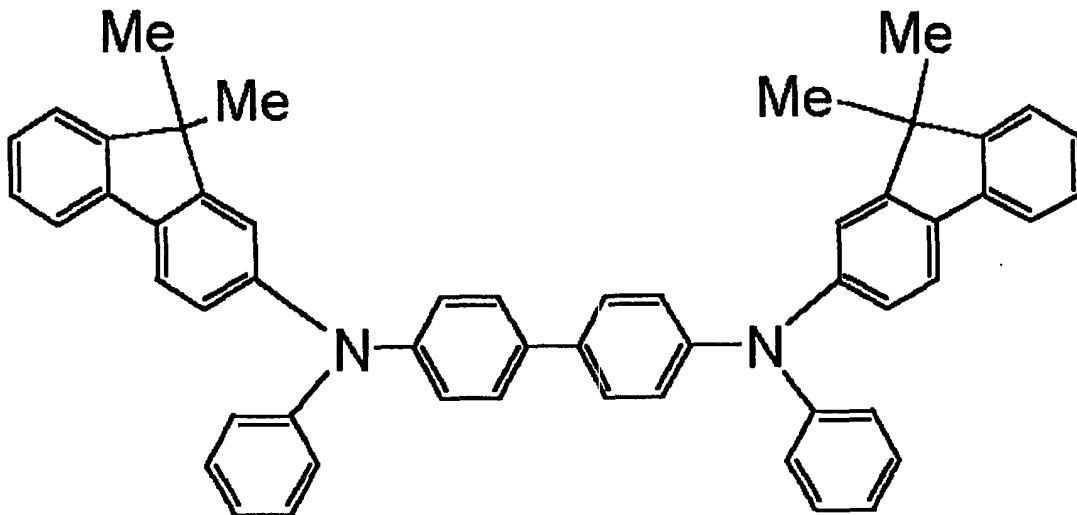
以下通过实施例对本发明进行更详细地说明，但本发明不局限于这些实施例。

实施例 1

图 3 所示构造的有机发光元件按照以下所示方法制成。

在作为基板 1 的玻璃基板上，用溅射法在作为阳极 2 的氧化锡铟（ITO）上制成 120nm 厚的膜，并将其作为透明导电性支持基板。按顺序用丙酮、异丙醇（IPA）对其进行超声波清洗后，用 IPA 煮沸清洗，此后进行干燥。进一步用 UV/臭氧清洗，将其作为透明性导电性支持基板使用。

采用以下结构式所示的化合物作为正性空穴输送材料，将其调整为浓度为 0.5 重量%的氯仿溶液。



将该溶液滴加在上述的 ITO 电极上，最初以 500RPM 的旋转速度进行 10 秒的旋涂，然后以 1000RPM 的旋转速度进行 1 分钟的旋涂，形成薄膜。此后，在 80 的真空炉中干燥 10 分钟，以完全除去薄膜中的溶剂。形成的空穴输送层 5 的厚度为 50nm。然后，将作为第 1 化合物的上述例示化合物 NO.39 和作为第 2 化合物的上述例示化合物 NO.201 进行共蒸镀（重量比 10: 90），设置厚度为 20nm 的发光层 3。

蒸镀时的条件是真空度为 1.0×10^{-4} Pa、成膜速度为 0.2~0.3nm/秒，由此制成膜。

此后，由真空蒸镀法使红菲绕啉 (BPhen) 形成 40nm 的膜厚，作为电子输送层 6。蒸镀时的条件是真空度为 1.0×10^{-4} Pa、成膜速度为 0.2~0.3nm/秒。

然后，采用铝-锂合金（锂浓度为 1 原子%）构成的蒸镀材料，由真空蒸镀法在先前的有机层上形成厚度为 10nm 的金属层膜，此后由真空蒸镀法设置 150nm 厚的铝膜，将铝-锂合金膜制成电子注入电极（阴极 4），由此制成有机发光元件。在真空度为 1.0×10^{-4} Pa、成膜速度为 1.0~1.2nm/秒的条件下蒸镀成膜。

为使所得的有机 EL 元件不会由于吸附水分而引起元件变劣，在干燥的空气气氛中覆盖保护用玻璃板，并用丙烯酸树脂类粘结剂进行密封。

在由此所得的元件上，将 ITO 电极（阳极 2）作为正极、Al-Li 电极（阴极 4）作为负极，在 3.5V 的施加电压下，可观察到发光辉度为 900cd/m^2 、发光效率为 81lm/W 的、在 490nm 处具有最大发光波长的例示化合物 39 发出的青绿色光。

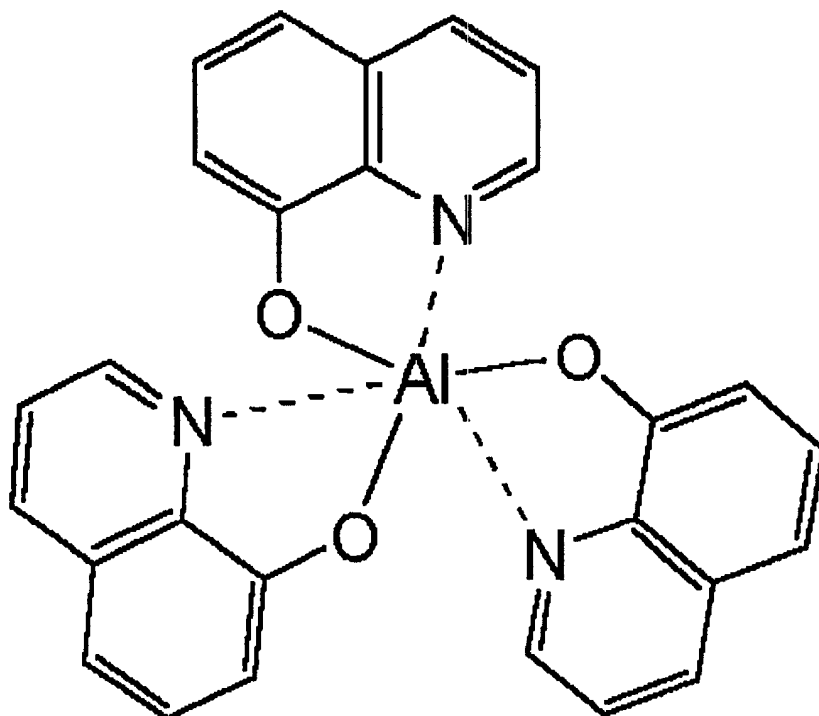
此外，通过采用测定器 AC-1（理研机器制造）进行离子化电势测定、通过紫外-可见光吸收进行带隙的测定，可估算出例示化合物 No.39 的 HOMO/LUMO 能级为 $-5.58 \text{eV}/-2.86 \text{eV}$ ，例示化合物 No.201 的 HOMO/LUMO 能级为 $-5.70 \text{eV}/-2.78 \text{eV}$ ，由此可知第 2 化合物比第 1 化合物的带隙宽，第 1 化合物的 HOMO 能级比第 2 化合物的 HOMO 能级高、而且第 1 化合物的 LUMO 能级比第 2 化合物的 LUMO 能级更低。

此外，在氮气气氛下对该元件施加 100 小时的电压，并使电流密度保持在 30mA/cm^2 时，从初期为约 2400cd/m^2 到 100 小时后为约 2150cd/m^2 ，辉度劣化情况非常轻微。

<比较例 1>

除了用以下所示化合物（三（8-羟基喹啉）铝）代替作为第 2

化合物的例示化合物 No.201 以外,采用与实施例 1 一样的方式制作元件, 并进行同样的评价。



在 3.5V 的施加电压下,可观察到发光辉度为 200cd/m^2 、发光效率为 31m/W 的、在 510nm 处具有最大发光波长的绿色光。

此外,估算出三(8-羟基喹啉)铝的 HOMO/LUMO 能级为 $-5.70\text{eV}/-3.01\text{eV}$ 。

此时,由于第 1 化合物的 LUMO 能级比第 2 化合物的 LUMO 能级低,因此推测在第 1 化合物的电子和空穴的再结合概率低,发光效率低。

<实施例 2~5>

除了采用例示化合物 No.37 作为第 1 化合物,采用表 1 所示化合物作为第 2 化合物以外,采用与实施例 1 一样的方式制作元件,并进行同样的评价。

表 1

实施例	第 2 化合物的例示 化合物的序号 No.	施加电压 (V)	辉度 (cd/m^2)	效率 (lm/W)
2	101	3.5	750	8
3	107	3.5	1400	10
4	201	3.5	2100	11
5	212	3.5	900	8

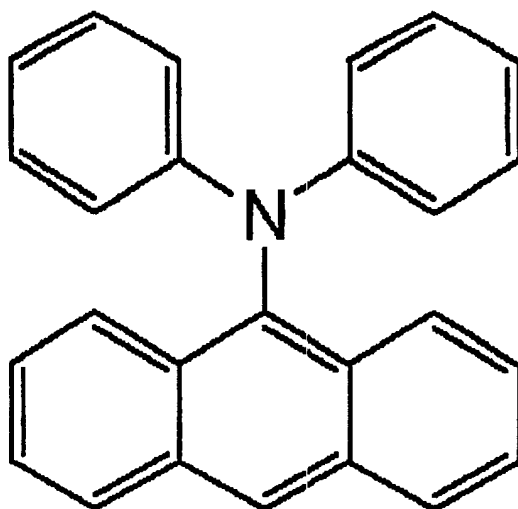
在任何一个实施例中，都得到来自于例示化合物 No.37 发出的在 510nm 处具有最大发光波长的绿色光。

并且，已知在任何一个实施例中，第 2 化合物的带隙比第 1 化合物（例示化合物 No.37）的带隙宽，而且第 1 化合物的 HOMO 能级比第 2 化合物的 HOMO 能级高、第 1 化合物的 LUMO 能级比第 2 化合物的 LUMO 能级更低。

另外，在氮气气氛下对实施例 2 的元件施加 100 小时的电压，并使电流密度保持在 $30\text{mA}/\text{cm}^2$ 时，从初期为约 $2500\text{cd}/\text{m}^2$ 到 100 小时后为约 $2200\text{cd}/\text{m}^2$ ，辉度劣化情况非常轻微。

<比较例 2>

除了采用以下化合物作为第 1 化合物以外，采用与实施例 2 一样的方式制作元件，并进行同样的评价。在 3.5V 的施加电压下，可观察到发光辉度为 $450\text{cd}/\text{m}^2$ 、发光效率为 $5.0\text{lm}/\text{W}$ 的、在 505nm 处具有最大发光波长的绿色发光。



另外，在氮气气氛下对该元件施加 100 小时的电压，并使电流密度保持在 $30\text{mA}/\text{cm}^2$ 时，从初期为约 $1700\text{cd}/\text{m}^2$ 到 100 小时后为约 $800\text{cd}/\text{m}^2$ ，辉度劣化情况非常大。

<实施例 6~9>

除了采用例示化合物 No.22 作为第 1 化合物，采用表 1 所示化合物作为第 2 化合物，并使发光层的共蒸镀比为 15: 85 (重量比) 以外，采用与实施例 1 一样的方式制作元件，并进行同样的评价。结果示于表 2。

表 2

实施例	第 2 化合物的例示化合物的序号 No.	施加电压 (V)	辉度 (cd/m^2)	效率 (lm/W)
6	101	3.5	350	8
7	107	3.5	700	11
8	201	3.5	1050	14
9	212	3.5	500	10

在任何一个实施例中，都得到来自于例示化合物 No.22 发出的在 530nm 处具有最大发光波长的绿色光。

并且，已知在任何一个实施例中，第 2 化合物的带隙比第 1 化合物 (例示化合物 No.22) 的带隙宽，而且第 1 化合物的 HOMO 能级比

第 2 化合物的 HOMO 能级高、第 1 化合物的 LUMO 能级比第 2 化合物的 LUMO 能级更低。

<实施例 10~13>

除了采用例示化合物 No.34 作为第 1 化合物，采用表 1 所示化合物作为第 2 化合物，并使发光层的共蒸镀比为 35: 65 (重量比) 以外，采用与实施例 1 一样的方式制作元件，并进行同样的评价。结果示于表 3。

表 3

实施例	第 2 化合物的例示化合物的序号 No.	施加电压 (V)	辉度 (cd/m ²)	效率 (lm/W)
10	101	3.5	1100	10
11	107	3.5	2600	15
12	201	3.5	3900	17
13	212	3.5	1900	12

在任何一个实施例中，都得到来自于例示化合物 No.34 发出的在 535nm 处具有最大发光波长的黄绿色光。

并且已知在任何一个实施例中，第 2 化合物的带隙比第 1 化合物 (例示化合物 No.34) 的带隙宽，而且第 1 化合物的 HOMO 能级比第 2 化合物的 HOMO 能级高、第 1 化合物的 LUMO 能级比第 2 化合物的 LUMO 能级更低。

<实施例 14>

除了采用例示化合物 No.40 作为第 1 化合物，采用例示化合物 No.202 作为第 2 化合物，并使发光层的共蒸镀比为 20: 80 (重量比) 以外，采用与实施例 1 一样的方式制作元件，并进行同样的评价。在 3.5V 的施加电压下，可观察到发光辉度为 2000cd/m²、发光效率为 13 lm/W 的、在 530nm 处具有最大发光波长的、由例示化合物 No.40 发出的绿色光。

通过离子化电势测定和紫外 - 可见光吸收对带隙的测定，可估算

出例示化合物 No.40 的 HOMO/LUMO 能级为 $-5.51\text{eV}/-3.10\text{eV}$ ，例示化合物 No.202 的 HOMO/LUMO 能级为 $-5.73\text{eV}/-2.85\text{eV}$ ，由此可知第 2 化合物比第 1 化合物的带隙宽，第 1 化合物的 HOMO 能级比第 2 化合物的 HOMO 能级高、而且第 1 化合物的 LUMO 能级比第 2 化合物的 LUMO 能级更低。

<实施例 15>

除了采用例示化合物 No.48 作为第 1 化合物，采用例示化合物 No.101 作为第 2 化合物，并使发光层的共蒸镀比为 5: 95（重量比）以外，采用与实施例 1 一样的方式制作元件，并进行同样的评价。在 4.0V 的施加电压下，可观察到发光辉度为 $500\text{cd}/\text{m}^2$ 、发光效率为 $4\text{lm}/\text{W}$ 的、在 450nm 处具有最大发光波长的、由例示化合物 No.48 发出的青色光。

通过离子化电势测定和紫外 - 可见光吸收对带隙的测定，可估算出例示化合物 No.48 的 HOMO/LUMO 能级为 $-5.75\text{eV}/-2.85\text{eV}$ ，例示化合物 No.101 的 HOMO/LUMO 能级为 $-5.81\text{eV}/-2.76\text{eV}$ ，由此可知第 2 化合物比第 1 化合物的带隙宽，第 1 化合物的 HOMO 能级比第 2 化合物的 HOMO 能级高、而且第 1 化合物的 LUMO 能级比第 2 化合物的 LUMO 能级更低。

<实施例 16>

除了采用例示化合物 No.57 作为第 1 化合物，采用例示化合物 No.201 作为第 2 化合物，并使发光层的共蒸镀比为 35: 65（重量比）以外，采用与实施例 1 一样的方式制作元件，并进行同样的评价。在 3.5V 的施加电压下，可观察到发光辉度为 $3100\text{cd}/\text{m}^2$ 、发光效率为 $13\text{lm}/\text{W}$ 的、在 540nm 处具有最大发光波长的、由例示化合物 No.57 发出的黄绿色光。

通过离子化电势测定和紫外 - 可见光吸收对带隙的测定，可估算出例示化合物 No.57 的 HOMO/LUMO 能级为 $-5.52\text{eV}/-3.10\text{eV}$ ，例示化合物 No.201 的 HOMO/LUMO 能级为 $-5.70\text{eV}/-2.78\text{eV}$ ，由此可知第 2 化合物比第 1 化合物的带隙宽，第 1 化合物的 HOMO 能级比第 2

化合物的 HOMO 能级高、而且第 1 化合物的 LUMO 能级比第 2 化合物的 LUMO 能级更低。

<实施例 17>

除了采用例示化合物 No.4 作为第 1 化合物，采用例示化合物 No.201 作为第 2 化合物，并使发光层的共蒸镀比为 35: 65 (重量比) 以外，采用与实施例 1 一样的方式制作元件，并进行同样的评价。在 3.5V 的施加电压下，可观察到发光辉度为 3900cd/m^2 、发光效率为 18lm/W 的、在 530nm 处具有最大发光波长的、由例示化合物 No.4 发出的绿色光。

通过离子化电势测定和紫外 - 可见光吸收对带隙的测定，可估算出例示化合物 No.4 的 HOMO/LUMO 能级为 $-5.49\text{eV}/-2.99\text{eV}$ ，例示化合物 No.201 的 HOMO/LUMO 能级为 $-5.70\text{eV}/-2.78\text{eV}$ ，由此可知第 2 化合物比第 1 化合物的带隙宽，第 1 化合物的 HOMO 能级比第 2 化合物的 HOMO 能级高、而且第 1 化合物的 LUMO 能级比第 2 化合物的 LUMO 能级更低。

此外，在氮气气氛下对实施例 17 的元件施加 100 小时的电压，并使电流密度保持在 10mA/cm^2 时，从初期为约 2000cd/m^2 到 100 小时后为约 1800cd/m^2 ，辉度劣化情况非常小。

<实施例 18>

除了在电子输送层上使用 2, 9-二[2-(9, 9-二甲基芴基)]菲绕啉以外，采用与实施例 17 一样的方式制作元件，并进行同样的评价。

在 3.5V 的施加电压下，可观察到发光辉度为 3900cd/m^2 、发光效率为 18lm/W 的、在 530nm 处具有最大发光波长的、由例示化合物 No.4 发出的绿色光。

而且，在氮气气氛下对实施例 18 的元件施加 100 小时的电压，并使电流密度保持在 10mA/cm^2 时，从初期为约 2000cd/m^2 到 100 小时后为约 1900cd/m^2 ，辉度劣化情况非常小。

与实施例 17 相比，通过改变电子输送材料，不仅可维持同等程度

的发光效率，而且可改善驱动变劣情况。即使在发光层中使用本实施例以外的其它例示化合物，可获得同样的效果。

<实施例 19>

除了采用例示化合物 No.16 作为第 1 化合物，采用例示化合物 No.201 作为第 2 化合物，并使发光层的共蒸镀比为 25: 65 (重量比) 以外，采用与实施例 1 一样的方式制作元件，并进行同样的评价。在 3.5V 的施加电压下，可观察到发光辉度为 3300cd/m²、发光效率为 15 lm/W 的、在 525nm 处具有最大发光波长的、由例示化合物 No.4 发出的绿色光。

通过离子化电势测定和紫外 - 可见光吸收对带隙的测定，可估算出例示化合物 No.16 的 HOMO/LUMO 能级为 -5.48eV/-3.00 eV，例示化合物 No.201 的 HOMO/LUMO 能级为 -5.70eV/-2.78eV，由此可知第 2 化合物比第 1 化合物的带隙宽，第 1 化合物的 HOMO 能级比第 2 化合物的 HOMO 能级高、而且第 1 化合物的 LUMO 能级比第 2 化合物的 LUMO 能级更低。

通过例举以上实施方式和实施例进行说明可知，根据本发明，可提供具有极高辉度、高效率并且经时稳定性优异的有机发光元件。

图1

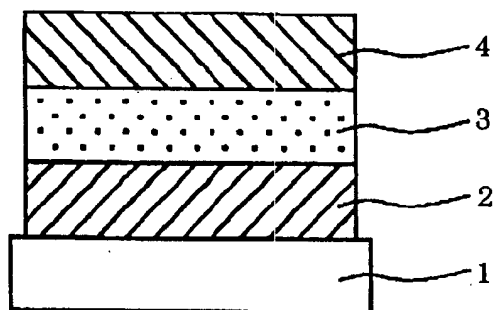


图2

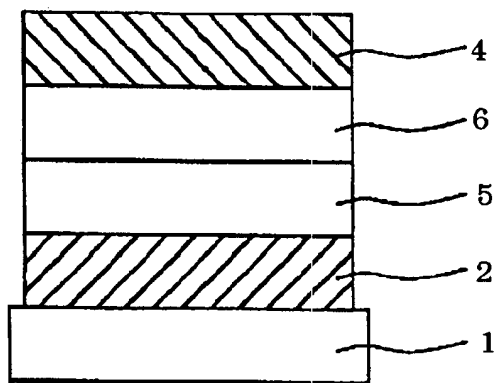


图 3

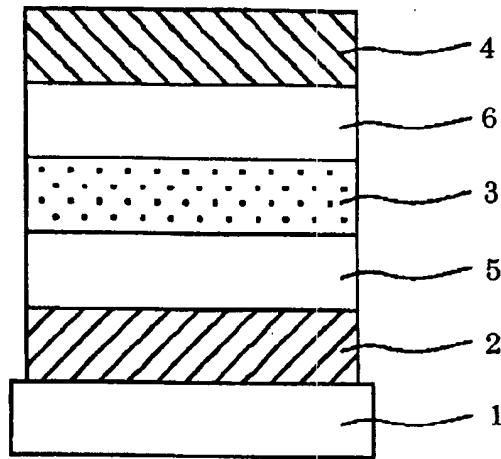


图 4

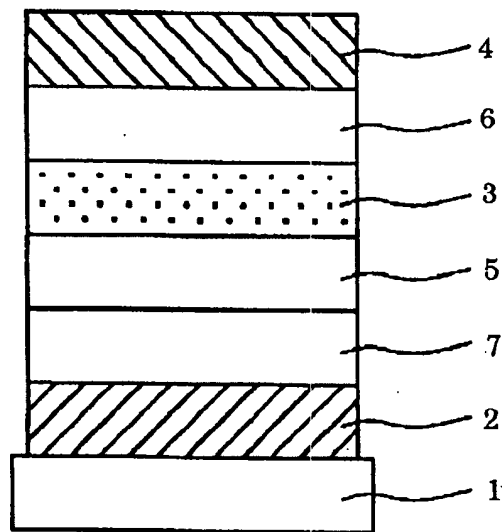


图5

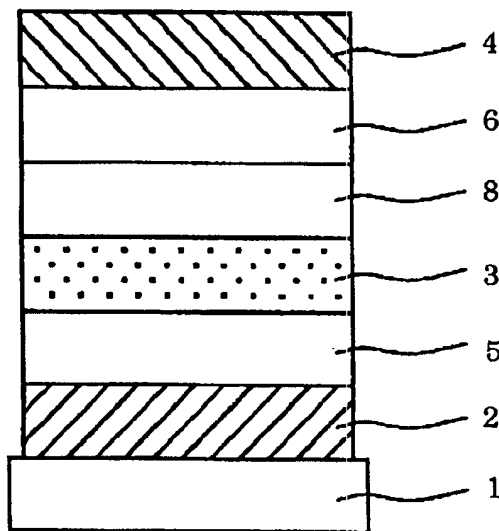


图6

