



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103518271 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 15

(21) 申请号 201280022884. X

C07D 209/86 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 05. 08

C09K 11/06 (2006. 01)

(30) 优先权数据

2011-106966 2011. 05. 12 JP

2012-033627 2012. 02. 20 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 11. 12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/061731 2012. 05. 08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/153725 JA 2012. 11. 15

(71) 申请人 东丽株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 长尾和真 富永刚 权晋友

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 杨宏军 王大方

(51) Int. Cl.

H01L 51/50 (2006. 01)

权利要求书3页 说明书50页

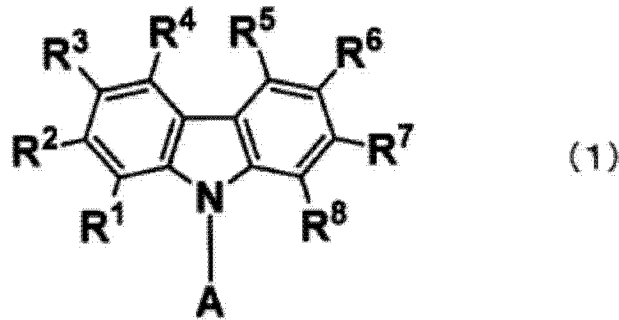
(54) 发明名称

发光元件材料和发光元件

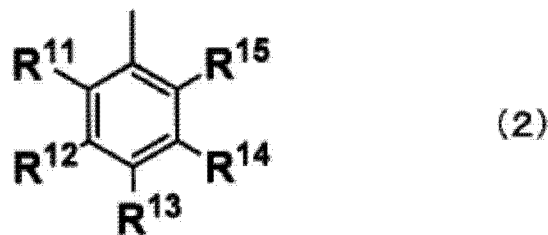
(57) 摘要

本发明通过使用含有特定的具有咪唑骨架的化合物的发光元件材料,提供兼具高发光效率和耐久性的有机薄膜发光元件。

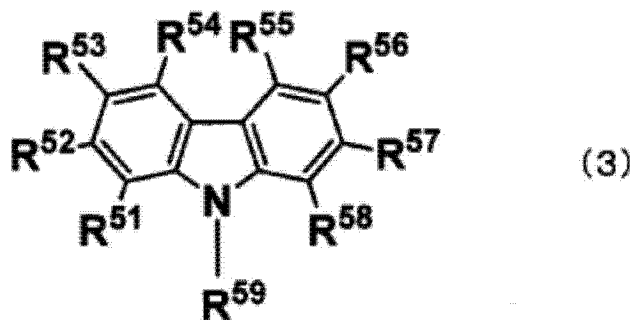
1. 一种发光元件材料,其特征在于,含有下述通式(1)表示的具有卟啉骨架的化合物,



$R^1 \sim R^8$ 分别可以相同也可以不同,选自由氢、烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、杂芳基、卤素、羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基、氨基、甲硅烷基、 $-P(=O)R^9R^{10}$ 及下述通式(3)表示的基团组成的组; R^9 及 R^{10} 为芳基或杂芳基;其中, $R^1 \sim R^8$ 中的任一个为下述通式(3)表示的基团,与通式(3)中的 $R^{51} \sim R^{58}$ 中的任一个位置连接,或者与 R^{59} 表示的基团中的任一个位置连接;此外, $R^1 \sim R^8$ 除了为通式(3)表示的基团的情况外,不含二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架及卟啉骨架;另外, $R^1 \sim R^{10}$ 不含蒽骨架及芘骨架;A 为下述通式(2)表示的基团;



$R^{11} \sim R^{15}$ 分别可以相同也可以不同,为氢或者取代或无取代的芳基;其中, $R^{11} \sim R^{15}$ 中的至少两个为取代或无取代的芳基;此外, $R^{11} \sim R^{15}$ 不含蒽骨架及芘骨架;



$R^{51} \sim R^{59}$ 分别可以相同也可以不同,选自由氢、烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、杂芳基、卤素、羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基、氨基、甲硅烷基及 $-P(=O)R^{60}R^{61}$ 组成的组; R^{60} 及 R^{61} 为芳基或杂芳基;其中, $R^{51} \sim R^{58}$ 中的任一个位置或 R^{59} 表示的基团中的任一个位置与通式(1)中的 $R^1 \sim R^8$ 中的任一个位置连接;此外, $R^{51} \sim R^{59}$ 除了与通式(1)中的 $R^1 \sim R^8$ 中的任一个位置连接的情况外,不含二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架及卟啉骨架;另外, $R^{51} \sim R^{61}$ 不含蒽骨架及芘骨架。

2. 如权利要求1所述的发光元件材料,其特征在于,所述通式(1)中,A 与 R^{59} 为不同的基团。

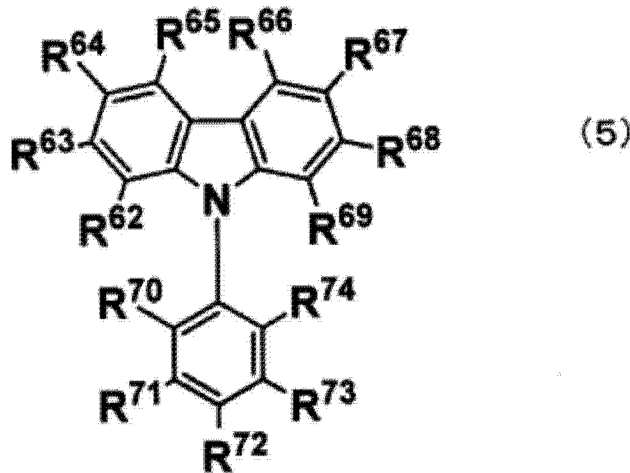
3. 如权利要求1或2所述的发光元件材料,其特征在于,所述通式(1)中, $R^{11} \sim R^{15}$ 中

的至少两个分别独立地为苯基、被烷基取代的苯基或被卤素取代的苯基。

4. 如权利要求 1~3 中任一项所述的发光元件材料,其特征在于,所述通式 (1) 表示的具有咪唑骨架的化合物为下述通式 (4) 表示的咪唑骨架,



$R^{16} \sim R^{23}$ 分别可以相同也可以不同,选自由氢、烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、杂芳基、卤素、羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基、氨基、甲硅烷基、 $-P(=O)R^{24}R^{25}$ 及下述通式 (5) 表示的基团组成的组; R^{24} 及 R^{25} 为芳基或杂芳基;其中, $R^{16} \sim R^{23}$ 中的任一个为下述通式 (5) 表示的基团,与通式 (5) 中的 $R^{62} \sim R^{74}$ 中的任一个位置连接;此外, $R^{16} \sim R^{23}$ 除了为通式 (5) 表示的基团的情况外,不含二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架及咪唑骨架;另外, $R^{16} \sim R^{25}$ 不含蒽骨架及芘骨架;



$R^{62} \sim R^{74}$ 分别可以相同也可以不同,选自由氢、烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、杂芳基、卤素、羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基、氨基、甲硅烷基及 $-P(=O)R^{75}R^{76}$ 组成的组; R^{75} 及 R^{76} 为芳基或杂芳基;其中, $R^{62} \sim R^{74}$ 中的任一个与通式 (4) 中的 $R^{16} \sim R^{23}$ 中的任一个位置连接;此外, $R^{62} \sim R^{74}$ 除了与通式 (4) 中的 $R^{16} \sim R^{23}$ 中的任一个位置连接的情况外,不含二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架及咪唑骨架;另外, $R^{62} \sim R^{76}$ 不含蒽骨架及芘骨架。

5. 一种发光元件,其是在阳极与阴极之间存在有机层且通过电能而发光的发光元件,其特征在于,所述阳极与阴极之间的任一层含有权利要求 1~4 中任一项所述的发光元件材料。

6. 一种发光元件,其是在阳极与阴极之间至少存在空穴传输层且通过电能而发光的元

件,其特征在于,空穴传输层含有权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的发光元件材料。

7. 一种发光元件,其是在阳极与阴极之间至少存在空穴传输层及发光层且通过电能而发光的元件,其特征在于,空穴传输层含有权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的发光元件材料,发光层含有三线态发光材料。

8. 如权利要求 7 所述的发光元件,其特征在于,发光层含有主体材料和三线态发光性掺杂材料,权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的发光元件材料是主体材料。

9. 如权利要求 5 ~ 8 中任一项所述的发光元件,其特征在于,在所述空穴传输层与阳极之间存在空穴注入层,空穴注入层含有受主性化合物。

10. 如权利要求 5 ~ 9 中任一项所述的发光元件,其特征在于,在发光层与阴极之间至少存在电子传输层,电子传输层含有具有杂芳环结构的化合物,所述杂芳环结构含有电子接受性氮,且由选自碳、氢、氮、氧、硅、磷中的元素构成。

发光元件材料和发光元件

技术领域

[0001] 本发明涉及可以将电能转换为光的发光元件以及其中所用的发光元件材料。更详细地说,本发明涉及可利用于显示元件、平板显示器、背光、照明、室内装饰、标识、广告牌、电子照相机和光信号发生器等领域的发光元件以及其中所用的发光元件材料。

背景技术

[0002] 近年来,有机薄膜发光元件的研究进展活跃,其中所述有机薄膜发光元件是由阴极注入的电子和由阳极注入的空穴在被两极夹持的有机发光体内复合时发光的元件。该发光元件具有薄型,且在低驱动电压下高亮度发光和通过选择发光材料可以实现多色发光的特征,因而受到人们的重视。

[0003] 该研究自柯达公司的 C. W. Tang 等人揭示了有机薄膜元件可高亮度发光以来,进行了大量的实用化研究,有机薄膜发光元件在手机的主显示器等中的应用等实用化正在确实地发展。但是,技术上的课题仍然很多,其中一大课题是元件的高效率化和长寿命化的兼顾。

[0004] 元件的驱动电压受到将空穴、电子之类的载流子传输至发光层的载流子传输材料的很大影响。其中,作为传输空穴的材料(空穴传输材料),已知具有咔唑骨架的材料(例如参照专利文献 1~2)。另外,上述具有咔唑骨架的材料由于具有高三线态能级,所以作为发光层的主体材料被公众熟知(例如参照专利文献 3)。

[0005] 专利文献 1:日本专利特开平 8-3547 号公报

[0006] 专利文献 2:大韩民国专利申请公开第 2010-0079458 号公报

[0007] 专利文献 3:日本专利特开 2003-133075 号公报

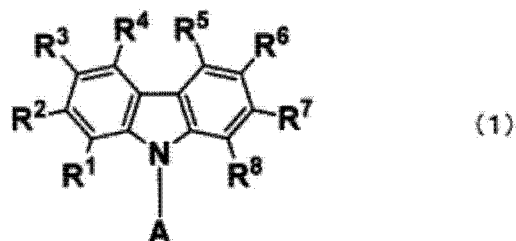
发明内容

[0008] 然而,通过现有技术难以充分降低元件的驱动电压,而且即使能降低驱动电压,元件的发光效率、耐久寿命也不足。如上所述,尚未发现能同时实现高发光效率以及耐久寿命的技术。

[0009] 本发明的目的在于,解决所述现有技术的问题,提供改善了发光效率和耐久寿命的有机薄膜发光元件。

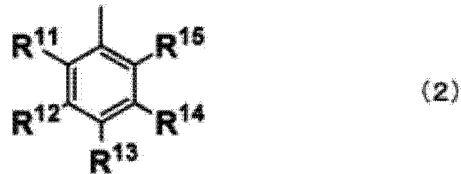
[0010] 本发明是一种发光元件材料,其特征在于,含有下述通式(1)表示的具有咔唑骨架的化合物,

[0011]



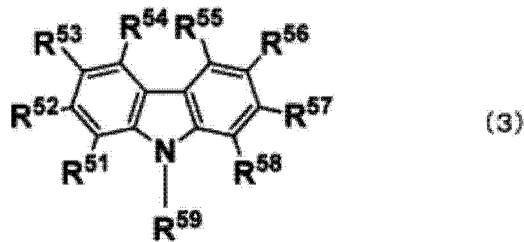
[0012] ($R^1 \sim R^8$ 分别可以相同也可以不同, 选自由氢、烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、杂芳基、卤素、羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基、氨基、甲硅烷基、 $-P(=O)R^9R^{10}$ 及下述通式 (3) 表示的基团组成的组; R^9 及 R^{10} 为芳基或杂芳基; 其中, $R^1 \sim R^8$ 中的任一个为下述通式 (3) 表示的基团, 并与通式 (3) 中的 $R^{51} \sim R^{58}$ 中的任一个位置连接, 或者与 R^{59} 表示的基团中的任一个位置连接; 需要说明的是, $R^1 \sim R^8$ 除了为通式 (3) 表示的基团的情况外, 不含二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及咪唑骨架; 另外, $R^1 \sim R^{10}$ 不含蒽骨架及芘骨架; A 为下述通式 (2) 表示的基团;

[0013]



[0014] $R^{11} \sim R^{15}$ 分别可以相同也可以不同, 为氢或者取代或无取代的芳基; 其中, $R^{11} \sim R^{15}$ 中的至少两个为取代或无取代的芳基; 需要说明的是, $R^{11} \sim R^{15}$ 不含蒽骨架及芘骨架;

[0015]



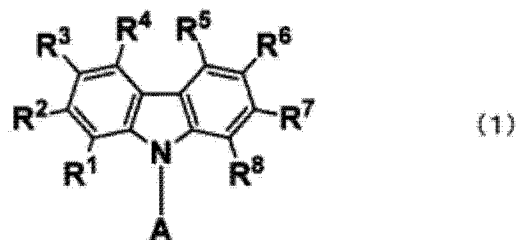
[0016] $R^{51} \sim R^{59}$ 分别可以相同也可以不同, 选自由氢、烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、杂芳基、卤素、羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基、氨基、甲硅烷基及 $-P(=O)R^{60}R^{61}$ 组成的组; R^{60} 及 R^{61} 为芳基或杂芳基; 其中, $R^{51} \sim R^{58}$ 中的任一个位置或 R^{59} 表示的基团中的任一个位置与通式 (1) 中的 $R^1 \sim R^8$ 中的任一个位置连接; 需要说明的是, $R^{51} \sim R^{59}$ 除了与通式 (1) 中的 $R^1 \sim R^8$ 中的任一个位置连接的情况外, 不含二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及咪唑骨架; 另外, $R^{51} \sim R^{61}$ 不含蒽骨架及芘骨架。)

[0017] 通过本发明, 可以提供一种具有高发光效率、而且也兼具足够的耐久寿命的有机电致发光元件。

具体实施方式

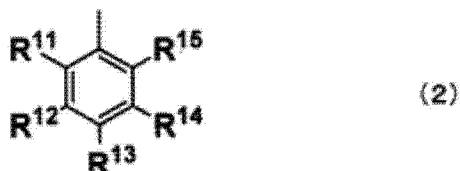
[0018] 对于本发明中的通式 (1) 表示的化合物进行详细说明。

[0019]



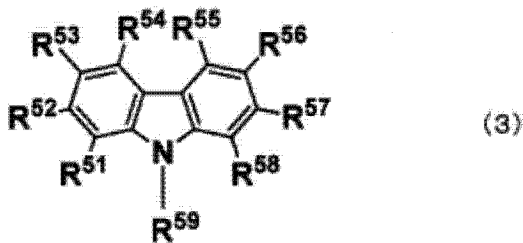
[0020] $R^1 \sim R^8$ 分别可以相同也可以不同,选自由氢、烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、杂芳基、卤素、羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基、氨基、甲硅烷基、 $-P(=O)R^9R^{10}$ 及下述通式 (3) 表示的基团组成的组; R^9 及 R^{10} 为芳基或杂芳基;其中, $R^1 \sim R^8$ 中的任一个为下述通式 (3) 表示的基团,并与通式 (3) 中的 $R^{51} \sim R^{58}$ 中的任一个位置连接,或者与 R^{59} 表示的基团中的任一个位置连接;需要说明的是, $R^1 \sim R^8$ 除了为通式 (3) 表示的基团的情况外,不含二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及咪唑骨架;另外, $R^1 \sim R^{10}$ 不含蒽骨架及芘骨架;A 为下述通式 (2) 表示的基团;

[0021]



[0022] $R^{11} \sim R^{15}$ 分别可以相同也可以不同,为氢或者取代或无取代的芳基;其中, $R^{11} \sim R^{15}$ 中的至少两个为取代或无取代的芳基;需要说明的是, $R^{11} \sim R^{15}$ 不含蒽骨架及芘骨架;

[0023]



[0024] $R^{51} \sim R^{59}$ 分别可以相同也可以不同,选自由氢、烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、杂芳基、卤素、羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基、氨基、甲硅烷基及 $-P(=O)R^{60}R^{61}$ 组成的组; R^{60} 及 R^{61} 为芳基或杂芳基;其中, $R^{51} \sim R^{58}$ 中的任一个位置或 R^{59} 表示的基团中的任一个位置与通式 (1) 中的 $R^1 \sim R^8$ 中的任一个位置连接;需要说明的是, $R^{51} \sim R^{59}$ 除了与通式 (1) 中的 $R^1 \sim R^8$ 中的任一个位置连接的情况外,不含二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及咪唑骨架;另外, $R^{51} \sim R^{61}$ 不含蒽骨架及芘骨架。

[0025] 这些取代基中,氢也可以为氘。另外,烷基表示例如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、叔丁基等饱和脂肪族烃基,它们可以具有也可以不具有取代基。被取代时的附加取代基没有特别限制,例如,可以举出烷基、芳基、杂芳基等,这一点在以下的记载中也通用。另外,烷基的碳原子数没有特别限定,然而从获得容易性和成本的方面考虑,通常为 1 以上至 20 以下、更优选为 1 以上至 8 以下的范围。

[0026] 环烷基表示例如环丙基、环己基、降冰片基、金刚烷基等饱和脂环式烃基,它们可以具有也可以不具有取代基。烷基部分的碳原子数没有特别限定,然而通常为 3 以上至 20 以下的范围。

[0027] 杂环基表示例如吡喃环、哌啶环、环状酰胺等在环内具有除碳以外的原子的脂肪族环,它们可以具有也可以不具有取代基。杂环基的碳原子数没有特别限定,然而通常为 2 以上至 20 以下的范围。

[0028] 链烯基表示例如乙烯基、烯丙基、丁二烯基等含有双键的不饱和脂肪族烃基,它们

可以具有也可以不具有取代基。链烯基的碳原子数没有特别限定,然而通常为 2 以上至 20 以下的范围。

[0029] 环烯基表示例如环戊烯基、环戊二烯基、环己烯基等含有双键的不饱和脂环式烃基,它们可以具有也可以不具有取代基。环烯基的碳原子数没有特别限定,然而通常为 2 以上至 20 以下的范围。

[0030] 炔基表示例如乙炔基等含有三键的不饱和脂肪族烃基,它们可以具有也可以不具有取代基。炔基的碳原子数没有特别限定,然而通常为 2 以上至 20 以下的范围。

[0031] 烷氧基表示例如甲氧基、乙氧基、丙氧基等通过醚键结合上脂肪族烃基的官能团,该脂肪族烃基可以具有也可以不具有取代基。烷氧基的碳原子数没有特别限定,然而通常为 1 以上至 20 以下的范围。

[0032] 烷硫基是烷氧基的醚键的氧原子被置换为硫原子的基团。烷硫基的烃基可以具有也可以不具有取代基。烷硫基的碳原子数没有特别限定,然而通常为 1 以上至 20 以下的范围。

[0033] 芳基醚基表示例如苯氧基等通过醚键结合上芳香族烃基的官能团,芳香族烃基可以具有也可以不具有取代基。芳基醚基的碳原子数没有特别限定,然而通常为 6 以上至 40 以下的范围。

[0034] 芳基硫醚基是芳基醚基的醚键的氧原子被置换为硫原子的基团。芳基醚基中的芳香族烃基可以具有也可以不具有取代基。芳基醚基的碳原子数没有特别限定,然而通常为 6 以上至 40 以下的范围。

[0035] 芳基表示例如苯基、萘基、联苯基、苈基、菲基、荧蒽基、苯并菲基(triphenylenyl)、三联苯基等芳香族烃基。芳基可以具有也可以不具有取代基。芳基的碳原子数没有特别限定,然而通常为 6 以上至 40 以下的范围。

[0036] 杂芳基表示呋喃基、噻吩基、吡啶基、喹啉基、吡嗪基、嘧啶基、三嗪基、蔡啶基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、咪唑基等在一个或多个环内具有除碳以外的原子的环状芳香族基团,它们可以具有也可以不具有取代基。杂芳基的碳原子数没有特别限定,然而通常为 2 以上至 30 以下的范围。

[0037] 卤素表示氟、氯、溴、碘。

[0038] 羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基可以具有也可以不具有取代基,作为取代基,例如可以举出烷基、环烷基、芳基等,这些取代基可以进一步被取代。

[0039] 氨基可以具有也可以不具有取代基,作为取代基,例如可以举出芳基、杂芳基等,这些取代基也可以进一步被取代。

[0040] 甲硅烷基表示例如三甲基甲硅烷基等具有连接硅原子的键的官能团,它们可以具有也可以不具有取代基。甲硅烷基的碳原子数没有特别限定,然而通常为 3 以上至 20 以下的范围。另外,硅原子数通常为 1 以上至 6 以下的范围。

[0041] $-P(=O)R^9R^{10}$ 、 $-P(=O)R^{24}R^{25}$ 和 $-P(=O)R^{75}R^{76}$ 可以具有也可以不具有取代基,作为取代基,例如可以举出芳基、杂芳基等,这些取代基也可以进一步被取代。

[0042] 上述各种取代基中所含的氢也可以为氘。

[0043] 现有的具有咔唑骨架的化合物作为发光元件材料未必具有充分的性能。例如,4,4'-二(9H-咔唑-9-基)-1,1'-联苯(缩写:CBP)、1,3-二(9H-咔唑-9-基)苯(缩

写:mCP)作为磷光主体材料、激子阻挡材料是通用的材料,但均存在驱动电压高的问题。本发明人在其改良的研究中,着眼于具有咔唑骨架的化合物的空穴传输能力和电子传输能力的强度。一般来说,具有咔唑骨架的化合物具有传输空穴和电子这两种电荷的特性。对此,本发明人认为,现有的化合物由于其空穴传输能力小,因此进入发光层的空穴的比例与从电子传输层进入的电子相比较小,发光层中的电荷的平衡崩溃,这或许关系到元件性能的降低,以该假说为基础,以至发明了通式(1)表示的具有咔唑骨架的化合物

[0044] 通式(1)表示的具有咔唑骨架的化合物优选在分子中含有2个咔唑骨架,藉此具有高薄膜稳定性和优异的耐热性。需要说明的是,含有3个以上的咔唑骨架时,担心会热分解,因此优选为2个。

[0045] 进而, $R^1 \sim R^8$ 除了为通式(3)表示的基团的情况外,不含二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及咔唑骨架。另外, $R^{51} \sim R^{59}$ 除了与通式(1)中的 $R^1 \sim R^8$ 中的任一个位置连接的情况外,不含二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及咔唑骨架。其原因与上述原因同样在于,本发明的具有咔唑骨架的化合物具有咔唑骨架或具有与其同等的分子量的二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架作为取代基时,分子量增大,担心会热分解。

[0046] 另外,通式(1)表示的具有咔唑骨架的化合物具有苯基作为N上的取代基、该苯基具有至少2个取代或无取代的芳基,因而在电子阻挡性方面显示出优异的性能。该苯基上取代的芳基的数量不是1个,而是至少2个,因而通式(1)表示的具有咔唑骨架的化合物的玻璃化转变温度(Tg)高,电子阻挡性显著提高。其结果是,可以改善发光层内的电荷平衡,提高发光效率、寿命等发光元件性能。另外,所述芳基的数量如果为3个以上,则在立体上彼此混在一起,因此其合成困难。因此,所述芳基的数量优选为2个。另外,咔唑骨架还具有通式(3)表示的基团,因而空穴传输性优异。特别优选通式(2)中的 $R^{11} \sim R^{15}$ 中的至少2个是取代或无取代的苯基。作为此时的取代基,优选不会使化合物的共轭大幅扩展、且不会降低化合物的三线态能级,更优选烷基或卤素。该至少2个取代或无取代的苯基彼此可以相同也可以不同。取代或无取代的苯基所具有的氢原子也可以为氘。

[0047] 另外,通式(1)中的 $R^1 \sim R^{10}$ 和通式(2)中的 $R^{11} \sim R^{15}$ 不含蒽骨架及芘骨架。即,通式(1)表示的具有咔唑骨架的化合物在分子内不含蒽骨架及芘骨架。其原因在于,蒽骨架及芘骨架本身的三线态能级低,本发明的具有咔唑骨架的化合物具有该取代基时,会降低化合物的三线态能级。将通式(1)表示的具有咔唑骨架的化合物用于空穴传输层时,如果三线态能级低,则若与含有三线态发光性掺杂物的发光层直接接触,则发生三重激发能的泄漏,发光效率降低。另外,将通式(1)表示的具有咔唑骨架的化合物用于发光层时,无法充分发挥出捕获三线态发光材料的激发能的效果,发光效率降低。

[0048] 通式(1)表示的具有咔唑骨架的化合物中, $R^1 \sim R^8$ 中的任一个为通式(3)表示的基团。另外,对于通式(3)表示的基团, $R^{51} \sim R^{58}$ 中的任一个位置或 R^{59} 表示的基团中的任一个位置用于与 $R^1 \sim R^8$ 的连接。需要说明的是,例如 R^{53} 用于与 R^3 的连接是指:通式(1)的 R^3 部分与通式(3)的 R^{53} 部分直接结合。另外, R^{59} 表示的基团中的任一个位置用于例如与 R^3 的连接是指:例如 R^{59} 为苯基时,该苯基中的任一个位置与通式(1)的 R^3 部分直接结合。

[0049] 其中,如果 R^3 为通式(3)表示的基团,则空穴传输能力进一步提高,因此优选。

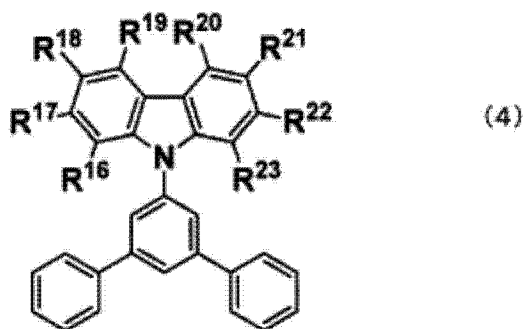
[0050] 进而,通式(1)表示的具有咔唑骨架的化合物中,优选A与 R^{59} 为不同的基团。此

时,因为分子为非对称结构,所以咪唑骨架彼此的相互作用抑制效果提高,能形成稳定的薄膜,有助于耐久性的提高。

[0051] 本发明的通式(1)表示的化合物中,通式(3)表示的基团优选为下述通式(5)表示的基团。此时, $R^{62} \sim R^{74}$ 中的任一个与通式(1)中的 $R^1 \sim R^8$ 中的任一个位置连接。关于取代基的其它说明如下所述。

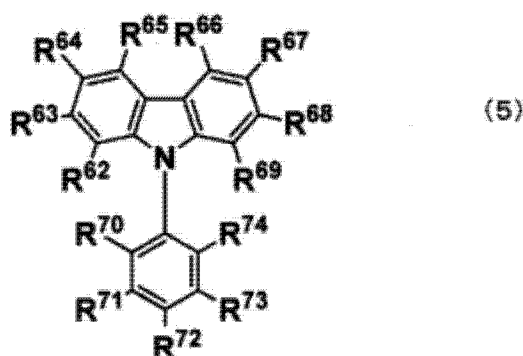
[0052] 另外,本发明的通式(1)表示的化合物中,优选通式(4)表示的具有咪唑骨架的化合物。

[0053]



[0054] $R^{16} \sim R^{23}$ 分别可以相同也可以不同,选自由氢、烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、杂芳基、卤素、羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基、氨基、甲硅烷基、 $-P(=O)R^{24}R^{25}$ 及下述通式(5)表示的基团组成的组; R^{24} 及 R^{25} 为芳基或杂芳基;其中, $R^{16} \sim R^{23}$ 中的任一个为下述通式(5)表示的基团,并与通式(5)中的 $R^{62} \sim R^{74}$ 中的任一个位置连接;需要说明的是, $R^{16} \sim R^{23}$ 除了为通式(5)表示的基团的情况外,不含二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架及咪唑骨架;另外, $R^{16} \sim R^{23}$ 不含蒽骨架及芘骨架;

[0055]



[0056] $R^{62} \sim R^{74}$ 分别可以相同也可以不同,选自由氢、烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷硫基、芳基醚基、芳基硫醚基、芳基、杂芳基、卤素、羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基、氨基、甲硅烷基及 $-P(=O)R^{75}R^{76}$ 组成的组; R^{75} 及 R^{76} 为芳基或杂芳基;其中, $R^{62} \sim R^{74}$ 中的任一个与通式(4)中的 $R^{16} \sim R^{23}$ 中的任一个位置连接;需要说明的是, $R^{62} \sim R^{74}$ 除了与通式(4)中的 $R^{16} \sim R^{23}$ 中的任一个位置连接的情况外,不含二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架及咪唑骨架;另外, $R^{62} \sim R^{74}$ 不含蒽骨架及芘骨架。

[0057] 这些取代基的说明与上述通式(1)的说明相同。

[0058] 对于通式(4)表示的具有咪唑骨架的化合物,通式(5)中的 $R^{62} \sim R^{74}$ 中的任一个

用于与母骨架、即 9-([1, 1':3', 1''-三联苯]-5'-基)-9H-咪唑骨架连接,因而彼此相连接的咪唑体现出高空穴传输性,有助于层内的空穴迁移率的提高,因此可实现低驱动电压。另外,通过连接咪唑骨架,可维持咪唑骨架本身具有的高三线态能级,可以抑制较容易的失活,因此可达成高发光效率。另外,分子为非对称结构,咪唑骨架彼此的相互作用抑制效果提高,能形成稳定的薄膜,有助于耐久性的提高。

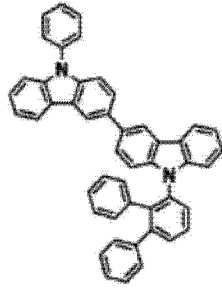
[0059] 另外,通式 (1) 或 (4) 表示的具有咪唑骨架的化合物所具有的取代基(其是除通式 (3) 或通式 (5) 表示的基团以外的基团) 优选为上文中的氢(包括氘)、烷基、芳基或杂芳基。

[0060] 另外, R^{59} 优选为芳基,更优选为苯基、萘基和菲基。这些基团还可以被烷基、卤素、芳基或杂芳基取代,但蒽基或芘基除外。另外,如果在发光层中使用三线态发光材料,则本发明的通式 (1) 或 (4) 表示的具有咪唑骨架的化合物所具有三线态能级成为非常重要的值,因此 R^{59} 优选为三线态能级高的取代或无取代的苯基。作为此时的取代基,优选不会使化合物的共轭大幅扩展、且不会降低化合物的三线态能级,更优选烷基或卤素。

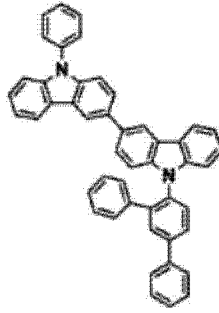
[0061] 作为上述通式 (1) 表示的具有咪唑骨架的化合物,没有特别限制,具体可以举出以下例子。需要说明的是,以下给出的是例示,即使是其中明确记载的化合物以外的化合物,只要是以通式 (1) 表示的化合物,就同样可以优选使用。

[0062]

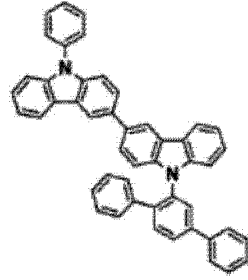
[1]



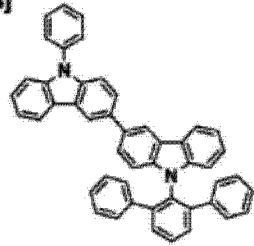
[2]



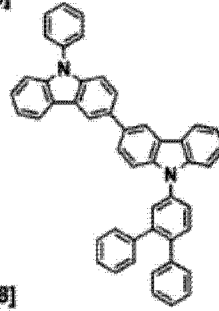
[3]



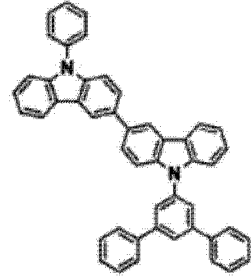
[4]



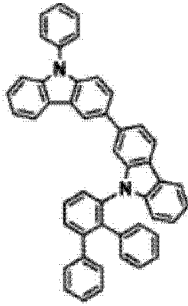
[5]



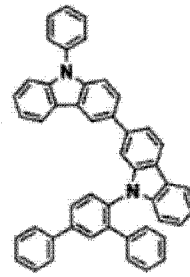
[6]



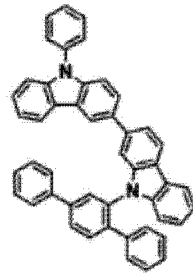
[7]



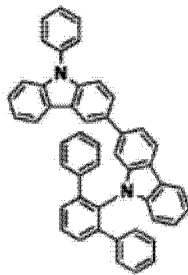
[8]



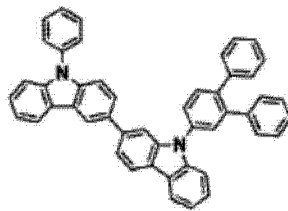
[9]



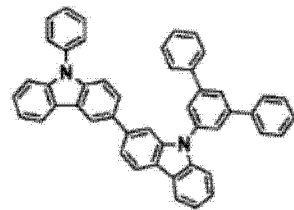
[10]



[11]

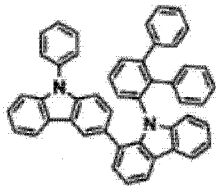


[12]

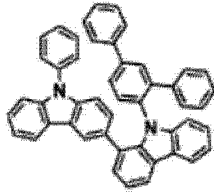


[0063]

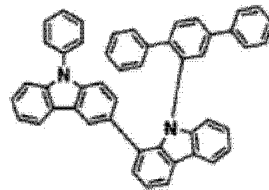
[13]



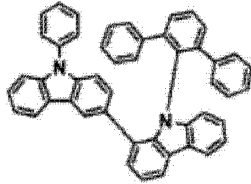
[14]



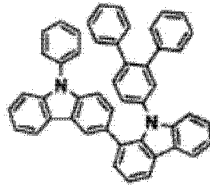
[15]



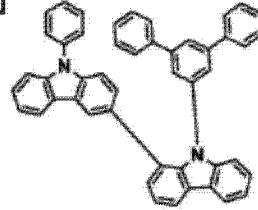
[16]



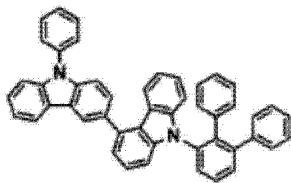
[17]



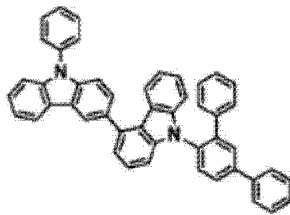
[18]



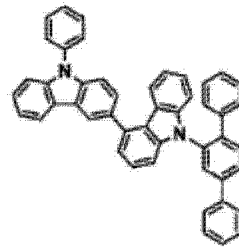
[19]



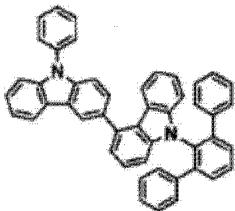
[20]



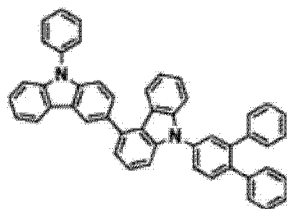
[21]



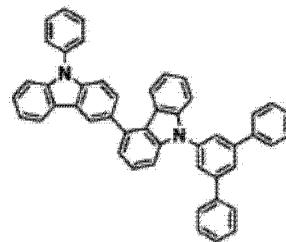
[22]



[23]

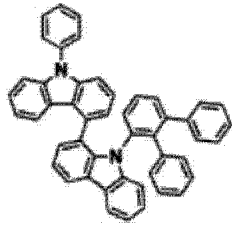


[24]

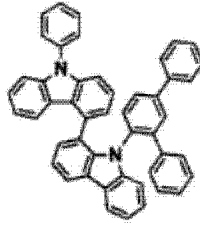


[0064]

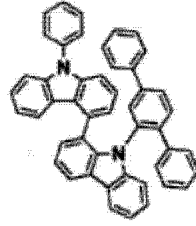
[25]



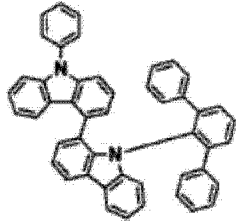
[26]



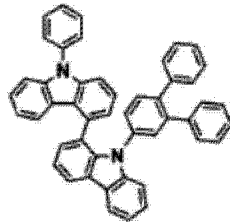
[27]



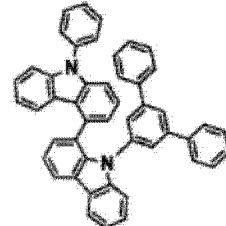
[28]



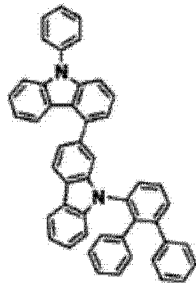
[29]



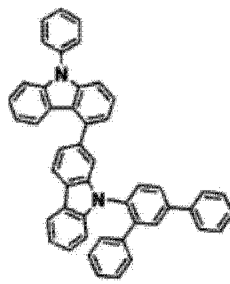
[30]



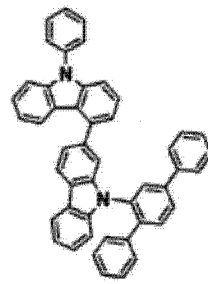
[31]



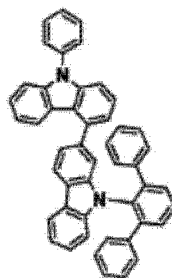
[32]



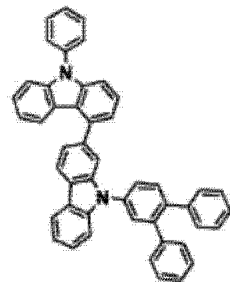
[33]



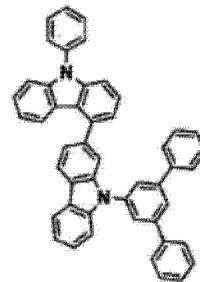
[34]



[35]

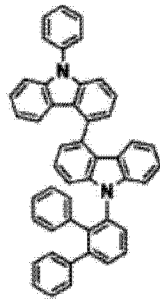


[36]

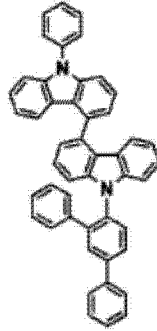


[0065]

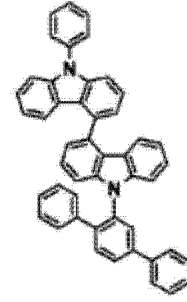
[37]



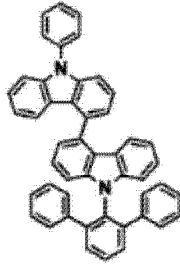
[38]



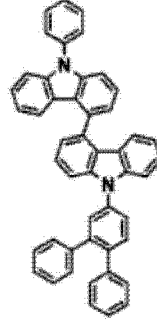
[39]



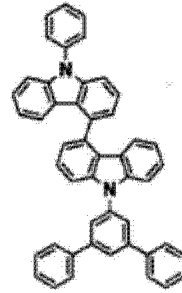
[40]



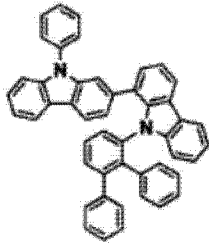
[41]



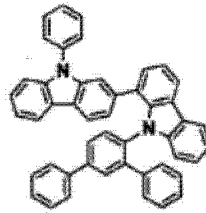
[42]



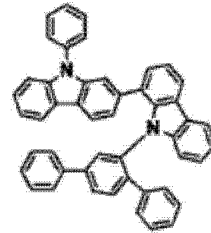
[43]



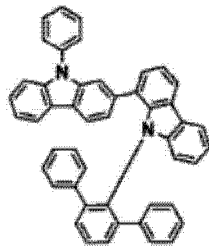
[44]



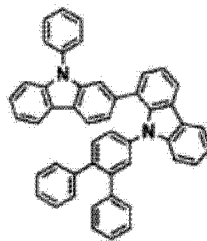
[45]



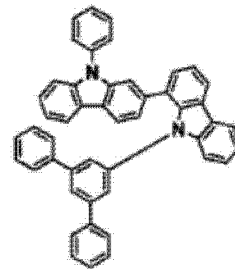
[46]



[47]

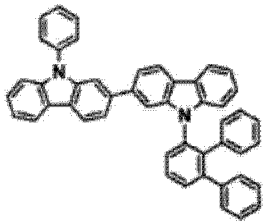


[48]

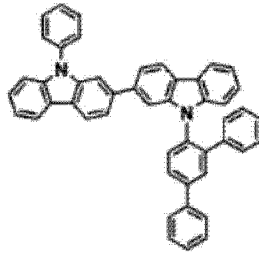


[0066]

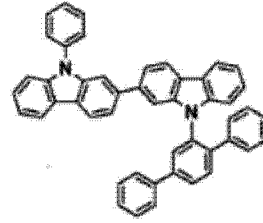
[49]



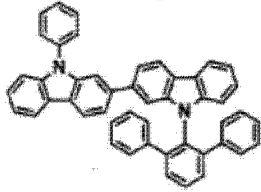
[50]



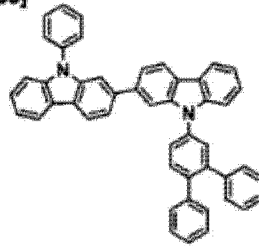
[51]



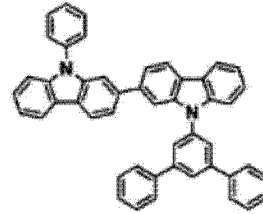
[52]



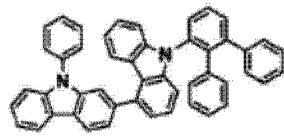
[53]



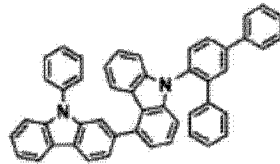
[54]



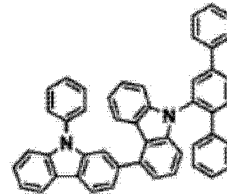
[55]



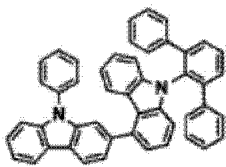
[56]



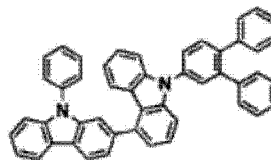
[57]



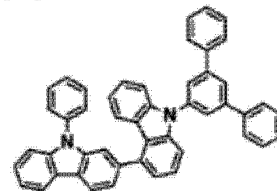
[58]



[59]

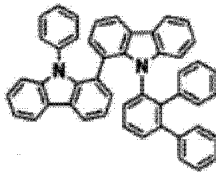


[60]

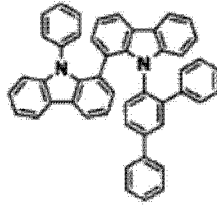


[0067]

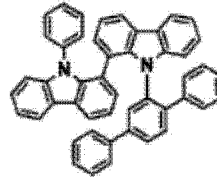
[61]



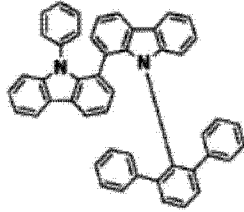
[62]



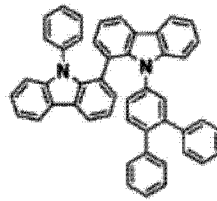
[63]



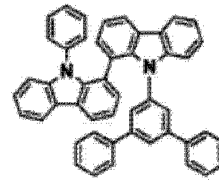
[64]



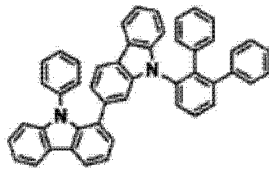
[65]



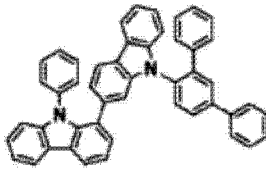
[66]



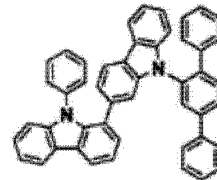
[67]



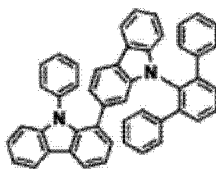
[68]



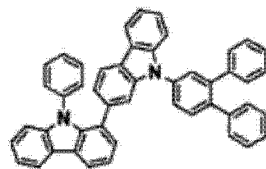
[69]



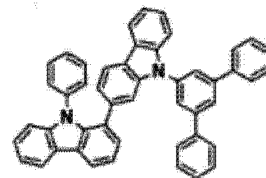
[70]



[71]

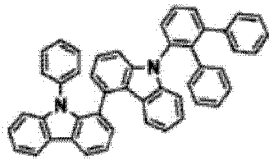


[72]

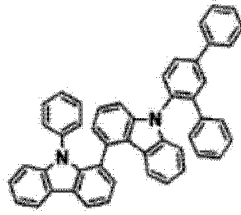


[0068]

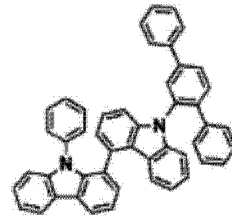
[73]



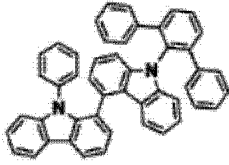
[74]



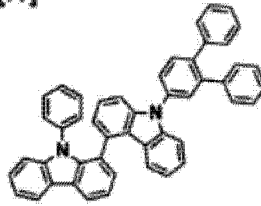
[75]



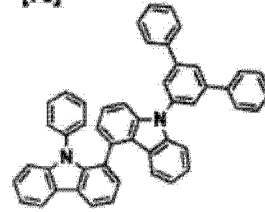
[76]



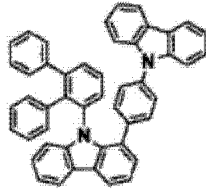
[77]



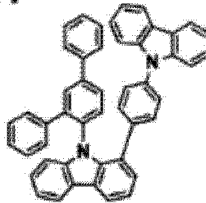
[78]



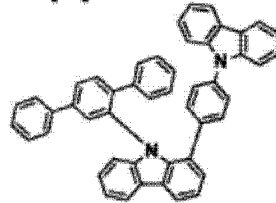
[79]



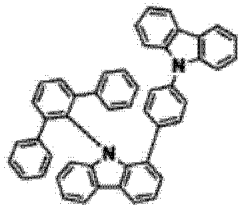
[80]



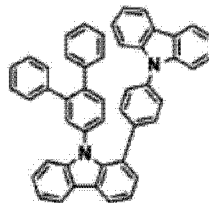
[81]



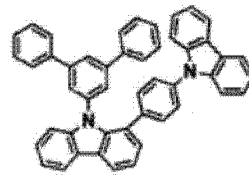
[82]



[83]

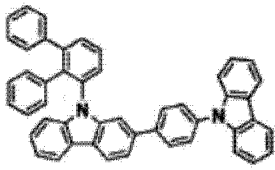


[84]

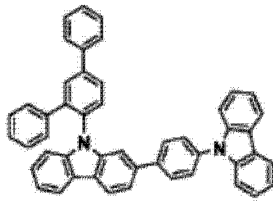


[0069]

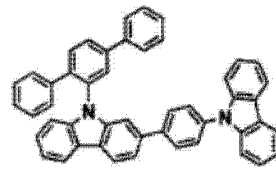
[85]



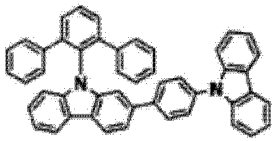
[86]



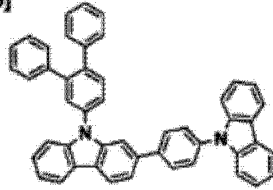
[87]



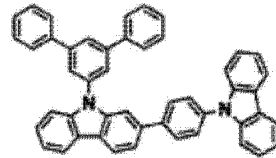
[88]



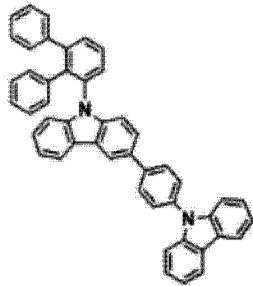
[89]



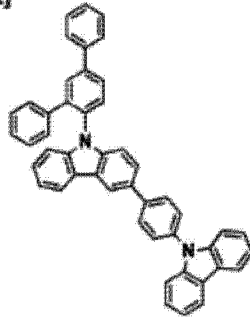
[90]



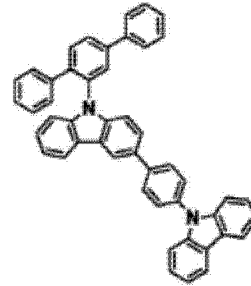
[91]



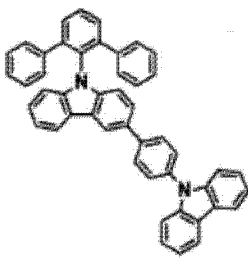
[92]



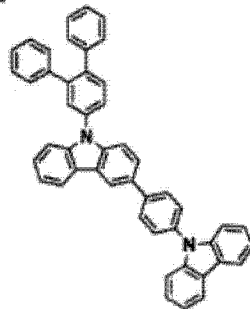
[93]



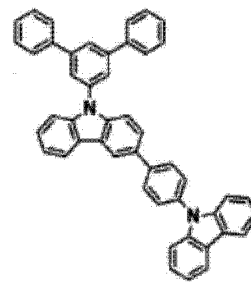
[94]



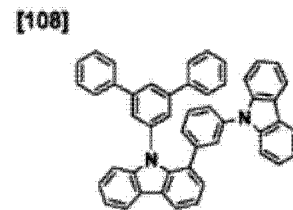
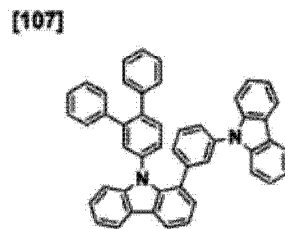
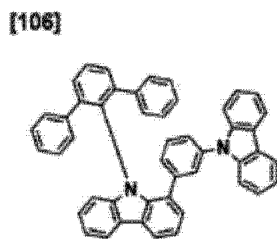
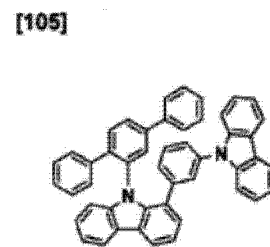
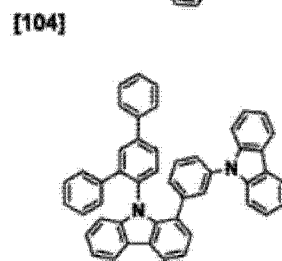
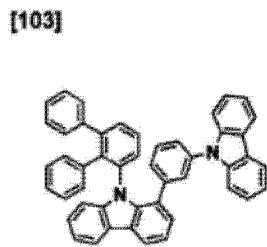
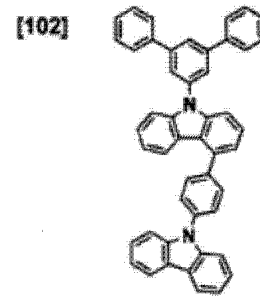
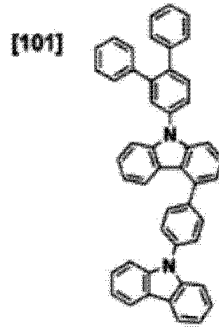
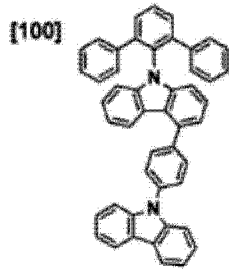
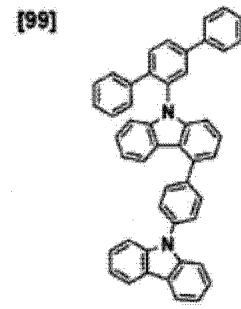
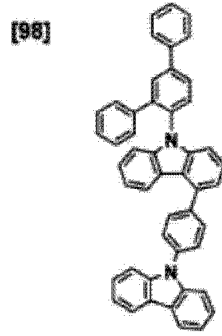
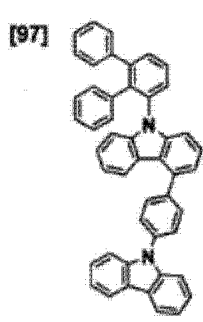
[95]



[96]

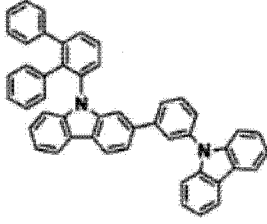


[0070]

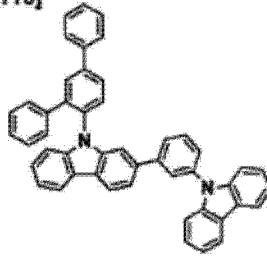


[0071]

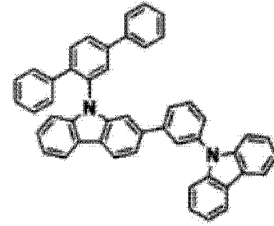
[109]



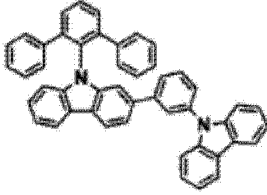
[110]



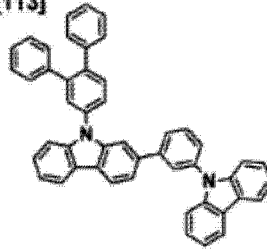
[111]



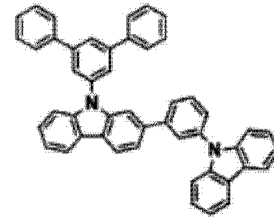
[112]



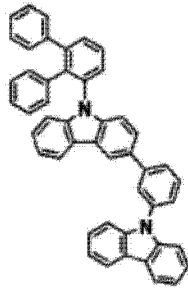
[113]



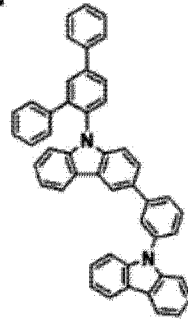
[114]



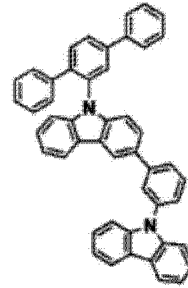
[115]



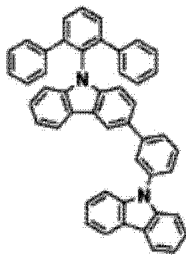
[116]



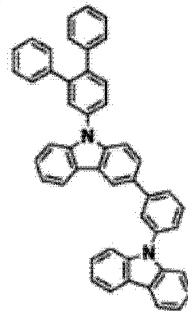
[117]



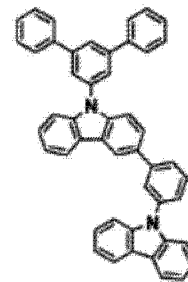
[118]



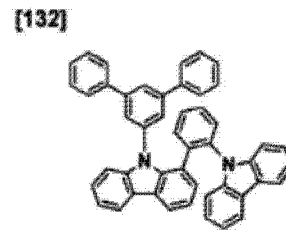
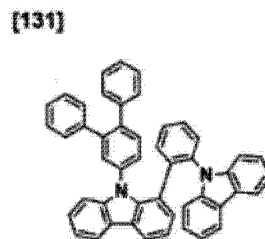
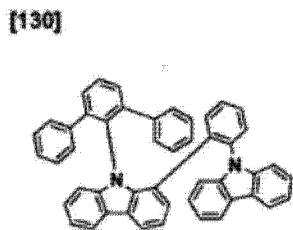
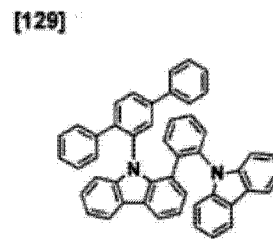
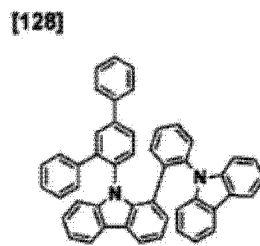
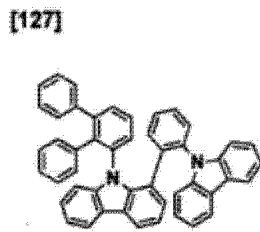
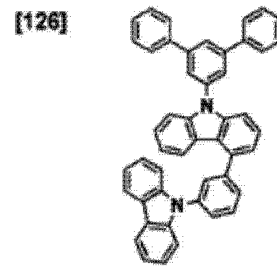
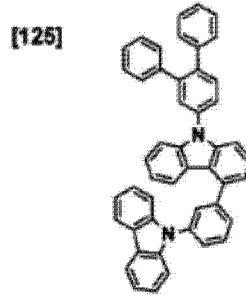
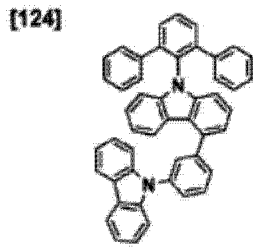
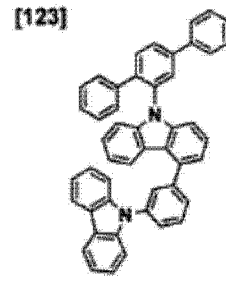
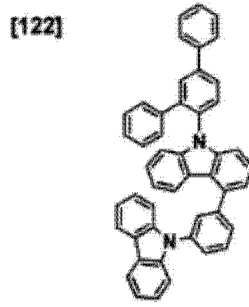
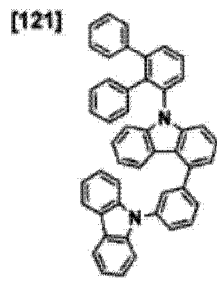
[119]



[120]

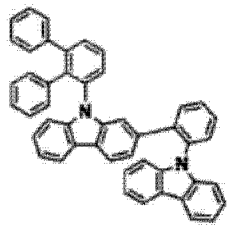


[0072]

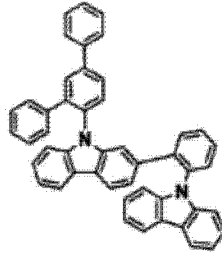


[0073]

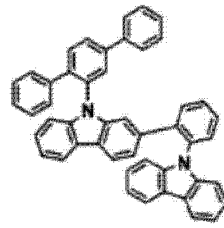
[133]



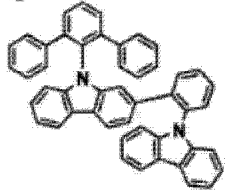
[134]



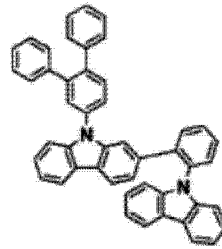
[135]



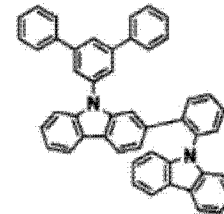
[136]



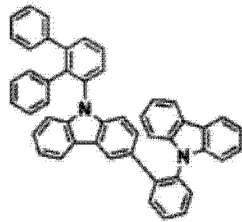
[137]



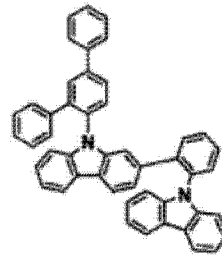
[138]



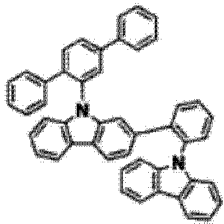
[139]



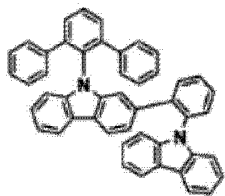
[140]



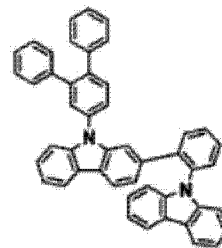
[141]



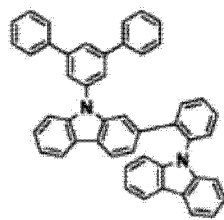
[142]



[143]

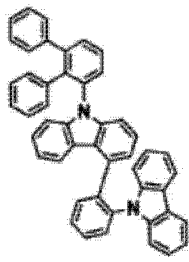


[144]

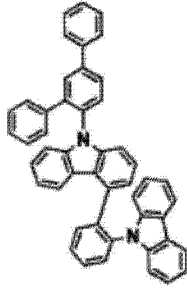


[0074]

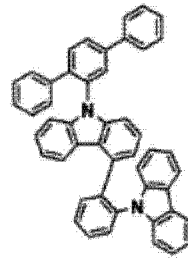
[145]



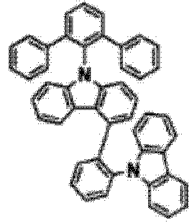
[146]



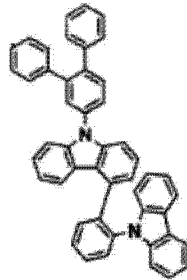
[147]



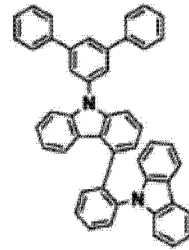
[148]



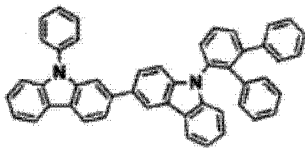
[149]



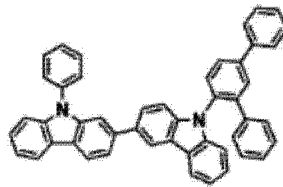
[150]



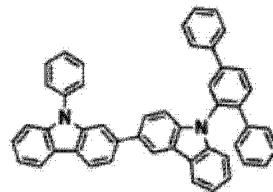
[151]



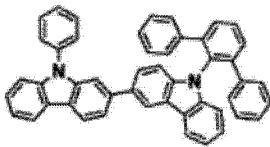
[152]



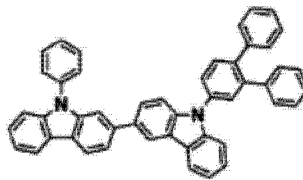
[153]



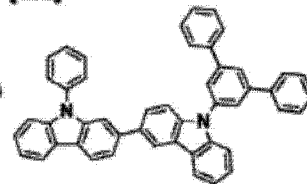
[154]



[155]

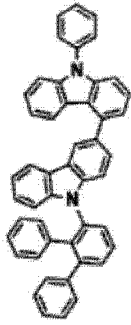


[156]

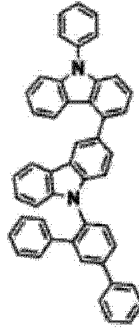


[0075]

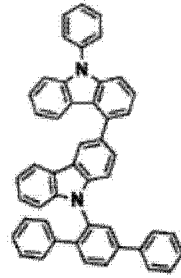
[157]



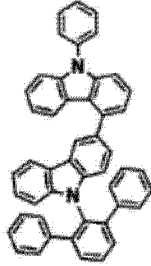
[158]



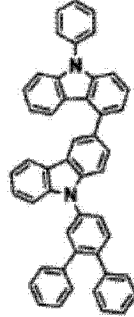
[159]



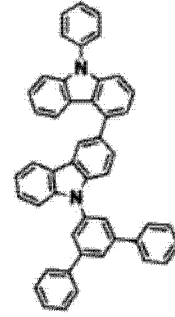
[160]



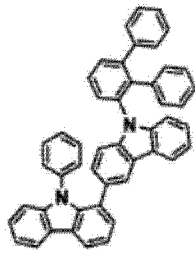
[161]



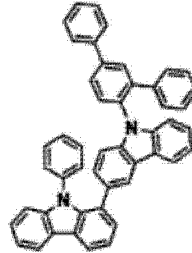
[162]



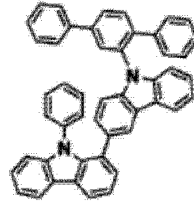
[163]



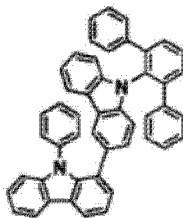
[164]



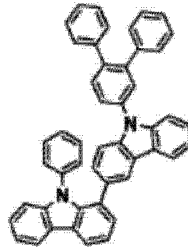
[165]



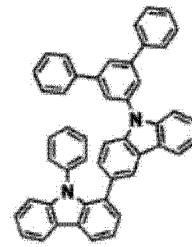
[166]



[167]

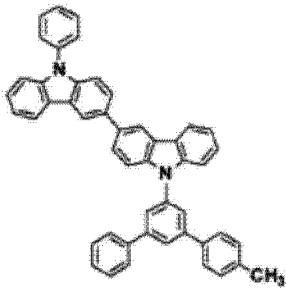


[168]

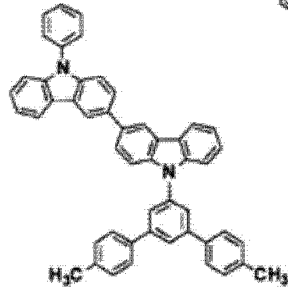


[0076]

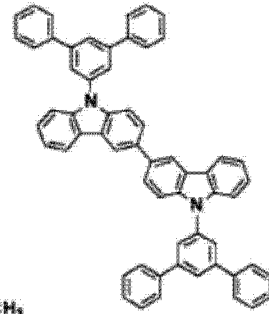
[169]



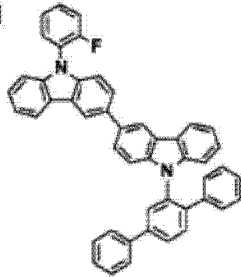
[170]



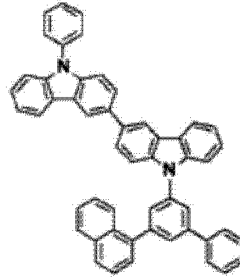
[171]



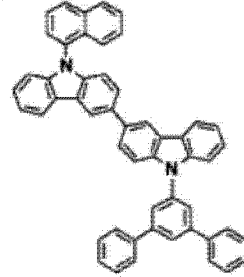
[172]



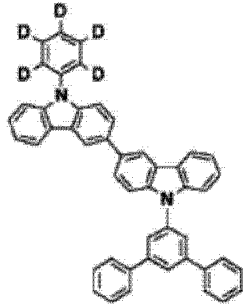
[173]



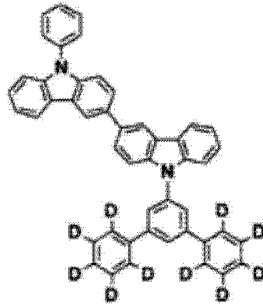
[174]



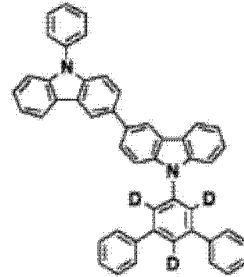
[175]



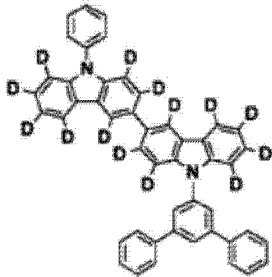
[176]



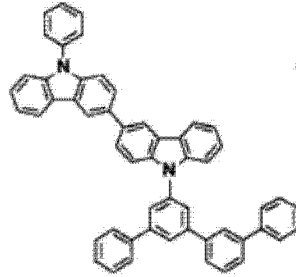
[177]



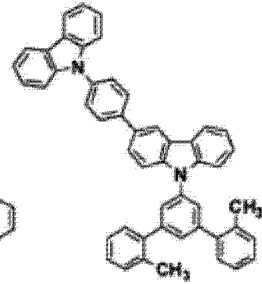
[178]



[179]

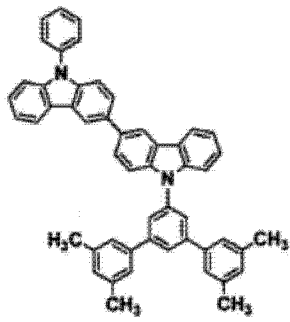


[180]

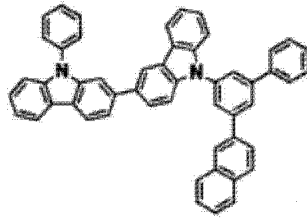


[0077]

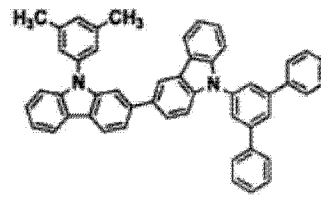
[181]



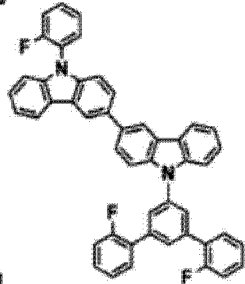
[182]



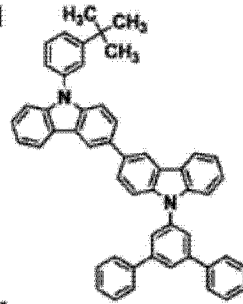
[183]



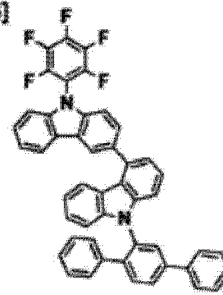
[184]



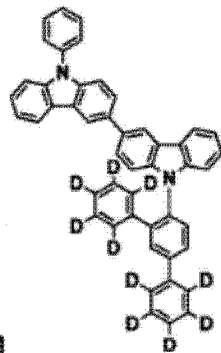
[185]



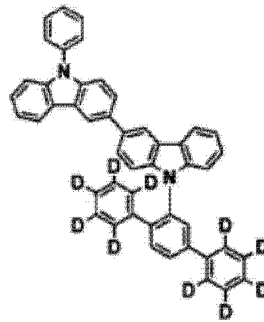
[186]



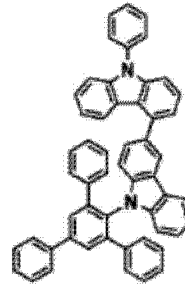
[187]



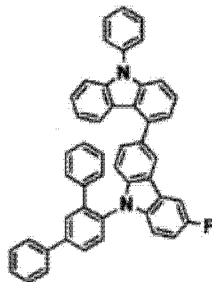
[188]



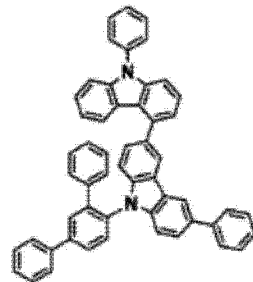
[189]



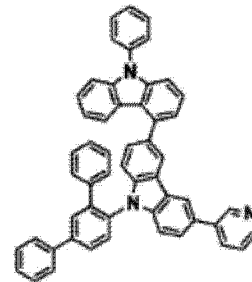
[190]



[191]

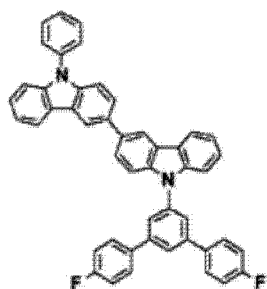


[192]

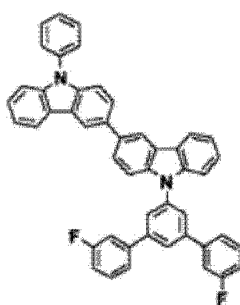


[0078]

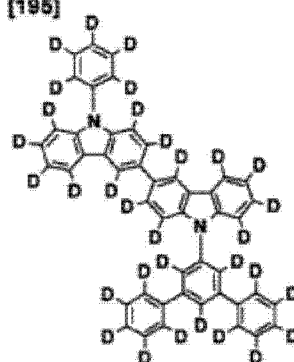
[193]



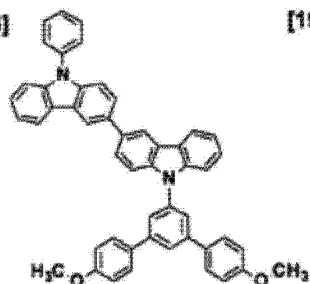
[194]



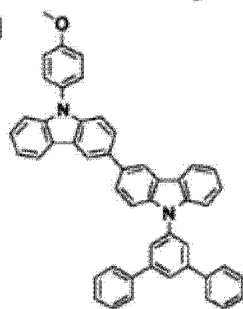
[195]



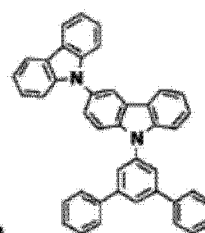
[196]



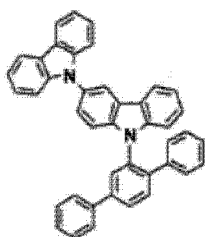
[197]



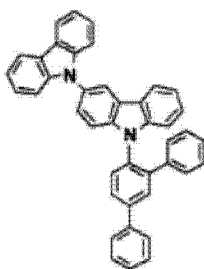
[198]



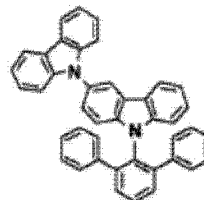
[199]



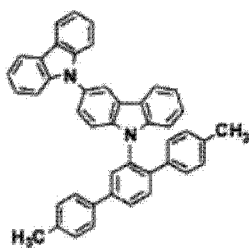
[200]



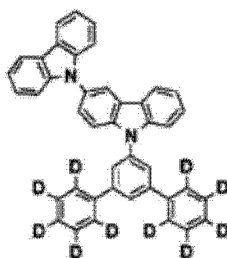
[201]



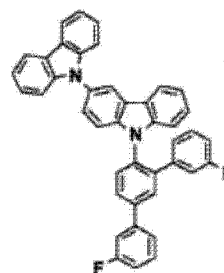
[202]



[203]

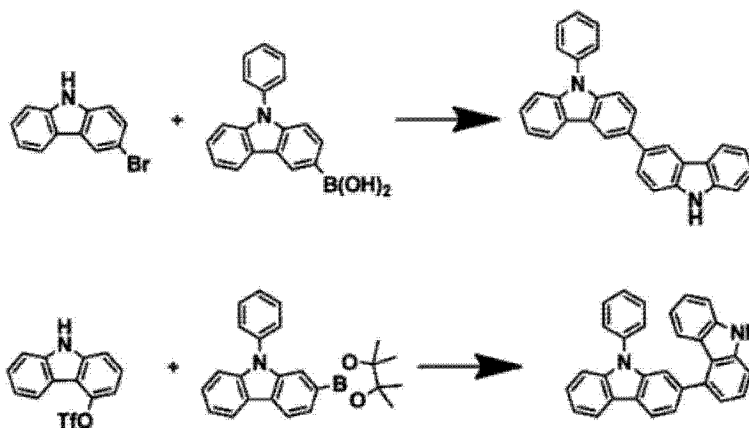


[204]



[0079] 上述具有咪唑骨架的化合物的合成可以使用公知的方法。作为合成咪唑二聚体的方法，例如可以举出采用使用钯或铜催化剂的咪唑衍生物与卤化物或三氟甲磺酸盐化物的偶联反应的方法，但并不限于此。作为一例，以下所示为使用 9-苯基咪唑-3-硼酸的例子。

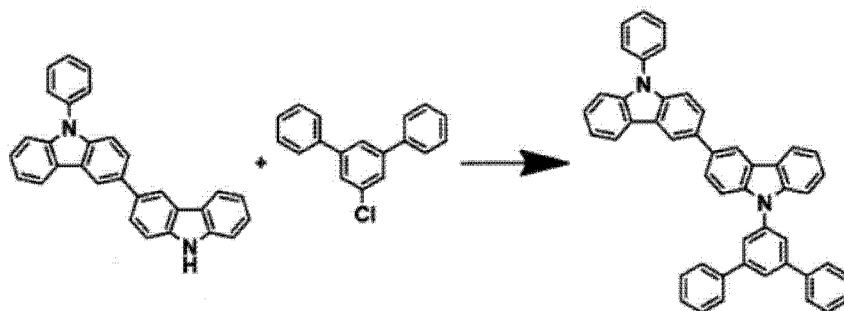
[0080]



[0081] 需要说明的是,上述反应中,使用 9-苯基咔唑-2-硼酸酯来代替 9-苯基咔唑-3-硼酸也同样能进行反应。此时,可以合成咔唑二聚体的位置异构体。

[0082] 另外,作为在咔唑的 N 上引入取代基的方法,例如可以举出采用使用钯或铜催化剂的咔唑衍生物与卤化物的偶联反应的方法,但并不限于此。

[0083]



[0084] 通式 (1) 表示的化合物可用作发光元件材料。在此本发明中的发光元件材料表示用于发光元件任一层的材料,如后所述,除了是用于空穴注入层、空穴传输层、发光层和 / 或电子传输层的材料以外,还包括用于阴极保护膜的材料。通过将本发明中的通式 (1) 表示的化合物用于发光元件的任一层,可得到高发光效率,并且可得到耐久性优异的发光元件。

[0085] 下面对本发明的发光元件的实施方式进行详细说明。本发明的发光元件具有阳极和阴极、以及存在于阳极与阴极之间的有机层,该有机层通过电能而发光。

[0086] 对于该发光元件中的阳极和阴极之间的层构成,除了仅含有发光层的构成以外,还可以举出 1) 发光层 / 电子传输层、2) 空穴传输层 / 发光层、3) 空穴传输层 / 发光层 / 电子传输层、4) 空穴注入层 / 空穴传输层 / 发光层 / 电子传输层、5) 空穴传输层 / 发光层 / 电子传输层 / 电子注入层、6) 空穴注入层 / 空穴传输层 / 发光层 / 电子传输层 / 电子注入层之类的层合构成。另外,上述各层分别可以为单层或多层,也可以掺杂。

[0087] 通式 (1) 表示的化合物在发光元件中可以用于上述任一层,然而特别适合用于空穴传输层或发光层。

[0088] 在本发明的发光元件中,阳极和阴极具有用于供给足以使元件发光的电流的作用,为了导出光,优选至少一方透明或半透明。通常,将形成在基板上的阳极设定为透明电极。

[0089] 用于阳极的材料只要是能够高效地向有机层注入空穴的材料、且是透明或半透明

以导出光即可,没有特别限定,有氧化锌、氧化锡、氧化铟、氧化锡铟(ITO)、氧化锌铟(IZO)等导电性金属氧化物;或者金、银、铬等金属;碘化铜、硫化铜等无机导电性物质;聚噻吩、聚吡咯、聚苯胺等导电性聚合物等,然而特别优选使用ITO玻璃、奈塞玻璃(NESA glass)。这些电极材料可以单独使用,也可以将多种材料层合或混合使用。透明电极的电阻只要可以给元件的发光提供充足的电流即可,没有限定,然而从元件的功耗的观点出发优选为低电阻。例如如果是 $300\ \Omega/\square$ 以下的ITO基板,则可作为元件电极发挥功能,但由于目前也已经可以供给 $10\ \Omega/\square$ 左右的基板,因此特别优选使用 $20\ \Omega/\square$ 以下的低电阻基板。ITO的厚度可结合电阻值任意选择,但通常在 $50\sim 300\text{nm}$ 之间使用。

[0090] 另外,为了保持发光元件的机械强度,优选在基板上形成发光元件。基板适合使用钠玻璃或无碱玻璃等玻璃基板。玻璃基板的厚度只要是足以保持机械强度的厚度即可,因此为 0.5mm 以上即足够。关于玻璃的材质,最好是从玻璃中溶出的离子少,因而优选无碱玻璃。另外,施加了 SiO_2 等阻挡涂层的钠钙玻璃市场上有售,因而也可以使用该玻璃。并且,只要第一电极可以稳定地发挥功能即可,基板无需为玻璃,例如可以在塑料基板上形成阳极。ITO膜的形成方法有电子束法、溅射法和化学反应法等,没有特别限制。

[0091] 用于阴极的材料只要是可以高效地向发光层注入电子的物质即可,没有特别限定。一般优选铂、金、银、铜、铁、锡、铝、铟等金属、或这些金属与锂、钠、钾、钙、镁等低功函金属的合金或多层层合等。其中,从电阻值、制膜容易度、膜的稳定性、发光效率等方面考虑,作为主成分优选铝、银、镁。特别是如果用镁和银构成,则电子向本发明中的电子传输层和电子注入层的注入变容易,可低电压驱动,所以是优选的。

[0092] 进而,为了保护阴极,作为优选例可以举出:将铂、金、银、铜、铁、锡、铝和铟等金属或使用这些金属的合金、二氧化硅、二氧化钛和氮化硅等无机物、聚乙烯醇、聚氯乙烯、烃类高分子化合物等有机高分子化合物层合在阴极上作为保护膜层。其中,在从阴极侧导出光的元件结构(顶部发光结构)的情况下,保护膜层从在可见光区域具有透光性的材料中选择。这些电极的制作方法为电阻加热、电子束、溅射、离子镀和涂布等即可,没有特别限制。

[0093] 空穴注入层是插入在阳极和空穴传输层之间的层。空穴注入层可以是一层,也可以多层层合。如果在空穴传输层和阳极之间存在空穴注入层,则可进行更低电压的驱动,耐久寿命提高,不仅如此而且元件的载流子平衡提高,发光效率也提高,所以是优选的。

[0094] 空穴注入层中所用的材料没有特别限定,例如可以使用4,4'-双(N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基)联苯(TPD)、4,4'-双(N-(1-萘基)-N-苯基氨基)联苯(NPD)、4,4'-双(N,N-双(4-联苯基)氨基)联苯(TBDB)、双(N,N'-二苯基-4-氨基苯基)-N,N-二苯基-4,4'-二氨基-1,1'-联苯(TPD232)、 $\text{N}^4,\text{N}^{4'}-([1,1'-\text{联苯}]-4,4'-\text{二基})$ 双($\text{N}^4,\text{N}^{4'},\text{N}^{4''}-\text{三苯基}-[1,1'-\text{联苯}]-4,4'-\text{二胺}$)之类的联苯胺衍生物、4,4',4''-三(3-甲基苯基(苯基)氨基)三苯胺(m-MTDATA)、4,4',4''-三(1-萘基(苯基)氨基)三苯胺(1-TNATA)等被称为树状芳基胺(starburst arylamine)的材料组、双(N-芳基咪唑)或双(N-烷基咪唑)等双咪唑衍生物、N-([1,1'-联苯]-4-基)-9,9-二甲基-N-(4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基)-9H-芴-2-胺等单咪唑衍生物、吡啶啉衍生物、芪系化合物、脲系化合物、苯并咪唑衍生物、噻吩衍生物、噁二唑衍生物、酞菁衍生物、卟啉衍生物等杂环化合物、聚合物体系中在侧链上具有上述单体的聚碳酸酯或苯乙烯衍生物、聚噻吩、聚苯胺、聚芴、聚乙烯基咪唑和聚硅烷等。另外,也可以使用通式(1)表示的化合物。其中,从具有

比通式 (1) 表示的化合物更低的 HOMO 能级、从阳极向空穴传输层顺畅地注入输送空穴的观点出发,更优选使用联苯胺衍生物、树状芳基胺系材料组、单咪唑衍生物。

[0095] 这些材料既可以单独使用,也可以将两种以上的材料混合使用。另外,也可以将多种材料层合作为空穴注入层。进而,如果该空穴注入层由受主性化合物单独构成,或者在上述空穴注入材料中掺杂受主性化合物来使用,则能更显著地得到上述效果,因此是更优选的。受主性化合物是指如下材料,当作为单层膜使用时是指与所接触的空穴传输层形成电荷转移络合物的材料,当掺杂使用时是指与构成空穴注入层的材料形成电荷转移络合物的材料。如果使用该材料,则空穴注入层的导电性提高,更有助于元件的驱动电压的降低,可得到发光效率提高、耐久寿命提高的效果。

[0096] 作为受主性化合物的例子,可以举出氯化铁(III)、氯化铝、氯化镓、氯化铟、氯化铯之类的金属氯化物、氧化钼、氧化钒、氧化钨、氧化钨、氧化钨之类的金属氧化物、六氟锑酸三(4-溴苯基)铵(TBPAH)之类的电荷转移络合物。另外,也适合使用分子内具有硝基、氰基、卤素或三氟甲基的有机化合物、醌系化合物、酸酐系化合物、富勒烯(fullerene)等。作为这些化合物的具体例子,可以举出六氰基丁二烯、六氰基苯、四氰基乙烯、四氰基醌二甲烷(TCNQ)、四氟四氰基醌二甲烷(F4-TCNQ)、4,4',4''-((1E,1'E,1''E)-环丙烷-1,2,3-三亚基三(氰基甲基亚基))三(2,3,5,6-四氟苜蓿)等轴烯(radialene)衍生物、四氟对苯醌、四氯对苯醌、四溴对苯醌、对苯醌、2,6-二氯苯醌、2,5-二氯苯醌、四甲基苯醌、1,2,4,5-四氰基苯、邻二氰基苯、对二氰基苯、二吡嗪并[2,3-f:2',3'-h]喹啉-2,3,6,7,10,11-六腈(HAT(CN)₆)、1,4-二氰基四氟苯、2,3-二氯-5,6-二氰基苯醌、对二硝基苯、间二硝基苯、邻二硝基苯、对氰基硝基苯、间氰基硝基苯、邻氰基硝基苯、1,4-萘醌、2,3-二氯萘醌、1-硝基萘、2-硝基萘、1,3-二硝基萘、1,5-二硝基萘、9-氰基蒽、9-硝基蒽、9,10-蒽醌、1,3,6,8-四硝基咪唑、2,4,7-三硝基-9-芴酮、2,3,5,6-四氰基吡啶、马来酸酐、邻苯二甲酸酐、C60 和 C70 等。

[0097] 其中,金属氧化物、含有氰基的化合物容易处理,也容易蒸镀,因此容易得到上述效果,所以是优选的。空穴注入层由受主性化合物单独构成的情况下、或者空穴注入层中掺杂受主性化合物的情况下的任一种情况下,空穴注入层可以是一层,也可以由多层层合而构成。

[0098] 空穴传输层是将从阳极注入的空穴传输至发光层的层。空穴传输层可以是单层,也可以由多层层合而构成。

[0099] 通式 (1) 表示的化合物具有 5.3 ~ 6.0eV 的电离电势(蒸镀膜的 AC-2(理研计器)测定值)、高三线态能级、高空穴传输性和薄膜稳定性,因此优选用于发光元件的空穴注入层和空穴传输层。另外,通式 (1) 表示的化合物与现有的具有联苯胺骨架的空穴传输材料相比能隙更大,因此 LUMO 能级更高,电子阻挡性更优异。通式 (1) 表示的化合物还优选用作使用三线态发光材料的元件的空穴传输材料。其原因在于,现有的具有联苯胺骨架的空穴传输材料的三线态能级低,如果与含有三线态发光性掺杂物的发光层直接接触,则发生三线态激发能的泄漏,发光效率降低,而通式 (1) 表示的化合物具有高三线态能级,不会发生这样的问题。

[0100] 由多个空穴传输层构成的情况下,含有通式 (1) 表示的化合物的空穴传输层优选与发光层直接接触。其原因在于,通式 (1) 表示的化合物具有高电子阻挡性,可防止从发光

层流出的电子的侵入。进而,通式(1)表示的化合物具有高三线态能级,因此也具有将三线态发光材料的激发能封闭的效果。因此,发光层中含有三线态发光材料时,含有通式(1)表示的化合物的空穴传输层也优选与发光层直接接触。特别是如果在发光层中使用电子传输性的主体材料,则发光层中生成的激子向空穴传输层侧泄漏的可能性高,因此优选使用三线态能级高的本发明的化合物。

[0101] 空穴传输层既可以仅由通式(1)表示的化合物构成,也可以在不损害本发明的效果的范围内混合其它材料。此时,作为所用的其它材料,例如可以使用4,4'-双(N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基)联苯(TPD)、4,4'-双(N-(1-萘基)-N-苯基氨基)联苯(NPD)、4,4'-双(N,N-双(4-联苯基)氨基)联苯(TBDB)、双(N,N'-二苯基-4-氨基苯基)-N,N-二苯基-4,4'-二氨基-1,1'-联苯(TPD232)、 $N^4,N^{4'}-([1,1'-联苯]-4,4'-二基)$ 双($N^4,N^{4'},N^{4'}-三苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺$)之类的联苯胺衍生物、4,4',4''-三(3-甲基苯基(苯基)氨基)三苯胺(m-MTDATA)、4,4',4''-三(1-萘基(苯基)氨基)三苯胺(1-TNATA)等被称为树状芳基胺的材料组、双(N-芳基咪唑)或双(N-烷基咪唑)等双咪唑衍生物、N-([1,1'-联苯]-4-基)-9,9-二甲基-N-(4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基)-9H-芴-2-胺等单咪唑衍生物、吡唑啉衍生物、茈系化合物、脲系化合物、苯并咪喃衍生物、噻吩衍生物、噁二唑衍生物、酞菁衍生物、卟啉衍生物等杂环化合物、聚合物体系中在侧链上具有上述单体的聚碳酸酯或苯乙烯衍生物、聚噻吩、聚苯胺、聚芴、聚乙烯基咪唑和聚硅烷等。

[0102] 发光层可以是单层、多层中的任一种,分别由发光材料(主体材料、掺杂材料)形成,其可以是主体材料和掺杂材料的混合物,也可以仅为主体材料。即,本发明的发光元件中,各发光层既可以只有主体材料或掺杂材料发光,也可以是主体材料和掺杂材料共同发光。从效率良好地利用电能,得到高色纯度的发光的观点考虑,优选发光层由主体材料和掺杂材料的混合来形成。另外,主体材料和掺杂材料可以分别为一种,也可以是多种的组合。掺杂材料可以包含在整个主体材料中,也可以包含在部分主体材料中。掺杂材料可以层合,也可以分散。掺杂材料可以控制发光色。掺杂材料的量如果过多,则发生浓度猝灭(concentration quenching)现象,所以相对于主体材料,优选以30重量%以下使用,进一步优选为20重量%以下。对于掺杂方法,可以通过与主体材料共蒸镀的方法形成,也可以与主体材料预先混合,然后同时蒸镀。

[0103] 发光材料除了通式(1)表示的化合物以外,也可以使用以往作为发光体已知的蒽或芘等稠环衍生物、以三(8-羟基喹啉)铝为代表的金属螯合化的羟基喹啉酮(oxinoid)化合物、二苯乙烯基蒽衍生物或联苯乙烯基苯衍生物等联苯乙烯基衍生物、四苯基丁二烯衍生物、茛衍生物、香豆素衍生物、噁二唑衍生物、吡咯并吡啶衍生物、紫环酮(perinone)衍生物、环戊二烯衍生物、噁二唑衍生物、噻二唑并吡啶衍生物、二苯并咪喃衍生物、二苯并噻吩衍生物、咪唑衍生物、吡啶并咪唑衍生物、聚合物体系中的聚苯乙炔衍生物、聚对苯撑衍生物以及聚噻吩衍生物等,没有特别限定。

[0104] 对于发光材料中含有的主体材料,无需局限于仅一种化合物,也可以混合使用本发明的多种化合物,或者混合一种以上的其它主体材料来使用。另外也可以层合使用。作为主体材料没有特别限定,可以使用具有萘、蒽、菲、芘、1,2-苯并菲、并四苯、苯并[9,10]菲、芘、荧蒽、芴、茛等稠合芳环的化合物或其衍生物、N,N'-二萘基-N,N'-二苯基-4,4'-联

苯-1,1'-二胺等芳香族胺衍生物、以三(8-羟基喹啉)铝(III)为代表的金属螯合化的羟基喹啉酮化合物、二苯乙烯基苯衍生物等二苯乙烯基衍生物、四苯基丁二烯衍生物、茛衍生物、香豆素衍生物、噁二唑衍生物、吡咯并吡啶衍生物、紫环酮衍生物、环戊二烯衍生物、吡咯并吡咯衍生物、噁二唑并吡啶衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并噻吩衍生物、咪唑衍生物、吡啶并咪唑衍生物、噻吩衍生物、三嗪衍生物、聚合物体系中的聚苯乙炔衍生物、聚对苯撑衍生物、聚茛衍生物、聚乙烯基咪唑衍生物、聚噻吩衍生物等,没有特别限定。其中,作为发光层进行三线态发光(磷光发光)时所用的主体,适合使用金属螯合化的羟基喹啉酮化合物、二苯并呋喃衍生物、二苯并噻吩衍生物、咪唑衍生物、吡啶并咪唑衍生物、噻吩衍生物、三嗪衍生物、苯并[9,10]菲等。

[0105] 其中,通式(1)表示的化合物具有5.3~6.0eV的电离电势(蒸镀膜的AC-2(理研计器)测定值)、高三线态能级、高空穴传输性和薄膜稳定性,因此优选用于发光元件的发光层。另外,通式(1)表示的化合物与现有的具有联苯胺骨架的空穴传输性高的材料相比能隙更大,因此LUMO能级更高,电子阻挡性更优异。通式(1)表示的化合物还优选用作使用三线态发光材料的元件的主体材料。其原因在于,三线态能级低,如果与含有三线态发光性掺杂物的发光层直接接触,则发生三线态激发能的泄漏,发光效率降低,而通式(1)表示的化合物具有高三线态能级,不会发生这样的问题。另外,通式(1)表示的化合物如上所述显示出良好的空穴注入传输性,电子阻挡性也提高,因此可以用作空穴传输性主体。还有,如果与电子传输性主体组合使用,则发光层内的载流子增加,再结合概率增大,因此发光效率提高,所以是优选的。电子传输性主体材料没有特别限定,优选使用含噻吩骨架或三嗪骨架的咪唑化合物或具有咪唑部位的化合物。

[0106] 发光材料中含有的掺杂材料没有特别限定,可以举出具有萘、蒽、菲、1,2-苯并菲、茛、苯并茛、芘、苯并[9,10]菲、花、茛、茛等芳基环的化合物或其衍生物(例如2-(苯并噻唑-2-基)-9,10-二苯基蒽或5,6,11,12-四苯基并四苯等)、具有呋喃、吡咯、噻吩、噻咯(silole)、9-硅杂茛、9,9'-螺二硅杂茛、苯并噻吩、苯并呋喃、吡啶、二苯并噻吩、二苯并呋喃、咪唑并吡啶、菲咯啉、吡嗪、萘啶、喹啉、吡咯并吡啶、噻吨等杂芳基环的化合物或其衍生物、二苯乙烯基苯衍生物、4,4'-双(2-(4-二苯基氨基苯基)乙烯基)联苯、4,4'-双(N-(苴-4-基)-N-苯基氨基)苴等氨基苯乙烯基衍生物、芳香族乙炔衍生物、四苯基丁二烯衍生物、茛衍生物、醛连氮衍生物、吡咯甲川(Pyrromethene)衍生物、二酮基吡咯并[3,4-c]吡咯衍生物、2,3,5,6-1H,4H-四氢-9-(2'-苯并噻唑基)喹啉并[9,9a,1-gh]香豆素等香豆素衍生物、咪唑、噻唑、噁二唑、咪唑、噁唑、噁二唑、三唑等唑衍生物及其金属络合物以及以N,N'-二苯基-N,N'-二(3-甲基苯基)-4,4'-联苯-1,1'-二胺为代表的芳香族胺衍生物等。

[0107] 其中,作为发光层进行三线态发光(磷光发光)时所用的掺杂物,优选为含有选自自由铱(Ir)、钌(Ru)、钯(Pd)、铂(Pt)、锇(Os)及铼(Re)组成的组的至少一种金属的金属络合物化合物。配体优选具有苯基吡啶骨架或苯基喹啉骨架等含氮芳香族杂环。然而,并不限于此,可根据所要求的发光色、元件性能、与主体化合物的关系来选择合适的络合物。具体而言可以举出三(2-苯基吡啶基)铱络合物、三{2-(2-噻吩基)吡啶基}铱络合物、三{2-(2-苯并噻吩基)吡啶基}铱络合物、三(2-苯基苯并噻唑)铱络合物、三(2-苯基苯并噻唑)铱络合物、三苯并喹啉铱络合物、双(2-苯基吡啶基)(乙酰丙酮)铱络合物、双

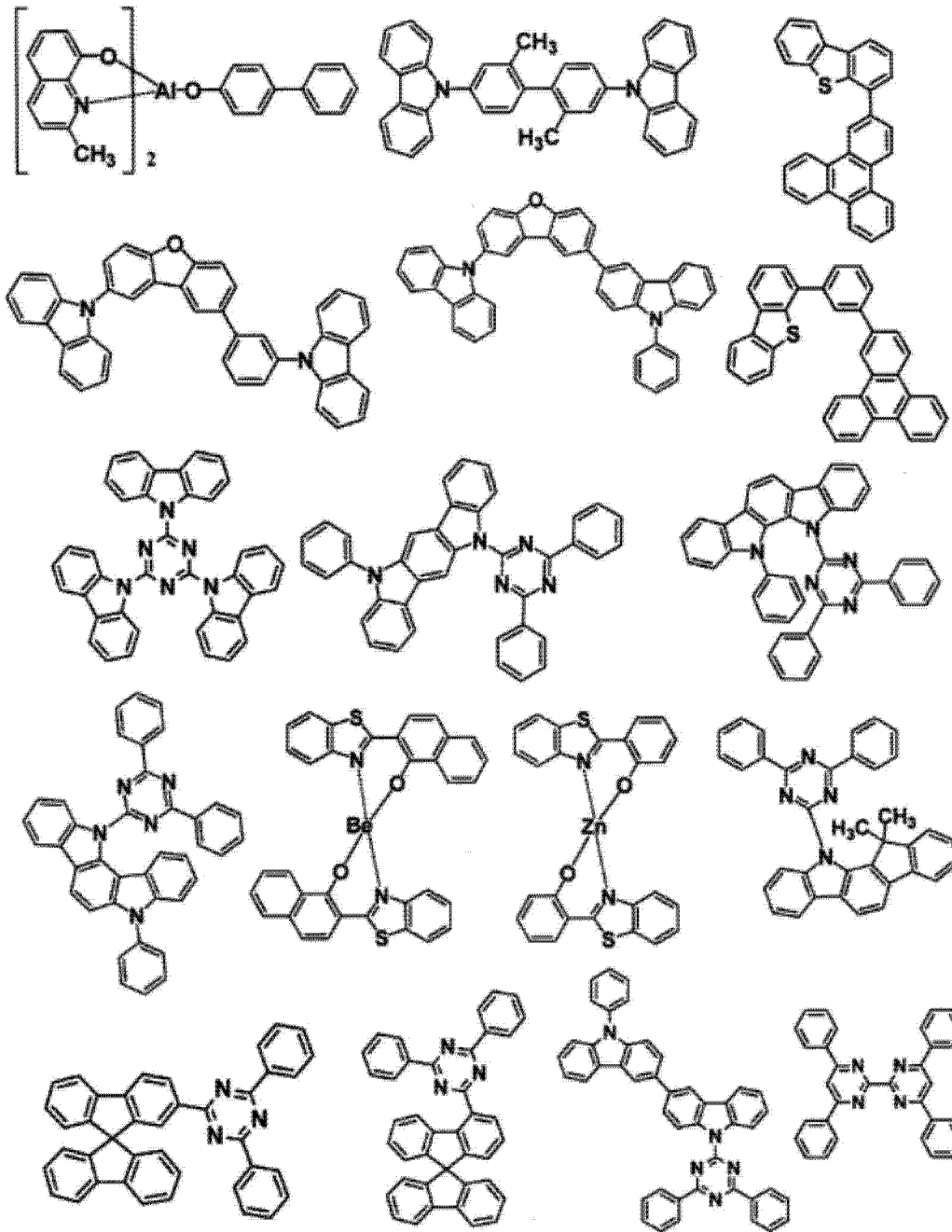
{2-(2-噻吩基)吡啶基}铷络合物、双{2-(2-苯并噻吩基)吡啶基}(乙酰丙酮)铷络合物、双(2-苯基苯并噻唑)(乙酰丙酮)铷络合物、双(2-苯基苯并噁唑)(乙酰丙酮)铷络合物、双苯并喹啉(乙酰丙酮)铷络合物、双{2-(2,4-二氟苯基)吡啶基}(乙酰丙酮)铷络合物、四乙基卟啉铂络合物、{三(噻吩甲酰三氟丙酮)单(1,10-菲咯啉)}铈络合物、{三(噻吩甲酰三氟丙酮)单(4,7-二苯基-1,10-菲咯啉)}铈络合物、{三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮)单(1,10-菲咯啉)}铈络合物、三乙酰丙酮铽络合物等。另外,也适合使用日本特开 2009-130141 号中记载的磷光掺杂物。并不限于此,但从容易得到高效率发光的方面考虑,优选使用铷络合物或铂络合物。

[0108] 用作掺杂材料的上述三线态发光材料,在发光层中既可以分别只含有一种,也可以将两种以上混合使用。使用两种以上的三线态发光材料时,优选掺杂材料的总重量相对于主体材料为 30 重量%以下,更优选为 20 重量%以下。

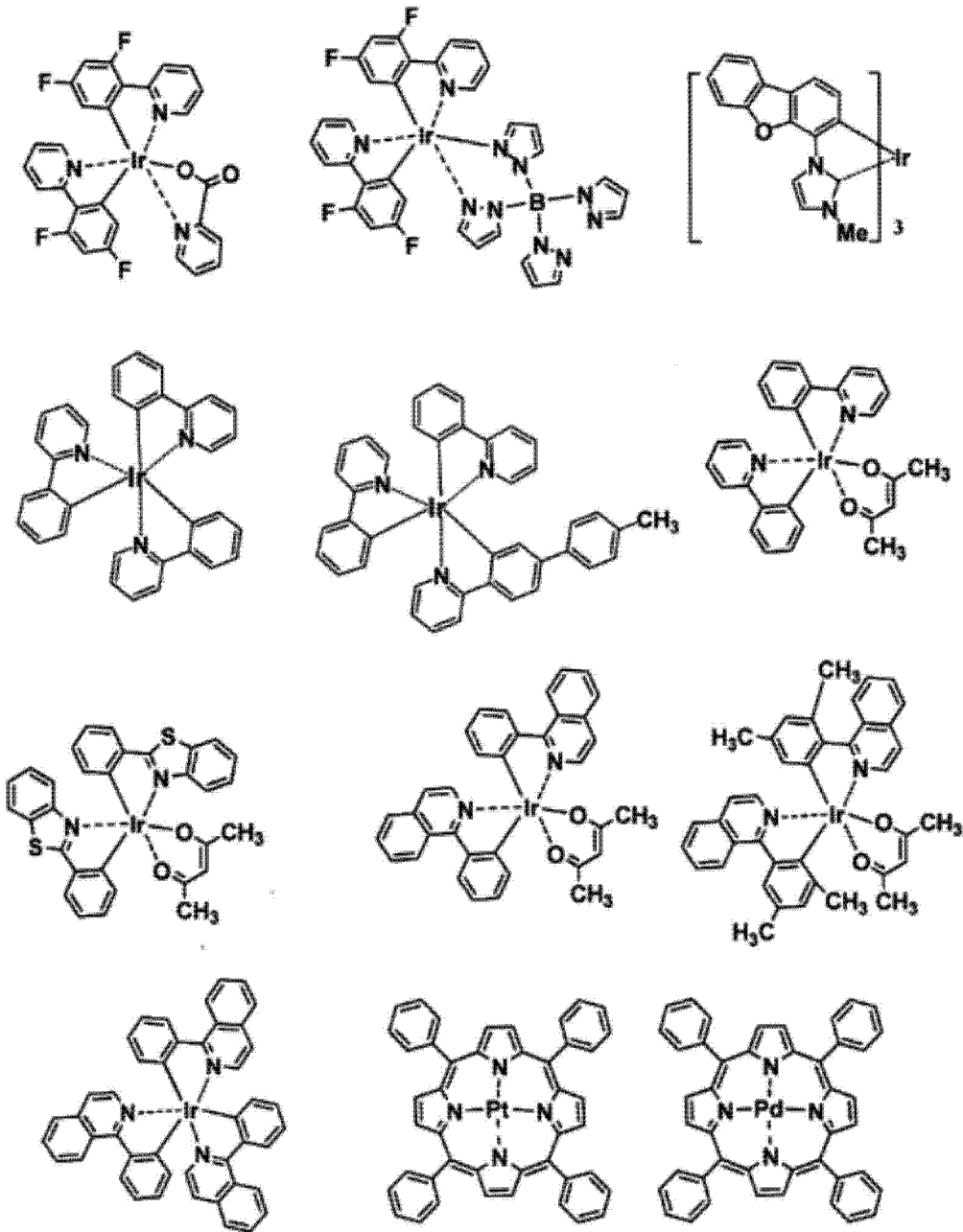
[0109] 另外,发光层中除了上述主体材料和三线态发光材料以外,还可以含有用于调整发光层内的载流子平衡或用于使发光层的层结构稳定化的第 3 成分。其中,作为第 3 成分,选择与由通式 (1) 表示的具有咪唑骨架的化合物形成的主体材料和由三线态发光材料形成的掺杂材料之间不引起相互作用的材料。

[0110] 作为三线态发光体系中优选的主体和掺杂物,没有特别限定,然而具体可以举出以下例子。

[0111]



[0112]



[0113] 除此以外,也可以使用 Appl. Phys. Lett. 78, 1622 (2001)、Nature 395, 151 (1998)、Appl. Phys. Lett. 90, 123509 (2007)、Org. Electron. 1, 15 (2000)、美国专利公开 2005-202194、国际公开第 2005-14551 号、美国专利公开 2003-175553、国际公开第 2001-39234 号、美国专利公开 2006-0280965、Appl. Phys. Lett. 77, 2280 (2000)、国际公开第 2004-93207 号、国际公开第 2005-89025 号、国际公开第 2006-132173 号、日本专利特开 2005-11610 号、日本专利特开 2007-254297 号、国际公开第 2007-63796 号、国际公开第 2007-63754 号、国际公开第 2008-56746 号、国际公开第 2008-146839 号、国际公开第 2009-84546 号、国际公开第 2005-30900 号、国际公开第 2006-114966 号、美国专利公开 2006-835469、美国专利公开 2006-202194、美国专利公开 2007-087321、Adv. Mater. 19, 739 (2007)、国际公开第 2003-40257 号、Chem. Mater. 17, 3532 (2005)、Adv. Mater. 17, 1059 (2005)、Inorg. Chem. 40, 1704 (2001)、美国专利公开 2002-034656、美国专利公开 2006-687266、Chem. Mater. 16, 2480 (2004)、美国专利公开 2007-190359、美国专利

公开 2006-008670、日本特开 2007-123392 号、Adv. Mater. 16, 2003 (2004)、Angew. Chem. Int. Ed. 2006, 45, 7800、Appl. Phys. Lett. 86, 153505 (2005)、Chem. Lett. 34, 592 (2005)、Chem. Commun. 2906 (2005)、Inorg. Chem. 42, 1248 (2003)、国际公开第 2002-2714 号、国际公开第 2006-9024 号、美国专利公开 2006-251923、国际公开第 2006-56418 号、美国专利公开 2005-260441、美国专利公开 2007-190359、美国专利公开 2002-134984、Angew. Chem. Int. Ed. 47, 1 (2008)、Chem. Mater. 18, 5119 (2006)、Inorg. Chem. 46, 4308 (2007)、国际公开第 2005-123873 号、国际公开第 2007-4380 号、国际公开第 2006-82742 号、美国专利公开 2005-260449、Organometallics 23, 3745 (2004)、Appl. Phys. Lett. 74, 1361 (1999)、国际公开第 2006-98120 号、国际公开第 2006-103874 号、国际公开第 2012-13271 号、国际公开第 2011-141109 号、国际公开第 2011-55934 号、国际公开第 2011-139055 号、国际公开第 2011-137072 号、国际公开第 2011-125680 号、国际公开第 2011-132684 号、国际公开第 2011-132683 号等中公开的主体和掺杂物。

[0114] 本发明中,电子传输层是指由阴极注入电子并传输电子的层。对于电子传输层,希望电子注入效率高,可高效地传输所注入的电子。因此,电子传输层被要求是:电子亲和力大、并且电子迁移率大、进而稳定性优异、在制造时和使用难以产生成为陷阱的杂质的物质。特别是在将膜厚层合得厚的情况下,由于低分子量的化合物发生结晶化等,膜质易于劣化,所以优选保持稳定的膜质的分子量为 400 以上的化合物。然而,在考虑空穴和电子传输平衡的情况下,如果电子传输层主要发挥如下作用,即,可有效阻止来自阳极的空穴不再结合而流向阴极侧,则即使其由电子传输能力不太高的材料构成,其发光效率的提高效果也与由电子传输能力高的材料构成的情况是同等的。因此,本发明的电子传输层中作为同义物也包含可有效阻止空穴移动的空穴阻挡层。

[0115] 作为电子传输层中所用的电子传输材料,可以举出萘、蒽等稠合多环芳香族衍生物、以 4,4'-双(二苯基乙烯基)联苯为代表的苯乙烯基系芳香环衍生物、蒽醌或联苯醌等醌衍生物、氧化磷衍生物、三(8-羟基喹啉)铝(III)等羟基喹啉络合物、苯并羟基喹啉络合物、羟基唑(hydroxyazole)络合物、偶氮甲碱络合物、环庚三烯酚酮金属络合物和黄酮醇金属络合物等各种金属络合物,从能降低驱动电压、获得高效率发光的方面考虑,优选使用由选自碳、氢、氮、氧、硅、磷中的元素构成、具有含有电子接受性氮的杂芳环结构的化合物。

[0116] 在此所说的电子接受性氮,表示在与相邻原子之间形成了多重键的氮原子。由于氮原子具有高电负性,所以该多重键具有接受电子的性质。因此,含有电子接受性氮的芳香族杂环具有高的电子亲和性。含有电子接受性氮的电子传输材料容易接受来自具有高电子亲和力的阴极的电子,可实现更低的驱动电压。另外,向发光层供给的电子增多,再结合概率提高,因此发光效率提高。

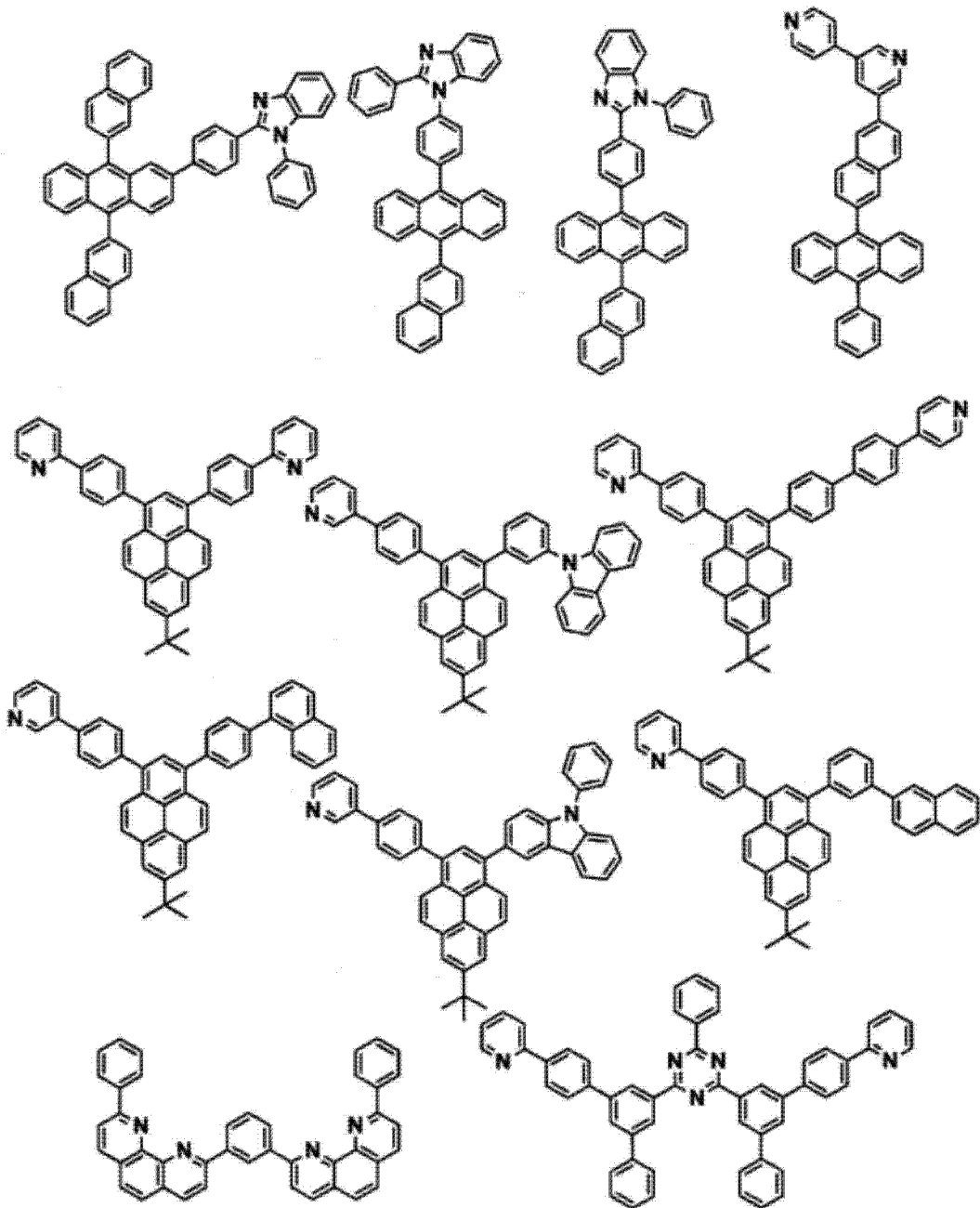
[0117] 作为含有电子接受性氮的杂芳环,例如可以举出吡啶环、吡嗪环、嘧啶环、喹啉环、喹喔啉环、萘啶环、嘧啶并嘧啶环、苯并喹啉环、菲咯啉环、咪唑环、噁唑环、噁二唑环、三唑环、噻唑环、噻二唑环、苯并噁唑环、苯并噻唑环、苯并咪唑环、菲并咪唑环等。

[0118] 作为具有这些杂芳环结构的化合物,作为优选的化合物例如可以举出苯并咪唑衍生物、苯并噁唑衍生物、苯并噻唑衍生物、噁二唑衍生物、噻二唑衍生物、三唑衍生物、吡嗪衍生物、菲咯啉衍生物、喹喔啉衍生物、喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、联吡啶或三吡啶等低

聚吡啶衍生物、喹啉衍生物和萘啶衍生物等。其中,从电子传输能力的观点出发,优选使用三(N-苯基苯并咪唑-2-基)苯等咪唑衍生物、1,3-双[(4-叔丁基苯基)1,3,4-噁二唑基]苯等噁二唑衍生物、N-萘基-2,5-二苯基-1,3,4-三唑等三唑衍生物、2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-邻二氮杂菲(Bathocuproin)或1,3-双(1,10-菲咯啉-9-基)苯等菲咯啉衍生物、2,2'-双(苯并[h]喹啉-2-基)-9,9'-螺二芴等苯并喹啉衍生物、2,5-双(6'-(2',2''-联吡啶基))-1,1-二甲基-3,4-二苯基噻咯等联吡啶衍生物、1,3-双(4'-(2,2':6'2''-三吡啶基))苯等三吡啶衍生物、双(1-萘基)-4-(1,8-萘啶-2-基)苯基氧化膦等萘啶衍生物。另外,这些衍生物如果具有稠合多环芳香族骨架,则玻璃化转变温度提高,并且电子迁移率也增大,发光元件的低电压化的效果大,所以是更优选的。进而,如果考虑到元件耐久寿命的提高、合成的容易度、原料容易获得,则稠合多环芳香族骨架特别优选为蒽骨架、芘骨架或菲咯啉骨架。上述电子传输材料可以单独使用,也可以将两种以上的上述电子传输材料混合使用,或者将一种以上的其它电子传输材料与上述电子传输材料混合使用。

[0119] 作为优选的电子传输材料,没有特别限定,具体可以举出以下例子。

[0120]



[0121] 除此以外,也可以使用国际公开第 2004-63159 号、国际公开第 2003-60956 号、Appl. Phys. Lett. 74, 865(1999)、Org. Electron. 4, 113(2003)、国际公开第 2010-113743 号、国际公开第 2010-1817 号等中公开的电子传输材料。

[0122] 上述电子传输材料可以单独使用,也可以将两种以上的上述电子传输材料混合使用,或将一种以上的其它电子传输材料混合到上述电子传输材料中使用。另外,也可以含有施主性化合物。在此,施主性化合物是指通过改善电子注入势垒使从阴极或电子注入层向电子传输层注入电子变得容易、进而提高电子传输层的导电性的化合物。

[0123] 作为施主性化合物的优选例,可以举出碱金属、含有碱金属的无机盐、碱金属与有机物的络合物、碱土金属、含有碱土金属的无机盐或碱土金属与有机物的络合物等。作为碱金属、碱土金属的优选种类,可以举出低功函且电子传输能力提高的效果大的锂、钠、钾、铷、铯之类的碱金属、镁、钙、钪、钡之类的碱土金属。

[0124] 另外,从易于进行在真空中的蒸镀、操作性优异的方面考虑,与金属单体相比,更优选无机盐或与有机物的络合物的状态。进而,从在大气中易于处理、添加浓度易于控制的观点出发,更优选与有机物的络合物的状态。作为无机盐的例子,可以举出LiO、Li₂O等氧化物、氮化物、LiF、NaF、KF等氟化物、Li₂CO₃、Na₂CO₃、K₂CO₃、Rb₂CO₃、Cs₂CO₃等碳酸盐等。另外,作为碱金属或碱土金属的优选例,从能够得到大的低电压驱动效果的观点出发,可以举出锂、铯。另外,作为与有机物的络合物中的有机物的优选例,可以举出羟基喹啉、苯并羟基喹啉、吡啶基苯酚、黄酮醇、羟基咪唑并吡啶、羟基苯并唑、羟基三唑等。其中,从发光元件的低电压化的效果更大的观点出发,优选碱金属与有机物的络合物,进而从合成的容易度、热稳定性的观点出发,更优选锂与有机物的络合物,特别优选能比较廉价地获得的羟基喹啉锂。

[0125] 电子传输层的电离电势没有特别限定,优选为5.6eV以上8.0eV以下,更优选为6.0eV以上7.5eV以下。

[0126] 构成发光元件的上述各层的形成方法为电阻加热蒸镀、电子束蒸镀、溅射、分子层积法、涂布法等,没有特别限定,通常,从元件特性的方面考虑,优选电阻加热蒸镀或电子束蒸镀。

[0127] 对于有机层的厚度,由于还取决于发光物质的电阻值,所以无法限定,但优选为1~1000nm。发光层、电子传输层、空穴传输层的膜厚分别优选为1nm以上200nm以下,更优选为5nm以上100nm以下。

[0128] 本发明的发光元件具有可以将电能转换为光的功能。在此,作为电能主要使用直流电流,但也可使用脉冲电流或交流电流。电流值和电压值没有特别限制,考虑到元件的电力消耗及寿命,则应当按照以尽可能低的能量得到最大的亮度的条件来选择。

[0129] 本发明的发光元件适合用作例如以矩阵和/或段形(segment)方式显示的显示器。

[0130] 所谓矩阵方式,用于显示的像素以二维方式配置成格子状或马赛克状等,以像素的集合显示文字或图像。像素的形状或大小根据用途决定。例如,就个人电脑、监视器、电视机的图像和文字显示而言,通常使用边长为300μm以下的方形像素,另外,对于显示板那样的大型显示器,则使用边长为毫米数量级的像素。单色显示时,将相同颜色的像素排列即可,彩色显示时,要将红、绿、蓝的像素排列显示。这种情况下,典型的有三角形和条纹形。而且,该矩阵的驱动方法可以是线顺序驱动方法或有源矩阵中的任一种。线顺序驱动虽然结构简单,但考虑到工作特性的情况下,有时更优选有源矩阵,因此这也需要根据用途区分使用。

[0131] 本发明中的分段方式是形成显示预先所确定的信息的图案,根据该图案的配置,使确定的区域发光的方式。例如,可以举出数字钟表或温度计中的时刻或温度显示、音频仪器或电磁炉等的工作状态显示以及汽车的仪表盘显示等。而且,上述矩阵显示和分段显示也可以在同一显示盘中共存。

[0132] 本发明的发光元件也优选用作各种仪器等的背光。背光主要用于提高不自发光的显示装置的可视性,在液晶显示装置、钟表、音频装置、汽车仪表盘、显示板和标识等中使用。特别优选将本发明的发光元件用于液晶显示装置、尤其正在进行轻薄化研究的个人电脑用途的背光,可以提供比现有技术薄而轻的背光。

[0133] 实施例

[0134] 以下,给出实施例来说明本发明,但本发明并不受这些实施例的限定。需要说明的是,下述各实施例中存在的化合物的编号是指前面记载的化合物的编号。

[0135] 合成例 1**[0136] 化合物 [6] 的合成**

[0137] 将 3- 溴咪唑 20.9g、苯基咪唑-3- 硼酸 15.0g、乙酸钡 366mg、三(2- 甲基苯基) 膦 300mg、2M 碳酸钾水溶液 105ml、二甲氧基乙烷 260ml 的混合溶液在氮气流下回流 6 小时。冷却至室温后,用甲苯 500ml 萃取。将有机层用水 100ml 洗涤 2 次,用硫酸镁干燥后,蒸发。将所得的浓缩物通过硅胶柱色谱来纯化,真空干燥后,得到 9- 苯基-9H, 9'-H-3, 3'- 联咪唑 13.5g。

[0138] 接着,将 1, 3- 二溴-5- 氯苯 20.0g、苯基硼酸 19.8g、双(三苯基膦) 二氯化钯(II) 519mg、1.5M 碳酸钠水溶液 217ml、二甲氧基乙烷 370ml 的混合溶液在氮气流下回流 4 小时。冷却至室温后,用甲苯 500ml 萃取。将有机层用水 250ml 洗涤 3 次,用硫酸镁干燥后,蒸发。将所得的浓缩物通过硅胶柱色谱来纯化,真空干燥后,得到 5'- 氯-(1, 1', 3', 1'') 三联苯 13.0g。

[0139] 接着,将 9- 苯基-9H, 9'-H-3, 3'- 联咪唑 10.0g、5'- 氯-(1, 1', 3', 1'') 三联苯 7.8g、双(二亚苄基丙酮) 钯 423mg、三叔丁基磷四氟硼酸盐 191mg、叔丁醇钠 3.29g 和邻二甲苯 245ml 的混合溶液在氮气流下在回流下加热搅拌 3 小时。冷却至室温后,用甲苯 300ml 萃取。将有机层用水 250ml 洗涤 3 次,用硫酸镁干燥后,蒸发。将所得的浓缩物通过硅胶柱色谱来纯化,将蒸发而得的固体真空干燥后,得到白色固体 12.1g。

[0140] 所得的粉末的 ¹H-NMR 分析结果如下所述,确认如上所述得到的白色固体为化合物 [6]。

[0141] ¹H-NMR(CDCl₃(d=ppm)): 7.42-7.72(m, 20H), 7.73-7.85(m, 8H), 7.93-7.94(m, 1H), 8.47(t, 1H), 8.48-8.49(m, 2H)。

[0142] 需要说明的是,该化合物 [6] 在使用油扩散泵在 1×10^{-3} Pa 的压力下于约 330°C 进行升华纯化后,作为发光元件材料使用。HPLC 纯度(测定波长 254nm 下的面积%) 在升华纯化前为 99.7%,在升华纯化后为 99.9%。

[0143] 合成例 2**[0144] 化合物 [156] 的合成**

[0145] 将 2- 溴硝基苯 20g、4- 氯苯基硼酸 17g、磷酸三钾 45g、四丁基溴化铵 6.9g、乙酸钡 480mg 和二甲基甲酰胺 500ml 的混合溶液在氮气流下于 130°C 加热搅拌 5 小时。冷却至室温后,注入水 100ml,用甲苯 150ml 萃取。将有机层用水 100ml 洗涤 3 次,用硫酸镁干燥后,蒸发。通过硅胶柱色谱来纯化,真空干燥后,得到 2-(4- 氯苯基) 硝基苯 22g。

[0146] 接着,将 2-(4- 氯苯基) 硝基苯 22g、三苯基膦 61g 和邻二氯苯 190ml 的混合溶液在氮气流下回流 6 小时。冷却至室温后,在减压下蒸馏除去邻二氯苯,通过硅胶柱色谱来纯化,真空干燥后,得到 2- 氯-9H- 咪唑 17.7g。

[0147] 接着,将 2- 氯-9H- 咪唑 17.7g、碘苯 22g、铜粉 20g 和碳酸钾 43g、二甲基甲酰胺 200ml 的混合溶液在氮气流下于 140°C 加热搅拌 16 小时。冷却至室温后,加入乙酸乙酯 50ml,用硅藻土过滤。在所得的滤液中加入饱和氯化铵水溶液,稍稍搅拌后,用乙酸乙酯和

己烷萃取。用硫酸镁干燥后,蒸发。通过硅胶柱色谱来纯化,真空干燥后,得到 2-氯-9-苯基-9H-咪唑 14g。

[0148] 接着,将 2-氯-9-苯基-9H-咪唑 14g、双(频哪醇合)二硼 15.4g、乙酸钾 14.8g 和二氧杂环己烷 100ml 和三(二亚苄基丙酮)二钯(0) 0.58g 和 2-二环己基膦基-2'4'6'-三异丙基联苯 961mg 的混合溶液在氮气流下回流 7 小时。冷却至室温后,用甲苯萃取。将有机层用水洗涤 3 次,用硫酸镁干燥后,蒸发。将所得的浓缩物通过硅胶柱色谱来纯化,真空干燥后,得到 9-苯基-2-(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧杂硼烷-2-基)-9H-咪唑 16g。

[0149] 接着,将 3-溴咪唑 4.0g、9-苯基-2-(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧杂硼烷-2-基)-9H-咪唑 6.6g、2M 碳酸钾水溶液 18ml、1,2-二甲氧基乙烷 80ml 和乙酸钯 72mg 和三(2-甲基苯基)膦 243mg 的混合溶液在氮气流下回流 6 小时。冷却至室温后,用甲苯萃取。将有机层用水洗涤 2 次,用硫酸镁干燥后,蒸发。将所得的浓缩物通过硅胶柱色谱来纯化,真空干燥后,得到 9-苯基-9H,9'-H-2,3'-联咪唑 5.2g。

[0150] 接着,将 9-苯基-9H,9'-H-2,3'-联咪唑 1.5g、5'-氯-(1,1',3',1'')三联苯 1.1g、双(二亚苄基丙酮)钯 65mg、三叔丁基膦四氟硼酸盐 29mg、叔丁醇钠 564mg 和邻二甲苯 37ml 的混合溶液在氮气流下在回流下加热搅拌 6 小时。冷却至室温后,用甲苯 100ml 萃取。将有机层用水 50ml 洗涤 3 次,用硫酸镁干燥后,蒸发。将所得的浓缩物通过硅胶柱色谱来纯化,将蒸发而得的固体真空干燥后,得到白色固体 2.0g。

[0151] 所得的粉末的 $^1\text{H-NMR}$ 分析结果如下所述,确认如上所述得到的白色固体为化合物 [156]。

[0152] $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , δ =ppm): 7.41-7.73 (m, 25H), 7.80-7.81 (d, 2H), 7.91-7.93 (t, 1H), 8.17-8.25 (m, 3H), 8.40-8.41 (m, 1H)。

[0153] 需要说明的是,该化合物 [156] 在使用油扩散泵在 1×10^{-3} Pa 的压力下于约 330°C 进行升华纯化后,作为发光元件材料使用。HPLC 纯度(测定波长 254nm 下的面积%) 在升华纯化前为 99.8%, 在升华纯化后为 99.9%。

[0154] 合成例 3

[0155] 化合物 [176] 的合成

[0156] 将 3-溴咪唑 20.9g、9-苯基咪唑-3-硼酸 15.0g、乙酸钯 366mg、三(2-甲基苯基)膦 300mg、2M 碳酸钾水溶液 105ml、二甲氧基乙烷 260ml 的混合溶液在氮气流下回流 6 小时。冷却至室温后,用四氢呋喃 500ml 萃取。将有机层用饱和食盐水 100ml 洗涤 2 次,用硫酸镁干燥后,蒸发。将所得的浓缩物通过邻二甲苯重结晶来纯化,真空干燥后,得到 9-苯基-9H,9'-H-3,3'-联咪唑 13.5g。

[0157] 接着,将 1,3-二溴-5-氯苯 10.0g、苯基-d5-硼酸 9.9g、双(三苯基膦)二氯化钯(II) 130mg、2.0M 碳酸钠水溶液 78ml、二甲氧基乙烷 185ml 的混合溶液在氮气流下回流 4 小时。冷却至室温后,用甲苯 300ml 萃取。将有机层用水 200ml 洗涤 3 次,用硫酸镁干燥后,蒸发。将所得的浓缩物通过硅胶柱色谱来纯化,真空干燥后,得到中间体 8.5g。

[0158] 接着,将 9-苯基-9H,9'-H-3,3'-联咪唑 5.0g、上述中间体 4.0g、双(二亚苄基丙酮)钯 70mg、二叔丁基(2,2-二苯基-1-甲基-1-环丙基)膦 86mg、叔丁醇钠 1.65g 和邻二甲苯 61ml 的混合溶液在氮气流下在回流下加热搅拌 2 小时。冷却至室温后,用甲苯 300ml 萃取。将有机层用水 250ml 洗涤 3 次,用硫酸镁干燥后,蒸发。将所得的浓缩物通过硅胶柱

色谱来纯化,将蒸发而得的固体真空干燥后,得到白色固体 6.1g。

[0159] 所得的粉末的 $^1\text{H-NMR}$ 分析结果如下所述,确认如上所述得到的白色固体为化合物 [176]。

[0160] $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3(\text{d}=\text{ppm}))$: 7.30–7.67 (m, 13H), 7.78–7.85 (m, 4H), 7.93–7.94 (t, 1H), 8.24–8.29 (t, 2H), 8.47–8.49 (m, 2H)。

[0161] 需要说明的是,该化合物 [176] 在使用油扩散泵在 $1 \times 10^{-3}\text{Pa}$ 的压力下于约 330°C 进行升华纯化后,作为发光元件材料使用。HPLC 纯度(测定波长 254nm 下的面积%) 在升华纯化前为 99.6%,在升华纯化后为 99.9%。

[0162] 合成例 4

[0163] 化合物 [170] 的合成

[0164] 除了使用 4-甲基苯基硼酸来代替苯基硼酸以外,通过与合成例 1 同样的方法进行合成,得到白色固体。所得的粉末的 $^1\text{H-NMR}$ 分析结果如下所述,确认如上所述得到的白色固体为化合物 [170]。

[0165] $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3(\text{d}=\text{ppm}))$: 2.43 (s, 6H), 7.29–8.23 (m, 26H), 8.25–8.46 (m, 2H), 8.47 (s, 2H)。

[0166] 需要说明的是,该化合物 [170] 在使用油扩散泵在 $1 \times 10^{-3}\text{Pa}$ 的压力下于约 340°C 进行升华纯化后,作为发光元件材料使用。HPLC 纯度(测定波长 254nm 下的面积%) 在升华纯化前为 99.7%,在升华纯化后为 99.9%。

[0167] 合成例 5

[0168] 化合物 [193] 的合成

[0169] 除了使用 4-氟苯基硼酸来代替苯基硼酸以外,通过与合成例 1 同样的方法进行合成,得到白色固体。所得的粉末的 $^1\text{H-NMR}$ 分析结果如下所述,确认如上所述得到的白色固体为化合物 [193]。

[0170] $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3(\text{d}=\text{ppm}))$: 7.18–7.21 (m, 4H), 7.32–7.37 (m, 2H), 7.44–7.56 (m, 6H), 7.61–7.77 (m, 9H), 7.77–8.82 (m, 5H), 8.24–8.28 (m, 2H), 8.47–8.49 (m, 2H)。

[0171] 需要说明的是,该化合物 [193] 在使用油扩散泵在 $1 \times 10^{-3}\text{Pa}$ 的压力下于约 340°C 进行升华纯化后,作为发光元件材料使用。HPLC 纯度(测定波长 254nm 下的面积%) 在升华纯化前为 99.7%,在升华纯化后为 99.9%。

[0172] 合成例 6

[0173] 化合物 [198] 的合成

[0174] 将咪唑 3.2g、5'-氯-(1,1',3',1'')三联苯 6.0g、双(二亚苄基丙酮)钼 109mg、二叔丁基(2,2-二苯基-1-甲基-1-环丙基)膦 134mg、叔丁醇钠 2.5g 和邻二甲苯 90ml 的混合溶液在氮气流下在回流下加热搅拌 2 小时。冷却至室温后,用甲苯 100ml 萃取。将有机层用水 50ml 洗涤 3 次,用硫酸镁干燥后,蒸发。将所得的浓缩物通过硅胶柱色谱来纯化,真空干燥后,得到 9-([1,1':3',1''-三联苯]-5'-基)-9H-咪唑 6.9g。

[0175] 接着,将 9-([1,1':3',1''-三联苯]-5'-基)-9H-咪唑 6.9g、N-溴琥珀酰亚胺 3.1g 和经脱气的二甲基甲酰胺 174ml 的混合溶液在氮气流下于 60°C 加热搅拌 3 小时。冷却至室温后,用甲苯 100ml 萃取。将有机层用水 50ml 洗涤 3 次,用硫酸镁干燥后,蒸发。将所得的浓缩物(9-([1,1':3',1''-三联苯]-5'-基)-3-溴-9H-咪唑)7.5g 不经纯化进

行真空干燥后,用于后续反应。

[0176] 接着,将 9-([1,1':3',1''-三联苯]-5'-基)-3-溴-9H-咔唑 3g、咔唑 1.16g、双(二亚苄基丙酮)钼 36mg、二叔丁基(2,2-二苯基-1-甲基-1-环丙基)膦 44mg、叔丁醇钠 848mg 和邻二甲苯 32ml 的混合溶液在氮气流下在回流下加热搅拌 6 小时。冷却至室温后,用甲苯 100ml 萃取。将有机层用水 50ml 洗涤 3 次,用硫酸镁干燥后,蒸发。将所得的浓缩物通过硅胶柱色谱来纯化,将蒸发而得的固体真空干燥后,得到白色固体 1.5g。

[0177] 所得的粉末的 $^1\text{H-NMR}$ 分析结果如下所述,确认如上所述得到的白色固体为化合物 [198]。

[0178] $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3(\text{d}=\text{ppm}))$: 7.12-7.24(m, 2H), 7.25-7.61(m, 15H), 7.70-7.76(m, 4H), 7.85-7.86(m, 2H), 7.95-7.97(m, 1H), 8.12-8.20(m, 3H), 8.30-8.31(d, 1H)。

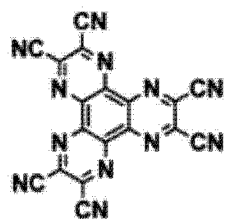
[0179] 需要说明的是,该化合物 [198] 在使用油扩散泵在 $1 \times 10^{-3}\text{Pa}$ 的压力下于约 300°C 进行升华纯化后,作为发光元件材料使用。HPLC 纯度(测定波长 254nm 下的面积%) 在升华纯化前为 99.7%,在升华纯化后为 99.9%。

[0180] 实施例 1

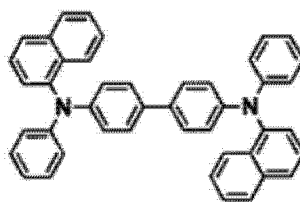
[0181] 将堆积了 50nm 厚的 ITO 透明导电膜的玻璃基板(Geomatec 株式会社制造、 $11\ \Omega/\square$ 、溅射产品)切成 $38 \times 46\text{mm}$,进行蚀刻。将所得的基板用“Semico Clean56”(商品名、Furuuchi 化学株式会社制造)超声清洗 15 分钟后,用超纯水清洗。在即将制作元件之前对该基板进行 1 小时 UV-臭氧处理,再设置在真空蒸镀装置内,排气直至装置内的真空度变为 $5 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 以下。通过电阻加热法,蒸镀 10nm 的 HI-1 作为空穴注入层。接着,蒸镀 110nm 的 HT-1 作为第一空穴传输层。接着,蒸镀 10nm 的化合物 [6] 作为第二空穴传输层。接着,作为发光层,使用化合物 H-1 作为主体材料,使用化合物 D-1 作为掺杂材料,以 40nm 的厚度蒸镀,以使得掺杂材料的掺杂浓度达到 5 重量%。接着,以 20nm 的厚度蒸镀化合物 E-1 作为电子传输层。

[0182] 接着,蒸镀 0.5nm 的氟化锂、60nm 的铝作为阴极,制作 $5 \times 5\text{mm}$ 见方的元件。在此所说的膜厚是水晶振荡式膜厚监测仪显示值。将该发光元件以 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 进行直流驱动,结果可得到发光效率为 $5.21\text{lm}/\text{W}$ 的蓝色发光。将该发光元件以 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 的直流进行连续驱动,结果亮度半衰期为 1600 小时。需要说明的是,化合物 HI-1、HT-1、H-1、D-1、E-1 是以下所示的化合物。

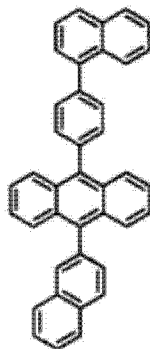
[0183]



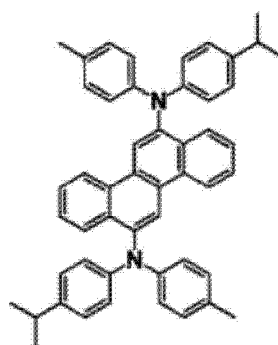
HI-1



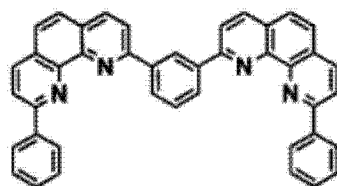
HT-1



H-1



D-1



E-1

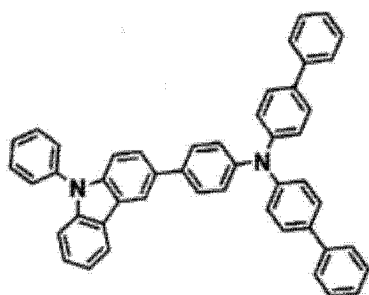
[0184] 实施例 2 ~ 4

[0185] 除了使用表 1 中记载的材料作为第二空穴传输层以外,与实施例 1 同样地制作发光元件。各实施例的结果示于表 1。

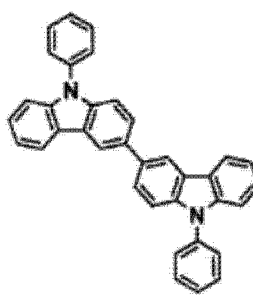
[0186] 比较例 1 ~ 6

[0187] 除了使用表 1 中记载的材料作为第二空穴传输层以外,与实施例 1 同样地制作发光元件,进行评价。结果示于表 1。需要说明的是,HT-2 ~ HT-7 是以下所示的化合物。

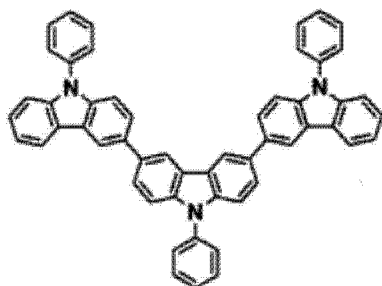
[0188]



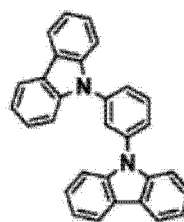
HT-2



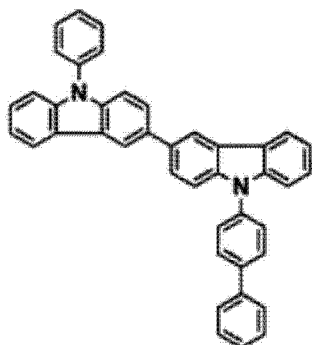
HT-3



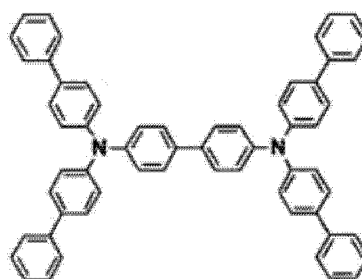
HT-4



HT-5



HT-6



HT-7

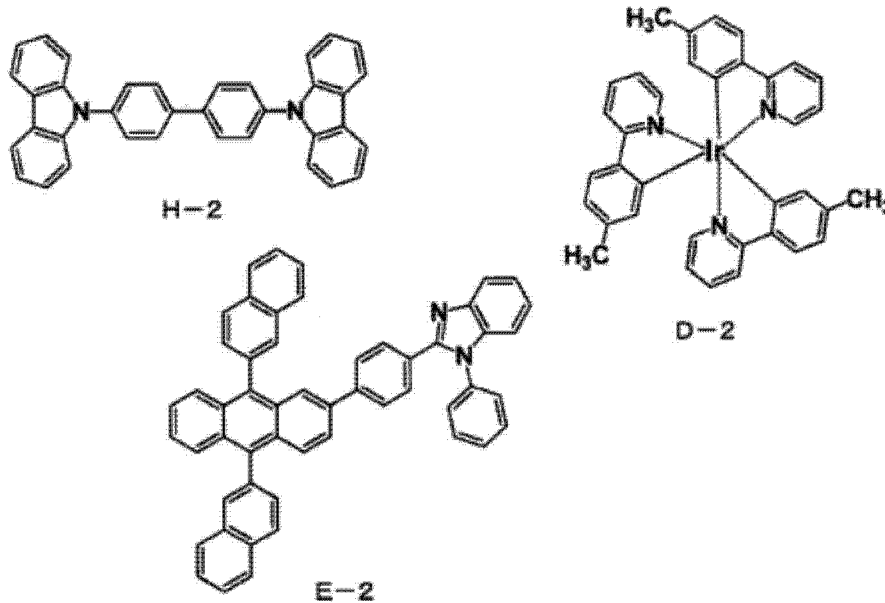
[0189] 实施例 5

[0190] 将堆积了 50nm 厚的 ITO 透明导电膜的玻璃基板 (Geomatec 株式会社制造、 $11\Omega/\square$ 、溅射产品) 切成 $38\times 46\text{mm}$, 进行蚀刻。将所得的基板用“Semico Clean”(商品名、Furuuchi 化学株式会社制造) 超声清洗 15 分钟后, 用超纯水清洗。在即将制作元件之前对该基板进行 1 小时 UV- 臭氧处理, 再设置在真空蒸镀装置内, 排气直至装置内的真空度变为 $5\times 10^{-4}\text{Pa}$ 以下。通过电阻加热法, 蒸镀 10nm 的 HI-1 作为空穴注入层。接着, 蒸镀 110nm 的 HT-1 作为第一空穴传输层。接着, 蒸镀 10nm 的化合物 [6] 作为第二空穴传输层。接着, 作为发光层, 使用化合物 H-2 作为主体材料, 使用化合物 D-2 作为掺杂材料, 以 40nm 的厚度蒸镀, 以使得掺杂材料的掺杂浓度达到 10 重量%。接着, 作为电子传输层, 以 10nm 的厚度层合将有机化合物 (E-2) 和施主性化合物 (羟基喹啉锂) 以蒸镀速度比 1:1 (=0.05nm/s:0.05nm/s) 混合而成的层。

[0191] 接着, 蒸镀 1nm 的羟基喹啉锂后, 以蒸镀速度比为镁: 银 = 10:1 (=0.5nm/s:0.05nm/s)

s) 的条件蒸镀 100nm 的镁和银的共蒸镀膜作为阴极, 制作 $5 \times 5\text{mm}$ 见方的元件。在此所说的膜厚是水晶振荡式膜厚监测仪显示值。将该发光元件以 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 进行直流驱动, 结果可得到发光效率为 $14.01\text{lm}/\text{W}$ 的绿色发光。将该发光元件以 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 的直流进行连续驱动, 结果亮度半衰期为 1500 小时。需要说明的是, H-2、D-2、E-2 是以下所示的化合物。

[0192]



[0193] 实施例 6 ~ 8

[0194] 除了使用表 2 中记载的材料作为第二空穴传输层、主体材料、掺杂材料以外, 与实施例 5 同样地制作发光元件, 进行评价。结果示于表 2。

[0195] 比较例 7 ~ 11

[0196] 除了使用表 2 中记载的化合物作为第二空穴传输层、主体材料、掺杂材料以外, 与实施例 5 同样地制作发光元件, 进行评价。结果示于表 2。

[0197] 实施例 9

[0198] 将堆积了 50nm 厚的 ITO 透明导电膜的玻璃基板 (Geomatec 株式会社制造、 $11 \Omega / \square$ 、溅射产品) 切成 $38 \times 46\text{mm}$, 进行蚀刻。将所得的基板用 “Semico Clean” (商品名、Furuuchi 化学株式会社制造) 超声清洗 15 分钟后, 用超纯水清洗。在即将制作元件之前对该基板进行 1 小时 UV- 臭氧处理, 再设置在真空蒸镀装置内, 排气直至装置内的真空度变为 $5 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 以下。通过电阻加热法, 蒸镀 10nm 的 HI-1 作为空穴注入层。接着, 蒸镀 125nm 的 HT-1 作为空穴传输层。接着, 作为发光层, 使用化合物 [6] 作为主体材料, 使用化合物 D-2 作为掺杂材料, 以 40nm 的厚度蒸镀, 以使得掺杂材料的掺杂浓度达到 10 重量%。接着, 以 20nm 的厚度蒸镀化合物 E-1 作为电子传输层。

[0199] 接着, 蒸镀 0.5nm 的氟化锂、60nm 的铝作为阴极, 制作 $5 \times 5\text{mm}$ 见方的元件。在此所说的膜厚是水晶振荡式膜厚监测仪显示值。将该发光元件以 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 进行直流驱动, 结果可得到发光效率为 $19.01\text{lm}/\text{W}$ 的绿色发光。将该发光元件以 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 的直流进行连续驱动, 结果亮度半衰期为 1600 小时。

[0200] 实施例 10 ~ 11

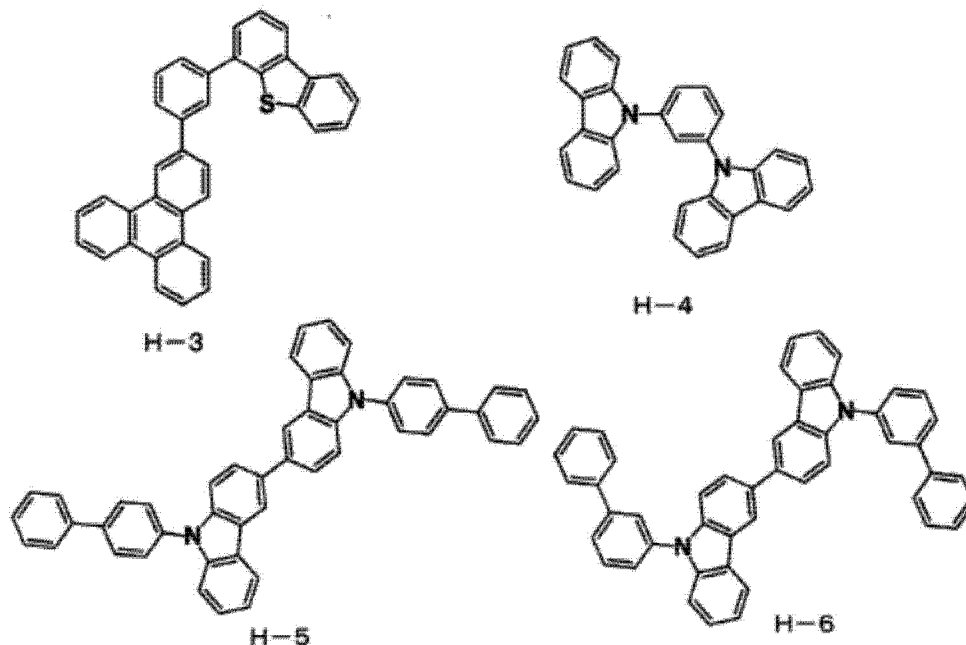
[0201] 除了使用表 3 中记载的材料作为空穴传输层、主体材料、掺杂材料以外, 与实施例

9 同样地制作发光元件,进行评价。结果示于表 3。

[0202] 比较例 12 ~ 18

[0203] 除了使用表 3 中记载的化合物作为空穴传输层、主体材料、掺杂材料以外,与实施例 9 同样地制作发光元件,进行评价。结果示于表 3。需要说明的是,化合物 H-3、H-4、H-5、H-6 是以下所示的化合物。

[0204]

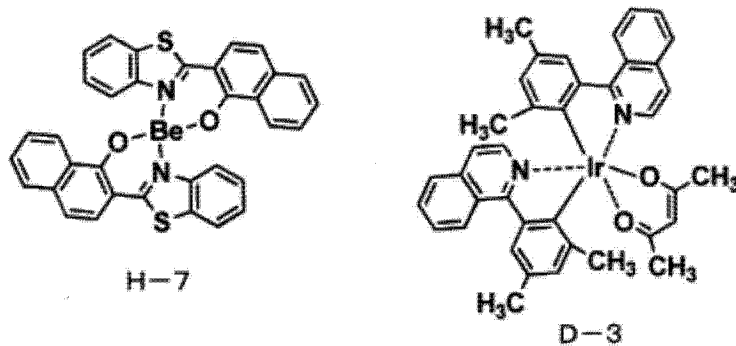


[0205] 实施例 12

[0206] 将堆积了 50nm 厚的 ITO 透明导电膜的玻璃基板 (Geomatec 株式会社制造、 $11 \Omega / \square$ 、溅射产品) 切成 $38 \times 46 \text{mm}$, 进行蚀刻。将所得的基板用“Semico Clean”(商品名、Furuuchi 化学株式会社制造) 超声清洗 15 分钟后,用超纯水清洗。在即将制作元件之前对该基板进行 1 小时 UV- 臭氧处理,再设置在真空蒸镀装置内,排气直至装置内的真空度变为 $5 \times 10^{-4} \text{Pa}$ 以下。通过电阻加热法,蒸镀 10nm 的 HI-1 作为空穴注入层。接着,蒸镀 90nm 的 HT-7 作为第一空穴传输层。接着,蒸镀 30nm 的化合物 [6] 作为第二空穴传输层。接着,作为发光层,使用化合物 H-7 作为主体材料,使用化合物 D-3 作为掺杂材料,以 30nm 的厚度蒸镀,以使得掺杂材料的掺杂浓度达到 4 重量%。接着,以 35nm 的厚度蒸镀化合物 E-1 作为电子传输层。

[0207] 接着,蒸镀 0.5nm 的氟化锂、60nm 的铝作为阴极,制作 $5 \times 5 \text{mm}$ 见方的元件。在此所说的膜厚是水晶振荡式膜厚监测仪显示值。将该发光元件以 $10 \text{mA}/\text{cm}^2$ 进行直流驱动,结果可得到发光效率为 $10.31 \text{m}/\text{W}$ 的红色发光。将该发光元件以 $10 \text{mA}/\text{cm}^2$ 的直流进行连续驱动,结果亮度半衰期为 1500 小时。需要说明的是,化合物 H-7、D-3 是以下所示的化合物。

[0208]



[0209] 实施例 13 ~ 22

[0210] 除了使用表 4 中记载的材料作为第二空穴传输层、主体材料、掺杂材料以外，与实施例 12 同样地制作发光元件，进行评价。结果示于表 4。

[0211] 比较例 19 ~ 22

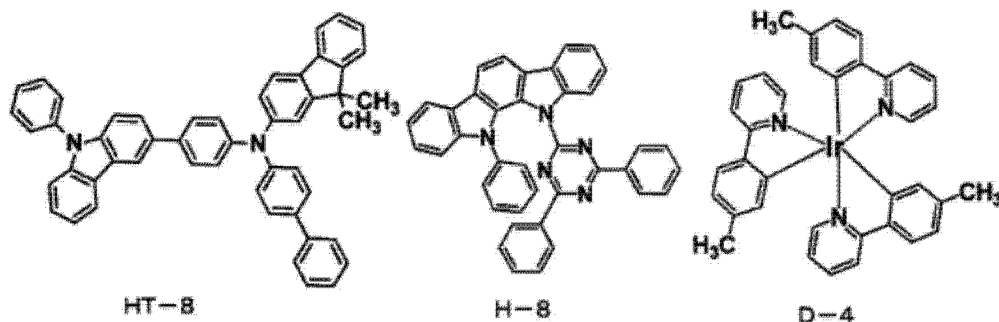
[0212] 除了使用表 4 中记载的化合物作为第二空穴传输层、主体材料、掺杂材料以外，与实施例 12 同样地制作发光元件，进行评价。结果示于表 4。

[0213] 实施例 23

[0214] 将堆积了 50nm 厚的 ITO 透明导电膜的玻璃基板 (Geomatec 株式会社制造、 $11 \Omega/\square$ 、溅射产品) 切成 $38 \times 46\text{mm}$ ，进行蚀刻。将所得的基板用“Semico Clean”(商品名、Furuuchi 化学株式会社制造) 超声清洗 15 分钟后，用超纯水清洗。在即将制作元件之前对该基板进行 1 小时 UV-臭氧处理，再设置在真空蒸镀装置内，排气直至装置内的真空度变为 $5 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 以下。通过电阻加热法，蒸镀 10nm 的 HI-1 作为空穴注入层。接着，蒸镀 80nm 的 HT-8 作为第一空穴传输层。接着，蒸镀 10nm 的化合物 [6] 作为第二空穴传输层。接着，作为发光层，使用化合物 H-8 作为主体材料，使用化合物 D-4 作为掺杂材料，以 30nm 的厚度蒸镀，以使得掺杂材料的掺杂浓度达到 10 重量%。接着，作为电子传输层，以 35nm 的厚度层合将有机化合物 (E-2) 和施主性化合物 (Liq: 羟基喹啉锂) 以蒸镀速度比 1:1 (=0.05nm/s:0.05nm/s) 混合而成的层。

[0215] 接着，蒸镀 1nm 的羟基喹啉锂后，以蒸镀速度比为镁:银=10:1 (=0.5nm/s:0.05nm/s) 的条件蒸镀 100nm 的镁和银的共蒸镀膜作为阴极，制作 $5 \times 5\text{mm}$ 见方的元件。在此所说的膜厚是水晶振荡式膜厚监测仪显示值。将该发光元件以 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 进行直流驱动，结果可得到发光效率为 $50.01\text{lm}/\text{W}$ 的绿色发光。将该发光元件以 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 的直流进行连续驱动，结果亮度半衰期为 5500 小时。需要说明的是，HT-8、H-8、D-4 是以下所示的化合物。

[0216]



[0217] 实施例 24 ~ 25

[0218] 除了使用表 5 中记载的材料作为第二空穴传输层以外,与实施例 23 同样地制作发光元件,进行评价。结果示于表 5。

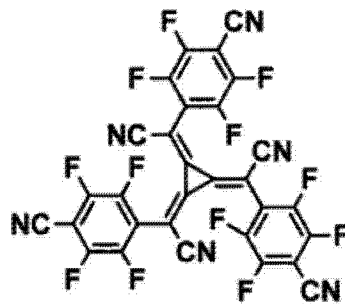
[0219] 比较例 23 ~ 27

[0220] 除了使用表 5 中记载的化合物作为第二空穴传输层以外,与实施例 23 同样地制作发光元件,进行评价。结果示于表 5。

[0221] 实施例 26 ~ 28

[0222] 作为空穴注入层,使用化合物 HT-8 和化合物 HI-2 来代替化合物 HI-1,蒸镀 10nm,以使得化合物 HI-2 的掺杂浓度相对于化合物 HT-8 为 5 重量%,除此以外与实施例 23 同样地制作发光元件。结果示于表 5。需要说明的是,HI-2 是以下所示的化合物。

[0223]

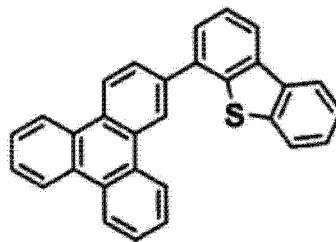


HI-2

[0224] 实施例 29 ~ 31

[0225] 除了使用化合物 H-8 和化合物 H-9 的混合主体(以蒸镀速度比为 1:1 的条件蒸镀化合物 H-8 和化合物 H-9 的共蒸镀膜、进而蒸镀掺杂物)来代替化合物 H-8 作为主体材料以外,与实施例 26 ~ 28 同样地制作发光元件。结果示于表 5。需要说明的是,H-9 是以下所示的化合物。

[0226]

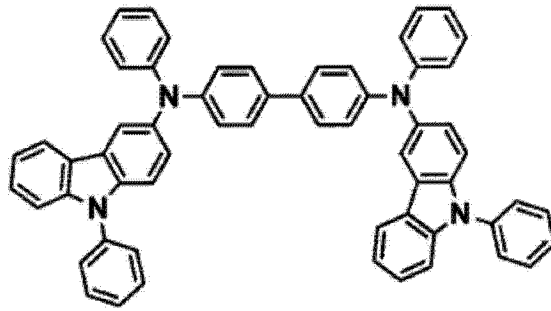


H-9

[0227] 实施例 32 ~ 34

[0228] 除了使用化合物 HI-3 来代替化合物 HI-1 作为空穴注入层以外,与实施例 23 ~ 25 同样地制作发光元件。结果示于表 5。需要说明的是,HI-3 是以下所示的化合物。

[0229]



HI-3

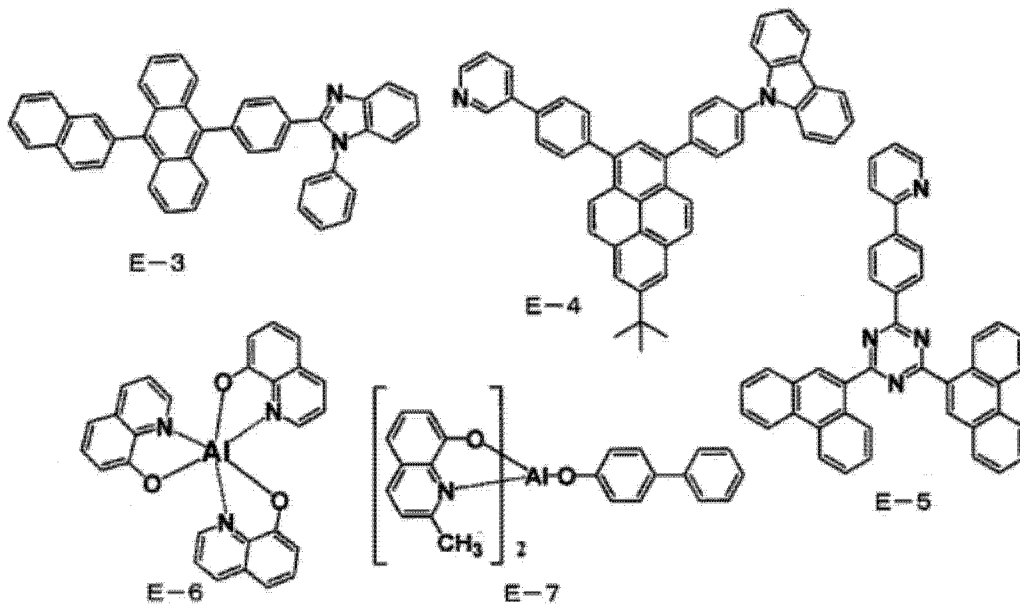
[0230] 实施例 35 ~ 37

[0231] 除了使用表 5 中记载的材料来代替将化合物 E-2 和施主性化合物 (Liq: 羟基喹啉锂) 混合而成的层作为电子传输层以外, 与实施例 26 同样地制作发光元件。结果示于表 5。需要说明的是, E-3 ~ E-5 是以下所示的化合物。

[0232] 比较例 28 ~ 29

[0233] 除了使用表 5 中记载的化合物作为电子传输层以外, 与实施例 35 同样地制作发光元件, 进行评价。结果示于表 9。需要说明的是, E-6 ~ E-7 是以下所示的化合物。

[0234]



[0235] 实施例 38

[0236] 作为电子传输层, 将化合物 E-2 和化合物 E-1 以膜厚比 1:1 以 35nm 的厚度层合使用来代替将化合物 E-2 和施主性化合物 (Liq: 羟基喹啉锂) 混合而成的层, 除此以外, 与实施例 26 同样地制作发光元件。结果示于表 5。

[0237] 实施例 39

[0238] 作为电子传输层, 将化合物 E-3 和化合物 E-1 以膜厚比 1:1 以 35nm 的厚度层合使用来代替将化合物 E-2 和施主性化合物 (Liq: 羟基喹啉锂) 混合而成的层, 除此以外, 与实施例 26 同样地制作发光元件。结果示于表 5。

[0239] 实施例 40

[0240] 作为电子传输层, 将化合物 E-4 和化合物 E-1 以膜厚比 1:1 以 35nm 的厚度层合使

用来代替将化合物 E-2 和施主性化合物 (Liq : 羟基喹啉锂) 混合而成的层, 除此以外, 与实施例 26 同样地制作发光元件。结果示于表 5。

[0241] 实施例 41 ~ 43

[0242] 除了使用表 5 中记载的材料作为第二空穴传输层以外, 与实施例 23 同样地制作发光元件, 进行评价。结果示于表 5。

[0243] [表 1]

	第二空穴传输层	主体材料	掺杂材料	发光色	发光效率 (lm/W)	亮度半衰期 (小时)	
[0244]	实施例 1	化合物[6]	H-1	D-1	蓝	5.2	1600
	实施例 2	化合物[24]	H-1	D-1	蓝	4.8	1300
	实施例 3	化合物[96]	H-1	D-1	蓝	5.0	1500
	实施例 4	化合物[156]	H-1	D-1	蓝	5.1	1500
	比较例 1	HT-2	H-1	D-1	蓝	3.5	800
	比较例 2	HT-3	H-1	D-1	蓝	3.8	700
	比较例 3	HT-4	H-1	D-1	蓝	3.9	700
	比较例 4	HT-5	H-1	D-1	蓝	3.6	750
	比较例 5	HT-6	H-1	D-1	蓝	3.6	760
	比较例 6	HT-7	H-1	D-1	蓝	3.6	800

[0245] [表 2]

	第二空穴传输层	主体材料	掺杂材料	发光色	发光效率 (lm/W)	亮度半衰期 (小时)	
[0246]	实施例 5	化合物[6]	H-2	D-2	绿	14.0	1500
	实施例 6	化合物[24]	H-2	D-2	绿	13.5	1300
	实施例 7	化合物[156]	H-2	D-2	绿	14.5	1500
	实施例 8	化合物[6]	化合物[6]	D-2	绿	15.0	1600
	比较例 7	HT-2	H-2	D-2	绿	9.6	900
	比较例 8	HT-3	H-2	D-2	绿	8.5	600
	比较例 9	HT-4	H-2	D-2	绿	10.3	700
	比较例 10	HT-5	H-2	D-2	绿	7.5	600
	比较例 11	HT-6	H-2	D-2	绿	9.4	900

[0247] [表 3]

	空穴传输层	主体材料	掺杂材料	发光色	发光效率 (lm/W)	亮度半衰期 (小时)	
[0248]	实施例 9	HT-1	化合物[6]	D-2	绿	19.0	1600
	实施例 10	HT-1	化合物[24]	D-2	绿	17.3	1350
	实施例 11	HT-1	化合物[156]	D-2	绿	18.5	1600
	比较例 12	HT-1	H-3	D-2	绿	8.5	550
	比较例 13	HT-1	H-4	D-2	绿	9.1	560
	比较例 14	HT-1	HT-3	D-2	绿	7.5	700
	比较例 15	HT-1	HT-4	D-2	绿	9.5	750
	比较例 16	HT-1	HT-6	D-2	绿	8.0	750
	比较例 17	HT-1	H-5	D-2	绿	8.5	600
	比较例 18	HT-1	H-6	D-2	绿	9.0	700

[0249] [表 4]

	第二空穴传输层	主体材料	掺杂材料	发光色	发光效率 (lm/W)	亮度半衰期 (小时)
	化合物[6]	H-7	D-3	红	10.3	1500
	化合物[2]	H-7	D-3	红	10.1	1400
	化合物[184]	H-7	D-3	红	9.8	1300
	化合物[176]	H-7	D-3	红	10.0	1400
	化合物[169]	H-7	D-3	红	9.6	1350
	化合物[17]	H-7	D-3	红	9.8	1500
[0250]	化合物[102]	H-7	D-3	红	9.8	1400
	化合物[180]	H-7	D-3	红	9.7	1400
	化合物[126]	H-7	D-3	红	10.3	1350
	化合物[162]	H-7	D-3	红	9.9	1400
	化合物[170]	H-7	D-3	红	10.0	1450
	HT-2	H-7	D-3	红	5.6	900
	HT-3	H-7	D-3	红	5.5	800
	HT-5	H-7	D-3	红	5.0	900
	HT-7	H-7	D-3	红	5.4	950

[0251] [表 5]

[0252]

	空穴注入层	第二空穴传输层	主体材料	掺杂材料	电子传输层	发光色	发光效率 (lm/W)	亮度半衰期 (小时)
实施例 23	HI-1	化合物[6]	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	50.0	5500
实施例 24	HI-1	化合物[24]	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	45.0	4500
实施例 25	HI-1	化合物[156]	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	49.0	5500
比较例 23	HI-1	HT-3	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	28.0	2800
比较例 24	HI-1	HT-5	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	28.0	2700
比较例 25	HI-1	HT-6	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	29.0	3000
比较例 26	HI-1	HT-7	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	23.0	2500
比较例 27	HI-1	HT-8	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	21.0	2500
实施例 26	HT-8/HI-2	化合物[6]	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	55.0	6000
实施例 27	HT-8/HI-2	化合物[24]	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	51.0	5500
实施例 28	HT-8/HI-2	化合物[156]	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	55.0	6100
实施例 29	HT-8/HI-2	化合物[6]	H-8/H-9	D-4	E-2/Liq	绿	45.0	4500
实施例 30	HT-8/HI-2	化合物[24]	H-8/H-9	D-4	E-2/Liq	绿	41.0	4100
实施例 31	HT-8/HI-2	化合物[156]	H-8/H-9	D-4	E-2/Liq	绿	45.0	4400
实施例 32	HI-3	化合物[6]	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	40.0	4300
实施例 33	HI-3	化合物[24]	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	38.0	4000
实施例 34	HI-3	化合物[156]	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	40.0	4200
实施例 35	HT-8/HI-2	化合物[6]	H-8	D-4	E-3	绿	51.0	5800
实施例 36	HT-8/HI-2	化合物[6]	H-8	D-4	E-4	绿	50.0	5400
实施例 37	HT-8/HI-2	化合物[6]	H-8	D-4	E-5	绿	50.0	5800
比较例 28	HT-8/HI-2	化合物[6]	H-8	D-4	E-6	绿	30.0	4000
比较例 29	HT-8/HI-2	化合物[6]	H-8	D-4	E-7	绿	27.0	3300
实施例 38	HT-8/HI-2	化合物[6]	H-8	D-4	E-2/E-1	绿	47.0	5600
实施例 39	HT-8/HI-2	化合物[6]	H-8	D-4	E-3/E-1	绿	44.0	4700
实施例 40	HT-8/HI-2	化合物[6]	H-8	D-4	E-4/E-1	绿	46.0	5500
实施例 41	HI-1	化合物[176]	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	55.0	5800
实施例 42	HI-1	化合物[193]	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	46.0	4800
实施例 43	HI-1	化合物[198]	H-8	D-4	E-2/Liq	绿	43.0	5500

专利名称(译)	发光元件材料和发光元件		
公开(公告)号	CN103518271A	公开(公告)日	2014-01-15
申请号	CN201280022884.X	申请日	2012-05-08
[标]申请(专利权)人(译)	东丽株式会社		
申请(专利权)人(译)	东丽株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	东丽株式会社		
[标]发明人	长尾和真 富永刚 权晋友		
发明人	长尾和真 富永刚 权晋友		
IPC分类号	H01L51/50 C07D209/86 C09K11/06		
CPC分类号	H01L51/50 C07D209/86 C09B57/00 C09B57/008 C09K11/06 C09K2211/1007 C09K2211/1029 H01L51/0072 H01L51/0085 H01L51/5016 H01L51/5056 H05B33/14		
代理人(译)	杨宏军 王大方		
优先权	2011106966 2011-05-12 JP 2012033627 2012-02-20 JP		
其他公开文献	CN103518271B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明通过使用含有特定的具有卟啉骨架的化合物的发光元件材料，提供兼具高发光效率和耐久性的有机薄膜发光元件。

