



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101521264 B

(45) 授权公告日 2013. 04. 03

(21) 申请号 200910126609. 2

(22) 申请日 2009. 02. 27

(30) 优先权数据

002059/2009 2009. 01. 07 JP

048509/2008 2008. 02. 28 JP

(73) 专利权人 UDC 爱尔兰有限公司

地址 爱尔兰都柏林

(72) 发明人 武田玲 飞世学 佐藤祐

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 于辉

(51) Int. Cl.

H01L 51/50 (2006. 01)

H01L 51/54 (2006. 01)

C07C 9/22 (2006. 01)

C07C 13/615 (2006. 01)

C07C 13/605 (2006. 01)

C07C 13/68 (2006. 01)

C07C 13/18 (2006. 01)

C07C 13/38 (2006. 01)

C07C 13/32 (2006. 01)

C07C 13/273 (2006. 01)

C07C 13/70 (2006. 01)

C07C 13/28 (2006. 01)

C07C 15/107 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 20050202277 A1, 2005. 09. 15, 说明书第
14-19, 53, 172 段 .

JP 2006120811 A, 2006. 05. 11, 说明书第 44
段 .

CN 1668156 A, 2005. 09. 14, 全文 .

US 20050202277 A1, 2005. 09. 15, 说明书第
14-19, 53, 172 段 .

Naofumi ABIK0. Carrier Injection
Characteristics of Metal/
Tris-(8-hydroxyquinoline) Aluminum
Interface with Long Chain Alkane Insetion
Layer. 《The Japan Society of Applied
Physics》. 2006, 第 45 卷 (第 1B 期), 444.

审查员 孙重清

权利要求书 1 页 说明书 44 页

(54) 发明名称

有机电致发光元件

(57) 摘要

本发明涉及一种有机电致发光元件, 该元件
包括: 一对电极; 和设置在所述一对电极之间的
包括发光层的至少一层有机层, 其中所述至少一
层有机层中的至少任一层同时含有至少一种具有
烷基结构的碳氢化合物和电荷传输材料。

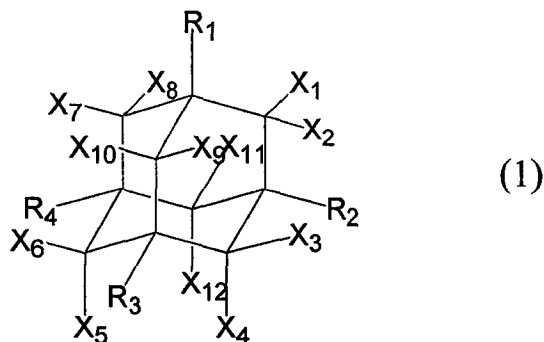
1. 一种有机电致发光元件,包括:

一对电极;和

设置在所述一对电极之间的包括发光层的至少一层有机层,

其中所述发光层同时含有具有烷基结构的碳氢化合物、至少一种磷光材料、以及电荷传输材料,并且

所述具有烷基结构的碳氢化合物是由式(1)代表的化合物:



在式(1)中, $R_1 \sim R_4$ 和 $X_1 \sim X_{12}$ 各自独立地代表氢原子、烷基或芳基,其中至少一个含有“ $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ ”表示的结构。

2. 如权利要求1所述的有机电致发光元件,其中所述具有烷基结构的碳氢化合物在室温下为固体。

3. 如权利要求1所述的有机电致发光元件,其中所述具有烷基结构的碳氢化合物在所述发光层中的含量为0.1-25重量%。

4. 如权利要求1所述的有机电致发光元件,其中所述电荷传输材料是空穴传输材料。

5. 如权利要求1所述的有机电致发光元件,其中所述发光层含有的磷光材料是金属配位化合物磷光材料。

6. 如权利要求1所述的有机电致发光元件,其中所述发光层含有的磷光材料是铱配位化合物材料或铂配位化合物材料。

7. 如权利要求1所述的有机电致发光元件,其中所述发光层含有的磷光材料是具有四齿配体的铂配位化合物材料。

有机电致发光元件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种能够将电能转换成光并发光的有机电致发光元件（下面也称作“有机 EL 元件”、“发光元件”或“元件”）。具体而言，本发明涉及一种驱动电压和 EL 外部发光效率优异的有机电致发光元件。

背景技术

[0002] 近年来，对于使用有机发光材料的各种显示器（有机发光元件）的研究开发日益活跃。首先，有机 EL 元件由于能够在低电压下发出高亮度的光而成为有希望的显示器受到公众注意。

[0003] 此外，近年来，通过使用磷光材料已经提高了元件的效率。作为磷光材料，有记载在美国专利 6,303,238、WO 00/57,676 和 WO 00/70,655 中的铱配位化合物和铂配位化合物。然而，即使使用这些技术仍不能获得满足驱动电压、效率和耐久性的元件。

[0004] 为改进发光效率，在 JP-A-2006-120811（本文件中术语“JP-A”指“未审查公开的日本专利申请”）中记载了具有仅由包含发光材料和单键的材料构成的发光层的有机发光元件，但是仅由单键构成的化合物没有担当电荷传输的 π 电子，因此，据推测，与使用通常广泛用作电荷传输材料的芳族化合物的情况相比，这种化合物的缺点在于驱动电压方面。

[0005] JP-A-2007-299825 中记载了使用单环饱和碳氢化合物与磷光材料，但没有关于降低驱动电压的记载。

[0006] 此外，在 Japanese Journal of Applied Physics, Vol.45, No.1B, Item442-446 (2006) 中记载的元件中，在与金属电极接触的有机层中使用仅包括单键的碳氢化合物四十四烷，在几纳米的极薄有机层中所施加的电压降低，但是在厚度为 10 纳米的有机层的情况下，电阻很大，电流几乎不流动。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种驱动电压低和 EL 外部量子效率优异的发光元件。

[0008] 通过以下方式实现了上述目的。

[0009] [1] 一种有机电致发光元件，包括：

[0010] 一对电极；和

[0011] 设置在所述一对电极之间的包括发光层的至少一层有机层，

[0012] 其中

[0013] 所述至少一层有机层中的至少任一层同时含有至少一种具有烷基结构的碳氢化合物和电荷传输材料。

[0014] [2] 如 [1] 所述的有机电致发光元件，其中

[0015] 所述具有烷基结构的碳氢化合物是不含有双键和含有亚乙基结构（ $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ ）的饱和碳氢化合物。

[0016] [3] 如 [1] 或 [2] 所述的有机电致发光元件，其中

- [0017] 所述具有烷基结构的碳氢化合物是饱和的直链碳氢化合物。
- [0018] [4] 如 [1] ~ [3] 任一项所述的有机电致发光元件, 其中
- [0019] 所述具有烷基结构的碳氢化合物在室温下为固体。
- [0020] [5] 如 [1] ~ [4] 任一项所述的有机电致发光元件, 其中
- [0021] 所述具有烷基结构的碳氢化合物在所述有机层中的含量为 0.1 ~ 25 重量%。
- [0022] [6] 如 [1] ~ [5] 任一项所述的有机电致发光元件, 其中
- [0023] 所述发光层含有所述具有烷基结构的碳氢化合物。
- [0024] [7] 如 [1] ~ [6] 任一项所述的有机电致发光元件, 其中
- [0025] 所述发光层含有至少一种磷光材料。
- [0026] [8] 如 [1] ~ [7] 任一项所述的有机电致发光元件, 其中
- [0027] 所述电荷传输材料是空穴传输材料。
- [0028] [9] 如 [1] ~ [8] 任一项所述的有机电致发光元件, 其中
- [0029] 所述发光层含有金属配位化合物磷光材料。
- [0030] [10] 如 [1] ~ [9] 任一项所述的有机电致发光元件, 其中
- [0031] 所述发光层含有铱配位化合物材料或铂配位化合物材料。
- [0032] [11] 如 [1] ~ [10] 任一项所述的有机电致发光元件, 其中
- [0033] 所述发光层含有具有四齿配体的铂配位化合物材料。

具体实施方式

[0034] 本发明的有机电致发光元件(下面有时称作“本发明的元件”)是如下的有机电致发光元件, 包括: 一对电极和在所述一对电极之间的包括发光层的至少一层有机层(可以是仅含有有机化合物的层, 或者可以是含有有机化合物和无机化合物的层), 并且所述至少一层有机层中的至少一层含有至少一种具有烷基结构的碳氢化合物和电荷传输材料。

[0035] 通常, 已知的是在层叠型有机电子元件的有机薄膜界面处的电荷(电子/空穴)注入中, 当邻近两种材料彼此之间的电离电势(I_p)和彼此之间的电子亲和势(E_a)的差异很小时, 电荷注入的势垒很低, 并且可以降低有机电致发光元件的驱动电压, 但是除了材料的 I_p 和 E_a 之外, 源于材料的分子间相互作用的能级起到重要作用。此外, 关于有机层中的电荷转移, 通过适当地控制材料的分子间相互作用, 电荷迁移率可以很大, 元件的驱动电压可以降低。通过适当地使用本发明的具有烷基结构的碳氢化合物和电荷传输材料, 存在可以控制材料的分子间相互作用的可能性, 并因而可以降低驱动电压。此外, 在驱动所述元件时材料的分子间相互作用的状态(例如, 缔合状态)的变化, 引起元件的特性变化, 并可能使亮度(即, 元件的寿命)降低, 但是通过适当地使用本发明的具有烷基结构的碳氢化合物和电荷传输材料预先形成稳定的相互作用状态, 可以避免这种问题。本发明的有机电致发光元件中使用的具有烷基结构的碳氢化合物其化学稳定性优异, 在驱动所述元件的过程中几乎没有诸如材料分解等性能变化, 并且可以防止由于材料的分解使得有机电致发光元件的效率和元件的寿命降低。

[0036] 本发明中的烷基不仅包括不具有取代基的烷基(未取代的烷基), 而且包括具有取代基的烷基(取代的烷基)。烷基结构是具有至少一个亚烷基的结构或具有烷基的结构。

[0037] 本发明的具有烷基结构的碳氢化合物是仅由碳原子和氢原子(包括氘原子)构成

的化合物,包括烷基结构和烷基结构之外的取代基的组合。

[0038] 作为具有烷基结构的碳氢化合物的优选实施方案,举例有分子中不含有双键的结构和至少含有“ $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ ”表示的结构的结构,可以是直链结构、支化结构或环状结构。

[0039] 作为直链结构,举例有 $(\text{CH}_2)_n$ 和 $(\text{CH}_2)_n\text{CH}_3$ (n 是 2 ~ 100 的整数),作为支化结构,举例有 $(\text{CH}_2)_n\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 、 $(\text{CH}_2)_n\text{C}(\text{CH}_3)_3$ 、 $[(\text{CH}_2)_n]_3\text{CH}$ 和 $[(\text{CH}_2)_n]_4\text{C}$ (n 是 2 ~ 100 的整数),作为环状结构,举例有环丙烷结构、环丁烷结构、环戊烷结构、环己烷结构、环辛烷结构、环十二烷结构和萘烷结构。在这些结构中,直链结构的 $(\text{CH}_2)_n$ 和 $(\text{CH}_2)_n\text{CH}_3$ (n 是 2 ~ 100 的整数)是优选的,更优选其中 n 是 2 ~ 50 的整数的那些,特别优选 n 是 2 ~ 30 的整数。一个分子中所含的烷基结构数量可以是一个、两个或更多个。当在一个分子中含有两个或更多个烷基结构时,多个烷基结构可以彼此相同或不同。

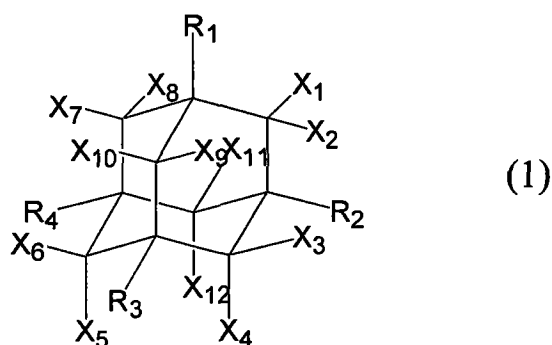
[0040] 烷基结构以外的取代基是仅包括碳原子和氢原子(包括氘原子)且不含有本发明的烷基结构的结构,举例有苯结构、萘结构、蒽结构、并苯结构、茈萘结构、三亚苯结构、四亚苯基结构、金刚烷结构和二金刚烷结构,在这些中,苯结构、萘结构、蒽结构、三亚苯结构和金刚烷结构是优选的,苯结构和金刚烷结构是更优选的,金刚烷结构是特别优选的。

[0041] 作为本发明的具有烷基结构的碳氢化合物的优选实施方案,在分子中不含有双键并含有亚乙基结构($-\text{CH}_2\text{CH}_2-$)的饱和碳氢化合物是优选的。直链饱和碳氢化合物是更优选的。直链饱和碳氢化合物指例如后述具体实施例中记载的示例化合物 1-1 至 1-10 代表的直链烷烃。

[0042] 作为本发明的具有烷基结构的碳氢化合物的另一个实施方案,含有烷基结构和金刚烷结构的化合物是优选的,含有烷基结构、金刚烷结构和芳基结构的化合物是更优选的。这是因为,通常在有机电致发光元件中,驱动中的热影响造成的有机层的状态变化被认为是亮度降低的原因,并且选择具有高玻璃化转变温度的材料被认为对于抑制这种变化通常是优选的。

[0043] 含有烷基结构和金刚烷结构的碳氢化合物,或者含有烷基结构、金刚烷结构和芳基结构的碳氢化合物,例如,可由下式 (1) 表示。

[0044]



[0045] 在式 (1) 中, $R_1 \sim R_4$ 和 $X_1 \sim X_{12}$ 中各自独立地代表氢原子、烷基或芳基,其中至少一个含有“ $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ ”表示的结构。

[0046] 式 (1) 中的 $R_1 \sim R_4$ 和 $X_1 \sim X_{12}$ 表示的烷基可以用金刚烷结构或芳基结构取代,并优选具有 1 ~ 70 个碳原子,更优选 1 ~ 50 个碳原子,再更优选 1 ~ 30 个碳原子,再更优选 1 ~ 10 个碳原子,特别优选 1 ~ 6 个碳原子,最优选具有 2 ~ 6 个碳原子的直链烷基。

[0047] 作为式(1)中的 $R_1 \sim R_4$ 和 $X_1 \sim X_{12}$ 表示的烷基, 举例有 $n\text{-C}_{50}\text{H}_{101}$ 基团、 $n\text{-C}_{30}\text{H}_{61}$ 基团、3-(3,5,7-三苯基金刚烷-1-基)丙基(具有31个碳原子)、三苯甲基(具有19个碳原子)、3-(金刚烷-1-基)丙基(具有13个碳原子)、9-萘烷基(具有10个碳原子)、苜基(具有7个碳原子)、环己基(具有6个碳原子)、正己基(具有6个碳原子)、正戊基(具有5个碳原子)、正丁基(具有4个碳原子)、正丙基(具有3个碳原子)、环丙基(具有3个碳原子)、乙基(具有2个碳原子)和甲基(具有1个碳原子)。

[0048] 式(1)中的 $R_1 \sim R_4$ 和 $X_1 \sim X_{12}$ 表示的具有6~30个碳原子的芳基可以用金刚烷结构或芳基结构取代, 碳原子数量优选为6~30, 更优选6~20, 再更优选6~15, 特别优选6~10, 最优选6。

[0049] 作为式(1)中的 $R_1 \sim R_4$ 和 $X_1 \sim X_{12}$ 表示的芳基, 举例有1-萘基(具有16个碳原子)、9-蒎基(具有14个碳原子)、1-萘基(具有10个碳原子)、2-萘基(具有10个碳原子)、p-t-丁基苯基(具有10个碳原子)、2-m-二甲苯基(具有8个碳原子)、5-m-二甲苯基(具有8个碳原子)、o-甲苯基(具有7个碳原子)、m-甲苯基(具有7个碳原子)、p-甲苯基(具有7个碳原子)和苯基(具有6个碳原子)。

[0050] 式(1)中的 $R_1 \sim R_4$ 可以代表氢原子或烷基或芳基, 但从上述高玻璃化转变温度是优选的角度来看, 优选至少一个是芳基, 更优选至少两个是芳基, 特别优选3或4个是芳基。

[0051] 式(1)中的 $X_1 \sim X_{12}$ 可以代表氢原子或烷基或芳基, 但氢原子或芳基是优选的, 特别优选氢原子。

[0052] 由于本发明的有机电致发光元件是通过真空沉积法或溶液涂布法制作的, 因此从沉积适宜性和溶解度的角度来看, 本发明的具有烷基结构的碳氢化合物的分子量优选为2,000以下, 更优选1,200以下, 特别优选1,000以下。此外, 在沉积适宜性的角度中, 当分子量太小时蒸气压变小, 不会发生从气相到固相的转变, 难于形成有机层, 因此分子量优选为250以上, 更优选350以上, 特别优选400以上。

[0053] 在本发明中优选的是, 具有烷基结构的碳氢化合物在室温(25℃)下为固态, 更优选在室温(25℃)至40℃的范围内为固态, 特别优选在室温(25℃)至60℃的范围内为固态。

[0054] 当使用在室温(25℃)下不形成固体的具有烷基结构的碳氢化合物时, 可以通过与其他材料组合形成固相。

[0055] 例如, 在具有烷基结构的化合物中, 当烷基链是支化的时, 熔点下降, 因此当烷基结构是支化结构时, 优选的是与其他材料组合。

[0056] 作为其他材料, 它们更优选在室温(25℃)下为固体, 并且本发明中后述的电荷传输材料可以作为示例。具体而言, 分子量为250以上的吡啉衍生物、咪唑衍生物和芳族叔胺化合物是优选的。

[0057] 在本发明中, 本发明的具有烷基结构的碳氢化合物其使用没有限制, 可以包含在有机层的任一层内。作为引入本发明的具有烷基结构的碳氢化合物的层, 优选的是化合物引入到后述的发光层、空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、激子阻挡层和电荷阻挡层中的任一层或两层或更多层中, 更优选的是引入到发光层、空穴注入层、空穴传输层、电子传输层和电子注入层中的任一层或两层或更多层中, 特别优选的是引入到发光层、空穴注入层和空穴传输层中的任一层或两层或更多层中。

[0058] 与本发明的具有烷基结构的碳氢化合物一起使用的电荷传输材料是电子传输材料或空穴传输材料,优选空穴传输材料。电子传输材料指后述的电子传输主体材料、电子传输材料和电子注入材料,空穴传输材料指后述的空穴传输主体材料、空穴传输材料和空穴注入材料。

[0059] 当在发光层中包含本发明的具有烷基结构的碳氢化合物时,所述化合物与后述的发光掺杂剂(也称作“发光材料”)和电荷传输主体材料一起使用。

[0060] 与本发明的具有烷基结构的碳氢化合物一起使用的主体材料可以是空穴传输主体材料或电子传输主体材料,但优选使用空穴传输主体材料。

[0061] 当在有机层中使用本发明的具有烷基结构的碳氢化合物时,需要限制具有烷基结构的碳氢化合物的含量,从而不会限制电荷传输材料的电荷传输性能。本发明的具有烷基结构的碳氢化合物优选含量为 0.1 ~ 70 重量%,更优选 0.1 ~ 30 重量%,特别优选含量为 0.1 ~ 25 重量%。

[0062] 当本发明的具有烷基结构的碳氢化合物用在多个有机层中时,优选的是每一层中使用上述范围的含量。

[0063] 本发明的具有烷基结构的碳氢化合物可以在任何有机层中仅含有一种,或者可以含有任意比例组合的多种具有烷基结构的碳氢化合物。

[0064] 具有烷基结构的碳氢化合物的具体例子如下所示,但本发明不限于这些化合物。

[0065] $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{CH}_3$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{28}\text{CH}_3$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{42}\text{CH}_3$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{48}\text{CH}_3$

[0066] 1-1 1-2 1-3 1-4 1-5

[0067] M. W. 282.6 M. W. 422.8 M. W. 563.1 M. W. 619.2 M. W. 703.3

[0068] M. P. 36 °C M. P. 64-67 °C M. P. 80-82 °C M. P. 85-87 °C

M. P. 90-93°C

[0069] $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{58}\text{CH}_3$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{68}\text{CH}_3$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{80}\text{CH}_3$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{98}\text{CH}_3$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{148}\text{CH}_3$

[0070] 1-6 1-7 1-8 1-9 1-10

[0071] M. W. 843.6 M. W. 983.9 M. W. 1152.2 M. W. 1404.7 M. W. 2106.0

[0072] M. P. 96-100°C M. P. 105°C M. P. 110°C M. P. 115°C M. P. 123°C

[0073]

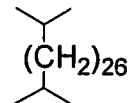
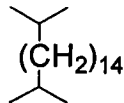
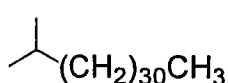
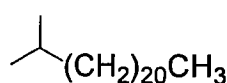
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{24}\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_{24}\text{CH}_3$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_{20}\text{CH}_3$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3$

[0074] 2-1 2-2 2-3 2-4

[0075] M. W. 450.9 M. W. 731.4 M. W. 731.4 M. W. 745.4

[0076] M. P. 32-34°C M. P. 58-59°C M. P. 32-39°C M. P. 49°C

[0077]



[0078] 2-5

2-6

2-7

2-8

[0079] M. W. 338.7

M. W. 478.9

M. W. 282.6

M. W. 450.9

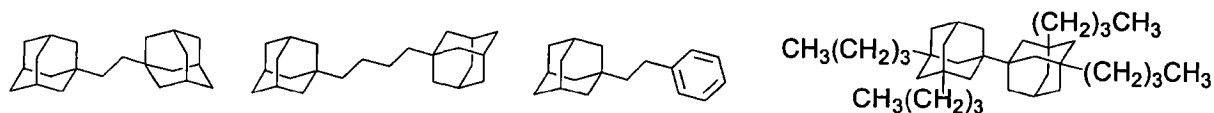
[0080] M. P. 38°C

M. P. 66°C

M. P. 31°C

M. P. 68°C

[0081]



[0082]

3-1

3-2

3-3

3-4

[0083]

M. W. 298. 5

M. W. 326. 6

M. W. 240. 4

M. W. 494. 9

[0084]

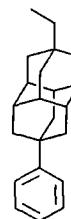
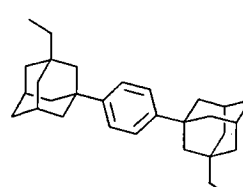
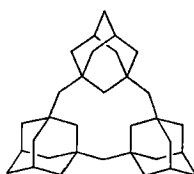
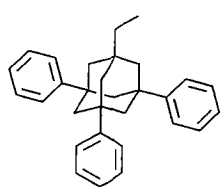
M. P. 289℃

M. P. 130-132℃

M. P. 61-62℃

M. P. 73-74℃

[0085]



[0086]

3-5

3-6

3-7

3-8

3-9

[0087] M. W. 392. 58

M. W. 266. 4

M. W. 486. 8

M. W. 402. 7

M. W. 292. 46

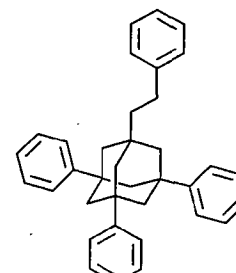
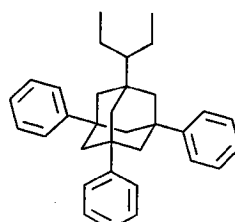
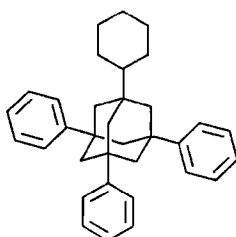
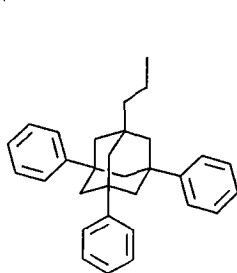
[0088] M. P. 192℃

M. P. 95℃

M. P. 178℃

M. P. 105-106℃

[0089]



[0090]

3-10

3-11

3-12

3-13

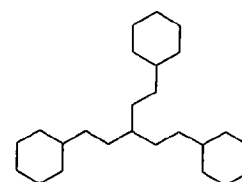
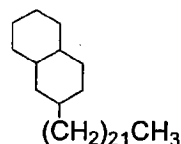
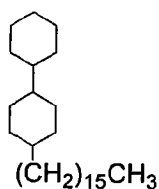
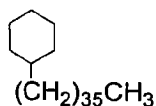
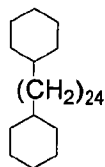
[0091] M. W. 406. 6

M. W. 446. 7

M. W. 434. 7

M. W. 468. 7

[0092]



[0093]

4-1

4-2

4-3

4-4

4-5

[0094] M. W. 503. 0

M. W. 589. 1

M. W. 390. 7

M. W. 446. 8

M. W. 346. 6

[0095] M. P. 75℃

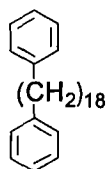
M. P. 80℃

M. P. 38-41℃

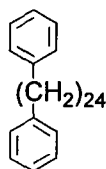
M. P. 53-54℃

M. P. 41℃

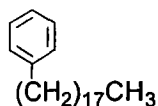
[0096]



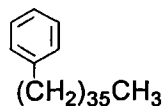
[0097] 5-1



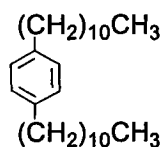
5-2



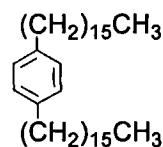
5-3



5-4



5-5

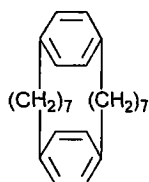


5-6

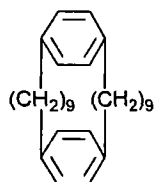
[0098] M. W. 406.7 M. W. 490.9 M. W. 330.6 M. W. 583.1 M. W. 386.7 M. W. 527.0

[0099] M. P. 51-53°C M. P. 69-70°C M. P. 35-36°C M. P. 80°C M. P. 32°C M. P. 60°C

[0100]



[0101] 6-1



6-2

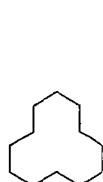
[0102] M. W. 348.6

M. W. 404.7

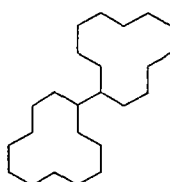
[0103] M. P. 102-104°C

M. P. 84-86°C

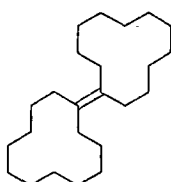
[0104]



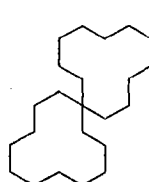
[0105] 7-1



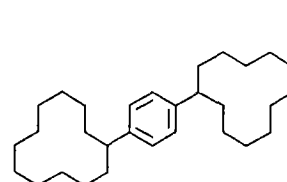
7-2



7-3



7-4



7-5

[0106] M. W. 168.3 M. W. 334.6 M. W. 772.6 M. W. 320.6 M. W. 410.7

[0107] M. P. 60°C M. P. 117-118°C M. P. 150-152°C M. P. 84-86°C M. P. 139-141°C

[0108] 本发明的具有烷基结构的碳氢化合物可以使用适宜的烷基卤化物作为原料来合成。例如,烷基卤化物可以利用铯彼此发生偶联反应(文献1)。烷基卤化物转化成烷基铜试剂,并与芳族化合物的格里纳德试剂(Grignardreagent)偶联(文献2)。可以通过使用适合的芳基硼酸和钯催化剂偶联烷基卤化物(文献3)。

[0109] 文献1:Tetrahedron Lett.,39,9557-9558(1998)

[0110] 文献2:Tetrahedron Lett.,39,2095-2096(1998)

[0111] 文献3:J. Am. Chem. Soc.,124,13662-13663(2002)

[0112] 含有烷基结构和金刚烷结构的碳氢化合物也可根据上述方法合成。此外,可以通过将金刚烷或卤代金刚烷和烷基卤化物或烷基镁卤化物(格里纳德试剂)适当地组合来合成碳氢化合物。

[0113] 可以通过将金刚烷或卤代金刚烷和相应的亚芳基或芳基卤化物适当地组合来合成具有芳基的金刚烷结构。

[0114] 顺便提及的是,在上述制备方法中,当定义的取代基在某些合成方法的条件下变化或者它们不适宜进行该方法时,通过保护官能团或脱去保护基团(例如,T. W. Greene,

Protective Groups in Organic Synthesis, John Wiley & Sons Inc. (1981)) 可以容易地制备。此外,在需要时,还可以任意地改变反应步骤的顺序,如引入取代基。

[0115] 有机电致发光元件 :

[0116] 下面详细说明本发明的元件。

[0117] 本发明的有机电致发光元件是如下的有机电致发光元件,包括:一对电极和在所述一对电极之间的包含发光层的至少一层有机层,并且所述至少一层有机层中的至少一层同时含有至少一种具有烷基结构的碳氢化合物和电荷传输材料。

[0118] 即,本发明的发光元件具有在基板上的阴极和阳极、在这两个电极之间的包含发光层的有机层。从发光元件的性质来看,优选的是阴极和阳极中的至少任一电极是透明的。

[0119] 有机电致发光元件中使用的基板、阴极和阳极详细公开在例如 JP-A-2007-324309,段 [0085] ~ [0104] 和 JP-A-2007-266458,段 [0064] ~ [0084] 中,这些事项适用于本发明。

[0120] 有机层 :

[0121] 下面说明本发明中的有机层。

[0122] 本发明中的有机 EL 元件具有包含发光层的至少一层有机层。作为发光层之外的有机层,如上所述,举例有空穴传输层、电子传输层、电荷阻挡层、空穴注入层和电子注入层。

[0123] 作为本发明中有机层的层叠模式,从阳极侧层叠空穴传输层、发光层和电子传输层的实施方案是优选的。此外,空穴注入层设置在空穴传输层和阳极之间,和/或电子传输中间层设置在发光层和电子传输层之间。此外,可以分别设置发光层和空穴传输层之间的空穴传输中间层以及阴极和电子传输层之间的电子注入层。

[0124] 顺便提及的是,每一层可以分成多个二级层 (secondary layers)。

[0125] 在本发明中的有机 EL 元件中,构成有机层的每一层可以优选通过诸如真空沉积法和溅射法的干式成膜法、湿式涂布法、转印法、印刷法和喷墨法中的任一种形成。

[0126] 发光层 :

[0127] 发光层是具有以下功能的层:在施加电场时从阳极、空穴注入层或空穴传输层接收空穴和从阴极、电子注入层或电子传输层接收电子,并提供空穴和电子的复合场而发光。

[0128] 优选的是,本发明中的发光层的构成是主体材料和发光掺杂剂的混合层。

[0129] 在后面的主体材料项中将会详细说明发光层。

[0130] 在本发明中,优选的是具有烷基结构的碳氢化合物包含在发光层中。通过在发光层中一起使用具有烷基结构的碳氢化合物(优选具有烷基结构和金刚烷结构的碳氢化合物)、发光掺杂剂(发光材料)和主体材料,电荷注入到发光层中和发光层中的电荷转移得到改善,并获得到降低驱动电压的效果,因而是优选的。

[0131] 作为本发明中的发光掺杂剂,可以使用磷光材料和荧光材料。

[0132] 为了改善色纯度和扩大发光波长范围,本发明中的发光层可以含有两种以上的发光掺杂剂,优选的是含有至少一种磷光材料。

[0133] 荧光发光掺杂剂 :

[0134] 荧光发光掺杂剂的例子通常包括由以下化合物的金属配位化合物表示的金属配位化合物:苯并噁唑、苯并咪唑、苯并噻唑、苯乙炔基苯、聚苯、二苯基丁二烯、四苯基丁二

烯、萘酰亚胺、香豆素、吡喃、紫环酮 (perinone)、噁二唑、醛连氮、咯萘啶 (pyronidine)、环戊二烯、二苯乙烯基蒽、喹吖啶酮、吡咯并吡啶、噻二唑吡啶、环戊二烯、苯乙烯基胺、芳族二次甲基化合物、缩合多环芳族化合物 (蒽、菲咯啉、芘、二萘嵌苯、红荧烯、并五苯等) 和 8-羟基喹啉, 吡咯甲川 (pyrromethene) 配位化合物和稀土配位化合物, 聚合物化合物 (例如聚噻吩、聚苯、聚亚苯基乙烯等), 有机硅烷和它们的衍生物。

[0135] 磷光发光掺杂剂:

[0136] 作为磷光发光掺杂剂,通常可以举例有含有过渡金属原子或镧系元素原子的配位化合物。

[0137] 例如,过渡金属原子没有特别限制,但优选举例有钪、铈、钇、钨、铼、钼、金、银、铜和铂,更优选举例有铼、铈和铂,再更优选铈和铂。

[0138] 作为镧系元素原子,例如,举例有镧、铈、镨、钕、钐、钐、钐、铽、镱、铥、铥、铥和镱,这些镧系元素原子中优选的是铈、钕、钐和钐。

[0139] 作为配位化合物的配体的例子,举例有例如在 G. Wilkinson 等人, Comprehensive Coordination Chemistry, Pergamon Press(1987)、H. Yersin, Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds, Springer-Verlag(1987) 和 Akio Yamamoto, Yuki Kinzoku Kagaku-Kiso to Oyo-(Organic Metal Chemistry-Elements and Applications), Shokabo Publishing Co. (1982) 中记载的配体。

[1040] 作为配体的具体例子,优选举例有卤素配体(优选氯配体)、芳族碳环配体(优选具有5~30个碳原子,更优选6~30个碳原子,再更优选6~20个碳原子,特别优选6~12个碳原子,例如,环戊二烯基阴离子、苯阴离子、萘基阴离子等)、含氮杂环配体(优选具有5~30个碳原子,更优选6~30个碳原子,再更优选6~20个碳原子,特别优选6~12个碳原子,例如,苯基吡啶、苯并喹啉、羟基喹啉、联吡啶、菲咯啉等)、二酮配体(例如,乙酰丙酮等)、羧酸配体(优选具有2~30个碳原子,更优选2~20个碳原子,再更优选2~16个碳原子,例如,乙酸配体等)、醇化物配体(优选具有1~30个碳原子,更优选1~20个碳原子,再更优选6~20个碳原子,例如,苯酚配体等)、甲硅烷基氧基配体(优选具有3~40个碳原子,更优选3~30个碳原子,再更优选3~20个碳原子,例如,三甲基甲硅烷基氧基配体、二甲基-叔丁基甲硅烷基氧基配体、三苯基甲硅烷基氧基配体等)、一氧化碳配体、异腈配体、氰基配体、磷配体(优选具有3~40个碳原子,更优选3~30个碳原子,再更优选3~20个碳原子,特别优选6~20个碳原子,例如,三苯基膦配体等)、硫醇盐配体(优选1~30个碳原子,更优选1~20个碳原子,再更优选6~20个碳原子,例如,苯基硫醇盐配体等)、膦氧化物配体(优选具有3~30个碳原子,更优选8~30个碳原子,再更优选18~30个碳原子,例如,三苯基膦氧化物配体等),更优选举例有含氮杂环配体。

[0141] 这些配位化合物在化合物中可以具有一个过渡金属原子,或者它们可以是所谓具有两个以上过渡金属原子的多核配位化合物。它们可以同时含有不同的金属原子。

[0142] 在这些中,作为发光掺杂剂的具体例子,举例有美国专利 6,303,238B1、6,097,147、WO 00/57,676、WO 00/70,655、WO 01/08,230、WO 01/39,234A2、WO 01/41,512A1、WO 02/02,714A2、WO 02/15,645A1、WO 02/44,189A1、WO 05/19,373A2、JP-A-2001-247859、JP-A-2002-302671、JP-A-2002-117978、JP-A-2003-133074、JP-A-2002-235076、JP-A-2003-123982、JP-A-2002-170684、EP 1,211,257、

JP-A-2002-226495、JP-A-2002-234894、JP-A-2001-247859、JP-A-2001-298470、JP-A-2002-173674、JP-A-2002-203678、JP-A-2002-203679、JP-A-2004-357791、JP-A-2006-256999、JP-A-2007-19462、JP-A-2007-84635 和 JP-A-2007-96259 中公开的磷光化合物。作为更优选的发光掺杂剂,举例有 Ir 配位化合物、Pt 配位化合物、Cu 配位化合物、Re 配位化合物、W 配位化合物、Rh 配位化合物、Ru 配位化合物、Pd 配位化合物、Os 配位化合物、Eu 配位化合物、Tb 配位化合物、Gd 配位化合物、Dy 配位化合物和 Ce 配位化合物。Ir 配位化合物、Pt 配位化合物和 Re 配位化合物是非常优选的,含有至少一种金属-碳键、金属-氮键、金属-氧键和金属-硫键的配位体系的 Ir 配位化合物、Pt 配位化合物和 Re 配位化合物是优选的。此外,从发光效率、驱动耐久性和色度的角度来看,含有三齿以上的多齿配体的 Ir 配位化合物、Pt 配位化合物和 Re 配位化合物是特别优选的, Ir 配位化合物和 Pt 配位化合物是最优选的。具有四齿配体的 Pt 配位化合物是特别优选的。

[0143] 发光掺杂剂没有特别限制,但优选的是使用磷光材料,特别优选的是在发光层中使用金属配位化合物磷光材料。作为金属配位化合物磷光材料,更优选使用铱配位化合物磷光材料或铂配位化合物磷光材料,特别优选使用具有四齿配体的铂配位化合物磷光材料,但是可以组合使用其他磷光材料。

[0144] 作为配位化合物磷光材料,可以举例有记载在 Coordination Chemistry Reviews, 250, 2093-2126 (2006) 中的化合物。

[0145] 作为铱配位化合物磷光材料,举例有在 WO 00/70,655、WO 01/41,512、WO 02/5,645、JP-A-2002-117978、WO 04/085,450、WO 06/121,811、W005/019,373 和 WO 05/113,704 中公开的化合物。

[0146] 作为铂配位化合物磷光材料,举例有在 WO 00/57,676 中公开的化合物。

[0147] 作为具有四齿配体的铂配位化合物(磷光)材料,优选举例有在美国专利 6,653,654、WO 04/099,339、WO 04/108,857、JP-A-2005-310733、JP-A-2005-317516、JP-A-2006-261623、JP-A-2006-93542、JP-A-2006-256999、WO 06/098,505、JP-A-2007-19462、JP-A-2007-96255、JP-A-2007-96259、WO 05/042,444、JP-A-2006-232784、美国专利 0,134,461 和 WO 05/042,550 中公开的化合物。

[0148] 作为具有四齿配体的铂配位化合物(磷光)材料,含有 2-芳基吡啶衍生物、2-(1-吡唑基)吡啶衍生物或 1-芳基吡唑衍生物作为配体的部分结构的那些是优选的,含有 2-芳基吡啶衍生物或 2-(1-吡唑基)吡啶衍生物作为配体的部分结构的那些是更优选的,含有 2-(1-吡唑基)吡啶衍生物作为配体的部分结构的那些是特别优选的。

[0149] 配体的部分结构(例如,2-芳基吡啶衍生物、2-(1-吡唑基)吡啶衍生物和 1-芳基吡唑衍生物)在适当部位连接以构成四齿配体。

[0150] 当 2-芳基吡啶衍生物被包含作为配体的部分结构时,连接位置优选是吡啶环的 6 位或相对于芳基的吡啶环的间位,更优选吡啶环的 6 位彼此之间或相对于芳基的吡啶环的间位彼此之间,特别优选吡啶环的 6 位彼此之间。

[0151] 当 2-(1-吡唑基)吡啶衍生物被包含作为配体的部分结构时,连接位置优选是吡啶环的 6 位或 1-吡唑基的 4 位,更优选吡啶环的 6 位彼此之间或 1-吡唑基的 4 位彼此之间,特别优选吡啶环的 6 位彼此之间。

[0152] 当 1-芳基吡唑衍生物被包含作为配体的部分结构时,连接位置优选是吡唑环的 3

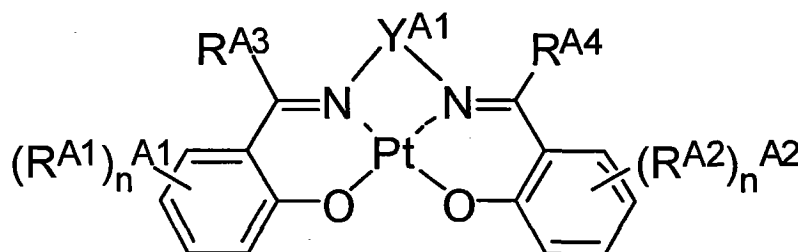
位或相对于芳基的吡啶环的间位,更优选吡啶环的 3 位彼此之间,或相对于芳基的吡啶环的间位彼此之间,特别优选吡啶环的 3 位彼此之间。

[0153] 配体的部分结构可以通过单键或二价连接基团连接,但二价连接基团是优选的。作为二价连接基团的例子,例如,亚甲基连接、亚乙基连接、亚苯基连接、氮原子连接、氧原子连接、硫原子连接和硅原子连接是优选的,亚甲基连接、氮原子连接和硅原子连接是更优选的,亚甲基连接是特别优选的。作为亚甲基团连接基,具体举例有亚甲基 ($-\text{CH}_2-$)、甲基亚甲基 ($-\text{CHMe}-$)、氟甲基亚甲基 ($-\text{CFMe}-$)、二甲基亚甲基 ($-\text{CMe}_2-$)、甲基苯基亚甲基 ($-\text{CMePh}-$)、二苯基亚甲基 ($-\text{CPh}_2-$)、9,9- 芴二基、1,1- 环戊烷二基和 1,1- 环己烷二基。二甲基亚甲基、二苯基亚甲基、9,9- 芴基、1,1- 环戊烷二基和 1,1- 环己烷二基是优选的,二甲基亚甲基、二苯基亚甲基和 1,1- 环己烷二基是更优选的,二甲基亚甲基是特别优选的。

[0154] 作为具有四齿配体的铂配位化合物(磷光)材料,更优选的材料之一是式(A)表示的 Pt 配位化合物:

[0155] 式(A)

[0156]



[0157] 在式(A)中, $\text{R}^{\text{A}3}$ 和 $\text{R}^{\text{A}4}$ 各自独立地代表氢原子或取代基; $\text{R}^{\text{A}1}$ 和 $\text{R}^{\text{A}2}$ 各自独立地代表取代基。当存在多个 $\text{R}^{\text{A}1}$ 和 $\text{R}^{\text{A}2}$ 时,多个 $\text{R}^{\text{A}1}$ 和 $\text{R}^{\text{A}2}$ 可以相同或不同,它们可以相互连接形成环。 $n^{\text{A}1}$ 和 $n^{\text{A}2}$ 各自独立地代表0~4的整数。 $\text{Y}^{\text{A}1}$ 代表连接基团。

[0158] $\text{R}^{\text{A}1}$, $\text{R}^{\text{A}2}$, $\text{R}^{\text{A}3}$ 和 $\text{R}^{\text{A}4}$ 表示的取代基可以任意地选自以下的取代基A。

[0159] 取代基A:

[0160] 举例有烷基(优选具有1~30个碳原子,更优选1~20个碳原子,特别优选1~10个碳原子,例如,举例有甲基、乙基、异丙基、叔丁基、正辛基、正癸基、正十六烷基、环丙基、环戊基、环己基等)、烯基(优选具有2~30个碳原子,更优选2~20个碳原子,特别优选2~10个碳原子,例如,举例有乙烯基、烯丙基、2-丁烯基、3-戊烯基等)、炔基(优选具有2~30个碳原子,更优选2~20个碳原子,特别优选2~10个碳原子,例如,举例有炔丙基、3-戊炔基等)、芳基(优选具有6~30个碳原子,更优选6~20个碳原子,特别优选6~12个碳原子,例如,举例有苯基、p-甲基苯基、萘基、蒽基等)、氨基(优选具有0~30个碳原子,更优选0~20个碳原子,特别优选0~10个碳原子,例如,举例有氨基、甲基氨基、二甲基氨基、二乙基氨基、二苄基氨基、二苯基氨基、二甲苯基氨基等)、烷氧基(优选具有1~30个碳原子,更优选1~20个碳原子,特别优选1~10个碳原子,例如,举例有甲氧基、乙氧基、丁氧基、2-乙基己氧基等)、芳氧基(优选具有6~30个碳原子,更优选6~20个碳原子,特别优选6~12个碳原子,例如,举例有苯氧基、1-萘氧基、2-萘氧基等)、杂环氧基(优选具有1~30个碳原子,更优选1~20个碳原子,特别优选1~12个碳原子,例如,举例有吡啶氧基、吡啶氧基、嘧啶氧基、喹啉氧基等)、酰基(优选具有2~30个碳原

子,更优选 2~20 个碳原子,特别优选 2~12 个碳原子,例如,举例有乙酰基、苯甲酰基、甲酰基、新戊酰基等)、烷氧基羰基(优选具有 2~30 个碳原子,更优选 2~20 个碳原子,特别优选 2~12 个碳原子,例如,举例有甲氧基羰基、乙氧基羰基等)、芳氧基羰基(优选具有 7~30 个碳原子,更优选 7~20 个碳原子,特别优选 7~12 个碳原子,例如,举例有苯氧基羰基等)、酰氧基(优选具有 2~30 个碳原子,更优选 2~20 个碳原子,特别优选 2~10 个碳原子,例如,举例有乙酰氧基、苯甲酰氧基等)、酰基氨基(优选具有 2~30 个碳原子,更优选 2~20 个碳原子,特别优选 2~10 个碳原子,例如,举例有乙酰基氨基、苯甲酰基氨基等)、烷氧基羰基氨基(优选具有 2~30 个碳原子,更优选 2~20 个碳原子,特别优选 2~12 个碳原子,例如,举例有甲氧基羰基氨基等)、芳氧基羰基氨基(优选具有 7~30 个碳原子,更优选 7~20 个碳原子,特别优选 7~12 个碳原子,例如,举例有苯氧基羰基氨基等)、磺酰基氨基(优选具有 1~30 个碳原子,更优选 1~20 个碳原子,特别优选 1~12 个碳原子,例如,举例有甲烷磺酰基氨基、苯磺酰基氨基等)、氨磺酰基(优选具有 0~30 个碳原子,更优选 0~20 个碳原子,特别优选 0~12 个碳原子,例如,举例有氨磺酰基、甲基氨磺酰基、二甲基氨磺酰基、苯基氨磺酰基等)、氨基甲酰基(优选具有 1~30 个碳原子,更优选 1~20 个碳原子,特别优选 1~12 个碳原子,例如,举例有氨基甲酰基、甲基氨基甲酰基、二乙基氨基甲酰基、苯基氨基甲酰基等)、烷硫基(优选具有 1~30 个碳原子,更优选 1~20 个碳原子,特别优选 1~12 个碳原子,例如,举例有甲硫基、乙硫基等)、芳硫基(优选具有 6~30 个碳原子,更优选 6~20 个碳原子,特别优选 6~12 个碳原子,例如,举例有苯硫基等)、杂环硫基团(优选具有 1~30 个碳原子,更优选 1~20 个碳原子,特别优选 1~12 个碳原子,例如,举例有吡啶硫基、2-苯并咪唑硫基、2-苯并噁唑硫基、2-苯并噻唑硫基等)、磺酰基(优选具有 1~30 个碳原子,更优选 1~20 个碳原子,特别优选 1~12 个碳原子,例如,举例有甲磺酰基、甲苯磺酰基等)、亚磺酰基(优选具有 1~30 个碳原子,更优选 1~20 个碳原子,特别优选 1~12 个碳原子,例如,举例有甲烷亚磺酰基、苯亚磺酰基等)、脲基(优选具有 1~30 个碳原子,更优选 1~20 个碳原子,特别优选 1~12 个碳原子,例如,举例有脲基、甲基脲基、苯基脲基等)、磷酸氨基(优选具有 1~30 个碳原子,更优选 1~20 个碳原子,特别优选 1~12 个碳原子,例如,举例有二乙基磷酸氨基、苯基磷酸氨基等)、羟基、巯基、卤素原子(例如,氟原子、氯原子、溴原子、碘原子)、氰基、磺基、羧基、硝基、氧肟酸基团、亚磺基、胼基、亚氨基、杂环基团(优选具有 1~30 个碳原子和更优选 1~12 个碳原子,作为杂原子,例如,氮原子、氧原子和硫原子、具体而言,例如,举例有咪唑基、吡啶基、喹啉基、呋喃基、噻吩基、哌啶基、吗啉基、苯并噁唑基、苯并咪唑基、苯并噻唑基、呋唑基和氮杂~~革~~基团)、甲硅烷基(优选具有 3~40 个碳原子,更优选 3~30 个碳原子,特别优选 3~24 个碳原子,例如,举例有三甲基甲硅烷基、三苯基甲硅烷基等)、甲硅烷基氧基(优选具有 3~40 个碳原子,更优选 3~30 个碳原子,特别优选 3~24 个碳原子,例如,举例有三甲基甲硅烷基氧基、三苯基甲硅烷基氧基等)和磷酰基(例如,举例有二苯基磷酰基、二甲基磷酰基等)。

[0161] Y^{A1} 表示的连接基团可以任意地选自以下群组 A 的连接基团。

[0162] 连接基团群组 A:

[0163] 亚烷基(例如,亚甲基、亚乙基、亚丙基等)、亚芳基(例如,亚苯基、萘二基)、杂亚芳基(例如,吡啶二基、噻吩二基等)、亚氨基(-NR-) (例如,苯基亚氨基等)、氧基(-O-)、硫

基(-S-)、亚膦基(-PR-) (例如, 苯基亚膦基等)、亚甲硅烷基(-SiRR'-) (例如, 二甲基亚甲硅烷基、二苯基亚甲硅烷基等) 和这些基团的组合。这些连接基团还可以具有取代基。

[0164] 作为 R^{A1} , R^{A2} , R^{A3} 和 R^{A4} 表示的取代基, 烷基、芳基和杂环基团是优选的, 芳基和杂环基团是更优选的, 芳基是特别优选的。

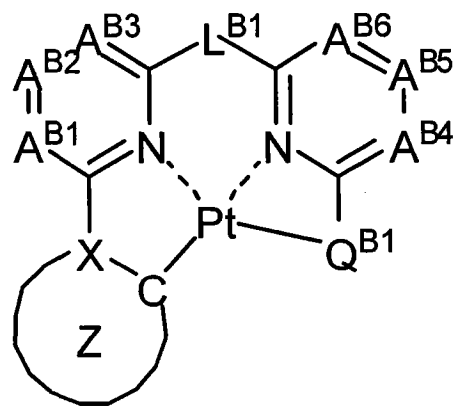
[0165] 作为 Y^{A1} 表示的连接基团, 在 1,2- 位取代的乙烯基、亚苯基环、吡啶环、吡嗪环、嘧啶环和具有 1 ~ 8 个碳原子的亚烷基是优选的, 在 1,2- 位取代的乙烯基、亚苯基环和具有 1 ~ 6 个碳原子的亚烷基是更优选的, 亚苯基环是特别优选的。

[0166] R^{A3} 和 R^{A4} 表示的取代基可以与 Y^{A1} 表示的连接基团连接形成环。例如, 当 Y^{A1} 是在 1,2- 位连接的亚苯基环时, R^{A3} 和 R^{A4} 可以在 3,6 位连接形成 1,10- 菲咯啉环, 还可以具有取代基。

[0167] 作为具有四齿配体的铂配位化合物(磷光)材料, 更优选的材料之一是式(B)表示的 Pt 配位化合物:

[0168] 式(B)

[0169]



[0170] 在式(B)中, $A^{B1} \sim A^{B6}$ 各自独立地代表 C-R 或 N。R 代表氢原子或取代基。 L^{B1} 代表单键或二价连接基团。X 代表 C 或 N。Z 代表在式中与 X-C 一起形成的 5- 或 6- 元芳族环或芳族杂环。 Q^{B1} 代表与 Pt 连接的阴离子基团。

[0171] 下面说明式(B)。

[0172] $A^{B1} \sim A^{B6}$ 各自独立地代表 C-R 或 N。R 代表氢原子或取代基。R 表示的取代基与上面作为取代基 A 所举例同义, 优选的例子也相同。

[0173] $A^{B1} \sim A^{B6}$ 各自优选代表 C-R, R 可以彼此连接形成环。当 $A^{B1} \sim A^{B6}$ 各自代表 C-R 时, A^{B2} 和 A^{B5} 的 R 优选是氢原子、烷基、芳基、氨基、烷氧基、芳氧基、氟基或氰基, 更优选氢原子、氨基、烷氧基、芳氧基或氟基, 特别优选氢原子或氟基。 A^{B1} , A^{B3} , A^{B4} 和 A^{B6} 的 R 优选是氢原子、烷基、芳基、氨基、烷氧基、芳氧基、氟基或氰基, 更优选氢原子、氨基、烷氧基、芳氧基或氟基, 特别优选氢原子。

[0174] L^{B1} 代表单键或二价连接基团。

[0175] 作为 L^{B1} 表示的二价连接基团, 举例有亚烷基(例如, 亚甲基、亚乙基、亚丙基等)、亚芳基(例如, 亚苯基、萘二基)、杂亚芳基(例如, 吡啶二基、噻吩二基等)、亚氨基(-NR-) (例如, 苯基亚氨基等)、氧基(-O-)、硫基(-S-)、亚膦基(-PR-) (例如, 苯基亚膦基等)、亚甲硅烷基(-SiRR'-) (例如, 二甲基亚甲硅烷基、二苯基亚甲硅烷基等) 和这些基团的组合。

这些连接基团还可以具有取代基。

[0176] L^{B1} 优选代表单键、亚烷基、亚芳基、杂亚芳基、亚氨基、氧基、硫基、或亚甲硅烷基，更优选单键、亚烷基、亚芳基或亚氨基，更优选亚烷基，更优选亚甲基，更优选二取代的亚甲基，更优选二甲基亚甲基、二乙基亚甲基、二异丁基亚甲基、二苄基亚甲基、乙基甲基亚甲基、甲基丙基亚甲基、异丁基甲基亚甲基、二苯基亚甲基、甲基苯基亚甲基、环己烷二基、环戊烷二基、苄二基或氟甲基亚甲基，特别优选二甲基亚甲基、二苯基亚甲基或环己烷二基。

[0177] X 代表 C 或 N 。 Z 代表在式中与 $X-C$ 一起形成的 5- 或 6- 元芳族烃环或芳族杂环。作为 Z 表示的芳族烃环或芳族杂环，举例有苯环、萘环、蒽环、茈环、菲环、二萘嵌苯环、吡啶环、喹啉环、异喹啉环、菲啶环、嘧啶环、吡嗪环、哒嗪环、三嗪环、噌啉环、吡啶环、二氮杂萘环、喹啉环、喹喔啉环、萘啶环、蝶啶环、吡咯环、吡唑环、三唑环、咪唑环、呋唑环、咪唑并吡啶环、噻吩环、苯并噻吩环、呋喃环、苯并呋喃环、磷环、磷环和硅醇 (silol) 环。 Z 可以具有取代基，上述取代基 A 可以用于这种取代基。此外， Z 可以与其他环形成稠环。

[0178] Z 优选代表苯环、萘环、吡唑环、咪唑环、三唑环、吡啶环、咪唑环或噻吩环，更优选苯环、吡唑环或吡啶环。

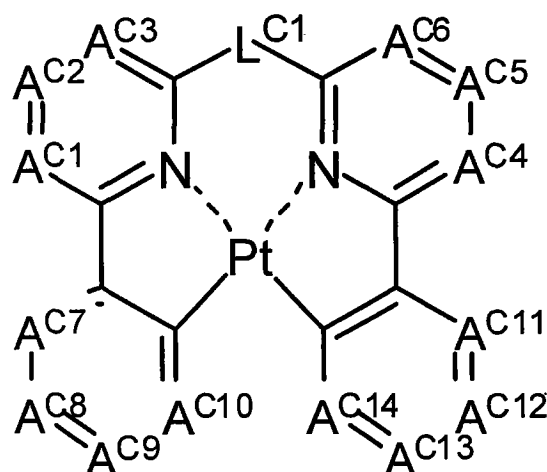
[0179] Q^{B1} 代表与 Pt 连接的阴离子基团。作为 Q^{B1} 表示的阴离子基团，举例有乙烯基配体、芳族烃环配体（例如，苯配体、萘配体、蒽配体、菲配体等）、杂环配体（例如，呋喃配体、噻吩配体、吡啶配体、吡嗪配体、嘧啶配体、哒嗪配体、三嗪配体、噻唑配体、噁唑配体、吡咯配体、咪唑配体、吡唑配体、三唑配体和含有这些基团的稠环（例如，喹啉配体、苯并噻唑配体等））。此时， Q^{B1} 与 Pt 的键可以是共价键、离子键和配位键之一。作为与 Pt 连接的 Q^{B1} 中的原子，碳原子、氮原子、氧原子、硫原子和磷原子是优选的，作为与 Pt 连接的 Q^{B1} 中的原子，碳原子、氧原子和氮原子是优选的，碳原子是更优选的。

[0180] Q^{B1} 表示的基团优选是通过碳原子与 Pt 连接的芳族烃环配体、通过碳原子与 Pt 连接的芳族杂环配体、通过氮原子与 Pt 连接的含氮芳族杂环配体、或酰氧基配体，更优选通过碳原子与 Pt 连接的芳族烃环配体、或通过碳原子与 Pt 连接的芳族杂环配体。 Q^{B1} 表示的基团特别优选是与式 (B) 中与 $C-X$ 一起形成的 Z 环相同的基团。

[0181] 式 (B) 表示的 Pt 配位化合物更优选是式 (C) 表示的 Pt 配位化合物：

[0182] 式 (C)

[0183]



[0184] 在式 (C) 中, $A^{C1} \sim A^{C14}$ 各自独立地代表 C-R 或 N。R 代表氢原子或取代基。 L^{C1} 代表单键或二价连接基团。

[0185] 下面说明式 (C)。

[0186] $A^{C1} \sim A^{C14}$ 各自独立地代表 C-R 或 N。R 代表氢原子或取代基。 $A^{C1} \sim A^{C6}$ 与式 (B) 中的 $A^{B1} \sim A^{B6}$ 同义, 优选范围也相同。

[0187] 关于 $A^{C7} \sim A^{C14}$, 在每个 $A^{C7} \sim A^{C10}$ 和 $A^{C11} \sim A^{C14}$ 中, 表示 N(氮原子) 的那些的数量优选是 0 $\sim$ 2, 更优选 0 或 1。表示 N 的那些优选选自 $A^{C8} \sim A^{C10}$ 和 $A^{C12} \sim A^{C14}$, 更优选选自 A^{C8} , A^{C9} , A^{C12} 和 A^{C13} , 特别优选选自 A^{C8} 和 A^{C12} 。

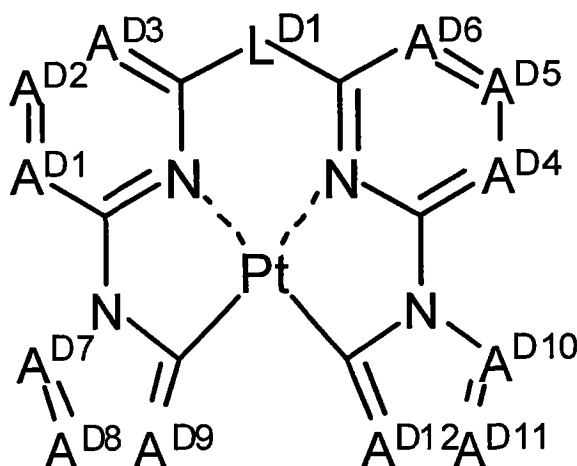
[0188] 当 $A^{C7} \sim A^{C14}$ 各自代表 C-R 时, A^{C8} 和 A^{C12} 表示的 R 优选是氢原子、烷基、多氟烷基、芳基、氨基、烷氧基、芳氧基、氟基或氰基, 更优选氢原子、多氟烷基、烷基、芳基、氟基或氰基, 特别优选氢原子、多氟烷基或氰基。 A^{C7} , A^{C9} , A^{C11} 和 A^{C13} 表示的 R 优选是氢原子、烷基、多氟烷基、芳基、氨基、烷氧基、芳氧基、氟基或氰基, 更优选氢原子、全氟烷基、氟基或氰基, 特别优选氢原子或氟基。 A^{C10} 和 A^{C14} 表示的 R 优选是氢原子或氟基, 更优选氢原子。当 $A^{C7} \sim A^{C9}$ 和 $A^{C11} \sim A^{C13}$ 中的任一个代表 C-R 时, R 可以彼此连接形成环。

[0189] L^{C1} 表示的连接基团与式 (B) 中 L^{B1} 表示的连接基团同义, 优选范围也相同。

[0190] 式 (B) 表示的 Pt 配位化合物更优选是式 (D) 表示的 Pt 配位化合物:

[0191] 式 (D)

[0192]



[0193] 在式 (D) 中, $A^{D1} \sim A^{D12}$ 各自独立地代表 C-R 或 N。R 代表氢原子或取代基。 L^{D1} 代表单键或二价连接基团。

[0194] 下面说明式 (D)。

[0195] $A^{D1} \sim A^{D12}$ 各自独立地代表 C-R 或 N。R 代表氢原子或取代基。

[0196] $A^{D1} \sim A^{D6}$ 与式 (B) 中 $A^{B1} \sim A^{B6}$ 表示的取代基同义, 优选范围也相同。

[0197] 关于 $A^{D7} \sim A^{D12}$, 在每个 $A^{D7} \sim A^{D9}$ 和 $A^{D10} \sim A^{D12}$ 中, 表示 N(氮原子) 的那些的数量优选是 0 $\sim$ 2, 更优选 1 或 2, 特别优选 1。表示 N 的那些优选选自 $A^{D7} \sim A^{D9}$ 和 $A^{D10} \sim A^{D12}$, 更优选选自 A^{D7} , A^{D9} , A^{D10} 和 A^{D12} , 特别优选选自 A^{D7} 和 A^{D10} 。

[0198] 当 $A^{D7} \sim A^{D12}$ 各自代表 C-R 时, A^{D8} 和 A^{D11} 表示的 R 优选是氢原子、烷基、多氟烷基、芳基、氨基、烷氧基、芳氧基、氟基或氰基, 更优选氢原子、多氟烷基、烷基、芳基、氟基或氰基, 特别优选多氟烷基 (例如, 三氟甲基和全氟乙基) 或氰基。 A^{D7} , A^{D9} , A^{D10} 和 A^{D12} 表示的 R 优选

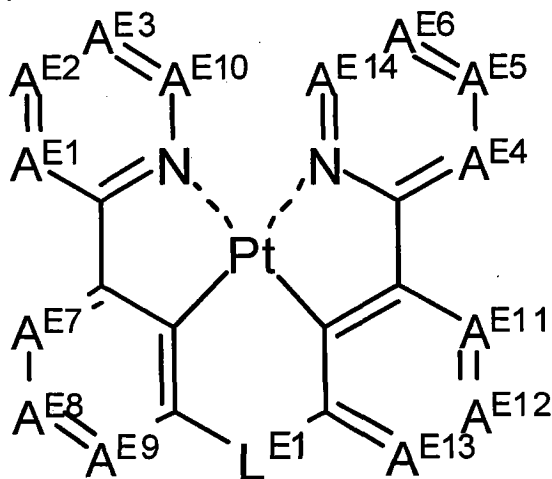
是氢原子、烷基、多氟烷基、芳基、氨基、烷氧基、芳氧基、氟基或氰基,更优选氢原子或氟基,特别优选氢原子。当 $A^{D7} \sim A^{D12}$ 中的任一个代表 C-R 时, R 可以彼此连接形成环。

[0199] L^{D1} 表示的连接基团与式 (B) 中 L^{B1} 表示的连接基团同义, 优选范围也相同。

[0200] 作为具有四齿配体的铂配位化合物(磷光)材料, 更优选的材料之一是式 (E) 表示的 Pt 配位化合物:

[0201] 式 (E)

[0202]



[0203] 在式 (E) 中, $A^{E1} \sim A^{E14}$ 各自独立地代表 C-R 或 N。R 代表氢原子或取代基。 L^{E1} 代表单键或二价连接基团。

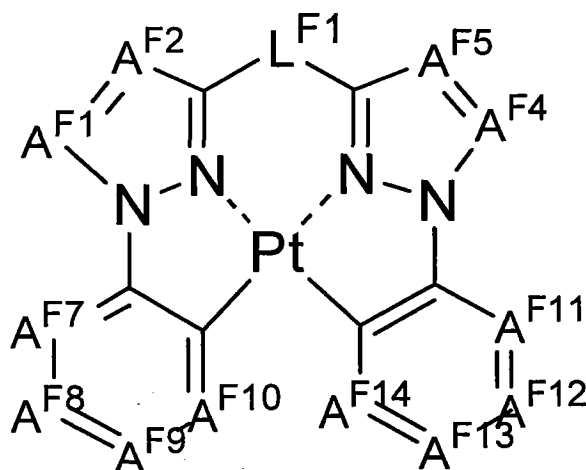
[0204] 下面说明式 (E)。 $A^{E1} \sim A^{E12}$ 各自独立地代表 C-R 或 N。R 代表氢原子或取代基。 $A^{E1} \sim A^{E6}$ 与式 (B) 中的 $A^{B1} \sim A^{B6}$ 同义, 优选范围也相同。 $A^{E7} \sim A^{E14}$ 与式 (C) 中的 $A^{C7} \sim A^{C14}$ 同义, 优选范围也相同。

[0205] L^{E1} 表示的连接基团与式 (B) 中的 L^{B1} 表示的连接基团同义。

[0206] L^{E1} 优选代表单键、亚烷基、亚芳基、杂亚芳基、亚氨基、氧基、硫基或亚甲硅烷基, 更优选亚烷基、亚氨基、氧基、硫基或亚甲硅烷基, 更优选亚烷基, 更优选亚甲基, 更优选二取代的亚甲基, 更优选二甲基亚甲基、二乙基亚甲基、二异丁基亚甲基、二苄基亚甲基、乙基甲基亚甲基、甲基丙基亚甲基、异丁基甲基亚甲基、二苯基亚甲基、甲基苯基亚甲基、环己烷二基、环戊烷二基、苄二基或氟甲基亚甲基, 特别优选二甲基亚甲基、二苯基亚甲基或环己烷二基。

[0207] 作为具有四齿配体的铂配位化合物(磷光)材料, 更优选的材料之一是式 (F) 表示的 Pt 配位化合物:

[0208] 式 (F)



[0209] 在式 (F) 中, $A^{F1} \sim A^{F14}$ 各自独立地代表 C-R 或 N。R 代表氢原子或取代基。L^{F1} 代表单键或二价连接基团。

[0210] 下面说明式 (F)。

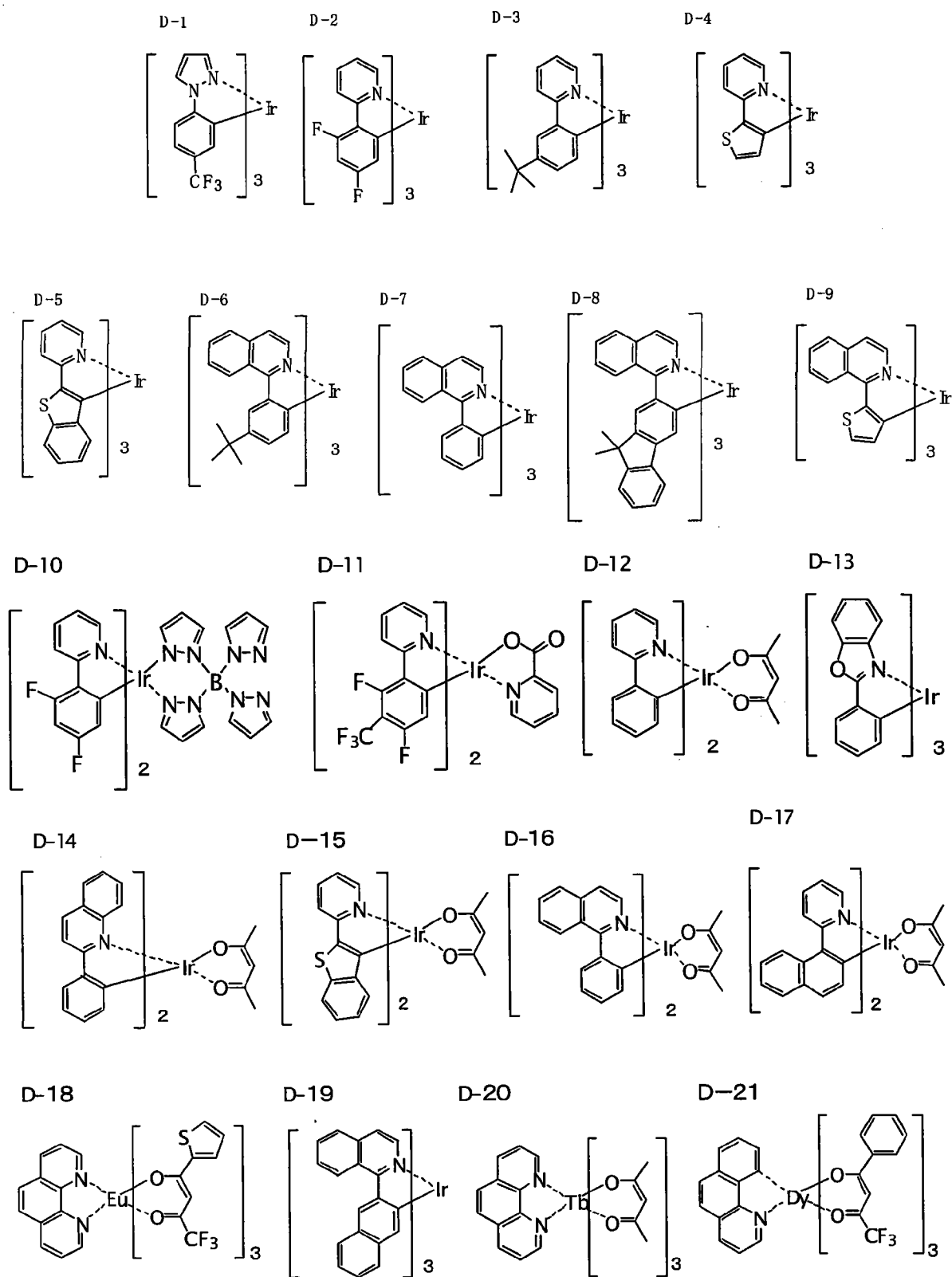
[0211] $A^{F1} \sim A^{F14}$ 各自独立地代表 C-R 或 N。R 代表氢原子或取代基。 $A^{F1} \sim A^{F5}$ 与式 (B) 中的 $A^{B1} \sim A^{B5}$ 同义。 $A^{F1} \sim A^{F5}$ 各自优选代表 C-R, R 可以彼此连接形成环。当 $A^{F1} \sim A^{F5}$ 各自代表 C-R 时, $A^{F1} \sim A^{F5}$ 的 R 优选是氢原子、烷基、芳基、氨基、烷氧基、芳氧基、氟基或氰基, 更优选氢原子、芳基、氟基或氰基, 特别优选氢原子。

[0212] $A^{F7} \sim A^{F14}$ 与式 (C) 中的 $A^{C7} \sim A^{C14}$ 同义, 优选范围也相同。特别地, 当 $A^{F7} \sim A^{F9}$ 和 $A^{F11} \sim A^{F13}$ 中的任一个代表 C-R 时, 通过相互连接 R 形成的环结构优选是呋喃环、苯并呋喃环、吡咯环、苯并吡咯环、噻吩环、苯并噻吩环、或茚环, 这些环还可以具有取代基。

[0213] L^{F1} 表示的连接基团与式 (B) 中的 L^{B1} 表示的连接基团同义, 优选范围也相同。

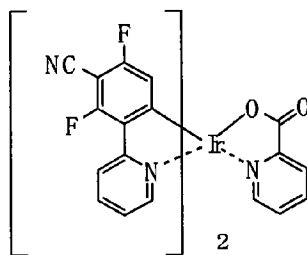
[0214] 作为发光掺杂剂的具体例子, 举例有以下化合物, 但本发明不限于此。

[0215]

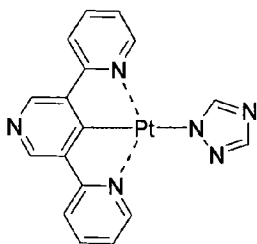


[0216]

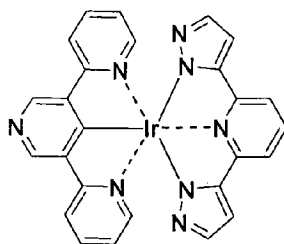
D-22



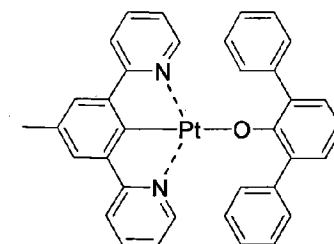
D-23



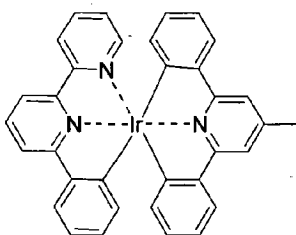
D-24



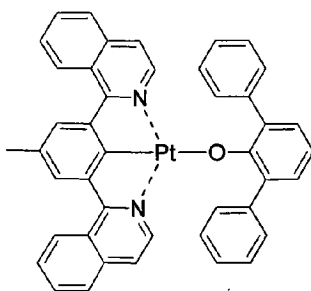
D-25



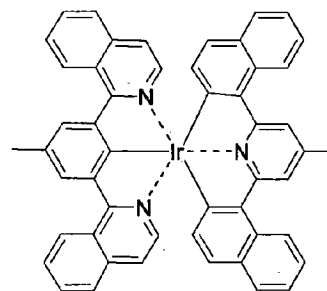
D-26



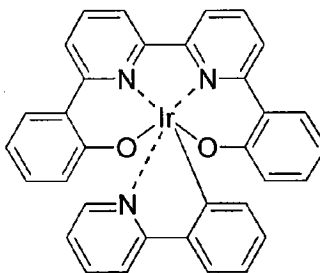
D-27



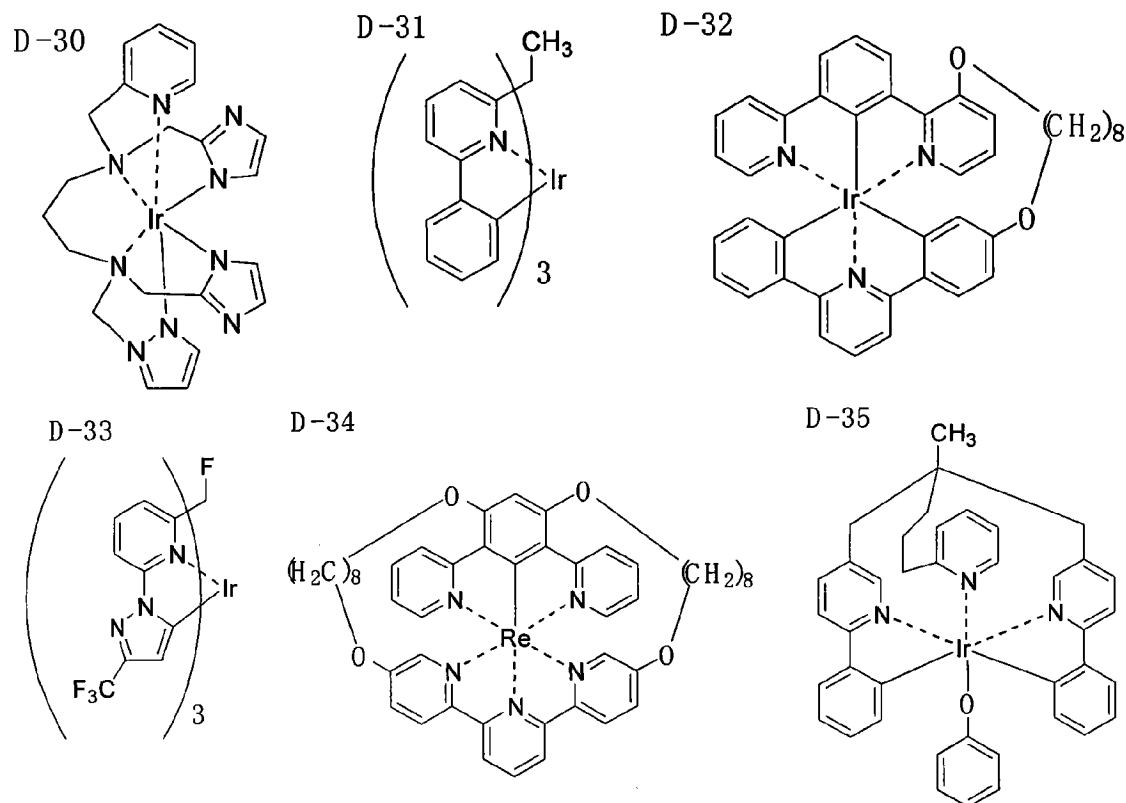
D-28



D-29

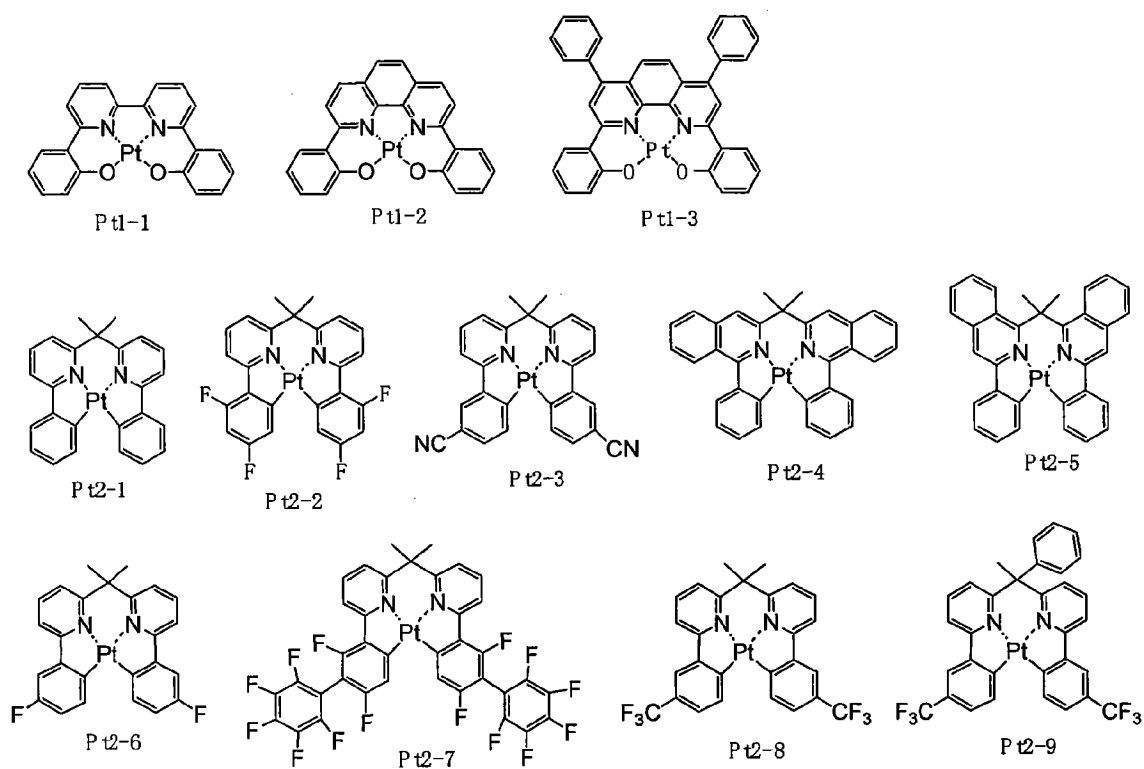


[0217]

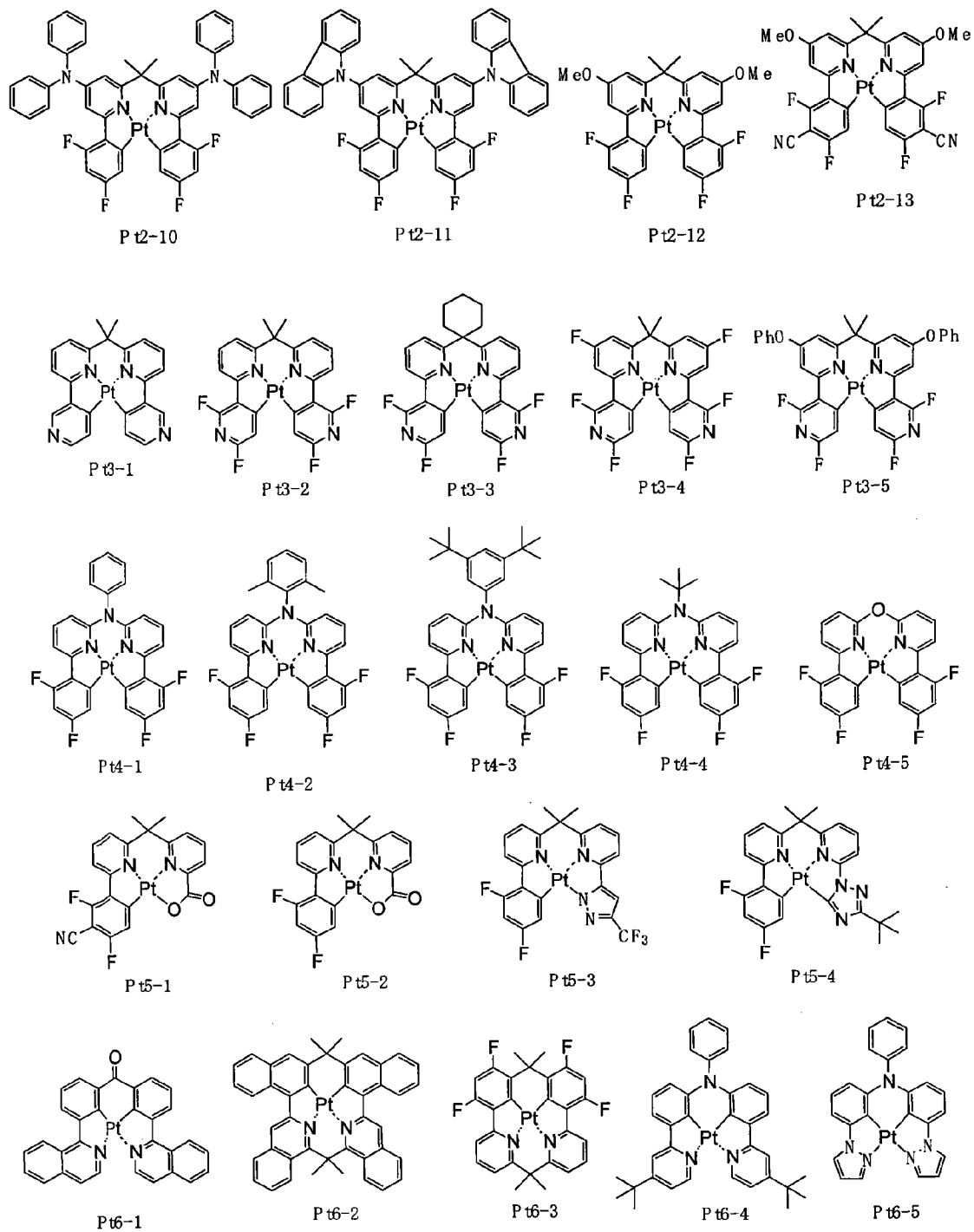


[0218] 作为具有四齿配体的铂配位化合物磷光材料的例子,例如,举例有以下化合物,但本发明不限于此。

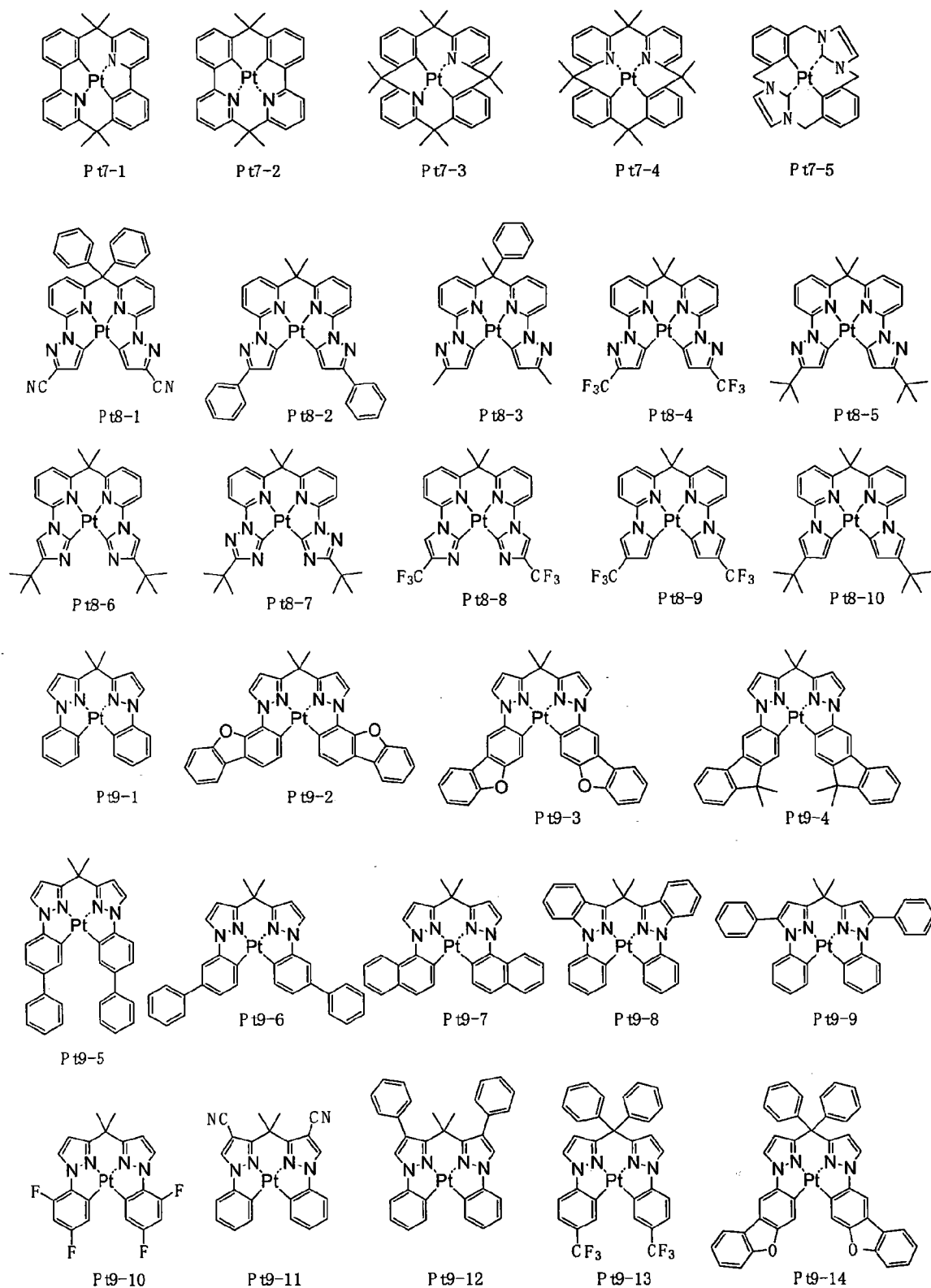
[0219]



[0220]



[0221]



[0222] 按形成发光层的全部化合物的质量计,发光层中的发光掺杂剂(发光材料)通常含量为 0.1 ~ 50 重量%,但从耐久性和外部量子效率的角度来看,优选为 1 ~ 50 重量%,更优选 2 ~ 40 重量%。

[0223] 发光层的厚度没有特别限制,但从外部量子效率的角度来看,通常优选 2 ~

500nm,更优选 3 ~ 200nm,再更优选 5 ~ 100nm。

[0224] 主体材料：

[0225] 作为本发明中使用的主体材料,可以使用空穴传输性能优异的空穴传输主体材料(有时称作空穴传输主体)和电子传输性能优异的电子传输主体化合物(有时称作电子传输主体)。

[0226] 空穴传输主体：

[0227] 作为本发明中使用的空穴传输主体,具体而言可以举例有以下材料。

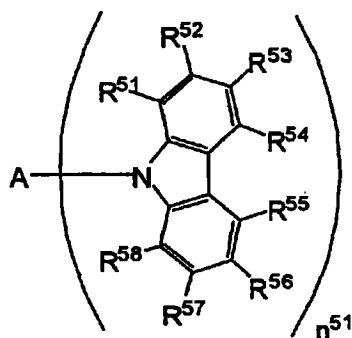
[0228] 举例有吡咯、吡啶、咪唑、氮杂吡啶、氮杂咪唑、三唑、噁唑、噁二唑、吡唑、咪唑、噻吩、多芳基烷烃、吡啶啉、吡啶啉酮、苯二胺、芳基胺、氨基-取代的查耳酮、苯乙烯基蒽、茚酮、脞、二苯乙烯、硅氮烷、芳族叔胺化合物、苯乙烯基胺化合物、芳族二次甲基-基化合物、卟啉-基化合物、聚硅烷-基化合物、聚(N-乙烯基咪唑)、苯胺-基共聚物、噻吩低聚物、导电高分子量低聚物(如聚噻吩)、有机硅烷、碳膜和它们的衍生物。

[0229] 作为空穴传输主体,优选举例有吡啶衍生物、咪唑衍生物、芳族叔胺化合物和噻吩衍生物,更优选举例有在分子中具有咪唑基团或吡啶基团的化合物,特别优选具有咪唑基团的化合物。

[0230] 作为具有咪唑基团的化合物,式(V)表示的化合物是优选的。

[0231] 下面说明式(V)表示的化合物。

[0232] 式(V)



[0233] 在式(V)中, $R^{51} \sim R^{58}$ 各自代表氢原子、氘原子或取代基, $R^{51} \sim R^{58}$ 的相邻取代基可以形成稠环。A 代表连接基团, n^{51} 代表 2 ~ 6 的整数。

[0234] $R^{51} \sim R^{58}$ 表示的取代基没有特别限制,例如,举例有烷基、烯基、炔基、芳基、杂芳基、氨基、烷氧基、芳氧基、杂环氧基、酰基、烷氧基羰基、芳氧基羰基、酰氧基、酰基氨基、烷氧基羰基氨基、芳氧基羰基氨基、磺酰基氨基、氨磺酰基、氨基甲酰基、烷硫基、芳硫基、杂环硫基、磺酰基、亚磺酰基、脲基、磷酸酰胺基、羟基、巯基、卤素原子、氰基、磺基、羧基、硝基、氧肟基、亚磺基、肼基、亚氨基、杂环基团、甲硅烷基和甲硅烷基氧基。这些取代基还可以用其他取代基取代,并且这些取代基可以相互连接形成环。

[0235] $R^{51} \sim R^{58}$ 各自优选代表氢原子、氘原子、烷基、芳基、杂芳基、卤素基团、氰基或甲硅烷基,更优选氢原子、氘原子、烷基、杂芳基、卤素基团、氰基或甲硅烷基,特别优选氢原子、氘原子、烷基、杂芳基或甲硅烷基。 $R^{51} \sim R^{58}$ 还可以用其他取代基取代,并且这些取代基可以相互连接形成环。

[0236] 作为 $R^{51} \sim R^{58}$ 表示的烷基,甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、叔丁基、正辛基、环

丙基、环戊基、环己基、1- 金刚烷基和三氟甲基是优选的，甲基、异丙基、叔丁基、正辛基、环戊基、环己基、1- 金刚烷基和三氟甲基是更优选的，叔丁基、环己基、1- 金刚烷基和三氟甲基是特别优选的。这些取代基还可以用其他取代基取代，并且这些取代基可以相互连接形成环。

[0237] 作为 $R^{51} \sim R^{58}$ 表示的杂芳基，咪唑基、吡唑基、吡啶基、喹啉基、异喹啉基、吡咯基、吡啶基、呋喃基、噻吩基、苯并噁唑基、苯并咪唑基、苯并噻唑基、呋喃基和氮杂^葸是优选的，咪唑基、吡唑基、喹啉基、吡啶基、呋喃基、噻吩基、苯并咪唑基、呋喃基和氮杂^葸是更优选的，咪唑基、呋喃基、噻吩基、苯并咪唑基、呋喃基和氮杂^葸是特别优选的。这些取代基还可以用其他取代基取代，它们可以形成稠合结构，并且这些取代基可以相互连接形成环。

[0238] 作为 $R^{51} \sim R^{58}$ 表示的甲硅烷基，优选举例有三甲基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、三异丙基甲硅烷基、甲基二苯基甲硅烷基、二甲基 - 叔丁基甲硅烷基、二甲基苯基甲硅烷基、二苯基 - 叔丁基甲硅烷基和三苯基甲硅烷基；更优选三甲基甲硅烷基、三异丙基甲硅烷基、二甲基 - 叔丁基甲硅烷基、二苯基 - 叔丁基甲硅烷基和三苯基甲硅烷基；特别优选三甲基甲硅烷基、二甲基 - 叔丁基甲硅烷基和三苯基甲硅烷基。这些取代基还可以用其他取代基取代，并且这些取代基可以相互连接形成环。

[0239] n^{51} 优选是 2 ~ 4，更优选 2 或 3，特别优选 2。

[0240] A 表示的连接基优选是亚烷基、亚芳基、杂亚芳基和亚甲硅烷基，更优选亚芳基和杂亚芳基，特别优选亚芳基。这些连接基还可以用例如上述 $R^{51} \sim R^{58}$ 表示的取代基取代。

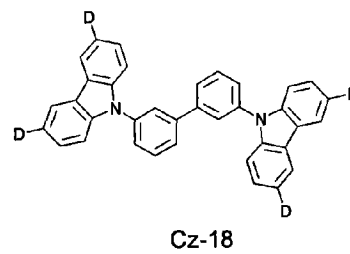
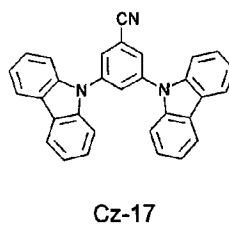
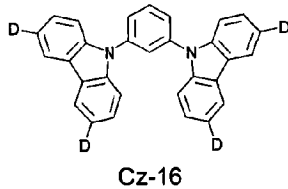
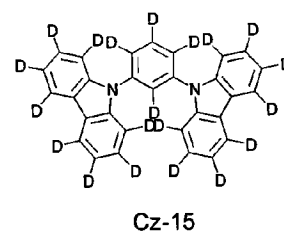
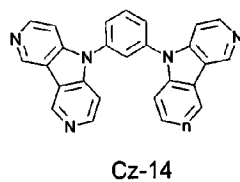
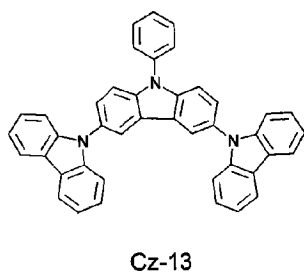
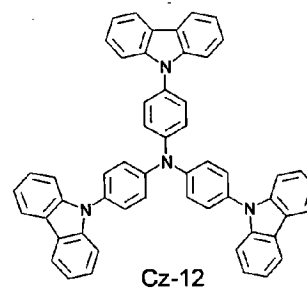
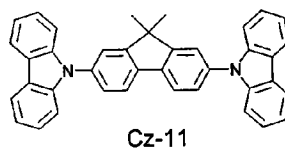
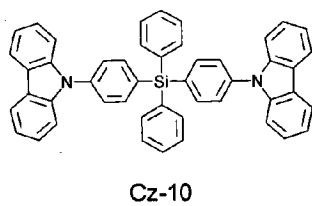
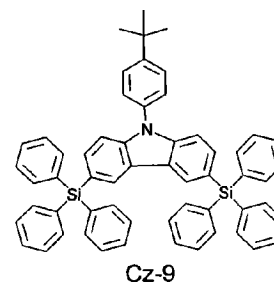
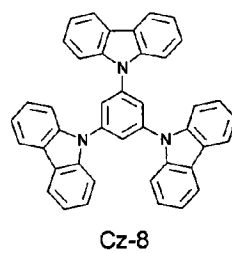
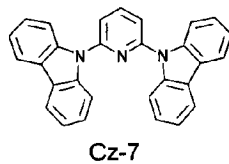
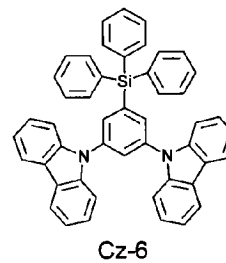
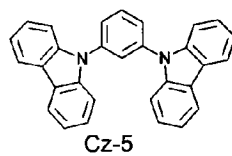
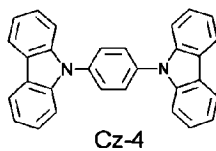
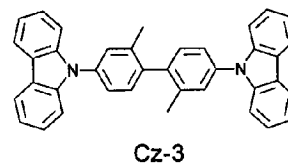
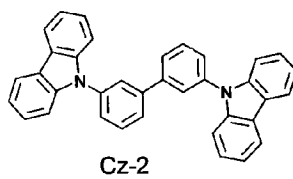
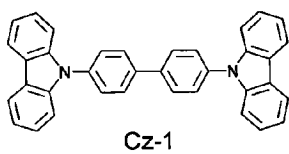
[0241] 作为亚芳基，优选举例有亚苯基、亚萘基、亚联苯基和亚三联苯基，更优选亚苯基和亚联苯基，特别优选亚苯基。

[0242] 作为亚苯基，优选举例有 1,2,3,4,5,6- 六取代的亚苯基、1,2,4,5- 四取代的亚苯基、1,3,5- 三取代的亚苯基、1,2- 二取代的亚苯基、1,3- 二取代的亚苯基和 1,4- 二取代的亚苯基，更优选 1,2- 二取代的亚苯基、1,3- 二取代的亚苯基和 1,4- 二取代的亚苯基，特别优选举例有 1,3- 二取代的亚苯基和 1,4- 二取代的亚苯基。

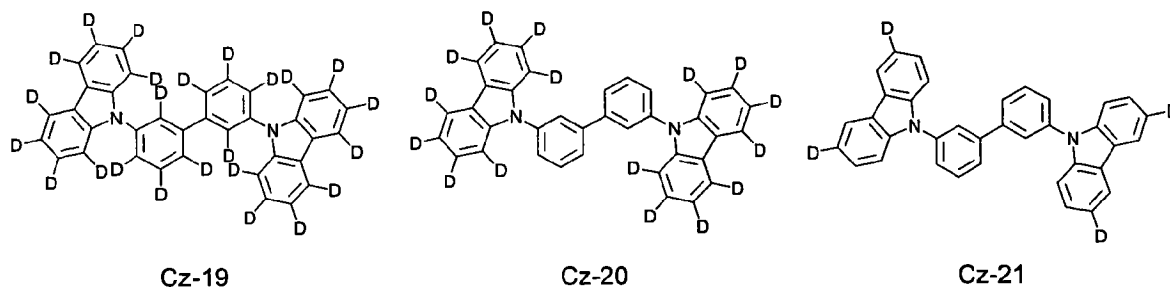
[0243] 作为杂亚芳基，优选举例有二取代的吡啶亚基和二取代的 N- 苯基呋喃亚基，更优选 2,6- 二取代的吡啶亚基、3,5- 二取代的吡啶亚基和 3,6- 二取代的 N- 苯基呋喃亚基，特别优选 3,6- 二取代的 N- 苯基呋喃亚基。

[0244] 作为具有呋喃基团的化合物，例如，举例有以下化合物。

[0245]



[0246]



[0247] 电子传输主体：

[0248] 从改善耐久性和降低驱动电压的方面来看，在本发明的发光层中使用的电子传输主体优选其电子亲合势 E_a 为 2.5eV 以上和 3.5eV 以下，更优选 2.6eV 以上和 3.4eV 以下，再更优选 2.8eV 以上和 3.3eV 以下。此外，从改善耐久性和降低驱动电压的方面来看，优选的是电子传输主体的电离电势 I_p 为 5.7eV 以上和 7.5eV 以下，更优选 5.8eV 以上和 7.0eV 以下，再更优选 5.9eV 以上和 6.5eV 以下。

[0249] 作为电子传输主体，具体而言，例如，可以举例有以下材料。

[0250] 可以举例有吡啶、嘧啶、三嗪、咪唑、吡唑、三唑、噁唑、噁二唑、茚酮、蒽醌二甲烷、蒽酮、二苯基苯醌、噻喃二氧化物、碳二亚胺、亚苄基甲烷、二苯乙烯基吡嗪、氟取代的芳族化合物、杂环四羧酸酐（如萘二萘嵌苯）、酞菁和这些化合物的衍生物（可以与其他环形成稠环）、各种金属配位化合物（其代表例有 8-羟基喹啉衍生物的金属配位化合物和具有金属酞菁、苯并噁唑或苯并噻唑作为配体的金属配位化合物）。

[0251] 作为电子传输主体，优选金属配位化合物、吡咯衍生物（苯并咪唑衍生物、咪唑并吡啶衍生物等）和吡嗪衍生物（吡啶衍生物、嘧啶衍生物、三嗪衍生物等），从耐久性的角度来看，在本发明中优选金属配位化合物。作为金属配位化合物 (A)，更优选具有含有与金属配位的至少一个氮原子或氧原子或硫原子的配体的金属配位化合物。

[0252] 金属配位化合物中的金属离子没有特别限制，但铍离子、镁离子、铝离子、镓离子、锌离子、镉离子、锡离子、铂离子和钡离子是优选的，铍离子、铝离子、镓离子、锌离子、铂离子和钡离子是更优选的，铝离子、锌离子和铂离子是再更优选的。

[0253] 在金属配位化合物中包含的配体可以是各种公知的配体，例如，举例有 H. Yersin, Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds, Springer-Verlag(1987) 和 Akio Yamamoto, Yuki Kinzoku Kagaku-Kiso to Oyo-(Organic Metal Chemistry-Elements and Applications), Shokabo Publishing Co., Ltd. (1982) 中记载的配体。

[0254] 配体优选是含氮杂环配体（优选具有 1 ~ 30 个碳原子，更优选 2 ~ 20 个碳原子，特别优选 3 ~ 15 个碳原子），可以是单齿配体或可以是二齿以上的多齿配体。二齿以上和六齿以下的配体是优选的。二齿以上和六齿以下的配体与单齿配体的混合配体也是优选的。

[0255] 作为配体，例如，举例有吡嗪配体（例如，吡啶配体、联吡啶配体、三联吡啶配体）、羟基苯基唑配体（例如，羟基苯基苯并咪唑配体、羟基苯基苯并噁唑配体、羟基苯基咪唑配体、羟基苯基咪唑并吡啶配体）、烷氧基配体（优选具有 1 ~ 30 个碳原子，更优选 1 ~ 20 个碳原子，特别优选 1 ~ 10 个碳原子，例如，甲氧基、乙氧基、丁氧基、2-乙基己氧基）、芳氧基

配体（优选具有 6～30 个碳原子，更优选 6～20 个碳原子，特别优选 6～12 个碳原子，例如，苯氧基、1-萘氧基、2-萘氧基、2,4,6-三甲基苯氧基、4-联苯氧基）、杂芳氧基配体（优选具有 1～30 个碳原子，更优选 1～20 个碳原子，特别优选 1～12 个碳原子，例如，吡啶氧基、吡唑氧基、噻吩氧基、噻唑氧基）、烷硫基配体（优选具有 1～30 个碳原子，更优选 1～20 个碳原子，特别优选 1～12 个碳原子，例如，甲硫基、乙硫基）、芳硫基配体（优选具有 6～30 个碳原子，更优选 6～20 个碳原子，特别优选 6～12 个碳原子，例如，苯硫基）、杂芳硫基配体（优选具有 1～30 个碳原子，更优选 1～20 个碳原子，特别优选 1～12 个碳原子，例如，吡啶硫基、2-苯并咪唑硫基、2-苯并噁唑硫基、2-苯并噻唑硫基）、硅氧基配体（优选具有 1～30 个碳原子，更优选 3～25 个碳原子，特别优选 6～20 个碳原子，例如，三苯基硅氧基、三乙氧基硅氧基、三异丙基硅氧基）、芳族烃阴离子配体（优选具有 6～30 个碳原子，更优选 6～25 个碳原子，特别优选 6～20 个碳原子，例如，苯基阴离子、萘基阴离子、蒽基阴离子）、芳族杂环阴离子配体（优选具有 1～30 个碳原子，更优选 2～25 个碳原子，特别优选 2～20 个碳原子，例如，吡咯阴离子、吡唑阴离子、三唑阴离子、噁唑阴离子、苯并噁唑阴离子、噻唑阴离子、苯并噻唑阴离子、噻吩阴离子、苯并噻吩阴离子）和假吡啶阴离子配体。在这些配体中，含氮杂环配体、芳氧基配体、杂芳氧基和硅氧基配体是优选的，含氮杂环配体、芳氧基配体、硅氧基配体、芳族烃阴离子配体和芳族杂环阴离子配体是更优选的。

[0256] 作为金属配位化合物电子传输主体的例子，例如，举例有在 JP-A-2002-235076、JP-A-2004-214179、JP-A-2004-221062、JP-A-2004-221065、JP-A-2004-221068 和 JP-A-2004-327313 中公开的化合物。

[0257] 从色纯度、发光效率和驱动耐久性的角度来看，在本发明的发光层中优选的是主体材料的三重最低激发水平 (T1) 比磷光材料的 T1 高。

[0258] 在本发明中的主体化合物的含量没有特别限制，但从发光效率和驱动电压的角度来看，按形成发光层的全部化合物的质量计，其含量优选为 15 重量%以上和 99.9 重量%以下，更优选 50 重量%以上和 99.9 重量%以下，再更优选 80 重量%以上和 99.9 重量%以下。

[0259] 空穴注入层和空穴传输层：

[0260] 空穴注入层和空穴传输层是具有以下功能的层：从阳极或阳极侧接收空穴并将空穴传输到阴极侧。这些层中使用的空穴注入材料和空穴传输材料可以是低分子量化合物或者可以是聚合物化合物。

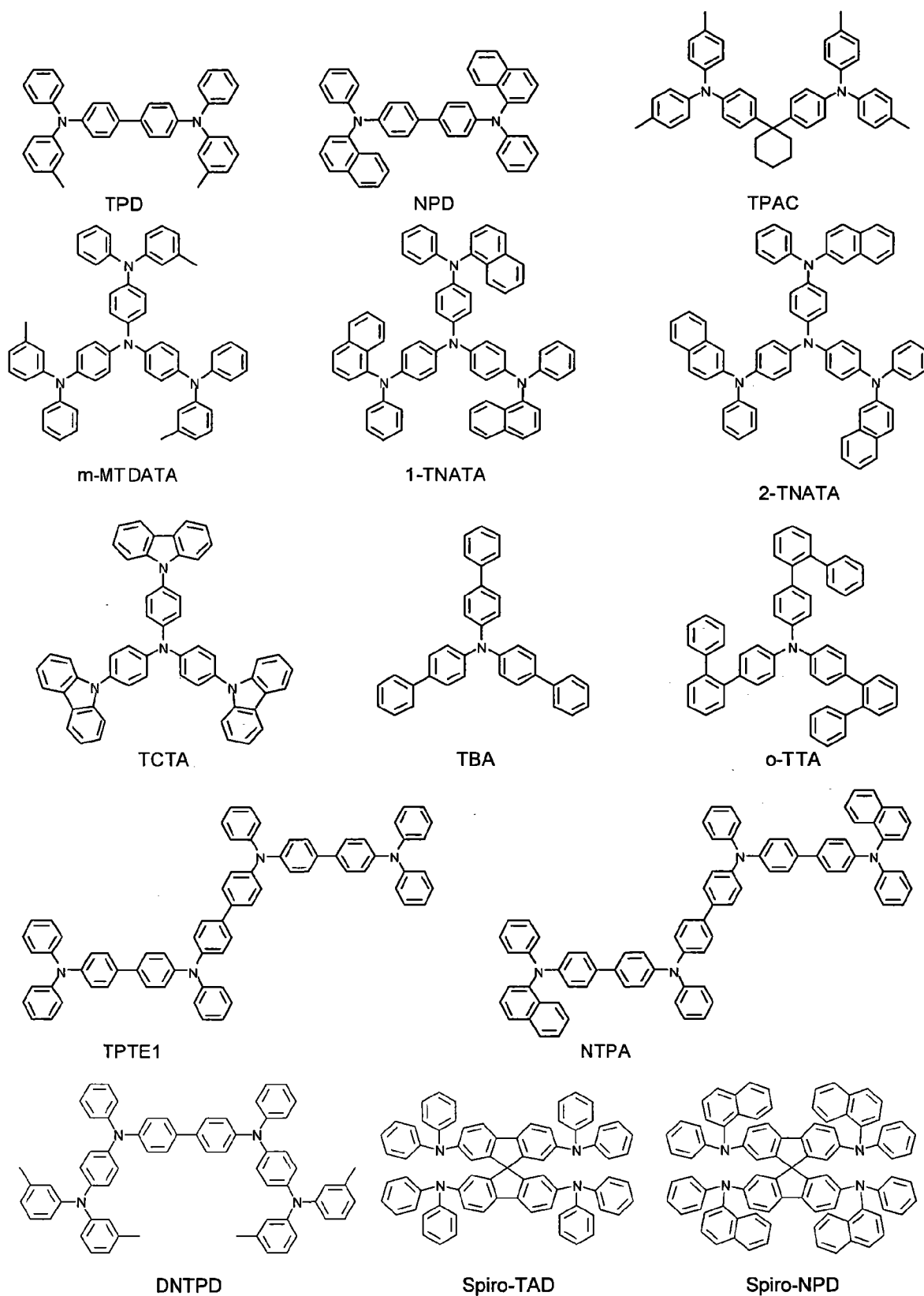
[0261] 具体而言，这些层优选是含有吡咯衍生物、呋唑衍生物、三唑衍生物、噁唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、多芳基烷烃衍生物、吡唑啉衍生物、吡唑啉酮衍生物、苯二胺衍生物、芳基胺衍生物、氨基-取代的查耳酮衍生物、苯乙烯基蒽衍生物、茚酮衍生物、腈衍生物、二苯乙烯衍生物、硅氮烷衍生物、芳族叔胺化合物、苯乙烯基胺化合物、芳族二次甲基-基化合物、酞菁-基化合物、卟啉-基化合物、噻吩衍生物、有机硅烷衍生物或碳的层。更优选地，它们是含有吡咯衍生物、呋唑衍生物、咪唑衍生物、苯二胺衍生物、芳基胺衍生物、卟啉-基化合物、噻吩衍生物或有机硅烷衍生物，再更优选是含有呋唑衍生物、苯二胺衍生物或芳基胺衍生物。

[0262] 当本发明的具有烷基结构的碳氢化合物被包含在空穴注入层和空穴传输层中时，一起使用的空穴注入材料和空穴传输材料优选是吡啶衍生物、呋唑衍生物、芳族叔胺化合

物或噻吩衍生物,更优选芳族叔胺化合物或分子中具有咪唑基团的材料,特别优选芳族叔胺化合物。

[0263] 作为芳族叔胺化合物,例如,举例有以下化合物。

[0264]



[0265] 本发明中的有机 EL 元件的空穴注入层或空穴传输层可以含有接收电子的掺杂剂。作为将要引入空穴注入层或空穴传输层中的接收电子的掺杂剂,可以使用无机化合物或有机化合物,只要它们是可接收电子的并且具有能够氧化有机化合物的性能。

[0266] 具体而言,无机化合物的例子包括金属卤化物,如氯化铁、氯化铝、氯化镓、氯化铟和五氯化锑,以及金属氧化物,如五氧化二钒和三氧化钼。

[0267] 在有机化合物的情况下,可以优选使用具有硝基、卤素、氰基或三氟甲基作为取代基的化合物、苯醌化合物、酸酐化合物和富勒烯。

[0268] 除了上述化合物之外,还可以优选使用在 JP-A-6-212153、JP-A-11-111463、JP-A-11-251067、JP-A-2000-196140、JP-A-2000-286054、JP-A-2000-315580、JP-A-2001-102175、JP-A-2001-160493、JP-A-2002-252085、JP-A-2002-56985、JP-A-2003-157981、JP-A-2003-217862、JP-A-2003-229278、JP-A-2004-342614、JP-A-2005-72012、JP-A-2005-166637 和 JP-A-2005-209643 中公开的化合物。

[0269] 在化合物中,优选六氰基丁二烯、六氰基苯、四氰基亚乙烯、四氰基醌二甲烷、四氟四氰基醌二甲烷、p-fluoranyl、p-chloranyl、p-bromanyl、对苯醌、2,6-二氯苯醌、2,5-二氯苯醌、1,2,4,5-四氰基苯、1,4-二氰基四氟苯、2,3-二氯-5,6-二氰基苯醌、p-二硝基苯、m-二硝基苯、o-二硝基苯、1,4-萘醌、2,3-二氯萘醌、1,3-二硝基萘、1,5-二硝基萘、9,10-蒽醌、1,3,6,8-四硝基呋唑、2,4,7-三硝基-9-芴酮、2,3,5,6-四氰基吡啶和富勒烯 C₆₀,更优选六氰基丁二烯、六氰基苯、四氰基亚乙烯、四氰基醌二甲烷、四氟四氰基醌二甲烷、p-fluoranyl、p-chloranyl、p-bromanyl、2,6-二氯苯醌、2,5-二氯苯醌、2,3-二氯萘醌、1,2,4,5-四氰基苯、2,3-二氯-5,6-二氰基苯醌和 2,3,5,6-四氰基吡啶,特别优选四氟四氰基醌二甲烷。

[0270] 这些接收电子的掺杂剂可以仅使用一种,或可以使用两种以上的掺杂剂。接收电子的掺杂剂的用量根据材料种类而不同,但按空穴传输层的材料计,其用量优选为 0.01 ~ 50 重量%,更优选 0.05 ~ 20 重量%,特别优选 0.1 ~ 10 重量%。

[0271] 从降低驱动电压的角度来看,空穴注入层和空穴传输层的厚度优选均为 500nm 以下。

[0272] 空穴传输层的厚度优选为 1 ~ 500nm,更优选 5 ~ 200nm,再更优选 10 ~ 100nm。空穴注入层的厚度优选为 0.1 ~ 200nm,更优选 0.5 ~ 100nm,再更优选 1 ~ 100nm。

[0273] 空穴注入层和空穴传输层可以是包含一种或两种以上的上述材料的单层结构,或者可以是包含具有相同组成或不同组成的多个层的多层结构。

[0274] 电子注入层和电子传输层:

[0275] 电子注入层和电子传输层是具有以下功能的层:从阴极或阴极侧接收电子并将电子传输到阳极侧。这些层中使用的电子注入材料和电子传输材料可以是低分子量材料或者可以是高分子量材料。

[0276] 具体而言,这些层优选是含有各种金属配位化合物,其代表例有以下化合物的金属配位化合物:吡啶衍生物、喹啉衍生物、嘧啶衍生物、吡嗪衍生物、二氮杂萘衍生物、菲咯啉衍生物、三嗪衍生物、三唑衍生物、噁唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、芴酮衍生物、蒽醌二甲烷衍生物、蒽酮衍生物、二苯基苯醌衍生物、噻喃二氧化物衍生物、碳二亚胺衍生物、亚芴基甲烷衍生物、二苯乙烯基吡嗪衍生物、芳族环状四羧酸酐(如萘和二萘嵌苯)、酞

菁衍生物、8-羟基喹啉衍生物,具有金属酞菁、苯并噁唑或苯并噻唑作为配体的金属配位化合物和硅醇代表的有机硅烷衍生物的层。更优选地,这些层是含有吡啶衍生物、菲咯啉衍生物、噁唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、或8-羟基喹啉衍生物的金属配位化合物的层,再更优选是含有噁二唑衍生物或8-羟基喹啉衍生物的金属配位化合物的层。

[0277] 当本发明的具有烷基结构的碳氢化合物被包含在电子注入层和电子传输层中时,一起使用的电子注入材料和电子传输材料优选是金属配位化合物、吡咯衍生物(苯并咪唑衍生物、咪唑并吡啶衍生物)或吡嗪衍生物(吡啶衍生物、嘧啶衍生物、三嗪衍生物),并且从耐久性的角度来看,本发明中优选使用金属配位化合物。作为金属配位化合物,更优选具有含有与金属配位的至少一个氮原子或氧原子或硫原子的配体的金属配位化合物。

[0278] 本发明的有机EL元件的电子注入层和电子传输层可以含有给予电子的掺杂剂。将要引入电子注入层和电子传输层中的给予电子的掺杂剂足以进行给予电子,并且具有能够还原有机化合物的性能,并且优选使用碱金属(如Li)、碱土金属(如Mg)、包含稀土金属的过渡金属和还原性有机化合物。作为金属,可以优选使用功函数为4.2eV以下的金属,具体举例有Li、Na、K、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Y、Cs、La、Sm、Gd和Yb。作为还原性有机化合物,例如,举例有含氮化合物、含硫化合物和含磷化合物。

[0279] 除了上述之外,可以使用在JP-A-6-212153、JP-A-2000-196140、JP-A-2003-68468、JP-A-2003-229278和JP-A-2004-342614中公开的材料。

[0280] 这些给予电子的掺杂剂可以仅使用一种,或可以使用两种以上的掺杂剂。给予电子的掺杂剂的用量根据材料种类而不同,但按电子传输层的材料计,其用量优选为0.1~99重量%,更优选1.0~80重量%,特别优选2.0~70重量%。

[0281] 从降低驱动电压的角度来看,电子注入层和电子传输层的厚度优选为500nm以下。

[0282] 电子传输层的厚度优选为1~500nm,更优选5~200nm,再更优选10~100nm。电子注入层的厚度优选为0.1~200nm,更优选0.2~100nm,再更优选0.5~50nm。

[0283] 电子注入层和电子传输层可以是包含一种或两种以上的上述材料的单层结构,或者可以是包含具有相同组成或不同组成的多个层的多层结构。

[0284] 空穴阻挡层:

[0285] 空穴阻挡层是具有防止从阳极侧传输到发光层的空穴通过而到达阴极侧的功能的层。在本发明中,空穴阻挡层可以被设置为与阴极侧的发光层相邻的有机层。

[0286] 作为构成空穴阻挡层的化合物的例子,可以举例有铝配位化合物如双(2-甲基-8-喹啉)-4-苯基苯酚铝(III)(简写:BA1q)、三唑衍生物和菲咯啉衍生物如2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简写:BCP)。

[0287] 空穴阻挡层的厚度优选为1~500nm,更优选5~200nm,再更优选10~100nm。

[0288] 空穴阻挡层可以是包含一种或两种以上的上述材料的单层结构,或者可以是包含具有相同组成或不同组成的多个层的多层结构。

[0289] 电子阻挡层:

[0290] 电子阻挡层是具有防止从阴极侧传输到发光层的电子通过而到达阳极侧的功能的层。在本发明中,电子阻挡层可以被设置为与阳极侧的发光层相邻的有机层。

[0291] 作为构成电子阻挡层的化合物的例子,例如,可以使用上述空穴传输材料。

[0292] 电子阻挡层的厚度优选为 1 ~ 500nm,更优选 5 ~ 200nm,再更优选 10 ~ 100nm。

[0293] 电子阻挡层可以是包含一种或两种以上的上述材料的单层结构,或者可以是包含具有相同组成或不同组成的多个层的多层结构。

[0294] 保护层 :

[0295] 在本发明中,有机 EL 元件可以完全被保护层保护。

[0296] 保护层例如公开在 JP-A-2007-324309,段 [0118] 和 [0119] 和 JP-A-2007-266458,段 [0098] ~ [0099] 中,其中的内容适用于本发明。

[0297] 密封 :

[0298] 本发明的有机电致发光元件可以用密封外壳完全密封。

[0299] 密封外壳和发光元件之间的空间可以密封有吸水剂或惰性液体。吸水剂没有特别限制,例如,可以举例有氧化钡、氧化钠、氧化钾、氧化钙、硫酸钠、硫酸钙、硫酸镁、五氧化二磷、氯化钙、氯化镁、氯化铜、氟化铯、氟化铟、溴化钙、溴化钡、分子筛、沸石和氧化镁。惰性液体没有特别限制,例如,可以举例有石蜡、液体石蜡、氟溶剂(例如,全氟烷烃、全氟胺、全氟醚等)、氯溶剂和硅油。

[0300] 还优选使用利用以下示出的树脂密封层密封的方法。

[0301] 树脂密封层 :

[0302] 优选通过使树脂密封层与大气接触,限制由于氧和水分而造成的对本发明的元件的性能劣化。

[0303] 材料 :

[0304] 树脂密封层的材料没有特别限制,可以使用丙烯酸树脂、环氧树脂、氟树脂、硅树脂、橡胶树脂和酯树脂,从防止水分功能的角度来看,环氧树脂是优选的。在环氧树脂中,热固性环氧树脂和光固化性环氧树脂是优选的。

[0305] 制造方法 :

[0306] 树脂密封层的制造方法没有特别限制,例如,举例有涂布树脂溶液的方法,树脂片的接触结合或热接触结合的方法,以及通过沉积或溅射的干式聚合的方法。

[0307] 膜厚 :

[0308] 树脂密封层的厚度优选为 1 μ m 以上和 1mm 以下,更优选 5 μ m 以上和 100 μ m 以下,最优选 10 μ m 以上和 50 μ m 以下。当树脂密封层比上述范围薄时,当安装第二基板时存在无机膜受损的可能性。而当树脂密封层比上述范围厚时,电致发光元件本身的厚度变厚,作为有机电致发光元件特征的薄膜性能受损。

[0309] 密封粘合剂 :

[0310] 本发明中使用的密封粘合剂具有防止水和氧从边缘部分进入的功能。

[0311] 材料 :

[0312] 作为密封粘合剂的材料,可以使用与树脂密封层所用材料相同的材料。从防水的角度来看,环氧树脂是优选的,光固化性粘合剂和热固性粘合剂是首先优选的。

[0313] 还优选在上述材料中加入填料。

[0314] 作为加到密封剂中的填料,无机材料如 SiO_2 、 SiO (氧化硅)、 SiON (氧氮化硅)和 SiN (氮化硅)是优选的。通过加入填料,密封剂的粘度增加,加工适宜性更好,并且防湿性改善。

[0315] 干燥剂：

[0316] 密封粘合剂可以含有干燥剂。作为干燥剂，优选使用氧化钡、氧化钙和氧化锶。

[0317] 加到密封粘合剂中的干燥剂的量优选为 0.01 ~ 20 重量%，更优选 0.05 ~ 15 重量%。当加入量小于上述范围时，加入干燥剂的效果下降，而当加入量大于上述范围时，难于在密封粘合剂中均匀分散干燥剂，从而不是优选的。

[0318] 密封粘合剂的处方：

[0319] • 聚合物组成、浓度

[0320] 密封粘合剂没有特别限制，可以使用上述材料。例如，作为光固化性环氧粘合剂，可以举例有 XNR5516 (Nagase Chemtex Corporation 制造)，并且可以将干燥剂直接加到其中并分散。

[0321] • 厚度

[0322] 密封粘合剂的涂布厚度优选为 1 μm ~ 1mm。当涂布厚度比这薄时，密封粘合剂不能均匀涂布，因而不是优选的。当厚度比这大时，水进入的涂径变宽，因而不是优选的。

[0323] 密封方法：

[0324] 在本发明中，利用分散器等涂布含有干燥剂的密封粘合剂，在涂布后于其上叠置第二基板，并硬化，可以得到功能元件。

[0325] 驱动：

[0326] 通过在阳极和阴极之间施加直流（需要时，可以含有交流成分）电压（通常 2 ~ 15 伏），或通过施加直流电流，可以实现本发明的有机电致发光元件的发光。

[0327] 关于本发明的有机电致发光元件的驱动方法，在 JP-A-2-148687、JP-A-6-301355、JP-A-5-29080、JP-A-7-134558、JP-A-8-234685、JP-A-8-241047、日本专利 2784615、美国专利 5,828,429 和 6,023,308 中公开的驱动方法可以适用于本发明。

[0328] 可以通过各种已知的技术改善本发明的发光元件的光收集效率。例如，可以通过加工基板表面的形状（例如，通过形成微凹凸图案）、通过控制基板、ITO 层和有机层的折射率以及通过控制基板、ITO 层和有机层的厚度，来改善光收集效率和外部量子效率。

[0329] 本发明的发光元件可以是阳极侧收集光的所谓顶部发射系统。

[0330] 本发明的有机 EL 元件可以采用在多个发光层的每两层之间设置电荷发生层的结构，从而改善发光效率。

[0331] 电荷发生层具有在施加电场时产生电荷（空穴和电子）并将所产生的电荷注入到与电荷发生层相邻的层的功能。

[0332] 作为形成电荷发生层的材料，可以使用任何材料，只要其具有上述功能，电荷发生层可以包含单一化合物或多种化合物。

[0333] 具体而言，所述材料可以是具有导电性的材料，可以是具有半导体性的材料，如掺杂的有机层，或者可以是具有电绝缘性的材料，可以举例有在 JP-A-11-329748、JP-A-2003-272860 和 JP-A-2004-39617 中公开的材料。

[0334] 更具体而言，可以使用透明的导电性材料如 ITO 和 IZO（氧化铟锌）、富勒烯如 C60，导电性有机材料如低聚噻吩，导电性有机材料如金属酞菁类、无金属酞菁类、金属卟啉类和无金属卟啉类，金属材料如 Ca、Ag、Al、Mg-Ag 合金、Al-Li 合金和 Mg-Li 合金，空穴导电性材料，电子导电性材料以及这些材料的混合物。

[0335] 作为空穴导电性材料,例如,举例有通过将具有吸电子性的氧化剂如 F4-TCNQ、TCNQ、FeCl₃ 掺杂到空穴传输有机材料如 2-TNATA 和 NPD 中得到的材料、P-型导电性聚合物和 P-型半导体。作为电子导电性材料,例如,举例有通过将功函数小于 4.0eV 的金属或金属化合物掺杂到电子传输有机材料中得到的材料、N-型导电性聚合物和 N-型半导体。作为 N-型半导体,举例有 N-型 Si、N-型 CdS 和 N-型 ZnS,作为 P-型半导体,举例有 P-型 Si、P-型 dTe 和 P-型 CuO。

[0336] 此外,电绝缘性材料如 V₂O₅ 也可用作电荷发生层。

[0337] 电荷发生层可以是单层或多层的叠层。作为多层叠层的结构,举例有具有导电性的材料(如透明的导电性材料或金属材料)和空穴导电性材料或电子导电性材料的叠层的结构的层,以及具有空穴导电性材料和电子导电性材料的叠层的结构的层。

[0338] 厚度没有特别限制,但优选为 0.5~200nm,更优选 1~100nm,再更优选 3~50nm,特别优选 5~30nm。

[0339] 优选选择电荷发生层的厚度和材料,使得可见光的透过率为 50%以上。电荷发生层的形成方法没有特别限制,可以使用有机层的形成方法。

[0340] 电荷发生层形成在多个发光层的每两层之间,电荷发生层的阳极侧和阴极侧可以含有具有将电荷注入到相邻层的功能的材料。为了提高电子注入与阳极侧相邻的层的性能,电子注入化合物如 BaO、SrO、Li₂O、LiCl、LiF、MgF₂、MgO、CaF₂ 可以叠置在电荷发生层的阳极侧。

[0341] 除了上述说明之外,可以参照 JP-A-2003-45676、美国专利 6,337,492、6,107,734 和 6,872,472 选择电荷发生层的材料。

[0342] 本发明中的有机 EL 元件可以具有谐振器结构。例如,有机 EL 元件具有在透明基板上叠置的包含折射率不同的多个叠置膜的多层膜镜、透明的或半透明的电极、发光层和金属电极。从发光层产生的光在作为反射器的多层膜镜和金属电极之间重复反射并谐振。

[0343] 作为另一种优选的实施方案,透明的或半透明的电极和金属电极分别在透明基板上用作反射器,从发光层产生的光在其间重复反射并谐振。

[0344] 为形成谐振结构,两个反射器的有效折射率、由反射器之间各层的折射率和厚度确定的光路被调节到最佳值,以获得所需的谐振波长。第一实施方案情况下的表达式公开在 JP-A-9-180883 中。第二实施方案情况下的表达式公开在 JP-A-2004-127795 中。

[0345] 本发明的用途:

[0346] 本发明的有机电致发光元件可以优选用在显示元件、显示器、背光装置、电子摄影、照明光源、记录光源、曝光光源、读取光源、标识、看板、内部设计、光通信等中。

[0347] 作为制造有机 EL 元件全色的方法,例如,已知的有,在 MonthlyDisplay, pp. 33-37 (September, 2000) 中记载的,在基板上设置发出相应于颜色的三原色(蓝(B)、绿(G)和红(R))的光的有机 EL 元件的三色发光法,通过滤色片将白色发光用的有机 EL 元件发出的白色发光分成三原色的白色法,以及通过荧光染料层将蓝色发光用的有机 EL 元件发出的蓝光转换成红色(R)和绿色(G)的色转换法。

[0348] 此外,通过组合使用能够通过上述方法得到的发光色不同的多个有机 EL 元件,可以获得所需发光色的平面光源。例如,举例有组合蓝色发光元件和黄色发光元件的白色发光光源以及组合蓝色、绿色和红色发光元件的白色发光光源。

[0349] 实施例

[0350] 下面结合实施例更详细地说明本发明,但本发明绝不限于此。

[0351] 示例化合物 3-5 的合成:

[0352] 向含有 1-乙基金刚烷 (5ml, 29mmol)、氯化铝 (0.39g, 2.9mmol) 和苯 (50ml) 的混合溶液中,滴入叔丁基溴 (13ml, 116mmol),反应混合物在室温下搅拌 2 小时。再加入苯 (30ml) 和叔丁基溴 (6.5ml),直到原料消失,然后在冰冷下加入水。过滤收集析出的固体,用热乙醇洗涤,干燥,得到 4.1g (10mmol) 粗产品。通过升华精制得到的粗产品,在评价中使用。

[0353] $^1\text{H-NMR}$ (300MHz, CDCl_3) 7.46 (brd, 6H), 7.34 (brt, 6H), 7.21 (brt, 3H), 2.07 (brs, 6H), 1.71 (s, 6H), 1.40 (q, 2H), 0.91 (t, 3H)

[0354] 有机电致发光元件的制造和评价:

[0355] (1) 比较例 C1-1 中的有机电致发光元件的制造

[0356] 将具有厚度为 0.5mm 的 2.5cm 正方形的 ITO 膜的玻璃基板 (表面电阻: $10\ \Omega/\square$, Geomatec Co., Ltd. 制造) 放入洗涤容器中,在 2-丙醇中进行超声波洗涤,然后 UV-臭氧处理 30 分钟。通过真空沉积在透明的阳极 (ITO 膜) 上依序沉积以下的有机层。

[0357] 除非另有指明,本发明实施例中的沉积速度为 0.2nm/sec。使用石英振子成膜控制器 CRTM-9000 (ULVAC, Inc. 制造) 测量沉积速度。也从 CRTM-9000 的数值和使用 Dektak 触针式厚度计测量的厚度形成的校准曲线计算出以下示出的各膜的膜厚。

[0358] <有机层 1> 化合物 A:膜厚:160nm

[0359] <有机层 2> 化合物 B:膜厚:10nm

[0360] <有机层 3> 化合物 C:膜厚:3nm

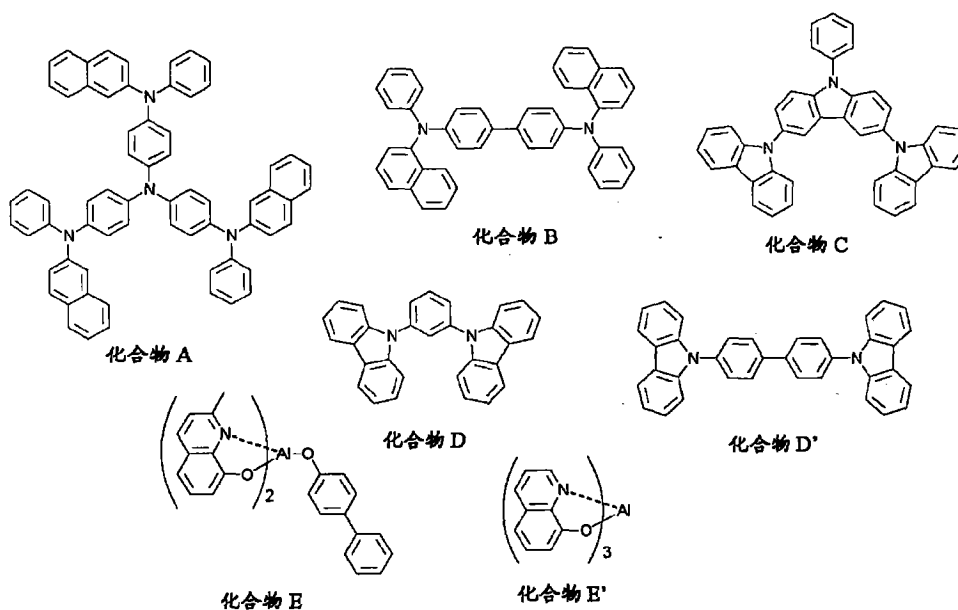
[0361] <有机层 4> 化合物 D (85 重量%) + 发光材料 A (15 重量%) 的共沉积:膜厚:60nm

[0362] <有机层 5> 化合物 E:膜厚:40nm

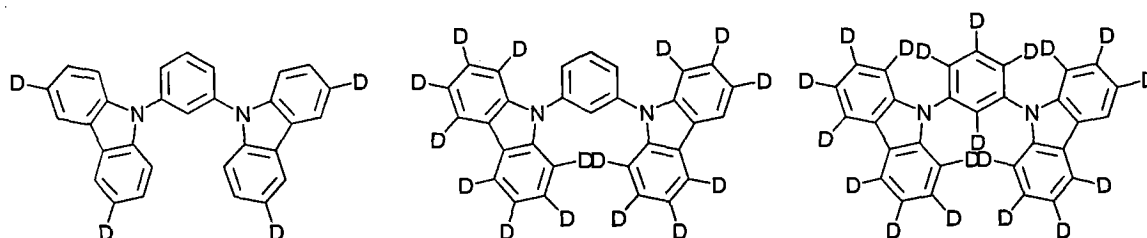
[0363] 最后,依序将 0.1nm 的氟化锂和金属铝沉积厚度 100nm,制备阴极。将其放入充有氩气的手套箱中,从而不与大气接触,用不锈钢密封罐和 UV 固化型粘合剂 (XNR5516HV, Nagase Chemtex Corporation 制造) 密封,得到比较例 C1-1 的有机电致发光元件。

[0364] 实施例和比较例中使用的化合物 A ~ 化合物 E、化合物 D'、化合物 E'、化合物 D-1 ~ 化合物 D-9 的化学结构如下。

[0365]



[0366]



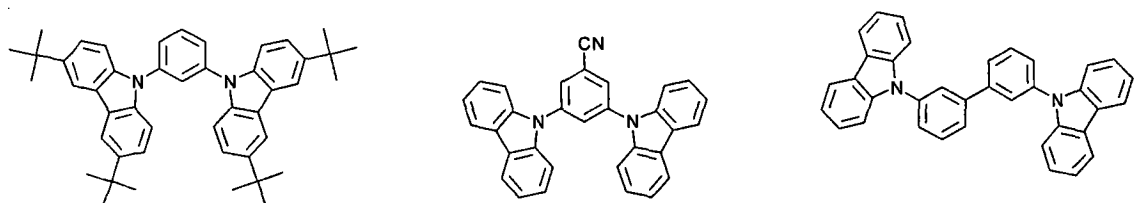
[0367]

化合物 D-1

化合物 D-2

化合物 D-3

[0368]



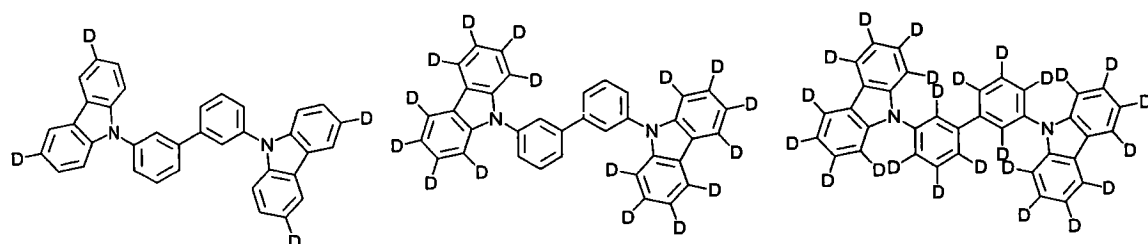
[0369]

化合物 D-4

化合物 D-5

化合物 D-6

[0370]



[0371]

化合物 D-7

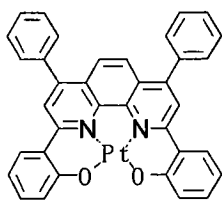
化合物 D-8

化合物 D-9

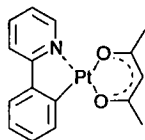
[0372]

实施例和比较例中使用的发光材料的化学结构如下。

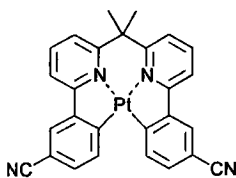
[0373]



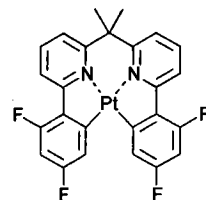
[0374] 发光材料 A



发光材料 B

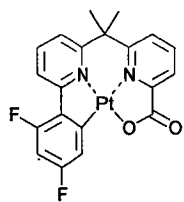


发光材料 C

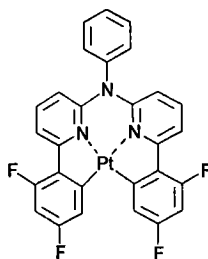


发光材料 D

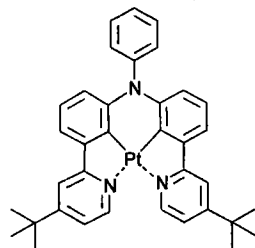
[0375]



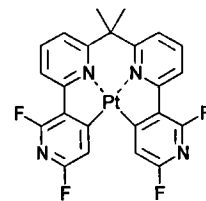
[0376] 发光材料 E



发光材料 F



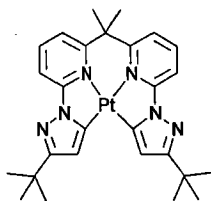
发光材料 G



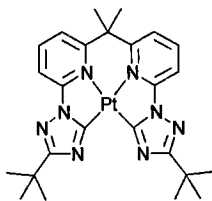
材料 H

发光

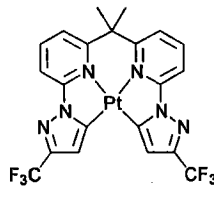
[0377]



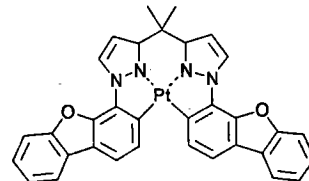
[0378] 发光材料 I



发光材料 J



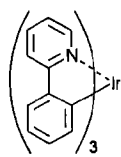
发光材料 K



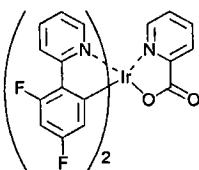
材料 L

发光材

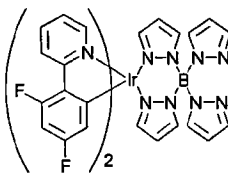
[0379]



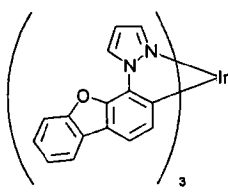
[0380] 发光材料 M



发光材料 N



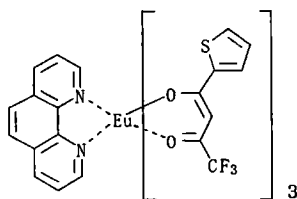
发光材料 O



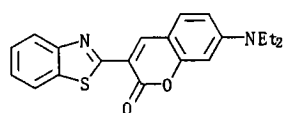
发光材料 P

发光材料 Q

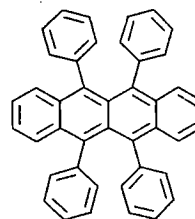
[0381]



[0382] 发光材料 R

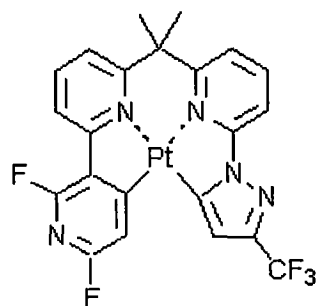


发光材料 S

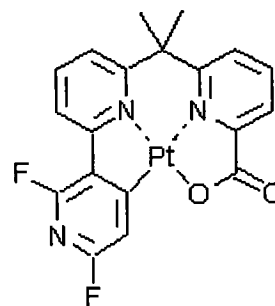


发光材料 T

[0383]



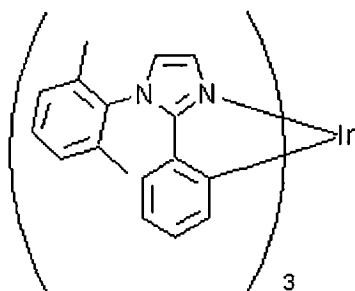
发光材料 U



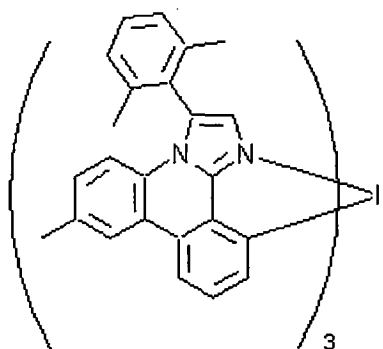
发光材料 V

[0384]

[0385]



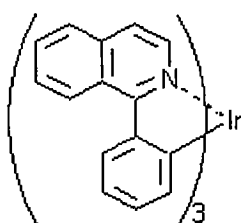
发光材料 W



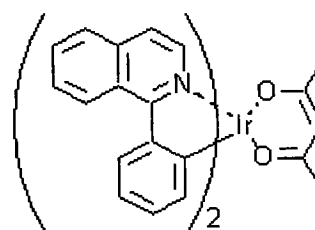
发光材料 X

[0386]

[0387]



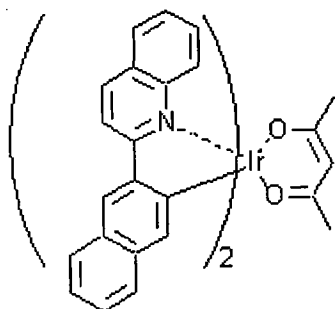
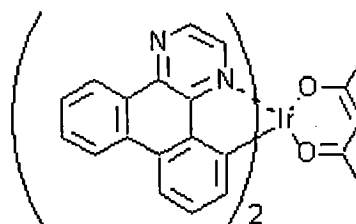
发光材料 Y



发光材料 Z

[0388]

[0389]

发光材料 α 发光材料 β

[0390]

[0391] (2) 比较例 C1-2、C1-3、C1-5、C1-7 ~ C1-30 中的有机电致发光元件的制造

[0392] 以与比较例 C1-1 中相同的结构制造比较例 C1-2、C1-3、C1-5、C1-7 ~ C1-30 中的元件,除了将比较例 C1-1 的<有机层 4>中的发光材料 A 根据下表 1 改变为所示的发光材料 B ~ Z、 α 和 β 。

[0393] (3) 实施例 1-1 ~ 1-3、1-5、1-7 ~ 1-30 中的有机电致发光元件的制造

[0394] 以与比较例 C1-1 中相同的结构制造实施例 1-1 的元件,除了比较例 C1-1 中的<有机层 4>的部分改变为以下示出的<有机层 4A>

[0395] <有机层 4A> 共沉积化合物 D(80 重量%)+发光材料 A(15 重量%)+示例化合物 1-2(5 重量%);膜厚:60nm

[0396] 以实施例 1-1 中相同的结构制造实施例 1-2、1-3、1-5、1-7 ~ 1-30 中的元件,除了将实施例 1-1 的<有机层 4A>中的发光材料 A 根据下表 1 改变为所示的发光材料 B ~ Z、 α 和 β 。

[0397] (4) 比较例 C1-4 和实施例 1-4 中的有机电致发光元件的制造

[0398] 分别以与比较例 C1-3 和实施例 1-3 中相同的结构制造比较例 C1-4 和实施例 1-4 中的元件,除了将比较例 C1-3 和实施例 1-3 中的化合物 D 改变为所示的化合物 D'。

[0399] (5) 比较例 C1-6 和实施例 1-6 中的有机电致发光元件的制造

[0400] 分别以与比较例 C1-5 和实施例 1-5 中相同的结构制造比较例 C1-6 和实施例 1-6 中的元件,除了将比较例 C1-5 和实施例 1-5 中的化合物 E 改变为所示的化合物 E'。

[0401] 根据以下方法评价上面得到的有机电致发光元件。

[0402] (6) 评价外部量子效率

[0403] 使用光源测量装置 Model 2400(Toyo Corporation 制造)将直流电压施加到得到的有机电致发光元件上,进行发光。从 100cd/m² 时的正面亮度计算出外部量子效率。

[0404] (7) 评价驱动耐久性

[0405] 通过将得到的有机电致发光元件设置到 OLED 测试系统 Model ST-D(TSK Co. 制造)上并以恒电流模式在正常方向恒电流 0.4mA 的条件下驱动元件,获得亮度的半衰期(亮度降低到初始亮度 50%所需的时间)。

[0406] 比较例 C1-1 ~ C1-30 和本发明的实施例 1-1 ~ 1-30 的有机电致发光元件的评价结果示于下表 1 中(本发明实施例的值以相对值给出,以相应的对比例的测量值为 100)。顺便提及的是,驱动电压是使 0.1mA 的电流流向元件所需的电压。

[0407] 表 1

[0408]

比较例或实施例	发光材料	驱动电压	外部量子效率	亮度的半衰期
C1-1	A	100	100	100
1-1	A	92	112	110
C1-2	B	100	100	100
1-2	B	88	115	110
C1-3	C	100	100	100
1-3	C	83	118	130

C1-4	C	100	100	100
1-4	C	95	110	120
C1-5	D	100	100	100
1-5	D	84	115	138
C1-6	D	100	100	100
1-6	D	86	110	128
C1-7	E	100	100	100
1-7	E	86	114	140
C1-8	F	100	100	100
1-8	F	87	108	125
C1-9	G	100	100	100
1-9	G	90	110	130
C1-10	H	100	100	100
1-10	H	84	117	148
C1-11	I	100	100	100
1-11	I	88	110	128
C1-12	J	100	100	100
1-12	J	89	110	140
C1-13	K	100	100	100
1-13	K	81	118	150
C1-14	L	100	100	100
1-14	L	83	113	132
C1-15	M	100	100	100
1-15	M	94	101	101

C1-16	N	100	100	100
1-16	N	93	105	103

[0409] 表 1 (续)

[0410]

比较例或 实施例	发光材料	驱动电压	外部量子效率	亮度的半衰期
C1-17	O	100	100	100
1-17	O	95	107	110
C1-18	P	100	100	100
1-18	P	96	102	100
C1-19	Q	100	100	100
1-19	Q	94	102	103
C1-20	R	100	100	100
1-20	R	94	103	101
C1-21	S	100	100	100
1-21	S	96	105	100
C1-22	T	100	100	100
1-22	T	97	103	100
C1-23	U	100	100	100
1-23	U	82	112	120
C1-24	V	100	100	100
1-24	V	84	115	116
C1-25	W	100	100	100
1-25	W	95	110	104
C1-26	X	100	100	100

1-26	X	92	105	106
C1-27	Y	100	100	100
1-27	Y	94	108	103
C1-28	Z	100	100	100
1-28	Z	97	102	102
C1-29	α	100	100	100
1-29	α	91	108	104
C1-30	β	100	100	100
1-30	β	96	109	101

[0411] 表 1 的结果已经显示出,在本发明的有机电致发光元件中,加入具有烷基结构的碳氢化合物具有降低驱动电压、提高外部量子效率和改善亮度的半衰期的效果。

[0412] (8) 实施例 2-1 ~ 2-4 中的有机电致发光元件的制造和评价

[0413] 以与实施例 1-13 中相同的结构制造实施例 2-1 ~ 2-4 的元件,除了将实施例 1-13 中的化合物 D 和示例化合物 1-2 的含量改变为下表 2 所示的值,并进行评价。得到的结果示于表 2 (测量值以相对值示出,以比较例 C1-13 的测量值为 100)。

[0414] 表 2

[0415]

比较例或 实施例	化合物 D (重量%)	示例化合物 1-2 (重量%)	驱动电压	外部量子 效率	亮度的半衰 期
C1-13	85	0	100	100	100
2-1	83	2	81	120	150
1-13	80	5	81	118	150
2-2	70	15	83	118	110
2-3	60	25	86	120	95
2-4	40	45	86	125	35

[0416] 表 2 的结果已经显示出,在本发明的有机电致发光元件中,加入具有烷基结构的碳氢化合物具有降低驱动电压、提高外部量子效率和改善亮度的半衰期的效果。当加入量为 2 ~ 25 重量%的范围时,降低驱动电压和提高外部量子效率的效果特别大,并且这种加入 2 ~ 5 重量%的范围也具有改善亮度的半衰期的效果。

[0417] (9) 实施例 3-1 ~ 3-9 中的有机电致发光元件的制造和评价

[0418] 以与实施例 2-1 中相同的结构制造实施例 3-1 ~ 3-9 的元件,除了将本发明的具有烷基结构的碳氢化合物从实施例 2-1 中的示例化合物 1-2 改变为下表 3 所示的化合物,并进行评价。得到的结果示于表 3(测量值以相对值示出,以比较例 C1-13 的测量值为 100)。

[0419] 表 3

[0420]

比较例或 实施例	具有烷基结构的碳氢化 合物(示例化合物)	驱动电压	外部量子效 率	亮度的半衰 期
C1-13	无	100	100	100
2-1	1-2	81	120	150
3-1	1-3	81	118	150
3-2	1-4	83	118	110
3-3	1-5	86	120	96
3-4	2-1	95	101	98
3-5	3-1	85	100	140
3-6	4-1	83	110	100
3-7	5-2	85	105	105
3-8	7-2	88	115	110
3-9	7-5	90	108	120

[0421] 表 3 的结果已经显示出,在本发明的有机电致发光元件中,加入具有烷基结构的碳氢化合物具有降低驱动电压、提高外部量子效率和改善亮度的半衰期的效果。

[0422] (10) 实施例 4-1 ~ 4-7 中的有机电致发光元件的制造和评价

[0423] 以与比较例 C1-6 中相同的结构制造实施例 4-1 ~ 4-6 的元件,除了将示例化合物 1-2 以表 4 记载的含量加到对应于比较例 C1-6 的<有机层 1>~<有机层 3>的各层中。此外,以与实施例 4-6 中相同的结构制造实施例 4-7 的元件,除了将对应于实施例 4-6 的<有机层 4>的层改变为与对应于实施例 1-6 的<有机层 4A>的层相同的结构。根据上述方法评价实施例 4-1 ~ 4-7 的元件的结果示于表 4(测量值以相对值示出,以比较例 C1-6 的测量值为 100)。

[0424] 表 4

[0425]

比较例或 实施例	有机层 1 (重量%)	有机层 2 (重量%)	有机层 3 (重量%)	驱动电压	外部量子 效率	亮度的半 衰期
C1-6	0	0	0	100	100	100
4-1	2	0	0	93	102	105
4-2	0	2	0	95	105	110
4-3	0	0	2	91	105	115
4-4	0	2	2	90	105	118
4-5	2	2	0	90	108	115
4-6	2	2	2	85	109	120
4-7	2	2	2	75	115	155

[0426] 表 4 的结果已经显示出,在本发明的有机电致发光元件中,具有烷基结构的碳氢化合物具有降低驱动电压、提高外部量子效率和改善亮度的半衰期的效果,即使当该化合物被加到发光层之外的有机层中。

[0427] (11) 实施例 5-1 ~ 5-17 中的有机电致发光元件的制造和评价

[0428] 以与实施例 1-1 中相同的方式制造实施例 5-1 ~ 5-17 的元件,除了按下表 5 所示改变对应于发光材料 A(发光材料:15 重量%)、化合物 D(主体材料)和示例化合物 1-2(加入的材料, x 重量%)的化合物,并根据上述方法评价。得到的结果示于表 5(以相对值示出测量值,以不含有示例化合物的比较元件的测量值为 100)。

[0429] 表 5

[0430]

实施例	发光材料	主体材料	加入的材料 (x 重量%)	驱动电压	外部量子 效率	亮度的半 衰期
1-1	A	D	1-2(5)	92	112	110
5-2	C	D-4	3-11(5)	95	118	120
5-3	E	D-5	3-5(5)	93	117	135
5-4	H	D-4	1-2(2)	85	120	140
5-5	H	D-5	3-11(5)	97	111	132
5-6	K	D	3-5(15)	91	112	145

5-7	K	D-1	3-5(15)	90	110	144
5-8	K	D-2	3-5(15)	88	114	147
5-9	K	D-6	3-5(15)	89	116	146
5-10	K	D-6	3-5(25)	92	111	141
5-11	K	D-6	3-5(35)	95	109	40
5-12	U	D-6	3-5(25)	91	117	151
5-13	U	D-7	3-5(25)	91	116	153
5-14	U	D-8	3-5(25)	88	119	160
5-15	U	D-9	3-5(25)	86	120	159
5-16	U	D-9	3-11(25)	87	118	156
5-17	V	D-9	3-5(25)	89	116	152

[0431] (12) 空穴迁移率的测量

[0432] 将化合物 D 以厚度约 $2\mu\text{m}$ 沉积在具有 ITO 的玻璃板上, 将铝沉积在其上, 制备样品。通过飞行时间 (TOF) 法求得样品的空穴迁移率为 $4.06 \times 10^{-4} \text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ (电场是 $1 \times 10^6 \text{V} \cdot \text{cm}^{-1}$)。关于 TOF 法, 可以参照 *Synth. Met.*, 111/112, 331 页 (2000)。

[0433] 此外, 对于通过以 95/5 (重量%) 的比例将化合物 D 和示例化合物 (1-2) 以厚度约 $2\mu\text{m}$ 沉积在具有 ITO 的玻璃板上并在其上沉积铝得到的样品, 通过 TOF 法求得空穴迁移率为 $1.05 \times 10^{-3} \text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ (电场是 $1 \times 10^6 \text{V} \cdot \text{cm}^{-1}$)。与未加入示例化合物 (1-2) 的情况相比, 空穴迁移率高约 2.5 倍。结果表明, 通过加入本发明的含有烷烃结构的材料可以降低有机电致发光元件的驱动电压。

[0434] 本发明可以提供驱动电压低、EL 外部量子效率和耐久性优异的有机电致发光元件。

[0435] 在本申请中通过引用加入所要求外国优先权的每个外国专利申请的全部公开内容, 如同在这里完全说明一样。