



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101094860 B

(45) 授权公告日 2011.04.20

(21) 申请号 200580045903.0

(22) 申请日 2005.12.28

(30) 优先权数据

002480/2005 2005.01.07 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.07.04

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2005/024079 2005.12.28

(87) PCT申请的公布数据

W02006/073112 JA 2006.07.13

(73) 专利权人 出光兴产株式会社

地址 日本国东京都

(72) 发明人 齐藤雅俊 池田秀嗣

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 李贵亮

C09K 11/06(2006.01)

H01L 51/50(2006.01)

C07D 213/16(2006.01)

C07D 213/26(2006.01)

C07D 207/333(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1364847 A, 2002.08.21, 说明书第 11 页
结构式 42 和 44 表示的化合物, 实施例 5 和 9.US 2004/0164671 A1, 2004.08.26, 实施例
1-5.W0 01/41512 A1, 2001.06.07, 说明书第 24
页第 25 行 - 第 25 页第 2 行, 说明书附图 33.Tamayo A. B., et al.. Synthesis and
characterization of facial and meridional
tris-cyclometalated Iridium(III)
complexes.. J. Am. Chem. Soc Vol. 125 No.
24, 2003, Vol. 125 (No. 24), 7377-7387.

审查员 马进

(51) Int. Cl.

C07F 15/00(2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 34 页

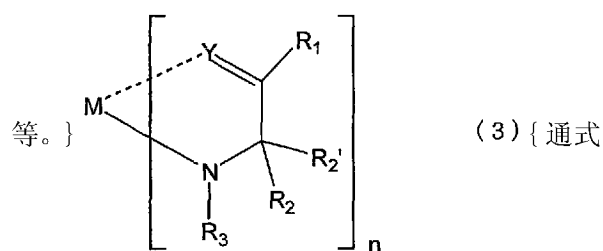
(54) 发明名称

金属配位化合物以及使用其的有机电致发光
元件

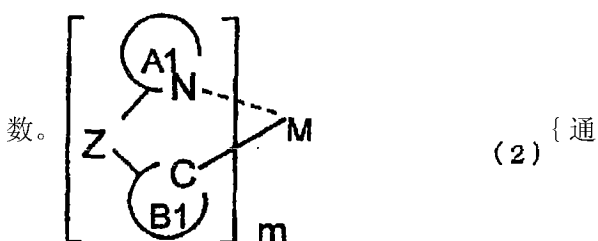
(57) 摘要

提供一种由下记通式 (1) 表示的金属配位化合物以及一种发光效率高、寿命长的有机电致发光元件, 所述有机电致发光元件在一对电极之间夹持有由至少具有发光层的一层或多层构成的有机薄膜层, 该有机薄膜层的至少一层含有上记金属配位化合物。 $(L_1)_m M (L_2)_n$ (1) [通式 (1) 中, M 是 Ir、Pt、Rh, L_1 和 L_2 是互相不同的二齿配位体, 部分结构 $(L_1)_m M$ 由下记通式 (2) 表示, 部分结构 $M (L_2)_n$ 由下记通式 (3) 表示, $m+n$ 为 2 或 3 的整

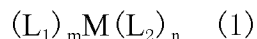
数。式 (2) 中, A1 环是芳香族杂环基团, B1 环是芳基, A1 环和 B1 环通过 Z 以共价键结合。Z 表示单键



(3) 中, R_1 、 R_2 、 R_2' 和 R_3 各自独立为烷基等。 R_1 与 R_2 、 R_1 与 R_2' 、 R_2 与 R_2' 、 R_2 与 R_3 以及 R_2' 与 R_3 也可以互相结合形成环状结构。Y 是由 O 或 S 表示的基团。}]

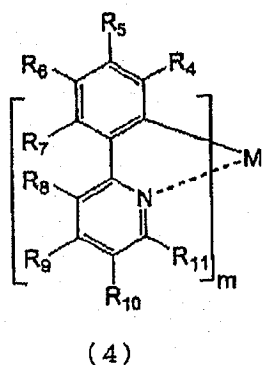


1. 一种由下记通式 (1) 表示的金属配位化合物,

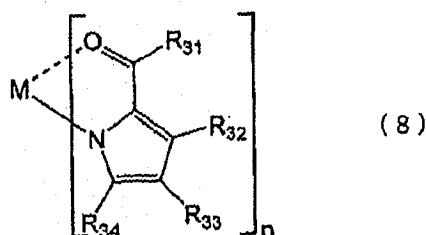


通式 (1) 中, M 是铱 (Ir), 部分结构 $(L_1)_m M$ 由下记通式 (4) 表示, 且部分结构 $M (L_2)_n$ 由下记通式 (8) 表示,

m 表示 2, n 表示 1,



其中, M 和 m 表示的意思与上述相同, $R_4 \sim R_{11}$ 各自独立地表示氢原子、碳原子数 1 ~ 30 的烷基、碳原子数 1 ~ 30 的卤代烷基、卤原子、或者氰基;



其中, M 和 m 表示的意思与上述相同, $R_{31} \sim R_{34}$ 各自独立地表示氢原子、碳原子数 1 ~ 30 的烷基、碳原子数 1 ~ 30 的卤代烷基。

2. 一种有机电致发光元件, 其在阳极与阴极之间夹持有由具有发光层的至少一层或多层构成的有机薄膜层, 该有机薄膜层的至少一层含有权利要求 1 所述的金属配位化合物。

3. 按照权利要求 2 所述的有机电致发光元件, 其中所述的发光层含有权利要求 1 所述的金属配位化合物作为发光材料。

4. 按照权利要求 2 所述的有机电致发光元件, 其中所述的发光层含有权利要求 1 所述的金属配位化合物作为掺杂剂。

5. 按照权利要求 2 所述的有机电致发光元件, 其中在所述的发光层与阴极之间具有电子注入层和 / 或电子输送层, 所述的电子注入层和 / 或电子输送层含有 π 电子缺乏性含氮杂环衍生物作为主要成分。

6. 按照权利要求 2 所述的有机电致发光元件, 其中在阴极与所述的有机薄膜层的界面区域添加有还原性掺杂剂。

金属配位化合物以及使用其的有机电致发光元件

技术领域

[0001] 本发明涉及金属配位化合物以及使用其的有机电致发光元件，特别涉及发光效率高、寿命长的有机电致发光元件以及实现其的新颖的金属配位化合物。

[0002] 背景技术

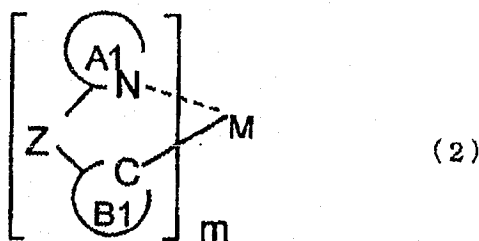
[0003] 有机电致发光 (EL) 元件是一种利用了如下原理的自发光元件，即通过施加电场，利用从阳极注入的空穴与从阴极注入的电子的复合能量，荧光性物质发光。自从伊斯特曼·柯达 (Eastman Kodak) 公司的 C.W.Tang, S.A.Vanslyke 等人在《应用物理通讯》51 卷, 913 页 (1987 年) 等上发表了关于由层叠型元件的低电压驱动有机 EL 元件的论文报告以来，对于以有机材料作构成材料的有机 EL 元件广泛开展了研究。Tang 等人在发光层中采用三 (8- 羟基喹啉) 铝，在空穴输送层中采用三苯基二胺。层叠结构的优点可以举出：能提高空穴在发光层中的注入效率；阻挡由阴极注入的电子而使由复合生成的激子的生成效率提高；以及封入发光层内生成的激子等。正如本例所示，作为有机 EL 元件的结构，公知的有空穴输送 (注入) 层和电子输送发光层的两层型，或者空穴输送 (注入) 层、发光层和电子输送 (注入) 层的三层型等。这种层叠型构造的元件中由于能够提高被注入空穴与电子的复合效率，所以人们对元件结构和形成方法进行了详细研究。

[0004] 作为有机 EL 元件的发光材料，已知有三 (8- 羟基喹啉) 铝配位化合物等螯合物、香豆素衍生物、四苯基丁二烯衍生物、二苯乙烯基亚芳基衍生物、噁二唑衍生物等发光材料，根据报导用这些物质可以获得从蓝色至红色的可见光区域的发光，可以期待实现彩色显示 (例如参见专利文献 1、专利文献 2 等)。

[0005] 而且近年来，在有机 EL 元件的发光层中，除荧光材料以外，有人提出利用磷光材料 (例如参见非专利文献 1、非专利文献 2)。这样一来，在有机 EL 元件的发光层中，可以利用磷光材料的激发状态的单重态和三重态实现高的发光效率。在有机 EL 元件内当电子与空穴复合时，由于自旋多重性的不同，认为以 1 : 3 的比例生成单态激子和三重态激子，所以如果使用磷光性的发光材料，与只使用荧光的元件相比，可以实现其的 3 ~ 4 倍的发光效率。

[0006] 在这样的有机 EL 元件中，为了不使三重态的激发状态或者三重态的激子发生消光，一直以来使用依次层叠了阳极、空穴输送层、有机发光层、电子输送层 (空穴阻挡层)、电子输送层、阴极的构成，有机发光层使用主体化合物和磷光发光性的化合物 (例如，参照专利文献 4、专利文献 5)。这些专利文献是涉及在红色~绿色发光的磷光材料的技术。而且也公开了与具有蓝色系发光色的发光材料有关的技术 (例如参见专利文献 6、专利文献 7、专利文献 8 等)。但是，这些元件的寿命都非常短，特别在专利文献 7 和 8 中记载了金属与磷原子结合了的配位体骨架，这些发光色虽然是蓝色但是结合弱，显著缺乏耐热性。而且在专利文献 9 中，虽然同样记载的是关于氧原子和氮原子与中心金属结合的配位化合物，但是却没有明确记载与氧原子结合基团的任何具体效果。此外，在专利文献 10 中公开了不同环结构所含的氮原子各一个与一个中心金属结合的配位化合物，利用该配位化合物的元件虽然显示蓝色发光，但是外部量子效率却低达 5% 左右。

- [0007] 专利文献 1：特开平 8-239655 号公报
- [0008] 专利文献 2：特开平 7-138561 号公报
- [0009] 专利文献 4：美国专利第 6097147 号说明书
- [0010] 专利文献 5：国际公开 WO01/41512 号公报
- [0011] 专利文献 6：US2001/0025108 号公报
- [0012] 专利文献 7：US2002/0182441 号公报
- [0013] 专利文献 8：特开 2002-170684 号公报
- [0014] 专利文献 9：特开 2003-123982 号公报
- [0015] 专利文献 10：特开 2003-133074 号公报
- [0016] 非专利文献 1：D.F.O'Brien and M.A.Baldo et al "Improved energytransfer in electrophosphorescent device" Vol.74 No.3, pp442-444, January 18, 1999
- [0017] 非专利文献 2：M.A.Baldo et al "Very high-efficiency green organic light-emitting devices based electrophosphorescence" Applied Physics letters Vol.75 No.1, pp4-6, July 5, 1999
- [0018] 本发明正是为了解决上述问题而完成的发明，其目的在于，提供一种发光效率高、寿命长的有机 EL 元件和用于实现其的新颖的金属配位化合物。
- [0019] 发明内容
- [0020] 本发明人等以达到上述目的而进行了深入研究，结果发现一旦采用由下记通式 (1) 表示的金属配位化合物，就可以得到发光效率高、寿命长的有机 EL 元件，因而完成了本发明。
- [0021] 也就是说，本发明涉及
- [0022] (a) 一种由下记通式 (1) 表示的金属配位化合物，
- [0023] $(L_1)_m M (L_2)_n$ (1)
- [0024] [通式 (1) 中，M 是铱 (Ir)、铂 (Pt)、铑 (Rh) 金属原子， L_1 和 L_2 是互相不同的二齿配位体，部分结构 $(L_1)_m M$ 由下记通式 (2) 表示，部分结构 $M (L_2)_n$ 由下记通式 (3) 表示。
- [0025] m 和 n 分别为 1 或 2 的整数，m+n 为 2 或 3 的整数。
- [0026] [化 1]
- [0027]

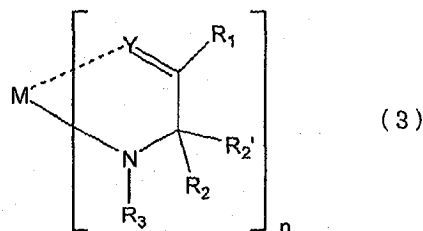


- [0028] { 通式 (2) 中，N 和 C 分别是氮原子和碳原子，A1 环是也可以有取代基的、含有氮原子的环原子数 3 ~ 50 的芳香族杂环基团，B1 环是也可以有取代基的、环碳原子数 6 ~ 50 的芳基，A1 环和 B1 环通过 Z 以共价键结合。
- [0029] Z 表示单键、-O-、-S-、-CO-、 $-(CR' R'')_a-$ 、 $-(SiR' R'')_a-$ 或 $-NR' -$ 。

[0030] (R' 及 R'' 各自独立, 表示氢原子、也可以有取代基的环碳原子数 6 ~ 50 的芳基、也可以有取代基的环原子数 3 ~ 50 的芳香族杂环基团或者也可以有取代基的 1 ~ 50 个碳原子的烷基。 a 是 1 ~ 10 的整数, R' 及 R'' 可以相同或不同。) }

[0031] [化 2]

[0032]



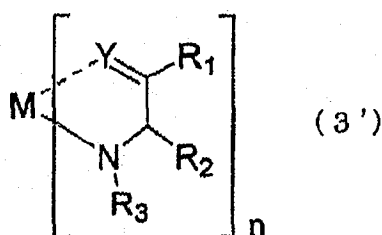
[0033] { 通式 (3) 中, N 是氮原子, R₁、R₂、R₂' 和 R₃ 各自独立, 为也可以有取代基的碳原子数 1 ~ 50 的烷基、也可以有取代基的碳原子数 2 ~ 50 的链烯基或者是也可以有取代基的环碳原子数 6 ~ 50 的芳基。 R₂' 也可以是氢原子。 R₁ 与 R₂、R₁ 与 R₂'、R₂ 与 R₂'、R₂ 与 R₃ 以及 R₂' 与 R₃ 也可以互相结合形成饱和或不饱和环状结构。

[0034] Y 是用氧原子或硫原子表示的基团。 }

[0035] (b) 一种 (a) 的金属配位化合物, 其中所说的通式 (1) 中的部分结构 M(L₂)_n 由下记通式 (3') 表示。

[0036] [化 3]

[0037]

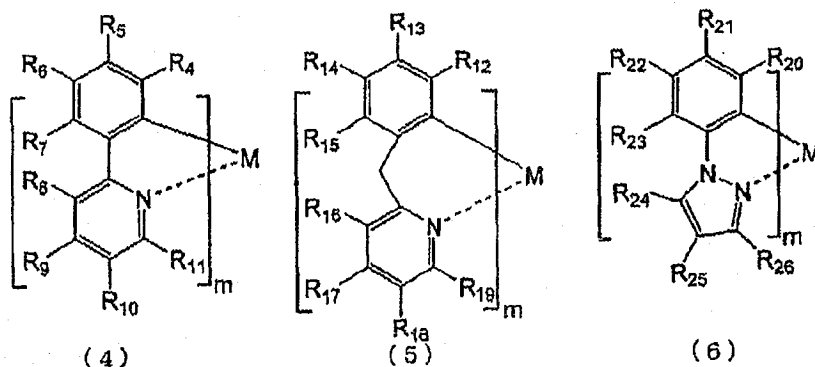


[0038] (在通式 (3') 中, N 是氮原子, M、Y、R₁、R₂ 和 R₃ 与上记相同。 R₁ 与 R₂ 以及 R₂ 与 R₃ 也可以互相结合形成饱和或不饱和环状结构。)

[0039] (c) 一种 (a) 的金属配位化合物, 其中由通式 (2) 表示的部分结构 (L₁)_mM, 是下记通式 (4)、(5) 或 (6) 表示的部分结构,

[0040] [化 4]

[0041]

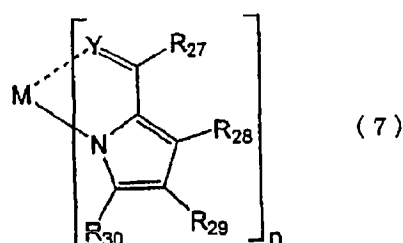


[0042] (式中, M 和 m 与上记相同。R₄ ~ R₂₆ 各自独立, 表示氢原子、也可以有取代基的 1 ~ 30 个碳原子的烷基、也可以有取代基的 1 ~ 30 个碳原子的卤代烷基、也可以有取代基的 1 ~ 30 个碳原子的烷氧基、也可以有取代基的环原子数 3 ~ 20 的杂环基团、也可以有取代基的环原子数 6 ~ 40 的芳基、也可以有取代基的环碳原子数 6 ~ 40 的芳氧基、也可以有取代基的 7 ~ 40 个碳原子的芳烷基、也可以有取代基的 2 ~ 30 个碳原子的链烯基、也可以有取代基的环碳原子数 6 ~ 80 的芳基氨基、也可以有取代基的 1 ~ 60 个碳原子的烷基氨基、也可以有取代基的 7 ~ 80 个碳原子的芳烷基氨基、也可以有取代基的 1 ~ 30 个碳原子的烷基甲硅烷基、也可以有取代基的 6 ~ 40 个碳原子的芳基甲硅烷基、卤原子、氰基、硝基、-S(R)O₂ 或 -S(R)O[R 是取代基], R₄ ~ R₁₁、R₁₂ ~ R₁₉ 及 R₂₀ ~ R₂₆ 中相邻的基团, 也可以互相结合形成饱和或不饱和的环状结构。)

[0043] (d) 一种 (a) 的金属配位化合物, 其中由通式 (3) 表示的部分结构 M(L₂)_n 是由下记通式 (7) 表示的部分结构。

[0044] [化 5]

[0045]



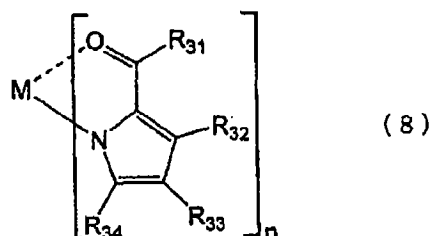
[0046] (式中, M、Y 和 n 与上记相同。R₂₇ ~ R₃₀ 各自独立, 与上记通式 (4) ~ (6) 中的 R₄ ~ R₂₆ 相同。R₂₇ 与 R₂₈、R₂₈ 与 R₂₉ 及 R₂₉ 与 R₃₀ 也可以分别互相结合形成饱和或不饱和的环状结构。)

[0047] (e) 一种 (a) 的金属配位化合物, 其中所说的由通式 (2) 表示的部分结构 (L₁)_mM, 是由下记通式 (4)、(5) 或 (6) 表示的部分结构, 由通式 (3) 中的部分结构 M(L₂)_n 是由下记通式 (7) 表示的部分结构。

[0048] (f) 一种 (a) 的金属配位化合物, 其中由通式 (2) 表示的部分结构 (L₁)_mM, 是由下记通式 (4)、(5) 或 (6) 表示的部分结构, 由通式 (3) 表示的部分结构 M(L₂)_n 是由下记通式 (8) 表示的部分结构, m 为 2、n 为 1 而且 M 是 Ir,

[0049] [化 6]

[0050]



[0051] (式中, R₃₁ ~ R₃₄ 各自独立地与上记的通式 (7) 中的 R₂₇ ~ R₃₀ 相同。)

[0052] (g) 一种有机 EL 元件, 其中在阳极与阴极之间夹持有至少具有发光层的由一层或多层构成的有机薄膜层的有机 EL 元件中, 该有机薄膜层的至少一层含有 (a) ~ (f) 中任何一项所述的金属配位化合物。

[0053] (h) 一种 (g) 的有机 EL 元件, 其中所说的发光层含有 (a) ~ (f) 中任何一项所述的金属配位化合物作为发光材料。

[0054] (i) 一种 (g) 的有机 EL 元件, 其中所说的发光层含有 (a) ~ (f) 中任何一项所述的金属配位化合物作为掺杂剂。

[0055] (j) 一种 (g) 的有机 EL 元件, 其中在所说的发光层与阴极之间具有电子注入层和 / 或电子输送层, 所说的电子注入层和 / 或电子输送层作为主要成分含有 π 电子缺乏性含氮杂环衍生物。

[0056] (k) 一种 (g) 的有机 EL 元件, 其中在阴极与所说的有机薄膜层之间的界面区域添加有还原性掺杂剂。

[0057] 本发明能够提供一种发光效率高、寿命长的有机 EL 元件以及实现其所需的新颖的金属配位化合物。

[0058] 具体实施方式

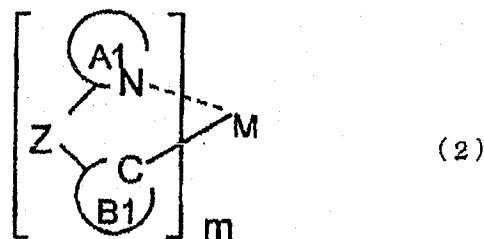
[0059] 本发明的金属配位化合物是由下记通式 (1) 表示的化合物。

[0060] $(L_1)_m M (L_2)_n$ (1)

[0061] 通式 (1) 中, M 是铱 (Ir)、铂 (Pt)、铑 (Rh) 金属原子, L_1 和 L_2 是互相不同的二齿配位体, 部分结构 $(L_1)_m M$ 由下记通式 (2) 表示, 部分结构 $M (L_2)_n$ 由下记通式 (3) 表示。m 和 n 分别为 1 或 2 的整数, m+n 为 2 或 3 的整数。

[0062] [化 7]

[0063]



[0064] 通式 (2) 中, N 和 C 分别是氮原子和碳原子。

[0065] 通式 (2) 中, A1 环是也可以有取代基的含氮原子的环原子数为 3 ~ 50 的芳香族杂环基团, B1 环是也可以有取代基的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳基。

[0066] 作为上记 A1 环的含氮芳香族杂环基团, 优选环原子数为 3 ~ 20 的, 更优选环原子数为 3 ~ 10 的。作为含氮芳香族杂环基团的实例, 可以举出吡嗪基、吡啶基、嘧啶基、吡唑基、咪唑基、吡咯基、咪唑并吡啶基、喹啉基、异喹啉基、喹喔啉基。

[0067] 其中优选吡嗪基、吡啶基、嘧啶基、吡唑基、咪唑基、喹啉基、异喹啉基。

[0068] 作为所述 B1 环的芳基, 优选环碳原子数 6 ~ 50 的, 更优选环碳原子数 6 ~ 24 的。作为芳基的实例, 可以举出苯基、1-萘基、2-萘基、1-蒎基、2-蒎基、9-蒎基、1-菲基、2-菲基、3-菲基、4-菲基、9-菲基、1-丁省基、2-丁省基、9-丁省基、1-茈基、2-茈基、4-茈基、2-联二苯基、3-联二苯基、4-联二苯基、对-联三苯-4-基、对-联三苯-3-基、对-联三苯-2-基、间-联三苯-4-基、间-联三苯-3-基、间-联三苯-2-基、邻-甲苯基、间-甲苯基、对-甲苯基、对-叔丁基苯基、对-(2-苯基丙基)苯基、3-甲基-2-萘基、4-甲基-1-萘基、4-甲基-1-蒎基、4'-甲基联二苯基、4''-叔丁基-对-联三苯-4-基、邻-枯基、间-枯基、对-枯基、2,3-二甲苯基、

3, 4-二甲苯基、2, 5-二甲苯基、萘基等。

[0069] 其中优选苯基、1-萘基、2-萘基、9-菲基、2-联二苯基、3-联二苯基、4-联二苯基、对-甲苯基、3, 4-二甲苯基。

[0070] 通式(2)中, A1环与B1环通过Z以共价键结合。Z表示单键、-O-、-S-、-CO-、-(CR' R'')_a-、-(SiR' R'')_a-或-NR'-。其中R'及R''各自独立, 表示氢原子、也可以有取代基的环碳原子数6~50的芳基、也可以有取代基的环原子数3~50的芳香族杂环基团或者也可以有取代基的1~50个碳原子的烷基。a是1~10的整数, R'及R''可以相同或不同。

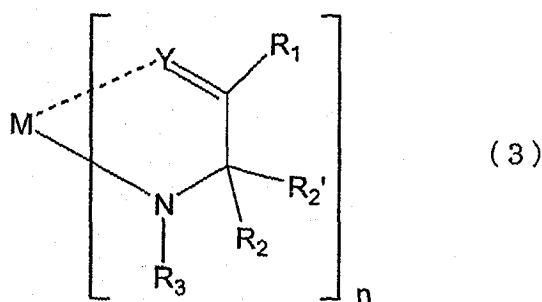
[0071] 作为由R'和R''表示的芳基的实例, 可以举出与上记对B1环说明的那些同样的实例, 而作为芳香族杂环基团的实例与上记对A1环说明的那些同样的实例。

[0072] 作为也可以有取代基的1~50个碳原子的烷基, 优选1~10个碳原子的烷基, 而作为烷基的实例可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基、正壬基、正癸基、正十一碳烷基、正十二碳烷基、正十三碳烷基、正十四碳烷基、正十五碳烷基、正十六碳烷基、正十七碳烷基、正十八碳烷基、新戊基、1-甲基戊基、2-甲基戊基、1-戊基己基、1-丁基戊基、1-庚基辛基、3-甲基戊基、羟基甲基、1-羟基乙基、2-羟基乙基、2-羟基异丁基、1, 2-二羟基乙基、1, 3-二羟基异丙基、2, 3-二羟基叔丁基、1, 2, 3-三羟基丙基、氨基甲基、1-氨基乙基、2-氨基乙基、2-氨基异丁基、1, 2-二氨基乙基、1, 3-二氨基异丙基、2, 3-二氨基叔丁基、1, 2, 3-三氨基丙基、氰基甲基、1-氰基乙基、2-氰基乙基、2-氰基异丁基、1, 2-二氰基乙基、1, 3-二氰基异丙基、2, 3-二氰基叔丁基、1, 2, 3-三氰基丙基、硝基甲基、1-硝基乙基、2-硝基乙基、1, 2-二硝基乙基、2, 3-二硝基叔丁基、1, 2, 3-三硝基丙基、环戊基、环己基、环辛基、3, 5-二甲基环己基、3, 3, 5, 5-四甲基环己基等。

[0073] 其中优选甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基、正壬基、正癸基、正十一碳烷基、正十二碳烷基、正十三碳烷基、正十四碳烷基、正十五碳烷基、正十六碳烷基、正十七碳烷基、正十八碳烷基、新戊基、1-甲基戊基、1-戊基己基、1-丁基戊基、1-庚基辛基、环己基、环辛基、3, 5-二甲基环己基、3, 3, 5, 5-四甲基环己基。

[0074] [化8]

[0075]



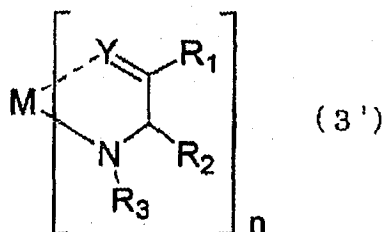
[0076] 通式(3)中, N是氮原子, R₁、R₂、R₂'和R₃各自独立, 为也可以有取代基的1~50碳原子的烷基、也可以有取代基的2~50碳原子的链烯基或者是也可以有取代

基的环碳原子数 6 ~ 50 的芳基。 R_2' 也可以是氢原子。 R_1 与 R_2 、 R_1 与 R_2' 、 R_2 与 R_2' 、 R_2 与 R_3 以及 R_2' 与 R_3 也可以互相结合形成饱和或不饱和环状结构。 Y 是用氧原子或硫原子表示的基团。

[0077] 本发明的金属配位化合物中， 上記通式 (1) 的部分结构 $M(L_2)_n$ 可以用下记通式 (3') 表示。

[0078] [化 9]

[0079]



[0080] 通式 (3') 中， N 是氮原子， M、Y、 R_1 、 R_2 和 R_3 与上記相同。 R_1 与 R_2 以及 R_2 与 R_3 也可以互相结合形成饱和或不饱和环状结构。

[0081] 作为 R_1 、 R_2 、 R_2' 和 R_3 的也可以有取代基的 1 ~ 50 碳原子的烷基的实例， 可以举出与就上记 Z 中 R' 、 R'' 说明的同样的实例。 作为 R_1 、 R_2 、 R_2' 和 R_3 的也可以有取代基的环碳原子数 6 ~ 50 的芳基， 可以举出与对上记 B1 环中说明的以外， 还有全氟苯基， 优选的实例也同样。

[0082] 作为 R_1 、 R_2 、 R_2' 和 R_3 的 2 ~ 50 个碳原子的链烯基， 优选 2 ~ 16 个碳原子的， 作为链烯基的实例有乙烯基、烯丙基、1-丁烯基、2-丁烯基、3-丁烯基、1, 3-丁二烯基、1-甲基乙烯基、苯乙烯基、2, 2-二苯基乙烯基、1, 2-二苯基乙烯基、1-甲基烯丙基、1, 1-二甲基烯丙基、2-甲基烯丙基、1-苯基烯丙基、2-苯基烯丙基、3-苯基烯丙基、3, 3-二苯基烯丙基、1, 2-二甲基烯丙基、1-苯基-1-丁烯基、3-苯基-1-丁烯基等， 其中优选苯乙烯基、2, 2-二苯基乙烯基、1, 2-二苯基乙烯基。

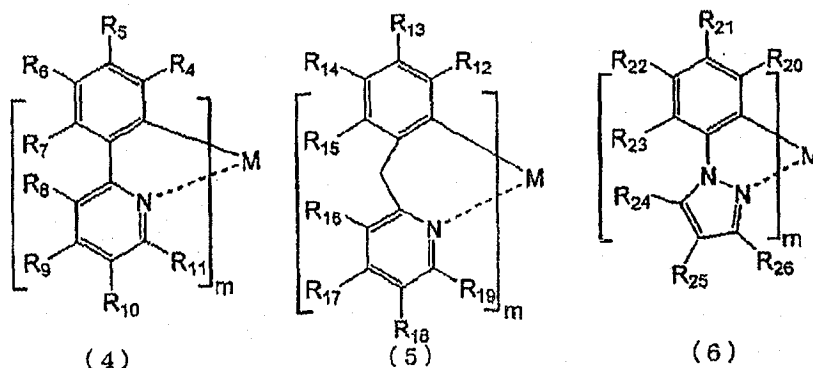
[0083] 通式 (3) 中的 R_1 与 R_2 、 R_1 与 R_2' 、 R_2 与 R_2' 、 R_2 与 R_3 以及 R_2' 与 R_3 ， 以及通式 (3') 中的 R_1 与 R_2 、 R_2 与 R_3 ， 也可以互相结合形成饱和或不饱和环状结构。

[0084] 作为可互相结合形成的饱和或不饱和环状结构， 例如可以举出环丁烷、环戊烷、环己烷、金刚烷、降冰片烷等 4 ~ 12 个碳原子的环烷烃， 环丁烯、环戊烯、环己烯、环庚烯、环辛烯等 4 ~ 12 个碳原子的环烯烃， 环己二烯、环庚二烯、环辛二烯等 6 ~ 12 个碳原子的环二烯烃， 苯、萘、菲、蒽、蒽、蒽、蒽、蒽等 6 ~ 50 个碳原子的芳香族环等。

[0085] 本发明的通式 (1) 表示的金属配位化合物， 其中由通式 (2) 表示的部分结构 $(L_1)_mM$ ， 是下记通式 (4)、(5) 或 (6) 表示的。

[0086] [化 10]

[0087]



[0088] 通式(4)、(5)和(6)中, M和m与上记相同。R₄~R₂₆各自独立,表示氢原子、也可以有取代基的1~30个碳原子的烷基、也可以有取代基的1~30个碳原子的卤代烷基、也可以有取代基的1~30个碳原子的烷氧基、也可以有取代基的环原子数3~20的杂环基团、也可以有取代基的环碳原子数6~40的芳基、也可以有取代基的环碳原子数6~40的芳氧基、也可以有取代基的7~40个碳原子的芳烷基、也可以有取代基的2~30个碳原子的链烯基、也可以有取代基的环碳原子数6~80的芳基氨基、也可以有取代基的1~60个碳原子的烷基氨基、也可以有取代基的7~80个碳原子的芳烷基氨基、也可以有取代基的1~30个碳原子的烷基甲硅烷基、也可以有取代基的6~40个碳原子的芳基甲硅烷基、卤原子、氰基、硝基、-S(R)O₂或-S(R)O[R是取代基]。

[0089] 作为也可以有取代基的 1 ~ 30 个碳原子的烷基, 也可以有取代基的环碳原子数 6 ~ 40 的芳基以及也可以有取代基的 2 ~ 30 个碳原子的链烯基的实例, 可以举出与上记同样的那些基团。

[0090] 作为也可以有取代基的 1 ~ 30 个碳原子的卤代烷基, 优选 1 ~ 10 个碳原子的, 而作为卤代烷基的实例可以举出氯代甲基、1- 氯代乙基、2- 氯代乙基、2- 氯代异丁基、1, 2- 二氯代乙基、1, 3- 二氯代异丙基、2, 3- 二氯代叔丁基、1, 2, 3- 三氯代丙基、溴代甲基、1- 溴代乙基、2- 溴代乙基、2- 溴代异丁基、1, 2- 二溴代乙基、1, 3- 二溴代异丙基、2, 3- 二溴代叔丁基、1, 2, 3- 三溴代丙基、碘代甲基、1- 碘代乙基、2- 碘代乙基、2- 碘代异丁基、1, 2- 二碘代乙基、1, 3- 二碘代异丙基、2, 3- 二碘代叔丁基、1, 2, 3- 三碘代丙基、氟代甲基、2- 氟代异丁基、1, 2- 二氟代乙基、二氟甲基、三氟甲基、五氟乙基、全氟异丙基、全氟丁基、全氟环己基等。

[0091] 其中优选氟代甲基、三氟甲基、五氟乙基、全氟异丙基、全氟丁基、全氟环己基。

[0092] 作为也可以有取代基的 1 ~ 30 个碳原子的烷氧基是可以用 -OX_1 表示的基团，而作为 X_1 的实例可以举出与上述烷基和卤代烷基说明中同样的实例。

[0093] 作为也可以有取代基的核原子数 3 ~ 20 的杂环基团, 优选核原子数 3 ~ 10 的, 而作为杂环基团的实例可以举出 1-吡咯基、2-吡咯基、3-吡咯基、吡嗪基、2-吡啶基、1-咪唑啉基、2-咪唑啉基、1-吡啶基、1-吡啶基、2-吡啶基、3-吡啶基、5-吡啶基、6-吡啶基、7-吡啶基、8-吡啶基、2-咪唑并吡啶基、3-咪唑并吡啶基、5-咪唑并吡啶基、6-咪唑并吡啶基、7-咪唑并吡啶基、8-咪唑并吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、1-吡啶基、2-吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、5-吡啶基、6-吡啶基、7-吡啶基、

咪基、1- 异咪基、2- 异咪基、3- 异咪基、4- 异咪基、5- 异咪基、6- 异咪基、7- 异咪基、2- 咪基、3- 咪基、2- 苯并咪基、3- 苯并咪基、4- 苯并咪基、5- 苯并咪基、6- 苯并咪基、7- 苯并咪基、1- 异苯并咪基、3- 异苯并咪基、4- 异苯并咪基、5- 异苯并咪基、6- 异苯并咪基、7- 异苯并咪基、2- 噻基、3- 噻基、4- 噻基、5- 噻基、6- 噻基、7- 噻基、8- 噻基、1- 异噻基、3- 异噻基、4- 异噻基、5- 异噻基、6- 异噻基、7- 异噻基、8- 异噻基、2- 噻基、5- 噻基、6- 噻基、1- 咪基、2- 咪基、3- 咪基、4- 咪基、9- 咪基、 β - 咪基-1- 基、 β - 咪基-3- 基、 β - 咪基-4- 基、 β - 咪基-5- 基、 β - 咪基-6- 基、 β - 咪基-7- 基、 β - 咪基-8- 基、 β - 咪基-9- 基、1- 菲基、2- 菲基、3- 菲基、4- 菲基、6- 菲基、7- 菲基、8- 菲基、9- 菲基、10- 菲基、1- 吡基、2- 吡基、3- 吡基、4- 吡基、9- 吡基、1, 7- 菲基-2- 基、1, 7- 菲基-3- 基、1, 7- 菲基-4- 基、1, 7- 菲基-5- 基、1, 7- 菲基-6- 基、1, 7- 菲基-8- 基、1, 7- 菲基-9- 基、1, 7- 菲基-10- 基、1, 8- 菲基-2- 基、1, 8- 菲基-3- 基、1, 8- 菲基-4- 基、1, 8- 菲基-5- 基、1, 8- 菲基-6- 基、1, 8- 菲基-7- 基、1, 8- 菲基-9- 基、1, 8- 菲基-10- 基、1, 9- 菲基-2- 基、1, 9- 菲基-3- 基、1, 9- 菲基-4- 基、1, 9- 菲基-5- 基、1, 9- 菲基-6- 基、1, 9- 菲基-7- 基、1, 9- 菲基-8- 基、1, 9- 菲基-10- 基、1, 10- 菲基-2- 基、1, 10- 菲基-3- 基、1, 10- 菲基-4- 基、1, 10- 菲基-5- 基、2, 9- 菲基-1- 基、2, 9- 菲基-3- 基、2, 9- 菲基-4- 基、2, 9- 菲基-5- 基、2, 9- 菲基-6- 基、2, 9- 菲基-7- 基、2, 9- 菲基-8- 基、2, 9- 菲基-10- 基、2, 8- 菲基-1- 基、2, 8- 菲基-3- 基、2, 8- 菲基-4- 基、2, 8- 菲基-5- 基、2, 8- 菲基-6- 基、2, 8- 菲基-7- 基、2, 8- 菲基-9- 基、2, 8- 菲基-10- 基、2, 7- 菲基-1- 基、2, 7- 菲基-3- 基、2, 7- 菲基-4- 基、2, 7- 菲基-5- 基、2, 7- 菲基-6- 基、2, 7- 菲基-8- 基、2, 7- 菲基-9- 基、2, 7- 菲基-10- 基、1- 吩基、2- 吩基、1- 吩基、2- 吩基、3- 吩基、4- 吩基、10- 吩基、1- 吩基、2- 吩基、3- 吩基、4- 吩基、10- 吩基、2- 噻基、4- 噻基、5- 噻基、2- 噻基、5- 噻基、3- 咪基、2- 噻基、3- 噻基、2- 甲基吡基-1- 基、2- 甲基吡基-3- 基、2- 甲基吡基-4- 基、2- 甲基吡基-5- 基、3- 甲基吡基-1- 基、3- 甲基吡基-2- 基、3- 甲基吡基-4- 基、3- 甲基吡基-5- 基、2- 叔丁基吡基-4- 基、3-(2- 苯基丙基) 吡基-1- 基、2- 甲基-1- 咪基、4- 甲基-1- 咪基、2- 甲基-3- 咪基、4- 甲基-3- 咪基、2- 叔丁基-1- 咪基、4- 叔丁基-1- 咪基、2- 叔丁基-3- 咪基、4- 叔丁基-3- 咪基等。

[0094] 其中优选 2- 吡基、1- 咪基、2- 咪基、3- 咪基、5- 咪基、6- 咪基、7- 咪基、8- 咪基、2- 咪基并吡基、3- 咪基并吡基、5- 咪基并吡基、6- 咪基并吡基、7- 咪基并吡基、8- 咪基并吡基、3- 吡基、4- 吡基、1- 咪基、2- 咪基、3- 咪基、4- 咪基、5- 咪基、6- 咪基、7- 咪基、1- 异咪基、2- 异咪基、3- 异咪基、4- 异咪基、5- 异咪基、6- 异咪基、7- 异咪基、1- 咪基、2- 咪基、3- 咪基、4- 咪基、9- 咪基。

[0095] 取代或未取代的环原子数 6 ~ 40 的芳氧基可以用 -OAr 表示，而作为 Ar 的实例

可以举出与上述芳基中说明的同样的那些例子。

[0096] 作为也可以有取代基的 7 ~ 40 个碳原子的芳烷基, 优选 7 ~ 18 个碳原子的, 而作为芳烷基的实例可以举出苄基、1-苯基乙基、2-苯基乙基、1-苯基异丙基、2-苯基异丙基、苯基叔丁基、 α -萘基甲基、1- α -萘基乙基、2- α -萘基乙基、1- α -萘基异丙基、2- α -萘基异丙基、 β -萘基甲基、1- β -萘基乙基、2- β -萘基乙基、1- β -萘基异丙基、2- β -萘基异丙基、1-吡咯基甲基、2-(1-吡咯基)乙基、对-甲基苄基、间-甲基苄基、邻-甲基苄基、对-氯代苄基、间-氯代苄基、邻-氯代苄基、对-溴代苄基、间-溴代苄基、邻-溴代苄基、对-碘代苄基、间-碘代苄基、邻-碘代苄基、对-羟基苄基、间-羟基苄基、邻-羟基苄基、对-氨基苄基、间-氨基苄基、邻-氨基苄基、对-硝基苄基、间-硝基苄基、邻-硝基苄基、对-氰基苄基、间氰基苄基、邻-氰基苄基、1-羟基-2-苯基异丙基、1-氯代-2-苯基异丙基等。其中优选苄基、对-氰基苄基、间氰基苄基、邻-氰基苄基、1-苯基乙基、2-苯基乙基、1-苯基异丙基、2-苯基异丙基。

[0097] 也可以有取代基的环碳原子数 6 ~ 80 的芳基氨基、也可以有取代基的 1 ~ 60 个碳原子的烷基氨基、也可以有取代基的 7 ~ 80 个碳原子的芳烷基氨基, 可用 $-NQ_1Q_2$ 表示, 而作为 Q_1 及 Q_2 的实例, 优选分别独立地 1 ~ 20 个碳原子的, 可以举出氢原子、以及与所述芳基、所述烷基及所述芳烷基中说明的同样的那些实例。

[0098] 作为也可以有取代基的 1 ~ 30 个碳原子的烷基甲硅烷基, 可以举出三甲基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、叔丁基二甲基甲硅烷基、乙烯基二甲基甲硅烷基、丙基二甲基甲硅烷基等。

[0099] 作为也可以有取代基的 6 ~ 40 个碳原子的芳基甲硅烷基, 可以举出三苯基甲硅烷基、苯基二甲基甲硅烷基、叔丁基二苯基甲硅烷基等。

[0100] 作为卤原子可以举出氟原子、氯原子、溴原子、碘原子等。

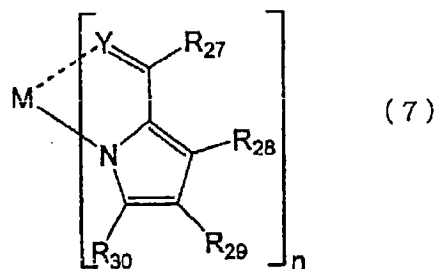
[0101] 作为 $-S(R)O_2$ 或 $-S(R)O$ 中的取代基 R, 可以举出与上记 $R_4 \sim R_{26}$ 所示同样的那些基团。

[0102] 在通式 (4)、(5) 及 (6) 中, $R_4 \sim R_{11}$ 、 $R_{12} \sim R_{19}$ 、 $R_{20} \sim R_{26}$ 中相邻的基团, 也可以互相结合形成饱和或不饱和的环状结构。作为这种环状结构, 可以举出与上记同样的那些结构。

[0103] 本发明通式 (1) 的金属配位化合物, 其中通式 (3) 表示的部分结构 $M(L_2)_n$ 是由下记通式 (7) 表示的部分结构。

[0104] [化 11]

[0105]



[0106] 通式 (7) 中, M、Y 和 n 与上记相同。 $R_{27} \sim R_{30}$ 各自独立, 与上记通式 (4) ~

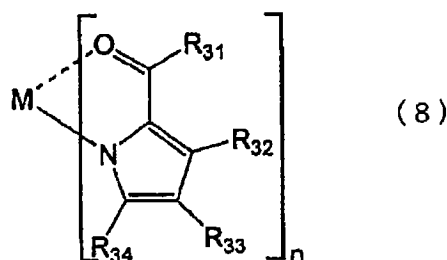
(6) 中的 $R_4 \sim R_{26}$ 相同。 R_{27} 与 R_{28} 、 R_{28} 与 R_{29} 及 R_{29} 与 R_{30} 也可以分别互相结合形成饱和或不饱和的环状结构。

[0107] 本发明通式 (1) 的金属配位化合物, 其中上记通式 (2) 表示的部分结构 $(L_1)_m M$ 是由下记通式 (4)、(5) 或 (6) 表示的部分结构, 上记通式 (3) 中的部分结构 $M(L_2)_n$ 是由下记通式 (7) 表示的部分结构。

[0108] 本发明通式 (1) 的金属配位化合物, 其中上记通式 (2) 表示的部分结构 $(L_1)_m M$, 是由下记通式 (4)、(5) 或 (6) 表示的部分结构, 上记通式 (3) 表示的部分结构 $M(L_2)_n$ 是由下记通式 (8) 表示的部分结构, 其中 m 为 2、 n 为 1 而且 M 是 Ir。

[0109] [化 12]

[0110]



[0111] 通式 (8) 中, $R_{31} \sim R_{34}$ 各自独立地与上记的通式 (7) 中的 $R_{27} \sim R_{30}$ 相同。

[0112] 本发明的有机 EL 元件, 其中在阳极与阴极之间夹持有至少具有发光层的由一层或多层构成的有机薄膜层的有机 EL 元件中, 该有机薄膜层的至少一层含有具有通式 (1) ~ (8) 中任何一项所述化学结构或部分结构的金属配位化合物。

[0113] 本发明的有机 EL 元件, 其中所说的发光层含有上述任何金属配位化合物作为发光材料。

[0114] 本发明的有机 EL 元件, 其中所说的发光层含有上述任何金属配位化合物作为掺杂剂。

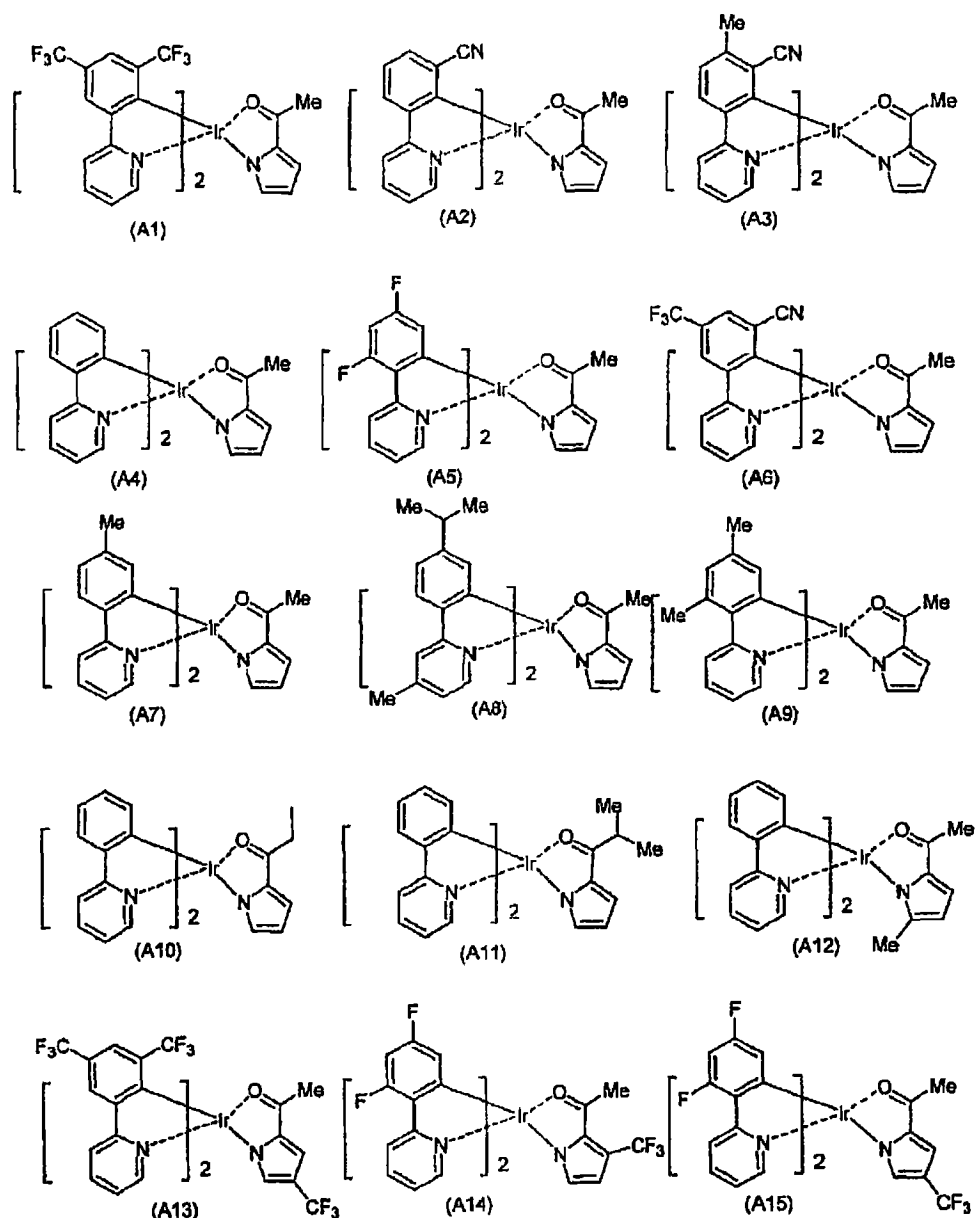
[0115] 本发明的有机 EL 元件, 其中在所说的发光层与阴极之间具有电子注入层和 / 或电子输送层, 所说的电子注入层和 / 或电子输送层含有 π 电子缺乏性含氮杂环衍生物作为主要成分。

[0116] 本发明的有机 EL 元件, 其中在阴极与所说的有机薄膜层间的界面区域添加有还原性掺杂剂。

[0117] 本发明的由通式 (1) 表示的金属配位化合物的具体实例示出如下, 但是本发明并不限于这些例示的化合物。 其中 Me 表示甲基。

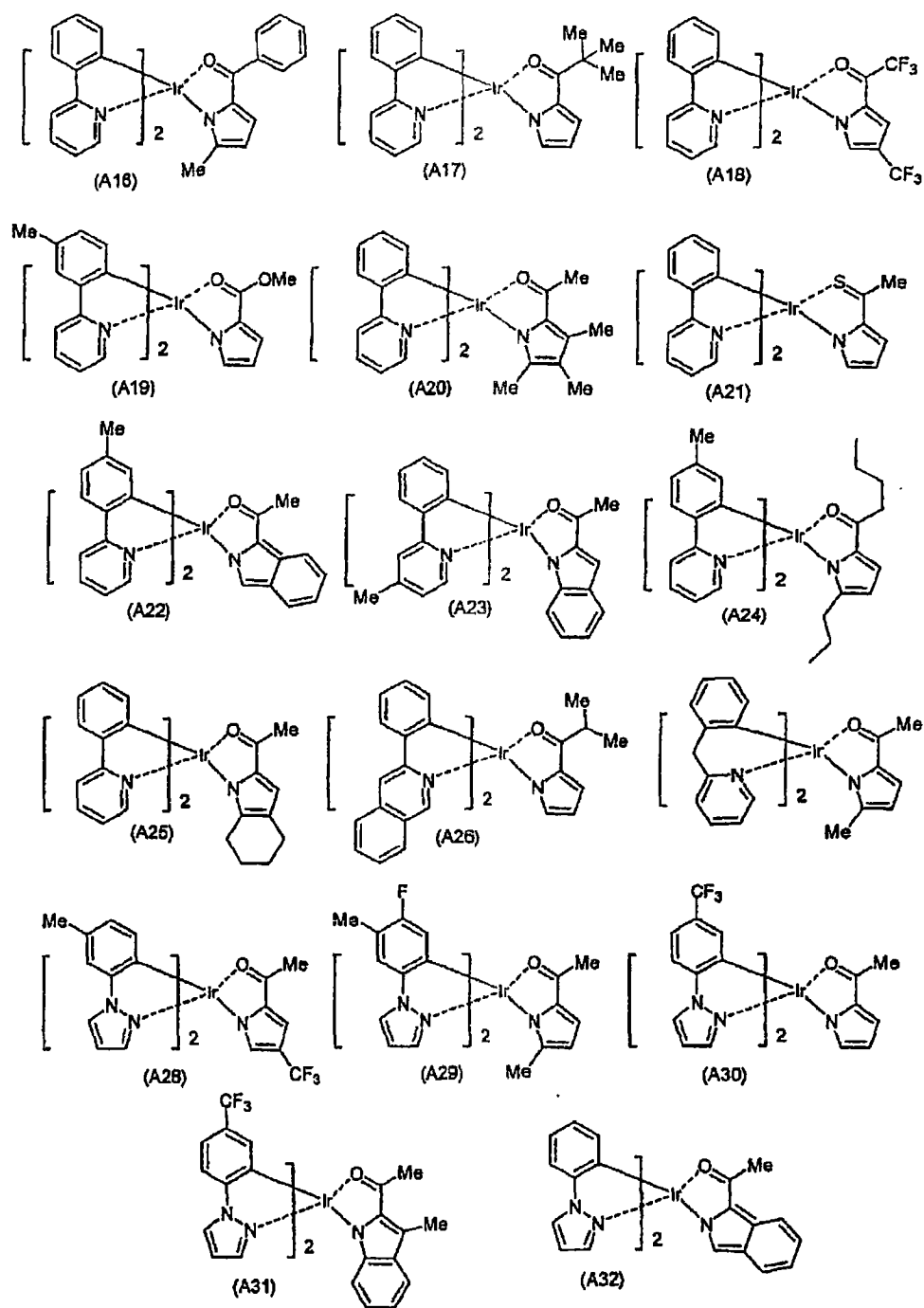
[0118] [化 13]

[0119]



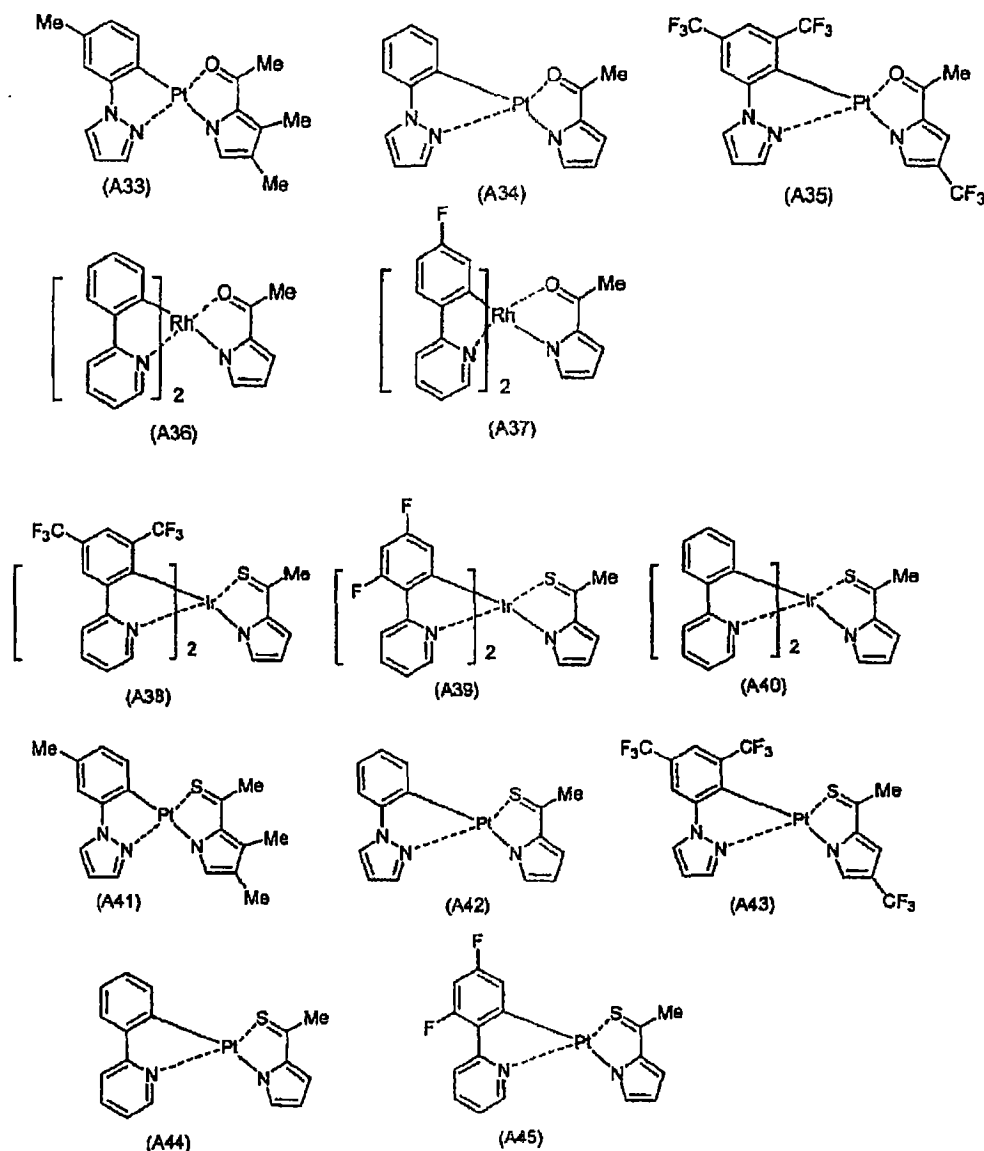
[0120] [化 14]

[0121]



[0122] [化 15]

[0123]



[0124] 本发明的有机 EL 元件，在由阳极与阴极构成的一对电极之间夹持有至少具有发光层的由一层或多层构成的有机薄膜层，该有机薄膜层的至少一层含有本发明的金属配位化合物。

[0125] 作为上記有机薄膜层中的本发明的金属配位化合物含量，相对于发光层全体通常为 0.1 ~ 100 重量%，优选 1 ~ 30 重量%。

[0126] 本发明的有机 EL 元件，所说的发光层优选含有本发明的金属配位化合物作为发光材料。而且，所说的发光层通常采用真空蒸镀或涂布法薄膜化，但是采用涂布法由于制造过程能够简化，所以含有本发明的金属配位化合物的层，优选采用涂布法成膜。

[0127] 本发明的有机 EL 元件中，有机薄膜层作为单层型的情况下，有机薄膜层是发光层，这种发光层含有本发明的金属配位化合物。而且作为多层型的有机 EL 元件，可以举出（阳极 / 空穴注入层（空穴输送层） / 发光层 / 阴极）、（阳极 / 发光层 / 电子注入层（电子输送层） / 阴极）、（阳极 / 空穴注入层（空穴输送层） / 发光层 / 电子注入层（电子输送层） / 阴极）等。

[0128] 本发明的有机 EL 元件的阳极，是向空穴注入层、空穴输送层、发光层等供给空穴的，功函数处于 4.5eV 以上是有效的。作为阳极材料，可以使用金属、合金、金属氧化

物、电导性化合物或其混合物。阳极材料的具体实例，可以举出氧化锡、氧化锌、氧化铟、氧化铟锡 (ITO) 等导电性金属氧化物，或者金、银、铬、镍等金属，以及这些导电性金属氧化物与金属的混合物或层叠物，碘化铜、硫化铜等无机导电性物质，聚苯胺、聚噻吩、聚吡咯等有机导电性材料，以及这些物质与 ITO 的层叠物等。其中优选导电性金属氧化物，从生产性、高导电性、透明性等观点来看优选使用 ITO。阳极的膜厚可以根据材料适当选择。

[0129] 本发明的有机 EL 元件的阴极，是向电子注入层、电子输送层、发光层等供给电子的。作为阴极材料，可以使用金属、合金、金属卤化物、金属氧化物、电导性化合物或其混合物。阴极材料的具体实例，可以举出碱金属（例如 Li、Na、K 等）及其氟化物或氧化物，碱土金属（例如 Mg、Ca 等）及其氟化物或氧化物，金、银、铅、铝、钠-钾合金或钠-钾混合金属、锂-铝合金或锂-铝混合金属、镁-银合金或镁-银混合金属、或铟、镱等稀土金属等。其中优选铝、锂-铝合金或锂-铝混合金属、镁-银合金或镁-银混合金属等。阴极既可以是单层结构，也可以是含有上記材料的层的层叠结构。例如，优选铝/氟化锂、铝/氧化锂的层叠结构。阴极的膜厚可以根据材料适当选择。

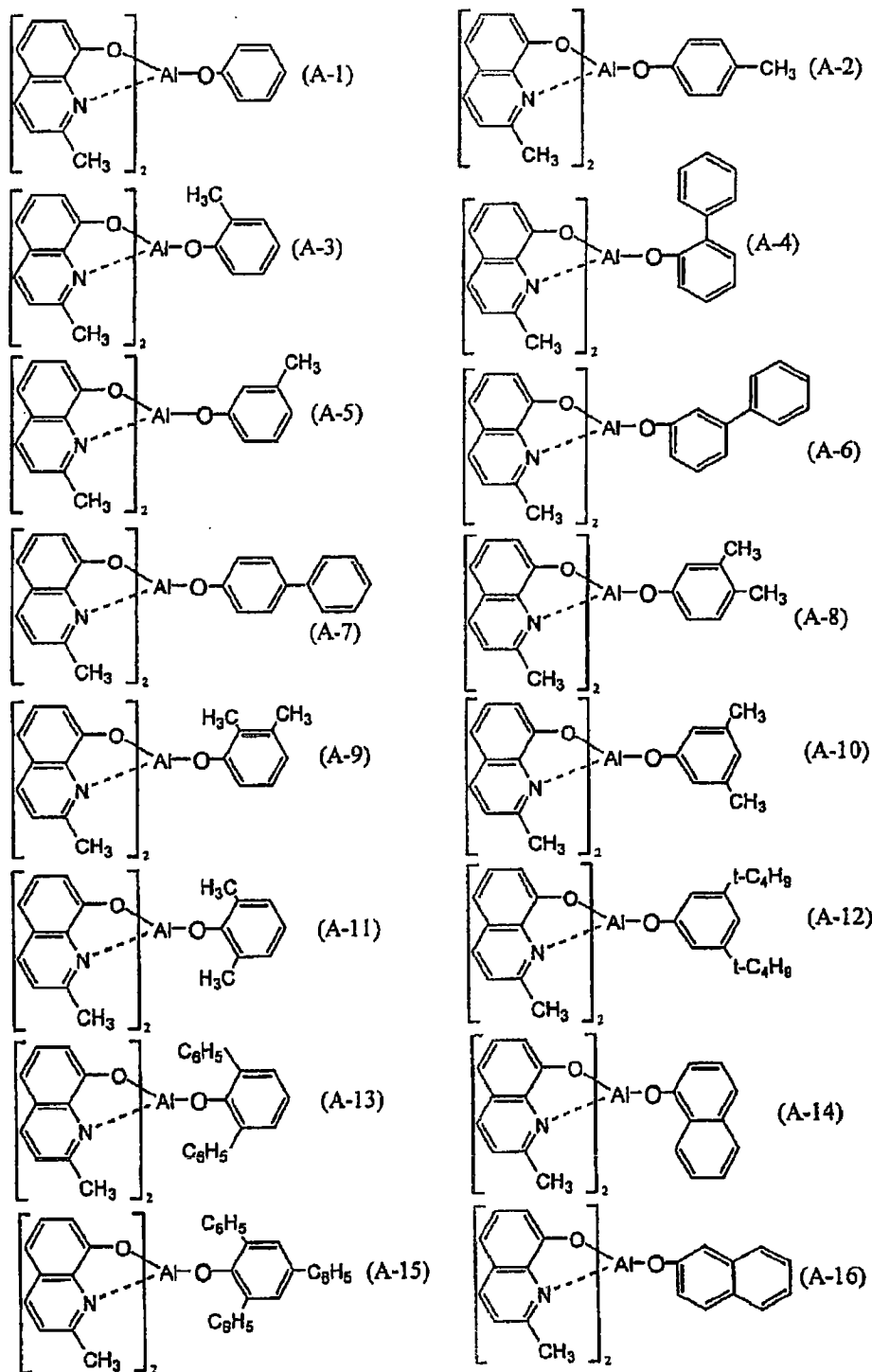
[0130] 本发明的有机 EL 元件的空穴注入层和空穴输送层，只要是具有从阳极注入空穴的功能、输送空穴的功能、阻挡从阴极注入的电子的功能中的任意功能的即可。作为其具体实例，可以举出咪唑衍生物、三唑衍生物、噁唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、聚芳基链烷烃衍生物、吡唑啉衍生物、吡唑酮衍生物、苯二胺衍生物、芳胺衍生物、氨基取代的芳基丙烯酰芳烃衍生物、苯乙烯基蒽衍生物、茚酮衍生物、腈衍生物、芪衍生物、硅氮烷衍生物、芳香族叔胺化合物、苯乙烯基胺化合物、芳香族二次甲基系化合物、卟啉系化合物、聚硅烷系化合物、聚(N-乙烯基咪唑)衍生物、苯胺系共聚物、噻吩低聚物、聚噻吩等导电性高分子低聚物、有机硅烷衍生物、本发明的金属配位化合物等。而且上記空穴注入层及上記空穴输送层，既可以是由一种或两种以上的上記材料构成的单层结构，也可以是相同或不同组成的数层构成的多层结构。

[0131] 本发明的有机 EL 元件的电子注入层及电子输送层，只要是具有从阴极注入电子的功能、输送电子的功能、阻挡从阳极注入的空穴的功能中的任意功能的即可。作为其具体实例，可以举出三唑衍生物、噁唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、茚酮衍生物、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、碳化二亚胺衍生物、亚茚基甲烷衍生物、二苯乙烯基吡嗪衍生物、萘、茛等芳香环四羧酸酐、酞菁衍生物、8-羟基喹啉衍生物的金属配位化合物，以及以金属酞菁、苯并噻唑和苯并噻唑为配位体的金属配位化合物为代表的各种金属配位化合物，有机硅烷衍生物、本发明的金属配位化合物等。而且上記电子注入层及上記电子输送层，既可以是由一种或两种以上上記材料构成的单层结构，也可以是由相同或不同组成的数层构成的多层结构。

[0132] 此外，作为电子注入层及电子输送层用的电子输送材料可以举出下列化合物。

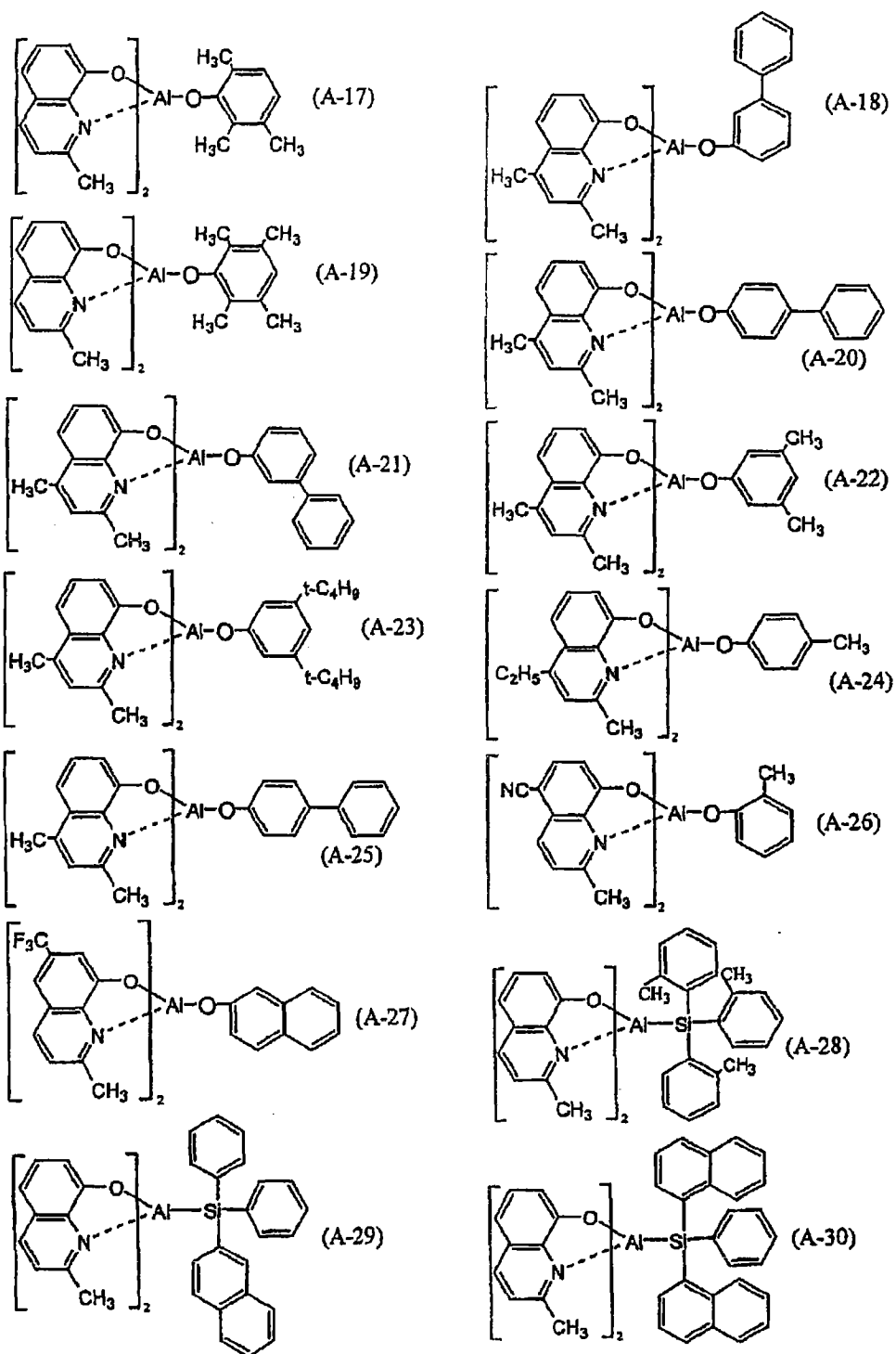
[0133] [化 16]

[0134]



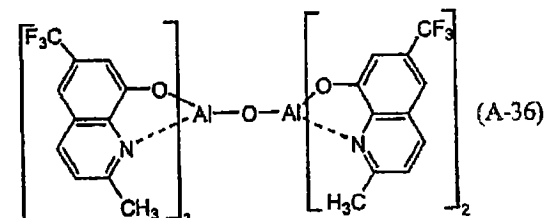
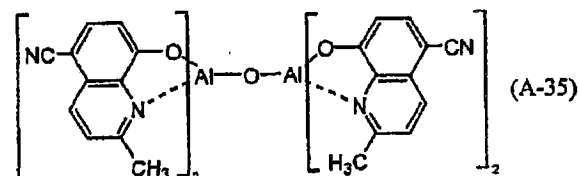
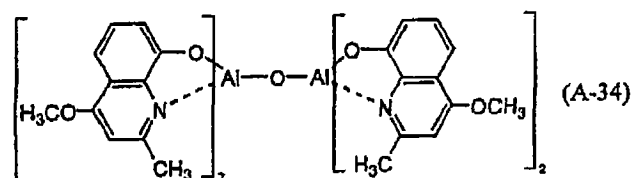
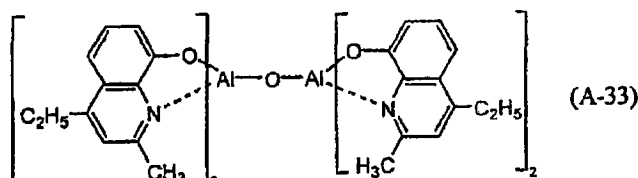
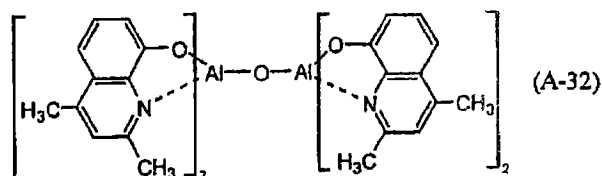
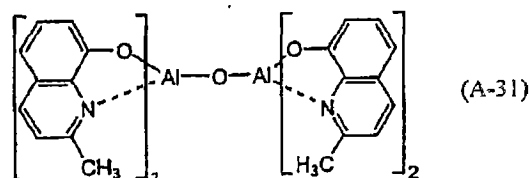
[0135] [化 17]

[0136]



[0137] [化 18]

[0138]



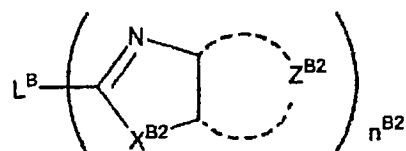
[0139] 本发明的有机EL元件中，该电子注入层及/或电子输送层优选含有 π 电子缺乏性含氮杂环衍生物作为主要成分。

[0140] 作为 π 电子缺乏性含氮杂环衍生物，其优选实例可以举出从苯并咪唑环、苯并三唑环、吡啶并咪唑环、嘧啶并咪唑环和哒嗪并咪唑环中选出的含氮五元环衍生物，以及由吡啶环、嘧啶环、吡嗪环和三唑环构成的含氮六元杂环衍生物。作为含氮五元环衍生物，可以举出以下记通式 (B-I) 表示的优选结构，而作为含氮六元环衍生物，可以举出以下记通式 (C-I、C-II、C-III、C-IV、C-V 和 C-VI) 表示的优选结构，特别优选的是由通式 C-I、C-II 表示的结构。

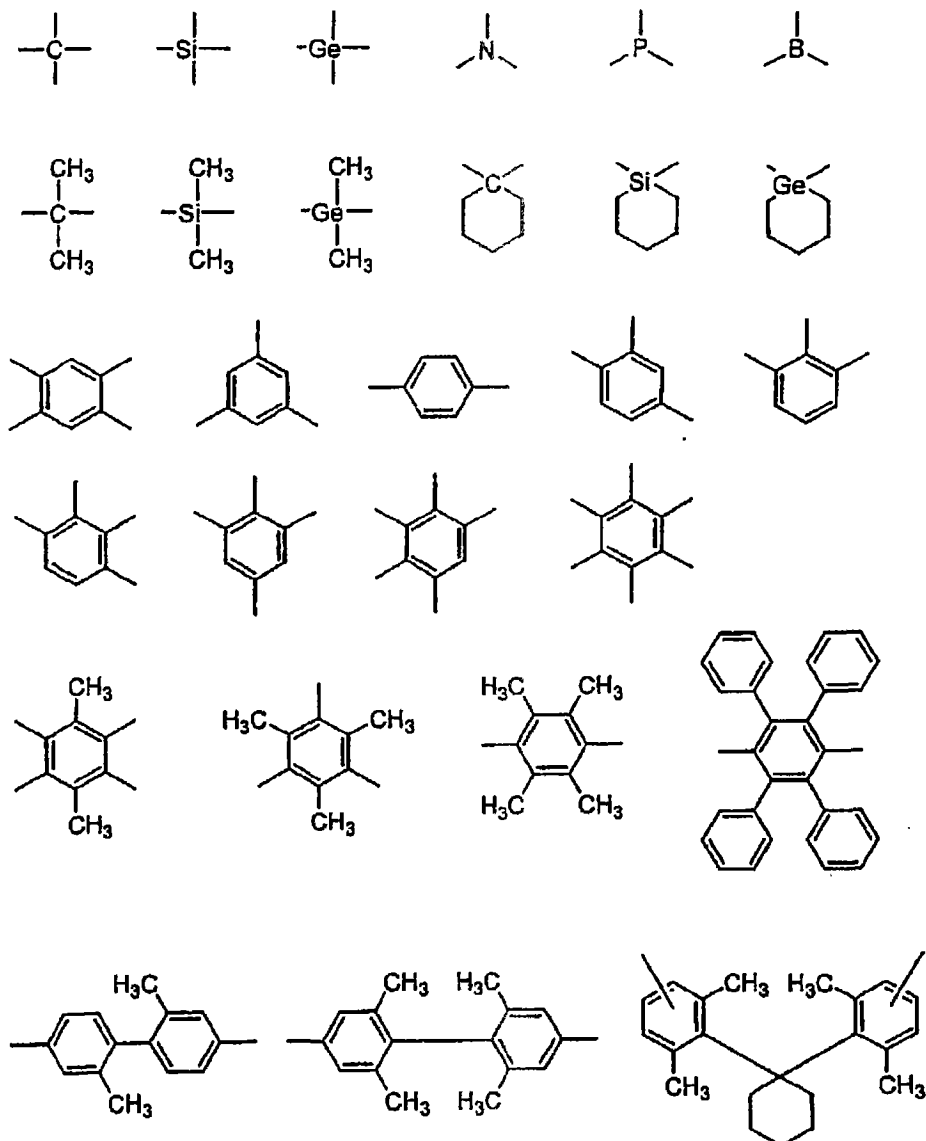
[0141] [化 19]

[0142]

(B-I)



[0147]



21

[0149] R^{B2} 表示的脂肪族烃基, 是直链、支链或环状的烷基 (优选 1 ~ 20 个碳原子, 更优选 1 ~ 12 个碳原子, 特别优选 1 ~ 8 个碳原子的烷基, 例如可以举出甲基、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)、链烯基 (优选 2 ~ 20 个碳原子, 更优选 2 ~ 12 个碳原子, 特别优选 2 ~ 8 个碳原子的链烯基, 例如可以举出乙烯基、烯丙基、2-丁烯基、3-戊烯基等)、炔基 (优选 2 ~ 20 个碳原子, 更优选 2 ~ 12 个碳原子, 特别优选 2 ~ 8 个碳原子的炔基, 例如可以举出丙炔基、3-戊炔基等), 更优选烷基。

[0150] R^{B2} 表示的芳基是单环或稠环芳基, 优选 6 ~ 30 个碳原子, 更优选 6 ~ 20 个碳原子, 特别优选 6 ~ 12 个碳原子的芳基, 例如可以举出苯基、2-甲基苯基、3-甲基苯基、4-甲基苯基、2-甲氧基苯基、3-三氟甲基苯基、五氟苯基、1-萘基、2-萘基等。

[0151] R^{B2} 表示的杂环基团, 是单环或稠环杂环基团 (优选 1 ~ 20 个碳原子, 更优选 1 ~ 12 个碳原子, 特别优选 2 ~ 10 个碳原子的杂环基团), 优选含有氮原子、氧原子、硫原子、硒原子中至少一个原子的芳香族杂环基团, 例如可以举出吡咯烷、哌啶、哌嗪、吗啉、噻吩、硒吩、呋喃、吡咯、咪唑、吡唑、吡啶、吡嗪、哒嗪、嘧啶、三唑、三嗪、吡啶、吡唑、噻吩、噻唑、噻二唑、噻唑啉、噻唑、噻二唑、噻唑啉、异噻啉、酞嗪、萘啶、喹啉、喹啉、1, 2-二氮杂萘、蝶啶、吡啶、菲绕啉、吩嗪、四唑、苯并咪唑、苯并噻唑、苯并噻唑、苯并三唑、四氮杂茛、呋唑、氮杂卓等; 其中优选呋喃、噻吩、吡啶、吡嗪、嘧啶、哒嗪、三唑、噻啉、酞嗪、萘啶、喹啉、喹啉; 更优选呋喃、噻吩、吡啶、噻啉; 特别优选噻啉。

[0152] R^{B2} 表示的脂肪族烃基、芳基、杂环基团也可以有取代基, 可以举出与上记 L^B 同样的那些基团。

[0153] R^{B2} 优选烷基、芳基、芳香族杂环基团, 更优选芳基、芳香族杂环基团, 更优选芳基。

[0154] X^{B2} 优选 $-O-$ 、 $=N-R^{B2}$, 更优选 $=N-R^{B2}$, 特别优选 $=N-Ar^{B2}$ (Ar^{B2} 是芳基 (优选 6 ~ 30 个碳原子, 更优选 6 ~ 20 个碳原子, 特别优选 6 ~ 12 个碳原子的芳基)、芳香族杂环基团 (优选 1 ~ 20 个碳原子, 更优选 1 ~ 12 个碳原子, 特别优选 2 ~ 10 个碳原子的芳香族杂环基团), 优选芳基)。

[0155] Z^{B2} 表示形成芳环所需的原子群。由 Z^{B2} 形成的芳环可以是芳香族烃环或者芳香族杂环, 作为其具体实例可以举出例如苯环、吡啶环、吡嗪环、嘧啶环、哒嗪环、三唑环、吡咯环、呋喃环、噻吩环、硒吩环、碲吩环、咪唑环、噻唑环、硒唑环、碲唑环、噻二唑环、噻二唑环、吡唑环等。其中优选苯环、吡啶环、吡嗪环、嘧啶环、哒嗪环, 更优选苯环、吡啶环、吡嗪环, 特别优选苯环、吡啶环, 最好是吡啶环。由 Z^{B2} 形成的芳环, 还可以与其他环形成稠环, 而且也可以有取代基。作为取代基优选烷基、链烯基、炔基、芳基、氨基、烷氧基、芳氧基、酰基、烷氧羰基、芳氧羰基、酰氧基、酰基氨基、烷氧羰基氨基、芳氧羰基氨基、磺酰基氨基、氨基磺酰基、氨基甲酰基、烷硫基、芳硫基、磺酰基、卤原子、氰基、杂环基团等; 其中更优选烷基、芳基、烷氧基、芳氧基、卤原子、氰基、杂环基团; 特别优选烷基、芳基、烷氧基、芳氧基、杂环基团; 最好是烷基、芳基、烷氧基、杂环基团。

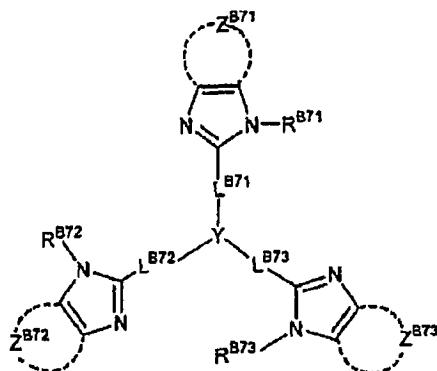
[0156] n^{B2} 是 1 ~ 4 的整数, 优选 2 ~ 3。

[0157] 在上记通式 (B-I) 表示的化合物中, 更优选由下记通式 (B-II) 表示的化合物。

[0158] [化 21]

[0159]

(B-II)



[0160] 通式 (B-II) 中, R^{B71} 、 R^{B72} 、 R^{B73} 分别与通式 (B-I) 中的 R^{B2} 相同, 而且优选的范围也相同。

[0161] Z^{B71} 、 Z^{B72} 、 Z^{B73} 分别与通式 (B-I) 中的 Z^{B2} 相同, 而且优选的范围也相同。

[0162] L^{B71} 、 L^{B72} 、 L^{B73} 分别表示连接基团, 通式 (B-I) 中的 L^B 的实例可以举出二价的那些, 其中优选单键、二价芳香族烃环基、二价芳香族杂环基团、及它们的组合形成的连接基, 更优选单键。 L^{B71} 、 L^{B72} 、 L^{B73} 也可以有取代基, 作为取代基可以举出与通式 (B-I) 中 L^B 同样的那些基团。

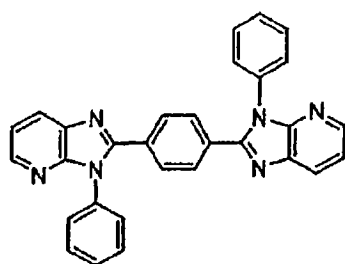
[0163] Y 表示氮原子、1, 3, 5- 苯三基或 2, 4, 6- 三嗪基。1, 3, 5- 苯三基在 2, 4, 6- 位上也可以有取代基, 作为取代基例如可以举出烷基、芳香族烃基、卤原子等。

[0164] 以下示出由通式 (B-I) 或 (B-II) 表示的含氮五元环衍生物的具体实例, 但并不限于这些例示的化合物。

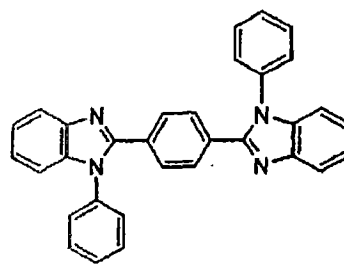
[0165] [化 22]

[0166]

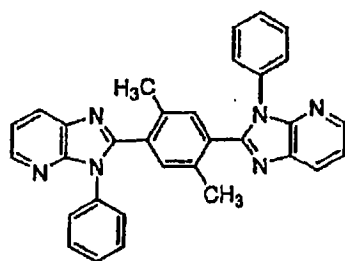
(B-1)



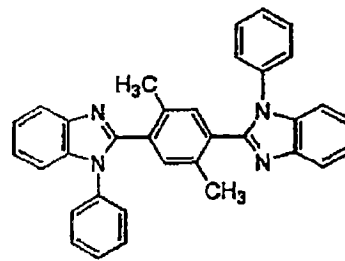
(B-5)



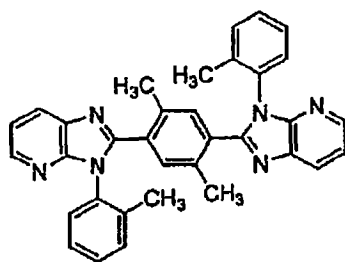
(B-2)



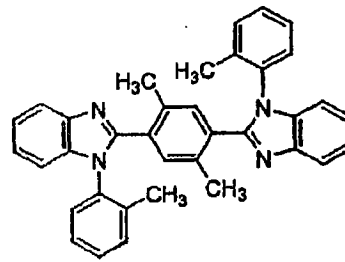
(B-6)



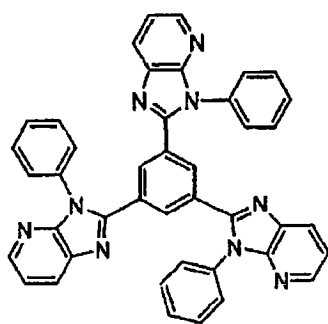
(B-3)



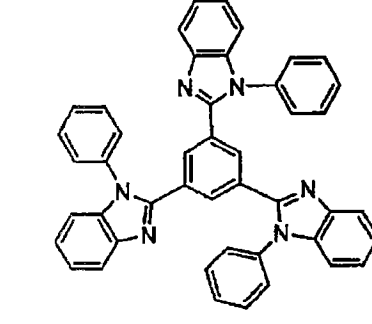
(B-7)



(B-4)



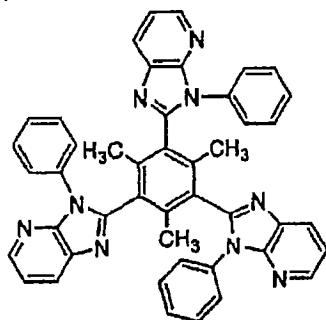
(B-8)



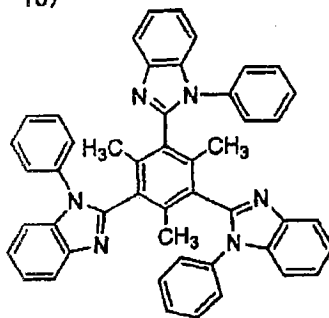
[0167] [化 23]

[0168]

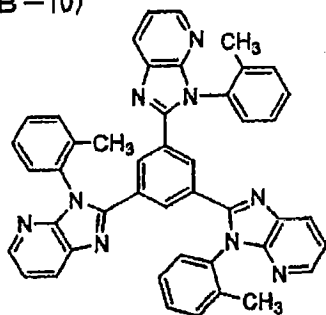
(B-9)



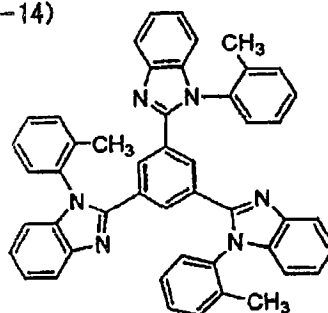
(B-13)



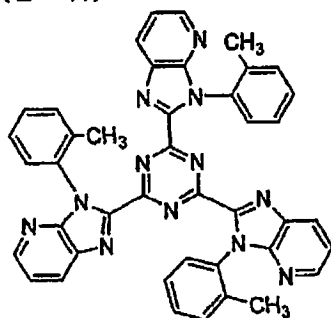
(B-10)



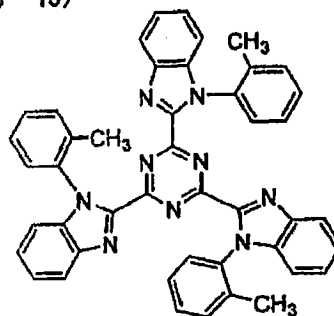
(B-14)



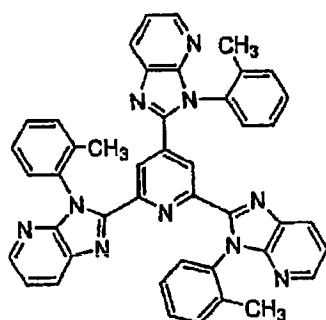
(B-11)



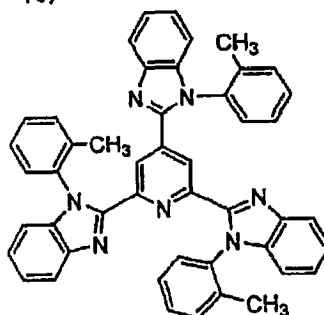
(B-15)



(B-12)



(B-16)



[0169] $(Cz-)_n A (C-I)$

[0170] $Cz(-A)_m (C-II)$

[0171] [式中, Cz 是取代或未取代的咪唑基、芳基咪唑基或咪唑基亚烷基, A 是由下记通式 (A) 表示的部位形成的基团。n、m 分别为 1 ~ 3 的整数。

[0172] $(M)^p-(L)^q-(M')^r(A)$

[0173] (M 及 M' 各自独立, 表示形成环的 2 ~ 40 个碳原子的含氮芳香族环, 环上也可以有取代基也可以没有取代基。而且 M 及 M' 可以相同或不同。L 是单键、6 ~ 30 个碳原子的亚芳基、5 ~ 30 个碳原子的环亚烷基或 2 ~ 30 个碳原子的杂芳香环, 也可以

有与环结合的取代基也可以没有取代基。p 为 0 ~ 2, q 为 1 ~ 2, r 为 0 ~ 2 的整数。但是 p+r 为 1 以上。)]

[0174] 上記通式 (C-I) 及 (C-II) 的结合方式, 可以根据参数 n、m 的数值, 具体表示为如下表中的记载。

[0175] [表 1]

[0176]

n=m=1	n=2	n=3	m=2	m=3
Cz-A	Cz-A-Cz	Cz-A-Cz Cz	A-Cz-A	A-Cz-A A

[0177] 而且, 由通式 (A) 表示基团的结合方式, 根据参数 p、q、r 的数值具体表示为下表中 (1) ~ (16) 记载的形式。

[0178] [表 2]

[0179]

No	p	q	r	结合方式
(1)	0	1	1	L-M'
(2)	0	1	2	L-M'-M', M'-L-M'
(3)	0	2	1	L-L-M', L-M'-L
(4)	0	2	2	L-L-M'-M', M'-L-L-M' L-M'-M'-L, M'-L-M', L-M'-L L L L M'
(5)	1	1	0	与 (1) 相同 (将 M' 更换成 M)
(6)	1	1	1	M-L-M'
(7)	1	1	2	M-L-M'-M', M-L-M' M'
(8)	1	2	0	与 (3) 相同 (将 M' 更换成 M)
(9)	1	2	1	M-L-L-M', L-M-L-M', M-L-M'-L

[0180] [表 3]

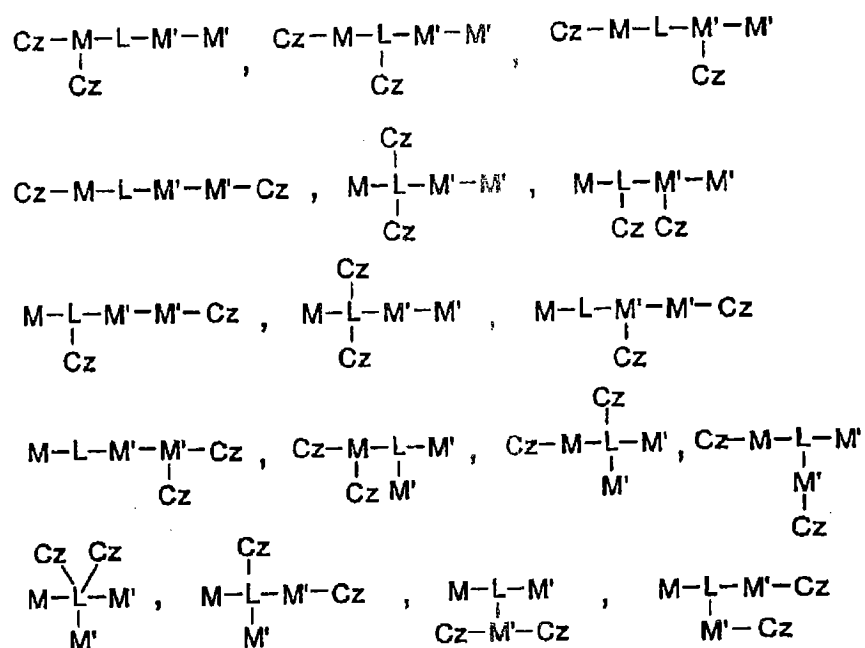
[0181]

No	p	q	r	结合方式
(10)	1	2	2	$\begin{array}{c} \text{M-L-L-M'-M'}, \text{M'-L-M-L-M'}, \text{M'-M'-L-M-L}, \\ \\ \text{M-L-L}, \text{M-L-L-M'}, \text{L-L-M'-M'}, \text{L-M-L-M'} \\ \begin{array}{ccccccc} & & & & & & \\ \text{M'M'} & & \text{M'} & & \text{M} & & \text{M'}, \end{array} \\ \\ \text{M'} \\ \\ \text{M-L-L} \\ \\ \text{M'} \end{array}$
(11)	2	1	0	与 (2) 相同 (将 M' 更换成 M)
(12)	2	1	1	与 (7) 相同 (将 M' 更换成 M)
(13)	2	1	2	$\begin{array}{ccc} \text{M-M-L-M'-M'}, & \text{M'} & \text{M-L-M'-M'} \\ & & \\ & \text{M-L-M} & \text{M} \\ & & \\ & \text{M'}, & \end{array}$
(14)	2	2	0	与 (4) 相同 (将 M' 更换成 M)
(15)	2	2	1	与 (10) 相同 (将 M' 更读换成 M)
(16)	2	2	2	$\begin{array}{ccc} \text{M-M-L-L-M'-M'}, & & \text{M} \\ & & \\ \text{M-M-L-M'-M'}, \text{M-L-L-M'-M'}, & & \text{M-L-L} \\ \begin{array}{ccc} & & \wedge \\ \text{L} & \text{M} & \text{M'M'}, \end{array} \\ \\ \text{M-M-L-L-M'} & \text{M-L-L-M} & \text{M} \\ \begin{array}{ccc} & & \\ \text{M'} & \text{M'M'}, & \text{L-L-M'-M'} \\ & & \\ & & \text{M} \end{array} \end{array}$

[0182] 在上记通式 (C-I) 和 (C-II) 中, 当 Cz 与 A 结合的情况下, 可以与表示 A 的 M、L、M' 的任何部分结合。例如, 当 $m = n = 1$ 的 Cz-A 时 $p = q = r = 1$ (表中 (6)) 的情况下, A 变成 M-L-M', 可以以 Cz-M-L-M'、M-L(-Cz)-M'、M-L-M'-Cz 三种结合方式表示。而且同样, 例如在上记通式 (C-I) 中, 当 $n = 2$ 的 Cz-A-Cz 时 $p = q = 1$ 、 $r = 2$ (表中 (7)) 的情况下, A 变成 M-L-M'-M' 或 M-L(-M')-M', 可以以下记结合方式表示。

[0183] [化 24]

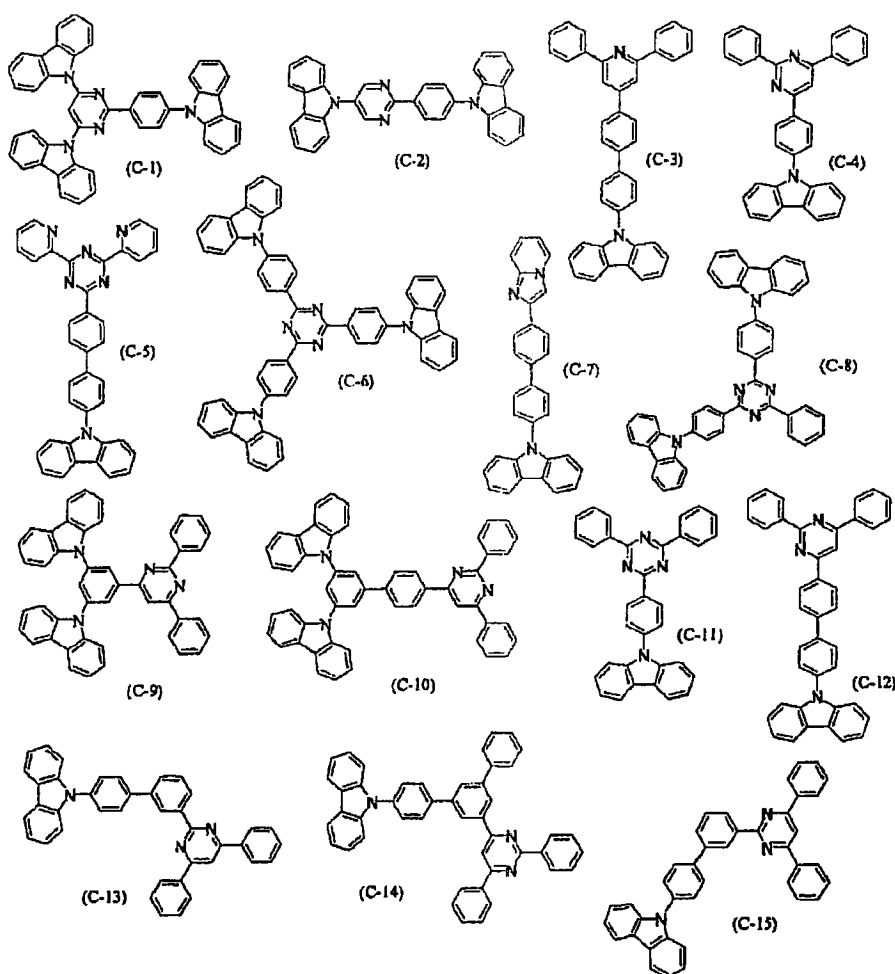
[0184]



[0185] 作为上記通式 (C-I) 和 (C-II) 表示的具体实例, 可以举出下记结构, 但是并不限于这些实例。

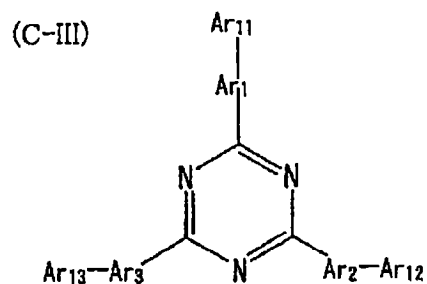
[0186] [化 25]

[0187]



[0188] [化 26]

[0189]

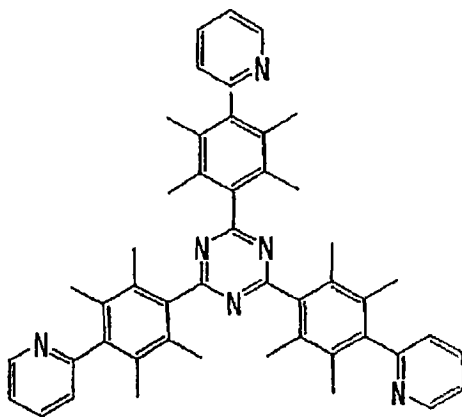


[0190] (式中, $\text{Ar}_{11} \sim \text{Ar}_{13}$ 分别表示与通式 (B-I) 中的 R^{B2} 同样的基团, 其具体实例也相同, $\text{Ar}_1 \sim \text{Ar}_3$ 表示将与通式 (B-I) 中的 R^{B2} 同样的基团变成二价后的基团, 其具体实例也相同。)

[0191] 通式 (C-III) 的具体实例示出如下, 但是并不限于这些。

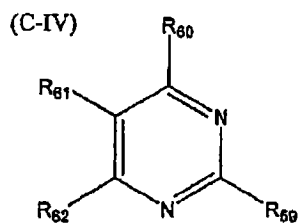
[0192] [化 27]

[0193]



[0194] [化 28]

[0195]

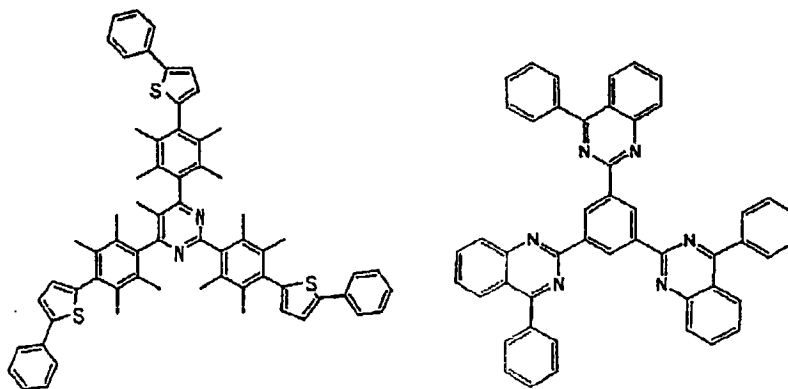


[0196] (式中, $\text{R}_{59} \sim \text{R}_{62}$ 分别表示与通式 (B-I) 中的 R^{B2} 同样的基团, 其具体实例也相同。)

[0197] 通式 (C-IV) 的具体实例示出如下, 但是并不限于这些。

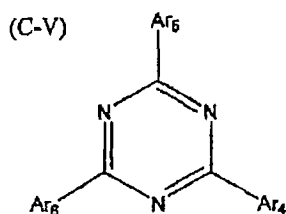
[0198] [化 29]

[0199]



[0200] [化 30]

[0201]

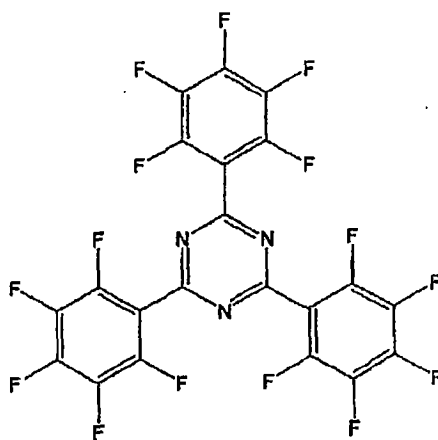


[0202] (式中, $\text{Ar}_5 \sim \text{Ar}_7$ 分别表示与通式 (B-I) 中的 $\text{R}^{\text{B}2}$ 同样的基团, 其具体实例也相同。)

[0203] 通式 (C-V) 的具体实例示出如下, 但是并不限于这些。

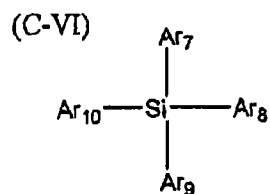
[0204] [化 31]

[0205]



[0206] [化 32]

[0207]

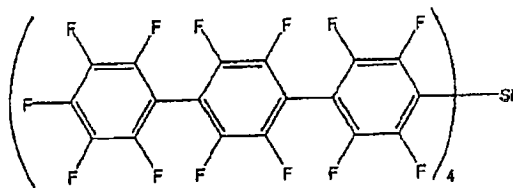


[0208] (式中, $\text{Ar}_7 \sim \text{Ar}_{10}$ 分别表示与通式 (B-I) 中的 $\text{R}^{\text{B}2}$ 同样的基团, 其具体实例也相同。)

[0209] 通式 (C-VI) 的具体实例示出如下, 但是并不限于这些。

[0210] [化 33]

[0211]



[0212] 而且, 本发明的有机 EL 元件中, 作为构成电子注入·输送层的物质, 优选使用绝缘体或半导体的无机化合物。电子注入·输送层若用绝缘体或半导体构成, 则能够有效地防止电流的泄漏, 并能提高电子的注入性。作为这样的绝缘体, 优选使用碱金属硫属元素化合物、碱土金属硫属元素化合物、碱金属的卤化物、碱土金属的卤化物中选出的至少一种金属化合物。电子注入·输送层若由这些碱金属硫属元素化合物等构成, 则由于能进一步提高电子注入性而优选。

[0213] 具体讲, 作为优选的碱金属硫属元素化合物, 例如可以举出 Li_2O 、 Na_2S 、 Na_2Se 等, 而作为优选的碱土金属硫属元素化合物, 例如可以举出 CaO 、 BaO 、 SrO 、 BeO 、 BaS 和 CaSe 。而且作为优选的碱金属的卤化物, 例如可以举出 LiF 、 NaF 、 KF 、 LiCl 、 KCl 和 NaCl 等。此外, 作为优选的碱土金属的卤化物, 例如可以举出 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 和 BeF_2 等氟化物, 以及氟化物以外的卤化物。

[0214] 而且作为构成电子注入·输送层的半导体, 可以举出其中包含 Ba、Ca、Sr、Yb、Al、Ga、In、Li、Na、Cd、Mg、Si、Ta、Sb 和 Zn 中至少一种元素的氧化物、氮化物或氧氮化物等一种物质或两种以上物质的组合。此外作为构成电子输送层的无机化合物, 优选微晶或非晶型的绝缘性薄膜。电子输送层若由这些绝缘性薄膜构成, 则为了形成更均匀的薄膜, 能够减少黑点等像素缺陷。其中作为这种无机化合物, 可以举出上述的碱金属硫属元素化合物、碱土金属硫属元素化合物、碱金属的卤化物和碱土金属的卤化物等。

[0215] 此外, 本发明的有机 EL 元件中, 电子注入层和 / 或电子输送层也可含有功函数 2.9eV 以下的还原性掺杂剂。本发明中, 还原性掺杂剂是能使电子注入效率提高的化合物。

[0216] 而且本发明中优选在阴极与有机薄膜层间的界面区域添加还原性掺杂剂, 将界面区域所含的至少一部分有机层还原, 阴离子化。优选的还原性掺杂剂, 是从碱金属、碱金属的氧化物、碱土金属、稀土金属、碱金属氧化物、碱金属卤化物、碱土金属氧化物、碱土金属卤化物、稀土金属氧化物或稀土金属卤化物、碱金属配位化合物、碱土金属配位化合物和稀土金属配位化合物中选出的至少一种化合物。更具体讲, 作为优选的还原性掺杂剂可以举出从 Na(功函数: 2.36eV)、K(功函数: 2.28eV)、Rb(功函数: 2.16eV) 和 Cs(功函数: 1.95eV) 中选出的至少一种碱金属, 以及从 Ca(功函数: 2.9eV)、Sr(功函数: 2.0 ~ 2.5eV) 和 Ba(功函数: 2.52eV) 中选出的至少一种碱土金属等, 特别优选功函数为 2.9eV 的。这些物质中, 更优选的还原性掺杂剂是从 K、Rb 和 Cs 中选出的至少一种碱金属, 尤其优选 Rb 和 Cs, 最好是 Cs。这些碱金属还原能力特别高, 在电子注入区添加较少量就能使有机 EL 元件的发光亮度提高, 实现长寿命化。

[0217] 作为上記碱土金属氧化物, 其中优选的可以举出例如 BaO 、 SrO 、 CaO 以及将其混合而成的 $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{O}$ ($0 < x < 1$) 和 $\text{Ba}_x\text{Ca}_{1-x}\text{O}$ ($0 < x < 1$)。作为碱金属氧化物或碱金属

氟化物，可以举出 LiF、Li₂O、NaF 等。作为碱金属配位化合物、碱土金属配位化合物和稀土金属配位化合物，只要是作为金属离子含有碱金属离子、碱土金属离子和稀土金属离子中的至少一种离子，就无特别限制。作为配位体，例如可以举出羟基喹啉、苯并喹啉 (benzoquinolinol)、吡啶醇 (acridinol)、菲啶醇 (phenanthridinol)、羟基苯基噻唑、羟基苯基噻唑、羟基二芳基噻二唑、羟基二芳基噻二唑、羟基二苯基吡啶、羟基苯基苯并咪唑、羟基苯并三唑、hydroxyfluborane、双联吡啶、菲绕啉、酞菁、卟啉、环戊二烯、 β -二酮类、甲亚胺类及它们的衍生物等，但是并不限于这些化合物。

[0218] 作为还原性掺杂剂的优选形态，可以形成层状或岛状。采用层状时的优选膜厚为 0.05 ~ 8nm。

[0219] 含有还原性掺杂剂的电子注入·输送层形成方法，优选一边采用电阻加热蒸镀法蒸镀还原性掺杂剂，一边同时蒸镀本身是形成界面区域的发光材料或电子注入材料的有机物，使还原性掺杂剂在有机物中分散的方法。分散浓度按照摩尔比计算为 100 : 1 ~ 1 : 100，优选 5 : 1 ~ 1 : 5。当使还原性掺杂剂形成层状时，将本身是界面有机层的发光材料或电子注入材料以层状形成后，再单独用电阻加热蒸镀法蒸镀还原性掺杂剂，优选形成为 0.5nm ~ 15nm 膜厚。当使还原性掺杂剂形成为岛状时，在形成本身是界面有机层的发光材料或电子注入材料后，再单独用电阻加热蒸镀法蒸镀还原性掺杂剂，优选形成为 0.05 ~ 1nm 膜厚。

[0220] 本发明的有机 EL 元件的发光层，具有如下功能，即在施加电场时能够从阳极或空穴注入层注入空穴，而从阴极或电子注入层注入电子的功能，在电场力的作用下能使注入的电荷（电子和空穴）移动的功能，提供电子与空穴复合的场所，使其发光的功能。本发明的有机 EL 元件的发光层，优选至少含有本发明的金属配位化合物，也可以含有以这种金属配位化合物作为客体材料的主体材料。作为所说的主体材料，例如可以举出其中具有咪唑骨架的、具有二芳基胺骨架的、具有吡啶骨架的、具有吡嗪骨架的、具有三嗪骨架的和具有芳基硅烷骨架的等。所说的主体材料的 T1（最低三重态激发状态能级）优选比客体材料的 T1 水平更大。所说的主体材料既可以是低分子化合物，也可以是高分子化合物。而且，通过采用将所说的主体材料与所说的金属配位化合物等发光材料共蒸镀等方法，能够形成所述发光材料被掺杂在所说的主体材料中的发光层。

[0221] 本发明的有机 EL 元件中上记各层的形成方法没有特别限制，可以采用真空蒸镀法、LB 法、电阻加热蒸镀法、电子束法、溅射法、分子层叠法、涂布法（旋涂法、浇铸法、浸涂法等）、喷墨法、印刷法等各种方法，但是在本发明中优选涂布法。

[0222] 而且含有本发明的金属配位化合物的有机薄膜层，能够采用真空蒸镀法、分子线蒸镀法 (MBE 法) 或溶解在溶剂中制成溶液后的涂布法、旋涂法、浇铸法、棒涂法、辊涂法等公知方法形成。

[0223] 所说的涂布法中，将本发明的金属配位化合物溶解在溶剂中制成涂布液，将该涂布液在所需的层（或电极）上涂布、干燥后能够形成。还可以使涂布液中含有树脂，既可以将树脂制成在溶剂中溶解的状态，也可以制成分散状态。作为所说的树脂，可以使用非共轭系高分子（例如聚乙烯基咪唑）或共轭系高分子（例如聚烯烃系高分子）。更具体讲，可以举出聚氯乙烯、聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基丙烯酸丁酯、聚酯、聚砜、聚苯醚、聚丁二烯、聚 (N- 乙烯基咪唑)、烃类树脂、酮类树脂、

苯氧基树脂、聚酰胺、乙基纤维素、醋酸乙烯酯、ABS 树脂、聚氨酯、蜜胺树脂、不饱和和聚酯树脂、醇酸树脂、环氧树脂、硅树脂等。

[0224] 而且对本发明的有机 EL 元件中各有机层的膜厚虽然没有特别限制，但是一般而言膜厚过薄则容易产生针孔等缺陷，而一旦过厚则必须施加高电压，因而使效率变差，所以通常处于数纳米至 1 微米的范围内。

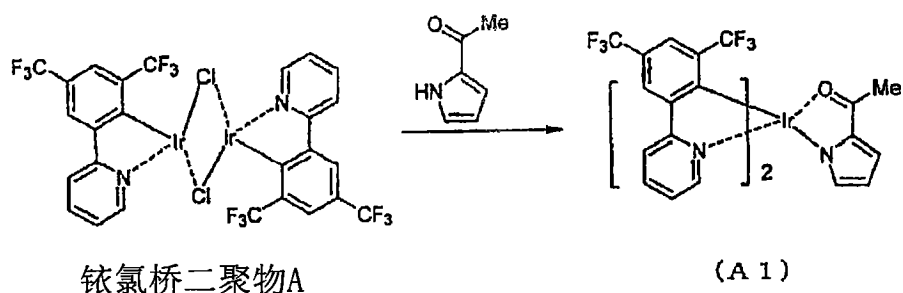
[0225] 实施例

[0226] 以下将用实施例更详细说明本发明。

[0227] 合成实施例 1

[0228] [化 34]

[0229]



[0230] 化合物 (A1) 的合成

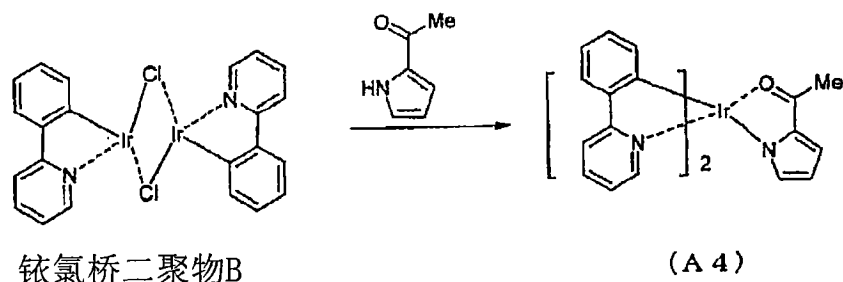
[0231] 将 2.00 克铱氯桥二聚物 A、0.34 克 2-乙酰基吡咯、1.57 克碳酸钠和 50 毫升 2-乙氧基乙醇加入 200 毫升三口烧瓶中，用氩气置换，一边搅拌一边加热回流 10 小时。冷却至室温后，滤出固体，在得到的固体中加入二氯甲烷和水，用二氯甲烷萃取。有机层用无水硫酸钠干燥后，浓缩，经过 100 克硅胶柱色谱法精制后，得到了 2.00 克淡黄色固体。再经 5.0×10^{-6} 托真空度和 250℃ 温度下升华处理后，得到了 1.93 克化合物 (A1)。利用 FD-MS(进料解吸质谱法) 确认了其结构。其测定结果示出如下。

[0232] FD-MS: calcd. for $\text{IrC}_{32}\text{H}_{19}\text{F}_{12}\text{N}_{30}$ = 881, found, m/z = 881 (100)。

[0233] 合成实施例 2

[0234] [化 35]

[0235]



[0236] 化合物 (A4) 的合成

[0237] 将 2.40 克铱氯桥二聚物 B、0.36 克 2-乙酰基吡咯、1.60 克碳酸钠和 50 毫升 2-乙氧基乙醇加入 200 毫升三口烧瓶中，用氩气置换后，一边搅拌一边加热回流 9 小时。冷却至室温后滤出固体，在得到的固体中加入二氯甲烷和水，用二氯甲烷萃取。将有机层用无水硫酸钠干燥后，浓缩，经过 100 克硅胶柱色谱法精制后，得到了 1.75 克淡黄色固体。再经 4.0×10^{-6} Torr 真空度和 280℃ 温度下升华处理后，得到了 1.41 克化合物 (A4)。

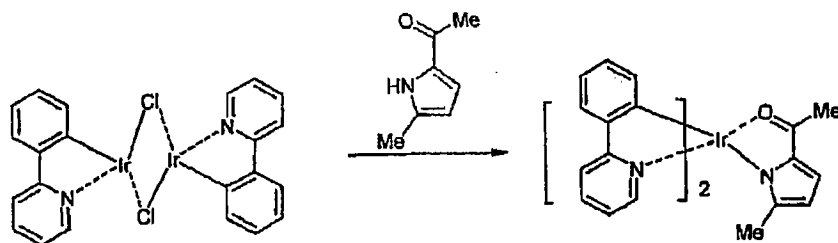
利用 FD-MS 确认了其结构。其测定结果示出如下。

[0238] FD-MS : calcd.for $\text{IrC}_{28}\text{H}_{22}\text{IrN}_{30} = 609$, found, $m/z = 609(100)$ 。

[0239] 合成实施例 3

[0240] [化 36]

[0241]



二氯桥二聚物B

(A12)

[0242] 化合物 (A12) 的合成

[0243] 将 2.20 克二氯桥二聚物 B、0.42 克 2-乙酰基-5-甲基吡咯、1.60 克碳酸钠和 50 毫升 2-乙氧基乙醇加入 200 毫升三口烧瓶中，用氩气置换，一边搅拌一边加热回流 16 小时。冷却至室温后，滤出固体，在得到的固体中加入二氯甲烷和水，用二氯甲烷萃取。有机层用无水硫酸钠干燥后，浓缩，经过 100 克硅胶柱色谱法精制后，得到了 1.60 克淡黄色固体。再经 3.6×10^{-6} Torr 真空度和 260°C 温度下升华处理后，得到了 1.38 克化合物 (A12)。利用 FD-MS 确认了其结构。其测定结果示出如下。

[0244] FD-MS : calcd.for $\text{C}_{29}\text{H}_{34}\text{IrN}_{30} = 623$, found, $m/z = 623(100)$ 。

[0245] 实施例 1

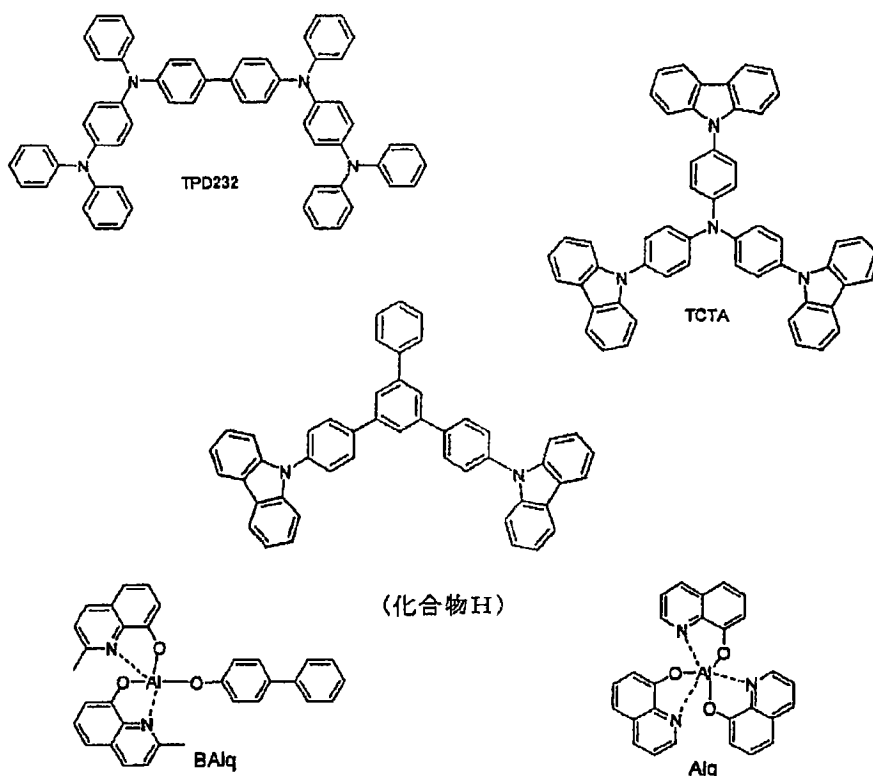
[0246] 元件制作实例 1

[0247] 将 $25\text{mm} \times 75\text{mm} \times 0.7\text{mm}$ 厚的带有 ITO 透明电极的玻璃基板在异丙醇中进行 5 分钟超声波洗涤后，进行 30 分钟 UV 臭氧洗涤。将洗涤后的带有透明电极的玻璃基板安装在真空蒸镀装置的基板支架上，首先在形成有透明电极的侧的面上将上述透明电极覆盖以厚度 85nm 成膜下记 TPD232。这种 TPD232 膜起着空穴注入层的作用。然后在此 TPD232 膜上使下记 4, 4', 4''-三(咔唑-9-基)三苯基胺 (TCTA) 以 10nm 膜厚成膜。这种 TCTA 膜起着空穴输送层的作用。进而在此 TCTA 膜上蒸镀膜厚 30nm 的下记化合物 (H) 作为主体材料，将发光层成膜。同时添加上记金属配位化合物 (A1) 作为磷光发光性的 Ir 金属配位化合物掺杂剂。发光层中金属配位化合物 (A1) 的浓度设定为 7.5 重量%。此膜起着发光层的作用。在此膜上使膜厚 25nm 的下记 BAlq 膜成膜。这种 BAlq 膜起着电子输送层的作用。此后在此膜上使膜厚 5nm 的下记 Alq 成膜。这种 Alq 膜起着电子注入层的作用。然后蒸镀 0.1nm 厚度的氟化锂，接着蒸镀 150nm 厚度的铝。这种 Al/LiF 起着阴极的作用。这样就制成了有机 EL 元件。

[0248] 将得到的元件封装后，进行了通电试验，在 6.8V 电压、 $0.59\text{mA}/\text{cm}^2$ 电流密度下，得到了发光亮度 $102\text{cd}/\text{m}^2$ 、CIE 色度 (0.17, 0.36) 的蓝绿色发光，发光效率为 $17.3\text{cd}/\text{A}$ 。

[0249] [化 37]

[0250]

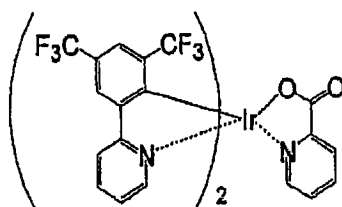


[0251] 对照例 1

[0252] 除代替 (A1) 使用化合物 D 作为掺杂剂以外, 与实施例 1 同样制作了元件。就此元件进行了通电试验, 在 7.5V 电压、0.80mA/cm² 电流密度下, 得到了发光亮度为 102cd/m²、CIE 色度 (0.18, 0.38) 的蓝绿色发光, 发光效率为 12.8cd/A。

[0253] [化 38]

[0254]



(化合物D)

[0255] 实施例 2

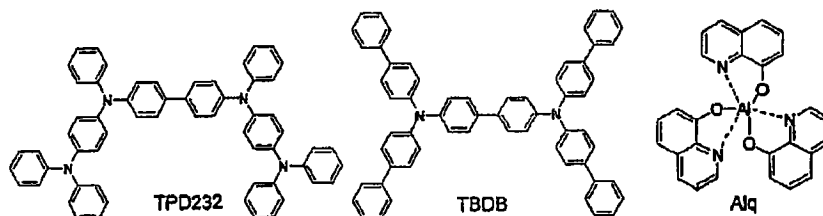
[0256] 元件制作实例 2

[0257] 将 25mm×75mm×0.7mm 厚的带有 ITO 透明电极的玻璃基板在异丙醇中进行 5 分钟超声波洗涤后, 进行 30 分钟 UV 臭氧洗涤。将洗涤后的带有透明电极的玻璃基板安装在真空蒸镀装置的基板支架上, 首先在形成有透明电极的侧的面上将上述透明电极覆盖以厚度 60nm 成膜下记 TPD232。这种 TPD232 膜起着空穴注入层的作用。形成了 TPD232 膜之后, 在该膜上以 30nm 膜厚成膜 TBDB。这种 TBDB 膜起着空穴输送层的作用。进而在此 TBDB 膜上以 (化合物 H) 作为主体材料蒸镀膜厚 30nm, 将发光层成膜。同时添加上记金属配位化合物 (A4) 作为磷光发光性的 Ir 金属配位化合物掺杂剂。发光层中上述金属配位化合物 (A4) 的浓度设定为 5 重量%。此膜起着发光层的作用。在此

膜上使膜厚 40nm 的 Alq 成膜。这种 Alq 膜起着电子注入层的作用。然后蒸镀 0.2nm 厚度的本身是碱金属卤化物的 LiF, 接着蒸镀 150nm 厚度的铝。这种 Al/LiF 起着阴极的作用。这样就制成了有机 EL 发光元件。就此元件进行了通电试验, 在 5.4V 电压、0.30mA/cm² 电流密度下, 得到了 105cd/m² 发光亮度的绿色发光, 色度坐标为 (0.30, 0.60), 发光效率为 35cd/A。

[0258] [化 39]

[0259]



[0260] 实施例 3

[0261] 元件的制作 3

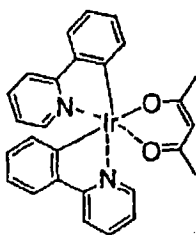
[0262] 除代替金属配位化合物 (A4) 而使用上记金属配位化合物 (A12) 作为发光层的 Ir 金属配位化合物掺杂剂以外, 与实施例 2 同样制作了有机 EL 元件。就此元件进行了通电试验, 结果在 5.6V 电压、0.27mA/cm² 电流密度下, 得到了 101cd/m² 发光亮度的绿色发光, 色度坐标为 (0.30, 0.59), 发光效率为 37cd/A。

[0263] 对照例 2

[0264] 除代替金属配位化合物 (A4) 而使用下记化合物 (D2) 作为发光层的 Ir 金属配位化合物掺杂剂以外, 与实施例 2 同样制作了有机 EL 元件。就此元件进行了通电试验, 结果在 5.7V 电压、0.33mA/cm² 电流密度下, 得到了 102cd/m² 亮度的绿色发光, 色度坐标为 (0.30, 0.63), 发光效率为 31cd/A。

[0265] [化 40]

[0266]



(化合物 D 2)

[0267] 综上所述, 通过采用导入了吡咯骨架的金属配位化合物作为掺杂剂配位体, 能够制成功率高而且具有耐热性的有机 EL 元件。

[0268] 产业上利用的可能性

[0269] 正如以上详细说明的那样, 采用了本发明的金属配位化合物的有机 EL 元件, 发光效率高, 可以作为有机 EL 元件的材料使用, 能够用于各种显示元件、显示器、背光灯、照明光源、标识、观察板、室内等领域, 特别适于彩色显示器的显示元件。