



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104871333 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 26

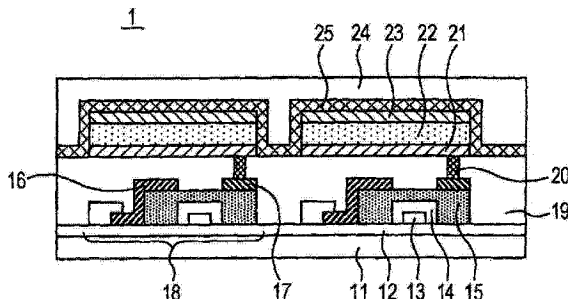
- (21) 申请号 201380067401. 2 C07F 3/02(2006. 01)
- (22) 申请日 2013. 12. 24 C07F 3/06(2006. 01)
- (30) 优先权数据 C07F 15/00(2006. 01)
2012-285621 2012. 12. 27 JP C09K 11/06(2006. 01)
- (85) PCT国际申请进入国家阶段日 G09F 9/30(2006. 01)
2015. 06. 23 H01L 27/32(2006. 01)
- (86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/085311 2013. 12. 24
- (87) PCT国际申请的公布数据
W02014/104387 EN 2014. 07. 03
- (71) 申请人 佳能株式会社
地址 日本东京
- (72) 发明人 镰谷淳 山田直树 小菅哲弥
堀内贵行 安部滋干 西出洋祐
宫下广和 岸野贤悟 齐藤章人
- (74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038
代理人 石宝忠
- (51) Int. Cl.
H01L 51/50(2006. 01)
C07F 3/00(2006. 01)

权利要求书4页 说明书40页 附图1页

(54) 发明名称
有机发光元件和显示装置

(57) 摘要

本发明提供具有高发光效率和长寿命的有机发光元件。该有机发光元件包括一对电极和设置在该对电极之间的有机化合物层,其中该有机化合物层包括具有特定结构的苯并[f]异喹啉作为配体的铱络合物和特定结构的金属络合物。

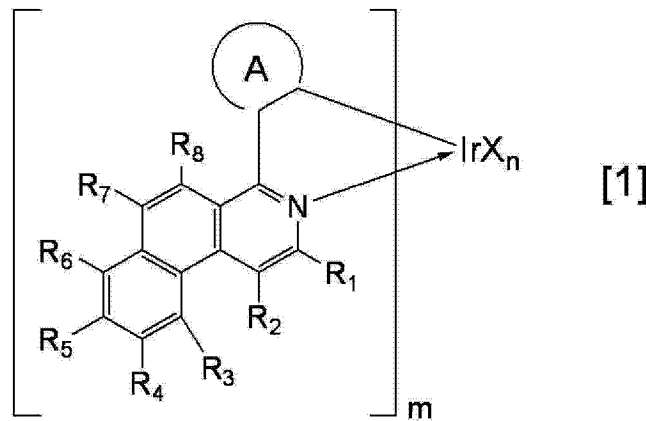


1. 有机发光元件,包括:

一对电极;和

设置在该对电极之间的有机化合物层,

其中该有机化合物层包括由下述通式 [1] 表示的铱络合物和由下述通式 [5] 表示的金属络合物:



式 [1] 中:

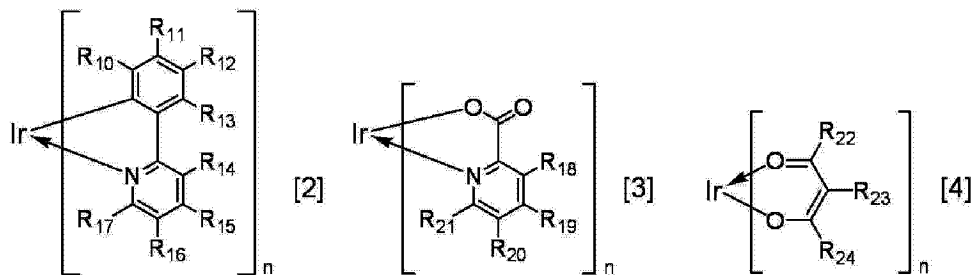
R_1 - R_8 各自表示氢原子、卤素原子、烷基、烷氧基、取代的氨基、取代或未取代的芳族烃基、或者取代或未取代的杂芳基;

m 表示 1-3 的整数和 n 表示 0-2 的整数,条件是 $m+n$ 等于 3;

环 A 包括取代或未取代的芳族基团,表示选自苯环、萘环、菲环、茚环、9,9-螺二茚环和蒽环中的环结构,并且与苯并 [f] 异喹啉骨架和 Ir 金属共价键合,并且环 A 可进一步具有取代基;

X 表示双齿配体;并且

部分结构 IrX_n 包括由下述通式 [2]-[4] 表示的结构中的任一个:



式 [2]-[4] 中, R_{10} - R_{24} 各自表示氢原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、烷氧基、芳氧基、芳烷基、取代的氨基、取代或未取代的芳族烃基、或者取代或未取代的杂芳基,并且 n 表示 2 时,由 R_{10} - R_{24} 的任一个表示的多个取代基可彼此相同或不同;

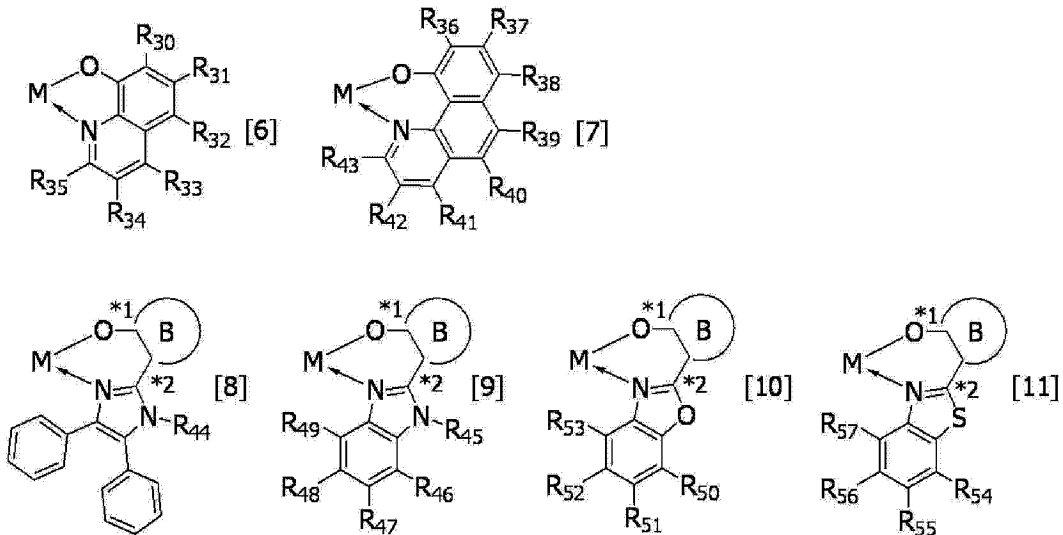
ML_2 [5]

式 [5] 中:

M 表示选自铍、镁和锌中的二价金属原子;

L 表示双齿配体;并且

M 表示铍或镁时,部分结构 ML 包括由下述通式 [6]-[11] 表示的结构中的任一个, M 表示锌时,部分结构 ML 包括由下述通式 [6]-[9] 表示的结构中的任一个:

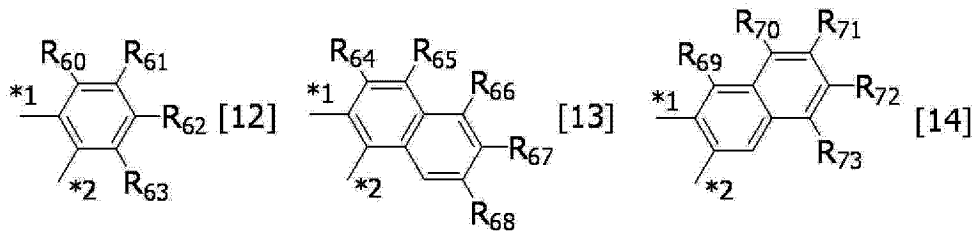


式 [6]-[11] 中, R_{30} - R_{57} 各自表示氢原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、烷氧基、取代的氨基、取代或未取代的芳族烃基、或者取代或未取代的杂芳基,

式 [8]-[11] 中:

环 B 包括由下述通式 [12]-[14] 表示的环结构中的任一个; 并且

*1 表示与氧原子的键合位置并且 *2 表示与杂环五元环骨架中的碳原子的键合位置:

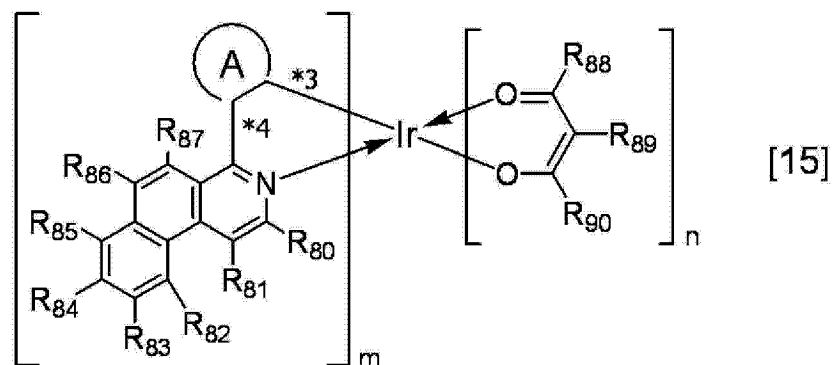


式 [12]-[14] 中, R_{60} - R_{73} 各自表示氢原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、烷氧基、取代的氨基、取代或未取代的芳族烃基、或者取代或未取代的杂芳基。

2. 根据权利要求 1 的有机发光元件, 其中 R_1 - R_8 、 R_{10} - R_{24} 、 R_{30} - R_{57} 和 R_{60} - R_{73} 各自表示氢原子、具有 1-4 个碳原子的烷基、或者可被具有 1-4 个碳原子的烷基取代的苯基。

3. 根据权利要求 1 或 2 的有机发光元件, 其中 m 表示 2 并且 n 表示 1。

4. 根据权利要求 1 或 2 的有机发光元件, 其中由通式 [1] 表示的络合物包括由下述通式 [15] 表示的化合物:



式 [15] 中:

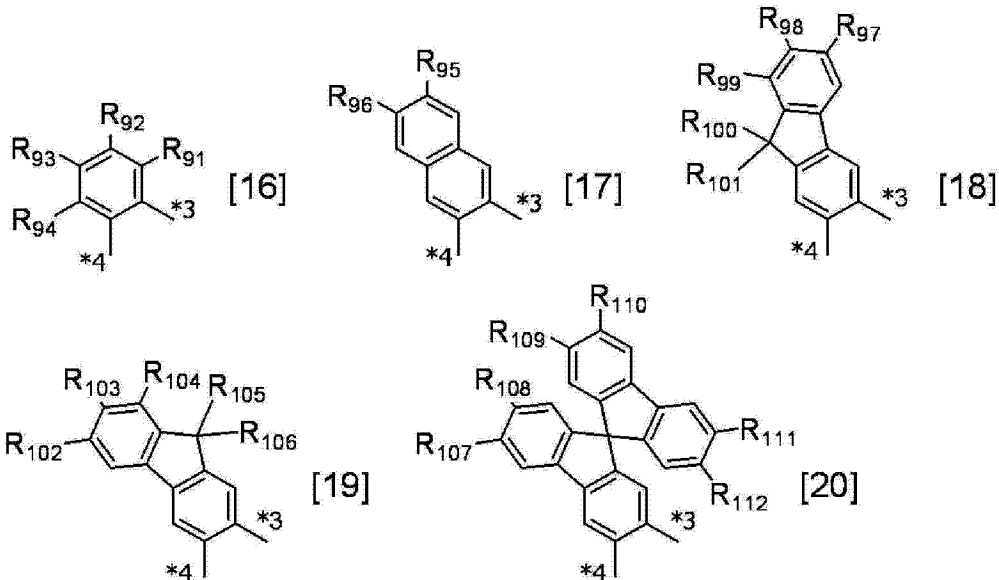
R_{80} - R_{90} 各自表示氢原子、卤素原子、烷基、烷氧基、取代的氨基、取代或未取代的芳族烃

基、或者取代或未取代的杂芳基；

m 表示 1-3 的整数并且 n 表示 0-2 的整数，条件是 m+n 等于 3；

*3 表示环 A 与 Ir 金属之间的键，并且 *4 表示环 A 与苯并 [f] 异喹啉骨架中的 1- 位的碳原子之间的键；并且

环 A 包括由下述通式 [16]-[20] 表示的结构中的任一个：



式 [16]-[20] 中：

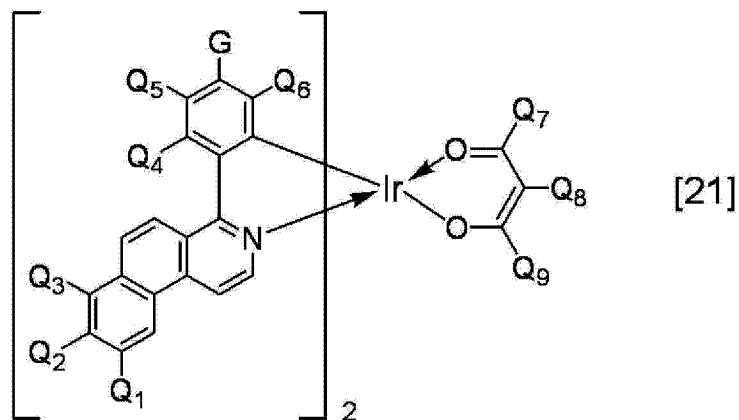
R₉₁-R₁₁₂各自表示氢原子、卤素原子、烷基、烷氧基、取代的氨基、取代或未取代的芳族烷基、或者取代或未取代的杂芳基；和

*3 表示与 Ir 金属的键合位置和 *4 表示与苯并 [f] 异喹啉骨架中的 1- 位的碳原子的键合位置。

5. 根据权利要求 3 的有机发光元件，其中该环 A 包括由通式 [16] 表示的结构。

6. 根据权利要求 4 或 5 的有机发光元件，其中 R₈₀-R₉₀和 R₉₁-R₁₁₂各自表示氢原子、具有 1-4 个碳原子的烷基、或者可被具有 1-4 个碳原子的烷基取代的苯基。

7. 根据权利要求 1-6 的任一项的有机发光元件，其中由通式 [1] 表示的铱络合物包括由下述通式 [21] 表示的铱络合物：



式 [21] 中：

Q₁-Q₉各自表示氢原子、卤素原子、烷基、烷氧基、三氟甲基、或氰基；并且

G 表示氢原子、卤素原子、烷基、烷氧基、三氟甲基、氰基、或者取代或未取代的苯基。

8. 根据权利要求 7 的有机发光元件,其中 Q_1-Q_9 各自表示氢原子、具有 1-4 个碳原子的烷基、或者可被具有 1-4 个碳原子的烷基取代的苯基。

9. 根据权利要求 1-8 的任一项的有机发光元件,其中:

该有机化合物层包括发光层,该发光层包括主体和客体;

该客体包括由通式 [1] 表示的铷络合物;并且

该主体包括由通式 [5] 表示的金属络合物。

10. 根据权利要求 9 的有机发光元件,其中该有机化合物层还包括不同于该主体和该客体的辅助材料。

11. 根据权利要求 10 的有机发光元件,其中该辅助材料包括铷络合物。

12. 根据权利要求 1-11 的任一项的有机发光元件,其中该有机发光元件发红光。

13. 显示装置,包括多个像素,其中该像素各自具有根据权利要求 1-12 的任一项的有机发光元件和与该有机发光元件连接的有源元件。

14. 信息处理装置,包括:

用于显示图像的显示部;和

用于输入图像信息的输入部,

其中该显示部包括根据权利要求 13 的显示装置。

15. 照明装置,包括:

根据权利要求 1-12 的任一项的有机发光元件;和

与该有机发光元件连接的 AC/DC 变换器电路。

16. 根据权利要求 13 的显示装置,其中该有源元件的电极由透明氧化物半导体形成。

17. 成像装置,包括:

感光部件;

用于使该感光部件的表面带电的带电单元;

用于将该感光部件曝光以形成静电潜像的曝光单元;和

使该感光部件的表面上形成的静电潜像显像的显像单元,

其中该曝光单元包括根据权利要求 1-12 的任一项的有机发光元件。

18. 用于对感光部件曝光的曝光装置,包括多个根据权利要求 1-12 的任一项的有机发光元件,其中配置该有机发光元件以沿预定的方向形成列。

有机发光元件和显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及有机发光元件和显示装置。

背景技术

[0002] 有机发光元件（也称为“有机电致发光元件”或“有机 EL 元件”）是包括一对电极以及设置在该对电极之间的有机化合物层的电子元件。从该对电极注入电子和空穴，然后电子和空穴在有机化合物层中再结合以产生发光有机化合物的激子。在激子返回其基态时有机发光元件发光。

[0003] 有机发光元件的最近的发展是显著的并且开发的元件具有例如下述特征。发光元件能够以低电压驱动，发出具有各种波长的光束，具有高速响应性，并且能够在厚度和重量上减小。

[0004] 顺便提及，适合有机发光元件的化合物的开发目前为止积极地进行。这是因为具有优异的元件寿命特性的化合物的开发对于提供高性能有机发光元件重要。

[0005] 在目前为止开发的化合物中包括用作磷光发光材料的有机金属络合物。有机金属络合物具体地为例如 PTL 1 中记载的铱络合物。此外，用作有机发光元件的构成材料的金属络合物的另一实例是 PTL 2 中记载的金属络合物。同时，PTL 3 或 PTL 4 中公开的金属络合物可作为与铱络合物一起作为主体引入发光层中的金属络合物利用。

[0006] 引用列表

[0007] 专利文献

[0008] PTL 1：日本专利申请公开 No. 2009-114137

[0009] PTL 2：日本专利 No. 3760508

[0010] PTL 3：日本专利申请公开 No. 2009-152568

[0011] PTL 4：日本专利申请公开 No. 2009-218571

[0012] PTL 5：国际公开 No. 2010/028151

[0013] 非专利文献

[0014] NPL 1：J. Org. Chem. (2001)，第 66 卷，8042-8051, Org. Lett.，第 7 卷，No. 18, 2005

[0015] NPL 2：Org. Lett.，第 7 卷，No. 23, 2005

[0016] NPL 3：Chimica Therapeutica(1971)，第 6(1) 卷，48-9, J. Org. Chem. (1958)，第 23268-71 卷

发明内容

[0017] 问题的解决方案

[0018] 根据本发明的一个实施方案，提供有机发光元件，包括：

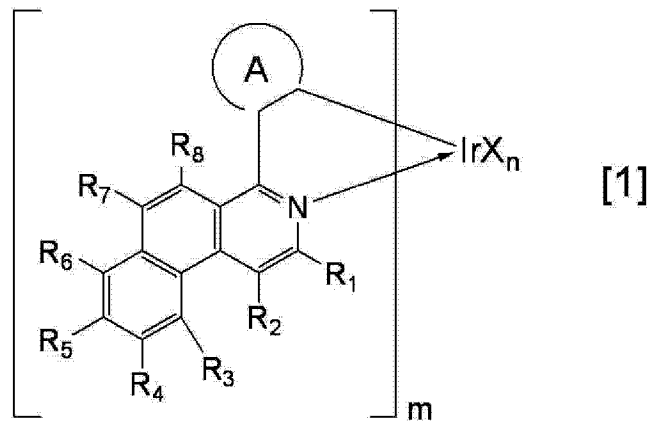
[0019] 一对电极；和

[0020] 设置在该对电极之间的有机化合物层，

[0021] 其中该有机化合物层包括由下述通式 [1] 表示的铱络合物和由下述通式 [5] 表示

的金属络合物。

[0022]



[0023] 式 [1] 中, R_1 - R_8 各自表示氢原子、卤素原子、烷基、烷氧基、取代的氨基、取代或未取代的芳族烃基、或者取代或未取代的杂芳基。

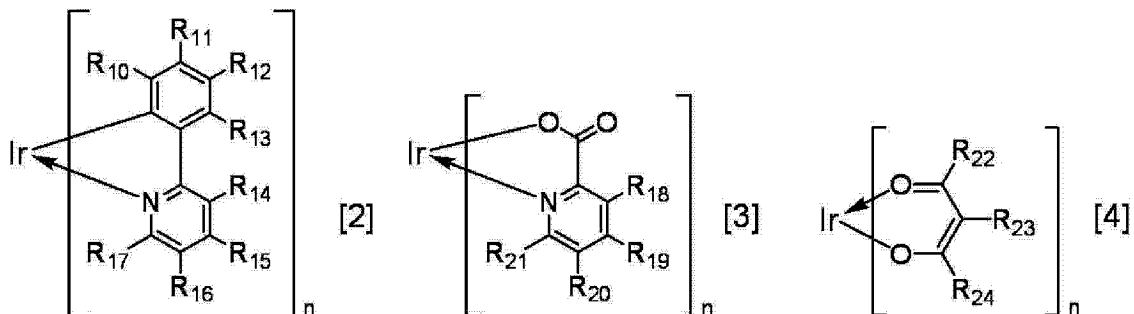
[0024] m 表示 1-3 的整数并且 n 表示 0-2 的整数, 条件是 $m+n$ 等于 3。

[0025] 环 A 包括取代或未取代的芳族基团, 表示选自苯环、萘环、菲环、芴环、9,9-螺二芴环和蒹环中的环结构, 并且与苯并 [f] 异喹啉骨架和 Ir 金属共价键合, 环 A 可还具有取代基。

[0026] X 表示双齿配体。

[0027] 部分结构 IrX_n 包括由下述通式 [2]-[4] 表示的结构中的任一个。

[0028]



[0029] 式 [2]-[4] 中, R_{10} - R_{24} 各自表示氢原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、烷氧基、芳氧基、芳烷基、取代的氨基、取代或未取代的芳族烃基、或者取代或未取代的杂芳基, 并且 n 表示 2 时, 由 R_{10} - R_{24} 的任一个表示的多个取代基可彼此相同或不同。

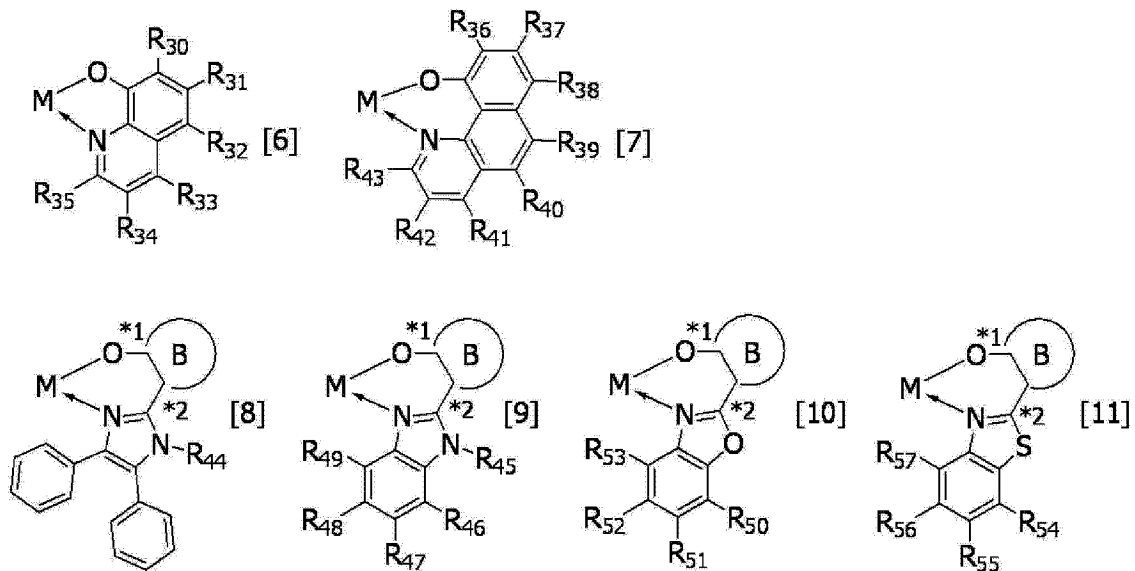
[0030] ML_2 [5]

[0031] 式 [5] 中, M 表示选自铍、镁和锌中的二价金属原子。

[0032] L 表示双齿配体。

[0033] M 表示铍或镁时, 部分结构 ML 包括由下述通式 [6]-[11] 表示的结构的一个, M 表示锌时, 部分结构 ML 包括由下述通式 [6]-[9] 表示的结构的一个。

[0034]

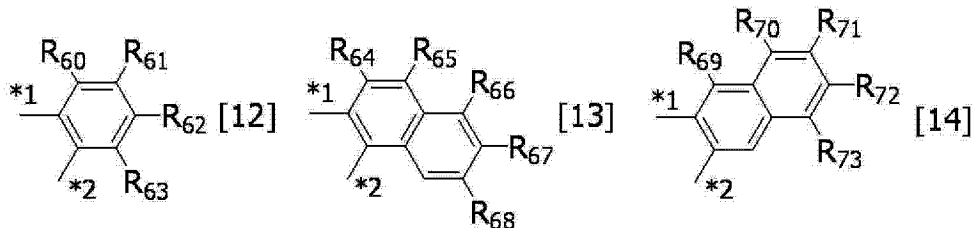


[0035] 式 [6]-[11] 中, R_{30} - R_{57} 各自表示氢原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、烷氧基、取代的氨基、取代或未取代的芳族烃基、或者取代或未取代的杂芳基。

[0036] 式 [8]-[11] 中, 环 B 包括由下述通式 [12]-[14] 表示的环结构的任一个。

[0037] *1 表示与氧原子的键合位置和 *2 表示与杂环五元环骨架中的碳原子的键合位置。

[0038]



[0039] 式 [12]-[14] 中, R_{60} - R_{73} 各自表示氢原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、烷氧基、取代的氨基、取代或未取代的芳族烃基、或者取代或未取代的杂芳基。

[0040] 由以下参照附图对例示实施方案的说明, 本发明进一步的特征将变得清楚。

附图说明

[0041] 图 1 是表示包括根据本发明的实施方案的有机发光元件和与该有机发光元件连接的有源元件 (active element) 的显示装置的实例的截面示意图。

具体实施方式

[0042] PTL 1 例示锌络合物作为与磷光发光材料一起引入发光层中的主体。但是, 该锌络合物自身具有低发光效率。此外, PTL 2 中记载的金属络合物尚未用作与磷光发光材料一起引入发光层中的主体。此外, 通过将 PTL 3 或 PTL 4 中公开的金属络合物作为主体引入其发光层中而得到的有机发光元件的发光效率也低。

[0043] 因此, PTL 1-4 中公开的有机发光元件都未能获得高发光效率和高寿命特性。

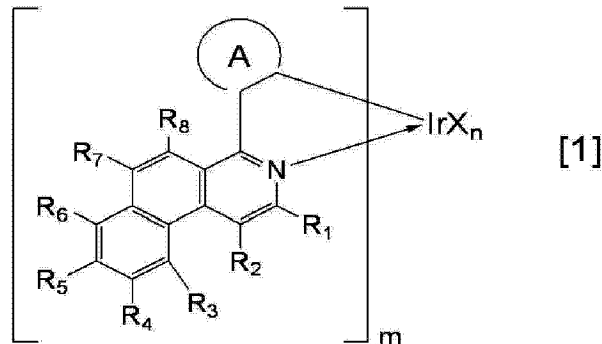
[0044] 本发明为了解决这些问题而完成, 本发明的目的在于提供具有高发光效率和长寿命的有机发光元件。

[0045] 以下对本发明详细说明。

[0046] (1) 有机发光元件

[0047] 本发明的有机发光元件是下述发光元件,至少包括:作为彼此相对的一对电极的阳极和阴极;和设置在该对电极之间的有机化合物层。此外,本发明的有机发光元件在该有机化合物层中包括由下述通式 [1] 表示的铱络合物和由下述通式 [5] 表示的金属络合物。

[0048]



[0049] ML_2 [5]

[0050] 有关由通式 [1] 表示的铱络合物和由通式 [5] 表示的金属络合物的详细情况将后述。

[0051] 本发明的有机发光元件的元件构成为例如通过在基板上依次层叠下述构成 (1)-(6) 的每一个中所述的电极层和有机化合物层而得到的多层型元件构成。应指出地是,在各个元件构成中,有机化合物层必须包括包含发光材料的发光层。

[0052] (1) 阳极 / 发光层 / 阴极

[0053] (2) 阳极 / 空穴传输层 / 发光层 / 电子传输层 / 阴极

[0054] (3) 阳极 / 空穴传输层 / 发光层 / 电子传输层 / 电子注入层 / 阴极

[0055] (4) 阳极 / 空穴注入层 / 空穴传输层 / 发光层 / 电子传输层 / 阴极

[0056] (5) 阳极 / 空穴注入层 / 空穴传输层 / 发光层 / 电子传输层 / 电子注入层 / 阴极

[0057] (6) 阳极 / 空穴传输层 / 电子阻挡层 / 发光层 / 空穴阻挡层 / 电子传输层 / 阴极

[0058] 应指出地是,这些元件构成例只是非常基本的元件构成并且本发明的有机发光元件的元件构成并不限于此。

[0059] 例如,下述各种层构成均能够采用:在电极与有机化合物层之间的界面处设置绝缘层、粘合层或干涉层,电子传输层或空穴传输层由具有不同电离电位的两层构成,或者发光层由包括不同发光材料的两层构成。

[0060] 本发明中,根据将从发光层输出的光取出的实施方案(元件构成)可以是所谓的底部发射型,其中将光从更靠近基板的一侧的电极取出,或者可以是所谓的顶部发射型,其中将光从基板的相反侧取出。此外,能够采用双面取出型,其中将光从更靠近基板的一侧和基板的相反侧两者取出。

[0061] 元件构成 (1)-(6) 中,由于构成包括电子阻挡层和空穴阻挡层两者,因此优选构成 (6)。换言之,包括电子阻挡层和空穴阻挡层的构成 (6) 提供不引起任何载流子泄漏并且具有高发光效率的有机发光元件,原因在于能够可靠地将两种载流子即空穴和电子捕集在发光层中。

[0062] 本发明的有机发光元件中,优选将由通式 [1] 表示的铱络合物和由通式 [5] 表示的金属络合物引入有机化合物层中的发光层中。这种情况下,发光层至少包括由通式 [1] 表示的铱络合物和由通式 [5] 表示的金属络合物。这种情形下引入发光层中的化合物的用途取决于它们在发光层中的含有浓度而改变。具体地,取决于它们在发光层中的含有浓度,将化合物分类为主要成分和次要成分。

[0063] 用作主要成分的化合物是引入发光层中的化合物组中具有最大重量比(含有浓度)的化合物并且是也称为主体的化合物。此外,主体是发光层中作为发光材料周围的基体存在的化合物,并且是主要负责将载流子传输到发光材料并且将激发能量给予发光材料的化合物。

[0064] 此外,用作次要成分的化合物是主要成分以外的化合物并且取决于化合物的功能,能够称为客体(掺杂剂)、发光辅助材料或电荷注入材料。作为次要成分中的一种的客体是发光层中负责主要发光的化合物(发光材料)。作为次要成分中的一种的发光辅助材料是辅助客体的发光的化合物并且是发光层中具有比主体小的重量比(含有浓度)的化合物。由于其功能,发光辅助材料也称为第二主体。

[0065] 相对于主体的客体的浓度为 0.01wt% -50wt%,优选为 0.1wt% -20wt%,基于发光层的构成材料的总量。从防止浓度猝灭的观点出发,客体的浓度特别优选为 10wt% 以下。

[0066] 本发明中,客体可均匀地引入到主体用作基体的层的全体中,或者可引入以具有浓度梯度。此外,客体可部分地引入发光层中的特定区域中以使该层成为具有不含客体且只由主体形成的区域的层。

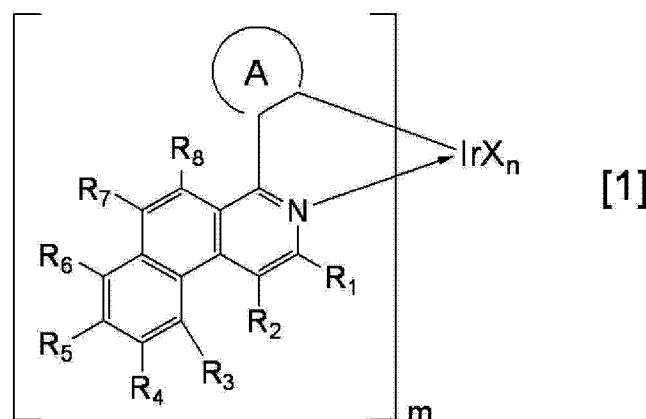
[0067] 本发明中,优选以下方面:将由通式 [1] 表示的铱络合物和由通式 [5] 表示的金属络合物两者分别作为客体和主体引入发光层中。这种情况下,除了由通式 [1] 表示的铱络合物以外,可将其他磷光发光材料进一步引入发光层中以辅助激子或载流子的传输。

[0068] 此外,可进一步将不同于由通式 [5] 表示的金属络合物的化合物作为第二主体引入发光层中以辅助激子或载流子的传输。本发明中,(发光)辅助材料优选为铱络合物,条件是用作(发光)辅助材料的铱络合物是由通式 [1] 表示的铱络合物以外的铱络合物。

[0069] (2) 铱络合物

[0070] 接下来,对本发明的有机发光元件的一种构成材料的铱络合物进行说明。作为本发明的有机发光元件的一种构成材料的铱络合物是由下述通式 [1] 表示的化合物。

[0071]



[0072] 式 [1] 中, R_1 - R_8 各自表示氢原子、卤素原子、烷基、烷氧基、芳氧基、三氟甲基、氰

基、取代或未取代的芳族烃基、或者取代或未取代的杂芳基。

[0073] 由 R_1 - R_8 的任一个表示的卤素原子的具体实例包括氟、氯、溴和碘原子。

[0074] 由 R_1 - R_8 的任一个表示的烷基优选为具有 1-6 个碳原子的烷基。具有 1-6 个碳原子的烷基的具体实例包括甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、正戊基、异戊基、叔戊基、新戊基、正己基和环己基。应指出地是，烷基中的部分或全部氢原子可被氟原子取代，如三氟甲基等中那样。这些烷基中，特别优选甲基或叔丁基。

[0075] 由 R_1 - R_8 的任一个表示的烷氧基的具体实例包括，但当然并不限于，甲氧基、乙氧基、异丙氧基、正丁氧基、叔丁氧基、2-乙基-辛氧基和苄氧基。这些烷氧基中，优选甲氧基或乙氧基。

[0076] 由 R_1 - R_8 的任一个表示的芳族烃基的具体实例包括，但当然并不限于，苯基、萘基、菲基、蒽基、芴基、联苯撑基 (biphenylenyl group)、茚烯基、**蒾**基、茈基、苯并 [9, 10] 菲基、茈基、荧蒽基、茈基、并四苯基、联苯基和三联苯基。这些芳族烃基中，优选苯基、萘基、芴基或联苯基，更优选苯基。

[0077] 由 R_1 - R_8 的任一个表示的杂芳基的具体实例包括，但当然并不限于，噻吩基、吡咯基、吡嗪基、吡啶基、吡啶基、吡啶基、喹啉基、异喹啉基、喹啉基、吡啶基、菲咯啉基、咪唑基、苯并 [a] 咪唑基、苯并 [b] 咪唑基、苯并 [c] 咪唑基、吩嗪基、吩噻嗪基、吩噻嗪基、苯并噻吩基、二苯并噻吩基、苯并呋喃基、二苯并呋喃基、噁唑基和噁二唑基。

[0078] 由 R_1 - R_8 表示的芳族烃基和杂芳基可各自进一步具有取代基。其具体实例包括：烷基例如甲基、乙基和丙基；芳烷基例如苄基；芳基例如苯基、联苯基和四 (9, 9-二甲基芴) 基团；杂环基团例如吡啶基和吡咯基；氨基基团例如二甲基氨基、二乙基氨基、二苄基氨基、二苯基氨基和二 (甲苯基) 氨基；烷氧基例如甲氧基、乙氧基和丙氧基；芳氧基例如苯氧基；卤素原子例如氟、氯、溴和碘原子；和氰基。

[0079] 式 [1] 中， m 表示 1-3 的整数和 n 表示 0-2 的整数，条件是 $m+n$ 等于 3。

[0080] 式 [1] 中，环 A 表示选自苯环、萘环、芴环、菲环、9, 9-螺二芴环和**蒾**环中的环结构。分别用共价键将环 A 与苯并 [f] 异喹啉骨架和 Ir 金属键合。

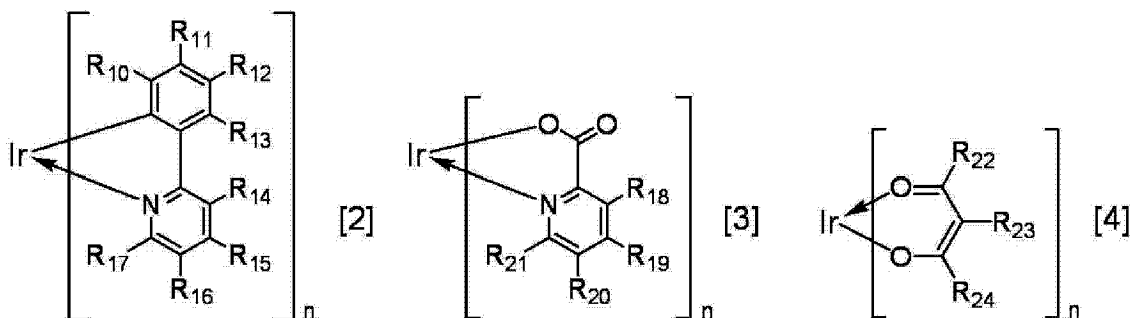
[0081] 应指出地是，环 A 可进一步具有取代基。其具体实例包括：烷基例如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、正戊基、异戊基、叔戊基、新戊基、正己基和环己基；卤素原子，其选自氟、氯、溴和碘原子；烷氧基例如甲氧基、乙氧基、异丙氧基、正丁氧基和叔丁氧基；芳氧基例如苯氧基、4-叔-丁基苯氧基和噻吩氧基；取代的氨基例如 N-甲基氨基、N-乙基氨基、N,N-二甲基氨基、N,N-二乙基氨基、N-甲基-N-乙基氨基、N-苄基氨基、N-甲基-N-苄基氨基、N,N-二苄基氨基、苯胺基、N,N-二苯基氨基、N,N-二萘基氨基、N,N-二芴基氨基、N-苯基-N-甲苯基氨基、N,N-二 (甲苯基) 氨基、N-甲基-N-苯基氨基、N,N-二茴香醚基氨基、N-**莱**基-N-苯基氨基、N,N-二**莱**基氨基、N-苯基-N-(4-叔-丁基苯基) 氨基和 N-苯基-N-(4-三氟甲基苯基) 氨基；芳族烃基例如苯基、萘基、菲基、蒽基、芴基、联苯撑基、茚烯基、**蒾**基、茈基、苯并 [9, 10] 菲基、茈基、荧蒽基、茈基、并四苯基、联苯基、三联苯基、二甲基苯基、叔丁基苯基、氰基苯基、三氟甲基苯基和甲氧基苯基；杂芳基例如噻吩基、吡咯基、吡嗪基、吡啶基、吡啶基、喹啉基、异喹啉基、喹啉基、吡啶基、菲咯啉基、咪唑基、苯并 [a] 咪唑基、苯并 [b] 咪唑基、苯并 [c] 咪唑基、吩嗪基、吩噻嗪基、吩噻嗪

基、苯并噻吩基、二苯并噻吩基、苯并呋喃基、二苯并呋喃基、噁唑基、噁二唑基和二甲基吡啶基；氰基；和三氟甲基。

[0082] 式 [1] 中, R_1 - R_8 各自优选地表示氢原子、具有 1-4 个碳原子的烷基、或者可被具有 1-4 个碳原子的烷基取代的苯基。

[0083] 式 [1] 中, X 表示双齿配体。本发明中, 包括 X 的络合物的部分结构 IrX_n 具体地为由下述通式 [2]-[4] 表示的结构中的任一个。

[0084]



[0085] 式 [2]-[4] 中, R_{10} - R_{24} 各自表示氢原子、卤素原子、烷基、烷氧基、三氟甲基、氰基、取代或未取代的芳族烃基、或者取代或未取代的杂芳基。

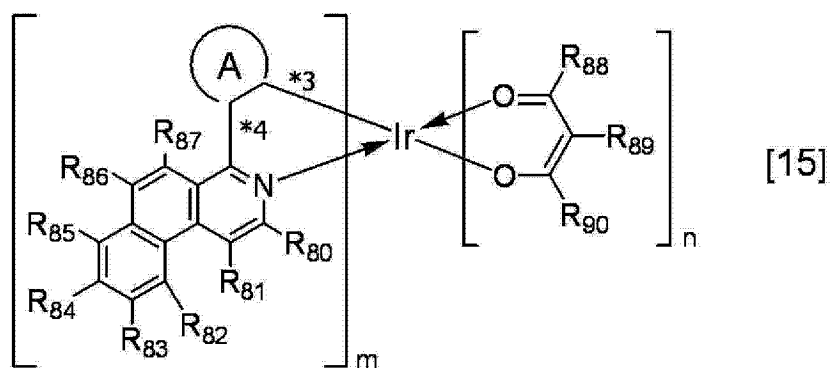
[0086] 由 R_{10} - R_{24} 表示的卤素原子、烷基、烷氧基、三氟甲基、氰基、芳族烃基和杂芳基的具体实例与通式 [1] 中的 R_1 - R_8 中的具体实例相同。此外, 由 R_{10} - R_{24} 的任一个表示的取代基为芳族烃基或杂芳基时, 该取代基可进一步具有的取代基的具体实例与通式 [1] 中的 R_1 - R_8 中的具体实例相同。

[0087] 式 [2]-[4] 的任一个中表示的取代基, 即, R_{10} - R_{24} 的任一个优选表示氢原子、具有 1-4 个碳原子的烷基、或者可被具有 1-4 个碳原子的烷基取代的苯基。

[0088] 由通式 [1] 表示的铱络合物中, m 优选地表示 2 并且 n 优选地表示 1。

[0089] 此外, 由通式 [1] 表示的铱络合物优选为由下述通式 [15] 表示的铱络合物。

[0090]



[0091] 式 [15] 中, R_{80} - R_{90} 各自表示氢原子、卤素原子、烷基、烷氧基、三氟甲基、氰基、取代或未取代的芳族烃基、或者取代或未取代的杂芳基。

[0092] 由 R_{80} - R_{90} 表示的卤素原子、烷基、烷氧基、三氟甲基、氰基、芳族烃基和杂芳基的具体实例与通式 [1] 中的 R_1 - R_8 的具体实例相同。此外, 由 R_{80} - R_{90} 的任一个表示的取代基为芳族烃基或杂芳基时, 芳族烃基和杂芳基可各自进一步具有的取代基的具体实例与通式 [1] 中的 R_1 - R_8 的具体实例相同。

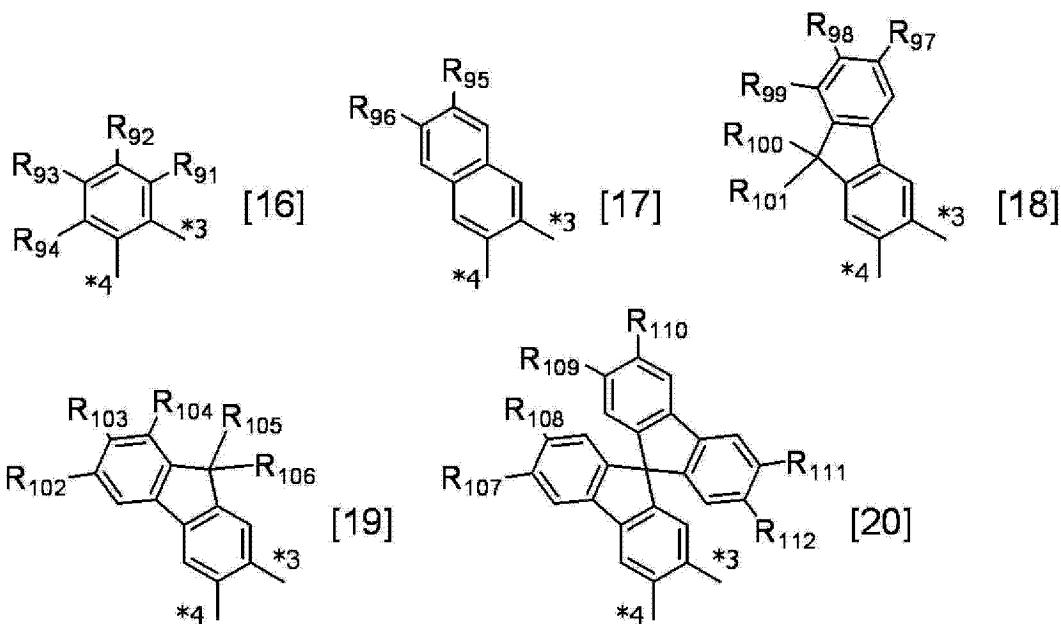
[0093] 式 [15] 中表示的取代基,即, R_{80} - R_{90} 各自优选表示氢原子、具有 1-4 个碳原子的烷基、或者可被具有 1-4 个碳原子的烷基取代的苯基。

[0094] 式 [15] 中, m 表示 1-3 的整数和 n 表示 0-2 的整数,条件是 $m+n$ 等于 3。

[0095] 式 [15] 中, *3 表示环 A 与 Ir 金属之间的键并且 *4 表示环 A 与苯并 [f] 异喹啉骨架的 1- 位的碳原子之间的键。

[0096] 式 [15] 中,环 A 是取代或未取代的芳族环,具体地是由下述通式 [16]-[20] 的任一个表示的部分结构,优选为由通式 [16] 表示的结构。

[0097]



[0098] 式 [16]-[20] 中, R_{91} - R_{112} 各自表示氢原子、卤素原子、烷基、烷氧基、三氟甲基、氰基、取代或未取代的芳族烃基、或者取代或未取代的杂芳基。

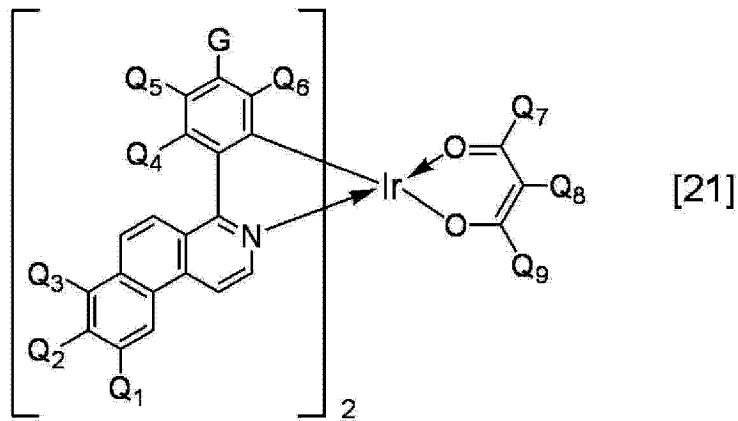
[0099] 由 R_{91} - R_{112} 表示的卤素原子、烷基、烷氧基、三氟甲基、氰基、芳族烃基和杂芳基的具体实例与通式 [1] 中 R_1 - R_8 的具体实例相同。此外,由 R_{91} - R_{112} 的任一个表示的取代基为芳族烃基或杂芳基时,该取代基可进一步具有的取代基的具体实例与通式 [1] 中 R_1 - R_8 的具体实例相同。

[0100] 式 [16]-[20] 的任一个中表示的取代基,即, R_{91} - R_{112} 的任一个优选表示氢原子、具有 1-4 个碳原子的烷基、或者可被具有 1-4 个碳原子的烷基取代的苯基。

[0101] 式 [16]-[20] 中,*3 表示与 Ir 金属的键合位置并且 *4 表示与苯并 [f] 异喹啉骨架中 1- 位的碳原子的键合位置。

[0102] 此外,由通式 [1] 表示的铱络合物特别优选为由下述通式 [21] 表示的铱络合物。

[0103]



[0104] 式 [21] 中, Q_1-Q_9 各自表示氢原子、卤素原子、烷基、烷氧基、三氟甲基、或氰基。由 Q_1-Q_9 表示的卤素原子、烷基和烷氧基的具体实例与通式 [1] 中的 R_1-R_8 中的具体实例相同。

[0105] 式 [21] 中表示的取代基, 即, Q_1-Q_9 各自优选表示氢原子、具有 1-4 个碳原子的烷基、或者可被具有 1-4 个碳原子的烷基取代的苯基。

[0106] 式 [21] 中, G 表示氢原子、卤素原子、烷基、烷氧基、三氟甲基、氰基、或者取代或未取代的苯基。由 G 表示的卤素原子、烷基和烷氧基、以及由 G 表示的苯基可进一步具有的取代基的具体实例与通式 [1] 中 R_1-R_8 中的具体实例相同。

[0107] 顺便提及, 通过对其基本骨架设置特定的取代基, 能够适当地使引入本发明的有机发光元件中的化合物 (如果无其他化合物), 具体地, 该铱络合物和后述的金属络合物各自的发光波长、带隙和 HOMO-LUMO 改变。应指出地是, 设置过大数目的取代基降低其升华性。

[0108] 从上述观点出发, 特别是当通式 [1] 中的 R_1-R_8 的任一个设置有取代基时, 该取代基优选为具有 100 以下的分子量的取代基例如具有 1-6 个碳原子的烷基、甲氧基、乙氧基、苯基、吡啶基、氟基或氰基。

[0109] (3) 用作主体的金属络合物

[0110] 接下来, 对本发明的有机发光元件中发光层的主体使用的金属络合物进行说明。引入本发明的有机发光元件的用作主体的金属络合物具体地是由下述通式 [5] 表示的化合物。

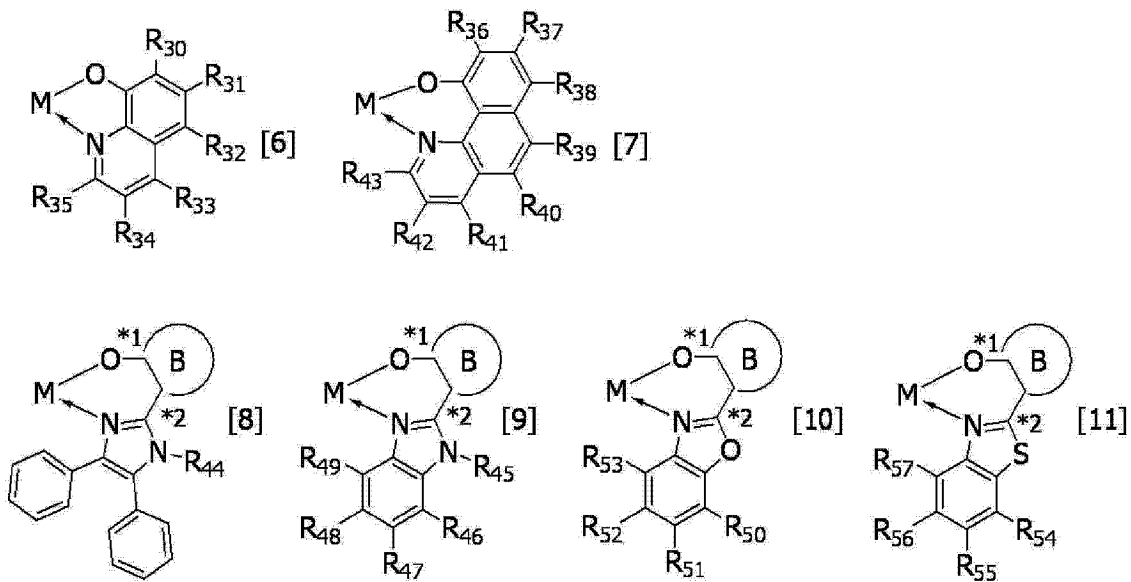
[0111] ML_2 [5]

[0112] 式 [5] 中, M 表示选自铍、镁和锌的二价金属原子。

[0113] L 表示双齿配体。

[0114] M 表示铍或镁时, 部分结构 ML 为由下述通式 [6]-[11] 表示的结构中的任一个。此外, M 表示锌时, 部分结构 ML 为由下述通式 [6]-[9] 表示的结构中的任一个。

[0115]



[0116] 式 [6]-[11] 中, R_{30} - R_{57} 各自表示氢原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、烷氧基、芳氧基、芳烷基、取代的氨基、取代或未取代的芳族烃基、或者取代或未取代的杂芳基。

[0117] 由 R_{30} - R_{57} 的任一个表示的卤素原子的具体实例包括氟、氯、溴和碘原子。

[0118] 由 R_{30} - R_{57} 的任一个表示的烷基优选为具有 1-6 个碳原子的烷基。具有 1-6 个碳原子的烷基的具体实例包括甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、正戊基、异戊基、叔戊基、新戊基、正己基和环己基。这些烷基中, 特别优选甲基或叔丁基。

[0119] 由 R_{30} - R_{57} 的任一个表示的烷氧基的具体实例包括, 但当然并不限于, 甲氧基、乙氧基、异丙氧基、正丁氧基、叔丁氧基、2-乙基-辛氧基和苄氧基。这些烷氧基中, 优选甲氧基或乙氧基。

[0120] 由 R_{30} - R_{57} 的任一个表示的芳氧基的实例包括, 但当然并不限于, 苯氧基、4-叔-丁基苯氧基和噻吩氧基。

[0121] 由 R_{30} - R_{57} 的任一个表示的芳烷基的实例是, 但当然并不限于, 苄基。

[0122] 由 R_{30} - R_{57} 的任一个表示的取代的氨基的实例包括 N-甲基氨基、N-乙基氨基、N,N-二甲基氨基、N,N-二乙基氨基、N-甲基-N-乙基氨基、N-苄基氨基、N-甲基-N-苄基氨基、N,N-二苄基氨基、苯胺基、N,N-二苯基氨基、N,N-二萘基氨基、N,N-二苈基氨基、N-苄基-N-甲苯基氨基、N,N-二(甲苯基)氨基、N-甲基-N-苯基氨基、N,N-二(茴香醚基)氨基、N-**菜**基-N-苯基氨基、N,N-二**菜**基氨基、N-苄基-N-(4-叔-丁基苄基)氨基和 N-苄基-N-(4-三氟甲基苄基)氨基。

[0123] 由 R_{30} - R_{57} 的任一个表示的芳族烃基的具体实例包括, 但当然并不限于, 苯基、萘基、菲基、蒽基、苈基、联苯撑基、萘烯基、**蒎**基、芘基、苯并 [9, 10] 菲基、苈基、荧蒽基、芘基、并四苯基、联苯基和三联苯基。这些芳族烃基中, 优选苯基、萘基、苈基或联苯基, 更优选苯基。

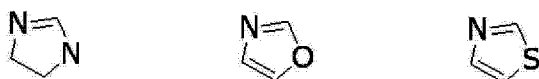
[0124] 由 R_{30} - R_{57} 的任一个表示的杂芳基的具体实例包括, 但当然并不限于, 噻吩基、吡咯基、吡嗪基、吡啶基、吡啶基、喹啉基、异喹啉基、萘啶基、吡啶基、菲咯啉基、咪唑基、苯并 [a] 咪唑基、苯并 [b] 咪唑基、苯并 [c] 咪唑基、吩嗪基、吩噻嗪基、吩噻嗪基、苯并噻吩基、二苯并噻吩基、苯并咪唑基、二苯并咪唑基、噻唑基和噻二唑基。

[0125] 烷基、芳基、杂环基团各自可进一步具有的取代基的实例包括：烷基例如甲基、乙基和丙基；芳烷基例如苄基；芳基例如苯基、联苯基和四(9,9-二甲基芴基)基团；杂环基团例如吡啶基和吡咯基；氨基基团例如二甲基氨基、二乙基氨基、二苄基氨基、二苯基氨基和二(甲苯基)氨基；烷氧基例如甲氧基、乙氧基和丙氧基；芳氧基例如苯氧基；卤素原子例如氟、氯、溴和碘原子；和氰基。

[0126] 式 [6]-[11] 的任一个中表示的取代基,即, R_{30} - R_{57} 各自优选地表示氢原子、具有 1-4 个碳原子的烷基、或者可被具有 1-4 个碳原子的烷基取代的苯基。

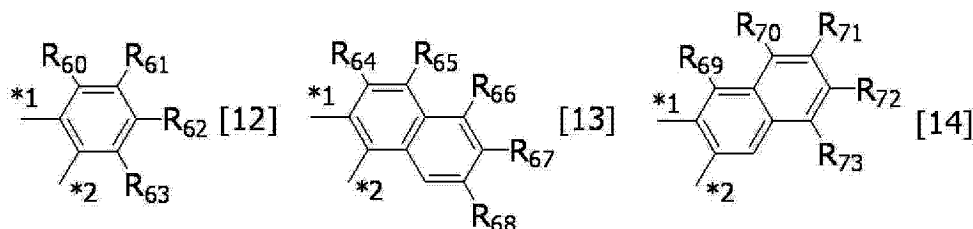
[0127] 式 [8]-[11] 中,*1 表示与氧原子的键合位置和 *2 表示与在如下所示的杂环五元环骨架中的杂原子之间夹持的碳原子的键合位置。

[0128]



[0129] 式 [8]-[11] 中,环 B 是由下述通式 [12]-[14] 表示的环结构中的任一个。

[0130]



[0131] 式 [12]-[14] 中, R_{60} - R_{73} 各自表示氢原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、烷氧基、芳氧基、芳烷基、取代的氨基、取代或未取代的芳族烃基、或者取代或未取代的杂芳基。

[0132] 由 R_{60} - R_{73} 表示的卤素原子、烷基、烷氧基、芳氧基、芳烷基、取代的氨基、芳族烃基和杂芳基,以及该烷基、该芳族烃基和该杂芳基各自可进一步具有的取代基的具体实例与通式 [6]-[11] 中 R_{30} - R_{57} 中的具体实例相同。

[0133] 式 [12]-[14] 的任一个中表示的取代基,即, R_{60} - R_{73} 各自优选地表示氢原子、具有 1-4 个碳原子的烷基、或者可被具有 1-4 个碳原子的烷基取代的苯基。

[0134] (4) 由主体和客体显示的运转和效果

[0135] 构成本发明的有机发光元件的有机化合物层(尤其地,发光层)至少包括由通式 [1] 表示的铱络合物和由通式 [5] 表示的金属络合物。由式 [1] 表示的铱络合物是其中至少一个芳基苯并 [f] 异喹啉配体与铱金属配位的有机金属络合物,即,biq 系 Ir 络合物。在此,如 PTL 1 中所述,biq 系 Ir 络合物是具有高发射量子效率并且能够发红光的磷光发光材料。在此,术语“红色发光”是指发射峰波长为 580nm-650nm,即,最低三重态激发能级 (T_1) 落入 1.9eV-2.1eV 的范围内的发光。因此,将 biq 系 Ir 络合物作为客体引入发光层中使得有机发光元件的发光效率极高。

[0136] 同时,有机发光元件中要求的性能为例如发光色、驱动电压和元件寿命以及发光效率。通过满足这些要求,能够制备高性能有机发光元件。

[0137] 对于实现高性能有机发光元件,发光材料和主体的组合的最优化是重要的。在此,将室温下发磷光的材料用作发光材料时,下述项目是重要的:

[0138] [项目 1] 发光材料和主体的三重态的激发能量 (T_1) 之间的关系;

[0139] [项目 2] 发光材料和主体的带隙 (S_1) 之间的关系;

[0140] [项目 3] 发光材料和主体的 HOMO-LUMO 之间的关系;和

[0141] [项目 4] 发光材料的发光效率。

[0142] [项目 1] 重要的事实由如下事实导致:磷光发光材料的发光是来自 T_1 的发光。如果主体的 T_1 和发光材料的 T_1 的值彼此接近,发磷光的发光材料所需的能量(发射能量)被主体吸收。这种情况下,发光效率减小。因此,防止主体的 T_1 和发光材料的 T_1 的值变得彼此接近。此外,优选选择材料以致主体可具有比发光材料长的磷光寿命。这是因为,这种情况下,该能量能够传给发光材料。在这方面,以波长表示,使用的主体是具有比发光材料短 30nm 以上的 T_1 并且具有比发光材料长的磷光寿命和比其小的原子序数的金属络合物。结果,能够制备高性能有机发光元件。

[0143] 由于元件的驱动电压在大程度上涉及每种材料的 S_1 ,因此产生 [项目 2] 重要的事实。在此,为了可使元件的驱动电压降低,优选将发光材料和主体的 S_1 的值设定得尽可能彼此接近。在这方面,鉴于主体的 S_1 和 T_1 之间的关系,优选 S_1 与 T_1 之间的差尽可能小。

[0144] 由于发光材料和主体的各自的 HOMO-LUMO 在大程度上与驱动电压有关,因此产生 [项目 3] 重要的事实。在此,本发明的有机发光元件中使用的发光材料(磷光发光材料)的 HOMO-LUMO 能级浅,因此发光层捕集空穴。在这方面,当该层的捕集性过高时,电压增加,因此元件的功率消耗增大。因此,需要将具有尽可能浅的 HOMO 的材料用作主体。

[0145] 由于发光效率直接影响有机发光元件的性能,因此产生 [项目 4] 重要的事实。因此,使用高效率的发光材料对于制备高性能有机发光元件重要。在这方面,本发明中使用的发光材料是在发红光的发光材料中具有非常高的发光效率的发光材料。

[0146] 考虑上述四个项目将用于制备高性能有机发光元件的发光材料和主体组合时,发光材料自身的发光效率需要改善(需要选择具有高发光效率的发光材料)。此外,需要选择具有小 S_1 和小 T_1 的材料作为主体。作为满足这些条件的主体的最佳材料是金属络合物。这是因为,金属络合物具有小的 S_1 并且其 HOMO 能够比任何其他化合物浅。此外,发光材料发出具有 610nm 以上的波长的光,因此优选将具有 580nm 以下的 T_1 并且具有比发光材料长的磷光寿命和比发光材料小的原子序数的金属用于用作主体的金属络合物。

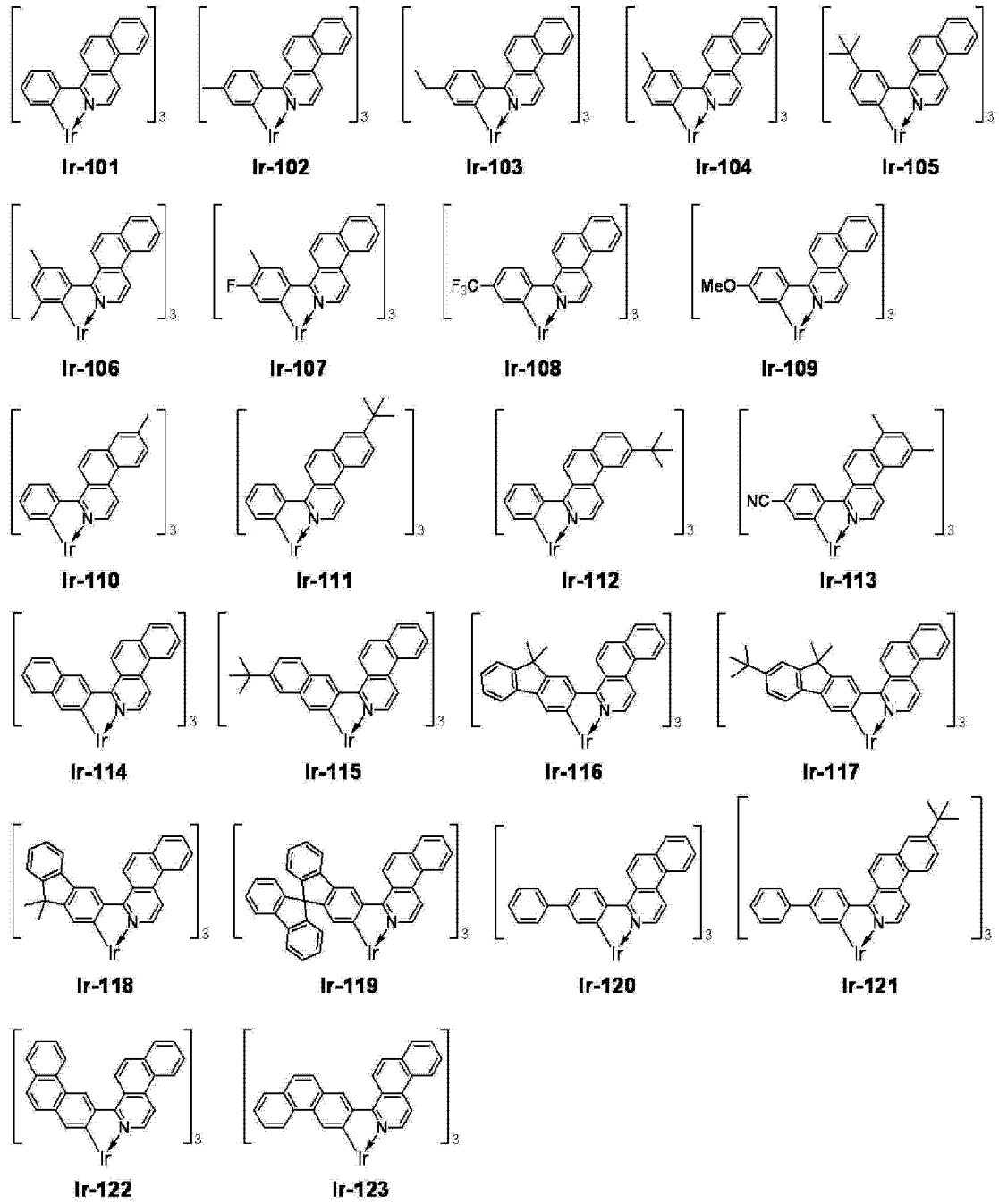
[0147] 在这方面,特别是从发光效率的观点出发,与现有技术的磷光发光元件相比,包括由通式 [1] 表示的铱络合物和由通式 [5] 表示的金属络合物的有机发光元件具有更高的性能。

[0148] (5) 铱络合物的具体实例

[0149] 以下例示由通式 [1] 限定的铱络合物的具体结构式。

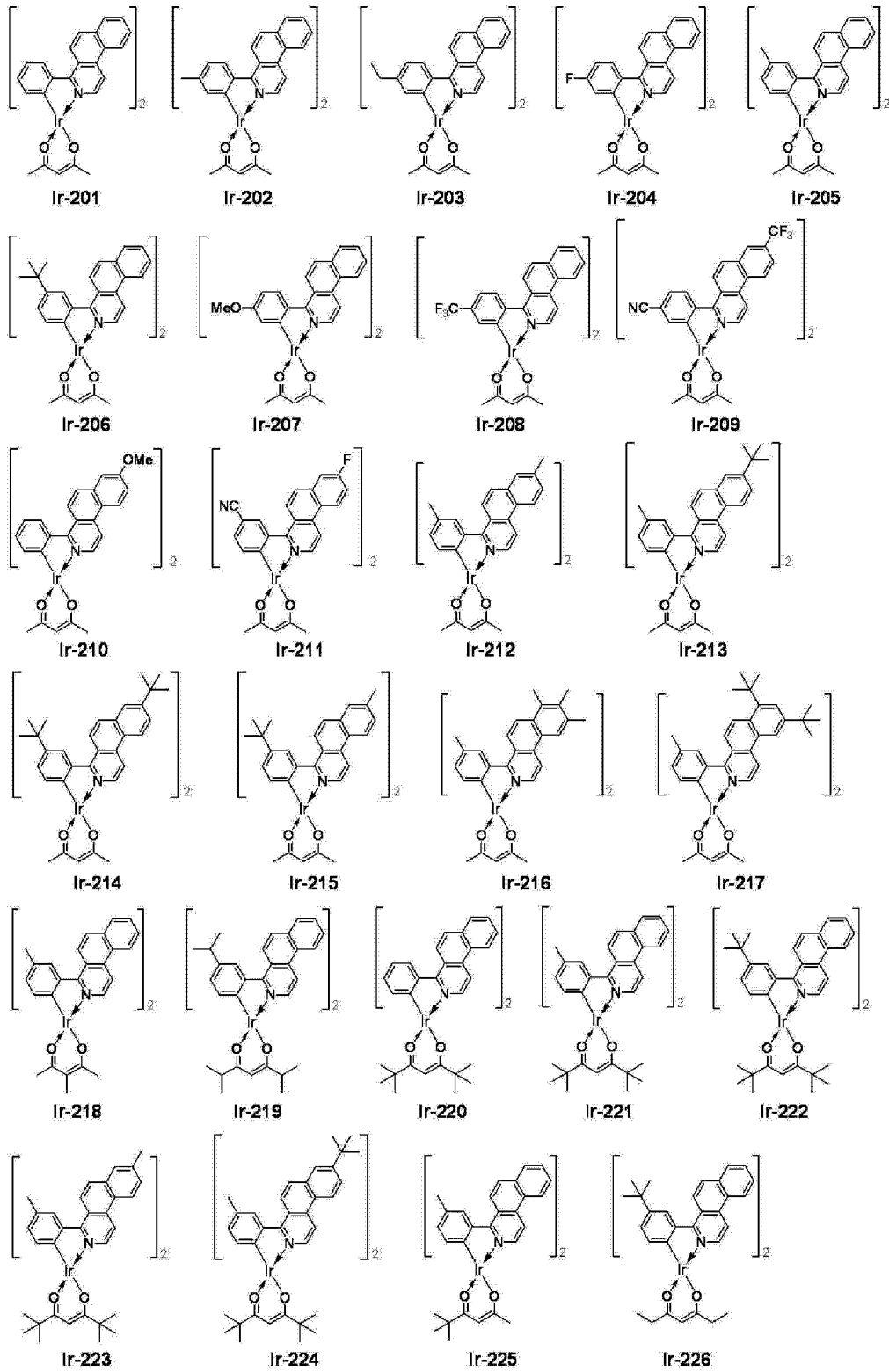
[0150] [组 1 化合物]

[0151]



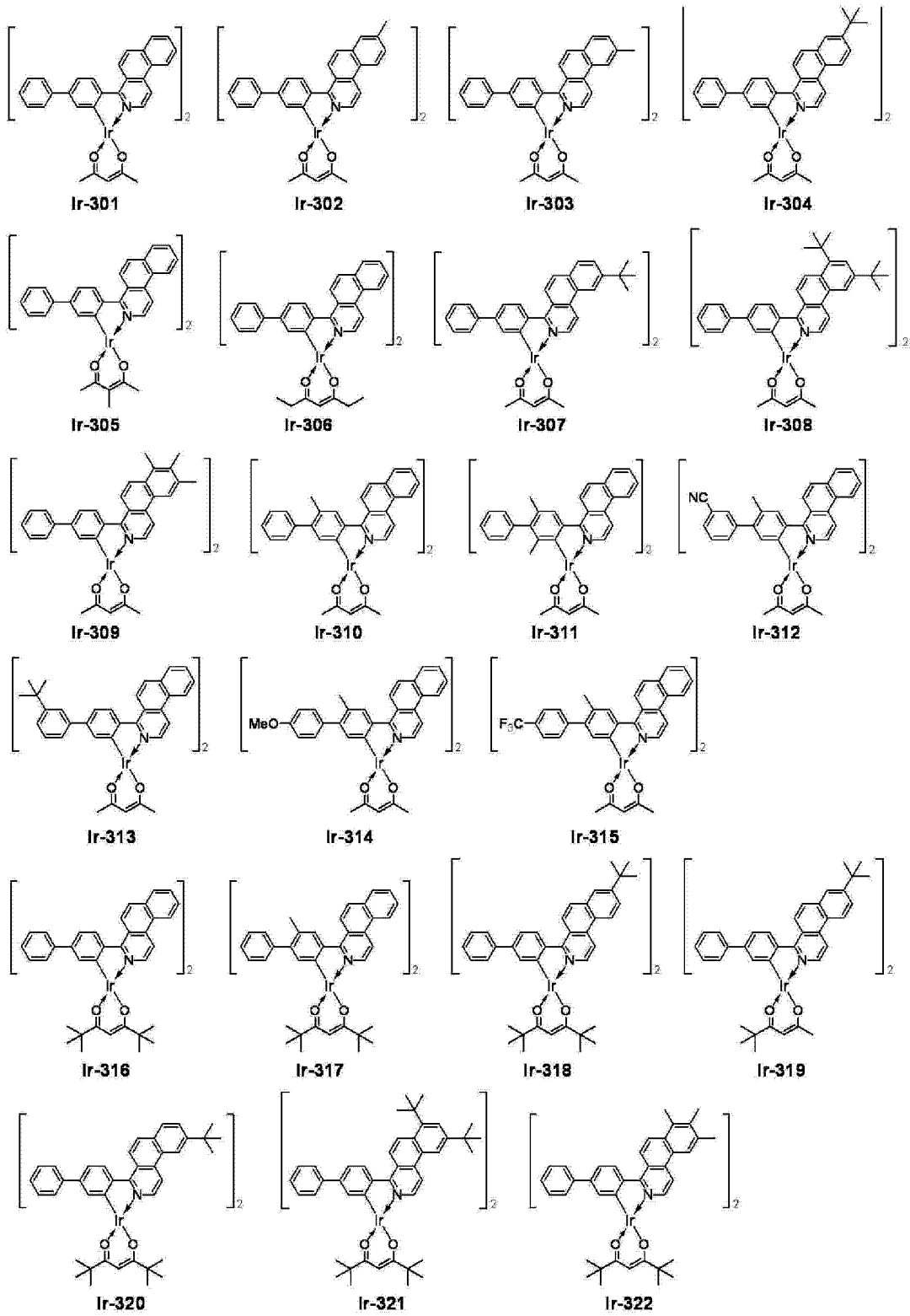
[0152] [组2化合物]

[0153]



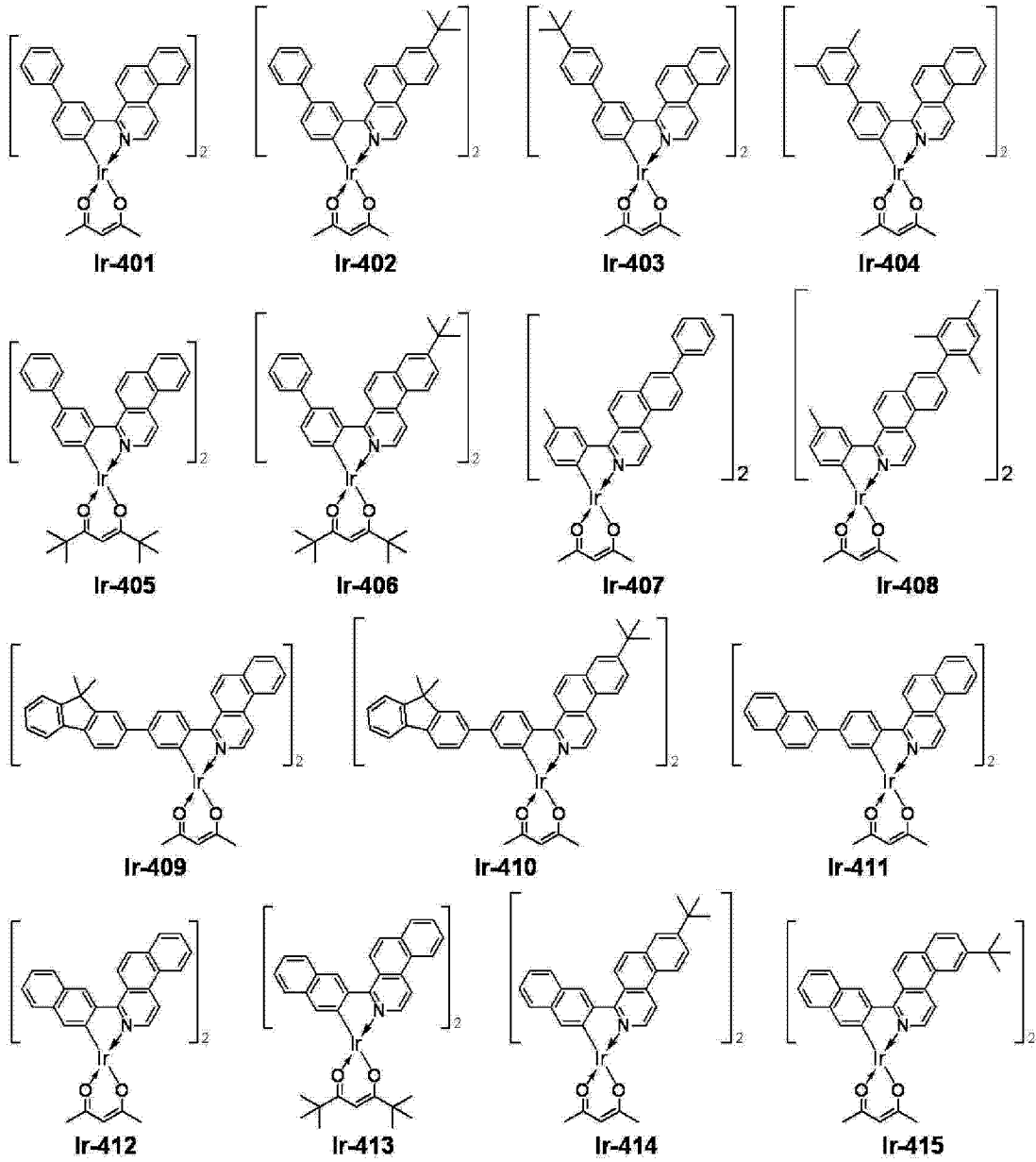
[0154] [组3化合物]

[0155]

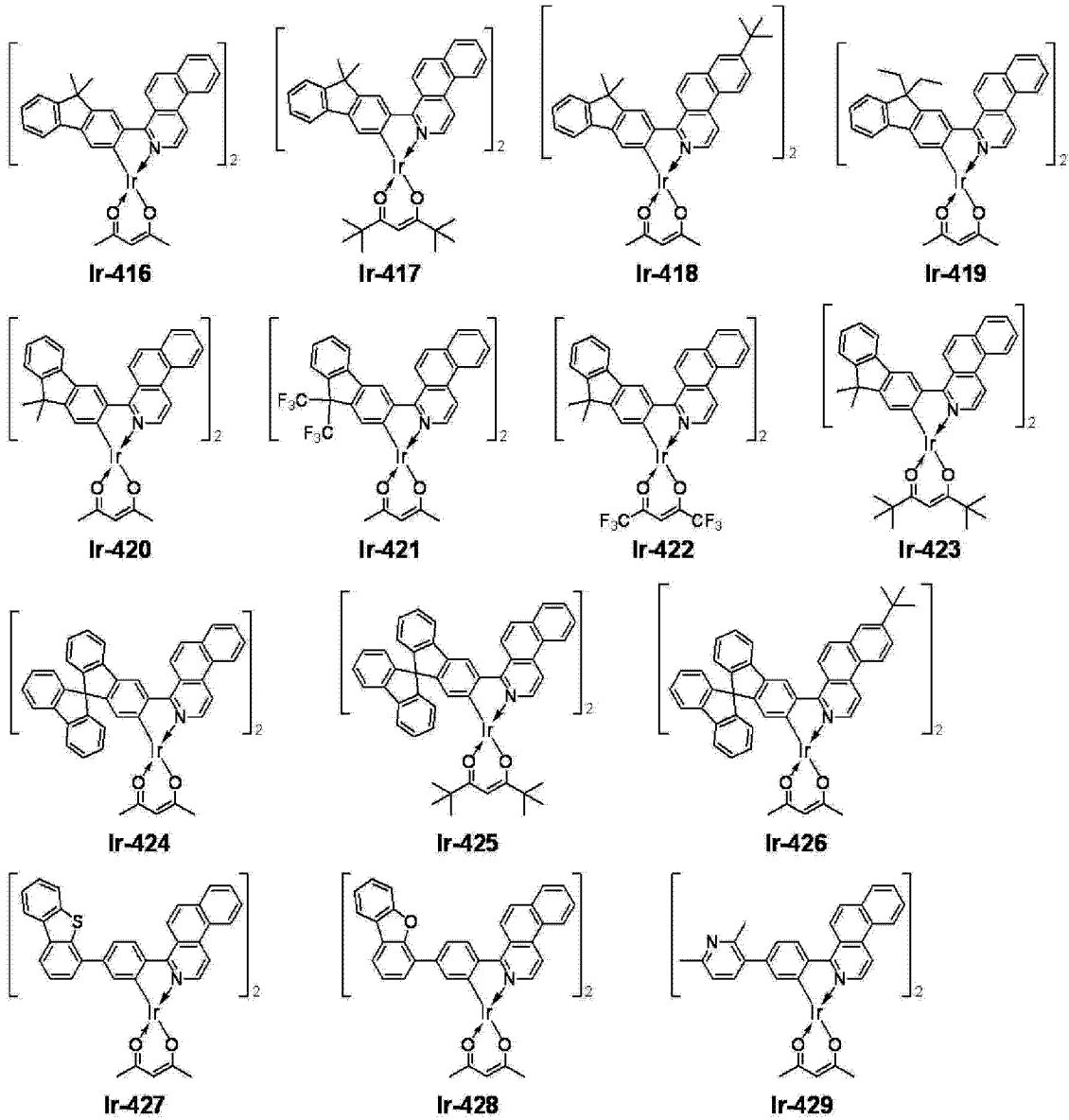


[0156] [组4化合物]

[0157]

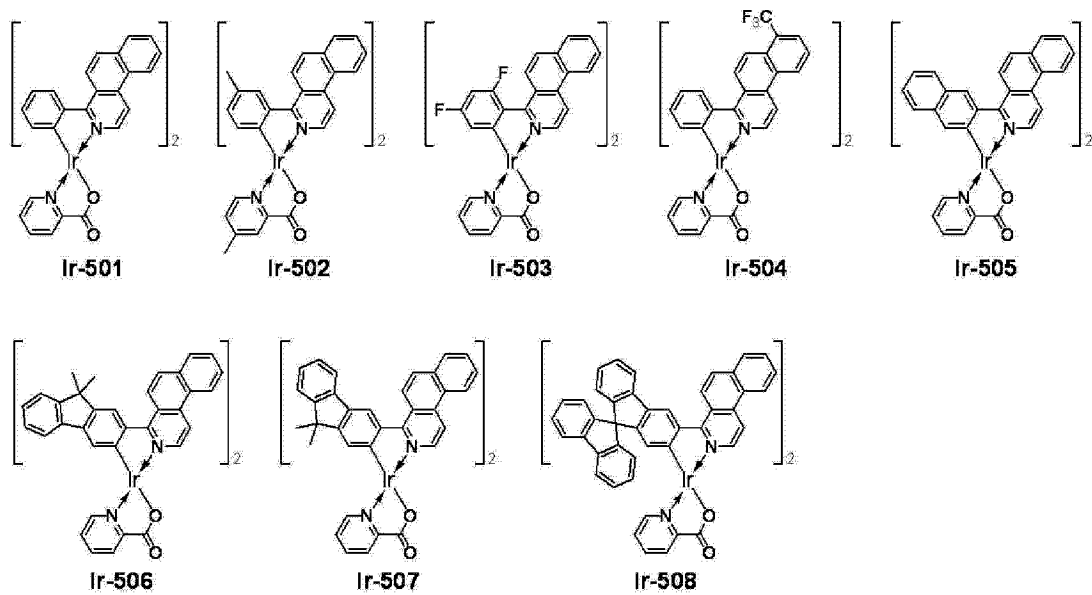


[0158]



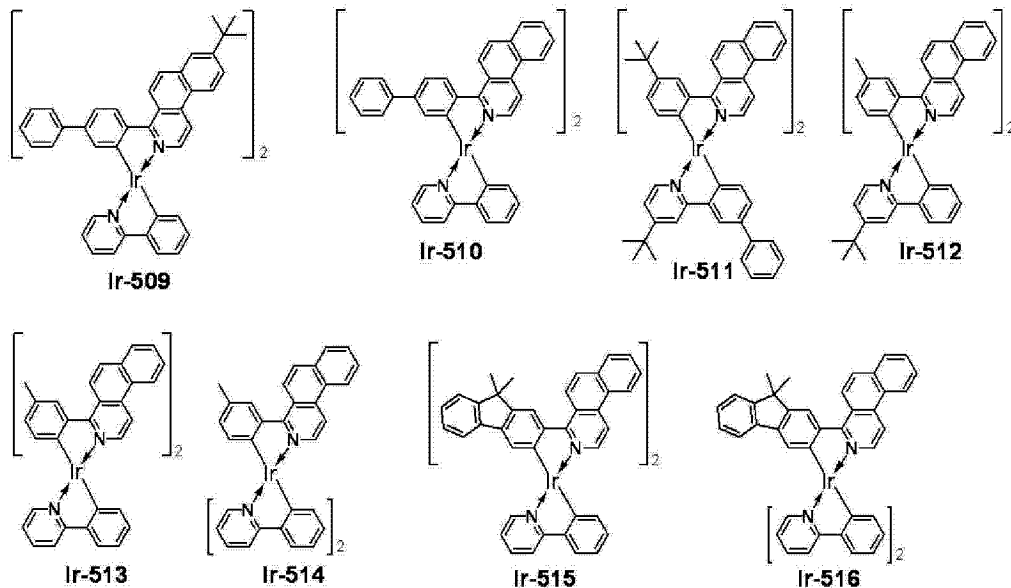
[0159] [组 5a 化合物]

[0160]



[0161] [组 5b 化合物]

[0162]



[0163] 例示化合物中,由 Ir-101 至 Ir-123 表示的铱络合物各自为各自由通式 [1] 表示的铱络合物中全部配体各自为包括苯并 [f] 异喹啉骨架的配体的铱络合物。由于络合物的配体 (芳基苯并 [f] 异喹啉配体) 的结构,组 1 中这些铱络合物的每个自身的稳定性极高。因此,将任何这样的络合物作为客体引入发光层中提供长寿命有机发光元件,原因在于该引入改善其驱动耐久性。

[0164] 例示化合物中,由 Ir-201 至 Ir-226 表示的铱络合物各自为各自由通式 [21] 表示的铱络合物中 G 不表示取代或未取代的苯基的铱络合物。组 2 中的这些铱络合物各自为具有极高发射量子效率的络合物,因此将任何这样的络合物作为客体引入发光层中提供具有高发光效率的有机发光元件。进而,组 2 中每个铱络合物的三个配体包括一个具有小分子量的 acac 系配体 (二酮系双齿配体)。因此,该络合物具有下述优点:由于该络合物自身的分子量较小,因此该络合物能够容易地进行升华纯化。

[0165] 例示化合物中,由 Ir-301 至 Ir-322 表示的铱络合物各自为各自由通式 [21] 表示的铱络合物中 G 表示取代或未取代的苯基的铱络合物。组 3 中的这些铱络合物各自为具有极高发射量子效率的络合物,如组 2 中的铱络合物中那样。因此,将任何这样的络合物作为客体引入发光层中改善有机发光元件的发光效率。

[0166] 例示化合物中,由 Ir-401 至 Ir-429 表示的铱络合物各自为由通式 [1] 表示的铱络合物,其中 m 表示 2 并且 n 表示 1,但该铱络合物不对应于由通式 [21] 表示的任何铱络合物。组 4 中的这些铱络合物也各自为具有极高发射量子效率的络合物,如组 2 和 3 中的铱络合物中那样。因此,将任何这样的络合物作为客体引入发光层中改善有机发光元件的发光效率。

[0167] 例示化合物中,由 Ir-501 至 Ir-508 表示的铱络合物各自为由通式 [1] 表示的铱络合物,其中部分结构 IrX_n 由式 [3] 表示。组 5a 中的这些铱络合物在其分子中各自含有一个甲基吡啶酸衍生物作为配体。在此,甲基吡啶酸衍生物作为配体的引入使络合物自身的发射峰波长向较短波长迁移,与引入 acac 系配体的情形中相比。

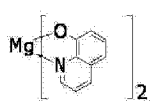
[0168] 例示化合物中,由 Ir-509 至 Ir-516 表示的铱络合物各自为由通式 [1] 表示的铱络合物,其中部分结构 IrX_n 由式 [2] 表示。组 5b 中的这些铱络合物各自在其分子中含有一个或二个苯基吡啶 (ppy) 衍生物。在此,组 5b 中的每个铱络合物提供来源于芳基苯并 [f] 异喹啉配体的红色发光,原因在于配体 ppy 是非发光配体。此外,配体 ppy 具有比芳基苯并 [f] 异喹啉配体小的分子量。因此,该络合物具有比组 1 中的任何铱络合物小的分子量,因此能够容易地进行升华纯化。因此,如组 1 中的任何铱络合物中那样,将组 5b 中的任何铱络合物作为客体引入发光层中能够提供长寿命有机发光元件。

[0169] 顺便提及,对于由通式 [1] 表示的铱络合物,空间上存在下述的结构异构体:fac 型和 mer 型。尽管本发明中对由通式 [1] 表示的铱络合物的立体结构并无特别限制,但优选通常具有高量子效率的 fac 型。但是,具有不同结构的两种配体与铱原子配位的铱络合物的情形下,mer 型例如 $\text{Ir}(\text{ppy})_2\text{acac}$ 也可具有高量子效率。因此,未必优选 fac 型。此外,在该络合物的合成时难以选择性地合成该结构异构体中的一种,考虑成本,两种异构体可作为混合物使用。

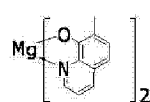
[0170] (6) 金属络合物的具体实例

[0171] 以下例示用作主体的金属络合物的具体结构式。

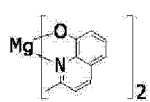
[0172]



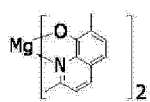
H101



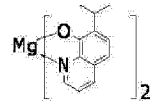
H102



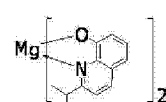
H103



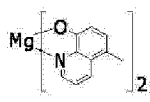
H104



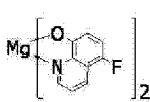
H105



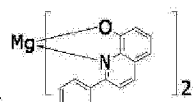
H106



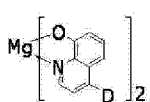
H107



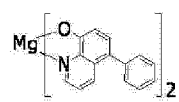
H108



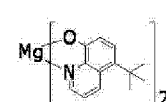
H109



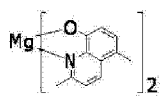
H110



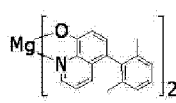
H111



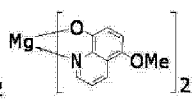
H112



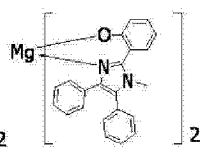
H113



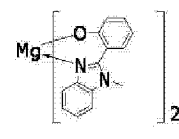
H114



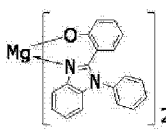
H115



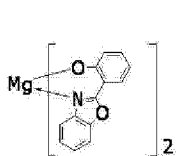
H116



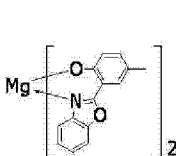
H117



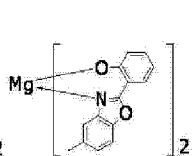
H118



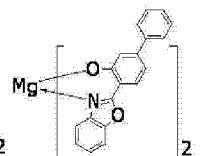
H119



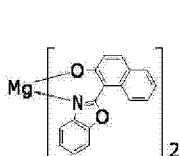
H120



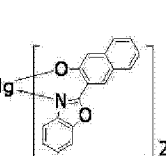
H121



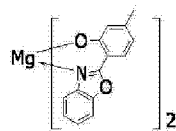
H122



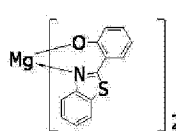
H123



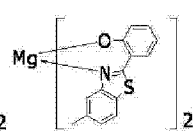
H124



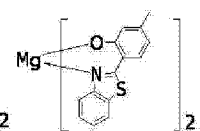
H125



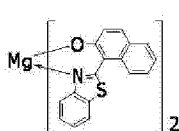
H126



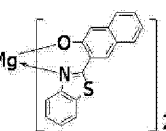
H127



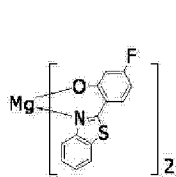
H128



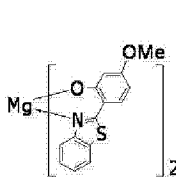
H129



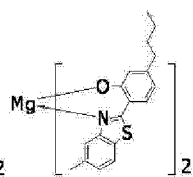
H130



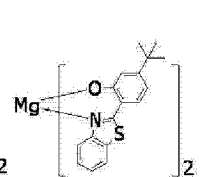
H131



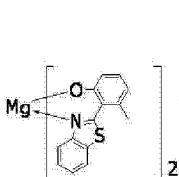
H132



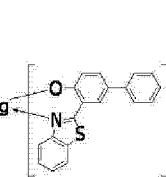
H133



H134

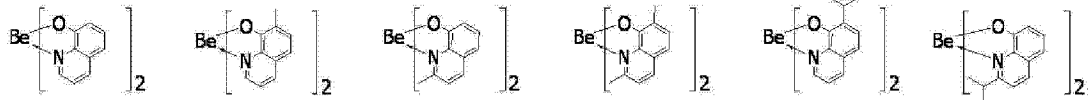


H135



H136

[0173]



H201

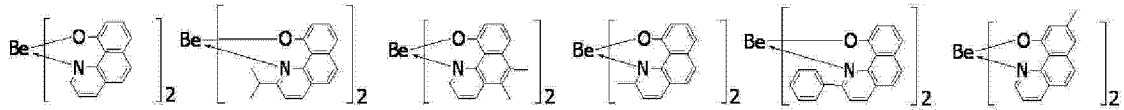
H202

H203

H204

H205

H206



H207

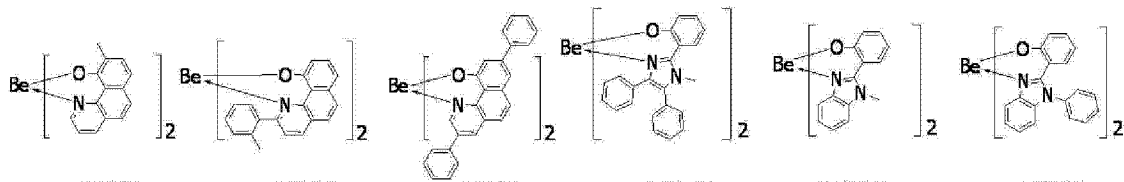
H208

H209

H210

H211

H212



H213

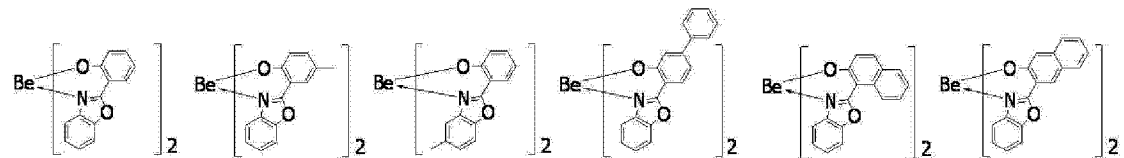
H214

H215

H216

H217

H218



H219

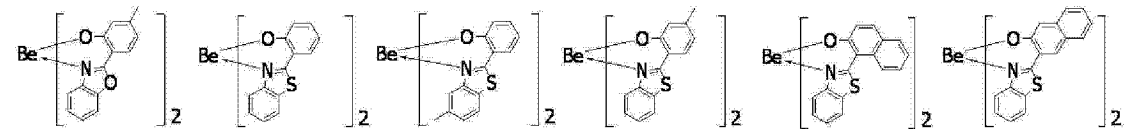
H220

H221

H222

H223

H224



H225

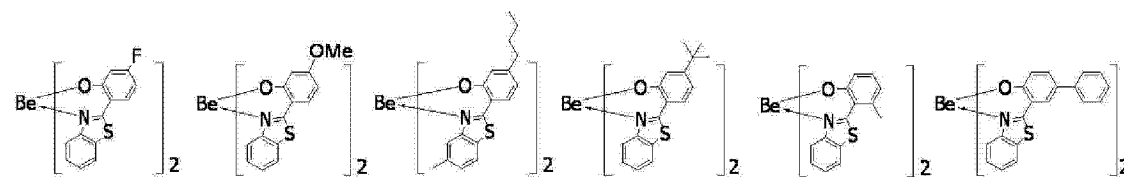
H226

H227

H228

H229

H230



H231

H232

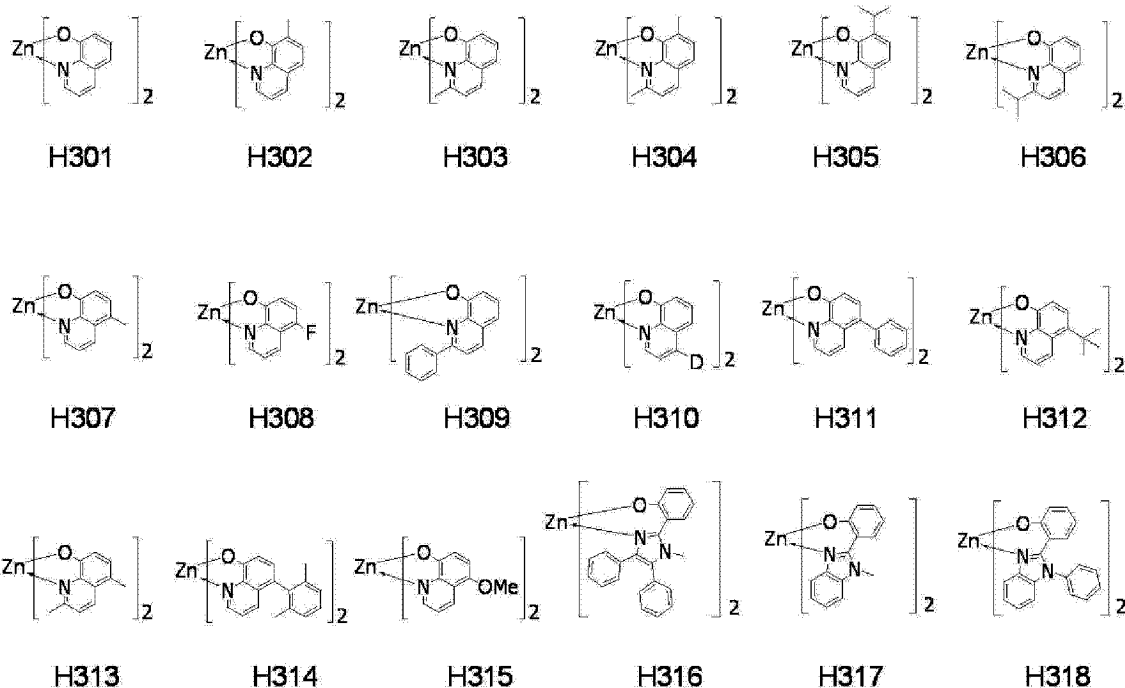
H233

H234

H235

H236

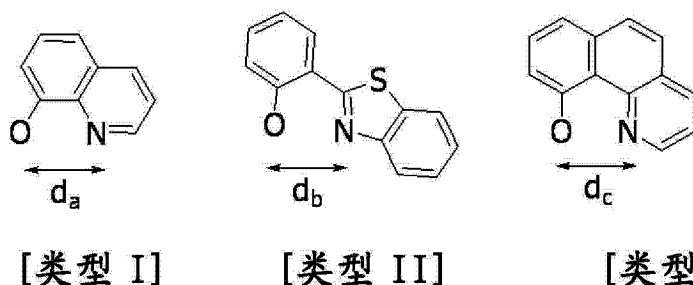
[0174]



[0175] 从金属络合物自身的稳定性的观点出发,基于配体与金属之间的关系,例示的化合物能够分类为几组。

[0176] 在此,对于下述类型 I- 类型 III 中表示的配体,对各个配体中包括并且用于与金属原子配位的氮原子与氧原子之间的距离进行比较。如下确定各个距离:通过采用作为分子力学计算的 MM2 法来计算每个配体的稳定结构,然后由该结构计算氮原子与氧原子之间的距离。

[0177]



[0178] 作为计算的结果,发现羟基喹啉配体(类型 I)的 d_a 为 2.68\AA ,发现苯基苯并噻唑配体(类型 II)的 d_b 为 2.60\AA ,发现苯并羟基喹啉配体(类型 III)的 d_c 为 2.52\AA 。

[0179] 同时, Mg、Zn 和 Be 各自的金属离子半径分别为 0.75\AA 、 0.83\AA 和 0.30\AA 。这种情况下,作为具有大的离子半径的金属的 Mg 和 Zn 适合作为类型 I 的羟基喹啉配体,作为具有小的金属离子半径的金属的 Be 适合作为类型 III 的苯基苯并噻唑配体。出于相同的原因,Be 也适合苯基苯并噻唑配体或苯并羟基喹啉配体。实际上,选择 Mg 或 Zn 作为引入络合物中的金属原子时,难以合成含有氮原子与氧原子之间的距离长的苯并羟基喹啉配体的络合物。

[0180] 由例示化合物 H101-H115 表示的金属络合物各自为其中中心金属为 Mg 并且配体为羟基喹啉衍生物的络合物。基于 Mg 的离子半径,羟基喹啉衍生物是能够制备稳定的络合

物的配体,并且是具有小分子量的化合物。因此,该络合物能够在低升华温度下升华。由 H116-H118 表示的金属络合物各自为其中中心金属为 Mg 并且配体为苯基咪唑衍生物的络合物。根据计算,苯基咪唑衍生物中氮原子与氧原子之间的距离为 **2.56Å**,因此该配体能够络合 Mg。该配体自身具有宽的带隙,因此该配体适合得到高的 T_1 能量。由 H119-H125 表示的金属络合物各自为其中中心金属为 Mg 并且配体为苯基苯并噁唑衍生物的络合物。苯并噁唑环是稳定的杂环。此外,根据计算,苯并噁唑衍生物中氮原子与氧原子之间的距离为 **2.69Å**,因此该配体能够制备稳定的 Mg 络合物。此外,由于其宽带隙,因此该配体是适合利用高 T_1 能量的配体。因此,能够得到具有高发光效率的有机发光元件。由 H126-H136 表示的金属络合物各自为中心金属为 Mg 并且配体为苯基苯并噁唑衍生物的络合物。苯并噁唑环是稳定的杂环并且是能够制备最稳定的络合物的配体。因此,该配体适合改善元件的稳定性和元件寿命。顺便提及,将取代基引入上述配体的任一个中能够抑制其堆叠。因此,该引入能够改善络合物的升华性并且能够改变该络合物的带隙。应指出地是,与氮原子相邻的碳原子具有高活性,因此能够通过用甲基或异丙基取代来控制该碳原子的活性。

[0181] H201-H206 各自为其中中心金属为 Be 并且配体为羟基喹啉衍生物的络合物。尽管考虑 Be 原子的离子半径,各个络合物的稳定性不是很高,但由于其小的分子量,该络合物能够在低的升华温度下升华。H207-H215 各自为其中中心金属为 Be 并且配体为苯并羟基喹啉衍生物的络合物。苯并羟基喹啉环是稳定的杂环。此外,考虑 Be 的离子半径,含有苯并羟基喹啉配体的络合物在 Be 络合物中是稳定的络合物,因此能够提供高效率 and 长寿命的有机发光元件。H216-H218 各自为其中中心金属为 Be 的金属络合物,并且各自含有具有宽带隙并且在利用高 T_1 能量时适合的配体。因此,能够得到高效率的有机发光元件。H219-H225 各自为其中中心金属为 Be 并且配体为苯基苯并噁唑衍生物的络合物。苯并噁唑配体是稳定的杂环,因此是能够制备稳定的 Be 络合物的配体。此外,苯并噁唑配体适合利用高的 T_1 能量,因此能够提供高效率的有机发光元件。H226-H236 各自为其中中心金属为 Be 并且配体为苯基苯并噁唑衍生物的络合物。苯并噁唑配体是稳定的杂环并且是能够制备最稳定的 Be 络合物的配体。此外,该络合物具有适合红色磷光的 T_1 能量,因此能够提供高效率 and 长寿命的有机发光元件。顺便提及,将取代基引入上述配体的任一个中能够抑制其堆叠。因此,该引入能够改善络合物的升华性并且能够改变该络合物的带隙。应指出地是,与氮原子相邻的碳原子具有高活性,因此能够通过用甲基或异丙基取代来控制该碳原子的活性。

[0182] H301-H315 各自为其中中心金属为 Zn 并且配体为羟基喹啉衍生物的络合物。基于 Zn 络合物的离子半径,该配体能够制备极其稳定的络合物,并且具有小分子量,因此该络合物能够在低升华温度下升华。此外,引入取代基抑制该配体的堆叠,因此能够改善该络合物的升华性并且能够改变该络合物的带隙。H316-H318 各自为中心金属为 Zn 并且配体为苯基咪唑衍生物的络合物。该配体中氮原子与氧原子之间的距离为 **2.56Å**,因此该配体能够络合 Zn。该配体自身具有宽的带隙,因此该配体在利用高的 T_1 能量时适合。将取代基引入上述配体中的任一个能够抑制其堆叠。因此,该引入能够改善络合物的升华性并且能够改变该络合物的带隙。应指出地是,与氮原子相邻的碳原子具有高活性,因此能够通过用甲基或异丙基取代来控制该碳原子的活性。

[0183] (7) 铱络合物和金属络合物以外的构成材料

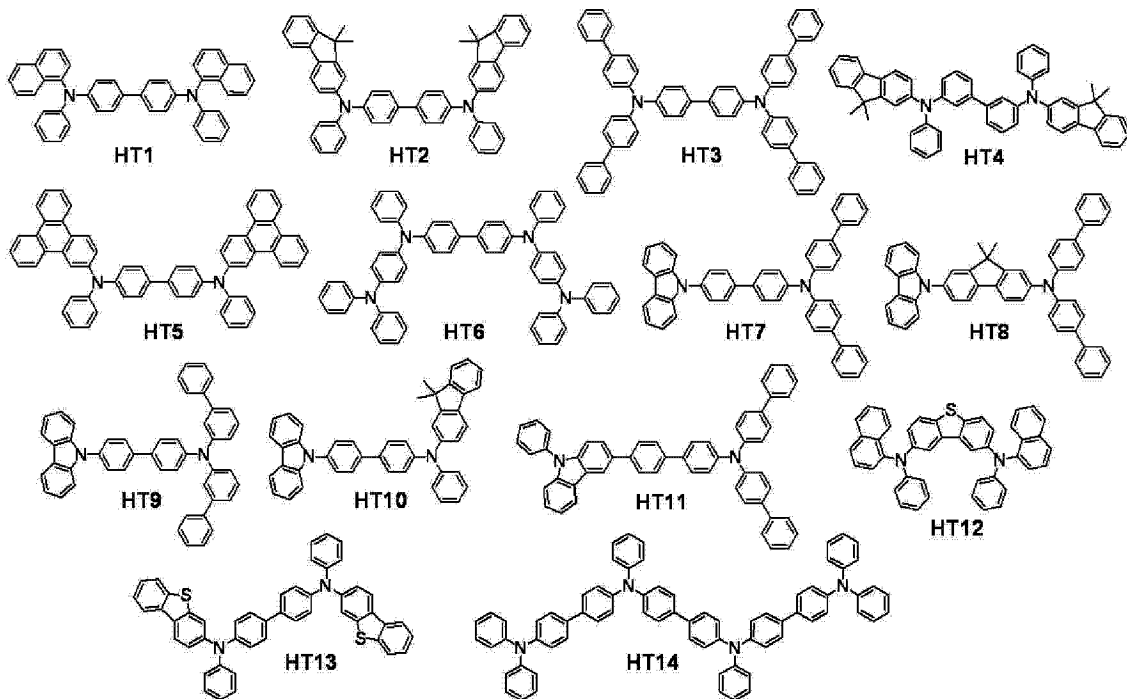
[0184] 如上所述,本发明的有机发光元件的有机化合物层(优选地发光层)至少含有由通式[1]表示的铱络合物和由通式[5]表示的金属络合物,条件是本发明中,除了这些化合物以外,能够根据需要各个通常已知的低分子量和高分子量材料。更具体地,能够与该铱络合物和该金属络合物一起使用空穴注入性/传输性材料、发光辅助材料、电子注入性/传输性材料等。

[0185] 以下列出这些材料的实例。

[0186] 空穴注入性/传输性材料优选为具有高空穴迁移率以致可有助于空穴从阳极的注入并且能够将注入的空穴传输到发光层的材料。此外,该材料优选是具有高玻璃化转变点以防止有机发光元件中膜质量的劣化例如结晶的材料。各自具有空穴注入/传输性能的低分子量和高分子量材料的实例包括三芳基胺衍生物、芳基咪唑衍生物、苯二胺衍生物、1,2-二苯乙烯衍生物、酞菁衍生物、卟啉衍生物、聚(乙烯基咪唑)、聚(噻吩)和其他导电聚合物。此外,空穴注入性/传输性材料也适合用于电子阻挡层。

[0187] 以下示出用作空穴注入性/传输性材料的化合物的具体例。但是,当然该化合物并不限于此。

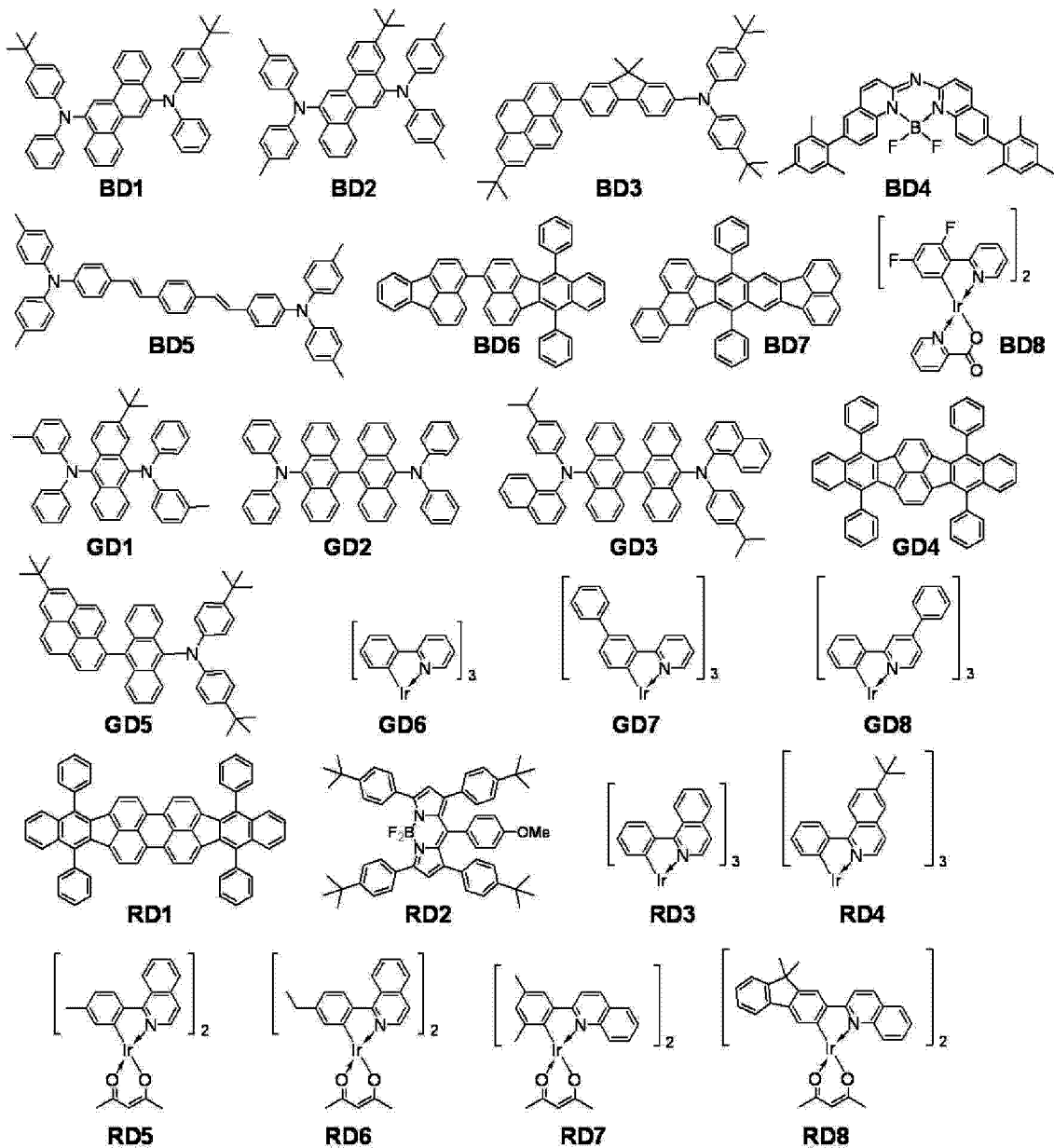
[0188]



[0189] 除了由通式[1]表示的铱络合物或其衍生物以外,主要涉及发光功能的发光材料的实例包括:稠环化合物(例如芴衍生物、萘衍生物、茈衍生物、茈衍生物、并四苯衍生物、蒽衍生物和红荧烯);噻吡啶酮衍生物;香豆素衍生物;1,2-二苯乙烯衍生物;有机铝络合物例如三(8-羟基喹啉)铝;铂络合物;镱络合物;铜络合物;钨络合物;钕络合物;和聚合物衍生物例如聚(亚苯基亚乙烯基)衍生物、聚(芴)衍生物、和聚(亚苯基)衍生物。

[0190] 以下示出用作发光材料的化合物的具体例。但是,当然该化合物并不限于此。

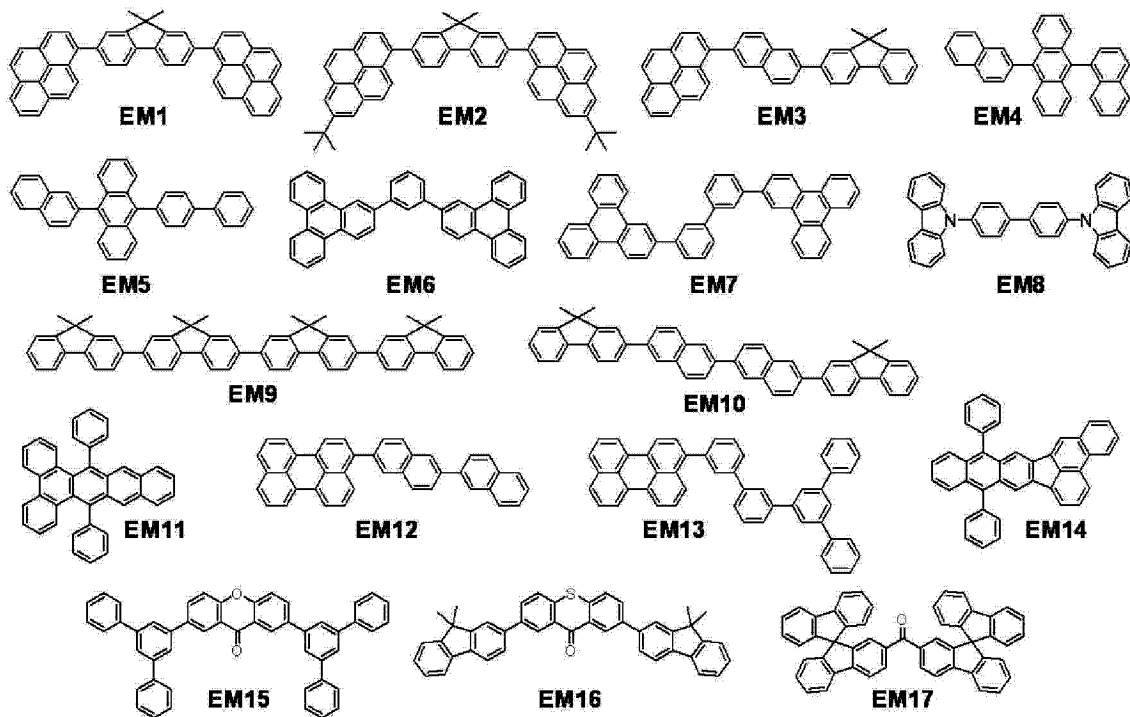
[0191]



[0192] 除了由通式 [5] 表示的含杂环化合物以外,引入发光层中的主体或辅助材料的实例包括:芳族烃化合物或其衍生物;咪唑衍生物;二苯并呋喃衍生物;二苯并噻吩衍生物;有机铝络合物例如三(8-羟基喹啉)铝;和有机铍络合物。

[0193] 以下示出用作引入发光层中的主体或辅助材料的化合物的具体例。但是,当然该化合物并不限于此。

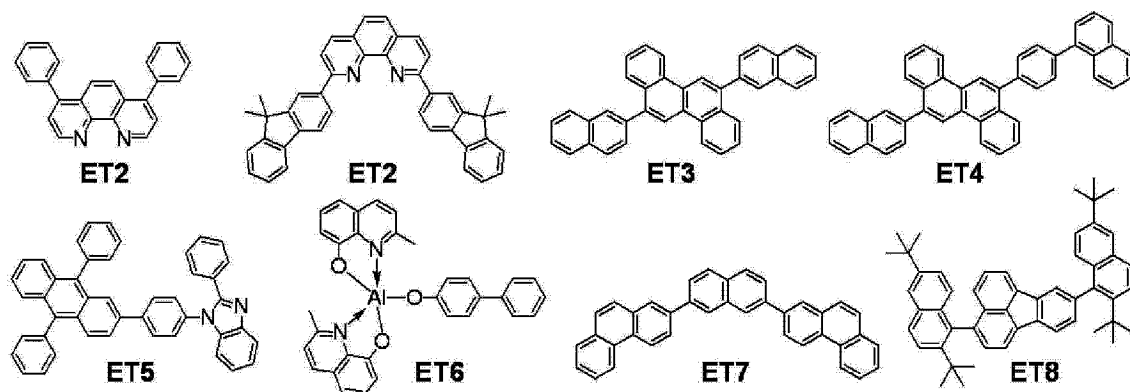
[0194]



[0195] 考虑例如与空穴传输性材料的空穴迁移率的平衡,能够从使电子容易地从阴极注入并且能够将注入的电子传输到发光层的材料中任意地选择电子注入性/传输性材料。具有电子注入性能和电子传输性能的材料实例包括噁二唑衍生物、噁唑衍生物、吡嗪衍生物、三唑衍生物、三嗪衍生物、喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、菲咯啉衍生物和有机铝络合物。进而,电子注入性/传输性材料也适合用于空穴阻挡层。

[0196] 以下示出用作电子注入性/传输性材料的化合物的具体例。但是,当然该化合物并不限于此。

[0197]



[0198] 阳极的构成材料优选具有尽可能大的功函数。其实例可包括:金属单质例如金、铂、银、铜、镍、钯、钴、硒、钒和钨或者通过这些金属单质组合而得到的合金;金属氧化物例如氧化锡、氧化锌、氧化铟、氧化铟锡(ITO)和氧化铟锌;和导电聚合物例如聚苯胺、聚吡咯和聚噻吩。

[0199] 可单独使用这些电极物质中的一种,或者可将其两种以上组合使用。此外,阳极可以是单层结构或者可以是多层结构。

[0200] 另一方面,阴极的构成材料优选具有尽可能小的功函数。其实例包括:碱金属例如

锂；碱土金属例如钙；和金属单质例如铝、钛、锰、银、铅和铬。或者，能够使用通过将金属单质组合而得到的合金。例如，能够使用镁-银合金、铝-锂合金或铝-镁合金。也能够使用金属氧化物例如氧化铟锡 (ITO)。可单独使用这些电极物质中的一种，或者可将其两种以上组合使用。此外，阴极可以是单层结构或者可以是多层结构。

[0201] 采用下述方法形成用于形成本发明的有机发光元件的有机化合物层（例如空穴注入层、空穴传输层、电子阻挡层、发光层、空穴阻挡层、电子传输层、或电子注入层）。

[0202] 干法例如真空气相沉积法、电离气相沉积法、溅射或等离子体法能够用于形成本发明的有机发光元件的有机化合物层的形成。此外，能够代替干法而采用包括将构成材料溶解于适当的溶剂中并且采用已知的涂布法（例如旋涂、浸渍、流延法、LB 法或喷墨法）形成层的湿法。

[0203] 在此，采用真空气相沉积法、溶液涂布法等形成层时，该层几乎不经历结晶等并且经时稳定性优异。此外，采用涂布法形成层时，能够通过将构成材料与适合的粘结剂树脂组合使用来形成膜。

[0204] 粘结剂的实例包括，但并不限于，聚乙烯基吡啶树脂、聚碳酸酯树脂、聚酯树脂、ABS 树脂、丙烯酸系树脂、聚酰亚胺树脂、酚醛树脂、环氧树脂、有机硅树脂和脲醛树脂。

[0205] 此外，可作为均聚物或共聚物单独使用这些粘结剂树脂中的一种，或者可作为混合物使用其两种以上。进而，可根据需要将已知的添加剂例如增塑剂、抗氧化剂或 UV 吸收剂组合使用。

[0206] (8) 本发明的有机发光元件的应用

[0207] 本发明的有机发光元件能够用作显示装置或照明装置的构成部件。此外，该元件用于用途例如电子照相系统的成像装置的曝光光源、液晶显示装置的背光和包括白光光源和滤色器的发光装置。滤色器的实例包括透射具有三色，即，红色、绿色和蓝色的光束的滤色器。

[0208] 本发明的显示装置在其显示部包括本发明的有机发光元件。应指出地是，该显示部包括多个像素。

[0209] 此外，该像素各自具有本发明的有机发光元件和作为用于控制发射亮度的放大元件或有源元件（开关元件）的实例的晶体管，并且有机发光元件的阳极或阴极与晶体管的漏电极或源电极彼此电连接。其中，该显示装置能够用作 PC 等的图像显示装置。晶体管为例如 TFT 元件并且该 TFT 元件设置在例如基板的绝缘表面上。此外，TFT 元件优选地包括由透明氧化物半导体形成的电极。

[0210] 该显示装置可以是信息处理装置，其包括用于从例如面阵 CCD、线阵 CCD 或存储卡输入图像信息的图像输入部，并且在其显示部上显示输入的图像。

[0211] 此外，成像装置或喷墨打印机的显示部可具有触摸面板功能。对该触摸面板功能的驱动系统并无特别限制。

[0212] 此外，该显示装置可用于多功能打印机的显示部。

[0213] 照明装置是用于将例如室内照明的装置。该照明装置可发出具有下述颜色中的任一种的光：白色（具有 4,200K 的色温度）、日光色（具有 5,000K 的色温度）和从蓝色到红色的颜色。

[0214] 本发明的照明装置包括本发明的有机发光元件和与该有机发光元件连接的 AC/DC

变换器电路（用于将 AC 电压转换为 DC 电压的电路）。应指出地是，该照明装置可进一步具有滤色器。

[0215] 本发明的成像装置是下述成像装置，包括：感光部件；用于对该感光部件的表面带电的带电单元；用于将该感光部件曝光以形成静电潜像的曝光单元；和用于将该感光部件的表面上形成的静电潜像显像的显像单元。在此，在该成像装置中设置的曝光单元包括本发明的有机发光元件。

[0216] 此外，本发明的有机发光元件能够用作用于对感光部件曝光的曝光装置的构成部件。包括多个本发明的有机发光元件的曝光装置为例如其中设置本发明的有机发光元件以沿预定方向形成列的曝光装置。

[0217] 接下来，参照附图对本发明的显示装置进行说明。图 1 是表示包括有机发光元件和与该有机发光元件连接的 TFT 元件的显示装置的实例的截面示意图。应指出地是，本发明的有机发光元件用作构成图 1 的显示装置 1 的有机发光元件。

[0218] 图 1 的显示装置 1 包括由玻璃等制成的基板 11 和用于保护 TFT 元件或有机化合物层的防湿膜 12，将该膜设置在基板上。此外，附图标记 13 表示金属栅电极 13，附图标记 14 表示栅极绝缘膜 14，和附图标记 15 表示半导体层。

[0219] TFT 元件 18 包括半导体层 15、漏电极 16 和源电极 17。将绝缘膜 19 设置在 TFT 元件 18 上。通过接触孔 20 将构成有机发光元件的阳极 21 与源电极 17 彼此连接。

[0220] 应指出地是，用于有机发光元件中的电极（阳极或阴极）与 TFT 中的电极（源电极或漏电极）之间的电连接的体系并不限于图 1 中所示的方面。换言之，只需将阳极和阴极中的一者与 TFT 元件的源电极和漏电极中的一者彼此电连接。

[0221] 尽管在图 1 的显示装置 1 中将多个有机化合物层表示为一层，但有机化合物层 22 可以是多层。在阴极 23 上设置用于抑制有机发光元件的劣化的第一保护层 24 和第二保护层 25。

[0222] 图 1 的显示装置 1 为发白光的显示装置时，图 1 中有机化合物层 22 中的发光层可以通过将发红光材料、发绿光材料和发蓝光材料混合而得到的层。此外，该层可以通过将由发红光材料形成的层、由发绿光材料形成的层和由发蓝光材料形成的层层叠而得到的层叠发光层。或者，允许如下方面：在一个发光层中将由发红光材料形成的层、由发绿光材料形成的层和由发蓝光材料形成的层例如并列配置以形成各个区域。

[0223] 尽管图 1 的显示装置 1 中将晶体管用作开关元件，但可替代晶体管而使用 MIM 元件作为开关元件。

[0224] 此外，图 1 的显示装置 1 中使用的晶体管并不限于使用单晶硅片的晶体管并且可以在基板的绝缘表面上包括活性层的薄膜晶体管。使用单晶硅作为活性层的薄膜晶体管、使用非单晶硅例如无定形硅或微晶硅作为活性层的薄膜晶体管、或者使用非单晶氧化物半导体例如氧化镉锌或氧化镉镓锌作为活性层的薄膜晶体管也允许。应指出地是，薄膜晶体管也称为 TFT 元件。

[0225] 图 1 的显示装置 1 的晶体管可形成在基板例如 Si 基板中。在此，术语“形成在基板中”是指通过对基板自身例如 Si 基板进行加工而制备晶体管。换言之，基板中晶体管的存在能够视为：将基板与晶体管一体地形成。

[0226] 选择是否在基板中设置晶体管取决于清晰度。例如约 QVGA 每英寸的清晰度的情

形下,优选将有机发光元件设置在 Si 基板中。

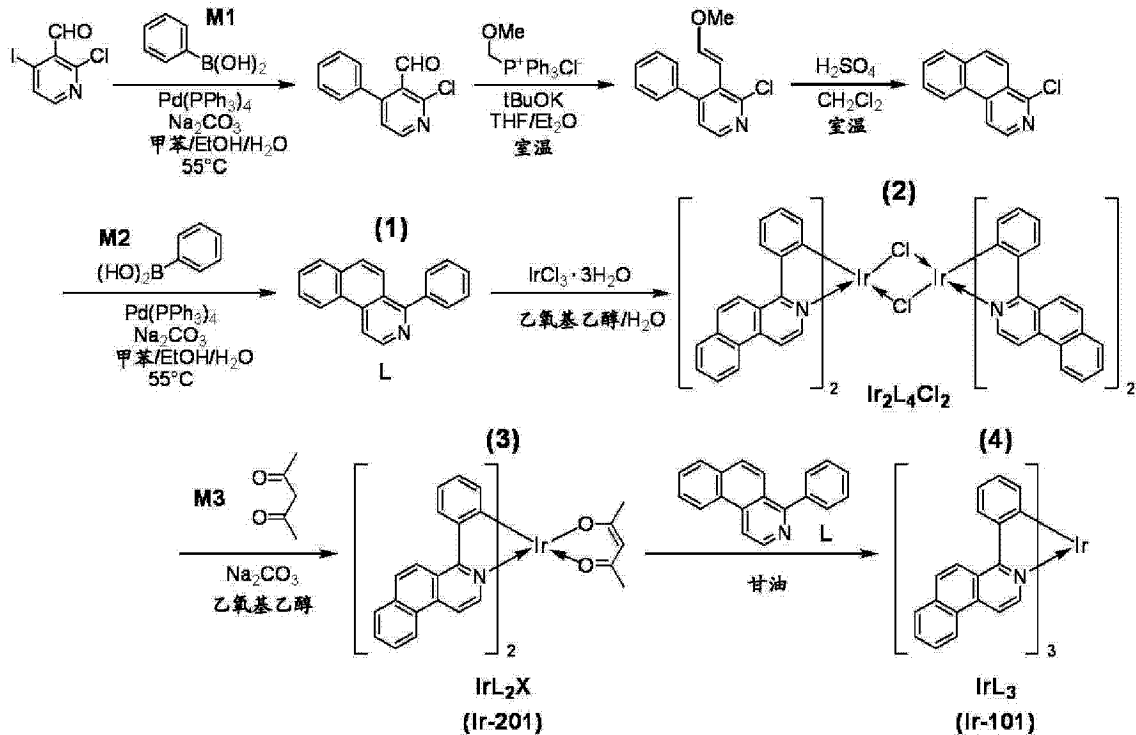
[0227] 如上所述,驱动使用本发明的有机发光元件的显示装置能够实现具有良好的图像质量并且长期稳定的显示。

[0228] 实施例

[0229] [合成例 1 和 2] (例示化合物 Ir-101 和 201 的合成)

[0230] 参照例如 PTL 1 和 NPLS 1-3,根据下述合成路线合成了 Ir-101 和 Ir-201。

[0231]



[0232] 具体地,通过下述步骤进行合成:

[0233] (1) 配体 L (苯并 [f] 异喹啉衍生物) 的合成;

[0234] (2) 具有配体 L 的氯交联的络合物 ($\text{Ir}_2\text{L}_4\text{Cl}_2$) 的合成;

[0235] (3) 具有辅助配体 X 的络合物 (IrL_2X) 的合成 (Ir-201 的合成, 合成例 1); 和

[0236] (4) 三个配体 L 配位的络合物 (IrL_3) 的合成 (Ir-101 的合成, 合成例 2)。

[0237] 通过基质辅助激光解吸/离子化飞行时间质谱 (MALDI-TOF-MS) 对这样得到的 Ir-101 和 Ir-201 各自进行鉴别。进而,用 UV-可见分光光度计测定得到的各个络合物在具有 $1 \times 10^{-5}\text{M}$ 的浓度的甲苯稀溶液中的 PL 光谱并且测定其最大发射峰波长 λ_{max} (激发波长: 510nm)。表 1 示出结果。

[0238] 合成例 3-16

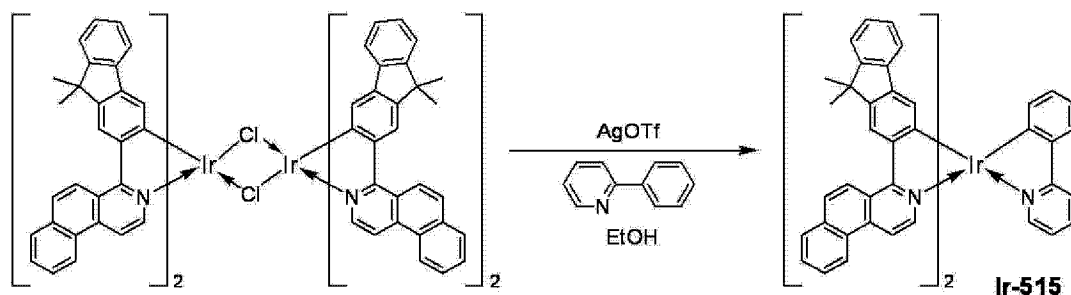
[0239] 除了在合成例 1 和 2 的合成路线中,适当改变作为合成原料的化合物 (M1-M3) 以外,采用与合成例 1 和 2 相同的合成方法合成了表 1 中所示的各个络合物。通过与合成例 1 和 2 中得到的络合物中相同的方式进行鉴别,确认了得到的络合物的结构。此外,通过 PL 光谱测定对它们的最大发射峰波长进行了测定。表 1 示出结果。

[0240] 合成例 17

[0241] (例示化合物 Ir-515 的合成)

[0242] 参照例如 PTL 5, 根据下述合成路线合成了 Ir-515。

[0243]



[0244] 通过与合成例 1 和 2 中得到的铱络合物中相同的方式进行鉴别, 确认了这样得到的 Ir-515 的结构。此外, 通过 PL 光谱测定对其最大发射峰波长进行了测定。表 1 示出结果。

[0245] 合成例 18

[0246] (例示化合物 Ir-516 的合成)

[0247] 除了在合成例 17 中, 适当地调节辅助配体(苯基吡啶)的加载量以外, 采用与合成例 17 相同的合成方法合成了 Ir-516。通过与合成例 1 和 2 中得到的铱络合物中相同的方式进行鉴别, 确认了这样得到的 Ir-516 的结构。此外, 通过 PL 光谱测定对其最大发射峰波长进行了测定。表 1 示出结果。

[0248]

表 1

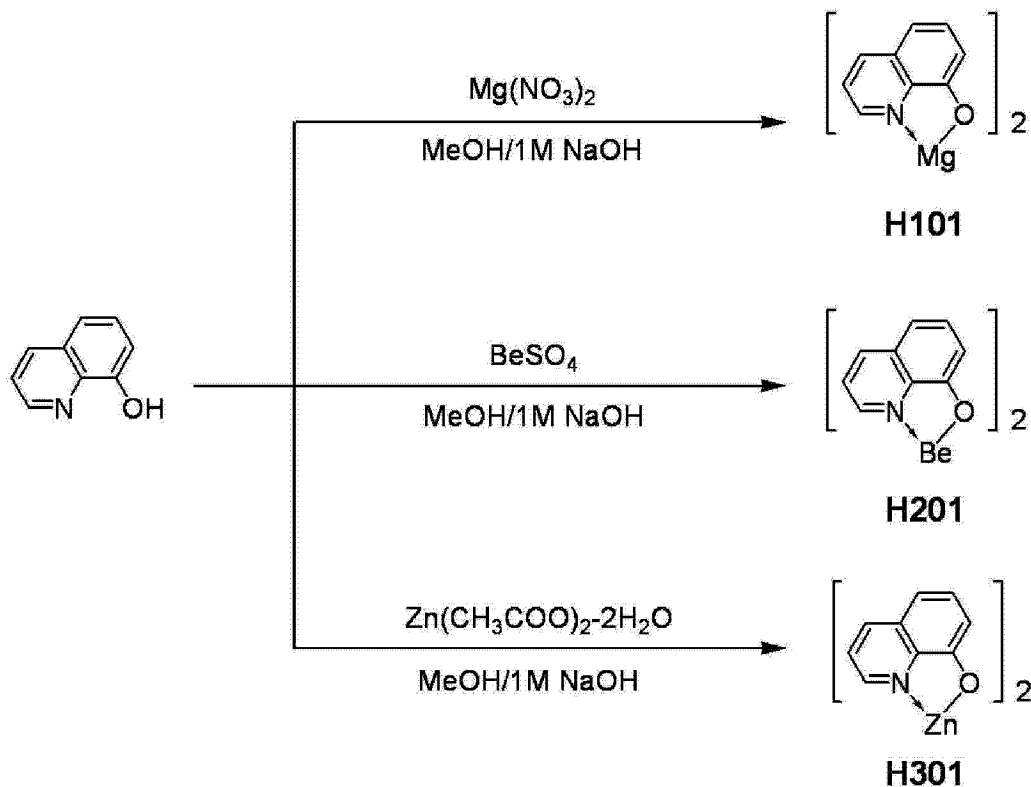
	Ir 络合物	MS (计算值)	MS (测定值)	λ_{\max} (nm)		Ir 络合物	MS (计算值)	MS (测定值)	λ_{\max} (nm)
合成例 1	Ir-101	955.25	955.44	592	合成例 10	Ir-301	952.26	952.52	615
合成例 2	Ir-201	800.20	800.38	601	合成例 11	Ir-304	1064.39	1065.77	613
合成例 3	Ir-205	828.23	828.29	617	合成例 12	Ir-316	1036.36	1036.61	619
合成例 4	Ir-206	912.33	912.56	614	合成例 13	Ir-318	1148.48	1149.72	616
合成例 5	Ir-212	856.26	856.45	614	合成例 14	Ir-414	1012.36	1013.85	612
合成例 6	Ir-213	940.36	940.85	614	合成例 15	Ir-416	1032.33	1032.22	635
合成例 7	Ir-214	1024.45	1025.80	612	合成例 16	Ir-424	1276.36	1276.71	619
合成例 8	Ir-221	912.33	912.23	621	合成例 17	Ir-515	1087.35	1087.34	623
合成例 9	Ir-222	996.42	997.54	619	合成例 18	Ir-516	871.25	817.17	624

[0249] 合成例 19-21

[0250] (例示化合物 H101、H201 和 H301 的合成)

[0251] 根据下述合成路线,具体地,通过使用 8-羟基喹啉作为起始原料在甲醇中进行络合反应,从而合成了各个例示化合物 H101、H201 和 H301。

[0252]



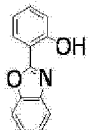
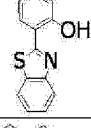
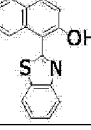
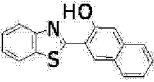
[0253] 通过 MALDI-TOF-MS 对得到的化合物 (例示化合物 H101、H201 和 H301) 进行鉴别。表 2 示出结果。

[0254] 合成例 22-25

[0255] 除了在合成例 19 中,将合成原料从 8-羟基喹啉变为下表 2 中所示的化合物以外,采用与合成例 19 相同的合成方法合成了各个金属络合物。采用与合成例 19 相同的方法确认了得到的金属络合物的结构。表 6 示出结果。

[0256] 表 2

[0257]




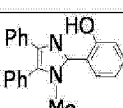
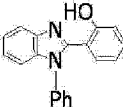
	起始原料	合成的金属络合物
合成例 22		H119
合成例 23		H126
合成例 24		H129
合成例 25		H130

[0258] 合成例 26-35

[0259] 除了在合成例 20 中,将合成原料从 8-羟基喹啉变为下表 3 中所示的化合物以外,采用与合成例 20 相同的合成方法合成了各个金属络合物。采用与合成例 20 相同的方法确认了得到的金属络合物的结构。表 6 示出结果。

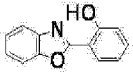
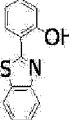
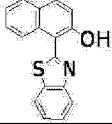
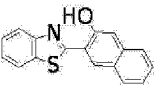
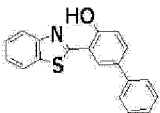
[0260] 表 3

[0261]

	起始原料	合成的金属络合物
合成例 26		H203
合成例 27		H207
合成例 28		H212
合成例 29		H216
合成例 30		H218

[0262] 表 4

[0263]


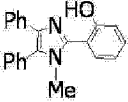
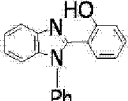
	起始原料	合成的金属络合物
合成例 31		H219
合成例 32		H226
合成例 33		H229
合成例 34		H230
合成例 35		H236

[0264] 合成例 36-38

[0265] 除了在合成例 21 中,将合成原料从 8-羟基喹啉变为下表 4 中所示的化合物以外,采用与合成例 21 相同的合成方法合成了各个金属络合物。采用与合成例 21 相同的方法确认了得到的金属络合物的结构。表 6 示出结果。

[0266] 表 5

[0267]

	起始原料	合成的金属络合物
合成例 36		H303
合成例 37		H316
合成例 38		H318

[0268]

表 6

	例示化合物	MS (计算值)	MS (测定值)		例示化合物	MS (计算值)	MS (测定值)
合成例 19	H101	312.07	312.33	合成例 29	H216	659.28	659.33
合成例 20	H201	297.10	297.23	合成例 30	H218	579.22	579.52
合成例 21	H301	352.02	352.08	合成例 31	H219	429.12	429.46
合成例 22	H119	444.10	444.22	合成例 32	H226	461.08	461.34
合成例 23	H126	476.05	476.34	合成例 33	H229	561.11	561.87
合成例 24	H129	576.08	576.53	合成例 34	H230	561.11	561.87
合成例 25	H130	576.08	576.57	合成例 35	H236	613.14	613.54
合成例 26	H203	325.13	325.98	合成例 36	H303	380.05	380.11
合成例 27	H207	397.13	397.67	合成例 37	H316	714.20	714.29
合成例 28	H212	425.16	425.51	合成例 38	H318	579.22	579.53

[0269] 实施例 1

[0270] 本实施例中,采用下述方法制备具有如下构成的有机发光元件,其中在基板上以所述顺序形成“阳极/空穴传输层/电子阻挡层/发光层/空穴阻挡层/电子传输层/阴

极”。

[0271] 首先,在玻璃基板上将ITO形成为膜,然后进行所需的图案化加工以形成ITO电极(阳极)。此时,将ITO电极的厚度设定为100nm。在下述步骤中将其上已这样形成了ITO电极的基板用作ITO基板。

[0272] 通过在ITO基板上连续地形成下表7中所示的有机化合物层和电极层,从而得到了有机发光元件。应指出地是,此时,相对电极(金属电极层、阴极)的电极面积设定为 3mm^2 。

[0273] [表7]

[0274]

	材料	厚度 [nm]
空穴传输层: HTL	HT-2	40
电子阻挡层: EBL	HT-7	10
发光层 主体: HOST 客体: GUEST	H226 (主体) Ir-205 (客体) (H226: Ir-205=96: 4(重量比))	30
空穴阻挡层: HBL	ET-3	10
电子传输层: ETL	ET-2	50
第一金属电极层	LiF	0.5
第二金属电极层	Al	100

[0275] 通过用由Hewlett-Packard Company制造的微安计4140B测定其电流-电压特性并且用由TOPCON CORPORATION制造的BM7测定其发射亮度,从而对得到的元件的特性测定和评价。本实施例中,该发光元件具有619nm的最大发光波长和(0.66, 0.34)的色度(x, y)。

[0276] 结果,在将其亮度设定在 $2,000\text{cd}/\text{m}^2$ 下使本实施例的有机发光元件发光时的发光效率为 $23.0\text{cd}/\text{A}$ 。此外,在 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流值下本实施例的有机发光元件的亮度半衰期为300小时。

[0277] 实施例2-22和比较例1-5

[0278] 除了在实施例1中将用作空穴传输层(HTL)、电子阻挡层(EBL)、发光层主体(HOST)、发光层客体(GUEST)、空穴阻挡层(HBL)和电子传输层(ETL)的化合物适当地变为下表4中所示的化合物以外,采用与实施例1相同的方法制备各个有机发光元件。以与实施例1中相同的方式对得到的元件的特性测定和评价。表8示出测定的结果。

[0279] [表8]

[0280]

	HTL	EBL	HOST	GUEST	HBL	ETL	发光效率 [cd/A]
实施例 1	HT1	HT7	H-226	Ir-205	ET-3	ET-2	23.0
实施例 2	HT1	HT7	H-119	Ir-222	ET-3	ET-2	23.3
实施例 3	HT1	HT11	H-126	Ir-213	ET-4	ET-2	23.5
实施例 4	HT1	HT9	H-129	Ir-301	ET-3	ET-2	23.1
实施例 5	HT1	HT10	H-201	Ir-101	ET-3	ET-2	25.1
实施例 6	HT1	HT7	H-201	Ir-212	ET-3	ET-2	25.9
实施例 7	HT1	HT7	H-203	Ir-316	ET-3	ET-2	24.8
实施例 8	HT2	HT8	H-207	Ir-206	ET-3	ET-2	25.8
实施例 9	HT2	HT7	H-207	Ir-301	ET-3	ET-2	25.0
实施例 10	HT2	HT7	H-218	Ir-318	ET-3	ET-2	24.9
实施例 11	HT2	HT7	H-219	Ir-221	ET-3	ET-1	26.0
实施例 12	HT1	HT7	H-226	Ir-301	ET-3	ET-2	25.1
实施例 13	HT1	HT8	H-226	Ir-222	ET-3	ET-2	26.1
实施例 14	HT1	HT7	H-229	Ir-316	ET-3	ET-2	25.5
实施例 15	HT2	HT8	H-229	Ir-221	ET-3	ET-2	25.9
实施例 16	HT2	HT7	H-230	Ir-201	ET-3	ET-2	26.7
实施例 17	HT2	HT7	H-236	Ir-104	ET-3	ET-2	26.5
实施例 18	HT2	HT7	H-236	Ir-317	ET-3	ET-2	24.9
实施例 19	HT2	HT7	H-301	Ir-414	ET-4	ET-2	23.8
实施例 20	HT2	HT7	H-303	Ir-201	ET-7	ET-2	22.8

[0281]

实施例 21	HT1	HT7	H-316	Ir-213	ET-3	ET-1	26.3
实施例 22	HT1	HT7	H-318	Ir-304	ET-3	ET-2	25.0
比较例 1	HT1	HT7	H226	RD3	ET-3	ET-2	13.2
比较例 2	HT1	HT7	H226	RD4	ET-3	ET-2	13.2
比较例 3	HT1	HT7	EM9	RD6	ET-4	ET-2	17.5
比较例 4	HT1	HT7	EM8	RD7	ET-4	ET-2	19.0
比较例 5	HT1	HT7	EM9	Ir-316	ET-3	ET-2	22.5

[0282] 比较例 1-4 的每个有机发光元件具有比实施例的有机发光元件低的发光效率。这由如下事实引起：发光层中的客体不是由通式 [1] 表示的铱络合物 (biq 系 Ir 络合物)。此外，比较例 5 的有机发光元件具有比实施例的有机发光元件低的发光效率，尽管差异轻微。能够说这是因为从主体向客体的能量转移的效率低于实施例的每个有机发光元件。

[0283] 此外，在 100mA/cm² 的电流值下实施例 1-22 的有机发光元件的亮度半衰期为约 200 小时 -400 小时。换言之，元件具有长寿命。

[0284] 因此，发现本发明的有机发光元件，具体地，包括使发光层的寿命延长的金属络合物（主体）和对该层赋予高发光效率的由通式 [1] 表示的铱络合物（客体）的有机发光元件具有高发光效率和长寿命。

[0285] 实施例 23

[0286] 本实施例中，制备具有如下构成的有机发光元件，其中在基板上以所述顺序形成“阳极 / 空穴传输层 / 电子阻挡层 / 发光层 / 空穴阻挡层 / 电子传输层 / 阴极”。应指出地是，本实施例中，发光层含有辅助材料。

[0287] 首先，在采用与实施例 1 相同的方法制备的 ITO 基板上连续地形成下表 9 中所示的有机化合物层和电极层。应指出地是，此时，相对电极（金属电极层、阴极）的电极面积设定为 3mm²。

[0288] [表 9]

[0289]

	材料	厚度 (nm)
空穴传输层: HTL	HT-2	40
电子阻挡层: EBL	HT-7	10
发光层 主体: HOST 辅助材料: ASSIST 客体: GUEST	H-229 (主体) HT-2 (辅助材料) Ir-205 (客体) (H-229: HT-2: Ir-205=80: 15: 5(重量 比))	30
空穴阻挡层: HBL	ET-3	10
电子传输层: ETL	ET-1	50
第一金属电极层	LiF	0.5
第二金属电极层	Al	100

[0290] 以与实施例 1 中相同的方式对得到的元件的特性测定和评价。在此,本实施例的有机发光元件具有 621nm 的最大发光波长和 (0.66, 0.34) 的色度 (x, y)。此外,该元件在 1,500cd/m² 的亮度下发光时具有 35.2cd/A 的发光效率和 100mA/cm² 的电流值下 230 小时的亮度半衰期。

[0291] 实施例 24-31

[0292] 除了在实施例 23 中,将用作空穴传输层 (HTL)、电子阻挡层 (EBL)、发光层主体 (HOST)、发光层辅助材料 (ASSIST)、发光层客体 (GUEST)、空穴阻挡层 (HBL) 和电子传输层 (ETL) 的化合物如表 6 中所示改变以外,采用与实施例 23 相同的方法制备各个有机发光元件。以与实施例 23 中相同的方式对得到的元件的特性测定和评价。表 9 示出测定的结果。

[0293] [表 10]

[0294]

	HTL	EBL	HOST	ASSIST	GUEST	HBL	ETL	1,500cd/m ² 下的发光效率 [cd/A]
实施例 24	HT2	HT7	H-229	HT2	Ir-205	ET-3	ET-2	35.2
实施例 25	HT2	HT7	H-129	HT2	Ir-318	ET-7	ET-2	30.2
实施例 26	HT2	HT11	H-201	GD6	Ir-222	ET-3	ET-2	37.3
实施例 27	HT1	HT8	H-219	GD6	Ir-206	ET-4	ET-1	32.8
实施例 28	HT2	HT7	H-226	H-226	Ir-214	ET-3	ET-2	38.3
实施例 29	HT2	HT7	H-229	H-229	Ir-316	ET-3	ET-2	35.8
实施例 30	HT3	HT8	H-236	HT2	Ir-301	ET-4	ET-2	32.4
实施例 31	HT2	HT7	H-318	GD6	Ir-221	ET-3	ET-2	34.1

[0295] 以上表明：其发光层含有显示寿命延长效果的金属络合物和赋予高发光效率的 biq 系 Ir 络合物的本发明的有机发光元件是具有高发光效率和长亮度半衰期的有机发光元件。此外，100mA/cm²的电流值下实施例 23-31 的有机发光元件的亮度半衰期为约 200 小时 -350 小时，因此发现这些元件是长寿命和高性能的发光元件。

[0296] 如以上参照实施方案和实施例所述，根据本发明，能够提供具有高发光效率和长寿命的有机发光元件。

[0297] 尽管已参照例示实施方案对本发明进行了说明，但应理解本发明并不限于所公开的例示实施方案。下述权利要求的范围应给予最宽泛的解释以包括所有这样的变形以及等同的结构和功能。

[0298] 本申请要求于 2012 年 12 月 27 日提交的日本专利申请 No. 2012-285621 的权益，由此通过引用将其全文并入本文。

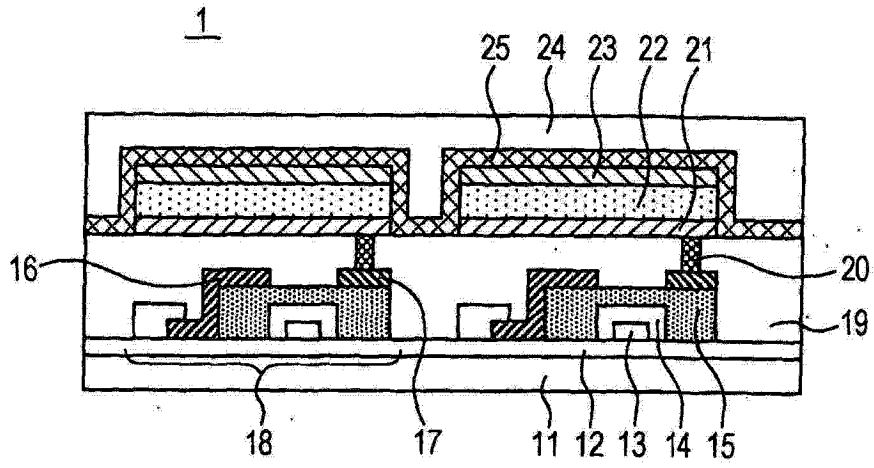


图 1