

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C09K 11/06

H05B 33/14



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01138389.5

[45] 授权公告日 2004 年 12 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 1180050C

[22] 申请日 2001. 11. 30 [21] 申请号 01138389.5

[30] 优先权

[32] 2000. 12. 1 [33] JP [31] 367080/2000

[32] 2001. 6. 29 [33] JP [31] 198439/2001

[32] 2001. 11. 20 [33] JP [31] 354703/2001

[71] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 坪山明 水谷英正 冈田伸二郎

泷口隆雄 三浦圣志 野口幸治

森山孝志 井川悟史 镰谷淳

古郡学

审查员 曹赞华

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

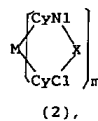
代理人 王 杰

权利要求书 5 页 说明书 40 页 附图 5 页

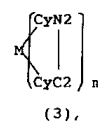
[54] 发明名称 金属配位化合物, 发光装置以及显示设备

[57] 摘要

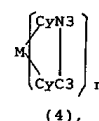
一种包括发光层的有机 EL 装置, 该发光层包含作为提供长时间高效率发光的发光物质的下列式 (I) 表示的金属配位化合物: $L_mML'_n$, 其中 M 表示 Ir、Pt、Ph 或 Pd; L 表示二齿配位体; L' 表示不同于 L 的二齿配位体; m 为 1, 2 或 3 的整数; n 为 0, 1 或 2 的整数, 条件是 m 和 n 的和为 2 或 3。部分结构 ML_m 由下列式 (2) 或式 (3) 表示, 部分结构 ML'_n 由下列式 (4) 或式 (5) 表示: 其中 CyN1、CyN2、CyN3、CyN4、CyC1、CyC2 和 CyC3 如说明书所定义。



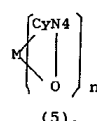
(2),



(3),



(4),



(5),

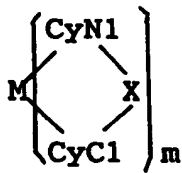
ISSN 1008-4274

1. 下式(1)表示的金属配位化合物:

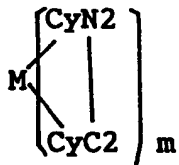


其中M表示Ir; L表示二齿配位体; L'表示不同于L的二齿配位体; m为1, 2或3的整数; n为0, 1或2的整数, 条件是m和n的和为3,

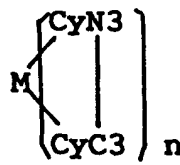
部分结构ML_m由下式(2)或式(3)表示, 部分结构ML'_n由下式(4)或式(5)表示:



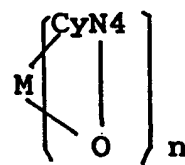
(2),



(3),



(4),



(5),

其中CyN1, CyN2和CyN3独立地表示取代或未被取代的包含与M连接的氮原子的环状基团; CyN4表示包含8-喹啉或其具有与M连接的氮原子的衍生物的环状基团; CyC1, CyC2和CyC3独立地表示取代或未被取代的包含与M连接的碳原子的环状基团,

每个CyN1, CyN2, CyN3, CyC1, CyC2和CyC3的取代基选自卤原子; 氰基; 硝基; 包含三个各自独立地具有1-8个碳原子的直链或支链烷基的三烷基甲硅烷基; 可以包括一个或至少两个可以被-O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO-, -CH=CH-或-C≡C-取代的非邻位亚甲基和可以包括可以被氟原子取代的氢原子的具有1-20个碳原子的直链或支链烷基; 以及可以具有取代基的芳环基, 所述取代基选自卤原子; 氰基; 硝基; 可以包括一个或至少两个可以被-O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO-, -CH=CH-或-C≡C-取代的非邻位亚甲基和可以包括可以被氟原子取代的氢原子的具有1-20个碳原子的直链或支链烷基,

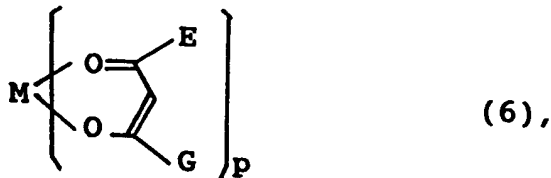
CyN1和CyC1通过包含由-O-, -S-, -CO-, -C(R1)(R2)-或-NR-表示的X的共价基团结合, 其中R1, R2和R独立地表示氢原子、卤原子、烷基, 卤原子取代的烷基, 苯基或萘基,

CyN2和CyC2, 以及CyN3和CyC3独立地通过共价键结合,

条件是当 $n=0$ 时, 该金属配位化合物由式(2)表示。

2.按照权利要求1的化合物, 其中部分结构 ML_m 由式(2)表示。

3.按照权利要求2的化合物, 其中金属配位化合物具有由下列式(6)表示的另一部分结构:



其中M表示Ir; p 为1; E和G独立地表示可以包含可以被氟原子取代的氢原子的具有1-20个碳原子的直链或支链烷基, 或可具有取代基的芳环基, 所述取代基选自卤原子; 氟基; 硝基; 包含三个各自独立地具有1-8个碳原子的直链或支链烷基的三烷基甲硅烷基; 以及其中一个或至少两个非邻位亚甲基可被 $-O-$, $-S-$, $-CO-$, $-CO-O-$, $-O-CO-$, $-CH=CH-$ 或 $-C \equiv C-$ 取代以及氢原子可被氟原子取代的具有1-20个碳原子的直链或支链烷基。

4.按照权利要求1的化合物, 其中能量从激发态跃迁到基态时显示磷光。

5.按照权利要求1的化合物, 其中配位体L和L'之一为发光配位体而另一个为载流子运输配位体。

6.按照权利要求1的化合物, 其中配位体L和L'中至少一个处于金属向配位体的电荷转移激发态。

7.按照权利要求1的化合物, 其中配位体L和L'包括能够提供基于其激发态的第一最大发光波长 λ_1 的第一配位体和能够提供比 λ_1 短的第二最大发光波长 λ_2 的第二配位体, 提供 λ_1 的第一配位体的数目小于提供 λ_2 的第二配位体的数目。

8.按照权利要求1的化合物, 其中配位体L和L'包括较强的发光配位体和较弱的发光配位体, 较强的发光配位体的数目小于较弱的发光配位体的数目。

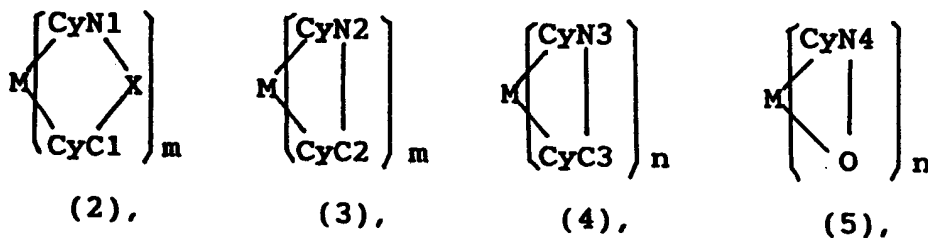
9.有机发光装置, 包括: 基层, 排列在该基层上的一对电极, 以及排列在一对电极之间至少包括一种有机化合物的发光功能层,

其中有机化合物包括下式(1)表示的金属配位化合物:



其中M表示Ir; L表示二齿配位体; L'表示不同于L的二齿配位体; m为1, 2或3的整数; n为0, 1或2的整数, 条件是m和n的和为3,

部分结构ML_m由下式(2)或式(3)表示, 部分结构ML'_n由下式(4)或式(5)表示:



其中CyN1, CyN2和CyN3独立地表示取代或未被取代的包含与M连接的氮原子的环状基团; CyN4表示包含8-喹啉或其具有与M连接的氮原子的衍生物的环状基团; CyC1, CyC2和CyC3独立地表示取代或未被取代的包含与M连接的碳原子的环状基团,

每个CyN1, CyN2, CyN3, CyC1, CyC2和CyC3的取代基选自卤原子; 氰基; 硝基; 包含三个各自独立地具有1-8个碳原子的直链或支链烷基的三烷基甲硅烷基; 可以包括一个或至少两个可以被-O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO-, -CH=CH-或-C≡C-取代的非邻位亚甲基和可以包括可以被氟原子取代的氢原子的具有1-20个碳原子的直链或支链烷基; 以及可以具有取代基的芳环基, 所述取代基选自卤原子; 氰基; 硝基; 可以包括一个或至少两个可以被-O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO-, -CH=CH-或-C≡C-取代的非邻位亚甲基和可以包括可以被氟原子取代的氢原子的具有1-20个碳原子的直链或支链烷基,

CyN1和CyC1通过包含由-O-, -S-, -CO-, -C(R1)(R2)-或-NR-表示的X的共价基团结合, 其中R1, R2和R独立地表示氢原子, 卤原子, 烷基, 卤原子取代的烷基, 苯基或萘基,

CyN2和CyC2、以及CyN3和CyC3独立地通过共价键结合,

条件是, 当n=0时, 该金属配位化合物由式(2)表示。

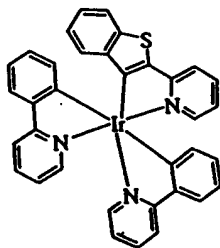
10.按照权利要求9的装置, 其中部分结构ML_m由式(2)表示。

11.按照权利要求9的装置, 其中电压施加在导致发光功能层产生磷光的一

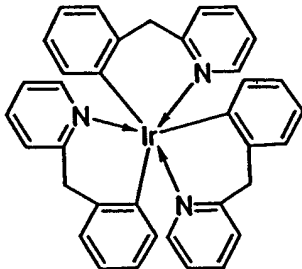
对电极之间。

12.一种图像显示装置,包括:各像素处的权利要求9的有机发光装置和对该有机发光装置提供电信号的手段,其中所述图像显示装置是使用直角相交条纹电极的单矩阵类型或包括各设有至少一个薄膜晶体管的像素的矩阵的有源矩阵型。

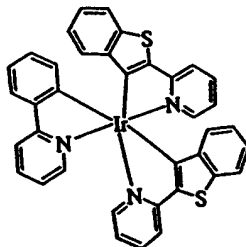
13.按照权利要求1的化合物,其中所述金属配位化合物由下面的结构式表示:



14.按照权利要求1的化合物,其中所述金属配位化合物由下面的结构式表示:

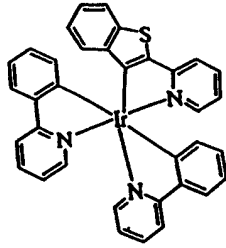


15.按照权利要求1的化合物,其中所述金属配位化合物由下面的结构式表示:



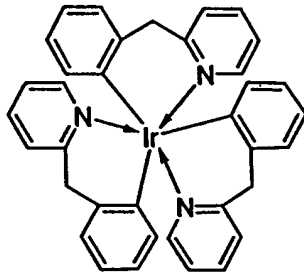
16.按照权利要求9的装置,其中所述金属配位化合物由下面的结构式表

示:



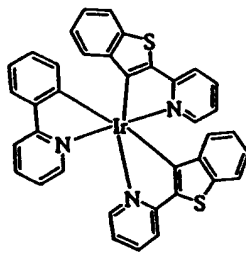
17.按照权利要求9的装置,其中所述金属配位化合物由下面的结构式表

示:



18.按照权利要求9的装置,其中所述金属配位化合物由下面的结构式表

示:



金属配位化合物，发光装置以及显示设备

技术领域

本发明涉及金属配位化合物，使用该金属配位化合物的有机发光装置以及使用该装置的显示设备。更具体地说，本发明涉及一种下文式(1)所示的作为发光效率稳定的发光材料的有机金属配位化合物，使用该金属配位化合物的有机的发光装置以及包括该发光装置的显示设备。

背景技术

作为高响应度和高效率的发光装置，有机场致发光(EL)装置已经被广泛地研究。

有机EL装置通常具有如图1A或1B所示的剖面的结构(例如，如“Macromol. Symp.”, 125, pp.1-48 (1997)所述)。

参照附图，EL装置通常具有包括透明的基层15，排列在透明的基层15上的透明的电极14，与透明的电极14相对排列的金属电极11，和排列在透明的电极14和金属电极11之间作为发光功能层的多个有机(化合物)层的结构。

参照附图1A，该具体方案中的EL装置具有两个有机层，包括一个发光层12和一个空穴传输层13。

透明的电极14可由具有较大的逸出功能确保良好的空穴注入性能进入空穴传输层的ITO(铟锡氧化物)层形成。另一方面，金属电极11可由具有较小逸出功能确保良好的电子注入性能进入有机层的铝层，镁层，其合金层等形成。

这种(透明的和金属的)电极14和11可以50-200 nm的厚度形成。

发光层12可由具有电子传递特征和发光特性的，例如，铝羟基喹啉配合物形成(其典型例子可包括下文所述的Alq3)。空穴传输层13可由具有供电子特征的联苯基二胺衍生物形成(其典型的例子可包括下文所述的 α -NPD)。

上述EL装置显示整流特性，当作为阴极的金属电极11和作为阳极的透明电极14之间施加电场时，电子从金属电极11注入发光层12，空穴由透明电极14注入。

如此注入的空穴和电子在发光层12内部重组产生进入激发态的激子，在激

子向基态跃迁的时候导致发光。这时，空穴传输层13作为电子阻挡层增加发光层12和空穴传输层13之间界面的重组效率，因此增强发光效率。

参照图1B，除了图1A所示层之外，电子传递层16排列在金属电极11和发光层12之间，借此，通过分离发光，电子传递和空穴转运功能可以确保载波闭锁性能，因此提供有效发光。

电子传递层16可以由例如噁二唑衍生物形成。

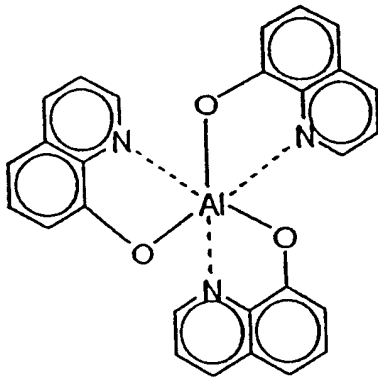
在普通有机EL装置中，在发光中心分子从单线态激发态向基态跃迁期间产生的荧光用于发光。

另一方面，不同于以上所述的单线态激子荧光(发光)，人们研究了三线态激子磷光(发光)在有机EL装置的应用，如下所示，例如，“Improved energy transfer in electrophosphorescent device” (D.F. O'Brien 等人, Applied Physics Letters, Vol. 74, No. 3, pp. 442 - 444 (1999)) 和 “Very high - efficiency green organic lightemitting devices based on electrophosphorescence” (M.A. Baldo 等人., Applied Physics Letters, Vol. 75, No. 1, pp. 4 - 6 (1999))。

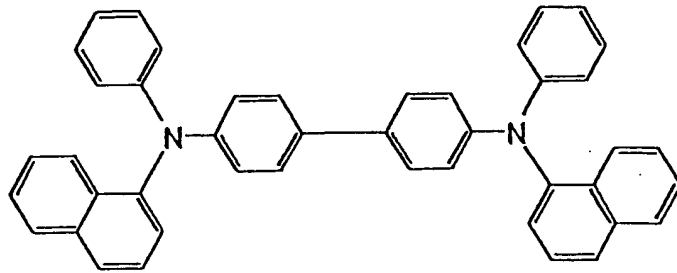
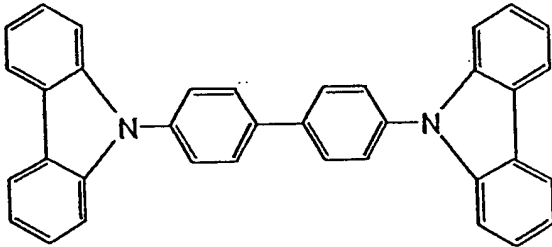
这些文献中所示的EL装置通常具有图1C所示的剖面结构。

参照图1C，四个有机层包括：在透明电极(阳极)14上依次形成的空穴传输层13，发光层12，激子漫射防护层17，和电子传递层16。

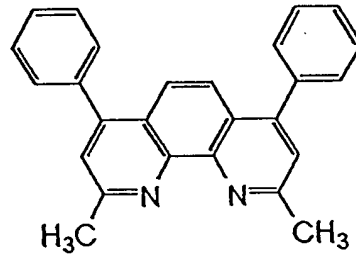
上述文献中，通过使用包括 α -NPD(显示如下)的空穴传输层13，Alq3(显示如下)的电子传递层16，BPC(显示如下)的激子漫射防护层17，作为基质材料的CPB(显示如下)与作为客体磷光材料以大约6 wt. %的浓度掺到CBP中的Ir(ppy)₃(显示如下)或PtOEP(显示如下)的混合物的发光层12的四个有机层，已经实现了较高的效率。



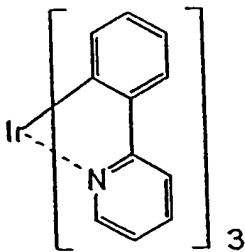
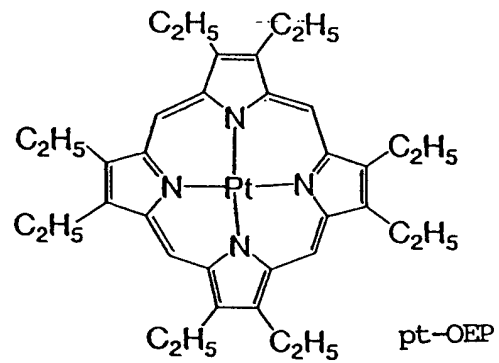
Alq3

 α -NPD

CBP



BCP

Ir(ppy)₃

Pt-OEP

Alq3 :三(8-羟基喹啉)铝(铝-羟基喹啉配合物),

α -NPD : N4,N4'-二萘-1-基-N4,N4'-联苯-联苯-4,4'-二胺(4,4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯),

CBP : 4,4'-N,N'-联咔唑-联苯,

BCP : 2,9-二甲基-4,7-联苯-1,10-菲咯啉,

Ir(ppy)₃ : fac三(2-苯基吡啶)铱(铱-苯基吡啶配合物), 和

PtOE : 2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-叶吩铂(铂-

八乙基叶吩配合物)。

用于发光层12的磷光(发光)材料已引起特别注意。因为在原理上预期磷光材料能提供较高的发光效率。

更具体地说,就磷光材料来说,激子通过包含1:3比率的单线态激子和三线态激子的载流子复合产生。因此,当使用从单线态激发态到基态跃迁导致的荧光时,理论上所得的发光效率为以全部产生的激子为基准的25%(作为上限)。

另一方面,当利用从三重激态跃迁导致的磷光时,理论上发光效率至少为荧光的三倍。另外,如果考虑到从单线态激发态(较高的能级)到三重激态的系统内跃迁,理论上上磷光的发光效率可以预计为100%(荧光的四倍)。

利用从三重激态跃迁的磷光也公开于,例如, Japanese Laid - Open Patent Application (JP - A) 11 - 329739, JP - A 11 - 256148和JP - A 8 - 319482。

可是,以上利用磷光的有机EL装置存在较低的发光效率和稳定性(发光退化)的问题,特别是在激发状态。

发光退化的原因至今没有澄清,但是可能归因于三线态激子的寿命通常比单线态激子长至少三位数,所以分子长期处于高能量状态,导致与环境物质反应,形成激基复合物或激基缔合物,小分子结构的改变,环境物质的结构改变,等等。

因此,要求(电场)磷光EL装置用磷光材料向该EL装置提供较高的发光效率和稳定性。

发明内容

本发明的一个目的是提供适用于发光装置的有机层材料的金属配位化合物,能够在维持装置的稳定性的同时提供长周期的高亮度(或发光度)的高效率的发光状态。

本发明的另一个目的是提供作为磷光(发光)材料能提供较高的磷光收益和可控制的发射(发光)波长的金属配位化合物。

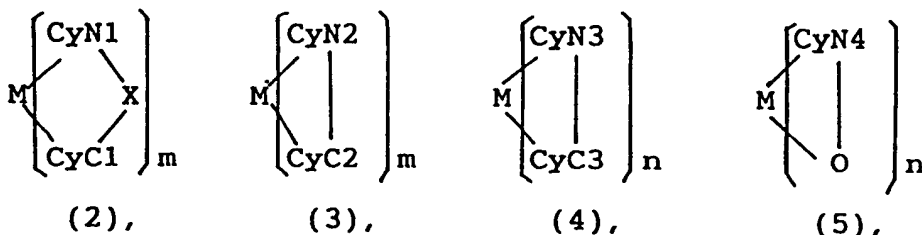
本发明另外的目的是提供作为多功能的发光材料的金属配位化合物,它不但具有控制的发光特性而且具有控制的电学特性,电学特性指用于有机EL装置提供可以发光的电流的发光材料单独的电学特性。本发明另外的目的是提供使用金属配位化合物的有机发光装置和包括该有机发光装置的显示设备。

按照本发明,这里提供下式(1)表示的金属配位化合物:



其中M表示Ir, Pt, Ph或Pd; L表示二齿配位体; L'表示不同于L的二齿配位体; m为1, 2或3的整数;以及n为0, 1或2的整数, 条件是m和n的和为2或3.

部分结构 $M L_m$ 由如下式(2)或式(3)表示, 部分结构 $M L'_n$ 由如下式(4)或式(5)表示:



其中CyN1, CyN2和CyN3独立地表示取代或未被取代的包含与M连接的氮原子的环基; CyN4表示包含8-喹啉或其具有与M连接的氮原子的衍生物的环基; CyC1, CyC2和CyC3独立地表示取代或未被取代的包含与M连接的碳原子的环基,

每个CyN1, CyN2, CyN3, CyC1, CyC2和CyC3的各取代基选自卤原子; 氟基; 硝基; 包含三个各自独立地具有1-8个碳原子的直链或支链烷基的三烷基甲基硅烷基; 可以包括一个或至少两个可以被替换为-O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO-, -CH=CH-或-C≡C-的非邻位亚甲基和可以包括可以被替换为氟原子的氢原子的具有1-20个碳原子的直链或支链烷基; 以及可以具有取代基的芳环基, 其取代基选自卤原子; 氟基; 硝基; 和可以包括一个或至少两个可以被替换为-O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO-, -CH=CH-或-C≡C-的非邻位亚甲基和可以包括可以被替换为氟原子的氢原子的具有1-20个碳原子的直链或支链烷基,

CyN1和CyC1通过包含由-O-, -S-, -CO-, -C(R1)(R2)-或-NR-表示的X的共价基团结合, 其中R1, R2和R独立地表示氢原子, 卤原子, 烷基, 卤原子取代的烷基, 苯基或萘基, 以及

CyN2和CyC2, 以及CyN3和CyC3独立地通过共价键结合,

条件是, 当n=0时, 该金属配位化合物由式(2)表示.

本发明金属配位化合物在从激发态向基态能量转移的时候提供高发光效

率的磷光。

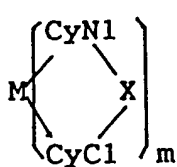
本发明还提供一种有机发光装置，包括：基层，排列在该基层上的一对电极，以及排列在一对电极之间包括至少一种有机化合物的发光功能层，

其中有机化合物包括下式(1)表示的金属配位化合物：

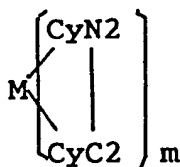


其中M表示Ir, Pt, Ph或Pd; L表示二齿配位体; L'表示不同于L的二齿配位体; m为1, 2或3的整数; 以及n为0, 1或2的整数, 条件是m和n的和为2或3.

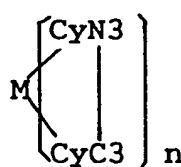
部分结构 $M L_m$ 由如下式(2)或式(3)表示, 部分结构 $M L'_n$ 由如下式(4)或式(5)表示:



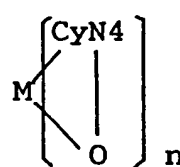
(2),



(3),



(4),



(5),

其中CyN1, CyN2和CyN3独立地表示取代或未被取代的包含与M连接的氮原子的环基; CyN4表示包含8-喹啉或其具有与M连接的氮原子的衍生物的环基; CyC1, CyC2和CyC3独立地表示取代或未被取代的包含与M连接的碳原子的环基,

每个CyN1, CyN2, CyN3, CyC1, CyC2和CyC3的各取代基选自卤原子; 氰基; 硝基; 包含三个各自独立地具有1-8个碳原子的直链或支链烷基的三烷基甲硅烷基; 可以包括一个或至少两个可以被替换为-O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO-, -CH=CH-或-C≡C-的非邻位亚甲基和可以包括可以被替换为氟原子的氢原子的具有1-20个碳原子的直链或支链烷基; 以及可以具有取代基的芳环基, 取代基选自卤原子; 氰基; 硝基; 可以包括一个或至少两个可以被替换为-O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO-, -CH=CH-或-C≡C-的非邻位亚甲基和可以包括可以被替换为氟原子的氢原子的具有1-20个碳原子的直链或支链烷基;

CyN1和CyC1通过包含由-O-, -S-, -CO-, -C(R1)(R2)-或-NR-表示的X的共价基团结合, 其中R1, R2和R独立地表示氢原子, 卤原子, 烷基, 卤原子取代的烷基、苯基或萘基, 以及

CyN2和CyC2, 以及CyN3和CyC3独立地通过共价键结合, 条件是, 当 $n=0$ 时, 该金属配位化合物由式(2)表示。

通过在该有机发光装置的一对电极之间施加电压使包含金属配位化合物的有机化合物层(发光功能层)产生磷光。

此外, 本发明还提供一种包括该有机发光装置和向该有机发光装置提供电信号的手段的图像显示仪器。

当结合附图阅读下列本发明优选方案的描述时, 更容易理解本发明的这些及其他目的, 特征和优点。

附图说明

图1A, 1B和1C分别为有机发光装置层结构的剖面示意图。

图2为用于下文实施例3的单矩阵型有机发光装置的透视示意图。

图3为用于实施例3的激励信号的波形图。

图4A显示苯基嘧啶基铱配合物($\text{Ir}(\text{ppy})_3$)的荧光光谱, 图4B显示噻吩吡啶基铱配合物($\text{Ir}(\text{thpy})_3$)的荧光光谱。

图5显示用于实施例10的2-苄基吡啶铱配合物的荧光光谱。

具体实施方式

当有机EL装置由载流子运输基质材料和磷光客体材料形成时, 光的发射(磷光)过程通常包括下列步骤:

- (1) 发光层内部电子和空穴的传输,
- (2) 基质材料激子的形成,
- (3) 基质材料分子之间激发能的传送,
- (4) 激发能从基质材料分子向客体材料分子的传送,
- (5) 客体材料三线态激子的形成, 以及
- (6) 客体材料三重激态向基态跃迁产生光的发射(磷光)。

上述步骤中, 所要求的能量传递和发光通常可由各种猝灭和竞争导致。

为了提高EL装置的发光效率, 要求发光中心材料本身提供较高的发光量。另外, 基质材料分子之间和/或基质材料分子和客体材料分子之间有效率的能量转移也是一个重要因素。

此外, 上述激发状态中的发光退化可能涉及发光中心材料本身或通过它的环境分子结构产生的环境变化。

上述式(1)表示的本发明金属配位化合物可产生磷光(发光), 被认为

具有包括容易导致金属向配位体的电荷转移(MLCT*状态)的三重激态或作为配位体中心的三重激态的 $\pi-\pi^*$ 状态的最低的激发态。MLCT*状态或 $\pi-\pi^*$ 状态向基态的跃迁导致光(磷光)的磷光发射。

现已发现本发明式(1)金属配位化合物提供至少0.01的较高的磷光收益和1-100 μ sec的较短的磷光寿命。

较短的磷光寿命是提供具有较高的发光效率的EL装置所必需的。这是因为比较长的磷光寿命增加了处于磷光等待状态的三重激态的分子,因此在较高的电流密度下具有较低的发光效率。

因此,对于具有较高的磷光收益和较短的磷光寿命的有机EL装置,本发明式(1)金属配位化合物是合适的发光物质。

此外,由于较短的磷光寿命,式(1)金属配位化合物的分子具有较短的较高能态的三重激态周期,因此提供EL装置提高的耐用性和设备特性的更小的退化。在这点上,本发明金属配位化合物已经被证实具有下文实施例描述的出色的发光稳定性。

本发明有机发光装置具有层状结构,其中有机化合物层(发光功能层)包括如图1A到1C所示的夹在一对相对排列的电极之间的式(1)金属配位化合物。该有机发光装置通过在电极之间施加电压而从有机化合物发出磷光。

作为发光功能材料,特别是发光物质,用于有机发光装置(EL装置)的本发明式(1)金属配位化合物可大致区分为下列两种化合物:

(1) 分子结构中包含相同种类的两个以上的(两或三个)配位体的金属配位化合物,和

(2) 分子结构中包含不同种类的两个以上的配位体的金属配位化合物。

在本发明中,使用结构不同于上述两种情况的配位体((1)和(2))适当地设计金属配位化合物的分子结构可以提供稳定的高发光效率和最大发光波长。

在使用相同种类的配位体的情况(1)中,可能提供较小的半值幅荧光光谱和较高的色纯度。

此外,在使用不同种类的配位体的情况(2)中,对于式(1)金属配位化合物可能使用不同的两种配位体,因而给予该金属配位化合物基于配位体各自的特征的多功能(多功能)。多功能的给予是使用不同种类的配位体的特征。特别地,当具有不同种类的配位体的金属配位化合物用于有机EL装置时,将金

属配位化合物的不同种类的配位体组合能够给予该EL装置受控的发光和电流特征是非常有利的，因为EL装置的设备特性不仅受发光特性的影响，而且受到电流特性很大的影响。

使用具有不同的配位体结构的磷光材料的有机发光装置已经描述于M. E. Thompson 等人，“Electrophotophorescent Organic Light Emitting Diodes” (Conference record of the 20th International Display Research Conference), pp. 337 - 340 (2000)。该文献中，铱配位化合物具有包含苯基吡啶骨架或噻吩吡啶骨架的发光配位体和包含乙酰丙酮骨架的另外的配位体。与具有(相同的)三个苯基吡啶配位体的铱配合物(三乙酰丙酮合铱(tris-acetylacetonato-Ir)配合物)相比较，通过使用该铱配位化合物在不降低发光特性的前提下提高了综合收益。

可是，上述三乙酰丙酮合铱配合物未显示或仅显示轻微的磷光，不具有载流子(空穴/电子)传输性能。

上述文献中，使用乙酰丙酮配位体(acac配位体)是为了在不削弱上述发光特性的前提下提高合成收益，未能积极地改善有机EL装置的设备特性。

依据我们的实验，有机EL装置的设备特性可以通过如下所述的具有不同配位体结构的两个不同的配位体改善其功能。

为了测定配位体的固有特征，首先，合成具有一种与相同种类的配位体有关的金属的金属配位化合物并且测量它的特征(受金属与配位体结合的影响)，如(最大)发光波长(发射波长)，发光收益，电子转移性能，空穴转移性能和热稳定性。

在这点上，为了测定包括发光波长和收益的发光特性，处于最小激发态的发光分子的特性是一个重要因素。

如上所述，本发明式(1)金属配位化合物的最小激发态为MLCT激发态或配位体-中心激发态。就磷光材料来说，MLCT激发态通常是有利的，因为在很多情况下磷光材料(处于MLCT激发态)具有较高的发光转移概率和更强的发光性能。

基于配位体和(中心的)金属的结合，测定所得金属配位化合物的激发态是MLCT激发态还是配位体中心激发态。

本申请中，术语“MLCT(金属到配位体的电荷转移)激发态”指构成该金属配位化合物分子的电子轨道对该配位体侧面的局部化，因而导致电子侧面的转移，因而导致电子从金属到配位体的转移而形成的激发态。另一方面，术语

“配位体-中心激发态”指配位体内部形成的激发态，在激发的时候不立即受金属的影响。通常，电子从键合的 π -轨道激发到非键合的 π -轨道。因此，配位体-中心激发态也称为“ π - π^* 激发态”。

通过，例如，测量相对于没有使用金属配位化合物的情况，在夹入包含具有相同种类的配位体的分散的金属配位化合物的有机化合物层(发光功能层)的电极对之间的流动的电流值的增加额可以评价载流子(空穴/电子)转移性能。

此外，通过比较具有包括两个夹入发光层的有机化合物层的多层结构的有机发光装置的电流特性可以测定该有机化合物层是电子传递还是空穴传输层，上述有机化合物为构成有机化合物层的各种有机化合物。

如上所述，可以适当地改变金属和配位体的结合鉴定构成本发明金属配位化合物的配位体。

然后，为了提高具有不同配位体结构的金属配位化合物的发光特性，我们认为在位于其激发态中的配体之间平稳进行激发能跃迁，以便导致基于特定配体的发光，同时使发光配体的数目最小更为有利。

更具体地说，当具有包括一种发光的配位体的三个配位体的金属配位化合物处于激发态时，激发能从两个配位体转移到一个发光的配位体，因而提供单色的发光并且提高色纯度。此外，预计可利用一种发光的配位体降低金属配位化合物空间上邻近的分子之间的能量跃迁的发生概率，因而减少猝灭或失活的能量。

因此，本发明优选的多元配位体的组合可以包括：

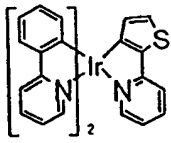
(a) 包括至少一种能够处于MLCT激发态的配位体的配位体的组合，

(b) 包括发光的配位体和载流子运输配位体的配位体的组合，

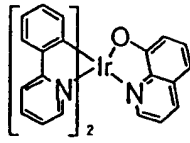
(c) 包括提供比较长的最大发光波长 λ_1 (即，较小激发能)的第一配位体和提供较短的最大发光波长 λ_2 ($< \lambda_1$) (即，较大的激发能)的第二配位体的配位体的组合，其中第一个配位体的数目小于第二配位体的数目，以及

(d) 包括较强发光的配位体和较弱发光的配位体的配位体的组合，其中较强的发光的配位体的数目小于较弱的发光的配位体的数目。

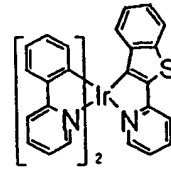
下面将通过铱配合物的例子更具体地描述上述(a)到(d)的配位体组合。



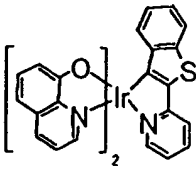
结构式 41



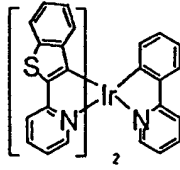
结构式 42



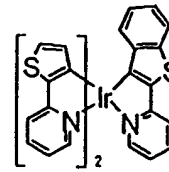
结构式 43



结构式 44



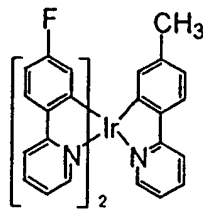
结构式 45



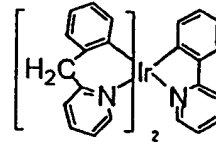
结构式 46



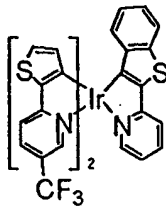
结构式 47



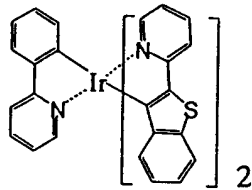
结构式 48



结构式 49



结构式 50



结构式 51

可将上述结构式41到51的金属配位化合物如下分类。

组合	结构式
(a)	41, 42, 43
(b)	44, 45
(c)	46, 47, 48, 49
(d)	48, 50

式41 - 51的金属配位化合物包括了可以包含在(a) - (d)的多种组合中的那些化合物。 组合(a)

式41金属配位化合物具有分别连接到铱(中心金属)的两个苯基吡啶配位体和一个噻吩吡啶配位体。当该金属配位化合物被激发时,苯基吡啶配位体处于MLCT激发态而噻吩吡啶配位体处于配位体-中心激发态。

该激发态(MLCT或配位体-中心激发态)可根据具有三个苯基吡啶骨架的铱配合物($\text{Ir}(\text{ppy})_3$)和具有三个噻吩吡啶骨架的铱配合物($\text{Ir}(\text{thpy})_3$)的发射光谱(如图4A和4B分别所示)的形状加以鉴别。

参照图4A, $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ 未显示除主峰以外的其他峰。另一方面,如图4B所示, $\text{Ir}(\text{thpy})_3$ 在长波长的一侧除主峰以外还显示一个次峰(或肩峰)。这个次峰是芳香配位体的振动能级产生的,因而在MLCT激发态的情况下观察不到。

就磷光来说,与配位体-中心激发态相比较,基本遵从MLCT激发态,显示从激发态到基态的发光(磷光)跃迁。此外,这样的跃迁的概率高于没有辐射的跃迁,因而通常提供较高的磷光收益。

$\text{Ir}(\text{ppy})_3$ 未显示 $\text{Ir}(\text{thpy})_3$ 的次峰,因此确定处于MLCT激发态。

因此,就式41金属配位化合物来说,当苯基吡啶配位体被首先激发时,激发能没有猝灭或失活,而是在分子内迅速地转移到噻吩吡啶配位体以使噻吩吡啶配位体处于激发态。这是因为苯基吡啶的三线态能级高于噻吩吡啶。

甚至在有机EL装置和光致激发溶液中的光致发光(PL)中,都可以观察到噻吩吡啶配位体产生的550 nm处的发光。

同样地,式42金属配位化合物中的8-羟基喹啉配位体和式43金属配位化合物中的苯并噻吩基吡啶配位体是处于配位体-中心激发态的配位体。使用式42和43金属配位化合物时,分别观察到作为波长比较长的发光配位体的8-羟基

喹啉配位体和苯并噻吩基吡啶配位体所致的发光。

配位体处于MLCT激发态时，可提供较长的最大发光波长，该发光是由MLCT激发态的配位体所致。

此外，例如，就具有MLCT激发态的4-氟苯基吡啶配位体和4-甲基苯基吡啶配位体的式48金属配位化合物来说，不易发生无发光的猝灭。

4-氟苯基吡啶的最大发光波长短于4-甲基苯基吡啶（即，前者激发能级高于后者）。因此，即使当配位体被激发，激发能也在分子内转入较低激发能级的4-甲基苯基吡啶，导致4-甲基苯基吡啶发光。式48金属配位化合物处于MLCT激发态，因而不容易导致无辐射的猝灭，提供高效率的发光。

因此，当本发明金属配位化合物具有包括能够处于MLCT激发态的配位体的不同的配位体结构时，分子内的能量可能以高效率跃迁，因而确保高的磷光收益。

组合(b)

式44金属配位化合物具有作为电子传递配位体的f-羟基喹啉配位体和作为发光配位体的苯并噻吩基吡啶配位体。当式44金属配位化合物分散在显示于图1C的有机EL装置发光层12中时，可比使用具有相同配位体结构的包括三个f-羟基喹啉配位体的金属配位化合物（即，三-8-羟基喹啉合铱配合物）提高发光效率。

此外，与未使用发光材料（如式44金属配位化合物）相比较，使用式44金属配位化合物的有机EL装置可在使用相同的电压下有效地提高电流密度。可能归因于通过式44金属配位化合物分散在发光层，8-羟基喹啉配位体电子传递供给发光层以电子（进入载流子的电子通常容易注入），因而通过与空穴结合形成激子，确保基于苯并噻吩基吡啶配位体发光的有效发光。

苯并噻吩基吡啶配位体也显示空穴传输性能。在式45金属配位化合物中，苯并噻吩基吡啶配位体具有空穴传递功能。

组合(c)

式46金属配位化合物具有噻吩吡啶配位体和苯并噻吩基吡啶配位体。

具有三个噻吩吡啶配位体的铱配合物和具有三个苯并噻吩基吡啶配位体的铱配合物分别在550 nm和600 nm的最大发光波长产生磷光。因此，后一个铱配合物具有比较长的最大发光波长和较小的最低激发能（三线态能量）。使用

式46金属配位化合物的有机EL装置和其光致激发溶液中的PL（光致发光）都可观察到由苯并噻吩基吡啶配位体产生的发光。

当如图1C所示的有机EL装置使用式46金属配位化合物时，可得到高的发光效率。这可能归因于如下机制，与具有（相同的）三个苯并噻吩基吡啶配位体（发光配位体）的金属配位化合物相比较，式46金属配位化合物中的发光配位体的数目是具有三个苯并噻吩基吡啶配位体的金属配位化合物的 $1/3$ ，降低了与环境分子的分子间相互作用形成未发光猝灭的路径的概率。

因此，可以通过减少相对于短波长发光配位体的长波长发光配位体的数目，实现高的发光效率。

关于式49金属配位化合物，苜基吡啶配位体显示蓝色发光特性（发射峰波长：480 nm）而苯基吡啶配位体显示绿色发光特性（发射峰波长：515 nm）。

结果，激发能集中于苯基吡啶配位体，因而确保苯基吡啶配位体产生的稳定的发光。

组合(d)

式50金属配位化合物具有噻吩基-4-三氟甲基吡啶配位体和苯并噻吩基吡啶配位体。

依据我们在溶液（例如，在脱氧甲苯中）中进行的发光特性的实验，具有三个噻吩基-4-三氟甲基吡啶配位体的铱配合物在溶液中的光致激发磷光收益小于具有三个苯并噻吩基吡啶配位体的铱配合物。因此，与噻吩基-4-三氟甲基吡啶配位体相比较，苯并噻吩基吡啶配位体是较强的发光配位体。此外前者也提供相对长的最大发光波长（即，相对低的激发能级）。因此，式49金属配位化合物的发光是基于分子内能量转移的苯并噻吩基吡啶配位体产生的。

通过在显示于图1C的有机EL装置的发光层12中使用式49金属配位化合物可以实现高发光效率。

因此，通过减少强发光配位体和长波长发光配位体的数目（情况1）可以提高发光效率。

如上所述，满足至少一个上述组合(a)到(d)的本发明金属配位化合物可有效地用作发光功能材料，为该有机EL装置提供高发光效率。与使用具有相同的三个发光的配位体的金属配位化合物相比较，本发明中一般可提高发光效率大

约20%，但是发光效率的增加度可根据金属和配位体的种类而有所不同。

上述高效率的有机发光装置可适用于各种需要节能和高发光的产品，如显示设备，照明仪器，打印机等的光源，和液晶显示设备的背光。

当本发明有机发光装置用作图像显示仪器时，它可提供具有如良好节能性能，良好能见度，和重量轻的优良性质的平面显示设备。

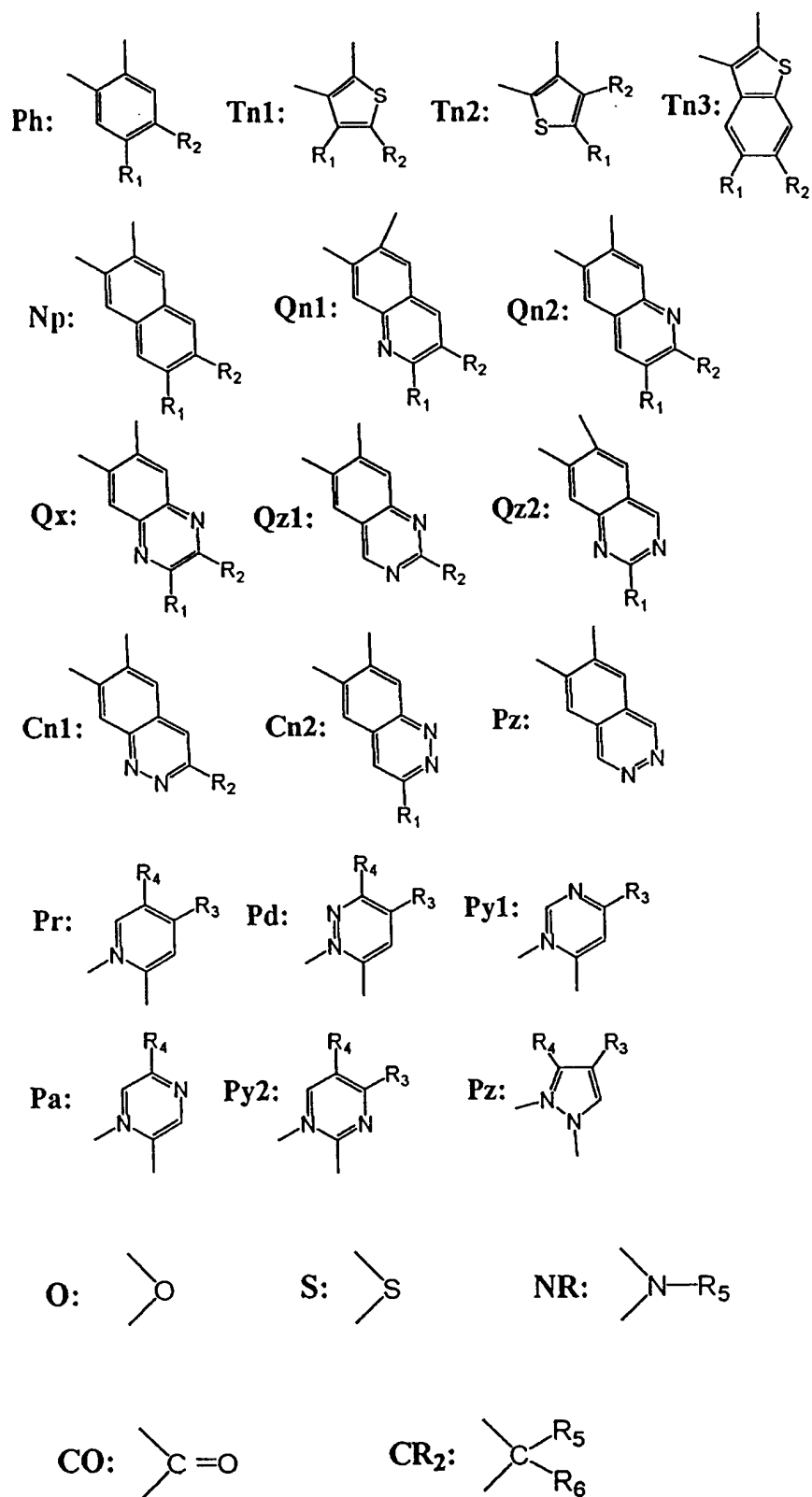
本发明有机发光装置也可装备在使用直角相交条纹电极的单矩阵类型显示设备或包括各设有例如至少一个TFT（薄膜晶体管），如无定形的TFT或多晶TFT的像素的矩阵的有源矩阵型显示设备中。

当本发明有机发光装置用作打印机光源，例如，激光束打印机激光源时，独立可编址元件以阵列排列暴露于光敏鼓下，因而影响成象。通过利用本发明有机发光装置，可显著地缩小该仪器的大小（体积）。

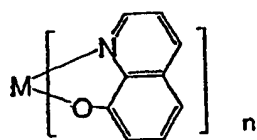
关于照明仪器和背光，预计本发明有机发光装置可有效地显示优秀的节能作用。

在下文中，本发明式（1）金属配位化合物的具体实施例显示于表1。但本发明金属配位化合物不局限于这些具体实施例。

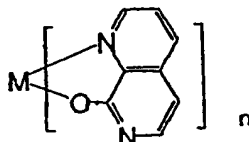
在表1中，CyN1，CyN2，CyN3，CyCl，CyC2和CyC3的缩写Ph到P2以及对于-X-的O到CR2分别表示下列二价基团：



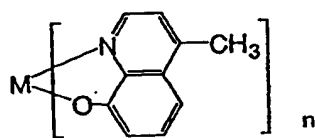
此外，在表1中，为了方便起见，显示为L'的式(5)（包括CyN4为8-羟基喹啉骨架或其衍生物）的部分结构ML'n所对应的式(11)到(14)分别由下列结构表示：



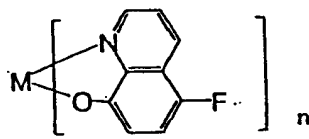
(11)



(12)



(13)



(14)


此外，实施例化合物No. 215到218和746包括作为式(6)的另一个配位体L'的乙酰丙酮配位体。

表1

No	M	m	n	L										L'
				CyN1	X	CyC1	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
1	Ir	3	0	Pr	O	Ph	H	H	H	H				
2	Ir	3	0	Pr	O	Tn1	H	H	H	H				
3	Ir	3	0	Pr	O	Tn2	H	H	H	H				
4	Ir	3	0	Pr	O	Tn3	H	H	H	H				
5	Ir	3	0	Pr	O	Qn1	H	H	H	H				
6	Ir	3	0	Pr	O	Qn2	H	H	H	H				
7	Ir	3	0	Pr	O	Qx	H	H	H	H				
8	Ir	3	0	Pr	O	Qz1	-	H	H	H				
9	Ir	3	0	Pr	O	Qz2	H	-	H	H				
10	Ir	3	0	Pr	O	Cn1	-	H	H	H				
11	Ir	3	0	Pr	O	Cn2	H	-	H	H				
12	Ir	3	0	Pr	O	Pz	-	-	H	H				
13	Ir	3	0	Pr	S	Ph	H	H	H	H				
14	Ir	3	0	Pr	S	Tn1	H	H	H	H				
15	Ir	3	0	Pr	S	Tn2	H	H	H	H				
16	Ir	3	0	Pr	S	Tn3	H	H	H	H				
17	Ir	3	0	Pr	S	Qn1	H	H	H	H				
18	Ir	3	0	Pr	S	Qn2	H	H	H	H				
19	Ir	3	0	Pr	S	Qx	H	H	H	H				
20	Ir	3	0	Pr	S	Qz1	-	H	H	H				
21	Ir	3	0	Pr	S	Qz2	H	-	H	H				
22	Ir	3	0	Pr	S	Cn1	-	H	H	H				
23	Ir	3	0	Pr	S	Cn2	H	-	H	H				
24	Ir	3	0	Pr	S	Pz	-	-	H	H				
25	Ir	3	0	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	H			
26	Ir	3	0	Pr	NR	Tn1	H	H	H	H	H			
27	Ir	3	0	Pr	NR	Tn2	H	H	H	H	H			
28	Ir	3	0	Pr	NR	Tn3	H	H	H	H	H			
29	Ir	3	0	Pr	NR	Qn1	H	H	H	H	H			
30	Ir	3	0	Pr	NR	Qn2	H	H	H	H	H			
31	Ir	3	0	Pr	NR	Qx	H	H	H	H	H			
32	Ir	3	0	Pr	NR	Qz1	-	H	H	H	H			
33	Ir	3	0	Pr	NR	Qz2	H	-	H	H	H			
34	Ir	3	0	Pr	NR	Cn1	-	H	H	H	H			
35	Ir	3	0	Pr	NR	Cn2	H	-	H	H	H			
36	Ir	3	0	Pr	NR	Pz	-	-	H	H	H			
37	Ir	3	0	Pr	CO	Ph	H	H	H	H				
38	Ir	3	0	Pr	CO	Tn1	H	H	H	H				
39	Ir	3	0	Pr	CO	Tn2	H	H	H	H				
40	Ir	3	0	Pr	CO	Tn3	H	H	H	H				


续

续(表1)

No	M	m	n	L										L'
				CyN1		CyC1	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
41	Ir	3	0	Pr	CO	Qn1	H	H	H	H				
42	Ir	3	0	Pr	CO	Qn2	H	H	H	H				
43	Ir	3	0	Pr	CO	Qx	H	H	H	H				
44	Ir	3	0	Pr	CO	Qz1	-	H	H	H				
45	Ir	3	0	Pr	CO	Qz2	H	-	H	H				
46	Ir	3	0	Pr	CO	Cn1	-	H	H	H				
47	Ir	3	0	Pr	CO	Cn2	H	-	H	H				
48	Ir	3	0	Pr	CO	Pz	-	-	H	H				
49	Ir	3	0	Pr	CR2	Ph	H	H	H	H	H	H		
50	Ir	3	0	Pr	CR2	Tn1	H	H	H	H	H	H		
51	Ir	3	0	Pr	CR2	Tn2	H	H	H	H	H	H		
52	Ir	3	0	Pr	CR2	Tn3	H	H	H	H	H	H		
53	Ir	3	0	Pr	CR2	Qn1	H	H	H	H	H	H		
54	Ir	3	0	Pr	CR2	Qn2	H	H	H	H	H	H		
55	Ir	3	0	Pr	CR2	Qx	H	H	H	H	H	H		
56	Ir	3	0	Pr	CR2	Qz1	-	H	H	H	H	H		
57	Ir	3	0	Pr	CR2	Qz2	H	-	H	H	H	H		
58	Ir	3	0	Pr	CR2	Cn1	-	H	H	H	H	H		
59	Ir	3	0	Pr	CR2	Cn2	H	-	H	H	H	H		
60	Ir	3	0	Pr	CR2	Pz	-	-	H	H	H	H		
61	Ir	3	0	Pd	O	Ph	H	H	H	H				
62	Ir	3	0	Pd	O	Tn1	H	H	H	H				
63	Ir	3	0	Pd	O	Tn2	H	H	H	H				
64	Ir	3	0	Pd	O	Tn3	H	H	H	H				
65	Ir	3	0	Pd	S	Ph	H	H	H	H				
66	Ir	3	0	Pd	S	Tn1	H	H	H	H				
67	Ir	3	0	Pd	S	Tn2	H	H	H	H				
68	Ir	3	0	Pd	S	Tn3	H	H	H	H				
69	Ir	3	0	Pd	NR	Ph	H	H	H	H	H			
70	Ir	3	0	Pd	NR	Tn1	H	H	H	H	H			
71	Ir	3	0	Pd	NR	Tn2	H	H	H	H	H			
72	Ir	3	0	Pd	NR	Tn3	H	H	H	H	H			
73	Ir	3	0	Pd	CO	Ph	H	H	H	H				
74	Ir	3	0	Pd	CO	Tn1	H	H	H	H				
75	Ir	3	0	Pd	CO	Tn2	H	H	H	H				
76	Ir	3	0	Pd	CO	Tn3	H	H	H	H				
77	Ir	3	0	Pd	CR2	Ph	H	H	H	H	H	H		
78	Ir	3	0	Pd	CR2	Tn1	H	H	H	H	H	H		
79	Ir	3	0	Pd	CR2	Tn2	H	H	H	H	H	H		
80	Ir	3	0	Pd	CR2	Tn3	H	H	H	H	H	H		


续

续(表1)

No	M	m	n	L										L'
				CyN1		CyC1	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
81	Ir	3	0	Pr1	O	Ph	H	H	H	-				
82	Ir	3	0	Pr1	O	Tn1	H	H	H	-				
83	Ir	3	0	Pr1	O	Tn2	H	H	H	-				
84	Ir	3	0	Pr1	O	Tn3	H	H	H	-				
85	Ir	3	0	Pr1	S	Ph	H	H	H	-				
86	Ir	3	0	Pr1	S	Tn1	H	H	H	-				
87	Ir	3	0	Pr1	S	Tn2	H	H	H	-				
88	Ir	3	0	Pr1	S	Tn3	H	H	H	-				
89	Ir	3	0	Pr1	NR	Ph	H	H	H	-	H			
90	Ir	3	0	Pr1	NR	Tn1	H	H	H	-	H			
91	Ir	3	0	Pr1	NR	Tn2	H	H	H	-	H			
92	Ir	3	0	Pr1	NR	Tn3	H	H	H	-	H			
93	Ir	3	0	Pr1	CO	Ph	H	H	H	-				
94	Ir	3	0	Pr1	CO	Tn1	H	H	H	-				
95	Ir	3	0	Pr1	CO	Tn2	H	H	H	-				
96	Ir	3	0	Pr1	CO	Tn3	H	H	H	-				
97	Ir	3	0	Pr1	CR2	Ph	H	H	H	-	H	H		
98	Ir	3	0	Pr1	CR2	Tn1	H	H	H	-	H	H		
99	Ir	3	0	Pr1	CR2	Tn2	H	H	H	-	H	H		
100	Ir	3	0	Pr1	CR2	Tn3	H	H	H	-	H	H		
101	Ir	3	0	Pa	O	Ph	H	H	-	H				
102	Ir	3	0	Pa	O	Tn1	H	H	-	H				
103	Ir	3	0	Pa	O	Tn2	H	H	-	H				
104	Ir	3	0	Pa	O	Tn3	H	H	-	H				
105	Ir	3	0	Pa	S	Ph	H	H	-	H				
106	Ir	3	0	Pa	S	Tn1	H	H	-	H				
107	Ir	3	0	Pa	S	Tn2	H	H	-	H				
108	Ir	3	0	Pa	S	Tn3	H	H	-	H				
109	Ir	3	0	Pa	NR	Ph	H	H	-	H	H			
110	Ir	3	0	Pa	NR	Tn1	H	H	-	H	H			
111	Ir	3	0	Pa	NR	Tn2	H	H	-	H	H			
112	Ir	3	0	Pa	NR	Tn3	H	H	-	H	H			
113	Ir	3	0	Pa	CO	Ph	H	H	-	H				
114	Ir	3	0	Pa	CO	Tn1	H	H	-	H				
115	Ir	3	0	Pa	CO	Tn2	H	H	-	H				
116	Ir	3	0	Pa	CO	Tn3	H	H	-	H				
117	Ir	3	0	Pa	CR2	Ph	H	H	-	H	H	H		
118	Ir	3	0	Pa	CR2	Tn1	H	H	-	H	H	H		
119	Ir	3	0	Pa	CR2	Tn2	H	H	-	H	H	H		
120	Ir	3	0	Pa	CR2	Tn3	H	H	-	H	H	H		


续

续(表1)

No	M	m	n	L									L'
				CyN1		CyC1	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
121	Ir	3	0	Pr2	O	Ph	H	H	H	H			
122	Ir	3	0	Pr2	O	Tn1	H	H	H	H			
123	Ir	3	0	Pr2	O	Tn2	H	H	H	H			
124	Ir	3	0	Pr2	O	Tn3	H	H	H	H			
125	Ir	3	0	Pr2	S	Ph	H	H	H	H			
126	Ir	3	0	Pr2	S	Tn1	H	H	H	H			
127	Ir	3	0	Pr2	S	Tn2	H	H	H	H			
128	Ir	3	0	Pr2	S	Tn3	H	H	H	H			
129	Ir	3	0	Pr2	NR	Ph	H	H	H	H	H		
130	Ir	3	0	Pr2	NR	Tn1	H	H	H	H	H		
131	Ir	3	0	Pr2	NR	Tn2	H	H	H	H	H		
132	Ir	3	0	Pr2	NR	Tn3	H	H	H	H	H		
133	Ir	3	0	Pr2	CO	Ph	H	H	H	H			
134	Ir	3	0	Pr2	CO	Tn1	H	H	H	H			
135	Ir	3	0	Pr2	CO	Tn2	H	H	H	H			
136	Ir	3	0	Pr2	CO	Tn3	H	H	H	H			
137	Ir	3	0	Pr2	CR2	Ph	H	H	H	H	H		
138	Ir	3	0	Pr2	CR2	Tn1	H	H	H	H	H		
139	Ir	3	0	Pr2	CR2	Tn2	H	H	H	H	H		
140	Ir	3	0	Pr2	CR2	Tn3	H	H	H	H	H		
141	Ir	3	0	Pz	O	Ph	H	H	H	H			
142	Ir	3	0	Pz	O	Tn1	H	H	H	H			
143	Ir	3	0	Pz	O	Tn2	H	H	H	H			
144	Ir	3	0	Pz	O	Tn3	H	H	H	H			
145	Ir	3	0	Pz	S	Ph	H	H	H	H			
146	Ir	3	0	Pz	S	Tn1	H	H	H	H			
147	Ir	3	0	Pz	S	Tn2	H	H	H	H			
148	Ir	3	0	Pz	S	Tn3	H	H	H	H			
149	Ir	3	0	Pz	NR	Ph	H	H	H	H	H		
150	Ir	3	0	Pz	NR	Tn1	H	H	H	H	H		
151	Ir	3	0	Pz	NR	Tn2	H	H	H	H	H		
152	Ir	3	0	Pz	NR	Tn3	H	H	H	H	H		
153	Ir	3	0	Pz	CO	Ph	H	H	H	H			
154	Ir	3	0	Pz	CO	Tn1	H	H	H	H			
155	Ir	3	0	Pz	CO	Tn2	H	H	H	H			
156	Ir	3	0	Pz	CO	Tn3	H	H	H	H			
157	Ir	3	0	Pz	CR2	Ph	H	H	H	H	H	H	
158	Ir	3	0	Pz	CR2	Tn1	H	H	H	H	H	H	
159	Ir	3	0	Pz	CR2	Tn2	H	H	H	H	H	H	
160	Ir	3	0	Pz	CR2	Tn3	H	H	H	H	H	H	

续

续(表1)

No	M	m	n	L										L'
				CyN1		CyC1	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
161	Ir	3	0	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	phenyl			
162	Ir	3	0	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	naphthyl			
163	Ir	3	0	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	-CH3			
164	Ir	3	0	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	-C4H9			
165	Ir	3	0	Pr	CR2	Qn1	H	H	H	H	-CH3	-CH3		
166	Ir	3	0	Pr	CR2	Qn2	H	H	H	H	-C4H9	-C4H9		
167	Ir	3	0	Pr	CR2	Qx	H	H	H	H	H	-CH3		
168	Ir	3	0	Pr	CR2	Qz1	-	H	H	H	H	-C4H9		
169	Ir	3	0	Pr	CR2	Ph	H	H	H	CF3	H			
170	Ir	3	0	Pr	CR2	Ph	H	CF3	H	H	H			
171	Ir	3	0	Pr	CR2	Ph	H	H	H	CH3	H			
172	Ir	3	0	Pr	CR2	Ph	H	H	CH3	H	H			
173	Ir	3	0	Pr	CR2	Qn1	H	H	H	OCF3	H	H		
174	Ir	3	0	Pr	CR2	Qn2	H	OC2H5	H	H	H	H		
175	Ir	3	0	Pr	CR2	Qx	H	H	H	OC2H5	H	H		
176	Ir	3	0	Pr	CR2	Qz1	-	H	COOC2H5	H	H	H		
177	Ir	3	0	Pr	O	Ph	H	H	H	CF3	-			
178	Ir	3	0	Pr	O	Ph	H	CF3	H	H	-			
179	Ir	3	0	Pr	NR2	Ph	H	H	H	CH3	H			
180	Ir	3	0	Pr	NR2	Ph	H	H	CH3	H	H			
181	Ir	3	0	Pr	NR2	Qn1	H	H	H	OCF3	H	-		
182	Ir	3	0	Pr	CO	Qn2	H	OC2H5	H	H	-	-		
183	Ir	3	0	Pr	CO	Qx	H	H	H	OC2H5	-	-		
184	Ir	3	0	Pr	CO	Qz1	-	H	COOC2H5	H	-	-		
185	Rh	3	0	Pr	CO	Ph	H	H	H	H				
186	Rh	3	0	Pr	CO	Tn1	H	H	H	H				
187	Rh	3	0	Pr	CR2	Tn2	H	H	H	H	H	H		
188	Rh	3	0	Pr	CR2	Tn3	H	H	H	H	H	H		
189	Rh	3	0	Pr	O	Qn1	H	H	H	H				
190	Rh	3	0	Pr	O	Qn2	H	H	H	H				
191	Rh	3	0	Pr	S	Qx	H	H	H	H				
192	Rh	3	0	Pr	S	Qz1	-	H	H	H				
193	Rh	3	0	Pr	NR	Qz2	H	-	H	H	H			
194	Rh	3	0	Pr	NR	Cn1	-	H	H	H	H			
195	Pd	2	0	Pr	CO	Ph	H	H	H	H				
196	Pd	2	0	Pr	CO	Tn1	H	H	H	H				
197	Pd	2	0	Pr	CR2	Tn2	H	H	H	H	H	H		
198	Pd	2	0	Pr	CR2	Tn3	H	H	H	H	H	H		
199	Pd	2	0	Pr	O	Qn1	H	H	H	H				
200	Pd	2	0	Pr	O	Qn2	H	H	H	H				

续

续(表1)

No	M	m	n	L									L'
				CyN1	X	CyC1	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
201	Pd	2	0	Pr	S	Qx	H	H	H	H			
202	Pd	2	0	Pr	S	Qz1	-	H	H	H			
203	Pd	2	0	Pr	NR	Qz2	H	-	H	H	H		
204	Pd	2	0	Pr	NR	Cn1	-	H	H	H	H		
205	Pt	2	0	Pr	CO	Ph	H	H	H	H			
206	Pt	2	0	Pr	CO	Tn1	H	H	H	H			
207	Pt	2	0	Pr	CR2	Tn2	H	H	H	H	H	H	
208	Pt	2	0	Pr	CR2	Tn3	H	H	H	H	H	H	
209	Pt	2	0	Pr	O	Qn1	H	H	H	H			
210	Pt	2	0	Pr	O	Qn2	H	H	H	H			
211	Pt	2	0	Pr	S	Qx	H	H	H	H			
212	Pt	2	0	Pr	S	Qz1	-	H	H	H			
213	Pt	2	0	Pr	NR	Qz2	H	-	H	H	H		
214	Pt	3	0	Pr	NR	Cn1	-	H	H	H	H		
215	Ir	2	0	Pr	CR2	Ph	H	H	H	H	H	H	CH3-CO- CH-CO- CH3
216	Ir	2	0	Pr	CR2	Tn1	H	H	H	H	H	H	CH3-CO- CH-CO- CH3
217	Ir	2	0	Pr	CO	Tn2	H	H	H	H			CH3-CO- CH-CO- CH3
218	Ir	2	0	Pr	CO	Tn3	H	H	H	H			CH3-CO- CH-CO- CH3

续

续(表1)

No	M	m	n	L											L'					
				CyN1 or CyN2	X	CyC1 or CyC2	R1	R2	R3	R4	R5	R6	CyN3	CyC3	R1	R2	R3	R4		
219	Ir	2	1	Pr	O	Ph	H	H	H	H					Pr	Tn1	H	H	H	H
220	Ir	2	1	Pr	O	Ph	H	H	H	H					Pr	Ph	H	H	H	H
221	Ir	2	1	Pr	O	Ph	H	H	H	H					Py1	Ph	H	H	H	-
222	Ir	2	1	Pr	O	Ph	H	H	H	H					Pr	Ph	CH3	H	H	H
223	Ir	2	1	Pr	O	Ph	H	H	H	H					Pr	Tn1	H	H	H	H
224	Ir	2	1	Pr	O	Ph	H	H	H	H					Py1	Ph	H	H	H	-
225	Ir	2	1	Pr	CO	Ph	H	H	H	H					Pr	Tn1	H	H	H	H
226	Ir	2	1	Pr	CO	Ph	H	H	H	H					Pr	Ph	H	H	H	H
227	Ir	2	1	Pr	CO	Ph	H	H	H	H					Py1	Ph	H	H	H	-
228	Ir	2	1	Pr	CO	Ph	H	H	H	H					Pr	Ph	CH3	H	H	H
229	Ir	2	1	Pr	CO	Ph	H	H	H	H					Pr	Tn1	H	H	H	H
230	Ir	2	1	Pr	CO	Ph	H	H	H	H					Py1	Ph	H	H	H	-
231	Ir	2	1	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	CH3				Pr	Tn1	H	H	H	H
232	Ir	2	1	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	CH3				Pr	Ph	H	H	H	H
233	Ir	2	1	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	CH3				Py1	Ph	H	H	H	-
234	Ir	2	1	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	CH3				Pr	Ph	CF3	H	H	H
235	Ir	2	1	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	CH3				Pr	Tn1	H	H	H	H
236	Ir	2	1	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	CH3				Py1	Ph	H	H	H	-
237	Ir	2	1	Pr	NR	Tn1	H	H	H	H	C2H5				Pr	Tn1	H	H	H	H
238	Ir	2	1	Pr	NR	Tn1	H	H	H	H	C2H5				Pr	Ph	H	H	H	H
239	Ir	2	1	Pr	NR	Tn1	H	H	H	H	C2H5				Py1	Ph	H	H	H	-
240	Ir	2	1	Pr	NR	Qn1	H	H	H	H	C2H5				Pr	Ph	F	H	H	H
241	Ir	2	1	Pr	NR	Qn1	H	H	H	H	C2H5				Pr	Tn1	H	H	H	H
242	Ir	2	1	Pr	NR	Qn1	H	H	H	H	C2H5				Py1	Ph	H	H	H	-
243	Pt	1	1	Pr	O	Ph	H	H	H	H					Pr	Tn1	H	H	H	H
244	Pt	1	1	Pr	O	Ph	H	H	H	H					Pr	Ph	H	H	H	H
245	Pt	1	1	Pr	O	Ph	H	H	H	H					Py1	Ph	H	H	H	-
246	Pt	1	1	Pr	O	Ph	H	H	H	H					Pr	Ph	CH3	H	H	H
247	Pt	1	1	Pr	O	Ph	H	H	H	H					Pr	Tn1	H	H	H	H
248	Pt	1	1	Pr	O	Ph	H	H	H	H					Py1	Ph	H	H	H	-
249	Pt	1	1	Pr	CO	Ph	H	H	H	H					Pr	Tn1	H	H	H	H
250	Pt	1	1	Pr	CO	Ph	H	H	H	H					Pr	Ph	H	H	H	H
251	Pt	1	1	Pr	CO	Ph	H	H	H	H					Py1	Ph	H	H	H	-
252	Pt	1	1	Pr	CO	Ph	H	H	H	H					Pr	Ph	CH3	H	H	H
253	Pt	1	1	Pr	CO	Ph	H	H	H	H					Pr	Tn1	H	H	H	H
254	Pt	1	1	Pr	CO	Ph	H	H	H	H					Py1	Ph	H	H	H	-
255	Pt	1	1	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	CH3				Pr	Tn1	H	H	H	H
256	Pt	1	1	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	CH3				Pr	Ph	H	H	H	H
257	Pt	1	1	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	CH3				Py1	Ph	H	H	H	-
258	Pt	1	1	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	CH3				Pr	Ph	CF3	H	H	H
259	Pt	1	1	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	CH3				Pr	Tn1	H	H	H	H
260	Pt	1	1	Pr	NR	Ph	H	H	H	H	CH3				Py1	Ph	H	H	H	-
261	Pt	1	1	Pr	NR	Tn1	H	H	H	H	C2H5				Pr	Tn1	H	H	H	H
262	Pt	1	1	Pr	NR	Tn1	H	H	H	H	C2H5				Pr	Ph	H	H	H	H
263	Pt	1	1	Pr	NR	Tn1	H	H	H	H	C2H5				Py1	Ph	H	H	H	-
264	Pt	1	1	Pr	NR	Qn1	H	H	H	H	C2H5				Pr	Ph	F	H	H	H
265	Pt	1	1	Pr	NR	Qn1	H	H	H	H	C2H5				Pr	Tn1	H	H	H	H
266	Pt	1	1	Pr	NR	Qn1	H	H	H	H	C2H5				Py1	Ph	H	H	H	-

续

续(表1)

No	M	m	n	L											L'						
				CyN1 或 CyN2	X	CyC1 or CyC2	R1	R2	R3	R4	R5	R6	CyN3	CyC3	R1	R2	R3	R4			
267	Ir	2	1	Pr	-	Ph	F	H	H	H						Pr	Ph	CH3	H	H	H
268	Ir	2	1	Pr	-	Ph	F	F	H	H						Pr	Ph	H	H	H	H
269	Ir	2	1	Pr	-	Ph	F	H	H	H						Pr	Ph	CF3	H	H	H
270	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Tn1	H	H	H	H
271	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Tn2	H	H	H	H
272	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Tn3	H	H	H	H
273	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Np	H	H	H	H
274	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qn1	H	H	H	H
275	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qn2	H	H	H	H
276	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qx	H	H	H	H
277	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qz1	-	H	H	H
278	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qz2	H	-	H	H
279	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Cn1	-	H	H	H
280	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Cn2	H	-	H	H
281	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Pz	-	-	H	H
282	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Ph	CH3	H	H	H
283	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Ph	H	CF3	H	H
284	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	tn3	H	H	H	CF3
285	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Tn1	H	H	H	H
286	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Tn2	H	H	H	H
287	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Tn3	H	H	H	H
288	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Np	H	H	H	H
289	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qn1	H	H	H	H
290	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qn2	H	H	H	H
291	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qx	H	H	H	H
292	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qz1	-	H	H	H
293	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qz2	H	-	H	H
294	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Cn1	-	H	H	H
295	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Cn2	H	-	H	H
296	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Pz	-	-	H	H
297	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Ph	CH3	H	H	H
298	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Ph	H	CF3	H	H
299	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H						Pr	tn3	H	H	H	CF3
300	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Tn3	H	H	H	H
301	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Np	H	H	H	H
302	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Qn1	H	H	H	H
303	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Qn2	H	H	H	H
304	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Qx	H	H	H	H
305	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Qz1	-	H	H	H
306	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Qz2	H	-	H	H
307	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Cn1	-	H	H	H
308	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Cn2	H	-	H	H
309	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Pz	-	-	H	H
310	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Ph	CH3	H	H	H
311	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Ph	H	CF3	H	H
312	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	tn3	H	H	H	CF3
313	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Tn3	H	H	H	H
314	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Np	H	H	H	H
315	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Qn1	H	H	H	H
316	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Qn2	H	H	H	H
317	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Qx	H	H	H	H
318	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Qz1	-	H	H	H
319	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Qz2	H	-	H	H
320	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Cn1	-	H	H	H
321	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Cn2	H	-	H	H
322	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Pz	-	-	H	H
323	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Ph	CH3	H	H	H
324	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	Ph	H	CF3	H	H
325	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H						Pr	tn3	H	H	H	CF3
326	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Tn1	H	H	H	H
327	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Tn2	H	H	H	H
328	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Tn3	H	H	H	H
329	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Np	H	H	H	H
330	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qn1	H	H	H	H
331	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qn2	H	H	H	H
332	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qx	H	H	H	H
333	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qz1	-	H	H	H
334	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Qz2	H	-	H	H
335	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Cn1	-	H	H	H
336	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Cn2	H	-	H	H
337	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Pz	-	-	H	H
338	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Ph	CH3	H	H	H
339	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Ph	H	CF3	H	H
340	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	tn3	H	H	H	CF3
341	Ir	1	2	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Tn1	H	H	H	H
342	Ir	1	2	Py1	-	Ph	H	H	H	H						Pr	Tn2	H	H	H	H

续

续(表1)

No	M	m	n	L												L'				
				CyN1 或 CyN2	CyC1 or CyC2	R1	R2	R3	R4	R5	R6	CyN3	CyC3	R1	R2	R3	R4			
343	Ir	1	2	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Pr	Tn3	H	H	H	H
344	Ir	1	2	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Pr	Np	H	H	H	H
345	Ir	1	2	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Pr	Qn1	H	H	H	H
346	Ir	1	2	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Pr	Qn2	H	H	H	H
347	Ir	1	2	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Pr	Qx	H	H	H	H
348	Ir	1	2	Py1	-	Pr	H	H	H	H					Pr	Qz1	-	H	H	H
349	Ir	1	2	Py1	-	Pr	H	H	H	H					Pr	Qz2	H	-	H	H
350	Ir	1	2	Py1	-	Pr	H	H	H	H					Pr	Cn1	-	H	H	H
351	Ir	1	2	Py1	-	Pr	H	H	H	H					Pr	Cn2	H	-	H	H
352	Ir	1	2	Py1	-	Pr	H	H	H	H					Pr	Pz	-	-	H	H
353	Ir	1	2	Py1	-	Pr	H	H	H	H					Pr	Ph	CH3	H	H	H
354	Ir	1	2	Py1	-	Pr	H	H	H	H					Pr	Ph	H	CF3	H	H
355	Ir	1	2	Py1	-	Pr	H	H	H	H					Pr	tn3	H	H	H	CF3
356	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Pz	Tn1	H	H	H	H
357	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Pz	Tn2	H	H	H	H
358	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Pz	Tn3	H	H	H	H
359	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Pa	Np	H	H	-	H
360	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Pa	Qn1	H	H	-	H
361	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Pa	Qn2	H	H	-	H
362	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Py2	Qx	H	H	H	H
363	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Py2	Qz1	-	H	H	H
364	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Py2	Qz2	H	-	H	H
365	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Py1	Cn1	-	H	H	H
366	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Py1	Cn2	H	-	H	H
367	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Py1	Pz	-	-	H	H
368	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Py2	Ph	CH3	H	H	H
369	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Py2	Ph	H	CF3	H	H
370	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	H					Py2	tn3	H	H	H	CF3
371	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
372	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
373	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
374	Ir	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
375	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
376	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
377	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
378	Ir	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
379	Ir	2	1	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										
380	Ir	2	1	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										
381	Ir	2	1	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										
382	Ir	2	1	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										
383	Ir	2	1	Pr	-	Np	H	H	H	H										
384	Ir	2	1	Pr	-	Np	H	H	H	H										
385	Ir	2	1	Pr	-	Np	H	H	H	H										
386	Ir	2	1	Pr	-	Np	H	H	H	H										
387	Ir	2	1	Pr	-	Qn2	H	H	H	H										
388	Ir	2	1	Pr	-	Qn2	H	H	H	H										
389	Ir	2	1	Pr	-	Qn2	H	H	H	H										
390	Ir	2	1	Pr	-	Qn2	H	H	H	H										
391	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	-										
392	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	-										
393	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	-										
394	Ir	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	-										
395	Ir	2	1	Py2	-	Ph	H	H	H	H										
396	Ir	2	1	Py2	-	Ph	H	H	H	H										
397	Ir	2	1	Py2	-	Ph	H	H	H	H										
398	Ir	2	1	Py2	-	Ph	H	H	H	H										
399	Ir	2	1	Pz	-	Ph	H	H	H	H										
400	Ir	2	1	Pz	-	Ph	H	H	H	H										
401	Ir	2	1	Pz	-	Ph	H	H	H	H										
402	Ir	2	1	Pz	-	Ph	H	H	H	H										
403	Ir	2	1	Pa	-	Ph	H	H	-	H										
404	Ir	2	1	Pa	-	Ph	H	H	-	H										
405	Ir	2	1	Pa	-	Ph	H	H	-	H										
406	Ir	2	1	Pa	-	Ph	H	H	-	H										
407	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
408	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
409	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
410	Ir	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
411	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
412	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
413	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
414	Ir	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
415	Ir	1	2	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										
416	Ir	1	2	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										
417	Ir	1	2	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										

以下表中 formula=式

续

续(表1)

No	M	m	n	L											L'					
				CyN1 或 CyN2	X	CyC1 or CyC2	R1	R2	R3	R4	R5	R6	CyN3	CyC3	R1	R2	R3	R4		
493	Rh	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H					Pr	Cn1	-	H	H	H
494	Rh	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H					Pr	Cn2	H	-	H	H
495	Rh	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H					Pr	Pz	-	-	H	H
496	Rh	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H					Pr	Ph	CH3	H	H	H
497	Rh	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H					Pr	Ph	H	CF3	H	H
498	Rh	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H					Pr	tn3	H	H	H	CF3
499	Rh	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
500	Rh	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
501	Rh	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
502	Rh	2	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
503	Rh	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
504	Rh	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
505	Rh	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
506	Rh	2	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
507	Rh	2	1	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										
508	Rh	2	1	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										
509	Rh	2	1	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										
510	Rh	2	1	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										
511	Rh	2	1	Pr	-	Np	H	H	H	H										
512	Rh	2	1	Pr	-	Np	H	H	H	H										
513	Rh	2	1	Pr	-	Np	H	H	H	H										
514	Rh	2	1	Pr	-	Np	H	H	H	H										
515	Rh	2	1	Pr	-	Qn2	H	H	H	H										
516	Rh	2	1	Pr	-	Qn2	H	H	H	H										
517	Rh	2	1	Pr	-	Qn2	H	H	H	H										
518	Rh	2	1	Pr	-	Qn2	H	H	H	H										
519	Rh	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	-										
520	Rh	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	-										
521	Rh	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	-										
522	Rh	2	1	Py1	-	Ph	H	H	H	-										
523	Rh	2	1	Py2	-	Ph	H	H	H	H										
524	Rh	2	1	Py2	-	Ph	H	H	H	H										
525	Rh	2	1	Py2	-	Ph	H	H	H	H										
526	Rh	2	1	Py2	-	Ph	H	H	H	H										
527	Rh	2	1	Pz	-	Ph	H	H	H	H										
528	Rh	2	1	Pz	-	Ph	H	H	H	H										
529	Rh	2	1	Pz	-	Ph	H	H	H	H										
530	Rh	2	1	Pz	-	Ph	H	H	H	H										
531	Rh	2	1	Pa	-	Ph	H	H	-	H										
532	Rh	2	1	Pa	-	Ph	H	H	-	H										
533	Rh	2	1	Pa	-	Ph	H	H	-	H										
534	Rh	2	1	Pa	-	Ph	H	H	-	H										
535	Rh	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
536	Rh	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
537	Rh	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
538	Rh	1	2	Pr	-	Ph	H	H	H	H										
539	Rh	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
540	Rh	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
541	Rh	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
542	Rh	1	2	Pr	-	Tn1	H	H	H	H										
543	Rh	1	2	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										
544	Rh	1	2	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										
545	Rh	1	2	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										
546	Rh	1	2	Pr	-	Tn3	H	H	H	H										
547	Rh	1	2	Pr	-	Np	H	H	H	H										
548	Rh	1	2	Pr	-	Np	H	H	H	H										
549	Rh	1	2	Pr	-	Np	H	H	H	H										
550	Rh	1	2	Pr	-	Np	H	H	H	H										
551	Rh	1	2	Pr	-	Qn2	H	H	H	H										
552	Rh	1	2	Pr	-	Qn2	H	H	H	H										
553	Rh	1	2	Pr	-	Qn2	H	H	H	H										
554	Rh	1	2	Pr	-	Qn2	H	H	H	H										
555	Rh	1	2	Py1	-	Ph	H	H	H	-										
556	Rh	1	2	Py1	-	Ph	H	H	H	-										
557	Rh	1	2	Py1	-	Ph	H	H	H	-										
558	Rh	1	2	Py1	-	Ph	H	H	H	-										
559	Rh	1	2	Py2	-	Ph	H	H	H	H										
560	Rh	1	2	Py2	-	Ph	H	H	H	H										
561	Rh	1	2	Py2	-	Ph	H	H	H	H										
562	Rh	1	2	Py2	-	Ph	H	H	H	H										
563	Rh	1	2	Pz	-	Ph	H	H	H	H										
564	Rh	1	2	Pz	-	Ph	H	H	H	H										
565	Rh	1	2	Pz	-	Ph	H	H	H	H										
566	Rh	1	2	Pz	-	Ph	H	H	H	H										
567	Rh	1	2	Pa	-	Ph	H	H	-	H										
568	Rh	1	2	Pa	-	Ph	H	H	-	H										

续

续 (表 1)

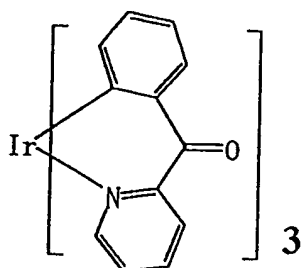
No	M	m	n	L								L'						
				CyN1 或 CyN2	χ	CyC1 or CyC2	R1	R2	R3	R4	R5	R6	CyN3	CyC3	R1	R2	R3	R4
644	Pd	1	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H			Pr	Cn1	-	H	H	H
645	Pd	1	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H			Pr	Cn2	H	-	H	H
646	Pd	1	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H			Pr	Pz	-	-	H	H
647	Pd	1	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H			Pr	Ph	CH3	H	H	H
648	Pd	1	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H			Pr	Ph	H	CF3	H	H
649	Pd	1	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H			Pr	tn3	H	H	H	CF3
650	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H			Pr	Tn3	H	H	H	H
651	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H			Pr	Np	H	H	H	H
652	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H			Pr	Qn1	H	H	H	H
653	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H			Pr	Qn2	H	H	H	H
654	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H			Pr	Qx	H	H	H	H
655	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H			Pr	Qz1	-	H	H	H
656	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H			Pr	Qz2	H	-	H	H
657	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H			Pr	Cn1	-	H	H	H
658	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H			Pr	Cn2	H	-	H	H
659	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H			Pr	Pz	-	-	H	H
660	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H			Pr	Ph	CH3	H	H	H
661	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H			Pr	Ph	H	CF3	H	H
662	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H			Pr	tn3	H	H	H	CF3
663	Pd	1	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H								formula 11
664	Pd	1	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H								formula 12
665	Pd	1	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H								formula 13
666	Pd	1	1	Pr	-	Ph	H	H	H	H								formula 14
667	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H								formula 11
668	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H								formula 12
669	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H								formula 13
670	Pd	1	1	Pr	-	Tn1	H	H	H	H								formula 14
671	Pd	1	1	Pr	-	Tn3	H	H	H	H								formula 11
672	Pd	1	1	Pr	-	Tn3	H	H	H	H								formula 12
673	Pd	1	1	Pr	-	Tn3	H	H	H	H								formula 13
674	Pd	1	1	Pr	-	Tn3	H	H	H	H								formula 14
675	Pd	1	1	Pr	-	Np	H	H	H	H								formula 11
676	Pd	1	1	Pr	-	Np	H	H	H	H								formula 12
677	Pd	1	1	Pr	-	Np	H	H	H	H								formula 13
678	Pd	1	1	Pr	-	Np	H	H	H	H								formula 14
679	Pd	1	1	Pr	-	Qn2	H	H	H	H								formula 11
680	Pd	1	1	Pr	-	Qn2	H	H	H	H								formula 12
681	Pd	1	1	Pr	-	Qn2	H	H	H	H								formula 13
682	Pd	1	1	Pr	-	Qn2	H	H	H	H								formula 14
683	Pd	1	1	Py1	-	Ph	H	H	H	-								formula 11
684	Pd	1	1	Py1	-	Ph	H	H	H	-								formula 12
685	Pd	1	1	Py1	-	Ph	H	H	H	-								formula 13
686	Pd	1	1	Py1	-	Ph	H	H	H	-								formula 14
687	Pd	1	1	Py2	-	Ph	H	H	H	H								formula 11
688	Pd	1	1	Py2	-	Ph	H	H	H	H								formula 12
689	Pd	1	1	Py2	-	Ph	H	H	H	H								formula 13
690	Pd	1	1	Py2	-	Ph	H	H	H	H								formula 14
691	Pd	1	1	Pz	-	Ph	H	H	H	H								formula 11
692	Pd	1	1	Pz	-	Ph	H	H	H	H								formula 12
693	Pd	1	1	Pz	-	Ph	H	H	H	H								formula 13
694	Pd	1	1	Pz	-	Ph	H	H	H	H								formula 14
695	Pd	1	1	Pa	-	Ph	H	H	-	H								formula 11
696	Pd	1	1	Pa	-	Ph	H	H	-	H								formula 12
697	Pd	1	1	Pa	-	Ph	H	H	-	H								formula 13
698	Pd	1	1	Pa	-	Ph	H	H	-	H								formula 14

No	M	m	n	L								L'	
				CyN1	χ	CyC1	R1	R2	R3	R4	R5		R6
699	Ir	2	0	Pr	CR2	Ph	H	H	H	H	F	F	CH3-CO-CH-CO-CH3
700	Ir	3	0	Pr	CR2	Ph	H	H	H	H	F	F	

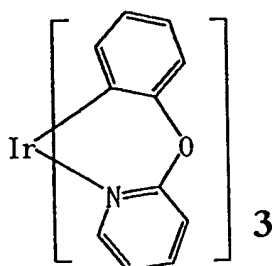
在下文中，将参照附图和实施例更具体地描述本发明。

实施例1和2

在这些实施例中，下列式(1)金属配位化合物(实施例化合物37和1)分别用于实施例1和2各自的发光层。



实施例化合物编号 1



每个显示于图1C的具有包括四个有机(化合物)层(发光功能层)的结构
的有机发光装置按下列方法制备。

在1.1mm厚的玻璃衬底(透明基层15)上，通过喷射形成100 nm厚的ITO
(铟锡氧化物)膜(透明电极14)，接着形成3平方毫米面积的(对置)电极。

在形成ITO的基层上，通过使用在真空室(10^{-4} Pa)中电阻加热真空(气
相)淀积，依次形成如下所示的四个有机层和两个金属电极层。

有机层1(空穴传输层13)(50 nm): α -NPD

有机层2(发光层12)(40 nm): CBP : 式(1)金属配位化合物(93:7
按重量计算)(共真空淀积)

有机层3(激子漫射防护层17)(20 nm): BCP

有机层4(电子传递层16)(40 nm): Alq3

金属电极层1 (金属电极11) (15 nm): 铝-锂合金 (锂= 1.8 wt. %)

金属电极层2 (金属电极11) (100 nm): 铝

在20伏特电压下对于电流密度使用微安计 (“Model 4140B”, 惠普公司制造), 对于发光效率使用亮度计 (“Model BM7”, Topcon K. K. 生产) 测量使用式 (1) 金属配位化合物 (实施例化合物37和1) 的发光装置的EL特性。此外, 上述制备的两个发光装置显示良好的整流特性。

结果显示如下。

实施例编号	实施例化合物编号	发光度 (cd/m ²)
1	37	50
2	1	25

有机发光装置的各个发光状态类似于基于各发光材料 (在这些实施例中, 实施例化合物37和实施例化合物1作为发光源) 溶于甲苯时的光致发光 (发光中心波长) 的情形。

因此, 这些有机发光装置的发光由相应的发光材料产生。

实施例3

按下列方法制备显示于图2的单矩阵型有机EL装置。

在1.1 mm厚的玻璃衬底21 (75x75 mm) 上, 通过喷射形成约100 nm厚的ITO透明电极22 (作为阳极), 接着形成100列条纹 (各具有100 μm的宽度和40 μm的间距)。

在ITO电极22上, 按与实施例1相同的方法形成包括四个有机层的有机复合层23。

然后, 在有机复合层23上, 通过用掩模真空淀积 (2.7×10^{-3} Pa (= 2×10^{-5} Torr)) 形成包括10 nm厚铝-锂合金层 (锂: 1.3 wt. %) 和150 nm厚铝层 (在铝-锂合金层上) 的金属电极, 接着形成100列使ITO条纹电极直角交错排列的条纹 (各具有100 μm的宽度和40 μm的空隙), 因而形成具有像素矩阵 (100x100 像素) 的有机EL装置。

将如此制备的有机EL装置置于手套式工作箱中, 通过施加如图3所示的驱动波形 (驱动电压: 15到23伏特, 扫描信号电压: 19伏特, 数据信号电压: ±4伏特) 进入单矩阵方式 (帧频: 30 Hz, 隔行扫描)。

结果该有机EL装置得到平稳运动的图象显示。

实施例4

除金属配位化合物（实施例化合物No. 37）换成式41金属配位化合物（具体如上文所示）以外，按与实施例1同样的方法制备有机EL装置。

当该EL装置电压为20伏特时，式41金属配位化合物的噻吩吡啶配位体产生稳定的和高效率的黄绿色发光。即使该EL装置连续地工作100小时也能稳定地发光。

实施例5

除金属配位化合物（实施例化合物No. 37）换成式44金属配位化合物（具体如上文所示）以外，按与实施例1同样的方法制备有机EL装置。

当该EL装置电压为20伏特时，式44金属配位化合物产生稳定和高效率的红橙色发光。即使该EL装置连续地工作100小时也能稳定地发光。

实施例6

除金属配位化合物（实施例化合物No. 37）换成式46金属配位化合物（具体如上文所示）以外，按与实施例1同样的方法制备有机EL装置。

当该EL装置电压为20伏特时，式46金属配位化合物产生稳定的和高效率的红橙色发光。即使该EL装置连续地工作100小时也能稳定地发光。

实施例7

除金属配位化合物（实施例化合物No. 37）换成式49金属配位化合物（具体如上文所示）以外，按与实施例1同样的方法制备有机EL装置。

当该EL装置电压为20伏特时，式49金属配位化合物产生稳定的和高效率的红橙色发光。即使该EL装置连续地工作100小时也能稳定地发光。

实施例8

除金属配位化合物（实施例化合物No. 37）换成式50金属配位化合物（具体如上文所示）以外，按与实施例1同样的方法制备有机EL装置。

当该EL装置电压为20伏特时，式50金属配位化合物产生稳定的和高效率的红橙色发光。即使该EL装置连续地工作100小时也能稳定地发光。

实施例9

除金属配位化合物（实施例化合物No. 37）换成式42金属配位化合物（具体如上文所示）以外，按与实施例1同样的方法制备有机EL装置。

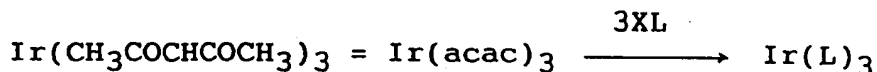
当该EL装置电压为20伏特时，式42金属配位化合物产生稳定的和高效率的

绿色发光。即使该EL装置连续地工作100小时也能稳定地发光。

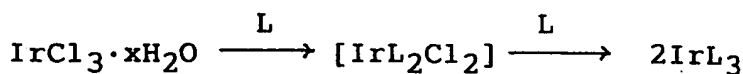
上述实施例4 - 9中, 与相应的具有单发光配位体结构的金属配位化合物相比较, 本发明所有的金属配位化合物分别提高发光效率大约20 %。

实施例10

本发明式(1)铱基金属配位化合物基本上通过下列反应流程合成。



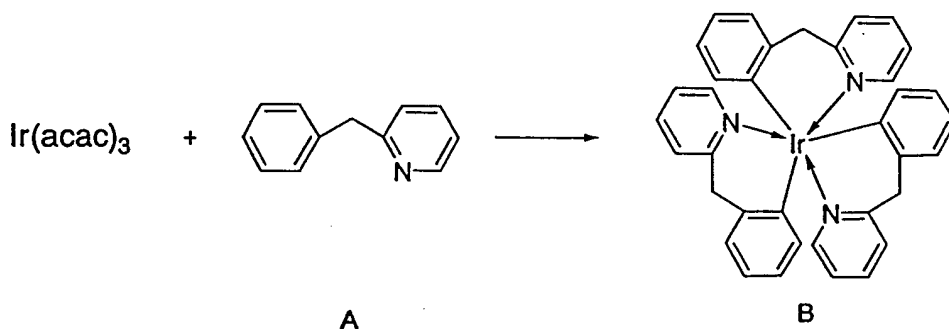
或



上述原料铱乙酰丙酮合配合物或铱氯化物的水合物为市场上可买到的。

“L”表示目的铱配合物的配位体。

在具体的合成实施例中, 按下列方法制备金属配位化合物(实施例化合物No. 49)。



在100 -四-颈烧瓶中, 将50 ml甘油在130 - 140° C放置并且搅拌2小时, 同时在甘油中提供氮气, 接着冷却至100° C。在此温度下, 1.02 g (5.0 mM) 式A的2 -苄基吡啶和0.5 g (1.0 mM) 铱(III)乙酰丙酮合($\text{Ir}(\text{acac})_3$) 加入体系中, 接着在氮气氛中在大约210° C搅拌7小时。

反应混合物冷却到室温, 倒入300 ml 1N盐酸中。通过过滤回收所得沉淀并用水洗涤, 接着通过硅胶柱色谱法(洗脱液: 氯仿)提纯得到0.11 g黑色固体金属配位化合物(式B的实施例化合物No. 49)(收率: 16%)。

将得到的金属配位化合物进行MALDI - TOF - MS(基质辅助激光解吸离

子化质谱)测定,证实 M^+ (离子化的目标产物的质量数)为697.2(分子量)。

将金属配位化合物溶于甲苯,测量其荧光光谱,该金属配位化合物荧光光谱图如图5所示,最大发光波长 λ_{\max} 为463 nm。

此外,当上文描述的 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ 用作标准化合物显示的磷光收率 $\phi(\text{Ir}(\text{ppy})_3)$ 为1时,该金属配位化合物(实施例化合物No. 49)显示磷光收率 $\phi(\text{未知})$ 为0.6。

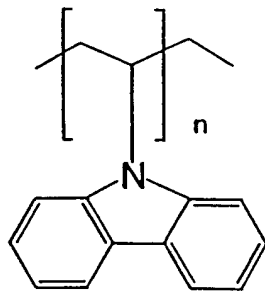
本申请中,磷光收率 $\phi(\phi(\text{未知}))$ 可按照下列公式得到:

$$\begin{aligned} & \phi(\text{未知})/\phi(\text{Ir}(\text{ppy})_3) \\ &= [\text{Sem}(\text{未知})/\text{Iabs}(\text{未知})]/[\text{Sem}(\text{Ir}(\text{ppy})_3)/\text{Iabs}(\text{Ir}(\text{ppy})_3)], \end{aligned}$$

其中 $\phi(\text{未知})$ 表示未知(目标)化合物的磷光收率, $\phi(\text{Ir}(\text{ppy})_3)$ 表示 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ (在此情况下=1)的磷光收率, $\text{Sem}(\text{未知})$ 表示未知的化合物在其激发波长的吸收系数, $\text{Iabs}(\text{未知})$ 表示未知的化合物在激发波长激发的发射光谱的区域的强度, $\text{Sem}(\text{Ir}(\text{ppy})_3)$ 表示 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ 在其激发波长的吸收系数,以及 $\text{Iabs}(\text{Ir}(\text{ppy})_3)$ 表示 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ 在激发波长激发的发射光谱的区域的强度。

实施例11

在该实施例中,将实施例10制备的金属配位化合物(实施例化合物No. 49)与如下所示的聚乙烯吡啶(PVK)以8:92的重量比混合,得到用于发光层的发光物质。



按下列方法制备有机EL装置。

将1.1mm厚装有70 nm厚ITO电极(阳极电极)的玻璃基板用等离子体-臭氧洗涤。

在如此处理的玻璃基板上,将以上制备的发光物质(金属配位化合物(实

施例化合物No. 49) 和PVK的混合物) 在氯仿中的溶液以2000 ppm的浓度自旋涂敷, 接着干燥, 得到 90 ± 10 nm厚的发光层。

然后将得到的玻璃基板放入真空淀积室。在基层的发光层上, 通过真空淀积 (至多 10^{-4} Pa) 先后形成30 nm厚Mg - Ag合金层和100 nm厚铝层 (阴极), 如此制得有机EL装置。

在ITO电极 (阳极) 和金属电极 (阴极) 之间施加8 - 12伏特直流电压时, 得到清澈的蓝色发光。

此外, 发光材料 (混合物) 干燥后显示490 nm的最大发光波长, 与用于实施例10的甲苯溶液中的金属配位化合物 (实施例化合物No. 49) 接近 (473 nm)。因此, 这个实施例中的发光由金属配位化合物 (实施例化合物No. 49) 产生。

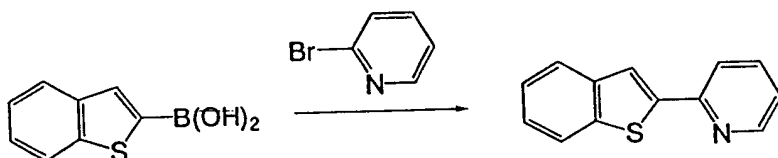
施加直流电压后, 蓝色发光的衰减时间最小为0.3 - 0.5秒。结果, 该实施例中的蓝色发光由金属配位化合物 (实施例化合物No. 49) 的磷光支持。

即使该EL装置连续地工作12小时也能稳定地发出蓝色光。

实施例12和13

在这些实施例中, 通过下列步骤1) 到4) 合成金属配位化合物 (具体如上述式43和51所示的金属配位化合物)。

步骤1) 2-(吡啶-2-基) 苯并[b]噻吩的合成



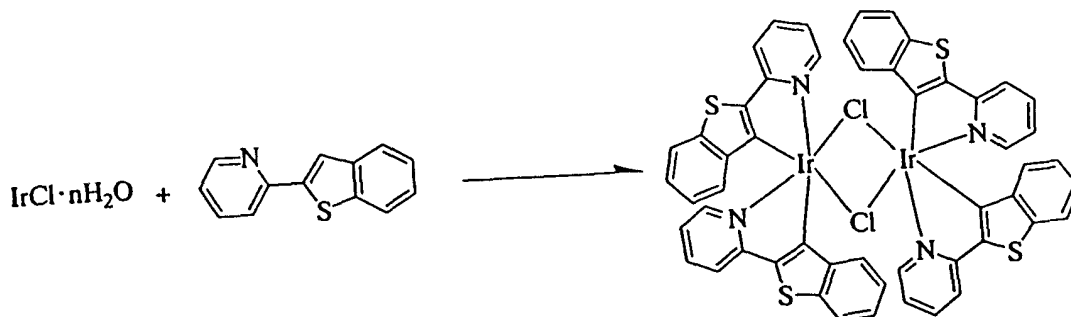
在1升三颈烧瓶中加入26.6 g (168.5 mM) 2-溴吡啶, 30.0 g (168.5 mM) 苯并[b]噻吩-2-硼酸, 170 ml甲苯, 85 ml乙醇和170 ml 2M碳酸钠水溶液, 在搅拌及氮气气氛下, 在该混合物中加入6.18 g (5.35 mM) 四-(三苯基膦) 钯(0), 接着在氮气气氛下搅拌回流5.5小时。

反应结束后, 将反应混合物冷却, 用冷水和甲苯萃取。

将该有机层用水洗涤直到该层变成中性的, 接着减压蒸除溶剂得到残余物。将该残余物通过硅胶柱色谱法 (洗脱液: 甲苯/己烷= 5 / 1), 接着通过氧化铝柱色谱法 (洗脱液: 甲苯) 以及用乙醇重结晶纯化, 得到12.6 g 2-(吡

吡啶-2-基)苯并[b]噻吩(收率: 35.4%)。

步骤2) (四(2-苯并[b]噻吩-2-基)吡啶- C^3, N)(μ -二氯)二铱(III)的合成

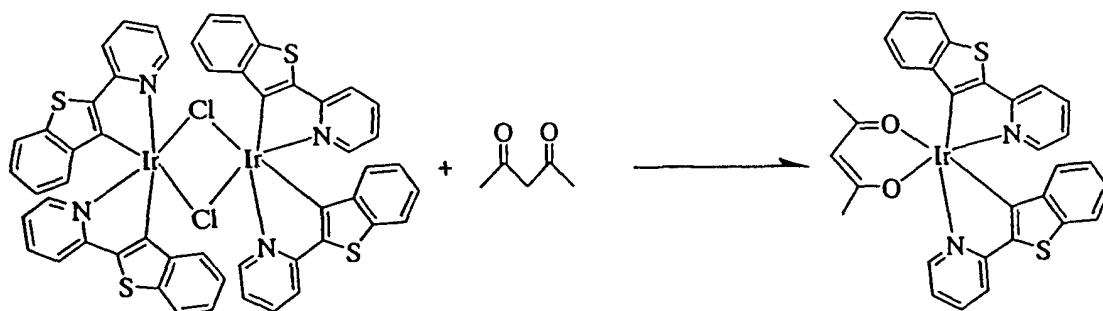


在500毫升三颈烧瓶中加入3.65 g (10.4 mM) n-水合铱(III)氯化物($\text{IrCl} \cdot n\text{H}_2\text{O}$), 4.82 g (22.8 mM) 2-(苯并[b]噻吩-2-基)吡啶, 150 ml 2-乙氧基乙醇和50 ml水, 在氩气氛及室温下搅拌0.5小时。然后逐渐地加热该混合物并且在搅拌下回流大约24小时。

冷却后, 将反应混合物过滤, 接着用乙醇和丙酮洗涤。

将所得粉末溶于氯仿并且用水萃取。将有机层用无水硫酸镁干燥, 接着蒸除溶剂, 得到残余物。将该残余物用混合溶剂(环己烷, 二氯甲烷)重结晶, 得到5.40 g (四(2-(苯并[b]噻吩-2-基)吡啶- C^3, N)(μ -二氯)二铱(III)) (收率: 80.1%)。

步骤3) 二(2-(苯并[b]噻吩-2-基)吡啶- C^3, N)(乙酰丙酮合)铱(III)的合成

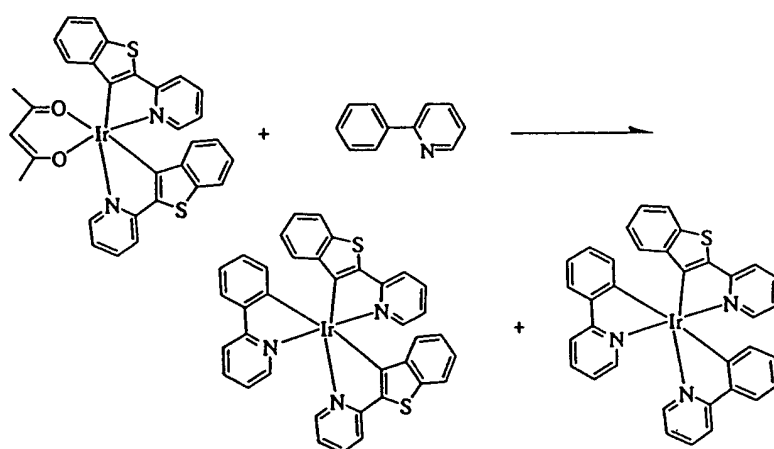


在500毫升三颈烧瓶中加入2.2 g (1.70 mM) 四(2-(苯并[b]噻吩-2-基)吡啶- C^3, N)(μ -二氯)二铱, 0.51 g (5.09 mM) 乙酰丙酮, 2.5 g 碳酸钠和150 ml乙醇, 在氩气氛下搅拌1小时。

然后逐渐地加热该混合物并且在搅拌下回流15小时。

反应结束后，冷却该反应混合物。过滤回收所得沉淀并且用水和乙醇洗涤，得到残余物。将该残余物通过硅胶柱色谱法（洗脱液：氯仿）纯化并且用乙醇重结晶，得到1.87 g二（2-（苯并[b]噻吩-2-基）吡啶- C^3 , N）（乙酰丙酮合）铱(III)（收率：77.3 %）。

步骤4 二（2-（苯并[b]噻吩-2-基）吡啶- C^3 , N）（苯基吡啶- C^2 , N）铱(III)（式51金属配位化合物）和二（苯基吡啶- C^2 , N）（2-（苯并[b]噻吩-2-基）吡啶- C^3 , N）铱(III)（式43金属配位化合物）的合成）



在100毫升三颈烧瓶中加入50毫升甘油在该烧瓶内部用氩充气。搅拌下在甘油中加入0.7 g (1.00 mM) 二（2-苯并[b]噻吩-2-基）吡啶 C^3 , N）（乙酰丙酮合）铱(III)和0.39 g (2.50 mM) 2-苯基吡啶，接着在200° C下搅拌10小时。

反应结束后在反应混合物中加入300 ml 1N盐酸，接着过滤。将所得残余物通过硅胶柱色谱法（洗脱液：氯仿）纯化然后通过高效液相层析分离得到108 mg二（2-（苯并[b]噻吩-2-基）吡啶- C^3 , N）（苯基吡啶- C^2 , N）铱(III)（式51金属配位化合物）和35 mg二（苯基吡啶- C^2 , N）（2-（苯并[b]噻吩-2-基）吡啶- C^3 , N）铱(III)（式43金属配位化合物）。

如此制备的金属配位化合物（式51和43化合物）分别进行MALDI - TOF - MS测定，证实式51金属配位化合物的 M^+ 为767.1，式43金属配位化合物的 M^+ 为711.1。

当式51和43金属配位化合物各溶于甲苯测量荧光光谱时，式51和43金属配

位化合物显示的最大发光波长 λ_{\max} 都是598 nm, 因此证实发光可归因于苯并噻吩基配位体。

此外, 当上文描述的Ir (ppy)₃用作标准化合物显示磷光收益 ϕ 为1时, 式51金属配位化合物显示磷光收率 ϕ 为0.2, 式43金属配位化合物显示磷光收率 ϕ 为0.3。

为了证实发光为磷光, 将式51和43金属配位化合物分别溶于氯仿, 制备第一溶液和第二溶液。各第一溶液用氧气换气。各第二溶液用氮气换气。

当各第一和第二溶液受到光线照射时, 氧换气溶液基本上未显示磷光, 氮换气溶液显示磷光。结果, 发现式51和43金属配位化合物为磷光金属配位化合物。

然后按下列方法测量式51和43金属配位化合物的发光寿命(时间)。

式51和43金属配位化合物各溶于氯仿, 被旋转涂敷在石英基片上形成大约0.1 μm 厚的金属配位化合物层。

使用发光寿命测量仪(Hamamatsu Photonics K.K.提供), 在室温下用氮激光器光(激发波长: 337 nm)脉冲照射基片上形成的以上制备的金属配位化合物层, 激发激光脉冲照射后立即测量衰减倍数。

t (秒) 时间后的发光强度 I 按下列公式定义:

$$I = I_0 \exp(-t / \tau),$$

其中 I_0 表示最初的发光强度, τ (μsec)表示发光寿命(时间)。

结果式51和43金属配位化合物都显示至多10 μsec 的较短的发光寿命。

因此本发明金属配位化合物可提供具有良好稳定性的有机EL装置, 因为该金属配位化合物显示磷光发光和较短的磷光寿命(时间)。

实施例14和15

在这些实施例中使用实施例12和13制备的式51和43金属配位化合物制备两个有机EL装置。

每个显示于图1C的具有包括四个有机(化合物)层(发光功能层)的结构的有机发光装置按下列方法制备。

在1.1mm厚的玻璃衬底(透明基层15)上, 通过喷射形成100 nm厚的ITO(铟锡氧化物)膜(透明电极14), 接着形成3平方毫米面积的(对置)电极。在ITO形成的基层上, 通过使用在真空室(10^{-4} Pa)电阻加热真空(蒸气)

淀积, 依次形成如下所示的四个有机层和两个金属电极层。

有机层1 (空穴传输层13) (50 nm) : α - NPD

有机层2 (发光层12) (40 nm) : CBP : 式 (1) 金属配位化合物 (93:7 按重量计算) (共真空淀积)

有机层3 (激子漫射防护层17) (20 nm) : BCP

有机层4 (电子传递层16) (40 nm) : Alq3

金属电极层1 (金属电极11) (15 nm) : 铝-锂合金 (锂= 1.8 wt. %)

金属电极层2 (金属电极11) (100 nm) : 铝

对于使用式51和43金属配位化合物的发光装置的EL特性, 使用微安计 (“Model 4140B”, 惠普公司制造) 测量8伏特电压下的电流密度 (电流-电压特性), 使用荧光分光光度计 (“Model SRI”, Topcon K. K. 制造) 测量最大发光波长 λ_{\max} , 使用亮度计 (“Model BM7”, Topcon K. K. 制造) 测量发光效率。此外, 上述制备的两个发光装置显示良好的整流特性。

结果显示如下。

实施例编号	式	λ_{\max} (nm)	发光度 (cd/m ²)
14	51	598	1.0
15	43	597	2.1

该有机EL装置的各发光状态类似于溶于甲苯的各发光材料的光致发光。

因此, 由这些有机EL装置产生的发光各自来源于式51和43金属配位化合物。

此外, 从上述结果可知, 式43金属配位化合物比式51金属配位化合物更有效地提高了发光效率。

式43和51金属配位化合物中, 发光的配位体为苯并噻吩基吡啶配位体, 因此发光效率依赖于苯并噻吩基吡啶配位体的数目。

这些实施例 (实施例14和15) 证实较少数目的作为发光配位体的苯并噻吩基吡啶配位体 (构成式43金属配位化合物) 在提高发光效率方面更有效。

如上所述, 本发明提供适用作发光物质的式 (1) 金属配位化合物, 该化合物制造的有机EL装置具有宽的波长范围, 显示高磷光收率以及较短的磷光寿命 (时间)。使用本发明金属配位化合物的有机发光装置 (EL装置) 稳定地显示高效率的发光。

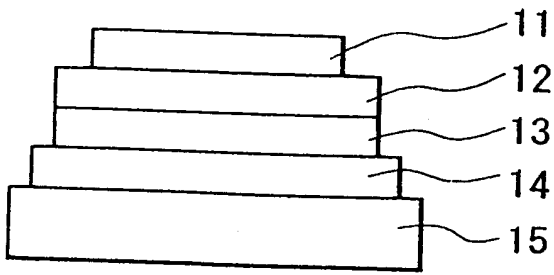


图 IA

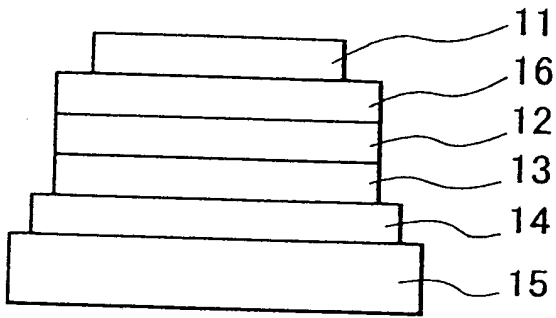


图 IB

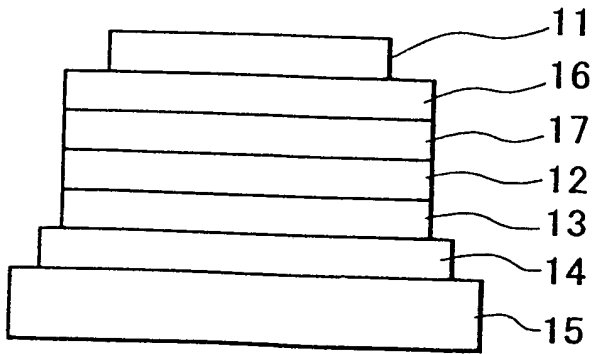


图 IC

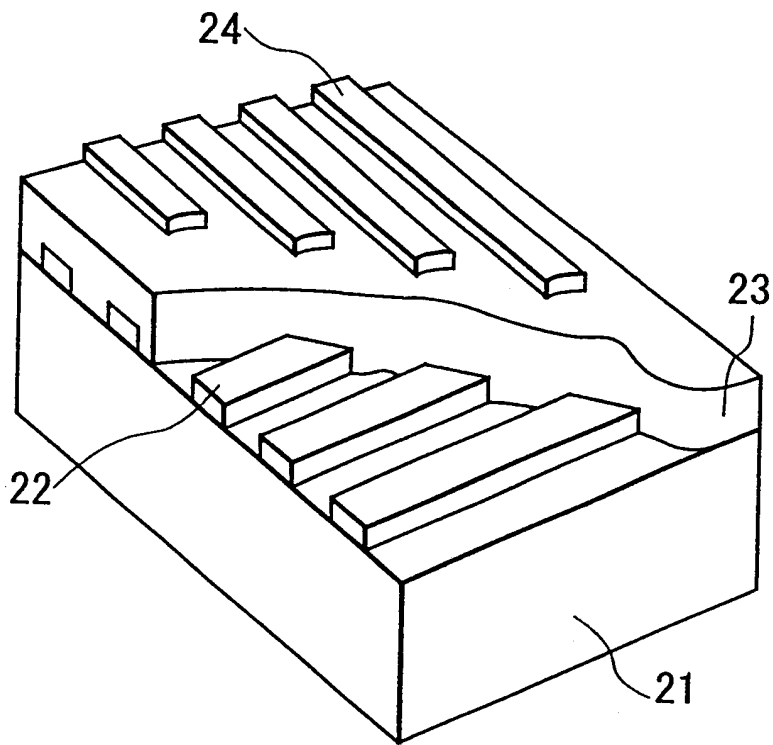


图 2

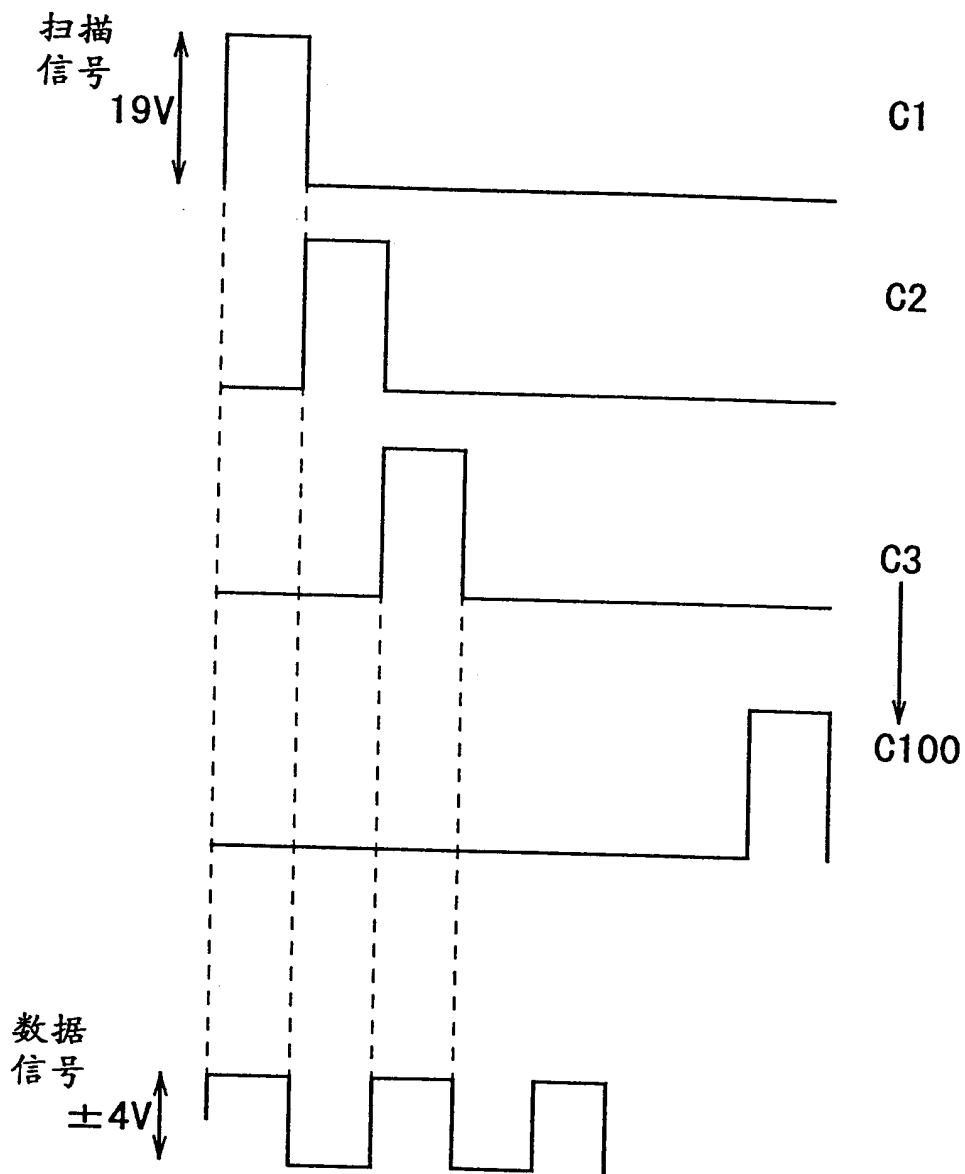


图 3

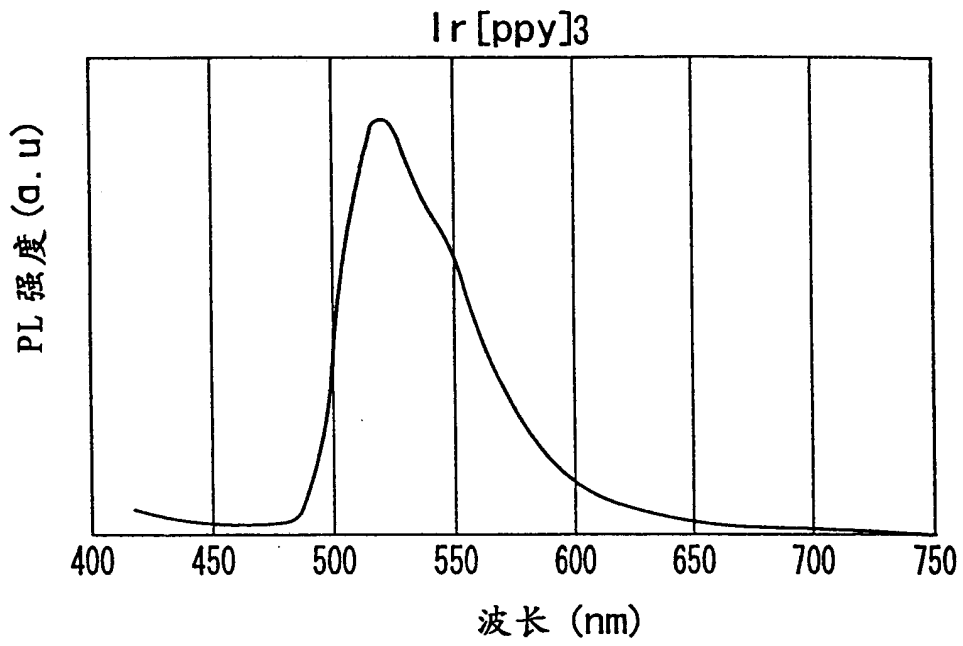


图 4A

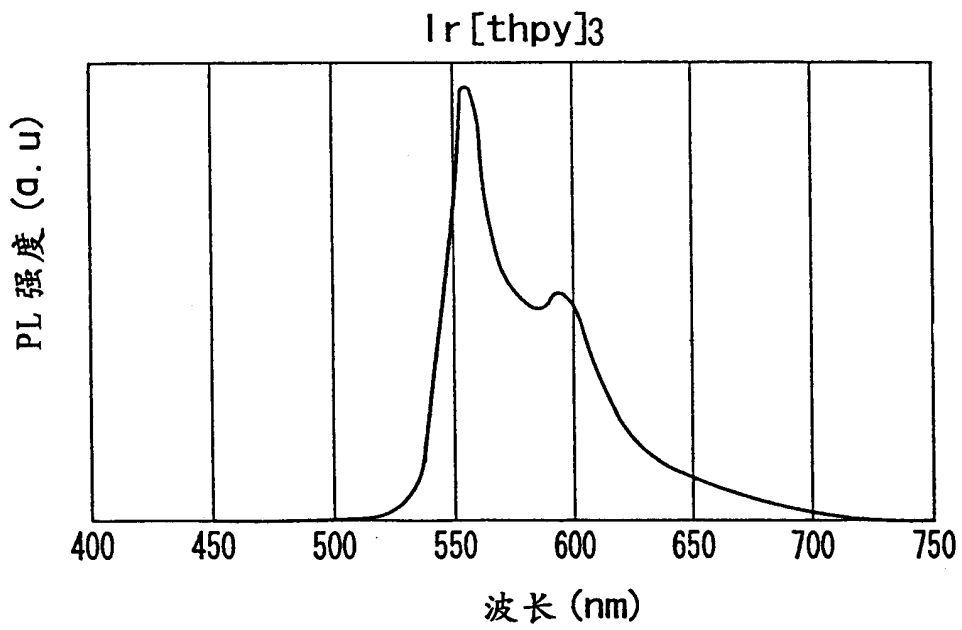


图 4B

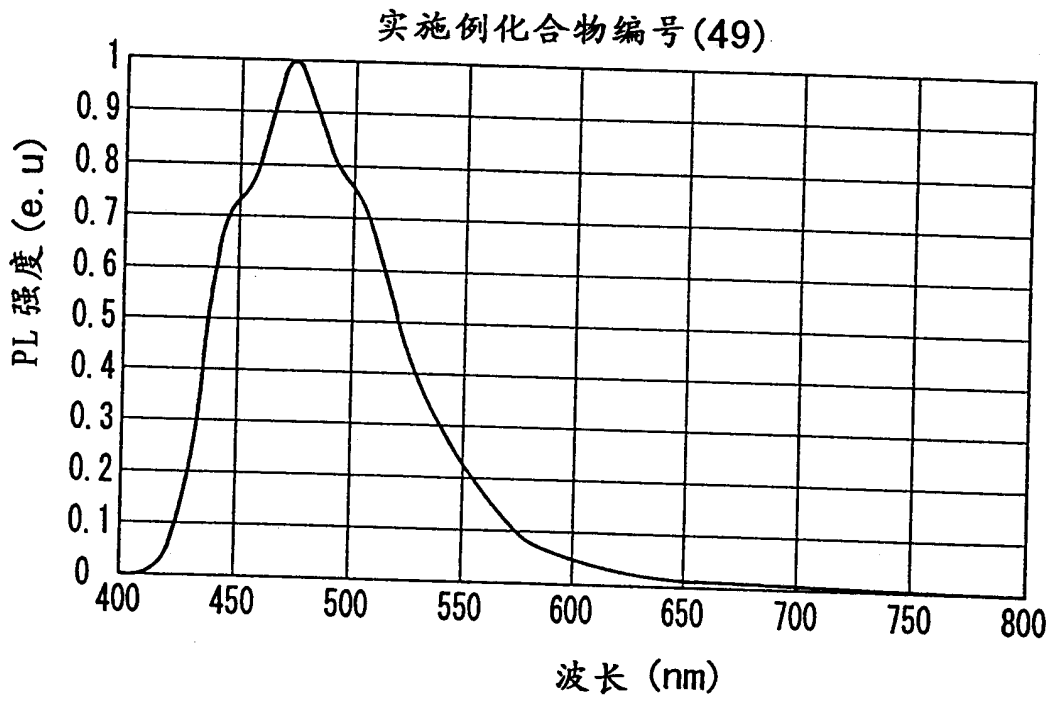


图 5