



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 119487999 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 18

(21) 申请号 202380050045.7

(22) 申请日 2023.06.02

(30) 优先权数据

2022-102760 2022.06.27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.12.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/020572 2023.06.02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/004517 JA 2024.01.04

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本

(72) 发明人 西出洋祐 永岛齐 宫部正仁

宫下广和 山田直树

(74) 专利代理机构 北京魏启学律师事务所

11398

专利代理师 闫宇 白玉

(51) Int. Cl.

H10K 50/12 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)

G09F 9/00 (2006.01)

G09F 9/30 (2006.01)

H10K 50/13 (2006.01)

H10K 59/12 (2006.01)

H10K 85/60 (2006.01)

H10K 101/10 (2006.01)

H10K 101/30 (2006.01)

权利要求书5页 说明书55页 附图7页

(54) 发明名称

有机发光元件和使用其的显示设备

(57) 摘要

本公开提供有机发光元件,其包括第一电极、第二电极和配置在所述第一电极和所述第二电极之间的有机化合物层,并且其特征在于:所述有机化合物层包括发光层;所述发光层至少包含第一有机化合物、第二有机化合物和发出磷光的发光性化合物;所述第一有机化合物的最低激发三重态能量和所述第二有机化合物的最低激发三重态能量高于所述发光性化合物的最低激发三重态能量;并且,对于所述第一有机化合物和所述第二有机化合物,所有可自由旋转的单键是碳-碳键,并且满足式(1)的关系: $|HOMO(H2)| > |HOMO(H1)|$ (1)。

1. 一种有机发光元件,其包括:
第一电极和第二电极;和
配置在所述第一电极与所述第二电极之间的有机化合物层,
其中所述有机化合物层包括发光层,
所述发光层至少包含第一有机化合物、第二有机化合物和发出磷光的发光性化合物,
所述第一有机化合物和所述第二有机化合物的最低激发三重态能量高于所述发光性化合物的最低激发三重态能量,

所述第一有机化合物中的所有可自由旋转的单键是碳-碳键,并且

所述有机发光元件满足式(1)的关系:

$$|\text{HOMO (H2)}| > |\text{HOMO (H1)}| \quad (1)$$

其中在式(1)中,HOMO (H1)和HOMO (H2)分别表示所述第一有机化合物的HOMO和所述第二有机化合物的HOMO。

2. 根据权利要求1所述的有机发光元件,其中所述有机发光元件进一步满足式(2)的关系:

$$|\text{LUMO (H2)}| > |\text{LUMO (D)}| \quad (2)$$

其中在式(2)中,LUMO (H2)和LUMO (D)分别表示所述第二有机化合物的LUMO和所述发光性化合物的LUMO。

3. 根据权利要求1所述的有机发光元件,其中所述有机发光元件进一步满足式(3)的关系:

$$|\text{LUMO (H1)}| > |\text{LUMO (D)}| \quad (3)$$

其中在式(3)中,LUMO (H1)表示所述第一有机化合物的LUMO。

4. 根据权利要求1所述的有机发光元件,其中所述有机发光元件进一步满足式(4)的关系:

$$|\text{LUMO (H1)}| > |\text{LUMO (H2)}| \quad (4)。$$

5. 根据权利要求1所述的有机发光元件,其中所述有机发光元件进一步满足式(5)的关系:

$$|\text{HOMO (D)}| > |\text{HOMO (H1)}| \quad (5)$$

其中在式(5)中,HOMO (D)和HOMO (H1)分别表示所述发光性化合物的HOMO和所述第一有机化合物的HOMO。

6. 根据权利要求1所述的有机发光元件,其中所述有机发光元件进一步满足式(2)和式(3)的关系:

$$|\text{LUMO (H2)}| > |\text{LUMO (D)}| \quad (2)$$

$$|\text{LUMO (H1)}| > |\text{LUMO (D)}| \quad (3)。$$

7. 根据权利要求1所述的有机发光元件,其中所述有机发光元件进一步满足式(2)和式(4)的关系:

$$|\text{LUMO (H2)}| > |\text{LUMO (D)}| \quad (2)$$

$$|\text{LUMO (H1)}| > |\text{LUMO (H2)}| \quad (4)。$$

8. 根据权利要求1所述的有机发光元件,其中所述有机发光元件进一步满足式(2)至式(4)的关系:

$$|\text{LUMO (H2)}| > |\text{LUMO (D)}| \quad (2)$$

$$|\text{LUMO (H1)}| > |\text{LUMO (D)}| \quad (3)$$

$$|\text{LUMO (H1)}| > |\text{LUMO (H2)}| \quad (4)。$$

9. 根据权利要求1所述的有机发光元件,其中所述有机发光元件进一步满足式(3)至式(5)的关系:

$$|\text{LUMO (H1)}| > |\text{LUMO (D)}| \quad (3)$$

$$|\text{LUMO (H1)}| > |\text{LUMO (H2)}| \quad (4)$$

$$|\text{HOMO (D)}| > |\text{HOMO (H1)}| \quad (5)。$$

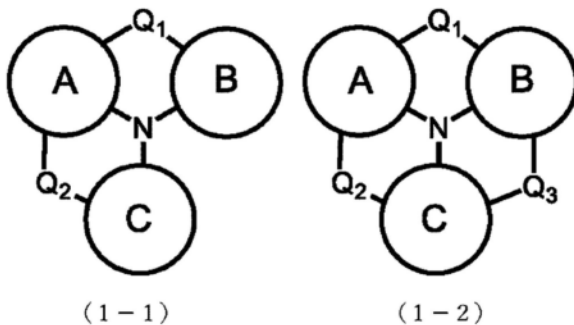
10. 根据权利要求1所述的有机发光元件,其中所述第一有机化合物中的所有可自由旋转的单键是sp²碳之间的键。

11. 根据权利要求1所述的有机发光元件,其中所述第二有机化合物中的所有可自由旋转的单键是碳-碳键。

12. 根据权利要求11所述的有机发光元件,其中所述第二有机化合物中的所有可自由旋转的单键是sp²碳之间的键。

13. 根据权利要求1所述的有机发光元件,其中所述第一有机化合物具有由通式(1-1)或(1-2)表示的骨架:

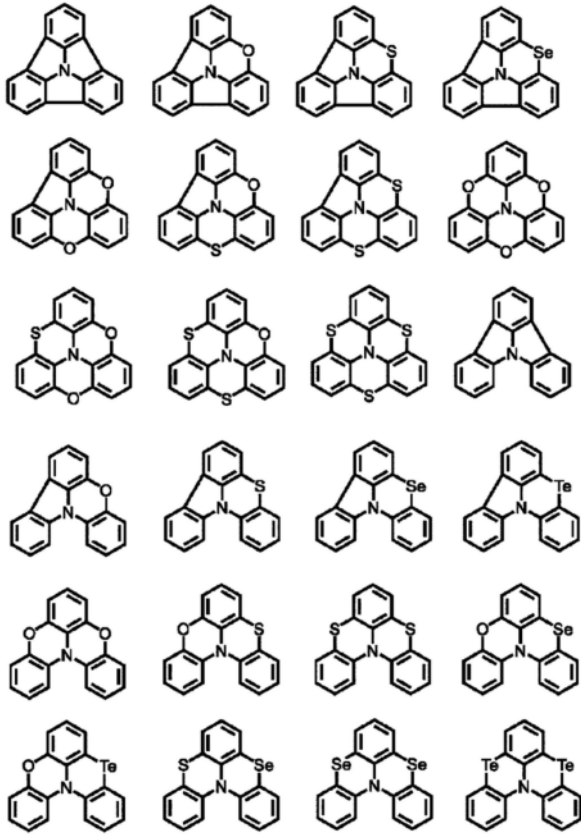
[化学式1]



其中,在通式(1-1)和(1-2)中,环状单元A至C各自独立地选自取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基;Q₁至Q₃各自独立地选自直接键、C(R_A)(R_B)、N(R_C)、氧原子、硫原子、硒原子和碲原子;R_A至R_C各自独立地选自氢原子、氘原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的烷氧基、取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基;并且R_C与环状单元A至C中相邻的一个一起形成环。

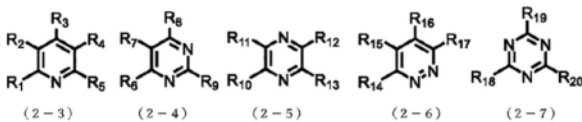
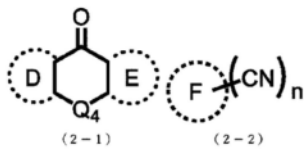
14. 根据权利要求13所述的有机发光元件,其中所述第一有机化合物具有由以下结构式中的任意者表示的骨架:

[化学式2]



15. 根据权利要求1所述的有机发光元件,其中所述第二有机化合物具有由通式(2-1)至(2-7)中的任意者表示的骨架:

[化学式3]

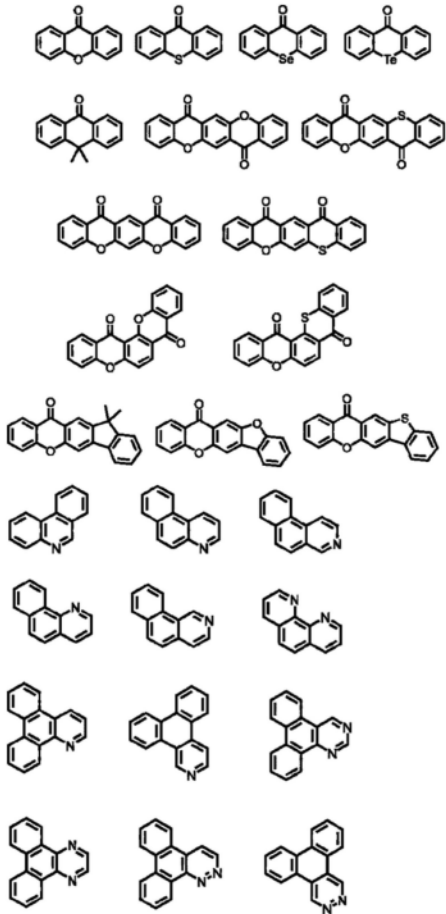


其中在通式(2-1)和(2-2)中,环状单元D至F各自独立地选自取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基; Q_4 各自独立地选自直接键、 $C(R_D)$ (R_E)、氧原子、硫原子、硒原子和碲原子; R_D 和 R_E 各自独立地选自氢原子、氘原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的烷氧基、取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基;并且n是1至5的整数,以及

在通式(2-3)至(2-7)中, R_1 至 R_{20} 各自独立地选自氢原子、氘原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、和取代或未取代的芳基;并且在 R_1 至 R_{20} 中,彼此相邻的取代基可以键合在一起以形成稠环。

16. 根据权利要求15所述的有机发光元件,其中所述第二有机化合物具有由以下结构式中的任意者表示的骨架:

[化学式4]



17. 根据权利要求1所述的有机发光元件,其中所述有机化合物层由多个层构成,所述多个层至少由发光层和与所述发光层不同的第二层构成,所述第二层包含至少一种有机化合物,并且

所述有机化合物的最低激发三重态能量高于所述第一有机化合物和所述第二有机化合物的最低激发三重态能量。

18. 根据权利要求1所述的有机发光元件,其中所述发光层是第一发光层,

在所述第一发光层和所述第一电极之间或所述第一发光层和所述第二电极之间进一步配置与所述第一发光层不同的第二发光层,以及

所述第二发光层发出具有与从所述第一发光层发出的光的颜色不同的颜色的光。

19. 一种显示设备,其包括多个像素,其中所述多个像素中的至少一个包括根据权利要求1至18中任一项所述的有机发光元件和连接至所述有机发光元件的晶体管。

20. 一种光电转换设备,其包括:包括多个透镜的光学部;构成为接收通过所述光学部的光的摄像元件;以及构成为显示由所述摄像元件拍摄的图像的显示部,

其中所述显示部包括根据权利要求1至18中任一项所述的有机发光元件。

21. 一种电子设备,其包括:包括根据权利要求1至18中任一项所述的有机发光元件的显示部;设置有所述显示部的壳体;以及设置在所述壳体中并且构成为与外部通信的通信部。

22. 一种照明设备,其包括:包括根据权利要求1至18中任一项所述的有机发光元件的光源;以及构成为透射从所述光源发出的光的光扩散部或光学膜。

23. 一种移动体,其包括:包括根据权利要求1至18中任一项所述的有机发光元件的灯具;以及设置有所述灯具的机体。

24. 一种图像形成设备,其包括:感光体;以及构成为使所述感光体曝光的曝光光源,其中所述曝光光源包括根据权利要求1至18中任一项所述的有机发光元件。

有机发光元件和使用其的显示设备

技术领域

[0001] 本发明涉及有机发光元件和使用该有机发光元件的显示设备。

背景技术

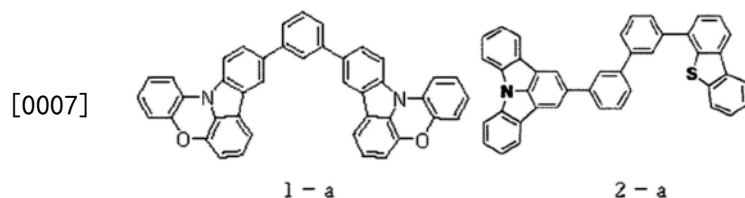
[0002] 有机电致发光元件(以下也称为“有机发光元件”或“有机EL元件”)是包括一对电极和配置在电极之间的有机化合物层的电子元件。通过经由一对电极注入电子和空穴,有机化合物层中的发光性有机化合物的激子生成。当激子返回至它们的基态时,有机发光元件发光。

[0003] 有机发光元件最近的进步是显著的,并且已经能够实现低驱动电压、各种发射波长、高速响应性以及更薄型化和更轻量化的发光元件。

[0004] 对于具有更高效率的有机发光元件,已知使用例如磷光发光材料或延迟荧光材料等材料。已知这些材料中的任意者具有经由三重激发态的发光机制并且因此会由于从三重激发态到更高激发态的跃迁能量而劣化。此类使用利用三重态的材料获得的有机发光元件需要具有改善的元件耐久性。

[0005] 专利文献1记载了包含各自具有与发光层主体的HOMO和LUMO能级不同的HOMO和LUMO能级的两种发光材料的三元荧光发光层作为用于改善元件耐久性的构成。专利文献2和专利文献3记载了通过使用具有含氮稠环骨架的有机化合物1-a和2-a作为高稳定性材料来改善元件耐久性。

[0006] [化学式1]



[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:日本专利特开No.2011-71194

[0011] 专利文献2:国际公开No.2012/077582

[0012] 专利文献3:日本专利特开No.2012-72099

发明内容

[0013] 发明要解决的问题

[0014] 然而,专利文献1中记载的发光层的构成是发出荧光的发光层,并且没有公开利用三重态的有机发光元件。专利文献2和专利文献3中记载的发光层的构成导致元件耐久性不足并且不是优选的。

[0015] 本发明是鉴于上述问题而完成的,并且其目的在于提供具有优异的元件耐久性的有机发光元件。

[0016] 用于解决问题的方案

[0017] 根据本发明的有机发光元件是包括第一电极和第二电极以及配置在第一电极和第二电极之间的有机化合物层的有机发光元件。有机化合物层包括发光层。发光层至少包含第一有机化合物、第二有机化合物和发出磷光的发光性化合物。第一有机化合物和第二有机化合物的最低激发三重态能量高于发光性化合物的最低激发三重态能量。第一有机化合物中所有可自由旋转的单键是碳-碳键。有机发光元件满足式(1)的关系。

[0018] $|HOMO(H2)| > |HOMO(H1)|$ (1)

[0019] 发明的效果

[0020] 根据本发明,可以提供具有优异的元件耐久性的有机发光元件。

附图说明

[0021] [图1A] 示出根据本发明的实施方案的显示设备的像素的实例的示意性截面图。

[0022] [图1B] 包括根据本发明的实施方案的有机发光元件的显示设备的实例的示意性截面图。

[0023] [图2] 示出根据本发明的实施方案的显示设备的实例的示意图。

[0024] [图3A] 示出根据本发明的实施方案的摄像设备的实例的示意图。

[0025] [图3B] 示出根据本发明的实施方案的电子设备的实例的示意图。

[0026] [图4A] 示出根据本发明的实施方案的显示设备的实例的示意图。

[0027] [图4B] 示出可折叠显示设备的实例的示意图。

[0028] [图5A] 示出根据本发明的实施方案的照明设备的实例的示意图。

[0029] [图5B] 示出包括根据本发明的实施方案的车辆用灯具的汽车的实例的示意图。

[0030] [图6A] 示出根据本发明的实施方案的可穿戴装置的实例的示意图。

[0031] [图6B] 示出根据本发明的实施方案的可穿戴装置的实例的示意图,该可穿戴装置包括摄像设备。

[0032] [图7A] 示出根据本发明的实施方案的图像形成设备的实例的示意图。

[0033] [图7B] 示出根据本发明的实施方案的图像形成设备的曝光光源的实例的示意图。

[0034] [图7C] 示出根据本发明的实施方案的图像形成设备的曝光光源的实例的示意图。

具体实施方式

[0035] 在本说明书中,卤素原子的实例包括氟、氯、溴和碘,但不限于此。其中,氟原子是优选的。

[0036] 烷基可以是具有1至20个碳原子的烷基。实例包括甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、叔丁基、仲丁基、辛基、环己基、1-金刚烷基和2-金刚烷基,但不限于此。

[0037] 烷氧基可以是具有1至10个碳原子的烷氧基。实例包括甲氧基、乙氧基、丙氧基、2-乙基-辛氧基和苄氧基,但不限于此。

[0038] 甲硅烷基的实例包括三甲基甲硅烷基和三苯基甲硅烷基,但不限于此。

[0039] 芳基可以是具有6至20个碳原子的芳基。实例包括苯基、萘基、蒽基、联苯基、三联苯基、苄基、菲基、荧蒽基(fluoranthenyl group)和三亚苯基(triphenylenyl group),但不限于此。

[0040] 杂芳基可以是具有3至20个碳原子的杂芳基。实例包括吡啶基、嘧啶基、吡唑基、三唑基、噁唑基、噁二唑基、噻唑基、噻二唑基、咪唑基、吡啶基、菲咯啉基 (phenanthrolyl group)、二苯并呋喃基和二苯并噻吩基,但不限于此。

[0041] 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-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-均三甲苯基-N-苯基氨基、N,N-二均三甲苯基氨基、N-苯基-N-(4-叔丁基苯基)氨基、N-苯基-N-(4-三氟甲基苯基)氨基、N-哌啶基和咪唑基,但不限于此。

[0042] 芳氧基和杂芳氧基的实例包括苯氧基和噻吩氧基,但不限于此。

[0043] 烷基、烷氧基、甲硅烷基、芳基、杂芳基、氨基、芳氧基和杂芳氧基可以进一步具有的取代基的实例包括氡原子;如氟、氯、溴和碘等卤素原子;如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基和叔丁基等烷基;如甲氧基、乙氧基和丙氧基等烷氧基;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等氨基;如苯氧基等芳氧基;如苯基和联苯基等芳香族烃基;如吡啶基和吡咯基等杂芳基;氰基、羟基和硫醇基,但不限于此。

[0044] 在本说明书中,HOMO (H1)、HOMO (H2) 和HOMO (D) 分别表示第一有机化合物的HOMO能级、第二有机化合物的HOMO能级和发光性化合物的HOMO能级。LUMO (H1)、LUMO (H2) 和LUMO (D) 分别表示第一有机化合物的LUMO能级、第二有机化合物的LUMO能级和发光性化合物的LUMO能级。例如,表达式 $|HOMO (H1)|$ 是指第一有机化合物的HOMO能级的绝对值。

[0045] (1) 有机发光元件

[0046] 根据本发明的有机发光元件是包括第一电极和第二电极以及配置在第一电极和第二电极之间的有机化合物层的有机发光元件。有机化合物层包括发光层。发光层至少包含第一有机化合物、第二有机化合物和发出磷光的发光性化合物。第一有机化合物和第二有机化合物的最低激发三重态能量高于发光性化合物的最低激发三重态能量。第一有机化合物中所有可自由旋转的单键是碳-碳键。有机发光元件满足式(1)的关系。

[0047] $|HOMO (H2)| > |HOMO (H1)|$ (1)

[0048] 根据本发明的有机发光元件的发光层具有以下构成。

[0049] (1-1) 发光层至少包含第一有机化合物、第二有机化合物和发光性化合物 (1-2) 第一有机化合物和第二有机化合物的最低激发三重态能量高于发光性化合物的最低激发三重态能量 (1-3) 第一有机化合物中所有可自由旋转的单键是碳-碳键 (1-4) 第一有机化合物和第二有机化合物满足 $|HOMO (H2)| > |HOMO (H1)|$

[0050] 以下,将说明这些构成。

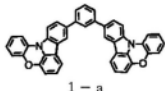
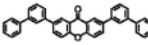

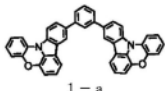

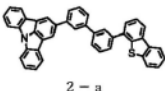

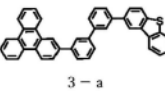

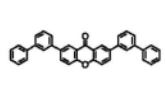

[0051] (1-1) 发光层至少包含第一有机化合物、第二有机化合物和发光性化合物

[0052] 根据本发明的有机发光元件在发光层中至少包含第一有机化合物、第二有机化合物和发光性化合物。在此,将参考表1说明在发光层中存在第一有机化合物和第二有机化合物的效果。

[0053] 表1示出了发光层的构成和元件耐久性。元件耐久性是基于比较例B的元件耐久性设为1.0的值。

[0054] [表1]

[0055] 表1

| | | 第一有机化合物 | 第二有机化合物 | 发光性化合物 | 元件耐久性 |
|-------|------|---|---|---|-------|
| 本发明 A | 分子结构 |  |  |  | 1.9 |
| | LUMO | -2.72 | -3.33 | -3.04 | |
| 比较例 A | 分子结构 |  | / |  | 0.6 |
| | LUMO | -2.72 | | -3.04 | |
| 比较例 B | 分子结构 |  | / |  | 1.0 |
| | LUMO | -2.96 | | -3.04 | |
| 比较例 C | 分子结构 |  | / |  | 0.9 |
| | LUMO | -2.92 | | -3.04 | |
| 比较例 D | 分子结构 |  | / |  | 0.7 |
| | LUMO | -3.33 | | -3.04 | |

[0057] 在表1中,比较例A~C各自具有其中发光性化合物的LUMO能级的绝对值最小的元件构成。电子很可能被LUMO能级的绝对值小的化合物捕获,并且因此在比较例A~C的元件构成的情况下,电子很可能被发光性化合物捕获。如随后会详细描述,当发光性化合物很可能捕获电子或空穴时,激子生成很可能集中于发光性化合物,因此元件耐久性很可能降低。

[0058] 虽然比较例D具有其中第一有机化合物的LUMO能级的绝对值最小的元件构成,但是元件耐久性的值低。当有机化合物的LUMO能级的绝对值大时,有机化合物的HOMO能级的绝对值也倾向于大,并且因此第一有机化合物的HOMO能级的绝对值大。空穴很可能被HOMO能级的绝对值小的化合物捕获。在比较例D的元件构成的情况下,第一有机化合物的HOMO能级的绝对值大,并且因此空穴不太可能被注入到发光层中。因此,发光层中的电子与空穴之间的载流子平衡被扰乱,结果,由于载流子残留在发光层中,元件耐久性降低。

[0059] 相比之下,在本发明A中,第二有机化合物的LUMO能级的绝对值最大,并且因此电子不太可能被发光性化合物捕获。另外,第一有机化合物的LUMO能级的绝对值最小,并且因此第一有机化合物的HOMO能级的绝对值也低。因此,空穴很可能被注入到发光层中。因此,在发光层中存在第一有机化合物和第二有机化合物可以调整电子与空穴之间的载流子平衡,从而导致改善的元件耐久性。

[0060] (1-2) 第一有机化合物和第二有机化合物的最低激发三重态能量高于发光性化合物的最低激发三重态能量

[0061] 为了提供具有改善的发光效率的有机发光元件,有效地利用发光性化合物的最低激发三重态能量(T1)进行发光是必要的。为了实现这一点,在发光层中,发光性化合物需要具有最低的T1。在根据本发明的有机发光元件中,第一有机化合物的T1和第二有机化合物的T1高于发光性化合物的T1。换言之,发光性化合物的T1低于第一有机化合物和第二有机

化合物的T1。

[0062] 表2示出了发光层的构成和外部量子收率(E.Q.E.)。比较例a是专利文献1中记载的有机发光元件。

[0063] [表2]

[0064] 表2

| | | 第一有机化合物 | 第二有机化合物 | 发光性化合物 | 发光色 | E.Q.E. |
|--------------|------|----------|----------|----------|-----|--------|
| 本发明 B | 分子结构 | | | | 绿 | 2.5 |
| | 能级 | T1=2.8eV | T1=2.8eV | T1=2.4eV | | |
| [0065] 比较例 E | 分子结构 | | | | 绿 | 1.0 |
| | 能级 | T1=2.0eV | T1=1.9eV | S1=2.4eV | | |
| 比较例 F | 分子结构 | | | | - | <0.1 |
| | 能级 | T1=2.0eV | T1=1.9eV | T1=2.4eV | | |

[0066] 在比较例E中,发光性化合物是发出荧光的发光性化合物并且由于热失活而损失大部分T1,因此E.Q.E低。比较例F是有机发光元件,其中发光性化合物是发出磷光的发光性化合物并且发光性化合物的T1高于第一有机化合物和第二有机化合物的T1。比较例F的有机发光元件不具有其中发光性化合物的T1最低的构成并且因此无法有效地利用发光性化合物的T1。因此,E.Q.E低。

[0067] 相比之下,在作为本发明的实施方案的本发明B中,发光性化合物是发出磷光的发光性化合物,并且发光性化合物的T1低于第一有机化合物和第二有机化合物的T1。因此,发光性化合物的T1可以有效地用于发光,并且因此E.Q.E.高。因此,根据本发明的有机发光元件是具有高发光效率的有机发光元件,因为发光性化合物的T1低于第一有机化合物和第二有机化合物的T1。

[0068] (1-3) 第一有机化合物中所有可自由旋转的单键是碳-碳键。

[0069] 在本说明书中,第一有机化合物负责有机发光元件中的大部分激子生成。因此,要求第一有机化合物具有即使在高能激发态也不易分解的骨架。这里,不易分解的骨架是指包括具有高结合能的可自由旋转的单键的骨架。在本说明书中,术语“可自由旋转的单键”是指表示为“A-B”的键,其中单元A和单元B单键键合,单元A和单元B不形成稠环。单元A和B可以各自为如碳原子或氮原子等原子或者如苯或咪唑等分子。表3示出了各种键的结合能。

[0070] [表3]

[0071] 表3

| | F1 | F2 | F3 | F4 |
|--------|----|----|----|----|
| [0072] | | | | |

[0073] 具有碳-氮键的F1和F2的结合能为3.9eV。具有可自由旋转的碳-碳键的F4的结合能为4.5eV,并且具有可自由旋转的sp2碳之间的键的F3的结合能为5.0eV。因此,当所有可自由旋转的单键是碳-碳键时,形成不易分解的骨架,这是优选的。在碳-碳键中,sp2碳之间

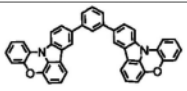
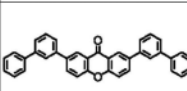
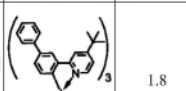
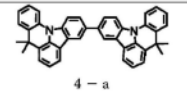
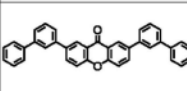
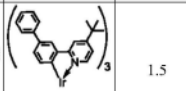
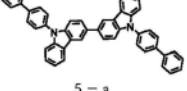
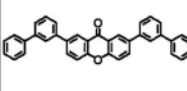
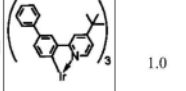
的键具有特别高的结合能,并且因此其中所有可自由旋转的单键是sp²碳之间的键的骨架是更优选的,这是因为其更不易分解。

[0074] 在根据本发明的有机发光元件中,电子和空穴的再结合不仅发生在第一有机化合物上而且也发生在第二有机化合物上。因此,除了在第一有机化合物中以外,在第二有机化合物中,所有可自由旋转的单键也优选为碳-碳键。从结合稳定性的观点,更优选所有可自由旋转的单键是sp²碳之间的键。

[0075] 表4针对具有不同骨架的第一有机化合物比较了有机发光元件的元件耐久性。

[0076] [表4]

[0077] 表4

| | | 第一有机化合物 | 第二有机化合物 | 发光性化合物 | 元件耐久性 |
|--------------|------|--|--|---|-------|
| [0078] 本发明 C | 分子结构 |  |  |  | 1.8 |
| | LUMO | -2.72 | -3.33 | -2.35 | |
| | HOMO | -5.76 | -6.43 | -5.08 | |
| [0078] 本发明 D | 分子结构 |  |  |  | 1.5 |
| | LUMO | -2.37 | -3.33 | -2.35 | |
| | HOMO | -5.83 | -6.43 | -5.08 | |
| 比较例 G | 分子结构 |  |  |  | 1.0 |
| | LUMO | -2.47 | -3.33 | -2.35 | |
| | HOMO | -5.73 | -6.43 | -5.08 | |

[0079] 其中第一有机化合物中的可自由旋转的单键的一部分是具有低结合能的碳-氮键的比较例G在元件耐久性方面劣于本发明。相比之下,其中第一有机化合物中的可自由旋转的单键是具有高结合能的碳-碳键的本发明C和D具有优异的元件耐久性。特别地,其中可自由旋转的单键是具有更高结合能的sp²碳之间的键的本发明C表现出更优异的元件耐久性。因此,根据本发明的有机发光元件是具有优异的元件耐久性的有机发光元件,这是因为第一有机化合物中所有可自由旋转的单键是碳-碳键。

[0080] (1-4) 第一有机化合物和第二有机化合物满足 $|HOMO(H2)| > |HOMO(H1)|$

[0081] 在根据本发明的有机发光元件中,第一有机化合物主要负责空穴输送,并且因此要求向第一有机化合物的空穴注入性高于向第二有机化合物的空穴注入性。因此,根据本发明的有机发光元件需要满足式(1)的关系。

[0082] $|HOMO(H2)| > |HOMO(H1)|$ (1)

[0083] 当第一有机化合物的HOMO能级的绝对值小于第二有机化合物的HOMO能级的绝对值时,可以预期向第一有机化合物的空穴注入性提高。

[0084] 在根据本发明的有机发光元件中,第二有机化合物主要负责电子输送。具有电子输送性的骨架的实例包括吡啶衍生物和酮衍生物,但这些骨架在自由基阳离子状态下具有较差的稳定性并且因此不适合空穴输送。因此,优选可以有效地将空穴从第二有机化合物注入到第一有机化合物。也从该观点,优选满足式(1)。

[0085] 根据本发明的有机发光元件优选进一步具有以下构成。可以仅满足以下构成中的一个,或者可以满足所述构成中的两个以上。

[0086] (1-5) 满足式 (2) 或 (3) 中的至少一个

[0087] $|LUMO(H2)| > |LUMO(D)|$ (2)

[0088] $|HOMO(D)| > |HOMO(H1)|$ (3)

[0089] (1-6) 满足式 (2) 和 (4)

[0090] $|LUMO(H2)| > |LUMO(D)|$ (2)

[0091] $|LUMO(H1)| > |LUMO(D)|$ (4)

[0092] (1-7) 满足式 (3) 至 (5)

[0093] $|HOMO(D)| > |HOMO(H1)|$ (3)

[0094] $|LUMO(H1)| > |LUMO(D)|$ (4)

[0095] $|LUMO(H1)| > |LUMO(H2)|$ (5)

[0096] 这些将在下面描述。

[0097] (1-5) 满足式 (2) 或式 (3) 中的至少一个

[0098] $|LUMO(H2)| > |LUMO(D)|$ (2)

[0099] $|HOMO(D)| > |HOMO(H1)|$ (3)

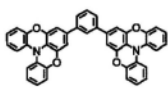
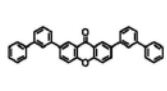
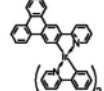
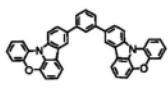
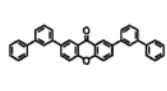
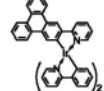
[0100] 在根据本发明的有机发光元件中, 优选电子和空穴不太可能集中于发光性化合物上。换言之, 激子生成优选不太可能集中于发光性化合物上。这是因为发光性化合物上激子生成的集中可能会导致发光性化合物向更高能态的跃迁。结果, 发光性化合物经历键断裂, 使得发光层中的发光性化合物的浓度降低, 从而导致亮度劣化。因此, 优选满足式 (2) 或 (3) 中的至少一个。满足其中一个降低电子和空穴同时被捕获在发光性化合物上的可能性, 从而降低激子生成集中的可能性。因此, 有机发光元件具有更优异的元件耐久性。

[0101] 更优选地, 同时满足式 (2) 和式 (3)。同时满足式 (2) 和式 (3) 降低电子和空穴集中在发光性化合物上的可能性, 这从有机发光元件的元件耐久性的观点是更优选的。

[0102] 表5至表7示出了根据本发明的有机发光元件的构成和元件耐久性的相对值。在表5中, 本发明E的元件耐久性是基于将本发明F的元件耐久性设为1.0的值。在表6中, 本发明G的元件耐久性是基于将本发明H的元件耐久性设为1.0的值。在表7中, 比较例H的元件耐久性是基于将比较例I的元件耐久性设为1.0的值。

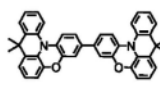
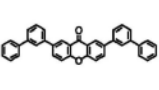
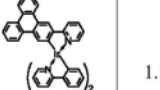
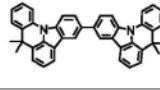
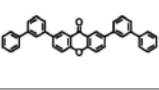
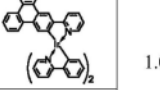
[0103] [表5]

[0104] 表5

| | | 第一有机化合物 | 第二有机化合物 | 发光性化合物 | 元件耐久性 |
|--------|-------|---|---|---|-------|
| [0105] | 本发明 E |  |  |  | 1.2 |
| | LUMO | -2.74 | -3.33 | -3.04 | |
| | HOMO | -5.63 | -6.43 | -5.68 | |
| [0105] | 本发明 F |  |  |  | 1.0 |
| | LUMO | -2.72 | -3.33 | -3.04 | |
| | HOMO | -5.76 | -6.43 | -5.68 | |

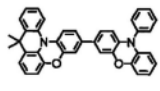
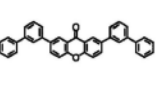
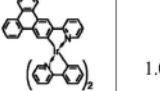
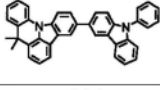
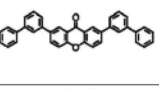
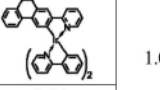
[0106] [表6]

[0107] 表6

| | | 第一有机化合物 | 第二有机化合物 | 发光性化合物 | 元件耐久性 |
|--------|------|---|---|--|-------|
| [0108] | 本发明G |  |  |  | 1.1 |
| | LUMO | -2.72 | -3.33 | -3.04 | |
| | HOMO | -5.66 | -6.43 | -5.68 | |
| [0109] | 本发明H |  |  |  | 1.0 |
| | LUMO | -2.37 | -3.33 | -3.04 | |
| | HOMO | -5.83 | -6.43 | -5.68 | |

[表7]

[0110] 表7

| | | 第一有机化合物 | 第二有机化合物 | 发光性化合物 | 元件耐久性 |
|--------|------|---|---|--|-------|
| [0111] | 比较例H |  |  |  | 1.0 |
| | LUMO | -2.71 | -3.33 | -3.04 | |
| | HOMO | -5.64 | -6.43 | -5.68 | |
| [0112] | 比较例I |  |  |  | 1.0 |
| | LUMO | -2.36 | -3.33 | -3.04 | |
| | HOMO | -5.82 | -6.43 | -5.68 | |

[0112] 在表5和表6中,本发明E和G是满足式(2)和式(3)的构成。相比之下,本发明F和H是仅满足式(2)的构成。虽然仅满足式(2)的构成可以提供高的元件耐久性,但满足式(2)和式(3)的构成表现出更优异的元件耐久性。这是因为,如上所述,电子和空穴不太可能集中在发光性化合物上,因此可以抑制发光性化合物的劣化。

[0113] 此外,参照表5和表6中的本发明E和G,其中第一有机化合物中的所有可自由旋转的单键是sp²碳之间的键的本发明E的元件耐久性的值为1.2,高于本发明G。因此,第一有机化合物的骨架的结合稳定性越高,构成(1-4)的效果越大。

[0114] 在表7中,比较例H满足式(2)和式(3),并且比较例I仅满足式(2)。然而,由于在第一有机化合物中包含碳-氮键作为可自由旋转的单键,因此结合稳定性低,并且未确认到元件耐久性的改善。因此,在包含其中所有可自由旋转的单键是碳-碳键的有机化合物的有机发光元件的情况下,可以充分地产生该构成的元件耐久性改善效果。

[0115] (1-6) 满足式(2)和(4)

[0116] $|LUMO(H2)| > |LUMO(D)|$ (2)

[0117] $|LUMO(H1)| > |LUMO(D)|$ (4)

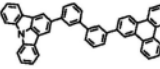
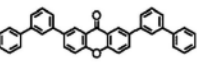
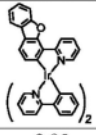
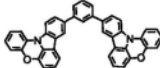
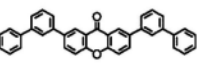
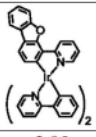
[0118] 在根据本发明的有机发光元件中,发光性化合物的LUMO能级的绝对值优选为最低。这是因为上述构成进一步降低电子被捕获在发光性化合物上的可能性。结果,可以抑制发光性化合物上的激子生成,从而导致进一步改善的元件耐久性。

[0119] 表8示出了各有机发光元件的构成和元件耐久性。本发明I是其中LUMO能级的绝对值最小的化合物为发光性化合物的构成。本发明J是其中LUMO能级的绝对值最小的化合物为第一有机化合物的构成。

[0120] [表8]

[0121] 表8

[0122]

| | | 第一有机化合物 | 第二有机化合物 | 发光性化合物 | 元件耐久性 |
|-------|------|---|---|---|-------|
| 本发明 I | 分子结构 |  |  |  | 1.3 |
| | LUMO | -2.97 | -3.33 | -2.95 | |
| | HOMO | -6.10 | -6.43 | -5.62 | |
| 本发明 J | 分子结构 |  |  |  | 1.0 |
| | LUMO | -2.72 | -3.33 | -2.95 | |
| | HOMO | -5.76 | -6.43 | -5.62 | |

[0123] 表8示出了本发明I的元件耐久性高于本发明J的元件耐久性。这是因为,在本发明的构成I中,LUMO能级的绝对值最小的化合物是发光性化合物,因此可以抑制发光性化合物上的激子生成。

[0124] (1-7) 满足式 (3) 至 (5)

[0125] $|HOMO(D)| > |HOMO(H1)|$ (3)[0126] $|LUMO(H1)| > |LUMO(D)|$ (4)[0127] $|LUMO(H1)| > |LUMO(H2)|$ (5)

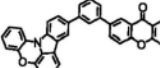
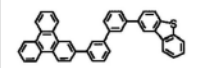
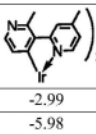
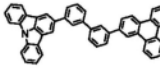
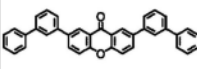
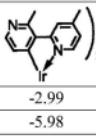
[0128] 在根据本发明的有机发光元件中,激子生成优选集中于第一有机化合物上。换言之,优选第一有机化合物的HOMO能级的绝对值最小并且第一有机化合物的LUMO能级的绝对值最大。这是因为具有上述构成使得电子和空穴的再结合能够在第一有机化合物上更有效地进行。另外,也可以改善激子的消耗速度,并且因此也可以产生抑制激子失活的效果。

[0129] 表9示出了各有机发光元件的构成和元件耐久性。本发明K是其中第一有机化合物的HOMO能级的绝对值最小并且第一有机化合物的LUMO能级的绝对值最大的构成。本发明的构成L是其中发光性化合物的HOMO能级的绝对值最小并且第一有机化合物的LUMO能级的绝对值最大的构成。

[0130] [表9]

[0131] 表9

[0132]

| | | 第一有机化合物 | 第二有机化合物 | 发光性化合物 | 元件耐久性 |
|-------|------|---|---|---|-------|
| 本发明 K | 分子结构 |  |  |  | 1.1 |
| | LUMO | -3.26 | -2.92 | -2.99 | |
| | HOMO | -5.75 | -6.38 | -5.98 | |
| 本发明 L | 分子结构 |  |  |  | 1.0 |
| | LUMO | -2.97 | -3.33 | -2.99 | |
| | HOMO | -6.10 | -6.43 | -5.98 | |

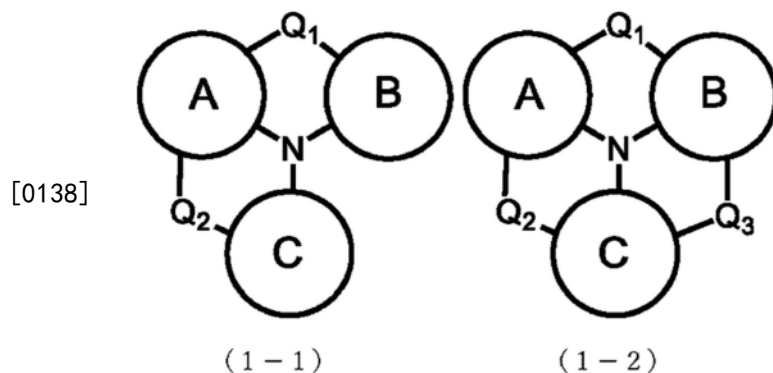
[0133] 表9显示本发明K的元件耐久性高于本发明L的元件耐久性。这是因为,本发明K是其中第一有机化合物的HOMO能级的绝对值最小并且第一有机化合物的LUMO能级的绝对值最大的构成,因此激子生成在第一有机化合物上集中发生。

[0134] (2) 第一有机化合物

[0135] 在根据本发明的有机发光元件中,第一有机化合物中的所有可自由旋转的单键是碳-碳键。优选地,所有可自由旋转的单键由sp²碳之间的键构成。

[0136] 如(1-2)所述,在根据本发明的有机发光元件的发光层中,第一有机化合物和第二有机化合物的T₁高于发光性化合物的T₁。有机化合物具有较大的带隙,这是因为它们的最低激发单线态能量(S₁)高于它们的T₁。换句话说,第一有机化合物和第二有机化合物的HOMO能级和LUMO能级之间的差异大。因此,电子或空穴很可能被捕获在发光性化合物上。这导致激子生成集中在发光性化合物上,从而导致发光性化合物的劣化。因此,第一有机化合物优选具有空穴输送性。使用表现出空穴输送性的有机化合物作为第一有机化合物可以抑制激子生成集中在发光性化合物上。在本说明书中,空穴输送性是指具有使空穴移动的能力。更优选地,空穴的迁移率高于电子的迁移率。具体地,第一有机化合物优选具有由通式(1-1)或(1-2)表示的骨架。

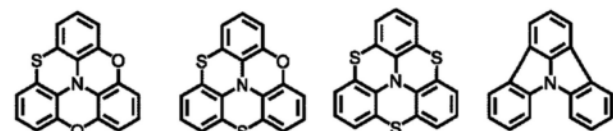
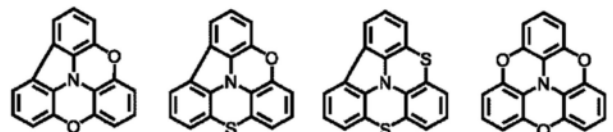
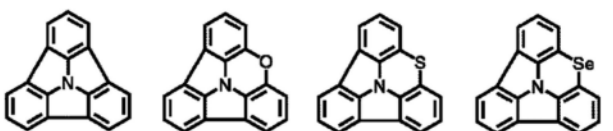
[0137] [化学式2]



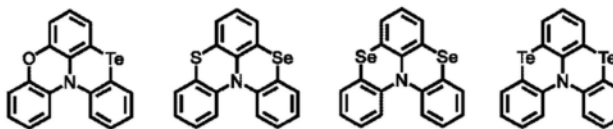
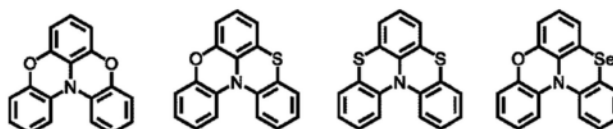
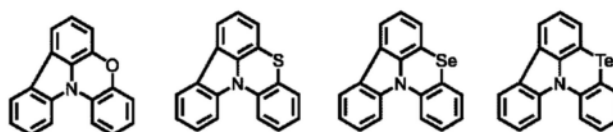
[0139] 在通式(1-1)和(1-2)中,环状单元A至C各自独立地选自取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基。Q₁至Q₃各自独立地选自直接键、C(R_A)(R_B)、N(R_C)、氧原子、硫原子、硒原子和碲原子。R_A至R_C各自独立地选自氢原子、氘原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的烷氧基、取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基。R_C与环状单元A至C中相邻的一个一起形成环。

[0140] 由通式(1-1)和(1-2)表示的具体骨架如下所示,但这些并不意在限制。

[0141] [化学式3]



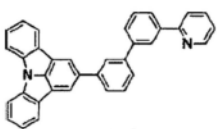
[0142]



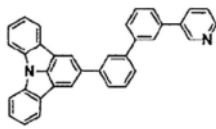
[0143] 通式(1-1)和(1-2)可以通过直接键或苯基具有芳基或杂芳基。这样的苯基的数量可以是一个或多个。苯基可以键合在间位或对位,并且优选键合在间位。通过苯基键合的芳基或杂芳基可以进一步具有取代基,并且取代基可以是碳原子数为1至4的烷基或碳原子数为6至12的芳基。具体地,取代基可以是甲基、叔丁基、苯基或联苯基。

[0144] 第一有机化合物的具体实例如下所示。然而,本发明不限于此。

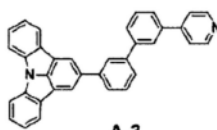
[0145] [化学式4]



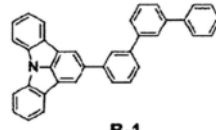
A-1



A-2

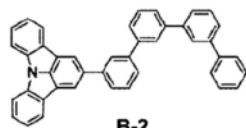


A-3

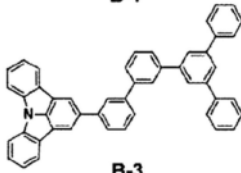


B-1

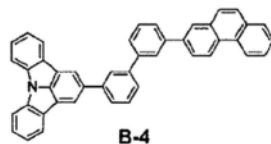
[0146]



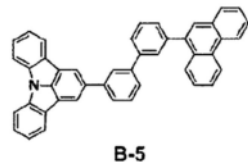
B-2



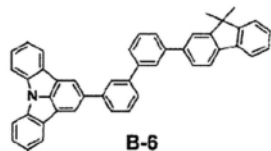
B-3



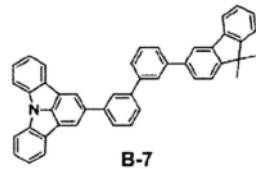
B-4



B-5



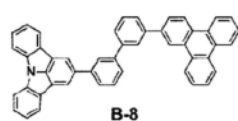
B-6



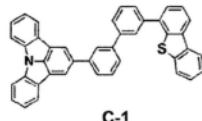
B-7

[0147]

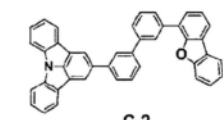
[化学式5]



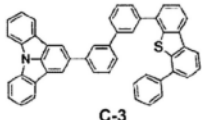
B-8



C-1

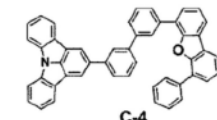


C-2

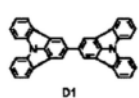


C-3

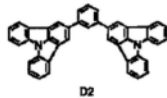
[0148]



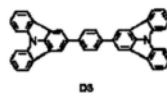
C-4



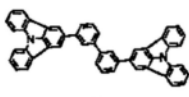
D1



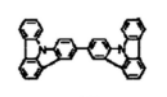
D2



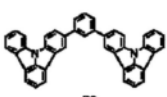
D3



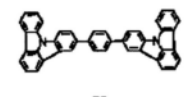
D4



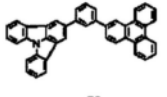
D5



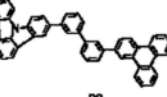
D6



D7

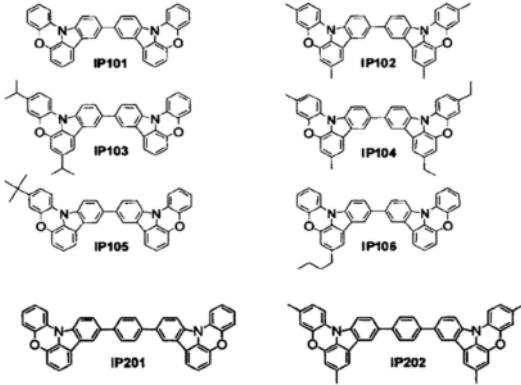


D8

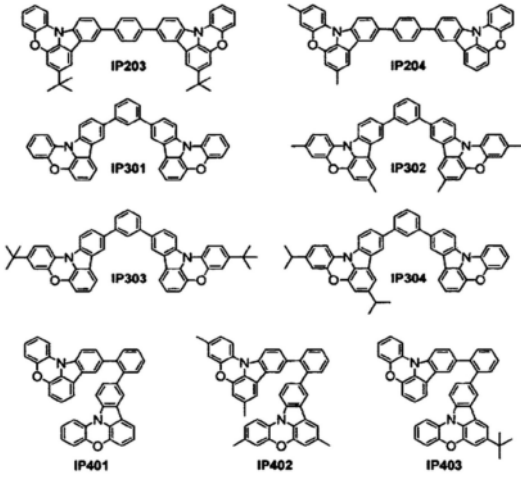


D9

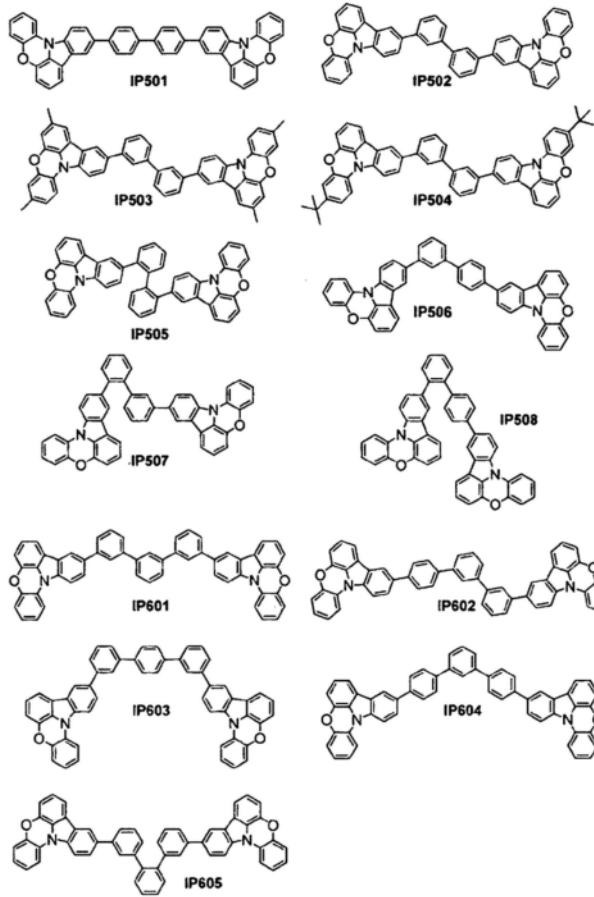
[0149] [化学式6]



[0150]

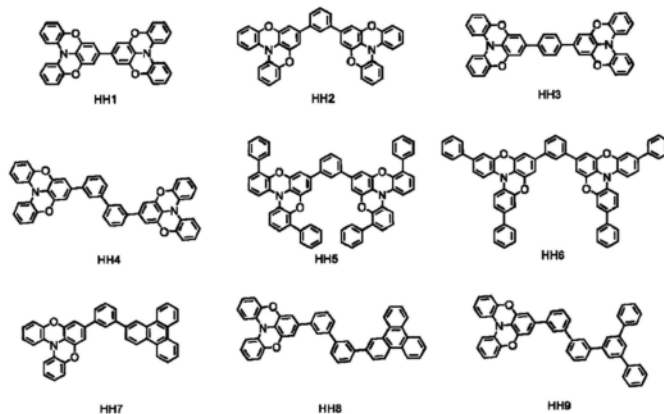


[0151] [化学式7]



[0152]

[0153] [化学式8]

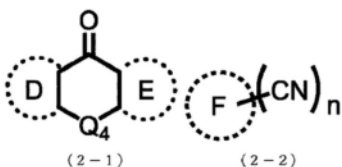


[0154]

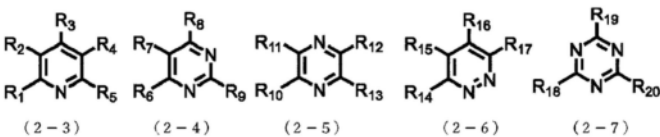
[0155] (3) 第二有机化合物

[0156] 在根据本发明的有机发光元件中,第二有机化合物中的所有可自由旋转的单键是碳-碳键。优选地,所有可自由旋转的单键由 sp^2 碳之间的键构成。为了进一步抑制发光性化合物上的激子生成,优选使用具有电子输送性的有机化合物作为第二有机化合物。这是因为具有该构成可以进一步抑制发光性化合物上的激子生成。在本说明书中,电子输送性是指具有移动电子的能力。更优选地,电子的迁移率高于空穴的迁移率。具体地,第一有机化合物优选具有由通式(2-1)至(2-7)中的任意者表示的骨架。

[0157] [化学式9]



[0158]

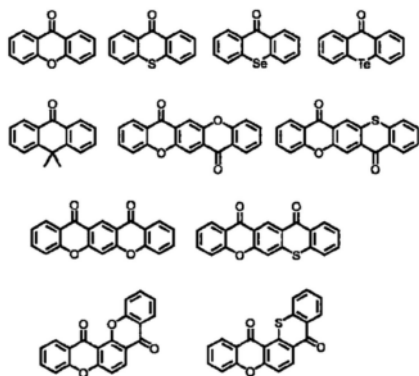


[0159] 在通式(2-1)和(2-2)中,环状单元D至F各自独立地选自取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基。Q₄各自独立地选自直接键、C(R_D)(R_E)、氧原子、硫原子、硒原子和碲原子。R_D和R_E各自独立地选自氢原子、氘原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的烷氧基、取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基。n为1至5的整数。

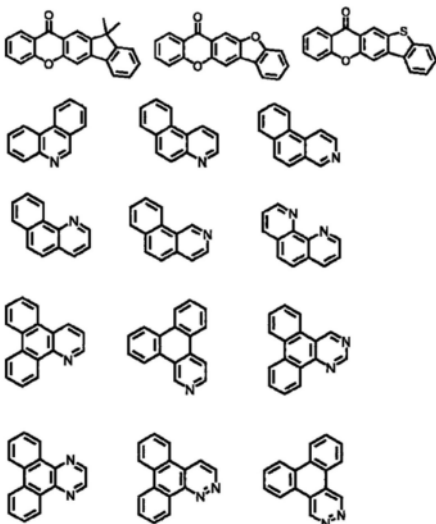
[0160] 通式(2-3)至(2-7)中,R₁至R₂₀各自独立地选自氢原子、氘原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、和取代或未取代的芳基。R₁至R₂₀中,彼此相邻的取代基可以键合在一起以形成稠环。

[0161] 由通式(2-1)至(2-7)表示的具体骨架如下示出,但这些并不意味着限制性的。

[0162] [化学式10]



[0163]

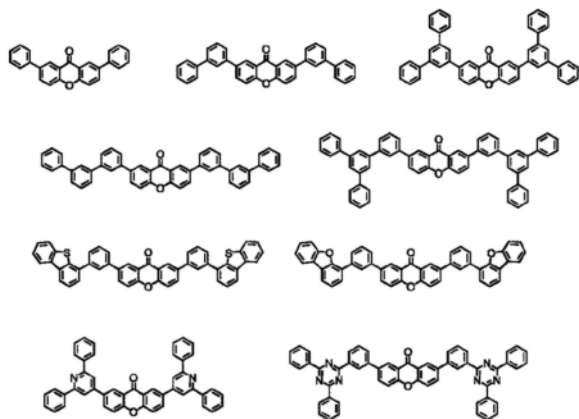


[0164] 通式(2-1)至(2-7)可以通过苯基或吡啶基具有芳基或杂芳基。这样的苯基或吡啶基的数量可以是一个或多个。苯基或吡啶基可以在间位或对位键合,并且优选在间位键合。通过苯基或吡啶基键合的芳基或杂芳基可以进一步具有取代基,并且取代基可以是碳原子

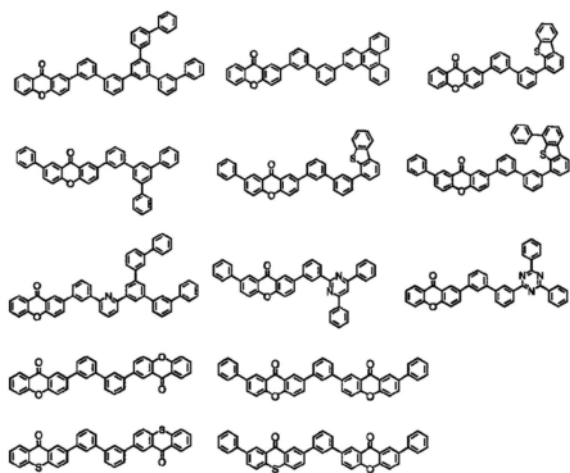
数为6至12的芳基。具体地,取代基可以是苯基或联苯基。

[0165] 第二有机化合物的具体实例如下所示。然而,本发明不限于此。

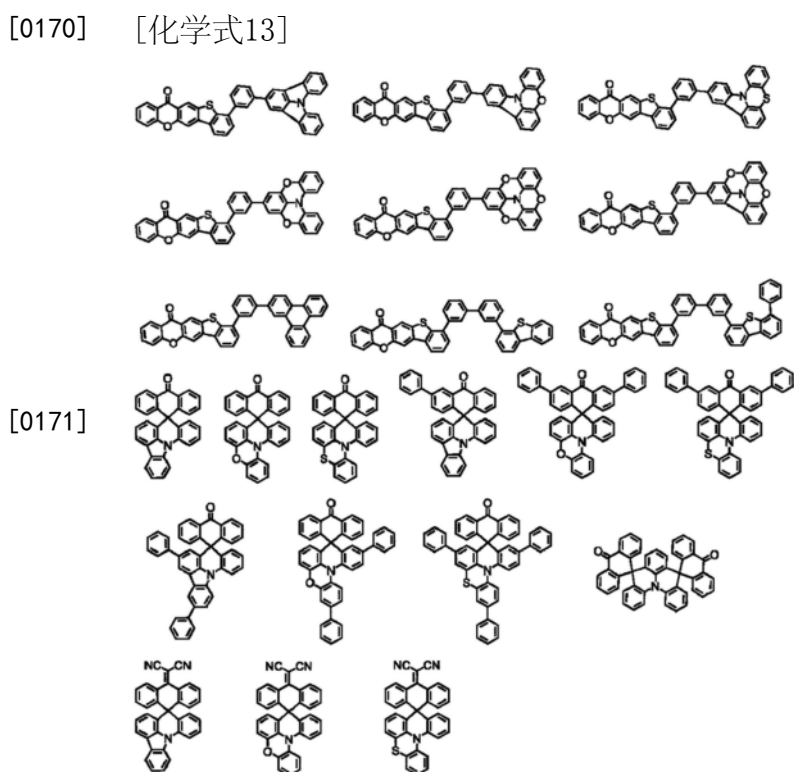
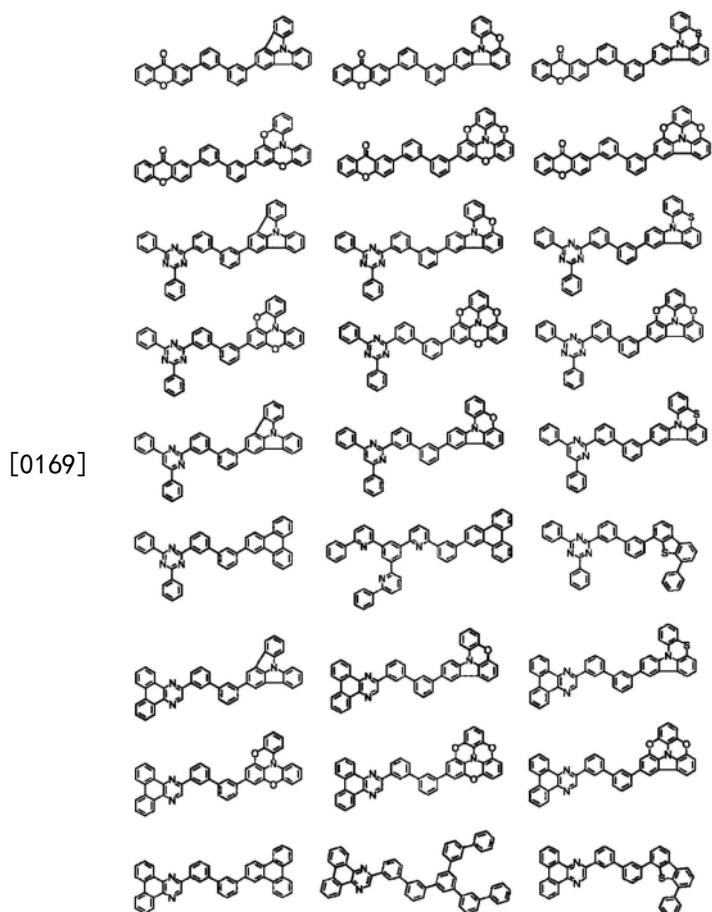
[0166] [化学式11]



[0167]



[0168] [化学式12]

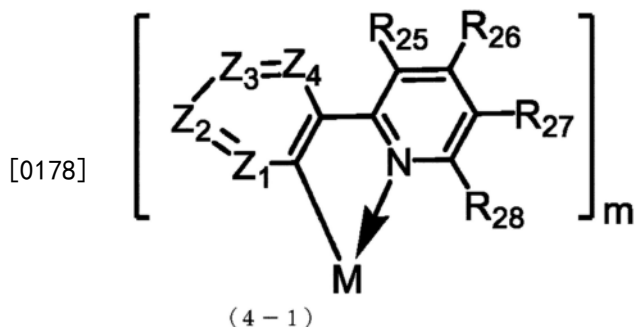


[0174] $M(L)_m(L')_n(L'')_p$ (3)

[0175] 在通式 (3) 中, M 表示金属原子。具体地, M 为铈原子或铂原子, 优选为铈原子。L、L' 和 L'' 表示彼此不同的二齿配位体。m 选自 1 至 3 的整数, 并且 n 和 p 选自 0 至 2 的整数, 条件是 $m+n+p=3$ 。当 m 为 2 以上时, L 可以相同或不同。当 n 为 2 以上时, L' 可以相同或不同。当 p 为 2 以上时, L'' 可以相同或不同。

[0176] $M(L)_m$ 由通式 (4-1) 表示。

[0177] [化学式 14]

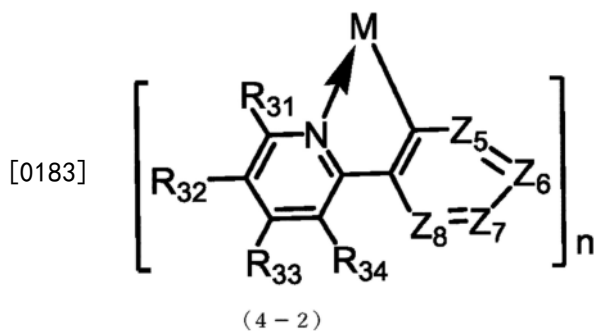


[0179] 在通式 (4-1) 中, Z_1 至 Z_4 各自独立地选自 C (R_{21}) 和氮原子。 R_{21} 至 R_{28} 各自独立地选自氢原子、氘原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的烷氧基、取代或未取代的甲硅烷基、取代或未取代的芳基、取代或未取代的杂芳基、取代或未取代的氨基、取代或未取代的芳氧基、取代或未取代的杂芳氧基和氰基。 R_{21} 至 R_{28} 中的至少一个选自取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基。当 Z_1 至 Z_4 由 C (R_{21}) 表示时, R_{21} 可以彼此相同或不同。

[0180] R_{21} 至 R_{28} 中相邻的两个可以彼此键合以形成环。

[0181] $M(L')_n$ 由通式 (4-2) 表示。

[0182] [化学式 15]

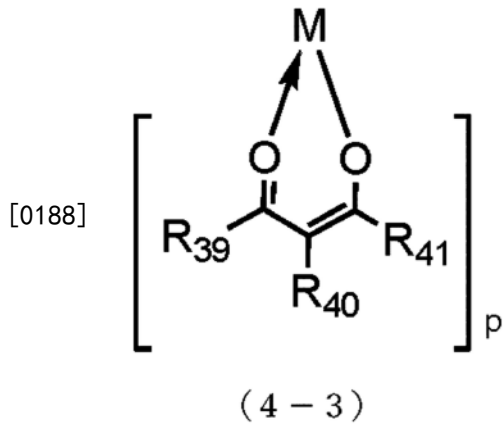


[0184] 在式 (4-2) 中, Z_5 至 Z_8 各自独立地选自 C (R_{35}) 和氮原子。 R_{31} 至 R_{35} 各自独立地选自氢原子、氘原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的烷氧基、取代或未取代的甲硅烷基、取代或未取代的芳基、取代或未取代的杂芳基、取代或未取代的氨基、取代或未取代的芳氧基、取代或未取代的杂芳氧基和氰基。当 Z_5 至 Z_8 由 C (R_{35}) 表示时, R_{35} 可以彼此相同或不同。

[0185] R_{31} 至 R_{35} 中相邻的两个可以彼此键合以形成环。

[0186] $M(L'')_p$ 由通式 (4-3) 表示。

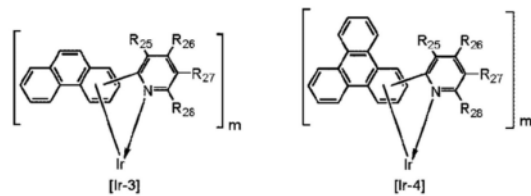
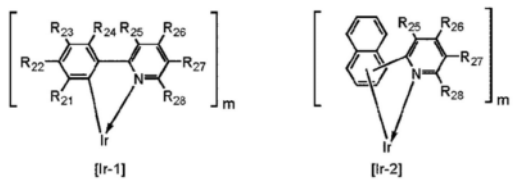
[0187] [化学式 16]



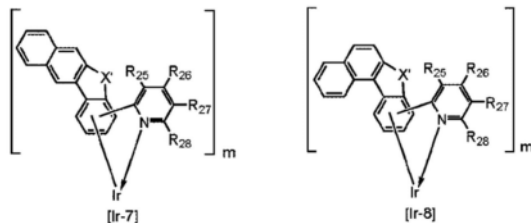
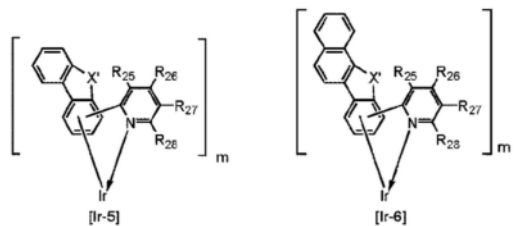
[0189] 在式(4-3)中, R_{39} 至 R_{41} 各自独立地选自氢原子、氘原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的烷氧基、取代或未取代的甲硅烷基、取代或未取代的芳基、取代或未取代的杂芳基、取代或未取代的氨基、取代或未取代的芳氧基、取代或未取代的杂芳氧基和氰基。

[0190] 作为发光性化合物的有机金属络合物的部分结构 $M(L)_m$ 的非限制性具体实例如下所示。在以下的具体实例中,配位键由直线、点线或箭头表示。

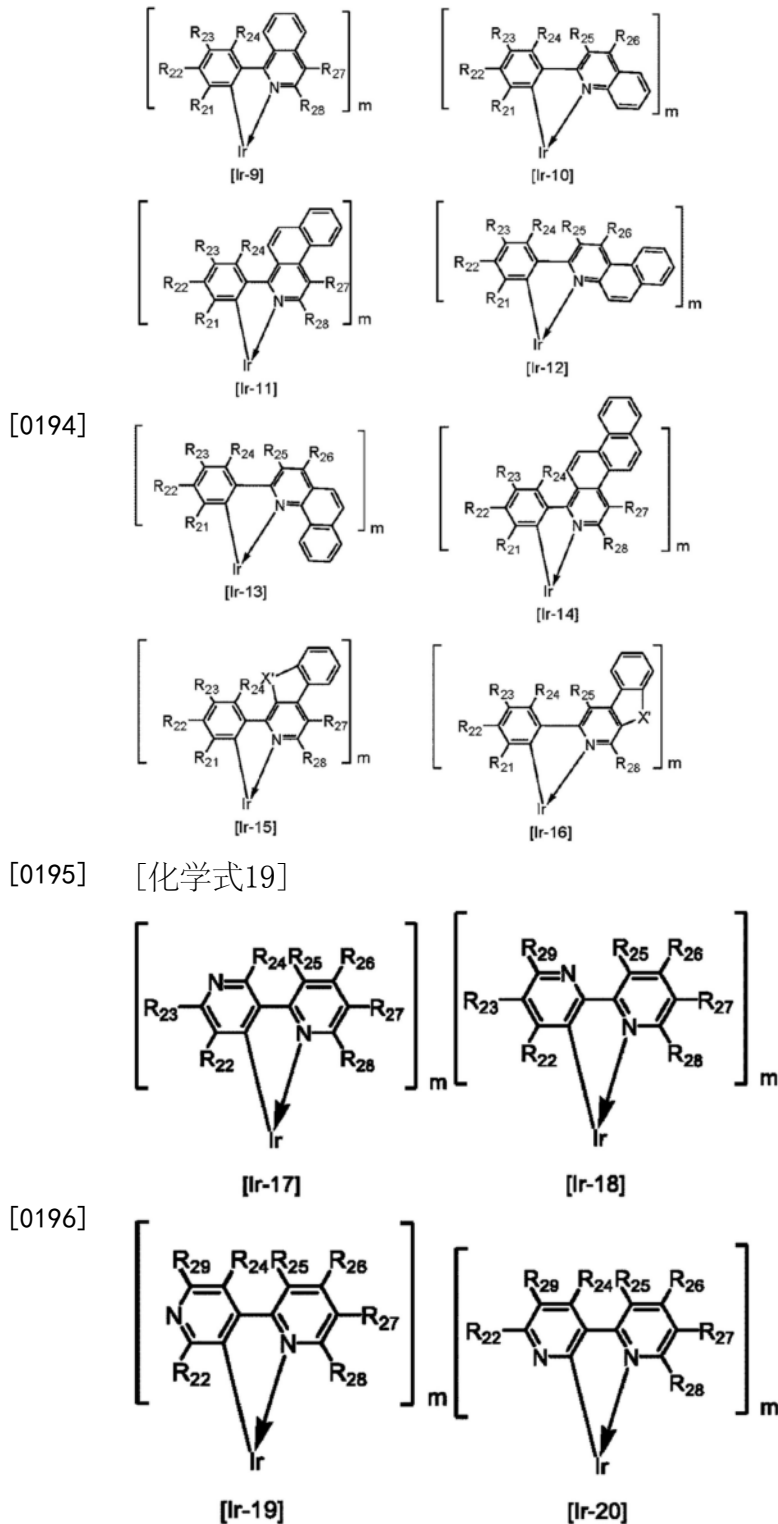
[0191] [化学式17]



[0192]



[0193] [化学式18]



[0197] 在通式[Ir-5]至[Ir-8]、[Ir-15]和[Ir-16]中, X' 选自氧原子、硫原子、取代或未取代的碳原子和取代或未取代的氮原子。

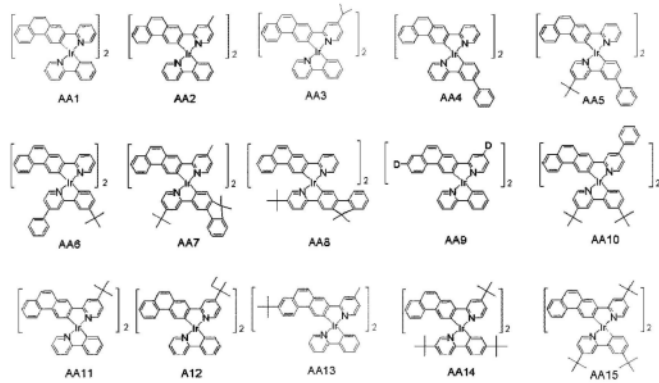
[0198] 在通式[Ir-1]至[Ir-20]中, R₂₁至R₂₉中相邻的两个可以彼此键合以形成环。

[0199] 在根据本发明的发光性化合物中, 部分结构M(L)_m优选具有由三个以上环构成的稠环。这是因为由三个以上环构成的稠环的存在改善了分子的平面性以促进从第一有机化合物或第二有机化合物向磷光发光材料的能量转移, 导致发光效率和元件耐久性的改善。由三个以上环构成的稠环的实例包括通式[Ir-3]至[Ir-8]和[Ir-11]至[Ir-16]中的那些。

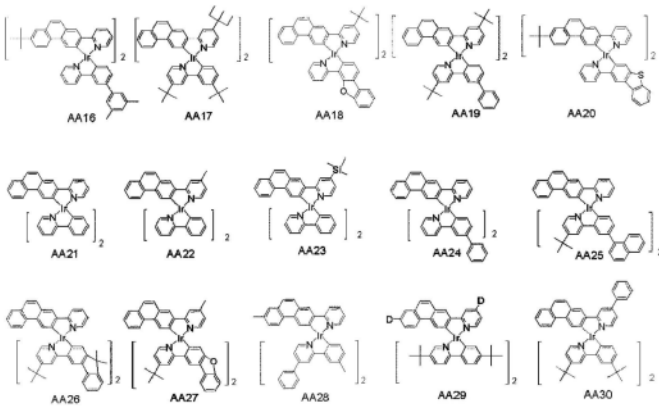
具体实例包括菲环、苯并菲环、苯并芴环、二苯并呋喃环、二苯并噻吩环、苯并萘并呋喃环、苯并萘并噻吩环、苯并异喹啉环和萘并异喹啉环。

[0200] 发光性化合物的具体实例如下所示。然而,本发明不限于此。

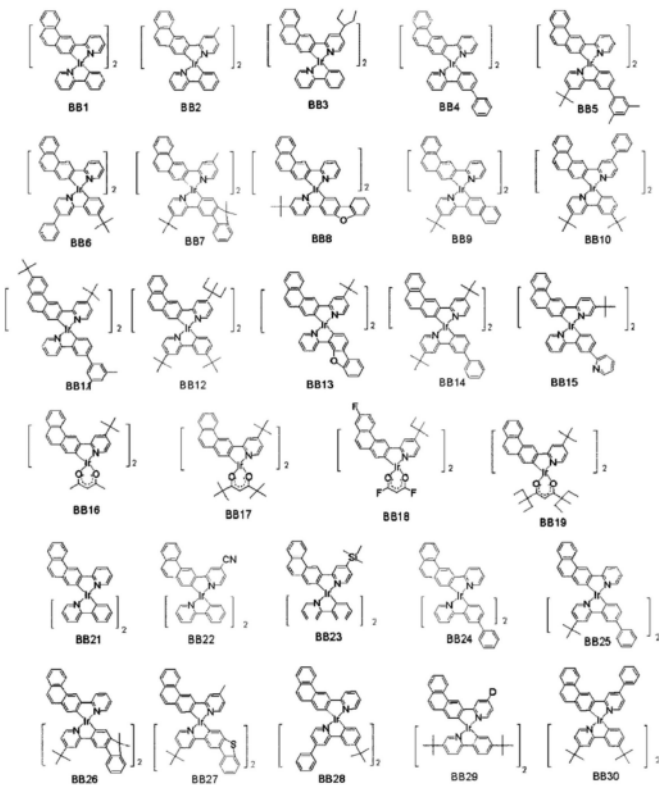
[0201] [化学式20]



[0202]

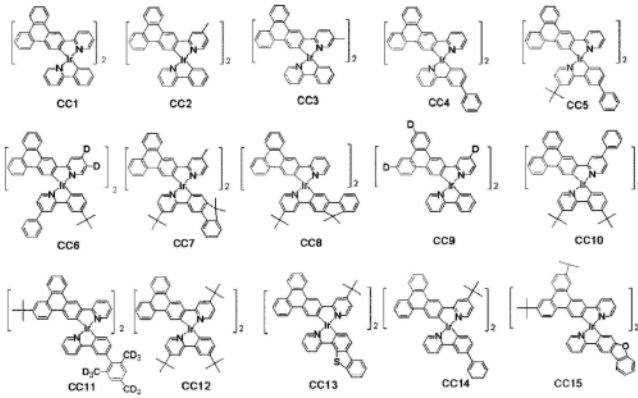


[0203] [化学式21]

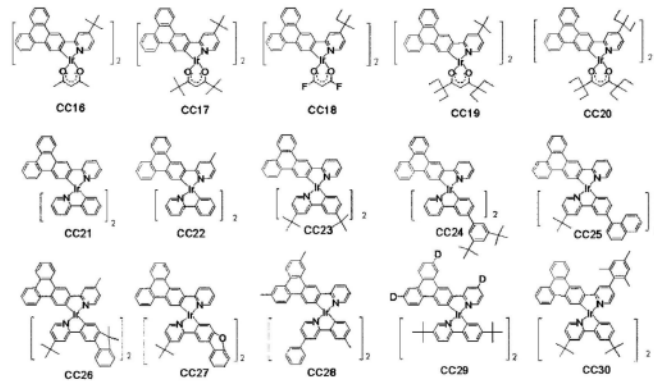


[0204]

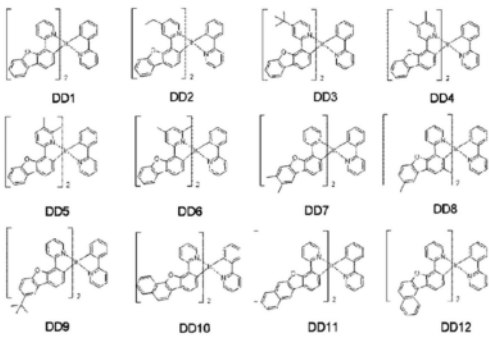
[0205] [化学式22]



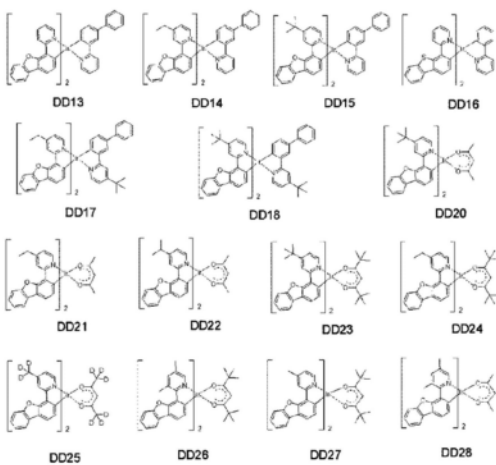
[0206]



[0207] [化学式23]

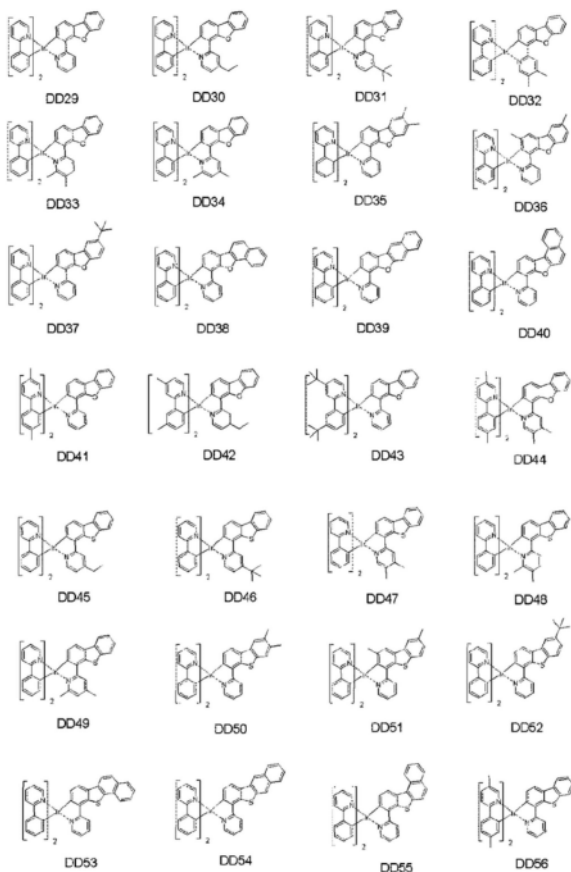


[0208]



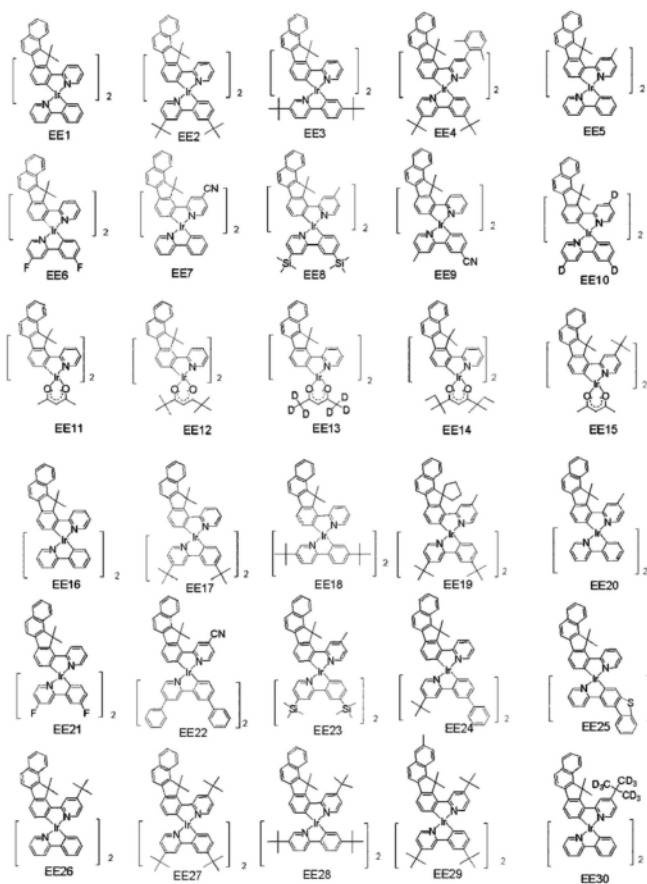
[0209] [化学式24]

[0210]



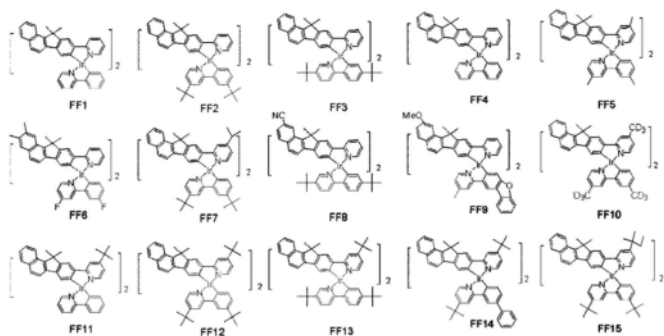
[0211]

[化学式25]

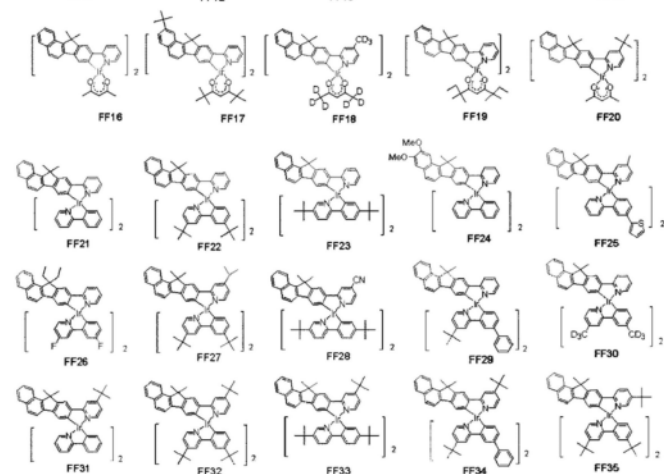


[0212]

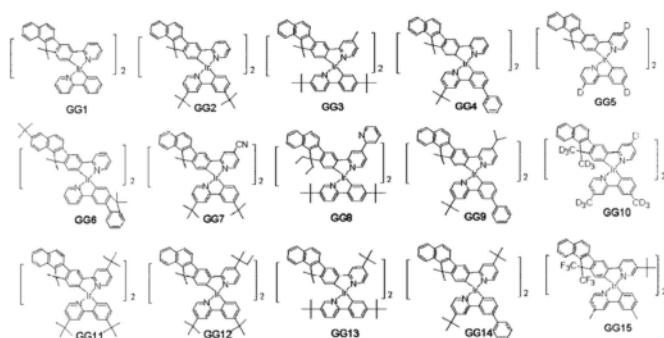
[0213] [化学式26]



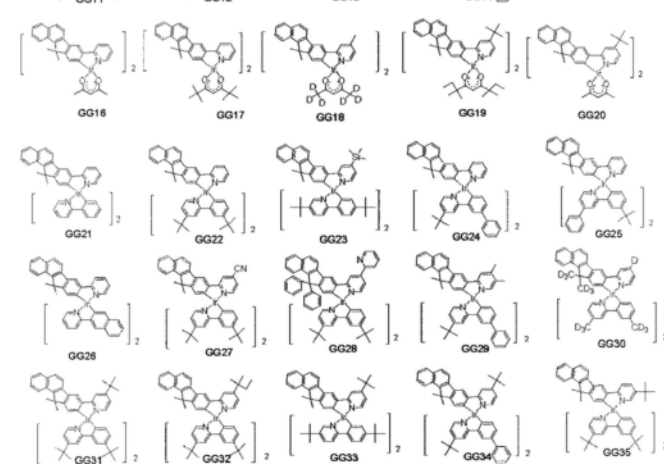
[0214]



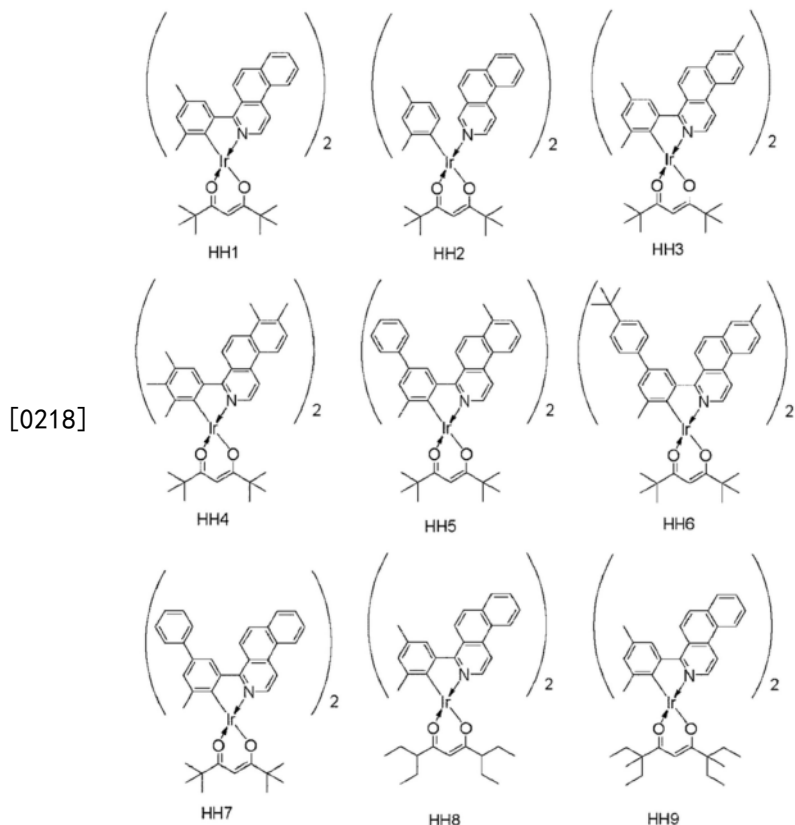
[0215] [化学式27]



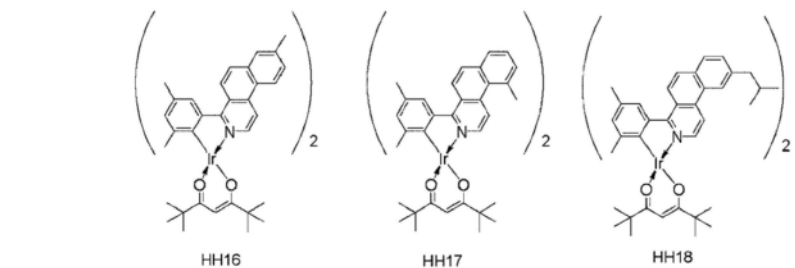
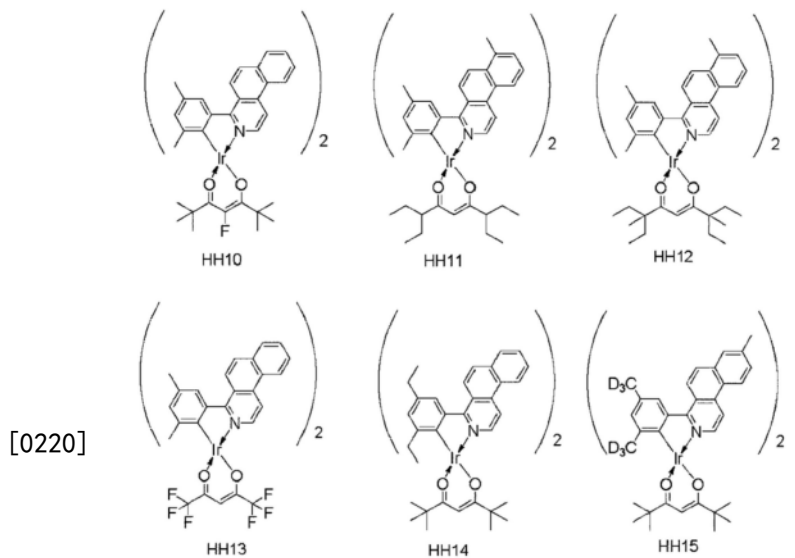
[0216]



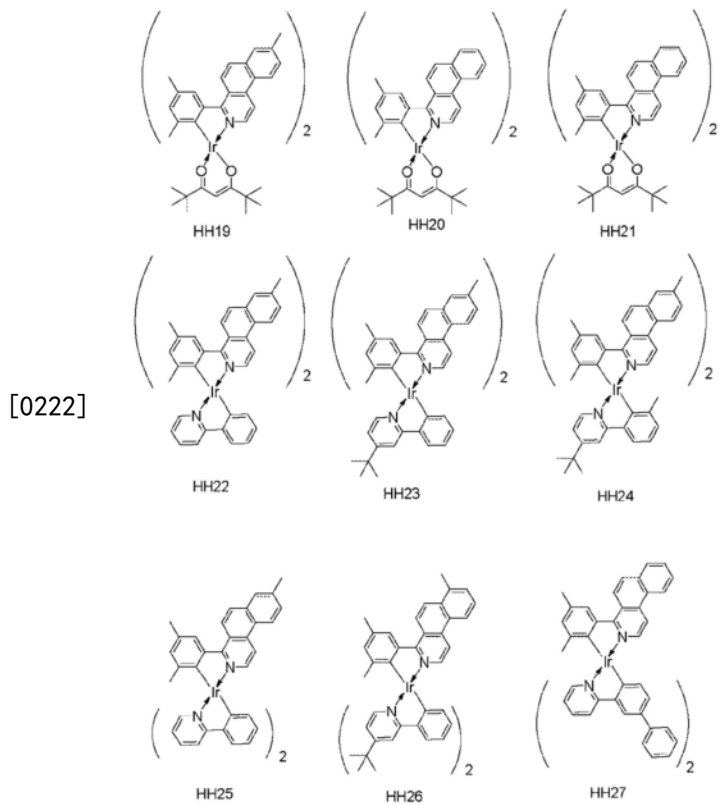
[0217] [化学式28]



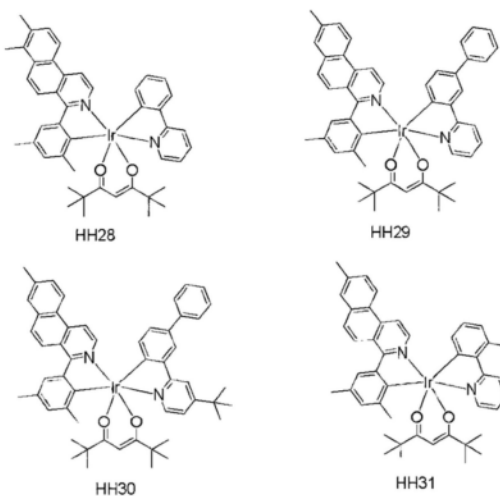
[0219] [化学式29]



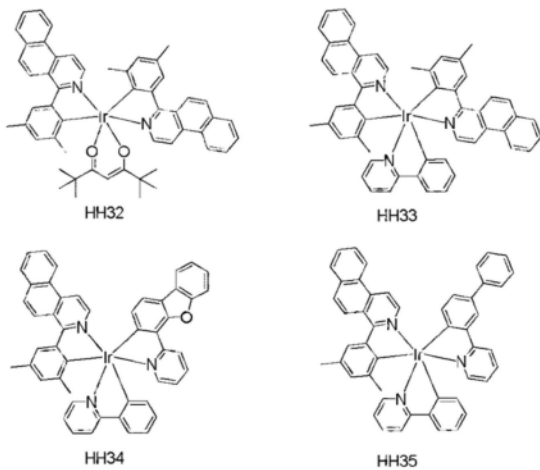
[0221] [化学式30]



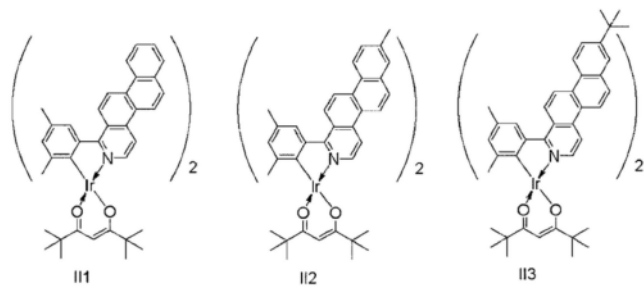
[0223] [化学式31]



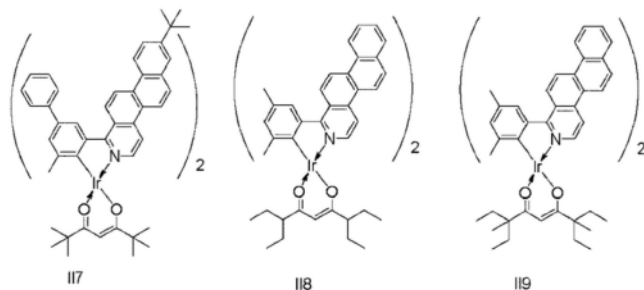
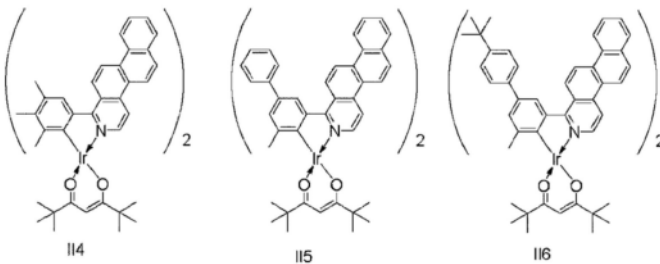
[0224]



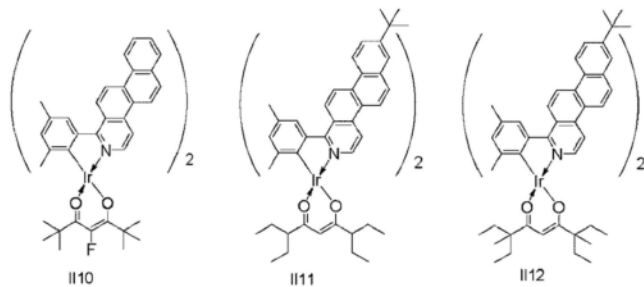
[0225] [化学式32]



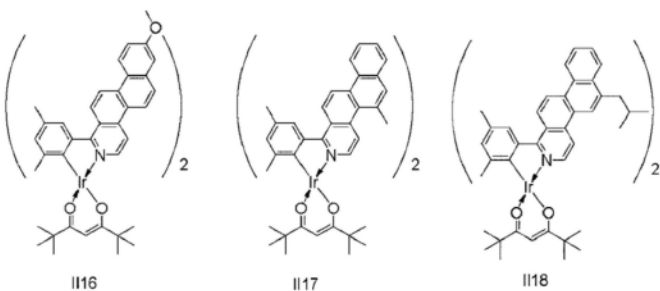
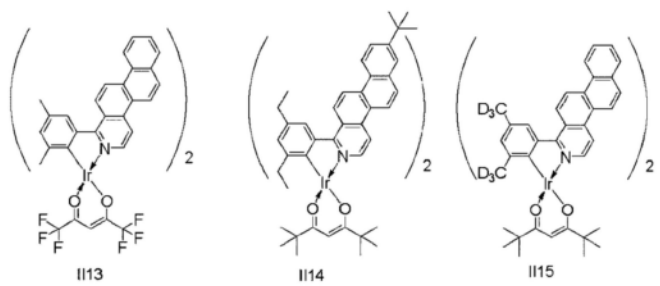
[0226]



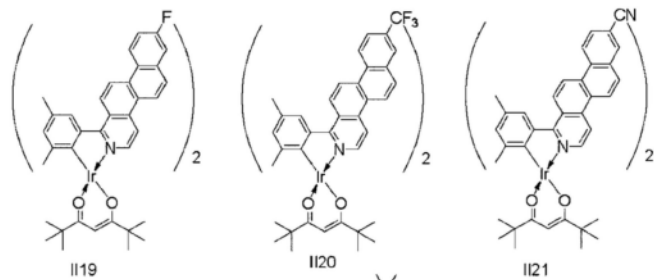
[0227] [化学式33]



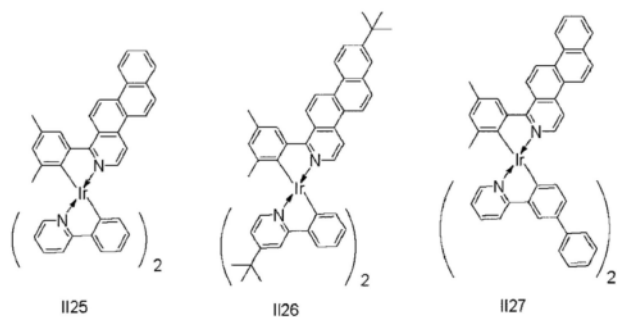
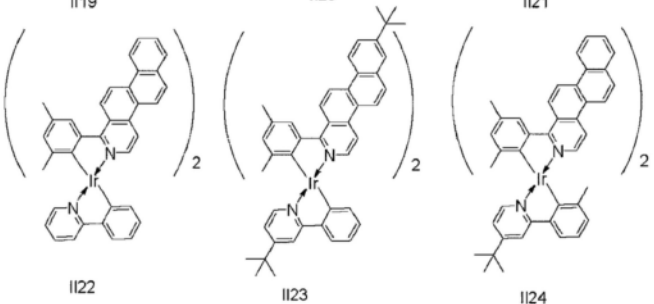
[0228]



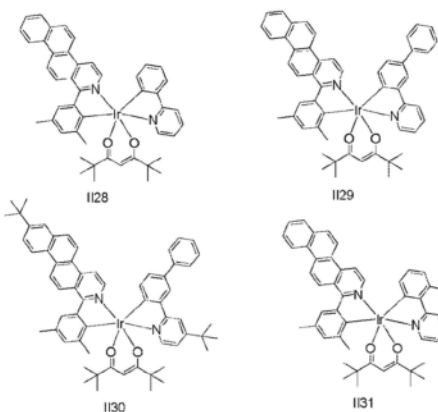
[0229] [化学式34]



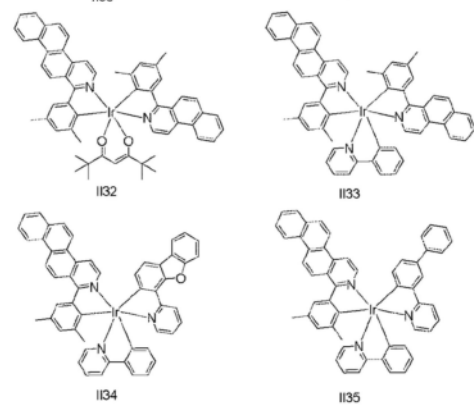
[0230]



[0231] [化学式35]



[0232]



[0233] 属于AA组和BB组的示例性化合物是其部分结构M(L)_m由通式[Ir-3]表示的金属络合物,并且是在配体中具有菲环的化合物。这些化合物是具有特别高稳定性的化合物。

[0234] 属于CC组的示例性化合物是其部分结构M(L)_m由通式[Ir-4]表示的金属络合物,并且是在配体中具有苯并菲环的化合物。这些化合物是具有特别高稳定性的化合物。

[0235] 属于DD组的示例性化合物是其部分结构M(L)_m由通式[Ir-5]至[Ir-8]中的任意者表示的金属络合物,并且是在配体中具有二苯并呋喃环、二苯并噻吩环、苯并萘并呋喃环或苯并萘并噻吩环的化合物。这些化合物包含氧原子或硫原子,并且这些原子的丰富的非共有电子对可以增强电荷输送性。因此,这些是特别有助于调整载流子平衡的化合物。

[0236] 属于EE组至GG组的示例性化合物是其部分结构M(L)_m由通式[Ir-6]至[Ir-8]中的任意者表示的金属络合物,并且是在配体中具有苯并芴环的化合物。这些化合物在芴环的9-位具有与芴环的面内方向垂直的方向上的取代基,并且因此特别能够抑制稠环的重叠。因此,这些是具有特别高升华性的化合物。

[0237] 属于HH组的示例性化合物是其部分结构M(L)_m由通式[Ir-11]至[Ir-13]中的任意者表示的金属络合物,并且是在配体中具有苯并异喹啉环的化合物。这些化合物在稠环中包含氮原子,并且该原子的非共有电子对和高电负性可以增强电荷输送性。因此,这些是特别有助于调整载流子平衡的化合物。

[0238] 属于第II组的示例性化合物是其部分结构M(L)_m由通式[Ir-14]表示的金属络合物,并且是在配体中具有萘并异喹啉环的化合物。这些化合物在稠环中包含氮原子,并且该原子的非共有电子对和高电负性可以增强电荷输送性。因此,这些是特别有助于调整载流子平衡的化合物。

[0239] <<有机发光元件>>

[0240] 根据该实施方案的有机发光元件包括第一电极和第二电极以及配置在第一电极和第二电极之间的有机化合物层。有机化合物层至少包括发光层。有机化合物层可以是单层或多个层的层叠体。当有机化合物层是多个层的层叠体时,至少一个层是发光层。有机化合物层除了发光层之外,还可以包括空穴注入层、空穴输送层、电子阻挡层、空穴/激子阻挡层、电子输送层和电子注入层等。这些层包含至少一种有机化合物,并且有机化合物的T1优选不同于第一有机化合物的T1和第二有机化合物的T1并且高于第一有机化合物的T1和第二有机化合物的T1。发光层可以是单层或多个层的层叠体。

[0241] 在根据该实施方案的有机发光元件中,至少一层有机化合物层包含根据该实施方案的有机化合物。

[0242] 第一有机化合物或第二有机化合物也称为主体或主体材料,并且是构成发光层的化合物中占有最大质量比的化合物。发光性化合物也称为客体、客体材料或发光材料,并且是构成发光层的化合物中占有比主体少的质量比并且负责主要发光的化合物。

[0243] 根据该实施方案的发光层的主体包括至少两种主体。这些主体的浓度相对于发光层的总质量各自优选为10质量%以上且90质量%以下,更优选为20质量%以上且80质量%以下,还更优选为30质量%以上且70质量%以下。

[0244] 客体相对于主体的浓度基于发光层的构成材料的总量为0.01质量%以上且50质量%以下,优选为0.1质量%以上且20质量%以下。从抑制浓度猝灭的观点,客体的浓度特别优选为10质量%以下。

[0245] 客体可以均匀地包含在或以浓度梯度遍及在其中主体用作基质的层中。或者,客体可以局部地包含在层内的特定区域中使得发光层具有仅包含主体而不包含客体的区域。

[0246] 本发明中的发光层可以是单层或多层的,并且还可以包含具有不同发光色的发光材料以混合颜色。术语“多层”是指其中发光层和另一发光层层叠在彼此之上的状态。在这种情况下,有机发光元件的发光色没有特别限制。更具体地,发光色可以是白色或中间色。在白色的情况下,例如,当发光层的发光色为蓝色时,另一发光层发出与蓝色不同的颜色的光,即绿色或红色。此外,可以在本发明的发光层或发光层层叠体和第一电极或第二电极之间配置发出蓝色光的第三发光层和电荷产生层。电荷产生层激活作为串联元件的功能;从电荷产生层产生的电子和从第一电极注入的空穴进行电荷再结合以生成激子,并且从电荷产生层产生的空穴和从第二电极注入的电子进行电荷再结合以形成激子。因此,内部量子效率翻倍。在这种情况下,根据本发明的有机发光元件可以作为黄色发光层在串联元件的一侧应用以作为蓝色发光的补色。因此,通过使用由本发明的发光层构成的发光层层叠体和与蓝色发光层一起形成串联元件构造,可以提供白色发光元件。第三发光层至少包含第三有机化合物和第四有机化合物。第三有机化合物是主体材料,以及第四有机化合物是蓝色发光材料。

[0247] 通过蒸镀或涂布进行层形成。

[0248] 根据该实施方案的有机发光元件的元件构成的具体实例包括其中在基板上依次层叠下述(1)~(6)所示的电极层和有机化合物层的多层型元件构成。在每个元件构成中,有机化合物层都必须包括包含发光材料的发光层,无一例外。

[0249] (1) 阳极/发光层/阴极

[0250] (2) 阳极/空穴输送层/发光层/电子输送层/阴极

[0251] (3) 阳极/空穴输送层/发光层/电子输送层/电子注入层/阴极

[0252] (4) 阳极/空穴注入层/空穴输送层/发光层/电子输送层/阴极

[0253] (5) 阳极/空穴注入层/空穴输送层/发光层/电子输送层/电子注入层/阴极

[0254] (6) 阳极/空穴输送层/电子阻挡层/发光层/空穴阻挡层/电子输送层/阴极

[0255] 应当注意,这些示例性元件构成仅仅是基本的元件构成并且并不意味着是限制性的。例如,可以采用各种层构成,例如其中在电极与有机化合物层的界面配置绝缘性层、粘合层或干涉层的构成,其中电子输送层或空穴输送层由具有不同电离电位的两层构成的构成以及其中发光层由以不同的发光材料形成的两层构成的构成等。

[0256] 在上述(1)至(6)所示的元件构成中,构成(6)因为其包括电子阻挡层和空穴阻挡层两者的构成而是优选的。即,包括电子阻挡层和空穴阻挡层的(6)能够可靠地捕获发光层内的载流子,即空穴和电子,并且因此提供不经历载流子泄漏并且具有高发光效率的有机发光元件。

[0257] 这里,根据本发明的有机发光元件的特征在于构成发光层的第一有机化合物和第二有机化合物中的所有可自由旋转的单键是碳-碳键,优选sp²碳之间的键。这意味着由具有高平面性的主体材料形成。因此,该有机发光元件的空穴输送能力和电子输送能力优于标准的有机发光元件。因此,电子阻挡层和空穴阻挡层发挥重要作用。例如,空穴阻挡层需要对空穴稳定,并且因此空穴阻挡层化合物优选为反应性低的有机化合物,进一步优选为仅由烃构成的有机化合物。例如,电子阻挡层也需要对电子稳定,并且因此电子阻挡层化合

物优选为反应性低的有机化合物,进一步优选为其中所有可自由旋转的单键是碳-碳键、优选为 sp^2 碳之间的键的有机化合物。

[0258] 从发光层输出的光的提取模式(元件构成)可以是其中从基板侧电极提取光的所谓的底部发射模式或其中从基板的相对侧提取光的所谓的顶部发射模式。或者,也可以采用从基板侧和基板的相对侧提取光的双面提取模式。

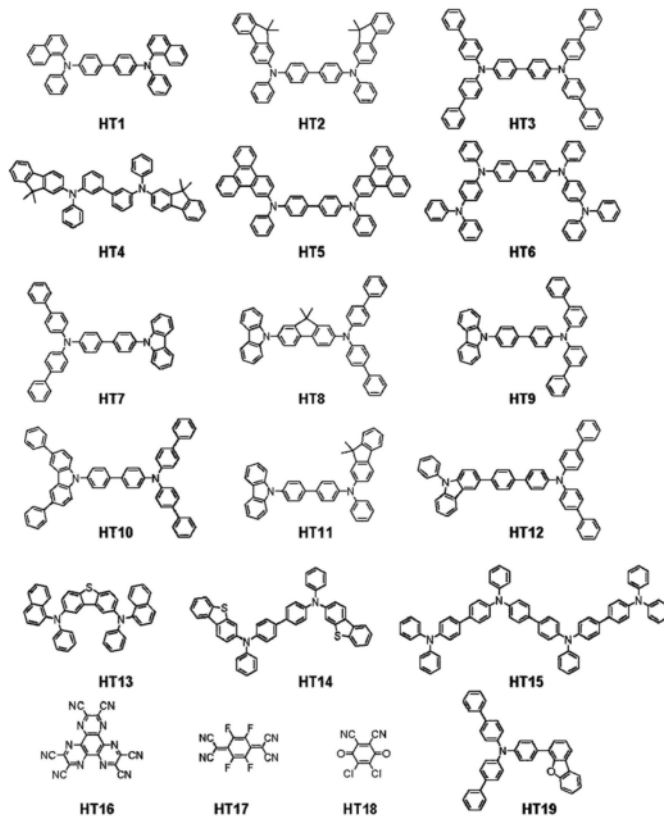
[0259] <其它化合物>

[0260] 根据该实施方案的有机化合物可以用作构成根据该实施方案的有机发光元件的发光层以外的有机化合物层的构成材料。具体地,有机化合物可以用作例如电子输送层、电子注入层、空穴输送层、空穴注入层或空穴阻挡层的构成材料。在这种情况下,有机发光元件的发光色没有特别限制。更具体地,发光色可以是白色或中间色。

[0261] 在根据该实施方案的有机发光元件中,可以根据需要组合使用已知的低分子量系和高分子量系的空穴注入性化合物或空穴输送性化合物、充当主体的化合物、发光性化合物、电子注入性化合物或电子输送性化合物等。这些化合物的实例如下所述。

[0262] 作为空穴注入和输送性材料,促进从阳极注入空穴并且具有如此高的空穴迁移率以能够将注入的空穴输送至发光层的材料是优选的。为了抑制有机发光元件中的例如结晶化等膜品质的劣化,具有高玻璃化转变温度的材料是优选的。能够注入和输送空穴的低分子量和高分子量系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、二苯乙烯(stilbene)衍生物、酞菁衍生物、卟啉衍生物、聚(乙炔基咪唑)、聚(噻吩)和其它导电性高分子。此外,这些空穴注入和输送性材料也适用于电子阻挡层。可用作空穴注入和输送性材料的化合物的非限制性具体实例如下所示。

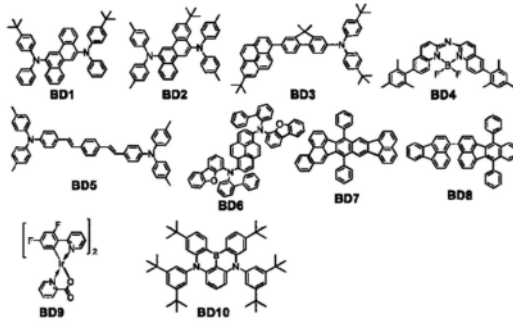
[0263] [化学式36]



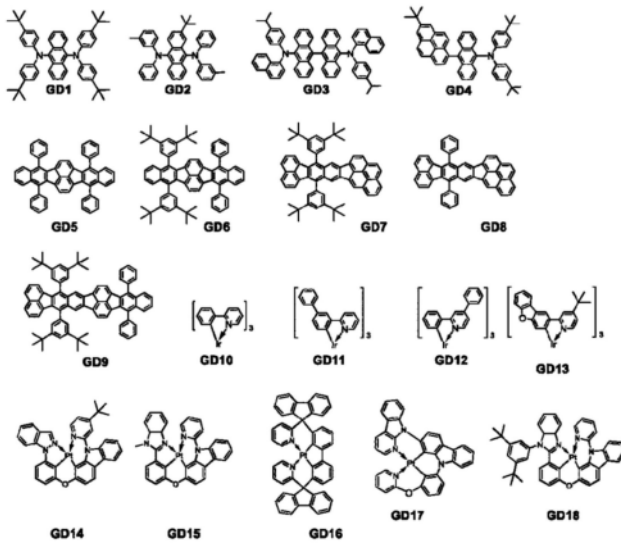
[0265] 主要涉及发光功能的发光材料的实例,除了本发明的发光层化合物所涉及的有机

金属络合物以外,还包括稠环化合物(例如,茚衍生物、萘衍生物、芘衍生物、茈衍生物、并四苯衍生物、蒽衍生物和红荧烯)、喹吡啉酮衍生物、香豆素衍生物、二苯乙烯衍生物、有机铝络合物例如三(8-喹啉)铝等、铍络合物、铂络合物、镉络合物、铜络合物、钼络合物、钕络合物和分子衍生物例如聚(苯撑乙烯)(poly(phenylenevinylene))衍生物、聚(茚)衍生物、聚(亚苯基)衍生物等。可用作发光材料的化合物的非限制性具体实例如下所示。

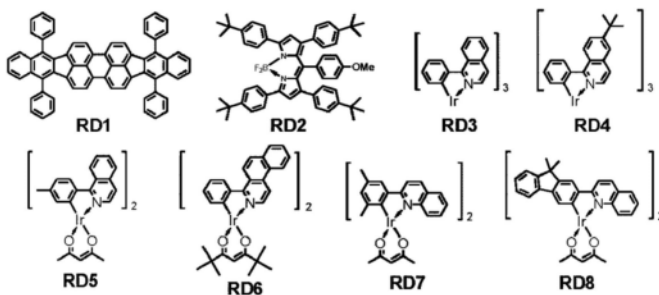
[0266] [化学式37]



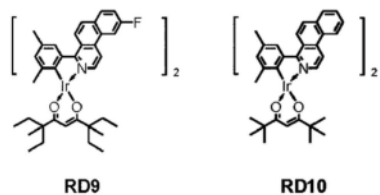
[0267]



[0268] [化学式38]



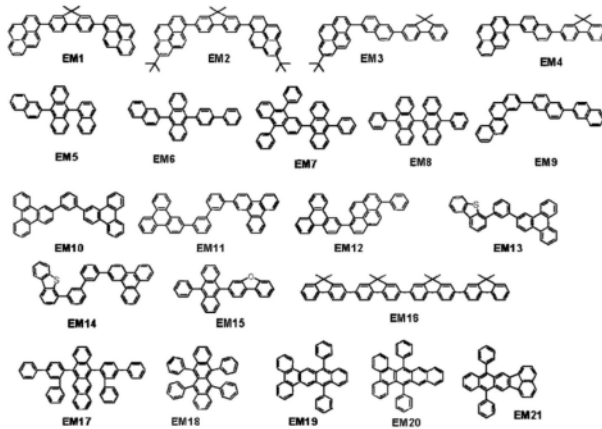
[0269]



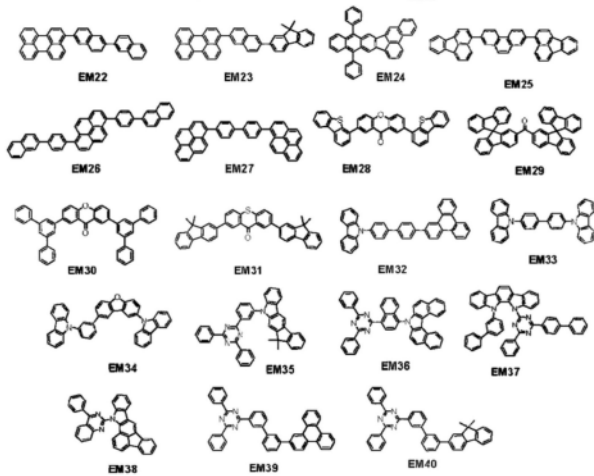
[0270] 作为发光层中包括的发光层主体或发光辅助材料,可以包含根据该实施方案的有机化合物以外的化合物作为第三组分。第三组分的实例包括芳香族烃化合物及其衍生物、

咪唑衍生物、吡嗪衍生物、氧杂蒽酮衍生物、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-喹啉)铝等、和有机铍络合物。

[0271] [化学式39]

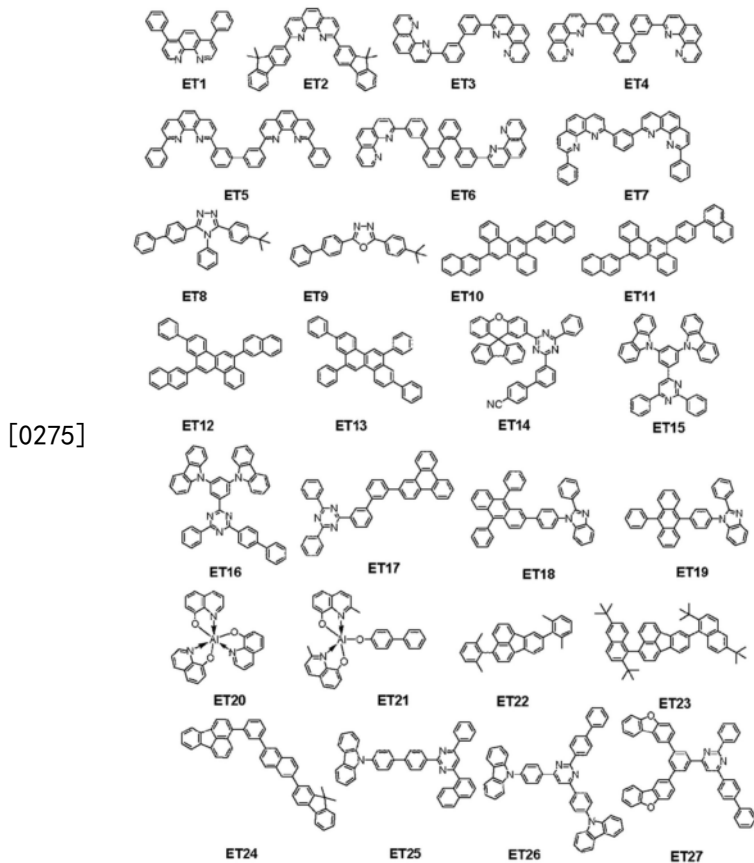


[0272]



[0273] 考虑到例如与空穴输送性材料的空穴迁移率的平衡,可以自由选择能够将电子从阴极注入的电子输送到发光层的任何电子输送性材料。能够输送电子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、有机铝络合物和稠环化合物(例如,芴衍生物、萘衍生物、蒽(chrysene)衍生物和蒽衍生物)。这些电子输送性材料也适用于空穴阻挡层。可用作电子输送性材料的化合物的非限制性具体实例如下所示。

[0274] [化学式40]



[0276] 考虑到例如与空穴注入性的平衡,可以自由选择能够容易地从阴极注入电子的任何电子注入性材料。也包含n型掺杂剂和还原性掺杂剂作为有机化合物。实例包括例如氟化锂等含碱金属化合物、例如喹啉锂等锂络合物、苯并咪唑烷衍生物、咪唑烷衍生物、富瓦烯衍生物和吡啶衍生物。这些也可以与上述电子输送材料组合使用。

[0277] <有机发光元件的构成>

[0278] 通过在基板上形成绝缘层、第一电极、有机化合物层和第二电极来提供有机发光元件。在第二电极上,可以配置保护层、滤色器、微透镜等。当配置滤色器时,平坦化层可以配置在滤色器和保护层之间。平坦化层例如可以由丙烯酸类树脂形成。这也适用于平坦化层配置在滤色器和微透镜之间的情况。

[0279] [基板]

[0280] 基板的实例包括石英、玻璃、硅晶片、树脂和金属。基板可以具有配置在其上的如晶体管等开关元件,和配线等,并且可以具有配置在其上的绝缘层。绝缘层可以由任何材料制成,只要可以在其中形成接触孔以允许形成连接到第一电极的配线并且可以提供与未连接的配线的绝缘。例如,可以使用如聚酰亚胺、氧化硅和氮化硅等树脂。

[0281] [电极]

[0282] 电极可以是一对电极。该对电极可以是阳极和阴极。当在有机发光元件发光的方向上施加电场时,处于较高电位的一个电极是阳极,并且另一个是阴极。换句话说,向发光层供给空穴的一个电极是阳极,并且向发光层供给电子的另一个电极是阴极。

[0283] 阳极的构成材料优选具有尽可能高的功函数。例如,可以使用例如金、铂、银、铜、镍、钯、钴、硒、钒和钨等单质金属(elemental metal)、包含这些金属的混合物、通过组合这些金属获得的合金和例如氧化锡、氧化锌、氧化铟、氧化铟锡(ITO)和氧化铟锌等金属氧化

物。也可以使用例如聚苯胺、聚吡咯、聚噻吩等导电性高分子。

[0284] 这些电极材料可以单独使用或两种以上组合使用。阳极可以由单层或多层构成。

[0285] 当阳极用作反射电极时,例如可以使用铬、铝、银、钛、钨、钼、它们的合金或它们的层叠体。这些材料也可以用作不具有电极作用的反射膜。当阳极用作透明电极时,其可以是,例如,但不必须是由氧化物例如氧化铟锡(ITO)或氧化铟锌等制成的透明导电层。电极可以通过光刻法形成。

[0286] 阴极的构成材料优选具有低的功函数。这种材料的实例包括例如锂等碱金属;例如钙等碱土金属;例如铝、钛、锰、银、铅和铬等单质金属;及其混合物。也可以使用通过将上述单质金属组合获得的合金。例如,可以使用镁-银、铝-锂、铝-镁、银-铜和锌-银合金。也可以使用例如氧化铟锡(ITO)等金属氧化物。这些电极材料可以单独使用或两种以上组合使用。阴极可以由单层或多层构成。特别地,优选使用银,并且更优选银合金以减少银的凝集。只要能够减少银的凝集,合金的比率不受限制。例如,银与其它金属的比可以是例如1:1或3:1。

[0287] 阴极没有特别限制;可以使用由例如ITO等氧化物形成的导电层来提供顶部发射元件,或者可以使用由铝(Al)等形成的反射电极来提供底部发射元件。形成阴极的方法没有特别限制,并且更优选使用DC溅射或AC溅射因为可以实现好的膜覆盖并且电阻趋于降低。

[0288] [有机化合物层]

[0289] 有机化合物层可以由单层或多层形成。当有机化合物层包括多层时,根据它们的功能,这些层可以被称为空穴注入层、空穴输送层、电子阻挡层、发光层、空穴阻挡层、电子输送层和电子注入层。有机化合物层主要由有机化合物构成并且可以包含无机原子和无机化合物。例如,有机化合物层可以包含铜、锂、镁、铝、铷、铂、钼或锌等。有机化合物层可以配置在第一电极和第二电极之间并且可以与第一电极和第二电极接触配置。

[0290] 构成根据本发明的实施方案的有机发光元件的有机化合物层(例如,空穴注入层、空穴输送层、电子阻挡层、发光层、空穴阻挡层、电子输送层和电子注入层)通过以下方法形成。

[0291] 构成根据本发明的实施方案的有机发光元件的有机化合物层可以使用例如真空蒸镀法、离子蒸镀法、溅射或等离子体等干法来形成。代替干法,也可以使用涉及将材料溶解在合适的溶剂中并且通过已知的涂布方法(例如,旋涂、浸渍、流延法、LB法或喷墨法)来形成层的湿法。

[0292] 当通过例如真空蒸镀法或溶液涂布法等形成层时,这些层不易经历结晶化等并且随着时间高度稳定。当使用涂布法形成膜时,可以组合使用适当的粘结剂树脂来形成膜。

[0293] 粘结剂树脂的实例包括聚乙烯基咔唑树脂、聚碳酸酯树脂、聚酯树脂、ABS树脂、丙烯酸类树脂、聚酰亚胺树脂、酚醛树脂、环氧树脂、有机硅树脂和尿素树脂,但不限于此。

[0294] 这些粘结剂树脂可以作为均聚物或共聚物单独使用或可以作为两种以上的混合物使用。另外,已知的添加剂例如增塑剂、抗氧化剂、和UV吸收剂等可以根据需要组合使用。

[0295] [保护层]

[0296] 保护层可以配置在第二电极上。例如,可以将设置有吸湿剂的玻璃构件粘接到第二电极上以减少例如水浸入有机化合物层中,从而减少显示不良的发生。在另一个实施方

案中,可以在第二电极上配置由氮化硅等制成的钝化膜以减少例如水浸入有机化合物层中。例如,可以在第二电极的形成之后,将所得物传送到另一腔室而不破坏真空,并且通过CVD形成厚度为 $2\mu\text{m}$ 的氮化硅膜的方式形成保护层。在通过CVD形成膜之后,可以进行原子层沉积(ALD)以形成保护层。通过ALD形成的膜的材料没有限制并且可以是例如氮化硅、氧化硅或氧化铝。在通过ALD形成的膜上,可以进一步通过CVD形成氮化硅。通过ALD形成的膜可以具有比通过CVD形成的膜更小的厚度。具体地,厚度可以为50%以下,或甚至10%以下。

[0297] [滤色器]

[0298] 滤色器可以配置在保护层上。例如,可以在另一基板上形成滤色器以与有机发光元件的尺寸相对应并且与配置有有机发光元件的基板接合。或者,也可以通过光刻法在上述保护层上将滤色器图案化。滤色器可以由高分子制成。

[0299] [平坦化层]

[0300] 平坦化层可以配置在滤色器和保护层之间。平坦化层是为了减少下层的凹凸而配置的。平坦化层可以称为材质树脂层而不限定目的。平坦化层可以由有机化合物形成。有机化合物可以具有低分子量或高分子量,并且优选具有高分子量。

[0301] 平坦化层可以配置在滤色器的相对表面上并且其构成材料可以相同或不同。具体实例包括聚乙烯基吡啶树脂、聚碳酸酯树脂、聚酯树脂、ABS树脂、丙烯酸类树脂、聚酰亚胺树脂、酚醛树脂、环氧树脂、有机硅树脂和尿素树脂。

[0302] [微透镜]

[0303] 有机发光元件或有机发光设备在其发光侧可以包括例如微透镜等的光学构件。微透镜可以由例如丙烯酸类树脂或环氧树脂形成。微透镜可以用于增加从有机发光元件或有机发光设备提取的光的量并且控制提取的光的方向。微透镜可以具有半球的形状。在半球的形状的情况下,在与半球的切线中,存在与绝缘层平行的切线,并且该切线与半球的接点是微透镜的顶点。微透镜的顶点可以在任何截面图中以同样的方式确定。即,在截面图中与微透镜的半圆的切线中,存在与绝缘层平行的切线,并且该切线与半圆的接点是微透镜的顶点。

[0304] 也可以定义微透镜的中点。在微透镜的截面中,想象从圆弧的一端点到另一端点的线段,并且线段的中点可以被称为微透镜的中点。用于确定顶点和中点的截面可以是垂直于绝缘层的截面。

[0305] [对向基板]

[0306] 对向基板可以配置在平坦化层上。对向基板配置在与上述基板相对的位置并且因此被称为对向基板。对向基板的构成材料可以与上述基板的构成材料相同。当上述基板是第一基板时,对向基板可以是第二基板。

[0307] [像素电路]

[0308] 包括有机发光元件的有机发光设备可以包括连接至有机发光元件的像素电路。像素电路可以是独立地控制第一发光元件和第二发光元件的发光的有源矩阵型电路。有源矩阵型电路可以是电压编程的或电流编程的。驱动电路包括用于每个像素的像素电路。像素电路可以包括发光元件、控制发光元件的发光亮度的晶体管、控制发光定时的晶体管、保持控制发光亮度的晶体管的栅极电压的电容器以及不通过发光元件提供与GND的连接晶体管。

[0309] 发光设备具有显示区域和配置在显示区域周围的周边区域。显示区域包括像素电路,并且周边区域包括显示控制电路。构成像素电路的晶体管的迁移率可以低于构成显示控制电路的晶体管的迁移率。构成像素电路的晶体管的电流-电压特性的梯度可以小于构成显示控制电路的晶体管的电流-电压特性的梯度。电流-电压特性的梯度可以基于所谓的 V_g-I_g 特性来确定。构成像素电路的晶体管是与例如第一发光元件等发光元件连接的晶体管。

[0310] [像素]

[0311] 包括有机发光元件的有机发光设备可以包括多个像素。每个像素包括发出彼此不同颜色的光的子像素。子像素可以分别具有例如R、G和B等的发光色。

[0312] 在像素中,也被称为像素开口的区域发出光。该区域与第一区域相同。像素开口的尺寸可以为 $15\mu\text{m}$ 以下且 $5\mu\text{m}$ 以上。更具体地,尺寸可以是例如 $11\mu\text{m}$ 、 $9.5\mu\text{m}$ 、 $7.4\mu\text{m}$ 或 $6.4\mu\text{m}$ 。子像素之间的距离可以是 $10\mu\text{m}$ 以下,具体地,可以是 $8\mu\text{m}$ 、 $7.4\mu\text{m}$ 或 $6.4\mu\text{m}$ 。

[0313] 当在平面中观察时,像素可以处于已知排列中。例如,排列可以是条纹排列、delta排列、PenTile排列或拜耳(Bayer)排列。子像素在平面图中的形状可以是任何已知形状。实例包括例如矩形和菱形等的四边形,以及六边形。应当理解,不完全是矩形但是类似于矩形的形状也被视为矩形。子像素和像素排列的形状可以组合使用。

[0314] <有机发光元件的用途>

[0315] 根据该实施方案的有机发光元件可以用作显示设备或照明设备的构成构件。其它用途包括电子照相图像形成设备中的曝光光源、液晶显示设备中的背光和包括具有滤色器的白色光源的发光设备。

[0316] 显示设备可以是图像信息处理器,其包括来自面阵CCD、线阵CCD或存储卡等的图像信息被输入的图像输入部,包括被构成为处理输入信息的信息处理部,并且在显示部上显示输入图像。显示设备可以包括多个像素使得多个像素中的至少一个包括根据该实施方案的有机发光元件和连接到有机发光元件的晶体管。

[0317] 摄像设备或喷墨打印机的显示部可以具有触摸面板功能。触摸面板功能可以由任何方式激活,例如红外线方式、静电电容方式、电阻膜方式或电磁感应方式等。显示设备也可以用作多功能打印机的显示部。

[0318] 接着,参照附图描述根据该实施方案的显示设备。图1A和图1B分别是示出包括有机发光元件和连接至有机发光元件的晶体管的显示设备的实例的示意性截面图。晶体管是有源元件的实例。晶体管可以是薄膜晶体管(TFT)。

[0319] 图1A是作为根据该实施方案的显示设备的构成要素的像素的实例。像素包括子像素10。子像素根据其发光划分为10R、10G和10B。发光色可以基于从发光层发出的光的波长来区分,或者从子像素发出的光可以经历通过滤色器等的选择透过或颜色转换。每个子像素10在层间绝缘层1上包括作为第一电极2的反射电极、覆盖第一电极2的边缘的绝缘层3、覆盖第一电极2和绝缘层3的有机化合物层4、作为第二电极5的透明电极、保护层6和滤色器7。

[0320] 层间绝缘层1可以在层间绝缘层1的下层或内部包括晶体管和电容器元件。晶体管和第一电极2可以通过接触孔(未图示)等相互电连接。

[0321] 绝缘层3也被称为围堰(bank)或像素分离膜。配置绝缘层3以覆盖第一电极2的边

缘并且包围第一电极2。未配置绝缘层3的部分与有机化合物层4接触并且作为发光区域。

[0322] 有机化合物层4包括空穴注入层41、空穴输送层42、第一发光层43、第二发光层44和电子输送层45。

[0323] 第二电极5可以是透明电极、反射电极或半透明电极。

[0324] 保护层6减少水向有机化合物层4的渗透。虽然保护层6图示为单层,但也可以由多个层构成。这些层可以由无机化合物层和有机化合物层构成。

[0325] 滤色器7根据它们的颜色划分为7R、7G和7B。滤色器7可以形成在平坦化膜(未图示)上。可以在滤色器7上配置树脂保护层(未图示)。滤色器7可以形成在保护层6上。滤色器可以在形成于例如玻璃基板等对向基板上之后接合。

[0326] 图1B中的显示设备100包括有机发光元件26和是晶体管的实例的TFT18。显示设备100包括由玻璃或硅等制成的基板11和配置在其上的绝缘层12。在绝缘层12上配置例如TFT18等有源元件,并且配置有源元件的栅极电极13、栅极绝缘膜14和半导体层15。TFT18进一步包括漏电极16和源电极17。绝缘膜19配置在TFT18之上。构成有机发光元件26的阳极21和源电极17通过延伸穿过绝缘膜19的接触孔20相互连接。

[0327] 有机发光元件26中包括的电极(阳极21和阴极23)和TFT18中包括的电极(源电极17和漏电极16)不必以图2(b)所示的方式相互电连接。只需要阳极21或阴极23二者之一电连接到TFT18的源电极17或漏电极16二者之一。TFT代表薄膜晶体管。

[0328] 虽然在图1B的显示设备100中有机化合物层22图示为单层,但有机化合物层22也可以由多层构成。用于减少有机发光元件26的劣化的第一保护层24和第二保护层25配置在阴极23上。

[0329] 虽然在图1B的显示设备100中使用晶体管作为开关元件,但也可以使用其他开关元件代替。

[0330] 图1B中的显示设备100中使用的晶体管不仅可以是使用单晶硅片获得的晶体管,还可以是包括基板和基板的绝缘性表面上的活性层的薄膜晶体管。活性层例如可以由单晶硅、例如非晶硅或微晶硅等非单晶硅或例如铟锌氧化物或铟镓锌氧化物等非单晶氧化物半导体制成。薄膜晶体管也称为TFT元件。

[0331] 图1B中的显示设备100中包括的晶体管可以形成于例如Si基板等的基板中。短语“形成于基板中”是指通过处理基板本身,例如Si基板等来生产晶体管。即,在基板中具有晶体管也可以意味着基板和晶体管一体地形成。

[0332] 根据该实施方案的有机发光元件的发光亮度由作为开关元件的实例的TFT控制,并且在屏幕中配置多个有机发光元件能够显示具有不同发光亮度的图像。根据该实施方案的开关元件不必是TFT并且可以由低温多晶硅形成的晶体管或形成在例如Si基板等基板上的有源矩阵驱动器。短语“在基板上”也可以称为“在基板中”。根据显示部的尺寸来选择是在基板中设置晶体管还是使用TFT。例如,当显示部具有约0.5英寸的尺寸时,有机发光元件优选配置在Si基板上。

[0333] 图2是表示根据该实施方案的显示设备的实例的示意图。显示设备1000可以包括上部盖1001、下部盖1009和配置在盖之间的触摸面板1003、显示面板1005、框架1006、电路板1007和电池1008。柔性印刷电路(FPC)1002和1004分别连接到触摸面板1003和显示面板1005。晶体管印刷在电路板1007上。如果显示设备不是移动设备,则可以省略电池1008。如

果显示设备是移动设备,则电池1008可以配置在另一位置。

[0334] 根据该实施方案的显示设备可以包括红色、绿色和蓝色滤色器。红色、绿色和蓝色滤色器可以以delta排列配置。

[0335] 根据该实施方案的显示设备可以用作移动终端的显示部。在这种情况下,显示设备可以同时具有显示功能和操作功能。移动终端的实例包括例如智能电话的蜂窝电话、平板电脑和头戴式显示器。

[0336] 根据该实施方案的显示设备可以用作摄像设备的显示部,该摄像设备包括具有多个透镜的光学部 and 构成为接收已经通过光学部的光的摄像元件。摄像设备可以包括构成为显示通过摄像元件取得的信息的显示部。显示部可以暴露于摄像设备的外部或配置在取景器中。摄像设备可以是数字照相机或数字摄像机。

[0337] 图3A是表示根据该实施方案的摄像设备的实例的示意图。摄像设备1100可以包括取景器1101、背面显示器1102、操作部1103和壳体1104。取景器1101可以包括根据该实施方案的显示设备。在这种情况下,显示设备不仅可以显示要拍摄的图像,还可以显示环境信息、摄像指令等。环境信息可以是例如外部光的强度、外部光的方向、被摄体的移动速度和被摄体被遮蔽物遮蔽的可能性等。

[0338] 由于适合摄像的时机(timing)仅是一瞬间,因此希望尽可能快地显示信息。因此,包括根据该实施方案的有机发光元件的显示设备是优选使用的。这是因为有机发光元件具有高响应速度。包括有机发光元件的显示设备比液晶显示设备更适合用于需要快速显示的这种设备。

[0339] 摄像设备1100包括光学部(未图示)。光学部包括多个透镜并且将图像聚焦到收容在壳体1104中的摄像元件上。通过调整多个透镜的相对位置,可以调整焦点。该操作也可以自动执行。摄像设备可以被称为光电转换设备。代替逐次摄像,光电转换设备可以涉及检测与先前图像的差异、从连续记录的图像中提取等作为摄像方法。

[0340] 图3B是表示根据该实施方案的电子设备的实例的示意图。电子设备1200包括显示部1201、操作部1202和壳体1203。壳体1203可以包括电路、包括该电路的印刷基板、电池和通信部。操作部1202可以是按钮或触敏响应单元。操作部1202可以是生物特征识别单元,例如其在识别指纹时解除锁。包括通信部的电子设备也可以被称为通信设备。电子设备1200可以进一步通过包括透镜和摄像元件而具有相机功能。通过相机功能拍摄的图像显示在显示部1201上。电子设备1200的实例包括智能电话和笔记本电脑。

[0341] 图4A和图4B表示出根据该实施方案的显示设备的实例的示意图。图4A是例如电视监视器或PC监视器等显示设备。显示设备1300包括框架1301和显示部1302。根据该实施方案的发光元件可以用于显示部1302中。显示设备1300包括支撑框架1301和显示部1302的基座1303。基座1303不必是图4A所示的形式。框架1301的下侧可以用作基座。框架1301和显示部1302可以是弯曲的。曲率半径可以为5000mm以上且6000mm以下。

[0342] 图4B是表示根据该实施方案的显示设备的另一实例的示意图。图4B中的显示设备1310被构成为折叠并且被称为可折叠显示设备。显示设备1310包括第一显示部1311、第二显示部1312、壳体1313和弯曲点1314。第一显示部1311和第二显示部1312可以包括根据该实施方案的发光元件。第一显示部1311和第二显示部1312可以是无缝的单片显示设备。第一显示部1311和第二显示部1312可以通过弯曲点划分。第一显示部1311和第二显示部1312

可以显示不同的图像,或者第一和第二显示部可以一起显示单个图像。

[0343] 图5A是表示根据该实施方案的照明设备的实例的示意图。照明设备1400可以包括壳体1401、光源1402、电路板1403、构成为透过从光源1402发出的光的滤光器1404、和光扩散部1405。光源1402可以包括根据该实施方案的有机发光元件。滤光器1404可以是用于改善光源的演色性的滤光器。光扩散部1405有效地扩散来自光源的光并且使得光能够到达用于例如照明的宽区域。滤光器1404和光扩散部1405可以配置在照明设备的发光侧。如果需要,可以在最外侧配置盖。

[0344] 照明设备例如是室内照明设备。照明设备可以发出白色、日光白色或从蓝色到红色的任何其它颜色的光。照明设备可以包括构成为调光的调光电路。照明设备可以包括根据该实施方案的有机发光元件和与其连接的电源电路。电源电路是构成为将AC电压转换为DC电压的电路。白色是色温为4200K的颜色,以及日光白色是色温为5000K的颜色。照明设备可以包括滤色器。

[0345] 根据该实施方案的照明设备也可以包括散热部。散热部将设备内的热向外部散热并且由例如比热高的金属或液态硅构成。

[0346] 图5B是作为根据该实施方案的移动体的实例的汽车的示意图。汽车包括是灯具的实例的尾灯。汽车1500包括尾灯1501,并且尾灯1501可以构成为响应于例如制动操作而点亮。

[0347] 尾灯1501可以包括根据该实施方案的有机发光元件。尾灯1501可以包括保护有机发光元件的保护构件。保护构件可以由具有一定程度的高强度并且透明的任意材料制成,但是优选由聚碳酸酯等制成。聚碳酸酯可以与呋喃二羧酸衍生物或丙烯腈衍生物等混合。

[0348] 汽车1500可以包括车体1503和附接到其上的窗1502。窗1502可以是透明显示器除非它是用于检查汽车的前部和后部的窗。透明显示器可以包括根据该实施方案的有机发光元件。在这种情况下,有机发光元件的构成材料例如电极等由透明构件构成。

[0349] 根据该实施方案的移动体可以是例如船舶、航空器或无人机。移动体可以包括机体和配置在机体上的灯具。灯具可以发出光以允许识别机体的位置。灯具包括根据本实施方案的有机发光元件。

[0350] 参考图6A和图6B描述根据上述实施方案的显示设备的应用实例。显示设备可以应用于可以作为可穿戴装置佩戴的系统例如智能眼镜、HMD和智能隐形眼镜等。在这样的应用实例中使用的摄像和显示设备包括能够对可见光进行光电转换的摄像设备和能够发出可见光的显示设备。

[0351] 图6A是表示根据本发明的实施方案的可穿戴装置的实例的示意图。参考图6A描述根据一个应用实例的眼镜1600(智能眼镜)。例如CMOS传感器或SPAD等摄像设备1602配置在眼镜1600的透镜1601的表面侧上。根据上述实施方案中的任一个的显示设备设置在透镜1601的里面侧。

[0352] 眼镜1600进一步包括控制器1603。控制器1603用作用于向摄像设备1602和显示设备供应电力的电源。控制器1603控制摄像设备1602和显示设备的操作。透镜1601提供有助于聚光至摄像设备1602上的光学系统。

[0353] 图6B是表示根据本发明的实施方案的可穿戴装置的另一实例的示意图。参考图7B描述根据一个应用实例的眼镜1610(智能眼镜)。眼镜1610包括控制器1612,并且控制器

1612配备有与图6A中的摄像设备1602相对应的摄像设备和显示设备。透镜1611设置有控制器1612中的摄像设备和用于投影从显示设备发出的光的光学系统,并且图像被投影到透镜1611上。控制器1612用作用于向摄像设备和显示设备供应电力的电源并且也控制摄像设备和显示设备的操作。

[0354] 控制器1612可以包括构成为检测佩戴者的视线的视线检测部。可以使用红外线检测视线。红外发光部向注视显示的图像的用户的 eyeball 发出红外光。通过包括光接收元件的摄像部检测发出的红外光的来自 eyeball 的反射光,由此获得 eyeball 的摄像图像。由于将在平面图中从红外发光部向显示部的光减小的减小单元的存在,图像品质的劣化被减小。从通过红外光摄像获得的 eyeball 的拍摄图像中检测用户对显示图像的视线。任何已知的方法都可以用于使用 eyeball 的拍摄图像的视线检测。例如,可以使用基于通过照射光在角膜上的反射而形成的浦肯野(Purkinje)图像的视线检测方法。更具体地,进行基于瞳孔-角膜反射法的视线检测处理。使用瞳孔-角膜反射法,基于包括在 eyeball 的拍摄图像中的瞳孔图像和浦肯野图像来计算表示 eyeball 的方向(旋转角度)的视线矢量,由此检测用户的视线。

[0355] 根据本发明的实施方案的显示设备可以包括具有光接收元件的摄像设备并且可以基于来自摄像设备的用户的视线信息来控制显示设备上的显示图像。具体地,显示设备基于视线信息来确定用户注视的第一观看区域和除了第一观看区域之外的第二观看区域。第一观看区域和第二观看区域可以通过显示设备的控制器确定,或者可以通过外部的控制器确定并且从外部的控制器发送。在显示设备的显示区域中,第一观看区域的显示分辨率可以被控制为高于第二观看区域的显示分辨率。即,第二观看区域中的分辨率可以被设定为低于第一观看区域中的分辨率。

[0356] 显示区域包括第一显示区域和与第一显示区域不同的第二显示区域,并且基于视线信息从第一显示区域和第二显示区域中确定优先度高的区域。第一观看区域和第二观看区域可以通过显示设备的控制器确定,或者可以通过外部的控制器确定并且从外部的控制器发送。高优先度区域中的分辨率可以被控制为高于除高优先度区域之外的区域中的分辨率。即,优先度相对低的区域中的分辨率可以被设置得更低。

[0357] AI可以用于确定第一观看区域或高优先度的区域。AI可以是构成为使用 eyeball 的图像和图像中的 eyeball 的实际视线方向作为教学数据并且从 eyeball 的图像估计视线角度和到被注视对象的距离的模型。AI程序可以包括在显示设备、摄像设备或外部设备中。在外部设备的情况下,进行经由通信到显示设备的传输。

[0358] 当基于视觉识别进行显示控制时,适合使用进一步包括构成以拍摄外部图像的摄像设备的智能眼镜。智能眼镜可以实时显示拍摄的外部信息。

[0359] 图7A是表示根据本发明的实施方案的图像形成设备的实例的示意图。图像形成设备40是电子照相图像形成设备并且包括感光体27、曝光光源28、充电部30、显影部31、转印部32、传送辊33和定影部35。曝光光源28发出光29,并且在感光体27的表面形成静电潜像。曝光光源28包括根据该实施方案的有机发光元件。显影部31包含调色剂等。充电部30使感光体27带电。转印部32将显影图像转印到记录介质34上。传送辊33传送记录介质34。记录介质34例如是纸。定影部35对形成在记录介质34上的图像定影。

[0360] 图7B和图7C各自示出了曝光光源28并且各自示意性地示出了多个发光部36如何排列在长基板上。箭头37表示与感光体的轴平行的方向并且表示排列有机发光元件的行方

向。行方向与感光体27的旋转轴的方向相同。该方向也可以称为感光体27的长轴方向。在图7B中,发光部36沿着感光体27的长轴方向排列。在图7C中,与图7B不同,发光部36在第一行和第二行中在行方向上交替地排列。第一行和第二行位于列方向上的不同位置。在第一行中,多个发光部36间隔地排列。在第二行中,发光部36排列在与第一行中的发光部36之间的空间对应的位置。即,多个发光部36也在列方向上间隔地排列。图7C中的排列可以被称为例如格子状(lattice)排列、交错(staggered)排列或棋盘格图案(checkered pattern)。

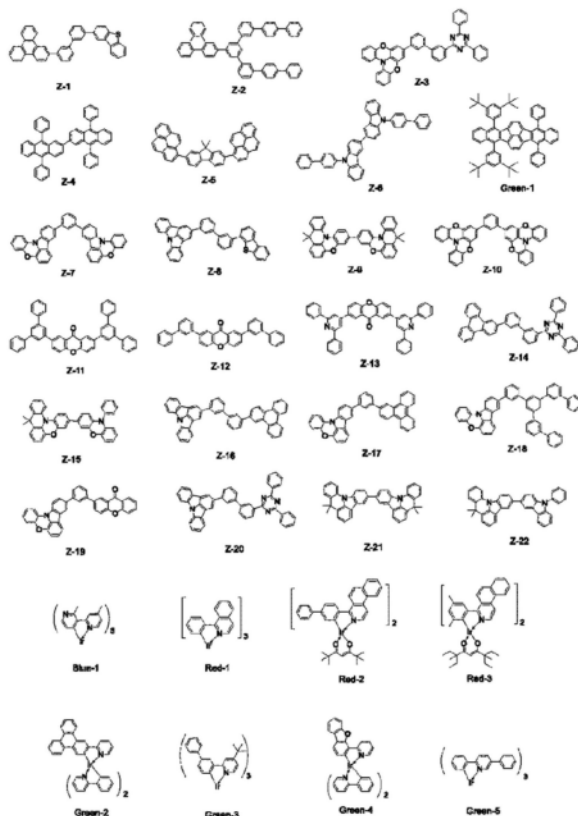
[0361] 如上所述,使用包括根据该实施方案的有机发光元件的设备能够在长时间内以良好的图像品质稳定地显示。

[0362] 实施例

[0363] 现在参考实施例描述本发明。应当注意本发明不限于此。

[0364] 实施例中用于发光层的第一有机化合物、第二有机化合物和发光性化合物如下所示。实施例中使用的化合物是参照日本特开No.2012-72099号公报、PCT特开No.2013-518068号公报、日本特开No.2012-191031号公报、美国专利申请公开No.2010/0051928号公报、国际公开No.2010/050778号公报、国际公开No.2012/077582号公报、国际公开No.2011/136156号公报、德国专利申请公开No.10 2010 005 697号公报合成的。

[0365] [化学式41]



[0366]

[0367] 表10示出上述化合物的HOMO能级和LUMO能级。HOMO能级是如下确定的电离电位的值:对于每种化合物,通过真空蒸镀法制备50nm厚的膜,并且使用RIKEN KEIKI Co.,Ltd.制造的AC-3对膜进行测量。LUMO能级是如下确定的值:测量以相同方式制备的膜的吸收光谱,并且将光吸收端确定为带隙,然后从电离电位中减去该带隙。

[0368] [表10]

[0369]

| 化合物 | HOMO | LUMO |
|------|-------|-------|
| Z-1 | -6.38 | -2.92 |
| Z-2 | -6.40 | -2.94 |
| Z-3 | -5.66 | -3.11 |
| Z-4 | -5.91 | -3.14 |
| Z-5 | -6.02 | -3.10 |
| Z-6 | -5.73 | -2.47 |
| Z-7 | -5.76 | -2.72 |
| Z-8 | -6.11 | -2.96 |
| Z-9 | -5.66 | -2.72 |
| Z-10 | -5.63 | -2.74 |
| Z-11 | -6.55 | -3.42 |
| Z-12 | -6.43 | -3.30 |
| Z-13 | -6.70 | -3.65 |
| Z-14 | -6.38 | -3.13 |
| Z-15 | -5.64 | -2.71 |
| Z-16 | -6.10 | -2.97 |
| Z-17 | -5.94 | -2.96 |
| Z-18 | -5.95 | -2.70 |
| Z-19 | -5.75 | -3.26 |
| Z-20 | -6.12 | -3.14 |
| Z-21 | -5.83 | -2.37 |
| Z-22 | -5.82 | -2.36 |
| 蓝-1 | -5.98 | -2.99 |
| 红-1 | -5.53 | -3.31 |
| 红-2 | -5.46 | -3.23 |
| 红-3 | -5.52 | -3.25 |
| 绿-1 | -5.87 | -3.47 |
| 绿-2 | -5.68 | -3.04 |
| 绿-3 | -5.08 | -2.35 |
| 绿-4 | -5.62 | -2.95 |
| 绿-5 | -5.62 | -3.04 |

[0370] [实施例1]

[0371] 在该实施例中,生产了具有在基板上依次形成阳极、空穴注入层、空穴输送层、电子阻挡层、发光层、空穴阻挡层、电子输送层、电子注入层和阴极的顶部发射型结构的有机发光元件。

[0372] 通过溅射而在玻璃基板上形成厚度为40nm的Ti膜并且通过光刻法图案化以形成阳极。形成具有 3mm^2 的电极面积的阳极。然后洗涤所得物。

[0373] 随后,将上述生产的带电极的基板附接于真空蒸镀设备(由ULVAC, Inc.制造)。在

制备用于蒸镀的蒸镀材料之后,将设备抽真空至 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa}$ ($1 \times 10^{-6} \text{Torr}$)。之后,对腔室内进行UV/臭氧清洗。随后,形成具有表11所示的层结构的层。

[0374] [表11]

| | 材料 | | | 膜厚 (nm) |
|----------------|-----------------------|------------------------|----------------------|------------|
| 阴极 | Al | | | 100 |
| 电子注入层 (EIL) | LiF | | | 1 |
| 电子输送层 (ETL) | ET2 | | | 15 |
| 空穴阻挡层 (HBL) | ET12 | | | 15 |
| [0375] 发光层 | 第一有机化合物 Z-7 45% | 第二有机化合物 Z-12 45% | 发光性化合物 绿-3 10% | 30 |
| 电子阻挡层 (EBL) | HT12 | | | 15 |
| 空穴输送层 (HTL) | HT3 | | | 30 |
| 空穴注入层 (HIL) | HT16 | | | 5 |

[0376] 之后,将基板转移到手套箱中并且用包含干燥剂的玻璃盖在氮气气氛下密封,从而获得有机发光元件。

[0377] 将获得的有机发光元件与电压施加设备连接并且评价其特性。电流-电压特性通过Hewlett-Packard Company制造的微安计4140B进行测量,并且色度使用由TOPCON CORPORATION制造的“SR-3”进行评价。通过由TOPCON CORPORATION制造的BM7测量发光亮度。在 1000cd/m^2 显示期间的外部量子效率(E.Q.E.)为18%,表明有机发光元件是良好的有机绿色发光元件。

[0378] 此外,以 2000cd/m^2 的初始亮度进行连续运转试验并且确定100小时后的亮度劣化率。结果示于表12-1至12-3。

[0379] (实施例2至23、比较例1至11)

[0380] 除了如表12-1至12-3所示改变实施例1的发光层的构成以外,以与实施例1同样的方式生产有机发光元件,并且评价它们的特性。结果示于表12-1至12-3。

[0381] 对于E.Q.E.,当 1000cd/m^2 显示期间的E.Q.E.相对于实施例1的比为0.1以下时,评级为C,当E.Q.E.的比为0.1以上且0.9以下时,评级为B,以及当E.Q.E.的比为1.0以上时,评级为A。亮度劣化比是相对于设定为1.0的比较例10的值。

[0382] [表12-1]

[0383]

| | HIL | HTL | EBL | EML | | | HBL | ETL | 发光色 | EQE比 | 亮度劣化比 |
|-------|------|-----|------|-------------|-------------|------------|------|-----|-----|------|-------|
| | | | | 第一有机化合物 | 第二有机化合物 | 发光性化合物 | | | | | |
| 实施例 1 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-7 45% | Z-12 45% | 绿-3 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 2.2 |
| 比较例 1 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-5 49% | Z-4 49% | 绿-1 2% | ET12 | ET2 | 绿 | B | / |
| 比较例 2 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-5 45% | Z-4 45% | 绿-3 10% | ET12 | ET2 | - | C | / |
| 实施例 2 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-7 45% | Z-12 45% | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 1.9 |
| 比较例 3 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-7 90% | / | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 0.6 |
| 比较例 4 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-8 90% | / | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 1.0 |
| 比较例 5 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-1 90% | / | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 0.9 |
| 实施例 3 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-21 45% | Z-12 45% | 绿-3 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 1.8 |
| 比较例 6 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-22 45% | Z-12 45% | 绿-3 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 1.2 |
| 实施例 4 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-10 45% | Z-12 45% | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 2.3 |
| 实施例 5 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-9 45% | Z-12 45% | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 1.8 |

[0384] [表12-2]

| | HIL | HTL | EBL | EML | | | HBL | ETL | 发光色 | EQE比 | 亮度劣化比 |
|--------|------|-----|------|-------------|-------------|------------|------|-----|-----|------|-------|
| | | | | 第一有机化合物 | 第二有机化合物 | 发光性化合物 | | | | | |
| 实施例 5 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-9 45% | Z-12 45% | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 1.8 |
| 实施例 6 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-21 45% | Z-12 45% | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 1.6 |
| 比较例 7 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-15 45% | Z-12 45% | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 1.2 |
| 比较例 8 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-22 45% | Z-12 45% | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 1.2 |
| 比较例 9 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-6 45% | Z-12 45% | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 1.2 |
| 实施例 7 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-16 45% | Z-12 45% | 绿-4 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 2.1 |
| 实施例 8 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-7 45% | Z-12 45% | 绿-4 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 1.6 |
| 比较例 10 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-6 45% | Z-12 45% | 绿-4 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 1.0 |
| 比较例 11 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-22 45% | Z-12 45% | 绿-4 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 1.0 |
| 实施例 9 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-3 45% | Z-1 45% | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 2.0 |
| 实施例 10 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-10 45% | Z-20 45% | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 2.3 |
| 实施例 11 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-10 65% | Z-20 25% | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 2.4 |
| 实施例 12 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-10 45% | Z-12 45% | 绿-2 10% | ET8 | ET2 | 绿 | A | 1.9 |
| 实施例 13 | HT16 | HT3 | Z-10 | Z-10 45% | Z-12 45% | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 2.4 |

[0386] [表12-3]

[0387]

| | HIL | HTL | EBL | EML | | | HBL | ETL | 发光色 | EQE比 | 亮度劣化比 |
|--------|------|-----|------|-------------|-------------|------------|------|-----|-----|------|-------|
| | | | | 第一有机化合物 | 第二有机化合物 | 发光性化合物 | | | | | |
| 实施例 14 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-16 65% | Z-12 25% | 绿-4 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 2.2 |
| 实施例 15 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-8 45% | Z-12 45% | 绿-4 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 2.1 |
| 实施例 16 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-16 45% | Z-11 45% | 绿-4 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 2.1 |
| 实施例 17 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-16 45% | Z-20 45% | 绿-4 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 2.2 |
| 实施例 18 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-16 45% | Z-12 45% | 绿-4 10% | Z-12 | ET2 | 绿 | A | 2.0 |
| 实施例 19 | HT16 | HT3 | Z-10 | Z-16 45% | Z-20 45% | 绿-4 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 2.3 |
| 实施例 20 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-3 45% | Z-14 45% | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 2.2 |
| 实施例 21 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-3 55% | Z-1 35% | 绿-2 10% | ET27 | ET2 | 绿 | A | 2.1 |
| 实施例 22 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-3 45% | Z-1 45% | 绿-2 10% | ET27 | ET2 | 绿 | A | 1.6 |
| 实施例 23 | HT16 | HT3 | Z-10 | Z-3 45% | Z-1 45% | 绿-2 10% | ET12 | ET2 | 绿 | A | 2.1 |

[0388] 实施例1与比较例1的比较表明实施例1的E.Q.E.较高。这是因为在本发明中,使用发光性化合物并且第一有机化合物和第二有机化合物的T1比发光性化合物的T1高。如比较例2所示,即使相对于比较例2的第一有机化合物和第二有机化合物使用发光性化合物,E.Q.E.的值也低,因为第一有机化合物和第二有机化合物的T1比发光性化合物的T1高。

[0389] 实施例2与比较例3至5的比较表明实施例2的亮度劣化比优异。比较例3至5具有由第一有机化合物和发光性化合物构成的双组分构成,而实施例2具有由第一有机化合物、第二有机化合物和发光性化合物构成的三组分构成。第一有机化合物具有显示空穴输送性的骨架,以及第二有机化合物具有显示电子输送性的骨架。由此,抑制了发光性化合物上的激子生成,并且因此实施例2的有机发光元件的亮度劣化比优异。

[0390] 实施例3与比较例6的比较表明实施例3的亮度劣化比优异。这是由于第一有机化合物的分子结构。在实施例3的Z-21中,所有可自由旋转的单键都是碳-碳键,而在比较例6的Z-22中,作为可自由旋转的单键包含碳-氮键。如上所述,碳-氮键具有低于碳-碳键的结合能并且因此结合稳定性差。因此,实施例3的有机发光元件的亮度劣化比优异。

[0391] 实施例1与实施例3的比较表明实施例1的亮度劣化比更加优异。这是由于第一有机化合物的分子结构。在实施例1的Z-7中,所有可自由旋转的单键是sp²碳之间的键。如上所述,sp²碳之间的键的结合能高于碳-碳键的结合能,并且因此提供了甚至更高的结合稳定性。因此,实施例1的有机发光元件的亮度劣化比更优异。

[0392] 实施例2与实施例4至6的比较表明实施例4和5的亮度劣化比比实施例2和6更优异。实施例4和5构成为具有实施例2和6的构成并且,此外,进一步满足式(3)的关系。换言之,实施例2和实施例4至6是具有构成(1~5)的有机发光元件的实施方案。因此,在实施例4和5的有机发光元件中,与实施例2和6的有机发光元件相比,可以进一步抑制发光性化合物上的空穴捕获,并且因此可以进一步抑制激子生成集中在发光性化合物上。因此,实施例4和5的有机发光元件的亮度劣化比更优异。

[0393] 实施例7与实施例8的比较表明实施例8的亮度劣化比更优异。实施例7构成为具有实施例8的构成并且,此外,进一步满足式(4)的关系。换言之,实施例7是具有构成(1-6)的有机发光元件的实施方案,并且实施例8是具有构成(1-5)的有机发光元件的实施方案。当

满足式(4)的构成时,发光性化合物的LUMO能级的绝对值最小,并且因此能够进一步抑制发光性化合物上的电子捕获。因此,可以进一步抑制激子生成集中在发光性化合物上。因此,实施例7的有机发光元件的亮度劣化比更优异。

[0394] 实施例2与实施例9的比较表明实施例9的亮度劣化比更优异。实施例9的有机发光元件具有满足式(1)和式(3)至式(5)的构成。换言之,实施例9是具有构成(1-7)的有机发光元件的实施方案,即,第一有机化合物的HOMO能级的绝对值最小并且LUMO能级的绝对值最大的有机发光元件。由于上述构成,可以进一步抑制发光性化合物上的电子和空穴的捕获。此外,第一有机化合物中激子的生成速度增加,因此可以抑制激子集中在发光性化合物上,并且因此实施例9的有机发光元件的亮度劣化比更优异。

[0395] 实施例20是满足式(1)至(4)的有机发光元件。换言之,实施例20是具有构成(1-5)和构成(1-6)的有机发光元件的实施方案。当满足式(1)至(4)时,电子或空穴不易被捕获在发光性化合物上,因此能够抑制在发光性化合物上激子的生成,并且因此实施例20的有机发光元件的亮度劣化比优异。

[0396] (实施例24和25)

[0397] 除了如表13所示改变实施例1的发光层的构成以外,以与实施例1同样的方式生产有机发光元件,并且评价它们的特性。结果示于表13中。亮度劣化比是相对于设定为1.0的实施例25的比。

[0398] [表13]

| | HIL | HTL | EBL | EML | | | HBL | ETL | 发光色 | 亮度劣化比 |
|--------------|------|-----|------|-------------|-------------|------------|------|-----|-----|-------|
| | | | | 第一有机化合物 | 第二有机化合物 | 发光性化合物 | | | | |
| [0399] 实施例24 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-19 45% | Z-1 45% | 蓝-1 10% | ET12 | ET2 | 蓝 | 1.1 |
| 实施例25 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-16 45% | Z-12 45% | 蓝-1 10% | ET12 | ET2 | 蓝 | 1.0 |

[0400] 实施例24和25的有机发光元件具有共同的构成(1-1)至(1-5)并且因此具有优异的亮度劣化比。具体地,实施例24的有机发光元件具有构成(1-1)至(1-5)和(1-7)。由于这些构成,第一有机化合物的HOMO能级的绝对值最小,并且LUMO能级的绝对值最大,因此能够抑制激子集中在发光性化合物上。因此,实施例24的有机发光元件具有比实施例25的有机发光元件更优异的亮度劣化比。

[0401] (实施例26至28及比较例12和13)

[0402] 除了如下表所示改变实施例1的发光层的构成以外,以与实施例1同样的方式生产有机发光元件,并且评价它们的特性。结果示于表14中。亮度劣化比是相对于设定为1.0的比较例13的比。

[0403] [表14]

[0404]

| | HIL | HTL | EBL | EML | | | HBL | ETL | 发光色 | 亮度劣化比 |
|--------|------|-----|------|-------------|-------------|-----------|------|-----|-----|-------|
| | | | | 第一有机化合物 | 第二有机化合物 | 发光性化合物 | | | | |
| 实施例 26 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-19 49% | Z-11 49% | 红-1 2% | ET12 | ET2 | 红 | 2.5 |
| 实施例 27 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-7 49% | Z-11 49% | 红-3 2% | ET12 | ET2 | 红 | 1.6 |
| 实施例 28 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-3 49% | Z-11 49% | 红-3 2% | ET12 | ET2 | 红 | 1.7 |
| 比较例 12 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-15 49% | Z-11 49% | 红-3 2% | ET12 | ET2 | 红 | 0.9 |
| 比较例 13 | HT16 | HT3 | HT12 | Z-6 49% | Z-11 49% | 红-3 2% | ET12 | ET2 | 红 | 1.0 |

[0405] 在比较例12和13的有机发光元件中,第一有机化合物中包括碳-氮键作为可自由旋转的单键。如上所述,碳-氮键具有低结合能并且因此结合稳定性差。相比之下,在实施例26至28的有机发光元件中,第一有机化合物中的可自由旋转的单键是碳-碳键。因此,实施例26至28的有机发光元件具有比比较例12和13更优异的亮度劣化比。

[0406] (实施例29)

[0407] 在该实施例中,生产了在基板上依次形成阳极、空穴注入层、空穴输送层、电子阻挡层、第一发光层、第二发光层、空穴阻挡层、电子输送层、电子注入层和阴极的具有顶部发射型结构的有机发光元件。

[0408] 通过溅射在玻璃基板上形成厚度为40nm的Ti膜并且通过光刻法图案化以形成阳极。形成具有3mm²的电极面积的阳极。然后洗涤所得物。

[0409] 随后,将上述生产的带电极的基板附接于真空蒸镀设备(由ULVAC, Inc.制造)。在制备用于蒸镀的蒸镀材料之后,将设备抽真空至 1.33×10^{-4} Pa (1×10^{-6} Torr)。之后,对腔室内进行UV/臭氧清洗。随后,形成具有表15所示的层结构的层。

[0410] [表15]

[0411]

| | 材料 | | 膜厚 (nm) |
|----------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| 阴极 | Al | | 100 |
| 电子注入层 (EIL) | LiF | | 1 |
| 电子输送层 (ETL) | ET2 | | 15 |
| 空穴阻挡层 (HBL) | ET12 | | 15 |
| 第一发光层 | 第一有机化合物 Z-10 44% | 第二有机化合物 Z-12 44% | 发光性化合物 绿-2 12% |
| 第二发光层 | 第一有机化合物 Z-10 50% | 第二有机化合物 Z-12 49% | 发光性化合物 红-3 1% |
| 电子阻挡层 (EBL) | HT12 | | 15 |
| 空穴输送层 (HTL) | HT3 | | 30 |
| 空穴注入层 (HIL) | HT16 | | 5 |

[0412] 之后,将基板转移到手套箱中并且用包含干燥剂的玻璃盖在氮气气氛下密封,从而获得有机发光元件。

[0413] 将获得的有机发光元件与电压施加设备连接并且评价其特性。电流-电压特性通过Hewlett-Packard Company制造的微安计4140B进行测量,并且色度使用由TOPCON CORPORATION制造的“SR-3”进行评价。通过由TOPCON CORPORATION制造的BM7测量发光亮度。有机发光元件在1000cd/m²显示期间是良好的有机黄色发光元件。

[0414] 此外,以2000cd/m²的初始亮度进行连续操作试验,并且确定100小时后的亮度劣化率。结果示于表16中。

[0415] (实施例30至32和比较例14)

[0416] 除了如下表所示改变实施例29的发光层的构成以外,以与实施例29同样的方式生产有机发光元件,并评价它们的特性。结果示于表16中。

[0417] [表16]

| | EML | | | EML | | | 发 光 色 | 亮 度 劣 化 比 |
|-----------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-----------------------|
| | 第一有机化 合物 | 第二有机化 合物 | 发光性化 合物 | 第一有机化 合物 | 第二有机化 合物 | 发光性化 合物 | | |
| 实施例 29 | Z-10 45% | Z-12 45% | 红-3 1% | Z-10 45% | Z-12 45% | 绿-2 12% | 黄 | 1.9 |
| 实施例 30 | Z-16 45% | Z-12 45% | 红-3 1% | Z-16 45% | Z-12 45% | 绿-4 12% | 黄 | 1.7 |
| 实施例 31 | Z-3 45% | Z-1 45% | 红-3 1% | Z-3 45% | Z-1 45% | 绿-2 12% | 黄 | 1.8 |
| 实施例 32 | Z-9 45% | Z-12 45% | 红-3 1% | Z-9 45% | Z-12 45% | 绿-2 12% | 黄 | 1.6 |
| 比较例 14 | Z-6 45% | Z-12 45% | 红-3 1% | Z-6 45% | Z-12 45% | 绿-2 12% | 黄 | 1.0 |

[0418] [表16]

[0419] 在比较例14的有机发光元件中,第一有机化合物中包括碳-氮键作为可自由旋转的单键。如上所述,碳-氮键具有低结合能并且因此结合稳定性差。相比之下,在实施例29至32的有机发光元件中,第一有机化合物中的可自由旋转的单键是碳-碳键。因此,实施例29至32的有机发光元件具有比比比较例14更优异的亮度劣化比。

[0420] 以上示出了当使用其中可自由旋转的键由碳-碳键构成的两种有机化合物以调节HOMO-LUMO关系时,可以抑制发光性化合物上的电荷捕获。因此,激子集中被抑制,从而提供具有高发光效率和高元件耐久性的有机发光元件。此外,通过将根据本发明的有机发光元件应用于各种发光装置,可以获得具有良好的发光特性和高元件耐久性的显示设备和灯具。

[0421] 本发明也可以具有以下构成。

[0422] (构成1)

[0423] 一种有机发光元件,其包括:

[0424] 第一电极和第二电极;和

[0425] 配置在第一电极和第二电极之间的有机化合物层,

[0426] 其中有机化合物层包括发光层,

[0427] 发光层至少包含第一有机化合物、第二有机化合物和发出磷光的发光性化合物,

[0428] 第一有机化合物和第二有机化合物的最低激发三重态能量高于发光性化合物的最低激发三重态能量,

[0429] 第一有机化合物中所有可自由旋转的单键是碳-碳键,和

[0430] 有机发光元件满足式(1)的关系:

[0431] $|HOMO(H2)| > |HOMO(H1)|$ (1)。

[0432] 在式(1)中,HOMO(H1)和HOMO(H2)分别表示第一有机化合物的HOMO和第二有机化

合物的HOMO。

[0433] (构成2)

[0434] 根据构成1的有机发光元件,其中有机发光元件进一步满足式(2)的关系:

[0435] $|LUMO(H2)| > |LUMO(D)|$ (2)。

[0436] 在式(2)中,LUMO(H2)和LUMO(D)分别表示第二有机化合物的LUMO和发光性化合物的LUMO。

[0437] (构成3)

[0438] 根据构成1或2的有机发光元件,其中有机发光元件进一步满足式(3)的关系:

[0439] $|LUMO(H1)| > |LUMO(D)|$ (3)。

[0440] 式(3)中,LUMO(H1)表示第一有机化合物的LUMO。

[0441] (构成4)

[0442] 根据构成1至3中任一项的有机发光元件,其中有机发光元件进一步满足式(4)的关系:

[0443] $|LUMO(H1)| > |LUMO(H2)|$ (4)。

[0444] (构成5)

[0445] 根据构成1至4中任一项的有机发光元件,其中有机发光元件进一步满足式(5)的关系:

[0446] $|HOMO(D)| > |HOMO(H1)|$ (5)。

[0447] 在式(5)中,HOMO(D)和HOMO(H1)分别表示发光性化合物的HOMO和第一有机化合物的HOMO。

[0448] (构成6)

[0449] 根据构成1至5中任一项的有机发光元件,其中第一有机化合物中的所有可自由旋转的单键是sp²碳之间的键。

[0450] (构成7)

[0451] 根据构成1至6中任一项的有机发光元件,其中第二有机化合物中的所有可自由旋转的单键是碳-碳键。

[0452] (构成8)

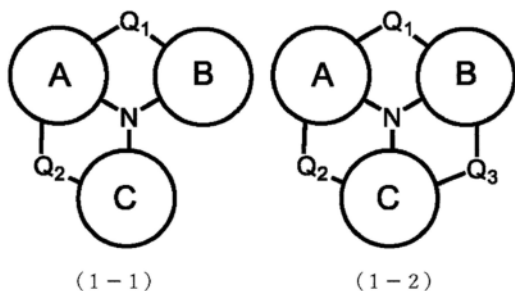
[0453] 根据构成1至7中任一项所述的有机发光元件,其中第二有机化合物中的所有可自由旋转的单键是sp²碳之间的键。

[0454] (构成9)

[0455] 根据构成1至8中任一项的有机发光元件,其中第一有机化合物具有由通式(1-1)或(1-2)表示的骨架。

[0456] [化学式42]

[0457]

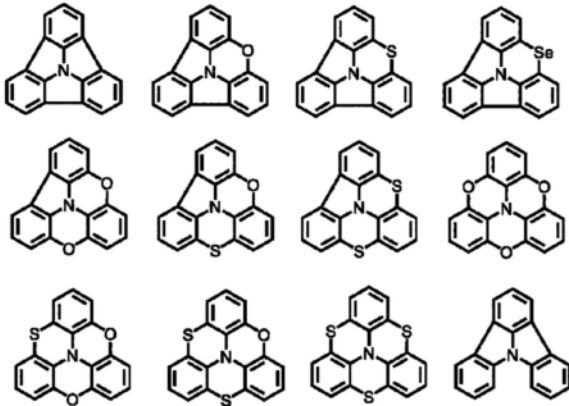


[0458] 在通式(1-1)和(1-2)中,环状单元A至C各自独立地选自取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基。 Q_1 至 Q_3 各自独立地选自直接键、 $C(R_A)$ (R_B)、 $N(R_C)$ 、氧原子、硫原子、硒原子和碲原子。 R_A 至 R_C 各自独立地选自氢原子、氘原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的烷氧基、取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基。 R_3 与环状单元A至C中相邻的一个一起形成环。

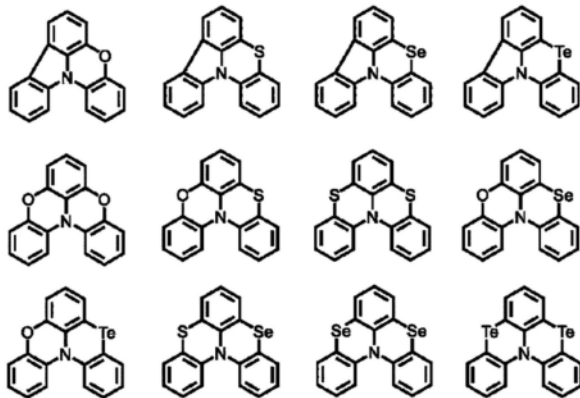
[0459] (构成10)

[0460] 根据构成1至9中任一项的有机发光元件,其中第一有机化合物具有由下述结构式中的任意者表示的骨架。

[0461] [化学式43]



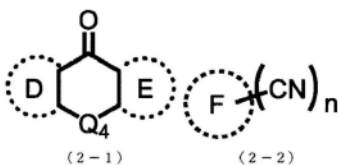
[0462]



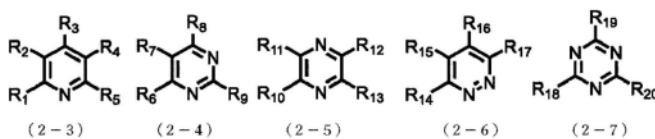
[0463] (构成11)

[0464] 根据构成1至10中任一项的有机发光元件,其中第二有机化合物具有由通式(2-1)至(2-7)中的任意者表示的骨架。

[0465] [化学式44]



[0466]



[0467] 在通式(2-1)和(2-2)中,环状单元D至F各自独立地选自取代或未取代的芳基和取

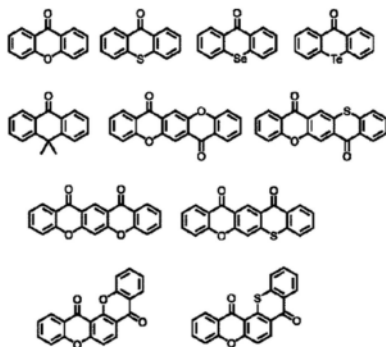
代或未取代的杂芳基。 Q_4 各自独立地选自直接键、 $C(R_D)(R_E)$ 、氧原子、硫原子、硒原子和碲原子。 R_D 和 R_E 各自独立地选自氢原子、氘原子、卤素原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的烷氧基、取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基。 n 为1至5的整数。

[0468] 通式(2-3)至(2-7)中, R_1 至 R_{20} 各自独立地选自氢原子、氘原子、卤素原子、取代或未取代的烷基和取代或未取代的芳基。 R_1 至 R_{20} 中,彼此相邻的取代基可以键合在一起以形成稠环。

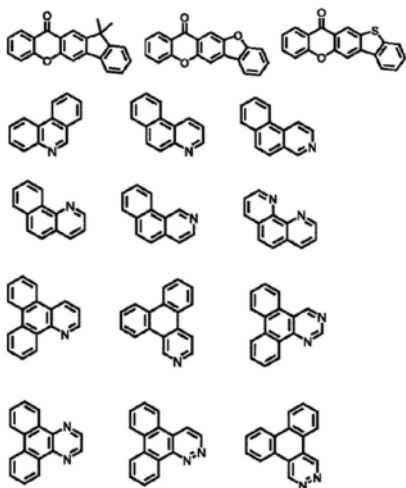
[0469] (构成12)

[0470] 根据构成1至11中任一项的有机发光元件,其中第二有机化合物具有由下述结构式中的任意者表示的骨架。

[0471] [化学式45]



[0472]



[0473] (构成13)

[0474] 根据权利要求1至12中任一项的有机发光元件,其中有机化合物层由多个层构成,

[0475] 多个层至少由发光层和与发光层不同的第二层构成,

[0476] 第二层包含至少一种有机化合物,并且

[0477] 有机化合物的最低激发三重态能量高于第一有机化合物和第二有机化合物的最低激发三重态能量。

[0478] (构成14)

[0479] 根据构成1至13中任一项的有机发光元件,其中发光层是第一发光层,

[0480] 在第一发光层和第一电极之间或第一发光层和第二电极之间进一步配置与第一发光层不同的第二发光层,以及

[0481] 第二发光层发出具有与从第一发光层发出的光的颜色不同的颜色的光。

[0482] (构成15)

[0483] 一种显示设备,其包括多个像素,其中多个像素中的至少一个包括根据构成1至14中任一项的有机发光元件和连接至有机发光元件的晶体管。

[0484] (构成16)

[0485] 一种光电转换设备,其包括:包括多个透镜的光学部;构成为接收通过光学部的光的摄像元件;以及构成为显示由摄像元件拍摄的图像的显示部,

[0486] 其中显示部包括根据构成1至14中任一项的有机发光元件。

[0487] (构成17)

[0488] 一种电子设备,其包括:包括根据构成1至14中任一项的有机发光元件的显示部;设置有显示部的壳体;以及设置在壳体中并且构成为与外部装置通信的通信部。

[0489] (构成18)

[0490] 一种照明设备,其包括:包括根据构成1至14中任一项的有机发光元件的光源;以及构成为透射从光源发出的光的光扩散部或光学膜。

[0491] (构成19)

[0492] 一种移动体,其包括:包括根据构成1至14中任一项的有机发光元件的灯具;以及设置有灯具的机体。

[0493] (构成20)

[0494] 一种图像形成设备,其包括:感光体;以及构成为对感光体曝光的曝光光源,

[0495] 其中曝光光源包括根据构成1至14中任一项的有机发光元件。

[0496] 本发明不限于上述实施方案,并且可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下进行各种改变和修改。因此,附上所附权利要求以公开本发明的范围。

[0497] 本申请要求2022年6月27日提交的日本专利申请No. 2022-102760的权益,该申请通过引用以其整体并入本文。

[0498] 附图标记列表

[0499] 1基板

[0500] 2反射电极

[0501] 3绝缘层

[0502] 4有机化合物层

[0503] 5光提取电极

[0504] 6密封层

[0505] 7滤色器

[0506] 10发光元件

[0507] 11基板

[0508] 12防湿层

[0509] 13栅极电极

[0510] 14栅极绝缘膜

[0511] 15半导体层

[0512] 16漏电极

[0513] 17源电极

- [0514] 18TFT元件
- [0515] 19绝缘膜
- [0516] 20接触孔
- [0517] 21阳极
- [0518] 22有机化合物层
- [0519] 23阴极
- [0520] 24第一保护层
- [0521] 25第二保护层
- [0522] 1000显示设备
- [0523] 1001上部盖
- [0524] 1002柔性印刷电路
- [0525] 1003触摸面板
- [0526] 1004柔性印刷电路
- [0527] 1005显示面板
- [0528] 1006框架
- [0529] 1007电路板
- [0530] 1008电池
- [0531] 1009下部盖
- [0532] 1100摄像设备
- [0533] 1101取景器
- [0534] 1102背面显示器
- [0535] 1103操作部
- [0536] 1104壳体
- [0537] 1200电子设备
- [0538] 1201显示部
- [0539] 1202操作部
- [0540] 1203壳体
- [0541] 1300显示设备
- [0542] 1301框架
- [0543] 1302显示部
- [0544] 1303基座
- [0545] 1310显示设备
- [0546] 1311第一显示部
- [0547] 1312第二显示部
- [0548] 1313壳体
- [0549] 1314弯曲点
- [0550] 1500汽车
- [0551] 1501尾灯
- [0552] 1502窗

[0553] 1503车体

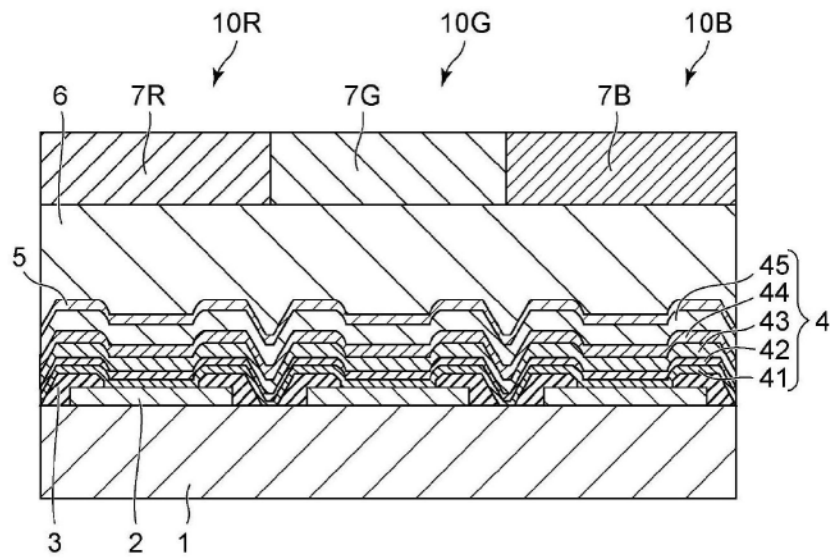


图1A

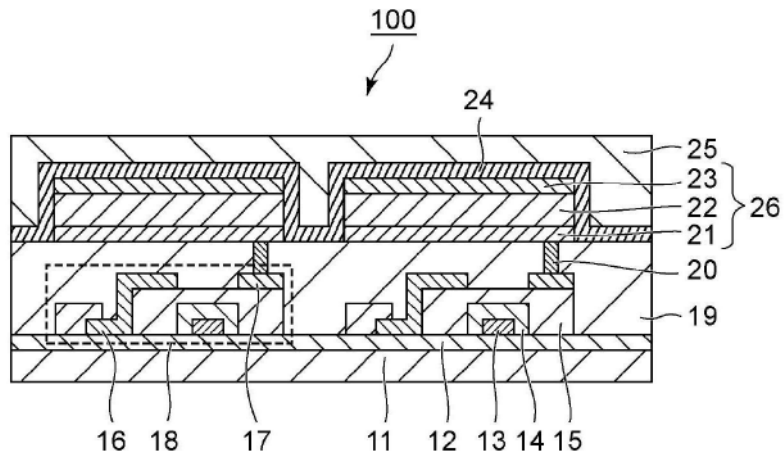


图1B

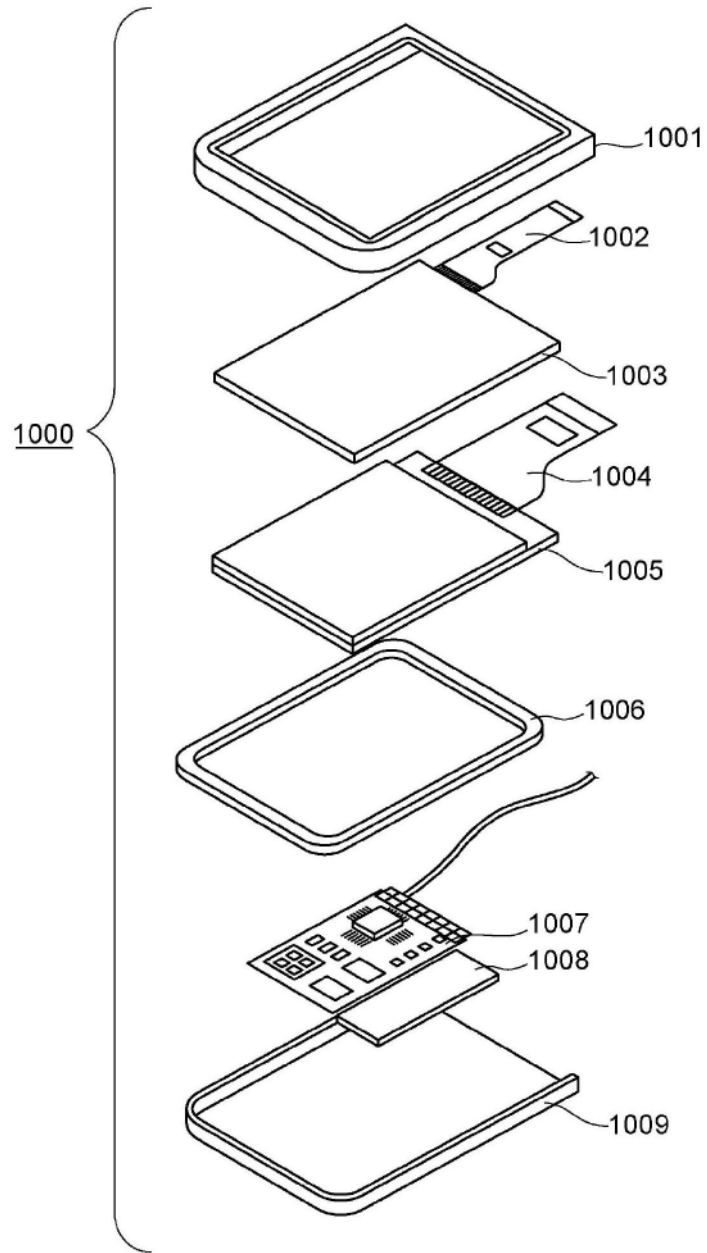


图2

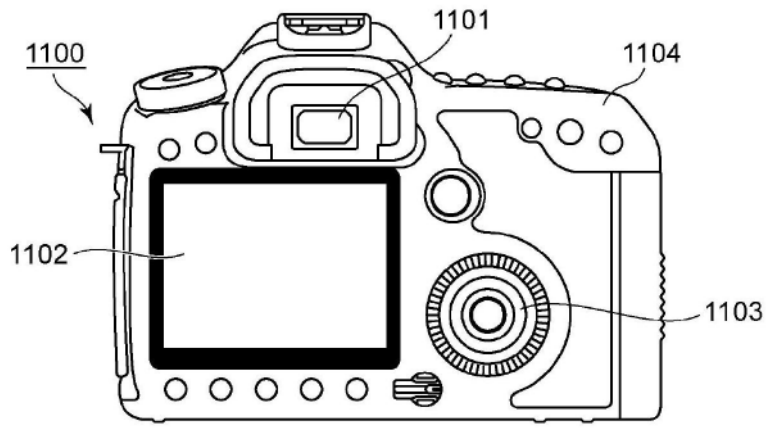


图3A

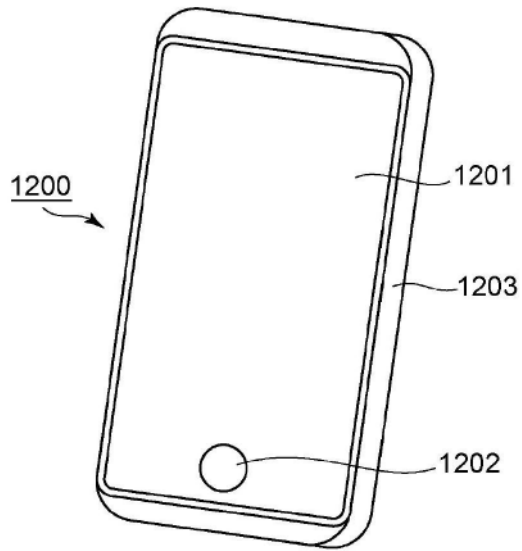


图3B

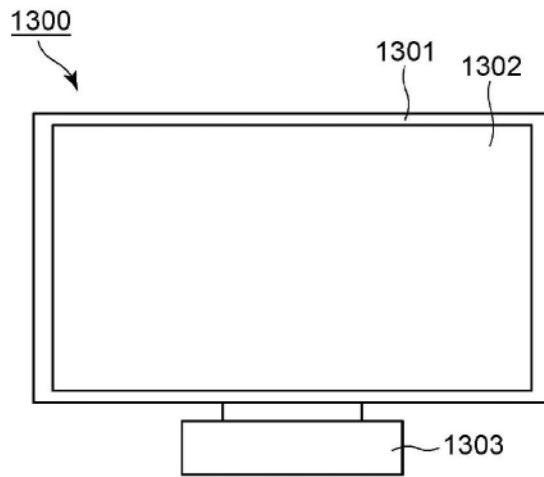


图4A

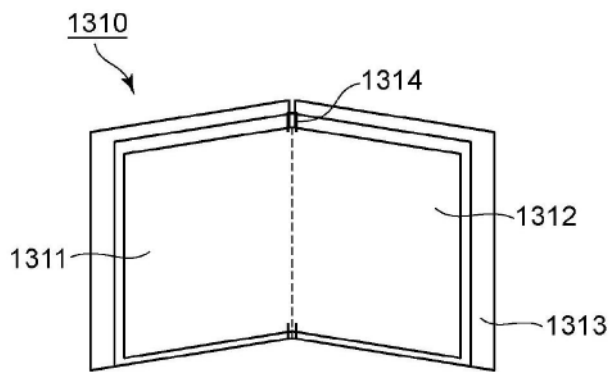


图4B

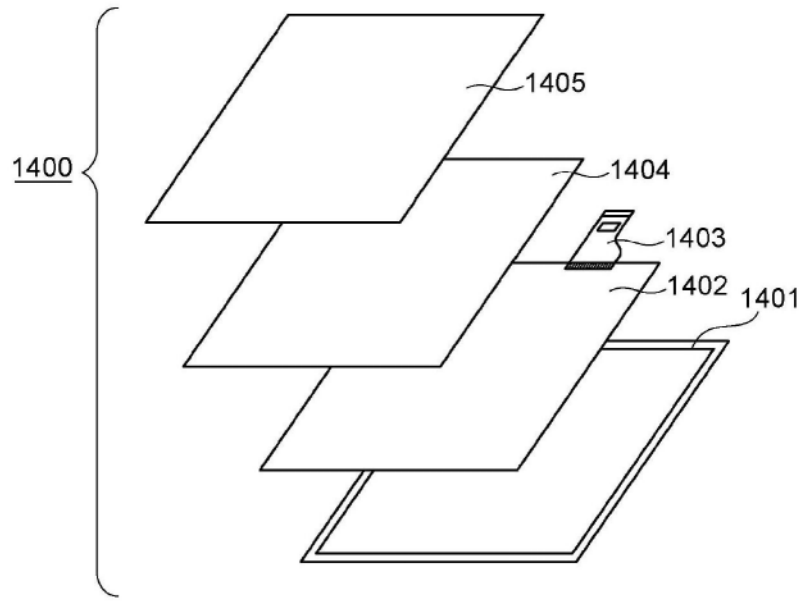


图5A

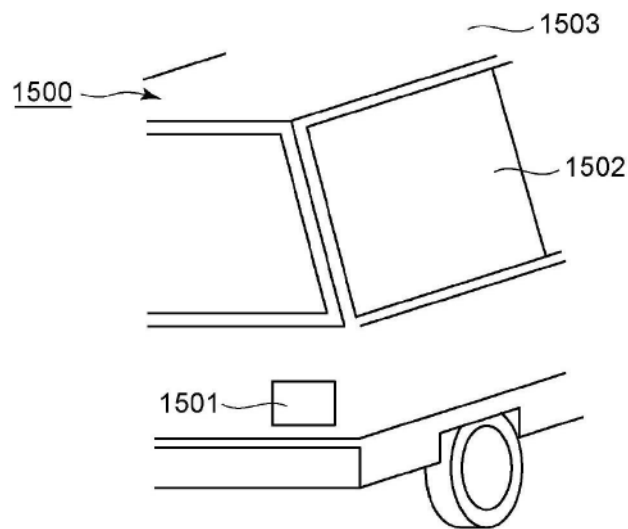


图5B

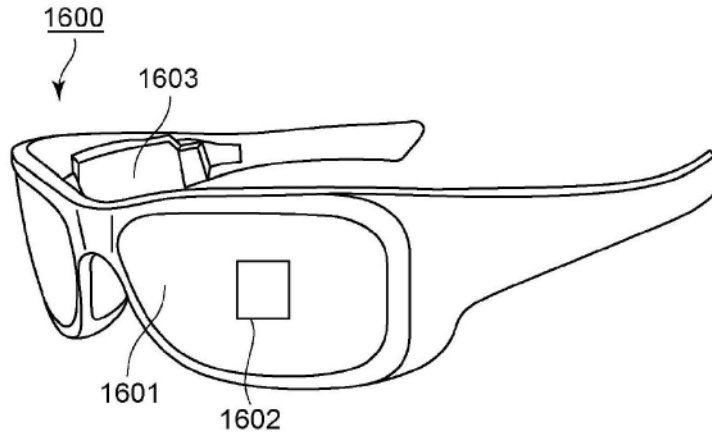


图6A

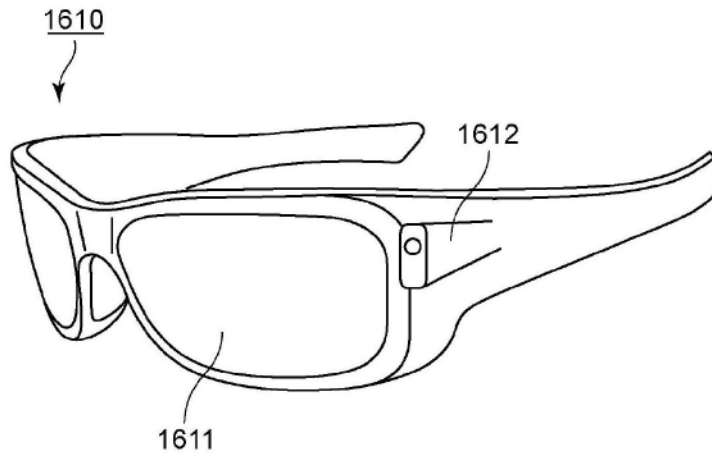


图6B

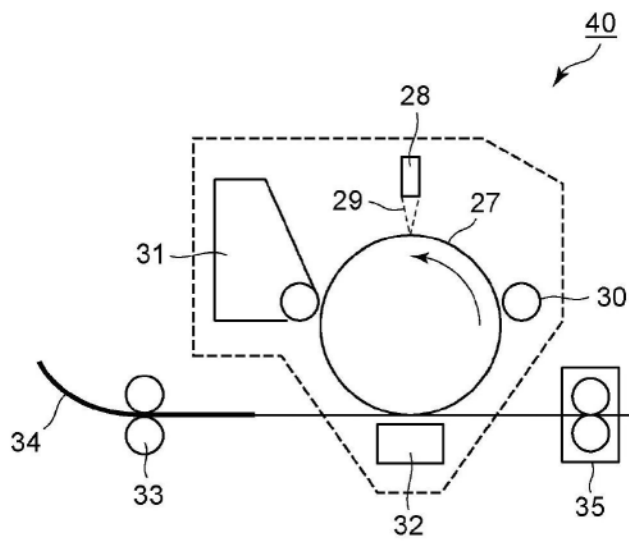


图7A

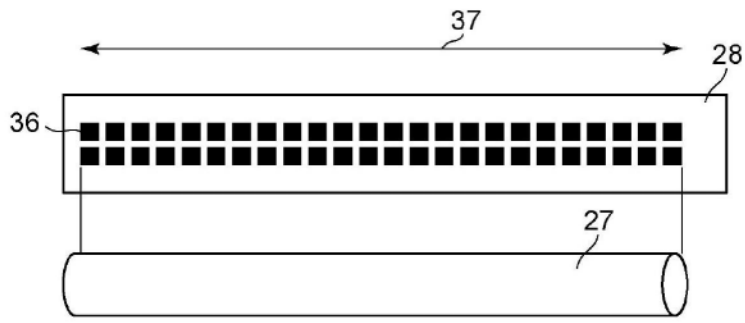


图7B

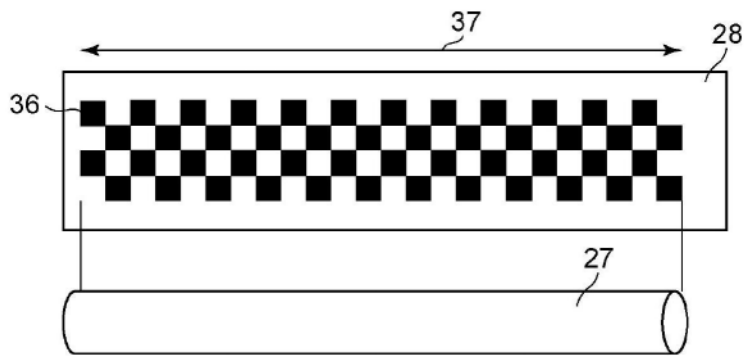


图7C