(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111326667 A
(43)申请公布日 2020.06.23

(21)申请号 201911290297.9

(22)申请日 2019.12.16

(30)优先权数据
10-2018-0163306 2018.12.17 KR

(71)申请人 三星显示有限公司
地址 韩国京畿道

(72)发明人 韩定勳 高秀秉 金性范 申秀珍
安恩秀 李在晟 全美那 金荣国

(74)专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理有限责任公司 11204
代理人 王达佐 洪欣

(51)Int.Cl.
H01L 51/50(2006.01)
H01L 51/54(2006.01)
C07F 15/00(2006.01)

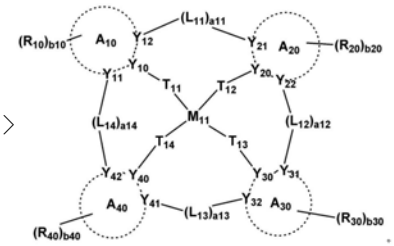
权利要求书14页 说明书68页 附图1页

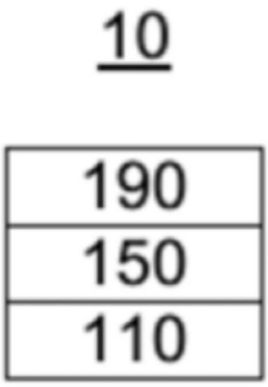
(54)发明名称

有机金属化合物和包含所述有机金属化合物的有机发光装置

(57)摘要

提供了有机金属化合物以及包含所述有机金属化合物的有机发光装置。所述有机发光装置的有机层包含由式1表示的有机金属化合物：<式1>





CN 111326667 A

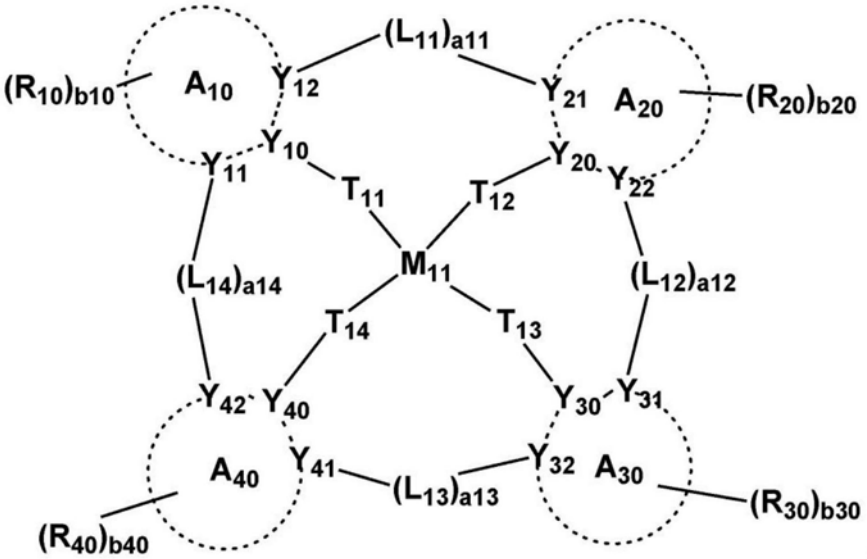
1.有机发光装置，包括：

第一电极；

第二电极；和

在所述第一电极与所述第二电极之间并包括发射层的有机层，所述有机层包含由式1表示的有机金属化合物：

〈式1〉



其中，在式1中，

M_{11}为铂、钯、铜、银、金、铑、铱、钌、锇、钛、锆、铪、铌或铥，

Y_{10}、Y_{20}、Y_{30}和Y_{40}各自独立地为N或C，

Y_{11}、Y_{12}、Y_{21}、Y_{22}、Y_{31}、Y_{32}、Y_{41}和Y_{42}各自独立地为N或C，

A_{10}、A_{20}、A_{30}和A_{40}各自独立地为C_5-C_{60}碳环基团或C_1-C_{60}杂环基团，

T_{11}至T_{14}各自独立地为单键、*-O-*'或*-S-*'，

L_{11}为取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团、*-O-*'、*-S-*'、*-C(R_1)(R_2)-*'、*-C(R_1)=*'、*=C(R_1)-*'、*-C(R_1)=C(R_2)-*'、*-C(=O)-*'、*-C(=S)-*'、*-C≡C-*'、*-B(R_1)-*'、*-N(R_1)-*'、*-P(R_1)-*'、*-Si(R_1)(R_2)-*'、*-P(R_1)(R_2)-*'或*-Ge(R_1)(R_2)-*'，

a11为1、2、3、4或5，

a11数量的L_{11}中的至少一个为取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团，

L_{12}至L_{14}各自独立地为单键、*-O-*'、*-S-*'、*-C(R_1)(R_2)-*'、*-C(R_1)=*'、*=C(R_1)-*'、*-C(R_1)=C(R_2)-*'、*-C(=O)-*'、*-C(=S)-*'、*-C≡C-*'、*-B(R_1)-*'、*-N(R_1)-*'、*-P(R_1)-*'、*-Si(R_1)(R_2)-*'、*-P(R_1)(R_2)-*'或*-Ge(R_1)(R_2)-*'，

a12、a13和a14各自独立地为0、1、2、3、4或5，

R_1、R_2、R_{10}、R_{20}、R_{30}和R_{40}各自独立地为氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}烷基基团、取代或未取代的C_2-C_{60}烯基基团、取代或未取代的C_2-C_{60}炔基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}烷氧基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳基基团、取代或未取

代的C_6-C_{60}芳氧基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳硫基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳氧基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳硫基基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合多环基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合杂多环基团、$-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$、$-B(Q_1)(Q_2)$、$-N(Q_1)(Q_2)$、$-P(Q_1)(Q_2)$、$-C(=O)(Q_1)$、$-S(=O)(Q_1)$、$-S(=O)_2(Q_1)$、$-P(=O)(Q_1)(Q_2)$或$-P(=S)(Q_1)(Q_2)$，

R_1和R_2任选地连接以形成取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团，

R_1和R_{10}、R_1和R_{20}、R_1和R_{30}、或R_1和R_{40}任选地连接以形成取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团，

b10、b20、b30和b40各自独立地为1、2、3、4、5、6、7或8，

和'各自表示与相邻原子的连接位点，

所述取代的C_5-C_{60}碳环基团、所述取代的C_1-C_{60}杂环基团、所述取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团、所述取代的C_1-C_{60}烷基基团、所述取代的C_2-C_{60}烯基基团、所述取代的C_2-C_{60}炔基基团、所述取代的C_1-C_{60}烷氧基基团、所述取代的C_3-C_{10}环烷基基团、所述取代的C_1-C_{10}杂环烷基基团、所述取代的C_3-C_{10}环烯基基团、所述取代的C_1-C_{10}杂环烯基基团、所述取代的C_6-C_{60}芳基基团、所述取代的C_6-C_{60}芳氧基基团、所述取代的C_6-C_{60}芳硫基基团、所述取代的C_1-C_{60}杂芳基基团、所述取代的单价非芳香族稠合多环基团和所述取代的单价非芳香族稠合杂多环基团中的至少一个取代基为：

氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、肼基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{60}烷基基团、C_2-C_{60}烯基基团、C_2-C_{60}炔基基团或C_1-C_{60}烷氧基基团；

各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、肼基基团、肼基基团、腙基基团、C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团、C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团、单价非芳香族稠合杂多环基团、$-Si(Q_{11})(Q_{12})(Q_{13})$、$-N(Q_{11})(Q_{12})$、$-B(Q_{11})(Q_{12})$、$-C(=O)(Q_{11})$、$-S(=O)_2(Q_{11})$或$-P(=O)(Q_{11})(Q_{12})$取代的$C_1$-$C_{60}$烷基基团、$C_2$-$C_{60}$烯基基团、$C_2$-$C_{60}$炔基基团或$C_1$-$C_{60}$烷氧基基团；

C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团、C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团或单价非芳香族稠合杂多环基团；

各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、肼基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{60}烷基基团、C_2-C_{60}烯基基团、C_2-C_{60}炔基基团、C_1-C_{60}烷氧基基团、C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团、C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团、单价非芳香族稠合杂多环基团、$-Si(Q_{21})(Q_{22})(Q_{23})$、$-N(Q_{21})(Q_{22})$、$-B(Q_{21})(Q_{22})$、$-C(=O)(Q_{21})$、$-S(=O)_2(Q_{21})$或$-P(=O)(Q_{21})(Q_{22})$取代的$C_3$-$C_{10}$环烷基基团、$C_1$-$C_{10}$杂环烷基基团、$C_3$-$C_{10}$环烯基基团、$C_1$-$C_{10}$杂环烯基基团、$C_6$-$C_{60}$芳基基团、$C_6$-$C_{60}$芳氧基基团、$C_6$-$C_{60}$芳硫基基团、$C_1$-$C_{60}$杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团或单价非芳香族稠合杂多环基团；或者

$-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$、$-N(Q_{31})(Q_{32})$、$-B(Q_{31})(Q_{32})$、$-C(=O)(Q_{31})$、$-S(=O)_2(Q_{31})$或$-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})$，以及

Q_1至Q_3、Q_{11}至Q_{13}、Q_{21}至Q_{23}和Q_{31}至Q_{33}各自独立地为氢，氘，-F，-Cl，-Br，-I，羟基基团，氰基基团，硝基基团，脒基基团，肼基基团，腙基基团，C_1-C_{60}烷基基团，C_2-C_{60}烯基基团，C_2-C_{60}炔基基团，C_1-C_{60}烷氧基基团，C_3-C_{10}环烷基基团，C_1-C_{10}杂环烷基基团，C_3-C_{10}环烯基基团，C_1-C_{10}杂环烯基基团，C_6-C_{60}芳基基团，C_6-C_{60}芳氧基基团，C_6-C_{60}芳硫基基团，C_1-C_{60}杂芳基基团，C_1-C_{60}杂芳氧基基团，C_1-C_{60}杂芳硫基基团，单价非芳香族稠合多环基团，单价非芳香族稠合杂多环基团，被氘、-F或氰基基团取代的C_1-C_{60}烷基基团，被氘、-F或氰基基团取代的C_6-C_{60}芳基基团，联苯基基团或三联苯基基团。

2.如权利要求1所述的有机发光装置，其中：

所述第一电极为阳极，

所述第二电极为阴极，

所述有机层进一步包括在所述第一电极与所述发射层之间的空穴传输区和在所述发射层与所述第二电极之间的电子传输区，

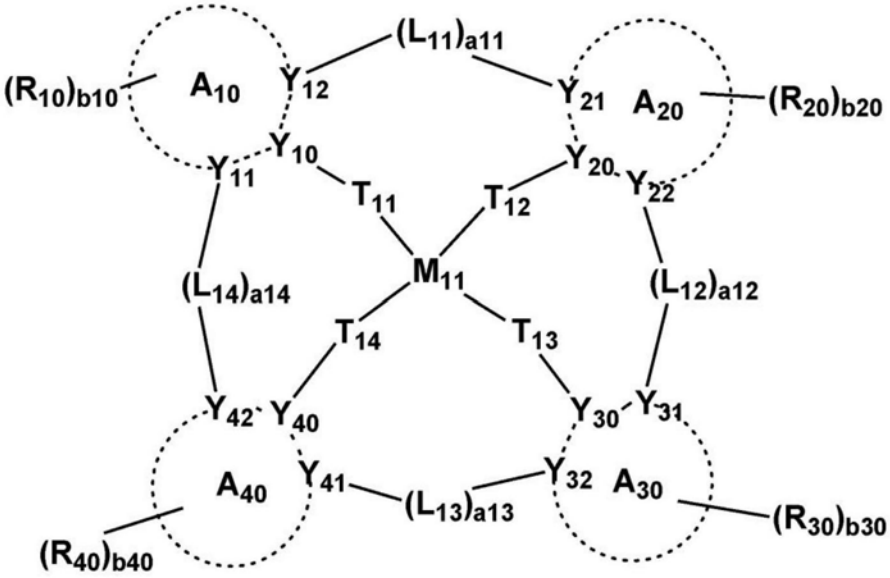
所述空穴传输区包括空穴注入层、空穴传输层、缓冲层、发射辅助层、和电子阻挡层中的至少一种，以及

所述电子传输区包括空穴阻挡层、电子传输层和电子注入层中的至少一种。

3.如权利要求2所述的有机发光装置，其中所述发射层包含所述有机金属化合物。

4.如权利要求1所述的有机发光装置，其中所述发射层发射具有440nm至500nm的最大发射波长的蓝光。

5.由式1表示的有机金属化合物：



，

其中，M_{11}为铂、钯、铜、银、金、铑、铱、钌、锇、钛、锆、铪、铕、铽或铥，

Y_{10}、Y_{20}、Y_{30}和Y_{40}各自独立地为N或C，

Y_{11}、Y_{12}、Y_{21}、Y_{22}、Y_{31}、Y_{32}、Y_{41}和Y_{42}各自独立地为N或C，

A_{10}、A_{20}、A_{30}和A_{40}各自独立地为C_5-C_{60}碳环基团或C_1-C_{60}杂环基团，

T_{11}至T_{14}各自独立地为单键、*-O-*'或*-S-*'，

L_{11}为取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团、*-O-*'、*-S-*'、*-C(R_1)(R_2)-*'、*-C(R_1)=*'、*=C(R_1)-*'、*-C(R_1)=C(R_2)-*'、*-C(=O)-*'、*-C(=S)-*'、*-C≡C-*'、*-B

(R_1)-*'、*-N(R_1)-*'、*-P(R_1)-*'、*-Si(R_1) (R_2)-*'、*-P(R_1) (R_2)-*'或*-Ge(R_1) (R_2)-*'，

a11为1、2、3、4或5，

a11数量的L_{11}中的至少一个为取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团，

L_{12}至L_{14}各自独立地为单键、*-O-*'、*-S-*'、*-C(R_1) (R_2)-*'、*-N(R_1)-*'、*-P(R_1)-*'、*-Si(R_1) (R_2)-*'、*-P(R_1) (R_2)-*'或*-Ge(R_1) (R_2)-*'，

a12、a13和a14各自独立地为0、1、2、3、4或5，

R_1、R_2、R_{10}、R_{20}、R_{30}和R_{40}各自独立地为氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}烷基基团、取代或未取代的C_2-C_{60}烯基基团、取代或未取代的C_2-C_{60}炔基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}烷氧基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳氧基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳硫基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳氧基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳硫基基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合多环基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合杂多环基团、-Si(Q_1) (Q_2) (Q_3)、-B(Q_1) (Q_2)、-N(Q_1) (Q_2)、-P(Q_1) (Q_2)、-C(=O) (Q_1)、-S(=O) (Q_1)、-S$(=O)_2$ (Q_1)、-P(=O) (Q_1) (Q_2)或-P(=S) (Q_1) (Q_2)，

R_1和R_2任选地连接以形成取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团，

R_1和R_{10}、R_1和R_{20}、R_1和R_{30}、或R_1和R_{40}任选地连接以形成取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团，

b10、b20、b30和b40各自独立地为1、2、3、4、5、6、7或8，

和'各自表示与相邻原子的连接位点，

所述取代的C_5-C_{60}碳环基团、所述取代的C_1-C_{60}杂环基团、所述取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团、所述取代的C_1-C_{60}烷基基团、所述取代的C_2-C_{60}烯基基团、所述取代的C_2-C_{60}炔基基团、所述取代的C_1-C_{60}烷氧基基团、所述取代的C_3-C_{10}环烷基基团、所述取代的C_1-C_{10}杂环烷基基团、所述取代的C_3-C_{10}环烯基基团、所述取代的C_1-C_{10}杂环烯基基团、所述取代的C_6-C_{60}芳基基团、所述取代的C_6-C_{60}芳氧基基团、所述取代的C_6-C_{60}芳硫基基团、所述取代的C_1-C_{60}杂芳基基团、所述取代的单价非芳香族稠合多环基团和所述取代的单价非芳香族稠合杂多环基团中的至少一个取代基为：

氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{60}烷基基团、C_2-C_{60}烯基基团、C_2-C_{60}炔基基团或C_1-C_{60}烷氧基基团；

各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团、C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团、单价非芳香族稠合杂多环基团、-Si(Q_{11}) (Q_{12}) (Q_{13})、-N(Q_{11}) (Q_{12})、-B(Q_{11}) (Q_{12})、-C(=O) (Q_{11})、-S$(=O)_2$ (Q_{11})或-P(=O) (Q_{11}) (Q_{12})取代的C_1-C_{60}烷基基团、C_2-C_{60}烯基基团、C_2-C_{60}炔基基团或C_1-C_{60}烷氧基基团；

C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团、C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环

基团或单价非芳香族稠合杂多环基团；

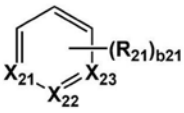
各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{60}烷基基团、C_2-C_{60}烯基基团、C_2-C_{60}炔基基团、C_1-C_{60}烷氧基基团、C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团、C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团、单价非芳香族稠合杂多环基团、$-Si(Q_{21})(Q_{22})(Q_{23})$、$-N(Q_{21})(Q_{22})$、$-B(Q_{21})(Q_{22})$、$-C(=O)(Q_{21})$、$-S(=O)_2(Q_{21})$或$-P(=O)(Q_{21})(Q_{22})$取代的$C_3$-$C_{10}$环烷基基团、$C_1$-$C_{10}$杂环烷基基团、$C_3$-$C_{10}$环烯基基团、$C_1$-$C_{10}$杂环烯基基团、$C_6$-$C_{60}$芳基基团、$C_6$-$C_{60}$芳氧基基团、$C_6$-$C_{60}$芳硫基基团、$C_1$-$C_{60}$杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团或单价非芳香族稠合杂多环基团；或者

$-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$、$-N(Q_{31})(Q_{32})$、$-B(Q_{31})(Q_{32})$、$-C(=O)(Q_{31})$、$-S(=O)_2(Q_{31})$或$-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})$，以及

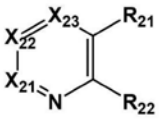
Q_1至Q_3、Q_{11}至Q_{13}、Q_{21}至Q_{23}和Q_{31}至Q_{33}各自独立地为氢，氘，-F，-Cl，-Br，-I，羟基基团，氰基基团，硝基基团，脒基基团，肼基基团，腙基基团，C_1-C_{60}烷基基团，C_2-C_{60}烯基基团，C_2-C_{60}炔基基团，C_1-C_{60}烷氧基基团，C_3-C_{10}环烷基基团，C_1-C_{10}杂环烷基基团，C_3-C_{10}环烯基基团，C_1-C_{10}杂环烯基基团，C_6-C_{60}芳基基团，C_6-C_{60}芳氧基基团，C_6-C_{60}芳硫基基团，C_1-C_{60}杂芳基基团，C_1-C_{60}杂芳氧基基团，C_1-C_{60}杂芳硫基基团，单价非芳香族稠合多环基团，单价非芳香族稠合杂多环基团，被氘、-F或氰基基团取代的C_1-C_{60}烷基基团，被氘、-F或氰基基团取代的C_6-C_{60}芳基基团，联苯基基团或三联苯基基团。

6.如权利要求5所述的有机金属化合物，其中A_{10}和A_{20}中的至少一个为含N的C_1-C_{60}杂环基团。

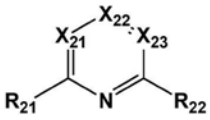
7.如权利要求5所述的有机金属化合物，其中A_{30}和A_{40}各自独立地为由式2-1至式2-43中的一个表示的基团：



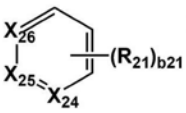
2-1



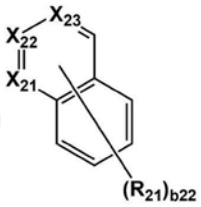
2-2



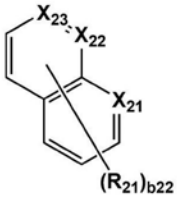
2-3



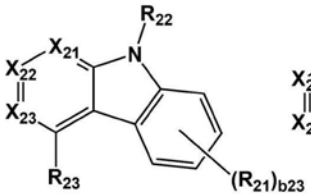
2-4



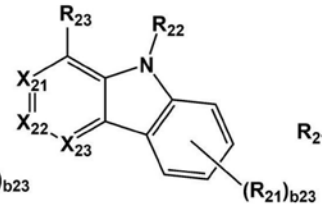
2-5



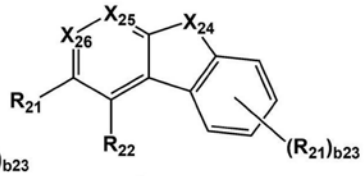
2-6



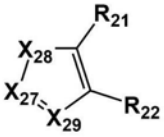
2-7



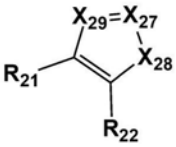
2-8



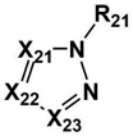
2-9



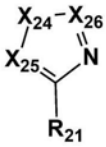
2-10



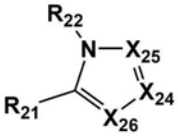
2-11



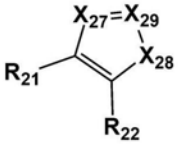
2-12



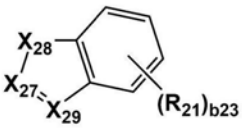
2-13



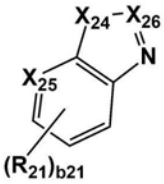
2-14



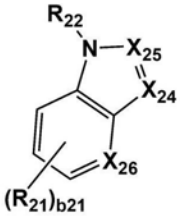
2-15



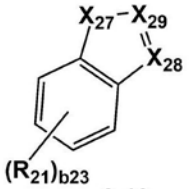
2-16

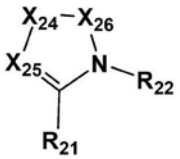


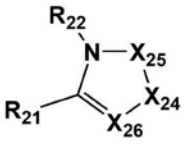
2-17

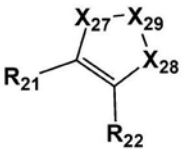


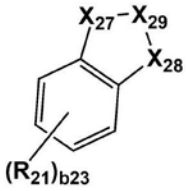
2-18

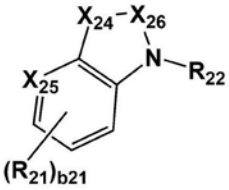

2-19

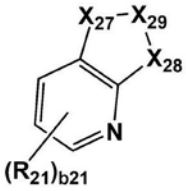

2-20

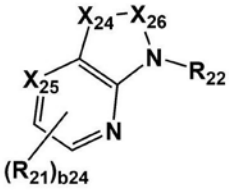

2-21

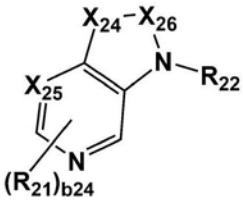

2-22

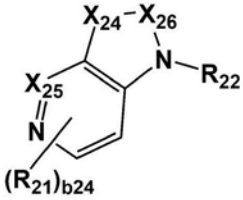

2-23

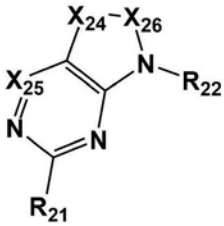

2-24

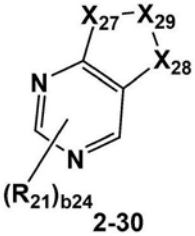

2-25

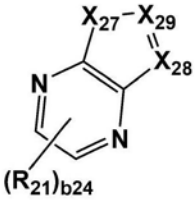

2-26

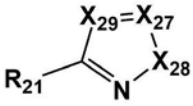

2-27

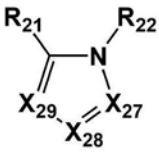

2-28

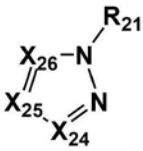

2-29

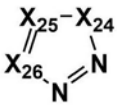

2-30

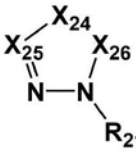

2-31

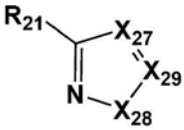

2-32

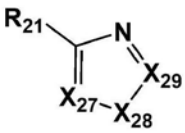

2-33

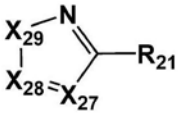

2-34

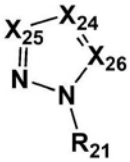

2-35

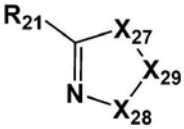

2-36

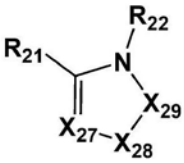

2-37

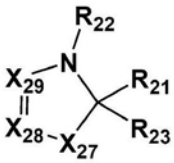

2-38


2-39


2-40


2-41


2-42


2-43

，

其中，在式2-1至式2-43中，

X_{21}至X_{23}各自独立地为C(R_{24})或C-*，条件是X_{21}至X_{23}中的至少两个为C-*，

X_{24}为N-*，并且X_{25}和X_{26}各自独立地为C(R_{24})或C-*，条件是X_{25}和X_{26}中的至少一个为C-*，

X_{27}和X_{28}各自独立地为N、N(R_{25})或N-*，并且X_{29}为C(R_{24})或C-*，条件是i)X_{27}和X_{28}中的至少一个为N-*，并且X_{29}为C-*，或者ii)X_{27}和X_{28}各自为N-*，并且X_{29}为C(R_{24})，

R_{21}至R_{25}各自独立地与关于权利要求5中的R_{10}所描述的相同，

b21为1、2或3，

b22为1、2、3、4或5，

b23为1、2、3或4，

b24为1或2，以及

*表示与相邻原子的连接位点。

8.如权利要求5所述的有机金属化合物，其中a11数量的L_{11}中的至少一个为：

亚环丙基、亚环丁基、亚环戊基、亚环己基、亚环庚基、亚环辛基、亚环壬基或亚环癸基；或

各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_2-C_{20}烯基基团、C_2-C_{20}炔基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、菲基基团、蒽基基团、三苯基基团、吡啶基基团、嘧啶基基团、咔唑基基团、三嗪基基团、二苯并呋喃基基团或二苯并噻吩基基团取代的亚环丙基、亚环丁基、亚环戊基、亚环己基、亚环庚基、亚环辛基、亚环壬基或亚环癸基。

9.如权利要求5所述的有机金属化合物，其中R_1、R_2、R_{10}、R_{20}、R_{30}和R_{40}各自独立地为：

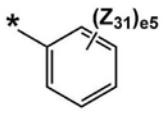
氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、氰基基团、C_1-C_{20}烷基基团或C_1-C_{20}烷氧基基团；

各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、氰基基团、苯基基团或联苯基基团取代的C_1-C_{20}烷基基团或C_1-C_{20}烷氧基基团；

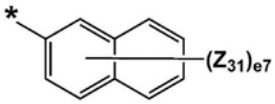
由式5-1至式5-25中的一个表示的基团；或

由式6-1至式6-55中的一个表示的基团，以及

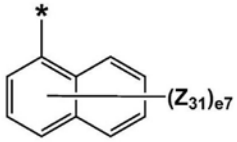
R_1和R_2任选地连接以形成环戊烷基团、环己烷基团、苯基团、萘基团或芴基团：



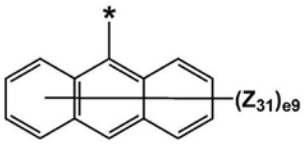
5-1



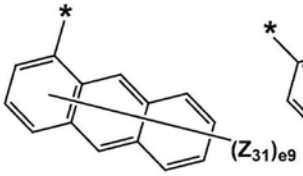
5-2



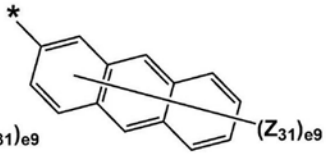
5-3



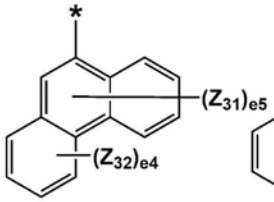
5-4



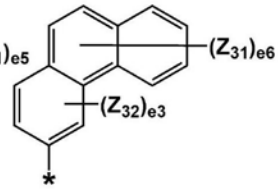
5-5



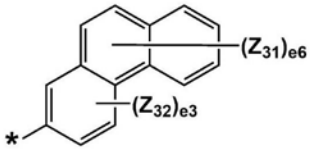
5-6



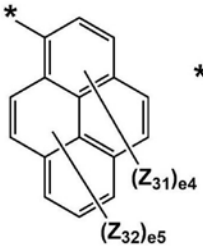
5-7



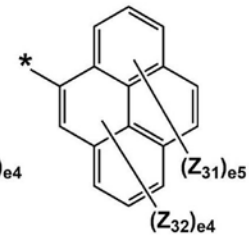
5-8



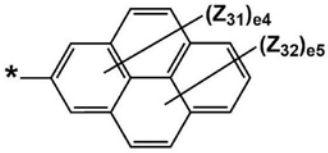
5-9



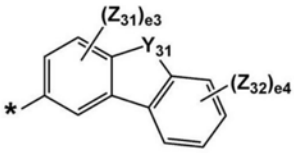
5-10



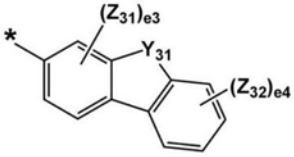
5-11



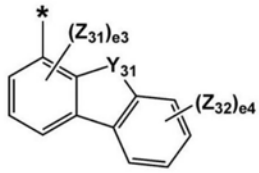
5-12



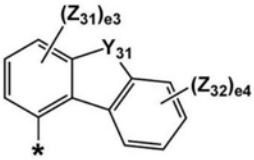
5-13



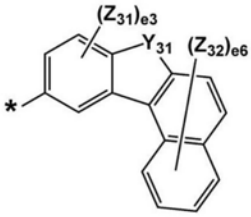
5-14



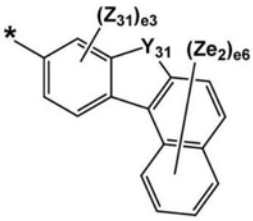
5-15



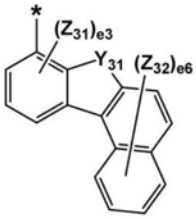
5-16

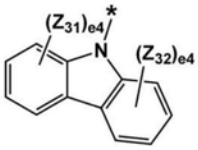


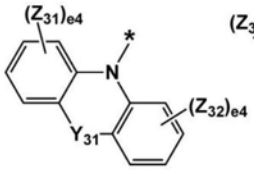
5-17

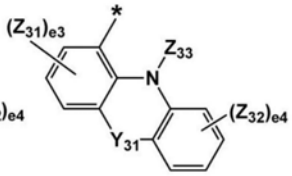


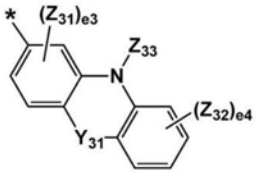
5-18

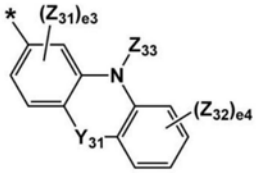

5-19

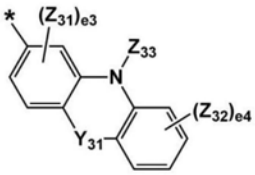

5-20

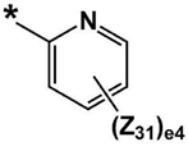

5-21

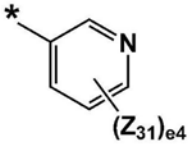

5-22

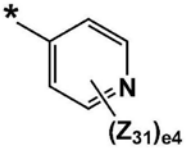

5-23

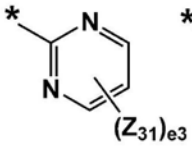

5-24

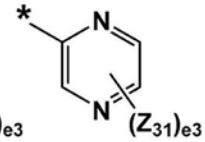

5-25

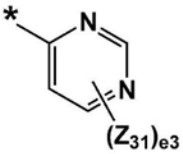

6-1

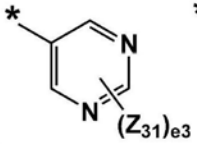

6-2

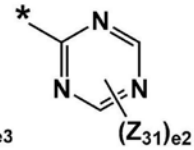

6-3

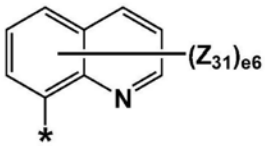

6-4

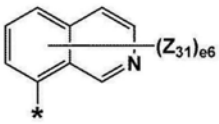

6-5

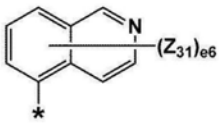

6-6

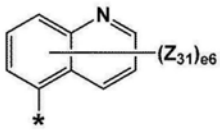

6-7

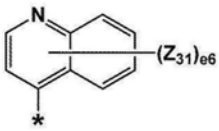

6-8

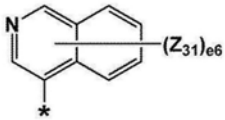

6-9

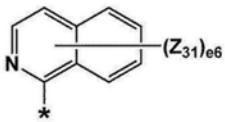

6-10

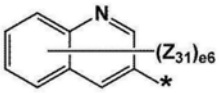

6-11

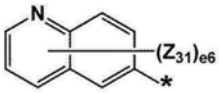

6-12

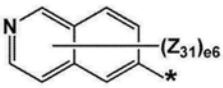

6-13

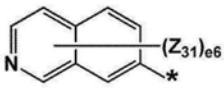

6-14

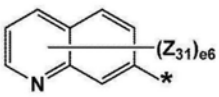

6-15

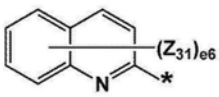

6-16

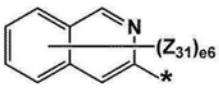

6-17

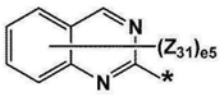

6-18

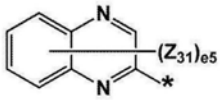

6-19

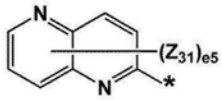

6-20

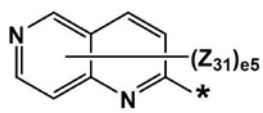

6-21

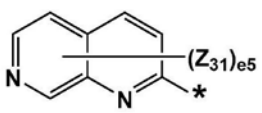

6-22

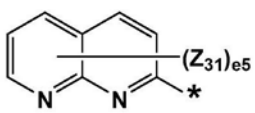

6-23

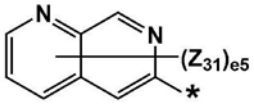

6-24

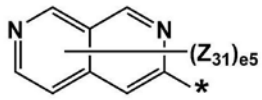

6-25

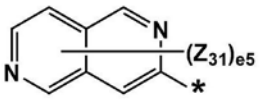

6-26

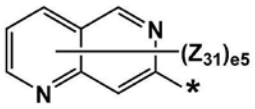

6-27

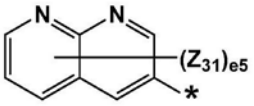

6-28

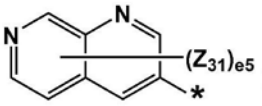

6-29

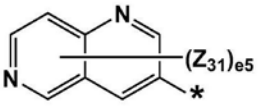

6-30

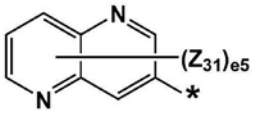

6-31

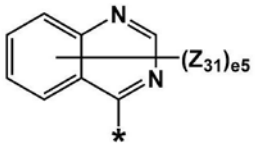

6-32

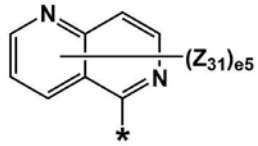

6-33

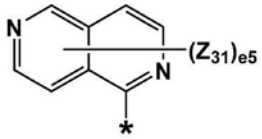

6-34

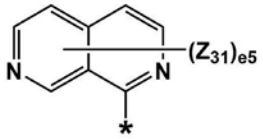

6-35

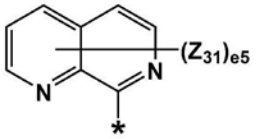

6-36

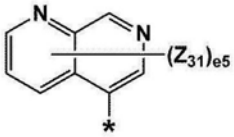

6-37

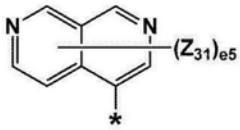

6-38

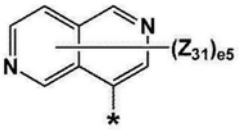

6-39

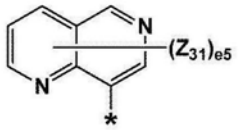

6-40

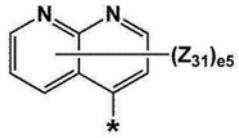

6-41

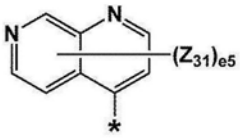

6-42

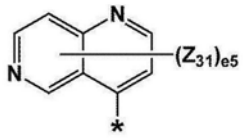

6-43

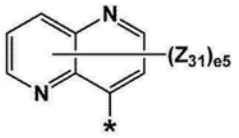

6-44

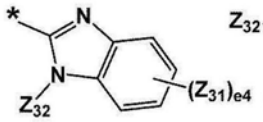

6-45

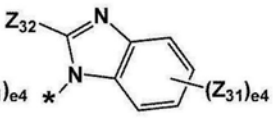

6-46

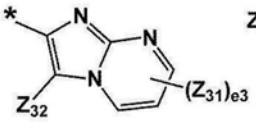

6-47

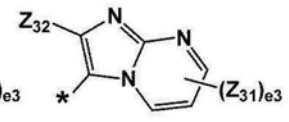

6-48

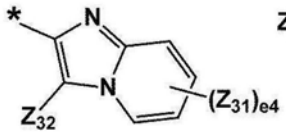

6-49

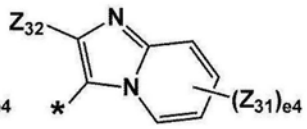

6-50


6-51


6-52


6-53


6-54


6-55

，

其中，在式5-1至式5-25和式6-1至式6-55中，

Y_{31}为O、S、C(Z_{34})(Z_{35})、N(Z_{34})或Si(Z_{34})(Z_{35})，

Z_{31}至Z_{35}各自独立地为氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、肼基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_2-C_{20}烯基基团、C_2-C_{20}炔基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、菲基基团、蒽基基团、三苯基基团、吡啶基基团、嘧啶基基团、咔唑基基团或三嗪基基团，

e2为1或2，

e3为1至3的整数，

e4为1至4的整数，

e5为1至5的整数，

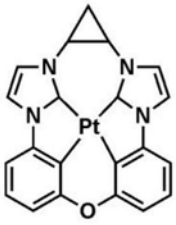
e6为1至6的整数，

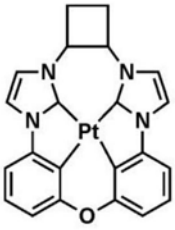
e7为1至7的整数，

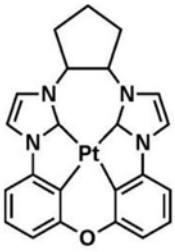
e9为1至9的整数，和

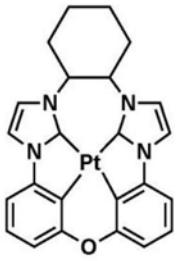
*表示与相邻原子的连接位点。

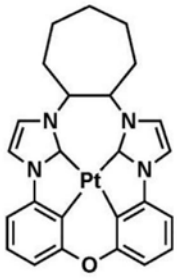
10.如权利要求5所述的有机金属化合物，其中所述由式1表示的有机金属化合物为化合物1至化合物40中的一个：

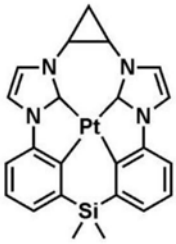

1

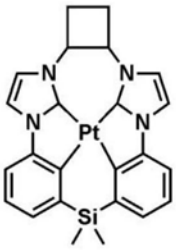

2

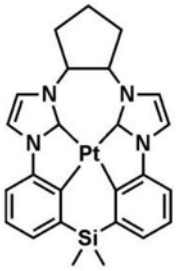

3

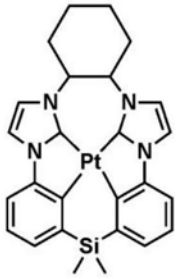

4

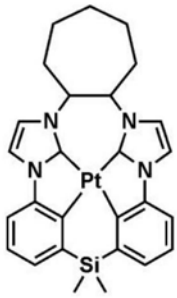

5

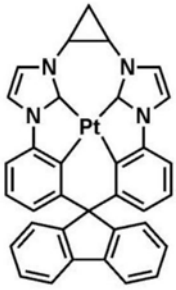

6

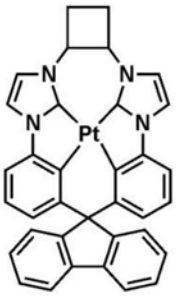

7

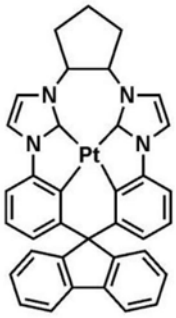

8

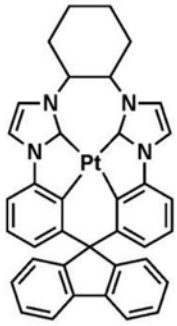

9

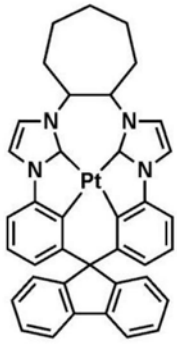

10

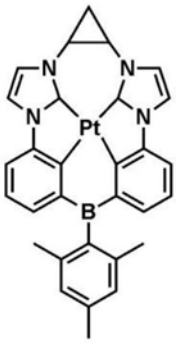

11

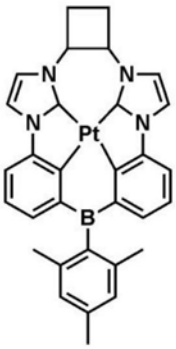

12

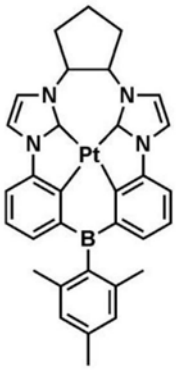

13

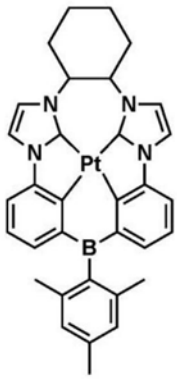

14

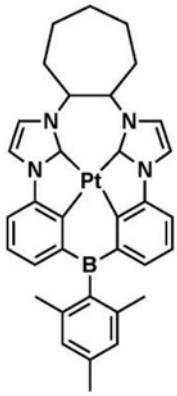

15

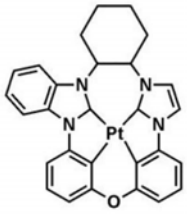

16

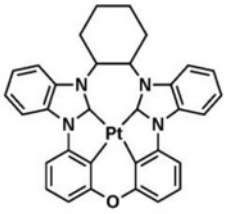

17

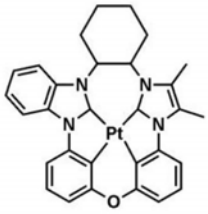

18

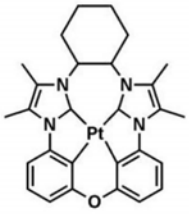

19

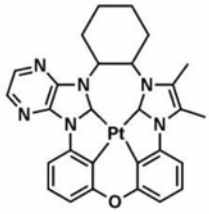

20

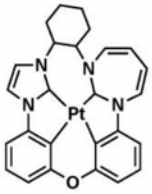

21

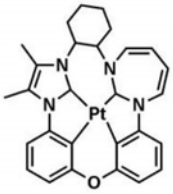

22

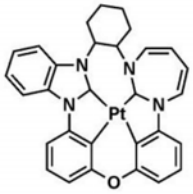

23

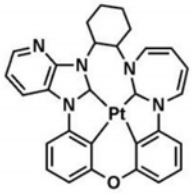

24

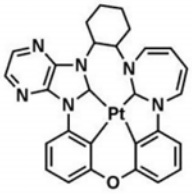

25

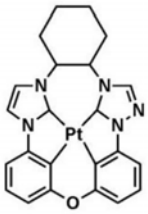

26

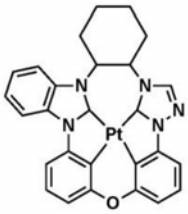

27

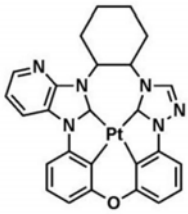

28

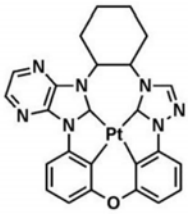

29

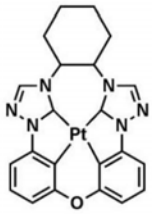

30

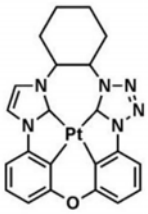

31

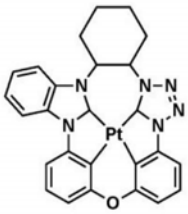

32

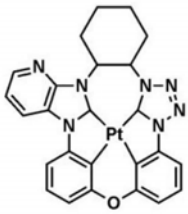

33

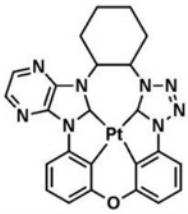

34

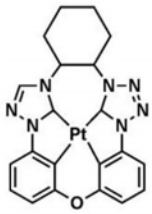

35


36


37


38


39


40

。

有机金属化合物和包含所述有机金属化合物的有机发光装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 2018年12月17日向韩国知识产权局提交的名称为“有机金属化合物和包含所述有机金属化合物的有机发光装置”的第10-2018-0163306号韩国专利申请通过援引整体并入本文。

技术领域

[0003] 实施方案涉及有机金属化合物和包含所述有机金属化合物的有机发光装置。

背景技术

[0004] 有机发光装置是生成全彩图像的自发射装置，并且与本领域的装置相比，还具有宽视角、高对比度和短响应时间以及在亮度、驱动电压和响应速度的方面的优异特性。

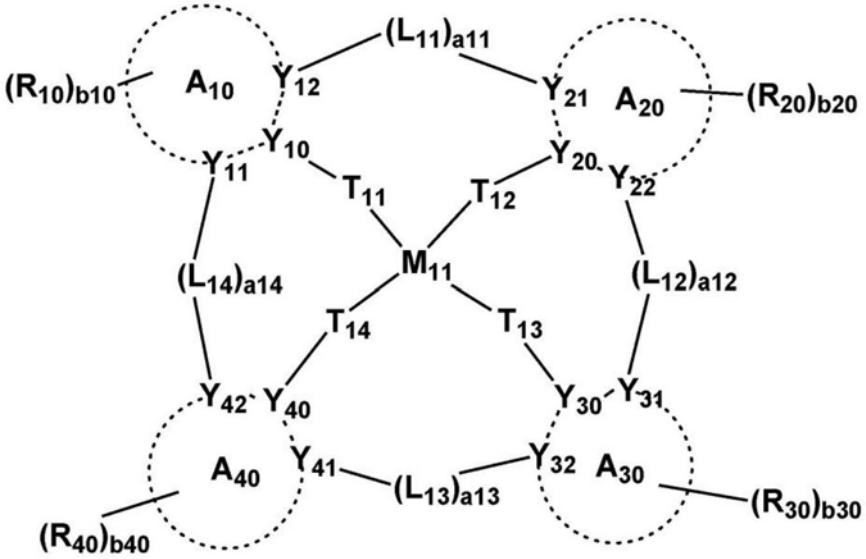
[0005] 这种有机发光装置的实例可以包括布置在衬底上的第一电极，以及顺序地布置于第一电极上的空穴传输区、发射层、电子传输区和第二电极。由第一电极提供的空穴可以通过空穴传输区向发射层移动，并且由第二电极提供的电子可以通过电子传输区向发射层移动。载流子如空穴和电子在发射层中复合以产生激子。这些激子从激发态跃迁至基态，从而产生光。

发明内容

[0006] 实施方案涉及有机发光装置，包括第一电极、第二电极和在所述第一电极与所述第二电极之间并包括发射层的有机层，所述有机层包含所述由式1表示的有机金属化合物：

[0007] <式1>

[0008]



，

[0009] 其中，在式1中，

[0010] M_{11}可以为铂(Pt)、钯(Pd)、铜(Cu)、银(Ag)、金(Au)、铑(Rh)、铱(Ir)、钌(Ru)、锇(Os)、钛(Ti)、锆(Zr)、铪(Hf)、铕(Eu)、铽(Tb)或铥(Tm)，

[0011] Y_{10}、Y_{20}、Y_{30}和Y_{40}可以各自独立地为N或C，

[0012] Y_{11}、Y_{12}、Y_{21}、Y_{22}、Y_{31}、Y_{32}、Y_{41}和Y_{42}可以各自独立地为N或C，

[0013] A_{10}、A_{20}、A_{30}和A_{40}可以各自独立地为C_5-C_{60}碳环基团或C_1-C_{60}杂环基团，

[0014] T_{11}至T_{14}可以各自独立地为单键、*-O-*'或*-S-*'，

[0015] L_{11}可以为取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团、*-O-*'、*-S-*'、*-C(R_1)(R_2)-*'、*-C(R_1)=*'、*=C(R_1)-*'、*-C(R_1)=C(R_2)-*'、*-C(=O)-*'、*-C(=S)-*'、*-C≡C-*'、*-B(R_1)-*'、*-N(R_1)-*'、*-P(R_1)-*'、*-Si(R_1)(R_2)-*'、*-P(R_1)(R_2)-*'或*-Ge(R_1)(R_2)-*'，

[0016] a11可以为1、2、3、4或5，

[0017] a11数量的L_{11}中的至少一个可以为取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团，

[0018] L_{12}至L_{14}可以各自独立地为单键、*-O-*'、*-S-*'、*-C(R_1)(R_2)-*'、*-C(R_1)=*'、*=C(R_1)-*'、*-C(R_1)=C(R_2)-*'、*-C(=O)-*'、*-C(=S)-*'、*-C≡C-*'、*-B(R_1)-*'、*-N(R_1)-*'、*-P(R_1)-*'、*-Si(R_1)(R_2)-*'、*-P(R_1)(R_2)-*'或*-Ge(R_1)(R_2)-*'，

[0019] a12、a13和a14可以各自独立地为0、1、2、3、4或5，

[0020] R_1、R_2、R_{10}、R_{20}、R_{30}和R_{40}可以各自独立地为氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、肼基基团、肼基基团、腙基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}烷基基团、取代或未取代的C_2-C_{60}烯基基团、取代或未取代的C_2-C_{60}炔基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}烷氧基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳氧基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳硫基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳氧基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳硫基基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合多环基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合杂多环基团、-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)、-B(Q_1)(Q_2)、-N(Q_1)(Q_2)、-P(Q_1)(Q_2)、-C(=O)(Q_1)、-S(=O)(Q_1)、-S(=O)$_2$(Q_1)、-P(=O)(Q_1)(Q_2)或-P(=S)(Q_1)(Q_2)，

[0021] R_1和R_2可以连接以形成取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团，

[0022] R_1和R_{10}、R_1和R_{20}、R_1和R_{30}、或R_1和R_{40}可以连接以形成取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团，

[0023] b10、b20、b30和b40可以各自独立地为1、2、3、4、5、6、7或8，

[0024] *和*'各自表示与相邻原子的连接位点，

[0025] 所述取代的C_5-C_{60}碳环基团、所述取代的C_1-C_{60}杂环基团、所述取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团、所述取代的C_1-C_{60}烷基基团、所述取代的C_2-C_{60}烯基基团、所述取代的C_2-C_{60}炔基基团、所述取代的C_1-C_{60}烷氧基基团、所述取代的C_3-C_{10}环烷基基团、所述取代的C_1-C_{10}杂环烷基基团、所述取代的C_3-C_{10}环烯基基团、所述取代的C_1-C_{10}杂环烯基基团、所述取代的C_6-C_{60}芳基基团、所述取代的C_6-C_{60}芳氧基基团、所述取代的C_6-C_{60}芳硫基基团、所述取代的C_1-C_{60}杂芳基基团、所述取代的单价非芳香族稠合多环基团和所述取代的单价非芳香族稠合杂多环基团中的至少一个取代基可以为：

[0026] 氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、肼基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{60}烷基基团、C_2-C_{60}烯基基团、C_2-C_{60}炔基基团或C_1-C_{60}烷氧基基团；

[0027] 各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团、C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团、单价非芳香族稠合杂多环基团、-Si(Q_{11})(Q_{12})(Q_{13})、-N(Q_{11})(Q_{12})、-B(Q_{11})(Q_{12})、-C(=O)(Q_{11})、-S(=O)$_2$(Q_{11})或-P(=O)(Q_{11})(Q_{12})取代的C_1-C_{60}烷基基团、C_2-C_{60}烯基基团、C_2-C_{60}炔基基团或C_1-C_{60}烷氧基基团；

[0028] C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团、C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团或单价非芳香族稠合杂多环基团；

[0029] 各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{60}烷基基团、C_2-C_{60}烯基基团、C_2-C_{60}炔基基团、C_1-C_{60}烷氧基基团、C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团、C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团、单价非芳香族稠合杂多环基团、-Si(Q_{21})(Q_{22})(Q_{23})、-N(Q_{21})(Q_{22})、-B(Q_{21})(Q_{22})、-C(=O)(Q_{21})、-S(=O)$_2$(Q_{21})或-P(=O)(Q_{21})(Q_{22})取代的C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团、C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团或单价非芳香族稠合杂多环基团;或者

[0030] -Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})、-N(Q_{31})(Q_{32})、-B(Q_{31})(Q_{32})、-C(=O)(Q_{31})、-S(=O)$_2$(Q_{31})或-P(=O)(Q_{31})(Q_{32}),以及

[0031] Q_1至Q_3、Q_{11}至Q_{13}、Q_{21}至Q_{23}和Q_{31}至Q_{33}可以各自独立地为氢,氘,-F,-Cl,-Br,-I,羟基基团,氰基基团,硝基基团,脒基基团,肼基基团,腙基基团,C_1-C_{60}烷基基团,C_2-C_{60}烯基基团,C_2-C_{60}炔基基团,C_1-C_{60}烷氧基基团,C_3-C_{10}环烷基基团,C_1-C_{10}杂环烷基基团,C_3-C_{10}环烯基基团,C_1-C_{10}杂环烯基基团,C_6-C_{60}芳基基团,C_6-C_{60}芳氧基基团,C_6-C_{60}芳硫基基团,C_1-C_{60}杂芳基基团,C_1-C_{60}杂芳氧基基团,C_1-C_{60}杂芳硫基基团,单价非芳香族稠合多环基团,单价非芳香族稠合杂多环基团,被氘、-F或氰基基团取代的C_1-C_{60}烷基基团,被氘、-F或氰基基团取代的C_6-C_{60}芳基基团,联苯基基团或三联苯基基团。

[0032] 实施方案还涉及由式1表示的有机金属化合物。

附图说明

[0033] 这些和/或其他方面从以下结合图1对实施方案的描述将变得显而易见和更容易理解,所述图1为根据示例性实施方案的有机发光装置的示意图。

具体实施方式

[0034] 现在参考附图在下文中更全面地描述示例性实施方案;然而,它们可以以不同的形式体现并且不应当被理解为限制本文所阐述的实施方案。相反,这些实施方案被提供以使得本公开是充分和完整的,并且向本领域技术人员充分地传达示例性实施方式。

[0035] 在附图中,为了清楚说明,层和区域的尺寸可被放大。相同的附图标记通篇指代相同的元件。

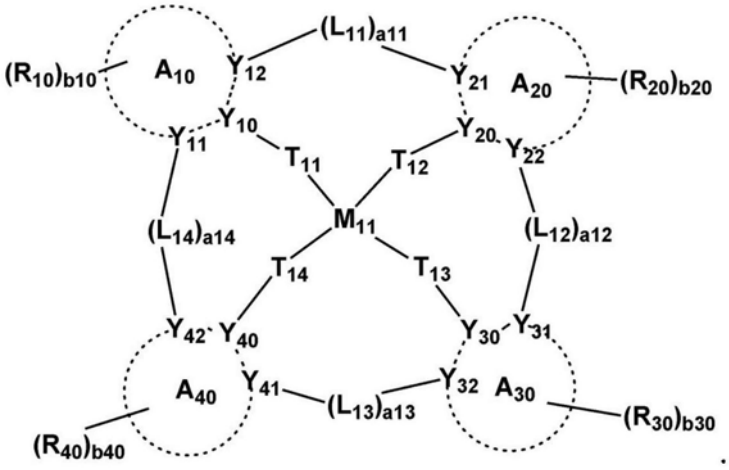
[0036] 如本文所使用的,术语"和/或"包括相关所列项中的一个或多个的任意或所有组

合。诸如“至少一个/至少一种”的表述在一列要素之前时，修饰整列的要素并且不修饰该列的单个要素。

[0037] 根据示例性实施方案的有机金属化合物由式1表示：

[0038] <式1>

[0039]



[0040] 在式1中，M_{11}可以为铂(Pt)、钯(Pd)、铜(Cu)、银(Ag)、金(Au)、铑(Rh)、铱(Ir)、钌(Ru)、锇(Os)、钛(Ti)、锆(Zr)、铪(Hf)、铕(Eu)、铽(Tb)或铥(Tm)。

[0041] 在示例性实施方案中，M_{11}可以为Pt、Pd、Cu、Ag或Au。

[0042] 例如，M_{11}可以为Pt。

[0043] 在式1中，Y_{10}、Y_{20}、Y_{30}和Y_{40}可以各自独立地为N或C。

[0044] 在示例性实施方案中，在式1中，

[0045] Y_{10}、Y_{20}和Y_{30}可以各自为C，并且Y_{40}可以为N，

[0046] Y_{10}、Y_{20}和Y_{40}可以各自为C，并且Y_{30}可以为N，

[0047] Y_{10}、Y_{30}和Y_{40}可以各自为C，并且Y_{20}可以为N，

[0048] Y_{20}、Y_{30}和Y_{40}可以各自为C，并且Y_{10}可以为N，

[0049] Y_{10}和Y_{40}可以各自为C，并且Y_{20}和Y_{30}可以各自为N，

[0050] Y_{10}和Y_{40}可以各自为N，并且Y_{20}和Y_{30}可以各自为C，

[0051] Y_{10}和Y_{20}可以各自为C，并且Y_{30}和Y_{40}可以各自为N，

[0052] Y_{10}和Y_{20}可以各自为N，并且Y_{30}和Y_{40}可以各自为C，

[0053] Y_{10}和Y_{30}可以各自为C，并且Y_{20}和Y_{40}可以各自为N，或者

[0054] Y_{10}和Y_{30}可以各自为N，并且Y_{20}和Y_{40}可以各自为C。

[0055] 在示例性实施方案中，Y_{10}和Y_{20}中的至少一个可以为C，

[0056] (i)当Y_{10}为C时，Y_{10}和T_{11}之间的键或Y_{10}和M_{11}之间的键可以为配位键，以及

[0057] (ii)当Y_{20}为C时，Y_{20}和T_{12}之间的键或Y_{20}和M_{11}之间的键可以为配位键。

[0058] 在示例性实施方案中，Y_{30}和Y_{40}可以各自为C。

[0059] 在式1中，A_{10}、A_{20}、A_{30}和A_{40}可以各自独立地为C_5-C_{60}碳环基团或C_1-C_{60}杂环基团。

[0060] 在示例性实施方案中，A_{10}至A_{40}可以各自独立地为苯基团、萘基团、蒽基团、菲基团、苯并菲基团、芘基团、䓛基团、环戊二烯基团、1,2,3,4-四氢化萘基团、呋喃基团、噻吩基团、噻咯基团、茚基团、芴基团、吲哚基团、咔唑基团、苯并呋喃基团、二苯并呋喃基团、苯并噻吩基团、二苯并噻吩基团、苯并噻咯基团、二苯并噻咯基团、茚并吡啶基团、吲哚并吡啶基

团、苯并呋喃并吡啶基团、苯并噻吩并吡啶基团、苯并噻咯并吡啶基团、茚并嘧啶基团、吲哚并嘧啶基团、苯并呋喃并嘧啶基团、苯并噻吩并嘧啶基团、苯并噻咯并嘧啶基团、二氢吡啶基团、吡啶基团、嘧啶基团、吡嗪基团、哒嗪基团、三嗪基团、喹啉基团、异喹啉基团、喹喔啉基团、喹唑啉基、菲咯啉基团、吡咯基团、吡唑基团、咪唑基团、2,3-二氢咪唑基团、三唑基团、2,3-二氢三唑基团、噁唑基团、异噁唑基团、噻唑基团、异噻唑基团、噁二唑基团、噻二唑基团、苯并吡唑基团、苯并咪唑基团、2,3-二氢苯并咪唑基团、咪唑并吡啶基团、2,3-二氢咪唑并吡啶基团、咪唑并嘧啶基团、2,3-二氢咪唑并嘧啶基团、咪唑并吡嗪基团、2,3-二氢咪唑并吡嗪基团、苯并噁唑基团、苯并噻唑基团、苯并噁二唑基团、苯并噻二唑基团、5,6,7,8-四氢异喹啉基团或5,6,7,8-四氢喹啉基团。

[0061] 在示例性实施方案中，A_{10}和A_{20}中的至少一个可以为含N的C_1-C_{60}杂环基团。

[0062] 在示例性实施方案中，A_{10}和A_{20}可以各自独立地为含N的C_1-C_{60}杂环基团。

[0063] 在示例性实施方案中，A_{10}和A_{20}可以各自独立地为吡咯基团、吡唑基团、咪唑基团、2,3-二氢咪唑基团、三唑基团、2,3-二氢三唑基团、噁唑基团、异噁唑基团、噻唑基团、异噻唑基团、噁二唑基团、噻二唑基团、苯并吡唑基团、苯并咪唑基团、2,3-二氢苯并咪唑基团、咪唑并吡啶基团、2,3-二氢咪唑并吡啶基团、咪唑并嘧啶基团、2,3-二氢咪唑并嘧啶基团、咪唑并吡嗪基团、2,3-二氢咪唑并吡嗪基团、苯并噁唑基团、苯并噻唑基团、苯并噁二唑基团、苯并噻二唑基团、吡啶基团、嘧啶基团、吡嗪基团、哒嗪基团、三嗪基团、喹啉基团、异喹啉基团、喹喔啉基团、喹唑啉基团、菲咯啉基团、5,6,7,8-四氢异喹啉基团或5,6,7,8-四氢喹啉基团。

[0064] 在示例性实施方案中，A_{10}和A_{20}中的至少一个可以为含N的5元杂环基团或含N的7元杂环基团，或者

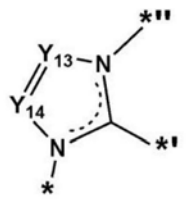
[0065] A_{10}和A_{20}中的至少一个可以与6元碳环基团或6元杂环基团稠合。

[0066] 在示例性实施方案中，A_{10}和A_{20}可以各自独立地为含N的5元杂环基团或含N的7元杂环基团，或者

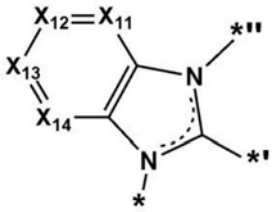
[0067] A_{10}和A_{20}可以与6元碳环基团或6元杂环基团稠合。

[0068] 在示例性实施方案中，A_{10}和A_{20}可以各自独立地为由式10-1至式10-3中的一个表示的基团：

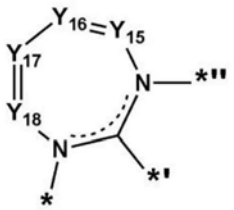
[0069]



10-1



10-2



10-3

。

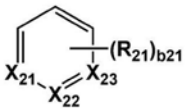
[0070] 在式10-1至式10-3中，

[0071] Y_{13}至Y_{18}和X_{11}至X_{14}可以各自独立地为N或C(R_{10})，

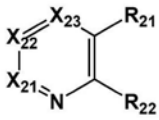
[0072] R_{10}与上述描述的相同，和

[0073] *、*'和*"各自表示与相邻原子的连接位点。

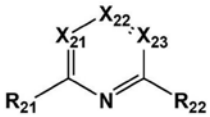
[0074] 在示例性实施方案中，A_{30}和A_{40}可以各自独立地为由式2-1至式2-43中的一个表示的基团：



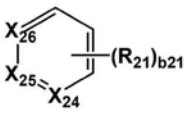
2-1



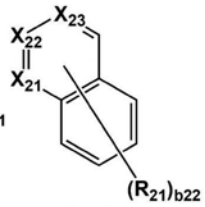
2-2



2-3

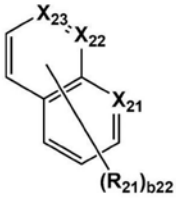


2-4

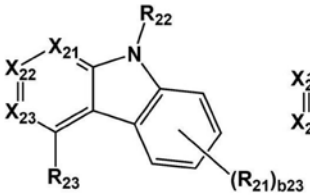


2-5

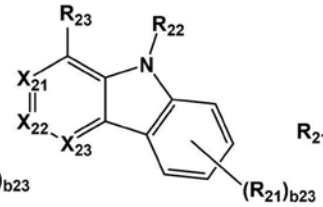
[0075]



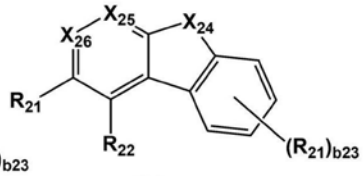
2-6



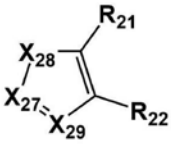
2-7



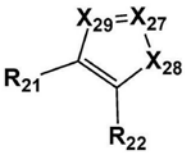
2-8



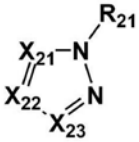
2-9



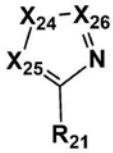
2-10



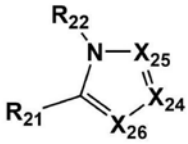
2-11



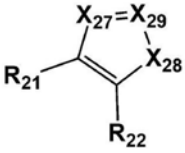
2-12



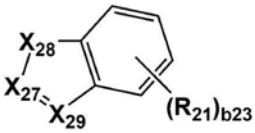
2-13



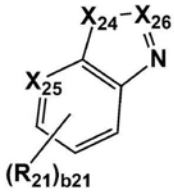
2-14



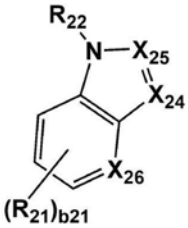
2-15



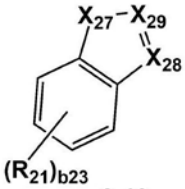
2-16

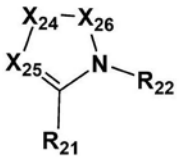


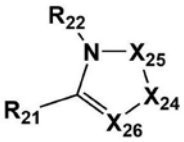
2-17

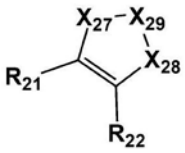


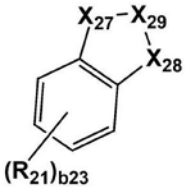
2-18

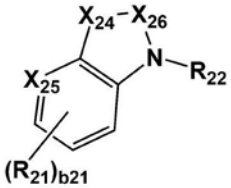

2-19

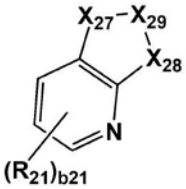

2-20

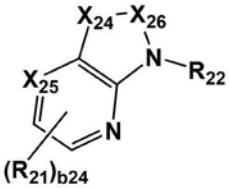

2-21

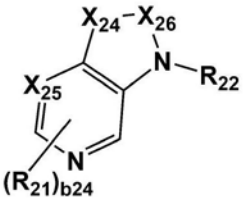

2-22

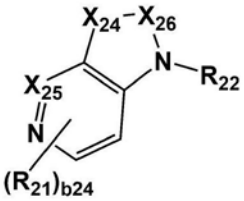

2-23

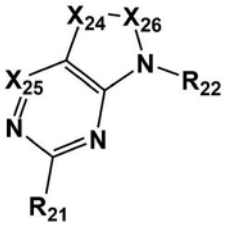

2-24

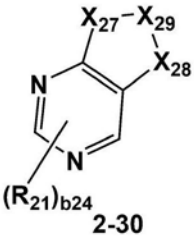

2-25


2-26

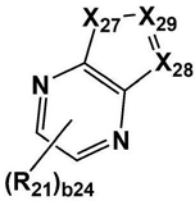

2-27

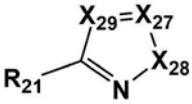

2-28

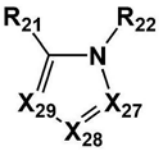

2-29

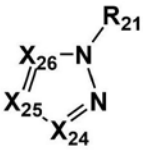

2-30

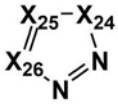
[0076]

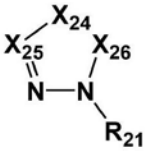

2-31

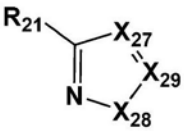

2-32

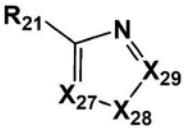

2-33

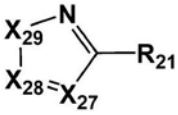

2-34

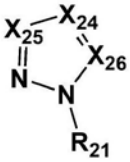

2-35

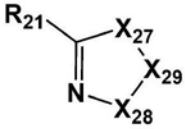

2-36

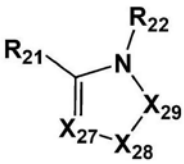

2-37

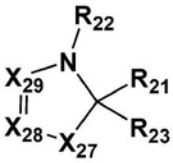

2-38


2-39


2-40


2-41


2-42


2-43

[0077] 在式2-1至式2-43中，

[0078] X_{21}至X_{23}可以各自独立地为C(R_{24})或C-*并且X_{21}至X_{23}中的至少两个可以为C-*，

[0079] X_{24}可以为N-*。

[0080] X_{25}和X_{26}可以各自独立地为C(R_{24})或C-*，并且X_{25}和X_{26}中的至少一个可以为C-*，

[0081] X_{27}和X_{28}可以各自独立地为N、N(R_{25})或N-*，并且X_{29}可以为C(R_{24})或C-*，其中i)X_{27}和X_{28}中的至少一个可以为N-*，并且X_{29}可以为C-*，或ii)X_{27}和X_{28}可以各自为N-*，并且X_{29}可

以为C(R_{24})，

[0082] R_{21}至R_{25}可以各自独立地与关于R_{10}所描述的相同，

[0083] b21可以为1、2或3，

[0084] b22可以为1、2、3、4或5，

[0085] b23可以为1、2、3或4，

[0086] b24可以为1或2，和

[0087] *表示与相邻原子的连接位点。

[0088] 在示例性实施方案中，在式1中，A_{30}和A_{40}可以各自独立地为由式2-1至式2-9中的一个表示的基团。

[0089] 在示例性实施方案中，在式1中，A_{30}和A_{40}可以各自独立地为苯基团、吡啶基团、嘧啶基团或三嗪基团。

[0090] 在式1中，T_{11}至T_{14}可以各自独立地为单键、*-O-*'或*-S-*'。

[0091] 在示例性实施方案中，在式1中，T_{11}至T_{14}中的每一个可以为单键；

[0092] T_{11}可以为O或S，并且T_{12}至T_{14}可以各自为单键；

[0093] T_{12}可以为O或S，并且T_{11}、T_{13}和T_{14}可以各自为单键；

[0094] T_{13}可以为O或S，并且T_{11}、T_{12}和T_{14}可以各自为单键；或

[0095] T_{14}可以为O或S，并且T_{11}、T_{12}和T_{13}可以各自为单键。

[0096] 例如，在式1中，T_{11}至T_{14}中的每一个可以各自为单键。

[0097] 在示例性实施方案中，Y_{10}和T_{11}之间的键或Y_{10}和M_{11}之间的键可以为配位键。

[0098] 在示例性实施方案中，Y_{20}和T_{12}之间的键或Y_{20}和M_{11}之间的键可以为配位键。

[0099] 在示例性实施方案中，Y_{30}和T_{13}之间的键或Y_{30}和M_{11}之间的键可以为配位键。

[0100] 在示例性实施方案中，Y_{40}和T_{14}之间的键或Y_{40}和M_{11}之间的键可以为配位键。

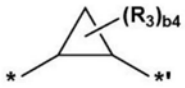
[0101] 在式1中，L_{11}可以为取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团、*-O-*'、*-S-*'、*-C(R_1)(R_2)-*'、*-C(R_1)=*'、*=C(R_1)-*'、*-C(R_1)=C(R_2)-*'、*-C(=O)-*'、*-C(=S)-*'、*-C≡C-*'、*-B(R_1)-*'、*-N(R_1)-*'、*-P(R_1)-*'、*-Si(R_1)(R_2)-*'、*-P(R_1)(R_2)-*'或*-Ge(R_1)(R_2)-*'，a11可以为1、2、3、4或5，并且a11数量的L_{11}中的至少一个可以为取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团。

[0102] 在示例性实施方案中，a11数量的L_{11}中的至少一个可以为：

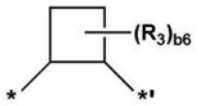
[0103] 亚环丙基、亚环丁基、亚环戊基、亚环己基、亚环庚基、亚环辛基、亚环壬基或亚环癸基；或

[0104] 各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_2-C_{20}烯基基团、C_2-C_{20}炔基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、菲基基团、蒽基基团、三苯基基团、吡啶基基团、嘧啶基基团、咔唑基基团、三嗪基基团、二苯并呋喃基基团或二苯并噻吩基基团取代的亚环丙基、亚环丁基、亚环戊基、亚环己基、亚环庚基、亚环辛基、亚环壬基或亚环癸基。

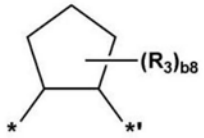
[0105] 在示例性实施方案中，a11数量的L_{11}中的至少一个可以为由式3-1至式3-5中的一个表示的基团：



3-1

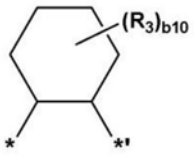


3-2

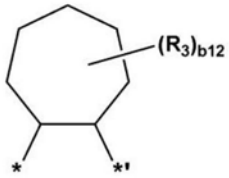


3-3

[0106]



3-4



3-5

。

[0107] 在式3-1至式3-5中，

[0108] R_3可以为氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_2-C_{20}烯基基团、C_2-C_{20}炔基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、菲基基团、蒽基基团、三苯基基团、吡啶基基团、嘧啶基基团、咔唑基基团、三嗪基基团、二苯并呋喃基基团或二苯并噻吩基基团，

[0109] b4可以为1至4的整数，

[0110] b6可以为1至6的整数，

[0111] b8可以为1至8的整数，

[0112] b10可以为1至10的整数，

[0113] b12可以为1至12的整数，以及

[0114] *和*'各自表示与相邻原子的连接位点。

[0115] 在示例性实施方案中，a11可以为1，并且

[0116] L_{11}可以为：

[0117] 亚环丙基、亚环丁基、亚环戊基、亚环己基、亚环庚基、亚环辛基、亚环壬基或亚环癸基；或

[0118] 各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_2-C_{20}烯基基团、C_2-C_{20}炔基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、菲基基团、蒽基基团、三苯基基团、吡啶基基团、嘧啶基基团、咔唑基基团、三嗪基基团、二苯并呋喃基基团或二苯并噻吩基基团取代的亚环丙基、亚环丁基、亚环戊基、亚环己基、亚环庚基、亚环辛基、亚环壬基或亚环癸基。

[0119] 在示例性实施方案中，a11可以为1，并且L_{11}可以为由式3-1至式3-5中的一个表示的基团。

[0120] 在式1中，L_{12}至L_{14}可以各自独立地为单键、*-O-*'、*-S-*'、*-C(R_1)(R_2)-*'、*-C(R_1)=*'、*=C(R_1)-*'、*-C(R_1)=C(R_2)-*'、*-C(=O)-*'、*-C(=S)-*'、*-C≡C-*'、*-B(R_1)-*'、*-N(R_1)-*'、*-P(R_1)-*'、*-Si(R_1)(R_2)-*'、*-P(R_1)(R_2)-*'或*-Ge(R_1)(R_2)-*'。

[0121] 在示例性实施方案中，L_{12}至L_{14}可以各自独立地为单键、*-O-*'、*-S-*'、*-N

(R_1)-*'、*-C(R_1) (R_2)-*'、*-Si(R_1) (R_2)-*'或*-B(R_1)-*'。

[0122] 在示例性实施方案中，在式1中，L_{12}可以为*-C(R_1) (R_2)-*'或*-Si(R_1) (R_2)-*'，并且R_1和R_2可以连接以形成取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团，

[0123] L_{12}可以为*-C(R_1) (R_2)-*'或*-Si(R_1) (R_2)-*'，并且R_1和R_2可以连接以形成取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团，或

[0124] L_{14}可以为*-N(R_1)-*'、*-C(R_1) (R_2)-*'或*-Si(R_1) (R_2)-*'，并且R_1和R_2可以连接以形成取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团。

[0125] 在示例性实施方案中，在式1中，L_{12}可以为*-N(R_1)-*'、*-C(R_1) (R_2)-*'或*-Si(R_1) (R_2)-*'，并且R_1和R_{20}可以连接以形成取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团，

[0126] L_{12}可以为*-N(R_1)-*'、*-C(R_1) (R_2)-*'或*-Si(R_1) (R_2)-*'，并且R_1和R_{20}、或R_1和R_{30}可以连接以形成取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团，或

[0127] L_{14}可以为*-N(R_1)-*'、*-C(R_1) (R_2)-*'或*-Si(R_1) (R_2)-*'，并且R_1和R_{40}可以连接以形成取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团。

[0128] 在示例性实施方案中，在式1中，L_{12}和L_{14}可以各自为单键，以及

[0129] L_{13}可以为*-O-*'、*-S-*'、*-N(R_1)-*'、*-C(R_1) (R_2)-*'、*-Si(R_1) (R_2)-*'或*-B(R_1)-*'。

[0130] 在式1中，a12、a13和a14可以各自独立地为0、1、2、3、4或5。当a12为0时，A_{20}和A_{30}可以不连接，当a13为0时，A_{30}和A_{40}可以不连接，以及当a14为0时，A_{30}和A_{40}可以不连接。

[0131] 在示例性实施方案中，a12、a13和a14可以各自独立地为1、2或3。

[0132] 在式1中，R_1、R_2、R_{10}、R_{20}、R_{30}和R_{40}可以各自独立地为氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、肼基基团、肼基基团、腙基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}烷基基团、取代或未取代的C_2-C_{60}烯基基团、取代或未取代的C_2-C_{60}炔基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}烷氧基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳氧基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳硫基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳氧基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳硫基基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合多环基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合杂多环基团、-Si(Q_1) (Q_2) (Q_3)、-B(Q_1) (Q_2)、-N(Q_1) (Q_2)、-P(Q_1) (Q_2)、-C(=O) (Q_1)、-S(=O) (Q_1)、-S$(=O)_2$ (Q_1)、-P(=O) (Q_1) (Q_2)或-P(=S) (Q_1) (Q_2)，

[0133] R_1和R_{10}、R_1和R_{20}、R_1和R_{30}、或R_1和R_{40}可以连接以形成取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团，

[0134] b10、b20、b30和b40可以各自独立地为1、2、3、4、5、6、7或8，和

[0135] Q_1至Q_3可以各自独立地为氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、肼基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{60}烷基基团、C_2-C_{60}烯基基团、C_2-C_{60}炔基基团、C_1-C_{60}烷氧基基团、C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团、C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、C_1-C_{60}杂芳氧基基团、C_1-C_{60}杂芳硫基基团、单价非芳香族稠合多环基团、单价非芳香族稠合杂多环基团、联苯

基基团或三联苯基基团。

[0136] 在示例性实施方案中，R_1、R_2、R_{10}、R_{20}、R_{30}和R_{40}可以各自独立地为：

[0137] 氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、氰基基团、C_1-C_{20}烷基基团或C_1-C_{20}烷氧基基团；

[0138] 各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、氰基基团、苯基基团或联苯基基团取代的C_1-C_{20}烷基基团或C_1-C_{20}烷氧基基团；

[0139] 环戊基基团、环己基基团、环庚基基团、环戊烯基基团、环己烯基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、戊搭烯基基团、茚基基团、萘基基团、甘菊环基基团、引达省基基团、苊基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、非那烯基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、苝基基团、并五苯基基团、吡咯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、噻咯基基团、咪唑基基团、吡唑基基团、噻唑基基团、异噻唑基基团、噁唑基基团、异噁唑基基团、吡啶基基团、吡嗪基基团、嘧啶基基团、哒嗪基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、吲唑基基团、嘌呤基基团、喹啉基基团、异喹啉基基团、苯并喹啉基基团、苯并异喹啉基基团、酞嗪基基团、萘啶基基团、喹喔啉基基团、苯并喹喔啉基基团、喹唑啉基基团、苯并喹唑啉基基团、噌啉基基团、菲啶基基团、吖啶基基团、菲咯啉基基团、吩嗪基基团、苯并咪唑基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、苯并噻咯基基团、苯并噻唑基基团、苯并异噻唑基基团、苯并噁唑基基团、苯并异噁唑基基团、三唑基基团、四唑基基团、噻二唑基基团、噁二唑基基团、三嗪基基团、咔唑基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、二苯并噻咯基基团、苯并咔唑基基团、萘并苯并呋喃基基团、萘并苯并噻吩基基团、萘并苯并噻咯基基团、二苯并咔唑基基团、二萘并呋喃基基团、二萘并噻吩基基团、二萘并噻咯基基团、咪唑并吡啶基基团、咪唑并嘧啶基基团、噁唑并吡啶基基团、噻唑并吡啶基基团、苯并萘啶基基团、氮杂芴基基团、氮杂螺-二芴基基团、氮杂咔唑基基团、氮杂二苯并呋喃基基团、氮杂二苯并噻吩基基团、氮杂二苯并噻咯基基团、茚并吡咯基基团、吲哚并吡咯基基团、茚并咔唑基基团或吲哚并咔唑基基团；

[0140] 各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、氰基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、环戊基基团、环己基基团、环庚基基团、环戊烯基基团、环己烯基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、戊搭烯基基团、茚基基团、萘基基团、甘菊环基基团、引达省基基团、苊基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、非那烯基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、苝基基团、并五苯基基团、吡咯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、噻咯基基团、咪唑基基团、吡唑基基团、噻唑基基团、异噻唑基基团、噁唑基基团、异噁唑基基团、吡啶基基团、吡嗪基基团、嘧啶基基团、哒嗪基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、吲唑基基团、嘌呤基基团、喹啉基基团、异喹啉基基团、苯并喹啉基基团、苯并异喹啉基基团、酞嗪基基团、萘啶基基团、喹喔啉基基团、苯并喹喔啉基基团、喹唑啉基基团、苯并喹唑啉基基团、噌啉基基团、菲啶基基团、吖啶基基团、菲咯啉基基团、吩嗪基基团、苯并咪唑基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、苯并噻咯基基团、苯并噻唑基基团、苯并异噻唑基基团、苯并噁唑基基团、苯并异噁唑基基团、三唑基基团、四唑基基团、噻二唑基基团、噁二唑基基团、三嗪基基团、咔唑基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、二苯并噻咯基基团、苯并咔唑基基团、萘并苯并呋喃基基团、萘并苯并噻吩基基团、萘并苯并噻咯基基团、二苯并咔唑基基团、二萘并呋喃基基团、二萘并噻吩基基团、二萘并噻咯基基团、咪唑并吡啶基基团、咪唑并嘧啶基基团、噁唑并吡啶基基团、噻唑并吡啶基

基团、苯并萘啶基基团、氮杂芴基基团、氮杂螺-二芴基基团、氮杂咔唑基基团、氮杂二苯并呋喃基基团、氮杂二苯并噻吩基基团、氮杂二苯并噻咯基基团、茚并吡咯基基团、吲哚并吡咯基基团、茚并咔唑基基团、吲哚并咔唑基基团、-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})、-N(Q_{31})(Q_{32})、-B(Q_{31})(Q_{32})、-C(=O)(Q_{31})、-S(=O)(Q_{31})、-S(=O)$_2$(Q_{31})、-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})或-P(=S)(Q_{31})(Q_{32})取代的环戊基基团、环己基基团、环庚基基团、环戊烯基基团、环己烯基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、戊搭烯基基团、茚基基团、萘基基团、甘菊环基基团、引达省基基团、苊基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、非那烯基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、苝基基团、并五苯基基团、吡咯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、噻咯基基团、咪唑基基团、吡唑基基团、噻唑基基团、异噻唑基基团、噁唑基基团、异噁唑基基团、吡啶基基团、吡嗪基基团、嘧啶基基团、哒嗪基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、吲唑基基团、嘌呤基基团、喹啉基基团、异喹啉基基团、苯并喹啉基基团、苯并异喹啉基基团、酞嗪基基团、萘啶基基团、喹喔啉基基团、苯并喹喔啉基基团、喹唑啉基基团、苯并喹唑啉基基团、噌啉基基团、菲啶基基团、吖啶基基团、菲咯啉基基团、吩嗪基基团、苯并咪唑基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、苯并噻咯基基团、苯并噻唑基基团、苯并异噻唑基基团、苯并噁唑基基团、苯并异噁唑基基团、三唑基基团、四唑基基团、噻二唑基基团、噁二唑基基团、三嗪基基团、咔唑基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、二苯并噻咯基基团、苯并咔唑基基团、萘并苯并呋喃基基团、萘并苯并噻吩基基团、萘并苯并噻咯基基团、二苯并咔唑基基团、二萘并呋喃基基团、二萘并噻吩基基团、二萘并噻咯基基团、咪唑并吡啶基基团、咪唑并嘧啶基基团、噁唑并吡啶基基团、噻唑并吡啶基基团、苯并萘啶基基团、氮杂芴基基团、氮杂螺-二芴基基团、氮杂咔唑基基团、氮杂二苯并呋喃基基团、氮杂二苯并噻吩基基团、氮杂二苯并噻咯基基团、茚并吡咯基基团、吲哚并吡咯基基团、茚并咔唑基基团或吲哚并咔唑基基团;或

[0141] -Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)、-B(Q_1)(Q_2)、-N(Q_1)(Q_2)、-P(Q_1)(Q_2)、-C(=O)(Q_1)、-S(=O)(Q_1)、-S(=O)$_2$(Q_1)、-P(=O)(Q_1)(Q_2)或-P(=S)(Q_1)(Q_2),以及

[0142] Q_1至Q_3和Q_{31}至Q_{33}可以各自独立地为氢,氘,-F,-Cl、-Br,-I,羟基基团,氰基基团,硝基基团,脒基基团,肼基基团,腙基基团,C_1-C_{60}烷基基团,C_2-C_{60}烯基基团,C_2-C_{60}炔基基团,C_1-C_{60}烷氧基基团,C_3-C_{10}环烷基基团,C_1-C_{10}杂环烷基基团,C_3-C_{10}环烯基基团,C_1-C_{10}杂环烯基基团,C_6-C_{60}芳基基团,C_6-C_{60}芳氧基基团,C_6-C_{60}芳硫基基团,C_1-C_{60}杂芳基基团,C_1-C_{60}杂芳氧基基团,C_1-C_{60}杂芳硫基基团,单价非芳香族稠合多环基团,单价非芳香族稠合杂多环基团,被选自氘、-F或氰基基团取代的C_1-C_{60}烷基基团,被氘、-F或氰基基团取代的C_6-C_{60}芳基基团,联苯基基团或三联苯基基团。

[0143] 在示例性实施方案中,R_1、R_2、R_{10}、R_{20}、R_{30}和R_{40}可以各自独立地为:

[0144] 氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、氰基基团、C_1-C_{20}烷基基团或C_1-C_{20}烷氧基基团;

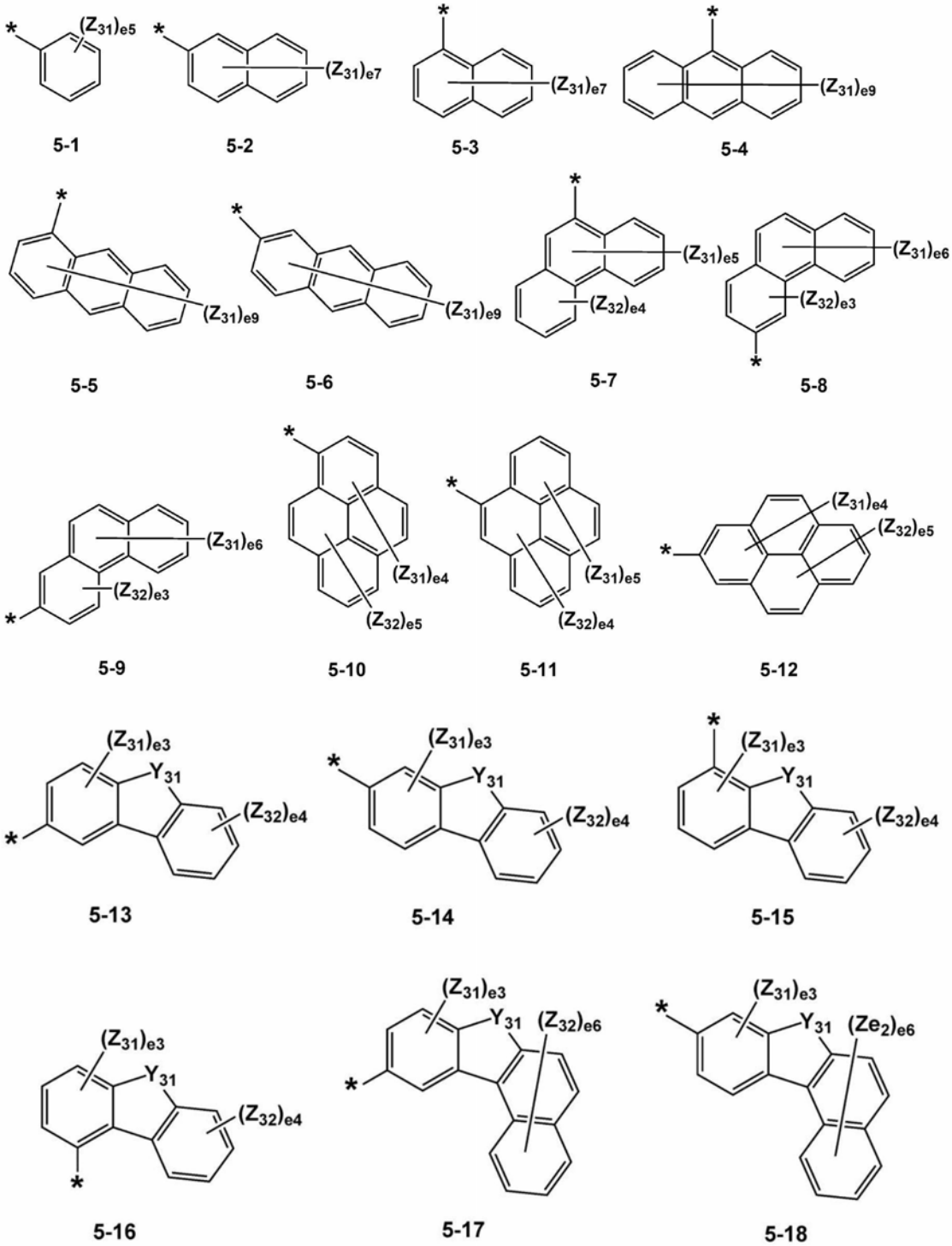
[0145] 各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、氰基基团、苯基基团或联苯基基团取代的C_1-C_{20}烷基基团或C_1-C_{20}烷氧基基团;

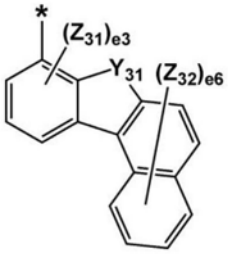
[0146] 由式5-1至式5-25中的一个表示的基团;或

[0147] 由式6-1至式6-55中的一个表示的基团,和

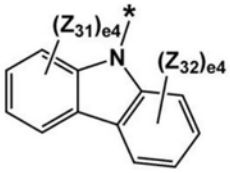
[0148] R_1和R_2可以连接以形成环戊烷基团、环己烷基团、苯基团、萘基团或芴基团,

[0149]

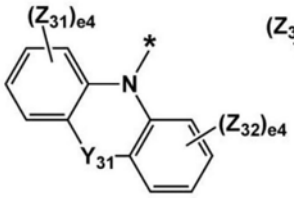




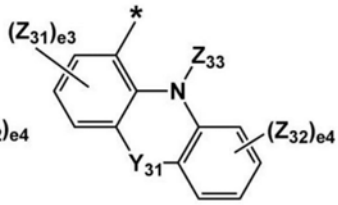
5-19



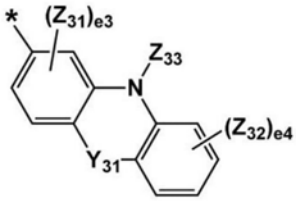
5-20



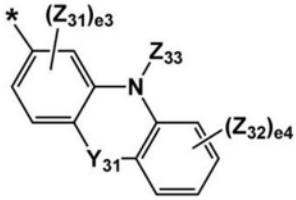
5-21



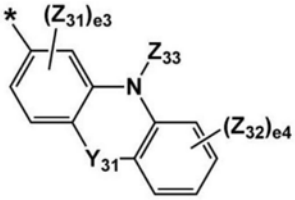
5-22



5-23

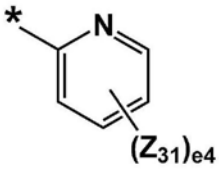


5-24

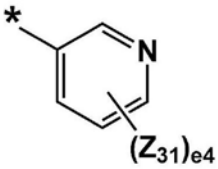


5-25

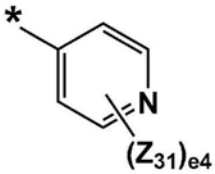
[0150]



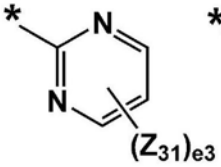
6-1



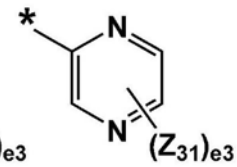
6-2



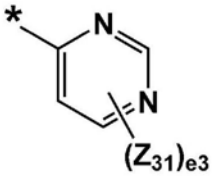
6-3



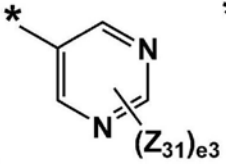
6-4



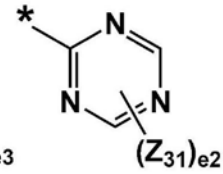
6-5



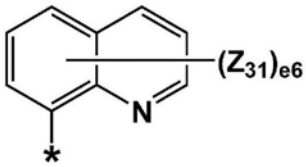
6-6



6-7

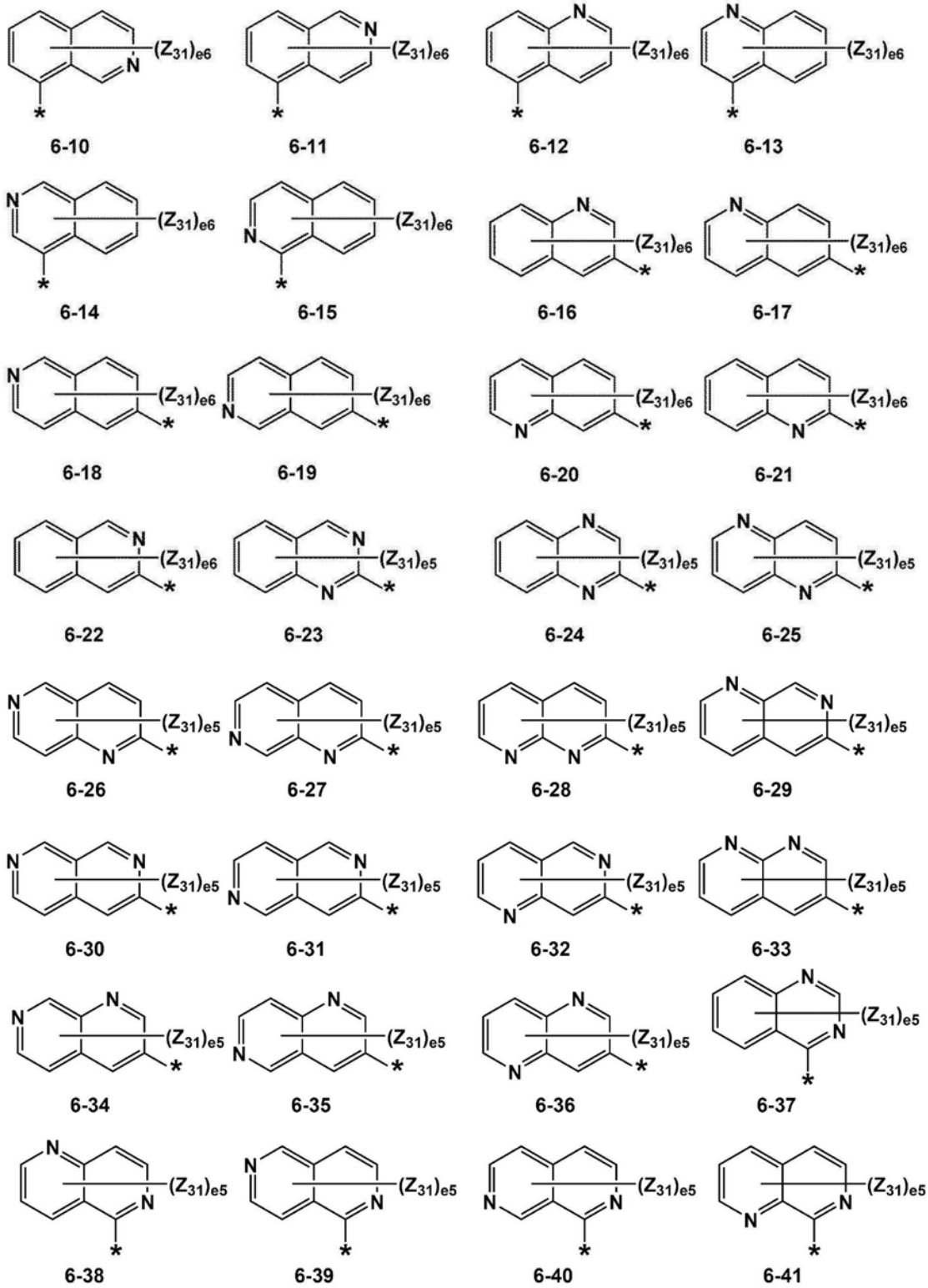


6-8

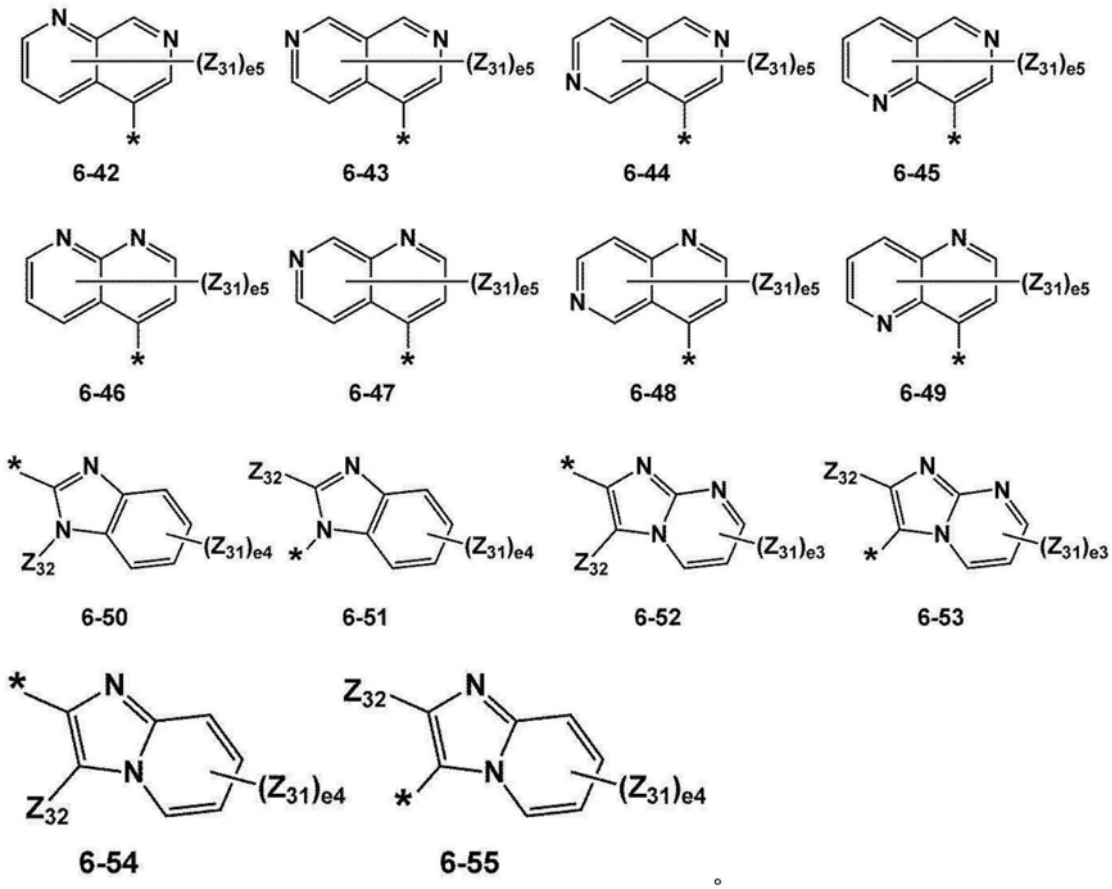


6-9

[0151]


6-10
6-11
6-12
6-13
6-14
6-15
6-16
6-17
6-18
6-19
6-20
6-21
6-22
6-23
6-24
6-25
6-26
6-27
6-28
6-29
6-30
6-31
6-32
6-33
6-34
6-35
6-36
6-37
6-38
6-39
6-40
6-41

[0152]



[0153] 在式5-1至式5-25和式6-1至式6-55中，

[0154] Y_{31}可以为O、S、C(Z_{34})(Z_{35})、N(Z_{34})或Si(Z_{34})(Z_{35})，

[0155] Z_{31}至Z_{35}可以各自独立地为氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_2-C_{20}烯基基团、C_2-C_{20}炔基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、菲基基团、蒽基基团、三苯基基团、吡啶基基团、嘧啶基基团、咔唑基基团或三嗪基基团，

[0156] e2可以为1或2，

[0157] e3可以为1至3的整数，

[0158] e4可以为1至4的整数，

[0159] e5可以为1至5的整数，

[0160] e6可以为1至6的整数，

[0161] e7可以为1至7的整数，

[0162] e9可以为1至9的整数，以及

[0163] *表示与相邻原子的连接位点。

[0164] 在示例性实施方案中，R_1、R_2、R_{10}、R_{20}、R_{30}和R_{40}可以各自独立地为：

[0165] 氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、氰基基团、C_1-C_{20}烷基基团或C_1-C_{20}烷氧基基团；

[0166] 各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、氰基基团、苯基基团或联苯基基团取代的C_1-C_{20}烷基基团或C_1-C_{20}烷氧基基团；

[0167] 苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、戊搭烯基基团、茚基基团、萘基基团、甘菊环基基团、引达省基基团、苊基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基

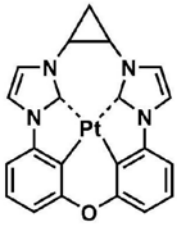
基团、咔唑基基团、吖啶基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团或二苯并咔唑基基团;或

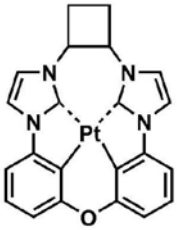
[0168] 各自被氘、-F、-Cl、-Br、-I、氰基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团或联苯基基团取代的苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、戊搭烯基基团、茚基基团、萘基基团、甘菊环基基团、引达省基基团、苊基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、咔唑基基团、吖啶基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团或二苯并咔唑基基团,以及

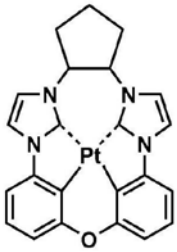
[0169] R_1和R_2可以连接以形成环戊烷基团、环己烷基团或芴基团。

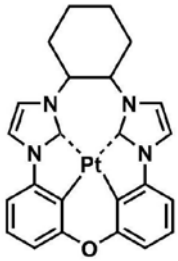
[0170] 在示例性实施方案中,所述有机金属化合物可以为化合物1至化合物40中的一个:

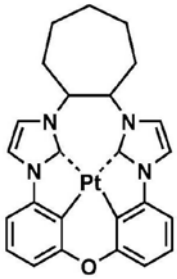
[0171]

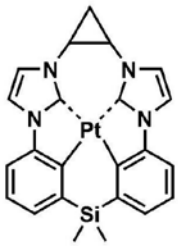

1

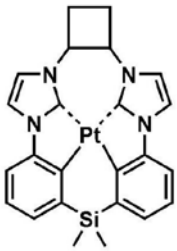

2

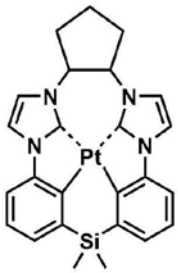

3

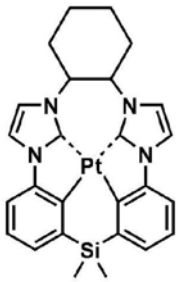

4

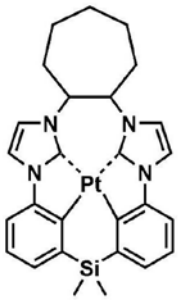

5

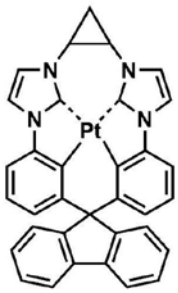

6

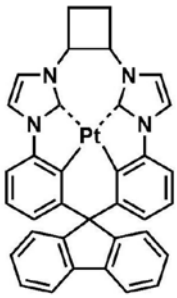

7

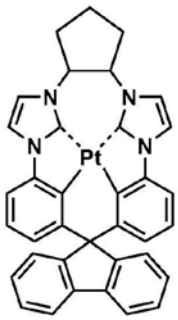

8

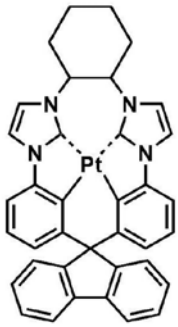

9

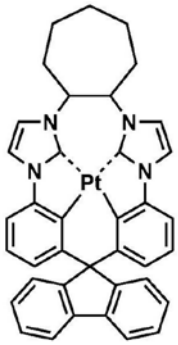

10

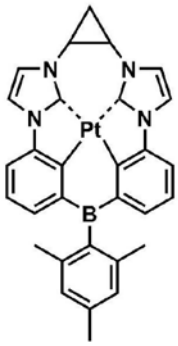

11

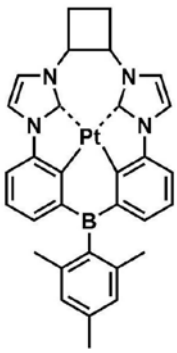

12

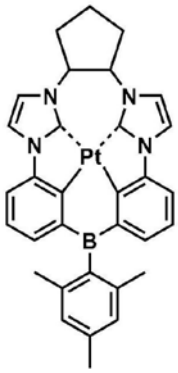

13

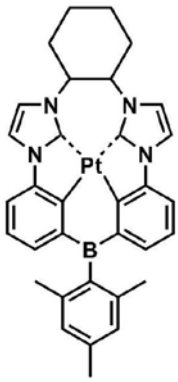

14

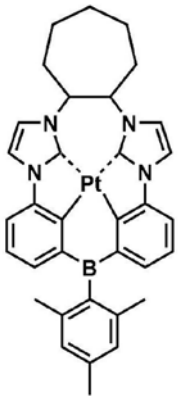

15

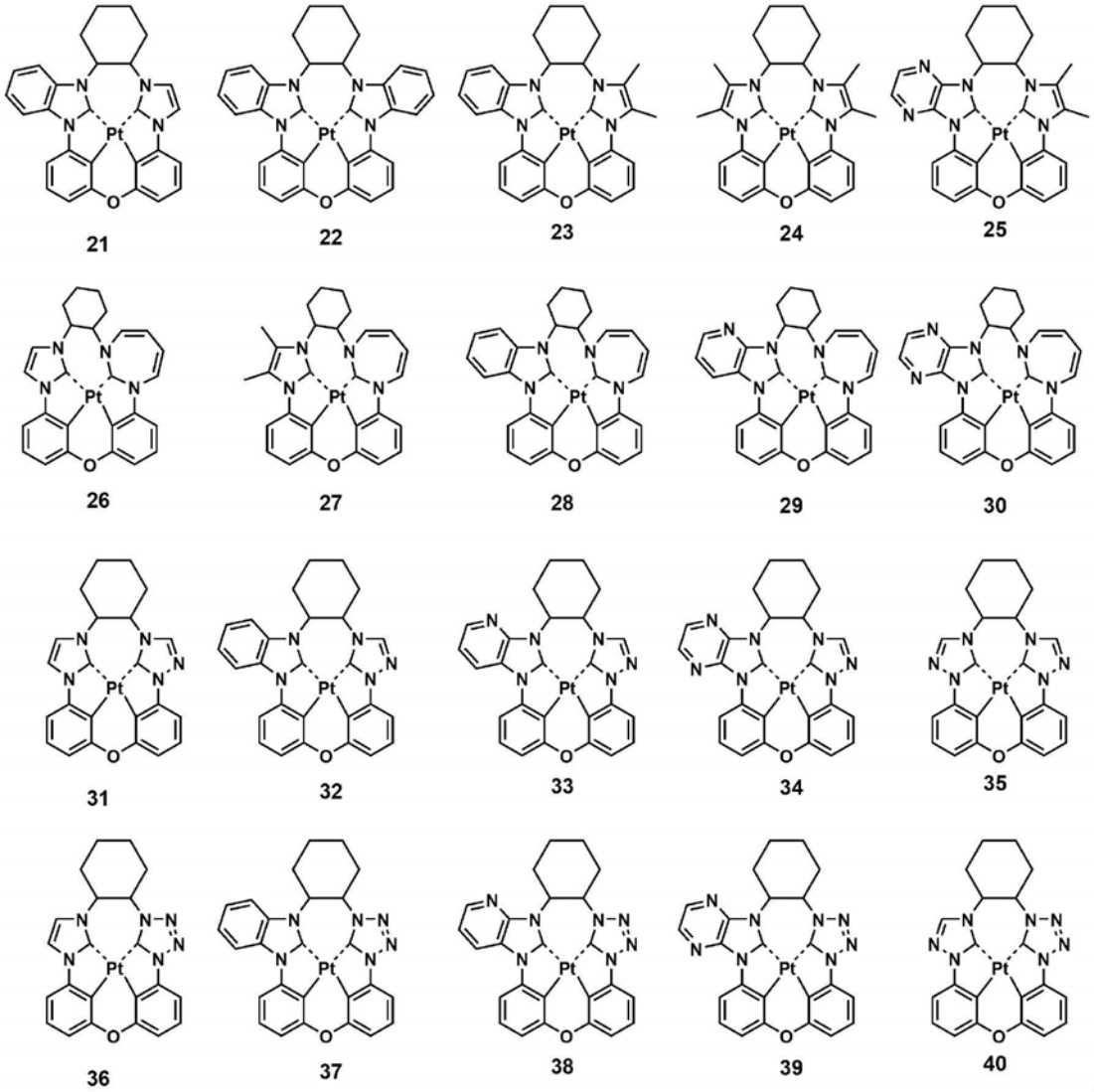

16


17


18


19


20



[0172]

[0173] 在示例性实施方案中，由式1表示的有机金属化合物具有其中a11数量的L_{11}中的至少一个为取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团的结构。不受理论束缚，据信，由于亚环烷基基团位于平面(其中包含金属M_{11}和环A_{11}至A_{14})外以形成三维结构，可以抑制与其他分子的相互作用，并且可以抑制激基缔合物和激基复合物的形成。因此，当将根据本示例性实施方案的由式1表示的有机金属化合物应用至有机发光装置时，其可以有利于能量转移，发光效率可以是高的，可以实现高的色彩纯度，以及可以提高寿命特性。

[0174] 此外，当由式1表示的有机金属化合物中的环A_{10}为碳烯时，由于强的σ授键和反馈π键效应可以提供高的色彩纯度和优异的寿命特性。

[0175] 在示例性实施方案中，由式1表示的有机金属化合物包含提供刚性结构的部分。因此，包含该有机金属化合物的有机发光装置可以具有高的耐久性和长的寿命。

[0176] 有机金属化合物可以发射蓝光。例如，有机金属化合物可以发射具有约440nm至约500nm的最大发射波长(例如约460nm至约495nm的最大发射波长)的蓝光(底部发射$CIE_{x,y}$颜色坐标0.135，0.15至0.30)。因此，由式1表示的有机金属化合物可以有用地用来制造发射蓝光的有机发光装置。

[0177] 通过参考以下实施例，由式1表示的有机金属化合物的合成方法对于本领域技术

人员而言将会是显而易见的。

[0178] 可以在有机发光装置的一对电极之间使用至少一种式1的有机金属化合物。例如，有机金属化合物可以包含在发射层中。有机金属化合物可以用作发射层中的掺杂剂。

[0179] 根据示例性实施方案，有机发光装置包括第一电极、面向所述第一电极的第二电极，以及在所述第一电极与所述第二电极之间的有机层。所述有机层可包括发射层。所述有机层可包含至少一种由式1表示的有机金属化合物。

[0180] 本文使用的表述“(有机层)包含至少一种有机金属化合物”可以包括其中“(有机层)包含相同的由式1表示的有机金属化合物”的情况和其中“(有机层)包含两种或多于两种的不同的由式1表示的有机金属化合物”的情况。

[0181] 例如，有机层可以仅包含化合物1作为有机金属化合物。对此，化合物1可以仅存在于有机发光装置的发射层中。在示例性实施方案中，有机层可以包含化合物1和化合物2作为有机金属化合物。对此，化合物1和化合物2可以存在于相同的层中(例如，化合物1和化合物2可以均存在于发射层中)、或者不同的层中(例如，化合物1可以存在于发射层中，并且化合物2可以存在于电子传输区中)。

[0182] 在示例性实施方案中，

[0183] 有机发光装置的第一电极可以为阳极，

[0184] 有机发光装置的第二电极可以为阴极，

[0185] 所述有机层可以进一步包括在所述第一电极与所述发射层之间的空穴传输区以及在所述发射层与所述第二电极之间的电子传输区，

[0186] 所述空穴传输区可以包括空穴注入层、空穴传输层、发射辅助层、电子阻挡层或其组合，以及

[0187] 所述电子传输区可以包括空穴阻挡层、电子传输层、电子注入层或其组合。

[0188] 如本文所使用，术语“有机层”是指布置在有机发光装置的第一电极与第二电极之间的单个层和/或多个层。“有机层”中包含的材料不限于有机材料。

[0189] 在示例性实施方案中，发射层可以包含由式1表示的有机金属化合物，并且可以进一步包含主体，其中发射层中的主体的量可以大于发射层中的有机金属化合物的量。

[0190] 在示例性实施方案中，发射层可以进一步包含主体，并且主体可以包含含甲硅烷基的化合物、含氧化膦的化合物或其组合。

[0191] 在示例性实施方案中，空穴传输区可以包括电子阻挡层，并且电子阻挡层可以包含有机金属化合物；或

[0192] 电子传输区可以包括空穴阻挡层，并且空穴阻挡层可以包含有机金属化合物。

[0193] 在示例性实施方案中，空穴传输区可以包含具有约-3.5eV或小于-3.5eV的最低未占分子轨道(LUMO)能级的p-掺杂剂。

[0194] 在示例性实施方案中，电子传输区可以包括空穴阻挡层，并且空穴阻挡层可以直接接触发射层，并且空穴阻挡层可以包含含氧化膦的化合物或含甲硅烷基的化合物。

[0195] 图1的描述

[0196] 图1是根据一个示例性实施方案的有机发光装置10的示意性视图。有机发光装置10包括第一电极110、有机层150和第二电极190。

[0197] 在下文中，将结合图1描述根据实施方案的有机发光装置10的结构和制造有机发

光装置10的方法。

[0198] 第一电极110

[0199] 在图1中，衬底可以额外地布置于第一电极110下方或第二电极190上方。衬底可以是各自具有优异的机械强度、热稳定性、透明度、表面光滑度、操作简易性和耐水性的玻璃衬底或塑料衬底。

[0200] 可以通过在衬底上沉积或溅射用于形成第一电极110的材料来形成第一电极110。当第一电极110是阳极时，用于第一电极的材料可以选自具有高功函的材料以促进空穴注入。

[0201] 第一电极110可以是反射电极、半透射电极或透射电极。当第一电极110是透射电极时，用于形成第一电极的材料可以选自氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)、氧化锡(SnO_2)、氧化锌(ZnO)及其组合。在示例性实施方案中，当第一电极110是半透射电极或反射电极时，用于形成第一电极的材料可以选自镁(Mg)、银(Ag)、铝(Al)、铝-锂(Al-Li)、钙(Ca)、镁-铟(Mg-In)、镁-银(Mg-Ag)及其组合。

[0202] 第一电极110可以具有单层结构、或包括两层或多于两层的多层结构。例如，第一电极110可以具有ITO/Ag/ITO的三层结构。

[0203] 有机层150

[0204] 有机层150布置在第一电极110上。有机层150可以包括发射层。

[0205] 有机层150可以进一步包括在第一电极110与发射层之间的空穴传输区以及在发射层与第二电极190之间的电子传输区。

[0206] 有机层150中的空穴传输区

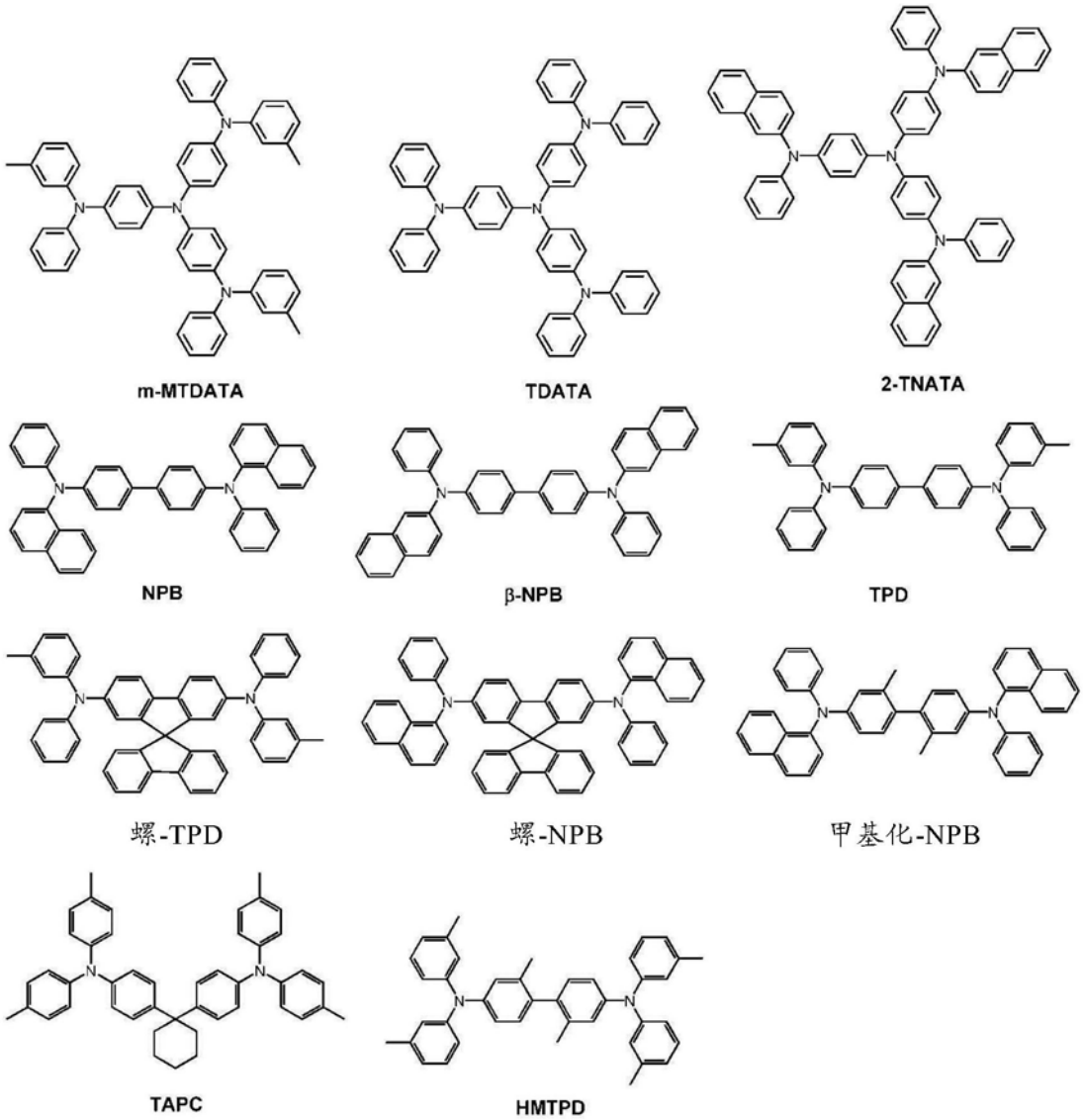
[0207] 空穴传输区可以具有i)包括含单一材料的单个层的单层结构，ii)包括含多种不同材料的单个层的单层结构，或iii)具有含多种不同材料的多个层的多层结构。

[0208] 空穴传输区可以包括选自空穴注入层、空穴传输层、发射辅助层和电子阻挡层中的至少一层。

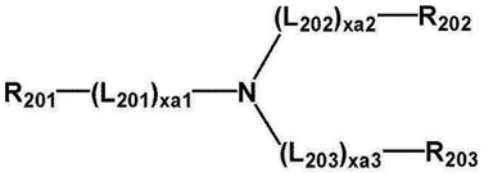
[0209] 例如，空穴传输区可以具有包括含多种不同材料的单个层的单层结构、或多层结构，所述多层结构具有空穴注入层/空穴传输层结构、空穴注入层/空穴传输层/发射辅助层结构、空穴注入层/发射辅助层结构、空穴传输层/发射辅助层结构、或空穴注入层/空穴传输层/电子阻挡层结构，其中对于各结构，构成层可以以这种规定的顺序从第一电极110依次堆叠。

[0210] 空穴传输区可以包含选自m-MTDATA、TDATA、2-TNATA、NPB(NPD)、β-NPB、TPD、螺-TPD、螺-NPB、甲基化NPB、TAPC、HMTPD、4,4',4″-三(N-咔唑基)三苯胺(TCTA)、聚苯胺/十二烷基苯磺酸(PANI/DBSA)、聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩)/聚(4-苯乙烯磺酸酯)(PEDOT/PSS)、聚苯胺/樟脑磺酸(PANI/CSA)、聚苯胺/聚(4-苯乙烯磺酸酯)(PANI/PSS)、由式201表示的化合物和由式202表示的化合物中的至少一种：

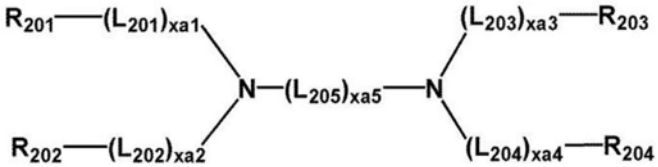
[0211]



[0212] 〈式201〉

[0213] 

[0214] 〈式202〉

[0215] 

[0216] 在式201和式202中，

[0217] L_{201}至L_{204}可以各自独立地选自取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}亚杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}亚杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}亚芳基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}亚杂芳基基团、取代或未取代的二价非芳香族稠合多环基团和取代或未取代的二价非芳香族稠合杂多环基

团，

[0218] L_{205}可以选自*-O-*'、*-S-*'、*-N(Q_{201})-*'、取代或未取代的C_1-C_{20}亚烷基基团、取代或未取代的C_2-C_{20}亚烯基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}亚杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}亚杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}亚芳基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}亚杂芳基基团、取代或未取代的二价非芳香族稠合多环基团和取代或未取代的二价非芳香族稠合杂多环基团，

[0219] xa1至xa4可以各自独立地为0至3的整数，

[0220] xa5可以为1至10的整数，以及

[0221] R_{201}至R_{204}和Q_{201}可以各自独立地选自取代或未取代的C_3-C_{10}环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳氧基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳硫基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳基基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合多环基团和取代或未取代的单价非芳香族稠合杂多环基团。

[0222] 例如，在式202中，R_{201}和R_{202}可以经由单键、二甲基-亚甲基基团或二苯基-亚甲基基团连接，以及R_{203}和R_{204}可以经由单键、二甲基-亚甲基基团或二苯基-亚甲基基团连接。

[0223] 在示例性实施方案中，在式201和式202中，

[0224] L_{201}至L_{205}可以各自独立地选自：

[0225] 亚苯基基团、亚戊搭烯基基团、亚茚基基团、亚萘基基团、亚甘菊环基基团、亚庚搭烯基基团、亚引达省基基团、亚苊基基团、亚芴基基团、螺-亚二芴基基团、亚苯并芴基基团、亚二苯并芴基基团、亚非那烯基基团、亚菲基基团、亚蒽基基团、亚荧蒽基基团、亚苯并菲基基团、亚芘基基团、亚䓛基基团、亚并四苯基基团、亚芘基基团、亚苝基基团、亚五苯基基团、亚并六苯基基团、亚并五苯基基团、亚玉红省基基团、亚蔻基基团、亚卵苯基基团、亚噻吩基基团、亚呋喃基基团、亚咔唑基基团、亚吲哚基基团、亚异吲哚基基团、亚苯并呋喃基基团、亚苯并噻吩基基团、亚二苯并呋喃基基团、亚二苯并噻吩基基团、亚苯并咔唑基基团、亚二苯并咔唑基基团、亚二苯并噻咯基基团和亚吡啶基基团；以及

[0226] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、环戊基基团、环己基基团、环庚基基团、环戊烯基基团、环己烯基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、被C_1-C_{10}烷基基团取代的苯基基团、被-F取代的苯基基团、戊搭烯基基团、茚基基团、萘基基团、甘菊环基基团、庚搭烯基基团、引达省基基团、苊基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、非那烯基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、并四苯基基团、芘基基团、苝基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、玉红省基基团、蔻基基团、卵苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团、吡啶基基团、-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})和-N(Q_{31})(Q_{32})中的至少一个取代的亚苯基基团、亚戊搭烯基基团、亚茚基基团、亚萘基基团、亚甘菊环基基团、亚庚搭烯基基团、亚引达省基基团、亚苊基基团、亚芴基基团、螺-亚二芴基基团、亚苯并芴基基团、亚二苯并芴基基团、亚非那烯基基团、亚菲基基团、亚蒽基基团、亚

荧蒽基基团、亚苯并菲基基团、亚芘基基团、亚䓛基基团、亚并四苯基基团、亚芫基基团、亚苉基基团、亚五苯基基团、亚并六苯基基团、亚并五苯基基团、亚玉红省基基团、亚蔻基基团、亚卵苯基基团、亚噻吩基基团、亚呋喃基基团、亚咔唑基基团、亚吲哚基基团、亚异吲哚基基团、亚苯并呋喃基基团、亚苯并噻吩基基团、亚二苯并呋喃基基团、亚二苯并噻吩基基团、亚苯并咔唑基基团、亚二苯并咔唑基基团、亚二苯并噻咯基基团和亚吡啶基基团，以及

[0227] Q_{31}至Q_{33}可以各自独立地选自C_1-C_{10}烷基基团、C_1-C_{10}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团和萘基基团。

[0228] 在示例性实施方案中，xa1至xa4可以各自独立地为0、1或2。

[0229] 在示例性实施方案中，xa5可以为1、2、3或4。

[0230] 在示例性实施方案中，R_{201}至R_{204}和Q_{201}可以各自独立地选自：

[0231] 苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、戊搭烯基基团、茚基基团、萘基基团、甘菊环基基团、庚搭烯基基团、引达省基基团、苊基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、非那烯基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、并四苯基基团、芫基基团、苉基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、玉红省基基团、蔻基基团、卵苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团和吡啶基基团；和

[0232] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团，环戊基基团、环己基基团、环庚基基团、环戊烯基基团、环己烯基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、被C_1-C_{10}烷基基团取代的苯基基团、被-F取代的苯基基团、戊搭烯基基团、茚基基团、萘基基团、甘菊环基基团、庚搭烯基基团、引达省基基团、苊基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、非那烯基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、并四苯基基团、芫基基团、苉基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、玉红省基基团、蔻基基团、卵苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团、吡啶基基团、-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})和-N(Q_{31})(Q_{32})中的至少一个取代的苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、戊搭烯基基团、茚基基团、萘基基团、甘菊环基基团、庚搭烯基基团、引达省基基团、苊基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、非那烯基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、并四苯基基团、芫基基团、苉基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、玉红省基基团、蔻基基团、卵苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团和吡啶基基团，以及

[0233] Q_{31}至Q_{33}与以上描述的相同。

[0234] 在示例性实施方案中，在式201中，选自R_{201}至R_{203}中的至少一个可以各自独立地选自：

[0235] 芴基基团、螺-二芴基基团、咔唑基基团、二苯并呋喃基基团和二苯并噻吩基基团；和

[0236] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、环戊基基团、环己基基团、环庚基基团、环戊烯基基团、环己烯基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、被C_1-C_{10}烷基基团取代的苯基基团、被-F取代的苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、咔唑基基团、二苯并呋喃基基团和二苯并噻吩基基团中的至少一个取代的芴基基团、螺-二芴基基团、咔唑基基团、二苯并呋喃基基团和二苯并噻吩基基团。

[0237] 在示例性实施方案中，在式202中，i)R_{201}和R_{202}可以经由单键连接，和/或ii)R_{203}和R_{204}可以经由单键连接。

[0238] 在示例性实施方案中，在式202中，选自R_{201}至R_{204}中的至少一个可以各自独立地选自：

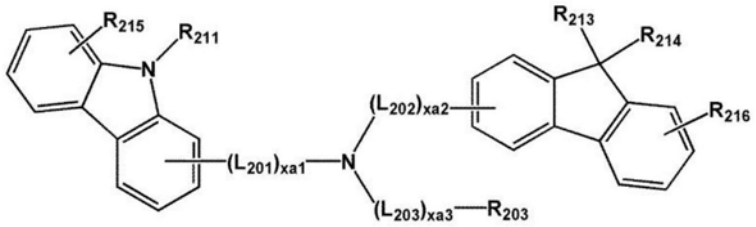
[0239] 咔唑基基团；和

[0240] 被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、环戊基基团、环己基基团、环庚基基团、环戊烯基基团、环己烯基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、被C_1-C_{10}烷基基团取代的苯基基团、被-F取代的苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、咔唑基基团、二苯并呋喃基基团和二苯并噻吩基基团中的至少一个取代的咔唑基基团。

[0241] 由式201表示的化合物可以由式201A表示：

[0242] <式201A>

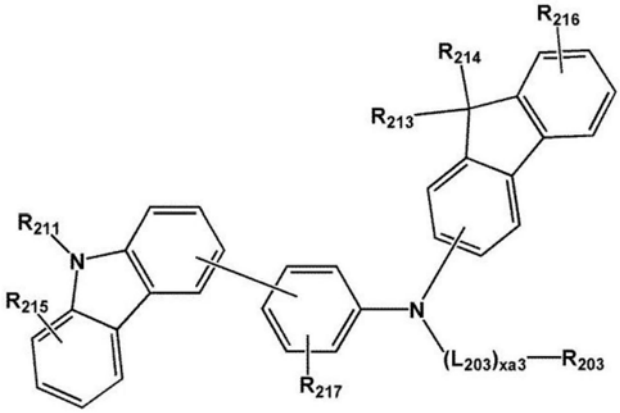
[0243]



[0244] 例如，由式201表示的化合物可以由式201A(1)表示：

[0245] <式201A(1)>

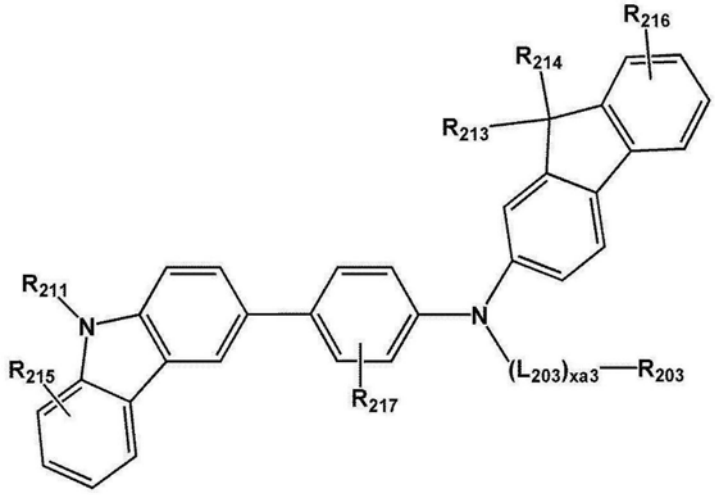
[0246]



[0247] 例如，由式201表示的化合物可以由式201A-1表示：

[0248] <式201A-1>

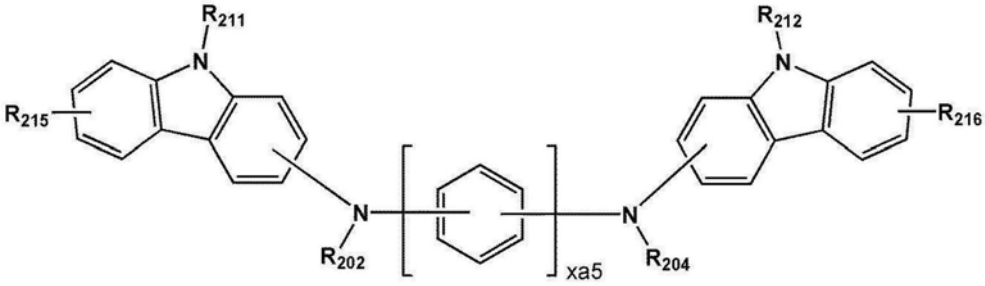
[0249]



[0250] 例如，由式202表示的化合物可以由式202A表示：

[0251] 〈式202A〉

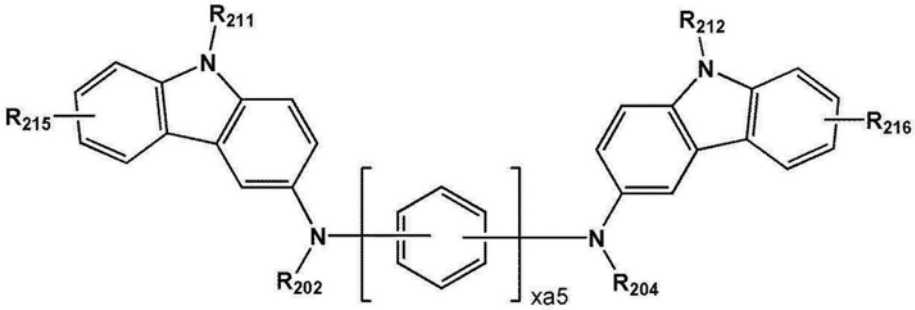
[0252]



[0253] 例如，由式202表示的化合物可以由式202A-1表示：

[0254] 〈式202A-1〉

[0255]



[0256] 在式201A、式201A(1)、式201A-1、式202A和式202A-1中，

[0257] L_{201}至L_{203}、xa1至xa3、xa5和R_{202}至R_{204}与以上描述的相同，

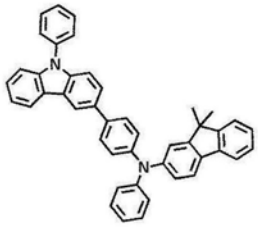
[0258] R_{211}和R_{212}可以各自独立地与关于R_{203}所定义的相同，以及

[0259] R_{213}至R_{217}可以各自独立地选自氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、环戊基基团、环己基基团、环庚基基团、环戊烯基基团、环己烯基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、被C_1-C_{10}烷基基团取代的苯基基团、被-F取代的苯基基团、戊搭烯基基团、茚基基团、萘基基团、甘菊环基基团、庚搭烯基基团、引达省基基团、苊基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、非那烯基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、并四苯基基团、芘基基团、苝基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、玉红省基基团、蔻基基团、卵苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基

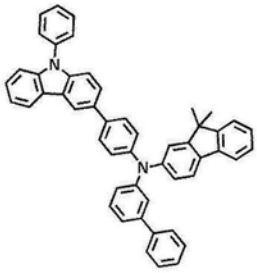
基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团和吡啶基基团。

[0260] 空穴传输区可以包含选自化合物HT1至化合物HT39中的至少一种化合物：

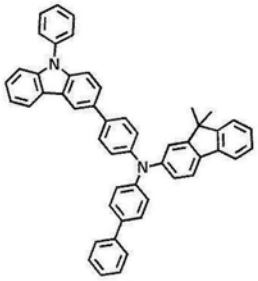
[0261]



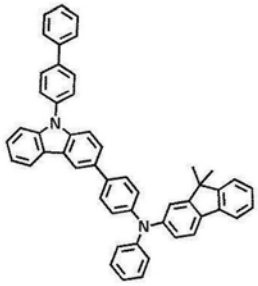
HT1



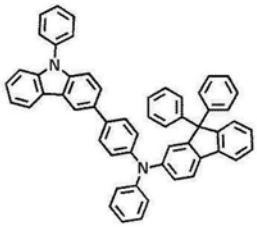
HT2



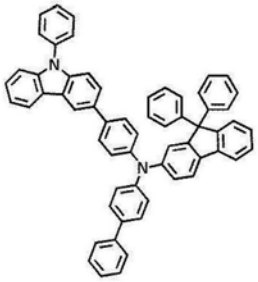
HT3



HT4

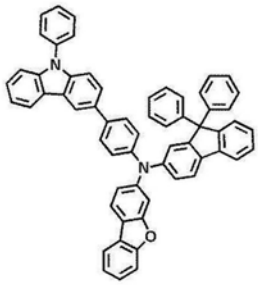


HT5

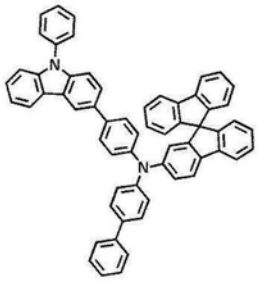


HT6

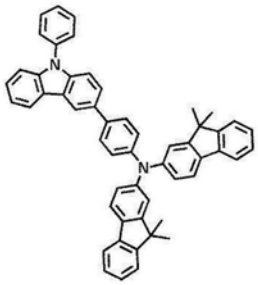
[0262]



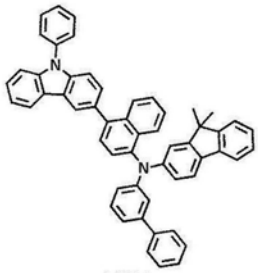
HT7



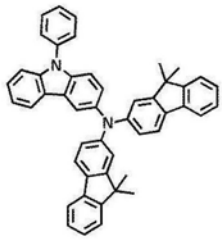
HT8



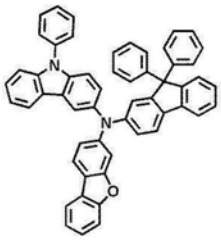
HT9



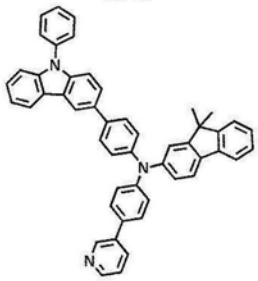
HT10



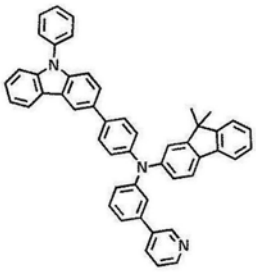
HT11



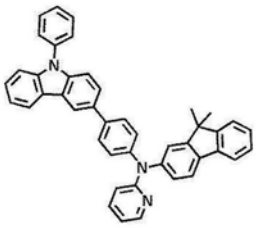
HT12



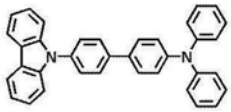
HT13



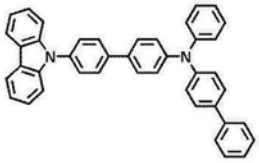
HT14



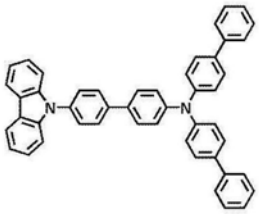
HT15



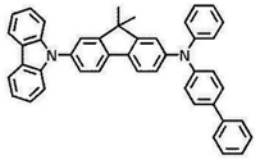
HT16



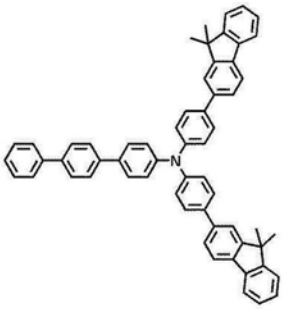
HT17



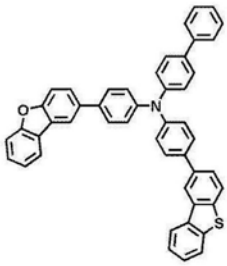
HT18



HT19

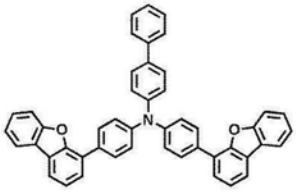


HT20

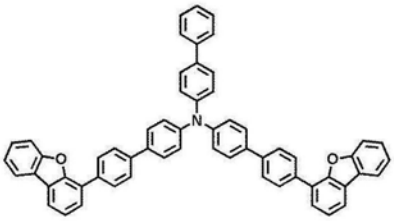


HT21

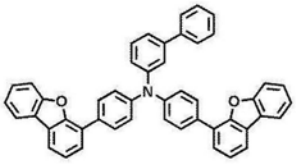
[0263]



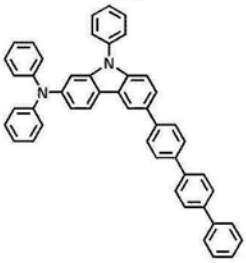
HT22



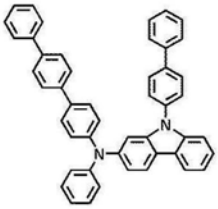
HT23



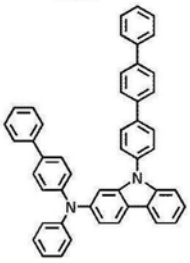
HT24



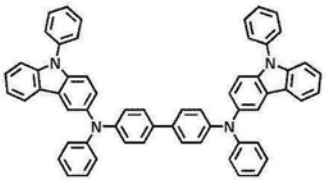
HT25



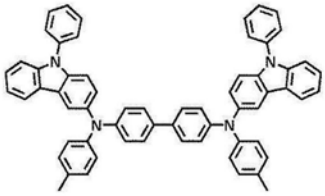
HT26



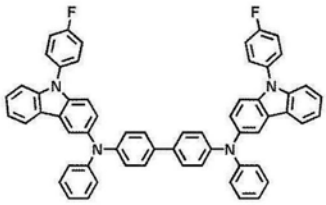
HT27



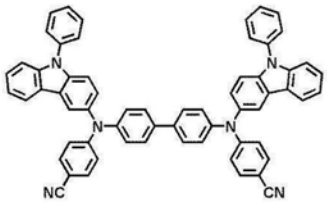
HT28



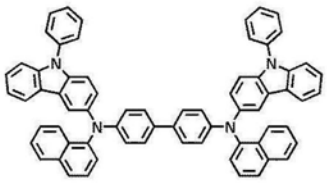
HT29



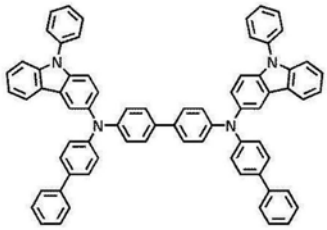
HT30



HT31

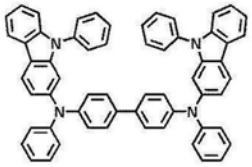


HT32

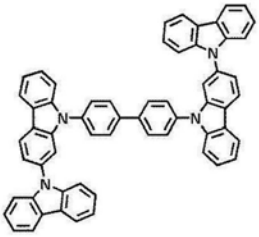


HT33

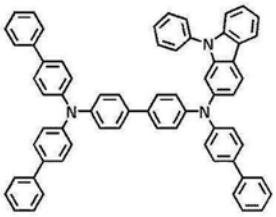
[0264]



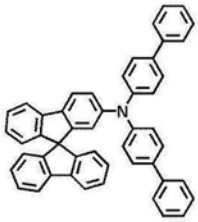
HT34



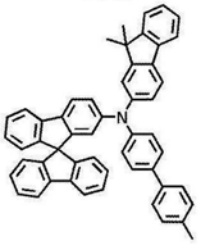
HT35



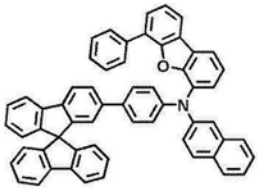
HT36



HT37



HT38



HT39

[0265] 空穴传输区的厚度可以为约100 Å至约10,000 Å,例如,约100 Å至约1,000 Å。当空穴传输区包括空穴注入层和空穴传输层中的至少一个时,空穴注入层的厚度可以为约100 Å至约9,000 Å,例如,约100 Å至约1,000 Å,以及空穴传输层的厚度可以为约50 Å至约2,000 Å,例如,约100 Å至约1,500 Å。当空穴传输区、空穴注入层和空穴传输层的厚度在这些范围内时,可以获得令人满意的空穴传输特性,而没有驱动电压的显著增加。

[0266] 发射辅助层可以通过根据由发射层发射的光的波长补偿光学共振距离来增加发光效率,并且电子阻挡层可以阻挡来自电子传输区的电子的流动。发射辅助层和电子阻挡层可以包含如以上描述的材料。

[0267] p-掺杂剂

[0268] 除了这些材料以外,空穴传输区可以进一步包含用于改善导电性质的电荷产生材料。电荷产生材料可以被均匀地或非均匀地分散于空穴传输区中。

[0269] 电荷产生材料可以为例如p-掺杂剂。

[0270] 在示例性实施方案中,p-掺杂剂可以具有约-3.5eV或小于-3.5eV的LUMO能级。

[0271] p-掺杂剂可以包括选自醌衍生物、金属氧化物和含氰基基团的化合物中的至少一种。

[0272] 例如,p-掺杂剂可以包括选自以下的至少一种:

[0273] 醌衍生物,例如四氰基醌二甲烷(TCNQ)或2,3,5,6-四氟-7,7,8,8-四氰基醌二甲

烷(F4-TCNQ)；

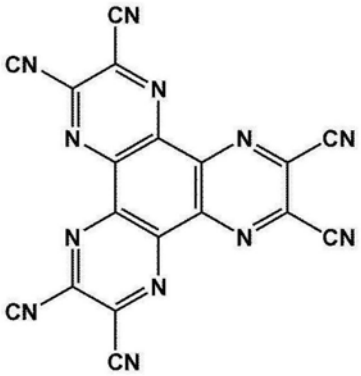
[0274] 金属氧化物，例如氧化钨或氧化钼；

[0275] 1,4,5,8,9,12-六氮杂苯并菲基-六甲腈(HAT-CN)；以及

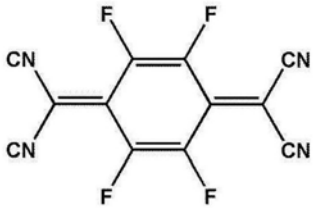
[0276] 由式221表示的化合物：

[0277]

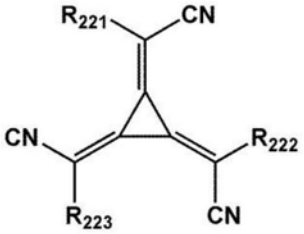
<HAT-CN>



<F4-TCNQ>



<式 221>



[0278] 在式221中，

[0279] R_{221}至R_{223}可以各自独立地选自取代或未取代的C_3-C_{10}环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳基基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合多环基团以及取代或未取代的单价非芳香族稠合杂多环基团，其中选自R_{221}至R_{223}中的至少一个可以具有选自氰基基团、-F、-Cl、-Br、-I、被-F取代的C_1-C_{20}烷基基团、被-Cl取代的C_1-C_{20}烷基基团、被-Br取代的C_1-C_{20}烷基基团和被-I取代的C_1-C_{20}烷基基团中的至少一个取代基。

[0280] 有机层150中的发射层

[0281] 当有机发光装置10是全色有机发光装置时，可以根据子像素将发射层构图成红色发射层、绿色发射层或蓝色发射层。在示例性实施方案中，发射层可以具有选自红色发射层、绿色发射层和蓝色发射层中的两个或多于两个的层的堆叠结构，其中所述两个或多于两个的层彼此接触或彼此间隔开。在示例性实施方案中，发射层可以包含选自发红光的材料、发绿光的材料和发蓝光的材料中的两种或多于两种的材料，其中所述两种或多于两种的材料在单个层中彼此混合以发射白光。

[0282] 发射层可以包含主体和掺杂剂。掺杂剂可以包括选自磷光掺杂剂和荧光掺杂剂中的至少一种。磷光掺杂剂可以包括由式1表示的有机金属化合物：

[0283] 在发射层中，基于100重量份的主体，掺杂剂的量可以为约0.01重量份至约15重量份。

[0284] 发射层的厚度可以为约100Å至约1,000Å，例如，约200Å至约600Å。当发射层的厚度在此范围内时，可以获得优异的发光特性，而没有驱动电压的显著增加。

[0285] 发射层中的主体

[0286] 在示例性实施方案中，主体可以包含由式301表示的化合物：

[0287] <式301>

[0288] $[Ar_{301}]_{xb11}-[(L_{301})_{xb1}-R_{301}]_{xb21}$

[0289] 在式301中，

[0290] Ar_{301}可以为取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团，

[0291] xb11可以为1、2或3，

[0292] L_{301}可以选自取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}亚杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}亚杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}亚芳基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}亚杂芳基基团、取代或未取代的二价非芳香族稠合多环基团以及取代或未取代的二价非芳香族稠合杂多环基团，

[0293] xb1可以为0至5的整数，

[0294] R_{301}可以选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}烷基基团、取代或未取代的C_2-C_{60}烯基基团、取代或未取代的C_2-C_{60}炔基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}烷氧基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳氧基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳硫基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳基基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合多环基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合杂多环基团、$-Si(Q_{301})(Q_{302})(Q_{303})$、$-N(Q_{301})(Q_{302})$、$-B(Q_{301})(Q_{302})$、$-C(=O)(Q_{301})$、$-S(=O)_2(Q_{301})$和$-P(=O)(Q_{301})(Q_{302})$，

[0295] xb21可以为1至5的整数，

[0296] Q_{301}至Q_{303}可以各自独立地选自C_1-C_{10}烷基基团、C_1-C_{10}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团和萘基基团。

[0297] 在示例性实施方案中，式301中的Ar_{301}可以选自：

[0298] 萘基团、芴基团、螺-二芴基团、苯并芴基团、二苯并芴基团、非那烯基团、菲基团、蒽基团、荧蒽基团、苯并菲基团、芘基团、䓛基团、并四苯基团、芘基团、苝基团、五苯基团、茚并蒽基团、二苯并呋喃基团和二苯并噻吩基团；以及

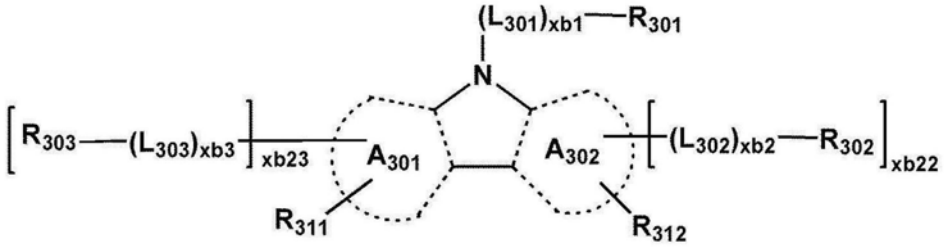
[0299] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、$-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$、$-N(Q_{31})(Q_{32})$、$-B(Q_{31})(Q_{32})$、$-C(=O)(Q_{31})$、$-S(=O)_2(Q_{31})$和$-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})$中的至少一个取代的萘基团、芴基团、螺-二芴基团、苯并芴基团、二苯并芴基团、非那烯基团、菲基团、蒽基团、荧蒽基团、苯并菲基团、芘基团、䓛基团、并四苯基团、芘基团、苝基团、五苯基团、茚并蒽基团、二苯并呋喃基团和二苯并噻吩基团；以及

[0300] Q_{31}至Q_{33}可以各自独立地选自C_1-C_{10}烷基基团、C_1-C_{10}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团和萘基基团。

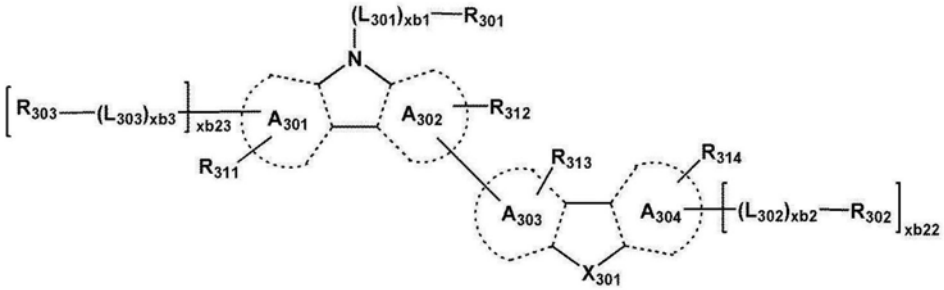
[0301] 在式301中，当xb11为2或大于2时，两个或多于两个的Ar_{301}可以经由单键连接。

[0302] 在示例性实施方案中，由式301表示的化合物可以由式301-1或式301-2表示：

[0303] 〈式301-1〉

[0304] 

[0305] 〈式301-2〉

[0306] 

[0307] 在式301-1至式301-2中，

[0308] A_{301}至A_{304}可以各自独立地选自苯基团、萘基团、菲基团、荧蒽基团、苯并菲基团、芘基团、䓛基团、吡啶基团、嘧啶基团、茚基团、芴基团、螺-二芴基团、苯并芴基团、二苯并芴基团、吲哚基团、咔唑基团、苯并咔唑基团、二苯并咔唑基团、呋喃基团、苯并呋喃基团、二苯并呋喃基团、萘并呋喃基团、苯并萘并呋喃基团、二萘并呋喃基团、噻吩基团、苯并噻吩基团、二苯并噻吩基团、萘并噻吩基团、苯并萘并噻吩基团和二萘并噻吩基团，

[0309] X_{301}可以为O、S或N-[$(L_{304})_{xb4}$-R_{304}]，

[0310] R_{311}至R_{314}可以各自独立地选自氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、肼基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})、-N(Q_{31})(Q_{32})、-B(Q_{31})(Q_{32})、-C(=O)(Q_{31})、-S(=O)$_2$(Q_{31})和-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})，

[0311] xb22和xb23可以各自独立地为0、1或2，

[0312] L_{301}、xb1、R_{301}和Q_{31}至Q_{33}与以上描述的相同，

[0313] L_{302}至L_{304}可以各自独立地与关于L_{301}所定义的相同，

[0314] xb2至xb4可以各自独立地与关于xb1所定义的相同，以及

[0315] R_{302}至R_{304}可以各自独立地与关于R_{301}所定义的相同。

[0316] 例如，在式301、式301-1和式301-2中，L_{301}至L_{304}可以各自独立地选自：

[0317] 亚苯基基团、亚萘基基团、亚芴基基团、螺-亚二芴基基团、亚苯并芴基基团、亚二苯并芴基基团、亚菲基基团、亚蒽基基团、亚荧蒽基基团、亚苯并菲基基团、亚芘基基团、亚䓛基基团、亚苝基基团、亚五苯基基团、亚并六苯基基团、亚并五苯基基团、亚噻吩基基团、亚呋喃基基团、亚咔唑基基团、亚吲哚基基团、亚异吲哚基基团、亚苯并呋喃基基团、亚苯并噻吩基基团、亚二苯并呋喃基基团、亚二苯并噻吩基基团、亚苯并咔唑基基团、亚二苯并咔唑基基团、亚二苯并噻咯基基团、亚吡啶基基团、亚咪唑基基团、亚吡唑基基团、亚噻唑基基

团、亚异噻唑基基团、亚噁唑基基团、亚异噁唑基基团、亚噻二唑基基团、亚噁二唑基基团、亚吡嗪基基团、亚嘧啶基基团、亚哒嗪基基团、亚三嗪基基团、亚喹啉基基团、亚异喹啉基基团、亚苯并喹啉基基团、亚酞嗪基基团、亚萘啶基基团、亚喹喔啉基基团、亚喹唑啉基基团、亚噌啉基基团、亚菲啶基基团、亚吖啶基基团、亚菲咯啉基基团、亚吩嗪基基团、亚苯并咪唑基基团、亚异苯并噻唑基基团、亚苯并噁唑基基团、亚异苯并噁唑基基团、亚三唑基基团、亚四唑基基团、亚咪唑并吡啶基基团、亚咪唑并嘧啶基基团和亚氮杂咔唑基基团;以及

[0318] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、苝基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团、吡啶基基团、咪唑基基团、吡唑基基团、噻唑基基团、异噻唑基基团、噁唑基基团、异噁唑基基团、噻二唑基基团、噁二唑基基团、吡嗪基基团、嘧啶基基团、哒嗪基基团、三嗪基基团、喹啉基基团、异喹啉基基团、苯并喹啉基基团、酞嗪基基团、萘啶基基团、喹喔啉基基团、喹唑啉基基团、噌啉基基团、菲啶基基团、吖啶基基团、菲咯啉基基团、吩嗪基基团、苯并咪唑基基团、异苯并噻唑基基团、苯并噁唑基基团、异苯并噁唑基基团、三唑基基团、四唑基基团、咪唑并吡啶基基团、咪唑并嘧啶基基团、氮杂咔唑基基团、-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})、-N(Q_{31})(Q_{32})、-B(Q_{31})(Q_{32})、-C(=O)(Q_{31})、-S(=O)$_2$(Q_{31})和-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})中的至少一个取代的亚苯基基团、亚萘基基团、亚芴基基团、螺-亚二芴基基团、亚苯并芴基基团、亚二苯并芴基基团、亚菲基基团、亚蒽基基团、亚荧蒽基基团、亚苯并菲基基团、亚苝基基团、亚䓛基基团、亚苝基基团、亚五苯基基团、亚并六苯基基团、亚并五苯基基团、亚噻吩基基团、亚呋喃基基团、亚咔唑基基团、亚吲哚基基团、亚异吲哚基基团、亚苯并呋喃基基团、亚苯并噻吩基基团、亚二苯并呋喃基基团、亚二苯并噻吩基基团、亚苯并咔唑基基团、亚二苯并咔唑基基团、亚二苯并噻咯基基团、亚吡啶基基团、亚咪唑基基团、亚吡唑基基团、亚噻唑基基团、亚异噻唑基基团、亚噁唑基基团、亚异噁唑基基团、亚噻二唑基基团、亚噁二唑基基团、亚吡嗪基基团、亚嘧啶基基团、亚哒嗪基基团、亚三嗪基基团、亚喹啉基基团、亚异喹啉基基团、亚苯并喹啉基基团、亚酞嗪基基团、亚萘啶基基团、亚喹喔啉基基团、亚喹唑啉基基团、亚噌啉基基团、亚菲啶基基团、亚吖啶基基团、亚菲咯啉基基团、亚吩嗪基基团、亚苯并咪唑基基团、亚异苯并噻唑基基团、亚苯并噁唑基基团、亚异苯并噁唑基基团、亚三唑基基团、亚四唑基基团、亚咪唑并吡啶基基团、亚咪唑并嘧啶基基团和亚氮杂咔唑基基团,以及

[0319] Q_{31}至Q_{33}与以上描述的相同。

[0320] 在示例性实施方案中,在式301、式301-1和式301-2中,R_{301}至R_{304}可以各自独立地选自:

[0321] 苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、苝基基团、䓛基基团、苝基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔

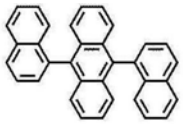
唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团、吡啶基基团、咪唑基基团、吡唑基基团、噻唑基基团、异噻唑基基团、噁唑基基团、异噁唑基基团、噻二唑基基团、噁二唑基基团、吡嗪基基团、嘧啶基基团、哒嗪基基团、三嗪基基团、喹啉基基团、异喹啉基基团、苯并喹啉基基团、酞嗪基基团、萘啶基基团、喹喔啉基基团、喹唑啉基基团、噌啉基基团、菲啶基基团、吖啶基基团、菲咯啉基基团、吩嗪基基团、苯并咪唑基基团、异苯并噻唑基基团、苯并噁唑基基团、异苯并噁唑基基团、三唑基基团、四唑基基团、咪唑并吡啶基基团、咪唑并嘧啶基基团和氮杂咔唑基基团;以及

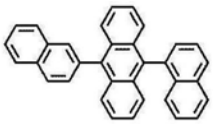
[0322] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、胺基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、苝基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团、吡啶基基团、咪唑基基团、吡唑基基团、噻唑基基团、异噻唑基基团、噁唑基基团、异噁唑基基团、噻二唑基基团、噁二唑基基团、吡嗪基基团、嘧啶基基团、哒嗪基基团、三嗪基基团、喹啉基基团、异喹啉基基团、苯并喹啉基基团、酞嗪基基团、萘啶基基团、喹喔啉基基团、喹唑啉基基团、噌啉基基团、菲啶基基团、吖啶基基团、菲咯啉基基团、吩嗪基基团、苯并咪唑基基团、异苯并噻唑基基团、苯并噁唑基基团、异苯并噁唑基基团、三唑基基团、四唑基基团、咪唑并吡啶基基团、咪唑并嘧啶基基团、氮杂咔唑基基团、-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})、-N(Q_{31})(Q_{32})、-B(Q_{31})(Q_{32})、-C(=O)(Q_{31})、-S(=O)$_2$(Q_{31})和-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})中的至少一个取代的苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、苝基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团、吡啶基基团、咪唑基基团、吡唑基基团、噻唑基基团、异噻唑基基团、噁唑基基团、异噁唑基基团、噻二唑基基团、噁二唑基基团、吡嗪基基团、嘧啶基基团、哒嗪基基团、三嗪基基团、喹啉基基团、异喹啉基基团、苯并喹啉基基团、酞嗪基基团、萘啶基基团、喹喔啉基基团、喹唑啉基基团、噌啉基基团、菲啶基基团、吖啶基基团、菲咯啉基基团、吩嗪基基团、苯并咪唑基基团、异苯并噻唑基基团、苯并噁唑基基团、异苯并噁唑基基团、三唑基基团、四唑基基团、咪唑并吡啶基基团、咪唑并嘧啶基基团和氮杂咔唑基基团;以及

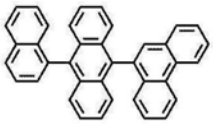
[0323] Q_{31}至Q_{33}与以上描述的相同。

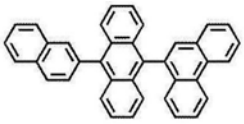
[0324] 在示例性实施方案中,主体可以包含碱土金属络合物。例如,主体可以选自Be络合物(例如,化合物H55)、Mg络合物和Zn络合物。

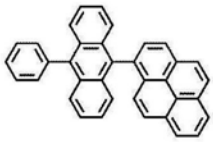
[0325] 主体可以包含选自9,10-二(2-萘基)蒽(ADN)、2-甲基-9,10-双(萘-2-基)蒽(MADN)、9,10-二-(2-萘基)-2-叔丁基-蒽(TBADN)、4,4′-双(N-咔唑基)-1,1′-联苯(CBP)、1,3-二-9-咔唑基苯(mCP)、1,3,5-三(咔唑-9-基)苯(TCP)和化合物H1至化合物H55中的至少一种:

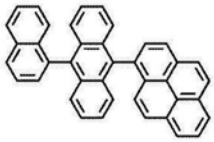

H1

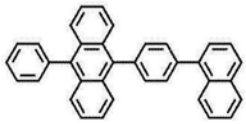

H2

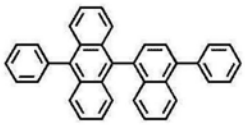

H3

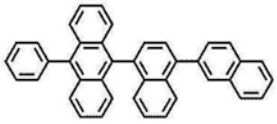

H4

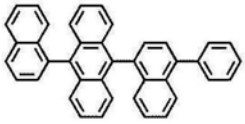

H5

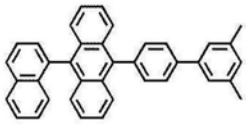

H6

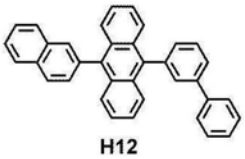

H7

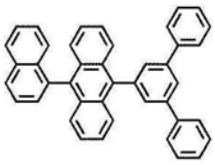

H8

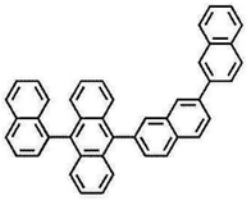

H9

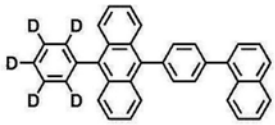

H10


H11

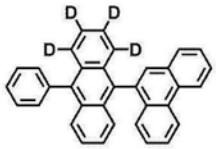

H12


H13


H14

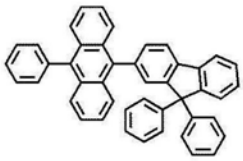


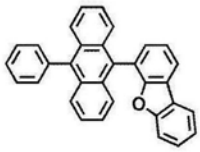
H15



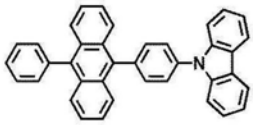
H16

[0326]

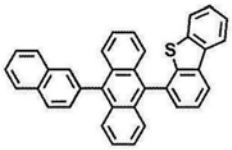

H17



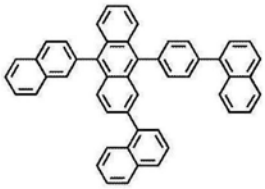
H18

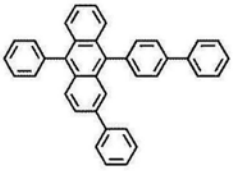


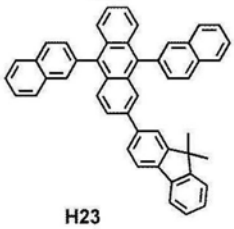
H19

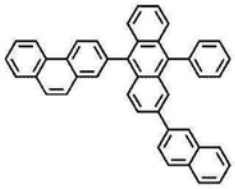


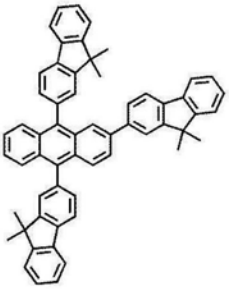
H20

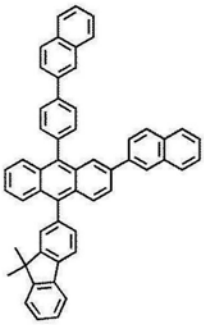

H21

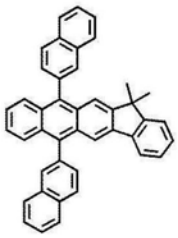

H22

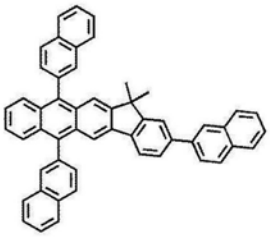

H23

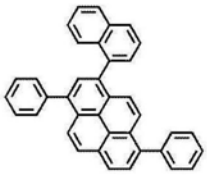

H24

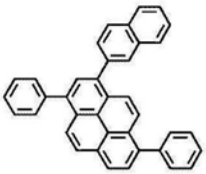

H25

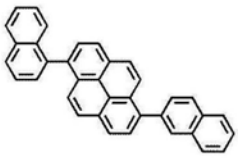

H26

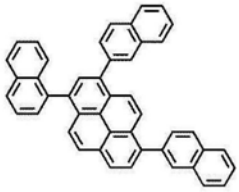

H27

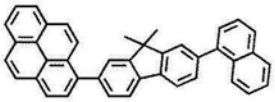

H28

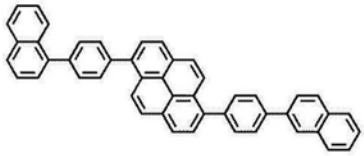

H29

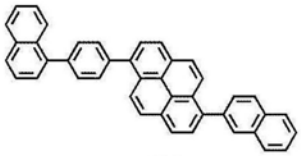

H30

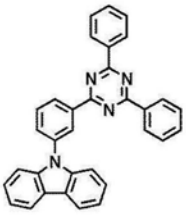

H31

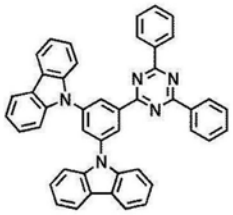

H32

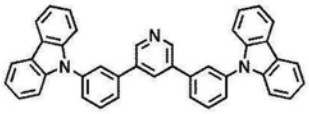

H33

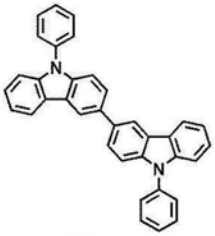

H34


H35

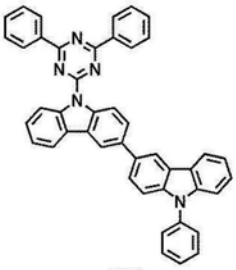

H36

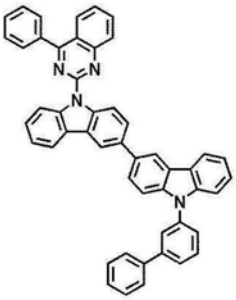

H37

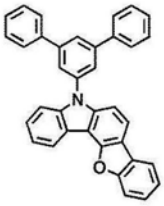

H38

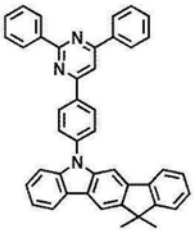

H39

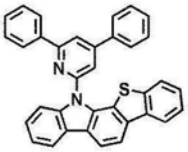
[0327]

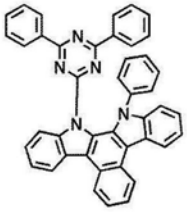

H40

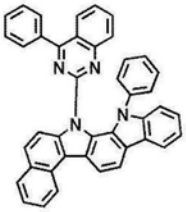

H41

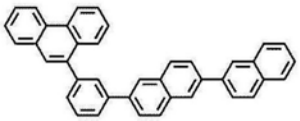

H42

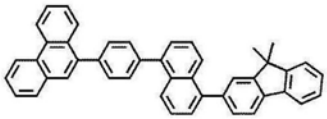

H43

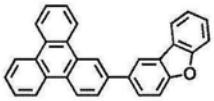

H44

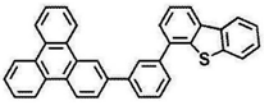

H45


H46

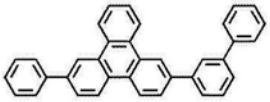

H47

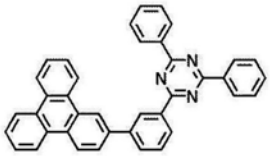

H48

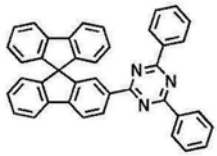

H49

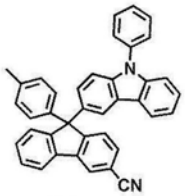

H50

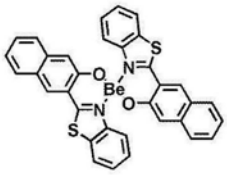
[0328]


H51


H52


H53


H54


H55

[0329] 在示例性实施方案中，主体可以包括选自含硅的化合物(例如，在以下实施例中的BCPDS)和含氧化膦的化合物(例如，在以下实施例中的POPCPA)中的至少一种。

[0330] 在示例性实施方案中，主体可以仅包括一种化合物、或两种或多于两种不同的化合物(例如，以下实施例中使用的主体包括BCPDS和POPCPA)。

[0331] 有机层150中的发射层中包含的磷光掺杂剂

[0332] 磷光掺杂剂可以包含由式1表示的有机金属化合物。

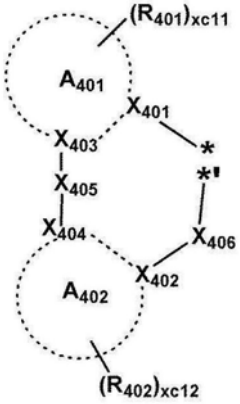
[0333] 磷光掺杂剂可以包含由式401表示的有机金属络合物：

[0334] <式401>

[0335] $M(L_{401})_{xc1}(L_{402})_{xc2}$

[0336] <式402>

[0337]



[0338] 在式401和式402中，

[0339] M可以选自铱(Ir)、铂(Pt)、钯(Pd)、锇(Os)、钛(Ti)、锆(Zr)、铪(Hf)、铕(Eu)、铽(Tb)、铑(Rh)和铥(Tm)，

[0340] L_{401}可以选自由式402表示的配体，且xc1可以为1、2或3，其中当xc1为2或大于2时，两个或多于两个L_{401}可以彼此相同或不同，

[0341] L_{402}可以为有机配体，且xc2可以为0至4的整数，其中当xc2为2或大于2时，两个或多于两个L_{402}可以彼此相同或不同，

[0342] X_{401}至X_{404}可以各自独立地为氮或碳，

[0343] X_{401}和X_{403}可以经由单键或双键连接，以及X_{402}和X_{404}可以经由单键或双键连接，

[0344] A_{401}和A_{402}可以各自独立地选自C_5-C_{60}碳环基团或C_1-C_{60}杂环基团，

[0345] X_{405}可以为单键、*-O-*'、*-S-*'、*-C(=O)-*'、*-N(Q_{411})-*'、*-C(Q_{411})(Q_{412})-*'、*-C(Q_{411})=C(Q_{412})-*'、*-C(Q_{411})=*'或*=C=*',其中Q_{411}和Q_{412}可以各自独立地为氢、氘、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团或萘基基团,

[0346] X_{406}可以为单键、O或S,

[0347] R_{401}和R_{402}可以各自独立地选自氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、取代或未取代的C_1-C_{20}烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{20}烷氧基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳氧基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳硫基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳基基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合多环基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合杂多环基团、-Si(Q_{401})(Q_{402})(Q_{403})、-N(Q_{401})(Q_{402})、-B(Q_{401})(Q_{402})、-C(=O)(Q_{401})、-S(=O)$_2$(Q_{401})和-P(=O)(Q_{401})(Q_{402}),其中Q_{401}至Q_{403}可以各自独立地选自C_1-C_{10}烷基基团、C_1-C_{10}烷氧基基团、C_6-C_{20}芳基基团和C_1-C_{20}杂芳基基团,

[0348] xc11和xc12可以各自独立地为0至10的整数,以及

[0349] 在式402中,*和*'分别表示与式401中的M的连接位点。

[0350] 在示例性实施方案中,在式402中,A_{401}和A_{402}可以各自独立地选自苯基团、萘基团、芴基团、螺-二芴基团、茚基团、吡咯基团、噻吩基团、呋喃基团、咪唑基团、吡唑基团、噻唑基团、异噻唑基团、噁唑基团、异噁唑基团、吡啶基团、吡嗪基团、嘧啶基团、哒嗪基团、喹啉基团、异喹啉基团、苯并喹啉基团、喹喔啉基团、喹唑啉基团、咔唑基团、苯并咪唑基团、苯并呋喃基团、苯并噻吩基团、异苯并噻吩基团、苯并噁唑基团、异苯并噁唑基团、三唑基团、四唑基团、噁二唑基团、三嗪基团、二苯并呋喃基团和二苯并噻吩基团。

[0351] 在示例性实施方案中,在式402中,i)X_{401}可以为氮,并且X_{402}可以为碳,或者ii)X_{401}和X_{402}可以各自同时为氮。

[0352] 在示例性实施方案中,在式402中的R_{401}和R_{402}可以各自独立地选自:

[0353] 氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团和C_1-C_{20}烷氧基基团;

[0354] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、苯基基团、萘基基团、环戊基基团、环己基基团、金刚烷基基团、降冰片烷基基团和降冰片烯基基团中的至少一个取代的C_1-C_{20}烷基基团和C_1-C_{20}烷氧基基团;

[0355] 环戊基基团、环己基基团、金刚烷基基团、降冰片烷基基团、降冰片烯基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、吡啶基基团、吡嗪基基团、嘧啶基基团、哒嗪基基团、三嗪基基团、喹啉基基团、异喹啉基基团、喹喔啉基基团、喹唑啉基基团、咔唑基基团、二苯并呋喃基基团和二苯并噻吩基基团;

[0356] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、环戊基基团、环己基基团、金刚烷基基团、降冰片烷基基团、降冰片烯基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、吡啶基基团、吡嗪基基团、嘧啶基基团、哒嗪基基团、三嗪基基团、喹啉基基团、异喹啉基基团、喹喔啉基基团、喹唑啉基基团、咔唑基基团、二苯并呋喃基基团和二苯并噻吩基基

团中的至少一个取代的环戊基基团、环己基基团、金刚烷基基团、降冰片烷基基团、降冰片烯基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、吡啶基基团、吡嗪基基团、嘧啶基基团、哒嗪基基团、三嗪基基团、喹啉基基团、异喹啉基基团、喹喔啉基基团、喹唑啉基基团、咔唑基基团、二苯并呋喃基基团和二苯并噻吩基基团；和

[0357] $-Si(Q_{401})(Q_{402})(Q_{403})$、$-N(Q_{401})(Q_{402})$、$-B(Q_{401})(Q_{402})$、$-C(=O)(Q_{401})$、$-S(=O)_2(Q_{401})$和$-P(=O)(Q_{401})(Q_{402})$，以及

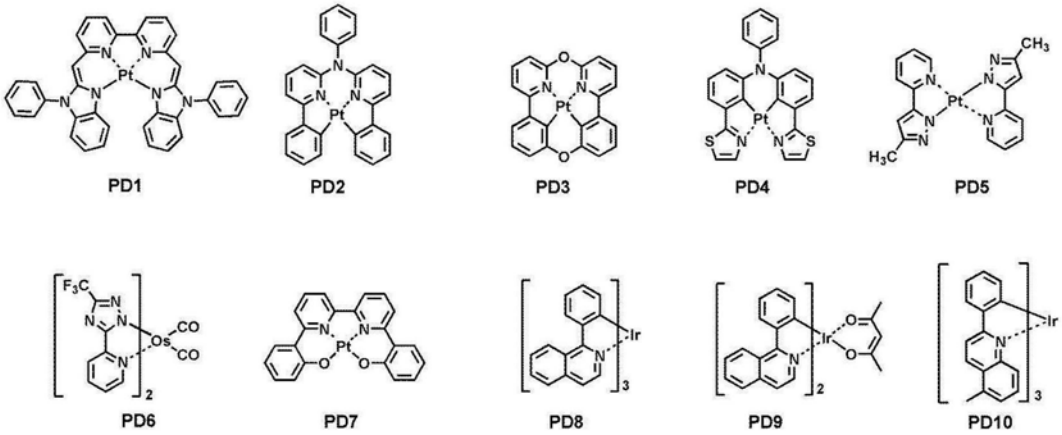
[0358] Q_{401}至Q_{403}可以各自独立地选自C_1-C_{10}烷基基团、C_1-C_{10}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团和萘基基团。

[0359] 在示例性实施方案中，当式401中的xc1为2或大于2时，两个或多于两个的L_{401}中的两个A_{401}可以经由为连接基团的X_{407}连接，或者两个或多于两个的L_{401}中的两个A_{402}可以经由为连接基团的X_{408}连接(参见化合物PD1至化合物PD4和化合物PD7)。X_{407}和X_{408}可以各自独立地为单键、*-O-*'、*-S-*'、*-C(=O)-*'、*-N(Q_{413})-*'、*-C(Q_{413})(Q_{414})-*'或*-C(Q_{413})=C(Q_{414})-*'(其中Q_{413}和Q_{414}可以各自独立地为氢、氘、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团或萘基基团)。

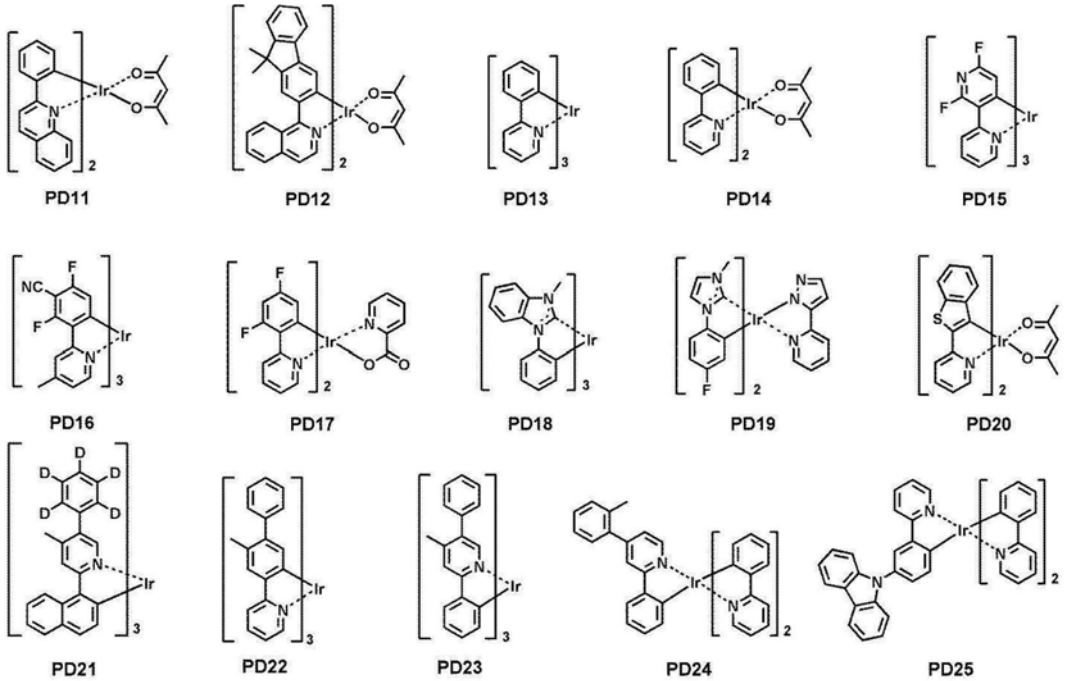
[0360] 式401中的L_{402}可以为单价、二价或三价有机配体。例如，L_{402}可以选自卤素、二酮(例如，乙酰丙酮化物)、羧酸(例如，吡啶甲酸盐(酯))、-C(=O)、异腈、-CN和磷化合物(例如，磷化氢或亚磷酸盐(酯))。

[0361] 在示例性实施方案中，磷光掺杂剂可以选自，例如，化合物PD1至PD25：

[0362]



[0363]



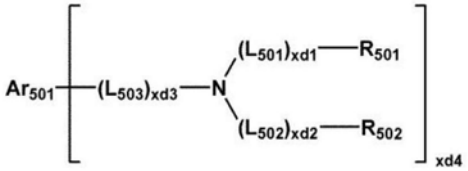
[0364] 在发射层中的荧光掺杂剂

[0365] 荧光掺杂剂可以进一步包含芳基胺化合物或苯乙烯胺化合物。

[0366] 荧光掺杂剂可以包含由式501表示的化合物：

[0367] 〈式501〉

[0368]



[0369] 在式501中，

[0370] Ar_{501}可以为取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团，

[0371] L_{501}至L_{503}可以各自独立地选自取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}亚杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}亚杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}亚芳基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}亚杂芳基基团、取代或未取代的二价非芳香族稠合多环基团和取代或未取代的二价非芳香族稠合杂多环基团，

[0372] xd1至xd3可以各自独立地为0至3的整数；

[0373] R_{501}和R_{502}可以各自独立地选自取代或未取代的C_3-C_{10}环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳氧基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳硫基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳基基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合多环基团和取代或未取代的单价非芳香族稠合杂多环基团，

[0374] xd4可以为1至6的整数。

[0375] 在示例性实施方案中，在式501中的Ar_{501}可以选自：

[0376] 萘基团、庚搭烯基团、芴基团、螺-二芴基团、苯并芴基团、二苯并芴基团、非那烯基

团、菲基团、蒽基团、荧蒽基团、苯并菲基团、芘基团、䓛基团、并四苯基团、芫基团、苝基团、五苯基团、茚并蒽基团和茚并菲基团；和

[0377] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团和萘基基团中的至少一个取代的萘基团、庚搭烯基团，芴基团、螺-二芴基团、苯并芴基团、二苯并芴基团、非那烯基团、菲基团、蒽基团、荧蒽基团、苯并菲基团、芘基团、䓛基团、并四苯基团、芫基团、苝基团、五苯基团、茚并蒽基团和茚并菲基团。

[0378] 在示例性实施方案中，在式501中的L_{501}至L_{503}可以各自独立地选自：

[0379] 亚苯基基团、亚萘基基团、亚芴基基团、螺-亚二芴基基团、亚苯并芴基基团、亚二苯并芴基基团、亚菲基基团、亚蒽基基团、亚荧蒽基基团、亚苯并菲基基团、亚芘基基团、亚䓛基基团、亚苝基基团、亚五苯基基团、亚并六苯基基团、亚并五苯基基团、亚噻吩基基团、亚呋喃基基团、亚咔唑基基团、亚吲哚基基团、亚异吲哚基基团、亚苯并呋喃基基团、亚苯并噻吩基基团、亚二苯并呋喃基基团、亚二苯并噻吩基基团、亚苯并咔唑基基团、亚二苯并咔唑基基团、亚二苯并噻咯基基团和亚吡啶基基团；以及

[0380] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、苝基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团和吡啶基基团中的至少一个取代的亚苯基基团、亚萘基基团、亚芴基基团、螺-亚二芴基基团、亚苯并芴基基团、亚二苯并芴基基团、亚菲基基团、亚蒽基基团、亚荧蒽基基团、亚苯并菲基基团、亚芘基基团、亚䓛基基团、亚苝基基团、亚五苯基基团、亚并六苯基基团、亚并五苯基基团、亚噻吩基基团、亚呋喃基基团、亚咔唑基基团、亚吲哚基基团、亚异吲哚基基团、亚苯并呋喃基基团、亚苯并噻吩基基团、亚二苯并呋喃基基团、亚二苯并噻吩基基团、亚苯并咔唑基基团、亚二苯并咔唑基基团、亚二苯并噻咯基基团和亚吡啶基基团。

[0381] 在示例性实施方案中，在式501中的R_{501}和R_{502}可以各自独立地选自：

[0382] 苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、苝基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团和吡啶基基团；和

[0383] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、苝基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并

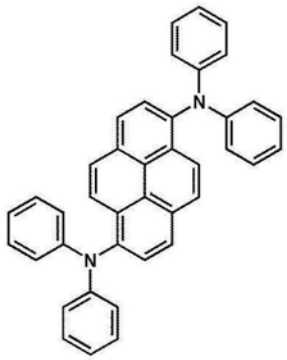
五苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团、吡啶基基团和-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})中的至少一个取代的苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、苝基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团和吡啶基基团，以及

[0384] Q_{31}至Q_{33}可以各自独立地选自C_1-C_{10}烷基基团、C_1-C_{10}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团和萘基基团。

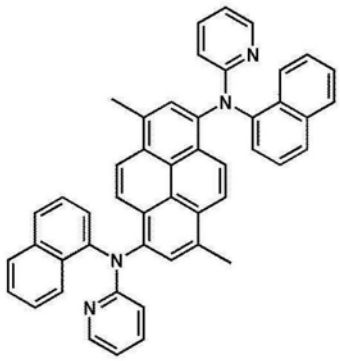
[0385] 在示例性实施方案中，在式501中的xd4可以为2。

[0386] 例如，所述荧光掺杂剂可以选自化合物FD1至化合物FD22：

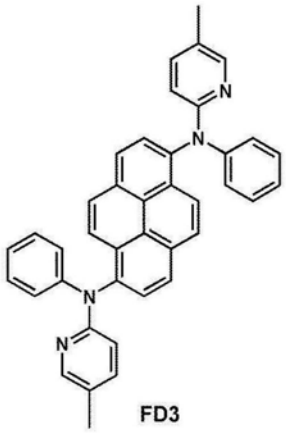
[0387]



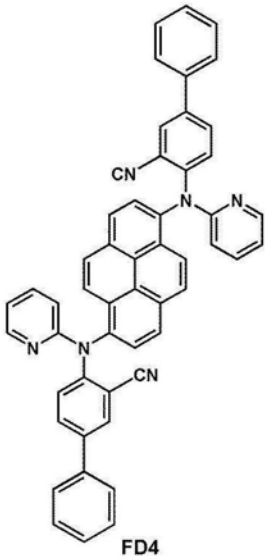
FD1



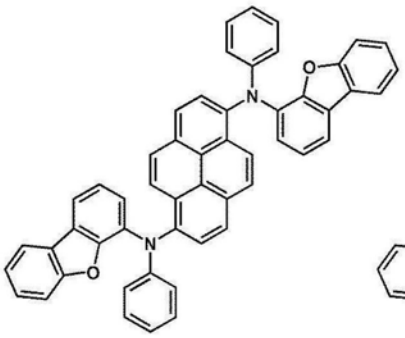
FD2



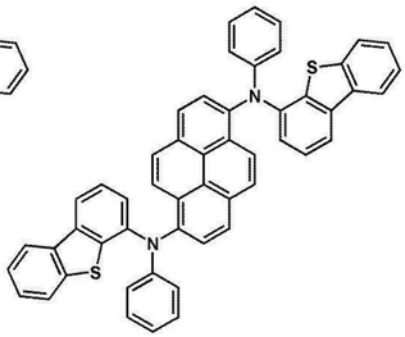
FD3



FD4

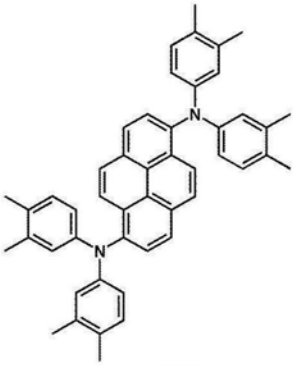


FD5

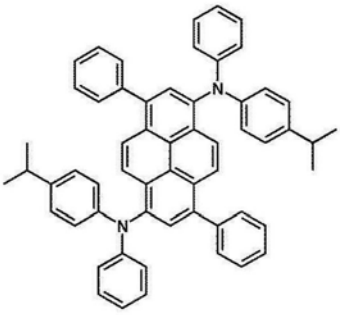


FD6

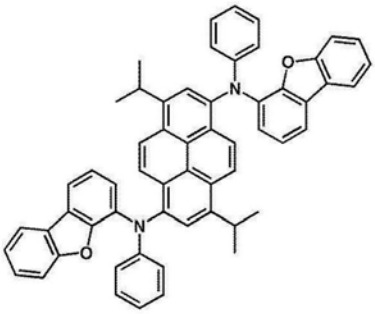
[0388]



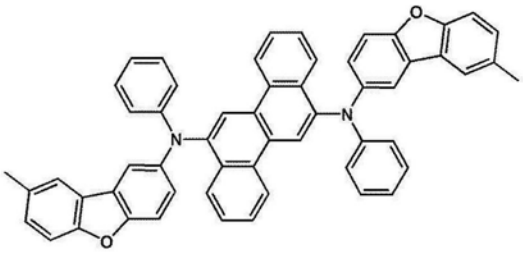
FD7



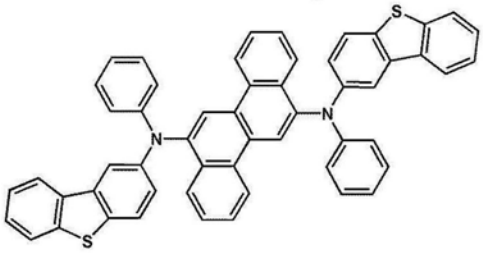
FD8



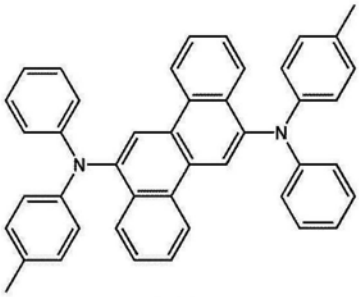
FD9



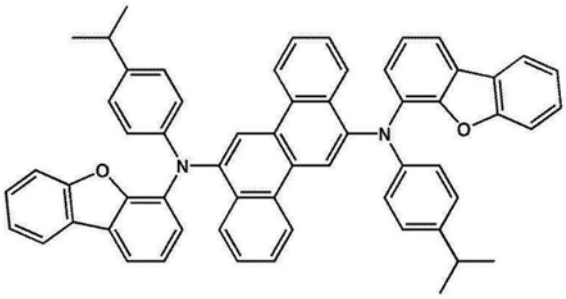
FD10



FD11

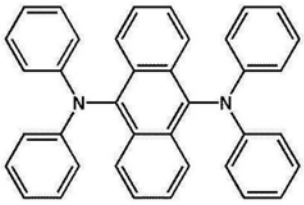


FD12

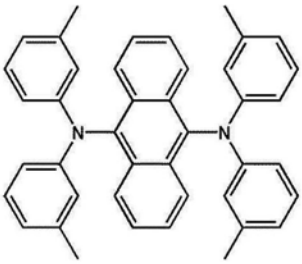


FD13

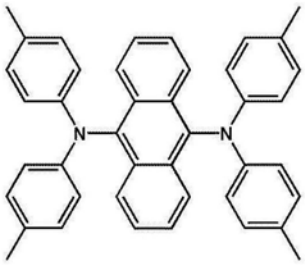
[0389]



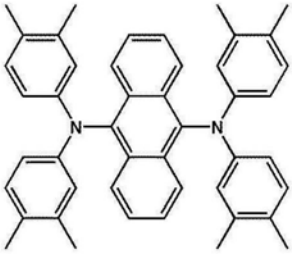
FD14



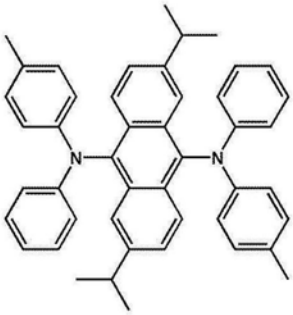
FD15



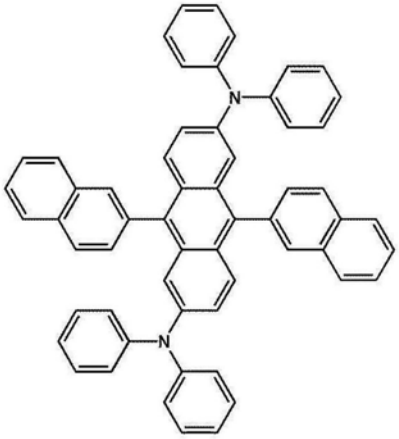
FD16



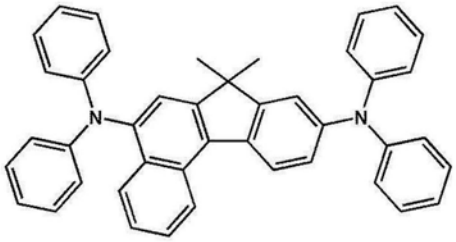
FD17



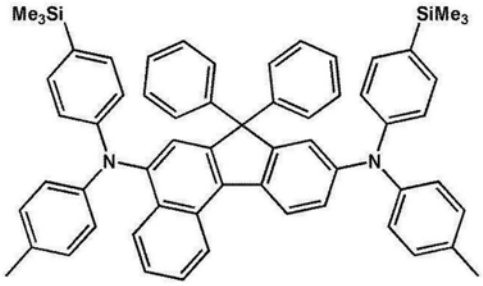
FD18



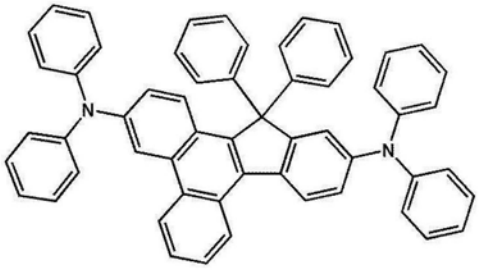
FD19



FD20



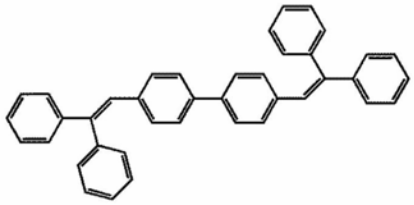
FD21



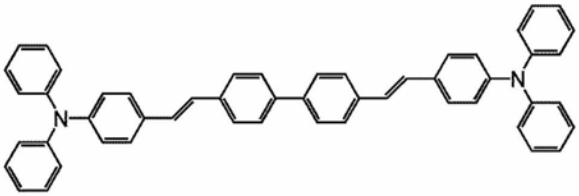
FD22

[0390] 在示例性实施方案中，荧光掺杂剂可以选自以下化合物。

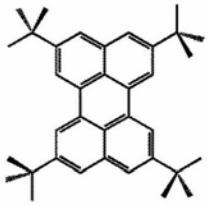
[0391]



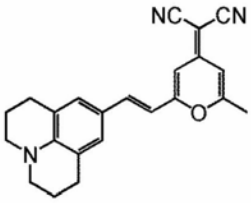
DPVBi



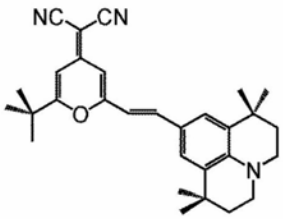
DPAVBi



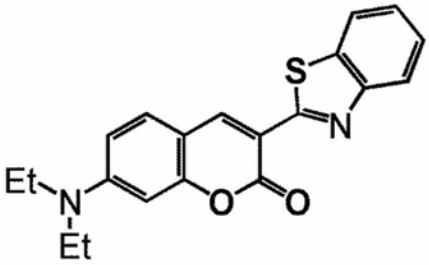
TBPe



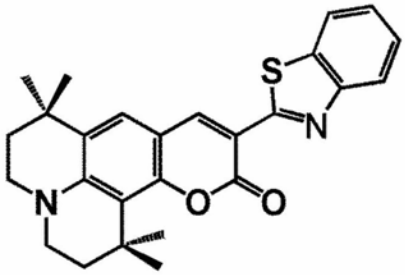
DCM



DCJTB



香豆素 6



C545T。

[0392] 有机层150中的电子传输区

[0393] 电子传输区可以具有i)包括含单一材料的单个层的单层结构,ii)包括含多种不同材料的单个层的单层结构,或者iii)具有含多种不同材料的多个层的多层结构。

[0394] 电子传输区可以包括选自缓冲层、空穴阻挡层、电子控制层、电子传输层和电子注入层中的至少一个。

[0395] 例如,电子传输区可以具有电子传输层/电子注入层结构、空穴阻挡层/电子传输层/电子注入层结构、电子控制层/电子传输层/电子注入层结构、或缓冲层/电子传输层/电子注入层结构,其中对于各结构,构成层可以从发射层依次堆叠。

[0396] 电子传输区(例如,在电子传输区中的缓冲层、空穴阻挡层、电子控制层或电子传输层)可以包含含有至少一个π电子耗尽的含氮环的无金属化合物。

[0397] “π电子耗尽的含氮环”表示具有至少一个*-N=*'部分作为成环部分的C_1-C_{60}杂环基团。

[0398] 例如,“π电子耗尽的含氮环”可以为i)具有至少一个*-N=*'部分的5元至7元的杂单环基团,ii)其中各自具有至少一个*-N=*'部分的两个或多于两个的5元至7元的杂单环基团彼此稠合的杂多环基团,或者iii)其中各自具有至少一个*-N=*'部分的5元至7元的杂单环基团中的至少一个与至少一个C_5-C_{60}碳环基团稠合的杂多环基团。

[0399] π电子耗尽的含氮环的实例包括咪唑基团、吡唑基团、噻唑基团、异噻唑基团、噁唑基团、异噁唑基团、吡啶基团、吡嗪基团、嘧啶基团、哒嗪基团、吲唑基团、嘌呤基团、喹啉基团、异喹啉基团、苯并喹啉基团、酞嗪基团、萘啶基团、喹喔啉基团、喹唑啉基团、噌啉基团、菲啶基团、吖啶基团、菲咯啉基团、吩嗪基团、苯并咪唑基团、异苯并噻唑基团、苯并噁唑基

团、异苯并噁唑基团、三唑基团、四唑基团、噁二唑基团、三嗪基团、噻二唑基团、咪唑并吡啶基团、咪唑并嘧啶基团和氮杂咔唑基团。

[0400] 例如，电子传输区可以包含由式601表示的化合物：

[0401] <式601>

[0402] $[Ar_{601}]_{xe11}-[(L_{601})_{xe1}-R_{601}]_{xe21}$

[0403] 在式601中，

[0404] Ar_{601}可以为取代或未取代的C_5-C_{60}碳环基团或者取代或未取代的C_1-C_{60}杂环基团，

[0405] xe11可以为1、2或3，

[0406] L_{601}可以选自取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}亚杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}亚环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}亚杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}亚芳基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}亚杂芳基基团、取代或未取代的二价非芳香族稠合多环基团和取代或未取代的二价非芳香族稠合杂多环基团；

[0407] xe1可以为0至5的整数，

[0408] R_{601}可以选自取代或未取代的C_3-C_{10}环烷基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烷基基团、取代或未取代的C_3-C_{10}环烯基基团、取代或未取代的C_1-C_{10}杂环烯基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳氧基基团、取代或未取代的C_6-C_{60}芳硫基基团、取代或未取代的C_1-C_{60}杂芳基基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合多环基团、取代或未取代的单价非芳香族稠合杂多环基团、$-Si(Q_{601})(Q_{602})(Q_{603})$、$-C(=O)(Q_{601})$、$-S(=O)_2(Q_{601})$和$-P(=O)(Q_{601})(Q_{602})$，

[0409] Q_{601}至Q_{603}可以各自独立地为C_1-C_{10}烷基基团、C_1-C_{10}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团或萘基基团，以及

[0410] xe21可以为1至5的整数。

[0411] 在示例性实施方案中，xe11数量的Ar_{601}和xe21数量的R_{601}中的至少一个可以包含π电子耗尽的含氮环。

[0412] 在示例性实施方案中，在式601中的环Ar_{601}可以选自：

[0413] 苯基团、萘基团、芴基团、螺-二芴基团、苯并芴基团、二苯并芴基团、非那烯基团、菲基团、蒽基团、荧蒽基团、苯并菲基团、芘基团、䓛基团、并四苯基团、苝基团、苉基团、五苯基团、茚并蒽基团、二苯并呋喃基团、二苯并噻吩基团、咔唑基团、咪唑基团、吡唑基团、噻唑基团、异噻唑基团、噁唑基团、异噁唑基团、吡啶基团、吡嗪基团、嘧啶基团、哒嗪基团、吲唑基团、嘌呤基团、喹啉基团、异喹啉基团、苯并喹啉基团、酞嗪基团、萘啶基团、喹喔啉基团、喹唑啉基团、噌啉基团、菲啶基团、吖啶基团、菲咯啉基团、吩嗪基团、苯并咪唑基团、异苯并噻唑基团、苯并噁唑基团、异苯并噁唑基团、三唑基团、四唑基团、噁二唑基团、三嗪基团、噻二唑基团、咪唑并吡啶基团、咪唑并嘧啶基团和氮杂咔唑基团；和

[0414] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、$-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$、$-S(=O)_2(Q_{31})$和$-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})$中的至少一个取代的苯基团、萘基团、芴基团、螺-二芴基团、苯并芴基团、二苯并芴基团、非那烯基团、菲基团、蒽基团、荧蒽基团、苯并菲基团、芘基团、䓛基团、并四苯基团、苝基团、苉基团、五苯基团、茚并

蒽基团、二苯并呋喃基团、二苯并噻吩基团、咔唑基团、咪唑基团、吡唑基团、噻唑基团、异噻唑基团、噁唑基团、异噁唑基团、吡啶基团、吡嗪基团、嘧啶基团、哒嗪基团、吲唑基团、嘌呤基团、喹啉基团、异喹啉基团、苯并喹啉基团、酞嗪基团、萘啶基团、喹喔啉基团、喹唑啉基团、噌啉基团、菲啶基团、吖啶基团、菲咯啉基团、吩嗪基团、苯并咪唑基团、异苯并噻唑基团、苯并噁唑基团、异苯并噁唑基团、三唑基团、四唑基团、噁二唑基团、三嗪基团、噻二唑基团、咪唑并吡啶基团、咪唑并嘧啶基团和氮杂咔唑基团，和

[0415] Q_{31}至Q_{33}可以各自独立地选自C_1-C_{10}烷基基团、C_1-C_{10}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团和萘基基团。

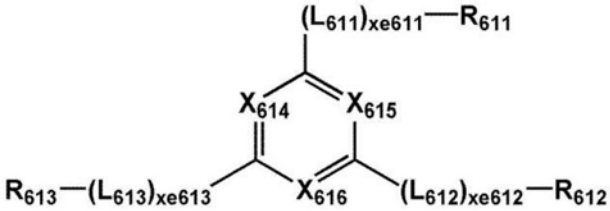
[0416] 当式601中的xe11为2或大于2时，两个或多于两个的Ar_{601}可以经由单键连接。

[0417] 在示例性实施方案中，式601中的Ar_{601}可以为蒽基团。

[0418] 在示例性实施方案中，由式601表示的化合物可以由式601-1表示：

[0419] 〈式601-1〉

[0420]



[0421] 在式601-1中，

[0422] X_{614}可以为N或C(R_{614})，X_{615}可以为N或C(R_{615})，并且X_{616}可以为N或C(R_{616})，其中选自X_{614}至X_{616}中的至少一个可以为N，

[0423] L_{611}至L_{613}可以各自独立地与关于L_{601}所定义的相同，

[0424] xe611至xe613可以各自独立地与关于xe1所定义的相同，

[0425] R_{611}至R_{613}可以各自独立地与关于R_{601}所定义的相同，以及

[0426] R_{614}至R_{616}可以各自独立地选自氢、氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、肼基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团和萘基基团。

[0427] 在示例性实施方案中，式601和式601-1中的L_{601}和L_{611}至L_{613}可以各自独立地选自：

[0428] 亚苯基基团、亚萘基基团、亚芴基基团、螺-亚二芴基基团、亚苯并芴基基团、亚二苯并芴基基团、亚菲基基团、亚蒽基基团、亚荧蒽基基团、亚苯并菲基基团、亚芘基基团、亚䓛基基团、亚苝基基团、亚五苯基基团、亚并六苯基基团、亚并五苯基基团、亚噻吩基基团、亚呋喃基基团、亚咔唑基基团、亚吲哚基基团、亚异吲哚基基团、亚苯并呋喃基基团、亚苯并噻吩基基团、亚二苯并呋喃基基团、亚二苯并噻吩基基团、亚苯并咔唑基基团、亚二苯并咔唑基基团、亚二苯并噻咯基基团、亚吡啶基基团、亚咪唑基基团、亚吡唑基基团、亚噻唑基基团、亚异噻唑基基团、亚噁唑基基团、亚异噁唑基基团、亚噻二唑基基团、亚噁二唑基基团、亚吡嗪基基团、亚嘧啶基基团、亚哒嗪基基团、亚三嗪基基团、亚喹啉基基团、亚异喹啉基基团、亚苯并喹啉基基团、亚酞嗪基基团、亚萘啶基基团、亚喹喔啉基基团、亚喹唑啉基基团、亚噌啉基基团、亚菲啶基基团、亚吖啶基基团、亚菲咯啉基基团、亚吩嗪基基团、亚苯并咪唑基基团、亚异苯并噻唑基基团、亚苯并噁唑基基团、亚异苯并噁唑基基团、亚三唑基基团、亚四唑基基团、亚咪唑并吡啶基基团、亚咪唑并嘧啶基基团和亚氮杂咔唑基基团；以及

[0429] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、苝基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团、吡啶基基团、咪唑基基团、吡唑基基团、噻唑基基团、异噻唑基基团、噁唑基基团、异噁唑基基团、噻二唑基基团、噁二唑基基团、吡嗪基基团、嘧啶基基团、哒嗪基基团、三嗪基基团、喹啉基基团、异喹啉基基团、苯并喹啉基基团、酞嗪基基团、萘啶基基团、喹喔啉基基团、喹唑啉基基团、噌啉基基团、菲啶基基团、吖啶基基团、菲咯啉基基团、吩嗪基基团、苯并咪唑基基团、异苯并噻唑基基团、苯并噁唑基基团、异苯并噁唑基基团、三唑基基团、四唑基基团、咪唑并吡啶基基团、咪唑并嘧啶基基团和氮杂咔唑基基团中的至少一个取代的亚苯基基团、亚萘基基团、亚芴基基团、螺-亚二芴基基团、亚苯并芴基基团、亚二苯并芴基基团、亚菲基基团、亚蒽基基团、亚荧蒽基基团、亚苯并菲基基团、亚芘基基团、亚䓛基基团、亚苝基基团、亚五苯基基团、亚并六苯基基团、亚并五苯基基团、亚噻吩基基团、亚呋喃基基团、亚咔唑基基团、亚吲哚基基团、亚异吲哚基基团、亚苯并呋喃基基团、亚苯并噻吩基基团、亚二苯并呋喃基基团、亚二苯并噻吩基基团、亚苯并咔唑基基团、亚二苯并咔唑基基团、亚二苯并噻咯基基团、亚吡啶基基团、亚咪唑基基团、亚吡唑基基团、亚噻唑基基团、亚异噻唑基基团、亚噁唑基基团、亚异噁唑基基团、亚噻二唑基基团、亚噁二唑基基团、亚吡嗪基基团、亚嘧啶基基团、亚哒嗪基基团、亚三嗪基基团、亚喹啉基基团、亚异喹啉基基团、亚苯并喹啉基基团、亚酞嗪基基团、亚萘啶基基团、亚喹喔啉基基团、亚喹唑啉基基团、亚噌啉基基团、亚菲啶基基团、亚吖啶基基团、亚菲咯啉基基团、亚吩嗪基基团、亚苯并咪唑基基团、亚异苯并噻唑基基团、亚苯并噁唑基基团、亚异苯并噁唑基基团、亚三唑基基团、亚四唑基基团、亚咪唑并吡啶基基团、亚咪唑并嘧啶基基团和亚氮杂咔唑基基团；

[0430] 在示例性实施方案中，式601和式601-1中的xe1和xe611至xe613可以各自独立地为0、1或2。

[0431] 在示例性实施方案中，在式601和式601-1中，R_{601}和R_{611}至R_{613}可以各自独立地选自：

[0432] 苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、苝基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团、吡啶基基团、咪唑基基团、吡唑基基团、噻唑基基团、异噻唑基基团、噁唑基基团、异噁唑基基团、噻二唑基基团、噁二唑基基团、吡嗪基基团、嘧啶基基团、哒嗪基基团、三嗪基基团、喹啉基基团、异喹啉基基团、苯并喹啉基基团、酞嗪基基团、萘啶基基团、喹喔啉基基团、喹唑啉基基团、噌啉基基团、菲啶基基团、吖啶基基团、菲咯啉基基团、吩嗪基基团、苯并咪唑基基团、异苯并噻唑基基团、苯并噁唑基基团、异苯并噁唑基基团、三唑基基团、四唑基基团、咪唑并吡啶

基基团、咪唑并嘧啶基基团和氮杂咔唑基基团；

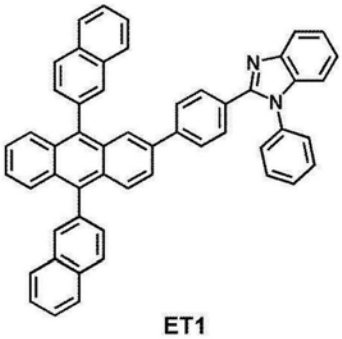
[0433] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{20}烷基基团、C_1-C_{20}烷氧基基团、苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、苝基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团、吡啶基基团、咪唑基基团、吡唑基基团、噻唑基基团、异噻唑基基团、噁唑基基团、异噁唑基基团、噻二唑基基团、噁二唑基基团、吡嗪基基团、嘧啶基基团、哒嗪基基团、三嗪基基团、喹啉基基团、异喹啉基基团、苯并喹啉基基团、酞嗪基基团、萘啶基基团、喹喔啉基基团、喹唑啉基基团、噌啉基基团、菲啶基基团、吖啶基基团、菲咯啉基基团、吩嗪基基团、苯并咪唑基基团、异苯并噻唑基基团、苯并噁唑基基团、异苯并噁唑基基团、三唑基基团、四唑基基团、咪唑并吡啶基基团、咪唑并嘧啶基基团和氮杂咔唑基基团中的至少一个取代的苯基基团、联苯基基团、三联苯基基团、萘基基团、芴基基团、螺-二芴基基团、苯并芴基基团、二苯并芴基基团、菲基基团、蒽基基团、荧蒽基基团、苯并菲基基团、芘基基团、䓛基基团、苝基基团、五苯基基团、并六苯基基团、并五苯基基团、噻吩基基团、呋喃基基团、咔唑基基团、吲哚基基团、异吲哚基基团、苯并呋喃基基团、苯并噻吩基基团、二苯并呋喃基基团、二苯并噻吩基基团、苯并咔唑基基团、二苯并咔唑基基团、二苯并噻咯基基团、吡啶基基团、咪唑基基团、吡唑基基团、噻唑基基团、异噻唑基基团、噁唑基基团、异噁唑基基团、噻二唑基基团、噁二唑基基团、吡嗪基基团、嘧啶基基团、哒嗪基基团、三嗪基基团、喹啉基基团、异喹啉基基团、苯并喹啉基基团、酞嗪基基团、萘啶基基团、喹喔啉基基团、喹唑啉基基团、噌啉基基团、菲啶基基团、吖啶基基团、菲咯啉基基团、吩嗪基基团、苯并咪唑基基团、异苯并噻唑基基团、苯并噁唑基基团、异苯并噁唑基基团、三唑基基团、四唑基基团、咪唑并吡啶基基团、咪唑并嘧啶基基团和氮杂咔唑基基团；以及

[0434] $-S(=O)_2(Q_{601})$和$-P(=O)(Q_{601})(Q_{602})$；

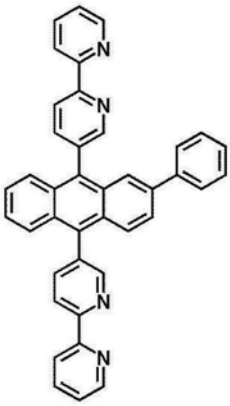
[0435] Q_{601}和Q_{602}可以与以上描述的相同。

[0436] 电子传输区可以包含选自化合物ET1至化合物ET36中的至少一种化合物：

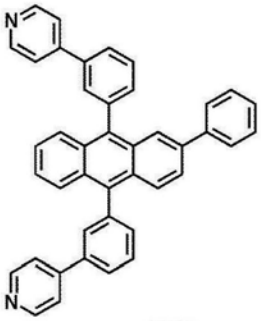
[0437]



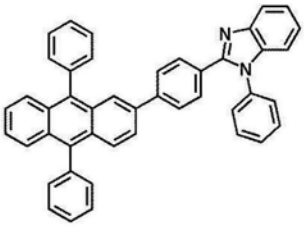
ET1



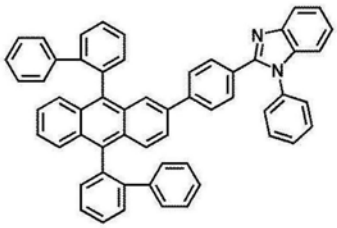
ET2



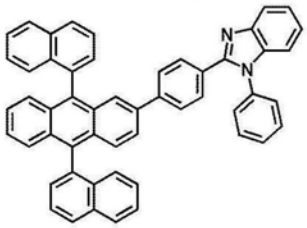
ET3



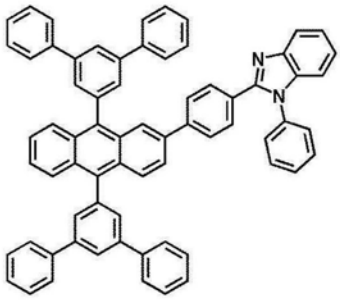
ET4



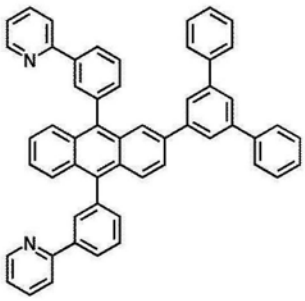
ET5



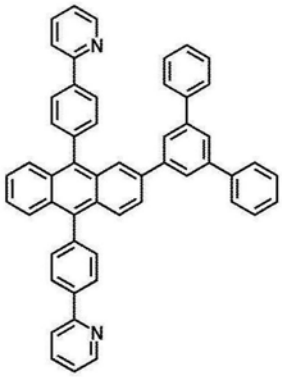
ET6



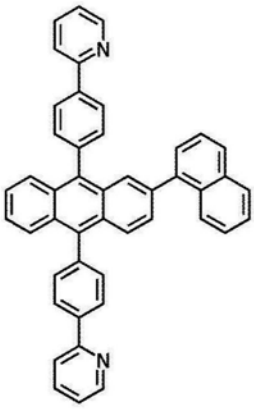
ET7



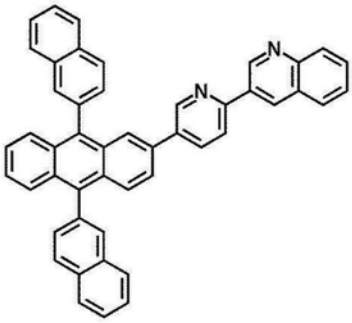
ET8



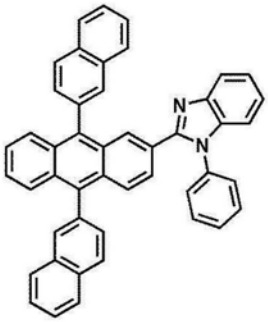
ET9



ET10

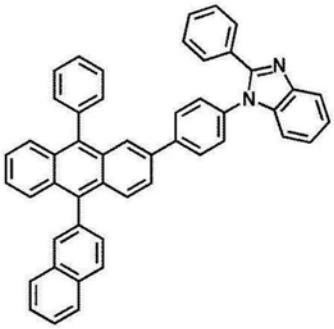


ET11

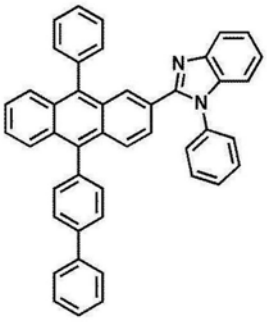


ET12

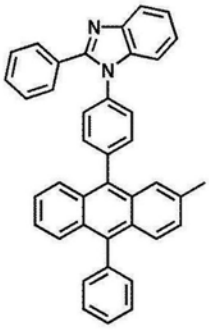
[0438]



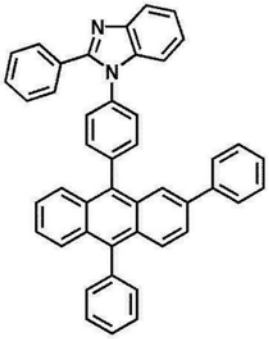
ET13



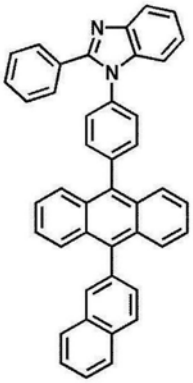
ET14



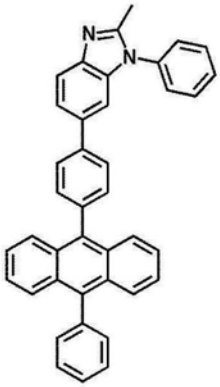
ET15



ET16

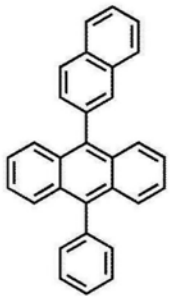


ET17

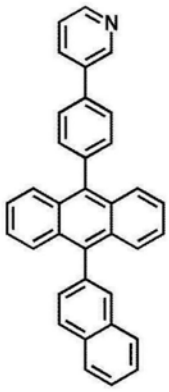


ET18

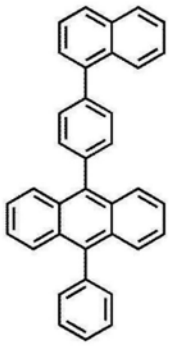
[0439]



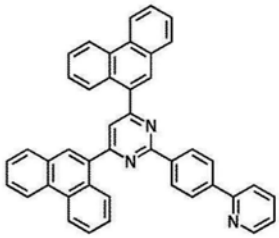
ET19



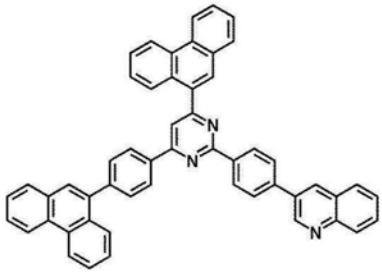
ET20



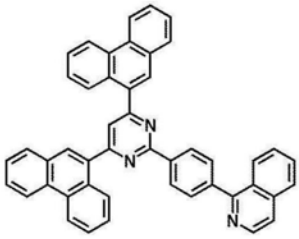
ET21



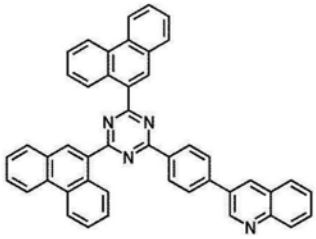
ET22



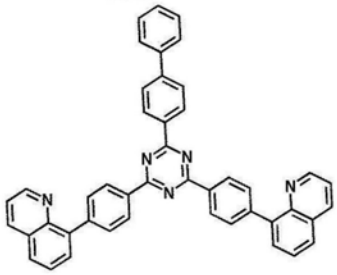
ET23



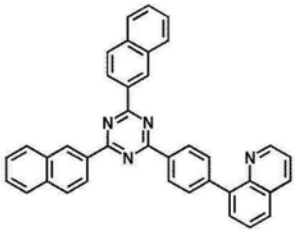
ET24



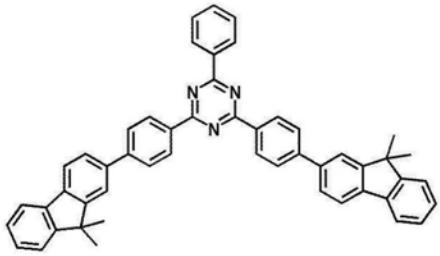
ET25



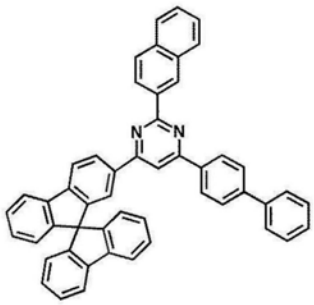
ET26



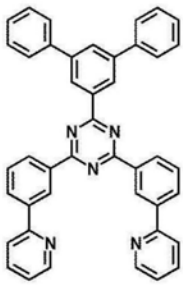
ET27



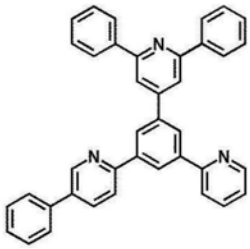
ET28



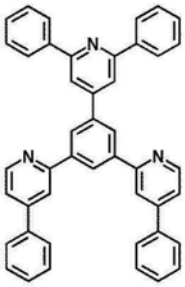
ET29



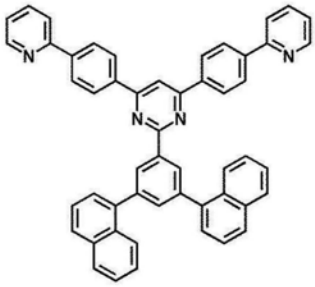
ET30



ET31

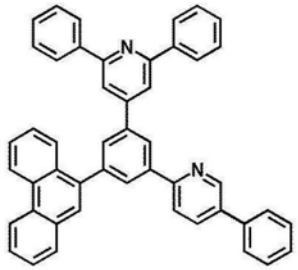


ET32

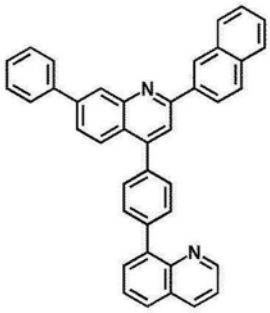


ET33

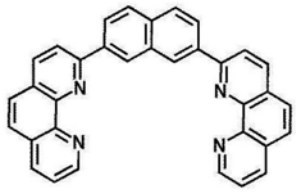
[0440]



ET34



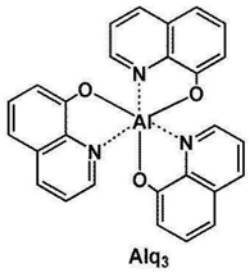
ET35



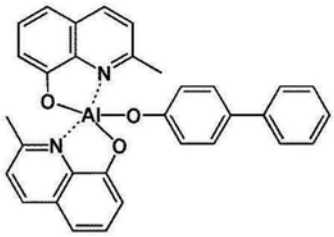
ET36

[0441] 在示例性实施方案中，电子传输区可以包含选自2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(BCP)、4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(Bphen)、Alq_3、BAlq、3-(联苯-4-基)-5-(4-叔丁基苯基)-4-苯基-4H-1,2,4-三唑(TAZ)和NTAZ中的至少一种化合物：

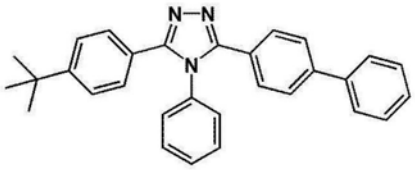
[0442]



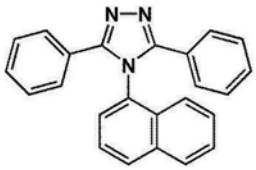
Alq_3



BAlq



TAZ



NTAZ

[0443] 在示例性实施方案中，电子传输区可以包含含氧化膦的化合物(例如，在以下实施例中使用的TSPO1)。在示例性实施方案中，含氧化膦的化合物可以用于电子传输区中的空穴阻挡层中。

[0444] 缓冲层、空穴阻挡层或电子控制层的厚度可以为约20Å至约1,000Å，例如，约30Å至约300Å。当缓冲层、空穴阻挡层和电子控制层的厚度在这些范围内时，电子传输区可以具有优异的空穴阻挡特性或电子控制特性，而没有驱动电压的显著增加。

[0445] 电子传输层的厚度可以为约100Å至约1,000Å，例如，约150Å至约500Å。当电子传输层的厚度在上述范围内时，电子传输层可以具有令人满意的电子传输特性，而没有驱动电压的显著增加。

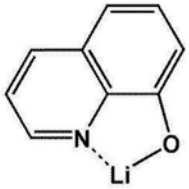
[0446] 除了以上描述的材料以外，电子传输区(例如，电子传输区中的电子传输层)可以进一步包括含金属的材料。

[0447] 含金属的材料可以包括选自碱金属络合物和碱土金属络合物中的至少一种。碱金属络合物可以包含选自Li离子、Na离子、K离子、Rb离子和Cs离子的金属离子，以及碱土金属络合物可以包含选自Be离子、Mg离子、Ca离子、Sr离子和Ba离子的金属离子。与碱金属络合物或碱土金属络合物的金属离子配位的配体可以选自羟基喹啉、羟基异喹啉、羟基苯并喹啉、羟基吖啶、羟基菲啶、羟基苯基噁唑、羟基苯基噻唑、羟基苯基噁二唑、羟基苯基噻二唑、

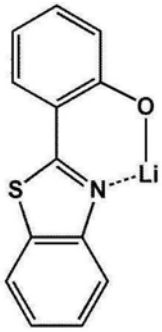
羟基苯基吡啶、羟基苯基苯并咪唑、羟基苯基苯并噻唑、联吡啶、菲咯啉和环戊二烯。

[0448] 例如，含金属的材料可以包括Li络合物。Li络合物可以包括，例如，化合物ET-D1(羟基喹啉锂，LiQ)或ET-D2。

[0449]



ET-D1



ET-D2

[0450] 电子传输区可以包括电子注入层，其促进来自第二电极190的电子的注入。电子注入层可以直接接触第二电极190。

[0451] 电子注入层可以具有i)包括含单一材料的单个层的单层结构，ii)包括含多种不同材料的单个层的单层结构，或者iii)具有含多种不同材料的多个层的多层结构。

[0452] 电子注入层可以包含碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物、稀土金属化合物、碱金属络合物、碱土金属络合物、稀土金属络合物或其组合。

[0453] 碱金属可以选自Li、Na、K、Rb和Cs。在示例性实施方案中，碱金属可以为Li、Na或Cs。在示例性实施方案中，碱金属可以为Li或Cs。

[0454] 碱土金属可以选自Mg、Ca、Sr和Ba。

[0455] 稀土金属可以选自Sc、Y、Ce、Tb、Yb和Gd。

[0456] 碱金属化合物、碱土金属化合物和稀土金属化合物可以选自碱金属、碱土金属和稀土金属的氧化物和卤化物(例如，氟化物、氯化物、溴化物或碘化物)。

[0457] 碱金属化合物可以选自碱金属氧化物(例如Li_2O、Cs_2O或K_2O)以及碱金属卤化物(例如LiF、NaF、CsF、KF、LiI、NaI、CsI或KI)。在示例性实施方案中，碱金属化合物可以选自LiF、Li_2O、NaF、LiI、NaI、CsI和KI。

[0458] 碱土金属化合物可以选自碱土金属氧化物，如BaO、SrO、CaO、$Ba_xSr_{1-x}O$ ($0<x<1$)或$Ba_xCa_{1-x}O$ ($0<x<1$)。在示例性实施方案中，碱土金属化合物可以选自BaO、SrO和CaO。

[0459] 稀土金属化合物可以选自YbF_3、ScF_3、Sc_2O_3、Y_2O_3、Ce_2O_3、GdF_3和TbF_3。在示例性实施方案中，稀土金属化合物可以选自YbF_3、ScF_3、TbF_3、YbI_3、ScI_3和TbI_3。

[0460] 碱金属络合物、碱土金属络合物和稀土金属络合物可以包含如以上描述的碱金属、碱土金属和稀土金属的离子，并且与碱金属络合物、碱土金属络合物或稀土金属络合物的金属离子配位的配体可以选自羟基喹啉、羟基异喹啉、羟基苯并喹啉、羟基吖啶、羟基菲啶、羟基苯基噁唑、羟基苯基噻唑、羟基苯基噁二唑、羟基苯基噻二唑、羟基苯基吡啶、羟基苯基苯并咪唑、羟基苯基苯并噻唑、联吡啶、菲咯啉和环戊二烯。

[0461] 电子注入层可以包含如以上描述的碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物、稀土金属化合物、碱金属络合物、碱土金属络合物、稀土金属络合物或其组合，或者由如以上描述的碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物、稀土金属化合物、碱金属络合物、碱土金属络合物、稀土金属络合物或其组合组成。在示例

性实施方案中，电子注入层可以进一步包含有机材料。当电子注入层进一步包含有机材料时，碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物、稀土金属化合物、碱金属络合物、碱土金属络合物、稀土金属络合物或其组合可以被均匀地或非均匀地分散于包含有机材料的基体中。

[0462] 电子注入层的厚度可以为约1 Å至约100 Å，例如，约3 Å至约90 Å。当电子注入层的厚度在上述范围内时，电子注入层可以具有令人满意的电子注入特性，而没有驱动电压的显著增加。

[0463] 第二电极190

[0464] 第二电极190可以布置在具有此类结构的有机层150上。第二电极190可以是阴极，其为电子注入电极，并且对此，用于形成第二电极190的材料可以选自具有相对低的功函的金属、合金、导电化合物及其组合。

[0465] 第二电极190可以包含选自锂(Li)、银(Ag)、镁(Mg)、铝(Al)、铝-锂(Al-Li)、钙(Ca)、镁-铟(Mg-In)、镁-银(Mg-Ag)、ITO和IZO中的至少一种。第二电极190可以为透射电极、半透射电极或反射电极。

[0466] 第二电极190可以具有单层结构、或包括两层或多于两层的多层结构。

[0467] 构成空穴传输区的层、发射层和构成电子传输区的层可以通过使用选自真空沉积、旋涂、流延、兰格缪尔-布罗杰特(Langmuir-Blodgett，LB)沉积、喷墨印刷、激光印刷和激光诱导热成像中的一种或多于一种的合适的方法在特定区中形成。

[0468] 当构成空穴传输区的层、发射层和构成电子传输区的层通过真空沉积形成时，通过考虑待形成的层中包含的材料以及待形成的层的结构，可以在约100℃至约500℃的沉积温度、约10^{-8}托至约10^{-3}托的真空度和约0.01 Å/秒至约100 Å/秒的沉积速度下进行沉积。

[0469] 当构成空穴传输区的层、发射层和构成电子传输区的层通过旋涂形成时，通过考虑待形成的层中包含的材料以及待形成的层的结构，可以以约2,000rpm至约5,000rpm的涂覆速度和在约80℃至约200℃的热处理温度下进行旋涂。

[0470] 取代基的一般定义

[0471] 如本文使用的术语“C_1-C_{60}烷基基团”是指具有1个至60个碳原子的直链或支链的脂肪族饱和烃单价基团，并且其实例包括甲基基团、乙基基团、丙基基团、异丁基基团、仲丁基基团、叔丁基基团、戊基基团、异戊基基团和己基基团。如本文使用的术语“C_1-C_{60}亚烷基基团”是指具有与C_1-C_{60}烷基基团相同的结构的二价基团。

[0472] 如本文使用的术语“C_2-C_{60}烯基基团”是指在C_2-C_{60}烷基基团的中部或末端具有至少一个双键的烃基团，并且其实例包括乙烯基基团、丙烯基基团和丁烯基基团。如本文使用的术语“C_2-C_{60}亚烯基基团”是指具有与C_2-C_{60}烯基基团相同的结构的二价基团。

[0473] 如本文使用的术语“C_2-C_{60}炔基基团”是指在C_2-C_{60}烷基的中部或末端具有至少一个叁键的烃基团，并且其实例包括乙炔基基团和丙炔基基团。如本文使用的术语“C_2-C_{60}亚炔基基团”是指具有与C_2-C_{60}炔基基团相同的结构的二价基团。

[0474] 如本文使用的术语“C_1-C_{60}烷氧基基团”是指由-OA_{101}(其中A_{101}为C_1-C_{60}烷基基团)表示的单价基团，并且其实例包括甲氧基基团、乙氧基基团和异丙氧基基团。

[0475] 如本文使用的术语“C_3-C_{10}环烷基基团”是指具有3个至10个碳原子的单价饱和烃

单环基团，并且其实例包括环丙基基团、环丁基基团、环戊基基团、环己基基团和环庚基基团。如本文使用的术语“C_3-C_{10}亚环烷基基团”是指具有与C_3-C_{10}环烷基基团相同的结构的二价基团。

[0476] 如本文使用的术语“C_1-C_{10}杂环烷基基团”是指具有作为成环原子的选自N、O、Si、P和S中的至少一个杂原子(例如，1-6个杂原子，如1、2、3、4、5或6个杂原子)以及1个至10个碳原子的单价单环基团，并且其实例包括1,2,3,4-氧杂三唑烷基基团、四氢呋喃基基团和四氢噻吩基基团。如本文使用的术语“C_1-C_{10}亚杂环烷基基团”是指具有与C_1-C_{10}杂环烷基基团相同的结构的二价基团。

[0477] 如本文使用的术语“C_3-C_{10}环烯基基团”是指在其环中具有3个至10个碳原子和至少一个双键且没有芳香性的单价单环基团，并且其实例包括环戊烯基基团、环己烯基基团和环庚烯基基团。如本文使用的术语“C_3-C_{10}亚环烯基基团”是指具有与C_3-C_{10}环烯基基团相同的结构的二价基团。

[0478] 如本文使用的术语“C_1-C_{10}杂环烯基基团”是指在其环中具有作为成环原子的选自N、O、Si、P和S中的至少一个杂原子(例如，1-6个杂原子，如1、2、3、4、5或6个杂原子)、1个至10个碳原子和至少一个双键的单价单环基团。C_1-C_{10}杂环烯基基团的非限制性实例包括4,5-二氢-1,2,3,4-噁三唑基基团、2,3-二氢呋喃基基团和2,3-二氢噻吩基基团。如本文使用的术语“C_1-C_{10}亚杂环烯基基团”是指具有与C_1-C_{10}杂环烯基基团相同的结构的二价基团。

[0479] 如本文使用的术语“C_6-C_{60}芳基基团”是指具有含有6个至60个碳原子的碳环芳香族系统的单价基团，并且本文使用的C_6-C_{60}亚芳基基团是指具有含有6个至60个碳原子的碳环芳香族系统的二价基团。C_6-C_{60}芳基基团的非限制性实例包括苯基基团、萘基基团、蒽基基团、菲基基团、芘基基团和䓛基基团。当C_6-C_{60}芳基基团和C_6-C_{60}亚芳基基团各自包含两个或多于两个的环时，所述环可以彼此稠合。

[0480] 如本文使用的术语“C_1-C_{60}杂芳基基团”是指具有除了1个至60碳原子之外还含有选自N、O、Si、P和S中的至少一个杂原子(例如，1-15个杂原子，如1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14或15个杂原子)作为成环原子的芳香族系统的单价基团。如本文使用的术语“C_1-C_{60}亚杂芳基基团”是指具有除了1个至60个碳原子之外还含有选自N、O、Si、P和S中的至少一个杂原子(例如，1-15个杂原子，如1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14或15个杂原子)作为成环原子的芳香族系统的二价基团。C_1-C_{60}杂芳基基团的非限制性实例包括吡啶基基团、嘧啶基基团、吡嗪基基团、哒嗪基基团、三嗪基基团、喹啉基基团和异喹啉基基团。当C_1-C_{60}杂芳基基团和C_1-C_{60}亚杂芳基基团各自包含两个或多于两个的环时，所述环可以彼此稠合。

[0481] 如本文使用的术语“C_6-C_{60}芳氧基基团”是指-OA_{102}(其中A_{102}为C_6-C_{60}芳基基团)，以及本文使用的C_6-C_{60}芳硫基基团表示-SA_{103}(其中A_{103}为C_6-C_{60}芳基基团)。

[0482] 如本文使用的术语“单价非芳香族稠合多环基团”是指单价基团(例如，具有8个至60个碳原子)，其具有彼此稠合的两个或多于两个的环、仅具有碳原子作为成环原子、并且在其整个分子结构中具有至少一个非芳香族环。单价非芳香族稠合多环基团的详细实例为芴基基团。如本文使用的术语“二价非芳香族稠合多环基团”是指具有与单价非芳香族稠合多环基团相同的结构的二价基团。

[0483] 如本文使用的术语“单价非芳香族稠合杂多环基团”是指单价基团(例如，具有1个

至60个碳原子)，其具有彼此稠合的两个或多于两个的环、具有除碳原子以外的选自N、O、Si、P和S中的至少一个杂原子(例如，1-15个杂原子，如1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14或15个杂原子)作为成环原子、并且在其整个分子结构中具有至少一个非芳香族环。单价非芳香族稠合杂多环基团的实例为咔唑基基团。如本文使用的术语“二价非芳香族稠合杂多环基团”是指具有与单价非芳香族稠合杂多环基团相同的结构的二价基团。

[0484] 如本文使用的术语“C_5-C_{60}碳环基团”是指具有5个至60个碳原子的单环或多环基团，其中成环原子仅为碳原子。“C_5-C_{60}碳环基团”可以是芳香族碳环基团或非芳香族碳环基团。C_5-C_{60}碳环基团可以为环，例如苯；单价基团，例如苯基基团；或二价基团，例如亚苯基基团。在示例性实施方案中，根据连接至C_5-C_{60}碳环基团的取代基的数目，C_5-C_{60}碳环基团可以为三价基团或四价基团。

[0485] 如本文使用的术语“C_1-C_{60}杂环基团”是指具有与C_5-C_{60}碳环基团相同的结构的基团，但是除碳(碳原子的数目可以为1至60)以外，还使用选自N、O、Si、P和S中的至少一个杂原子(例如，1-15个杂原子，如1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14或15个杂原子)作为成环原子。

[0486] 在本说明书中，取代的C_5-C_{60}碳环基团、取代的C_1-C_{60}杂环基团、取代的C_3-C_{10}亚环烷基基团、取代的C_1-C_{10}亚杂环烷基基团、取代的C_3-C_{10}亚环烯基基团、取代的C_1-C_{10}亚杂环烯基基团、取代的C_6-C_{60}亚芳基基团、取代的C_1-C_{60}亚杂芳基基团、取代的二价非芳族稠合多环基团、取代的二价非芳香族稠合杂多环基团、取代的C_1-C_{60}烷基基团、取代的C_2-C_{60}烯基基团、取代的C_2-C_{60}炔基基团、取代的C_1-C_6烷氧基基团、取代的C_3-C_{10}环烷基基团、取代的C_1-C_{10}杂环烷基基团、取代的C_3-C_{10}环烯基基团、取代的C_1-C_{10}杂环烯基基团、取代的C_6-C_{60}芳基基团、取代的C_6-C_{60}芳氧基基团、取代的C_6-C_{60}芳硫基基团、取代的C_1-C_{60}杂芳基基团、取代的单价非芳香族稠合多环基团以及取代的单价非芳香族稠合杂多环基团中的至少一个取代基可以选自：

[0487] 氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{60}烷基基团、C_2-C_{60}烯基基团、C_2-C_{60}炔基基团和C_1-C_{60}烷氧基基团；

[0488] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团，C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团、单价非芳香族稠合杂多环基团、$-Si(Q_{11})(Q_{12})(Q_{13})$、$-N(Q_{11})(Q_{12})$、$-B(Q_{11})(Q_{12})$、$-C(=O)(Q_{11})$、$-S(=O)_2(Q_{11})$和$-P(=O)(Q_{11})(Q_{12})$中的至少一个取代的$C_1$-$C_{60}$烷基基团、$C_2$-$C_{60}$烯基基团、$C_2$-$C_{60}$炔基基团和$C_1$-$C_{60}$烷氧基基团；

[0489] C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团、C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团和单价非芳香族稠合杂多环基团；

[0490] 各自被选自氘、-F、-Cl、-Br、-I、羟基基团、氰基基团、硝基基团、脒基基团、肼基基团、腙基基团、C_1-C_{60}烷基基团、C_2-C_{60}烯基基团、C_2-C_{60}炔基基团、C_1-C_{60}烷氧基基团、C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团、C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团、单价非芳香族稠合杂多环基团、$-Si(Q_{21})(Q_{22})(Q_{23})$、$-N(Q_{21})(Q_{22})$、$-B(Q_{21})(Q_{22})$、$-C(=O)(Q_{21})$、-

$S(=O)_2(Q_{21})$和$-P(=O)(Q_{21})(Q_{22})$中的至少一个取代的C_3-C_{10}环烷基基团、C_1-C_{10}杂环烷基基团、C_3-C_{10}环烯基基团、C_1-C_{10}杂环烯基基团、C_6-C_{60}芳基基团、C_6-C_{60}芳氧基基团、C_6-C_{60}芳硫基基团、C_1-C_{60}杂芳基基团、单价非芳香族稠合多环基团和单价非芳香族稠合杂多环基团;以及

[0491] $-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$、$-N(Q_{31})(Q_{32})$、$-B(Q_{31})(Q_{32})$、$-C(=O)(Q_{31})$、$-S(=O)_2(Q_{31})$和$-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})$,以及

[0492] Q_{11}至Q_{13}、Q_{21}至Q_{23}和Q_{31}至Q_{33}可以各自独立地选自氢,氘,-F,-Cl,-Br,-I,羟基基团,氰基基团,硝基基团,脒基基团,肼基基团,腙基基团,C_1-C_{60}烷基基团,C_2-C_{60}烯基基团,C_2-C_{60}炔基基团,C_1-C_{60}烷氧基基团,C_3-C_{10}环烷基基团,C_1-C_{10}杂环烷基基团,C_3-C_{10}环烯基基团,C_1-C_{10}杂环烯基基团,C_6-C_{60}芳基基团,C_1-C_{60}杂芳基基团,单价非芳香族稠合多环基团,单价非芳香族稠合杂多环基团,被选自氘、-F和氰基基团中的至少一个取代的C_1-C_{60}烷基基团,被选自氘、-F和氰基基团中的至少一个取代的C_6-C_{60}芳基基团,联苯基基团和三联苯基基团。

[0493] 如本文使用的术语“Ph”表示苯基基团,如本文使用的术语“Me”表示甲基基团,如本文使用的术语“Et”表示乙基基团,如本文使用的术语“ter-Bu”或“Bu^t”表示叔丁基基团,以及如本文使用的术语“OMe”表示甲氧基基团。

[0494] 如本文所用的术语“联苯基基团”是指“被苯基基团取代的苯基基团”。所述“联苯基基团”为具有“C_6-C_{60}芳基基团(苯基基团)”作为取代基的“取代的苯基基团”。

[0495] 如本文使用的术语“三联苯基基团”是指“被联苯基基团取代的苯基基团”。所述“三联苯基基团”为具有“被C_6-C_{60}芳基基团(苯基基团)取代的C_6-C_{60}芳基基团(苯基基团)”作为取代基的“苯基基团”。

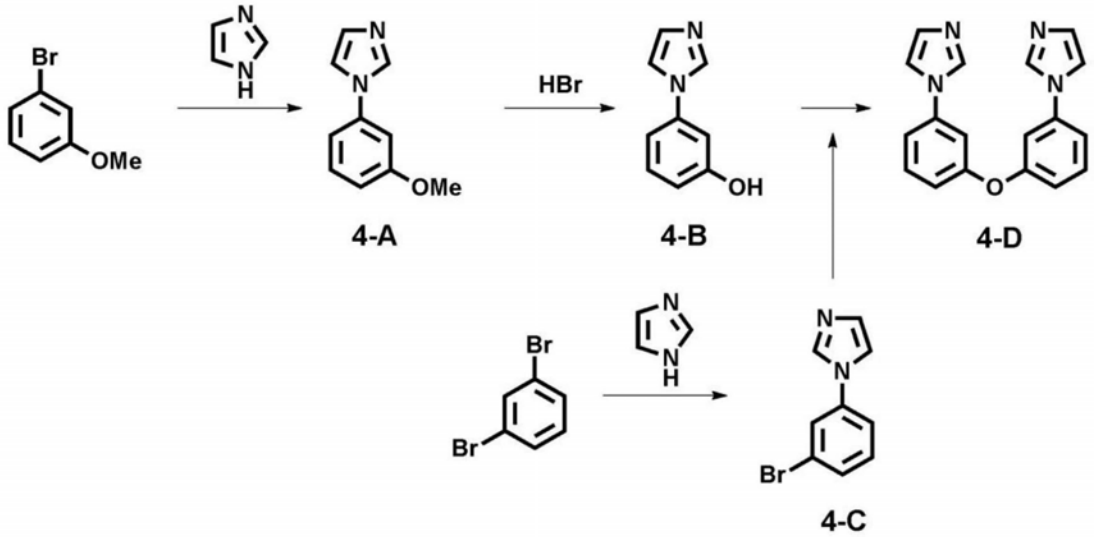
[0496] 如本文使用的*和*',除非另外定义,各自是指在相应的式中与相邻原子的连接位点。

[0497] 提供以下实施例和对比例以突出一个或多于一个的实施方案的特点,但是应当理解,实施例和对比例不被解释为限制实施方案的范围,对比例也不被解释为在实施方案的范围之外。此外,应当理解,实施方案不受限于实施例和对比例中描述的特定的细节。

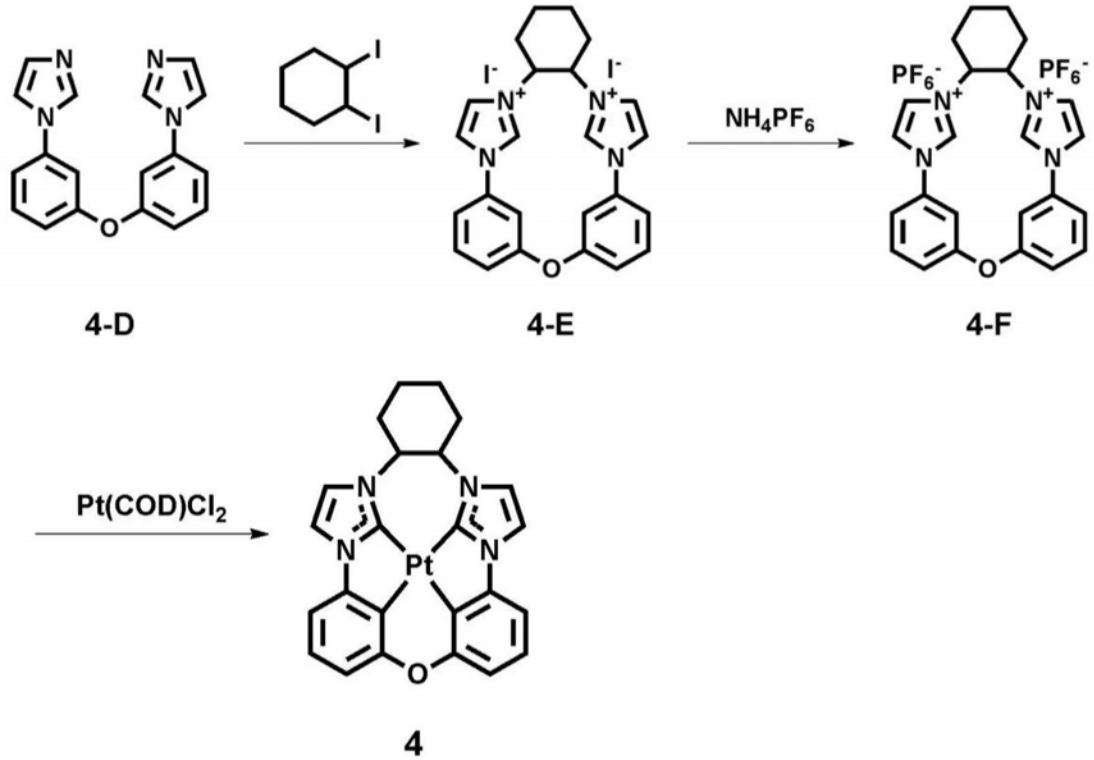
[0498] 在描述合成例中所使用的表述“使用B替代A”表示使用等数量的摩尔当量的B替代摩尔当量的A。

[0499] 合成例

[0500] 合成例1:化合物4的合成



[0501]



[0502] 1)中间体[4-A]的合成

[0503] 将9.35g(50mmol)间溴苯甲醚、3.40g(50mmol)的咪唑、23g(100mmol)的三聚磷酸钾、1.83g(10mmol)的碘铜和1.17g(10mmol)的吡啶甲酸添加到反应容器中并悬浮在100mL的二甲基亚砜中。将反应混合物加热并在160℃的温度下搅拌24小时。反应完成后，将反应产物冷却至室温，向其中添加300mL的蒸馏水，且通过使用乙酸乙酯从其中萃取有机层。萃取的有机层以饱和氯化钠水溶液洗涤并通过使用硫酸钠干燥。从其除去了溶剂的残余物通过柱色谱法分离以得到6.97g(40mmol)的中间体[4-A]。

[0504] 2)中间体[4-B]的合成

[0505] 将6.97g(40mmol)的中间体[4-A]悬浮在过量的溴酸溶液中。将反应混合物加热并在110℃的温度下搅拌24小时。反应完成后，将反应产物冷却至室温并通过向其中加入适量

的碳酸氢钠而将其中和。向其中添加300mL的蒸馏水并且通过使用乙酸乙酯从其中萃取有机层。萃取的有机层以饱和氯化钠水溶液洗涤并通过使用硫酸钠干燥。从其除去溶剂了的残余物通过柱色谱法分离以得到5.77g(36mmol)的中间体[4-B]。

[0506] 3)中间体[4-C]的合成

[0507] 将11.80g(50mmol)的1,3-二溴苯,3.40g(50mmol)的咪唑、23g(100mmol)的三聚磷酸钾、1.83g(10mmol)的碘铜和1.17g(10mmol)的吡啶甲酸添加至反应容器中并悬浮在100mL的二甲基亚砜中。将反应混合物加热并在160℃的温度下搅拌24小时。反应完成后,将反应产物冷却至室温,向其中添加300mL的蒸馏水,且通过使用乙酸乙酯从其中萃取有机层。萃取的有机层用饱和氯化钠水溶液洗涤并通过使用硫酸钠干燥。从其除去了溶剂的残余物通过柱色谱法分离以得到7.81g(35mmol)的中间体[4-C]。

[0508] 4)中间体[4-D]的合成

[0509] 将5.77g(36mmol)的中间体[4-B]、7.81g(35mmol)的中间体[4-C]、16.1g(70mmol)的三聚磷酸钾、1.28g(7mmol)的碘铜和0.82g(7mmol)的吡啶甲酸添加至反应容器中并悬浮在70mL的二甲基亚砜中。将反应混合物经加热并在160℃的温度下搅拌24小时。反应完成后,将反应产物冷却至室温,向其中添加300mL的蒸馏水,且通过使用乙酸乙酯从其中萃取有机层。萃取的有机层以饱和氯化钠水溶液洗涤并通过使用硫酸钠干燥。从其除去了溶剂的残余物通过柱色谱法分离以得到8.47g(28mmol)的中间体[4-D]。

[0510] 5)中间体[4-E]的合成

[0511] 将8.47g(28mmol)的中间体[4-D]和1.68g(140mmol)的1,2-二碘代环己烷添加至反应容器中并悬浮在100mL的甲苯中。将反应混合物加热并在110℃的温度下搅拌24小时。反应完成后,将反应产物冷却至室温,并且将由此生成的固体过滤并用乙醚洗涤。将经洗涤的固体进行干燥以得到12.5g(19.6mmol)的中间体[4-E]。

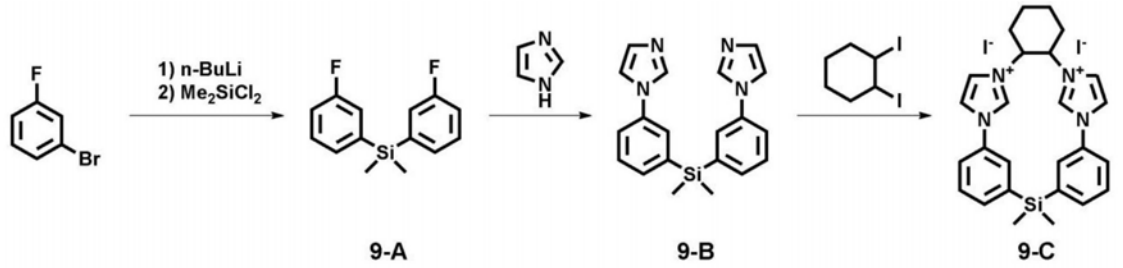
[0512] 6)中间体[4-F]的合成

[0513] 将12.5g(19.6mmol)的中间体[4-E]和9.58g(58.8mmol)的六氟磷酸铵悬浮在50mL的甲醇和50mL的水中。将反应混合物于室温下搅拌24小时。反应完成后,将由此生成的固体过滤并用乙醚洗涤。将经洗涤的固体进行干燥以得到9.25g(13.7mmol)的中间体[4-F]。

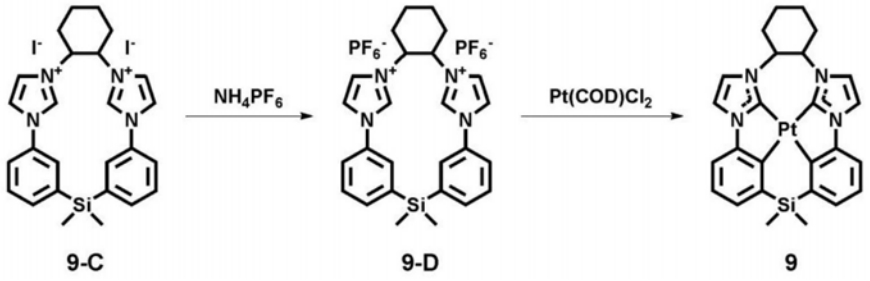
[0514] 7)化合物4的合成

[0515] 将9.25g(13.7mmol)的中间体[4-F]、5.6g(15mmol)的二氯(1,5-环辛二烯)铂和3.4g(41mmol)的乙酸钠悬浮在160mL的二噁烷中。将反应混合物加热并在110℃的温度下搅拌72小时。反应完成后,将反应产物冷却至室温,向其中添加300mL的蒸馏水,并且通过使用乙酸乙酯从其中萃取有机层。萃取的有机层用饱和氯化钠水溶液洗涤并通过使用硫酸钠干燥。从其除去了溶剂的残余物通过柱色谱法分离以得到2.37g(4.1mmol)的化合物4。

[0516] 合成例2:化合物9的合成



[0517]



[0518] 1)中间体[9-A]的合成

[0519] 将8.75g(50mmol)的1-溴-3-氟苯悬浮在100mL的四氢呋喃中并于-78℃的温度下搅拌。将24mL的n-BuLi溶液(2.5M,在己烷中)添加至该混合溶液中并于相同温度下搅拌2小时。搅拌后,向其中添加7.74g(60mmol)的二甲基二氯硅烷并于室温下再搅拌24小时。反应完成后,向其中添加300mL的蒸馏水,并且通过使用乙酸乙酯从其中萃取有机层。萃取的有机层用饱和氯化钠水溶液洗涤并通过使用硫酸钠干燥。从其除去了溶剂的残余物通过柱色谱法分离以得到9.93g(40mmol)的中间体[9-A]。

[0520] 2)中间体[9-B]的合成

[0521] 将9.93g(40mmol)的中间体[9-A]、8.17g(120mmol)的咪唑和36.8g(160mmol)的三聚磷酸钾添加至反应容器中并悬浮在80mL的二甲基亚砜中。将反应混合物加热并在160℃的温度下搅拌24小时。反应完成后,将反应产物冷却至室温,向其中添加300mL的蒸馏水,且通过使用乙酸乙酯从其中萃取有机层。萃取的有机层用饱和氯化钠水溶液洗涤并通过使用硫酸钠干燥。从其除去了溶剂的残余物通过柱色谱法分离以得到9.0g(26mmol)的中间体[9-B]。

[0522] 3)中间体[9-C]的合成

[0523] 将9.0g(26mmol)的中间体[9-B]和1.56g(130mmol)的1,2-二碘代环己烷添加至反应容器中并悬浮在100mL的甲苯中。将反应混合物加热并在110℃的温度下搅拌24小时。反应完成后,将反应产物冷却至室温,并将由此生成的固体过滤并用乙醚洗涤。将经洗涤的固体进行干燥以得到12.4g(18.2mmol)的中间体[9-C]。

[0524] 4)中间体[9-D]的合成

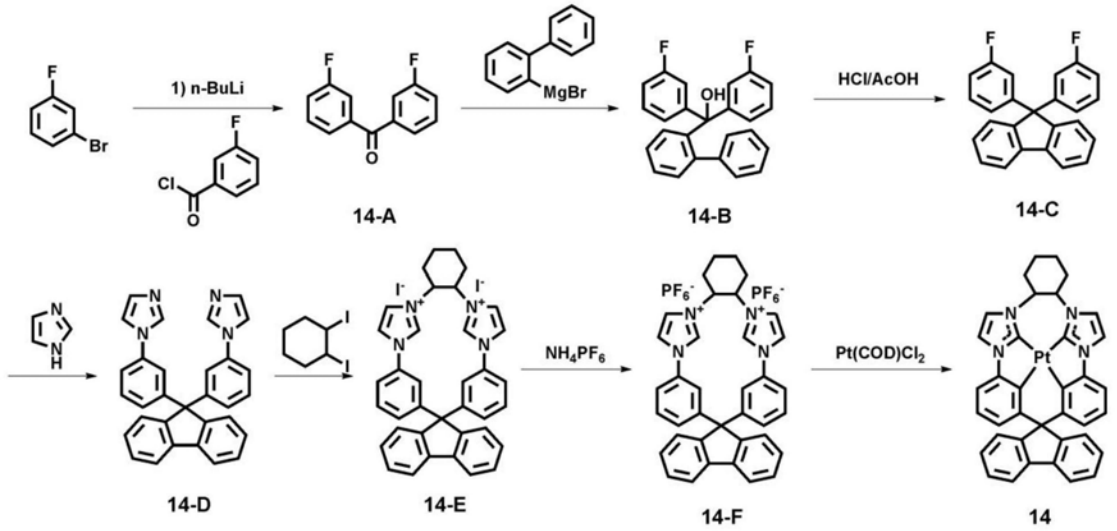
[0525] 将12.4g(18.2mmol)的中间体[9-C]和8.9g(54.6mmol)的六氟磷酸铵添加至反应容器中并悬浮在50mL的甲醇和50mL的水中。将反应混合物于室温下搅拌24小时。反应完成后,将由此生成的固体过滤并用乙醚洗涤。将经洗涤的固体进行干燥以得到8.48g(11.8mmol)的中间体[9-D]。

[0526] 5)化合物9的合成

[0527] 将8.48g(11.8mmol)的中间体[9-D]、4.85g(13mmol)的二氯(1,5-环辛二烯)铂和

2.94g(35.4mmol)的乙酸钠悬浮在140mL的二噁烷中。将反应混合物加热并在110℃的温度下搅拌72小时。反应完成后，将反应产物冷却至室温，向其中添加300mL的蒸馏水，且通过使用乙酸乙酯从其中萃取有机层。萃取的有机层用饱和氯化钠水溶液洗涤并通过使用硫酸钠干燥。从其除去了溶剂的残余物通过柱色谱法分离以得到1.11g(1.8mmol)的化合物9。

[0528] 合成例3：化合物14的合成



[0529]

[0530] 1)中间体[14-A]的合成

[0531] 将8.75g(50mmol)的1-溴-3-氟苯悬浮在100mL的四氢呋喃中并于-78℃的温度下搅拌。24mL的n-BuLi溶液(2.5M，在己烷中)添加至该混合溶液中并于相同温度下搅拌2小时。搅拌后，向其中添加9.51g(60mmol)的3-氟苯甲酰氯并于室温下再搅拌24小时。反应完成后，向其中添加300mL的蒸馏水，并且通过使用乙酸乙酯从其中萃取有机层。萃取的有机层用饱和氯化钠水溶液洗涤并通过使用硫酸钠干燥。从其除去了溶剂的残余物通过柱色谱法分离得到8.29g(38mmol)的中间体[14-A]。

[0532] 2)中间体[14-B]的合成

[0533] 将10.7g(45.6mmol)的2-溴代联苯、11.1g(45.6mmol)的镁和催化量的碘悬浮在100mL的四氢呋喃中并回流3小时以产生格氏试剂。将8.29g(38mmol)的中间体[14-A]进一步添加至该混合物中并回流24小时。反应完成后，将反应产物冷却至室温，并且向其中添加300mL的蒸馏水，且通过使用乙酸乙酯从其中萃取有机层。萃取的有机层用饱和氯化钠水溶液洗涤并通过使用硫酸钠干燥。从其除去了溶剂的残余物通过柱色谱法分离以得到10.6g(28.5mmol)的中间体[14-B]。

[0534] 3)中间体[14-C]的合成

[0535] 将10.6g(28.5mmol)的中间体[14-B]添加至过量的盐酸/乙酸溶液中并回流24小时。反应完成后，将反应产物冷却至室温，并且向其中添加300mL的蒸馏水，且通过使用乙酸乙酯从其中萃取有机层。萃取的有机层用饱和氯化钠水溶液洗涤并通过使用硫酸钠干燥。从其除去了溶剂的残余物通过柱色谱法分离以得到8.59g(24.2mmol)的中间体[14-C]。

[0536] 4)中间体[14-D]的合成

[0537] 将8.59g(24.2mmol)的中间体[14-C]和1.45g(121mmol)的咪唑添加至反应容器中并悬浮在100mL的甲苯中。将反应混合物加热并在110℃的温度下搅拌24小时。反应完成后，

将反应产物冷却至室温，并且将由此生成的固体过滤并用乙醚洗涤。将经洗涤的固体进行干燥以得到7.61g(9.68mmol)的中间体[14-D]。

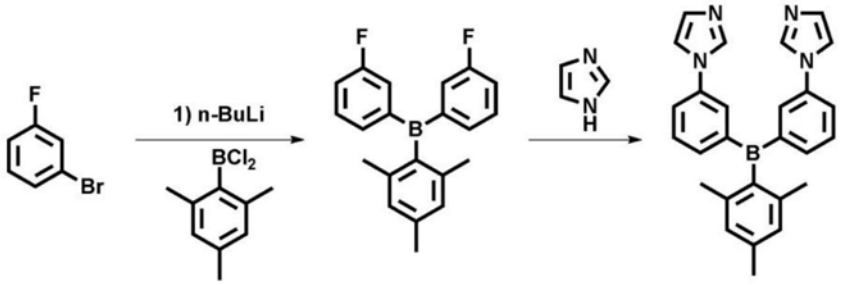
[0538] 5)中间体[14-E]的合成

[0539] 将7.61g(9.68mmol)的中间体[14-D]和4.72g(29mmol)的六氟磷酸铵添加至反应容器并悬浮在20mL的甲醇和20mL的水中。将反应混合物于室温下搅拌24小时。反应完成后，将由此生成的固体过滤并用乙醚洗涤。将经洗涤的固体进行干燥以得到6.37g(7.74mmol)的中间体[14-E]。

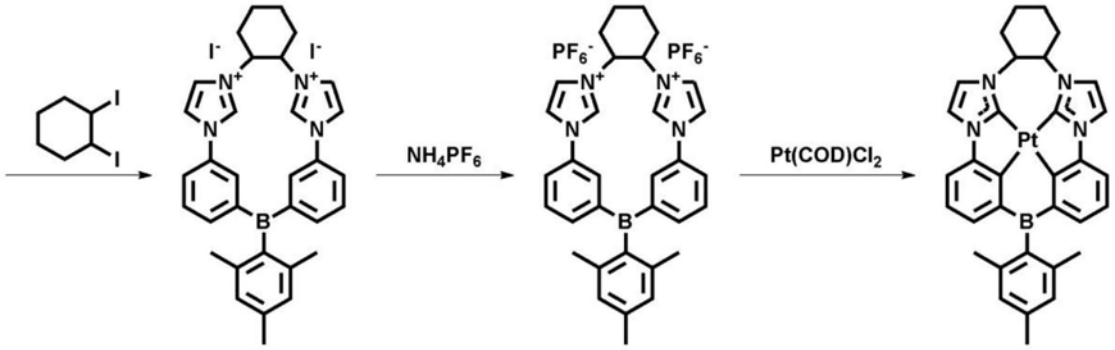
[0540] 6)化合物14的合成

[0541] 将6.37g(7.74mmol)的中间体[14-E]、3.2g(8.51mmol)的二氯(1,5-环辛二烯)铂和1.92g(23.2mmol)的乙酸钠悬浮在90mL的二噁烷中。将反应混合物加热并在110℃的温度下搅拌72小时。反应完成后，将反应产物冷却至室温，向其中加入300mL的蒸馏水，且通过使用乙酸乙酯从其中萃取有机层。萃取的有机层用饱和氯化钠水溶液洗涤并通过使用硫酸钠干燥。从其除去了溶剂的残余物通过柱色谱法分离以得到1.34g(1.86mmol)的化合物14。

[0542] 合成例4:化合物19的合成



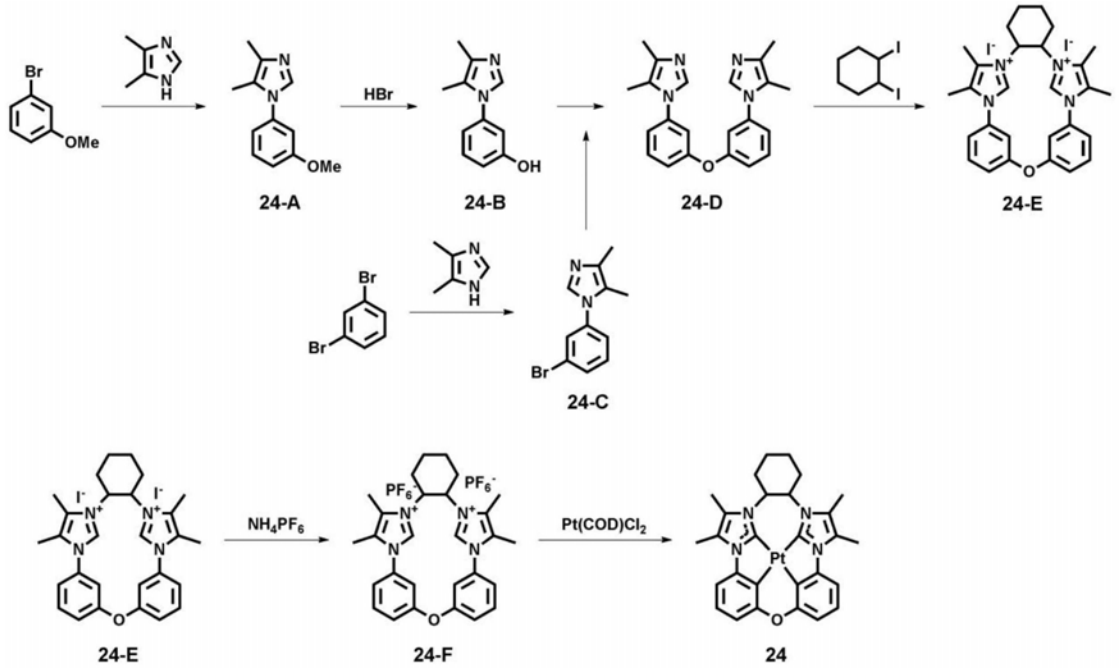
[0543]



[0544] 化合物19以与合成例2中相同的方式得到，但使用二氯(2,4,6-三甲基苯基)硼烷替代二甲基二氯硅烷。

[0545] 合成例5:化合物24的合成

[0546]



[0547] 化合物24以与合成例1中相同的方式得到，但使用4,5-二甲基-1H-咪唑替代咪唑。

[0548] 合成例1至合成例5中合成的化合物的^{1}H NMR和MS/FAB示于表1中。

[0549] 通过参考上述的合成机理和方法，本领域技术人员可以也容易认识到除了表1中所示化合物之外的化合物的合成方法。

[0550] [表1]

[0551]

化合物	^{1}H NMR ($CDCl_3$, 400 MHz)	MS/FAB	
		测量值	计算值
4	0.82-1.81 (8H, m), 2.62 (2H, m), 6.45-6.55 (6H, m), 7.10 (2H, m), 8.55 (2H, m)	575.1290	575.1285
9	0.25 (6H, s), 1.11-1.89 (8H, m), 2.52 (2H, m), 5.83 (1H, m), 6.31 (2H, m), 6.52 (2H, m), 6.81 (2H, m), 7.22 (1H, m), 8.74 (2H, m)	617.1584	617.1574
14	1.1-1.98 (8H, m), 2.65 (2H, m), 6.57 (2H, m), 6.71-6.82 (4H, m), 7.09-7.48 (8H, m), 7.91 (2H, m), 8.75 (2H, m)	723.1953	723.1962
19	0.81-1.91 (8H, m), 2.18 (3H, s), 2.41 (6H, s), 2.42 (2H, m), 6.46 (2H, m), 6.81 (2H, m), 7.01 (2H, m), 7.24-7.65 (4H, m), 8.51 (2H, m)	689.2285	689.2290
24	0.84-1.85 (8H, m), 2.31 (12H, s) 2.63 (2H, m), 6.41-6.45 (4H, m), 7.12 (2H, m)	631.1910	631.1911

[0552] 实施例

[0553] 实施例1

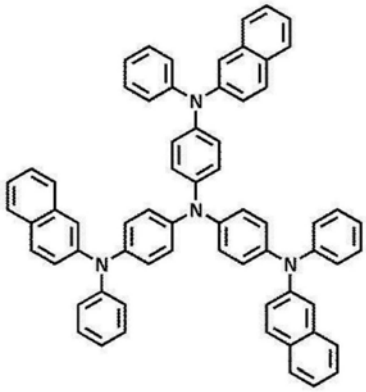
[0554] 将作为衬底和ITO阳极的康宁(Corning)15Ω/cm^2(1,200 Å)ITO玻璃衬底切割成50mm x 50mm x 0.7mm的尺寸，用异丙醇和纯水各自超声处理5分钟，并且然后通过暴露于紫外线和臭氧中清洁30分钟。然后，将ITO玻璃衬底提供给真空沉积设备。

[0555] 参考下面所示的化合物，将2-TNATA真空沉积在ITO玻璃衬底上形成的ITO阳极上以形成厚度为600 Å的空穴注入层，并将NPB真空沉积在空穴注入层上以形成厚度为300 Å的空穴传输层。

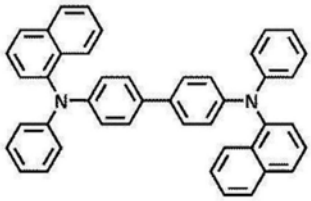
[0556] 作为共主体的BCPDS和POPCPA(BCPDS与POPCPA的重量比为1:1)和作为掺杂剂的化合物4以90:10的共主体与掺杂剂重量比共沉积在空穴传输层上以形成厚度为300 Å的发射层。

[0557] 将TSPO1沉积在发射层上以形成厚度为50 Å的空穴阻挡层,将Alq_3沉积在空穴阻挡层上以形成厚度为300 Å的电子传输层,将LiF沉积在电子传输层上以形成厚度为10 Å的电子注入层,并且将Al真空沉积在电子注入层上以形成厚度为3,000 Å的阴极,从而完成有机发光装置的制造。

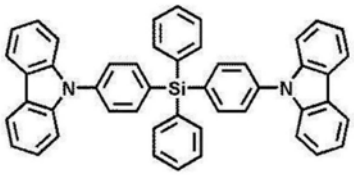
[0558]



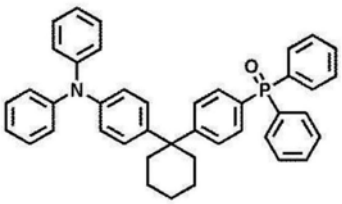
2-TNATA



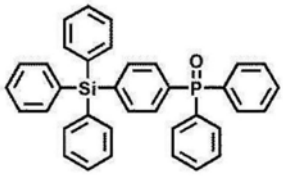
NPB



BCPDS



POPCPA

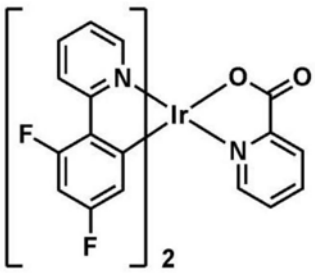


TSPO1

[0559] 实施例2至实施例5和对比例1至对比例4

[0560] 以与实施例1中相同的方式制造有机发光装置,但在形成发射层中,各自使用表2中所示的化合物替代化合物1作为掺杂剂。

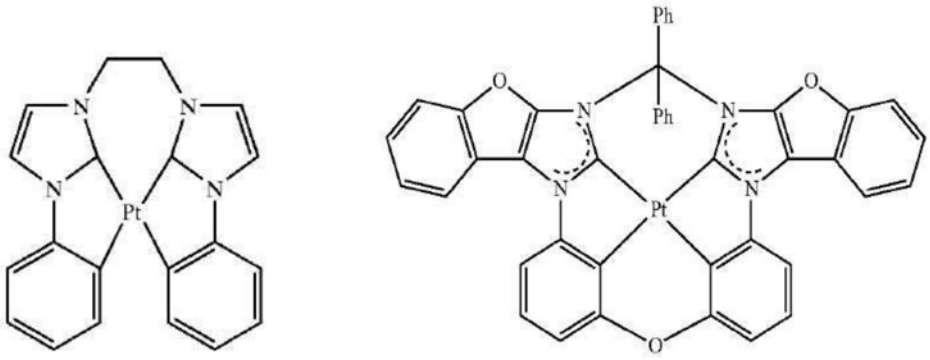
[0561]



FIrpic

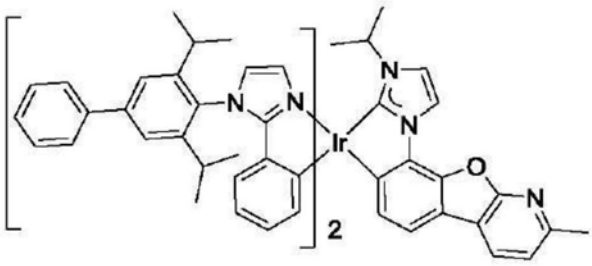
<化合物 A> <化合物 B>

[0562]



(Ph 表示苯基基团)

<化合物 C>



[0563] 评价实施例

[0564] 通过使用吉时利(Keithley)SMU 236和亮度计PR650测量根据实施例1至实施例5和对比例1至对比例4制造的有机发光装置的驱动电压、电流密度、亮度、发光效率、发射颜色和最大发射波长，并且其结果示于表2中。

[0565] [表2]

[0566]

	掺杂剂化合物	驱动电压(V)	电流密度(mA/cm^2)	亮度(cd/m^2)	发光效率(cd/A)	发射颜色	最大发射波长(nm)
实施例 1	化合物 4	5.30	50	4125	8.25	蓝色	490
实施例 2	化合物 9	5.45	50	4025	8.05	蓝色	470
实施例 3	化合物 14	5.55	50	4033	8.07	蓝色	474
实施例 4	化合物 19	5.43	50	4024	8.05	蓝色	468
实施例 5	化合物 24	5.58	50	4055	8.11	蓝色	495
对比例 1	FIrpic	6.56	50	3870	7.74	蓝色	478
对比例 2	化合物 A	7.10	50	2957	6.89	蓝色	460
对比例 3	化合物 B	6.83	50	3800	7.34	蓝色	500
对比例 4	化合物 C	6.23	50	3759	7.12	蓝色	480

[0567] 参考表2可以看出，与对比例1至对比例4的有机发光装置相比，实施例1至实施例5的有机发光装置具有低的驱动电压和高的亮度和发光效率。

[0568] 如上所述，包括所述有机金属化合物的有机发光装置可以具有低的驱动电压、高的亮度和高的发光效率。

[0569] 本文已经公开了示例性实施方案，并且尽管采用了特定术语，但是它们仅以一般性和描述性意义来使用和解释，而不是出于限制的目的。在一些情况下，如本领域普通技术人员在提交本申请之前所显而易见的，关于特定实施方案所描述的特征、特点和/或要素可以单独使用或与关于其他实施方案所描述的特征、特点和/或要素组合使用，除非另有特定说明。因此，本领域技术人员将理解，在不脱离权利要求书中所阐述的本发明的精神和范围的情况下，可以进行形式和细节上的各种改变。

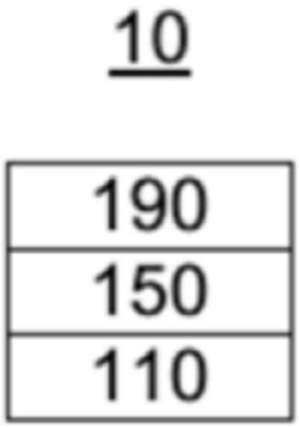
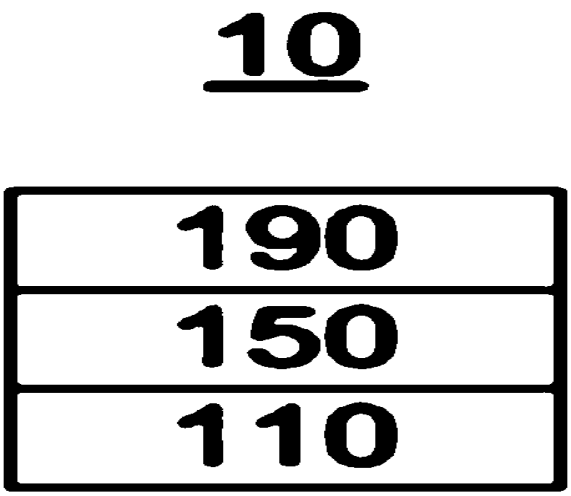


图1

专利名称(译)	有机金属化合物和包含所述有机金属化合物的有机发光装置		
公开(公告)号	CN111326667A	公开(公告)日	2020-06-23
申请号	CN201911290297.9	申请日	2019-12-16
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
[标]发明人	韩定勳 高秀秉 金性范 申秀珍 李在晟 全美那 金荣国		
发明人	韩定勳 高秀秉 金性范 申秀珍 安恩秀 李在晟 全美那 金荣国		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/54 C07F15/00		
CPC分类号	C07F15/0086 C09K11/06 C09K2211/1044 C09K2211/185 H01L51/008 H01L51/0087 H01L51/009 H01L51/0094 H01L51/5012 H01L51/5016		
代理人(译)	洪欣		
优先权	1020180163306 2018-12-17 KR		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供了有机金属化合物以及包含所述有机金属化合物的有机发光装置。
所述有机发光装置的有机层包含由式1表示的有机金属化合物：