



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117327071 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 02

(21) 申请号 202311255810.7

C07D 519/00 (2006.01)

(22) 申请日 2019.03.08

C07F 7/08 (2006.01)

(30) 优先权数据

C09K 11/06 (2006.01)

10-2018-0039925 2018.04.05 KR

H10K 85/60 (2023.01)

H10K 85/40 (2023.01)

(62) 分案原申请数据

201910175195.6 2019.03.08

(71) 申请人 三星显示有限公司

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 赤司信隆 须崎裕司

(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

专利代理师 王达佐 洪欣

(51) Int. Cl.

C07D 471/10 (2006.01)

H10K 50/12 (2023.01)

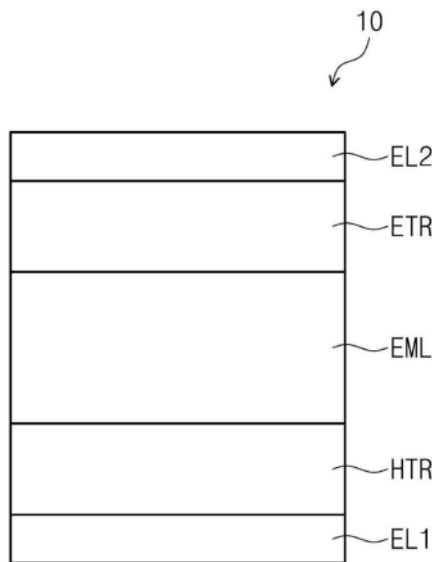
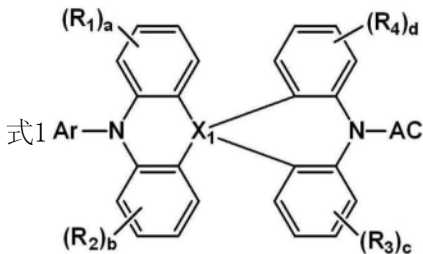
权利要求书6页 说明书33页 附图2页

(54) 发明名称

有机电致发光装置和用于有机电致发光装置的多环化合物

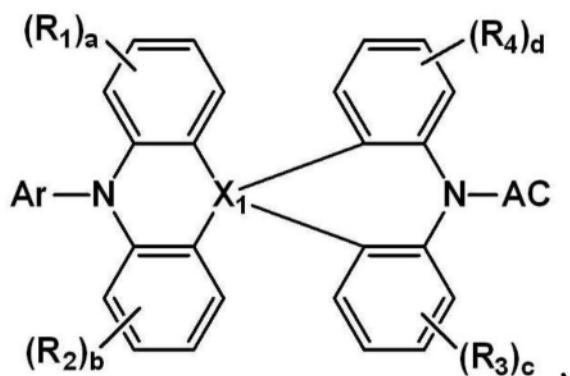
(57) 摘要

本申请涉及有机电致发光装置,其包括第一电极、在所述第一电极上的空穴传输区、在所述空穴传输区上的发射层、在所述发射层上的电子传输区和在所述电子传输区上的第二电极,其中所述发射层包含由式1表示的多环化合物。在式1中, $X_1$ 可以为C、Si或Ge;并且AC可以是电子受体。



1. 由式1表示的多环化合物:

式1



其中,在式1中,

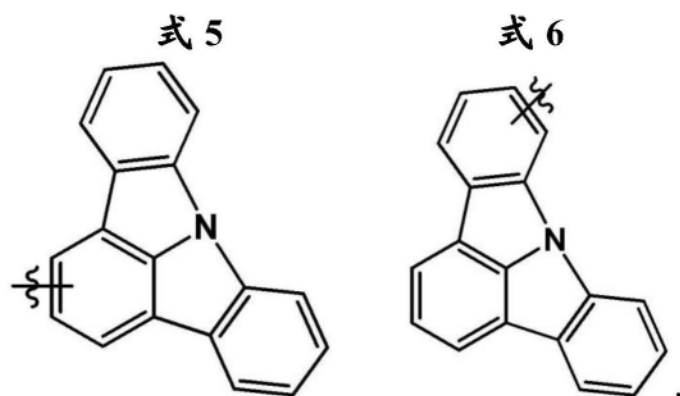
$X_1$ 为C、Si或Ge,

Ar为取代或未取代的具有用于形成环的6个至30个碳原子的芳基基团、或者取代或未取代的具有用于形成环的2个至30个碳原子的杂芳基基团,

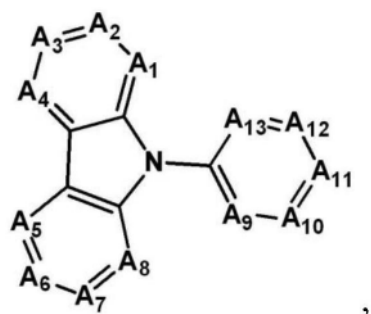
$R_1$ 至 $R_4$ 各自独立地为氢原子、氘原子、取代或未取代的具有1个至10个碳原子的烷基基团、取代或未取代的具有用于形成环的6个至30个碳原子的芳基基团、或者取代或未取代的具有用于形成环的2个至30个碳原子的杂芳基基团,

“a”至“d”各自独立地为0至4的整数,以及

AC由式5至式7中的一个表示:



式7



其中,在式7中,

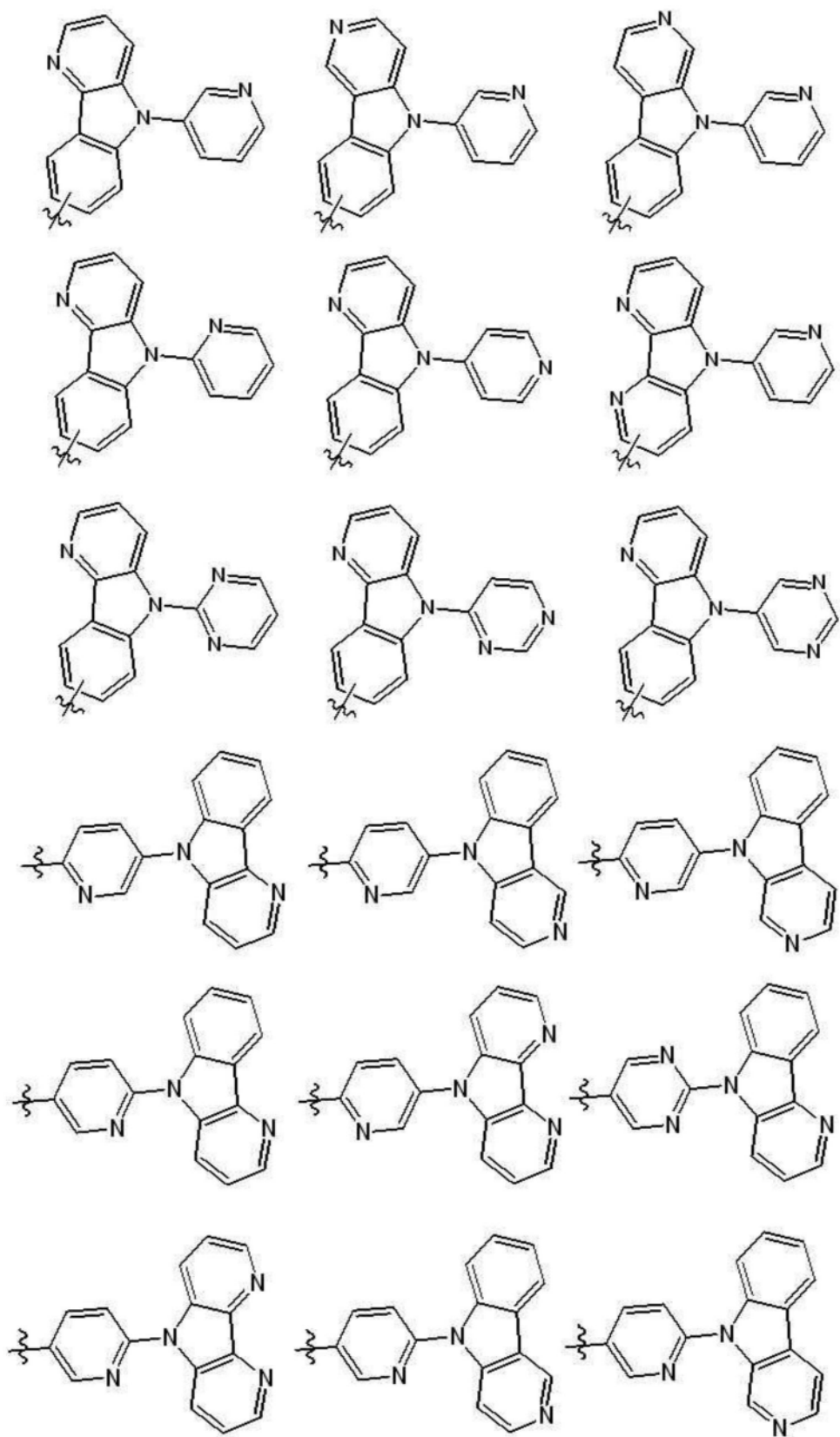
$A_1$ 至 $A_{13}$ 各自独立地为N或 $CR_{15}$ ,

$A_1$ 至 $A_8$ 中的至少一个为N, $A_9$ 至 $A_{13}$ 中的至少一个为N,并且 $A_1$ 至 $A_{13}$ 中的至少一个为与式1

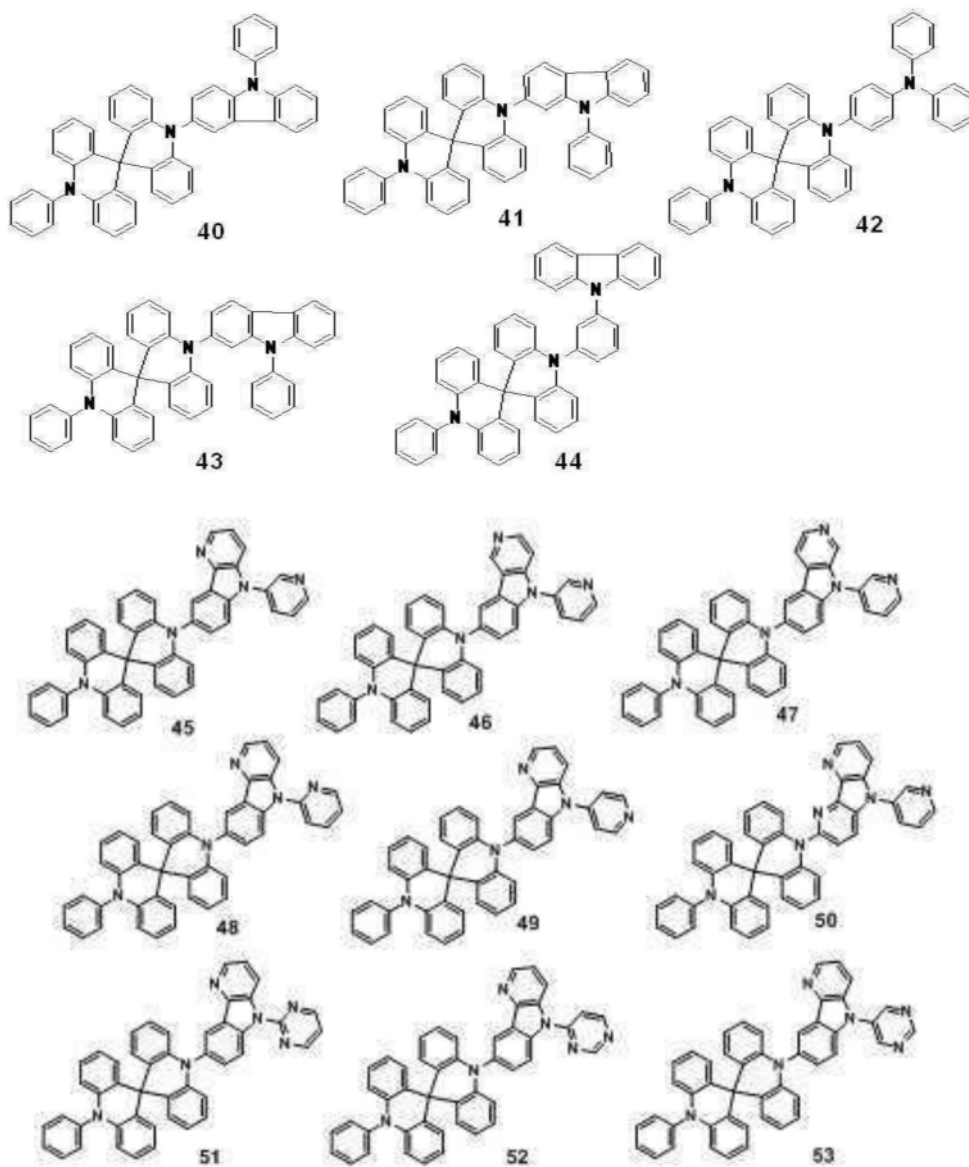
连接的部分,以及

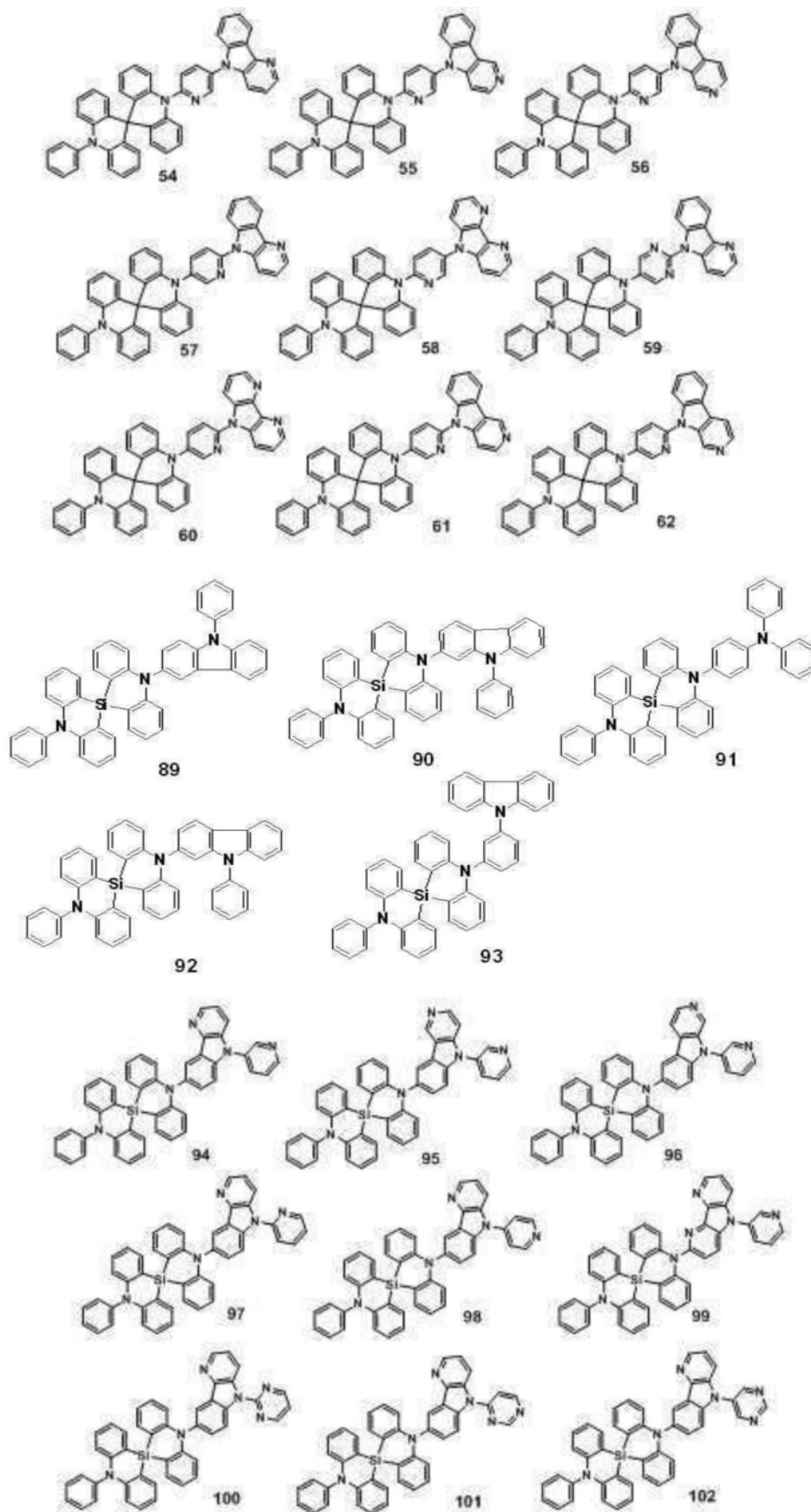
$R_{15}$ 为氢原子、氘原子、取代或未取代的具有1个至10个碳原子的烷基基团、取代或未取代的具有用于形成环的6个至30个碳原子的芳基基团、或者取代或未取代的具有用于形成环的2个至30个碳原子的杂芳基基团。

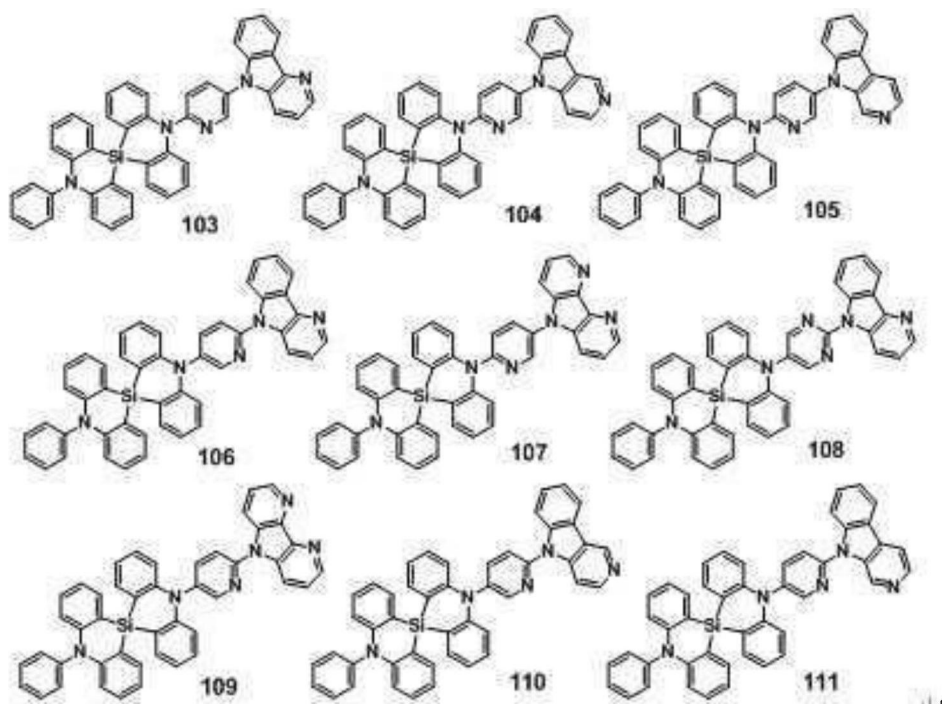
2.如权利要求1所述的多环化合物,其中式7进一步由下式中的一个表示:



3. 如权利要求1所述的多环化合物,其中Ar是取代或未取代的苯基基团。
4. 如权利要求1所述的多环化合物,其中所述由式1表示的多环化合物为选自化合物组1中表示的化合物中的至少一个:
- 化合物组1







5. 有机电致发光装置,包括:

第一电极;

空穴传输区,其在所述第一电极上;

发射层,其在所述空穴传输区上并且包含权利要求1至4中任一项所述的多环化合物;

电子传输区,其在所述发射层上;以及

第二电极,其在所述电子传输区上,

其中所述第一电极和所述第二电极各自独立地包含:选自Ag、Mg、Cu、Al、Pt、Pd、Au、Ni、Nd、Ir、Cr、Li、Ca、LiF/Ca、LiF/Al、Mo、Ti、In、Sn及Zn中的一种,选自它们中的两种或两种以上的化合物,选自它们中的两种或两种以上的混合物,或透明金属氧化物。

6. 如权利要求5所述的有机电致发光装置,其中所述发射层包含主体和掺杂剂,以及所述掺杂剂包含所述多环化合物。

7. 如权利要求6所述的有机电致发光装置,其中所述多环化合物为具有小于470nm的波长的蓝色掺杂剂。

## 有机电致发光装置和用于有机电致发光装置的多环化合物

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2018年4月5日提交的第10-2018-0039925号韩国专利申请的优先权和权益,所述申请的全部内容通过援引特此并入本文。

### 技术领域

[0003] 本公开内容的实施方案的一个或多个方面涉及有机电致发光装置和用于有机电致发光装置的多环化合物。

### 背景技术

[0004] 作为图像显示装置的有机电致发光装置的开发正在积极地进行。有机电致发光装置与液晶显示装置不同,并且是所谓的自发光显示装置。在自发光显示装置中,分别从第一电极和第二电极注入的空穴和电子在发射层中复合,并且包括在发射层中的有机发光材料可以发射光以实现显示(例如,具有显示功能)。

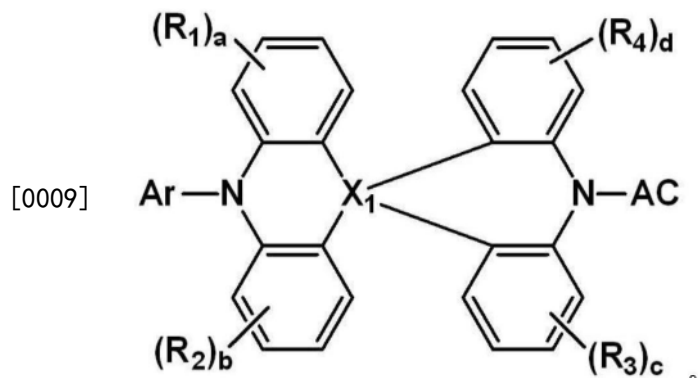
[0005] 有机电致发光装置可以包括例如第一电极、在第一电极上的空穴传输层、在空穴传输层上的发射层、在发射层上的电子传输层和在电子传输层上的第二电极。空穴经由空穴传输层从第一电极注入发射层中。电子经由电子传输层从第二电极注入发射层中。注入发射层中的空穴和电子可以复合以在发射层中产生激子。有机电致发光装置可以发射由跃迁至基态的激子产生的光。有机电致发光装置的配置的实施方案不限于此,并且各种调整可以是可能的。

### 发明内容

[0006] 本公开内容的实施方案的一个或多个方面提供了有机电致发光装置和用于所述有机电致发光装置的多环化合物。

[0007] 本公开内容的实施方案的一个或多个方面提供了有机电致发光装置,所述有机电致发光装置包括第一电极、在所述第一电极上的空穴传输区、在所述空穴传输区上的发射层、在所述发射层上的电子传输区和在所述电子传输区上的第二电极,其中所述发射层包括由式1表示的多环化合物:

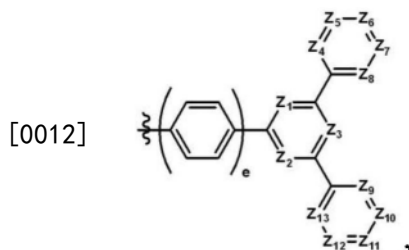
[0008] 式1



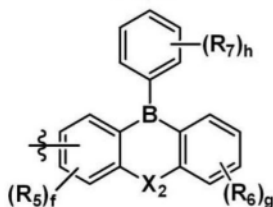


[0010] 在式1中,  $X_1$ 可以是碳(C)、硅(Si)或锗(Ge); Ar可以是取代或未取代的具有用于形成环的6个至30个碳原子的芳基基团、或者取代或未取代的具有用于形成环的2个至30个碳原子的杂芳基基团;  $R_1$ 至 $R_4$ 可以各自独立地为氢原子(H)、氘原子(D)、取代或未取代的具有1个至10个碳原子的烷基基团、取代或未取代的具有用于形成环的6个至30个碳原子的芳基基团、或者取代或未取代的具有用于形成环的2个至30个碳原子的杂芳基基团; “a”至“d”可以各自独立地为0至4的整数, 并且AC可以由式2至式9中的一个表示:

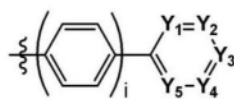
[0011] 式2



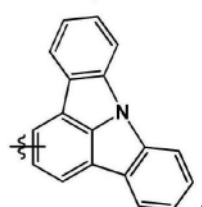
[0013] 式3



式4

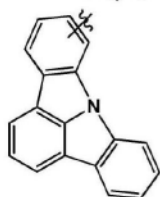


式5

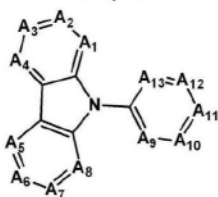


[0013]

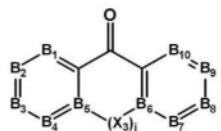
式6



式7

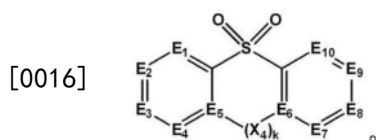


式8



[0014]

[0015] 式9



[0017] 在式2中,  $Z_1$ 至 $Z_{13}$ 可以各自独立地为CH或氮(N), 其中 $Z_1$ 至 $Z_3$ 中的两个或三个可以各自为N,  $Z_1$ 至 $Z_{13}$ 中的至少一个可以为N, 并且“e”可以为0至2的整数。

[0018] 在式3中,  $X_2$ 可以为氧(O)、硫(S)或 $CR_8R_9$ , 其中 $R_5$ 至 $R_9$ 可以各自独立地为氢原子、氘原子或者取代或未取代的具有1个至5个碳原子的烷基基团, 或者可以与相邻基团结合以形成烃环或杂环。“f”可以为0至3的整数, “g”可以为0至4的整数, 并且“h”可以为0至5的整数。

[0019] 在式4中, “i”可以为0至2的整数;  $Y_1$ 可以为N或 $CR_{10}$ ;  $Y_2$ 可以为N或 $CR_{11}$ ;  $Y_3$ 可以为N或 $CR_{12}$ ;  $Y_4$ 可以为N或 $CR_{13}$ ; 并且 $Y_5$ 可以为N或 $CR_{14}$ , 其中 $Y_1$ 至 $Y_5$ 中的至少一个可以为N;  $R_{10}$ 至 $R_{14}$ 可以各自独立地为氢原子、氘原子、氰基基团、取代或未取代的具有1个至10个碳原子的烷基基团、或三氟甲基基团。当式1中的 $X_1$ 为C时,  $R_{10}$ 至 $R_{14}$ 中的至少一个不是氢原子, 并且当式4中 $Y_2$ 和 $Y_4$ 中的至少一个为N时,  $Y_3$ 为 $CR_{12}$ , 并且 $R_{12}$ 不是氰基基团。

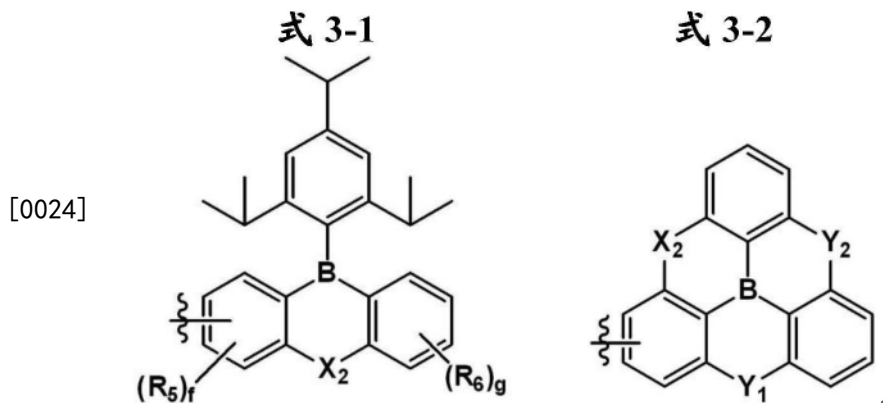
[0020] 在式7中,  $A_1$ 至 $A_{13}$ 可以各自独立地为N或 $CR_{15}$ ;  $A_1$ 至 $A_8$ 中的至少一个可以为N,  $A_9$ 至 $A_{13}$

中的至少一个可以为N,并且 $A_1$ 至 $A_{13}$ 中的至少一个可以是与式1连接的部分(part/moiety);并且 $R_{15}$ 可以是氢原子、氘原子、取代或未取代的具有1个至10个碳原子的烷基基团、取代或未取代的具有用于形成环的6个至30个碳原子的芳基基团、或者取代或未取代的具有用于形成环的2个至30个碳原子的杂芳基基团。

[0021] 在式8中, $B_1$ 至 $B_{10}$ 可以各自独立地为N或 $CR_{16}$ ,并且 $B_1$ 至 $B_{10}$ 中的一个可以是与式1连接的部分(part/moiety); $X_3$ 可以为直连键、O、S、 $CR_{17}R_{18}$ 或 $SiR_{19}R_{20}$ ;并且“j”可以为0或1,其中如果“j”为1,则 $B_5$ 和 $B_6$ 可以为C;并且 $R_{16}$ 至 $R_{20}$ 可以各自独立地为氢原子、氘原子、取代或未取代的具有1个至10个碳原子的烷基基团、取代或未取代的具有用于形成环的6个至30个碳原子的芳基基团、或者取代或未取代的具有用于形成环的2个至30个碳原子环的杂芳基基团。

[0022] 在式9中, $E_1$ 至 $E_{10}$ 可以各自独立地为N或 $CR_{21}$ ,并且 $E_1$ 至 $E_{10}$ 中的一个可以是与式1连接的部分(part/moiety); $X_4$ 可以为直连键、O、S、 $CR_{22}R_{23}$ 或 $SiR_{24}R_{25}$ ;并且“k”可以为0或1,其中如果“k”为1,则 $E_5$ 和 $E_6$ 可以各自为C;并且 $R_{21}$ 至 $R_{25}$ 可以各自独立地为氢原子、氘原子、取代或未取代的具有1个至10个碳原子的烷基基团、取代或未取代的具有用于形成环的6个至30个碳原子的芳基基团、或者取代或未取代的具有用于形成环的2个至30个碳原子的杂芳基基团。

[0023] 在一些实施方案中,式3可以进一步由式3-1或式3-2表示:

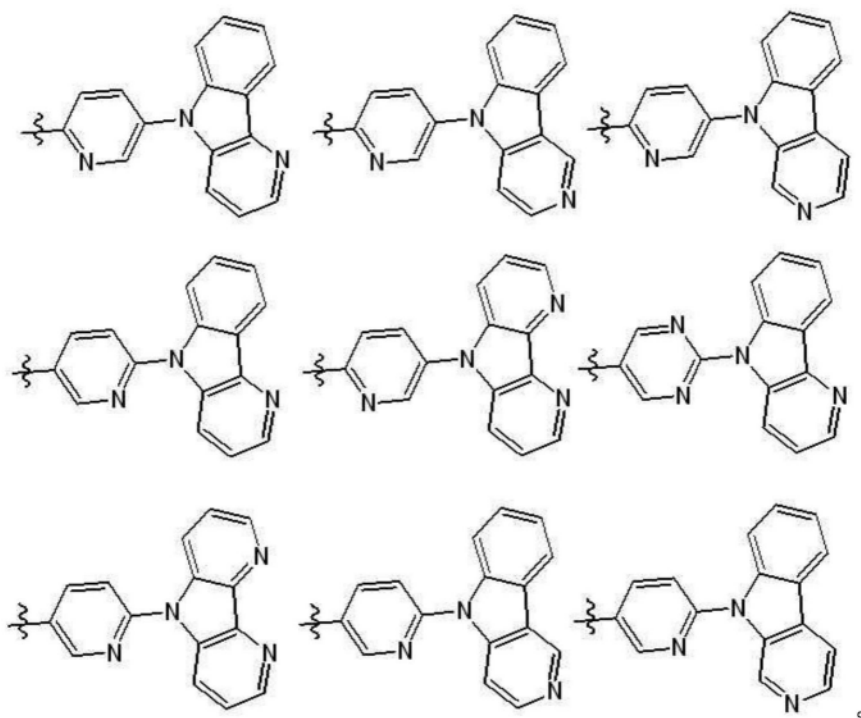


[0025] 在式3-1和式3-2中, $X_2$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ 、“f”和“g”可以各自独立地与式3中定义的相同; $Y_1$ 和 $Y_2$ 可以各自独立地为O、S或 $CR_{26}R_{27}$ ;并且 $R_{26}$ 和 $R_{27}$ 可以各自独立地为氢原子、氘原子、或者取代或未取代的具有1个至5个碳原子的烷基基团。

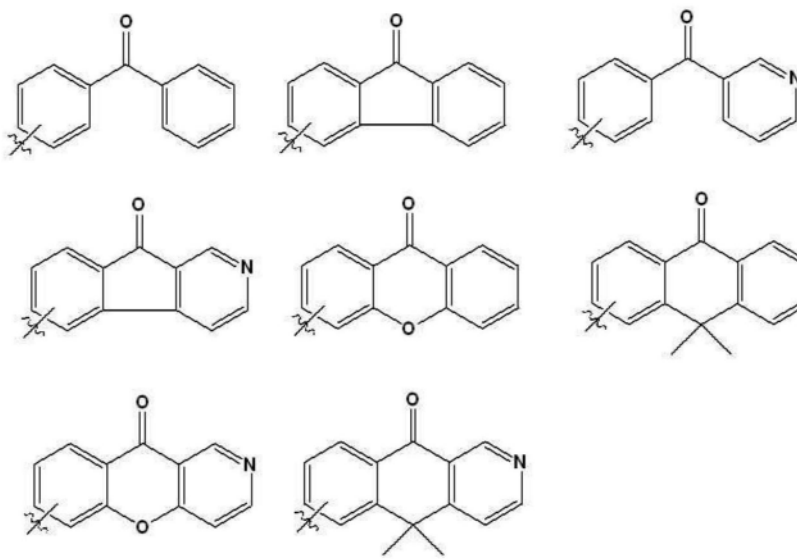
[0026] 在一些实施方案中,式4可以进一步由下式中的一个表示:



[0030]

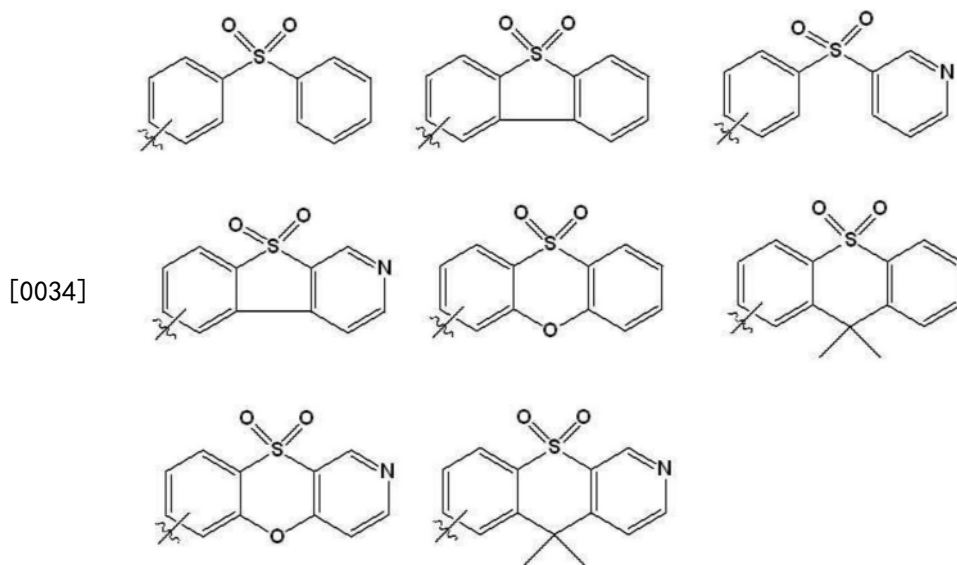


[0031] 在一些实施方案中,式8可以进一步由下式中的一个表示:



[0032]

[0033] 在一些实施方案中,式9可以进一步由下式中的一个表示:



[0035] 在一些实施方案中,在式1中,Ar可以为取代或未取代的苯基基团。

[0036] 在一些实施方案中,所述发射层可以包括主体和掺杂剂,并且所述掺杂剂可以包括所述由式1表示的多环化合物。

[0037] 在一些实施方案中,所述由式1表示的多环化合物可以是用于热活化延迟荧光的掺杂剂。

[0038] 在一些实施方案中,所述由式1表示的多环化合物可以是具有小于约470nm的波长的蓝色掺杂剂。

[0039] 在一些实施方案中,所述空穴传输区可以包括在所述第一电极上的空穴注入层、在所述空穴注入层上的空穴传输层和在所述空穴传输层上的电子阻挡层。

[0040] 在一些实施方案中,所述电子传输区可以包括在所述发射层上的空穴阻挡层、在所述空穴阻挡层上的电子传输层和在所述电子传输层上的电子注入层。

[0041] 本公开内容的实施方案的一个或多个方面提供所述由式1表示的多环化合物。

## 附图说明

[0042] 包括附图以提供对本公开内容的进一步理解,以及所述附图并入本说明书中并且构成本说明书的一部分。附图示出本公开内容的示例性实施方案,并且与描述一起用于解释本公开内容的原理。在附图中:

[0043] 图1是示意性地示出根据本公开内容的一个或多个实施方案的有机电致发光装置的截面图;

[0044] 图2是示意性地示出根据本公开内容的一个或多个实施方案的有机电致发光装置的截面图;以及

[0045] 图3是示意性地示出根据本公开内容的一个或多个实施方案的有机电致发光装置的截面图。

## 具体实施方式

[0046] 将参考附图根据示例性实施方案更好地理解本公开内容的以上目的、其他目的、特征和优点。然而,本公开内容可以以不同的形式实施并且不应解释为局限于本文所阐述

的实施方案。相反,提供示例性实施方案,使得本文所公开的内容可以是透彻和完整的,并且使得本领域技术人员充分地理解本公开内容的主旨。

[0047] 在附图中,相同的参考数字是指相同的元件,并且可以不提供重复的描述。在附图中,为了清楚起见,可以放大或调整元件的尺寸和厚度。应理解,尽管术语第一、第二等可以在本文用于描述各种元件,但是所述元件不应受到这些术语限制。这些术语仅用于将一个元件与另一元件区分。例如,第一元件可以替代地称为第二元件,并且类似地,第二元件可以替代地称为第一元件。本文所用的单数形式旨在还包括复数形式,除非上下文另外明确指出。

[0048] 还应理解,术语“包含(comprises/comprising)”,在用于本说明书时,指定所述的特征、数字、步骤、操作、元件、部件或其组合的存在,但是不排除一个或多个其他的特征、数字、步骤、操作、元件、部件或其组合的存在或增添。应理解,当层、膜、区、板等被称为在另一部件“上”时,其可以“直接”在另一部件上,或者也可以存在介于中间的层。当层、膜、区、板等被称为在另一部件“之下”时,其可以“直接”在另一部件之下,或者也可以存在介于中间的层。此外,当描述本公开内容的实施方案时,“可以”的使用是指“本公开内容的一个或多个实施方案”。

[0049] 首先,将参考图1至图3解释根据本公开内容的示例性实施方案的有机电致发光装置。

[0050] 图1是示意性地示出根据本公开内容的一个或多个实施方案的有机电致发光装置的截面图。图2是示意性地示出根据本公开内容的一个或多个实施方案的有机电致发光装置的截面图。图3是示意性地示出根据本公开内容的一个或多个实施方案的有机电致发光装置的截面图。

[0051] 参考图1至图3,根据本公开内容的一个或多个实施方案的有机电致发光装置10可以包括第一电极EL1、空穴传输区HTR、发射层EML、电子传输区ETR和第二电极EL2。

[0052] 第一电极EL1具有导电性(例如,可以是导电的)。第一电极EL1可以是像素电极或阳极。第一电极EL1可以是透射电极、透射反射(例如半透射)电极或反射电极。当第一电极EL1是透射电极时,第一电极EL1可以包括透明金属氧化物(例如氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)、氧化锌(ZnO)和/或氧化铟锡锌(ITZO))。当第一电极EL1是透射反射电极或反射电极时,第一电极EL1可以包括银(Ag)、镁(Mg)、铜(Cu)、铝(Al)、铂(Pt)、钯(Pd)、金(Au)、镍(Ni)、钕(Nd)、铱(Ir)、铬(Cr)、锂(Li)、钙(Ca)、LiF/Ca、LiF/Al、钼(Mo)、钛(Ti)、其化合物或其混合物(例如,Ag和Mg的混合物)。第一电极EL1可以包括多个层,所述多个层包括使用以上材料形成的反射层或透射反射层,或使用ITO、IZO、ZnO或ITZO形成的透明层。例如,第一电极EL1可以具有ITO/Ag/ITO的三层结构,但不限于此。

[0053] 第一电极EL1的厚度可以为约1,000 Å至约10,000 Å,例如,约1,000 Å至约3,000 Å。

[0054] 空穴传输区HTR可以在第一电极EL1上。空穴传输区HTR可以包括空穴注入层HIL、空穴传输层HTL、空穴缓冲层和电子阻挡层EBL中的至少一层。空穴传输区HTR的厚度可以为,例如,约1,000 Å至约1,500 Å。在一些实施方案中,例如,空穴传输区HTR可以包括空穴注入层HIL和空穴传输层HTL,如图2所示。在一些实施方案中,空穴传输区HTR可以包括空

穴注入层HIL、空穴传输层HTL和电子阻挡层EBL,如图3所示。

[0055] 空穴传输区HTR可以是使用单一材料形成的单层、使用多种不同材料形成的单层或包括使用多种不同材料形成的多个层的多层结构。

[0056] 例如,空穴传输区HTR可以具有单层的结构(例如空穴注入层HIL和空穴传输层HTL,例如,两者一起),以及可以具有使用空穴注入材料和空穴传输材料形成的单层的结构。在一些实施方案中,空穴传输区HTR可以具有使用多种不同材料形成的单层的结构,或层压在第一电极EL1上的结构,例如,包括空穴注入层HIL/空穴传输层HTL、空穴注入层HIL/空穴传输层HTL/空穴缓冲层、空穴注入层HIL/空穴缓冲层、空穴传输层HTL/空穴缓冲层、或空穴注入层HIL/空穴传输层HTL/电子阻挡层EBL,但不限于此。

[0057] 空穴传输区HTR可以使用一种或多种合适的方法(例如真空沉积法、旋涂法、铸造法、朗缪尔-布洛杰特(Langmuir-Blodgett, LB)法、喷墨印刷法、激光印刷法和/或激光诱导热成像(LITI)法)形成。

[0058] 空穴注入层HIL可以包括例如酞菁化合物(例如铜酞菁);N,N'-二苯基-N,N'-双-[4-(苯基-间甲苯基-氨基)-苯基]-联苯基-4,4'-二胺(DNTPD)、4,4',4''-三(3-甲基苯基苯基氨基)三苯胺(m-MTDATA)、4,4',4''-三(N,N'-二苯基氨基)三苯胺(TDATA)、4,4',4''-三{N-(2-萘基)-N-苯基氨基}-三苯胺(2-TNATA)、聚(3,4-乙烯二氧基噻吩)/聚(4-苯乙烯磺酸酯)(PEDOT/PSS)、聚苯胺/十二烷基苯磺酸(PANI/DBSA)、聚苯胺/樟脑磺酸(PANI/CSA)、聚苯胺/聚(4-苯乙烯磺酸酯)(PANI/PSS)、N,N'-二(1-萘-1-基)-N,N'-二苯基-联苯胺(NPB)、含三苯胺的聚醚酮(TPAPEK)、4-异丙基-4'-甲基二苯基碘鎓四(五氟苯基)硼酸盐、二吡啶并[2,3-f:2',3'-h]喹喔啉-2,3,6,7,10,11-六甲腈(HAT-CN)等。

[0059] 空穴传输层HTL可以包括例如咪唑衍生物(例如N-苯基咪唑和/或聚乙烯基咪唑)、基于氟的衍生物、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯基]-4,4'-二胺(TPD)、基于三苯胺的衍生物(例如4,4',4''-三(N-咪唑基)三苯胺(TCTA))、N,N'-二(1-萘-1-基)-N,N'-二苯基-联苯胺(NPB)、4,4'-亚环己基双[N,N'-双(4-甲基苯基)苯胺](TAPC)、4,4'-双[N,N'-(3-甲基苯基)氨基]-3,3'-二甲基联苯(HMTPD)、1,3-双(N-咪唑基)苯(mCP)等。

[0060] 空穴传输区HTR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HTR包括(例如,同时地)空穴注入层HIL和空穴传输层HTL二者时,空穴注入层HIL的厚度可以为约100 Å至小于约10,000 Å,例如,约100 Å至约1,000 Å,并且空穴传输层HTL的厚度可以为约30 Å至约1,000 Å。当空穴传输区HTR、空穴注入层HIL和空穴传输层HTL的厚度各自满足上述范围时,可以获得令人满意的空穴传输性质,而没有驱动电压的显著升高。


[0061] 除了上述材料之外,空穴传输区HTR可以进一步包括电荷产生材料以增加导电性。电荷产生材料可以均匀地或非均匀地分散在空穴传输区HTR中。电荷产生材料可以例如为p-掺杂剂。p-掺杂剂可以为醌衍生物、金属氧化物或含氰基基团的化合物,但不限于此。p-掺杂剂的非限制性实例可以包括醌衍生物(例如四氰基醌二甲烷(TCNQ)和/或2,3,5,6-四氟-7,7,8,8-四氰基醌二甲烷(F4-TCNQ))、金属氧化物(例如氧化钨和/或氧化钼)。

[0062] 如以上所述,除了空穴注入层HIL和空穴传输层HTL之外,空穴传输区HTR可以进一步包括空穴缓冲层和电子阻挡层中的至少一层。空穴缓冲层可以根据从发射层EML发射的

光的波长来补偿共振距离(例如,用于调整光学共振距离以匹配从发射层发射的光的波长)并且增加装置的发光效率。包含在空穴传输区HTR中的材料也可以包含在空穴缓冲层中。电子阻挡层可以防止或减少从电子传输区ETR至空穴传输区HTR的电子注入。

[0063] 发射层EML可以在空穴传输区HTR上。发射层EML可以具有约100Å至约1,000Å、或约100Å至约300Å的厚度。发射层EML可以是使用单一材料形成的单层、使用多种不同材料形成的单层、或具有使用多种不同材料形成的多个层的多层结构。

[0064] 发射层EML可以包含根据本公开内容的一个或多个实施方案的多环化合物。在下文中,将更详细地解释根据本公开内容的一个或多个实施方案的多环化合物。

[0065] 在描述中,  是指待连接的部分(例如,至另一部分或通式结构的连接点)。

[0066] 在描述中,“取代或未取代的”可以是指被至少一个取代基取代,所述取代基选自由以下组成的组:氘原子、卤素原子、氰基基团、硝基基团、氨基基团、甲硅烷基基团、硼基团、氧化膦基团、硫化膦基团、烷基基团、烯基基团,芳基基团和杂环,或者不存在以上取代基(例如,仅用氢原子取代)。在一些实施方案中,以上取代基中的每一个可以被进一步取代或未取代。例如,联苯基团可以理解为芳基基团自身或被苯基基团取代的苯基基团。如本文使用的术语“杂环”可以是指脂肪族杂环和芳香族杂环(杂芳基基团)。

[0067] 在一些实施方案中,“取代或未取代的”可以是指被一个或多个取代基取代以及未被取代,所述取代基选自由以下组成的组:氘原子、卤素原子、氰基基团、烷基基团、芳基基团和杂环。

[0068] 在描述中,术语“卤素原子”可以是指氟原子(F)、氯原子(Cl)、溴原子(Br)和/或碘原子(I)。

[0069] 在描述中,术语“烷基”(例如,“烷基基团”)可以是指直链、支链或环状烷基基团。烷基的碳数可以为1至30、1至20、1至10或1至5。烷基基团的非限制性实例可以包括甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、叔丁基、异丁基、2-乙基丁基、3,3-二甲基丁基、正戊基、异戊基、新戊基、叔戊基、环戊基、1-甲基戊基、3-甲基戊基、2-乙基戊基、4-甲基-2-戊基、正己基、1-甲基己基、2-乙基己基、2-丁基己基、环己基、4-甲基环己基、4-叔丁基环己基、正庚基、1-甲基庚基、2,2-二甲基庚基、2-乙基庚基、2-丁基庚基、正辛基、叔辛基、2-乙基辛基、2-丁基辛基、2-己基辛基、3,7-二甲基辛基、环辛基、正壬基、正癸基、金刚烷基、2-乙基癸基、2-丁基癸基、2-己基癸基、2-辛基癸基、正十一烷基、正十二烷基、2-乙基十二烷基、2-丁基十二烷基、2-己基十二烷基、2-辛基十二烷基、正十三烷基、正十四烷基、正十五烷基、正十六烷基、2-乙基十六烷基、2-丁基十六烷基、2-己基十六烷基、2-辛基十六烷基、正十七烷基、正十八烷基、正十九烷基、正二十烷基、2-乙基二十烷基、2-丁基二十烷基、2-己基二十烷基、2-辛基二十烷基、正二十一基、正二十二烷基、正二十三基、正二十四基、正二十五基、正二十六基、正二十七基、正二十八基、正二十九基、正三十基等。

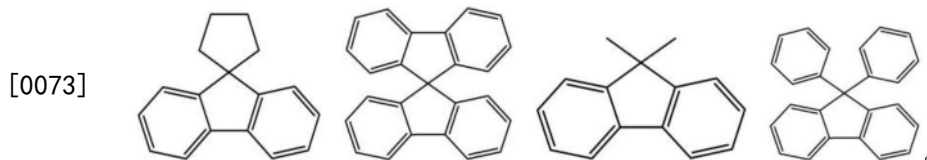
[0070] 在描述中,术语“烯基基团”可以是指直链(例如,直链烯烃)或支链(例如,支链烯烃)。碳数不特别受到限制,并且例如可以为2至30、2至20或2至10。烯基基团的非限制性实例可以包括乙烯基、1-丁烯基、1-戊烯基、1,3-丁二烯基芳基、苯乙烯基、苯乙烯基乙烯基等。然而,本公开内容的实施方案不局限于此。

[0071] 在描述中,术语“芳基基团”是指衍生自芳香族烃环的官能团或取代基。芳基基团



可以为单环芳基基团或多环芳基基团。在芳基基团中用于形成环的碳原子数可以为6至60、6至30、6至20或6至15。芳基基团的非限制性实例可以包括苯基、萘基、茚基、蒽基、菲基、联苯基、三联苯基、四联苯基、quinqphenyl、六联苯基、亚联苯基、亚三苯基、茈基、苯并茈基、蒎基等。

[0072] 在描述中,茚基基团可以被取代(例如,在9H位置),并且茚基基团的两个取代基可以彼此结合以形成螺结构。取代的茚基基团的非限制性实例如下所示。然而,本公开内容的实施方案不局限于此。



[0074] 在描述中,术语“杂环”可以是指包括硼(B)、O、N、磷(P)、硅(Si)或S中的至少一种作为杂原子的环状结构。当杂环包括两个或多于两个杂原子时,两个或多于两个的杂原子可以相同或不同。杂环可以是杂芳香族的,并且可以是单环杂芳基基团或多环杂芳基基团。在杂环中用于形成环的碳数可以为2至30、2至20或2至10。多环(例如杂环)的非限制性实例可以包括噻吩、呋喃、吡咯、咪唑、噻唑、噁唑、噁二唑、三唑、吡啶、联吡啶、嘧啶、三嗪、吡啶、哒嗪、吡嗪、喹啉、喹唑啉、喹喔啉、吩噻嗪、酞嗪、吡啶并嘧啶、吡啶并吡嗪、吡嗪并吡嗪、异喹啉、吲哚、吡唑、N-芳基吡唑、N-杂芳基吡唑、N-烷基吡唑、苯并噁唑、苯并咪唑、苯并噻唑、苯并吡唑、苯并噻吩、二苯并噻吩、噻吩并噻吩、苯并呋喃、菲咯啉、异噁唑、噻二唑、吩噻嗪、二苯并噻咯、二苯并呋喃等。

[0075] 在描述中,术语“甲硅烷基基团”可以是指烷基甲硅烷基基团和/或芳基甲硅烷基基团。甲硅烷基基团的非限制性实例可以包括三甲基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、叔丁基二甲基甲硅烷基、乙烯基二甲基甲硅烷基、丙基二甲基甲硅烷基、三苯基甲硅烷基、二苯基甲硅烷基、苯基甲硅烷基等。然而,本公开内容的实施方案不局限于此。

[0076] 在描述中,硼基团包括烷基硼基团和芳基硼基团。硼基团的非限制性实例可以包括三甲基硼基团、三乙基硼基团、叔丁基二甲基硼基团、三苯基硼基团、二苯基硼基团、苯基硼基团等。然而,本公开内容的实施方案不局限于此。

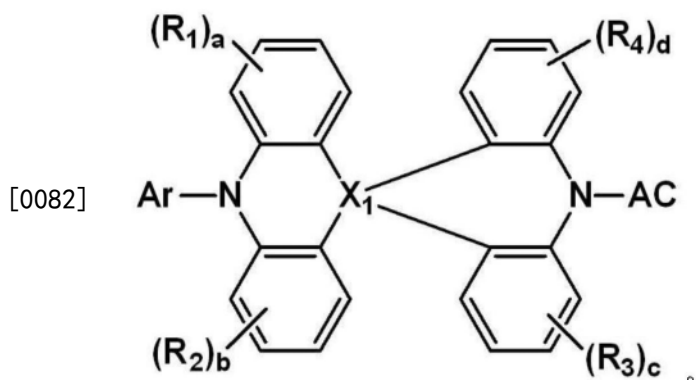
[0077] 在描述中,氨基基团的碳数不特别受到限制,并且例如可以为1至30。氨基基团可以包括烷基氨基基团和芳基氨基基团。氨基基团的非限制性实例包括甲基氨基基团、二甲基氨基基团、苯基氨基基团、二苯基氨基基团、萘基氨基基团、9-甲基-蒽基氨基基团、三苯基氨基基团等。

[0078] 在描述中,氧化膦基团可以被烷基基团或芳基基团中的至少一种取代。氧化膦基团的非限制性实例包括苯基氧化膦基团、二苯基氧化膦基团等。

[0079] 在描述中,硫化膦基团可以被烷基基团或芳基基团中的至少一种取代。

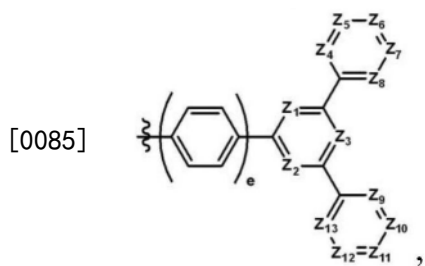
[0080] 根据本公开内容的一个或多个实施方案的多环化合物可以由式1表示:

[0081] 式1



[0083] 在式1中,  $X_1$  可以是C、Si或Ge; Ar可以是取代或未取代的具有用于形成环的6个至30个碳原子的芳基基团、或者取代或未取代的具有用于形成环的2个至30个碳原子的杂芳基基团;  $R_1$ 至 $R_4$ 可以各自独立地为氢原子(H)、氘原子(D)、取代或未取代的具有1个至10个碳原子的烷基基团、取代或未取代的具有用于形成环的6个至30个碳原子的芳基基团、或者取代或未取代的具有用于形成环的2个至30个碳原子的杂芳基基团; “a”至“d”可以各自独立地为0至4的整数, 并且AC可以由式2至式9中的一个表示:

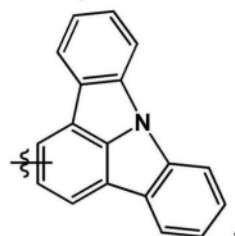
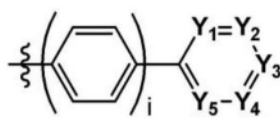
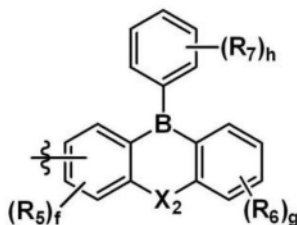
[0084] 式2



式 3

式 4

式 5

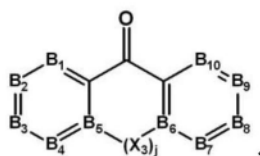
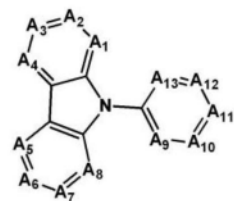
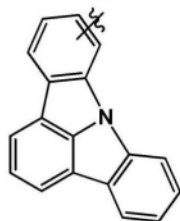


[0086]

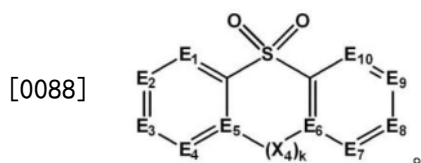
式 6

式 7

式 8



[0087] 式9



[0089] 在式2中,  $Z_1$ 至 $Z_{13}$ 可以各自独立地为CH或N, 其中 $Z_1$ 至 $Z_3$ 中的两个或三个可以各自为N, 并且 $Z_1$ 至 $Z_{13}$ 中的至少一个可以为N; 并且“e”可以为0至2的整数。

[0090] 在式3中,  $X_2$ 可以为O、S或 $CR_8R_9$ ;  $R_5$ 至 $R_9$ 可以各自独立地为氢原子、氘原子、或者取代或未取代的具有1个至5个碳原子的烷基基团, 或者可以与相邻基团结合以形成烃环或杂环; “f”可以为0至3的整数, “g”可以为0至4的整数, 并且“h”可以为0至5的整数。在式4中, “i”可以为0至2的整数,  $Y_1$ 可以为N或 $CR_{10}$ ,  $Y_2$ 可以为N或 $CR_{11}$ ,  $Y_3$ 可以为N或 $CR_{12}$ ,  $Y_4$ 可以为N或 $CR_{13}$ , 并且 $Y_5$ 可以为N或 $CR_{14}$ , 其中 $Y_1$ 至 $Y_5$ 中的至少一个可以为N; 并且 $R_{10}$ 至 $R_{14}$ 可以各自独立地为氢原子、氘原子、氰基基团或三氟甲基基团。当式1中的 $X_1$ 为C时,  $R_{10}$ 至 $R_{14}$ 中的至少一个可以不是氢原子, 并且当 $Y_2$ 和 $Y_4$ 中的至少一个为N时,  $Y_3$ 可以为 $CR_{12}$ , 并且 $R_{12}$ 可以不是氰基基团。

[0091] 在式7中,  $A_1$ 至 $A_{13}$ 可以各自独立地为N或 $CR_{15}$ ;  $A_1$ 至 $A_8$ 中的至少一个可以为N,  $A_9$ 至 $A_{13}$ 中的至少一个可以为N, 并且 $A_1$ 至 $A_{13}$ 中的至少一个可以为与式1连接的部分; 并且 $R_{15}$ 可以为氢原子、氘原子、取代或未取代的具有1个至10个碳原子的烷基基团、取代或未取代的具有用于形成环的6个至30个碳原子的芳基基团、或者取代或未取代的具有用于形成环的2个至30个碳原子的杂芳基基团。

[0092] 在式8中,  $B_1$ 至 $B_{10}$ 可以各自独立地为N或 $CR_{16}$ , 并且 $B_1$ 至 $B_{10}$ 中的一个可以为与式1连接的部分;  $X_3$ 可以为直连键、O、S、 $CR_{17}R_{18}$ 或 $SiR_{19}R_{20}$ ; “j”可以为0或1, 其中如果“j”为1, 则 $B_5$ 和 $B_6$ 可以为C; 并且 $R_{16}$ 至 $R_{20}$ 可以各自独立地为氢原子、氘原子、取代或未取代的具有1个至10个碳原子的烷基基团、取代或未取代的具有用于形成环的6个至30个碳原子的芳基基团、或者取代或未取代的具有用于形成环的2个至30个碳原子的杂芳基基团。

[0093] 在式9中,  $E_1$ 至 $E_{10}$ 可以各自独立地为N或 $CR_{21}$ , 并且 $E_1$ 至 $E_{10}$ 中的一个可以为与式1连接的部分;  $X_4$ 可以为直连键、O、S、 $CR_{22}R_{23}$ 或 $SiR_{24}R_{25}$ ; “k”可以为0或1, 其中如果“k”为1, 则 $E_5$ 和 $E_6$ 可以为C; 并且 $R_{21}$ 至 $R_{25}$ 可以各自独立地为氢原子、氘原子、取代或未取代的具有1个至10个碳原子的烷基基团、取代或未取代的具有用于形成环的6个至30个碳原子的芳基基团、或者取代或未取代的具有用于形成环的2个至30个碳原子的杂芳基基团。

[0094] 在式1中, 如果“a”为2或大于2, 则多个 $R_1$ 基团可以相同或不同; 如果“b”为2或大于2, 则多个 $R_2$ 基团可以相同或不同; 如果“c”为2或大于2, 则多个 $R_3$ 基团可以相同或不同; 并且如果“d”为2或大于2, 则多个 $R_4$ 基团可以相同或不同。

[0095] 在式1中, 如果“a”为0, 则 $R_1$ 可以不是氢原子; 如果“b”为0, 则 $R_2$ 可以不是氢原子; 如果“c”为0, 则 $R_3$ 可以不是氢原子; 并且如果“d”为0, 则 $R_4$ 可以不是氢原子。

[0096] 例如, “a”至“d”中的每一个可以为0。然而, 本公开内容的实施方案不局限于此。为了控制多环化合物的能级等, “a”至“d”中的至少一个可以为1或大于1, 并且可以引入除氢原子之外的取代基。

[0097] 在式1中, Ar可以为取代或未取代的具有6个至20个碳原子的芳基基团。例如, Ar可以为取代或未取代的苯基基团、取代或未取代的萘基基团、取代或未取代的联苯基基团、取代或未取代的蒎基基团、取代或未取代的菲基基团、或取代或未取代的三联苯基基团。例如, Ar可以为取代或未取代的苯基基团。例如, Ar可以为未取代的苯基基团。

[0098] 式1中的AC可以是电子受体, 并且在式1中排除AC的结构可以是电子供体。例如, 根据本公开内容的一个或多个实施方案的多环化合物可以在一个分子中包括电子受体和电

子供体。

[0099] 在式2中,  $Z_5$ 至 $Z_7$ 和 $Z_{10}$ 至 $Z_{12}$ 中的至少一个可以为N。

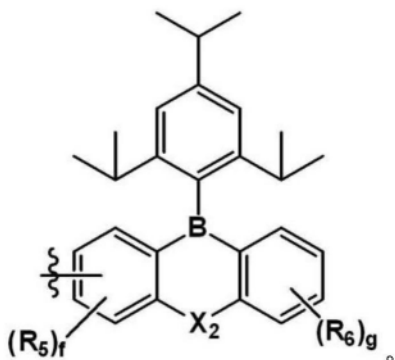
[0100] 在式3中, 如果“f”为2或大于2, 则多个 $R_5$ 基团可以相同或不同; 如果“g”为2或大于2, 则多个 $R_6$ 基团可以相同或不同; 并且如果“h”为2或大于2, 则多个 $R_7$ 基团可以相同或不同。

[0101] 在式3中, 如果“f”为0, 则 $R_5$ 可以不是氢原子; 如果“g”为0, 则 $R_6$ 可以不是氢原子; 并且如果“h”为0, 则 $R_7$ 可以不是氢原子。

[0102] 例如, “h”可以为1或大于1, 并且 $R_7$ 可以为取代或未取代的具有1个至5个碳原子的烷基基团。在一些实施方案中, 式3可以进一步由式3-1表示:

[0103] 式3-1

[0104]

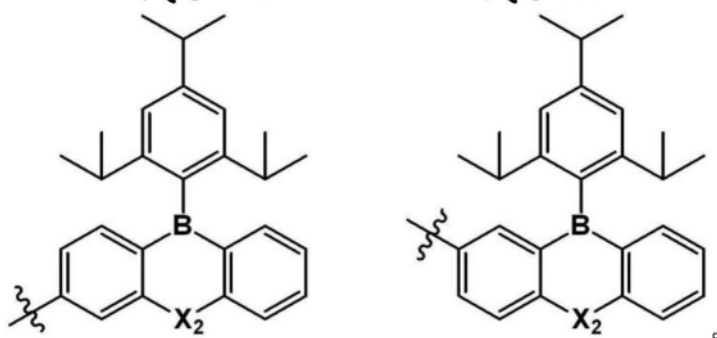


[0105] 在式3-1中,  $X_2$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ 、“f”和“g”可以各自独立地与式3中定义的相同。在一些实施方案中, 式3-1可以进一步由式3-1-1或式3-1-2表示:

式 3-1-1

式 3-1-2

[0106]



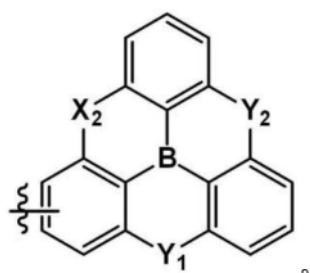
[0107] 在式3-1-1和式3-1-2中,  $X_2$ 可以与式3中定义的相同。

[0108] 在式3中,  $X_2$ 可以为0或S。在式3中,  $X_2$ 可以为 $CR_8R_9$ , 其中 $R_8$ 和 $R_9$ 可以各自独立地为取代或未取代的甲基基团。

[0109] 如上所述, 在式3中,  $R_5$ 至 $R_7$ 可以与相邻基团结合以形成烃环或杂环。在一些实施方案中, 例如, 式3可以进一步由式3-2表示:

[0110] 式3-2

[0111]

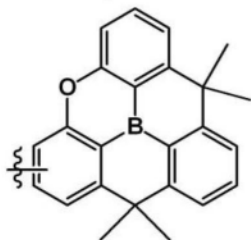


[0112] 在式3-2中,  $X_2$ 可以与式3中定义的相同;  $Y_1$ 和 $Y_2$ 可以各自独立地为O、S或 $CR_{26}R_{27}$ ;并且 $R_{26}$ 和 $R_{27}$ 可以各自独立地为氢原子、氘原子、或者取代或未取代的具有1个至5个碳原子的烷基基团。例如, $R_{26}$ 和 $R_{27}$ 中的每一个可以是取代或未取代的甲基基团。

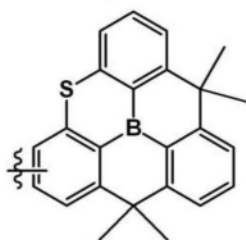
[0113] 在式3-2中,  $Y_1$ 和 $Y_2$ 中的至少一个可以为 $CR_{26}R_{27}$ 。

[0114] 在一些实施方案中, 式3-2可以进一步由式3-2-1至式3-2-5中的一个表示:

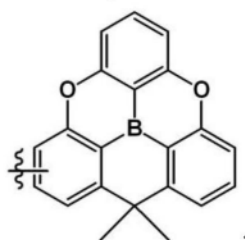
式 3-2-1



式 3-2-2

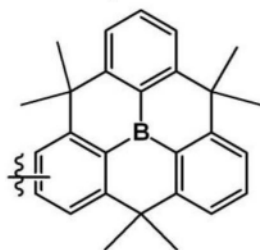


式 3-2-3

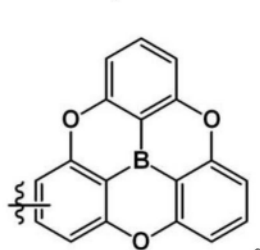


[0115]

式 3-2-4



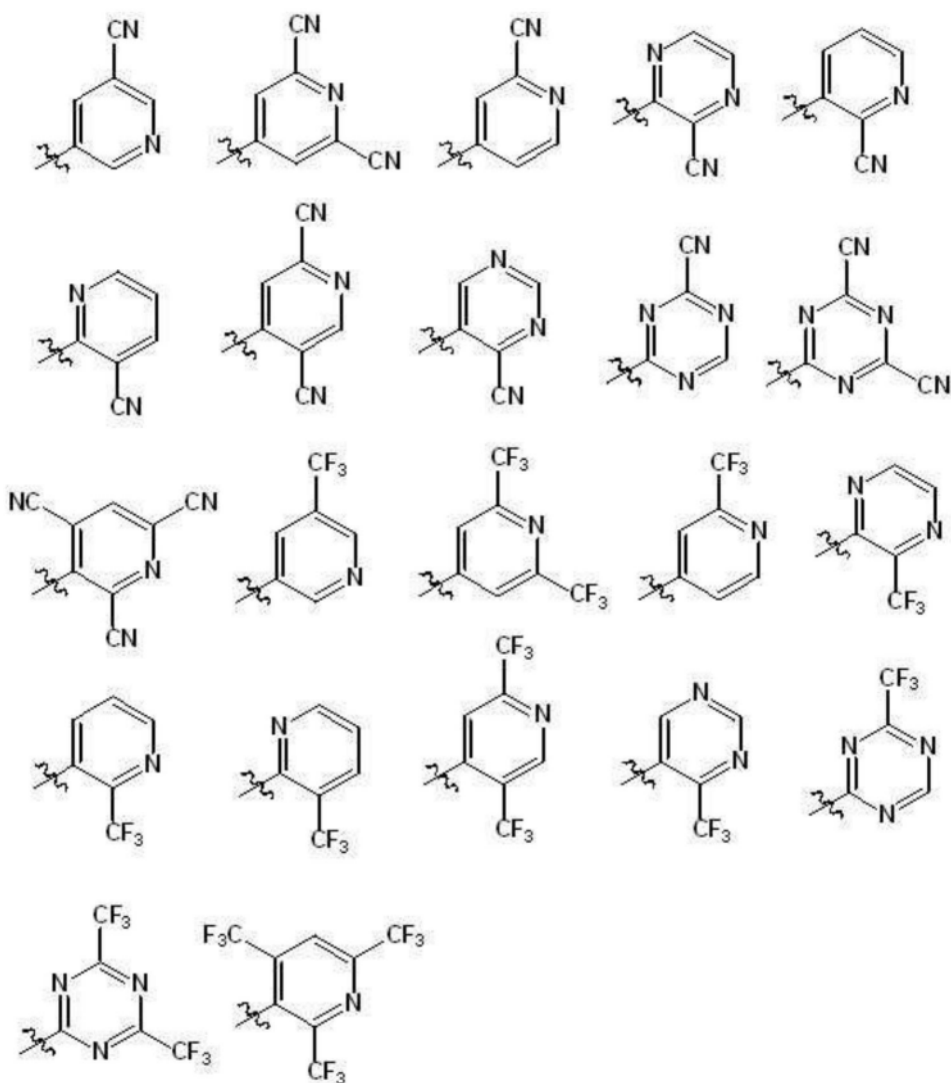
式 3-2-5



[0116] 在式4中, “i”可以为0。

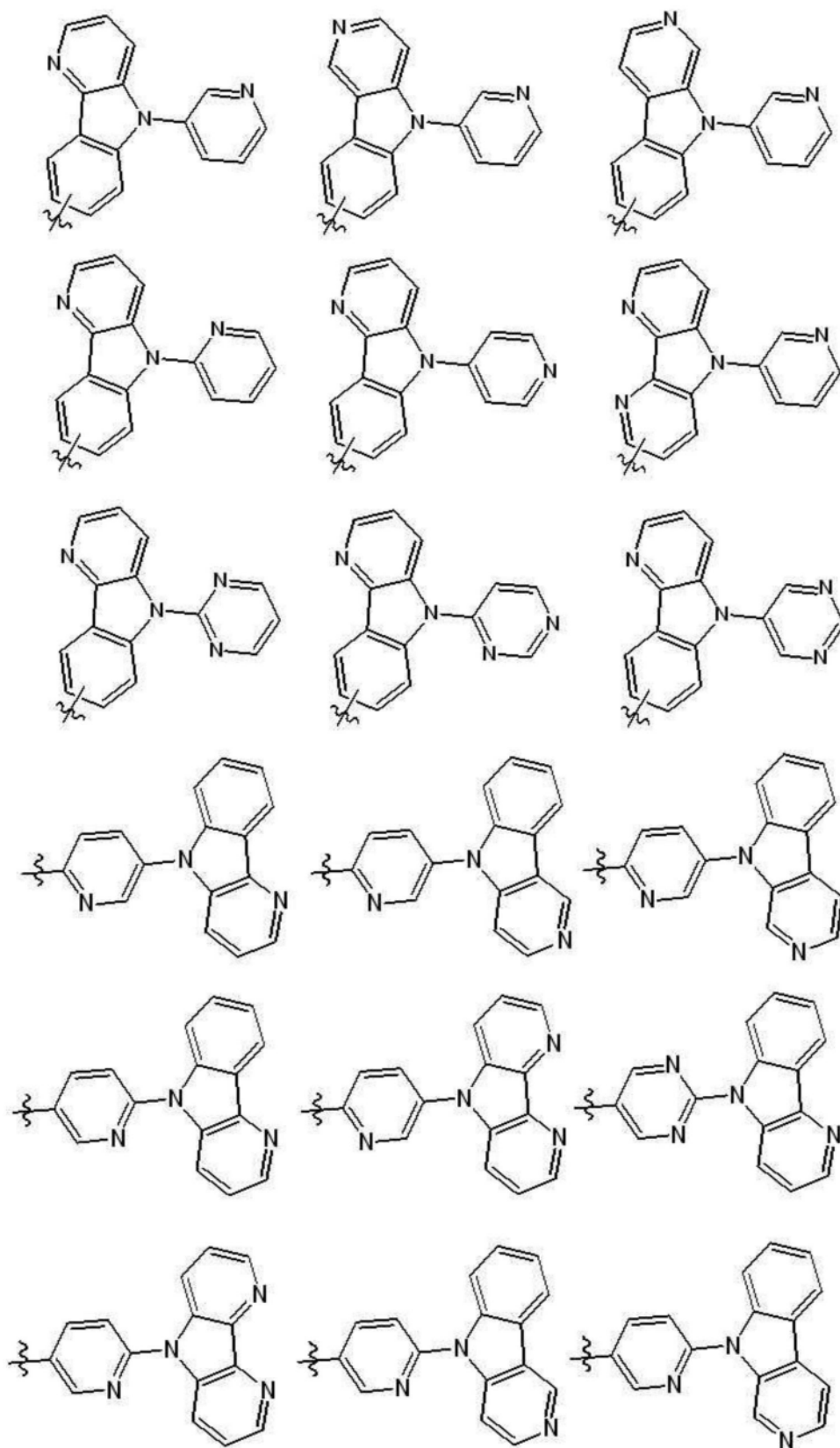
[0117] 例如, 式4可以进一步由下式中的一个表示, 但是本公开内容的实施方案不局限于此:

[0118]



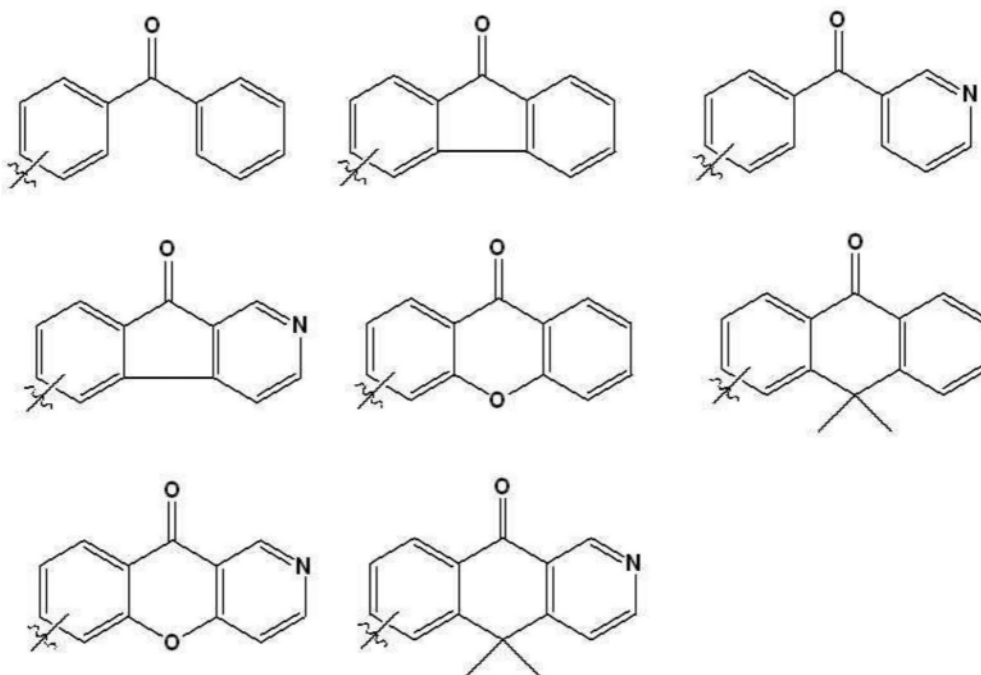
[0119] 式7可以进一步由下式中的一个表示,但是本公开内容的实施方案不局限于此:

[0120]



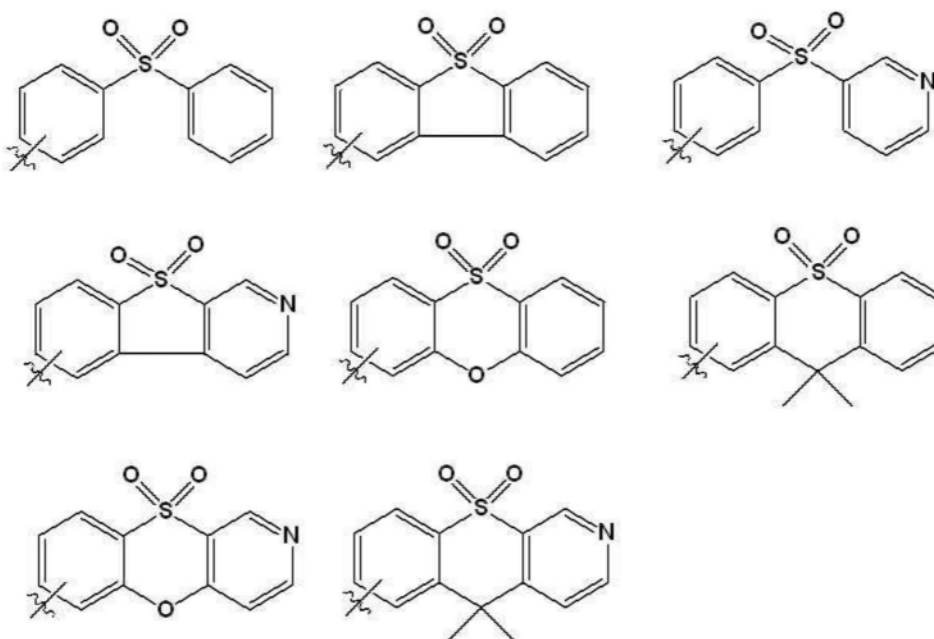
[0121] 例如,式8可以进一步由下式中的一个表示,但是本公开内容的实施方案不局限于此:

[0122]



[0123] 例如,式9可以进一步由下式中的一个表示,但是本公开内容的实施方案不局限于此:

[0124]

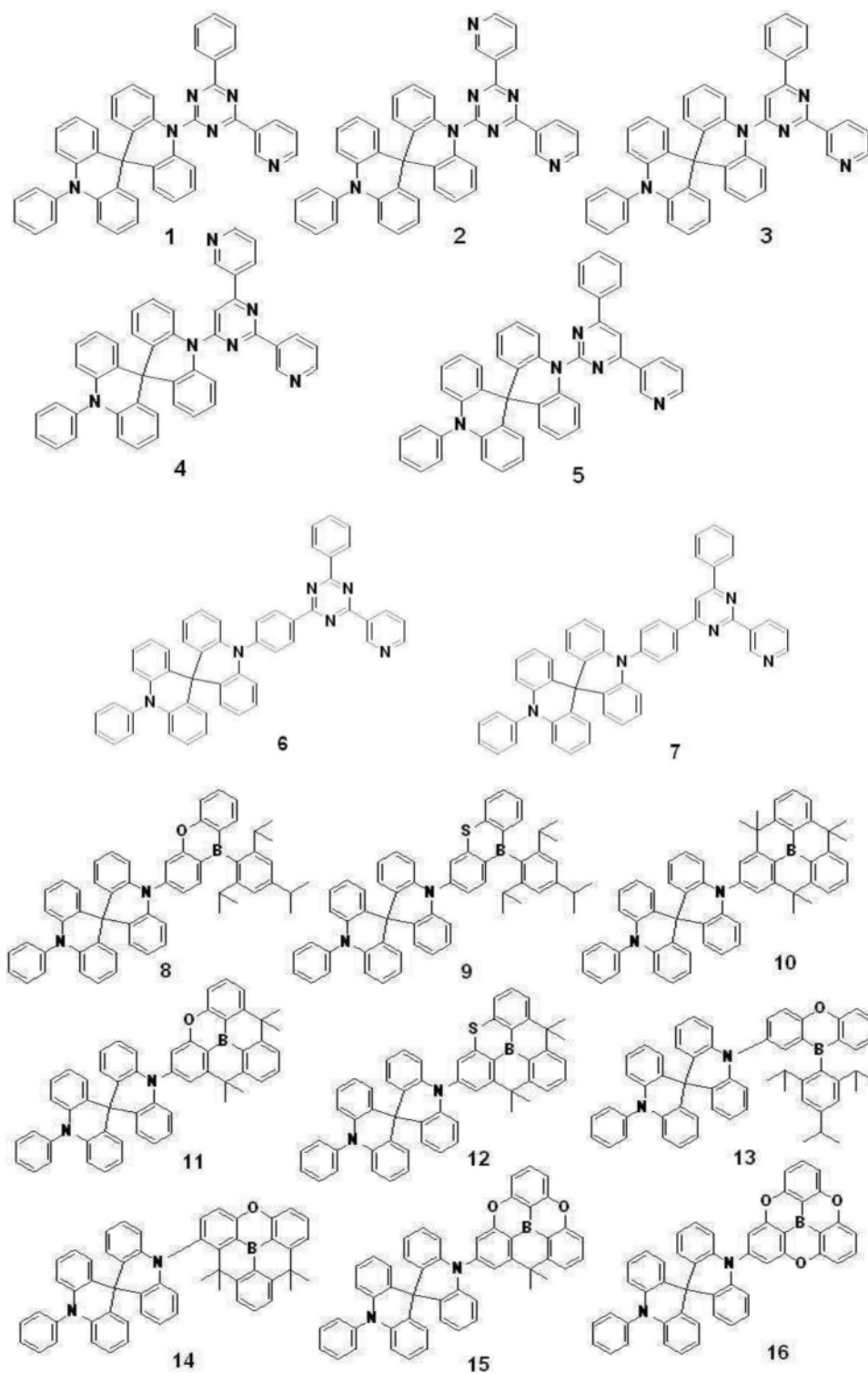


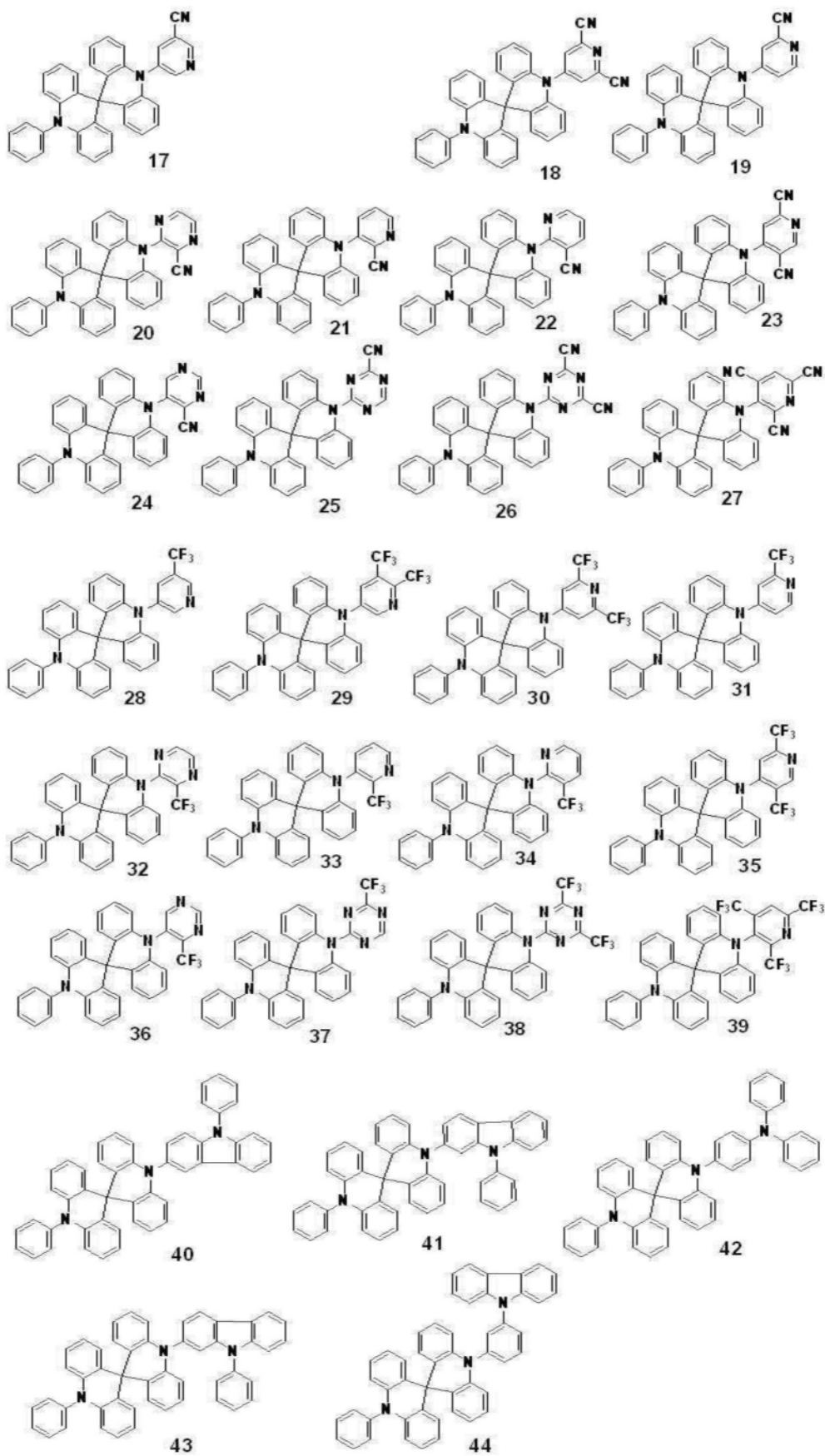
[0125] 由式1表示的多环化合物可以是选自在化合物组1中表示的化合物中的至少一个,但是本公开内容的实施方案不局限于此:

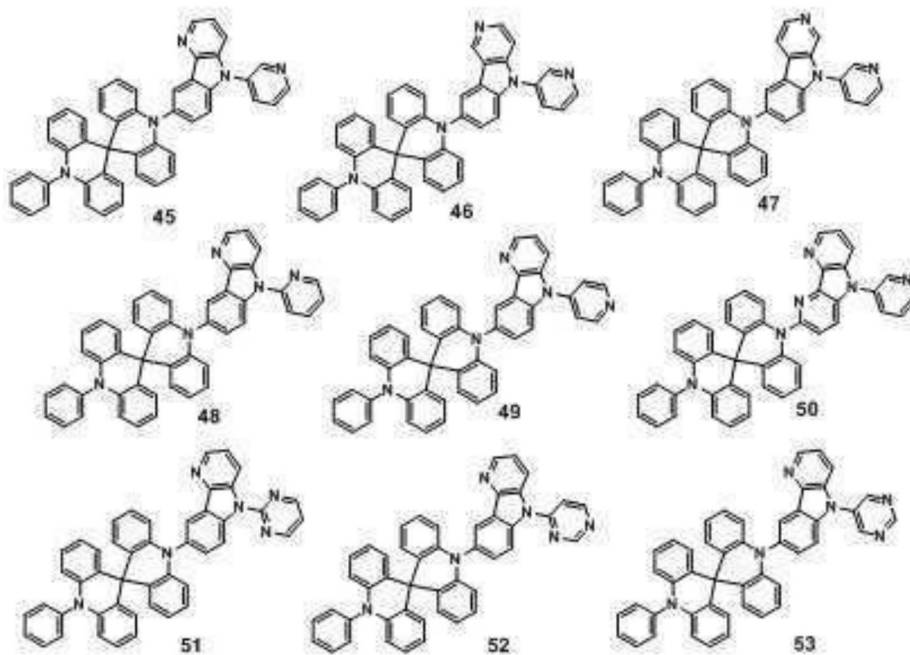
[0126] 化合物组1



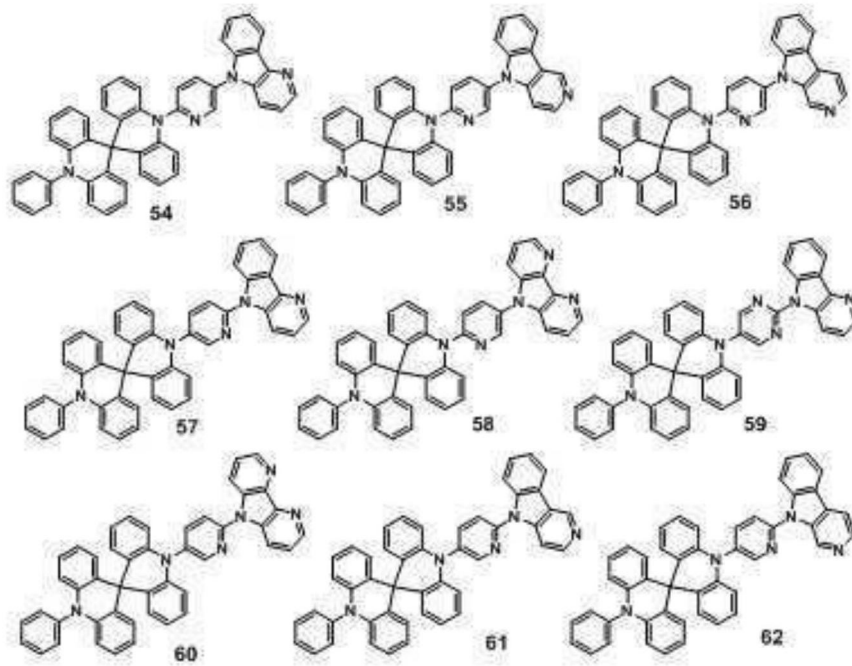
[0127]



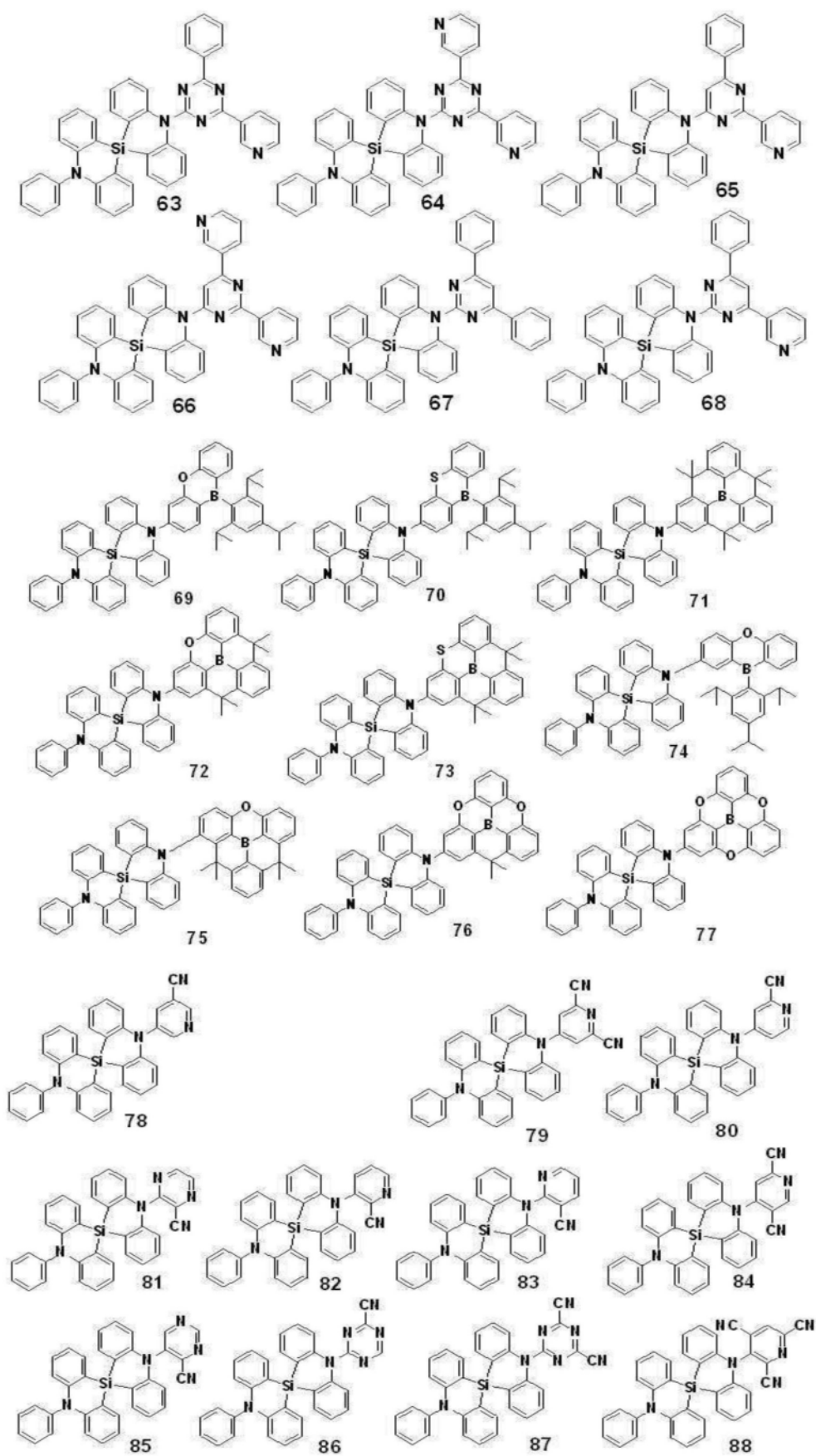


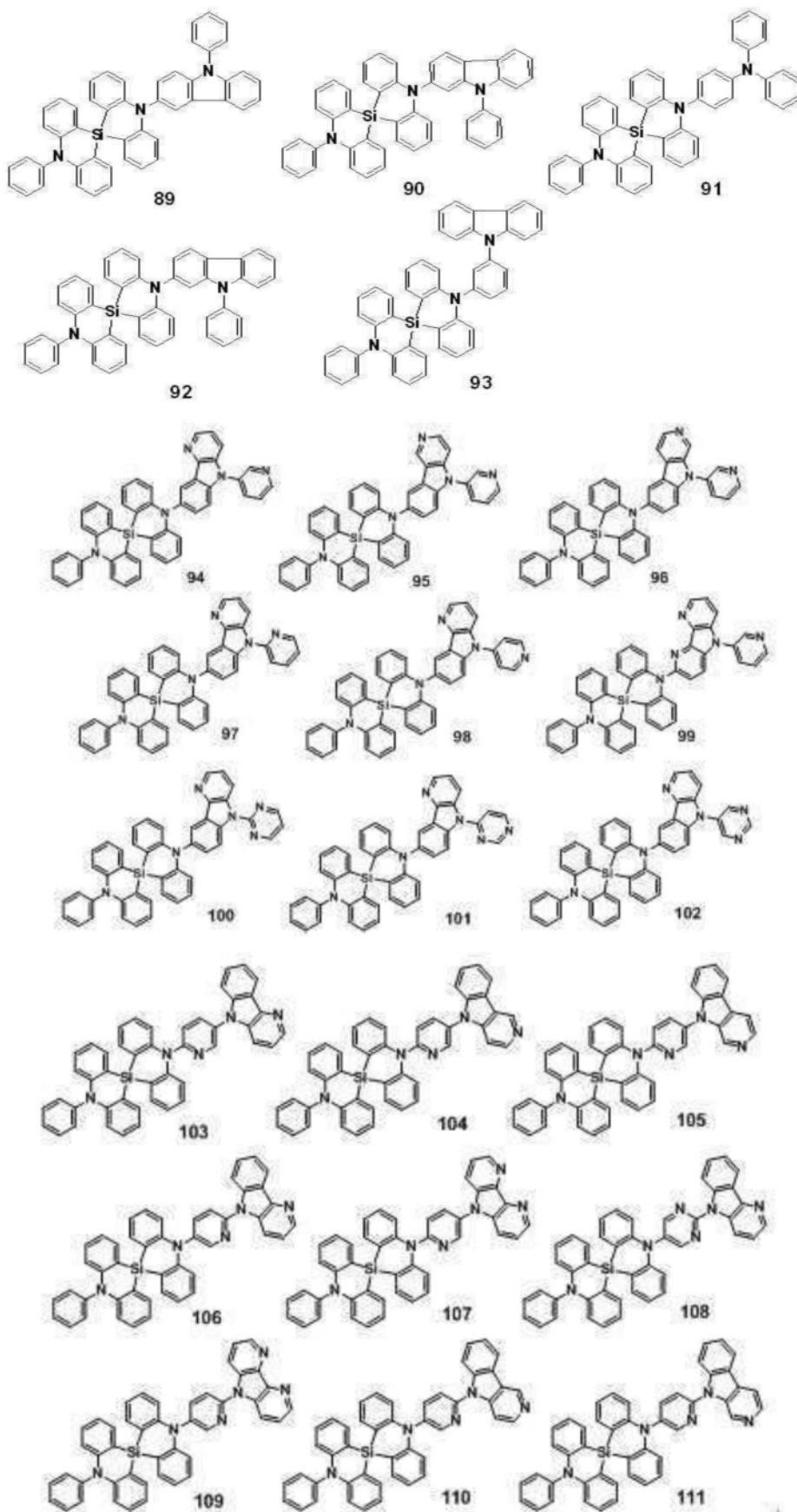


[0129]

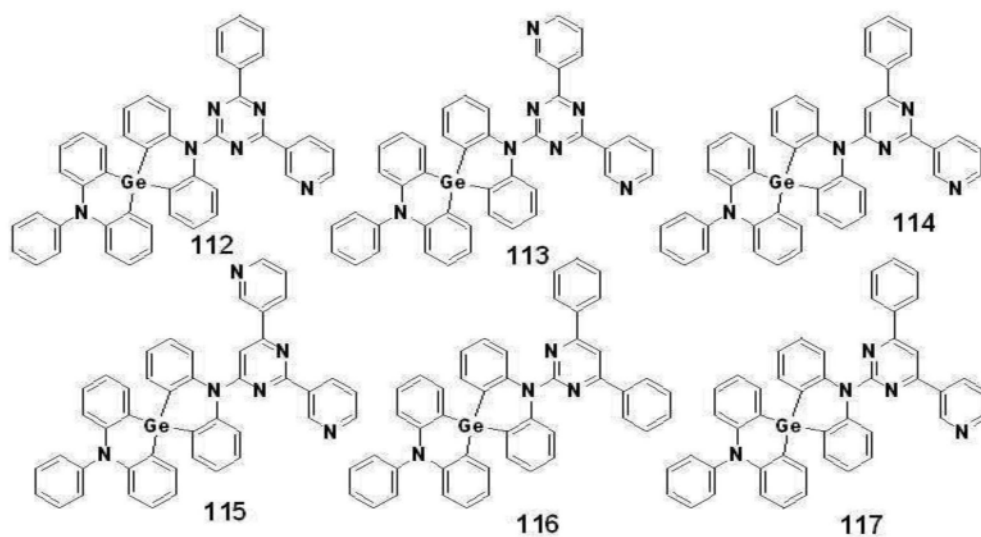


[0130]

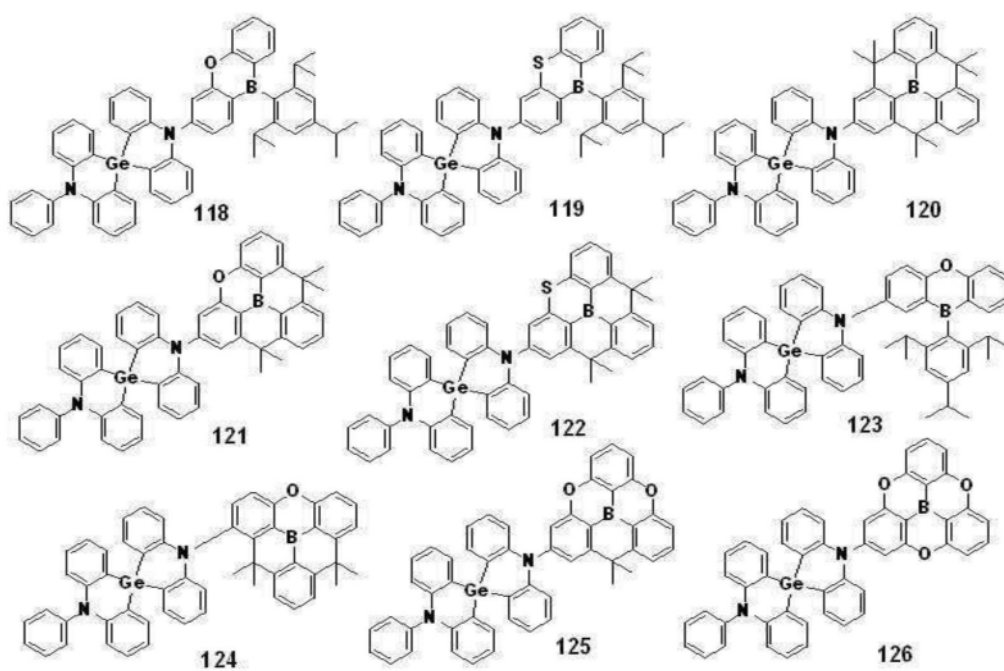


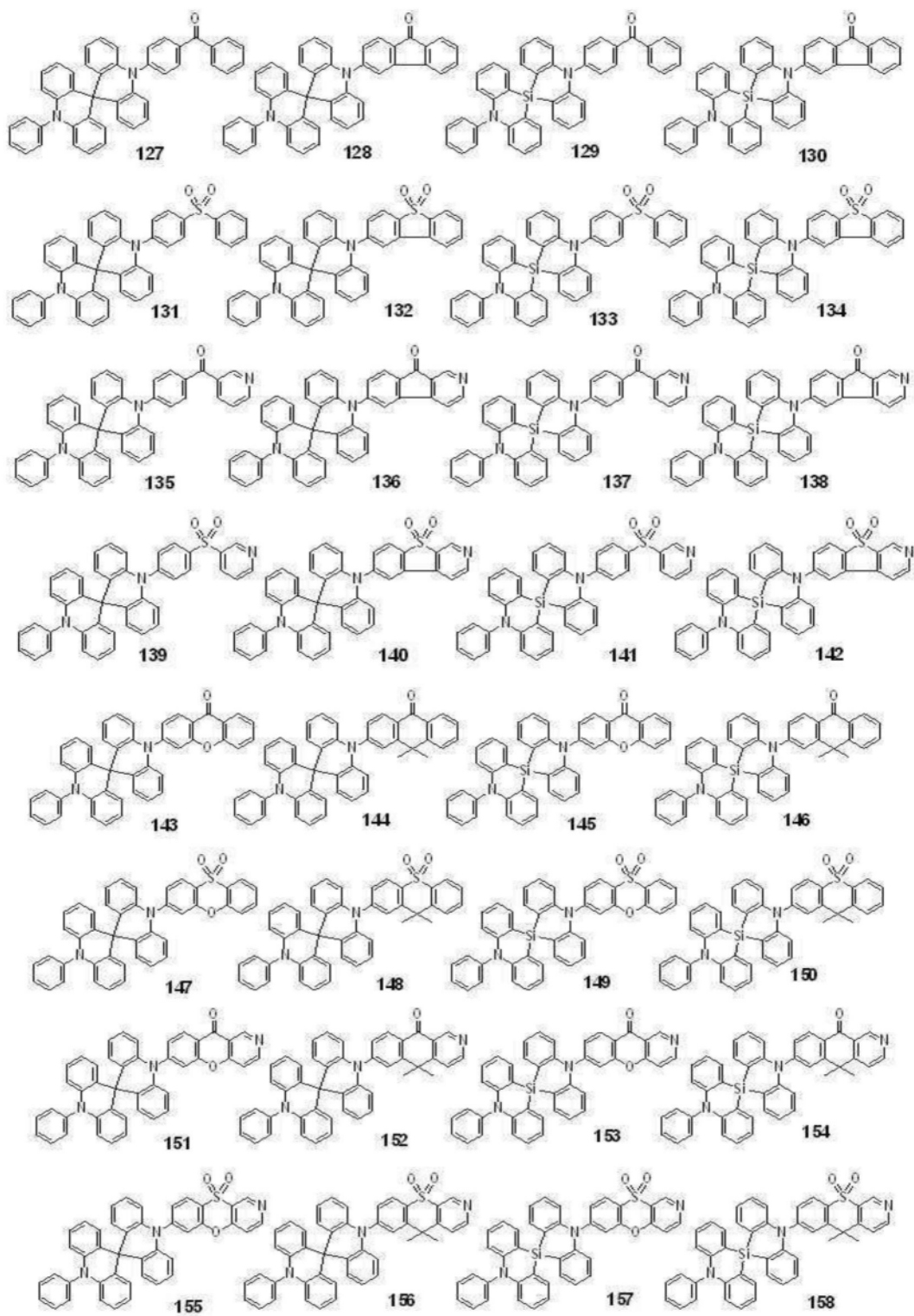


[0131]

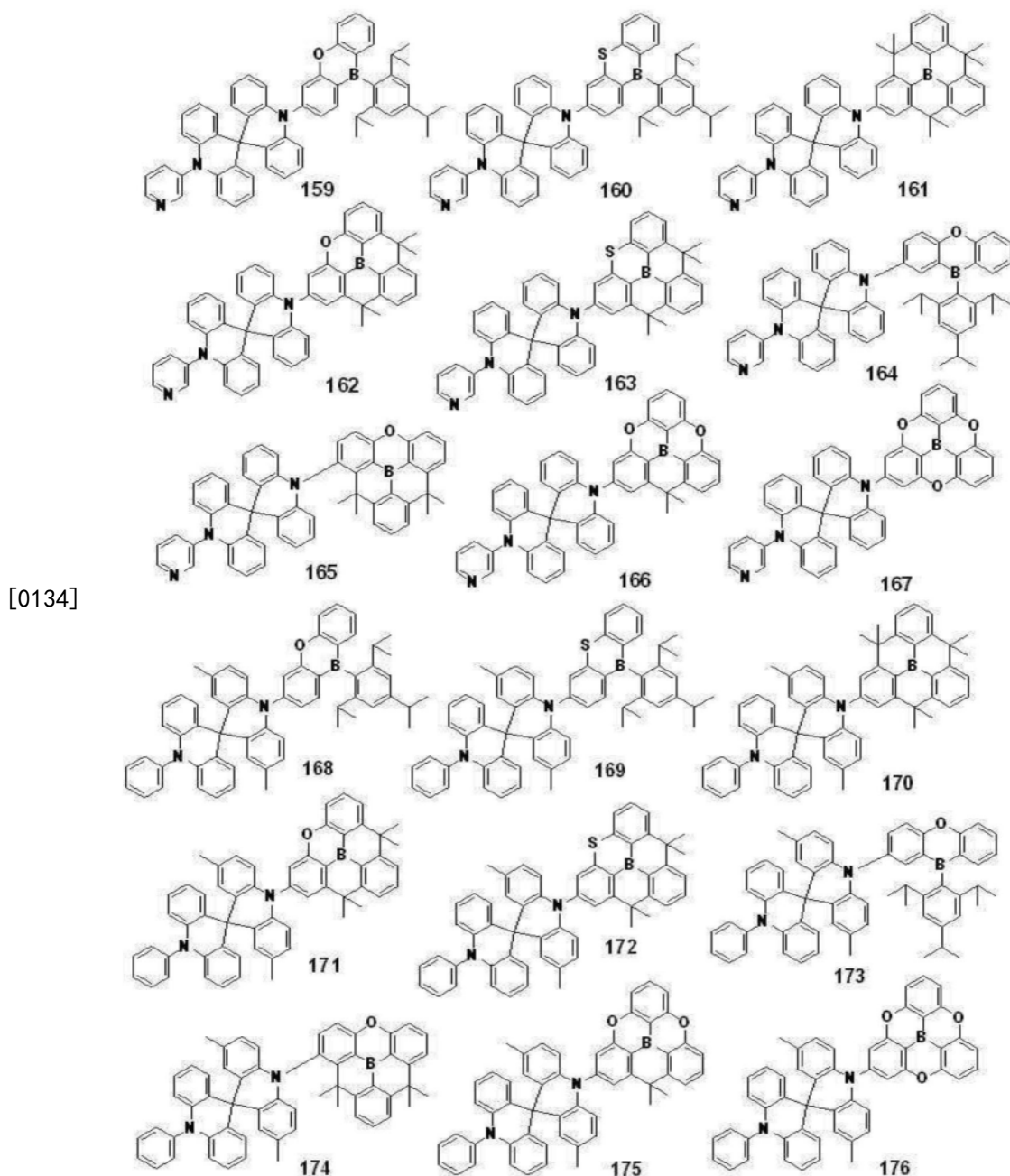


[0132]





[0133]



[0135] 根据本公开内容的一个或多个实施方案的多环化合物可以具有约0.2eV或小于0.2eV的单重态能级与三重态能级之间的能级差,并且因此,可以用作用于热活化延迟荧光的材料。根据本公开内容的一个或多个实施方案的多环化合物可以用作用于有机电致发光装置的材料,以有助于效率的提高。

[0136] 将通过参考图1至图3解释有机电致发光装置。

[0137] 发射层EML可以包括一种或两种或多于两种的由式1表示的多环化合物的结构。除了由式1表示的多环化合物之外,发射层EML可以进一步包括其他合适的材料。

[0138] 发射层EML可以包括主体和掺杂剂,并且所述掺杂剂可以包括由式1表示的多环化合物。根据本公开内容的一个或多个实施方案的多环化合物可以包括在发射层EML中,作为用于热活化延迟荧光的掺杂剂。根据本公开内容的一个或多个实施方案的多环化合物可以包括在发射层EML中,作为用于发射具有约470nm或小于470nm的波长的蓝光的掺杂剂,并且



例如可以包括在发射层EML中,作为用于发射具有约440nm至约470nm、或约450nm至约470nm的波长的深蓝光的掺杂剂。

[0139] 主体材料可以包括本领域中可获得的合适的材料,但不限于此。例如,可以包括双[2-(二苯基膦基)苯基]醚氧化物(DPEPO)、4,4'-双(咔唑-9-基)联苯(CBP)、1,3-双(咔唑-9-基)苯(mCP)、2,8-双(二苯基磷酰基)二苯并[b,d]呋喃(PPF)、4,4',4''-三(咔唑-9-基)-三苯胺(TCTA)和1,3,5-三(N-苯基苯并咪唑-2-基)苯(TPBi)中的至少一种。然而,本公开内容的实施方案不局限于此。例如,三(8-羟基喹啉基)铝( $\text{Alq}_3$ )、4,4'-双(N-咔唑基)-1,1'-联苯(CBP)、聚(N-乙烯基咔唑)(PVK)、9,10-二(萘-2-基)蒽(ADN)、4,4',4''-三(咔唑-9-基)-三苯胺(TCTA)、1,3,5-三(N-苯基苯并咪唑-2-基)苯(TPBi)、3-叔丁基-9,10-二(萘-2-基)蒽(TBADN)、二苯乙烯基芳基(DSA)、4,4'-双(9-咔唑基)-2,2'-二甲基-联苯(CDBP)、2-甲基-9,10-双(萘-2-基)蒽(MADN)、双[2-(二苯基膦基)苯基]醚氧化物(DPEPO)、六苯基环三磷腈( $\text{CP1}$ )、1,4-双(三苯基甲硅烷基)苯(UGH2)、六苯基环三硅氧烷( $\text{DPSiO}_3$ )、八苯基环四硅氧烷( $\text{DPSiO}_4$ )、2,8-双(二苯基磷酰基)二苯并呋喃(PPF)等可以用作主体材料或被包含作为主体材料。

[0140] 例如,发射层EML可以进一步包含作为掺杂剂的N,N',N''-四苯基-芘-1,6-二胺(TPD)、4,4'-双(2-(9-乙基-9H-咔唑-3-基)乙烯基)-1,1'-联苯(BCzVBi);4,4'-双(9-乙基-3-咔唑亚乙烯基)-1,1'-联苯、10-苯基-10H,10'H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(ACRSA)、3,4,5,6-四-9H-咔唑-9-基-1,2-苯二甲腈(4CzPN)、2,4,5,6-四-9H-咔唑-9-基-间苯二甲腈(4CzIPN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吡啶)苯基]砜(DMAC-DPS)和2-吩噻嗪-4,6-联苯基-1,3,5-三嗪(PSZ-TRZ)。在一些实施方案中,发射层EML可以进一步包含作为掺杂剂材料的苯乙烯基衍生物(例如,1,4-双[2-(3-N-乙基咔唑基)乙烯基]苯(BCzVB)、4-(二-对甲苯基氨基)-4'-[(二-对甲苯基氨基)苯乙烯基]二苯乙烯(DPAVB)和N-(4-((E)-2-(6-((E)-4-(二苯基氨基)苯乙烯基)萘-2-基)乙烯基)苯基)-N-苯基苯胺(N-BDAVBi))、芘及其衍生物(例如,2,5,8,11-四叔丁基芘(TBP))、芘及其衍生物(例如,1,1-二芘、1,4-二芘基苯、1,4-双(N,N-二苯基氨基)芘)等。

[0141] 发射层EML可以是用于发射蓝光的蓝色发射层。发射层EML可以是用于发射约480nm或小于480nm、或者约470nm或小于470nm的波长的光的发射层。发射层EML可以是辐射荧光的荧光发射层。发射层EML可以是辐射延迟荧光的延迟荧光发射层。

[0142] 电子传输区ETR可以在发射层EML上。电子传输区ETR可以包括空穴阻挡层HBL、电子传输层ETL或电子注入层EIL中的至少一层,但不限于此。在一些实施方案中,例如,电子传输区ETR可以包括电子注入层EIL和电子传输层ETL,如图2所示。在一些实施方案中,电子传输区ETR可以包括电子注入层EIL、电子传输层ETL和空穴阻挡层HBL,如图3所示。

[0143] 电子传输区ETR可以具有或为使用单一材料形成的单层、使用多种不同材料形成的单层、或具有使用多种不同材料形成的多个层的多层结构。

[0144] 例如,电子传输区ETR可以具有电子注入层EIL或电子传输层ETL的单层结构,或者使用电子注入材料和电子传输材料形成的单层结构。此外,电子传输区ETR可以具有含有多种不同材料的单层结构,或者从发射层EML层压的电子传输层ETL/电子注入层EIL、或空穴阻挡层HBL/电子传输层ETL/电子注入层EIL的结构,但不限于此。电子传输区ETR的厚度可以例如为约1,000Å至约1,500Å。

[0145] 电子传输区ETR可以使用一种或多种合适的方法(例如真空沉积法、旋涂法、铸造法、朗缪尔-布洛杰特(LB)法、喷墨印刷法、激光印刷法和/或激光诱导热成像(LITI)法)形成。

[0146] 如果电子传输区ETR包括电子传输层ETL,则电子传输区ETR可以包括基于蒽的化合物。然而,本公开内容的实施方案不局限于此。电子传输区ETR可以包括例如三(8-羟基喹啉根合)铝( $\text{Alq}_3$ )、1,3,5-三[(3-吡啶基)-苯-3-基]苯、2,4,6-三(3'-(吡啶-3-基)联苯-3-基)-1,3,5-三嗪-2-(4-(N-苯基苯并咪唑-1-基)苯基)-9,10-二萘基蒽、1,3,5-三(1-苯基-1H-苯并[d]咪唑-2-基)苯(TPBi)、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)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-叔丁基苯基-1,2,4-三唑(TAZ)、4-(萘-1-基)-3,5-二苯基-4H-1,2,4-三唑(NTAZ)、2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(tBu-PBD)、双(2-甲基-8-喹啉根合-N1,08)-(1,1'-联苯-4-根合)铝( $\text{BA1q}$ )、铍双(苯并喹啉-10-醇盐)(Bebq<sub>2</sub>)、9,10-二(萘-2-基)蒽(ADN)和/或其混合物。电子传输层ETL的厚度可以为约100 Å至约1,000 Å,例如,约150 Å至约500 Å。当电子传输层ETL的厚度满足上述范围时,可以获得令人满意的电子传输性质,而没有驱动电压的显著增加。

[0147] 当电子传输区ETR包括电子注入层EIL时,电子注入层EIL可以使用LiF、喹啉锂( $\text{LiQ}$ )、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、BaO、NaCl、CsF、镧系金属(例如铕(Yb))或金属卤化物(例如RbCl和/或RbI)。然而,本公开内容的实施方案不局限于此。电子注入层EIL也可以使用电子传输材料和绝缘有机金属盐的混合物形成。有机金属盐可以是具有约4eV或大于4eV的能带隙的材料。有机金属盐的非限制性实例可以包括金属乙酸盐、金属苯甲酸盐、金属乙酰乙酸盐、金属乙酰丙酮酸盐和金属硬脂酸盐。电子注入层EIL的厚度可以为约1 Å至约100 Å、或约3 Å至约90 Å。当电子注入层EIL的厚度满足上述范围时,可以获得令人满意的电子注入性质,而没有驱动电压的显著增加。

[0148] 电子传输区ETR可以包括如上所述的空穴阻挡层。空穴阻挡层可以包括例如2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(BCP)和/或4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(Bphen)。然而,本公开内容的实施方案不局限于此。

[0149] 第二电极EL2可以在电子传输区ETR上。第二电极EL2可以是公共电极或阴极。第二电极EL2可以是透射电极、透射反射(例如半透射)电极或反射电极。当第二电极EL2是透射电极时,第二电极EL2可以包括透明金属氧化物,例如,ITO、IZO、ZnO、ITZO等。

[0150] 当第二电极EL2是透射反射电极或反射电极时,第二电极EL2可以包括Ag、Mg、Cu、Al、Pt、Pd、Au、Ni、Nd、Ir、Cr、Li、Ca、LiF/Ca、LiF/Al、Mo、Ti,包括一种或多种所列金属的化合物,或其混合物(例如,Ag和Mg的混合物)。第二电极EL2可以具有多层结构,所述多层结构包括使用上述材料形成的反射层或透射反射层和使用ITO、IZO、ZnO、ITZO等形成的透明导电层。

[0151] 在一些实施方案中,第二电极EL2可以连接(至)辅助电极。当第二电极EL2连接辅助电极时,第二电极EL2的电阻可以减小。

[0152] 在有机电致发光装置10中,在向第一电极EL1和第二电极EL2中的每一个施加电压期间,从第一电极EL1注入的空穴可以经由空穴传输区HTR移动至发射层EML,并且从第二电极EL2注入的电子可以经由电子传输区ETR移动至发射层EML。电子和空穴可以在发射层EML

中复合以产生激子,并且当激子从激发态跃迁到基态时,激子可以发射光。

[0153] 当有机电致发光装置10为顶部发射类型(顶部发射有机电致发光装置)时,第一电极EL1可以是反射电极,并且第二电极EL2可以是透射电极或透射反射电极。当有机电致发光装置10为底部发射类型(底部发射有机电致发光装置)时,第一电极EL1可以是透射电极或透射反射电极,并且第二电极EL2可以是反射电极。

[0154] 根据本公开内容的一个或多个实施方案的有机电致发光装置10可以包含作为用于发射层EML的材料的多环化合物,并且因此可以实现高效率。

[0155] 在下文中,将参考示例性制备方法、实施例和比较例更详细地解释本公开内容。以下实施例是用于帮助理解本公开内容的示例性说明,并且本公开内容的实施方案的范围不局限于此。

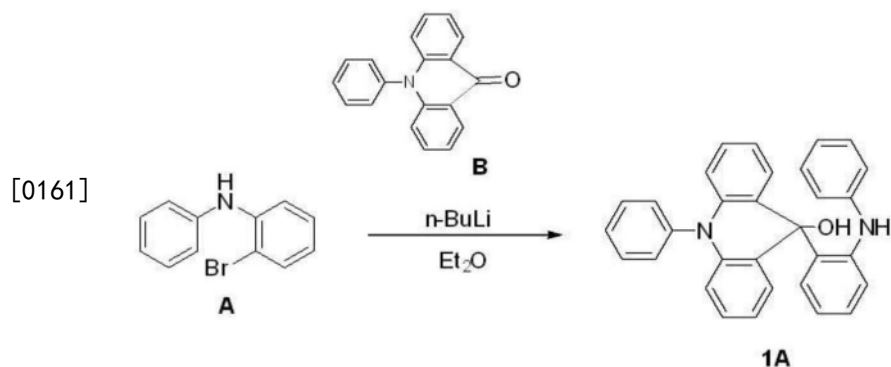
[0156] 合成例

[0157] 根据本公开内容的一个或多个实施方案的多环化合物可以例如如下合成。然而,本公开内容的实施方案不局限于此。

[0158] 1. 化合物8的合成

[0159] 根据本公开内容的一个或多个实施方案的化合物8可以例如如下合成。

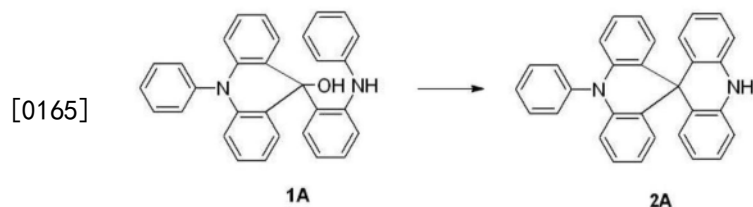
[0160] 中间体1A的合成



[0162] 将2.0g化合物A和30mL无水乙醚在氩(Ar)气氛下添加至200mL三颈烧瓶中,并且在室温下向其滴加10mL的1.6M  $n\text{-BuLi}$ ,随后在室温下搅拌约2小时。然后,向其滴加溶于20mL无水乙醚中的化合物B,随后搅拌过夜。在反应完成后,添加水,分离有机层,并且经由蒸馏去除溶剂。通过硅胶色谱法(使用甲苯)分离由此获得的粗产物,以得到2.20g(产率62%)呈白色固体的中间体1A。

[0163] 如通过FAB-MS测量的,中间体1A的分子量为440。

[0164] 中间体2A的合成

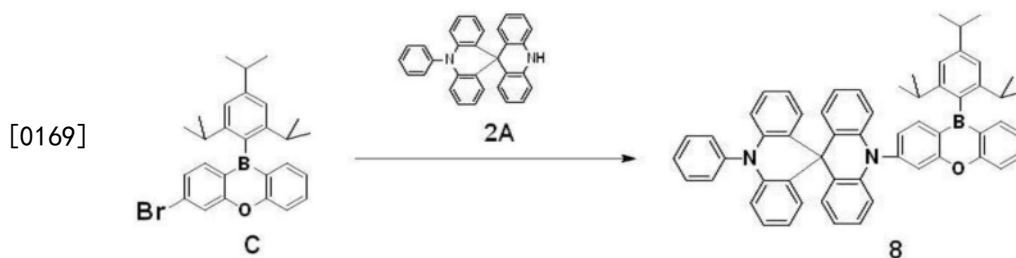


[0166] 将2.0g化合物1A和20mL甲苯在氩(Ar)气氛下添加至100mL三颈烧瓶中,并且向其添加0.73g甲磺酸和1.0g多磷酸,然后加热,回流并搅拌约4小时。在反应完成后,添加水,分离有机层,并且经由蒸馏去除溶剂。通过硅胶色谱法(使用甲苯)分离由此获得的粗产物,以

得到1.9g (产率95%) 呈白色固体的中间体2A。

[0167] 如通过FAB-MS测量的,中间体2A的分子量为422。

[0168] 最终化合物8的合成

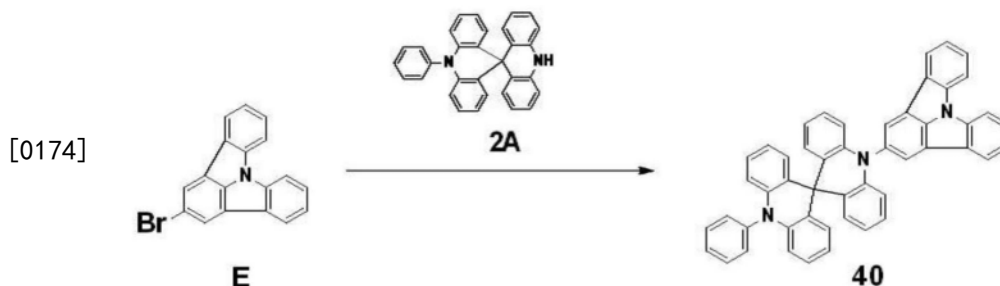


[0170] 将1.0g化合物C、0.95g中间体2A、0.43g叔丁醇钠、0.04g三(二亚苄基丙酮)二钯(0)、0.05g三叔丁基磷四氟硼酸盐和20mL甲苯在氩(Ar)气氛下添加至100mL三颈烧瓶中,随后加热,回流并搅拌约8小时。在反应完成后,添加水,分离有机层,并且经由蒸馏去除溶剂。通过硅胶色谱法(使用甲苯和己烷的混合物)分离由此获得的粗产物,以得到1.7g (产率94%) 呈白色固体的化合物8。

[0171] 如通过FAB-MS测量的,化合物8的分子量为802。

[0172] 2. 化合物40的合成

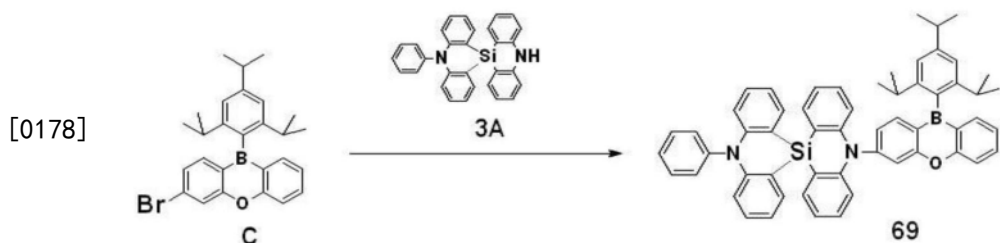
[0173] 根据本公开内容的一个或多个实施方案的化合物40可以例如如下合成。



[0175] 除使用化合物E代替化合物C外,通过进行与化合物8的合成方法中所述程序基本相同的程序以81%产率获得化合物40。如通过FAB-MS测量的,化合物40的分子量为661。

[0176] 3. 化合物69的合成

[0177] 根据本公开内容的一个或多个实施方案的化合物69可以例如如下合成。

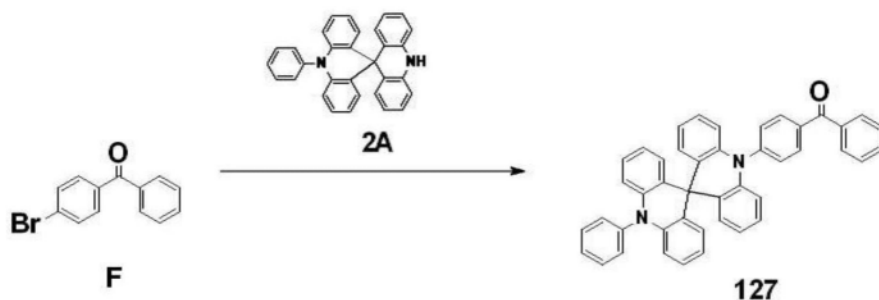


[0179] 除使用中间体3A代替中间体2A外,通过进行与化合物8的合成方法中所述程序基本相同的程序以89%产率获得化合物69。如通过FAB-MS测量的,化合物69的分子量为818。

[0180] 4. 化合物127的合成

[0181] 根据本公开内容的一个或多个实施方案的化合物127可以例如如下合成。

[0182]

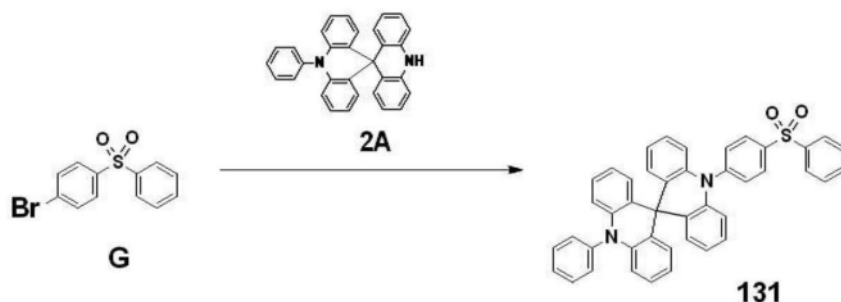


[0183] 除使用化合物F代替化合物C外,通过进行与化合物8的合成方法中所述程序基本相同的程序以86%产率获得化合物127。如通过FAB-MS测量的,化合物127的分子量为602。

[0184] 5. 化合物131的合成

[0185] 根据本公开内容的一个或多个实施方案的化合物131可以例如如下合成。

[0186]



[0187] 除使用化合物G代替化合物C外,通过进行与化合物8的合成方法中所述程序基本相同的程序以91%产率获得化合物131。如通过FAB-MS测量的,化合物131的分子量为638。

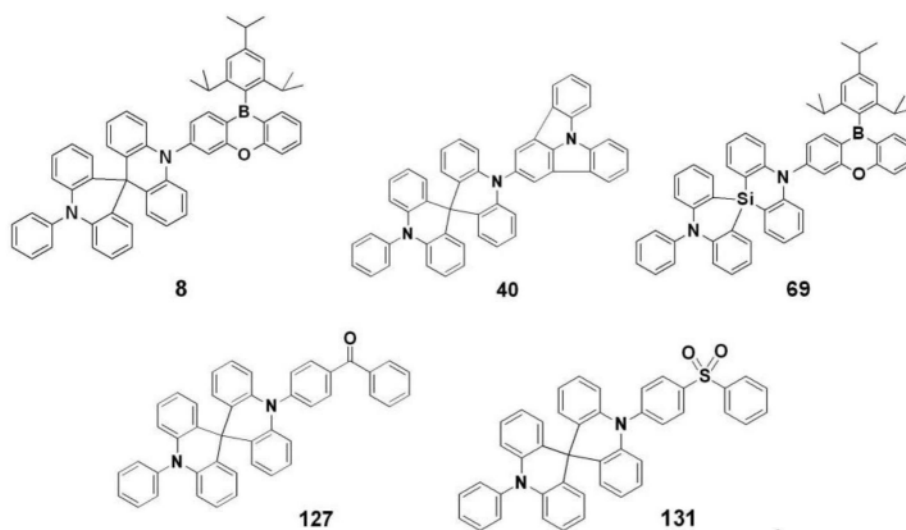
[0188] 上述合成例是示例性说明,并且可根据需要改变反应条件。可以使用本领域中可获得的方法和材料合成根据本公开内容的一个或多个实施方案的化合物以便包含各种合适的取代基。可以将此类取代基引入由式1表示的核结构中以产生适合应用于有机电致发光装置的性质。

[0189] 装置制造例

[0190] 分别使用化合物8、40、69、127和131作为每个装置的发射层中的掺杂剂材料,制造实施例1至实施例5的有机电致发光装置。

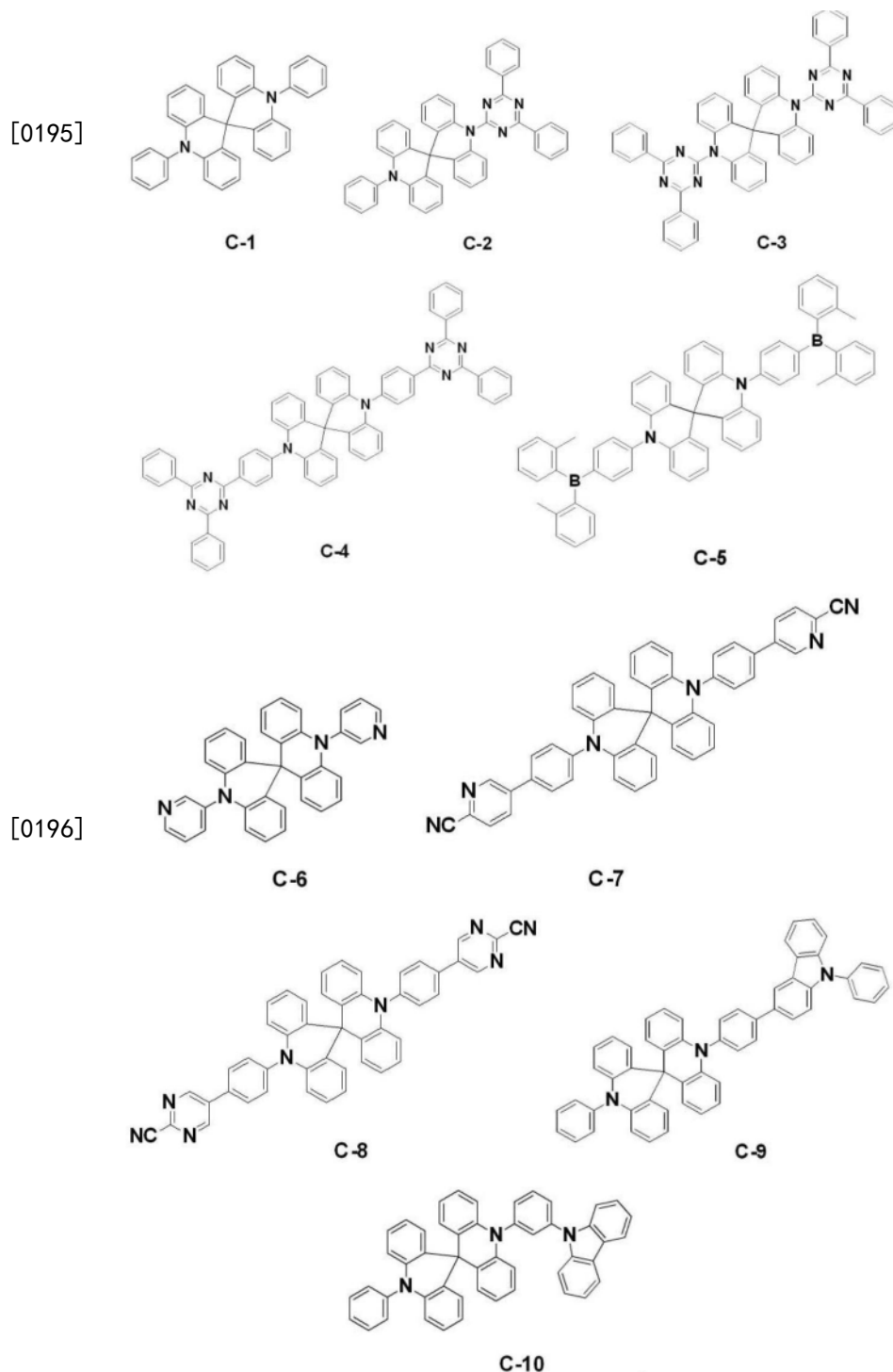
[0191] 示例性化合物

[0192]



[0193] 分别使用化合物C-1至化合物C-10作为每个装置的发射层中的掺杂剂材料,制造比较例1至比较例10的有机电致发光装置。

[0194] 比较化合物



[0197] 使用非经验分子轨道方法计算示例性化合物和比较化合物的 $S_1$  (单重态) 能级和 $T_1$  (三重态) 能级。例如,使用高斯09(Gaussian Co.,Wallingford,CT) 中的B3LYP作为功能函数和6-31G(d) 作为基础函数进行计算。结果示于表1中。 $\Delta E_{ST}$ 表示单重态能级与三重态能级之间的差。

[0198] 表1

[0199]

	S <sub>1</sub> 能级(eV)	T <sub>1</sub> 能级 (eV)	ΔE <sub>ST</sub>
示例性化合物 8	2.56	2.55	0.01
示例性化合物 40	2.75	2.72	0.03
示例性化合物 69	2.72	2.71	0.01
示例性化合物 127	2.52	2.52	0.00
示例性化合物 131	2.86	2.85	0.01
比较化合物 C-1	3.67	3.15	0.52

[0200]

比较化合物 C-2	2.96	2.96	0.00
比较化合物 C-3	3.48	3.15	0.33
比较化合物 C-4	2.41	2.41	0.00
比较化合物 C-5	2.46	2.46	0.00
比较化合物 C-6	3.30	3.13	0.17
比较化合物 C-7	2.54	2.53	0.01
比较化合物 C-8	2.36	2.35	0.01
比较化合物 C-9	3.38	3.06	0.32
比较化合物 C-10	3.49	3.14	0.35

[0201] 参考表1, 示例性化合物8、40、69、127和131以及比较化合物C-2和C-4至C-8各自显示出低的 $\Delta E_{ST}$ 值, 并且被认为表现出热活化延迟荧光。比较化合物C-1、C-3、C-9和C-10显示出高的 $\Delta E_{ST}$ 值, 并且不认为表现出热活化延迟荧光。实施例1至实施例5和比较例1至比较例10的每个有机电致发光装置通过使用ITO形成厚度为约150nm的第一电极、使用HAT-CN形成厚度为约10nm的空穴注入层、使用NPB形成厚度为约80nm的空穴传输层、使用mCP形成厚度为约5nm的电子阻挡层、使用掺杂有20%的示例性化合物或比较化合物的DPEPO形成厚度为约20nm的发射层、使用DPEPO形成厚度为约10nm的空穴阻挡层, 使用TPBi形成厚度为约30nm的电子传输层、使用LiF形成厚度为约0.5nm的电子注入层和使用Al形成厚度为约100nm的厚度第二电极来制造。每层使用真空沉积法形成。

[0202] 测量根据实施例1至实施例5和比较例1至比较例10的有机电致发光装置中的每一个的最大发射波长和外部量子效率, 并且示于表2中。以约10mA/cm<sup>2</sup>测量表2中的EQE值。

[0203] 表2

[0204]

	发射层掺杂剂材料	$\lambda_{最大}$ (nm)	EQE (%)
实施例 1	示例性化合物 8	468	23.8
实施例 2	示例性化合物 40	461	19.9
实施例 3	示例性化合物 69	459	22.5
实施例 4	示例性化合物 127	469	21.8
实施例 5	示例性化合物 131	459	20.5
比较例 1	比较化合物 C-1	413	1.2
比较例 2	比较化合物 C-2	489	3.2
比较例 3	比较化合物 C-3	496	2.8
比较例 4	比较化合物 C-4	501	17.5
比较例 5	比较化合物 C-5	498	15.1
比较例 6	比较化合物 C-6	420	2.1

[0205]	比较例 7	比较化合物 C-7	470	5.5
	比较例 8	比较化合物 C-8	512	8.2
	比较例 9	比较化合物 C-9	415	1.1
	比较例 10	比较化合物 C-10	412	1.3

[0206] 参考表2的结果,示例性化合物8、40、69、127和131均具有小于约470nm的光发射波长,并且适合作为深蓝色掺杂剂,从而由于热活化延迟荧光而实现高效率。比较例1、6、9和10显示出相对低的发射效率和短的发射波长。比较例4、5和8显示出相对高的效率,但显示出较长的波长,并且没有实现深蓝色光发射。比较例7显示出接近深蓝色的波长但效率低于实施例。比较例2既不显示出深蓝色也不显示出高效率。尽管比较例2的计算值的 $\Delta E_{ST}$ 小,但是没有显示出热活化延迟荧光的机会。比较例3显示出低的效率和较长的波长,并且未显示深蓝色。

[0207] 根据本公开内容的一个或多个实施方案的多环化合物可以用作用于发射深蓝色的热活化延迟荧光的掺杂剂。

[0208] 包含根据本公开内容的一个或多个实施方案的多环化合物的有机电致发光装置实现了深蓝色并且同时具有优异的效率。

[0209] 根据本公开内容的一个或多个实施方案的有机电致发光装置具有优异的效率。

[0210] 根据本公开内容的一个或多个实施方案的多环化合物可以应用于有机电致发光装置,并且可以有助于高效率。

[0211] 如本文所用,诸如“……中的至少一个/至少一种”、“……中的一个/一种”和“选自”的表达在一列要素之前时,修饰整个列的要素并且不修饰该列的单个要素。此外,当描述本公开内容的实施方案时,“可以”的使用是指“本公开内容的一个或多个实施方案”。

[0212] 此外,如本文所用,术语“使用(use/using/used)”可以被认为分别与术语“利用(utilize/utilizing/utilized)”是同义的。

[0213] 如本文所用,术语“基本上”、“约”和类似术语用作近似值的术语,并且不用作程度的术语,并且旨在解释测量值或计算值中的固有偏差,所述固有偏差将是本领域普通技术人员认识到的。

[0214] 此外,本文叙述的任何数值范围旨在包括归入所叙述的范围内的相同数值精度的所有子范围。例如,“1.0至10.0”的范围旨在包括所叙述的最小值1.0与所叙述的最大值10.0之间(并且包括端值)的所有子范围,即,具有等于或大于1.0的最小值和等于或小于10.0的最大值,例如,2.4至7.6。本文所叙述的任何最大数值限度旨在包括归入其中的所有较低的数值限度,并且本说明书中所叙述的任何最小数值限度旨在包括归入其中的所有较高的数值限度。因此,申请人保留修改本说明书(包括权利要求书)的权利,以明确叙述归入本文明确叙述的范围内的任何子范围。

[0215] 尽管已经描述本公开内容的示例性实施方案,应理解,本公开内容不应局限于这些示例性实施方案,而是本领域普通技术人员可以在如在以下权利要求及其等同中所述的本公开内容的主旨和范围内进行各种变化和修改。



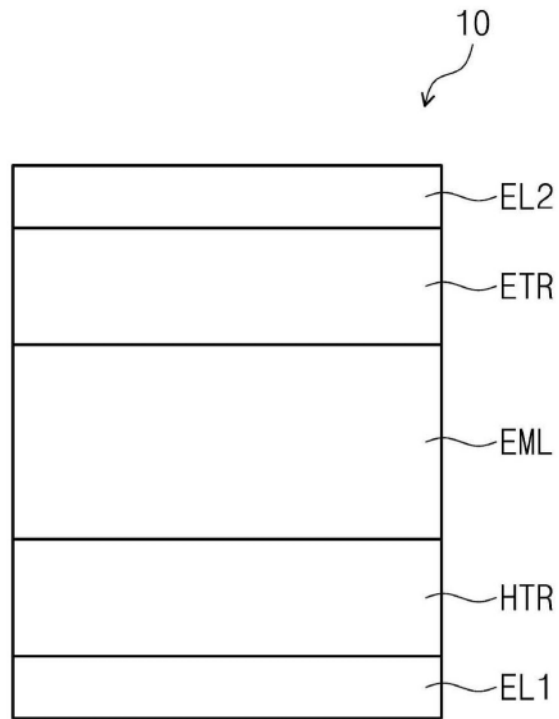


图1

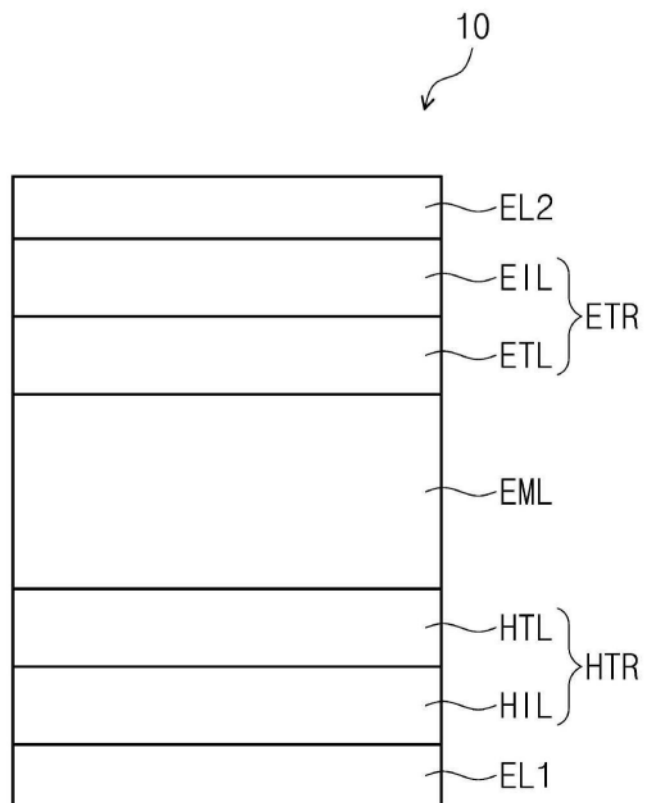


图2

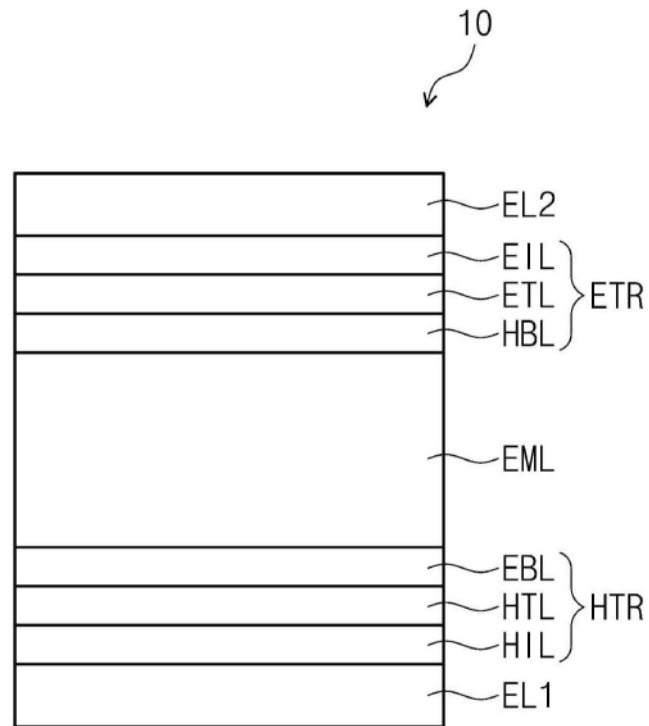


图3