



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113710770 B

(45) 授权公告日 2024.12.31

(21) 申请号 202080029703.0

(22) 申请日 2020.04.17

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113710770 A

(43) 申请公布日 2021.11.26

(30) 优先权数据  
2019-083835 2019.04.25 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2021.10.19

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2020/016870 2020.04.17

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02020/218188 JA 2020.10.29

(73) 专利权人 日铁化学材料株式会社

地址 日本东京中央区日本桥一丁目13番1号(邮编:103-0027)

(72) 发明人 小川淳也 池永裕士 吉田和成  
北原行久美

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205  
专利代理师 杨贝贝 臧建明

(51) Int.Cl.  
G07D 209/86 (2006.01)  
G09K 11/06 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 107615508 A, 2018.01.19  
WO 2018198844 A1, 2018.11.01

审查员 吴宏霞

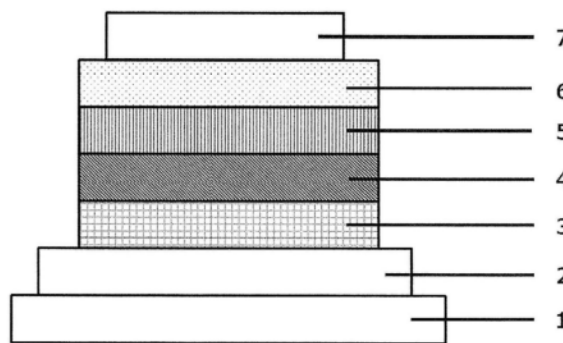
权利要求书5页 说明书54页 附图1页

(54) 发明名称

有机电场发光元件以及有机电场发光元件的制造方法

(57) 摘要

一种驱动电压低并且同时效率高且具有高的驱动稳定性的有机电场发光元件以及有机电场发光元件的制造方法。此有机电场发光元件包含下述通式(1)所表示的吡啶并咪唑化合物。而且,为一种将此有机电场发光元件用材料作为第一主体,将咪唑化合物作为第二主体的有机电场发光元件。此处,环A为式(1a)所表示的杂环, $L^1 \sim L^3$ 为直接键、芳香族烃基或芳香族杂环基, $B^1 \sim B^3$ 表示直接键、或式(1b)所表示的联苯二基,并且至少一个为联苯二基。

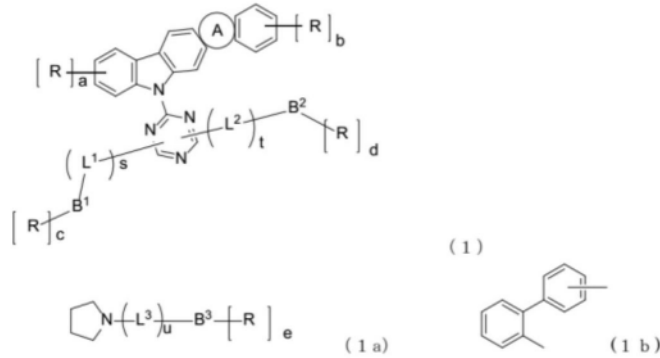


1. 一种有机电场发光元件, 其为在基板上层叠阳极、有机层及阴极而成的有机电场发光元件,

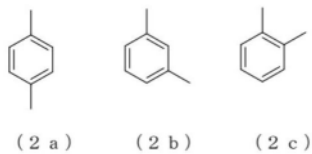
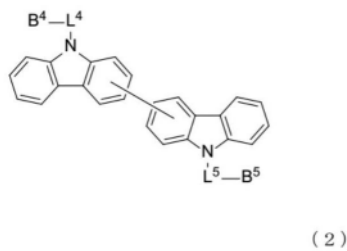
所述有机层的至少一层为包括含有第一主体、第二主体及发光性掺杂材料的蒸镀层的发光层,

第一主体选自下述通式(1)所表示的化合物,

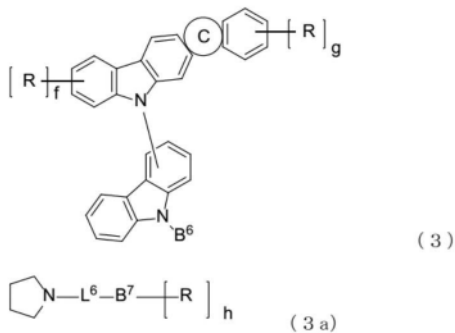
第二主体选自下述通式(2)、通式(3)或通式(4)所表示的化合物,



此处, 环A为式(1a)所表示的杂环, 环A与邻接的环在任意的位置缩合, R独立地为氢、碳数1~10的脂肪族烃基、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基,  $L^1 \sim L^3$ 独立地为直接键、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基,  $B^1 \sim B^3$ 独立地表示直接键、或式(1b)所表示的联苯二基,  $B^1 \sim B^3$ 之中, 至少一者为式(1b)所表示的联苯二基; a、b、c、d、e各自独立地表示0~3的整数, s、t、u各自独立地表示1~2的整数,

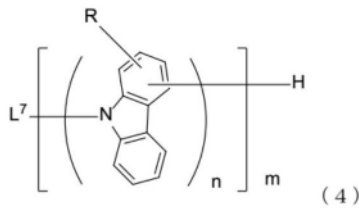


此处,  $B^4$ 与 $B^5$ 独立地表示氢、碳数6的芳香族烃基、或将所述芳香族烃基连结两个而成的基;  $L^4$ 、 $L^5$ 独立地表示式(2a)~式(2c)中的任一者所表示的亚苯基;



此处, 环C为式(3a)所表示的杂环, 环C与邻接的环在任意的位置缩合, R独立地为氢、碳

数1~10的脂肪族烃基、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基, $L^6$ 为直接键、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基, $B^6$ 为氢、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基, $B^7$ 为碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基; $f$ 、 $g$ 、 $h$ 各自独立地表示0~3的整数;



此处, $L^7$ 为m价的碳数6~30的芳香族烃基、碳数3~16的芳香族杂环基、或将这些的芳香族环连结2个~10个而成的连结芳香族基,但不会为包含吡啶环的基;R分别独立地为氢、碳数1~10的烷基或碳数3~11的环烷基;m为取代数,表示1~3的整数;n为重复数,分别独立地为1~4的整数,至少一个n为2~4的整数。

2. 根据权利要求1所述的有机电场发光元件,其中通式(1)中, $B^3$ 为式(1b)所表示的联苯二基。

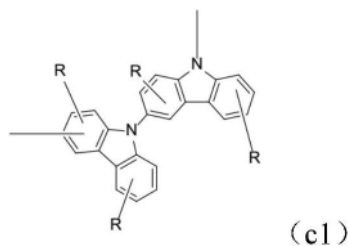
3. 根据权利要求1或2所述的有机电场发光元件,其中通式(1)中,a、b及c为0。

4. 如权利要求1或2所述的有机电场发光元件,其中第二主体为上述通式(2)所表示的化合物。

5. 根据权利要求1或2所述的有机电场发光元件,其中第二主体为上述通式(3)所表示的化合物。

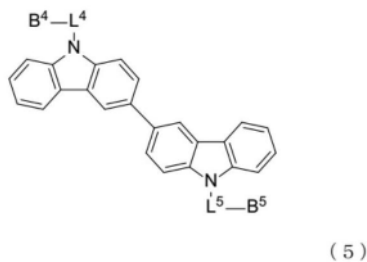
6. 根据权利要求1或2所述的有机电场发光元件,其中第二主体为上述通式(4)所表示的化合物。

7. 根据权利要求6所述的有机电场发光元件,其特征在于,通式(4)中具有至少一个由式(c1)所表示的键结结构;



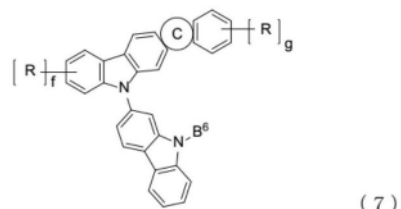
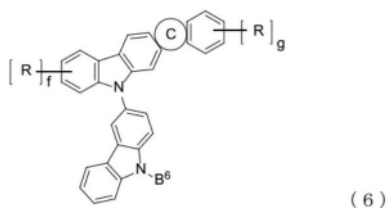
此处,R与通式(4)意义相同。

8. 根据权利要求4所述的有机电场发光元件,其特征在于,通式(2)所表示的化合物为下述式(5)所表示的化合物;



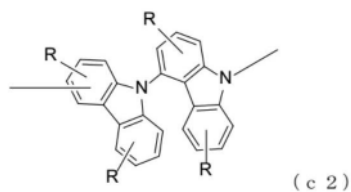
此处, $B^4$ 、 $B^5$ 、 $L^4$ 、 $L^5$ 与通式(2)意义相同。

9. 根据权利要求5所述的有机电场发光元件,其特征在于,通式(3)所表示的化合物为下述式(6)或式(7)所表示的化合物;



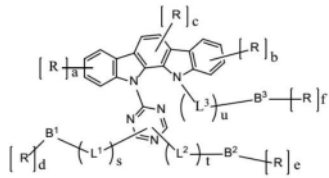
此处,环C、R、B<sup>6</sup>、f、g与通式(3)意义相同。

10. 根据权利要求6所述的有机电场发光元件,其特征在于,通式(4)中具有至少一个由式(c2)所表示的键结结构;

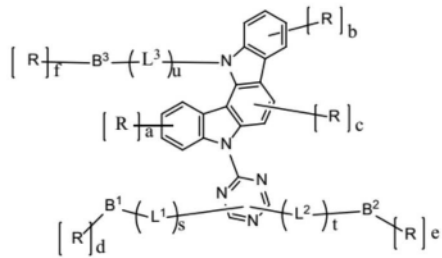


此处,R与通式(4)意义相同。

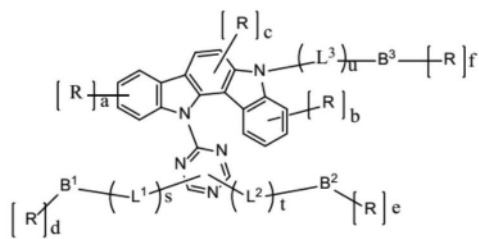
11. 根据权利要求1或2所述的有机电场发光元件,其特征在于,通式(1)所表示的吡啶并咪唑化合物为式(8)~式(11)中任一者所表示的化合物;  
[化9]



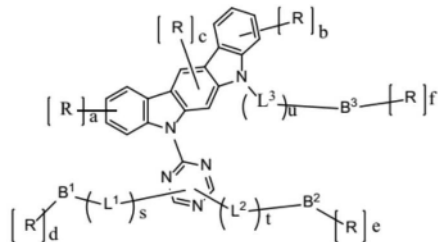
(8)



(9)



(10)



(11)

此处,  $B^1 \sim B^3$ 、 $L^1 \sim L^3$ 、 $R$ 、 $a \sim b$ 及 $s \sim u$ 与通式(1)意义相同,  $c$ 为0,  $d$ 、 $e$ 、 $f$ 各自独立地表示0~3的整数。

12. 根据权利要求1或2所述的有机电场发光元件, 其特征在于, 相对于第一主体与第二主体的合计而言, 第一主体的比例为超过20wt%且不足55wt%。

13. 根据权利要求1或2所述的有机电场发光元件, 其特征在于, 发光性掺杂材料是包含选自由钷、铈、钇、银、铕、钆、铽、铈、铟及金所组成的群组中的至少一种金属的有机金属络合物。

14. 根据权利要求1或2所述的有机电场发光元件, 其特征在于, 发光性掺杂材料是热活化延迟荧光发光掺杂材料。

15. 根据权利要求1或2所述的有机电场发光元件, 其特征在于, 设置发光层、及与发光层邻接的空穴阻挡层, 并使所述空穴阻挡层中含有通式(1)所表示的咪唑并吡啶化合物。

16. 一种有机电场发光元件的制造方法, 其特征在于, 具有在制造如权利要求1至15中任一项所述的有机电场发光元件时, 将第一主体与第二主体混合而制成预混合物后, 蒸镀包含所述预混合物的主体材料而形成发光层的步骤。

17. 根据权利要求16所述的有机电场发光元件的制造方法, 其特征在于, 第一主体与第二主体的50%重量减少温度的差为20°C以内。

## 有机电场发光元件以及有机电场发光元件的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种有机电场发光元件(称为有机EL元件)。详细而言,涉及一种包含吡啶并咪唑化合物的有机电场发光元件用材料、及使用其的有机EL元件。

### 背景技术

[0002] 通过对有机EL元件施加电压,分别自阳极将空穴注入至发光层,自阴极将电子注入至发光层。而且,在发光层中,所注入的空穴与电子再结合而生成激子。此时,根据电子自旋的统计法则,以1:3的比例生成单重态激子及三重态激子。使用利用单重态激子的发光的荧光发光型有机EL元件可以说内部量子效率的极限是25%。另一方面,已知使用利用三重态激子的发光的磷光发光型有机EL元件在自单重态激子有效率地进行系间跨越(intersystemcrossing)的情况下,内部量子效率可提高至100%。

[0003] 然而,关于磷光发光型有机EL元件,长寿命化成为技术性课题。

[0004] 最近正在开发利用延迟荧光的高效率的有机EL元件。例如在专利文献1中公开一种有机EL元件,其利用了作为延迟荧光的机制之一的三重态-三重态融合(Triplet-Triplet Fusion, TTF)机构。TTF机构是利用通过两个三重态激子的碰撞而生成单重态激子的现象,认为理论上可将内部量子效率提高至40%。然而,与磷光发光型有机EL元件相比较而言效率低,因此要求更有效率的改良。

[0005] 在专利文献2中公开一种利用热活化延迟荧光(Thermally Activated Delayed Fluorescence, TADF)机构的有机EL元件。TADF机构是利用如下现象者:在单重态能级与三重态能级的能量差小的材料中,产生自三重态激子向单重态激子的逆系间跨越(inverse intersystemcrossing);认为理论上可将内部量子效率提高至100%。然而,与磷光发光型元件同样地要求寿命特性的进一步改善。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:W02010/134350A

[0009] 专利文献2:W02011/070963A

[0010] 专利文献3:W02008/056746A

[0011] 专利文献4:日本专利特开2003-133075号公报

[0012] 专利文献5:W02013/062075A

[0013] 专利文献6:US2014/0374728A

[0014] 专利文献7:US2014/0197386A

[0015] 专利文献8:US2015/0001488A

[0016] 专利文献9:US2015/0236262A

[0017] 专利文献10:W02016/194604A

[0018] 专利文献11:W02011/136755A

[0019] 在专利文献3中,关于吡啶并咪唑化合物,公开了作为主体材料的用途。在专利文

献4中,关于双咪唑化合物,公开了作为主体材料的用途。

[0020] 在专利文献5、专利文献6中公开了将双咪唑化合物作为混合主体来使用。在专利文献7、专利文献8、专利文献9、专利文献10中公开了将吡啶并咪唑化合物与双咪唑化合物作为混合主体来使用。

[0021] 在专利文献11中,公开了主体材料的用途,所述主体材料预先混合了包含吡啶并咪唑化合物的多种主体。

[0022] 然而,以上均不能说足够充分,而期望进一步的改良。

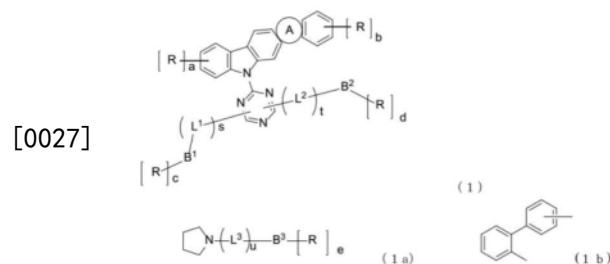
## 发明内容

[0023] 为了将有机EL元件应用于平板显示器(flat panel display)等显示元件、或光源中,需要在改善元件的发光效率的同时充分确保驱动时的稳定性。本发明的目的在于提供一种驱动电压低并且同时效率高且具有高的驱动稳定性的有机EL元件以及适合于其的有机电场发光元件用材料。

[0024] 本发明人们进行了积极研究,结果发现通过将特定的吡啶并咪唑化合物用于有机EL元件,而呈现优异的特性,从而完成了本发明。

[0025] 本发明为一种有机电场发光元件用材料,其包含通式(1)所表示的吡啶并咪唑化合物;

[0026] [化1]



[0028] 此处,环A为式(1a)所表示的杂环,环A与邻接的环在任意的位置缩合,R独立地为氢、碳数1~10的脂肪族烃基、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基, $L^1 \sim L^3$ 独立地为直接键、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基, $B^1 \sim B^3$ 独立地表示直接键、或式(1b)所表示的联苯二基, $B^1 \sim B^3$ 之中,至少一者为式(1b)所表示的联苯二基。a、b、c、d、e各自独立地表示0~3的整数,s、t、u各自独立地表示1~2的整数。

[0029] 通式(1)的优选形态为: $B^3$ 为式(1b)所表示的联苯二基,或者a、b及c为0。

[0030] 而且,本发明是一种有机电场发光元件,其为在基板上层叠阳极、有机层及阴极而成的有机电场发光元件,所述有机层中的至少一层为包含所述有机电场发光元件用材料的有机层。

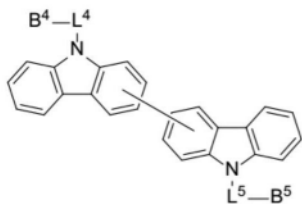
[0031] 作为所述包含有机电场发光元件用材料的有机层,有选自由发光层、电子传输层及空穴阻挡层所组成的群组中的至少一层。

[0032] 进而,本发明是所述有机电场发光元件,包含有机电场发光元件用材料的有机层为包括含有第一主体、第二主体及发光性掺杂材料的蒸镀层的发光层,

[0033] 第一主体选自所述通式(1)所表示的化合物,

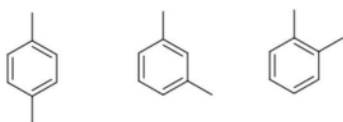
[0034] 第二主体选自下述通式(2)、通式(3)或通式(4)所表示的化合物。

[0035] [化2]



[0036]

(2)



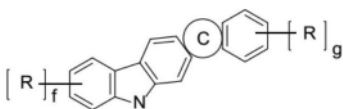
(2 a)

(2 b)

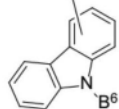
(2 c)

[0037] 此处,  $B^4$ 与 $B^5$ 独立地表示氢、碳数6~14的芳香族烃基、或将所述芳香族烃基连结两个而成的基,进行连结情况下的芳香族烃基可相同也可不同。 $L^4$ 、 $L^5$ 独立地表示式(2a)~式(2c)所表示的亚苯基。

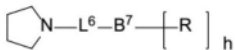
[0038] [化3]



[0039]



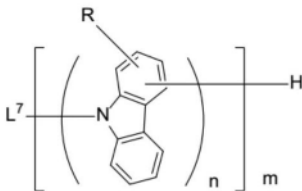
(3)



(3 a)

[0040] 此处,环C为式(3a)所表示的杂环,环C与邻接的环在任意的位置缩合,R独立地为氢、碳数1~10的脂肪族烃基、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基, $L^6$ 为直接键、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基, $B^6$ 为氢、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基, $B^7$ 为碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基。 $f$ 、 $g$ 、 $h$ 各自独立地表示0~3的整数。

[0041] [化4]



[0042]

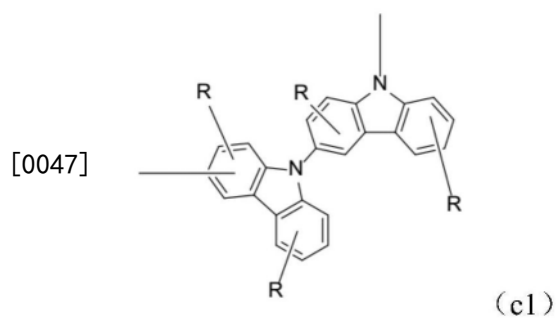
(4)

[0043] 此处, $L^7$ 为 $m$ 价的碳数6~30的芳香族烃基、碳数3~16的芳香族杂环基、或将这些的芳香族环连结2个~10个而成的连结芳香族基,但不会为包含咪唑环的基。R分别独立地为氢、碳数1~10的烷基或碳数3~11的环烷基。 $m$ 为取代数,表示1~3的整数。 $n$ 为重复数,分别独立地为1~4的整数,至少一个 $n$ 为2~4的整数。

[0044] 以下示出所述通式(1)、通式(2)、通式(3)或通式(4)的优选形态。

[0045] 通式(4)中具有至少一个由式(c1)所表示的键结结构。

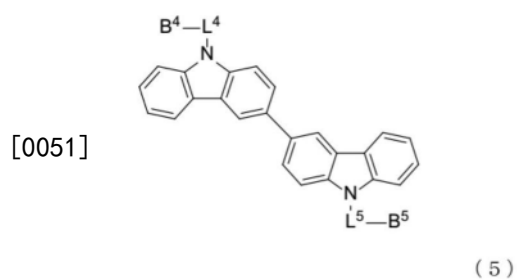
[0046] [化5]



[0048] (此处,R与通式(4)意义相同)

[0049] 通式(2)为下述式(5)。

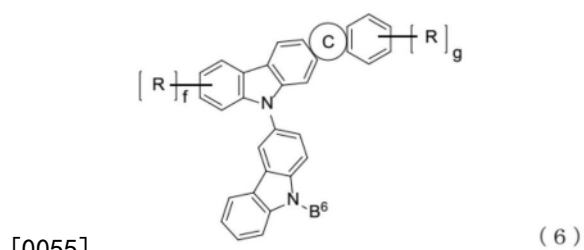
[0050] [化6]



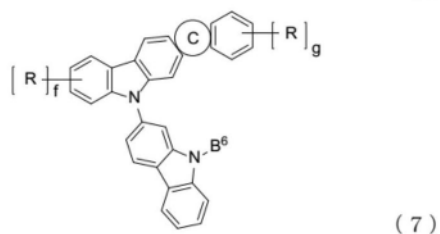
[0052] (此处,B<sup>4</sup>、B<sup>5</sup>、L<sup>4</sup>、L<sup>5</sup>与通式(2)意义相同)

[0053] 通式(3)为下述式(6)或式(7)。

[0054] [化7]



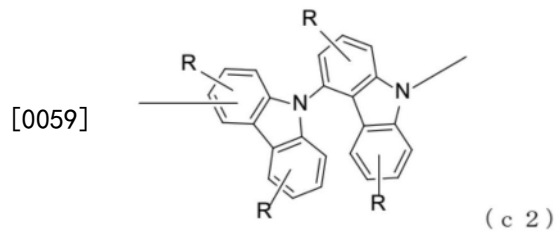
[0055]



[0056] (此处,环C、R、B<sup>6</sup>、f、g与通式(3)意义相同)

[0057] 通式(4)中具有至少一个由式(c2)所表示的键结结构。

[0058] [化8]



[0060] (此处,R与通式(4)意义相同)

[0061] 通式(1)为下述式(8)~式(11)中的任一者。

[0062] [化9]



[0068] 与发光层邻接而设置空穴阻挡层,并使所述空穴阻挡层中含有通式(1)所表示的化合物。

[0069] 而且,本发明是一种有机电场发光元件的制造方法,具有在制造所述有机电场发光元件时,将第一主体与第二主体混合而制成预混合物后,蒸镀包含所述预混合物的主体材料而形成发光层的步骤。

[0070] 在所述有机电场发光元件的制造方法中,适宜为:第一主体与第二主体的50%重量减少温度之差为20°C以内。

[0071] 为了提高有机EL元件的特性,需要有机层中使用的材料对电荷的耐久性高,特别是在发光层中,重要的是抑制激子及电荷向周边层的泄漏。对于所述电荷/激子的泄漏抑制而言,有效的是改善发光层中发光区域的偏差,为此需要将两电荷(电子/空穴)向发光层的注入量或发光层中的两电荷传输量控制为优选的范围。

[0072] 有机层中使用的材料的两电荷注入传输能受材料的分子轨道的能级及分子间的相互作用的大小大幅影响。本发明的有机EL元件用材料具有式(1b)所表示的邻位连结的联苯二基。吡啶并咪唑化合物特别是电子注入传输能高,但通过联苯二基,由其位阻效果,可抑制吡啶并咪唑分子彼此的靠近。

[0073] 并且,认为本发明的有机EL元件用材料通过改变联苯二基的取代基种或键结位置而能够以高的水平控制相向发光层的电子注入传输影响大的分子轨道的分子间相互作用,从而提供优异的有机EL元件。

[0074] 在将本发明的有机EL元件用材料用于发光层的主体的情况下,通过将通式(2)~通式(4)所表示的咪唑化合物用作第二主体,可提供更优异的有机EL元件。认为这是由于通式(2)~通式(4)所表示的咪唑化合物特别是空穴注入传输能高,通过改变咪唑环的键结样式或对于所述骨架的取代基的种类/数量,能够以高的水平控制空穴注入传输性。因此,通过混合本发明的有机EL元件用材料与所述咪唑化合物来使用,可将两电荷向有机层的注入量调整为优选的范围,从而可期待更良好的元件特性。特别是,在为延迟荧光发光EL元件或磷光发光EL元件的情况下,由于具有对于封入发光层中生成的激发能而言足够高的最低激发三重态能级,所以不存在自发光层内的能量流出,电压低而效率高且可实现长寿命。

## 附图说明

[0075] 图1是表示有机EL元件的一例的示意剖面图。

[0076] [符号的说明]

[0077] 1:基板

[0078] 2:阳极

[0079] 3:空穴注入层

[0080] 4:空穴传输层

[0081] 5:发光层

[0082] 6:电子传输层

[0083] 7:阴极

## 具体实施方式

[0084] 本发明的有机EL元件用材料为所述通式(1)所表示的吡啶并咪唑化合物。

[0085] 本发明的有机EL元件具有在基板上层叠有阳极、有机层及阴极的结构,并且在此有机层的至少一层中包含所述有机电场发光元件用材料。

[0086] 此有机EL元件在相向的阳极与阴极之间具有包括多层的有机层,多层中的至少一层为发光层,发光层也可为多层。

[0087] 针对所述通式(1)进行说明。

[0088] 环A是式(1a)所表示的杂环,与邻接的环在任意的位置缩合。

[0089] R独立地表示氢、碳数1~10的脂肪族烃基、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基。优选为碳数1~8的脂肪族烃基、苯基或碳数3~9的芳香族杂环基。更优选为碳数1~6的脂肪族烃基、苯基或碳数3~6的芳香族杂环基。

[0090] 作为所述碳数1~10的脂肪族烃基的具体例,可列举甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基、庚基、辛基、壬基、癸基等。优选为碳数1~4的烷基。

[0091] 作为所述碳数6~10的芳香族烃基、或碳数3~12的芳香族杂环基的具体例,可列举自苯、萘、吡啶、嘧啶、三嗪、噻吩、异噻唑、噻唑、哒嗪、吡咯、吡唑、咪唑、三唑、噻二唑、吡嗪、呋喃、异噁唑、噁唑、噁二唑、喹啉、异喹啉、喹喔啉、喹唑啉、噁二唑、噻二唑、苯并三嗪、酞嗪、四唑、吡啶、苯并呋喃、苯并噻吩、苯并噁唑、苯并噻唑、吡唑、苯并咪唑、苯并三唑、苯并异噻唑、苯并噻二唑、二苯并呋喃、二苯并噻吩、二苯并噻吩、或咪唑去掉一个H而生成的芳香族基。优选的是可列举自苯、吡啶、嘧啶、三嗪、噻吩、异噻唑、噻唑、哒嗪、吡咯、吡唑、咪唑、三唑、噻二唑、吡嗪、呋喃、异噁唑、噁唑、噁二唑、喹啉、异喹啉、喹喔啉、喹唑啉、噁二唑、噻二唑、苯并三嗪、酞嗪、四唑、吡啶、苯并呋喃、苯并噻吩、苯并噁唑、苯并噻唑、吡唑、苯并咪唑、苯并三唑、苯并异噻唑、或苯并噻二唑生成的芳香族基。更优选的是可列举自苯、吡啶、嘧啶、三嗪、噻吩、异噻唑、噻唑、哒嗪、吡咯、吡唑、咪唑、三唑、噻二唑、吡嗪、呋喃、异噁唑、噁唑、或噁二唑生成的芳香族基。

[0092]  $L^1$ 、 $L^2$ 、 $L^3$ 独立地为直接键、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基。除去这些基为二价基的情况,芳香族烃基或芳香族杂环基的优选例与R为这些基的情况相同。

[0093]  $B^1$ 、 $B^2$ 、 $B^3$ 独立地表示直接键或式(1b)所表示的基, $B^1$ ~ $B^3$ 中的至少一者为式(1b)所表示的基(联苯二基)。优选为 $B^3$ 为式(1b)所表示的基。

[0094] a、b、c、d、e表示取代数,各自独立地表示0~3的整数,优选为0或1的整数。优选为a、b、c为0。

[0095] s、t、u表示重复数,各自独立地表示1~2的整数,优选为s、t、u为1。

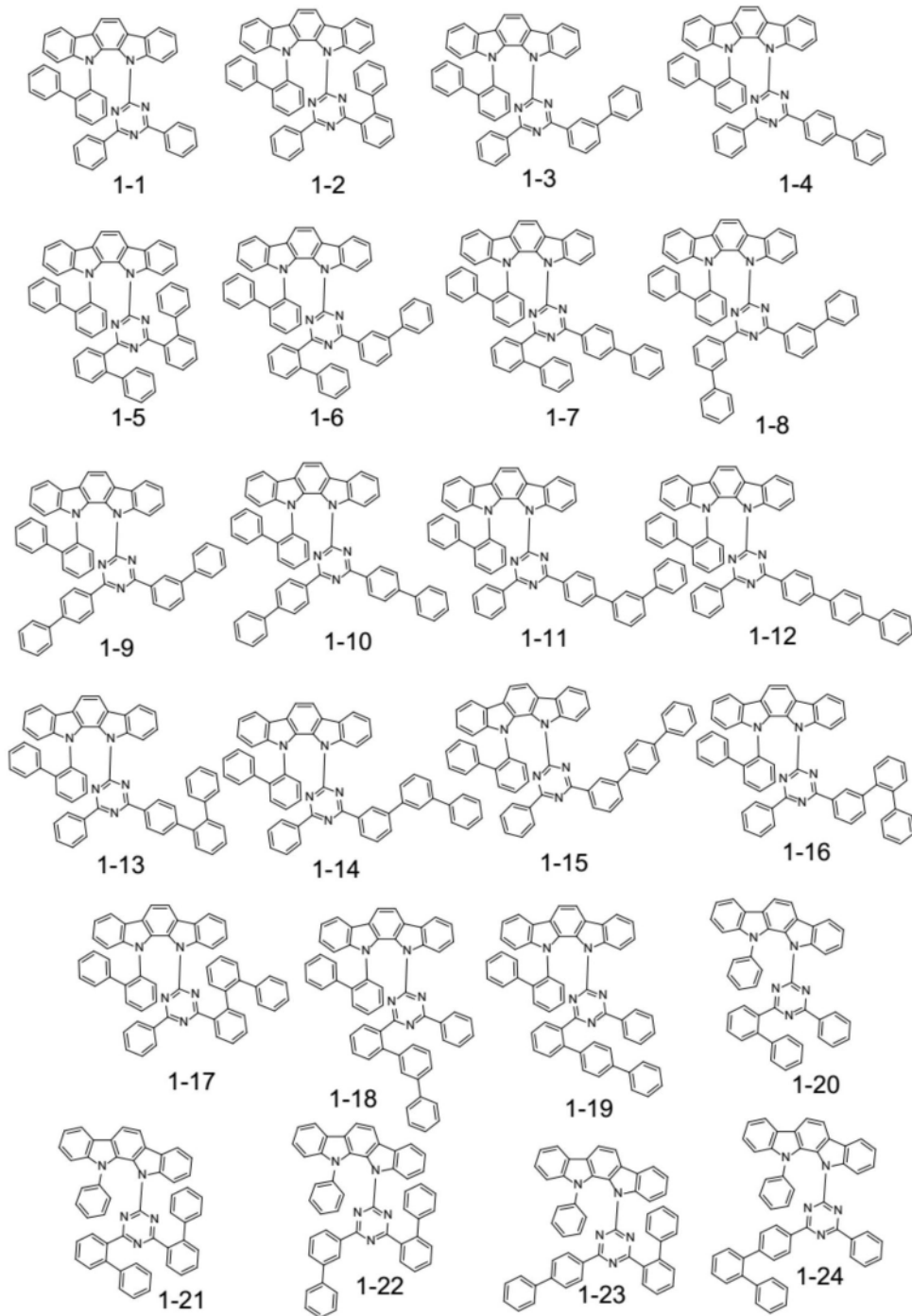
[0096] 在本说明书中,在重复数为2以上的情况下,所述重复单元可相同也可不同。

[0097] 作为通式(1)所表示的化合物的优选形态,有所述式(8)~式(11)中的任一者所表示的化合物。式(8)~式(11)中,与通式(1)共通的记号具有相同的意义。

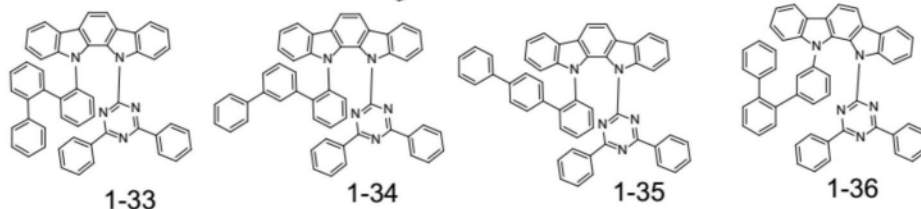
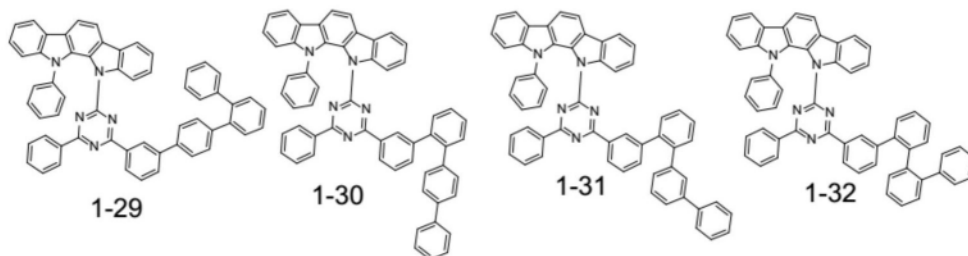
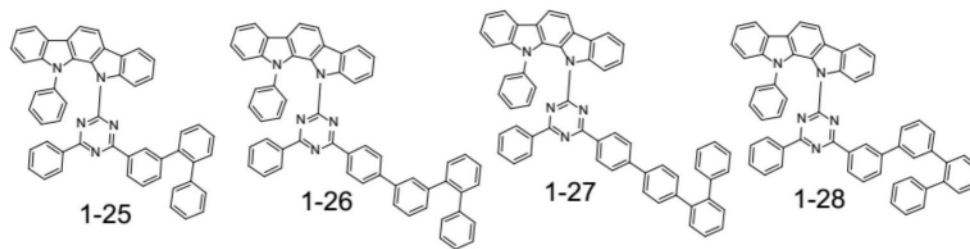
[0098] 以下示出通式(1)所表示的化合物的具体例,但并不限定于这些例示化合物。

[0099] [化10]

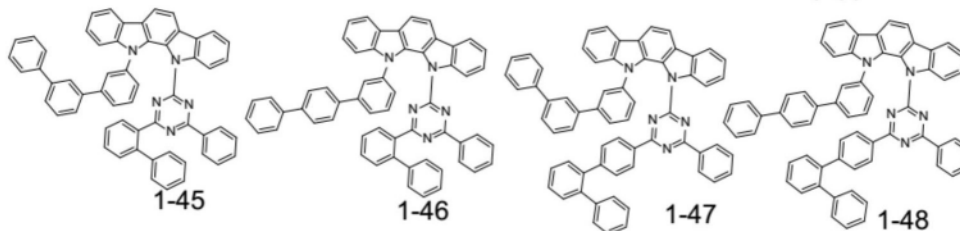
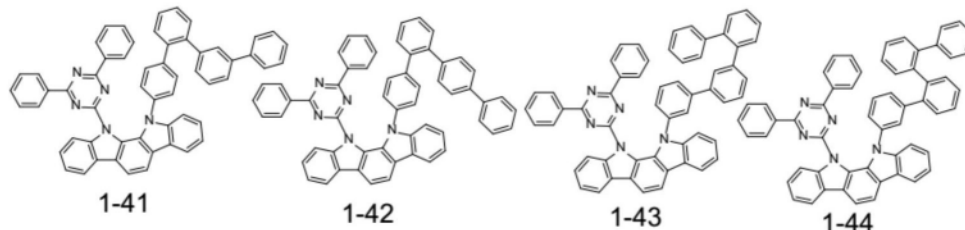
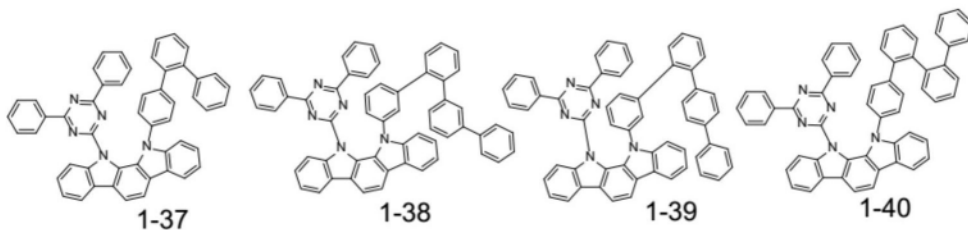
[0100]



[0101] [化11]

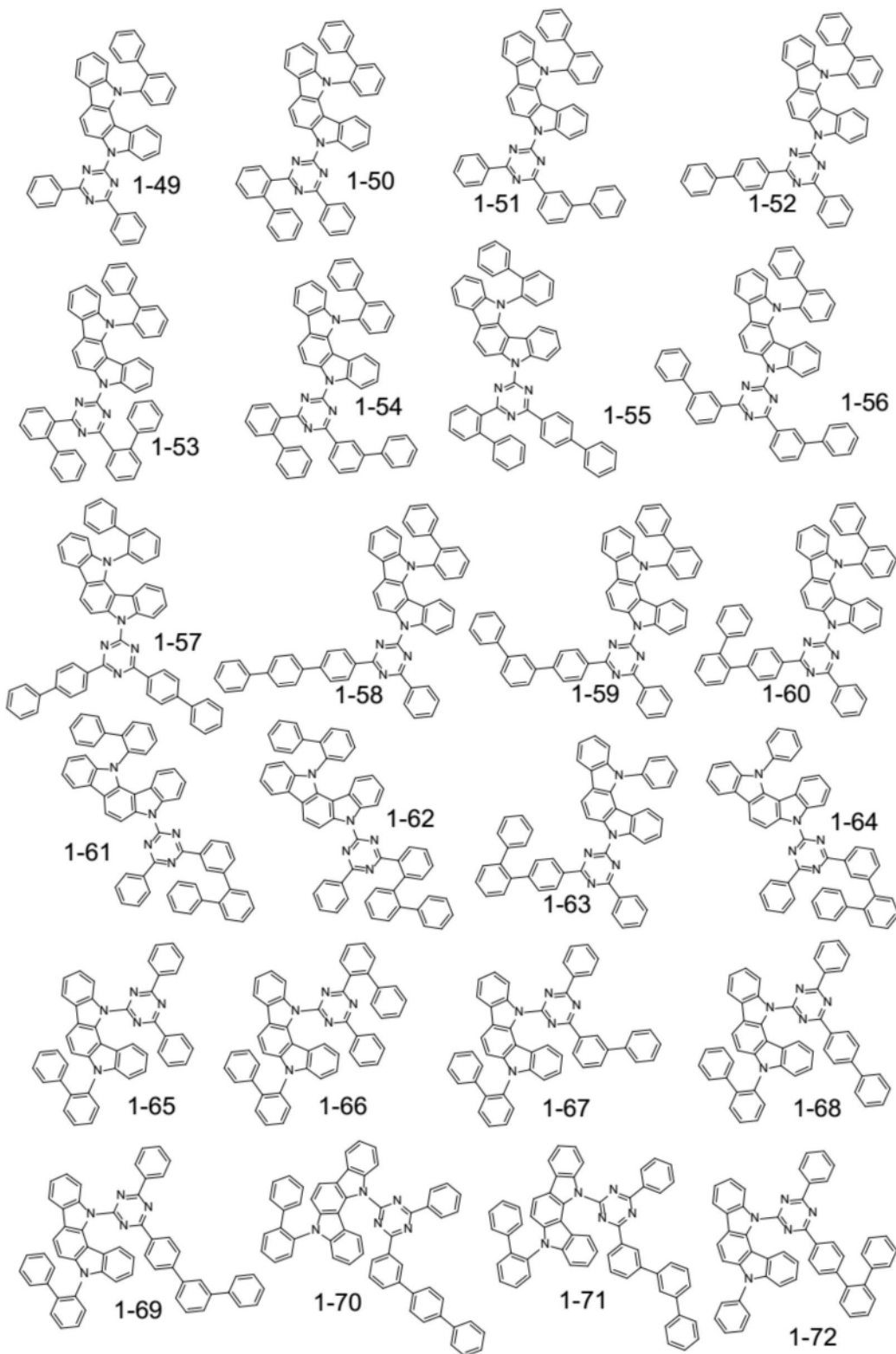


[0102]

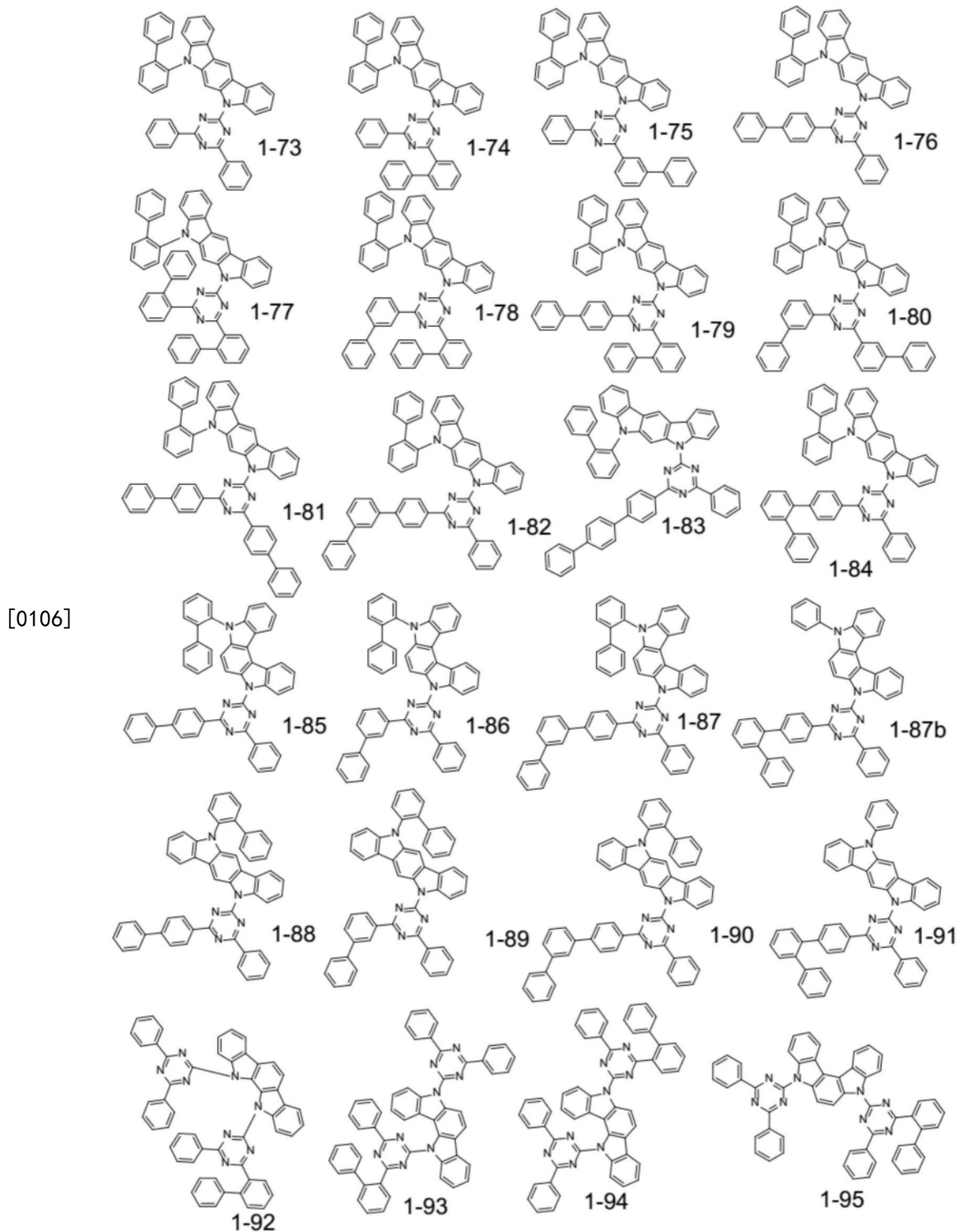


[0103] [化12]

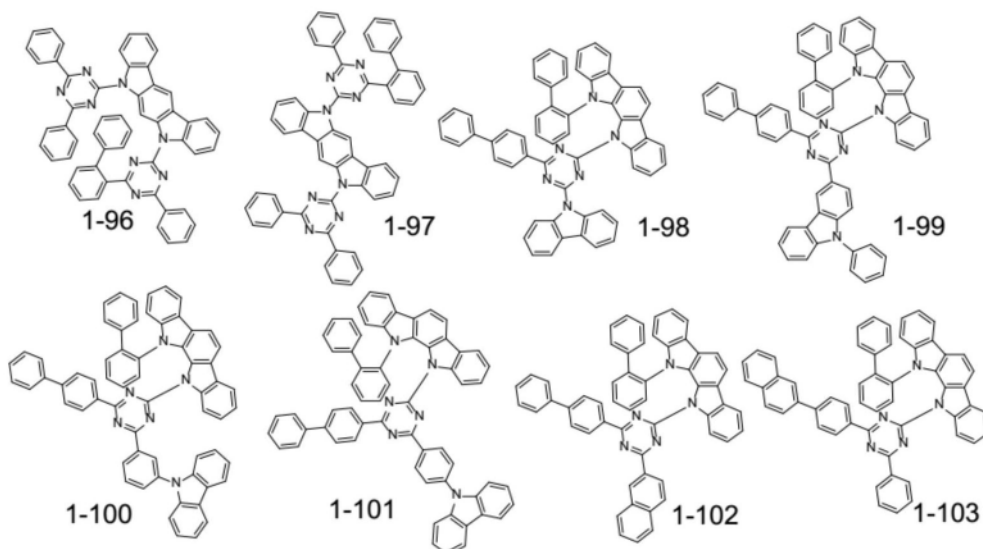
[0104]



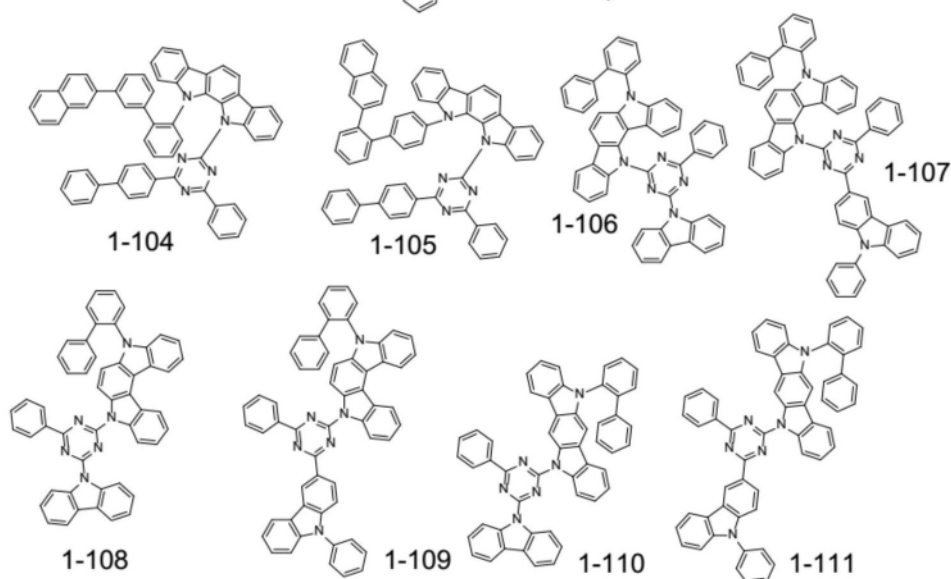
[0105] [化13]



[0107] [化14]



[0108]



[0109] 本发明的有机电场发光元件在有机层的至少一层中包含所述有机电场发光元件用材料。优选为在选自由发光层、电子传输层及空穴阻挡层所组成的群组中的至少一层中包含所述有机电场发光元件用材料。进而优选为在发光层中包含所述有机电场发光元件用材料。

[0110] 当在发光层中包含本发明的有机电场发光元件用材料时,本发明的有机电场发光元件用材料适合作为主体。

[0111] 在用作主体的情况下,可将本发明的有机电场发光元件用材料作为第一主体,将其他化合物作为第二主体。更优选为:

[0112] 第一主体选自作为本发明的有机电场发光元件用材料的由通式(1)所表示的化合物。

[0113] 第二主体选自所述通式(2)、通式(3)或通式(4)所表示的化合物。由于这些具有咪唑环,所以也称为咪唑化合物。

[0114] 针对成为第二主体的通式(2)及其优选的形态即式(5)进行说明。在通式(2)与式(5)中,共通的符号具有相同的含义。

[0115]  $B^4$ 与 $B^5$ 独立地表示氢、碳数6~14的芳香族烃基、或将所述芳香族烃基的芳香族环

连结两个而成的基(连结芳香族基)。优选为氢、碳数6~12的芳香族烃基,更优选为碳数6~10的芳香族烃基。优选的形态为: $B^4$ 为氢、或者 $B^4$ 为氢且 $B^5$ 为所述芳香族烃基或连结芳香族基。

[0116]  $B^4$ 与 $B^5$ 为芳香族烃基、连结芳香族基时的具体例可列举苯、萘、蒽、菲、芴、联苯等芳香族烃,或者自将这些芳香族烃的芳香族环连结两个而成的化合物去掉一个H而生成的芳香族基或连结芳香族基。优选的是可列举自苯、萘、蒽、菲生成的芳香族基或将这些芳香族基连结两个而成的连结芳香族基,更优选为自苯、萘、菲或联苯生成的芳香族基。进而优选为 $B^4$ 或 $B^5$ 为苯基。

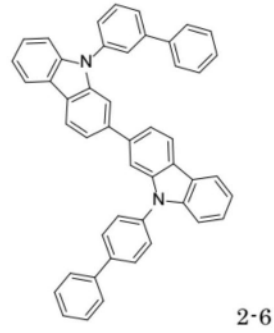
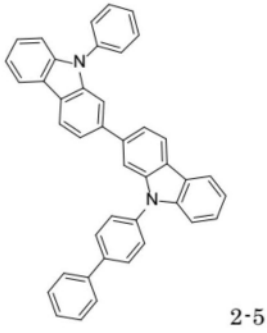
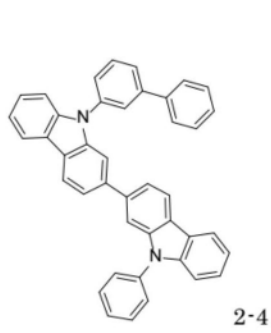
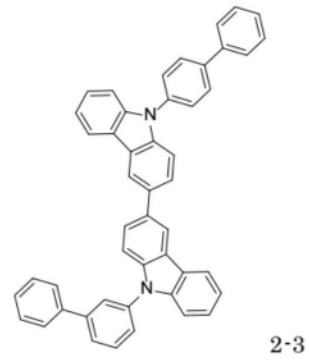
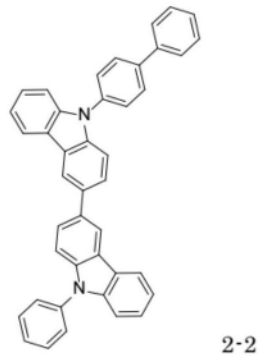
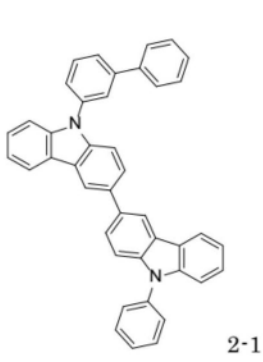
[0117]  $B^4$ 与 $B^5$ 可为氢,此时,其中一个可为所述芳香族基或连结芳香族基。进而优选为 $B^4$ 为氢且 $B^5$ 为苯基。而且,所述芳香族基或连结芳香族基可具有取代基,优选的取代基为碳数1~12的烷基或碳数1~12的烷氧基。

[0118] 在本说明书中,当在脂肪族烃基、芳香族烃基、芳香族杂环基、连结芳香族基等中,无特别说明未经取代时,理解为这些包含具有取代基的基。而且,相当于连结芳香族基的情况下,理解为不相当于取代芳香族烃基或取代芳香族杂环基。

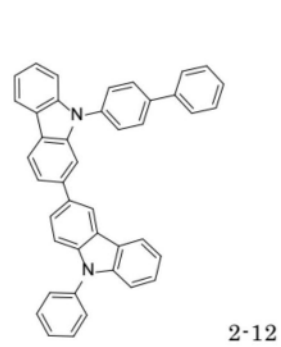
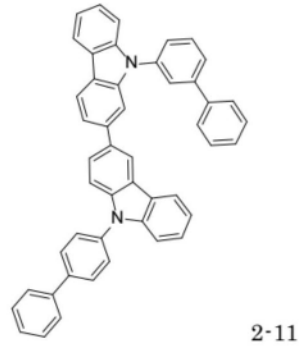
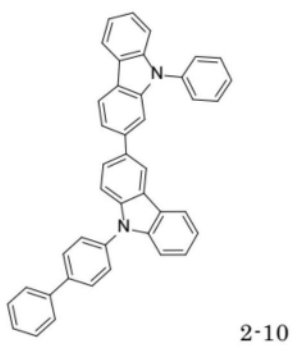
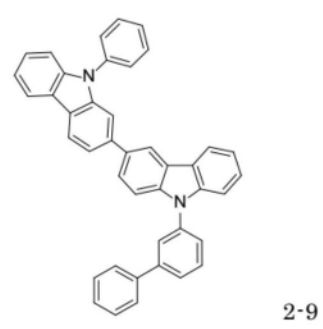
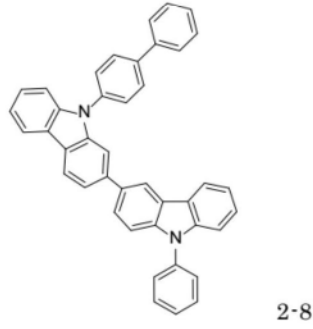
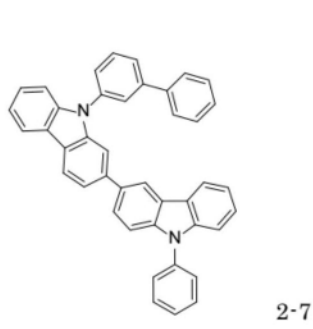
[0119]  $L^4$ 、 $L^5$ 为亚苯基,亚苯基由式(2a)、式(2b)或式(2c)表示。优选为式(2a)或式(2b)所表示的对亚苯基或间亚苯基。并且,优选为 $L^4$ 与 $L^5$ 不同。此时, $B^4$ 或 $B^5$ 为氢的情况下,视为苯基,与亚苯基不同。

[0120] 以下示出通式(2)、通式(5)所表示的咪唑化合物的具体例,但并不限定于这些例示化合物。

[0121] [化15]

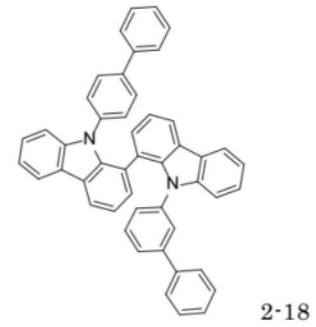
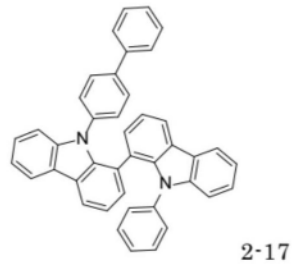
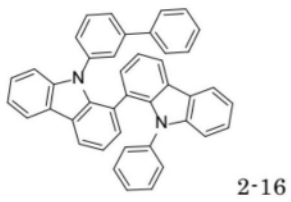
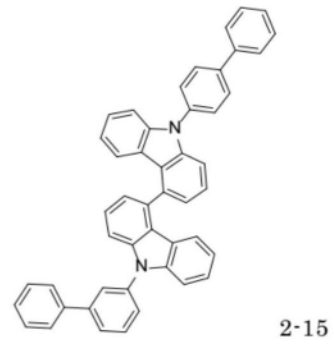
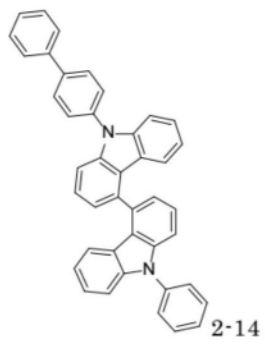
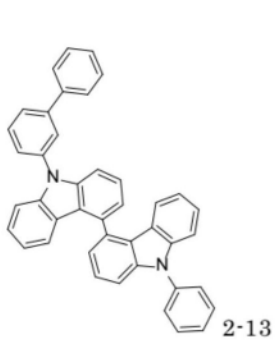


[0122]

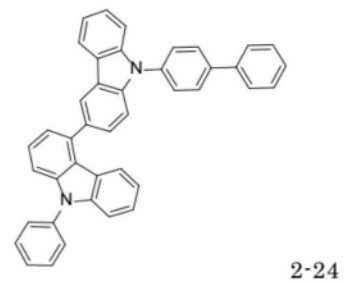
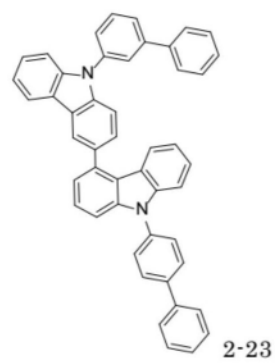
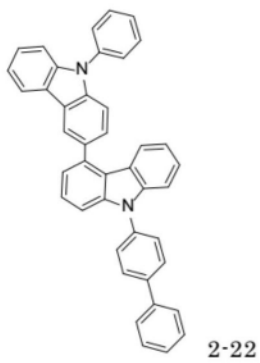
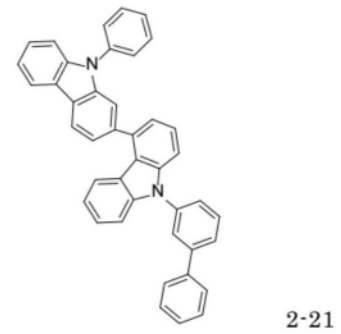
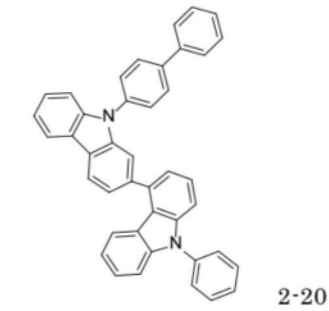
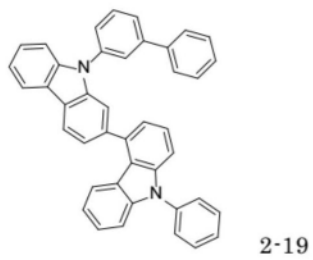


[0123]

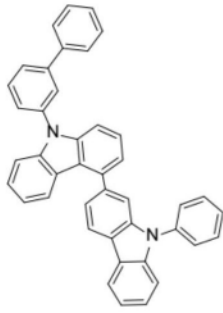
[化16]



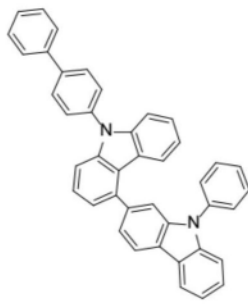
[0124]



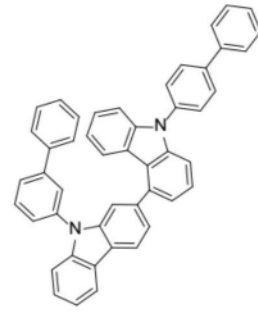
[0125] [化17]



2-25

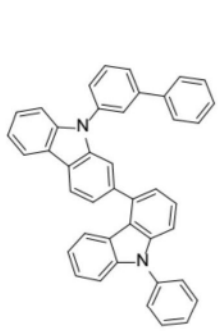


2-26

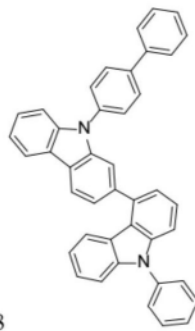


2-27

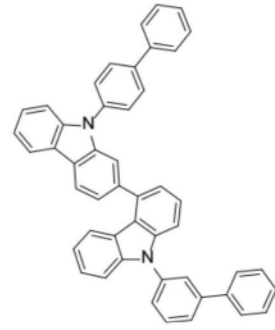
[0126]



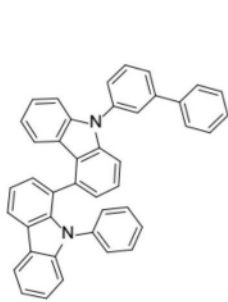
2-28



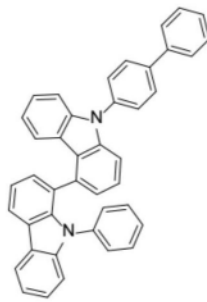
2-29



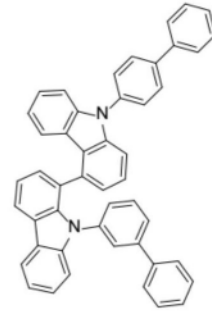
2-30



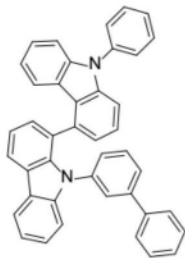
2-31



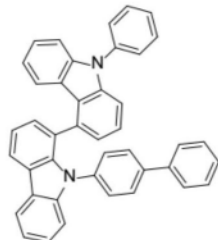
2-32



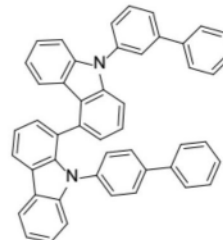
2-33



2-22b



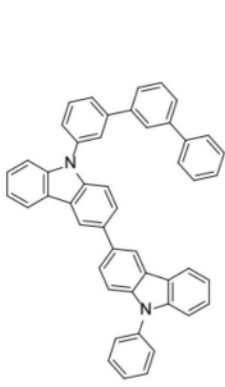
2-23b



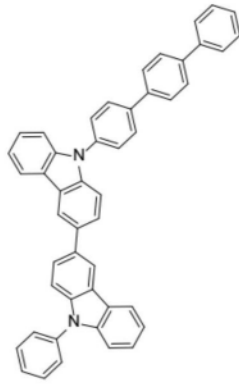
2-24b

[0127]

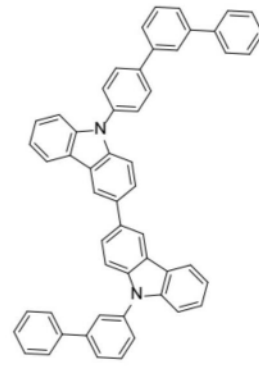
[化18]



2-25b

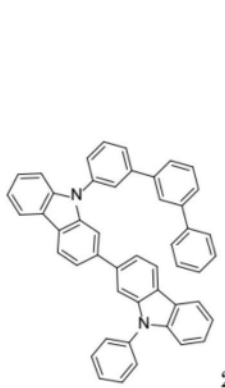


2-26b

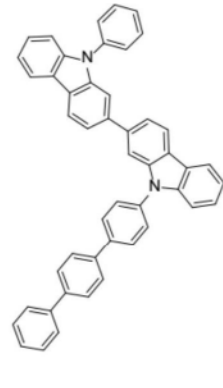


2-27b

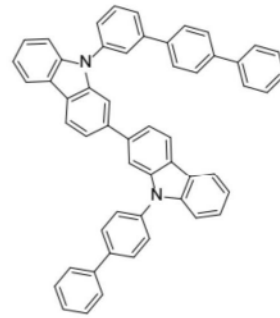
[0128]



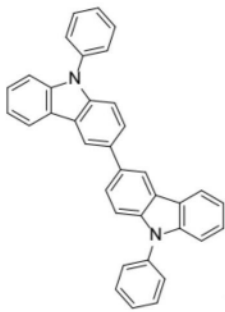
2-28b



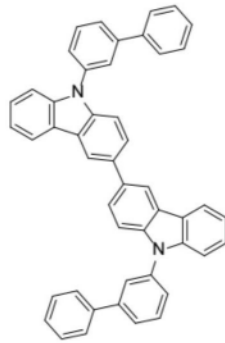
2-29b



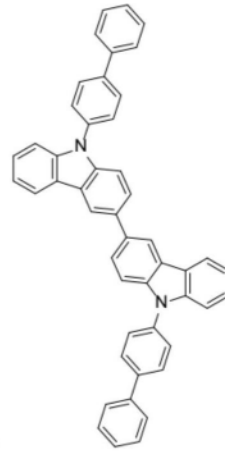
2-30b



2-31b

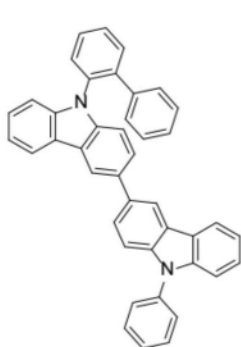


2-32b

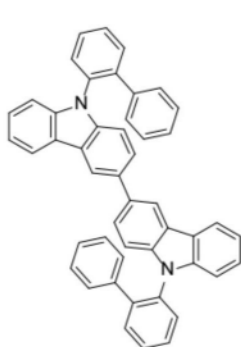


2-33b

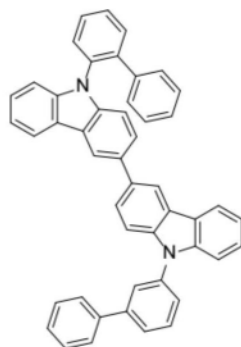
[0129] [化19]



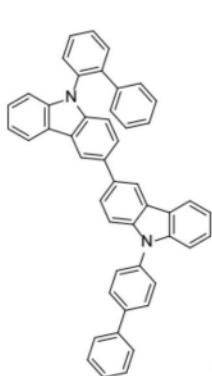
2-34



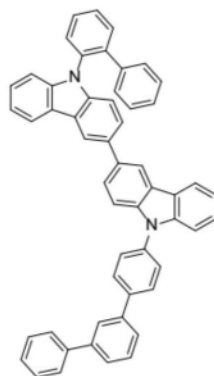
2-35



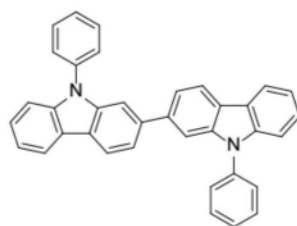
2-36



2-37

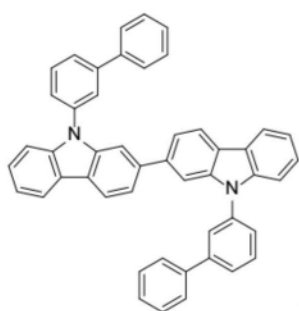


2-38

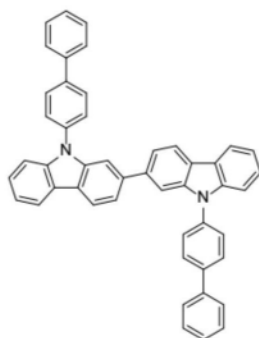


2-39

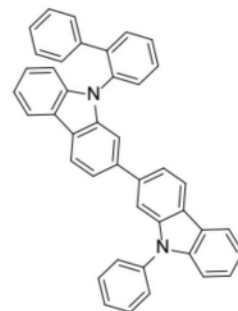
[0130]



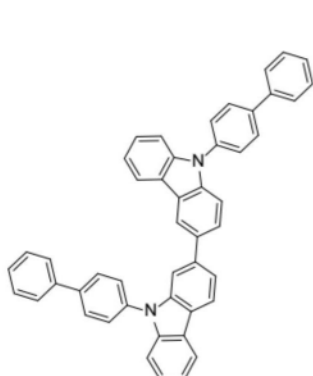
2-40



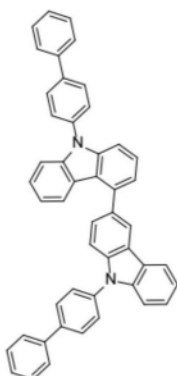
2-41



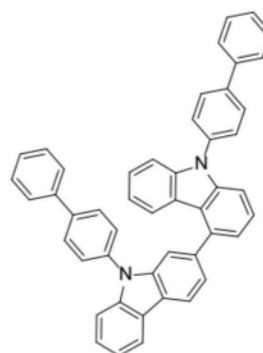
2-42



2-43



2-44



2-45

[0131] 其次,针对所述通式(3)进行说明。

[0132] 通式(3)中,环C为式(3a)所表示的杂环,环C与邻接的环在任意的位置缩合。

[0133] R独立地为氢、碳数1~10的脂肪族烃基、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基。这些脂肪族烃基、芳香族烃基或芳香族杂环基与通式(1)的R为这些基时相同,优选的范围也相同。

[0134] L<sup>6</sup>独立地为直接键、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基。这些

芳香族烃基或芳香族杂环基与通式(1)的 $L^1 \sim L^3$ 为这些基时相同,优选的范围也相同。

[0135]  $B^6$ 为氢、碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基, $B^7$ 为碳数6~10的芳香族烃基或碳数3~12的芳香族杂环基。芳香族烃基或芳香族杂环基与通式(1)的 $B^1 \sim B^3$ 为这些基时相同,优选的范围也相同。

[0136] f、g、h各自独立地表示0~3的整数。

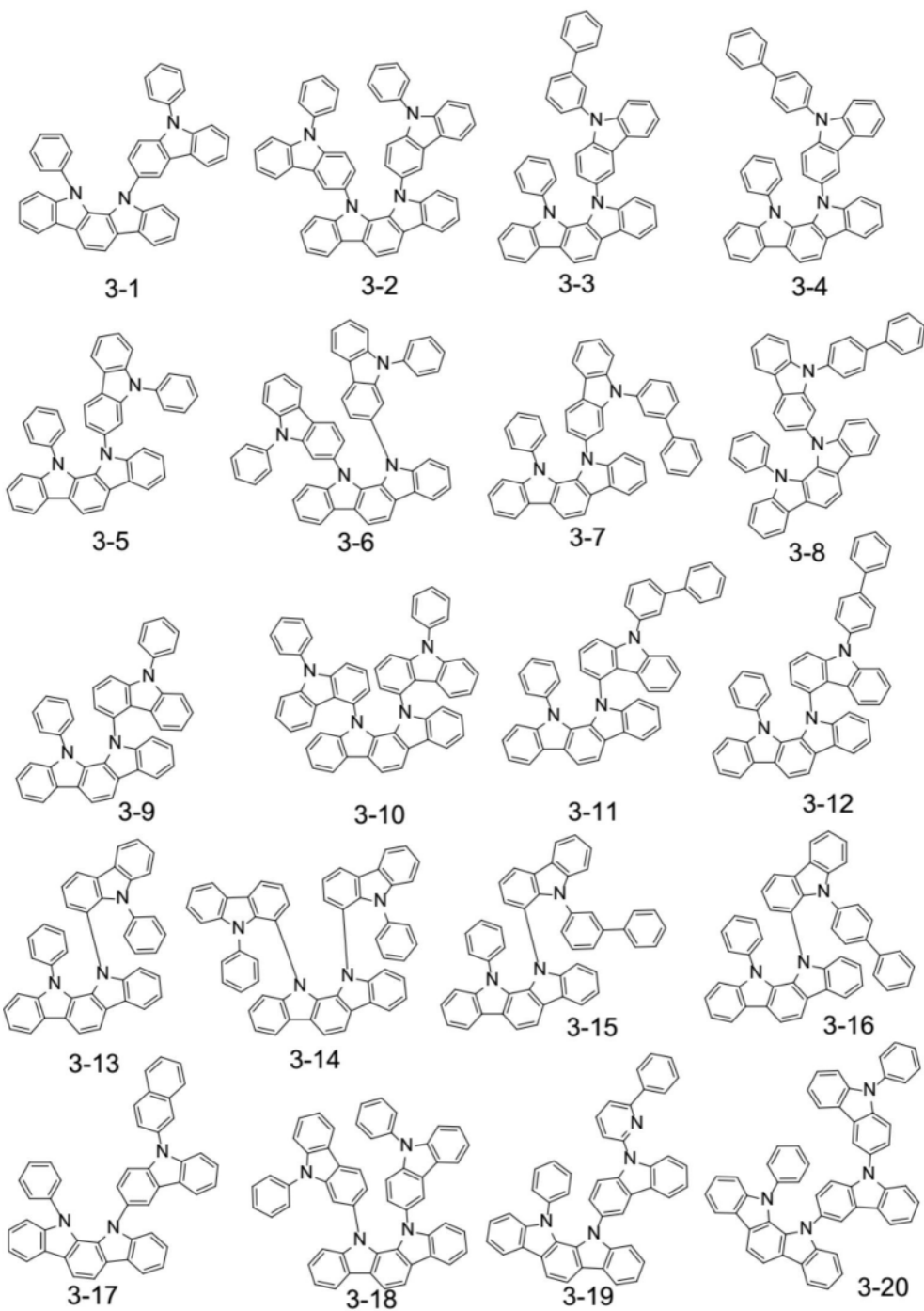
[0137] 但是,通式(3)不会与通式(1)相同。

[0138] 通式(3)所表示的化合物优选为所述式(6)或式(7)所表示的化合物。

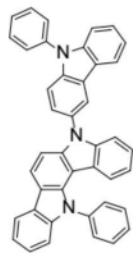
[0139] 在式(6)或式(7)中,环B、R、 $Ar^7$ 、f、g与通式(3)意义相同。

[0140] 以下示出通式(3)所表示的咪唑化合物的具体例,但并不限于这些。

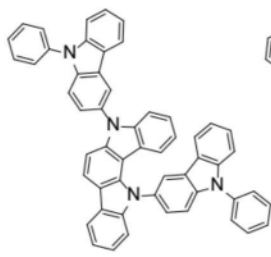
[0141] [化20]



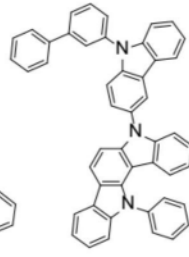
[0143] [化21]



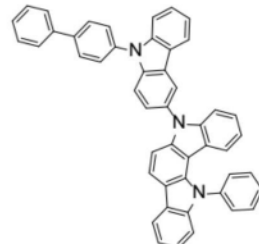
3-21



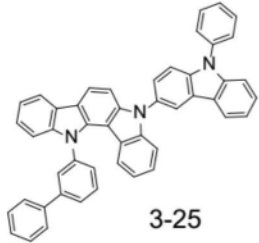
3-22



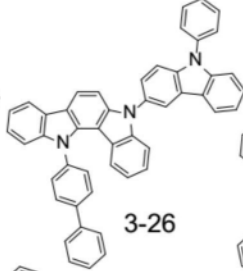
3-23



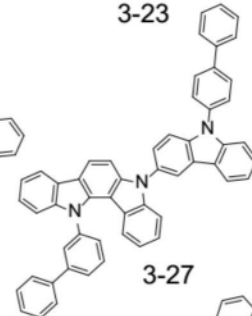
3-24



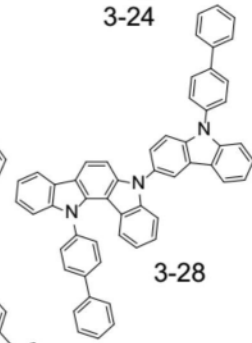
3-25



3-26

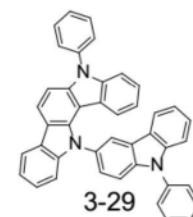


3-27

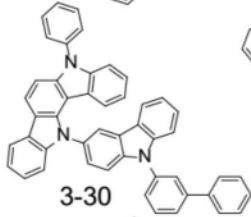


3-28

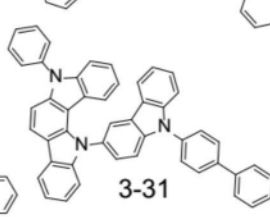
[0144]



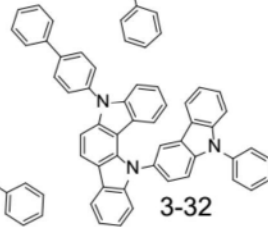
3-29



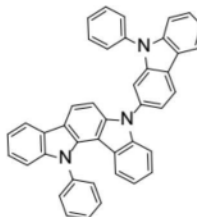
3-30



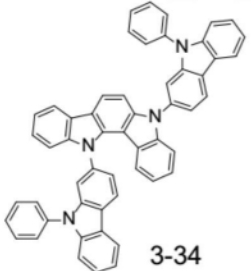
3-31



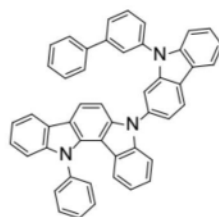
3-32



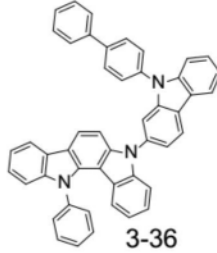
3-33



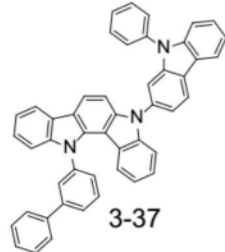
3-34



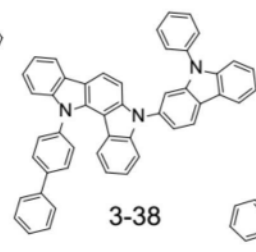
3-35



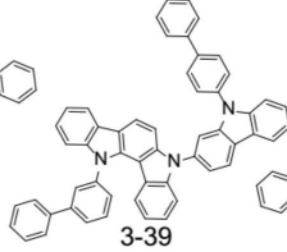
3-36



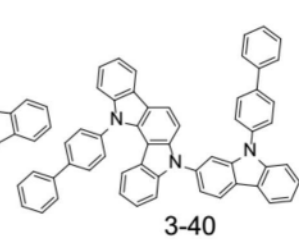
3-37



3-38

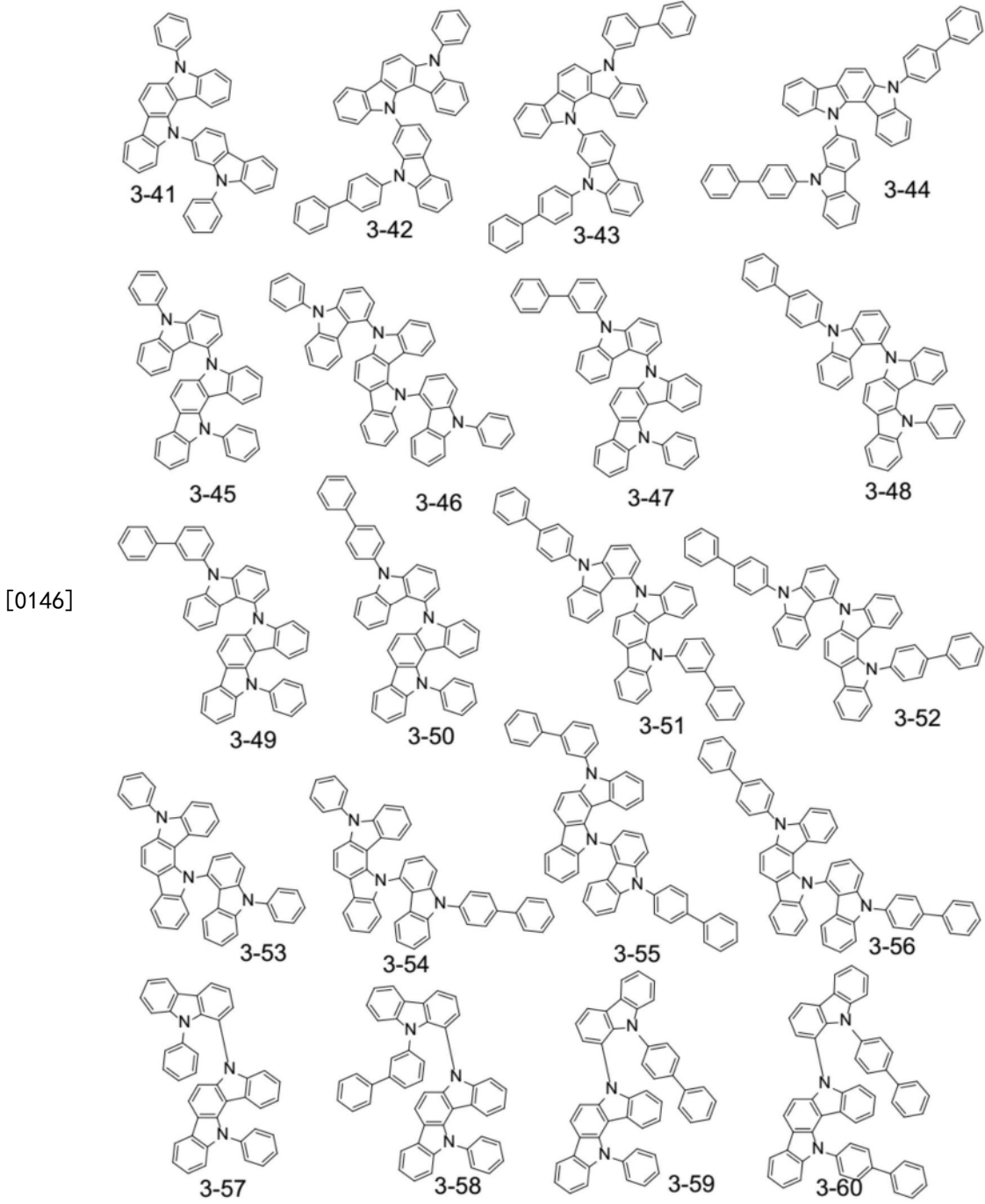


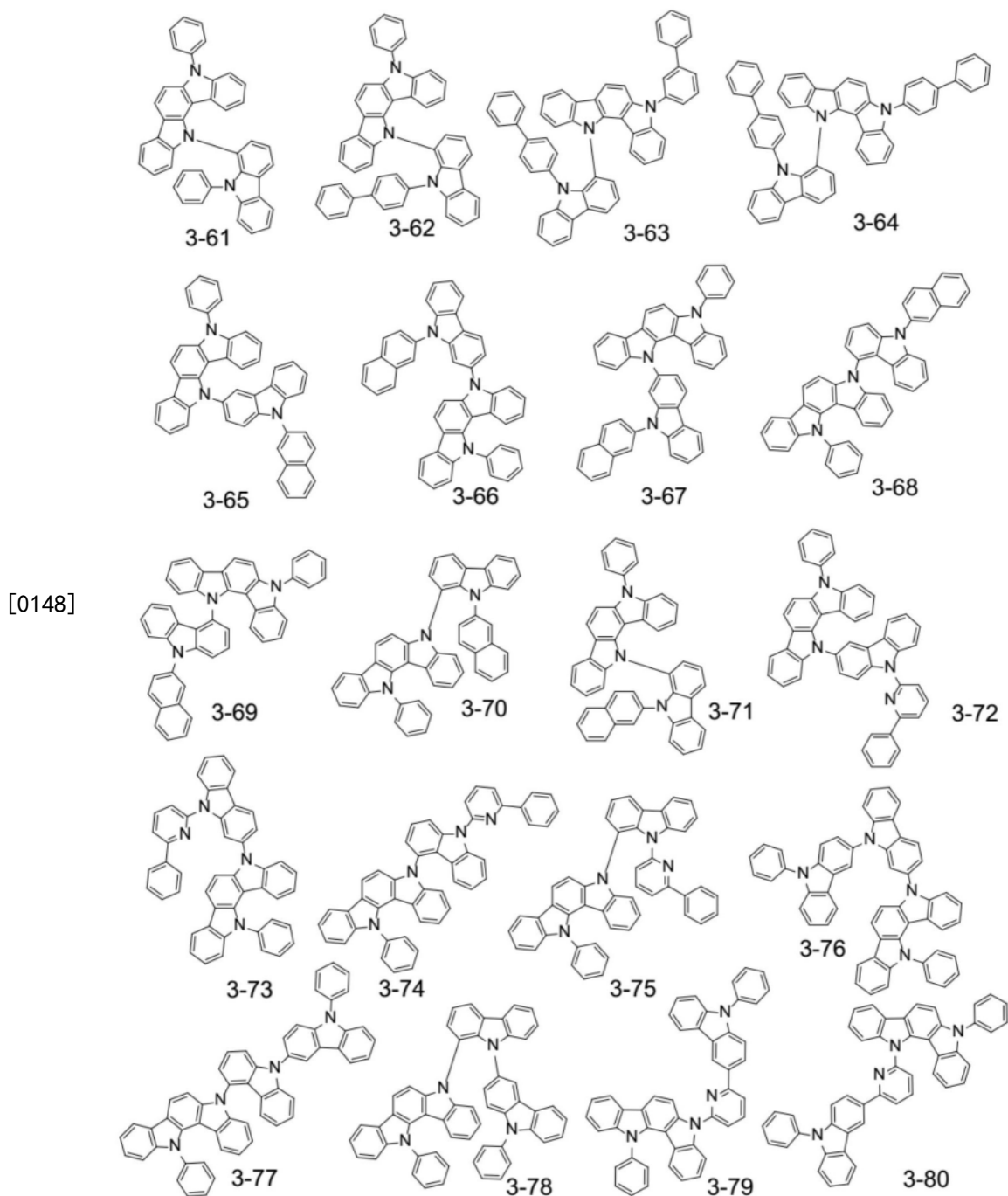
3-39



3-40

[0145] [化22]





[0149] 其次,针对所述通式(4)进行说明。

[0150] 通式(4)中, $L^7$ 为碳数6~30的芳香族烃基或碳数3~30的芳香族杂环基、或这些的芳香族环连结而成的连结芳香族基。连结芳香族基是将芳香族烃基或芳香族杂环基的芳香族环通过直接键连结2个~10个而成的结构的基。

[0151]  $L^7$ 为m价基,芳香族烃基、芳香族杂环基或连结芳香族基可具有取代基。

[0152] 作为芳香族烃基或芳香族杂环基的具体例,可列举苯、戊搭烯(pentalene)、茛、萘、萸(azulene)、庚搭烯、辛搭烯(octalene)、吡丹烯(indacene)、乙烯合萘(acenaphthylene)、非那烯(phenalene)、菲、蒽、三茛(trindene)、荧蒽、醋菲烯(acephenanthrylene)、醋蒽烯(aceanthrylene)、三亚苯、苝、蒄、四芬(tetraphene)、并四苯、七曜烯(pleiadene)、苝(picene)、苝、戊芬(pentaphene)、并五苯(pentacene)、四邻亚

苯(tetraphenylene)、胆蒽(cholanthrylene)、螺烯(helicene)、己芬(hexaphene)、玉红省(rubicene)、六苯并苯基(coronene)、三亚萘(trinaphthylene)、庚芬(heptaphene)、吡蒽(pyranthrene)、呔喃、苯并呔喃、异苯并呔喃、氧杂蒽(xanthene)、噁蒽(oxathrene)、二苯并呔喃、迫咕吨并咕吨(peri-xanthenoxanthene)、噻吩、硫杂蒽(thioxanthene)、噻蒽(thianthrene)、吩噻噻(phenoxathiin)、噻茛(thionaphthene)、异噻茛(isothianaphthene)、萘并[2,3-b]噻吩(thiophanthrene)、二苯并噻吩、吡咯、吡唑、碲唑(tellurazole)、硒唑(selenazole)、噻唑、异噻唑、噁唑、呔咱、吡啶嗪、吡啶、异吡啶、吡啶、嘌呤、喹啉、异喹啉、咪唑、萘啶、酞嗪、苯并二氮唑(benzodiazepine)、喹喔啉(quinoxaline)、噌啉、喹啉、喋啶(pteridine)、菲啶(phenanthridine)、吡啶、呋啶(perimidine)、菲咯啉(phenanthroline)、吩嗪(phenazine)、卡啉(carboline)、吩碲(phenotellurazine)、吩硒(phenoselenazine)、吩噻嗪(phenothiazine)、吩噁嗪、奥沙拉嗪(anthyridine)、苯并噻唑、苯并咪唑、苯并噁唑、苯并异噁唑、苯并异噻唑或自将这些芳香环连结多个而成的芳香族化合物等去掉m个H而生成的基。

[0153] 另外,在为连结芳香族基的情况下,所连结的数量优选为2~10,更优选为2~7,所连结的芳香环可相同也可不同。此时,式(4)中,与m个咪唑基键结的键结位置无限定,可为所连结的芳香环的末端部的环,也可为中央部的环。此处,芳香环是总称芳香族烃环及芳香族杂环的意思。

[0154] 作为所述连结芳香族基的具体例,可列举自联苯、三亚苯、联四苯、联萘、苯基三亚苯、苯基二苯并呔喃、苯基二苯并噻吩、双二苯并呔喃、双二苯并噻吩等除去氢而生成的基。

[0155] 优选的L<sup>7</sup>的具体例可列举自苯、萘、蒽、联苯、三亚苯、二苯并呔喃、二苯并噻吩、苯基二苯并呔喃、或苯基二苯并噻吩生成的基。更优选的是可列举自苯、联苯或三亚苯生成的基。

[0156] m表示1~3的整数。优选为m为1或2,更优选为1。

[0157] n为重复数,分别独立地表示1~4的整数。优选为n为1~3。但是,至少一个n为2~4的整数。

[0158] 在通式(4)中,优选为式中具有至少一个式(c1)或式(c2)所表示的键结结构。更优选为咪唑基间的所有键结结构为式(c1)或式(c2)所表示的键结结构。

[0159] n的总和(咪唑基的总数)为2~12的整数,但优选为2~9,更优选为2~6。

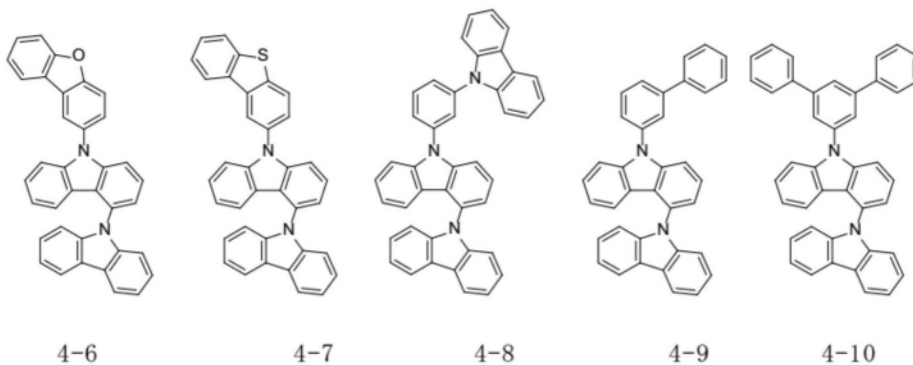
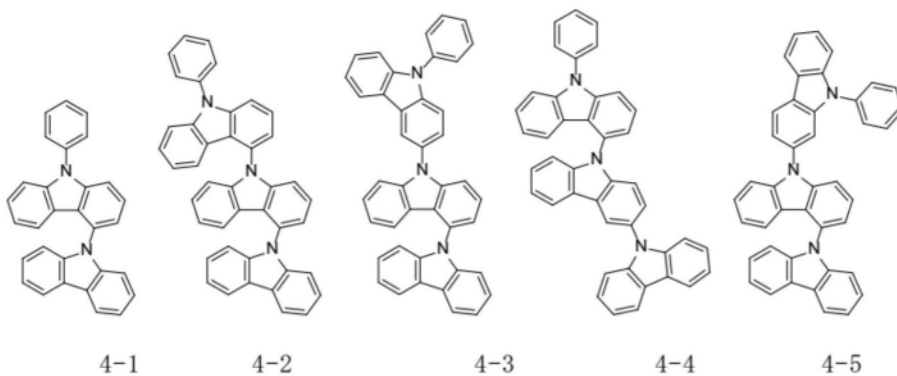
[0160] 通式(4)、式(c1)、式(c2)中,R分别独立地表示氢、碳数1~10的烷基或碳数3~11的环烷基。优选为氢、碳数1~8的烷基或碳数3~8的环烷基,更优选为氢、碳数1~4的烷基或碳数5~7的环烷基。

[0161] 作为烷基的具体例,可列举甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基、庚基、辛基、壬基、癸基,优选的是可列举甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基、庚基、辛基。所述烷基可为直链,也可分支。

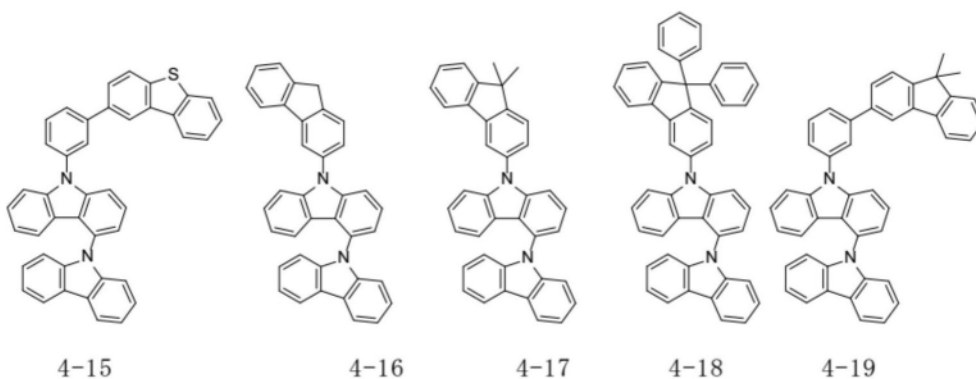
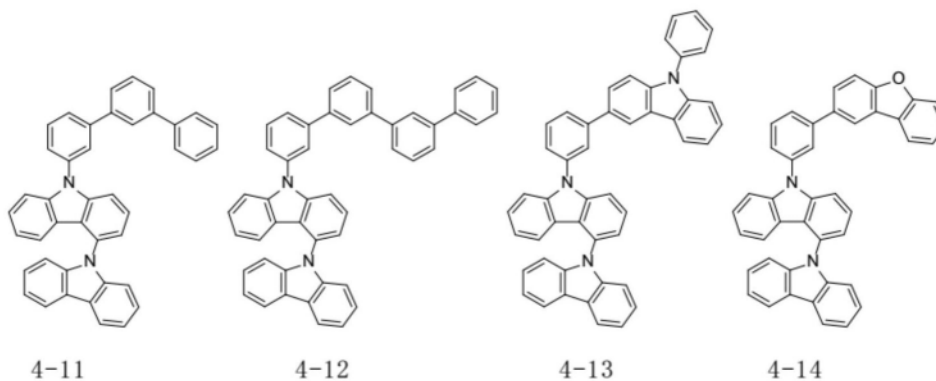
[0162] 作为环烷基的具体例,可列举环丙基、环丁基、环戊基、环己基、环庚基、环辛基、甲基环己基,优选的是可列举环己基、甲基环己基。

[0163] 以下示出通式(4)所表示的咪唑化合物的具体例,但并不限定于这些。

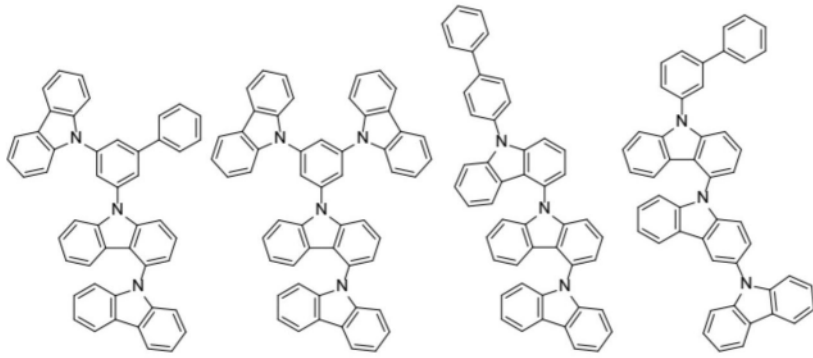
[0164] [化24]



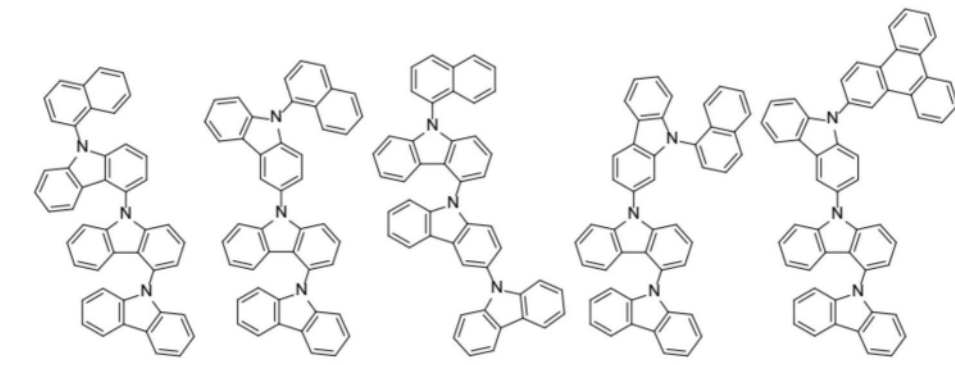
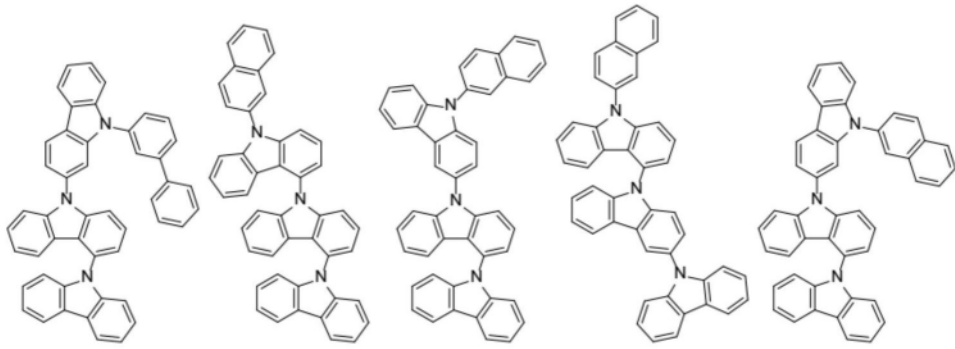
[0165]



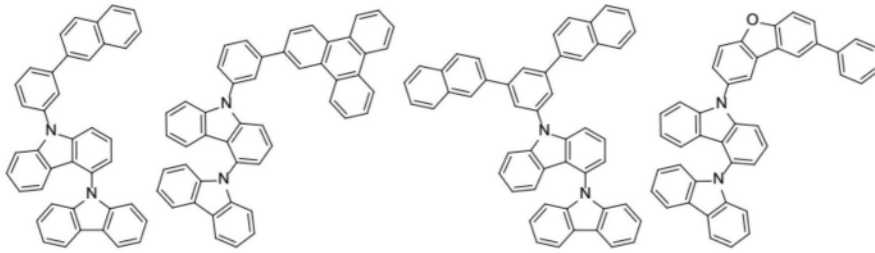
[0166] [化25]



[0167]



[0168] [化26]



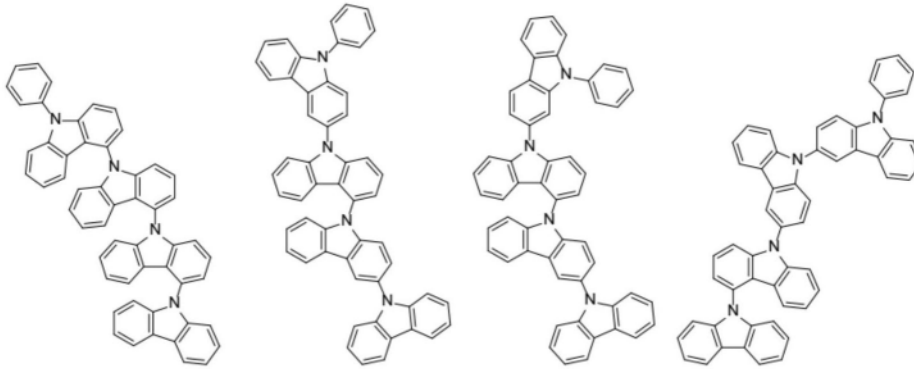
4-33

4-34

4-35

4-36

[0169]

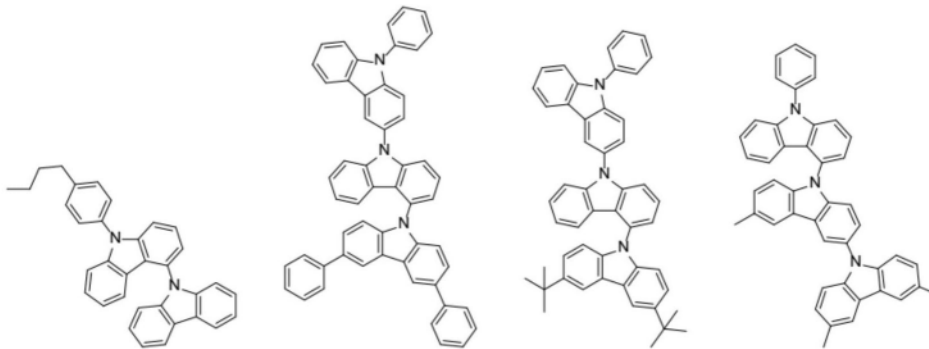


4-37

4-38

4-39

4-40



4-41

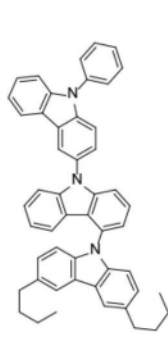
4-42

4-43

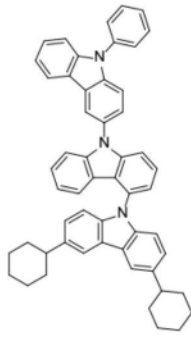
4-44

[0170]

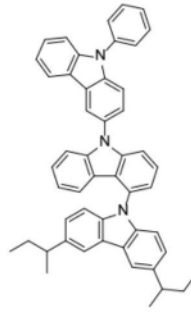
[化27]



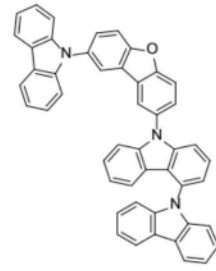
4-45



4-46

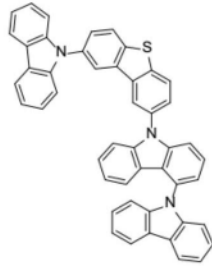


4-47

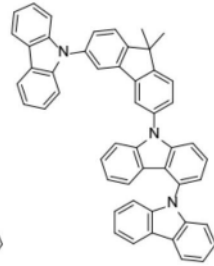


4-48

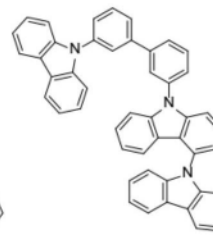
[0171]



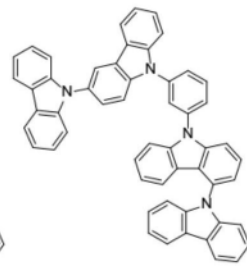
4-49



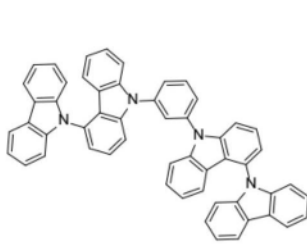
4-50



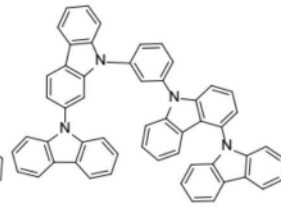
4-51



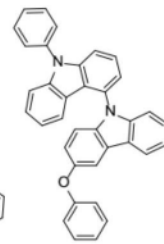
4-52



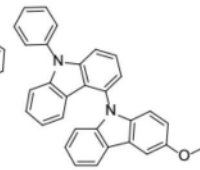
4-53



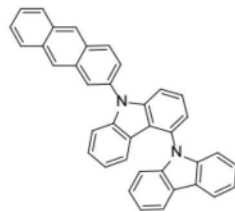
4-54



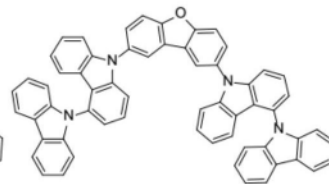
4-55



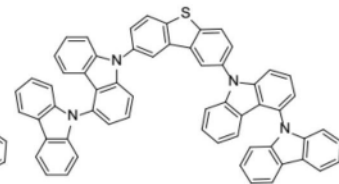
4-56



4-57

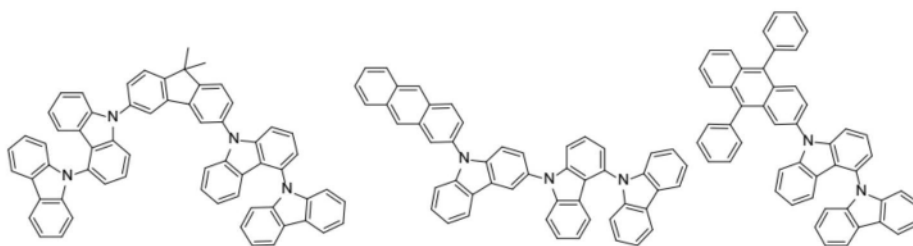


4-58



4-59

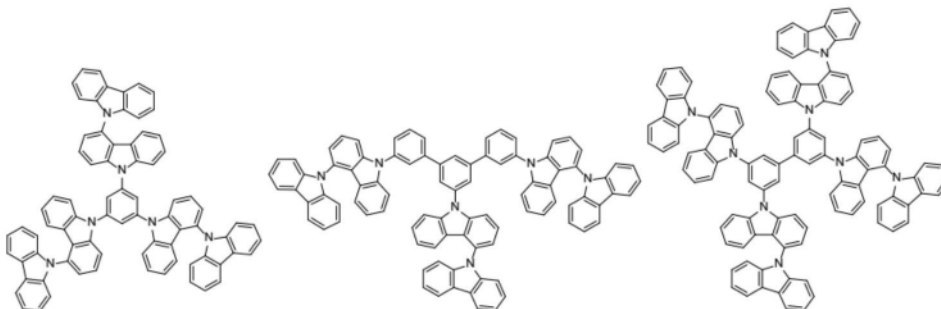
[0172] [化28]



4-60

4-61

4-62

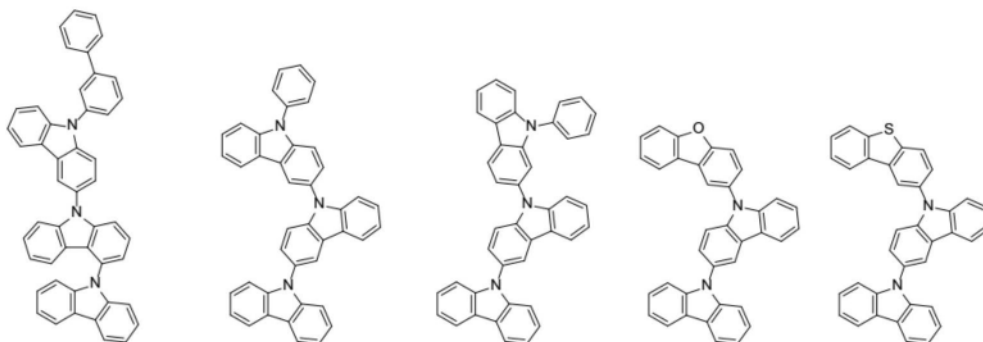


4-63

4-64

4-65

[0173]



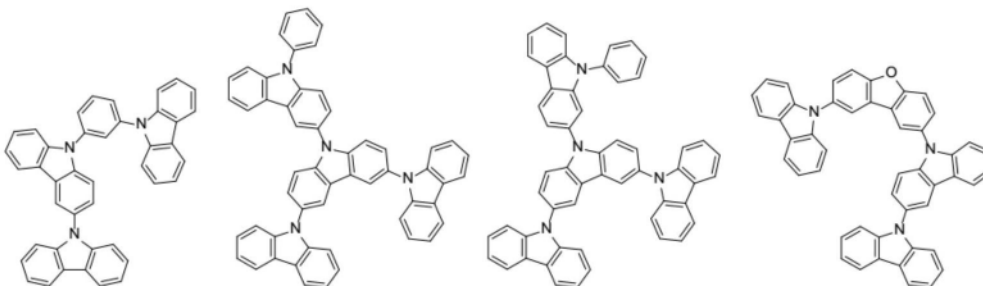
4-66

4-67

4-68

4-69

4-70



4-71

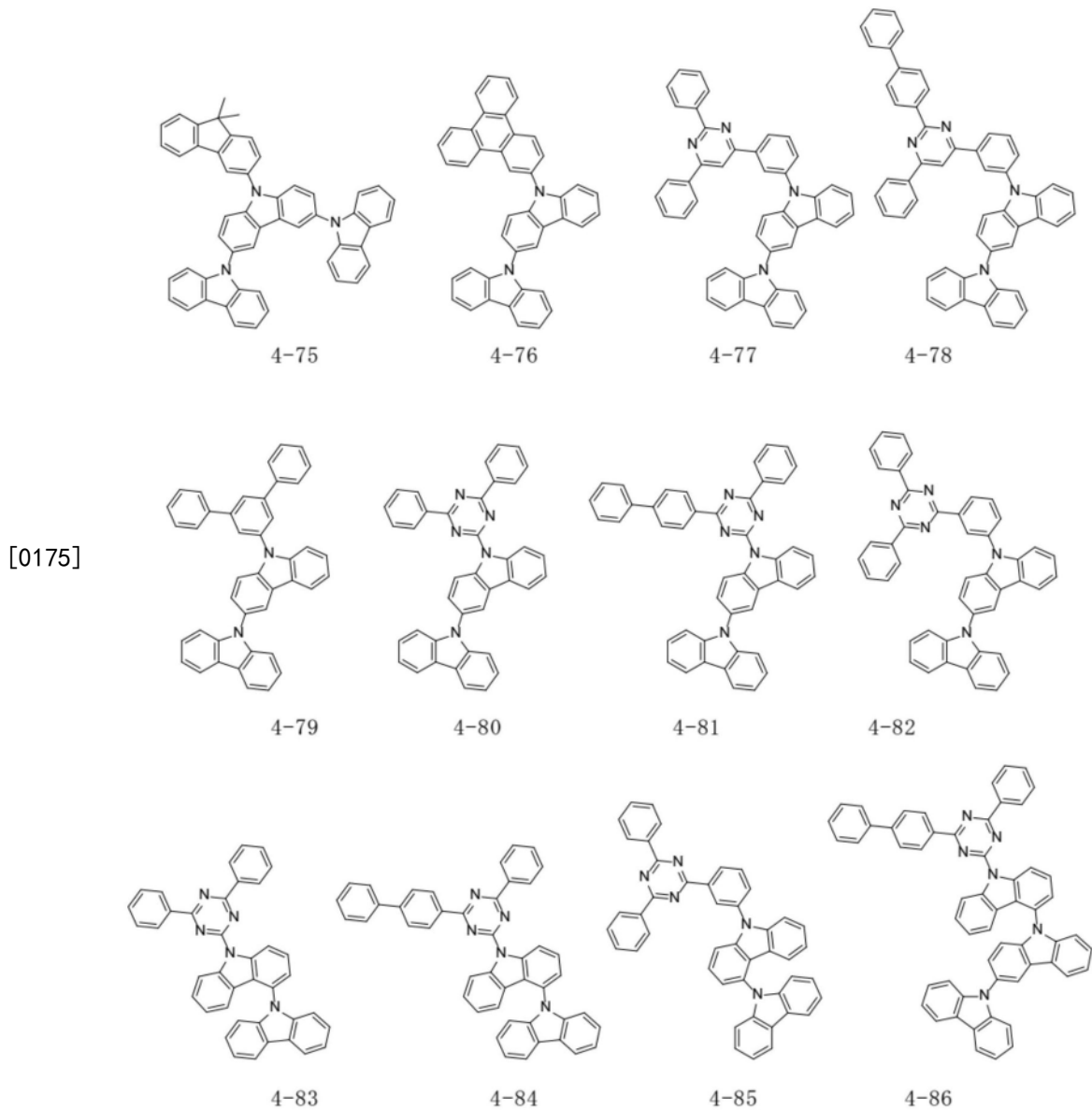
4-72

4-73

4-74

[0174]

[化29]



[0176] 通过将选自所述通式(1)所表示的化合物的第一主体与选自所述通式(2)、通式(3)或通式(4)所表示的化合物的第二主体用作发光层的主体材料,可提供优异的有机EL元件。

[0177] 第一主体与第二主体也可分别自不同的蒸镀源进行蒸镀而使用,但优选为在蒸镀前进行预混合而制成预混合物,将所述预混合物自一个蒸镀源同时蒸镀而形成发光层。此时,也可在预混合物中混合用以形成发光层所需的发光性掺杂材料或视需要使用的其他主体,但在成为所期望的蒸气压的温度存在大的差的情况下,也可自其他蒸镀源进行蒸镀。

[0178] 而且,关于第一主体与第二主体的混合比(重量比),相对于第一主体与第二主体的合计而言,第一主体的比例可为20%~60%,优选为比20%多且比55%少,更优选为40%~50%。

[0179] 其次,关于本发明的有机EL元件的结构,参照附图而加以说明,但本发明的有机EL元件的结构并不限于于此。

[0180] 图1是表示本发明中所使用的一般的有机EL元件的结构例的剖面图,1表示基板、2表示阳极、3表示空穴注入层、4表示空穴传输层、5表示发光层、6表示电子传输层、7表示阴

极。本发明的有机EL元件也可与发光层邻接而具有激子阻挡层,而且在发光层与空穴注入层之间也可具有电子阻挡层。激子阻挡层也可插入至发光层的阳极侧、阴极侧的任一侧,也可同时插入至两侧。在本发明的有机EL元件中,具有阳极、发光层、以及阴极而作为必需的层,但除了必需层以外也可具有空穴注入传输层、电子注入传输层,也可进一步在发光层与电子注入传输层之间具有空穴阻挡层。另外,空穴注入传输层表示空穴注入层与空穴传输层的任一者或两者,电子注入传输层表示电子注入层与电子传输层的任一者或两者。

[0181] 也可与图1相反的结构,即在基板1上顺次层叠阴极7、电子传输层6、发光层5、空穴传输层4、阳极2,此时也可视需要对层进行追加、省略。

[0182] -基板-

[0183] 本发明的有机EL元件优选为支撑于基板上。关于所述基板并无特别限制,只要为自之前便在有机EL元件中所使用者即可,例如可使用包含玻璃、透明塑料、石英等的基板。

[0184] -阳极-

[0185] 作为有机EL元件中的阳极材料,可优选地使用包含功函数(work function)大(4eV以上)的金属、合金、导电性化合物或这些的混合物的材料。作为此种电极材料的具体例,可列举Au等金属,CuI、氧化铟锡(Indium Tin Oxide,ITO)、 $\text{SnO}_2$ 、ZnO等导电性透明材料。而且,也可使用IDIXO( $\text{In}_2\text{O}_3$ -ZnO)等非晶质且可制成透明导电膜的材料。阳极可通过蒸镀或溅射等方法,使这些电极材料形成薄膜,通过光刻法形成所期望的形状的图案,或者在并不很需要图案精度的情况下(100 $\mu\text{m}$ 以上左右),也可在所述电极材料的蒸镀或溅射时,经由所期望的形状的掩模而形成图案。或者在使用如有机导电性化合物那样的可涂布的物质,理想的是使透过率大于10%,而且作为阳极的片电阻优选为数百 $\Omega/\square$ 以下。膜厚也根据材料而定,通常在10nm~1000nm、优选为10nm~200nm的范围内选择。

[0186] -阴极-

[0187] 另一方面,作为阴极材料,可使用包含功函数小(4eV以下)的金属(“电子注入性金属”)、合金、导电性化合物或这些混合物的材料。此种电极材料的具体例可列举钠、钠-钾合金、镁、锂、镁/铜混合物、镁/银混合物、镁/铝混合物、镁/铟混合物、铝/氧化铝混合物、铟、锂/铝混合物、稀土金属等。自电子注入性及对氧化等的耐久性的方面考虑,这些中适宜的是电子注入性金属与作为功函数的值比其大且稳定的金属的第二金属的混合物,例如镁/银混合物、镁/铝混合物、镁/铟混合物、铝/氧化铝( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )混合物、锂/铝混合物、铝等。阴极可通过如下方式而制作:通过蒸镀或溅射等方法而使这些阴极材料形成薄膜。而且,作为阴极,片电阻优选为数百 $\Omega/\square$ 以下,膜厚通常在10nm~5 $\mu\text{m}$ 、优选为50nm~200nm的范围内选择。另外,为了使所发出的光透过,若有机EL元件的阳极或阴极的任一者为透明或半透明,则发光亮度提高,从而有利。

[0188] 而且,在阴极中以1nm~20nm的膜厚形成所述金属后,在其上形成在阳极的说明中所列举的导电性透明材料,由此可制作透明或半透明的阴极,通过应用此方法,可制作阳极与阴极此两者具有透过性的元件。

[0189] -发光层-

[0190] 发光层是在通过自阳极及阴极的各个所注入的空穴及电子进行再结合而生成激子后发光的层,在发光层中包含有机发光性掺杂材料与主体材料。

[0191] 发光层中可使用本发明的有机EL元件用材料,其可作为主体材料来使用。此有机EL元件用材料可使用一种也可使用两种以上。

[0192] 在作为主体材料来使用的情况下,可将本发明的有机EL元件用材料作为第一主体,并将通式(2)~通式(4)所表示的咪唑化合物作为第二主体。

[0193] 通式(2)~通式(4)所表示的咪唑化合物可使用一种,也可使用两种以上。

[0194] 进而,可使用一种或者并用多种已知的主体材料,其使用量可设为相对于主体材料的合计而言为50wt%以下、优选为25wt%以下。

[0195] 第一主体与第二主体或者分别自不同的蒸镀源进行蒸镀,或者也可在蒸镀前进行预混合而制成预混合物,由此自一个蒸镀源同时蒸镀第一主体与第二主体。

[0196] 在将第一主体与第二主体预混合而使用的情况下,为了再现性良好地制作具有良好特性的有机EL元件,理想的是50%重量减少温度( $T_{50}$ )之差小。50%重量减少温度是指在氮气流减压(50Pa)下的热重/示差热分析(Thermogravimetric-Differential Thermal Analysis, TG-DTA)测定中,以每分钟10°C的速度自室温升温至550°C时,重量减少50%时的温度。认为在所述温度附近,最强烈地产生由蒸发或升华引起的气化。

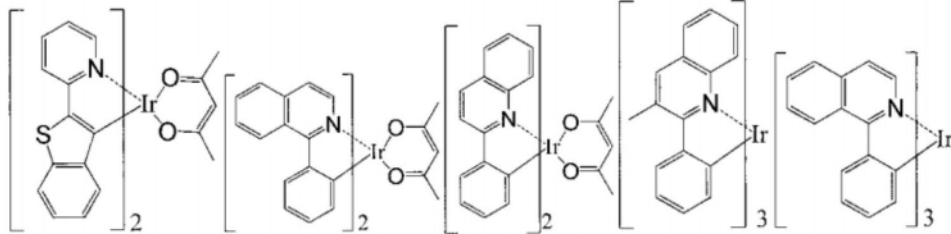
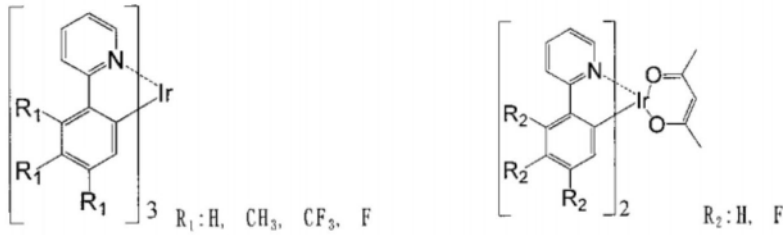
[0197] 第一主体与第二主体优选为所述50%重量减少温度之差为20°C以内,更优选为15°C以内。作为预混合方法,可采用粉碎混合等已知的方法,理想的是尽可能地均匀混合。

[0198] 在使用磷光发光掺杂剂作为发光性掺杂材料的情况下,磷光发光掺杂剂可为含有有机金属络合物的磷光发光掺杂剂,所述有机金属络合物包含选自钪、铈、钡、银、镧、铕、铥、铀、铯及金的至少一种金属。具体而言,可适宜地使用在《美国化学会志(Journal of the American Chemical Society, J. Am. Chem. Soc.)》2001, 123, 4304或日本专利特表2013-53051号公报中所记载的铈络合物,但并不限定于这些。

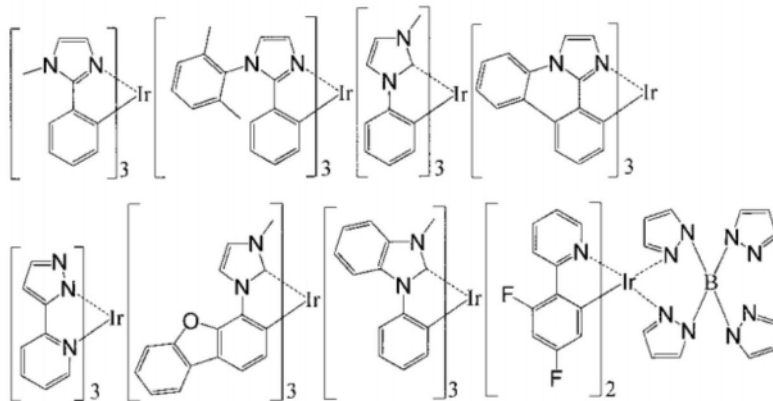
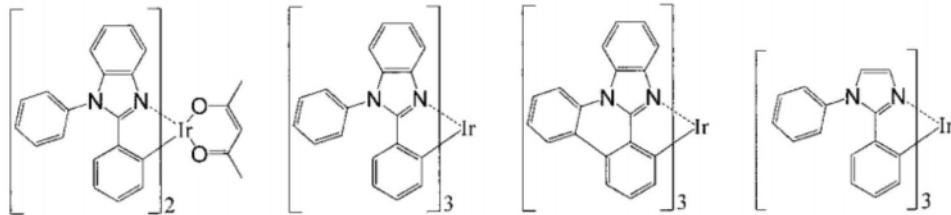
[0199] 磷光发光掺杂材料可在发光层中仅仅含有一种,也可含有两种以上。磷光发光掺杂材料的含量优选为相对于主体材料而言为0.1wt%~30wt%,更优选为1wt%~20wt%。

[0200] 磷光发光掺杂材料并无特别限定,具体而言可列举如下的例子。

[0201] [化30]

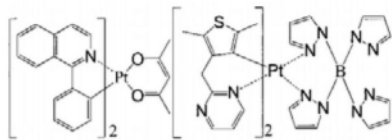


[0202]

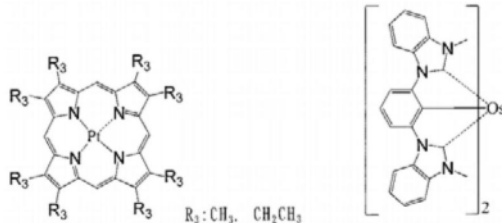


[0203]

[化31]



[0204]



[0205]

在使用荧光发光掺杂剂作为发光性掺杂材料的情况下,荧光发光掺杂剂并无特别限定,例如可列举苯并噁唑衍生物、苯并噻唑衍生物、苯并咪唑衍生物、苯乙烯基苯衍生物、聚苯基衍生物、二苯基丁二烯衍生物、四苯基丁二烯衍生物、萘二甲酰亚胺衍生物、香豆素衍生物、缩合芳香族化合物、紫环酮衍生物、噁二唑衍生物、噁嗪衍生物、醛连氮衍生物、吡咯烷衍生物、环戊二烯衍生物、双苯乙烯基蒽衍生物、喹吖啶酮衍生物、吡咯并吡啶衍生物、

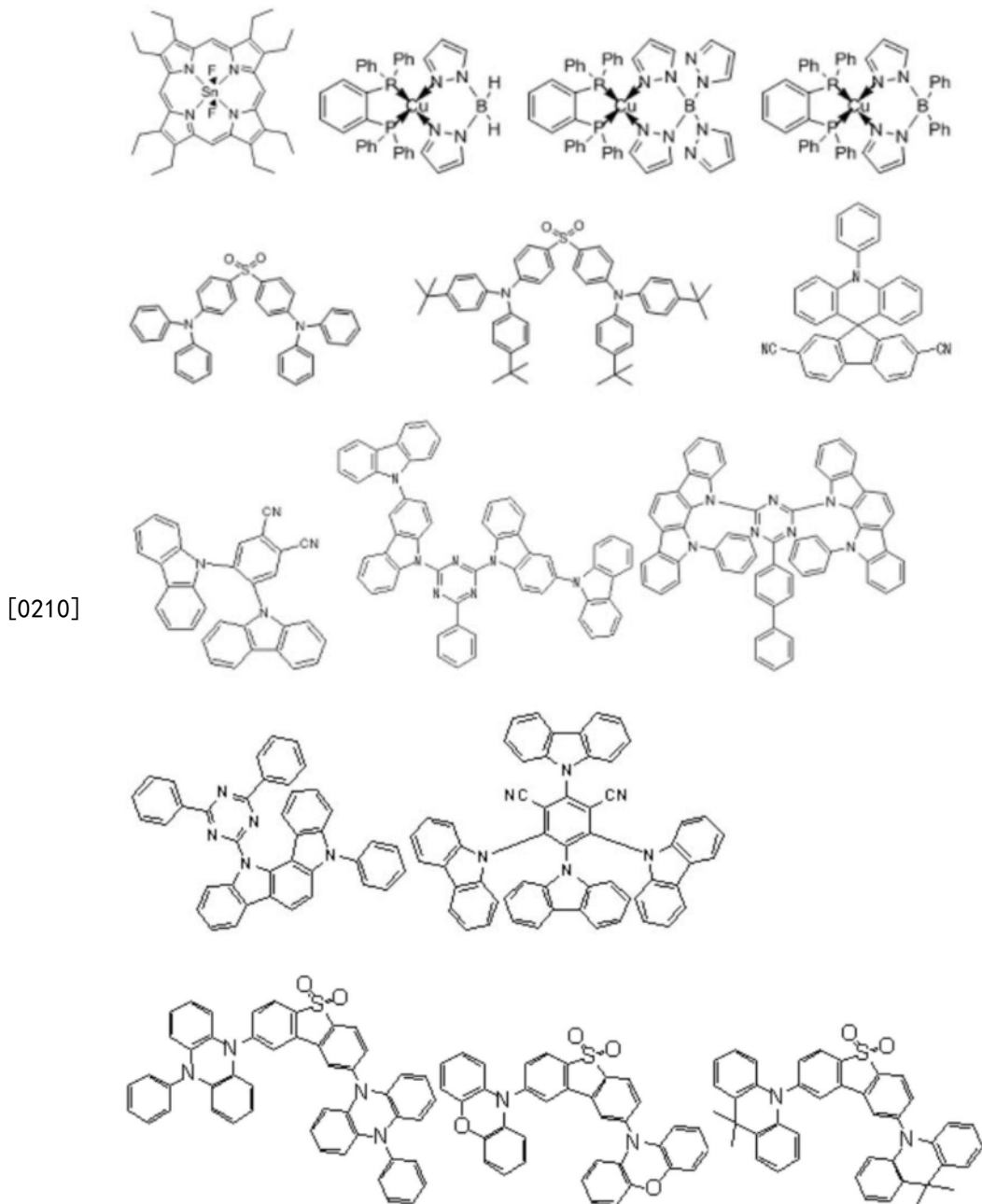
噻二唑并吡啶衍生物、苯乙烯基胺衍生物、二酮基吡咯并吡咯衍生物、芳香族二次甲基化合物、8-羟基喹啉衍生物的金属络合物或吡咯亚甲基衍生物的金属络合物、稀土络合物、过渡金属络合物为代表的各种金属络合物等,聚噻吩、聚苯、聚苯乙炔等聚合物化合物,有机硅烷衍生物等。优选的是可列举缩合芳香族衍生物、苯乙烯基衍生物、二酮基吡咯并吡咯衍生物、噁嗪衍生物、吡咯亚基金属络合物、过渡金属络合物、或镧系络合物,更优选的是可列举萘、蒽、蒎、三亚苯、苯并[c]菲、苯并[a]蒎、并五苯、茈、荧蒎、苊并荧蒎、二苯并[a, j]蒎、二苯并[a, h]蒎、苯并[a]萘、并六苯、萘并[2, 1-f]异喹啉、 $\alpha$ -萘并菲啶、菲并噁唑、喹啉并[6, 5-f]喹啉、苯并萘并噻吩等。这些也可具有烷基、芳基、芳香族杂环基、或二芳基氨基而作为取代基。

[0206] 荧光发光掺杂材料可在发光层中仅仅含有一种,也可含有两种以上。荧光发光掺杂材料的含量优选为相对于主体材料而言为0.1%~20%,更优选为1%~10%。

[0207] 在使用热活化延迟荧光发光掺杂剂作为发光性掺杂材料的情况下,热活化延迟荧光发光掺杂剂并无特别限定,可列举锡络合物或铜络合物等金属络合物,或在W02011/070963号公报中所记载的吡啶并咪唑衍生物、在自然(Nature)2012,492,234中所记载的氰基苯衍生物、咪唑衍生物、在自然光子学(Nature Photonics)2014,8,326中所记载的吩嗪衍生物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、砜衍生物、吩噁嗪衍生物、吡啶衍生物等。

[0208] 热活化延迟荧光发光掺杂材料并无特别限定,具体而言可列举如下的例子。

[0209] [化32]



[0211] 热活化延迟荧光发光掺杂材料可在发光层中仅仅含有一种,也可含有两种以上。而且,热活化延迟荧光发光掺杂剂也可与磷光发光掺杂剂或荧光发光掺杂剂混合而使用。热活化延迟荧光发光掺杂材料的含量优选为相对于主体材料而言为0.1%~50%,更优选为1%~30%。

[0212] -注入层-

[0213] 所谓注入层,是为了使驱动电压降低或使发光亮度提高而设在电极与有机层之间的层,存在有空穴注入层与电子注入层,也可存在于阳极与发光层或空穴传输层之间、及阴极与发光层或电子传输层之间。注入层可视需要而设置。

[0214] -空穴阻挡层-

[0215] 所谓空穴阻挡层,广义而言,具有电子传输层的功能,包含具有传输电子的功能且传输空穴的能力明显小的空穴阻挡材料,可通过传输电子且阻挡空穴而提高发光层中的电

子与空穴的再结合概率。

[0216] 在空穴阻挡层中,可使用已知的空穴阻挡层材料,优选为含有通式(1)所表示的化合物。

[0217] -电子阻挡层-

[0218] 所谓电子阻挡层,广义而言,具有空穴传输层的功能,可通过传输空穴且阻挡电子而提高发光层中的电子与空穴再结合的概率。

[0219] 作为电子阻挡层的材料,可使用已知的电子阻挡层材料,而且可视需要而使用前述的空穴传输层的材料。电子阻挡层的膜厚优选为3nm~100nm,更优选为5nm~30nm。

[0220] -激子阻挡层-

[0221] 所谓激子阻挡层,是用以阻挡于发光层内由于空穴与电子再结合而生成的激子扩散至电荷传输层的层,通过插入本层,变得可将激子有效率地封入于发光层内,可使元件的发光效率提高。激子阻挡层可在两个以上的发光层邻接的元件中,插入至邻接的两个发光层之间。

[0222] 作为激子阻挡层的材料,可使用已知的激子阻挡层材料。例如可列举1,3-二咪唑基苯(mCP)或双(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-苯基苯酚铝(III)(BA1q)。

[0223] -空穴传输层-

[0224] 所谓空穴传输层,包含具有传输空穴的功能的空穴传输材料,空穴传输层可设置单层或多层。

[0225] 空穴传输材料是具有空穴的注入或传输、电子的障壁性的任一者的材料,可为有机物、无机物的任一者。在空穴传输层中,可自现有已知的化合物中选择任意者而使用。所述空穴传输材料例如可列举卟啉衍生物、芳基胺衍生物、三唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、聚芳基烷烃衍生物、吡唑啉衍生物及吡唑啉酮衍生物、苯二胺衍生物、芳基胺衍生物、经氨基取代的查耳酮衍生物、噁唑衍生物、苯乙烯基蒽衍生物、茚酮衍生物、脞衍生物、芪衍生物、硅氮烷衍生物、苯胺系共聚物、以及导电性高分子寡聚物、特别是噻吩寡聚物等,优选为使用卟啉衍生物、芳基胺衍生物及苯乙烯基胺衍生物,更优选为使用芳基胺化合物。

[0226] -电子传输层-

[0227] 所谓电子传输层,包含具有传输电子的功能的材料,电子传输层可设置单层或多层。

[0228] 电子传输材料(也存在兼作空穴阻挡材料的情况),只要具有将自阴极注入的电子传达至发光层的功能即可。电子传输层可自现有已知的化合物中选择任意者而使用,例如可列举萘、蒽、菲咯啉等多环芳香族衍生物、三(8-羟基喹啉)铝(III)衍生物、氧化磷衍生物、经硝基取代的茚衍生物、二苯基醌衍生物、二氧化噻喃衍生物、碳二酰亚胺、亚茚基甲烷衍生物、蒽醌二甲烷及蒽酮衍生物、联吡啶衍生物、喹啉衍生物、噁二唑衍生物、苯并咪唑衍生物、苯并噻唑衍生物、吡啶并咪唑衍生物等。另外也可使用将这些材料导入至高分子链或将这些材料作为高分子的主链的高分子材料。

[0229] 实施例

[0230] 以下,通过实施例对本发明加以更详细的说明,但本发明当然并不限于这些实施例,只要不超出其主旨,则可以各种形态而实施。

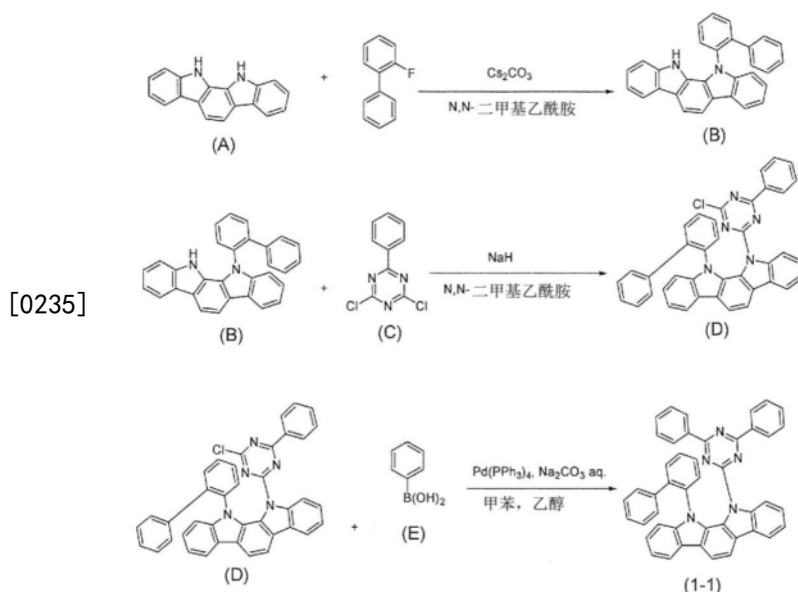
[0231] 通过以下所示的途径来合成本发明中使用的通式(1)所表示的化合物。另外,化合

物编号对应于所述化学式上标注的编号。

[0232] 实施例1G

[0233] 化合物1-1的合成

[0234] [化33]



[0236] 在氮环境下,加入化合物A 20.0g (78.0mmol)、2-氟联苯14.8g (85.8mmol)、碳酸铯50.8g (156mmol)、N,N-二甲基乙酰胺500ml,在190℃下加热的同时搅拌一晚。将反应溶液冷却至室温后,一边搅拌一边加入蒸馏水(500ml),滤取析出的固体。对得到的固体进行二氧化硅凝胶管柱色谱法,获得作为白色固体的化合物B 25.4g (62.4mmol,产率80.0%)。

[0237] 在氮环境下,加入氢化钠(62.0%品)1.1g (27.0mmol)、脱水N,N-二甲基乙酰胺(DMAc)10ml,在室温下搅拌0.5小时。向得到的悬浮液中加入化合物B10.0g (24.5mmol)的DMAc(300ml)溶液,在室温下搅拌30分钟。向得到的悬浮液中加入化合物C 6.44g (29.4mmol),在室温下搅拌0.5小时。在得到的悬浮液中一边搅拌一边加入蒸馏水(500ml),滤取析出的固体。对得到的固体进行二氧化硅凝胶管柱色谱法,获得作为白色固体的化合物D13.4g (22.0mmol,产率89.8%)。

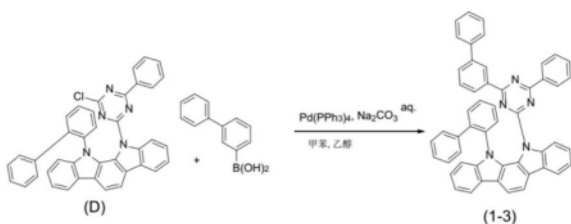
[0238] 在氮环境下,加入化合物D10.0g (16.7mmol)、苯基硼酸2.44g (20.1mmol)、四(三苯基膦)钯(0)0.966g (0.836mmol)、碳酸钠3.54g的水(16.7ml)溶液、甲苯100ml、乙醇20ml,在90℃下加热的同时搅拌1小时。将反应溶液冷却至室温后,一边搅拌一边加入甲苯200ml、蒸馏水(200ml)。利用蒸馏水(3×200ml)清洗有机层。利用无水硫酸镁干燥有机层后,过滤分离硫酸镁,并减压蒸馏除去溶媒。将得到的残渣用二氧化硅凝胶管柱色谱法精制,进行晶析精制,获得作为白色固体的化合物1-1 5.23g (8.17mmol,产率49.0%) (APCI-TOFMS,  $m/z$  540  $[\text{M}+\text{H}]^+$ )。

[0239] 实施例2G

[0240] 化合物1-3的合成

[0241] [化34]

[0242]



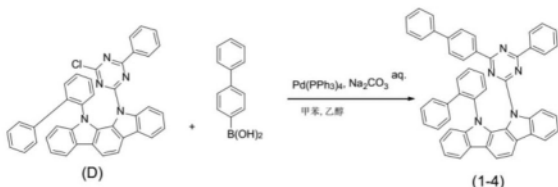
[0243] 在氮环境下,加入化合物D10.0g (16.7mmol)、3-联苯硼酸3.98g (20.1mmol)、四(三苯基膦)钯(0)0.971g (0.840mmol)、碳酸钠3.54g的水(18.2ml)溶液、甲苯100ml、乙醇20ml,在90℃下加热的同时搅拌1小时。将反应溶液冷却至室温后,一边搅拌一边加入甲苯200ml、蒸馏水(200ml)。利用蒸馏水(3×200ml)清洗有机层。利用无水硫酸镁干燥有机层后,过滤分离硫酸镁,并减压蒸馏除去溶媒。将得到的残渣用二氧化硅凝胶管柱色谱法精制,进行晶析精制,获得作为白色固体的化合物1-3 5.49g (7.67mmol,产率45.9%) (APCI-TOFMS,  $m/z$  716[M+H]<sup>+</sup>)。

[0244] 实施例3G

[0245] 化合物1-4的合成

[0246] [化35]

[0247]



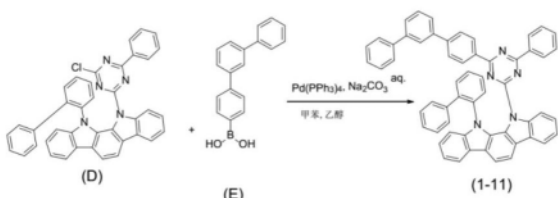
[0248] 在氮环境下,加入化合物D10.0g (16.7mmol)、4-联苯硼酸3.98g (20.1mmol)、四(三苯基膦)钯(0)0.960g (0.835mmol)、碳酸钠3.54g的水(17.0ml)溶液、甲苯200ml、乙醇20ml,在90℃下加热的同时搅拌1小时。将反应溶液冷却至室温后,一边搅拌一边加入甲苯400ml、蒸馏水(200ml)。利用蒸馏水(3×400ml)清洗有机层。利用无水硫酸镁干燥有机层后,过滤分离硫酸镁,减压蒸馏除去溶媒。将得到的残渣用二氧化硅凝胶管柱色谱法精制,进行晶析精制,获得作为白色固体的化合物1-4 5.91g (8.26mmol,产率49.4%) (APCI-TOFMS,  $m/z$  716[M+H]<sup>+</sup>)。

[0249] 实施例4G

[0250] 化合物1-11的合成

[0251] [化36]

[0252]



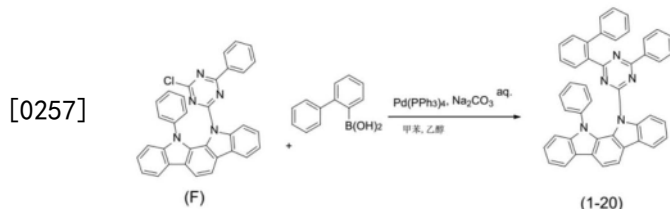
[0253] 在氮环境下,加入化合物D13.4g (22.0mmol)、化合物E 8.60g (24.2mmol)、四(三苯基膦)钯(0)1.27g (1.10mmol)、碳酸钠7.00g的水(35.0ml)溶液、甲苯200ml、乙醇40ml,在90℃下加热的同时搅拌1小时。将反应溶液冷却至室温后,一边搅拌一边加入甲苯400ml、蒸馏水(200ml)。利用蒸馏水(3×400ml)清洗有机层。利用无水硫酸镁干燥有机层后,过滤分离硫酸镁,减压蒸馏除去溶媒。将得到的残渣用二氧化硅凝胶管柱色谱法精制,进行晶析精

制,获得作为白色固体的化合物1-11 6.10g (7.58mmol,产率34.5%) (APCI-TOFMS,  $m/z$  792  $[M+H]^+$ )。

[0254] 实施例5G

[0255] 化合物1-20的合成

[0256] [化37]



[0258] 在氮环境下,加入化合物F10.0g (19.2mmol)、2-联苯硼酸4.55g (23.0mmol)、四(三苯基膦)钯(0)1.11g (0.960mmol)、碳酸钠4.07g的水(19.5ml)溶液、甲苯150ml、乙醇20ml,在90℃下加热的同时搅拌一晚。将反应溶液冷却至室温后,一边搅拌一边加入甲苯200ml、蒸馏水(200ml)。利用蒸馏水(3×200ml)清洗有机层。利用无水硫酸镁干燥有机层后,过滤分离硫酸镁,并减压蒸馏除去溶媒。将得到的残渣用二氧化硅凝胶管柱色谱法精制,进行晶析精制,获得作为白色固体的化合物1-20 6.26g (9.78mmol,产率50.9%) (APCI-TOFMS,  $m/z$  640  $[M+H]^+$ )。

[0259] 依据所述实施例1G~实施例5G的合成方法,合成化合物1-24、化合物1-27、化合物1-35、化合物1-37、化合物1-52、化合物1-63、化合物1-68及化合物1-76,供于有机EL元件的制作。

[0260] 实施例1

[0261] 在形成有膜厚为110nm的包含ITO的阳极的玻璃基板上,通过真空蒸镀法以真空度为 $4.0 \times 10^{-5}$ Pa而层叠各薄膜。首先,在ITO上将HAT-CN形成为25nm的厚度而作为空穴注入层,其次将NPD形成为30nm的厚度而作为空穴传输层。其次,将HT-1形成为10nm的厚度而作为电子阻挡层。其次,分别自不同的蒸镀源共蒸镀作为主体的化合物1-1、作为发光掺杂剂的Ir(ppy)<sub>3</sub>,将发光层形成为40nm的厚度。此时,在Ir(ppy)<sub>3</sub>的浓度为10wt%的蒸镀条件下进行共蒸镀。其次,将ET-1形成为20nm的厚度而作为电子传输层。进一步在电子传输层上将LiF形成为1nm的厚度而作为电子注入层。最后,在电子注入层上将Al形成为70nm的厚度而作为阴极,从而制作有机EL元件。

[0262] 实施例2~实施例6

[0263] 在实施例1中,针对主体,使用表1中所示的化合物,除此以外与实施例1同样地进行而制成有机EL元件。

[0264] 实施例7

[0265] 在形成有膜厚为110nm的包含ITO的阳极的玻璃基板上,通过真空蒸镀法以真空度为 $4.0 \times 10^{-5}$ Pa而层叠各薄膜。首先,在ITO上将HAT-CN形成为25nm的厚度而作为空穴注入层,其次将NPD形成为30nm的厚度而作为空穴传输层。其次,将HT-1形成为10nm的厚度而作为电子阻挡层。其次,分别自不同的蒸镀源共蒸镀作为第一主体的化合物1-4、作为第二主体的化合物2-1、作为发光掺杂剂的Ir(ppy)<sub>3</sub>,将发光层形成为40nm的厚度。此时,在Ir(ppy)<sub>3</sub>的浓度为10wt%、第一主体与第二主体的重量比成为30:70的蒸镀条件下进行共蒸

镀。其次,将ET-1形成为20nm的厚度而作为电子传输层。进一步在电子传输层上将LiF形成为1nm的厚度而作为电子注入层。最后,在电子注入层上将A1形成为70nm的厚度而作为阴极,从而制作有机EL元件。

[0266] 实施例8~实施例175

[0267] 在实施例7中,针对第一主体及第二主体,使用表1~表7中所示的化合物,除此以外与实施例7同样地进行而制作有机EL元件。

[0268] 实施例176~实施例193

[0269] 将第一主体及第二主体事先混合而制成预混合物,由一个蒸镀源对其进行共蒸镀。

[0270] 在实施例7中,通过称量第一主体(0.30g)与第二主体(0.70g),并利用乳钵研碎来混合而获得预混合物。除了使用此预混合物以外,与实施例7同样地进行而制成有机EL元件。

[0271] 实施例194~实施例202

[0272] 将第一主体及第二主体事先混合而制成预混合物,由一个蒸镀源对其进行共蒸镀,进而设置空穴阻挡层,并对其使用化合物1-4。

[0273] 在实施例176~实施例193中,形成发光层后,将化合物1-4形成为10nm的厚度而作为空穴阻挡层,将ET-1形成为10nm的厚度而作为电子传输层,除此以外同样地进行而制作有机EL元件。

[0274] 将所制作的有机EL元件的评价结果示于表1~表8。表中,亮度、驱动电压、发光效率为驱动电流20mA/cm<sup>2</sup>时的值,为初期特性。LT70是初期亮度衰减至70%所花费的时间,表示寿命特性。

[0275] [表1]

[0276]

实施例	第一主体化合物	第二主体化合物	亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	电压 (V)	电力效率 (lm/W)	LT70 (h)
1	1-1	—	7000	3.3	33.3	700
2	1-3	—	7100	3.3	33.8	700
3	1-4	—	7000	3.2	34.4	850
4	1-11	—	7000	3.2	34.4	800
5	1-20	—	7000	3.3	33.3	700
6	1-24	—	7000	3.1	35.5	800
7	1-4	2-1	10200	4.2	38.1	900
8	1-4	2-2	10300	3.9	41.5	1100
9	1-4	2-3	10300	3.9	41.5	1150
10	1-4	2-5	10200	3.9	41.1	900
11	1-4	2-27b	10200	3.9	41.1	1000
12	1-4	2-31b	10200	3.9	41.1	1000
13	1-4	2-32b	10200	3.9	41.1	950
14	1-4	2-33b	10300	4.0	40.4	1200
15	1-4	2-37	10400	4.0	40.8	950
16	1-4	3-1	10000	3.9	40.3	900
17	1-4	3-4	10000	3.9	40.3	900
18	1-4	3-9	10000	3.9	40.3	900
19	1-4	3-17	10000	3.9	40.3	900
20	1-4	3-19	10000	3.9	40.3	950
21	1-4	3-21	10000	3.8	41.3	1000
22	1-4	3-23	10000	3.8	41.3	1000
23	1-4	3-24	10000	3.9	40.3	1000
24	1-4	3-28	10000	3.8	41.3	1000
25	1-4	3-33	10000	3.9	40.3	1000
26	1-4	3-36	10000	3.8	41.3	1000
27	1-4	3-45	10000	3.9	40.3	950
28	1-4	3-48	10000	3.8	41.3	1050
29	1-4	3-57	10000	3.9	40.3	900

[0277] [表2]

[0278]

实施例	第一主体化合物	第二主体化合物	亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	电压 (V)	电力效率 (lm/W)	LT70 (h)
30	1-4	4-2	10200	3.9	41.1	900
31	1-4	4-3	10200	4.0	40.1	1000
32	1-4	4-4	10200	4.0	40.1	1000
33	1-4	4-6	10200	4.0	40.1	900
34	1-4	4-10	10200	4.0	40.1	950
35	1-4	4-13	10200	4.0	40.1	1000
36	1-4	4-14	10200	4.0	40.1	1000
37	1-4	4-19b	10200	4.0	40.1	1000
38	1-4	4-32	10200	4.0	40.1	1000
39	1-4	4-67	10300	4.1	39.5	1200
40	1-4	4-69	10300	4.1	39.5	1150
41	1-4	4-74	10300	4.1	39.5	1000
42	1-4	4-81	10300	4.1	39.5	1000
43	1-4	4-84	10300	4.1	39.5	1000
44	1-1	2-2	10300	4.0	40.4	1000
45	1-1	2-3	10400	4.0	40.8	1000
46	1-1	2-33b	10400	3.9	41.9	1100
47	1-1	2-37	10400	4.0	40.8	900
48	1-1	3-21	10100	3.9	40.7	950
49	1-1	3-33	10100	3.9	40.7	950
50	1-1	3-45	10100	4.0	39.7	900
51	1-1	3-57	10100	3.9	40.7	900
52	1-1	4-3	10300	4.1	39.5	950
53	1-1	4-4	10300	4.1	39.5	950
54	1-1	4-67	10400	4.2	38.9	1100
55	1-1	4-69	10400	4.2	38.9	1000

[0279] [表3]

[0280]

实施例	第一主体 化合物	第二主体 化合物	亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	电压 (V)	电力效率 (lm/W)	LT70 (h)
56	1-11	2-2	10300	4.0	40.4	1100
57	1-11	2-3	10300	4.1	39.5	1100
58	1-11	2-33b	10300	4.1	39.5	1200
59	1-11	2-37	10300	3.9	41.5	1000
60	1-11	3-21	10100	3.6	44.1	1000
61	1-11	3-33	10100	3.6	44.1	1000
62	1-11	3-45	10100	3.9	40.7	1000
63	1-11	3-57	10100	3.8	41.8	950
64	1-11	4-3	10200	4.0	40.1	1000
65	1-11	4-4	10200	4.0	40.1	1000
66	1-11	4-67	10200	4.0	40.1	1200
67	1-11	4-69	10200	4.0	40.1	1100
68	1-20	2-2	10300	4.0	40.4	900
69	1-20	2-3	10300	3.9	41.5	900
70	1-20	2-33b	10300	3.9	41.5	1000
71	1-20	2-37	10300	3.9	41.5	950
72	1-20	3-21	10100	3.9	40.7	950
73	1-20	3-33	10100	3.9	40.7	950
74	1-20	3-45	10100	4.0	39.7	950
75	1-20	3-57	10100	3.9	40.7	950
76	1-20	4-3	10200	4.0	40.1	1000
77	1-20	4-4	10200	4.0	40.1	1000
78	1-20	4-67	10200	4.0	40.1	1000
79	1-20	4-69	10200	4.0	40.1	1000

[0281] [表4]

[0282]

实施例	第一主体化合物	第二主体化合物	亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	电压 (V)	电力效率 (lm/W)	LT70 (h)
80	1-24	2-2	10300	4.0	40.4	1000
81	1-24	2-3	10300	3.9	41.5	1000
82	1-24	2-33b	10300	3.9	41.5	1100
83	1-24	2-37	10300	3.9	41.5	1000
84	1-24	3-21	10100	3.9	40.7	1000
85	1-24	3-33	10100	3.9	40.7	1000
86	1-24	3-45	10100	4.0	39.7	1000
87	1-24	3-57	10100	3.9	40.7	950
88	1-24	4-3	10200	4.0	40.1	1100
89	1-24	4-4	10200	4.0	40.1	1100
90	1-24	4-67	10200	4.0	40.1	1200
91	1-24	4-69	10200	4.0	40.1	1100
92	1-27	2-2	10300	3.9	41.5	1000
93	1-27	2-3	10300	3.9	41.5	1000
94	1-27	2-33b	10300	3.9	41.5	1100
95	1-27	2-37	10300	3.9	41.5	1000
96	1-27	3-21	10100	3.8	41.8	1000
97	1-27	3-33	10100	4.0	39.7	1000
98	1-27	3-45	10100	3.9	40.7	1000
99	1-27	3-57	10100	3.9	40.7	950
100	1-27	4-3	10200	3.9	41.1	1100
101	1-27	4-4	10200	3.9	41.1	1100
102	1-27	4-67	10200	3.9	41.1	1200
103	1-27	4-69	10200	3.9	41.1	1100

[0283] [表5]

[0284]

实施例	第一主体 化合物	第二主体 化合物	亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	电压 (V)	电力效率 (lm/W)	LT70 (h)
104	1-35	2-2	10300	3.9	41.5	1100
105	1-35	2-3	10300	4.0	40.4	1200
106	1-35	2-33b	10300	4.0	40.4	1200
107	1-35	2-37	10300	4.0	40.4	1000
108	1-35	3-21	10100	4.0	39.7	1000
109	1-35	3-33	10100	4.0	39.7	1100
110	1-35	3-45	10100	3.9	40.7	1000
111	1-35	3-57	10100	4.0	39.7	950
112	1-35	4-3	10200	4.0	40.1	1000
113	1-35	4-4	10200	4.0	40.1	1000
114	1-35	4-67	10200	4.0	40.1	1200
115	1-35	4-69	10200	4.0	40.1	1100
116	1-37	2-2	10200	4.0	40.1	1100
117	1-37	2-3	10200	4.0	40.1	1200
118	1-37	2-33b	10300	4.0	40.4	1200
119	1-37	2-37	10300	3.9	41.5	1000
120	1-37	3-21	10100	4.0	39.7	1000
121	1-37	3-33	10100	4.0	39.7	1100
122	1-37	3-45	10100	3.9	40.7	1000
123	1-37	3-57	10100	3.8	41.8	950
124	1-37	4-3	10200	3.9	41.1	1000
125	1-37	4-4	10200	3.9	41.1	1000
126	1-37	4-67	10200	3.9	41.1	1200
127	1-37	4-69	10200	3.9	41.1	1100

[0285] [表6]

[0286]

实施例	第一主体化合物	第二主体化合物	亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	电压 (V)	电力效率 (lm/W)	LT70 (h)
128	1-52	2-2	10200	4.0	40.1	1000
129	1-52	2-3	10200	4.0	40.1	1000
130	1-52	2-33b	10300	4.0	40.4	1000
131	1-52	2-37	10300	4.0	40.4	1000
132	1-52	3-21	10100	4.0	39.7	1000
133	1-52	3-33	10100	4.0	39.7	1100
134	1-52	3-45	10100	4.0	39.7	1000
135	1-52	3-57	10100	4.0	39.7	950
136	1-52	4-3	10200	4.0	40.1	1100
137	1-52	4-4	10200	4.0	40.1	1100
138	1-52	4-67	10200	4.0	40.1	1200
139	1-52	4-69	10200	4.0	40.1	1000
140	1-63	2-2	10200	4.0	40.1	1000
141	1-63	2-3	10200	4.0	40.1	1000
142	1-63	2-33b	10300	4.0	40.4	1000
143	1-63	2-37	10300	4.0	40.4	1000
144	1-63	3-21	10100	4.0	39.7	1000
145	1-63	3-33	10100	4.0	39.7	1100
146	1-63	3-45	10100	4.0	39.7	1000
147	1-63	3-57	10100	3.9	40.7	950
148	1-63	4-3	10200	4.0	40.1	1100
149	1-63	4-4	10200	4.0	40.1	1100
150	1-63	4-67	10200	4.0	40.1	1200
151	1-63	4-69	10200	4.0	40.1	1000

[0287] [表7]

[0288]

实施例	第一主体 化合物	第二主体 化合物	亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	电压 (V)	电力效率 (lm/W)	LT70 (h)
152	1-68	2-2	10200	4.0	40.1	950
153	1-68	2-3	10200	4.0	40.1	950
154	1-68	2-33b	10300	4.0	40.4	950
155	1-68	2-37	10300	4.0	40.4	950
156	1-68	3-21	10100	4.0	39.7	950
157	1-68	3-33	10100	4.0	39.7	1000
158	1-68	3-45	10100	4.0	39.7	1000
159	1-68	3-57	10100	4.0	39.7	950
160	1-68	4-3	10200	4.0	40.1	1000
161	1-68	4-4	10200	4.0	40.1	1000
162	1-68	4-67	10200	4.0	40.1	1100
163	1-68	4-69	10200	4.0	40.1	950
164	1-76	2-2	10200	4.0	40.1	950
165	1-76	2-3	10200	4.0	40.1	950
166	1-76	2-33b	10300	4.0	40.4	950
167	1-76	2-37	10300	4.0	40.4	950
168	1-76	3-21	10100	3.9	40.7	950
169	1-76	3-33	10100	4.0	39.7	1000
170	1-76	3-45	10100	4.0	39.7	1000
171	1-76	3-57	10100	4.0	39.7	950
172	1-76	4-3	10200	4.0	40.1	1000
173	1-76	4-4	10200	4.0	40.1	1000
174	1-76	4-67	10200	4.0	40.1	1100
175	1-76	4-69	10200	3.9	41.1	950

[0289] [表8]

实施例	第一主体化合物	第二主体化合物	亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	电压 (V)	电力效率 (lm/W)	LT70 (h)
176	1-4	2-2	10300	3.9	41.5	1100
177	1-4	2-5	10200	3.9	41.1	900
178	1-4	2-37	10400	4.0	40.8	950
179	1-4	3-21	10000	3.8	41.3	1000
180	1-4	3-41	10000	3.9	40.3	950
181	1-4	3-47	10000	3.8	41.3	1050
182	1-4	4-3	10200	4.0	40.1	1000
183	1-4	4-4	10200	4.0	40.1	1000
184	1-4	4-67	10300	4.1	39.5	1200
185	1-24	2-2	10300	4.0	40.4	1000
186	1-24	2-5	10300	4.0	40.4	1000
187	1-24	2-37	10300	3.9	41.5	1000
[0290] 188	1-24	3-21	10100	3.8	41.8	1000
189	1-24	3-41	10100	3.8	41.8	1000
190	1-24	3-47	10100	3.8	41.8	1000
191	1-24	4-3	10200	4.0	40.1	1100
192	1-24	4-4	10200	4.0	40.1	1100
193	1-24	4-67	10200	4.0	40.1	1200
194	1-4	2-2	10300	4.0	40.4	1200
195	1-4	2-5	10200	4.0	40.1	1000
196	1-4	2-37	10500	4.1	40.2	1050
197	1-4	3-21	10000	3.8	41.3	1100
198	1-4	3-41	10200	4.0	40.1	1050
199	1-4	3-47	10000	3.9	40.3	1200
200	1-4	4-3	10500	4.1	40.2	1100
201	1-4	4-4	10500	4.1	40.2	1100
202	1-4	4-67	10700	4.2	40.0	1300

[0291] 比较例1

[0292] 在实施例1中,单独使用化合物2-2作为主体,除此以外与实施例1同样地进行而制作有机EL元件。发光层的厚度、发光掺杂剂浓度与实施例1相同。

[0293] 比较例2~比较例14

[0294] 除了单独使用表9中所示的化合物作为主体以外,与比较例1同样地进行而制作有机EL元件。

[0295] 比较例15

[0296] 在实施例1中,使用化合物A作为第一主体,使用化合物2-2作为第二主体,除此以外与实施例1同样地进行而制作有机EL元件。

[0297] 比较例16~比较例17

[0298] 在比较例15中,使用化合物3-21或化合物4-3作为第二主体,除此以外与比较例15同样地进行而制作有机EL元件。

[0299] 比较例18

[0300] 在实施例7中,使用化合物B作为第一主体,使用化合物2-2作为第二主体,除此以外与实施例7同样地进行而制作有机EL元件。

[0301] 比较例19~比较例20

[0302] 在比较例18中,使用化合物3-21、化合物4-3作为第二主体,除此以外与比较例18同样地进行而制作有机EL元件。

[0303] 比较例21

[0304] 在实施例7中,使用化合物C作为第一主体,使用化合物2-2作为第二主体,除此以外与实施例7同样地进行而制作有机EL元件。

[0305] 比较例22~比较例23

[0306] 在比较例21中,使用化合物3-21或化合物4-3作为第二主体,除此以外与比较例21同样地进行而制作有机EL元件。

[0307] 将所制作的有机EL元件的评价结果示于表9。

[0308] [表9]

比较例	第一主体化合物	第二主体化合物	亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	电压 (V)	电力效率 (lm/W)	LT70 (h)
1	—	2-2	9500	4.7	31.8	500
2	—	2-3	9000	4.7	30.1	550
3	—	3-21	8000	4.4	28.6	500
4	—	3-33	8000	4.4	28.6	500
5	—	3-45	8000	4.4	28.6	450
6	—	3-57	8000	4.4	28.6	450
7	—	4-3	10000	4.9	32.1	550
8	—	4-4	10000	4.9	32.1	550
9	—	4-67	10000	4.9	32.1	600
10	A	-	7000	3.0	37.2	560
11	B	-	7000	3.8	28.9	600
12	C	-	7000	3.6	30.5	600
13	D	-	7000	3.2	34.4	570
14	E	-	6900	3.2	33.9	530
15	A	2-2	10000	4.3	36.5	700
16	A	3-21	9500	4.1	36.4	700
17	A	4-3	10000	4.3	36.5	700
18	B	2-2	10500	4.6	35.9	750
19	B	3-21	10500	4.5	36.7	700
20	B	4-3	10500	4.7	35.1	750
21	C	2-2	10000	4.5	34.9	750
22	C	3-21	10000	4.4	35.7	700
23	C	4-3	10000	4.6	34.1	750

[0310] 根据表1~表9可知实施例1~实施例202中,电力效率及寿命特性提高,呈现良好的特性。

[0311] 实施例203

[0312] 在形成有膜厚为110nm的包含ITO的阳极的玻璃基板上,通过真空蒸镀法以真空度为 $4.0 \times 10^{-5}$ Pa而层叠各薄膜。首先,在ITO上将HAT-CN形成为25nm的厚度而作为空穴注入层,其次将NPD形成为45nm的厚度而作为空穴传输层。其次,将HT-1形成为10nm的厚度而作为电子阻挡层。其次,分别自不同的蒸镀源共蒸镀作为第一主体的化合物1-1、作为发光掺杂剂的Ir(piq)<sub>2</sub>acac,将发光层形成为40nm的厚度。此时,在Ir(piq)<sub>2</sub>acac的浓度成为

6.0wt%的蒸镀条件下进行共蒸镀。其次,将ET-1形成为37.5nm的厚度而作为电子传输层。继而,在电子传输层上将LiF形成为1nm的厚度而作为电子注入层。最后,在电子注入层上将Al形成为70nm的厚度而作为阴极,从而制作有机EL元件。

[0313] 实施例204~实施例208

[0314] 在实施例203中,使用表10中所示的化合物作为主体,除此以外与实施例203同样地进行而制成有机EL元件。

[0315] 实施例209

[0316] 在形成有膜厚为110nm的包含ITO的阳极的玻璃基板上,通过真空蒸镀法以真空度为 $4.0 \times 10^{-5}$ Pa而层叠各薄膜。首先,在ITO上将HAT-CN形成为25nm的厚度而作为空穴注入层,其次将NPD形成为45nm的厚度而作为空穴传输层。其次,将HT-1形成为10nm的厚度而作为电子阻挡层。其次,分别自不同的蒸镀源共蒸镀作为第一主体的化合物1-4、作为第二主体的化合物2-2、作为发光掺杂剂的 $\text{Ir}(\text{piq})_2\text{acac}$ ,将发光层形成为40nm的厚度。此时,在 $\text{Ir}(\text{piq})_2\text{acac}$ 的浓度成为6.0wt%、第一主体与第二主体的重量比成为30:70的蒸镀条件下进行共蒸镀。其次,将ET-1形成为37.5nm的厚度而作为电子传输层。继而,在电子传输层上将LiF形成为1nm的厚度而作为电子注入层。最后,在电子注入层上将Al形成为70nm的厚度而作为阴极,从而制作有机EL元件。

[0317] 实施例210~实施例226

[0318] 在实施例209中,使用表10中所示的化合物作为第一主体及第二主体,除此以外与实施例209同样地进行而制作有机EL元件。

[0319] 将所制作的有机EL元件的评价结果示于表10。此处,LT95是初期亮度衰减至95%所花费的时间,表示寿命特性。

[0320] [表10]

实施例	第一主体化合物	第二主体化合物	亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	电压 (V)	电力效率 (lm/W)	LT95 (h)
203	1-1	—	3000	3.4	13.9	150
204	1-3	—	3000	3.4	13.9	150
205	1-4	—	3000	3.3	14.3	180
206	1-11	—	3500	3.3	16.7	180
207	1-20	—	3000	3.4	13.9	150
208	1-24	—	3200	3.6	14.0	180
209	1-4	2-2	4500	3.9	18.1	250
210	1-4	2-5	4600	3.8	19.0	250
211	1-4	2-37	4600	3.8	19.0	200
212	1-4	3-21	4500	3.7	19.1	250
213	1-4	3-41	4500	3.7	19.1	250
214	1-4	3-47	4500	3.6	19.6	200
215	1-4	4-3	4500	3.9	18.1	220
216	1-4	4-4	4600	3.8	19.0	220
217	1-4	4-67	4500	3.7	19.1	200
218	1-24	2-2	4500	3.9	18.1	200
219	1-24	2-5	4600	3.8	19.0	250
220	1-24	2-37	4600	3.8	19.0	200
221	1-24	3-21	4500	3.7	19.1	200
222	1-24	3-41	4500	3.7	19.1	250
223	1-24	3-47	4500	3.6	19.6	200
224	1-24	4-3	4500	3.9	18.1	220
225	1-24	4-4	4600	3.8	19.0	250
226	1-24	4-67	4500	3.7	19.1	200

[0321]

[0322] 比较例24

[0323] 在实施例203中,使用化合物2-2作为主体,除此以外与实施例203同样地进行而制作有机EL元件。发光层的厚度、发光掺杂剂浓度与实施例203相同。

[0324] 比较例25 ~ 比较例37

[0325] 除了使用表11中所示的化合物作为主体以外,与比较例24同样地进行而制作有机EL元件。

[0326] 比较例38 ~ 比较例40

[0327] 在实施例209中,使用化合物A作为第一主体,使用化合物2-2、化合物3-21或化合物4-3作为第二主体,除此以外与实施例209同样地进行而制作有机EL元件。

[0328] 比较例41 ~ 比较例43

[0329] 在比较例38 ~ 比较例40中,使用化合物B作为第一主体,除此以外与比较例38 ~ 比较例40同样地进行而制作有机EL元件。

[0330] 比较例44 ~ 比较例46

[0331] 在比较例38 ~ 比较例40中,使用化合物C作为第一主体,除此以外与比较例38 ~ 比较例40同样地进行而制作有机EL元件。

[0332] 将所制作的有机EL元件的评价结果示于表11。

[0333] [表11]

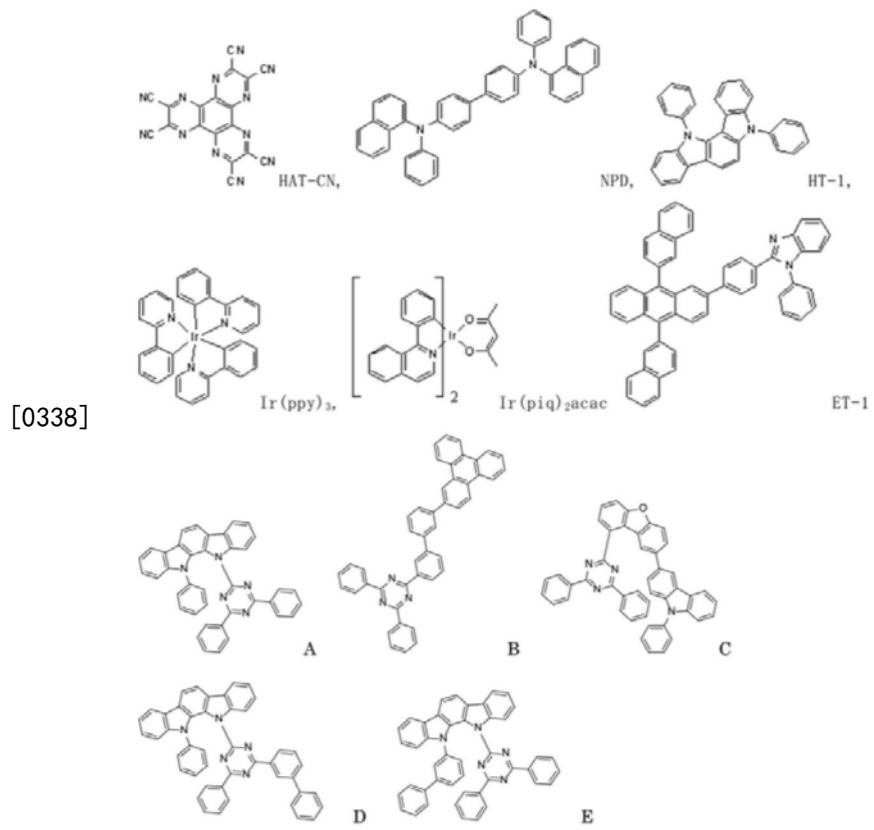
比较例	第一主体化合物	第二主体化合物	亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	电压 (V)	电力效率 (lm/W)	LT95 (h)
24	—	2-2	3000	4.6	10.2	80
25	—	2-3	3500	4.5	12.2	90
26	—	3-21	3000	4.0	11.8	100
27	—	3-33	3000	4.0	13.7	100
28	—	3-45	3000	4.1	11.5	90
29	—	3-57	3000	4.3	11.0	90
30	—	4-3	3500	4.3	12.8	100
31	—	4-4	3500	4.4	12.5	100
32	—	4-67	3500	4.4	12.5	100
33	A	—	3000	3.4	13.9	110
34	B	—	3200	4.0	12.6	100
35	C	—	3200	4.0	12.6	100
36	D	—	3000	3.8	12.4	120
37	E	—	3200	3.6	14.0	120
38	A	2-2	4000	4.4	14.3	150
39	A	3-21	4000	3.8	14.5	150
40	A	4-3	4000	4.4	14.3	160
41	B	2-2	4200	4.5	14.7	160
42	B	3-21	4000	4.0	15.7	160
43	B	4-3	4200	4.5	14.7	160
44	C	2-2	4000	4.5	14.0	140
45	C	3-21	4000	4.0	15.7	140
46	C	4-3	4000	4.5	14.0	140

[0334]

[0335] 根据表10、表11可知实施例203~实施例226中,电力效率及寿命特性提高,呈现良好的特性。

[0336] 以下示出实施例中使用的化合物。

[0337] [化38]



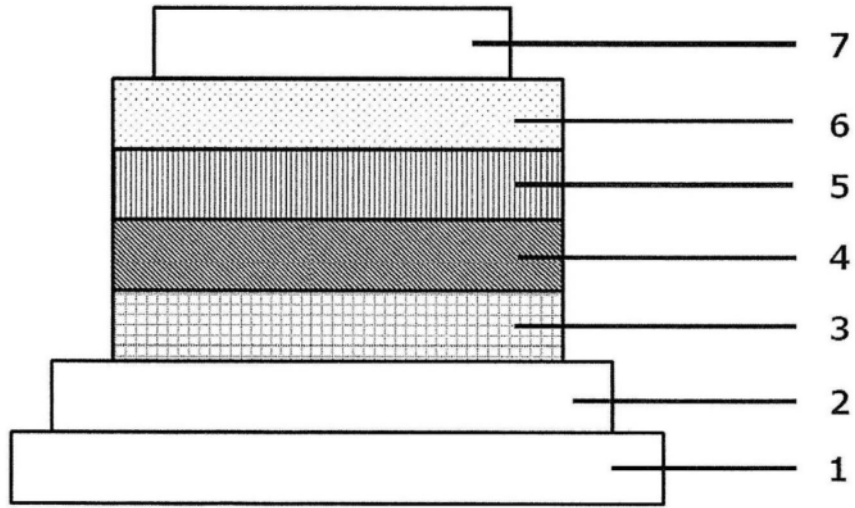


图1