



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109761920 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 09

(21) 申请号 201811317441.9
(22) 申请日 2018.11.07
(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109761920 A

(43) 申请公布日 2019.05.17

(30) 优先权数据
17200890.6 2017.11.09 EP

(73) 专利权人 诺瓦尔德股份有限公司
地址 德国德累斯顿

(72) 发明人 本杰明·舒尔策
雷吉娜·卢舍蒂尼特兹
多玛果伊·帕维奇科

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219
专利代理师 郭国清 穆德骏

(51) Int. Cl.
C07D 251/24 (2006.01)
C07D 401/10 (2006.01)
C07D 405/04 (2006.01)
C07D 405/14 (2006.01)
H10K 85/60 (2023.01)

(56) 对比文件
WO 2017065419 A1, 2017.04.20
WO 2017171376 A1, 2017.10.05
审查员 刘健颖

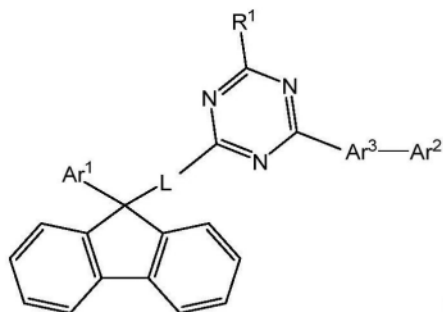
权利要求书4页 说明书40页 附图3页

(54) 发明名称

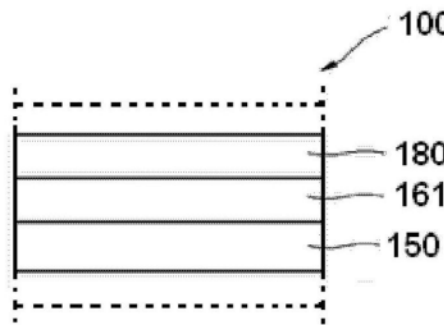
包含三嗪基团、茚基团和芳基基团的化合物

(57) 摘要

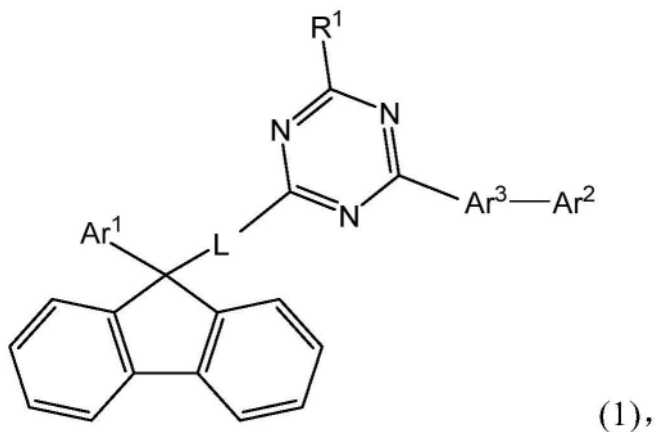
本发明涉及一种包含三嗪基团、茚基团和芳基基团的化合物。具体地,本发明涉及一种根据式1的化合物,所述化合物适合用作电子器件的层材料,并且涉及包含至少一种根据式1的化合物的有机半导体层,以及涉及包括至少一个所述有机半导体层的有机电子器件和制造所述有机电子器件的方法。



(1)



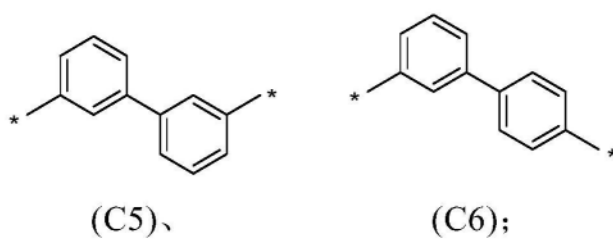
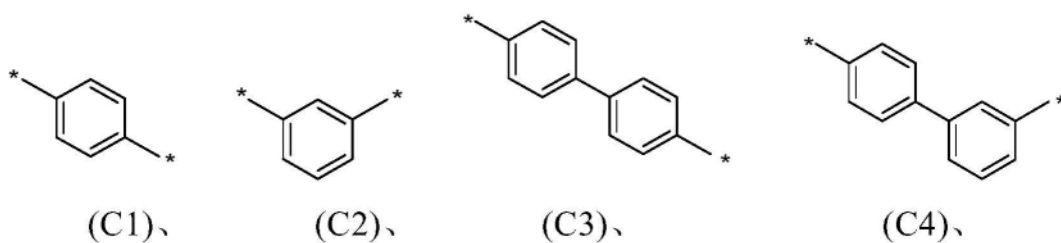
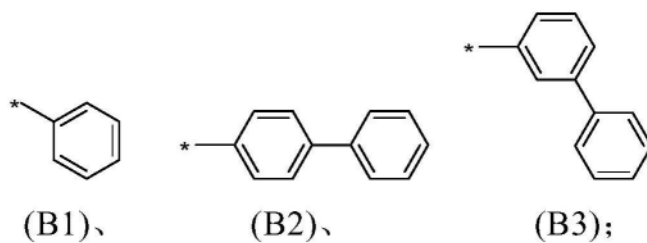
1. 一种式1化合物,

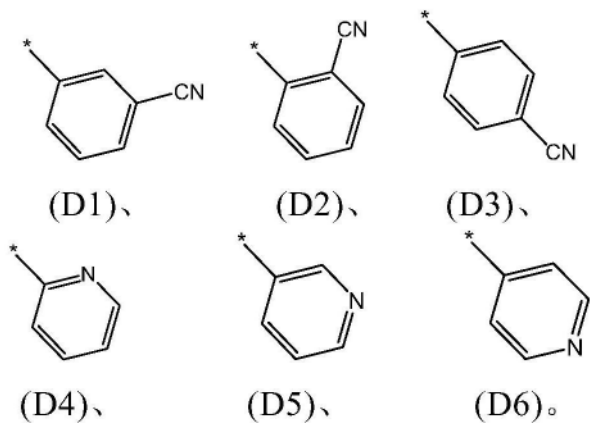


其中R¹独立地选自B1至B3;L选自C2至C6;

Ar¹独立地选自B1至B3;Ar²选自D1至D6;

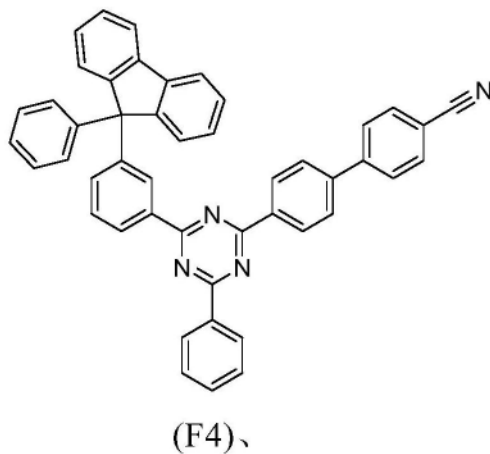
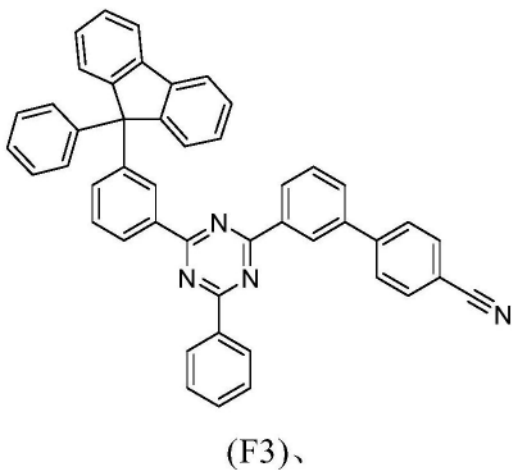
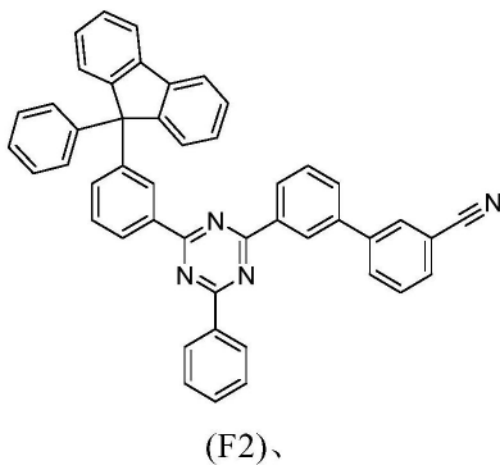
Ar³选自C1至C6;

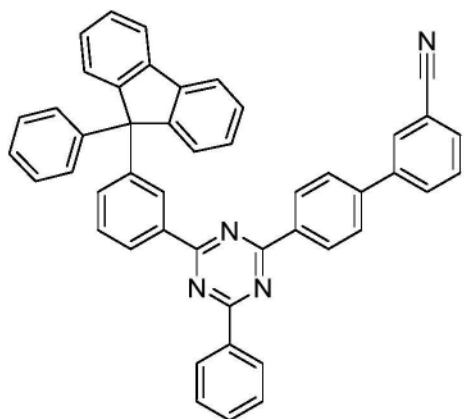




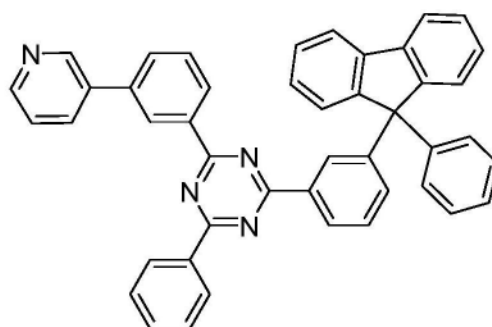
2. 根据权利要求1所述的式1化合物,其中L选自C2。

3. 根据权利要求1所述的式1化合物,其中所述式1化合物选自F2至F9:

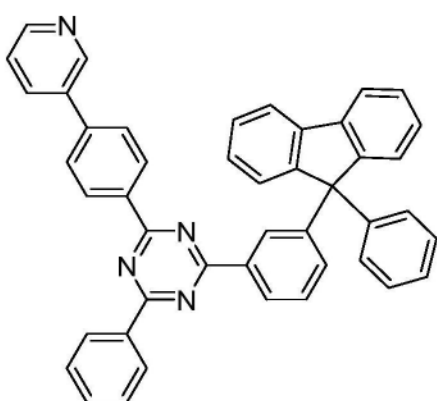




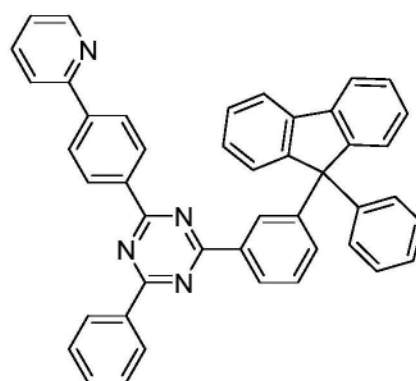
(F5)、



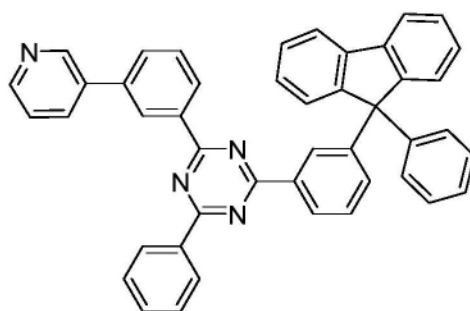
(F6)、



(F7)、



(F8)、



(F9)。

4. 一种有机半导体层,所述有机半导体层包含至少一种根据权利要求1所述的式1化合物。

5. 根据权利要求4所述的有机半导体层,所述有机半导体层还包含金属、金属盐或有机碱金属络合物。

6. 一种有机电子器件,所述有机电子器件包括根据权利要求4所述的有机半导体层。

7. 根据权利要求6所述的有机电子器件,其中所述有机电子器件包括至少一个有机半导体层,所述有机半导体层包含至少一种碱金属卤化物或碱金属有机络合物。

8. 根据权利要求6所述的有机电子器件,其中所述有机电子器件是发光器件、薄膜晶体

管、电池或显示器件。

9. 根据权利要求6所述的有机电子器件,其中所述有机电子器件是光伏电池。

10. 根据权利要求6所述的有机电子器件,其中所述有机电子器件是发光器件。

包含三嗪基团、苄基团和芳基基团的化合物

技术领域

[0001] 本发明涉及一种包含三嗪基团、苄基团和芳基基团的化合物。具体地,本发明涉及适合用作电子器件的层材料的具有三嗪基团、苄基团和芳基基团的化合物,并且涉及包含至少一种所述化合物的有机半导体层,以及涉及包括至少一个所述有机半导体层的有机电子器件和制造所述有机电子器件的方法。

背景技术

[0002] 作为自发光器件的有机电子器件,例如有机发光二极管OLED,具有宽视角、优异的对比度、快速响应、高亮度、优异的工作电压特性和色彩再现。典型的OLED包括阳极、空穴传输层HTL、发光层EML、电子传输层ETL和阴极,它们依序层叠在基底上。在这方面,HTL、EML和ETL是由有机化合物形成的薄膜。

[0003] 当电压施加到阳极和阴极时,从阳极注入的空穴经由HTL移动到EML,并且从阴极注入的电子经由ETL移动到EML。空穴和电子在EML中重新组合以产生激子。当激子从激发态降到基态时,发出光。空穴和电子的注入和流动应该平衡,使得具有上述结构的OLED具有优异的效率 and/或长寿命。

[0004] 有机发光二极管的性能可能受到有机半导体层的特性的影响,并且尤其可能受到有机半导体层的有机材料的特性的影响。

[0005] 特别地,需要开发能够增加电子迁移率并同时提高电化学稳定性的有机材料,使得有机电子器件如有机发光二极管可应用于大尺寸平板显示器。

[0006] W02017065419涉及有机电致发光化合物,和主体材料,电子缓冲材料,电子传输材料以及包含所述材料的有机电致发光器件。通过使用该公开的有机电致发光化合物,有机电致发光器件通过分子间堆叠和相互作用确保快速电子电流特性,因此,可以提供具有低驱动电压和/或优异发光效率和/或有效寿命特性的有机电致发光器件。

[0007] W02017171376涉及化学式1的化合物和包含所述化合物的有机电子元件。

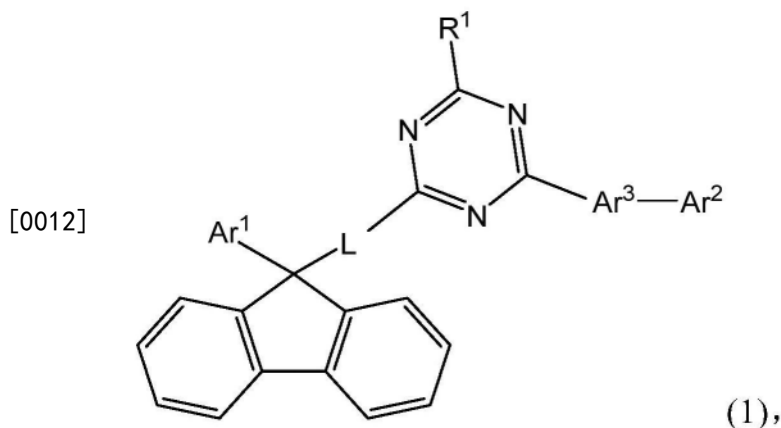
[0008] 仍然需要改进有机半导体层、有机半导体材料以及其有机电子器件的性能,特别是通过改进其中包含的化合物的特性来实现增加的寿命和更高的效率。

[0009] 需要替代的有机半导体材料和有机半导体层以及有机电子器件,其在低工作电压下具有提高的寿命和/或改进的效率。

[0010] 特别地,需要替代的化合物,其具有提高的寿命以及改进的效率并且同时保持工作电压,从而降低功耗以提供例如移动电子器件的长电池寿命。

发明内容

[0011] 本发明的一个方面提供了一种式1化合物,



[0013] 其中

[0014] R^1 选自 C_1 至 C_{16} 烷基基团,被取代或未被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基基团,或者被取代或未被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基基团,其中所述被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基基团和所述被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基基团的取代基选自 C_1 至 C_{16} 烷基、 C_1 至 C_{16} 烷氧基、部分或全氟化的 C_1 至 C_{16} 烷基、部分或全氟化的 C_1 至 C_{16} 烷氧基、F、CN、 C_6 至 C_{18} 芳基或 C_3 至 C_{25} 杂芳基;

[0015] L选自未被取代或被取代的 C_6 至 C_{24} 亚芳基基团,其中所述被取代的 C_6 至 C_{24} 亚芳基基团的取代基选自 C_1 至 C_{16} 烷基或 C_6 至 C_{12} 芳基;

[0016] Ar^1 选自被取代或未被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基,或者被取代或未被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基,其中所述被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基或所述被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基的取代基选自 C_1 至 C_{16} 烷基、 C_1 至 C_{16} 烷氧基、部分或全氟化的 C_1 至 C_{16} 烷基、部分或全氟化的 C_1 至 C_{16} 烷氧基、F、 C_6 至 C_{18} 芳基或 C_3 至 C_{25} 杂芳基;

[0017] Ar^2 选自 $-C_6H_5CN$ 或含有N、O或S的 C_2 至 C_{24} 杂芳基;

[0018] Ar^3 选自被取代或未被取代的 C_6 至 C_{24} 亚芳基或者被取代或未被取代的 C_2 至 C_{24} 亚杂芳基,其中所述被取代的 C_6 至 C_{24} 亚芳基的取代基或所述被取代的 C_2 至 C_{24} 亚杂芳基的取代基选自 C_1 至 C_{16} 烷基、 C_1 至 C_{16} 烷氧基、部分或全氟化的 C_1 至 C_{16} 烷基、部分或全氟化的 C_1 至 C_{16} 烷氧基、F、 C_6 至 C_{18} 芳基或 C_3 至 C_{25} 杂芳基;

[0019] 其中

[0020] Ar^1 的被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基或被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基是单取代或二取代的;并且

[0021] 其中

[0022] Ar^3 的被取代的 C_6 至 C_{24} 亚芳基或被取代的 C_2 至 C_{24} 亚杂芳基是单取代或二取代的。

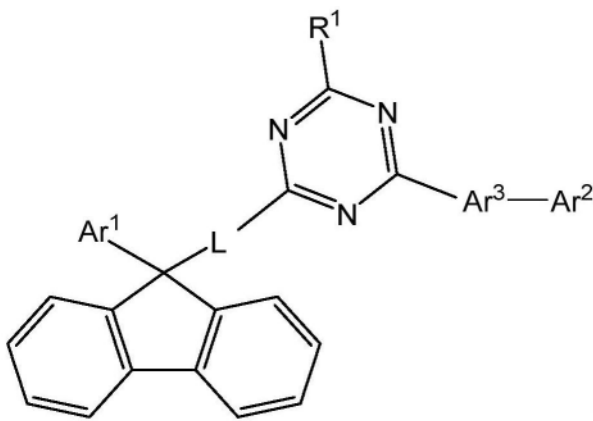
[0023] 根据另一实施方式,根据式1的化合物可以不含 C_1 至 C_{16} 烷氧基。

[0024] 根据另一实施方式,根据式1的化合物可以不含部分或全氟化的 C_1 至 C_{16} 烷基、部分或全氟化的 C_1 至 C_{16} 烷氧基和/或F。

[0025] 根据另一实施方式,根据式1的化合物可以不含 C_1 至 C_{16} 烷氧基、部分或全氟化的 C_1 至 C_{16} 烷基、部分或全氟化的 C_1 至 C_{16} 烷氧基和/或F。

[0026] 根据另一实施方式,根据式1的化合物可以定义为:

[0027]



[0028] 其中

[0029] R^1 选自 C_1 至 C_{16} 烷基基团,被取代或未被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基基团,或者被取代或未被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基基团,其中所述被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基基团和所述被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基基团的取代基选自 C_1 至 C_{16} 烷基、 C_6 至 C_{18} 芳基或 C_3 至 C_{25} 杂芳基;

[0030] L选自未被取代或被取代的 C_6 至 C_{24} 亚芳基基团,其中所述被取代的 C_6 至 C_{24} 亚芳基基团的取代基选自 C_1 至 C_{16} 烷基或 C_6 至 C_{12} 芳基;

[0031] Ar^1 选自被取代或未被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基,或者被取代或未被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基,其中所述被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基或被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基的取代基选自 C_1 至 C_{16} 烷基、 C_6 至 C_{18} 芳基或 C_3 至 C_{25} 杂芳基;

[0032] Ar^2 选自 $-C_6H_5CN$ 或含有N、O或S的 C_2 至 C_{24} 杂芳基;

[0033] Ar^3 选自被取代或未被取代的 C_6 至 C_{24} 亚芳基或者被取代或未被取代的 C_2 至 C_{24} 亚杂芳基,其中所述被取代的 C_6 至 C_{24} 亚芳基的取代基或所述被取代的 C_2 至 C_{24} 亚杂芳基的取代基选自 C_1 至 C_{16} 烷基、 C_6 至 C_{18} 芳基或 C_3 至 C_{25} 杂芳基;

[0034] 其中

[0035] Ar^1 的被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基或被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基是单取代或二取代的;并且

[0036] 其中

[0037] Ar^3 的被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基或被取代的 C_3 至 C_{24} 亚杂芳基是单取代或二取代的。

[0038] 所述 Ar^1 基团经由单键连接到所述式1化合物的茱基团。

[0039] 单取代或二取代的 Ar^1 在整个说明书中是指,对于单取代的 Ar^1 ,所述 Ar^1 基团包含一个另外的取代基,并且对于二取代的 Ar^1 ,所述 Ar^1 基团包含两个另外的取代基,可以独立地选择所述取代基。

[0040] 所述 Ar^2 基团经由单键连接到所述式1化合物的 Ar^3 基团。

[0041] 所述 Ar^2 基团可以选自 $-C_6H_5CN$ 或含有N、O或S的 C_2 至 C_{24} 杂芳基,优选含有N或O的 C_2 至 C_{24} 杂芳基,进一步优选含有O的 C_2 至 C_{24} 杂芳基。

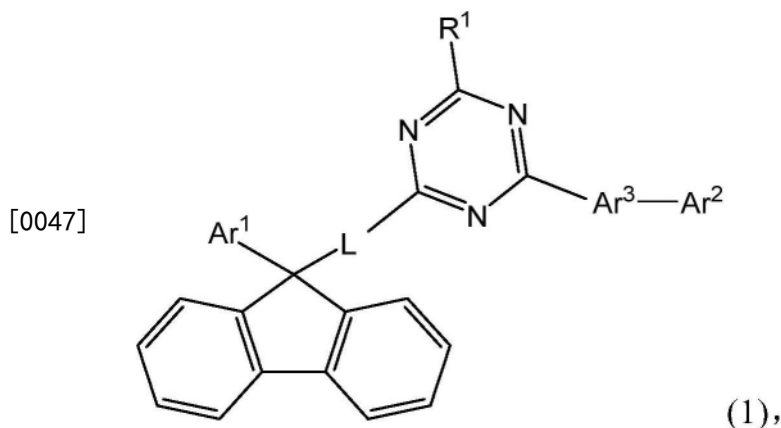
[0042] 所述 Ar^3 基团经由单键连接到所述式1化合物的三嗪基团。

[0043] 单取代或二取代的 Ar^3 在整个说明书中是指,对于单取代的 Ar^3 ,所述 Ar^3 基团包含一个另外的取代基,并且对于二取代的 Ar^3 ,所述 Ar^3 基团包含两个另外的取代基,可以独立地选择所述取代基。

[0044] 如果没有另外说明,则杂原子可以单独选自N、O、S、B、Si、P、Se,优选选自N、O和S,进一步优选选自N和O,另外优选杂原子是N。

[0045] 根据一个实施方式,由式1表示的化合物可以不含亚咪唑基基团。

[0046] 根据一个实施方式,可以进一步定义所述式1化合物



[0048] 其中

[0049] R^1 可以选自 C_1 至 C_{12} 烷基基团,被取代或未被取代的 C_6 至 C_{18} 芳基基团,或者被取代或未被取代的 C_2 至 C_{18} 杂芳基基团,其中

[0050] 所述被取代的 C_6 至 C_{18} 芳基基团和所述被取代的 C_2 至 C_{18} 杂芳基基团的取代基可以选自 C_1 至 C_{12} 烷基、 C_1 至 C_{12} 烷氧基、部分或全氟化的 C_1 至 C_{12} 烷基、部分或全氟化的 C_1 至 C_{12} 烷氧基、F、CN、 C_6 至 C_{18} 芳基或 C_3 至 C_{18} 杂芳基;

[0051] L可以选自未被取代或被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基基团,其中所述被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基基团的取代基选自 C_1 至 C_{12} 烷基或 C_6 至 C_{12} 芳基;

[0052] Ar^1 可以选自被取代或未被取代的 C_6 至 C_{18} 芳基或者被取代或未被取代的 C_3 至 C_{18} 杂芳基,其中

[0053] 所述被取代的 C_6 至 C_{18} 芳基和被取代或未被取代的 C_3 至 C_{24} 杂芳基的取代基选自 C_1 至 C_{12} 烷基、 C_1 至 C_{12} 烷氧基、部分或全氟化的 C_1 至 C_{12} 烷基、部分或全氟化的 C_1 至 C_{12} 烷氧基、F、 C_6 至 C_{18} 芳基、 C_3 至 C_{18} 杂芳基或CN;

[0054] Ar^2 可以选自 $-C_6H_5CN$ 或含有N、O或S的 C_2 至 C_{18} 杂芳基;

[0055] Ar^3 可以选自被取代或未被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基或者被取代或未被取代的 C_2 至 C_{18} 亚杂芳基,其中所述被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基的取代基或所述被取代的 C_2 至 C_{18} 亚杂芳基的取代基选自 C_1 至 C_{12} 烷基、 C_6 至 C_{18} 芳基或 C_3 至 C_{18} 杂芳基;

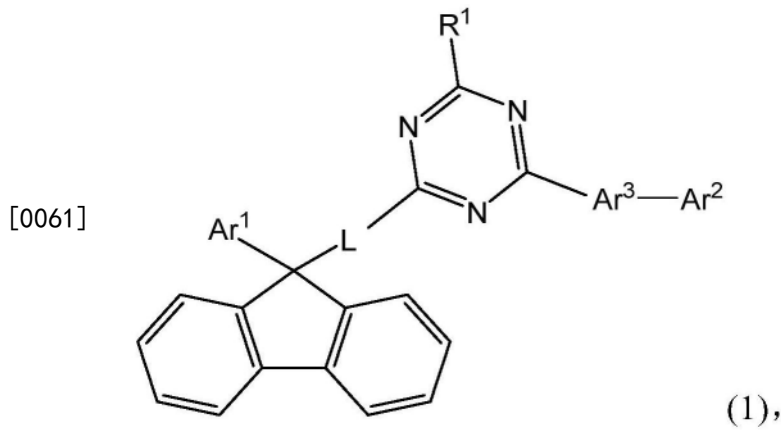
[0056] 其中

[0057] Ar^1 的被取代的 C_6 至 C_{18} 芳基或被取代的 C_3 至 C_{18} 杂芳基是单取代或二取代的;并且

[0058] 其中

[0059] Ar^3 的被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基或被取代的 C_2 至 C_{18} 亚杂芳基是单取代或二取代的。

[0060] 根据另一实施方式,可以进一步定义所述式1化合物



[0062] 其中

[0063] R¹可以选自被取代或未被取代的C₆至C₁₈芳基基团,或者被取代或未被取代的C₂至C₁₈杂芳基基团,其中

[0064] 所述被取代的C₆至C₁₈芳基基团和所述被取代的C₂至C₁₈杂芳基基团的取代基可以选自C₁至C₁₂烷基、C₆至C₁₈芳基或C₃至C₁₈杂芳基;

[0065] L可以选自未被取代或被取代的C₆至C₁₂亚芳基基团,其中

[0066] 所述被取代的C₆至C₁₂亚芳基基团的取代基选自C₁至C₁₂烷基或C₆至C₁₂芳基;

[0067] Ar¹可以选自被取代或未被取代的C₆至C₁₈芳基,其中

[0068] 所述被取代的C₆至C₁₈芳基的取代基选自C₁至C₁₂烷基、C₆至C₁₈芳基、C₃至C₁₈杂芳基或CN;

[0069] Ar²可以选自-C₆H₅CN或含有N、O或S的C₂至C₁₇杂芳基;

[0070] Ar³可以选自被取代或未被取代的C₆至C₁₈亚芳基,其中所述被取代的C₆至C₁₈亚芳基的取代基选自C₁至C₁₂烷基、C₆至C₁₈芳基或C₃至C₁₈杂芳基;

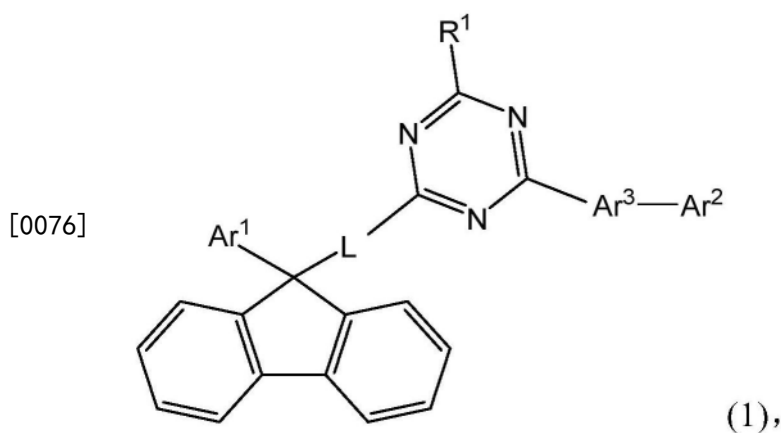
[0071] 其中

[0072] Ar¹的被取代的C₆至C₁₈芳基是单取代或二取代的;并且

[0073] 其中

[0074] Ar³的被取代的C₆至C₁₈亚芳基是单取代或二取代的。

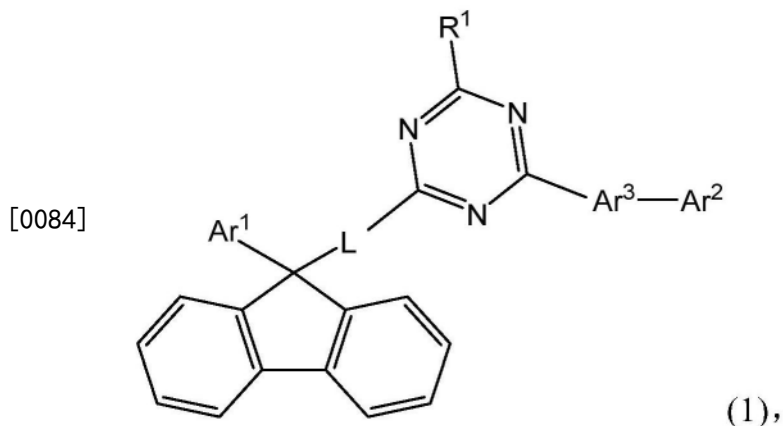
[0075] 根据另一实施方式,可以进一步定义所述式1化合物



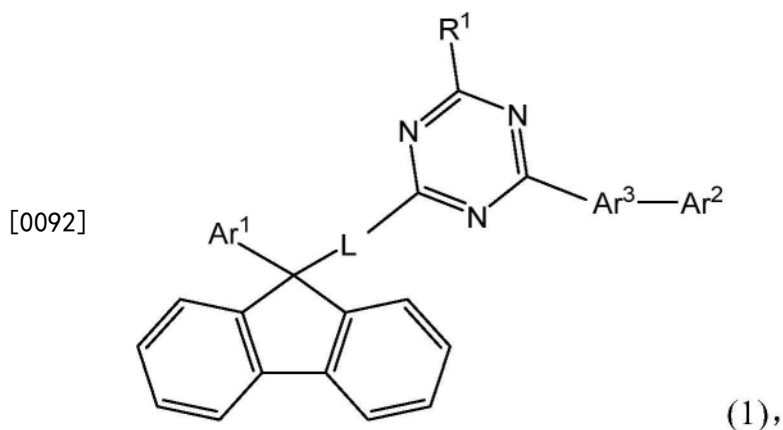
[0077] 其中

[0078] R¹可以选自包含苯基、联苯基、苄基、二苯并噻吩基或二苯并咪唑基的基团;

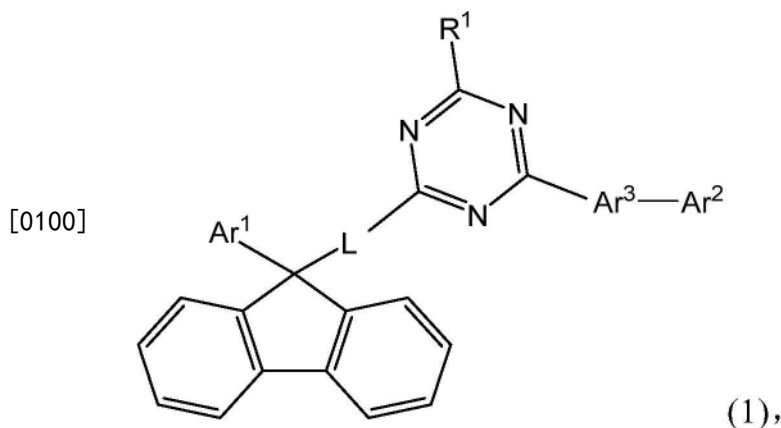
- [0079] L可以选自未被取代的C₆至C₁₂亚芳基基团；
 [0080] Ar¹可以选自未被取代的C₆至C₁₈芳基基团；
 [0081] Ar²可以选自-C₆H₅CN或含有N、O或S的C₂至C₁₇杂芳基；
 [0082] Ar³可以选自未被取代的C₆至C₁₈亚芳基。
 [0083] 根据另一实施方式,可以进一步定义所述式1化合物



- [0085] 其中
 [0086] R¹可以选自包含苯基、联苯基、二苯并噻吩基或二苯并呋喃基的基团；
 [0087] L可以选自亚苯基或亚联苯基；
 [0088] Ar¹可以选自苯基或联苯基；
 [0089] Ar²可以选自-C₆H₅CN或含有N、O或S的C₂至C₁₁杂芳基；
 [0090] Ar³可以选自亚苯基或亚联苯基。
 [0091] 根据另一实施方式,可以进一步定义所述式1化合物



- [0093] 其中
 [0094] R¹可以选自包含苯基的基团；
 [0095] L可以选自亚苯基；
 [0096] Ar¹可以选自苯基；
 [0097] Ar²可以选自-C₆H₅CN；
 [0098] Ar³可以选自亚苯基。
 [0099] 根据另一实施方式,可以进一步定义所述式1化合物



[0101] 其中

[0102] R^1 可以选自二苯并呋喃基；

[0103] L可以选自亚苯基；

[0104] Ar^1 可以选自苯基；

[0105] Ar^2 可以选自含有至少一个N的 C_2 至 C_{11} 杂芳基；

[0106] Ar^3 可以选自亚苯基。

[0107] 根据一个实施方式, R^1 可以选自被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基基团,或被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基基团,其中所述被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基基团和所述被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基基团的取代基选自 C_1 至 C_{16} 烷基、 C_6 至 C_{18} 芳基或 C_3 至 C_{25} 杂芳基。

[0108] 根据一个实施方式, R^1 可以选自 C_1 至 C_{16} 烷基基团,未被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基基团,或未被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基基团。

[0109] 根据一个实施方式, R^1 可以选自被取代的 C_6 至 C_{18} 芳基基团,或被取代的 C_2 至 C_{17} 杂芳基基团,其中所述被取代的 C_6 至 C_{18} 芳基基团和所述被取代的 C_2 至 C_{17} 杂芳基基团的取代基选自 C_1 至 C_{16} 烷基、 C_6 至 C_{18} 芳基或 C_3 至 C_{17} 杂芳基。

[0110] 根据一个实施方式, R^1 可以选自 C_1 至 C_{12} 烷基基团,未被取代的 C_6 至 C_{18} 芳基基团,或未被取代的 C_2 至 C_{17} 杂芳基基团。

[0111] 根据一个实施方式, R^1 可以选自被取代的 C_6 至 C_{12} 芳基基团,或被取代的 C_2 至 C_{11} 杂芳基基团,其中所述被取代的 C_6 至 C_{12} 芳基基团和所述被取代的 C_2 至 C_{11} 杂芳基基团的取代基选自 C_1 至 C_{12} 烷基、 C_6 至 C_{12} 芳基或 C_3 至 C_{11} 杂芳基。

[0112] 根据一个实施方式, R^1 可以选自 C_1 至 C_6 烷基基团,未被取代的 C_6 至 C_{12} 芳基基团,或未被取代的 C_2 至 C_{11} 杂芳基基团。

[0113] 根据一个实施方式, R^1 可以选自未被取代的 C_6 至 C_{12} 芳基基团,或未被取代的 C_2 至 C_{11} 杂芳基基团,优选二苯并呋喃基。

[0114] 根据一个实施方式, R^1 可以选自未被取代的 C_6 至 C_{12} 芳基基团,优选苯基基团。

[0115] 根据一个实施方式, L可以选自未被取代或被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基基团,其中所述被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基基团的取代基选自 C_1 至 C_{16} 烷基或 C_6 至 C_{12} 芳基。

[0116] 根据一个实施方式, L可以选自未被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基基团。

[0117] 根据一个实施方式, L可以选自被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基基团,其中所述被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基基团的取代基选自 C_1 至 C_{16} 烷基或 C_6 至 C_{12} 芳基。

[0118] 根据一个实施方式, L可以选自未被取代的 C_6 至 C_{12} 亚芳基基团。

- [0119] 根据一个实施方式,L可以选自被取代的C₆至C₁₂亚芳基基团,其中所述被取代的C₆至C₁₂亚芳基基团的取代基选自C₆至C₁₂芳基。
- [0120] 根据一个实施方式,L可以选自亚苯基或亚联苯基,优选亚苯基。
- [0121] 根据一个实施方式,L可以选自被取代的亚苯基或亚联苯基,优选亚苯基,其中所述被取代的亚苯基或亚联苯基的取代基选自C₁至C₃烷基或C₆至C₁₂芳基。
- [0122] 根据一个实施方式,Ar¹可以选自被取代的C₆至C₂₄芳基基团,或被取代的C₂至C₂₄杂芳基基团,其中所述被取代的C₆至C₂₄芳基基团和所述被取代的C₂至C₂₄杂芳基基团的取代基选自C₁至C₁₆烷基、C₆至C₁₈芳基或C₃至C₂₅杂芳基。
- [0123] 根据一个实施方式,Ar¹可以选自未被取代的C₆至C₂₄芳基基团,或未被取代的C₂至C₂₄杂芳基基团。
- [0124] 根据一个实施方式,Ar¹可以选自被取代的C₆至C₁₈芳基基团,或被取代的C₂至C₁₇杂芳基基团,其中所述被取代的C₆至C₁₈芳基基团和所述被取代的C₂至C₁₇杂芳基基团的取代基选自C₁至C₁₆烷基、C₆至C₁₈芳基或C₃至C₁₇杂芳基。
- [0125] 根据一个实施方式,Ar¹可以选自未被取代的C₆至C₁₈芳基基团,或未被取代的C₂至C₁₇杂芳基基团。
- [0126] 根据一个实施方式,Ar¹可以选自被取代的C₆至C₁₂芳基基团,或被取代的C₂至C₁₁杂芳基基团,其中所述被取代的C₆至C₁₂芳基基团和所述被取代的C₂至C₁₁杂芳基基团的取代基选自C₁至C₁₂烷基、C₆至C₁₂芳基或C₃至C₁₁杂芳基。
- [0127] 根据一个实施方式,Ar¹可以选自未被取代的C₆至C₁₂芳基基团,或未被取代的C₂至C₁₁杂芳基基团。
- [0128] 根据一个实施方式,Ar¹可以选自未被取代的C₆至C₁₂芳基基团,或未被取代的C₂至C₁₁杂芳基基团,优选苯基或联苯基基团。
- [0129] 根据一个实施方式,Ar¹可以选自苯基基团。
- [0130] 根据一个实施方式,Ar²可以选自-C₆H₅CN或含有N、O或S的C₂至C₂₃杂芳基。
- [0131] 当Ar²选自此基团时,可以实现特别良好的性能。
- [0132] 不受理论束缚,包含-C₆H₅CN或含有N、O或S的C₂至C₂₃杂芳基的基团可对式1化合物赋予高于0.6德拜的偶极矩。
- [0133] 据信,高的偶极矩可改善式1化合物与掺杂剂材料(如果存在掺杂剂材料的话)之间的相互作用。特别地,如果掺杂剂材料选自金属卤化物和/或金属络合物,则可以获得改善的性能。
- [0134] 根据一个实施方式,Ar²可以选自-C₆H₅CN或含有N、O或S,优选N的C₂至C₁₇杂芳基。
- [0135] 根据一个实施方式,Ar²可以选自-C₆H₅CN或含有N、O或S,优选N的C₂至C₁₁杂芳基。
- [0136] 根据一个实施方式,Ar²可以选自-C₆H₅CN。
- [0137] 根据一个实施方式,Ar²可以选自含有N的C₂至C₁₁杂芳基。
- [0138] 根据式1的一个实施方式,其中排除包含三嗪基、咪唑基和/或吡啶并咪唑基基团的Ar²。
- [0139] 根据式1的一个实施方式,其中排除包含三嗪基基团的Ar²。
- [0140] 根据式1的一个实施方式,其中排除包含咪唑基基团的Ar²。
- [0141] 根据式1的一个实施方式,其中排除包含吡啶并咪唑基基团的Ar²。

[0142] 根据式1的一个实施方式,其中 Ar^2 可选自 $-C_6H_5CN$ 、吡啶基、嘧啶基、喹啉基、苯并咪唑基、苯并噻唑基、苯并噁唑基、二苯并呋喃基或二苯并噻吩基。

[0143] 当 Ar^2 选自这些基团时,可获得特别良好的性能。

[0144] 根据一个实施方式, Ar^3 可以选自被取代的 C_6 至 C_{24} 亚芳基基团,或被取代的 C_2 至 C_{24} 亚杂芳基基团,其中所述被取代的 C_6 至 C_{24} 亚芳基基团和所述被取代的 C_2 至 C_{24} 亚杂芳基基团的取代基选自 C_1 至 C_{16} 烷基、 C_6 至 C_{18} 亚芳基或 C_3 至 C_{25} 亚杂芳基。

[0145] 根据一个实施方式, Ar^3 可以选自未被取代的 C_6 至 C_{24} 亚芳基基团,或未被取代的 C_2 至 C_{24} 亚杂芳基基团。

[0146] 根据一个实施方式, Ar^3 可以选自被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基基团,或被取代的 C_2 至 C_{17} 亚杂芳基基团,其中所述被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基基团和所述被取代的 C_2 至 C_{17} 亚杂芳基基团的取代基选自 C_1 至 C_{16} 烷基、 C_6 至 C_{18} 亚芳基或 C_3 至 C_{17} 亚杂芳基。

[0147] 根据一个实施方式, Ar^3 可以选自未被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基基团,或未被取代的 C_2 至 C_{17} 亚杂芳基基团。

[0148] 根据一个实施方式, Ar^3 可以选自被取代的 C_6 至 C_{12} 亚芳基基团,或被取代的 C_2 至 C_{11} 亚杂芳基基团,其中所述被取代的 C_6 至 C_{12} 亚芳基基团和所述被取代的 C_2 至 C_{11} 亚杂芳基基团的取代基选自 C_1 至 C_{12} 烷基、 C_6 至 C_{12} 亚芳基或 C_3 至 C_{11} 亚杂芳基。

[0149] 根据一个实施方式, Ar^3 可以选自未被取代的 C_6 至 C_{12} 亚芳基基团,或未被取代的 C_2 至 C_{11} 亚杂芳基基团。

[0150] 根据一个实施方式, Ar^3 可以选自未被取代的 C_6 至 C_{12} 亚芳基基团,或未被取代的 C_2 至 C_{11} 亚杂芳基基团,优选亚苯基或亚联苯基基团。

[0151] 根据一个实施方式, Ar^3 可以选自亚苯基基团。

[0152] 根据一个实施方式, Ar^1 的被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基或被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基可以是单取代的。

[0153] 根据一个实施方式, Ar^3 的被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基或被取代的 C_3 至 C_{24} 亚杂芳基可以是单取代的。

[0154] 根据一个实施方式, Ar^1 的被取代的 C_6 至 C_{24} 芳基或被取代的 C_2 至 C_{24} 杂芳基可以是二取代的。

[0155] 根据一个实施方式, Ar^3 的被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基或被取代的 C_3 至 C_{24} 亚杂芳基可以是二取代的。

[0156] 根据另一实施方式,式1可包含至少约5个至约16个 C_6 芳基环。

[0157] 根据另一实施方式,式1可包含至少约5个至约16个 C_6 芳基环和至少约1个至约5个六元杂芳基环,其中杂原子可以独立地选自N、O、S,优选N。

[0158] 根据一个方面,所述式1化合物可以用作掺杂剂材料的基质材料。

[0159] 根据一个方面,层材料可以是有机半导体层,所述有机半导体层用于有机电子器件。例如,所述有机电子器件可以是OLED或其类似物。

[0160] 由式1表示的化合物和由式1化合物组成或包含式1化合物的有机半导体层可以是不发光的。

[0161] 在本说明书的上下文中,术语“基本上不发光”或“不发光”是指,相对于来自器件的可见发光光谱,化合物或层对该可见发光光谱的贡献小于10%,优选小于5%。可见发光

光谱是波长为约 $\geq 380\text{nm}$ 至约 $\leq 780\text{nm}$ 的发光光谱。

[0162] 优选地,包含式1化合物的有机半导体层基本上不发光或不发光。

[0163] 术语“不含”、“不含有”、“不包含”不排除在沉积之前可能存在于化合物中的杂质。杂质对于本发明所实现的目的没有技术效果。

[0164] 工作电压,也称为U,是在10毫安/平方厘米(mA/cm^2)下以伏特(V)计量的。

[0165] 坎德拉/安培效率,也称为cd/A效率,是在10毫安/平方厘米(mA/cm^2)下以坎德拉/安培计量的。

[0166] 外量子效率,也称为EQE,是以百分比(%)计量的。

[0167] 通过坐标CIE-x和CIE-y(国际照明委员会1931)描述颜色空间。对于蓝光发光,CIE-y特别重要。较小的CIE-y表示较深的蓝色。

[0168] 最高占用分子轨道(也称为HOMO)和最低未占分子轨道(也称为LUMO)是以电子伏特(eV)计算的。

[0169] 通过循环伏安法测量还原电位,以伏特(V)计。

[0170] 术语“OLED”、“有机发光二极管”、“有机发光器件”、“有机光电子器件”和“有机发光二极管”同时使用并具有相同的含义。

[0171] 术语“过渡金属”是指并包括元素周期表的d区中的任何元素,其包括周期表上的第3至12族元素。

[0172] 术语“第III至VI族金属”是指并包括元素周期表第III至VI族中的任何金属。

[0173] 如本文所用,“重量百分比”、“重量%”、“以重量计的百分比”“以重量计的%”及其变体是指将组成、组分、物质或试剂表示为相应电子传输层的组成、组分、物质或试剂的重量除以其组成的总重量并乘以100。应理解,选择相应电子传输层的所有组分、物质或试剂的总重量百分比量,使得它不超过100重量%。

[0174] 如本文所用,“体积百分比”、“体积%”、“以体积计的百分比”、“以体积计的%”及其变体是指将元素金属、组成、组分、物质或试剂表示为相应电子传输层的该元素金属、组分、物质或试剂的体积除以其相应电子传输层的总体积并乘以100。应理解,选择相应阴极层的所有元素金属、组分、物质或试剂的总体积百分比量,使得它不超过100体积%。

[0175] 本文假设所有数值均由术语“约”修饰,无论是否明确指出都情况如此。如本文所用,术语“约”是指可能发生的数量变化。

[0176] 无论是否由术语“约”修饰,权利要求都包括该数量的等同物。

[0177] 应当注意,除非内容另有明确说明,否则如在本说明书和权利要求中所用的单数形式“一个”、“一种”、“该”和“所述”包括复数个/种所指物。

[0178] 应当注意,如果没有另外定义,否则如在本说明书和权利要求中所用的“*”表示化学键合位置。

[0179] 阳极和阴极可描述为阳极/阴极或阳极电极/阴极电极或阳极层/阴极层。

[0180] 根据另一方面,有机光电子器件包括彼此面对的阳极层和阴极层,以及在阳极层与阴极层之间的至少一个有机半导体层,其中所述有机半导体层包含式1化合物或由式1化合物组成。

[0181] 根据又一方面,提供了一种包括所述有机电子器件的显示装置,所述有机电子器件可以是有机光电子器件。

[0182] 在本说明书中,当没有另外提供定义时,“烷基基团”可以指脂族烃基团。所述烷基基团可以指不具有任何双键或三键的“饱和烷基基团”。所述烷基基团可以是直链、环状或支链的烷基基团。

[0183] 烷基基团可以是 C_1 至 C_{16} 烷基基团,或优选 C_1 至 C_{12} 烷基基团。更具体地,烷基基团可以是 C_1 至 C_{14} 烷基基团,或优选 C_1 至 C_{10} 烷基基团或 C_1 至 C_6 烷基基团。例如, C_1 至 C_4 烷基基团在烷基链中包含1至4个碳,并且可选自甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基和叔丁基。

[0184] 烷基基团的具体实例可以是甲基基团、乙基基团、丙基基团、异丙基基团、丁基基团、异丁基基团、叔丁基基团、戊基基团、己基基团、环丙基基团、环丁基基团、环戊基基团、环己基基团等。

[0185] 在本说明书中, R^2 可以独立地选自H、 C_1 至 C_{16} 支链或直链烷基、 C_6 至 C_{18} 芳基和 C_3 至 C_{25} 杂芳基,优选 R^2 是 C_1 至 C_6 烷基或 C_6 至 C_{12} 芳基。

[0186] 在本说明书中,当没有另外提供定义时, R^2 可以独立地选自H、 C_1 至 C_{16} 烷基、 C_6 至 C_{18} 芳基。

[0187] 在本说明书中,“亚芳基基团”可以指包含至少一个烃芳族部分的基团,并且所述烃芳族部分的所有元素可具有形成共轭的p轨道,亚芳基基团例如是苯基基团、萘基基团、蒽基基团、菲基基团、芘基基团、苝基基团等。

[0188] 亚芳基/芳基基团可包括单环、多环或稠环多环(即共用相邻碳原子对的环)官能团。

[0189] 术语“亚杂芳基”/“杂芳基”可以指具有至少一个杂原子的芳族杂环,并且烃杂芳族部分的所有元素可具有形成共轭的p轨道。杂原子可选自N、O、S、B、Si、P、Se,优选选自N、O和S。

[0190] 亚杂芳基/杂芳基环可包含至少1个至3个杂原子。优选地亚杂芳基/杂芳基环可包含至少1个至3个单独选自N、S和/或O的杂原子。

[0191] 另外优选的是除了式1的三嗪基团之外,至少一个另外的杂芳基/亚杂芳基环可包含至少1个至3个N原子,或至少1个至2个N原子或至少1个N原子。

[0192] 根据一个实施方式,除了式1的三嗪基团之外,式1化合物可包含一个或两个N原子,优选一个N原子。

[0193] 根据一个实施方式,除了式1的三嗪基团之外,式1化合物可包含一个或两个N原子,优选一个N原子;和至少一个或两个O原子,优选一个O原子。

[0194] 如本文所用的术语“亚杂芳基”/“杂芳基”应涵盖二苯并呋喃、二苯并噻吩、吡啶、喹啉、喹唑啉、嘧啶、三嗪、苯并咪唑、苯并噻唑、苯并噁唑、苯并[4,5]噻吩并[3,2-d]嘧啶、咕吨、吩噻嗪、苯并吡啶、二苯并吡啶等。

[0195] 在本说明书中,单键是指直连键。

[0196] 根据另一优选的实施方式,根据式1的化合物可包含:

[0197] -至少7个至25个芳族环,优选至少8个至22个芳族环,进一步优选至少9个至20个芳族环,另外优选至少10个至15个芳族环并且更优选至少10个至14个芳族环;其中

[0198] -至少2个至5个、优选3个至4个或2个至3个是杂芳族环。

- [0199] 根据一个实施方式,根据式1的化合物:
- [0200] -包含至少约8个至约20个芳族环,优选至少约9个至约18个芳族环,进一步优选至少约10个至约16个芳族环,另外优选至少约11个至约15个芳族环并且更优选至少约10个至约14个芳族环;和/或
- [0201] -式1化合物包含至少约2个至约6个、优选约3个至约5个或约2个至约4个杂芳族环,其中杂原子可以选自N、O、S;和/或
- [0202] -包含至少一个苧环和至少一个杂苧环,其中
- [0203] 杂原子可以选自N、O、S;和/或
- [0204] -包含至少一个三嗪环,优选至少两个三嗪环。
- [0205] 根据一个优选的实施方式,根据式1的化合物可包含至少约8个至约20个芳族环,优选至少约9个至18个芳族环,进一步优选至少10个至约16个芳族环,另外优选至少8个至15个芳族环并且更优选至少约10个至约14个芳族环,
- [0206] 其中至少一个芳族环是未被取代的五元环并且至少一个芳族环是五元杂环。
- [0207] 根据一个优选的实施方式,根据式1的化合物可包含至少约8个至约20个芳族环,优选至少约9个至18个芳族环,进一步优选至少10个至约16个芳族环,另外优选至少8个至15个芳族环并且更优选至少约10个至约14个芳族环,
- [0208] 其中至少一个芳族环是未被取代的五元环并且至少一个芳族环是五元杂环。
- [0209] 根据另一个优选的实施方式,式1化合物包含至少2个至7个、优选2个至5个、或2个至3个杂芳族环。
- [0210] 根据另一个优选的实施方式,式1化合物包含至少2个至7个、优选2个至5个、或2个至3个杂芳族环,其中至少一个杂芳族环是五元杂芳族环。
- [0211] 根据另一个优选的实施方式,式1化合物包含至少3个至7个、优选3个至6个或3个至5个杂芳族环,其中至少两个杂芳族环是五元杂芳族环。
- [0212] 根据一个实施方式,根据式1的化合物可包含至少6个至12个非杂芳族环和2个至3个杂芳族环。
- [0213] 根据一个优选的实施方式,根据式1的化合物可包含至少7个至12个非杂芳族环和2个至5个杂芳族环。
- [0214] 根据一个优选的实施方式,根据式1的化合物可包含至少7个至11个非杂芳族环和2个至3个杂芳族环。
- [0215] 术语“C₆亚芳基/芳基环”是指单个C₆亚芳基/芳基环和形成稠环体系的C₆亚芳基/芳基环。例如,萘基团将被计为两个C₆亚芳基/芳基环。
- [0216] 根据另一实施方式,式1化合物的玻璃化转变温度T_g可以是约≥100℃且约≤380℃,优选约≥105℃且约≤350℃,进一步优选约≥110℃且约≤320℃,另外优选约≥115℃且约≤200℃并且此外优选约≥125℃且约≤180℃。
- [0217] 根据另一实施方式,式1化合物的玻璃化转变温度T_g可以是约≥120℃且约≤150℃。
- [0218] 玻璃化转变温度是在氮气下并在Mettler Toledo DSC 822e差示扫描量热计中使用10K/分钟的加热速率测量的,如2010年3月公布的DIN EN ISO 11357中所述的。
- [0219] 室温,也称为环境温度,为23℃。

[0220] 令人惊讶的是,发现式1化合物和本发明的有机电子器件通过优于本领域已知的有机电致发光器件和化合物来解决构成本发明基础的问题,特别是在cd/A效率(也称为电流效率)和寿命方面更是情况如此。同时,工作电压保持在类似或甚至改进的水平,这对于降低例如移动显示装置的功耗和延长电池寿命是重要的。高cd/A效率对于高效率是重要的,从而增加了移动装置(例如移动显示装置)的电池寿命。长寿命对于装置的耐久性很重要。

[0221] 本发明人惊奇地发现,当使用所述有机电致发光器件作为荧光蓝光器件时,可以实现特别良好的性能。

[0222] 发现本文提及为优选的特定布置是特别有利的。

[0223] 同样地,令人惊讶地发现,属于本发明最宽泛定义范围内的一些化合物在所提及的cd/A效率和寿命特性方面表现特别好。这些化合物在本文中讨论为特别优选的。

[0224] 此外,可以实现具有高效率和/或长寿命的有机光电子器件。

[0225] 根据式1化合物的一个实施方式,其中Ar²可包含至少一个包含至少一个N或至少一个CN取代基的杂芳基/亚杂芳基;另外优选Ar¹和Ar³可不含杂原子并且Ar²可包含至少一个包含至少一个N和/或至少一个CN取代基的杂芳基/亚杂芳基。

[0226] 缩写“杂芳基/亚杂芳基”代表杂芳基或亚杂芳基。

[0227] 根据式1化合物的一个实施方式,其中Ar²可具有电子受体特性。

[0228] “电子受体特性”应理解为是指如下的化学实体,该化学实体接受从另一种化合物或化合物的另一原子团转移到其上的电子。也参见International Union of Pure and Applied Chemistry(国际纯粹与应用化学联合会),Compendium of Chemical Technology(化学技术纲要),Gold Book(金皮书),第2.3.2版,19.2012年8月,第477页。

[0229] 特别是,如果使用式1化合物作为电子传输或电子注入材料,则当Ar²具有电子受体特性时,可以实现特别良好的性能。

[0230] 根据式1化合物的一个实施方式,其中式1化合物的偶极矩>0.6德拜且≤10德拜;并且其中所计算的HOMO比-5.4eV更负。

[0231] 根据式1化合物的一个实施方式,其中式1化合物的偶极矩>0.6德拜且≤10德拜;并且其中所计算的HOMO比-5.4eV更负且没有-8eV这么负。

[0232] 优选地,式1化合物的偶极矩>1德拜且≤10德拜,甚至更优选>2德拜且≤10德拜,此外优选>3德拜且≤10德拜。优选地,所计算的HOMO比-5.6eV更负,甚至更优选比-5.8eV更负。

[0233] 含有N原子的分子的偶极矩 $|\vec{\mu}|$ 由下式给出:

$$[0234] \quad \vec{\mu} = \sum_i^N q_i \vec{r}_i$$

$$[0235] \quad |\vec{\mu}| = \sqrt{\mu_x^2 + \mu_y^2 + \mu_z^2}$$

[0236] 其中 q_i 和 \vec{r}_i 是分子中的原子i的部分电荷和位置。

[0237] 由半经验分子轨道方法确定偶极矩。

[0238] 通过应用如在程序包TURBOMOLE V6.5(TURBOMOLE GmbH,Litzenhardtstrasse

19,76135 Karlsruhe, Germany) 中实施的杂化泛函B3LYP与6-31G*基组来优化分子结构的几何结构。如果多于一种构象是可行的,则选择具有最低总能量的构象以确定分子的键长。

[0239] 当偶极矩在该范围内选择时,可以获得特别良好的性能,特别是当与掺杂剂材料一起使用时更是如此。

[0240] 利用程序包TURBOMOLE V6.5来计算HOMO。通过应用杂化泛函B3LYP与6-31G*基组来确定分子结构的优化几何结构和HOMO能级。如果多于一种构象是可行的,则选择具有最低总能量的构象。

[0241] 具有该范围内的HOMO的化合物通常具有电子受体特性。当HOMO在该范围内选择时,特别是当式1化合物用作电子传输和/或电子注入层中的基质化合物时,可以获得特别良好的性能。

[0242] 根据式1化合物的一个实施方式,其中

[0243] R^1 选自 C_1 至 C_{12} 烷基基团或未被取代的 C_6 至 C_{12} 芳基基团,优选未被取代的 C_6 至 C_{12} 芳基基团,进一步优选未被取代的 C_6 亚芳基基团;

[0244] L 选自未被取代的 C_6 至 C_{12} 亚芳基基团,优选未被取代的 C_6 亚芳基基团;

[0245] Ar^1 选自未被取代的 C_6 至 C_{18} 芳基,优选未被取代的 C_6 至 C_{12} 芳基基团,进一步优选未被取代的苯基基团;

[0246] Ar^3 选自未被取代的 C_6 至 C_{18} 亚芳基,优选未被取代的 C_6 至 C_{12} 亚芳基基团,进一步优选未被取代的亚苯基基团;并且

[0247] Ar^2 选自 $-C_6H_5CN$ 或含N的 C_2 至 C_{24} 杂芳基,优选 $-C_6H_5CN$ 。

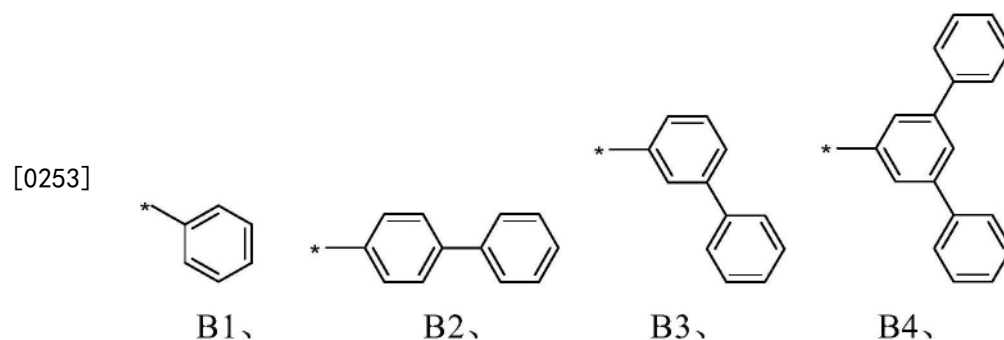
[0248] 根据式1化合物的一个实施方式,

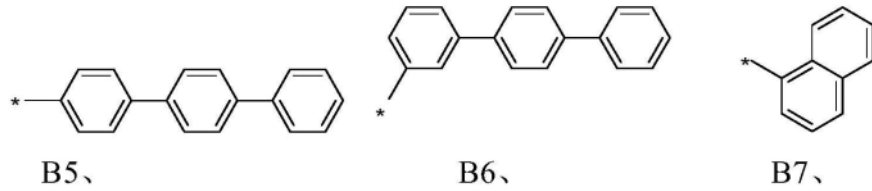
[0249] 其中

[0250] R^1 独立地选自B1至B16、B17至B20和B21至B25,优选选自苯基、联苯基、三联苯基、萘基、菲基、蒽基;

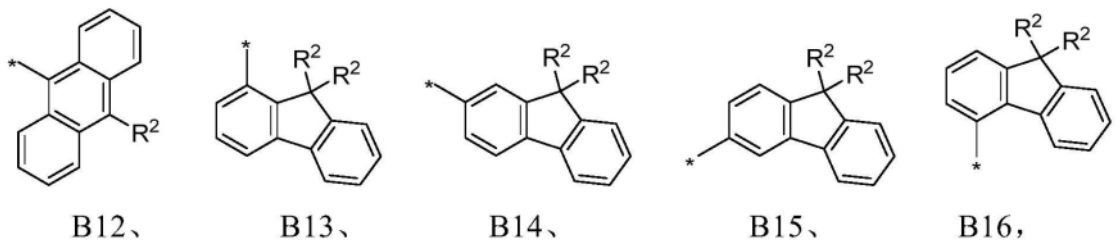
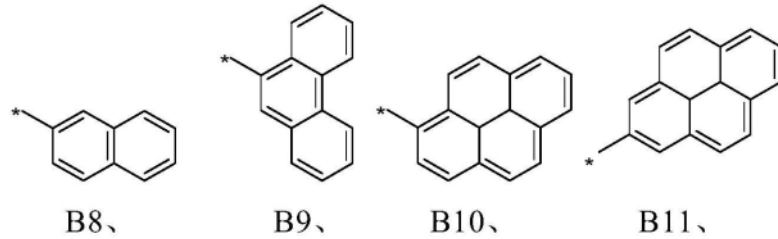
[0251] R^2 独立地选自H、 C_1 至 C_{16} 烷基、 C_6 至 C_{18} 芳基和 C_3 至 C_{25} 杂芳基,优选 R^2 是 C_1 至 C_6 烷基或 C_6 至 C_{12} 芳基;

[0252] 其中B1至B11是未被取代的芳基基团并且B12至B16是被取代的芳基基团:

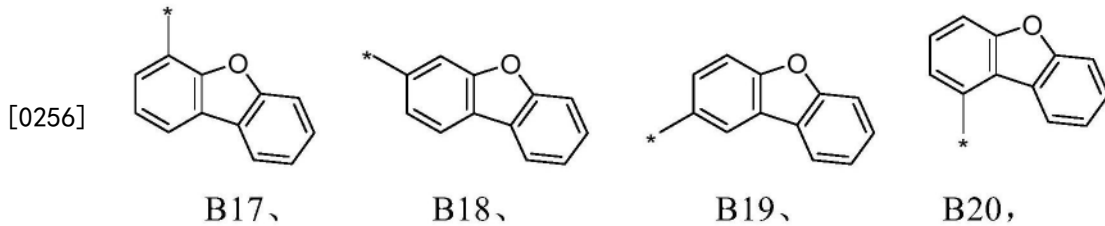




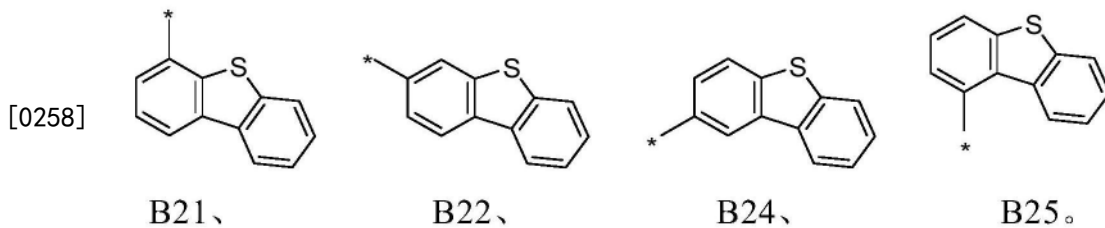
[0254]



[0255] 其中B17至B20是未被取代的二苯并呋喃基基团：



[0257] 其中B21至B25是未被取代的二苯并噻吩基基团：



[0259] 根据式1化合物的一个实施方式,其中

[0260] R^1 独立地选自B1至B6。

[0261] 根据式1化合物的一个实施方式,其中

[0262] R^1 独立地选自B7至B12。

[0263] 根据式1化合物的一个实施方式,其中

[0264] R^1 独立地选自B13至B16。

[0265] 根据式1化合物的一个实施方式,其中

[0266] R^1 独立地选自B17至B20。

[0267] 根据式1化合物的一个实施方式,其中

[0268] R^1 独立地选自B21至B25。

[0269] 根据式1化合物的一个实施方式,其中Ar¹独立地选自B1至B25,优选选自苯基、联苯基、三联苯基、萘基,进一步更优选选自苯基。

[0270] 根据式1化合物的一个实施方式,其中

[0271] Ar¹独立地选自B1至B6。

[0272] 根据式1化合物的一个实施方式,其中

[0273] Ar¹独立地选自B7至B12。

[0274] 根据式1化合物的一个实施方式,其中

[0275] Ar¹独立地选自B13至B16。

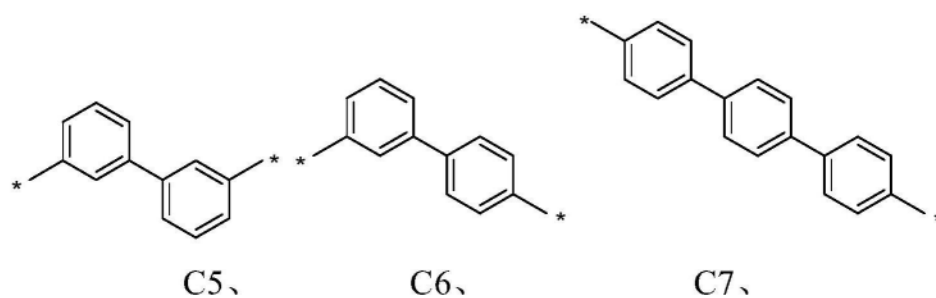
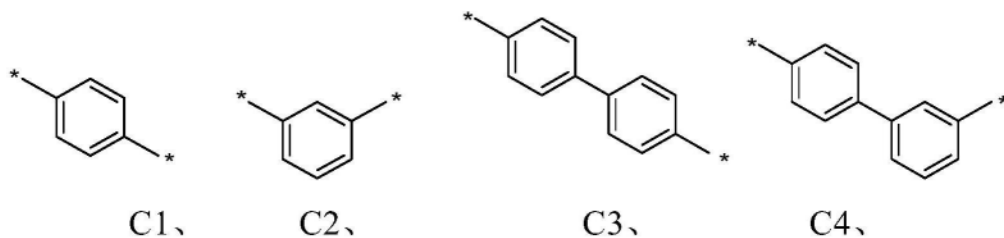
[0276] 根据式1化合物的一个实施方式,其中

[0277] Ar¹独立地选自B17至B20。

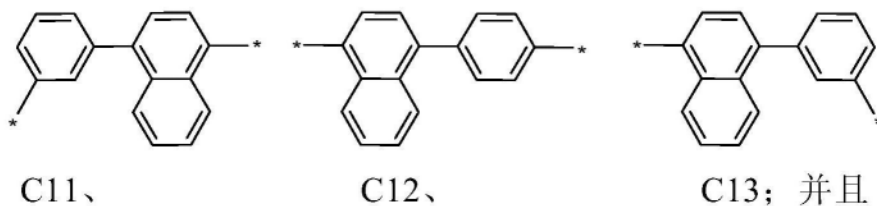
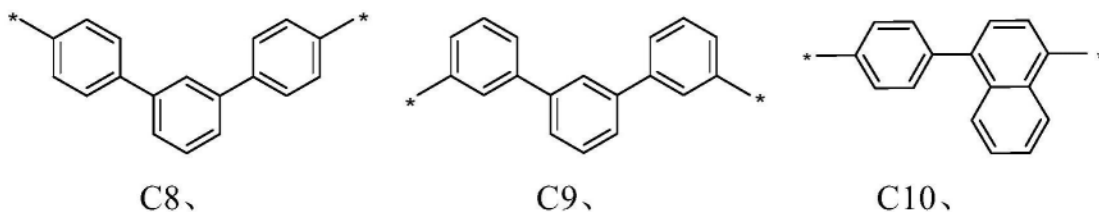
[0278] 根据式1化合物的一个实施方式,其中

[0279] Ar¹独立地选自B21至B25。

[0280] 根据式1化合物的一个实施方式,Ar³选自C1至C13:



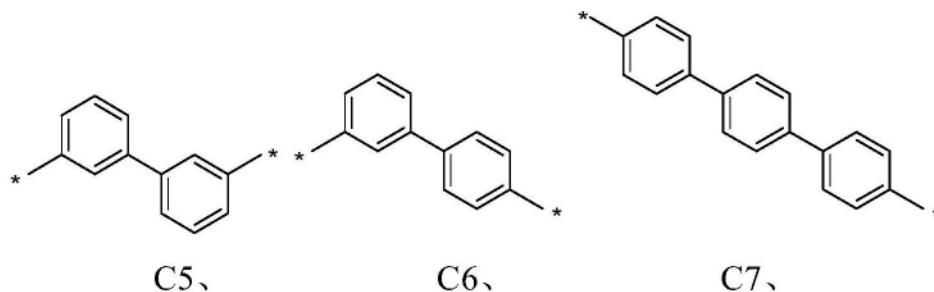
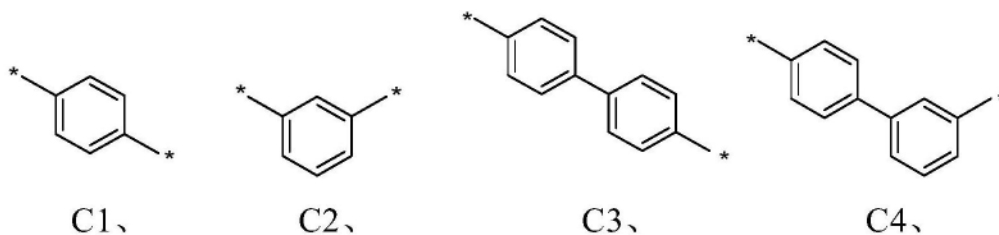
[0281]



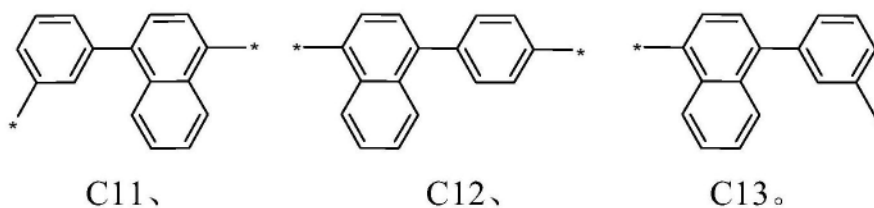
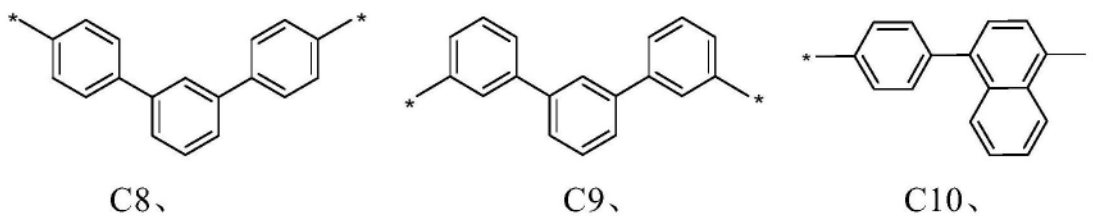
[0282] 优选Ar³选自C1至C9,并且更优选Ar³选自C2、C4至C6和C8至C9。

[0283] 根据式1化合物的一个实施方式,L可以选自C1至C13:

[0284]



[0285]

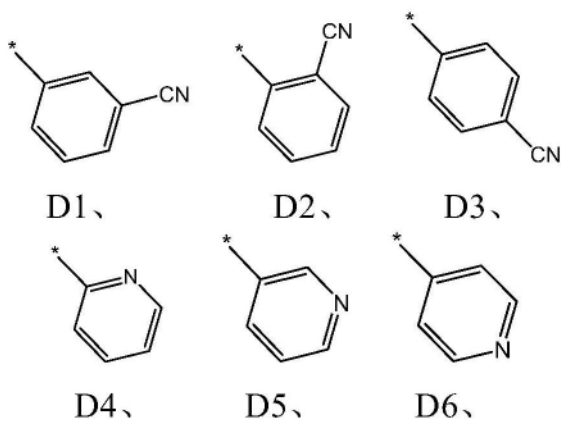


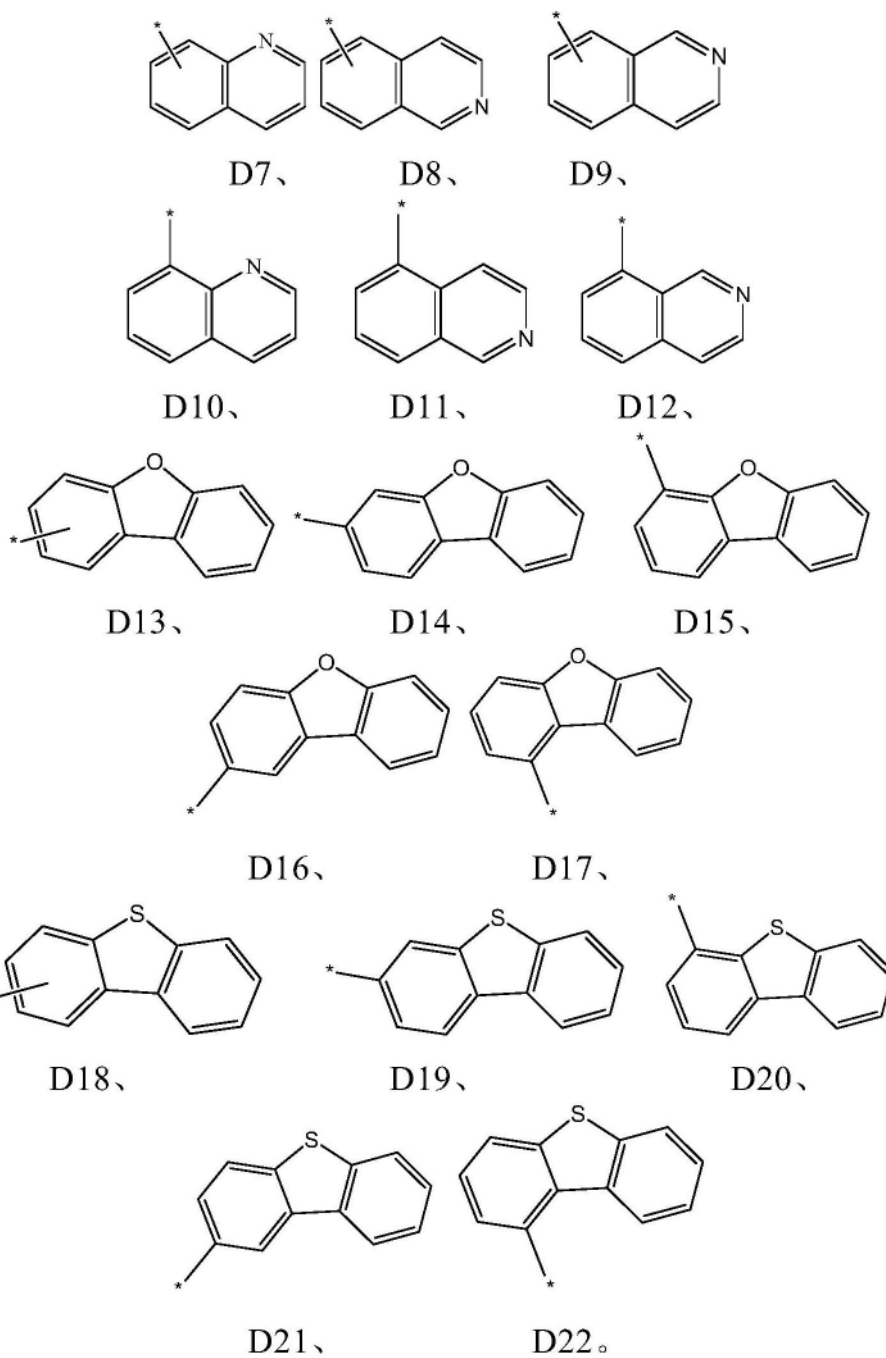
[0286] 根据式1化合物的一个实施方式,其中L选自C1至C13,优选L选自C1至C9,更优选L选自C2、C4至C6和C8至C9,最优选L选自C2。

[0287] 根据式1化合物的一个实施方式,其中L选自C2和C4至C6,优选C2和C5。

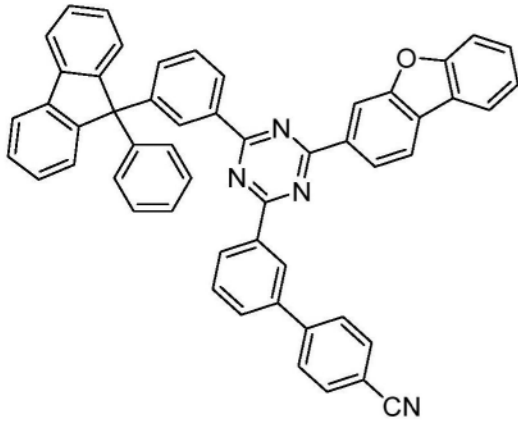
[0288] 根据一个实施方式,其中式1化合物的Ar²可选自D1至D22:

[0289]

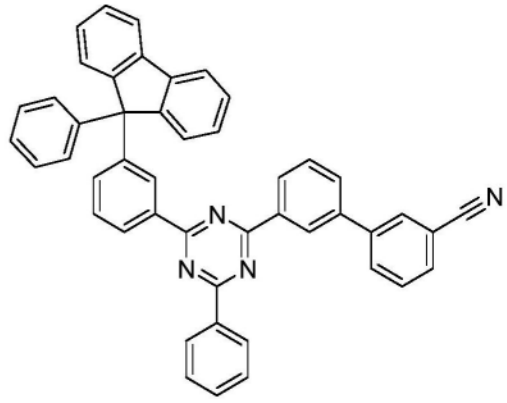




[0291] 根据一个实施方式,其中式1化合物可选自F1至F11:

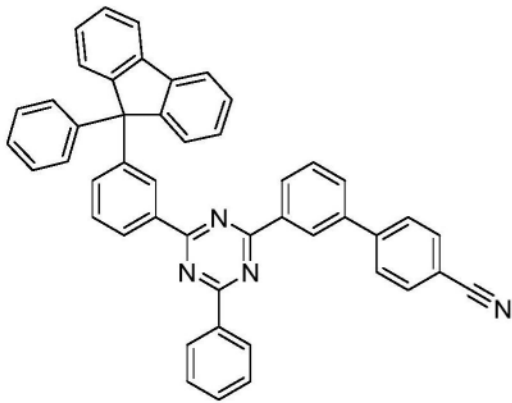


F1、

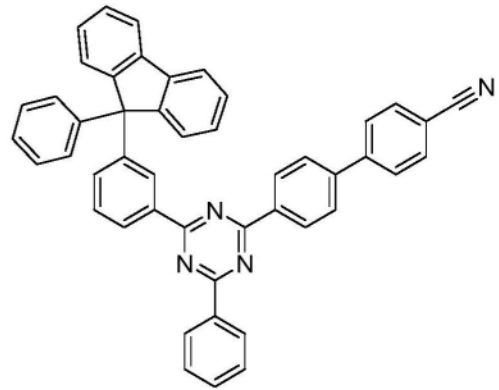


F2、

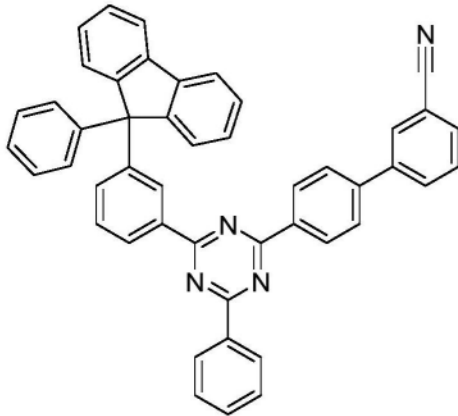
[0292]



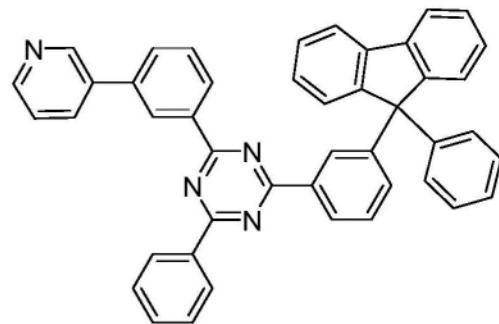
F3、



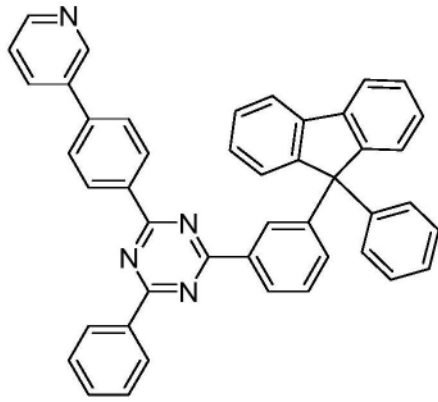
F4、



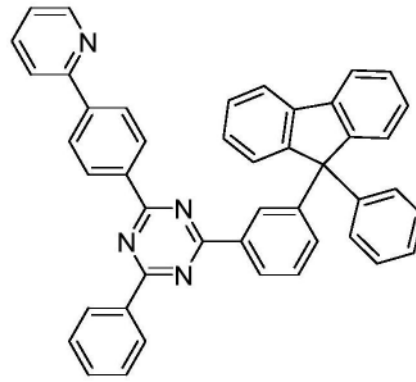
F5、



F6、

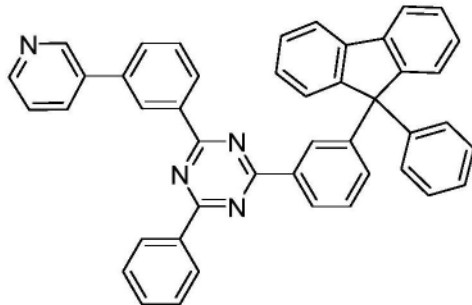


F7、

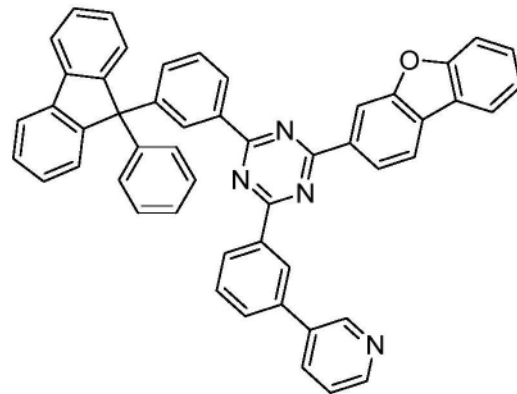


F8、

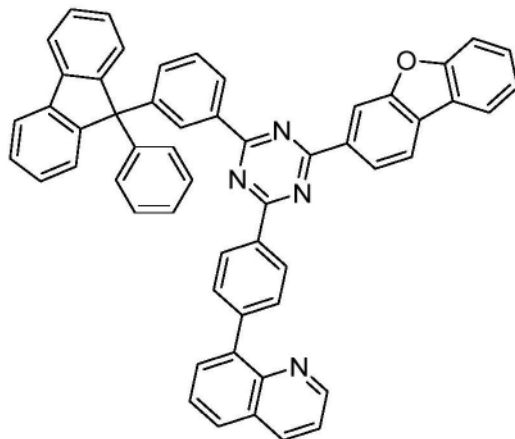
[0293]



F9、



F10、



F11。

[0294] 阳极

[0295] 用于阳极的材料可以是金属或金属氧化物,或有机材料,优选逸出功高于约4.8eV、更优选高于约5.1eV、最优选高于约5.3eV的材料。优选的金属是贵金属如Pt、Au或Ag,优选的金属氧化物是透明的金属氧化物如ITO或IZO,它们可以有利地用于具有反射阴极的底部发光OLED中。

[0296] 在包括透明金属氧化物阳极或反射金属阳极的器件中,阳极可具有约50nm至约100nm的厚度,而半透明金属阳极可薄至约5nm至约15nm,并且非透明金属阳极可具有约

15nm至约150nm的厚度。

[0297] 空穴注入层(HIL)

[0298] 空穴注入层可以改善阳极与用于空穴传输层的有机材料之间的界面特性,并且施加在非平面化的阳极上,因此可以使阳极表面平坦化。例如,为了调节阳极的逸出功与空穴传输层的HOMO能级之间的差异,空穴注入层可包括其最高占用分子轨道(HOMO)的能级中值介于阳极材料的逸出功与空穴传输层的HOMO能级之间的材料。

[0299] 当空穴传输区域包括空穴注入层36时,空穴注入层可通过多种方法例如真空沉积、旋涂、浇铸、朗缪尔-布洛杰特(LB)方法等中的任何一种在阳极上形成。

[0300] 当使用真空沉积形成空穴注入层时,真空沉积条件可以根据用于形成空穴注入层的材料以及待形成的空穴注入层的期望结构和热性质而变化,并且,例如,真空沉积可以在约100°C至约500°C的温度、约 10^{-6} Pa至约 10^{-1} Pa的压力和约0.1至约10nm/秒的沉积速率下进行,但是沉积条件不限于此。

[0301] 当使用旋涂形成空穴注入层时,涂布条件可以根据用于形成空穴注入层的材料以及待形成的空穴注入层的期望结构和热性质而变化。例如,涂布速率可以在约2000rpm至约5000rpm的范围内,并且在涂布后进行热处理以除去溶剂的温度可以在约80°C至约200°C的范围内,但是涂布条件不限于此。

[0302] 空穴注入层可进一步包含p型掺杂剂以改善电导率和/或来自阳极的空穴注入。

[0303] p型掺杂剂

[0304] 在另一方面,p型掺杂剂可均匀分散在空穴注入层中。

[0305] 在另一方面,p型掺杂剂可以以越接近阳极越高的浓度且越接近阴极越低的浓度存在于空穴注入层中。

[0306] p型掺杂剂可以是醌衍生物或轴烯化合物中的一种,但不限于此。p型掺杂剂的非限制性实例是醌衍生物,例如四氰基醌二甲烷(TCNQ),2,3,5,6-四氟-四氰基-1,4-苯并醌二甲烷(F4-TCNQ),4,4',4''-((1E,1'E,1"E)-环丙烷-1,2,3-三叉基三(氰基甲烷叉基))-三(2,3,5,6-四氟苯甲腈)。

[0307] 空穴传输层(HTL)

[0308] 用于形成空穴传输层和电子阻挡层的条件可以基于上述空穴注入层的形成条件来限定。

[0309] 电荷传输区域的空穴传输部分的厚度可以为约10nm至约1000nm,例如约10nm至约100nm。当电荷传输区域的空穴传输部分包括空穴注入层和空穴传输层时,空穴注入层的厚度可以为约10nm至约1000nm,例如约10nm至约100nm,并且空穴传输层的厚度可以为约5nm至约200nm,例如约10nm至约150nm。当电荷传输区域的空穴传输部分、HIL和HTL的厚度在这些范围内时,可以在不显著增加工作电压的情况下获得令人满意的空穴传输特性。

[0310] 用于空穴传输区域中的空穴传输基质材料没有特别限制。优选的是包含至少6个离域电子的共轭体系的共价化合物,优选包含至少一个芳族环的有机化合物,更优选包含至少两个芳族环的有机化合物,甚至更优选包含至少三个芳族环的有机化合物,最优选包含至少四个芳族环的有机化合物。在空穴传输层中广泛使用的空穴传输基质材料的典型实例是多环芳烃、三亚芳基胺化合物和杂环芳族化合物。可用于空穴传输区域的多个层中的空穴传输基质的前沿轨道能级的合适范围是众所周知的。就HTL基质的氧化还原对HTL基

质/阳离子自由基的氧化还原电位而言,优选值(如果例如通过循环伏安法相对于二茂铁/二茂铁⁺氧化还原对作为参比来测量)可以在0.0-1.0V的范围内,更优选在0.2-0.7V的范围内,甚至更优选在0.3-0.5V的范围内。

[0311] 缓冲层

[0312] 电荷传输区域的空穴传输部分还可包括缓冲层。

[0313] 在US 6 140 763、US 6 614 176和US 2016/248022中公开了可以合适使用的缓冲层。

[0314] 缓冲层可以根据从EML发射的光的波长来补偿光的光学共振距离,因此可以提高效率。

[0315] 发光层(EML)

[0316] 可以通过使用真空沉积、旋涂、浇铸、LB方法等在空穴传输区域上形成发光层。当使用真空沉积或旋涂形成发光层时,沉积和涂布的条件可以类似于形成空穴注入层的条件,但沉积和涂布的条件可以根据用于形成发光层的材料而变化。发光层可包括发光体主体(EML主体)和发光体掺杂剂(此外仅发光体)。

[0317] 发光层的厚度可以是约100Å至约1000Å,例如约200Å至约600Å。当发光层的厚度在这些范围内时,发光层可具有改进的发光特性而不会显著增加工作电压。

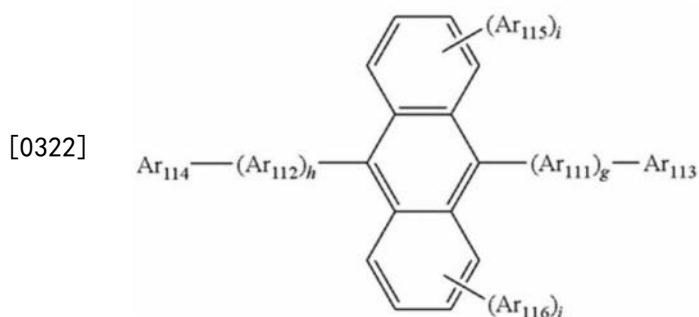
[0318] 发光体主体

[0319] 根据另一实施方式,发光层包含式1化合物作为发光体主体。

[0320] 发光体主体化合物具有至少三个芳族环,它们独立地选自碳环和杂环。

[0321] 可用作发光体主体的其它化合物是由下式400表示的蒽基质化合物:

式 400



[0323] 在式400中,Ar₁₁₁和Ar₁₁₂可各自独立地是被取代或未被取代的C₆-C₆₀亚芳基基团;Ar₁₁₃至Ar₁₁₆可各自独立地是被取代或未被取代的C₁-C₁₀烷基基团或者被取代或未被取代的C₆-C₆₀亚芳基基团;并且g、h、i和j可各自独立地是0至4的整数。

[0324] 在一些实施方式中,式400中的Ar₁₁₁和Ar₁₁₂可各自独立地是亚苯基基团、亚萘基基团、亚菲基基团或亚芘基基团中的一种;或

[0325] 亚苯基基团、亚萘基基团、亚菲基基团、亚芘基基团或亚芘基基团,其各自被苯基基团、萘基基团或蒽基基团中的至少一种取代。

[0326] 在式400中,g、h、i和j可各自独立地是0、1或2的整数。

[0327] 在式400中,Ar₁₁₃至Ar₁₁₆可各自独立地是以下中的一种:

[0328] -被苯基基团、萘基基团或蒽基基团中的至少一种取代的C₁-C₁₀烷基基团;

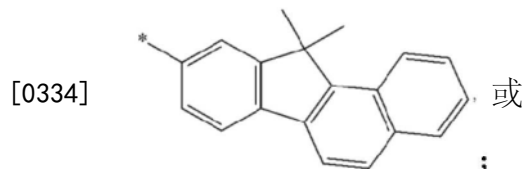
[0329] -苯基基团、萘基基团、蒽基基团、芘基基团、菲基基团或芘基基团;

[0330] -苯基基团、萘基基团、蒽基基团、芘基基团、菲基基团或茚基基团,其各自被氘原子、卤素原子、羟基基团、氰基基团、硝基基团、氨基基团、脞基基团、胍基基团、脒基基团、脞基基团、脞基基团或其盐中的至少一种取代,

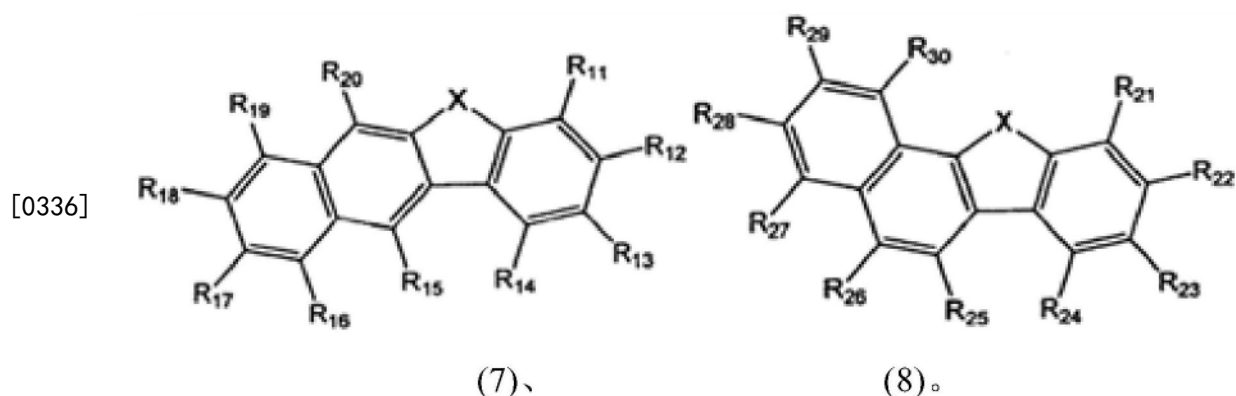
[0331] -磺酸基团或其盐、磷酸基团或其盐,

[0332] - C_1 - C_{60} 烷基基团、 C_2 - C_{60} 烯基基团、 C_2 - C_{60} 炔基基团、 C_1 - C_{60} 烷氧基基团、苯基基团、萘基基团、蒽基基团、芘基基团、菲基基团,或

[0333] -茚基基团



[0335] -式7或8



[0337] 其中在式7和式8中,X选自氧原子和硫原子,但本发明的实施方式不限于此。

[0338] 在式7中, R_{11} 至 R_{14} 中的任何一个用于与 Ar_{111} 键合。不用于与 Ar_{111} 键合的 R_{11} 至 R_{14} 以及 R_{15} 至 R_{20} 与 R_1 至 R_8 相同。

[0339] 在式8中, R_{21} 至 R_{24} 中的任何一个用于与 Ar_{111} 键合。不用于与 Ar_{111} 键合的 R_{21} 至 R_{24} 以及 R_{25} 至 R_{30} 与 R_1 至 R_8 相同。

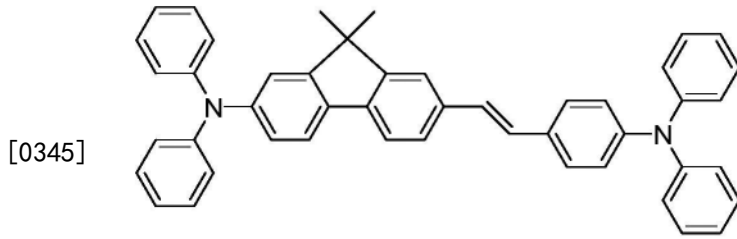
[0340] 优选地,EML主体包含1个至3个选自N、O或S的杂原子。更优选EML主体包含一个选自S或O的杂原子。

[0341] 发光体掺杂剂

[0342] 掺杂剂以少量混合以引起光发射,并且通常可以是通过多次激发而被激发至三重态以上而发光的材料如金属络合物。掺杂剂可以是例如无机、有机或有机/无机的化合物,并且可以使用其中的一种或多种。

[0343] 发光体可以是红光、绿光或蓝光发光体。

[0344] 掺杂剂可以是荧光掺杂剂,例如三联茚,结构如下所示。4,4'-双(4-二苯基氨基苯乙烯基)联苯(DPAVBI)、2,5,8,11-四叔丁基芘(TBPe)和下面的化合物8是荧光蓝光掺杂剂的实例。



化合物 8

[0346] 掺杂剂可以是磷光掺杂剂,并且磷光掺杂剂的实例可以是包含Ir、Pt、Os、Ti、Zr、Hf、Eu、Tb、Tm、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd或其组合的有机金属化合物。磷光掺杂剂可以是例如由式Z表示的化合物,但不限于此:

[0347] $J_2MX(Z)$ 。

[0348] 在式Z中,M是金属,并且J和X相同或不同,并且是与M形成络合化合物的配体。

[0349] M可以例如是Ir、Pt、Os、Ti、Zr、Hf、Eu、Tb、Tm、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd或其组合,并且J和X可以例如是二齿配体。

[0350] 电子传输层 (ETL)

[0351] 根据另一实施方式,包含式1化合物的有机半导体层是电子传输层。在另一实施方式中,电子传输层可由式1化合物组成。

[0352] 例如,根据本发明的一个实施方式的有机发光二极管包括至少一个电子传输层,并且在这种情况下,电子传输层包含式1化合物,或优选至少一种式F1至F11的化合物。

[0353] 在另一实施方式中,有机电子器件包括电子传输区域,所述电子传输区域为由两个或更多个电子传输层形成的有机层的叠层结构,其中至少一个电子传输层包含式1化合物。

[0354] 电子传输层可包括一种或两种或更多种不同的电子传输化合物。

[0355] 根据另一实施方式,第二电子传输层包含至少一种根据本发明的式1化合物,并且第一电子传输层包含基质化合物,其选择为与根据本发明的式1化合物不同,并且可选自:

[0356] -蒽基化合物或杂取代的蒽基化合物,优选2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑和/或N4,N4''-二(萘-1-基)-N4,N4''-二苯基-[1,1':4',1''-三联苯]-4,4''-二胺。

[0357] 根据另一实施方式,第一电子传输层包含至少一种根据本发明的式1化合物,并且第二电子传输层包含基质化合物,其选择为与根据本发明的式1化合物不同,并且可选自:

[0358] -氧化膦基化合物,优选(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦和/或苯基双(3-(萘-1-基)苯基)氧化膦和/或3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚英-3-氧化物;或

[0359] -被取代的菲咯啉化合物,优选2,4,7,9-四苯基-1,10-菲咯啉或2,9-二(联苯-4-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉。

[0360] 根据另一实施方式,第一电子传输层包含至少一种根据本发明的式1化合物,并且第二电子传输层包含基质化合物,其选择为与根据本发明的式1化合物不同,并且可选自氧化膦基化合物,优选(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦和/或苯基双(3-(萘-1-基)苯基)氧化膦和/或3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚英-3-氧化物。

[0361] 根据另一实施方式,第一电子传输层和第二电子传输层包含式1化合物,其中所述式1化合物并不选择为相同的。

[0362] 第一电子传输层的厚度可以是约0.5nm至约100nm,例如约2nm至约40nm。当第一电子传输层的厚度在这些范围内时,第一电子传输层可以具有改进的电子传输能力而不会显著增加工作电压。

[0363] 任选的第二电子传输层的厚度可以是约1nm至约100nm,例如约2nm至约20nm。当电子传输层的厚度在这些范围内时,电子传输层可以具有令人满意的电子传输能力而不会显著增加工作电压。

[0364] 电子传输层还可包含碱金属卤化物和/或碱金属有机络合物。

[0365] 根据另一实施方式,第一电子传输层和第二电子传输层包含式1化合物,其中第二电子传输层还包含碱金属卤化物和/或碱金属有机络合物。

[0366] 碱金属卤化物

[0367] 碱金属卤化物,也称为碱性金属卤化物,是具有化学式MX的无机化合物族,其中M是碱金属并且X是卤素。

[0368] M可以选自Li、Na、钾、铷和铯。

[0369] X可以选自F、Cl、Br和I。

[0370] 根据本发明的多个实施方式,可优选卤化锂。卤化锂可以选自LiF、LiCl、LiBr和LiI。然而,最优选的是LiF。

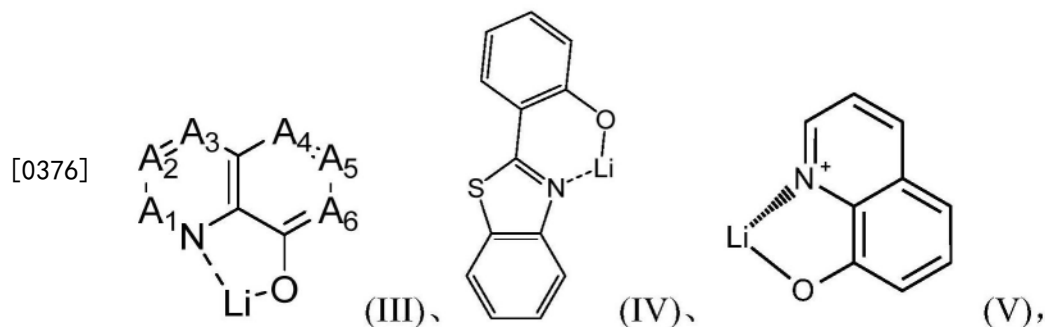
[0371] 碱金属卤化物基本上不发光或不发光。

[0372] 碱金属有机络合物

[0373] 碱金属有机络合物包含碱金属和至少一种有机配体。碱金属优选选自锂。

[0374] 根据本发明的多个实施方式,锂有机络合物的有机配体是喹啉阴离子、硼酸阴离子、苯酚阴离子、吡啶醇阴离子或席夫碱配体;

[0375] -优选喹啉锂络合物具有式III、IV或V:



[0377] 其中

[0378] A_1 至 A_6 相同或独立地选自CH、CR、N和O;

[0379] R相同或独立地选自氢,卤素,具有1至20个碳原子的烷基或亚芳基或亚杂芳基;更优选 A_1 至 A_6 是CH;

[0380] -优选硼酸阴离子基有机配体是四(1H-吡唑-1-基)硼酸阴离子;

[0381] -优选苯酚阴离子是2-(吡啶-2-基)苯酚阴离子、2-(二苯基磷酰基)苯酚阴离子、咪唑苯酚阴离子或2-(吡啶-2-基)苯酚阴离子并且更优选2-(1-苯基-1H-苯并[d]咪唑-2-基)苯酚阴离子;

[0382] -优选吡啶醇阴离子是2-(二苯基磷酰基)吡啶-3-醇阴离子。

[0383] 根据本发明的多个实施方式,碱金属有机络合物的有机配体,优选锂有机络合物的有机配体,可以是喹啉阴离子。可以合适使用的喹啉阴离子公开于W0 2013079217 A1中并且通过引用并入。

[0384] 根据本发明的多个实施方式,锂有机络合物的有机配体可以是硼酸阴离子基有机配体,优选锂有机络合物是四(1H-吡唑-1-基)硼酸锂。可以合适使用的硼酸阴离子基有机配体公开于W0 2013079676 A1中并且通过引用并入。

[0385] 根据本发明的多个实施方式,锂有机络合物的有机配体可以是苯酚阴离子配体,优选锂有机络合物是2-(二苯基磷酰基)苯酚锂。可以合适使用的苯酚阴离子配体公开于W0 2013079678 A1中并且通过引用并入。

[0386] 此外,苯酚阴离子配体可以选自吡啶醇阴离子,优选2-(二苯基磷酰基)吡啶-3-醇阴离子。可以合适使用的吡啶苯酚阴离子配体公开于JP 2008195623中并且通过引用并入。

[0387] 此外,苯酚阴离子配体可以选自咪唑苯酚阴离子,优选2-(1-苯基-1H-苯并[d]咪唑-2-基)苯酚阴离子。可以合适使用的咪唑苯酚阴离子配体公开于JP 2001291593中并且通过引用并入。

[0388] 此外,苯酚阴离子配体可以选自噁唑苯酚阴离子,优选2-(苯并[d]噁唑-2-基)苯酚阴离子。可以合适使用的噁唑苯酚阴离子配体公开于US 20030165711中并且通过引用并入。

[0389] 碱性有机络合物可以基本上不发光。

[0390] n型掺杂剂

[0391] 根据多个实施方式,包含式1化合物的有机半导体层还可包含n型掺杂剂。

[0392] 适合作为n型掺杂剂的电中性金属络合物可以是例如低氧化态的一些过渡金属的强还原络合物。特别强的n型掺杂剂可以选自例如Cr(II)、Mo(II)和/或W(II)胍基络合物如 $W_2(hpp)_4$,如W0 2005/086251中所更详细描述。

[0393] 适合作为n型掺杂剂的电中性有机基团可以是例如通过从其稳定的二聚物、低聚物或聚合物提供额外能量而产生的有机基团,如EP 1 837 926 B1、W0 2007/107306或W0 2007/107356中所更详细描述的。这种合适的基团的具体实例可以是二唑基基团、噁唑基基团和/或噻唑基基团。

[0394] 在另一实施方式中,有机半导体层还可包含元素金属。元素金属是呈元素形式的金属状态的金属、金属合金或金属簇。应理解,通过真空热蒸发从金属相,例如从块状金属沉积的金属以其元素形式汽化。此外应理解,如果汽化的元素金属与共价基质一起沉积,则金属原子和/或簇嵌入共价基质中。换句话说,应理解,通过真空热蒸发制备的任何金属掺杂的共价材料含有至少部分呈其元素形式的金属。

[0395] 对于在消费类电子产品中的使用,只有含有稳定核素或具有非常长的放射性衰变半衰期的核素的金属才适用。作为可接受的核稳定性水平,可以采用天然钾的核稳定性。

[0396] 在一个实施方式中,n型掺杂剂选自正电性金属,其选自碱金属、碱土金属、稀土金属和第一过渡周期的金属Ti、V、Cr和Mn。优选地,n型掺杂剂选自Li、Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Sr、Ba、Sm、Eu、Tm、Yb;更优选选自Li、Na、K、Rb、Cs、Mg和Yb,甚至更优选选自Li、Na、Cs和Yb,最优

选自Li、Na和Yb。

[0397] n型掺杂剂可以基本上不发光。

[0398] 电子注入层 (EIL)

[0399] 根据本发明的另一方面,有机电致发光器件还可包括介于电子传输层(第一ETL)与阴极之间的电子注入层。

[0400] 电子注入层(EIL)可促进从阴极注入电子。

[0401] 根据本发明的另一方面,电子注入层包含:

[0402] (i) 正电性金属,其选自呈基本上元素形式的碱金属、碱土金属和稀土金属,优选选自Li、Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Sr、Ba、Eu和Yb,更优选选自Li、Na、Mg、Ca、Sr和Yb,甚至更优选选自Li和Yb,最优选Yb;和/或

[0403] (ii) 碱金属络合物和/或碱金属盐,优选Li络合物和/或盐,更优选喹啉锂,甚至更优选8-羟基喹啉锂,最优选第二电子传输层(第二ETL)的碱金属盐和/或络合物与注入层的碱金属盐和/或络合物相同。

[0404] 电子注入层可包括选自LiF、NaCl、CsF、Li₂O和BaO中的至少一种。

[0405] EIL的厚度可以是约0.1nm至约10nm,或约0.3nm至约9nm。当电子注入层的厚度在这些范围内时,电子注入层可以具有令人满意的电子注入能力而不会显著增加工作电压。

[0406] 电子注入层可包含式1化合物。

[0407] 阴极

[0408] 用于阴极的材料可以是具有低逸出功的金属、合金或导电化合物,或其组合。用于阴极的材料的具体实例可以是锂(Li)、镁(Mg)、铝(Al)、铝-锂(Al-Li)、钙(Ca)、镁-铟(Mg-In)、镁-银(Mg-Ag)、银(Ag)等。为了制造具有沉积在基底上的反射阳极的顶部发射发光器件,阴极可以由例如氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)或银(Ag)形成为光透射电极。

[0409] 在包括透明金属氧化物阴极或反射金属阴极的器件中,阴极可具有约50nm至约100nm的厚度,而半透明金属阴极可以薄至约5nm至约15nm。

[0410] 基底

[0411] 基底可以进一步设置在阳极下或阴极上。基底可以是用于一般有机发光二极管的基底,并且可以是玻璃基底或透明塑料基底,所述基底具有强机械强度、热稳定性、透明度、表面光滑度、易于处理性和防水性。

[0412] 在下文中,参考实施例更详细地示例实施方式。然而,本公开不限于以下实施例。

附图说明

[0413] 从以下结合附图对示例性实施方式的描述中,本发明的这些和/或其它方面和优点将变得清楚并且更容易理解,其中:

[0414] 图1是根据本发明的一个示例性实施方式的具有发光层、一个电子传输层和电子注入层的有机发光二极管(OLED)的示意性截面图;

[0415] 图2是根据本发明的一个示例性实施方式的具有发光层和两个电子传输层的有机发光二极管(OLED)的示意性截面图;

[0416] 图3是根据本发明的一个示例性实施方式的具有发光层和三个电子传输层的OLED的示意性截面图;

[0417] 图4是根据本发明的一个示例性实施方式的具有发光层和一个电子传输层的有机发光二极管(OLED)的示意性截面图;

[0418] 图5是根据本发明的一个示例性实施方式的具有发光层和两个电子传输层的有机发光二极管(OLED)的示意性截面图;

[0419] 图6是根据本发明的一个示例性实施方式的具有发光层和三个电子传输层的OLED的示意性截面图。

具体实施方式

[0420] 现在将详细参考示例性方面,其实施例在附图中示出,其中相同的附图标记始终表示相同的元件。下面通过参考附图描述示例性实施方式,以便解释这些方面。

[0421] 在本文中,当第一元件被称为形成或设置在第二元件“上”时,第一元件可以直接设置在第二元件上,或者可以在其间设置一个或多个其它元件。当第一元件被称为“直接”形成或设置在第二元件“上”时,其间没有设置其它元件。

[0422] 术语“接触夹入”是指三层的布置,其中中间层与两个相邻层直接接触。

[0423] 根据本发明的一个实施方式的有机发光二极管可包括空穴传输区域;发光层;和包含根据式1的化合物的第一电子传输层。

[0424] 图1是根据本发明的一个示例性实施方式的有机发光二极管100的示意性截面图。OLED 100包括发光层150、包含式1化合物的电子传输层(ETL)161和电子注入层180,其中第一电子传输层161直接设置在发光层150上,并且电子注入层180直接设置在第一电子传输层161上。

[0425] 图2是根据本发明的一个示例性实施方式的有机发光二极管100的示意性截面图。OLED 100包括发光层150和电子传输层叠层结构(ETL)160,所述电子传输层叠层结构包括第二电子传输层162和含有式1化合物的第一电子传输层161,其中第二电子传输层162直接设置在第一电子传输层161上。可选地,电子传输层叠层结构(ETL)160包括第一电子传输层161和包含式1化合物的第二电子传输层162,其中第二电子传输层162直接设置在第一电子传输层161上。

[0426] 图3是根据本发明的一个示例性实施方式的有机发光二极管100的示意性截面图。OLED 100包括发光层150和电子传输层叠层结构(ETL)160,所述电子传输层叠层结构包括包含式1化合物的第一电子传输层161、包含不同于第一电子传输层的化合物的式1化合物的第二电子传输层162、和第三电子传输层163,其中第二电子传输层162直接设置在第一电子传输层161上,并且第三电子传输层163直接设置在第一电子传输层162上。

[0427] 图4是根据本发明的一个示例性实施方式的有机发光二极管100的示意性截面图。OLED 100包括基底110,第一阳极120,空穴注入层(HIL)130,空穴传输层(HTL)140,发光层(EML)150,一个第一电子传输层(ETL)161,电子注入层(EIL)180和阴极190。第一电子传输层(ETL)161包含式1化合物和任选的碱金属卤化物或碱金属有机络合物。电子传输层(ETL)161直接形成在EML 150上。

[0428] 图5是根据本发明的一个示例性实施方式的有机发光二极管100的示意性截面图。OLED 100包括基底110,第一阳极120,空穴注入层(HIL)130,空穴传输层(HTL)140,发光层(EML)150,电子传输层叠层结构(ETL)160,电子注入层(EIL)180和阴极190。电子传输层

(ETL) 160包括第一电子传输层161和第二电子传输层162,其中第一电子传输层被布置得靠近阳极(120)并且第二电子传输层被布置得靠近阴极(190)。第一电子传输层和/或第二电子传输层包含式1化合物和任选的碱金属卤化物或碱金属有机络合物。

[0429] 图6是根据本发明的一个示例性实施方式的有机发光二极管100的示意性截面图。OLED 100包括基底110,第一阳极120,空穴注入层(HIL) 130,空穴传输层(HTL) 140,发光层(EML) 150,电子传输层叠层结构(ETL) 160,电子注入层(EIL) 180和第二阴极190。电子传输层叠层结构(ETL) 160包括第一电子传输层161、第二电子传输层162和第三电子传输层163。第一电子传输层161直接形成在发光层(EML) 150上。第一、第二和/或第三电子传输层包含对于每个层不同的式1化合物,和任选的碱金属卤化物或碱金属有机络合物。

[0430] 有机半导体层

[0431] 根据另一方面,有机半导体层可包含至少一种式1化合物。

[0432] 根据一个实施方式,有机半导体层可包含至少一种式1化合物,并且还包含金属、金属盐或有机碱金属络合物,优选碱金属络合物,更优选LiQ或碱金属硼酸盐。

[0433] 根据一个实施方式,其中至少一个有机半导体层布置在发光层与阴极之间,优选在辅助电子传输层与阴极之间。

[0434] 在另一实施方式中,有机半导体层布置在发光层与电子传输层之间。

[0435] 根据一个实施方式,有机半导体层布置在第一发光层与第二发光层之间。有机半导体层可以是电子传输层、发光层、空穴阻挡层、电荷产生层和/或电子注入层,优选电子传输层或电荷产生层,更优选电子传输层。

[0436] 根据一个实施方式,有机半导体层可以布置在光活性层与阴极层之间,优选在发光层或光吸收层与阴极层之间,优选地有机半导体层是电子传输层。

[0437] 根据一个实施方式,有机半导体层可包含至少一种碱金属卤化物或碱金属有机络合物。

[0438] 包含根据式1的化合物的有机半导体层基本上不发光或不发光。

[0439] 有机电子器件

[0440] 根据另一实施方式,提供了一种有机电子器件,其包括根据本发明的有机半导体层。

[0441] 根据本发明的有机电子器件包括至少一个有机半导体层,其中至少一个有机半导体层包含根据式1的化合物。

[0442] 根据一个实施方式的有机电子器件,其包括至少一个包含根据式1的化合物的有机半导体层,其中该层基本上不发光或不发光。

[0443] 根据一个实施方式,有机电子器件可包括至少一个有机半导体层,其中所述有机半导体层可以是电子传输层、空穴阻挡层、n型电荷产生层或电子注入层,优选电子传输层或n型电荷产生层,更优选电子传输层。

[0444] 根据一个实施方式,有机电子器件包括至少一个有机半导体层,所述有机半导体层可以布置在光活性层与阴极层之间,优选在发光层或光吸收层与阴极层之间,优选地有机半导体层是电子传输层。

[0445] 根据一个实施方式,有机电子器件包括至少一个有机半导体层,其中至少一个有机半导体层布置在发光层与阴极之间,优选在辅助电子传输层与阴极之间。

[0446] 根据一个实施方式,有机电子器件包括至少一个阳极层、至少一个阴极层和至少一个发光层,其中有机半导体层优选布置在发光层与阴极层之间。

[0447] 根据一个实施方式,有机电子器件可包括至少一个包含式1化合物的有机半导体层,所述有机半导体层为电子传输层、发光层、空穴阻挡层、电荷产生层和/或电子注入层,优选电子传输层或电荷产生层,更优选电子传输层。

[0448] 根据一个实施方式的有机电子器件可包括基底、阳极层、包含式1化合物的有机半导体层和阴极层。

[0449] 根据一个实施方式的有机电子器件可包括至少一个有机半导体层,其中包含式1化合物的有机半导体层布置在光活性层与阴极层之间,优选在发光层或光吸收层与阴极层之间,优选地有机半导体层是电子传输层。

[0450] 根据一个实施方式的有机电子器件可包括至少一个包含式1化合物的有机半导体层,其中该至少一个有机半导体层还包含至少一种碱金属卤化物或碱金属有机络合物。

[0451] 根据一个实施方式的有机电子器件包括至少一个包含至少一种式1化合物的有机半导体层,至少一个阳极层,至少一个阴极层和至少一个发光层,其中包含至少一种式1化合物的有机半导体层优选布置在发光层与阴极层之间。

[0452] 根据一个实施方式的有机电子器件包括至少一个有机半导体层,所述有机半导体层包含至少一种式1化合物,并且还包含至少一种碱金属卤化物或碱金属有机络合物。

[0453] 根据一个实施方式的有机电子器件包括至少一个有机半导体层,至少一个阳极层,至少一个阴极层和至少一个发光层,其中包含至少一种式1化合物的有机半导体层优选布置在发光层与阴极层之间。优选地所述至少一个有机半导体层是电子传输层。

[0454] 根据本发明的有机发光二极管(OLED)可包括阳极、空穴传输层(HTL)、发光层(EML)、包含至少一种式1化合物的电子传输层(ETL)和阴极,其依序层叠在基底上。在这方面,HTL、EML和ETL是由有机化合物形成的薄膜。

[0455] 根据一个实施方式的有机电子器件可以是发光器件、薄膜晶体管、电池、显示器件或光伏电池,优选是发光器件。发光器件可以是OLED。

[0456] 根据一个实施方式,OLED可具有以下层结构,其中层具有以下顺序:

[0457] 阳极层,空穴注入层,任选的第一空穴传输层,任选的第二空穴传输层,发光层,包含根据本发明的式1化合物的电子传输层,电子注入层,和阴极层。

[0458] 根据本发明的另一方面,提供了一种制造有机电子器件的方法,所述方法使用:

[0459] -至少一个沉积源,优选两个沉积源,更优选至少三个沉积源。

[0460] 可以合适使用的沉积方法包括:

[0461] -通过真空热蒸发沉积;

[0462] -通过溶液处理沉积,优选所述处理选自旋涂、印刷、浇铸;和/或

[0463] -狭缝式模头挤出涂布。

[0464] 根据本发明的多个实施方式,提供了一种方法,其使用:

[0465] -第一沉积源,用于释放根据本发明的式1化合物,和

[0466] -第二沉积源,用于释放碱金属卤化物或碱金属有机络合物,优选卤化锂或锂有机络合物;

[0467] 所述方法包括形成电子传输层叠层结构的步骤;其中,对于有机发光二极管

(OLED) :

[0468] -第一电子传输层是通过如下步骤形成:从第一沉积源释放根据本发明的式1化合物以及从第二沉积源释放碱金属卤化物或碱金属有机络合物,优选卤化锂或锂有机络合物。

[0469] 根据本发明的多个实施方式,所述方法还可以包括在阳极上形成发光层和至少一个层,该至少一个层选自在阳极与第一电子传输层之间形成的空穴注入层、形成的空穴传输层或形成的空穴阻挡层。

[0470] 根据本发明的多个实施方式,所述方法还可以包括用于形成有机发光二极管(OLED)的步骤,其中

[0471] -在基底上形成第一阳极,

[0472] -在所述第一阳极上形成发光层,

[0473] -在所述发光层上形成电子传输层叠层结构,优选在所述发光层上形成第一电子传输层以及形成任意的第二电子传输层,

[0474] -和最终形成阴极,

[0475] -在所述第一阳极与所述发光层之间依序形成任意的空穴注入层、空穴传输层和空穴阻挡层,

[0476] -在所述电子传输层与所述阴极之间形成任意的电子注入层。

[0477] 根据本发明的多个实施方式,所述方法还可包括在第一电子传输层上形成电子注入层。然而,根据本发明的OLED的多个实施方式,OLED可以不包括电子注入层。

[0478] 根据多个实施方式,OLED可具有以下层结构,其中层具有以下顺序:

[0479] 阳极,第一空穴传输层,第二空穴传输层,发光层,任意的第二电子传输层,包含根据本发明的式1化合物的第一电子传输层,任意的电子注入层,和阴极。

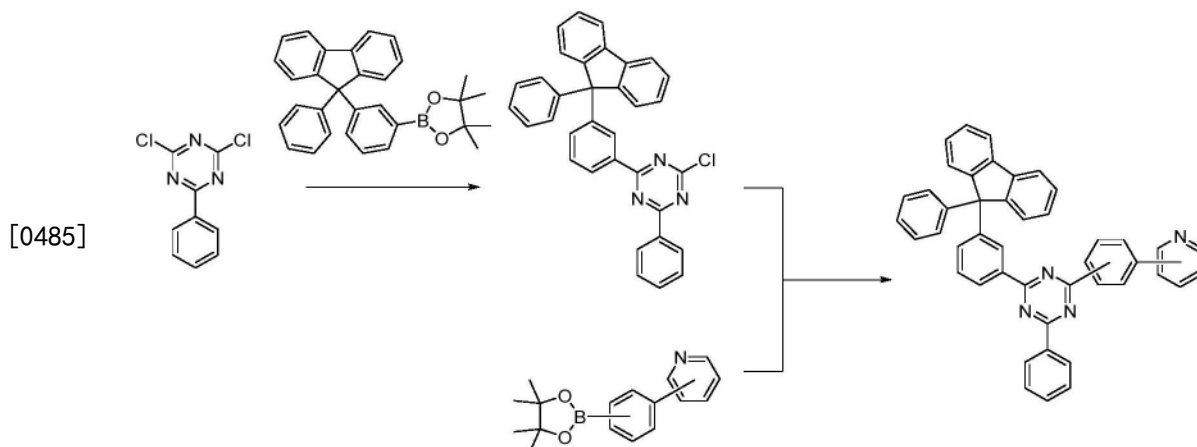
[0480] 根据本发明的另一方面,提供了一种电子装置,其包括至少一个根据整个本申请中描述的任何实施方式的有机发光器件,优选地,所述电子装置包括在整个本申请中描述的实施方式之一中的有机发光二极管。更优选地,该电子装置是显示装置。

[0481] 在下文中,参考实施例更详细地示例实施方式。然而,本公开不限于以下实施例。现在将详细参考示例性方面。

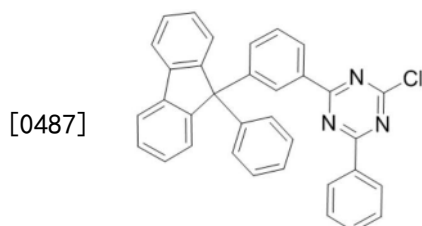
[0482] 式1化合物的制备

[0483] 可如下所述合成式1化合物。

[0484] 其中 Ar^2 =吡啶基的式1化合物的合成:

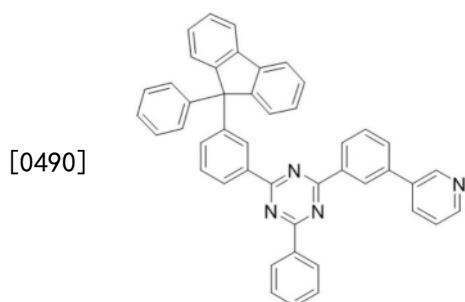


[0486] 2-氯-4-苯基-6-(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-1,3,5-三嗪



[0488] 烧瓶用氮气吹扫并装入2,4-二氯-6-苯基-1,3,5-三嗪(18.0g,79.4mmol)、4,4,5,5-四甲基-2-(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-1,3,2-二氧杂戊硼烷(30g,67.5mol)、Pd(PPh₃)₄(4.6g,3.98mmol)和K₂CO₃(27.5g,199mmol)。加入脱气甲苯/THF/水的混合物(1:1:1,660mL)并且将反应混合物在氮气气氛下加热至65℃持续6小时。随后,在真空中除去所有挥发物,将残余物悬浮在二氯甲烷中并用水洗涤三次。经MgSO₄干燥后,将有机相浓缩至最小量,并通过加入乙腈诱导沉淀。通过抽滤收集沉淀物并用另外的乙腈洗涤。通过用热乙酸乙酯研磨实现进一步纯化,干燥后得到10g(30%)的灰白色固体。 $m/z=508$ ([M]⁺)。

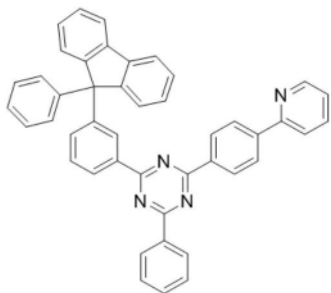
[0489] 2-苯基-4-(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-6-(3-(吡啶-3-基)苯基)-1,3,5-三嗪



[0491] 烧瓶用氮气吹扫并装入2-氯-4-苯基-6-(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-1,3,5-三嗪(7.3g,14.37mmol)、3-(3-(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧杂戊硼烷-2-基)苯基)吡啶(4.5g,16.01mmol)、Pd(PPh₃)₄(0.34g,0.3mmol)和K₂CO₃(4.1g,29.5mmol)。加入脱气THF/水的混合物(5:1,90mL)并且将反应混合物在氮气气氛下加热至回流持续22小时。冷却至室温后,在真空中除去THF,加入二氯甲烷和水,并且分离各相。有机相用二乙基氨基二硫代碳酸钠水溶液和盐水洗涤,经MgSO₄干燥,过滤并蒸发至干。通过重复的柱色谱法(二氧化硅,正己烷/氯仿1:1至正己烷/氯仿/乙酸乙酯3:3:1)实现纯化,接着从环己烷中重结晶,干燥后得到3.5g(39%)的白色固体。通过升华实现最终纯化。 $m/z=627$ ([M+H]⁺)。

[0492] 2-苯基-4-(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-6-(4-(吡啶-2-基)苯基)-1,3,5-三嗪

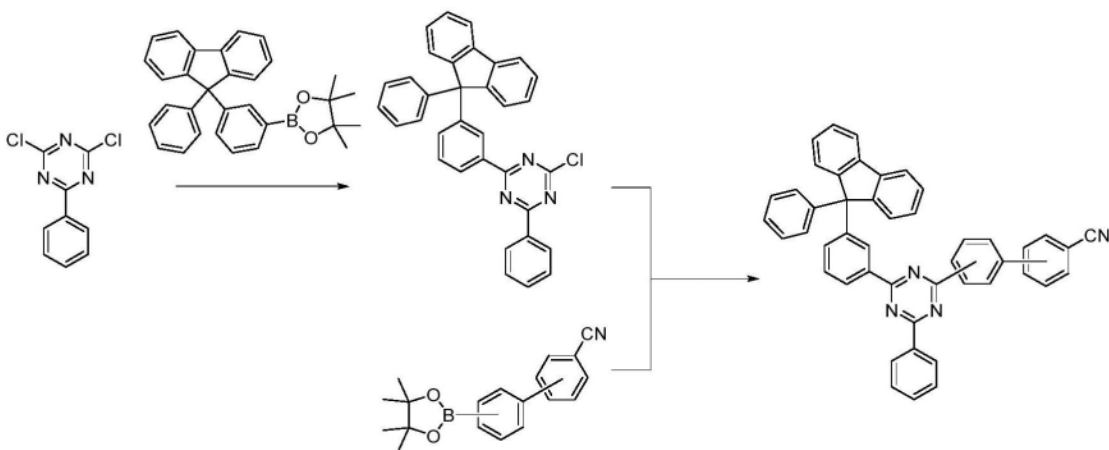
[0493]



[0494] 烧瓶用氮气吹扫并装入2-氯-4-苯基-6-(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-1,3,5-三嗪(7.4g,14.6mmol)、2-(4-(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧杂戊硼烷-2-基)苯基)吡啶(4.71g,16.75mmol)、Pd(PPh₃)₄(0.34g,0.29mmol)和K₂CO₃(4.03g,29mmol)。加入脱气THF/水的混合物(2:1,90mL)并且将反应混合物在氮气气氛下加热至回流持续23小时。冷却至5℃后,通过抽滤分离所得沉淀物并用THF和正己烷洗涤。将所得白色固体溶解于氯仿中并用水洗涤三次。经MgSO₄干燥后,有机相在Florisil垫上过滤。用另外的氯仿冲洗后,将无色滤液在真空中浓缩至最小体积并加入正己烷。搅拌30分钟后,通过抽滤分离所得白色沉淀物,并用正己烷洗涤。通过柱色谱法(二氧化硅,氯仿至氯仿/甲醇99:1)实现进一步纯化,干燥后得到6.8g(75%)的白色固体。通过升华实现最终纯化。 $m/z=627$ ([M+H]⁺)。

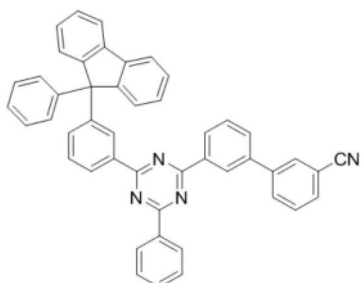
[0495] 其中Ar²=C₆H₅CN的式1化合物的合成:

[0496]



[0497] 3'-(4-苯基-6-(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-1,3,5-三嗪-2-基)-[1,1'-联苯]-3-甲腈

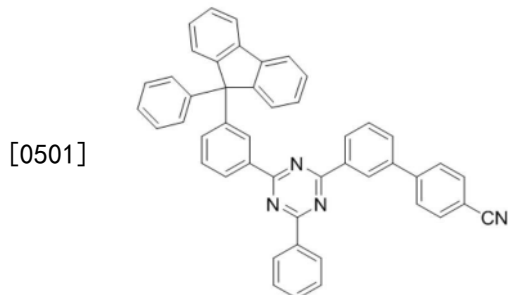
[0498]



[0499] 烧瓶用氮气吹扫并装入2-氯-4-苯基-6-(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-1,3,5-三嗪(14.27g,28.1mmol)、3'-(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧杂戊硼烷-2-基)-[1,1'-联苯]-3-甲腈(9.0g,29.5mmol)、Pd(PPh₃)₄(0.65g,0.56mmol)和K₂CO₃(7.76g,56mmol)。加入

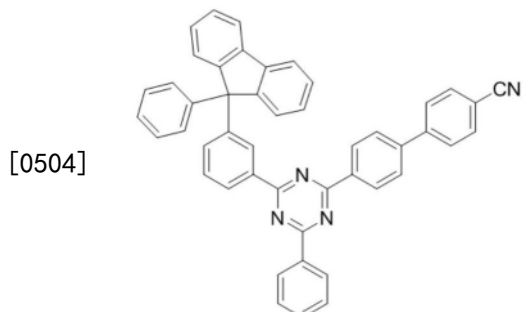
脱气THF/水的混合物(2:1,135mL)并且将反应混合物在氮气气氛下加热至回流持续23小时。冷却至室温后,在真空中除去THF,加入二氯甲烷并且有机相用水洗涤四次。随后,有机相经MgSO₄干燥并在Florisi1垫上过滤。用另外的二氯甲烷冲洗后,将无色滤液蒸发至干。通过柱色谱法(二氧化硅,甲苯/正己烷1:1至甲苯/正己烷3:1)实现进一步纯化,干燥后得到17.7g(97%)的白色固体。通过升华实现最终纯化。 $m/z=651$ ($[M+H]^+$)。

[0500] 3'- (4-苯基-6- (3- (9-苯基-9H-芴-9-基) 苯基) -1,3,5-三嗪-2-基) - [1,1'-联苯]-4-甲腈



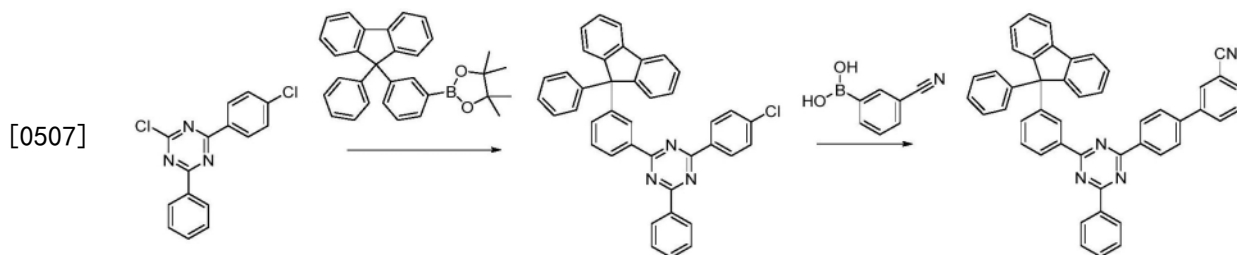
[0502] 遵循上述程序,使用2-氯-4-苯基-6- (3- (9-苯基-9H-芴-9-基) 苯基) -1,3,5-三嗪(11.4g,22.5mmol)、3'- (4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧杂戊硼烷-2-基) - [1,1'-联苯]-4-甲腈(7.2g,23.6mmol)、Pd(PPh₃)₄(0.52g,0.45mmol)、K₂CO₃(6.2g,44.9mmol)、脱气THF/水(2:1,110mL)和18小时反应时间,在用甲苯研磨和从甲苯/正己烷中沉淀代替柱色谱法后获得5.8g(40%)的白色固体。通过升华实现最终纯化。 $m/z=651$ ($[M+H]^+$)。

[0503] 4'- (4-苯基-6- (3- (9-苯基-9H-芴-9-基) 苯基) -1,3,5-三嗪-2-基) - [1,1'-联苯]-4-甲腈

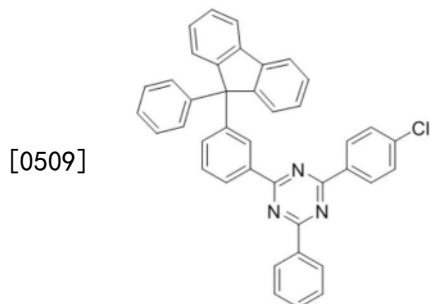


[0505] 烧瓶用氮气吹扫并装入2-氯-4-苯基-6- (3- (9-苯基-9H-芴-9-基) 苯基) -1,3,5-三嗪(10g,19.7mmol)、4'- (4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧杂戊硼烷-2-基) - [1,1'-联苯]-4-甲腈(6.6g,21.7mmol)、Pd(PPh₃)₄(0.46g,0.39mmol)和K₂CO₃(5.4g,39.4mmol)。加入脱气THF/水的混合物(13:1,270mL)并且将反应混合物在氮气气氛下加热至回流持续16小时。冷却至室温后,在真空中除去THF,加入二氯甲烷并且用水洗涤有机相三次。随后,有机相经Na₂SO₄干燥并在二氧化硅垫上过滤。用另外的二氯甲烷冲洗后,浓缩无色滤液并加入正己烷。搅拌1小时后,通过抽滤收集沉淀物并用正己烷洗涤,干燥后得到12.1g(94%)的白色固体。通过升华实现最终纯化。 $m/z=651$ ($[M+H]^+$)。

[0506] 其中Ar²=C₆H₅CN的式1化合物的合成:

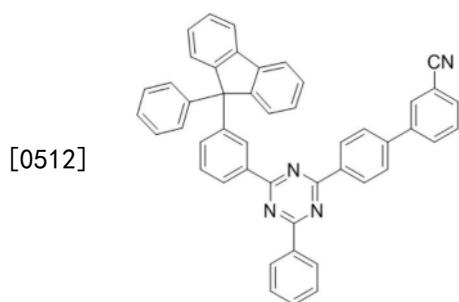


[0508] 2-(4-氯苯基)-4-苯基-6-(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-1,3,5-三嗪



[0510] 烧瓶用氮气吹扫并装入2-氯-4-(4-氯苯基)-6-苯基-1,3,5-三嗪(9.8g, 32.3mmol)、4,4,5,5-四甲基-2-(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-1,3,2-二氧杂戊硼烷(15.1g, 33.9mmol)、Pd(PPh₃)₄(0.75g, 0.65mmol)和K₂CO₃(8.9g, 64.6mmol)。加入脱气THF/水的混合物(2:1, 160mL)并且将反应混合物在氮气气氛下加热至回流持续70小时。冷却至室温后,在真空中除去THF,加入二氯甲烷并且用水洗涤有机相三次。随后,有机相经MgSO₄干燥并在Florisil垫上过滤。用另外的二氯甲烷冲洗后,将滤液蒸发至干,并且将所得固体用正己烷研磨。通过柱色谱法(二氧化硅,正己烷/二氯甲烷8:2)实现进一步纯化,干燥后得到14.4g(76%)的白色固体。

[0511] 4'-(4-苯基-6-(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-1,3,5-三嗪-2-基)-[1,1'-联苯]-3-甲腈



[0513] 烧瓶用氮气吹扫并装入2-(4-氯苯基)-4-苯基-6-(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-1,3,5-三嗪(7g, 12mmol)、(3-氰基苯基)硼酸(2.1g, 14.4mmol)、氯(巴豆基)(2-二环己基膦基-2',6'-二甲氧基联苯)钯(II)(0.15g, 0.24mmol)和K₃PO₄(5.08g, 24mmol)。加入脱气THF/水的混合物(4:1, 130mL)并且将反应混合物在氮气气氛下加热至50℃持续20.5小时。冷却至室温后,在真空中除去THF,加入二氯甲烷并且用水洗涤有机相三次。随后,有机相经MgSO₄干燥并在二氧化硅和Florisil垫上过滤。用另外的二氯甲烷冲洗后,浓缩滤液并加入正己烷以完成沉淀。通过抽滤收集所得固体并用正己烷洗涤。通过用热乙酸乙酯重复研磨实现进一步纯化,干燥后得到6.5g(83%)的白色固体。通过升华实现最终纯化。 $m/z = 651$ ([M+H]⁺)。

[0514] 熔点

[0515] 以来自上述TGA-DSC测量的DSC曲线或单独的DSC测量(Mettler Toledo DSC822e, 样品在纯氮气流下以加热速率10K/分钟从室温加热至完全熔融。将4至6mg样品量置于带有盖子的40 μ L Mettler Toledo铝盘中, 盖子中刺入<1mm的孔)的峰值温度来测定熔点(mp)。

[0516] 还原电位

[0517] 在室温下, 通过循环伏安法用恒电位装置Metrohm PGSTAT30和软件Metrohm Autolab GPES测定还原电位。在氩气氛下, 利用铂工作电极之间的0.1M六氟磷酸四丁基铵支持电解质和利用Ag/AgCl准标准电极(Metrohm银棒电极)(其由氯化银覆盖的银线组成并直接浸入测量溶液中), 在扫描速率100mV/s下, 在测试物质的氩气脱气的0.1M THF无水溶液中测量在特定化合物下给出的氧化还原电位。第一次操作是在工作电极上设定的最宽电位范围内进行的, 然后适当地在随后操作中调整范围。最后三次操作是通过加入二茂铁(0.1M浓度)作为标准物进行的。对应于所研究化合物的阴极和阳极峰值的电位的平均值, 在减去关于标准Fc⁺/Fc氧化还原对观测到的阴极和阳极电位的平均值之后, 最终得到上面报道的值。所有研究的化合物以及所报道的对比化合物都显示出明确的可逆电化学行为。

[0518] 制造OLED的一般程序

[0519] 对于顶部发光器件, 实施例1至8和对比例1, 将玻璃基底切割成50mm \times 50mm \times 0.7mm的尺寸, 用异丙醇超声清洗5分钟, 然后用纯水超声清洗5分钟, 再用紫外线臭氧清洗30分钟。在10⁻⁵至10⁻⁷毫巴的压力下将100nm Ag作为阳极沉积, 以形成阳极。

[0520] 然后, 将92体积%联苯-4-基(9,9-二苯基-9H-芴-2-基)-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-胺(CAS 1242056-42-3)与8体积%2,2',2''-(环丙烷-1,2,3-三叉基)三(2-(对氰基四氟苯基)乙腈)真空沉积在阳极上, 形成厚度为10nm的HIL。然后, 将联苯-4-基(9,9-二苯基-9H-芴-2-基)-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-胺真空沉积在HIL上, 形成厚度为118nm的HTL。

[0521] 然后将N,N-双(4-(二苯并[b,d]呋喃-4-基)苯基)-[1,1':4',1''-三联苯]-4-胺(CAS 1198399-61-9)真空沉积在HTL上, 形成厚度为5nm的电子阻挡层(EBL)。

[0522] 然后将97体积%作为EML主体的H09(Sun Fine Chemicals(太阳精细化学公司)) and 3体积%作为荧光蓝光掺杂剂的BD200(Sun Fine Chemicals)沉积在EBL上, 形成厚度为20nm的发蓝光的EML。

[0523] 然后通过发光层上沉积2,4-二苯基-6-(4',5',6'-三苯基-[1,1':2',1''':3'',1''':3''',1''''-五联苯]-3''''-基)-1,3,5-三嗪来形成空穴阻挡层, 厚度为5nm。

[0524] 然后, 根据实施例1至8和对比例1在空穴阻挡层上形成电子传输层, 厚度为31nm。所述电子传输层包含50重量%基质化合物和50重量%碱金属有机络合物。组成示于表2中。

[0525] 然后通过沉积Yb在电子传输层上形成电子注入层, 厚度为2nm。

[0526] Ag在10⁻⁷毫巴下以0.01至1 Å/s的速率蒸发, 形成厚度为11nm的阴极。

[0527] 在阴极上形成联苯-4-基(9,9-二苯基-9H-芴-2-基)-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-胺的覆盖层, 厚度为75nm。

[0528] 通过用载玻片封装器件来保护OLED叠层结构免受环境条件的影响。由此, 形成空腔, 其包括用于进一步保护的吸气材料。

[0529] 为了评估本发明实施例与现有技术相比的性能, 在环境条件(20 $^{\circ}$ C)下测量电流效

率。使用Keithley 2400源表进行电流电压测量,并以V记录。对于顶部发光器件,在 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 下,使用来自Instrument Systems (仪器系统公司)的校准光谱仪CAS140测量CIE坐标和亮度(以坎德拉计)。使用Keithley 2400源表在环境条件(20°C)和 $30\text{mA}/\text{cm}^2$ 下测量器件的寿命LT,并以小时记录。

[0530] 使用校准的光电二极管测量器件的亮度。寿命LT定义为直到器件亮度降低到其初始值的97%的时间。

[0531] 对于顶部发光器件,以外部效率EQE和功率效率($1\text{m}/\text{W}$ 效率)计的光输出在 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 下确定。

[0532] 为了确定效率EQE(以%计),使用校准的光电二极管测量器件的光输出。

[0533] 为了确定功率效率(以 $1\text{m}/\text{W}$ 计),在第一步中,使用已通过Deutsche Akkreditierungsstelle (德国认证,DAkkS)校准的来自Instrument Systems的阵列光谱仪CAS140CT测量发光密度,以坎德拉/平方米(cd/m^2)计。在第二步中,然后将发光密度乘以 π 并除以电压和电流密度。

[0534] 在底部发光器件中,发光主要是朗伯(Lambertian)发光并且以外量子效率(EQE)(以百分比计)和功率效率(以 $1\text{m}/\text{W}$ 计)量化。

[0535] 在顶部发光器件中,发光是前向的非朗伯发光并且还非常依赖于微腔。因此,与底部发光器件相比,顶部发光器件的外量子效率(EQE)和功率效率(以 $1\text{m}/\text{W}$ 计)将更高。

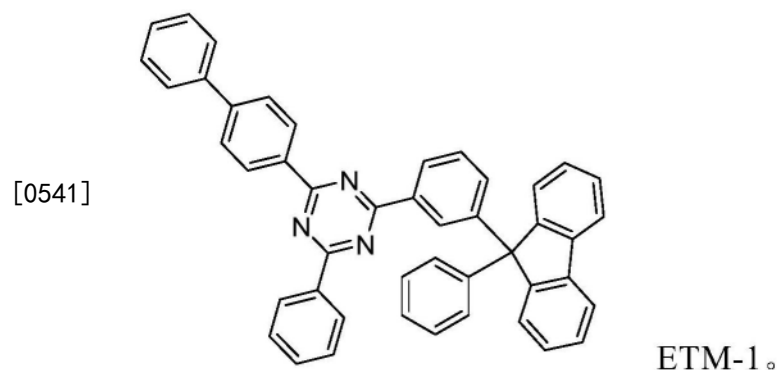
[0536] 本发明的技术效果

[0537] 从表1中可以看出,式1化合物的 m_p 、 T_g 和还原电位、HOMO计算值和偶极矩计算值在适用于有机电子器件的范围内。

[0538] 顶部发光器件

[0539] 在表2中示出了包括有机半导体层的有机电子器件的性能,所述有机半导体层包含式1化合物和碱金属有机络合物。

[0540] 在对比例1中,化合物ETM-1用作基质化合物:



[0542] ETM-1的偶极矩为0.51德拜,并且所计算的HOMO能级为 -5.80eV 。

[0543] 有机半导体层包含50体积%ETM-1和50体积%LiQ。工作电压为 3.5V 并且 cd/A 效率为 $7.5\text{cd}/\text{A}$ 。寿命为41小时。

[0544] 在实施例1中,有机半导体层包含50体积%式1化合物F9和50体积%LiQ。工作电压为 3.6V 。 cd/A 效率提高到 $8\text{cd}/\text{A}$ 并且寿命提高到51小时。

[0545] 在实施例2和3中,有机半导体层包含与实施例1中相同的式1化合物。在实施例2中,使用四(1H-吡唑-1-基)硼酸锂LI-1代替LiQ。在实施例3中,使用2-(二苯基磷酰基)苯酚

锂LI-2代替LiQ.cd/A效率分别高达8cd/A和8.3cd/A。寿命分别长达48小时和49小时。

[0546] 在实施例4中,有机半导体层包含式1化合物F8和碱金属有机络合物LiQ.cd/A效率高达7.6cd/A并且寿命进一步提高到88小时。

[0547] 在实施例5中,有机半导体层包含式1化合物F3和碱金属有机络合物LiQ。寿命进一步提高到61小时。

[0548] 在实施例6中,有机半导体层包含与实施例5中相同的式1化合物。在实施例6中,使用四(1H-吡唑-1-基)硼酸锂LI-1代替LiQ。寿命长达56小时。

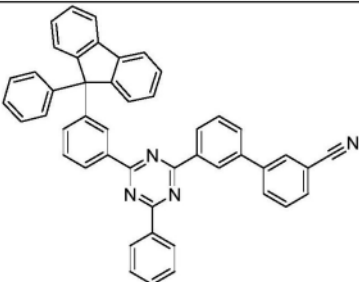
[0549] 在实施例7中,有机半导体层包含式1化合物F2和碱金属有机络合物LiQ.cd/A效率高达7.9cd/A并且寿命长达53小时。

[0550] 在实施例8中,有机半导体层包含与实施例7中相同的式1化合物。在实施例7中,使用四(1H-吡唑-1-基)硼酸锂LI-1代替LiQ.cd/A效率高达7.7cd/A并且寿命长达50小时。

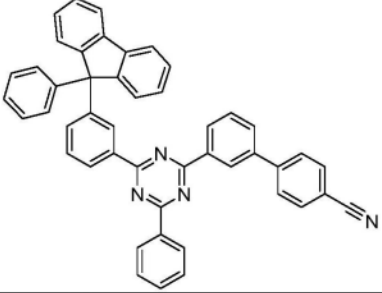
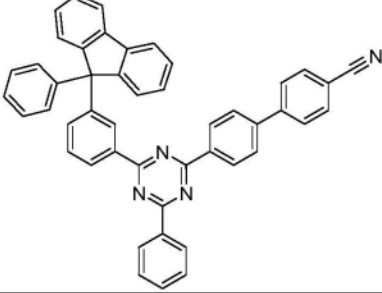
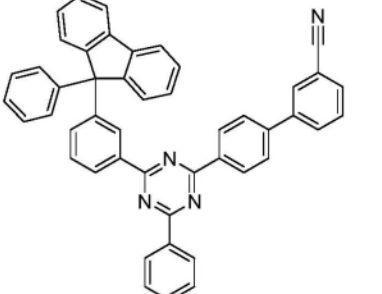
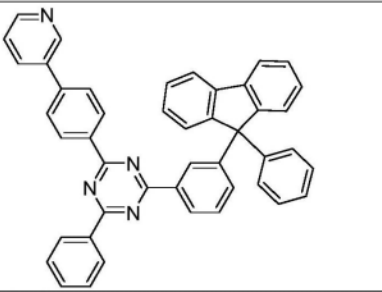
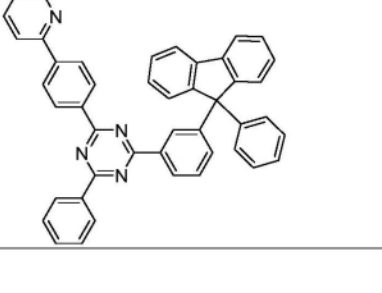
[0551] 总之,当有机半导体层包含式1化合物时,可以实现改进的cd/A效率和/或改进的寿命。对于宽范围的碱金属有机络合物,可以实现高性能。

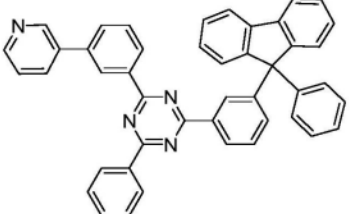
[0552] 表1:式1化合物的性质

[0553]

| 简称: | 结构 | mp /°C | Tg /°C | 还原电位/V | HOMO 计算值/eV | 偶极矩/德拜 |
|-----|--|--------|--------|--------|-------------|--------|
| F2 |  | - | 111 | -2.18 | -5.82 | 4.31 |

[0554]

| 简称: | 结构 | mp /°C | Tg /°C | 还原电 位/ V | HOMO 计算值/ eV | 偶极矩/德拜 |
|-----|---|--------|--------|-------------|--------------------|--------|
| F3 |  | - | - | -2.17 | -5.88 | 5.60 |
| F4 |  | - | 135 | -2.03 | -5.88 | 5.87 |
| F5 |  | 286 | 124 | | -5.96 | 5.03 |
| F7 |  | - | - | | -5.83 | 2.48 |
| F8 |  | 267 | 123 | | -5.79 | 1.62 |

| 简称: | 结构 | mp /°C | Tg /°C | 还原电位/V | HOMO 计算值/eV | 偶极矩/德拜 |
|--------------|---|--------|--------|--------|-------------|--------|
| [0555] F9 |  | 201 | 106 | -2.17 | -5.85 | 2.84 |

[0556] 表2:包括包含式1化合物和碱金属有机络合物的有机半导体层的有机电致发光器件的性能

| | 基质化合物 | 基质化合物浓度(体积%) | 碱金属有机络合物 | 碱金属有机络合物浓度(体积%) | 电子传输层厚度(nm) | 在 10 mA/cm ² 下的工作电压(V) | 在 10 mA/cm ² 下的 cd/A 效率(cd/A) | 在 30 mA/cm ² 下的 LT97 (小时) |
|-----------------|-------|--------------|----------|-----------------|-------------|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
| [0557] 对比例 1 | ETM-1 | 50 | LiQ | 50 | 31 | 3.5 | 7.5 | 41 |
| 实施例 1 | F9 | 50 | LiQ | 50 | 31 | 3.6 | 8.0 | 51 |
| 实施例 2 | F9 | 70 | LI-1 | 30 | 31 | 3.8 | 8.0 | 48 |
| 实施例 3 | F9 | 50 | LI-2 | 50 | 31 | 3.7 | 8.3 | 49 |
| 实施例 4 | F8 | 50 | LiQ | 50 | 31 | 3.8 | 7.6 | 88 |
| 实施例 5 | F3 | 50 | LiQ | 50 | 31 | 3.6 | 7.3 | 61 |
| 实施例 6 | F3 | 70 | LI-1 | 30 | 31 | 3.8 | 7.1 | 56 |
| 实施例 7 | F2 | 50 | LiQ | 50 | 31 | 3.6 | 7.9 | 53 |
| 实施例 8 | F2 | 50 | LI-1 | 50 | 31 | 3.7 | 7.7 | 50 |

[0558] 虽然已经结合目前被认为是实用的示例性实施方式描述了本发明,但是应理解,本发明不限于所公开的实施方式,而是相反地,旨在涵盖在权利要求的主旨和范围内包括的各种修改和等同布置。因此,上述实施方式应该被理解为示例性的,而不以任何方式限制本发明。

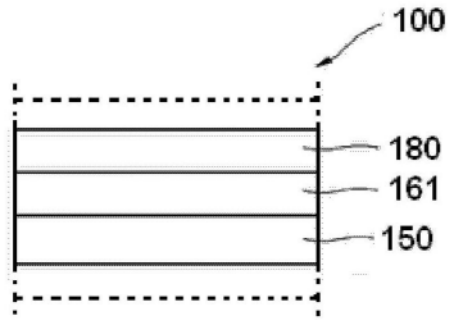


图1

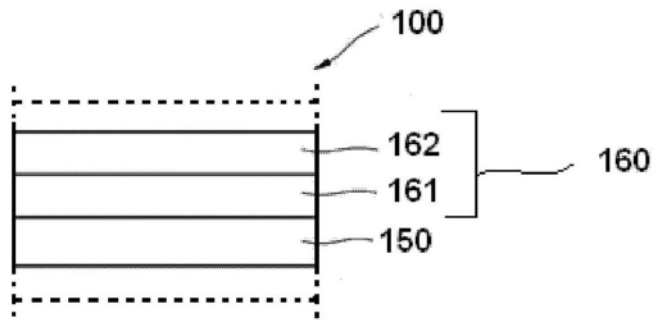


图2

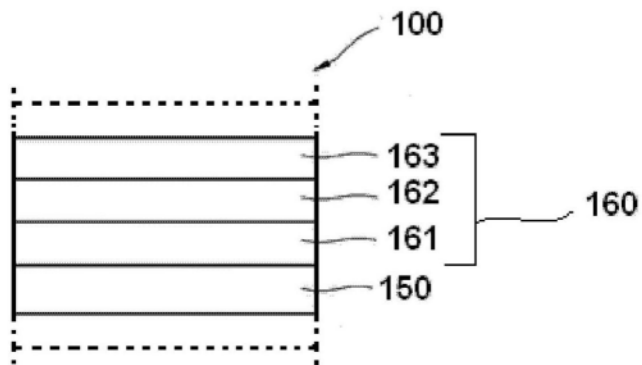


图3

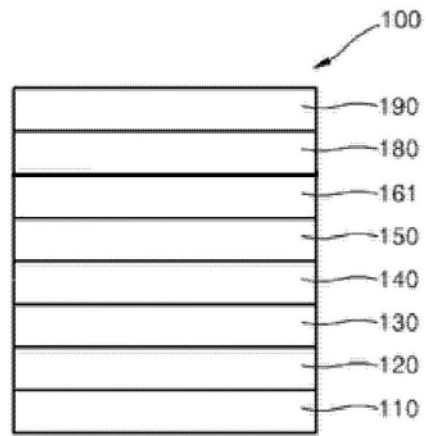


图4

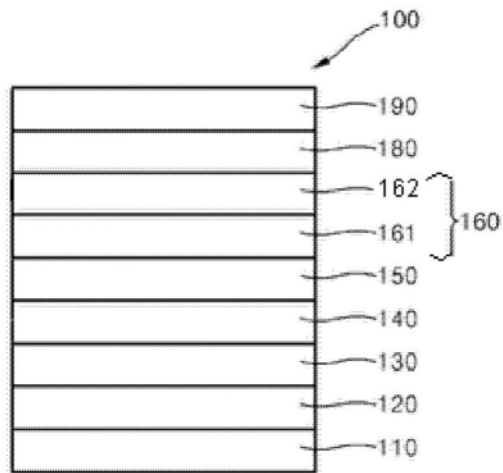


图5

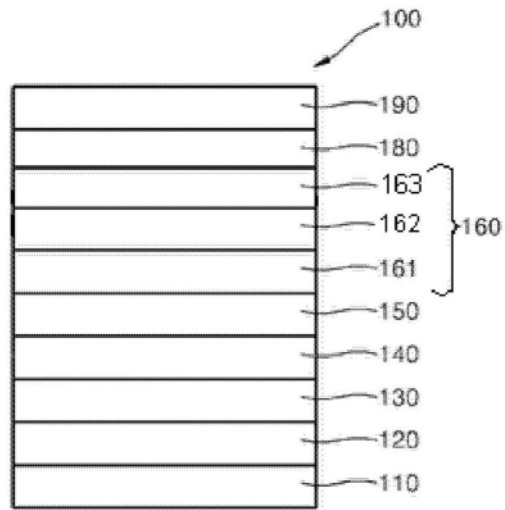


图6