



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107210374 B

(45)授权公告日 2020.04.07

(21)申请号 201580068961.9

(22)申请日 2015.12.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107210374 A

(43)申请公布日 2017.09.26

(30)优先权数据

14198655.4 2014.12.17 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.06.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/079836 2015.12.15

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/096881 EN 2016.06.23

(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 博多·沃利克维茨 卡斯滕·罗特

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司 11219

代理人 刘慧 杨青

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

(56)对比文件

TW 201448309 A, 2014.12.16,

WO 2007050302 A1, 2007.05.03,

EP 2790236 A1, 2014.10.15,

审查员 梁明明

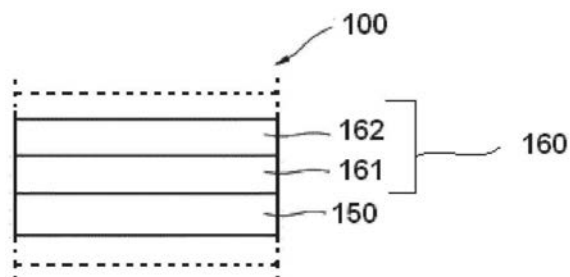
权利要求书3页 说明书60页 附图3页

(54)发明名称

包含具有不同基质化合物的电子传输层的有机发光二极管

(57)摘要

本发明涉及一种有机发光二极管,其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂,并且所述第二电子传输层不含掺杂剂。



1. 一种OLED (100), 其包含发射层 (150) 和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物, 其中第一电子传输层由基质化合物与锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂组成, 以及第二电子传输层由基质化合物组成, 其中

-所述第一电子传输层的所述基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述基质化合物; 并且此外

-所述第二电子传输层不含掺杂剂; 其中所述基质化合物选自被芳基、杂芳基或烷基取代的蒽化合物。

2. 根据权利要求1所述的OLED (100), 其中所述电子传输层堆叠物或电子传输层的一种或多种掺杂剂是不发光的掺杂剂。

3. 根据权利要求1或2所述的OLED (100), 其中所述电子传输层堆叠物具有2至4个电子传输层。

4. 根据权利要求1或2所述的OLED (100), 其中所述电子传输层堆叠物具有3个电子传输层, 其中

-所述第一电子传输层和第三电子传输层包含相同或不同的基质化合物和相同或不同的掺杂剂; 并且

-所述第二电子传输层含有的基质化合物不同于所述第一电子传输层和第三电子传输层的基质化合物, 并且不含掺杂剂。

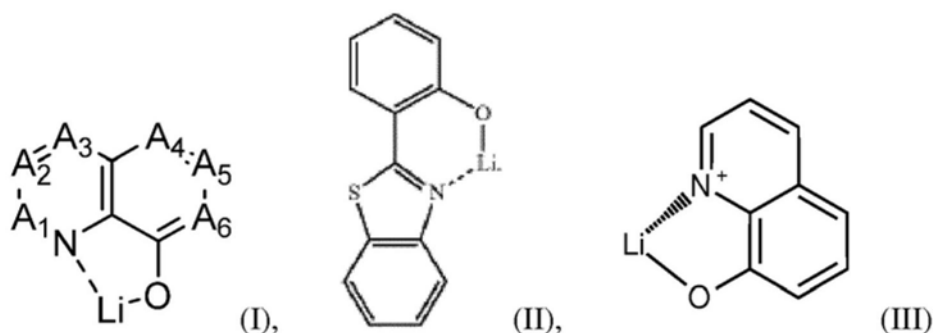
5. 根据权利要求1或2所述的OLED (100), 其中所述OLED (100) 包含电子注入层 (180), 其被设置在所述电子传输层堆叠物与阴极 (190) 之间; 或者其中所述OLED (100) 包含电子注入层 (180), 其被设置在所述电子传输层堆叠物与阴极 (190) 之间, 其中所述电子传输层堆叠物由2个电子传输层形成。

6. 根据权利要求1或2所述的OLED (100), 其中:

-所述锂卤化物选自LiF、LiCl、LiBr或LiI; 和/或

-所述锂有机复合物选自喹啉锂、硼酸锂、苯酚锂、吡啶锂或锂席夫碱。

7. 根据权利要求6所述的OLED (100), 其中所述锂有机复合物选自具有式I、II或III的喹啉锂:



其中

A1至A6是相同的, 或独立地选自CH、CR、N、O;

R是相同的, 或独立地选自氢、卤素、具有1至20个碳原子的烷基或芳基或杂芳基。

8. 根据权利要求1或2所述的OLED (100), 其中

所述第一电子传输层包含 $\leq 90\text{wt}\%$ 至 $\geq 30\text{wt}\%$ 的基质化合物,

其中所述基质化合物的重量百分数以相应传输层的总重量计。

9. 根据权利要求1或2所述的OLED (100), 其中

所述第一电子传输层包含 $\geq 10\text{wt}\%$ 至 $\leq 70\text{wt}\%$ 的锂卤化物或锂有机复合物,
其中所述锂卤化物和锂有机复合物的重量百分数以相应电子传输层的总重量计。

10. 根据权利要求1或2所述的OLED (100), 其中

所述第一电子传输层包含:

a) $\geq 10\text{wt}\%$ 至 $\leq 70\text{wt}\%$ 的所述掺杂剂;

b) $\leq 90\text{wt}\%$ 至 $\geq 30\text{wt}\%$ 的基质化合物;

-所述不含掺杂剂的第二电子传输层包含的基质化合物被选择成不同于所述第一电子传输层的基质化合物;并且每个电子传输层的组分的wt%被选择成使得总wt%量不超过100wt%,并且所述组分的wt%以相应传输层的总重量计。

11. 根据权利要求1或2所述的OLED (100), 其中所述第二电子传输层直接形成在所述第一电子传输层上。

12. 根据权利要求4所述的OLED (100), 其中

所述第一电子传输层和第三电子传输层各自包含 $\leq 90\text{wt}\%$ 至 $\geq 30\text{wt}\%$ 的基质化合物,
其中所述基质化合物的重量百分数以相应传输层的总重量计。

13. 根据权利要求4所述的OLED (100), 其中

所述第一电子传输层和第三电子传输层各自包含 $\geq 10\text{wt}\%$ 至 $\leq 70\text{wt}\%$ 的锂卤化物或锂有机复合物,

其中所述锂卤化物和锂有机复合物的重量百分数以相应电子传输层的总重量计。

14. 根据权利要求4所述的OLED (100), 其中

所述第一电子传输层和第三电子传输层包含:

a) $\geq 10\text{wt}\%$ 至 $\leq 70\text{wt}\%$ 的所述掺杂剂;

b) $\leq 90\text{wt}\%$ 至 $\geq 30\text{wt}\%$ 的基质化合物;

-所述不含掺杂剂的第二电子传输层包含的基质化合物被选择成不同于所述第一电子传输层和第三电子传输层的基质化合物;并且每个电子传输层的组分的wt%被选择成使得总wt%量不超过100wt%,并且所述组分的wt%以相应传输层的总重量计。

15. 根据权利要求4所述的OLED (100), 其中所述第二电子传输层直接形成在所述第一电子传输层上,并且所述第三电子传输层直接形成在所述第二电子传输层上。

16. 根据权利要求1或2所述的OLED (100), 其包含:衬底 (110);形成在所述衬底 (110) 上的阳极 (120);形成在所述阳极 (120) 上的电子传输层堆叠物,凭此所述电子传输层堆叠物包含至少两个电子传输层或由其构成;以及最后形成的阴极 (190),使得所述电子传输层堆叠物被夹在所述阳极 (110) 与阴极 (190) 之间;以及任选的电子注入层 (180),其被设置在所述电子传输层堆叠物与阴极 (190) 之间。

17. 根据权利要求16所述的OLED (100), 其还包含在所述阳极 (120) 与电子传输层之间形成的选自以下的至少一个层:空穴注入层 (130)、空穴传输层 (140) 和空穴阻挡层。

18. 一种发光器件,其包含权利要求1至17任一项所述的至少一个OLED。

19. 一种制造权利要求1至17任一项所述的OLED (100) 的方法,所述方法使用:

-至少三个沉积源;和/或

- 通过真空热蒸发的沉积;和/或
- 通过溶液加工的沉积。

20. 根据权利要求19所述的制造OLED (100) 的方法,所述方法使用:

- 第一沉积源,以释放所述基质化合物,和
- 第二沉积源,以释放锂卤化物或锂有机复合物;

所述方法包括形成所述电子传输层堆叠物的步骤;

凭此通过从所述第一沉积源释放所述基质化合物并从所述第二沉积源释放所述锂卤化物或锂有机复合物来形成所述第一电子传输层;

-通过从第三沉积源释放所述基质化合物在所述第一电子传输层上形成所述第二电子传输层;

其中所述第一电子传输层的基质化合物不同于所述第二电子传输层的基质化合物。

21. 根据权利要求19或20所述的制造OLED (100) 的方法,该方法包含用于形成OLED的步骤,其中

- 在衬底 (110) 上形成阳极 (120) ,
- 在所述阳极 (120) 上形成电子传输层堆叠物,
- 在所述电子传输层堆叠物上形成阴极 (190) ,
- 任选地在所述阳极 (120) 与电子传输层堆叠物之间依次形成空穴注入层 (130)、空穴传输层 (140)、发射层 (150) 和空穴阻挡层,
- 任选地在所述电子传输层堆叠物与阴极 (190) 之间形成电子注入层 (180) 。

包含具有不同基质化合物的电子传输层的有机发光二极管

技术领域

[0001] 本发明涉及含有具有不同基质化合物的电子传输层的有机发光二极管、及其制造方法。

背景技术

[0002] 有机发光二极管 (OLED) 是自发光器件, 具有广视角、出色的对比度、快速响应性、高亮度、出色的驱动电压特性和色彩再现。典型的 OLED 包括顺序地堆叠在衬底上的阳极、空穴传输层 (HTL)、发射层 (EML)、电子传输层 (ETL) 和阴极。就此而言, 所述 HTL、EML 和 ETL 是由有机化合物和/或有机金属化合物形成的薄膜。

[0003] 当向阳极和阴极施加电压时, 从阳极注入的空穴经 HTL 向 EML 移动, 从阴极注入的电子经 ETL 向 EML 移动。所述空穴和电子在 EML 中复合, 以生成激子。当所述激子从激发态降低到基态时发出光。空穴和电子的注入和流动应该是平衡的, 使得具有上述结构的 OLED 具有出色的效率。然而, 对于改善导电性和降低电压以更高效地运行 OLED, 存在着持续不断的需求。

[0004] 发明概述

[0005] 本发明的一个目的是提供一种具有降低的低压的有机发光二极管, 以高效地运行 OLED, 特别是用于发射蓝光的 OLED, 但是也用于例如发射红光、绿光或白光的 OLED, 特别是用于顶部和/或底部发光的有机发光二极管 (OLED)。

[0006] 一方面, 提供了一种有机发光二极管 (OLED), 其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物, 其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物, 其中所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物; 并且此外, 所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂; 并且所述第二电子传输层不含掺杂剂。

[0007] 发射层 (EML) 由分散在适合的基质化合物中的一种或多种发光掺杂剂构成。

[0008] 发光掺杂剂是例如磷光或荧光发射体。

[0009] 不发光的掺杂剂不选自磷光或荧光发射体。

[0010] 与发射层的组成相反, 电子传输层不含发光掺杂剂。

[0011] 根据本发明, 所述锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂是不发光的掺杂剂。

[0012] 根据本发明, 所述电子传输层堆叠物或电子传输层的一种或多种掺杂剂是不发光的掺杂剂。

[0013] 一方面, 提供了一种有机发光二极管 (OLED), 其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物, 其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种有机基质化合物, 其中所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物; 并且此外, 所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂; 并且所述第二电子传输层不含掺杂剂。

[0014] 一方面, 提供了一种有机发光二极管 (OLED), 其包含发射层和至少两个电子传输

层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂。

[0015] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种有机基质化合物,其中所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂。

[0016] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂。

[0017] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层各自包含一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的基质化合物不同于所述第二电子传输层的基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;并且其中所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂。

[0018] 根据各种不同情况,前面提到的有机发光二极管可以包含电子传输层堆叠物,该电子传输层堆叠物优选地具有2至4个电子传输层,更优选地具有2个电子传输层或3个电子传输层。

[0019] 根据各种不同情况,前面提到的有机发光二极管可以包含具有3个电子传输层的电子传输层堆叠物。

[0020] 根据各种不同情况,前面提到的有机发光二极管可以包含电子注入层;优选地所述电子注入层被设置在所述电子传输层与阴极之间。

[0021] 更优选地,具有2个电子传输层的OLED可以包含电子注入层。

[0022] 根据各种不同情况,如上所述具有3个电子传输层的有机发光二极管可以不含电子注入层。

[0023] 根据本发明,所述基质化合物可以是有机化合物。

[0024] 根据各种不同情况,所述基质化合物可以是包含共价结合的选自C、H、O、N和/或P的原子的有机化合物。

[0025] 根据本发明,所述基质化合物可以不含金属原子。

[0026] 根据本发明,所述基质化合物可以不含金属原子,并且其共价结合的原子大部分选自C和/或N。

[0027] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输

层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂,其是不发光的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂;并且其中所述有机发光二极管另外包含电子注入层,优选地所述电子注入层被设置在所述电子传输层与阴极之间,其中所述电子注入层可以:

[0028] -包含被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物的基质化合物,优选为3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物,并掺杂有锂卤化物或掺杂有锂有机复合物,优选为四(1H-吡唑-1-基)硼酸锂;或

[0029] -包含被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物的基质化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦或3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物,并掺杂有选自碱金属、碱土金属或稀土金属的元素金属,优选Li、Cs、Mg、Ca、Yb或Sm;或

[0030] -由金属卤化物或有机复合物构成,优选为LiQ、AlQ₃、ZrQ₄、KF或LiF,其中Q是8-羟基喹啉;

[0031] -由碱金属、碱土金属或稀土金属构成,优选为Li、Cs、Mg、Ca、Yb或Sm。

[0032] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂,其是不发光的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;并且其中所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂;并且其中所述有机发光二极管另外包含电子注入层,优选地所述电子注入层被设置在所述电子传输层与阴极之间,其中所述电子注入层具有约 $\geq 0.5\text{nm}$ 至约 $\leq 5\text{nm}$ 的层厚度,并且可以:

[0033] -包含被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物的基质化合物,优选为3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物,并掺杂有锂卤化物或掺杂有锂有机复合物,优选为四(1H-吡唑-1-基)硼酸锂;或

[0034] -包含被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物的基质化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦或3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物,并掺杂有选自碱金属、碱土金属或稀土金属的元素金属,优选Li、Cs、Mg、Ca、Yb或Sm;或

[0035] -由金属卤化物或有机复合物构成,优选为LiQ、AlQ₃、ZrQ₄、KF或LiF,其中Q是8-羟基喹啉;

[0036] -由碱金属、碱土金属或稀土金属构成,优选为Li、Cs、Mg、Ca、Yb或Sm。

[0037] 根据所述OLED的各种不同实施方式,所述电子传输层和/或电子传输层堆叠物,其

中所述掺杂剂只是锂有机复合物。

[0038] 根据各种不同情况,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中

[0039] -所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物;并且此外,

[0040] -所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且其中

[0041] -所述第二电子传输层不含掺杂剂。

[0042] 根据各种不同情况,所述有机发光二极管(OLED)可以含有两个或更多个电子传输层,例如2或3个电子传输层。

[0043] 另一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少3个电子传输层、优选3个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层、第二电子传输层和第三电子传输层包含至少一种基质化合物,其中

[0044] -所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物;并且此外,

[0045] -所述第一电子传输层和第三电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且其中

[0046] -所述第二电子传输层不含掺杂剂。

[0047] 另一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少3个电子传输层、优选3个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层、第二电子传输层和第三电子传输层包含至少一种基质化合物,其中

[0048] -所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物;

[0049] -所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物与所述第三电子传输层的所述一种或多种基质化合物相同;并且此外

[0050] -所述第一电子传输层和第三电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且其中

[0051] -所述第二电子传输层不含掺杂剂。

[0052] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,所述电子传输层堆叠物可以具有3个电子传输层,其中

[0053] -所述第一电子传输层和第三电子传输层包含相同或不同的基质化合物和相同或不同的掺杂剂;并且

[0054] -所述第二电子传输层含有的基质化合物不同于所述第一电子传输层和第三电子传输层的基质化合物,并且不含掺杂剂。

[0055] 根据各种不同情况,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中

[0056] -所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物;并且此外

[0057] -所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂,其是不发光的掺杂剂;并且其中

[0058] -所述第二电子传输层不含掺杂剂。

[0059] 根据各种不同情况,所述有机发光二极管(OLED)可以含有两个或更多个电子传输层,例如2或3个电子传输层。

[0060] 另一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少3个电子传输层、优选3个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层、第二电子传输层和第三电子传输层包含至少一种基质化合物,其中

[0061] -所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物;并且此外

[0062] -所述第一电子传输层和第三电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂,其是不发光的掺杂剂;并且其中

[0063] -所述第二电子传输层不含掺杂剂。

[0064] 另一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少3个电子传输层、优选3个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层、第二电子传输层和第三电子传输层包含至少一种基质化合物,其中

[0065] -所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物;

[0066] -所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物与所述第三电子传输层的所述一种或多种基质化合物相同;并且此外

[0067] -所述第一电子传输层和第三电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂,其是不发光的掺杂剂;并且其中

[0068] -所述第二电子传输层不含掺杂剂。

[0069] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,所述电子传输层堆叠物可以具有3个电子传输层,其中

[0070] -所述第一电子传输层和第三电子传输层包含相同或不同的基质化合物和相同或不同的掺杂剂,其是不发光的掺杂剂;并且

[0071] -所述第二电子传输层含有的基质化合物不同于所述第一电子传输层和第三电子传输层的基质化合物,并且不含掺杂剂。

[0072] 另一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层、优选2个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种氧化磷基质化合物,其中

[0073] -所述第一电子传输层的一种或多种氧化磷基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种氧化磷基质化合物;并且此外

[0074] -所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂,其是不发光的掺杂剂;并且其中

[0075] -所述第二电子传输层不含掺杂剂。

[0076] 另一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少三个电子传输层、优选3个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层、第二电子传输层和

第三电子传输层包含至少一种氧化膦基质化合物,其中

[0077] -所述第一电子传输层的一种或多种氧化膦基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种氧化膦基质化合物;并且此外

[0078] -所述第一电子传输层和第三电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂,其是不发光的掺杂剂;并且其中

[0079] -所述第二电子传输层不含掺杂剂。

[0080] 另一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少三个电子传输层、优选3个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层、第二电子传输层和第三电子传输层包含至少一种氧化膦基质化合物,其中

[0081] -所述第一电子传输层的一种或多种氧化膦基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种氧化膦基质化合物;

[0082] -所述第一电子传输层的一种或多种氧化膦基质化合物与所述第三电子传输层的一种或多种氧化膦基质化合物相同;并且此外

[0083] -所述第一电子传输层和第三电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂,其是不发光的掺杂剂;并且其中

[0084] -所述第二电子传输层不含掺杂剂。

[0085] 根据所述OLED的各种不同情况,所述三个电子传输层的电子传输层堆叠物可以含有包含基质化合物和至少一种锂化合物的第一电子传输层和包含基质化合物和作为掺杂剂的至少一种锂化合物的第三电子传输层,所述掺杂剂是不发光的掺杂剂,其中所述第一电子传输层和第三电子传输层的锂化合物是相同或不同的,优选是相同的,并且所述第二电子传输层含有不同于所述第一电子传输层或优选地不同于所述第一和第三电子传输层的基质材料;并且其中所述第二电子传输层不含掺杂剂。

[0086] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中所述基质化合物选自

[0087] -被芳基、杂芳基或烷基取代的蒽化合物,优选为9,10-二(2-萘基)蒽和/或3-[3'-(10-苯基-9-蒽基)[1,1'-联苯]-4-基]-喹啉;

[0088] -被芳基、杂芳基或烷基取代的苯并咪唑化合物,优选为2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑和/或1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)蒽-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑;

[0089] -被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(萘-1-基)氧化膦、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)二苯基氧化膦、苯基二(萘-1-基)氧化膦、二苯基(5-(萘-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(萘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、二苯基(4'-(萘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或

苯基双(3-(苾-1-基)苯基)氧化膦;

[0090] -被芳基或杂芳基取代的菲咯啉化合物,优选为2,4,7,9-四苯基-1,10-菲咯啉、4,7-二苯基-2,9-二对甲苯基-1,10-菲咯啉、2,9-二(联苯-4-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉和/或3,8-双(6-苯基-2-吡啶基)-1,10-菲咯啉;

[0091] -被芳基或杂芳基取代的喹啉化合物,优选为9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹啉基)-3,3'-联-9H-咔唑;

[0092] -被芳基或杂芳基取代的苯并[h]喹啉化合物,优选为4-(2-萘基)-2-[4-(3-喹啉基)苯基]-苯并[h]喹啉;

[0093] -被芳基或杂芳基取代的吡啶并[3,2-h]喹啉化合物,优选为4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹啉;

[0094] -被芳基或杂芳基取代的三嗪化合物,优选为4,4'-双(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)联苯、3-[4-(4,6-二-2-萘基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]喹啉和/或2-[3-(6'-甲基[2,2'-联吡啶]-5-基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪,和/或

[0095] -被芳基或杂芳基取代的吡啶化合物,优选为7-(萘-2-基)二苯并[c,h]吡啶。

[0096] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述第一电子传输层和/或第二电子传输层的基质化合物是氧化膦;优选地所述氧化膦化合物是被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦,更优选地所述氧化膦化合物选自(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(苾-1-基)氧化膦、双(4-(萘-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)萘-2-基)苯基)二苯基氧化膦、苯基二(苾-1-基)氧化膦、二苯基(5-(苾-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(苾-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、二苯基(4'-(苾-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或苯基双(3-(苾-1-基)苯基)氧化膦。

[0097] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中所述第一电子传输层的基质化合物是:

[0098] -被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(苾-1-基)氧化膦、双(4-(萘-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)萘-2-基)苯基)二苯基氧化膦、苯基二(苾-1-基)氧化膦、二苯基(5-(苾-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(苾-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、二苯基(4'-(苾-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或

苯基双(3-(苊-1-基)苯基)氧化膦;和/或

[0099] -被芳基、杂芳基或烷基取代的蒽化合物,优选为9,10-二(2-萘基)蒽和/或3-[3'-(10-苯基-9-蒽基)[1,1'-联苯]-4-基]-喹啉。

[0100] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中所述第二电子传输层的基质化合物选自:

[0101] -被芳基、杂芳基或烷基取代的蒽化合物,优选为9,10-二(2-萘基)蒽和/或3-[3'-(10-苯基-9-蒽基)[1,1'-联苯]-4-基]-喹啉;

[0102] -被芳基、杂芳基或烷基取代的苯并咪唑化合物,优选为2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑和/或1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)蒽-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑;

[0103] -被芳基或杂芳基取代的菲咯啉化合物,优选为2,4,7,9-四苯基-1,10-菲咯啉、4,7-二苯基-2,9-二对甲苯基-1,10-菲咯啉、2,9-二(联苯-4-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉和/或3,8-双(6-苯基-2-吡啶基)-1,10-菲咯啉;

[0104] -被芳基或杂芳基取代的喹啉化合物,优选为9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹啉基)-3,3'-联-9H-咔唑;

[0105] -被芳基或杂芳基取代的苯并[h]喹啉化合物,优选为4-(2-萘基)-2-[4-(3-喹啉基)苯基]-苯并[h]喹啉;

[0106] -被芳基或杂芳基取代的吡啶并[3,2-h]喹啉化合物,优选为4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹啉;

[0107] -被芳基或杂芳基取代的三嗪化合物,优选为4,4'-双(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)联苯、3-[4-(4,6-二-2-萘基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]喹啉和/或2-[3-(6'-甲基[2,2'-联吡啶]-5-基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪,和/或

[0108] -被芳基或杂芳基取代的吡啶化合物,优选为7-(萘-2-基)二苯并[c,h]吡啶。

[0109] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中所述基质化合物选自:

[0110] -被芳基、杂芳基或烷基取代的蒽化合物,优选为9,10-二(2-萘基)蒽和/或3-[3'-(10-苯基-9-蒽基)[1,1'-联苯]-4-基]-喹啉。

[0111] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺

杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中所述基质化合物选自:

[0112] -被芳基、杂芳基或烷基取代的苯并咪唑化合物,优选为2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑和/或1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)蒽-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑。

[0113] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中所述基质化合物选自:

[0114] -被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(蒽-1-基)氧化膦、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)二苯基氧化膦、苯基二(蒽-1-基)氧化膦、二苯基(5-(蒽-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(蒽-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、二苯基(4'-(蒽-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或苯基双(3-(蒽-1-基)苯基)氧化膦。

[0115] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中所述基质化合物选自:

[0116] -被芳基或杂芳基取代的菲咯啉化合物,优选为2,4,7,9-四苯基-1,10-菲咯啉、4,7-二苯基-2,9-二对甲苯基-1,10-菲咯啉、2,9-二(联苯-4-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉和/或3,8-双(6-苯基-2-吡啶基)-1,10-菲咯啉。

[0117] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中所述基质化合物选自:

[0118] -被芳基或杂芳基取代的喹啉化合物,优选为9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹啉基)-3,3'-联-9H-咔唑。

[0119] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺

杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中所述基质化合物选自:

[0120] -被芳基或杂芳基取代的苯并[h]喹啉化合物,优选为4-(2-萘基)-2-[4-(3-喹啉基)苯基]-苯并[h]喹啉。

[0121] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中所述基质化合物选自:

[0122] -被芳基或杂芳基取代的吡啶并[3,2-h]喹啉化合物,优选为4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹啉。

[0123] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中所述基质化合物选自:

[0124] -被芳基或杂芳基取代的三嗪化合物,优选为4,4'-双(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)联苯、3-[4-(4,6-二-2-萘基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]喹啉和/或2-[3-(6'-甲基[2,2'-联吡啶]-5-基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪。

[0125] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中所述基质化合物选自:

[0126] -被芳基或杂芳基取代的吡啶化合物,优选为7-(萘-2-基)二苯并[c,h]吡啶。

[0127] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中用于所述电子传输层堆叠物的电子传输层或用于所述第一、第二和第三电子传输层或用于所述第一和第三电子传输层的基质化合物选自被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(萘-1-基)氧化膦、双(4-(萘-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)萘-2-基)苯基)二苯基氧化膦、苯基二(萘-1-基)氧化膦、二苯基(5-(萘-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-

(苸-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或苯基双(3-(苸-1-基)苯基)氧化膦;

[0128] 其中所述第二电子传输层的基质材料被选择成不同于所述第一电子传输层和任选的第三电子传输层的基质材料。

[0129] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中

[0130] -所述第一电子传输层包含选自下列的基质材料:

[0131] -被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(苸-1-基)氧化膦、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)苯基)二苯基氧化膦、二苯基(5-(苸-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(苸-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、苯基双(3-(苸-1-基)苯基)氧化膦和/或(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦或(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦;和/或

[0132] -被芳基、杂芳基或烷基取代的苯并咪唑化合物,优选为2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑和/或1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)蒽-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑;

[0133] -所述第二电子传输层(162)包含选自下列的基质材料:

[0134] -被芳基或杂芳基取代的菲咯啉化合物,优选为2,4,7,9-四苯基-1,10-菲咯啉、4,7-二苯基-2,9-二对甲苯基-1,10-菲咯啉、2,9-二(联苯-4-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉和/或3,8-双(6-苯基-2-吡啶基)-1,10-菲咯啉;和/或

[0135] -被芳基或杂芳基取代的喹啉化合物,优选为9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹啉基)-3,3'-联-9H-咔唑;和/或

[0136] -被芳基或杂芳基取代的苯并[h]喹啉化合物,优选为4-(2-萘基)-2-[4-(3-喹啉基)苯基]-苯并[h]喹啉;和/或

[0137] -被芳基或杂芳基取代的吡啶并[3,2-h]喹啉化合物,优选为4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹啉;和/或

[0138] -被芳基或杂芳基取代的三嗪化合物,优选为4,4'-双(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)联苯、3-[4-(4,6-二-2-萘基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]喹啉和/或2-[3-(6'-甲基[2,2'-联吡啶]-5-基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪;和/或

[0139] -被芳基或杂芳基取代的蒽化合物,优选为9,10-二(2-萘基)蒽和/或3-[3'-(10-苯基-9-蒽基)[1,1'-联苯]-4-基]-喹啉;和/或

[0140] -被芳基、杂芳基或烷基取代的苸氧化膦化合物,优选为苯基二(苸-1-基)氧化膦、二苯基(5-(苸-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(苸-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化

膦和/或苯基双(3-(萘-1-基)苯基)氧化膦;和/或

[0141] -被芳基或杂芳基取代的吡啶化合物,优选为7-(萘-2-基)二苯并[c,h]吡啶;

[0142] -任选的第三电子传输层包含选自下列的基质材料:

[0143] -被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(萘-1-基)氧化膦、双(4-(萘-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)苯基)二苯基氧化膦、二苯基(5-(萘-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(萘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、苯基双(3-(萘-1-基)苯基)氧化膦和/或(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦或(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦;和/或

[0144] -被芳基、杂芳基或烷基取代的苯并咪唑化合物,优选为2-(4-(9,10-二(萘-2-基)萘-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑和/或1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)萘-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑;

[0145] 其中所述第二电子传输层的基质材料被选择成不同于所述第一电子传输层和任选的第三电子传输层的基质材料。

[0146] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中

[0147] -所述第一电子传输层包含选自以下的基质材料:3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、苯基双(3-(萘-1-基)苯基)氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或2-(4-(9,10-二(萘-2-基)萘-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑;

[0148] -所述第二电子传输层包含选自以下的基质材料:9,10-二(2-萘基)萘、1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)萘-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑、3-[3'-(10-苯基-9-萘基)-[1,1'-联苯]-4-基]-喹诺酮、二苯基(4'-(萘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、2,4,7,9-四苯基-1,10-菲咯啉、4,7-二苯基-2,9-二对甲苯基-1,10-菲咯啉、2,9-二(联苯-4-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉、9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹啉基)-3,3'-联-9H-咔唑、4-(2-萘基)-2-[4-(3-喹啉基)苯基]-苯并[h]喹啉、4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹啉、4,4'-双(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)联苯、3-[4-(4,6-二-2-萘基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-喹诺酮、7-(萘-2-基)二苯并[c,h]吡啶和/或2-[3-(6'-甲基[2,2'-联吡啶]-5-基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪;

[0149] -所述任选的第三电子传输层包含选自以下的基质材料:2-(4-(9,10-二(萘-2-基)萘-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑、3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、苯基双(3-(萘-1-基)苯基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物;

[0150] 其中所述第二电子传输层的基质材料被选择成不同于所述第一电子传输层和任选的第三电子传输层的基质材料。

[0151] 一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物,其中所述第一电子传输层的一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种基质化合物;并且此外,所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂;并且所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述发射层包含发光掺杂剂,并且所述电子传输层堆叠物不含发光掺杂剂,并且其中所述电子注入层:

[0152] -包含被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物的基质化合物,优选为3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物,并掺杂有锂卤化物或掺杂有锂有机复合物,优选为四(1H-吡唑-1-基)硼酸锂;或

[0153] -包含被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物的基质化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦或3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物,并掺杂有选自碱金属、碱土金属或稀土金属的元素金属,优选Li、Cs、Mg、Ca、Yb或Sm;或

[0154] -由金属卤化物或有机复合物构成,优选为LiQ、AlQ₃、ZrQ₄、KF或LiF,其中Q为8-羟基喹啉;或

[0155] -由碱金属、碱土金属或稀土金属构成,优选为Li、Cs、Mg、Ca、Yb或Sm。

[0156] 根据所述OLED的各种不同情况,所述电子传输层堆叠物的电子传输层,优选地所述第一电子传输层和第二电子传输层,或者更优选地所述第一电子传输层、第二电子传输层和第三电子传输层,可以具有类似或相同的能级,更优选地LUMO能级的偏离为约 $\leq 0.3\text{eV}$,并且更优选地LUMO能级的偏离为约 $\leq 0.2\text{eV}$ 。

[0157] 另一方面,提供了一种有机发光二极管(OLED),其包含发射层和至少两个电子传输层、优选2个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种氧化膦基质化合物,其中

[0158] -所述第一电子传输层的一种或多种氧化膦基质化合物不同于所述第二电子传输层的一种或多种氧化膦基质化合物;并且此外

[0159] -所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂,其是不发光的掺杂剂;并且其中

[0160] -所述第二电子传输层不含掺杂剂;并且

[0161] 其中所述第一电子传输层、第二电子传输层和任选的第三电子传输层可以具有类似或相同的能级,更优选地LUMO能级的偏离为约 $\leq 0.3\text{eV}$,并且更优选地LUMO能级的偏离为约 $\leq 0.2\text{eV}$ 。

[0162] 对于下面定义的术语来说,除非在权利要求书中或在本说明书别处给出了不同定义,否则以这些定义为准。

[0163] 在本说明书的情形中,在涉及基质材料时的术语“不同”或“有差异”意味着所述基质材料在它们的结构式上有差异。

[0164] 在本说明书的情形中,当与电子传输层(ETL)或电子传输层堆叠物相结合使用时,术语“掺杂剂”意味着作为不发光的掺杂剂的掺杂剂。不发光的掺杂剂对器件的发射光谱没

有贡献。换句话说,所述不发光的掺杂剂在电磁波谱的可见光区域内是基本上不发射的,所述可见光区域是约 $\geq 380\text{nm}$ 至约 $\leq 780\text{nm}$ 的波长。

[0165] 在本说明书的情形中,术语“基本上不发射的”意味着所述不发光的掺杂剂对器件的发射光谱的贡献相对于所述发射光谱小于10%,优选地小于5%。

[0166] 所述不发光的掺杂剂可能在电磁波谱的紫外区域中发射。

[0167] 在本说明书的情形中,当与发射层(EML)相结合使用时,术语“掺杂剂”意味着作为发光掺杂剂的掺杂剂。

[0168] 在本说明书的情形中,在涉及锂化合物时的术语“不同”或“有差异”意味着所述锂化合物在它们的结构式上有差异。

[0169] 外部量子效率,也被称为EQE,以百分数(%)为单位度量。

[0170] 在起始亮度与97%的所述原始亮度之间的寿命,也被称为LT,以小时(h)为单位度量。

[0171] 电压,也被称为V,在底部发光器件中在10毫安培每平方厘米(mA/cm^2)下并且对于顶部发光器件来说在 $15\text{mA}/\text{cm}^2$ 下测量,以伏特(V)为单位。

[0172] 颜色空间通过坐标CIE-x和CIE-y来描述(International Commission on Illumination 1931)。对于蓝光发射来说,CIE-y尤为重要。更小的CIE-y指示更深的蓝色。

[0173] 最高已占分子轨道,也被称为HOMO,以及最低未占分子轨道,也被称为LUMO,以电子伏特(eV)为单位度量。

[0174] 术语“OLED”和“有机发光二极管”被同时使用并具有相同意义。

[0175] 当在本说明书中使用时,术语“电子传输层堆叠物”包含至少两个电子传输层或至少三个电子传输层。

[0176] 当与基质化合物相结合使用时,术语“不同化合物”意味着所述基质化合物在其化学式上不同于其他基质化合物。

[0177] 当在本文中使用时,术语“重量百分数”、“wt%”、“重量%”、“以重量计的%”及其变体将组分、物质或试剂的组成表示为用相应电子传输层的该组分、物质或试剂的重量除以所述相应电子传输层的总重量并乘以100。应该理解,所述相应电子传输层的所有组分、物质和试剂的总重量百分数的量被选择成使其不超过100wt%。

[0178] 不论是否明确指明,所有数值在本文中被假定用术语“约”修饰。当在本文中使用时,术语“约”是指可能发生的数值量的可变性。不论是否用术语“约”修饰,权利要求书包括所述数量的等同物。

[0179] 应该指出,当在本说明书和权利要求书中使用时,单数形式包括复数指称物,除非上下文明确叙述不是如此。

[0180] 术语“不含”、“不包含”不排除杂质。杂质对通过本发明实现的目的没有技术影响。

[0181] 术语“烷基”是指直链或支链烷基。当在本文中使用时,术语“1至20个碳原子”是指直链或支链的具有1至20个碳原子的烷基。所述烷基可以选自甲基、乙基以及丙基、丁基或戊基的异构体,例如异丙基、异丁基、叔丁基、仲丁基和/或异戊基。术语“芳基”是指芳香族基团例如苯基或萘基。

[0182] 在本文中,当第一元件被称为是形成或配置在第二元件“上”时,所述第一元件可以直接配置在所述第二元件上,或者可能在其间配置有一个或多个其他元件。当第一元件

被称为是“直接”形成或配置在第二元件上时,在其间没有配置其他元件。

[0183] 根据所述OLED的各种不同情况,所述电子传输层和/或电子传输层堆叠物不含元素金属。

[0184] 根据所述OLED的各种不同情况,所述电子传输层堆叠物可以含有至少一个电子传输层,优选所述第二电子传输层,其不含金属盐和/或金属有机复合物。

[0185] 根据所述OLED的各种不同情况,所述电子传输层堆叠物含有至少一个电子传输层,优选所述第二电子传输层,其不含选自锂卤化物和/或锂有机复合物的锂化合物。

[0186] 在所述一个或多个电子传输层不含掺杂剂、金属盐和/或金属有机复合物的情形中,术语“不含”意味着所谓的“不含的”一个或多个电子传输层可能包含约5wt%或更少的掺杂剂、金属盐和/或金属有机复合物,优选地约0.5wt%或更少、更优选地约0.05wt%或更少、甚至更优选地约0.005wt%或更少的掺杂剂、金属盐和/或金属有机复合物,并且最优选地不含掺杂剂金属盐和/或金属有机复合物。

[0187] 根据各种不同情况,提供了一种有机发光二极管,凭此所述有机发光二极管可能不含电荷产生层(CGL)。

[0188] 根据各种不同情况,其中对于包含两个电子传输层或三个电子传输层的OLED来说,所述OLED可以含有至少一个电子注入层。

[0189] 根据各种不同情况,其中对于至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物来说,所述第一电子传输层被设置成最接近发射层,并且所述第二电子传输层被设置成最接近阴极。

[0190] 根据各种不同情况,其中对于至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物来说,所述第一电子传输层与发射层直接接触,并且所述第二电子传输层与所述第一电子传输层直接接触。

[0191] 根据各种不同情况,其中对于至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物来说,所述第一电子传输层与发射层直接接触,所述第二电子传输层与所述第一电子传输层直接接触,并且所述第二电子传输层与第三电子传输层或电子注入层或阴极直接接触。

[0192] 根据各种不同情况,其中对于至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物来说,所述第一电子传输层与发射层直接接触,所述第二电子传输层与所述第一电子传输层直接接触,所述第二电子传输层与电子注入层直接接触,并且所述电子注入层与阴极直接接触。

[0193] 根据各种不同情况,其中对于至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物来说,所述第一电子传输层与发射层直接接触,所述第二电子传输层与所述第一电子传输层直接接触,所述第二电子传输层与第三电子传输层直接接触,并且所述第三电子传输层与所述阴极直接接触。

[0194] 根据各种不同情况,其中对于三个电子传输层的电子传输层堆叠物来说,所述第一电子传输层被设置成最接近发射层,所述第二电子传输层被夹在所述第一电子传输层与第三电子传输层之间,并且所述第三电子传输层被设置成最接近阴极。

[0195] 所述有机发光二极管可以是底部发光OLED或顶部发光OLED。

[0196] 掺杂剂

[0197] 可用于电子传输层堆叠物或电子传输层的一种或多种不发光的掺杂剂是这样的掺杂剂,即其不是磷光或荧光发射体。

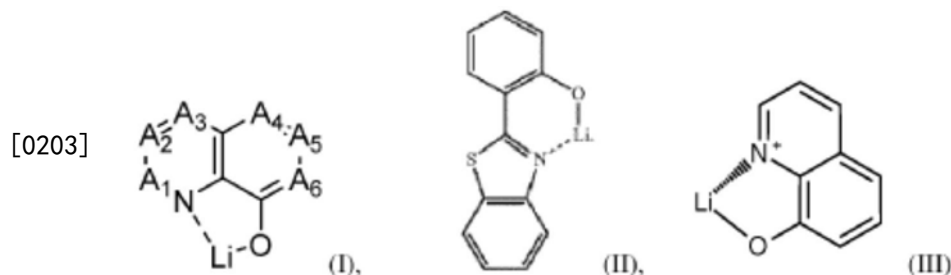
[0198] 根据各种不同情况,所述作为不发光的掺杂剂的锂卤化物掺杂剂,可以选自LiF、LiCl、LiBr或LiI,并且优选为LiF。

[0199] 根据各种不同情况,所述作为不发光的掺杂剂的锂化合物掺杂剂可以是锂有机复合物,并且优选地所述锂化合物掺杂剂可以选自喹啉锂、硼酸锂、苯酚锂、吡啶锂或锂席夫碱和氟化锂,优选为2-(二苯基磷酰基)-苯酚锂、四(1H-吡唑-1-基)硼酸锂、式(III)的喹啉锂、2-(吡啶-2-基)苯酚锂和LiF,更优选地选自2-(二苯基磷酰基)-苯酚锂、四(1H-吡唑-1-基)硼酸锂、式(III)的喹啉锂和2-(吡啶-2-基)苯酚锂。

[0200] 更优选地,所述作为不发光的掺杂剂的锂有机复合物可以选自喹啉锂、硼酸锂、苯酚锂、吡啶锂或锂席夫碱;优选地

[0201] -所述锂有机复合物选自喹啉锂、硼酸锂、苯酚锂、吡啶锂或锂席夫碱;

[0202] -优选地所述喹啉锂具有式I、II或III:



[0204] 其中

[0205] A1至A6是相同的,或独立地选自CH、CR、N、O;

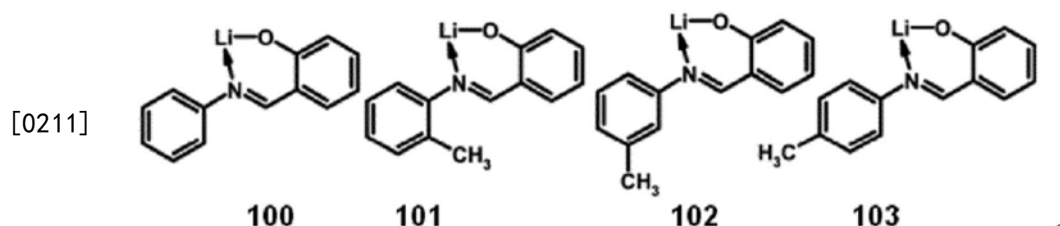
[0206] R是相同的,或独立地选自氢、卤素、具有1至20个碳原子的烷基或芳基或杂芳基;并且更优选地A1至A6是CH;

[0207] -优选地,所述硼酸锂是四(1H-吡唑-1-基)硼酸锂;

[0208] -优选地,所述苯酚锂是2-(吡啶-2-基)苯酚锂、2-(二苯基磷酰基)苯酚锂、咪唑苯酚锂或2-(吡啶-2-基)苯酚锂,更优选为2-(1-苯基-1H-苯并[d]咪唑-2-基)苯酚锂或2-(苯并[d]噁唑-2-基)苯酚锂;

[0209] -优选地,所述吡啶锂是2-(二苯基磷酰基)吡啶-3-酸锂,

[0210] -优选地,所述锂席夫碱具有结构100、101、102或103:



[0212] 可以适合地使用的喹啉盐公开在WO 2013079217A1中。

[0213] 根据本发明的有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述作为不发光的掺杂剂的锂有机复合物的有机配体可以是基于硼酸化物的有机配体,优选地所述作为不发光的掺杂剂的锂有机复合物是四(1H-吡唑-1-基)硼酸锂。可以适合地使用的基于硼酸化物的有机配体公开在WO 2013079676 A1中。

[0214] 根据本发明的有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述作为不发光的掺杂剂的锂有机复合物的有机配体可以是苯酚化物配体。优选地,所述锂有机复合物是2-(二

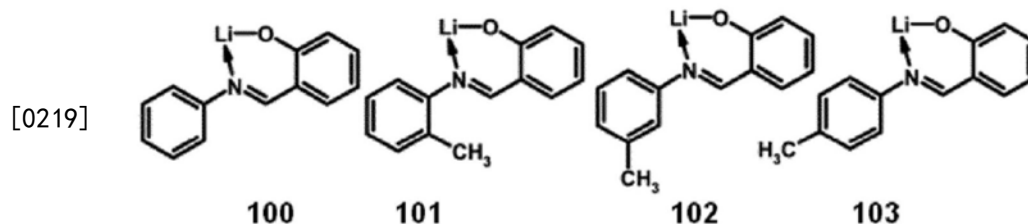
苯基磷酰基) 苯酚锂。可以适合地使用的苯酚配体公开在WO 2013079678 A1中。

[0215] 此外, 苯酚化物配体可以选自吡啶酸盐, 优选为2-(二苯基磷酰基) 吡啶-3-酸盐。可以适合地使用的吡啶苯酚化物配体公开在JP 2008195623中。

[0216] 另外, 苯酚化物配体可以选自咪唑苯酚化物, 优选为2-(1-苯基-1H-苯并[d]咪唑-2-基) 苯酚化物。可以适合地使用的咪唑苯酚化物配体公开在JP 2001291593中。

[0217] 此外, 苯酚化物配体可以选自噁唑苯酚化物, 优选为2-(苯并[d]噁唑-2-基) 苯酚化物。可以适合地使用的噁唑苯酚化物配体公开在US 20030165711中。

[0218] 可以使用锂席夫碱有机复合物。可以适合地使用的不是发光掺杂剂的锂席夫碱有机复合物具有结构100、101、102或103:



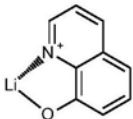
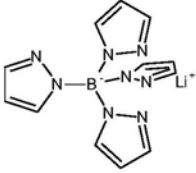
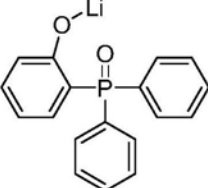
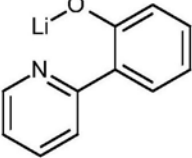
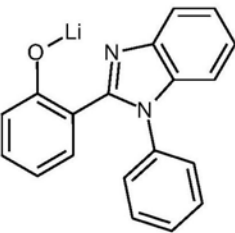
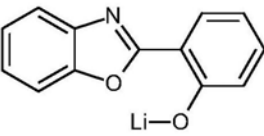
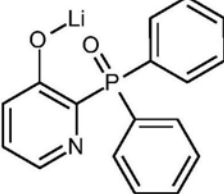
[0220] 用于形成作为不发光的掺杂剂并可用于所述第一电子传输层和/或第二电子传输层的锂有机复合物的适合的有机配体, 公开在例如US2014/0048792和Kathirgamanathan, Poopathy; Arkley, Vincent; Surendrakumar, Sivagnanasundram; Chan, Yun F.; Ravichandran, Seenivasagam; Ganeshamurugan, Subramaniam; Kumaravel, Muttulingam; Antipan-Lara, Juan; Paramaswara, GnanamoUy; Reddy, Vanga R., Digest of Technical Papers-Society for Information Display International Symposium(2010), 41 (Bk.1), 465-468中。

[0221] 作为不发光的掺杂剂并可以最优选地用于所述电子传输层的适合的锂有机复合物概述在下面的表1中。

[0222] 表1

[0223] 可以适合地使用的锂有机复合物

[0224]

	IUPAC 名称	结构	参考文献
LiQ	8-羟基喹啉锂		WO 2013079217 A1
Li-1	四(1H-吡唑-1-基)硼酸锂		WO 2013079676 A1
Li-2	2-(二苯基-磷酰基)苯酚锂		WO 2013079678A1
Li-3	2-(吡啶-2-基)苯酚锂		JP2 008195623
Li-4	2-(1-苯基-1H-苯并[d]咪唑-2-基)苯酚锂		JP 2001291593
Li-5	2-(苯并[d]噁唑-2-基)苯酚锂		US 20030165711
Li-6	2-(二苯基-磷酰基)吡啶-3-酸锂		EP 2724388

[0225] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,其中

[0226] -所述第一电子传输层可以包含约 $\geq 10\text{wt}\%$ 至约 $\leq 70\text{wt}\%$ 、优选地约 $\geq 20\text{wt}\%$ 至约 $\leq 65\text{wt}\%$ 、优选地约 $\geq 50\text{wt}\%$ 至约 $\leq 60\text{wt}\%$ 的作为不发光的掺杂剂的锂卤化物或锂有机复合物;或

[0227] -所述第一电子传输层和第三电子传输层可以各自包含约 $\geq 10\text{wt}\%$ 至约 $\leq 70\text{wt}\%$ 、优选地约 $\geq 20\text{wt}\%$ 至约 $\leq 65\text{wt}\%$ 、优选地约 $\geq 50\text{wt}\%$ 至约 $\leq 60\text{wt}\%$ 的作为不发光的掺杂剂的锂卤化物或锂有机复合物;

- [0228] 其中所述锂卤化物和锂有机复合物的重量百分数以相应电子传输层的总重量计。
- [0229] 基质化合物
- [0230] 根据本发明的有机发光二极管 (OLED) 的各种不同实施方式,所述电子传输层或所述电子传输层堆叠物的电子传输层可以各自包含至少一种基质化合物。
- [0231] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,其中所述第一电子传输层和/或第三电子传输层可以包含至少一种基质化合物。
- [0232] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,其中所述第一电子传输层和/或第三电子传输层可以彼此独立地包含1、2、3或更多种基质化合物,优选地一种基质化合物;其中所述一种或多种基质化合物被选择成相同或不同的。
- [0233] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,其中所述第二电子传输层可以由至少一种基质化合物构成。
- [0234] 根据各种不同实施方式,所述有机发光二极管 (OLED) 可以包含至少两个电子传输层或至少三个电子传输层的电子传输层堆叠物,其中每个电子传输层包含至少一种基质化合物,凭此所述第一和第三电子传输层的基质化合物被选择成相同或不同的;并且凭此所述第二电子传输层的基质化合物不同于所述第一电子传输层,或者不同于所述第一和第三电子传输层,或者不同于所有其他电子传输层。
- [0235] 根据所述有机发光二极管 (OLED) 的各种不同实施方式,所述基质化合物可以选自:
- [0236] -被芳基、杂芳基或烷基取代的蒽化合物,优选为9,10-二(2-萘基)蒽和/或3-[3'-(10-苯基-9-蒽基)[1,1'-联苯]-4-基]-喹啉;
- [0237] -被芳基、杂芳基或烷基取代的苯并咪唑化合物,优选为2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑和/或1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)蒽-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑;
- [0238] -被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(萘-1-基)氧化膦、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)苯基)二苯基氧化膦、苯基二(萘-1-基)氧化膦、二苯基(5-(萘-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(萘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、二苯基(4'-(萘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或苯基双(3-(萘-1-基)苯基)氧化膦;
- [0239] -被芳基或杂芳基取代的菲咯啉化合物,优选为2,4,7,9-四苯基-1,10-菲咯啉、4,7-二苯基-2,9-二对甲苯基-1,10-菲咯啉、2,9-二(联苯-4-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉和/或3,8-双(6-苯基-2-吡啶基)-1,10-菲咯啉;
- [0240] -被芳基或杂芳基取代的喹啉化合物,优选为9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹啉基)-3,3'-联-9H-咔唑;
- [0241] -被芳基或杂芳基取代的苯并[h]喹啉化合物,优选为4-(2-萘基)-2-[4-(3-喹啉基)苯基]-苯并[h]喹啉;
- [0242] -被芳基或杂芳基取代的吡啶并[3,2-h]喹啉化合物,优选为4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹啉;

[0243] -被芳基或杂芳基取代的三嗪化合物,优选为4,4'-双(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)联苯、3-[4-(4,6-二-2-萘基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]喹啉和/或2-[3-(6'-甲基[2,2'-联吡啶]-5-基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪,和/或

[0244] -被芳基或杂芳基取代的吡啶化合物,优选为7-(萘-2-基)二苯并[c,h]吡啶。

[0245] 根据所述有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述电子传输层堆叠物的至少两个电子传输层或至少三个电子传输层包含至少一种基质化合物,凭此所述第一电子传输层和第三电子传输层的基质化合物被选择成相同或不同的;并且其中所述第二电子传输层的基质化合物不同于所述第一电子传输层,或者不同于所述第一电子传输层和第三电子传输层;凭此所述基质化合物可以选自:

[0246] -被芳基、杂芳基或烷基取代的蒽化合物,优选为9,10-二(2-萘基)蒽和/或3-[3'-(10-苯基-9-蒽基)[1,1'-联苯]-4-基]-喹啉;

[0247] -被芳基、杂芳基或烷基取代的苯并咪唑化合物,优选为2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑和/或1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)蒽-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑;

[0248] -被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(萘-1-基)氧化膦、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)二苯基氧化膦、苯基二(萘-1-基)氧化膦、二苯基(5-(萘-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(萘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、二苯基(4'-(萘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或苯基双(3-(萘-1-基)苯基)氧化膦;

[0249] -被芳基或杂芳基取代的菲咯啉化合物,优选为2,4,7,9-四苯基-1,10-菲咯啉、4,7-二苯基-2,9-二对甲苯基-1,10-菲咯啉、2,9-二(联苯-4-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉和/或3,8-双(6-苯基-2-吡啶基)-1,10-菲咯啉;

[0250] -被芳基或杂芳基取代的喹啉化合物,优选为9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹啉基)-3,3'-联-9H-咔唑;

[0251] -被芳基或杂芳基取代的苯并[h]喹啉化合物,优选为4-(2-萘基)-2-[4-(3-喹啉基)苯基]-苯并[h]喹啉;

[0252] -被芳基或杂芳基取代的吡啶并[3,2-h]喹啉化合物,优选为4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹啉;

[0253] -被芳基或杂芳基取代的三嗪化合物,优选为4,4'-双(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)联苯、3-[4-(4,6-二-2-萘基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]喹啉和/或2-[3-(6'-甲基[2,2'-联吡啶]-5-基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪,和/或

[0254] -被芳基或杂芳基取代的吡啶化合物,优选为7-(萘-2-基)二苯并[c,h]吡啶。

[0255] P32根据所述有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,用于所述电子传输层的基质化合物可以更加优选,凭此所述第二电子传输层的基质化合物,其不同于所述第一电子传输层或第一和第三电子传输层或所有其他电子传输层的基质化合物,可以选自被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(萘-1-

基)氧化膦、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)二苯基氧化膦、二苯基(5-(蒎-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(蒎-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、二苯基(4'-(蒎-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或苯基双(3-(蒎-1-基)苯基)氧化膦。

[0256] 一方面,所述用于所述电子传输层堆叠物的电子传输层的基质化合物可以选自被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(蒎-1-基)氧化膦、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)二苯基氧化膦、二苯基(5-(蒎-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(蒎-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或苯基双(3-(蒎-1-基)苯基)氧化膦。

[0257] 另一方面,所述用于第一、第二和第三电子传输层的电子传输层的基质化合物可以选自被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(蒎-1-基)氧化膦、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)二苯基氧化膦、二苯基(5-(蒎-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(蒎-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或苯基双(3-(蒎-1-基)苯基)氧化膦。

[0258] 另一方面,所述用于第一和第三电子传输层的电子传输层的基质化合物可以选自被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(蒎-1-基)氧化膦、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)二苯基氧化膦、二苯基(5-(蒎-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(蒎-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或苯基双(3-(蒎-1-基)苯基)氧化膦。

[0259] 另一方面,所述OLED可以包含

[0260] -第一电子传输层,其包含选自下列的基质材料:

[0261] -被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(蒎-1-基)氧化膦、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)二苯基氧化膦、二苯基(5-(蒎-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(蒎-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、苯基双(3-(蒎-1-基)苯基)氧化膦和/或(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦或(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦;和/或

[0262] -被芳基、杂芳基或烷基取代的苯并咪唑化合物,优选为2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑和/或1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)蒽-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑;

[0263] -第二电子传输层,其包含选自下列的基质材料:

[0264] -被芳基或杂芳基取代的菲咯啉化合物,优选为2,4,7,9-四苯基-1,10-菲咯啉、4,7-二苯基-2,9-二对甲苯基-1,10-菲咯啉、2,9-二(联苯-4-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉和/或3,8-双(6-苯基-2-吡啶基)-1,10-菲咯啉;和/或

[0265] -被芳基或杂芳基取代的喹啉化合物,优选为9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹啉基)-3,3'-联-9H-咔唑;和/或

[0266] -被芳基或杂芳基取代的苯并[h]喹啉化合物,优选为4-(2-萘基)-2-[4-(3-喹啉基)苯基]-苯并[h]喹啉;和/或

[0267] -被芳基或杂芳基取代的吡啶并[3,2-h]喹啉化合物,优选为4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹啉;和/或

[0268] -被芳基或杂芳基取代的三嗪化合物,优选为4,4'-双(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)联苯、3-[4-(4,6-二-2-萘基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]喹啉和/或2-[3-(6'-甲基[2,2'-联吡啶]-5-基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪,和/或

[0269] -被芳基、杂芳基或烷基取代的蒽化合物,优选为2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑、9,10-二(2-萘基)蒽、1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)蒽-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑和/或3-[3'-(10-苯基-9-蒽基)[1,1'-联苯]-4-基]-喹啉,优选为2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑;和/或

[0270] -被芳基、杂芳基或烷基取代的茈氧化膦化合物,优选为苯基二(茈-1-基)氧化膦、二苯基(5-(茈-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(茈-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦和/或苯基双(3-(茈-1-基)苯基)氧化膦;和/或

[0271] -被芳基或杂芳基取代的吡啶化合物,优选为7-(萘-2-基)二苯并[c,h]吡啶;和/或

[0272] -任选的第三电子传输层,其包含选自下列的基质材料:

[0273] -被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(茈-1-基)氧化膦、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)二苯基氧化膦、二苯基(5-(茈-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(茈-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、苯基双(3-(茈-1-基)苯基)氧化膦和/或(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦或(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦;和/或

[0274] -被芳基、杂芳基或烷基取代的苯并咪唑化合物,优选为2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑和/或1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)蒽-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑;

[0275] 凭此所述第二电子传输层的基质材料被选择成不同于所述第一电子传输层和任选的第三电子传输层的基质材料。

[0276] 另一方面,所述OLED可以包含:

[0277] -第一电子传输层,其包含选自以下的基质材料:3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、苯基双(3-(茈-1-基)苯基)氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:

1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑;

[0278] -第二电子传输层,其包含选自以下的基质材料:9,10-二(2-萘基)蒽、1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)蒽-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑、3-[3'-(10-苯基-9-蒽基)[1,1'-联苯]-4-基]-喹诺酮、二苯基(4'-(芘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、2,4,7,9-四苯基-1,10-菲咯啉、4,7-二苯基-2,9-二对甲苯基-1,10-菲咯啉、2,9-二(联苯-4-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉、9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹唑啉基)-3,3'-联-9H-咔唑、4-(2-萘基)-2-[4-(3-喹唑啉基)苯基]-苯并[h]喹唑啉、4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹唑啉、4,4'-双(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)联苯、3-[4-(4,6-二-2-萘基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-喹诺酮和/或2-[3-(6'-甲基[2,2'-联吡啶]-5-基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪和/或7-(萘-2-基)二苯并[c,h]吡啶;

[0279] -任选的第三电子传输层,其包含选自以下的基质材料:2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑、3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、苯基双(3-(芘-1-基)苯基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物;

[0280] 凭此所述第二电子传输层的基质材料被选择成不同于所述第一电子传输层和任选的第三电子传输层的基质材料。

[0281] 另一方面,所述第一电子传输层或所述第一和第三电子传输层的基质化合物可以是(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦或(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦,并且所述第二电子传输层的基质化合物可以是4,7-二苯基-2,9-二对甲苯基-1,10-菲咯啉和/或4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹唑啉和/或4,4'-双(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)联苯和/或3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物。

[0282] 另一方面,所述第一和第三电子传输层可以由一种基质化合物和一种作为不发光的掺杂剂的掺杂剂构成,并且所述第二电子传输层可以由一种基质化合物构成。

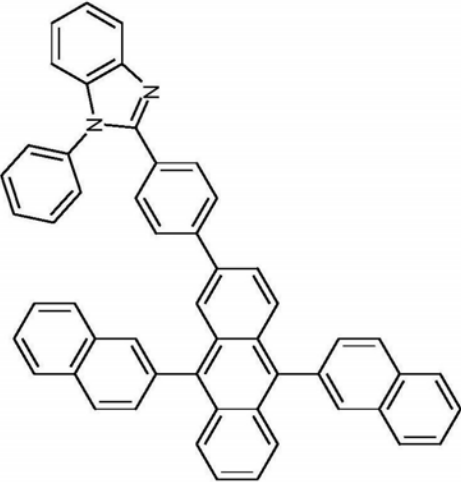
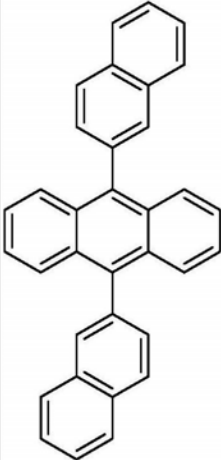
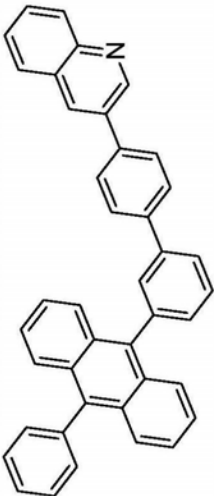
[0283] 另一方面,所述第一电子传输层可以由一种基质化合物和一种作为不发光的掺杂剂的掺杂剂构成,并且所述第二电子传输层可以由一种基质化合物构成。

[0284] 另一方面,所述第二电子传输层可以由一种基质化合物构成。

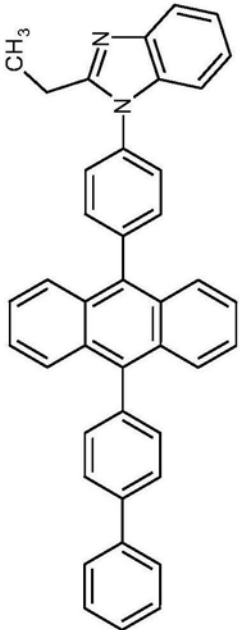
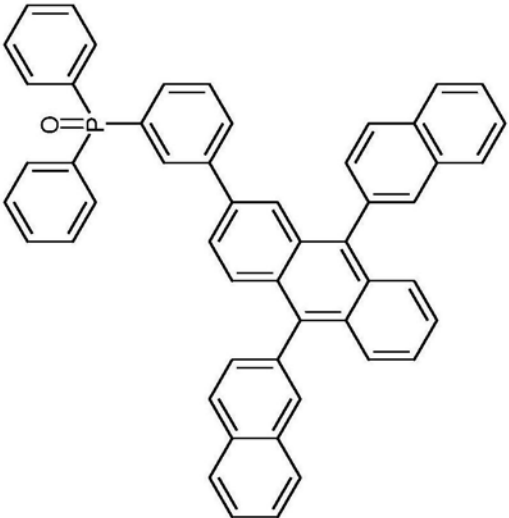
[0285] 可以适合地用于所述电子传输层的适合的基质化合物概述在下面的表2中。

[0286]

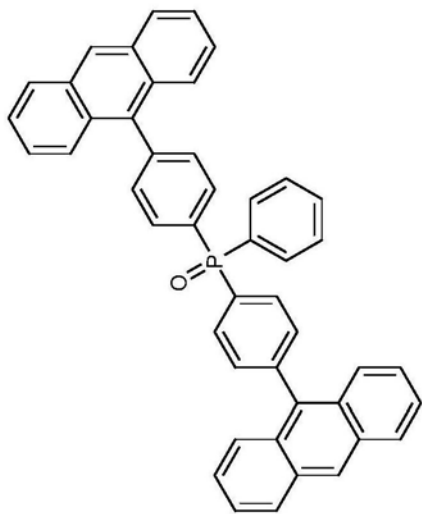
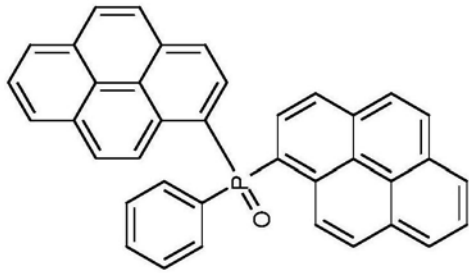
表 2
可以适合地使用的基质化合物的化学结构

化合物	名称	结构	参考文献
MX 1	2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑		US 6878469
MX 2	9,10-二(2-萘基)蒽		US5935721
MX 3	3-[3'-(10-苯基-9-蒽基)[1,1'-联苯]-4-基]-喹诺酮		KR2011018195

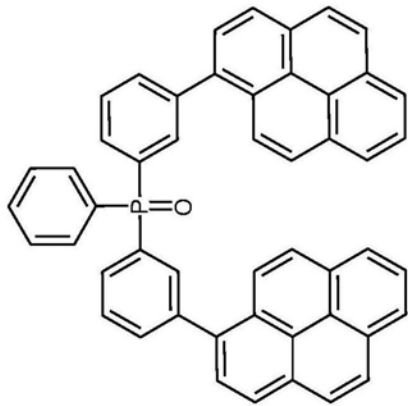
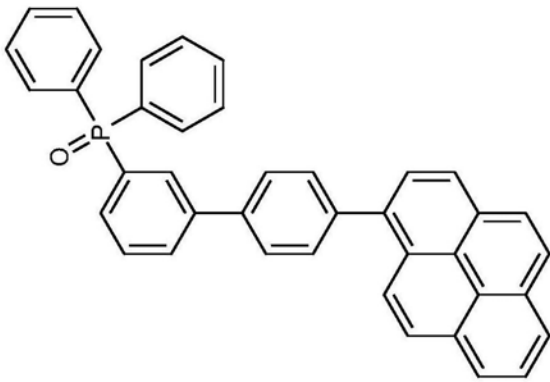
[0287]

化合物	名称	结构	参考文献
MX 4	1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)蒽-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑		WO2010134352
MX 5	(3-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)二苯基氧化膦		EP13187905.8

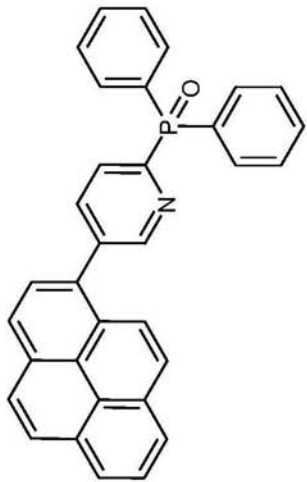
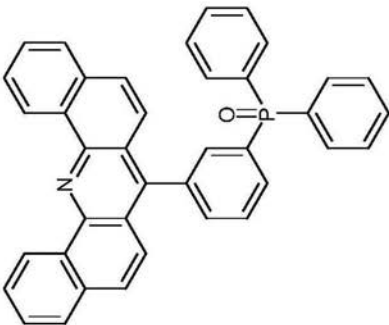
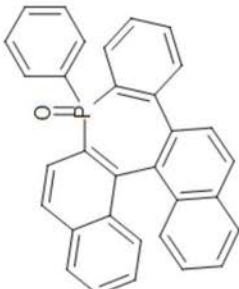
[0288]

化合物	名称	结构	参考文献
MX 6	双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦		EP13187905.8
MX 7	苯基二(芘-1-基)氧化膦		JP4876333

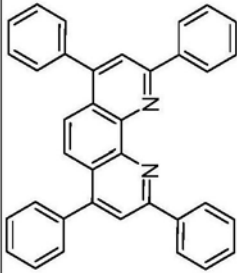
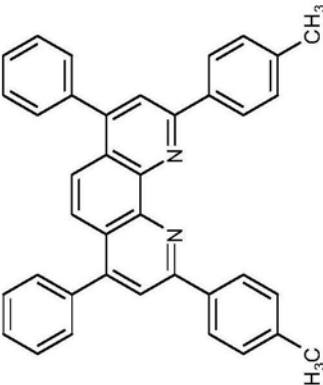
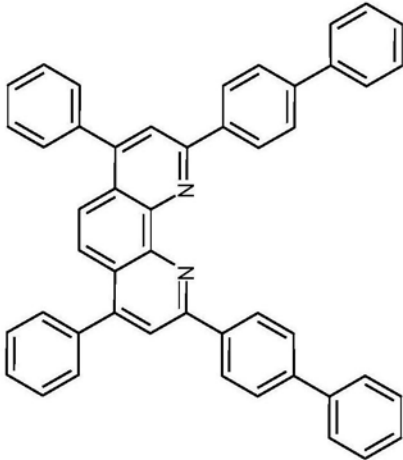
[0289]

化合物	名称	结构	参考文献
MX 8	苯基双(3-(芘-1-基)苯基)氧化膦		EP13187905.8
MX 9	二苯基 (4'-(芘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦		EP13187905.8

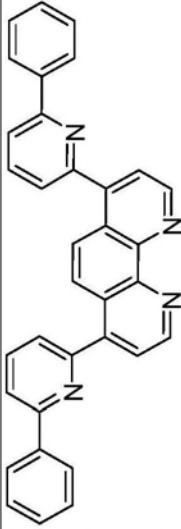
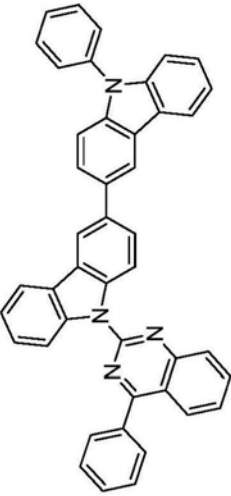
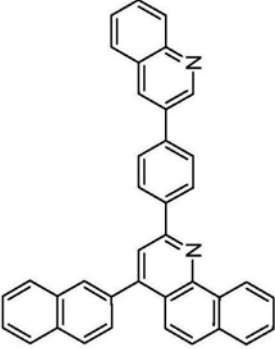
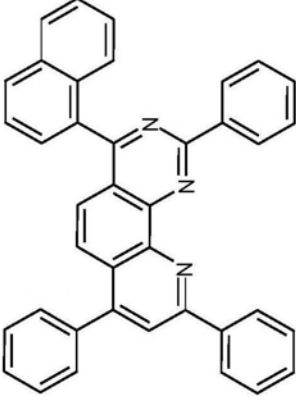
[0290]

化合物	名称	结构	参考文献
MX 10	二苯基(5-(吡-1-基)吡啶-2-基)氧化膦		WO2014167020
MX 11	(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦		EP 2395571, WO2013079217
MX 12	3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物		EP13199361.0

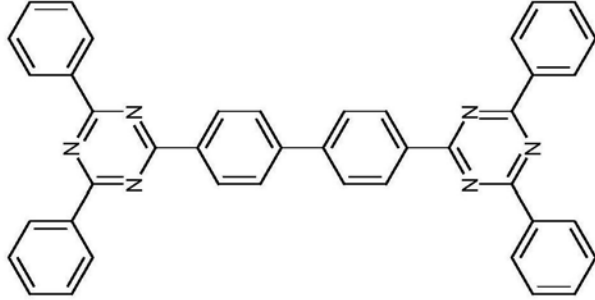
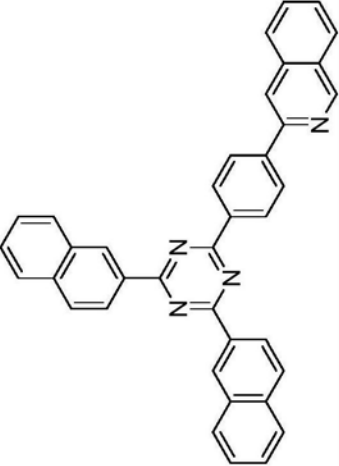
[0291]

化合物	名称	结构	参考文献
MX 13	2,4,7,9-四苯基-1,10-菲咯啉		EP1786050
MX 14	4,7-二苯基-2,9-二对甲苯基-1,10-菲咯啉		EP1786050
MX 15	2,9-二(联苯-4-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉		EP1786050

[0292]

化合物	名称	结构	参考文献
MX 16	3,8-双(6-苯基-2-吡啶基)-1,10-菲咯啉		CN102372708
MX 17	9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹唑啉基)-3,3'-联-9H-咔唑		KR2012102374
MX 18	4-(2-萘基)-2-[4-(3-喹啉基)苯基]-苯并[h]喹唑啉		KR2014076522
MX 19	4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹唑啉		EP1970371

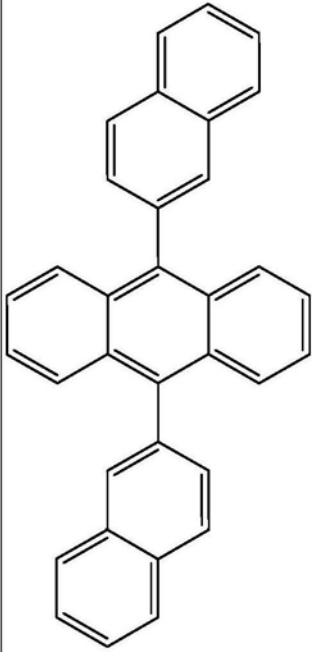
[0293]

化合物	名称	结构	参考文献
MX 20	4,4'-双(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)联苯		US6225467
MX 21	3-[4-(4,6-二-2-萘基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]喹啉		US20110156013

[0294]

化合物	名称	结构	参考文献
MX 22	2-[3-(6'- 甲基 [2,2'- 联吡啶]-5-基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6- 二苯基-1,3,5-三嗪		WO2014171541
MX 23	(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦		EP 2395571, WO2013079217
MX 24	7-(蔡-2-基)二苯并[c,h]吡啶		EP 2395571

[0295]

参考文献	
结构	
名称	
化合物	MX 25

[0296] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,其中

[0297] -所述第一电子传输层包含约 $\leq 90\text{wt}\%$ 至约 $\geq 30\text{wt}\%$ 的基质化合物;或

[0298] -所述第一电子传输层和第三电子传输层各自包含约 $\leq 90\text{wt}\%$ 至约 $\geq 30\text{wt}\%$ 的基质化合物;

[0299] 其中所述基质化合物的重量百分数是基于相应传输层的总重量计算的。

[0300] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,其中

[0301] -所述第一电子传输层可以包含约 $\leq 80\text{wt}\%$ 至约 $\geq 35\text{wt}\%$ 的基质化合物;或

[0302] -所述第一电子传输层和第三电子传输层各自包含约 $\leq 80\text{wt}\%$ 至约 $\geq 35\text{wt}\%$ 的基质化合物;

[0303] 其中所述基质化合物的重量百分数是基于相应传输层的总重量计算的。

[0304] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,其中

[0305] -所述第一电子传输层可以包含约 $\leq 50\text{wt}\%$ 至约 $\geq 40\text{wt}\%$ 的基质化合物;或

[0306] -所述第一电子传输层和第三电子传输层各自包含约 $\leq 50\text{wt}\%$ 至约 $\geq 40\text{wt}\%$ 的基质化合物;

[0307] 其中所述基质化合物的重量百分数是基于相应传输层的总重量计算的。

[0308] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,其中

[0309] -所述第一电子传输层可以包含约 $\geq 10\text{wt}\%$ 至约 $\leq 70\text{wt}\%$ 的锂卤化物或锂有机复合物;或

[0310] -所述第一电子传输层和第三电子传输层可以各自包含约 $\geq 10\text{wt}\%$ 至约 $\leq 70\text{wt}\%$ 的锂卤化物或锂有机复合物;

[0311] 其中所述锂卤化物和

[0312] 锂有机复合物的重量百分数是基于相应电子传输层的总重量计算的。

[0313] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,其中

[0314] -所述第一电子传输层可以包含约 $\geq 20\text{wt}\%$ 至约 $\leq 65\text{wt}\%$ 的锂卤化物或锂有机复合物;或

[0315] -所述第一电子传输层和第三电子传输层可以各自包含约 $\geq 20\text{wt}\%$ 至约 $\leq 65\text{wt}\%$ 的锂卤化物或锂有机复合物;

[0316] 其中所述锂卤化物和锂有机复合物的重量百分数是基于相应电子传输层的总重量计算的。

[0317] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,其中

[0318] -所述第一电子传输层可以包含约 $\geq 50\text{wt}\%$ 至约 $\leq 60\text{wt}\%$ 的锂卤化物或锂有机复合物;或

[0319] -所述第一电子传输层和第三电子传输层可以各自包含约 $\geq 50\text{wt}\%$ 至约 $\leq 60\text{wt}\%$ 的锂卤化物或锂有机复合物;

[0320] 其中所述锂卤化物和锂有机复合物的重量百分数是基于相应电子传输层的总重量计算的。

[0321] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,其中

[0322] -所述第一电子传输层或第一电子传输层和第三电子传输层包含:

[0323] a) 约 $\geq 10\text{wt}\%$ 至约 $\leq 70\text{wt}\%$ 的作为不发光的掺杂剂的掺杂剂;

[0324] b) 约 $\leq 90\text{wt}\%$ 至约 $\geq 30\text{wt}\%$ 的基质化合物;

[0325] -所述不含掺杂剂的第二电子传输层包含基质化合物,其被选择成不同于所述第

一电子传输层和任选的第三电子传输层的基质化合物;并且

[0326] 其中每个电子传输层的组分的wt%被选择成使得总的wt%量不超过100wt%,并且所述组分的wt%是基于相应传输层的总重量计算的。

[0327] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,其中

[0328] -所述第一电子传输层或所述第一电子传输层和第三电子传输层包含:

[0329] a) 约 $\geq 10\text{wt}\%$ 至约 $\leq 70\text{wt}\%$ 的作为不发光的掺杂剂的掺杂剂;

[0330] b) 约 $\leq 90\text{wt}\%$ 至约 $\geq 30\text{wt}\%$ 的基质化合物;

[0331] -所述不含掺杂剂的第二电子传输层包含基质化合物,其被选择成不同于所述第一电子传输层和任选的第三电子传输层的基质化合物;并且

[0332] 其中每个电子传输层的组分的wt%被选择成使得总的wt%量不超过100wt%,并且所述组分的wt%是基于相应传输层的总重量计算的。

[0333] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,其中

[0334] -所述第一电子传输层或所述第一电子传输层和第三电子传输层包含:

[0335] a) 约 $\geq 20\text{wt}\%$ 至约 $\leq 65\text{wt}\%$ 的作为不发光的掺杂剂的掺杂剂;

[0336] b) 约 $\leq 80\text{wt}\%$ 至约 $\geq 35\text{wt}\%$ 的基质化合物;

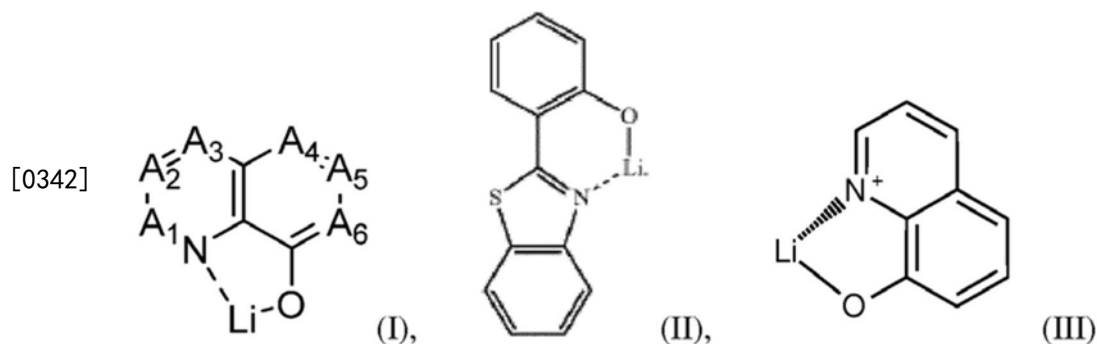
[0337] -所述不含掺杂剂的第二电子传输层包含基质材料,其被选择成不同于所述第一电子传输层和任选的第三电子传输层的基质化合物;并且

[0338] 其中每个电子传输层的组分的wt%被选择成使得总的wt%量不超过100wt%,并且所述组分的wt%是基于相应传输层的总重量计算的。

[0339] 根据所述有机发光二极管的各种不同实施方式,其中

[0340] -所述第一电子传输层或所述第一电子传输层和第三电子传输层包含:

[0341] a) 约 $\geq 10\text{wt}\%$ 至约 $\leq 70\text{wt}\%$ 、优选地约 $\geq 20\text{wt}\%$ 至约 $\leq 65\text{wt}\%$ 的不发光的掺杂剂,优选地约 $\geq 50\text{wt}\%$ 至约 $\leq 60\text{wt}\%$ 的锂卤化物,其选自LiF、LiCl、LiBr或LiI,优选为LiF,或锂有机复合物,其是喹啉锂、硼酸锂、苯酚锂、吡啶锂或锂席夫碱,优选为具有式I、II或III的喹啉锂复合物:



[0343] 其中

[0344] -A1至A6是相同的,或独立地选自CH、CR、N、O;

[0345] -R是相同的,或独立地选自氢、卤素、具有1至20个碳原子的烷基或芳基或杂芳基;并且更优选为8-羟基喹啉锂;和/或硼酸锂,更优选地所述硼酸锂是四(1H-吡唑-1-基)硼酸锂;

[0346] b) 约 $\leq 90\text{wt}\%$ 至约 $\geq 30\text{wt}\%$ 、优选地约 $\leq 80\text{wt}\%$ 至约 $\geq 35\text{wt}\%$ 、优选地约 $\leq$

50wt%至约 ≥ 40 wt%、还优选地约 ≤ 50 wt%至约 ≥ 40 wt%的基质化合物,所述基质化合物为:

[0347] -被芳基、杂芳基或烷基取代的蒽化合物,优选为9,10-二(2-萘基)蒽和/或3-[3'-(10-苯基-9-蒽基)[1,1'-联苯]-4-基]-喹啉;

[0348] -被芳基、杂芳基或烷基取代的苯并咪唑化合物,优选为2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑和/或1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)蒽-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑;

[0349] -被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(萘-1-基)氧化膦、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)二苯基氧化膦、苯基二(萘-1-基)氧化膦、二苯基(5-(萘-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(萘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、二苯基(4'-(萘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或苯基双(3-(萘-1-基)苯基)氧化膦;

[0350] -被芳基或杂芳基取代的菲咯啉化合物,优选为2,4,7,9-四苯基-1,10-菲咯啉、4,7-二苯基-2,9-二对甲苯基-1,10-菲咯啉、2,9-二(联苯-4-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉和/或3,8-双(6-苯基-2-吡啶基)-1,10-菲咯啉;

[0351] -被芳基或杂芳基取代的喹啉化合物,优选为9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹啉基)-3,3'-联-9H-呋唑;

[0352] -被芳基或杂芳基取代的苯并[h]喹啉化合物,优选为4-(2-萘基)-2-[4-(3-喹啉基)苯基]-苯并[h]喹啉;

[0353] -被芳基或杂芳基取代的吡啶并[3,2-h]喹啉化合物,优选为4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹啉;

[0354] -被芳基或杂芳基取代的三嗪化合物,优选为4,4'-双(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)联苯、3-[4-(4,6-二-2-萘基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]喹啉和/或2-[3-(6'-甲基[2,2'-联吡啶]-5-基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪,和/或

[0355] -被芳基或杂芳基取代的吡啶化合物,优选为7-(萘-2-基)二苯并[c,h]吡啶;

[0356] -所述作为不含掺杂剂的第二电子传输层(162),其包含下述基质化合物:

[0357] -被芳基、杂芳基或烷基取代的蒽化合物,优选为9,10-二(2-萘基)蒽和/或3-[3'-(10-苯基-9-蒽基)[1,1'-联苯]-4-基]-喹啉;

[0358] -被芳基、杂芳基或烷基取代的苯并咪唑化合物,优选为2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑和/或1-(4-(10-([1,1'-联苯]-4-基)蒽-9-基)苯基)-2-乙基-1H-苯并[d]咪唑;

[0359] -被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(萘-1-基)氧化膦、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)二苯基氧化膦、苯基二(萘-1-基)氧化膦、二苯基(5-(萘-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(萘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、二苯基(4'-(萘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦、(3'-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)-[1,1'-联苯]-4-基)二苯基氧化膦和/或

苯基双(3-(苊-1-基)苯基)氧化膦;

[0360] -被芳基或杂芳基取代的菲咯啉化合物,优选为2,4,7,9-四苯基-1,10-菲咯啉、4,7-二苯基-2,9-二对甲苯基-1,10-菲咯啉、2,9-二(联苯-4-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉和/或3,8-双(6-苯基-2-吡啶基)-1,10-菲咯啉;

[0361] -被芳基或杂芳基取代的喹啉化合物,优选为9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹啉基)-3,3'-联-9H-咔唑;

[0362] -被芳基或杂芳基取代的苯并[h]喹啉化合物,优选为4-(2-萘基)-2-[4-(3-喹啉基)苯基]-苯并[h]喹啉;

[0363] -被芳基或杂芳基取代的吡啶并[3,2-h]喹啉化合物,优选为4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹啉;

[0364] -被芳基或杂芳基取代的三嗪化合物,优选为4,4'-双(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)联苯、3-[4-(4,6-二-2-萘基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]喹啉和/或2-[3-(6'-甲基[2,2'-联吡啶]-5-基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪,和/或

[0365] -被芳基或杂芳基取代的吡啶化合物,优选为7-(萘-2-基)二苯并[c,h]吡啶;

[0366] 凭此更优选的是被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,最优选的是3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物;

[0367] 其中所述第一电子传输层的基质化合物或所述第一电子传输层和第三电子传输层的基质化合物被选择成不同于所述第二电子传输层的基质化合物;并且每个电子传输层的组分的wt%被选择成使得总的wt%量不超过100wt%,并且所述组分的wt%是基于相应传输层的总重量计算的。

[0368] 根据所述有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述第一电子传输层和/或第二电子传输层和/或第三电子传输层的厚度可以是相同的,或各自独立地在约 $\geq 1\text{nm}$ 至约 $\leq 95\text{nm}$ 的范围内。

[0369] 根据所述有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述第一电子传输层和/或第二电子传输层和/或第三电子传输层的厚度可以是相同的,或各自独立地在约 $\geq 6\text{nm}$ 至约 $\leq 80\text{nm}$ 的范围内。

[0370] 根据所述有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述第一电子传输层和/或第二电子传输层和/或第三电子传输层的厚度可以是相同的,或各自独立地在约 $\geq 8\text{nm}$ 至约 $\leq 60\text{nm}$ 的范围内。

[0371] 根据所述有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述第一电子传输层和/或第二电子传输层和/或第三电子传输层的厚度可以是相同的,或各自独立地在约 $\geq 10\text{nm}$ 至约 $\leq 40\text{nm}$ 的范围内。

[0372] 根据所述有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述第一电子传输层和/或第二电子传输层和/或第三电子传输层的厚度可以是相同的,或各自独立地在约 $\geq 8\text{nm}$ 至约 $\leq 20\text{nm}$ 的范围内。

[0373] 根据所述有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述第一电子传输层和/或第二电子传输层和/或第三电子传输层的厚度可以是相同的,或各自独立地在约 $\geq 10\text{nm}$ 至约 $\leq 18\text{nm}$ 的范围内。

[0374] 根据所述有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述电子传输层堆叠物的

厚度可以在约 $\geq 25\text{nm}$ 至约 $\leq 100\text{nm}$ 的范围内。

[0375] 根据所述有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述电子传输层堆叠物的厚度可以在约 $\geq 30\text{nm}$ 至约 $\leq 80\text{nm}$ 的范围内。

[0376] 根据所述有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述电子传输层堆叠物的厚度可以在约 $\geq 35\text{nm}$ 至约 $\leq 60\text{nm}$ 的范围内。

[0377] 根据所述有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述电子传输层堆叠物的厚度可以在约 $\geq 36\text{nm}$ 至约 $\leq 40\text{nm}$ 的范围内。

[0378] 根据本发明的有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述电子传输层堆叠物具有2至4个电子传输层,更优选地2至3个电子传输层。

[0379] 根据本发明的有机发光二极管(OLED)的各种不同实施方式,所述第二电子传输层可以被直接设置在所述第一电子传输层上,并且任选的第三电子传输层可以被直接设置在所述第二电子传输层上,使得所述第二电子传输层被夹在所述第一电子传输层与第三电子传输层之间。

[0380] 另一方面,提供了一种有机发光二极管,其包含:衬底;形成在所述衬底上的阳极;形成在所述阳极上的电子传输层堆叠物,其中所述电子传输层堆叠物包含至少两个电子传输层或由其构成;并且最后形成阴极,使得所述电子传输层堆叠物被夹在所述阳极与阴极之间;并且任选地将电子注入层设置在所述电子传输层与阴极之间。

[0381] 根据各种不同实施方式,所述有机发光二极管(OLED)还可以包括被设置在所述阳极与电子传输层之间的至少一个层,该层选自:空穴注入层、空穴传输层、发射层和空穴阻挡层。

[0382] 另一方面,提供了一种有机发光二极管,其另外包含:被设置在所述阳极与电子传输层堆叠物之间的至少一个层,该层选自:空穴注入层、空穴传输层、发射层和空穴阻挡层。

[0383] 根据各种不同情况,提供了一种有机发光二极管,其还包含被设置在所述电子传输层与阴极之间的电子注入层。

[0384] 另一方面,提供了一种有机发光二极管,其包含至少两个电子传输层和至少一个电子注入层。

[0385] 优选地,所述有机发光二极管可以包含电子传输层堆叠物,其具有2至4个电子传输层,更优选两个电子传输层或三个电子传输层。

[0386] 另一方面,提供了一种有机发光二极管,其包含至少三个电子传输层的电子传输层堆叠物和至少一个电子注入层。更优选地可以是一种有机发光二极管,其包含三个电子传输层并且没有电子注入层。

[0387] 另一方面,所述包含电子传输层堆叠物的有机发光二极管可以不含电子注入层。

[0388] 根据本发明的OLED的各种不同实施方式,所述OLED可以不包含电子注入层。

[0389] 根据本发明的OLED的各种不同实施方式,所述OLED可以不包含电荷产生层。

[0390] 根据本发明的OLED的各种不同实施方式,所述OLED可以不包含电子注入层和电荷产生层。

[0391] 另一方面,提供了一种制造有机发光二极管(OLED)的方法,所述方法使用:

[0392] -至少三个沉积源;和/或

[0393] -通过真空热蒸发的沉积;和/或

- [0394] -通过溶液加工的沉积,优选地所述加工选自旋涂、流延、印刷和/或狭缝式涂布。
- [0395] 根据各种不同情况,提供了一种方法,所述方法使用:
- [0396] -第一沉积源,以释放所述基质化合物,和
- [0397] -第二沉积源,以释放锂卤化物或锂有机复合物;
- [0398] 所述方法包括形成所述电子传输层堆叠物的步骤;
- [0399] 凭此通过从所述第一沉积源释放所述基质化合物并从所述第二沉积源释放所述锂卤化物或锂有机复合物来形成所述第一电子传输层;
- [0400] -通过从第三沉积源释放所述基质化合物在所述第一电子传输层上形成所述第二电子传输层;
- [0401] 其中所述第一电子传输层的基质化合物不同于所述第二电子传输层的基质化合物。
- [0402] 根据各种不同情况,提供了一种方法,所述方法使用:
- [0403] -第一和第三沉积源,以释放不同的基质化合物,和
- [0404] -第二和第四沉积源,以释放锂卤化物或锂有机复合物,其不同于用于所述第二沉积源的锂卤化物或锂有机复合物,优选为锂有机复合物,并且
- [0405] 所述方法包括形成所述电子传输层或所述电子传输层堆叠物的步骤;凭此
- [0406] -通过从第一沉积源释放所述基质化合物并从第二沉积源释放锂卤化物或锂有机复合物来形成所述第一电子传输层;
- [0407] -通过经第三沉积源释放基质化合物,在所述第一电子传输层上形成不同于所述第一电子传输层的第二电子传输层;
- [0408] -任选地通过经所述第一沉积源释放用于所述第一电子传输层的基质化合物,在所述第二电子传输层上形成第三电子传输层,并使用所述第四沉积源来释放不同于用于所述第一电子传输层的锂卤化物或锂有机复合物;其中所述第二电子传输层不含掺杂剂。
- [0409] 根据各种不同情况,所述方法可以进一步包括在所述阳极上形成发射层,并在所述阳极与电子传输层堆叠物之间形成选自空穴注入层、空穴传输层或空穴阻挡层的至少一个层。
- [0410] 根据各种不同情况,所述方法可以进一步包括形成有机发光二极管 (OLED) 的步骤,其中
- [0411] -在衬底上形成阳极,
- [0412] -在所述阳极上形成发射层,
- [0413] -在所述发射层上形成至少两个电子传输层,凭此所述第二电子传输层不含掺杂剂,任选的第三电子传输层被直接形成在所述第二电子传输层上,凭此所述第三电子传输层的基质材料不同于所述第二电子传输层的基质材料,并且所述第三电子传输层的基质材料、锂卤化物和/或锂有机复合物与所述第一电子传输层的相同或不同,
- [0414] -在所述电子传输层堆叠物上形成阴极,
- [0415] -在所述阳极与电子传输层堆叠物之间形成任选的空穴注入层、空穴传输层、发射层和空穴阻挡层,
- [0416] -在所述电子传输层或电子传输层堆叠物与阴极之间形成任选的电子注入层。
- [0417] 根据各种不同情况,所述方法可以进一步包括形成有机发光二极管 (OLED) 的步

骤,其中在电子传输层堆叠物与阴极之间形成电子注入层。

[0418] 根据各种不同情况,所述方法可以进一步包括形成有机发光二极管(OLED)的步骤,其中在所述电子传输层堆叠物与阴极之间形成电子注入层。

[0419] 根据各种不同情况,所述方法可以进一步包含形成有机发光二极管(OLED)的步骤,其中

[0420] -在衬底上形成阳极,

[0421] -在所述阳极上形成发射层,

[0422] -在所述发射层上形成至少第一电子传输层和第二电子传输层的电子传输层堆叠物,凭此所述第二电子传输层被直接形成在所述第一电子传输层上,并且在所述第二电子传输层上直接形成任选的第三电子传输层,

[0423] -在所述电子传输层堆叠物上形成阴极,

[0424] -在所述电子传输层堆叠物与阴极之间形成任选的电子注入层,

[0425] -在所述阳极与电子传输层堆叠物之间形成任选的空穴注入层、空穴传输层、发射层和空穴阻挡层。

[0426] 然而,根据本发明的OLED的各种不同实施方式,所述包含两个电子传输层的OLED可以不包含电荷产生层。然而,根据本发明的OLED的各种不同实施方式,所述包含三个或更多电子传输层的OLED可以不包含电子注入层和/或电荷产生层。

[0427] 本发明的其他方面和/或优点将部分阐述在下面的描述中并部分可以从所述描述明显看出,或者可以通过本发明的实践领会到。

附图说明

[0428] 从下面示例性实施方式的描述并结合附图,本发明的这些和/或其他方面和优点将变得显而易见并且更容易理解,在所述附图中:

[0429] 图1是根据本发明的示例性实施方式的具有发射层和两个电子传输层的有机发光二极管(OLED)的示意性剖视图;

[0430] 图2是根据本发明的示例性实施方式的具有发射层和三个电子传输层的OLED的示意性剖视图;

[0431] 图3是根据本发明的示例性实施方式的具有发射层、两个电子传输层和电子注入层的有机发光二极管(OLED)的示意性剖视图;

[0432] 图4是根据本发明的示例性实施方式的具有发射层、两个电子传输层和电子注入层的有机发光二极管(OLED)的示意性剖视图;

[0433] 图5是根据本发明的示例性实施方式的具有发射层、三个电子传输层和电子注入层的OLED的示意性剖视图;

[0434] 图6是根据本发明的示例性实施方式的具有发射层和两个电子传输层并且没有电子注入层(EIL)的OLED的示意性剖视图;

[0435] 图7是根据本发明的示例性实施方式的具有三个电子传输层并且没有电子注入层(EIL)的OLED的示意性剖视图。

[0436] 详细描述

[0437] 现在将详细参考本发明的示例性情况,其实例在附图中进行说明,其中所有附图

中相似的指称数字是指相似的元件。下面参考附图描述示例性实施方式,以便解释本发明的各种情况。

[0438] 在本文中,当第一元件被称为是形成或配置在第二元件“上”时,所述第一元件可以被直接配置在所述第二元件上,或者可能在其间配置有一个或多个其他元件。当第一元件被称为是“直接”形成或配置在第二元件上时,在其间没有配置其他元件。

[0439] 图1是根据本发明的示例性实施方式的有机发光二极管100的示意性剖面图。OLED 100包括发射层150和包含第一电子传输层161和第二电子传输层162的电子传输层堆叠物(ETL) 160,凭此第二电子传输层162被直接配置在第一电子传输层161上。

[0440] 图2是根据本发明的示例性实施方式的有机发光二极管100的示意性剖面图。OLED 100包括发射层150和包含第一电子传输层161、第二电子传输层162和第三电子传输层163的电子传输层堆叠物(ETL) 160,凭此第二电子传输层162被直接配置在第一电子传输层161上,并且第三电子传输层163被直接配置在第二电子传输层162上。

[0441] 图3是根据本发明的示例性实施方式的有机发光二极管100的示意性剖面图。OLED 100包括发射层150、电子注入层(EIL) 180和包含第一电子传输层161和第二电子传输层162的电子传输层堆叠物(ETL) 160,其中第二电子传输层162被直接配置在第一电子传输层161上。

[0442] 图4是根据本发明的示例性实施方式的有机发光二极管100的示意性剖面图。OLED 100包括衬底110、第一电极120、空穴注入层(HIL) 130、空穴传输层(HTL) 140、发射层(EML) 150、电子传输层堆叠物(ETL) 160、电子注入层(EIL) 180和第二电极190。电子传输层堆叠物(ETL) 160包括包含基质化合物和作为不发光的掺杂剂的锂有机复合物掺杂剂的第一电子传输层161,和包含不同于第一电子传输层161的基质化合物的基质化合物并且不含掺杂剂的第二电子传输层162。第二电子传输层162被直接形成在第一电子传输层161上。第一层161可以被直接形成在EML 150上,并且电子注入层(EIL) 180可以被直接形成在第二电子传输层162上。

[0443] 图5是根据本发明的示例性实施方式的有机发光二极管100的示意性剖面图。OLED 100包括衬底110、第一电极120、空穴注入层(HIL) 130、空穴传输层(HTL) 140、发射层(EML) 150、电子传输层堆叠物(ETL) 160、电子注入层(EIL) 180和第二电极190。电子传输层堆叠物(ETL) 160包括包含相同基质化合物和两种不同锂有机复合物的第一电子传输层161和第三电子传输层163;以及第二电子传输层162包含不同于第一和第三电子传输层161/163的基质化合物的基质化合物,并且不含掺杂剂。第二电子传输层162被直接形成在第一电子传输层161上,第三电子传输层163被直接形成在第二电子传输层162上。第一电子传输层161可以直接形成在发射层(EML) 150上。

[0444] 衬底110可以是在有机发光二极管的制造中常用的任何衬底。如果光被发射通过所述衬底,则衬底110可以是透明材料,例如玻璃衬底或透明塑料衬底,其具有出色的机械强度、热稳定性、透光度、表面光滑度、操作容易性和防水性。如果光被发射通过顶表面,则衬底110可以是透明或不透明材料,例如玻璃衬底、塑料衬底、金属衬底或硅衬底。

[0445] 阳极120可以通过沉积或溅射用于形成阳极120的化合物来形成。所述用于形成阳极120的化合物可以是高功函数化合物,以便易于空穴注入。如果使用p-掺杂的HIL,所述阳极材料也可选自低功函数材料(即铝)。阳极120可以是透明或反射电极。透明导电化合物例

如铟锡氧化物 (ITO)、铟锌氧化物 (IZO)、二氧化锡 (SnO_2) 和氧化锌 (ZnO), 可用于形成阳极 120。阳极 120 也可以使用镁 (Mg)、铝 (Al)、铝-锂 (Al-Li)、钙 (Ca)、镁-铟 (Mg-In)、镁-银 (Mg-Ag)、银 (Ag)、金 (Au) 等来形成。

[0446] HIL 130 可以通过真空沉积、旋涂、印刷、流延、狭缝式涂布、Langmuir-Blodgett (LB) 沉积等形成在阳极 120 上。当 HIL 130 使用真空沉积来形成时, 沉积条件可以随着用于形成 HIL 130 的化合物和 HIL 130 的所需结构和热性能的不同而异。然而, 一般来说, 用于真空沉积的条件可以包括 100°C 至 500°C 的沉积温度和 10^{-8} 至 10^{-3} 托 (1 托等于 133.322Pa) 的压力以及 0.1 至 10nm/sec 的沉积速率。

[0447] 当 HIL 130 使用旋涂、印刷来形成时, 涂布条件可以随着用于形成 HIL 130 的化合物和 HIL 130 的所需结构和热性能的不同而异。例如, 涂布条件可以包括约 2000rpm 至约 5000rpm 的涂布速度和约 80°C 至约 200°C 的热处理温度。在进行所述涂布后, 热处理除去溶剂。

[0448] HIL 130 可以由常用于形成 HTL 的任何化合物形成。可用于形成 HIL 130 的化合物的实例包括酞菁化合物, 例如铜酞菁 (CuPc)、4,4',4''-三(3-甲基苯基苯基氨基)三苯基胺 (m-MTDATA)、TDATA、2T-NATA、聚苯胺/十二烷基苯磺酸 (Pani/DBSA)、聚(3,4-亚乙二氧噻吩)/聚(4-苯乙烯磺酸酯) (PEDOT/PSS)、聚苯胺/樟脑磺酸 (Pani/CSA) 和聚苯胺/聚(4-苯乙烯磺酸酯) (PANI/PSS)。

[0449] HIL 130 可以是纯的 p-掺杂剂层或者可以选自掺杂有 p-掺杂剂的空穴传输基质化合物。已知的氧化还原掺杂的空穴传输材料的典型实例是: 铜酞菁 (CuPc), 其 HOMO 能级约为 -5.2eV , 掺杂有四氟-四氰基醌二甲烷 (F4TCNQ), 其 LUMO 能级约为 -5.2eV ; 锌酞菁 (ZnPc) (HOMO = -5.2eV), 掺杂有 F4TCNQ; α -NPD (N,N'-双(萘-1-基)-N,N'-双(苯基)-联苯胺), 掺杂有 F4TCNQ; α -NPD, 掺杂有 2,2'-(全氟萘-2,6-二亚基)二丙二腈 (PD1); α -NPD, 掺杂有 2,2',2''-(环丙烷-1,2,3-三亚基)三(2-(对氰基四氟苯基)乙腈) (PD2)。掺杂剂浓度可以选自 1 至 20wt%, 更优选地 3wt% 至 10wt%。

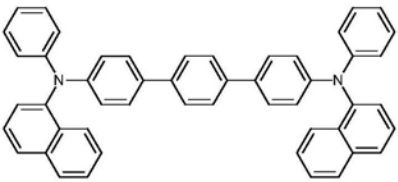
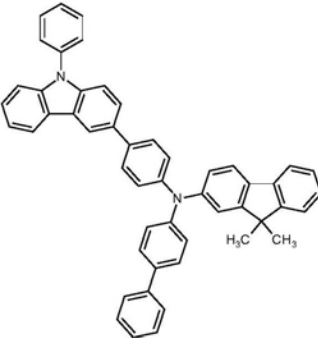
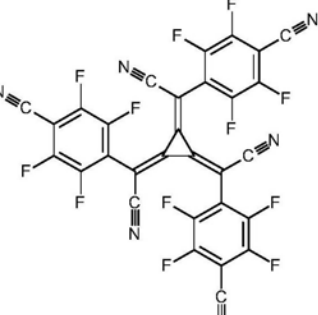
[0450] HIL 130 的厚度可以在约 1nm 至约 100nm 的范围内, 例如在约 1nm 至约 25nm 的范围内。当 HIL 130 的厚度在该范围内时, HIL 130 可能具有出色的空穴注入特性, 没有驱动电压的显著提高。

[0451] 空穴传输层 (HTL) 140 可以通过真空沉积、旋涂、狭缝式涂布、印刷、流延、Langmuir-Blodgett (LB) 沉积等形成在 HIL 130 上。当 HTL 140 通过真空沉积或旋涂形成时, 用于沉积和涂布的条件可以与用于形成 HIL 130 的条件相似。然而, 用于真空或溶液沉积的条件可以随着用于形成 HTL 140 的化合物的不同而异。

[0452] HTL 140 可以由常用于形成 HTL 的任何化合物形成。可以适合地使用的化合物被公开在例如 Yasuhiko Shirota 和 Hiroshi Kageyama, Chem. Rev. 2007, 107, 953-1010 中。可用于形成 HTL 140 的化合物的实例是: 咔唑衍生物, 例如 N-苯基咔唑或聚乙烯基咔唑; 具有芳香族稠合环的胺衍生物, 例如 N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺 (TPD) 或 N,N'-二(萘-1-基)-N,N'-二苯基联苯胺 (α -NPD); 以及基于三苯基胺的化合物, 例如 4,4',4''-三(N-咔唑基)三苯基胺 (TCTA)。在这些化合物中, TCTA 可以传输空穴并抑制激子扩散进入所述 EML。

[0453] 可以优选地使用的化合物概述在表 3 中。

[0454] 表3

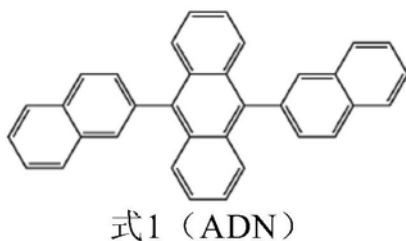
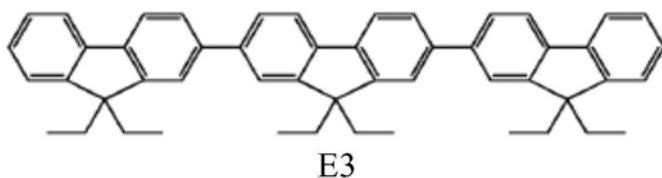
名称	结构	参考文献
[0455] N4,N4''-二(萘-1-基)-N4,N4''-二苯基-[1,1':4,1''-三联苯基]-4,4''-二胺		DE102012101652 A1
名称	结构	参考文献
[0456] 联苯-4-基(9,9-二苯基-9H-芴-2-基)-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-胺		CAS 1242056-42-3
[0457] 2,2',2''-(环丙烷-1,2,3-三亚基)三(2-(对氰基四氟苯基)乙腈)		EP 1988587 A1, EP 2180029 A1

[0457] HTL 140的厚度可以在约5nm至约250nm、优选地约10nm至约200nm、更优选地约20nm至约190nm、更优选地约40nm至约180nm、更优选地约60nm至约170nm、更优选地约80nm至约160nm、更优选地约100nm至约160nm、更优选地约120nm至约140nm的范围内。HTL 140的优选厚度可以为170nm至200nm。

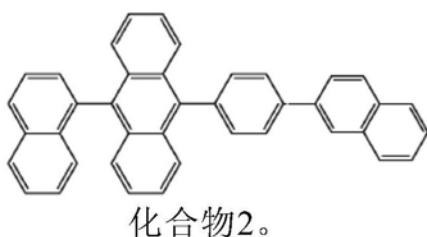
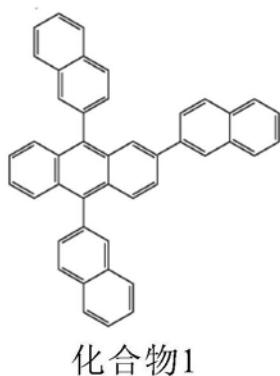
[0458] 当HTL 140的厚度在这一范围内时,HTL 140可能具有出色的空穴传输特性,没有驱动电压的显著提高。

[0459] EML 150可以通过真空沉积、旋涂、狭缝式涂布、印刷、流延、LB等形成在HTL 140上。当EML 150使用真空沉积或旋涂来形成时,用于沉积和涂布的条件可以与用于形成HIL 130的条件相似。然而,用于沉积和涂布的条件可以随着用于形成EML 150的化合物的不同而异。

[0460] 发射层(EML) 150可以由基质和掺杂剂的组合形成。所述基质的实例是Alq3、4,4'-N,N'-二吡啶-联苯(CBP)、聚(n-乙炔基吡啶)(PVK)、9,10-二(萘-2-基)蒽(ADN)、TCTA、1,3,5-三(N-苯基苯并咪唑-2-基)苯(TPBI)、3-叔丁基-9,10-二-2-萘基蒽(TBADN)、二苯乙烯基亚芳基(DSA)、双(2-(2-羟基苯基)苯并噻唑合)锌(Zn(BTZ)2)、下述E3、被称为式1的AND、下述化合物1以及下述化合物2。



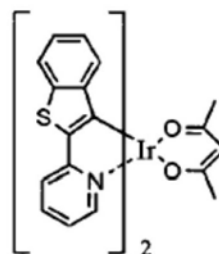
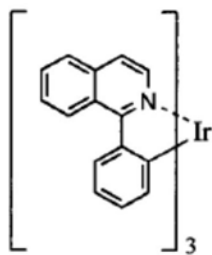
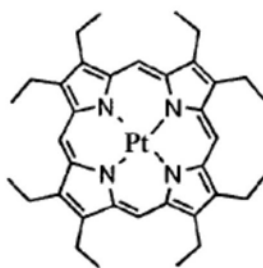
[0461]



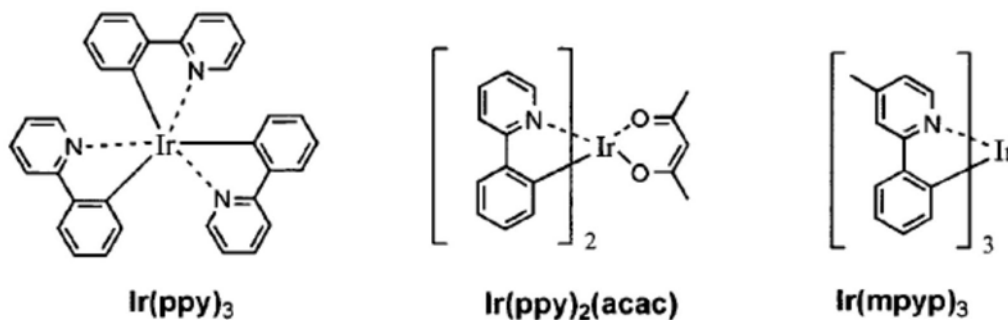
[0462] 所述掺杂剂可以是磷光或荧光发射体。由于磷光发射体较高的效率，它们是优选的。

[0463] 红光掺杂剂的实例是PtOEP、Ir(piq)₃和Btp₂Ir(acac)，但不限于此。这些化合物是磷光发射体，然而也可以使用红色荧光掺杂剂。

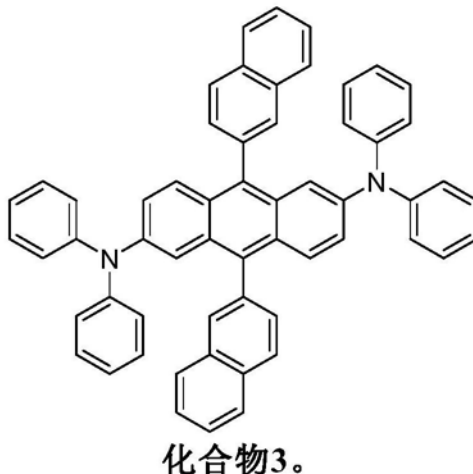
[0464]



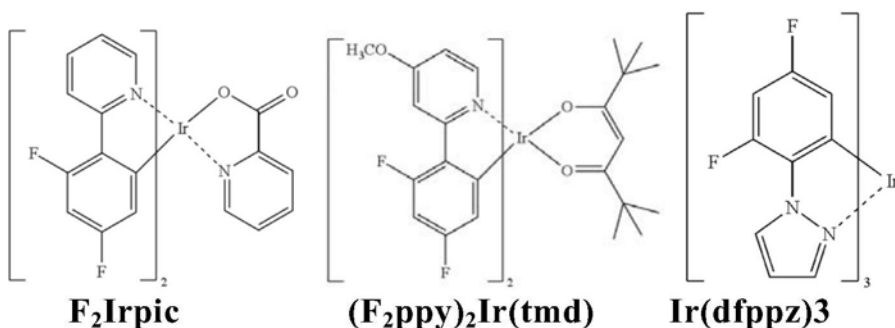
[0465] 绿色磷光掺杂剂的实例是如下所示的Ir(ppy)₃ (ppy = 苯基吡啶)、Ir(ppy)₂(acac)、Ir(mppy)₃。化合物3是绿色荧光发射体的实例，其结构如下所示。



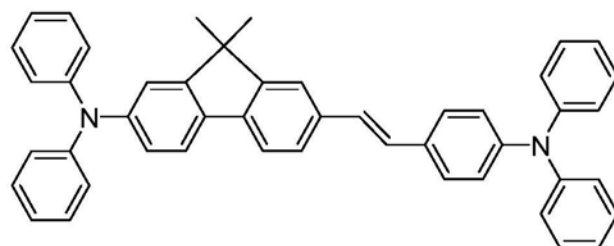
[0466]



[0467] 蓝色磷光掺杂剂的实例是 F_2Irpic 、 $(\text{F}_2\text{ppy})_2\text{Ir}(\text{tmd})$ 和 $\text{Ir}(\text{dfppz})_3$ 、三芴,其结构如下所示。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4是蓝色荧光掺杂剂的实例。



[0468]



[0469] 所述掺杂剂的量可以在以100重量份的基质计约0.01至约50重量份的范围内。EML 150可以具有约10nm至约100nm、例如约20nm至约60nm的厚度。当EML 150的厚度在这一范围内时,EML 150可能具有出色的光发射,没有驱动电压的显著提高。

[0470] 当EML 150包含磷光掺杂剂时,可以使用真空沉积、旋涂、狭缝式涂布、印刷、流延、LB沉积等将空穴阻挡层(HBL)(未示出)形成在EML 150上,以便防止三重态激子或空穴扩散

进入ETL 160。当所述HBL使用真空沉积或旋涂来形成时,用于沉积和涂布的条件可以与用于形成HIL 130的条件类似。然而,用于沉积和涂布的条件可以随着用于形成所述HBL的化合物的不同而异。可以使用常用于形成HBL的任何化合物。用于形成所述HBL的化合物的实例包括噁二唑衍生物、三唑衍生物和菲咯啉衍生物。

[0471] 所述HBL可以具有约5nm至约100nm、例如约10nm至约30nm的厚度。当所述HBL的厚度在这一范围内时,所述HBL可能具有出色的空穴阻挡性能,没有驱动电压的显著提高。

[0472] ETL 160可以形成在EML 150上,或者如果形成HBL的话形成在HBL上。

[0473] ETL 160具有堆叠结构,优选为两个ETL层(161/162),使得电子的注入和传输可以被平衡,并且空穴可以被高效阻挡。在常规OLED中,由于电子和空穴的量随时间而变,因此在开始驱动后,在发射区中产生的激子数目可能减少。结果,载流子平衡可能不能维持,使得OLED的寿命缩短。

[0474] 然而,在ETL 160中,第一层161和第二层162可能具有类似或相同的能级。一般来说,用于第一电子层(161)和第二电子层(162)的基质化合物是不同的。

[0475] 可以适合地使用的用于第一电子层161和第二电子层162的基质化合物选自例如蒽化合物,优选为2-(4-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)-1-苯基-1H-苯并[d]咪唑;其中第二电子传输层162的基质材料被选择成不同于第一电子传输层161和任选的第三电子传输层163的基质材料。

[0476] 对于电子层堆叠物的电子传输层来说,用于第一电子传输层和任选的第三电子传输层的基质化合物可以选自被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、苯基二(萘-1-基)氧化膦、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、(3-(9,10-二(萘-2-基)蒽-2-基)苯基)二苯基氧化膦、二苯基(5-(萘-1-基)吡啶-2-基)氧化膦、二苯基(4'-(萘-1-基)-[1,1'-联苯]-3-基)氧化膦和/或苯基双(3-(萘-1-基)苯基)氧化膦;其中所述第二电子传输层的基质材料不是氧化膦化合物。

[0477] 可以用作基质化合物的蒽化合物公开在US 6878469B中。

[0478] 可以使用的其他基质化合物是二苯基氧化膦,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦、苯基双(3-(萘-1-基)苯基)氧化膦、3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物、双(4-(蒽-9-基)苯基)(苯基)氧化膦、苯基二(萘-1-基)氧化膦。

[0479] 可以用作基质化合物的二苯基氧化膦化合物公开在EP 2395571 A1、W02013079217 A1、EP 13187905、EP13199361和JP2002063989 A1中,所述文献通过参考并入本文。可以使用的其他适合的基质化合物是菲咯啉化合物,优选地选自2,4,7,9-四苯基-1,10-菲咯啉和2,9-二(联苯-4-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉。可以用作基质化合物的菲咯啉化合物公开在EP 1786050 A1中。

[0480] 可以使用的其他适合的基质化合物是吡啶并[3,2-h]喹啉化合物,优选为4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹啉。可以用作基质化合物的吡啶并[3,2-h]喹啉化合物公开在EP1970371中。可以使用的其他适合的基质化合物是三嗪化合物,优选为4,4'-双(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)联苯。可以用作基质化合物的三嗪化合物公开在US6225467中。可以使用的其他适合的基质化合物是吡啶化合物,优选为7-(萘-2-基)二苯

并[c,h]吡啶。可以用作基质化合物的吡啶化合物公开在EP 2395571中。

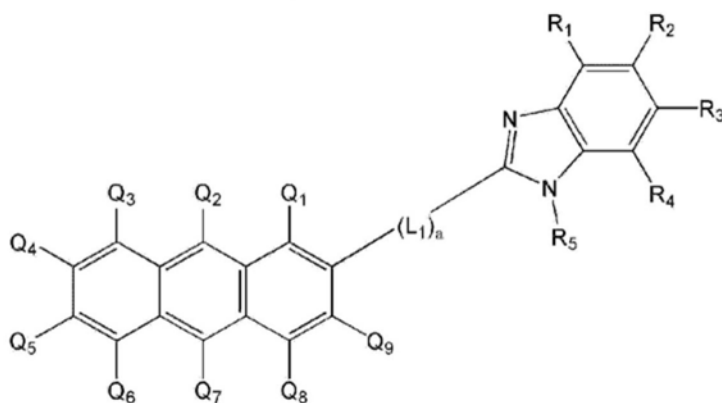
[0481] 第一电子传输层(161)和/或第二电子传输层(162)的基质化合物可以是高效传输电子的化合物,例如基于蒽的化合物、二苯基氧化膦化合物、三嗪化合物、喹啉化合物或基于菲咯琳的化合物,优选为在表2中提到的基质化合物;凭此第二电子传输层162的基质材料被选择成不同于第一电子传输层161和任选的第三电子传输层163的基质材料。

[0482] 例如,第一电子传输层和/或第二电子传输层的基质化合物可以选自被称为式1的AND、由式2表示的化合物和由下面的式3表示的化合物;其中所述第二电子传输层的基质材料被选择成不同于所述第一电子传输层和任选的第三电子传输层的基质材料:

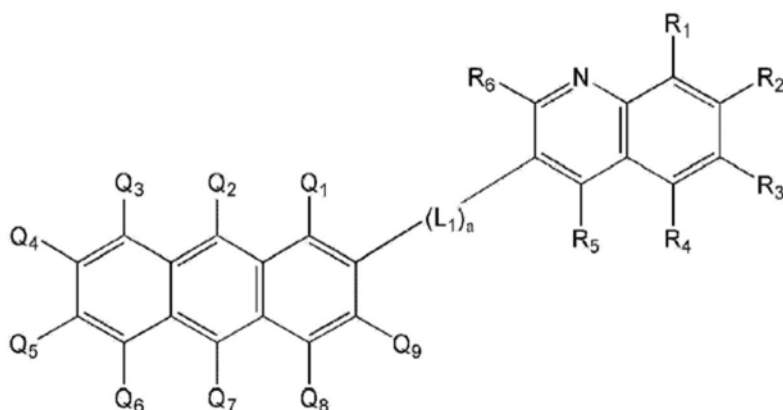


式 1 (ADN)

[0483]



式 2



式 3。

[0484] 在式2和式3中, R₁至R₆各自独立地是氢原子、卤素原子、羟基、氰基、取代或未取代的C₁-C₃₀烷基、取代或未取代的C₁-C₃₀烷氧基、取代或未取代的C₁-C₃₀酰基、取代或未取代的C₂-C₃₀链烯基、取代或未取代的C₂-C₃₀链炔基、取代或未取代的C₆-C₃₀芳基、或取代或未取代的C₃-C₃₀杂芳基。至少两个相邻的R₁至R₆基团任选地彼此键合,以形成饱和或不饱和的环。L₁

是键、取代或未取代的C₁-C₃₀亚烷基、取代或未取代的C₆-C₃₀亚芳基或取代、或未取代的C₃-C₃₀亚杂芳基。Q₁至Q₉各自独立地是氢原子、取代或未取代的C₆-C₃₀芳基、或取代或未取代的C₃-C₃₀杂芳基,并且“a”是1至10的整数。

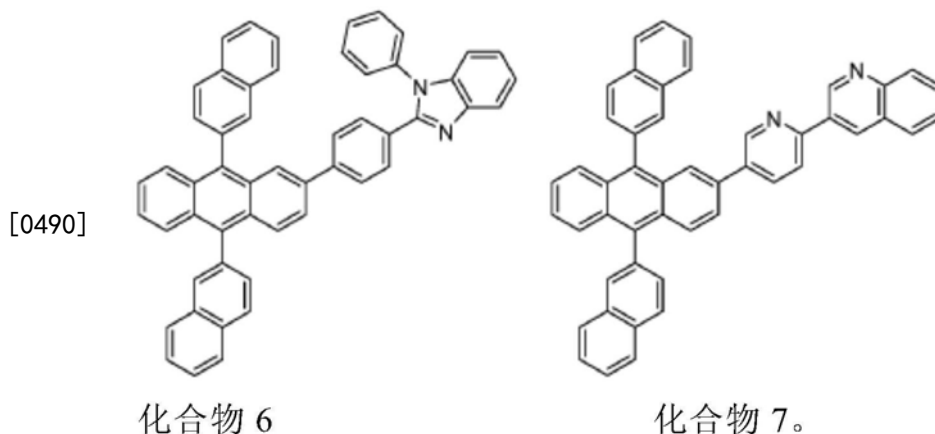
[0485] 例如,R₁至R₆可以各自独立地选自氢原子、卤素原子、羟基、氰基、甲基、乙基、丙基、丁基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基、苯基、萘基、蒽基、吡啶基和吡嗪基。

[0486] 具体来说,在式2和/或式3中,R₁至R₄可以各自是氢原子,R₅可以选自卤素原子、羟基、氰基、甲基、乙基、丙基、丁基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基、苯基、萘基、蒽基、吡啶基和吡嗪基。此外,在式3中,R₁至R₆可以各自是氢原子。

[0487] 例如,在式2和/或式3中,Q₁至Q₉各自独立地是氢原子、苯基、萘基、蒽基、吡啶基和吡嗪基。具体来说,在式2和/或式3中,Q₁、Q₃-Q₆、Q₈和Q₉是氢原子,并且Q₂和Q₇可以各自独立地选自苯基、萘基、蒽基、吡啶基和吡嗪基。

[0488] 例如,式2和/或式3中的L₁可以选自亚苯基、亚萘基、亚蒽基、亚吡啶基和亚吡嗪基。具体来说,L₁可以是亚苯基或亚吡啶基。例如,“a”可以是1、2或3。

[0489] 所述基质化合物可以进一步选自下面的化合物6或7:



[0491] 第一电子传输层161包含锂卤化物或锂有机复合物掺杂剂;并且第二电子传输层162不含掺杂剂。

[0492] 根据另一种情况,第一电子传输层161包含锂卤化物或锂有机复合物;以及第二电子传输层162不含掺杂剂;以及第三电子传输层163包含与第一电子传输层161的锂卤化物或锂有机复合物相同或不同的锂卤化物或锂有机复合物。

[0493] 可以调整ETL层堆叠物的厚度,以便使得光外耦合最大化。此外,可以调整ETL层堆叠物的厚度以用于所需的颜色调制,以例如获得更深的蓝色,即更小的CIE-y。

[0494] 第一电子传输层161、第二电子传输层162和/或第三电子传输层163的厚度可以相同,或各自独立地在约≥1nm至约≤95nm、优选地约≥3nm至约≤80nm、更优选地约≥5nm至约≤60nm、还优选地、约≥6nm至约≤40nm、更优选地约≥8nm至约≤20nm、更优选地约≥10nm至约≤18nm的范围内。

[0495] 当第一电子传输层161、第二电子传输层162和/或第三电子传输层163的厚度在该范围内、优选地约≥10nm至约≤18nm时,电子传输层堆叠物160可以有效地注入和传输电子,而没有驱动电压的显著提高。

[0496] 对于发射蓝光的OLED来说,ETL层堆叠物的厚度为10nm至50nm,优选为30nm至40nm。对于发射红光和绿光的OLED来说,ETL的厚度为20nm至100nm,优选为20nm至100nm,更

优选为30nm至80nm。对厚度进行选择以便使得发光效率最大化。

[0497] 第一电子传输层161中锂有机复合物的总量可以在以第一电子传输层161的重量计约 $\geq 10\text{wt}\%$ 至约 $\leq 70\text{wt}\%$ 、优选地约 $\geq 20\text{wt}\%$ 至约 $\leq 65\text{wt}\%$ 、优选地约 $\geq 50\text{wt}\%$ 至约 $\leq 60\text{wt}\%$ 的范围内。

[0498] 不含金属盐的第一电子传输层161中锂有机复合物的总量可以在以第一电子传输层161的重量计约 $\geq 10\text{wt}\%$ 至约 $\leq 70\text{wt}\%$ 、优选地约 $\geq 20\text{wt}\%$ 至约 $\leq 65\text{wt}\%$ 、优选地约 $\geq 50\text{wt}\%$ 至约 $\leq 60\text{wt}\%$ 的范围内。

[0499] 第三电子传输层163中锂有机复合物的总量可以在以第三电子传输层163的重量计约 $\geq 10\text{wt}\%$ 至约 $\leq 70\text{wt}\%$ 、优选地约 $\geq 20\text{wt}\%$ 至约 $\leq 65\text{wt}\%$ 、优选地约 $\geq 50\text{wt}\%$ 至约 $\leq 60\text{wt}\%$ 的范围内。

[0500] 不含金属盐的第三电子传输层163中锂有机复合物的总量可以在以第三电子传输层163的重量计约 $\geq 10\text{wt}\%$ 至约 $\leq 70\text{wt}\%$ 、优选地约 $\geq 20\text{wt}\%$ 至约 $\leq 65\text{wt}\%$ 、优选地约 $\geq 50\text{wt}\%$ 至约 $\leq 60\text{wt}\%$ 的范围内。

[0501] ETL堆叠物160可以通过真空沉积、旋涂、狭缝式涂布、印刷、流延等形成在EML 150上。当ETL 160通过真空沉积或旋涂形成时,沉积和涂布条件可以与用于形成HIL 130的条件类似。然而,沉积和涂布条件可以随着用于形成ETL堆叠物160的化合物的不同而异。

[0502] 使用真空沉积,利用第一沉积源沉积基质化合物并用第二沉积源沉积锂卤化物或锂有机复合物可以来形成ETL 160的第一电子传输层161。所述第一沉积源和第二沉积源相对于彼此放置,使得在EML 150上直接形成第一电子传输层161的混合沉积区。

[0503] ETL 160的第二电子传输层162可以使用第三沉积源来形成,因为基质化合物不同于第一电子传输层ETL 161和任选的第三电子传输层ETL 163。

[0504] 如果用于形成第一ETL 161和第三ETL 163的化合物相同,则可以使用相同的沉积源。

[0505] 如果用于形成第一ETL 161和第三ETL 163的化合物不相同,则可以使用另外的沉积源用于第三ETL 163。

[0506] 所述沉积源相对于彼此放置,使得第二电子传输层162被直接形成在第一电子传输层161上。

[0507] 与现有方法相比,所述堆叠过程执行起来更加简单快速。具体来说,由于可以在单一仓室中几乎同时地沉积多个ETL层,因此在每个层形成后,仓室可能不需排气。

[0508] 促进电子从阴极注入的EIL 180可以形成在ETL 160上,优选地直接形成在第二电子传输层162上。用于形成EIL 180的材料的实例包括本领域中已知的KF、LiF、NaCl、CsF、Li₂O、BaO、Ca、Ba、Yb、Mg。用于形成EIL 180的沉积和涂布条件与用于形成HIL 130的条件类似,尽管所述沉积和涂布条件可能随着用于形成EIL 180的材料的不同而异。

[0509] 根据一种情况,所述电子注入层可以包含被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物的基质化合物,优选为3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物,并掺杂有锂卤化物或掺杂有锂有机复合物,优选为四(1H-吡唑-1-基)硼酸锂。

[0510] 根据一种情况,所述电子注入层可以包含被芳基、杂芳基或烷基取代的氧化膦化合物的基质化合物,优选为(3-(二苯并[c,h]吡啶-7-基)苯基)二苯基氧化膦或3-苯基-3H-苯并[b]二萘并[2,1-d:1',2'-f]磷杂庚环-3-氧化物,并掺杂有选自碱金属、碱土金属或稀

土金属的元素金属,优选为Li、Cs、Mg、Ca、Yb或Sm。

[0511] 根据一种情况,所述电子注入层可以由金属卤化物或有机复合物构成,优选为LiQ、AlQ3、ZrQ4、KF或LiF,其中Q是8-羟基喹啉。

[0512] 根据一种情况,所述电子注入层可以由碱金属、碱土金属或稀土金属构成,优选为Li、Cs、Mg、Ca、Yb或Sm。

[0513] 根据优选实施方式,两个电子传输层161/162的电子传输层堆叠物可以含有电子注入层180。

[0514] 根据优选实施方式,三个电子传输层161/162/163的电子传输层堆叠物可以不含电子注入层180。

[0515] EIL 180的厚度可以在约0.1nm至10nm的范围内,例如在0.5nm至9nm、或约 ≥ 0.5 nm至 ≤ 5 nm的范围内。当EIL 180的厚度在该范围内时,EIL 180可以具有令人满意的电子注入性能,而没有驱动电压的显著提高。

[0516] 如果EIL 180存在的话,阴极190被形成在其上。阴极190可以是作为电子注入电极的阴极。第二电极190可以由金属、合金、导电化合物或其混合物形成。第二电极190可以具有低的功函数。例如,第二电极190可以由锂(Li)、镁(Mg)、铝(Al)、铝(Al)-锂(Li)、钙(Ca)、钡(Ba)、镱(Yb)、镁(Mg)-铟(In)、镁(Mg)-银(Ag)等形成。此外,第二电极190可以由透明导电材料例如ITO或IZO形成。

[0517] 阴极190的厚度可以在约5nm至1000nm的范围内,例如在10nm至100nm的范围内。当阴极190的厚度在5nm至50nm的范围内时,所述电极将是透明的,即使是使用金属或金属合金。

[0518] 由于ETL 160的层具有类似或相同的能级,因此可以控制电子的注入和传输,并且可以高效阻挡空穴。因此,OLED 100可能具有长寿命。

[0519] 图6和图7是根据本发明的另一个示例性实施方式的OLED 200的示意性剖视图。图6和图7的OLED 200没有电子注入层(EIL) 180,

[0520] 参考图6和图7,OLED 200包括衬底110、第一电极120、HIL 130、HTL 140、EML 150、ETL 160和第二电极190。图6的ETL堆叠物160包括第一ETL层161和第二ETL层162。图7的ETL堆叠物160包括第一ETL层161、第二ETL层162和第三ETL层163。

[0521] 图6的电子传输层堆叠物160包含至少两个电子传输层161和162,其中第一电子传输层161和第二电子传输层162包含至少一种基质化合物,其中第二电子传输层162的基质化合物不同于第一电子传输层161的基质化合物,并且另外

[0522] -所述第一电子传输层包含至少一种锂有机复合物作为掺杂剂,并且

[0523] -所述第二电子传输层不含掺杂剂;其中所述第一电子传输层被设置成最靠近阳极,并且所述第二电子传输层被设置成最靠近阴极。

[0524] 图7的电子传输层堆叠物160包含至少三个电子传输层161、162和163,其中第一电子传输层161、第二电子传输层162和第三电子传输层163包含至少一种基质化合物,凭此第二电子传输层162的基质化合物不同于第一电子传输层161和第三电子传输层163的基质化合物,并且另外

[0525] -第一电子传输层161包含锂卤化物或锂有机复合物作为掺杂剂,

[0526] -第三电子传输层163包含锂卤化物或锂有机复合物作为掺杂剂,并且

[0527] -第二电子传输层162不含掺杂剂;其中

[0528] 第一电子传输层161被设置成最靠近阳极,并且第三电子传输层163被设置成最靠近阴极。

[0529] ETL 161和162的层或ETL 161和163的层具有类似或相同的能级。

[0530] OLED 200具有明显降低的低电压以高效运行OLED。图6和图7的OLED 200的衬底110、第一电极120、空穴注入层130、空穴传输层140、发射层150和电子传输层161和162,分别与参考图4和图5描述的相应元件相似。尽管OLED 200的结构和制造OLED 200的方法已参考图4和图5进行了描述,但也可以使用本领域中已知的其他方法。例如,ETL堆叠物160可以包括3个或更多个ETL层,但ETL 161和162的两个ETL层或ETL 161、162和163的三个ETL层可能是优选的。

[0531] 在上面的描述中,本发明的OLED的制造方法始于衬底110,在衬底110上形成阳极120,在阳极120上形成发射层150。电子传输层161或电子传输层堆叠物160被形成在发射层150上,其中在电子传输层堆叠物160的情况下,第一电子传输层161被形成在发射层150上并且第二电子传输层162被直接形成在第一电子传输层161上,在电子传输层堆叠物160上,在这种情况下是在第二电子传输层162上,形成阴极190,任选的空穴注入层130和空穴传输层140被形成在阳极120与电子传输层堆叠物160之间,任选的空穴阻挡层被形成在所述发射层与ETL层堆叠物之间,并且电子注入层180被形成在电子传输层160与阴极190之间。

[0532] 然而,本发明的OLED也可以倒过来从阴极190开始制造,在其上任选地形成电子注入层180。在阴极190上或者如果存在的话在电子注入层180上形成电子传输层堆叠物160,其中在第二电子传输层162上直接形成第一电子传输层161,以此类推。

[0533] 在三层电子传输层堆叠物160的情况下,将第二电子层162形成在第一电子层161上,并将第三电子层163形成在第二电子层162上。然后形成阴极190,任选的空穴注入层130和空穴传输层140被形成在阳极120与电子传输层堆叠物160之间,任选的空穴阻挡层被形成在所述发射层与ETL层堆叠物之间,并且任选地,在电子传输层堆叠物160与阴极190之间形成电子注入层180。

[0534] 尽管在图4至图7中未示出,但可以在第二电极190上进一步形成密封层,以便密封OLED 100、200。此外,可以对其进行各种不同的其他修改。

[0535] 在后文中,将参考下面的实施例详细描述一种或多种示例性情况。然而,这些实施例不打算限制所述一种或多种示例性情况的目的和范围。

具体实施方式

[0536] 实施例

[0537] 用于比较例1至4和包含两个电子传输层的ETL堆叠物的通用程序

[0538] 对于底部发光器件来说,将带有100nm ITO的 $15\ \Omega/\text{cm}^2$ 玻璃衬底(可以从Corning Co.获得)切割至 $50\text{mm}\times 50\text{mm}\times 0.7\text{mm}$ 的尺寸,用异丙醇超声清洁5分钟,然后用纯水超声清洁5分钟,并再次用UV臭氧清洁30分钟,以制备第一电极。

[0539] 对于顶部发光器件来说,从玻璃上的100nm银形成阳极,其通过与上述相同的方法来制备。

[0540] 然后,将92wt%的N4,N4"-二(萘-1-基)-N4,N4"-二苯基-[1,1':4',1"-三联苯]-

4,4''-二胺和8wt%的2,2',2''-(环丙烷-1,2,3-三亚基)三(2-(对氰基四氟苯基)乙腈)真空沉积在所述ITO电极上,以形成厚度为10nm的HIL。然后将N4,N4''-二(萘-1-基)-N4,N4''-二苯基-[1,1':4',1''-三联苯]-4,4''-二胺真空沉积在HIL上,以形成厚度为130nm的HTL。将作为基质的97wt%的ABH113(Sun Fine Chemicals)和作为掺杂剂的3wt%的NUBD370(Sun Fine Chemicals)沉积在所述HTL上,以形成厚度为20nm的发射蓝光的EML。

[0541] 然后,通过从第一沉积源配置基质化合物并从第二沉积源配置锂有机复合物,将包含实施例1至实施例5和比较例1和2的基质化合物的第一电子传输层(ETL 1)直接沉积在EML上,形成ETL层堆叠物。

[0542] 对于实施例1至5来说,通过从第三沉积源配置基质化合物来形成包含基质化合物的第二电子传输层(ETL 2),因为所述基质材料不同于第一电子传输层(ETL 1)的基质材料。对于比较例1至2来说,仅仅形成一个电子传输层ETL 1。用于ETL1的锂有机复合物的wt%可以从表4获取,凭此所述基质化合物的wt%量被分别地添加到100wt%。这意味着,ETL 1的基质化合物以某一wt%量添加,使得用于ETL1的锂有机复合物和ETL 1的基质化合物的给定的wt%,以ETL 1的重量计,总共为100wt%。此外,ETL 1的厚度d(单位为nm)可以从表4获取。阴极在 10^{-7} 巴的超高真空下蒸发。因此,以0.1至10nm/s(0.01至1 Å/s)的速率进行一种或几种金属的单次热共蒸发,以便产生厚度为5至1000nm的均匀阴极。对于顶部发光器件来说,所述阴极由13nm的镁(90vol.-%)和银(10vol.-%)合金,随后是60nm的N4,N4''-二(萘-1-基)-N4,N4''-二苯基-[1,1':4',1''-三联苯]-4,4''-二胺来形成。对于底部发光器件来说,所述阴极由100nm铝形成。

[0543] 通过用玻璃片包封所述器件,保护所述OLED堆叠物免受环境条件的影响。由此形成空腔,其包含消气剂材料用于进一步保护。

[0544] 为了评估本发明的实施例与现有技术相比的性能,在周围环境条件(20℃)下测量电流效率。使用Keithley 2400源表进行电流电压测量,并以V为单位记录。在15mA/cm²下,使用来自于Instrument Systems的校准过的光谱仪CAS 140测量CIE坐标和以烛光为单位的亮度。器件的寿命LT在周围环境条件(20℃)和15mA/cm²下,使用Keithley 2400源表测量,并以小时为单位记录。器件的亮度使用校准过的光电二极管测量。寿命LT被定义为直至器件的亮度降低到其初始值的97%时的时间。

[0545] 在底部发光器件中,发光主要是郎伯型的,并用外部量子效率百分数(EQE)来定量。为了确定以%为单位的效率EQE,使用校准过的光电二极管在10mA/cm²下测量器件的光输出。

[0546] 在顶部发光器件中,发光是正向的、非郎伯型的,并且也高度依赖于所述微腔。因此,与底部发光器件相比效率EQE更高。为了确定以%为单位的效率EQE,使用校准过的光电二极管在15mA/cm²下测量器件的光输出。

[0547] 在表4中,将不含第二ETL的比较性器件堆叠物与含有第二ETL的实施例进行比较。比较例1和2含有单一ETL。比较例1的电压与另外含有EIL的比较例2相当。表4显示,与比较例1相比,比较例2的电压升高0.1V。所述EIL实际上对电压没有影响。

[0548] 实施例1含有第一和第二ETL和EIL。与比较例2相比,实施例1的电压降低0.49V。在第一ETL与EIL之间插入第二ETL对导电性具有明显有益的效果。

[0549] 相对于ETL1,ETL2的LUMO能级的影响

[0550] 还原和氧化电势通过循环伏安法,使用二茂铁/二茂铁盐(Fc/Fc^+)氧化还原电对作为内部参比来测定。一种简单规则常常被用于氧化还原电势向电子亲和势和电离电势的转变:分别为IP(单位为eV) $=4.84\text{eV}+e*\text{Eox}$ (其中Eox相对于二茂铁/二茂铁盐(Fc/Fc^+)以伏特为单位给出)和EA(单位为eV) $=4.84\text{eV}+e*\text{Ered}$ (Ered相对于 Fc/Fc^+ 以伏特为单位给出)(参见B.W.D' Andrade, Org. Electron. 6, 11-20 (2005)), e^* 是元素电荷。常用做法是,即使不是完全正确,分别使用术语“HOMO的能量”E(HOMO)和“LUMO的能量”E(LUMO)作为电离能量和电子亲和势的同义词(库普曼斯定理)。

[0551] 在实施例1中,ETL2选自三嗪基质化合物。所述ETL2的LUMO能级比ETL 1的LUMO能级深0.17eV,这意味着比ETL 1的LUMO能级更远离真空能级。

[0552] 在实施例2中,ETL2选自吡啶并[3,2-h]喹啉基质化合物。所述ETL2具有的LUMO能级比ETL1的LUMO能级深0.02eV。与实施例1相比电压降低0.54V。

[0553] 在实施例3中,ETL2选自菲咯啉基质化合物。所述ETL2具有的LUMO能级比ETL1的LUMO能级浅0.17eV,这意味着比ETL1的LUMO能级更接近真空能级。与实施例1相比电压降低0.52V。

[0554]

表 4
具有两个电子传输层的底部发光 OLED 的电压、外部量子效率 (EQE) 和寿命

	ETL1	Li 有机复 合物的 wt% ^{*1}	d (ETL1) / nm	ETL2 ^{*2}	d (ETL2) / nm	EIL	Li 有机复 合物的 wt% ^{*3}	d (EIL) / nm	在 10 mA/cm ² 下 的 V / V	EQE ^{*4} / %	LT / h
比较例 1	MX 11: Li-2	50	36	-	-	-	-	-	4.77	6.8	98
比较例 2	MX 11: Li-2	50	36	-	-	MX 12: Li-1	30	2.4	4.87	6.7	103
实施例 1	MX 11: Li-2	50	10	MX 20	26	MX 12: Li-1	30	2.4	4.36	6.1	170
实施例 2	MX 11: Li-2	50	10	MX 19	25	MX 12: Li-1	30	3.2	3.82	6.9	35
实施例 3	MX 11: Li-2	50	10	MX 14	25	MX 12: Li-1	30	3.2	3.84	7.2	30
实施例 4	MX: 12: Li-2	60.6	1	MX 4	33	LiQ	-	2	3.65	6.9	17
实施例 5	MX-1: LiQ	50	5	ADN	31	MX 12: Li-1	30	3	3.6	7	32

[0555] ^{*1} = 以 ETL1 的重量计, 基质化合物 MX 的 wt % 和锂有机复合物 Li-2 的 wt % 合计为 100wt %。

[0556] *²=以ETL2的重量计,第二电子传输层ETL 2的基质化合物的wt%为100wt%。

[0557] *³=以EIL的重量计,基质化合物MX 12的wt%和锂有机复合物Li-1的wt%合计为100wt%。

[0558] *⁴=使用校准过的光电二极管检测光输出效率。

[0559] 本发明的技术效果

[0560] 具有两个电子传输层的底部发光器件

[0561] 在表4中,显示了具有一个含有基质化合物MX 11和锂有机复合物Li-2的电子传输层(ETL1)的底部发光器件;以及具有含有基质化合物MX 11和锂有机复合物Li-2的第一电子传输层(ETL1)和由基质化合物MX 20(实施例1)、MX 19(实施例2)、MX 14(实施例3)、MX 4(实施例4)或AND(实施例5)形成的第二电子传输层(ETL2)的底部发光器件的结果。对于实施例1至5来说,与仅具有一个含有基质化合物MX 11和锂有机复合物Li-2的电子传输层(ETL1)的发光器件(比较例1和2)相比,观察到运行OLED的电压降低。

[0562] 与不含第二ETL的器件(比较例1和2)相比,不依赖于ETL2相对于ETL1的LUMO能级,实现了电压降低。

[0563] 在实施例4中,ETL1包含氧化磷基质MX12和锂有机复合物Li-2。ETL1的厚度为1nm。ETL2包含苯并咪唑基质化合物MX4。电压被降低到3.65V。

[0564] 在实施例5中,ETL1包含苯并咪唑基质化合物MX1和锂有机复合物LiQ,并且ETL2包含蒽基质化合物AND。与实施例1和2相比,电压降低。总而言之,对于ETL1中的氧化磷和苯并咪唑基质化合物来说,可以实现非常低的电压。

[0565] 电压降低具有可以降低运行OLED所需的能量的益处。本发明的OLED显示出明显的电压降低,这是与现有技术相比节省电能的一种进步。

[0566] 另一方面涉及一种包含至少一个或多个有机发光二极管(OLED)的器件。包含有机发光二极管的器件是例如显示器。

[0567] 具有三个电子传输层的底部发光器件

[0568] 用于比较例3和包含三个电子传输层161、162和163的ETL堆叠物的通用程序

[0569] 对于底部发光器件来说,将带有100nm ITO的15 Ω/cm^2 玻璃衬底(可以从Corning Co. 获得)切割至50mm $\times$ 50mm $\times$ 0.7mm的尺寸,用异丙醇超声清洁5分钟,然后用纯水超声清洁5分钟,并再次用UV臭氧清洁30分钟,以制备第一电极。

[0570] 然后,将92wt%的联苯-4-基(9,9-二苯基-9H-芴-2-基)-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-胺和8wt%的2,2',2''-(环丙烷-1,2,3-三亚基)三(2-(对氰基四氟苯基)乙腈)真空沉积在所述ITO电极上,以形成厚度为10nm的HIL。然后将联苯-4-基(9,9-二苯基-9H-芴-2-基)-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-胺真空沉积在所述HIL上,以形成厚度为130nm的HTL。将作为基质的97wt%的ABH113(Sun Fine Chemicals)和作为掺杂剂的3wt%的NUBD370(Sun Fine Chemicals)沉积在所述HTL上,以形成厚度为20nm的发射蓝光的EML。

[0571] 然后,通过从第一沉积源配置基质化合物并从第二沉积源配置锂有机复合物,将包含实施例6至实施例11的基质化合物的第一和第三电子传输层(ETL 1和ETL 3)直接沉积在EML上,来形成ETL层堆叠物。

[0572] 对于实施例6至11来说,通过从第三沉积源配置基质化合物来形成包含基质化合物的第二电子传输层(ETL 2),因为所述基质材料不同于第一和第三电子传输层(ETL 1和

ETL 3)的基质材料。对于比较例3来说,仅仅形成一个电子传输层ETL 1。用于ETL 1和ETL 3的锂有机复合物的wt%可以从表5获取,凭此所述基质化合物的wt%量被分别地添加到100wt%。这意味着,ETL 1和ETL 3的基质化合物以某一wt%量添加,使得用于ETL1和ETL 3的锂有机复合物和ETL 1和ETL 3的基质化合物的给定的wt%,以ETL 1的重量计,总共为100wt%。此外,ETL 1和ETL 3的厚度d(单位为nm)可以从表5获取。阴极在 10^{-7} 巴的超高真空中蒸发。因此,以0.1至10nm/s (0.01至1 Å/s)的速率进行一种或几种金属的单次热共蒸发,以便产生厚度为5至1000nm的均匀阴极。对于底部发光器件来说,所述阴极由100nm铝形成。

[0573] 通过用玻璃片包封所述器件,保护所述OLED堆叠物免受环境条件的影响。由此形成空腔,其包含消气剂材料用于进一步保护。

[0574] 与现有技术相比,本发明的实施例的性能如上面用于包含两个电子传输层的ETL堆叠物的通用过程中所述来评估。

[0575] 在表5中,将不含第二和第三ETL的比较性器件与含有第二和第三ETL的实施例6至11进行比较。

[0576]

表 5
具有三个电子传输层并且没有 EIL 的底部发光 OLED 的电压、外部量子效率 (EQE) 和寿命

	ETL1	Li 有机复 合物的 wt%* ¹	d (ETL1) / nm	ETL2* 2	d (ETL2) / nm	ETL 3	Li 有机复 合物的 wt%* ³	d (ETL 3) / nm	在 10 mA/cm ² 下 的 V / V	EQE* ⁴ / %	LT / h
比较例 3	MX 23 : LiQ	50	36	-	-	-	-	-	4.87	5.3	400
实施例 6	MX 23 : LiQ	50	21	MX 24	13	MX 23 : LiQ	53	4	4.33	6.7	125
实施例 7	MX 23 : LiQ	50	21	MX 19	13	MX 23 : LiQ	51	3	4.34	6.9	210
实施例 8	MX 23 : LiQ	50	15	MX 19	19	MX 23 : LiQ	51	3	4.16	7.2	100
实施例 9	MX 23 : LiQ	50	11	MX 19	23	MX 23 : LiQ	51	3	4.04	7.5	53
实施例 10	MX 23 : LiQ	50	5	MX 19	29	MX 23 : LiQ	51	3	3.97	7.9	28
实施例 11	MX 23 : Li-2	50	21	MX 19	13	MX 23 : Li-2	48	3	4.32	8.6	20

[0577] *¹=以 ETL1 的重量计, 基质化合物 MX 23 的 wt% 和锂有机复合物 LiQ 或 Li-2 的 wt% 合计为 100wt%。

[0578] *² = 以ETL2的重量计,第二电子传输层ETL 2的基质化合物的wt%为100wt%。

[0579] *³ = 以EIL的重量计,基质化合物MX 23的wt%和锂有机复合物LiQ或Li-2的wt%合计为100wt%。

[0580] *⁴ = 使用校准过的光电二极管检测光输出效率。

[0581] 比较例3含有单个ETL。表5中的比较例3的电压与表4中的比较例1相当。这些结果显示,性能不依赖于所使用的基质化合物和Li有机复合物的精确结构。

[0582] 实施例6含有第一、第二和第三ETL。与比较例3相比,实施例6的电压降低0.54V。在第一ETL与阴极之间插入第二和第三ETL对导电性具有明显有益的效果。

[0583] 实施例7与实施例4相比在第二ETL中含有不同基质化合物。使用吡啶并[3,2-h]喹唑啉化合物4-(萘-1-基)-2,7,9-三苯基吡啶并[3,2-h]喹唑啉(MX 19)代替吡啶化合物7-(萘-2-基)二苯并[c,h]吡啶(MX 24)。与MX 24相比,MX 19的LUMO能级浅0.07eV(更接近于真空能级)。正如可以在表5中看到的,电压非常相近,尽管第二ETL中的基质化合物的化学结构非常不同。

[0584] 在实施例7至实施例9中,比较了第一和第二ETL的不同厚度。第一ETL的厚度在5至21nm之间变化,第二ETL的厚度在13至29nm之间变化,以及第三ETL的厚度保持恒定在3nm。所述ETL层堆叠物的总厚度保持恒定在37nm。正如可以在表5中看到的,不依赖于第一和第二ETL的厚度,与具有单个ETL的比较例3相比,电压总是更低。对于非常薄的第一ETL来说,获得就电压而言最好的性能,参见实施例10与实施例7的比较。第一ETL的厚度减小16nm,并且电压降低0.37V。相反,第二ETL的厚度从实施例5中的13nm增加到实施例10中的29nm。第二ETL厚度的增加伴随着电压降低0.37V。

[0585] 概括来说,第一和第二ETL的厚度可以在宽的厚度范围之间变化而不损失性能。

[0586] 与使用LiQ的实施例7相比,在实施例11中,使用Li-2作为第一和第三ETL中的掺杂剂。正如可以在表5中看到的,实施例7和实施例11的电压非常相近。可以实现与比较例3相比改善的性能,不论Li有机复合物的精确化学结构如何。

[0587] 具有两个电子传输层的顶部发光器件

[0588] 顶部发光器件如上所述来制造,区别在于在空穴注入层和空穴传输层中使用的基质化合物。在顶部发光器件中,使用联苯-4-基(9,9-二苯基-9H-芴-2-基)-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-胺代替N4,N4''-二(萘-1-基)-N4,N4''-二苯基-[1,1':4',1''-三联苯]-4,4''-二胺作为基质化合物。

[0589] 表6中示出了包含两个电子传输层的顶部发光器件的结果。

[0590] 在比较例4中,使用包含氧化磷基质MX12和锂有机复合物Li-2的单个电子传输层。电压为5.1V。

[0591] 在实施例12中,使用具有与比较例4中相同组成的第一电子传输层。使用包含苯并咪唑基质化合物MX 4的第二电子传输层。电子注入层包含锂有机复合物LiQ。电压降低到4.2V。

[0592] 总而言之,不仅在底部发光器件,而且在顶部发光器件中,都观察到对电压的有益技术效果。

[0593]

表 6
具有两个电子传输层的顶部发光 OLED 的电压、外部量子效率 (EQE) 和寿命

	ETL1	Li 有机复 合物的 wt% ^{*1}	d (ETL1) / nm	ETL2 [*] 2	d (ETL2) / nm	EIL	d (EIL) / nm	在 10 mA/cm ² 下 的 V / V	EQE ^{*3} / %	LT / h
比较例 4	MX 12: Li-2	60	37	-	-	-	-	5.1	9.25	260
实施例 12	MX 12: Li-2	60	4	MX 4	33	LiQ	2	4.2	10	49

^{*1} = 以 ETL1 的重量计, 基质化合物 MX 12 的 wt%和锂有机复合物 Li-2 的 wt%合计为 100 wt%。

^{*2}= 以 ETL2 的重量计, 第二电子传输层 ETL 2 的基质化合物的 wt%为 100 wt%。

^{*3}= 使用校准过的光电二极管检测光输出效率。

[0594] 根据本发明的ETL层堆叠物也可用于其他发光颜色,例如发射绿光、红光和白光的器件。

[0595] 另一方面,涉及一种包含至少一个有机发光二极管 (OLED) 的器件。包含有机发光二极管 (OLED) 的器件是例如显示器。

[0596] 从上述详细描述和实施例可以明显看出,可以对本发明的组合物和方法做出修改和改变而不背离本发明的精神和范围。因此,在不背离本发明的精神和范围的情况下,对本发明做出的实施方式的所有修改和/或组合,都在权利要求书的范围之内。

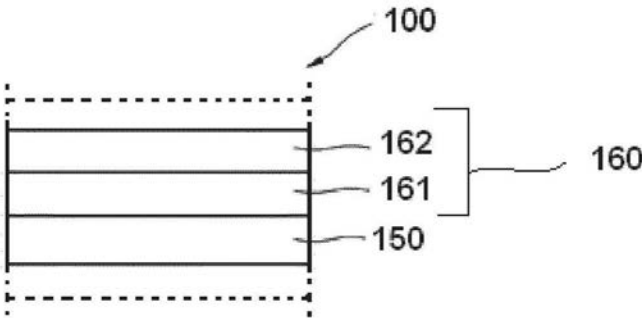


图1

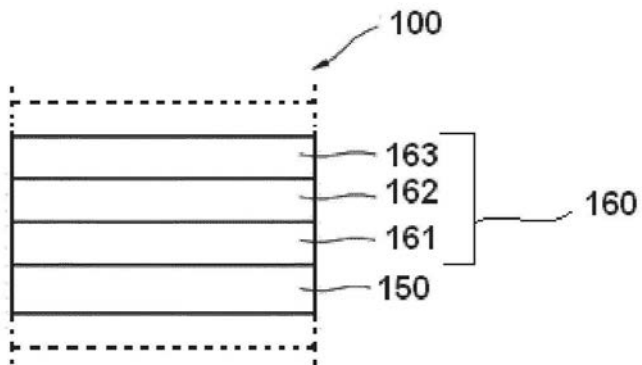


图2

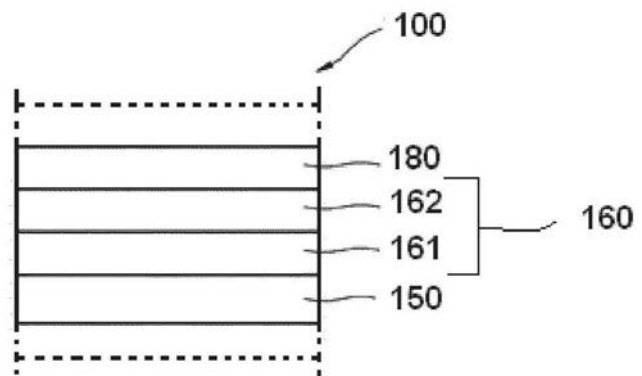


图3

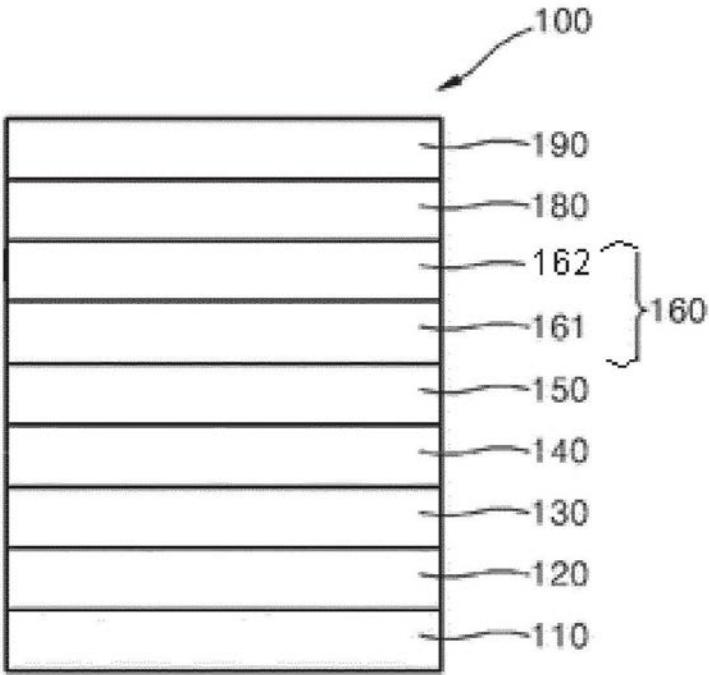


图4

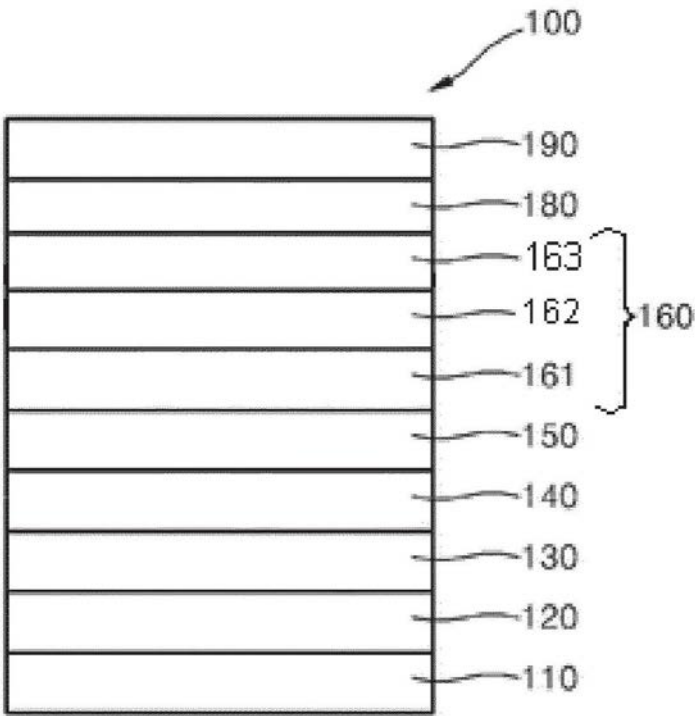


图5

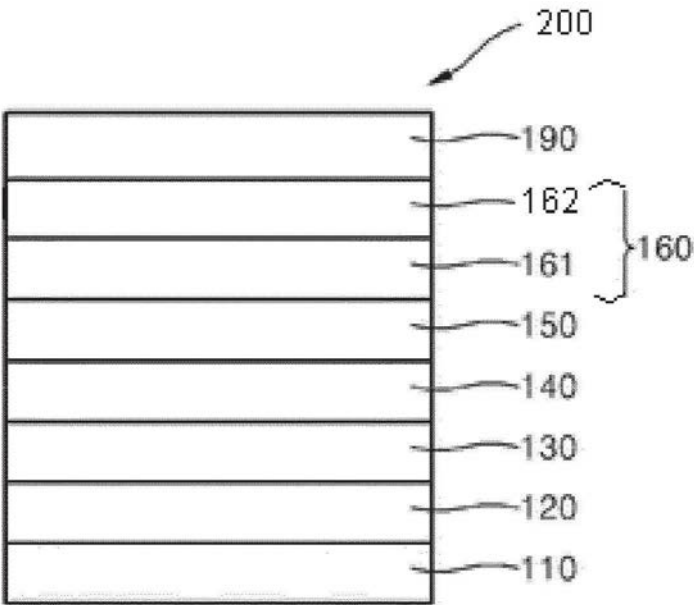


图6

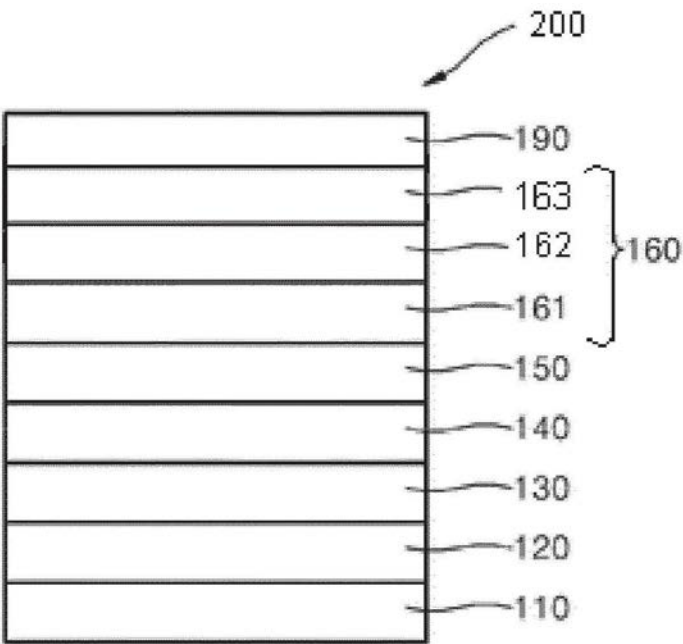


图7

专利名称(译)	包含具有不同基质化合物的电子传输层的有机发光二极管		
公开(公告)号	CN107210374B	公开(公告)日	2020-04-07
申请号	CN201580068961.9	申请日	2015-12-15
[标]申请(专利权)人(译)	诺瓦莱德公开股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	诺瓦尔德股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	诺瓦尔德股份有限公司		
[标]发明人	博多沃利克维茨 卡斯滕罗特		
发明人	博多·沃利克维茨 卡斯滕·罗特		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/56		
CPC分类号	H01L51/5076 H01L51/508 H01L51/56 H01L51/0058 H01L51/0067 H01L51/0072 H01L51/0077 C07F1/02 H01L51/0071 H01L51/5024 H01L51/5056 H01L51/5092 H01L51/5096 H01L51/5218 H01L51/5234		
代理人(译)	刘慧 杨青		
审查员(译)	梁明明		
优先权	2014198655 2014-12-17 EP		
其他公开文献	CN107210374A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种有机发光二极管，其包含发射层和至少两个电子传输层的电子传输层堆叠物，其中第一电子传输层和第二电子传输层包含至少一种基质化合物，其中所述第一电子传输层的所述一种或多种基质化合物不同于所述第二电子传输层的所述一种或多种基质化合物；并且此外，所述第一电子传输层包含锂卤化物和/或锂有机复合物的掺杂剂，并且所述第二电子传输层不含掺杂剂。

