



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102047463 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 08

(21) 申请号 200980119954. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 05. 18

H01L 51/50 (2006. 01)

(30) 优先权数据

102008025920. 9 2008. 05. 30 DE

102008039361. 4 2008. 08. 22 DE

(56) 对比文件

US 2008/0116536 A1, 2008. 05. 22,

US 2008/0116536 A1, 2008. 05. 22,

(85) PCT申请进入国家阶段日

审查员 王鹏

2010. 11. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/DE2009/000701 2009. 05. 18

(87) PCT申请的公布数据

W02009/143807 DE 2009. 12. 03

(73) 专利权人 欧司朗光电半导体有限公司

地址 德国雷根斯堡

(72) 发明人 京特·施米德 拉尔夫·克劳泽

斯特凡·塞德尔 奥利佛·魏斯

克里斯托夫·盖尔迪茨

鲁卡·苏霍宁 乌尔里希·尼德迈尔

弗里德里克·科兹洛夫斯基

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限

公司 11227

代理人 李德山 周涛

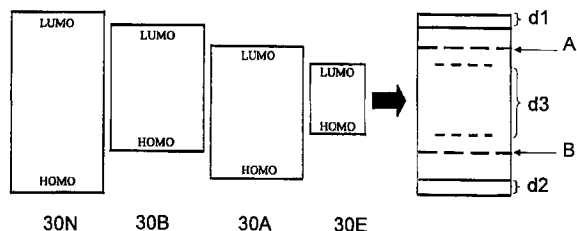
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

电子装置

(57) 摘要

提出了一种电子装置,包括:衬底、第一电极、至少一个有机功能层和第二电极。有机功能层包括第一基质材料(30W)、第二基质材料(30B)和第三基质材料(30A),其中第一基质材料(30N)具有比第二基质材料(30B)和第三基质材料(30A)更大的带隙。



1. 一种电子装置,包括:

- 衬底,
- 第一电极,
- 至少一个有机功能层,以及
- 第二电极,

其中所述至少一个有机功能层设置在第一电极和第二电极之间,并且其中所述至少一个有机功能层具有至少一个第一基质材料、至少一个第二基质材料和至少一个第三基质材料,并且第三基质材料具有的最低未占分子轨道(LUMO)在能量上低于第二基质材料的最低未占分子轨道和第一基质材料的最低未占分子轨道,并且其中第二基质材料具有的最高占用分子轨道(HOMO)在能量上高于第一基质材料的最高占用分子轨道和第三基质材料的最高占用分子轨道,其中所述有机功能层是发射层并且以至少一种发射材料来掺杂。

2. 根据权利要求1所述的电子装置,其中第一基质材料具有如下最低未占分子轨道:该最低未占分子轨道在能量上高于第二基质材料的最低未占分子轨道和第三基质材料的最低未占分子轨道,并且具有如下的最高占用分子轨道:该最高占用分子轨道在能量上低于第二基质材料的最高占用分子轨道和第三基质材料的最高占用分子轨道。

3. 根据权利要求2所述的电子装置,其中第二基质材料具有如下的最低未占分子轨道:该最低未占分子轨道在能量上高于第三基质材料的最低未占分子轨道,以及具有如下的最高占用分子轨道:该最高占用分子轨道在能量上高于第三基质材料的最高占用分子轨道。

4. 根据权利要求1至3之一所述的电子装置,其中第一基质材料具有载流子迁移率,该载流子迁移率小于第二基质材料和第三基质材料的载流子迁移率。

5. 根据权利要求1至3之一所述的电子装置,其中第二基质材料包括空穴传输材料。

6. 根据权利要求1至3之一所述的电子装置,其中第三基质材料包括电子传输材料。

7. 根据权利要求1至3之一所述的电子装置,其中所述有机功能层选自发射层、电子传输层、空穴传输层、电子阻挡层、空穴阻挡层、空穴注入层、电子注入层和中间层。

8. 根据权利要求1所述的电子装置,其中在发射层中的发射材料具有小于等于重量百分比为10%的浓度。

9. 根据权利要求1所述的电子装置,其中在发射层中的发射材料的浓度具有梯度。

10. 根据权利要求1所述的电子装置,其中发射材料的最低未占分子轨道在能量上低于第一基质材料、第二基质材料和第三基质材料的最低未占分子轨道,并且发射材料的最高占用分子轨道在能量上高于第一基质材料、第二基质材料和第三基质材料的最高占用分子轨道。

11. 根据权利要求1至3之一所述的电子装置,其中所述电子装置构建为发射辐射的装置。

12. 根据权利要求1至3之一所述的电子装置,其中所述装置构建为有机发光装置。

13. 一种用于制造根据权利要求1至12之一所述的电子装置的方法,包括以下步骤:

- A) 提供衬底,
- B) 提供第一电极和第二电极,

C) 将至少一个有机功能层设置在第一电极和第二电极之间，
其中在方法步骤 C) 中，同时至少施加第一基质材料、第二基质材料和第三基质材料。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其中在方法步骤 C) 中通过气相淀积来施加第一基质材料、第二基质材料和第三基质材料。

电子装置

[0001] 本发明涉及一种电子装置和一种用于制造电子装置的方法。

[0002] 本专利申请要求德国专利申请 102008025920.9 和德国专利申请 102008039361.4 的优先权,其公开内容通过引用结合于此。

[0003] 电子装置、例如有机发光二极管 (OLED) 由多个功能有机层的序列构成。在此,发射层具有以发射分子掺杂的基质材料。在发射层中,通过电子和“空穴”的复合形成导致发光的激子。为了得到电子装置的高效率,在发射层中传输的电子和“空穴”之间的比例是决定性的。在空穴传输和电子传输之间的不平衡的比例导致该装置的辐射效率低。

[0004] 本发明的任务是,提供一种电子装置,其具有在有机层中的改进的载流子传输和改进的载流子平衡,并且由此具有提高效率。本发明的另一任务是提供一种用于制造电子装置的方法。这些任务通过根据权利要求 1 的电子装置和根据权利要求 12 的用于制造电子装置的方法来解决。该装置和方法的其他实施形式是其他权利要求的主题。

[0005] 根据一个实施形式,提供了一种电子装置,其包括衬底、第一电极、至少一个有机功能层和第二电极,其中所述至少一个有机功能层设置在第一电极和第二电极之间。例如,第一电极可以设置在衬底上,所述至少一个有机功能层设置在第一电极上,并且第二电极设置在所述至少一个有机功能层上。所述至少一个有机功能层具有至少一个第一基质材料、第二基质材料和第三基质材料,其中第三基质材料具有的最低未占分子轨道 (LUMO) 在能量上低于第二基质材料的 LUMO 和第一基质材料的 LUMO,并且其中第二基质材料具有的最高占用分子轨道 (HOMO) 在能量上高于第一基质材料的 HOMO 和第三基质材料的 HOMO。由此,提供了一种电子装置,其在有机功能层中包括多于两种不同的基质材料。在此,可以存在三种不同的基质材料,根据要求也可以多于三种。

[0006] 根据分子轨道理论,在分子中存在具有不同能级的不同的分子轨道,这些轨道可以被存在的电子占用。这些分子轨道可以按照增加的能级被占用。LUMO 是不再以电子占用的、能量上最低的分子轨道。HOMO 是仍然以电子占用的、能量上最高的分子轨道。

[0007] 该电子装置在有机功能层中具有改进的载流子传输和改进的载流子平衡,并且该电子装置具有在空穴传输和电子传输之间的相适应的比例。第一基质材料在此选择为使得其具有大的带隙,即在 HOMO 和 LUMO 之间的差,例如使得其 HOMO 在能量上在另外的两种基质材料的 HOMO 以下,并且其 LUMO 在能量上在另外的两种基质材料的 LUMO 以上。

[0008] 此外,第一基质材料可以具有如下 LUMO:该 LUMO 在能量上高于第二基质材料的 LUMO 和第三基质材料的 LUMO,并且具有如下的 HOMO:该 HOMO 在能量上低于第二基质材料的 HOMO 和第三基质材料的 HOMO。

[0009] 此外,在该电子装置中,第二基质材料可以具有如下的 LUMO:该 LUMO 在能量上高于第三基质材料的 LUMO,以及具有如下的 HOMO:该 HOMO 在能量上高于第三基质材料的 HOMO。由此,第一基质材料可以具有与第二基质材料和第三基质材料相比更大的在 HOMO 和 LUMO 之间的带隙,并且第二基质材料具有在能量上朝着第三基质材料的带隙推移的带隙。由此,可以在第三基质材料的 LUMO 上传输电子,并且在第二基质材料的 HOMO 上传输空穴,因为这些能级对于相应的电荷传输在能量上分别是最有利的。

[0010] 在该电子装置中,第一基质材料可以具有载流子迁移率,该载流子迁移率小于第二基质材料和第三基质材料的载流子迁移率。第一基质材料可以是超宽带隙 (UGH) 材料,该材料具有与其他基质材料相比大的带隙。由此,其可以不具有载流子传输的部分。

[0011] 此外,第二基质材料可以包括空穴传输材料,并且第三基质材料可以包括电子传输材料。

[0012] 载流子传输、即空穴传输和电子传输尤其是取决于空穴或者电子在材料中的迁移率并且取决于基质材料的 HOMO 和 LUMO 能级的位置。材料的 HOMO 和 LUMO 在此对于载流子注入负责。

[0013] 为了在三种基质材料组成的基质中产生空穴,例如必须从 HOMO 中去除电子,这在能量上处于深处的 HOMO 的情况下比在能量上处于更高处的 HOMO 的情况中更为困难。由此,具有比第三基质材料更高的 HOMO 的第二基质材料比第三基质材料更适于作为空穴传输材料。类似的适用于在 LUMO 中产生电子,这在能量上位于更深处 LUMO 的情况下在能量上更为有利。由此,具有比第二基质材料更低的 LUMO 的第三基质材料适于作为电子传输材料。

[0014] 如果产生空穴和电子,则这些载流子在材料中的迁移率还起作用。根据这两种因素在材料中如何共同作用,基质材料可以作为电子传输材料或者作为空穴传输材料。在此,也分别进行另外的电荷的载流子传输,然而一种载流子的传输占优势。如果在一种基质材料中并不进行载流子传输,如在本发明的一个实施形式中在第一基质材料中那样,则其可以归因于没有产生载流子或者不存在载流子的迁移率。除了第一基质材料之外,在有机功能层中可以存在其他的基质材料,其并不有助于载流子传输。

[0015] 材料的能级 HOMO 和 LUMO 可以被测量,以便对第一基质材料、第二基质材料和第三基质材料选出合适的材料。这样,材料的 HOMO 可以借助循环伏安法来确定。此外,带隙、即在 HOMO 和 LUMO 之间的能量差可以借助光谱学来确定,其中测量所发射的光的波长并且由此计算形成的激子和带隙。LUMO 的能级于是由所确定的 HOMO 和带隙来计算。HOMO 可替代地也可以借助光电子光谱学来确定。

[0016] 电子和空穴的迁移率可以取决于分子状态,即取决于在相应的基质材料中传输载流子的分子的平均距离。由此,基质材料在多种基质材料的混合物中的浓度起作用。与第二基质材料和第三基质材料相比具有最大带隙和最小载流子迁移率的第一基质材料可以用于将第二基质材料和第三基质材料的浓度彼此分开地调节。根据所选择的第二基质材料和第三基质材料的浓度,在相应的分子之间的距离变化。微观的载流子传输取决于传输载流子的分子在相应的基质材料中的分子距离,使得通过调节浓度可以彼此分离地绝对调节电子和空穴在具有至少三种基质材料的基质材料中的迁移率。

[0017] 按照 Miller 和 Abraham 的理论,迁移率可以如下确定: $v_{ij} = v_0 \exp[-2 \gamma a (\Delta R_{ij}/a)]$

[0018] 在该模型中,示意性地从位置 i 和 j 来看固体被构建,在这些位置上可以有载流子。每个位置代表一个局域态。载流子在位置 i 和 j 之间的传输通过电阻 R_{ij} 来表示。与温度相关的电阻的大小在此反映了位置之间的空间距离和迁移所需的激活能量。参数 γ 代表载流子的电子波函数的下降, a 是平均格栅间距的参数。声子频率 v_0 说明了载流子从一个局域态出发进入另外的局域态的尝试次数,在大约 10^{13}s^{-1} 的范围中并且考虑了电子声子耦合的强度。

[0019] 此外,电子装置可以具有有机功能层,该有机功能层选自发射层、电子传输层、空穴传输层、电子阻挡层、空穴阻挡层、空穴注入层、电子注入层和中间层。用中间层表示设置在两个发射层之间的层。根据针对有机功能层所选择的内容,这些层还可以包含附加的掺杂剂。有机功能层可以是发射层并且以至少一种发射材料来掺杂。发射材料可以包括小的分子或者聚合物。在发射层中的发射材料的浓度可以为直到 10Gew% (重量百分比)。此外,发射材料由于在发射层中的低浓度而只能具有小的载流子迁移率并且由此只对载流子传输有微小贡献。

[0020] 在发射层中也可以存在两种或者三种发射材料。发射材料例如可以选自发射绿光的 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ (三 (2- 苯基吡啶) 铱 (III) ($\text{Tris}(2\text{-phenylpyridin})\text{iridium(III)}$))、发射红光的 $\text{Ir}(\text{piq})_3$ (三 (1- 苯基异喹啉) 铱 (III) ($\text{Tris}(1\text{-phenylisoquinolin})\text{iridium(III)}$)) 或者发射蓝光的 Firpic (双 (3,5- 二氟代 -2-(2- 吡啶基) 苯基 - (2- 羧基吡啶基) 铱 (III) ($\text{Bis}(3,5\text{-Difluoro-2-(2-pyridyl)phenyl-(2-carboxypyridyl)}\text{iridium(III)}$)))。

[0021] 发射材料和基质材料在有机功能层中的浓度可以在有机功能层内具有梯度。由此,例如发射材料在该层的第一部分区域中的浓度可以高于在该层的第二部分区域中的浓度。

[0022] 通过省去以发射材料掺杂,可以制造传输层、中间层和阻挡层。

[0023] 在一种电子装置中,也可以存在多个有机功能层,其中这些层可以具有不同的功能或者相同的功能。例如,电子装置可以具有多个有机功能层的序列,这些有机功能层例如由空穴注入层、空穴传输层、第一发射层、中间层、第二发射层、电子传输层和电子注入层组成。这些层的每个都可以具有如下基质:该基质具有第一基质材料、第二基质材料和第三基质材料。在不同有机功能层中的基质材料可以在所有层中被相同或者不同地选择。

[0024] 根据发射层在电子装置的层堆叠中位于何处,当发射层具有第一基质材料、第二基质材料和第三基质材料时,可以在那里将该层内的电子和空穴的迁移率彼此分离地优化。迁移率也可以在多个层上优化。

[0025] 即使具有三种基质材料的发射层位于阳极或者阴极附近,也可以调节电子和空穴的迁移率,使得发射层中的空穴和电子的比例平衡。根据哪种载流子类型应当具有较高的可动性,基质可以包含较高的浓度的相应的基质材料。这样,可以与电子装置的发射层的位置无关地在发射层中形成大数目的激子。

[0026] 当有机功能层是带有发射材料的发射层时,发射材料的 LUMO 可以在能量上低于第一基质材料、第二基质材料和第三基质材料的 LUMO,并且发射材料的 HOMO 在能量上高于第一基质材料、第二基质材料和第三基质材料的 HOMO。由此,在发射材料的 HOMO 和 LUMO 之间的带隙小于三种基质材料的带隙并且此外在能量上在所有基质材料的所有带隙之间。由此,在发射层中的双极性的载流子传输是可能的。

[0027] 第二基质材料和第三基质材料的分子优选仅仅分别传输一种载流子类型:空穴或者电子,由此在其上并不形成激子。由此,延长了材料的寿命,因为不会发生由于激发能量导致的劣化。在基质材料的不同的分子之间形成受激发的状态 (激发物 (Eximere)), 其可以将其激发能量通过能量传递来传递到发射分子上。由此,进一步提高了电子装置的效率。

[0028] 电子装置也可以具有多个发射层,例如以便将磷光的发射材料和荧光的发射材料在一个装置中结合。于是,在发射层之间插入中间层会是必要的,该中间层例如可以具有双

极性的电荷传输特性。这通过三种基质材料的组合而是可能的。

[0029] 通过借助三种基质材料来调节载流子迁移率,可能有针对性地影响发射层中的复合区的位置。复合区在此可以在一个层内或者可以分布在多个层上。通过在发射层内引入不具有载流子传输的第一基质,降低了载流子迁移率的绝对值。由此,得到在激子中形成的复合区,该区从发射层的边缘朝向中间推移。这提高了该装置的效率,因为尤其是减少了激子的不发射的去激发(猝灭, Quenching),并且在实际的发射层中而不是在邻接的层中形成更多的激子。

[0030] 在该电子装置中,发射辐射的装置例如可以是一种有机发光装置。该发光装置可以是有机发光二极管(OLED)。此外,电子装置可以包括太阳能电池或者晶体管。

[0031] 例如,所述至少一个有机功能层在晶体管的情况下设置在第一电极和第二电极之间。此外,存在第三电极。电极可以选自栅电极、源电极和漏电极。晶体管可以用于切换或者放大电信号。

[0032] 在太阳能电池的情况下,光可以被转化为电能。在此,有机功能层设置在第一电极和第二电极之间,其中电极的至少之一透明地成形。

[0033] 该装置可以在有机功能层中具有例如 mCP(m-双(N-咔唑基粗苯(m-Bis(N-carbazolyl)benzol))作为第一基质材料,具有 TCTA(9H-咔唑,9,9',9''-(1,3,5-benzotriyl)三(9Cl)(9H-carbazol,9,9',9''-(1,3,5-Benzotriyl)tris(9Cl)))作为可以是空穴传输材料的第二基质材料,并且具有例如 TPBi(1,3,5-三(N-苯基苯甲基咪唑-2-基(1,3,5-Tris(N-Phenylbenzylimidazol-2-yl)))作为可以是电子传输材料的第三基质材料。如果要提供用于发射层的基质,则可以插入例如黄色发射体 Rubren(5,6,11,12-四甲苯萘并萘(5,6,11,12-Tetraphenyl naphthacen))作为发射材料。

[0034] 此外,提供了一种用于制造带有上述特征电子装置的方法。该方法包括方法步骤 A) 提供衬底, B) 提供第一电极和第二电极, C) 将至少一个有机层设置在第一电极和第二电极之间。例如,所述至少一个有机功能层可以设置在第一电极上而第二电极设置在有机功能层上。在方法步骤 C) 中,在此同时施加至少一种第一基质材料、至少一种第二基质材料和至少一种第三基质材料。在方法步骤 C) 中的施加例如可以通过气相淀积(共蒸发)来进行。通过同时的施加,可以与其他基质材料无关地确定相应的基质材料的浓度,使得可以以不同的浓度来施加基质材料。

[0035] 根据附图和实施例要进一步阐述本发明。

[0036] 图 1 示出了电子装置的示意性侧视图,

[0037] 图 2 示出了不同的基质材料的能量状态的示意图,

[0038] 图 3 示出了电子装置的示意性侧视图,

[0039] 图 4 示出了载流子在发射层中的迁移率的仿真,以及

[0040] 图 5 示出了用于制造带有多种基质材料的层的示意性结构。

[0041] 图 1 示出了电子装置的示意性侧视图,该电子装置包括衬底 10、第一电极 20、发射层 30 和第二电极 40。第一电极例如可以是阳极,而第二电极可以是阴极。根据衬底和第一电极或第二电极是否透明地成形,电子装置可以是底部发射的或者顶部发射的装置,例如 OLED。发射层 30 可以具有第一基质材料、第二基质材料和第三基质材料,并且以发射材料掺杂。

[0042] 图 2 示出了在一个示例性的实施形式中在发射层中的相应材料的能级的示意图。示出了第一基质材料 30N、第二基质材料 30B 和第三基质材料 30A 的 HOMO 和 LUMO。第一基质材料具有在能量上低于第二基质材料和第三基质材料的 HOMO 的 HOMO。此外,第一基质材料具有在能量上高于第二基质材料和第三基质材料的 LUMO 的 LUMO。第二基质材料具有在能量上高于第三基质材料的 LUMO 的 LUMO,以及具有在能量上高于第三基质材料的 HOMO 的 HOMO。由此,第一基质材料具有小于其他两种基质材料的载流子迁移率,第二基质材料可以包括空穴传输材料,而第三基质材料可以包括电子传输材料。

[0043] 发射材料 30E 具有如下的 HOMO 和 LUMO:其具有与基质材料相比最小的带隙,并且在三种基质材料的 LUMO 和 HOMO 之间。

[0044] 在该示意图的右边示出了不同的能级的总和。A 表示其中进行电子传输的能级,B 表示其中进行空穴传输的能级。d1 和 d2 代表在第一基质材料和第二基质材料的 LUMO 之间的能量间距 (d1) 和在第一基质材料和第三基质材料的 HOMO 之间的能量间距 (d2)。d3 表示发射材料的带隙。如果不使用发射材料,则该层也可以是载流子传输层、载流子注入层或者载流子阻挡层。此外,也可以使用多个发射层。发射材料在发射层中具有小于等于 10Gew% 的浓度。

[0045] 图 3 示出了电子装置的另一实施形式的示意性侧视图,该发光装置具有发射层 30,与发射层分别在一侧上邻接有电子传输层 32 和空穴传输层 31。在此,第一电极 20 是阳极。发射层 30 以及电子传输层 32 以及空穴传输层 31 可以具有由三种或者更多基质材料组成的基质。

[0046] 图 4 示出了在 OLED 中的载流子传输的仿真,在该 OLED 中存在发射层、空穴传输层 31 和电子传输层 32。x 轴示出了相应层距阳极 D 的距离 D[nm],y 轴示出了标准化的复合率 R_n 。可以看到,随着与空穴传输层 31 和电子传输层 32 相比在发射层 30 中的载流子迁移率的绝对值减小,复合区从发射层的边缘朝向中间推移。也就是说,随着载流子在发射层 30 中的迁移率降低,在邻接的层 32 和 31 中的复合减少并且朝向发射层 30 的中间推移。

[0047] 在仿真中,在发射层中的电子迁移率和空穴迁移率是等同的,即假设双极性的电荷传输。假设了欧姆注入,在两个层的 HOMO 和 LUMO 之间的所有能量势垒针对相应的载流子种类为 400meV。在图中,对于不同的线型说明了以 m^2/Vs 为单位的载流子的相应的迁移率,这些迁移率在 10^{-8} 到 10^{-12} 之间变动。

[0048] 图 5 示出了用于制造该电子装置的结构侧视图。在保持装置 51 上示例性地施加了四个蒸发源 50,从中分别可以将基质材料和 / 或掺杂材料气相淀积到沉积衬底 60 上。为了能够精确地确定基质材料和 / 或掺杂材料的相应浓度,通过层厚度监视器 55 来测量并且调节蒸发速率。层厚度监视器例如可以是石英振荡器。

[0049] 例如,借助根据图 5 的结构可以制造发射层,该发射层包含第一基质材料,该第一基质材料包括 mCP(m- 双 (N- 咔唑基粗苯 (m-Bis(N-carbazolyl)benzol)) 并且以 **3.8Å/s** 的蒸发速率来施加。第二基质材料、空穴传输材料可以是 TCTA(9H- 咔唑,9,9',9''-(1,3,5-Benzotriyl) 三 (9Cl) (9H-carbazol,9,9',9''-(1,3,5-Benzotriyl) tris(9Cl))) 并且以 **8Å/s** 的蒸发速率来施加。第三基质材料、电子传输材料例如可以是 TPBi(1,3,5- 三 (N- 苯基苯甲基咪唑-2-基 (1,3,5-Tris(N-Phenylbenzylimidazol-2-yl))) 并且以 **8Å/s** 的蒸发速率来施加。例如可以引入黄色发射体 Rubren(5,6,11,12- 四甲苯萘并萘 (5,6,11,

12-Tetraphenylnaphthacen)) 作为发射材料,并且以 $0.2\text{\AA}/\text{s}$ 的蒸发速率来施加。由此,得到了具有针对载流子传输材料 40% 的体积浓度以及针对发射体 1% 的体积浓度的层。在表 1 中说明了这种材料的 HOMO 和 LUMO。TCTA、TPBi、mCP 的 HOMO 的值借助 UV 光电发射光谱学来确定,对应的 LUMO 值被估计,其方式是对于吸收所需的能量被算为 HOMO 值。Rubren 的 HOMO 值和 LUMO 值借助循环伏安法和光电子光谱仪来确定。

[0050]

	HOMO[eV]	LUMO[eV]
mCP	-5.9	-2.4
TCTA	-5.7	-2.3
TPBi	-6.3	-2.8
Rubren	-5.5	-3.0

[0051] 表 1

[0052] 第三基质材料 TPBi 具有与其他基质材料相比最低的 LUMO 的值,并且由此是电子传输材料。第二基质材料 TCTA 具有与其他基质材料相比最大的 HOMO 的值,并且由此是空穴传输材料。第一基质材料 mCP 并不参与载流子传输,因为其 LUMO 并不低于第三基质材料的 LUMO,并且其 HOMO 并不高于第二基质材料的 HOMO。

[0053] 其他可能的空穴传输材料是:NPB(N,N'-双(萘)-1-基)-N,N'-双(苯基)-对二氨基联苯(N,N'-Bis(Naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-Benzidin))TCTA(4,4',4''-三(咔唑-9-基)三苯胺(4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)triphenylamin))CPB(4,4',-双(咔唑-9-基)联苯(4,4',-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl))IT-NATA(4,4',4''-三(1-萘基)-N-苯基-氨基)三苯胺(4,4',4''-Tris(N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino)triphenylamin))Spiro-TAD(2,2',7,7'-四(N,N-二苯胺)-9,9'-螺二芴(2,2',7,7'-Tetrakis(N,N-diphenylamino)-9,9'-spirobifluoren))

[0054] 此外,可以使用如下材料作为电子传输材料:TPBi(2,2',2''-(1,3,5-Benzotriptyl)-三(1-苯基-1-H-苯并咪唑))(2,2',2''-(1,3,5-Benzotriptyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazol)))TAZ(3-(4-联苯基)-4-苯基-5-叔胺-丁基苯基-1,2,4-三唑(3-(4-Biphenyl)-4-Phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazol))Alq3(三(8-羟基-喹啉并)铝(Tris(8-Hydroxy-quinolinato)aluminium))BCP(2,9-二甲基-4,7-苯甲基-1,10-邻二氮杂菲(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline))NTAZ(4-(萘-1-基)-3,5-二苯基-4H-1,2,4-三唑(4-(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazol))Balq(双-(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-(苯基苯酚)铝(Bis-(2-methyl-8-quinolinolat)-4-(phenylphenolato)aluminium))

[0055] 可以使用如下材料作为具有与其他基质材料相比最小的载流子迁移率的第一基质材料:UGH-(2(1,4-双(三苯甲硅烷基)粗苯(2(1,4-Bis(triphenylsilyl)benzol))UGH-3(1,3-双(三苯甲硅烷基)粗苯(1,3-Bis(triphenylsilyl)benzol))mCP(1,3-双(咔唑-9-基)粗苯(1,3-Bis(carbazol-9-yl)benzol))

[0056] UGH-2 和 UGH-3 的 HOMO 具有 $-7.2 \pm 0.1 \text{ eV}$ 的值, LUMO 在 2.8 eV 左右。该 HOMO 值可以借助光电子光谱学来确定, LUMO 值可以由吸收谱和荧光谱的焦点上的 HOMO 值和 LUMO 值的间距来估计。

[0057] 可能的发射材料是: $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ (三(2-苯基吡啶)铱(III) (Tris(2-phenylpyridin)iridium(III))) $\text{Ir}(\text{ppy})_2$ (双(2-苯基吡啶)(乙酰丙酮)铱(II) (Bis(2-phenylpyridin)(acetylacetonat)iridium(II))) (acac)BczVBi (4,4'-双(9-乙基-3-咔唑亚乙烯基)-1,1'-联苯 (4,4'-Bis(9-ethyl-3-carbazovinyl)-1,1'-biphenyl)) FirPic (双(3,5-二氟代-2-(2-吡啶基)苯基-(2-羧基吡啶基)铱(III) (Bis(3,5-Difluoro-2-(2-pyridyl)phenyl-(2-carboxypyridyl)iridium(III))) Rubren (四甲苯萘并萘 (Tetraphenyl naphthacen) $\text{Ir}(\text{pig})_3$ (三(1-苯基异喹啉)铱(III) (Tris(1-phenylisoquinolin)iridium(III)))

[0058] 该发射材料是小的非聚合物分子。使用聚合物的发射材料同样也是可能的。

[0059] 根据其相对于彼此的 HOMO 和 LUMO 的位置可以用作第一基质、第二基质或第三基质的其他可能的材料是: Bphen (4,7-联苯-1,10-菲咯啉 (4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline)) DPAVBi (4,4'-双(2-(4-(N,N-二苯胺)苯基)乙烯基)联苯 (4,4'-Bis(2-(4-(N,N-diphenylamino)phenyl)vinyl)biphenyl)) CuPC (酞菁染料铜联合体 (Phthalocyanin Kupfer Komplex)) S-DPVB (2,2',7,7'-四(2,2-联苯乙烯基)螺-9,9'-二芴 CPF (2,2',7,7'-Tetrakis(2,2-diphenylvinyl)spiro-9,9'-bifluorene CPF)) TAPC (1,1-双-(4-双(4-甲基苯基)-氨基苯基)-环己烷 (1,1-Bis-(4-bis(4-methylphenyl)-aminophenyl)-cyclohexane)) TBADN (9,10-双(2-萘基)-2-叔丁基蒽 (9,10-Bis(2-naphthyl)-2-tert-butylanthracene)) TPD (N,N,N',N'-四苯基联苯胺 (N,N,N',N'-Tetraphenylbenzidine))

[0060] 电子传输材料和空穴传输材料中的一些也可以用作第一基质材料。在用于基质的该第一基质材料、第二基质材料和第三基质材料的组合中,三种组合材料的 LUMO 和 HOMO 的相对关系以及其相互位置是重要的。

[0061] 由于化学相容性,针对磷光发射体并不能任意选择基质。红色发射体 (铱(III) 双(2-甲基二苯并[f,h]喹喔啉-乙酰基丙酮 (Iridium(III)bis(2-methyldibenzo-[f,h]quinoxalin)-acetylacetonat)) 仅仅在一种 NBP 基质中是高效的。而 NPB 是一种空穴传输材料。如果现在在阳极侧还有另外的发射层,则该发射层并未被充分地提供电子。通过电子传输材料例如 BCP 的掺杂,可以调节相对传输特性。借助 UGH4 来进行传输特性的微调。

[0062] 在附图和实施例中示出的实施例可以任意地改变。此外要考虑的是,本发明并不局限于所述例子,而是允许其他的在此未说明的扩展方案。

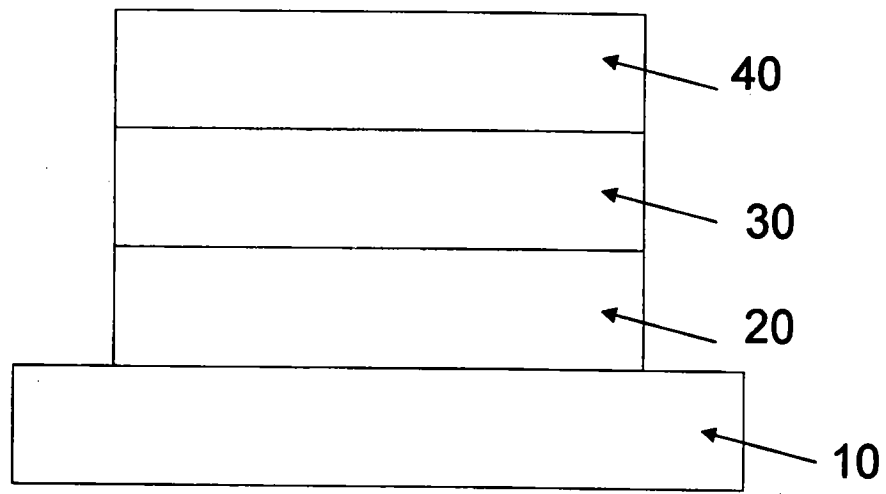


图 1

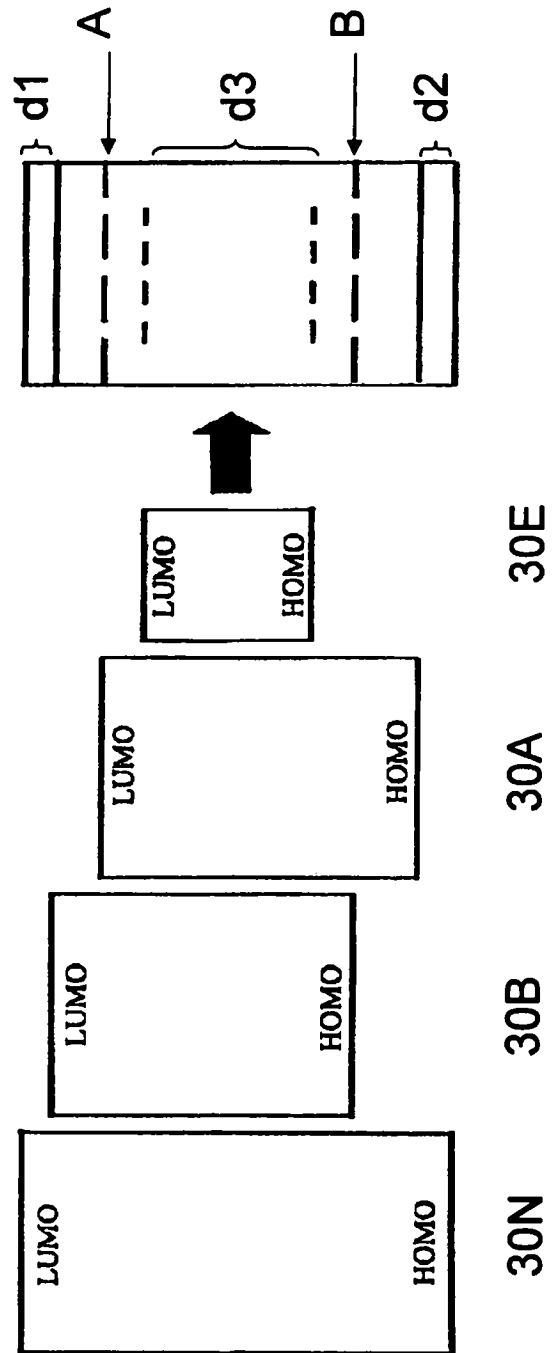


图 2

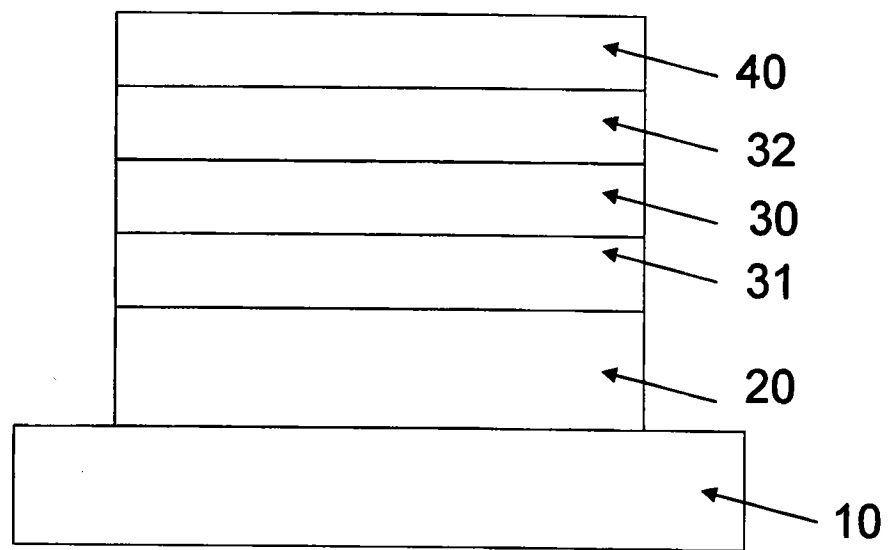


图 3

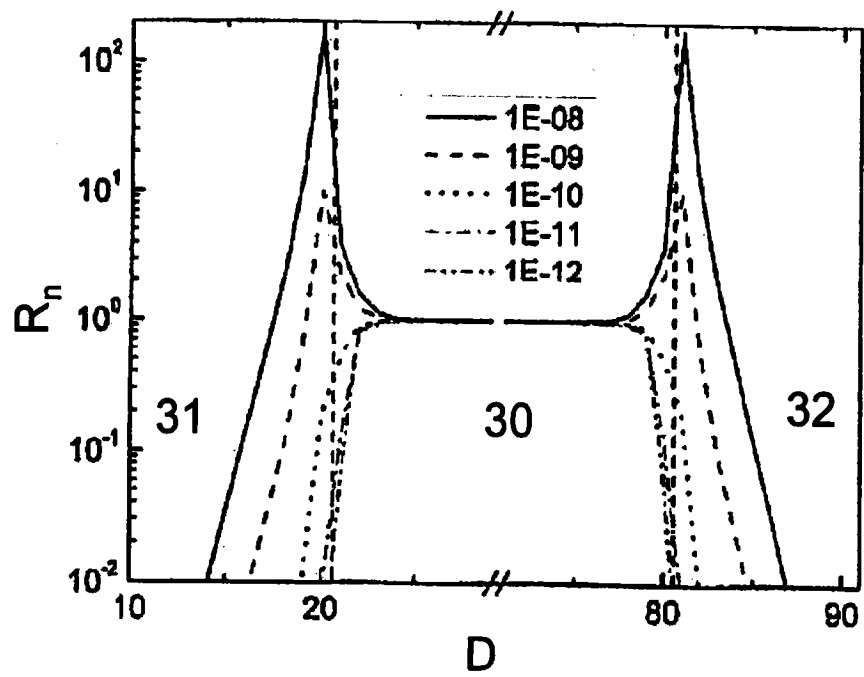


图 4

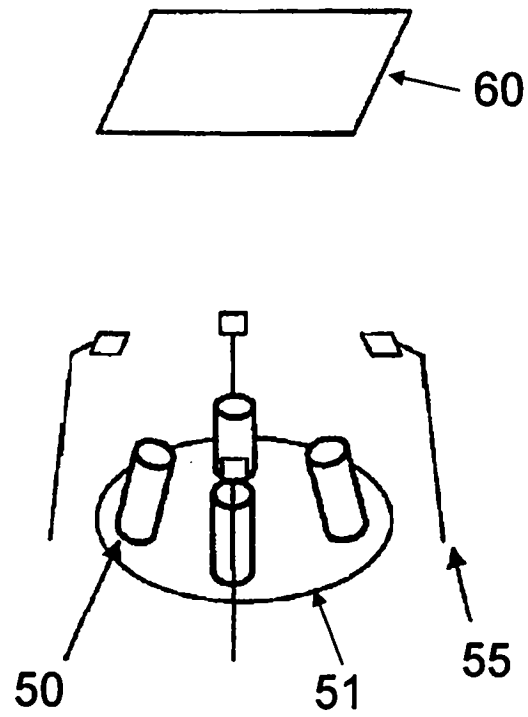


图 5