



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104282839 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 14

(21) 申请号 201410584962. 6

(22) 申请日 2014. 10. 27

(71) 申请人 京东方科技集团股份有限公司

地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路 10 号

申请人 鄂尔多斯市源盛光电有限责任公司

(72) 发明人 王博 玄明花

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 彭久云

(51) Int. Cl.

H01L 51/52 (2006. 01)

H01L 51/56 (2006. 01)

H01L 27/32 (2006. 01)

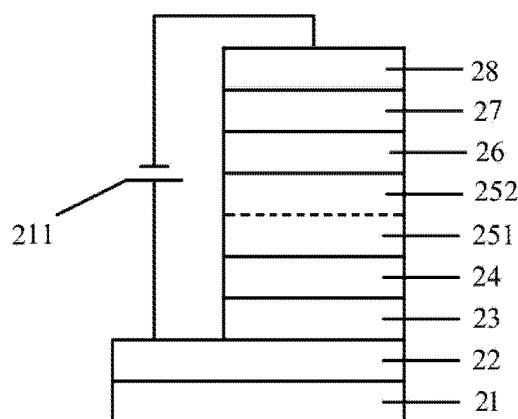
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

### (54) 发明名称

有机电致发光器件及其制备方法、显示装置

### (57) 摘要

本公开提供了一种有机电致发光器件及其制备方法、显示装置,该有机电致发光器件包括阳极层、阴极层以及设置在阳极层和阴极层之间的有机功能层;所述有机功能层包括发光层,所述发光层包括依次相邻设置的两个子发光层,即靠近阳极层一侧的第一子发光层和靠近阴极层一侧的第二子发光层,所述第一子发光层和所述第二子发光层具有基本相同的能带差,且所述第一子发光层和所述第二子发光层之一能够吸收另一子发光层所发射的光而受激发射。



1. 一种有机电致发光器件,包括阳极层、阴极层以及设置在阳极层和阴极层之间的有机功能层,其中,所述有机功能层包括发光层,所述发光层包括依次相邻设置的两个子发光层,即靠近阳极层一侧的第一子发光层和靠近阴极层一侧的第二子发光层,所述第一子发光层和所述第二子发光层具有基本相同的能带差,且所述第一子发光层和所述第二子发光层之一能够吸收另一子发光层所发射的光而受激发射。

2. 根据权利要求1的有机电致发光器件,其中,所述第一子发光层由主体发光材料制成,所述第二子发光层由被掺杂的所述主体发光材料制成;所述第二子发光层由主体发光材料制成,所述第一子发光层由被掺杂的所述主体发光材料制成或者。

3. 根据权利要求1的有机电致发光器件,其中,所述第一子发光层由具有第一掺杂浓度的掺杂的主体发光材料制成,所述第二子发光层由具有第二掺杂浓度的掺杂的所述主体发光材料制成。

4. 根据权利要求1-3任一的有机电致发光器件,其中,所述第二子发光层的发光效率比所述第一子发光层的发光效率低。

5. 根据权利要求1-3任一的有机电致发光器件,其中,所述第一子发光层的发光波长与所述第二子发光层的发光波长基本相同。

6. 根据权利要求1的有机电致发光器件,其中,所述发光层还包括与所述第二子发光层相邻设置的第三子发光层,所述第三子发光层设置在所述第二子发光层靠近阴极一侧,且所述第三子发光层和所述第二子发光层具有基本相同的能带差,且所述第二子发光层和所述第三子发光层之一能够吸收另一子发光层所发射的光而受激发射。

7. 根据权利要求6的有机电致发光器件,其中,所述第一子发光层由主体发光材料制成,所述第二子发光层和所述第三子发光层由被掺杂的所述主体发光材料制成,且所述第二子发光层的掺杂浓度和所述第三子发光层的掺杂浓度不同;或者,所述第三子发光层由主体发光材料制成,所述第一子发光层和所述第二子发光层由被掺杂的所述主体发光材料制成,且所述第一子发光层的掺杂浓度和所述第二子发光层的掺杂浓度不同。

8. 根据权利要求6的有机电致发光器件,其中,所述第一子发光层由具有第一掺杂浓度的掺杂的主体发光材料制成,所述第二子发光层由具有第二掺杂浓度的掺杂的所述主体发光材料制成;所述第三子发光层由具有第三掺杂浓度的掺杂的所述主体发光材料制成。

9. 根据权利要求1-8任一所述的有机电致发光器件,其中,所述有机功能层还包括有空穴传输层和电子传输层,所述空穴传输层为与所述第一子发光层相邻且靠近阳极层的一侧,所述电子传输层为与所述发光层相邻且靠近阴极层的一侧。

10. 根据权利要求9所述的有机电致发光器件,其中,所述有机功能层还包括有空穴注入层和电子注入层,所述空穴注入层位于所述空穴传输层与所述阳极层之间,所述电子注入层位于所述电子传输层与所述阴极层之间。

11. 一种显示装置,包括权利要求1-10任一所述的电致发光器件。

12. 一种有机电致发光器件的制备方法,包括分别制备阳极、发光层和阴极,其中,制备所述发光层包括:

制备第一子发光层,所述第一子发光层靠近所述阳极一侧;

与所述第一子发光层相邻制备第二子发光层,所述第二子发光层靠近所述阴极一侧;

其中,所述第一子发光层和所述第二子发光层具有基本相同的能带差,且所述第一子

发光层和所述第二子发光层之一能够吸收另一子发光层所发射的光而受激发射。

13. 根据权利要求 12 的制备方法,其中,制备所述发光层还包括:

与所述第二子发光层相邻制备第三子发光层,所述第三子发光层靠近所述阴极一侧;

所述第三子发光层和所述第二子发光层具有基本相同的能带差,且所述第二子发光层和所述第三子发光层之一能够吸收另一子发光层所发射的光而受激发射。

## 有机电致发光器件及其制备方法、显示装置

### 技术领域

[0001] 本发明的实施例涉及有机电致发光器件及其制备方法、显示装置。

### 背景技术

[0002] 有机电致发光器件 (Organic Light-Emitting Device, OLED) 是一种利用有机固态半导体作为发光材料的发光器件, 由于其具有制备工艺简单、成本低、功耗低、发光亮度高、工作温度适应范围广等优点, 使其具有广阔的应用前景。

[0003] OLED 的结构通常包括阳极层、阴极层以及设置在阳极层和阴极层之间的发光层。OLED 的发光机理为: 当电压施加于阳极层和阴极层之间时, 在外界电压的驱动下, 由阳极层一侧注入的空穴克服界面势垒并被传输到发光层中, 由阴极层一侧注入的电子克服界面势垒并被传输到发光层中, 到达发光层中的空穴和电子在发光层中复合形成激子, 激子辐射跃迁而发光, 即电致发光。在此过程中, 若激发态电子自旋 (Electron Spin) 和基态电子成对, 则为单重态激子 (Singlet), 其所释放的光为所谓的荧光 (Fluorescence); 反之, 若激发态电子和基态电子自旋不成对且平行, 则为三重态激子 (Triplet), 其所释放的光为所谓的磷光 (Phosphorescence)。

### 发明内容

[0004] 本发明的实施例提供了一种有机电致发光器件及其制备方法、显示装置, 可以简单的结构提高发光效率, 有利于实现高分辨率显示。

[0005] 本发明的至少一个实施例提供了一种有机电致发光器件, 包括阳极层、阴极层以及设置在阳极层和阴极层之间的有机功能层, 其中, 所述有机功能层包括发光层, 所述发光层包括依次相邻设置的两个子发光层, 即靠近阳极层一侧的第一子发光层和靠近阴极层一侧的第二子发光层, 所述第一子发光层和所述第二子发光层具有基本相同的能带差, 且所述第一子发光层和所述第二子发光层之一能够吸收另一子发光层所发射的光而受激发射。

[0006] 本发明的另一个实施例提供了一种显示装置, 包括上述电致发光器件。

[0007] 本发明的再一个实施例提供了一种有机电致发光器件的制备方法, 包括分别制备阳极、发光层和阴极。制备所述发光层包括: 制备第一子发光层, 所述第一子发光层靠近所述阳极一侧; 与所述第一子发光层相邻制备第二子发光层, 所述第二子发光层靠近所述阴极一侧; 所述第一子发光层和所述第二子发光层具有基本相同的能带差, 且所述第一子发光层和所述第二子发光层之一能够吸收另一子发光层所发射的光而受激发射。

### 附图说明

[0008] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案, 下面将对实施例的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图仅仅涉及本发明的一些实施例, 而非对本发明的限制。

[0009] 图 1 示出了一种 OLED 的结构;

[0010] 图 2 示出了图 1 所示的 OLED 的能级结构示意图;

- [0011] 图 3 示出了根据本发明一个实施例的 OLED 的结构；
- [0012] 图 4 示出了图 3 所示的 OLED 的能级结构示意图。
- [0013] 图 5 示出了根据本发明另一个实施例的 OLED 的结构。

## 具体实施方式

[0014] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例的附图，对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0015] 除非另作定义，本公开所使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本发明专利申请说明书以及权利要求书中使用的“第一”“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。同样，“一个”或者“一”等类似词语也不表示数量限制，而是表示存在至少一个。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接，而是可以包括电性的连接，不管是直接的还是间接的。

[0016] 在本公开之中，HOMO 和 LUMO 分别指最高占据分子轨道 (Highest Occupied Molecular Orbital) 和最低未占分子轨道 (Lowest Unoccupied Molecular Orbital)。根据前线轨道理论，两者可统称前线轨道。在有机半导体中 HOMO 与无机半导体中的价带类似，而 LUMO 则与导带类似。HOMO 与 LUMO 之间的能量差称为“能带差”，该能带差即为 HOMO-LUMO，可以被用来衡量一个有机分子是否容易被激发。一个有机分子的能带差越小，则该有机分子越容易被激发。

[0017] 图 1 示出了一种 OLED 的结构，该 OLED 包括衬底 1、阳极层 2、阴极层 8 以及设置在阳极层 2 和阴极层 8 之间的有机功能层，该有机功能层包括依次设置在阳极层 2 上的空穴注入层 (HIL) 3、空穴传输层 (HTL) 4、发光层 (EML) 5、电子传输层 (ETL) 6 以及电子注入层 (EIL) 7。空穴注入层 3 与阳极层 2 相邻，电子注入层 7 与阴极层 8 相邻。在阳极层 2 和阴极层 10 之间连接有外加直流电源 11；有机电致发光器件可在外加电源 11 的驱动下发光。

[0018] 图 2 示出了图 1 所示的 OLED 的能级结构示意图。当阳极层 2 和阴极层 8 之间施加有电压时，在外界电压的驱动下，由阳极层 2 注入的空穴克服界面势垒进入空穴注入层 3 以及空穴传输层 4 的 HOMO 能级而到达发光层 6，由阴极层 10 注入的电子克服界面势垒进入电子注入层 6 和电子传输层 7 的 LUMO 能级到达发光层 6，进入到发光层 6 中的空穴和电子在复合区复合形成处于激发态的激子。此激发态在环境中是不稳定的，将导致辐射跃迁发光，得到电致发光。图中以阳极为氧化铟锡 (ITO) 为例。

[0019] 充分利用电子载流子和空穴载流子复合释放的能量且提高 OLED 中载流子利用效率，从而提高有机电致发光器件的发光效率，是目前有机光电技术领域中亟待解决的问题。

[0020] 同时，发明人还注意到，在有源矩阵 OLED (AMOLED) 显示装置的一个像素单元中，分别采用不同发光材料实现的红、绿和蓝色 (RGB) 子像素中红光和绿光发光材料的效率较高，而蓝光发光材料的发光效率低，因此需要更大面积的蓝光发光材料以实现 RGB 的平衡，但是这种布局限制了驱动电路的设计，也阻碍了显示装置更高分辨率的实现。

[0021] 本发明的一个实施例提供了一种有机电致发光器件 (OLED)，包括阳极层、阴极层

以及设置在阳极层和阴极层之间的有机功能层,其中,所述有机功能层包括发光层,所述发光层包括依次相邻的两个子发光层,即靠近阳极层一侧的第一子发光层和靠近阴极层一侧的第二子发光层,所述第一子发光层和所述第二子发光层具有基本相同的能带差,且所述第一子发光层和所述第二子发光层之一能够吸收另一子发光层所发射的光而受激发射。本公开的“基本相同”指两个子发光层的能带差的绝对值之差对于较小者小于 5%,优选小于 3%。在一个示例中,第一子发光层和第二子发光层的能带差相同。

[0022] 本发明的实施例通过将 OLED 的发光层形成为包括至少两个子发光层,且至少第一子发光层或第二子发光层加入具有不同能带结构的材料,具有基本相同的能带差,由此得到类量子阱的结构。由此,在一层辐射复合发光的过程中,另一层能够吸收部分光子的能量,而自主实现受激发射,发射出相应波长的光。例如,在该多层结构的发光层中,至少第一子发光层利用前一层辐射复合发光的光子能量作为激发源来使其达到发光的目的。

[0023] 例如,第一子发光层由主体发光材料制成,第二子发光层由被掺杂的所述主体发光材料制成;或者,第二子发光层由主体发光材料制成,第一子发光层由被掺杂的所述主体发光材料制成。

[0024] 例如,第一子发光层由具有第一掺杂浓度的掺杂的主体发光材料制成,第二子发光层由具有第二掺杂浓度的掺杂的所述主体发光材料制成。

[0025] 例如,第二子发光层的发光效率可以比第一子发光层的发光效率低。

[0026] 例如,第一子发光层的发光波长可以与第二子发光层的发光波长基本相同。此处“基本相同”指两个子发光层的发光波长的绝对值之差对于较小者小于 5%,优选小于 3%。在一个示例中,第一子发光层和第二子发光层的发光波长相同。

[0027] 例如,第一子发光层和第二子发光层的厚度比为 1:3 ~ 3:1。

[0028] 例如,发光层还可以包括与第二子发光层相邻设置的第三子发光层,第三子发光层设置在第二子发光层靠近阴极一侧层,且第三子发光层和第二子发光层具有基本相同的能带差,且第二子发光层和第三子发光层之一能够吸收另一子发光层所发射的光而受激发射。例如,第一子发光层由主体发光材料制成,第二子发光层和第三子发光层由被掺杂的所述主体发光材料制成,且第二子发光层的掺杂浓度和第三子发光层的掺杂浓度不同。或者,第三子发光层由主体发光材料制成,第一子发光层和第二子发光层由被掺杂的所述主体发光材料制成,且第一子发光层的掺杂浓度和第二子发光层的掺杂浓度不同。

[0029] 例如,第一子发光层由具有第一掺杂浓度的掺杂的主体发光材料制成,第二子发光层由具有第二掺杂浓度的掺杂的所述主体发光材料制成;第三子发光层由具有第三掺杂浓度的掺杂的所述主体发光材料制成。

[0030] 图 3 示出了根据本发明一个实施例的 OLED 的结构。该 OLED 包括衬底 21、阳极层 22、阴极层 28 以及设置在阳极层 22 和阴极层 28 之间的有机功能层。在该实施例中,有机功能层包括依次设置在阳极层 22 之上的空穴注入层 (HIL) 23、空穴传输层 (HTL) 24、发光层 (EML)、电子传输层 (ETL) 26 以及电子注入层 (EIL) 27。空穴注入层 23 与阳极层 22 相邻,电子注入层 27 与阴极层 28 相邻。在阳极层 22 和阴极层 28 之间连接有外加直流电源 211,有机电致发光器件在外加电源 211 的驱动下发光。

[0031] 衬底 21 作为电极层和有机功能层的支撑结构,具有一定的防水汽和氧气渗透的能力,有较好的表面平整性,例如可以是玻璃衬底、石英衬底或柔性衬底或 TFT 背板;对于

底反射型 OLED, 衬底 21 应当是透明的。柔性基片可采用聚酯类、聚酰亚胺化合物中的一种材料制成, 或者可采用较薄的金属制成。

[0032] 阳极层 22 作为该有机电致发光器件正向电压的连接层, 具有较好的导电性能、可见光透明性以及较高的功函数值。例如, 阳极层 22 通常采用无机金属氧化物 (比如, 氧化铟锡 IT0、氧化锌 ZnO 等) 或有机导电聚合物 (如 PEDOT :PSS, PANI 等) 或高功函数值的金属材料 (比如, 金、铜、银、铂等) 制成。

[0033] 阴极层 28 作为该 OLED 负向电压的连接层, 具有较好的导电性能和较低的功函数值。阴极层 28 通常采用低功函数值的金属材料, 比如锂、镁、钙、锶、铝、铟等, 或上述低功函数值的金属材料与铜、金、银的合金制成。

[0034] 空穴注入层 23 例如可采用三苯胺化合物或者是有 P 型掺杂的有机层或者是聚合物制成, 如三-[4-(5-苯基-2-噻吩基)苯]胺、4,4',4''-三[2-萘基(苯基)氨基]三苯胺(2-TNATA)或者4,4',4''-三-(3-甲基苯基苯胺基)三苯胺(m-MTDATA)、酞菁铜(CuPc)、Pedot:Pss、TPD 或 F4TCNQ。

[0035] 空穴传输层 24 例如可采用芳香族二胺类化合物、三苯胺化合物、芳香族三胺类化合物、联苯二胺衍生物、三芳胺聚合物、以及咪唑类聚合物制成。如 NPB、TPD、TCTA、以及聚乙烯咪唑或者其单体。

[0036] 电子传输层 26 例如可采用邻菲罗林衍生物, 噻唑衍生物, 噻唑衍生物, 咪唑衍生物, 金属配合物, 葱的衍生物。具体示例包括: 8-羟基喹啉铝 (Alq3)、8-羟基喹啉锂 (Liq)、8-羟基喹啉镓、双[2-(2-羟基苯基-1)-吡啶]铍、2-(4-二苯基)-5-(4-叔丁基)-1,3,4-噻二唑 (PBD)、1,3,5-三(N-苯基-2-苯并咪唑-2)苯 (TPBI)、BCP、Bphen 等。

[0037] 电子注入层 27 例如可以采用碱金属氧化物、碱金属氟化物等。碱金属氧化物包括氧化锂 (Li<sub>2</sub>O)、氧化锂硼 (LiBO)、硅氧化钾 (K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>)、碳酸铯 (Cs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 等; 碱金属氟化物包括氟化锂 (LiF)、氟化钠 (NaF) 等。

[0038] 图 3 所示出的实施例中阳极层 22 形成在衬底上作为下电极, 而阴极层 28 形成在有机功能层上作为上电极; 但是, 本发明的实施例不限于此, 也可以将阴极层形成在衬底上作为下电极, 而阳极层形成在有机功能层上作为上电极。此外, 在下电极和衬底之间还可以根据需要形成中间层, 该中间层例如为缓冲层或用于顶发射类型的 OLED 的反射层等。本发明实施例的 OLED 根据需要可以制备为顶发射型、底发射型或双面发射型等。

[0039] 图 3 所示出的实施例的发光层包括两个发光子层: 靠近阳极层 22 一侧的第一子发光层 251 和靠近阴极层 28 一侧的第二子发光层 252。第一子发光层 251 和第二子发光层 252 具有基本相同的能带差 (即 HOMO-LUMO 之差), 第二子发光层 252 所发射的光能够被第一子发光层 251 吸收而使其受激发射。第一子发光层 251 利用相邻的第二子发光层 252 辐射复合发光的光子能量作为激发源来使其达到发光的目的。或者, 第一子发光层 251 所发射的光能够被第二子发光层 252 吸收而使其受激发射。

[0040] 图 4 示出了图 3 所示的 OLED 的能级结构示意图。如图 4 所示, 第二子发光层 252 的能带差与第一子发光层 251 的能带差基本相同, 第二子发光层 252 的能级低于第一子发光层 251 的能级, 即二者之间存在能级差, 否则载流子不能注入, 第二子发光层 252 的 HOMO 和 LUMO 分别比第一子发光层 251 的 HOMO 和 LUMO 要低, 例如低 0.5eV 以下, 例如低 0.2 ~ 0.5eV。当第二子发光层 252 发光时, 第一子发光层 251 接受第二子发光层 252 所发射的部

分光子的能量实现雪崩效应而复合发光。

[0041] 例如,发光层根据所使用的发光材料的不同,可以发射红光、绿光、蓝光、黄光、白光等,本发明的实施例不限于发光层所发射的光的颜色,优选适用于发射蓝光的 OLED。

[0042] 目前,有机发光材料包括荧光发光材料或磷光发光材料,通常采用掺杂体系,即在主体发光材料中混入掺杂材料得到可用的发光材料。例如,主体发光材料可以采用金属配合物材料、蒽的衍生物、芳香族二胺类化合物、三苯胺化合物、芳香族三胺类化合物、联苯二胺衍生物、或三芳胺聚合物等;更具体地,例如双(2-甲基-8-羟基喹啉-N1,08)-(1,1'-联苯-4-羟基)铝(Balq)、9,10-二-(2-萘基)蒽(ADN)、TAZ、4,4'-二(9-咔唑)联苯(CBP)、MCP、4,4',4''-三-9-咔唑基三苯胺(TCTA)或N,N-双(α-萘基-苯基)-4,4-联苯二胺(NPB)等。荧光发光材料或掺杂材料例如包括香豆素染料(coumarin 6、C-545T)、喹吖啶酮(DMQA)、或4-(二腈亚甲叉)-2-甲基-6-(4-二甲氨基-苯乙烯)-4H-吡喃(DCM)系列等。磷光发光材料或掺杂材料例如包括基于Ir、Pt、Ru、Cu等金属配合物发光材料,比如:FIrpic、Fir6、FirN4、FIrtaz、Ir(ppy)<sub>3</sub>、Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac)、PtOEP、(btp)<sub>2</sub>Iracac、Ir(piq)<sub>2</sub>(acac)或(MDQ)<sub>2</sub>Iracac等。另外,发光材料还可以包括双主体且进行掺杂的情形。

[0043] 在本发明的一个实施例中,例如第二子发光层252为未掺杂的发光材料,具有较低的发光效率,第一子发光层251为被掺杂的发光材料,具有较高的发光效率。例如,当发光层发红光时,发红光材料可以是荧光材料或者磷光材料;在一个示例中,第二子发光层252的发光材料为DCM,而第一子发光层251的发光材料为掺杂Alq(喹啉铝)的DCM,掺杂质量百分比例如为1~5%(例如3%),例如第一和第二子发光层的厚度为5~50nm,进一步例如10~30nm。

[0044] 例如,当发光层可以发蓝光时,发蓝光材料可以是荧光材料或者磷光材料;在一个示例中,第二子发光层252的发光材料为DPUBi(4,4'-二(2,2-二苯乙烯基)-1,1'-联苯),第一子发光层251的发光材料为掺杂红荧烯(rubrene)的DPUBi,掺杂质量百分比例如为1~5%(例如3%)。

[0045] 在本发明的另一个实施例中,第一子发光层251和第二子发光层252的掺杂浓度不同,第一子发光层251具有较高的发光效率。当发光层发红光时,例如第一子发光层和第二子发光层为掺杂2,6-二[(4'-甲氧基联苯基)苯乙烯-1,5-]双氰萘(BSN)的AND,而第一子发光层的掺杂质量百分比30%,而第二子发光层的掺杂质量百分比为20%,例如第一和第二子发光层的厚度可以为5~50nm。当发光层发蓝光时,例如第一子发光层和第二子发光层为掺杂4,4'-二[2-[4-(N,N-联苯基)苯]-乙烯]联苯(DPAVBi)的AND,第一子发光层的掺杂质量百分比为2.5%,而第二子发光层的掺杂质量百分比为1.5%,例如第一和第二子发光层的厚度可以为5~50nm。

[0046] 在本发明的再一个实施例中,第一子发光层251和第二子发光层252均为双主体并进行掺杂的发光层,第一子发光层251具有较高的发光效率。例如,当发光层发红光时,第一子发光层和第二子发光层采用的体系是2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(TBADN):Alq<sub>3</sub>:4-(二氰基亚甲基)-2-叔丁基-6-(1,1,7,7-四甲基久罗尼定基-4-乙烯基)-4H-吡喃(DCJTb),其中前两个是主体,后一个是掺杂材料,例如第一和第二子发光层的掺杂质量百分比可以分别为1%和3%;另一个实施例中,第一子发光层和第二子发光层采用的体系是Alq<sub>3</sub>:红荧烯:DCJTb,前两个是主体,最后一个是掺杂材料,例如第一和第二子发光层

的掺杂质量百分比可以分别为 2% 和 3%。

[0047] 图 4 所示实施例的 OLED 与仅采用第一子发光层 251 或第二子发光层 252 的 OLED 相比,发光效率可以提高 30% 以上。

[0048] 图 5 示出了根据本发明另一个实施例的 OLED 的结构。该 OLED 包括衬底 31、阳极层 32、阴极层 38 以及设置在阳极层 32 和阴极层 38 之间的有机功能层。在该实施例中,该有机功能层包括依次设置在阳极层 32 之上的空穴注入层 (HIL) 33、空穴传输层 (HTL) 34、发光层 (EML)、电子传输层 (ETL) 36 以及电子注入层 (EIL) 37。空穴注入层 33 与阳极层 32 相邻,电子注入层 37 与阴极层 38 相邻。在阳极层 32 和阴极层 38 之间连接有外加直流电源 311,有机电致发光器件在外加电源 311 的驱动下发光。该实施例中的空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层等同样可以由上面已经介绍的相应材料制备。

[0049] 图 5 所示出的实施例的发光层包括三个发光子层:从阳极层 32 一侧到阴极层 38 一侧依次布置的第一子发光层 351 第二子发光层 352 和第三子发光层 353。第一至第三子发光层 351-353 具有基本相同的能带差,且具有能级差(例如在前线轨道能级中依次降低),例如相邻子发光层的能级差例如低于 0.5eV,例如低于 0.2 ~ 0.5eV。例如,第三子发光层 353 所发射的光能够被第二子发光层 252 吸收而使其受激发射,或者进一步地第二子发光层 352 所发射的光能够被第一子发光层 351 吸收而使其受激发射。例如,至少第一子发光层 251 和 / 或第二子发光层 252 可以利用相邻的子发光层的辐射复合发光的光子能量作为激发源来使其达到发光的目的。

[0050] 在图 5 所示的实施例中,第一至第三子发光层 351-353 可以采用上面已经介绍的相应材料制备,例如,第三子发光层为未掺杂的发光材料,具有较低的发光效率,而第二子发光层和第一子发光层为被掺杂的发光材料,具有较高的发光效率,掺杂浓度彼此相同或不同;或者,例如第一至第三子发光层均为被掺杂的发光材料,但是掺杂浓度彼此不同。在该实施例中,第二子发光层和第三子发光层之一能够吸收另一子发光层所发射的光而受激发射。图 5 所示实施例的 OLED 与仅采用第一至第三子发光层任一的 OLED 相比,发光效率均可以提高 30% 以上。

[0051] 进一步地,在上述结合图 3、图 5 所述的实施例基础上,本发明实施例的 OLED 的有机功能层可以仅包括发光层,而不包括空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层等,或者可以选择性地包括上述至少之一。另外,在上述结合图 3、图 5 所述的实施例基础上,本发明实施例的 OLED 的有机功能层还可以根据需要包括电子阻挡层、激子阻挡层等,本发明实施例不限于这些构造。

[0052] 本发明的实施例的发光层不限于图 3 所示的双层结构和图 5 所示的三层子发光层结构,而还可以具有更多层子发光层结构(例如四层子发光层结构),而且也不限于与上面所述实施例中的掺杂关系,只要满足在能级结构依次排列的子发光层具有基本相同的能带差,得到类量子阱结构,从而其中至少之一子发光层能够吸收另一子发光层所发射的光而受激发射。

[0053] 本发明至少一实施例还提供了一种显示装置,其包括本发明至少一个实施例提供的上述 OLED 以形成至少一种颜色的子像素,例如红、绿和蓝色 (RGB) 子像素。这些子像素构成像素阵列。例如,该显示装置可以为:手机、平板电脑、电视机、监视器、笔记本电脑、数码相框、导航仪、手表等任何具有显示功能的产品或部件。

[0054] 本发明至少一实施例提供了一种 OLED 的制备方法,其一个示例包括以下几个步骤。

[0055] S1) 清洗衬底

[0056] 在一个示例中,将衬底 21 依次在清洗剂、乙醇溶液、丙酮溶液和去离子水中进行清洗,然后用干燥氮气进行干燥。

[0057] S2) 制作阳极层或阴极层

[0058] 将衬底 21 置于真空蒸发室中,进行阳极层 22 或阴极层 28 的制备或其他处理。

[0059] 在一个示例中,即将衬底 21 传送到真空蒸发室中,在衬底 21 上形成氧化铟锡(ITO) 薄膜,从而在衬底 21 上形成有机电致发光器件的阳极层 22。例如,ITO 薄膜的方块电阻为  $25 \Omega / \square$ 。

[0060] 当然,为了提高生产效率,可以将步骤 S1) 和步骤 S2) 提前完成,形成相应的带有阳极层或阴极层的衬底,以方便后续加工过程中直接利用。

[0061] S3) 对所制作的阳极层或阴极层进行预处理

[0062] 在本实施例中,将制备好阳极层 22 的衬底 21 移入真空室中,采用氧气等离子对阳极层 22 进行预处理或者氩气等离子进行预处理,以提高 ITO 薄膜的洁净度和表面平整度,改善 ITO 薄膜表面特性和提高其功函数值。

[0063] S4) 制作有机功能层

[0064] 例如,是在处理后的阳极层 22 或阴极层 28 上制备有机功能层,其中发光层包括两个子发光层。

[0065] 在一个示例中,将处理后的衬底 21 移入真空室中,然后进行有机功能层的制备。按照本实施例中有机电致发光器件的结构,蒸镀顺序依次如下:空穴注入层 23、空穴传输层 24、发光层、电子传输层 26 和电子注入层 27。发光层从下到上依次为第一子发光层 251 和第二子发光层 252。例如,所述发光层的制作过程可以如下所述:

[0066] 1) 制作第一子发光层 251;

[0067] 2) 在所述第一子发光层上制作第二子发光层 252,第一子发光层 251 和第二子发光层 252 具有基本相同的能带差,且所述第一子发光层和所述第二子发光层之一能够吸收另一子发光层所发射的光而受激发射。

[0068] S5) 制作阴极层或阳极层

[0069] 在本实施例中,有机功能层制作完成后,将衬底 1 置于高真空度条件下进行阴极层 10 的制备。

[0070] 上述步骤 S2)–步骤 S5) 中涉及的构成有机电致发光器件中有机功能层中的各层的沉积速率及厚度可以由设置在衬底附近的膜厚仪进行监测。各有机功能层可以通过利用蒸镀或者金属有机化学气相沉积(MOCVD) 方法制备。例如,当发光层发红光时,发红光材料可以是荧光材料或者磷光材料;在一个示例中,第二子发光层的发光材料为 DCM,而第一子发光层的发光材料为掺杂 Alq 的 DCM,例如第一和第二子发光层的厚度为  $5 \sim 50\text{nm}$ ,进一步例如  $10 \sim 30\text{nm}$ 。例如,当发光层发蓝光时,发蓝光材料可以是荧光材料或者磷光材料;在一个示例中,第二子发光层的发光材料为 DPUBi,第一子发光层的发光材料为掺杂红荧烯的 DPUBi。

[0071] 之后,可将制备完的有机电致发光器件传送到手操箱进行封装,手操箱为惰性气

体氛围,例如在本实施例中为氮气氛围。之后,可对制备完成后的有机电致发光器件的光电性能进行测试。

[0072] 本发明的实施例的一个示例的 OLED 中各层的构成如下(包括各层的制备材料/及厚度):玻璃/ITO/2-TNATA(10nm)/NPB(20nm)/DCM(10nm)/DCM:Alq3(10nm)/TPBI(40nm)/LiF(0.5nm)/Al(200nm)。即,衬底采用玻璃片制成;阳极层采用 ITO 制成,真空蒸发室中的真空度可以设置为  $2 \times 10^{-4}$  Pa,在衬底上形成氧化铟锡(ITO)薄膜;空穴注入层采用 2-TNATA 材料制作,其厚度为 10nm,例如蒸镀速率设置为 0.08nm/s;空穴传输层采用 NPB 材料制作;在发光层中,第一子发光层采用 DCM 主体发光材料制作,其厚度为 10nm,例如蒸镀速率设置为 0.08nm/s,而第二子发光层采用 DCM 主体发光材料制作,其中掺杂 Alq3,其厚度为 10nm,例如蒸镀速率设置为 0.08nm/s;电子传输层采用 TPBI 材料制作,其厚度为 40nm,例如蒸镀速率设置为 0.08nm/s;电子注入层 9 采用 LiF 材料制作,其厚度为 0.5nm,例如蒸镀速率设置为 0.02nm/s;阴极层采用 Al,例如在真空度为  $5 \times 10^{-4}$  Pa 的高真空度条件下进行蒸镀进行制作。该示例中的 OLED 发红光,且可以为底面发射。

[0073] 本发明实施例的另一个示例的 OLED 中各层的构成如下(包括各层的制备材料/及厚度):玻璃/ITO/2-TNATA(10nm)/NPB(20nm)/DPUBi(10nm)/DPUBi:红荧烯(10nm)/TPBI(40nm)/LiF(0.5nm)/Al(200nm)。在发光层中,第一子发光层采用 DPUBi 主体发光材料制作,而第二子发光层采用 DCM 主体发光材料制作,其中掺杂红荧烯。该示例中的 OLED 发蓝光,且可以为双面发射。

[0074] 在本发明至少一个实施例的 OLED 中,由于至少一个子发光层能够吸收在前的另一个子发光层所发射的光而受激发射,由此能够有效地提高发光效率,能达到在同样的驱动电流的情况下更高效地发光。特别是对于发光效率较为低下的蓝光 OLED,采用本发明实施例可以解决发光效率低下的问题。在本发明的实施例的 OLED 显示装置中,通过采用上述发光效率提高的蓝光 OLED,更易于实现 RGB 的平衡,并且减小蓝光子像素的面积,从而减轻了对驱动电路的设计限制,有利于实现更高显示分辨率的 OLED 显示装置。

[0075] 以上所述仅是本发明的示范性实施方式,而非用于限制本发明的保护范围,本发明的保护范围由所附的权利要求确定。

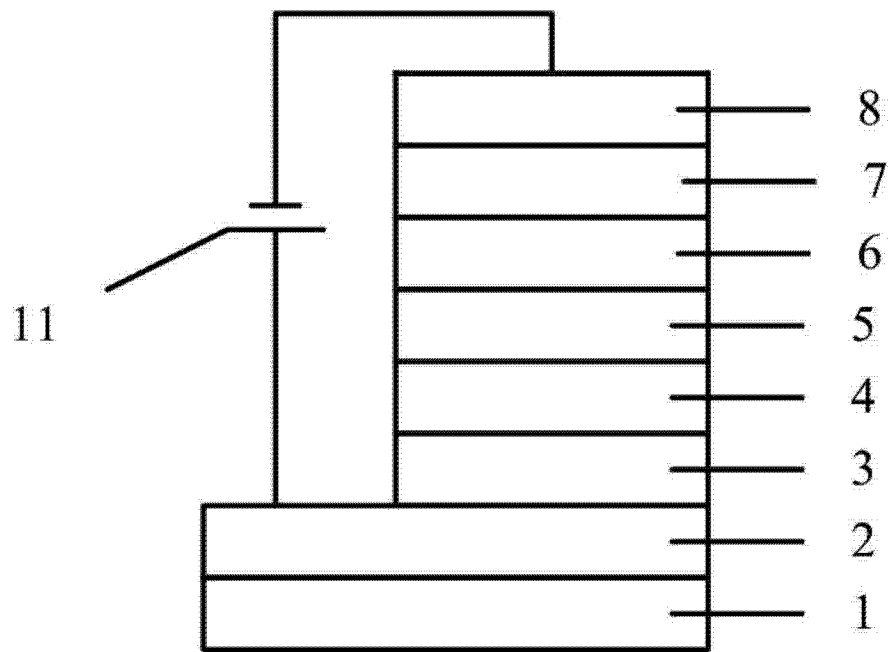


图 1

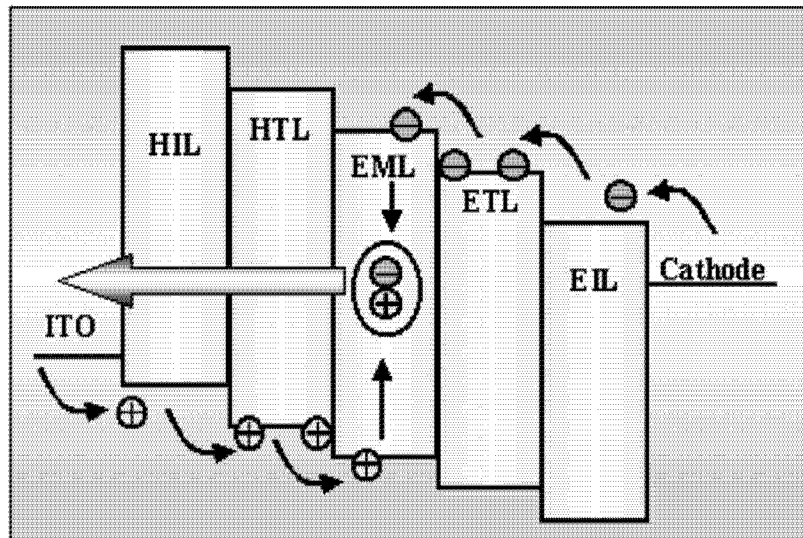


图 2

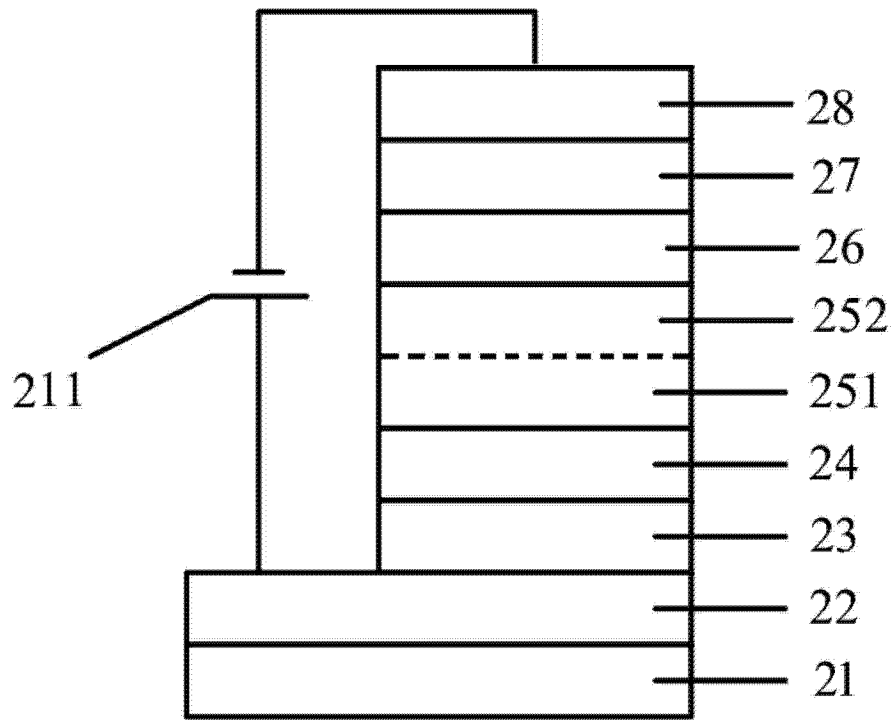


图 3

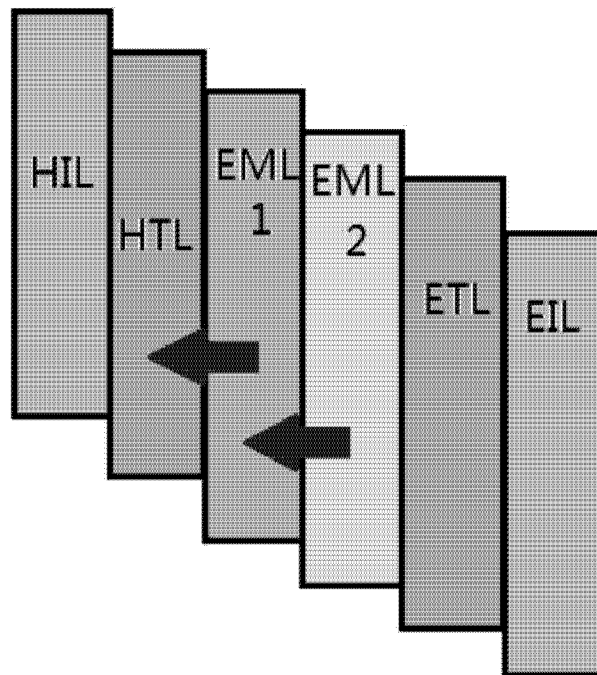


图 4

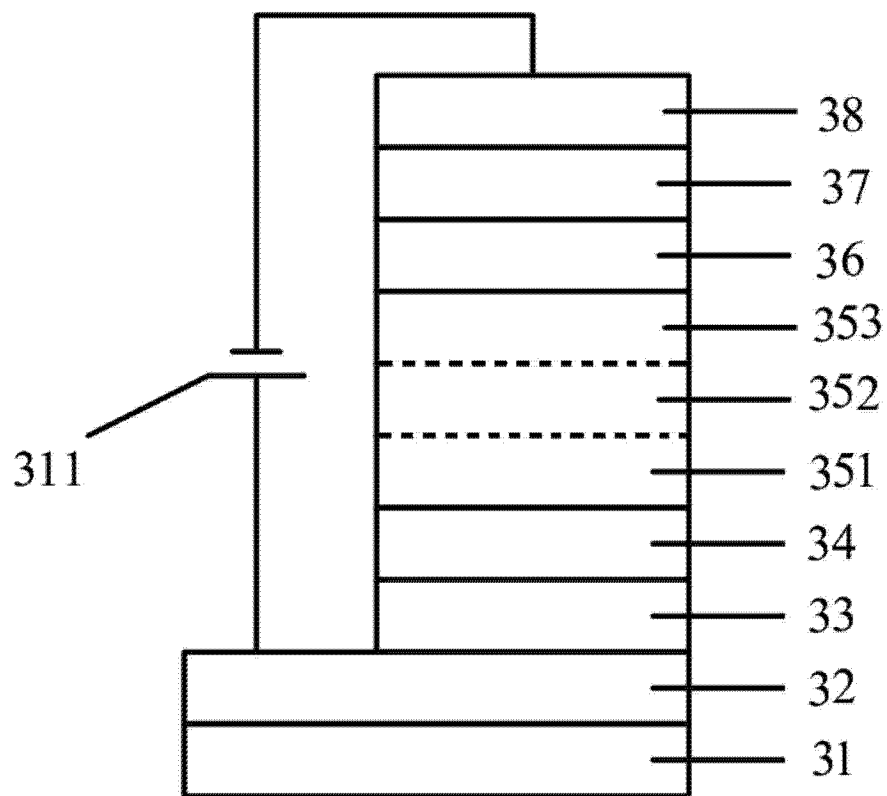


图 5

|                |                                                        |         |            |
|----------------|--------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 有机电致发光器件及其制备方法、显示装置                                    |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN104282839A</a>                           | 公开(公告)日 | 2015-01-14 |
| 申请号            | CN201410584962.6                                       | 申请日     | 2014-10-27 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 京东方科技集团股份有限公司<br>鄂尔多斯市源盛光电有限责任公司                       |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 京东方科技集团股份有限公司<br>鄂尔多斯市源盛光电有限责任公司                       |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 京东方科技集团股份有限公司<br>鄂尔多斯市源盛光电有限责任公司                       |         |            |
| [标]发明人         | 王博<br>玄明花                                              |         |            |
| 发明人            | 王博<br>玄明花                                              |         |            |
| IPC分类号         | H01L51/52 H01L51/56 H01L27/32                          |         |            |
| CPC分类号         | H01L51/5012 H01L27/322 H01L51/52 H01L27/3225 H01L51/56 |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>         |         |            |

#### 摘要(译)

本公开提供了一种有机电致发光器件及其制备方法、显示装置，该有机电致发光器件包括阳极层、阴极层以及设置在阳极层和阴极层之间的有机功能层；所述有机功能层包括发光层，所述发光层包括依次相邻设置的两个子发光层，即靠近阳极层一侧的第一子发光层和靠近阴极层一侧的第二子发光层，所述第一子发光层和所述第二子发光层具有基本相同的能带差，且所述第一子发光层和所述第二子发光层之一能够吸收另一子发光层所发射的光而受激发射。

