



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109473561 A

(43)申请公布日 2019.03.15

(21)申请号 201811392380.2

(22)申请日 2018.11.21

(71)申请人 云谷(固安)科技有限公司

地址 065500 河北省廊坊市固安县新兴产业示范区

(72)发明人 李田田 李维维 李梦真 田景文  
何麟 刘至哲

(74)专利代理机构 北京远智汇知识产权代理有限公司 11659

代理人 张海英

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/52(2006.01)

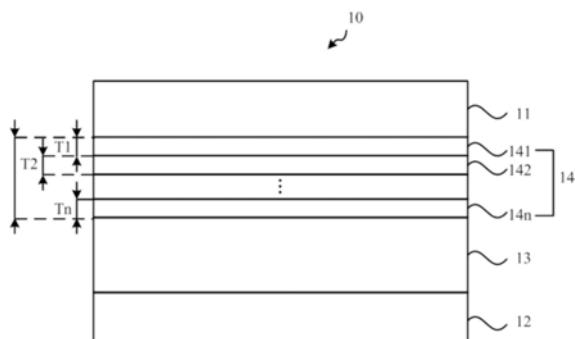
权利要求书2页 说明书13页 附图5页

(54)发明名称

有机发光二极管和显示面板

(57)摘要

本发明实施例公开了一种有机发光二极管和显示面板，有机发光二极管包括第一电极、第二电极、发光层和电子注入层，通过将电子注入层设置为至少两层子电子注入层，该至少两层子电子注入层的材料包括主体材料和客体材料；且沿第一电极指向发光层的方向上，至少两层子电子注入层的客体材料与所述主体材料的质量比依次递增。本发明实施例能够降低有机发光二极管的功耗，提高有机发光二极管的发光稳定性，增加有机发光二极管的寿命。



1. 一种有机发光二极管，其特征在于，包括：

第一电极；

第二电极，与所述第一电极相对设置；

发光层，位于所述第一电极与所述第二电极之间；

电子注入层，位于所述发光层与所述第一电极之间；

其中，所述电子注入层包括至少两层子电子注入层，所述至少两层子电子注入层的材料包括主体材料和客体材料；沿所述第一电极指向所述发光层的方向，所述至少两层子电子注入层的所述客体材料与所述主体材料的质量比依次递增。

2. 根据权利要求1所述的有机发光二极管，其特征在于，所述电子注入层包括第一子电子注入层和第二子电子注入层；所述第一子电子注入层设置于所述第二子电子注入层邻近所述第一电极的一侧；

所述第一子电子注入层的所述客体材料与所述主体材料的质量比S1的取值范围为 $0 \leq S1 < 1$ ；

所述第二子电子注入层的所述客体材料与所述主体材料的质量比S2的取值范围为 $1 \leq S2 \leq 1.5$ 。

3. 根据权利要求1所述的有机发光二极管，其特征在于，还包括电子传输层，所述电子传输层位于所述电子注入层与所述发光层之间；

其中，所述电子传输层的材料包括电子传输材料；所述客体材料与所述电子传输材料为同种材料。

4. 根据权利要求3所述的有机发光二极管，其特征在于，所述至少两层子电子注入层中LUMO能级最高的子电子注入层的LUMO能级低于所述电子传输层的LUMO能级，且所述LUMO能级最高的子电子注入层的LUMO能级与所述电子传输层的LUMO能级的能级差L2的取值范围为 $0\text{eV} < L2 \leq 0.2\text{eV}$ 。

5. 根据权利要求1所述的有机发光二极管，其特征在于，沿所述第一电极指向所述发光层的方向，所述至少两层子电子注入层的LUMO能级依次升高；

其中，所述至少两层子电子注入层中任意相邻两层子电子注入层的LUMO能级的能级差L1的取值范围为 $0\text{eV} < L1 \leq 0.2\text{eV}$ 。

6. 根据权利要求1所述的有机发光二极管，其特征在于，所述至少两层子电子注入层中LUMO能级最低的子电子注入层的LUMO能级高于所述第一电极的费米能级，且所述LUMO能级最低的子电子注入层的LUMO能级与所述第一电极的费米能级的能级差L3的取值范围为 $0\text{eV} < L3 \leq 0.2\text{eV}$ 。

7. 根据权利要求1所述的有机发光二极管，其特征在于，所述主体材料包括镱或氟化锂，所述客体材料包括8-羟基喹啉锂。

8. 根据权利要求1所述的有机发光二极管，其特征在于，所述电子注入层的厚度T的取值范围为 $1\text{nm} \leq T \leq 2\text{nm}$ 。

9. 根据权利要求1所述的有机发光二极管，其特征在于，在所述第一电极指向所述发光层的方向上，所述至少两层子电子注入层的厚度依次递减。

10. 一种显示面板，其特征在于，包括：衬底基板，以及位于所述衬底基板一侧呈阵列分布的多个像素单元；

其中，所述像素单元包括权利要求1-9任一项所述的有机发光二极管。

## 有机发光二极管和显示面板

### 技术领域

[0001] 本发明实施例涉及显示技术领域，尤其涉及一种有机发光二极管和显示面板。

### 背景技术

[0002] 有机发光二极管(Organic Light-Emitting Diode,OLED)是有机半导体材料和发光材料在电场驱动下，通过载流子注入和复合进行发光的器件。OLED应用于显示装置时，该显示装置无需背光源，具有轻薄、省电等特性。同时，有机发光二极管具有显示亮度高、视角广、响应速度快等优势。

[0003] 目前，降低OLED的功耗、提高OLED的寿命是OLED领域研究的热点。

### 发明内容

[0004] 本发明实施例提供一种有机发光二极管和显示面板，以降低有机发光二极管的功耗，提高有机发光二极管的寿命。

[0005] 本发明实施例提供了一种有机发光二极管，该有机发光二极管包括：

[0006] 第一电极；

[0007] 第二电极，与所述第一电极相对设置；

[0008] 发光层，位于所述第一电极与所述第二电极之间；

[0009] 电子注入层，位于所述发光层与所述第一电极之间；

[0010] 其中，所述电子注入层包括至少两层子电子注入层，所述至少两层子电子注入层的材料包括主体材料和客体材料；所述至少两层子电子注入层的所述客体材料与所述主体材料的质量比依次递增。

[0011] 进一步地，所述电子注入层包括第一子电子注入层和第二子电子注入层；所述第一子电子注入层设置于所述第二子电子注入层邻近所述第一电极的一侧；

[0012] 所述第一子电子注入层的所述客体材料与所述主体材料的质量比S1的取值范围为 $0 \leq S1 < 1$ ；

[0013] 所述第二子电子注入层的所述客体材料与所述主体材料的质量比S2的取值范围为 $1 \leq S2 \leq 1.5$ 。

[0014] 进一步地，所述有机发光二极管还包括电子传输层，所述电子传输层位于所述电子注入层与所述发光层之间；

[0015] 其中，所述电子传输层的材料包括电子传输材料；所述客体材料为所述电子传输材料。

[0016] 进一步地，所述至少两层子电子注入层中LUMO能级最高的子电子注入层的LUMO能级低于所述电子传输层的LUMO能级，且所述LUMO能级最高的子电子注入层的LUMO能级与所述电子传输层的LUMO能级的能级差L2的取值范围为 $0 \text{ eV} < L2 \leq 0.2 \text{ eV}$ 。

[0017] 进一步地，沿所述第一电极指向所述发光层的方向，所述至少两层子电子注入层的LUMO能级依次升高；

[0018] 其中,所述至少两层子电子注入层中任意相邻两层子电子注入层的LUMO 能级的能级差L1的取值范围为 $0\text{eV} < L1 \leq 0.2\text{eV}$ 。

[0019] 进一步地,所述至少两层子电子注入层中LUMO能级最低的子电子注入层的LUMO能级高于所述第一电极的费米能级,且所述LUMO能级最低的子电子注入层的LUMO能级与所述第一电极的费米能级的能级差L3的取值范围为 $0\text{eV} < L3 \leq 0.2\text{eV}$ 。

[0020] 进一步地,所述主体材料包括镱或氟化锂;所述客体材料包括8-羟基喹啉锂。

[0021] 进一步地,所述电子注入层的厚度T的取值范围为 $1\text{nm} \leq T \leq 2\text{nm}$ 。

[0022] 进一步地,在所述第一电极指向所述发光层的方向上,所述至少两层子电子注入层的厚度依次递减。

[0023] 本发明实施例还提供了一种显示面板,该显示面板包括:衬底基板,以及位于所述衬底基板一侧呈阵列排布的多个像素单元;

[0024] 其中,所述像素单元包括上述有机发光二极管。

[0025] 本发明实施例提供了一种有机发光二极管和显示面板,其中本发明实施例提供的显示面板包括本发明实施例提供的有机发光二极管。该有机发光二极管具有相对设置的第一电极和第二电极,位于第一电极和第二电极之间的发光层,以及位于发光层和第一电极之间的电子注入层;其中电子注入层包括至少两层子电子注入层,该至少两层子电子注入层的材料包括主体材料和客体材料,且在沿第一电极指向发光层的方向,该至少两层子电子注入层的客体材料与主体材料的质量比依次递增。相对于现有技术,本发明实施例提供的有机发光二极管,有利于电子注入至发光层,增加发光层中电子的数量,以使较多的电子和空穴在发光层中复合发光,从而提升有机发光二极管的发光效率,保证有机发光二极管的发光稳定性和有机发光二极管输入电压的稳定性,进一步降低有机发光二极管的功耗,提高有机发光二极管的寿命。

## 附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图做一简单地介绍。显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来说,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0027] 图1是本发明实施例提供的一种有机发光二极管的结构示意图;

[0028] 图2是本发明实施例提供的另一种有机发光二极管的结构示意图;

[0029] 图3是本发明实施例提供的一种有机发光二极管的能级结构示意图;

[0030] 图4是本发明实施例提供的另一种有机发光二极管的能级结构示意图;

[0031] 图5是本发明实施例提供的又一种有机发光二极管的结构示意图;

[0032] 图6是本发明实施例提供的又一种有机发光二极管的能级结构示意图;

[0033] 图7是本发明实施例提供的一种显示面板的结构示意图。

## 具体实施方式

[0034] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便

于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0035] 有机发光二极管显示面板可以应用于手机、车载电视等领域。该有机发光二极管显示面板具有阵列排布的多个像素单元,每一像素单元都设置有机发光二极管,该有机发光二极管的存在使得有机发光二极管显示面板能够进行发光显示。高质量、低功耗显示终端的发展要求应用于显示终端的有机发光二极管具有更优异的性能。现有技术中,有机发光二极管包括阴极、阳极和发光层。当在有机发光二极管的阴极和阳极两端施加电压时,有机发光二极管中的载流子分别从阴极和阳极注入发光层,即电子从阴极注入发光层,空穴从阳极注入发光层,两者在发光层复合发光。由于电子在从阴极注入发光层的过程中需要克服从阴极到发光层的膜层势垒,部分能量较低的电子无法越过膜层势垒,导致注入发光层的电子数量减少,影响有机发光二极管的发光效率和发光稳定性。为了提高有机发光二极管发光的稳定性,往往需要在有机发光二极管阴极和阳极两端施加不断升高的电压,以保证发光层中有足够的电子。然而这一措施增加了有机发光二极管的功耗。

[0036] 针对上述问题,本发明实施例提供一种有机发光二极管,能够降低有机发光二极管的功耗,提高有机发光二极管的寿命。

[0037] 图1是本发明实施例提供的一种有机发光二极管的结构示意图。如图1所示,有机发光二极管10包括第一电极11、第二电极12、发光层13和电子注入层14;第一电极11与第二电极12相对设置;发光层13位于第一电极11与第二电极12之间;电子注入层14位于发光层13与第一电极11之间;其中,电子注入层14包括至少两层子电子注入层,该至少两层子电子注入层的材料包括主体材料和客体材料,且沿第一电极11指向发光层13的方向,至少两层子电子注入层的主体材料与客体材料的质量比依次递增。

[0038] 需要说明的是,图1中示出的有机发光二极管10的电子注入层14包括至少两层子电子注入层,分别为第一子电子注入层141、第二子电子注入层 142、…、第n子电子注入层14n,其中n为大于等于2的正整数。第二子电子注入层142、…、以及第n子电子注入层14n均位于第一子电子注入层141远离第一电极11的一侧,且第一子电子注入层141、第二子电子注入层142、…、以及第n-1子电子注入层14n-1均位于第n子电子注入层14n远离发光层13的一侧,即至少两层子电子注入层的第一子电子注入层141、第二子电子注入层 142、…、第n子电子注入层14n可以层叠地设置于第一电极11与发光层13之间。

[0039] 下面结合图1对有机发光二极管10的发光原理进行具体说明:

[0040] 有机发光二极管10的发光原理包括载流子注入、载流子传输、载流子复合和激子退激发光四个过程。其中,载流子包括电子和空穴。在载流子注入过程,当为有机发光二极管10施加一定的电压或提供一定的驱动电流时,第一电极 11的电子和第二电极12的空穴分别注入到子注入层14和空穴注入层(图中未示出)中;在载流子传输过程,电子注入层14 中的电子和空穴注入层(图中未示出)中的空穴在电场的作用下,注入到达发光层13;在载流子复合过程,发光层13中电子和空穴在库伦的作用下复合,产生激子;在激子退激发光过程,发光层13中的激子从激发态回到基态的同时释放光子发光。

[0041] 需要说明的是,本发明实施例只是以图1为例,将第一电极11作为阴极,将第二电极12作为阳极对有机发光二极管10的发光原理进行说明,并非限定。同时,在本发明其它实施例中均可以第一电极11作为有机发光二极管的阴极,第二电极作为有机发光二极管的阳极为例对本发明实施例的技术方案进行说明,对此不做限定。

[0042] 由于有机发光二极管10阴极和阳极所采用的材料的性能存在差异,例如,阴极的材料可采用功函数较低的导电材料,阳极的材料可采用透明的铟锡氧化物,电子从阴极传输至发光层13所需克服的膜层势垒高于空穴从阳极传输至发光层13所需克服的膜层势垒。因此,降低电子传输过程中所需克服的膜层势垒,能够增加注入到发光层13中的电子的数量,从而增加有机发光二极管10的发光亮度,提高有机发光二极管10的发光效率和发光稳定性,增加有机发光二极管10的使用寿命。

[0043] 示例性地,在有机发光二极管10的第一电极11与发光层13之间设置电子注入层14,且该电子注入层14包括至少两层子电子注入层。从第一电极11指向发光层13的方向上的至少两层子电子注入层依次为第一子电子注入层141、第二子电子注入层142、…、第n子电子注入层14n。该至少两层子电子注入层的材料可以包括主体材料和客体材料。其中,第一子电子注入层141的客体材料与主体材料的质量比为S1,第二子电子注入层142的客体材料与主体材料的质量比为S2,…,第n子电子注入层14n的客体材料与主体材料的质量比为Sn,则有:

[0044]  $S_1 < S_2 < \dots < S_n$  (n为大于等于2的正整数)

[0045] 其中,可选地,主体材料的LUMO能级可与第一电极11的费米能级具有较小的能级差,客体材料的LUMO能级可与发光层13的LUMO能级具有较小的能级差。进一步地,设置第一电极11的费米能级小于主体材料的LUMO能级,发光层13的LUMO能级大于客体材料的LUMO能级,并且从第一电极11 指向发光层13的至少两层子电子注入层的客体材料与主体材料的质量比依次递增,此时与第一电极11紧邻的第一子电子注入层141的LUMO能级与第一电极11的费米能级之间的能级差较小,且靠近发光层13的第n子电子注入层 14n的LUMO能级与发光层13的LUMO能级之间的能级差较小,从而降低了电子从第一电极11注入至发光层13所需克服的各膜层间的势垒,提高了电子的注入效率。而电子注入效率的提高,一方面减少了电子在第一电极11与发光层13之间各膜层的界面处的累积,从而减缓了膜层界面处的氧化/还原反应,延缓了驱动电压的上升,延缓了有机发光二极管10功耗的上升,提高了有机发光二极管10的使用寿命;另一方面也使得到达发光层13的电子的数量增加,提高了电子与空穴的复合效率,从而提高了有机发光二极管10的发光效率,减小了达到预设亮度所需的驱动电压,进一步降低了有机发光二极管10的功耗,提高了有机发光二极管10的使用寿命。

[0046] 需要说明的是,至少两层子电子注入层的主体材料为有利于电子注入的电子注入材料,且该电子注入材料能够降低第一电极11与发光层13之间的膜层势垒,增加界面间电子的注入。该主体材料例如可以为Li<sub>2</sub>O、LiB<sub>0</sub><sub>2</sub>、Cs<sub>2</sub>C<sub>0</sub><sub>3</sub>、K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>、CH<sub>3</sub>COONa、CH<sub>3</sub>COOK、CHCOOLi、NaF、LiF、CsF等。而至少两层子电子注入层的客体材料应与电子注入材料配合,以使更多的电子传输至发光层13,该客体材料例如可以为金属配合物中的8-羟基喹啉铝、噁二唑类有机化合物、含氮五元杂环有机化合物、含氮六元杂环有机化合物、含氰基和含亚胺的有机化合物、全氟化的有机化合物、有机硼化合物、有机硅化合物等。

[0047] 可选地,继续参考图1,电子注入层14中至少两层子电子注入层的主体材料可包括镱(Yb)或氟化锂(LiF),客体材料可包括8-羟基喹啉锂(Liq)。

[0048] 具体地,当第一电极11为有机发光二极管10的阴极时,第一电极11的材料可采用功函数较低的金属材料。功函数是指电子从物体内部移到此物体表面所需的最少能量,因

此功函数较低的金属材料具有较小的逸出功,能够使得更多的电子逸出。当第一电极11的材料采用功函数较低的金属材料时,能够增加从第一电极11注入至发光层13中电子的基数,使得更多的电子在发光层13中复合发光,从而提高有机发光二极管10的发光亮度和发光效率。电子注入层14的主体材料可以采用与第一电极11的材料具有相同或相近费米能级的金属材料,例如电子注入层14的主体材料可以包括金属镱(Yb),以使第一电极11的费米能级与第一子电子注入层141的LUMO能级具有较小的能级差。

[0049] 可选地,电子注入层14的主体材料还可包括无机绝缘材料,例如氟化锂(LiF)、氧化镁(MgO)、氧化铝(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)等。其原因在于,无机绝缘材料具有较高的稳定性,将其选为电子注入层14的主体材料,一方面能够提高有机发光二极管10的稳定性,另一方面可降低第一电极11与发光层13之间的膜层势垒。

[0050] 示例性地,第一子电子注入层141为最靠近第一电极11的子电子注入层,第一子电子注入层141的客体材料与主体材料的质量比越小,第一子电子注入层141的LUMO能级与第一电极11的费米能级之间能级差越小。例如,第一子电子注入层141的客体材料与主体材料的质量比可为0,即第一子电子注入层141仅包括主体材料,能够使第一子电子注入层141与第一电极11之间的膜层势垒最小。此时,第一子电子注入层141的LUMO能级即为主体材料的LUMO能级,第一子电子注入层141的LUMO能级与第一电极11的费米能级的能级差等于主体材料的LUMO能级与第一电极11的费米能级的能级差。示例性地,从第二子电子注入层142的客体材料与主体材料的质量比至第n子电子注入层14n的客体材料与主体材料的质量比依次递增。其中,最靠近发光层13的第n子电子注入层14n的客体材料与主体材料的质量比越大,第n子电子注入层14n的LUMO能级与发光层13的LUMO能级的能级差越小。例如,第n子电子注入层14n可以为仅包括客体材料。此时,第n子电子注入层14n的LUMO能级与发光层13的LUMO能级的能级差等于客体材料的LUMO能级与发光层13的LUMO能级的能级差。

[0051] 图2是本发明实施例提供的另一种有机发光二极管的结构示意图。如图2所示,电子注入层14可包括两层子电子注入层,即第一子电子注入层141和第二子电子注入层142;第一子电子注入层141设置于第二子电子注入层142邻近第一电极11的一侧。其中,电子注入层14的材料包括主体材料和客体材料,沿第一电极11指向发光层13的方向,两层子电子注入层的主体材料与客体材料的质量比依次递增。即第二子电子注入层142的客体材料与主体材料的质量比S1大于第一子电子注入层141中客体材料与主体材料的质量比S2。由此,在客体材料的LUMO能级大于主体材料的LUMO能级,并且主体材料的LUMO能级和客体材料的LUMO能级位于第一电极11的费米能级与发光层13的LUMO能级之间时,可使与第一电极11紧邻的第一子电子注入层141的LUMO能级与第一电极11的费米能级之间具有较小的能级差,而靠近发光层13的第二子电子注入层142的LUMO能级与发光层13的LUMO能级之间具有较小的能级差,从而能够降低电子在第一电极11和发光层13之间的各膜层的注入势垒,提高电子的注入效率,进而提高电子与空穴的复合效率,提高有机发光二极管10的发光效率,减小达到预设亮度所需的驱动电压,进一步降低有机发光二极管10的功耗,提高有机发光二极管10的使用寿命。

[0052] 示例性地,第一子电子注入层141的客体材料的质量可以小于主体材料的质量,即第一子电子注入层141的客体材料与主体材料的质量比S1的取值范围为0≤S1<1。第一子电子注入层141中客体材料与主体材料的质量比S1尽量小,以尽量降低第一子电子注入层

141与第一电极11之间的膜层势垒。可选地, S1 的取值为0, 即第一子电子注入层141的材料仅包括主体材料。

[0053] 示例性地, 第二子电子注入层142的客体材料的质量可以大于主体材料的质量。可选地, 第二子电子注入层142的客体材料与主体材料的质量比S2的取值范围可以为 $1 \leq S2 \leq 1.5$ 。由于主体材料可选为电子注入型材料, 客体材料可选为电子传输型材料, 将可以材料与主体材料的质量比的取值范围设置为[1, 1.5], 一方面能够有助于电子从第一子电子注入层141注入至第二子电子注入层142, 另一方面, 保证电子从第二子电子注入层142向下一膜层的传输。可选地, 第二子电子注入层142中客体材料与主体材料的质量比S2尽量大, 以降低第二子电子注入层142与其他膜层间的膜层势垒。该其他膜层包括靠近第二子电子注入层142的发光层13等膜层。优选地, S2的取值可为1, 即第二子电子注入层 142客体材料与主体材料的质量相等。

[0054] 示例性地, 当主体材料为镱(Yb)或氟化锂(LiF), 客体材料为8-羟基喹啉锂(Yb:Li<sub>q</sub>)时, 如图2所示, 对于包括两层子电子注入层的电子注入层 14, 即电子注入层14包括第一子电子注入层141和第二子电子注入层142, 其中第一子电子注入层141的材料可选为仅包括镱(Yb)或氟化锂(LiF); 第二子电子注入层142的主体材料: 客体材料可选为镱:8-羟基喹啉锂(Yb:Li<sub>q</sub>) 或者氟化锂:8-羟基喹啉锂(LiF:Li<sub>q</sub>), 其中, 第二子电子注入层142中主体材料与客体材料的质量比可以为1。

[0055] 图3是本发明实施例提供的一种有机发光二极管的能级结构示意图。结合图1和图3, 由于至少两层子电子注入层的客体材料与主体材料的质量比依次递增, 致使沿第一电极11指向发光层13的方向, 电子注入层14的至少两层子电子注入层的LUMO能级依次升高。其中, 至少两层子电子注入层中任意相邻两层子电子注入层的LUMO能级的能级差L1的取值范围为 $0\text{eV} < L1 \leq 0.2\text{eV}$ 。

[0056] 具体地, 如图1和图3所示, 至少两层子电子注入层中客体材料的LUMO 能级可大于主体材料的LUMO能级。此时, 电子注入层14的至少两层子电子注入层的客体材料与主体材料的质量比越大, 则该子电子注入层的LUMO能级越高。由此, 在沿第一电极11指向发光层13的方向上, 至少两层子电子注入层的主体材料与客体材料的质量比依次增加, 致使在沿第一电极11指向发光层 13的方向上至少两层子电子注入层的LUMO能级逐渐升高, 即第一子电子注入层141的LUMO能级141L、第二子电子注入层142的LUMO能级142L、…、第n子电子注入层14n的LUMO能级14nL的关系为:

[0057]  $141L < 142L < \dots < 14nL$  (n为大于等于2的正整数)

[0058] 同时, 第一子电子注入层141的LUMO能级141L与第二子电子注入层142 的LUMO能级142L之间的能级差, 第三子电子注入层(图中未示出)与第二子电子注入层142的LUMO能级(图中未示出)之间的能级差, 以及第n子电子注入层14n的LUMO能级14nL与第n-1子电子注入层(图中未示出)的LUMO 能级(图中未示出)之间的能级差可以相同或不同, 但任意相邻的两层子电子注入层之间的能级差均应限定在较小的范围内, 以使电子在电子注入层14的各子电子注入层中有效地传输, 从而达到增加注入至发光层13中的电子数量的效果, 增加有机发光二极管10的发光亮度, 提高有机发光二极管10的发光效率和发光稳定性, 增加有机发光二极管10的使用寿命。

[0059] 示例性地, 电子注入层14的至少两层子电子注入层中任意相邻的两层子电子注入

层的LUMO能级差L1的取值范围可以为大于0eV小于等于0.2eV,一方面,保证任意相邻的两层子电子注入层之间具有较小的能级差,能够使更多的电子能够在相邻的两层子电子注入层之间传输,以使得更多的电子在电子注入层14的各子电子注入层中有效地传输,进而致使更多的电子在发光层13中复合发光;另一方面,制备能级差L1在此取值范围的有机发光二极管,所采用的制备方法简单,设备精度的要求不高,从而不增加有机发光二极管的制备成本。

[0060] 示例性地,任意相邻的两层子电子注入层的LUMO能级差L1可以相等。可选地,该LUMO能级差L1可以为0.1eV。将能级差L1设置为0.1eV,一方面,保证任意相邻的两层子电子注入层之间具有较小的能级差,能够使更多的电子能够在相邻的两层子电子注入层之间传输,以使更多的电子在发光层13中复合发光;另一方面,制备能级差L1为0.1eV的有机发光二极管,所采用的制备方法简单,设备精度的要求不高,从而不增加有机发光二极管的制备成本。

[0061] 如此设置,能够将电子注入层14的LUMO能级划分为n层子电子注入层的LUMO能级,该n层的子电子注入层的LUMO能级呈阶梯变化,且从第一子电子注入层141至第n子电子注入层14n,各子电子注入层的LUMO能级依次升高,使得在第一电极11至发光层13的方向上,各子电子注入层的LUMO能级逐渐接近发光层13的LUMO能级,因此最靠近发光层13的第n子电子注入层14n的LUMO能级与发光层13的LUMO能级之间具有较小的能级差,使得电子从第n子电子注入层14n向发光层13注入时只需克服较小的膜层势垒,从而可使较多的电子能够从第一电极11通过第一子电子注入层141、第二子电子注入层142、…、第n子电子注入层14n注入到发光层13中,保证有机发光二极管10持续稳定地发光。同时,由于更多的电子与空穴在发光层13中复合发光,未复合的电子的数量减少,降低了未复合电子对发光层13与第一电极11之间的膜层及各相邻膜层之间的界面的破坏,减缓了膜层的性能衰退,提升了有机发光二极管10的寿命。

[0062] 可选地,电子注入层14的第一子电子注入层141与第一电极11相邻,当客体材料的LUMO能级大于主体材料的LUMO能级,并且主体材料的LUMO能级和客体材料的LUMO能级位于第一电极11的费米能级与发光层13的LUMO能级之间时,电子注入层14的至少两层子电子注入层的客体材料与主体材料的质量比越大,该子电子注入层的LUMO能级越高。

[0063] 示例性地,第一子电子注入层141中客体材料与主体材料的质量比越小,第一子电子注入层141的LUMO能级与第一电极11的费米能级之间的能级差越小。可选地,第一子电子注入层141的客体材料与主体材料的质量比可为0,即第一子电子注入层141设置为仅包括主体材料,使得第一子电子注入层141的LUMO能级141L与第一电极11的费米能级11F之间的能级差保持在较小的范围内。

[0064] 可选地,第二子电子注入层142到第n子电子注入层14n的子电子注入层中客体材料与主体材料的质量比越大,则该子电子注入层的LUMO能级越高。示例性地,设置第二子电子注入层142到第n子电子注入层14n的子电子注入层中客体材料与主体材料的质量比大于等于1,且第二子电子注入层142到第n子电子注入层14n的子电子注入层中客体材料与主体材料的质量比依次递增,以使从第一电极11的费米能级11F至第n子电子注入层14n的LUMO能级14nL依次递增。即第一电极11的费米能级11F、第一子电子注入层141的LUMO能级141L、第二子电子注入层142的LUMO能级142L、…、第n子电子注入层14n的LUMO能级14nL

的关系为：

[0065]  $11F < 141L < 142L < \dots < 14nL$  ( $n$  为大于等于2的正整数)

[0066] 如此设置,能够使得从第一电极11到电子注入层14中第n子电子注入层,各膜层的能级差呈阶梯状变化,且从第一电极11至第n子电子注入层14n的各子电子注入层的LUMO能级依次升高,使得从第一电极11靠近发光层13的方向上,各子电子注入层的LUMO能级逐渐接近发光层13的LUMO能级。因此,与第一电极11紧邻的第一子电子注入层141的LUMO能级141L与第一电极 11的费米能级11F之间具有较小的能级差,最靠近发光层13的第n子电子注入层14n的LUMO能级14nL与发光层13的LUMO能级(图中未示出)之间具有较小的能级差,从而降低第一电极11的费米能级11F与其相邻的第一子电子注入层141的LUMO能级141L之间的能级差,从而降低电子注入过程中的膜层势垒,以使较多的电子由第一电极11通过第一子电子注入层141、第二子电子注入层142、…、第n子电子注入层14n注入到发光层13,以保证更多的电子与空穴在发光层13中复合发光,从而能够在不增加电压或驱动电流的情况下,保证有机发光二极管10持续稳定地发光。同时,由于更多的电子与空穴在发光层13中复合发光,未被复合的电子的数量减少,降低了电子对发光层13 与第一电极11之间的膜层及相邻膜层之间的界面破坏,减缓了膜层的性能衰退,进而提升了有机发光二极管10的寿命。

[0067] 图4是本发明实施例提供的另一种有机发光二极管的能级结构示意图。结合图2和图4,当有机发光二极管10的电子注入层14包括两层子电子注入层,即第一子电子注入层141和第二子电子注入层142时,第二子电子注入层142 的客体材料与主体材料的质量比大于第一子电子注入层141的客体材料与主体材料的质量比,从而使得位于第一子电子注入层141远离第一电极11的一侧的第二子电子注入层142的LUMO能级142L大于第一子电子注入层141的LUMO 能级141L。由此,相对于现有技术,通过改变两层子电子注入层中客体材料与主体材料的质量比,将电子注入层14的LUMO能级划分为两个能级差较小的 LUMO能级,能够使电子在注入过程中所需克服的膜层势垒较小,有利于电子从第一电极11注入发光层13,从而提高有机发光二极管10的发光亮度和发光效率,降低有机发光二极管10的功耗,提升有机发光二极管10的寿命。

[0068] 需要说明的是,图2和图4中仅示例性地以电子注入层14包括两层子电子注入层为例示出了本发明实施例提供的有机发光二极管10的结构及其能级结构,而并非对本发明实施例提出的有机发光二极管10的限定。在其他实施方式中,有机发光二极管10的结构和能级结构还可以根据有机发光二极管10的实际需求进行设置,本发明实施例对此不作限定。

[0069] 可选地,设置各子电子注入层的客体材料与主体材料的质量比不同,使得各子电子注入层的LUMO能级之间具有差异。进一步地,为降低电子注入过程中所需克服的膜层势垒,继续参考图3,至少两层子电子注入层中LUMO能级最低的子电子注入层的LUMO能级(图3中示出的第一子电子注入层141的 LUMO能级141L) 高于第一电极11的费米能级11F,且该LUMO能级最低的子电子注入层的LUMO能级(图3中示出的第一子电子注入层141的LUMO 能级141L) 与第一电极11的费米能级11F的能级差 $L3$ 的取值范围为 $0eV < L3 \leq 0.2eV$ 。

[0070] 结合图1和图3,在沿第一电极11指向发光层13的方向上,电子注入层 14的至少两层子电子注入层的客体材料与主体材料的质量比依次升高。由于在子电子注入层中客体材料所占的质量比越大,该子电子注入层的LUMO能级越高。因此与第一电极11紧邻的第一子电子注入层141的LUMO能级最低。将第一子电子注入层141的LUMO能级141L设置为小于第一

电极11的费米能级 11F,且第一子电子注入层141的LUMO能级141L与第一电极11的费米能级 11F的能级差在较小的取值范围内,有助于电子从第一电极11的费米能级11F 传输至第一子电子注入层141的LUMO能级,使得更多的电子从第一电极11 经电子注入层14传输至发光层13,增加发光层13中电子的数量。

[0071] 需要说明的是,第一子电子注入层141的客体材料与主体材料的质量比越小,第一子电子注入层141的LUMO能级141L与第一电极11的费米能级11F 的能级差L3越小。示例性地,第一子电子注入层141的客体材料与主体材料的质量比可为0,即第一子电子注入层141 中仅包含主体材料,则第一子电子注入层141的LUMO能级141L与第一电极11的费米能级11F 之间的能级差L3 为主体材料的LUMO能级与第一电极11的材料的费米能级之间的能级差,该能级差L3可以为0.1eV。将能级差L3设置为0.1eV,一方面,保证第一子电子注入层141的 LUMO能级141L与第一电极11的费米能级11F之间具有较小的能级差,能够使更多的电子能够从第一电极11注入至第一子电子注入层141,以使更多的电子在发光层13中复合发光;另一方面,制备能级差L3为0.1eV 的有机发光二极管,所采用的制备方法简单,设备精度的要求不高,从而不增加有机发光二极管的制备成本。

[0072] 可选地,继续参考图1,电子注入层14的厚度T的取值范围为 $1\text{nm} \leq T \leq 2\text{nm}$ ,即第一子电子注入层141、第二子电子注入层142、…、以及第n子电子注入层 14n的厚度之和的取值范围为 $1\text{nm} \leq T \leq 2\text{nm}$ 。通过将子电子注入层设置为较薄的厚度,可以减少子电子注入层在第一电极11指向发光层13的方向上的宽度,从而减少了电子在每一层子子电子注入层的 LUMO能级中停留的时间,有利于减少电子在子电子注入层的损耗,进而有利于较多的电子注入到发光层13中。需要说明的是,子电子注入层的总厚度T的具体取值可以根据微腔

$$L_{\text{eff}} = \sum_m n_m d_m \cos \theta_0 + |\Phi_1(\lambda)|\lambda / 4\pi + |\Phi_2(\lambda)|\lambda / 4\pi$$

确定。示例性地,电子注入层 14的厚度T可以为1nm、1.5nm或者2nm。

[0073] 可选地,参考图3,当电子注入层14包括两层子电子注入层,即第一子电子注入层141和第二子电子注入层142时,第一子电子注入层141的厚度T1 的取值范围为 $0.5\text{nm} \leq T1 \leq 1\text{nm}$ ,第二子电子注入层142的厚度T2的取值范围为  $0.5\text{nm} \leq T2 \leq 1\text{nm}$ 。如此设置,在电子注入层14包括两层子电子注入层时,能够将第一子电子注入层141和第二子电子注入层142 设置为较薄的厚度,可以减少第一子电子注入层141和第二子电子注入层142在第一电极11 指向发光层 13的方向上的宽度,从而减少了电子在第一子电子注入层141和第二子电子注入层142的LUMO能级中停留的时间,有利于减少电子在第一子电子注入层141 和第二子电子注入层142的损耗,进而有利于较多的电子注入到发光层13中。示例性地,第一子电子注入层141的厚度T1与第二子电子注入层142的厚度 T2可以相等,可以为0.5nm或1nm,此时电子注入层14的总厚度T可以为1nm 或2nm。示例性地,第一子电子注入层141的厚度T1与第二子电子注入层142 的厚度T2可以不相等,即第一子电子注入层141的厚度T1为0.5nm,第二子电子注入层142的厚度T2为1nm,此时电子注入层14的总厚度T可以为1.5nm。

[0074] 通过将电子注入层14设置为较薄的厚度,可以减少电子注入层在第一电极 11指向发光层13的方向上的宽度,从而减少了电子在每一层子电子注入层的 LUMO能级中停留的时间,有利于减少电子在电子注入层14的损耗,进而有利于较多的电子注入到发光层13 中。此外,通过设置厚度较薄的电子注入层14,能够降低有机发光二极管10的整体厚度,将

有机发光二极管10应用于显示面板或显示装置时,有利于显示面板或显示装置的轻薄化设计。

[0075] 可选地，继续参考图1，在第一电极11指向发光层13的方向上，至少两层子电子注入层的厚度依次递减。当第一子电子注入层141的厚度为T1、第二子电子注入层142的厚度为T2，…，第n子电子注入层14n的厚度为Tn，则有：

[0076]  $T_1 > T_2 > \dots > T_n$  ( $n$ 为大于等于2的正整数)

[0077] 通过将电子注入层14中各子电子注入层的厚度依次递减，能够使电子由第一电极11指向发光层13的方向上，至少两层子电子注入层的宽度依次递减，从而使得电子从第一电极11传输至发光层13的方向上，在各子电子注入层上停留的时间依次递减，有利于减少电子在从第一电极11传输至发光层13的方向上的损耗，进而有利于较多的电子注入到发光层13中。

[0078] 继续参考图1,为保证电子从第一电极11有效地注入至发光层13,电子注入层14的材料还应保证电子在电子注入层14中有效地传输,同时应尽量减小电子注入层14与发光层13之间的膜层势垒,增加界面间电子的注入。

[0079] 可选地，图5是本发明实施例提供的又一种有机发光二极管的结构示意图。如图5所示，有机发光二极管10还包括电子传输层15，该电子传输层15位于电子注入层14与发光层13之间。该电子传输层15的材料包括电子传输材料，且电子注入层14中至少两层电子注入层的客体材料与电子传输材料为同种材料。

[0080] 其中,为保证电子在电子传输层15中进行有效地传输,电子传输层15的电子传输材料应具有较大的电子亲和势、较高的电子迁移率,能形成统一致密的薄膜,并且具有较高的激发态能级,能使激子复合区处于发光层13而不是在电子传输层15。

[0081] 具体地，电子注入层14中至少两层子电子注入层的客体材料可以为电子传输层15的电子传输材料，电子注入层14中至少两层子电子注入层的主体材料可以为电子注入材料。沿第一电极11指向发光层13的方向上，设置至少两个子电子注入层的客体材料与主体材料的比例依次递增，则当在电子注入层14与发光层13之间设置电子传输层15时，在沿第一电极11指向电子传输层15的方向，至少两层子电子注入层的电子传输材料与电子注入材料的质量比依次递增。即第一子电子注入层141的电子传输材料与电子注入材料的质量比为S1，第二子电子注入层142的电子传输材料与电子注入材料的质量比为S2，…，第n子电子注入层14n的电子传输材料与电子注入材料的质量比为Sn，则有：

[0082]  $S_1 < S_2 < \dots < S_n$  ( $n$ 为大于等于2的正整数)

[0083] 如此设置，第一子电子注入层141、第二子电子注入层142、…、第n子电子注入层14n与电子传输层15的LUMO能级差逐级减小。并且，可设置第n子电子注入层14n中电子传输材料与电子注入材料的质量比较大，使得第n子电子注入层14n的LUMO能级与电子传输层15的LUMO能级之间的能级差较小，可以降低电子在各子电子注入层与电子传输层15之间的注入势垒，进一步提高电子注入效率。示例性地，可设置第n子电子注入层14n中仅包括电子传输材料。

[0084] 可选地，图6是本发明实施例提供的又一种有机发光二极管的能级结构示意图。结合图5和图6，电子注入层14的至少两层子电子注入层中LUMO能级最高的子电子注入层的LUMO能级低于电子传输层15的LUMO能级15L，且 LUMO能级最高的子电子注入层的LUMO能级

与电子传输层15的LUMO能级 15L的能级差L2的取值范围为 $0\text{eV} < L2 \leq 0.2\text{eV}$ 。

[0085] 具体地,结合图5和图6,沿第一电极11指向电子传输层15的方向上,设置电子注入层14的至少两层子电子注入层的电子传输材料与电子注入材料的质量比依次递增,则沿第一电极11指向电子传输层15的方向上,电子注入层14的至少两层子电子注入层的LUMO能级依次升高,即第n子电子注入层 14n为LUMO能级最高的子电子注入层。电子传输层15与电子注入层14的第 n子电子注入层14n紧邻,设置第n子电子注入层14n的LUMO能级14nL与电子传输层15的LUMO能级15L之间具有较小的能级差,且将第n子电子注入层14n的LUMO能级14nL与电子传输层15的LUMO能级15L的能级差L2 的取值范围选为 $0\text{eV} < L2 \leq 0.2\text{eV}$ 。示例性地,第n子电子注入层14n的LUMO 能级14nL与电子传输层15的LUMO能级15L的能级差L2为 $0.1\text{eV}$ 。将能级差L2设置为 $0.1\text{eV}$ ,一方面,保证第n子电子注入层14n的LUMO能级14nL 与电子传输层15的LUMO能级15L之间具有较小的能级差,能够使更多的电子从第n子电子注入层14n注入至电子传输层15,以使更多的电子在发光层13 中复合发光;另一方面,制备能级差L2为 $0.1\text{eV}$ 的有机发光二极管,所采用的制备方法简单,设备精度的要求不高,从而不增加有机发光二极管的制备成本。

[0086] 将电子注入层14中LUMO能级最高的子电子注入层(图5和图6中示出的第n子电子注入层14n)的LUMO能级设置为低于电子传输层15的LUMO 能级15L,且客体材料与电子传输材料为同种材料,当客体材料的LUMO能级大于主体材料的LUMO能级时,在第一电极11指向电子传输层15的方向上,各子电子注入层的主体材料与客体材料的质量比依次递增,使得各子电子注入层的LUMO能级依次升高。其中,LUMO能级最高的子电子注入层中客体材料与主体材料的质量比最大,即LUMO能级最高的子电子注入层中电子传输材料所占比例较大,使得LUMO能级最高的子电子注入层的LUMO能级与电子传输层15的LUMO能级15L的能级差较小,从而使得更多的电子能从电子传输层15传输至发光层13,增加注入至发光层13中的电子的数量。

[0087] 示例性地,设置第一子电子注入层141的电子传输材料与电子注入材料的质量比尽量小。可选地,第一子电子注入层141的电子传输材料与电子注入材料的质量比可为0,即第一子电子注入层141的材料可以仅包括电子注入材料,该电子注入材料例如可以为镱(Yb)或氟化锂(LiF)。

[0088] 在第一电子注入层141指向电子传输层15的方向上,位于第一电子注入层 141和电子传输层15之间的子电子注入层的电子传输材料和电子注入材料的质量比依次升高。可选地,位于第一电子注入层141和电子传输层15之间的子电子注入层的电子注入材料与第一子电子注入层141的电子注入材料为同种材料,例如可以为镱(Yb)或氟化锂(LiF);位于第一电子注入层141和电子传输层15之间的子电子注入层的电子传输材料与电子传输层15的电子传输材料为同种材料,例如可以为8-羟基喹啉锂(Liq)。

[0089] 此外,电子传输层15的电子传输材料应具有大的电子亲和势、高的电子迁移率,能形成统一致密的薄膜,并且具有高的激发态能级,保证位于其中的电子进行有效地传输,同时避免激子在其中进行复合。可选地,该电子传输材料可为金属配合物,如8-羟基喹啉铝( $\text{Alq}_3$ )、8-羟基喹啉锂(Liq)等。在第一电极11指向电子传输层15的方向上,电子注入层14的至少两层子电子注入层的客体材料和主体材料的质量比依次升高,使得与电子传输层15紧邻的第n子电子注入层14n的LUMO能级14nL与电子传输层15的LUMO能级15L之间具有较小

的能级差,从而有利于电子从第n子电子注入层14n传输至电子传输层 15。示例性地,设置第n子电子注入层14n的LUMO能级14nL与电子传输层 15的LUMO能级的能级差L2尽量小,可选地,考虑到生产的成本,第n子电子注入层14n的LUMO能级14nL与电子传输层15的LUMO能级的能级差L2 可以为0.1eV。

[0090] 需要说明的是,有机发光二极管10的上述各膜层均可采用蒸镀、溅射、喷墨打印或本领域技术人员可知的其他成膜方式形成,本发明实施例对此不作限定。

[0091] 下面,本发明实施例示例性地示出了一组现有技术提供的蓝光OLED与本申请技术方案提供的蓝光OLED的发光特性对比表,参见表1。

[0092] 表1现有技术提供的OLED与本申请技术方案提供的OLED的发光特性对比表

[0093]

器件	驱动电压(V)	发光效率(cd/A)	CIE-x	CIE-y	峰值位置(nm)	BI	LT97(h)	驱动电压上升0.1V时间 (H)
D1	3.99	7.41	0.1424	0.0494	460	150	120	150
D2	3.88	7.80	0.1407	0.0501	460	156	140	220

[0094] 其中,器件D1代表现有技术提供的蓝光有机发光二极管,器件D2代表本申请技术方案提供的蓝光有机发光二极管,器件D1和器件D2具有相同的第二电极、空穴注入层、空穴传输层、电子阻挡层、发光层、电子传输层和第一电极,器件D1和器件D2的不同之处在于:器件D1的电子注入层为单层结构,该电子注入层的材料包括主体材料Yb;器件D2的电子注入层包括两层子电子注入层,分别为第一子电子注入层和第二子电子注入层,第一子电子注入层位于第一电极与第二子电子注入层之间,且第一子电子注入层中仅包括主体材料 Yb,第二子电子注入层中主体材料Yb与客体材料Liq。其中,第二子电子注入层142中主体材料 Yb与客体材料Liq的质量比为1:1。对器件D1和器件D2的发光特性进行测试,得到如表1所示的测试结果。

[0095] 其中,CIE代表色坐标;BI为评价蓝光OLED的效率数值;LT97代表器件寿命,单位为小时 (h),代表在1200尼特 (nit) 下进行恒流测试,得到的器件的寿命值。

[0096] 由表1中给出的有机发光二极管的发光特性的对比数据可看出,通过将发光二极管结构中的单层电子注入层改变为本申请提出的电子注入层包括至少两层子电子注入层,器件D1与器件D2在峰值位置和色坐标保持一致;在驱动电压方面,从D1器件的3.99V降低至D2器件的3.88V,且驱动电压上升0.1V的所需的时间从D1器件的150h增加至D2器件的220h;在效率方面有小幅度的变化,发光效率从D1器件的7.41cd/A升高至D2器件的7.80cd/A,BI从D1器件的150升高至D2器件的156;在寿命方面,由器件D1的120h的寿命,提高到器件D2的140h的寿命。因此,本申请技术方案相对于现有技术而言,在保证有机二极管的其他发光特性基本不变的前提下,驱动电压有3.99V降低至 3.88V,且驱动电压上升0.1V所需的时间从150h升高至220h,即功耗降低了;且寿命由120h提高到140h,即提高了寿命。

[0097] 需要说明的是,上述器件D1与器件D2的对比仅为对本发明实施例提供的有机发光二极管的示例性说明,而非限定。

[0098] 在上述实施方式的基础上,本发明实施例还提供了一种显示面板。示例性地,图7是本发明实施例提供的一种显示面板的结构示意图。如图7所示,该显示面板100包括:衬底基板20,以及位于衬底基板20一侧呈阵列排布的多个像素单元30;其中,像素单元30包括上述实施方式提供的任一种有机发光二极管。本发明实施例提供的显示面板100包括上述任一种有机发光二极管,因此,该显示面板100也具有上述有机发光二极管所具有的有益效果,可参照上文,在此不再赘述。其中,显示面板100的衬底基板20可为阵列基板,用于驱动像素单元30发光。

[0099] 示例性的,图7中示出了行方向X和列方向Y(图7中示出的行方向X和列方向Y所在的平面即为衬底基板20所在的平面;图1中示出的由发光层13 指向第二电极12的方向垂直于上述衬底基板20所在的平面),且示出了呈7 列4行排布的像素单元30,每个像素单元30可包括一个蓝色子像素31、一个红色子像素32和一个绿色子像素33;同时,各像素单元30中的子像素均沿列方向Y按照蓝色子像素31、红色子像素32和绿色子像素33的顺序排列。此均为对本发明实施例提供的显示面板100的示例性说明,而非限定。在其他实施方式中,可根据显示面板100的实际需求,设置像素单元30的阵列排布方式,以及每个像素单元30中蓝色子像素31、红色子像素32和绿色子像素33的个数以及排布方式,本发明实施例对此不作限定。

[0100] 另外需要说明的是,本发明实施例对于显示面板20的具体类型不作限定,本发明实施例提出的技术方案可以应用于任意涉及电子和空穴的传输过程的显示面板。示例性的,显示面板可以为OLED显示面板、量子点发光二极管(Quantum Dot Light Emitting Diodes,QLED)显示面板或本领域技术人员可知的其他显示面板。

[0101] 注意,上述仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本发明不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整、相互结合和替代而不会脱离本发明的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本发明进行了较为详细的说明,但是本发明不仅仅限于以上实施例,在不脱离本发明构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本发明的范围由所附的权利要求范围决定。

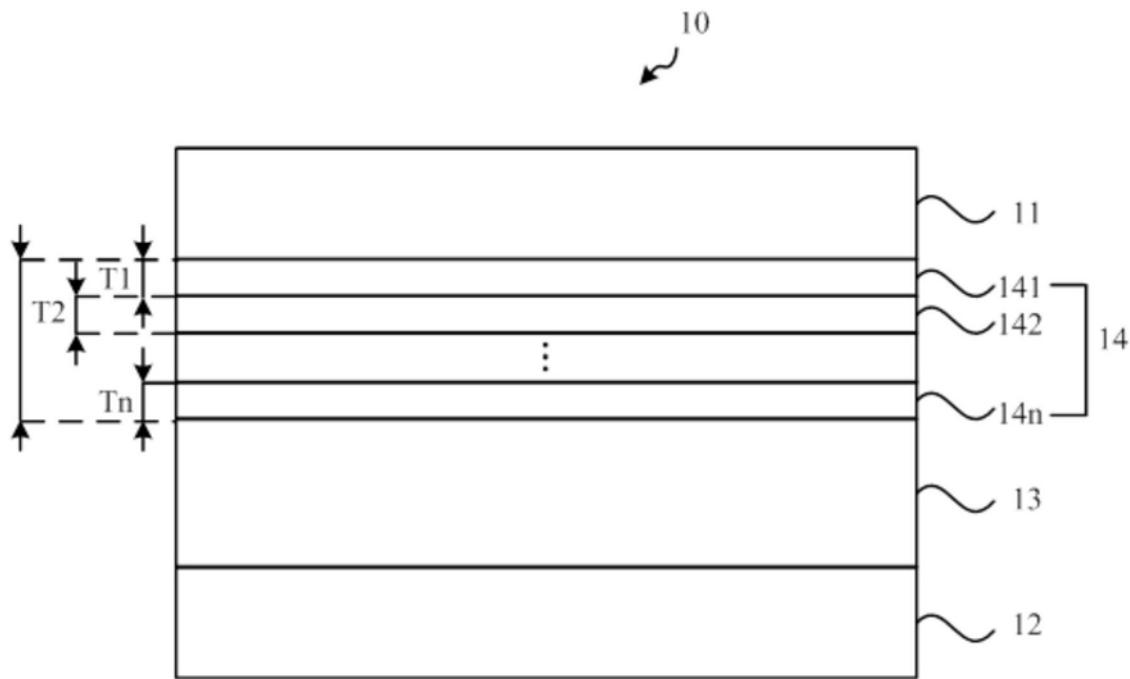


图1

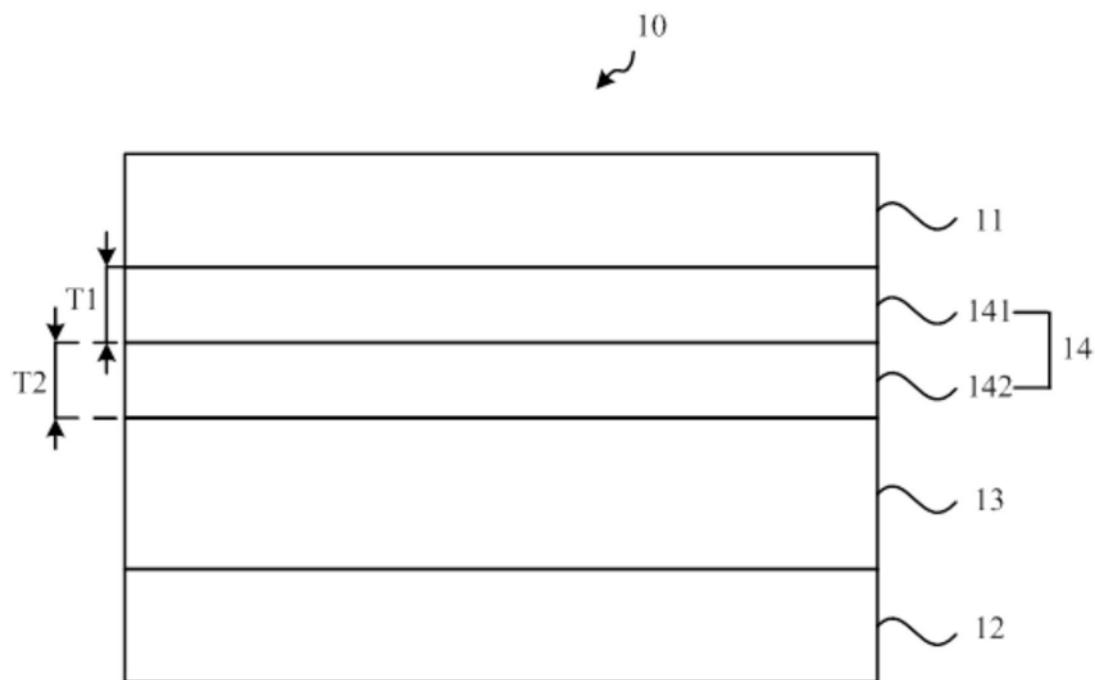


图2

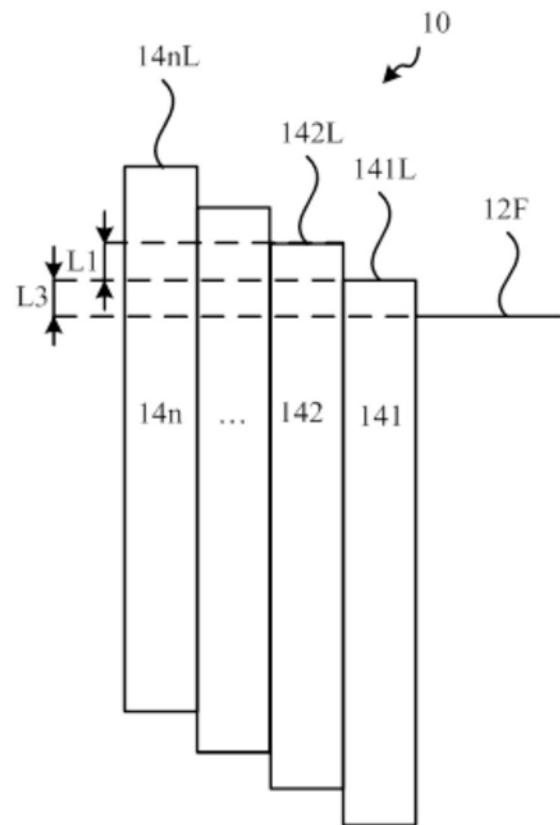


图3

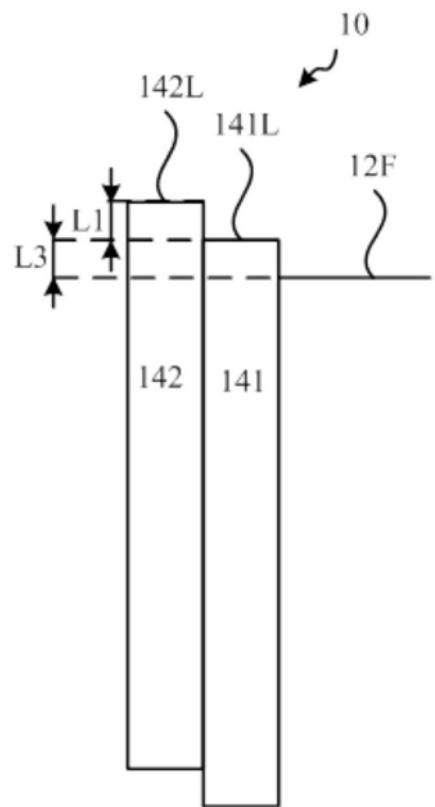


图4

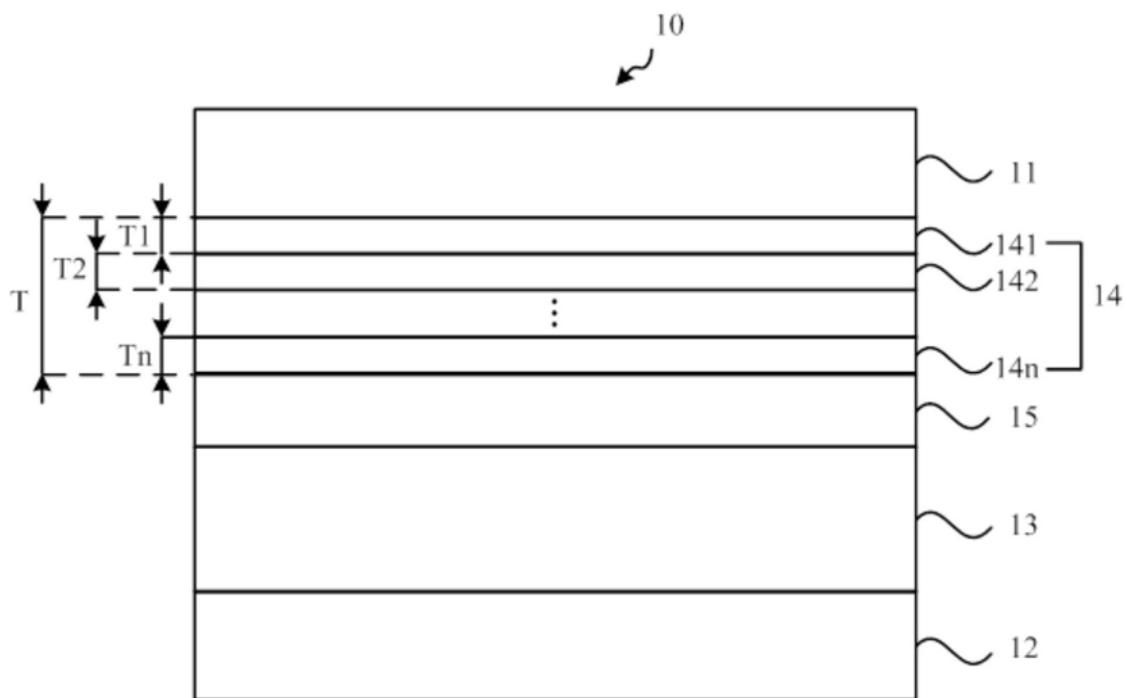


图5

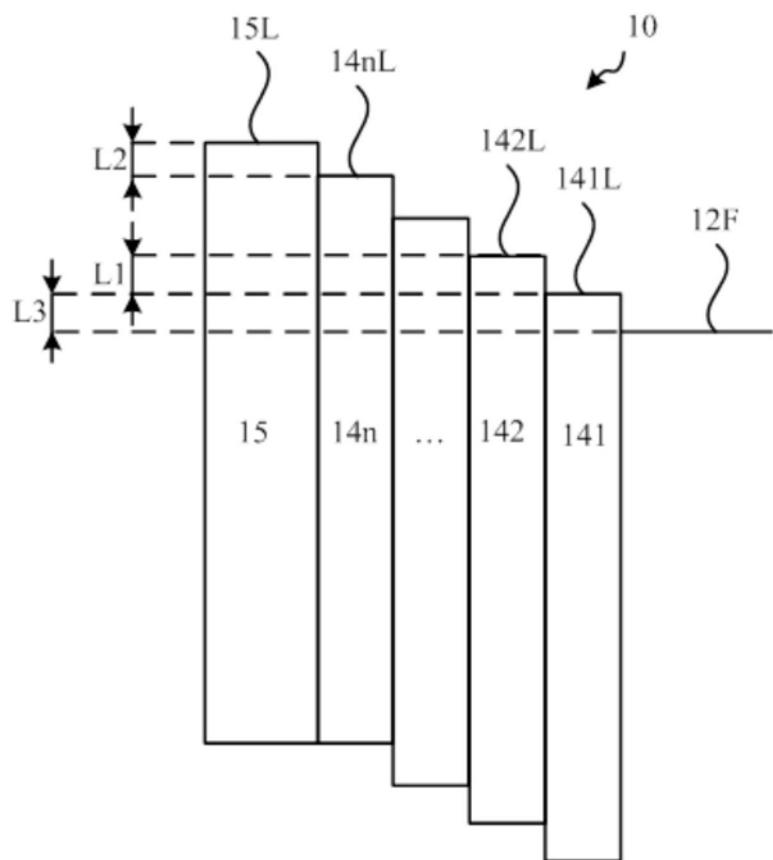


图6

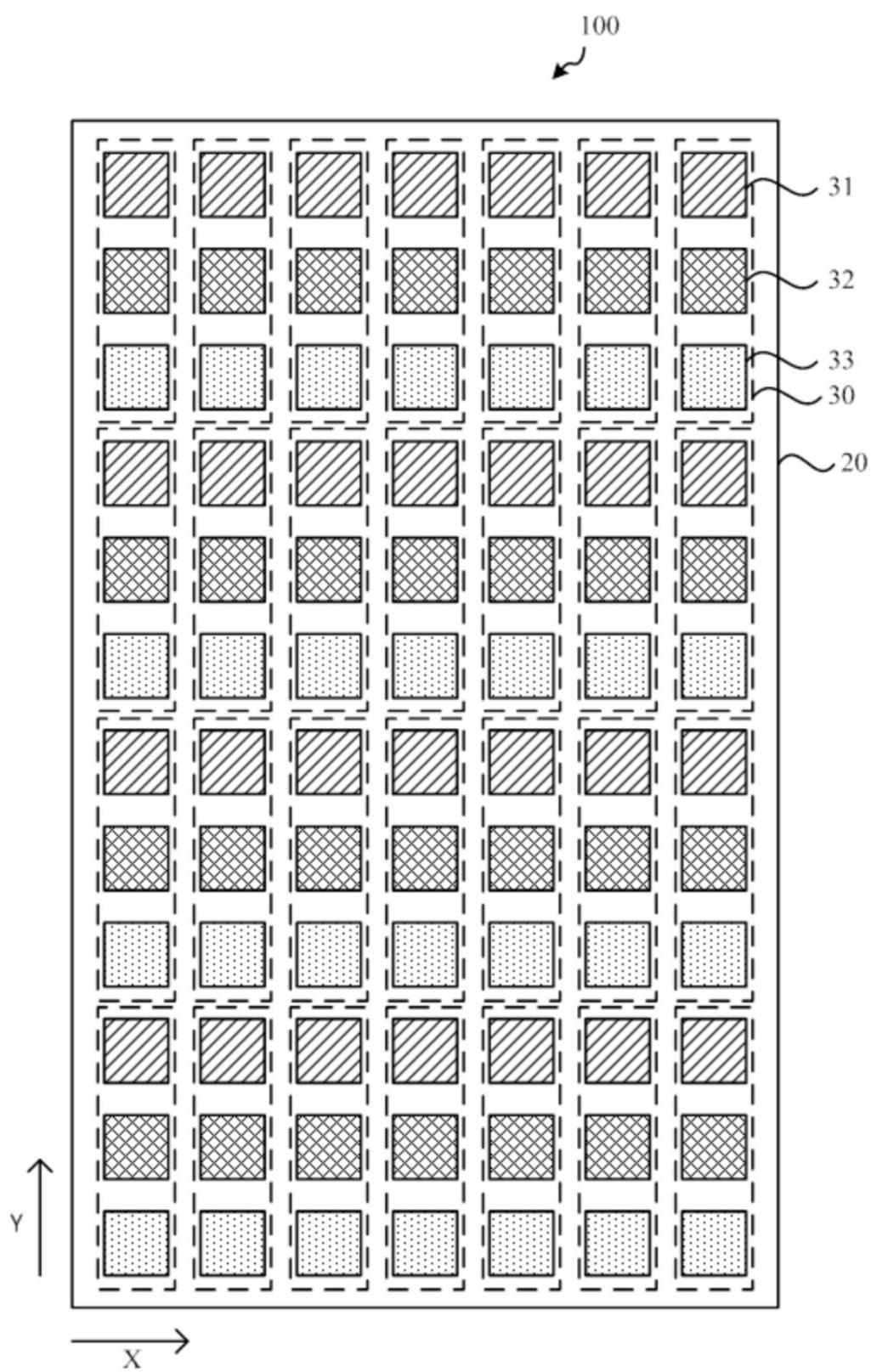


图7

专利名称(译)	有机发光二极管和显示面板		
公开(公告)号	<a href="#">CN109473561A</a>	公开(公告)日	2019-03-15
申请号	CN201811392380.2	申请日	2018-11-21
[标]发明人	李田田 李维维 李梦真 田景文 何麟 刘至哲		
发明人	李田田 李维维 李梦真 田景文 何麟 刘至哲		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/50 H01L51/5092 H01L51/5203		
代理人(译)	张海英		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

## 摘要(译)

本发明实施例公开了一种有机发光二极管和显示面板，有机发光二极管包括第一电极、第二电极、发光层和电子注入层，通过将电子注入层设置为至少两层子电子注入层，该至少两层子电子注入层的材料包括主体材料和客体材料；且沿第一电极指向发光层的方向上，至少两层子电子注入层的客体材料与所述主体材料的质量比依次递增。本发明实施例能够降低有机发光二极管的功耗，提高有机发光二极管的发光稳定性，增加有机发光二极管的寿命。

