



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209104191 U

(45)授权公告日 2019.07.12

(21)申请号 201821525618.X

(22)申请日 2018.09.18

(73)专利权人 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 李维维 彭兆基 何麟 田景文
李田田 李梦真

(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)

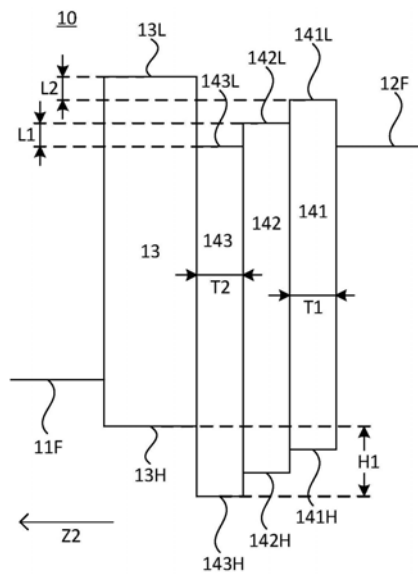
权利要求书1页 说明书10页 附图6页

(54)实用新型名称

一种有机发光二极管和显示面板

(57)摘要

本实用新型实施例公开了一种有机发光二极管,该有机发光二极管包括:第一电极、第二电极、发光层和空穴阻挡层;第一电极与第二电极相对设置;发光层位于第一电极与第二电极之间;空穴阻挡层位于发光层与第二电极之间;其中,空穴阻挡层包括堆叠的至少两层子空穴阻挡层,至少两层子空穴阻挡层的LUMO能级依次降低。本实用新型实施例提供的技术方案,通过设置空穴阻挡层包括堆叠的至少两层子空穴阻挡层,至少两层子空穴阻挡层的LUMO能级依次降低,有利于电子传输至发光层,且可有效阻挡空穴由发光层传输至第二电极侧,从而可提升发光层中电子和空穴的数量,使较多的电子和空穴在发光层中复合,用于发光,从而可提升有机发光二极管的发光效率和寿命。



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、发光层和空穴阻挡层;

所述第一电极与所述第二电极相对设置;

所述发光层位于所述第一电极与所述第二电极之间;

所述空穴阻挡层位于所述发光层与所述第二电极之间;

其中,所述空穴阻挡层包括堆叠的至少两层子空穴阻挡层,所述至少两层子空穴阻挡层的LUMO能级依次降低。

2. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,沿所述发光层指向所述第二电极的方向,所述至少两层子空穴阻挡层的LUMO能级依次降低,所述至少两层子空穴阻挡层的HOMO能级依次降低;

且任意一层所述子空穴阻挡层的LUMO能级低于所述发光层的LUMO能级。

3. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,沿所述第二电极指向所述发光层的方向,所述至少两层子空穴阻挡层的LUMO能级依次降低,所述至少两层子空穴阻挡层的HOMO能级依次降低;

且任意一层所述子空穴阻挡层的LUMO能级低于所述发光层的LUMO能级。

4. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,相邻两层所述子空穴阻挡层的LUMO能级的能级差 $L1$ 的取值范围为 $L1 \leq 0.15\text{eV}$ 。

5. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,所述发光层的LUMO能级与所述至少两层子空穴阻挡层中LUMO能级最高的子空穴阻挡层的LUMO能级的能级差 $L2$ 的取值范围为 $L2 \leq 0.1\text{eV}$;

其中,所述LUMO能级最高的子空穴阻挡层为LUMO能级与所述发光层的LUMO能级最接近的子空穴阻挡层。

6. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,所述空穴阻挡层中,至少一层所述子空穴阻挡层的HOMO能级与所述发光层的HOMO能级的能级差 $H1$ 的取值范围为 $0.2\text{eV} \leq H1 \leq 0.5\text{eV}$ 。

7. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,任意一层所述子空穴阻挡层的厚度 $T1$ 的取值范围为 $0\text{nm} < T1 \leq 5\text{nm}$ 。

8. 根据权利要求7所述的有机发光二极管,其特征在于,紧邻所述发光层的所述子空穴阻挡层的厚度 $T2$ 的取值范围为 $2\text{nm} \leq T2 \leq 3\text{nm}$ 。

9. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,还包括第一载流子功能层和第二载流子功能层;

所述第一载流子功能层位于所述第一电极与所述发光层之间;

所述第二载流子功能层位于所述空穴阻挡层与所述第二电极之间。

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排布的多个像素单元;

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。

一种有机发光二极管和显示面板

技术领域

[0001] 本实用新型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)利用自发光的发光机制,不需要背光源,将其应用于显示面板和显示装置时,显示面板和显示装置的整体厚度较薄,有利于实现其轻薄化设计。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] 然而,现有的有机发光二极管的寿命较短。

实用新型内容

[0004] 本实用新型实施例提供一种有机发光二极管和显示面板,以提高有机发光二极管的寿命。

[0005] 本实用新型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:第一电极、第二电极、发光层和空穴阻挡层;

[0006] 所述第一电极与所述第二电极相对设置;

[0007] 所述发光层位于所述第一电极与所述第二电极之间;

[0008] 所述空穴阻挡层位于所述发光层与所述第二电极之间;

[0009] 其中,所述空穴阻挡层包括堆叠的至少两层子空穴阻挡层,所述至少两层子空穴阻挡层的LUMO能级依次降低。

[0010] 进一步地,沿所述发光层指向所述第二电极的方向,所述至少两层子空穴阻挡层的LUMO能级依次降低,所述至少两层子空穴阻挡层的HOMO能级依次降低;

[0011] 且任意一层所述子空穴阻挡层的LUMO能级低于所述发光层的LUMO能级。

[0012] 进一步地,沿所述第二电极指向所述发光层的方向,所述至少两层子空穴阻挡层的LUMO能级依次降低,所述至少两层子空穴阻挡层的HOMO能级依次降低;

[0013] 且任意一层所述子空穴阻挡层的LUMO能级低于所述发光层的LUMO能级。

[0014] 进一步地,相邻两层所述子空穴阻挡层的LUMO能级的能级差 $L1$ 的取值范围为 $L1 \leq 0.15\text{eV}$ 。

[0015] 进一步地,所述发光层的LUMO能级与所述至少两层子空穴阻挡层中LUMO能级最高的子空穴阻挡层的LUMO能级的能级差 $L2$ 的取值范围为 $L2 \leq 0.1\text{eV}$;

[0016] 其中,所述LUMO能级最高的子空穴阻挡层为LUMO能级与所述发光层的LUMO能级最接近的子空穴阻挡层。

[0017] 进一步地,所述空穴阻挡层中,至少一层所述子空穴阻挡层的HOMO能级与所述发光层的HOMO能级的能级差 $H1$ 的取值范围为 $0.2\text{eV} \leq H1 \leq 0.5\text{eV}$ 。

[0018] 进一步地,任意一层所述子空穴阻挡层的厚度 $T1$ 的取值范围为 $0\text{nm} < T1 \leq 5\text{nm}$ 。

- [0019] 进一步地,紧邻所述发光层的所述子空穴阻挡层的厚度 T_2 的取值范围为 $2\text{nm} \leq T_2 \leq 3\text{nm}$ 。
- [0020] 进一步地,还包括第一载流子功能层和第二载流子功能层;
- [0021] 所述第一载流子功能层位于所述第一电极与所述发光层之间;
- [0022] 所述第二载流子功能层位于所述空穴阻挡层与所述第二电极之间。
- [0023] 本实用新型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任一种有机发光二极管。
- [0025] 本实用新型实施例提供的有机发光二极管,包括第一电极、第二电极、发光层和空穴阻挡层;其中,第一电极和第二电极相对设置,发光层位于第一电极和第二电极之间,空穴阻挡层为发光层和第二电极之间,通过设置空穴阻挡层包括堆叠的至少两层子空穴阻挡层,至少两层子空穴阻挡层的LUMO能级依次降低,有利于电子传输至发光层,且可有效阻挡空穴由发光层传输至第二电极侧,从而可提升发光层中电子和空穴的数量,使较多的电子和空穴在发光层中复合,用于发光,从而减少电子对膜层以及相邻膜层之间的界面的破坏,进而在提升有机发光二极管的发光效率的同时,可提高有机发光二极管的寿命。解决了现有技术中发光二极管的寿命较短的问题。

附图说明

- [0026] 为了更清楚地说明本实用新型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实用新型的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,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是本实用新型实施例提供的一种有机发光二极管的结构示意图;
- [0028] 图2是本实用新型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是本实用新型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是本实用新型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是本实用新型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是本实用新型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是本实用新型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实用新型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实用新型,而非对本实用新型的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本实用新型相关的部分而非全部结构。
- [0035] 现有技术中,性能优异的有机发光二极管的发光层材料偏向电子传输型,有机发光二极管还包括位于发光层两侧的第一电极(示例性的,第一电极可为阳极)和第二电极(示例性的,第二电极为阴极)。当给有机发光二极管提供驱动电流时,电子由第二电极注入发光层,空穴由第一电极注入发光层,由于发光层的材料偏向电子传输型,因此,可利于电子的传输,从而大量的电子到达发光层,由此可提升有机发光二极管的电流效率。但是,当

发光层中电子的数量多于空穴的数量较多时,过多的电子无法被复合,该部分无法被复合的电子被传输至发光层与第一电极之间的膜层中,会破坏这些膜层的性能以及破坏相邻的膜层之间的界面,导致有机发光二极管中发光层与第一电极之间的膜层性能衰退,以及导致发光层与第一电极之间的各膜层中相邻膜层之间的界面被破坏,由此导致有机发光二极管的寿命下降,即有机发光二极管的寿命较短。

[0036] 针对上述问题,本实用新型实施例提出一种有机发光二极管,以提高有机发光二极管的寿命。

[0037] 图1是本实用新型实施例提供的一种有机发光二极管的结构示意图。参照图1,该有机发光二极管10包括:第一电极11、第二电极12、发光层13和空穴阻挡层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;空穴阻挡层14位于发光层13与第二电极12之间;其中,空穴阻挡层14包括堆叠的至少两层子空穴阻挡层(示例性的,图1中示出的有机发光二极管10中,空穴阻挡层14包括两层子空穴阻挡层,分别以第一子空穴阻挡层141和第二子空穴阻挡层142示出,且第一子空穴阻挡层141位于第二子空穴阻挡层142靠近发光层13的一侧),至少两层子空穴阻挡层(图1中以第一子空穴阻挡层141和第二子空穴阻挡层142示出)的LUMO能级依次降低。

[0038] 其中,第一电极11可为阳极,示例性的,第一电极11的材料可为铟锡氧化物(ITO)。第二电极12可为阴极,示例性的,第二电极12的材料可为金属材料,例如铝(Al)、金(Au)、银(Ag)或包括Ag的金属合金等功函数较低的导电材料。发光层13可包括主体材料和客体材料,示例性的,主体材料可为8-羟基喹啉铝(Alq3)、9,10-二(1-萘基)蒽(ADN)、4,4'-双(9H-咔唑-9-基)联苯(CBP);客体材料可为2-叔丁基-4-(二氰基亚甲基)-6-[2-(1,1,7,7-四甲基久洛尼定-9-基)乙烯基]-4H-吡喃(DCJBT)、N,N'-二甲基喹吡啶酮(DMQA)、N,N'-二丁基喹吡啶酮(DBQA)、香豆素545T(C545T)、5,12-二丁基-1,3,8,10-四甲基喹吡啶酮(TMDBQA)、4,4'-双(9-乙基-3-咔唑乙烯基)-1,1'-联苯(BCzVBi)、4,4'-双[4-(二对甲苯氨基)苯乙烯基]联苯(DPAVBi)、1,4-双[4-(二对甲苯氨基)苯乙烯基]苯(DPAVB)、3,3'-(1,4-苯基二-2,1-乙烯基)二(9-乙基-9H-咔唑)(BCZVB)。上述材料仅为示例性的说明,本实用新型对第一电极11和第二电极12的材料不作限定。

[0039] 其中,有机发光二极管10的发光原理主要包括载流子(载流子可为电子或空穴)注入、载流子传输、载流子复合和激子退激发光四个过程。具体的,当给有机发光二极管10施加一定的电压(也可理解为提供驱动电流)时,第一电极11(阳极)的空穴和第二电极12(阴极)的电子分别注入到发光层13中(此为载流子注入过程);注入的电子和空穴在电场的作用下传输(此为载流子传输过程);电子和空穴通过库伦作用在发光层13中复合,产生激子(此为载流子复合过程);激子由激发态回到基态的同时释放光子发光(此为激子退激发光过程)。

[0040] 其中,空穴阻挡层14设置于发光层13和第二电极12(阴极)之间,其作用主要体现在两个方面:一方面,可阻挡空穴由发光层13向第二电极12侧传输,从而可将较多的空穴限制在发光层13中;另一方面,有利于电子由第二电极12向发光层13传输,从而可增加发光层13中电子的数量。空穴阻挡层14的材料可为((1,1'-二苯基)-4-olato)双(2-甲基-8-羟基喹啉NI,08)铝(BAlq)、2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(BCP)、二[2-((氧代)二苯基膦基)苯基]醚(DPEPO)、4,7-二苯基-1,10-菲罗啉(Bphen)或其他本领域技术人员可知的

空穴阻挡层材料,本实用新型实施例对此不作限定。

[0041] 通过设置空穴阻挡层14包括至少两层子空穴阻挡层,两层子空穴阻挡层采用LUMO能级位置不同的空穴阻挡层材料,可将现有技术中单层的空穴阻挡层的LUMO能级划分为至少两个能级差较小的LUMO能级。由于较小的LUMO能级差更有利于电子的传输,因此通过上述设置,可使较多的电子注入到发光层13中。同时,由于空穴阻挡层14的传输电子与阻挡空穴的作用是相辅相成的,即当空穴阻挡层14的传输电子的作用越强,该空穴阻挡层14阻挡空穴的作用也越强。因此,上述设置还可以有效阻挡空穴由发光层13向第二电极12侧传输,从而,较多的空穴被限制在发光层13中。综上所述,通过上述设置,可同时提升发光层13中电子和空穴的数量,从而,较多的电子和空穴在发光层13中复合,用于发光,因此可提升有机发光二极管10的发光效率。同时,由于较多的电子在发光层13中被复合,因此,可减少电子对发光层13与第一电极11之间的膜层以及相邻膜层之间的界面的破坏作用,减缓上述膜层性能的衰退,以及减缓相邻膜层之间的界面的性能的衰退,从而可提升有机发光二极管10的寿命。

[0042] 示例性的,参照图1,空穴阻挡层14包括第一子空穴阻挡层141和第二子空穴阻挡层142,其中,第一子空穴阻挡层141的LUMO能级低于第二子空穴阻挡层142的LUMO能级,该结构中,第一子空穴阻挡层141的材料可为Bphen,第二子空穴阻挡层142的材料可为BCP。或者,第二子空穴阻挡层142的LUMO能级低于第一子空穴阻挡层141的LUMO能级,此时,第一子空穴阻挡层141的材料可为BCP,第二子空穴阻挡层142的材料可为Bphen。当然,第一子空穴阻挡层141和第二子空穴阻挡层142还可采用其他本领域技术人员可知的空穴阻挡层材料,本实用新型实施例对此不作限定。

[0043] 示例性的,图2是本实用新型实施例提供的另一种有机发光二极管的结构示意图。参照图2,空穴阻挡层14包括三层子空穴阻挡层,分别为第一子空穴阻挡层141、第二子空穴阻挡层142和第三子空穴阻挡层143。其中,第一子空穴阻挡层141的LUMO能级低于第二子空穴阻挡层142的LUMO能级,且均低于第三子空穴阻挡层143的LUMO能级,该结构中,第一子空穴阻挡层141的材料可为Bphen,第二子空穴阻挡层142的材料可为BCP,第三子空穴阻挡层143的材料可为BA1q。或者,第三子空穴阻挡层143的LUMO能级低于第二子空穴阻挡层142的LUMO能级,且均低于第一子空穴阻挡层141的LUMO能级,此时,第一子空穴阻挡层141的材料可为BA1q,第二子空穴阻挡层142的材料可为BCP,第三子空穴阻挡层143的材料可为Bphen。当然,第一子空穴阻挡层141、第二子空穴阻挡层142和第三子空穴阻挡层143还可采用其他本领域技术人员可知的空穴阻挡层材料,本实用新型实施例对此不作限定。

[0044] 需要说明的是,图1中仅示例性的示出了空穴阻挡层14包括两层子空穴阻挡层,图2中仅示例性的示出了空穴阻挡层14包括三层子空穴阻挡层,均为示例性的说明,而非对本实用新型实施例提供的有机发光二极管10的限定。在其他实施方式中,可根据有机发光二极管10的实际需求设置空穴阻挡层14包括的子空穴阻挡层的层数,本实用新型实施例对此不作限定。

[0045] 其次,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,本实用新型实施例对此不作限定。

[0046] 此外,需要说明的是,本文中各膜层的LUMO能级和HOMO能级的相对高低可理解为,以电离态的能级(能量最低的能级叫做基态,其他能级叫做激发态。当电子“远离”原子核,

不再受原子核的吸引力的状态叫做电离态,电离态的能级为0)为基准能级,与该基准能级距离较近的能级为相对较高的能级,与该基准能级距离较远的能级为相对较低的能级。

[0047] 本实用新型实施例通过设置空穴阻挡层14包括至少两层子空穴阻挡层,且至少两层子空穴阻挡层的LUMO能级依次降低,可将现有技术中空穴阻挡层的LUMO能级划分为至少两个能级差较小的LUMO能级,从而有利于电子传输至发光层13,且可有效阻挡空穴由发光层13传输至第二电极12侧,从而可提升发光层13中电子和空穴的数量,使较多的电子和空穴在发光层13中复合,用于发光,提高有机发光二极管10的发光效率;同时,由于较多的电子被复合,可减缓电子对有机层13与第一电极11之间的膜层以及其中相邻膜层之间的界面的破坏,进而在提升有机发光二极管10的发光效率的同时,可提高有机发光二极管10的寿命。

[0048] 可选的,图3是本实用新型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2和图3,沿发光层13指向第二电极12的方向Z1,至少两层子空穴阻挡层(图2和图3中示出的有机发光二极管10包括三层子空穴阻挡层,以第一子空穴阻挡层141、第二子空穴阻挡层142和第三子空穴阻挡层143示出)的LUMO能级依次降低,至少两层子空穴阻挡层(图2和图3中以第一子空穴阻挡层141、第二子空穴阻挡层142和第三子空穴阻挡层143示出)的HOMO能级依次降低;且任意一层子空穴阻挡层的LUMO能级低于发光层13的LUMO能级。

[0049] 其中,第一子空穴阻挡层141的LUMO能级141L高于第二子空穴阻挡层142的LUMO能级142L,第二子空穴阻挡层142的LUMO能级142L高于第三子空穴阻挡层143的LUMO能级143L;同时,第三子空穴阻挡层143的LUMO能级143L高于第二电极12的费米能级12F,第一子空穴阻挡层141的LUMO能级141L低于发光层13的LUMO能级13L。第一子空穴阻挡层141的HOMO能级141H高于第二子空穴阻挡层142的HOMO能级142H,第二子空穴阻挡层142的HOMO能级142H高于第三子空穴阻挡层143的HOMO能级143H;同时,第一子空穴阻挡层141的HOMO能级141H低于发光层13的HOMO能级13H,发光层13的HOMO能级13H低于第一电极11的费米能级11F。

[0050] 如此设置,将空穴阻挡层的LUMO能级划分为三个子空穴阻挡层的阶梯状变化的LUMO能级,通过降低相邻膜层之间的LUMO能级差,可使较多的电子由第二电极12,依次通过第一子空穴阻挡层141、第二子空穴阻挡层142以及第三子空穴阻挡层143,注入到发光层13中。同时,通过设置三层子空穴阻挡层,还可有效阻挡空穴由发光层13传输至第二电极12侧。由此,通过上述能级设置,可同时提升发光层13中电子和空穴的数量,从而,较多的电子和空穴可在发光层13中复合,用于发光,因此可提升有机发光二极管10的发光效率。同时,由于较多的电子在发光层13中被复合,因此,未被复合的电子的数量减少,从而可减少电子对发光层13与第一电极11之间的膜层以及相邻膜层之间的界面的破坏作用,减缓上述膜层性能的衰退,以及减缓相邻膜层之间的界面的性能的衰退,从而可提升有机发光二极管10的寿命。

[0051] 可选的,图4是本实用新型实施例提供的另一种有机发光二极管的能级结构示意图。参照图4,沿第二电极12指向发光层13的方向Z2,至少两层子空穴阻挡层(示例性的,图4中示出的有机发光二极管10中包括三层子空穴阻挡层,分别以第一子空穴阻挡层141、第二子空穴阻挡层142和第三子空穴阻挡层143示出)的LUMO能级依次降低,至少两层子空穴阻挡层(图4中以第一子空穴阻挡层141、第二子空穴阻挡层142和第三子空穴阻挡层143示出)

的HOMO能级依次降低;且任意一层子空穴阻挡层的LUMO能级低于发光层13的LUMO能级。

[0052] 其中,第一子空穴阻挡层141的LUMO能级141L高于第二子空穴阻挡层142的LUMO能级142L,第二子空穴阻挡层142的LUMO能级143L高于第三子空穴阻挡层143的LUMO能级;同时,第一子空穴阻挡层141的LUMO能级141L高于第二电极12的费米能级12F,第一子空穴阻挡层141的LUMO能级141L低于发光层13的LUMO能级13L。第一子空穴阻挡层141的HOMO能级141H高于第二子空穴阻挡层142的HOMO能级142H,第二子空穴阻挡层142的HOMO能级142H高于第三子空穴阻挡层143的HOMO能级143H;同时,第三子空穴阻挡层143的HOMO能级143H低于发光层13的HOMO能级13H,发光层13的HOMO能级13H低于第一电极11的费米能级11F。

[0053] 如此设置,虽然第三子空穴阻挡层143的LUMO能级143L与发光层13的LUMO能级13L之间的能级差较大,但是,由于空穴阻挡层的LUMO能级划分为三个子空穴阻挡层的阶梯状变化的LUMO能级,且沿第二电极12指向发光层13的方向Z2依次降低,因此,电子非常容易地可从第一子空穴阻挡层141的LUMO能级141L传输至第三子空穴阻挡层143的LUMO能级143L,从而大量的电子在第三子空穴阻挡层143的LUMO能级143L聚集;因此,电子由第三子空穴阻挡层143的LUMO能级143L传输至发光层13的LUMO能级13L时,电子传输的基数较大,因此,仍存在较多的电子注入到发光层13中。同时,通过设置三层子空穴阻挡层,还可有效阻挡空穴由发光层13传输至第二电极12侧。由此,通过上述能级设置,可同时提升发光层13中电子和空穴的数量,从而,较多的电子和空穴可在发光层13中复合,用于发光,因此可提升有机发光二极管10的发光效率。同时,由于较多的电子在发光层13中被复合,因此,未被复合的电子的数量减少,从而可减少电子对发光层13与第一电极11之间的膜层以及相邻膜层之间的界面的破坏作用,减缓上述膜层性能的衰退,以及减缓相邻膜层之间的界面的性能的衰退,从而可提升有机发光二极管10的寿命。

[0054] 需要说明的是,图3和图4中仅示例性的以空穴阻挡层包括三层子空穴阻挡层为例示出了本实用新型提供的有机发光二极管10的能级结构,而并非对本实用新型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的能级结构还可以根据有机发光二极管10的实际需求设置,本实用新型实施例对此不作限定。

[0055] 可选的,继续参照图3或图4,相邻两层子空穴阻挡层的LUMO能级的能级差L1的取值范围为 $L1 \leq 0.15\text{eV}$ 。

[0056] 如此设置,可在空穴阻挡层14的子空穴阻挡层中有效传输电子,从而有利于增加发光层13的LUMO能级13L中电子的数量。

[0057] 可选的,继续参照图3或图4,发光层13的LUMO能级13L与至少两层子空穴阻挡层(图3和图4中以第一子空穴阻挡层141、第二子空穴阻挡层142和第三子空穴阻挡层143示出)中LUMO能级最高的子空穴阻挡层的LUMO能级的能级差L2的取值范围为 $L2 \leq 0.1\text{eV}$;其中,LUMO能级最高的子空穴阻挡层为LUMO能级与发光层13的LUMO能级最接近的子空穴阻挡层。

[0058] 如此设置,可使电子由空穴阻挡层14有效传输至发光层13,同样有利于增加发光层13的LUMO能级13L中电子的数量。

[0059] 可选的,继续参照图3或图4,空穴阻挡层14中,至少一层子空穴阻挡层的HOMO能级与发光层13的HOMO能级13H的能级差H1的取值范围为 $0.2\text{eV} \leq H1 \leq 0.5\text{eV}$ 。

[0060] 如此设置,通过增大发光层13的HOMO能级13H与至少一层子空穴阻挡层的HOMO能

级的能级差,可增大空穴由发光层13传输至空穴阻挡层14的难度,即减少了由发光层13传输至空穴阻挡层14的数量,因此可将较多的空穴限制在发光层13中,从而有利于增加发光层13中空穴的数量。

[0061] 需要说明的是,当发光层13由主体材料和客体材料构成时,发光层13的 LUMO能级13L也可以理解为客体材料的LUMO能级,发光层13的HOMO能级13H 也可以理解为客体材料的HOMO能级。

[0062] 可选的,继续参照图3或图4,任意一层子空穴阻挡层的厚度T1的取值范围为 $0\text{nm} < T1 \leq 5\text{nm}$ 。

[0063] 如此,通过设置子空穴阻挡层具有较薄的厚度,可以减少子空穴阻挡层在电子传输方向(可理解为由第二电极12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空穴阻挡层的LUMO能级中停留的时间,有利于减少电子在空穴阻挡层的损耗,进而有利于较多的电子注入到发光层13的LUMO能级 13L中。此外,通过设置厚度较薄的子空穴阻挡层,还有利于减少空穴阻挡层的厚度,从而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。

[0064] 可选的,紧邻发光层13的子空穴阻挡层的厚度T2的取值范围为 $2\text{nm} \leq T2 \leq 3\text{nm}$ 。

[0065] 如此,通过设置紧邻发光层13的子空穴阻挡层具有较薄的厚度,可以减少紧邻发光层的子空穴阻挡层在电子传输方向(可理解为由第二电极12指向发光层13的方向)上的宽度,从而减少了电子在紧邻发光层13的子空穴阻挡层的 LUMO能级中停留的时间,有利于减少电子在紧邻发光层13的子空穴阻挡层的损耗,进而有利于较多的电子注入到发光层13的LUMO能级13L中。

[0066] 尤其地,结合图4示出的有机发光二极管10的能级结构示意图,第三子空穴阻挡层143与发光层13紧邻,通过设置第三子空穴阻挡层143具有较薄的厚度,可认为部分电子可由第二子空穴阻挡层142的LUMO能级142L直接传输到发光层13的LUMO能级13L,可提高整个空穴阻挡层的等效LUMO能级,从而可减少空穴阻挡层与发光层之间的能级差,有利于电子由空穴阻挡层传输至发光层,因此,有利于提升发光层13中电子的数量。

[0067] 可选的,图5是本实用新型实施例提供的又一种有机发光二极管的结构示意图。参照图5,该有机发光二极管10还可包括第一载流子功能层15和第二载流子功能层16;第一载流子功能层15位于第一电极11与发光层13之间;第二载流子功能层16位于空穴阻挡层14与第二电极12之间。

[0068] 其中,第一载流子功能层15可为空穴型的辅助功能层,可以具有多层结构,例如可包括空穴注入层、空穴传输层以及电子阻挡层。图5中示例性的设置第一载流子功能层15包括空穴注入层153、空穴传输层152和电子阻挡层151。第二载流子功能层16可为电子型的辅助功能层,也可以具有多层结构,例如可以包括电子注入层和电子传输层。图5中示例性的设置第二载流子功能层16包括电子注入层162和电子传输层161。

[0069] 示例性的,空穴注入层153的材料可为酞菁铜(CuPC)、酞菁氧钛(TiOPC)、4,4',4''-三(3-甲基苯基苯胺基)三苯胺(m-MTDATA)、4,4',4''-三[N-(萘-2-基)-N-苯基-氨基]三苯胺(2T-NANA)中的至少一种。空穴传输层152的材料可为N,N'-二苯基-N,N'-二(3-甲基苯基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(TPD)、N,N'-二苯基-N,N'-(1-萘基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(NPB)、聚(9-乙烷基咔唑)(PVK)、中的至少一种。电子阻挡层151的材料可为N,N'-二苯基-

N,N'-二(3-甲基苯基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(TCTA)。电子注入层162的材料可为氟化锂(LiF)、氟化钇(YF)、磷化镁(MgP)、氟化镁(MgF₂)、氧化铝(Al₂O₃)中的至少一种。电子传输层161的材料可为8-羟基喹啉铝(Alq₃)、三(2-甲基-8-羟基喹啉)(Almq₃)、1,3,5-三(1-苯基-1H-苯并咪唑-2-基)苯(TPBi)、3-(联苯-4-基)-5-(4-叔丁基苯基)-4-苯基-4H-1,2,4-三唑(TAZ)、1,3-二[2-(对-叔丁基苯基)-1,3,4-恶二唑基-5]苯(OXD)、2-联苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-二唑(PBD)、2,5-二(1-萘基)-1,3,4-二唑(BND)中的至少一种。

[0070] 需要说明的是,第一载流子功能层15和第二载流子功能层16还可包括本领域技术人员可知的载流子功能层材料,本实用新型实施例对此不再赘述,也不作限定。第一载流子功能层15和第二载流子功能层16的形成方式可包括蒸镀、喷涂、喷墨打印或本领域技术人员可知的其他成膜方式,其形成方式可相同,可不同,本实用新型实施例对此不作限定。

[0071] 可选的,图6是本实用新型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,有机发光二极管10中,各膜层的LUMO能级由低到高排序依次为:电子注入层162的LUMO能级162L、电子传输层161的LUMO能级161L、空穴阻挡层的LUMO能级(包括依次排列的第三子空穴阻挡层143的LUMO能级143L、第二子空穴阻挡层142的LUMO能级142L和第一子空穴阻挡层141的LUMO能级141L)、发光层13的LUMO能级13L以及电子阻挡层151的LUMO能级151L;其中,空穴传输层152的LUMO能级152L可低于电子阻挡层151的LUMO能级151L,空穴注入层153的LUMO能级153L可高于空穴传输层152的LUMO能级152L;电子注入层162的LUMO能级162L高于第二电极12的费米能级12F。由此,当给有机发光二极管10提供驱动电流时,电子由第二电极12F侧传输并注入发光层13中,同时,由于电子阻挡层151的LUMO能级151L与发光层13的LUMO能级13L之间的能级差较大,因此电子不容易越过电子阻挡层151的LUMO能级,从而较多的电子被限制在发光层13中,从而可提升发光层13中电子的数量。

[0072] 有机发光二极管10中,各膜层的HOMO能级由高到低排序依次为:空穴注入层153的HOMO能级153H、空穴传输层152的HOMO能级152H、电子阻挡层151的HOMO能级151H、发光层13的HOMO能级13H、空穴阻挡层的HOMO能级(包括依次排列的第一子空穴阻挡层141的HOMO能级141H、第二子空穴阻挡层142的HOMO能级142H和第三子空穴阻挡层143的HOMO能级);其中,电子传输层161的HOMO能级161H可高于第三子空穴阻挡层143的HOMO能级143H,电子注入层162的HOMO能级162H可低于电子传输层161的HOMO能级161H;第一电极11的费米能级11F高于空穴注入层153的HOMO能级153H。由此,当给有机发光二极管10提供驱动电流时,空穴由第一电极11侧传输并注入发光层13中,通过设置空穴阻挡层的HOMO能级与发光层13的HOMO能级具有较大的能级差,可阻挡空穴由发光层13向第二电极12侧传输,从而较多的空穴被限制在发光层13中,因此可提升发光层13中空穴的数量。

[0073] 由此,通过上述有机发光二极管10中LUMO能级与HOMO能级的设置,可提升发光层13中电子和空穴的数量,从而,较多的电子和空穴在发光层13中复合,用于发光,因此可提升有机发光二极管10的发光效率。同时,由于较多的电子在发光层13中被复合,因此,可减少电子对发光层13与第一电极11之间的膜层以及相邻膜层之间的界面的破坏作用,减缓上述膜层性能的衰退,以及减缓相邻膜层之间的界面的性能的衰退,从而提升有机发光二极管10的寿命。

[0074] 示例性的,第二电极12的功函数12F的取值范围可为 $|12F| \leq 4.3\text{eV}$;电子注入层

162的功函数162F的取值范围为 $|162F| \leq 3.6\text{eV}$;电子传输层161的LUMO能级161L的取值范围可为 $2.7\text{eV} \leq |161L| \leq 3.2\text{eV}$,优选为 3.0eV ,其HOMO能级161H的取值范围可为 $5.9\text{eV} \leq |161H| \leq 6.1\text{eV}$,优选为 6.0eV ;第三子空穴阻挡层143的LUMO能级143L的取值范围可为 $2.7\text{eV} \leq |143L| \leq 3.2\text{eV}$,优选为 2.9eV ,其HOMO能级143H的取值范围可为 $5.9\text{eV} \leq |143H| \leq 6.4\text{eV}$,优选为 6.20eV ;第二子空穴阻挡层142的LUMO能级142L的取值范围可为 $2.7\text{eV} \leq |142L| \leq 3.2\text{eV}$,优选为 2.80eV ,其HOMO能级142H的取值范围可为 $5.9\text{eV} \leq |142H| \leq 6.4\text{eV}$,优选为 6.10eV ;第一子空穴阻挡层141的LUMO能级141L的取值范围可为 $2.7\text{eV} \leq |141L| \leq 3.2\text{eV}$,优选为 2.70eV ,其HOMO能级141H的取值范围可为 $5.8\text{eV} \leq |141H| \leq 6.2\text{eV}$,优选为 6.0eV ;发光层13的LUMO能级13L的取值范围可为 $2.5\text{eV} \leq |13L| \leq 3.1\text{eV}$,优选为 2.6eV ,其HOMO能级13H的取值范围可为 $5.7\text{eV} \leq |13H| \leq 6.1\text{eV}$,优选为 5.8eV ;电子阻挡层151的LUMO能级151L的取值范围可为 $2.1\text{eV} \leq |151L| \leq 2.5\text{eV}$,优选为 2.4eV ,其HOMO能级151H的取值范围可为 $5.6\text{eV} \leq |151H| \leq 5.9\text{eV}$,优选为 5.75eV ;空穴传输层152的LUMO能级152L的取值范围可为 $2.4\text{eV} \leq |152L| \leq 3.0\text{eV}$,优选为 2.5eV ,其HOMO能级152H的取值范围可为 $5.5\text{eV} \leq |152H| \leq 6.0\text{eV}$,优选为 5.7eV ;第一电极11的功函数11F的取值范围为 $|11F| \geq 4.2\text{eV}$ 。此均仅为示例性的说明,而非对本实用新型实施例提供的有机发光二极管10的限定。

[0075] 需要说明的是,上述各膜层的能级范围仅为对本实用新型实施例提供的有机发光二极管10的示例性说明,而非限定。在其他实施方式中,有机发光二极管10的各膜层的能级范围可根据有机发光二极管10的实际需求设置,本实用新型实施例对此不作限定。

[0076] 下面,本实用新型实施例示例性的示出了一组现有技术提供的OLED与本申请技术方案提供的OLED的发光特性对比表,参见表1。

[0077] 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

[0078]

器件	Op.V (V)	Eff.1 (cd/A)	Eff.2 (lm/W)	CIE (x, y)	Peak (nm)	BI	LT97 (h)
D1	3.99	7.41	0.1424	0.0494	460	150	120
D2	4.05	7.40	0.1407	0.0501	460	148	180

[0079] 其中,器件D1代表现有技术提供的有机发光二极管,器件D2代表本申请技术方案提供的有机发光二极管,器件D1和器件D2的相同之处包括:第一电极的材料采用ITO,厚度为10nm,功函数 4.3eV ;空穴注入层的厚度为10nm;空穴传输层的厚度为120nm;电子阻挡层的厚度为5nm;发光层的厚度为20nm;电子传输层的厚度为30nm;电子注入层的厚度为1nm;第二电极的材料采用金属电极,厚度为13~20nm。器件D1和器件D2的不同之处在于:器件D1的空穴阻挡层为单层结构,厚度为5nm,LUMO能级的位置为 2.8eV ,HOMO能级的位置为 6.1eV ;器件D2的空穴阻挡层包括两层子空穴阻挡层,分别为第一子空穴阻挡层和第二子空穴阻挡层,第一子空穴阻挡层位于发光层与第二子空穴阻挡层之间,第一子空穴阻挡层的厚度为3nm,LUMO能级的位置为 2.8eV ,HOMO能级的位置为 6.1eV ;第二子空穴阻挡层的厚度为2nm,LUMO能级的位置为 2.7eV ,HOMO能级的位置为 6.0eV 。在上述器件D1和器件D2的膜层结构基础上,对两器件的发光特性进行测试,得到如表1所示的测试结果。

[0080] 其中,Op.V代表工作电压,单位为伏特(V);Eff.1代表电流效率,单位为坎德拉每安培(cd/A);Eff.2代表流明效率,单位为流明每瓦(lm/W);CIE(x, y)代表色坐标;Peak代表峰值位置,单位为纳米(nm);BI代表蓝光因子,可通过电流效率除以色坐标得到,蓝光因子

越大,器件性能越好;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。

[0081] 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空穴阻挡层改变为本申请提出的空穴阻挡层包括至少两层子空穴阻挡层,器件D1与器件D2在工作电压、电流效率、流明效率、色坐标、峰值位置和蓝光因子方面的性能均保持一致;在寿命方面,由器件D1的 120h的寿命,提高到器件D2的180h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,可将寿命由120h提高到180h,即寿命提升了50%。

[0082] 需要说明的是,上述器件D1与器件D2的对比仅为对本实用新型实施例提供的有机发光二极管的示例性说明,而非限定。

[0083] 在上述实施方式的基础上,本实用新型实施例还提供了一种显示面板。示例性的,图7是本实用新型实施例提供的一种显示面板的结构示意图。参照图 7,该显示面板20包括:衬底基板21,以及位于衬底基板21一侧呈阵列排布的多个像素单元22;其中,像素单元22包括上述实施方式提供的任一种有机发光二极管。本实用新型实施例提供的显示面板20包括上述任一种有机发光二极管,因此,该显示面板20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。

[0084] 其中,衬底基板21可为阵列基板,用于驱动像素单元22发光。

[0085] 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21所在的平面;图2中示出的由发光层13 指向第二电极12的方向Z1和由第二电极12指向发光层13的方向Z2均垂直于上述衬底基板21所在的平面),且示出了呈7列4行排布的像素单元22,每个像素单元22可包括一个蓝色子像素221、一个红色子像素222和一个绿色子像素223;同时,各像素单元22中的子像素均沿列方向Y按照蓝色子像素221、红色子像素222和绿色子像素223的顺序排列,此均仅为对本实用新型实施例提供的显示面板20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20的实际需求,设置像素单元22的阵列排布方式,以及每个像素单元22 中蓝色子像素221、红色子像素222和绿色子像素223的个数以及排布方式,本实用新型实施例对此不作限定。

[0086] 另外需要说明的是,本实用新型实施例对于显示面板20的具体类型不作限定,本实用新型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。

[0087] 注意,上述仅为本实用新型的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本实用新型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实用新型的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本实用新型进行了较为详细的说明,但是本实用新型不仅仅限于以上实施例,在不脱离本实用新型构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本实用新型的范围由所附的权利要求范围决定。

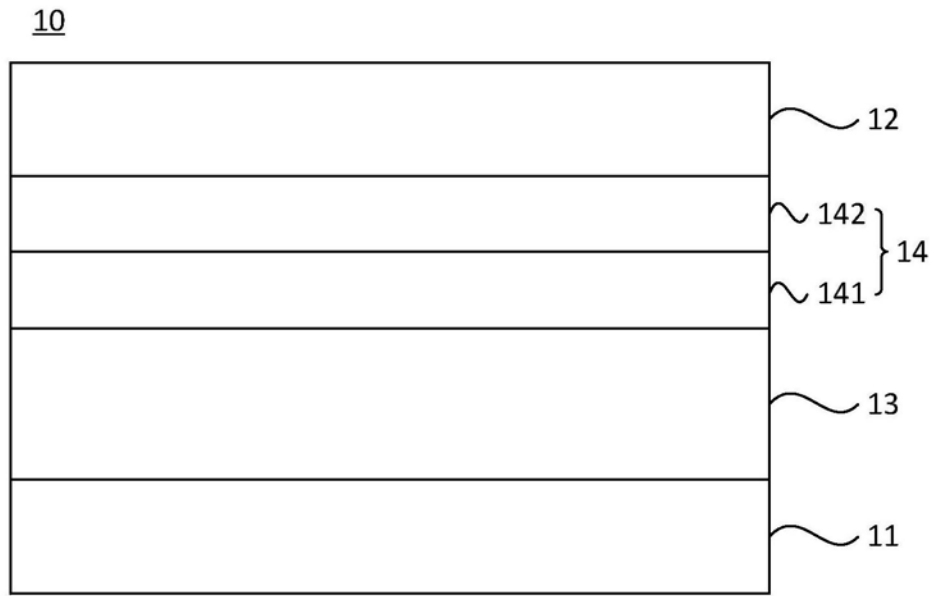


图1



图2

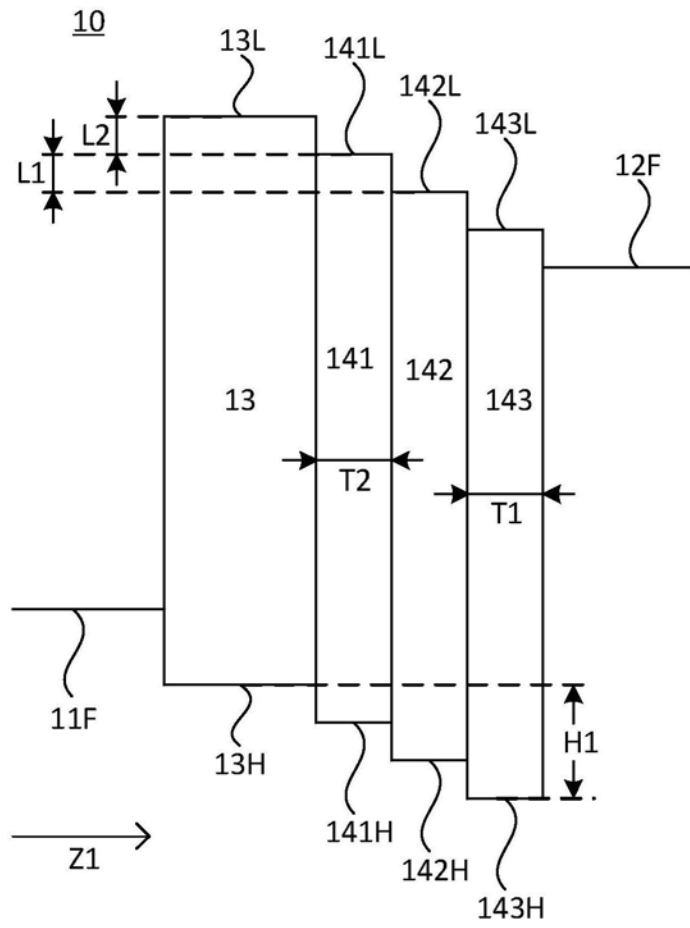


图3

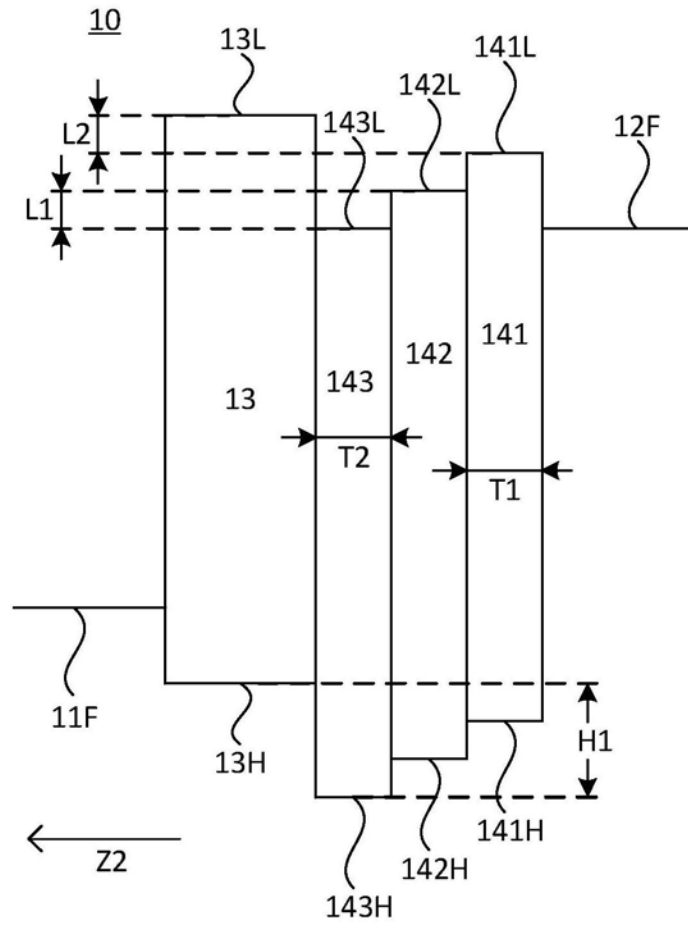


图4

10

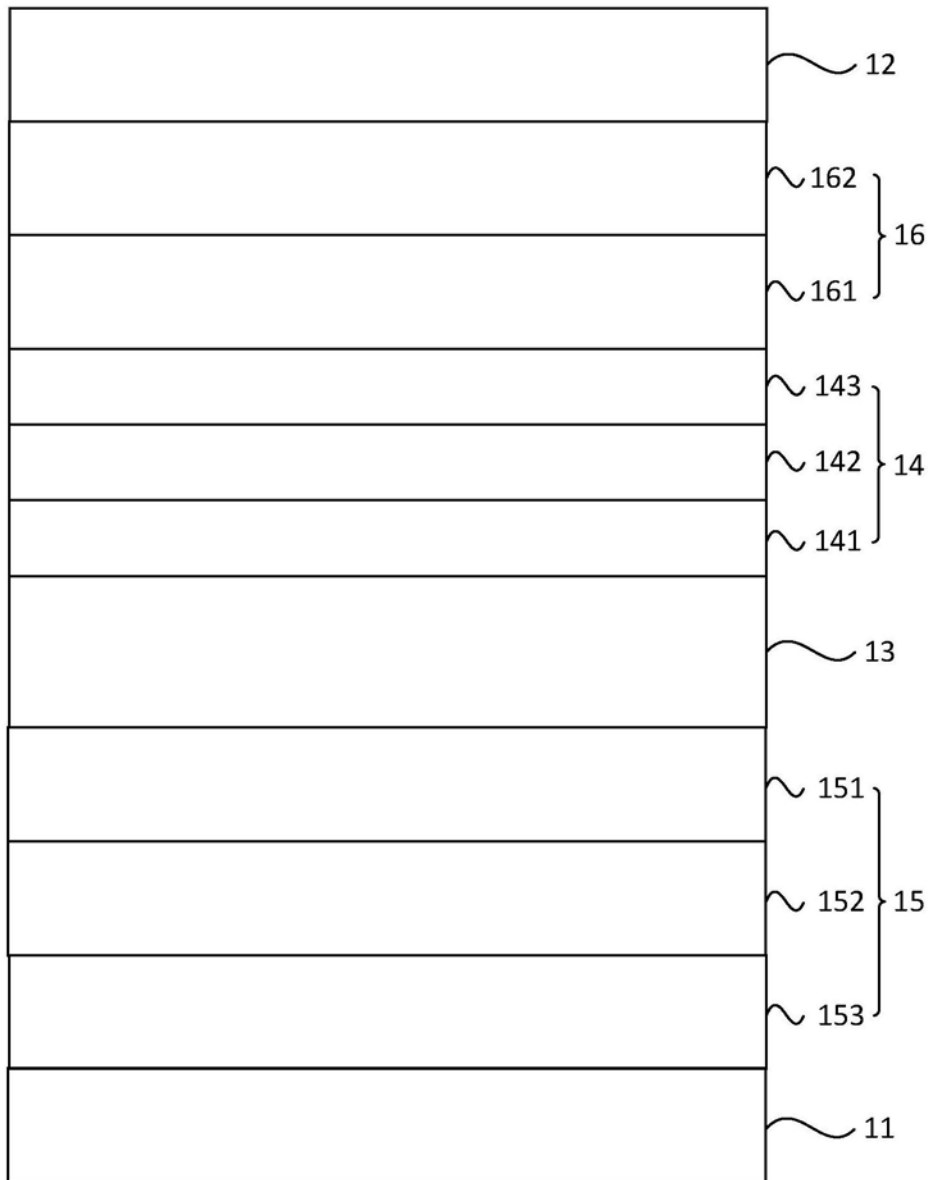


图5

10

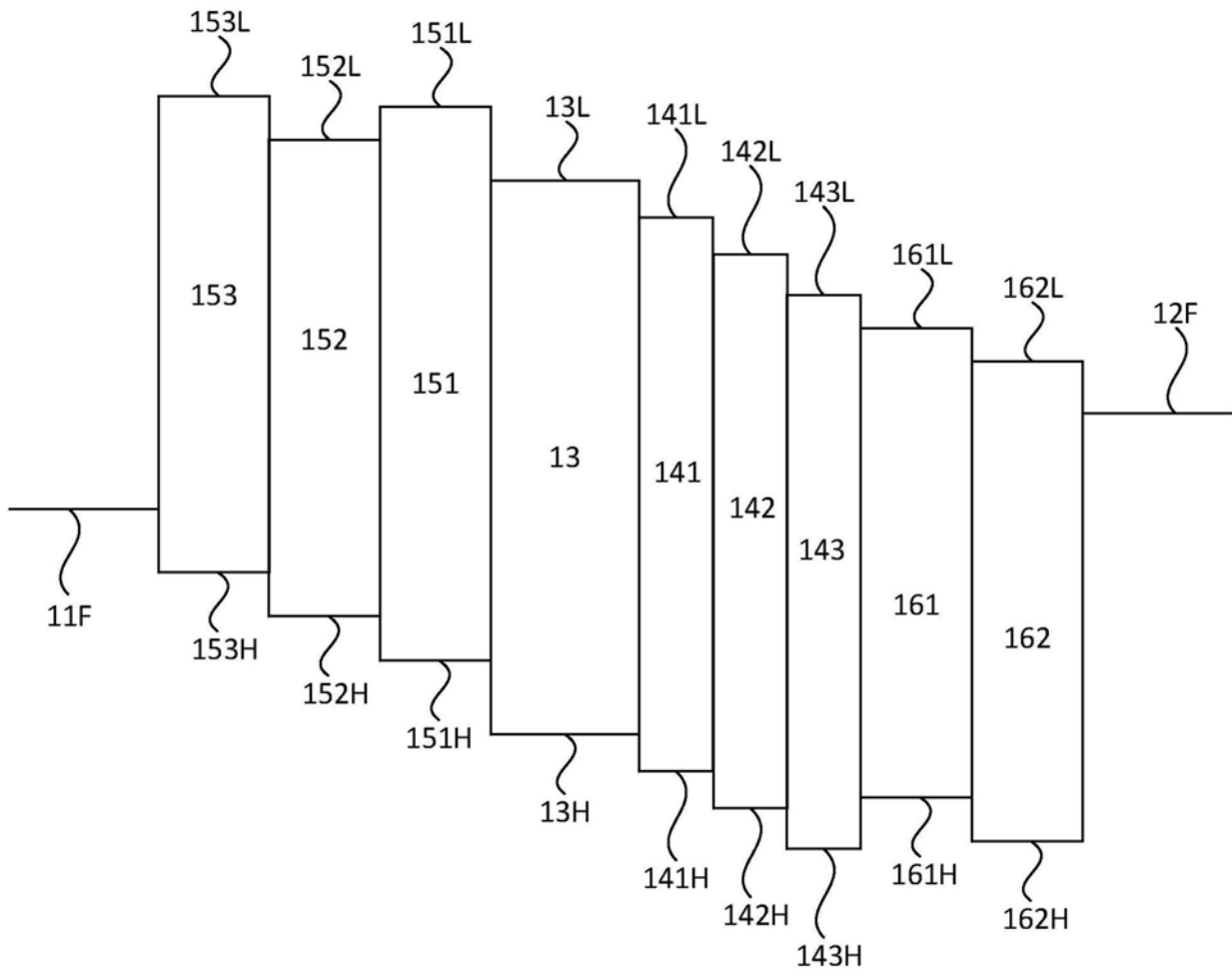


图6

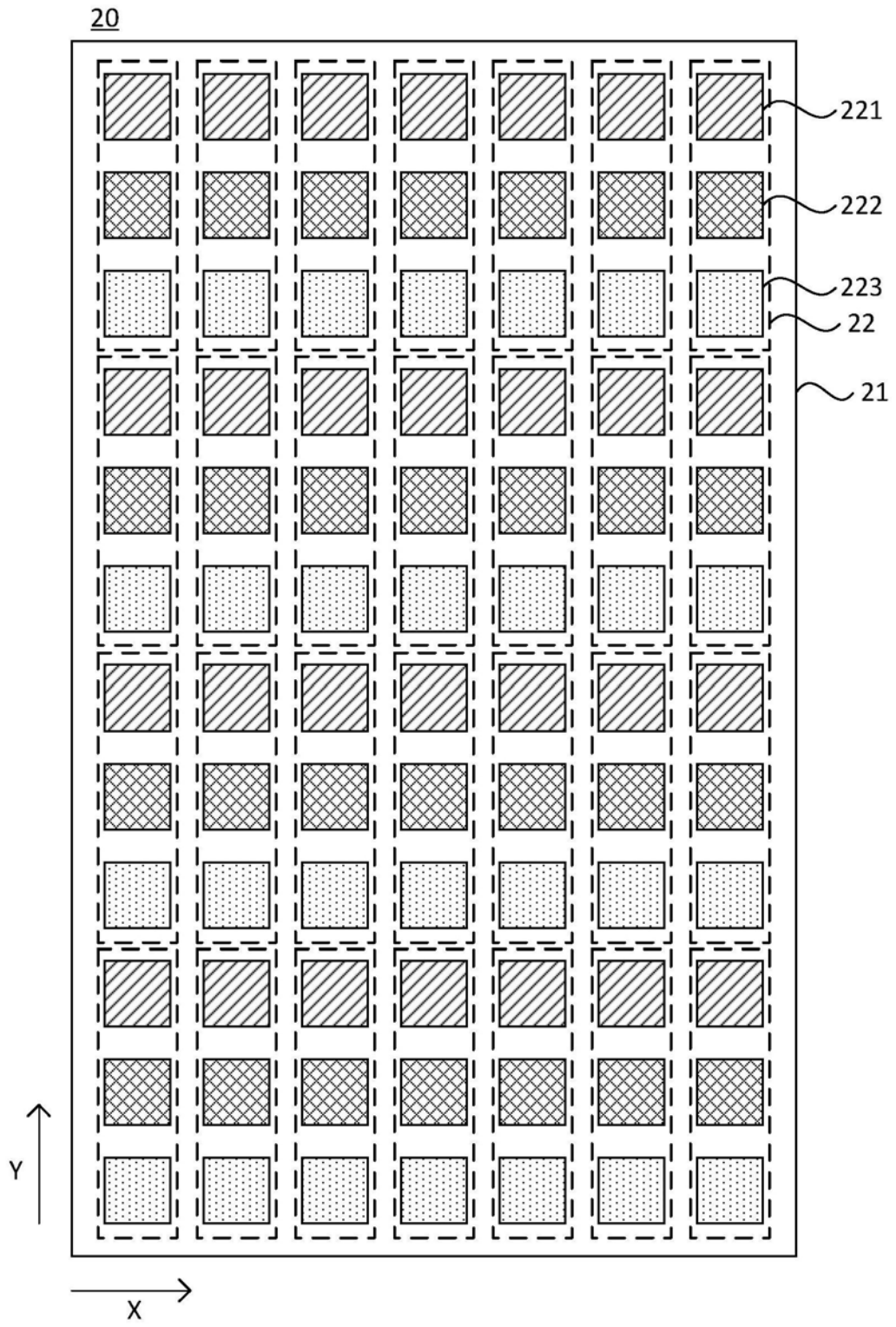


图7

专利名称(译)	一种有机发光二极管和显示面板		
公开(公告)号	CN209104191U	公开(公告)日	2019-07-12
申请号	CN201821525618.X	申请日	2018-09-18
[标]发明人	李维维 彭兆基 何麟 田景文 李田田 李梦真		
发明人	李维维 彭兆基 何麟 田景文 李田田 李梦真		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/52		
CPC分类号	H01L27/32 H01L51/50 H01L51/52		
代理人(译)	张海英		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本实用新型实施例公开了一种有机发光二极管，该有机发光二极管包括：第一电极、第二电极、发光层和空穴阻挡层；第一电极与第二电极相对设置；发光层位于第一电极与第二电极之间；空穴阻挡层位于发光层与第二电极之间；其中，空穴阻挡层包括堆叠的至少两层子空穴阻挡层，至少两层子空穴阻挡层的LUMO能级依次降低。本实用新型实施例提供的技术方案，通过设置空穴阻挡层包括堆叠的至少两层子空穴阻挡层，至少两层子空穴阻挡层的LUMO能级依次降低，有利于电子传输至发光层，且可有效阻挡空穴由发光层传输至第二电极侧，从而可提升发光层中电子和空穴的数量，使较多的电子和空穴在发光层中复合，用于发光，从而可提升有机发光二极管的发光效率和寿命。

