



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107611270 A

(43)申请公布日 2018.01.19

(21)申请号 201710681322.0

(22)申请日 2017.08.10

(71)申请人 上海天马有机发光显示技术有限公司

地址 201201 上海市浦东新区龙东大道
6111号1幢509

(72)发明人 马会会 王湘成 滨田 牛晶华

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291

代理人 黄志华

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/54(2006.01)

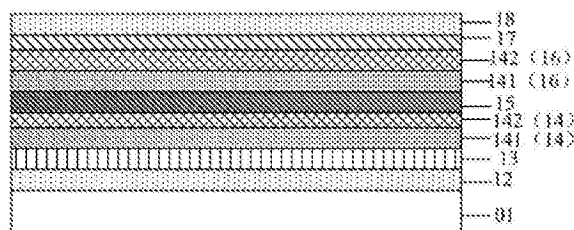
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种OLED发光器件、显示面板及显示装置

(57)摘要

本发明公开了一种OLED发光器件、显示面板及显示装置,用以降低OLED发光器件的工作电压,提高OLED发光器件的效率。所述OLED发光器件包括依次设置在透明基板之上的第一电极、第一发光层、第一电荷产生层、第二发光层、第二电荷产生层、第三发光层和第二电极,所述第一电荷产生层和第二电荷产生层中分别包括n-掺杂半导体膜层和p-掺杂半导体膜层;其中,所述第一电荷产生层和第二电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层中分别掺杂Yb金属元素,且所述第一电荷产生层中的所述Yb金属元素的体积百分比为A%,所述第二电荷产生层中的所述Yb金属元素的体积百分比为B%,且A大于B,其中,A、B分别为正数。



1. 一种OLED发光器件,所述OLED发光器件包括依次设置在透明基板之上的第一电极、第一发光层、第一电荷产生层、第二发光层、第二电荷产生层、第三发光层和第二电极,所述第一电荷产生层和第二电荷产生层中分别包括n-掺杂半导体膜层和p-掺杂半导体膜层;

其中,所述第一电荷产生层和第二电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层中分别掺杂Yb金属元素,且所述第一电荷产生层中的所述Yb金属元素的体积百分比为A%,所述第二电荷产生层中的所述Yb金属元素的体积百分比为B%,且A大于B,其中,A、B分别为正数。

2. 根据权利要求1所述的OLED发光器件,其特征在于,所述第一电极为阳极,所述第二电极为阴极。

3. 根据权利要求2所述的OLED发光器件,其特征在于, $1\% \leq A\% \leq 5\%$ 。

4. 根据权利要求3所述的OLED发光器件,其特征在于, $A\% = 3\%$ 。

5. 根据权利要求2所述的OLED发光器件,其特征在于, $0\% < B\% \leq 2\%$ 。

6. 根据权利要求5所述的OLED发光器件,其特征在于, $B\% = 1\%$ 。

7. 根据权利要求1所述的OLED发光器件,其特征在于,所述第一发光层为红光磷光发射层,所述第二发光层为绿色磷光发射层,所述第三发光层为蓝光荧光发射层。

8. 根据权利要求2所述的OLED发光器件,其特征在于,所述OLED发光器件还包括:

设置在所述第一电极和所述第一发光层之间的空穴注入层和空穴传输层;

设置在所述第三发光层与所述第二电极之间的电子传输层,且所述电子传输层中掺杂所述Yb金属元素。

9. 根据权利要求8所述的OLED发光器件,其特征在于,掺杂有Yb金属元素的n-掺杂半导体膜层或电子传输层中,距所述第二电极的距离越远掺杂Yb金属元素的体积百分比越大。

10. 一种显示面板,包括权利要求1-9任一权项所述的OLED发光器件。

11. 一种显示装置,包括权利要求10所述的显示面板。

一种OLED发光器件、显示面板及显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及OLED显示技术领域,尤其涉及一种OLED发光器件、显示面板及显示装置。

背景技术

[0002] 有机发光二极管(organic light-emitting diode,OLED)显示技术广泛的运用于手机、数码摄像机、DVD机、个人数字助理(PDA)、笔记本电脑、汽车音响和电视等领域。OLED显示器很薄很轻,而且它不使用背光,从而得到广泛应用。

[0003] 参见图1,一般地,OLED发光器件包括:透明基板01、设置在透明基板01之上的阳极02、空穴注入层(HIL)03、空穴传输层(HTL)04、白色有机发光层05、电子传输层(ETL)06、电子注入层(EIL)07和阴极08。可见,OLED器件的结构可以形成如阶梯形式的能阶状态,使分别从阳极和阴极所提供的空穴和电子,更容易传输至发光层,结合后放出光子。OLED发光器件包括白光OLED器件。其中,根据发光层的结构,将白光OLED器件结构分为多种,如包括单发光层、多掺杂发光层、多重发光层、叠层等结构。

[0004] 但是,由于OLED发光器件中有机材料的电子传导速率远小于空穴传导速率,这导致了电子和空穴在发光区中的数量不平衡,限制了激子复合效率的提高,使得制作的器件的效率还是较低,且驱动电压偏高。

发明内容

[0005] 本发明提供一种OLED发光器件、显示面板及显示装置,用以降低OLED发光器件的工作电压,提高OLED发光器件的效率。

[0006] 第一方面,本发明实施例提供了一种OLED发光器件,所述OLED发光器件包括依次设置在透明基板之上的第一电极、第一发光层、第一电荷产生层、第二发光层、第二电荷产生层、第三发光层和第二电极,所述第一电荷产生层和第二电荷产生层中分别包括n-掺杂半导体膜层和p-掺杂半导体膜层;

[0007] 其中,所述第一电荷产生层和第二电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层中分别掺杂Yb金属元素,且所述第一电荷产生层中的所述Yb金属元素的体积百分比为A%,所述第二电荷产生层中的所述Yb金属元素的体积百分比为B%,且A大于B,其中,A、B分别为正数。

[0008] 第二方面,本发明实施例还提供了一种显示面板,包括本发明实施例提供的上述任一种的OLED发光器件。

[0009] 第三方面,本发明实施例还提供了一种显示装置,包括本发明实施例提供的上述任一种的显示面板。

[0010] 本发明的有效效果如下:

[0011] 本发明实施例提供的OLED发光器件中,包括依次设置在透明基板之上的第一电极、第一发光层、第一电荷产生层、第二发光层、第二电荷产生层、第三发光层和第二电极,所述第一电荷产生层和第二电荷产生层中分别包括n-掺杂半导体膜层和p-掺杂半导体膜

层;其中,所述第一电荷产生层和第二电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层中分别掺杂Yb金属元素,且所述第一电荷产生层中的所述Yb金属元素的体积百分比为A%,所述第二电荷产生层中的所述Yb金属元素的体积百分比为B%,且A大于B,其中,A、B分别为正数。因此,本发明实施例中分别在电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层掺杂有Yb金属元素,由于Yb金属元素的电子迁移率高,从而提高了OLED发光器件的电子注入能力,同时,本发明实施例中,将靠近第二电极的第二电荷产生层的n-掺杂半导体膜层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比小于远离第二电极的第一电荷产生层的n-掺杂半导体膜层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比,从而平衡了第一电荷产生层和第二电荷产生层中电子和空穴注入能力,进一步降低了OLED发光器件的工作电压,从而提高了OLED发光器件的效率。

附图说明

- [0012] 图1为现有技术提供的一种OLED发光器件的结构示意图;
- [0013] 图2为本发明实施例提供的一种OLED发光器件的结构示意图;
- [0014] 图3为本发明实施例提供的第二种OLED发光器件的结构示意图;
- [0015] 图4为本发明实施例提供的第三种OLED发光器件的结构示意图;
- [0016] 图5为本发明实施例提供的第四种OLED发光器件的结构示意图;
- [0017] 图6为本发明实施例提供的第五种OLED发光器件的结构示意图;
- [0018] 图7为本发明实施例提供的一种显示面板的结构示意图;
- [0019] 图8为本发明实施例提供的一种显示装置的结构示意图。

具体实施方式

[0020] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0021] 本发明提供一种OLED发光器件、显示面板及显示装置,用以降低OLED发光器件的工作电压,提高OLED发光器件的效率。

[0022] 下面结合附图,对本发明实施例提供的OLED发光器件、显示面板及显示装置的具体实施方式进行详细地说明。

[0023] 附图中各膜层的厚度和形状不反映真实比例,目的只是示意说明本发明内容。

[0024] 具体地,OLED器件结构包括单发光层、多掺杂发光层、多重发光层、叠层等结构。其中,单发光层的结构如图1所示。多掺杂发光层的OLED器件,如图2所示的结构,多掺杂发光层的白光OLED器件包括:透明基板01、依次设置在透明基板01之上的阳极02、空穴注入层(HIL) 03、空穴传输层(HTL) 04、多掺杂发光层09、电子传输层(ETL) 06、电子注入层(EIL) 07和阴极08。多重发光层的OLED发光器件的结构,参见图3所示,包括:透明基板01、依次设置在透明基板01之上的阳极02、空穴注入层(HIL) 03、空穴传输层(HTL) 04、第一发光层091、第二发光层092、电子传输层(ETL) 06、电子注入层(EIL) 07和阴极08。参见图4,叠层的OLED器件包括:透明基板01、依次设置在透明基板01之上的阳极02、空穴注入层(HIL) 03、空穴传输层(HTL) 04、第一发光层091、第一电荷产生层093、第二发光层092、电子传输层(ETL) 06、电

子注入层(EIL)07和阴极08。

[0025] 单发光层的白光OLED器件,其白色有机发光层的材料很少,难以找到高效率低电压的材料;多掺杂发光层的效率很难调整到较高的水平,调整的工艺复杂;多重发光层的色稳定性不太好;叠层器件的色稳定性较好,并且制作的器件效率高寿命长。

[0026] 大部分有机材料的电子传导速率远小于空穴传导速率,使得电子和空穴在发光区中的数量不平衡,限制了激子复合效率的提高。虽然叠层器件的色稳定性较好,并且制作的器件效率高寿命长,但是由于白光OLED叠层器件中使用的材料和蒸镀的层数较多,使得制作的器件的效率还是较低,且驱动电压偏高。因此,本发明实施例中,通过提高OLED中的电子注入与传输性能,从而降低OLED发光器件的工作电压、从而提高器件的发光效率。

[0027] 需要说明的是,本发明实施例针对叠层结构的OLED发光器件中发光层之间的不同的电荷产生层中掺杂不同浓度的Yb金属元素,从而降低OLED发光器件的工作电压,提高OLED发光器件的效率。

[0028] 参见图5,本发明实施例提供一种OLED发光器件,包括:

[0029] 透明基板01;

[0030] 依次设置在透明基板01之上的第一电极12、第一发光层13、第一电荷产生层(CGL1)14、第二发光层15、第二电荷产生层(CGL2)16、第三发光层17和第二电极18,第一电荷产生层14和第二电荷产生层16中分别包括n-掺杂半导体膜层(N-dopant)141和p-掺杂半导体膜层(P-dopant)142;

[0031] 其中,第一电荷产生层14和第二电荷产生层16中的n-掺杂半导体膜层141中分别掺杂Yb金属元素,且第一电荷产生层14中的Yb金属元素的体积百分比为A%,第二电荷产生层中的Yb金属元素的体积百分比为B%,且A大于B,其中,A、B分别为正数。

[0032] 其中,A、B仅为了区分不同电荷产生层中掺杂Yb金属元素的体积百分比,且A、B的值均大于0。

[0033] 具体地,Yb金属元素的电子迁移率高,可以提高OLED发光器件的电子注入能力,同时降低器件的电压,本发明实施例中将Yb金属元素掺杂在电荷产生层的n-掺杂半导体膜层中,从而提高电荷产生层中的电子的注入能力。另外,由于第一电荷产生层和第二电荷产生层距离第二电极的距离不同,在具有电压差的作用下,第一电荷产生层和第二电荷产生层中的电子的传导速率不同,因此,为了平衡由于第一电荷产生层和第二电荷产生层距离第二电极的距离不同而使得电子传导的速率也不同的问题,本发明实施例中,将靠近第二电极的第二电荷产生层的n-掺杂半导体膜层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比小于远离第二电极的第一电荷产生层的n-掺杂半导体膜层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比,从而平衡了第一电荷产生层和第二电荷产生层中电子和空穴注入能力,进一步降低了OLED发光器件的工作电压,从而提高了OLED发光器件的效率。

[0034] 在具体实施例中,本发明实施例提供的上述OLED发光器件,第一电极12为阳极,第二电极18为阴极。具体地,第一电极为透明电极、第二电极为反射电极,或者第一电极为反射电极,第二电极为透明电极。

[0035] 在具体实施例中,本发明实施例提供的上述OLED发光器件,掺杂有Yb金属元素的n-掺杂半导体膜层或电子传输层中,距第二电极的距离越远掺杂Yb金属元素的体积百分比越大。具体地,由于第一电荷产生层和第二电荷产生层与阴极之间的距离不同,每一电荷产

生层中要求的电子注入能力也不同,因此,在靠近阴极的第二电荷产生层要求的电子注入能力较低,因此,第二电荷产生层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比比较少;远离阴极的第一电荷产生层要求电子注入能力较高,因此,第一电荷产生层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比比较大;另外,在靠近阴极的电子传输层中也可以适当的掺杂Yb金属元素,从而提高电子传输层的电子传输速率,由于电子传输层距离阴极最近,因此,电子传输层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比最小,从而使得OLED发光器件中电子注入能力和空穴平衡,提高发光效果,同时降低OLED发光器件的工作电压。

[0036] 在具体实施例中,本发明实施例提供的上述OLED发光器件,第一发光层为红色磷光发射层,第二发光层为绿色磷光发射层,第三发光层为蓝光荧光发射层。具体地,为了避免蓝光荧光发射层发射的光被较强的红光所吸收,将第三发光层设置为蓝光荧光发射层。当然,第一发光层也可以设置为蓝光荧光发射层,第三发光层设置为红光磷光发射层。在此不做具体限定。

[0037] 在具体实施例中,参见图6,本发明实施例提供的上述OLED发光器件,OLED发光器件还包括:设置在第一电极12和第一发光层13之间的空穴注入层19和空穴传输层120;设置在第三发光层17与第二电极18之间的电子传输层121,且电子传输层中掺杂Yb金属元素。

[0038] 具体地,由于电子传输层距离第二电极的距离最近,因此,电子传输层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比小于第二电荷产生层中的Yb金属元素的体积百分比。

[0039] 为了进一步说明Yb金属元素掺杂在电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层中后,对OLED发光器件的发光效果的影响,以及不同浓度的Yb金属元素对OLED发光器件的工作电压和发光效果的影响。下面通过具体数据进行举例说明。

[0040] 根据图6提供的OLED发光器件的结构中,将电子传输层、第一电荷产生层中n-掺杂半导体膜层和第二电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层中分别掺杂Yb金属元素,组成OLED发光器件1,将电子传输层、第一电荷产生层中n-掺杂半导体膜层和第二电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层中分别掺杂L1q3材料的为OLED发光器件2。

[0041] 需要说明的是,现有技术中为了降低OLED发光器件的工作电压,以及提高OLED发光器件的发光效率,在电子传输层等膜层中掺杂L1q3材料。因此,本发明实施例通过将掺杂有Yb金属元素的发光器件与掺杂有L1q3材料的发光器件进行比较。

[0042] 参见表1,Yb金属元素掺杂在电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层,以及电子传输层中后,对OLED发光器件的发光效果以及工作电压的影响。

[0043] 表1

[0044]

器件种类	工作电压 (V)	发光效率 (EQE %)
OLED发光器件1	7.21	11.59
OLED发光器件2	8.65	10.01

[0045] 通过表1的试验数据,可以看出,Yb金属元素的掺入有效的降低了OLED发光器件的工作电压,且提高了OLED发光器件的发光效率。

[0046] 再如,参见表2所示,在OLED发光器件1中的掺杂不同体积百分别的Yb金属元素之后,对OLED发光器件的工作电压以及发光效果的影响。

[0047] 表2

	第一电荷产生层和第二电荷产生层中掺杂 Yb 的体积百分比	工作电压 (V)	发光效率 (EQE%)
[0048]	A=3%, B=1%	7.21	11.59
	A=1%, B=1%	7.25	11.02
	A=5%, B=2%	7.18	10.25
	A=3%, B=2%	7.20	10.53
[0049]	A=8%, B=1%	7.16	7.08
	A=5%, B=3%	7.17	7.21
	A=0.5%, B=1%	7.98	6.85

[0050] 通过表2经过多次试验得到的数据可见,第一电荷产生层CGL1中Yb掺杂体积百分比在1%-5%时,OLED发光器件工作电压在7.18V-7.25V,发光效率在10.25%-11.59%;Yb掺杂体积百分比减小到0.5%时,OLED发光器件工作电压增加到7.98V,发光效率降低到6.85%;Yb掺杂体积百分比增加到8%时,OLED发光器件工作电压降低到7.16V,变化不大,但发光效率降低到7.08%。第二电荷产生层CGL2中Yb掺杂体积百分比 $\leq 2\%$ 时,OLED发光器件工作电压在7.21V左右,变化不大,发光效率大于10.53%;Yb掺杂体积百分比增加到3%时,OLED发光器件工作电压降低到7.17(V),变化不大,但发光效率降低到7.21%。

[0051] 由此可见,在对OLED发光器件中的电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层中掺杂Yb金属元素时,Yb金属元素掺杂的太少,其降低电压的作用小,电子注入能力的提高受限,发光效率提高幅度小。当第一电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层中掺杂的Yb金属元素掺杂到一定程度时,其降低发光器件的工作电压的作用达到最大,当继续增加Yb金属元素的体积百分比,其电子注入能力继续增强,在空穴能力不变的情况下,发光器件的发光效率反而下降;同理,第二电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层中掺杂的Yb金属元素掺杂到一定程度时,其降低发光器件的工作电压的作用达到最大,当继续增加Yb金属元素的体积百分比,其电子注入能力继续增强,在空穴能力不变的情况下,发光器件的发光效率反而下降。同时,由于第一电荷产生层和第二电荷产生层距离阴极的距离不同,对电子注入能力的要求不同,因此,第一电荷产生层和第二电荷产生层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比也不同。

[0052] 在具体实施例中,本发明实施例提供的上述OLED发光器件,第一电荷产生层14中的n-掺杂半导体膜层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比的范围为 $1\% \leq A\% \leq 5\%$ 。较佳地,第一电荷产生层14中的n-掺杂半导体膜层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比为3%。

[0053] 在具体实施例中,本发明实施例提供的上述OLED发光器件,第二电荷产生层16中的n-掺杂半导体膜层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比的范围为 $0\% < B\% \leq 2\%$ 。较佳地,

第二电荷产生层16中的n-掺杂半导体膜层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比为1%。

[0054] 需要说明的是,本发明实施例中仅是针对具体结构OLED发光器件进行试验得到的掺杂范围,根据不同类型以及不同结构的OLED发光器件中,不同电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比也许不同,但是只要是根据电荷产生层距阴极的距离的不同,掺杂在电荷产生层中的Yb金属元素的体积百分比不同的发明思想,均属于本发明的保护范围。

[0055] 综上,本发明实施例中主要是将Yb掺杂到ETL中与(HIL+P-dopant)形成P-i-N结构,作为叠层之间的电荷产生层,可以降低空穴和电子的注入能障的作用,从而有利于降低OLED发光器件的工作电压。具体地,第一电荷产生层和第二电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层中分别掺杂Yb金属元素,且第一电荷产生层中的Yb金属元素的体积百分比为A%,第二电荷产生层中的Yb金属元素的体积百分比为B%,且A大于B。可见,由于第一电荷产生层和第二电荷产生层靠近第二电极的距离不同,对电子注入能力的要求不同,所以Yb最佳的掺杂比不同。

[0056] 基于同一发明思想,本发明实施例还提供了一种显示面板,本发明实施例提供的上述任一种的OLED发光器件。具体地,参见图7,显示面板包括对盒设置的第一基板71和第二基板72,设置在第一基板71面向第二基板72一侧的呈阵列排布的OLED发光器件73,以及覆盖OLED发光器件的封装层74,用于封装第一基板71和第二基板72的封框胶75。其中,OLED发光器件73为本发明实施例提供的上述任一种的OLED发光器件。

[0057] 基于同一发明思想,本发明实施例还提供了一种显示装置,包括本发明实施例提供的上述任一种的显示面板。如,参见图8,本发明实施例提供的一种显示装置平板电脑的结构示意图。

[0058] 本发明实施例中的显示装置可以为:手机、平板电脑、笔记本电脑、数码相框、导航仪等任何具有显示功能的产品或部件。该显示装置的实施可以参见上述显示面板的实施例,重复之处不再赘述。

[0059] 综上所述,本发明实施例提供的OLED发光器件中,包括依次设置在透明基板之上的第一电极、第一发光层、第一电荷产生层、第二发光层、第二电荷产生层、第三发光层和第二电极,第一电荷产生层和第二电荷产生层中分别包括n-掺杂半导体膜层和p-掺杂半导体膜层;其中,第一电荷产生层和第二电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层中分别掺杂Yb金属元素,且第一电荷产生层中的Yb金属元素的体积百分比为A%,第二电荷产生层中的Yb金属元素的体积百分比为B%,且A大于B,其中,A、B分别为正数。因此,本发明实施例中分别在电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层掺杂有Yb金属元素,由于Yb金属元素的电子迁移率高,从而提高了OLED发光器件的电子注入能力,同时,本发明实施例中,将靠近第二电极的第二电荷产生层的n-掺杂半导体膜层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比小于远离第二电极的第一电荷产生层的n-掺杂半导体膜层中掺杂的Yb金属元素的体积百分比,从而平衡了第一电荷产生层和第二电荷产生层中电子和空穴注入能力,进一步降低了OLED发光器件的工作电压,从而提高了OLED发光器件的效率。

[0060] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

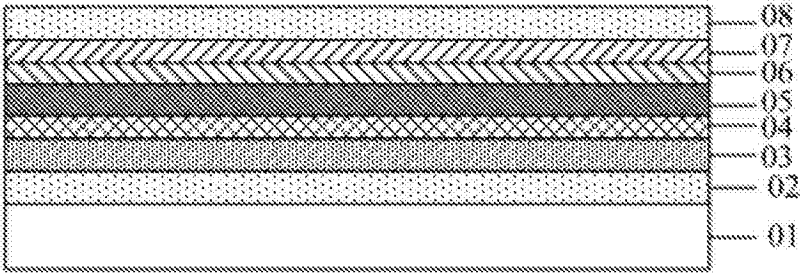


图1

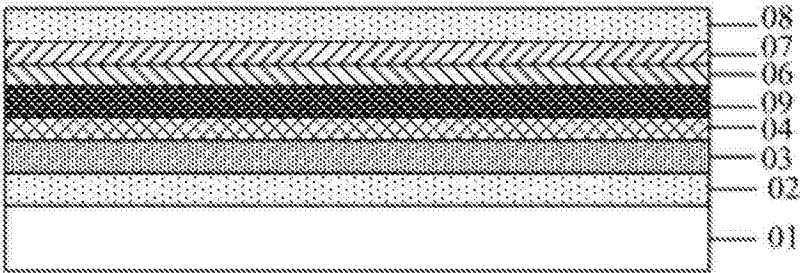


图2

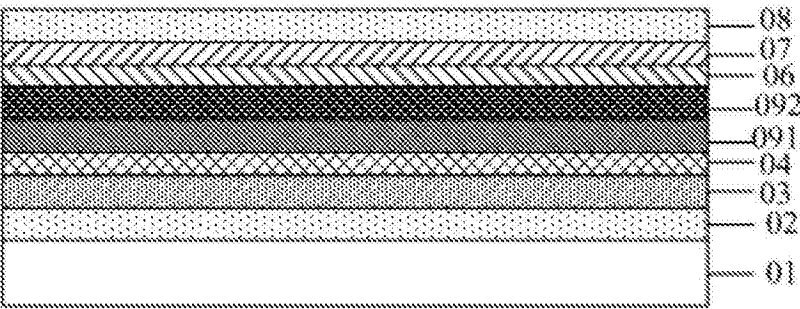


图3

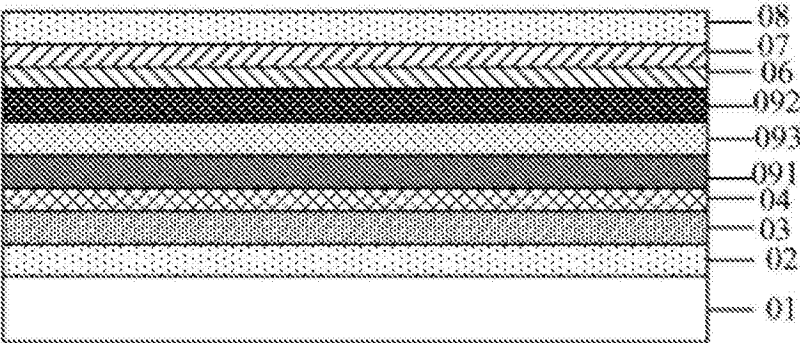


图4

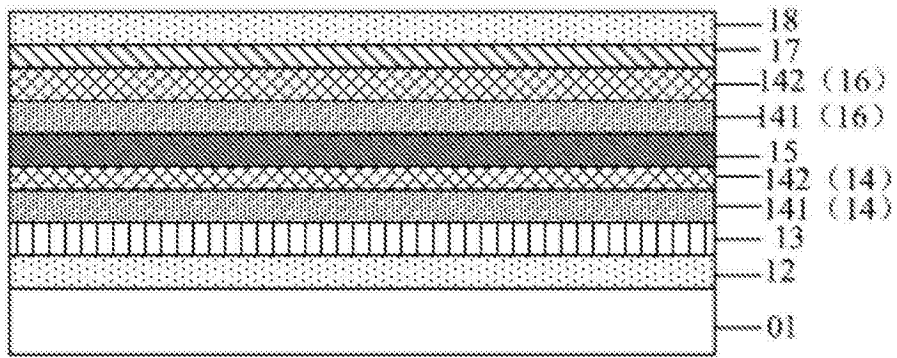


图5

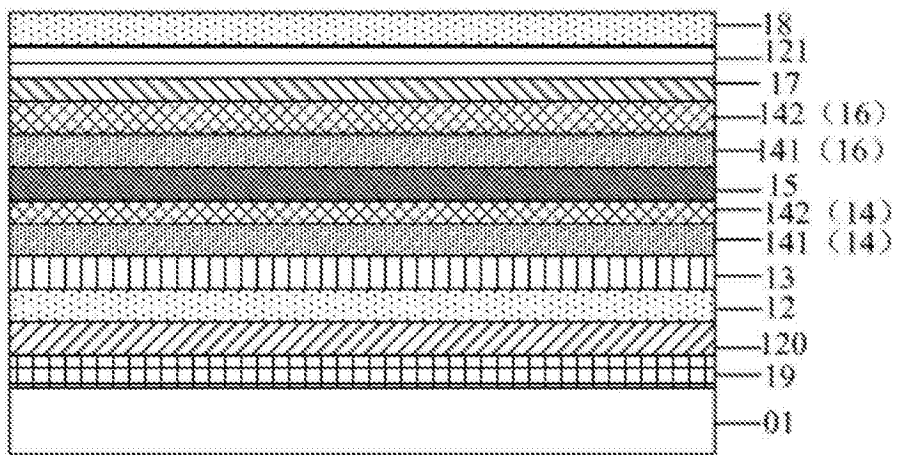


图6

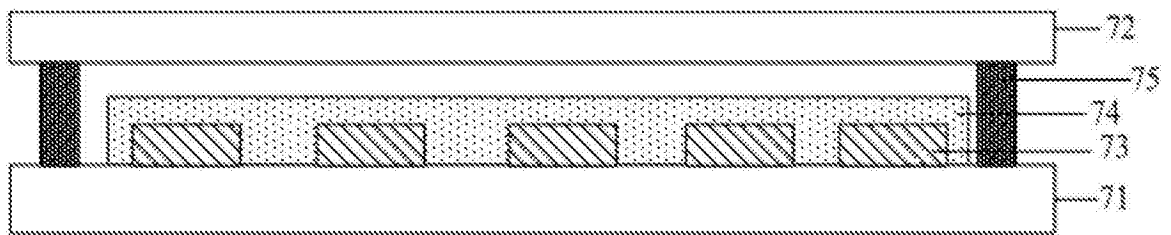


图7



图8

专利名称(译)	一种OLED发光器件、显示面板及显示装置		
公开(公告)号	CN107611270A	公开(公告)日	2018-01-19
申请号	CN2017110681322.0	申请日	2017-08-10
[标]申请(专利权)人(译)	上海天马有机发光显示技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	上海天马有机发光显示技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	上海天马有机发光显示技术有限公司		
[标]发明人	马会会 王湘成 滨田 牛晶华		
发明人	马会会 王湘成 滨田 牛晶华		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/54		
代理人(译)	黄志华		
其他公开文献	CN107611270B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种OLED发光器件、显示面板及显示装置，用以降低OLED发光器件的工作电压，提高OLED发光器件的效率。所述OLED发光器件包括依次设置在透明基板之上的第一电极、第一发光层、第一电荷产生层、第二发光层、第二电荷产生层、第三发光层和第二电极，所述第一电荷产生层和第二电荷产生层中分别包括n-掺杂半导体膜层和p-掺杂半导体膜层；其中，所述第一电荷产生层和第二电荷产生层中的n-掺杂半导体膜层中分别掺杂Yb金属元素，且所述第一电荷产生层中的所述Yb金属元素的体积百分比为A%，所述第二电荷产生层中的所述Yb金属元素的体积百分比为B%，且A大于B，其中，A、B分别为正数。

