(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104319353 B
(45)授权公告日 2016.07.06

(21)申请号 201410643039.5

(22)申请日 2014.11.07

(73)专利权人 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
专利权人 鄂尔多斯市源盛光电有限责任公司

(72)发明人 白娟娟 吴海东 金泰逵

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
代理人 许静 黄灿

(51)Int.Cl.
H01L 51/52(2006.01)
H01L 51/54(2006.01)
H01L 51/56(2006.01)
H01L 27/32(2006.01)

(56)对比文件
CN 103633246 A,2014.03.12, 全文.
CN 204257709 U,2015.04.08, 权利要求1-14.
苏跃举. 有机电致发光蓝光器件的结构设计与性能提高的研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2012,(第10期), 全文.
汪津 等. 利用DPVBi插层提高蓝色荧光有机电致发光器件的效率.《物理学报》.2011, 第60卷(第10期), 全文.
白娟娟. 蓝色有机电致发光器件的结构改善与性能提高的研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2014,(第08期), 第14-23页.
王丽 等. 插入电荷控制层对蓝色OLED发光性能的提高.《发光学报》.2014, 第35卷(第1期), 全文.

审查员 徐颖

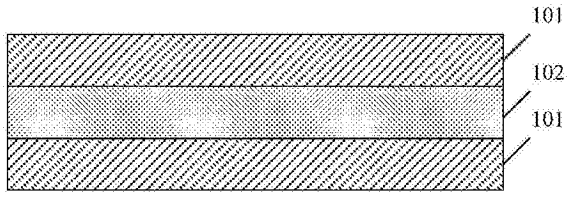
权利要求书1页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

单色OLED、制作方法及OLED显示面板

(57)摘要

本发明公开了一种单色OLED、制作方法及OLED显示面板,提高OLED的性能。本发明实施例的单色OLED,包括一发光层,其中,所述发光层包括:至少一个发光子层;以及至少一个与所述发光子层相邻的用于使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内的载流子控制层。本发明提高了单色OLED的发光性能。



CN 104319353 B

1.一种单色OLED,包括一发光层,其特征在于,所述发光层包括:

至少一个发光子层;以及

至少一个与所述发光子层相邻的用于使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内的载流子控制层;

所述载流子控制层的数量为2层,且载流子控制层和发光子层间隔设置;

所述载流子控制层由BAlq形成,所述发光子层由DPVBi形成。

2.根据权利要求1所述的单色OLED,其特征在于,所述浓度比例的预定区间为1.5:1～1:1.5。

3.根据权利要求1所述的单色OLED,其特征在于,所述载流子的浓度比例根据发光子层的层厚度、载流子控制层的层厚度以及发光子层与载流子控制层的间隔方式设置。

4.一种单色OLED的制作方法,包括形成发光层的步骤,其特征在于,所述形成发光层的步骤中具体包括:

形成至少一个发光子层;以及

形成至少一个与所述发光子层相邻的用于使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内的载流子控制层;

所述载流子控制层的数量为2层,且载流子控制层和发光子层间隔设置;

所述载流子控制层由BAlq形成,所述发光子层由DPVBi形成。

5.根据权利要求4所述的单色OLED的制作方法,其特征在于,所述浓度比例的预定区间为1.5:1～1:1.5。

6.一种OLED显示面板,其特征在于,包括权利要求1-3中任意一项所述的单色OLED。

单色OLED、制作方法及OLED 显示面板

技术领域

[0001] 本发明涉及OLED(Organic Light Emitting Diode,有机发光二极管)技术,特别是一种单色OLED、制作方法及OLED显示面板。

背景技术

[0002] OLED由于其可实现高效低压、柔性化、面发光等优势而在平板显示与照明领域显示了广阔的应用前景。

[0003] 不管是应用于何种形式,高效稳定的白光显得尤为重要。白光的获得可以是红、蓝、绿三基色或蓝与橙两种补偿光组合而成。因此,在白色OLED产业化的进程中,高效稳定的单色光发挥着不可替代的作用。

[0004] 对于磷光掺杂发光系统而言,由于各种缺陷使得其应用收到很大的限制,因此现在越来越多的OLED采用单色荧光材料作为发光层。

[0005] 而影响OLED性能的重要因素包括:发光层中载流子浓度的差异以及发光层中有效的激子复合区域。载流子包括电子和空穴,当发光层中电子和空穴的浓度差距越大,则OLED性能的越差。同样,电子和空穴需要在发光层中复合形成激子才能实现发光,发光层中有效的激子复合区域越小,则能够复合形成激子的电子和空穴就越少,则OLED性能的越差。

[0006] 现有技术中通过设置载流子传输层、载流子阻挡层、改变用作发光层的主客体掺杂材料等方式来提高发光层中载流子浓度的平衡性,但这些方式都难以达到令人满意的效果。如采用主客体掺杂材料作为发光层时,由于难以实现非常精确的掺杂比例,因此导致无法实现载流子浓度的平衡。又如载流子传输层、载流子阻挡层等虽然制作比较简单,但在器件亮度、效率等光电特性方面又会带来一定的损失。

[0007] 因此,现有技术生产的OLED还存在性能无法满足需求的缺陷。

发明内容

[0008] 本发明实施例的目的在于提供一种单色OLED、制作方法及OLED显示面板,提高OLED的性能。

[0009] 为了实现上述目的,本发明实施例提供了一种单色OLED,包括一发光层,其中,所述发光层包括:

[0010] 至少一个发光子层;以及

[0011] 至少一个与所述发光子层相邻的用于使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内的载流子控制层。

[0012] 上述的单色OLED,其中,所述浓度比例的预定区间为1.5:1～1:1.5。

[0013] 上述的单色OLED,其中,所述载流子控制层的数量为1层或2层。

[0014] 上述的单色OLED,其中,形成所述载流子控制层的第二材料和形成所述发光子层的第一材料具有相反的极性,以使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内。

[0015] 上述的单色OLED，其中，所述第一材料为偏空穴传输型材料时，所述第二材料为偏电子传输型材料，所述第一材料为偏电子传输型材料时，所述第二材料为偏空穴传输型材料。

[0016] 上述的单色OLED，其中，所述载流子的浓度比例根据发光子层的层厚度、载流子控制层的层厚度以及发光子层与载流子控制层的间隔方式设置。

[0017] 上述的单色OLED，其中，所述第一材料和第二材料的HOMO与LUMO满足预定关系，以形成用于使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内的载流子控制电场。

[0018] 上述的单色OLED，其中，当发光材料为偏空穴传输型时，第一材料与第二材料的HOMO能级差>＝0.5eV，LUMO能级差应<＝0.4Ev；当发光材料为偏电子传输型时，第一材料与第二材料的HOMO能级差<＝0.5eV，LUMO能级差应>＝0.1eV。

[0019] 上述的单色OLED，其中，形成所述载流子控制层的第二材料的吸收光谱和形成所述发光子层的第一材料的发光光谱不重叠。

[0020] 上述的单色OLED，其中，形成所述发光子层的第一材料为蓝色荧光染料。

[0021] 上述的单色OLED，其中，所述蓝色荧光染料为蒽衍生物、芘衍生物、芘 衍生物或芴衍生物。

[0022] 上述的单色OLED，其中，所述蓝色荧光染料为DSA-ph、BCzVBi、1,4,7,10-四叔丁基二萘嵌苯、DPVBl、N-BDAVBi或BDAVBi。

[0023] 上述的单色OLED，其中，所述单色OLED具体包括：

[0024] ITO层；

[0025] NPB形成的空穴传输层；

[0026] DPVBi形成的至少一个发光子层；

[0027] DSA-Ph形成的至少一个载流子控制层；

[0028] BPhen(30nm)形成的电子传输层；

[0029] LiF(0.6nm)形成的电子注入层；以及

[0030] Al形成的阴极；

[0031] 或者所述单色OLED具体包括：

[0032] ITO层；

[0033] NPB形成的空穴传输层；

[0034] DNCA形成的至少一个发光子层；

[0035] Alq_3形成的载流子控制层；

[0036] BPhen形成的电子传输层；

[0037] LiF形成的电子注入层；以及

[0038] Al(120nm)形成的阴极；

[0039] 或者所述单色OLED具体包括：

[0040] ITO层；

[0041] NPB形成的空穴传输层；

[0042] DPVBi形成的至少一个发光子层；

[0043] BAlq形成的至少一个载流子控制层；

[0044] BPhen形成的电子传输层；

[0045] LiF形成的电子注入层；以及

[0046] Al形成的阴极。

[0047] 为了实现上述目的，本发明实施例还提供了一种单色OLED的制作方法，包括形成发光层的步骤，所述形成发光层的步骤中具体包括：

[0048] 形成至少一个发光子层；以及

[0049] 形成至少一个与所述发光子层相邻的用于使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内的载流子控制层。

[0050] 上述的单色OLED的制作方法，其中，所述浓度比例的预定区间为1.5:1～1:1.5。

[0051] 上述的单色OLED的制作方法，其中，形成所述载流子控制层的第二材料和形成所述发光子层的第一材料具有相反的极性，以使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内。

[0052] 上述的单色OLED的制作方法，其中，所述第一材料和第二材料的HOMO与LUMO满足预定关系，以形成用于使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内的载流子控制电场。

[0053] 上述的单色OLED的制作方法，其中，当发光材料为偏空穴传输型时，第一材料与第二材料的HOMO能级差>＝0.5eV，LUMO能级差应<＝0.4Ev；当发光材料为偏电子传输型时，第一材料与第二材料的HOMO能级差<＝0.5eV，LUMO能级差应>＝0.1eV。

[0054] 上述的单色OLED的制作方法，其中，形成所述载流子控制层的第二材料的吸收光谱和形成所述发光子层的第一材料的发光光谱不重叠。

[0055] 为了实现上述目的，本发明实施例还提供了一种包括上述单色OLED的OLED显示面板。

[0056] 本发明实施例针对现有技术制作的单色OLED中存在的性能较差的问题，通过在发光层增加载流子控制层来控制发光层内不同极性的载流子的浓度比例，提高了OLED的性能。

附图说明

[0057] 图1a-图1f表示本发明实施例的单色OLED中发光层的结构示意图；

[0058] 图2表示发光子层和载流子控制层之间形成的势垒的示意图；

[0059] 图3表示本发明实施例的单色OLED的制作方法的流程示意图；

[0060] 图4a-图6为本发明实施例的实验结果示意图。

具体实施方式

[0061] 本发明实施例针对现有技术制作的单色OLED中存在的性能较差的问题，通过在发光层增加载流子控制层来控制发光层内不同极性的载流子的浓度比例，以提高OLED的性能。

[0062] 本发明实施例的单色OLED，包括一发光层，如图1a-图1f所示，所述发光层包括：

[0063] 至少一个发光子层101；以及

[0064] 至少一个与所述发光子层相邻的用于使得所述发光层内的不同极性的载流子的

浓度比例位于预定区间内的载流子控制层102。

[0065] 从图1a-图1f可以发现，本发明具体实施例中，发光子层的数量和载流子控制层的数量可以相等，也可以是发光子层的数量多一个，还可以是发光子层的数量少一个。而所有的这些情况都能够实现使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内的功能，这将在后面进行理论说明和实际的仿真说明。

[0066] 空穴和电子的产生都需要一定的能量，而OLED产生的光来自于电子空穴对复合形成的激子，当空穴浓度和电子浓度不同时，则部分空穴或电子无法结合形成激子，则这部分多余的空穴或电子无法复合形成激子的载流子，造成了载流子的流失，降低了载流子的利用率，不利于OLED性能的提高。

[0067] 因此，从理想情况而言，当发光层内电子浓度和空穴浓度相同时，则OLED的性能最高，但考虑到保证发光层内电子浓度和空穴浓度相同需要非常高的工艺精度，因此，在本发明的具体实施例中，只需要通过增加载流子控制层，使得发光层内的电子浓度和空穴浓度的比例在1.5:1～1:1.5之间，即可满足实际产品的需求。

[0068] 本发明实施例的单色OLED能够使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间，因此能够提高OLED的性能，对此解释如下。

[0069] 激子是电子与空穴在具有发光特性的物质中形成的不稳定的电子-空穴对，最后以光或热的形式释放能量而回到稳定的基态。而激子回到稳定基态的形式与激子浓度密切相关。如果复合形成激子的区域过窄，将会导致激子在很窄的复合区域中浓度过大，而激子浓度过大将会导致激子的淬灭，即激子以热能的 方式而不是以光能的方式回到基态，会降低了OLED的性能。而本发明具体实施例中，由于载流子控制层的增加，增加了激子的复合区域，降低了复合区域内的激子浓度，因此减少了激子淬灭情况(即激子以热能方式回到基态)的发生，提高了激子以光能方式回到基态的比例，提高了OLED的性能。

[0070] 现有技术中采用主客体掺杂材料作为发光层时，难以实现非常精确的掺杂比例，因此导致无法实现载流子浓度的平衡。而本发明实施例的方法，从制作工艺来看，采用多层顺序蒸镀即可实现，而蒸镀可以实现非常精确的尺寸控制，其相较于主客体掺杂的掺杂比例控制更加容易实现，重复性也较好，因此能够以相对比较简单和成本较低的工艺流程实现精确的载流子浓度平衡。

[0071] 在本发明的具体实施例中，该载流子控制层可以通过多种方式实现，下面就几种可能的实现方式说明如下，但不应当作为对本发明保护范围的限定。

[0072] 方式一

[0073] 在方式一中，实现形成所述载流子控制层的第二材料和形成所述发光子层的第一材料具有相反的极性，以使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内。

[0074] 在物理学中，载流子(Charge Carrier)指可以自由移动的带有电荷的物质微粒，在半导体中，电子和空穴成为载流子。

[0075] 有机电荷传输材料是一类当有载流子(电子或空穴)注入时，在电场作用下可以实现载流子的定向有序的可控迁移从而达到传输电荷的有机半导体材料，其包括偏空穴传输型(P型)材料和偏电子传输型(N型)材料两类。如形成所述发光子层的偏空穴传输型的材料包括：

[0076] DSA-ph(1,4-二[4-(N,N-二苯基)氨基]苯乙烯基苯);

[0077] DNCA(N6,N6,N12,N12-tetrap-tolylchrysene-6,12-diamine,偏甲苯屈);

[0078] BDAVBi(4,4'-双[4-(二苯基氨基)苯乙烯基]联苯);以及

[0079] N-BDAVBi等。

[0080] 如形成所述发光子层的偏电子传输型的材料包括:

[0081] Alq_3(三(8-羟基喹啉)铝);

[0082] ADN(9,10-二(2-萘基)蒽);

[0083] TBPe(1,4,7,10-四叔丁基二萘嵌苯);以及

[0084] DPVBi([4,4′-(2,2-苯乙烯基)-1,1′-联苯])等。

[0085] 当发光子层采用单极性材料时,假定其传输极性为第一极性(可以是N型,也可以是P型),在本发明的具体实施例中,为了控制发光层内的不同极性的载流子的浓度比例,引入载流子控制层,由于其材料的传输极性与发光子层所采用的材料的传输极性相反,由于二者之间的相反极性,因此能够通过控制二者之间的厚度差距以及间隔设置来控制发光层中的载流子的浓度比例。

[0086] 例如,当发光层中的载流子的浓度比例达不到要求时,如需要提高发光层内电子的浓度比例时,则可以通过增加偏N型材料的厚度或者降低偏P型材料的厚度来提高发光层内电子的浓度比例,而需要提高发光层内空穴的浓度比例时,则可以通过增加偏P型材料的厚度或者降低偏N型材料的厚度来提高发光层内电子的浓度比例。

[0087] 也就是说,本发明实施例中,所述第一材料为偏空穴传输型材料时,所述第二材料为偏电子传输型材料,所述第一材料为偏电子传输型材料时,所述第二材料为偏空穴传输型材料,进而通过控制第一材料和第二材料形成的层状结构的层厚度和层间隔方式来控制发光层中的载流子的浓度比例,即所述载流子的浓度比例根据发光子层的层厚度、载流子控制层的层厚度以及发光子层与载流子控制层的间隔方式设置。

[0088] 方式二

[0089] 在方式二中,通过对材料的选择,在发光层中形成一定的势垒,阻挡部分载流子继续深入到发光层内部,从而使得无法继续进入发光层内部的载流子在发光层中累积,形成一载流子控制电场,进而通过该载流子控制电场来控制所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例。

[0090] 形成上述的载流子控制电场可以通过第一材料和第二材料的最高占据分子轨道HOMO与最低未占据空轨道LUMO来实现。

[0091] 两种材料最高占据分子轨道HOMO能级差会影响空穴的注入,而最低未占据空轨道LUMO能级差则会影响电子的注入,HOMO能级差越大,则阻挡空穴的能力越强,而LUMO能级差越大,则阻挡电子的能力越强。

[0092] 因此,当需要提高发光层内电子的浓度时,则可以选用LUMO能级与发光层材料的LUMO能级差距更小的材料作为载流子控制层,以减小LUMO能 级差,加强电子的注入,提高发光层内电子的浓度。

[0093] 而当需要提高发光层内空穴的浓度时,则可以选用HOMO能级与发光层材料的HOMO能级差距更小的材料作为载流子控制层,以减小HOMO能级差,加强空穴的注入,提高发光层内空穴的浓度。

[0094] 对此举例说明如下。

[0095] 如图2所示，为DNCA(N6,N6,N12,N12-tetrap-tolylchrysene-6,12-diamine，偏甲苯屈)和BPhen(4,7-二苯基-1,10-邻二氮杂菲)的HOMO和LUMO的示意图。从图2中可以发现，DNCA的HOMO能级为-2.6eV，LUMO能级为-5.2eV，而Bphen的HOMO能级为-2.9eV，LUMO能级为-6.4eV，因此DNCA和Bphen之间的HOMO能级差只有0.3eV，即DNCA的HOMO能级(-2.6eV)与Bphen的HOMO能级(-2.9eV)的差值，相对较小，因此大量空穴能够克服上述的0.3eV的能级差在DNCA中传输并到达DNCA与Bphen的交界处。而对于电子而言，如果其需要穿过DNCA传并输到Bphen，则需要克服的LUMO能级差为1.2eV，即DNCA的LUMO能级(-5.2eV)与Bphen的LUMO能级(-6.4eV)的差值)，这对于电子而言是非常大的能级差，很难克服，因此实现了电子的阻挡。

[0096] 在本发明的具体实施例中，为了保证电子和空穴的浓度比例位于1.5:1～1:1.5之间，当发光材料为偏空穴传输型时，第一材料与第二材料的HOMO能级差>＝0.5eV，LUMO能级差应<＝0.4Ev；当发光材料为偏电子传输型时，第一材料与第二材料的HOMO能级差<＝0.5eV，LUMO能级差应>＝0.1eV。也就是说，本发明实施例中，通过选择HOMO与LUMO满足一定关系的不同材料，即可在发光层内形成吸引或阻挡载流子的势垒，进而影响发光层内的不同极性的载流子的浓度比例。

[0097] 至于采样何种材料来满足发光层内的不同极性的载流子的浓度比例可以通过不断的实验得到。

[0098] 应当理解的是，上述的两种方式并不冲突，二者可以结合使用。

[0099] 在本发明的具体实施例中，发光主要是由第一材料来实现，而由于增加了载流子控制层，为了使得本发明实施例增加的载流子控制层不对发光层产生的光线造成影响，一种较佳的实现方式是保证形成所述载流子控制层的第二材料 的吸收光谱和形成所述发光子层的第一材料的发光光谱不重叠。

[0100] 通过吸收光谱的控制，使得第一材料发出的光线不至于被第二材料吸收，因此本发明实施例不会降低单色OLED的发光效率。

[0101] 本发明具体实施例的单色OLED可以为各种颜色的荧光OLED，其中一种较佳的实现方式中，单色OLED为蓝光OLED，形成所述发光子层的第一材料为蓝色荧光染料。

[0102] 所述蓝色荧光染料可以为蒽衍生物、芘衍生物、芘衍生物或芴衍生物。

[0103] 所述蓝色荧光染料还可以是：DSA-ph(1,4-二[4-(N,N-二苯基)氨基]苯乙烯基苯)、BCzVBi(4,4'-双(9-乙基-3-咔唑乙烯基)-1,1'-联苯)、TBPe(1,4,7,10-四叔丁基二萘嵌苯)、DPVBi([4,4′-(2,2-苯乙烯基)-1,1′-联苯])、BDAVBi(4,4'-双[4-(二苯基氨基)苯乙烯基]联苯)或N-BDAVBi。本发明实施例还提供了一种单色OLED的制作方法，包括形成发光层的步骤，如图3所示，所述形成发光层的步骤中具体包括：

[0104] 步骤301，形成至少一个发光子层；以及

[0105] 步骤302，形成至少一个与所述发光子层相邻的用于使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内的载流子控制层。

[0106] 控制不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间可以通过如下两种方式实现：

[0107] 形成所述载流子控制层的第二材料和形成所述发光子层的第一材料具有相反的极性，以使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内。以及

[0108] 所述第一材料和第二材料的HOMO与LUMO满足预定关系，以形成用于使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内的载流子控制电场。

[0109] 在制作整个LED的过程中，首先根据设计的掩膜版，将ITO层刻蚀成需要的图案，然后依次用有机溶剂、臭氧等对其基板进行清洗与处理。接着将ITO基板放入真空镀膜机内，当腔体内压强下降到2×10^{-4}Pa时，在ITO层上依次进行空穴传输层、包括载流子控制层结构的发光层、电子传输层、电子注入层和阴极的蒸镀，最后用玻璃盖板对ITO面进行相应的封装即可。

[0110] 为了保证荧光OLED的发光效率，形成所述载流子控制层的第二材料的吸收光谱和形成所述发光子层的第一材料的发光光谱不重叠。

[0111] 为了实现上述目的，本发明实施例还提供了一种包括上述单色OLED的OLED显示面板。

[0112] 下面对本发明实施例的荧光OLED进行实验验证如下。

[0113] 第一组实验

[0114] 现有技术制作的OLED A如下，依次包括ITO、NPB(N,N'-二苯基-N,N'-二(1-萘基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺)(40nm)形成的空穴传输层、DPVBi(4,4'-二(2,2二苯乙烯基)-1,1'-联苯)(30nm)形成的发光层、BPhen(4,7-二苯基-1,10-邻二氮杂菲)(30nm)形成的电子传输层、LiF(氟化锂)(0.6nm)形成的电子注入层，以及Al(铝)(120nm)形成的阴极；

[0115] 本发明实施例的一种OLED B如下，依次包括：依次包括ITO、NPB(40nm)形成的空穴传输层、DPVBi(10nm)形成的发光子层、DSA-Ph(1,4-二[4-(N,N-二苯基)氨基]苯乙烯基苯)(5nm)形成的载流子控制层、DPVBi(20nm)形成的发光子层、BPhen(30nm)形成的电子传输层、LiF(0.6nm)形成的电子注入层，以及Al(120nm)形成的阴极；

[0116] 本发明实施例的另一种OLED C如下，依次包括：依次包括ITO、NPB(40nm)形成的空穴传输层、DPVBi(20nm)形成的发光子层、DSA-Ph(5nm)形成的载流子控制层、DPVBi(10nm)形成的发光子层、BPhen(30nm)形成的电子传输层、LiF(0.6nm)形成的电子注入层，以及Al(120nm)形成的阴极。

[0117] 图4a所示，为上述3种OLED的电压-电流密度以及电压-亮度的试验数据对照图，从图4a中可以发现(其中图4a和图6中的箭头代表曲线对应的纵坐标轴所在的方向，即图4a和图6中，上方的一组曲线为电压-电流密度的曲线，而下方的一组曲线为电压-亮度的曲线)：相对于现有技术的OLED A，本发明实施例的OLED B和C在同样的驱动电压下能够达到更高的亮度。

[0118] 图4b所示，为上述3种OLED的电流密度-电流效率的试验数据对照图，从图4b中可以发现：相对于现有技术的OLED A，本发明实施例的OLED B和C在同样的电流密度下能够达到更高的电流效率，电流效率的提升非常明显。

[0119] 因此，综合来看，相对于现有技术的OLED A，本发明实施例的OLED B和C在同样的驱动电压下，能够达到更高的亮度和更高的电流效率，但三者的电流密度并没有显著差异。

[0120] 第二组实验

[0121] 现有技术制作的OLED A(n＝0，没有载流子控制层)如下，依次包括ITO、NPB(40nm)形成的空穴传输层、DNCA(20nm)形成的发光层、BPhen(30nm)形成的电子传输层、LiF(0.6nm)形成的电子注入层，以及Al(120nm)形成的阴极；

[0122] 本发明实施例的一种OLED(n＝1,一层载流子控制层)如下,依次包括:依次包括ITO、NPB(40nm)形成的空穴传输层、DNCA(10nm)形成的发光子层、Alq_3(三(8-羟基喹啉)铝)(5nm)形成的载流子控制层、DNCA(10nm)形成的发光子层、BPhen(30nm)形成的电子传输层、LiF(0.6nm)形成的电子注入层,以及Al(120nm)形成的阴极;

[0123] 本发明实施例的另一种OLED(n＝2,两层载流子控制层)如下,依次包括:依次包括ITO、NPB(40nm)形成的空穴传输层、DNCA(7nm)形成的发光子层、Alq_3(2.5nm)形成的载流子控制层、DNCA(7nm)形成的发光子层、Alq_3(2.5nm)形成的载流子控制层、DNCA(7nm)形成的发光子层、BPhen(30nm)形成的电子传输层、LiF(0.6nm)形成的电子注入层,以及Al(120nm)形成的阴极;

[0124] 图5所示,为上述3种OLED的电流密度-电流效率的试验数据对照图,从图5中可以发现:相对于现有技术的OLED(n＝0),本发明实施例的OLED(n＝1,2)在同样的电流密度下具有更高的电流效率。

[0125] 第三组实验

[0126] 现有技术制作的OLED A(n＝0,没有载流子控制层)如下,依次包括ITO、NPB(40nm)形成的空穴传输层、DPVBi(30nm)形成的发光层、BPhen(30nm)形成的电子传输层、LiF(0.6nm)形成的电子注入层,以及Al(120nm)形成的阴极;

[0127] 本发明实施例的一种OLED(n＝1,一层载流子控制层)如下,依次包括:依次包括ITO、NPB(40nm)形成的空穴传输层、DPVBi(15nm)形成的发光子层、BAlq(双(2-甲基-8-羟基喹啉-N1,O8)-(1,1'-联苯-4-羟基)铝)(5nm)形成的 载流子控制层、DPVBi(15nm)形成的发光子层、BPhen(30nm)形成的电子传输层、LiF(0.6nm)形成的电子注入层,以及Al(120nm)形成的阴极;

[0128] 本发明实施例的另一种OLED(n＝2,两层载流子控制层)如下,依次包括:依次包括ITO、NPB(40nm)形成的空穴传输层、DPVBi(10nm)形成的发光子层、BAlq(2.5nm)形成的载流子控制层、DPVBi(10nm)形成的发光子层、BAlq(2.5nm)形成的载流子控制层、DPVBi(10nm)形成的发光子层、BPhen(30nm)形成的电子传输层、LiF(0.6nm)形成的电子注入层,以及Al(120nm)形成的阴极;

[0129] 本发明实施例的再一种OLED(n＝3,三层载流子控制层)如下,依次包括:依次包括ITO、NPB(40nm)形成的空穴传输层、DPVBi(7.5nm)形成的发光子层、BAlq(1.6nm)形成的载流子控制层、DPVBi(7.5nm)形成的发光子层、BAlq(1.6nm)形成的载流子控制层、DPVBi(7.5nm)形成的发光子层、BAlq(1.6nm)形成的载流子控制层、DPVBi(7.5nm)形成的发光子层、BPhen(30nm)形成的电子传输层、LiF(0.6nm)形成的电子注入层,以及Al(120nm)形成的阴极。

[0130] 图6所示,为上述4种OLED的电压-电流密度以及电压-亮度的试验数据对照图,从图6中可以发现:相对于现有技术的OLED,本发明实施例的n＝1和n＝2的OLED在的电流密度和亮度均有所提升,这得益于发光层内电子传输能力的增强。同时采用BAlq作为载流子控制层时,DPVBi的HOMO能级与BAlq的HOMO能级相同,且BAlq的LUMO能级与BPhen的LUMO能级差0.1eV,这样便使各个不同的发光层中,空穴呈浓度递减现象。相反的,0.1eV的势垒利于电子从电子传输层进入到发光层,且BAlq本身较强的电子传输能力也利于电子在发光层中的传输,从而利于电子-空穴对的平衡,使器件的亮度增加。但随着载流子控制层数的增加,

有机材料的界面层数也会相应增加，这在一定程度上会引入成膜缺陷，不利于载流子的传输，降低器件的性能，所以在本器件中，n＝3时，器件的电流密度和亮度均有所下降。

[0131] 因此本发明实施例中，载流子控制层的层数小于或等于2。

[0132] 本发明实施例中，通过增加载流子控制层，使得发光层内的电子浓度和空穴浓度处于合适的比例，大大降低了无法复合形成激子的电子或空穴，提高了载流子的利用率，提高了OLED的性能。

[0133] 同时，本发明实施例中，由于载流子控制层的增加，扩展了激子的复合区域，降低了激子浓度，从而减少了激子淬灭情况(即激子以热能方式回到基态)的发生，提高了激子以光能方式回到基态的比例，提高了OLED的性能。

[0134] 以上所述为本发明较佳实施例，需要指出的是，对于本领域普通技术人员来说，在不脱离本发明所述原理的前提下，还可以作出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明保护范围。

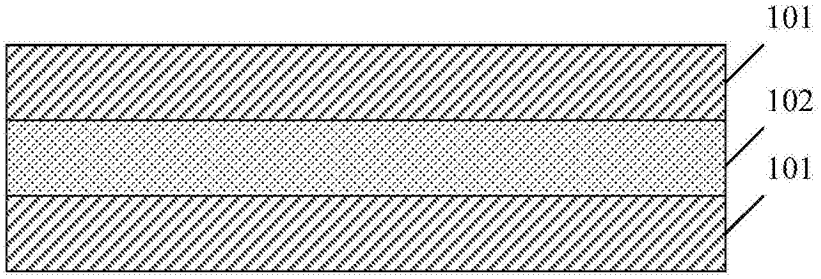


图1a

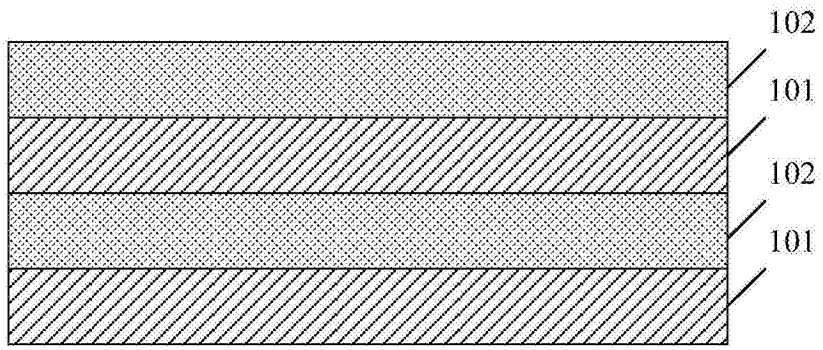


图1b

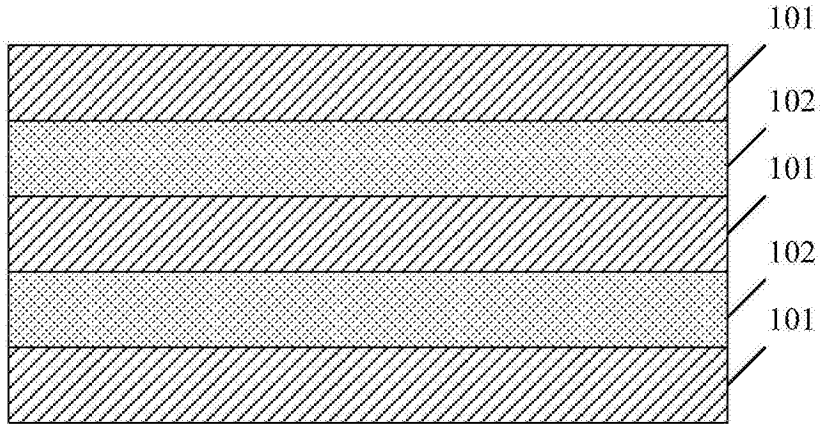


图1c

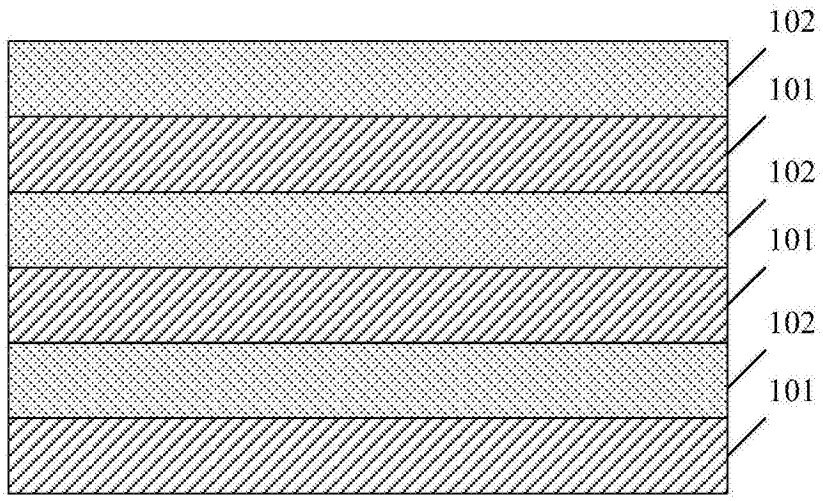


图1d

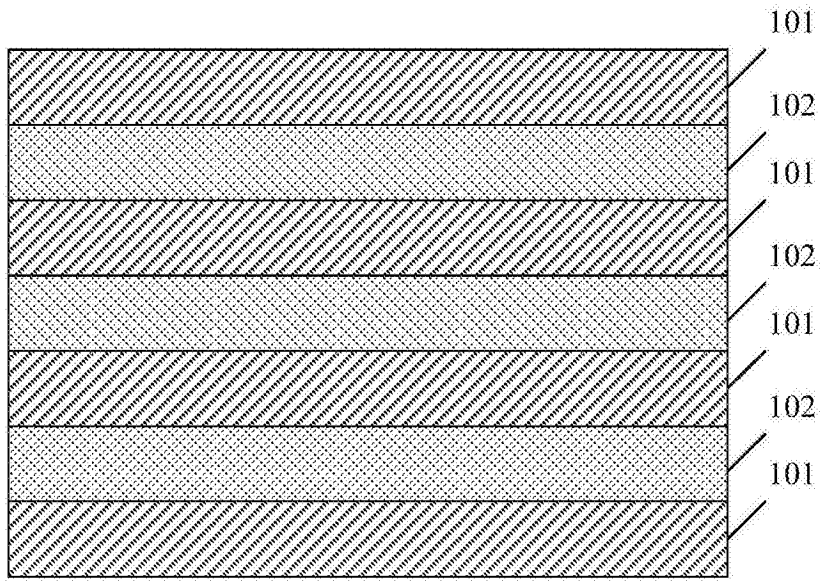


图1e

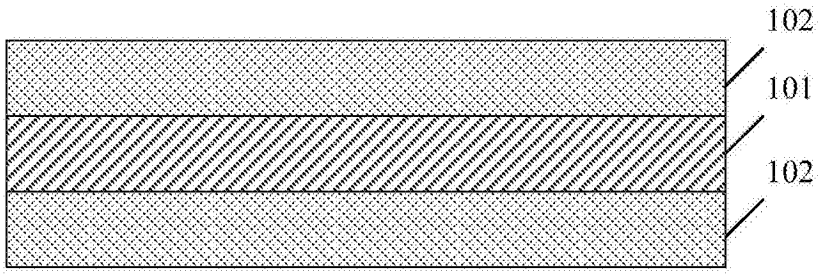


图1f

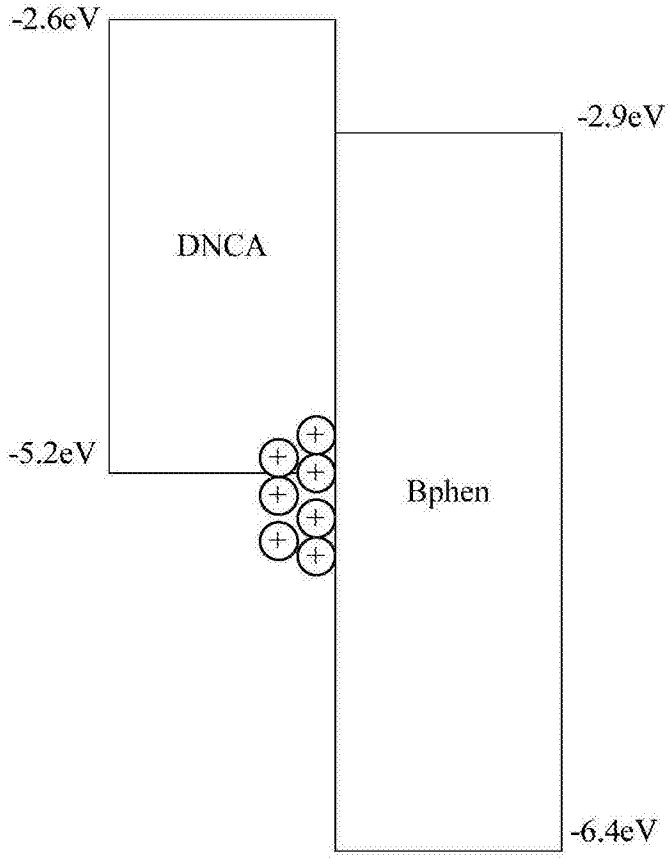

-2.6eV
-2.9eV
DNCA
-5.2eV
Bphen
-6.4eV

图2

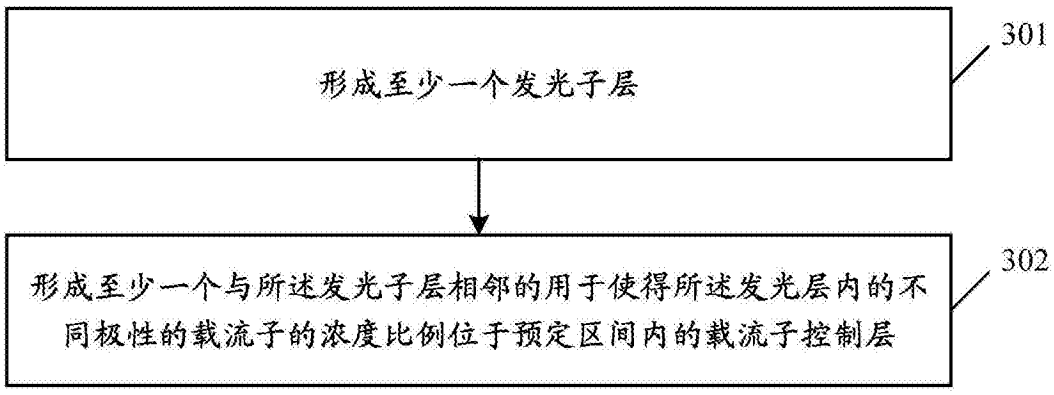

形成至少一个发光子层
301
形成至少一个与所述发光子层相邻的用于使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内的载流子控制层
302

图3

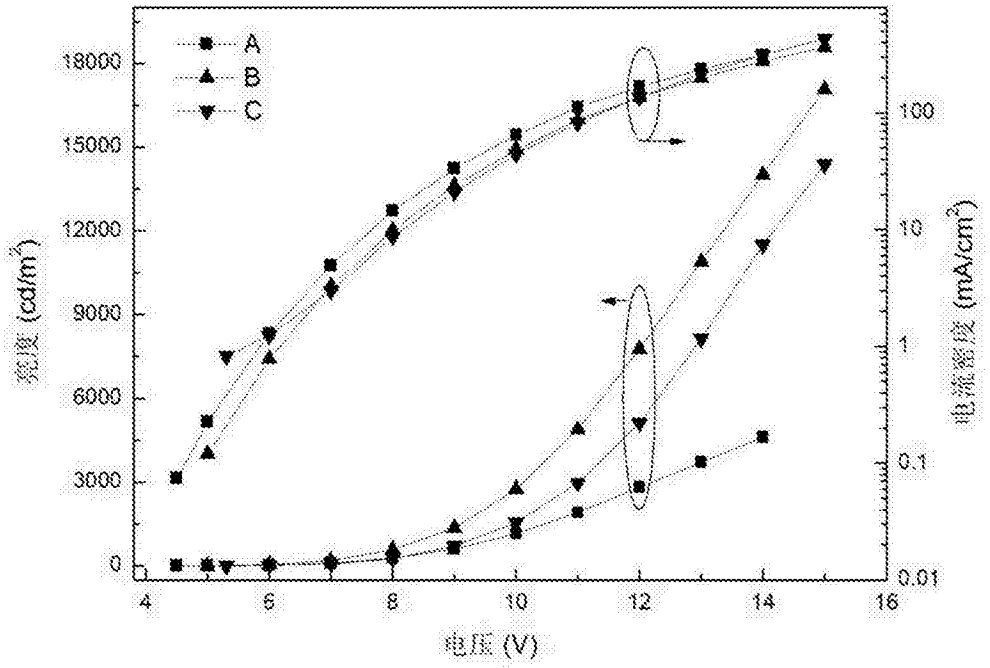

A
B
C
18000
15000
12000
9000
6000
3000
0
4
6
8
10
12
14
16
100
10
1
0.1
0.01
亮度 (cd/m²)
电流密度 (mA/cm²)
电压 (V)

图4a

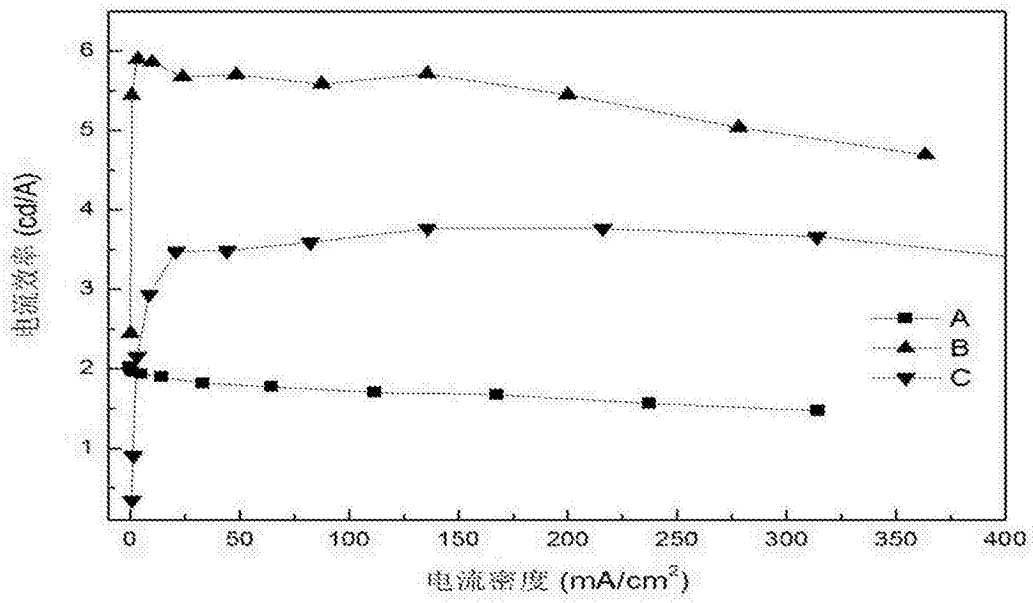

6
5
4
3
2
1
0
50
100
150
200
250
300
350
400
A
B
C
电流效率 (cd/A)
电流密度 (mA/cm²)

图4b

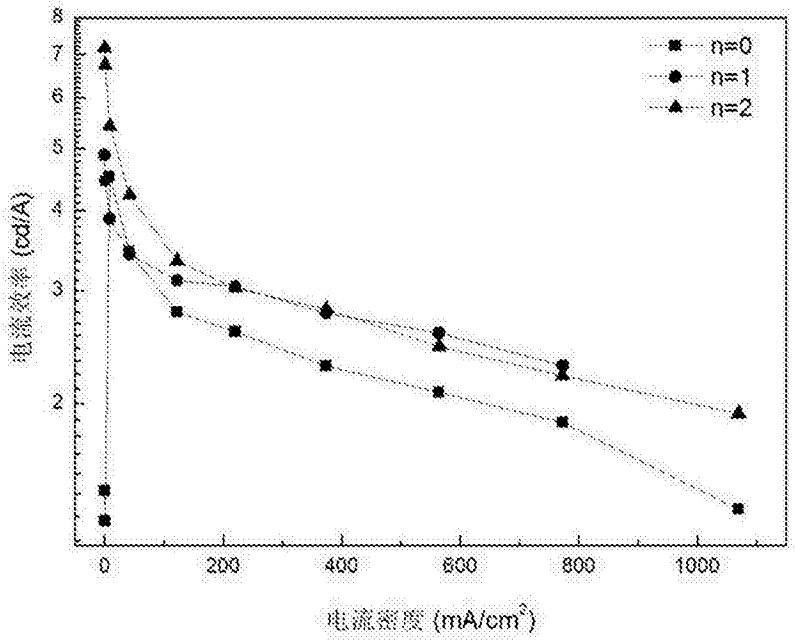

n=0
n=1
n=2
电流效率 (cd/A)
电流密度 (mA/cm²)
0
200
400
600
800
1000
2
3
4
5
6
7
8

图5

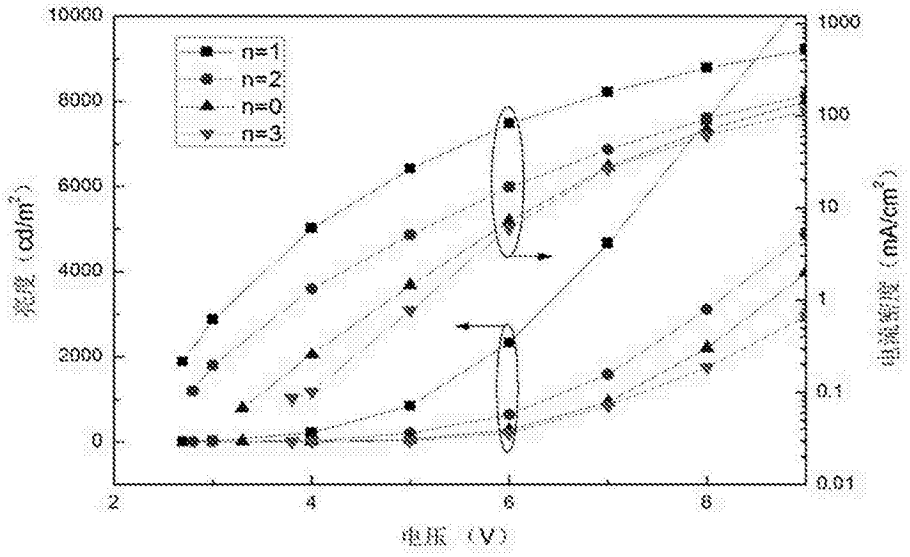
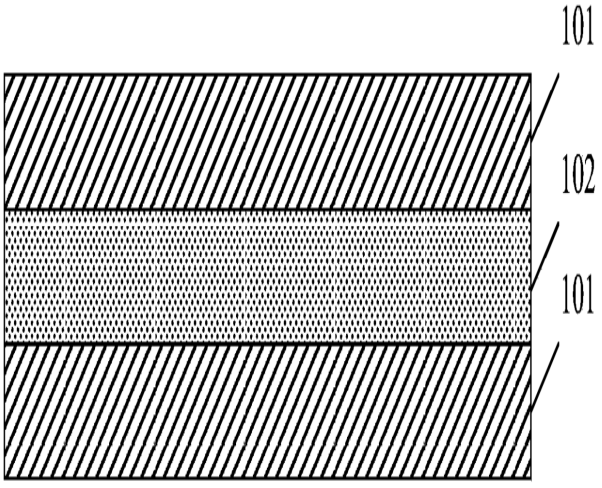

n=1
n=2
n=0
n=3
亮度（cd/m²）
电流密度（mA/cm²）
电压（V）
0
2000
4000
6000
8000
10000
2
4
6
8
0.01
0.1
1
10
100
1000

图6

专利名称(译)	单色OLED、制作方法及OLED 显示面板		
公开(公告)号	CN104319353B	公开(公告)日	2016-07-06
申请号	CN201410643039.5	申请日	2014-11-07
[标]申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司 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 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 鄂尔多斯市源盛光电有限责任公司		
[标]发明人	白娟娟 吴海东 金泰逵		
发明人	白娟娟 吴海东 金泰逵		
IPC分类号	H01L51/52 H01L51/54 H01L51/56 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5004 H01L51/0035 H01L51/005 H01L51/0054 H01L51/0058 H01L51/0059 H01L51/006 H01L51/0072 H01L51/0081 H01L51/5012 H01L51/5056 H01L51/5072 H01L51/5092 H01L51/5096 H01L2251/552 H01L2251/558		
代理人(译)	许静 黄灿		
审查员(译)	徐颖		
其他公开文献	CN104319353A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种单色OLED、制作方法及OLED显示面板，提高OLED的性能。本发明实施例的单色OLED，包括一发光层，其中，所述发光层包括：至少一个发光子层；以及至少一个与所述发光子层相邻的用于使得所述发光层内的不同极性的载流子的浓度比例位于预定区间内的载流子控制层。本发明提高了单色OLED的发光性能。