



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109873019 A

(43)申请公布日 2019.06.11

(21)申请号 201910171575.2

H01L 51/56(2006.01)

(22)申请日 2019.03.07

(71)申请人 京东方科技股份有限公司

地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路10号

申请人 北京京东方显示技术有限公司

(72)发明人 贾一凡 胡伟频 石广东 陈敏琪
徐诗雨 春晓改 马士庆 韩子平
刘帅 晏斌 李晓光 刘韬 李坤
贺双江

(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 郭润湘

(51)Int.Cl.

H01L 27/32(2006.01)

H01L 51/52(2006.01)

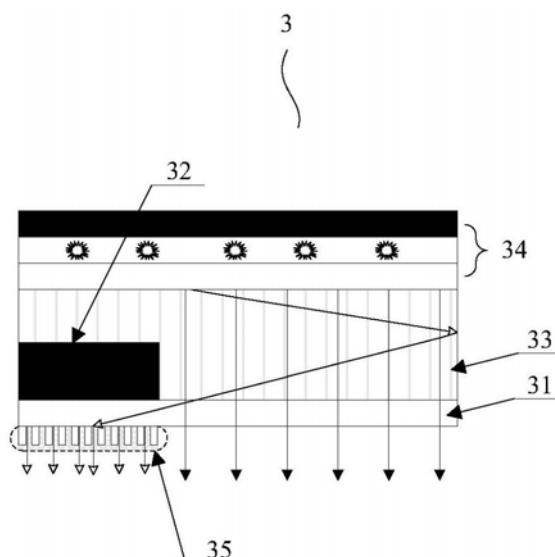
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种电致发光器件及其制作方法、显示面板、显示装置

(57)摘要

本发明公开了一种电致发光器件及其制作方法、显示面板、显示装置,用以解决现有技术中存在的底发射OLED光利用率较低的技术问题。该电致发光器件包括基板,以及位于基板一侧表面的控制电路,并且还包括:位于控制电路上方且与控制电路电连接的发光结构,发光结构在基板上的正投影覆盖控制电路;填充于基板与发光结构之间空间以及控制电路与发光结构之间空间的导光结构,导光结构与基板为折射率一致的透明材料,且导光结构与基板的折射率高于发光结构和控制电路的折射率;以及,位于基板背离控制电路一侧表面的取光结构,取光结构在基板的正投影完全覆盖控制电路在基板的正投影。



1. 一种电致发光器件，包括基板，以及位于所述基板一侧表面的控制电路，其特征在于，还包括：

位于所述控制电路上方且与所述控制电路电连接的发光结构，所述发光结构在所述基板上的正投影覆盖所述控制电路；

填充于所述基板与所述发光结构之间空间以及所述控制电路与所述发光结构之间空间的导光结构，所述导光结构与所述基板为折射率一致的透明材料，且所述导光结构与所述基板的折射率高于所述发光结构和所述控制电路的折射率；以及，

位于所述基板背离所述控制电路一侧表面的取光结构，所述取光结构在所述基板的正投影完全覆盖所述控制电路在所述基板的正投影。

2. 如权利要求1所述的电致发光器件，其特征在于，还包括：位于所述控制电路与所述发光结构之间的反射结构，所述反射结构在所述基板上的正投影完全覆盖所述控制电路在所述基板的正投影，且在所述取光结构在所述基板的正投影所覆盖范围内；

所述反射结构具有一面向所述导光结构和所述发光结构的反射斜面，所述反射斜面与所述导光结构接触。

3. 如权利要求2所述的电致发光器件，其特征在于，所述反射斜面的延伸方向与所述基板所在平面之间的夹角不小于临界角的二分之一，所述临界角为光在所述反射结构内发生全反射的临界角。

4. 如权利要求3所述的电致发光器件，其特征在于，所述反射结构的材料为反射率不低于90%的有机或无机材料。

5. 如权利要求1所述的电致发光器件，其特征在于，所述取光结构包括取光光栅阵列，以及填充于所述取光光栅阵列的间隙处的填充材料，所述填充材料的折射率小于所述基板的折射率。

6. 一种显示面板，其特征在于，包括多个像素单元，每个像素单元包括如权利要求1-5任一权项所述的电致发光器件。

7. 一种显示装置，其特征在于，包括如权利要求6所述的显示面板。

8. 一种如权利要求1-5任一项所述电致发光器件的制作方法，其特征在于，包括：

在基板的一侧表面形成控制电路，

在所述基板和所述控制电路上形成导光结构，并将所述基板与所述导光结构进行融合；

在所述导光结构上形成发光结构；

在所述基板背离所述控制电路的一侧表面形成取光结构。

9. 如权利要求8所述的方法，其特征在于，在所述基板和所述控制电路上形成导光结构之前，还包括：

在所述控制电路上形成反射结构。

10. 如权利要求8或9所述的方法，其特征在于，在所述基板背离所述控制电路的一侧表面形成取光结构，包括：

采用纳米压印技术，在所述基板背离所述控制电路的一侧表面形成取光光栅阵列；

在所述取光光栅阵列中的间隙处形成填充材料。

一种电致发光器件及其制作方法、显示面板、显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及OLED显示领域,尤其是涉及一种电致发光器件及其制作方法、显示面板、显示装置。

背景技术

[0002] 有机发光二极管(Organic Light Emitting Diode,OLED)作为自发光的显示器件之一,不仅具有丰富的色彩,还具有超薄和可以自由弯曲的优点。根据OLED的发光方式,OLED显示器件可以分为:顶发射OLED、底发射OLED、双面发射OLED(又称穿透式OLED),其中底发射OLED最早被使用。

[0003] 在现有技术中,由于底发射型OLED是从不能透光的薄膜晶体管(Thin Film Transistor,TFT)所在侧出光的,使得底发射OLED实际的发光面积较小,从而降低了光的利用效率。

[0004] 鉴于此,如何有效的提高底发射OLED的光利用率成为一个亟待解决的技术问题。

发明内容

[0005] 本发明提供一种电致发光器件及其制作方法、显示面板、显示装置,用以解决现有技术中存在的底发射OLED光利用率较低的技术问题。

[0006] 第一方面,为解决上述技术问题,本发明实施例提供的一种电致发光器件,包括基板,以及位于所述基板一侧表面的控制电路,并且还包括:

[0007] 位于所述控制电路上方且与所述控制电路电连接的发光结构,所述发光结构在所述基板上的正投影覆盖所述控制电路;

[0008] 填充于所述基板与所述发光结构之间空间以及所述控制电路与所述发光结构之间空间的导光结构,所述导光结构与所述基板为折射率一致的透明材料,且所述导光结构与所述基板的折射率高于所述发光结构和所述控制电路的折射率;以及,

[0009] 位于所述基板背离所述控制电路一侧表面的取光结构,所述取光结构在所述基板的正投影完全覆盖所述控制电路在所述基板的正投影。

[0010] 通过填充于基板与发光结构之间空间以及控制电路与发光结构之间空间的导光结构,将从发光结构中发出的光传播至与导光结构的折射率一致的基板中,使从发光结构垂直出射的光线直接穿过导光结构和基板,并从基板出射,而从发光结构非垂直出射的光线在经导光结构传播至,位于基板背离控制电路一侧表面的取光结构时,通过取光结构从基板出射。并且,由于取光结构在基板的正投影完全覆盖控制电路在基板的正投影,所以使得基板被控制电路遮挡的区域能够有光线出射,从而能够有效的提高电致发光器件的实际发光面积、提高光的利用率。

[0011] 可选地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,还包括:位于所述控制电路与所述发光结构之间的反射结构,所述反射结构在所述基板上的正投影完全覆盖所述控制电路在所述基板的正投影,且在所述取光结构在所述基板的正投影所覆盖范围内;

[0012] 所述反射结构具有一面向所述导光结构和所述发光结构的反射斜面,所述反射斜面与所述导光结构接触。

[0013] 通过在位于控制电路与发光结构之间设置反射结构,该反射结构的折射率小于导光结构的折射率,且反射结构的反射斜面面向发光结构和导光结构并与导光结构接触,这样可以使垂直射向控制电路的光在反射斜面发生全反射,并在反射到导光结构的另一边界时再次发生全反射,射向取光结构所在的基板位置,经取光结构将垂直射向控制电路的光从基板中出射,从而使从基板出射的光的光强保持一致,提高了光的均匀性和亮度。

[0014] 可选地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,所述反射斜面的延伸方向与所述基板所在平面之间的夹角不小于临界角的二分之一,所述临界角为光在所述反射结构内发生全反射的临界角。

[0015] 可选地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,所述反射结构的材料为反射率不低于90%的有机或无机材料。

[0016] 可选地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,所述取光结构包括取光光栅阵列,以及填充于所述取光光栅阵列的间隙处的填充材料,所述填充材料的折射率小于所述基板的折射率。

[0017] 第二方面,本发明实施例提供了一种显示面板,包括多个像素单元,每个像素单元包括如第一方面所述的电致发光器件。

[0018] 第三方面,本发明实施例还提供一种显示装置,包括如第二方面所述的显示面板。

[0019] 第四方面,本发明实施例还提供一种如第一方面的电致发光器件的制作方法,该方法包括:

[0020] 在基板的一侧表面形成控制电路,

[0021] 在所述基板和所述控制电路上形成导光结构,并将所述基板与所述导光结构进行融合;

[0022] 在所述导光结构上形成发光结构;

[0023] 在所述基板背离所述控制电路的一侧表面形成取光结构。

[0024] 可选地,在本发明实施例提供的上述方法中,在所述基板和所述控制电路上形成导光结构之前,还包括:

[0025] 在所述控制电路上形成反射结构。

[0026] 可选地,在本发明实施例提供的上述方法中,在所述基板背离所述控制电路的一侧表面形成取光结构,包括:

[0027] 采用纳米压印技术,在所述基板背离所述控制电路的一侧表面形成取光光栅阵列;

[0028] 在所述取光光栅阵列中的间隙处形成填充材料。

[0029] 本发明实施例提供的上述电致发光器件及其制作方法、显示面板、显示装置,通过填充于基板与发光结构之间空间以及控制电路与发光结构之间空间的导光结构,将从发光结构中发出的光传播至与导光结构的折射率一致的基板中,使从发光结构垂直出射的光线直接穿过导光结构和基板,并从基板出射,而从发光结构非垂直出射的光线在经导光结构传播至,位于基板背离控制电路一侧表面的取光结构时,通过取光结构从基板出射。并且,由于取光结构在基板的正投影完全覆盖控制电路在基板的正投影,所以使得基板被控制电

路遮挡的区域能够有光线出射,从而能够有效的提高电致发光器件的实际发光面积、提高光的利用率。

附图说明

- [0030] 图1为现有技术中底发射OLED的结构示意图;
- [0031] 图2为底发射OLED显示面板中一个像素区域的出光示意图;
- [0032] 图3为本发明实施例提供的一种电致发光器件的结构示意图;
- [0033] 图4为本发明实施例提供的具有反射结构的电致发光器件的结构示意图;
- [0034] 图5为本发明实施例提供的取光结构的结构示意图;
- [0035] 图6为本发明实施例提供的显示面板中一个像素区域的出光示意图;
- [0036] 图7为本发明实施例提供的电致发光器件的制作方法的流程图。

具体实施方式

[0037] 为了使本发明的目的,技术方案和优点更加清楚,下面结合附图,对本发明实施例提供的一种电致发光器件及其制作方法、显示面板、显示装置的具体实施方式进行详细地说明。

[0038] 在接收本发明的方案前,先对现有技术中底发射OLED进行一个简单的介绍,以便本领域的技术人员能充分理解本方案。

[0039] 请参见图1,为现有技术中一个子像素对应的底发射OLED的结构示意图,其由透明基板11、TFT12、透明阳极(Anode)13、有机功能层14、反射阴极(Cathode)15组成,其中,发光层(Electro-Luminescence,EL)为有机功能层14中的其中一层,图1中用多条平行的箭头代表从基板11出射的光线。在底发射型OLED中,由于光线是从阳极出射,因而称之为底发射。

[0040] 由于在现有技术中,底发射型OLED的TFT结构无法透光,导致位于有机功能层102中的发光层发出的光以底发射形式出光时,在光经过透明基板11的时候就会被透明基板11上的TFT12所遮挡,从而使底发射OLED实际的发光面积减小、降低发光效率。请参见图2为由底发射型OLED制成的OLED显示面板中一个像素(图中以虚线框示出)的实际发光示意图(图2中白色区域为实际发光区域,黑色区域为被TFT遮挡的非发光区域,R、G、B分别代表一个像素中的红、绿、蓝子像素)。

[0041] 在理解了现有技术中,底发射OLED发光效率低的原因后,本发明针对此问题采用了以下实施例中的方案解决此问题。

[0042] 请参考图3,本发明实施例提供一种电致发光器件3,该电致发光器件3包括基板31,以及位于基板31一侧表面的控制电路32,

[0043] 位于控制电路32上方且与控制电路32电连接的发光结构34,该发光结构34在基板31上的正投影覆盖控制电路32;

[0044] 填充于基板31与发光结构34之间空间以及控制电路32与发光结构34之间空间的导光结构33,导光结构33与基板31为折射率一致的透明材料,且导光结构33与基板31的折射率高于发光结构34和控制电路32的折射率;

[0045] 以及位于基板31背离控制电路32一侧表面的取光结构35,取光结构35在基板31的正投影完全覆盖控制电路32在基板31的正投影。

[0046] 具体的,控制电路32为TFT结构,发光结构34依次包括阴极、有机功能层(包括:电子注入层、电子传输层、发光层、空穴传输层、空穴注入层)、透明阳极,透明阳极与控制电路32电连接,通过控制电路32向透明阳极和阴极施加电压,而使发光结构34发光。

[0047] 由于发光结构34发出的光包括垂直出射的光(以实心小箭头示意)和非垂直出射的光(即散射光,以空心小箭头示意)。当发光结构34发出的光进入导光结构33后,由于导光结构33与基板31使用的是相同的透明材料,且该透明材料的具有极高的折射率,使得垂直入射到导光结构33的光能直接穿过导光结构33和基板31垂直出射,而非垂直入射导光结构33的光则会在导光结构33中进行反射,并以其它角度出射到基板31中。当这些以其它角度入射到基板31中的光到达取光结构35所在区域时,由于取光结构35在基板31的正投影区域完全覆盖控制电路32在基板31的正投影,使得被控制电路32遮挡的部分基板31能通过取光结构35将这部分光出射出去,从而让整个基板31成为一个完整的出光面,提高了电致发光器件3的出光面积。

[0048] 需要说明的是,极高的折射率是指满足全反射条件的反射角较小,可近似处理为除竖直或较大入射角进入该导光结构33的光线外,其余光线将在导光结构33内发生全反射,直至全反射条件被破坏。由于导光结构33的折射率与其发生全反射的临界角的正弦值成反比,所以极高的折射率还可以理解为发生全反射的临界角为最接近0°或180°的透明材料构成的导光结构33。在制作导光结构33时,通过局部高温加热等理化方法使导光结构33和基板31在交界处发生融合并消除临界条件,以支持光线有导光结构33直线传播至基板31中。

[0049] 本发明实施例提供的上述电致发光器件3,通过填充于基板31与发光结构34之间空间以及控制电路32与发光结构34之间空间的导光结构33,将从发光结构34中发出的光传播至与导光结构33的折射率一致的基板31中,使从发光结构34垂直出射的光线直接穿过导光结构33和基板31,并从基板31出射,而从发光结构34非垂直出射的光线在经导光结构33传播至,位于基板31背离控制电路32一侧表面的取光结构35时,通过取光结构35从基板31出射。并且,由于取光结构35在基板31的正投影完全覆盖控制电路32在基板31的正投影,所以使得基板31被控制电路32遮挡的区域能够有光线出射,从而能够有效的提高电致发光器件3的实际发光面积、提高光的利用率。

[0050] 在具体实施时,由于垂直入射到导光结构33中的光线的能量较高,为了保持从基板31出射出去的光强制一致,还可以在位于控制电路32与发光结构34之间设置反射结构36(请参见图4,为具有反射结构36的电致发光器件3的结构示意图),该反射结构36在基板31上的正投影完全覆盖控制电路32在基板31的正投影,且在取光结构35在基板31的正投影所覆盖范围内;

[0051] 反射结构36具有一面向导光结构33和发光结构34的反射斜面361,反射斜面361与导光结构33接触。

[0052] 其中,反射结构36的材料为反射率不低于90%的有机或无机材料。反射斜面361的延伸方向与基板31所在平面之间的夹角 α 不小于临界角的二分之一,临界角为光在反射结构36内发生全反射的临界角。

[0053] 需要说明的是,发光结构34中的有机功能层和透明阴极完全覆盖控制电路32,使得从发光结构34发出的光中有垂直出射向控制电路32的光(以实心小箭头示意)。当在控制

电路32上设置具有反射斜面361的反射结构36后,垂直出射向控制电路32的光在反射斜面361及导光结构33的边界处发生全反射(以空心小箭头示意全反射的光),使垂直射向控制电路32的光射向基板31中取光结构35所在的位置,经取光结构35从基板31出射。在制作具有反射结构36的电致发光器件3时,需要先制作完控制电路32和反射结构36后,再制作导光结构33。

[0054] 由于在图3中,垂直射向控制电路32的光被控制电路32所遮挡,使其不能从基板31出射,为了充分利用这部分光,而在图4中,位于控制电路32与发光结构34之间设置反射结构36,该反射结构36的折射率小于导光结构33的折射率,且反射结构36的反射斜面361面向发光结构34和导光结构33并与导光结构33接触,这样可以使垂直射向控制电路32的光在反射斜面361发生全反射,并在反射到导光结构33的另一边界时再次发生全反射,射向取光结构35所在的基板31位置,经取光结构35将垂直射向控制电路32的光从基板31中出射,从而使从基板31出射的光的光强保持一致,提高了光的均匀性和亮度。

[0055] 在具体实施时,在本发明实施例提供的上述电致发光器件3中,如图5所示,取光结构35包括取光光栅阵列351,以及填充于取光光栅阵列351的间隙处的填充材料352,填充材料352的折射率小于基板31的折射率。

[0056] 取光光栅阵列351是采用纳米压印技术(Nano-Imprint Lithography, NIL)在基板31背离控制电路32的一面压印获得的,该取光光栅阵列351所采用的材料为OC或SiO₂等,宽度为0~200μm,占空比为0.5。在获得取光光栅阵列351后,为使取光结构35出光面为一个平面,还需要在取光光栅阵列351的间隙处填充所需的填充材料352,并且该填充材料352的折射率较低,至少小于基板31的折射率。从而实现将基板31中到达取光结构35的光从基板31中出射,使整个基板31都作为电致发光器件3的出光面,从而提高电致发光器件3的实际发光面积和光利用率。

[0057] 在本发明提供实施例中,上述电致发光器件3具体可以是底发射OLED,也可以是双面发射OLED(即透射OLED)中的一部分。

[0058] 基于同一发明构思,本发明实施例还提供了一种显示面板,包括多个像素单元,每个像素单元包括本发明实施例提供的上述任一种电致发光器件。该显示面板解决问题的原理与前述电致发光器件相似,因此该显示面板的实施可以参见前述电致发光器件的实施,重复之处在此不再赘述。图6为使用本发明实施例提供的电致发光器件制作的显示面板中一个像素的发光示意图,在图6中示出了显示面板的任一个像素(以大虚线框示意)使用上述电致发光器件构成其R、G、B三个子像素时,每个子像素的实际发光区域,其中小虚线框为控制电路所在位置,空白区域为实际发光区域。从图6中可以看出,使用本发明实施例提供的上述任一种电致发光器件得到的显示面板,其每个像素是全区域显示,而不像现有技术中那样有一部分显示区被控制电路所遮挡,所有能够有效的提高显示面板的发光面积、及光利用率。

[0059] 基于同一发明构思,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显示面板。该显示装置可以为:手机、平板电脑、电视机、显示器、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。对于该显示装置的其它必不可少的组成部分均为本领域的普通技术人员应该理解具有的,在此不做赘述,也不应作为对本发明的限制。该显示装置的实施可以参见上述电致发光器件的实施例,重复之处不再赘述。

[0060] 基于同一发明构思,本发明实施例还提供了上述电致发光器件的制作方法,如图7所示,包括:

[0061] S701、在基板的一侧表面形成控制电路,

[0062] S702、在基板和控制电路上形成导光结构,并将基板与导光结构进行融合;

[0063] S703、在导光结构上形成发光结构;

[0064] S704、在基板背离控制电路的一侧表面形成取光结构。

[0065] 本发明实施例提供的上述电致发光器件的制作方法,通过在基板和控制电路上形成导光结构,并通过局部高温加热等理化方法使基板和导光结构,在交界处发生融合并基板与导光结构进行融合并消除临界条件,让从发光结构垂直出射的由经导光结构直线传播至基板,并从基板垂直出射,而非垂直出射的光在导光结构和基板中反射并到达取光结构所在的位置时,从取光结构出射,从而提高电致发光器件的发光面积、光利用率。

[0066] 需要说明的是,在本发明实施例提供的上述制作方法中,形成控制电路、导光结构、发光结构所采用的工艺可以为光刻工艺,光刻工艺是指包括成膜、曝光、显影等工艺过程的利用光刻胶、掩模板、曝光机等形成图形的工艺。

[0067] 进一步地,在具体实施时,在本发明实施例提供的上述制作方法中,在基板和控制电路上形成导光结构之前,还包括:

[0068] 在控制电路上形成反射结构。

[0069] 在形成反射结构时所采用的工艺为光刻工艺,而形成反射结构中的反射斜面所采用的工艺为刻蚀工艺。在形成反射结构后再用光刻工艺形成导光结构。

[0070] 通过在控制电路上形成反射结构,使垂直出射向控制电路的光经反射结构的发射斜面全反射到导光结构中,并经导光结构全反射到基板中形成取光结构的位置,使垂直出射向控制电路的光能从取光结构出射,从而使提高了出射光的均匀性和亮度。

[0071] 进一步地,在具体实施时,在本发明实施例提供的上述制作方法中,在基板背离控制电路的一侧表面形成取光结构,包括:

[0072] 采用纳米压印技术,在基板背离控制电路的一侧表面形成取光光栅阵列;

[0073] 在取光光栅阵列中的间隙处形成填充材料。

[0074] 纳米压印技术(NIL)是以刻印图样的压印机,像盖章般在基板上形成图样的制程,精度为纳米(nm)级,取光光栅阵列采用的材料为OC或SiO₂等,宽度1~200μm,占空比为0.5,并使用低折射率的填充材料对取光光栅阵列中的间隙处进行填充,填充材料的折射率至少低于基板的折射率。通过使用该取光结构来破坏基板中对应位置的全反射条件,将基板对应位置的全反射光线取出。

[0075] 本发明实施例提供的上述电致发光器件及其制作方法、显示面板、显示装置,通过填充于基板与发光结构之间空间以及控制电路与发光结构之间空间的导光结构,将从发光结构中发出的光传播至与导光结构的折射率一致的基板中,使从发光结构垂直出射的光线直接穿过导光结构和基板,并从基板出射,而从发光结构非垂直出射的光线在经导光结构传播至,位于基板背离控制电路一侧表面的取光结构时,通过取光结构从基板出射。并且,由于取光结构在基板的正投影完全覆盖控制电路在基板的正投影,所以使得基板被控制电路遮挡的区域能够有光线出射,从而能够有效的提高电致发光器件的实际发光面积、提高光的利用率。

[0076] 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。

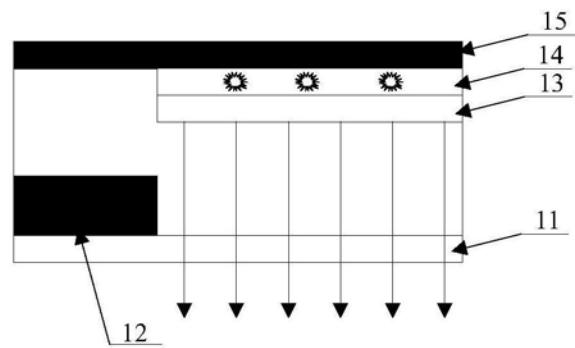


图1

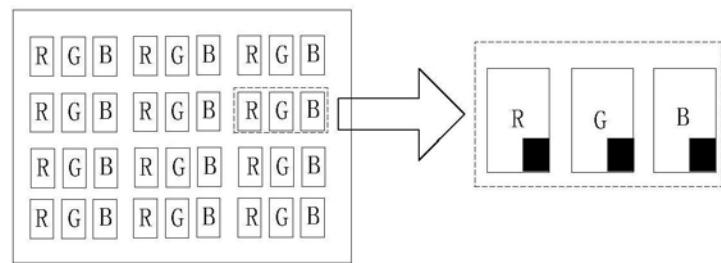


图2

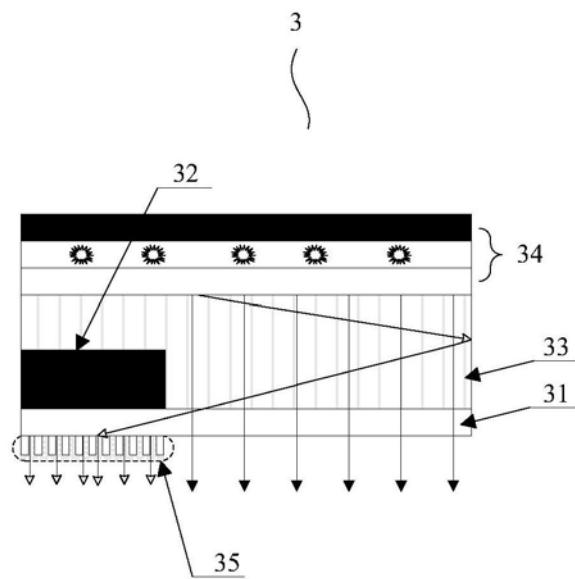


图3

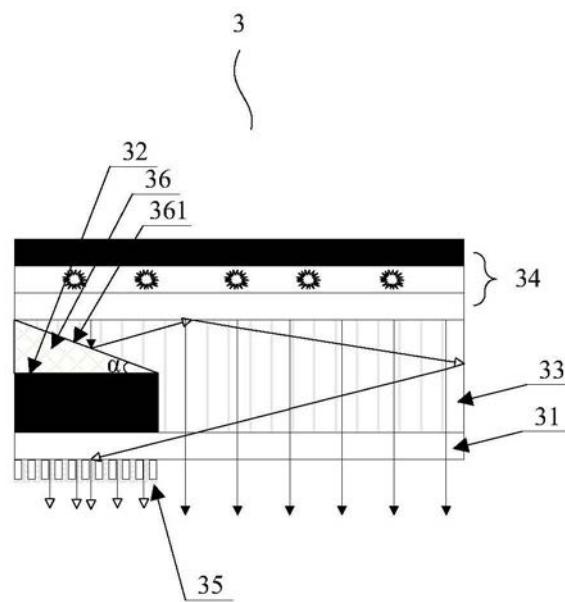


图4

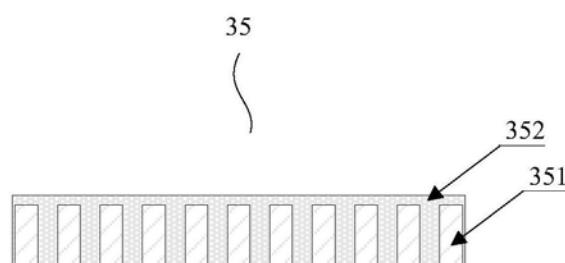


图5

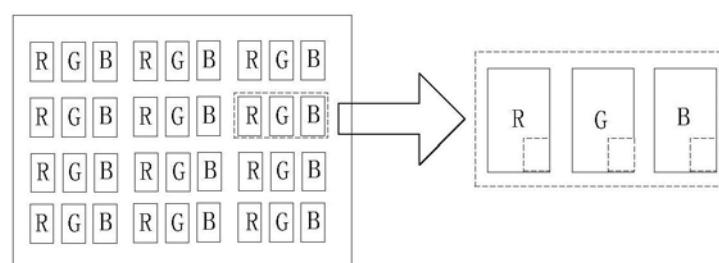


图6

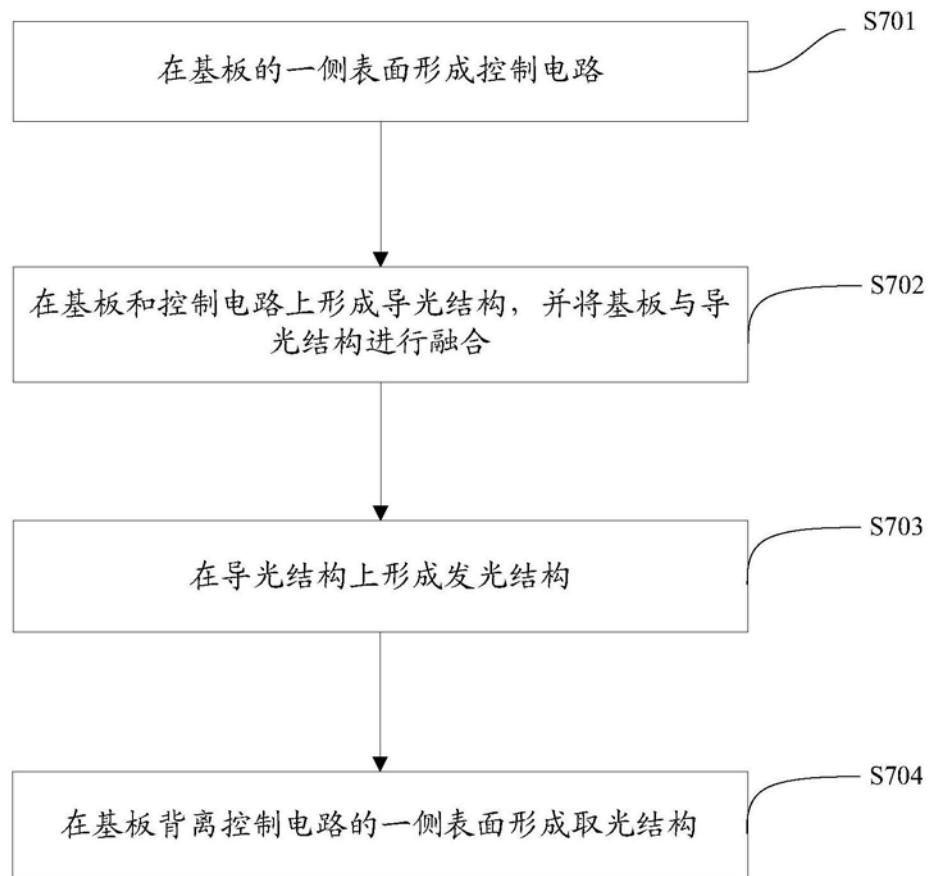


图7

专利名称(译)	一种电致发光器件及其制作方法、显示面板、显示装置		
公开(公告)号	CN109873019A	公开(公告)日	2019-06-11
申请号	CN201910171575.2	申请日	2019-03-07
[标]申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司 北京京东方显示技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司 北京京东方显示技术有限公司		
[标]发明人	贾一凡 胡伟频 石广东 陈敏琪 徐诗雨 春晓改 马士庆 韩子平 刘帅 晏斌 李晓光 刘韬 李坤		
发明人	贾一凡 胡伟频 石广东 陈敏琪 徐诗雨 春晓改 马士庆 韩子平 刘帅 晏斌 李晓光 刘韬 李坤 贺双江		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/52 H01L51/56		
外部链接	Espacenet Sipo		

摘要(译)

本发明公开了一种电致发光器件及其制作方法、显示面板、显示装置，用以解决现有技术中存在的底发射OLED光利用率较低的技术问题。该电致发光器件包括基板，以及位于基板一侧表面的控制电路，并且还包括：位于控制电路上方且与控制电路电连接的发光结构，发光结构在基板上的正投影覆盖控制电路；填充于基板与发光结构之间空间以及控制电路与发光结构之间空间的导光结构，导光结构与基板为折射率一致的透明材料，且导光结构与基板的折射率高于发光结构和控制电路的折射率；以及，位于基板背离控制电路一侧表面的取光结构，取光结构在基板的正投影完全覆盖控制电路在基板的正投影。

