



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108899332 A

(43)申请公布日 2018.11.27

(21)申请号 201810783169.7

(22)申请日 2018.07.17

(71)申请人 南方科技大学

地址 518000 广东省深圳市南山区西丽学苑大道1088号

(72)发明人 刘召军 孙小卫 王立铎 王凯
魏枫 闫思吴

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司
11332

代理人 孟金喆

(51)Int.Cl.

H01L 27/12(2006.01)

H01L 21/77(2017.01)

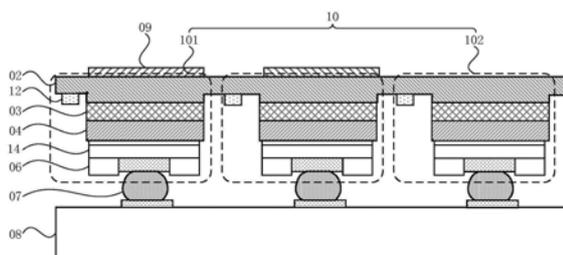
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

一种Micro-LED显示面板及其制造方法

(57)摘要

本发明实施例公开了一种Micro-LED显示面板及其制造方法,该Micro-LED显示面板包括:键合基板;电致发光Micro-LED像素阵列,倒置于键合基板的一侧,并与键合基板电连接,其中,电致发光Micro-LED像素阵列中每一电致发光Micro-LED像素包括第一类子像素和第二类子像素;发光介质层,位于第一类子像素远离键合基板一侧,发光介质层的材料包括钙钛矿光致发光材料和纳米荧光粉中的至少一种。本发明实施例提供的Micro-LED显示面板通过第二类子像素发出自身颜色的光,第一类子像素通过电致发光发出的光线激发发光介质层发出对应颜色的光,从而,通过上述不同发光颜色的相互配合,实现Micro-LED显示面板的全彩化显示。解决了现有技术中实现Micro-LED显示面板的彩色显示比较困难的问题。



1. 一种Micro-LED显示面板,其特征在于,包括:

键合基板;

电致发光Micro-LED像素阵列,倒置于所述键合基板的一侧,并与所述键合基板电连接,其中,所述电致发光Micro-LED像素阵列中每一电致发光Micro-LED像素包括第一类子像素和第二类子像素;

发光介质层,位于所述第一类子像素远离所述键合基板一侧,所述发光介质层的材料包括钙钛矿光致发光材料和纳米荧光粉中的至少一种。

2. 根据权利要求1所述的Micro-LED显示面板,其特征在于:所述电致发光Micro-LED像素包括沿远离所述键合基板的方向堆叠的P型半导体层、有源层和N型半导体层,以及第一电极层和第二电极层;

所述第一电极层与所述P型半导体层电连接,所述第二电极层与所述N型半导体层电连接。

3. 根据权利要求2所述的Micro-LED显示面板,其特征在于:所述P型半导体层为P型氮化镓层,所述N型半导体层为N型氮化镓层,所述有源层为氮化镓量子阱层。

4. 根据权利要求1所述的Micro-LED显示面板,其特征在于:所述电致发光Micro-LED像素的发光颜色为蓝色,所述发光介质层的发光颜色为红色或绿色。

5. 根据权利要求1所述的Micro-LED显示面板,其特征在于,还包括衬底;

所述衬底位于所述发光介质层靠近所述键合基板的一侧。

6. 根据权利要求5所述的Micro-LED显示面板,其特征在于,所述衬底为蓝宝石衬底。

7. 根据权利要求1所述的Micro-LED显示面板,其特征在于:

所述键合基板与所述电致发光Micro-LED像素通过焊料凸块电连接。

8. 根据权利要求1所述的Micro-LED显示面板,其特征在于:

所述键合基板包括驱动电路矩阵,所述驱动电路矩阵包括多个驱动电路单元,所述电致发光Micro-LED像素与所述驱动电路单元电连接。

9. 一种Micro-LED显示面板的制造方法,其特征在于,包括:

在衬底一侧形成电致发光Micro-LED像素阵列,其中,所述电致发光Micro-LED像素阵列中每一电致发光Micro-LED像素包括第一类子像素和第二类子像素;

将所述电致发光Micro-LED像素倒置电连接于键合基板的一侧;

在所述第一类子像素远离所述键合基板的一侧形成发光介质层,其中,所述发光介质层的材料包括钙钛矿光致发光材料和纳米荧光粉中的至少一种。

10. 根据权利要求9所述的Micro-LED显示面板的制造方法,其特征在于,在所述第一类子像素远离所述键合基板的一侧形成发光介质层,包括:

采用蒸镀法形成所述发光介质层;

或者,采用喷墨打印法形成所述发光介质层。

11. 根据权利要求10所述的Micro-LED显示面板的制造方法,其特征在于,采用喷墨打印蒸镀法形成所述发光介质层,包括:

在所述衬底远离所述键合基板一侧形成隔离柱,其中,所述隔离柱的间隔暴露出所述第一类子像素的对应位置处的所述衬底;

将发光介质层溶液滴入所述隔离柱的间隔中,形成所述发光介质层。

12. 根据权利要求9所述的Micro-LED显示面板的制造方法,其特征在于,在所述第一类子像素远离所述键合基板的一侧形成发光介质层之前,还包括:

去除至少部分所述衬底。

13. 根据权利要求12所述的Micro-LED显示面板的制造方法,其特征在于,去除至少部分所述衬底包括:

采用激光刻蚀的方式,去除预设厚度阈值的所述衬底。

14. 根据权利要求9所述的Micro-LED显示面板的制造方法,其特征在于:

所述键合基板包括驱动电路矩阵,所述驱动电路矩阵包括多个驱动电路单元,所述电致发光Micro-LED像素与所述驱动电路单元电连接。

一种Micro-LED显示面板及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及显示技术,尤其涉及一种Micro-LED显示面板及其制造方法。

背景技术

[0002] 随着显示技术的发展,传统的液晶显示器(Liquid Crystal Display,LCD)技术在显色性、发光效率、柔性以及便携性等方面,逐渐不能满足市场的需求,新一代照明与显示技术成为投资和研究的热点。新一代的照明与显示器件包括发光二极管(Light Emitting Diode,LED)显示器,其中,发光二极管包括有机发光二极管、量子点发光二极管、微型发光二极管和Micro-LED。其中,Micro-LED的像素尺寸相对于微型发光二极管的尺寸更小,可适用于室内屏幕和小尺寸显示器的应用。

[0003] Micro-LED通常在蓝宝石衬底上沉积氮化镓(GaN)材料而形成,由于采用无机材料,因而不存在寿命短和稳定性差的问题。尤其地,基于氮化镓材料的Micro-LED,GaN作为宽禁带半导体,在蓝光发光部分有先天优势,发光效率可以达到400lm/w,亮度高,耗电量低,寿命长,是最理想的蓝光发光材料。但是由于红绿LED发光晶体晶格小,与蓝宝石晶格失配率高,生长难度较大,成品质量较差,因此,实现Micro-LED显示面板的彩色显示比较困难。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供一种Micro-LED显示面板及其制造方法,以实现彩色显示的Micro-LED显示面板。

[0005] 第一方面,本发明实施例提供了一种Micro-LED显示面板,该面板包括:

[0006] 键合基板;

[0007] 电致发光Micro-LED像素阵列,倒置于所述键合基板的一侧,并与所述键合基板电连接,其中,所述电致发光Micro-LED像素阵列中每一电致发光Micro-LED像素包括第一类子像素和第二类子像素;

[0008] 发光介质层,位于所述第一类子像素远离所述键合基板一侧,所述发光介质层的材料包括钙钛矿光致发光材料和纳米荧光粉中的至少一种。

[0009] 进一步地,所述电致发光Micro-LED像素包括沿远离所述键合基板的方向堆叠的P型半导体层、有源层和N型半导体层,以及第一电极层和第二电极层;

[0010] 所述第一电极层与所述P型半导体层电连接,所述第二电极层与所述N型半导体层电连接。

[0011] 进一步地,所述P型半导体层为P型氮化镓层,所述N型半导体层为N型氮化镓层,所述有源层为氮化镓量子阱层。

[0012] 进一步地,所述电致发光Micro-LED像素的发光颜色为蓝色,所述发光介质层的发光颜色为红色或绿色。

[0013] 进一步地,还包括衬底;

- [0014] 所述衬底位于所述发光介质层靠近所述键合基板的一侧。
- [0015] 进一步地,所述衬底为蓝宝石衬底。
- [0016] 进一步地,所述键合基板与所述电致发光Micro-LED像素通过焊料凸块电连接。
- [0017] 进一步地,所述键合基板包括驱动电路矩阵,所述驱动电路矩阵包括多个驱动电路单元,所述电致发光Micro-LED像素与所述驱动电路单元电连接。
- [0018] 第二方面,本发明实施例还提供了一种Micro-LED显示面板的制造方法,该方法包括:
- [0019] 在衬底一侧形成电致发光Micro-LED像素阵列,其中,所述电致发光Micro-LED像素阵列中每一电致发光Micro-LED像素包括第一类子像素和第二类子像素;
- [0020] 将所述电致发光Micro-LED像素倒置电连接于键合基板的一侧;
- [0021] 在所述第一类子像素远离所述键合基板的一侧形成发光介质层,其中,所述发光介质层的材料包括钙钛矿光致发光材料和纳米荧光粉中的至少一种。
- [0022] 进一步地,在所述第一类子像素远离所述键合基板的一侧形成发光介质层,包括:
- [0023] 采用蒸镀法形成所述发光介质层;
- [0024] 或者,采用喷墨打印法形成所述发光介质层。
- [0025] 进一步地,采用喷墨打印蒸镀法形成所述发光介质层,包括:
- [0026] 在所述衬底远离所述键合基板一侧形成隔离柱,其中,所述隔离柱的间隔暴露出所述第一类子像素的对应位置处的所述衬底;
- [0027] 将发光介质层溶液滴入所述间隔柱的间隔中,形成所述发光介质层。
- [0028] 进一步地,在所述第一类子像素远离所述键合基板的一侧形成发光介质层之前,还包括:
- [0029] 去除至少部分所述衬底。
- [0030] 进一步地,去除至少部分所述衬底包括:
- [0031] 采用激光刻蚀的方式,去除预设厚度阈值的所述衬底。
- [0032] 进一步地,所述键合基板包括驱动电路矩阵,所述驱动电路矩阵包括多个驱动电路单元,所述电致发光Micro-LED像素与所述驱动电路单元电连接。
- [0033] 本发明实施例提供的Micro-LED显示面板,通过设置电致发光Micro-LED像素阵列中每一电致发光Micro-LED像素包括第一类子像素和第二类子像素;发光介质层位于第一类子像素远离键合基板的一侧,发光介质层的材料包括钙钛矿光致发光材料和纳米荧光粉中的至少一种。可使,第二类子像素发出自身颜色的光,第一类子像素通过电致发光发出的光线激发发光介质层发出对应颜色的光,从而,通过上述不同发光颜色的相互配合,实现Micro-LED显示面板的全彩化显示。解决了现有技术中实现Micro-LED显示面板的彩色显示比较困难的问题。

附图说明

- [0034] 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。

- [0035] 图1是本发明实施例提供的一种Micro-LED显示面板的结构示意图；
- [0036] 图2是本发明实施例提供的另一种Micro-LED显示面板的结构示意图；
- [0037] 图3是本发明实施例提供的又一种Micro-LED显示面板的结构示意图；
- [0038] 图4是本发明实施例提供的一种Micro-LED显示面板的键合基板的结构示意图；
- [0039] 图5是本发明实施例提供的一种Micro-LED显示面板的制造方法的流程示意图；
- [0040] 图6是本发明实施例提供的另一种Micro-LED显示面板的制造方法的流程示意图；
- [0041] 图7是本发明实施例提供的Micro-LED显示面板的制造方法中一种采用蒸镀法形成发光介质层的原理示意图；
- [0042] 图8是本发明实施例提供的Micro-LED显示面板的制造方法中另一种采用蒸镀法形成发光介质层的原理示意图；
- [0043] 图9是本发明实施例提供的又一种Micro-LED显示面板的制造方法的流程示意图；
- [0044] 图10是是本发明实施例提供的Micro-LED显示面板的制造方法中采用喷墨打印法形成发光介质层的原理示意图。

具体实施方式

[0045] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,以下将参照本发明实施例中的附图,通过实施方式清楚、完整地描述本发明的技术方案,显然,所描述的实施例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他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0046] 需要说明的是,各附图中,相同的附图标记代表相同的结构或步骤。

[0047] 图1是本发明实施例提供的一种Micro-LED显示面板的结构示意图。参照图1,该Micro-LED显示面板包括:键合基板08;电致发光Micro-LED像素阵列,倒置于键合基板08的一侧,并与键合基板08电连接,其中,电致发光Micro-LED像素阵列中每一电致发光Micro-LED像素10包括第一类子像素101和第二类子像素102;发光介质层09,位于第一类子像素101远离键合基板08一侧,发光介质层09的材料包括钙钛矿光致发光材料和纳米荧光粉中的至少一种。

[0048] 其中,键合基板08包括驱动电路矩阵,其与电致发光Micro-LED像素阵列电连接,可控制电致发光Micro-LED像素阵列中每一电致发光Micro-LED像素10的发光情况。

[0049] 示例性的,可通过调节施加到电致发光Micro-LED像素10的电信号强度(包括电压、电流或功率)的大小控制电致发光Micro-LED像素10的发光强度,通常,电信号强度越大,电致发光Micro-LED像素10的发光强度越大。可通过调节施加到电致发光Micro-LED像素10的电信号保持的时间的长短控制电致发光Micro-LED像素10的发光时间,通常,电信号保持的时间越长,电致发光Micro-LED像素10的发光时间越长。

[0050] 需要说明的是,键合基板08可为本领域已知的具有驱动电路矩阵的键合基板,本发明实施例对此不作限定。

[0051] 其中,电致发光Micro-LED像素阵列可包括多行多列的电致发光Micro-LED像素10,电致发光Micro-LED像素10的行数、列数、以及每行中电致发光Micro-LED像素10的数量和每列中电致发光Micro-LED像素10的数量均可根据Micro-LED显示面板的实际需求设置,本发明实施例对此不作限定。

[0052] 其中,电致发光(Electroluminescent,EL)是指在电场的驱动下,将电能直接转换为光能的物理作用。光致发光(Photoluminescence,PL)是指发光物质在吸收了光子或者电磁波的能量后,重新以光子或者电磁波的形式辐射出能量的过程。本发明实施例提供的Micro-LED显示面板中,第二类子像素102的对应位置处基于电致发光原理进行显示,第一类子像素101的对应位置处基于电致发光和光致发光原理进行显示。

[0053] 其中,每一电致发光Micro-LED像素10中的第二类子像素102对应位置处的显示面板显示的颜色是电致发光Micro-LED像素10自身的颜色,即该位置处显示的颜色仅由电致发光Micro-LED像素10中的电致发光材料决定。根据电致发光材料的不同,电致发光Micro-LED像素10中的第二类子像素102的发光颜色可为红色、绿色或蓝色。

[0054] 其中,每一电致发光Micro-LED像素10中的第一类子像素101对应位置处的显示面板显示的颜色由电致发光材料和发光介质层09的材料共同决定。具体的,第一类子像素101基于电致发光原理发出某种颜色的光,该光照射到发光介质层09,激发发光介质层09发出对应颜色的光。

[0055] 示例性的,第一类子像素101的发光颜色为蓝色,该蓝色的光照射到发光介质层09,可激发发光介质层09发出红色或绿色的光。此仅为示例性的说明,而非限定。

[0056] 其中,钙钛矿光致发光材料的优势体现为:半峰宽较窄,从而色纯度较高;载流子迁移率高,从而发光效率高;发光波长可调,从而发光颜色可调,可实现全光谱调节;可在低温下溶液制备,制备方法简单,成本低。同时,将钙钛矿光致发光材料的尺寸做到纳米级,可满足微米或纳米级Micro-LED像素的尺寸需求。

[0057] 示例性的,钙钛矿的结构一般为 ABX_3 ,其中,A为有机物或无机物基团,B为金属元素,一般为铅(Pb),X为卤族元素。示例性的,钙钛矿光致发光材料可为有机无机杂化钙钛矿或者纯无机钙钛矿,例如,有机无机杂化钙钛矿可包括有机金属卤化物(RNH_2PbX_3),纯无机钙钛矿可包括 $CsPbX_3$,其中, RNH_2 代表伯胺,Cs代表铯。此仅为示例性的说明,而非限定。

[0058] 其中,纳米荧光粉是相对于微米级的传统荧光粉而言的。传统荧光粉的尺寸为15微米(μm),不能满足Micro-LED像素的尺寸需求,而纳米荧光粉的尺寸为10nm-50nm,可满足微米或纳米级Micro-LED像素的尺寸需求,同时,有利于Micro-LED像素尺寸的进一步缩小。

[0059] 此外,发光介质层的材料还可包括量子点(Quantum Dot,QD)光致发光材料。量子点是一种低维半导体材料,其三个维度上的尺寸都不大于其对应的半导体材料的激子波尔半径的两倍。量子点一般为球形或类球形,其直径在2nm-20nm之间。示例性的,量子点通常由IV(第四主族)、II-VI(第二主族-第六主族),IV-VI(第四主族-第六主族)或III-V(第三主族-第五主族)元素组成,例如:硅(Si)量子点、锗(Ge)量子点、硫化镉(CdS)量子点、硒化镉(CdSe)量子点、碲化镉(CdTe)量子点、硒化锌(ZnSe)量子点、硫化铅(PbS)量子点、硒化铅(PbSe)量子点、磷化铟(InP)量子点和砷化铟(InAs)量子点等。此仅为示例性的说明,而非限定。

[0060] 量子点光致发光材料的优势体现在以下几个方面:第一、量子点具有非常窄的发射光谱,从而发光颜色的色纯度较高。第二、量子点的发射光谱可以通过改变量子点的尺寸大小来控制。通过改变量子点的尺寸和它的化学元素组成,可以使其发射光谱覆盖整个可见光区。示例性的,以碲化镉量子点为例,当它的粒径从2.5nm生长到4.0nm时,它们的发射光谱的光波长可以从510nm红移到660nm。硅量子点等其他量子点的发射光谱的光波长可以

到近红外区。此仅为示例性的说明,而非限定。第三、量子点的发光效率高,量子效率高达90%,光稳定性好。第四、量子点的荧光寿命长。第五、量子点的尺寸小,可满足微米或纳米级Micro-LED像素的尺寸需求。

[0061] 需要说明的是,图1中仅示例性的示出了每一个电致发光Micro-LED像素包括2个第一类子像素和1个第二类子像素,此仅为示例性说明,而非限定。在其他实施方式中,可根据Micro-LED显示面板的实际需求,设置每一个电致发光Micro-LED像素包括的第一类子像素和第二类子像素的数量。

[0062] 本发明实施例提供的Micro-LED显示面板通过设置电致发光Micro-LED像素阵列中每一电致发光Micro-LED像素包括第一类子像素和第二类子像素;发光介质层,位于第一类子像素远离键合基板一侧可使第二类子像素对应位置处显示其自身颜色;第一类子像素的对应位置处显示发光介质层的发光颜色,同时,发光介质层的发光颜色与第二类子像素的发光颜色不同,因此,通过上述不同的颜色之间的相互配合,可实现Micro-LED显示面板的全彩化显示。同时,通过设置发光介质层的材料包括钙钛矿光致发光材料和纳米荧光粉中的至少一种,可将钙钛矿光致发光材料和/或纳米荧光粉材料的优势与电致发光Micro-LED像素的优势结合,以提高Micro-LED显示面板的图像显示效果。

[0063] 可选的,图2是本发明实施例提供的另一种Micro-LED显示面板的结构示意图。参照图2,电致发光Micro-LED像素10包括沿远离键合基板08的方向堆叠的P型半导体层04、有源层03和N型半导体层02,以及第一电极层14和第二电极层12;第一电极层14与P型半导体层04电连接,第二电极层12与N型半导体层02电连接。

[0064] 其中,P型半导体层04、有源层03和N型半导体层02构成发光PN结,通过P型半导体层04与第一电极层14电连接,N型半导体层04与第二电极层12电连接,可将上述发光PN结电连接到外电路中,从而实现通过外电路给发光PN结施加电压。当外电路给发光PN结施加电压时,N型半导体层02中产生电子,注入到有源层03,P型半导体层04中产生空穴,注入到有源层03;随后,在有源层03内,电子和空穴复合而发出光子,完成电能到光能的转换,实现电致发光Micro-LED像素10发光。

[0065] 示例性的,在第一电极层14远离P型半导体层04的一侧还可包括保护层06,保护层06用于隔绝水氧,减缓电致发光Micro-LED像素10中各膜层性能的衰减,从而延长Micro-LED显示面板的使用寿命。

[0066] 示例性的,在第一电极层14与P型半导体层04之间和/或第二电极层12与n型半导体层02之间还可包括欧姆接触层(图2中未示出),欧姆接触层用于使P型半导体层04中产生的空穴和/或N型半导体层02中产生的电子能有效地注入有源层03中,从而增加Micro-LED显示面板的发光效率。

[0067] 需要说明的是,图2中仅示例性的示出了电致发光Micro-LED像素10的一种膜层结构,但并非对本发明实施例提供的Micro-LED显示面板中电致发光Micro-LED像素10的膜层结构的限定。在其他实施方式中,可根据Micro-LED显示面板的实际需求,设置电致发光Micro-LED像素10的膜层结构,本发明实施例对此不作限定。

[0068] 可选的,P型半导体层04为P型氮化镓层,N型半导体层02为N型氮化镓层,有源层03为氮化镓量子阱层。

[0069] 如此设置,可形成基于氮化镓材料的电致发光Micro-LED像素10。

[0070] 示例性的,P型氮化镓层可为镁(Mg)掺杂的氮化镓层,N型氮化镓层可为硅(Si)掺杂的氮化镓层,氮化镓量子阱层可为依次重复排列的氮化镓/氮化镓(InGaN/GaN)层。此仅为示例性的说明,而非限定。在其他实施方式中,P型半导体层04、N型半导体层02和有源层03的材料可根据Micro-LED显示面板的实际需求设置,本发明实施例对此不作限定。

[0071] 可选的,电致发光Micro-LED像素10的发光颜色为蓝色,发光介质层09的发光颜色为红色或绿色。

[0072] 其中,电致发光Micro-LED像素10的发光颜色在第二类子像素102的对应位置处显示,发光介质层09的发光颜色在第一类子像素101的对应位置处显示。由此,整个Micro-LED显示面板可显示蓝色、红色和绿色,通过上述三基色的协同显示,可实现Micro-LED显示面板的全彩化。

[0073] 示例性的,电致发光Micro-LED像素10可为基于氮化镓材料的Micro-LED像素,发光介质层09的材料可为量子点光致发光材料、钙钛矿光致发光材料和纳米荧光粉中的至少一种。由此,本发明实施例提供的Micro-LED显示面板还同时具有上述氮化镓基Micro-LED的优势和发光介质层材料的优势。

[0074] 可选的,图3是本发明实施例提供的又一种Micro-LED显示面板的结构示意图。参照图3,该Micro-LED显示面板还包括衬底01;衬底01位于发光介质层09靠近键合基板08的一侧。

[0075] 其中,衬底01是常规形成电致发光Micro-LED像素10过程中形成的。如此设置,即保留衬底01,可减少工艺制程,降低成本。同时,衬底01可对电致发光Micro-LED起到保护作用,延长Micro-LED显示面板的使用寿命。

[0076] 此外,对比图2和图3中示出的Micro-LED显示面板的结构,可知,图2中示出了一种去除衬底01的Micro-LED显示面板。如此设置,一方面可减少衬底01对电致发光Micro-LED像素10发出的光线的吸收,另一方面可减少光线在衬底01中横向传输的几率,从而增加电致发光Micro-LED像素10的出射光线的强度;进而,较高强度的光照射到发光介质层09上,可使发光介质层09的发光强度也随之增加。从而,通过去除衬底01,可增加整个Micro-LED显示面板的发光强度,提高Micro-LED显示面板的图像显示效果。

[0077] 需要说明的是,图2中仅示例性的示出了不保留衬底01的Micro-LED显示面板,图3中仅示例性的示出了保留衬底01的Micro-LED显示面板,但并未限定衬底01的厚度。在其他实施方式中,衬底01去除的厚度(或者,保留的厚度)可根据Micro-LED显示面板的实际需求设置,本发明实施例对此不作限定。

[0078] 需要说明的是,图2和图3中仅示例性的示出了各类子像素以及各个子像素的N型半导体层是相互连接的,但并非对本发明实施例提供的Micro-LED显示面板的限定。在其他实施方式中,可根据Micro-LED显示面板的实际需求设置N型半导体层是连接的或分隔的,本发明实施例对此不作限定。

[0079] 可选的,衬底01为蓝宝石衬底。

[0080] 其中,将氮化镓基材料生长在蓝宝石衬底上,主要有以下几方面优势:首先,蓝宝石衬底的生产技术成熟、器件质量较好;其次,蓝宝石的稳定性很好,能够运用在高温生长过程中;最后,蓝宝石的机械强度高,易于处理和清洗。

[0081] 需要说明的是,衬底01还可为碳化硅(SiC)衬底或者硅(Si)衬底,或者本领域技术

人员可知的其它可用的衬底材料,本发明实施例对此不作限定。

[0082] 可选的,继续参照图1-图3任一图,键合基板08与电致发光Micro-LED像素10通过焊料凸块07电连接。

[0083] 其中,焊料凸块07为导电材料,通常为铅锡合金焊料或纯锡焊料。当然,还可以包括其它的导电材料,本发明实施例对此不作限定。

[0084] 示例性的,焊料凸块07与第一电极层14之间还包括绑定层(图1中未示出),绑定层位于保护层06形成的凹槽中。

[0085] 需要说明的是,键合基板08与电致发光Micro-LED像素10还可以通过焊丝、焊条、焊带电连接,或采用其他可行的方式进行电连接,本发明实施例对此不作限定。

[0086] 可选的,图4是本发明实施例提供的一种Micro-LED显示面板的键合基板的结构示意图。参照图4,键合基板08包括驱动电路矩阵,驱动电路矩阵包括多个驱动电路单元081,电致发光Micro-LED像素10与驱动电路单元081电连接。

[0087] 其中,每个电致发光Micro-LED像素10均包括第一类子像素和第二类子像素,每个第一类子像素和第二类子像素分别与一个驱动电路单元081电连接。驱动电路单元081可用于控制施加到电致发光Micro-LED像素10中的各子像素的电信号的强度和持续时间,以控制其发光强度和发光时间。

[0088] 示例性的,驱动电路单元081包括2T1C(2个薄膜晶体管和1个存储电容)电路。其中,扫描线Scan用于输入选通信号,数据线Data用于输入数据信号;第一晶体管T1为开关管(栅极连接扫描线Scan),第二晶体管T2的栅极电压为数据电压,存储电容Cs用于保持第二晶体管T2的栅极电压,避免其栅极电压发生漂移,第二晶体管T2的源极电压VDD与栅极电压Vdata共同决定流经电致发光Micro-LED像素10的电流,从而决定其发光亮度。

[0089] 需要说明的是,图4中仅示例性的示出了驱动电路单元081包括2T1C电路,但并非对本发明实施例提供的Micro-LED显示面板的限定。在其他实施方式中,可根据Micro-LED显示面板的实际需求,设置薄膜晶体管和存储电容的数量,本发明实施例对此不作限定。

[0090] 基于同一发明构思,本发明实施例还提供一种Micro-LED显示面板的制造方法。该制造方法用于形成上述实施方式提供的Micro-LED显示面板,因此,也具有上述实施方式中的Micro-LED显示面板所具有的有益效果。下述关于制造方法的有益效果中,未详尽解释之处,可参照上述实施方式中对Micro-LED显示面板的说明,在此不再赘述。

[0091] 示例性的,图5是本发明实施例提供的一种Micro-LED显示面板的制造方法的流程示意图。参照图5,该Micro-LED显示面板的制造方法包括:

[0092] S51、在衬底一侧形成电致发光Micro-LED像素阵列。

[0093] 其中,电致发光Micro-LED像素阵列中每一电致发光Micro-LED像素包括第一类子像素和第二类子像素。

[0094] 示例性的,电致发光Micro-LED像素的膜层结构可参照图2或图3示出的Micro-LED显示面板中的电致发光Micro-LED像素结构,其具体的形成方式可包括任何可行的物理方式或化学方式,本发明实施例对此不作限定。

[0095] S52、将电致发光Micro-LED像素倒置电连接于键合基板的一侧。

[0096] 可选的,键合基板包括驱动电路矩阵,驱动电路矩阵包括多个驱动电路单元, Micro-LED像素与驱动电路单元电连接。

[0097] 示例性的,可利用焊料凸块、焊丝、焊条、焊带或其他可行的电连接方式将电致发光Micro-LED像素与键合基板电连接,本发明实施例对电连接的具体方式不做限定。

[0098] S53、在第一类子像素远离键合基板的一侧形成发光介质层。

[0099] 其中,发光介质层的材料包括量子点材料、钙钛矿光致发光材料和纳米荧光粉中的至少一种。

[0100] 其中,电致发光Micro-LED像素在键合基板上的驱动电路单元的驱动下发光。第二类子像素的对应位置处显示电致发光Micro-LED像素自身的发光颜色,第一类子像素的对应位置处,由于发光介质层的存在,发光介质层吸收电致发光Micro-LED像素发出的光,并发出发光介质层材料对应颜色的光。由此,不同颜色的光混合在一起,实现Micro-LED显示面板的全彩化显示。

[0101] 可选的,图6是本发明实施例提供的另一种Micro-LED显示面板的制造方法的流程示意图。参照图6,该Micro-LED显示面板的制造方法包括:

[0102] S61、在衬底一侧形成电致发光Micro-LED像素阵列。

[0103] S62、将电致发光Micro-LED像素倒置电连接于键合基板的一侧。

[0104] S63、去除至少部分衬底。

[0105] 其中,可采用物理方式(例如,激光刻蚀、机械研磨等)或化学方式(例如化学溶液刻蚀等)去除部分衬底或全部衬底,本发明实施例对去除衬底所采用的方式以及保留的衬底的厚度不作限定。

[0106] S64、采用蒸镀法形成发光介质层,或者,采用喷墨打印法形成发光介质层。

[0107] 其中,蒸镀法或喷墨打印法可实现将纳米级的发光介质层材料形成于第一类子像素远离键合基板的一侧,从而实现Micro-LED像素尺寸的精确控制。

[0108] 示例性的,图7是本发明实施例提供的Micro-LED显示面板的制造方法中一种采用蒸镀法形成发光介质层的原理示意图,图8是本发明实施例提供的Micro-LED显示面板的制造方法中另一种采用蒸镀法形成发光介质层的原理示意图。参照图7和图8,通过第一掩模板303和第二掩模板305进行掩模,可实现在像素基板00(像素基板00包括电致发光Micro-LED像素)的特定位置处形成不同的发光介质层。

[0109] 示例性的,参照图7,通过对第一发光介质层原料301进行蒸发,并通过第一掩模板303进行掩模,可在像素基板00未被第一掩模板303遮挡的位置形成第一发光介质层1011。示例性的,参照图8,在图7示出的步骤结束后,通过对第二发光介质层原料302进行蒸发,并通过第二掩模板305进行掩模,可在像素基板00未被第二掩模板305遮挡的位置形成第二发光介质层1012。其中,第一发光介质层1011和第二发光介质层1012间隔分布,同时,像素基板00上还包括未被第一发光介质层1011和第二发光介质层1012覆盖的区域。

[0110] 如此,在Micro-LED显示面板中,第一发光介质层1011的对应位置处显示第一颜色,第二发光介质层1012的对应位置处显示第二颜色,未被第一发光介质层1011和第二发光介质层1012覆盖的区域可显示电致发光Micro-LED像素自身的颜色,从而不同颜色的光混合在一起,实现Micro-LED显示面板的全彩化显示。

[0111] 可选的,图9是本发明实施例提供的又一种Micro-LED显示面板的制造方法的流程示意图。参照图9,该Micro-LED显示面板的制造方法包括:

[0112] S71、在衬底一侧形成电致发光Micro-LED像素阵列。

[0113] S72、将电致发光Micro-LED像素倒置电连接于键合基板的一侧。

[0114] S73、采用激光刻蚀的方式，去除预设厚度阈值的衬底。

[0115] 其中，激光光束的发散程度较小，能量密度较高，因此，刻蚀衬底时可准确定位，且刻蚀效率高，刻蚀速度快，从而可减少刻蚀衬底所用的时间。

[0116] 示例性的，衬底位于电致发光Micro-LED像素的出光侧，去除预设厚度阈值的衬底，可减少衬底对出射电致发光Micro-LED像素的出射光线的吸收，从而增强电致发光Micro-LED像素的发光强度，进而，可被发光介质层利用的光线也增多，从而，可增强整个电致发光Micro-LED显示面板的的发光强度，提高Micro-LED显示面板的图像显示效果。

[0117] 需要说明的是，可根据Micro-LED显示面板的实际需求设置预设厚度阈值，本发明实施例对此不作限定。

[0118] S74、在衬底远离键合基板一侧形成隔离柱。

[0119] 其中，隔离柱的间隔暴露出第一类子像素的对应位置处的衬底。

[0120] 示例性的，隔离柱可采用掩模刻蚀光刻胶或其他可行的方式形成，本发明实施例对此不作限定。

[0121] S75、将发光介质层溶液滴入隔离柱的间隔中，形成发光介质层。

[0122] 示例性的，图10是是本发明实施例提供的Micro-LED显示面板的制造方法中采用喷墨打印法形成发光介质层的原理示意图。参照图10，发光介质层溶液201灌装于喷头20中，通过控制喷头20将发光介质层溶液201滴入隔离柱的间隔中，形成发光介质层1012。

[0123] 需要说明的是，执行步骤S75时，可通过在不同位置的喷头20中灌装不同的发光介质层溶液，即在一次喷涂的过程中形成不同的发光介质层。或者，在全部的喷头20中都灌装相同的第一发光介质层溶液，喷涂形成第一发光介质层1011后，再在全部的喷头20中都灌装相同的第二发光介质层溶液，喷涂形成第二发光介质层1012，本发明实施例对此不作限定。

[0124] 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。

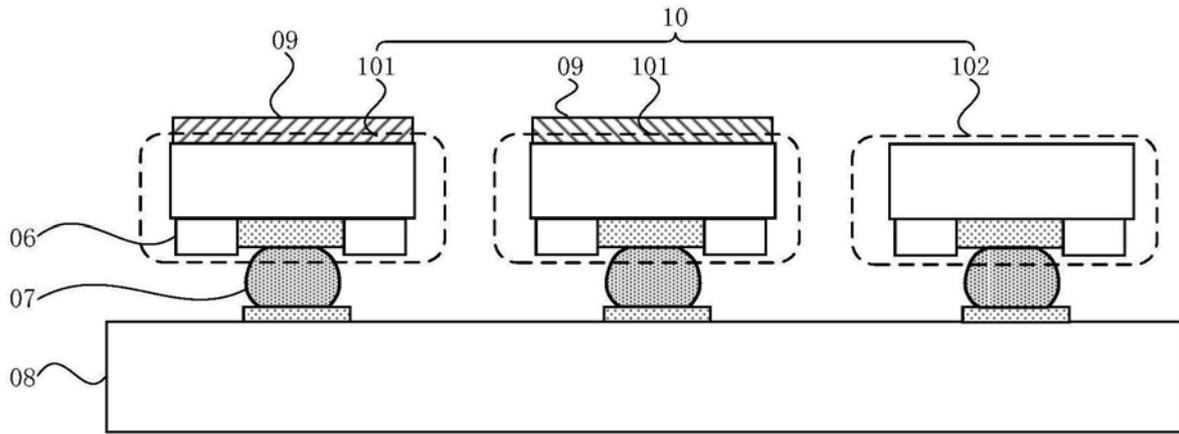


图1

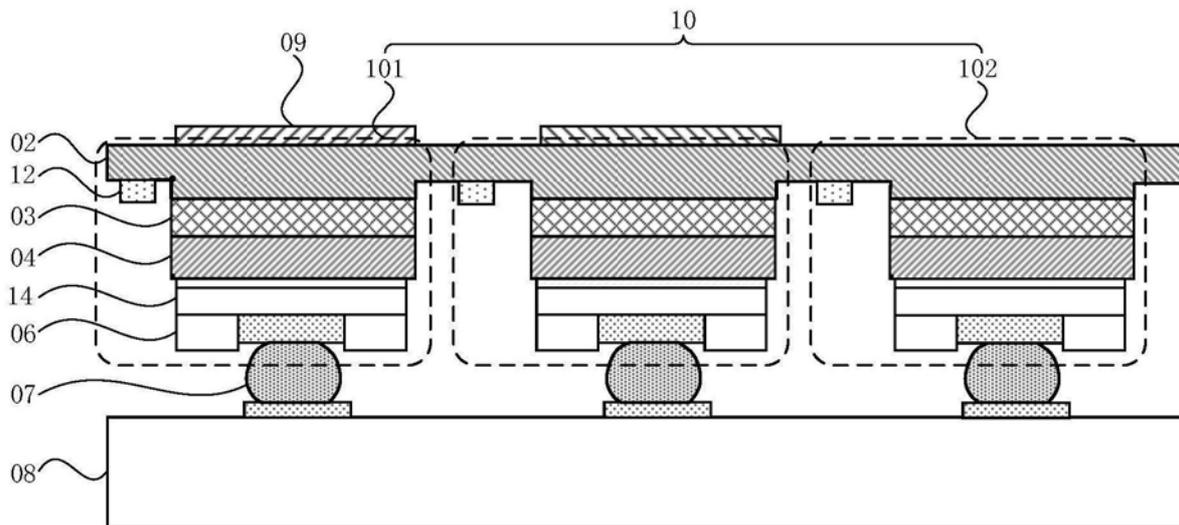


图2

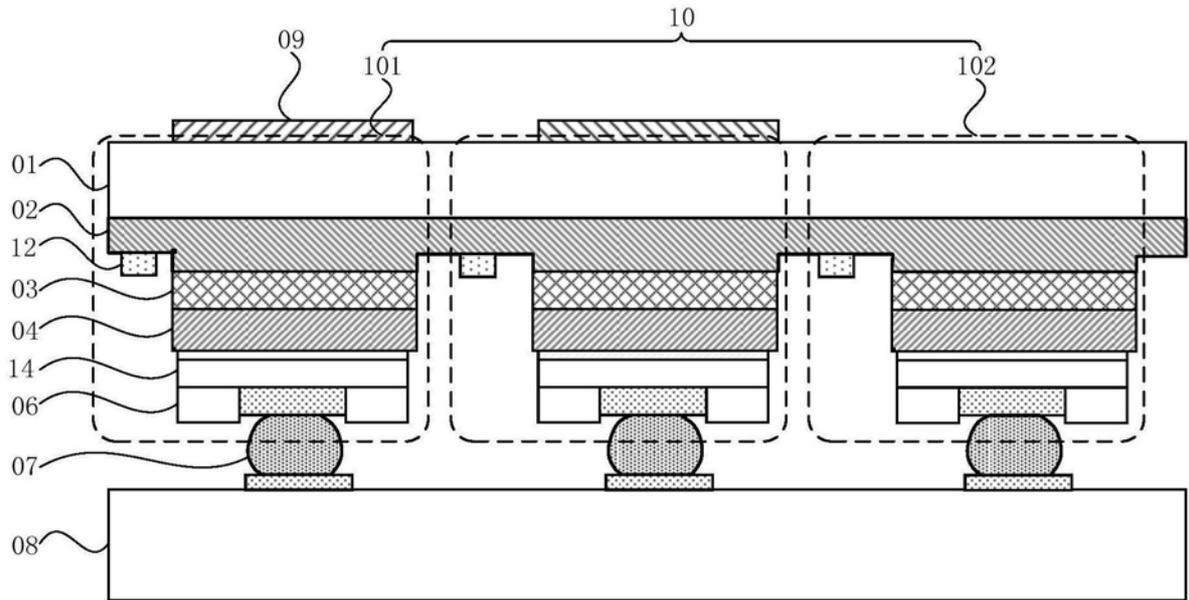


图3

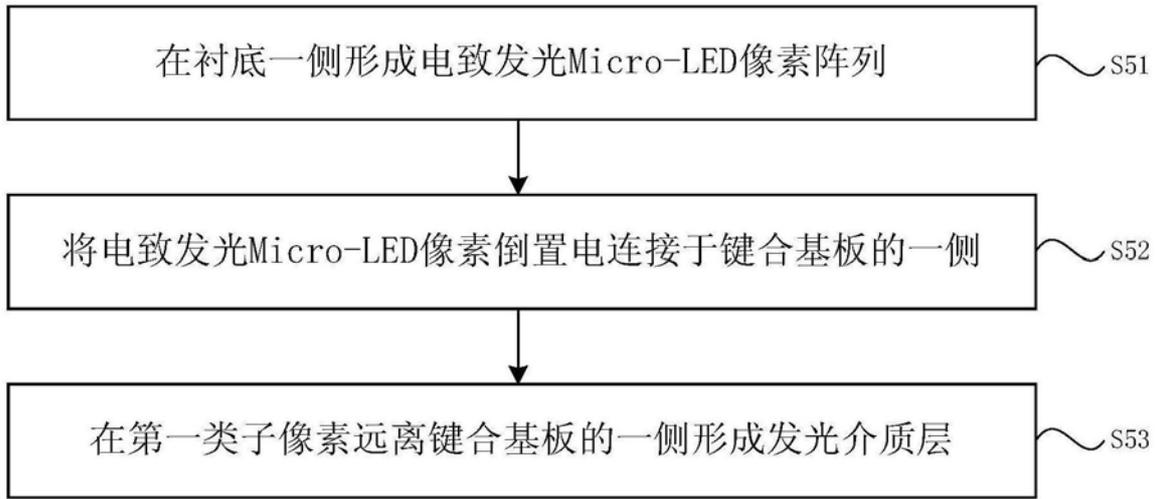


图5

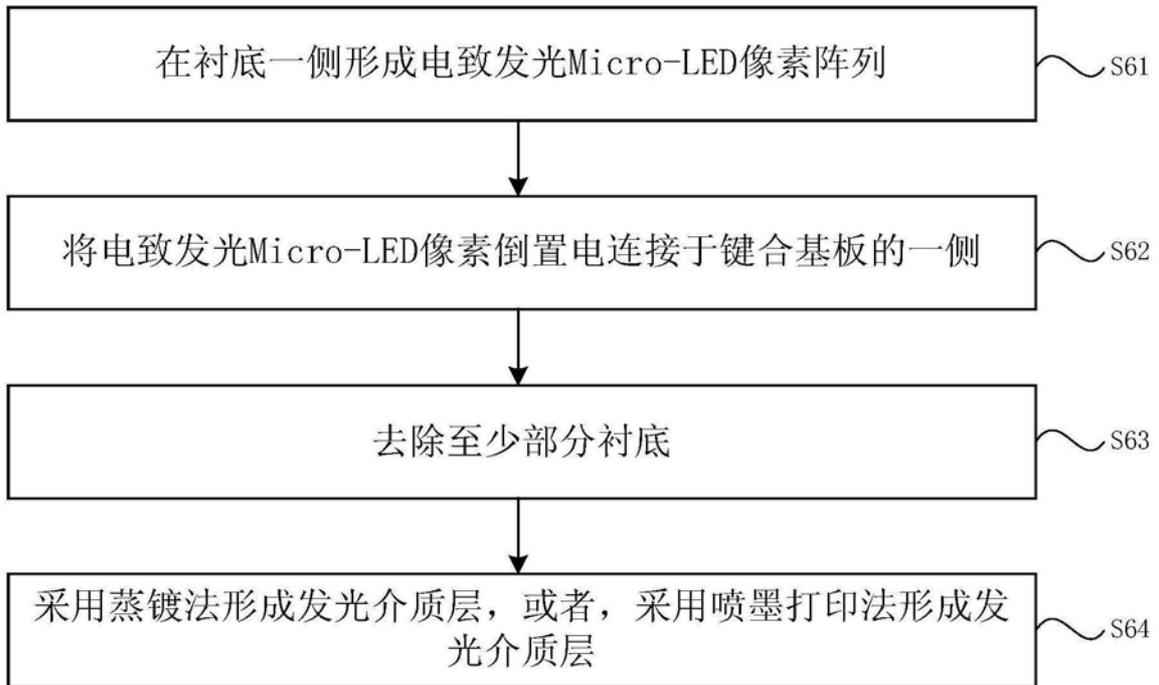


图6

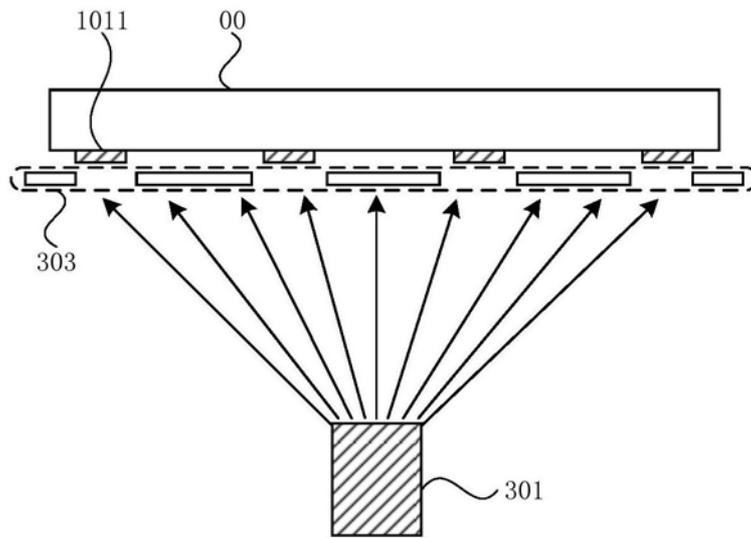


图7

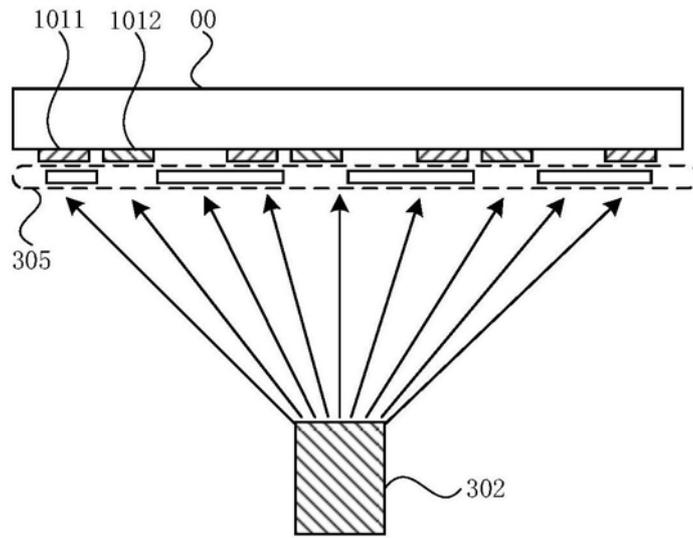


图8

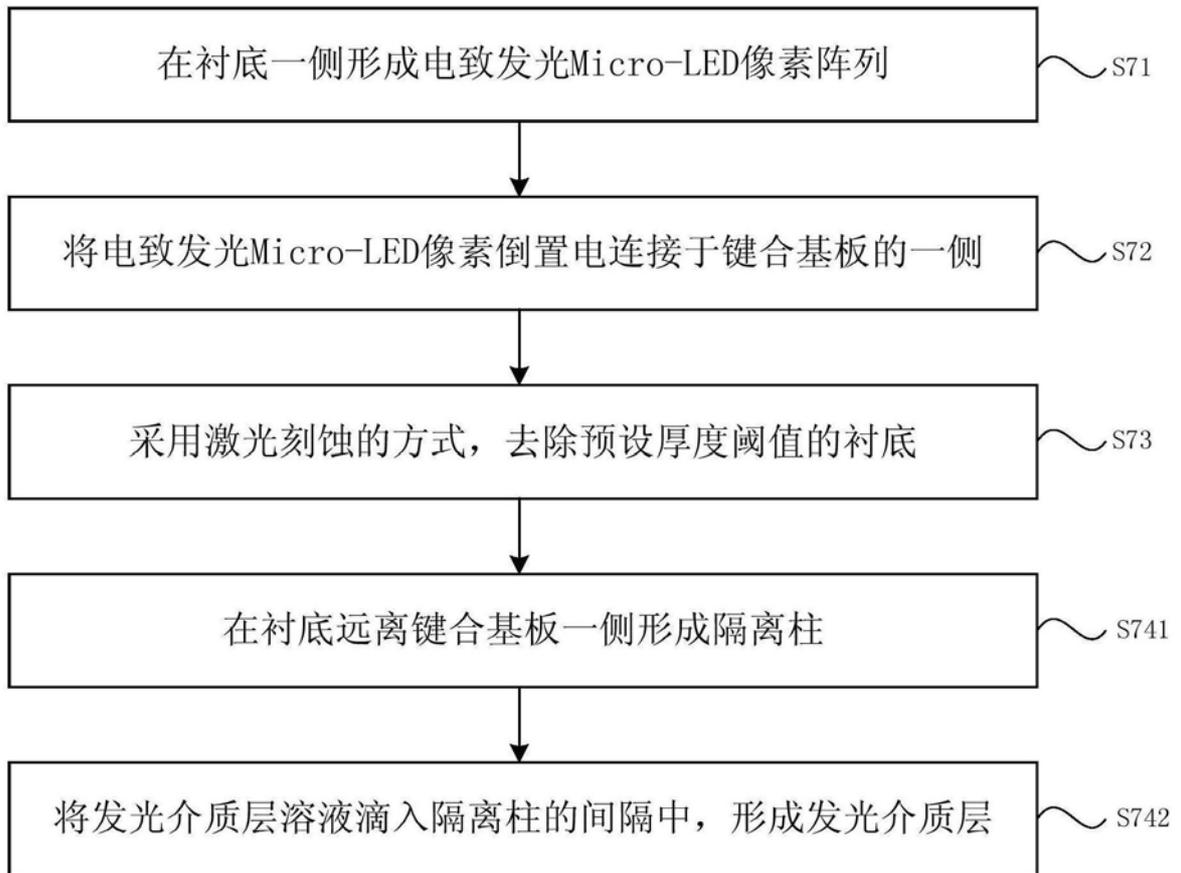


图9

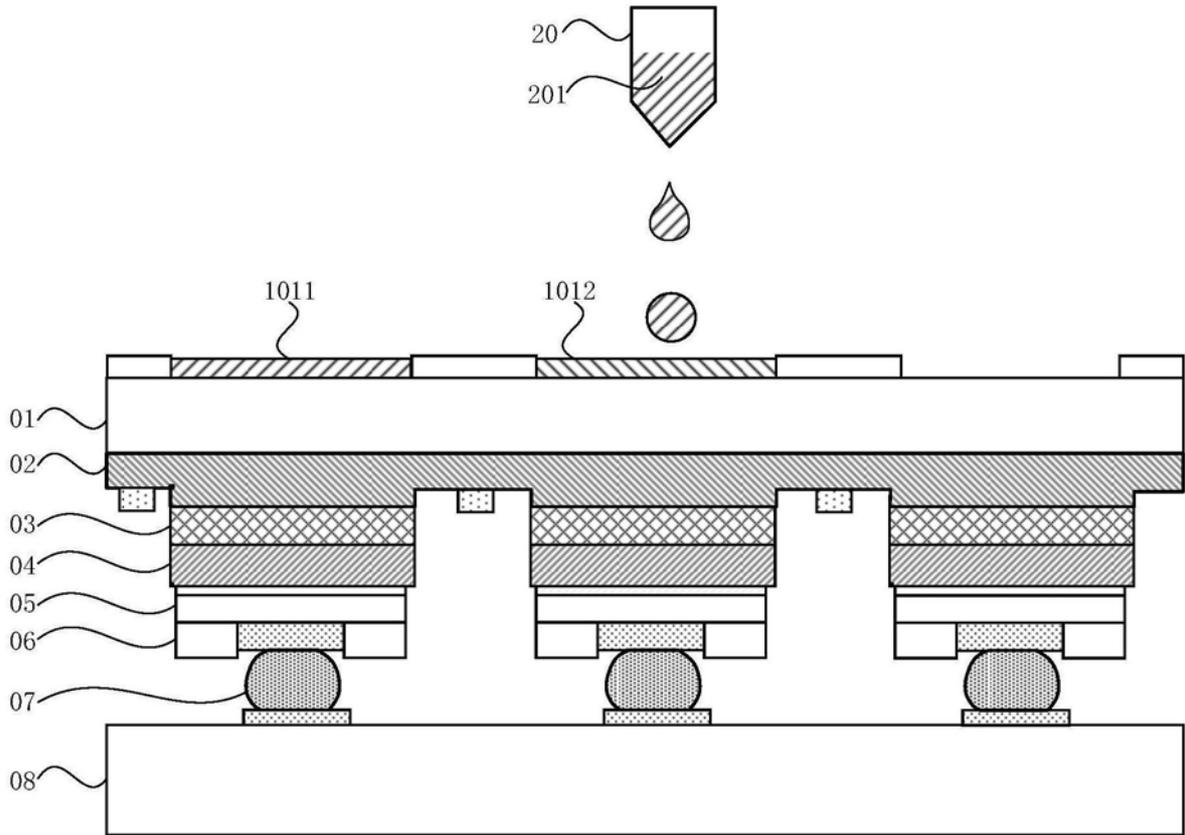


图10

专利名称(译)	一种Micro-LED显示面板及其制造方法		
公开(公告)号	CN108899332A	公开(公告)日	2018-11-27
申请号	CN201810783169.7	申请日	2018-07-17
[标]申请(专利权)人(译)	南方科技大学		
申请(专利权)人(译)	南方科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	南方科技大学		
[标]发明人	刘召军 孙小卫 王立铎 王凯 魏枫 闫思吴		
发明人	刘召军 孙小卫 王立铎 王凯 魏枫 闫思吴		
IPC分类号	H01L27/12 H01L21/77		
CPC分类号	H01L27/1214 H01L27/1259		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明实施例公开了一种Micro-LED显示面板及其制造方法，该Micro-LED显示面板包括：键合基板；电致发光Micro-LED像素阵列，倒置于键合基板的一侧，并与键合基板电连接，其中，电致发光Micro-LED像素阵列中每一电致发光Micro-LED像素包括第一类子像素和第二类子像素；发光介质层，位于第一类子像素远离键合基板一侧，发光介质层的材料包括钙钛矿光致发光材料和纳米荧光粉中的至少一种。本发明实施例提供的Micro-LED显示面板通过第二类子像素发出自身颜色的光，第一类子像素通过电致发光发出的光线激发发光介质层发出对应颜色的光，从而，通过上述不同发光颜色的相互配合，实现Micro-LED显示面板的全彩化显示。解决了现有技术中实现Micro-LED显示面板的彩色显示比较困难的问题。

