



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110993758 A

(43)申请公布日 2020.04.10

(21)申请号 201911051010.7

(22)申请日 2019.10.31

(71)申请人 华灿光电(苏州)有限公司

地址 215600 江苏省苏州市张家港市经济
开发区晨丰公路

(72)发明人 兰叶 吴志浩

(74)专利代理机构 北京三高永信知识产权代理
有限责任公司 11138

代理人 吕耀萍

(51)Int.Cl.

H01L 33/14(2010.01)

H01L 33/20(2010.01)

H01L 27/15(2006.01)

H01L 33/00(2010.01)

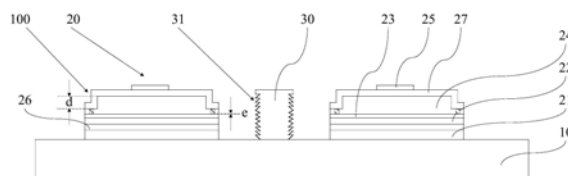
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

微型发光二极管的显示阵列及其制作方法

(57)摘要

本发明公开了一种微型发光二极管的显示阵列及其制作方法,属于半导体技术领域。所述显示阵列包括电路板和多个间隔设置在所述电路板上的发光芯片;每个所述发光芯片包括依次层叠在所述电路板上的P型电极、空穴产生层、有源层、电子产生层和N型电极;所述电子产生层的第一表面区域设有向所述有源层延伸的凹槽,所述第一表面区域内的点与所述发光芯片的边缘之间的距离小于第一阈值;所述凹槽内的所述电子产生层的第二表面区域注入有镁离子,所述第二表面区域内的点与所述发光芯片的边缘之间的距离在第二阈值和第三阈值之间,所述第二阈值小于所述第三阈值,所述第三阈值小于所述第一阈值。本公开可减少相邻两个Micro LED之间的光耦合。



1. 一种微型发光二极管的显示阵列,其特征在于,所述显示阵列包括电路板(10)和多个间隔设置在所述电路板(10)上的发光芯片(20);每个所述发光芯片(20)包括依次层叠在所述电路板(10)上的P型电极(21)、空穴产生层(22)、有源层(23)、电子产生层(24)和N型电极(25);所述电子产生层(24)的第一表面区域设有向所述有源层(23)延伸的凹槽(100),所述第一表面区域内的点与所述发光芯片(20)的边缘之间的距离小于第一阈值;所述凹槽(100)内的所述电子产生层(24)的第二表面区域注入有镁离子,所述第二表面区域内的点与所述发光芯片(20)的边缘之间的距离在第二阈值和第三阈值之间,所述第二阈值小于所述第三阈值,所述第三阈值小于所述第一阈值。

2. 根据权利要求1所述的显示阵列,其特征在于,所述第一表面区域的电子产生层(24)的厚度为 $0.4\mu\text{m}\sim 0.6\mu\text{m}$,所述第二表面区域的电子产生层(24)中镁离子与所述有源层(23)之间的最小距离为 $0.08\mu\text{m}\sim 0.12\mu\text{m}$ 。

3. 根据权利要求2所述的显示阵列,其特征在于,所述第二阈值为 $0.25\mu\text{m}\sim 0.35\mu\text{m}$,所述第三阈值为 $0.55\mu\text{m}\sim 0.65\mu\text{m}$,所述第一阈值为 $0.9\mu\text{m}\sim 1.1\mu\text{m}$ 。

4. 根据权利要求1~3任一项所述的显示阵列,其特征在于,所述电子产生层(24)的第二表面区域还注入有氧离子。

5. 根据权利要求1~3任一项所述的显示阵列,其特征在于,所述显示阵列还包括吸光块(30),所述吸光块(30)设置在相邻两个所述发光芯片(20)之间的电路板(10)上,所述吸光块(30)的高度与所述发光芯片(20)的高度相等。

6. 根据权利要求5所述的显示阵列,其特征在于,所述吸光块(30)与所述发光芯片(20)相对的表面设有V型开口(31);所述吸光块(30)与所述电子产生层(24)相对部分的V型开口(31)中,远离所述电路板(10)的侧壁与所述电路板(10)的表面平行,靠近所述电路板(10)的侧壁与所述电路板(10)的表面之间的夹角为锐角;所述吸光块(30)与所述有源层(23)相对部分的V型开口(31)中,远离所述电路板(10)的侧壁与所述电路板(10)的表面之间的夹角、靠近所述电路板(10)的侧壁与所述电路板(10)的表面的夹角均为锐角且大小相等;所述吸光块(30)与所述空穴产生层(22)相对部分的V型开口(31)中,远离所述电路板(10)的侧壁与所述电路板(10)的表面之间的夹角为锐角,靠近所述电路板(10)的侧壁与所述电路板(10)的表面平行。

7. 一种微型发光二极管的显示阵列的制作方法,其特征在于,所述制作方法包括:

在生长衬底上依次形成电子产生层、有源层和空穴产生层,形成外延片;

将所述空穴产生层键合到玻璃基板上;

采用湿法腐蚀的方式去除所述生长衬底;

将所述电子产生层绑定到蓝宝石衬底上;

去除所述玻璃基板;

在所述空穴产生层上形成P型电极;

将所述P型电极键合到电路板上;

采用激光剥离的方式去除所述蓝宝石衬底;

在所述电子产生层的第一表面区域开设向所述有源层延伸的凹槽,所述第一表面区域内的点与所述外延片的边缘之间的距离小于第一阈值;

在所述凹槽内的电子产生层的第二表面区域注入镁离子,所述第二表面区域内的点与

所述外延片的边缘之间的距离在第二阈值和第三阈值之间,所述第二阈值小于所述第三阈值,所述第三阈值小于所述第一阈值;

在所述凹槽外的电子产生层上形成N型电极,形成发光芯片。

8. 根据权利要求7所述的制作方法,其特征在于,所述制作方法还包括:

在将所述空穴产生层键合到玻璃基板上之前,对所述外延片的第三表面区域进行干法刻蚀,所述第三表面区域内的点与所述外延片的边缘之间的距离小于第四阈值。

9. 根据权利要求7或8所述的制作方法,其特征在于,所述制作方法还包括:

在所述凹槽内的电子产生层的第二表面区域注入氧离子。

10. 根据权利要求7或8所述的制作方法,其特征在于,所述制作方法还包括:

在相邻两个所述发光芯片之间的电路板上形成吸光块,所述吸光块的高度与所述发光芯片的高度一致。

微型发光二极管的显示阵列及其制作方法

技术领域

[0001] 本公开涉及半导体技术领域,特别涉及一种微型发光二极管的显示阵列及其制作方法。

背景技术

[0002] 发光二极管(英文:Light Emitting Diode,简称:LED)是一种常用的发光器件,通过电子与空穴复合释放能量发光,广泛地应用在日常生活中的显示、装饰、通讯和照明等领域。通过采用不同的半导体材料和结构,发光二极管能够覆盖从紫外到红外的全色范围,基本占据了室内和室外的大间距显示器市场。其中,间距是指显示器中相邻两个显示单元之间的距离,与显示器的分辨率有关。

[0003] 当前小间距显示器市场仍以液晶显示器(英文:Liquid Crystal Display,简称:LCD)为主流。虽然有机发光二极管(英文:Organic Light-Emitting Diode,简称:OLED)正在某些领域替代LCD成为主流,但是OLED存在烧屏等问题。微型发光二极管(英文:Micro LED)是指边长在10微米~100微米的超小型发光二极管,体积小,可以更密集地排列在一起而大幅提高分辨率,并且具有自发光特性,在高亮度、高对比度、快速反应和省电等方面都优于LCD和OLED,未来很可能会进一步占据小间距显示器市场。

[0004] 在实现本公开的过程中,发明人发现现有技术至少存在以下问题:

[0005] Micro LED的体积和间距都很小,相邻两个Micro LED之间存在光耦合而相互干扰,造成显示图像的边界轮廓模糊、不清晰,目前无法应用在小间距显示器上。

发明内容

[0006] 本公开实施例提供了一种微型发光二极管的显示阵列及其制作方法,有利于减少相邻两个Micro LED之间的光耦合,提高显示图像边界轮廓的清晰度。

[0007] 所述技术方案如下:

[0008] 一方面,本公开实施例提供了一种微型发光二极管的显示阵列,所述显示阵列包括电路板和多个间隔设置在所述电路板上的发光芯片;每个所述发光芯片包括依次层叠在所述电路板上的P型电极、空穴产生层、有源层、电子产生层和N型电极;所述电子产生层的第一表面区域设有向所述有源层延伸的凹槽,所述第一表面区域内的点与所述发光芯片的边缘之间的距离小于第一阈值;所述凹槽内的所述电子产生层的第二表面区域注入有镁离子,所述第二表面区域内的点与所述发光芯片的边缘之间的距离在第二阈值和第三阈值之间,所述第二阈值小于所述第三阈值,所述第三阈值小于所述第一阈值。

[0009] 可选地,所述第一表面区域的电子产生层的厚度为 $0.4\mu\text{m}\sim 0.6\mu\text{m}$,所述第二表面区域的电子产生层中镁离子与所述有源层之间的最小距离为 $0.08\mu\text{m}\sim 0.12\mu\text{m}$ 。

[0010] 进一步地,所述第二阈值为 $0.25\mu\text{m}\sim 0.35\mu\text{m}$,所述第三阈值为 $0.55\mu\text{m}\sim 0.65\mu\text{m}$,所述第一阈值为 $0.9\mu\text{m}\sim 1.1\mu\text{m}$ 。

[0011] 可选地,所述电子产生层的第二表面区域还注入有氧离子。

[0012] 可选地,所述显示阵列还包括吸光块,所述吸光块设置在相邻两个所述发光芯片之间的电路板上,所述吸光块的高度与所述发光芯片的高度相等。

[0013] 进一步地,所述吸光块与所述发光芯片相对的表面设有V型开口;所述吸光块与所述电子产生层相对部分的V型开口中,远离所述电路板的侧壁与所述电路板的表面平行,靠近所述电路板的侧壁与所述电路板的表面之间的夹角为锐角;所述吸光块与所述有源层相对部分的V型开口中,远离所述电路板的侧壁与所述电路板的表面之间的夹角、靠近所述电路板的侧壁与所述电路板的表面的夹角均为锐角且大小相等;所述吸光块与所述空穴产生层相对部分的V型开口中,远离所述电路板的侧壁与所述电路板的表面之间的夹角为锐角,靠近所述电路板的侧壁与所述电路板的表面平行。

[0014] 另一方面,本公开实施例提供了一种微型发光二极管的显示阵列的制作方法,所述制作方法包括:

[0015] 在生长衬底上依次形成电子产生层、有源层和空穴产生层,形成外延片;

[0016] 将所述空穴产生层键合到玻璃基板上;

[0017] 采用湿法腐蚀的方式去除所述生长衬底;

[0018] 将所述电子产生层绑定到蓝宝石衬底上;

[0019] 去除所述玻璃基板;

[0020] 在所述空穴产生层上形成P型电极;

[0021] 将所述P型电极键合到电路板上;

[0022] 采用激光剥离的方式去除所述蓝宝石衬底;

[0023] 在所述电子产生层的第一表面区域开设向所述有源层延伸的凹槽,所述第一表面区域内的点与所述外延片的边缘之间的距离小于第一阈值;

[0024] 在所述凹槽内的电子产生层的第二表面区域注入镁离子,所述第二表面区域内的点与所述外延片的边缘之间的距离在第二阈值和第三阈值之间,所述第二阈值小于所述第三阈值,所述第三阈值小于所述第一阈值;

[0025] 在所述凹槽外的电子产生层上形成N型电极,形成发光芯片。

[0026] 可选地,所述制作方法还包括:

[0027] 在将所述空穴产生层键合到玻璃基板上之前,对所述外延片的第三表面区域进行干法刻蚀,所述第三表面区域内的点与所述外延片的边缘之间的距离小于第四阈值。

[0028] 可选地,所述制作方法还包括:

[0029] 在所述凹槽内的电子产生层的第二表面区域注入氧离子。

[0030] 可选地,所述制作方法还包括:

[0031] 在相邻两个所述发光芯片之间的电路板上形成吸光块,所述吸光块的高度与所述发光芯片的高度一致。

[0032] 本公开实施例提供的技术方案带来的有益效果是:

[0033] 通过在电子产生层的边缘开设凹槽,N型电极注入的电流无法扩展到电子产生层的边缘,进而扩展到有源层的边缘,从而避免电子产生层提供的电子注入有源层的边缘,同时凹槽内部分区域的电子产生层内注入有镁离子,镁离子可以中和电子产生层内部的电子,增大电阻率,进一步避免电子产生层提供的电子注入有源层的边缘,使得有源层边缘基本上没有电子和空穴进行复合发光,减少相邻两个Micro LED之间的光耦合,提高显示图像

边界轮廓的清晰度。而且先在电子产生层的边缘开设凹槽,再在凹槽内部分区域的电子产生层内注入有镁离子,一方面可以避免开设凹槽太深,损伤有源层的问题,另一方面可以解决镁离子注入深度有限,无法将电子产生层边缘的整个厚度区域中的电子都进行中和的问题。也就是说,凹槽的开设和镁离子的注入相配合,既能有效避免有源层的边缘发光,也能尽可能避免造成不良影响。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本公开实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例,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是本公开实施例提供的一种微型发光二极管的显示阵列的结构示意图;

[0036] 图2是本公开实施例提供的发光芯片的俯视图;

[0037] 图3是本公开实施例提供的一种微型发光二极管的显示阵列的制作方法的流程图。

具体实施方式

[0038] 为使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本公开实施方式作进一步地详细描述。

[0039] 本公开实施例提供了一种微型发光二极管的显示阵列。图1为本公开实施例提供的一种微型发光二极管的显示阵列的结构示意图。参见图1,显示阵列包括电路板10和多个间隔设置在电路板10上的发光芯片20。每个发光芯片20包括依次层叠在电路板10上的P型电极21、空穴产生层22、有源层23、电子产生层24和N型电极25。图2为本公开实施例提供的发光芯片的俯视图。参见图2和图1,电子产生层24的第一表面区域设有向有源层23延伸的凹槽100,第一表面区域内的点与发光芯片20的边缘之间的距离小于第一阈值a。凹槽100内的电子产生层24的第二表面区域注入有镁离子,第二表面区域内的点与发光芯片20的边缘之间的距离在第二阈值b和第三阈值c之间,第二阈值b小于第三阈值c,第三阈值c小于第一阈值a。

[0040] 本公开实施例通过在电子产生层的边缘开设凹槽,N型电极注入的电流无法扩展到电子产生层的边缘,进而扩展到有源层的边缘,从而避免电子产生层提供的电子注入有源层的边缘,同时凹槽内部分区域的电子产生层内注入有镁离子,镁离子可以中和电子产生层内部的电子,增大电阻率,进一步避免电子产生层提供的电子注入有源层的边缘,使得有源层边缘基本上没有电子和空穴进行复合发光,减少相邻两个Micro LED之间的光耦合,提高显示图像边界轮廓的清晰度。而且先在电子产生层的边缘开设凹槽,再在凹槽内部分区域的电子产生层内注入有镁离子,一方面可以避免开设凹槽太深,损伤有源层的问题,另一方面可以解决镁离子注入深度有限,无法将电子产生层边缘的整个厚度区域中的电子都进行中和的问题。也就是说,凹槽的开设和镁离子的注入相配合,既能有效避免有源层的边缘发光,也能尽可能避免造成不良影响。

[0041] 可选地,如图1所示,第一表面区域的电子产生层24的厚度d可以为 $0.4\mu\text{m}\sim 0.6\mu\text{m}$,

如 $0.5\mu\text{m}$;第二表面区域的电子产生层24中镁离子与有源层23之间的最小距离e可以为 $0.08\mu\text{m}\sim 0.12\mu\text{m}$,如 $0.1\mu\text{m}$ 。

[0042] 通过限定第一表面区域的电子产生层的厚度、以及第二表面区域的电子产生层中镁离子与有源层之间的最小距离,可以有效避免凹槽的开设和镁离子的注入影响到有源层的复合发光。

[0043] 相应地,非第一表面区域的电子产生层24的厚度可以为 $1.4\mu\text{m}\sim 1.6\mu\text{m}$,如 $1.5\mu\text{m}$;第二表面区域的电子产生层24中镁离子的注入深度可以为 $0.38\mu\text{m}\sim 0.42\mu\text{m}$,如 $0.4\mu\text{m}$ 。

[0044] 进一步地,如图2所示,第二阈值b可以为 $0.25\mu\text{m}\sim 0.35\mu\text{m}$,如 $0.3\mu\text{m}$;第三阈值c可以为 $0.55\mu\text{m}\sim 0.65\mu\text{m}$,如 $0.6\mu\text{m}$;第一阈值a可以为 $0.9\mu\text{m}\sim 1.1\mu\text{m}$,如 $1\mu\text{m}$ 。

[0045] 通过限定凹槽的宽度、以及在凹槽内选择合适的位置注入镁离子,可以在有效避免有源层的边缘发光而造成相邻两个发光芯片之间发生光耦合的情况下,尽可能保留有源层的发光面积,保证发光芯片的发光亮度。

[0046] 可选地,第二表面区域的电子产生层24中镁离子的注入浓度可以为 $7\times 10^{19}/\text{cm}^3\sim 9\times 10^{19}/\text{cm}^3$,如 $8\times 10^{19}/\text{cm}^3$,以尽可能恰好中和电子产生层中的电子,最大程度避免电流扩展。

[0047] 在实际应用中,可以在除第二表面区域之外的其它区域设置掩膜版,如可以采用光刻技术形成图形化光刻胶,并在反应室内建立电场,镁离子在电场作用下,向第二表面区域运动,注入到第二表面区域中。

[0048] 可选地,电子产生层24的第二表面区域还可以注入有氧离子。

[0049] 通过注入氧离子,可以进一步对第二表面区域绝缘化,增大注入区域的电阻率,避免电子产生层提供的电子注入有源层的边缘,使得有源层边缘基本上没有电子和空穴进行复合发光,减少相邻两个Micro LED之间的光耦合,提高显示图像边界轮廓的清晰度。

[0050] 进一步地,第二表面区域的电子产生层24中氧离子的注入浓度可以为 $1\times 10^{17}/\text{cm}^3\sim 5\times 10^{17}/\text{cm}^3$,如 $3\times 10^{17}/\text{cm}^3$,以将第二表面区域有效绝缘化。

[0051] 在实际应用中,氧离子可以采用与镁离子相同的方式注入到第二表面中。

[0052] 可选地,如图1所示,显示阵列还可以包括吸光块30,吸光块30设置在相邻两个发光芯片20之间的电路板10上,吸光块30的高度与发光芯片20的高度相等。

[0053] 通过在相邻两个发光芯片之间设置吸光块,可以有效吸收相邻两个发光芯片进行光耦合的光线,进一步有效减少相邻两个Micro LED之间的光耦合,提高显示图像边界轮廓的清晰度。

[0054] 进一步地,吸光块30与发光芯片20相对的表面可以设有V型开口31。吸光块30与电子产生层24相对部分的V型开口31中,远离电路板10的侧壁与电路板10的表面平行,靠近电路板10的侧壁与电路板10的表面之间的夹角为锐角。吸光块30与有源层23相对部分的V型开口31中,远离电路板10的侧壁与电路板10的表面之间的夹角、靠近电路板10的侧壁与电路板10的表面的夹角均为锐角且大小相等。吸光块30与空穴产生层22相对部分的V型开口31中,远离电路板10的侧壁与电路板10的表面之间的夹角为锐角,靠近电路板10的侧壁与电路板10的表面平行。

[0055] 根据有源层发出光线射向吸光块相对表面上不同区域的方向,相应调整V型开口的侧壁角度,有利于有源层发出光线射入V型开口中进而被吸光块吸收,有效减少相邻两个

Micro LED之间的光耦合,提高显示图像边界轮廓的清晰度。

[0056] 例如,发光芯片20的厚度为5微米,有源层23在距离电路板10 2.5微米的位置,吸光块30与空穴产生层22相对部分在距离电路板10 1.5微米以下的位置,吸光块30与有源层23相对部分在距离电路板10 1.5微米~3.5微米处,吸光块30与电子产生层24相对部分在距离电路板10 3.5微米~4.8微米处,距离电路板10 4.8微米~5微米处的吸光块30与发光芯片20相对部分未设置V型开口31,保证吸光块具有一定的牢固度。

[0057] 示例性地,吸光块30的材料可以采用氮氧化硅。在实际应用中,可以通过调整氮氧化硅中氮组分的含量,改变各个区域的腐蚀速率,最终实现不同形状的V型开口。

[0058] 在实际应用中,电路板10提供显示阵列的连接电路。进一步地,电路板10可以包括依次层叠的载体、驱动电路和导热绝缘层,导热绝缘层上设有延伸至驱动电路的通孔,以实现发光芯片与驱动电路的电连接。示例性地,载体可以为硅片、碳化硅片或者陶瓷片,驱动电路可以包括多个金属氧化物半导体场效应(英文:positive channel Metal Oxide Semiconductor,简称:MOS)管和连接线。

[0059] P型电极21和N型电极25分别与电源的正负极连通,将电流注入芯片中;N型电极的材料可以为金锑合金,P型电极的材料可以为金铍合金。

[0060] 空穴产生层22提供复合发光的空穴,空穴产生层的材料可以为掺杂镁的AlInGaP。电子产生层24提供复合发光的电子,电子产生层的材料可以为掺杂硅的AlInGaP。有源层23进行电子和空穴的复合发光,有源层的材料可以为未掺杂的AlInGaP、InGaP、ZnO中的一种。

[0061] 可选地,如图1所示,发光芯片20还可以包括透明导电层26,透明导电层26设置在空穴产生层22和P型电极21之间,一方面与电极之间形成良好的欧姆接触,另一方面对电极注入的电流进行扩展。进一步地,透明导电层26的材料可以为氧化铟锡(英文:Indium tin oxide,简称:ITO)或者NiAu合金。

[0062] 可选地,发光芯片20的厚度可以小于或等于5微米。由于Micro LED的尺寸很小,因此不存在电流扩展的问题,整体厚度可以适当减小,这样有利于减少体电阻。

[0063] 可选地,如图1所示,发光芯片20还可以包括钝化保护层27,钝化保护层27设置在电子产生层24上,可以有效阻挡空气中的氧气和水蒸气腐蚀LED。

[0064] 本公开实施例提供了一种微型发光二极管的显示阵列的制作方法,适用于制作图1所示的微型发光二极管的显示阵列。图3为本公开实施例提供的一种微型发光二极管的显示阵列的制作方法的流程图。参见图3,该制作方法包括:

[0065] 步骤201:在生长衬底上依次形成电子产生层、有源层和空穴产生层,形成外延片。

[0066] 可选地,生长衬底的材料可以采用砷化镓、硅或者锗中的一种。

[0067] 可选地,该步骤201可以包括:

[0068] 采用金属有机化合物化学气相沉淀(英文:Metal-organic Chemical Vapor Deposition,简称:MOCVD)技术在生长衬底上依次形成电子产生层、有源层和空穴产生层。

[0069] 示例性地,电子产生层的厚度可以为1.5微米,生长温度可以为800℃;有源层可以包括5对量子阱和量子垒,量子阱和量子垒采用不同铝组分含量的AlInGaP。

[0070] 在实际应用中,通常先在生长衬底上形成腐蚀停止层,再在腐蚀停止层上依次生长电子产生层、有源层和空穴产生层,从而在后续湿法腐蚀去除生长衬底的过程中,利用腐蚀停止层对电子产生层、有源层和空穴产生层进行保护。

[0071] 进一步地,在生长N型限制层之前,还可以先生长缓冲层,以提供成核中心和缓解异质衬底和外延材料之间的晶格失配。示例性地,缓冲层的厚度可以为2微米,缓冲层的生长温度可以为300℃。

[0072] 步骤202:将空穴产生层键合到玻璃基板上。

[0073] 可选地,该步骤202可以包括:

[0074] 在空穴产生层和玻璃基板上分别形成氧化硅层;

[0075] 对氧化硅层进行抛光处理和活化处理;

[0076] 利用压力将空穴产生层和玻璃基板上的氧化硅层键合在一起。

[0077] 进一步地,活化处理可以采用KOH溶液或者盐酸溶液作用在氧化硅层的表面上,提高氧化硅层表面的光滑度,有利于两个氧化硅层键合成一层。

[0078] 可选地,在步骤202之前,该制作方法还可以包括:

[0079] 在将空穴产生层键合到玻璃基板上之前,对外延片的第三表面区域进行干法刻蚀,第三表面区域内的点与外延片的边缘之间的距离小于第四阈值。

[0080] 由于外延生长过程中衬底边缘区域的反应气体浓度比衬底中间区域大,因此衬底边缘区域沉积的外延材料较多,导致衬底边缘区域存在凸起,进而造成整个外延产品的表面不平整。而在Micro LED显示阵列的制作过程中需要进行衬底转移,将显示阵列键合到新衬底上,由于边缘区域存在凸起,因此键合过程中会出现键合不牢的情况,进而造成芯片出现裂纹等暗伤,甚至外延层脱落的问题,对显示阵列的可靠性造成隐患,不利于Micro LED的推广和使用。

[0081] 本公开实施例通过在衬底转移之前,对外延片的边缘进行刻蚀处理,确保外延片的边缘区别不高于中间区域,从而避免出现键合不牢的情况,有效改善键合质量,提高Micro LED的可靠性。

[0082] 示例性地,凸起的高度为0.5微米,则干法刻蚀的深度可以为1微米;凸起的径向尺寸为1微米,则第四阈值可以为1.2毫米~1.8毫米,如1.5毫米,从而保证外延片表面整体都比较平坦,有利于后续键合。

[0083] 步骤203:采用湿法腐蚀的方式去除生长衬底。

[0084] 在实际应用中,在衬底去除之后,会将腐蚀停止层也去除。

[0085] 步骤204:将电子产生层绑定到蓝宝石衬底上。

[0086] 在实际应用中,蓝宝石衬底也可以采用磷化镓、碳化硅、氧化锌、氮化硅和玻璃中的一种形成的基板替换。

[0087] 可选地,该步骤204可以包括:

[0088] 利用聚酰亚胺(英文:Polyimide,简称:PI)胶带或者SU-8光刻胶将电子产生层绑定到蓝宝石衬底上。

[0089] 步骤205:去除玻璃基板。

[0090] 可选地,该步骤205可以包括:

[0091] 使用腐蚀液去除玻璃基板。

[0092] 步骤206:在空穴产生层上形成P型电极。

[0093] 在实际应用中,外延片设置在蓝宝石衬底上,因此可以直接采用现有工艺形成P型电极。

- [0094] 步骤207:将P型电极键合到电路板上。
- [0095] 可选地,该步骤207可以包括:
- [0096] 在P型电极和电路板上分别形成金属层;
- [0097] 通过加热的方式将P型电极和电路板上的金属层键合在一起。
- [0098] 步骤208:采用激光剥离的方式去除蓝宝石衬底。
- [0099] 蓝宝石衬底是透明的,可以采用激光剥离的方式去除,避免湿法腐蚀损坏电路板。
- [0100] 步骤209:在电子产生层的第一表面区域开设向有源层延伸的凹槽,第一表面区域内的点与外延片的边缘之间的距离小于第一阈值。
- [0101] 可选地,该步骤209可以包括:
- [0102] 采用光刻技术在电子产生层的非第一表面区域形成光刻胶;
- [0103] 干法刻蚀电子产生层的第一表面区域,形成凹槽;
- [0104] 去除光刻胶。
- [0105] 步骤210:在凹槽内的电子产生层的第二表面区域注入镁离子,第二表面区域内的点与外延片的边缘之间的距离在第二阈值和第三阈值之间,第二阈值小于第三阈值,第三阈值小于第一阈值。
- [0106] 可选地,该制作方法还可以包括:
- [0107] 在凹槽内的电子产生层的第二表面区域注入氧离子。
- [0108] 步骤211:在凹槽外的电子产生层上形成N型电极,形成发光芯片。
- [0109] 可选地,在步骤211之前,该制作方法还可以包括:
- [0110] 在电子产生层上铺设钝化保护材料;
- [0111] 在钝化保护材料上形成设定图形的光刻胶;
- [0112] 湿法腐蚀没有光刻胶覆盖的钝化保护材料,留下的钝化保护材料形成钝化保护层;
- [0113] 去除光刻胶。
- [0114] 示例性地,钝化保护材料可以采用CVD技术铺设,光刻胶可以采用光刻技术形成。
- [0115] 可选地,该制作方法还可以包括:
- [0116] 在相邻两个发光芯片之间形成吸光块,吸光块的高度与发光芯片的高度一致。
- [0117] 进一步地,吸光块与发光芯片相对的表面可以设有V型开口。吸光块与电子产生层相对部分的V型开口中,远离电路板的侧壁与电路板的表面平行,靠近电路板的侧壁与电路板的表面之间的夹角为锐角。吸光块与有源层相对部分的V型开口中,远离电路板的侧壁与电路板的表面之间的夹角、靠近电路板的侧壁与电路板的表面的夹角均为锐角且大小相等。吸光块与空穴产生层相对部分的V型开口中,远离电路板的侧壁与电路板的表面之间的夹角为锐角,靠近电路板的侧壁与电路板的表面平行。
- [0118] 根据有源层发出光线射向吸光块相对表面上不同区域的方向,相应调整V型开口的侧壁角度,有利于有源层发出光线射入V型开口中进而被吸光块吸收,有效减少相邻两个Micro LED之间的光耦合,提高显示图像边界轮廓的清晰度。
- [0119] 例如,发光芯片的厚度为5微米,有源层在距离电路板2.5微米的位置,吸光块与空穴产生层相对部分在距离电路板1.5微米以下的位置,吸光块与有源层相对部分在距离电路板1.5微米~3.5微米处,吸光块与电子产生层相对部分在距离电路板3.5微米~4.8微米

处,距离电路板4.8微米~4.8微米处的吸光块与发光芯片相对部分未设置V型开口,保证吸光块具有一定的牢固度。

[0120] 示例性地,吸光块的材料可以采用氮氧化硅。在实际应用中,可以通过调整氮氧化硅中氮组分的含量,改变各个区域的腐蚀速率,最终实现不同形状的V型开口。

[0121] 以上所述仅为本公开的可选实施例,并不用以限制本公开,凡在本公开的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本公开的保护范围之内。

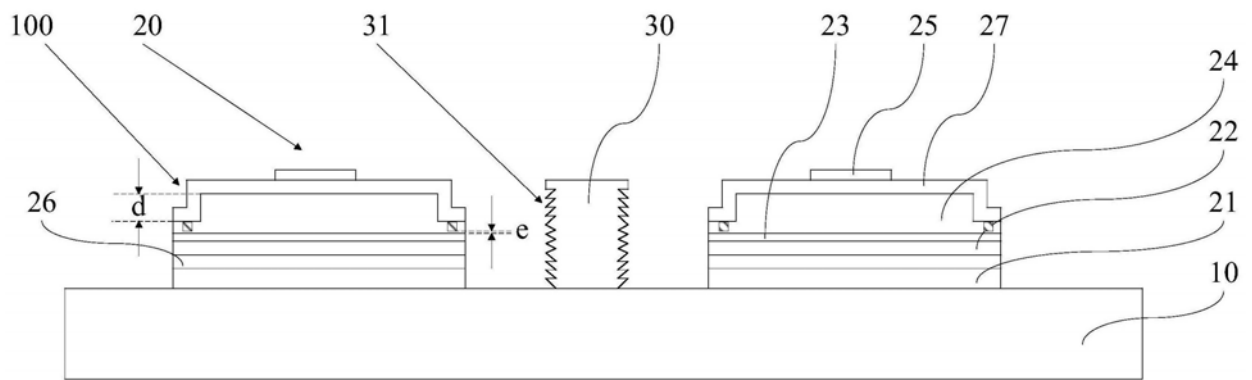


图1

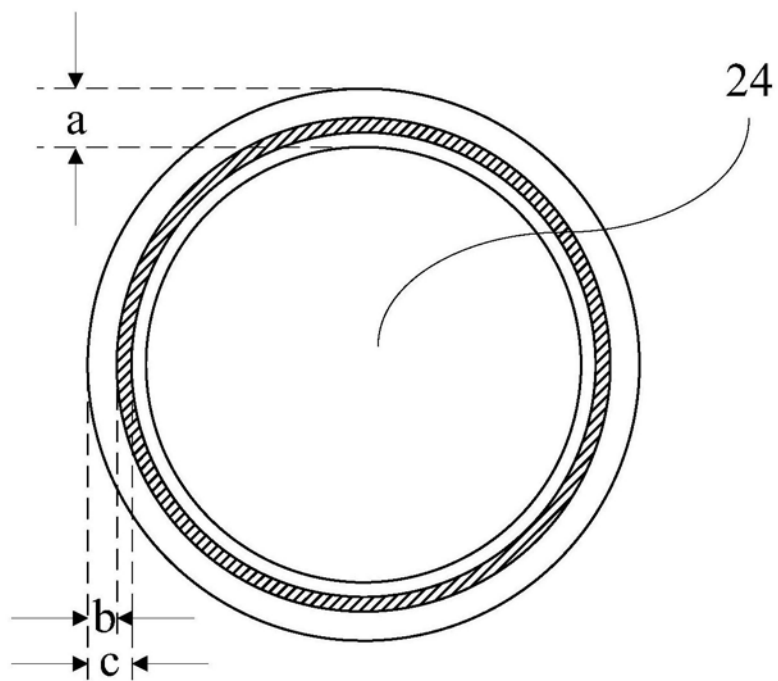


图2

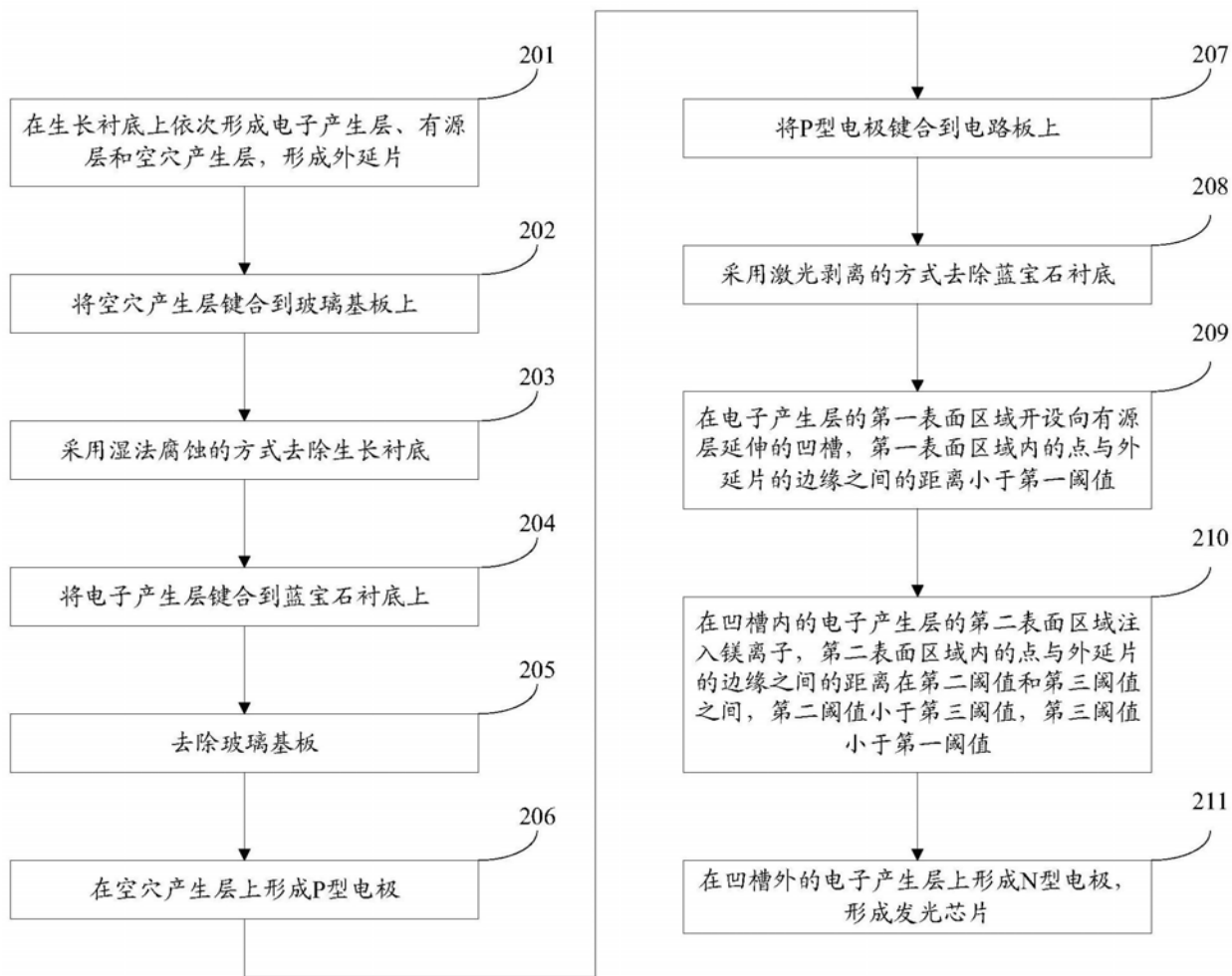


图3

专利名称(译)	微型发光二极管的显示阵列及其制作方法		
公开(公告)号	CN110993758A	公开(公告)日	2020-04-10
申请号	CN201911051010.7	申请日	2019-10-31
[标]申请(专利权)人(译)	华灿光电(苏州)有限公司		
申请(专利权)人(译)	华灿光电(苏州)有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	华灿光电(苏州)有限公司		
[标]发明人	兰叶 吴志浩		
发明人	兰叶 吴志浩		
IPC分类号	H01L33/14 H01L33/20 H01L27/15 H01L33/00		
CPC分类号	H01L27/156 H01L33/145 H01L33/20		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种微型发光二极管的显示阵列及其制作方法，属于半导体技术领域。所述显示阵列包括电路板和多个间隔设置在所述电路板上的发光芯片；每个所述发光芯片包括依次层叠在所述电路板上的P型电极、空穴产生层、有源层、电子产生层和N型电极；所述电子产生层的第一表面区域设有向所述有源层延伸的凹槽，所述第一表面区域内的点与所述发光芯片的边缘之间的距离小于第一阈值；所述凹槽内的所述电子产生层的第二表面区域注入有镁离子，所述第二表面区域内的点与所述发光芯片的边缘之间的距离在第二阈值和第三阈值之间，所述第二阈值小于所述第三阈值，所述第三阈值小于所述第一阈值。本公开可减少相邻两个Micro LED之间的光耦合。

