



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104617121 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201510001894. 0

(22) 申请日 2015. 01. 04

(71) 申请人 中国电子科技集团公司第五十五研究所

地址 210016 江苏省南京市中山东路 524 号

(72) 发明人 李超 杨洪宝 张白雪 杨淼

(74) 专利代理机构 南京天华专利代理有限责任公司 32218

代理人 瞿网兰 徐冬涛

(51) Int. Cl.

H01L 27/15(2006. 01)

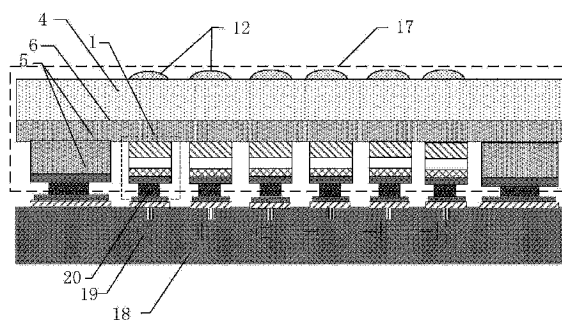
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种提高有源矩阵微型 LED 显示器光学性能的方法

(57) 摘要

本发明公开一种提高有源矩阵微型 LED 显示器光学性能的方法, 涉及有源矩阵微型 LED 显示器制造工艺。具体工艺方法是通过在有源矩阵微型 LED 显示器蓝宝石衬底出光面, 制备与发光像素一一对应的微型光学结构, 控制并优化发光像素出光方向。采用此微型光学结构工艺可以明显的改善 LED 发光像素出光角度大、相邻像素间串扰严重等问题, 进而提高显示器对比度; 同时, 由微型光学结构形成的新出光面, 可增加 LED 发光像素的光抽取率, 提高显示器亮度。本发明所述的微型光学结构工艺相对简单, 能有效的优化有源矩阵微型 LED 显示器对比度、亮度等关键光学参数, 提高有源矩阵微型 LED 显示器的光学性能。



1. 一种提高有源矩阵微型 LED 显示器光学性能的方法,其特征是它包括以下步骤:

1) 在透明蓝宝石衬底上依次外延生长晶格缓冲层、N 层、多量子阱(MQW)、P 层、电流扩展层,形成 LED 外延片;

2) 在 LED 外延片正面依次采用光刻及干法刻蚀工艺,将 LED 外延片的 P 层及发光层分割成微型像素阵列,N 层相互连接形成共面结构的公共层;

3) 在微型像素阵列及公共 N 层上依次采用包含光刻及金属成膜的剥离图形化工艺制备复合金属层图形,并在周边形成套刻标记;

4) 在金属粘附层及接触层上制备柱状金属凸点,并完成热回流;

5) 将 LED 外延片背面蓝宝石衬底减薄,抛光;

6) 在 LED 外延片背面,即蓝宝石面采用背面套刻工艺及干法刻蚀工艺制备微型光学结构,微型光学结构对从蓝宝石衬底面的出射光形成聚拢效果,完成微型 LED 显示阵列的制备工艺;

7) 将制备的微型 LED 显示阵列金属凸点与有源矩阵 MOS 驱动背板芯片凸点形成纵向凸点倒装电学互联,由驱动背板提供电流至微型 LED 像素单元,进行发光;成像像素单元从 N 层透过蓝宝石衬底发射出光,形成显示图像。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的 LED 外延片包含但不限于以下外延片类型:GaN 基 LED 蓝光外延片、GaN 基蓝绿光外延片或 AlGaInP 基外延片;所述的电流扩展层包含但不限于以下透明或半透明导电薄膜材料:氧化铟锡(ITO)、镍金复合层(Ni/Au)或掺杂氧化锌(AZO)。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的干法刻蚀工艺的微型像素阵列的典型特征长度为 10um-50um 之间,特征长度为边长或直径,微型像素阵每个像素的 P 层及发光层被水平分离,N 层保持相互连接形成共面结构的公共层。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的剥离图形化工艺是指先进行光刻胶的曝光、显影,形成光刻胶窗口,然后在表面采用包含但不限于蒸发、溅射或电镀工艺沉积复合金属薄膜,再通过剥离剩余光刻胶,形成金属图形的方法;所述的复合金属薄膜包含但不限于以下金属种类:Ni/Au、Ni/Ag、Ni/Al、Ti/Au、Ni/Ag、Ni/Al、Ni/Au/Ag、Ti/Pt/Au 或 Ti/Pt/Ag,所述的套刻标记采用复合金属层形成,用于背面光刻套刻。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的金属凸点包含但不限于以下类型:柱状锡凸点、柱状铜凸点或柱状铟凸点,所采用的凸点制备工艺包含但不限于蒸发或电镀工艺。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的减薄、抛光后蓝宝石衬底典型厚度为 50-200um 之间。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的微光学结构包含但不限于微型金字塔结构、微型楔状结构、微型透镜结构或微型圆锥结构,其尺寸、周期与像素阵列保持完全一致,并与阵列中单个像素一一对应。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的倒装电学互联 MOS 集成电路驱动背板金属凸点与微型 LED 显示阵列金属凸点的倒装焊电学连接,包含但不限于热回流焊、热压焊或冷压焊倒装电学互联形式。

一种提高有源矩阵微型 LED 显示器光学性能的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及微型显示技术领域,具体是一种提高有源矩阵微型 LED 显示器光学性能的工艺方法,采用此工艺制备的有源矩阵微型 LED 显示器是一种高度集成的高亮度微型显示技术,可用于微型投影显示、工业显示等相关领域。

背景技术

[0002] 微型投影显示或工业显示等微型显示器应用领域希望获得高亮度的显示效果。目前市场上典型的反射式 LCOS 及透射式 TFT-LCD 等微显示产品的图像亮度均取决于 LED 背光模组,背光在经过偏光片、彩色滤光膜、液晶及光学系统后,光强将损失 90% 以上,一般很难达到 $10000\text{cd}/\text{m}^2$ 。亮度不足限制了目前已有微显示产品的应用领域。

[0003] 有源矩阵微型 LED 显示器通过 MOS 集成电路芯片直接驱动 LED 阵列微型像素单元发光,形成显示图像。因 LED 微型像素直接发光成像,避免了由偏光片、滤光膜等产生的光强损失;同时 LED 光源具备发光亮度高、电光转换效率高、工作温度范围宽等特点。由 LED 微型像素阵列组成的显示器可实现超高亮度的显示图像,在微投影显示、工业显示等典型领域有广泛的应用前景

但同时,微型 LED 显示阵列像素的特征尺寸在 $10\text{--}50\mu\text{m}$ 量级,相邻 LED 微像素间距小;LED 像素光源是点发光光源,发光角度大、出光方向分散。相邻像素间因较大的发光角度极易出现光线串扰,影响显示器的光学对比度和显像质量;光线从 LED 出射时,需依次经过 N 层、蓝宝石衬底等高折射率材料,到达空气等低折射率材料,存在明显的内反射效应,影响出光效率。本发明通过在出光面制备与像素单元一一对应的微光学结构,能够有效的聚拢出光光线,减少光串扰现象,提高显示器的光学对比度;同时微光学结构的特征形状可以减小入射角,增大出光效率,提高显示器的光亮度。通过在蓝宝石出光面制备与像素单元对应微光学结构的工艺方法,能有效的提高有源矩阵微型 LED 显示器的光学性能。

发明内容

[0004] 本发明的目的是针对有源矩阵微型 LED 显示器存在的发光角度大、出光方向分散。相邻像素间因较大的发光角度极易出现光线串扰,影响显示器的光学对比度和显像质量的问题,发明一种提高有源矩阵微型 LED 显示器光学性能的方法。

[0005] 本发明的技术方案是:

一种提高有源矩阵微型 LED 显示器光学性能的方法,其特征是它包括以下步骤:

1) 在透明蓝宝石衬底上依次外延生长晶格缓冲层、N 层、多量子阱(MQW)、P 层、电流扩展层,形成 LED 外延片;

2) 在 LED 外延片正面依次采用光刻及干法刻蚀工艺,将 LED 外延片的 P 层及发光层分割成微型像素阵列,N 层相互连接形成共面结构的公共层;

3) 在微型像素阵列及公共 N 层上依次采用包含光刻及金属成膜的剥离图形化工艺制备复合金属层图形,并在周边形成套刻标记;

4) 在金属粘附层及接触层上制备柱状金属凸点,并完成热回流;

5) 将 LED 外延片背面蓝宝石衬底减薄,抛光;

6) 在 LED 外延片背面,即蓝宝石面采用背面套刻工艺及干法刻蚀工艺制备微型光学结构,微型光学结构对从蓝宝石衬底面的出射光形成聚拢效果,完成微型 LED 显示阵列的制备工艺;

7) 将制备的微型 LED 显示阵列金属凸点与有源矩阵 MOS 驱动背板芯片凸点形成纵向凸点倒装电学互联,由驱动背板提供电流至微型 LED 像素单元,进行发光;成像像素单元从 N 层透过蓝宝石衬底发射出光,形成显示图像。

[0006] 所述的 LED 外延片包含但不限于以下外延片类型:GaN 基 LED 蓝光外延片、GaN 基蓝绿光外延片、AlGaInP 基外延片等;所述的电流扩展层包含但不限于以下透明或半透明导电薄膜材料:氧化铟锡(ITO)、镍金复合层(Ni/Au)、掺杂氧化锌(AZO)等。

[0007] 所述干法刻蚀工艺的微型像素阵列其典型特征长度(边长或直径)为 10 μ m-50 μ m 之间,微型像素阵每个像素的 P 层及发光层被水平分离,N 层保持相互连接形成共面结构的公共层。

[0008] 所述的剥离图形化工艺是指先进行光刻胶的曝光、显影,形成光刻胶窗口,然后在表面采用包含但不限于蒸发、溅射、电镀等工艺沉积复合金属薄膜,再通过剥离剩余光刻胶,形成金属图形的方法;

所述的复合金属薄膜包含但不限于以下金属种类:Ni/Au、Ni/Ag、Ni/Al、Ti/Au、Ni/Ag、Ni/Al、Ni/Au/Ag、Ti/Pt/Au、Ti/Pt/Ag;

所述的套刻标记采用复合金属层形成,用于背面光刻套刻;

所述的金属凸点包含但不限于以下类型:柱状锡凸点、柱状铜凸点、柱状铟凸点,所采用的凸点制备工艺包含但不限于蒸发、电镀工艺;

所述的减薄、抛光后蓝宝石衬底典型厚度为 50-200 μ m 之间;

所述的微光学结构包含但不限于微型金字塔结构、微型透镜结构、微型楔状结构、微型圆锥结构,其尺寸、周期与像素阵列保持完全一致,并与阵列中单个像素一一对应;

所述的倒装电学互联 MOS 集成电路驱动背板金属凸点与微型 LED 显示阵列金属凸点的倒装焊电学连接,包含但不限于热回流焊、热压焊、冷压焊等倒装电学互联形式。

[0009] 本发明的有益效果是:

本发明所提出的一种提高有源矩阵微型 LED 显示器光学性能的工艺方法。该工艺方法在微型 LED 显示阵列工艺过程中,采用背面光刻套刻及刻蚀图形的方法,于 LED 阵列出光面制备与微阵列像素一一对应的微光学结构。通过微光学结构对 LED 出光进行聚拢,并改善出光时的角度,能有效的减少 LED 微像素间光串扰现象,同时增大出光效率。本发明提供的工艺方法能解决点状 LED 光源出光分散,串扰明显等问题,提高有源矩阵微型 LED 显示器的光学对比度和亮度两个关键参数,有效地改善显示器光学性能。

[0010] 本发明通过在 LED 微型显示阵列出光面上制备周期性的微光学结构,微光学结构与像素单元一一对应,通过微光学结构对光线的聚拢作用并改善出光时的入射角度,能有效的减少 LED 微像素间光串扰现象,并增大出光效率。

[0011] 本发明所述的微型光学结构工艺相对简单,能有效的优化有源矩阵微型 LED 显示器对比度、亮度等关键光学参数,提高有源矩阵微型 LED 显示器的光学性能。

附图说明

[0012] 图 1 是微型 LED 阵列像素发光示意图。

[0013] 图 2 是微型 LED 显示阵列的剖面示意图例。

[0014] 图 3- (a~f) 是微型 LED 显示阵列制作工艺的剖面示意图。

[0015] 图 4 是为有源矩阵微型 LED 显示器的剖面示意图。

具体实施方式

[0016] 下面参照附图和实施例对本发明作进一步的说明。

[0017] 如图 1-4 所示。

[0018] 一种提高有源矩阵微型 LED 显示器光学性能的方法,它包括以下步骤:

1) 在透明蓝宝石衬底上依次外延生长晶格缓冲层、N 层、多量子阱(MQW)、P 层、电流扩展层,形成 LED 外延片;所述的 LED 外延片包含但不限于以下外延片类型:GaN 基 LED 蓝光外延片、GaN 基蓝绿光外延片、AlGaInP 基外延片等;所述的电流扩展层包含但不限于以下透明或半透明导电薄膜材料:氧化铟锡(ITO)、镍金复合层(Ni/Au)、掺杂氧化锌(AZO)等;

2) 在 LED 外延片正面依次采用光刻及干法刻蚀工艺,将 LED 外延片的 P 层及发光层分割成微型像素阵列,N 层相互连接形成共面结构的公共层;所述干法刻蚀工艺的微型像素阵列其典型特征长度(边长或直径)为 10um-50um 之间,微型像素阵每个像素的 P 层及发光层被水平分离,N 层保持相互连接形成共面结构的公共层;

3) 在微型像素阵列及公共 N 层上依次采用包含光刻及金属成膜的剥离图形化工艺制备复合金属层图形,并在周边形成套刻标记;所述的剥离图形化工艺是指先进行光刻胶的曝光、显影,形成光刻胶窗口,然后在表面采用包含但不限于蒸发、溅射、电镀等工艺沉积复合金属薄膜,再通过剥离剩余光刻胶,形成金属图形的方法;所述的复合金属薄膜包含但不限于以下金属种类:Ni/Au、Ni/Ag、Ni/Al、Ti/Au、Ni/Ag、Ni/Al、Ni/Au/Ag、Ti/Pt/Au、Ti/Pt/Ag;所述的套刻标记采用复合金属层形成,用于背面光刻套刻;

4) 在金属粘附层及接触层上制备柱状金属凸点,并完成热回流;所述的金属凸点包含但不限于以下类型:柱状锡凸点、柱状铜凸点、柱状铟凸点,所采用的凸点制备工艺包含但不限于蒸发、电镀工艺;

5) 将 LED 外延片背面蓝宝石衬底减薄,抛光;所述的减薄、抛光后蓝宝石衬底典型厚度为 50-200um 之间;

6) 在 LED 外延片背面,即蓝宝石面采用背面套刻工艺及干法刻蚀工艺制备微型光学结构,微型光学结构对从蓝宝石衬底面的出射光形成聚拢效果,完成微型 LED 显示阵列的制备工艺;所述的微光学结构包含但不限于微型金字塔结构、微型透镜结构、微型楔状结构、微型圆锥结构,其尺寸、周期与像素阵列保持完全一致,并与阵列中单个像素一一对应;

7) 将制备的微型 LED 显示阵列金属凸点与有源矩阵 MOS 驱动背板芯片凸点形成纵向凸点倒装电学互联,由驱动背板提供电流至微型 LED 像素单元,进行发光;成像像素单元从 N 层透过蓝宝石衬底发射出光,形成显示图像;所述的倒装电学互联 MOS 集成电路驱动背板金属凸点与微型 LED 显示阵列金属凸点的倒装焊电学连接,包含但不限于热回流焊、热压焊、冷压焊等倒装电学互联形式。

[0019] 详述如下

图 1 为微型 LED 阵列少数相邻像素示意图。微型 LED 显示阵列像素的特征尺寸在 10-50um 量级,相邻 LED 微像素 1 之间间距小于 5um;LED 像素光源是点发光光源,发光角度大、出光方向分散。相邻像素因较大的发光角度易形成光线串扰区域 3,影响显示器的光学对比度和显像质量。光线从 LED 出射时,需依次经过 N 层 5、蓝宝石衬底 4 等高折射率材料,到达空气等低折射率材料,存在明显的内反射效应,影响出光效率。本发明提出的工艺方法能有效解决上述问题,提高有源矩阵微型 LED 显示器的光学性能。图 2 是采用本发明的工艺方法具体实施的微型 LED 显示阵列的剖面示意图例。微型 LED 显示阵列包括大量的重复单元 LED 微型像素 1、N 层公共电极 2、微型显示阵列蓝宝石衬底 4、外延缓冲层 6、公共 N 层导电层 5、与重复像素单元一一对应的微型透镜结构 12。LED 微型像素 1 由出光面向下依次是公共 N 层 5、多量子阱 (MQW)7、像素独立 P 层 8、电流扩展层 9、金属粘附层及接触层 10、金属凸点 11。N 层公共电极包括:共面 N 层导电层 5、金属粘附层及接触层 10、金属凸点 11。

[0020] 下面具体阐明发明工艺制作方法,并结合实施例进行讨论。

[0021] 图 3-a 所示为在抛光蓝宝石片 4 上通过金属有机化学气相沉积 (MOCVD) 的方法依次生长缓冲层 6、公共 N 层 5、多量子阱 (MQW)、重掺杂 P 层,然后通过蒸发或溅射的方式生长 100-200nm 厚度 Ni/Au 或 ITO,作为电流扩展层。通过以上工艺完成多层薄膜结构的外延片。

[0022] 图 3-b 所示为形成微像素柱状结构示意图。此柱状微像素结构制备工艺如下:在外延片上旋涂一层正性光刻胶;使用光刻机对光刻胶曝光、显影;使用 Cl 基等离子体刻蚀工艺刻蚀外延片,依次刻蚀掉电流扩展层、P 层、多量子阱,终止于公共 N 层,形成柱状微 LED 像素 1;同时通过等离子体刻蚀也形成柱状 N 电极 2。

[0023] 图 3-c 所示为形成互联凸点后的微型像素示意图。互联凸点制备工艺如下:在柱状结构正面旋涂一层较厚的负胶,使用光刻机对光刻胶曝光、显影,露出 LED 像素开口;在开口上通过蒸发或溅射的方法沉积复合金属薄膜 10,然后采用蒸发或电镀的方法形成金属凸点 11;同时在芯片正面形成金属套刻标记 13;通过去胶工艺将多余光刻胶剥离。以上即完成凸点工艺。

[0024] 图 3-d 所示为形成微光学结构的微型像素阵列。微像素阵列结构的制备工艺如下:在蓝宝石衬底背面旋涂一层正性光刻胶,使用金属套刻标记进行对位套刻曝光、显影;使用等离子体刻蚀工艺刻蚀蓝宝石衬底,使蓝宝石衬底表面形成具有周期性的微型光学结构,同时微型光学结构与 LED 阵列一一对应。本实施例中制备了透镜形状 14 的微光学结构,应当理解应用于 LED 像素阵列背面的微光学结构还可以包含其他形式的实施例,如图 3-e 所示楔形光学结构 15,3-f 所示圆锥状光学结构 16。微型光学结构的具体形状不应视为限制本发明的范围。图 4 所示为有源矩阵微型 LED 显示器的剖面示意图。将制备的微型 LED 显示阵列 17 与有源矩阵 MOS 驱动背板芯片 18 形成纵向电学互联,由 MOS 驱动背板芯片上的晶体管 19 驱动微型 LED 像素 1 实现发光显示。本实施例使用微型 LED 像素上的金属凸点 11 与驱动芯片上对应晶体管的凸点 20 进行热回流工艺,然后通过热压焊将两凸点共晶互联。为实现更好的电流传输效果,可在微显示 LED 阵列周围分别加入 N 层柱状电极 2。采用此倒装互联方法可形成像素密度大于 30 万的微型 LED 显示器,实例图中仅示意出部分像素。本实施例中热回流共晶工艺仅是实现互联的一种具体工艺,还可能包含其他方式实现的凸点及互联工艺,如冷压焊、金属键合技术等。应当理解具体的凸点金属形式或互联工艺

形式不应视为限制本发明的范围。

[0025] 本发明未涉及部分均与现有技术相同或可采用现有技术加以实现。

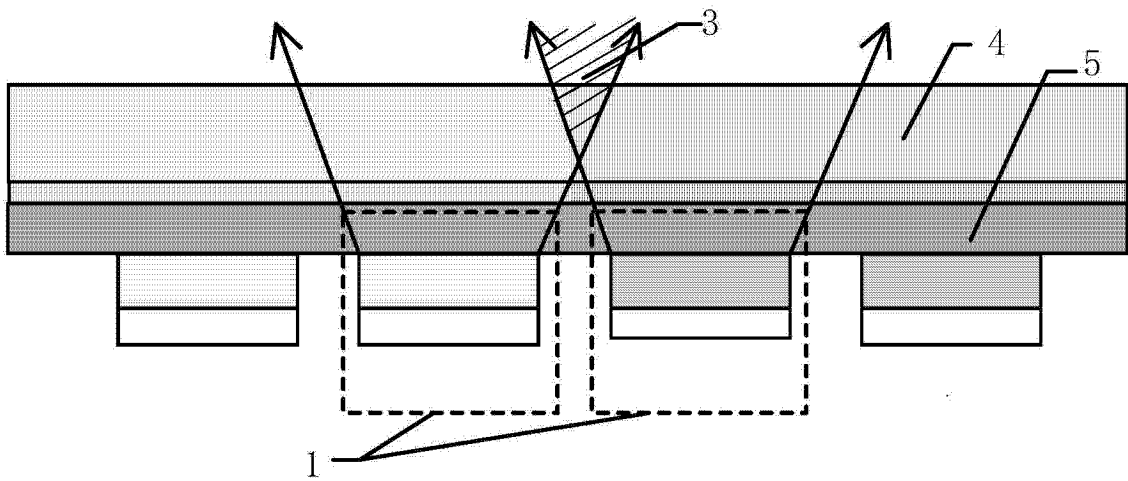


图 1

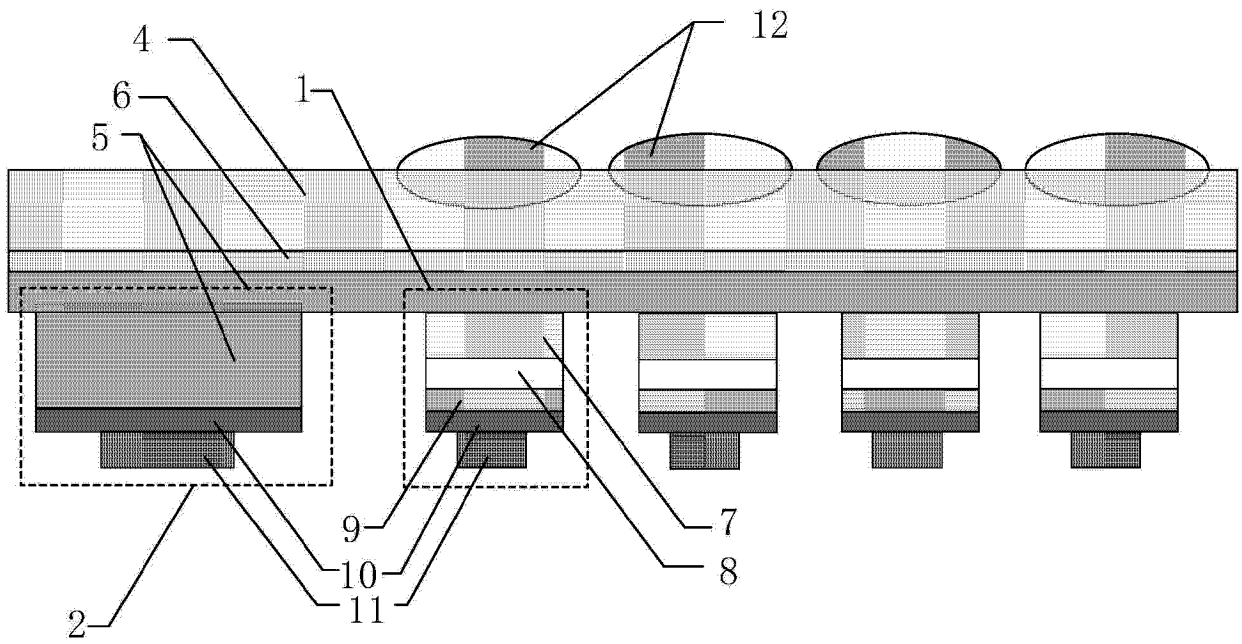


图 2

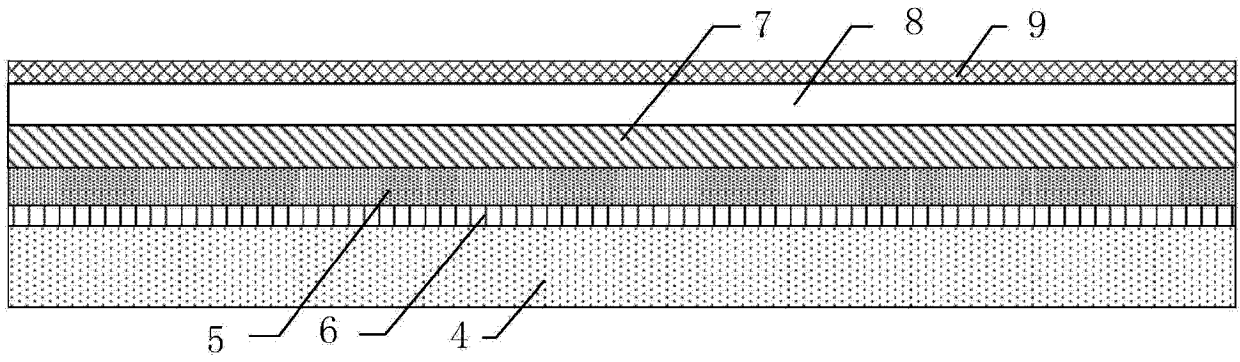


图 3-a

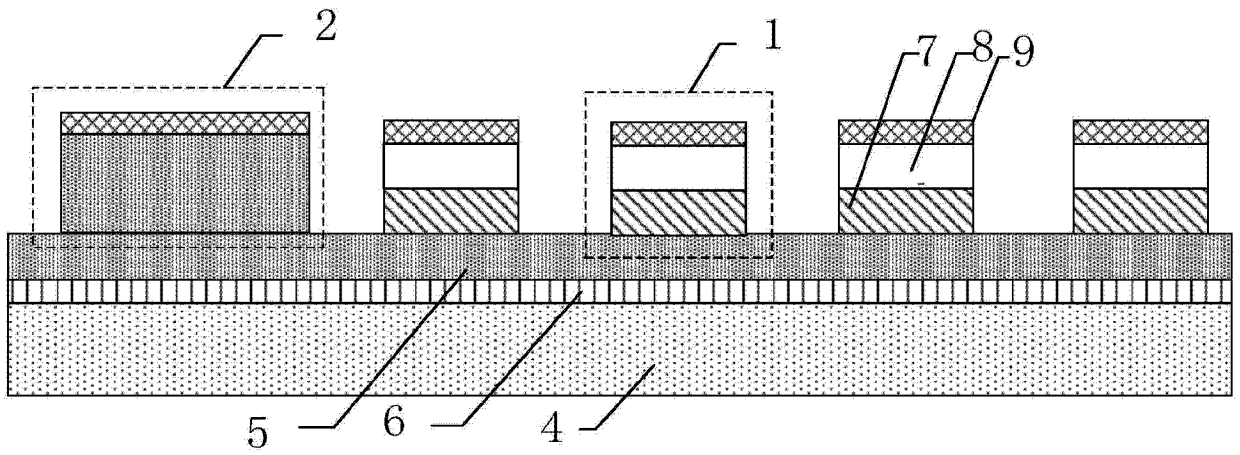


图 3-b

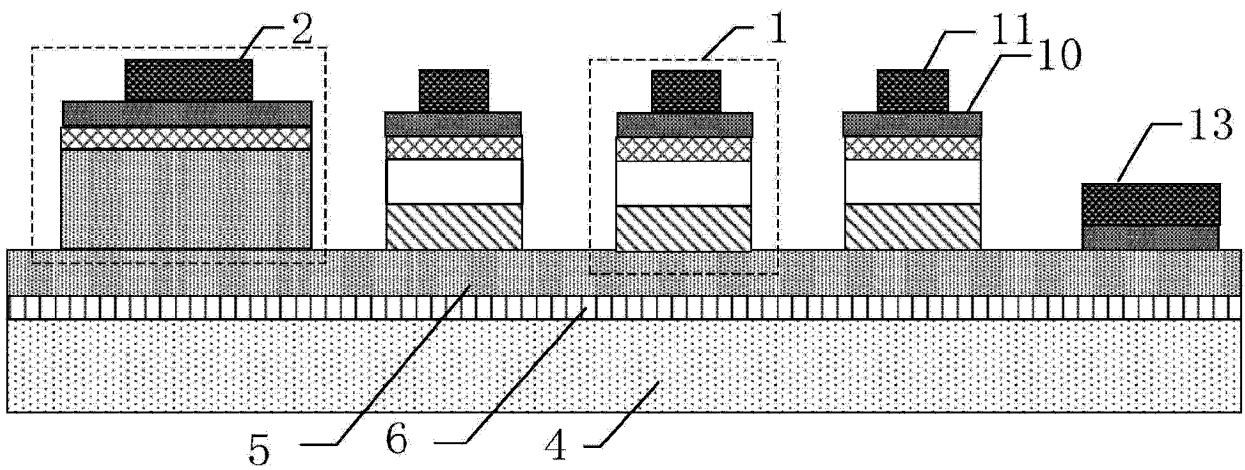


图 3-c

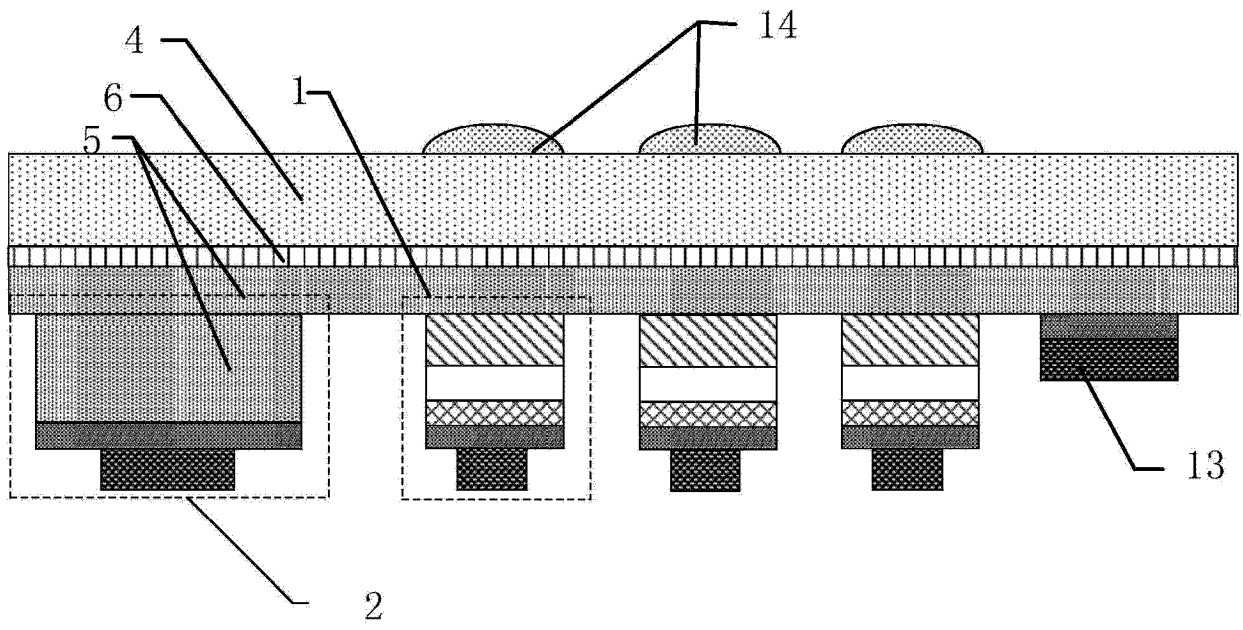


图 3-d

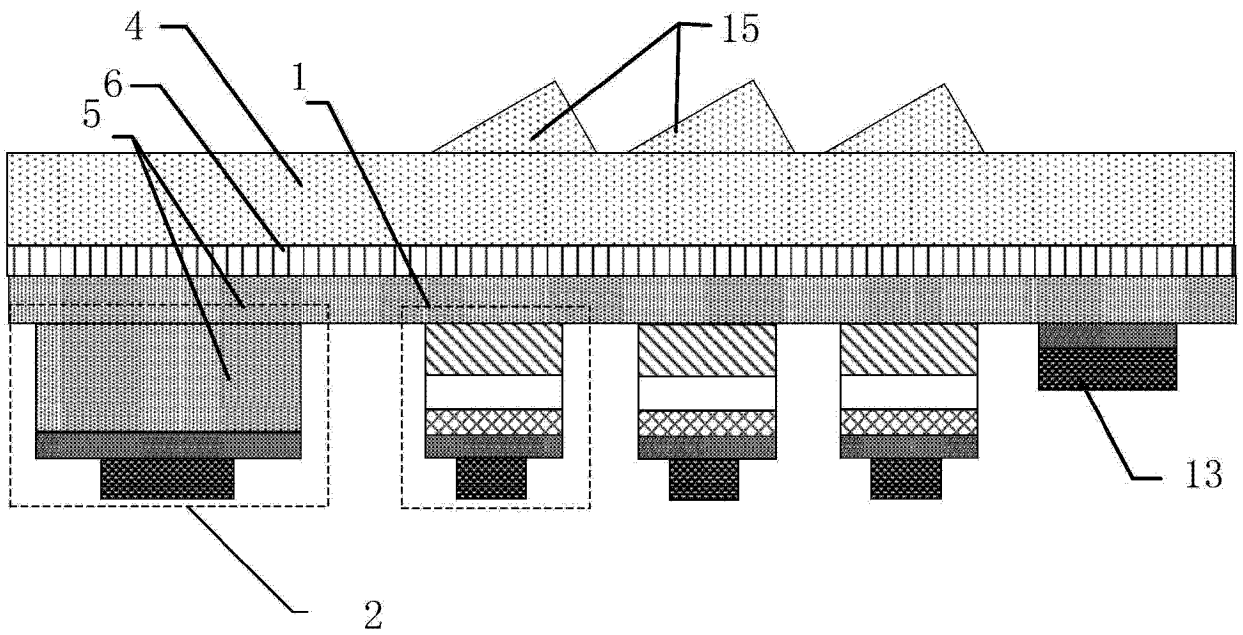


图 3-e

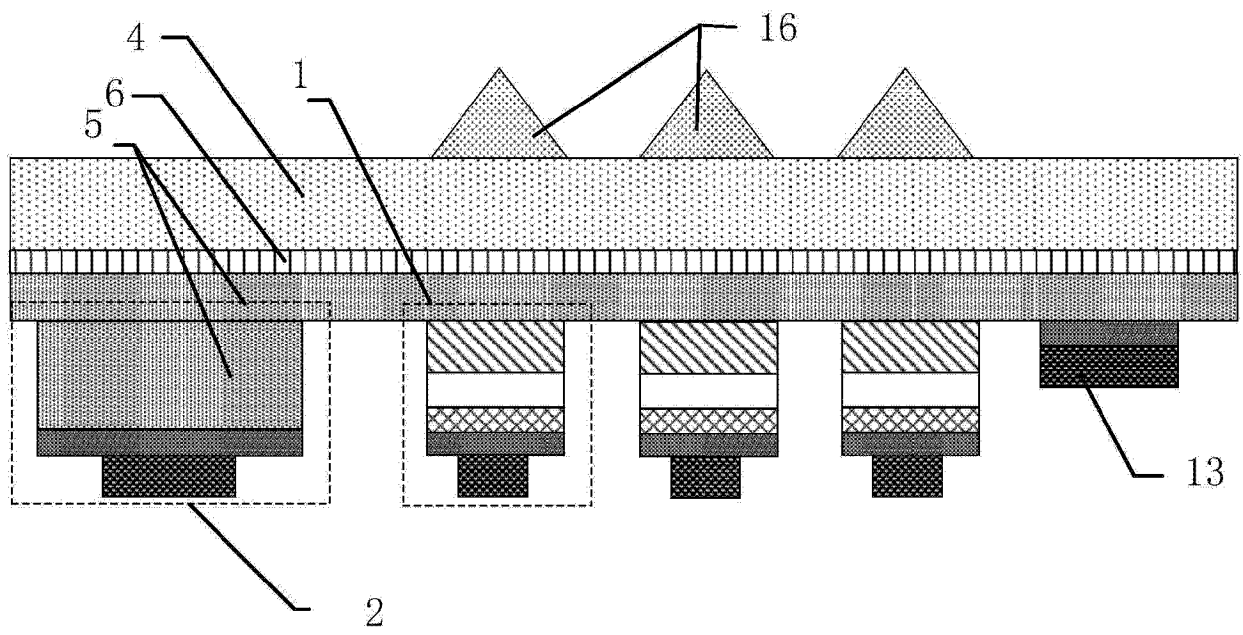


图 3-f

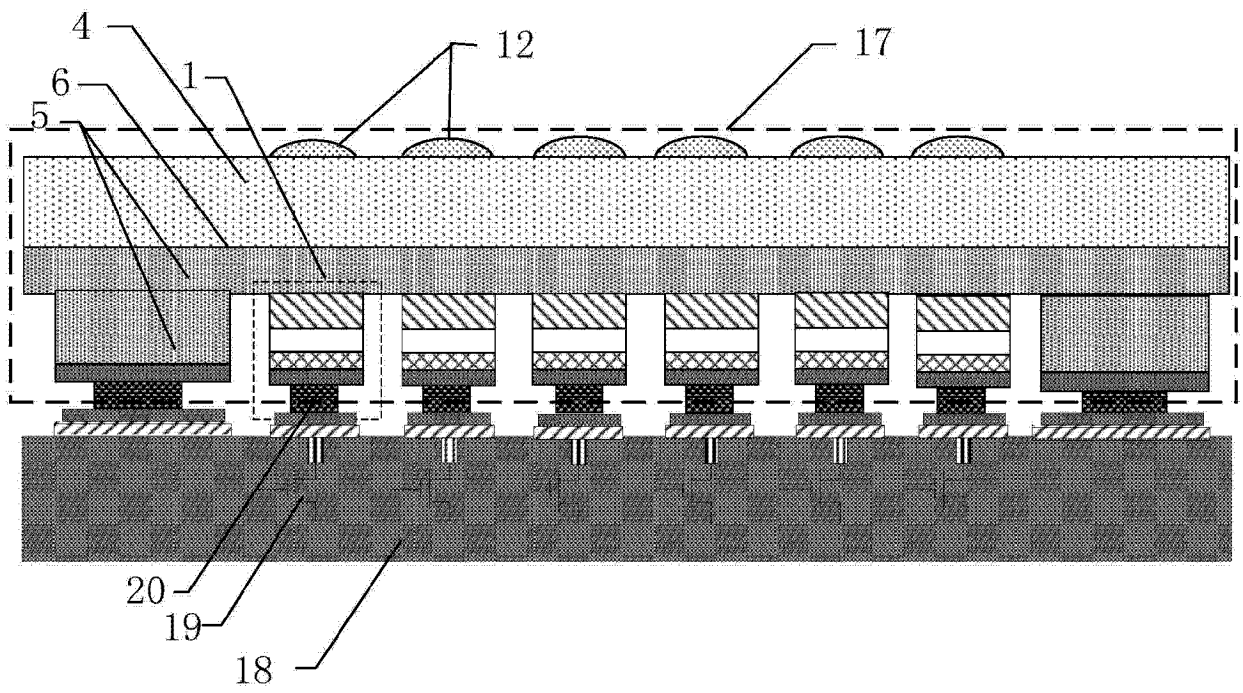


图 4

专利名称(译)	一种提高有源矩阵微型LED显示器光学性能的方法		
公开(公告)号	CN104617121A	公开(公告)日	2015-05-13
申请号	CN201510001894.0	申请日	2015-01-04
[标]申请(专利权)人(译)	中国电子科技集团公司第五十五研究所		
申请(专利权)人(译)	中国电子科技集团公司第五十五研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国电子科技集团公司第五十五研究所		
[标]发明人	李超 杨洪宝 张白雪 杨淼		
发明人	李超 杨洪宝 张白雪 杨淼		
IPC分类号	H01L27/15		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开一种提高有源矩阵微型LED显示器光学性能的方法，涉及有源矩阵微型LED显示器制造工艺。具体工艺方法是通过在有源矩阵微型LED显示器蓝宝石衬底出光面，制备与发光像素一一对应的微型光学结构，控制并优化发光像素出光方向。采用此微型光学结构工艺可以明显的改善LED发光像素出光角度大、相邻像素间串扰严重等问题，进而提高显示器对比度；同时，由微型光学结构形成的新出光面，可增加LED发光像素的光抽取率，提高显示器亮度。本发明所述的微型光学结构工艺相对简单，能有效的优化有源矩阵微型LED显示器对比度、亮度等关键光学参数，提高有源矩阵微型LED显示器的光学性能。

