



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107170876 A

(43)申请公布日 2017.09.15

(21)申请号 201710389639.7

(22)申请日 2017.05.27

(71)申请人 南方科技大学

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽学苑大道1088号

(72)发明人 孙小卫 王恺 刘召军 王立铎 郝俊杰 刘皓宸

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务有限公司 44205

代理人 唐致明

(51)Int.Cl.

H01L 33/50(2010.01)

H01L 27/15(2006.01)

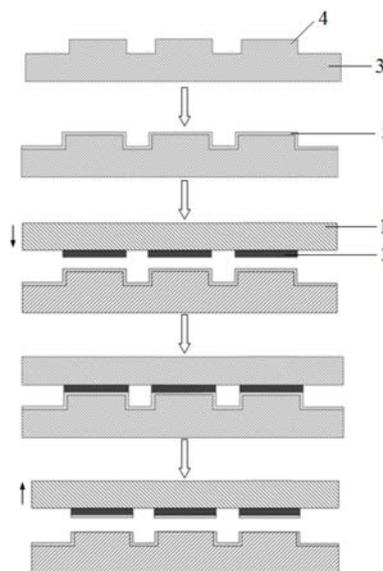
权利要求书1页 说明书8页 附图11页

(54)发明名称

一种Micro LED显示器件的制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种Micro LED显示器件的制备方法,采用模板转印的方式将量子点材料涂覆于Micro LED芯片阵列上,所使用的量子点粒径较小,可以有效地提高出光均匀性,采用具有凹陷图案的转印模板,将不同量子点材料错位打印至转印模板的不同凹陷处,可以实现不同量子点材料的同时转印,同时避免了不同量子点之间的相互影响,采用多个转印模板,通过多次错位转印实现不同量子点材料的序列转印,有效地避免了不同量子点之间的相互影响,提高了高分辨彩色化显示质量,同时转印时间短,易于大批量快速生产。



1.一种Micro LED显示器件的制备方法,包括在基板上制备多个Micro LED芯片的步骤,其特征在于,还包括以下步骤:

(1) 制备转印模板,所述转印模板具有与所述Micro LED芯片中的部分或全部Micro LED芯片一一对应的凸起或凹陷图案;

(2) 在所述凸起或所述凹陷图案上涂覆量子点材料;

(3) 将所述凸起或凹陷图案与所述Micro LED芯片对准接触,将所述量子点材料转移至所述Micro LED芯片的上表面。

2.根据权利要求1所述的Micro LED显示器件的制备方法,其特征在于,步骤(3)中所述的转移过程为通过压印将所述量子点材料转移至所述Micro LED芯片的上表面。

3.根据权利要求1所述的Micro LED显示器件的制备方法,其特征在于,所述转印模板为软模板。

4.根据权利要求1所述的Micro LED显示器件的制备方法,其特征在于,所述转印模板具有与Micro LED芯片中的全部Micro LED芯片一一对应的凹陷图案,所述转印模板由高透光率材料制成。

5.根据权利要求1所述的Micro LED显示器件的制备方法,其特征在于,还包括步骤(4):移除所述转印模板。

6.根据权利要求1-5任一项所述的Micro LED显示器件的制备方法,其特征在于,步骤(1)中是采用光刻技术、纳米球刻蚀或纳米压印技术制备所述转印模板。

7.根据权利要求1-5任一项所述的Micro LED显示器件的制备方法,其特征在于,量子点材料为量子点溶液、量子点粉末或量子点-聚合物粉末。

8.根据权利要求1-5任一项所述的Micro LED显示器件的制备方法,其特征在于,步骤(2)中所述涂覆是采用喷墨打印、浸蘸、涂布、旋涂、覆膜或激光打印实现的。

9.根据权利要求1-5任一项所述的Micro LED显示器件的制备方法,其特征在于,所述转印模板的凸起或凹陷的长、宽略大于Micro LED芯片的长、宽。

10.根据权利要求1-5任一项所述的Micro LED显示器件的制备方法,其特征在于,所述凸起图案的横截面为倒梯形。

一种Micro LED显示器件的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种Micro LED显示器件的制备方法。

背景技术

[0002] Micro LED为微型化LED阵列结构,具有自发光显示特性,其技术优势包括全固态、长寿命、高亮度、低功耗、体积较小、超高分辨率、可应用于高温或辐射等极端环境。相较于同为自发光显示的OLED技术, Micro LED不仅效率较高、寿命较长,材料不易受到环境影响而相对稳定,也能避免产生残影现象等。

[0003] 目前Micro LED显示方式通常是单色显示, Micro LED显示的彩色化是其进一步拓展应用的关键技术, RGB三色LED法是其实现彩色化的重要技术方向之一。RGB三色LED法全彩显示主要是基于三原色(红、绿、蓝)调色基本原理,具体实施方法:分别对红色-LED、绿色-LED、蓝色-LED,施以不同的电流即可控制其亮度值,从而实现三原色的组合,达到全彩色显示的效果,这是目前LED大屏幕所普遍采用的方法。这种LED大屏幕全彩色显示组合方式直接应用于微矩阵LED显示屏还存在许多问题,例如: Micro LED的RGB三色法需要红绿蓝三个芯片,增加了工艺工序和技术上的难度,使得成品率降低,生产成本增加。使用蓝光MicroLED搭配红色和绿色发光介质的技术。其中涂覆荧光粉的方法存在许多问题,如:荧光粉涂层将会吸收部分能量,降低了转化率。

[0004] 量子点显示是目前备受关注的新型显示技术。量子点(Quantum Dot, QD)作为一种新兴的半导体纳米晶材料,具有量子效率高、光谱精确可调、半峰宽窄、色域广等优点,应用于显示可显著提高显示色域范围,并同时降低显示功耗等。量子点在显示技术领域的应用主要包括两个方面:基于量子点电致发光特性的量子点发光二极管显示技术(Quantum Dots Light Emitting Diode Displays, QLED);基于量子点光致发光特性的量子点背光源技术(Quantum Dots-Backlight Unit, QD-BLU)。而量子点电致发光QLED存在的主要问题是缺乏稳定高效的蓝光材料。

[0005] 利用Micro LED和QLED各自的优势,基于量子点光致发光的特性,采用蓝光Micro LED与绿光量子点、红光量子点结合是实现Micro LED显示彩色化的重要技术方向。目前一般采用旋转涂布或雾状喷涂技术将量子点直接涂覆在UV/蓝光LED上,使其受激发出RGB三色光,再通过色彩配比实现全彩色化。直接涂覆量子点技术存在的主要问题:(1)由于Micro LED经过加工后表面并非平整均一,直接在Micro LED涂覆量子点,难以实现涂覆膜的精度或均匀性,使得成品率和显示质量降低;(2)由于喷涂设备中喷头尺寸较大,涂覆的像素点尺寸偏大,难以实现量子点高密度涂覆或高分辨率显示;(3)涂覆的量子点均匀性差,喷涂时会出现较多的缺陷,同时各色量子点颜色相互影响,使得彩色化质量显著下降。

发明内容

[0006] 本发明所采取的技术方案是:

[0007] 一种Micro LED显示器件的制备方法,包括在基板上制备多个Micro LED芯片的步

骤,还包括以下步骤:

[0008] (1) 制备转印模板,所述转印模板具有与所述Micro LED芯片中的部分或全部Micro LED芯片一一对应的凸起或凹陷图案;

[0009] (2) 在所述凸起或所述凹陷图案上涂覆量子点材料;

[0010] (3) 将所述凸起或凹陷图案与所述Micro LED芯片对准接触,将所述量子点材料转移至所述Micro LED芯片的上表面。

[0011] 优选地,步骤(3)中所述的转移过程为通过压印将所述量子点材料转移至所述Micro LED芯片的上表面。压印过程中,可以是Micro LED芯片在下,转印模板在上,也可以是转印模板在下,Micro LED芯片在上。

[0012] 优选地,所述转印模板为软模板。常用的软模板材料为可塑形的高分子材料,如聚二甲基硅氧烷、聚甲基丙烯酸甲酯等。

[0013] 在一些具体的实施方式中,所述转印模板具有与Micro LED芯片中的全部Micro LED芯片一一对应的凹陷图案,所述转印模板由高透光率材料制成。所述高透光率材料可以是ITO玻璃、PET薄膜和硅树脂。所述具有凹陷图案和高透光率的转印模板、量子点材料、Micro LED芯片和基板构成了一种多色发光的Micro LED阵列模组,其中量子点材料覆盖在Micro LED芯片的上表面。所述具有凹陷图案和高透光率的转印模板、量子点材料、保护剂、Micro LED芯片和基板构成了另外一种多色发光的Micro LED阵列模组,其中量子点材料和保护剂覆盖在Micro LED芯片的上表面,所述保护剂是硅树脂、环氧树脂等材料LED封装材料,用以保护Micro LED芯片。

[0014] 在另一些具体的实施方式中,还包括步骤(4):移除所述转印模板。

[0015] 优选地,步骤(1)中是采用光刻技术、纳米球刻蚀或纳米压印技术制备所述转印模板。

[0016] 优选地,量子点材料为量子点溶液、量子点粉末或量子点-复合材料粉末。其中量子点溶液可以是量子点与溶剂形成的溶液,如量子点的水溶液或量子点的氯仿溶液;还可以是量子点的复合溶液,即量子点、聚合物与溶剂混合形成的油溶性或水溶性的复合溶液,油溶性复合溶液如量子点、聚甲基丙烯酸甲酯与氯仿形成的复合溶液,其中聚甲基丙烯酸甲酯还可以替换为聚苯乙烯及其衍生物,氯仿还可以替换为甲苯、二甲苯、苯甲醚等有机溶剂;水溶性复合溶液如量子点、聚乙烯醇与乙醇形成的复合混溶液,其中聚乙烯醇还可以替换为聚乙烯吡咯烷酮、聚丙烯酸及其衍生物,乙醇还可以替换为水、甲醇、异丙醇等亲水性溶剂。量子点-聚合物粉末是指量子点与聚合物形成的复合材料粉末,其中聚合物可以是聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯乙烯及其衍生物、聚乙烯醇、聚乙烯吡咯烷酮、聚丙烯酸及其衍生物。上述量子点可以是CdTe、CdSe、CdS、ZnSe、InP、CuInS、CuInSe、PbS核心及其核壳结构量子点。

[0017] 优选地,步骤(2)中所述涂覆是采用喷墨打印、浸蘸、涂布、旋涂、覆膜或激光打印实现的。

[0018] 优选地,所述转印模板的凸起或凹陷的长、宽略大于Micro LED芯片的长、宽。凸起的长、宽略大于Micro LED芯片的长、宽,有效的减少Micro LED芯片侧面蓝光泄露。凹陷的长、宽略大于Micro LED芯片的长、宽,转印时可以形成帽状结构,减少了蓝光的泄露。所述转印模板的凸起高度与Micro LED芯片厚度无相关性,可以小于、等于或大于Micro LED芯

片厚度,凸起高度越高,对操作转印越有利,优选大于2倍Micro LED芯片厚度。所述转印模板的凹陷深度可以大于、等于或小于芯片厚度,凹陷深度越小,越节约量子点墨水,凹陷深度越大,打印量子点墨水越容易,优选凹陷深度等于芯片厚度。

[0019] 优选地,所述凸起图案的横截面为倒梯形。

[0020] 优选地,步骤(1)中制备的转印模板为具有与所述Micro LED芯片中的部分或全部Micro LED芯片一一对应的凹陷图案的转印模版,步骤(1)与步骤(2)之前还包括在所述凹陷上涂覆一层亲水性或疏水性材料的步骤。当转印模板的材料选自聚二甲基硅氧烷等疏水性材料,转印的量子点材料为疏水性时,可以在转印模板上涂覆一层亲水性材料,使量子点材料更容易转移。如可以利用氨基丙基三乙氧基甲硅烷(APTES)、氨丙基三甲氧基硅烷等硅烷偶联剂在疏水性转印模板表面构筑SiO₂亲水层,由于相似相溶原理,油溶性量子点在凹陷中形成凸起结构,更易于转移到芯片表面。当转印模板材料选自ITO玻璃等亲水性材料,转印的量子点材料为亲水性时,可以在转印模板表面喷涂疏水性聚合物如聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯乙烯等,以增加模板的疏水性,由于相似相溶原理,水溶性量子点在凹陷中形成凸起结构,更易于转移到芯片表面。

[0021] 本发明的有益效果是:

[0022] 目前基于Micro LED和量子点材料制备显示器件的方法主要是直接采用喷墨的方式在Micro LED芯片表面涂覆量子点材料,Micro LED表面的不平整会影响涂覆层的精度和均匀性,受设备喷头尺寸的影响,难以实现量子点的高密度和均匀涂覆,同时涂覆不同色量子点材料时容易造成各色量子点材料相互影响,降低了显示质量。本发明提供了一种Micro LED显示器件的制备方法,采用模板转印的方式将量子点材料涂覆于Micro LED芯片上表面,主要具有以下优势:采用模板转印技术在Micro LED表面制备一层量子点材料,对于粒径较小的量子点仍然能够保证量子点的均匀性,可以有效的提高出光均匀性,Micro LED表面平整性对转印均匀性无影响;利用模板转印技术,可以有效的降低设备成本,只需在不同模板上大面积喷涂单一颜色量子点,不受设备喷头尺寸影响,易实现均一性,量子点喷涂速度快,转印时间短,易于实现大批量快速生产;可以采用一个具有凹陷图案的转印模板,将不同量子点材料错位打印至凹型模板的不同凹陷,实现不同量子点材料的同时转印,同时避免了不同量子点之间相互影响;也可以采用多个转印模板,每个转印模板上涂覆不同颜色的量子点材料,采用多次错位转印实现不同量子点材料的序列转印,避免了不同量子点之间相互影响,可以有效地提高彩色化显示质量。

附图说明

[0023] 图1为实施例1中Micro LED芯片阵列结构图;

[0024] 图2为实施例1中制备红色量子点材料层的流程示意图;

[0025] 图3为实施例1中制备绿色量子点材料层的流程示意图;

[0026] 图4为实施例1中制备Micro LED显示器件的俯视图;

[0027] 图5为实施例1中制备Micro LED显示器件的三维效果图;

[0028] 图6为实施例2中制备红色量子点材料层的流程示意图;

[0029] 图7为实施例2中制备绿色量子点材料层的流程示意图;

[0030] 图8为实施例3中制备量子点材料层的流程示意图;

- [0031] 图9为实施例4中制备量子点材料层的流程示意图；
- [0032] 图10为实施例4中多色发光的Micro LED阵列模组的侧视图；
- [0033] 图11为实施例5中制备量子点材料层的流程示意图；
- [0034] 图12为实施例6中Micro LED芯片结构图；
- [0035] 图13为实施例6中制备Micro LED显示器件的俯视图；
- [0036] 附图标记说明：
- [0037] 1-基板；2-Micro LED芯片；3-转印模版一；4-凸起；5-红色量子点粉末；6-转印模板二；7-绿色量子点粉末；8-转印模板三；9-红色量子点的水溶液；10-转印模版四；11-绿色量子点的氯仿溶液；12-转印模板五；13-凹陷；14-红色量子点的复合溶液；15-绿色量子点的复合溶液；16-转印模板六；17-转印模板七；18-保护剂。

具体实施方式

[0038] 以下将结合实施例和附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果进行清楚、完整地描述,以充分地理解本发明的目的、特征和效果。显然,所描述的实施例只是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例,基于本发明的实施例,本领域的技术人员在不付出创造性劳动的前提下所获得的其他实施例,均属于本发明保护的范围。

[0039] 实施例1:

[0040] 采用以下步骤制备Micro LED显示器件:

[0041] (1) 在基板1上制备Micro LED芯片2阵列, Micro LED芯片阵列结构图如图1所示;

[0042] (2) 根据如图2所示的制备红色量子点材料层的流程示意图,在所述Micro LED芯片2阵列上制备一层红色量子点材料5:制备转印模板一3:选取PDMS为转印模板材料,利用软光刻技术制备转印模板一3,制备的转印模板一3具有与Micro LED芯片阵列位于第 $2i-1$ 行第 $2j-1$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的Micro LED芯片2相对应的凸起4图案,凸起4的长为1.1倍的芯片2的长度,宽为1.1倍的芯片2的宽度,高为2.1倍的芯片2的高度。凸起的长、宽略大于Micro LED芯片的长、宽,可以有效的减少Micro LED芯片侧面蓝光泄露,凸起高度与Micro LED芯片厚度无相关性,可以小于、等于或大于Micro LED芯片厚度,凸起高度越高,对操作转印越有利,优选大于2倍Micro LED芯片厚度。在所述转印模板一3具有凸起4图案一面喷墨涂覆一层量子点材料5,量子点材料为红色量子点粉末,将所述Micro LED芯片2向下与所述凸起4对准压印,提起Micro LED芯片2,凸起4上的所述红色量子点材料5转移至所述Micro LED芯片2阵列的上表面;

[0043] (3) 根据如图3所示的制备绿色量子点材料层的流程示意图,在所述Micro LED芯片2阵列上制备一层绿色量子点材料7:制备转印模板二6:选取PMMA为转印模板材料,利用纳米压印技术制备转印模板二6,制备的转印模板二6具有与Micro LED芯片2阵列位于第 $2i-1$ 行第 $2j$ 列和位于第 $2i$ 行第 $2j-1$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的Micro LED芯片2相对应的凸起4图案,凸起4的长为1.5倍的芯片2的长度,宽为1.5倍的芯片2的宽度,高为2倍的芯片2的高度;在所述转印模板二6具有凸起4图案的一面喷墨涂覆一层量子点材料7,量子点材料为绿色量子点粉末,将所述凸起4图案向下与所述Micro LED芯片2对准压印,提起转印模板二6,凸起4上的所述绿色量子点材料转移至所述Micro LED芯片2阵列的上表面。

[0044] 制备具有对应Micro LED芯片阵列的不同位置芯片的凸起图案的至少两个转印模

板,通过不同图案的转印模板转印不同颜色的量子点材料,可以实现不同量子点材料的序列转印,避免了不同量子点之间相互影响,可以有效地提高彩色化显示质量。本实施例以图1中Micro LED芯片阵列结构为例进行说明具体实施方式,可以根据实际需要适应性地改变芯片的排列结构,Micro LED芯片的排列可以是多种多样的。

[0045] 实施例1通过模板转印的方式在Micro LED芯片上涂覆红色、绿色量子点材料,构建的Micro LED显示器件的俯视图如图4所示,其三维效果图如图5所示。通过改变对应凸起的位置和涂覆量子点的颜色,可以实现在Micro LED芯片上涂覆红、黄、绿、蓝等多种量子点材料,从而构建多种组合的Micro LED显示器件。

[0046] 实施例2:

[0047] 采用以下步骤制备Micro LED显示器件:

[0048] (1) 在基板1上制备Micro LED芯片2阵列,所述芯片阵列与实施例1中相同;

[0049] (2) 根据如图6所示的制备红色量子点材料层的流程示意图,在所述Micro LED芯片2阵列上制备一层红色量子点材料9:制备转印模板三8:选取PDMS为转印模板材料,利用蘸笔纳米光刻技术制备转印模板三8,制备的转印模板三8具有与Micro LED芯片2阵列位于第 $2i-1$ 行第 $2j-1$ 列和第 $2i$ 行第 $2j$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的Micro LED芯片2相对应的凸起4图案,凸起4的长为1.3倍的芯片2的长度,宽为1.1倍的芯片2的宽度,高为0.9倍的芯片2的厚度;将所述转印模板具有凸起图案的一面浸蘸在量子点材料9中,量子点材料为红色量子点的水溶液,将转印模板三8从溶液中提起,模板的凸起4表面全部覆盖量子点材料,凸起4的侧壁稍微覆盖一些量子点材料,将所述凸起4图案向下与所述Micro LED芯片2对准压印,提起转印模板三8,凸起图案上的所述红色量子点材料9转移至所述Micro LED芯片2阵列的上表面;

[0050] (3) 根据如图7所示的制备绿色量子点材料层的流程示意图,在所述Micro LED芯片2阵列上制备一层绿色量子点材料11:制备转印模板四10:选取PMMA为转印模板材料,利用纳米压印技术制备转印模板四10,制备的转印模板四10具有与Micro LED芯片2阵列位于第 $2i-1$ 行第 $2j$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的Micro LED芯片2相对应的凸起4图案,凸起4的高为1.4倍的芯片2的长度,宽为1.2倍的芯片2的宽度,高为1倍的芯片2的厚度;将所述转印模板具有凸起4图案的一面浸蘸在量子点材料11中,量子点材料为绿色量子点的氯仿溶液,将转印模板四10从溶液中提起,模板的凸起4表面全部覆盖量子点材料,凸起4的侧壁稍微覆盖一些量子点材料,将所述凸起4图案向上与所述Micro LED芯片2对准压印,向下移除转印模板四10,凸起4上的所述绿色量子点材料11转移至所述Micro LED芯片2阵列的上表面。

[0051] 实施例3:

[0052] 采用以下步骤制备Micro LED显示器件:

[0053] (1) 在基板1上制备Micro LED芯片2阵列,所述芯片阵列与实施例1中相同;

[0054] (2) 根据如图8所示的制备量子点材料层的流程示意图,在所述Micro LED芯片2阵列上制备一层量子点材料:制备转印模板五12:选取PDMS为转印模板材料,利用纳米压印技术制备转印模板五12,制备的转印模板五12具有与Micro LED芯片2阵列全部Micro LED芯片2对应的凹陷13图案,凹陷13的长为1.1倍的芯片2的长度,宽为1.1倍的芯片2的宽度,深为1倍的芯片2的厚度。凹陷的长、宽略大于Micro LED芯片的长、宽,转印时可以形成帽状结构,减少了蓝光的泄露,凹陷深度可以大于、等于或小于芯片厚度,凹陷深度越小,越节约量

子点墨水,凹陷深度越大,打印量子点墨水越容易,优选凹陷深度等于芯片厚度。利用彩色激光打印技术在所述转印模板五12位于第 $2i-1$ 行第 $2j-1$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的凹陷13处打印红色量子点材料14,位于第 $2i-1$ 行第 $2j$ 列和第 $2i$ 行第 $2j-1$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的凹陷13图案处打印绿色量子点材料15,所述红色量子点材料14为红色量子点的复合溶液,具体是由红色量子点、聚甲基丙烯酸甲酯和苯甲醚形成的复合溶液,所述绿色量子点材料15为绿色量子点的复合溶液,具体是由绿色量子点、聚乙烯醇和乙醇形成的复合溶液,将所述Micro LED芯片2向下与所述转印模板五12具有凹陷13图案的一面对准压印,提起Micro LED芯片2,凹陷13上的所述量子点材料转移至所述Micro LED芯片阵列的上表面。

[0055] 实施例4:

[0056] 采用以下步骤制备Micro LED显示器件:

[0057] (1) 在基板1上制备Micro LED芯片2阵列,所述芯片阵列与实施例1中相同;

[0058] (2) 根据如图9所示的制备量子点材料层的流程示意图,在所述Micro LED芯片2阵列上制备一层量子点材料:制备转印模板六16:选取高透光率材料ITO玻璃为转印模板材料,利用纳米球刻蚀技术制备转印模板六16,制备的转印模板六16具有与Micro LED芯片阵列全部Micro LED芯片2对应的凹陷13图案,凹陷13的长为1.5倍的芯片2的长度,宽为1.3倍的芯片2的宽度,深为0.9倍的芯片2的厚度,利用喷墨打印技术在所述转印模板六16位于第 $2i-1$ 行第 $2j-1$ 列和第 $2i$ 行第 $2j$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的凹陷13图案处打印红色量子点材料14,位于第 $2i-1$ 行第 $2j$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的凹陷13图案处打印绿色量子点材料15,所述红色量子点材料14和所述绿色量子点材料15与实施例3的量子点材料相同,将所述Micro LED芯片2与所述转印模板六16具有凹陷13图案的一面对准压印复合,构成多色发光的Micro LED阵列模组,其侧视图如图10所示。

[0059] 实施例5:

[0060] 采用以下步骤制备Micro LED显示器件:

[0061] (1) 在基板1上制备Micro LED芯片2阵列,所述芯片阵列与实施例1中相同;

[0062] (2) 根据如图11所示的制备量子点材料层的流程示意图,在所述Micro LED芯片2阵列上制备一层量子点材料:制备转印模板七17:选取高透光率材料硅树脂为转印模板材料,,利用纳米球刻蚀技术制备转印模板七17,制备的转印模板七17具有与Micro LED芯片阵列全部Micro LED芯片2对应的凹陷13图案,凹陷13的长为1.5倍的芯片2的长度,宽为1.3倍的芯片2的宽度,深为1.2倍的芯片2的厚度,利用喷墨打印技术在所述转印模板七17位于第 $2i-1$ 行第 $2j-1$ 列和第 $2i$ 行第 $2j$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的凹陷13图案处打印红色量子点材料14,位于第 $2i-1$ 行第 $2j$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的凹陷13图案处打印绿色量子点材料15,位于第 $2i$ 行第 $2j-1$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的凹陷13图案处打印保护剂18,所述保护剂为硅树脂。所述保护剂可以是环氧树脂等LED封装材料。所述红色量子点材料14和所述绿色量子点材料15与实施3的量子点材料相同,将所述Micro LED芯片2与所述转印模板七17具有凹陷13图案的一面对准压印复合,构成多色发光的Micro LED阵列模组。

[0063] 实施例6:

[0064] 采用以下步骤制备Micro LED显示器件:

[0065] (1) 在基板1上制备多个Micro LED芯片2,所述芯片排列结构如图12所示;

[0066] (2) 在所述Micro LED芯片2结构上制备一层量子点材料:制备转印模板八:选取

PDMS为转印模板材料,利用软光刻技术制备转印模板八,制备的转印模板八具有与Micro LED芯片2阵列全部Micro LED芯片对应的凹陷图案,凹陷的长为1.2倍的芯片2的长度,宽为1.1倍的芯片2的宽度,深为1倍的芯片2的厚度,利用彩色激光打印技术在所述转印模板第 $2i-1$ 列第 $3j$ 个位置和第 $2i$ 列第 $2j-1$ 个位置($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的凹陷处打印红色量子点材料14,在所述转印模板第 $2i-1$ 行第 $3j-2$ 个位置和第 $2i$ 列第 $2j$ 个位置($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的凹陷处打印绿色量子点材料15,红色和绿色量子点材料与实施例3的量子点材料相同。将转印模板八具有凹陷图案的一面向下与所述Micro LED芯片2对准压印,提起转印模板八,凹陷图案上的所述量子点材料均转移至所述Micro LED芯片2排列结构的上表面,构建成的Micro LED显示器件的俯视图如图13所示。

[0067] 实施例7:

[0068] 采用以下步骤制备Micro LED显示器件:

[0069] (1) 在基板1上制备Micro LED芯片2阵列,所述芯片阵列与实施例1中相同;

[0070] (2) 在所述Micro LED芯片2阵列上制备一层量子点材料:分别制备转印模板九、转印模板十和转印模板十一:选取PDMS为转印模板材料,分别利用软光刻技术制备具有与Micro LED芯片阵列第 $2i-1$ 行第 $2j-1$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的Micro LED芯片相对应凹陷图案的转印模板九,具有与Micro LED芯片2阵列第 $2i-1$ 行第 $2j$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的Micro LED芯片2相对应凹陷图案的转印模板十和具有与Micro LED芯片阵列第 $2i$ 行第 $2j$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的Micro LED芯片2相对应凹陷图案的转印模板十一,所述转印模板凹陷的长为1.5倍的芯片2的长度,宽为1.1倍的芯片2的宽度,深为1倍的芯片2的厚度,采用彩色激光打印技术分别在所述转印模板九具有凹陷图案的一面涂覆一层红色量子点-聚合物粉末,具体是红色量子点与聚甲基丙烯酸甲酯的复合材料粉末,在所述转印模板十具有凹陷图案的一面涂覆一层绿色量子点-聚合物粉末,具体是绿色量子点与聚苯乙烯的复合材料粉末,在所述转印模板十一具有凹陷图案的一面涂覆一层黄色量子点-聚合物粉末,具体是黄色量子点与聚乙烯醇的复合材料粉末。分别将三个所述转印模板具有凹陷图案的一面向下与所述Micro LED芯片2对准压印,分别提起三个转印模板,凹陷图案上的所述量子点材料均转移至所述Micro LED芯片2阵列的上表面。

[0071] 实施例8:

[0072] 采用以下步骤制备Micro LED显示器件:

[0073] (1) 在基板1上制备Micro LED芯片2阵列,所述芯片阵列与实施例1中相同;

[0074] (2) 在所述Micro LED芯片2结构上制备一层量子点材料:制备与实施例3相同的转印模板五,在转印模板五的表面涂覆一层氨基丙基三乙氧基甲硅烷,利用喷墨打印技术在在所述转印模板五位于第 $2i-1$ 行第 $2j-1$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的凹陷处打印红色量子点、聚甲基丙烯酸甲酯与氯仿形成的油溶性复合溶液,位于第 $2i-1$ 行第 $2j$ 列和第 $2i$ 行第 $2j-1$ 列($i, j=1, 2, 3, \dots, n$)的凹陷图案处打印绿色量子点、聚苯乙烯与苯甲醚形成的油溶性复合溶液。将所述Micro LED芯片2向下与所述转印模板五具有凹陷图案的一面对准压印,提起Micro LED芯片2,凹陷上的所述量子点材料转移至所述Micro LED芯片阵列的上表面。通过在转印模板上涂敷一层疏水性或亲水性材料,改变凹陷模板的疏水性或亲水性,可以改变量子点墨水在凹陷内的形貌,从而有效的减少Micro-LED芯片蓝光泄露。

[0075] 实施例9:

[0076] 采用以下步骤制备Micro LED显示器件：

[0077] (1) 在基板1上制备Micro LED芯片2阵列，所述芯片阵列与实施例1中相同；

[0078] (2) 在所述Micro LED芯片2结构上制备一层量子点材料：制备与实施例4相同的转印模板六，在转印模板六的表面涂覆一层聚甲基丙烯酸甲酯，利用喷墨打印技术在在所述转印模板六位于第 $2i-1$ 行第 $2j-1$ 列 ($i, j=1, 2, 3, \dots, n$) 的凹陷处打印红色量子点、聚乙烯醇和乙醇形成的水溶性复合溶液，位于第 $2i-1$ 行第 $2j$ 列和第 $2i$ 行第 $2j-1$ 列 ($i, j=1, 2, 3, \dots, n$) 的凹陷图案处打印绿色量子点、聚丙烯酸和异丙醇形成的水溶性复合混溶液，将所述Micro LED芯片2与所述转印模板六具有凹陷图案的一面对准压印，提起Micro LED芯片2，凹陷上的所述量子点材料转移至所述Micro LED芯片阵列的上表面。

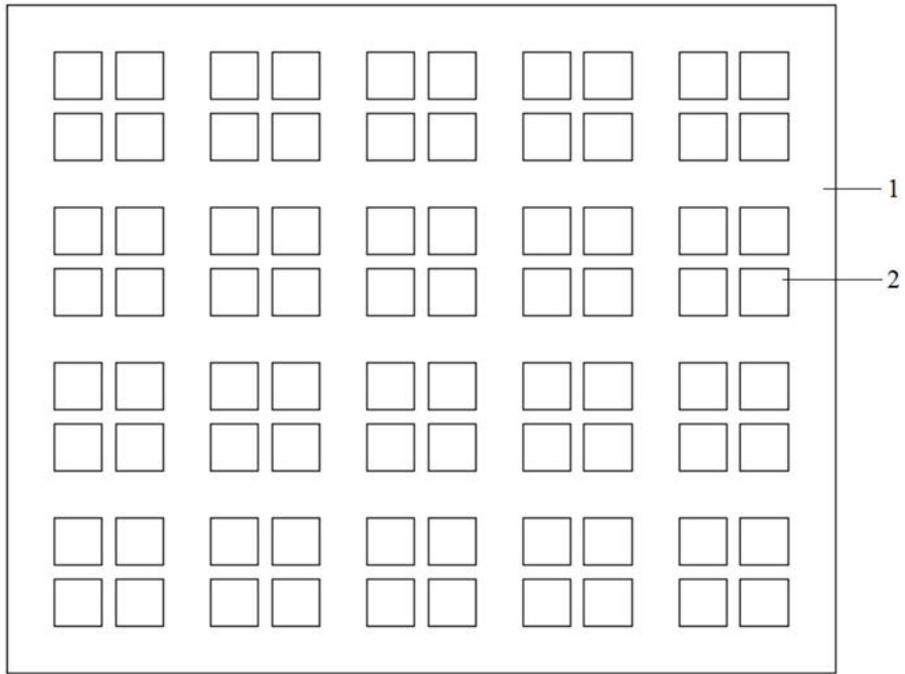


图1

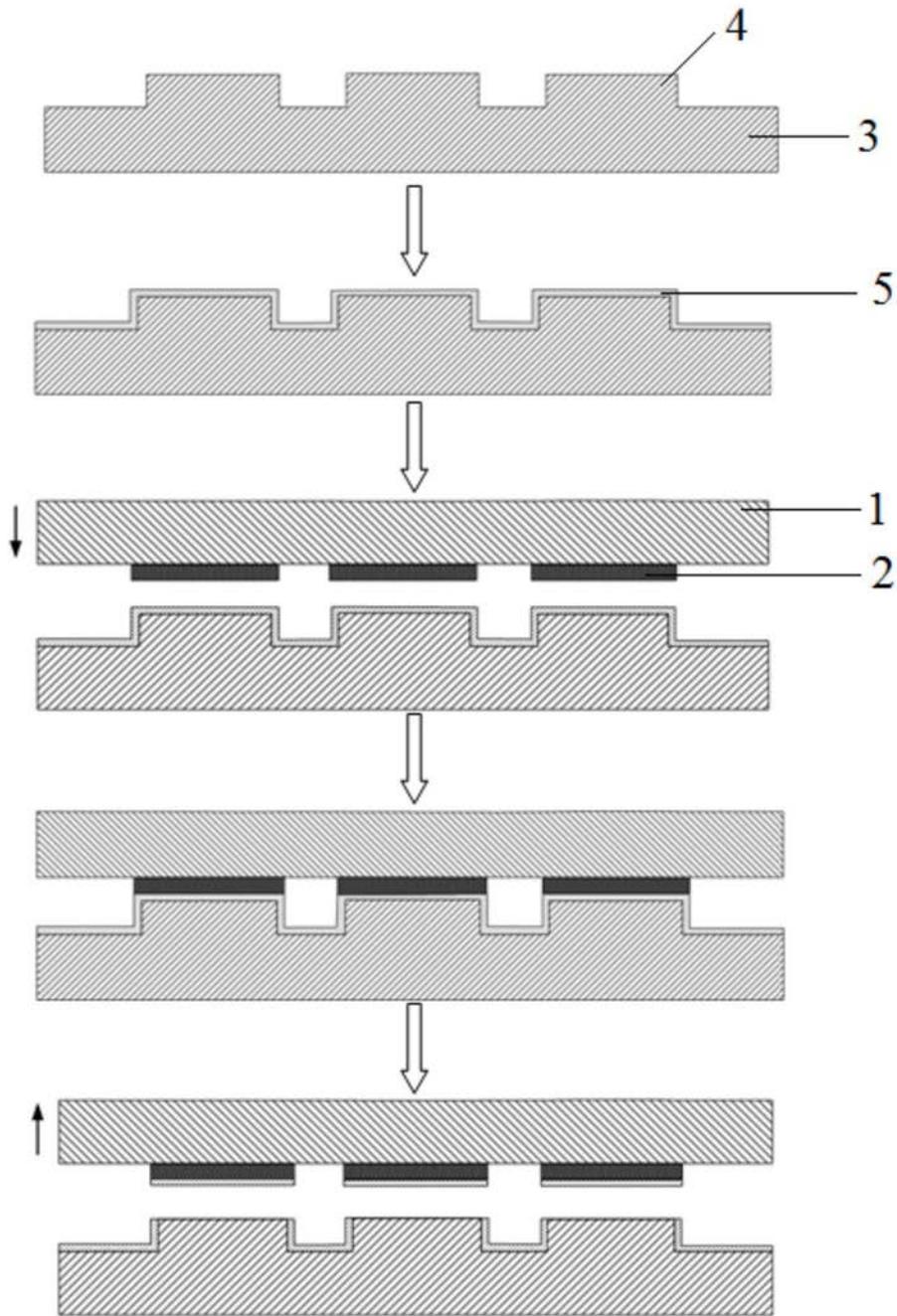


图2

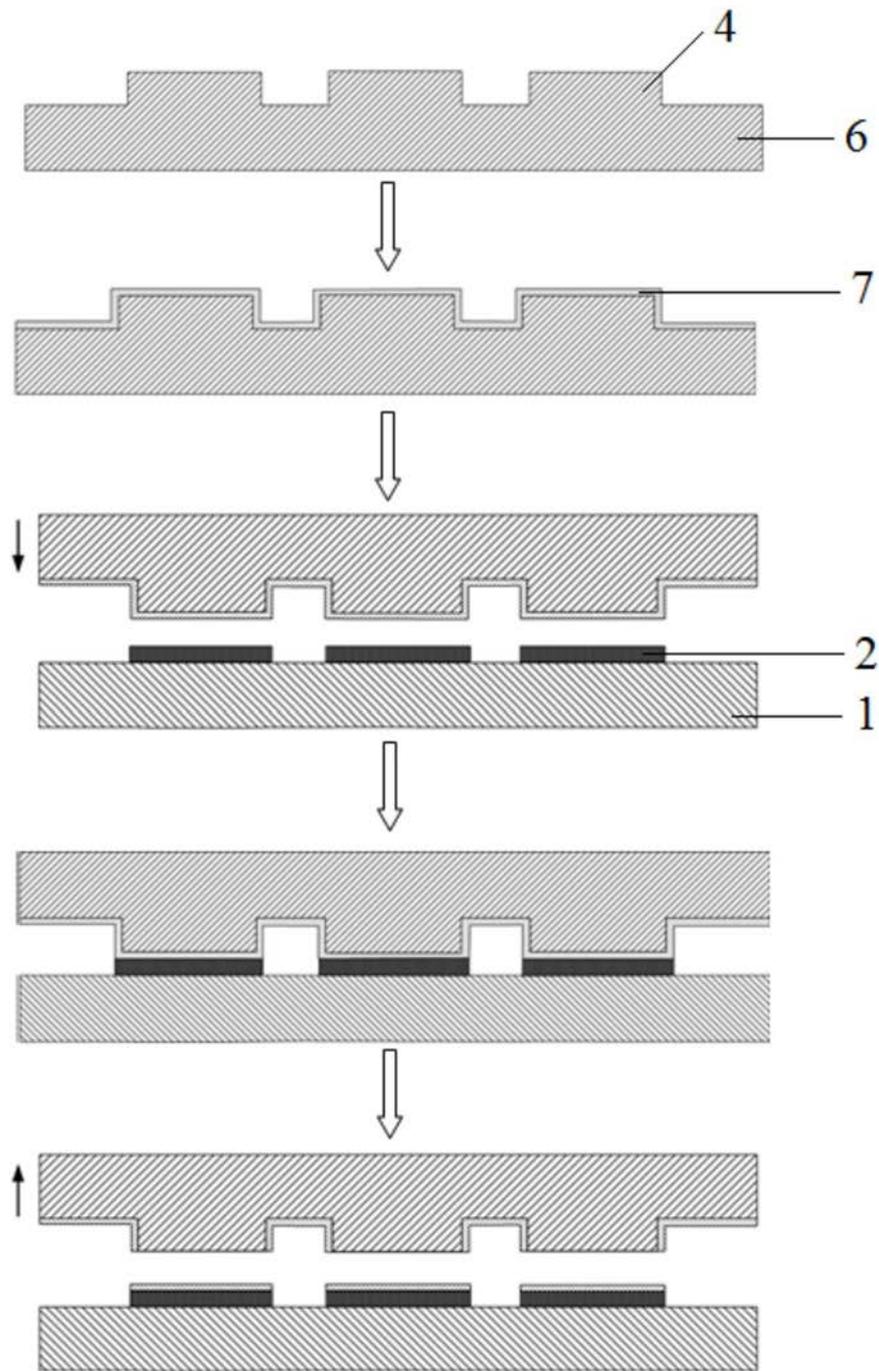


图3

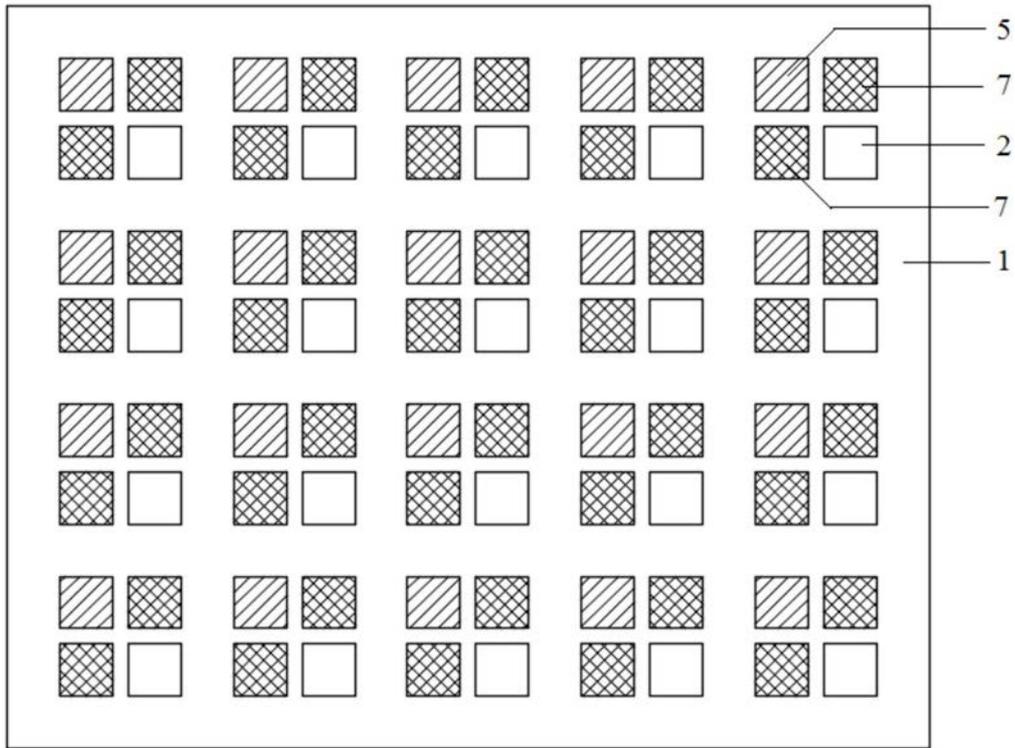


图4

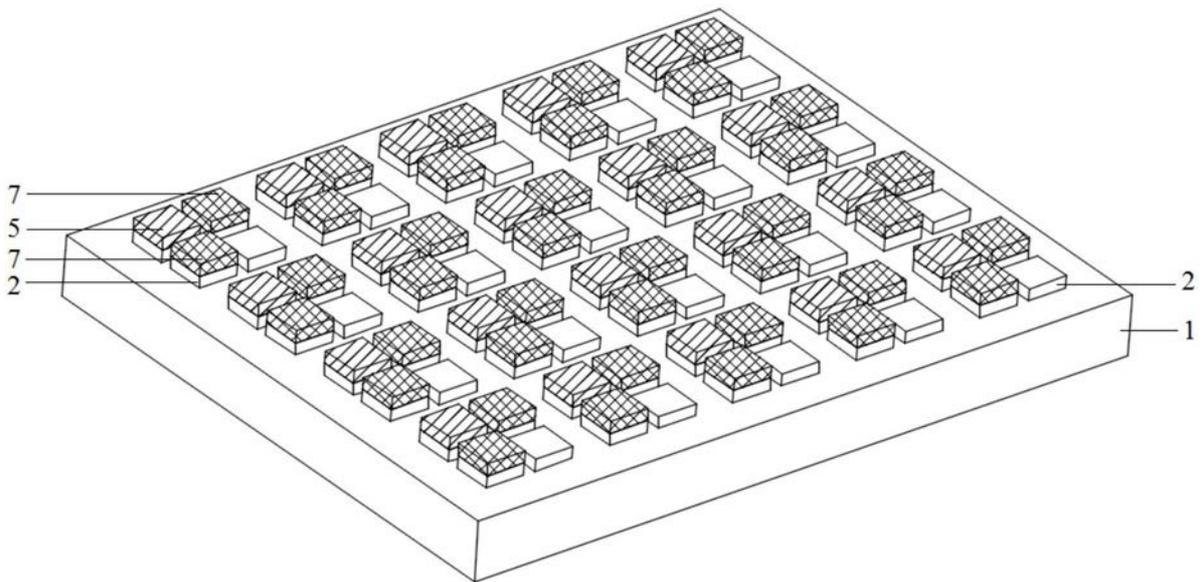


图5

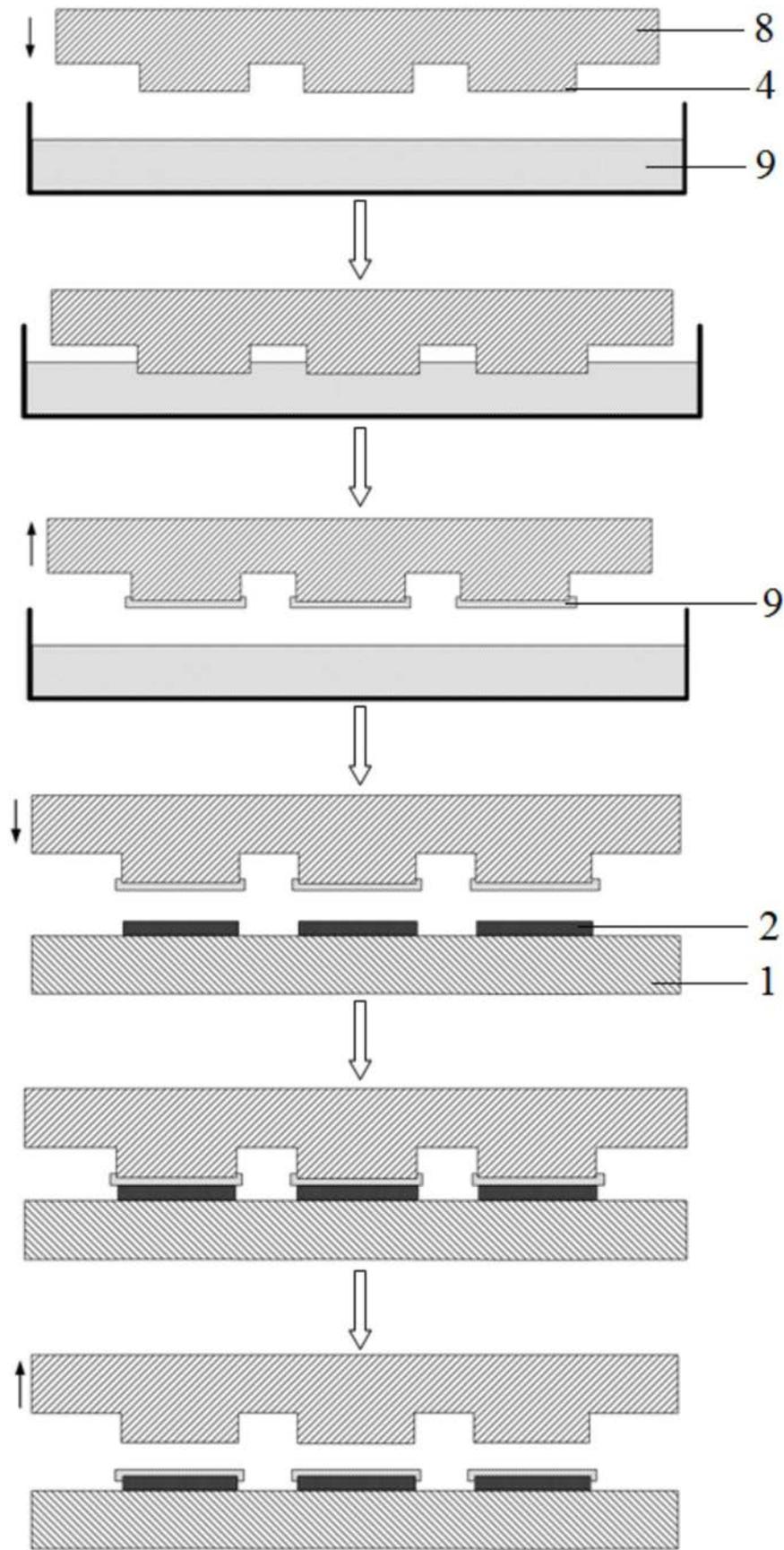


图6

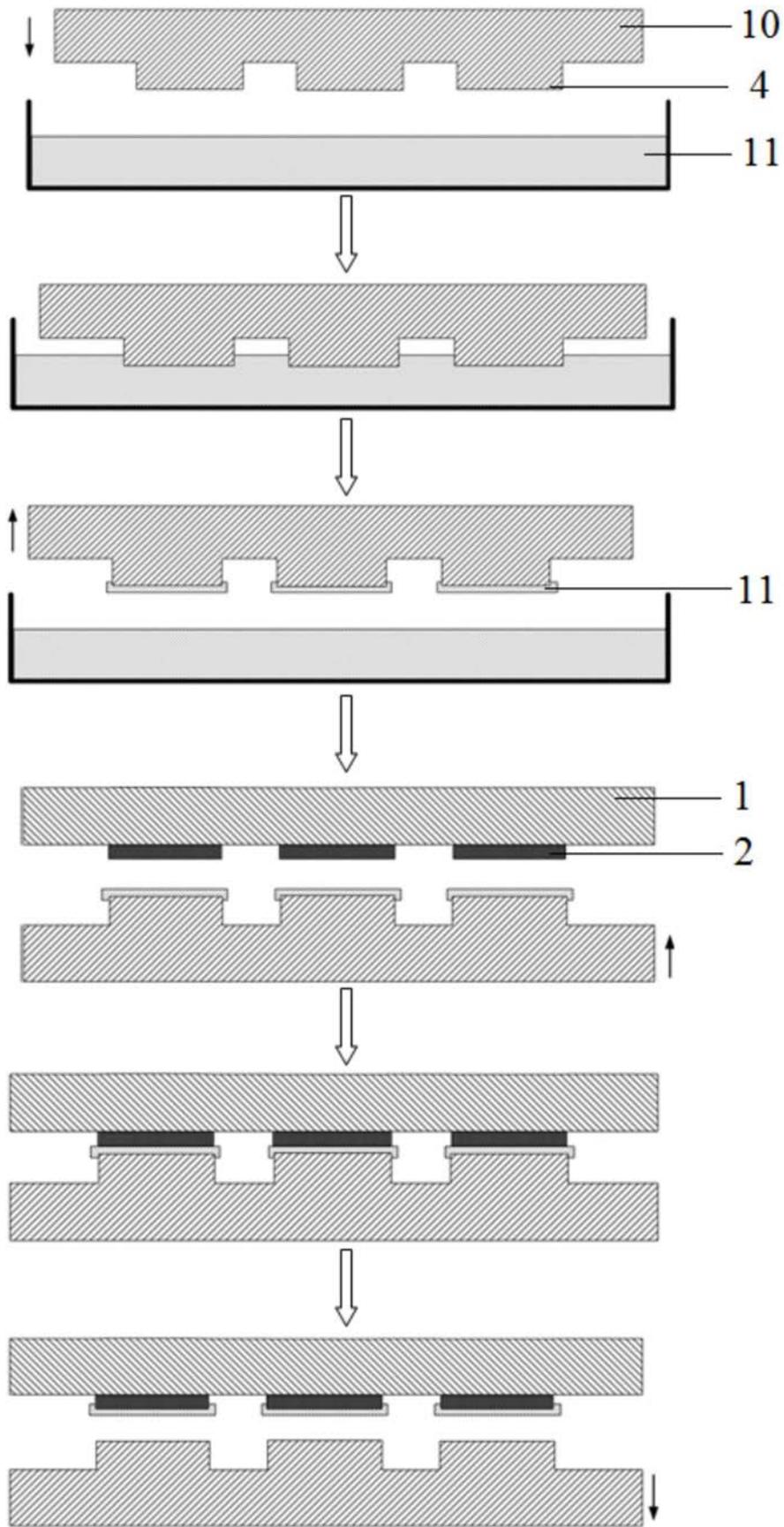


图7

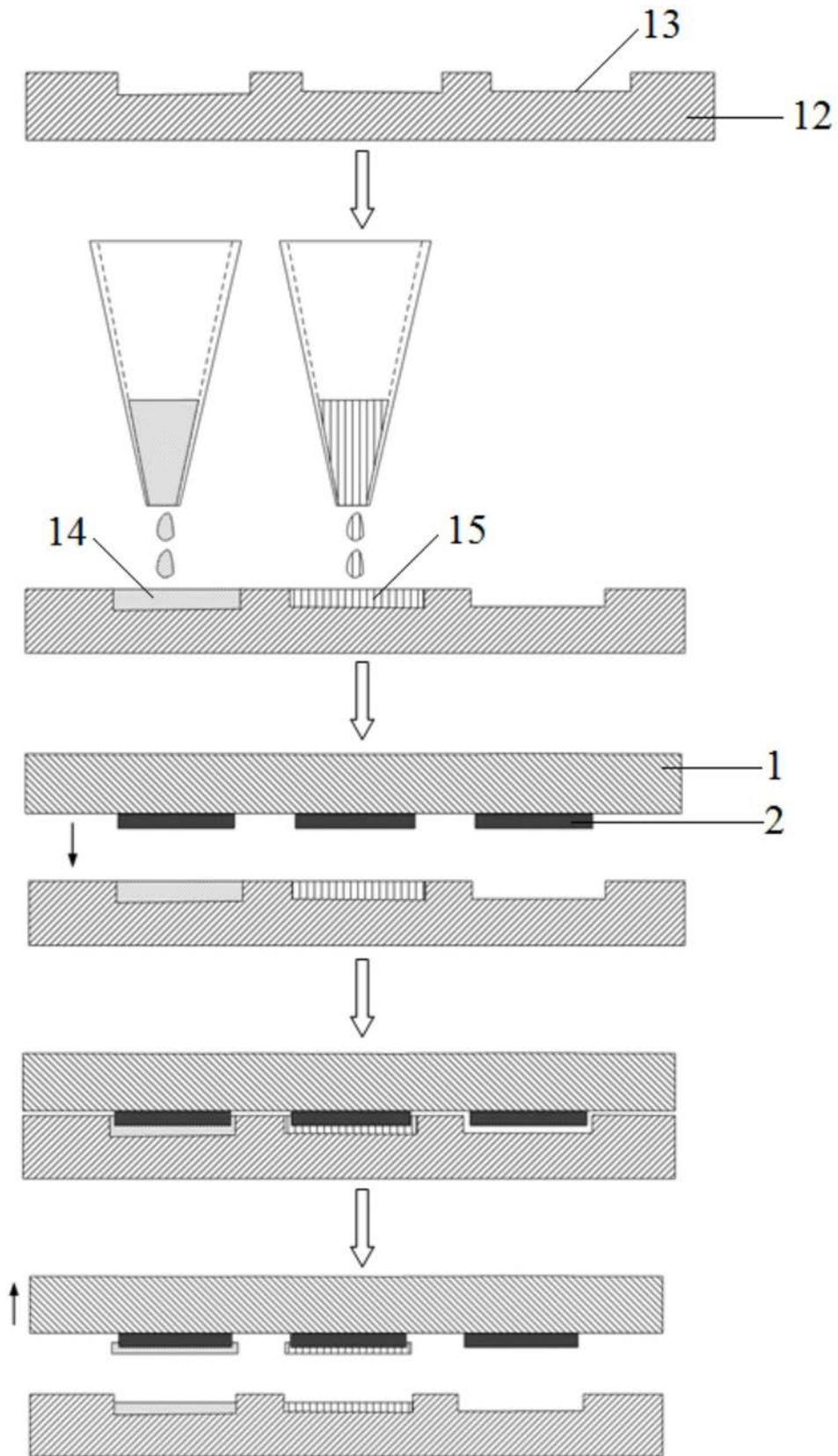


图8

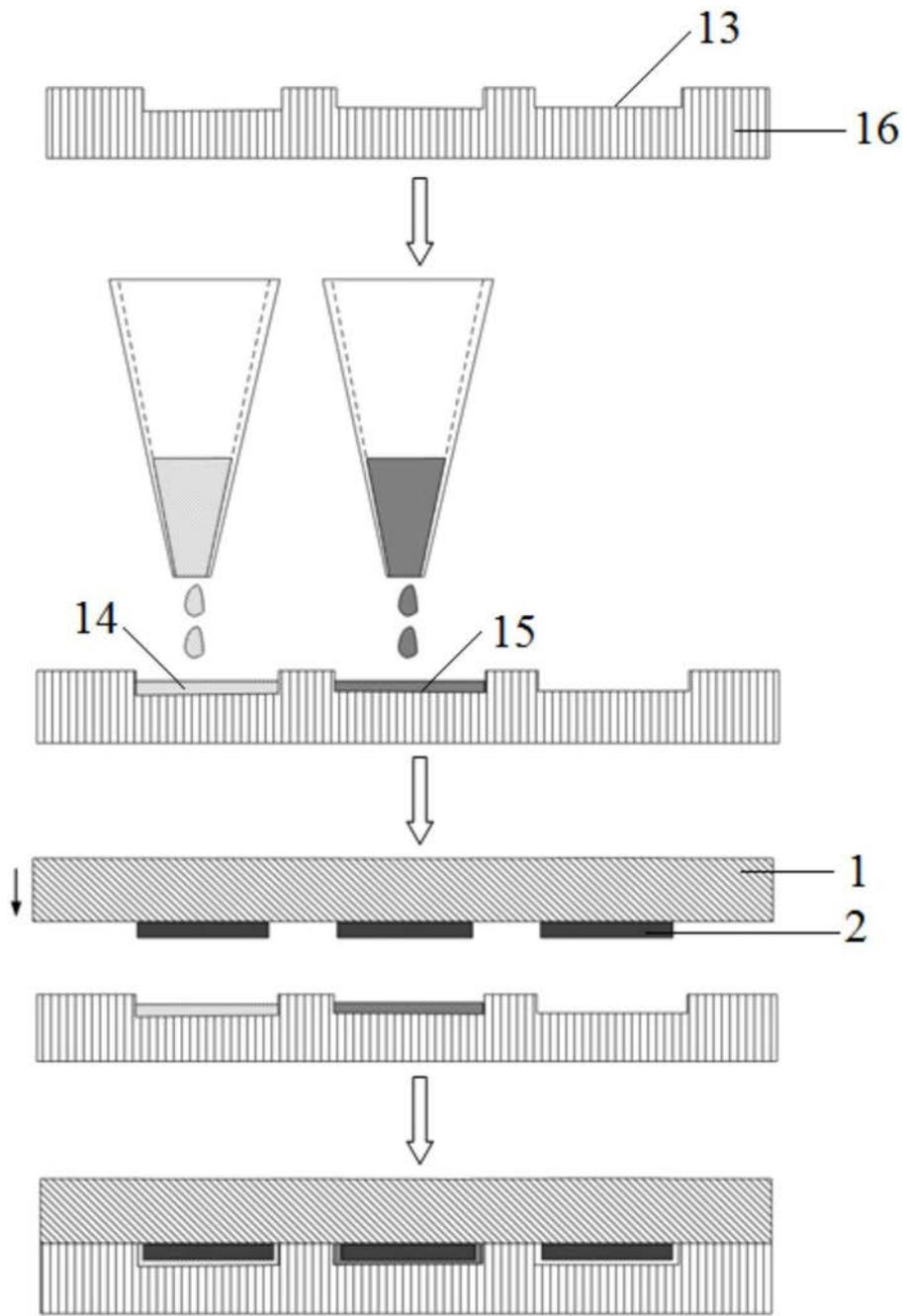


图9

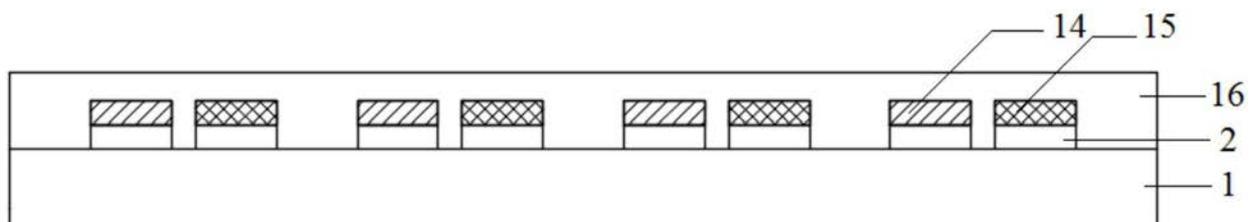


图10

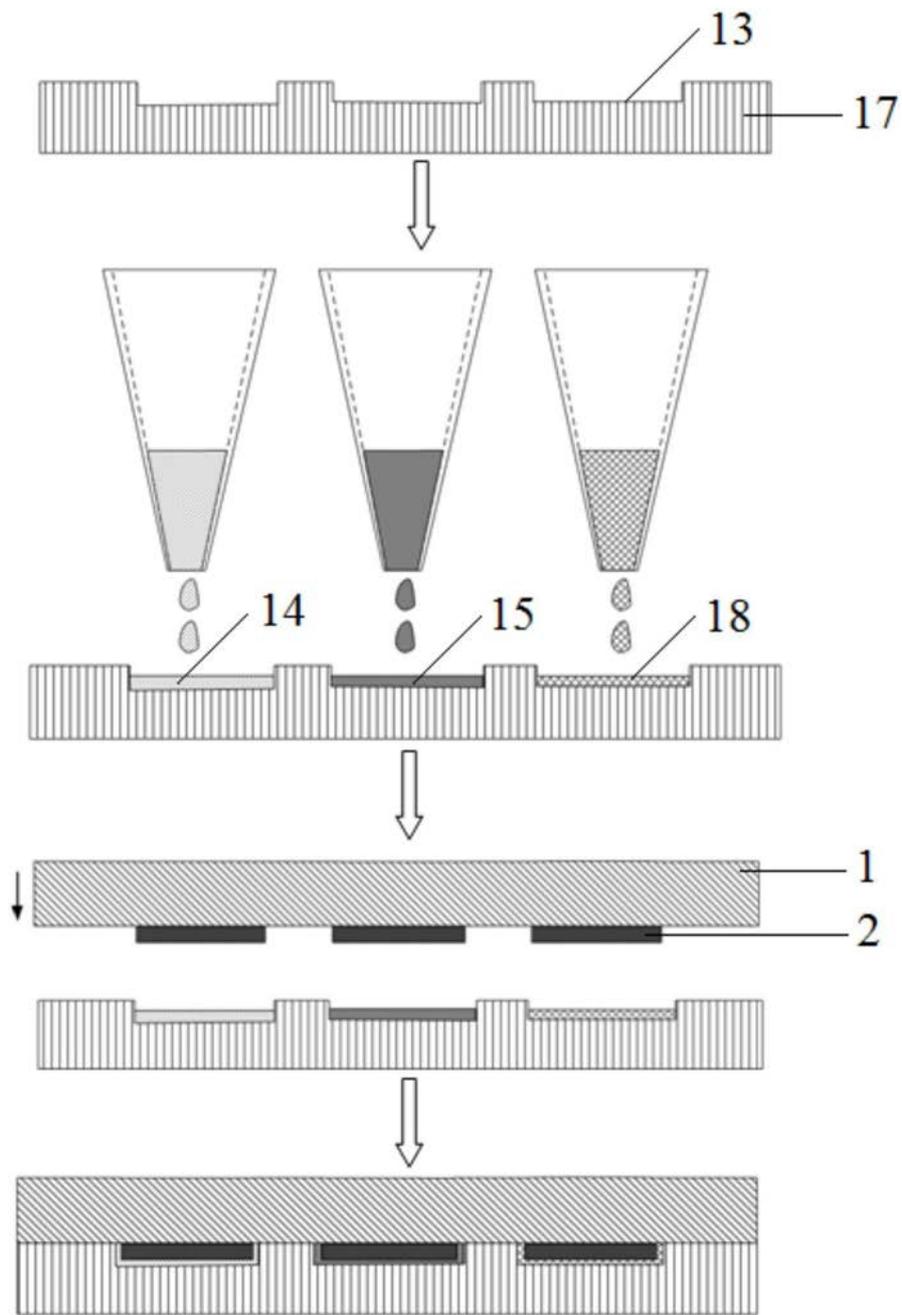


图11

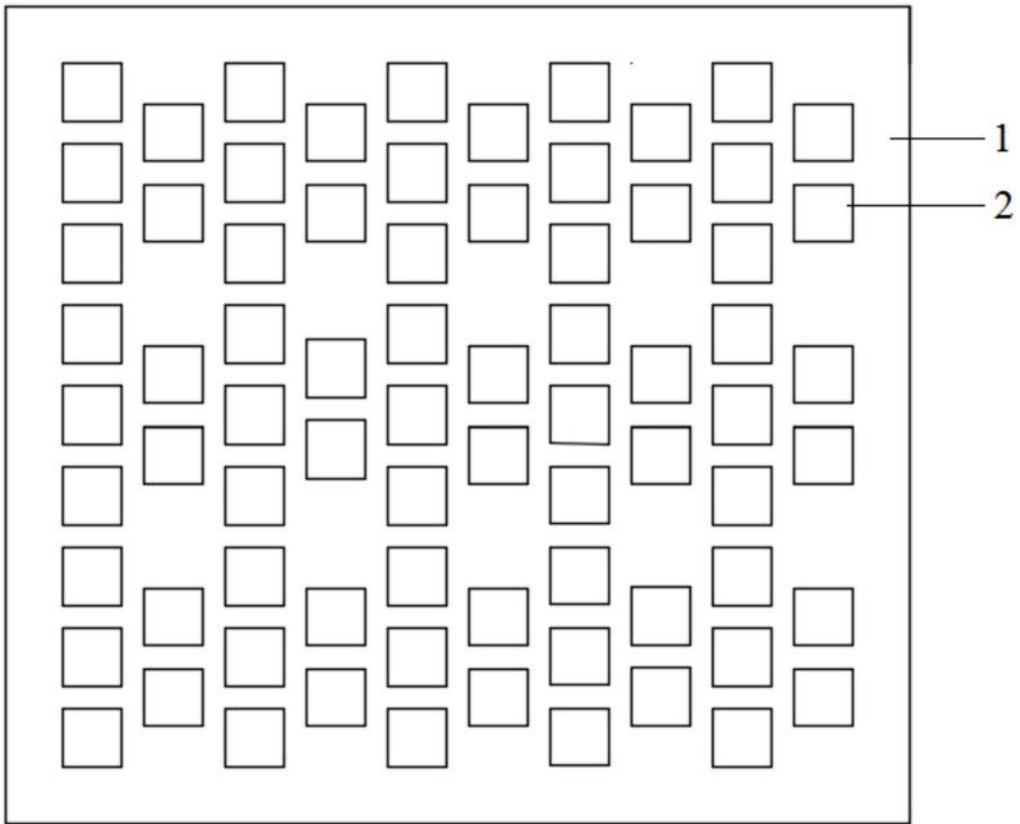


图12

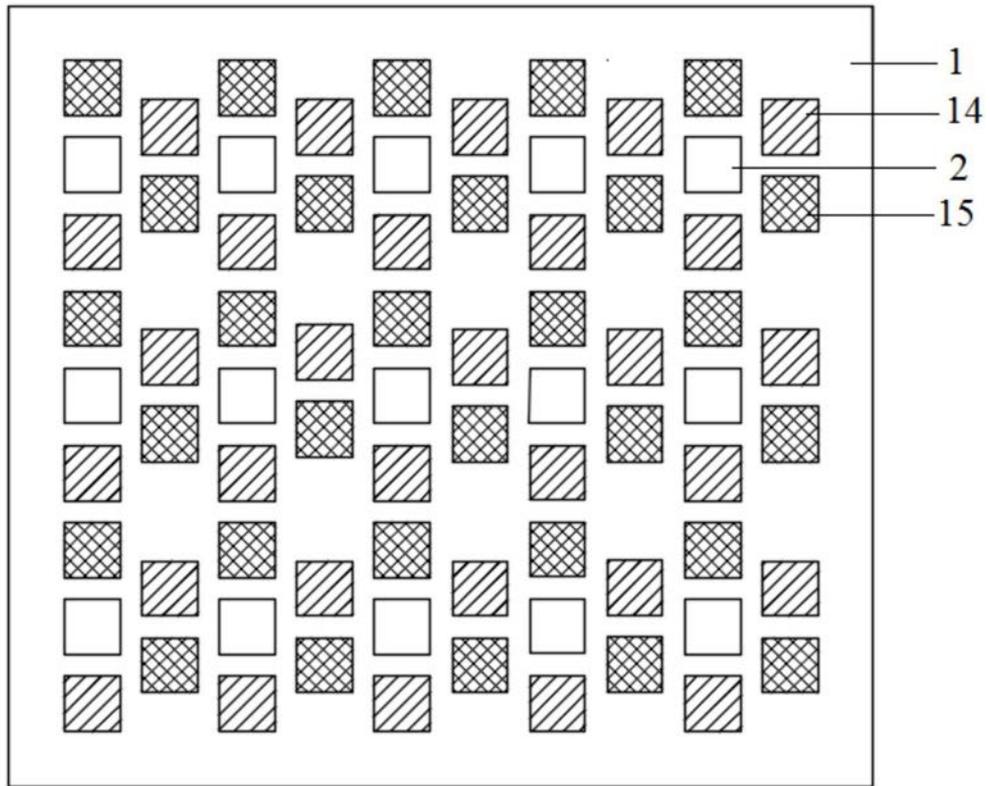


图13

专利名称(译)	一种Micro LED显示器件的制备方法		
公开(公告)号	CN107170876A	公开(公告)日	2017-09-15
申请号	CN201710389639.7	申请日	2017-05-27
[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	孙小卫 王恺 刘召军 王立铎 郝俊杰 刘皓宸		
发明人	孙小卫 王恺 刘召军 王立铎 郝俊杰 刘皓宸		
IPC分类号	H01L33/50 H01L27/15		
CPC分类号	H01L27/156 H01L33/502 H01L33/504 H01L2933/0041		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种Micro LED显示器件的制备方法，采用模板转印的方式将量子点材料涂覆于Micro LED芯片阵列上，所使用的量子点粒径较小，可以有效地提高出光均匀性，采用具有凹陷图案的转印模板，将不同量子点材料错位打印至转印模板的不同凹陷处，可以实现不同量子点材料的同时转印，同时避免了不同量子点之间的相互影响，采用多个转印模板，通过多次错位转印实现不同量子点材料的序列转印，有效地避免了不同量子点之间的相互影响，提高了高分辨彩色化显示质量，同时转印时间短，易于大批量快速生产。

