



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109524512 B

(45)授权公告日 2020.07.03

(21)申请号 201811360533.5

审查员 张佳良

(22)申请日 2018.11.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109524512 A

(43)申请公布日 2019.03.26

(73)专利权人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

(72)发明人 黄永安 周劳伯洋 卞敬 杨彪

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心

42201

代理人 孔娜 曹葆青

(51)Int.Cl.

H01L 33/00(2010.01)

H01L 27/15(2006.01)

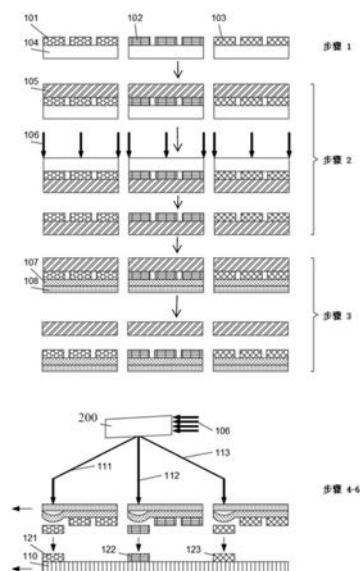
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管
巨量转移方法

(57)摘要

本发明属于微型元件巨量转移相关技术领域,其公开了一种基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,该方法包括以下步骤:(1)将红色微型发光二极管阵列、蓝色微型发光二极管阵列及绿色微型发光二极管阵列分别粘接在三个临时转移基板上;(2)分别将上述三种颜色的微型发光二极管阵列自对应的所述临时转移基板转移至透明基板上,该透明基板设置有激光释放层;(3)紫外激光经该可控微反射镜阵列后被分为三束图案化激光,该三束图案化激光分别照射于三种微型发光二极管所连接的激光释放层上,进而使三种颜色的微型发光二极管选择性地转移至目标基板上。本发明提高了转移效率,且可同时转移红、绿、蓝三种颜色的微型发光二极管。



1. 一种基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,其特征在于:

(1) 将分别制备在蓝宝石基板上的红色微型发光二极管阵列、蓝色微型发光二极管阵列及绿色微型发光二极管阵列分别粘接在三个临时转移基板上,并将所述红色微型发光二极管阵列、所述蓝色微型发光二极管阵列及所述绿色微型发光二极管阵列分别与各自对应的所述蓝宝石基板分离;

(2) 分别将所述红色微型发光二极管阵列、所述绿色微型发光二极管阵列及所述蓝色微型发光二极管阵列自对应的所述临时转移基板转移至透明基板上,所述透明基板设置有激光释放层,所述激光释放层包括激光作用层及设置在所述激光作用层上的粘接层,所述激光作用层粘接在所述透明基板上,所述红色微型发光二极管阵列、所述绿色微型发光二极管阵列及所述蓝色微型发光二极管阵列分别设置于所述粘接层上;

(3) 将一束紫外激光引入到可控微反射镜阵列,所述紫外激光经所述可控微反射镜阵列后被分为三束图案化激光,所述三束图案化激光分别照射于所述红色微型发光二极管阵列、所述绿色微型发光二极管阵列及所述蓝色微型发光二极管阵列所连接的激光释放层上,被激光照射的所述激光释放层分别吸收激光能量以推动其各自连接的红色微型发光二极管、蓝色微型发光二极管及绿色微型发光二极管选择性地转移至目标基板上。

2. 如权利要求1所述的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,其特征在于:采用所述紫外激光分别穿过所述蓝宝石基板后照射在所述红色微型发光二极管阵列、所述绿色微型发光二极管阵列及所述蓝色微型发光二极管阵列与各自对应的所述蓝宝石基板之间的界面上,以使所述红色微型发光二极管阵列、所述蓝色微型发光二极管阵列及所述绿色微型发光二极管阵列分别与各自对应的所述蓝宝石基板分离。

3. 如权利要求1所述的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,其特征在于:所述激光作用层用于剧烈吸收激光能量并产生气泡以推动微型发光二极管转移至所述目标基板上,其是由聚酰亚胺构成的;所述粘接层是由压敏胶粘剂材料制成的。

4. 如权利要求1所述的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,其特征在于:所述可控微反射镜阵列形成有反射区及与所述反射区相连接的零反射区,所述可控微反射镜阵列还包括多个微反射镜组件,所述微反射镜组件位于所述反射区内。

5. 如权利要求4所述的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,其特征在于:所述零反射区是由吸光材料或者漫反射材料构成的;所述微反射镜组件为跷跷板结构。

6. 如权利要求4所述的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,其特征在于:所述微反射镜组件包括微反射镜及连接于所述微反射镜的反射镜角度调节机构,所述反射镜角度调节机构用于调节所述微反射镜的偏转角度,使得所述微反射镜具有三种偏转状态。

7. 如权利要求6所述的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,其特征在于:所述紫外激光经过所述可控微反射镜阵列后,被处于不同偏转状态的微反射镜分成三束图案化激光。

8. 如权利要求6所述的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,其特征在于:所述反射镜角度调节机构包括底层基板、两个分别设置在所述底层基板相背的两端的微电磁铁、分别设置在两个所述微电磁铁上的左侧绕组线圈及右侧绕组线圈、以及转

轴,所述转轴设置在所述底层基板的中部,所述微反射镜转动地连接于所述转轴,其两端分别设置有金属反应极,两个所述金属反应极分别与两个所述微电磁铁相对设置。

9.如权利要求8所述的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,其特征在于:所述微反射镜角度调节机构还包括微平衡弹簧,所述微平衡弹簧的两端分别连接所述微反射镜及对应的所述底层基板;采用所述微平衡弹簧的弹力来平衡所述微电磁铁和所述金属反应极之间的磁力;通过控制所述左侧绕组线圈及所述右侧绕组线圈的通断来控制所述微反射镜在三个偏转状态之间的切换。

10.如权利要求1-9任一项所述的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,其特征在于:步骤(3)中,所述目标基板依次经过三个工位,所述目标基板位于一个工位时,所述三束图案化激光中的一束自背面照射一个所述透明基板,使连接于对应的所述透明基板的微型发光二极管选择性地转移至所述目标基板上,且所述目标基板更换工位时,照射透明基板的图案化激光也随之更换,即经过三个工位后的所述目标基板上具有按照预先设计的空间位置排布的所述红色微型发光二极管、所述绿色微型发光二极管及所述蓝色微型发光二极管。

基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法

技术领域

[0001] 本发明属于微型元件巨量转移相关技术领域,更具体地,涉及一种基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法。

背景技术

[0002] 近年来,微型发光二极管(Micro LED, μ LED)的制造工艺日趋完善,相比传统显示面板,微型发光二极管具有尺寸更小、分辨率更高、亮度更高、发光效率更高、功耗更低等众多优点,因此也被认为是下一代显示技术的主流。

[0003] 通常微型发光二极管的制备流程是首先将发光二极管结构薄膜化、微小化、阵列化,使其尺寸仅在1微米~10微米左右,然后将微型发光二极管批量式转移至电路基板上,最后进行封装。其中,如何实现批量式转移是此流程的关键难点,巨量转移(Mass Transfer)技术也应运而生。巨量转移技术是指将生长在原生基板上的微型发光二极管批量式转移到电路基板上的技术,每一个微型发光二极管对应电路基板上的一个亚像素,由于微型发光二极管的尺寸小,定位精度要求高,而且电路基板上需要数以百万计的亚像素,且原生基板上的微型发光二极管与电路基板上的亚像素之间还存在间距不匹配的问题。如何能够高效率、高成品率、有选择性的将制作出来的微型发光二极管批量式转移到电路基板上成为了一项技术难点。

[0004] 现阶段,本领域技术人员已经做了一些研究,如利用激光或者光照的图案化技术实现巨量转移,可以实现选择性剥离微型发光二极管以解决间距不匹配等问题,而且转移效率高,可靠性较好,目前实现此方法的巨量转移技术主要包括以下几种:1.通过精微反射镜面(DMD)装置实现光照图案化(如专利US20170358623A1),该方法通过控制微镜装置使光照图案化照射到带有粘性的释放层上面,被光照照射的部分消除粘性,进而释放其上的微型器件,此方法一次只能剥离一种颜色的微型发光二极管,无法同时剥离三种颜色的微型发光二极管;2.通过制造保护层实现激光图案化(如US10020293B2),该方法通过制造图案化的保护层来实现选择性透光,进而实现激光图案化剥离,此方法需要制作图案化的保护层,制作难度高,而且无法同时剥离三种颜色的微型发光二极管。相应地,本领域存在着发展一种能够同时选择性转移红、绿、蓝三种颜色的微型发光二极管的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法的技术需求。

发明内容

[0005] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,其基于现有微型发光二极管批量转移的特点,研究及设计了一种能够同时选择性转移红、绿、蓝三种颜色的微型发光二极管的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法。所述巨量转移方法利用可控微反射镜阵列将一束入射激光转换成三束图案化光束,且可以同时选择性转移红、绿、蓝三种颜色的微型发光二极管,有效地提高了转移效率,并且可以实现选择性转移来匹配电路基板的间距。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了一种基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,该巨量转移方法包括以下步骤:

[0007] (1) 将分别制备在蓝宝石基板上的红色微型发光二极管阵列、蓝色微型发光二极管阵列及绿色微型发光二极管阵列分别粘接在三个临时转移基板上,并将所述红色微型发光二极管阵列、所述蓝色微型发光二极管阵列及所述绿色微型发光二极管阵列分别与各自对应的所述蓝宝石基板分离;

[0008] (2) 分别将所述红色微型发光二极管阵列、所述绿色微型发光二极管阵列及所述蓝色微型发光二极管阵列自对应的所述临时转移基板转移至透明基板上,所述透明基板设置有激光释放层,所述激光释放层包括激光作用层及设置在所述激光作用层上的粘接层,所述激光作用层粘接在所述透明基板上,所述红色微型发光二极管阵列、所述绿色微型发光二极管阵列及所述蓝色微型发光二极管阵列分别设置于所述粘接层上;

[0009] (3) 将一束紫外激光引入到可控微反射镜阵列,所述紫外激光经所述可控微反射镜阵列后被分为三束图案化激光,所述三束图案化激光分别照射于所述红色微型发光二极管阵列、所述绿色微型发光二极管阵列及所述蓝色微型发光二极管阵列所连接的激光释放层上,被激光照射的所述激光释放层分别吸收激光能量以推动其各自连接的红色微型发光二极管、蓝色微型发光二极管及绿色微型发光二极管选择性地转移至目标基板上。

[0010] 进一步地,采用所述紫外激光分别穿过所述蓝宝石基板后照射在所述红色微型发光二极管阵列、所述绿色微型发光二极管阵列及所述蓝色微型发光二极管阵列与各自对应的所述蓝宝石基板之间的界面上,以使所述红色微型发光二极管阵列、所述蓝色微型发光二极管阵列及所述绿色微型发光二极管阵列分别与各自对应的所述蓝宝石基板分离。

[0011] 进一步地,所述激光作用层用于剧烈吸收激光能量并产生气泡以推动微型发光二极管转移至所述目标基板上,其是由聚酰亚胺构成的;所述粘接层是由压敏胶粘剂材料制成的。

[0012] 进一步地,所述可控微反射镜阵列形成有反射区及与所述反射区相连接的零反射区,所述可控微反射镜阵列还包括多个微反射镜组件,所述微反射镜组件位于所述反射区内。

[0013] 进一步地,所述零反射区是由吸光材料或者漫反射材料构成的;所述微反射镜组件为跷跷板结构。

[0014] 进一步地,所述微反射镜组件包括微反射镜及连接于所述微反射镜的反射镜角度调节机构,所述反射镜角度调节机构用于调节所述微反射镜的偏转角度,使得所述微反射镜具有三种偏转状态。

[0015] 进一步地,所述紫外激光经过所述可控微反射镜阵列后,被处于不同偏转状态的微反射镜分成三束图案化激光。

[0016] 进一步地,所述反射镜角度调节机构包括底层基板、两个分别设置在所述底层基板相背的两端的微电磁铁、分别设置在两个所述微电磁铁上的左侧绕组线圈及右侧绕组线圈、以及转轴,所述转轴设置在所述底层基板的中部,所述微反射镜转动地连接于所述转轴,其两端分别设置有金属反应极,两个所述金属反应极分别与两个所述微电磁铁相对设置。

[0017] 进一步地,所述微反射镜角度调节机构还包括微平衡弹簧,所述微平衡弹簧的两

端分别连接所述微反射镜及对应的所述底层基板;采用所述微平衡弹簧的弹力来平衡所述微电磁铁和所述金属反应极之间的磁力;通过控制所述左侧绕组线圈及所述右侧绕组线圈的通断来控制所述微反射镜在三个偏转状态之间的切换。

[0018] 进一步地,步骤(3)中,所述目标基板依次经过三个工位,所述目标基板位于一个工位时,所述三束图案化激光中的一束自背面照射一个所述透明基板,使连接于对应的所述透明基板的微型发光二极管选择性地转移至所述目标基板上,且所述目标基板更换工位时,照射透明基板的图案化激光也随之更换,即经过三个工位后的所述目标基板上具有按照预先设计的空间位置排布的所述红色微型发光二极管、所述绿色微型发光二极管及所述蓝色微型发光二极管。

[0019] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,本发明提供的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法主要具有以下有益效果:

[0020] 1.所述巨量转移方法利用对激光光斑的控制来选择性地转移特定位置的微型发光二极管,提高了转移效率,可控性高,灵活性好。

[0021] 2.所述紫外激光经所述可控微反射镜阵列后被分为三束图案化激光,由此采用可控微反射镜阵列来实现激光光斑的图案化,图案化原理是基于光束的反射控制而非阻挡,激光的利用率被大幅提高。

[0022] 3.所述三束图案化激光分别照射于所述红色微型发光二极管阵列、所述绿色微型发光二极管阵列及所述蓝色微型发光二极管阵列所连接的激光释放层上,被激光照射的所述激光释放层分别吸收激光能量以推动其各自连接的红色微型发光二极管、蓝色微型发光二极管及绿色微型发光二极管选择性地转移至目标基板上,由此实现了红、绿、蓝三种颜色的微型发光二极管同时选择性的转移至目标基板上,无需额外工序,简化了工艺流程,提高了效率。

[0023] 4.所述反射镜角度调节机构用于调节所述微反射镜的偏转角度,使得所述微反射镜具有三种偏转状态,所述紫外激光经过所述可控微反射镜阵列后,被处于不同偏转状态的微反射镜分成三束图案化激光,能够方便的实现激光光斑的图案化,且易于调节,能够简单实现偏转状态切换。

附图说明

[0024] 图1是本发明提供的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法的流程图示意图。

[0025] 图2是图1中的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法涉及的可控微反射镜阵列的示意图。

[0026] 图3是图2中的可控微反射镜阵列的微反射镜组件的示意图。

[0027] 图4是图2中的微反射镜组件处于一个工作状态时的示意图。

[0028] 图5是图2中的微反射镜组件处于另一个工作状态时的示意图。

[0029] 图6是图1中的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法涉及的可控反射镜阵列进行选择性激光转移的过程示意图。

[0030] 在所有附图中,相同的附图标记用来表示相同的元件或结构,其中:101-红色微型发光二极管阵列,102-绿色微型发光二极管阵列,103-蓝色微型发光二极管阵列,104-蓝宝

石基板,105-临时转移基板,106-紫外激光,107-激光释放层,108-透明基板,110-目标基板,111-顺时针偏转光斑,112-未偏转光斑,113-逆时针偏转光斑,121-红色微型发光二极管,122-绿色微型发光二极管,123-蓝色微型发光二极管,200-可控微反射镜阵列,201-红色亚像素透明基板,202-绿色亚像素透明基板,203-蓝色亚像素透明基板,210-聚焦透镜,211-第一反射镜,213-第二反射镜,301-反射区,302-零反射区,303-微反射镜组件,311-微反射镜,312-转轴,313-微平衡弹簧,314-金属反应极,315-微电磁铁,316-底层基板,317-左侧绕组线圈,318-右侧绕组线圈。

具体实施方式

[0031] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0032] 请参阅图1及图2,本发明提供的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,该转移方法利用对激光光斑的图案化控制来选择性地转移特定位置的微型发光二极管。所述的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法主要包括以下步骤:

[0033] 步骤1,分别在蓝宝石基板上制备红色微型发光二极管阵列、绿色微型发光二极管阵列及蓝色微型发光二极管阵列。具体地,在蓝宝石基板104上制备微型发光二极管阵列,所述微型发光二极管阵列是阵列化的、紧密排布的阵列,其中的微型发光二极管是单个尺寸10微米左右。一块蓝色宝石基板104上只能制备单色的微型发光二极管阵列,为了制备彩色发光二极管,需要在不同的蓝宝石基板104上制备三种颜色的微型发光二极管阵列,分别为由红色微型发光二极管121组成的红色微型发光二极管阵列101、由绿色微型发光二极管122组成的绿色微型发光二极管阵列102及由蓝色微型发光二极管123组成的蓝色微型发光二极管阵列103。

[0034] 步骤2,将制备得到的所述红色微型发光二极管阵列、所述蓝色微型发光二极管阵列及所述绿色微型发光二极管阵列分别粘接在三个临时转移基板上,并将所述红色微型发光二极管阵列、所述蓝色微型发光二极管阵列及所述绿色微型发光二极管阵列分别与各自对应的所述蓝宝石基板分离。

[0035] 具体地,将制备得到的所述红色微型发光二极管阵列101、所述绿色微型发光二极管阵列102及所述蓝色微型发光二极管阵列103分别粘接在三个临时转移基板105上,所述临时转移基板105作为中间载体以进行下一步转移。由于是临时转移,所述微型发光二极管阵列与所述临时转移基板105之间的界面粘附力能在一定作用下消失,以实现与所述微型发光二极管阵列的释放,如可以采用粘有热释放胶层的刚性基板作为所述临时转移基板105,通过升温,所述热释放胶层的粘合力可以完全消失,且不会对被转移的所述微型发光二极管阵列造成污染。

[0036] 本实施方式中,采用紫外激光106穿过所述蓝宝石基板104后照射于所述微型发光二极管阵列与所述蓝宝石基板104相结合的界面,且所述微型发光二极管阵列的基底是由氮化镓材料构成的,氮化镓可以吸收紫外激光发生热分解以形成液态镓和氮气,由此使得被紫外激光照射后的界面的粘附强度显著降低,可以将所述蓝宝石基板104与所述微型发

光二极管阵列分离,从而将所述微型发光二极管阵列整体转移至所述临时转移基板105上。

[0037] 步骤3,分别将所述红色微型发光二极管阵列、所述绿色微型发光二极管阵列及所述蓝色微型发光二极管阵列自对应的所述临时转移基板转移至所述透明基板上,所述透明基板设置有激光释放层,所述激光释放层包括激光作用层及设置在所述激光作用层上的粘接层,所述激光作用层粘接在所述透明基板上,所述红色微型发光二极管阵列、所述绿色微型发光二极管阵列及所述蓝色微型发光二极管阵列分别设置于所述粘接层上。

[0038] 具体地,分别将所述红色微型发光二极管阵列101、所述绿色微型发光二极管阵列102及所述蓝色微型发光二极管阵列103自对应的所述临时转移基板105转移至透明基板108上。所述透明基板108上设置有激光释放层107,所述激光释放层107的表面具有粘性,可以与微型发光二极管阵列粘合,同时通过施加外界作用,所述临时转移基板105表面的粘性消失,实现了对所述微型发光二极管的释放。

[0039] 本实施方式中,所述激光释放层107在特定波长的激光从背面穿过所述透明基板108而照射到所述激光释放层107时,可以实现对位于照射区域的所述微型发光二极管的精确释放,即实现将粘结在被照射区域的所述微型发光二极管与所述激光释放层107分离,并垂直飞向目标基板110。所述透明基板108及所述激光释放层107的可行方案是选取石英基板作为所述透明基板108,并在所述透明基板108上制备双层结构的激光释放层107,所述激光释放层107包括激光作用层及设置在所述激光作用层上的粘接层,所述粘接层用于粘接待转移的微型发光二极管阵列;所述激光作用层用于吸收激光能量并产生气泡,从而推动所述微型发光二极管阵列转移至所述目标基板110上。所述激光吸收层通常为能剧烈吸收激光并与激光反应且能产生大量气体的聚合物,如聚酰亚胺,所构成的;所述粘接层为芯片封装常用的压敏胶粘剂材料制成的。

[0040] 步骤4,将一束紫外激光引入到可控微反射镜阵列,所述紫外激光经所述可控微反射镜阵列后被分为三束图案化的激光。

[0041] 具体地,请参阅图3、图4、图5及图6,一束紫外激光106自一边引入,所述紫外激光106经过所述可控微反射镜阵列200后被分为三束图案化激光,具体为点阵形式的图案化激光光斑。所述可控微反射镜阵列200形成有反射区301及零反射区302,其还包括多个微反射镜组件303,所述微反射镜组件303设置于所述反射区301内。所述紫外激光106的图案化原理为:照射于所述零反射区302的激光不能发生有效的反射,其是由吸光材料或者漫反射材料(如磨砂金属或铝蜂窝板材料)构成的;激光照射在所述零反射区302后会发生漫反射或者被吸收;照射于所述反射区301的激光可以有效反射,其内设置有多多个所述微反射镜组件303。

[0042] 所述微反射镜组件303为跷跷板结构,其包括微反射镜311、底层基板316、左侧绕组线圈317、右侧绕组线圈318、两个微电磁铁315、两个微平衡弹簧313、两个金属反应极314及转轴312,所述微反射镜311的中部通过所述转轴312连接于所述底层基板316。两个所述金属反应极314分别设置在所述微反射镜311相背的两端,且分别与两个所述微电磁铁315相对设置。两个所述微电磁铁315分别设置在所述底层基板316相背的两端,且两者分别设置有所述左侧绕组线圈317及所述右侧绕组线圈318。两个所述微平衡弹簧313间隔设置,且所述微平衡弹簧313的两端分别连接所述底层基板316及所述微反射镜311。

[0043] 所述微反射镜311用于反射绝大部分的激光光束,其可以绕所述转轴312转动,以

改变所述微反射镜311的偏转角度。所述微发射镜311可以为平面反射镜或者反射棱镜。所述金属反应极314是采用磁性材料制备的,其与对应的所述微电磁铁315相互配合来驱动所述微反射镜311绕所述转轴312转动。其中,所述微电磁铁315产生的磁场大小与其上的绕组线圈中的电流大小成正比关系,故通过控制绕组线圈中的电流大小来控制所述金属反应极314所受磁力的大小。所述微平衡弹簧313的弹性力与所述微电磁铁315和所述金属反应极314之间的磁力平衡,从而对所述微反射镜311的偏转角度进行控制。其中,通过控制所述左侧绕组线圈317及所述右侧绕组线圈318的通断情况,可以控制所述微反射镜311在三个偏转状态之间切换。三种偏转状态分别为顺时针角度偏转、逆时针角度偏转及不发生偏转,入射激光经过所述可控微反射镜阵列200之后,按照微反射镜偏转状态的不同分为三束图案化激光,处于同一种偏转角度的微反射镜组件所形成的图案为对应的图案化激光的形状。将三束图案化光斑引入三个连续的工位,并利用聚焦透镜210进行聚焦后照射在粘接有微型发光二极管阵列的透明基板108的背面,每一种图案化激光只转移一种颜色的微型发光二极管。经过顺时针偏转的所述微反射镜311的顺时针偏转光斑111照射于粘接有所述红色微型发光二极管阵列101的透明基板108上,经过不偏转的所述微反射镜311的未偏转光斑112照射于粘接有所述绿色微型发光二极管阵列102的透明基板108上,经过逆时针偏转的所述微反射镜311的逆时针偏转光斑113照射于粘接有所述蓝色微型发光二极管阵列103的透明基板108上。

[0044] 本实施方式中,所述左侧绕组线圈317及所述右侧绕组线圈318均接通时,两端的所述微电磁铁315与所述金属反应极314之间存在相同的吸引力,此时,所述微平衡弹簧313处于平衡位置,由于两端的受力状态平衡,跷跷板结构平衡,所述微反射镜311与所述底层基板316保持平行,以形成不偏转状态。若仅所述右侧绕组线圈318通电,所述左侧绕组线圈317不通电,右侧的所述微电磁铁315存在吸引力,而左侧没有,跷跷板结构向有吸引力的右侧偏转,所述微反射镜311与所述底层基板316之间形成顺时针夹角,为顺时针偏转状态。相反,若仅所述左侧绕组线圈317通电,所述右侧绕组线圈318不通电,左侧的所述微电磁铁315存在吸引力,而右侧没有,跷跷板结构向吸引力的左侧偏转,所述微反射镜311与所述底层基板316之间形成一逆时针夹角,为逆时针偏转状态。

[0045] 所述可控微反射镜阵列200中的每个微反射镜311两端的微电磁铁315的通电状态均可以被所述底层基板316内置的控制电路所实时控制,可以实现对所述可控微反射镜阵列200中每个微反射镜311偏转状态的单独操控。由于所述微反射镜311的偏转角度是由电磁吸引力大小和所述微平衡弹簧313的弹性刚度共同决定的,而电磁力的大小可以通过调节施加电流的大小进行精确调节。可以在使用前,精细调节施加在每个所述微电磁铁315的电流大小,对每个所述微反射镜311在三种偏转状态下的偏转角度进行校准,从而保证了整个所述微反射镜阵列200中的各个微反射镜311在工作中的 consistency 要求,故容许所述可控微反射镜阵列200制造的过程中,每个微反射镜311存在一些制造误差和装配误差。

[0046] 步骤5,将目标基板放置于所述可控微反射镜阵列下方的一个工位,三束图案化的激光中的一束穿过载有所述红色微型发光二极管阵列的透明基板、载有所述绿色微型发光二极管阵列的透明基板及载有所述蓝色微型发光二极管阵列的透明基板中的一个后照射于对应的所述激光作用层,被照射的所述激光作用层吸收激光能量以推动对应的微型发光二极管转移至所述目标基板。

[0047] 具体地,所述紫外激光106穿过所述透明基板108后照射于所述激光释放层107,被照射区域的所述激光释放层107会释放粘接在该区域的微型发光二极管并推动该微型发光二极管飞向目标基板110;而未被激光照射的微型发光二极管依然粘附于所述激光释放层107。所述微型发光二极管按照光斑的形状被选择性转移至所述目标基板110,通过对所述可控微反射镜阵列200的各个微反射镜组件303的空间位置进行设计,对各个微反射镜311的角度偏转状态进行调控,可以实现任意形状的光斑图案化。因此,通过控制被图案化的光斑点阵的形状,可实现照射区域红、绿、蓝微型发光二极管在转移到所述目标基板110后的位置按照预设的空间位置进行排布。

[0048] 步骤6,依次移动所述目标基板到所述可控微反射镜阵列下方的其他两个工位,所述目标基板位于所述的其他两个工位时,三束图案化的激光中的另外两束分别照射于载有所述红色微型发光二极管阵列的透明基板、载有所述绿色微型发光二极管阵列的透明基板及载有所述蓝色微型发光二极管阵列的透明基板中的另外两个,由此实现所述红色微型发光二极管、所述绿色发光二极管及所述蓝色发光二极管向所述目标基板的选择性转移。

[0049] 具体地,按照图1中的水平箭头方向移动所述目标基板110及红色亚像素透明基板201、绿色亚像素透明基板202及蓝色亚像素透明基板203经过三个工位,每个工位可实现一种颜色的微型发光二极管的图案化及选择性转移。其中,所述红色亚像素透明基板201、所述绿色亚像素透明基板202及所述蓝色亚像素透明基板203分别为所述红色微型发光二极管阵列101、所述绿色微型发光二极管阵列102及所述蓝色微型发光二极管阵列103所连接的透明基板108。经过三个工位后的所述目标基板110上转移有按照预先设计的空间位置排布的所述红色微型发光二极管121、所述绿色微型发光二极管122及所述蓝色微型发光二极管123,三个不同颜色的所述微型发光二极管可以组成一个独立的像素,像素与像素之间的间距、像素内部像素之间的间距由图案化后光斑形状所决定。

[0050] 其中,其中初始未图案化的紫外激光106照射于所述可控微反射镜阵列200,通过控制所述微反射镜阵列200内的各个微反射镜组件303的偏转状态,将入射的所述紫外激光106分为三束图案化激光,分别为经过顺时针偏转的微反射镜组件303的顺时针偏转光斑111,经过不偏转的微反射镜组件303的未偏转光斑112,经过逆时针偏转的微反射镜组件303的逆时针偏转光斑113,其中处于同一种偏转状态的微反射镜311所形成的图案形成了对应的图案化激光点阵。经过顺时针偏转的微反射镜组件303的顺时针偏转光斑111经过第一反射镜211反射后照向所述透明基板108,经聚焦透镜210进行汇聚后,所述顺时针偏转光斑111照射于载有所述红色微型发光二极管阵列101的所述红色亚像素透明基板201。被激光照射位置的所述红色微型发光二极管121转移至所述目标基板110上,形成红色微型发光二极管图案化阵列。同理,所述未偏转光斑112经过聚焦透镜进行汇聚后照射于载有所述绿色微型发光二极管阵列102的所述绿色亚像素透明基板202,被激光照射位置的所述绿色微型发光二极管122从所述绿色亚像素透明基板202分离后转移至所述目标基板110,形成绿色微型发光二极管图案化阵列,此前所述目标基板110已经过上一个工位,因此所述目标基板110上已经转移有红色亚微型发光二极管图案化阵列。最后,所述逆时针偏转光斑113经过聚焦透镜进行汇聚后照射于载有所述蓝色微型发光二极管阵列103的所述蓝色亚像素透明基板203,被激光照射位置的所述蓝色微型发光二极管123从所述蓝色亚像素透明基板203分离后转移至所述目标基板110,形成蓝色微型发光二极管图案化阵列,此前所述目标

基板110已经过上两个工位,因此所述目标基板110上已经转移有红色微型发光二极管图案化阵列及绿色微型发光二极管图案化阵列,最终三种颜色的发光二极管按预定位置排布于所述目标基板110上,实现了微型发光二极管红、绿、蓝亚像素的批量式、选择性转移。

[0051] 本发明提供的基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法,该转移方法通过可控微反射镜阵列将一束入射激光分成图案化的三束图案化激光,并分别用于红、绿、蓝三种微型发光二极管的转移,实现了同时选择性转移红、绿、蓝三种微型发光二极管的批量式转移,简化了工艺,提高了生产效率,灵活性较好。

[0052] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

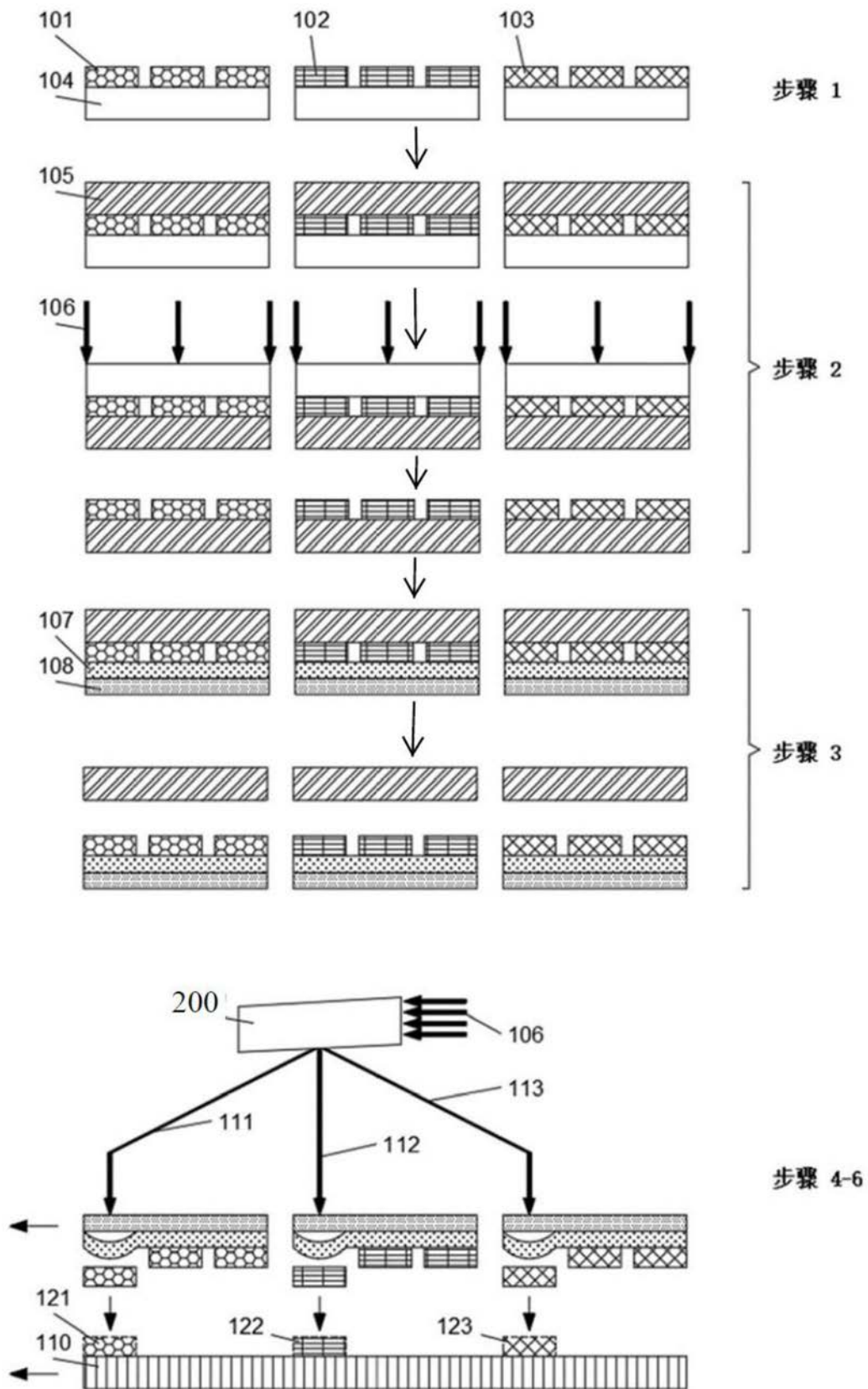


图1

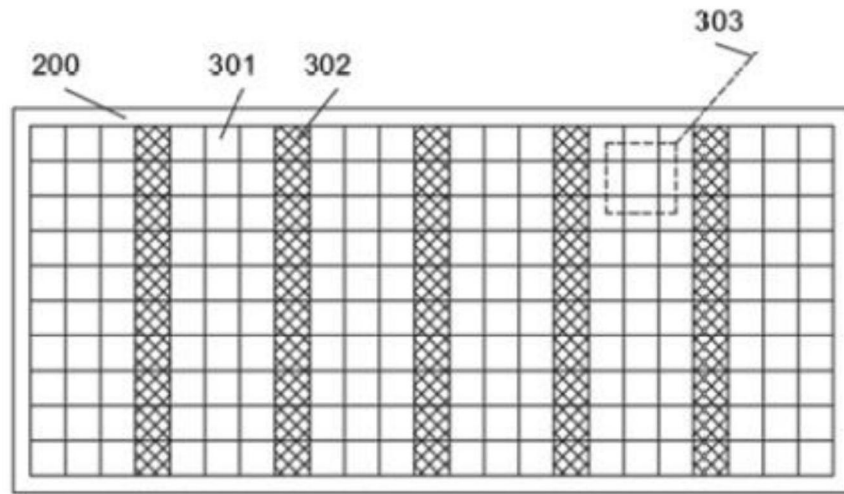


图2

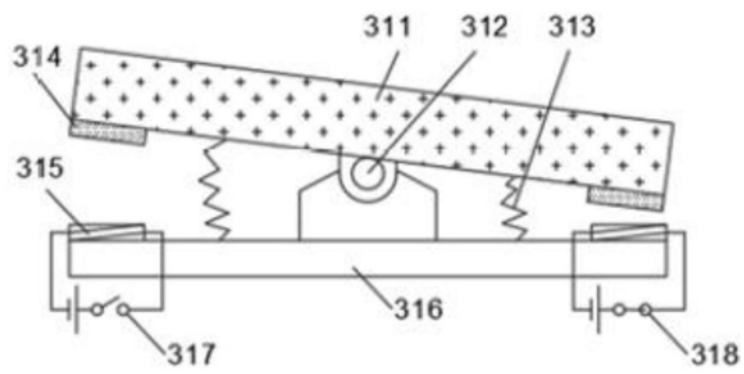


图3

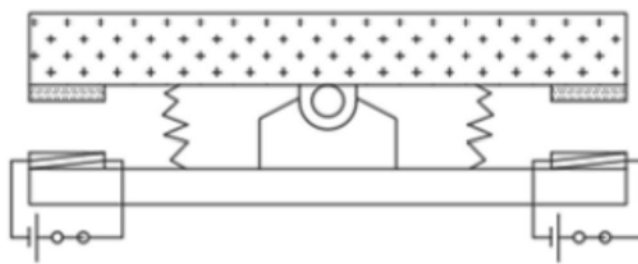


图4

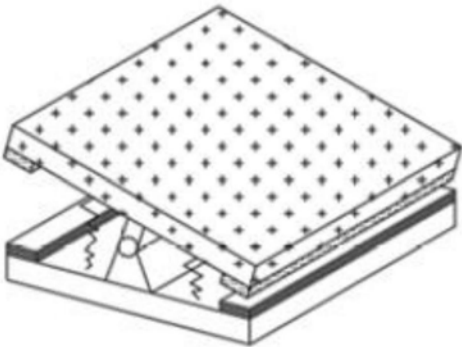


图5

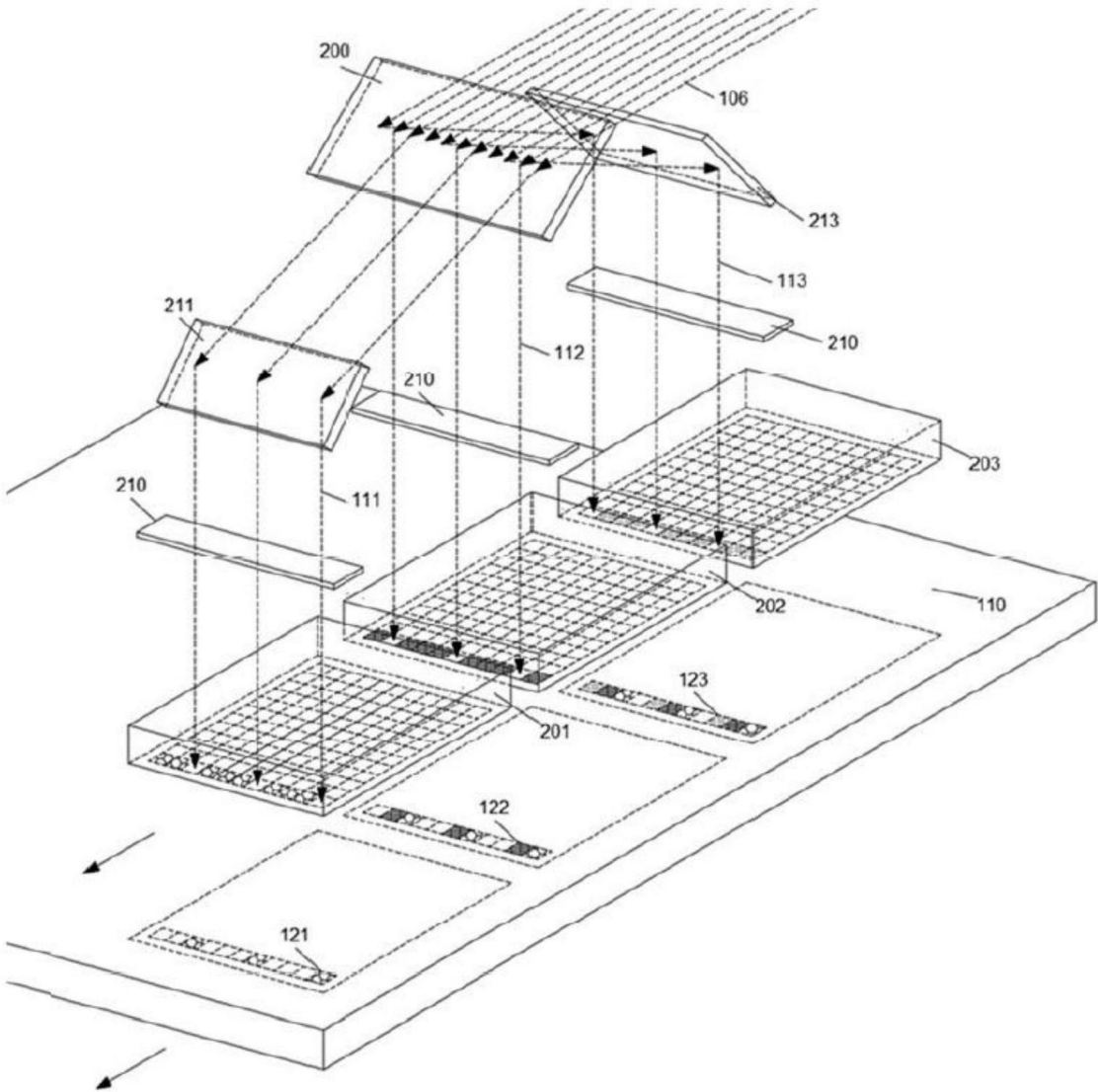


图6

专利名称(译)	基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法		
公开(公告)号	CN109524512B	公开(公告)日	2020-07-03
申请号	CN201811360533.5	申请日	2018-11-15
[标]申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
[标]发明人	黄永安 周劳伯洋 卞敬 杨彪		
发明人	黄永安 周劳伯洋 卞敬 杨彪		
IPC分类号	H01L33/00 H01L27/15		
CPC分类号	H01L27/156 H01L33/0093 H01L33/0095		
代理人(译)	孔娜		
审查员(译)	张佳良		
其他公开文献	CN109524512A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明属于微型元件巨量转移相关技术领域，其公开了一种基于可控微反射镜阵列的微型发光二极管巨量转移方法，该方法包括以下步骤：(1)将红色微型发光二极管阵列、蓝色微型发光二极管阵列及绿色微型发光二极管阵列分别粘接在三个临时转移基板上；(2)分别将上述三种颜色的微型发光二极管阵列自对应的所述临时转移基板转移至透明基板上，该透明基板设置有激光释放层；(3)紫外激光经该可控微反射镜阵列后被分为三束图案化激光，该三束图案化激光分别照射于三种微型发光二极管所连接的激光释放层上，进而使三种颜色的微型发光二极管选择性地转移至目标基板上。本发明提高了转移效率，且可同时转移红、绿、蓝三种颜色的微型发光二极管。

