



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109638122 A

(43)申请公布日 2019.04.16

(21)申请号 201811564866.X

(22)申请日 2018.12.20

(71)申请人 广东工业大学

地址 510006 广东省广州市大学城外环西路100号

(72)发明人 陈云 施达创 陈新 刘强 高健 汪正平

(74)专利代理机构 佛山市禾才知识产权代理有限公司 44379

代理人 刘羽波 资凯亮

(51)Int.Cl.

H01L 33/00(2010.01)

H01L 21/67(2006.01)

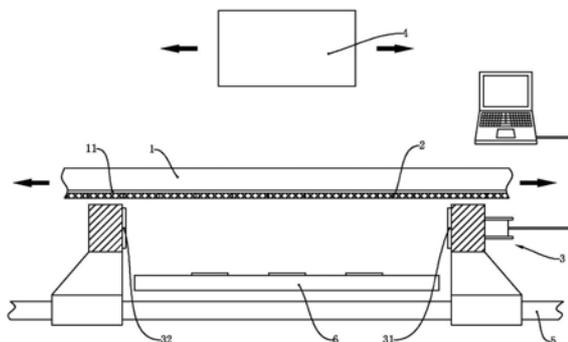
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法

(57)摘要

本发明公开了一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法,移动转移基板,使需要转移的Micro-LED晶片对准激光发射器;接着激光发射器发出激光光束,使Micro-LED晶片脱离转移基板的弹性层并落到超声操控范围内,声压节点使Micro-LED晶片悬浮;辐射端面和反射端面在导轨上移动,使Micro-LED晶片之间的间距也随之改变;超声换能器停止发出超声波, Micro-LED在重力作用下落到目标衬底的对应位置上;完成贴装后,进入下一贴装过程。本发明具有转移效率高,不受Micro-LED在目标衬底上的贴装间距的限制和Micro-LED晶片封装的良率高的优点。



1. 一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法,其特征在于,包括:转移基板、Micro-LED晶片、超声换能器、激光发射器、导轨和目标衬底;

所述转移基板设有弹性层,所述Micro-LED晶片设置于所述转移基板的弹性层上;

所述超声换能器发出超声波,所述超声换能器包括辐射端面与反射端面,所述超声换能器在辐射端面和反射端面之间产生声压节点;

所述转移基板设置于所述导轨的上方,所述目标衬底设置于所述转移基板的下方,所述辐射端面与所述反射端面安装于所述滑轨上,且所述辐射端面与所述反射端面位于所述转移基板和所述目标衬底之间;

还包括以下步骤:

步骤1、将装载有所述Micro-LED晶片的所述转移基板倒扣固定在所述导轨的上方,然后将所述目标衬底固定安装于所述转移基板的下方;

步骤2、移动所述转移基板,使需要转移的Micro-LED晶片对准激光发射器;

步骤3、所述激光发射器发出激光光束,加热释放所述转移基板上的部分所述Micro-LED晶片,使所述Micro-LED晶片脱离所述转移基板的弹性层;

步骤4、所述超声换能器发出超声波,在所述辐射端面和所述反射端面之间形成声压节点,在重力的作用下,所述Micro-LED晶片落到超声操控范围内,所述声压节点使Micro-LED晶片悬浮,然后激光发射器停止发射激光光束;

步骤5、所述辐射端面与所述反射端面在导轨上移动,使所述声压节点的位置发生改变,悬浮于所述声压节点处的所述Micro-LED晶片之间的间距也随之改变;

步骤6、当悬浮的所述Micro-LED晶片的间距与所述目标衬底上的Micro-LED贴装位置间距相等时,超声换能器停止发出超声波,Micro-LED在重力作用下落到所述目标衬底的对应位置上;

步骤7、返回步骤2,进入下一贴装过程。

2. 根据权利要求1所述的一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法,其特征在于,在所述步骤3中,当所述激光光束照射到所述转移基板的弹性层时,激光光束照射区域内的弹性层拱起一定的距离,该区域内的Micro-LED晶片脱离所述转移基板。

3. 根据权利要求2所述的一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法,其特征在于,所述转移基板为激光透明材料。

4. 根据权利要求1所述的一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法,其特征在于,所述反射端面为球面。

5. 根据权利要求1所述的一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法,其特征在于,所述超声换能器的功率为10~200W,所述超声波的频率 $F_{\text{超声波}} < 0.25V_{\text{声}}/L_{\text{Micro-LED}}$,其中, $V_{\text{声}}$ 为超声波在所处气体环境中的传播速度, $L_{\text{Micro-LED}}$ 为Micro-LED晶片的长度尺寸。

6. 根据权利要求1所述的一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法,其特征在于,所述目标衬底上设有黏结层,当所述Micro-LED晶片落在所述黏结层上时,所述Micro-LED晶片固定于所述黏结层上。

7. 根据权利要求1所述的一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法,其特征在于,所述目标衬底上相邻两片Micro-LED晶片贴装位置的距离为100~5000 μm 。

8. 根据权利要求1所述的一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法,其特征在

于,在所述步骤2中,移动所述转移基板或移动所述激光发射器,使需要转移的Micro-LED晶片对准激光发射器。

一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体光电技术领域,尤其涉及一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法。

背景技术

[0002] LED(发光二极管)是一种能发光的半导体电子元件,具有能量转换效率高,反应时间短,使用寿命长等优点;Micro-LED(微发光二极管)是将传统的LED结构进行薄膜化、微小化、阵列化所得,尺寸仅在1~10 μm 。由于LED显示技术的优点,Micro-LED越来越多地被用到显示的场合,如:微型投影(虚拟现实设备)、小屏显示(智能可穿戴设备)、中大屏显示(电视)、超大屏显示(户外显示屏)等。但是,超高分辨率的Micro-LED显示屏制造工艺难题仍制约着Micro-LED应用到上述用途。相比OLED(有机发光二极管)可以采用印刷等廉价的生产方法轻易制造出大面积的发光面,制成一块大尺寸、高分辨率的Micro-LED显示屏需要对百万或千万片微米级尺寸的Micro-LED晶片排列组装(巨量转移),因此带来巨大的制造成本消耗。巨量转移要求把微米级大小的Micro-LED晶片从施主晶圆上精准抓取,扩大阵列距离,妥善安放固定到目标衬底(如显示器背板)上。以现有的主流LED固晶速度,往往需要花费数十天时间对一块电视屏幕进行贴装,远远不能满足产业化的要求,因此,亟需提出新方法来提高抓取速度、抓取精度,扩大晶片阵列距离,准确安放晶片,以加快Micro-LED显示技术的产业化步伐。

[0003] 针对从施主晶圆上精确剥离,扩大晶片阵列距离并转移晶片这一工艺过程,目前主流方案包括:一、激光剥离和激光加热释放技术。适应目标衬底对于Micro-LED晶片放置距离的要求,激光对Micro-LED晶片转移基板上相隔开一定距离晶片进行选择性的照射,使晶片剥离/释放,落到目标衬底上,实现扩大晶片阵列距离的目标。该方案不需移动Micro-LED晶片转移基板即可实现多片晶片的距离扩大和转移放置。但是,该方案实施的前提是目标衬底上相邻两片晶片放置的距离必须为Micro-LED晶片转移基板上两片晶片距离的整数倍,否则无法同时对齐多片晶片;二、拉伸弹性薄膜扩大晶片阵列距离。先将Micro-LED晶片转移到弹性薄膜上,通过拉伸弹性薄膜,使弹性薄膜均匀拉伸,同时其上的晶片间的距离也得到均匀拉伸,再转移到目标衬底上。该方案可以同时实现大量晶片的扩晶和转移放置,但是,该方案对弹性薄膜的均匀一致性要求较高,否则扩晶后晶片的距离无法适应目标衬底的要求。

[0004] 因此,亟需提出一种新方法,不会受到Micro-LED转移衬底上晶片距离的限制,在转移到目标衬底前,准确地扩大Micro-LED晶片间的距离,并且能快速准确地放置到目标衬底上。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提出一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法,以解决上述问题。

[0006] 为达此目的,本发明采用以下技术方案:

[0007] 一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法,包括:转移基板、Micro-LED晶片、超声换能器、激光发射器、导轨和目标衬底;

[0008] 所述转移基板设有弹性层,所述Micro-LED晶片设置于所述转移基板的弹性层上;

[0009] 所述超声换能器发出超声波,所述超声换能器包括辐射端面与反射端面,所述超声换能器在辐射端面和反射端面之间产生声压节点;

[0010] 所述转移基板设置于所述导轨的上方,所述目标衬底设置于所述转移基板的下方,所述辐射端面与所述反射端面安装于所述滑轨上,且所述辐射端面与所述反射端面位于所述转移基板和所述目标衬底之间;

[0011] 还包括以下步骤:

[0012] 步骤1、将装载有所述Micro-LED晶片的所述转移基板倒扣固定在所述导轨的上方,然后将所述目标衬底固定安装于所述转移基板的下方;

[0013] 步骤2、移动所述转移基板,使需要转移的Micro-LED晶片对准激光发射器;

[0014] 步骤3、所述激光发射器发出激光光束,加热释放所述转移基板上的部分所述Micro-LED晶片,使所述Micro-LED晶片脱离所述转移基板的弹性层;

[0015] 步骤4、所述超声换能器发出超声波,在所述辐射端面 and 所述反射端面之间形成声压节点,在重力的作用下,所述Micro-LED晶片落到超声操控范围内,所述声压节点使Micro-LED晶片悬浮,然后激光发射器停止发射激光光束;

[0016] 步骤5、所述辐射端面 and 所述反射端面在导轨上移动,使所述声压节点的位置发生改变,悬浮于所述声压节点处的所述Micro-LED晶片之间的间距也随之改变;

[0017] 步骤6、当悬浮的所述Micro-LED晶片的间距与所述目标衬底上的Micro-LED贴装位置间距相等时,超声换能器停止发出超声波,Micro-LED在重力作用下落到所述目标衬底的对应位置上;

[0018] 步骤7、返回步骤2,进入下一贴装过程。

[0019] 在所述步骤3中,当所述激光光束照射到所述转移基板的弹性层时,激光光束照射区域内的弹性层拱起一定的距离,该区域内的Micro-LED晶片脱离所述转移基板。

[0020] 所述转移基板为激光透明材料。

[0021] 所述反射端面为球面。

[0022] 所述超声换能器的功率为10~200W,所述超声波的频率 $F_{\text{超声波}} < 0.25V_{\text{声}}/L_{\text{Micro-LED}}$,其中, $V_{\text{声}}$ 为超声波在所处气体环境中的传播速度, $L_{\text{Micro-LED}}$ 为Micro-LED晶片的长度尺寸。

[0023] 所述目标衬底上设有黏结层,当所述Micro-LED晶片落在所述黏结层上时,所述Micro-LED晶片固定于所述黏结层上。

[0024] 所述目标衬底上相邻两片Micro-LED晶片贴装位置的距离为100~5000 μm 。

[0025] 在所述步骤2中,移动所述转移基板或移动所述激光发射器,使需要转移的Micro-LED晶片对准激光发射器。

附图说明

[0026] 附图对本发明做进一步说明,但附图中的内容不构成对本发明的任何限制。

[0027] 图1是本发明其中一个实施例的结构示意图;

- [0028] 图2是本发明其中一个实施例的激光剥离Micro-LED晶片的结构示意图；
- [0029] 图3是本发明其中一个实施例的Micro-LED晶片落入超声操控范围内的结构示意图；
- [0030] 图4是本发明其中一个实施例的调整声压节点的位置的结构示意图；
- [0031] 图5是本发明其中一个实施例完成Micro-LED晶片转移并进入下一转移阶段的结构示意图；
- [0032] 其中：转移基板1、Micro-LED晶片2、超声换能器3、激光发射器4、导轨5、目标衬底6、声压节点7、弹性层11、辐射端面31、反射端面32、激光光束41。

具体实施方式

- [0033] 下面结合附图并通过具体实施方式来进一步说明本发明的技术方案。
- [0034] 本实施例的一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法，如图1-5所示，包括：转移基板1、Micro-LED晶片2、超声换能器3、激光发射器4、导轨5和目标衬底6；
- [0035] 所述转移基板设有弹性层11，所述Micro-LED晶片2设置于所述转移基板1的弹性层11上；
- [0036] 所述超声换能器3发出超声波，所述超声换能器包括辐射端面31与反射端面32，所述超声换能器3在辐射端面31和反射端面32之间产生声压节点7；
- [0037] 所述转移基板1设置于所述导轨5的上方，所述目标衬底设置于所述转移基板1的下方，所述辐射端面31与所述反射端面32安装于所述导轨5上，且所述辐射端面31与所述反射端面32位于所述转移基板1和所述目标衬底6之间；
- [0038] 还包括以下步骤：
- [0039] 步骤1、将装载有所述Micro-LED晶片2的所述转移基板1倒扣固定在所述导轨的上方，然后将所述目标衬底6固定安装于所述转移基板1的下方；
- [0040] 步骤2、移动所述转移基板1，使需要转移的Micro-LED晶片2对准激光发射器4；
- [0041] 步骤3、所述激光发射器4发出激光光束41，加热释放所述转移基板1上的部分所述Micro-LED晶片2，使所述Micro-LED晶片2脱离所述转移基板1的弹性层11；
- [0042] 步骤4、所述超声换能器3发出超声波，在所述辐射端面31和所述反射端面32之间形成声压节点7，在重力的作用下，所述Micro-LED晶片2落到超声操控范围内，所述声压节点7使Micro-LED晶片2悬浮；
- [0043] 步骤5、所述辐射端面31和所述反射端面32在导轨5上移动，使所述声压节点7的位置发生改变，悬浮于所述声压节点7处的所述Micro-LED晶片2之间的间距也随之改变；
- [0044] 步骤6、当悬浮的所述Micro-LED晶片2的间距与所述目标衬底6上的Micro-LED贴装位置间距相等时，超声换能器3停止发出超声波，Micro-LED晶片2在重力作用下落到所述目标衬底6的对应位置上；
- [0045] 步骤7、返回步骤2，进入下一贴装过程。
- [0046] 本发明使用超声驻波来操纵Micro-LED晶片2进行巨量转移，在Micro-LED晶片2脱离转移基板1后的整个转移过程中，均通过超声驻波来操作Micro-LED晶片2的移动，Micro-LED晶片2不与其他任何机械部件接触，可以更好地保护Micro-LED晶片2不被损坏；另外使用超声驻波操纵Micro-LED晶片2的移动相比于传统的巨量转移方法减少了抓取步骤，可有

效提高巨量转移的效率;不仅如此,使用超声驻波来操纵Micro-LED晶片2的移动不受目标衬底6上用于放置Micro-LED晶片2的位置的距离的限制,在操纵Micro-LED晶片2移动时,可以通过调整辐射端面3133和反射端面32在导轨5上的位置来控制Micro-LED晶片2之间的间距,所以目标衬底6上相邻两片Micro-LED晶片2的间距可以为转移基板1上相邻两片Micro-LED晶片2的间距的任意倍,因此使用超声驻波操纵Micro-LED晶片2进行巨量转移可具有更高的灵活性和兼容性,应用场景更广。

[0047] 如图2-4所示,在所述步骤3中,当所述激光光束照射到所述转移基板1的弹性层11时,激光光束照射区域内的弹性层11拱起一定的距离,该区域内的Micro-LED晶片2脱离所述转移基板1。

[0048] 当激光光束照射到弹性层11时,弹性层11的温度升高,弹性层11受热膨胀拱起,使Micro-LED晶片2与弹性层11之间的接触面积变小,Micro-LED晶片2在重力的作用下脱离转移基板1。

[0049] 所述转移基板1为激光透明材料。

[0050] 转移基板1采用激光透明材料可以使激光光束穿过转移基板1照射到弹性层11上,把更多的热量传递到弹性层11上,减少激光光束穿过转移基板1时的损耗,同时也避免激光光束直接照射在转移基板1上而对转移基板1造成损坏。

[0051] 所述反射端面32为球面。

[0052] 由于声波从辐射端面31发射后呈发散状向各个方向分散传播,反射端面32设计为球面可以把更多的声波反射回反射端面32与辐射端面31之间的谐振腔内,使谐振腔内产生驻波声场,以实现将Micro-LED晶片2托起的目的。

[0053] 所述超声换能器3的功率为 $10\sim 200\text{W}$,所述超声波的频率 $F_{\text{超声波}}$ 为 $1\text{MHz}\leq F_{\text{超声波}}< 0.25V_{\text{声}}/L_{\text{Micro-LED}}$,其中, $V_{\text{声}}$ 为超声波在所处气体环境中的传播速度, $L_{\text{Micro-LED}}$ 为Micro-LED晶片2的长度尺寸。

[0054] 超声波的声强与频率的平方成正比,当超声波的频率小于 1MHz 时,由于频率过低,容易出现无法将Micro-LED晶片2托起的情况;由于Micro-LED晶片2内部设有极小的元件,当超声波的频率大于 $0.25V_{\text{声}}/L_{\text{Micro-LED}}$ 时,超声波会对Micro-LED晶片2内部的元件造成损伤,损坏Micro-LED晶片2;优选地,超声波的频率为 8MHz 。

[0055] 所述目标衬底6上设有黏结层,当所述Micro-LED晶片2落在所述黏结层上时,所述Micro-LED晶片2固定于所述黏结层上。

[0056] 使Micro-LED晶片2落到目标衬底6后可固定目标衬底6上,避免在操作其他Micro-LED晶片2转移到目标衬底6时,使已放置在目标衬底6的Micro-LED晶片2发生移动等不利影响;此外在更换目标衬底6时,也可起到防止Micro-LED晶片2出现移动,方便更换和移动目标衬底6。

[0057] 所述目标衬底6上相邻两片Micro-LED晶片2贴装位置的距离为 $100\sim 5000\mu\text{m}$ 。

[0058] 由于在普通视距下,人眼最大的分辨率为 300dpi ,即当超过该分辨率时,人眼无法区分看出区别,即分辨率为 600dpi 和分辨率为 300dpi 的显示器,人眼无法分辨出来,所以在生产屏幕时,过高的分辨率只会徒增成本,并不能有效地提高用户的使用体验,即当目标衬底6上相邻两片Micro-LED晶片2贴装位置的距离小于 $100\mu\text{m}$ 时,屏幕的分辨率超过 250dpi ,已经接近人眼的分辨极限,对于提高用户的视觉体验作用已经不大,且较小的Micro-LED晶

片2间距意味着增加Micro-LED的数量,会极大地增加屏幕的生产成本;当Micro-LED晶片2间距大于5000 μm 时,由于相邻的Micro-LED晶片2间距过大,导致屏幕的分辨较低,影响屏幕的质量,用户体验不佳。

[0059] 在所述步骤2中,移动所述转移基板1或移动所述激光发射器4,使需要转移的Micro-LED晶片2对准激光发射器4。

[0060] 在完成一次Micro-LED晶片2的转移后,需要把下次转移的Micro-LED晶片2从转移基板1上剥离,此时则需要移动转移基板1或移动激光发射器4,使需要转移的Micro-LED晶片2对准激光发射器4,以使激光发射器4发现的激光准确地照射到需要转移的Micro-LED晶片2所对应的弹性层11上,以完成Micro-LED晶片2的剥离。

[0061] 以上结合具体实施例描述了本发明的技术原理。这些描述只是为了解释本发明的原理,而不能以任何方式解释为对本发明保护范围的限制。基于此处的解释,本领域的技术人员不需要付出创造性的劳动即可联想到本发明的其它具体实施方式,这些方式都将落入本发明的保护范围之内。

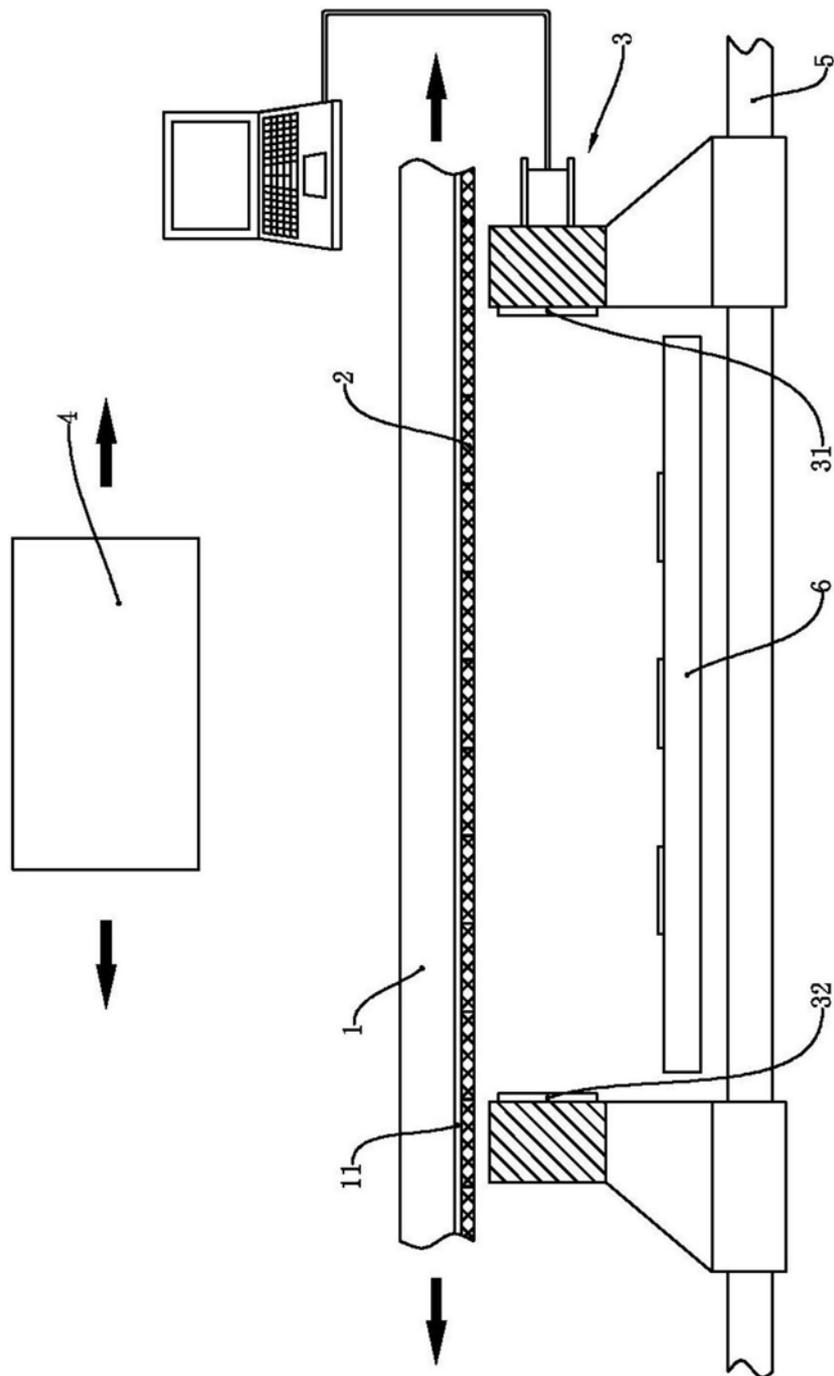


图1

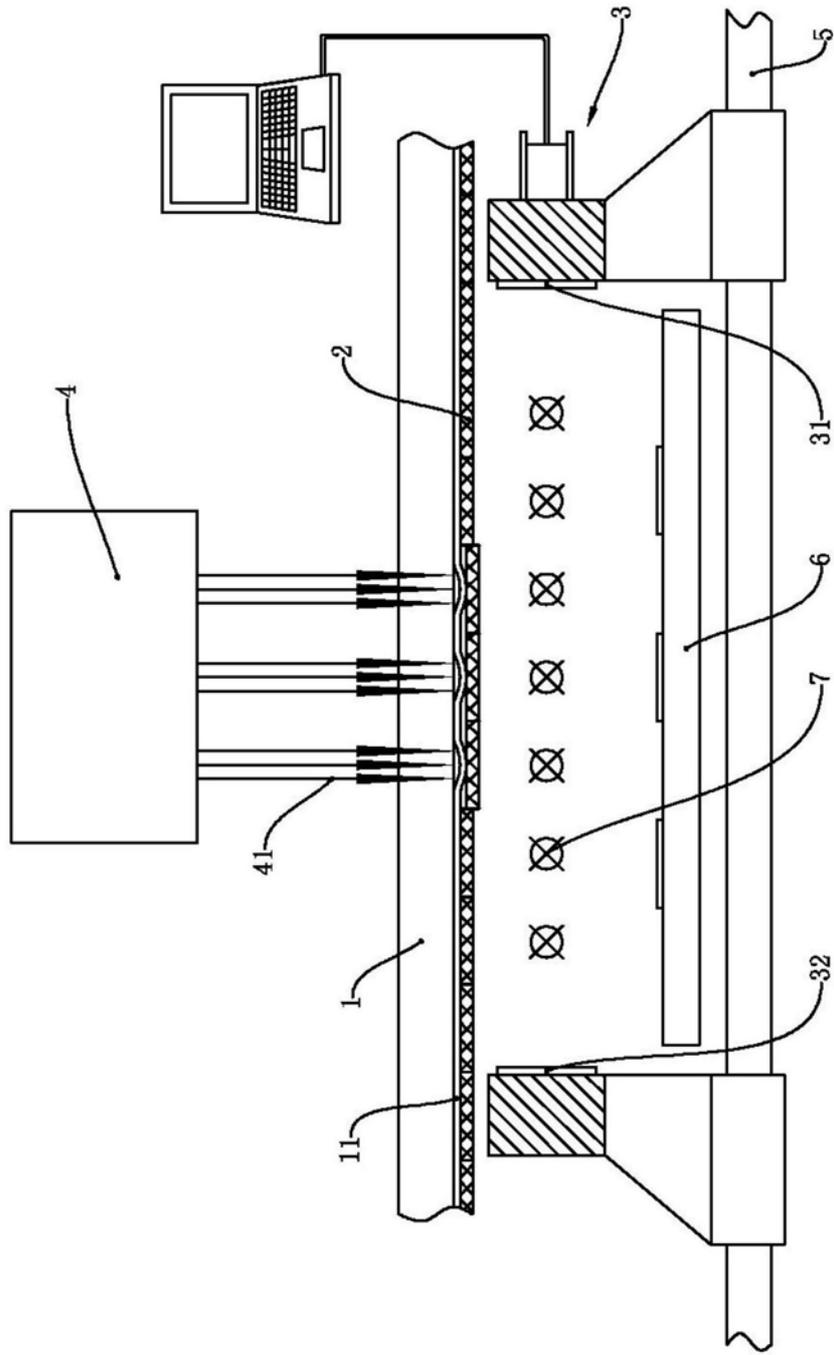


图2

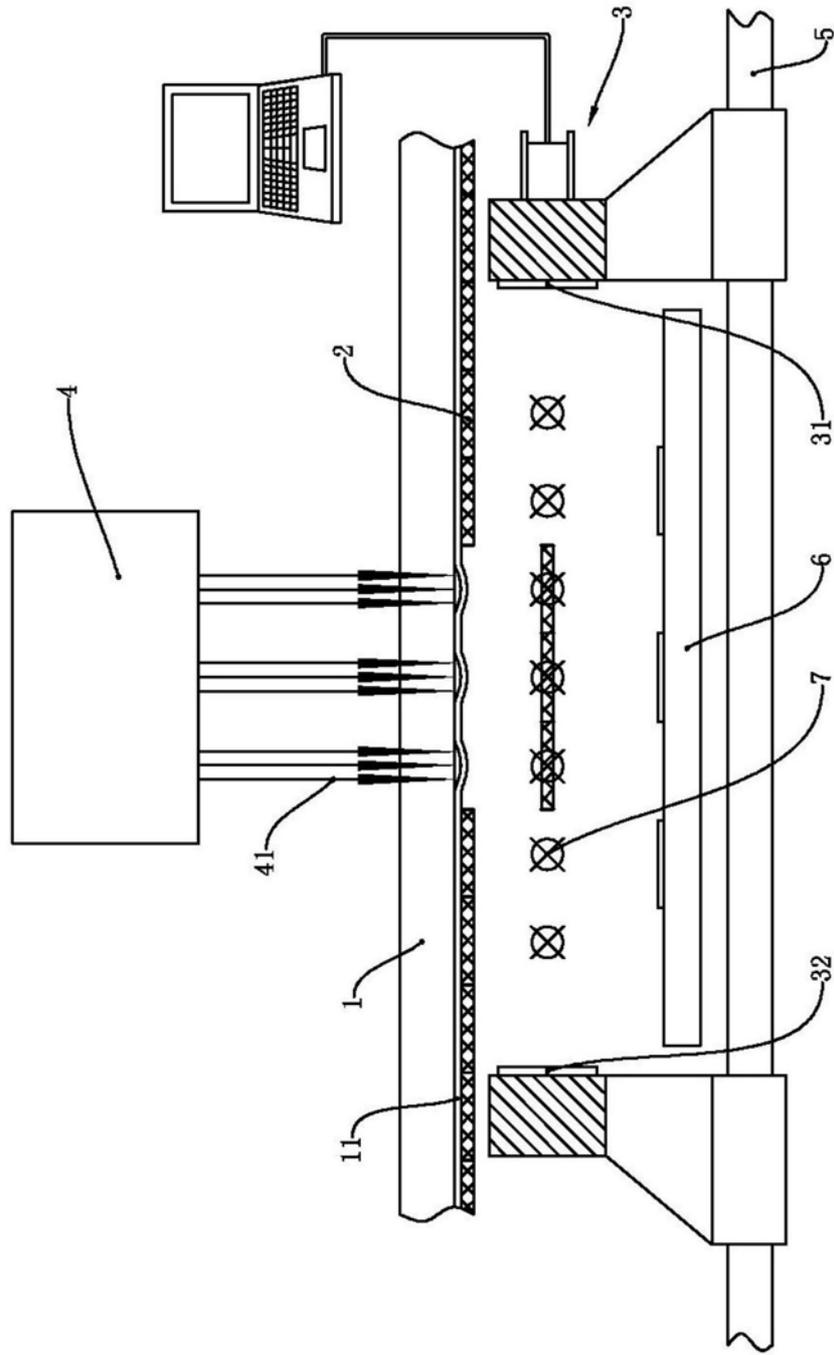


图3

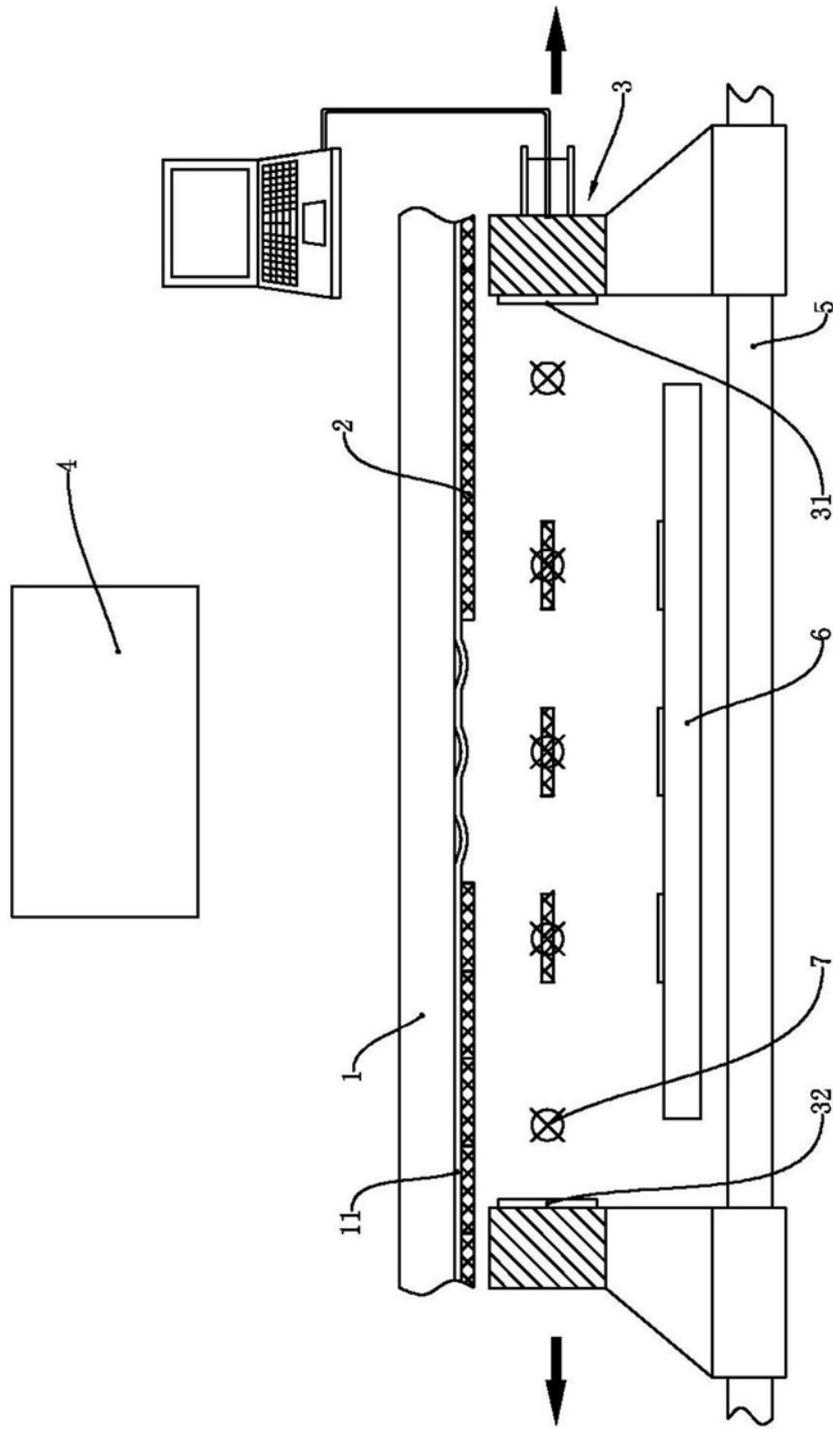


图4

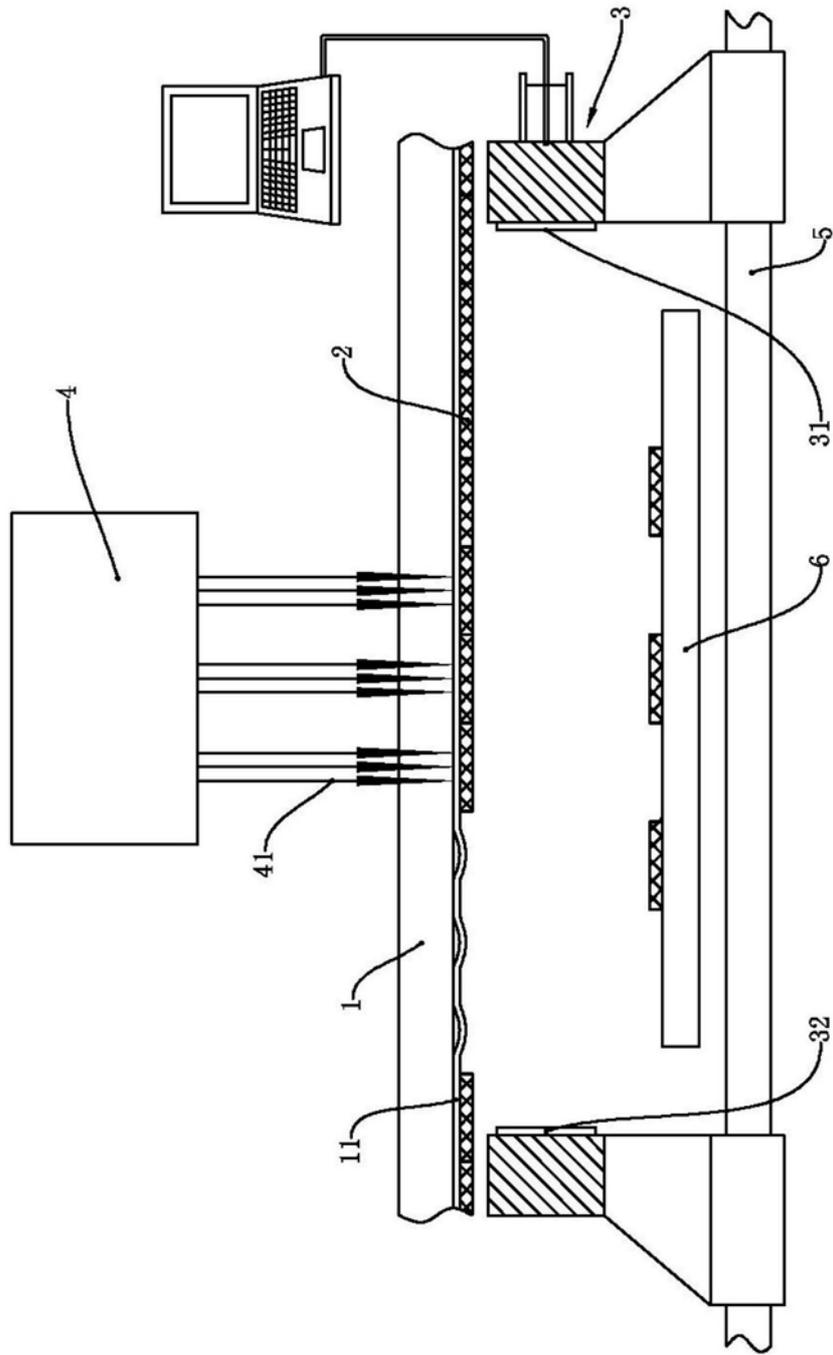


图5

专利名称(译)	一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法		
公开(公告)号	CN109638122A	公开(公告)日	2019-04-16
申请号	CN201811564866.X	申请日	2018-12-20
[标]申请(专利权)人(译)	广东工业大学		
申请(专利权)人(译)	广东工业大学		
当前申请(专利权)人(译)	广东工业大学		
[标]发明人	陈云 施达创 陈新 刘强 高健 汪正平		
发明人	陈云 施达创 陈新 刘强 高健 汪正平		
IPC分类号	H01L33/00 H01L21/67		
代理人(译)	资凯亮		
其他公开文献	CN109638122B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种采用超声驻波操纵Micro-LED巨量转移的方法，移动转移基板，使需要转移的Micro-LED晶片对准激光发射器；接着激光发射器发出激光光束，使Micro-LED晶片脱离转移基板的弹性层并落到超声操控范围内，声压节点使Micro-LED晶片悬浮；辐射端面 and 反射端面在导轨上移动，使Micro-LED晶片之间的间距也随之改变；超声换能器停止发出超声波，Micro-LED在重力作用下落到目标衬底的对应位置上；完成贴装后，进入下一贴装过程。本发明具有转移效率高，不受Micro-LED在目标衬底上的贴装间距的限制和Micro-LED晶片封装的良率高的优点。

