



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116047871 A

(43) 申请公布日 2023. 05. 02

(21) 申请号 202310084142.X

H01L 25/075 (2006.01)

(22) 申请日 2017.06.09

H01L 27/15 (2006.01)

(30) 优先权数据

H01L 21/683 (2006.01)

62/348,691 2016.06.10 US

H01L 21/67 (2006.01)

(62) 分案原申请数据

H01L 33/48 (2010.01)

201780032280.6 2017.06.09

H01L 33/00 (2010.01)

(71) 申请人 应用材料公司

H01L 33/60 (2010.01)

地址 美国加利福尼亚州

H01L 33/20 (2010.01)

(72) 发明人 曼尼凡南·托塔德里

H05K 13/00 (2006.01)

罗伯特·詹·维瑟

H05K 13/04 (2006.01)

H05K 3/00 (2006.01)

H05K 3/30 (2006.01)

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

有限公司 11006

专利代理师 徐金国 赵静

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

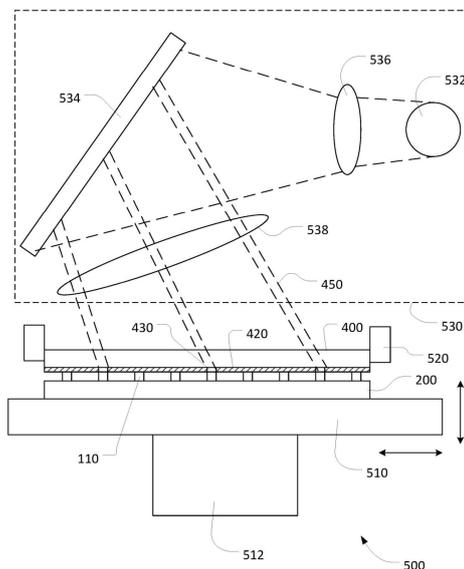
权利要求书2页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

微型装置的无掩模并行取放转印

(57) 摘要

表面安装微型装置的方法包含：将供体基板上的第一个微型装置粘附至具有粘合剂层的转印表面上；在第一个微型装置保持粘附在转印表面上的同时从供体基板移除第一个微型装置；相对于目标基板定位转印表面使得转印表面上的多个微型装置的子集邻接目标基板上的多个接收位置，所述子集包含一或多个微型装置但少于多个微型装置中的所有微型装置；选择性地将转印表面上的粘合剂层的对应于微型装置的子集的一或多个区域中和至光，以将微型装置的子集从粘合剂层脱离；及将转印表面与目标基板分离，使得微型装置的子集保留于目标基板上。



1. 一种用于在目标基板上定位微型装置的设备,所述设备包含:
 - 第一支撑件,所述第一支撑件用于保持目标基板;
 - 第二支撑件,所述第二支撑件用于提供或保持具有用于接收粘合剂层的表面的转印主体;
 - 一或多个致动器,所述一或多个致动器被配置为提供所述第一支撑件和所述第二支撑件之间的相对运动;
 - 照射系统,所述照射系统被配置为选择性地且无掩模地曝光所述转印主体上的所述粘合剂层的区域;及
 - 控制器,所述控制器被配置为:
 - 使所述一或多个致动器产生相对运动,使得附接至所述粘合剂层的多个微型装置接触所述目标基板,
 - 使所述照射系统选择性地曝光所述粘合剂层的一或多个部分以产生一或多个中和部分,及
 - 使所述一或多个致动器产生相对运动,使得所述表面和所述目标基板移动而远离彼此,并且对应于所述粘合剂层的所述一或多个中和部分的一或多个微型装置保留在所述目标基板上。
2. 如权利要求1所述的设备,进一步包含第三支撑件,所述第三支撑件保持供体基板,其中所述一或多个致动器被配置成提供所述第一支撑件和所述第三支撑件之间的相对运动,并且其中所述控制器被配置成使所述一或多个致动器产生所述供体基板和所述转印主体之间的相对运动,使得当所述多个微型装置在所述供体基板上时,所述转印基板的所述表面上的所述粘合剂层接触所述多个微型装置,使得所述多个微型装置粘附至所述转印主体上的所述粘合剂层。
3. 如权利要求2所述的设备,其中所述第二支撑件包含用于保持所述转印主体的机械臂,其中所述机械臂可操作以在所述第三支撑件和所述第一支撑件之间移动所述转印主体。
4. 如权利要求1所述的设备,其中所述转印主体包含可从所述第二支撑件移除的转印基板。
5. 如权利要求1所述的设备,其中所述照射系统包含具有可单独致动的镜的阵列的数字镜装置。
6. 如权利要求5所述的设备,其中所述数字镜装置包含镜的二维阵列。
7. 如权利要求6所述的设备,其中所述照射系统的视野仅跨越所述转印主体的一部分,并且致动器用于引起所述二维阵列和所述一或多个支撑件之间的相对运动。
8. 如权利要求5所述的设备,其中所述数字镜装置包含镜的线性阵列及用于引起所述线性阵列和所述一或多个支撑件之间的相对运动的致动器。
9. 一种表面安装微型装置的方法,包含:
 - 将供体基板上的多个微型装置粘附至具有粘合剂层的转印表面上;
 - 在所述多个微型装置保持粘附在所述转印表面上的同时从所述供体基板移除所述多个微型装置;
 - 相对于目标基板定位所述转印表面使得所述转印表面上的所述多个微型装置中的至

少一些微型装置邻接所述目标基板上的多个接收位置中的至少一些接收位置；

选择性地及无掩模地将所述转印表面上的所述粘合剂层的与微型装置的子集对应的多个区域曝光,以将微型装置的所述子集从所述粘合剂层脱离,所述子集包含复数个微型装置但少于所述多个微型装置中的所有微型装置;及

将所述转印表面与所述目标基板分离,使得微型装置的所述子集保留于所述目标基板上。

10. 如权利要求9所述的方法,其中所述多个微型装置包含所述供体基板上的所有微型装置。

11. 如权利要求9所述的方法,其中所述多个微型装置被设置在所述转印表面上的第一阵列中,并且所述多个接收位置被设置在所述目标基板上的第二阵列中。

12. 如权利要求11所述的方法,其中所述第一阵列的空间密度大于所述第二阵列的空间密度。

13. 如权利要求9所述的方法,其中所述微型装置包含微型LED。

14. 如权利要求9所述的方法,其中选择性地曝光所述多个区域的步骤包含:将光引导至数字镜装置并致动所述数字镜装置的被选择的镜以将光反射至所述多个区域。

15. 一种用于在目标基板上定位微型装置的设备,所述设备包含:

第一支撑件,所述第一支撑件用于保持目标基板;

第二支撑件,所述第二支撑件用于提供或保持具有用于接收粘合剂层的表面的转印主体;

一或多个致动器,所述一或多个致动器被配置为提供所述转印主体和所述第一支撑件之间的相对运动;

光源,所述光源用于产生光束;

镜,所述镜被配置为用于可调节地定位所述光束于所述转印主体上的所述粘合剂层上;及

控制器,所述控制器被配置为

使所述一或多个致动器产生相对运动,使得附接至所述转印主体上的所述粘合剂层的多个微型装置接触所述目标基板,

使所述光源产生所述光束及调整所述镜以定位所述光束于所述粘合剂层上,以便选择性地曝光所述粘合剂层的一或多个部分以产生一或多个中和部分,及

使所述一或多个致动器产生相对运动,使得所述表面和所述目标基板移动而远离彼此,并且对应于所述粘合剂层的所述一或多个中和部分的一或多个微型装置保留在所述目标基板上。

16. 如权利要求15所述的设备,其中所述光源包含激光器且所述光束包含激光束。

微型装置的无掩模并行取放转印

[0001] 本申请是申请日为2017年6月9日、申请号为201780032280.6、发明名称为“微型装置的无掩模并行取放转印”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本公开内容大体涉及从供体基板(donor substrate)转印微型装置至目标基板。

背景技术

[0003] 多种产品包含基板上的各个装置的阵列,其中装置可由基板上的电路来寻址或控制。当各个装置处于微米级(例如跨度小于100微米)时,可将装置视为微型装置。通常来说,可使用一系列的微制造技术(诸如沉积、光刻及蚀刻)来制造微型装置以沉积及图案化一系列的层。

[0004] 用于制造包含各个微型装置的阵列的装置的一种方法为在将形成产品的部分的基板上直接制造各个微型装置。已使用此种技术以例如制造有源矩阵液晶显示器(LCD)的TFT面板及滤色器面板。

[0005] 一种经提议的显示面板技术使用LED阵列,其中各个LED提供单独可控的像素元件。此种LED面板可用于计算机、触摸面板装置、个人数字助理(PDA)、手机、电视屏幕及类似装置。

[0006] 尽管使用了有机发光二极管(OLED)面板,但使用基于III-V族半导体技术的微米级LED(也称为微型LED)的LED面板面临另外的问题。特别地,将III-V族半导体微型LED直接沉积及生长在最终的显示基板上引发技术及制造障碍。此外,微型LED面板难以在弯曲或可弯曲的显示器中制造。

发明内容

[0007] 本公开内容大体涉及用于在大面积上表面安装微型装置的系统及方法。

[0008] 在一方面中,一种用于在目标基板上定位微型装置的设备包含:保持目标基板的第一支撑件、提供或保持具有用于接收粘合剂层的表面的转印主体的第二支撑件、被配置为提供所述第一支撑件和所述第二支撑件之间的相对运动的一或多个致动器、被配置为选择性地且无掩模地曝光所述转印主体上的所述粘合剂层的区域的照射系统及控制器。控制器被配置为:使一或多个致动器产生相对运动使得附接至粘合剂层的多个微型装置接触目标基板;使照射系统选择性地曝光粘合剂层的一或多个部分以产生一或多个中和部分(neutralized portion);及使一或多个致动器产生相对运动,使得表面和目标基板移动而远离彼此,并且对应于粘合剂层的一或多个中和部分的一或多个微型装置保留在目标基板上。

[0009] 实施方式可包含一或多个下列特征。

[0010] 第三支撑件可保持供体基板。一或多个致动器可被配置成提供第一支撑件和第三支撑件之间的相对运动。控制器可被配置成使一或多个致动器产生供体基板和转印主体之

间的相对运动,使得当多个微型装置在供体基板上时,转印基板的表面上的粘合剂层接触多个微型装置,使得多个微型装置粘附至转印主体上的粘合剂层。第二支撑件可包含用于保持转印主体的机械臂。机械臂可为可操作的以在第三支撑件和第一支撑件之间移动转印主体。机械臂可为可操作的以相对于第一支撑件及第三支撑件垂直移动转印主体。

[0011] 转印主体可为可从第二支撑件移除的转印基板。第二支撑件可包含具有终端受动器以可释放地保持转印基板的机械臂。

[0012] 照射系统可包含具有可单独致动的镜的阵列的数字镜装置。数字镜装置可包含镜的二维阵列。照射系统的视野可仅跨越转印主体的一部分,且致动器可引起二维阵列线性阵列和一或多个支撑件之间的相对运动。数字镜装置可以是镜的线性阵列,且致动器可引起线性阵列和一或多个支撑件之间的相对运动。

[0013] 在另一方面中,一种表面安装微型装置的方法包含:将供体基板上的多个微型装置粘附至具有粘合剂层的转印表面上;在所述多个微型装置保持粘附在所述转印表面上的同时从供体基板移除所述多个微型装置;相对于目标基板定位所述转印表面使得所述转印表面上的所述多个微型装置中的至少一些微型装置邻接所述目标基板上的多个接收位置中的至少一些接收位置;选择性地及无掩模地将所述转印表面上的所述粘合剂层的与微型装置的子集对应的多个区域曝光以使微型装置的所述子集从所述粘合剂层脱离,所述子集包含复数个微型装置但少于所述多个微型装置中的所有微型装置;及将所述转印主体与所述目标基板分离,使得微型装置的所述子集保留于所述目标基板上。

[0014] 实施方式可包含一或多个下列特征。

[0015] 多个微型装置可包含供体基板上的所有微型装置。供体基板可为在其上制造所述多个微型装置的供体基板。

[0016] 多个微型装置可设置在转印表面上的第一阵列中,多个接收位置可设置在目标基板上的第二阵列中。第一阵列的空间密度可大于第二阵列的空间密度。第一阵列可为第一矩形阵列,其中多个微型装置的单元沿着第一轴以第一间距 $PX1$ 设置,且沿着垂直于所述第一轴的第二轴以第二间距 $PY1$ 设置,第二阵列可为第二矩形阵列,其中接收位置沿着所述第一轴以第三间距 $PX2$ 设置且沿着垂直于所述第一轴的所述第二轴以第四间距 $PY2$ 设置。第三间距 $PX2$ 可为第一间距 $PX1$ 的整数倍,且第四间距 $PY2$ 为第二间距 $PY1$ 的整数倍。

[0017] 微型装置可包含微型LED。可在目标基板上的微型装置的子集之上设置钝化层。

[0018] 选择性地曝光多个区域的步骤可包含:将光引导至数字镜装置并致动所述数字镜装置的所选择的镜以将光反射至多个区域。

[0019] 在另一方面中,一种用于在目标基板上定位微型装置的设备包含:保持目标基板的第一支撑件、提供或保持具有用于接收粘合剂层的表面的转印主体的第二支撑件、被配置为提供所述转印主体和所述第一支撑件之间的相对运动的一或多个致动器、产生光束的光源、被配置为将准直光束可调节地定位于所述转印主体上的所述粘合剂层上的镜、及控制器。控制器被配置为:使一或多个致动器产生相对运动,使得附接至转印主体上的粘合剂层的多个微型装置接触目标基板;使光源产生光束及调整镜以将光束定位于粘合剂层上以便选择性地曝光粘合剂层的一或多个部分以产生一或多个中和部分;及使一或多个致动器产生相对运动,使得表面和目标基板移动而远离彼此并且对应于粘合剂层的一或多个中和部分的一或多个微型装置保留在目标基板上。

[0020] 实施方式可包含一或多个下列特征。

[0021] 转印主体可为可移除的转印基板。第二支撑件可包含用于保持转印主体的机械臂。机械臂可为可操作的以至少横向地移动所述主体于保持供体基板的第三支撑件和保持目标基板的第一支撑件之间。

[0022] 镜可为振镜扫描器(galvo mirror scanner)中的镜。光源可为激光器且光束可为激光束。

[0023] 在另一方面中,一种表面安装微型装置的方法包含:将第一多个微型装置从供体基板转印至第一转印表面,其中转印步骤包含将所述第一多个微型装置粘附至所述第一转印表面上的第一粘合剂层;将所述第一多个微型装置从所述第一转印表面转印至第二转印表面,其中转印步骤包含将所述第一多个微型装置粘附至所述第二转印表面上的第二粘合剂层,通过选择性地中和所述第一粘合剂层的区域来每次从所述第一转印表面释放所述多个微型装置的一列微型装置,以使所述列的微型装置从所述第一粘合剂层脱离,及在转印每列之间相对于所述第二转印表面来移动所述第一转印表面,以便以第一间距建立这些列;及将所述第一多个微型装置从所述第二转印表面转印至目标基板,其中转印步骤包含通过选择性地中和所述第二粘合剂层的区域来每次从所述第二转印表面释放所述多个微型装置的一行微型装置,以使所述行的微型装置从所述第一粘合剂层脱离,及在转印每行之间相对于所述目标基板来移动所述第二转印表面,以便以第二间距建立这些行。

[0024] 实施方式可包含一或多个下列特征。

[0025] 将第一多个微型装置从供体基板转印至第一转印表面的步骤可包含:将供体基板上的所有微型装置转印至第一转印表面。第一多个微型装置可少于供体基板上的所有微型装置。将第一多个微型装置从第一转印表面转印至第二转印表面的步骤可包含:仅转印第一多个微型装置。

[0026] 多个微型装置可被设置在第一转印表面上的第一阵列中,多个接收位置可被设置在目标基板上的第二阵列中。第一阵列的空间密度可大于第二阵列的空间密度。

[0027] 供体基板可为其上制造所述多个微型装置的供体基板。微型装置可为微型LED。可在目标基板上的微型装置的子集之上设置钝化层。

[0028] 选择性地中和区域的步骤可包含:选择性地曝光区域。选择性地曝光多个区域的步骤可包含:将光引导至数字镜装置及致动所述数字镜装置的所选择的镜以将光反射至所述多个区域。

[0029] 实施方式可选择性地提供(且不限于)下列优点的一或多个。供体基板上的微型装置可用比目标基板所需的更高的空间密度来构建,从而在构建微型装置时增加产量并节省晶片空间。可从供体基板并行地转印大量的微型装置至目标基板。可高精度地执行转印。因此,可提高产量,且可减少制造时间及成本。可识别及从转印中排除供体基板上的有缺陷的微型装置。若微型装置以与供体基板不同的间距排列在目标基板上,则相对于现有技术而言可减少转印步骤的数量。

[0030] 若微型装置为微型LED,则可使用该技术以制造多色显示器,诸如具有三个或更多个彩色子像素的显示器。可更容易地制造柔性和/或可拉伸的显示器。

[0031] 其他方面、特征及优点将由说明书和附图及权利要求书变得显而易见。

[0032] 下文描述各种实施方式。可设想到一个实施方式的元件及特征可有益地并入至其

它实施方式中而无需进一步的叙述。

附图说明

- [0033] 图1为具有微型装置阵列的供体基板的示意性透视图。
- [0034] 图2为目标基板的示意性透视图。
- [0035] 图3为用于将多个微型装置从供体基板转印至目标基板的方法的流程图。
- [0036] 图4至图10为示出将多个微型装置从供体基板转印至目标基板的方法的示意性侧视截面图。
- [0037] 图11A为用于将微型装置从供体基板转印至目标基板的系统的示意性侧视截面图。
- [0038] 图11B为用于照射转印基板上的粘合剂层的系统的示意性侧视截面图。
- [0039] 图11C为数字微镜装置的示意性透视图。
- [0040] 图12为其上安装有微型装置阵列的目标基板的示意性透视图。
- [0041] 图13为在已转印一些微型装置后的转印装置的示意性透视图。
- [0042] 图14为每个单元具有多个微型装置的目标基板的示意性透视图。
- [0043] 图15为其上已安装微型LED的柔性基板的示意性透视图。
- [0044] 图16为示出多步转印处理的示意性俯视图。
- [0045] 各图中的相同标记符号指示相同的元件。

具体实施方式

[0046] 为了制造一些装置,需要新技术来在诸如大面积基板或柔性基板的基板上精确地且经济地提供微型装置。举例而言,希望提供基于III-V族半导体技术的LED面板,因为微型LED相对于有机发光二极管(OLED)装置具有显著的亮度、寿命及效率优势。

[0047] 用于制造包含各个微型装置的阵列的装置的方法为在初始基板上同一制造微型装置,然后将微型装置转印至将形成产品一部分的接收或目标基板。在初始基板上构建微型装置的一个原因是目标基板可能是与制造处理(例如形成微型装置所需的蚀刻和沉积)不兼容的材料。举例而言,在LED的情况下,LED的沉积为其中单晶氮化镓(GaN)膜在蓝宝石晶片上生长的外延生长处理(与其他晶片材料相比,主要由于用于GaN生长的小晶格失配而使用蓝宝石晶片)。在初始基板上构建微型装置的另一个原因是可用比目标基板所需的更高的空间密度来制造微型装置,从而在构建微型装置时提高产量并节省晶片空间,从而降低成本。

[0048] 将微型装置从初始基板转印至目标基板的一种技术是取放机器,例如一次传送一个微型装置的机器人。然而,因此方法有低生产量的问题,特别是考虑到需要转印的大量的微型装置,故此方法是不具有生产价值的。

[0049] 如上所述,需要一种用于制造微型装置的改善的方法。如下所述,揭露一种在大面积上表面安装微型装置的方法。所述方法包含以下步骤:将具有粘合剂层的转印基板放置在供体基板上的微型装置之上;将粘合剂层粘附至微型装置;在微型装置粘附至粘合剂层的同时从供体基板移除微型装置;将微型装置与目标基板上的目标位置对准;放置微型装置;将转印基板暴露于光源以将微型装置与转印基板分离;及将转印基板移动离开微型装

置同时微型装置保留在转印基板上。利用此方法可将微型装置转印至聚合物光层,接着使用无掩模光刻将微型装置以多种图案转印至目标基板,且可将微型装置转印至各种基板上。

[0050] 此外,可使用无掩模光刻技术从粘合剂层选择性地释放微型装置。与带掩模地投射光至粘合剂层上相比,无掩模技术可适于不同的释放图案;具有较低的成本,因为不须为每个释放策略制作新掩模;且较快速,因为不需制造掩模的时间。

[0051] 图1示出了具有微型装置110的阵列的供体基板100。微型装置110为小型电子元件,例如发光二极管(LED)和诸如逻辑IC、处理器、存储器、控制器等的集成电路芯片。微型装置110为微米级装置,例如最大横向尺寸为约1至100微米。举例而言,装置可具有约1-50微米(例如5-50微米,例如10-30微米)的横向尺寸。微型装置110可以是相同的,即,相同尺寸、电路图案和层结构。

[0052] 尽管图1示出在规则矩形阵列中的微型装置110,所述规则矩形阵列在平行于供体基板的面的两个垂直方向上具有间距PX1和PY1,但其他阵列配置是可能的,例如交错的行。

[0053] 可在供体基板100上直接制造微型装置110,或者可已在另一基板(例如装置基板)上制造微型装置110并接着在不改变微型装置110的间距的情况下将微型装置110转印至供体基板100。举例而言,可在装置基板上以相对高的密度制造微型装置,且供体基板100可为与装置接触放置的胶带。接着,可移除或分离装置基板使得每个微型装置110单独附接至供体基板,例如所述带。

[0054] 图2示出了具有单元205的阵列的目标基板200,每个单元205皆具有用于接收微型装置110的位置点(spot)210。因此,位置点210亦排列成阵列。然而,目标基板200上的位置点210的阵列的间隔可不同于供体基板100上的微型装置110的间隔。通常来说,位置点210之间的间隔大于供体基板100上的微型装置110之间的间隔。举例而言,图2图示出了在矩形阵列中的位置点210,其中矩形阵列在平行于目标基板200的面的两个垂直方向中具有间距PX2和PY2。因此,间距PX2可大于间距PX1,且间距PY2可大于间距PY1。如以上提到的,其他阵列配置(例如交错的行)是可能的。由于位置点210之间的间隔与微型装置110之间的间隔不同,故不能简单地邻近目标基板200放置供体基板100来一同转印微型装置。

[0055] 尽管图2中未示出,但目标基板100(特别是若它是将形成产品一部分的基板)可包含电路及其它组件,以用于在将微型装置110正确地固定在位置点210中时将功率传递至微型装置110及/或对微型装置110寻址及/或控制微型装置110。举例而言,每个位置点210可包含一或多个接合焊盘,所述一或多个接合焊盘将与微型装置110上的一或多个接合焊盘电连接。

[0056] 图11A为用于将微型装置从供体基板转印至目标基板的系统的示意性侧视截面图。图11A示出了用于将微型装置从供体基板100转印至目标基板200的系统600。为了论述目的,Z轴是垂直于基板100、200的平面的方向,X轴及Y轴是平行于基板400的平面的两个垂直方向。通常来说,Z轴将为竖直轴,即与重力对齐,但并非必要。

[0057] 设备600包含支撑供体基板100的平台610、支撑目标基板200的平台510及转印装置630。转印装置630包含表面632,粘合剂层420可放置在所述表面632上。转印装置630可包括其上形成粘合剂层420的可替换的转印基板420。或者,表面632可为转印装置630的成整体部分。

[0058] 表面632可为平面的(例如平板的底部)且可平行于平台610、510的顶表面。或者,表面632可为圆柱形的,例如可旋转圆筒的外表面。

[0059] 一或多个致动器提供转印装置630与平台610和620之间的相对运动。举例而言,转印装置630可包含三轴机械臂512,所述三轴机械臂512可沿着X轴、Y轴及Z轴移动表面632。然而,众多其他布置是可能的。举例而言,平台610、620可为可垂直移动的,而臂512仅提供Y轴及Y轴移动,或平台可沿Y轴移动等。假设转印装置630包含可替换的转印基板410,则机械臂512可包含用于保持基板的终端受动器。终端受动器可为真空卡盘或边缘夹持致动器。

[0060] 设备600亦包含选择性地“中和”表面632上的粘合剂层420的部分的系统。在此上下文中,“中和”包含完全去除粘合剂层(例如通过溶解或熔化),或改变材料的物理性质,使其不再具有粘性(亦称为“变性”)。所述系统可为照射系统530,用于将来自光源的光选择性地引导至提供表面632的主体的背面上。或者,系统可包含嵌入至提供表面632的主体中的单独可控制的加热器。

[0061] 诸如可编程计算机的控制器650协调设备的各种部件(例如致动器及照射系统)的操作。在操作中,表面632上的粘合剂层420降低成与供体基板100上的微型装置110接触并与微型装置一起提起离开。粘合剂层420上的微型装置110在目标基板200上横向移动并降低至目标基板200上。接着,粘合剂层在所选区域中被中和,具有剩余粘合剂层420的表面632被提起离开目标基板200,在对应于粘合剂层被中和的区域的位置点处留下保留在目标基板上的微型装置。虽然上述描述叙述成表面632提供相对运动,但应当理解平台610、620的运动可提供一些或全部的必要相对运动。

[0062] 图3为用于将多个微型装置从供体基板转印至目标基板的方法300的流程图。图4-10为示出将多个微型装置从供体基板转印至目标基板的方法的示意性侧视截面图。

[0063] 如图4所示,由制造工厂制造具有微型装置110的阵列的供体基板100或从制造工厂接收具有微型装置110的阵列的供体基板100(步骤304)。

[0064] 如图5所示,供体基板100被定位成邻近转印装置630的表面632(步骤308)。供体基板被定向成使得微型装置110位于供体基板100的面向转印装置630的一侧上。转印装置包括粘合剂层420。粘合剂层420可以是可移除的转印基板400的部分。粘合剂层420可为粘合剂聚合物,例如未固化或部分固化的正性光刻胶。

[0065] 粘合剂层420跨越对应于微型装置110的阵列的表面632的至少一些部分延伸。在一些实施方式中,粘合剂层420为跨越所有微型装置110的连续的单一层。此种层的优势在于不需相对于供体基板100来精确地横向定位转印装置630。在一些实施方式中,粘合剂层632被分割成多个单独的岛(island),每个岛对应于微型装置110中之一。然而,在此种实施方式中,将需要横向定位转印装置630,使得这些岛与供体基板100上的微型装置110接触。

[0066] 可通过旋涂或液滴印刷将粘合剂层420施加至转印装置630的表面632。提供表面632的主体(例如背衬基板410)是对于将用于固化或溶解粘合剂层420的光的波长基本上透明的材料(例如玻璃或石英)。

[0067] 尽管图5示出了粘合剂层420作为连续层,但并非一定如此。举例而言,可按照对应于供体基板110上的微型装置110的位置的各个位置点施加粘合剂层420、或按照条纹或其它图案施加粘合剂层420。

[0068] 如图6所示,接着将转印装置630放置成邻近供体基板100,使得微型装置110粘附

至粘合剂层420(步骤312)。

[0069] 作为图5至图6所示方法的替代方案,粘合剂层420可直接沉积至供体基板100上,使得粘合剂材料至少覆盖微型装置110。举例而言,可跨越至少微型装置110的阵列来沉积粘合剂材料的毯覆连续层420。接着,可将转印装置630的表面632降低成与粘合剂层420接触。

[0070] 如图7所示,现在可移除供体基板100(步骤316),使微型装置110附接至转印装置630上的粘合剂层420。举例而言,红外热源(例如激光器)可用于熔化每个微型装置110附接至供体基板100的区域,从而将供体基板100从微型装置110脱离。

[0071] 参考图8,转印装置630可被定位以将微型装置110放置成与目标基板200接触(步骤320)。

[0072] 参考图8及图9,中和(例如移除或变性)对应于期望被输送至目标基板200的微型装置110的粘合剂层420的选定区域430(步骤324)。举例而言,可选择性地引导光450通过提供表面632的主体(例如背衬基板410)而至区域430。光可熔化或溶解粘合剂层420的区域430,或将区域430固化为非粘合剂成分。在一些实施方式中,光暴露粘合剂层420,并用显影剂移除暴露的部分。

[0073] 图11B示出了用于将微型装置从转印基板400转印至目标基板200的设备500。为了论述的目的,Z轴为垂直于转印基板400的平面的方向,且X轴及Y轴是平行于转印基板400的平面的两个垂直方向。通常,Z轴将为竖直轴,即与重力对齐,但并非必要。

[0074] 设备500包含支撑目标基板200的平台510及保持转印基板400的保持器520(例如边缘夹持致动器)。诸如线性致动器的致动器512可提供平台510和保持器520之间沿着Z轴的相对运动。如所绘示,致动器512可耦接至平台510及被配置成沿着Z轴移动平台510,同时保持器520保持静止,或反之亦然。

[0075] 在一些实施中,一或多个附加致动器提供平台510和保持器520之间沿着X轴及Y轴的相对运动。再次,致动器可被耦接至平台510且被配置成使平台510在X-Y平面中移动,同时保持器520保持静止,或反之亦然。举例而言,保持器520可被定位于在X-Y平面中提供运动的机械手臂上。

[0076] 设备500亦包含照射系统530。照射系统530包含光源532及用于将来自光源的光选择性地引导至转印基板400的背侧上的机构。在一实施方式中,照射系统530包含独立可控制的镜的二维阵列,例如数字微镜装置(DMD)534。照射系统530亦可包含将来自光源532的光引导至DMD 534的照射光学器件536及/或将由DMD 534的启动的镜反射的光引导至粘合剂层420上的投影光学器件538。通过控制DMD 534的哪些镜被启动,可选择性地引导光450至所欲的区域430。

[0077] 参考图11C,DMD 534可包含多个独立的镜550。每个镜550可独立地在第一位置和第二位置间倾斜,所述第一位置例如由镜550a所展示,其中来自光源532的入射光被反射及传递至投影光学器件538且照射成像平面(例如转印基板400上的粘合剂层)中的特定像素,所述第二位置例如由镜550b所展示,其中来自光源532的入射光沿着一路径反射使得反射光不会到达成像区域(例如转印基板400上的粘合剂层)。可将镜550支撑于在其上形成电路的基板554上方的柱552上,以控制各个镜550;许多其他形式的DMD是可能的。

[0078] 光源532可为弧光灯(例如水银弧光灯)或激光器(例如固态激光二极管)。捆绑的

一组光纤的一端可耦接至一或多个激光二极管;可将来自光纤的另一端的光引导至照射光学器件536或直接发送至DMD 534。

[0079] 包含DMD的照射系统的进一步论述可在美国专利公开案第2006/0282728、2016, 0219684及2016/0124316号中找到。特别地,美国专利公开案第2016/0124316号论述了一种光学系统,所述光学系统包含照射-投影光束分离器,所述照射-投影光束分离器可用于将来自光源532的光引导至DMD 534上且分离反射光450。

[0080] 在一些实施方式中,投影光学器件538的视野跨越整个转印基板400。在此种情况下,光450和转印基板400之间不需有横向运动。然而,在一些实施方式中,投影光学器件538的视野仅跨越转印基板400的一部分。在此种情况下,致动器可在转印基板400的曝光之间提供照射系统530和转印基板400之间在X-Y平面中的相对运动。

[0081] 照射系统530可包含镜的线性阵列而非镜的二维阵列,且致动器可提供照射系统530和转印基板400之间在X-Y平面中的相对运动,以使镜的线性阵列横跨转印基板400进行扫描。或者,照射系统530可包含镜的线性阵列,且致动器(例如检流计(galvo))可旋转线性DMD阵列534以使所得到的反射光横跨转印基板400进行扫描。

[0082] 作为另一实施方式,光束(例如来自激光器)可横跨转印基板400光栅扫描,及在扫描时所述光束经调变以提供与DMD相同的功能。举例而言,照射系统430可包含2轴镜万向架(gimbal),所述2轴镜万向架可使单个镜围绕两个垂直轴旋转,因而使光束沿着两个垂直轴在转印基板上扫描。作为另一示例,照射系统430可(沿着光束的路径)包含串联的两个振镜扫描器,其允许光束沿着两个垂直轴在转印基板上扫描。

[0083] 如图10及图12-13所示,一旦已照射选择的区域430,便可以将转印装置630提走,使选定的微型装置110a留在目标基板200上的位置中(步骤328)。未曝光的粘合剂层430上的剩余的微型装置110b保留在转印基板400上。

[0084] 参考图1至图2与图12至图13,供体基板100上(因而在转印装置630上)的微型装置的初始空间密度大于目标基板200上的位置点210的空间密度。然而,假定位置点210与转印基板上的特定微型装置110对准,只有与位置点210相对应的那些微型装置110才能被转印。举例而言,若间距PX2为间距PX1的整数倍且间距PY1是间距PX2的整数倍,则将转印每 $(PX2 * PY2) / (PX1 * PY1)$ 个微型装置110中的一个。对于矩形阵列而言,可每 $PX2 / PX1$ 列及每 $PY2 / PY1$ 行定位转印的微型装置110。

[0085] 如图13所示,所得到的转印装置630'将具有缺少微型装置110b的单元440。然而,转印装置630'可重新用于另外的目标基板200。简而言之,可重复步骤320、324、328,但使用不同的目标基板及使用来自转印装置630的不同组的微型装置。也就是说,转印装置630'可定位成与新的目标基板相邻,但不同组的微型装置与位置点120对准。举例而言,转印装置630'可针对每个周期移位一个单元。理想情况下,对于矩形阵列而言,此将允许使用转印装置630总共 $(PX2 * PY2) / (PX1 * PY1)$ 次。

[0086] 如图14所示,一些产品可能在每个单元205中需要不同类型的多个微型装置110i、110j、110k。举例而言,对于彩色LED显示器来说,可能需要三种微型LED,其中一者用于红色、一者用于蓝色及一者用于绿色。每个微型LED可提供子像素。对于子像素来说,各种图案是可能的。举例而言,不同的彩色子像素可简单地排列于单个行或列中。或者,举例而言,单元内的子像素可用具有两种颜色的两个子像素(例如红色及绿色)及第三种颜色的单个子

像素(例如蓝色)的梅花形(quincunx)图案布置(此种图案亦称为PenTile矩阵)。该转印技术可用于形成具有多于三个彩色子像素的显示器,例如具有红色、绿色、蓝色及黄色微型LED的显示器。

[0087] 不同颜色的LED可为具有发射不同颜色的光的磷光层的LED,或者不同颜色的LED可为具有不同彩色滤光片层的LED,或者不同颜色的LED可为发射白光但还包含吸收白光并再发射不同颜色的光的叠覆萤光体材料(此材料可为量子点)的LED。

[0088] 可用比目标基板所需更高的空间密度来在不同的供体基板上制造不同的微型装置,例如不同的彩色微型LED。接着可对每个供体基板执行转印处理。也就是说,可将来自每个特定供体基板的微型装置转印至其自己的转印基板。举例而言,可存在具有蓝色微型LED的转印基板、具有红色微型LED的转印基板及具有绿色微型LED的转印基板。对于每个转印基板来说,可针对每个单元转印微型装置至目标基板。

[0089] 如图15所示,在一些实施方式中,目标基板200为柔性基板。举例而言,目标基板200可为柔性电路且微型装置110可为微型LED,从而提供柔性的显示屏幕。或者或另外,目标基板200可为可拉伸的基板。

[0090] 上述论述已假定供体基板(以及因此目的基板)具有与用于目标基板上的每个单元的目标位置点适当对准的微型装置。这允许所有的微型装置在单次释放操作中(即同时曝光粘合剂层的所有相应区域)从转印基板转印至目标基板。

[0091] 然而,可能的情况是,供体基板上的微型装置之间的间隔使得在单次释放操作中不可能将所有微型装置转印至目标位置点。举例而言,间距PX2可能不是间距PX1的整数倍,及/或间距PY1可能不是间距PX2的整数倍。

[0092] 尽管如此,至少与必须取放各个微型装置相比,仍可实现制造产量的显著提高。参考图16,修改的处理允许将微型装置放置在具有任意间隔(相对于供体基板上的微型装置的原始间隔而言)的矩形阵列中。

[0093] 最初,微型装置110从供体基板转印至第一转印装置的第一表面,例如第一转印基板400a。微型装置110以沿X轴的间距PX1及沿Y轴的间距PY1布置在第一转印基板110上。接着将第一转印基板400a定位成邻近第二转印装置的第二表面,例如第二转印基板400b。并非一次将所有微型装置转印至第二转印基板,而是一次转印单列,其中第一转印基板在每个转印之间经历横向重新定位,以在其中一方向中提供适当的间隔。接着,微型装置一次一行地从第二转印基板转印至目标基板,其中第一转印基板在每次转印之间经历横向重新定位,以在另一方向中提供适当的间隔。

[0094] 举例而言,假设目标基板具有N行和M列的单元以接收微型装置110。将第一转印基板400a定位成与第二基板400b相邻,且将控制照射系统以照射对应于单列内的N个微型装置110的区域。因此,将含有N个微型装置110的单列转印至第二转印基板400b。接着,第一转印基板400a相对于第二转印基板400b沿着X轴移位,及控制照射系统以照射对应于另一单列内的另外N个微型装置100的区域,从而放置另一列的N个微型装置。此种移位和放置过程重复M-1次,直到M列N行的微型装置被转印至第二转印基板400b。第一转印基板400a相对于第二转印基板400b的移位量使得第二转印基板400b上的微型装置沿X轴的间距与目标基板的期望间距PX2匹配。微型装置沿Y轴的间距可为PY1,或可为PY1的整数倍。

[0095] 一旦M列N行的微型装置阵列被转印至第二转印基板400b,则可将微型装置110转

印至目标基板200。将第二转印基板400b定位成邻近第二基板400b,及控制照射系统以照射对应于单行中的M个微型装置110的区域。因此,包含M个微型装置110的单行将被转印至目标基板200。接着,第二转印基板400b相对于目标基板400b沿着Y轴移位,及控制照射系统以照射对应于在另一单行内的另外M个微型装置100的区域,因而放置另一行的M个微型装置。此种移位及放置过程重复N-1次,直到N行M列的微型装置被转印至目标基板200。第二转印基板400b相对于目标基板200的移位量使得目标基板200上的微型装置沿Y轴的间距与目标基板200的期望间距PY2匹配。因此,目标基板上的微型装置的间距现在为沿着X轴的PX2及沿着Y轴的PY2,其中PX1和PX2之间及PY1和PY2之间具有任意关系。

[0096] 此种多步骤转印过程的优点在于转印步骤的总数约为M+N。尽管对于高分辨率显示器而言,此M+N总数可仍为大数字,但此总数远小于单个取放所需的转印步骤的数量,即M*N。

[0097] 在一些实施方式中,在将微型装置转印至目标基板前,对这些微型装置进行检查或测试。可能在微型装置仍在供体基板上时进行测试,或者可能当微型装置在转印基板上时进行检查。对于检查或测试表明微型装置有缺陷的每个单元来说,转印系统的照射系统被控制为不照射对应于有缺陷的微型装置的转印基板的区域。因此,所识别的有缺陷的微型装置不转印至目标基板。目标基板上任何因此缺少微型装置的单元可在稍后的取放操作中接收功能微型装置。这允许目标基板及因此产品以非常高的产率来制造。

[0098] 对于一些实施方式来说,取决于需要微型装置的哪一侧接触目标基板,可能需要将微型装置转印至第三转印基板(其可在第一转印基板之前、在第二转印基板之后、或在第一转印基板和第二转印基板之间),以翻转微型装置。

[0099] 应当理解,虽然上述方法描述了表面安装单种微型装置的方法,但所述方法可包含多于一种微型装置。

[0100] 可实施控制器于数字电子电路、或计算机软件、固件或硬件或上述的组合中。控制器可包含一或多个计算机程序产品,即一或多个有形地体现于信息载体中(例如在非瞬态机器可读取储存媒介中或传播的信号中)的计算机程序,所述计算机程序用于由数据处理设备执行或控制数据处理设备的操作,数据处理设备例如可编程处理器、计算机、或多个处理器或计算机。计算机程序(亦称为程序、软件、软件应用或代码)可用任何形式的编程语言(包含编译或直译语言)编写且可用任何形式(包含作为独立程序或作为模块、部件、子程序或适用于计算环境的其他单元)部署。计算机程序可被部署以在一台计算机上或多台计算机上执行,所述多台计算机在一个站点处或分布于多个站点并由通讯网络互连。

[0101] 本说明书中描述的处理及逻辑流程可由执行一或多个计算机程序的一或多个可编程处理器执行,以通过对输入数据进行操作及产生输出来执行功能。处理及逻辑流程亦可由专用逻辑电路实施且设备亦可实施为专用逻辑电路,所述专用逻辑电路例如为FPGA(现场可编程门阵列)或ASIC(特殊应用集成电路)。

[0102] 已使用了定位术语,诸如垂直和横向。然而,应当理解,这些术语指相对定位,并非是关于重力的绝对定位。举例而言,横向为平行于基板表面的方向,而垂直为正交于基板表面的方向。

[0103] 本领域技术人员将理解,前述实施例是示例性的,而非限制性的。旨在让所有排列、增强、等同物及其改进包含于本公开内容的真实精神及范围内,所述所有排列、增强、等

同物及其改进对于本领域技术人员来说在阅读本说明书及研究附图后是显而易见的。因此,旨在使随附权利要求书包含落入这些教导的真实精神及范围内的所有此类修改、排列及等同物。

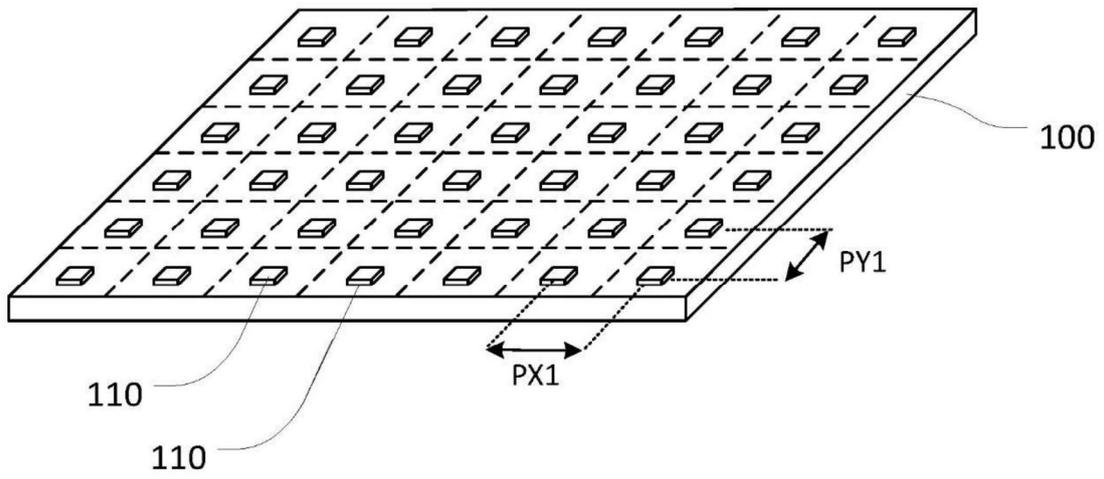


图1

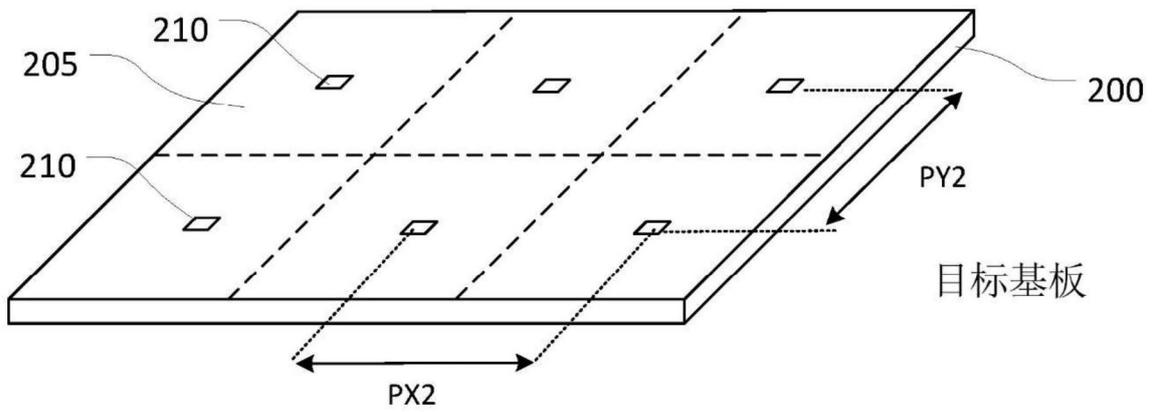


图2

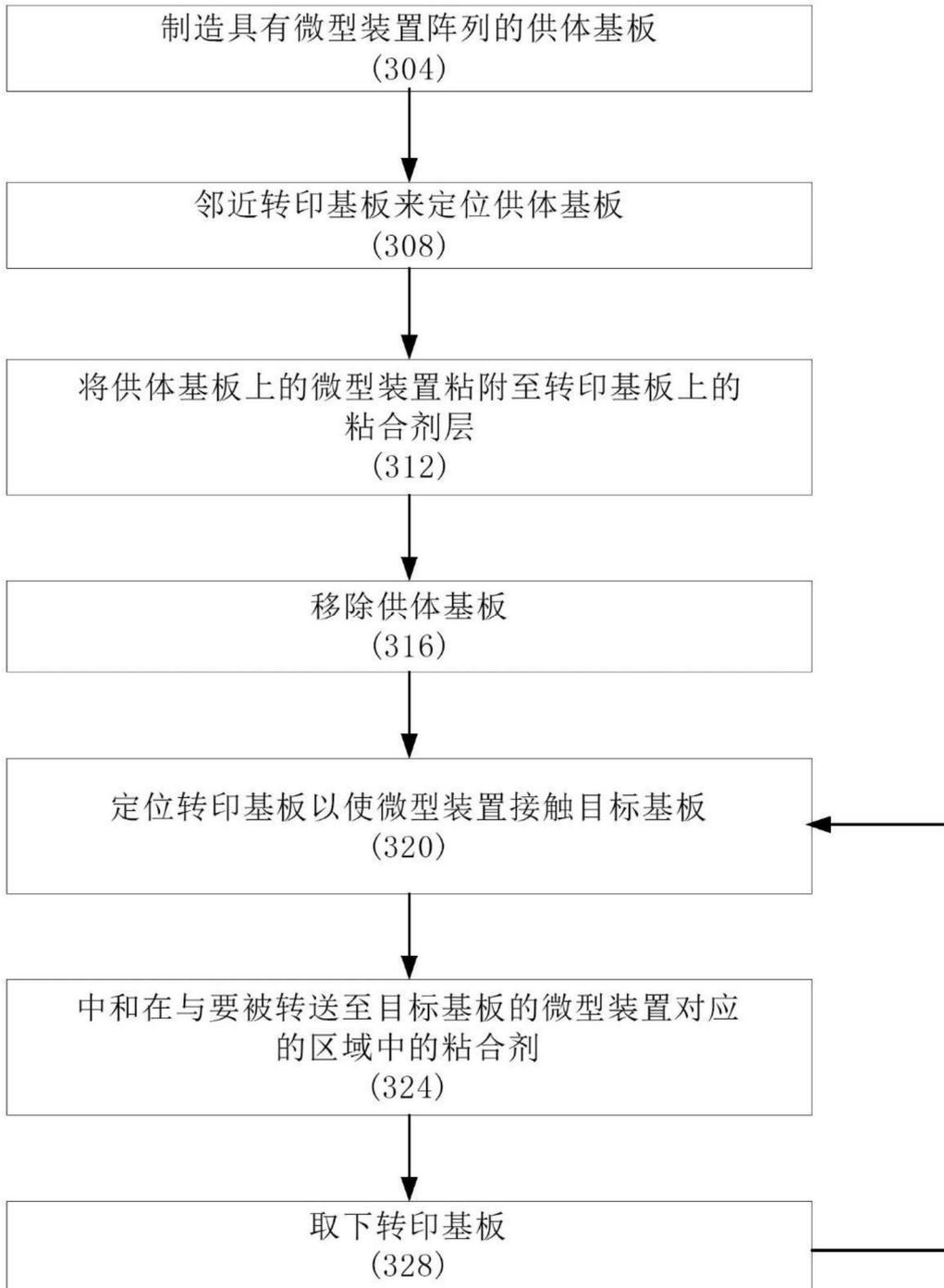


图3

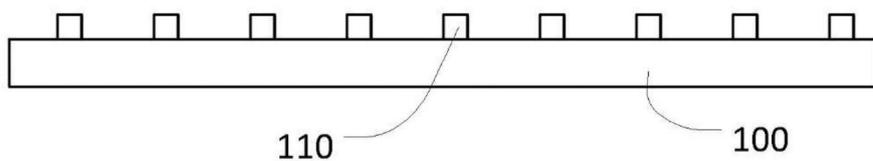


图4

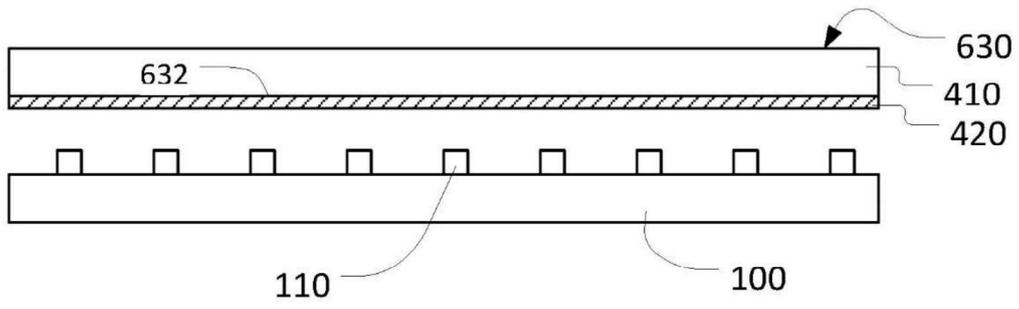


图5

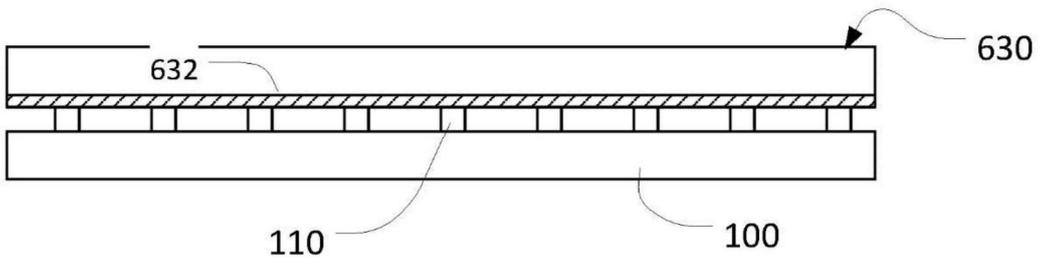


图6

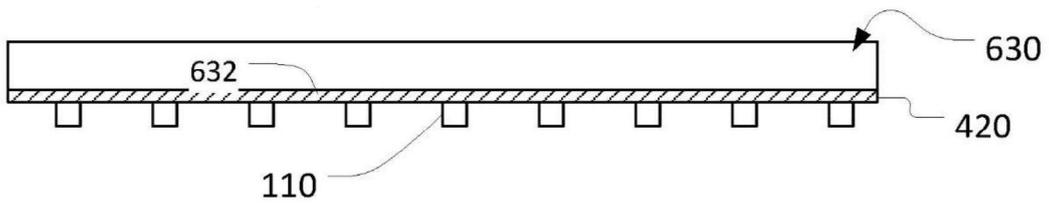


图7

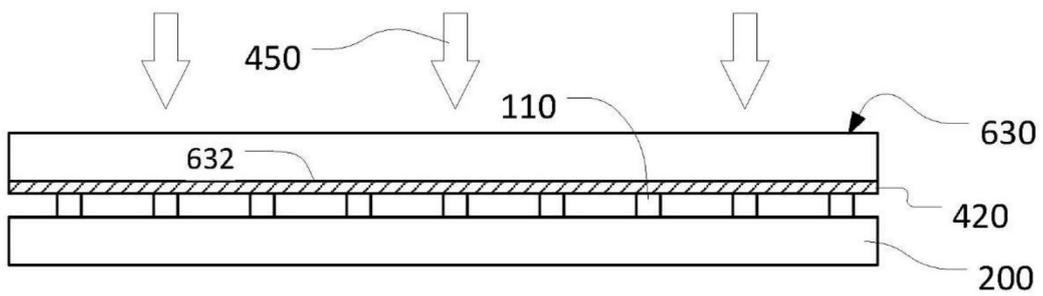


图8

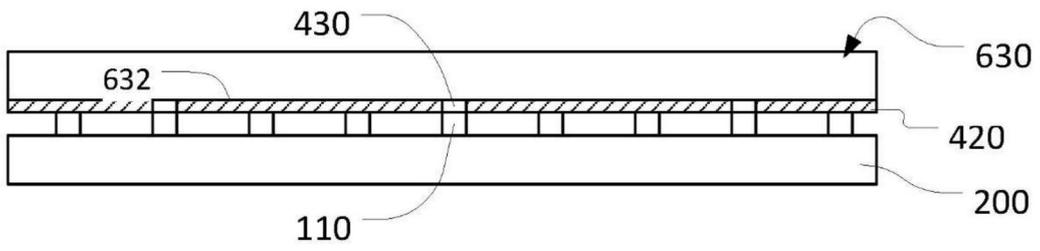


图9

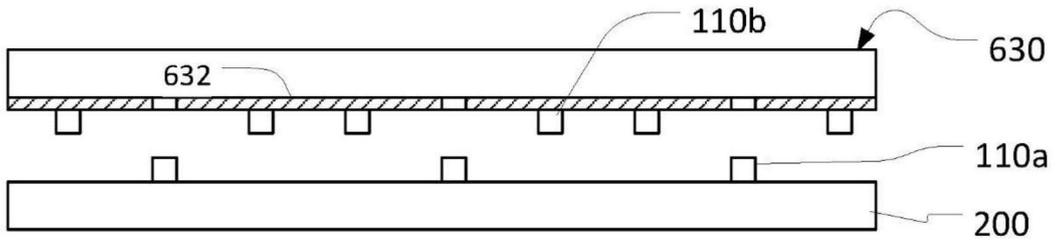


图10

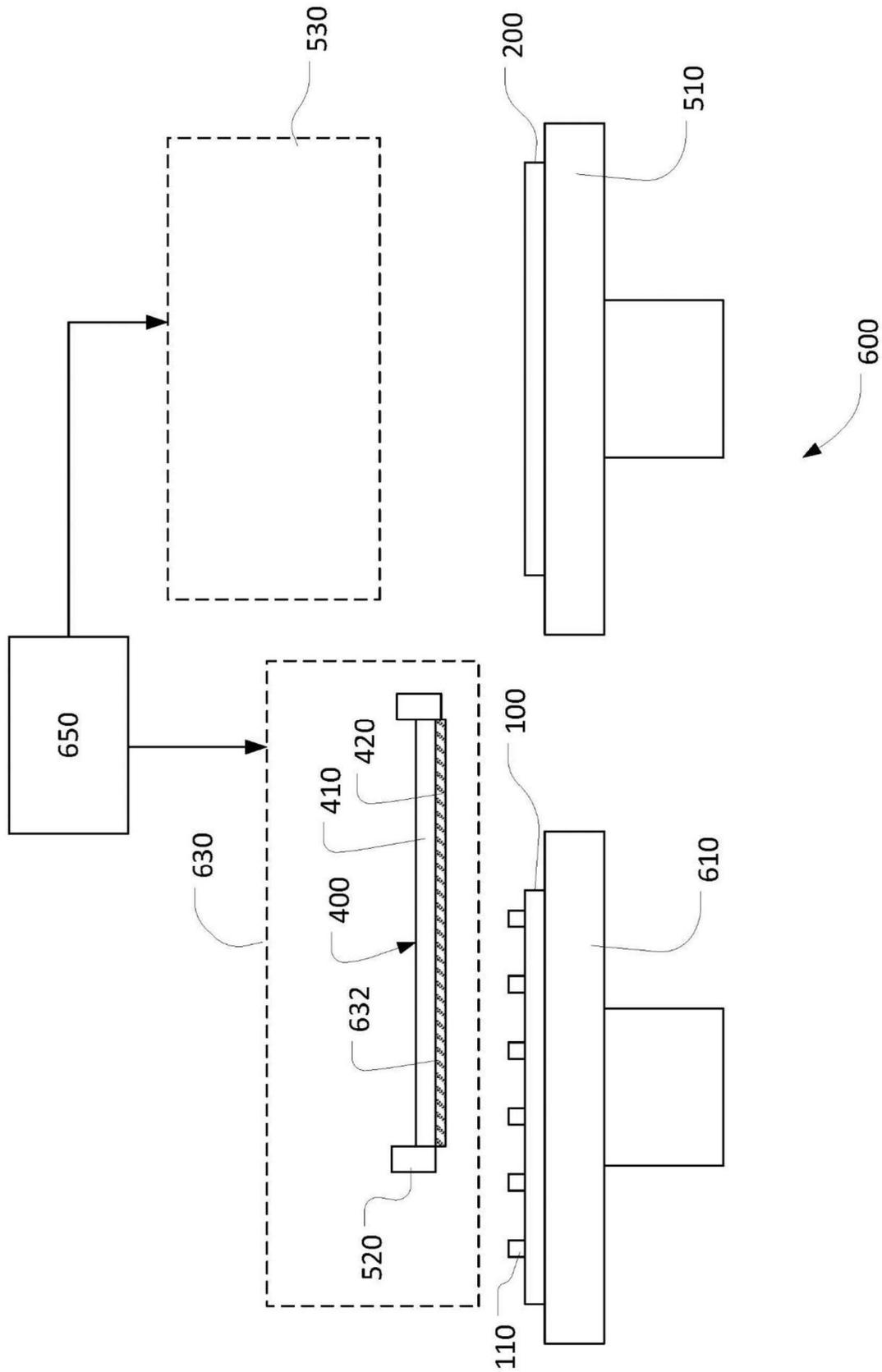


图11A

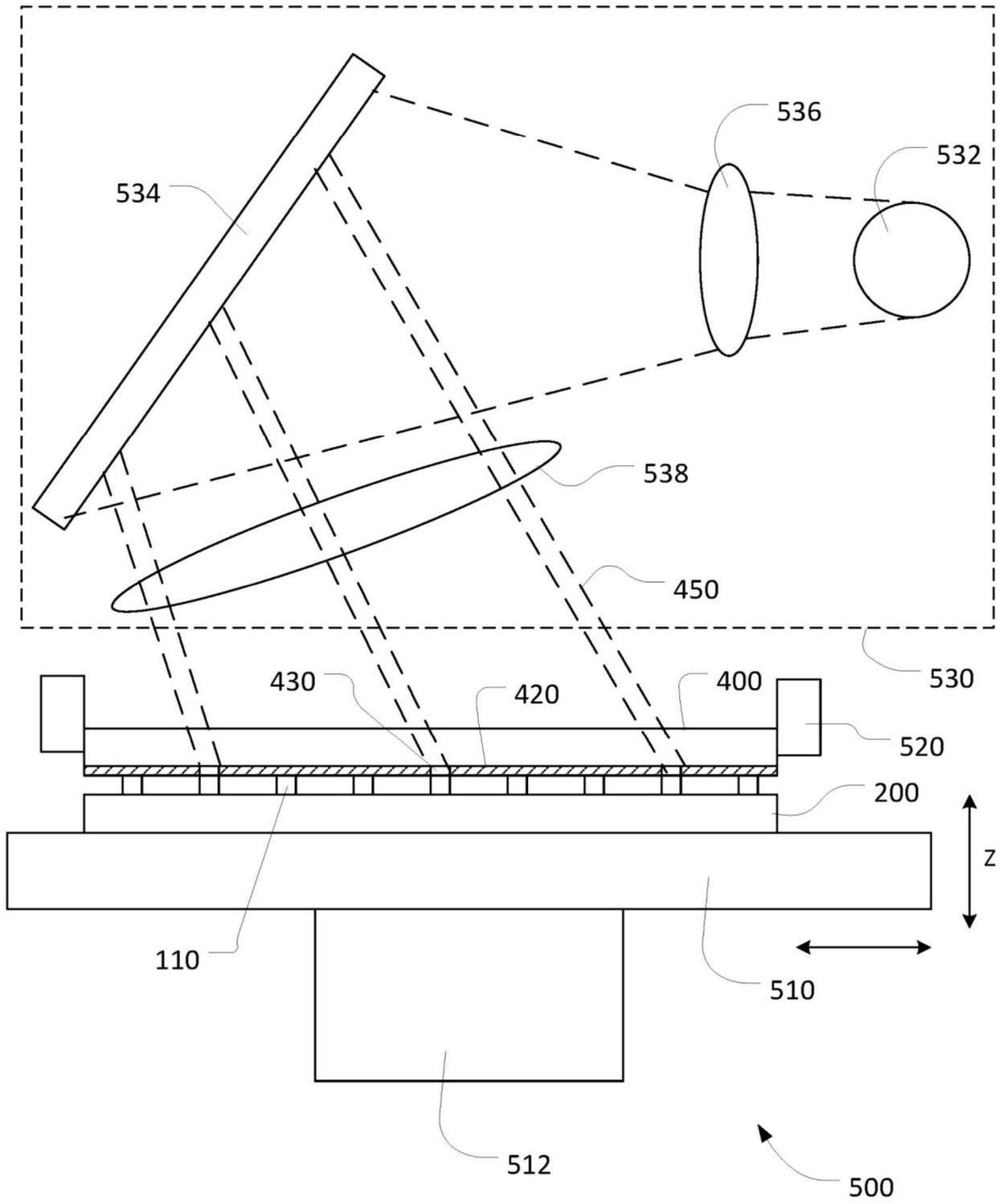


图11B

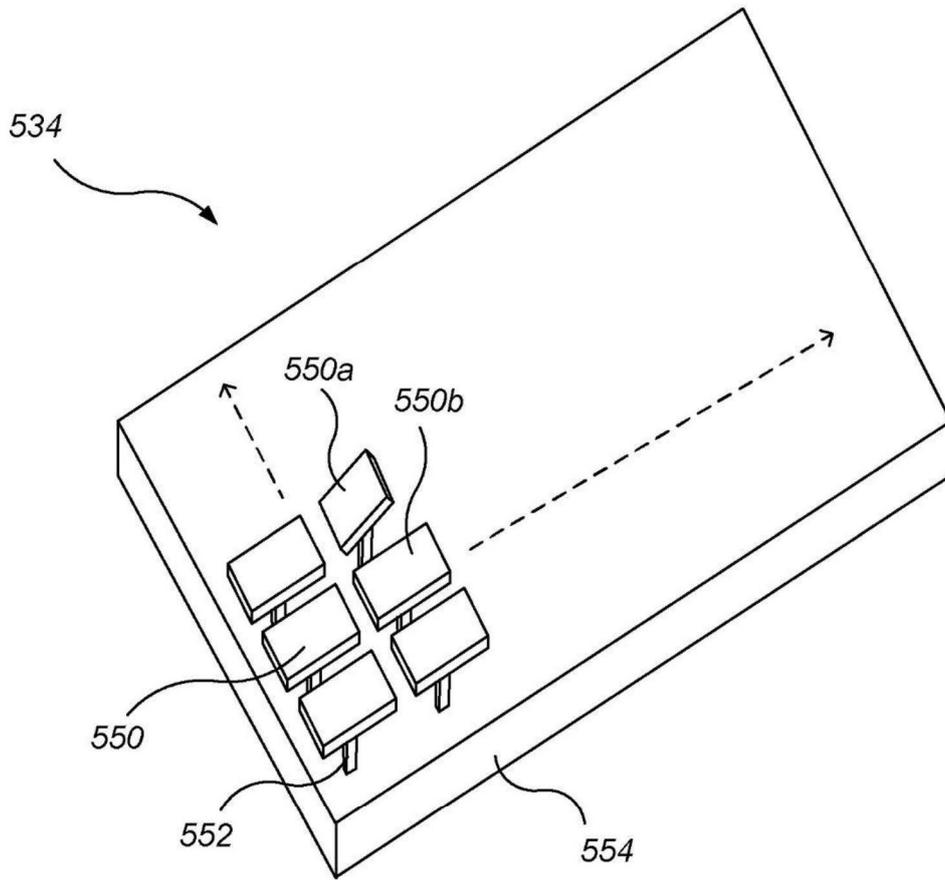


图11C

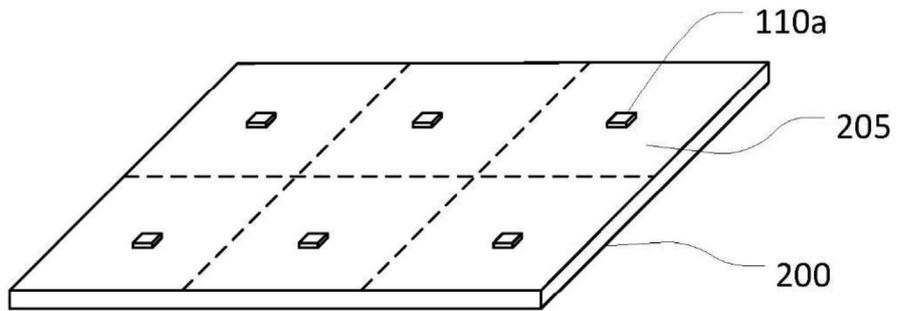


图12

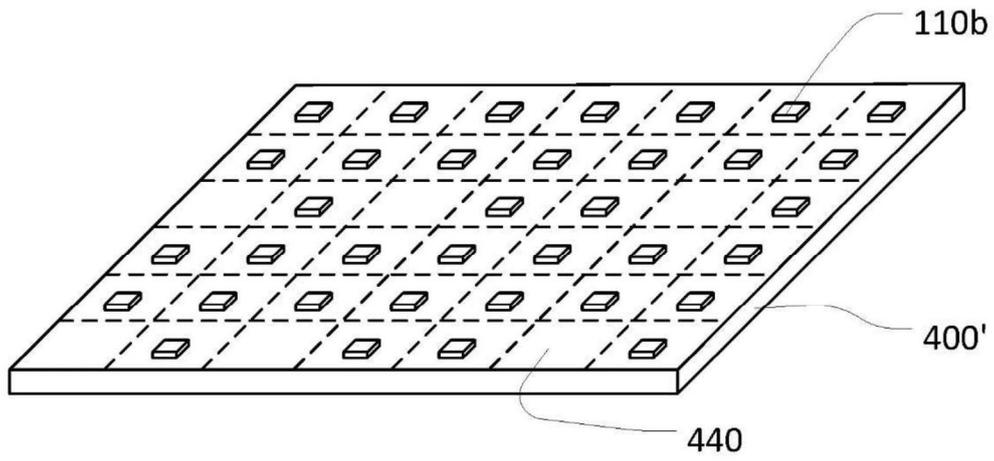


图13

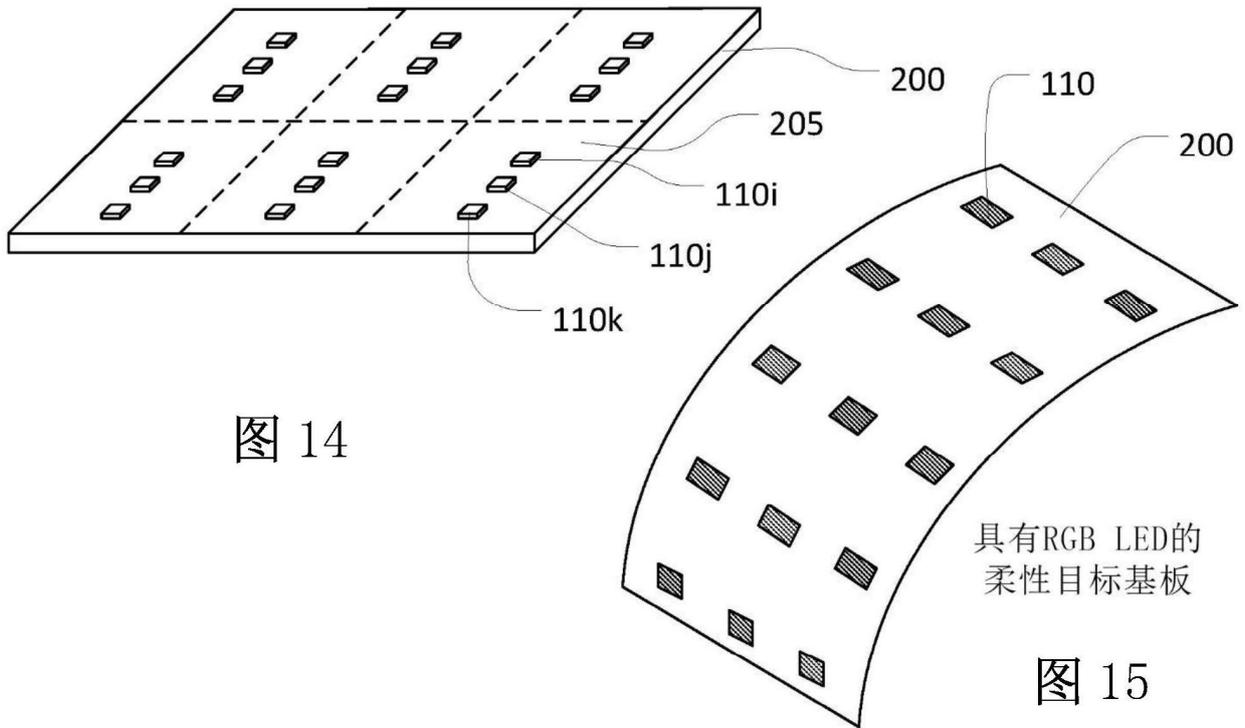


图 14

图 15

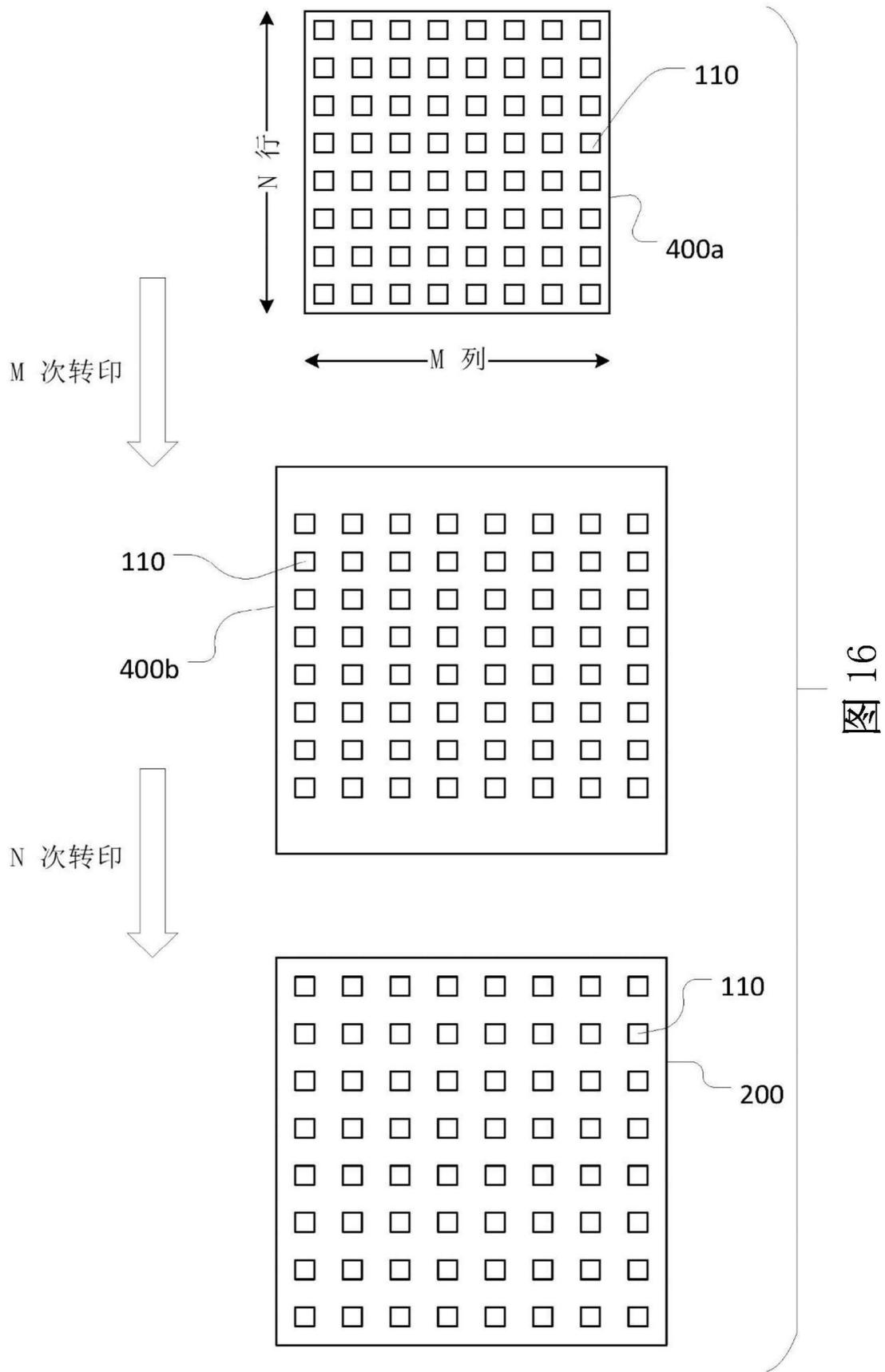


图16