



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111279269 B

(45) 授权公告日 2022.06.07

(21) 申请号 201880070079.1
 (22) 申请日 2018.08.23
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 111279269 A
 (43) 申请公布日 2020.06.12
 (30) 优先权数据
 62/578,217 2017.10.27 US
 15/962,981 2018.04.25 US
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2020.04.27
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/US2018/047836 2018.08.23
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02019/083598 EN 2019.05.02
 (73) 专利权人 应用材料公司
 地址 美国加利福尼亚州

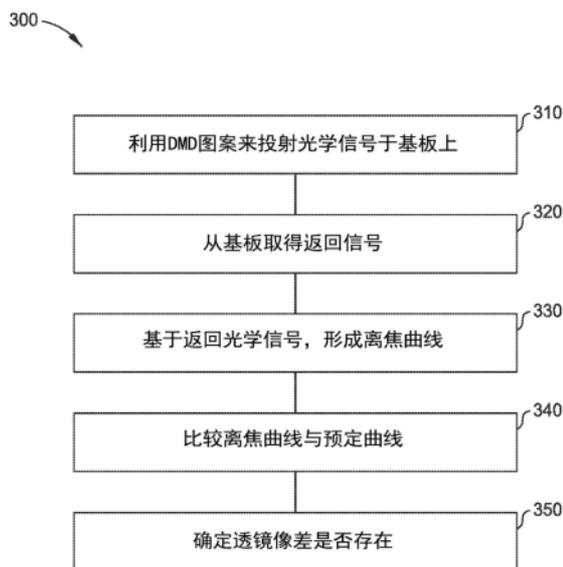
(72) 发明人 钟钦 安托尼·P·马内斯
 黄·J·郑
 (74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理
 有限公司 11006
 专利代理师 徐金国 赵静
 (51) Int.Cl.
 G03F 7/20 (2006.01)
 H01L 21/027 (2006.01)
 (56) 对比文件
 CN 1875411 A, 2006.12.06
 EP 2001022 A1, 2008.12.10
 CN 103250232 A, 2013.08.14
 AU 2003211559 A1, 2003.09.16
 JP 2006040951 A, 2006.02.09
 CN 101446772 A, 2009.06.03
 审查员 赵子甲
 权利要求书2页 说明书5页 附图12页

(54) 发明名称

用于衍射受限光学系统的透镜像差的经验检测

(57) 摘要

公开了一种在光刻系统中定性检测像差及确定数个像差形式的方法。此方法包括利用数字微型反射镜装置(digital micromirror device, DMD)图案来投射光学信号于可反射的基板上;在不同聚焦高度处(从高于至低于最佳焦点的范围)从基板取得返回光学信号;基于在多种聚焦高度处的返回光学信号,形成离焦曲线;比较离焦曲线与预定曲线,预定曲线为焦点的函数;及确定透镜像差是否存在。通过利用光刻系统的现存硬件来确定透镜像差是否存在,成本被维持在最少,及DMD图案在少于五分钟中产生离焦曲线而允许快速的校正。



1. 一种确定光刻系统中的焦点的方法,包括:
利用数字微型反射镜装置 (DMD) 图案来投射光学信号于基板上;
从所述基板取得返回光学信号;
测量所述返回光学信号的一或多个聚焦高度;
基于所述返回光学信号的所述一或多个聚焦高度,形成离焦曲线;
比较所述离焦曲线与预定曲线,其中所述预定曲线为焦点的函数;及
确定透镜像差是否存在。
2. 如权利要求1所述的方法,其中所述DMD图案为点5x5图案。
3. 如权利要求1所述的方法,其中所述光学信号为光束。
4. 如权利要求3所述的方法,其中所述光束具有范围为从约360nm至约410nm的波长。
5. 如权利要求3所述的方法,其中在开启位置及关闭位置的镜子的结合形成所述DMD图案。
6. 如权利要求1所述的方法,其中所述返回光学信号为光束,所述光束从所述光学信号的反射及转换产生。
7. 如权利要求1所述的方法,其中所述返回光学信号由相机取得。
8. 一种确定像差的方法,包括:
利用第一数字微型反射镜装置 (DMD) 图案来投射第一光学信号于基板上;
从所述基板取得第一返回光学信号;
基于所述第一返回光学信号,形成第一离焦曲线;
比较所述第一离焦曲线及预定曲线,其中所述预定曲线为焦点的函数;
确定透镜像差是否存在;
利用第二DMD图案来投射第二光学信号于所述基板上;
从所述基板取得第二返回光学信号;
基于所述第二返回光学信号,形成第二离焦曲线;及
比较所述第一离焦曲线与所述第二离焦曲线,以确定透镜像差形式。
9. 如权利要求8所述的方法,其中所述第一DMD图案为水平条纹。
10. 如权利要求8所述的方法,其中所述光学信号为光束。
11. 如权利要求10所述的方法,其中所述光束具有范围在从约360nm至约410nm的波长。
12. 如权利要求9所述的方法,其中所述第二DMD图案为垂直条纹图案。
13. 如权利要求8所述的方法,其中所述第一DMD图案为点5x5图案。
14. 如权利要求13所述的方法,其中所述第二DMD图案为垂直条纹图案。
15. 一种确定焦点的方法,所述方法包括:
利用第一数字微型反射镜装置 (DMD) 图案来投射第一光学信号于基板上;
从所述基板取得第一返回光学信号;
基于所述第一返回光学信号,形成第一离焦曲线;
比较所述第一离焦曲线及预定曲线,其中所述预定曲线为焦点的函数;
利用多个DMD图案来投射第二光学信号于所述基板上;
从所述基板取得第二返回光学信号;及
确定透镜像差形式。

16. 如权利要求15所述的方法,进一步包括:
基于所述第二返回光学信号,形成第二离焦曲线;及
比较所述第二离焦曲线与预定曲线,以确定所述透镜像差形式。
17. 如权利要求15所述的方法,其中所述DMD图案包括水平条纹图案及垂直条纹图案。
18. 如权利要求15所述的方法,其中所述光学信号为光束。
19. 如权利要求18所述的方法,其中所述光束具有范围在从约360nm至约410nm的波长。
20. 如权利要求18所述的方法,其中所述光束具有范围在从约400nm至约750nm的波长。

用于衍射受限光学系统的透镜像差的经验检测

技术领域

[0001] 本公开内容的实现方式一般地涉及数种用于处理一或多个基板的系统及方法,及更具体来说涉及数种执行光刻工艺的设备、系统及方法。

背景技术

[0002] 光刻(Photolithography)广泛地使用于制造半导体装置及显示器装置,例如是液晶显示器(liquid crystal displays,LCD)。大面积基板时常用于LCD的制造。LCD、或平面面板通常用于主动矩阵显示器,例如是计算机、触控面板装置、个人数字助理(personal digital assistants,PDA)、移动电话、电视(television monitors)、及类似装置。一般来说,平面面板可包括夹置于两个板材之间液晶材料形成数个像素的层。当来自电源的功率提供至液晶材料时,通过液晶材料的光总量可在像素位置进行控制而能够产生影像。

[0003] 一般应用微米印刷(microlithography)技术以产生电特征,合并成形成样素的液晶材料层的部分。根据此技术,光敏光刻胶通常涂覆于基板的至少一表面。接着,图案产生器利用光曝光光敏光刻胶的选择区域来作为图案的部分,以致使在选择区域中的光刻胶的化学改变来使得这些选择区域为后续材料移除和/或材料添加工艺做好准备,而产生电特征。在处理期间,透镜焦点为关键参数及可能显著地影响线路图案质量及准确性。焦点一般涉及平版印刷系统的光学子系统所产生影像的清晰度(clarity)。焦点的改变可能致使光刻胶分布的改变及印刷于光刻胶中的线路的形狀的改变。透镜像差是另一个关键工艺参数。透镜像差可能导致印刷于光刻胶中的线路的质量劣化,例如是焦点偏移、图案失真(distortion)及关键尺寸的不一致。透镜像差可由检查印刷的图案的质量确定;然而,此方法耗费时间且不可靠。

[0004] 因此,对光刻装置来说,需要用于确定装置像差量度的改良的光刻工具。

发明内容

[0005] 本公开内容的实现方式一般地涉及数种执行光刻工艺的方法。在一实现方式中,此方法包括:利用特定的数字微型反射镜装置(digital micromirror device,DMD)图案来投射光学影像于可反射的基板上;利用相机从基板取得返回光学影像的图像;基于处理返回光学影像,形成离焦曲线;比较离焦曲线与预定曲线,预定曲线为焦点的函数;及确定透镜像差是否存在。

[0006] 在另一实现方式中,公开了一种确定焦点的方法。此方法包括:利用第一DMD图案来投射第一光学影像于可反射的基板上;从基板取得第一返回光学影像;基于第一返回光学影像,形成第一离焦曲线;比较第一离焦曲线及预定曲线,预定曲线为焦点的函数;确定透镜像差是否存在;利用第二DMD图案来投射第二光学信号于基板上;从基板取得第二返回光学信号;利用第二返回光学信号确定透镜像差形式。

[0007] 在又一另外的实现方式中,公开了一种确定焦点的方法。此方法包括:利用第一DMD图案来投射第一光学信号于可反射的基板上;从基板取得第一返回光学影像;基于第一

返回光学影像,形成第一离焦曲线;利用第二DMD图案来投射第二光学影像于可反射的基板上;从基板取得第二返回光学影像;基于第二返回光学影像,形成第二离焦曲线;比较第一离焦曲线及第二离焦曲线,及确定特定透镜像差形式。

附图说明

[0008] 以上简要概述的本公开内容的上述特征能够被详细理解的方式、以及本公开内容的更特定描述,可通过参照实现方式获得,一些实现方式显示于所附图式中。然而,应注意的是,所附图式仅显示本公开内容的典型实现方式,因而不被视为对本公开内容的范围的限制,因为本公开内容可允许其他等同有效的实现方式。

[0009] 图1A是根据在此公开的实施方式的光刻系统的透视图。

[0010] 图1B是根据在此公开的实施方式的光刻系统的透视图。

[0011] 图2A是根据在此公开的实施方式的影像投射设备的透视图。

[0012] 图2B是根据在此公开的实施方式的影像投射设备的透视图。

[0013] 图3是检测透镜像差的方法的流程图。

[0014] 图4A是根据在此公开的实施方式的点(Dots) 5x5图案的示意图。

[0015] 图4B是根据在此公开的实施方式的点5x5光瞳影像的示意图。

[0016] 图5A-5E是根据在此公开的实施方式的来自点5x5图案聚焦曲线的聚焦曲线的图。

[0017] 图6A是根据在此公开的实施方式的水平条纹图案的示意图。

[0018] 图6B是根据在此公开的实施方式的垂直条纹图案的示意图。

[0019] 图7A是根据在此公开的实施方式的水平条纹图案聚焦曲线的图表。

[0020] 图7B是根据在此公开的实施方式的垂直条纹图案聚焦曲线的图表。

[0021] 为了便于了解,尽可能地,使用了相同的附图标号以标示于图式中共通的相同的元件。考虑到,一实施方式中的元件及特征在没有进一步描述下可有利地合并于其他实施方式中。

具体实施方式

[0022] 本公开内容的实现方式涉及一种在光刻系统中定性检测像差的方法。此方法包括:利用数字微型反射镜装置(digital micromirror device, DMD)来投射光学信号或图案于可反射的基板上;从基板取得返回光学信号;基于返回光学信号,形成离焦曲线(through focus curve, TFC);比较离焦曲线与预定曲线,预定曲线为焦点高度的函数;及确定透镜像差是否存在。通过利用光刻系统的现存硬件来确定透镜像差是否存在,成本被维持在最少,及收集关于DMD图案在不同聚焦高度的影像与基于收集的影像形成TFC的总时间少于五分钟,而允许快速的检测及诊断(diagnostics)。

[0023] 图1A是根据在此公开的实施方式的光刻系统100的透视图。光刻系统100包括底框110、板120、平台130、及处理设备160。底框110搁置于制造设施的地板上,及支撑板120。被动空气隔离器112位于底框110及板120的间。于一实施方式中,板120为整块的花岗岩,及平台130设置于板120上。基板140由平台130支撑。多个孔洞(未示出)形成于平台130中,用以让多个升降销(未示出)延伸通过所述孔洞。于一些实施方式中,升降销升起至延伸位置,以接收基板140,例如从一或多个传送机械手(未示出)接收。所述一或多个传送机器人用以装

载基板140及从平台130卸除基板140

[0024] 基板140包括任何适合的材料,例如,用作为平板显示器的一部分的石英。于其他实施方式中,基板140由其他材料制成。于一些实施方式中,基板140具有光刻胶层形成于其上。光刻胶对辐射敏感(sensitive)。正光刻胶包括光刻胶的数个部分,当光刻胶的这些部分暴露于辐射时,将相应地可溶解于光刻胶显影剂。此光刻胶显影剂在图案写入光刻胶中的后被提供至光刻胶。负光刻胶包括光刻胶数个部分,当光刻胶的这些部分暴露于辐射时,将相应地不可溶解于光刻胶显影剂。此光刻胶显影剂在图案写入光刻胶中的后被提供至光刻胶。光刻胶的化学成份决定光刻胶将为正光刻胶或负光刻胶。光刻胶的实例可包括但不限于以下项中的至少一种:重氮萘醌(diazonaphthoquinone)、酚醛树脂(phenol formaldehyde resin)、聚甲基丙烯酸甲酯(poly(methyl methacrylate))、聚甲基戊二酰亚胺(poly(methyl glutarimide))、及SU-8。用此方式,图案可产生于基板140的表面上,以形成电路。

[0025] 光刻系统100包括一对支撑件122及一对轨道124。此对支撑件122设置于板120上,并且板120及此对支撑件122为一件式材料。此对轨道124由此对支撑件122支撑,及平台130在X方向中沿着轨道124移动。于一实施方式中,此对轨道124为一对平行磁性轨道。如图所示,此对轨道124的各轨道124为直的。于其他实施方式中,一或多个轨道124不是直的。编码器126耦接于平台130,以提供位置信息至控制器(未示出)。

[0026] 处理设备160可包括支撑件162及处理单元164。支撑件162设置于板120上,及包括开口166。开口166用以让平台130在处理单元164的下方通过。处理单元164由支撑件162支撑。于一实施方式中,处理单元164为用以在光刻工艺中曝光光刻胶的图案产生器。于一些实施方式中,图案产生器经配置以执行无掩模平板印刷工艺(maskless lithography process)。处理单元164包括多个影像投射设备(示出于图2A及2B中)。于一实施方式中,处理单元164包含多达84个影像投射设备。各影像投射设备设置于盒165中。处理设备160用于执行无掩模直接图案化(maskless direct patterning)。

[0027] 在操作期间,平台130在X方向中从图1中所示的装载位置移动至处理位置。当平台130在处理单元164的下方通过时,处理位置为平台130的一或多个位置。在操作期间,平台130由多个空气轴承(未示出)升举,及从装载位置沿着这对轨道124移动至处理位置。多个垂直导引空气轴承(未示出)耦接于平台130及位于相邻各支撑件122的内部墙128的位置,以稳定平台130的移动。通过沿着轨道150移动使平台130也在Y方向中移动,以用于处理和/或转位(indexing)基板140。平台130能够独立操作,及可于一方向中扫描基板140及于另一方向中步进(step)。

[0028] 测量系统实时测量平台130中的每一个的X及Y横向位置坐标,使得这些影像投影设备中的每一个可准确地定位图案,图案被写入覆盖基板的光刻胶中。测量系统也实时测量平台130中的每一个绕着垂直或Z轴的角位置。角位置测量可在利用伺服机构扫描期间被使用以保持角位置不变,或角位置测量可用以由影像投射设备270供应对写入基板140上的图案的位置的修正,如图2A及2B中所示。这些技术可结合使用。

[0029] 图1B是根据在此公开的实施方式的光刻系统200的透视图。光刻系统200类似于光刻系统100;然而,光刻系统200包括两个平台130。两个平台130中的每一个能够独立操作及可于一方向中扫描基板140及于另一方向中步进。于一些实施方式中,当两个平台130中的

一个扫描基板140时,两个平台130中的另一个卸除曝光的基板并装载下一个要曝光的基板。

[0030] 图1A及1B描绘光刻系统的两个实施方式,而此处也其他系统及配置。举例来说,也考虑包括任何适合数量的平台的光刻系统。

[0031] 图2A是根据一实施方式的影像投射设备270的透视图,而有益于光刻系统,例如是光刻系统100或光刻系统200。影像投射设备270包括一或多个空间光调变器280、对准及检查系统284、及投射光学器件286,对准及检查系统284包括焦点传感器283及相机285。影像投射设备的部件根据所使用的空间光调变器改变。空间光调变器包括但不限于:微发光二极管(microLEDs)、数字微型反射镜装置(digital micromirror devices,DMDs)及液晶显示器(liquid crystal displays,LCDs)。

[0032] 在操作中,空间光调变器280用以调变投射通过影像投射设备270且至基板的光的一或多个性质,例如是振幅、相位、或偏振,基板例如是基板140。对准及检查系统284用于对准及检查影像透射设备270的部件。于一实施方式中,焦点传感器283包括多个激光,这些激光导引通过相机285的透镜及通过相机285的透镜返回,并成像至传感器上,以检测影像投射设备270是否对准焦点。相机285用以对例如是基板140的基板成像,以确保影像投射设备270的对准及光刻系统100或200准确或在预定公差内。投射光学器件286用以投射光至例如是基板140的基板上,投射光学器件286例如是一或多个透镜。

[0033] 图2B是根据此处所述实施方式的影像投射设备281的示意图。于图2B中所示实施方式中,影像投射设备281使用一或多个DMD 289作为空间光调变器。影像投射设备281为影像投射系统290的一部分。除了对准及检查系统284及投射光学器件286之外,影像投射系统290包括光源272、孔274、透镜276、截头棱镜组件(frustrated prism assembly) 288、一或多个DMD289(示出一个)、及光储存器282。光源272为能够产生具有特定波长的光束的任何适合的光源,例如是发光二极管(light emitting diode,LED)或激光器。于一或多个实施方式中,光束具有范围为从约400nm至750nm的波长。于另一实施方式中,预定波长在蓝光或近紫外线(ultraviolet,UV)范围中,例如是少于450nm。举例来说,光束具有范围为从约360nm至约410nm的波长。截头棱镜组件288包括多个反射表面。作为一例子来说,投射光学器件286为6x物镜。

[0034] 在操作如图2B中所示的影像投射设备281期间,具有预定波长的光束273由光源272产生。此预定波长例如是在蓝光范围中的波长。光束273由截头棱镜组件288反射至DMD 289。DMD包括多个镜子,及镜子的数量对应于将投射的像素的数量。在一实现方式中,DMD 289包括2,560x1,600个镜子。这些镜子可独立地控制,并且利用控制器(未示出),基于提供至DMD 289的掩模数据而使这些镜子中的各镜子处在“开启(on)”位置或“关闭(off)”位置。在一个实现方式中,在“开启”位置及“关闭”位置中的镜子的组合形成所需的图案。当光束273到达DMD 289的镜子时,处在“开启”位置的镜子反射光束273,例如形成这些写入光束,而至投射光学器件286。投射光学器件286接着投射写入光线至基板140的表面。处在“关闭”位置的镜子反射光束273至光储存器282,而不是基板140的表面。

[0035] 图3是描绘了检测透镜像差的方法300的流程图。在操作310,DMD用于投射光学信号图案至基板上的目标。特别是,窄的光束273经过不同的DMD图案导引通过投射光学器件286的光瞳的一侧。

[0036] 在一个实现方式中,DMD图案为点5x5图案影像,如图4A中所示。在另一方面中,在点5x5图案中所投射的光学影像具有大的光瞳,如图4B中所示,以撷取基板上的光学器件的较大面积。于图4A及4B中,“1”表示在“开启”位置的镜子,及“0”表示在“关闭”位置的镜子。

[0037] 图5A-5E为来自点5x5图案聚焦曲线的聚焦曲线的图。这些聚焦曲线包括没有像差(图5A)、球面(图5B)、X/Y彗形像差(coma)(图5C)、45°像散(astigmatism)(图5D)、及90°像散(图5E)。

[0038] 在另一实现方式中,DMD图案为水平条纹图案,如图6A中所示。在另一实现方式中,DMD图案为垂直条纹图案,如图6B中所示。于图6A及6B中所示,“1”表示在“开启”位置的镜子,及“0”表示在“关闭”位置的镜子。水平及垂直图案中的各个具有描绘出像散的影响的聚焦曲线,如水平条纹图案(图7A)及垂直条纹图案(图7B)的图式中所示。在另一实现方式中,DMD图案为灰阶或45°条纹图案(未示出),例如是水平及垂直图案的混合。

[0039] 在另一个实现方式中,使用多个DMD图案。举例来说,垂直条纹及水平条纹图案两者可结合使用。DMD图案的不同结合会对特定像差形式敏感。举例来说,水平及垂直条纹图案对像散(90°)像差更为敏感,而45°条纹图案对45°像散更为敏感。更特别是,水平条纹图案用以检测X-彗形像差及垂直条纹图案用于检测Y-彗形像差。再者,45°条纹图案可包括a+45°条纹图案和/或a-45°条纹图案。

[0040] 在方法300的操作320,从基板取得返回光学信号。在操作330,基于返回光学信号而产生离焦曲线。光束273以一斜角射至基板140且反射回来,使得光束行经光瞳的相反侧,而产生离焦曲线(through focus curve,TFC)影像。影像投射检测器或相机准确地测量返回影像的TFC形状、对称性、宽度、及强度,以确定是否存有透镜像差。在一个实现方式中,产生暗场单通(dark field single pass)光束。在另一个实现方式中,产生明场双通(bright field double pass)TFC光束。在操作340及350,接着比较TFC影像与预定曲线,以确定像差是否存在。预定曲线为焦点的函数。在一个实现方式中,预定曲线是基板的聚焦曲线,而没有任何像差。点5x5图案具有大的光瞳影像,而产生表示出任何局部透镜像差的表现的TFC曲线。举例来说,点5x5图案中的改变可能与球面透镜像差、彗形像差及像散像差相关联(correlated)。当与默认曲线相比较时,点5x5图案中的非对称改变指示球面透镜像差。当与预定曲线相比较时,点5x5图案中的扩大改变指示彗形像差及像散像差。可利用基板140的焦点位置的改变,以使投射光学器件286回到良好的焦点。这种改变与散焦(defocus)的总量及通过存在的像差的形式所确定的影像移动的方向成比例。

[0041] 通过利用光刻系统的现存硬件来确定透镜像差是否存在,成本维持在最少。此外,DMD图案在少于五分钟中产生TFC影像而允许快速校正,以消除具有误差及不再为可使用产品的浪费的印刷基板。最后,通过利用多种DMD图案,不仅确定出像差,还确定出像差的形式,这样提供重要的透镜校正。

[0042] 虽然前述针对本公开内容的实现方式,但在不脱离本发明基本范围的情况下可设计本公开内容的其他和进一步的实现方式,并且本发明的保护范围由随附的权利要求书来确定。

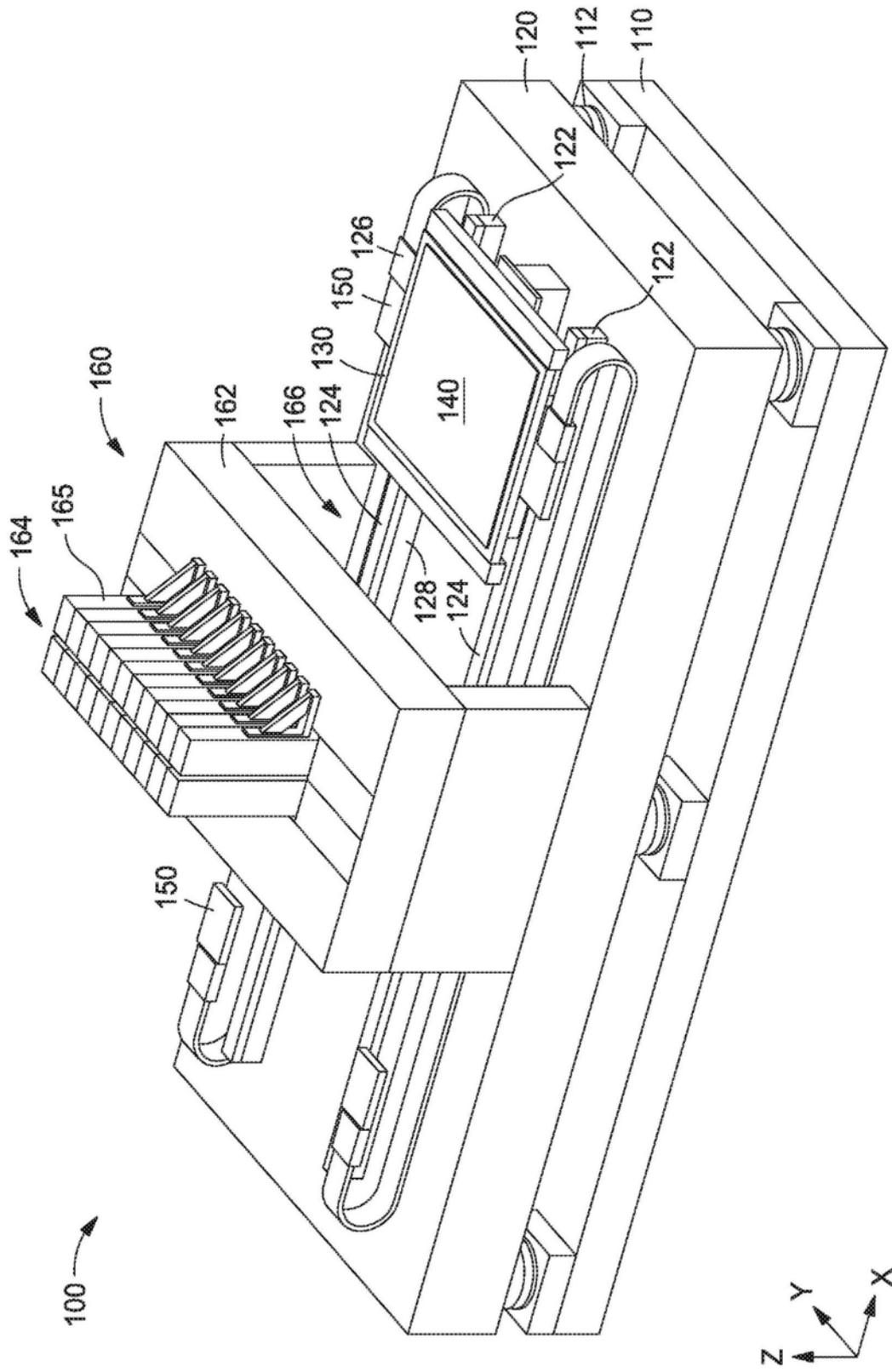


图1A

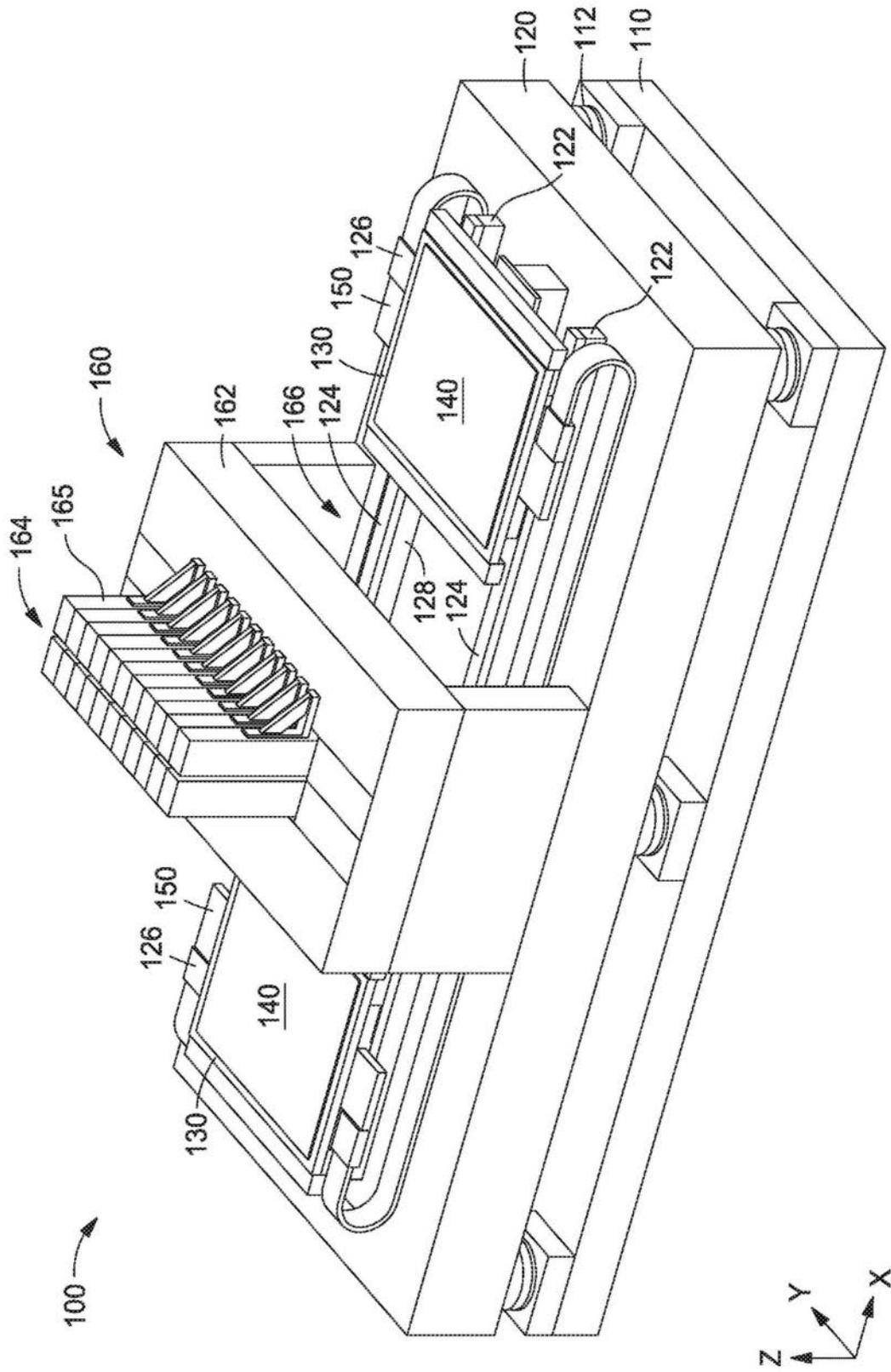


图1B

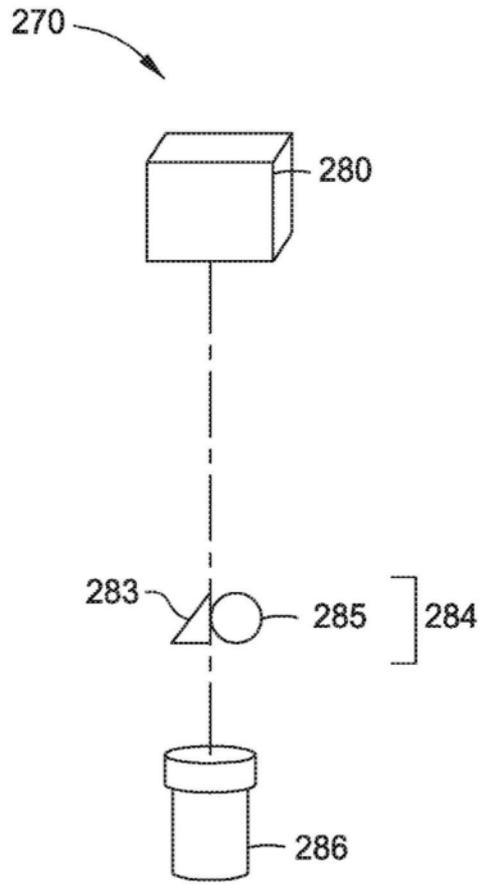


图2A

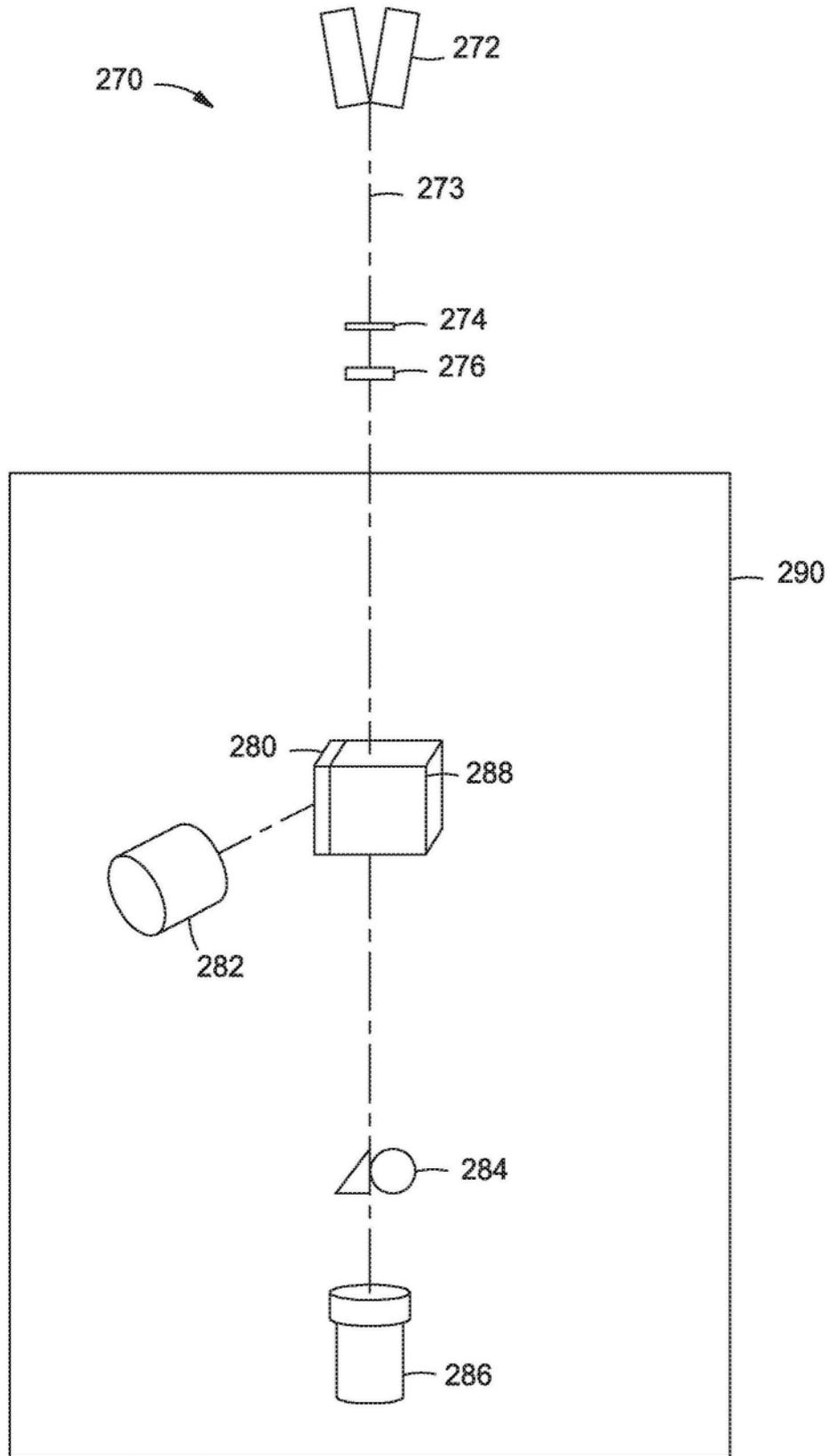


图2B

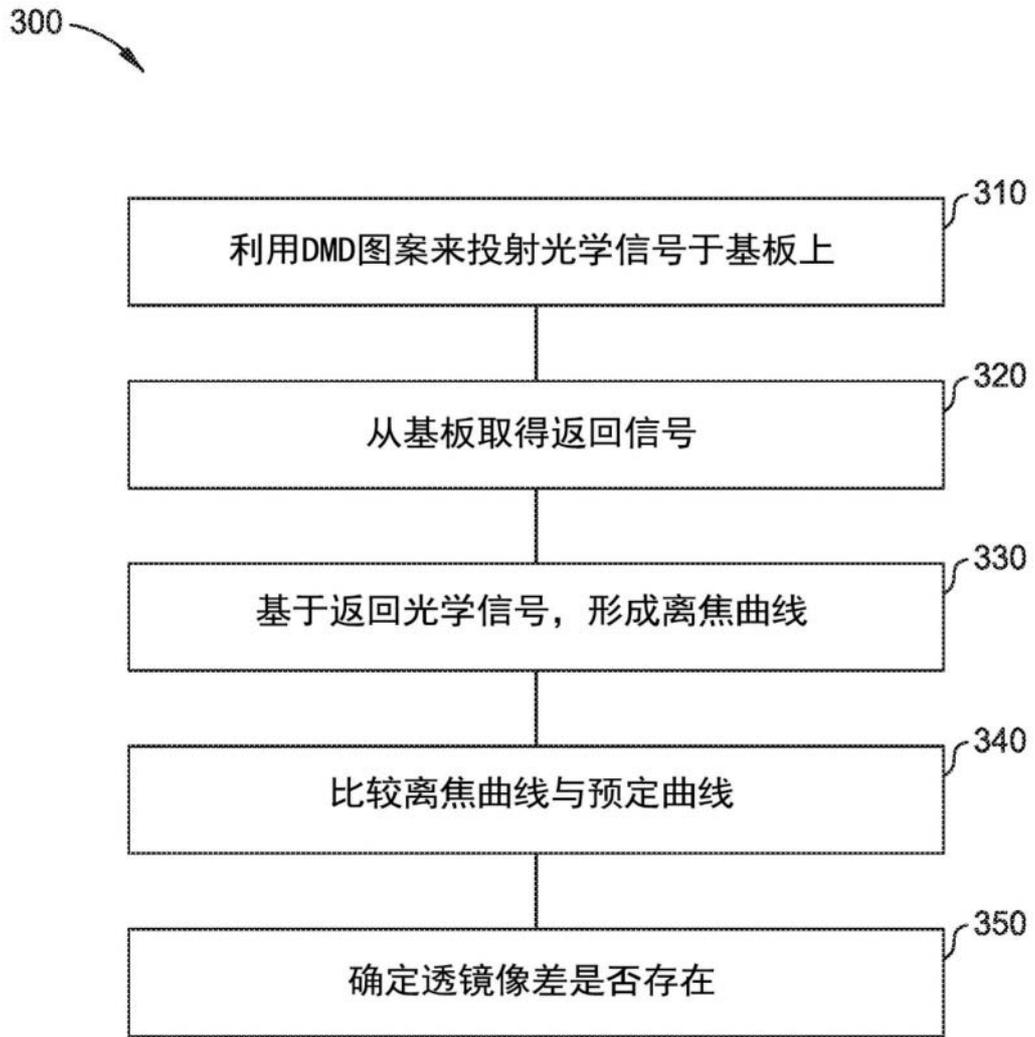


图3

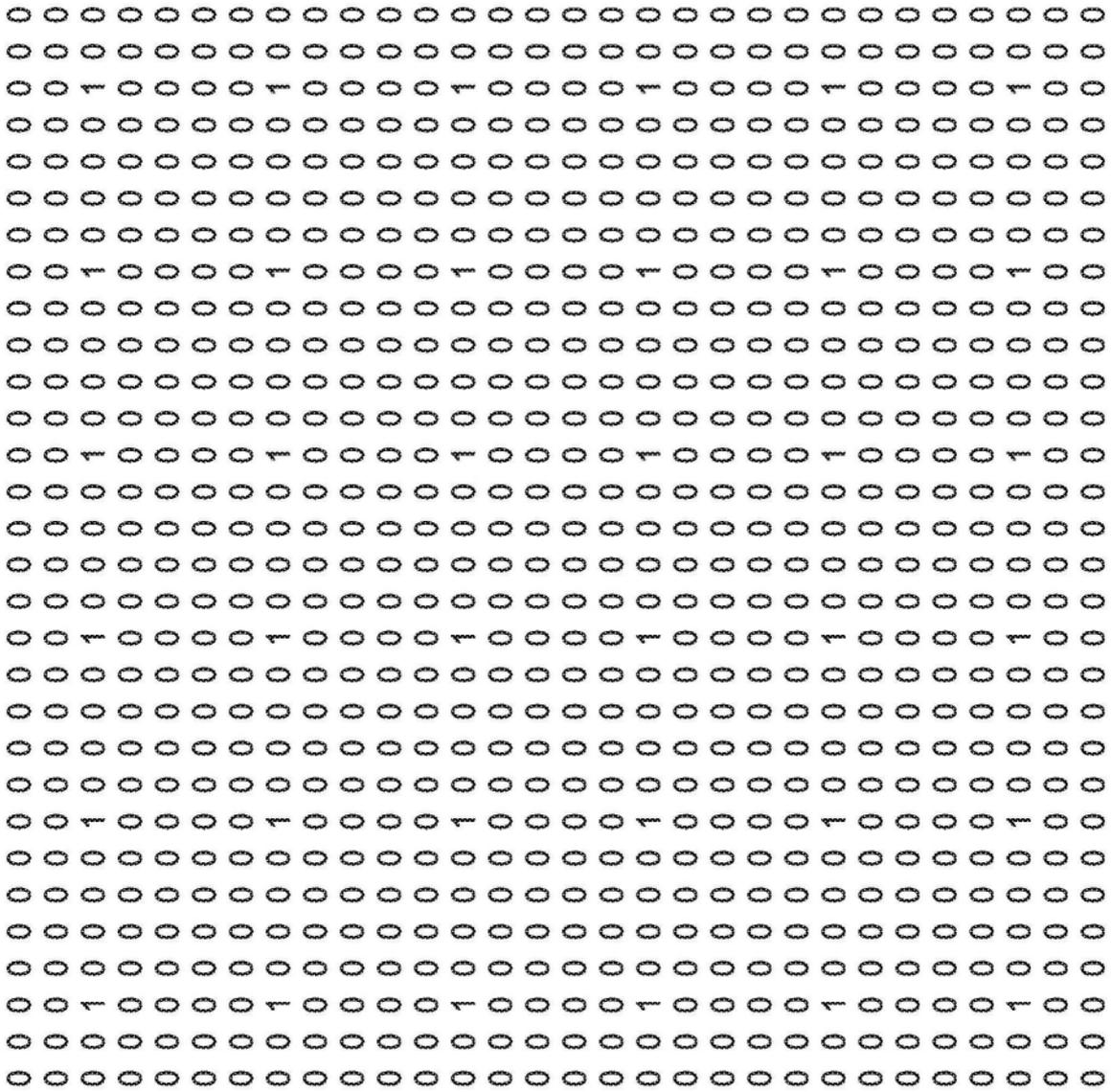


图4A

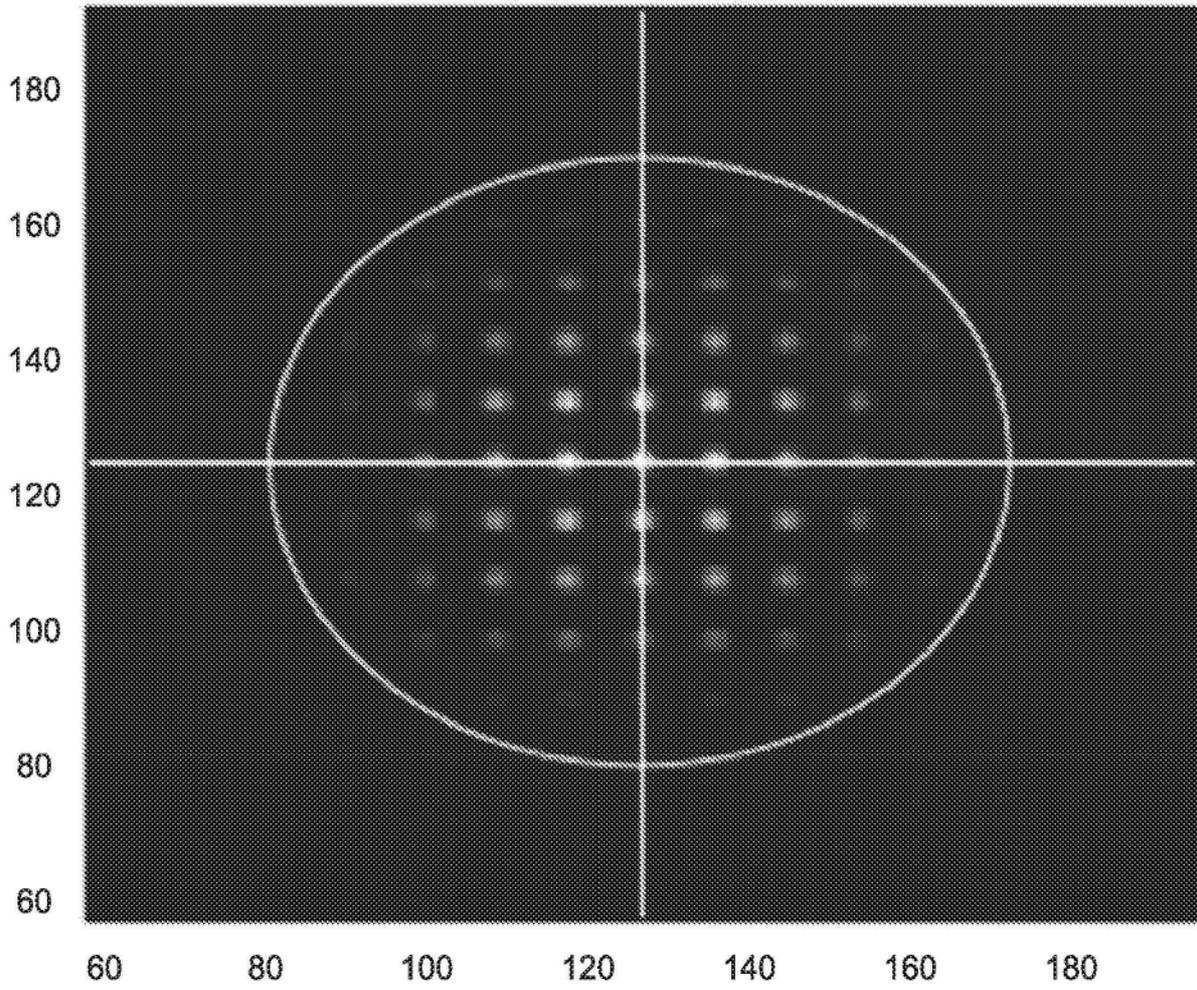


图4B

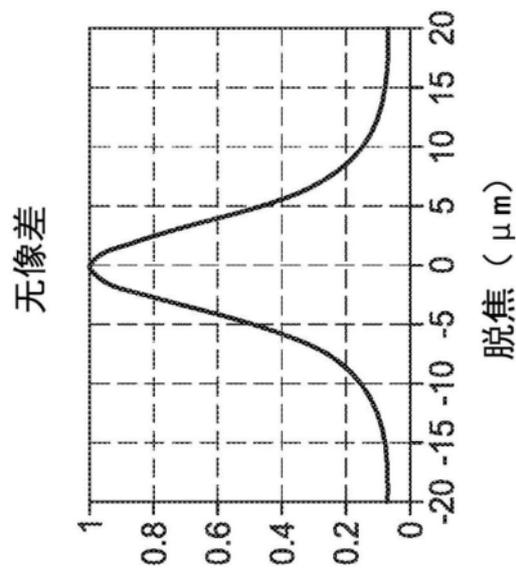


图5A

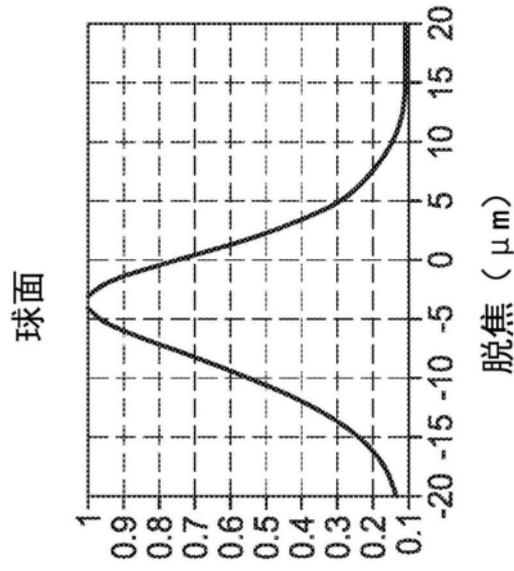


图5B

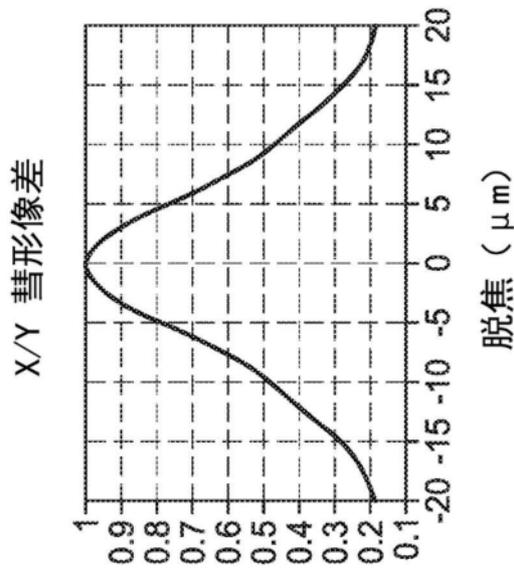


图5C

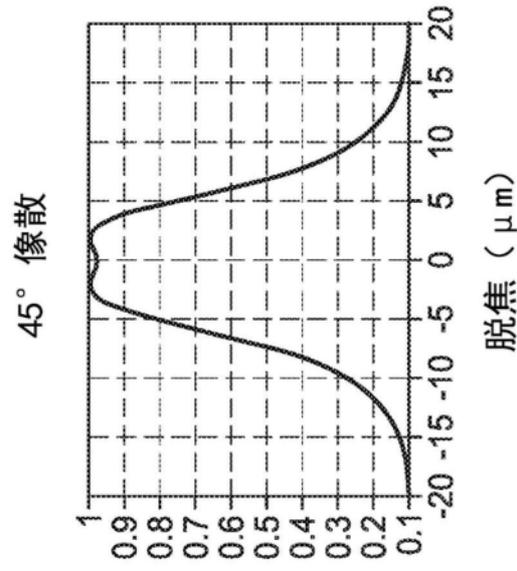


图5D

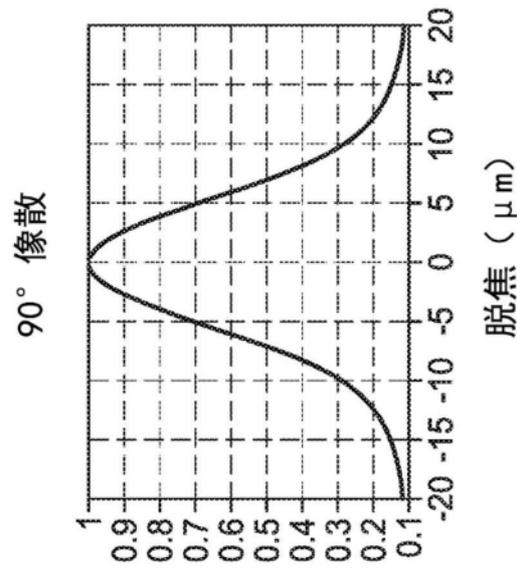


图5E

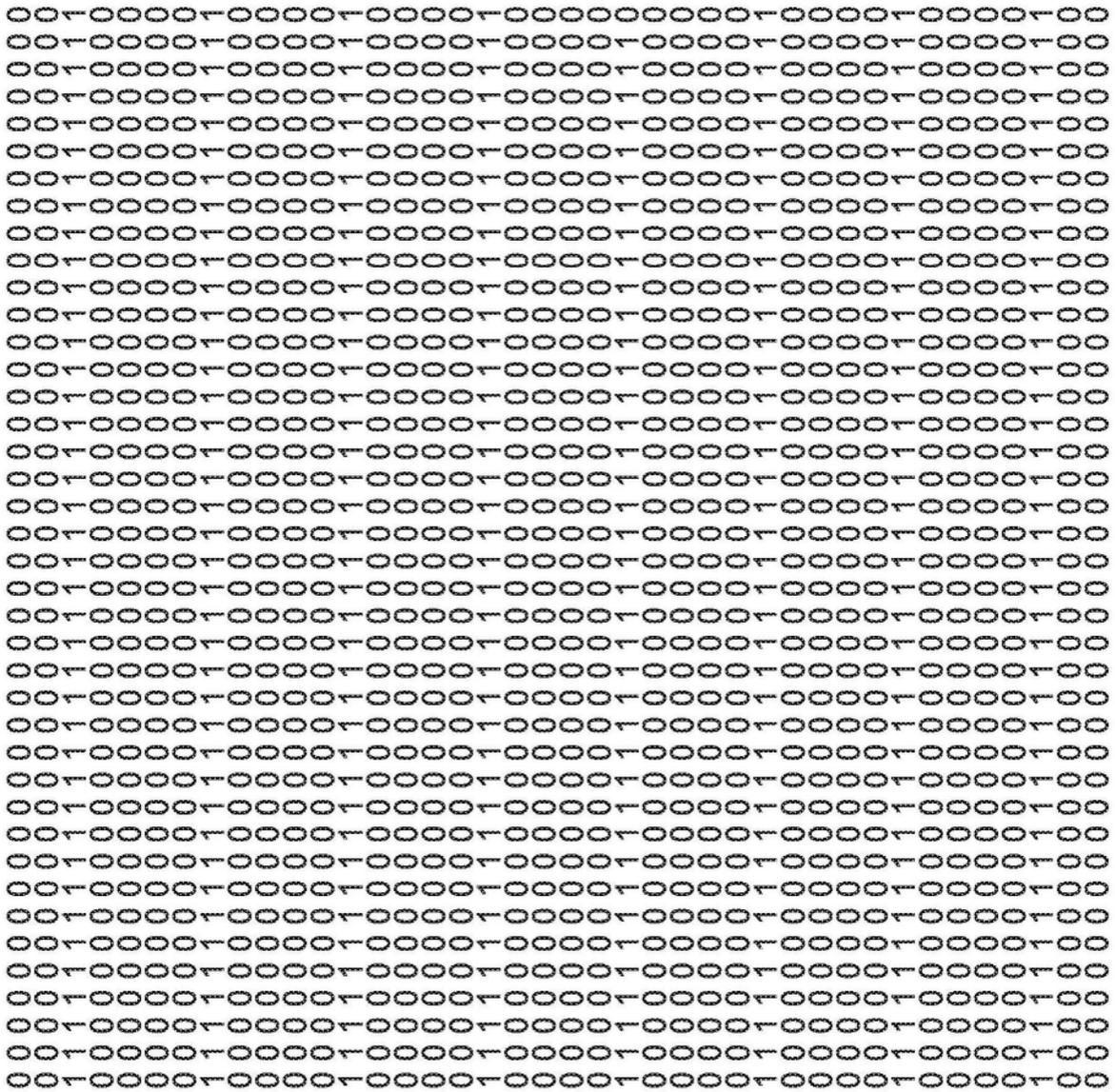


图6A

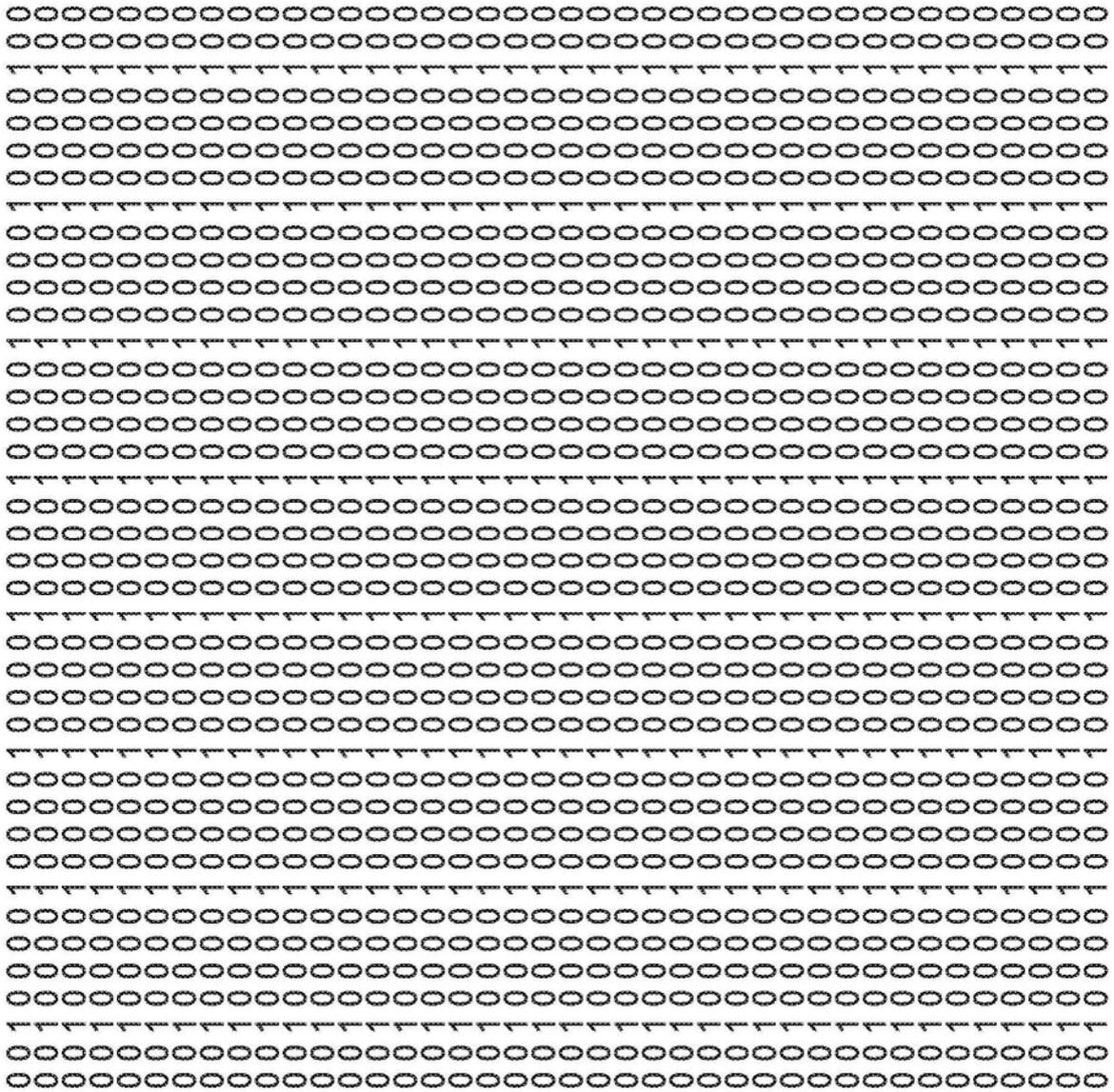


图6B

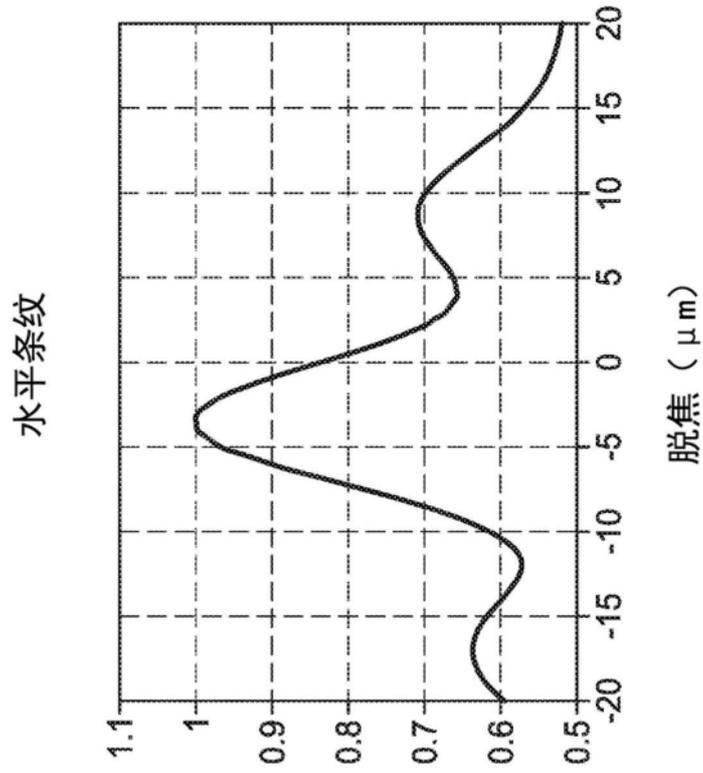


图7A

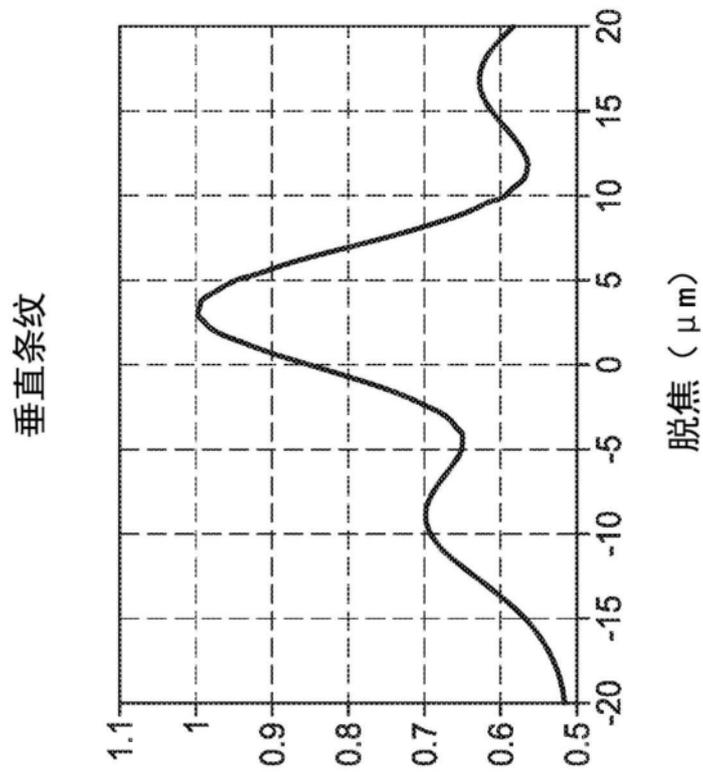


图7B