



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103309030 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201210488295. 2

US 2009009851 A1, 2009. 01. 08,

(22) 申请日 2012. 11. 26

CN 1511248 A, 2004. 07. 07,

(30) 优先权数据

审查员 黄娟

2012-057103 2012. 03. 14 JP

(73) 专利权人 株式会社东光高岳

地址 日本东京都

(72) 发明人 石原满宏

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 舒雄文 蹇炜

(51) Int. Cl.

G02B 26/02(2006. 01)

G01B 11/24(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2009168964 A, 2009. 07. 30,

JP 2001083426 A, 2001. 03. 30,

EP 2201327 A1, 2010. 06. 30,

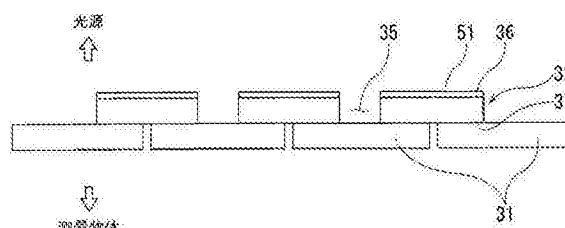
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

焦点位置改变设备及其使用其的共焦光学设备

(57) 摘要

根据一个实施例,一种焦点位置改变设备设置在具有光源和物镜的共焦光学设备的光路上并配置为改变所述物镜在所述物镜的光轴方向上的焦点位置,所述焦点位置改变设备至少包括多个光路改变块和旋转板。所述多个光路改变块中的每一个彼此的折射率和厚度的至少之一不同。在旋转板上,所述多个光路改变块沿所述旋转板的旋转方向布置以与所述物镜的光轴交叉。并且抗反射层形成于所述旋转板的在所述光源一侧的表面上的预定区域中。



1. 一种焦点位置改变设备,设置在具有光源和物镜的共焦光学设备的光路上并配置为改变所述物镜在所述物镜的光轴方向上的焦点位置,其特征在于,所述焦点位置改变设备包括:

多个光路改变块,每个光路改变块由平行板形状的透明体形成并配置为彼此的折射率和厚度的至少之一不同;

旋转板,所述多个光路改变块沿所述旋转板的旋转方向布置在所述旋转板上以与所述物镜的光轴交叉,所述旋转板配置为具有形成于所述旋转板的在所述光源一侧的表面的预定区域中的抗反射层;以及

驱动单元,配置为旋转所述旋转板,

所述旋转板包括多个光束通过部分,所述多个光束通过部分配置为分别对应于所述多个光路改变块;

所述多个光路改变块中的每一个设置在位于所述旋转板的与所述光源一侧相反的表面上且对应于所述多个光束通过部分中的每一个的位置处;并且

所述预定区域是如下区域:在所述旋转板的在所述光源一侧的表面上,并且至少包括待以所述光源的光束辐照的除所述多个光束通过部分所设置的区域外的区域。

2. 根据权利要求1所述的焦点位置改变设备,其中,

所述旋转板设置在所述光源与所述物镜之间的所述光路上,以容许所述多个光路改变块与所述物镜的所述光轴在所述光源一侧相交。

3. 根据权利要求1所述的焦点位置改变设备,其中,

所述抗反射层由以下之一形成:附加于所述旋转板的抗反射材料、施加于所述旋转板的黑色类型的涂料、以及通过粗化所述旋转板的表面而形成的层。

4. 一种共焦光学设备,其特征在于,包括:

光源;

光圈板,所述光圈板中形成有多个共焦光圈;

物镜,配置为将通过所述多个共焦光圈的光束中的每一个会聚于物侧会聚点,并且再次将通过在测量物体处的会聚光束的反射形成的反射光束中的每一个会聚于分别对应于物侧会聚点的所述共焦光圈中的每一个处;

焦点位置改变单元,配置为包括:多个光路改变块,均由平行板形状的透明体形成并且彼此的折射率和厚度的至少之一不同;旋转板,所述多个光路改变块沿所述旋转板的旋转方向布置在所述旋转板上以与所述物镜的光轴交叉,所述旋转板具有形成于所述旋转板的在所述光源一侧的表面的预定区域中的抗反射层;以及驱动单元,配置为旋转所述旋转板,所述焦点位置改变单元配置为在每次与所述光轴交叉的所述光路改变块由所述旋转板的旋转改变时,离散地改变所述物镜在光轴方向上的焦点;以及

成像系统,配置为接收由所述测量物体反射并且再次会聚于所述共焦光圈处的光束,

所述旋转板包括多个光束通过部分,所述多个光束通过部分配置为分别对应于所述多个光路改变块;

所述多个光路改变块中的每一个设置在位于所述旋转板的与所述光源一侧相反的表面上且对应于所述多个光束通过部分中的每一个的位置处;并且

所述预定区域是如下区域:在所述旋转板的在所述光源一侧的表面上,并且至少包括

待以所述光源的光束辐照的除所述多个光束通过部分所设置的区域外的区域。

焦点位置改变设备及使用其的共焦光学设备

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 此申请要求 2012 年 3 月 14 日提交的日本专利申请 No. 2012-57103 的优先权益，于此通过引用并入了该申请的全部内容。

技术领域

[0003] 于此描述的实施例总体涉及用于共焦光学系统中并改变物镜在物镜的光轴方向上的焦点位置的焦点位置改变设备，并涉及使用该焦点位置改变设备的共焦光学设备。

背景技术

[0004] 为使用共焦光学系统的光学设备的共焦光学设备用作用于测量测量物体的表面的三维形状的测量设备，或作用于测量测量物体的表面的显微镜。当共焦光学设备用于这些目的时，共焦光学设备需要聚焦于测量物体的表面上的每个点。为此原因，在许多情况下，共焦光学设备设置有用于改变物镜的焦点位置的焦点位置改变设备。

[0005] 常规地，作为此类型的焦点位置改变设备，JP-A9-126739 中公开了焦点位置改变设备。

[0006] JP-A 9-126739 中公开的焦点位置改变设备包括多个平行板形状的透明体，该多个平行板形状的透明体设置在共焦光学系统中并且彼此的厚度或折射率之一不同，并且该焦点位置改变设备还包括旋转体，多个透明体布置于该旋转体上。焦点位置改变设备配置为能够根据透明体的厚度或折射率来改变物镜在光轴方向（测量物体的高度方向）上的焦点位置。透明体相继地与与旋转体的旋转相关联的光轴交叉。为此原因，与物镜的焦点位置固定并且测量物体的安装底座移动的情况相比，对于使用此类型的旋转体的焦点位置改变设备，物镜的焦点位置能够精确地并以非常高的速度改变。

[0007] 然而，当使用使用旋转体的焦点位置改变设备时，旋转体自身与光轴交叉的时段发生。当旋转体自身与光轴交叉时，光束由旋转体反射。由旋转体反射的光束对于使用由测量物体反射的光束的共焦成像系统原本不是必需的，并且因此减小由旋转体反射的光束是期望的。

[0008] 另一方面，优选地，旋转体的表面，即用以安装透明体的表面通过表面的抛光等形成具有高平整度，以防止物镜的焦点位置归因于透明体的倾斜的偏离。然而，当旋转体的表面的平整度高时，表面的反射变得非常高。高反射使得由旋转体反射并输入到共焦成像系统中的光束的量增大。

发明内容

[0009] 考虑到上述状况作出了本发明，并且因此本发明的目的是提供能够抑制由旋转体反射的光束的焦点位置改变设备，并且提供使用该焦点位置改变设备的共焦光学设备。

[0010] 为解决上述问题，根据本发明的一方面的焦点位置改变设备是设置在具有光源和物镜的共焦光学设备的光路上并配置为改变物镜在物镜的光轴方向上的焦点位置的焦点

位置改变设备。焦点位置改变设备包括多个光路改变块、旋转板和驱动单元。多个光路改变块中的每一个均由平行板形状的透明体形成并且彼此的折射率和厚度的至少之一不同。在旋转板上,所述多个光路改变块沿所述旋转板的旋转方向布置以与所述物镜的光轴交叉。并且抗反射层形成于所述旋转板的在所述光源一侧的表面上的预定区域中。驱动单元旋转所述旋转板。

[0011] 利用焦点位置改变设备和共焦光学设备,能够抑制由旋转体反射的光束。

附图说明

[0012] 并入说明书并构成说明书一部分的附图示例本发明的实施例,并且与以上给出的总体描述以及以下给出的实施例的详细描述一起用于解释本发明的原理。

[0013] 图 1 是示出根据本发明的第一实施例的设置有点位置改变设备的共焦光学设备的配置范例的示意性整体视图;

[0014] 图 2 是示出焦点位置改变部分的配置范例的透视图;

[0015] 图 3 是示出光路改变块设置在测量物体侧表面上的情况下,旋转板的部分的配置范例的平面视图;

[0016] 图 4 是示出焦点位置改变部分的配置范例的部分并且沿图 3 中的线 A-A 取得及从外周边侧观看的弧形截面视图;

[0017] 图 5 是示出图 4 中所示的焦点位置改变部分的配置范例中旋转板的修改的视图;

[0018] 图 6 是示出根据本发明的第二实施例的共焦光学设备(包括焦点位置改变部分)的配置范例的示意性整体视图;以及

[0019] 图 7 是示出根据本发明的第三实施例的共焦光学设备(包括焦点位置改变部分)的配置范例的示意性整体视图。

具体实施方式

[0020] 以下,将参照附图描述根据本发明的实施例的焦点位置改变设备和使用该焦点位置改变设备的共焦光学设备。

[0021] 通过使用具有二维布置类型的共焦光圈(aperture)阵列或尼普科夫(Nipkow)盘的共焦光学系统,根据本发明的实施例的设置有点位置改变设备的共焦光学设备用作用于测量测量物体的表面的三维形状的测量装置,或者根据本发明的实施例的设置有点位置改变设备的共焦光学设备用作用于观测测量物体的表面形状的显微镜。测量物体的范例包括大规模生产中生产的诸如 IC 封装的部件的电极端子(具有例如数十至数百微米的尺寸)。

[0022] (第一实施例)

[0023] 图 1 是示出根据本发明的第一实施例的设置有点位置改变设备的共焦光学设备的配置范例的示意性整体视图。需要注意,在以下描述中,描述光轴方向设定为 Z 轴方向并且垂直于光轴方向的方向设定为 X 轴方向和 Y 轴方向的情况作为范例。此外,在以下描述中,描述设置有点位置改变设备的共焦光学设备用作用于测量测量物体的表面的三维形状的测量装置的情况的范例。

[0024] 共焦光学设备 10 包括:具有光源 11a 的照明光学系统 11;光圈板 12,布置为使得

其主表面垂直于照明光学系统 11 的光轴方向;物镜 13;焦点位置改变部分 14;安装底座 16,用于在其上安装测量物体 15;光电探测器组 17,具有接收由测量物体 15 反射的光束的多个光电探测器 17a;安装底座驱动部分 18,用于在 XYZ 方向中的每一个方向上移动安装底座 16;支承底座 19,用于支承安装底座 16 和安装底座驱动部分 18;以及图像处理设备 20。安装底座驱动部分 18 包括安装底座 Z 移位部分 21 和安装底座 XY 移位部分 22。

[0025] 作为光源 11a,能够使用例如卤素灯、激光器等。从光源 11a 发射的光经由照明透镜 23 形成为平面照明光通量。此光经由偏振分束器 24 照明光圈板 12。

[0026] 光圈板 12 包括分别用作共焦光圈的多个光圈 25。仅需要多个光圈 25 形成在光圈板 12 中。作为光圈板 12,可以使用其中光圈 25 二维布置以形成光圈阵列的光圈板,或者也可以使用所谓的 Nipkow 盘。使用 Nipkow 盘时,Nipkow 盘由驱动机构旋转地驱动(未示出)。

[0027] 已经通过每个光圈 25 的光束经由焦点位置改变部分 14 辐照到物镜 13 上。光束于是由物镜 13 辐照到测量物体 15 上,以便会聚于与光圈 25 共轭的斑点(物侧会聚点)。每个物侧会聚点位于形成于 Z 轴方向上预定位置处以垂直于光轴方向的表面(以下称作物侧会聚表面)上。需要注意,物镜 13 可以由多个透镜和光阑(diaphragm)配置,以形成例如双侧远心光学系统。

[0028] 安装底座 Z 移位部分 21 由公共驱动装置配置,并在光轴方向上对安装底座 16 进行移位,公共驱动装置诸如是步进马达、伺服马达或压电马达。移位的安装、方向以及定时经由 Z 轴驱动器 30 由图像处理设备 20 控制。安装底座 Z 移位部分 21 在光轴方向上对安装底座 16 进行粗略移位,例如在开始测量之前。

[0029] 图 2 是示出焦点位置改变部分 14 的配置范例的透视图。图 2 示出了光路改变块设置在测量物体侧的表面上情况的范例。

[0030] 当每个光路改变块 31 布置在物镜 13 的光路中时,物镜 13 的物侧会聚表面的位置在 Z 轴方向上移动,每个光路改变块 31 由平行板形状的透明体配置。焦点的移动范围能够通过光路改变块 31 的折射率和厚度来控制。

[0031] 为此原因,如图 2 中所示,光路改变块 31 沿旋转板 32 的旋转方向以规则间隔布置在旋转板 32 上,每个光路改变块 31 具有不同的焦点移动范围。当旋转板 32 由诸如马达的驱动部分 33 以预定速度连续旋转时,物镜 13 的物侧会聚表面的位置能够在每次每个光路改变块 31 与物镜 13 的光轴交叉时在 Z 方向(光轴方向)上离散地(步进地)移动。需要注意,布置在旋转板 32 上的一些光路改变块 31 中的每一个可以具有相同折射率和厚度以及相同的焦点移动范围。

[0032] 旋转板 32 的旋转状态由定时传感器 34 探测。定时传感器 34 的输出传输至图像处理设备 20。将每一个光路改变块 31 与物侧汇聚点的 Z 轴坐标关联的信息预先存储在图像处理设备 20 中。当基于定时传感器 34 的输出,图像处理设备 20 在每个光路改变块 31 与光轴交叉的定时重复光电探测器组 17 的曝光时,能够容易地并以高速度在多个离散物侧会聚点中的每个位置执行成像。

[0033] 另外,驱动部分 33 也可以配置为可由图像处理设备 20 控制。在此情况下,图像处理设备 20 能够控制旋转板 32 的旋转速度。

[0034] 需要注意,图 2 示出了以下情况的范例:分别对应于多个光路改变块 31 的多个光束通过部分 35 形成为旋转板 32 中的通孔,光路改变块 31 设置在旋转板 32 的与光源 11a

相反一侧的表面(以下称作测量物体侧表面)37上,以及光路改变块31未设置在旋转板32的光源侧的表面36(以下称作光源侧表面)上。在此情况下,已经通过光圈25的光束通过作为通孔的光束通过部分35并且然后通过光路改变块31朝向测量物体15。

[0035] 此外,在以下描述中,描述了光束通过部分35和光路改变块31具有圆形形状的情况的范例,但是光束通过部分35和光路改变块31的形状可以是椭圆形、多边形等。

[0036] 在由测量物体15反射的光束中,特别是在物侧会聚点反射的光束在与物侧会聚点具有光学共轭关系的点(以下称作像侧会聚点)处由物镜13会聚。用作点光源的光圈25一对一地对应于物侧会聚点。在本实施例中,描述了像侧会聚点与用作点光源的光圈25重合的情况的范例。在此情况下,已经通过光圈25的光束会聚于物侧会聚点,并且在物侧会聚点被反射,以再次进入光圈25。

[0037] 再次进入光圈25的光束由偏振分束器24偏转,已进入成像光学系统38并进入形成光电探测器组17的光电探测器17a。这里,成像光学系统38配置为使得在光圈25处的图像形成于光电探测器组17的光电转换表面上。光圈25(图相侧会聚点)和布置在对应于光圈25的位置处的光电探测器17a由偏振分束器24和成像光学系统38设定为彼此成光学共轭的关系。

[0038] 光电探测器组17是所谓的二维图像传感器。配置光电探测器组17的光电探测器17a由CCD(电荷耦合器件)图像传感器或CMOS(互补金属氧化物半导体)图像传感器配置。光电探测器17a将对应于辐照光束的强度的信号输出至图像处理设备20。此外,光电探测器组17的光探测的定时由图像处理设备20控制。

[0039] 接收从光电探测器组17输出的信号的图像处理设备20能够将接收的信号用于生成图像(以下称作共焦图像)的图像数据(以下称作共焦图像数据)。此外,图像处理器21可以例如对于每个曝光基于共焦图像数据来生成共焦图像。需要注意,当图像处理设备20能够对光电探测器组17的每个曝光获得光电探测器组17的输出信号时,图像处理设备20能够基于输出信号执行三维形状测量,并且因此不必生成共焦图像。

[0040] 图像处理设备20能够由信息处理设备、存储部分、输入部分、显示部分等配置,信息处理设备是诸如普通个人计算机并具有诸如CPU的算术处理部分,存储部分能够由算术处理部分读取和写入。图像处理设备20的算术处理部分至少执行三维形状测量以及共焦光学设备10的操作的整体控制所需的算术处理。

[0041] 安装底座驱动部分18的安装底座XY移位部分22在垂直于光轴方向的方向上对安装底座16进行移位。例如,安装底座XY移位部分22用于以测量之间的每个间隔在XY表面中移动测量目标区域。

[0042] 安装底座XY移位部分22包括X轴移位机构41和Y轴移位机构42,它们分别执行安装底座16在X轴方向和Y轴方向上的定位。X轴移位机构41和Y轴移位机构42中的每一个由例如伺服马达配置,并且X轴移位机构41和Y轴移位机构42中的每一个的移位的安装、方向以及定时经由XY轴驱动器45由图像处理设备20控制。

[0043] 接下来,详细描述焦点位置改变部分14的配置。

[0044] 图3是示出光路改变块31设置在测量物体侧表面37上的情况的旋转板32的部分的配置范例的平面视图。

[0045] 根据旋转板32的旋转,光源11a的光束辐照到光源侧表面36上的条形区域(以下

称作光辐照区域) 50 上。然而, 旋转板 32 的使得光束通过朝向测量物体 15 的区域仅是光束通过部分 35。例如, 当旋转板 32 由诸如金属构件的高反射构件形成并且当光束通过部分 35 由通孔配置时, 在光束通过部分 35 中不发生反射。但是, 存在辐照到为旋转板 32 的光源侧表面 36 的区域并属于除光束通过部分 35 外的光辐照区域 50 的区域上的光束被反射到光源侧以进入光电探测器组 17 的情况。

[0046] 因此, 为防止归因于光路改变块 31 的倾斜的图像的横向偏离, 旋转板 32 的表面通过经受抛光等形成为具有高平整度并且因此具有非常高的反射率, 光路改变块 31 安置于该表面上。为此原因, 当光路改变块 31 的安置表面设定为旋转板 32 的光源侧表面 36 时, 由光源侧表面 36 反射以进入光电探测器组 17 的光束的量显著降低。

[0047] 为处理这个, 根据本实施例的焦点位置改变部分 14 配置为使得光路改变块 31 安置在测量物体侧表面 37 上以使得能够抑制由光源侧表面 36 反射的光束的量。

[0048] 图 4 是示出焦点位置改变部分 14 的配置范例的部分并沿图 3 中的线 A-A 取得及从外周边侧观看的弧形截面视图。

[0049] 在图 4 中所示的焦点位置改变部分 14 的配置范例中, 光束通过部分 35 由通孔配置。此外, 光路改变块 31 设置在旋转板 32 的测量物体侧表面 37 上并且在对应于光束通过部分 35 的位置处。在此情况下, 测量物体侧表面 37 通过预先经受抛光等形成为具有高平整度。另一方面, 抗反射层 51 至少形成在为光源侧表面 36 的除光束通过部分 35 以外的区域并属于光辐照区域 50 的区域中。

[0050] 抗反射层 51 能够由以下之一形成: 附加至旋转板 32 的抗反射材料、施加至旋转板 32 的黑色类型的涂料、以及通过粗化旋转板 32 的表面形成的层, 或者能够由这些的组合形成。

[0051] 利用根据第一配置范例的焦点位置改变部分 14, 辐照至光源侧表面 36 上的光束的反射能够受到抗反射层 51 的抑制。

[0052] 图 5 是示出图 4 中所示的焦点位置改变部分 14 的配置范例中的旋转板 32 的修改的视图。

[0053] 旋转板 32 可以由诸如金属板的高反射构件配置, 并且也可以由透明体配置。当旋转板 32 由透明体配置时, 透明体实际上能够用作光束通过部分 35, 并且因此不必形成作为光束通过部分 35 的通孔。即, 当旋转板 32 由透明体配置时, 旋转板 32 作为整体能够配置为包括光束通过部分 35 的连续板。

[0054] 当旋转板 32 由透明体配置以形成为其光束通过部分 35 的区域(图 5 中的画阴影线部分)实际上留下而没有形成通孔的一个连续板时, 仅需要将图 4 中所示的配置范例中的旋转板 32 由根据修改的旋转板 32 来替换。图 5 示出了图 4 中所示的焦点位置改变部分 14 的配置范例中的旋转板 32 由根据修改的旋转板 32 替换的情况的范例。

[0055] 利用根据本实施例的焦点位置改变部分 14 和共焦光学设备 10, 在旋转板 32 的用以安置光路改变块 31 的表面通过经受抛光等而形成为具有高平整度以防止光路改变块 31 的不期望的倾斜的状态下, 能够抑制旋转板 32 的光源侧表面 36 反射的光束。因此, 利用使用根据本实施例的焦点位置改变部分 14 的共焦光学设备 10, 以高速度并且精密地在光轴方向上控制焦点位置是可能的, 并且获取其中由光源侧表面 36 反射的光束的影响减小了的图像是可能的。

[0056] (第二实施例)

[0057] 接下来,描述根据本发明的焦点位置改变设备和使用该焦点位置改变设备的共焦光学设备的第二实施例。

[0058] 图 6 是示出根据本发明的第二实施例的共焦光学设备 10A (包括焦点位置改变部分 14) 的配置范例的示意性整体视图。

[0059] 示为第二实施例的共焦光学设备 10A 与第一实施例中所示的共焦光学设备 10 的不同在于,焦点位置改变部分 14 相对于物镜 13 设置在的测量物体 15 的侧上。因为共焦光学设备 10A 的其它配置和操作与图 1 中所示的共焦光学设备 10 的那些没有实质上的不同,所以相同的部件和配置由相同参考数字和字符表示,并省略它们的解释。

[0060] 如图 6 中所示,焦点位置改变部分 14 可以设置在测量物体 15 的侧上。还有,利用共焦光学设备 10A,能够获得与根据第一实施例的共焦光学设备 10 的那些操作效果相同的操作效果。

[0061] (第三实施例)

[0062] 接下来,描述根据本发明的焦点位置改变设备和使用该焦点位置改变设备的共焦光学设备的第三实施例。

[0063] 图 7 是示出根据本发明的第三实施例的共焦光学设备 10B (包括焦点位置改变部分 14) 的配置范例的示意性整体视图。

[0064] 示为第三实施例的共焦光学设备 10B 与第一实施例中所示的共焦光学设备 10 的不同在于,其中光圈 25 二维布置以形成光圈阵列的光圈板用作光圈板 12,并且在于,光圈板 12 由光圈板移位部分 60 在垂直于光轴方向的预定方向上线性移位。因为共焦光学设备 10B 的其它配置和操作与图 1 中所示的共焦光学设备 10 的那些没有实质上的不同,所以相同的部件和配置由相同参考数字和字符表示,并省略它们的解释。

[0065] 通常,为了减小光束之间的串扰,将二维布置类型的光圈阵列的光圈 25 设置为彼此分开预定的分开距离是必需的。为此原因,在具有二维布置类型的光圈阵列的共焦光学系统中,垂直于光轴的面内方向上的分辨率由此分开距离限制。另一方面,近些年,关于使用固态成像元件的二维图像传感器,已经研发了具有非常大数量的像素的图像传感器。

[0066] 为处理这个,在本实施例中,使得一个光圈 25 对应于多个像素,使得在光电探测器组 17 被曝光的状态下,光圈板 12 由光圈板移位部分 60 在垂直于光轴方向的预定方向上线性扫描。

[0067] 利用共焦光学设备 10B,也能够获得与根据第一实施例的共焦光学设备 10 的那些操作效果相同的操作效果。此外,利用根据本实施例的共焦光学设备 10B,进一步提高垂直于光轴的面内方向上的捕获图像的分辨率是可能的。

[0068] 虽然已经描述了某些实施例,但是仅通过范例方式介绍了这些实施例,并且这些实施例不是意在限制本发明的范围。实际上,于此描述的新颖实施例可以以各种其它形式具体化,此外,可以不脱离本发明的精神进行于此描述的实施例的形式的各种省略、替代和改变。附图和它们的等同物意在涵盖将落入本发明的范围和精神内的该形式或修改。

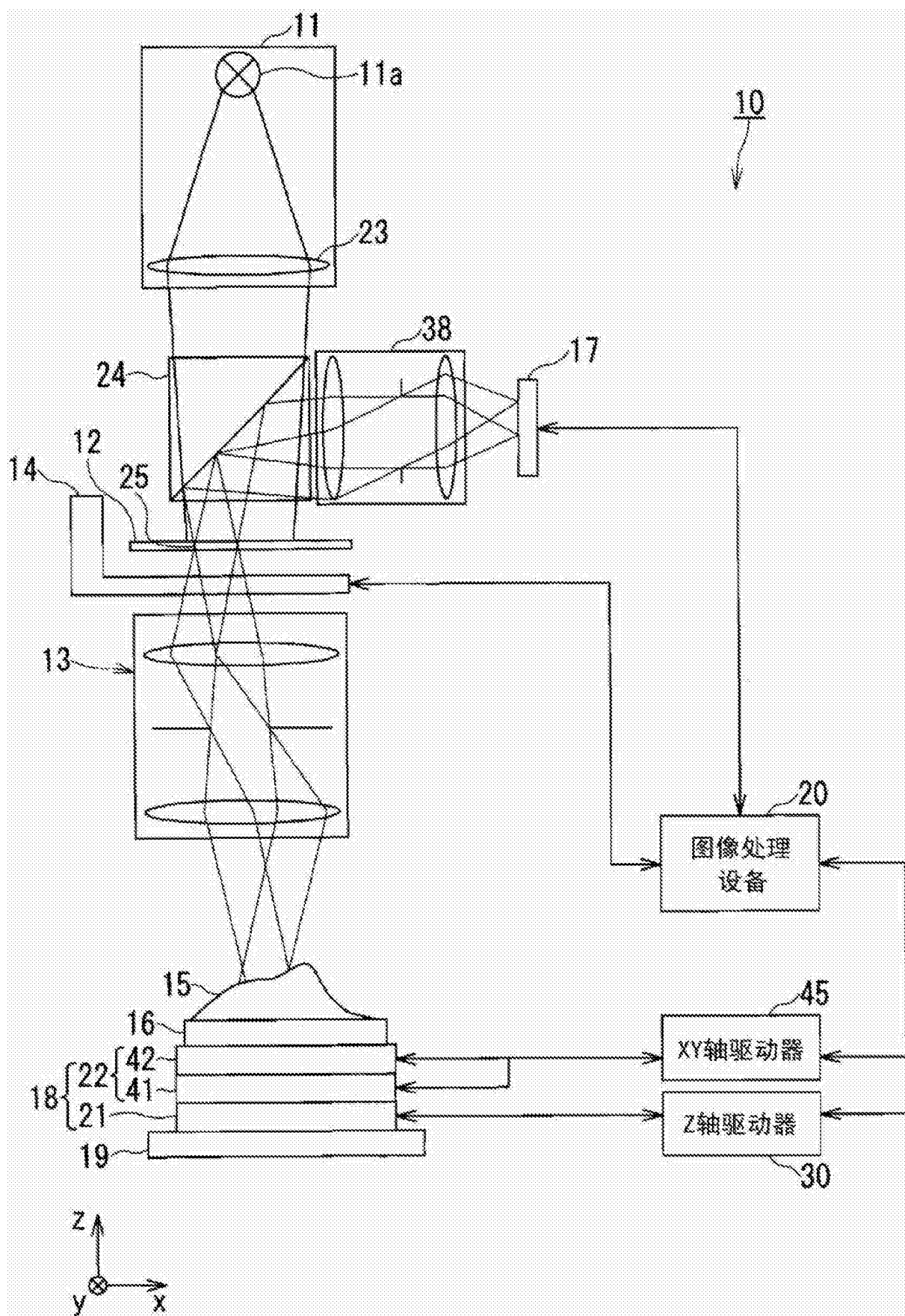


图 1

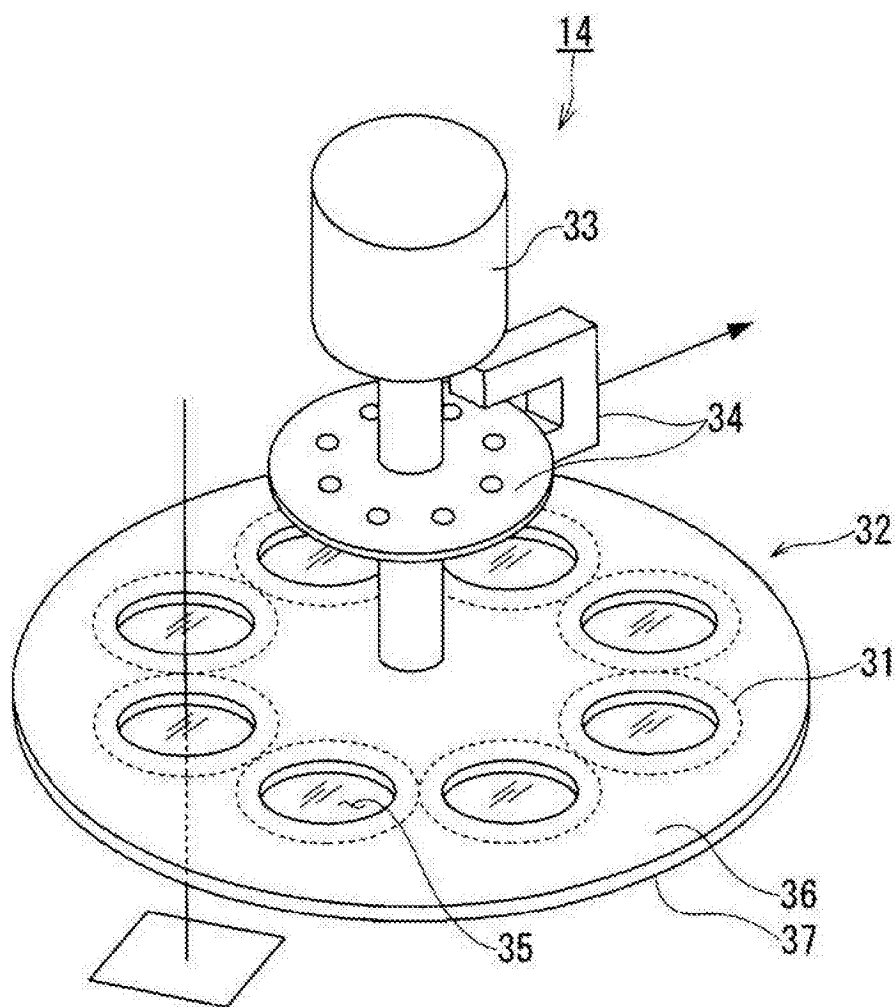


图 2

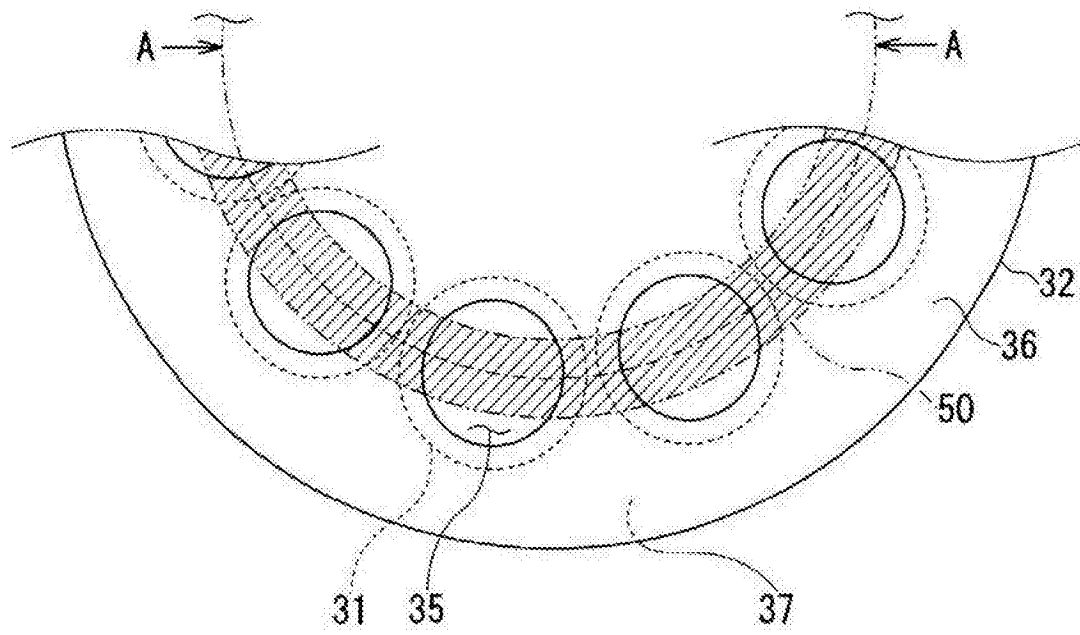


图 3

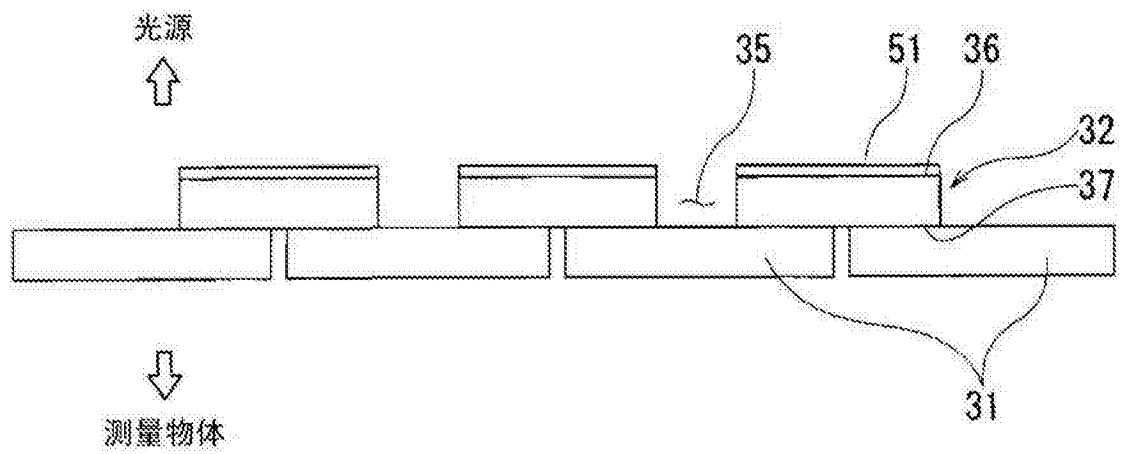


图 4

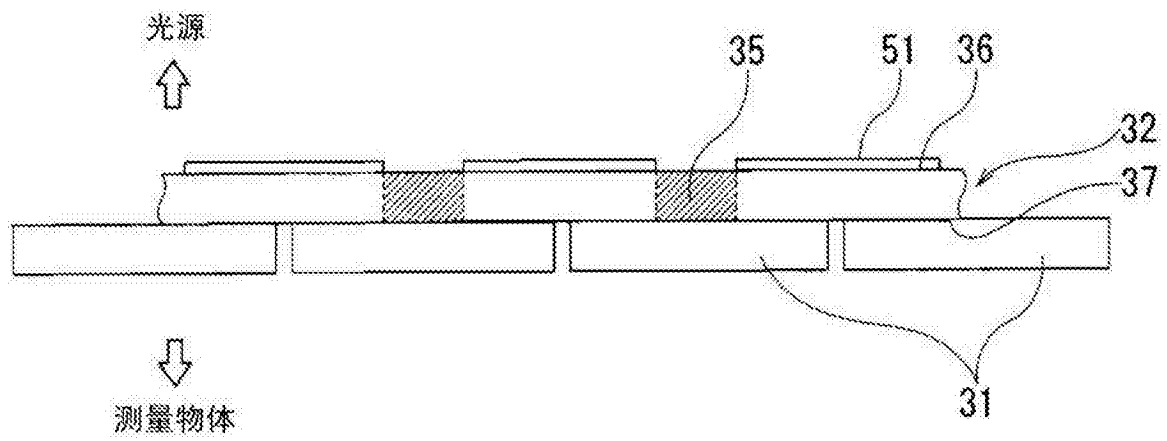


图 5

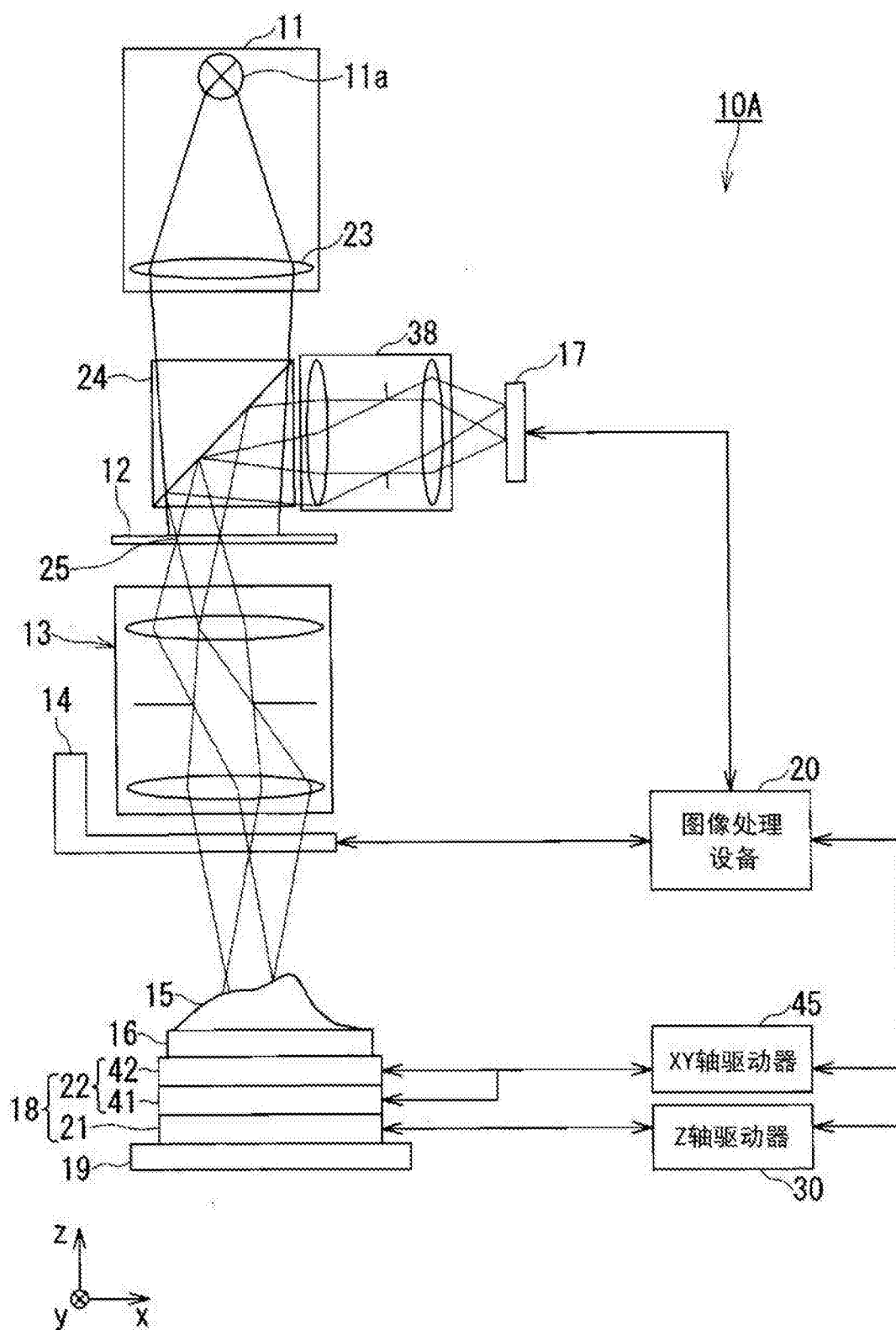


图 6

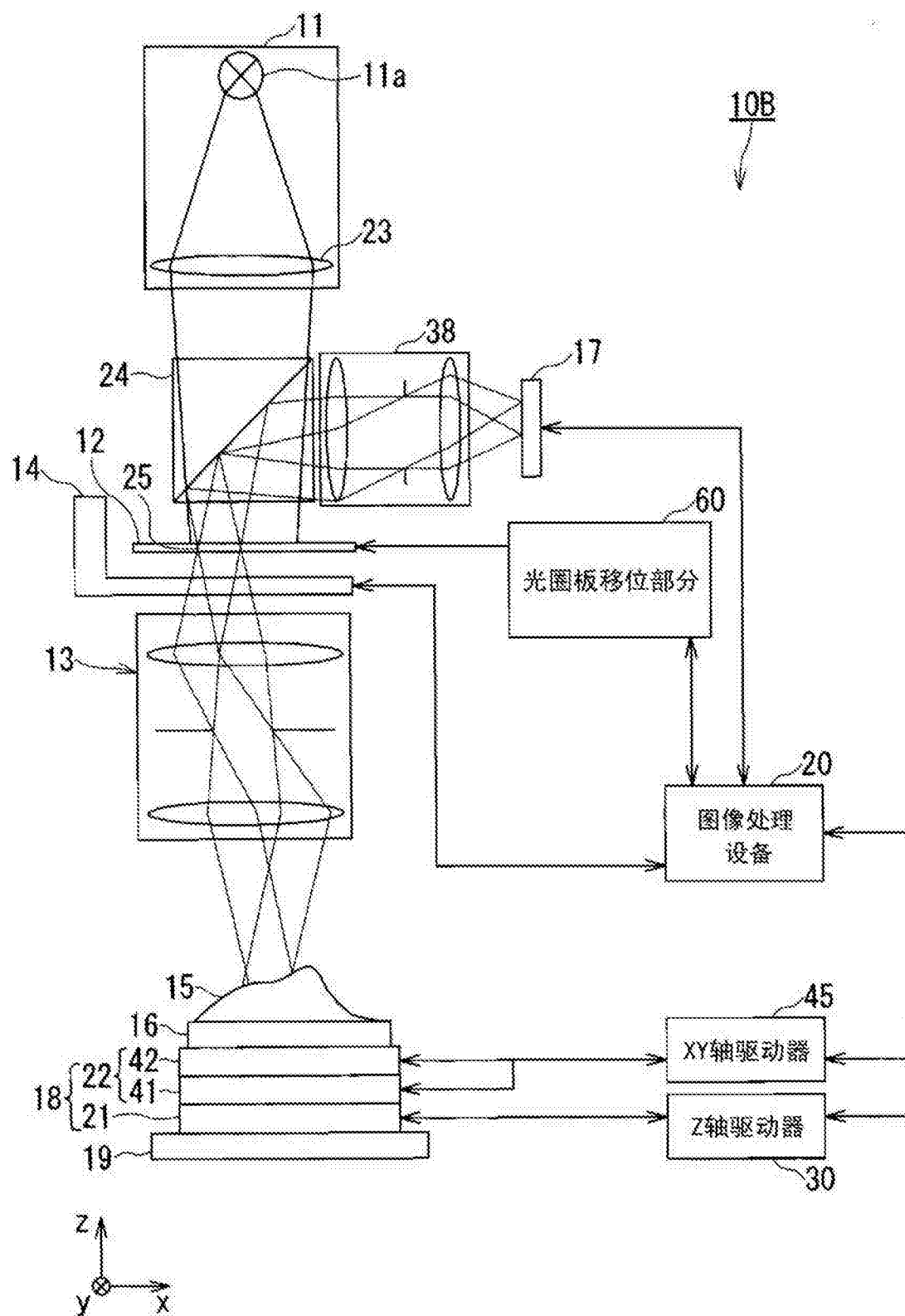


图 7