



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111796486 B

(45) 授权公告日 2024.09.13

(21) 申请号 202010242868.8

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2020.03.31

G03F 7/20 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G01M 11/02 (2006.01)

申请公布号 CN 111796486 A

G01M 11/04 (2006.01)

(43) 申请公布日 2020.10.20

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

US 2009015813 A1, 2009.01.15

2019-070712 2019.04.02 JP

审查员 陈本耀

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子3-30-2

(72) 发明人 藤岛浩史 前田普教

(74) 专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293

专利代理人 迟军

权利要求书1页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

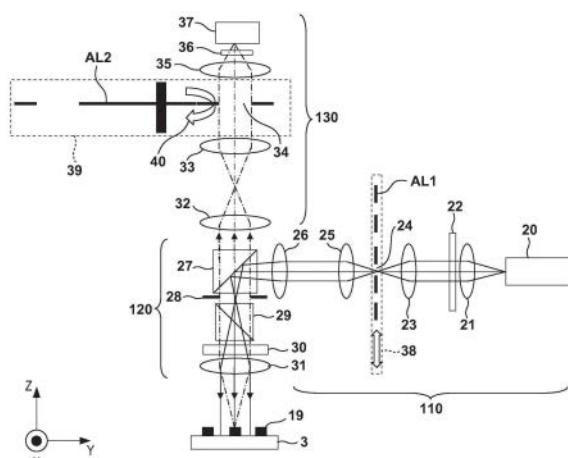
位置检测装置、曝光装置和物品制造方法

(57) 摘要

本发明提供位置检测装置、曝光装置和物品制造方法。该位置检测装置包括：用于对目标进行照明的照明光学系统；用于在光电转换器上形成被照明的目标的图像的检测光学系统；具有第一孔径光阑的第一阵列；具有第二孔径光阑的第二阵列；第一驱动机构，其用于通过驱动第一阵列，使得横跨照明光学系统的光轴的第一孔径光阑在第一方向上移动，将所选择的第一孔径光阑布置在照明光学系统的光瞳上；以及第二驱动机构，其用于通过驱动第二阵列，使得横跨检测光学系统的光轴的第二孔径光阑在第二方向上移动，将所选择的第二孔径光阑布置在检测光学系统的光瞳上。第一和第二驱动机构分别在第一和第二方向上微调所选择的第一和第二孔径光阑的位置。

B

CN 111796486 B



CN

1.一种位置检测装置,其包括:

光电转换器;

照明光学系统,其被构造为对目标进行照明;

检测光学系统,其被构造为在光电转换器的光接收表面上形成用来自照明光学系统的光所照明的目标的图像;

第一阵列,其具有多个第一孔径光阑,所述多个第一孔径光阑被构造为布置在照明光学系统的光瞳上;

第二阵列,其具有多个第二孔径光阑,所述多个第二孔径光阑被构造为布置在检测光学系统的光瞳上;

第一驱动机构,其被构造为进行通过驱动第一阵列将从所述多个第一孔径光阑中选择的第一孔径光阑布置在照明光学系统的光瞳上的操作,使得所选择的第一孔径光阑沿第一方向移动,并且进行调整所选择的第一孔径在第一方向上的位置的操作;以及

第二驱动机构,其被构造为进行通过驱动第二阵列将从所述多个第二孔径光阑中选择的第二孔径光阑布置在检测光学系统的光瞳上的操作,使得所选择的第二孔径光阑沿第二方向移动,并且进行调整所选择的第二孔径在第二方向上的位置的操作。

2.根据权利要求1所述的位置检测装置,其中,当第一驱动机构在第一方向上驱动第一孔径光阑时,来自目标的光束在检测光学系统的光瞳上在与第二方向交叉的第三方向上移动。

3.根据权利要求1所述的位置检测装置,其中,第一方向是与给定平面平行的方向,并且第二方向是与所述平面交叉的方向。

4.根据权利要求1所述的位置检测装置,其中,第一方向和第二方向是彼此垂直的方向。

5.根据权利要求1所述的位置检测装置,其中,照明光学系统和检测光学系统构成暗视野显微镜。

6.根据权利要求1所述的位置检测装置,其中,第一驱动机构在第一方向上驱动整个第一阵列,并且第二驱动机构驱动第二阵列。

7.根据权利要求1所述的位置检测装置,其中,第一驱动机构驱动第一阵列,并且第二驱动机构驱动第二阵列。

8.根据权利要求1所述的位置检测装置,其中,第一驱动机构驱动第一阵列,并且第二驱动机构在第二方向上驱动整个第二阵列。

9.根据权利要求1所述的位置检测装置,其中,第一驱动机构在第一方向上驱动整个第一阵列,并且第二驱动机构在第二方向上驱动整个第二阵列。

10.一种使基板曝光的曝光装置,该曝光装置包括根据权利要求1至9中任一项所限定的位置检测装置且被构造为检测基板上的标记。

11.一种物品制造方法,其包括:

通过使用权利要求10所限定的曝光装置来使基板曝光;以及

处理经过曝光的基板,

其中,物品是由经过处理的基板制造的。

位置检测装置、曝光装置和物品制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及位置检测装置，曝光装置以及物品制造方法。

背景技术

[0002] 需要曝光装置以提高覆盖精度和减小可分辨的线宽。通常，就数值而言，需要这样的装置来实现对应于约1/5可分辨线宽的覆盖精度。即，需要根据可分辨线宽的预期减小来进一步提高覆盖精度。为了提高覆盖精度，需要精确地调整曝光装置中所包含的位置检测装置。位置检测装置可以包括：照明光学系统，其对配设在基板上的标记进行照明；以及检测光学系统，其根据来自标记的光在图像捕获平面上形成标记图像并检测该图像。通过调整可配设在照明光学系统和检测光学系统中的孔径光阑来改善形成在图像捕获平面上的标记图像对于实现高精度是重要的。

[0003] 日本专利第3994209号公开了通过调整照明孔径光阑的位置来调整照明光学系统的照明远心度的技术，以及通过调整孔径光阑的位置来调整检测光学系统中光束的渐晕(vignetting)的技术。

[0004] 当要通过驱动孔径光阑来调整位置检测装置的光瞳时，优选地使驱动孔径光阑的驱动机构的布置最小化。考虑例如在照明光学系统和检测光学系统中均包括在X和Y方向上具有两个调整轴的孔径光阑驱动机构的位置检测装置。装置的驱动机构变得复杂了。这种位置检测装置在成本方面是不利的。此外，复杂的布置会影响调整精度。

[0005] 另一方面，目标图像的质量是影响位置检测系统的位置决定精度的重要因素。该质量可以根据处理基板的过程而大大改变。可以要求曝光装置中所包含的位置检测光学系统具有与各种处理兼容的图像质量。作为可用于这种目的的技术，例如，已知视野照明方法和暗视野照明方法，并且可以通过改变位置检测光学系统的孔径光阑形状来选择照明光和捕获光的角度。因此，还需要基于孔径光阑驱动的调整方案与该切换机构高度兼容。

发明内容

[0006] 本发明提供了与孔径光阑切换机构高度兼容的技术，并且该技术具有能够以简单的布置来调整光瞳的位置的优势。

[0007] 本发明的第一方面提供了位置检测装置，其包括：光电转换器；照明光学系统，其被构造为对目标进行照明；检测光学系统，其被构造为在光电转换器的光接收表面上形成用来自照明光学系统的光所照明的目标的图像；第一阵列，其具有多个第一孔径光阑，所述多个第一孔径光阑可以布置在照明光学系统的光瞳上；第二阵列，其具有多个第二孔径光阑，所述多个第二孔径光阑可以布置在检测光学系统的光瞳上；第一驱动机构，其被构造为通过驱动第一阵列，使得所述多个第一孔径光阑中的、横跨照明光学系统的光轴的第一孔径光阑在第一方向上移动，将从所述多个第一孔径光阑中选择的第一孔径光阑布置在照明光学系统的光瞳上；以及第二驱动机构，其被构造为通过驱动第二阵列，使得所述多个第二孔径光阑中的、横跨检测光学系统的光轴的第二孔径光阑在与第一方向交叉的第二方向上

移动,将从所述多个第二孔径光阑中选择的第二孔径光阑布置在检测光学系统的光瞳上,其中,第一驱动机构可以在第一方向上微调选择的第一孔径光阑的位置,并且第二驱动机构可以在第二方向上微调选择的第二孔径光阑。

[0008] 本发明的第二方面提供了使基板曝光的曝光装置,该曝光装置包括如本发明的第一方面所限定的位置检测装置,并且该曝光装置被构造为检测基板上的标记。

[0009] 本发明的第三方面提供了物品制造方法,其包括:通过使用如本发明的第二方面所限定的曝光装置使基板曝光;以及处理经过曝光的基板,其中,物品是由经过处理的基板制造的。

[0010] 通过参照附图对示例性实施例的描述,本发明的其他特征将变得明显。

附图说明

[0011] 图1是示出根据第一实施例的曝光装置的布置的示例的视图;

[0012] 图2是示出图1的曝光装置的基板台的布置的示例的视图;

[0013] 图3是示出图1的曝光装置中包含的位置检测系统(位置检测装置)的布置的示例的视图;

[0014] 图4是示例性地示出用于切换布置在照明光学系统的光瞳上的第一孔径光阑并微调第一孔径光阑的机构的视图;

[0015] 图5是示例性地示出用于切换布置在检测光学系统的光瞳上的第二孔径光阑并微调第二孔径光阑的机构的视图;

[0016] 图6是示例性地示出用于实现暗视野照明的第一孔径光阑和第二孔径光阑的组合的视图;

[0017] 图7是示意性地示出在调整照明光学系统的第一孔径光阑之前的位置检测系统的状态的视图;

[0018] 图8是示意性地示出在调整检测光学系统的第二孔径光阑之前的位置检测系统的状态的视图;

[0019] 图9是示意性地示出在对照明光学系统的第一孔径光阑和检测光学系统的第二孔径光阑二者进行调整后的位置检测系统的状态的视图;以及

[0020] 图10是示例性地示出照明光学系统的第一孔径光阑和检测光学系统的第二孔径光阑的灵敏度的视图。

具体实施方式

[0021] 在下文中,将参照附图详细描述实施例。注意,以下实施例并非旨在限制要求保护的发明的范围。在实施例中描述了多个特征,但是发明并不限制要求所有这样的特征,并且可以适当地组合多个这样的特征。此外,在附图中,对相同或相似的构造给出相同的附图标记,并且省略其重复描述。

[0022] 图1示出了根据第一实施例的曝光装置EXP的布置的示例。图2示出了图1的曝光装置EXP的基板台4的布置的示例。图3示出了图1的曝光装置EXP中包含的位置检测系统(位置检测装置)16的布置的示例。该曝光装置EXP可以包括保持原版1的原版台2、保持基板3的基板台4以及用曝光光照明由原版台2保持的原版1的照明系统5。该曝光装置EXP还可以包括:

投影光学系统6,该投影光学系统6将用曝光光照明的原版1的图案投影到由基板台4保持的基板3上,并且在基板3上形成该图案的图像;以及控制单元17,该控制单元17控制曝光装置EXP的组件。此外,该曝光装置EXP可以包括通过驱动基板台4来驱动基板3的基板驱动机构18和通过驱动原版台2来驱动原版1的原版驱动机构(未示出)。

[0023] 该曝光装置EXP可以被构造为通过在扫描方向上同步驱动原版1和基板3将原版1的图案转印到基板3上的扫描曝光装置(扫描步进器)。或者,该曝光装置EXP可以被构造为在原版1和基板3保持静止的同时将原版1的图案转印到基板3上的曝光装置(步进器)。在下面的描述中,在XYZ坐标系中,将与投影光学系统6的光轴一致的方向定义为Z轴方向,并且将与垂直于Z轴方向的平面平行的方向分别定义为X轴方向和Y轴方向。此外,将与定义XYZ坐标系的X轴平行的任意方向称为X轴方向,将与定义XYZ坐标系的Y轴平行的任意方向称为Y轴方向,将与定义XYZ坐标系的Z轴平行的任意方向称为Z轴方向。此外,将绕X轴、Y轴和Z轴旋转的方向分别称为 θX 方向、 θY 方向和 θZ 方向。

[0024] 照明系统5用具有均匀照度分布的曝光光照明原版1的预定照明区域。照明系统5可以具有诸如汞灯、KrF准分子激光器、ArF准分子激光器、F2激光器或EUV(极紫外)光源等的光源。原版台2可以被构造为能够在保持原版1的同时沿着垂直于投影光学系统6的光轴的平面(X-Y平面)进行二维移动并且在 θZ 方向上微旋转。驱动原版台2的原版驱动机构可以包括诸如线性电机等的电机。控制单元17控制原版驱动机构。原版台2配设有原版台镜7。此外,在面对原版台镜7的位置处配设有测量原版台2的位置和姿势的激光干涉仪9。激光干涉仪9实时测量原版台2的X轴方向位置,Y轴方向位置和 θZ 方向旋转角度,并将测量结果提供给控制单元17。控制单元17可以通过基于来自激光干涉仪9的测量结果控制原版驱动机构来定位由原版台2保持的原版1。

[0025] 投影光学系统6按照投影放大率 β 将原版1的图案投影到基板3上。投影光学系统6可以由多个光学元件构成。投影光学系统6可以被构造为投影放大率 β 为1/4或1/5的缩小投影光学系统。基板台4保持基板3。基板台4可以包括例如配备有保持基板3的基板卡盘的Z台和支撑Z台的XY台。基板驱动机构18可以包括诸如线性电机等的电机。控制单元17控制基板驱动机构18。基板台4配设有基板台镜8。基板台镜8可以配设有激光干涉仪10和12,该激光干涉仪10和12在面对基板台镜8的位置处测量基板台4的位置和姿势。激光干涉仪10可以实时地测量基板台4的X轴方向位置、Y轴方向位置和 θZ 方向旋转角度,并将测量结果提供给控制单元17。此外,激光干涉仪12可以实时地测量基板台4的Z轴方向位置以及 θX 方向和 θY 方向的旋转角度,并将测量结果提供给控制单元17。可以通过基于来自激光干涉仪10和12的测量结果控制基板驱动机构18来定位被基板台4保持的基板3。

[0026] 在基板台4的一个或多个角上以与基板3的表面几乎相同的高度安装一个或多个台基准板11。台基准板11配设有基准标记111和基准标记112,基准标记111的位置由原版位置检测系统13和14检测,基准标记112的位置由位置检测系统16检测。基准标记111与基准标记112之间的相对位置是已知的。基准标记111和基准标记112可以是共同标记。

[0027] 可以在原版台2附近配设原版位置检测系统13。原版位置检测系统13可以通过使用来自照明系统5的光来检测原版1上配设的标记与基准标记111之间的相对位置,照明系统5用于使基板3曝光。由原版位置检测系统13检测的基准标记111可以是反射标记。基准标记111可以是透射标记。在这种情况下,原版位置检测系统14可以检测基准标记111。原版位

置检测系统14可以包括用于检测来自透射基准标记111的透射光的光量传感器。在X轴方向、Y轴方向和Z轴方向驱动基板台的同时，可以通过使用原版位置检测系统14来检测来自基准标记111的透射光。这使得可以检测原版1上的标记与基准标记111之间在X轴方向、Y轴方向和Z轴方向上的相对位置。

[0028] 焦点检测系统15包括将检测光倾斜地投影到基板3表面上的投影光学系统和接收从基板3反射的光的光接收系统。由焦点检测系统15获得的检测结果可以被提供给控制单元17。控制单元17可以基于由焦点检测系统15获得的检测结果，通过驱动Z台来调整保持在Z台上的基板3的Z轴方向位置(焦点位置)和倾斜角度。

[0029] 位置检测系统16可以包括将检测光投影到作为基板3上的目标的示例的标记(在这种情况下为台基准板11上的对准标记19或基准标记112)上的投影系统以及从标记接收反射光的光接收系统。位置检测系统16连接到控制单元17。由位置检测系统16获得的检测结果被提供给控制单元17。控制单元17可以基于由位置检测系统16获得的检测结果，通过在X轴方向、Y轴方向和 θZ 方向上驱动基板台4来将保持在基板台4上的基板3在X轴方向、Y轴方向和 θZ 方向上定位。

[0030] 控制单元17可以由诸如FPGA(现场可编程门阵列)或ASIC(专用集成电路)的PLD(可编程逻辑装置)来实现。或者，控制单元17可以由含有程序的通用或专用计算机或以上组件的所有或一些的组合来实现。

[0031] 下面将参照图3描述位置检测系统16。在这种情况下，两种方案可用于作为观察基板上的对准标记的光学位置检测系统的形式。第一种方案是不通过投影光学系统6观察标记。该方案称为离轴方案。第二种方案是通过投影光学系统6检测标记。该方案称为TTL(通过透镜)方案。以下将举例说明基于离轴方案的位置检测系统16。然而，位置检测系统16可以被构造为基于TTL方案的系统。

[0032] 位置检测系统16可以包括例如光源20、照明光学系统110、共同光学系统120和检测光学系统130。光源20可以产生例如可见光(例如，在550nm至700nm的波长区域中)、蓝光(例如，在450nm至550nm的波长区域中)和红外光(例如，在700nm至1500nm的波长区域中)。

[0033] 照明光学系统110可以包括例如第一照明光学元件21、波长滤光板22、第二照明光学元件23、多个第一孔径光阑24、第一驱动机构38、第三照明光学元件25和第四照明光学元件26。共同光学系统120是由照明光学系统110和检测光学系统130共享的光学系统。共同光学系统120可以包括例如偏振分束器27、可变NA孔径光阑28、棱镜29、 $\lambda/4$ 板30和物镜31。检测光学系统130可以包括中继透镜32、第一检测光学元件33、多个第二光阑(第二孔径光阑)34、第二驱动机构39、第二检测光学元件35、光学构件36和光电转换器37。

[0034] 由光源20产生的照明光可以直接或通过诸如光纤的导光组件进入第一照明光学元件21，并透过波长滤光板22和第二照明光学元件23。可以使用具有多个波长滤光板22的阵列作为波长滤光板22，并且可以根据来自控制单元17的命令选择多个波长滤光器之一并将其布置在光路上。多个波长滤光器可以包括例如透射蓝光的波长滤光器、透射可见光的波长滤光器和透射红外光的波长滤光器。这种布置使得可以选择要由位置检测系统16使用的光的波长。可以将布置在第一阵列AL1上的多个第一孔径光阑24中的一个选择性地布置在照明光学系统110的光瞳平面(相对于物体表面的光学傅立叶变换平面)上。

[0035] 穿过布置在照明光学系统110的光瞳平面上的第一孔径光阑24的照明光通过第三

照明光学元件25和第四照明光学元件26进入偏振分束器27。在这种情况下,偏振分束器27反射垂直于附图表面(drawing surface)的S偏振光。由偏振分束器27反射的作为照明光的S偏振光穿过可变NA孔径光阑28和棱镜29,该可变NA孔径光阑28根据来自控制单元17的指令进行操作。棱镜29可以用来使到光学系统(未显示)的光路分支。然后,穿过棱镜29的照明光透过 $\lambda/4$ 板30,以转换为圆偏振光,通过物镜31,并照明配设在基板3上的对准标记19。

[0036] 从对准标记19产生的衍射光(由图3中的点划线指示)再次通过物镜31和 $\lambda/4$ 板30,以转换为与附图表面平行的P偏振光。P偏振光透过棱镜29和偏振分束器27。透过偏振分束器27的衍射光透过中继透镜32和第一检测光学元件33,并进入检测光学系统130的光瞳平面。布置在第二阵列AL2上的多个第二孔径光阑34中的一个可以布置在检测光学系统130的光瞳平面上。

[0037] 穿过布置在检测光学系统130的光瞳平面上的第二孔径光阑34的衍射光通过第二检测光学元件35和光学构件36进入光电转换器(图像捕获器件)37的光接收表面(图像捕获平面)。光学构件36可用于调整波长偏移差。光电转换器37可以包括例如CCD图像传感器。光电转换器37可以响应于来自控制单元17的命令,根据从对准标记19产生的光的强度,来调整累积光电转换的电荷的时间。曝光装置EXP可以通过使用位置检测系统16获得的对准标记19的信息来决定由基板驱动机构18对基板3的驱动量,将基板3与原版1对准。

[0038] 将参照图4举例说明用于在照明光学系统110的光瞳平面上布置由控制单元17从多个第一孔径光阑24(24a至24f)中选择的一个第一孔径光阑24的布置。位置检测系统16可以包括具有多个第一孔径光阑24的第一阵列AL1,该第一孔径光阑24可以布置在照明光学系统110的光瞳上;以及第一驱动机构38,该第一驱动机构38将从多个第一孔径光阑24中选择的第一孔径光阑24布置在照明光学系统110的光瞳上。第一驱动机构38可以驱动第一阵列AL1,使得多个第一孔径光阑24中的、横跨照明光学系统110的光轴(平行于Y轴方向)的第一孔径光阑24在第一方向(Z轴方向)上移动。这使得第一驱动机构38能够将从多个第一孔径光阑24中选择的第一孔径光阑24布置在照明光学系统110的光瞳上。

[0039] 根据图4所示的布置示例,多个第一孔径光阑24沿着第一方向(Z轴方向)并排布置在第一阵列(遮光板)AL1上。第一驱动机构38可以包括在第一方向(Z轴方向)驱动第一阵列AL1的驱动齿轮43;驱动该驱动齿轮43的驱动源44;以及通过轴承42引导该第一阵列AL1的导轨(引导构件)41。当驱动源44旋转/驱动驱动齿轮43以在第一方向上驱动第一阵列AL1时,多个第一孔径光阑24中的由控制单元17选择的第一孔径光阑24可以布置在照明光学系统110的光瞳上。这种布置可以称为导轨方案。根据图4所示的布置示例,多个第一孔径光阑24具有不同的形状。在这种情况下,不同的形状可以包括不同的尺寸和彼此不相似的形状。

[0040] 第一驱动机构38可以被构造为能够在第一方向上微调多个第一孔径光阑24(第一阵列AL1)。换句话说,第一驱动机构38可以被构造为能够在第一方向上微调多个第一孔径光阑24中的由控制单元17选择的第一孔径光阑24的位置。第一阵列AL1和第一驱动机构38可构成选择机构,该选择机构从多个第一孔径光阑24中选择要用于位置检测的一个第一孔径光阑24,并且第一阵列AL1和第一驱动机构38可构成微调机构,该微调机构在第一方向上微调所选择的第一孔径光阑24的位置。

[0041] 图4所示的布置仅是示例,并且第一驱动机构38可以有各种布置。例如,第一驱动机构38可以包括线性电机。该线性电机可以是具有编码器的线性电机。第一阵列AL1可以有

其中多个第一孔径光阑24布置在圆周上的布置。在这种情况下,第一驱动机构38可以通过旋转/驱动第一阵列AL1,将多个第一孔径光阑24中的由控制单元17选择的第一孔径光阑24布置在照明光学系统110的光瞳上。第一驱动机构38还可以在第一方向(与光瞳上的圆周相切的方向)上微调所选择的第一孔径光阑24的位置。

[0042] 将参照图5举例说明用于在检测光学系统130的光瞳平面上布置由控制单元17从多个第二孔径光阑34(34a至34h)中选择的一个第二孔径光阑34的布置。位置检测系统16可以包括:具有多个第二孔径光阑34的第二阵列AL2,该多个第二孔径光阑34可以布置在检测光学系统130的光瞳上;以及第二驱动机构39,该第二驱动机构39将从多个第二孔径光阑34中选择的第二孔径光阑34布置在检测光学系统130的光瞳上。多个第二孔径光阑34具有不同的形状。在这种情况下,不同的形状可以包括不同的尺寸和彼此不相似的形状。

[0043] 第二驱动机构39可以驱动第二阵列AL2,使得多个第二孔径光阑34中的、横跨检测光学系统130的光轴(平行于Z轴方向)的第二孔径光阑34在第二方向(X轴方向)上移动。这使得第二驱动机构39能够将从多个第二孔径光阑34中选择的第二孔径光阑34布置在检测光学系统130的光瞳上。第二方向(X轴方向)是与第一方向(Y轴方向)交叉(例如,正交)的方向。第一方向(Y轴方向)可以是平行于给定平面的方向。第二方向(X轴方向)可以是与平面交叉(例如,正交)的方向。当第一驱动机构38在照明光学系统110中在第一方向(Z轴方向)上驱动第一孔径光阑24时,来自作为目标的对准标记19的光束可以在检测光学系统130的光瞳上在与第二方向(X轴方向)交叉的第三方向(Y方向)上移动。

[0044] 在图5所示的状态下,第二孔径光阑34e布置在检测光学系统130的光瞳上。第二驱动机构39可以驱动第二阵列AL2,使得多个第二孔径光阑34a至34h中的、横跨检测光学系统130的光轴(平行于Z轴方向)的第二孔径光阑34e在第二方向(X轴方向)上移动。第二驱动机构39可以被构造为能够在第二方向(X轴方向)上微调多个第二孔径光阑34中的由控制单元17选择的第二孔径光阑34。第二阵列AL2和第二驱动机构39可以构成选择机构,该选择机构从多个第二孔径光阑34中选择要用于位置检测的一个第二孔径光阑34,并且第二阵列AL2和第二驱动机构39可以构成微调机构,该微调机构在第二方向上微调所选择的第二孔径光阑34的位置。

[0045] 根据图5所示的布置示例,多个第二孔径光阑34布置在第二阵列(遮光板)AL2上,使得布置在以旋转轴40的旋转中心为中心的圆周上。第二驱动机构39可包括对固定至第二阵列AL2的旋转轴40进行旋转/驱动的第二驱动源49。第二驱动源49可以通过旋转/驱动旋转轴40,将多个第二孔径光阑34中的由控制单元17选择的第二孔径光阑34布置在检测光学系统130的光瞳上。这样的布置可以被称为转塔方案(turret scheme)。第二驱动机构39可以被构造为通过使第二阵列AL2以微小角度旋转,能够微调多个第二孔径光阑34中的由控制单元17在第二方向(与圆周相切的方向)上选择的第二孔径光阑34。第二驱动源49可以包括例如具有编码器的脉冲电机。

[0046] 图5所示的布置仅是示例。多个第二孔径光阑34可以在第二方向上并排布置在第二阵列AL2上。在这种情况下,第二驱动机构39可以通过在第二方向上驱动第二阵列AL2,将从多个第二孔径光阑34中选择的第二孔径光阑34布置在检测光学系统130的光瞳上,并在第二方向上微调所选择的第二孔径光阑34。

[0047] 在图4和图5所示的示例中,第一驱动机构38在第一方向(Y轴方向)上驱动整个第

—阵列AL1, 第二驱动机构39旋转/驱动第二阵列AL2。代替这种布置, 该装置可以使用第一驱动机构38旋转/驱动第一阵列AL1, 并且第二驱动机构39旋转/驱动第二阵列AL2的布置。或者, 该装置可以使用第一驱动机构38旋转/驱动第一阵列AL1, 并且第二驱动机构39在第二方向上驱动整个第二阵列AL2的布置。

[0048] 布置在第一阵列AL1上的第一孔径光阑24的数量可以等于或不同于布置在第二阵列AL2上的第二孔径光阑34的数量。多个第一孔径光阑24中的全部或一些可以是各自具有圆形或非圆形形状的第一孔径光阑。多个第一孔径光阑24的全部或一些可以具有或可以不具有100%的透光率。同样地, 多个第二孔径光阑34中的全部或一些可以是具有圆形或非圆形形状的第二孔径光阑。多个第二孔径光阑34中的全部或一些可以具有或可以不具有100%的透光率。

[0049] 使用图4和图5中示例性示出的布置可以实现暗视野照明或改进的有利于提高由光电转换器37检测的图像的对比度的照明。例如, 为了实现暗视野照明, 在图6中示例性地示出, 可以选择具有反转的透射部和遮光部的第一孔径光阑24和第二孔径光阑34的组合。根据这样的布置, 在透过第一孔径光阑24的照明光中, 被基板3反射的0次衍射光(0th-order diffracted light)被第二孔径光阑34的遮光部所阻挡, 不会到达光电转换器37。这使得可以仅从对准标记19衍射的实质信号光获得高对比度的图像。如上所述, 照明光学系统110和检测光学系统130可以构成暗视野显微镜。

[0050] 为了在光电转换器37的光接收表面上形成适当的图像, 不管第一孔径光阑24和第二孔径光阑34的组合的类型如何, 都需要微调第一孔径光阑24与第二孔径光阑34之间的相对位置。图7示意性地示出了在调整照明光学系统110的第一孔径光阑24之前的位置检测系统16的状态。稍后将参照图7和图8, 以粗实线绘制的圆表示调整前的检测光学系统130的第二孔径光阑34。如图7中示例性所示, 在调整之前的照明光学系统110的第一孔径光阑24中, 对基板3进行照明的照明光的光轴从基板3的表面的法线方向偏移。相应地, 从基板3反射的0次衍射光的方向在调整之前从检测光学系统130的第二孔径光阑34的中心偏移。如已经描述的, 照明光学系统110的第一孔径光阑24相对于基板3所处的平面布置在光学傅立叶变换平面(照明光学系统110的光瞳平面)上。因此, 调整第一孔径光阑24等效于调整进入有效光源, 即, 基板3, 的照明光的入射角。在图7示例性示出的状态下, 当在第一方向(Z轴方向)上驱动照明光学系统110的第一孔径光阑24时, 照明光的光轴在布置有检测光学系统130的第二孔径光阑34的表面上的第三方向(Y轴方向)上移动。这就设置了位置检测系统16处于图8示例性示出的状态下。

[0051] 参照图8, 检测光学系统130的第二孔径光阑34保持在X方向上偏离照明光的光轴。在这种情况下, 因为检测光学系统130的第二孔径光阑34相对于光电转换器37的光接收表面位于光学傅立叶变换平面上, 所以调整检测光学系统130的第二孔径光阑34等同于选择由光电转换器37接收的、来自基板3的衍射光的顺序。在图8示例性示出的状态下, 当在0次衍射光的光接收角的可调方向(X轴方向)上驱动检测光学系统130的第二孔径光阑34时, 从基板3反射的0次衍射光可以被调整到检测光学系统130的光瞳的中心, 如图9中示例性所示。参照图9, 以粗实线绘制的圆表示调整后的检测光学系统130的第二孔径光阑34, 而调整前的第二孔径光阑34以粗虚线绘制。

[0052] 通常, 来自诸如对准标记19的对称目标的衍射光相对于作为中心的0次衍射光是

正/负对称的。因此,调整以检测光学系统130的光瞳为中心的0次衍射光使得可以在光电转换器37的光接收表面上形成失真很小的适当图像。然而,注意,绕检测光学系统130的光瞳为中心来调整来自基板3的0次衍射光仅产生示例性效果。假设位置检测系统16的非对称像差较大。在这种情况下,不管如何破坏捕获的衍射光的对称性,都有机会进行阻挡衍射光束通过具有高像差的光瞳平面的一部分的操作。

[0053] 根据第一实施例,用于选择第一孔径光阑24和第二孔径光阑34的第一驱动机构38和第二驱动机构39对位置检测系统16的第一孔径光阑24和第二孔径光阑34进行微调。因此,可以简化用于微调位置检测系统16的第一孔径光阑24和第二孔径光阑34的布置。此外,根据第一实施例,将在两个交叉方向上调整光瞳的自由度分配给照明光学系统110和检测光学系统130。因此,没有必要将新的轴驱动机构添加到第一驱动机构38和第二驱动机构39中。因此,第一实施例可以通过使用与用于提高对比度的孔径光阑切换机构高度兼容的最小机械机构来调整光瞳的位置。此外,通过将以上描述的位置检测系统16结合到曝光装置EXP中,可以提供在成本和覆盖精度方面有优势的曝光装置EXP。

[0054] 下面将描述第二实施例。第二实施例中未提及的细节可以遵循第一实施例。第二实施例将举例说明在操作配备有位置检测系统16的曝光装置EXP时的合适的操作过程。操作曝光装置EXP可以包括在出厂/安装曝光装置EXP时调整曝光装置EXP的状态并检查调整状态是否良好的步骤(以下称为调整/检查步骤)。在该检查步骤中,作为评估位置检测系统16的调整状态的方法,可以在基板驱动机构18在Z轴方向上驱动基板台4的同时用位置检测系统16观察配设在用于调整的基板3上的对准标记19。假设如图7示例性示出的对基板3进行照明的照明光的光轴从法线向基板3的表面偏移。在这种情况下,随着在Z轴方向上驱动基板台4,由光电转换器37捕获到的对准标记19的图像可以在水平方向上偏移。这使得可以基于在Z轴方向上以微小单位量 δZ 驱动基板台4时的偏移量的方向和大小,来评价对基板3进行照明的照明光的光轴从法线向基板3的表面偏移的程度。在这种情况下,令(Ex, Ey)为表示偏移量的方向和大小的向量的正交分量。

[0055] 在调整/检查步骤中,可以通过以微小单位量 δx 和 δy 分别驱动照明光学系统110的第一孔径光阑24和检测光学系统130的第二孔径光阑34,预先获得表示 Ex 和 Ey 变化多少的值,即,灵敏度。假设以此方式获得的灵敏度表为图10所示的表。参照图10,数值a表示当照明光学系统110的第一孔径光阑24被驱动了 δx 时的 Ex 的变化量,而数值c表示同时发生的 Ey 的变化量。同样地,数值b表示当检测光学系统130的第二孔径光阑34被驱动了 δy 时的 Ex 的变化量,而数值d表示同时发生的 Ey 的变化量。

[0056] 令 ExT 为 Ex 的驱动目标值,而 EyT 为 Ey 的驱动目标值,以微小单位量 δx 和 δy 测量的第一驱动机构38和第二驱动机构39应驱动的量(x, y)可以从以下联立方程式获得:

$$[0057] ExT - Ex = ax + by$$

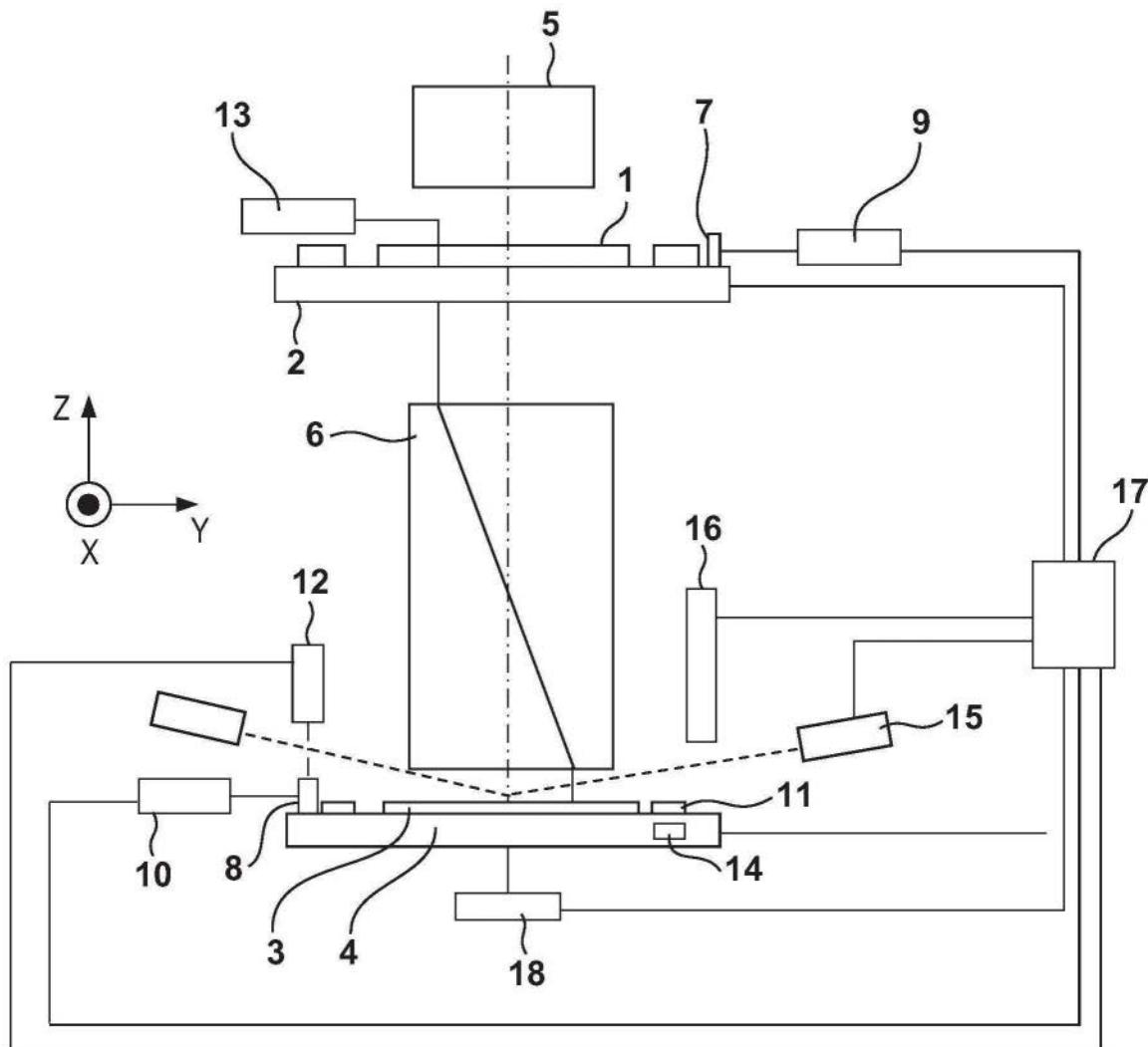
$$[0058] EyT - Ey = cx + dy$$

[0059] 以这种方式预先在调整/检查步骤中一次获得如图10所示的灵敏度表,使得当以后需要调整位置检测系统16时,可以使用上述等式快速计算第一驱动机构38和第二驱动机构39应驱动的量(x, y)。使位置检测系统16的图像形成状态始终保持适当可有助于通过使用配备有位置检测系统16的曝光装置EXP来制造有高成品率的高质量物品。

[0060] 接下来,将描述通过使用上述曝光装置来制造物品(半导体IC元件、液晶显示元

件、MEMS等)的方法。通过以下步骤来制造物品：使用上述曝光装置使涂布有光敏剂的基板(基板，玻璃基板等)曝光的步骤；对该基板(光敏剂)进行显影的步骤；以及在其他已知步骤中处理显影后的基板的步骤。其他已知步骤包括蚀刻、去除抗蚀剂、切割、粘合和包装。这种物品制造方法可以制造出比使用传统方法更高质量的物品。

[0061] 尽管已经参照示例性实施例描述了本发明，但是应当理解，本发明不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应与最宽泛的解释相一致，以涵盖所有这些变型以及等效的结构和功能。



EXP

图1

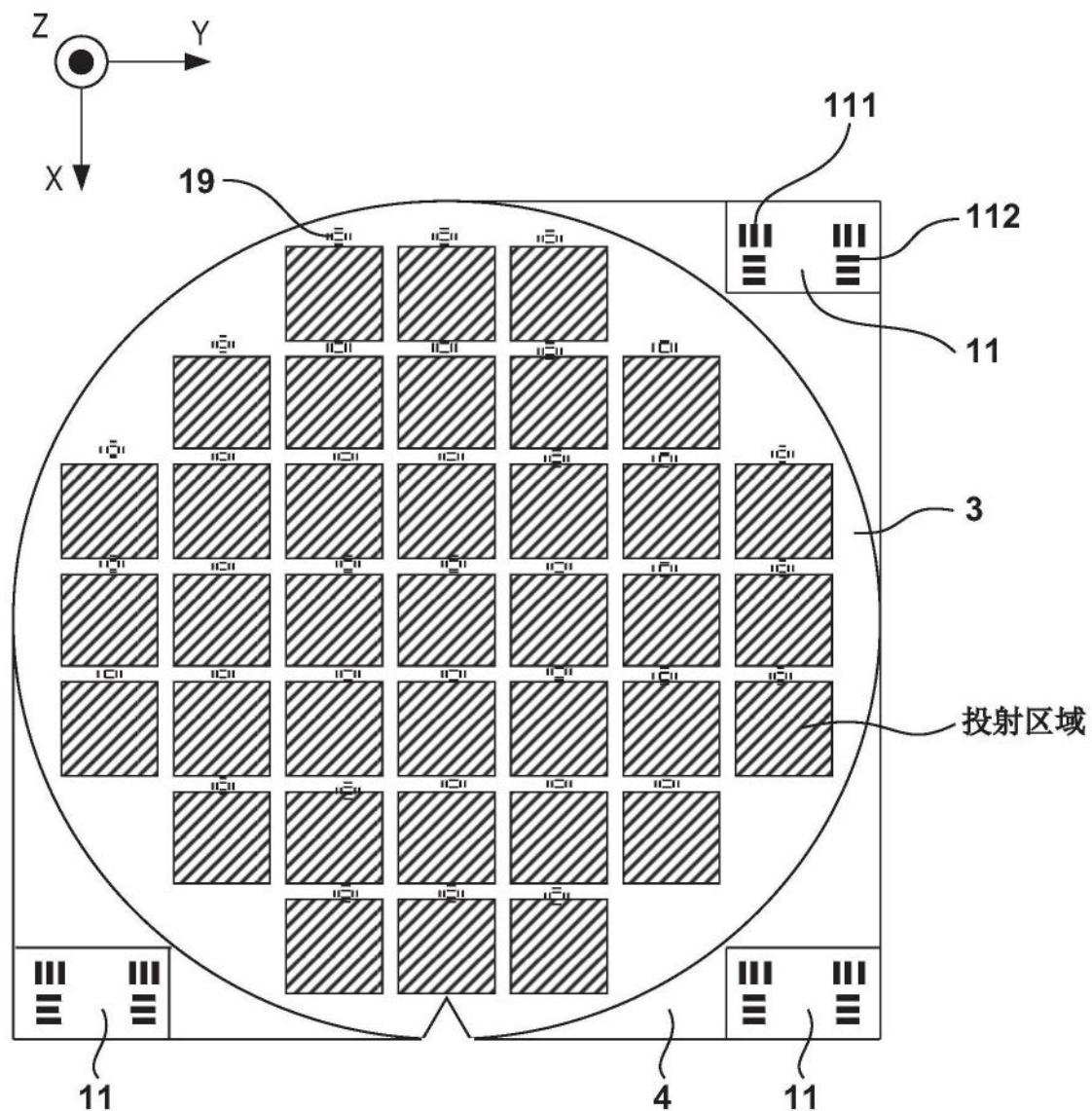


图2

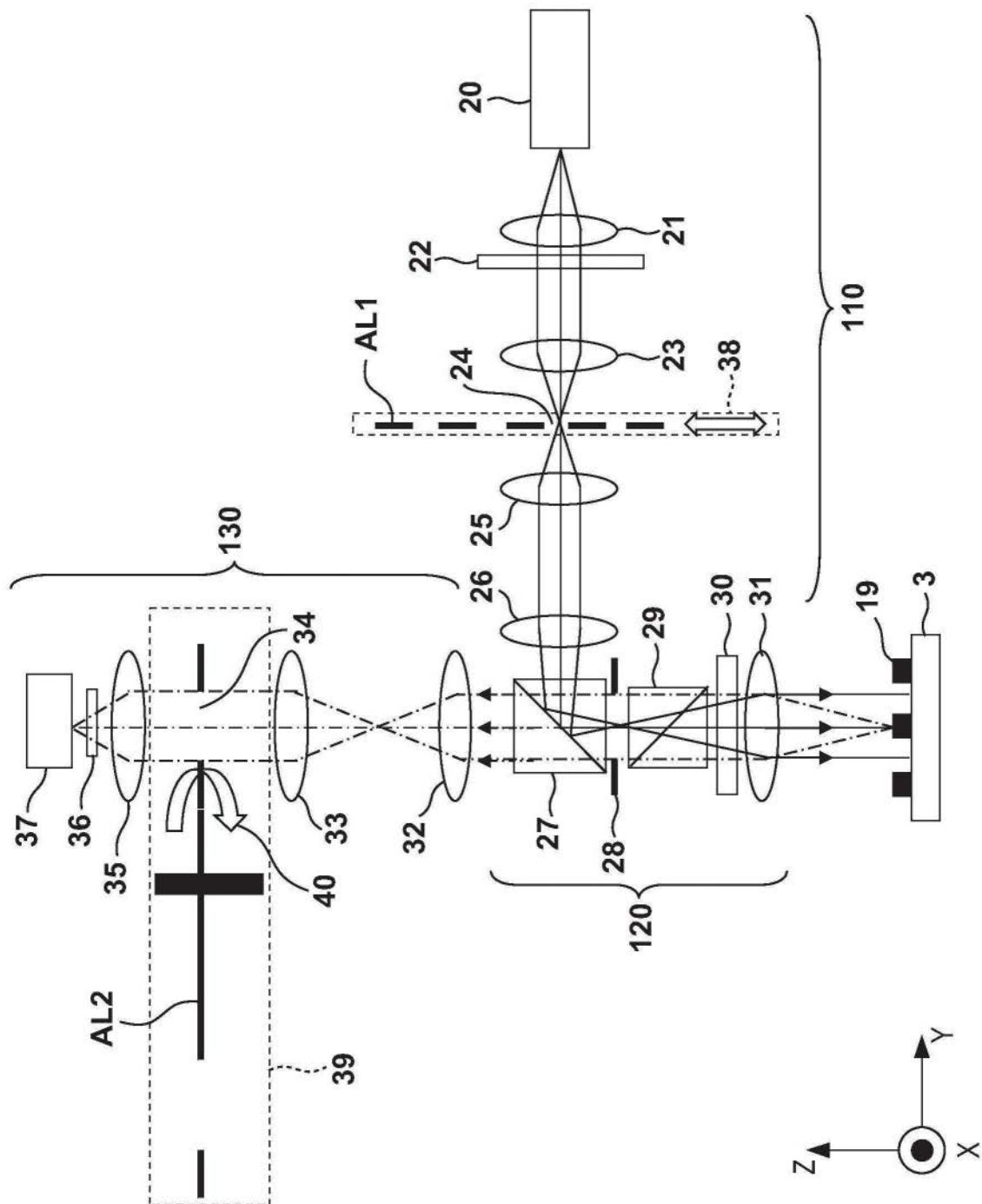


图3

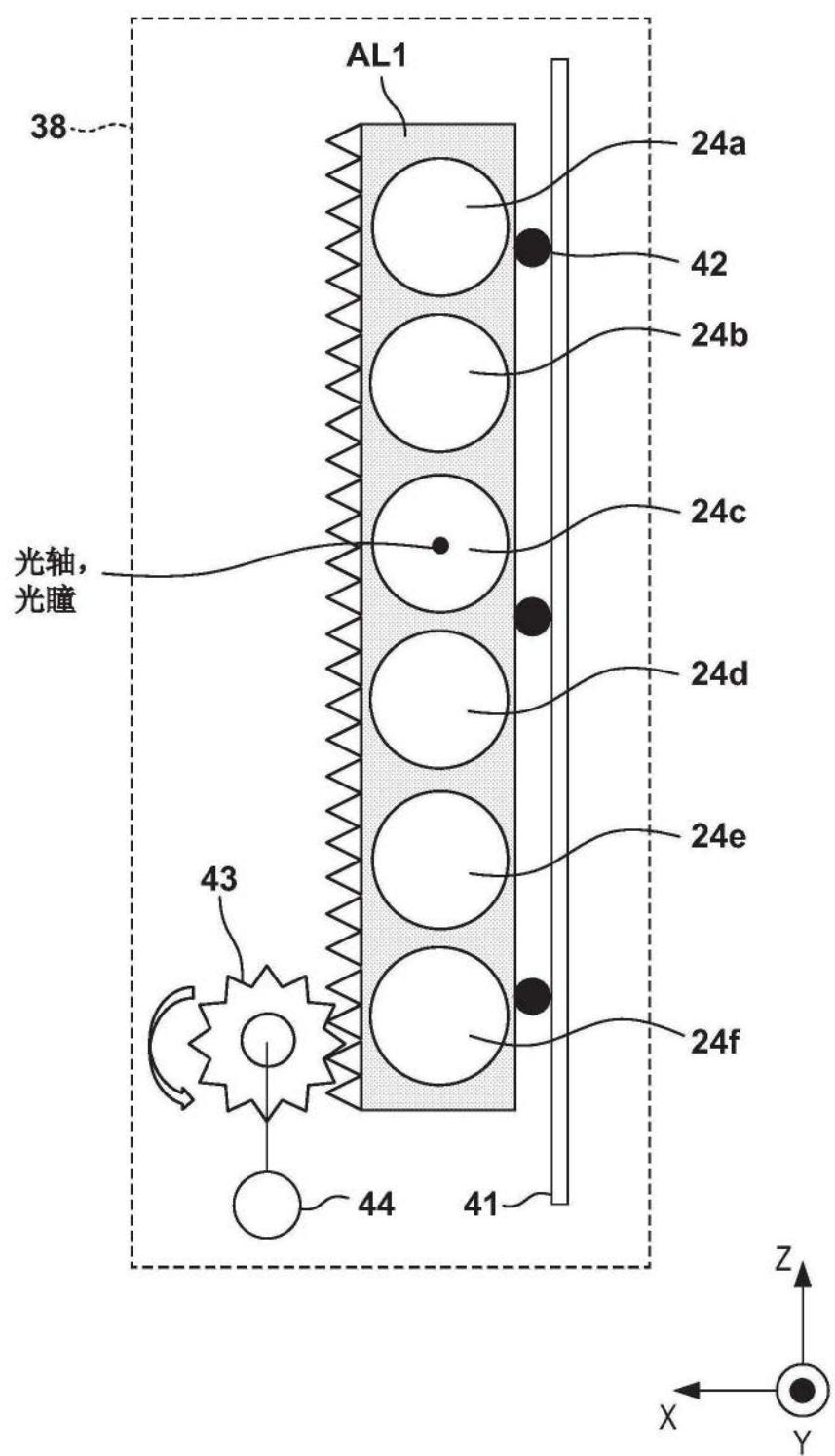


图4

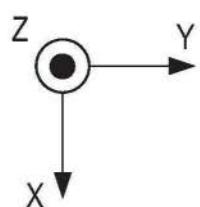
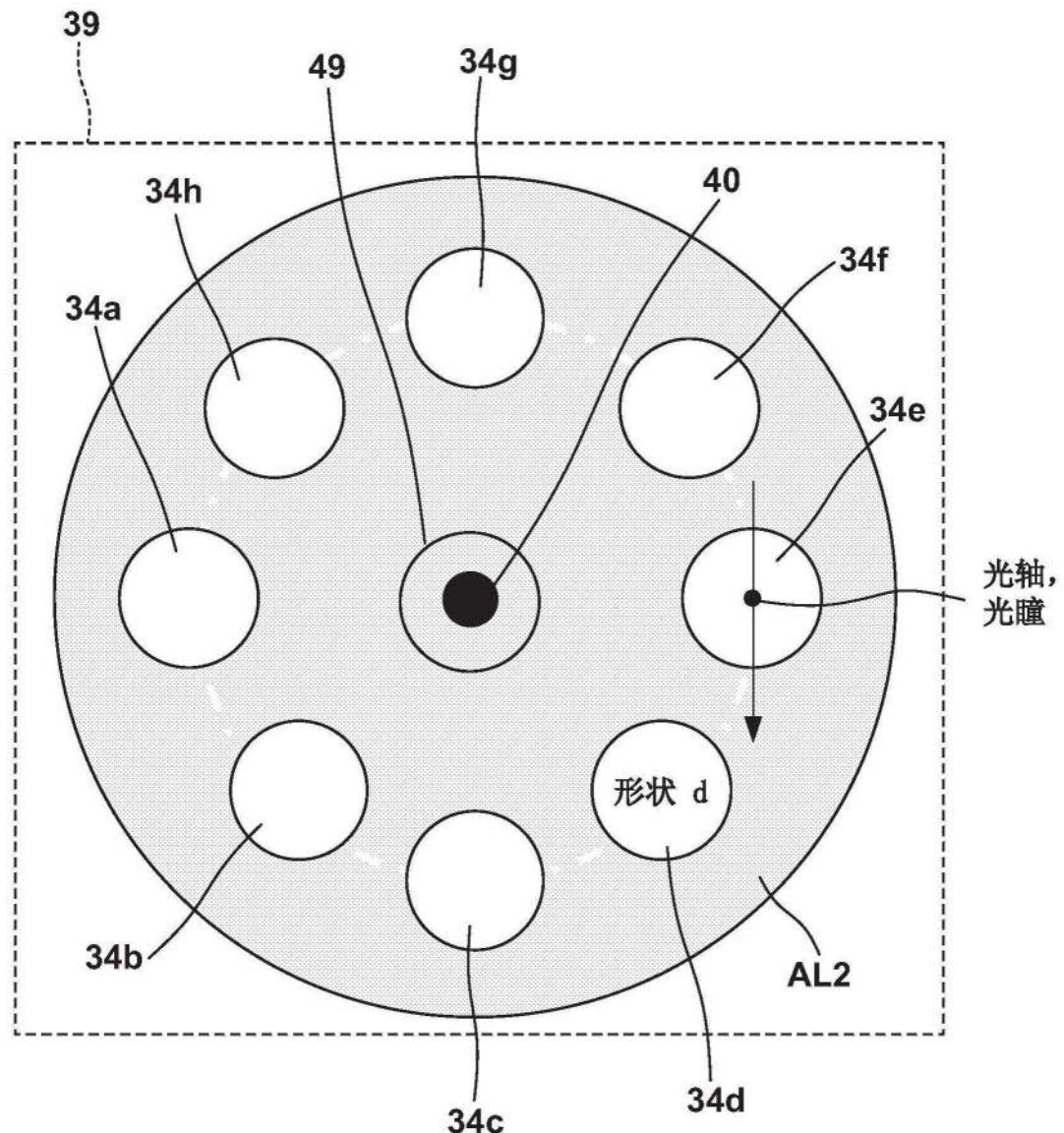


图5

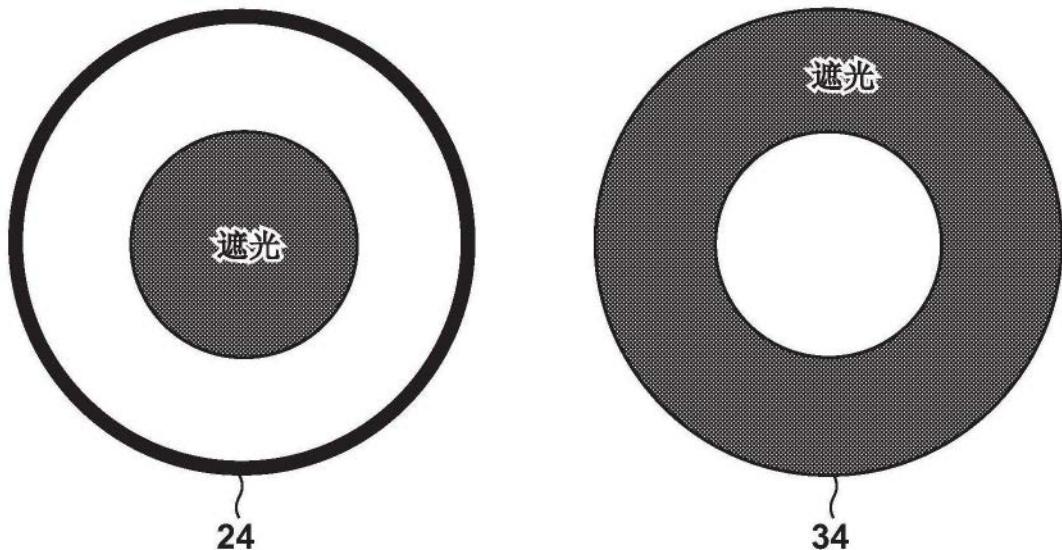


图6

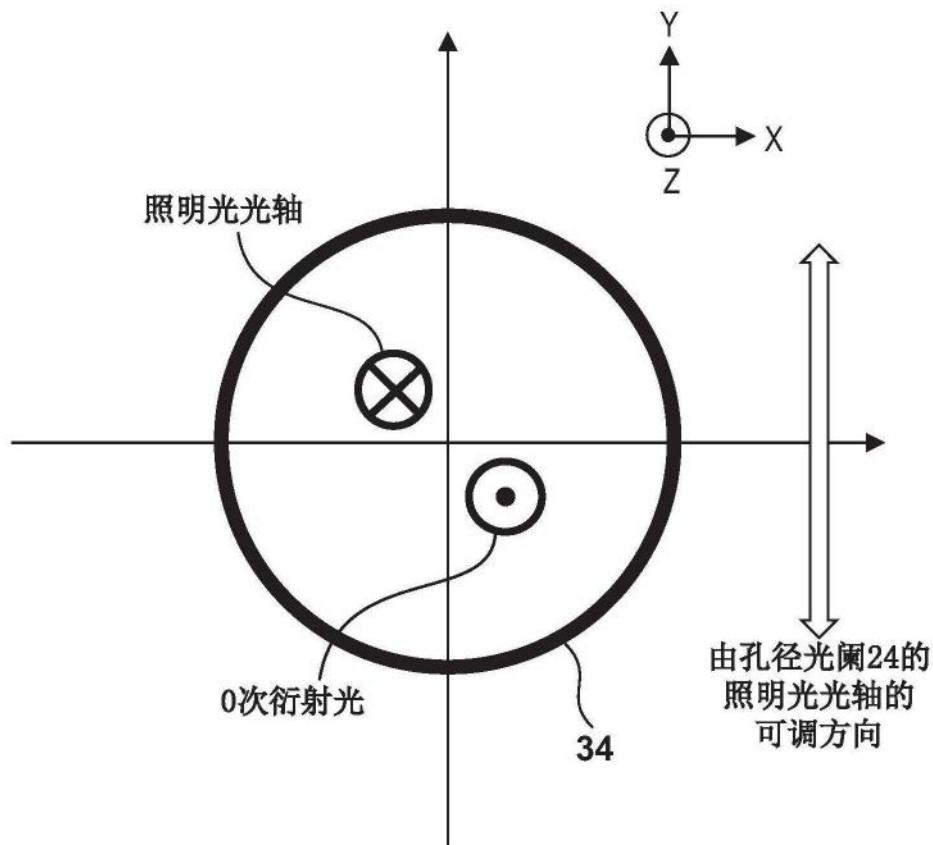


图7

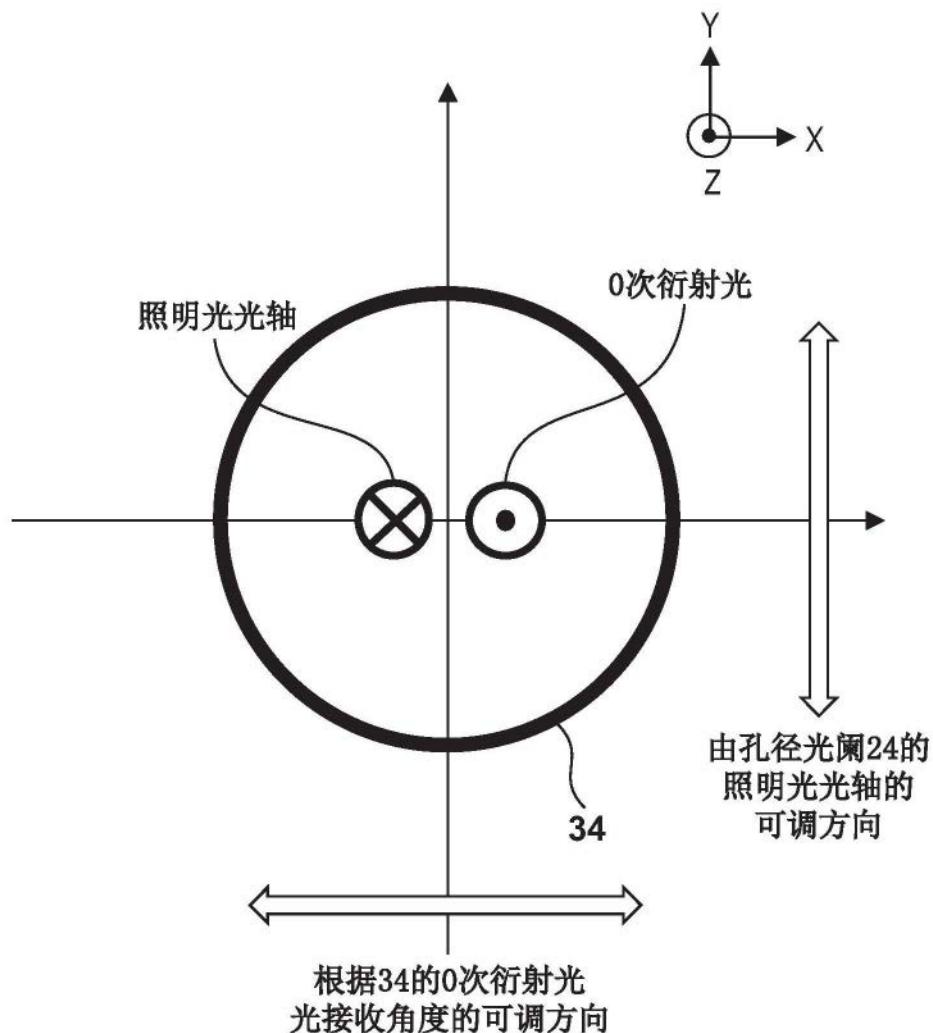


图8

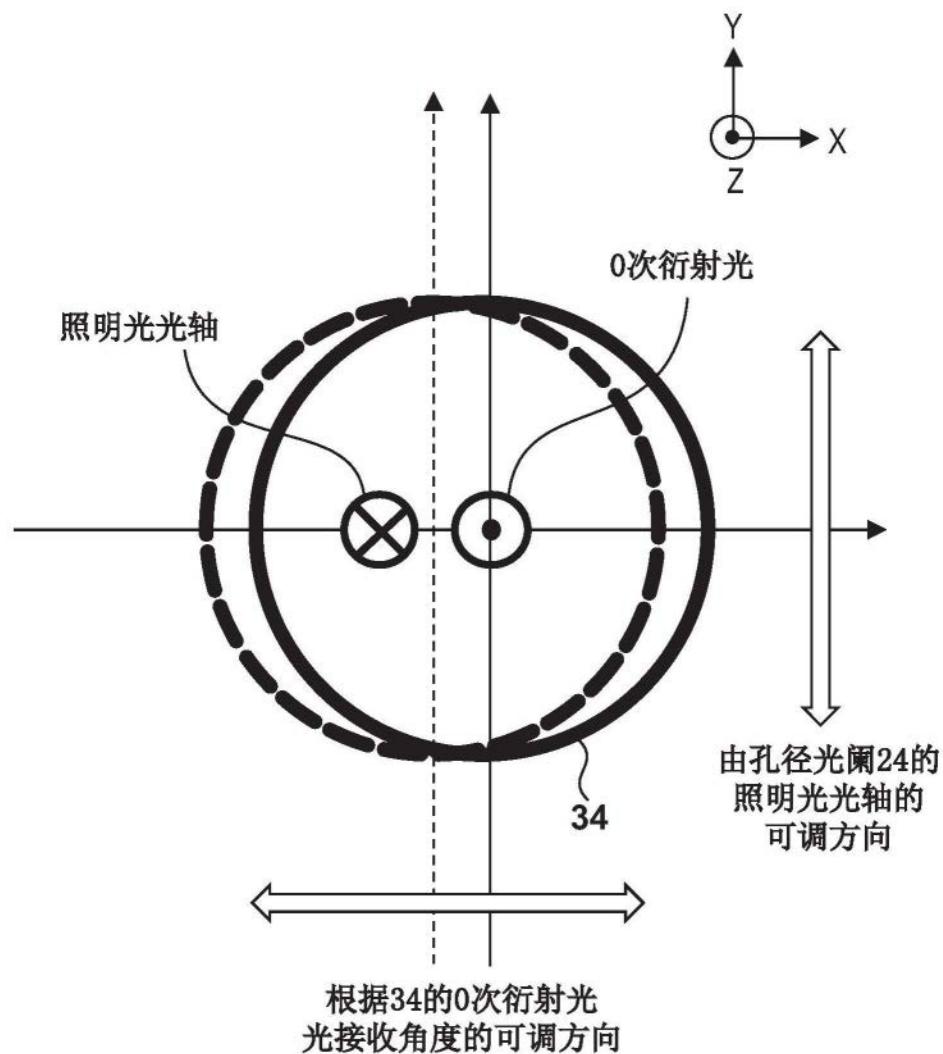


图9

	第一孔径光阑	第二孔径光阑
Ex	a	b
Ey	c	d

图10