



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110716395 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 28

(21) 申请号 201910626935.3

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2019.07.12

G03F 7/20 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 孙宏

申请公布号 CN 110716395 A

(43) 申请公布日 2020.01.21

(30) 优先权数据

2018-133431 2018.07.13 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 宫春隆文

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 刘前红

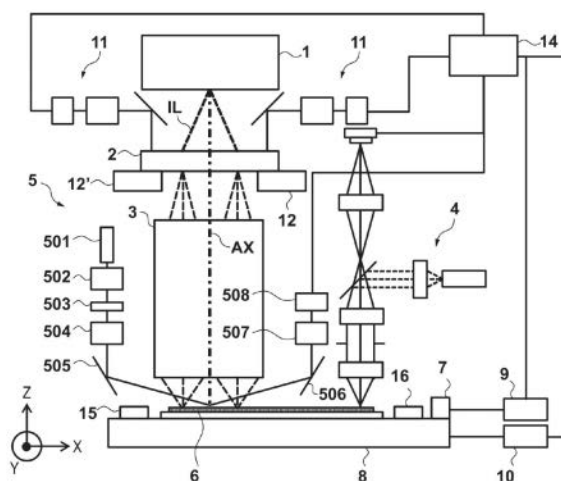
权利要求书2页 说明书10页 附图13页

(54) 发明名称

曝光装置和物品制造方法

(57) 摘要

本发明涉及曝光装置和物品制造方法。曝光装置包括用于投影掩模的图案的投影光学系统、用于保持基板的基板台以及安装在基板台上的测量设备,测量设备包括其上形成有基板侧标记的板和用于检测透过掩模侧标记、投影光学系统和基板侧标记的光的传感器,并且被配置为测量由传感器检测的光的量。基板侧标记包括被布置在传感器的灵敏区域的中心的中心标记以及被布置在中心标记的外围的外围标记。中心标记用于光量的测量中,所述光量的测量包括在平行于投影光学系统的光轴的方向上驱动基板台。



1. 一种曝光装置,包括:

投影光学系统,该投影光学系统被配置为投影被保持在掩模台上的掩模的图案;

基板台,该基板台在保持基板同时能移动;以及

安装在基板台上的测量设备,该测量设备包括其上形成有基板侧标记的板以及用于检测透过在掩模或掩模台上形成的掩模侧标记、投影光学系统和基板侧标记的光的传感器,并且被配置为测量由传感器检测到的光量,

其中,基板侧标记包括多个测量标记,所述多个测量标记包括被布置在传感器的灵敏区域的中心的中心标记以及被布置在中心标记的外围的外围标记,并且中心标记是将在所述光量的测量中使用的标记,所述光量的测量包括在平行于投影光学系统的光轴的第一方向上驱动基板台,并且所述外围标记是将在垂直于第一方向的方向上的对准中使用的标记。

2. 如权利要求1所述的曝光装置,其中,所述中心标记是将在测量远心度的处理中使用的标记,所述远心度指示投影光学系统的主光的倾斜。

3. 根据权利要求2所述的曝光装置,其中,测量远心度的处理包括获得由投影光学系统投影的掩模侧标记的图像在垂直于第一方向的第二方向上相对于中心标记的位置偏离的量的处理,当在第一方向上驱动基板台时出现所述位置偏离。

4. 根据权利要求1所述的曝光装置,其中,所述中心标记是将在通过在沿第一方向驱动基板台的同时测量所述光量来确定第一方向上的最佳聚焦位置的处理中使用的标记。

5. 根据权利要求1所述的曝光装置,其中,所述中心标记是在第一方向的每个位置处在垂直于第一方向的第二方向上执行驱动的同时测量所述光量从而确定由投影光学系统投影的掩模侧标记的图像在第二方向上相对于中心标记的位置偏离的量的处理中使用的标记。

6. 根据权利要求5所述的曝光装置,其中,所述中心标记包括具有单个开口的第一中心标记,所述开口具有在平行于所述灵敏区域的表面并且垂直于所述第二方向的第三方向上延伸的形状,并且所述第一中心标记被布置在第二方向上的所述灵敏区域的中心位置。

7. 根据权利要求6所述的曝光装置,其中,所述中心标记还包括具有单个开口的第二中心标记,所述开口具有在所述第二方向上延伸的形状,并且所述第二中心标记被布置在第三方向上的所述灵敏区域的中心位置。

8. 根据权利要求6所述的曝光装置,其中,所述中心标记还包括各自具有单个开口的一对第三中心标记,所述一对第三中心标记被布置在位于所述灵敏区域的与第二方向或第三方向平行的中心线上并且关于所述灵敏区域的中心对称的位置。

9. 根据权利要求1所述的曝光装置,其中,所述外围标记包括用于对准所述板和所述灵敏区域的对准标记。

10. 根据权利要求1所述的曝光装置,其中,令S为所述灵敏区域的尺寸,L为所述板的反面与所述灵敏区域之间的距离,L'为所述板的厚度,n为所述板的折射率,NA为待测量的照明模式的数值孔径,则中心标记被布置在与所述灵敏区域的中心相距由下式表示的半径R内的区域中:

$$S/2-3 \cdot (L \cdot \tan(\arcsin(NA)) + L' \cdot \tan(\arcsin(NA/n)))。$$

11. 根据权利要求1所述的曝光装置,其中,所述外围标记包括被形成为开口和遮光部

的重复图案的标记。

12. 根据权利要求1所述的曝光装置, 其中, 在使用所述中心标记的测量和使用所述外围标记的测量中获得不同的测量结果。

13. 根据权利要求1所述的曝光装置, 其中, 所述中心标记被布置在比所述外围标记的位置更靠近所述灵敏区域的中心的位置。

14. 根据权利要求9所述的曝光装置, 其中, 所述对准标记包括开口和刻度, 在通过穿过所述开口聚焦所述灵敏区域的表面的状态下测量所述灵敏区域的端面, 以及

在聚焦所述板的表面的状态下通过使用所述刻度测量所述板与所述灵敏区域之间的位置偏离。

15. 一种物品制造方法, 包括:

通过使用权利要求1至14中任一项所述的曝光装置对基板进行曝光; 以及

对在所述曝光中曝光的基板进行显影,

其中, 用在所述显影中显影的基板来制造物品。

曝光装置和物品制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及曝光装置和物品制造方法。

背景技术

[0002] 在曝光装置中,照明光学系统和投影光学系统的图像性能对CD或重叠具有影响。因此,通过使用航空图像(aerial image)测量设备来测量和调整照明光学系统和投影光学系统的光学特性。日本专利公开No.2003-059817描述了通过在改变航空图像测量设备的光轴方向上的聚焦位置的同时在垂直于光轴的截面方向上执行移位测量来测量照明光学系统的远心度(telecentricity)的方法。此外,日本专利公开No.2008-294019描述了在航空图像测量设备的图案基板上形成对准标记并且在围绕光轴的旋转方向上调整图案基板和由投影光学系统投影的图像的方法。这些航空图像测量设备包括具有由诸如Cr膜之类的遮光构件形成的开口的玻璃板和传感器。

[0003] 遗憾的是,传统的航空图像测量设备造成如下问题:玻璃板的开口的中心与传感器的灵敏区域的中心之间的偏离欺骗了所检测到的扫描信号的光量,并且出现测量误差。

发明内容

[0004] 本发明提供了在例如减少标记测量中的测量误差方面有利的曝光装置。

[0005] 本发明在其第一方面中提供了一种曝光装置,该曝光装置包括:投影光学系统,该投影光学系统被配置为投影被保持在掩模台上的掩模的图案;基板台,该基板台在保持基板同时能移动;以及安装在基板台上的测量设备,该测量设备包括其上形成有基板侧标记的板以及用于检测透过在掩模或掩模台上形成的掩模侧标记、投影光学系统和基板侧标记的光的传感器,并且被配置为测量由传感器检测到的光的量,其中,基板侧标记包括被布置在传感器的灵敏区域的中心的中心标记以及被布置在中心标记的外围的外围标记,并且中心标记是将在所述光量的测量中使用的标记,所述光量的测量包括在平行于投影光学系统的光轴的第一方向上驱动基板台。

[0006] 本发明在其第二方面中提供了一种物品制造方法,该物品制造方法包括:通过使用在第一方面中限定的曝光装置对基板进行曝光;以及对在所述曝光中曝光的基板进行显影,其中,用在所述显影中显影的基板来制造物品。

[0007] 参照附图阅读示例性实施例的以下描述,本发明的其它特征将变得清晰。

附图说明

[0008] 图1是示出了根据实施例的曝光装置的布置的图;

[0009] 图2是示出了实施例中的测量标记的示例的视图;

[0010] 图3是示出了分划板(reticle)侧的测量标记的实例的视图;

[0011] 图4是示出了位置检测器和分划板之间的相对位置关系(基线)的视图;

[0012] 图5A是示出了测量设备的布置的视图;

- [0013] 图5B是示出了测量设备中的多个测量标记的示例的视图；
- [0014] 图6是示意性地示出了测量标记在X方向上的位置与光电转换器的输出值之间的关系的关系的视图；
- [0015] 图7是示出了从测量标记获得的远心度的示意图；
- [0016] 图8A是用于说明无远心度测量误差出现的条件的视图；
- [0017] 图8B是用于说明无远心度测量误差出现的条件的视图；
- [0018] 图9A是用于说明远心度测量误差出现的条件的视图；
- [0019] 图9B是用于说明远心度测量误差出现的条件的视图；
- [0020] 图10A是示出了在包括透镜的测量设备中出现远心度测量误差的方式的视图；
- [0021] 图10B是示出了在包括透镜的测量设备中出现远心度测量误差的方式的视图；
- [0022] 图11A是示出了根据实施例的测量设备的布置的视图；
- [0023] 图11B是示出了根据实施例的测量设备中的多个测量标记的示例的视图；
- [0024] 图11C是示出了根据实施例的测量设备中的对准标记的示例的视图；
- [0025] 图12是示出了根据实施例的测量设备的布置的视图；
- [0026] 图13是示出了根据实施例的测量设备的布置的视图；以及
- [0027] 图14是示出了根据实施例的用于测量照明光学系统的光瞳分布的测量设备的布置的视图。

具体实施方式

[0028] 下面将参考附图详细描述本发明的各种示例性实施例、特征和方面。

[0029] 下面将参考附图详细说明本发明的实施例。注意，以下实施例仅仅是实现本发明时的实例，因此本发明不限于以下实施例。还要注意，并非在以下实施例中说明的所有特征组合都一定是解决本发明的技术问题所必需的。此外，相同的附图标记表示附图中的类似构件，并且将省略其重复说明。

[0030] <第一实施例>

[0031] 图1是示出了根据本实施例的曝光装置的布置的视图。在本说明书中，方向是在XYZ坐标系中表示的，其中水平面是XY平面。通常，基板6被放置在基板台8上，使得基板6的表面平行于水平面(XY平面)，并且投影光学系统的光轴AX平行于与XY平面垂直的Z轴。控制器14管理曝光装置的操作。从照明光学系统1发出的光IL对参照在分划板台(掩模台)(未示出)上形成的分划板设定标记12和12'布置的分划板2进行照明。通过能够同时观察分划板设定标记12和12'以及在分划板2上形成的分划板设定标记(未示出)的分划板对准观察仪11来定位分划板2。

[0032] 透过作为原件的分划板2上的图案的光的图像由投影光学系统3形成在基板6上，从而在基板6上形成曝光图案。基板6被保持在可在X、Y和Z轴方向上以及在围绕这些轴的旋转方向上移动的基板台8上。台控制系统10控制基板台8。用于基线测量(稍后描述)的测量设备15(也称为航空图像测量设备或空间图像测量设备)安装在基板台8上。

[0033] 另一方面，在基板6上形成对准标记(未示出)，并且专用的位置检测器4测量这些对准标记的位置。注意，参照镜子7的干涉仪9总是测量基板台8的位置，并且根据干涉仪9的测量结果和位置检测器4的对准标记测量结果来计算在基板6上形成的芯片的排列信息。

[0034] 当对基板6进行曝光时,必须针对由投影光学系统3形成的图像的聚焦位置执行对准,并且聚焦检测器5检测基板6在聚焦方向上的位置。在聚焦检测器5中,从光源501发出的光作为由狭缝503限定的图案光被照明透镜502、狭缝503、光投射透镜504和镜子505倾斜地投影到基板6上。投影到基板6上的这种图案光被基板表面反射,并经由安装在相对侧的镜子506被光接收透镜507输入到诸如CCD之类的光电转换器508。可以根据由光电转换器508获得的狭缝图像的位置来测量基板6的聚焦方向。

[0035] 如上所述,位置检测器4检测在基板6上形成的芯片排列信息,但是必须提前获得如图4中所示的位置检测器4和分划板2之间的相对位置关系(基线(B.L.))。下面将说明基线测量方法的概述。图2示出了在分划板2和分划板基准板22上形成的分划板侧测量标记20和21(掩模侧标记)。图3示出了图2中所示的测量标记20和21的详细示例。分划板2在遮光区40内部具有形成真实元件图案的曝光区域41。测量标记20被形成在遮光区40的外围。如图3中所示,测量标记20包括用于测量X方向的测量标记20x和用于测量Y方向的测量标记20y。测量标记20x被形成为在Y方向上延伸的开口和遮光部的重复图案。测量标记20y被形成为在与测量标记20x的延伸方向垂直的X方向上延伸的开口和遮光部的重复图案。注意,测量标记20x和20y的延伸方向不需要与X或Y方向平行。例如,测量标记20x和20y也可以在相对于X方向倾斜 45° 或 135° 的方向上延伸。

[0036] 如图2中所示,曝光装置包括处于与分划板2相同高度的分划板基准板22。通过驱动分划板台(未示出),可以将分划板基准板22驱动至投影光学系统3正上方的位置。测量标记20和21被形成在分划板基准板22上,使得即使在分划板2未安装在曝光装置上时也可以执行校准测量。另外,由于沿X方向(投影光学系统3的非扫描方向)在分划板基准板22上布置有多个测量标记20和21,因此这些标记也可用于投影光学系统3的畸变或像平面的像差的测量。如图3中所示,测量标记21包括用于X方向上的粗略测量的测量标记21x以及用于Y方向上的粗略测量的测量标记21y。测量标记21x由在Y方向上延伸的开口形成,测量标记21y由在垂直于测量标记21x的延伸方向的X方向上延伸的开口形成。如图4中所示,当照明光学系统1用曝光光对这些测量标记进行照明时,投影光学系统3在基板侧的最佳聚焦位置处形成透过测量标记的光的开口图案图像。

[0037] 图5A示出了在基板台8上布置的测量设备15的配置。图5A是在Y方向上观察的测量设备15的截面图。测量设备15包括玻璃板50和在玻璃板50下方布置的光电转换器51(传感器)。在玻璃板50的表面上形成诸如Cr膜之类的遮光部35。在遮光部35的中心部分形成多个测量标记33(基板侧标记)。这多个测量标记33中的每一个由开口和对曝光光具有遮光性质的遮光部形成。然而,图5A将多个测量标记33示出为简单的开口。透过掩模侧标记、投影光学系统3和基板侧标记的光到达光电转换器51。光电转换器51输出与所接收的光的强度对应的电信号。因此,可以测量由光电转换器51检测的光的量(或强度)。

[0038] 图5B示出了多个测量标记33的示例。如图5B中所示,多个测量标记33包括相当于在分划板侧的测量标记20x、20y、21x和21y的测量标记30x、30y、31x和31y,并且还可以包括其他测量标记。例如,测量标记30s和30t可用于测量在倾斜方向上具有开口和遮光部的重复图案的测量标记的图像。另外,还形成了可由位置检测器4检测的位置测量标记32。当位置测量标记32位于位置检测器4的观察区域中时,位置测量标记32的位置可以从位置检测器4检测的结果和此时由干涉仪获得的结果获得。

[0039] 如上所述的多个测量标记33被布置在玻璃板50上,但是多个测量标记33的布置受到限制。可以布置多个测量标记33的区域受到限制,因为对多个测量标记33进行照明的光具有NA,并且透过多个测量标记33的所有光分量必须被光电转换器51检测到。此外,多个测量标记33还可以包括:用于精细检测的测量标记30x、30y、30s和30t,用于粗略检测的测量标记31x和31y,以及它们的备用标记。当检查玻璃板50上的多个测量标记的布置时,具有高优先级次序的测量标记被布置在玻璃板50上的中心附近。具有高优先级次序的测量标记是在以高精度执行测量时要使用的测量标记。在图5B中,测量标记30x和30y被布置在玻璃板50上的中心附近。

[0040] 下面将详细说明通过使用光学测量设备15获得位置检测器4相对于投影光学系统3的相对位置(基线)的方法。首先,控制器14将在分划板2上形成的测量标记20x和20y驱动至投影光学系统3的曝光光通过的预定位置。将以测量标记20x为例进行以下说明。相同的方法也适用于测量标记20y。照明光学系统1利用曝光光对被驱动至预定位置的测量标记20x进行照明。投影光学系统3在基板空间上的图像形成位置形成透过测量标记20x的光的图像作为其标记图案图像。控制器14驱动基板台8以把在测量设备15中形成的并且具有与测量标记20x相同的形状的测量标记30x布置在与标记图案图像匹配的位置。

[0041] 在测量设备15被布置在测量标记20x的图像形成平面(最佳聚焦平面)上的状态下,在沿X方向驱动测量标记30x的同时,监视光电转换器51的输出值。图6示出了描绘测量标记30x的X方向位置和光电转换器51的输出值的示意图。参考图6,横坐标是测量标记30x的X方向位置,并且纵坐标是光电转换器51的输出值I。如图6中所示,当测量标记20x和测量标记30x的相对位置改变时,所获得的输出值也改变。在变化曲线60上,在已穿过测量标记20x的光与测量标记30x的开口匹配的位置(X0)处输出最大。通过获得位置X0,可以获得由投影光学系统3在基板空间侧形成的测量标记20x的投影图像的位置。注意,通过利用质心计算、函数近似等计算所获得的变化曲线60的预定区域中的峰值位置,来获得检测位置X0的稳定精确测量值。

[0042] 上面已经说明了X方向上的测量。然而,也可以通过使用与测量标记20y对应的测量标记30y类似地执行检测来检测由投影光学系统3形成的测量标记20x和20y的投影图像的位置。注意,上述说明是在测量设备15存在于投影图像的最佳聚焦平面上的假设下进行的。然而,在实际的曝光装置中,在某些情况下聚焦方向(Z方向)是不确定的。在这种情况下,可以通过在沿Z方向驱动测量设备15的同时监视光电转换器51的输出值来获得最佳聚焦平面。在这种情况下,通过在图6所示的图中将横坐标视为聚焦位置并将纵坐标视为输出值I,可以通过类似处理来计算最佳聚焦平面。

[0043] 注意,如果测量设备15在X和Y方向以及Z方向上偏离,则在一个方向上执行测量,从而以预定精度获得位置,然后在另一个方向上检测位置。通过交替重复该处理,最终可以计算出最佳位置。例如,在测量设备15在Z方向上偏离的状态下,沿X方向驱动测量设备15,并且在X方向上执行低精度测量,从而计算X方向上的粗略位置。之后,在相同位置处沿Z方向驱动测量设备15,并且计算最佳聚焦平面。然后,在最佳聚焦平面中再次沿X方向驱动测量设备15,并执行测量。这使得可以精确地获得X方向上的最佳位置。通常,如上所述,可以通过执行一次交替测量来执行精确测量。注意,在上述示例中首先执行X方向上的测量,但是即使在首先执行Z方向上的测量时,也最终可以执行精确测量。

[0044] 如前所述,通过使用测量设备15来计算测量标记20x和20y的投影图像的XY位置。之后,控制器14朝向位置检测器4驱动测量设备15,并且位置检测器4检测位置测量标记32的位置。投影光学系统3和位置检测器4的相对位置(基线)可以通过使用基板台8的驱动量和位置检测器的检测结果来计算。

[0045] 测量设备15还用于测量表示照明光学系统1和投影光学系统3的主光线的倾斜度的远心度。如果在对基板6进行曝光时远心度大,则出现图像移位,这导致重叠错误。因此,通过使用测量设备15来测量远心度,并且通过例如驱动照明光学系统1和投影光学系统3的透镜来调整远心度。下面将说明用于通过使用测量设备15测量远心度的序列的示例。控制器14将在分刻板基准板22上形成的测量标记21x和21y驱动至投影光学系统3的曝光光通过的位置。将以测量标记21x为例进行说明。相同的方法也适用于测量标记21y。控制器14驱动基板台8,并且在测量标记31x与标记图案图像相匹配的位置处布置具有与测量标记21x相同的形状并被布置在测量设备15上的测量标记31x。首先,执行Z方向测量以便获得Z方向上的最佳聚焦位置。然后,基于所获得的Z方向上的最佳聚焦位置,在Z方向上的多个点的位置处执行X方向测量。如图7中所示,可以通过使用在Z方向上的每个位置计算的X方向上的值来计算相对于Z方向的X方向上的倾斜,即,远心度70。

[0046] 下面将说明通过使用测量设备15测量远心度时的问题。图8A和8B示出了没有远心度测量误差出现的条件。图9A和9B示出了远心度测量误差出现的条件。图8A是当通过使用测量设备15测量从照明光学系统1发出的光的照明分布时的扫描信号的示意图。来自照明光学系统1的照明光201对最佳聚焦平面和离焦平面进行照明。阴影部分表示最佳聚焦平面上的照明分布202和离焦平面上的照明分布203。在最佳聚焦平面上的照明分布202中,端部的倾斜大。相反,在离焦平面上的照明分布203中,端部的倾斜小,并且分布延展。扫描信号204表示当测量设备15扫描并测量照度分布202时的扫描信号。扫描信号205表示当测量设备15扫描并测量照度分布203时的扫描信号。

[0047] 图8B示出了当通过使用测量设备15在Y方向上扫描和测量在照明分布202的两端的点A和B以及在照明分布203的两端的点C和D时测量设备15中的光迹。通过以多个测量标记33(图5B)中的测量标记31y为例来说明图8B。图8B还示出了光电转换器51的灵敏区域52。测量标记31y被布置在光电转换器51的灵敏区域52的中心。在点A和B这两者处,检测由玻璃板50和光电转换器51的灵敏区域52反射一次的光。另一方面,点C在离焦位置处被测量,因此照明光201照明一侧。同样,对于点D,相对侧被照明。然而,由于测量标记31y被布置在光电转换器51的灵敏区域52的中心,所以在点C和D处测量的检测光量相等。因此,在扫描信号204和205中没有出现质心变化。结果,在扫描信号204和205中没有测量误差出现。

[0048] 接下来,将参考图9A和9B说明引起远心度测量误差的原理。图9A和9B示出了测量标记31y的位置偏离光电转换器51的灵敏区域52的中心的情况。与图8B类似,图9B示出了当通过使用测量设备15在Y方向上扫描和测量在照明分布202的两端的点A和B以及在照明分布203的两端的点C和D时测量设备15中的光迹。在点A和B处,可以在照明光201的仅一侧检测到一次反射光。没有检测到在相对侧的一次反射光,因为光落在光电转换器51的灵敏区域52之外。因此,扫描信号204的检测到的光量在点A和B处减小。然而,质心位置不改变,因为扫描信号204左右对称地改变。在点C处,检测到由玻璃板50和光电转换器51的灵敏区域52反射一次的光。另一方面,在点D处,一次反射光落在光电转换器51的灵敏区域52外部

并且未被检测到。因此,在图9A所示的测量设备15的布置中,扫描信号205的波形在被测量时变为扫描波形206。在扫描波形206中,质心改变,因为检测到的光量仅在点D一侧减小。这引起在离焦位置处执行测量的Y方向上的测量误差。在最佳聚焦平面上的点A和B处,在Y方向上没有测量误差出现,因此出现远心度测量误差。

[0049] 假设图9A中所示的离焦是+离焦,则-离焦的条件如下。这种情况可以视为与图9A所示的情况相同,即,对于-离焦来说,质心移位的符号反转。因此,对于±离焦,出现具有不同符号的质心移位,所以出现远心度测量误差。注意,已经在使用测量标记31y的条件下说明了图8B和9B。然而,很明显,即使在使用测量标记31x时,在X方向上的质心测量值中也会出现测量误差。

[0050] 如上所述,当测量设备15的光电转换器51的灵敏区域52的中心和测量标记31x和31y的位置偏离时,在离焦位置的质心测量中出现测量误差,这会引入远心度测量误差。下面将说明计算投影光学系统3和位置检测器4的相对位置(基线)的情况。通过将测量设备15布置在投影图像的最佳聚焦平面上来测量X和Y方向上的位置偏离。然而,当考虑测量再现性等时,不可能在完美的最佳聚焦位置处执行X和Y方向上的测量。因此,即使在通过使用测量标记30x和30y测量XY位置时,由于上述离焦而在XY位置处出现测量误差。

[0051] 图5A中所示的测量设备15不包括具有曲率的透镜。然而,如图10A和10B中所示,即使在包括透镜的测量设备中也可以类似地出现测量误差。图10A是测量设备300和测量设备301示意图,在测量设备300中玻璃板50的图案表面和灵敏区域52的表面形成傅里叶变换光学系统,而在测量设备301中它们形成图像形成光学系统。在测量设备300中形成傅立叶变换光学系统53,并且在测量设备301中形成图像形成光学系统54。类似于图9B,图10B示出了测量设备300和301在点C和D处的光迹。如图10B中所示,在点C处的测量中,所检测到的光量减少。因此,在扫描波形中出现质心移位,这引起XY位置处的测量误差。

[0052] 如上所述,测量标记与光电转换器的灵敏区域的中心之间的偏离导致在离焦平面上的XY测量期间的测量误差,而与测量设备的布置无关。如图5B中所示,在测量设备上形成多个测量标记33。例如,当测量标记31x被布置在光电转换器51的灵敏区域的中心时,在剩余的测量标记30x、30y和31y中出现测量误差。

[0053] 图11A和11B示出了测量设备100的布置,其减少了由测量标记与光电转换器的灵敏区域的中心之间的偏离引起的XY测量误差。图11A是测量设备100的YZ剖视图,图11B是当在+Z方向上观看测量设备100时的XY平面的平面图。多个测量标记33包括测量标记111、112、113和114。测量标记111是X方向测量标记,测量标记112、113和114是Y方向测量标记。在图5B所示的示例中,需要精确测量的测量标记30x、30y、30s和30t被布置在玻璃板50的中心附近,即,靠近光电转换器51的灵敏区域52的中心。相反,在图11B所示的测量设备100中,由于从投影光学系统3的像平面离焦而必须测量的测量标记111、112、113和114被布置为靠近光电转换器51的灵敏区域52的中心。需要在X和Y方向上精确测量的测量标记30x、30y、30s和30t被形成在比测量标记111、112、113和114更远离灵敏区域52的中心的位处。

[0054] 换句话说,作为基板侧标记的多个测量标记33包括被布置在传感器的灵敏区域52的中心的中心标记(测量标记111至114)和被布置在中心标记的外围的外围标记(测量标记30x、30y、30s和30t)。中心标记是将被用于在沿平行于投影光学系统3的光轴AX的Z方向(第一方向)驱动基板台8时测量光量的标记。

[0055] 通过使用相当于图5B中所示的测量标记31y的测量标记111、112、113和114来进行以下说明。但是,即使在使用其他标记时,同样的方法显然也适用。

[0056] 参考图11B,测量标记111是具有在与灵敏区域52的表面平行并且与X方向(第二方向)垂直的Y方向(第三方向)上延伸的形狀的第一中心标记,并且该标记被布置在X方向上的中心位置。因此,玻璃板50和灵敏区域52之间的多个反射光变为左右对称,因此没有X测量误差出现。测量标记112是具有在X方向上延伸的形狀的第二中心标记,并且该标记被布置在Y方向上的中心位置。因此,玻璃板50和灵敏区域52之间的多个反射光变为左右对称,因此不会出现Y测量误差。具有这些布置的测量标记111和112可以减少XY测量误差。

[0057] 多个测量标记33的中心的附近,即图11B中所示的灵敏区域52的X和Y方向上的中心的附近,是可以减少XY测量误差并且对于能够布置测量标记的需求较高的区域。因此,用于即使当多个测量标记33中最重视测量精度的测量标记被布置为靠近灵敏区域52的X和Y方向上的中心时也减少测量标记的测量误差的布置是作为一对第三中心标记的测量标记113和114。测量标记113和114被布置在位于与X方向或Y方向(在图11B中为Y方向)平行的灵敏区域52的中心线上并且与灵敏区域52的中心对称的位置。因此,在作为测量方向的Y方向上从灵敏区域52的中心到测量标记113的中心的距离与在作为测量方向的Y方向上从灵敏区域52的中心到测量标记114的中心的距离相匹配。从图11A可以预测,由测量设备100中的多个反射光引起的Y测量误差出现,其中测量标记113和114中具有不同的符号。当使用测量标记113和114时,出现的Y测量误差可以通过测量测量标记113和114并对测量结果求平均来消除。

[0058] 如上所述的测量远心度的处理可以通过使用参考图11A和11B说明的中心标记来执行。如上所述,测量远心度的处理包括获得掩模侧标记的图像在X或Y方向(第二方向)上相对于中心标记的位置偏离(其在沿Z方向(第一方向)驱动基板台时出现)的量的处理。中心标记的使用使得可以抑制远心度测量误差的出现,如参考图9A和9B所说明的。

[0059] 中心标记还可以用于通过在沿Z方向驱动基板台的同时测量光量来确定Z方向上的最佳聚焦位置的处理。

[0060] 中心标记还可以用于通过在沿X或Y方向(第二方向)驱动基板台的同时测量光量来确定由投影光学系统投影的掩模侧标记的图像在第二方向上相对于中心标记的位置偏离的量的处理。

[0061] 已经说明了减少与设计上的测量标记的布置有关的XY测量误差的测量设备100的布置。然而,当实际制造测量设备时,与设计值匹配而没有任何组装误差的组装是不可能的。因此,下面将说明减少由组装误差引起的XY测量误差的方法。图11A和11B中所示的测量设备100包括用于使玻璃板50和光电转换器51的灵敏区域52对准的对准标记110。图11C示出了对准标记110的示例。对准标记110具有开口115和刻度116,因为需要测量其上形成有多个测量标记33的玻璃板50的表面与光电转换器51的灵敏区域52的表面之间的位置偏离。可以通过穿过开口115在灵敏区域52的表面上聚焦来测量端面,以及通过在其上形成有多个测量标记33的玻璃板50的表面上聚焦、通过使用刻度116来测量位置偏离。

[0062] 如上所述,在测量设备100的组装期间,可以通过测量玻璃板50和灵敏区域52之间的位置偏离并且基于测量结果执行调整来减小XY测量误差。

[0063] 下面将说明通过使用测量标记的开口的中心与灵敏区域52的中心之间的偏离量

来校正XY测量值的方法。通过使用设计上的测量标记的中心偏离量来校正XY测量值,可以消除对测量标记113和114的两次测量的需要,并且甚至通过一次测量来减少XY测量误差。当然,也可以通过使用测量标记的开口中心和灵敏区域52的中心之间的、利用对准标记110测量的并且包括制造误差的偏离量的结果来校正XY测量值。

[0064] 执行几何模拟的方法可用作计算用于校正XY测量值的校正量的方法。玻璃板50和遮光部35的表面的反射率、玻璃板50的反面的透射率和反射率以及光电转换器51的灵敏区域52的表面的反射率是已知的。因此,可以通过跟踪测量设备100中的多个反射光的光线来计算落在光电转换器51的灵敏区域52外部的检测到的光量的百分比。即,可以预测扫描信号的检测到的光量的减少,并且预测由扫描信号的测量误差引起的质心移位量。

[0065] <第二实施例>

[0066] 下面将参照图12说明限制测量设备的布置以减少由测量标记与光电转换器的灵敏区域的中心之间的偏离引起的XY测量误差的条件。图12示出了测量设备120的布置。下面将描述测量设备120中的光迹。光电转换器51的灵敏区域52检测透过多个测量标记33的光线,但是反射一部分光。由灵敏区域52反射的光透过玻璃板50的反面56,并照明玻璃板50和遮光部35之间的边界表面55。遮光部35由Cr膜等形成。因此,玻璃板50和遮光部35之间的边界表面55具有高反射率。另一方面,可以在玻璃板50的反面56上形成防反射膜等,所以玻璃板50的反面56的反射率低。也就是说,来自玻璃板50的反面56的反射光对XY测量误差的影响小。而且,由边界表面55反射的光被灵敏区域52再次反射。然而,在光在边界表面55和灵敏区域52之间往返两次之后由灵敏区域52检测到的光量可能足够小。因此,即使在仅考虑由灵敏区域52反射并且在被边界表面55再次反射之后返回到灵敏区域52的光时,也或许可以充分地减少XY测量误差。

[0067] 令S为灵敏区域52的尺寸(例如,Y方向上的长度),L为玻璃板50的后表面56与灵敏区域52之间的距离,L'为玻璃板50的厚度,n是玻璃板50的折射率,NA是待测量的照明模式的数值孔径。令R是多个测量标记33(中心标记)的开口半径,可以布置多个测量标记33以减少XY测量误差的区域由下式表示:

[0068]
$$R \leq S/2 - 3 \cdot (L \cdot \tan(\arcsin(NA)) + L' \cdot \tan(\arcsin(NA/n)))$$

[0069] 也就是说,中心标记优选地被布置在与灵敏区域的中心相距由上式表示的半径R内的区域中。在上式中,右手侧的第二项中的系数3意味着光在测量期间通过边界表面55和灵敏区域52之间的距离一次,并且多个反射光通过该距离两次。因此,当考虑在边界表面55和灵敏区域52之间往返两次的多个反射光以进一步减少XY测量误差时,系数仅需要变为5,因为光在测量期间通过一次而多个反射光通过四次。

[0070] <第三实施例>

[0071] 下面将说明当光电转换器51使用包括多个光电转换元件的传感器时测量设备的布置。曝光装置通常包括多个测量设备,但是希望通过尽可能多地共享测量设备来减少测量设备的总数。因此,将说明通过使用包括具有多个光电转换元件的传感器的测量设备获得类似于基准标记的扫描信号的情况。

[0072] 图13是示出了包括具有多个光电转换元件的传感器153的测量设备130的布置的视图。测量设备130包括玻璃板50和多个测量标记33。测量设备130还包括用于测量传感器153和玻璃板50之间的位置偏离的对准标记110。与多个测量标记33类似,对准标记110具有

遮光部35的开口,并且具有非常小的 σ 的照明光照明对准标记。可以通过用传感器153检测透过对准标记110的光来测量多个测量标记33和传感器153的Y方向相对位置。通过将多个测量标记33的待测量的开口设置为起点,通过使用待测量的照明模式的数值孔径来计算传感器153的落射范围(episcopic range) 121和122。在扫描测量期间,仅对落射范围121和122中的光电转换元件的输出进行积分。当落射范围121和122具有相同的值时,即,当多个测量标记33的开口是中心对称时,可以减少由多次反射引起的XY测量误差。当然,也可以以与Y方向上相同的方式计算X方向上的落射范围。另外,落射范围由照明模式的数值孔径确定,因此也可以被计算为传感器153的表面上的圆形落射范围。

[0073] <第四实施例>

[0074] 下面将说明用于测量照明光学系统1的光瞳分布的测量设备。在图1所示的曝光装置中,用于测量照明光学系统1的光瞳分布的测量设备16被布置在基板台8上。图14示出了测量设备16的布置。测量设备16包括玻璃板57和被布置在玻璃板57下方的传感器58。在玻璃板57的表面上形成诸如Cr膜的遮光部35。在遮光部35的中心部分形成测量标记34。测量标记34可以是在遮光部35中形成的开口。传感器58可以是光量传感器,并且也可以是具有多个光电转换元件的传感器。当传感器58具有多个光电转换元件时,可以通过用多个光电转换元件的同时测量或一维步进测量来测量照明光学系统1的光瞳分布。当传感器58是光量传感器时,可以通过光量传感器的二维步进测量来测量照明光学系统1的光瞳分布。

[0075] 传感器58的检测到的光量也可能受到测量标记34的中心与测量设备16中的传感器58之间的偏离的欺骗。下面将说明通过使用测量设备16测量照明光学系统1的光瞳分布的方法。控制器14将分划板基准板22的开口(未示出)驱动至投影光学系统3的指定XY图像高度。当照明光学系统1在此之后以指定的照明模式照明分划板基准板22的开口时,在投影光学系统3的图像形成平面位置形成开口的图像。在从投影光学系统3的图像形成平面位置离焦指定量59的位置处,通过使用测量设备16在X和Y方向上执行二维步进测量。在这种状态下,如上所述,所检测到的光量受到测量设备16中的多次反射的欺骗。因此,在本实施例中,测量标记34的中心和传感器58的中心相匹配。这使得可以减少检测光量的测量误差。

[0076] <物品制造方法的实施例>

[0077] 根据本发明实施例的物品制造方法适合制造物品,例如,诸如半导体器件之类的微器件或具有微结构的元件。本实施例的物品制造方法包括通过使用上述图案化方法或光刻装置在施加到基板上的感光剂上形成潜像图案的步骤(对基板进行曝光的曝光步骤),以及对在上述步骤中已形成潜像图案的基板进行显影的显影步骤。另外,制造方法包括其他熟知的步骤(例如,氧化、膜形成、沉积、掺杂、平坦化、蚀刻、抗蚀剂去除、切割、粘合和包装)。本实施例的物品制造方法在物品的性能、质量、产率和生产成本中的至少一个方面比传统方法更有利。

[0078] 其他实施例

[0079] 本发明的(一个或多个)实施例还可以通过读出并执行记录在存储介质(也可以更完整地称为“非暂时性计算机可读存储介质”)上的计算机可执行指令(例如,一个或多个程序)以执行一个或多个上述实施例的功能和/或包括用于执行一个或多个上述实施例的功能的一个或多个电路(例如,专用集成电路(ASIC))的系统或装置的计算机来实现,以及通过由系统或装置的计算机例如通过从存储介质读出并执行计算机可执行指令以执行一个

或多个上述实施例的功能和/或控制一个或多个电路执行一个或多个上述实施例的功能而执行的方法来实现。计算机可以包括一个或多个处理器(例如,中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU)),并且可以包括单独的计算机或单独的处理器以读出并执行计算机可执行指令。可以例如从网络或存储介质将计算机可执行指令提供给计算机。存储介质可以包括例如硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、分布式计算系统的存储装置、光盘(诸如紧凑盘(CD)、数字通用光盘(DVD)或蓝光光盘(BDTM))、闪存设备、存储卡等中的一个或多个。

[0080] 其它实施例

[0081] 本发明的实施例还可以通过如下的方法来实现,即,通过网络或者各种存储介质将执行上述实施例的功能的软件(程序)提供给系统或装置,该系统或装置的计算机或是中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU)读出并执行程序的方法。

[0082] 虽然已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应该理解,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被赋予最宽泛的解释,以包含所有这些修改和等同的结构和功能。

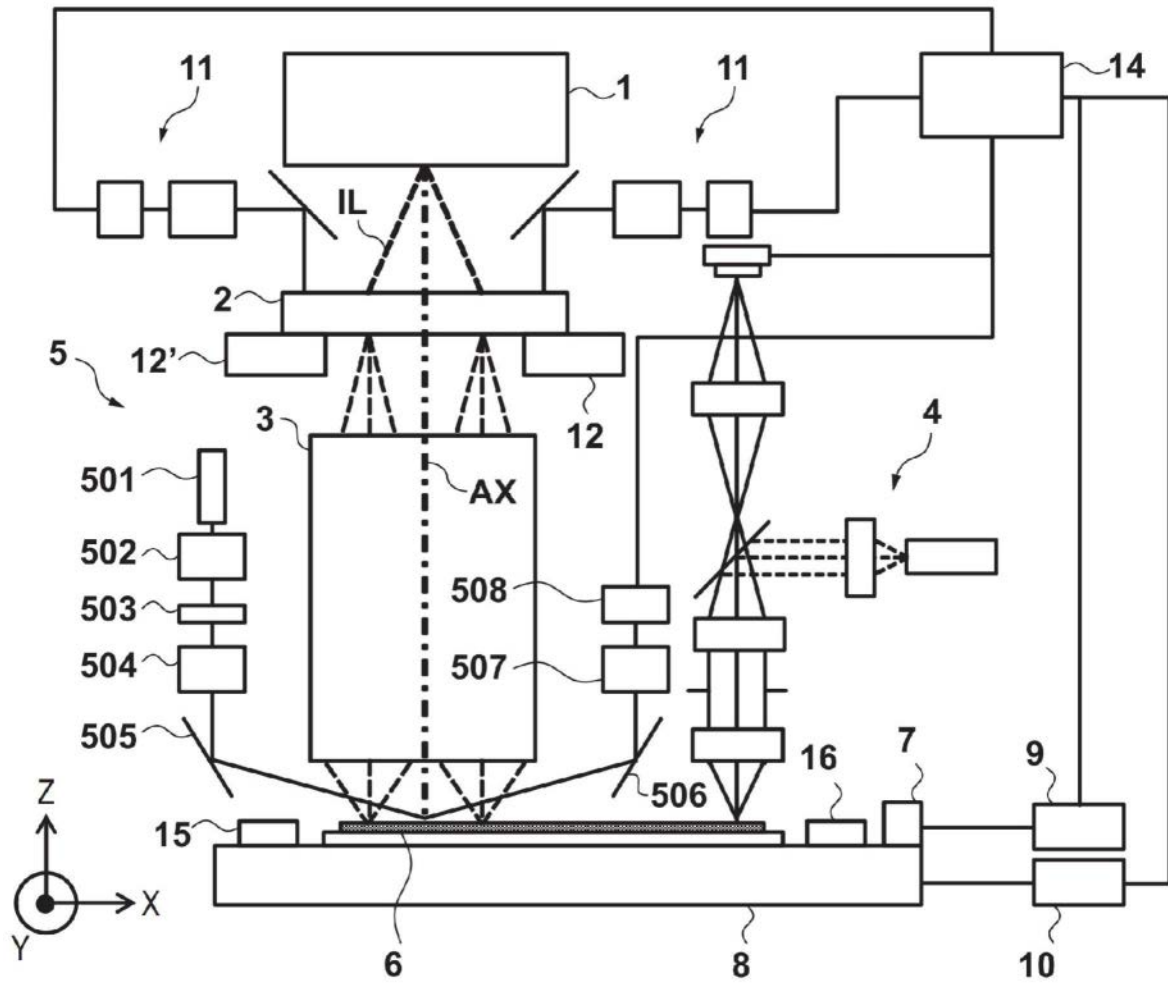


图1

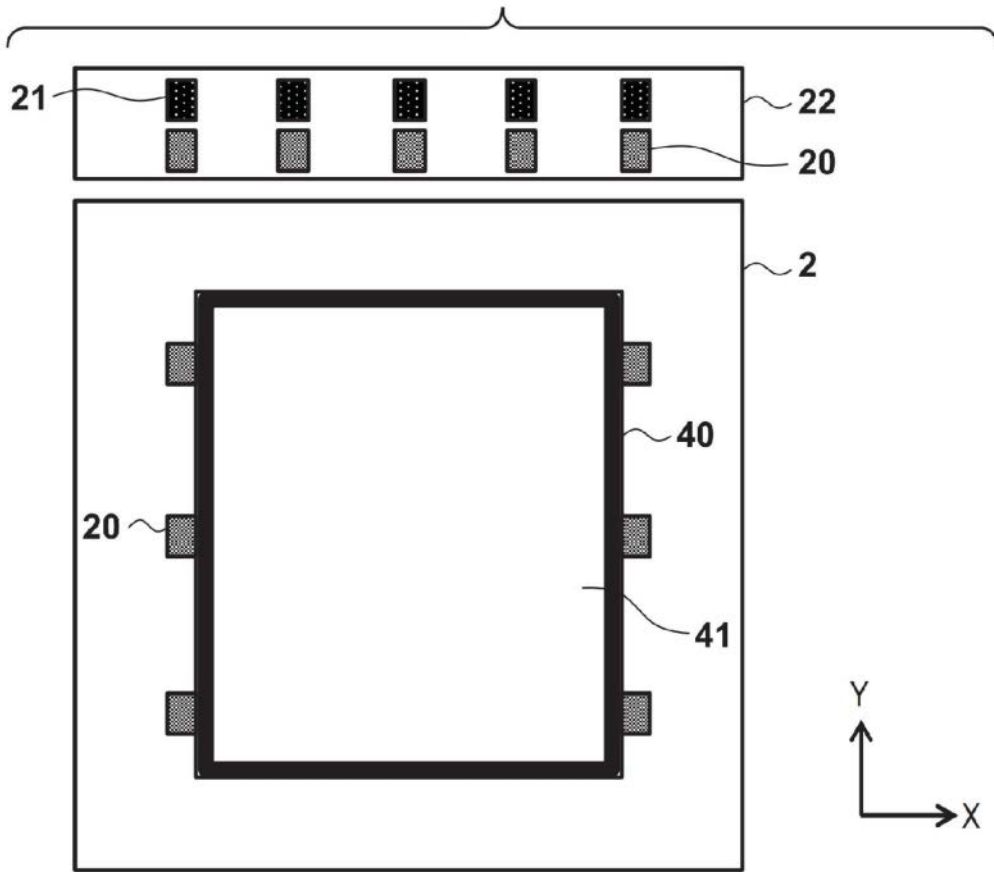


图2

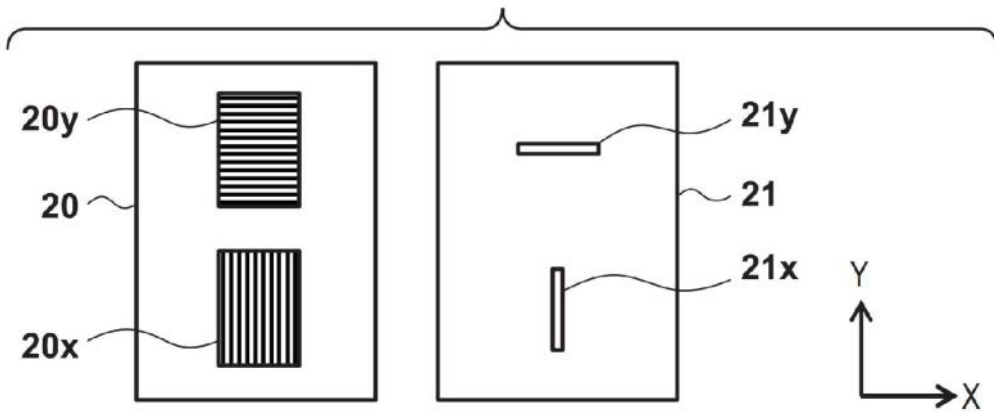


图3

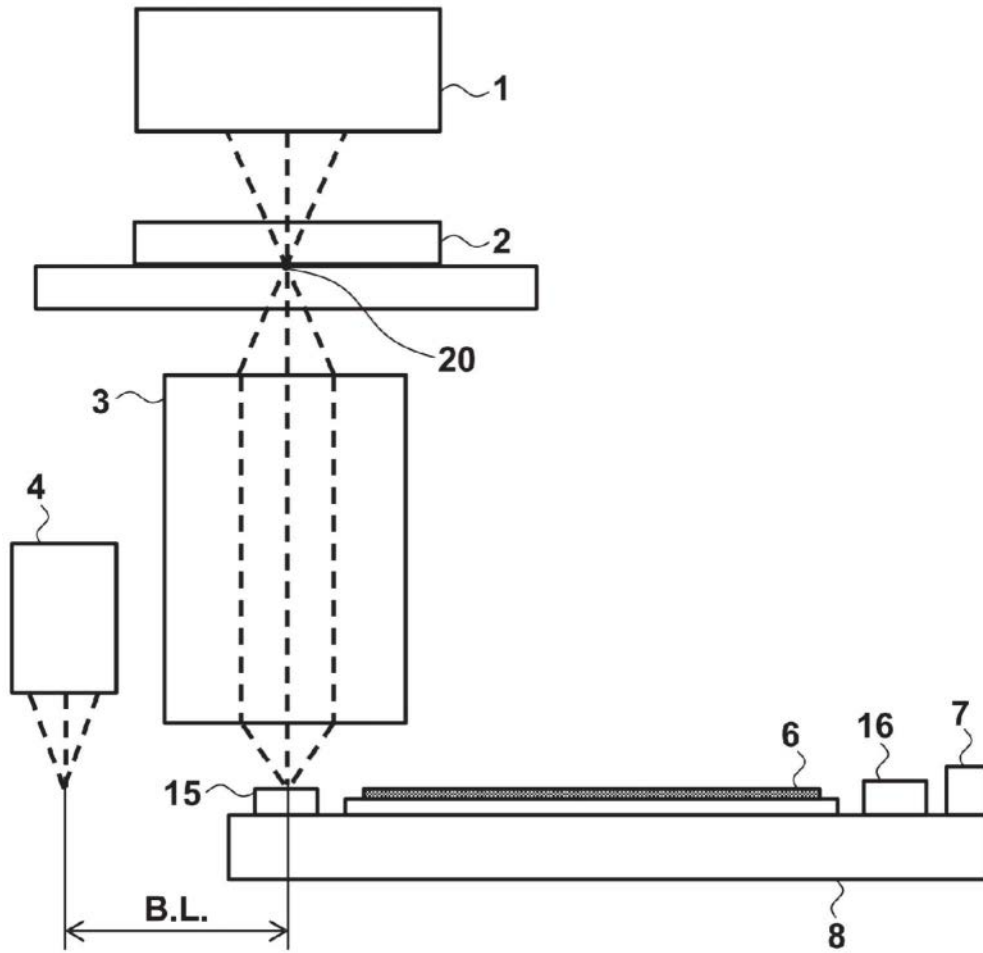


图4

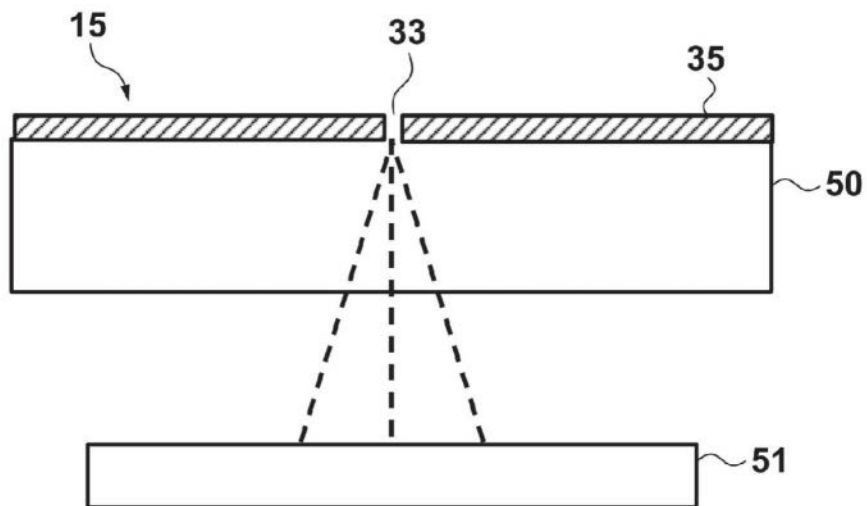


图5A

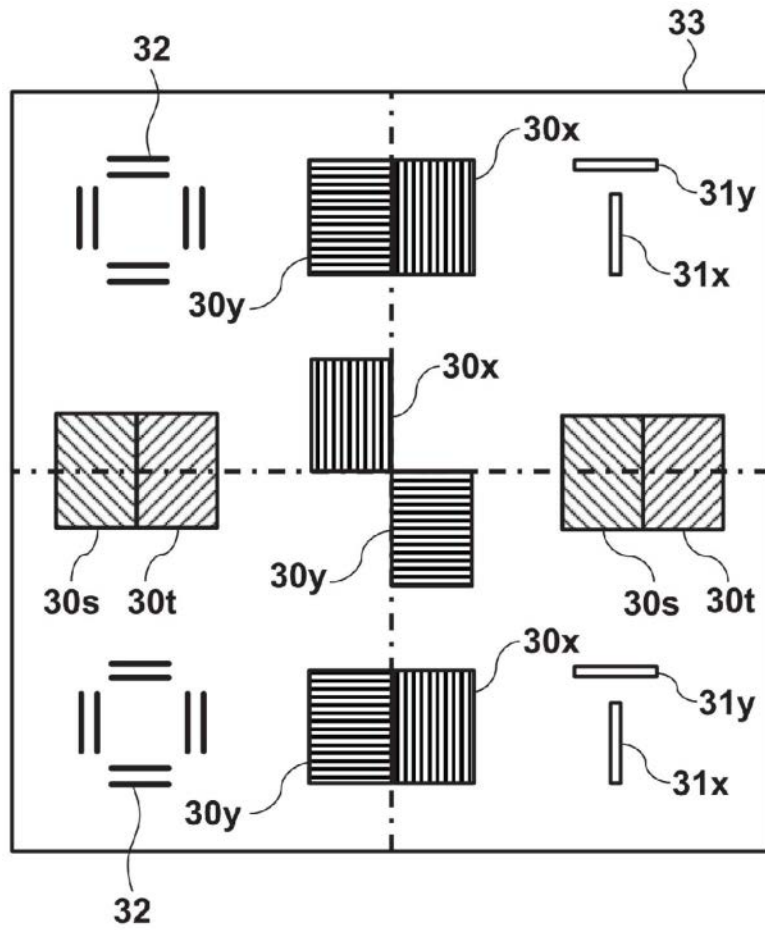


图5B

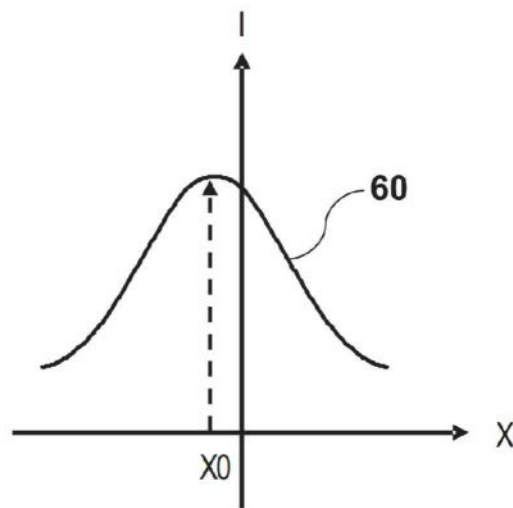


图6

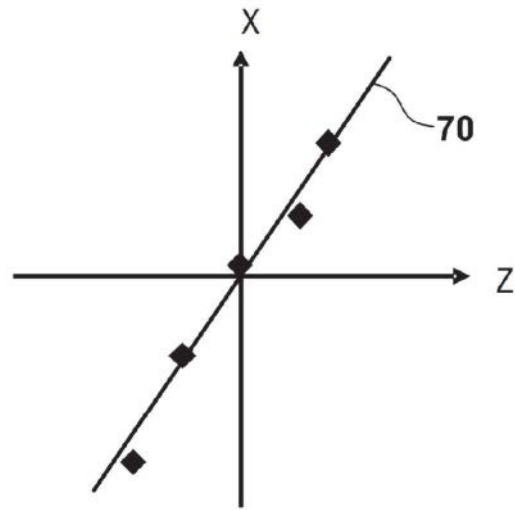


图7

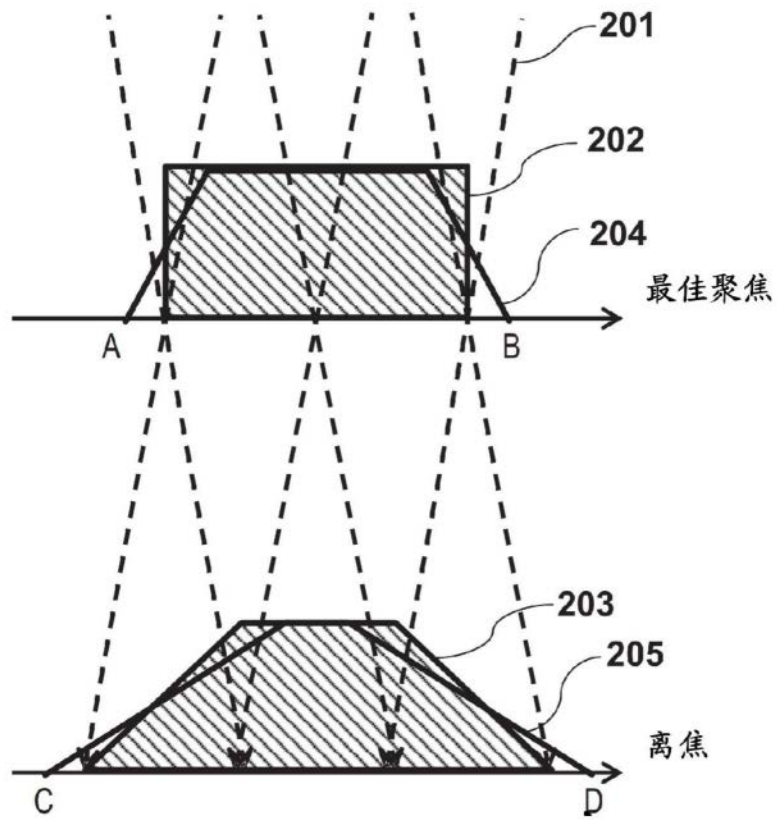


图8A

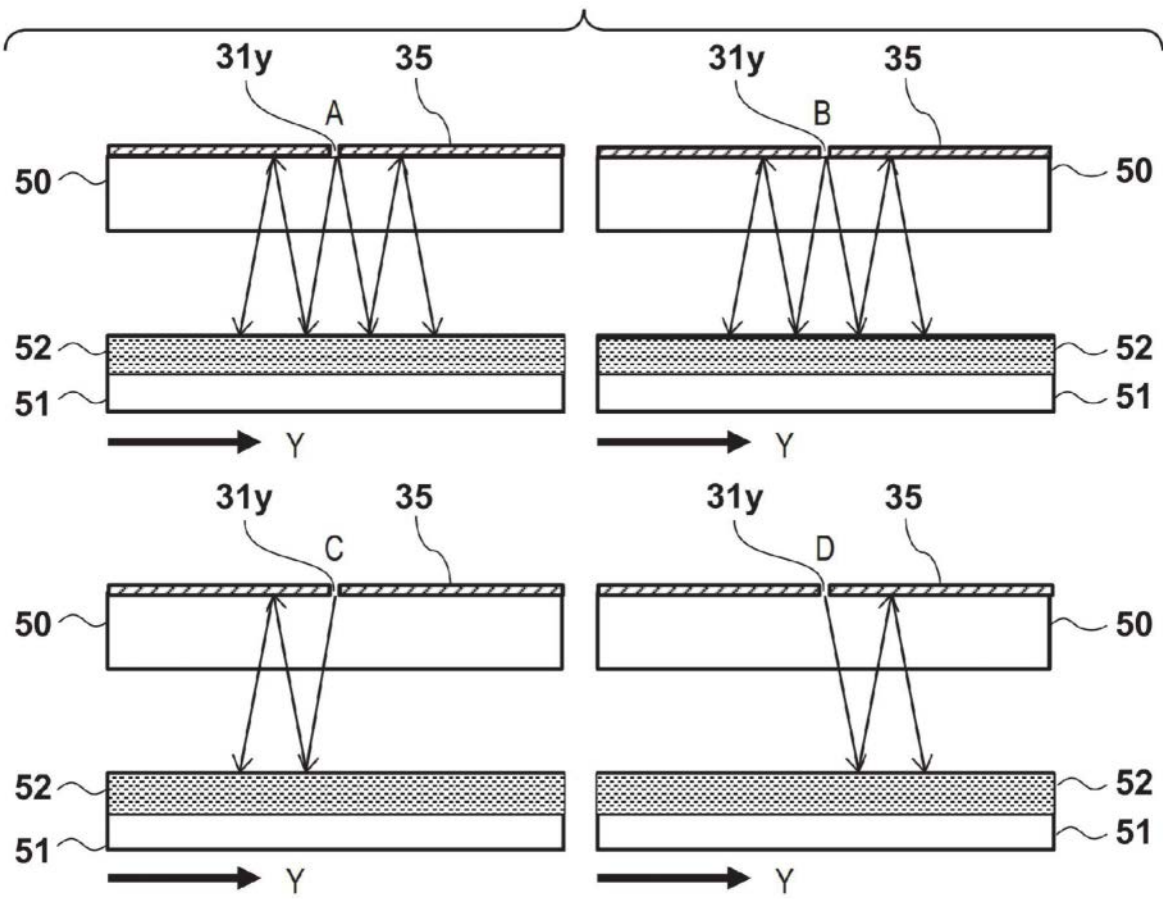


图8B

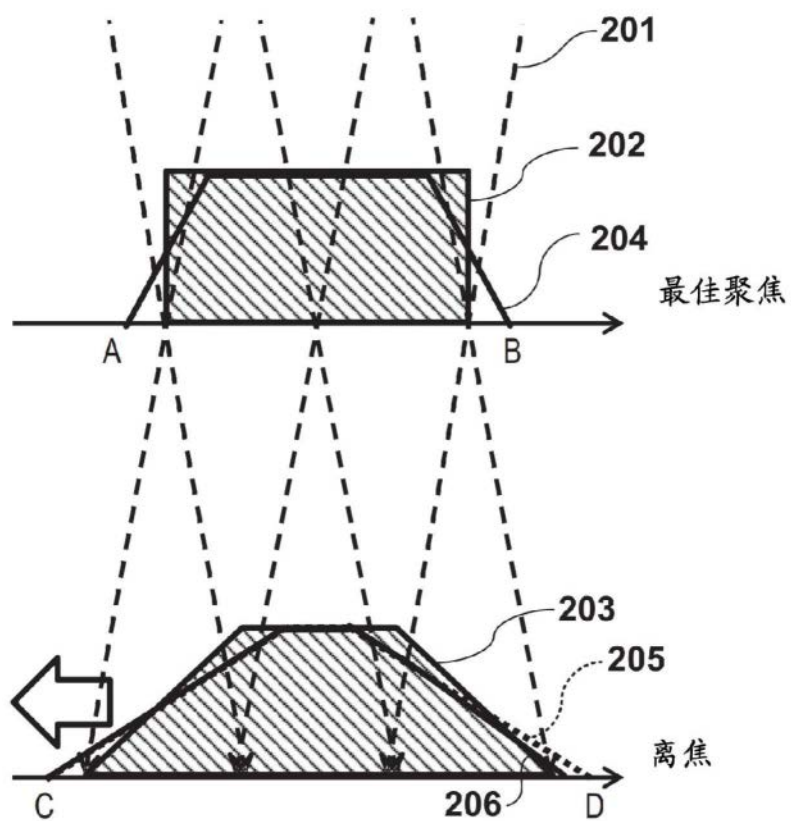


图9A

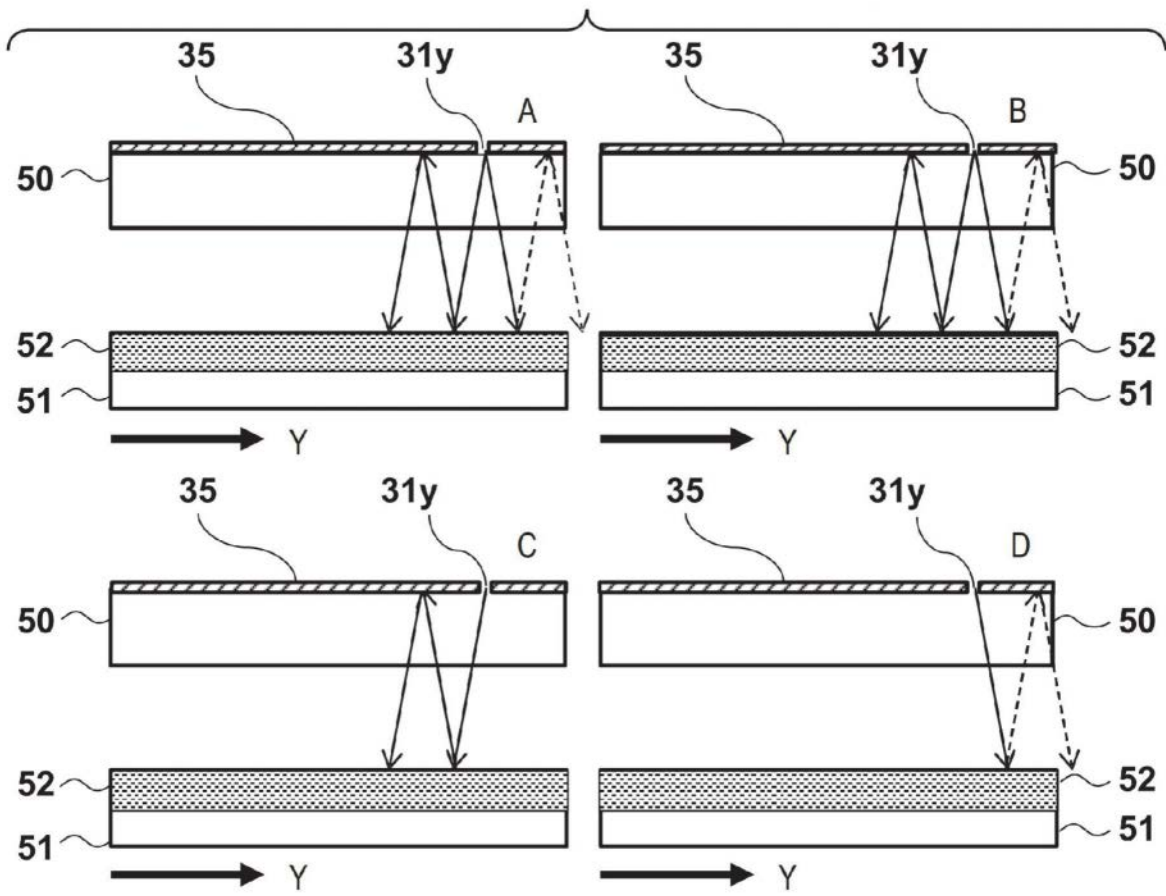


图9B

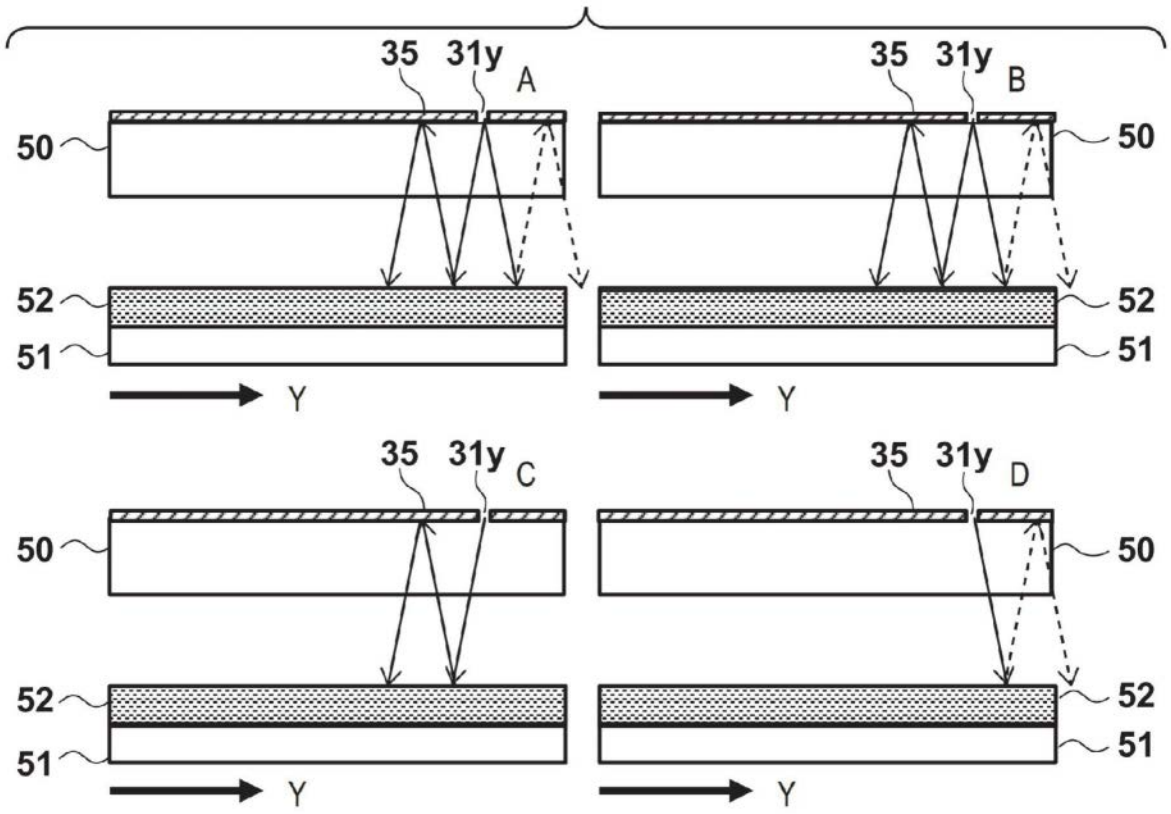


图10A

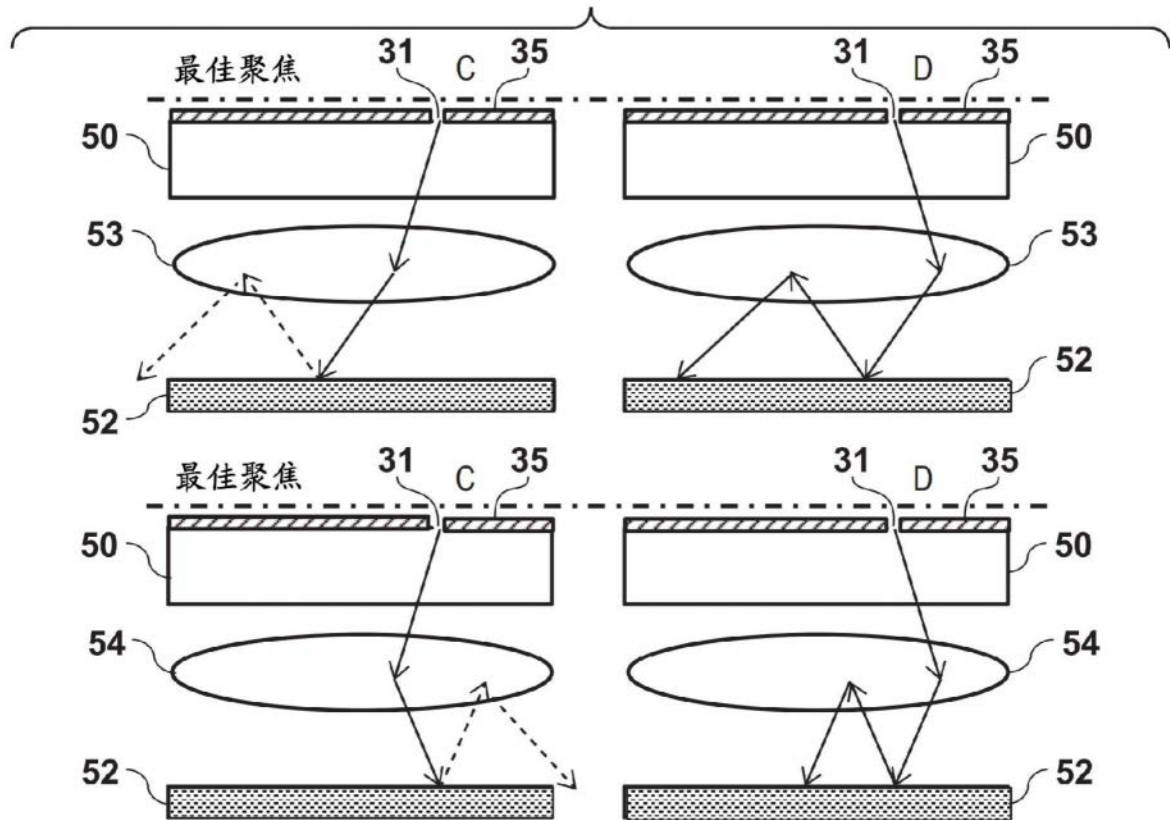


图10B

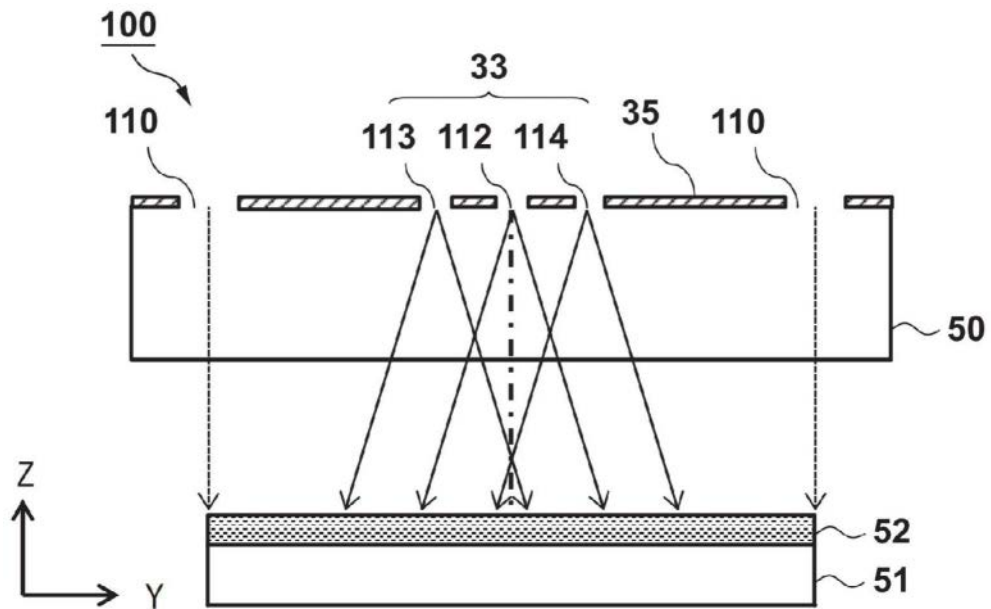


图11A

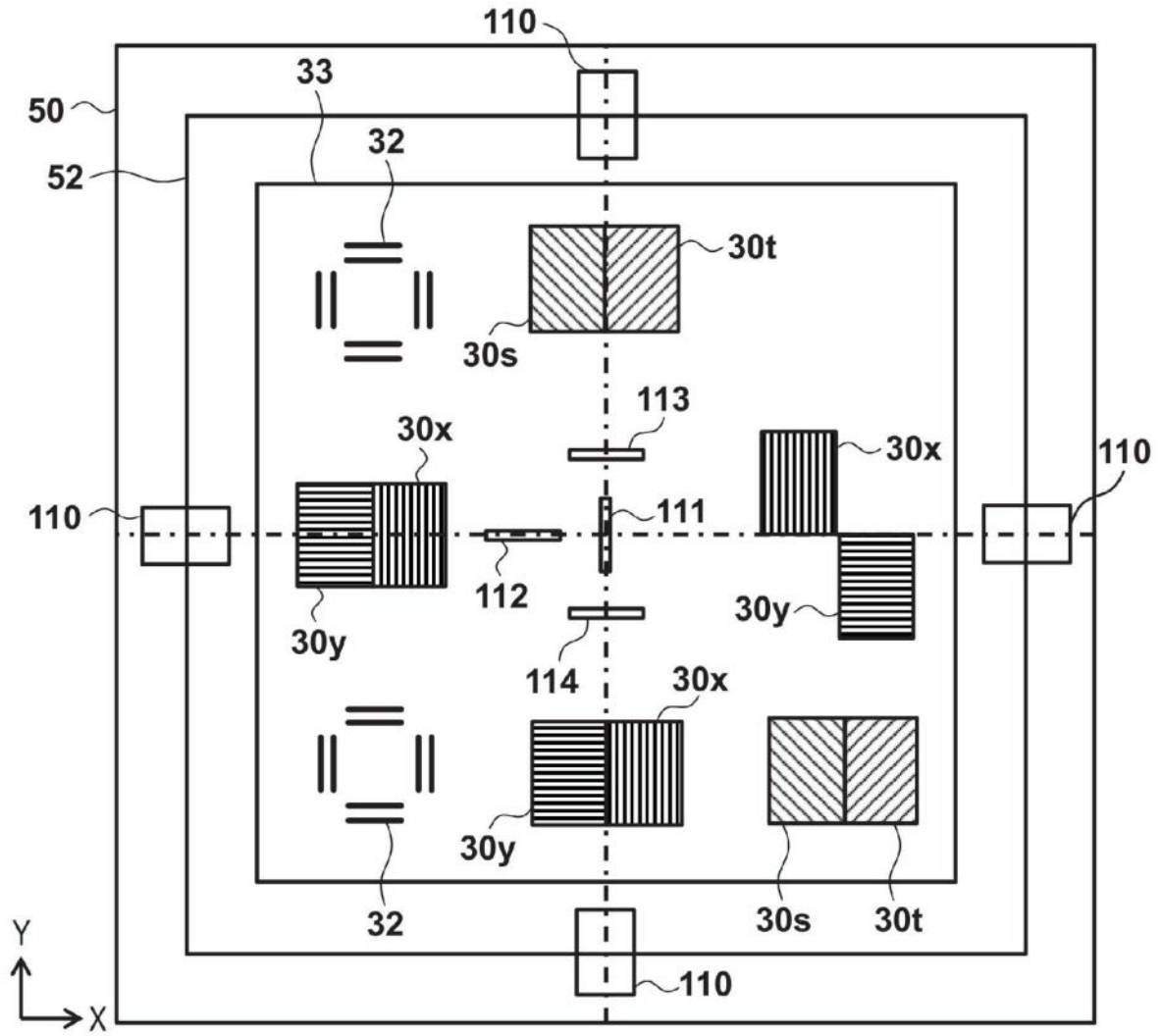


图11B

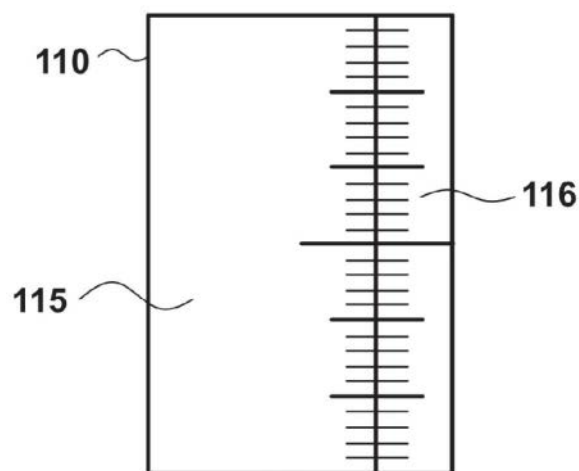


图11C

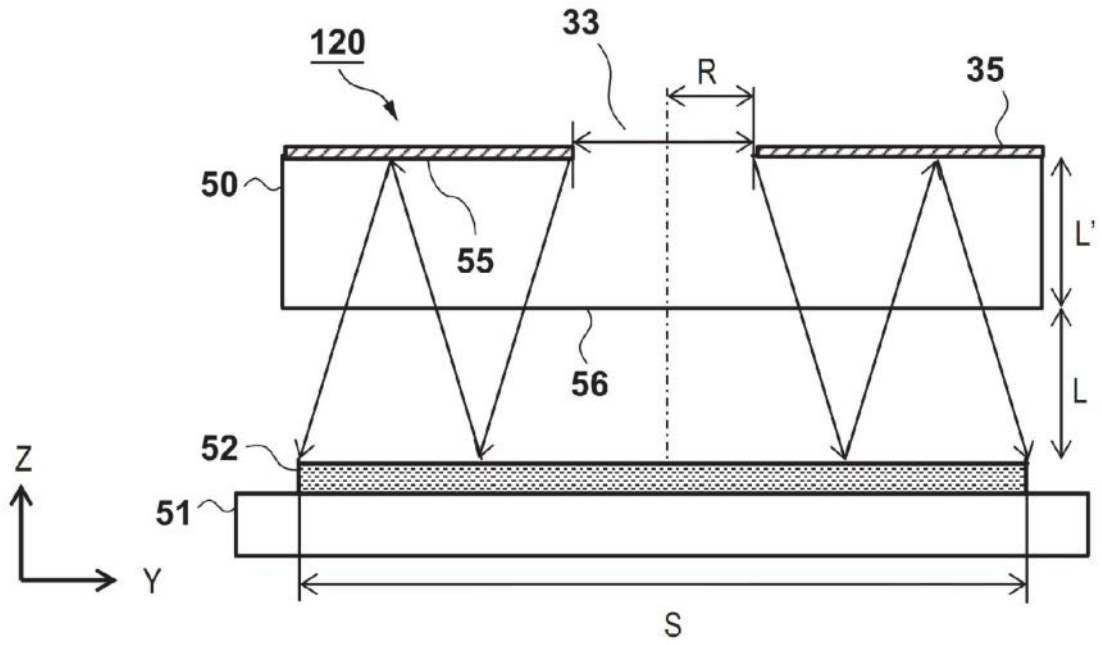


图12

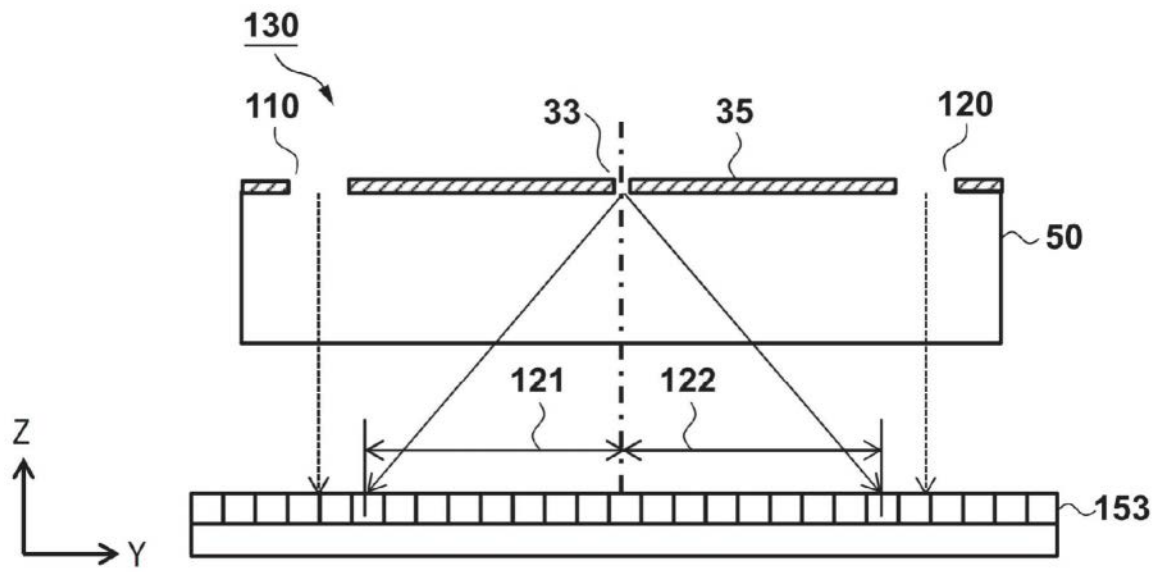


图13

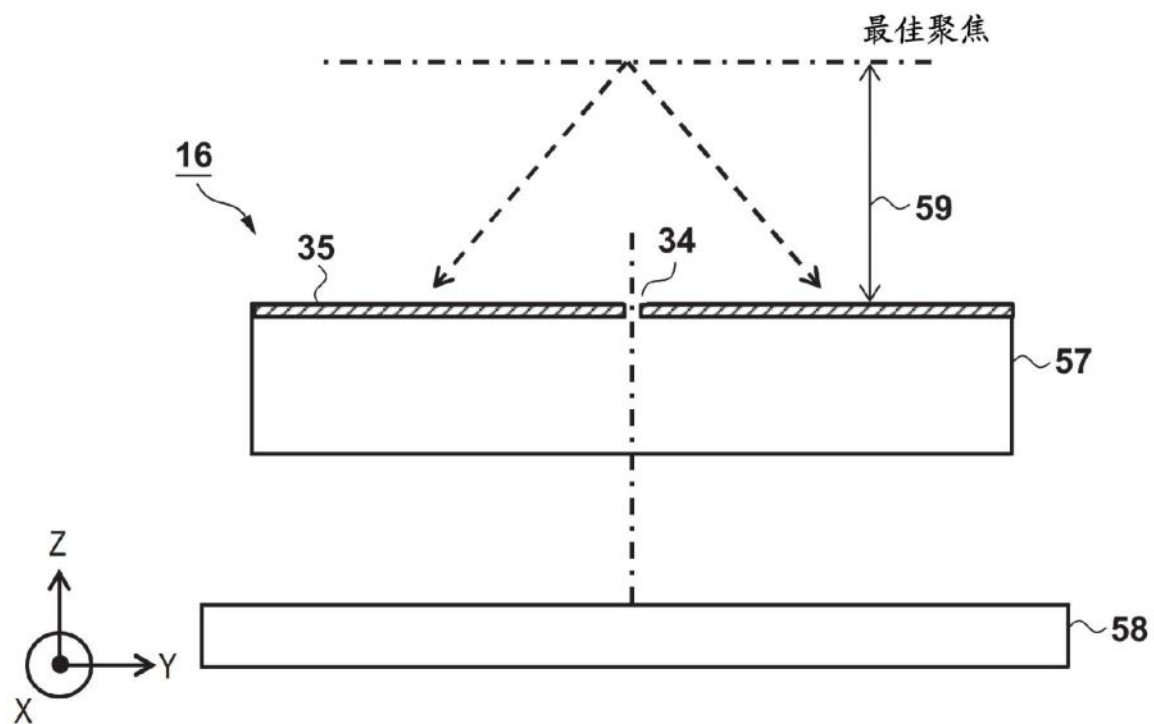


图14