



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108681209 B

(45) 授权公告日 2021.01.01

(21) 申请号 201810242026.5

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2018.03.22

G03F 7/20 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G03F 9/00 (2006.01)

申请公布号 CN 108681209 A

审查员 彭文炫

(43) 申请公布日 2018.10.19

(30) 优先权数据

2017-059923 2017.03.24 JP

(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丁目30番2号

(72) 发明人 藤嶋浩史

(74) 专利代理机构 北京魏启学律师事务所
11398

代理人 魏启学

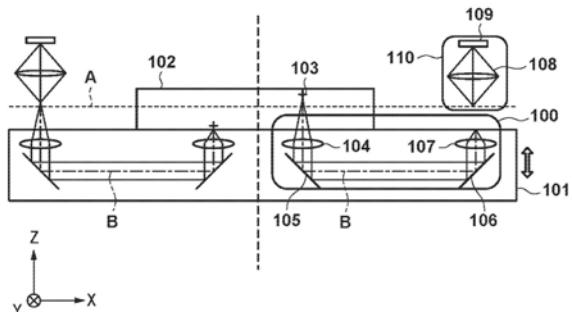
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

检测设备及方法、图案形成设备、获取方法和制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种检测设备及方法、图案形成设备、获取方法和制造方法。检测设备检测基板上所形成的标记。所述检测设备包括：基板保持器，用于保持所述基板；光学系统，其被容纳在所述基板保持器中；图像传感器，用于经由所述光学系统从所述基板背面侧拍摄所述标记的图像；以及处理器，用于基于所述图像传感器所拍摄的所述标记的图像，进行对所述标记的检测处理。所述处理器基于所述标记在所述基板上的在高度方向上的位置和与所述光学系统的远心度有关的信息，校正所述标记的检测值。



1. 一种检测设备, 用于检测基板上所形成的标记, 所述检测设备包括:
基板保持器, 用于保持所述基板;
光学系统, 其被容纳在所述基板保持器中;
图像传感器, 用于经由所述光学系统从所述基板的下表面侧拍摄所述标记的图像; 以及
处理器, 用于基于所述图像传感器所拍摄的所述标记的图像来进行对所述标记的检测处理,

其中, 所述处理器被配置成基于所述标记在所述基板上的高度方向的位置和与所述光学系统的远心度有关的信息, 来校正所述标记的检测值, 以及

其中, 所述处理器基于所述标记在所述位置是第一位置的情况下检测值和所述标记在所述位置是不同于第一位置的第二位置的情况下检测值, 获得与所述光学系统的远心度有关的信息。

2. 根据权利要求1所述的检测设备, 其中, 所述处理器被配置成校正所检测到的标记的位置的检测值。

3. 根据权利要求1所述的检测设备, 其中, 所述远心度包括与所述光学系统的各像高处的主光线的倾斜有关的信息。

4. 根据权利要求1所述的检测设备, 其中, 所述处理器被配置成通过使用利用所述标记的位置的坐标值作为变量的校正函数来校正所述检测值。

5. 根据权利要求4所述的检测设备, 其中, 所述校正函数包括依赖于所述标记的所述高度方向的位置的系数。

6. 根据权利要求1所述的检测设备, 其中, 所述处理器被配置成在校准模式下, 使用所述图像传感器在不经由所述光学系统的情况下从所述基板保持器所保持的调整基板的上表面侧拍摄所述调整基板上的第一标记的图像, 来获得所述第一标记的位置的第一检测值, 并且使用所述图像传感器经由所述光学系统从所述调整基板的下表面侧拍摄所述第一标记的图像, 来获得所述第一标记的位置的第二检测值, 从而在所述调整基板上的所述第一标记处于第一高度位置的状态以及所述第一标记处于与所述第一高度位置不同的第二高度位置的状态中的各个状态下, 获得与所述远心度有关的信息。

7. 根据权利要求6所述的检测设备, 其中, 通过反转所述调整基板来改变所述第一标记的所述第一高度位置和所述第二高度位置。

8. 根据权利要求1所述的检测设备, 其中, 所述处理器被配置成还基于所述基板保持器的估计变形量来校正所述检测值。

9. 根据权利要求8所述的检测设备, 其中, 所述处理器被配置成基于与所述基板保持器的热膨胀/收缩有关的热膨胀系数来估计所述估计变形量。

10. 根据权利要求1所述的检测设备, 其中, 还包括测量单元, 所述测量单元用于测量所述标记的所述高度方向的位置。

11. 一种图案形成设备, 用于在基板上形成图案, 其中, 所述图案形成设备包括根据权利要求1~10中任一项所述的检测设备。

12. 一种获取方法, 用于获得被容纳在用于保持基板的基板保持器中的光学系统的特性信息, 所述获取方法包括以下步骤:

使用图像传感器在不经由所述光学系统的情况下从所述基板保持器所保持的调整基板的上表面侧拍摄所述调整基板上的第一标记的图像,来获得所述第一标记的位置的第一检测值,并且使用所述图像传感器经由所述光学系统从所述调整基板的下表面侧拍摄所述第一标记的图像,来获得所述第一标记的位置的第二检测值,从而在所述基板保持器所保持的所述调整基板上的所述第一标记处于第一高度位置的状态以及所述第一标记处于与所述第一高度位置不同的第二高度位置的状态中的各个状态下,获得与所述光学系统的远心度有关的信息。

13. 一种检测方法,用于检测基板上所形成的标记,所述检测方法包括以下步骤:

通过使用容纳在用于保持所述基板的基板保持器中的光学系统,来从所述基板的下表面侧检测所述标记;

利用根据权利要求12所述的获取方法,获得与所述光学系统的远心度有关的信息;以及

基于所述标记在所述基板上的高度方向的位置和与所获得的所述光学系统的远心度有关的信息,来校正所检测到的标记的位置的检测值。

14. 一种物品制造方法,包括以下步骤:

通过使用根据权利要求11所述的图案形成设备来在基板上形成图案;以及

对形成了所述图案的基板进行处理,

其中,从处理后的基板来制造物品。

检测设备及方法、图案形成设备、获取方法和制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种检测设备、图案形成设备、获取方法、检测方法和物品 制造方法。

背景技术

[0002] 通常,作为光刻设备(图案形成设备)的例子的曝光设备被配置成利用显 微镜观察在曝光早期阶段被转印在基板上的对准标记、使用作为结果的位置 信息进行定位、并且进行套刻曝光。在套刻曝光处理之间存在诸如CMP(化 学机械抛光)和热退火等各种类型的中间处理。这可能导致不能以适当状态 保持基板上的标记。

[0003] 作为该问题的对策,可以考虑下面的技术:当使用硅作为用于基板的材 料时,通过将标记设置在基板的背面侧、并且通过使用透过硅的红外波长的 光从基板的正面侧观察基板背面侧的标记来进行对准。

[0004] 然而,取决于装置,在标记上可能形成由诸如金属等所构成的不透明层。这可能需要用于通过使用由该层所覆盖的标记来进行定位的处理。在这种情 况下,即使利用使用透过基板的波长的显微镜,也不能观察到标记。

[0005] 日本专利3637024公开了一种包括能够应付这一状况的对准系统的曝光 设备。日本专利3637024的基板保持器具有嵌入其中的、用于将设置在基板 背面上的标记的图像提取至基板外的中继光学系统。这样使得可以通过利用 显微镜观察通过中继光学系统所形成的标记的中间像来进行对准。

[0006] 然而,当中继光学系统被设置在显微镜和标记之间时,中继光学系统的 像差极大地影响对准精度。中继光学系统必须小到嵌入基板保持器中,而且 嵌入之后不容易调整。为了实现高精度对准系统,必须对由中继光学系统的 像差所导致的误差进行校正。

[0007] 通常,重要的是校正对准系统中的像差之中的畸变。另一方面,在针对 应付各种类型的装置制造处理的曝光处理中,非常重要的是进行与中继光学 系统的各像高处的主光线的倾斜有关的校正。简而言之,在不校正各像高处 的主光线的倾斜的情况下难以校正 畸变。

[0008] 当穿过光瞳中心的主光线与光学系统的光轴平行时,将这一状态称为 “光学系统 是远心的”。这是众所周知的概念:即使在物体离焦时,也要保证 物体的图像仅是模糊而不会水平偏移。尽管显微镜和中继光学系统被尽可能 地设计成远心的,但是制造误差等使得非常难以防止发生各像高处的主光线 的倾斜。

[0009] 根据装置制造处理,被设置在基板背面上的标记不会总是位于标记和基 板保持器之间的边界面附近的恒定高度。例如,当还堆叠了一个或者多个层 从而夹持被设置在基板背面上的标记时,标记和基板保持器的基板保持面之 间的距离(标记的高度位置)可能变化。

[0010] 当在这种情况下,在中继光学系统中保留各像高处的主光线的倾斜时, 通过中继光学系统的出口所观察到的标记图像的像高根据标记的高度位置 而改变。在掌握目标物体的图像所位于的光学系统的视野中的特定像高时, 通常通过计算来消除畸变的影响。然

而,如果没有设置用于校正各像高处的 主光线的倾斜的影响的部件,则标记本身的像高根据标记的离焦量而改变。这使得这种畸变校正自身不充分。

[0011] 注意,通常不能期望由基板保持器所保持的基板上的标记准确地位于中 继光学系统的视野中心。另外,一旦中继光学系统被嵌入基板保持器中,就 难以移动中继光学系统。这使得难以将标记调整至具有较小畸变的、中继光 学系统的视野中心。

发明内容

[0012] 本发明提供一种有利于使用被容纳在基板保持器中的光学系统来提高 定位精度的技术。

[0013] 本发明的第一方面,提供一种检测设备,用于检测基板上所形成的标记, 所述检测设备包括:基板保持器,用于保持所述基板;光学系统,其被容纳 在所述基板保持器中;图像传感器,用于经由所述光学系统从所述基板的背 面侧拍摄所述标记的图像;以及处理器,用于基于所述图像传感器所拍摄的 所述标记的图像来进行对所述标记的检测处理,其中,所述处理器被配置成 基于所述标记在所述基板上的高度方向的位置和与所述光学系统的远心度 有关的信息,来校正所述标记的检测值。

[0014] 本发明的第二方面,提供一种在基板上形成图案的图案形成设备,其包 括本发明的第一方面所定义的检测设备。

[0015] 本发明的第三方面,提供一种获取方法,用于获得被容纳在用于保持基 板的基板保持器中的光学系统的特性信息,所述获取方法包括以下步骤:使 用图像传感器在不经由所述光学系统的情况下从所述基板保持器所保持的 调整基板的正面侧拍摄所述调整基板上的第一标记的图像,来获得所述第一 标记的位置的第一检测值,并且使用所述图像传感器经由所述光学系统从所 述调整基板的背面侧拍摄所述第一标记的图像,来获得所述第一标记的位置 的第二检测值,从而在所述基板保持器所保持的所述调整基板上的所述第一 标记处于第一高度位置的状态以及所述第一标记处于与所述第一高度位置 不同的第二高度位置的状态中的各个状态下,获得与所述光学系统的远心度 有关的信息。

[0016] 本发明的第四方面,提供一种检测方法,用于检测基板上所形成的标记, 所述检测方法包括以下步骤:通过使用容纳在用于保持所述基板的基板保持 器中的光学系统,来从所述基板的背面侧检测所述标记;利用根据权利要求 12所述的获取方法,获得与所述光学系统的远心度有关的信息;以及基于所 述标记在所述基板上的高度方向的位置和与所获得的所述光学系统的远心 度有关的信息,来校正所检测到的标记的位置的检测值。

[0017] 本发明的第五方面,提供一种物品制造方法,包括以下步骤:通过使用 根据第二方面所述的图案形成设备来在基板上形成图案;以及对形成了所述 图案的基板进行处理,其中,从处理后的基板来制造物品。

[0018] 通过以下(参考附图)对典型实施例的详细说明,本发明的其它特征将显 而易见。

附图说明

[0019] 图1是示出应用根据实施例的检测设备的曝光设备的结构的图;

[0020] 图2是示出根据实施例的检测设备的主要部分的结构的图;

[0021] 图3是调整基板的示意图;

[0022] 图4是用于说明用于获得中继光学系统的图像侧视野坐标和物体侧视野 坐标之间的关系的调整处理的图；

[0023] 图5是示出用于获得中继光学系统的图像侧视野坐标和物体侧视野坐标 之间的关系的调整处理的流程图；以及

[0024] 图6是用于说明考虑与基板保持器的膨胀/收缩相关联的信息的校正处 理的图。

具体实施方式

[0025] 下面参考附图详细说明本发明的特征典型实施例、特征和方面。

[0026] 下面参考附图详细说明本发明的实施例。注意，以下实施例仅是本发明 的实施例的具体例子，并不限制本发明。另外，对于本发明的问题解决方案，以下实施例中所述的特征的所有组合并非是必需的。

[0027] 根据本发明的检测设备是检测在基板上所形成的标记的检测设备，并且 可被应用于诸如曝光设备和压印设备等光刻设备(图案形成设备)中的基板的 定位。另外，该检测设备可被应用于诸如处理设备、检查设备和显微镜等其 它设备。下面示例性说明将根据本发明的检测设备应用于曝光设备的情况。

[0028] 第一实施例

[0029] 图1是示出作为应用本发明的检测设备的光刻设备的例子的曝光设备1 的结构的图。在曝光设备1中，原版保持器2保持原版(掩模或者标线)3。照明 光学系统4利用来自光源5的光，照射由原版保持器2所保持的原版3。投影光 学系统6将透过原版3的光投影至基板(晶圆)102。基板102由诸如使用真空吸 附的保持器等的基板保持器(夹具)101保持。被配置成可移动的基板保持器7 支持基板保持器101。基板保持器101在这种情况下被可拆卸地安装在基板保 持器7上，但是可以与基板保持器7形成一体。基板保持器7包括例如具有 X、Y、Z、 ω_x 、 ω_y 和 ω_z 轴的六轴驱动机构，并且基于来自控制器8的指示值进 行驱动操作。通过利用激光测距仪13测量来自激光头10和11的并且通过基板 保持器上的镜12所反射的光、然后将反射光转换成姿势量，来获得基板保持 器7的当前位置。控制器8从激光测距仪 18获得基板保持器7的当前位置，并 且生成新的驱动指示值来进行反馈控制，从而保持基板保持器7的姿势。

[0030] 摄像光学系统110用作对准测量装置，并且测量原版3和基板102之间的 相对位置偏移。摄像光学系统110可以测量多个shot区域中的各shot区域中的 预定位置的坐标。

[0031] 控制器8全面控制曝光设备1的各个单元。控制器8可以包括例如CPU 81、用于保持控制程序和固定数据的ROM 82、以及用于保持临时数据的并且具 有用于CPU 81的工作区的RAM 83。因此，控制器8可以通过专用或者通用计 算机装置来实现。根据本实施例的控制器8基于与存储在RAM 83中的曝光相关联的控制信息(例如，shot布局信息、投影倍率和 扫描方向)，执行曝光处 理。控制器8还用作基于通过摄像光学系统110(稍后说明)所获得的标记的图 像来进行标记检测处理的处理单元。

[0032] 根据本实施例的曝光设备1可以是例如在相对驱动原版和基板的同时进 行曝光的扫描曝光设备。通常，在制造半导体装置时，用于形成图案的多个 层在被对准的情况下被叠加在基板上。例如，设备执行曝光处理，以在基板 上的通过第一曝光而形成图案的第一层上，叠加通过第二曝光而形成图案的 第二层。

[0033] 图2是示出上述曝光设备1中的检测设备的主要部分的结构的图。根据本实施例的检测设备可以包括被容纳在基板保持器101中的中继光学系统(摄像光学系统)100和摄像光学系统110。在基板102上形成用于定位的标记103。标记103有时如图2右侧示例性所示位于基板102的上表面,并且有时如图2左侧示例性所示位于基板102的下表面。此外,在实际装置制造处理中,标记103可以位于基板102的上表面和下表面之间的任意高度位置处。

[0034] 假定本实施例所用的光的波长属于能够透过基板102的频带。例如,在光能够透过硅基板和玻璃基板、并且光学系统可以由普通玻璃材料形成的情况下,这种光可被假定是属于800nm以上且1400nm以下的频带的近红外光。来自在基板102上所形成的标记103的反射光和衍射光通过透镜104到达偏转镜105。光的光路通过偏转镜105被弯曲90°,并且到达偏转镜106。术语“偏转镜105”和“偏转镜106”仅是为了方便。因此,实际上,可以使用各种类型的棱角等,只要它们满足用于将光路改变90°的目的即可。来自标记103的反射光和衍射光穿过偏转镜106,然后通过透镜107形成图像,从而在基板102外的位置形成空中像(aerial image)(中间像(intermediate image))。从透镜104经过偏转镜105和偏转镜106到透镜107的光学系统形成中继光学系统100。注意,中继光学系统100的这一光学结构仅是示例性的,并且可以包括其它光学元件或者不同数量的光学元件。

[0035] 摄像光学系统110通过中继光学系统100,利用来自基板的背面侧的光来照射标记103,并且通过使用由标记103所反射的、并且穿过中继光学系统100的光,在由图像传感器所形成的传感器109的光接收面上形成标记103的图像。通过中继光学系统100所形成的标记103的空中像,通过摄像光学系统110中的透镜108被引导至传感器109。尽管透镜108和传感器109构成摄像光学系统110,但是该结构是示例性的,并且透镜108是仅用于表示多个光学元件的单个透镜。摄像光学系统110用作摄像装置。此外,中继光学系统100实际上具有显微镜的功能。因此,透过基板102的光还能够被从摄像光学系统110提供至基板102。注意,图像传感器可以被容纳在基板保持器101中,并且来自标记的光可以通过摄像光学系统,在图像传感器表面上形成图像。

[0036] 图2示出中继光学系统100和摄像光学系统110两者。然而,应该注意需要至少一个摄像光学系统110。对于基板102的旋转校正,优选设置两个中继光学系统100,并且各系统的理想倍率是1。

[0037] 通过比较图2的右边和左边,示出形成空中像的高度如何根据基板上的标记103在高度方向上的位置z(下面还简称为“高度位置”)而变化。由于摄像光学系统110所聚焦的平面被固定至与x轴所平行绘制的虚线A,因此通过在z方向上移动基板保持器7,可以将焦点设置在标记103的空中像上。

[0038] 参考图2,通过点划线所表示的、来自中继光学系统100的主光线B,与图2中的x轴和z轴中的任一个不平行,其中,与中继光学系统100的设计光轴平行绘制图2中的x轴和z轴。当保留各高度位置z处的主光线的倾斜时,与在各像高处主光线没有倾斜的情况下相比,在传感器109上所形成的、在高度位置z处的标记103的图像在x轴方向上与高度位置z成比例地移位。

[0039] 在实际装置制造处理中,各种层随着该处理被添加至基板102,并且基板上的标记103的高度位置z改变。为此,假定标记103的高度位置z始终与摄像光学系统110的焦平

面共轭，则传统校正方法作为被配置成仅根据标记103 在中继光学系统100的视野中的像高信息来校正畸变的方法，是不充分的。

[0040] 与此相对地，根据本实施例，曝光设备1连同与中继光学系统100的像差 有关的信息一起，获得与中继光学系统100的各像高处的主光线的倾斜(远心 度)有关的信息。因此，本实施例能够提供一种比传统系统更加精确的、并且能够应付各种处理的对准系统。

[0041] 下面说明用于获取与中继光学系统的像差有关的信息和与各像高处的 主光线的倾斜有关的信息的具体方法。下面的获取方法仅是一个例子，并且 可以考虑各种其它获取方法。

[0042] 在中继光学系统100的物体侧视野中， (x, y) 表示标记103在高度位置 $z=0$ 的坐标，并且 (x', y') 表示作为穿过中继光学系统100的结果、标记103在中继 光学系统100的图像侧视野中的坐标。本实施例被配置成实现用于根据通过 中继光学系统100所观察到的标记103的坐标 (x', y') 来估计基板保持器101上 的基板102上的标记103的坐标 (x, y) 的技术。

[0043] 预期中继光学系统100的物体侧视野坐标 (x, y) 和图像侧视野坐标 (x', y') 具有如通过下面的方程式所表示的一一对应关系。

$$x' = f(x, y)$$

$$y' = g(x, y) \dots (1)$$

[0046] 在方程式 (1) 中，函数f和g定义一一对应关系，并且因此通过如下给出的 新函数 f' 和 g' 来表示物体侧视野坐标 (x, y) :

$$x = f'(x', y')$$

$$y = g'(x', y') \dots (2)$$

[0049] 利用坐标 x' 和 y' ，将方程式 (2) 中的函数 f' 和 g' 如下展开成多项式：

$$x = f'(x', y') = x' + \sum cx_{mn}(x') m(y') n$$

$$y = g'(x', y') = y' + \sum cy_{mn}(x') m(y') n \dots (3)$$

[0052] 考虑到下面的事实，上述展开可以说是自然的：畸变的影响随着图像侧 视野坐标 (x', y') 的增大而增大，并且从 $m=0$ 到 m_{max} 和从 $n=0$ 到 n_{max} ，求取 和信号 (Σ)。从逻辑的角度看， m_{max} 和 n_{max} 的值是任意自然数，实践中约 为3~4。

[0053] 方程式 (3) 表示如果展开系数 cx_{mn} 和 cy_{mn} 的所有值都是已知的，则可 以基于在中继光学系统100的图像侧所观察到的坐标 (x', y') ，重建作为实物的 基板102所位于的中继光学系统100的物体侧视野坐标 (x, y) 。

[0054] 例如，如果 $m_{max} = n_{max} = 3$ ，则总共存在16个展开系数 cx_{mn} 和 cy_{mn} 。因此，通过16个独立方程式能够确定所有这些展开系数。

[0055] 图5是示出通过控制器8所实现的、用于获得中继光学系统100的图像侧 视野坐标 (x', y') 和物体侧视野坐标 (x, y) 之间的关系的调整处理的流程图。为了形成上述方程组，针对具有厚度n的调整基板200进行下述的两阶段测量，其中，如图3所示，调整基板200至少部分地具有在一个正面上以方格子图案 配置标记103的部分。显然，当实际上用作曝光对象的基板102可以用作调整 基板200时，它们不需要彼此区分。尽管在调整基板200的任一表面上可以形 成多个标记103，但是假定标记形成在调整基板200的上表面、并且相对侧的 表面与基板保持器101接触。

[0056] 阶段1

[0057] 控制器8从调整基板200选择标记103(第一标记)中的一个,直接捕捉位于图4中通过虚线所表示的位置处的、摄像光学系统110的视野中心的标记,并且定义在工件台坐标上的中继光学系统100的物体侧视野原点(0,0)。在阶段1的测量中,在不通过中继光学系统100的情况下,从调整基板200的正面侧对标记进行摄像。利用自然数i标注多个标记103,这样使得可以获得中继光学系统100的物体侧视野坐标((xi, yi))(第一检测值),作为以如上所述的相同方式将第i标记103调整至摄像光学系统110的视野中心时的相对工件台坐标(步骤S1)。与中继光学系统的视野中的物体位置有关的信息是从该工件台相对坐标的读取值形成的。注意,由于使用摄像光学系统110的视野中心,因而畸变对摄像光学系统110的影响可被忽略。

[0058] 控制器8然后从调整基板200选择标记103中的一个,并且通过使用位于图4中通过实线所示的位置处的摄像光学系统110,来通过中继光学系统100捕捉标记的空中像(步骤S2)。假定在阶段1中,使得位于虚线所表示的位置处的摄像光学系统110通过在水平方向上向着中继光学系统100的设计理想像点移动L,从而位于实线所表示的位置。在这种情况下,控制器8通过在z方向上驱动基板保持器7,使得摄像光学系统110聚焦于标记103的空中像(即,进行焦点调整)(步骤S3)。假定当中继光学系统100包括使图像发生反转的棱镜等,则系统向理想像点的移动包括这类反转。

[0059] 阶段2

[0060] 如果中继光学系统100是理想的,则应该在移动到理想像点时,在摄像光学系统110的视野中心捕捉到所选择的标记103的图像。然而,实际上,在受到中继光学系统100的像差的影响时,在从视野中心偏移的位置处检测到该图像。为了捕捉视野中心的图像,工件台需要被进一步移动(dx, dy)。利用添加的工件台移动量(dx, dy),将中继光学系统100的图像侧视野坐标(x', y')定义为x' = x - dx和y' = y - dy。针对所有第i标记103进行上述操作,这样可以获得中继光学系统100的图像侧视野坐标组(x'i, y'i)(第二检测值)(步骤S4)。

[0061] 返回参考方程式(3),可以获得联立线性方程组。

$$xi = f'(x'i, y'i) = x'i + \sum cx_{mn}(x'i) m(y'i) n \quad (3)$$

$$yi = g'(x'i, y'i) = y'i + \sum cy_{mn}(x'i) m(y'i) n \dots (4)$$

[0064] 通过阶段1和2的测量,方程式(4)中出现的所有值xi、yi、x'i和y'i都是已知的。每当一个值i被确定时,获得用于x方向分量和y方向分量的总共两个方程式。当需要16个独立方程式时,可以对至少8个标记103进行阶段1和2的测量。

[0065] 显然,可以在更多点进行测量。在这种情况下,通过方程式(4)所定义的联立线性方程组的解的唯一性丧失。然而,众所周知,通过使用最小二乘法,可以提高对测量误差的容许度。

[0066] 然后,评价中继光学系统100的各像高处的主光线的倾斜的影响。作为用于该操作的措施之一,反转所使用的调整基板200、并且将其被置于基板保持器101上(步骤S6)。位于调整基板200的上表面(第一高度位置)的多个标记103,然后移位至基板保持器101侧的位置(第二高度位置)。也就是说,通过反转调整基板,调整基板上各标记的位置在第一和第二高度位置之间改变。在这种情况下,以相同方式重复上述阶段1和2(步骤S1~S4)以

获得物体侧视野坐标(X_i, Y_i)和图像侧视野坐标($X'i, Y'i$) (步骤S7)。这样求解与通过下面的方程式所表示的膨胀系数 Cx_mn 和 Cy_mn 有关的联立线性方程组,从而获得膨胀系数 Cx_mn 和 Cy_mn (步骤S8)。

[0067] $X_i = X'i + \sum Cx_mn (X'i) m (Y'i) n$

[0068] $Y_i = Y'i + \sum Cy_mn (X'i) m (Y'i) n \dots (5)$

[0069] 上述操作使得可以评价在两个平面之间由中继光学系统100所引起的图像偏移,即,畸变的影响,其中,在这两个平面之间,标记103的高度位置 z 改变了调整基板200的厚度 h 。根据标记103的高度位置 z 来使用线性插值方法是合理的,只要调整基板200的厚度 h 与实际制造处理中所使用的基板厚度相差不大即可。因此,通过下面的方程式定义任意高度位置 z 处的平面上的膨胀系数 zx_mn 和 zy_mn :

[0070] $zx_mn = Cx_mn - (z \cdot n0/hn) (Cx_mn - cx_mn)$

[0071] $zy_mn = Cy_mn - (z \cdot n0/hn) (Cy_mn - cy_mn) \dots (6)$

[0072] 在方程式(6)中, n 表示实际使用的基板102的折射率,并且 $n0$ 表示调整基板200的折射率。控制器8将根据方程式(6)所计算出的膨胀系数 zx_mn 和 zy_mn 存储在例如RAM 83中 (步骤S9)。

[0073] 根据方程式(6),膨胀系数 zx_mn 和 zy_mn 是依赖于高度位置 z 的系数。方程式(6)表示当标记103的高度位置 z 为0时,也就是说,当标记103与基板保持器101接触时,膨胀系数 zx_mn 和 zy_mn 与膨胀系数 Cx_mn 和 Cy_mn 一致。另外,对于调整基板200,当标记103的高度位置 z 是上限位置时,也就是说,当高度位置 z 对应于与基板的厚度 h 相等的值时,膨胀系数 zx_mn 和 zy_mn 显然与膨胀系数 cx_mn 和 cy_mn 一致。

[0074] 利用上述处理,获得通过下面的方程式所表示的校正函数,其中,以所检测到的标记的位置的检测值($x'i, y'i$)作为变量。

[0075] $xi = x'i + \sum zx_mn (x'i) m (y'i) n$

[0076] $yi = y'i + \sum zy_mn (x'i) m (y'i) n \dots (7)$

[0077] 根据方程式(7),在各标记103的高度位置为 z 时,重新定义物体侧视野坐标(xi, yi)和图像侧视野坐标($x'i, y'i$)。

[0078] 以上说明了用于获得与像差和远心度有关的信息作为中继光学系统的特性信息的获取方法。在必要时,例如在操作的早期阶段,可以在校准模式下执行该处理。

[0079] 注意,与中继光学系统的像差和远心度有关的信息,可以通过以上述方式所进行的实际测量来获得、或者可以根据基于中继光学系统和摄像光学系统的设计值的模拟结果来进行估计。

[0080] 在实际操作(曝光)中,针对各shot,控制器8都获得标记的成像位置相对于摄像光学系统110的视野中心的偏移量。利用上述处理,控制器8可以通过读出存储在RAM 83中的膨胀系数 zx_mn 和 zy_mn 、并且与所获得的偏移量一起使用方程式(7)来校正所获得的偏移量(参考第四实施例)。

[0081] 利用上述操作,可以计算在针对任意标记103的高度位置 z 的校正之后的标记103的坐标,并且可以在考虑各像高处的主光线的倾斜的影响的情况下,容易且高精度地校正由中继光学系统100所引起的标记103的图像偏移量。

[0082] 第二实施例

[0083] 接着说明根据第二实施例的曝光设备。在第一实施例中,在基板保持器 101被设置在基板保持器7上之后,通过实际测量来获得与中继光学系统100 的像差和各像高处的主光线的倾斜有关的信息。该信息被称为与中继光学系 统100有关的初始信息。因为下面的原因,多次执行曝光序列,使得需要对 初始信息进行时间校正。第二实施例示例性说明该校正。

[0084] 在曝光设备中,光源5在曝光设备内的所有方向上发射能量。该能量也 影响基板保持器101。基板保持器101还可能由于曝光的光的能量通过基板 102而被加热、并且发生膨胀。当曝光设备的曝光操作进入暂停状态时,基 板保持器101冷却并收缩。因此,当曝光时间的运行时间增长、并且处理的 基板的数量增多时,除初始信息以外,还必须在考虑与基板保持器的膨胀/ 收缩有关的信息的情况下进行校正。

[0085] 在符合所设置的曝光菜单(recipe) 和曝光模式的条件下,可以通过下面的 模拟来获得由基板保持器101的膨胀/收缩所引起的估计变形量。控制器8或者 外部运算装置可以进行该模拟。

[0086] 首先,控制器8开始用于掌握与基板保持器101的膨胀/收缩相关联的特 性的操作。在曝光设备中,基板保持器101被如图6所示安装在基板保持器7 上。基准标记502被置于基板保持器7上,作为用于测量基板保持器7的移动 量的基准。多个基准标记503被配置在基板保持器7上以掌握基板保持器7和 基板保持器101的相对位置。基板保持器101的中心有时偏离基板保持器7, 并且基板保持器7有时旋转。为此,多个这样的基准标记被配置在基板保持 器101上以掌握这两种情况。

[0087] 使用这一正常设置,使得可以在曝光序列的多次执行之前或者之后,预 先测量基板保持器7上的基准标记502和基板保持器101上的基准标记503之 间的位置关系的变化。预先获得与基板保持器101的膨胀/收缩有关的热膨胀 系数,使得能容易地进行与从开始曝光时起的任意时点的基板保持器101的 膨胀/收缩量有关的预测模拟。另外,在设置曝光序列时,预先以表的形式存 储基板保持器101在从作为开始时间的开始曝光起的给定时刻的热膨胀/收缩 量。此外,通过使用曝光设备中所设置的温度计,可以估计基板保持器101 的变形量。

[0088] 假定($\Delta x'_i$, $\Delta y'_i$)是基板保持器101在第i标记103的位置处的位移量,则该 模拟对方程式(7)如下进行校正:

$$x_i = x'_i - \Delta x'_i + \sum z_{x_mn} (x'_i - \Delta x'_i) m (y'_i - \Delta y'_i) n$$

$$y_i = y'_i - \Delta y'_i + \sum z_{y_mn} (x'_i - \Delta x'_i) m (y'_i - \Delta y'_i) n$$

[0091] 控制器8将与基板保持器101的热膨胀/收缩量有关的信息预先存储在 RAM 83中。当经由中继光学系统100实际执行对准标记测量时,控制器8可 以在读出该信息并且校正测量结果的情况下进行定位。

[0092] 可以假定存储在RAM 83中的、与中继光学系统100中所发生的各像高处 的主光线的倾斜或者像差有关的信息,由于除曝光热以外的因素而随时间而 变化。在这种情况下,可以周期性执行如第一实施例中那样的实际测量,并 且可以利用作为该执行的结果所获得的、与在中继光学系统100中所发生的 各像高处的主光线的倾斜或者像差有关的信息,替换存储在存储装置中的旧 信息。

[0093] 第三实施例

[0094] 接着说明根据第三实施例的曝光设备。在假定基板上的标记103的高度 位置z已知的情况下,说明了第一实施例。然而,如上所述,在实际用于制 造装置的处理中,标记103的高度位置z的不确定性很大,并且因此在一些情 况下,实践中不能使用高度位置z作为已知参数。

[0095] 第三实施例示例性说明可被应用于这一情况的方法。首先,基板102被 进行各种处理,并且基板的厚度h(参考图3)随着处理而变化。由于标记103 的高度位置z落在在 $0 \leq z \leq h$ 的范围内,因而首先考虑用于确定厚度h的方式。

[0096] 在一般曝光设备中安装使用反射光的高度传感器。通过反射光测量,可 以预先测量工件台上的基准标记502的高度和被置于基板保持器101上的处 理前的基板102(厚度 h_0)的上表面的高度之间的差 Δh_1 。厚度已随着处理而改 变的基板102被置于基板保持器 101上,并且以相同方式测量相对于工件台上 的基准标记502的上表面的高度的差 Δh_2 。这样使得可以根据 $h_0 - \Delta h_1 + \Delta h_2$ 来计 算厚度已随着处理而改变的基板102的厚度h。在上述操作中,代替工件台上 的基准标记502的高度,可以测量基板保持器101上的基准标记503的高度。

[0097] 在处理期间确定基板102的高度h时,控制器8捕捉中继光学系统100的视 野中的标记103。控制器8然后在 $0 \leq z \leq h$ 的范围内在z方向上改变基板保持器7 的同时,搜索标记103的对比度最佳的点。这使得可以获悉基板上的标记103 在高度方向上的精确位置z。

[0098] 将作为将这样所获得的z的值代入方程式(6)的结果所获得的膨胀系数代 入方程 式(7)或者(8),使得能够进行与各种处理相对应的背面对准。

[0099] 在图5的步骤S9,将根据方程式(6)所计算出的膨胀系数zx_mn和zy_mn 存储在RAM 83中。然而,当如本实施例那样,单独获得高度位置z时,可以 在步骤S9,将根据方程式(5)所计算出的膨胀系数zx_mn和zy_mn存储在RAM 83中。将根据本实施例所获得的标记的高度 位置z以及存储在RAM 83中的膨 胀系数zx_mn和zy_mn代入方程式(6),使得能够计算依赖于高度位置z的膨胀 系数zx_mn和zy_mn。

[0100] 第四实施例

[0101] 接着说明根据本发明的实施例的曝光方法。为了执行该曝光方法,通过 按照根据第一实施例的图4的流程图或者第二实施例所述方法的处理,预先 获得与中继光学系统 100的像差和远心度有关的信息。经过了实际曝光的基 板被进给至曝光设备、并且被置于用于保持基板的机构上。摄像光学系统110 然后拍摄在经由中继光学系统100所获得基板上设置的标记103的图像。控制 器8然后基于从RAM 83所读出的、与中继光学系统100的像 差和远心度有关 信息,根据方程式(7)校正所观察到的标记103的图像偏移量。最后,曝光设 备基于与在校正之后所获得的、与标记103的位置有关的信息来执行定位, 并且进行曝 光。

[0102] 用于制造物品的实施例

[0103] 根据本发明实施例的用于制造物品的方法适用于制造例如下面的物品: 诸如半 导体装置等的微装置或者具有微结构的元件。根据本实施例的用于制 造物品的方法包括: 用 于使用上述光刻设备(曝光设备、压印设备或者绘制 设备等)将原版的图案转印至基板的步骤; 以及用于处理在先前步骤中被转 印了图案的基板的步骤。该制造方法还包括其它 已知步骤(氧化、沉积、气 相沉积、掺杂、平坦化、刻蚀、胶去除、切割、焊接、封装等)。与传统

方法相比,根据本实施例用于制造物品的方法的优点在于物品的性能、质量、生产率和生产成本中的至少一个。

[0104] 其它实施例

[0105] 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。

[0106] 尽管参考典型实施例说明了本发明,但是应该理解,本发明不局限于所 公开的典型实施例。所附权利要求书的范围符合最宽的解释,以包含所有这 类修改、等同结构和功能。

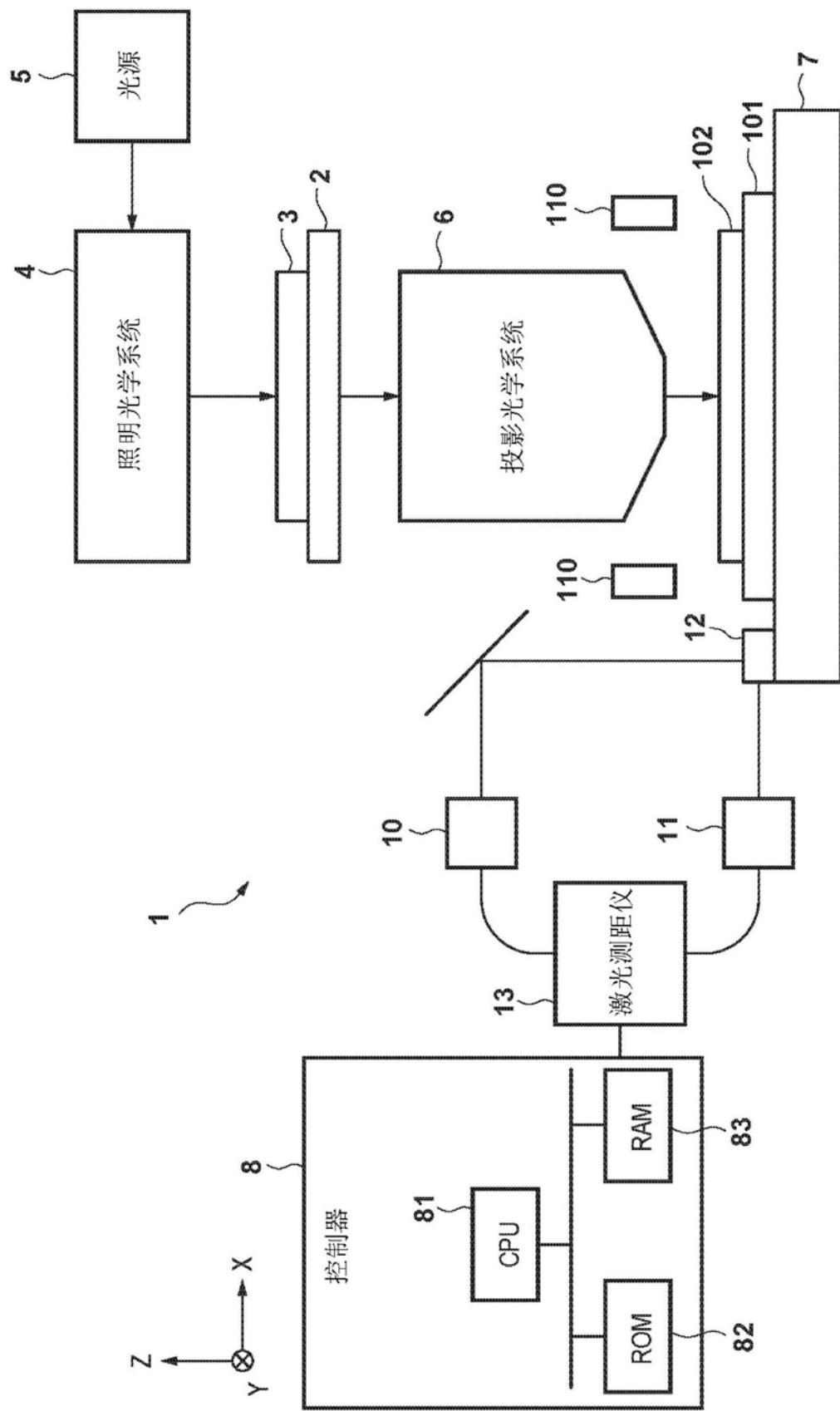


图1

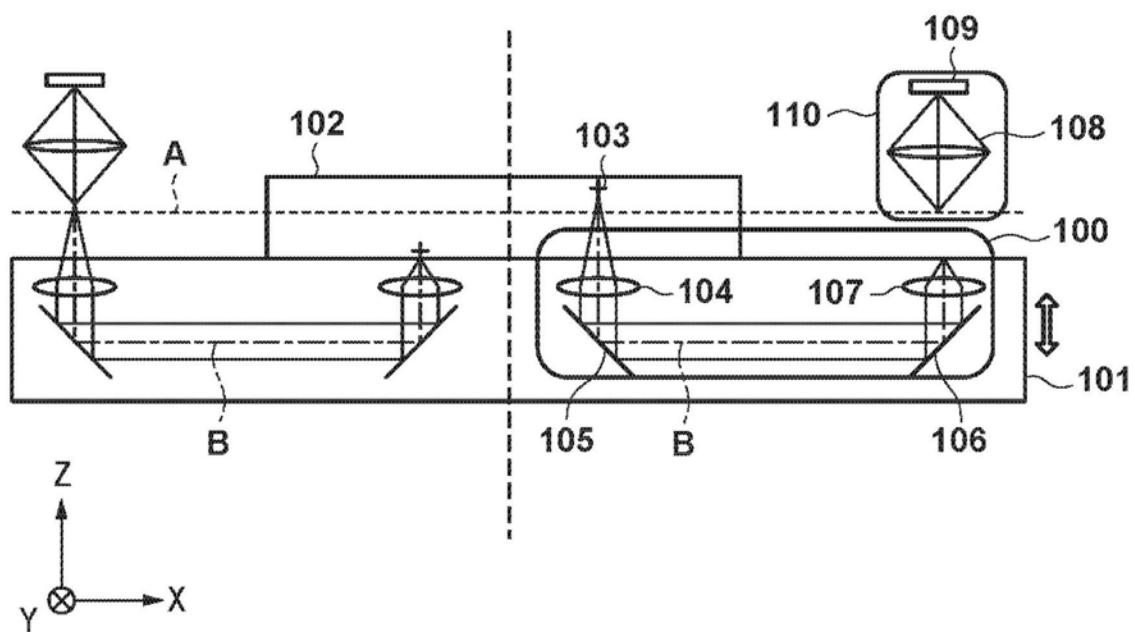


图2

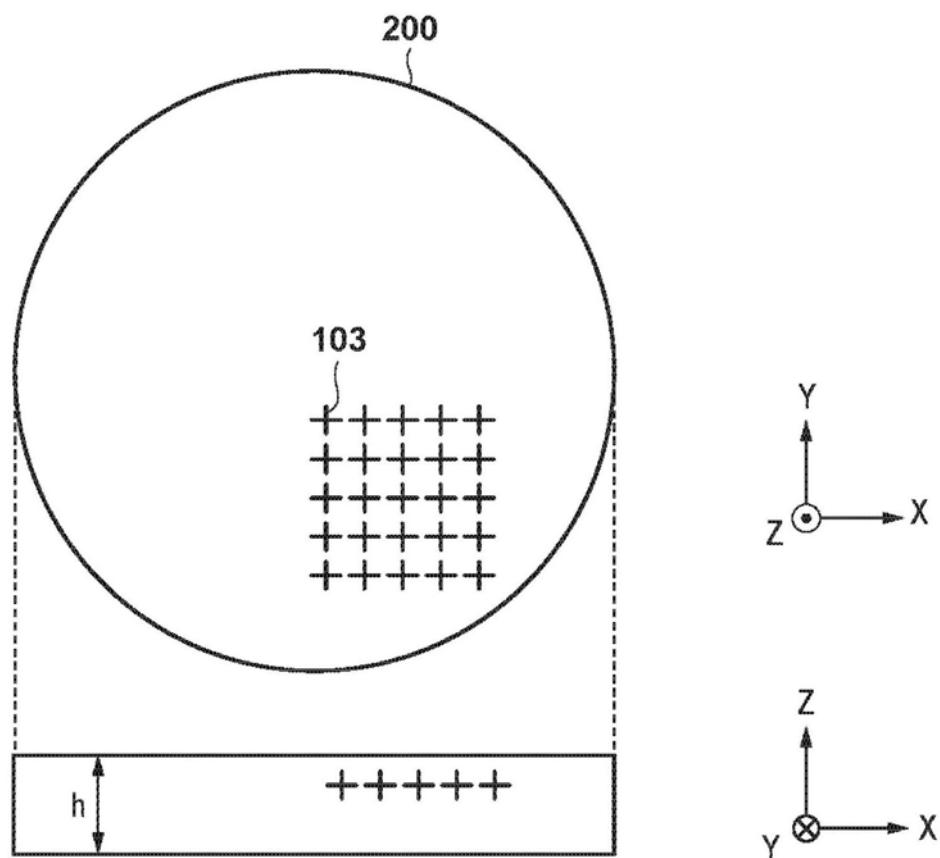


图3

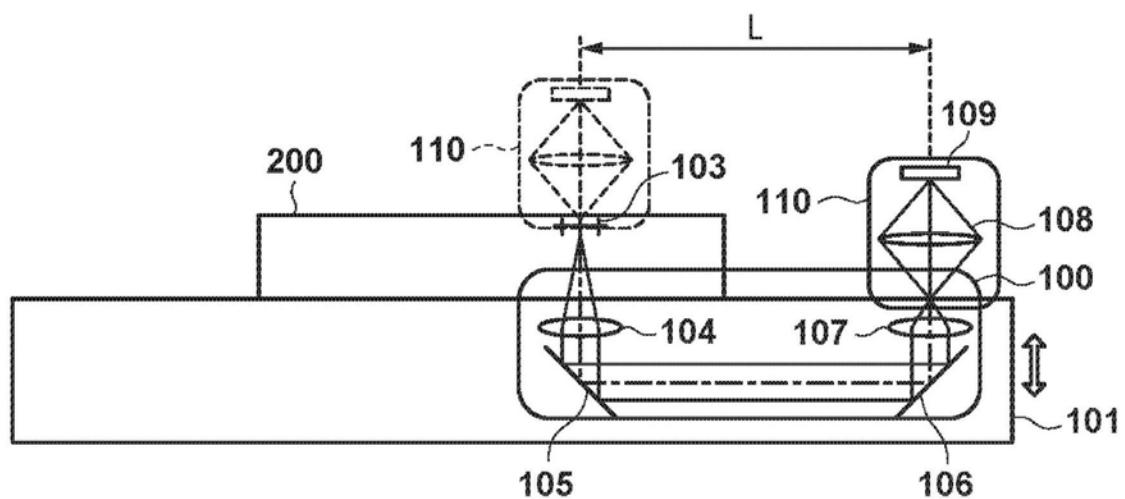


图4

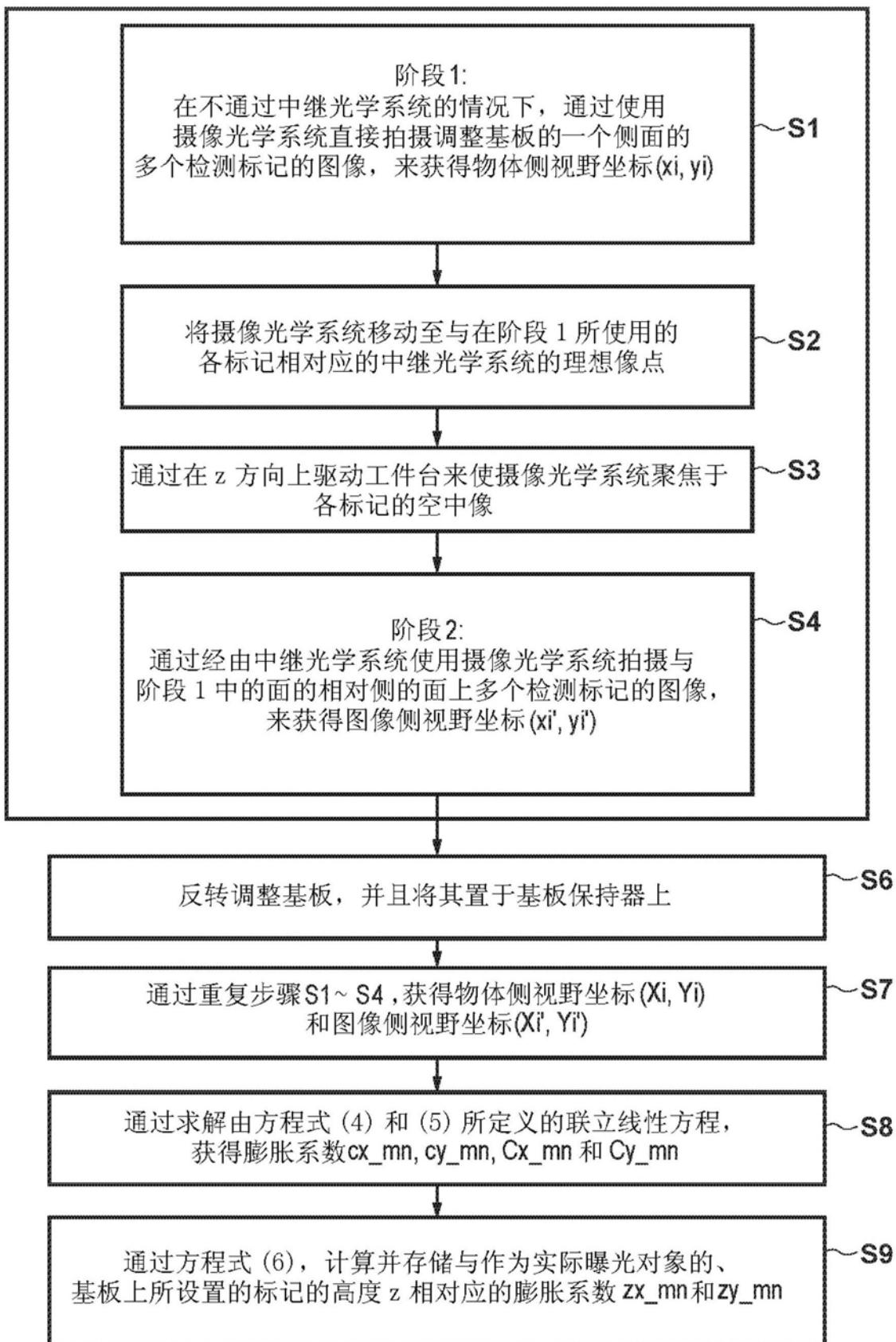


图5

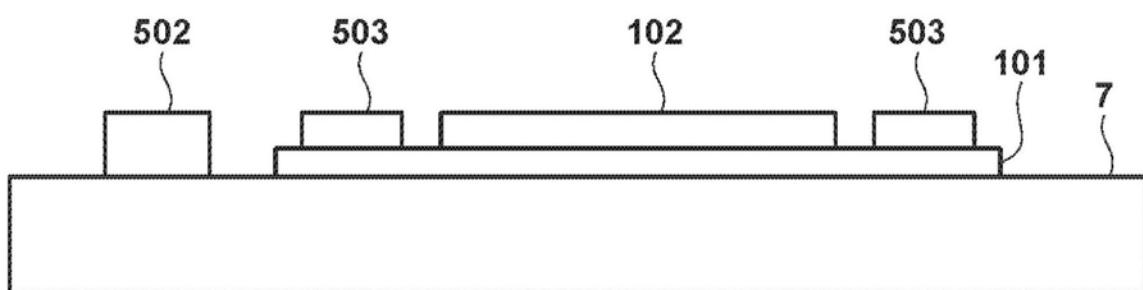


图6