(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110579946 A
(43)申请公布日 2019.12.17

(21)申请号 201910498815.X

(22)申请日 2019.06.11

(30)优先权数据
2018-111245 2018.06.11 JP

(71)申请人 佳能株式会社
地址 日本东京

(72)发明人 田井将纪

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038
代理人 汪晶晶

(51)Int.Cl.
G03F 9/00(2006.01)

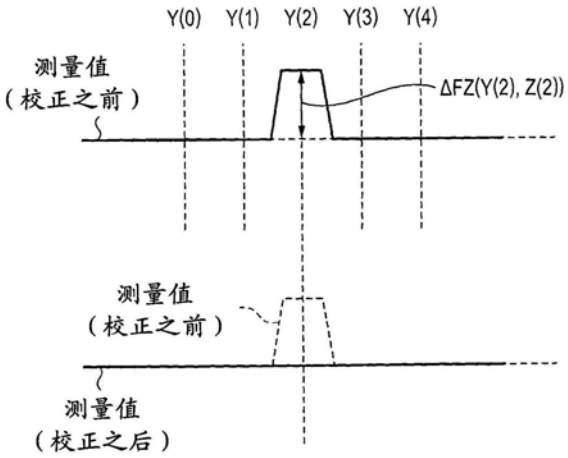
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

曝光方法、曝光装置、制造物品的方法以及测量方法

(57)摘要

本申请涉及曝光方法、曝光装置、制造物品的方法以及测量方法。本发明提供了一种在沿扫描方向移动原版和基板的同时曝光基板的曝光方法，该方法包括执行指定存在于基板中的凹凸部分的位置的步骤，以及执行以下步骤：当曝光基板时，基于指定的凹凸部分的位置和通过在沿扫描方向移动基板的同时使光束倾斜地进入多个测量点中的每个测量点而获得的每个测量点的在高度方向上的位置的测量值来驱动基板，使得基板的在高度方向上的位置将是目标位置。



CN 110579946 A

1.一种曝光方法,其特征在于,所述曝光方法在沿扫描方向移动原版和基板的同时曝光基板,所述方法包括:

执行第一步骤,将基板定位在所述基板的在高度方向上的多个位置中的每个位置处,并且对于所述多个位置中的每个位置,通过在沿扫描方向移动基板的同时使光束倾斜地进入基板上的多个测量点中的每个测量点来获得基板上的所述多个测量点中的每个测量点的在高度方向上的位置的第一测量值;

执行第二步骤,基于在第一步骤中获得的、在所述多个位置中的每个位置处的每个测量点的第一测量值,通过获得基板的表面形状来指定存在于基板中的凹凸部分的位置;以及

执行第三步骤,在曝光基板时,基于在第二步骤中指定的凹凸部分的位置和通过在沿扫描方向移动基板的同时使光束倾斜地进入所述多个测量点中的每个测量点而获得的每个测量点的在高度方向上的位置的第二测量值来驱动基板,使得基板的在高度方向上的位置将是目标位置。

2.如权利要求1所述的方法,还包括:

执行第四步骤,基于所述多个位置中的每个位置的第一测量值,获得每个测量点的偏移值,所述偏移值用于校正由于在第二步骤中指定的凹凸部分的位置而在第二测量值中出现的测量误差,

其中,在第三步骤中,通过使用所述偏移值当中与在获得第二测量值时基板的在高度方向上的位置对应的偏移值来校正第二测量值和目标位置中的一个。

3.如权利要求2所述的方法,其中在第四步骤中,获得所述多个位置中的每个位置与在所述多个位置中的每个位置处的每个测量点的第一测量值之间的差作为所述偏移值。

4.如权利要求2所述的方法,其中,在第三步骤中,基于每个测量点的第二测量值和与在获得第二测量值时基板的在高度方向上的位置对应的每个测量点的偏移值之间的差来驱动基板,使得基板的在高度方向上的位置将是目标位置。

5.如权利要求2所述的方法,其中,在第三步骤中,目标位置和与在获得第二测量值时基板的在高度方向上的位置对应的每个测量点之间的差被设定为新的目标位置,并且基于第二测量值驱动基板,使得基板的在高度方向上的位置将被设定在新的目标位置处。

6.如权利要求1所述的方法,其中,在第三步骤中,在所述多个测量点中的每个测量点到达曝光位置之前,获得每个测量点的第二测量值,并且驱动基板,使得在每个测量点到达曝光位置之前,基板的在高度方向上的位置被设定到目标位置。

7.如权利要求1所述的方法,其中在要曝光多个基板的情况下,

对所述多个基板当中的第一基板执行第一步骤、第二步骤和第三步骤,以及

通过使用在对第一基板执行的第二步骤中指定的凹凸部分的位置,对所述多个基板当中除第一基板之外的基板执行第三步骤。

8.一种曝光装置,其特征在于,所述曝光装置在沿扫描方向移动原版和基板的同时曝光基板,所述曝光装置包括:

测量单元,被配置为使光束倾斜地进入基板上的多个测量点中的每个测量点并获得每个测量点的在基板的高度方向上的位置的测量值;以及

控制单元,被配置为控制曝光基板的处理,

其中所述控制单元：

将基板定位在所述基板的在高度方向上的多个位置中的每个位置处，并且对于所述多个位置中的每个位置，通过在沿扫描方向移动基板的同时使测量单元测量基板上的多个测量点来获得基板上的所述多个测量点中的每个测量点的在高度方向上的位置的第一测量值，

基于在所获得的所述多个位置中的每个位置处的每个测量点的第一测量值，通过获得基板的表面形状来指定存在于基板中的凹凸部分的位置，以及

在曝光基板时，基于指定的凹凸部分的位置和通过在沿扫描方向移动基板的同时使测量单元测量所述多个测量点而获得的每个测量点的在高度方向上的位置的第二测量值来驱动基板，使得基板的在高度方向上的位置将是目标位置。

9.如权利要求8所述的装置，其中所述控制单元基于所述多个位置中的每个位置的第一测量值来获得每个测量点的偏移值，所述偏移值用于校正由于凹凸部分的位置而在第二测量值中出现的测量误差，以及

通过使用所述偏移值当中与在获得第二测量值时基板的在高度方向上的位置对应的偏移值来校正第二测量值和目标位置中的一个。

10.如权利要求9所述的装置，其中所述测量单元包括多个传感器，所述多个传感器被配置为检测由所述多个测量点反射的光束，以及

针对所述多个传感器中的每个传感器获得所述偏移值。

11.一种制造物品的方法，其特征在于，包括：

通过使用曝光装置曝光基板；

显影经曝光的基板；以及

从经显影的基板制造物品，

其中曝光装置是在沿扫描方向移动原版和基板的同时曝光基板的曝光装置，包括：

测量单元，被配置为使光束倾斜地进入基板上的多个测量点中的每个测量点并获得每个测量点的在基板的高度方向上的位置的测量值，以及

控制单元，被配置为控制曝光基板的处理，并且

所述控制单元：

将基板定位在所述基板的在高度方向上的多个位置中的每个位置处，并且对于所述多个位置中的每个位置，通过在沿扫描方向移动基板的同时使测量单元测量基板上的多个测量点来获得基板上的所述多个测量点中的每个测量点的在高度方向上的位置的第一测量值，

基于在所获得的所述多个位置中的每个位置处的每个测量点的第一测量值，通过获得基板的表面形状来指定存在于基板中的凹凸部分的位置，以及

在曝光基板时，基于指定的凹凸部分的位置和通过在沿扫描方向移动基板的同时使测量单元测量所述多个测量点而获得的每个测量点的在高度方向上的位置的第二测量值来驱动基板，使得基板的在高度方向上的位置将是目标位置。

12.一种测量方法，其特征在于，所述测量方法测量包括凹凸部分的基板的表面形状，所述方法包括：

执行第一步骤，将基板定位在所述基板的在高度方向上的多个位置中的每个位置处，

并且对于所述多个位置中的每个位置，通过在沿扫描方向移动基板的同时使光束入射在基板上的多个测量点中的每个测量点上来获得基板上的所述多个测量点中的每个测量点的在高度方向上的位置的第一测量值；以及

执行第二步骤，通过基于在第一步骤中获得的在所述多个位置中的每个位置处的每个测量点的第一测量值指定凹凸部分的位置来获得基板的表面形状。

曝光方法、曝光装置、制造物品的方法以及测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及曝光方法、曝光装置、制造物品的方法以及测量方法。

背景技术

[0002] 当要制造诸如半导体设备(诸如IC或LSI)、液晶显示设备、成像设备(诸如CCD)、电磁头等设备时,使用包括用于将原版(original)的图案投影到基板的投影光学系统的曝光装置。为了在曝光装置中精确地将原版的图案转印到基板,重要的是确定几乎不受基板的表面形状影响的参考平面并且高度精确地将参考平面布置在投影光学系统的成像平面上。

[0003] 在步进-扫描曝光装置(扫描仪)中,在扫描方向上驱动保持基板的基板台的同时,曝光由基板台保持的基板。在这个操作期间,由焦点传感器(focus sensor)测量投影光学系统的成像平面与基板的参考平面之间的距离,并且通过在垂直于成像平面的方向上驱动基板台来执行顺序地调整和匹配参考平面与成像平面的追踪和驱动操作。这种追踪和驱动操作需要焦点传感器(预读取传感器)在基板台被扫描的同时在曝光位置前面预先测量(预读取)基板的参考平面与投影光学系统的成像平面之间的距离。

[0004] 在追踪和驱动操作中,基本上假设基板的表面形状将是平坦的。另一方面,近年来,基板常常由多层图案形成。由于这种基板的表面(底层(underlayer))将具有包括许多凹凸部分的台阶结构,因此驱动基板台以追踪凹凸部分将造成由于基板台的驱动量的突然改变而导致的追踪误差并造成聚焦精确度劣化。

[0005] 因此,为了将追踪和驱动操作应用于具有台阶结构的基板,需要对表面的凹凸部分进行测量。为了改善对具有台阶结构的基板的追踪和驱动操作的性能,日本专利公开No.9-45608提出了一种通过针对每个测量点管理由凹凸部分生成的、相对于参考平面的测量偏移值来抑制基板台的驱动量的突然改变的技术。

[0006] 但是,由于倾斜入射焦点传感器一般用在曝光装置中,因此当从焦点传感器到基板的距离(聚焦方向上的位置)改变时,每个测量点将在水平方向上移位。因此,如果以相关现有技术的方式在聚焦方向上的给定位置处获得测量偏移值,那么当聚焦方向上的位置改变时将发生追踪误差,因为由凹凸部分生成的、相对于参考平面的测量偏移值将由于测量点的移位而不会被正确地反映。以这种方式,相关现有技术没有提供用于抑制针对测量点移位的影响的聚焦精确度劣化的有效手段。

发明内容

[0007] 本发明提供了一种在聚焦精确度点上有利的曝光方法。

[0008] 根据本发明的第一方面,提供了一种在沿扫描方向移动原版和基板的同时曝光基板的曝光方法,该方法包括:执行第一步骤,将基板定位在该基板的在高度方向上的多个位置中的每个位置处,并且对于该多个位置中的每个位置,通过在沿扫描方向移动基板的同时使光束倾斜地进入基板上的多个测量点中的每个测量点来获得基板上的该多个测量点中的每个测量点的在高度方向上的位置的第一测量值;执行第二步骤,基于在第一步骤中

获得的、在该多个位置中的每个位置处的每个测量点的第一测量值，通过获得基板的表面形状来指定存在于基板中的凹凸部分的位置；以及执行第三步骤，在曝光基板时，基于在第二步骤中指定的凹凸部分的位置和通过在沿扫描方向移动基板的同时使光束倾斜地进入该多个测量点中的每个测量点而获得的每个测量点的在高度方向上的位置的第二测量值来驱动基板，使得基板的在高度方向上的位置将是目标位置。

[0009] 根据本发明的第二方面，提供了一种在沿扫描方向移动原版和基板的同时曝光基板的曝光装置，该曝光装置包括：测量单元，该测量单元被配置为使光束倾斜地进入基板上的多个测量点中的每个测量点并获得每个测量点的在基板的高度方向上的位置的测量值；以及控制单元，该控制单元被配置为控制曝光基板的处理，其中控制单元：将基板定位在该基板的在高度方向上的多个位置中的每个位置处，并且对于该多个位置中的每个位置，通过在沿扫描方向移动基板的同时使测量单元测量基板上的多个测量点来获得基板上的该多个测量点中的每个测量点的在高度方向上的位置的第一测量值，基于在所获得的该多个位置中的每个位置处的每个测量点的第一测量值，通过获得基板的表面形状来指定存在于基板中的凹凸部分的位置，以及在曝光基板时，基于指定的凹凸部分的位置和通过在沿扫描方向移动基板的同时使测量单元测量该多个测量点而获得的每个测量点的在高度方向上的位置的第二测量值来驱动基板，使得基板的在高度方向上的位置将是目标位置。

[0010] 根据本发明的第三方面，提供了一种制造物品的方法，包括通过使用曝光装置曝光基板，显影经曝光的基板，以及从经显影的基板制造物品，其中曝光装置是在沿扫描方向移动原版和基板的同时曝光基板的曝光装置，该曝光装置包括：测量单元，该测量单元被配置为使光束倾斜地进入基板上的多个测量点中的每个测量点并获得每个测量点在基板的高度方向上的位置的测量值；以及控制单元，该控制单元被配置为控制曝光基板的处理，其中控制单元：将基板定位在该基板的在高度方向上的多个位置中的每个位置处，并且对于该多个位置中的每个位置，通过在沿扫描方向移动基板的同时使测量单元测量基板上的多个测量点来获得基板上的该多个测量点中的每个测量点的在高度方向上的位置的第一测量值，基于在所获得的该多个位置中的每个位置处的每个测量点的第一测量值，通过获得基板的表面形状来指定存在于基板中的凹凸部分的位置，以及在曝光基板时，基于指定的凹凸部分的位置和通过在沿扫描方向移动基板的同时使测量单元测量该多个测量点而获得的每个测量点的在高度方向上的位置的第二测量值来驱动基板，使得基板的在高度方向上的位置将是目标位置。

[0011] 根据本发明的第四方面，提供了一种测量包括凹凸部分的基板的表面形状的测量方法，该方法包括：执行第一步骤，将基板定位在该基板的在高度方向上的多个位置中的每个位置处，并且对于该多个位置中的每个位置，通过在沿扫描方向移动基板的同时使光束入射在基板上的多个测量点中的每个测量点上来获得基板上的该多个测量点中的每个测量点的在高度方向上的位置的第一测量值；以及执行第二步骤，通过基于在第一步骤中获得的在该多个位置中的每个位置处的每个测量点的第一测量值指定凹凸部分的位置来获得基板的表面形状。

[0012] 根据参考附图对示例性实施例的以下描述，本发明的其它方面将变得清楚。

附图说明

[0013] 图1是示出作为本发明的一方面的曝光装置的布置的示意图。

[0014] 图2是示出基板和焦点测量单元的测量光束之间的位置关系的视图。

[0015] 图3A和图3B是各自示出投影光学系统的成像平面、基板的参考平面和测量光束之间的位置关系的视图。

[0016] 图4是用于解释测量点在基板上的移位的视图。

[0017] 图5A和图5B是各自示出投影光学系统的成像平面、基板的参考平面和测量光束之间的位置关系的视图。

[0018] 图6A至图6D是示出基板上的测量点的示例的视图。

[0019] 图7A和图7B是用于解释基板上的相应测量点的测量值的校正的视图。

[0020] 图8是示出基板上的测量点与基板的表面之间的关系的视图。

[0021] 图9A至图9C是用于解释基板台的目标位置的校正的视图。

[0022] 图10是用于解释图1中所示的曝光装置的操作的流程图。

具体实施方式

[0023] 下面将参考附图描述本发明的优选实施例。注意，在整个附图中，相似的附图标记表示相似的构件，并且将不给出其重复描述。

[0024] 图1是示出作为本发明的一方面的曝光装置100的布置的示意图。曝光装置100是步进-扫描曝光装置(扫描仪)，该步进-扫描曝光装置通过在移动原版1和基板5的同时对基板5进行曝光(执行扫描曝光操作)，将原版1的图案转印到基板上。如图1中所示，曝光装置100包括原版台2、第一测量单元3、投影光学系统4、基板保持器6、基板台7、第二测量单元8、第三测量单元9、控制单元10和焦点测量单元30。

[0025] 此外，在该实施例中，方向将由XYZ坐标系指示，其中平行于基板5的表面的方向被设定为X-Y平面。假设平行于XYZ坐标系的X轴、Y轴和Z轴的方向分别是X方向、Y方向和Z方向。假设θX、θY和θZ分别指示绕X轴的旋转、绕Y轴的旋转和绕Z轴的旋转。

[0026] 原版台2保持其中形成有要转印到基板5的精细图案的原版1。原版台2包括例如用于夹持原版1的夹持单元(未示出)，并且通过由夹持单元真空夹持原版1来保持原版1。原版台2包括在Y方向上移动的致动器(未示出)，并且主要使用线性马达作为该致动器。

[0027] 第一测量单元3包括例如干涉仪或光学线性编码器，并测量原版台2在Y方向上的位置。而且，为了允许对原版台2执行倾斜控制，第一测量单元3通过测量在原版台2的侧表面上设置的测量表面上的至少三个位置来获得原版台2的倾斜分量。由第一测量单元3测得的原版台2的每个位置被输入到控制单元10。

[0028] 由原版台2保持的原版1由照明光学系统(未示出)照明。原版1的图案的图像通过投影光学系统4减小，并被转印到基板5。

[0029] 基板台7经由基板保持器6保持基板5。基板台7包括用于夹持(真空夹持)基板5和基板保持器6的夹持单元(未示出)。基板保持器6的基板侧表面和基板台侧表面二者均已被平坦化，以减少基板5的凹凸部分。基板保持器6也由具有高温稳定性的材料(诸如陶瓷)形成，以减少由于温度改变引起的变形。基板台7包括在X方向、Y方向和Z方向移动的致动器，并且线性马达或音圈马达用作致动器。

[0030] 第二测量单元8测量基板台7在X方向和Y方向上的位置。第三测量单元9测量基板台7在Z方向上的位置。此外，以与原版台2类似的方式，第二测量单元8测量在基板台7的侧表面上设置的测量表面上的至少三个位置，以允许对基板台7执行倾斜控制。由第二测量单元8和第三测量单元9测量的基板台7的每个位置被输入到控制单元10。

[0031] 控制单元10由包括CPU、存储器等的计算机形成，并且通过根据存储在存储单元中的程序整体控制曝光装置100的单元来使曝光装置100操作。控制单元10控制原版台2和基板台7，以将图案转印到基板上的多个拍摄(shot)区域中的每一个。此外，为了精确地形成图案的图像，控制单元10在执行扫描曝光操作的同时从焦点测量单元30获得与投影光学系统4的成像平面和基板5之间的距离、倾斜和基板5的参考平面相关的信息。控制单元10随后在Z方向上驱动基板台7，以执行顺序地调整和匹配基板5的参考平面与投影光学系统4的图像形成平面的追踪和驱动操作。

[0032] 焦点测量单元30包括光源11、投影透镜12、反射镜13和14、光接收透镜15、柱面透镜16、线传感器17和算术处理单元18。来自光源11的光投射到狭缝(未示出)。来自狭缝的光束(由狭缝形成的投影标记)经由投影透镜12和反射镜13以预定角度入射(倾斜入射)在基板5上的多个位置上。由基板5反射的光束经由反射镜14和光接收透镜15进入柱面透镜16。投影透镜12和光接收透镜15由远心透镜制成。进入柱面透镜16的光束被一维地集成，并且线传感器17在像素位置处获得光强度信息。每个线传感器17由CCD、CMOS传感器等形成，并检测由基板5反射的光。根据由狭缝形成的投影标记的数量布置多个线传感器17。算术处理单元18基于由线传感器17获得的光强度信息计算焦点测量单元30和基板5之间的距离、倾斜、基板5的参考平面，并将计算结果输入到控制单元10。

[0033] 图2是示出基板5与焦点测量单元30的测量光束(由反射镜13反射并入射在基板5上的光束)之间的位置关系的视图。曝光装置100在沿扫描方向(Y方向)来回扫描(驱动)基板5的同时使基板5曝光。因此，焦点测量单元30使用于测量曝光位置(曝光区域)处的焦点的测量光束SC和用于测量(提前读取)在相对于扫描方向与曝光位置分开的位置处的焦点的测量光束SF和SB入射在基板5上。这里的焦点包括基板5的在高度方向上的位置，例如，投影光学系统4的成像平面与基板5的参考平面之间的距离。

[0034] 图3A和图3B是各自示出投影光学系统4的成像平面、基板5的参考平面以及测量光束SC、SF和SB之间的位置关系的视图。图3A和图3B示出了曝光扫描操作期间的状态，并且假设基板台7在+Y方向(垂直于基板5的高度方向(Z方向)的方向)上被扫描并且测量光束SF用于执行预读取测量。

[0035] 如图3A中所示，在扫描基板台7期间，由测量光束SF测量投影光学系统4的成像平面和基板5的参考平面之间的距离ΔZ。随后，如图3B中所示，基板台7在+Z方向上仅被驱动距离ΔZ，直到由测量光束SF测量的基板上的测量点MP到达曝光位置C，并且当测量点MP已经到达曝光位置C时开始曝光。此外，与基板上的测量点MP的曝光同时，由测量光束SC测量曝光位置C处的聚焦误差。通过在改变基板上的测量点的位置的同时连续地执行这些操作，能够执行扫描曝光操作。

[0036] 由于焦点测量单元30是倾斜入射焦点传感器，因此，如果焦点测量单元30和基板5之间的距离如图4中所示的那样改变，那么基板上的测量点将在X方向上移位。例如，如果在测量光束以入射角θ从+X方向进入基板5的情况下基板5的位置在-Z方向上改变距离ΔZ，那

么测量点MP将在-X方向上移位△X(=△Z/tanθ),如测量点MP'所示。

[0037] 图5A和图5B是用于详细解释基板上的测量点的移位的视图,并且示出了投影光学系统4的成像平面、基板5的参考平面以及测量光束SC、SF和SB之间的位置关系。图5A和图5B示出了曝光扫描操作期间的状态,并且假设基板台7在+Y方向上被扫描,并且测量光束SF用于执行预读取测量。

[0038] 如图5A中所示,在距离△Z1是投影光学系统4的成像平面与参考平面之间的距离的情况下的基板上的测量点和在距离△Z2是投影光学系统4的成像平面与参考平面之间的距离的情况下的基板上的测量点不同,分别由附图标记X(△Z1)和X(△Z2)所示。这里,考虑由基板5的凹凸部分(台阶)19生成的参考平面的测量偏移值将以相关现有技术的方式获得的情况。例如,假设测量偏移值将通过使用投影光学系统4的成像平面和参考平面之间的距离△Z2来获得。在这种情况下,如果从投影光学系统4的成像平面和参考平面之间的距离△Z1执行追踪和驱动操作,那么基板5的凹凸部分19的测量偏移值△Z'没有被反映,并且将在基板台7的驱动量△Z中出现误差,如图5B中所示。此外,当通过使用投影光学系统4的成像平面和参考平面之间的距离△Z1获得测量偏移值并且从投影光学系统4的成像平面和参考平面之间的距离△Z2执行追踪和驱动操作时,也将以相同的方式在基板台7的驱动量△Z中发生误差。

[0039] 因此,通过即使在基板5中存在凹凸部分19的情况下也在扫描曝光操作时实现高度精确的追踪和驱动操作,该实施例提供了一种在聚焦精确度点上有利的技术。

[0040] <第一实施例>

[0041] 图6A是示出将由焦点测量单元30在基板台7(基板5)的Z方向上的多个位置处测量的基板上的测量点(白点)的视图。在图2所示的基板上的与测量光束SF、SC和SB对应的测量点(黑点)当中,基板上的与测量光束SF对应的测量点在图6A中示出。

[0042] 在该实施例中,在开始扫描曝光操作之前,首先驱动基板台7(基板5),使得基板台7将位于Z位置(Z方向上的位置)Z(0)处。随后,在沿+Y方向扫描基板台7的同时,在基板上的每个测量点处测量焦点。在这种情况下,在Z位置Z(0)处基板上的测量点是(Y(0),Z(0))、(Y(1),Z(0))、...和(Y(4),Z(0)),如图6B中所示。此外,焦点测量单元30获得与相应测量点对应的测量值FZ(FZ(Y(0),Z(0))、FZ(Y(1),Z(0))、...和FZ(Y(4),Z(0)))。

[0043] 接下来,驱动基板台7,使得基板台7将位于Z位置Z(1)处。随后,在沿+Y方向扫描基板台7的同时,在基板上的每个测量点处测量焦点。在这种情况下,在Z位置Z(1)处基板上的测量点是(Y(0),Z(1))、(Y(1),Z(1))、...和(Y(4),Z(1)),如图6C中所示。此外,焦点测量单元30获得与相应测量点对应的测量值FZ(FZ(Y(0),Z(1))、FZ(Y(1),Z(1))、...和FZ(Y(4),Z(1)))。

[0044] 以相同的方式,驱动基板台7,使得基板台7将位于Z位置Z(2)处。随后,在沿+Y方向扫描基板台7的同时,在基板上的每个测量点处测量焦点。在这种情况下,在Z位置Z(2)处基板上的测量点是(Y(0),Z(2))、(Y(1),Z(2))、...和(Y(4),Z(2)),如图6D中所示。此外,焦点测量单元30获得与相应测量点对应的测量值FZ(FZ(Y(0),Z(2))、FZ(Y(1),Z(2))、...和FZ(Y(4),Z(2)))。

[0045] 以这种方式,通过改变基板台7(基板5)的Z位置,基板上的测量点在X方向上移位。因此,可以对基板5定位多个Z位置,并且能够针对多个Z位置中的每一个获得每个测量点的

测量值FZ,以通过获得基板5相对于Z位置的表面形状作为参考来指定凹凸部分19的位置。

[0046] 在已经针对每个Z位置获得了基板上的每个测量点的测量值FZ(第一测量值)之后,针对每个测量点获得测量值FZ与基板台7(基板5)的Z位置之间的差ΔFZ(测量偏移值),如下所示。

[0047] △FZ((Y(0),Z(0))=FZ((Y(0),Z(0))-Z(0)

[0048] △FZ((Y(1),Z(0))=FZ((Y(1),Z(0))-Z(0)

[0049] ...

[0050] △FZ((Y(4),Z(0))=FZ((Y(4),Z(0))-Z(0)

[0051] △FZ((Y(0),Z(1))=FZ((Y(0),Z(1))-Z(1)

[0052] △FZ((Y(1),Z(1))=FZ((Y(1),Z(1))-Z(1)

[0053] ...

[0054] △FZ((Y(4),Z(1))=FZ((Y(4),Z(1))-Z(1)

[0055] △FZ((Y(0),Z(2))=FZ((Y(0),Z(2))-Z(2)

[0056] △FZ((Y(1),Z(2))=FZ((Y(1),Z(2))-Z(2)

[0057] ...

[0058] △FZ((Y(4),Z(2))=FZ((Y(4),Z(2))-Z(2)

[0059] 图7A是示出由焦点测量单元30测得的基板上的每个测量点的测量值FZ和由第三测量单元9测得的基板台7的每个Z位置之间的关系的视图。在图7A中,纵坐标指示基板上每个测量点的测量值FZ,并且横坐标指示基板台7的Z位置。参考图7A,可以看出测量值FZ和Z位置在基板5的形状是平坦的测量点处线性改变。另一方面,在位于基板5中存在的凹凸部分19处的测量点(Y(2),Z(2))处,生成测量值FZ(Y(2),Z(2))与Z位置Z(2)之间的差△FZ(Y(2),Z(2))。

[0060] 图7B是概念性地示出假设在扫描曝光操作时测量存在于基板5上的Y位置(Y方向上的位置)Y(2)处的凹凸部分19的情况下校正基板上的每个测量点的测量值FZ的视图。基于差△FZ和通过在开始扫描曝光操作之后测量基板上的每个测量点处的焦点所获得的测量值FZ(第二测量值)来校正每个测量点的测量值FZ。

[0061] 例如,考虑以下情况:当通过将基板台7定位在Y位置Y(0)和Y(1)中的每个Y位置处来测量焦点时,基板台7的Z位置位于Z(0)附近。在这种情况下,如下所示,获得通过从基板上的每个测量点的测量值FZ减去每个测量点(Y(0),Z(0))和(Y(1),Z(0))的差ΔFZ而获得的值,作为经校正的测量值FZ'。

[0062] FZ'(Y(0),Z(0))=FZ(Y(0),Z(0))-△FZ(Y(0),Z(0))

[0063] FZ'(Y(1),Z(0))=FZ(Y(1),Z(0))-△FZ(Y(1),Z(0))

[0064] 接下来,考虑以下情况:当通过将基板台7定位在Y位置Y(2)处来测量焦点时,基板台7的Z位置位于Z(2)附近。在这种情况下,如下所示,通过测量点(Y(2),Z(2))的差ΔFZ来校正测量值FZ,以获得经校正的测量值FZ'。

[0065] FZ'(Y(2),Z(2))=FZ(Y(2),Z(2))-△FZ(Y(2),Z(2))

[0066] 虽然测量值FZ(Y(2),Z(2))包括由于基板5中存在的凹凸部分19引起的测量误差,但是测量误差通过减去差△FZ(Y(2),Z(2))被去除。

[0067] 接下来,考虑以下情况:当通过将基板台7定位在Y位置Y(3)和Y(4)中的每个Y位置

处来测量焦点时，基板台7的Z位置位于Z(0)附近。在这种情况下，如下所示，获得通过从基板上的每个测量点的测量值FZ减去每个测量点(Y(3)，Z(0))和(Y(4)，Z(0))的差△FZ而获得的值，作为经校正的测量值FZ'。

[0068] FZ'(Y(3)，Z(0))＝FZ(Y(3)，Z(0))-△FZ(Y(3)，Z(0))

[0069] FZ'(Y(4)，Z(0))＝FZ(Y(4)，Z(0))-△FZ(Y(4)，Z(0))

[0070] 因此，基板上的每个测量点的经校正的测量值FZ'表示如下。

[0071] FZ'(Y(0)，Z(0))＝FZ(Y(0)，Z(0))-△FZ(Y(0)，Z(0))

[0072] FZ'(Y(1)，Z(0))＝FZ(Y(1)，Z(0))-△FZ(Y(1)，Z(0))

[0073] FZ'(Y(2)，Z(2))＝FZ(Y(2)，Z(2))-△FZ(Y(2)，Z(2))

[0074] FZ'(Y(3)，Z(0))＝FZ(Y(3)，Z(0))-△FZ(Y(3)，Z(0))

[0075] FZ'(Y(4)，Z(0))＝FZ(Y(4)，Z(0))-△FZ(Y(4)，Z(0))

[0076] 根据该实施例，即使在扫描曝光操作时基板上的测量点移位到凹凸部分19，也能够通过使用在扫描曝光操作之前获得的差△FZ校正测量值FZ来去除测量误差。注意，对如图2中所示的每个测量光束SF、SC和SB将进入的基板上的每个测量点执行这种校正。因此，在曝光装置100中，由于通过在Z方向上驱动基板台7而顺序地调整和匹配基板5(参考平面)与投影光学系统4的成像平面的追踪和驱动操作能够在执行对基板5的扫描曝光操作时高度精确地执行，因此能够防止聚焦精确度的劣化。

[0077] <第二实施例>

[0078] 该实施例将描述基于在扫描曝光操作之前获得的差ΔFZ来校正基板台7在扫描曝光操作时的目标位置的情况。需要基于基板上的相应测量点的测量值FZ来获得基板5的表面形状，以确定基板台7的目标位置。

[0079] 一般而言，最小二乘法用于获得基板5的表面形状。图8是示出基板上的测量点与基板5的表面(表面形状)之间的关系的视图。在图8中，假设基板5的表面是一阶近似平面。令(X0，Y0，Z0)、(X1，Y1，Z1)和(X2，Y2，Z2)分别为基板上的测量点，近似平面能够通过确定使测量点与表面(S＝ax+by+c)之间的距离△z0、△z1和△z2分别最小化的系数(a、b和c)来获得。

[0080] 图9A是示出图2中所示的测量光束SF的测量位置S(0)、S(1)和S(2)的视图。如上所述，驱动基板台7，使得在开始扫描曝光操作之前，基板台7(基板5)将位于Z位置Z(0)、Z(1)和Z(2)中的每个Z位置处。然后，在每个Z位置处，在沿+Y方向扫描基板台7的同时，在Y位置Y(0)、Y(1)、Y(2)和Y(3)中的每个Y位置处测量焦点。接下来，从测量点(Y(0)，Z(0))、(Y(1)，Z(1))、...和(Y(4)，Z(2))的测量值获得基板5的表面形状20。

[0081] 图9B是示出Y位置Y(2)处的一阶近似平面、测量位置S(0)、S(1)和S(2)以及基板台7的Z方向上的驱动量之间的关系的视图。假设附图标记S指示从除测量点(Y(2)，Z(2))之外的测量点获得的基板5的近似平面。由于近似平面S不受基板5中存在的凹凸部分19的影响，因此它将用作基板5的参考平面。参考图9B，可以看出，基板台7的驱动量是投影光学系统4的成像平面与基板5的参考平面之间的差△Zo，并且在扫描曝光操作时基板台7在+Z方向上被驱动△Zo。

[0082] 另一方面，由于测量点(Y(2)，Z(2))受到基板5中存在的凹凸部分19的影响，因此在测量位置S(0)的测量值与基板5的参考平面之间生成差△FZ(Y(2)，Z(2))。因此，近似平

面将是包括倾斜分量θ的近似平面S'。在这种情况下，基板台7在Y位置Y(2)处的驱动量将是通过将差△FZ'(Y(2)，Z(2))相加到投影光学系统4的成像平面与基板5的参考平面之间的差△Zo而获得的值。

[0083] 图9C是概念性地示出对基板台7的目标位置执行校正以追踪投影光学系统4的成像平面的视图。在这里，令TZ为基板台7的目标位置，那么通过从每个测量点处的目标位置TZ减去差△FZ'而获得的值将是经校正的目标位置TZ'。

[0084] 例如，在基板台7的Z位置是Z(0)的情况下，基于通过测量Z位置Z(0)处的焦点获得的每个测量值来确定基板台7的目标位置TZ'，如下所示。

[0085] TZ'(Y(0)，Z(0))＝TZ(Y(0))-△FZ'(Y(0)，Z(0))

[0086] TZ'(Y(1)，Z(0))＝TZ(Y(1))-△FZ'(Y(1)，Z(0))

[0087] TZ'(Y(2)，Z(0))＝TZ(Y(2))-△FZ'(Y(2)，Z(0))

[0088] TZ'(Y(3)，Z(0))＝TZ(Y(3))-△FZ'(Y(3)，Z(0))

[0089] TZ'(Y(4)，Z(0))＝TZ(Y(4))-△FZ'(Y(4)，Z(0))

[0090] 由于差△FZ'在基板5的表面形状20为平坦时将为零，因此Y位置Y(0)、Y(1)、Y(3)和Y(4)处的目标位置TZ与经校正的目标位置TZ'将匹配。

[0091] 在基板台7的Z位置为Z(1)的情况下，也获得与上述相同的结果。另一方面，在基板台7的Z位置为Z(2)的情况下，如下所示确定基板台7的目标位置TZ'。

[0092] TZ'(Y(0)，Z(2))＝TZ(Y(0))-△FZ'(Y(0)，Z(2))

[0093] TZ'(Y(1)，Z(2))＝TZ(Y(1))-△FZ'(Y(1)，Z(2))

[0094] TZ'(Y(2)，Z(2))＝TZ(Y(2))-△FZ'(Y(2)，Z(2))

[0095] TZ'(Y(3)，Z(2))＝TZ(Y(3))-△FZ'(Y(3)，Z(2))

[0096] TZ'(Y(4)，Z(2))＝TZ(Y(4))-△FZ'(Y(4)，Z(2))

[0097] 以这种方式，虽然基板台7在基板上的测量点(Y(2)，Z(2))处的驱动量将由于在基板5上存在的凹凸部19而发生误差，但是误差能够通过利用扫描曝光操作之前获得的差△FZ'(Y(2)，Z(2))校正目标位置来去除。因此，在曝光装置100中，由于通过在Z方向上驱动基板台7来顺序地调整和匹配基板5(的参考平面)与投影光学系统4的成像平面的追踪和驱动操作能够在对基板5执行扫描曝光操作时高度精确地执行，因此能够防止聚焦精确度的劣化。注意，虽然该实施例描述了校正基板台7在Z方向上的目标位置，但是本发明也适用于校正基板台7的倾斜的目标位置。

[0098] 下文将参考图10描述曝光装置100的操作，更具体而言，从基板5的装载直到扫描曝光操作的完成所执行的操作。在曝光装置100中开始扫描曝光操作之前，通过针对Z方向上的多个位置中的每个位置在扫描基板5的同时测量焦点来确定测量偏移值。

[0099] 在步骤S1002中，将基板5装载到曝光装置100，并且使基板台7保持基板5。在步骤S1004中，在焦点测量单元30中设定基板上将被测量的测量点。更具体而言，Y位置(Y(0)、...Y(N))和Z位置(Z(0)、...Z(m))的组合被设定为基板上的测量点。

[0100] 在步骤S1006中，如上所述，焦点测量单元30在扫描基板台7的同时测量在步骤S1004中设定的基板上的每个测量点处的焦点。因此，获得基板上的每个测量点的测量值FZ。

[0101] 在步骤S1008中，基于在步骤S1006中获得的测量值FZ生成基板5的参考平面。在该

实施例中，基于投影光学系统4的成像平面附近的每个Z位置处的相应测量点的测量值，生成基板5的参考平面。在步骤S1010中，针对基板上的每个测量点，获得基板台7的Z位置与在步骤S1006中获得的每个测量值FZ之间的差△FZ。

[0102] 在步骤S1012中，开始扫描曝光操作。在扫描曝光操作中，在沿着扫描方向扫描基板台7的同时，焦点测量单元30在基板上的每个测量点到达曝光位置之前通过测量焦点来获得每个测量值。随后，在基板上的每个测量点到达曝光位置之前，驱动基板台7，使得基板台7(基板5)的Z位置将定位在目标位置处(即，执行顺序地调整和匹配基板5的参考平面与投影光学系统4的成像平面的追踪和驱动操作)。

[0103] 在步骤S1014中，在扫描曝光操作时分别对于基板台7的当前Y位置和Z位置确定相邻点Y(k1)和Z(k2)。注意，虽然在该实施例中确定相邻点Y(k1)和Z(k2)，但是也可以获得基板台7的当前Y位置和Z位置，而不是确定相邻点Y(k1)和Z(k2)。

[0104] 在步骤S1016中，在使用差△FZ来校正扫描曝光操作期间由焦点测量单元30获得的测量值FZ的同时，执行基板台7的追踪和驱动操作。更具体而言，在步骤S1010中获得的差△FZ当中，选择与在步骤S1014中确定的相邻点Y(k1)和Z(k2)对应的差△FZ(Y(k1)，Z(k2))。随后，如上所述，在使用差△FZ(Y(k1)，Z(k2))校正测量值FZ(Y(k1)，Z(k2))的同时，执行基板台7的追踪和驱动操作。

[0105] 在步骤S1018中，确定对基板5执行的扫描曝光操作是否已经完成。如果确定对基板5的扫描曝光操作已经完成，那么处理转移到步骤S1020。另一方面，如果确定对基板5的扫描曝光操作尚未完成，那么处理转移到步骤S1014以继续扫描曝光操作。

[0106] 在步骤S1020中，确定是否每个基板5都已经被装载到曝光装置100。如果每个基板5都已经被装载到曝光装置100，那么操作结束。另一方面，如果还没有将每个基板5都装载到曝光装置100，那么处理转移到步骤S1022。

[0107] 在步骤S1022中，将下一个基板5装载到曝光装置100，使基板台7保持基板5，并且处理转移到步骤S1012以开始扫描曝光操作。在扫描曝光操作将对已经历相同底层处理的一系列基板(例如，属于单个批次的基板)执行的情况下，可以认为相应基板的底层之间几乎没有变化。因此，在该实施例中，针对一系列基板中的第一基板(例如，批次中的第一基板)获得差△FZ，并且针对第一基板获得的差△FZ将用于校正除第一基板之外的每个基板的测量值。在这种情况下，与针对每个基板测量焦点并获得差△FZ的情况相比，能够减少处理时间。但是，即使在使用已经历相同底层处理的一系列基板的情况下，也可以布置成使得针对每个基板将测量焦点并将获得差△FZ(处理可以从步骤S1020的“否”转移到步骤S1004)。

[0108] 关于基板上的测量点，优选的是考虑处理所需的时间和对精确度的影响而设定基板上的测量点的位置和数量。此外，为了进一步精确地控制基板台7的追踪和驱动操作，能够通过使用相应测量点的位置和差△FZ来执行一阶的多项式插值或者二阶或更高阶的多项式插值以获得插值。此外，通过增加基板台7能够绕着被驱动的轴，能够从更大数量的位置组合设定测量点。

[0109] 关于焦点测量单元30，优选的是考虑每个线传感器17的特点来获得对于每个线传感器17的差△FZ。这将允许即使在线传感器17具有变化的特点时也精确地获得差△FZ，并且将能够对基板台7实现高度精确的追踪和驱动操作。

[0110] 虽然该实施例描述了将从任意基板获得的差△FZ应用于具有相同厚度的基板的情况，但是可以考虑每个基板的厚度的影响来确定差△FZ。

[0111] 根据本发明实施例的制造物品的方法适于制造物品，物品诸如例如设备(半导体元件、电磁存储介质、液晶元件等)、滤色器、光学部件、MEMS等。制造制品的方法包括通过使用曝光装置100通过根据上述实施例的曝光方法曝光涂有光敏剂的基板的步骤以及使曝光的光敏剂显影的步骤。此外，通过使用显影的光敏剂图案作为掩模，对基板执行蚀刻步骤和离子注入步骤，在基板上形成电路图案。通过重复曝光、显影、蚀刻等这些步骤，在基板上形成由多个层构成的电路图案。在后续步骤中，对上面已形成电路图案的基板执行切割(处理)，并执行安装、键合(bonding)和检查芯片的步骤。此外，制造制品的方法可以包括其它已知步骤(氧化、沉积、气相沉积、掺杂、平坦化、抗蚀剂去除等)。根据实施例的制造物品的方法在物品的性能、质量、生产率和生产成本中的至少一个方面优于相关现有技术的方法。

[0112] 本发明不仅可适用于步进-扫描曝光装置，而且还适用于步进-重复曝光装置(步进器)。测量包括凹凸部分的基板的表面形状的测量方法也形成本发明的一个方面。在该测量方法中，对于基板的在高度方向上的多个位置中的每一个，在沿垂直于高度方向的方向移动基板的同时，获得基板上的每个测量点的在高度方向上的位置的测量值。随后，通过基于基板上相应测量点的测量值指定存在于基板中的凹凸部分的位置来获得基板的表面形状。

[0113] 虽然已经参考示例性实施例描述了本发明，但是要理解的是，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广泛的解释，以涵盖所有这样的修改以及等同的结构和功能。

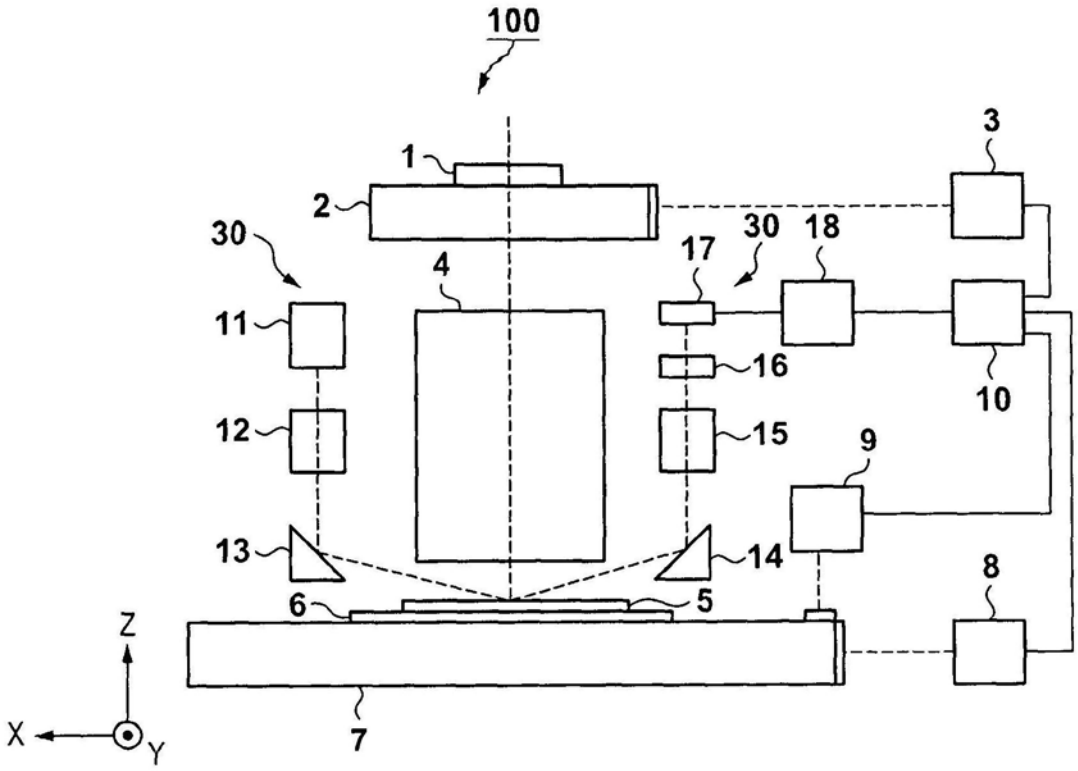

100
1
2
3
30
4
30
17
18
11
16
10
12
15
9
13
14
8
6
5
Z
X
Y
7

图1

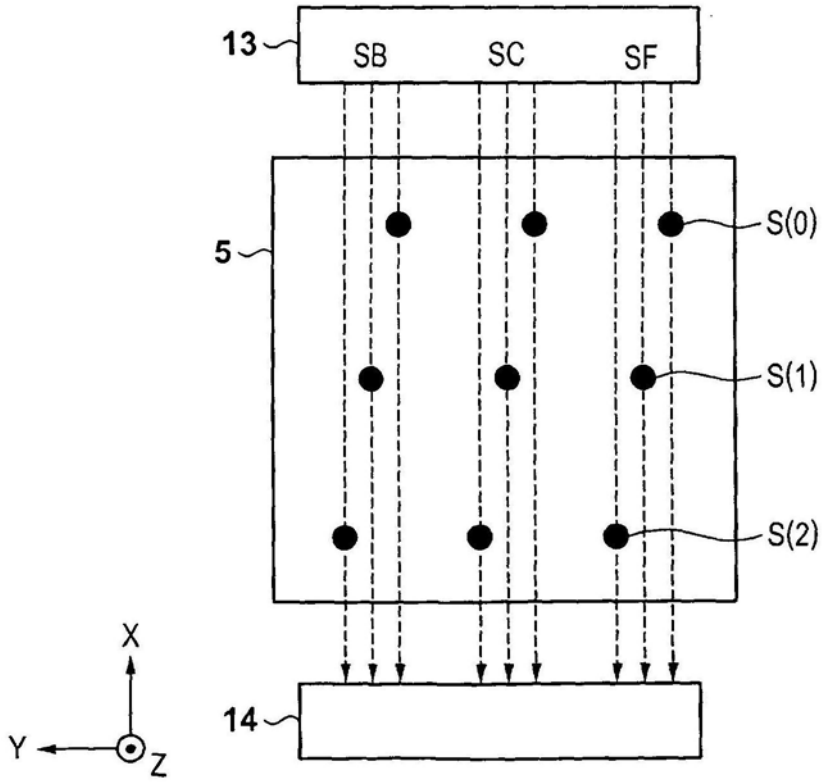

13
SB
SC
SF
5
S(0)
S(1)
S(2)
X
Y
Z
14

图2

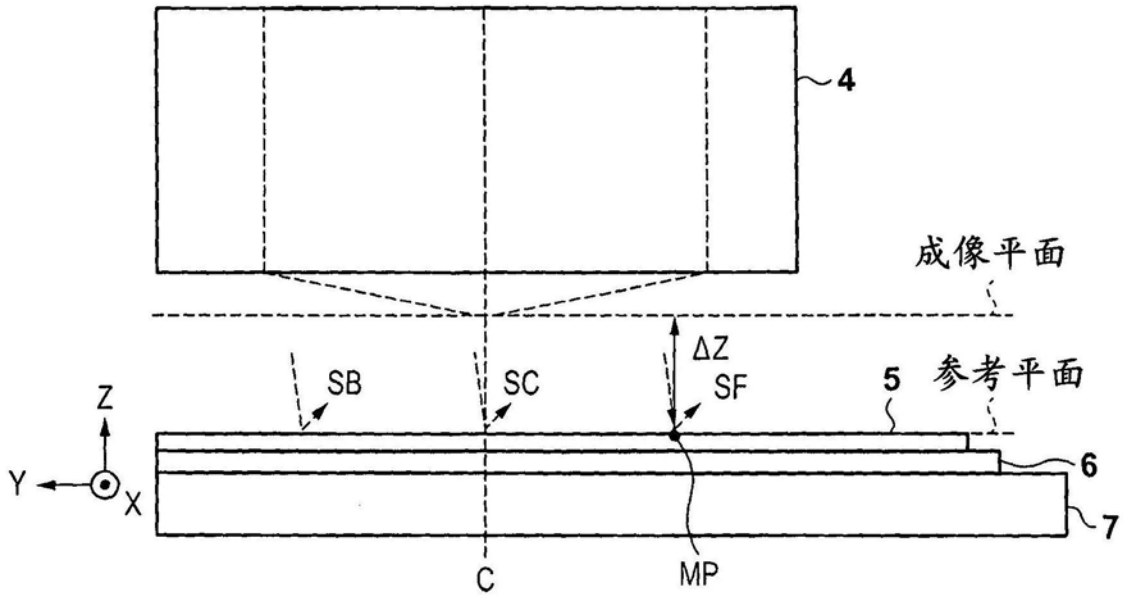

4
成像平面
ΔZ
SB
SC
SF
5
参考平面
Z
Y
X
6
7
C
MP

图3A

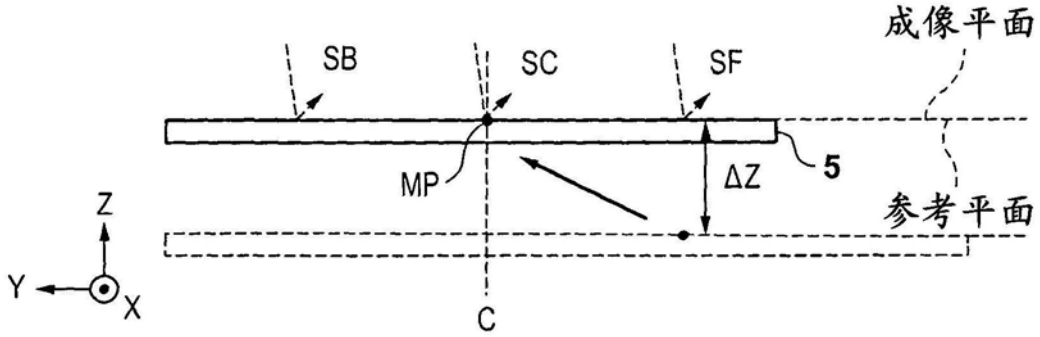

成像平面
SB
SC
SF
MP
ΔZ
5
参考平面
Z
Y
X
C

图3B

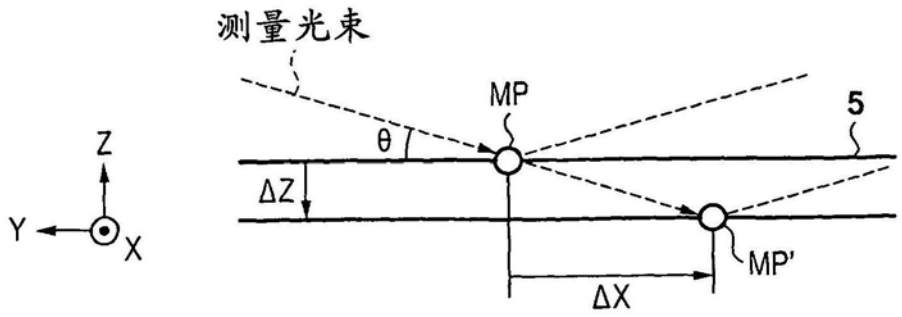

测量光束
MP
θ
5
Z
ΔZ
Y
X
MP'
ΔX

图4

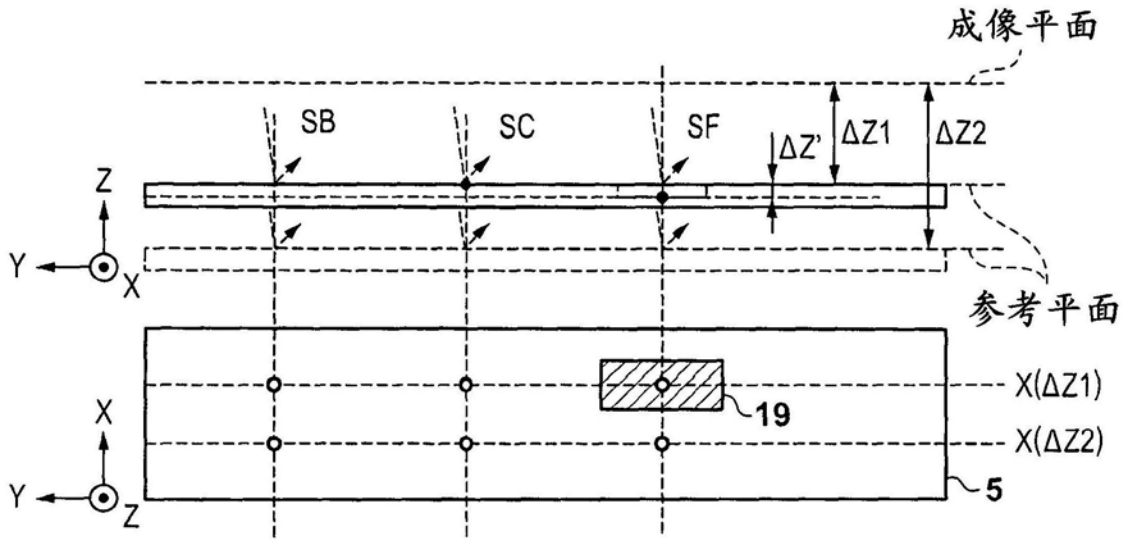

成像平面
SB
SC
SF
ΔZ'
ΔZ1
ΔZ2
Z
Y
X
参考平面
X(ΔZ1)
19
X
X(ΔZ2)
Y
Z
5

图5A

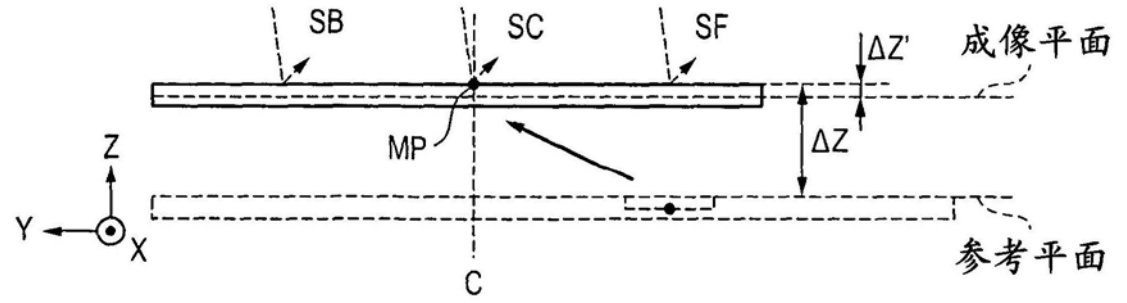

SB
SC
SF
ΔZ'
成像平面
MP
ΔZ
Z
Y
X
参考平面
C

图5B

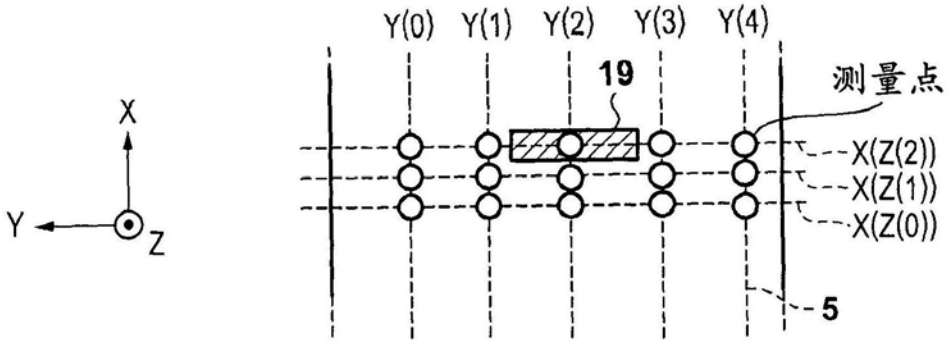

Y(0)
Y(1)
Y(2)
Y(3)
Y(4)
19
测量点
X
X(Z(2))
X(Z(1))
Y
Z
X(Z(0))
5

图6A

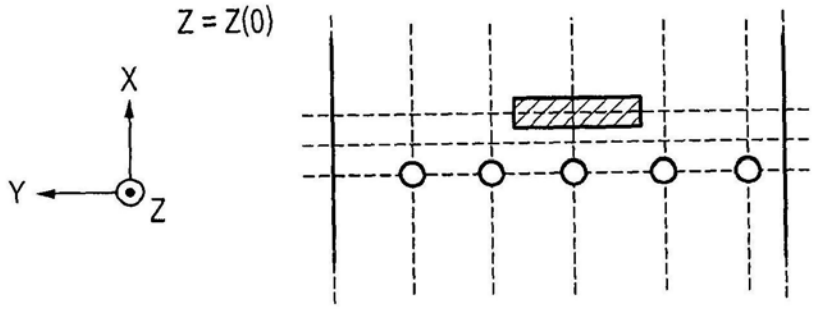


图6B

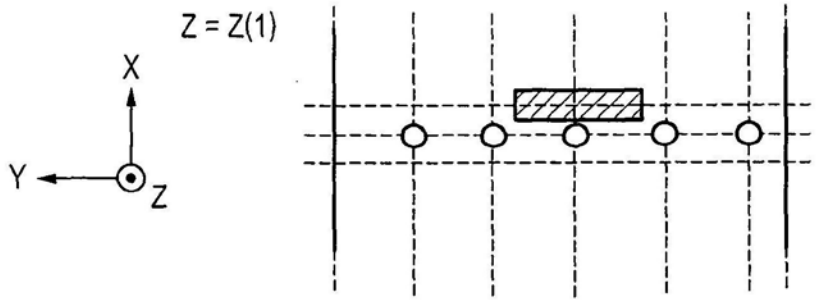


图6C

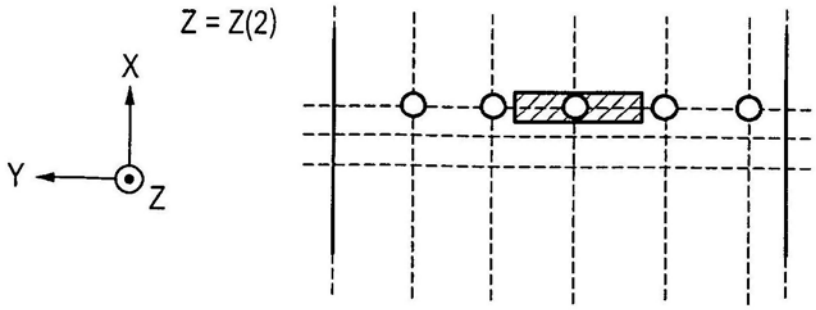


图6D

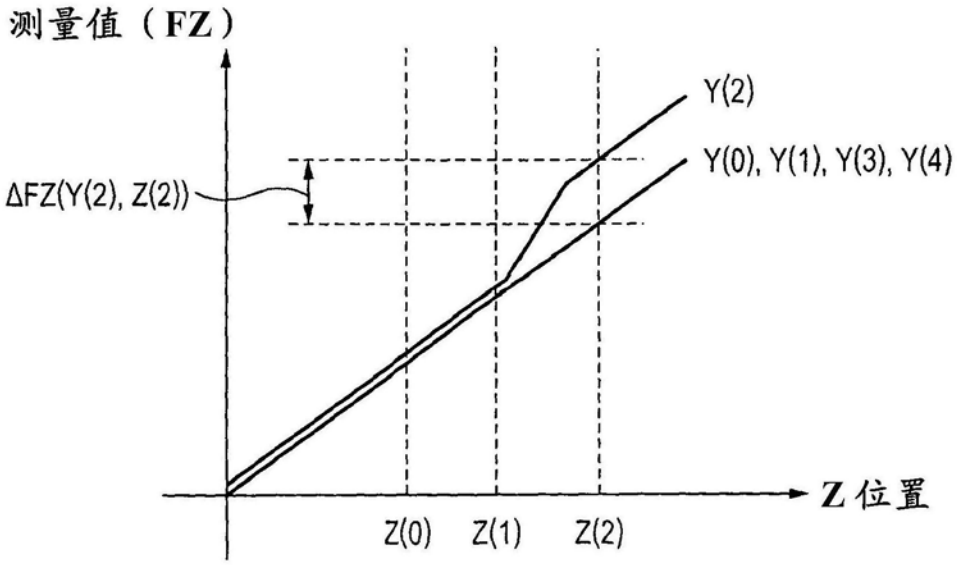

测量值（FZ）
Y(2)
Y(0), Y(1), Y(3), Y(4)
ΔFZ(Y(2), Z(2))
Z位置
Z(0)
Z(1)
Z(2)

图7A

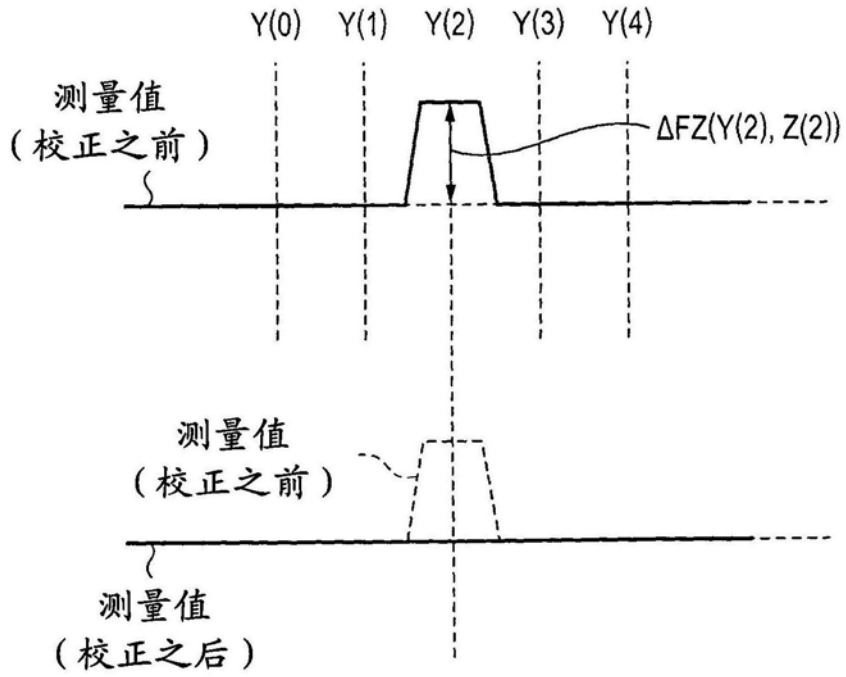

Y(0)
Y(1)
Y(2)
Y(3)
Y(4)
测量值
（校正之前）
ΔFZ(Y(2), Z(2))
测量值
（校正之前）
测量值
（校正之后）

图7B

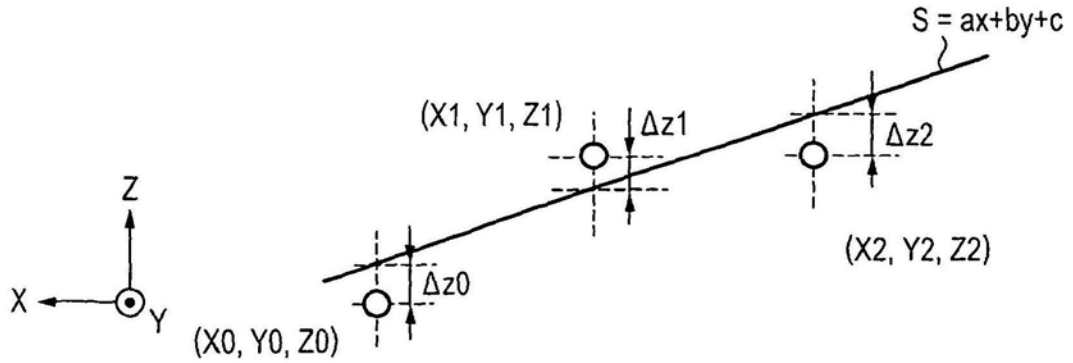

S = ax+by+c
(X1, Y1, Z1)
Δz1
Δz2
(X2, Y2, Z2)
Z
X
Y
Δz0
(X0, Y0, Z0)

图8

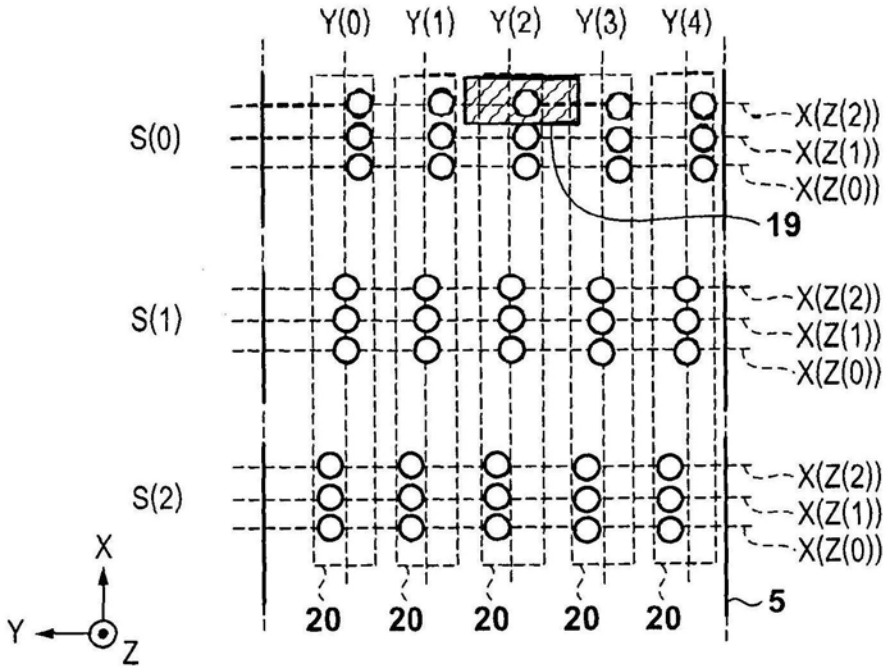

Y(0)
Y(1)
Y(2)
Y(3)
Y(4)
S(0)
S(1)
S(2)
X(Z(2))
X(Z(1))
X(Z(0))
19
20
5
X
Y
Z

图9A

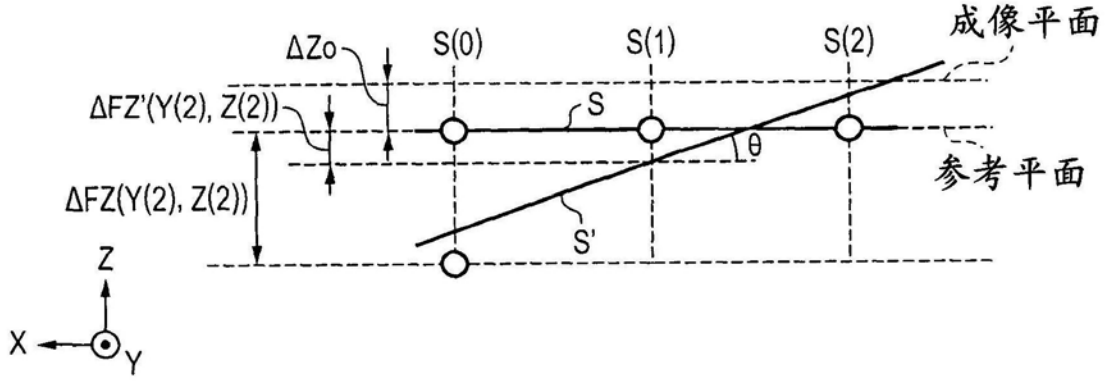

ΔZo
S(0)
S(1)
S(2)
成像平面
ΔFZ'(Y(2), Z(2))
S
θ
参考平面
ΔFZ(Y(2), Z(2))
S'
Z
X
Y

图9B

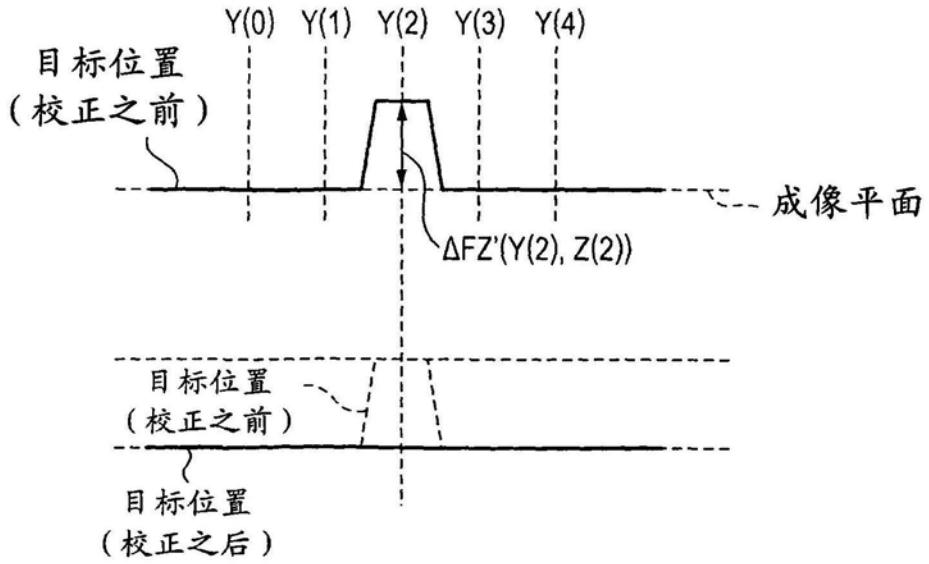


图9C

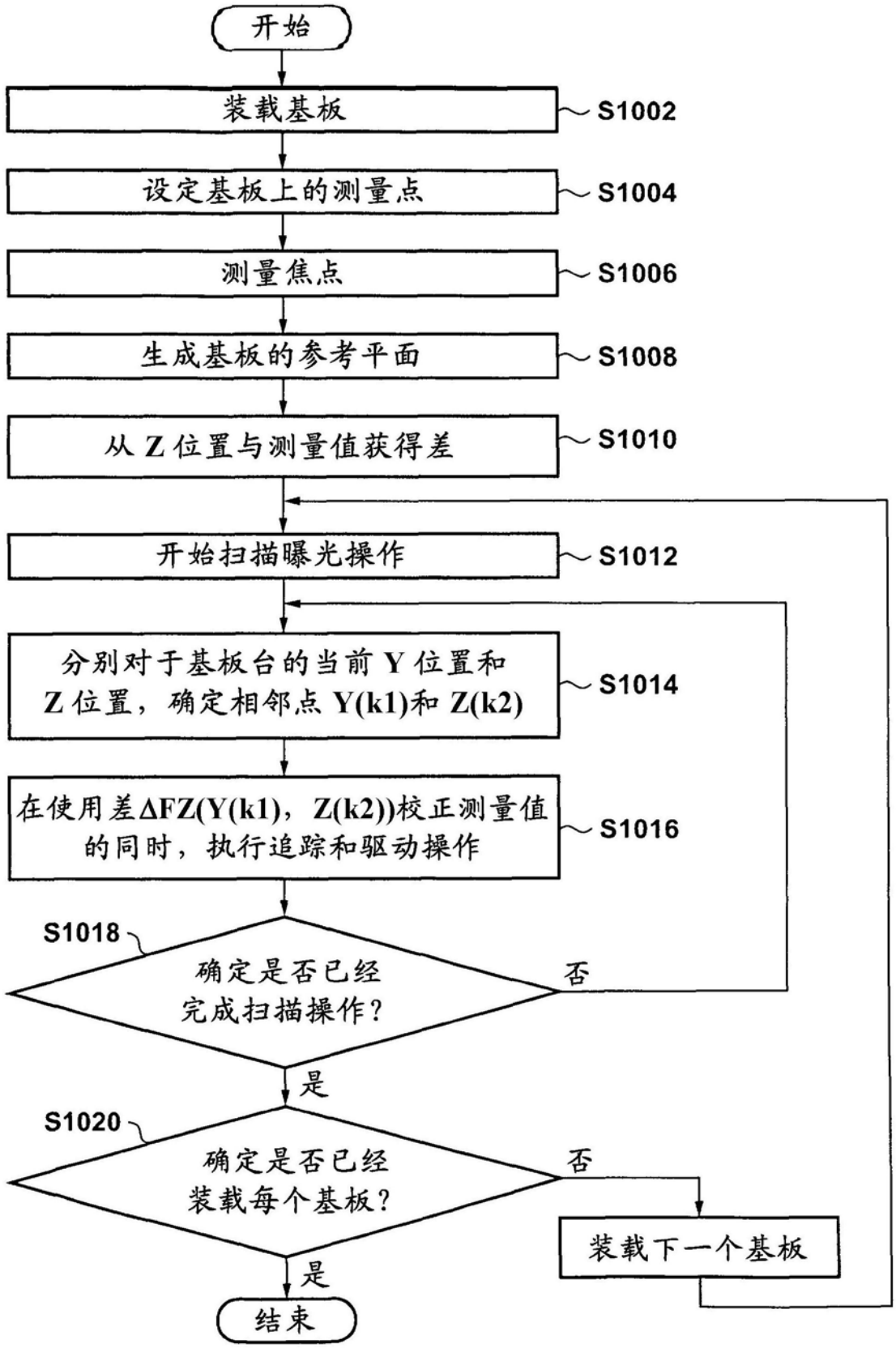

开始
装载基板
S1002
设定基板上的测量点
S1004
测量焦点
S1006
生成基板的参考平面
S1008
从 Z 位置与测量值获得差
S1010
开始扫描曝光操作
S1012
分别对于基板台的当前 Y 位置和
Z 位置，确定相邻点 Y(k1)和 Z(k2)
S1014
在使用差ΔFZ(Y(k1)，Z(k2))校正测量值
的同时，执行追踪和驱动操作
S1016
S1018
确定是否已经
完成扫描操作？
否
是
S1020
确定是否已经
装载每个基板？
否
装载下一个基板
是
结束

图10