



(21)申请号 201510216833.6

(22)申请日 2015.04.30

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105045044 A

(43)申请公布日 2015.11.11

(30)优先权数据

2014-095510 2014.05.02 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3-30-2

(72)发明人 浅田克己

(74)专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293

代理人 迟军

(51)Int.Cl.

G03F 7/20(2006.01)

G02B 26/08(2006.01)

G02B 27/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103502891 A, 2014.01.08,

CN 101226274 A, 2008.07.23,

CN 101122679 A, 2008.02.13,

CN 101504487 A, 2009.08.12,

CN 101923214 A, 2010.12.22,

JP 特开2005-4146 A, 2005.01.06,

审查员 尉小霞

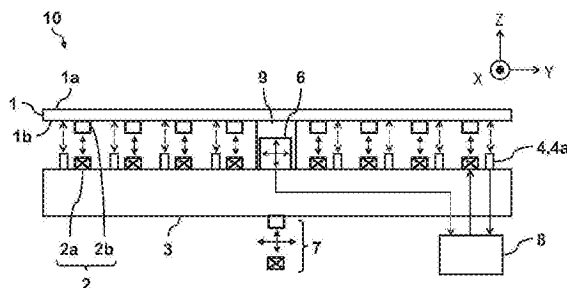
权利要求书2页 说明书7页 附图9页

(54)发明名称

光学装置、投影光学系统、曝光装置及物品的制造方法

(57)摘要

本发明提供了光学装置、投影光学系统、曝光装置及物品的制造方法。所述光学装置使镜的反射面变形，所述光学装置包括：底板；多个致动器，其被布置在所述底板与所述镜之间，并且被构造为对所述镜施加力；检测单元，其被构造为检测所述底板中产生的振动；以及控制单元，其被构造为基于所述检测单元进行的检测的结果来控制各致动器，使得作为所述底板中产生的振动的结果引起的所述镜的变形在可接受的范围之内。



1. 一种使镜的反射面变形的光学装置,所述光学装置包括:

底板;

多个致动器,其被布置在所述底板与所述镜之间,并且被构造为对所述镜施加力;

检测单元,其被构造为检测所述底板的振动;以及

控制单元,其被构造为基于所述检测单元检测到的所述底板的振动来进行各致动器的前馈控制,使得作为所述底板的振动的结果而引起的所述镜的变形在可接受的范围之内。

2. 根据权利要求1所述的光学装置,

其中,所述控制单元包括补偿器,所述补偿器被构造为基于所述检测单元进行的检测的结果,来确定用于控制各致动器的命令值,并且

其中,所述补偿器包括通过将第一传递函数的倒数乘以第二传递函数来确定的传递函数,所述第一传递函数接收所述命令值的输入并输出所述镜的变形,所述第二传递函数接收所述底板的振动的输入并输出所述镜的变形。

3. 根据权利要求2所述的光学装置,

其中,所述控制单元通过依次控制所述多个致动器中的一个致动器对所述镜施加力,并获得在所述一个致动器对所述镜施加单位量的力的情况下的所述镜中的多个点中的各点移位的位移量,来确定所述第一传递函数。

4. 根据权利要求3所述的光学装置,所述光学装置还包括测量单元,所述测量单元被配设到所述底板,并且被构造为测量所述镜中的各点的位置,

其中,所述控制单元基于所述测量单元进行的测量的结果,来获得所述镜中的各点的位移量。

5. 根据权利要求2所述的光学装置,所述光学装置还包括振动单元,所述振动单元被构造为对所述底板施加振动,

其中,所述控制单元在所述振动单元对所述底板施加振动的情况下,通过获得所述镜中的多个点中的各点的位移量,来确定所述第二传递函数。

6. 根据权利要求5所述的光学装置,所述光学装置还包括测量单元,所述测量单元被配设到所述底板,并且被构造为测量所述镜中的各点的位置,

其中,所述控制单元基于所述测量单元进行的测量的结果,来获得所述镜中的各点的位移量。

7. 根据权利要求1所述的光学装置,

其中,所述检测单元被配设到所述底板,并且检测所述底板的加速度作为所述底板的振动。

8. 根据权利要求3所述的光学装置,所述光学装置还包括:

基准对象;以及

测量单元,其被配设到所述基准对象,并且被构造为测量所述镜中的各点的位置,

其中,所述控制单元基于所述测量单元进行的测量的结果,来获得所述镜中的各点的位移量。

9. 根据权利要求8所述的光学装置,

其中,所述检测单元被配设到所述基准对象,并且检测所述基准对象的加速度作为所述底板的振动。

10. 根据权利要求1所述的光学装置，

其中，所述控制单元包括第二补偿器，所述第二补偿器被构造为基于所述镜的形状与目标形状之间的偏差，来确定用于控制各致动器的第二命令值。

11. 根据权利要求1所述的光学装置，所述光学装置还包括固定部件，所述固定部件被构造为将包括所述镜的中心的所述镜的一部分固定到所述底板。

12. 一种投影光学系统，其将掩膜图案投影到基板上，所述投影光学系统包括根据权利要求1所述的光学装置。

13. 一种曝光装置，其利用光对基板进行曝光，所述曝光装置包括根据权利要求12所述的投影光学系统。

14. 一种物品的制造方法，所述制造方法包括：

曝光步骤，使用曝光装置对基板进行曝光；

显影步骤，对所曝光的基板进行显影；以及

处理步骤，对所显影的基板进行处理以制造所述物品，

其中，所述曝光装置对所述基板进行曝光并且包括投影光学系统，所述投影光学系统将掩膜图案投影到所述基板上并且包括光学装置，

其中，所述光学装置使镜的反射面变形，所述光学装置包括：

底板；

多个致动器，其被布置在所述底板与所述镜之间，并且被构造为对所述镜施加力；

检测单元，其被构造为检测所述底板的振动；以及

控制单元，其被构造为基于所述检测单元检测到的所述底板的振动来进行各致动器的前馈控制，使得作为所述底板的振动的结果引起的所述镜的变形在可接受的范围之内。

光学装置、投影光学系统、曝光装置及物品的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及使镜的反射面变形的光学装置、包括光学装置的投影光学系统、曝光装置以及物品的制造方法。

背景技术

[0002] 为了提高用于制造半导体设备的曝光装置的分辨率,需要校正曝光装置中包括的投影光学系统的光学像差。日本特开2004-64076号公报提出了如下光学装置:通过多个致动器对投影光学系统中包括的镜施加力以使镜的反射面变形,来校正投影光学系统的光学像差。

[0003] 在曝光装置中,如果将布置有曝光装置的地板的振动和曝光装置的内部产生的振动等作为干扰发送到镜,则镜可能由于振动而变形。日本特开2004-64076号公报中公开的光学装置基于传感器测量的镜形状与目标形状之间的偏差来控制各致动器,由此校正由振动引起的不期望的镜的变形。然而,利用这种控制,基于由于发送到镜的振动而变形的镜的形状的测量结果来控制各致动器,这使得随着振动的频率增加,难以使各致动器的控制跟随振动。换言之,由具有高频分量的振动引起的不期望的镜的变形可能未被充分校正。

发明内容

[0004] 本发明提供一种在例如校正由振动引起的不期望的镜的变形方面有利的的光学装置。

[0005] 根据本发明的一个方面,提供了一种使镜的反射面变形的光学装置,所述光学装置包括:底板;多个致动器,其被布置在所述底板与所述镜之间,并且被构造为对所述镜施加力;检测单元,其被构造为检测所述底板中产生的振动;以及控制单元,其被构造为基于所述检测单元进行的检测的结果来控制各致动器,使得作为所述底板中产生的振动的结果引起的所述镜的变形在可接受的范围之内。

[0006] 根据本发明的一个方面,提供了一种物品的制造方法,所述制造方法包括:曝光步骤,使用曝光装置对基板进行曝光;显影步骤,对所曝光的基板进行显影;以及处理步骤,对所显影的基板进行处理以制造所述物品,其中,所述曝光装置对所述基板进行曝光并且包括投影光学系统,所述投影光学系统将掩膜图案投影到所述基板上并且包括光学装置,其中,所述光学装置使镜的反射面变形,所述光学装置包括:底板;多个致动器,其被布置在所述底板与所述镜之间,并且被构造为对所述镜施加力;检测单元,其被构造为检测所述底板中产生的振动;以及控制单元,其被构造为基于所述检测单元进行的检测的结果来控制各致动器,使得作为所述底板中产生的振动的结果引起的所述镜的变形在可接受的范围之内。

[0007] 根据以下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清楚。

附图说明

- [0008] 图1是示出根据第一实施例的光学装置的结构示例的示意图。
- [0009] 图2是根据第一实施例的光学装置中的控制系统的框图。
- [0010] 图3A是示出根据第一实施例的控制系统中的传递函数的图。
- [0011] 图3B是示出根据第一实施例的控制系统中的传递函数的图。
- [0012] 图3C是示出根据第一实施例的控制系统中的传递函数的图。
- [0013] 图4是示出底板的振动到镜中的各点的发送中涉及的传递函数的图。
- [0014] 图5是示出根据第二实施例的光学装置的结构示例的示意图。
- [0015] 图6是根据第三实施例的光学装置中的控制系统的框图。
- [0016] 图7是示出曝光装置的结构示例的示意图。

具体实施方式

[0017] 下面将参照附图来描述本发明的各示例性实施例。注意,在附图中,相同的附图标记表示相同的部件,将省略其重复描述。

[0018] 第一实施例

[0019] 装置结构

[0020] 将参照图1来描述根据第一示例性的光学装置10。图1是示出根据第一实施例的光学装置10的结构示例的示意图。根据第一实施例的光学装置10通过例如使曝光装置中包括的投影光学系统中包括的镜1的反射面1a变形,来校正投影光学系统的光学像差以及投影图像的倍率、失真和聚焦。光学装置10可以包括镜1、底板3、多个致动器2、测量单元4以及控制单元8。控制单元8包括CPU和存储器等,并控制多个致动器2。

[0021] 镜1包括反射光的反射面1a和与反射面相对的背面1b,包括镜1的中心的镜1的区域(下文中称为“中心区域”)经由固定部件9被固定到底板3。如上所述镜1的中心区域被固定到底板3的原因是,利用曝光装置的投影光学系统中使用的镜1,通常情况是光不照射镜1的中心区域,因此用于使镜1的中心区域变形的必要性小。在第一实施例中,虽然镜1的中心区域经由固定部件9被固定到底板3,但是镜1的任何区域可以经由固定部件9被固定到底板3。使用诸如压电元件的位移致动器作为各致动器2,在各致动器2将镜1支持在底板3上的情况下,可以省略固定部件9。此外,在第一实施例中,将描述圆形平面镜用作镜1的示例,但是镜1并不限于此,能够使用例如具有凹面或凸面的球面镜作为镜1。

[0022] 多个致动器2被布置在镜1与底板3之间,并且对镜1(背面1b)施加力。致动器2可以是各自包括彼此不相互接触的可移动元件2a和定子2b的非接触型致动器,例如,音圈电机(VCM)或线性电机,但是也能够使用例如诸如压电元件的位移致动器。在诸如VCM的非接触型致动器用作致动器2的情况下,各致动器2的可移动元件2a和定子2b两者中的任何一个被固定到镜1的背面1b,而另一个被固定到底板3。在图1所示的示例中,可移动元件2a被固定到底板3,定子2b被固定到镜1的背面1b。利用这种结构,致动器2能够通过对镜1的背面1b施加力来改变镜1与底板3之间的距离。

[0023] 测量单元4测量镜1中多个点中的各点的位置以获得镜1的形状。测量单元4可以包括各自测量基准位置相对于镜1中各点的位移(例如,Z方向的位移)的多个位移计4a(例如电容传感器)。测量单元4能够通过利用位移计4a测量镜1中各点的位置,来确定镜1的形状。作为另选方案,测量单元4可以包括测量镜1的反射面1a的形状的测量仪器(例如激光干涉

仪或沙克哈特曼 (Schack-Hartmann) 传感器)。在这种情况下,测量单元4能够基于测量仪器测量的镜1的反射面1a的形状,来确定镜1中各点的位置。

[0024] 基于测量单元4测量的镜1的形状与目标形状之间的偏差,如上所述构造的光学装置10反馈控制各致动器2。例如,光学装置10的控制单元8确定用于驱动各致动器2的命令值,使得测量单元4测量的镜1中点的位置与该点的目标位置之间的偏差接近零,并基于命令值来控制致动器2。通过这样做,各致动器2对镜1施加力以使镜1变形,从而能够使镜1的形状更接近于目标形状。现在将描述光学装置10中的控制系统。图2是根据第一实施例的光学装置10中的控制系统的框图。在图2所示的框图中,假定控制单元8中包括补偿器8a和8b、驱动器8c、减法器8d、加法器8e、以及滤波器8f和8g。此外,在下面的描述中,各致动器2对镜1施加的力被称为“驱动力”。此外,镜1的形状s可以由镜1中各点的位置的矩阵表示,目标形状r可以由镜1中各点的目标位置的矩阵表示。

[0025] 在光学装置10的控制系统中,向减法器8d供给测量单元4测量的镜1的形状s(当前形状)。减法器8d计算镜1的形状s与目标形状r之间的偏差e,并向补偿器8a(第二补偿器)供给指示偏差e的信号。补偿器8a是例如具有传递函数C的PID补偿器。补偿器8a基于从减法器8d供给(输入)的偏差e,来确定用于控制各致动器2的命令值u(第二命令值),并输出命令值u。加法器8e将命令值u与稍后描述的补偿器8b确定的命令值v合成,然后作为指令值w供给到驱动器8c。驱动器8c是向致动器2供给用于驱动各致动器2的电流的电流驱动器,并具有电流增益 K_i 。各致动器2具有推力常数 K_t ,作为正在从驱动器8c供给的电流i的结果,致动器2对镜1施加驱动力f。一般地,驱动器8c和各致动器2能够对超过数千Hz的高频带作出响应,并且命令值w和驱动力f具有比例关系。镜1具有接收各致动器2施加的驱动力f的输入并输出镜1的形状s的传递函数p。以这种方式,通过基于测量单元4测量的镜1的形状s与目标形状r之间的偏差e来反馈控制各致动器2,能够使镜1的形状s更接近于目标形状r。

[0026] 在曝光装置中,可能发生如下情形:布置有曝光装置的底板的振动和通过驱动保持掩膜的基板在曝光装置内部产生的振动等作为干扰d,经由底板3被发送到镜1。如果以这种方式将振动发送到镜1,通过振动使镜1变形,则投影光学系统的光学像差可能未被充分校正。如上所述,光学装置10通过基于镜1的形状s与目标形状r之间的偏差来反馈控制各致动器2,能够校正由这种振动引起的镜1的不期望变形。然而,利用这种反馈控制,基于由于发送到镜1的振动(干扰d)而变形的镜1的形状s的测量结果,来控制各致动器2。为此,随着振动的频率增加,难以使各致动器2的控制跟随振动。换言之,利用基于镜1的形状s的反馈控制,由具有高频分量的振动引起的镜1的不期望变形可能未被充分校正。另外,如果增加反馈增益以进一步减小偏差e,则镜可能由于许多弹性变形模式的影响而振动,反过来,偏差e可能变大。为了解决该问题,在根据第一实施例的光学装置10中,底板3中包括检测底板3的振动的检测单元6。然后,基于检测单元6进行的检测的结果,光学装置10前馈控制各致动器2,使得作为底板3中产生的振动结果引起的镜1的变形(变形量)在可接受的范围之内。下文中,将描述根据第一实施例的光学装置10中配设的检测单元6以及基于检测单元6进行的检测的结果对各致动器2的前馈控制。

[0027] 如图1所示,检测单元6被配设到底板3,并检测底板3中产生的振动。检测单元6可以包括例如加速度计,并且检测底板3的加速度作为底板3中产生的振动。检测单元6可以被构造为在可能发生镜1的不期望变形的方向(例如,Z方向)上检测底板3的加速度,但是也可

以被构造为在X方向和Y方向上检测加速度。作为另选方案,检测单元6可以包括速度计代替加速度计,并检测底板3的速度。在这种情况下,检测单元6能够通过对速度计检测到的底板3的速度进行微分运算,来确定底板3的加速度。

[0028] 如图2所示,将检测单元6检测到的底板3的加速度a经由具有使低频分量衰减的传递函数 F_1 的滤波器8f(高频滤波器),供给到补偿器8b(第一补偿器)。补偿器8b是例如具有传递函数H、比例、积分或微分或其组合的PID补偿器。补偿器8b基于经由滤波器8f供给的加速度a来确定(输出)用于控制各致动器2的命令值v,使得由底板3的振动引起的镜1的变形(变形量)在可接受的范围之内。确定的命令值v经由滤波器8g被供给到加法器8e。滤波器8g可以包括例如具有使高频分量衰减的传递函数 F_2 的低通滤波器。一般地,在高频侧,由于噪声的影响和采样频率的限制,因此难以控制各致动器2。因此,在根据第一实施例的光学装置10中,使用滤波器8g使得在适当的频带(例如,在该装置中实际使用的频带)中进行前馈控制。滤波器8g的传递函数 F_2 除了具有使高频分量衰减的低通特性之外,还可以具有使预定频率分量衰减的陷波特性和在驱动器8c的频率特性在该频带具有相位延迟的情况下还可以具有相位补偿特性。在第一实施例中,将描述使用滤波器8f和8g的示例,但是未必需要使用滤波器8f和8g。

[0029] 补偿器8b的传递函数H的确定方法

[0030] 将描述补偿器8b的传递函数H的确定方法。如等式(1)所示,能够通过将传递函数U的(第一传递函数)的倒数乘以传递函数G(第二传递函数),来确定补偿器8b的传递函数H。传递函数U是接收命令值v(或者与命令值v成比例的驱动力f)的输入并输出镜1的变形的传递函数。命令值v包括用于控制多个致动器的多个命令值,镜1的变形可以包括镜1中多个点的位移。因此,传递函数U能够由用于控制各致动器2的命令值v和镜1中各点的位移的矩阵表示。在这种情况下,等式(1)中的“ U^{-1} ”是传递函数U的逆矩阵。传递函数G是接收底板3的振动的输入并输出镜1的变形的传递函数。底板3的振动可以包括例如诸如Z方向、X方向和Y方向的多个(三个)方向分量。因此,传递函数G能够由底板3的振动中各方向分量和镜1中各点的位移的矩阵表示。这里,如果在各传递函数中输入数和输出数不同,则补偿器8b的传递函数H能够由使用伪逆矩阵代替逆矩阵的等式(2)确定。在等式(2)中,T表示转置矩阵。此外,在第一实施例中,将描述控制单元8确定补偿器8b的传递函数H的方法,但是本发明不限于此。可以通过例如使用光学装置10或曝光装置的外部配设的外部计算机进行计算或仿真确定传递函数U和传递函数G,来确定补偿器8b的传递函数H。

$$[0031] \quad H = U^{-1} \cdot G \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$[0032] \quad H = (U^T \cdot U)^{-1} \cdot U^T \cdot G \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (2)$$

[0033] 下文中,将描述传递函数U和传递函数G的确定方法。首先,将描述传递函数U(第一传递函数)的确定方法。能够通过振动实验获得传递函数U,在振动实验中,检查致动器的驱动力或命令值与镜1的位移之间的振幅比和相位差,同时在宽频率范围之内驱动致动器2。更具体地,控制单元8确定命令值v,使得多个致动器2中的一个致动器2在宽频率对镜1施加单位量的力(驱动力),并且基于确定的命令值v来控制单个致动器2。此时,当仅一个致动器2对镜1施加单位量的力时,控制单元8使测量单元4测量镜1中各点的位移,并获得测量结果。

[0034] 控制单元8依次针对各致动器2进行控制一个致动器2以获得镜1中各点的位移的

步骤。通过这样做,如图3A所示,控制单元8能够确定由用于控制各致动器2的命令值 v (命令值1、命令值2···)和镜1中各点的位移(位移1、位移2···)的矩阵表示的传递函数 U 。在确定的传递函数 U 中,在矩阵的各元素中出现镜1的许多弹性变形模式,并且特性彼此可能略有不同。

[0035] 接下来,将描述传递函数 G (第二传递函数)的确定方法。通过振动实验能够获得传递函数 G ,在振动实验中,检查底板3的振动与镜1的位移之间的振幅比和相位差,同时在宽频率范围之内对底板3施加振动。为了进行这种振动实验,根据第一实施例的光学装置10可以包括对底板3施加振动(加速度)的振动单元7。振动单元7可以被构造为在包括 Z 方向、 X 方向和 Y 方向的多个(三个)方向上对底板3施加振动。当振动单元7对底板3施加加速度 a 时,控制单元8使测量单元4在各方向上测量镜1中各点的位移量,并且获得测量结果。通过这样做,如图3B所示,控制单元8能够确定由在各方向(Z 方向、 X 方向或 Y 方向)上对底板3施加的加速度 a 和镜1中各点的位移(位移1、位移2···)的矩阵表示的传递函数 G 。在确定的传递函数 G 中,在矩阵的各元素中出现镜1的许多弹性变形模式,并且特性彼此可能略有不同。

[0036] 控制单元8通过使用等式(1)或等式(2)来确定补偿器8b的传递函数 H 。图3C是示出由在各方向(Z 方向、 X 方向或 Y 方向)上对底板3施加的加速度 a 和用于控制各致动器2的命令值 v (命令值1、命令值2···)的矩阵表示的补偿器8b的传递函数 H 的图。在传递函数 H 的各元素中,通过等式(1)或等式(2)的运算来取消大量弹性变形模式,并且获得不依赖于频率的平坦增益特性。即,传递函数 H 能够由不依赖于频率的系数矩阵表示。系数是指在使用等式(1)或等式(2)进行运算之后的单位元中的物理质量,因此能够被解释为各致动器2驱动的分布质量。因此,在驱动具有弹性体的特征的镜1(可变形镜)的情况下,控制单元8能够经由具有通过上述方法获得的传递函数 H 的补偿器8b,来同时控制致动器2。通过这样做,能够抑制由于底板3的振动而发生镜1中的不期望位移。这里,如上所述,可以通过使用光学装置10或曝光装置的外部配设的外部计算机利用有限元模型进行分析获得的传递函数 U 和传递函数 G ,来确定补偿器8b的传递函数 H 。在这种情况下,在通过分析获得的传递函数 H 与通过实际测量获得的传递函数 H 之间可能存在误差,因此通过将通过分析获得的传递函数 H 与通过实际测量获得的传递函数 H 进行比较,可以部分地校正通过分析获得的传递函数 H 。

[0037] 前馈控制的效果

[0038] 图4是示出底板3的 Z 方向上的振动(加速度 a)到根据第一实施例的光学装置10中的镜1中各点(点1、点2···)的发送中涉及的传递函数的图。在图4中,实线表示对前馈控制系统进行操作的情况,虚线表示对前馈控制系统不进行操作的情况。此外,截止频率为1Hz的高通滤波器被用作滤波器8f,截止频率为200Hz的低通滤波器被用作滤波器8g。如图4所示,在对前馈控制系统进行操作的情况下,与对前馈控制系统不进行操作的情况相比,从底板3向镜1中各点发送的振动在1至100Hz的频率范围内降低了20到40分贝。即,利用根据第一实施例的光学装置10,通过基于底板3的振动前馈控制各致动器2,能够减小由底板3的振动引起的镜1的不期望变形。

[0039] 如上所述,根据第一实施例的光学装置10包括检测底板3的振动的检测单元6。然后,光学装置10基于检测单元6进行的检测的结果,来对被构造为对镜1施加力的各致动器2进行前馈控制,使得作为在底板3中正在产生的振动的结果引起的镜1的位移量在可接受的范围之内。通过这样做,光学装置10能够精确地校正由具有高频分量的振动引起的镜1的不

期望变形。

[0040] 第二实施例

[0041] 将参照图5描述根据本发明的第二实施例的光学装置20。图5是示出根据第二实施例的光学装置20的截面图。根据第二实施例的光学装置20包括独立于底板3配设的基准体5,基准体5配设有检测单元6和测量单元4。配设到基准体5的检测单元6检测基准体5的加速度作为底板3中产生的振动,测量单元4测量镜1中各点的位置。基准体5可以具有开口,使得入射在镜1上的光和镜1反射的光能够通过。第二实施例的光学装置20中的控制系统具有与根据第一实施例的光学装置的控制系统的结构,因此这里省略控制系统的结构的描述。

[0042] 基准体5可以由支持底板3的结构体(例如,外壳)支持,但是本发明不限于此,可以由与支持底板3的结构体不同的结构体支持基准体5。在基准体5和底板3由相同结构体支持的情况下,如图5所示,振动单元7可以配设到基准体5。在这种情况下,在获得传递函数G的步骤中,如果通过配设到基准体5的振动单元7来使基准体5振动,则基准体5的位置变化,通过测量相对于基准体5的位移的位移计4a来测量基准体5的位置作为镜1的位移。可以通过使用测量值来获得传递函数G。

[0043] 第三实施例

[0044] 将描述根据第三实施例的光学装置。根据第三实施例的光学装置与根据第一实施例的光学装置10的不同在于:用于控制各致动器2使得镜1的形状更接近于目标形状的控制系统的结构。在根据第一实施例的光学装置10中,基于镜1的形状与目标形状之间的偏差来反馈控制各致动器2,但是在根据第三实施例的光学装置中,基于镜1的目标形状 r' 来前馈控制各致动器2。根据第三实施例的光学装置具有与根据第一实施例的光学装置10或根据第二实施例的光学装置20相同的结构,因此这里省略装置结构的描述。

[0045] 图6是根据第三实施例的光学装置的控制系统的框图。镜的目标形状 r' 由镜1中各点的目标位移量的矩阵表示,并且被供给到控制单元8中包括的补偿器8h。补偿器8h具有接收镜1的目标形状 r' 的输入并输出用于控制各致动器2的命令值 u 的传递函数。通过使驱动器8c的电流增益 K_i 的逆特性、各致动器2的推力常数 K_t 的逆特性以及镜1的传递函数 P 的逆特性相乘,来获得补偿器8h的传递函数,并且补偿器8h的传递函数可以由“ $P^{-1} \cdot K_t^{-1} \cdot K_i^{-1}$ ”表示。镜1的传递函数 P 的逆特性可以通过利用有限元模型进行分析的计算或仿真来确定,或者可以通过使用光学装置(实机)来确定。此外,基于检测单元6进行的检测的结果(加速度 a)控制各致动器2的前馈控制系统与根据第一实施例的光学装置10相同。通过如上所述构造控制系统,由于测量镜1的形状的测量单元4变为不必要,因此能够实现该装置的成本降低。在这种情况下,例如,可以通过例如使用光学装置10或曝光装置的外部配设的外部计算机进行计算或仿真确定传递函数 U 和传递函数 G ,来确定补偿器8b的传递函数 H 。

[0046] 曝光装置的实施例

[0047] 将参照图7描述根据本发明的实施例的曝光装置。根据本实施例的曝光装置50可以包括照明光学系统IL、投影光学系统PO、被构造为保持掩膜55的可移动掩膜台MS以及被构造为保持基板56的可移动基板台WS。曝光装置50还可以包括对利用光来曝光基板56的处理进行控制的控制单元51。

[0048] 从照明光学系统IL中包括的光源(未示出)射出的光能够通过照明光学系统IL中

包括的狭缝(未示出)在掩膜55上形成,在例如Y方向上延长的圆弧状照明区域。掩膜55和基板56分别由掩膜台MS和基板台WS保持,并且通过投影光学系统P0被布置在实际上光学共轭的位置(与投影光学系统P0的物体面和成像面对应的位置)处。投影光学系统P0具有预定的投影倍率(例如,1/2),并且将掩膜55上形成的图案投影到基板56上。然后,以与投影光学系统P0的投影倍率相对应的速度比,在与投影光学系统P0的物体面平行的方向上(例如,图7中的X方向)扫描掩膜台MS和基板台WS。通过这样做,能够将掩膜55上形成的图案转印到基板56上。

[0049] 例如,如图7所示,投影光学系统P0包括平面镜52、凹面镜53以及凸面镜54。从照明光学系统IL射出的并且通过掩膜55的曝光光的光路被平面镜52的第一面52a弯曲,并且入射在凹面镜53的第一面53a上。由凹面镜53的第一面53a反射的曝光光被凸面镜54反射,并且入射在凹面镜53的第二面53b上。由凹面镜53的第二面53b反射的曝光光的光路被平面镜52的第二面52b弯曲,并且在基板上形成图像。在如上所述构造的投影光学系统P0中,凸面镜54的表面用作光瞳。

[0050] 在上述曝光装置50的结构中,上述实施例的光学装置可以被用作例如使用作镜1的凹面镜53的反射面变形的装置。通过在曝光装置50中使用上述实施例的光学装置,能够以高速度且高精度来使凹面镜53的反射面(第一面53a和第二面53b)变形,并且能够实时且高精度校正投影光学系统P0中的光学像差。曝光装置50中的控制单元51可以包括用于控制根据上述实施例的光学装置中的各致动器2的控制单元8。在根据上述实施例的光学装置用作使凹面镜53的反射面变形的装置的情况下,图7中的X方向、Y方向和Z方向分别对应于图1和图5中的-Z方向、Y方向和X方向。

[0051] 物品的制造方法的实施例

[0052] 根据本发明的实施例的物品的制造方法适合于制造物品(例如,诸如半导体设备的微设备或具有微结构的元件)。本实施例的物品的制造方法包括:通过使用上述曝光装置来将潜像图案形成在涂布了感光剂的基板上的步骤(利用光对基板进行曝光的步骤);以及对在上述步骤中形成有潜像图案的基板进行显影的步骤。该制造方法还包括其他公知步骤(氧化、成膜、气相沉积、掺杂、平坦化、蚀刻、光刻胶去除、切割、粘合和封装等)。与传统方法相比,根据本实施例的物品的制造方法的优势在于物品的性能、质量、生产率以及生产成本中的至少一者。

[0053] 虽然参照示例性实施例对本发明进行了描述,但是应当理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。应当对所附权利要求的范围给予最宽的解释,以使其涵盖所有这些变型例以及等同的结构和功能。

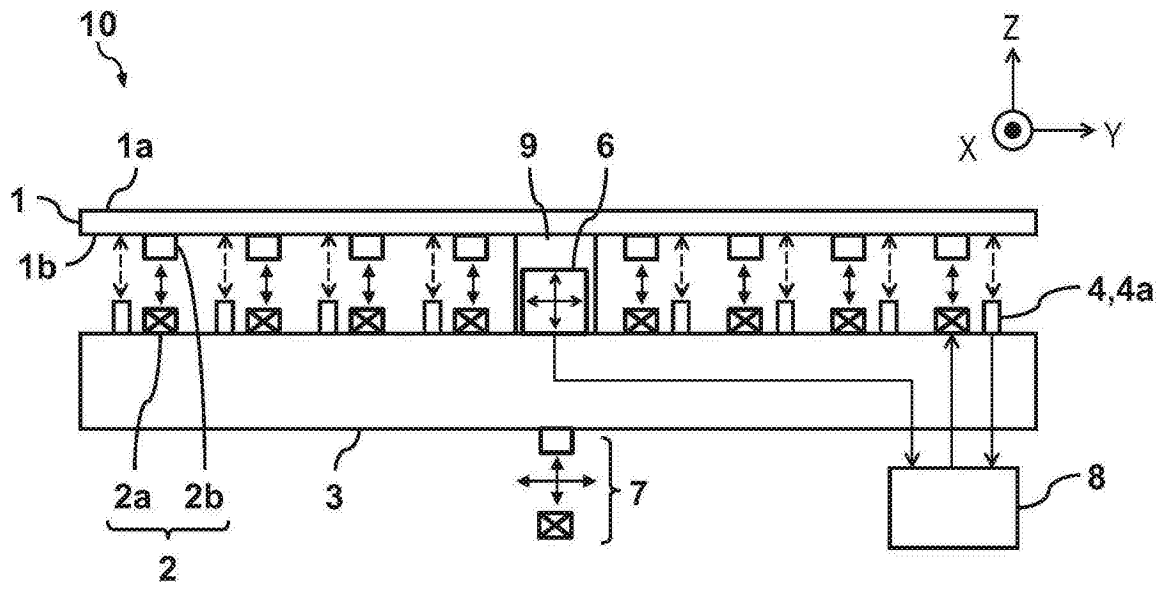


图1

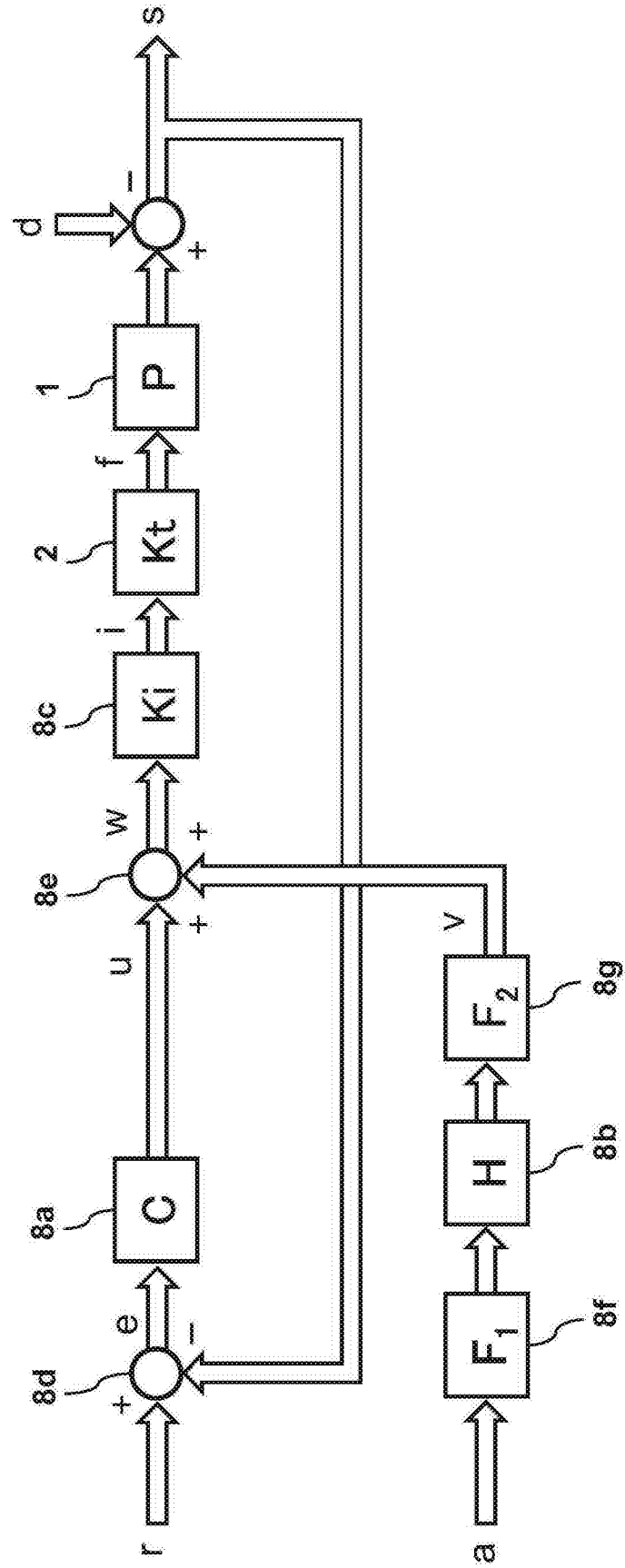


图2

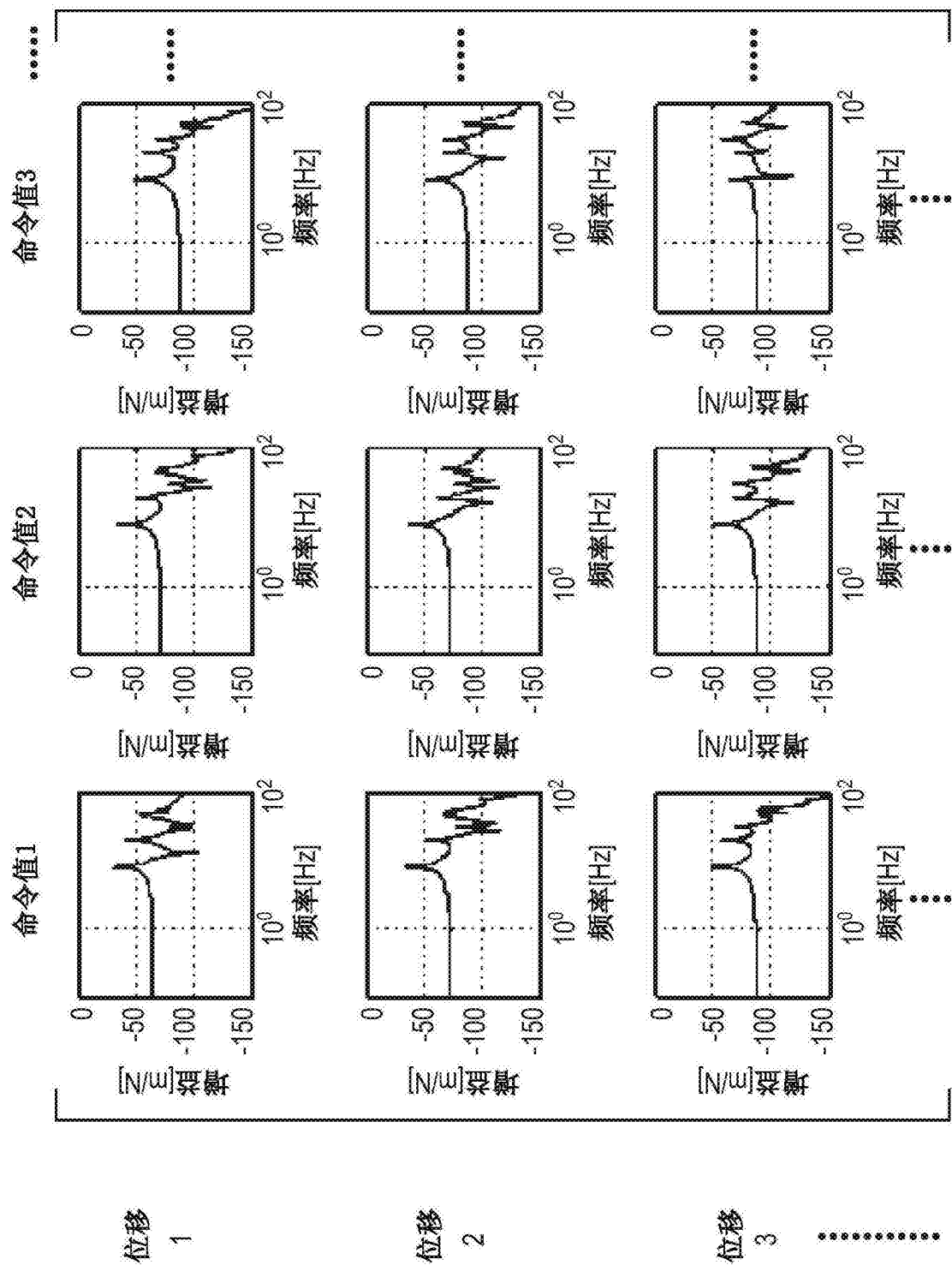


图3A

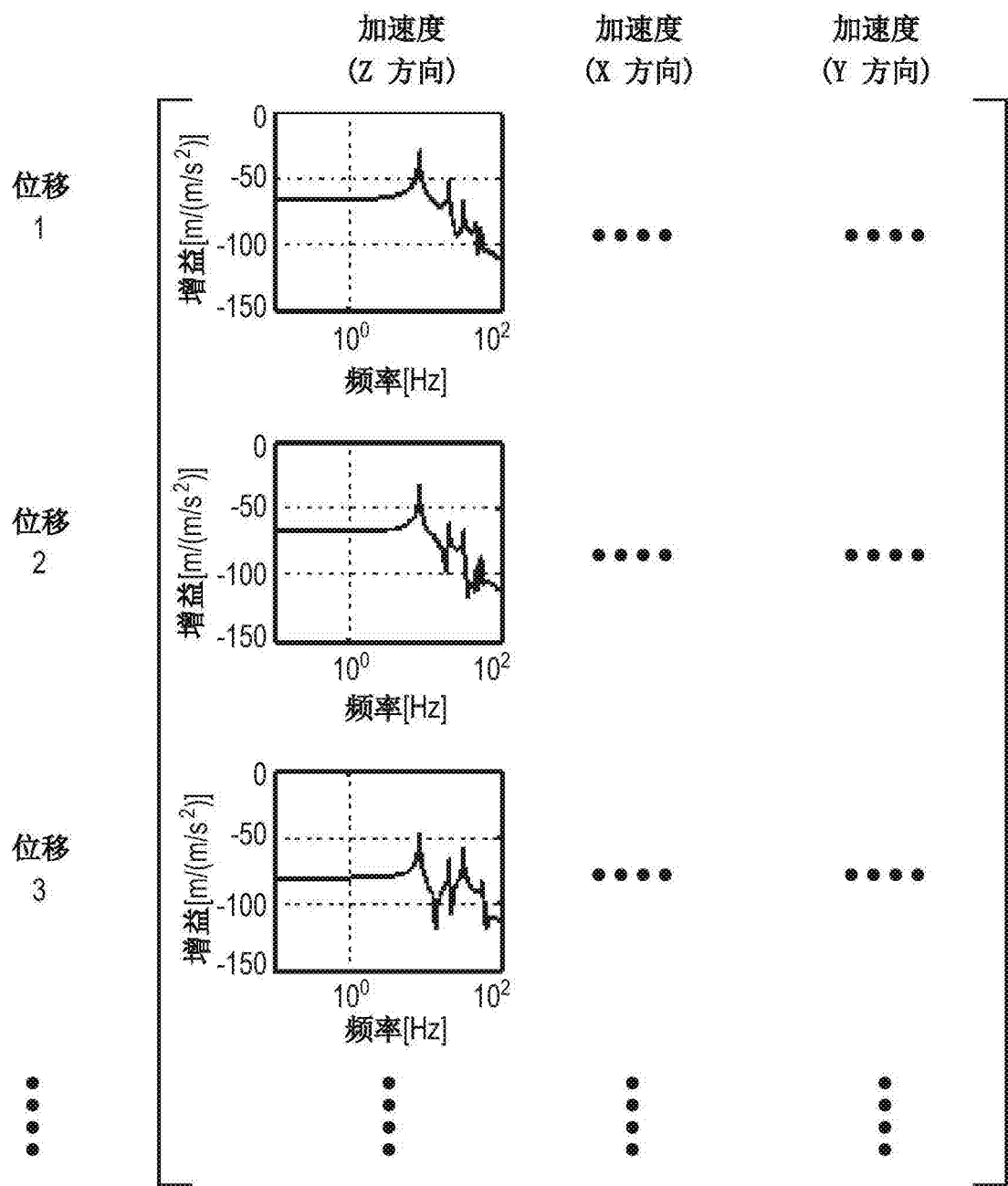


图3B

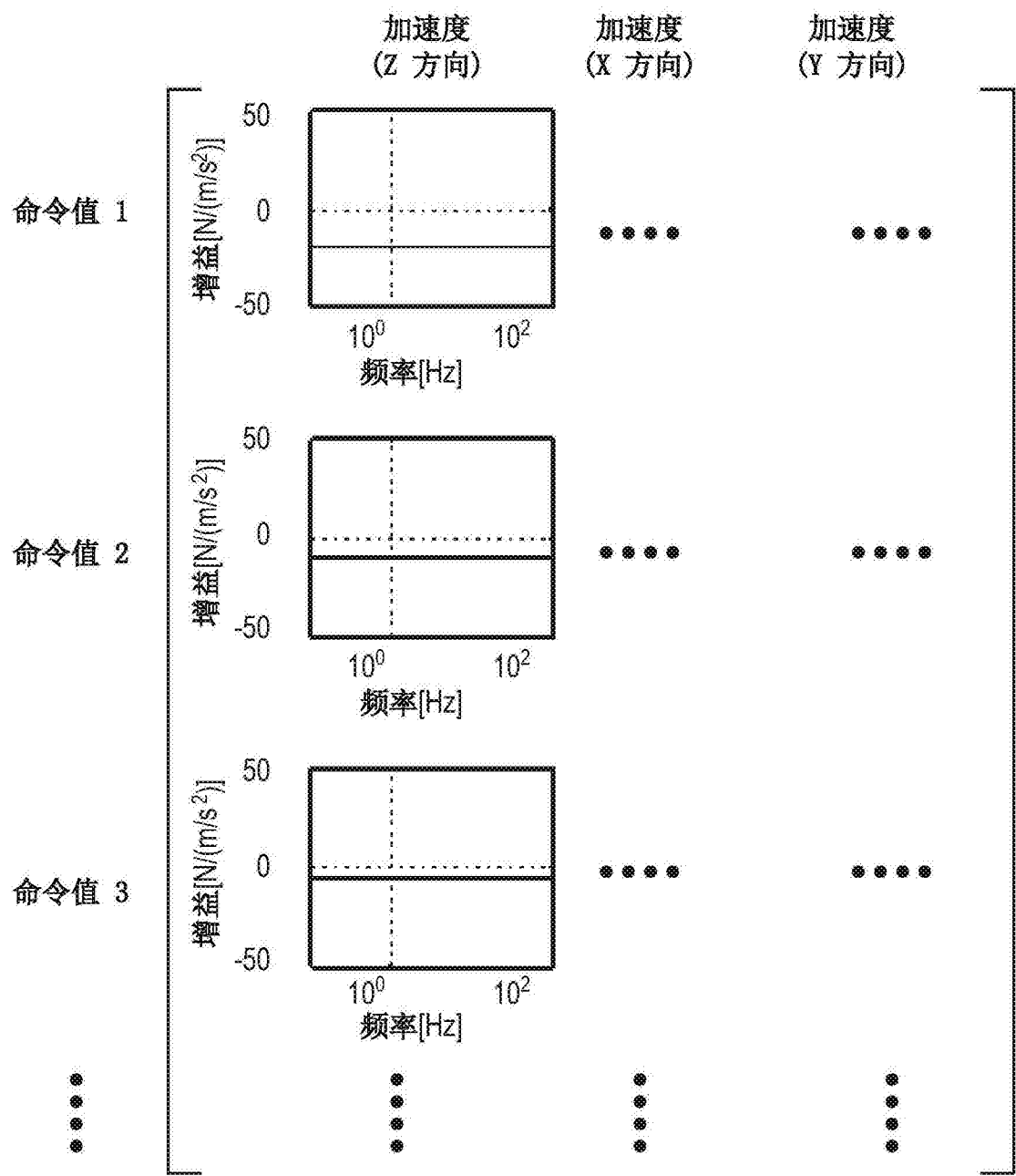


图3C

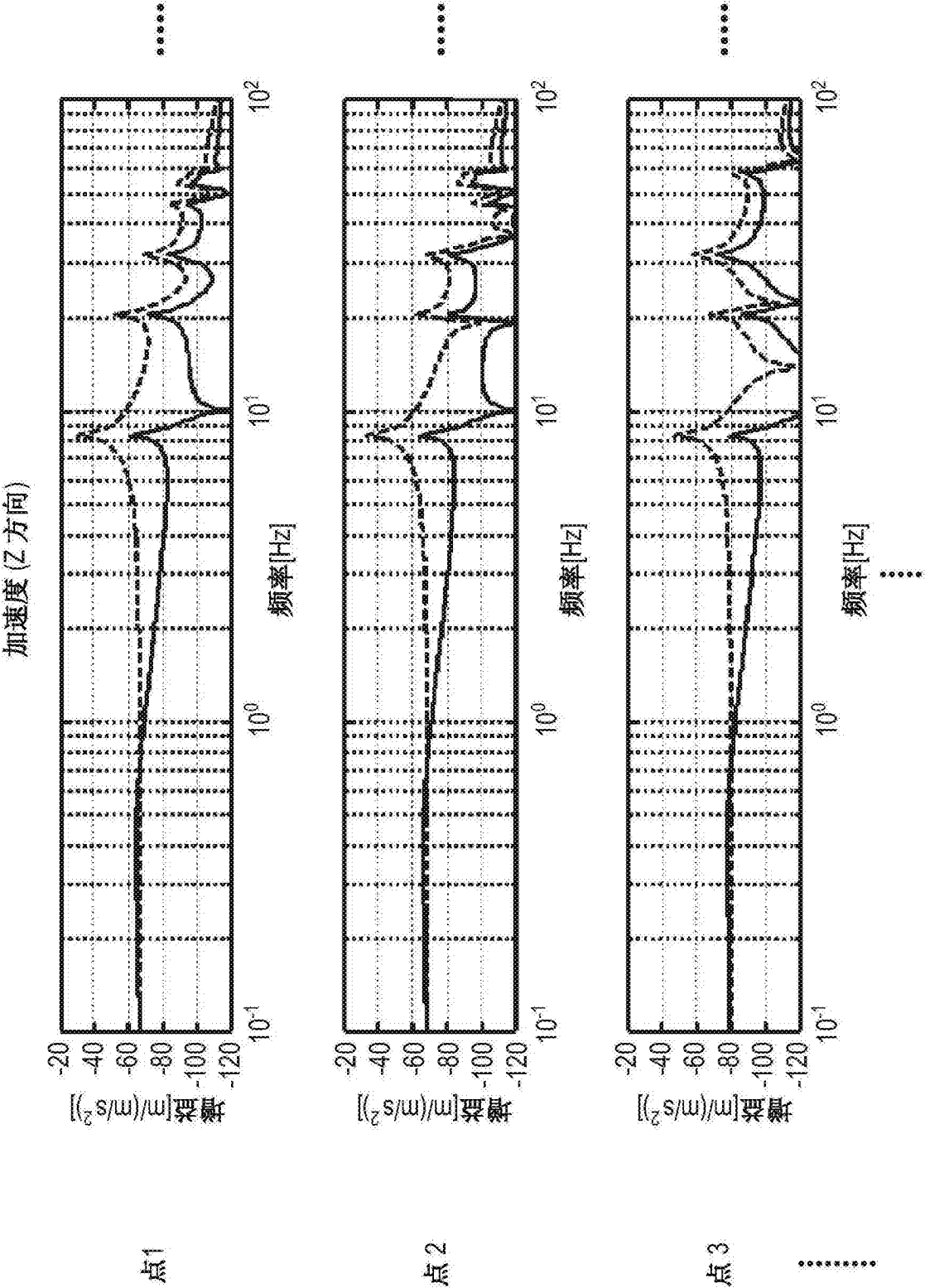


图4

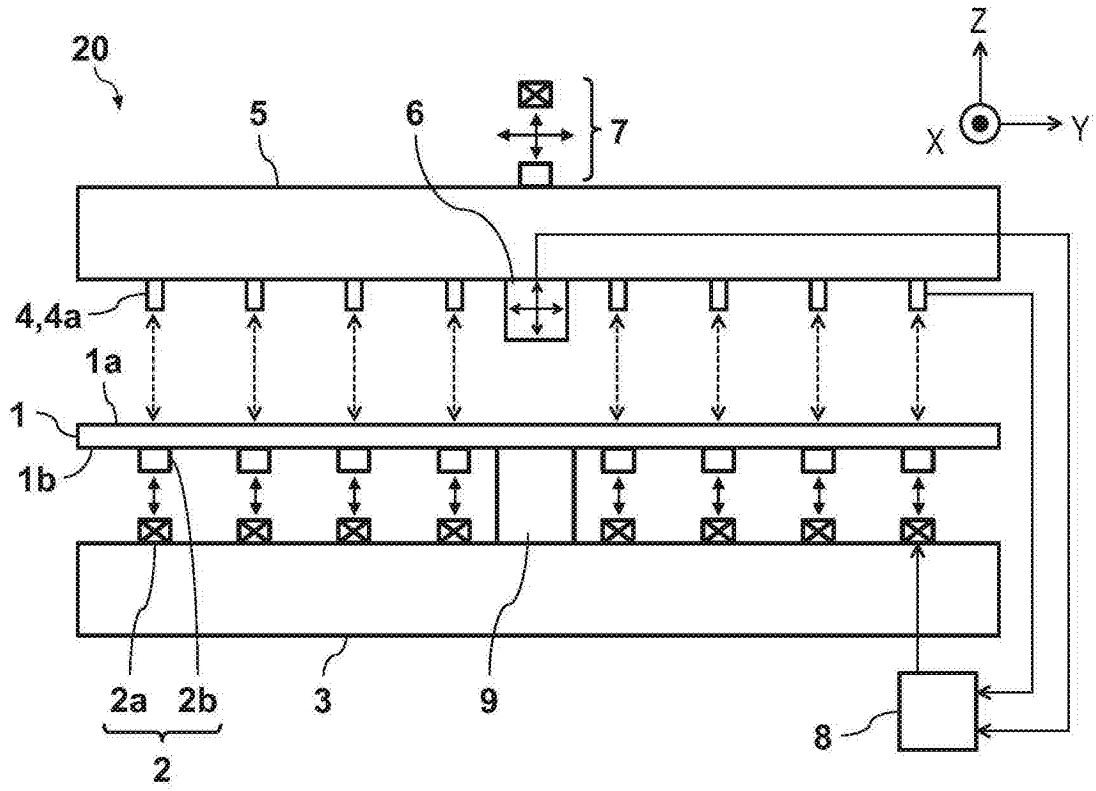


图5

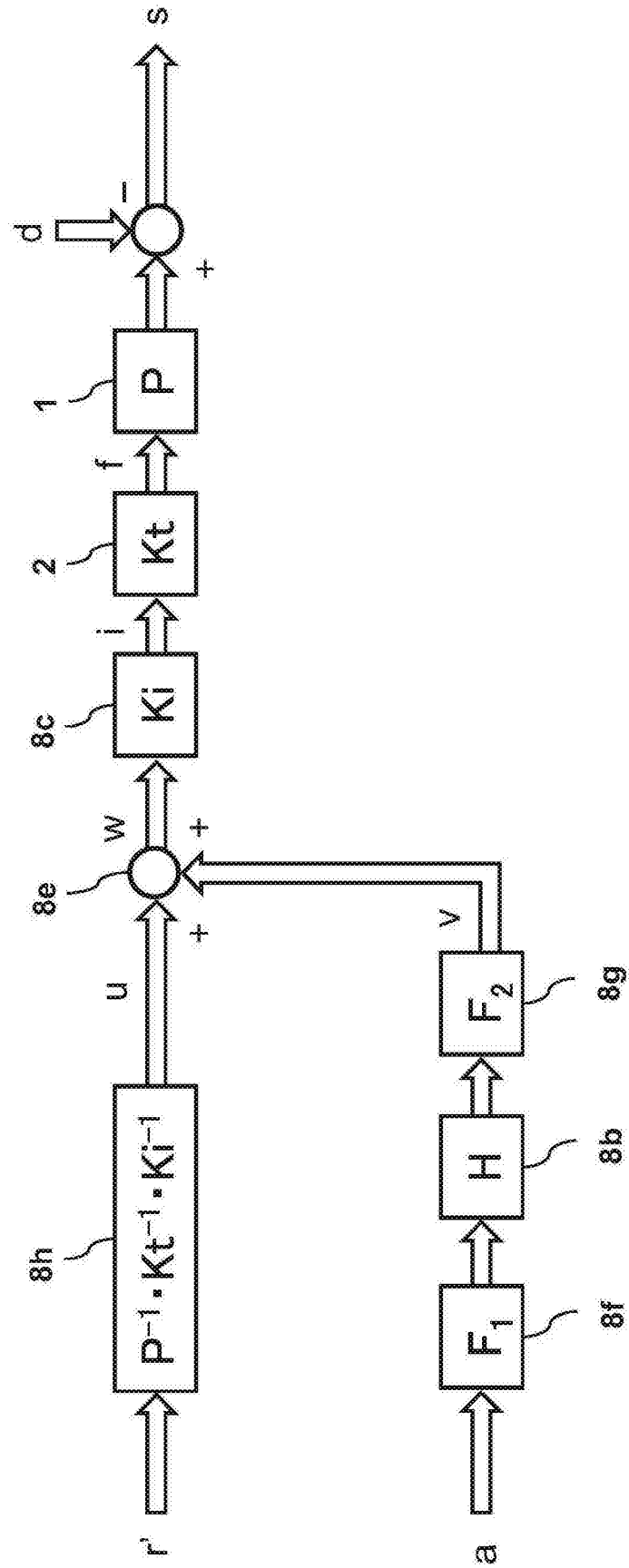


图6

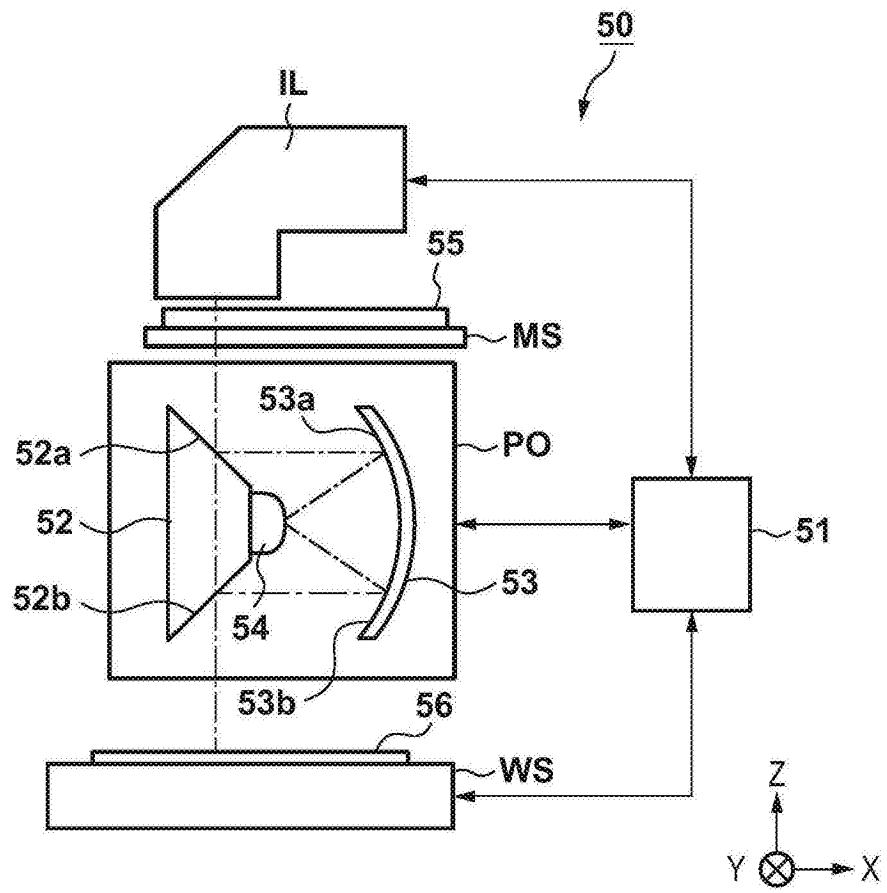


图7