

[51] Int. Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

G05B 19/00 (2006.01)

G05B 19/418 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)



[12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 200710138639.6

[45] 授权公告日 2009 年 12 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 100565351C

[22] 申请日 2007.7.24

[21] 申请号 200710138639.6

[30] 优先权

[32] 2006. 7.24 [33] US [31] 11/491,493

[73] 专利权人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰维德霍温

[72] 发明人 汉斯·巴特勒

让杰拉德·C·范德吐恩

马特吉·胡克斯

维尔姆斯·F·J·西蒙斯

[56] 参考文献

US6504162 B1 2003.1.7

US2005/0110970 A1 2005.5.26

EP1357434 A1 2003. 10. 29

JP5 - 259022 A 1993.10.8

CN1448789 A 2003.10.15

CN1677243 A 2005.10.5

审查员 邹丽娜

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司

代理人 齐晓寰

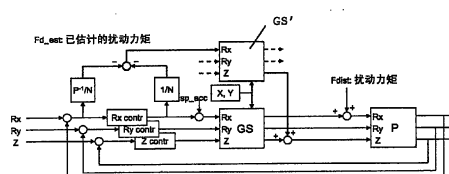
权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 4 页

[54] 发明名称

光刻设备和器件制造方法

[57] 摘要

一种控制系统，用于控制光刻设备中的平台的位置参数，所述控制系统包括平台控制器，被配置用于控制所述平台沿至少第一方向的位置参数。控制系统包括扰动力矩估计器，用于估计所述平台上绕沿第二方向延伸的轴的扰动力矩，所述第二方向实质上与第一方向垂直。控制系统校正信号计算器，所述校正信号计算器配备有已估计的扰动力矩和表示所述平台沿第三方向位置的信号，所述第三方向实质上与第一和第二方向垂直。校正信号计算器确定前馈校正信号以校正所述平台由于扰动力矩导致的、沿第一方向的位置误差，所述前馈校正信号将被馈送给所述平台。



1. 一种控制系统，被配置用于控制光刻设备中的平台的位置参数，所述控制系统包括：

平台控制器，被配置用于控制所述平台沿至少第一方向的位置参数；

扰动力矩估计器，被配置用于估计平台上绕沿第二方向延伸的轴的扰动力矩，所述第二方向与第一方向垂直；

校正信号计算器，所述校正信号计算器适用于接收已估计的扰动力矩和表示所述平台沿第三方向位置的信号，所述第三方向与第一和第二方向垂直；所述校正信号计算器被配置用于确定前馈校正信号以校正所述平台由于扰动力矩导致的、沿第一方向的位置误差，所述前馈校正信号将被馈送给所述平台。

2. 根据权利要求1的控制系统，其中所述扰动力矩估计器被配置进一步用于估计绕沿第三方向延伸的轴的扰动力矩，其中所述校正信号计算器被配置用于接收绕第三方向的已估计的扰动力矩，和表示所述平台沿第二方向位置的信号；以及响应于绕第二和第三方向的已估计扰动力矩和所述平台沿第二和第三方向的位置，来确定前馈校正信号。

3. 根据权利要求1的控制系统，其中所述校正信号计算器被配置用于确定前馈校正信号，所述前馈校正信号与绕沿第二方向延伸的轴的已估计的扰动力矩、沿第三方向的位置、和所述平台质量，成比例，而与所述平台相对于第二方向的惯量成反比。

4. 根据权利要求1的控制系统，其中所述平台控制器包括增益安排矩阵，并且其中所述校正信号计算器包括所述增益安排矩阵的拷贝。

5. 根据权利要求1的控制系统，其中所述平台控制器包括反馈控制器以形成闭合的回路控制。

6. 根据权利要求5的控制系统，其中所述扰动力矩估计器包括：

第一路径，所述第一路径从平台控制器的误差信号输入到加法器延伸，所述平台控制器用于控制所述平台绕沿相应方向延伸的轴的转动，所述第一路径包括所述平台的逆过程变换函数的近似；以及

第二路径，所述第二路径从平台控制器的输出信号到加法器延伸，所

述平台控制器用于控制绕沿相应方向延伸的轴的转动，所述加法器的输出信号用于提供已估计的扰动力矩。

7. 根据权利要求6的控制系统，其中第一和第二路径均包括低通滤波器。

8. 根据权利要求1的控制系统，其中所述平台被配置用于在控制系统的控制下相对于辐射系统焦平面移动，所述第一方向与所述焦平面垂直，所述校正信号计算器配备有沿第二和/或第三方向的位置，所述位置表示在所述平台的质心和所述焦平面的焦点之间沿相应方向的距离。

9. 一种光刻设备，用于将图案转移到衬底，所述光刻设备包括：平台，用于保持衬底；以及根据权利要求1的控制系统，用于控制所述平台的位置。

10. 一种器件制造方法，包括：

通过根据权利要求9的光刻设备将图案辐射到衬底上；

对已辐射的衬底进行显影；以及

根据已显影的衬底制造器件。

11. 一种光刻设备，包括：

照射系统，被配置用于调节辐射束；

构图装置支架，被配置用于支撑构图装置，所述构图装置被配置用于对辐射束进行构图以形成已构图的辐射束；

衬底支架，被配置用于支撑衬底；

投影系统，被配置用于将已构图的辐射束投影到衬底上；以及

控制系统，被配置用于控制所述构图装置支架和所述衬底支架中的一个的位置参数，所述控制系统包括：

平台控制器，配置用于控制所述构图装置支架和所述衬底支架中的一个沿至少第一方向的位置参数；

扰动力矩估计器，配置用于估计所述构图装置支架和所述衬底支架中的一个上绕沿第二方向延伸的轴的扰动力矩，所述第二方向与第一方向垂直；以及

校正信号计算器，所述校正信号计算器适用于接收已估计的扰动力矩和表示所述构图装置支架和所述衬底支架中的一个沿第三方向位置的信

号，所述第三方向与第一和第二方向垂直；所述校正信号计算器被配置用于确定前馈校正信号以校正所述构图装置支架和所述衬底支架中的一个由于扰动力矩导致的沿第一方向的位置误差，所述前馈校正信号将被馈送给所述构图装置支架和所述衬底支架中的一个。

12. 根据权利要求 11 的光刻设备，还包括另一个控制系统，被配置用于控制所述构图装置支架和所述衬底支架中的另一个的位置参数，所述另一个控制系统包括：

平台控制器，被配置用于控制所述构图装置支架和所述衬底支架中的另一个沿至少第一方向的位置参数；

扰动力矩估计器，被配置用于估计所述构图装置支架和所述衬底支架中另一个上绕沿第二方向延伸的轴的扰动力矩；以及

校正信号计算器，所述校正信号计算器适用于接收已估计的扰动力矩和表示所述构图装置支架和所述衬底支架中的另一个沿第三方向位置的信号，所述校正信号计算器被配置用于确定前馈校正信号以校正所述构图装置支架和所述衬底支架中的另一个由于扰动力矩导致的沿第一方向的位置误差，所述前馈校正信号将被馈送给所述构图装置支架和所述衬底支架中的另一个。

13. 根据权利要求 11 的光刻设备，其中所述扰动力矩估计器被配置用于进一步地估计绕沿第三方向延伸的轴的扰动力矩，其中所述校正信号计算器被配置用于接收绕第三方向的已估计的扰动力矩和表示所述构图装置支架和所述衬底支架中的一个沿第二方向位置的信号；以及响应于绕第二和第三方向的已估计扰动力矩和所述构图装置支架和所述衬底支架中的一个沿第二和第三方向的位置，来确定前馈校正信号。

14. 根据权利要求 11 的光刻设备，其中所述校正信号计算器被配置用于确定前馈校正信号，所述前馈校正信号与绕沿第二方向延伸的轴的已估计的扰动力矩、沿第三方向的位置、和平台质量，成比例，而与所述构图装置支架和所述衬底支架中的一个相对于第二方向的惯量成反比。

15. 根据权利要求 11 的光刻设备，其中所述平台控制器包括增益安排矩阵，并且其中所述校正信号计算器包括所述增益安排矩阵的拷贝。

16. 一种器件制造方法，包括：

调节辐射束；

利用构图装置对辐射束进行构图以形成已构图的辐射束，所述构图装置由构图装置支架来支撑；

将已构图的辐射束投影到衬底上，所述衬底由衬底支架支撑；以及

利用控制系统控制所述构图装置支架和所述衬底支架中的一个的位置参数，所述控制系统包括：

平台控制器，被配置用于控制所述构图装置支架和所述衬底支架中的一个沿至少第一方向的位置参数；

扰动力矩估计器，被配置用于估计构图装置支架和衬底支架中的一个上绕沿第二方向延伸的轴的扰动力矩，所述第二方向与第一方向垂直；以及

校正信号计算器，所述校正信号计算器适用于接收已估计的扰动力矩和表示所述构图装置支架和所述衬底支架中的一个沿第三方向位置的信号，所述第三方向与第一和第二方向垂直；所述校正信号计算器被配置用于确定前馈校正信号以校正所述构图装置支架和所述衬底支架中的一个由于扰动力矩导致的沿第一方向的位置误差，所述前馈校正信号将被馈送给所述构图装置支架和所述衬底支架中的一个。

光刻设备和器件制造方法

技术领域

本发明涉及一种用于控制光刻设备中的台的位置参数的控制系统，涉及包括这种控制系统的光刻设备，以及涉及一种器件制造方法。

背景技术

光刻设备是一种将所需图案应用到衬底上（通常到所述衬底的目标部分上）的机器。例如，可以将光刻设备用在集成电路（IC）的制造中。在这种情况下，可以将可选地称为掩模或掩模板（reticle）的构图装置用于在所述 IC 的单层上产生待形成的电路图案。可以将该图案转移到衬底（例如，硅晶片）上的目标部分（例如，包括一个或几个管芯的部分）。典型地，经由成像将所述图案转移到在所述衬底上设置的辐射敏感材料（抗蚀剂）层上。通常，单独的衬底将包含连续形成图案的相邻目标部分的网络。公知的光刻设备包括：步进机，在所述步进机中，通过将全部图案一次曝光到所述目标部分上来辐射每一个目标部分；以及扫描器，在所述扫描器中，通过沿给定方向（“扫描”方向）的辐射束扫描所述图案、同时沿与该方向平行或反向平行地扫描所述衬底来辐射每一个目标部分。还可以通过将所述图案压印（imprinting）到所述衬底上，将所述图案从所述构图装置转移到所述衬底上。

光刻设备包括衬底台以保持衬底。在控制系统的控制下对衬底台进行定位，以便能够将衬底的目标部分实质上定位于光刻设备的投影系统的焦平面中。控制系统这样操作于坐标系统中，所述坐标系统与投影系统的位置或者由衬底上的投影系统形成的图像的位置有关。可以将衬底台位置测量系统配置用于提供衬底台相对于这种坐标系统的原点的位置测量。典型地，该原点位于衬底水平面处透镜中心的正下方。利用多个控制器控制衬底台的位置，每一个控制器均作用于由测量系统测量的坐

标之一。例如，控制器可以沿 X、Y、Z、Rx、Ry、Rz 进行操作，后三者分别描述了绕 X、Y 和 Z 轴的转动。因此，这些控制器的每一个均产生控制器力或者力矩（即，控制器输出信号以驱动传动装置，所述传动装置将从而产生力或力矩），作为根据相应的位置设定点在坐标系统中实际测量的位置的偏离的响应。这样由控制器计算的力或力矩还在如上所述的坐标系统中进行限定，与透镜中心有关。

然而，衬底台的质心位置可以不与该坐标系统的原点重合。具体地，衬底台质心的位置随着衬底台位置相对于所述坐标系统的变化而移动。现在，例如当 Rx 控制器依赖于衬底台质心相对于沿 Y 方向坐标系统原点的移动来产生力矩以绕 X 轴加速衬底台，Z 向加速将导致 Z 向位置误差。这是由以下事实引起的：平台上沿 Rx 的力矩使所述平台绕穿过所述平台的质心的线倾斜，而不会绕着透镜下面坐标系统的原点倾斜，如所希望的。沿 Z 方向所得到的误差导致 Z 向控制器的响应，以将其降低到 0，然而这里不希望的 Z 向误差已经发生。

为了校正该效应，使用称作增益安排矩阵（gain scheduling matrix）的变换矩阵。该矩阵将在上述透镜相关坐标系统中如由控制器产生的力和力矩变换为由衬底台的质心位置限定的衬底台坐标系统中的力和力矩。在以上示例中，当 Rx 控制器依赖于衬底台沿 Y 方向的位置来产生力矩以使衬底台绕 X 轴加速时，将产生沿 Z 向的附加力用于校正否则将发生的沿 Z 向的误差，如上所述。然后，该增益安排矩阵产生沿 Z 向的附加力，确保衬底保持处于透镜的焦平面中，并且因此所述台实际上绕由与透镜有关的上述坐标系统限定的 X 轴倾斜，而不是穿过所述平台的质心沿 X 方向延伸的线倾斜。沿 Z 方向所产生的附加力与绕 X 轴的控制器产生的力矩、所述平台质心相对于沿 Y 方向的坐标系统原点的距离、以及平台质量成比例，并且与平台绕 X 轴的惯量成反比。

将类似的技术应用于绕 Y 和 Z 轴的力矩，对 X、Y 和 Z 向位置误差产生影响。增益安排矩阵确保将上述透镜相关坐标系统中控制器力和力矩转化为衬底台的质心相关坐标系统中的力和力矩。然后使用传动装置将这些力和力矩施加到衬底台上，所述传动装置自然地与相对于衬底台的质心固定的位置相连。

然而，扰动力和扰动力矩直接作用于所述平台，因为他们自然地不遵循增益安排补偿，所述增益安排补偿用于控制器产生的力和力矩。作为其结果，扰动力确实对于其他方向具有影响。作为示例，如果将平台定位为偏离中心，倾向于将平台相对于沿投影系统的焦平面延伸、并且通过平台质心的轴倾斜的扰动力矩将由于平台的倾斜而导致投影中心下面的目标部分的垂直位置误差。在上下文中，术语垂直应该理解为与焦平面垂直的方向。作为其结果，扰动力矩可以导致焦距误差，因此导致待投影到衬底上的图案的精确性退化。应该注意的是如果所述力矩不会作为扰动力矩作用于平台，但是已经由控制器产生作为实行这种力矩的信号，增益安排矩阵将已经沿垂直方向添加力以补偿沿垂直方向位移的上述影响。因此，增益安排矩阵可以通过控制器有效地抑制当由力矩引起时的以上效应，然而，在扰动力矩的情况下所述增益安排矩阵可能不会抑制该效应。

发明内容

本发明提出一种用于光刻设备的改进的控制系统以及一种包括这种控制系统的光刻设备。

根据本发明实施例，提出了一种控制系统，用于控制光刻设备中的平台的位置参数，所述控制系统包括：平台控制器，用于控制平台沿至少第一方向的位置参数；扰动力矩估计器，用于估计平台上绕沿第二方向延伸的轴的扰动力矩，所述第二方向实质上与第一方向垂直；校正信号计算器，所述校正信号计算器配备有已估计的扰动力矩和表示所述平台沿第三方向位置的信号，所述第三方向实质上与第一和第二方向垂直；校正信号计算器，用于确定前馈校正信号以校正所述平台由于扰动力矩导致的、沿第一方向的位置误差，所述前馈校正信号将被馈送给所述平台。

在本发明另一个实施例中，提出了一种光刻设备，用于将图案转移到衬底，所述光刻设备包括：平台，用于保持衬底；以及根据发明以上实施例的控制系统，用于控制所述平台的位置。

根据本发明另外的实施例，提出了一种器件制造方法，包括：通过

根据本发明实施例的光刻设备将图案辐射到衬底上；对已辐射的衬底进行显影；以及根据已显影的衬底制造器件。

在本发明实施例中，提出了一种光刻设备，包括：照射系统，配置用于调节辐射束；构图装置支架，配置用于支撑构图装置；构图装置，配置用于对辐射束进行构图以形成已构图的辐射束；衬底支架，配置用于支撑衬底；投影系统，配置用于将已构图的辐射束投影到衬底上；以及控制系统，配置用于控制所述支架之一的位置参数，所述控制系统包括：平台控制器，配置用于控制所述支架之一沿至少第一方向的位置参数；扰动力矩估计器，配置用于估计支架之一上绕沿第二方向延伸的轴的扰动力矩，所述第二方向实质上与第一方向垂直；以及校正信号计算器，所述校正信号计算器适用于接收已估计的扰动力矩和表示所述支架之一沿第三方向位置的信号，所述第三方向实质上与第一和第二方向垂直；校正信号计算器，配置用于确定前馈校正信号以校正所述支架之一由于扰动力矩导致的沿第一方向的位置误差，所述前馈校正信号将被馈送给所述支架之一。

在本发明的另一个实施例中，提出了一种器件制造方法，包括：调节辐射束；利用构图装置对辐射束进行构图以形成已构图的辐射束，所述构图装置由构图装置支架来支撑；将已构图的辐射束投影到衬底上，所述衬底由衬底支架支撑；以及利用控制系统控制所述支架之一的位置参数，所述控制系统包括：平台控制器，配置用于沿至少第一方向控制支架之一的位置参数；扰动力矩估计器，配置用于估计支架之一上绕沿第二方向延伸的轴的扰动力矩，所述第二方向实质上与第一方向垂直；以及校正信号计算器，所述校正信号计算器适用于接收已估计的扰动力矩和表示所述支架之一沿第三方向位置的信号，所述第三方向实质上与第一和第二方向垂直；校正信号计算器，配置用于确定前馈校正信号以校正所述支架之一由于扰动力矩导致的沿第一方向的位置误差，所述前馈校正信号将被馈送给所述支架之一。

附图说明

现在参考附图描述本发明的实施例，仅作为示例，图中相应的附图

标记表示相对应的部分，并且附图中：

图 1 示出了根据本发明实施例的光刻设备；

图 2 示出了根据本发明实施例的控制器的控制图；

图 3 示出了图 2 的增益安排矩阵的示例；

图 4 和图 4b 示出了与根据本发明实施例的控制系统相比的传统控制系统响应的的时间矢量图；以及

图 5 示出了模拟和扰动高估计的扰动力矩的时间矢量图。

具体实施方式

图1示意性地示出了根据本发明一个实施例的光刻设备。所述设备包括：照射系统（照射器）IL，被配置用于调节辐射束B（例如UV辐射或任意其他合适的辐射）；掩模支撑机构（例如掩模台）MT，被配置用于支撑构图装置（例如掩模）MA，并且与第一定位装置PM相连，所述第一定位装置PM被配置用于根据确定的参数对构图装置进行精确地定位。所述设备还包括衬底台（例如，晶片台）WT或者“衬底支架”，被配置用于保持衬底（例如，涂有抗蚀剂的晶片）W，并且与第二定位装置PW相连，所述第二定位器PM被配置用于根据确定的参数对所述衬底进行精确地定位。所述设备还包括投影系统（例如，折射式投影透镜系统）PL，被配置用于通过构图装置MA将被赋予所述辐射束B的图案投影到所述衬底W的目标部分C（例如，包括一个或更多管芯）上。

所述照射系统可以包括各种类型的光学部件，例如折射型、反射型、磁性型、电磁型、静电型或其他类型的光学部件、或其任意组合，用于导引、整形、和/或控制辐射。

所述掩模支撑结构支撑（即，负担）所述构图装置的重量。所述掩模支撑结构按照依赖于所述构图装置的方位、所述光刻设备的设计、以及其他条件的方式（例如，是否将构图装置支持在真空环境中）来支持所述构图装置。所述掩模支撑结构可以使用机械、真空、静电、或其他钳技术以支持所述构图装置。所述掩模支撑结构可以是框架或台子，例如，可以如所需的固定或是可移动的。所述掩模支撑结构可以确保所述构图装置处于所需位置，例如相对于所述投影系统。这里的术语“掩膜

板”或“掩模”的任何使用可以认为与更通用的术语“构图装置”同义。

应该将这里使用的术语“构图装置”解释为能够在横截面方向对辐射束赋予以图案、以便在所述衬底的目标部分中创建图案的任意装置。应该注意的是，被赋予所述辐射束的所述图案可能不完全地与所述衬底的目标部分中的所需图案相对应，例如，如果所述图案包括相移特征或所谓的辅助特征。通常，被赋予所述辐射束的所述图案与在所述目标部分中创建的装置中的具体功能层相对应，例如集成电路。

所述构图装置可以是透射的或是反射的。构图装置的示例包括：掩模、可编程反射镜阵列、和可编程 LCD 面板。掩模在光刻中是众所周知的，并且包括诸如二元掩模类型、交替相移掩模类型、衰减相移掩模类型和各种混合掩模类型之类的掩模类型。可编程反射镜阵列的示例采用小反射镜的矩阵排列，可以独立地倾斜每一个小反射镜以便沿不同方向反射入射辐射。所述倾斜的反射镜赋予由所述反射镜矩阵反射的辐射束中的图案。

应该将这里使用的术语“投影系统”广泛地解释为包括任意类型的投影系统，包括折射型、反射型、反射折射型、磁性型、电磁型和静电型光学系统、或其任意组合，如针对所使用的曝光辐射所希望的、或针对诸如使用浸没式液体或使用真空之类的其他因素所希望的。这里任意使用的术语“投影透镜”可以认为是与更一般的术语“投影系统”同义。

如这里所示的，所述设备是透射型的（例如，采用透射掩模）。替代地，所述设备可以是反射型的（例如，采用如上所述类型的可编程反射镜阵列，或采用反射掩模）。

所述光刻设备可以是具有两个（双台）更多衬底台（和/或两个或更多掩模台）的类型。在这种“多台”机器中，可以并行地使用附加的台，或可以在一个或更多台上执行预备步骤，而可以将一个或更多其他台用于曝光。

所述光刻设备还可以是这样的类型：其中，所述衬底的至少一部分可以用具有相对较高折射率的液体（例如，水）覆盖，以便填充所述投影系统和所述衬底之间的空隙。还可以将浸没液体应用到所述光刻设备的其他空隙，例如所述掩模和所述投影系统之间。浸没技术是本领域的

公知技术，用于增加投影系统的数值孔径。如这里使用的术语“浸没”(immersion)并不意味着必须将诸如衬底之类的结构浸没到液体中，而是仅意味着在曝光期间液体位于所述投影系统和所述衬底之间。

参考图 1a，照射器 IL 从辐射源 S0 接收辐射束。所述源和所述光刻设备可以是分立的实体，例如，当所述源是受激准分子激光器时。在这种情况下，不会认为所述源形成所述光刻设备的一部分，并且通过包括例如合适的引导镜和/或分束器的束传递系统 BD 的帮助，将所述辐射从所述源 S0 传到所述辐射器 IL。在其他情况下，所述源可以是所述光刻设备的必要部分，例如所述源是汞灯时。可以将所述源 S0 和所述辐射器 IL、以及如果需要时的所述束传递系统 BD 一起称作辐射系统。

所述辐射器 IL 可以包括调节器 AD，用于调节所述辐射束的角强度分布。通常，可以对所述辐射器的光瞳面中的强度分布的至少所述外部和/或内部的径向范围（一般分别称为 σ -外部和 σ -内部）进行调节。此外，所述辐射器 IL 可以包括各种其他部件，例如积分器 IN 和聚光器 CO。可以将所述辐射器用于调节所述辐射束，以在其横截面中具有所需的均匀性和强度分布。

所述辐射束 B 入射到保持在所述掩模支撑结构（例如，掩模台 MT）上的所述构图装置（例如，掩模 MA）上，并且通过所述构图装置来进行构图。已经横穿所述掩模 MA 之后，所述辐射束 B 通过所述投影系统 PS，所述 PS 将所述束聚焦到所述衬底 W 的目标部分 C 上。通过第二定位器 PW 和定位传感器 IF（例如，干涉仪装置、线性编码器或电容传感器）的帮助，可以精确地移动所述衬底台 WT，例如以便定位于所述辐射束 B 的光程中的不同目标部分 C。类似地，例如在来自掩模库的机械修补之后或在扫描期间，可以将所述第一定位器 PM 和另一个定位传感器（图 1 中未明确示出）用于将所述掩模 MA 相对于所述辐射束 B 的光程精确地定位。通常，可以通过形成所述第一定位器 PM 的一部分的长程模块（粗略定位）和短程模块（精细定位）的帮助来实现所述衬底台 WT 的移动。类似地，可以使用形成所述第二定位器 PW 的一部分的长程模块和短程模块来实现所述衬底台 WT 的移动。在步进机的情况下（与扫描器相反），所述掩模台 MT 可以仅与短程传动装置相连，或可以是固定的。可以使用掩

模对齐标记 M1、M2 和衬底对齐标记 P1、P2 来对齐掩模 MA 和衬底 W。尽管所示的所述衬底对齐标记占据了专用目标部分，他们可以位于目标部分之间的间隔（这些公知为划线对齐标记）。类似地，在将多于一个管芯设置在所述掩模 MA 上的情况下，所述掩模对齐标记可以位于所述管芯之间。

可以将所述专用设备用于以下模式的至少之一：

1. 在步进模式中，将所述掩模台 MT 或“掩模支架”和所述衬底台 WT 或“衬底支架”保持为实质静止，而将赋予到所述辐射束的整个图案一次投影到目标部分 C（即，单独的静态曝光）上。然后将所述衬底台 WT 或“衬底支架”沿 X 和/或 Y 方向移动，使得可以对不同目标部分 C 曝光。在步进模式中，曝光场的最大尺寸限制了在单独的静态曝光中成像的所述目标部分 C 的尺寸。

2. 在扫描模式中，在将赋予所述辐射束的图案投影到目标部分 C 上的同时，将所述掩模台 MT 或“掩模支架”和所述衬底台 WT 或“衬底支架”同步地进行扫描（即，单独地动态曝光）。所述衬底台 WT 或“衬底支架”相对于所述掩模台 MT 或“掩模支架”的速度和方向可以通过所述投影系统 PS 的（缩小）放大率和图像反转特征来确定。在扫描模式中，曝光场的最大尺寸限制了单独的动态曝光中的所述目标部分的宽度（沿非扫描方向），而所述扫描运动的长度确定了所述目标位置的高度（沿所述扫描方向）。

3. 在另一个模式中，将所述掩模台 MT 或“掩模支架”保持为实质静止地保持可编程构图装置，并且在将赋予所述辐射束的图案投影到目标部分 C 上的同时，对所述衬底台 WT 或“衬底支架”进行移动或扫描。在这种模式中，通常采用脉冲辐射源，并且在所述衬底台 WT 的每一次移动之后、或在扫描期间的连续辐射脉冲之间，如所要求的更新所述可编程构图装置。这种模式的操作易于应用于利用可编程构图装置的无掩模光刻中，例如如上所述类型的可编程反射镜阵列。

也可以采用上述模式的组合和/或变体的模式的使用或完全不同的模式的使用。

图 2 示出了用于控制光刻设备的平台 P 的位置的控制系统的控制

图。所述控制系统包括分别为 Rx、Ry、和 Z 相控制回路的 3 个闭合的回路控制回路，从而控制绕沿 X 和 Y 延伸的轴和沿 Z 方向的位置的转动。应该注意的是在该文献的上下文中，将方向 X 和 Y 理解为限制了与投影系统的焦平面实质平行的平面，而 Z 方向实质上与所述平面垂直，这样 Z 方向与投影系统的光轴实质上平行。每一个控制回路均配备有如图 2 的左侧表示的设定点 Rx、Ry 和 Z、控制器（Rx 控制器、Ry 控制器和 Z 控制器）、以及反馈路径，所述反馈路径为是从在该示例中表示所述平台及其传动装置的过程 P 的输出到其中从该设定点信号减去反馈信号的减少点，将所述反馈路径的输出提供给各个控制器。另外，图 2 示出了配置用于控制器输出的 X、Y 位置依赖补偿的增益安排矩阵 GS（例如，表示力的控制器信号）。以上已经参考现有技术描述了提供增益安排的原因。在本发明实施例中，可以省略在 Rx、Ry 和 Z 反馈回路中的示范性实施例中包括的增益安排矩阵。在这种情况下，不会通过增益安排矩阵扩送控制器产生的力矩以避免位置误差，如上所述。扰动力矩估计器被配置用于估计扰动力矩 F_{d_est} ，如图 2 所示。已估计的扰动力矩在该示例中是绕沿 X 方向延伸的轴，因此是 Rx 扰动力矩。这种扰动力矩将导致所述平台绕其质心倾斜，这将导致所述平台的位置依赖的焦距误差，因为如果没有将衬底台的质心定位在透镜中心以下，绕沿 X 方向延伸的轴的倾斜将导致目标部分的 Z 向位移。沿 Z 方向的位置扰动力矩效应越大，衬底的目标部分越进一步地远离所述平台质心。当没有提供进一步的供应时，沿 Z 方向的这种位置依赖误差将已经通过针对 Z 方向的反馈回路调节出去，然而这将需要反馈回路花费一些时间以解决这种扰动。

根据本发明实施例，如将在下面详细描述，提供了校正信号计算器，由图 2 中的 GS' 表示，配置有已估计的扰动力矩和平台沿 Y 方向的位置（也可以任意地沿 X 方向）。校正信号计算机将确定提供给所述平台的 Z 向传动装置输入的前馈校正信号。应该注意的是如这里所述的控制系统还可以控制所述平台的三个自由度的其余自由度，例如沿 X 和 Y 方向的位置以及绕沿 Z 方向延伸的轴的转动，然后为了简明的目的已经省略了针对这些自由度的控制系统。因此，根据本发明实施例的控制系统包括：平台控制器（在该示例中是针对 Z 方向的控制器），用于控制所述

平台沿第一方向的位置参数（在该示例中是位置）；扰动力矩估计器，用于估计扰动力矩 F_{d_est} ，所述扰动力矩是绕沿第二方向衍生的轴（在该示例中是 X 方向）；以及校正信号计算器 GS' ，配置有已估计的扰动力矩以及表示所述平台沿第三方向（该该示例中是 Y 方向）的位置的信号，所述校正信号计算器用于确定前馈校正信号，以校正所述平台沿第一方向的位置误差，所述位置误差是由于扰动力矩 F_{dist} 导致的，所述前馈校正信号将要被向前馈送给所述平台（例如，添加到沿 Z 方向的控制器的输出信号，或者在该示例中同样设置了增益安排矩阵的情况，添加到增益安排矩阵的输出信号），因此馈送到包括其传动装置的平台 P 的 Z 向输入。

在图 2 中，已经相对于绕沿 X 方向延伸的轴的扰动力矩示出了扰动力矩估计器和校正信号计算器。为了能够补偿沿 X 方向和 Y 方向的扰动力矩，可以配置第二估计器，所述第二估计器与这里所示的估计器类似，然而却与 R_y 控制回路而不是 R_x 控制回路中的相应信号相连。然后将这样估计的绕沿 Y 方向延伸的轴的扰动力矩提供给校正信号计算器 GS' 的相应 R_y 输入。类似地，可以通过第三估计器估计绕沿 Z 方向延伸的轴的扰动力矩，并且确定相对应的 X 和/或 Y 位置前馈校正信号。

在图 3 中示意性地示出了校正信号计算器 GS' 的实施例。图 3 示出了多个输入，包括针对所述平台沿 X 和 Y 方向的位置的输入，所述平台沿 X、Y 和 Z 方向的力由 F_x 、 F_y 和 F_z 表示，并且所述平台绕沿 X、Y 和 Z 维度延伸的轴的力矩分别由 T_{rx} 、 T_{ry} 和 T_{rz} 表示。另外，校正信号计算器包括针对沿 X、Y 和 Z 方向的力以及绕 X、Y 和 Z 轴的力矩的相应输出。在这里所示的示例中，事实上计算了四个校正信号，每一个由曲线中相应的块来提供。然而针对图 2 中所示的示例，只使用单独的一个校正信号。在该示例中，只使用由绕沿 X 方向延伸的轴的力矩确定的校准信号，即图 2 中已估计的扰动力矩，因此将其提供给图 3 中的输入 T_{rx} 。同样为了校正信号的确定，使用沿 Y 方向的位置，以及如可以从图 3 中看出的，确定了添加到沿 Z 方向的力 F_z 的 Z 向校正信号。因此，校正信号计算器确定了前馈校正信号（在该示例中是 F_z ），与绕沿第二方向延伸的轴的已估计力矩（在该示例中是 R_x ），与沿第三方向的位置（这里是沿 Y 方向

的位置)成比例,与所述平台的质量(如由校正共识中所示 m 表示的)成比例,并且与所述平台的惯量成反比(如由相对于第二方向的 J_x 所表示的)。因此,通过简单的计算提供校正,配置用于沿垂直方向由于扰动力矩导致的适当校正:在该实施例中校正信号线性地依赖于力矩和所述平台沿 Y 方向的位置,所述力矩越大焦距误差越大,并且所述平台进一步地远离其中心位置,所述平台的质心的中心位置与投影系统 PS 的光轴一致,误差越大,校正信号应该越大。另外,要考虑所述平台的质量和所述平台的惯量的效果。

如以上已经描述的,可以添加第二扰动力矩估计器以确定绕沿 Y 方向延伸的轴的扰动力矩。可以降低这样已估计的扰动力矩提供给校正信号计算器的输入 T_{Ry} ,那么所述校正信号计算器考虑沿 X 方向设置在相应输入 X 处的位置,确定添加到沿 Z 方向的力 F_z 的附加校正信号,然后将所述力 F_z 提供给所述平台和传动装置的相应输入,由图 2 中的 P 表示。因此,按照这种方式通过相应的公式确定两个校正信号,然后添加所述校正信号以形成沿 Z 方向的校正信号。通过考虑沿 X 和 Y 方向的位置,提出了所述校正依赖于透镜中心(即光轴)之间的距离,所述位置是可控的,因为焦点和焦平面与所述位置和所述平台位置有关。因此以上假设位置 X 和 Y 表示沿透镜中心和平台位置之间的各个方向的距离(在该示例中由质心的位置来确定)。

图 3 所示的矩阵不但可以用作校正信号计算器 GS' ,然而也可以应用于增益安排矩阵 GS 。因此,校正信号计算器包括增益安排矩阵 GS 的拷贝。然而,校正信号计算器 GS' 的 F_x 、 F_y 、和 F_z 输入以及 T_{Rx} 、 T_{Ry} 、 T_{Rz} 输出不可以相连。一方面,使用增益安排矩阵的拷贝提供了相对简单的实现,而另一方面可以将良好行为控制系统配置为扰动力矩与由各个控制器(例如控制器 R_x 和 R_y)提供的力矩相同的方式处理。应该注意的是在增益安排矩阵中,可以考虑位置和力矩之间的进一步的关系,为了简单起见,图 3 所示的实施例已经省略了沿 Z 方向的位置依赖性。使用校正信号计算器 GS' 的 T_{Rx} 、 T_{Ry} 和 T_{Rz} 输入和 F_x 、 F_y 和 F_z 输出,可以将全部 6 种补偿包括在矩阵中,在所述矩阵中基于绕沿第二方向延伸的轴的扰动力矩和所述平台沿第一方向的位置来确定针对每一种补偿的沿第

一方向的前馈，第一、第二和第三方向实质上彼此垂直。应该注意的是可以省略 Z 向位置输入，因为衬底台的移动实质上只在 X、Y 平面中发生，然而本点领域的普通技术人员可以容易地将这种输入添加到图 3 的示范性实施例中。

在图 2 所示的实施例中，控制器包括反馈控制器，然而本领域普通技术人员应该理解的是可以将扰动力矩估计器和校正信号计算器的原理应用于任意控制器。然而，在反馈控制器的情况下，可以按照实际并且精确的方式来估计所述扰动力矩。这是因为在图 2 中由 F_{dist} 表示的扰动力矩将导致 R_x 控制器的输入处的误差信号以及用于驱动所述平台 P 的该控制器的输出中的相应变化。通常，在包括控制器 C 和过程 P 的闭合回路负反馈系统中，根据以下公式，扰动力矩 F_d 将与过程 P 的输出 Y 有关：

$$Y / F_d = P / (1 + PC)$$

现在假设设定点输入是 0，那么误差信号 e 等于最小输出信号 Y，这允许将以上表达式重新写作以下方程：

$$F_d = -P^{-1}e - Ce$$

因此，可以将扰动力矩表示为误差信号以及误差信号乘以控制器传递函数的函数，所述误差信号存在于各个控制器的输入处，所述误差信号乘以控制器传递函数的信号存在于各个控制器的输出处。这种函数如图 2 所示，其中 提供了从误差信号（即控制器 R_x 的输入）到加法器的路径，所述路径具有传递函数 P^{-1}/N ，以及从 R_x 控制器的输出到加法器的路径具有传递函数 $1/N$ 。在加法器中，将两个路径的输出相加并且与 -1 相乘，以考虑以上表达式中的负信号，从而提供了已估计的扰动力矩。对于实际原因，将低通滤波器添加到这些表达式中。这是因为过程传递函数 P 可以具有有限的带宽，从而导致微分函数 P^{-1} （表示过程传递函数 P 的导数的近似）。为了避免物理上过大的信号大小（例如数值实现），将要添加低通滤波器，在图 2 中由 $1/N$ 来表示。因此，将扰动力矩的精确逼近配置于低通滤波器提供衰减的范围以下的频率范围。

注意，其他形式的扰动力矩估计器是可以的。例如，同样依赖于扰动力矩的频率范围，可以省略两个支路之一。

图 4a 和图 4b 示出了扰动力矩的时间矢量图，示出了分布式函数、沿 Z 方向没有如上所述进行补偿的响应（由 Z_1 表示）、以及包括以上所述校正的响应（由 Z_2 表示）。在时间 $T=0.01$ 秒时施加所述扰动力矩。因此如图 4a 所示，导致绕沿 X 方向延伸的轴的两个微弧度的误差。作为沿 Z 方向误差的效果，导致沿于所述焦平面实质垂直方向的误差，由图 4b 中的 Z_1 所示。在没有扰动力矩估计和前馈信号计算的情况下，通过反馈回路减小该误差。在曲线 Z_2 中，当根据以上估计扰动力矩时示出了校正信号，并且据此确定校正信号。可以看出，沿 Z 方向误差的效果从约 200nm 减小到约 8nm。同样，从而减小了用于调节出去残余误差的时间。应该注意的是，曲线 Z_2 示出了由于扰动力矩的有限近似导致的残余误差。该有限近似是由于已经将低通滤波器结合到扰动力矩估计器中的效果而导致的，以使扰动力矩估计器是物理上可实现的。在该示例中，已经将滤波器截止频率设定为 1000Hz。该效应在图 5 中也是可见的，其中示出了示出了扰动力矩 F_d 的阶梯函数，同时示出了稍微延迟的已估计扰动力矩 F_{d_est} ，所述扰动力矩 F_{d_est} 是由于低通滤波器的效果而导致延迟的。因此，低通滤波器的截止频率越高，扰动力矩的估计越好，并且因此沿 Z 方向的位置相对于光轴和投影系统的焦点保留的残余误差越小。然而，实际上可以依赖于已实现的过程变换的倒数 P^{-1} 将低通滤波器的带宽设定得较低，来匹配施加的逆过程变换函数。

可以将控制器扰动力矩估计器和校正信号计算器实现为任意合适的形式，即按照在诸如微处理器、微控制器、数字信号处理器或任意其他数据处理设备之类的可编程设备上执行的合适的软件指令和/或可以使用合适的数字和/或迷你电子装置全部地或部分地实现。诸如光学、机械等之类的其他实现也可以被包括在本发明的范围中。另外在以上描述中，已经确定了校正信号以校正沿 Z 方向的误差。然而，还可以加以必要的变更来确定用于 X 和/或 Y 方向的校正信号。

可以将这里所述的控制系统用于控制任何位置参数，包括所述平台的位置、速度、加速度等。另外，应该理解的是以上示例与衬底平台有关，也可以表示衬底支架、晶片台等，然而这里描述的概念可以应用于控制任意平台的参数，包括但不限于衬底平台和掩模板平台（也表示

为掩模板支架或构图装置支架)。利用这种平台,相同或类似的考虑应用为与所述衬底平台的位置有关。这是因为当投影系统将构图装置的图案投影到衬底的目标部分上时,衬底的目标部分上掩模板图案的投影不仅与衬底的目标部分相对于投影系统焦平面的定位有关,而且与构图装置相对于投影系统的位置有关。因此在该文档中,可以将术语平台解释为衬底平台、掩模板平台或任意其他平台或光刻设备中可移动的部分。

尽管在该文本中可以将特定的参考用于制造 IC 时的光刻设备,应该理解的是这里描述的光刻设备可以具有其它应用,例如制造集成光学系统、用于磁畴存储的引导和检测图案、平板显示器、液晶显示器(LCD)、薄膜磁头等。普通技术人员应该理解,在这些替代应用的上下文中,这里的术语“晶片”或“管芯”的任何使用可以认为是与更一般的术语“衬底”或“目标部分”同义。可以例如在轨道(典型地将抗蚀剂层涂敷到衬底上,并且对已曝光的抗蚀剂进行显影的工具)、计量工具和/或检验工具中,在曝光之前或之后处理这里所指的衬底。在可适用的情况下,可以将这里的公开应用于这种或其它衬底处理工具中。另外,衬底可以别处理多于一次,例如以便创建多层 IC,使得这里适用的术语衬底也指的是已经包含多个已处理层的衬底。

尽管以上对本发明的描述是针对光刻的实施例的背景,应该理解的是可以将本发明应用于其它应用,例如压印光刻,并且在上下文允许的是不局限于光刻。在压印光刻中,构图装置中的形貌限定了衬底上创建的图案。可以将构图装置中的形貌压到提供给衬底的抗蚀剂层中,在通过施加电磁辐射、热、压力或其组合来使抗蚀剂固化。将构图装置移出抗蚀剂,在将抗蚀剂固化后留下图案。

这里使用的术语“辐射”和“束”包含全部类型的电磁辐射,包括紫外(UV)辐射(例如,具有约为 365、355、248、193、157 或 126 nm 的波长)、极紫外(EUV)辐射(例如,具有在 5–20 nm 范围中的波长)、以及诸如离子束或电子束之类的粒子束。

上下文允许的术语“透镜”可以指的是各种类型的光学元件的任意一个或其组合,包括透射、反射、磁性、电磁和静电的光学部件。

尽管以上已经描述了本发明的具体实施例,应该理解的是本发明可

以与上述不同的实现。例如，本发明可以采取包含一个或更多机器可读指令序列的计算机程序的形式，所述指令执行上述方法，或者采取具有在其中存储的这种计算机程序的数据存储介质（例如，半导体存储器、磁盘或光盘）。

以上描述是说明性的，而不是限制性的。因此，对于本领域普通技术人员显而易见的是，可以在不脱离所附权利要求范围的情况下，可以对上述发明进行修改。

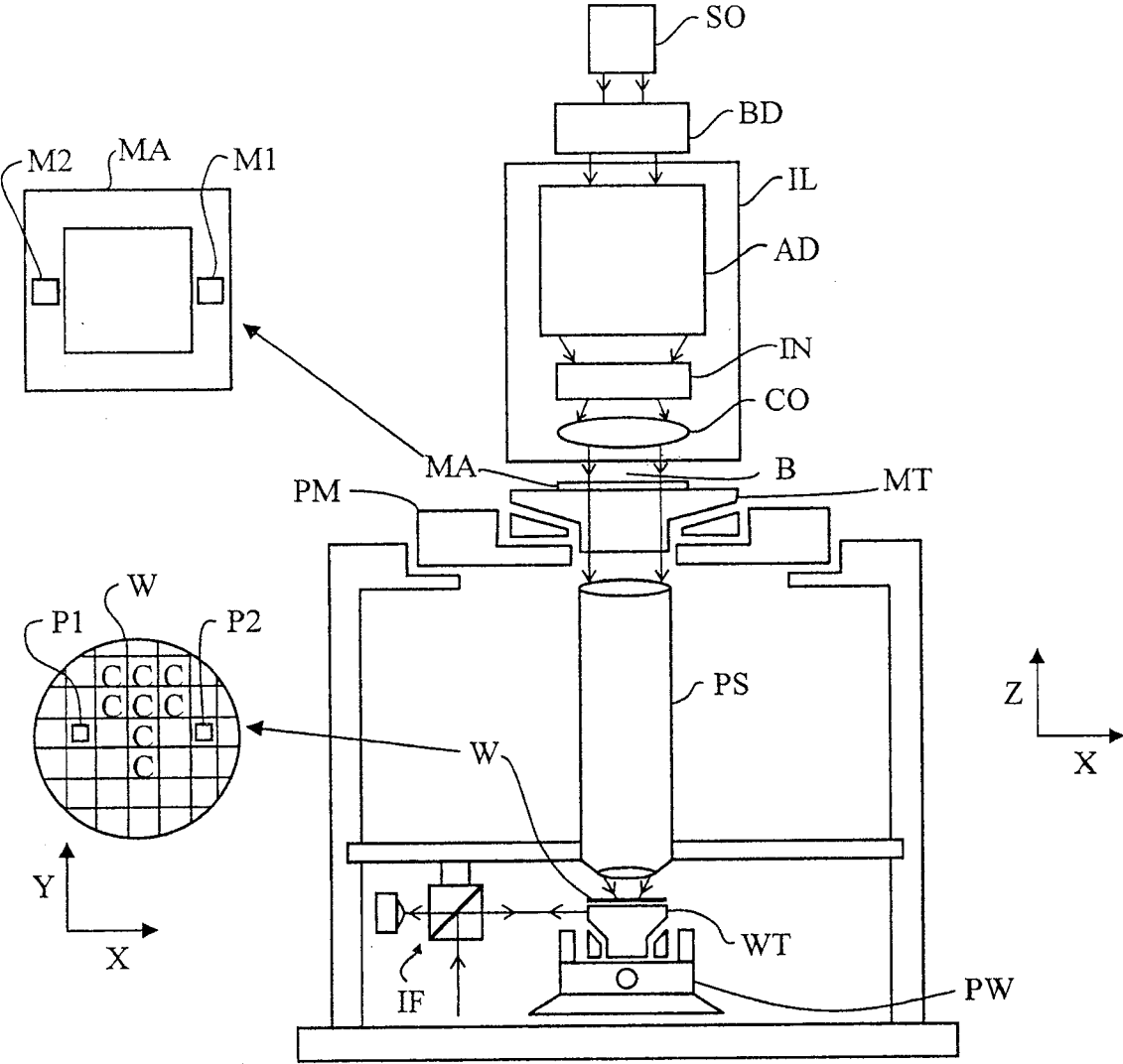


图 1

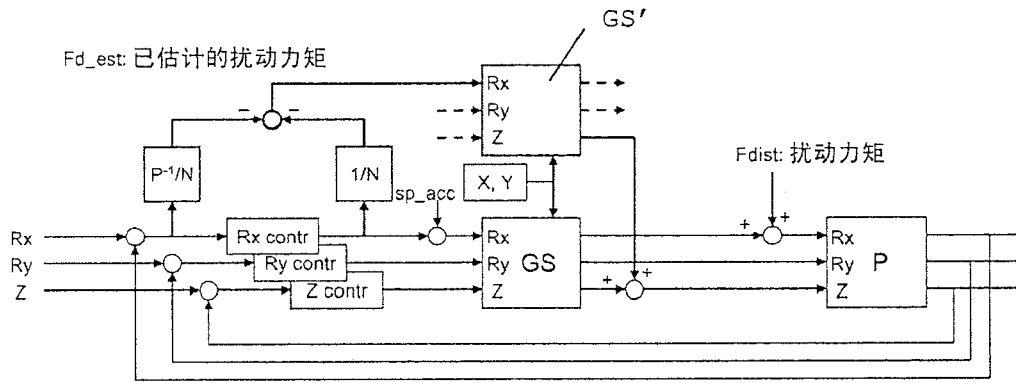


图 2

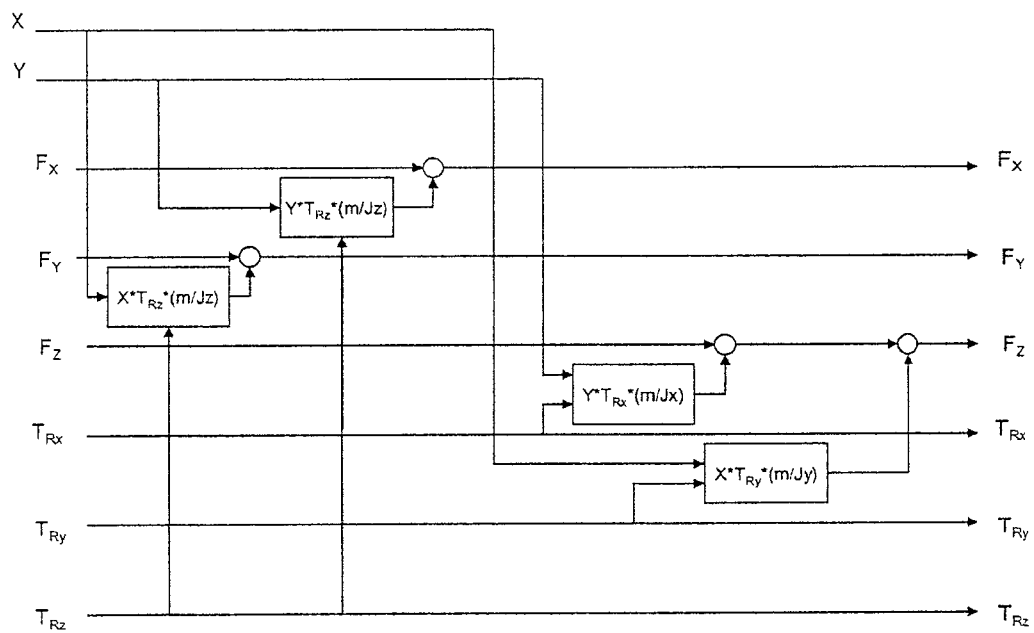


图 3

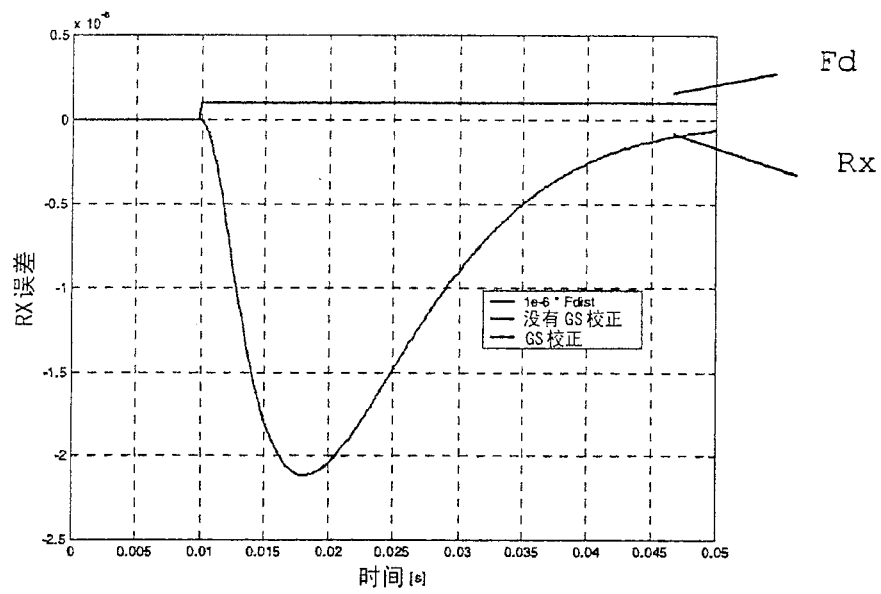


图 4A

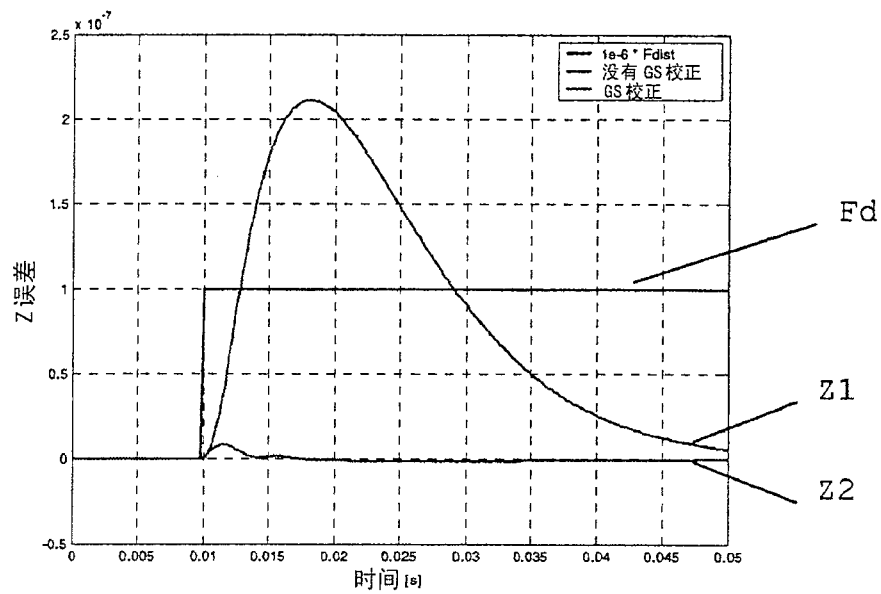


图 4B

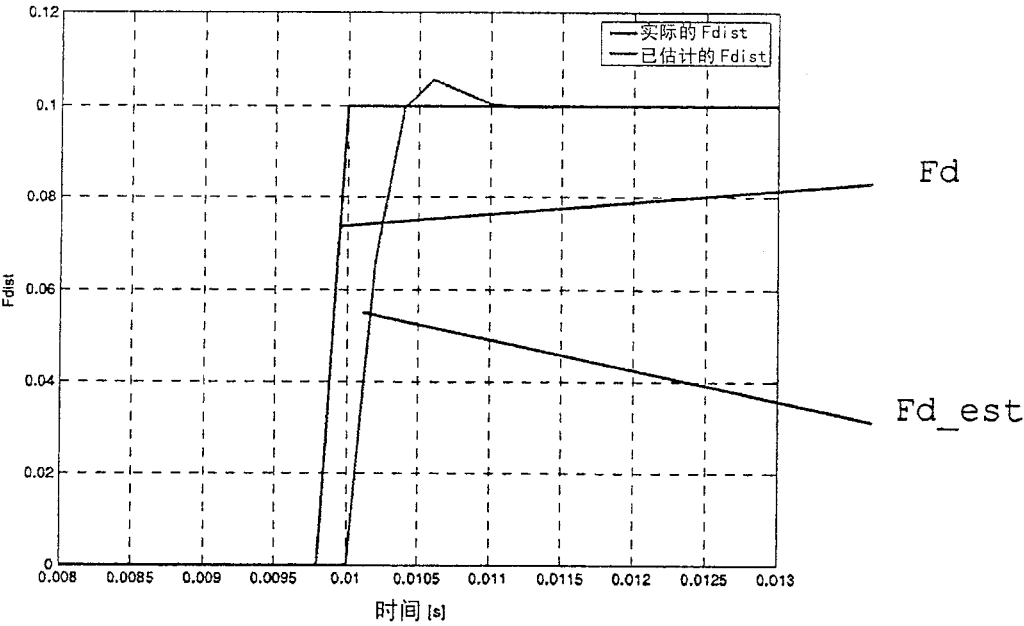


图 5