



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102165373 B

(45) 授权公告日 2014.06.25

(21) 申请号 200980138207.2

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

(22) 申请日 2009.07.17

代理人 王波波

(30) 优先权数据

61/101,291 2008.09.30 US

(51) Int. Cl.

61/121,873 2008.12.11 US

G03F 7/20 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2011.03.28

US 2008/0037029 A1, 2008.02.14, 说明书第[0029]-[0046]段、附图2-9.

(86) PCT国际申请的申请数据

US 2008/0037029 A1, 2008.02.14, 说明书第[0029]-[0046]段、附图2-9.

PCT/EP2009/059222 2009.07.17

EP 1178357 A1, 2002.02.06, 说明书第[0027]-[0028]段.

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2010/037575 EN 2010.04.08

(73) 专利权人 ASML 荷兰有限公司

审查员 安晶

地址 荷兰维德霍温

(72) 发明人 E·鲁普斯特朗 W·德勃伊

H·布特勒 R·德珠 J·范斯库特

T·森吉尔斯 M·维基克曼斯

F·詹森

权利要求书3页 说明书15页 附图3页

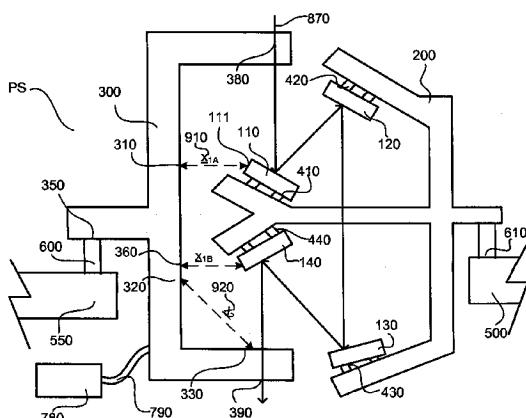
(54) 发明名称

投影系统和光刻设备

(57) 摘要

提供一种投影系统(PS)，在一个实施例中，所述投影系统包括两个框架。投影系统的光学元件安装在第一框架(200)上。使用第一测量系统(910)相对于第二框架(300)测量光学元件的位置。第二测量系统(920)用于测量与第二框架变形相关的参数。由第二测量系统得出的测量值可以用于补偿通过第一测量系统测量时由第二框架变形带来的光学元件的位置的任何误差。通常，框架的变形是由于共振和热膨胀。具有两个框架允许投影系统的光学元件以高精确度定位。可选地，可以设置温度控制系统(780、790)以在光刻设备已经离线之后驱使至少一个框架的温度回到想要的数值水平。

CN 102165373 B



1. 一种用于光刻设备的投影系统,包括 :

第一框架;

第二框架;

安装至第一框架的光学元件;

第一测量系统,配置成确定光学元件相对于第二框架的位置;和

第二测量系统,配置成测量依赖于第二框架的变形的至少一个参数,和

控制器,所述控制器配置成使用第一测量系统和第二测量系统的测量值以确定光学元件相对于第二框架上的参考点的位置,

其中,第一测量系统包括配置成确定光学元件相对于第二框架上的第一位置的位置的第一传感器;和

控制器配置成使用来自第二测量系统的测量值确定由于第二框架的变形带来的第二框架上的第一位置相对于参考点的位置改变。

2. 如权利要求 1 所述的用于光刻设备的投影系统,还包括控制器,所述控制器配置成基于第一测量系统和第二测量系统的测量值控制光学元件的位置。

3. 如权利要求 1 所述的用于光刻设备的投影系统,还包括 :

安装至第一框架的至少第二光学元件;和

第三测量系统,配置成确定第二光学元件相对于第二框架的位置,

其中控制器配置成使用第一测量系统和第二测量系统的测量值,以确定第二光学元件相对于第二框架上的参考点的位置。

4. 如权利要求 1 所述的用于光刻设备的投影系统,其中,所述第二测量系统配置成相对于第二框架上的至少一个其他位置测量第二框架上的至少一个位置。

5. 如权利要求 1 所述的用于光刻设备的投影系统,其中 :

第一测量系统包括第一传感器,所述第一传感器配置成确定光学元件相对于第二框架上的第一位置的位置;和

第二测量系统包括第二传感器,所述第二传感器配置成测量光学元件相对于与第二框架上的第一位置不同的第二框架上的第二位置的位置。

6. 如权利要求 1 所述的用于光刻设备的投影系统,其中,所述第二测量系统包括配置成测量第二框架的至少一部分的应变的传感器。

7. 如权利要求 1 所述的用于光刻设备的投影系统,还包括致动器,所述致动器配置成在光学元件和第一框架之间提供力。

8. 如权利要求 1 所述的用于光刻设备的投影系统,还包括第三框架,其中 :

所述第一框架通过至少一个弹性支撑结构安装至第三框架;和

所述第二框架通过至少一个弹性支撑结构安装至第三框架。

9. 如权利要求 1 所述的用于光刻设备的投影系统,还包括温度控制系统,所述温度控制系统配置成驱使第二框架的温度至预定值。

10. 如权利要求 9 所述的用于光刻设备的投影系统,其中,所述温度控制系统包括控制器,所述控制器配置成仅在投影系统没有用于曝光衬底的时候驱使第二框架的温度朝向预定值。

11. 如权利要求 9 所述的用于光刻设备的投影系统,其中,所述温度控制系统配置成在

使用时通过减小第二框架的热时间常数驱使第二框架的温度朝向预定值。

12. 如权利要求 11 所述的用于光刻设备的投影系统, 其中, 所述温度控制系统配置成通过增加至第二框架的热传递速率和 / 或来自第二框架的热传递速率减小第二框架的热时间常数。

13. 如权利要求 9 所述的用于光刻设备的投影系统, 其中, 所述温度控制系统配置成通过下面的步骤驱使第二框架的温度至预定值 :

使用流体流供给热至第二框架和 / 或从第二框架去除热 ; 和

使用配置成控制流体流的温度的控制器控制流体流。

14. 如权利要求 9 所述的用于光刻设备的投影系统, 其中, 所述温度控制系统配置成通过下面的步骤驱使第二框架的温度至预定值 :

使用气体供给单元供给气体至围绕第二框架的环境 ; 和

使用气体供给控制单元控制供给至围绕第二框架的环境的气体的压力。

15. 如权利要求 9 所述的用于光刻设备的投影系统, 其中, 所述第二框架被温度控制系统驱动达到的预定温度是投影系统用于衬底曝光时将要保持的温度。

16. 一种光刻设备, 包括 :

支撑结构, 构造成支撑图案形成装置, 所述图案形成装置能够将图案在辐射束的横截面上赋予辐射束以形成图案化辐射束 ;

衬底台, 构造成保持衬底 ; 和

如权利要求 1 所述的投影系统, 配置成将图案化辐射束投影到衬底的目标部分上。

17. 如权利要求 16 所述的光刻设备, 还包括参照框架和配置成测量图案形成装置和衬底中的至少一个相对于参照框架的位置的测量系统, 其中 :

第一框架通过至少一个弹性支撑结构安装至参照框架 ; 和

第二框架通过至少一个弹性支撑结构安装至参照框架。

18. 如权利要求 16 所述的光刻设备, 还包括 :

参照框架和配置成测量图案形成装置和衬底中的至少一个相对于参照框架的位置的测量系统 ; 和

安装构造成支撑图案形成装置的支撑结构、衬底台以及参照框架中的至少一个的基部框架, 其中 :

第一框架通过至少一个弹性支撑结构安装至基部框架 ; 和

第二框架通过至少一个弹性支撑结构安装至基部框架。

19. 一种在投影系统中定位光学元件的方法, 所述投影系统包括第一和第二框架, 所述方法包括步骤 :

使用第一测量系统确定光学元件相对于第二框架的位置, 其中光学元件安装至第一框架 ; 和

使用第二测量系统测量依赖于第二框架的变形的至少一个参数,

使用第一测量系统和第二测量系统的测量值以确定光学元件相对于第二框架上的参考点的位置,

其中, 第一测量系统包括配置成确定光学元件相对于第二框架上的第一位置的位置的第一传感器 ; 和

使用来自第二测量系统的测量值确定由于第二框架的变形带来的第二框架上的第一位置相对于参考点的位置改变。

20. 如权利要求 19 所述的在投影系统中定位光学元件的方法,还包括步骤：
基于确定和测量步骤的结果控制光学元件的位置。

21. 一种将辐射束投影到衬底上的方法,包括步骤：

使用辐射源提供辐射束；和

使用采用如权利要求 19 所述的方法定位的至少一个光学元件引导辐射束。

22. 一种器件制造方法,包括使用如权利要求 21 所述的方法将图案化辐射束投影到衬底上。

23. 如权利要求 19 所述的定位光学元件的方法,其中,在确定光学元件相对于第二框架的位置的步骤之前,所述方法包括驱使第二框架的温度至预定水平。

24. 一种器件制造方法,包括通过下面的步骤将图案化辐射束投影到衬底上：

使用辐射源提供辐射束；

使用采用如权利要求 23 所述的方法定位的至少一个光学元件引导辐射束。

投影系统和光刻设备

技术领域

[0001] 本发明的实施例涉及一种投影系统、光刻设备、定位光学元件的方法以及将辐射束投影到目标上的方法。

背景技术

[0002] 光刻设备是一种将所需图案应用到衬底上，通常是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版的图案形成装置用于生成待形成在所述 IC 的单层上的电路图案。可以将该图案转移到衬底（例如，硅晶片）上的目标部分（例如，包括一部分管芯、一个或多个管芯）上。所述图案的转移通常是通过将图案成像到提供到衬底上的辐射敏感材料（抗蚀剂）的层上。通常，单个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：所谓的步进机，在所述步进机中，通过将整个图案一次曝光到所述目标部分上来辐射每一个目标部分；以及所谓的扫描器，在所述扫描器中，通过辐射束沿给定方向（“扫描”方向）扫描所述图案、同时沿与该方向平行或反向平行的方向扫描所述衬底来辐射每一个目标部分。也可能通过将图案压印 (imprinting) 到衬底的方式从图案形成装置将图案转移到衬底上。

[0003] 在光刻设备中，辐射束可以通过图案形成装置图案化，然后通过投影系统投影至衬底上。以此方式，图案可以转移至衬底上。通过投影系统将图案化辐射束投影到衬底上的精确度可以影响光刻设备的整体精确度和性能。由于例如投影系统的不精确带来的图案化束位置的任何偏离会导致衬底形成的图案的误差。这种误差可以是例如重叠误差，其中图案的一部分相对于图案的其他部分被不正确地定位。其他误差可以包括聚焦误差和对比度误差。

[0004] 为了最小化由投影系统引入的误差，有必要确保投影系统（用于引导和 / 或调节图案化辐射束）内的光学元件被精确地定位。前面已知的是，提供安装每个光学元件的框架，并调节光学元件中的每一个相对于该框架的位置以便定位光学元件。为了提供光学元件的精确的定位，安装和定位光学元件的该框架必须是机械刚性的并且具有高的热稳定性（即，其必须在热负载的条件下基本上没有变形）。

[0005] 为了改善光刻设备的性能（例如通过提供小的特征尺寸），可以提高光刻设备的数值孔径。然而，提高数值孔径意味着在投影系统中需要较大的光学元件。这又意味着安装光学元件的框架必须增大尺寸。这种框架的尺寸的增大意味着形成所需的具有足以用于精确度性能的刚性和热稳定性的结构更加困难。因此，随着投影系统的数值孔径的增大，以足够的精确度定位投影系统的光学元件更加困难，在某些情况下是不可能的。

发明内容

[0006] 本发明揭示一种性能改善的投影系统，其例如用于光刻设备。具体地，提供一种投影系统，其中可以以较高的精确度定位光学元件。

[0007] 根据本发明的一方面，提供一种用于光刻设备的投影系统，包括：第一框架；第二框架；安装至第一框架的光学元件；第一测量系统，配置成确定光学元件相对于第二框架的位置；和第二测量系统，配置成测量依赖于第二框架的变形的至少一个参数。

[0008] 根据本发明的还一方面，提供一种光刻设备，包括：支撑结构，构造成支撑图案形成装置，所述图案形成装置能够将图案在辐射束的横截面上赋予辐射束以形成图案化辐射束；衬底台，构造成保持衬底；和如上所述的投影系统，配置成将图案化辐射束投影到衬底的目标部分上。

[0009] 根据本发明的另一方面，提供一种在投影系统中定位光学元件的方法，所述方法包括：确定安装至第一框架的光学元件相对于第二框架的位置；和测量依赖于第二框架的变形的至少一个参数。

[0010] 根据本发明的另一方面，提供一种将辐射束投影到衬底上的方法，包括：使用辐射源提供辐射束；使用采用如上所述的方法定位的至少一个光学元件引导辐射束。

附图说明

[0011] 下面仅通过示例的方式，参考附图对本发明的实施例进行描述，其中示意性附图中相应的标记表示相应的部件，在附图中：

[0012] 图 1 示出根据本发明一个实施例的光刻设备；

[0013] 图 2 示出根据本发明一个实施例的投影系统的布置；

[0014] 图 3 示出根据本发明一个实施例的投影系统的一部分中的单个光学元件；

[0015] 图 4 示出根据本发明一个实施例的用于投影系统的布置中的测量框架和驱动框架的一部分。

[0016] 图 5 示出根据本发明一个实施例的用于控制光学元件的位置的控制回路；和

[0017] 图 6 示出已知的投影系统的典型布置。

具体实施方式

[0018] 图 1 示意地示出了根据本发明的一个实施例的光刻设备。所述光刻设备包括：

[0019] 照射系统（照射器）IL，其配置用于调节辐射束 B（例如，紫外（UV）辐射或极紫外（EUV）辐射）。

[0020] 支撑结构（例如掩模台）MT，其构造用于支撑图案形成装置（例如掩模）MA，并与配置用于根据确定的参数精确地定位图案形成装置的第一定位装置 PM 相连；

[0021] 衬底台（例如晶片台）WT，其构造用于保持衬底（例如涂覆有抗蚀剂的晶片）W，并与配置用于根据确定的参数精确地定位衬底的第二定位装置 PW 相连；和

[0022] 投影系统（例如折射式投影透镜系统）PS，其配置成用于将由图案形成装置 MA 赋予辐射束 B 的图案投影到衬底 W 的目标部分 C（例如包括一根或多根管芯）上。

[0023] 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、静电型或其它类型的光学部件、或其任意组合，以引导、成形、或控制辐射。

[0024] 所述支撑结构支撑，即承载图案形成装置的重量。支撑结构以依赖于图案形成装置的方向、光刻设备的设计以及诸如图案形成装置是否保持在真空环境中等其他条件的方式保持图案形成装置。所述支撑结构可以采用机械的、真空的、静电的或其它夹持技术保持

图案形成装置。所述支撑结构可以是框架或台，例如，其可以根据需要成为固定的或可移动的。所述支撑结构可以确保图案形成装置位于所需的位置上（例如相对于投影系统）。在这里任何使用的术语“掩模版”或“掩模”都可以认为与更上位的术语“图案形成装置”同义。

[0025] 这里所使用的术语“图案形成装置”应该被广义地理解为表示能够用于将图案在辐射束的横截面上赋予辐射束、以便在衬底的目标部分上形成图案的任何装置。应当注意，被赋予辐射束的图案可能不与在衬底的目标部分上的所需图案完全相符（例如如果该图案包括相移特征或所谓辅助特征）。通常，被赋予辐射束的图案将与在目标部分上形成的器件中的特定的功能层相对应，例如集成电路。

[0026] 图案形成装置可以是透射式的或反射式的。图案形成装置的示例包括掩模、可编程反射镜阵列以及可编程液晶显示 (LCD) 面板。掩模在光刻术中是公知的，并且包括诸如二元掩模类型、交替型相移掩模类型、衰减型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布置，每一个小反射镜可以独立地倾斜，以便沿不同方向反射入射的辐射束。所述已倾斜的反射镜将图案赋予由所述反射镜矩阵反射的辐射束中。

[0027] 这里使用的术语“投影系统”应该广义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，如对于所使用的曝光辐射所适合的、或对于诸如使用浸没液或使用真空之类的其他因素所适合的。这里使用的术语“投影透镜”可以认为是与更上位的术语“投影系统”同义。

[0028] 如这里所示的，所述设备是反射型的（例如，采用反射式掩模）。替代地，所述设备可以是透射型的（例如，采用透射式掩模）。

[0029] 所述光刻设备可以是具有两个（双台）或更多衬底台（和 / 或两个或更多的掩模台）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个台上执行预备步骤的同时，将一个或更多个其它台用于曝光。

[0030] 所述光刻设备还可以是这种类型，其中衬底的至少一部分可以由具有相对高的折射率的液体覆盖（例如水），以便填满投影系统和衬底之间的空间。浸没液体还可以施加到光刻设备中的其他空间，例如掩模和投影系统之间的空间。浸没技术在本领域是熟知的，用于提高投影系统的数值孔径。这里使用的术语“浸没”并不意味着必须将结构（例如衬底）浸入到液体中，而仅意味着在曝光过程中液体位于投影系统和该衬底之间。

[0031] 参照图 1，所述照射器 IL 接收从辐射源 S0 发出的辐射束。该源 S0 和所述光刻设备可以是分立的实体（例如当该源为准分子激光器时）。在这种情况下，不会将该源考虑成形成光刻设备的一部分，并且通过包括例如合适的定向反射镜和 / 或扩束器的束传递系统 BD 的帮助，将所述辐射束从所述源 S0 传到所述照射器 IL。在其它情况下，所述源可以是所述光刻设备的组成部分（例如当所述源是汞灯时）。可以将所述源 S0 和所述照射器 IL、以及如果需要时设置的所述束传递系统 BD 一起称作辐射系统。

[0032] 所述照射器 IL 可以包括用于调整所述辐射束的角强度分布的调整器 AD。通常，可以对所述照射器 IL 的光瞳平面中的强度分布的至少所述外部和 / 或内部径向范围（一般分别称为 σ - 外部和 σ - 内部）进行调整。此外，所述照射器 IL 可以包括各种其它部件，例如积分器 IN 和聚光器 CO。可以将所述照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。

[0033] 所述辐射束 B 入射到保持在支撑结构（例如，掩模台 MT）上的所述图案形成装置（例如，掩模 MA）上，并且通过所述图案形成装置来形成图案。已经穿过掩模 MA 之后，所述辐射束 B 通过投影系统 PS，所述投影系统将辐射束聚焦到所述衬底 W 的目标部分 C 上。通过第二定位装置 PW 和位置传感器 IF2（例如，干涉仪器件、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，例如以便将不同的目标部分 C 定位于所述辐射束 B 的路径中。类似地，例如在从掩模库的机械获取之后，或在扫描期间，可以将第一定位装置 PM 和另一个位置传感器 IF1 用于相对于所述辐射束 B 的路径精确地定位掩模 MA。通常，可以通过形成所述第一定位装置 PM 的一部分的长行程模块（粗定位）和短行程模块（精定位）的帮助来实现掩模台 MT 的移动。类似地，可以采用形成所述第二定位装置 PW 的一部分的长行程模块和短行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），掩模台 MT 可以仅与短行程致动器相连，或可以是固定的。可以使用掩模对准标记 M1、M2 和衬底对准标记 P1、P2 来对准掩模 MA 和衬底 W。尽管所示的衬底对准标记占据了专用目标部分，但是它们可以位于目标部分之间的空间（这些公知为划线对齐标记）中。类似地，在将多于一个的管芯设置在掩模 MA 上的情况下，所述掩模对准标记可以位于所述管芯之间。

[0034] 可以将所示的设备用于以下模式中的至少一种中：

[0035] 1. 在步进模式中，在将掩模台 MT 和衬底台 WT 保持为基本静止的同时，将赋予所述辐射束的整个图案一次投影到目标部分 C 上（即，单一的静态曝光）。然后将所述衬底台 WT 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一的静态曝光中成像的所述目标部分 C 的尺寸。

[0036] 2. 在扫描模式中，在对掩模台 MT 和衬底台 WT 同步地进行扫描的同时，将赋予所述辐射束的图案投影到目标部分 C 上（即，单一的动态曝光）。衬底台 WT 相对于掩模台 MT 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一动态曝光中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部分的高度（沿所述扫描方向）。

[0037] 3. 在另一个模式中，将用于保持可编程图案形成装置的掩模台 MT 保持为基本静止，并且在对所述衬底台 WT 进行移动或扫描的同时，将赋予所述辐射束的图案投影到目标部分 C 上。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，根据需要更新所述可编程图案形成装置。这种操作模式可易于应用于利用可编程图案形成装置（例如，如上所述类型的可编程反射镜阵列）的无掩模光刻术中。

[0038] 也可以采用上述使用模式的组合和 / 或变体，或完全不同的使用模式。

[0039] 图 6 中示出已知的投影系统 PS 的典型布置。如图所示，辐射束 870 通过支撑框架 800 内的透射部分 850 进入投影系统。辐射束可以在其横截面上例如通过图案形成装置被赋予图案。随后，在通过支撑框架 800 中的透射部分 860 离开投影系统之前，辐射束 870 通常通过光学元件 810、820、830 以及 840 而被引导和 / 调节。正如上面所述，为了确保图案化束的位置（例如相对于被曝光的衬底 W）被精确地控制，有必要精确地控制投影系统内的光学元件 810、820、830 以及 840 的位置。

[0040] 在如图 6 所示的典型系统中, 相对于投影系统的支撑框架 800 控制光学元件 810、820、830 以及 840 的位置。因此, 例如考虑第二光学元件 820, 通常使用测量光学元件 820 相对于支撑框架 800 的位置的测量系统控制位置。在图 6 中, 用 X_f 标记的箭头示出这种测量。为了使用图 6 中已知的系统控制光学元件 810、820、830 以及 840 的绝对位置 (例如相对于具有恒定位置的参考点), 支撑框架 800 本身必须相对于参考点具有恒定位置。同样, 支撑框架 800 本身的任何运动和 / 或变形将导致光学元件 810、820、830 以及 840 的相应的移动 (绝对项), 因为相对于支撑框架 800 测量光学元件 810、820、830 以及 840。因此, 为了精确地控制离开如图 6 中示出的投影系统的辐射束的位置, 投影系统的支撑框架 800 必须在操作期间在尺寸和几何结构方面是稳定的。

[0041] 通常, 在如图 6 中所示的已知的投影系统 PS 内的支持框架 800 将需要是热稳定和机械稳定的。换句话说, 支撑框架 800 将需要抵抗由于热负载带来的形状变化 (例如, 通过具有低热膨胀系数的材料构造) 并且还需要抵抗由于机械负载 (例如振动) 带来的形状变化 (例如具有高于框架 800 在操作期间经历的最低的典型激励频率的最低本征频率)。除了用作用于测量光学元件 810、820、830 以及 840 的位置的参照框架, 传统的框架 800 还支撑用于改变光学元件 810、820、830 以及 840 的位置的致动器 880。因此, 框架 800 经历来自致动器 880 的反作用力。这意味着框架 800 必须是机械刚性的 (例如在振动负载方面) 和能够支撑和反作用于致动器 880。

[0042] 如这里所述, 当使用投影系统 PS 的光刻设备的数值孔径增大时, 投影系统 PS 内需要的光学元件的尺寸增大。这导致安装光学元件的投影系统的框架的尺寸相应地增大。因此, 因为具有高的数值孔径在光刻设备中是有利的 (例如因为其允许在衬底 W 上曝光较小的特征尺寸), 投影系统的框架的尺寸正变得较大。然而, 当投影系统的框架的尺寸变大, 框架的如上所述的对热稳定性和机械稳定性的要求更难实现。尤其地, 使用目前的材料和 / 或构造技术, 包括框架 800 (例如图 6 中示出的框架) 的投影系统 PS 的热稳定性和机械稳定性可能不足以提供投影系统的光学元件 810、820、830 以及 840 的足够精确的定位 (绝对项)。

[0043] 根据本发明的一个实施例的投影系统在图 2 中示出。图 2 中示出的投影系统包括第一框架 200 (这里也可以称为驱动框架 200), 和第二框架 300 (这里也可以称为测量框架 300)。如图 2 所示, 辐射束 870 (可以是图案化的辐射束) 经由透射部分 380 进入投影系统 PS。在图 2 中, 透射部分 380 被示出在测量框架 300 中。在替换的实施例中, 透射部分 380 可以以替换的方式形成, 例如以驱动框架 200 的形式形成。在其他实施例中, 透射部分 380 可以根本不需要。例如, 在某些实施例中, 辐射束 870 可以通过结构中的间隙通过进入投影系统 PS。

[0044] 已经经由透射部分 380 进入投影系统 PS 之后, 在投影系统 PS 内使用光学元件 110、120、130 以及 140 引导和 / 或调节辐射束 870。光学元件 110、120、130 以及 140 可以是任何合适的光学元件, 例如透射或反射光学元件。在图 2 中示出的实施例中, 光学元件 110、120、130 以及 140 是反射型光学元件, 例如反射镜。在图 2 中示出的实施例中, 示出四个光学元件 110、120、130 以及 140。然而, 在替换的实施例中, 在投影系统 PS 中可以使用任何合适数量的光学元件。例如, 可以使用一个、两个、三个、四个、五个、六个、七个、八个、九个或十个光学元件。在其他实施例中, 可以使用多于 10 个光学元件。

[0045] 一旦辐射束 870 已经通过投影系统 PS 内的光学元件 110、120、130 以及 140 被引导和 / 或调节, 辐射束 870 经由透射部分 390 离开投影系统 PS。在示出的实施例中, 透射部分 390 再次被示出在测量框架 300 中。在替换的实施例中, 透射部分 390 可以形成在投影系统 PS 的任何其他合适的部分内, 例如驱动框架 200 内。在某些实施例中, 辐射束可以通过间隙而不是透射部分 390 离开投影系统 PS。

[0046] 如图 2 所示, 光学元件 110、120、130 以及 140 安装到驱动框架 200。如下文中更详细地描述的, 光学元件 110、120、130 以及 140 可以使用一个或多个致动器 410、420、430、440 安装到驱动框架 200。例如在控制器 700 的指令下 (下文中描述), 致动器 410、420、430、440 可以用于调整光学元件 110、120、130 以及 140 的位置。

[0047] 根据本发明的一个实施例, 使用第一测量系统 910 (如图 3 和 5) 测量光学元件 110、120、130 以及 140 的一个或多个相对于测量框架 300 的位置。在此第一测量系统 910 还可以称为框架测量系统 910。

[0048] 随后使用第二测量系统 920 测量依赖于或涉及测量框架 300 的变形的参数 (例如, 由于热或机械 (例如振动) 负载)。第二测量系统 920 在文中还可以称为反射镜测量系统 920。通过测量光学元件 110、120、130 以及 140 相对于测量框架 300 的位置, 然后测量有关测量框架 300 的变形的参数, 可以以较高的精确度确定、计算和 / 或控制投影系统 PS 的光学元件 110、120、130 以及 140 的一个或多个相对于 (优选是恒定的) 参照位置的位置。

[0049] 第一和第二测量系统的操作在下文中更详细地描述。

[0050] 正如这里所提到的, 术语“位置”(例如, 有关光学元件与参考点或测量框架 300 和 / 或驱动框架 200 中一个或两者有关的位置) 可以表示在三维空间内任一个或多个轴线上的位置或关于该轴线的取向。换句话说, 这里所用的术语“位置”可以意味着在 6-轴线系统内任何一个轴线或多个轴线上的位置或值, 即在三个正交轴线中的任一个或多个上的位置和 / 或围绕这三个正交轴线的任一个或多个的旋转。

[0051] 通过提供具有第一和第二框架 200、300 的投影系统 PS, 在变化的热负载和 / 或机械负载的条件下光学元件 110、120、130 以及 140 的位置的控制和 / 或测量可以更稳定。提供具有第一和第二框架 200、300 的投影系统 PS 还意味着可以以较高的精确度相对于衬底 W 和 / 或图案形成装置 MA 控制辐射束 870 的位置。

[0052] 通过将框架中的一个设计得比其他框架在热负载改变 (例如温度改变) 的条件下更稳定, 可以改善光学元件 110、120、130 以及 140 的位置的控制和 / 或测量。在热负载改变的条件下更稳定的框架还可以在机械负载的条件下更稳定 (例如对于由于振动负载带来的形状改变更具抵抗力)。因此, 框架中的一个比其他框架更加热稳定且机械稳定。热稳定和机械稳定较差的框架可以具有经由致动器 410、420、430、440 安装其上的光学元件 110、120、130 以及 140。以此方式, 热稳定和 / 或机械稳定较好的框架将不需要支撑致动器 410、420、430、440 或提供反作用力给它们。

[0053] 框架是否机械稳定的一种测量可以是其最低本征频率的值。应该理解, 正如这里所用的, 术语“本征频率”可以表示共振频率。因此, 在这种情况下被认为足够机械稳定的框架将通常具有最低的本征频率, 例如大于 100Hz, 更典型地最低的本征频率将例如大于 200Hz, 并且更典型地, 最低的本征频率将例如大于 300Hz。

[0054] 如果在特定负载条件下一个框架比另一框架更稳定, 可以意味着更稳定的框架在

该负载（是热负载、机械负载或任何其他负载）条件下更能抵抗形状、尺寸和 / 或几何结构的改变。通常，测量框架 300 将比驱动框架 200 更加机械稳定。此外，通常测量框架 300 也比驱动框架 200 更加热稳定。因此，测量框架 300 将通常比驱动框架 200 更加热稳定和机械稳定。驱动框架 200 将用于经由致动器 410、420、430、440 安装和支撑光学元件 110、120、130 以及 140。

[0055] 在替换的实施例中，驱动框架 200 可以构造成比测量框架 300 更加热稳定。附加地或替换地，驱动框架 200 可以构造成比测量框架 300 更加机械稳定。

[0056] 为了使得对于特定类型的负载、框架中的一个比其他框架更稳定，可以使用不同的材料构造这些框架。例如，为了使得一个框架比其他框架更加热稳定，可以选择具有较小热膨胀系数的材料。类似地，通过选择具有较高刚性的合适的材料，可以使得框架中的一个比其他框架更加机械稳定。例如，可以使用制造具有比使用其他框架的材料构造的框架高的最低本征频率的结构的材料构造框架中的一个。因此，测量框架 300 可以通过具有比构造驱动框架 200 的材料高的刚性和低的热膨胀系数的材料构造。

[0057] 框架 200、300 的构造和 / 或几何结构还可以根据需要调整为使得实现每个框架的所需的热稳定性和 / 或机械稳定性。

[0058] 正如上面所述，为了改善光学元件 110、120、130 以及 140 的位置的控制和 / 或测量，框架中的一个（通常是测量框架 300）被设计成比其他框架对热负载的改变更稳定。附加地或替换地，该框架（通常是测量框架）可以设计成与热负载隔离开。通常，对热负载的任何改变的更好的稳定性来自具有高的热时间常数的测量框架 300（在这是对于热较稳定的框架的情况下）。如果框架具有较高的热时间常数，则该框架的温度在周围环境温度波动时保持更加稳定。具体地，热时间常数表征框架对环境中的温度改变的响应时间（第一级）。热时间常数可以表示在环境温度改变之后（测量）框架到达其初始温度和其最终温度之间的差值的给定百分比（例如 63%）所花费的时间。热时间常数可以限定为 $mc_p / (hA)$ (m 、 c_p 、 h 和 A 限定在下面的关系式 1 和 2 中）。

[0059] 为了获得高的热时间常数，传递热至测量框架 300 和 / 或从测量框架 300 传递热的热传递系数 (h) 可以形成得低（即，对于框架和周围环境之间的给定温度差异，传递热至框架和 / 或从框架传递热的热传递速率可以形成得低）。这可以从下面的关系式 1 中看到：

[0060] $\Delta Q / \Delta t = hA \Delta T_{env}$ （关系式 1）

[0061] 其中：

[0062] $\Delta Q / \Delta t$ = 传递至框架和 / 或从框架传递的热, W

[0063] h = 至框架的热传递系数, W/(m²K)

[0064] A = 框架的热传递表面面积, m²

[0065] ΔT_{env} = 框架表面和周围环境之间的温度差异, K

[0066] 替换地或附加地，可以通过为所讨论的框架选择高的特定热容量 (c_p) 来实现高的热时间常数。替换地或附加地，质量 (m) 增大可以导致较高的热时间常数。因此，如下面的关系式 2 所示， mc_p 的值增大意味着对于传递至框架的给定的热量，框架的温度升高是低的：

[0067] $Q = mc_p \Delta T_{frame}$ （关系式 2）

[0068] 其中：

[0069] $Q =$ 传递至框架的热, J

[0070] $m =$ 框架的质量, Kg

[0071] $c_p =$ 框架的具体热容量, J/(KgK)

[0072] $\Delta T_{fram} =$ 框架的温度改变

[0073] 具有高的热时间常数可以帮助确保曝光期间的精确度。例如,如果框架的温度保持更稳定,则框架由于温度改变带来的变形小,因此光学元件 110、120、130 以及 140 的位置的测量可以是高精确的。

[0074] 然而,当包括驱动框架 200 和测量框架 300 的投影系统(例如用于清洁和 / 或维修)离线时,驱动框架 200 和 / 或测量框架 300 的温度会偏移离开其在衬底曝光期间应该保持的最佳值。当设备返回至在线状态时(例如,清洁和 / 或维修已经完成之后)可以再次开始衬底的曝光之前,框架 200、300 的温度需要返回到想要的值。

[0075] 如果框架中的一个设计成具有高的热时间常数以便热稳定,则如果该框架仅返回到受控制的操作环境中其花费相当长的时间段返回至所需温度。例如,如果采取离线措施之后,测量框架 300 偏离所需温度的温度偏离(假定是具有较高热时间常数的框架)接近 300mK,则返回所需温度花费的时间可能是至少 10 小时。这导致光刻设备的停工时间延长,相应地减少曝光衬底的产量。

[0076] 为了减少测量框架 300 返回至所需操作温度所花费的时间,可以设置温度控制系统。温度控制系统可以配置成在测量框架例如由于停工时间段导致偏移离开操作温度之后,驱动测量框架 300 的温度朝向其操作温度返回。同样,温度控制系统可以配置成在使用时,也就是温度控制系统被用于使得框架返回至操作温度的时候,降低所讨论的框架的热时间常数。从上面对关系式 1 和 2 的解释可以理解为,这可以通过(i)提高至框架的热传递的热传递系数(h) ;和 / 或(ii)减小具体热容量(c_p) 和 / 或框架的质量(m)使得(mc_p)的值减小来实现。

[0077] 替换地或附加地,测量框架 300 返回其所需操作温度花费的时间可以通过适当地控制框架 300 周围的环境温度来减小。例如,如果测量框架 300 已经漂移至太低的温度,则可以提供加热器来升高周围环境的温度。如果测量框架已经漂移至太高温度,则可以提供冷却器或制冷单元来降低周围环境的温度。在这样的实施例中可以使用控制器,根据需要控制周围环境的温度。

[0078] 在一个实施例中,如图 2 所示,温度控制系统包括用于供给流体至测量框架 300 的流体供给单元 780、790。通过框架 300 热被传递至流体供给系统 780、790 中的流体和 / 或从流体供给系统 780、790 中的流体传递热,由此改变框架 300 的温度。通过供给流体至测量框架 300,至测量框架 300 的热传递 / 从测量框架 300 的热传递显著地增加。供给至测量框架 300 的流体可以例如通过内部和 / 或外部管道。

[0079] 根据该实施例,控制系统 780 可以设置为温度控制系统 780、790 的一部分。控制系统 780 可以设置成以便仅允许温度控制系统在测量框架 300 是其一部分的光刻设备没有用于曝光衬底的时候被启动(例如激活或操作)。这可以意味着当光刻设备被用于曝光衬底时流体的流量设定为零。当设备用于曝光衬底时不操作温度控制系统 780,790 意味着,在曝光期间,测量框架 300 的热时间常数保持(相对)大,并因此框架保持热稳定。附加地,因为在曝光期间没有流体在测量框架 300 内流动或围绕测量框架 300 流动,因而没有相关

的动力影响框架 300，例如不想要的振动。

[0080] 使用这种温度控制系统 780、790 可以减少用于将框架 300 返回至所需的操作温度所花费的时间达到 2、5、7 或 10 倍，或更多。例如，用以返回至所需操作温度的时间可以从 7 小时减小到 1 小时。

[0081] 在该实施例中，流体控制系统 780 可以用于在操作期间控制温度控制系统 780、790 的操作，以提高至测量框架 300 的热传递速率 / 离开测量框架 300 的热传递速率。例如，流体控制系统 780 可以用于控制流体流动参数，例如流体（可以是水）的温度和 / 或流量，以及可选地，温度控制系统 780、790 起作用的时间段或时间长度。流体控制系统 780 可以包括温度测量传感器。温度测量传感器可以设置在其温度被控制的框架上和 / 或设置在流体流内且例如在流体流动离开框架的位置处。然后，测量的温度值与想要的温度值对比。基于测量的和想要的温度值之间的差异，控制器（其可以是流体控制系统 780 的一部分）可以用于确定所需的流体的加热和 / 或冷却。所需的加热或冷却的计算和 / 或确定可以包括比例算法和 / 或比例 / 积分算法。

[0082] 流体控制系统 780 还可以包括与温度控制系统 780、790 的流体接触的加热器或加热元件。加热元件可以提供热输入至流体。通过加热元件至流体的热输入的量可以基于控制器的输出进行控制，以便驱使框架的温度到想要的温度值。替换地或附加地，流体控制系统 780 可以包括与流体接触的冷却元件，例如珀尔帖效应元件。通过冷却元件从流体去除的热量可以基于控制器的输出进行控制，以便驱动框架的温度至想要的值。

[0083] 温度控制系统 780、790 可以配置成驱动测量框架 300 的温度至目标温度。在衬底曝光期间目标温度可以是测量框架 300 的想要的温度。这种想要的温度例如是与光学元件 110、120、130、140 的位置有关的测量值可以被最精确地测量时所处的已知温度。目标温度还可以是测量框架 300 在其离线之前的温度。

[0084] 在替换的实施例中，通过提高围绕测量框架 300 的气体（例如氮气或氢气或空气）的压力而不是通过提供单独的流体供给系统，可以操作温度控制系统。提高围绕测量框架 300 的气体的压力可以加强至测量框架 300 的热传递和 / 或从测量框架 300 的热传递。例如，热传递可以被提高达到 2、5、7 或 10 倍或更高。这可以通过增大至框架的热传递和 / 或从框架的热传递的热传递系数来提供。通常，如果测量框架 300 周围的气体压力从 3.5Pa 增大至 150Pa，热传递将增大大约 5 倍。

[0085] 在上述说明书中和图 2 中，温度控制系统 780、790 被示出为设置到测量框架 300。然而，在替换的实施例中，温度控制系统 780、790 可以附加地或替换地设置到驱动框架 200。因此，将驱动框架 200 和 / 或测量框架 300 的温度返回至操作水平所花费的时间可以缩短。

[0086] 相同的温度控制系统 780、790 可以用于控制驱动框架 200 或测量框架 300 的温度（例如为了将两个框架的温度返回至操作水平）。使用相同的温度控制系统 780、790 可以允许驱动框架 200 和测量框架 300 之间的温度差异尽可能地小。一旦两个框架 200、300 的温度返回到所需操作水平，则即使在衬底曝光期间，也可以使用温度控制系统 780、790 继续控制驱动框架 200 的温度。

[0087] 应该理解，合适的温度控制系统 780、790（例如，上述中的一个）可以应用到这里所述的和 / 或这里各个方面中的任意的投影系统和 / 或光刻设备。例如，温度控制系统 780、

790 可以应用到使用极紫外辐射（“EUV”光刻设备）的光刻设备。替换地，本发明的某些实施例可以根本不包括这种温度控制系统 780、790。

[0088] 这里将参考图 2 和 3 详细地描述第一和第二测量系统。

[0089] 将具体参照图 2 中的实施例中示出并在图 3 中更详细地示出的第一光学元件 110 解释第一测量系统。如图 2 和 3 所示，可以使用第一测量系统 910 相对于位于测量框架 300 上的点 310 测量光学元件 110 的位置。正如上面介绍的，光学元件 110 的位置的测量值可以意味着空间位置（在三个正交的轴线上）和 / 或旋转位置（三个正交的旋转轴线的任何一个或多个上）的测量值。因此，第一测量系统可以相对于测量框架 300 上的位置 310 读取光学元件 110 上的一个或多个位置 111。

[0090] 如图 3 所示，光学元件 110 相对于测量框架 300 的位置给出为 X_{1A} 。第一测量系统可以包括非接触位置测量系统。例如，这种非接触位置测量系统可以包括编码器和 / 或干涉仪。

[0091] 此外，如图 2 和 3 所示，测量值 X_2 由第二测量系统 920 给出。如上所述，第二测量系统可以配置成测量依赖于测量框架 300 的变形的至少一个参数。测量框架 300 的变形可以是由于例如热负载和 / 或机械负载。因此，第二测量系统可以配置成测量与机械漂移和 / 测量框架的变形有关的参数。这种机械偏移或变形可以是例如由于测量框架 300 的温度改变带来的热膨胀。附加地和 / 或替换地，测量框架 300 的机械漂移和 / 或变形可以是由测量框架 300 的振动。

[0092] 在图 2 和 3 中示出的实施例中，通过第二测量系统 920 测得的测量值是位于测量框架 300 上的第二点 320 相对于位于测量框架 300 上的第三点 330 的位置。虽然没有示出，第二测量系统 920 还可以测量位于测量框架 300 上的第二点 320 相对于与测量框架 300 上的第三点 330 不同的不同点的位置。附加地，第二点 320 和第三点 330 以外的测量框架 300 上的其他两个点的位置可以通过第二测量系统 920 测量。

[0093] 在一些实施例中，依赖于测量框架 300 的变形的至少一个参数的测量值可以由控制器 700（下文中更详细地描述）使用、以确定和 / 或计算测量框架 300 的实际变形。这种计算的变形可以位于特定的感兴趣的点，或是整体上对于框架。例如，至少一个参数的测量值（例如 X_2 ）可以用于确定测量框架 300 的振动模型形状。

[0094] 在图 2 和 3 中示出的实施例中，由第二测量系统 920 测得的测量值是测量框架 300 上的一个点 320 相对于测量框架 300 上的另一点 330 的相对位置。然而，在替换的实施例中，有关测量框架 300 的变形的不同测量值可以通过第二测量系统 920 测得。图 4 中可以看到这种替换的示例。第二测量系统可以使用非接触位置测量系统，以测量一个点相对于另一个点的位置。例如，非接触测量系统可以包括编码器和 / 或干涉仪。

[0095] 在图 4 中，通过第二测量系统 920 测得一个可选的测量值，如图所示为 $X_{2'}$ 。这个 $X_{2'}$ 测量值在光学元件 110 和测量框架 300 上的第四位置 340 之间。因为从第一测量系统 910 已知光学元件 110 相对于测量框架 300 上的第一位置 310 的位置，来自第二测量系统 920 的测量值 $X_{2'}$ 与测量框架 300 的变形相关。而且，来自第二测量系统 920 的测量值 $X_{2'}$ 可以与来自第一测量系统的测量值 X_{1A} 结合使用，以便确定测量框架 300 的变形实际上是什么。这可以例如针对测量框架 300 作为整体进行确定，或针对测量框架 300 的具体点（例如用于第一测量系统 910 中的第一点 310）进行确定。可以例如使用控制器 700 执行测量框架

300 的变形的计算 / 预测, 下文中更详细地描述。

[0096] 可以通过第二测量系统 920 测得的测量值的另一示例在图 4 中表示为 \underline{X}_2'' 。通过第二测量系统 920 测得的可选的 (或附加的) 测量值与测量框架 300 的一个或多个部分的应变的测量值有关, 或与其上的一对或多对点之间的应变的测量值有关。同样, 例如使用一个或多个应变计或使用一个或多个压电接线可以得到测量值 \underline{X}_2'' 。

[0097] 上面描述的 (或真正的任何其他合适的测量值) 可以通过第二测量系统 920 测得的一个或多个可能的测量值的组合可以并入到第二测量系统 920 中。此外, 第二测量系统 920 可以包括多于上述的可能的测量值 \underline{X}_2 、 \underline{X}_2' 、 \underline{X}_2'' 中的每一个中的一个。

[0098] 通过第一测量系统 910 和第二测量系统 920 测得的测量值可以用于确定、计算和 / 或控制投影系统 PS 中的光学元件 110、120、130、140 的一个或多个的位置。这种确定、计算和 / 或控制可以是光学元件 110、120、130、140 相对于参考点的位置。通常, 参考点可以是相对于辐射束 870 的目标位置不移动的恒定点。如下文所述, 这种参考点可以是测量框架上的用于将测量框架安装到例如光刻设备内的另一框架上的点 350。

[0099] 如图 5 所示, 控制器 700 可以用于本发明的一个实施例中以执行不同的计算和 / 或确定, 和 / 或以基于第一和第二测量系统、或使用第一和第二测量系统的测量值提供控制信号。

[0100] 如图 5 的实施例所示, 控制器 700 可以被分成至少两个部分, 包括第一控制部分 700A, 其采用来自第一测量系统 910 和第二测量系统 920 的输入; 和第二控制部分 700B, 其提供控制信号以控制光学元件 110、120、130、140 的一个或多个的位置。在物理术语中, 控制器 700A 和 700B 的两个部分可以包含在信号控制单元 700 内。可选地, 可以计算光学元件的实际位置和期望的位置之间的差值的加法处理器 700C 还可以设置在单个控制单元 700 中。替换地, 两个控制单元 700A、700B 和加法单元 700C 可以物理地彼此分开。

[0101] 控制器 700A 可以用于基于来自第二测量系统 920 的输入确定和 / 或计算测量框架 300 的变形。控制器 700A 还可以使使用来自第一测量系统 910 的输入, 以便确定和 / 或计算测量框架 300 的变形, 如上所述。此外, 如上所述, 可以使用位于测量框架 300 上任何想要的位置处的控制器 700A 计算测量框架 300 的变形。还可以例如通过计算振动模型的模型形状, 整体上对于所述框架, 计算测量框架 300 的变形。

[0102] 如图 5 所示, 第二测量系统 920 (输入测量值 \underline{X}_2 到控制器 700A) 可以与用于控制所讨论的光学元件 110 的位置的控制回路分开。同样, 由第二测量系统 920 测得的测量值在被输入到控制器 700A 之前可以被过滤和 / 或平均。替换地, 来自第二测量系统 920 的输入可以通过控制器 700A 本身过滤和 / 或平均。在例如测量框架 300 的变形的频率显著低于由第二测量系统 920 所用的取样速率时, 这是有利的。例如在第二测量系统 920 被用于测量测量框架 300 的主要热变形的时候是这种情形。应用这种过滤和 / 或平均有助于提高来自通过控制器 700A 进行使用的第二测量系统 920 的测量值的精确度。

[0103] 在图 5 的实施例中, 一旦控制器 700A 的第一部分已经使用第二测量系统 920 计算所讨论的光学元件 110 的位置、以便补偿从第一测量系统 910 读取的测量框架 300 的运动, 则使用加法单元 700C 对比计算的位置和光学元件 110 的参考位置。可以通过单个控制器 700 执行这种对比。

[0104] 一旦所讨论的光学元件 110 的位置已经与想要的参考位置 \underline{X}_{ref} 进行对比, 可以通

过控制器（控制器 700B）的第二部分得出控制信号。控制信号可以用于调整所讨论的光学元件 110 的位置。这样，可以相对于参考点控制所讨论的光学元件 110 的位置。因此，可以例如相对于辐射束 870 投影到其上的衬底 W 控制所讨论的光学元件 110 的整体位置。

[0105] 图 5 中虚线示出附加的控制元件 700D 和 700E。这些控制元件在下文中更详细地描述。然而，在一些实施方式中，可以不存在图 5 中虚线示出的控制元件 700D 和 700E。在这些没有包括元件 700D 和 700E 的实施例中，通过控制器 700B 产生的控制信号可以直接地用于控制光学元件 110 的位置。同样，来自图 5 中的控制器 700B 的输出可以直接地提供至光学元件 110。

[0106] 由控制器 700 对光学元件 110、120、130、140 的位置的确定、计算和 / 或控制可以是基于第一测量系统 910 和第二测量系统 920 的测量值。同样，所讨论的光学元件 110 的实际位置不需要确定。相反，可以相对于其最近已知的位置确定和 / 或控制所讨论的光学元件 110 的位置。以此方式，控制器 700 可以用于连续地更新所讨论的光学元件 110 的位置，而不是在每次获取测量值时重新计算其位置（例如相对于参考点）。

[0107] 从控制器 700B 输出的控制信号可以被提供至与正讨论的光学元件 110 相关的一个或多个致动器 410，以便控制正讨论的光学元件 110 的位置。在图 2 和 3 中示出的示例中，光学元件 110 具有两个相关的致动器单元 410。这些致动器单元 410 定位在光学元件和驱动框架之间。致动器单元 410 可以配置成在光学元件 110 和驱动框架 200 之间提供作用力。以此方式，可以根据从控制器 700B 输出的控制信号调整光学元件 110 的位置。在其他实施例中，提供至每个光学元件 110 的致动器 410 的数量可以少于或多于两个。例如，提供至光学元件 110 的致动器 410 的数量可以是一个、三个、四个、五个或六个。在替换的实施例中，可能存在多于六个提供至光学元件 110 的致动器 410。任何合适的致动器可以用作致动器 410，以在驱动框架 200 和光学元件 110 之间提供作用力。例如，可以使用洛伦兹致动器或压电致动器。

[0108] 第二测量系统 920 测得测量值（例如光学元件 110 相对于测量框架 300 的位置）的频率可以根据预期的测量框架 300 的变形类型进行选择。例如，如果测量框架的主要变形是由于热变形，则第二测量系统 920 需要测得测量值的频率小于测量框架 300 的主要变形是谐振的结果时所需的频率。还可以考虑预期的驱动框架 200 的变形类型。

[0109] 类似地，需要第一测量系统 910 测出测量值的频率可以基于预期的驱动框架 200 的变形类型进行确定。还可以考虑预期的测量框架 300 的变形类型。第一测量系统和第二测量系统测出测量值的频率可以根据需要彼此相同，或彼此不同。

[0110] 在一些实施例中，可以采用前馈系统控制光学元件 110、120、130、140 的位置。这样的实施例的示例在图 5 中示出，其中还可以使用可选的控制元件 700D 和 700E。

[0111] 在使用前馈系统的实施例中，第二测量系统 920 可以配置成测量与测量框架 300 上的至少一个点的加速度相关的参数。这是除上述的第二测量系统 920 测出的位置测量值之外的。与加速有关的该测量值可以是例如来自加速计的直接加速测量值。替换地或附加地，可以测出在测量框架 300 上至少一个点的速度测量值或位置测量值，并使用速度（或位置）测量值例如使用控制器 700A 估计或计算相关的加速度。还可以使用干涉仪测出与测量框架的加速度有关的测量值。

[0112] 然后从加速度可以估计测量框架 300 的变形。例如，如果测量框架 300 上的特定

点的加速度是已知的,然后假设已知力可以施加至框架的位置(例如在安装点处),则可以计算或预测框架的变形。依次,这可以与控制光学元件 110、120、130、140 的位置时第一测量系统 910 的测量值结合使用。

[0113] 在图 5 示出的包括前馈(例如具有所包含的由虚线示出的元件)的实施例中,校正控制单元 700D 可以用来估计或计算用于控制或调整正讨论的光学元件 110 的位置的控制信号的校正值。在测量框架 300 上相关的位置处测量的、计算的或估计的加速度可以从控制器 700A 输入至校正控制单元 700D。然后校正控制单元 700D 可以根据加速度计算、或估计可以应用于光学元件 110 的位置的校正值。然后校正控制单元 700D 可以输出与该计算的或估计的校正值相关的校正控制信号。输出的校正控制信号可以被提供至第二加法单元 700E,在第二加法单元输出的校正控制信号可以被加到由如上所述的控制器 700B 产生的控制信号。然后来自第二加法单元的输出可以作为控制正讨论的光学元件 110 的位置的控制信号被提供。同样,前馈可以用于改善正讨论的光学元件 110 的位置的控制。因此,前馈和反馈可以结合以便给出讨论的光学元件 110 的位置的精确控制。

[0114] 如果将要测量和 / 或控制投影系统 PS 中的第二光学元件 110、120、130、140 的位置,则需要第三测量系统。第三测量系统例如对于将要测量和 / 或控制其位置的第二光学元件 140 执行与第一测量系统 910 对于将要测量和 / 或控制其位置的第一光学元件 110 执行的功能相同的功能。例如,在图 2 中示出的示例中,第三测量系统被用于测量第二光学元件 140 相对于测量框架 300 的位置。在这种情况下,第三测量系统读取第二光学元件 140 相对于测量框架 300 上的位置 360 的位置的读数 X_{1B} 。上述的第一光学元件 110 的位置的所有可能的测量值、计算值、确定值以及控制也可以针对光学元件 110、120、130、140 中的任一个实施。

[0115] 对于将要确定、测量和 / 或控制其位置的任一个光学元件 110、120、130、140,可以提供等同于如这里所述的第一测量系统 910 的额外的测量系统。然而,可以仅具有一个测量系统(例如如这里所述的第二测量系统 920),其测量至少一个依赖于测量框架 300 的变形的参数。然而,当被控制的光学元件 110、120、130、140 的数量增大时,通过第二测量系统 920 测量的参数的数量会如期望地增大。增加通过第二测量系统 920 测量的参数的数量可以改善测量框架 300 的估计变形的精确度。

[0116] 驱动框架 200 可以安装在另一框架 500 上,如图 2 所示。附加地,测量框架 300 还可以安装在另一框架 550 上。通常,驱动框架 200 和测量框架 300 可以弹性地安装至其相应的框架。任何合适的安装件可以用于将驱动框架 200 安装到其相应的框架 500,和将测量框架 300 安装到其相应的框架 550 上。例如,可以使用隔离振动的安装件。通常,可以使用主动阻尼片簧振动隔离装置。替换地,可以使用压致动器透镜安装件。在一个实施例中,主动阻尼片簧振动隔离装置可以用于将测量框架 300 安装至其相应的框架 550,并且压致动器透镜安装件可以用于将驱动框架 200 安装到其相应的框架 500。换句话说,振动隔离系统或支撑系统可以用于将测量框架 300 安装至其相应的框架 550 和 / 或将驱动框架 200 安装到其相应的框架 500。可以根据需要衰减(例如主动地衰减)或不衰减振动隔离系统或支撑系统。

[0117] 正如从图 2 看到的,测量框架 300 上用于将测量框架 300 安装至另一框架 550 的位置 350 可以用作参考点 350,相对于参考点 350 可以计算、确定和 / 或控制光学元件 110、

120、130、140 的位置。

[0118] 安装驱动框架 200 的框架 500 在某些实施例中与安装测量框架 300 的框架 550 是相同的。这种安装测量框架 300 和驱动框架 200 的框架 500、550 可以是随后用于将投影系统定位或安装到光刻设备中的框架。替换地，安装测量框架 300 和驱动框架 200 的框架 500、550 可以是光刻设备本身的一部分。例如，公共框架 500、550 可以是光刻设备的参照框架。这种参照框架可以与光刻设备中配置成测量图案形成装置和衬底 W 中的至少一个的相对于参照框架的位置的另一测量系统结合使用。

[0119] 替换地，驱动框架 200 可以安装至光刻设备中的一个框架，并且测量框架 300 可以安装至光刻设备中不同的框架。同样，驱动框架 200 可以安装至光刻设备的基部框架 500，并且测量框架 300 可以安装至光刻设备的参照框架（如上限定的）。在这种情形中，基部框架可以是安装构成支撑光刻设备的图案形成装置的支撑结构、衬底台和参照框架中的至少一个的框架。

[0120] 在一些实施例中，可以存在多于一个的驱动框架 200。例如，可以存在两个、三个、四个、五个或多于五个的框架。每个驱动框架上面可以安装一个或多个光学元件 110、120、130、140。每个驱动框架可以安装至另一框架。每个驱动框架可以安装至相同的框架，例如光刻设备的参照框架 550（如上面所述的）或基部框架 500。

[0121] 附加地或替换地，在某些实施例中，可以存在多于一个的测量框架 300。例如，可以存在两个、三个、四个、五个或多于五个的测量框架。每个测量框架可以用于测量一个或多个（例如两个、三个、四个、五个或多于五个）光学元件的位置。然后可以测量有关每个（或至少一个）测量框架的变形的参数。这个参数可以是例如与在相同测量框架上的至少两个点的相对位置相关的测量值，或任何其他与测量框架的变形有关的参数，如这里所述。替换地，该参数可以是测量框架的一个相对于其他测量框架的至少一个的位移。例如，可以相对于至少一个其他测量框架上的至少一个点测量在一个测量框架上的至少一个点的位置。每个测量框架可以安装至另一框架。例如，每个测量框架可以（例如弹性地）安装至光刻设备的参照框架 550（如上所限定）。安装每个测量框架的框架 550 可以是相同的框架。

[0122] 应该认识到，这里所述的投影系统 PS 可以并入到任何光刻设备中。同样，这里所述的投影系统 PS 或其任何部分的任何特征或通过其执行的方法可以等同地并入光刻设备中。虽然投影系统 PS 可以并入任何光刻设备，但是应该认识到，当并入到具有高的数值孔径的上述光刻设备中时是特别有利的。还应该认识到，这里所述的投影系统在并入到用于曝光衬底 W 的辐射是极紫外辐射的光刻设备（即 EUV 光刻设备）中是特别有利的。

[0123] 虽然在本文中详述了光刻设备用在制造 ICs（集成电路），但是应该理解到这里所述的光刻设备可以有其他的应用，例如制造集成光学系统、磁畴存储器的引导和检测图案、平板显示器、液晶显示器（LCDs）、薄膜磁头等。本领域技术人员应该认识到，在这种替代应用的情况下，可以将这里使用的任何术语“晶片”或“管芯”分别认为是与更上位的术语“衬底”或“目标部分”同义。这里所指的衬底可以在曝光之前或之后进行处理，例如在轨道（一种典型地将抗蚀剂层涂到衬底上，并且对已曝光的抗蚀剂进行显影的工具）、量测工具和/或检验工具中。在可应用的情况下，可以将所述公开内容应用于这种和其他衬底处理工具中。另外，所述衬底可以处理一次以上，例如为产生多层 IC，使得这里使用的所述术语“衬底”也可以表示已经包含多个已处理层的衬底。

[0124] 尽管上面的光刻内容中的特定的说明可以被用于本发明的光学光刻情况下的多个实施例中,但是它可以理解为本发明可以被用在其它的应用中,例如压印光刻,并且在上下文允许的情况下,并不限定为光学光刻。在压印光刻中,图案形成装置中拓扑限定生成在衬底上的图案。图案形成装置的拓扑可以被印制在提供于衬底上的抗蚀剂层中,在衬底上抗蚀剂通过应用电磁辐射、热、压力或它们的组合而被固化。图案形成装置被移出抗蚀剂,并且在抗蚀剂固化后在抗蚀剂中留下一个图案。

[0125] 这里使用的术语“辐射”和“光束”包括所有类型的电磁辐射,包括紫外(UV)辐射(例如具有约365、355、248、193、157或126nm的波长)和极紫外(EUV)辐射(例如具有5–20nm范围内的波长),以及粒子束,例如离子束或电子束。

[0126] 在上下文允许的情况下,术语“透镜”可以表示各种类型的光学部件中的任何一种或它们的组合,包括折射式、反射式、磁性、电磁和静电光学部件。

[0127] 虽然以上已经描述了本发明的特定的实施例,但是应该理解的是,本发明可以与上述不同的形式实现。例如,本发明可以采用包含用于描述上述公开的方法的一个或更多机器可读指令序列的计算机程序的形式,或者采取具有在其中存储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)的形式。

[0128] 以上的描述是说明性的,而不是限制性的。因此,本领域技术人员应当理解,在不背离所附的权利要求的保护范围的条件下,可以对本发明进行修改。

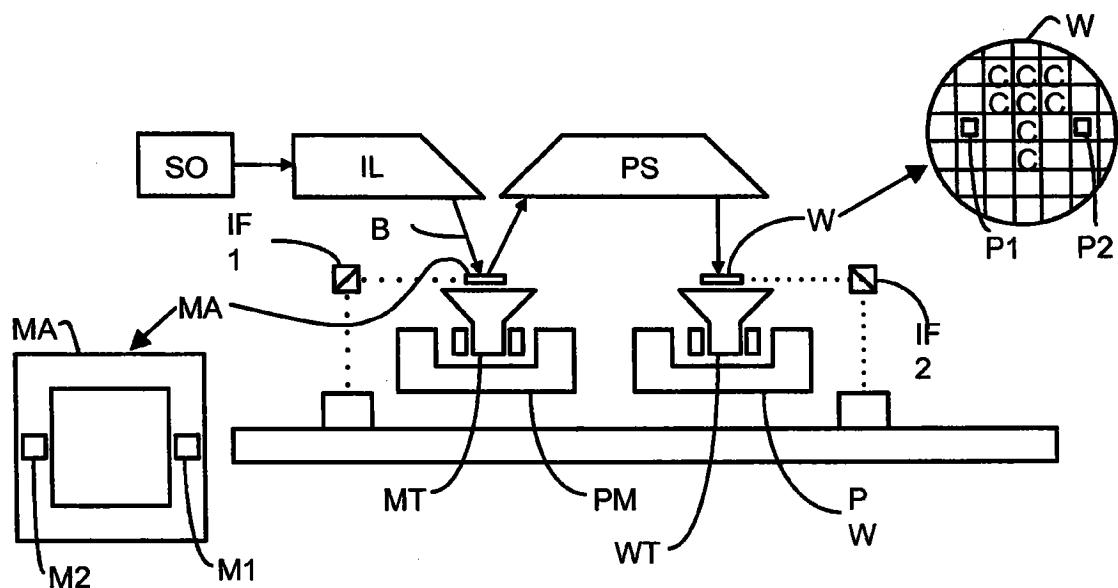


图 1

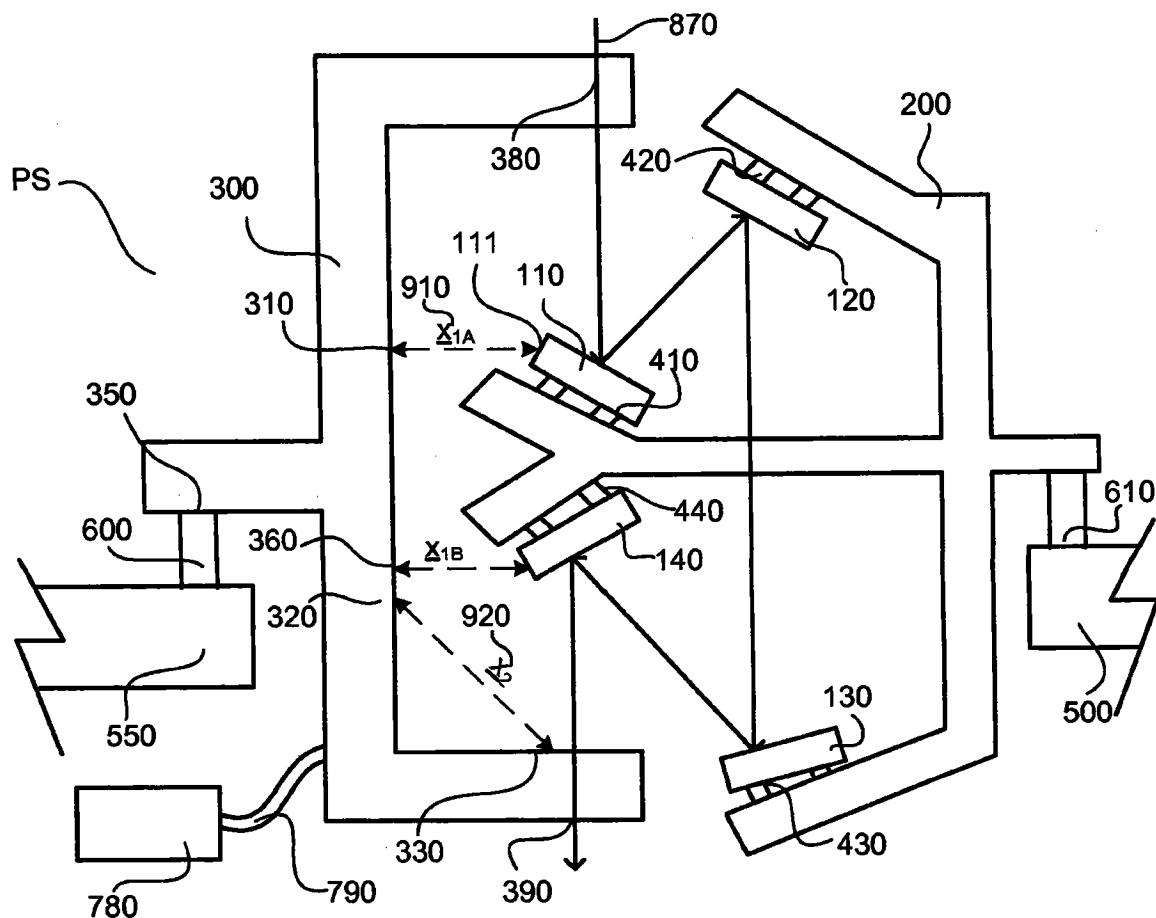


图 2

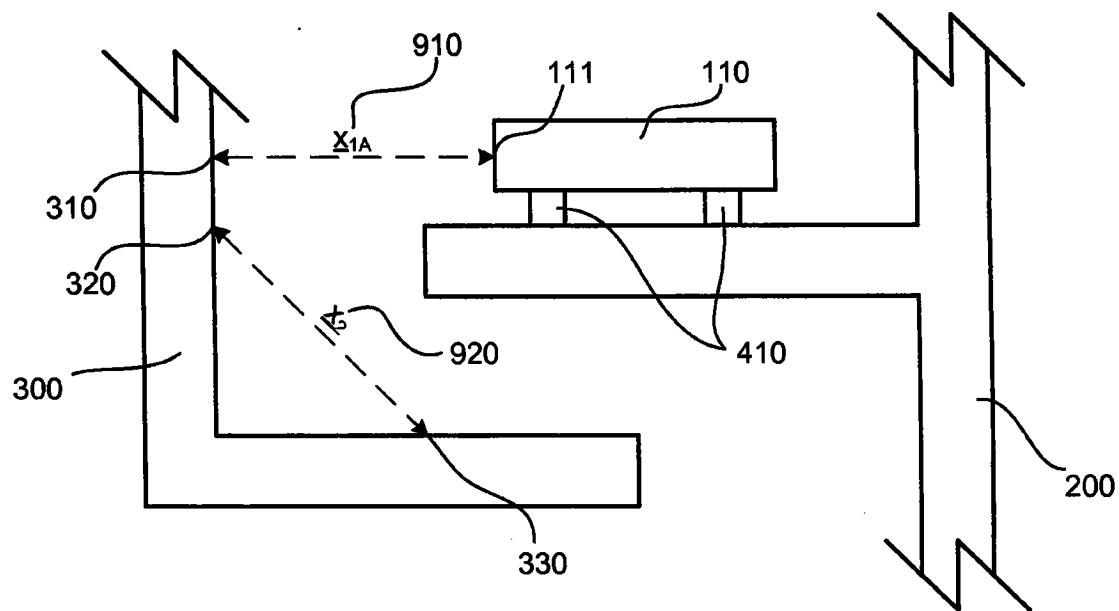


图 3

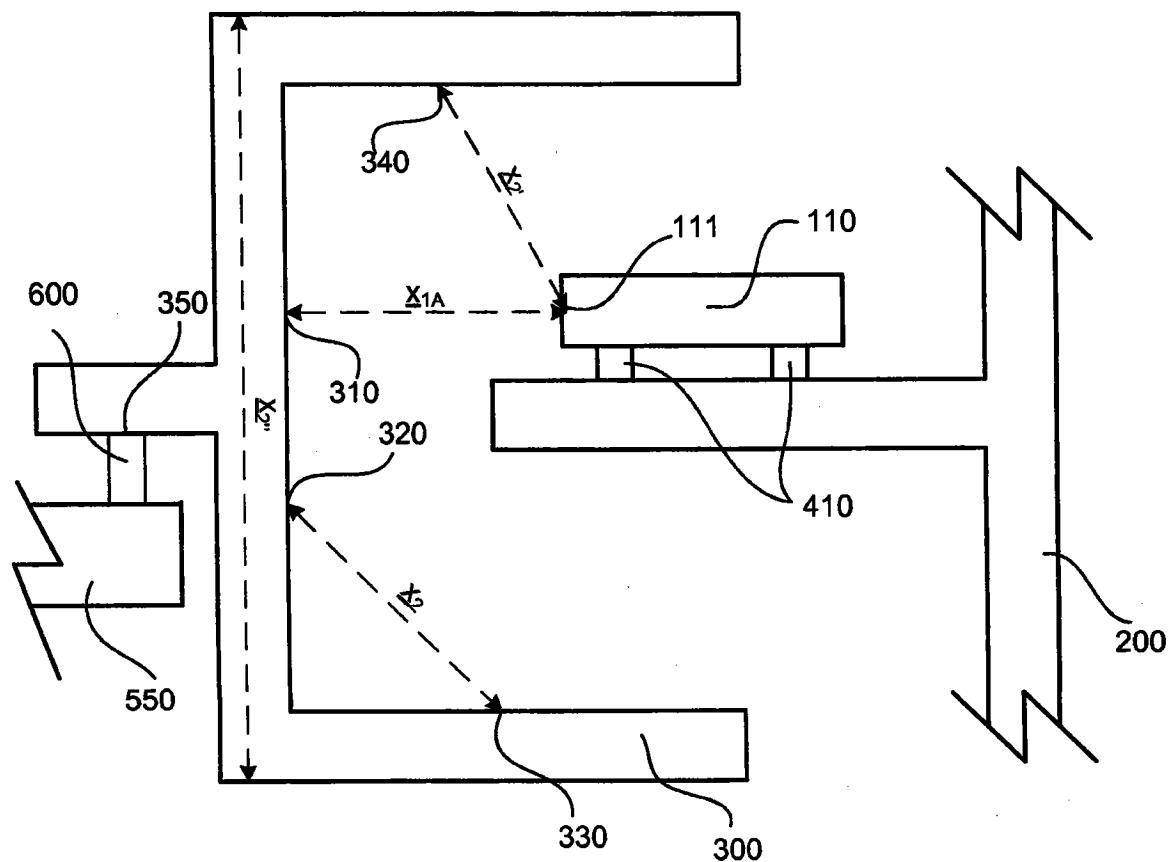


图 4

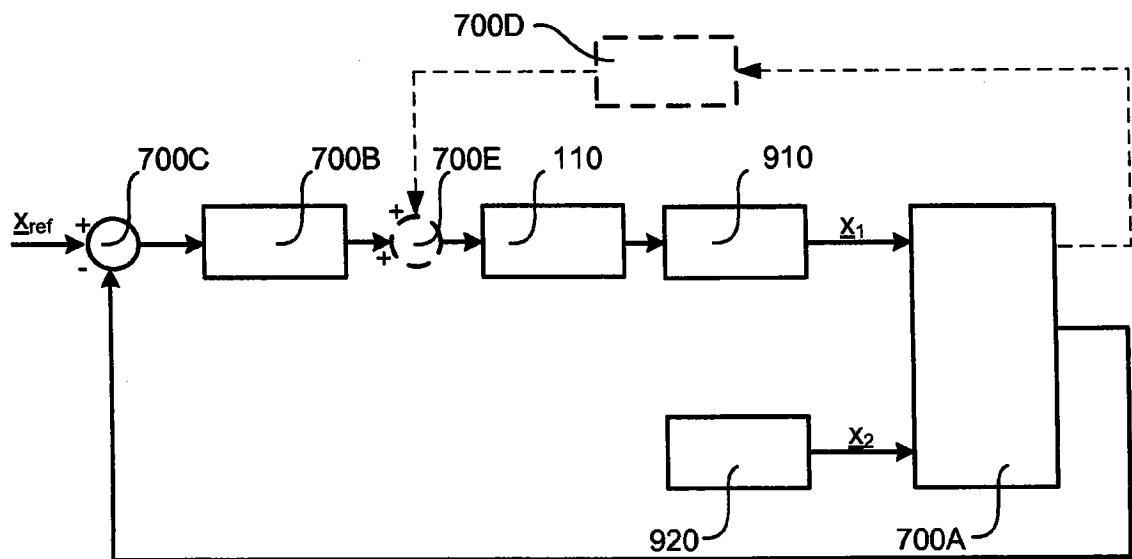


图 5

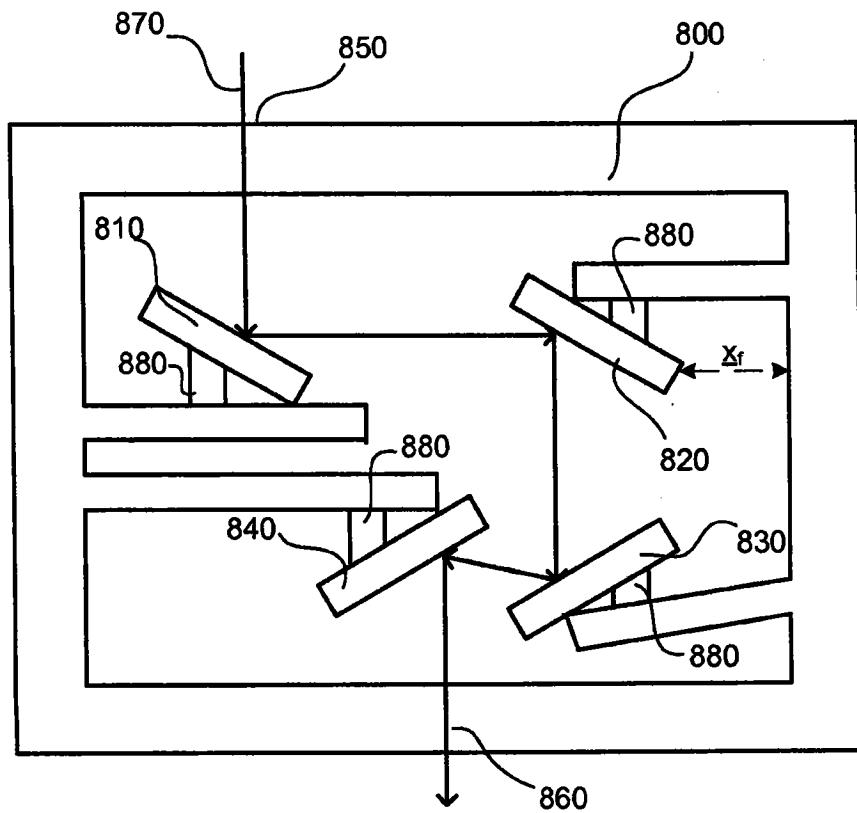


图 6