



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106164778 A

(43)申请公布日 2016.11.23

(21)申请号 201580019619.X

约翰内斯·昂伍李

(22)申请日 2015.03.05

A·M·范德维伦 C·C·沃德

(30)优先权数据

61/985,222 2014.04.28 US

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 吴敬莲

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.10.13

(51)Int.Cl.

G03F 7/20(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/054650 2015.03.05

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/165623 EN 2015.11.05

(71)申请人 ASML荷兰有限公司

地址 荷兰维德霍温

申请人 ASML控股股份有限公司

(72)发明人 拜尔拉克·摩艾斯特

P·A·戴尔马斯特罗

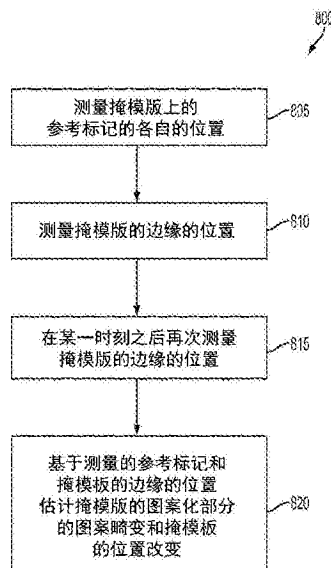
权利要求书4页 说明书14页 附图6页

(54)发明名称

估计图案形成装置的变形和/或其位置的改变

(57)摘要

为确定图案形成装置的变形和/或图案形成装置的偏移位置提供了一种系统和方法。所述系统包括：第一感测子系统，所述第一感测子系统测量图案形成装置上的多个参考标记的各自的位置；和第二感测子系统，所述第二感测子系统测量图案形成装置的边缘相对于支撑件的位置。所述系统还包括控制器，所述控制器用以：基于图案形成装置上的标记的测量的各自的位置确定图案化部分的绝对位置和绝对位置的改变，基于测量的边缘位置确定图案形成装置的边缘的相对位置的改变，和估计在一段时间上图案形成装置相对于支撑件的位置的改变和图案形成装置的图案化部分的图案畸变的改变。



1. 一种确定图案形成装置的变形或图案形成装置的位置的偏移的方法,所述图案形成装置具有介于两个主表面之间的边缘和图案化部分,在操作中使用辐射束照射所述图案化部分,以在辐射束的横截面内将图案赋予辐射束,所述方法包括:

相对于参考坐标系统和参考计时系统测量多个参考标记的各自的位置,以确定图案化部分的绝对位置,其中多个参考标记分布在图案形成装置的外周部分中的图案化部分的周围;

测量图案形成装置的边缘相对于为保持图案形成装置而设置的支撑件的位置;

在图案形成装置的操作期之后,再次测量图案形成装置的边缘相对于支撑件的位置;
和

基于多个参考标记的被测量的各自位置、图案形成装置的边缘的测量的位置和图案形成装置的边缘的再次测量的位置,在图案形成装置的操作期上,将图案形成装置相对于支撑件的位置的改变和图案形成装置的图案化部分的图案畸变中的至少一个估计为图案形成装置的图案化部分的绝对位置的改变。

2. 如权利要求1所述的方法,其中再次测量图案形成装置的边缘的位置包括:

在衬底的目标部分由图案化辐射束曝光的过程中测量到图案形成装置的边缘的距离,以通过光刻工艺将图案从图案形成装置应用到衬底上。

3. 如权利要求1所述的方法,其中测量图案形成装置的边缘的位置包括:基本上与测量多个参考标记的各自的位置同时地,测量图案形成装置的边缘相对于为保持图案形成装置而设置的支撑件的位置,其中图案畸变表示在一时间段上图案化部分的不同部分相对于彼此的改变。

4. 如权利要求3所述的方法,还包括:

响应于指示图案畸变的所估计的改变和图案形成装置的位置的所估计的改变中的至少一个的反馈,在衬底的曝光过程中实时调整与光刻工艺中的衬底的目标部分的曝光关联的一个或多个参数。

5. 如权利要求1所述的方法,还包括:

测量为保持图案形成装置而设置的支撑件相对于光刻设备的投影物镜的透镜顶部的位置。

6. 如权利要求5所述的方法,还包括:

使用图案形成装置的边缘相对于支撑件的测量的位置和支撑件相对于透镜顶部的测量的位置,以提供至控制回路的控制输入,使得控制输入代表图案形成装置相对于透镜顶部的位置。

7. 如权利要求1所述的方法,其中提供多个参考标记包括:

沿着图案形成装置的垂直于扫描方向的两侧提供多个参考标记。

8. 如权利要求1所述的方法,还包括:

重复曝光以将图案应用于衬底上的一系列目标部分上,而在每次曝光中不重复再次测量多个参考标记的位置的步骤。

9. 如权利要求1所述的方法,还包括:

重复曝光以将图案应用于多于一个的衬底上的一系列目标部分上,并且在预定数量的衬底的曝光之后每次新的衬底被加载到光刻设备中时重复再次测量多个参考标记的位置

的步骤。

10. 如权利要求9所述的方法,其中对于被加载到光刻设备中的一系列衬底中的每一个执行多次曝光,并且当新的衬底被加载到光刻设备中时执行再次测量多个参考标记的位置的步骤。

11. 如权利要求9所述的方法,其中对于被加载到光刻设备中的一批衬底中的每一个执行多次曝光,并且当新的衬底从下一批衬底被加载到光刻设备中时执行再次测量多个参考标记的位置的步骤。

12. 如权利要求1所述的方法,其中测量图案形成装置的边缘的位置包括:

在衬底的目标部分由图案化辐射束曝光、以通过光刻工艺将图案从图案形成装置应用到衬底上的过程中通过以期望频率采样而连续地测量图案形成装置的边缘的位置。

13. 如权利要求1所述的方法,还包括:

将衬底的目标部分由图案化辐射束曝光、以通过光刻工艺将图案从图案形成装置应用到衬底上,其中曝光包括根据估计的结果修改曝光的至少一个参数,以便减小所应用的图案和存在于衬底上的图案之间的重叠误差。

14. 如权利要求1所述的方法,其中图案形成装置的图案化部分在区域范围上为大致矩形。

15. 如权利要求14所述的方法,其中多个参考标记沿着矩形的所有四个侧边分布。

16. 如权利要求1所述的方法,还包括:

在图案形成装置的第一操作期之后,相对于参考坐标系统和参考计时系统再次测量多个参考标记的位置;和

在图案形成装置的第二操作期之后,再次测量图案形成装置的边缘相对于为保持图案形成装置而设置的支撑件的位置,

其中图案形成装置的第一操作期与图案形成装置的第二操作期不同,使得多个参考标记以比图案形成装置的边缘更不频繁地被测量。

17. 一种确定图案形成装置的变形或图案形成装置的位置的偏移的方法,在操作中使用辐射束照射所述图案形成装置,以在辐射束的横截面内将图案赋予辐射束,所述方法包括:

通过在没有曝光图案形成装置的图案化部分时测量在图案形成装置上的多个参考标记的各自的位置,确定图案形成装置的图案化部分的绝对位置和图案形成装置的图案化部分的绝对位置的改变中的至少一个;

通过在没有曝光图案形成装置的图案化部分时和在使用辐射束曝光衬底的目标部分的过程中测量图案形成装置的边缘相对于为保持图案形成装置而设置的支撑件的位置,确定图案形成装置的边缘的相对位置的改变,所述辐射束在光刻工艺中通过图案形成装置被图案化;和

基于图案化部分的绝对位置和图案化部分的绝对位置的所确定的改变以及图案形成装置的边缘的相对位置的所确定的改变中的至少一个,估计在一时间段上图案形成装置相对于支撑件的位置的改变和图案形成装置的图案化部分的图案畸变的改变中的至少一个。

18. 如权利要求17所述的方法,还包括:

响应于指示图案畸变的所估计的改变和图案形成装置的位置的所估计的改变中的至

少一个的反馈,在衬底的曝光过程中实时调整与衬底的目标部分的曝光关联的一个或多个参数。

19. 如权利要求17所述的方法,还包括:

测量为保持图案形成装置而设置的支撑件相对于光刻设备的投影物镜的透镜顶部的位置;和

使用图案形成装置的边缘相对于支撑件的所测量的位置和支撑件相对于透镜顶部的所测量的位置,以提供至控制回路的控制输入,使得控制输入代表图案形成装置相对于透镜顶部的位置。

20. 一种用于确定图案形成装置的变形或图案形成装置的位置的偏移的测量系统,所述图案形成装置具有图案化部分,在操作中使用辐射束照射所述图案化部分,以在辐射束的横截面内将图案赋予辐射束,所述测量系统包括:

第一感测子系统,所述第一感测子系统包括多个第一传感器,所述多个第一传感器测量图案形成装置上的多个参考标记的各自的位置;

第二感测子系统,所述第二感测子系统包括一个或多个第二传感器,所述一个或多个第二传感器测量图案形成装置的边缘相对于为保持图案形成装置而设置的支撑件的位置;和

控制器,所述控制器用以:

基于图案形成装置上的多个参考标记的各自的所测量的位置确定图案形成装置的图案化部分的绝对位置和图案形成装置的图案化部分的绝对位置的改变中的至少一个,

基于图案形成装置的边缘相对于为保持图案形成装置而设置的支撑件的所测量的位置确定图案形成装置的边缘的相对位置的改变,和

基于图案化部分的绝对位置和图案化部分的绝对位置的所确定的改变以及图案形成装置的边缘的相对位置的所确定的改变中的至少一个,估计在一时间段上图案形成装置相对于支撑件的位置的改变和图案形成装置的图案化部分的图案畸变的改变中的至少一个。

21. 如权利要求20所述的测量系统,其中所述控制器响应于指示图案畸变的所估计的改变的反馈在衬底的曝光过程中实时调整与衬底的目标部分的曝光关联的一个或多个参数。

22. 如权利要求20所述的测量系统,还包括:

第三传感器,用于测量为保持图案形成装置而设置的支撑件相对于光刻设备的投影物镜的透镜顶部的位置,

其中所述控制器使用图案形成装置的边缘相对于支撑件的所测量的位置和支撑件相对于透镜顶部的所测量的位置,以提供至控制回路的控制输入,使得控制输入代表图案形成装置相对于透镜顶部的位置,所述透镜顶部限定图案形成装置相对于投影物镜的光轴的位置。

23. 一种光刻设备,包括:

照射系统,所述照射系统被配置为调节辐射束;

支撑件,所述支撑件被构造为支撑图案形成装置,所述图案形成装置能够在辐射束的横截面内将图案赋予辐射束,以形成图案化的辐射束;

衬底台,所述衬底台被构造为保持衬底;

投影系统,所述投影系统被配置为将图案化的辐射束投影到衬底的目标部分上;和
用于确定图案形成装置的变形或图案形成装置的位置的偏移的测量系统,所述图案形成装置具有图案化部分,在操作中使用辐射束照射所述图案化部分,以在辐射束的横截面内将图案赋予辐射束,所述测量系统包括:

第一感测子系统,所述第一感测子系统包括多个第一传感器,所述多个第一传感器测量图案形成装置上的多个参考标记的各自的位置;

第二感测子系统,所述第二感测子系统包括一个或多个第二传感器,所述一个或多个第二传感器测量图案形成装置的边缘相对于为保持图案形成装置而设置的支撑件的位置;
和

控制器,所述控制器用以:

基于图案形成装置上的多个参考标记的所测量的各自的位置确定图案形成装置的图案化部分的绝对位置和图案形成装置的图案化部分的绝对位置的改变中的至少一个,

基于图案形成装置的边缘相对于为保持图案形成装置而设置的支撑件的所测量的位置确定图案形成装置的边缘的相对位置的改变,和

基于图案化部分的绝对位置和图案化部分的绝对位置的所确定的改变以及图案形成装置的边缘的相对位置的所确定的改变中的至少一个,估计在一时间段上图案形成装置相对于支撑件的位置的改变和图案形成装置的图案化部分的图案畸变的改变中的至少一个。

24. 如权利要求23所述的光刻设备,其中所述控制器响应于指示图案畸变的所估计的改变的反馈在衬底的曝光过程中实时调整与衬底的目标部分的曝光关联的一个或多个参数。

25. 如权利要求23所述的光刻设备,其中所述测量系统还包括:

第三传感器,用于测量为保持图案形成装置而设置的支撑件相对于投影系统的透镜顶部的位置,

其中所述控制器使用图案形成装置的边缘相对于支撑件的所测量的位置和支撑件相对于透镜顶部的所测量的位置,以提供至控制回路的控制输入,使得控制输入代表图案形成装置相对于透镜顶部的位置,所述透镜顶部限定图案形成装置相对于投影系统的光轴的位置。

估计图案形成装置的变形和/或其位置的改变

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请涉及于2014年4月28日递交的美国临时申请61/985,222,其通过引用全文并入本文。

技术领域

[0003] 本公开涉及一种估计图案形成装置的变形和/或其在光刻设备中的位置的改变的测量系统和测量方法。

背景技术

[0004] 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(ICs)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)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。

[0005] 任一光刻工艺(尤其是用于半导体器件的制造的光刻工艺)的关键性能参数为所谓的重叠。重叠为在应用的图案中的特征能够直接定位于在早前的步骤中应用在相同的衬底上的协作的特征的顶部上的精度(或误差)。现代的光刻工艺可以应用许多测量、建模和修正步骤以消除在特征的定位中的误差源,以实现只有几纳米的重叠。随着光刻设备的性能的提高,例如由曝光期间的夹紧应力、下垂和掩模版受热导致的掩模版的变形正变成重叠改进的限制因素。

[0006] 由于掩模版受热产生掩模版的变形。热应力导致图案在掩模版的平面(X和Y方向)内畸变,导致图案在XY平面内移动。现有的方法没有提供许多这种变形的测量,更不要说这种平面内的畸变的修正。标记被用在掩模版上以测量这些变形中的一些,但是测量许多平面内的畸变的手段不容易获得。在掩模版的曝光过程中不能进行这些标记的测量,因此标记在曝光之后被测量,导致产量损失。只有几个标记被测量,因此掩模版的图案的变形的精度做出让步。在掩模版上包括附加的标记以提高精度将导致更大的产量损失,因为测量图案上的附加的标记所需的时间将趋于降低光刻设备的产量。

[0007] 因此,测量附加的标记以确定和补偿在掩模版的平面内的畸变不是最佳的。

发明内容

[0008] 因此,期望提供一种能够从图案形成装置进行测量以估计诸如掩模版等图案形成

装置的畸变或者图案形成装置相对于支撑件的位置的改变,从而对曝光工艺进行修正的方法。

[0009] 在一个实施例中,提供了一种确定图案形成装置的变形或图案形成装置的位置的移动的方法。所述图案形成装置具有介于两个主表面之间的边缘和图案化部分,在操作中使用辐射束照射所述图案化部分,以在辐射束的横截面内将图案赋予辐射束。所述方法包括:相对于参考坐标系统和参考计时系统测量多个参考标记的各自的位置,以确定图案化部分的绝对位置,其中多个参考标记分布在图案形成装置的外周部分中的图案化部分的周围;测量图案形成装置的边缘相对于为保持图案形成装置而设置的支撑件的位置;在图案形成装置操作一段时间之后,再次测量图案形成装置的边缘相对于支撑件的位置;和基于多个参考标记的测量的各自位置、图案形成装置的边缘的测量的位置和图案形成装置的边缘的再次测量的位置,在图案形成装置操作的所述一段时间上,将图案形成装置相对于支撑件的位置的改变和图案形成装置的图案化部分的图案畸变中的至少一个估计为图案形成装置的图案化部分的绝对位置的改变。

[0010] 在另一个实施例中,提供了一种确定图案形成装置的变形或图案形成装置的位置的移动的方法。所述图案形成装置具有图案化部分,在操作中使用辐射束照射所述图案化部分,以在辐射束的横截面内将图案赋予辐射束。所述方法包括:通过在没有曝光图案形成装置的图案化部分时测量在图案形成装置上的多个参考标记的各自的位置确定图案形成装置的图案化部分的绝对位置和图案形成装置的图案化部分的绝对位置的改变中的至少一个;通过在没有曝光图案形成装置的图案化部分时和在使用辐射束曝光衬底的目标部分的过程中测量图案形成装置的边缘相对于为保持图案形成装置而设置的支撑件的位置,确定图案形成装置的边缘的相对位置的改变,其中所述辐射束在光刻工艺中通过图案形成装置被图案化;和基于图案化部分的绝对位置、图案化部分的绝对位置的所确定的改变和图案形成装置的边缘的相对位置的所确定的改变中的至少一个估计在一时间段上图案形成装置相对于支撑件的位置的改变和图案形成装置的图案化部分的图案畸变的改变中的至少一个。

[0011] 在又一个实施例中,提供了一种用于确定图案形成装置的变形或图案形成装置的位置的测量的测量系统。所述图案形成装置具有图案化部分,在操作中使用辐射束照射所述图案化部分,以在辐射束的横截面内将图案赋予辐射束。所述系统包括第一感测子系统,所述第一感测子系统包括多个第一传感器,所述多个第一传感器测量图案形成装置上的多个参考标记的各自的位置。所述系统还包括第二感测子系统,所述第二感测子系统包括一个或多个第二传感器,所述一个或多个第二传感器测量图案形成装置的边缘相对于为保持图案形成装置而设置的支撑件的位置。并且,所述系统还包括控制器,所述控制器用以:基于图案形成装置上的多个参考标记的测量的各自位置确定图案形成装置的图案化部分的绝对位置和图案形成装置的图案化部分的绝对位置的改变中的至少一个,基于图案形成装置的边缘相对于为保持图案形成装置而设置的支撑件的测量的位置确定图案形成装置的边缘的相对位置的改变,和基于图案化部分的绝对位置、图案化部分的绝对位置的所确定的改变和图案形成装置的边缘的相对位置的所确定的改变中的至少一个估计在一时间段上图案形成装置相对于支撑件的位置的改变和图案形成装置的图案化部分的图案畸变的改变中的至少一个。

[0012] 在进一步的实施例中,提供了一种光刻设备,包括:照射系统,所述照射系统被配置为调节辐射束;支撑件,所述支撑件被构造为支撑图案形成装置,所述图案形成装置能够在辐射束的横截面内将图案赋予辐射束,以形成图案化的辐射束;衬底台,所述衬底台被构造为保持衬底;投影系统,所述投影系统被配置为将图案化的辐射束投影到衬底的目标部分上;和测量系统。所述测量系统包括第一感测子系统,所述第一感测子系统包括多个第一传感器,所述多个第一传感器测量图案形成装置上的多个参考标记的各自的位置。所述系统还包括第二感测子系统,所述第二感测子系统包括一个或多个第二传感器,所述一个或多个第二传感器测量图案形成装置的边缘相对于为保持图案形成装置而设置的支撑件的位置。并且,所述系统还包括控制器,所述控制器用以:基于图案形成装置上的多个参考标记的测量的各自位置确定图案形成装置的图案化部分的绝对位置和图案形成装置的图案化部分的绝对位置的改变中的至少一个,基于图案形成装置的边缘相对于为保持图案形成装置而设置的支撑件的测量的位置确定图案形成装置的边缘的相对位置的改变,和基于图案化部分的绝对位置、图案化部分的绝对位置的所确定的改变和图案形成装置的边缘的相对位置的所确定的改变中的至少一个估计在一时间段上图案形成装置相对于支撑件的位置的改变和图案形成装置的图案化部分的图案畸变的改变中的至少一个。

[0013] 下面参照所附的附图详细描述本发明的进一步的特点和优点以及本发明的各个实施例的结构和操作。应当注意本发明不限于本文所描述的具体实施例。本文所呈现的这些实施例仅仅用于说明目的。基于本文所包含的教导,附加的实施例对本领域技术人员来说是显而易见的。

附图说明

[0014] 引入本文中并且形成说明书的一部分的附图图示本发明,并且与说明书一起进一步用于解释本发明的原理和使本领域技术人员制造和使用本发明。

[0015] 图1示出了根据本发明的实施例的光刻设备;

[0016] 图2示意性地图示了加热的图案形成装置的温度图,其中示出了图案形成装置中的加热效果;

[0017] 图3(A-D)为不同类型的图案形成装置的变形的示意图;

[0018] 图4示意性地图示了图案形成装置在图1的光刻设备中的安装;

[0019] 图5图示了根据本发明的实施例的用于测量图案形成装置上的畸变的测量系统;

[0020] 图6图示了根据本发明的实施例的用于测量图案形成装置上的参考标记的位置的第一传感器子系统;

[0021] 图7图示了根据本发明的实施例的用于测量在图案形成装置的侧边上的位置的第二传感器子系统;以及

[0022] 图8为图示根据本发明的实施例的测量工艺的流程圖。

[0023] 参考下面阐述的详细说明并结合附图,本发明的特点和优点将更加明显。一般地,元件首次出现的附图通常被在相应的参考标记中的最左位数(或多个最左位数)表示。

具体实施方式

[0024] 本说明书公开了包含本发明的特征的一个或多个实施例。所公开的实施例(或多

个实施例)仅仅例示本发明。本发明的范围不限于所公开的实施例(或多个实施例)。本发明由附于本文的权利要求书限定。

[0025] 所描述的实施例(或多个实施例)以及说明书中对“一个实施例”、“实施例”、“示例性实施例”等的参考表示所描述的实施例(或多个实施例)可以包括特定的特征、结构或特点,但是每一个实施例可以不必包括该特定的特征、结构或特点。而且,这些用语不必涉及相同的实施例。此外,当相对于一个实施例描述特定的特征、结构或特点时,应当理解无论明确描述与否,相关于其它实施例实现该特征、结构或特点也在本领域技术人员的知识范围内。

[0026] 然而,在更详细地描述这些实施例之前,给出可以实施本发明的实施例的示例性环境是有益的。

[0027] 图1示意地示出根据本发明的一个实施例的光刻设备。所述设备包括:

[0028] 照射系统(照射器)IL,其配置用于调节辐射束B(例如UV辐射或EUV辐射);

[0029] 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,并与配置用于根据某些参数精确地定位图案形成装置的第一定位装置PM相连;

[0030] 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,并与配置用于根据某些参数精确地定位衬底的第二定位装置PW相连;

[0031] 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(例如包括一根或更多根管芯)上;和

[0032] 光刻设备控制单元LACU,包括用于控制和同步上面列出的功能性元件的功能的可编程处理单元和接口。

[0033] 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。

[0034] 所述支撑结构支撑图案形成装置,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来保持图案形成装置。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)。这里使用的术语“掩模版”或“掩模”可以看作与更为上位的术语“图案形成装置”同义。

[0035] 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。应该注意的是,赋予辐射束的图案可能不与衬底的目标部分上的所需图案精确地对应(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。

[0036] 图案形成装置可以是透射型的或反射型的。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LCD面板。掩模在光刻技术中是熟知的,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。

[0037] 这里使用的术语“投影系统”可以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。这里任何使用的术语“投影透镜”可以认为是与更上位的术语“投影系统”同义。

[0038] 如这里所示的,所述设备是透射型的(例如,采用透射式掩模)。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,或采用反射式掩模)。

[0039] 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“多平台”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。

[0040] 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),以便填充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的其他空间中,例如掩模和投影系统之间的空间。浸没技术用于提高投影系统的数值孔径在本领域是熟知的。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。

[0041] 参照图1,照射器IL接收来自辐射源SO的辐射束。所述源和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SO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SO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。

[0042] 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IL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。

[0043] 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IF(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,可以将所述第一定位装置PM和另一个位置传感器(在图1中没有明确地示出)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)上。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。

[0044] 在实践中,控制单元LACU将被实现为许多子单元的系统,每一个进行实时数据采集、设备内的子系统和部件的处理和控制。例如,一个处理子系统可以专用于伺服衬底定位装置PW的控制。分立的单元甚至可以操作粗和精细致动器或不同的轴。另一单元可以专用于位置传感器IF的读取。设备的总体控制可以通过与这些子系统处理单元、运行器和光刻制造工艺中涉及的其它设备通信的中央处理单元控制。

[0045] 可以将所示的设备用于以下模式中的至少一种中:

[0046] 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。

[0047] 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),而所述扫描移动的长度确定了所述目标部分的高度(沿扫描方向)。

[0048] 3. 在另一模式中,将用于保持可编程图案形成装置的掩模台MT保持为基本静止状态,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,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)的无掩模光刻中。

[0049] 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。

[0050] 图2为用于理解本发明的示出图案形成装置MA中的加热效果的被加热的图案形成装置的温度图的简要示意图。图案形成装置MA可以为透射掩模或掩模版200。掩模版200例如可以为具有金属铬的图案的石英衬底,并且具有包围本文中称为图案化部分的有效(图案承载)区的外周区。在操作中使用辐射束B照射掩模版200的图案化部分,以在辐射束的横截面内将图案赋予辐射束B。

[0051] 图2图示了可能出现在光学光刻术中的掩模版加热的问题,无论掩模版200是如在该实例中那样是透射的、还是如在其它实施例中那样是反射的。在曝光过程中被掩模版200部分地吸收的辐射束B的影响下,掩模版的材料将趋于变热,导致热膨胀和三维畸变。加热的面积一般在曝光或图案化区上扩展。通常的掩模版在许多曝光操作后呈现温度上升,在大量曝光和晶片加载操作之后逐渐达到稳定状态。然而,时间常量的准确数值以及其与曝光数量和曝光的晶片的数量的关系严重依赖光刻工艺(包括辐射束B的能量、特定类型的掩模版的吸收和所应用的图案的性质、掩模版材料的热容量和操作的速度的)的准确细节。

[0052] 特别地,掩模版200的图案化部分分别具有亮(透明)和暗(不透明)部分,通过它们图案被赋予给辐射束B,即源于照射系统IL中的曝光用光。已知的是,重叠性能,即将IC的一层定位在IC的另一层上的精度,受曝光用光诱发的掩模版的加热影响。如图2所示,掩模版200非均匀地加热。例如,掩模版的中央部分的温度为28.537摄氏度(最大),并且在周边附

近其为22.691摄氏度(最小)。在曝光过程中从辐射束B吸收的能量加热掩模版200,导致掩模版200膨胀。该膨胀导致在晶片上依赖于时间和位置的图案位移。

[0053] 图3A-3D示出了如图2中所示的掩模版200的图案畸变形状的不同类型的示例性的平面内变形的示意图。图3A示出了沿顶部和底部Y边缘朝向掩模版200的中心弯曲的图案畸变形状。图3B示出了沿着掩模版200的右侧X边缘膨胀和沿着掩模版200的左侧X边缘收缩。图3C示出了沿着左侧和右侧X边缘朝向掩模版200的中心弯曲。图3D示出了沿着左侧和右侧X边缘朝向掩模版200的左侧弯曲。

[0054] 在一个实施例中,图3A-3D的4个图案畸变形状可以在量测过程中叠加在一起,以表示掩模版200的图案畸变。例如,掩模版200的任意变形可以被分解为一部分如图3A所示的变形、一部分如图3B所示的变形、一部分如图3C所示的变形、一部分如图3D所示的变形,它们可以被叠加以得到掩模版200的图案畸变形状的实际表示。一旦掩模版200的图案畸变形状像这样被估计,那么举例来说,在图1的光刻设备中的一个或多个操作器可被用于修正指示掩模版200的变形的图案畸变形状。例如,掩模版200的图案畸变形状可以通过移动晶片台或操纵投影透镜被修正。通过测量图3A-3D的图案畸变形状,在一个实施例中,图1的光刻设备可以确定由于曝光导致的掩模版的加热引起哪一种变形可能在某一时间点上正在发生以及可能是什么程度的掩模版200变形在该某一时间点上正在发生。图4示意性地图示了掩模版200在光刻设备202中的安装,所述光刻设备202为如图1所示的光刻设备的简图。掩模版200包括介于两个主表面210a、210b之间的边缘205和图案化部分215,在操作中使用辐射束220照射所述图案化部分,以在辐射束的横截面内将图案赋予辐射束。光刻设备202可以包括被配置为调节辐射束220的照射系统225。光刻设备202还可以包括支撑件230,以支撑掩模版200,所述掩模版能够将图案在辐射束的横截面内赋予辐射束220,以形成图案化的辐射束235。光刻设备202还可以包括衬底台240,以保持诸如晶片等衬底245。光刻设备202还可以包括投影系统250,所述投影系统被配置为将图案化的辐射束235投影到衬底245的目标部分255上。

[0055] 在本发明的一个实施例中,可以设置传感器260,用于测量支撑件230相对于光刻设备202的投影系统250的投影物镜的透镜顶部265的位置。传感器260的示例包括测量距离的位移传感器。例如,可以使用干涉仪、编码器或电容传感器。投影系统250的投影物镜可以具有光轴270。

[0056] 图5图示了根据本发明的实施例的用于测量掩模版200上的畸变的测量系统400。掩模版200被以平面图示出,具有示出的X和Y轴。例如为具有金属铬的图案的石英衬底的掩模版200具有包围图案化部分215的外周区。在图案化部分215内,设置一个或多个器件图案区(未示出)。图案化部分215在被辐射束220成像在衬底245的表面上时将对应于图4的图示中的一个目标部分255的区域。这些目标部分为便利而被称为场。每一个场通常对应于一个或多个管芯,所述管芯将被从衬底上切除、以在光刻工艺完成之后形成单独的器件。在该示例中光刻设备202为上面提到的扫描型的。沿扫描方向在掩模版200上移动的缝隙形照射带S被示意性地显示。按照惯例,扫描方向与Y轴平行。在另一个示例中光刻设备202可以为步进机型的。

[0057] 根据一个实施例,可以沿掩模版200的垂直于扫描方向的两个侧边设置多个参考标记415(1-m)。掩模版200的图案化部分215在面积上可以为大致矩形。替代地,多个参考标

记415(1-m)可以沿矩形的所有四个侧边分布。沿掩模版200的X边和Y边设置多个参考标记415(1-m)使测量系统400能够测量掩模版200的各种图案畸变形状,例如如图3A-3D所示。

[0058] 测量系统400可以包括第一感测子系统405,第一感测子系统包括测量在掩模版200上的多个参考标记415(1-m)的各自的位置的多个第一传感器410(1-n)。多个参考标记415(1-4)可以围绕图案化部分215分布在掩模版200的外周部分中,如图4所示。测量系统400可以包括第二感测子系统406,第二感测子系统包括测量掩模版200的边缘205相对于为保持掩模版200而设置的支撑件230(未示出,例如,图1的掩模台MT)的位置的多个第二传感器412(1-k)。

[0059] 第一传感器410的示例包括光学传感器。例如,可以使用在晶片台处的CCD摄像机和使用光刻设备的曝光辐射的照射器。第二传感器412的示例包括测量距离的位移传感器。例如,可以使用干涉仪、编码器或电容传感器。

[0060] 可以设置一个或多个第一传感器410,用于测量参考标记415沿掩模版200的Y边的各自的位置,以测量如图3A所示的掩模版200的顶边和底边的平面内的弯曲。同样地,可以设置一个或多个第一传感器410,用于测量参考标记415沿掩模版200的X边的各自的位置,以测量如图3C所示的掩模版200的左侧边和右侧边的平面内的弯曲。可以设置一个或多个第二传感器412,以测量掩模版200的边缘205的位置,以便估计图案化部分215的畸变随时间相对于完美或参考或非加热的图案如何改变。

[0061] 在掩模版200上的参考标记415的位置的测量指示图案化部分215如何畸变,并且边缘205的位置的测量指示该图案化部分215的该畸变随时间如何改变,因为边缘205的位置的测量可以与图案化部分215的畸变相关。第一传感器410可以以较少频率测量在掩模版200上的参考标记415的位置,并且第二传感器412可以在使用第一传感器410测量的周期之间以较频繁地测量掩模版200的边缘205的位置,以修正掩模版200的图案化部分215的畸变。由于第一传感器410观察在掩模版表面上的参考标记415,因而其不可能或者至少非常难以在曝光图像区域(即图案化部分215或其一部分)的同时精确地测量参考标记415,但是由于掩模版200的边缘205在图案化部分215的区域之外,因而第二传感器412即使在图案化部分215的一部分的曝光过程中也可以测量。掩模版200的边缘205的位置的第一测量被当作参考测量以跟踪边缘205如何随时间移动。

[0062] 虽然参考标记415可以在亚纳米级精度(位置公差)内相对于图案化部分215定位,但是掩模版200的边缘205可以在微米级精度(位置公差)内相对于图案化部分215定位。参考标记415被印刷在掩模版200上并且非常精确地相对于图案化部分215定位。随着掩模版200的图案化部分215移动,参考标记415和其一起以恒定关系移动。因此当掩模版200上的参考标记415和掩模版200的边缘205可以同时地或者接近同时地被测量时,可以获得亚纳米级精度,因为如果二者在相同的瞬时被测量那么畸变不会改变。因此可以关联两个测量,并且微米级位置不确定性可以被转化为亚纳米级位置不确定性,因为第一传感器410和第二传感器412被归零校正并且彼此参照。

[0063] 根据本发明的一个实施例,测量系统400还可以包括控制器425,以基于在掩模版200上的多个参考标记415(1-m)的测量的各自的位置确定掩模版200的图案化部分215的绝对位置和掩模版200的图案化部分215的绝对位置的改变中的至少一个。

[0064] 在操作中,可以测量沿着图案化部分215的边缘的多个参考标记415(1-m)的所有

或特别选定的子组。例如,可以测量参考标记组415(1-4)的各自的位置,以确定参考标记组415(1-4)的绝对位置。在一个实施例中,指示图案化部分215的绝对位置的掩模版200的参考标记组415(1-4)的绝对位置可以为它们相对于透镜顶部265的位置,因为在掩模版200上的参考标记组415(1-4)相对于图案化部分215的位置的位置被固定并且是已知的。并且,图案化部分215的绝对位置可以基于参考标记组415(1-4)的位置的第一或参考测量。替代地,图案化部分215的绝对位置可以基于参考标记组415(1-4)的位置的第一或参考测量以及在与参考标记415组(1-4)的位置被测量的瞬时基本上同时或接近于该瞬时的掩模版200的边缘205的大致同时的第一或参考测量。

[0065] 控制器425还可以基于掩模版420的边缘205相对于为保持它而设置的支撑件(未示出)的测量的位置确定掩模版200的边缘205的相对位置的改变。可以测量掩模版200的边缘205相对于为保持掩模版200而设置的支撑件230的相对位置。在掩模版200的操作周期之后,可以再次测量掩模版200的边缘205相对于支撑件230的位置。即,当边缘205改变时,测量边缘205的相对改变,并且基于它获得图案化部分215的相对改变。将掩模版200的边缘205的测量的位置与边缘205的再次测量的位置比较,以识别边缘205的位置的偏差,由此识别掩模版200的图案化部分215的位置的任何改变,直至为参考标记组415(1-4)的位置进行下一次测量。这些偏差可以被记录为例如边缘205上的每一个位置的单独的 Δx 和 Δy 值。边缘205的这些位置偏差可以被用于曝光操作的控制中,使得为由加热导致的位置偏差修正掩模版200的图案化部分215在衬底245上的期望位置的定位。通过增加参考标记415的数量和测量边缘205上的更多位置可以获得任何期望的精度。不仅平面内的变形(例如x-y变形)被测量和估计,而且第二传感器412可以被布置为使得它们在不同的高度处(换句话说,在不同的z轴(垂直于x-y平面)处)监视边缘205的位置,这使得能够建模三维(3D)的掩模版200的变形。

[0066] 控制器425还可以基于图案化部分215的绝对位置和图案化部分215的所确定的绝对位置的改变以及掩模版200的边缘205的相对位置的所确定的改变估计在一时间段上掩模版200的图案化部分215的图案畸变的改变。图案畸变表示在一时间段上图案化部分215的不同部分相对于彼此的改变。

[0067] 根据本发明的一个实施例,传感器260可以测量支撑件230(未示出)相对于光刻设备202的投影物镜的透镜顶部265的位置,如图4所示。控制器425可以使用掩模版200的边缘205相对于支撑件230的测量的位置和支撑件230相对于透镜顶部265的测量的位置,以给控制回路提供控制输入,使得控制输入代表掩模版200相对于透镜顶部265的位置,所述透镜顶部限定掩模版200相对于投影系统250的投影物镜的光轴270的位置,如图4所示。

[0068] 图6图示了根据本发明的实施例的用以测量在掩模版200(未示出)上的参考标记组415(1-4)的位置的如图5所示的第一传感器子系统405。参照图4,支撑件230的实施例被示出为掩模版卡盘600。掩模版卡盘600被配置为保持掩模版200。掩模版卡盘600包括掩模版空腔605。掩模版200的图案化部分215被定位在掩模版空腔605内,用于由辐射束220曝光。第一传感器子系统405a包括第一传感器组410(1-4)以测量在掩模版200上的参照标记组415(1-4)的各自的位置。

[0069] 图7图示了根据本发明的实施例的用以测量在掩模版200的侧边缘205上的位置的第二传感器子系统406。第二传感器子系统406包括第二传感器组412(1-6),以测量掩模版200

的边缘205相对于支撑件230(这里被示出为掩模版卡盘600)的位置。第二传感器组412(1-6)可以定位在掩模版卡盘600的掩模版空腔605内。

[0070] 在操作中,第二传感器组412(1-6)测量掩模版200相对于掩模版卡盘600的位置,并且图4的传感器260测量掩模版卡盘600相对于透镜顶部265的位置。通过使用该信息,可以确定掩模版200相对于透镜顶部265的位置。因此,控制包括掩模版卡盘600的掩模版台(未示出)的位置的控制伺服回路可以使用掩模版200相对于透镜顶部265的位置,代替掩模版台的位置,即由传感器260测量的掩模版卡盘600的位置。

[0071] 位于Y边上的一个或多个第二传感器412可以测量掩模版滑动。在一个实施例中,不仅仅是沿着Y边,第二传感器412沿着掩模版200的所有边缘的组合可被用于确定沿扫描方向的滑动。而且,可以确定掩模版200沿z轴的旋转或者滑动和旋转的组合。控制器425可以区分这种类型的掩模版滑动和掩模版形状的改变,因为滑动/旋转将导致边缘测量的关联改变。在掩模版200的侧边205上的测量的位置可以被供应给控制伺服回路以调节掩模版台的位置,从而修正掩模版滑动。控制伺服回路具有掩模版台试图跟随的参考位置,传感器260提供掩模版台的实际位置,并且提供反馈回路以将测量位置与参考位置匹配。来自位于X边上的一个或多个第二传感器412的实时反馈可以使得能够在每个管芯的一个晶片本身的曝光过程中或者在单个管芯的曝光过程中通过调节掩模版或晶片台的位置实时调节曝光。

[0072] 例如,在曝光之前,第一传感器组410(1-4)可以测量在掩模版200上的参考标记组415(1-4)的各自的位置。并且,第二传感器组412(1-4)可以测量掩模版200的边缘205相对于支撑件230的一个或多个位置。在一个晶片的曝光之后,第二传感器组412(1-4)可以测量掩模版200的边缘205的所述一个或多个位置,以确定掩模版200的图案化部分215的位置或形状如何在XY平面内改变,并且控制器425可以采用该新信息并且将它应用于曝光修正机制。然后,在一批晶片或一定数量的晶片之后,第一传感器组410(1-4)可以再次测量参考标记组415(1-4)的各自的位置。

[0073] 图8为图示根据本发明的实施例的测量方法800的流程图。方法800被提供用于测量诸如掩模版200等图案形成装置的变形。具有参考标记组415(1-4)、图案化部分215中的器件图案和其它对准/量测特征的掩模版200被加载在支撑件230或图案形成装置支撑件MT上,并且通过真空卡盘夹紧。

[0074] 在框805中,可以相对于参考坐标系统和参考计时系统测量参考标记组415(1-4)的各自的位置,以确定图案化部分215的绝对位置。参考坐标系统的示例包括其中支撑件230(或掩模版卡盘600)和透镜顶部265的位置被限定的坐标系统。参考计时系统的示例包括其中进行参考标记组415(1-4)的位置的测量的计时和进行掩模版200的边缘205的位置的测量的计时被限定的计时系统。参考标记组415(1-4)的位置可以相对于透镜顶部265被测量作为参考,用于将来使用。在一时间段之后,尤其是其中掩模版加热可能发生的曝光操作期之后,参考标记组415(1-4)的位置被再次测量。这些位置例如可被用于识别例如由掩模版的加热导致的掩模版的变形。

[0075] 在框810中,可以测量掩模版200的边缘205相对于为保持掩模版200而设置的支撑件230的位置。在框815中,在掩模版200的操作期之后,可以再次测量掩模版200的边缘205相对于支撑件230的位置。测量图案形成装置的边缘205的位置可以包括在衬底245的目标

部分255曝光给图案化的辐射束235、以通过光刻工艺将图案215从掩模版200上应用到衬底245上的过程中,通过以期望频率(例如,10kHz)采样而连续测量掩模版200的边缘205的位置。

[0076] 根据本发明的一个实施例,方法800还可以包括在掩模版200的第一操作期之后相对于参考坐标系统和参考计时系统再次测量参考标记组415(1-4)的位置,和在掩模版200的第二操作期之后再次测量掩模版200的边缘205相对于支撑件230的位置。在一个实施例中,掩模版200的第一操作期可以不同于掩模版200的第二操作期,使得参考标记组415(1-4)以比掩模版200的边缘205更少频率地被测量。

[0077] 根据本发明的一个实施例,再次测量掩模版200的边缘205的位置的步骤815包括在衬底245的目标部分255曝光给图案化的辐射束235、以通过光刻工艺将图案215从掩模版200上应用到衬底245上的过程中测量到掩模版200的边缘205的距离。在步骤810中,测量掩模版200的边缘205的位置还包括与测量掩模版200的边缘205相对于支撑件230的位置基本上同时地测量参考标记组415(1-4)的各自的位置。

[0078] 在框820中,基于参考标记组415(1-4)的测量的各自的位置、掩模版200的边缘205的测量的位置和掩模版200的边缘205的再次测量的位置,在掩模版200的操作期上,可以将掩模版200的图案化部分215的图案畸变估计为掩模版200的图案化部分215的绝对位置的改变。边缘测量还可以被用于检测掩模版200的偏移(滑动、旋转)。并且,基于边缘205的测量,不仅图案化部分215的变形,而且掩模版200由于其滑动引起的位置改变,或者由于加速度引起的旋转都可以被确定。变形信息和位置改变信息然后都可被用于修正图像的位置,即图案化部分215的位置(以及因而改善重叠)。

[0079] 根据本发明的一个实施例,方法800还包括重复曝光以将图案化部分215应用于衬底245上的一系列目标部分上,而每次曝光不重复再次测量参考标记组415(1-4)的位置的步骤。替代地,方法800包括重复曝光以将图案化部分215应用于多于一个的衬底上的一系列目标部分上,并且在预定数量的衬底的曝光之后每次新的衬底被加载到光刻设备202中时重复再次测量多个参考标记的位置的步骤。

[0080] 对于被加载到光刻设备202中的一系列衬底中的每一个可以执行几次曝光,并且当新的衬底被加载到光刻设备202中时执行再次测量参考标记组415(1-4)的位置的步骤。替代地,对于被加载到光刻设备202中的一批衬底中的每一个可以执行几次曝光,并且当新的衬底从下一批衬底被加载到光刻设备202中时执行再次测量参考标记组415(1-4)的位置的步骤。

[0081] 在正常操作过程中掩模版200的加热以及随后的畸变可能非常缓慢地变化,在这种情况下频繁的测量不是必要的。因此,在实用实施例中,仅间歇地、在产量将不会不当地被影响时测量参考标记415的位置。在多个参考标记415(1-m)的测量之间掩模版200或图案形成装置MA的渐进的加热可以通过边缘205的测量被确定,使得在参考标记415的测量中间的掩模版200的变形也可以被确定至期望的精度等级。由于能够在不同目标部分(场)的曝光过程中进行变形测量,因此能够在没有产量损失的情况下获得曝光的图案的对准精度的增益。

[0082] 根据方法800,控制器425可以通过在没有曝光掩模版200的图案化部分215时测量在掩模版200上的参考标记组415(1-4)的各自的位置来确定掩模版200的图案化部分215的

绝对位置或者掩模版200的图案化部分215的绝对位置的改变。通过在没有曝光掩模版200的图案化部分215时和在使用辐射束220曝光衬底245的目标部分255的过程中测量掩模版200的边缘205相对于支撑件230的位置,控制器425可以确定掩模版200的边缘205的相对位置的改变。

[0083] 根据方法800,控制器425然后可以基于图案化部分215的绝对位置和图案化部分215的所确定的绝对位置的改变和/或掩模版200的边缘205的相对位置的所确定的改变中的任一个估计在一时间段上掩模版200的图案化部分215的图案畸变的改变。方法800还可以包括测量为保持掩模版200而设置的支撑件230相对于光刻设备202的投影物镜的透镜顶部265的位置。基于掩模版200的边缘205相对于支撑件230的测量的位置和支撑件230相对于透镜顶部265的测量的位置,代表掩模版200相对于透镜顶部265的位置的控制输入可以被提供给控制回路。

[0084] 例如,可以不为每一个晶片测量在掩模版200上的多个参考标记415(1-m)的位置。可以在曝光过程中实时测量掩模版200的边缘205的位置,因此在曝光中间可以无需非常频繁地测量多个参考标记415(1-m)的位置,因为这些测量增加了产量损失,而掩模版200的边缘205的测量不会。但是代替边缘205的位置,在曝光过程中需要确定图案化部分215的位置。为此,通过组合边缘205的测量和多个参考标记415(1-m)的测量,可以确定图案化部分215的图案畸变的初始状态。即,例如,可以确定图案化部分215在时刻 $t=0$ 时看起来什么样。并且,通过在曝光过程中或者在曝光之后继续测量掩模版的边缘205的位置,可以确定在图案化部分215上的畸变随时间的改变。以这种方式,使用该实时反馈,可以在曝光晶片的同时调整曝光工艺。然而,可以仅在一批晶片完成曝光之后或者甚至在许多批之后进行多个参考标记415(1-m)的下一测量,或者在掩模版200被卸载之前根本不进行下一测量。

[0085] 方法800还可以包括将衬底245的目标部分255曝光给图案化辐射束235,以通过光刻工艺将图案215从掩模版200应用到衬底245上,使得曝光步骤包括根据估计的结果修改曝光的至少一个参数,以便减小所应用的图案和存在于衬底245上的图案之间的重叠误差。因此,可以改进重叠和产量。

[0086] 例如,在本发明的一个实施例中,方法800包括:响应于指示估计的图案畸变的改变的反馈,在衬底245的曝光过程中实时调整与光刻工艺中的衬底245的目标部分255的曝光关联的一个或多个参数。可以响应于指示估计的图案畸变的改变的反馈,通过控制器425实时调整在衬底245的曝光过程中与衬底245的目标部分255的曝光关联的一个或多个参数。

[0087] 控制器425可以响应于指示估计的图案畸变的改变的反馈实时调整在衬底245的曝光过程中与衬底245(未示出)的目标部分255(未示出)的曝光关联的一个或多个参数。在扫描曝光的情况下,可以控制光刻设备202以改变掩模版200和衬底245的相对的X和Y位置,并且还改变投影系统250的放大率,以便改进掩模版图案215上的器件特征和已经在前一次的曝光中出现在衬底245上的特征的位置的匹配。可选地,机械和/或热能可被引导到掩模版200的一部分上,以便主动对抗热畸变。这些措施的目的可以是总体地减小畸变量,或者简单地将畸变重新分布成可以使用光刻设备202的可用控制参数更有效地或者更容易地被修正的形状。

[0088] 在制造工艺中,例如,衬底W(半导体晶片或衬底245)被加载到光刻设备202中。与衬底245一起,工艺参数的“选配方案”被控制单元接收,根据工艺参数的“选配方案”建立和操作光刻设备202。一些参数可以被设置用于一批相似的衬底,其它参数可以专用于单个的衬底。可以执行量测功能以测量衬底245的准确位置并且将其与投影系统250对准。以期望的分辨率和精度在衬底245的表面上绘制X、Y位置和高度(z)位置。量测结果由控制单元存储,用于控制曝光操作。根据选配方案和量测结果设定曝光参数。曝光工艺通常通过使用由图案形成装置MA图案化的辐射束B曝光连续场(图1中的目标部分C)进行。最后,取出图案化的成品衬底并加载下一个衬底。

[0089] 虽然在本文中可能具体参照光刻设备在IC的制造中的应用,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(LCD)、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。

[0090] 虽然上面详述了本发明的实施例在光学光刻术中的应用,应该注意到,本发明可以用在其它的应用中,例如压印光刻术,并且只要情况允许,不局限于光学光刻术。在压印光刻术中,图案形成装置中的拓扑限定了在衬底上产生的图案。可以将所述图案形成装置的拓扑印刷到提供给所述衬底的抗蚀剂层中,在其上通过施加电磁辐射、热、压力或其组合来使所述抗蚀剂固化。在所述抗蚀剂固化之后,所述图案形成装置从所述抗蚀剂上移走,并在抗蚀剂中留下图案。

[0091] 这里使用的术语“辐射”和“束”包含全部类型的电磁辐射,包括:紫外辐射(UV)(例如具有365、355、248、193、157或126nm的波长或约365、355、248、193、157或126nm的波长)和极紫外(EUV)辐射(例如具有在5-20nm范围内的波长),以及粒子束,例如离子束或电子束。

[0092] 在允许的情况下,术语“透镜”可以表示不同类型的光学构件中的任何一种或其组合,包括折射式的、反射式的、磁性的、电磁的以及静电的光学构件。

[0093] 尽管以上已经描述了本发明的具体实施例,但应该认识到,本发明可以以与上述不同的方式来实现。例如,本发明可以采用包含用于描述一种如上面公开的方法的一个或多个机器可读指令序列的计算机程序的形式,或具有存储其中的所述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。

[0094] 本说明书是为了说明而不是限制。因此,本领域技术人员应该认识到,在不背离权利要求的范围的情况下可以对本发明做出修改。

[0095] 应当领会“具体实施方式”部分,而不是“发明内容”和“摘要”部分意在用于解释权利要求书。“发明内容”和“摘要”部分可以提出一个或多个、而非由发明人(或多个发明人)构思的本发明的所有示例性实施例,并且因此并非意在以任何方式限制本发明和所附的权利要求书。

[0096] 上面已经借助说明规定的功能和其关系的实施方式的功能构建模块描述了本发

明。在本文中为了方便描述随意地限定了这些功能构建模块的边界。可以限定替换的边界，只要规定的功能和其关系被恰当地执行。

[0097] 具体实施例的前述描述将如此完全地揭示本发明的普适性，以至通过应用本领域技术人员的普通知识，其它人可以容易地为各种应用修改和/或调整所述具体实施例，而无需过度的实验，且不偏离本发明的一般概念。因此，基于本文所呈现的教导和引导，所述调整和修改意在落在所公开的实施例的等同方式的含义和范围内。应当理解，本文中的措辞和术语是用于说明目的而非限制目的，使得本说明书的术语或措辞将在所述教导和引导下被本领域技术人员解释。

[0098] 本发明的幅度和范围不应限于任何上述示例性实施例，而仅根据所附的权利要求书和其等同方式而被限定。

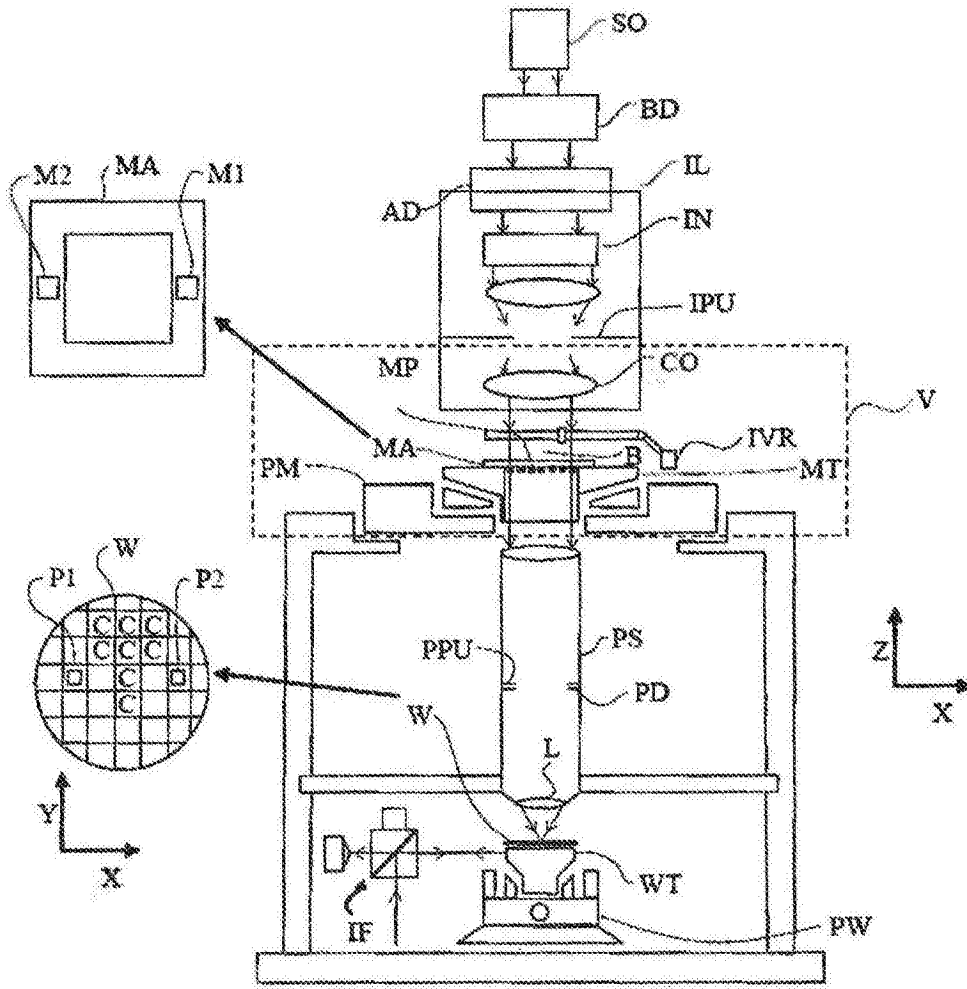


图1

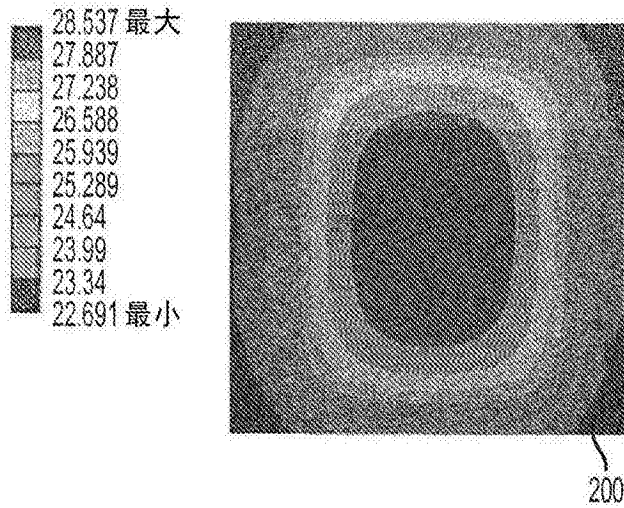


图2

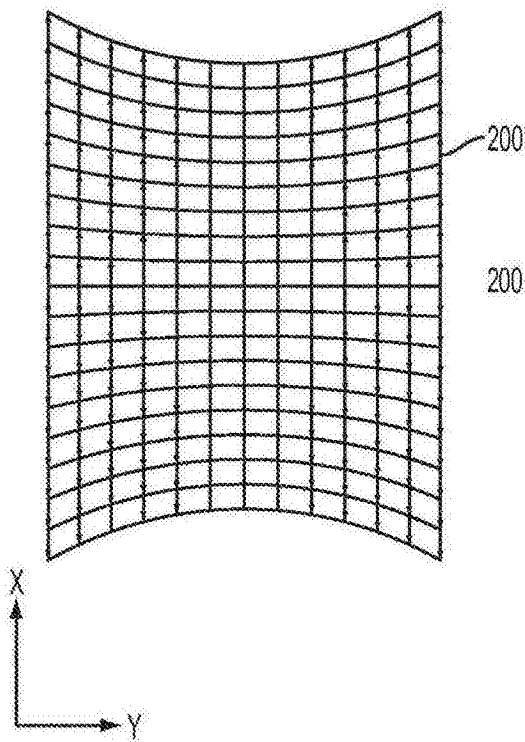


图 3A

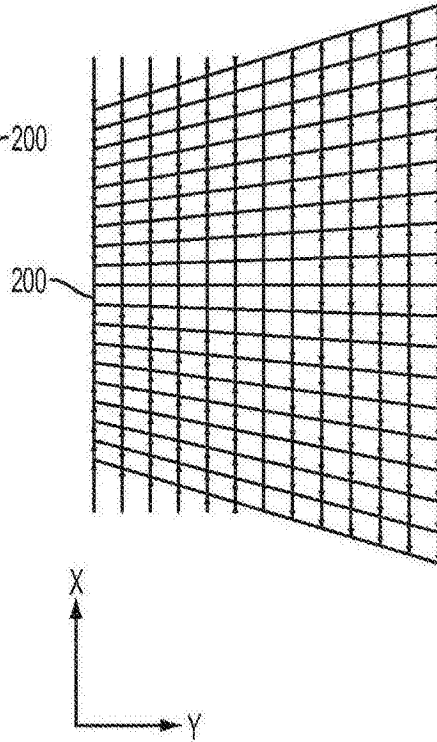


图 3B

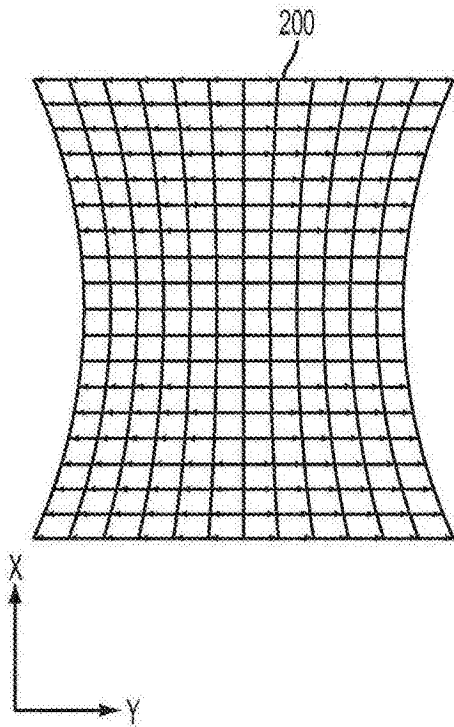


图3C

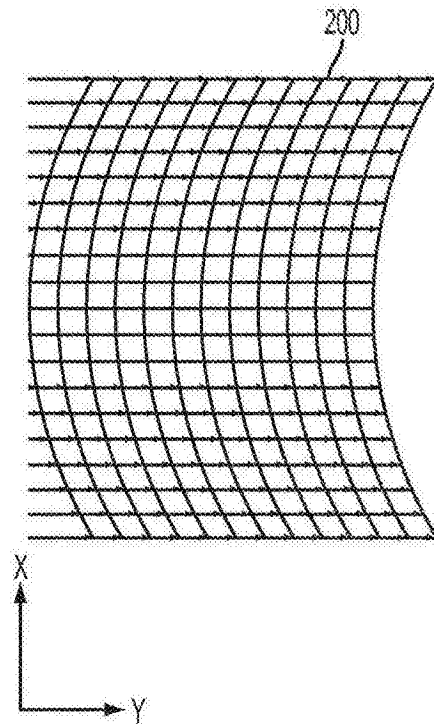


图3D

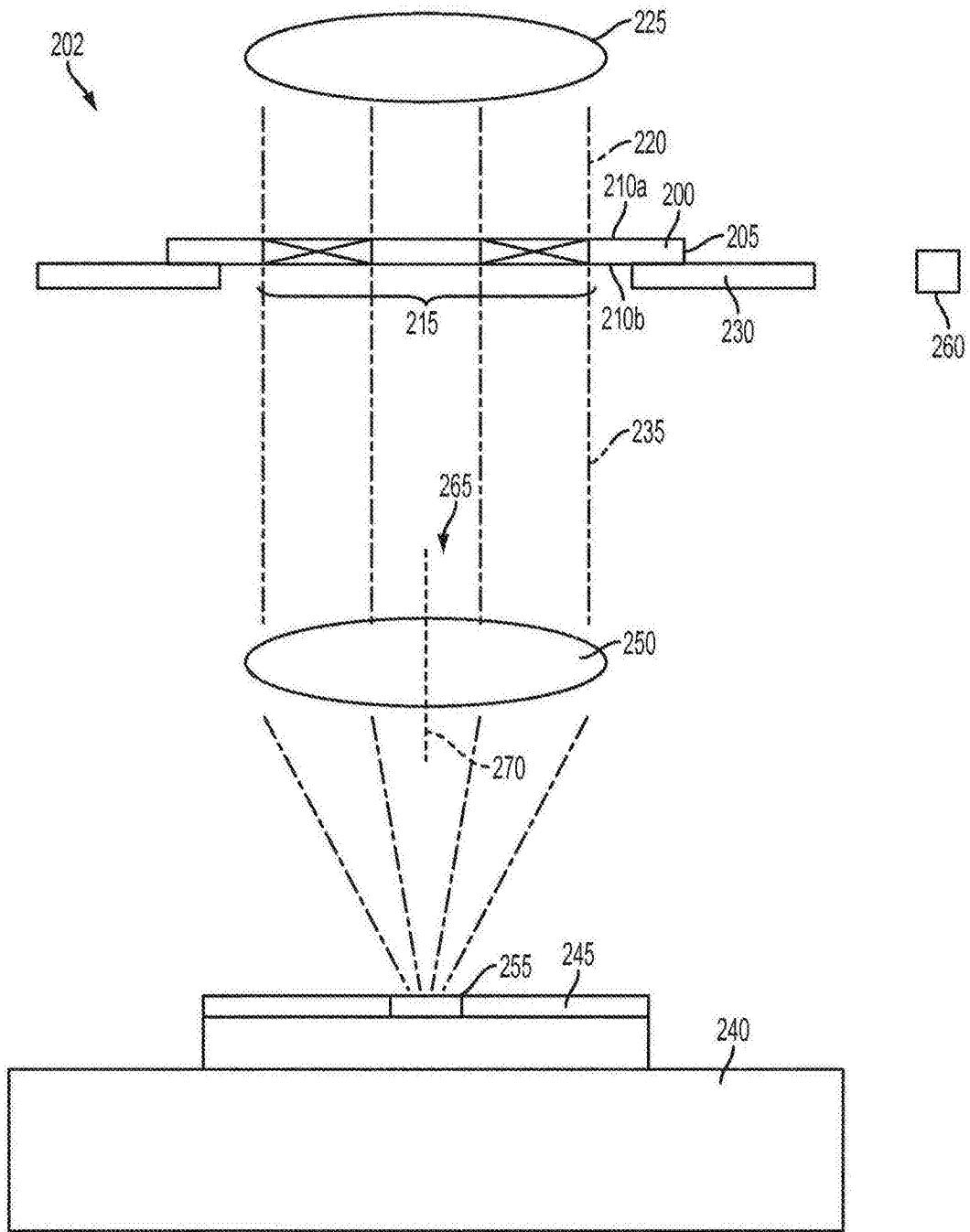


图4

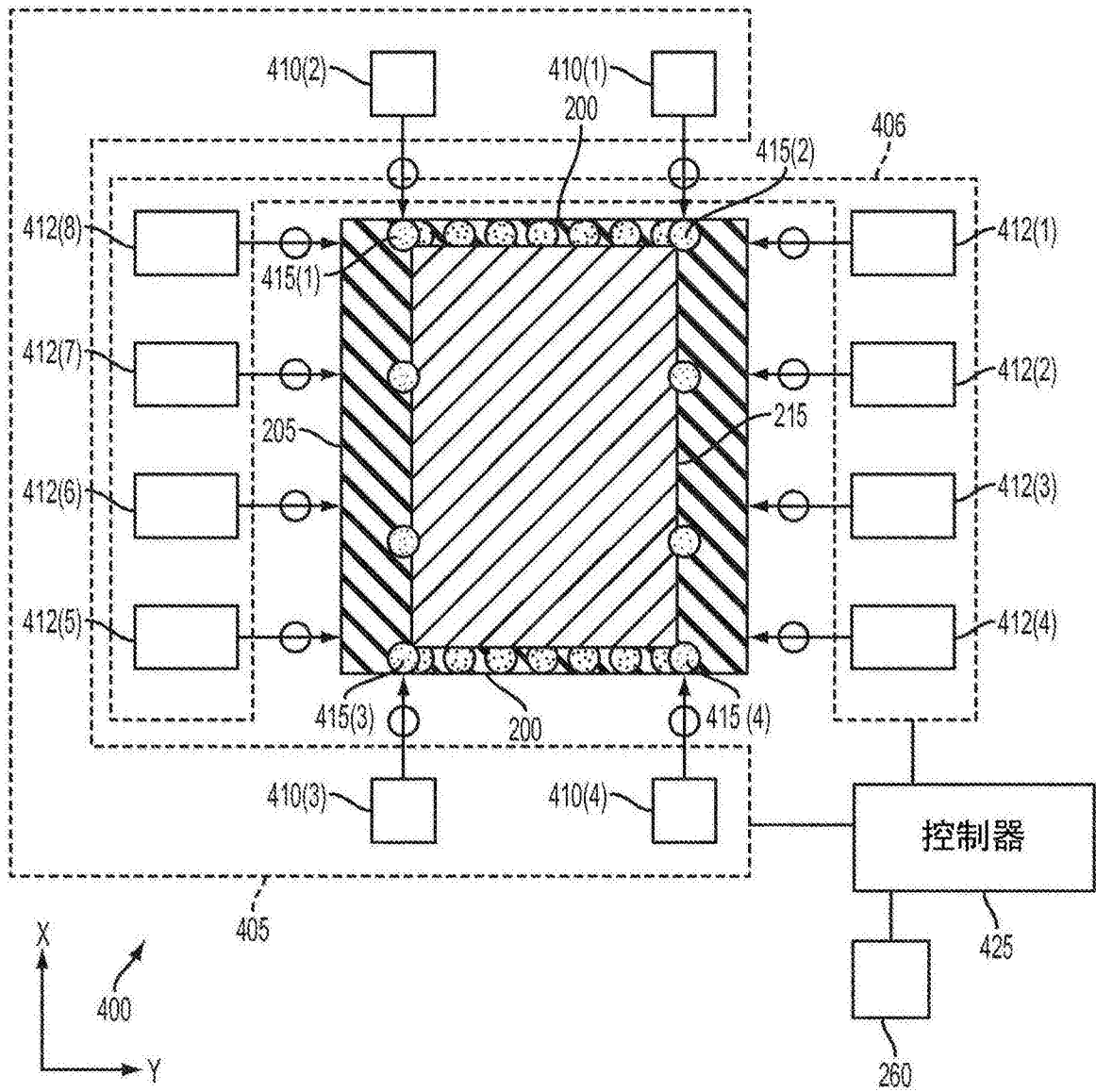


图5

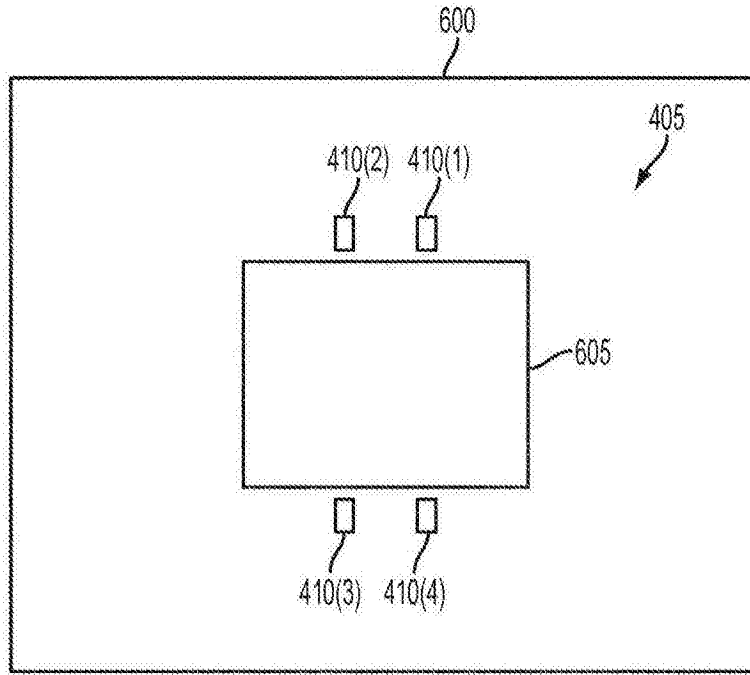


图6

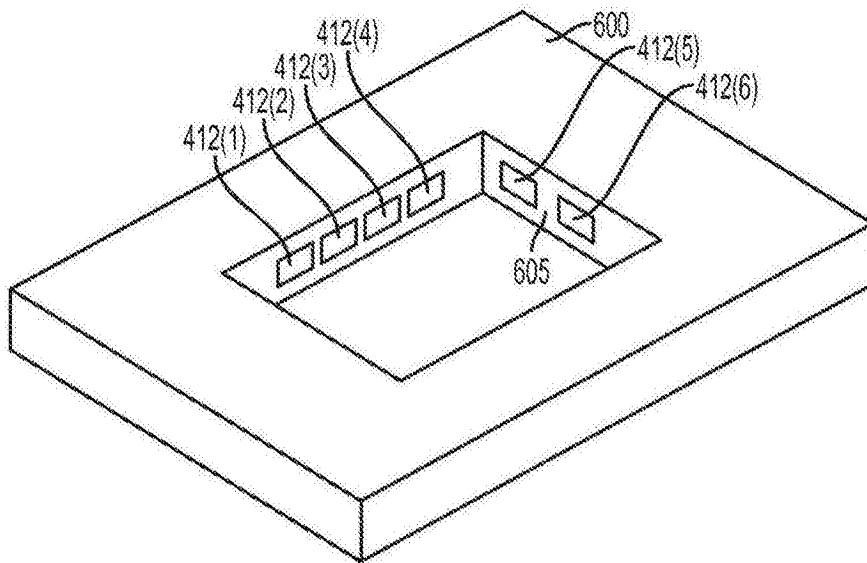


图7

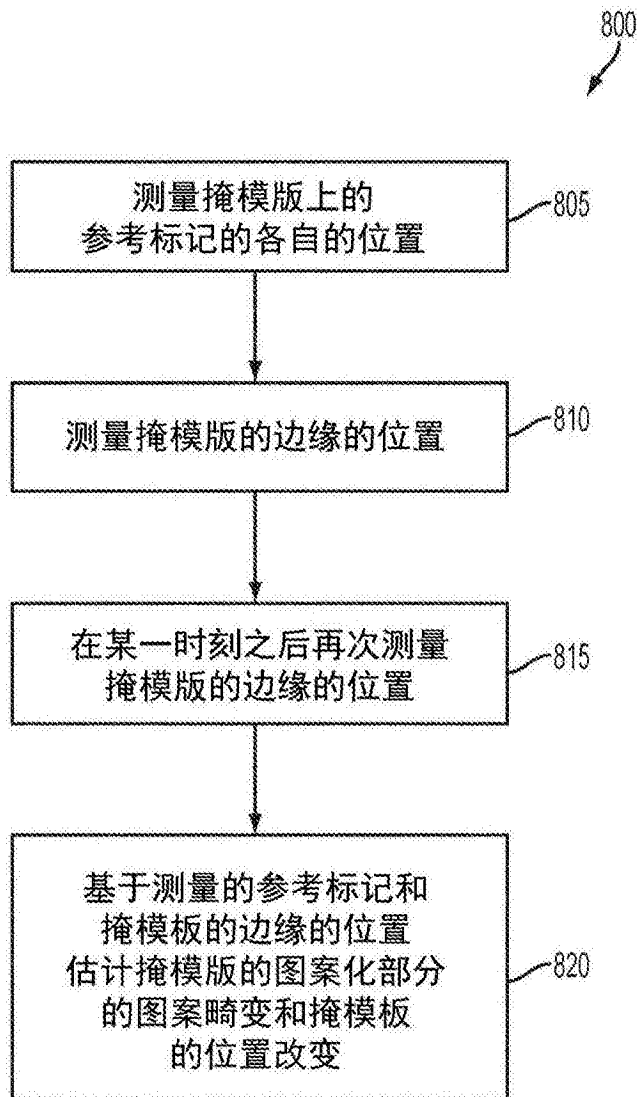


图8