



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110235061 A

(43)申请公布日 2019.09.13

(21)申请号 201780085273.2

(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 2017.12.13

代理人 王静

(30)优先权数据

62/452,843 2017.01.31 US

(51)Int.Cl.

G03F 7/20(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.07.31

G03F 1/72(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2017/082547 2017.12.13

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/141450 EN 2018.08.09

(71)申请人 ASML荷兰有限公司

地址 荷兰维德霍温

(72)发明人 彼得·顿伯格 D·F·S·德克尔

P·H·瓦尔德尼耶

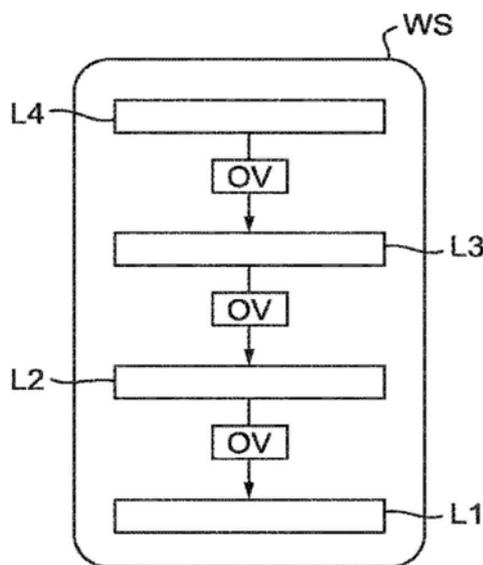
权利要求书2页 说明书23页 附图9页

(54)发明名称

用于增加图案定位的准确度的方法及系统

(57)摘要

一种方法包括:获得表示相对于目标位置来定位形成于衬底上的层上的图案的准确度的误差信息,其中所述图案已经通过用由图案形成装置图案化的辐射束辐照所述层而形成;和产生包括横越所述图案形成装置的位置移位的图的修改信息,以便增加定位使用根据所述修改信息来修改的所述图案形成装置所形成的所述图案的准确度,所述修改信息基于误差信息,其中所述误差信息独立于所述衬底上的任何其它层。



1. 一种方法,包括:

获得表示相对于目标位置来定位形成于衬底上的层上的图案的准确度的误差信息,其中所述图案已经通过使用图案形成装置而形成于所述层中;和

产生包括横越所述图案形成装置的位置移位的图的修改信息,以便增加定位使用根据所述修改信息来修改的所述图案形成装置所形成的所述图案的所述准确度,所述修改信息基于所述误差信息,其中所述误差信息独立于所述衬底上的任何其它层。

2. 如权利要求1所述的方法,其中获得误差信息包括确定由将辐射束聚焦到所述层上的投影系统导致的变形,所述变形贡献于所述图案的不准确度。

3. 如权利要求2所述的方法,其中针对至少两个投影系统确定所述变形,且所述误差信息基于针对所述至少两个投影系统计算的平均变形。

4. 如权利要求1所述的方法,其中获得误差信息包括确定由所述图案形成装置导致的图案形成误差,所述图案形成误差贡献于所述图案的不准确度。

5. 如权利要求4所述的方法,包括组合所确定的变形和所确定的图案形成误差使得所述修改信息至少基于所述所确定的变形和所述所确定的图案形成误差两者。

6. 如权利要求5所述的方法,包括在与所述图案形成装置上的所确定的图案形成误差相关联的部位处确定所述变形。

7. 如权利要求5所述的方法,其中组合所述所确定的变形和所述所确定的图案形成误差包括将所述所确定的变形和所述所确定的图案形成误差映射至共同的栅格。

8. 如权利要求1所述的方法,其中所述误差信息被映射到与所述修改信息相关联的栅格上。

9. 如权利要求1所述的方法,包括基于所述修改信息来修改所述图案形成装置。

10. 如权利要求1所述的方法,包括对在所述衬底上具有对应图案的多个层中的每一个,重复所述获得误差信息和所述产生修改信息。

11. 如权利要求1所述的方法,包括确定对使用所述图案形成装置的光刻设备的校正,所述校正与所述修改信息相关联。

12. 如权利要求11所述的方法,其中所述校正基于与所述修改信息相关联的第一栅格和与对所述光刻设备的所述校正相关联的第二栅格之间的采样密度的差。

13. 一种非暂时性计算机程序产品,所述非暂时性计算机程序产品包括机器可读指令,所述机器可读指令用于使得处理器系统执行如权利要求1所述的方法。

14. 一种系统,包括:

硬件处理器系统;和

储存机器可读指令的非暂时性计算机可读储存介质,其中当被执行时,所述机器可读指令使得所述处理器系统:

获得表示形成于衬底上的层上的图案相对于目标位置如何被准确地定位的误差信息,其中所述图案已经通过使用图案形成装置而形成;和

产生包括横越所述图案形成装置的位置移位的图的修改信息以用于修改所述图案形成装置,以便增加定位使用根据所述修改信息来修改的所述图案形成装置所形成的所述图案的所述准确度,所述修改信息基于所述误差信息,其中所述误差信息独立于所述衬底上的任何其它层。

15. 一种系统,包括:

硬件处理器系统;和

储存机器可读指令的非暂时性计算机可读储存介质,其中当被执行时,所述机器可读指令使得所述处理器系统执行如权利要求1所述的方法。

## 用于增加图案定位的准确度的方法及系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2017年1月31日递交的美国申请62/452,843的优先权,且通过引用将其全文并入本发明中。

### 技术领域

[0003] 本发明说明书涉及用于产生修改信息以用于增加定位图案的准确度的方法及系统。

### 背景技术

[0004] 光刻设备是一种将所期望的图案施加到衬底上(通常施加到衬底的目标部分上)的机器。例如,可以将光刻设备用在集成电路(IC)或被设计为功能性的其它器件的制造中。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于所述设计为功能性的器件的单层上的器件图案。可以将所述图案转印到衬底(例如,硅晶片)上的目标部分(例如,包括一部分管芯、一个或几个管芯)上。所述图案的转印通常经由将图案成像到设置于衬底上的辐射敏感材料(抗蚀剂)层来进行。通常,单个衬底将包括被连续地形成图案的相邻目标部分的网络。已知的光刻设备包括: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、同时沿与所述方向平行或反向平行的方向同步地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至衬底上而将图案从图案形成装置转印至衬底。

[0005] 制造诸如半导体器件的器件通常涉及使用许多个制造过程来处理衬底(例如半导体晶片)以形成所述器件的各种特征和多个层。通常使用例如沉积、光刻术、蚀刻、化学机械抛光及离子注入来制造和处理这样的层和特征。可以在衬底上的多个管芯上制造多个器件,且接着将所述多个器件分离成单独的器件。这个器件制造过程可以被认为是图案形成过程。图案形成过程涉及图案形成步骤,诸如使用光刻设备的光学光刻术和/或纳米压印光刻术,以在衬底上提供图案且通常但可选地涉及一个或更多个相关的图案处理步骤,诸如通过显影设备的抗蚀剂显影、使用焙烤工具焙烤衬底、使用采用蚀刻设备的图案进行蚀刻等。另外,在图案形成过程中涉及一个或更多个量测过程。

[0006] 在图案形成过程期间在各种步骤下使用量测过程以监控和控制所述过程。例如,使用量测过程用于测量衬底的一个或更多个特性,诸如在所述图案形成过程期间形成于衬底上的特征的相对部位的特性(例如配准、重叠、对准等)或尺寸(例如线宽、临界尺寸(CD)、厚度等),使得例如可以根据所述一个或更多个特性确定图案形成过程的性能。如果所述一个或更多个特性是不可接受的(例如在特性的预定范围之外),则所述一个或更多个特性的测量结果可以用于改变图案形成过程的一个或更多个参数使得通过所述图案形成过程制造的另外的衬底具有可接受的特性。

[0007] 几十年来,随着光刻术和其它图案形成过程技术的进步,功能元件的尺寸已经不

断地减小,而每个器件的功能元件(诸如晶体管)的量已经稳步地增加。同时,在重叠、临界尺寸(CD)等方面的准确度的要求已经变得越来越严格。将在图案形成过程中不可避免地产生产误差,诸如重叠误差、CD误差等。例如,可以从光学像差、图案形成装置加热、图案形成装置误差和/或衬底加热产生成像误差,且可以根据例如重叠误差、CD误差等来表征成像误差。另外或可替代地,可在图案形成过程的其它部分中(诸如在蚀刻、显影、焙烤等中)引入误差,且相似地,可以根据例如重叠误差、CD误差等来表征所述误差。所述误差可能直接导致在器件的功能方面上的问题,包括器件运行故障,或运行的器件的一个或多个电气问题。

[0008] 用于图案形成过程中的一个或多个设备可以用于校正(例如,如果不是全部地,则至少部分地)误差中的一个或多个。例如,光刻设备可以能够通过调整光刻设备中的一个或多个致动器来校正误差中的部分。但是,通过光刻设备中的一个或多个致动器,剩余的误差可能是不可校正的。因此,通常需要提供可以进一步或较好地校正图案形成过程中的误差的方法和/或设备。

[0009] 用于校正误差(尤其是重叠误差)的一种方式控制光刻设备的图案形成装置(例如掩模版)内的应变。然而,通常图案形成装置中的应变被调整以便校正通过特定的光刻设备形成的两个图案之间的重叠。因此,通过其它光刻设备形成(例如当特定的光刻设备不可用时)的其它图案或相同图案的未配准误差没有被最佳地校正。因此,期望减小图案形成装置校正对正使用的特定的光刻设备的依赖性。

## 发明内容

[0010] 在实施例中,提供了一种方法,包括:

[0011] 获得表示相对于目标位置来定位形成于衬底上的层上的图案的准确度的误差信息,其中所述图案已经通过用由图案形成装置图案化的辐射束辐照所述层而形成;和

[0012] 产生包括横越所述图案形成装置的位置移位的图的修改信息,以便增加定位使用根据所述修改信息来修改的所述图案形成装置所形成的所述图案的所述准确度,所述修改信息基于所述误差信息,其中所述误差信息独立于所述衬底上的任何其它层。

[0013] 在一个方面,提供了一种包括机器可读指令的非暂时性计算机程序产品,所述机器可读指令用于使得处理器系统执行本文中所描述的的方法。

[0014] 在一个方面,提供了一种系统,包括:硬件处理器系统;和储存机器可读指令的非暂时性计算机可读储存介质,其中当被执行时所述机器可读指令使得所述处理器系统执行如本文中所描述的方法。

[0015] 在一个方面,提供了一种系统,包括:

[0016] 硬件处理器系统;和

[0017] 储存机器可读指令的非暂时性计算机可读储存介质,其中当被执行时所述机器可读指令使得所述处理器系统:

[0018] 获得表示形成于衬底上的层上的图案相对于目标位置如何被准确地定位的误差信息,其中所述图案已经通过用由图案形成装置图案化的辐射束辐照所述层而形成;和

[0019] 产生包括横越所述图案形成装置的位置移位的图的修改信息以用于修改所述图案形成装置,以便增加定位使用根据所述修改信息来修改的所述图案形成装置所形成的所

述图案的所述准确度,所述修改信息基于所述误差信息,其中所述误差信息独立于所述衬底上的任何其它层。

### 附图说明

- [0020] 现将参照随附的附图,仅以举例的方式描述实施例,其中:
- [0021] 图1示意性地描绘了光刻设备的实施例;
- [0022] 图2示意性地描绘了光刻单元或光刻簇的实施例;
- [0023] 图3示意性地描绘了光刻处理、量测及图案形成装置修改系统的实施例;
- [0024] 图4示意性地描绘了图案形成装置修改工具的实施例;
- [0025] 图5示意性地描绘了通过图案形成装置修改工具进行的图案形成装置修改的方法的实施例的流程图;
- [0026] 图6示意性地描绘了图案位置误差如何在衬底叠层的不同层之间变化;
- [0027] 图7描绘了对针对衬底叠层的特定层的图案位置误差的投影系统和图案形成装置的贡献;
- [0028] 图8示意性地描绘了如何从每一层的位置误差计算两个层之间的位置误差;
- [0029] 图9示意性地描绘了根据本发明的实施例在衬底叠层的层中没有位置误差;
- [0030] 图10描绘了衬底叠层的两个层之间的位置误差;
- [0031] 图11示意性地描绘了在衬底叠层的不同层中的位置误差;
- [0032] 图12描绘了图11中所示出的衬底叠层的层中的两个层之间的位置误差;和
- [0033] 图13描绘了当实施本发明的实施例时衬底叠层的层中的两个层之间的位置误差。

### 具体实施方式

- [0034] 在详细地描述实施例之前,提供实施例可以实施的示例环境是有指导意义的。
- [0035] 图1示意地示出了一种光刻设备LA。所述光刻设备LA包括:
- [0036] 照射系统(照射器)IL,配置成用于调节辐射束B(例如,紫外(UV)辐射或深紫外(DUV)辐射);
- [0037] 支撑结构(例如掩模台)MT,构造成用于支撑图案形成装置(例如掩模)MA,并与被配置用于根据特定的参数准确地定位图案形成装置MA的第一定位装置PM相连;
- [0038] 衬底台(例如,晶片台)WT,构造成用以保持衬底(例如涂覆有抗蚀剂的晶片)W并且与配置用于根据特定的参数准确地定位衬底W的第二定位装置PW相连;和
- [0039] 投影系统(例如折射式投影透镜系统)PS,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,所述投影系统PS被支撑在参考框架RF上。
- [0040] 照射系统IL可以包括各种类型的光学部件,诸如折射式、反射式、磁性式、电磁式、静电式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。
- [0041] 所述支撑结构MT以依赖于图案形成装置MA的方向、光刻设备LA的设计以及诸如例如图案形成装置MA是否保持在真空环境中等其它条件的方式支撑图案形成装置MA。所述支撑结构MT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MA。所述支撑结构MT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MT

可以确保图案形成装置MA位于所期望的位置上,例如相对于投影系统PS。在这里使用的任何术语“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。

[0042] 这里所使用的术语“图案形成装置MA”应该被广义地理解为表示能够用于将图案赋予在衬底W的目标部分C上的任何装置。在实施例中,图案形成装置MA是可以用于将图案在辐射束B的横截面上赋予辐射束B以便在衬底W的目标部分C上产生图案的任何装置。应当注意,被赋予辐射束B的图案可能不与在衬底W的目标部分C中的所期望的图案完全相符,例如如果该图案包括相移特征或所谓的辅助特征。通常,被赋予辐射束B的图案将与在目标部分C中产生的器件中的特定的功能层(诸如集成电路)相对应。

[0043] 图案形成装置MA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、和衰减型相移掩模类型以及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。

[0044] 这里使用的术语“投影系统”应该广义地解释为包括任何类型的投影系统,所述投影系统的类型可以包括折射型、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,当适合所使用的曝光辐射时、或适合诸如使用浸没液或使用真空的其它因素时。这里使用的任何术语“投影透镜”可以认为是与更上位的术语“投影系统”同义。

[0045] 投影系统PS具有可以是非均匀的且可能影响成像于衬底W上的图案的光学传递函数。对于非偏振辐射,这样的效应可以由两个标量图相当好地描述,所述两个标量图描述根据离开投影系统PS的辐射的光瞳平面中的位置而变化的所述辐射的透射(变迹)和相对相位(像差)。可以将可被称为透射图和相对相位图的这些标量图表达为基函数的完备集的线性组合。特别常规的集合为泽尼克(Zernike)多项式,其形成在单位圆上所定义的正交多项式的集合。每一标量图的确定可以涉及确定这样的展开式中的系数。由于泽尼克多项式在单位圆上是正交的,因此可以通过依次计算经测量的标量图与每一泽尼克多项式的内积且将该内积除以该泽尼克多项式的范数的平方来确定泽尼克系数。

[0046] 透射图和相对相位图是依赖于场和系统的。即,通常,每一投影系统PS将对每一场点(即,对在投影系统PS的图像平面中的每一空间位置)具有一不同的泽尼克展开式。可以通过将例如来自投影系统PS的物体平面(即,图案形成装置MA的平面)中的类点源的辐射投影通过投影系统PS且使用剪切干涉仪以测量波前(即,具有相同相位的点的轨迹)来确定投影系统PS在其光瞳平面中的相对相位。剪切干涉仪是共同路径干涉仪且因此,有利的是,无需次级参考束来测量波前。剪切干涉仪可以包括在投影系统的图像平面(即,衬底台WT)中的衍射光栅(例如二维栅格)和被布置以检测在与投影系统PS的光瞳平面共轭的平面中的干涉图案的检测器。干涉图案与所述辐射的相位相对于在剪切方向上的光瞳平面中的坐标的导数相关。检测器可以包括传感元件阵列,诸如(例如)电荷耦合器件(CCD)。

[0047] 可以在两个垂直方向上相继扫描衍射光栅,所述两个垂直方向可以与投影系统PS的坐标系的轴(x和y)重合或可以与这些轴成诸如45度的角度。可以在整数个光栅周期(例如,一个光栅周期)之上执行扫描。扫描使在一个方向上的相位变化平均化,从而允许重构在另一方向上的相位变化。这允许将波前确定为两个方向的函数。

[0048] 光刻设备的投影系统PS可以不产生可见条纹,且因此可以使用相位步进技术(诸如例如移动衍射光栅)来增强波前确定的准确度。可以在衍射光栅的平面中且在垂直于测量的扫描方向的方向上执行步进。步进范围可以为一个光栅周期,且可以使用至少三个(均匀地分布的)相位步进。因此,例如,可以在y方向上执行三个扫描测量,在x方向上对不同位置执行每一扫描测量。衍射光栅的这个步进将相位变化有效地转换成强度变化,从而允许确定相位信息。光栅可以在垂直于衍射光栅的方向(z方向)上步进以校准检测器。

[0049] 可以通过将(例如)来自投影系统PS的物体平面(即,图案形成装置MA的平面)中的类点源的辐射投影通过投影系统PS且使用检测器来测量在与投影系统PS的光瞳平面共轭的平面中的辐射强度来确定投影系统PS在其光瞳平面中的透射(变迹)。可以使用与用于测量波前以确定像差的检测器相同的检测器。

[0050] 投影系统PS可以包括多个光学元件(例如透镜)且可以进一步包括调整机构AM,所述调整机构AM被配置以调整光学元件中的一个或多个,以便校正像差(横越贯穿所述场的光瞳平面的相位变化)。为了实现所述调整,调整机构AM可以是可操作的以一种或更多种不同的方式操纵投影系统PS内的一个或多个光学元件(例如透镜)。投影系统PS可以具有坐标系,其中所述投影系统的光轴在z方向上延伸。调整机构AM可以是可操作的以完成以下各项的任何组合:使一个或多个光学元件移位;使一个或多个光学元件倾斜;和/或使一个或多个光学元件变形。光学元件的移位可以是在任何方向(x、y、z或其组合)上。光学元件的倾斜通常是在垂直于光轴的平面之外,通过围绕在x和/或y方向上的轴旋转进行,但是对于非旋转对称的非球面光学元件可以使用围绕z轴的旋转进行。光学元件的变形可以包括低频形状(例如散光)和/或高频形状(例如,自由式非球面)。可以例如通过使用一个或多个致动器以对光学元件的一个或多个侧施加力和/或通过使用一个或多个加热元件以加热光学元件的一个或多个选定区来执行光学元件的变形。通常,没有可能调整投影系统PS以校正变迹(横越光瞳平面的透射变化)。可以当设计用于光刻设备LA的图案形成装置(例如掩模)MA时使用投影系统PS的透射图。使用计算光刻术技术,图案形成装置MA可以被设计用于至少部分地校正变迹。

[0051] 如这里所示,所述光刻设备LA是透射型的(例如,采用透射式掩模)。可替代地,所述光刻设备LA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)。

[0052] 光刻设备LA可以是具有两个(双平台)或多个台(例如,两个或多个衬底台(WTa、WTb)、两个或多个图案形成装置台、在没有衬底的情况下专用于例如促进测量和/或清济等的在投影系统PS下方的衬底台WTa和台WTb)的类型。在这种“多平台”机器中,可以并行地使用附加的台,或可以在一个或多个台上执行预备步骤的同时,将一个或多个其它台用于曝光。例如,可以进行使用对准传感器AS的对准测量和/或使用水平传感器LS的水平(高度、倾斜等)测量。

[0053] 所述光刻设备LA也可以是这种类型:其中衬底W的至少一部分可以由具有相对高的折射率的液体(例如水)覆盖,以便于填充投影系统PS和衬底W之间的空间。浸没液体还可以施加至光刻设备LA中的其它空间,例如在图案形成装置MA和投影系统PS之间。众所周知,在本领域中浸没技术能够用于提高投影系统的数值孔径。这里所使用的术语“浸没”并不意味着必须将结构(诸如衬底)浸入到液体中,而是“浸没”仅意味着在曝光过程中液体位于投

影系统PS和衬底W之间。

[0054] 参照图1,照射系统IL接收来自辐射源S0的辐射束。所述辐射源S0和光刻设备LA可以是分立的实体(例如当所述辐射源S0为准分子激光器时)。在这种情况下,不会将所述辐射源S0考虑成形成光刻设备LA的部分,并且借助于包括例如合适的定向反射镜和/或扩束器的束传递系统BD,将所述辐射束B从所述辐射源S0传到所述照射系统IL。在其它情况下,所述辐射源S0可以是所述光刻设备LA的组成部分(例如当所述辐射源S0是汞灯时)。可以将所述辐射源S0和所述照射系统IL、以及如果需要时设置的所述束传递系统BD一起称为辐射系统。

[0055] 所述照射系统IL可以包括配置成调整所述辐射束的角强度分布的调整器AD。通常,可以对所述照射系统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 $\sigma$ -外部和 $\sigma$ -内部)进行调整。此外,所述照射系统IL可以包括各种其它部件,诸如积分器IN和聚光器CO。可以将所述照射系统IL用于调节所述辐射束B,以在其横截面中具有所期望的均匀性和强度分布。

[0056] 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MA来形成图案。已经穿过所述图案形成装置MA之后,所述辐射束B穿过投影系统PS,所述投影系统PS将辐射束B聚焦到所述衬底W的目标部分C上。借助于第二定位装置PW和位置传感器IF(例如,干涉仪器件、线性编码器、二维编码器或电容传感器),可以准确地移动所述衬底台WT,例如以便于将不同的目标部分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(图1中未明确示出)用于相对于所述辐射束B的路径准确地定位所述图案形成装置MA。通常,可以借助于形成所述第一定位装置PM的部分的长行程模块(粗定位)和短行程模块(精定位)来实现支撑结构MT的移动。类似地,可以使用形成所述第二定位装置PW的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(与扫描器的情况相反),支撑结构MT可以仅与短行程致动器相连,或可以是固定的。可以使用图案形成装置对准标记M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>和衬底对准标记P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>来对准图案形成装置MA和衬底W。尽管所示的衬底对准标记P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>占据了专用目标部分C,但是它们可以位于目标部分C(这些公知为划线对准标记)之间的空间中。类似地,在将多于一个的管芯设置在图案形成装置MA上的情况下,所述图案形成装置对准标记M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>可以位于所述管芯之间。

[0057] 所描述的光刻设备LA可用于以下模式中的至少一种中:

[0058] 1、在步进模式中,在将支撑结构MT和衬底台WT保持为基本静止的同时,将赋予所述辐射束B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。

[0059] 2、在扫描模式中,在对支撑结构MT和衬底台WT同步地进行扫描的同时,将赋予所述辐射束B的图案投影到目标部分C上(即,单一的动态曝光)。衬底台WT相对于支撑结构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性来确定。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C的宽度(沿非扫描方向),而所述扫描运动的长度决定了所述目标部分C的高度(沿扫描方向)。

[0060] 3、在另一模式中,将用于保持可编程图案形成装置的支撑结构MT保持为基本静

止,并且在将赋予所述辐射束B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(诸如,如上所述类型的可编程反射镜阵列)的无掩模光刻术中。

[0061] 也可以采用上述使用模式的组合和/或变形例,或完全不同的使用模式。

[0062] 如图2所示,光刻设备LA可以形成光刻单元LC(有时也称为光刻元或者光刻簇)的部分,光刻单元LC还包括用于在衬底W上执行曝光前和曝光后处理的设备。通常情况下,这些设备包括用于沉积一个或更多个抗蚀剂层的一个或更多个旋涂器SC、用于对曝光后的抗蚀剂显影的一个或更多个显影器DE、一个或更多个激冷板CH和/或一个或更多个焙烤板BK。衬底操纵装置或机器人RO从输入/输出端口I/O1、I/O2拾取一个或更多个衬底,然后在不同的过程设备之间移动它们,并将它们传递到光刻设备LA的进料台LB。经常统称为轨道的这些设备处在轨道控制单元TCU的控制之下,所述轨道控制单元TCU自身由管理控制系统SCS控制,所述管理控制系统SCS也经由光刻控制单元LACU控制光刻设备LA。因此,不同的设备可以被操作用于将生产率和处理效率最大化。

[0063] 为了由光刻设备LA曝光的衬底W被正确地和一致地曝光,需要检查曝光后的衬底以测量一个或更多个属性,诸如后续层之间的重叠误差、线厚度、临界尺寸(CD)、聚焦偏移、材料属性等。因此,光刻单元LC被定位在其中的制造设施通常也包括量测系统MET,所述量测系统MET接收已经在光刻单元LC中处理的衬底W中的一些或全部。量测系统MET可以是光刻单元LC的部分,例如其可以是光刻设备LA的部分。

[0064] 可以将量测结果直接或间接地提供至管理控制系统SCS。如果检测到误差,则可以对后续衬底的曝光(尤其如果可以足够迅速且快速地完成检查使得所述批量的一个或更多个其它衬底仍待曝光)或对经曝光的衬底的后续曝光进行调整。已经曝光过的衬底也可以被剥离并被重新加工以提高良率,或可以被遗弃,由此避免在已知存在缺陷的衬底上执行进一步处理。在衬底的仅一些目标部分有缺陷的情况下,可以仅对良好的那些目标部分执行进一步曝光。

[0065] 在量测系统MET内,检查设备被用于确定衬底的一个或更多个属性,且具体地,用于确定不同的衬底的一个或更多个属性如何从层到层变化或同一衬底的不同层如何从层到层变化。检查设备可以被集成到光刻设备LA或光刻单元LC中,或可以是独立的装置。为了能进行最迅速的测量,期望检查设备在曝光后立即测量经过曝光的抗蚀剂层中的一个或更多个属性。然而,抗蚀剂中的潜像具有很低的对比度(在经过辐射曝光的抗蚀剂部分和没有经过辐射曝光的抗蚀剂部分之间仅有很小的折射率差),且并非所有的检查设备都具有足够的灵敏度以对潜像进行有效测量。因此,测量可以在曝光后焙烤步骤(PEB)之后进行,所述曝光后焙烤步骤通常是在经过曝光的衬底上进行的第一步,且增加抗蚀剂的经过曝光和未经曝光的部分之间的对比度。在这个阶段,抗蚀剂中的图像可以被称为半潜的。也能够在抗蚀剂的曝光部分或者未经曝光的部分已经被去除的那个点处,或者在诸如蚀刻等图案转印步骤之后,对经过显影的抗蚀剂图像进行测量。后一种可能性限制了有缺陷的衬底进行重新加工的可能性,但是仍旧可以提供有用的信息。

[0066] 为了监控包括至少旧个图案形成步骤(例如光学光刻术步骤)的图案形成过程(例

如器件制造过程),检查图案化的衬底W且测量图案化的衬底中的一个或更多个参数。例如,所述一个或更多个参数可以包括:形成在图案化的衬底中或形成在图案化的衬底上的连续层之间的重叠误差、(例如)形成在图案化的衬底中或在图案化的衬底上的特征的临界尺寸(CD)(例如临界线宽)、光学光刻术步骤的聚焦或聚焦误差、光学光刻术步骤的剂量或剂量误差、光学光刻术步骤的光学像差等。可以对产品衬底自身的目标执行该测量和/或对设置在衬底上的专用量测目标执行该测量。有用于对在图案形成过程中形成的结构进行测量的各种技术,包括使用扫描电子显微镜、以图像为基础的测量或检查工具和/或各种专用工具。专用的量测和/或检查工具的快速且非侵入形式为辐射束被引导至在衬底的表面上的目标上且测量散射(衍射/反射)束的属性的形式。通过比较束在其已经由衬底散射之前和之后的一个或更多个属性,可以确定衬底的一个或更多个属性。这可以被称为以衍射为基础的量测或检查。该以衍射为基础的量测或检查的特定应用是在周期性目标内的特征不对称性的测量中。这可以被用作例如重叠误差的度量,但其它应用也是已知的。例如,可以通过比较衍射光谱的相对部分(例如,比较周期性光栅的衍射光谱中的第-1阶与第+1阶)来测量不对称性。这可以简单地如(例如)在通过引用将其全文并入本文中的美国专利申请公开出版物US2006-066855中所描述的来完成。

[0067] 用于实现图案形成过程的显著方面包括使所述过程自身显影、设置所述过程以用于监控和控制,且之后实际上监控和控制所述过程自身。在假定图案形成过程的基本配置(诸如图案形成装置图案、抗蚀剂类型、光刻后过程步骤(诸如显影、蚀刻等)等),则光刻设备LA被设置用于将图案转印至衬底上、一个或更多个量测目标被显影以监控所述过程、量测过程被设置以测量量测目标,且之后实施基于测量的监控和控制所述过程的过程。虽然该申请中的论述将考虑经设计以测量形成于衬底上的器件的一个或更多个层之间的重叠和/或聚焦误差(即,图案形成系统的光学系统的相对于衬底的最佳聚焦的差)的量测过程和量测目标的实施例,但是本文中的实施例同样适用于其它量测过程和/或目标,诸如用于测量两个物体之间(例如,图案形成装置与衬底之间)的对准的量测过程和/或目标、用于测量临界尺寸的量测过程和/或目标、用于测量表面的位置(例如,使用水平传感器进行的衬底表面的高度和/或旋转位置)的量测过程和/或目标等,且将该数据用于产生用于图案形成系统的修改设备或用于图案形成装置校正设备的修改信息。因此,本文中对重叠量测目标、重叠数据等的参考应当被认为经合适的修改以能够实现其它种类的量测过程和/或目标。

[0068] 参见图3,示出了光刻处理、量测及图案形成装置修改系统。所述系统包括:图案形成系统(例如纳米压印光刻工具、诸如关于图1所描述的光学光刻设备LA、诸如关于图2所描述的轨道工具、蚀刻工具、图案形成过程中的另一设备,或选自其的任何组合)300、量测设备310、图案形成装置修改工具320及软件应用330。图案形成系统300、量测设备310及图案形成装置修改工具320中的一些或全部与软件应用330通信,使得图案形成系统300、量测设备310和/或图案形成装置修改工具320的结果、设计、数据等可以通过软件应用330同时或在不同时间进行储存和分析。

[0069] 如上文所提及的,图案形成系统300可以被配置为图1中的光刻设备LA。图案形成系统300可以被设置用于执行图案形成过程的图案形成方面,且可选地,可以被配置以校正图案形成系统300内或在图案形成过程中的一个或更多个其它过程或设备中出现的偏

差。在实施例中,图案形成系统300可以能够通过调整图案形成系统300的一个或更多个修改设备来施加误差(例如,成像误差、聚焦误差、剂量误差等)的校正。即,在实施例中,可以通过图案形成系统中的可以有目的地修改图案形成误差的任何制造处理工具来进行校正。

[0070] 在例如图案形成系统300包括光学光刻设备的情况下,误差的校正可以通过调整光刻设备中的一个或更多个修改设备来进行,例如通过采用调格机构AM以校正或应用光学像差、通过采用调整器AD以校正或修改照射强度分布、通过采用图案形成装置支撑结构MT的定位装置PM和/或衬底台WT的定位装置PW以分别校正或修改图案形成装置支撑结构MT和/或衬底台WT的位置等。在例如图案形成系统300包括轨道工具的情况下,误差的校正可以通过调整轨道工具的一个或更多个修改设备来进行,例如修改所述轨道的焙烤工具的焙烤温度、修改轨道的显影工具的显影参数等。相似地,在例如图案形成系统300包括蚀刻工具的情况下,误差的校正可以通过调整蚀刻工具的一个或更多个修改设备来进行,例如,修改诸如蚀刻剂类型、蚀刻剂速率的蚀刻参数等。相似地,在例如图案形成系统300包括平面化工具的情况下,误差的校正可以通过调整平面化工具的一个或更多个修改设备来进行,例如修改平面化参数。相似地,在例如图案形成系统300包括沉积工具的情况下,误差的校正可以通过调整沉积工具的一个或更多个修改设备来进行,例如修改沉积参数。

[0071] 在实施例中,图案形成系统300的一个或更多个修改设备可以能够应用误差(例如成像误差、聚焦误差、剂量误差等)的高达三阶的多项式校正。

[0072] 量测设备310被配置以获得与通过图案形成系统300用图案来印制的衬底有关的测量结果。在实施例中,量测设备310被配置以测量或确定通过图案形成系统300印制的图案的一个或更多个参数(例如重叠误差、剂量、聚焦、CD等)。在实施例中,量测设备310为可以测量例如重叠、临界尺寸和/或其它参数的以衍射为基础的重叠量测工具。在实施例中,量测设备310为用于测量两个物体之间(诸如图案形成装置与衬底之间)的相对位置的对准设备。在实施例中,量测设备310为用于测量表面的位置(例如衬底表面的高度和/或旋转位置)的水平传感器。

[0073] 在实施例中,量测设备310测量和/或确定与在图案形成过程中的误差相关联的一个或更多个参数(例如重叠误差、CD、聚焦、剂量等)的一个或更多个值。在量测设备310完成测量或确定之后,软件应用330基于测量数据(例如重叠误差、CD、聚焦、剂量等)产生修改信息。在实施例中,软件应用330评估一个或更多个参数的一个或更多个值以确定其是否在容许度的范围内。如果不是,则软件应用330确定修改信息以校正通过一个或更多个参数的一个或更多个值超出容许度所反映的误差。在实施例中,软件应用330使用一个或更多个数学模型以确定可以通过图案形成系统300的一个或更多个修改设备可校正的误差,且以提供用于图案形成系统300的一个或更多个修改设备的一个或更多个参数的信息(例如修改信息),所述一个或更多个参数能够配置图案形成系统300的一个或更多个修改设备以校正误差(例如消除误差或将误差减小至容许度范围内)。在实施例中,数学模型中的一个或更多个定义了一旦被参数化就拟合数据的基函数的集合。在实施例中,一个或更多个数学模型包括被配置以模拟用于图案形成系统300的可校正误差的模型。在实施例中,所述模型规定了图案形成系统300的修改设备中的一个或更多个可以进行修改的范围且确定所述范围内的可校正误差。即,所述范围可以规定关于图案形成系统300的特定修改设备可以进行修改的量的上限、下限和/或两者。

[0074] 在实施例中,软件应用330使用一个或更多个数学模型以确定通过图案形成装置修改工具320可校正的误差,且以提供用于图案形成装置修改工具320的一个或更多个参数的信息(例如修改信息),所述一个或更多个参数能够配置图案形成装置修改工具320以校正误差(例如消除误差或将误差减小至容许度范围内)。在实施例中,数学模型中的一个或更多个定义了一旦被参数化就拟合数据的基函数的集合。在实施例中,一个或更多个数学模型包括被配置以模拟用于图案形成装置修改工具320的可校正误差的模型。在实施例中,所述模型规定图案形成装置修改工具320可以进行的修改的范围且确定在所述范围内的可校正误差。即,所述范围可以规定关于图案形成装置修改工具320的修改的量的上限、下限和/或两者。

[0075] 在实施例中,提供了分别通过图案形成系统300的一个或更多个修改设备可校正的和通过图案形成装置修改工具320可校正的误差的确定的共同优化。在实施例中,提供了通过图案形成系统300的多个修改设备可校正的误差的确定的共同优化。在实施例中,用于确定通过图案形成系统300的一个或更多个修改设备的可校正的误差的一个或更多个数学模型和/或用于确定通过图案形成装置修改工具320的可校正的误差的一个或更多个数学模型被使用和/或组合以能够实现共同优化。在实施例中,共同优化导致了通过图案形成系统300的修改设备的不可校正的误差转换成通过图案形成系统300的一个或更多个其它修改设备和/或通过图案形成装置修改工具320的图案形成装置的修改的可校正的误差。作为该转换的示例,具有用于图案形成系统300的修改设备的不可校正空间分辨率的误差可以实现,因为通过与另外的误差相加进行校正,使得总误差具有通过图案形成系统300的修改设备的可校正的空间分辨率。在实施例中,在图案形成系统300的多个其它修改设备之间分配所加的误差或在图案形成系统300的一个或更多个其它修改设备和图案形成装置修改工具320之间分配所加的误差。

[0076] 在实施例中,对不同类型的误差分离地或在组合的基础上执行共同优化,诸如针对重叠误差、聚焦误差、剂量误差等分离地或在组合的基础上执行。在实施例中,图案形成系统300的特定修改设备可以较好地能够实现校正特定类型的误差,且因此在图案形成系统300的合适的不同修改设备之中将误差校正适当地加权或分配。

[0077] 在实施例中,用户可以从多个数学模型的集合指定一个或更多个数学模型,不管该数学模型是否被确定为拟合。例如,界面(诸如图形用户界面)可以允许用户指定用于考虑的数学数据模型。在实施例中,确定或指定多个测量数学数据模型。在实施例中,一个或更多个数学模型可以被调节用于最佳噪声抑制(例如消除冗余阶或减少高阶的使用)。

[0078] 例如,在实施例中,在坐标(x,y)中在x方向上的可校正误差 $\Delta x$ 通过以下建模:

$$[0079] \quad \Delta x = k_1 + k_3x + k_5y + k_7x^2 + k_9xy + k_{11}y^2 + k_{12}x^3 + k_{15}x^3y + k_{17}xy^4 + k_{18}y^5 \quad (1)$$

[0080] 其中, $k_1$ 为参数(其可以是常量),且 $k_3$ 、 $k_5$ 、 $k_7$ 、 $k_9$ 、 $k_{11}$ 、 $k_{13}$ 、 $k_{15}$ 、 $k_{17}$ 和 $k_{19}$ 分别为用于项 $x$ 、 $y$ 、 $x^2$ 、 $xy$ 、 $y^2$ 、 $x^3$ 、 $x^2y$ 、 $xy^2$ 和 $y^3$ 的参数(其可以是常量)。 $k_1$ 、 $k_3$ 、 $k_5$ 、 $k_7$ 、 $k_9$ 、 $k_{11}$ 、 $k_{13}$ 、 $k_{15}$ 、 $k_{17}$ 和 $k_{19}$ 中的一个或更多个可以为零。

[0081] 相关地,在实施例中,在坐标(x,y)中在y方向上的可校正误差 $\Delta y$ 通过以下建模:

$$[0082] \quad \Delta y = k_2 + k_4y + k_6x + k_8y^2 + k_{10}yx + k_{12}x^2 + k_{14}y^3 + k_{16}y^2x + k_{18}yx^2 + k_{20}x^3 \quad (2)$$

[0083] 其中, $k_2$ 为参数(其可以是常量),且 $k_4$ 、 $k_6$ 、 $k_8$ 、 $k_{10}$ 、 $k_{12}$ 、 $k_{14}$ 、 $k_{16}$ 、 $k_{18}$ 和 $k_{20}$ 分别为用于项 $y$ 、 $x$ 、 $y^2$ 、 $yx$ 、 $x^2$ 、 $y^3$ 、 $y^2x$ 、 $yx^2$ 和 $x^3$ 的参数(其可以是常量)。 $k_2$ 、 $k_4$ 、 $k_6$ 、 $k_8$ 、 $k_{10}$ 、 $k_{12}$ 、 $k_{14}$ 、 $k_{16}$ 、 $k_{18}$ 和

$k_{20}$ 中的一个或多个可以为零。

[0084] 在实施例中,可校正误差的至少部分由图案形成系统300通过调整图案形成系统300的修改设备中的一个或多个来校正。因此,在实施例中,拟合数学模型的误差的部分由图案形成系统300通过调整图案形成系统300的一个或多个修改设备而是可校正的。

[0085] 对于在图案形成过程中处理的某些衬底的最小剩余系统性变化可以是针对于用于所述衬底的处理中的特定子过程或装置。最小剩余系统性变化有时被称为指纹。指纹可能是不可以通过图案形成系统300的一个或多个修改设备来校正的。在实施例中,通过使用图案形成装置修改工具320修改图案形成装置来校正指纹。在实施例中,测量数据与使用模型(1)和模型(2)所计算的对应数据之间的剩余系统性变化通过优化参数(例如 $k_1$ - $k_{20}$ 中的一个或多个)而被最小化。

[0086] 在实施例中,软件应用330产生用于通过图案形成装置修改工具320修改图案形成装置的第一修改信息且将第一修改信息传输至图案形成装置修改工具320。在实施例中,在通过图案形成装置基于第一修改信息进行修改时,第一修改信息将通过图案形成系统300的不可校正的误差有效地转换成用于图案形成系统300的可校正的误差。在实施例中,在修改图案形成装置之后,软件应用330指示图案形成装置修改工具320将所修改的图案形成装置传送至图案形成系统300以用于例如生产。在实施例中,执行所修改的图案形成装置的进一步误差校正和/或验证,如下文所论述的。

[0087] 在实施例中,软件应用330进一步产生用于图案形成系统300的一个或多个修改设备的第二修改信息且将第二修改信息传输至图案形成系统300。在实施例中,在通过图案形成系统300的一个或多个修改设备和使用图案形成系统300中的所修改的图案形成装置基于第二修改信息来调整图案形成过程时,第二修改信息能够实现通过图案形成系统300的一个或多个修改设备来校正图案形成过程的可校正误差。即,在实施例中,图案形成系统300的一个或多个修改设备被配置以校正通过基于第一修改信息来修改的图案形成装置所产生的可校正误差。在实施例中,另外地或可替代地,第二修改信息校正在基于第一修改信息修改图案形成装置之后剩余的残留图案形成误差。

[0088] 在实施例中,将在图案形成系统300中用所修改的图案形成装置和/或所调整的图案形成过程所处理的衬底转送至量测设备310以用于测量。量测设备310以与上文所论述相似的方式执行测量以评估误差是否在容许度范围内(例如通过评估由量测设备310测量或确定的衬底的一个或多个参数(例如,重叠误差、CD、聚焦、剂量等)的一个或多个值)。如果误差不在容许度内,则在实施例中,以与本文中所论述相似的方式执行通过图案形成装置修改工具320的图案形成装置的额外修改和/或图案形成系统300的一个或多个修改设备的一个或多个参数的调整。

[0089] 在实施例中,在图案形成装置修改工具320基于第一和/或第二修改信息修改图案形成装置之后,将图案形成装置转移回至图案形成系统300以重复上文所描述的过程,直至图案形成误差(例如重叠误差、临界尺寸误差、侧壁角误差、底部表面倾斜误差等)的周期分量是在容许度内为止。

[0090] 图4示意性地描绘了被配置以修改图案形成装置(例如光刻掩模、用于纳米压印光刻术的压印模板等)的基板的示例图案形成装置修改工具320的方框图。所述图案形成装置修改工具320包括台420,所述台可以在高达六个维度上是可移动的。图案形成装置410可以

由台420通过使用例如夹持来保持。

[0091] 图案形成装置修改工具320包括辐射输出(例如,脉冲激光源)430,所述辐射输出被配置以产生辐射束435(例如辐射的脉冲)。输出430提供可变持续时间的辐射脉冲。通常,所述输出被配置以提供具有小于图案形成装置410的基板的带隙的光子能的辐射,且能够提供具有在飞秒范围内的持续时间的辐射脉冲。

[0092] 来自输出430(例如激光系统)的飞秒或超短辐射脉冲可以例如通过改变该基板材料属性(例如密度)将局部变形元素(例如局部密度变化)和/或局部透射变化的布置写入图案形成装置的基板中。局部变形元素可以例如将在图案形成装置的表面上一个或多个图案元件移位至预定位置。因此,将局部应变引入至图案形成装置MA中。局部变形在图案形成装置MA的基板的平面内导致局部应变分量。因此,基板的所引入的变形元素可以修改或校正例如在图案形成装置的表面上的图案放置。另外地或可替代地,可以将修改或校正穿过图案形成装置的辐射的光学透射率的局部透射变化的布置写入图案形成装置的基板中。以这样的方式,可以在图案形成装置的基板的表面上不引入一个或多个图案元素的移位的情况下实施修改或校正。可以定义和写入修改或校正图案放置和光学透射的局部变形元素和/或局部透射变化的布置。在实施例中,可以将局部变形元素和/或局部透射变化引入基板的中心或内部部分。将这样的局部变形元素和/或局部透射变化应用于基板的中心或内部部分中可以在(例如)修改或校正图案放置和/或光学透射的同时避免基板的一部分弯曲。

[0093] 控向反射镜490将束435引导至聚焦物镜440中。物镜440将束435聚焦至图案形成装置410上。图案形成装置修改工具320也包括控制器480和计算机系统460,所述控制器480和所述计算机系统460管理台420的定位平台在大体上垂直于束的平面(x和/或y方向)中的平移和/或围绕平行于所述平面的轴(围绕x和/或y方向)的平移。控制器480和计算机系统460可以控制台420在垂直于平面的方向(z方向)上的平移和/或围绕该方向(围绕z方向)的旋转。另外地或可替代地,控制器480和计算机系统460可以经由所述物镜440固定至其的定位平台450控制物镜440的平移和/或旋转。在实施例中,固定所述物镜且使用台420执行所有运动。在实施例中,图案形成装置修改工具320可以包括一个或多个传感器(仅出于方便起见而未示出)以检测部件(诸如台420和/或物镜440)的位置、确定聚焦/调平等。

[0094] 图案形成装置修改工具320也可以提供包括电荷耦合器件(CCD)照相机465的观测系统,所述CCD照相机经由光学元件445接收来自布置于台420中的照射输出(例如辐射源)的辐射。观测系统促进将图案形成装置410导航至目标位置。另外,观测系统也可以用于通过源430的束435观察在图案形成装置410的基板材料上的所修改的区域的形成。

[0095] 计算机系统460可以为微处理器、通用处理器、专用处理器、中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)等。所述计算机系统可以被布置在控制器480中,或可以是单独的单元,诸如个人计算机(PC)、工作站、主机等。计算机460可以进一步包括输入/输出(I/O)单元,比如键盘、触摸板、鼠标、视频/图形显示器、打印机等。另外,计算机系统460也可以包括挥发性和/或非挥发性存储器。计算机系统460可以以硬件、软件、固件或其任意组合的方式来实现。此外,计算机460可以控制输出430。计算机系统460可以包含以硬件、软件或其两者的方式来实现的一个或多个算法,其允许从所接收的数据(例如实验数据)产生用于图案形成装置修改工具320的控制信号。控制信号可以控制将局部变形元素和/或局部透射变化的布

置写入图案形成装置410的基板中,以便例如根据所接收数据校正图案放置或光学透射。具体地,计算机系统460可以控制源430和/或台420的定位和/或物镜440的定位或光学参数和/或CCD照相机465。

[0096] 在实施例中,局部变形元素和/或局部透射变化的效应可以通过表示由束导致的变形或变化的物理数学模型来描述。变形或变化的方向通过将不同的局部变形元素和/或局部透射变化应用于具有不同变形或变化属性的基板中来控制。给定的局部变形元素和/或局部透射变化的变形或变化属性(诸如幅值和方向)表示特定的模式。例如“X模式”表示沿着X轴的变形或变化且通过“X模式”属性来描述。当计算控制信号时,一个或更多个算法计算在何处且应当以何种密度写入每一类型的局部变形元素和/或局部透射变化。例如,在X方向上的配准误差可以通过局部变形元素和/或局部透射变化的X模式类型来校正。所述模型可以使用几种模式以便对于特定问题优化最佳的可能的解决方案。通常,将使用彼此正交的X模式和Y模式,但是如果需要的话也可以使用诸如45°和135°之类的其它模式。

[0097] 因此,在示例性的图案形成装置生产过程中,用图案产生器将吸收元件的图案写入在图案形成装置的基板上的吸收层上。在后续的蚀刻过程中,吸收图案元件由吸收材料形成。常常用于图案形成装置上的吸收层的材料为铬或钨。

[0098] 在示例性的图案形成装置修改过程中,所产生的吸收图案元件的位置可以用配准量测系统(未示出)来确定,以便确定例如图案写入过程是否成功,即,图案元件是否具有其的预定尺寸和形式且处于所期望的位置。另外地或可替代地,如本文中所论述的,可以确定一个或更多个图案形成误差(例如,通过测量和/或模拟)。如果所确定的误差不在预定水平内,则通过使用例如图4的图案形成装置修改工具320将局部变形元素和/或局部透射变化的布置写入图案形成装置的基板中。局部变形元素可以将图案形成装置中或图案形成装置上的一个或更多个图案元件的位置移位至预定位置,且局部透射变化可以导致一个或更多个图案元件在将图案赋予至束的方面上以不同的方式表现。之后,可以测量图案形成装置的修改是否成功。例如,如果所测量的定位误差现在低于预定阈值,则图案形成装置可以被进一步处理(例如,添加表膜)或直接用于生产中。

[0099] 在实施例中,图案形成装置修改工具320包括写入图案形成装置的图案的工具。例如,电子束写入器可以用于产生图案形成装置的图案。可以将本文中所描述的修改信息提供至这样的工具以修改图案形成装置的产生。在这样的情况下,可以基于使用图案形成装置的其它复本或使用相似的图案形成装置的测量和/或模拟结果来确定修改信息。该数据可以由正被产生的图案形成装置的所测量的数据(例如,在产生图案形成装置的时候所获得的测量结果)来补充。

[0100] 参见图5,示出了图案形成装置修改的方法的实施例的流程图。在图5的流程图中所进行的方法可以通过软件应用330来执行。

[0101] 在500处,关于在图案形成时的误差的信息被获得以用于在图案形成系统中使用的图案形成装置。在实施例中,图案形成误差为除了图案形成装置的配准误差以外的误差,或不是图案形成装置的配准误差的误差。在实施例中,误差的一部分不是通过图案形成系统(例如图案形成系统300)的修改设备可校正的。在实施例中,基于测量和/或模拟导出图案形成误差信息。在实施例中,图案形成误差信息包括选自以下中的一个或更多个:临界尺寸信息、重叠误差信息、聚焦信息和/或剂量信息。

[0102] 在510处,产生用于基于误差信息修改图案形成装置的修改信息。在实施例中,当根据修改信息修改图案形成装置时,修改信息将误差的部分转换成用于图案形成系统的修改设备的可校正误差。在实施例中,基于图案形成系统的修改设备的修改范围产生修改信息。在实施例中,修改信息由图案形成装置修改工具320(诸如与关于图4所描述的系统相同或相似的系统)使用。

[0103] 在实施例中,在510处,基于误差信息和用于修改图案形成装置的修改信息产生用于图案形成系统的修改设备的修改信息,其中用于图案形成系统的修改设备的所述修改信息包括关于由所修改的图案形成装置产生的可校正误差的信息。在实施例中,将用于修改图案形成装置的修改信息和用于调整图案形成系统的修改设备的修改信息共同优化。

[0104] 在实施例中,在510处,将修改信息转变520成在图案形成装置的基板内横越图案形成装置空间上分配一个或多个所诱发的局部变形元素和/或局部透射变化的选配方案。空间上分配的一个或多个所诱发的局部变形元素和/或局部透射变化将图案形成误差的部分转换成用于图案形成系统(例如,图案形成系统300)的可校正误差。在530处,在图案形成装置的基板内产生一个或多个所诱发的局部变形元素和/或局部透射变化。在实施例中,如上文关于图4所描述的,产生所诱发的局部变形元素和/或局部透射变化包括通过使用激光脉冲以改变基板的材料属性而产生所诱发的局部密度和/或透射变化。之后,所述方法结束。

[0105] 图6示意性地描绘了衬底叠层WS。衬底叠层WS包括衬底W和形成于所述衬底W上的多个层L1-L4。每一层L1-L4包括形成于衬底W上的该层上的图案。在每一图案如何形成于衬底W上的对应层L1-L4上时,可能存在不准确度。

[0106] 在实施例中,提供包括获得误差信息的方法。误差信息被表示为定位形成于衬底W的层L1-L4上的图案相对于目标位置的准确度。目标位置为图案意图在层L1-L4上被形成所在的位置。在这个示例中,每一图案已经通过用由图案形成装置MA图案化的辐射束B辐照层L1-L4而形成;如将了解的,图案可以通过不同类型的图案形成装置MA诸如压印图案形成装置来产生。在定位图案时的不准确度由例如产生于投影系统PS的变形和/或由图案形成装置MA所引入的图案形成误差导致。由图案形成装置MA所引入的图案形成误差有时被称为掩模版写入误差。

[0107] 在实施例中,所述方法包括产生修改信息。修改信息用于增加定位使用图案形成装置MA而形成的图案的准确度。具体地,修改信息包括横越图案形成装置MA的位置移位的图。因此,修改信息包括图案形成装置MA的形状应当被如何修改以便减小对由图案形成装置MA导致的图案的位置误差的贡献的图。修改信息适合于增加定位使用根据修改信息来修改的图案形成装置MA所形成的图案的准确度。

[0108] 在实施例中,修改信息是基于误差信息。具体地,修改信息是基于表示为相对于图案的目标位置来定位图案的准确度的误差信息。在实施例中,修改信息基于来自衬底W上的特定层上的图案所进行的测量来产生。

[0109] 涉及修改图案形成装置MA的之前的技术是基于重叠信息。重叠为在衬底叠层WS中的两个不同层之间的相对未对准。因此,重叠信息表示为在衬底叠层WS的两个层L1-L4之间的相对位置误差。此处,另外地或可替代地使用在不同层之间的相对未对准以修改图案形成装置MA,修改信息基于独立于在衬底W上的任何其它层的误差信息。

[0110] 因此,之前的技术将重叠数据作用于修改图案形成装置MA的输入数据。例如,参见图6中所示的衬底叠层WS,可以将有源层L1与栅极层L2之间的放置的差作用于建模的输入数据。因此,图案形成装置MA的所修改的版本是基于两个层(例如有源层L1与栅极层L2)的特性。这些特性对于特定光刻设备LA(例如光刻设备LA的特定投影系统PS)是特定的且对于用于图案化这两个层的特定图案形成装置是特定的。因此,被校正的图案形成装置MA专用于用于形成两个层L1、L2的一个或更多个特定光刻设备LA。这意味着被校正的图案形成装置MA仅可以适当地与成这两个层L1、L2的这样的一个或更多个特定的光刻设备LA一起使用。这对光刻设备LA可以用于在衬底叠层WS中形成层的灵活性有负面影响。因此,这对光刻单元LC的生产量和/或生产力有影响。

[0111] 相反,在实施例,重叠数据并不作用于建模的输入数据。可替代地,输入数据为与衬底W上的仅一个层相关联的误差信息,所述误差信息独立于衬底W上的任何其它层。换句话说,图案形成装置MA的调谐或校正并不基于重叠输入数据,而是基于每层的配准误差或错位的输入数据。这被期望增加光刻单元LC的生产量和/或生产力。具体地,被校正的图案形成装置MA被期望地与和误差信息相关联的光刻设备LA一起使用,但是使用所述被校正的图案形成装置而被图案化的衬底W可以随后使用在衬底W上形成不同层L1-L4的任何其它光刻设备LA来处理。所修改的图案形成装置MA不再专用于特定光刻设备LA。因此,为了在特定层上形成图案而没有必要等待特定光刻设备LA是可用的。

[0112] 实施例被期望提高衬底叠层WS的重叠性能。这将参见图6和图10-12被解释。图6示意性地示出了用于在衬底叠层WS中的不同层L1-L4的位置误差。如图6中示意性地所示,对于有源层L1与栅极层L2,有显著位置误差。然而,相比于对于有源层L1与栅极层L2的位置误差,接触层L3和金属层L4的位置误差通常是较小的。

[0113] 使用先前的技术,有可能补偿有源层L1与栅极层L2之间的重叠误差。有源层L1与栅极层L2两者具有显著的位置误差且其的位置误差是不同的(由图6中的所述层的不同形状示出)。然而,有源层L1与栅极层L2之间的重叠的补偿可以之后不期望地通过衬底叠层WS传播至例如接触层L3和金属层L4。这可以将不期望的位置误差引入至接触层L3和金属层L4中。这可以导致使对于接触层L3和金属层L4的重叠性能较差。

[0114] 例如,图11示意性地描绘了已经使用先前的技术校正的衬底叠层WS。图11示出了有源层L1与栅极层L2之间的减小的重叠。然而,图12示出了栅极层L2与接触层L3之间的重叠。图12中所示的重叠包括已经通过为了补偿有源层L1与栅极层L2之间的重叠而进行的校正引入的分量。栅极层L2与接触层L3之间的所述重叠已经变得较差。相比较而言,本发明的实施例可以被实施以减小如图10所示的有源层L1与栅极层L2之间的重叠(即,与先前的技术中相同)。然而,误差并未通过叠层传播。图13示出了根据本发明的实施例在栅极层L2与接触层L3之间的重叠。图12与图13之间的比较示出了当本发明的实施例被实施时栅极层L2与接触层L3之间的重叠是较小的。

[0115] 本发明的实施例通过基于独立于衬底W上的任何其它层的误差信息产生修改信息来提高衬底叠层WS的重叠性能。因此,重叠误差并不从一个层传播至下一层。

[0116] 图7示意性地描绘了对特定层中的横越衬底W(x轴)的位置误差(y轴)的不同贡献。图7示出了三个曲线图。每一曲线图表示表示为相对于目标位置定位形成于衬底W上的层上的图案的准确度的位置误差。图7所示的顶部曲线图表示由用于形成图案的光刻设备LA的

投影系统PS导致的误差。由投影系统PS导致的贡献有时被称为透镜指纹。对位置误差的该贡献通常可以是静态的或系统性的。

[0117] 图7所示的中间曲线图表示对由图案形成装置MA导致的图案形成误差的贡献。对图案形成误差的该贡献有时被称为掩模版写入指纹。

[0118] 图7所示的底部曲线图表示在前两个曲线图中所示的贡献的组合。底部曲线图为前两个曲线图的求和。底部曲线图表示总的位置误差,其示出了形成于衬底W上的层上的图案的定位的不准确度。

[0119] 图8示意性地描绘了两个层之间的重叠。图8的中间曲线图与图7的底部曲线图相同。换句话说,图8的中间曲线图指示例如有源层L1中的位置误差。

[0120] 同时,图8的顶部曲线图表示在不同层例如栅极层L2中的位置误差。图8的底部曲线图表示有源层L1与栅极层L2之间的重叠。图8的底部曲线图通过从顶部曲线图减去中间曲线图而形成。

[0121] 在先前的技术中,用于修改图案形成装置MA的输入数据将为图8所示的底部曲线图,即重叠数据。相反,在本发明的实施例中,用于修改图案形成装置MA的输入数据为或包括特定层的位置误差,即图7的底部曲线图。

[0122] 换句话说,在实施例中,每一层L1-L4被校正为“零”。这意味着每一层L1-L4的位置被单独地校正至其自身的目标位置。该校正通过基于独立于衬底W上的任何其它层的误差信息产生修改信息来完成。在可替代的实施例中,每一层L1-L4被校正至另一共同的基准。换句话说,每一层可以被校正而不拟合至其自身的目标位置,而是拟合至相对于其目标位置的参考位置。

[0123] 图9示意性地描绘了根据本发明的实施例的衬底叠层WS,所述衬底叠层WS已经通过使用已使用修改信息来修改的图案形成装置MA而形成。如图9所示,每一层L1-L4已经被校正以拟合至其目标位置。这通过每一层L1-L4的直线形状来表示。这与图11中所示的衬底叠层WS相比,在图11中,每一层L1-L4未被校正为“零”,而是替代地相对于彼此校正。

[0124] 在实施例中,图案形成装置MA被修改以便减小位置误差。所修改的图案形成装置MA在所形成的图案中引入较小的图案形成误差。然而,较小的图案形成误差是足够的小以可通过调谐光刻设备LA来校正。因此,光刻单元LC中的所述光刻设备LA或每一光刻设备LA可以被调谐/调谐以便校正通过所修改的图案形成装置MA引入的小的图案形成误差。

[0125] 期望本发明的实施例增加光刻单元的生产力。例如,在衬底W上的层L1-L4上形成图案之前,可能没有必要等待具有特定投影系统PS的特定光刻设备LA是可用的。

[0126] 如上文所解释的,期望本发明的实施例减小被校正的图案形成装置MA对光刻设备LA的特定配置(组合)的依赖性。另外,期望使图案形成装置MA并非特定地用于特定机器。在实施例中,对于至少两个投影系统PS计算由投影系统PS导致的变形。每一投影系统PS与对应的光刻设备LA相关联。误差信息基于对于至少两个投影系统PS计算的平均变形。换句话说,多个光刻设备LA的平均效应可以用于考虑由投影系统PS引入的变形。

[0127] 当然,通过考虑多个光刻设备LA的平均效应,校正的品质相比于对于特定光刻设备LA的校正可能是较小的。然而,可能考虑多个光刻设备LA的平均效应的所述校正仍是重要的,且因此对于提高光刻单元LC的生产力是期望的。

[0128] 在实施例中,所产生的修改信息包括横越图案形成装置MA的位置移位的图。位置

移位可以表示在图案形成装置MA上的图案从原始的所期望的位置的位置移位。在实施例中,方法包括使用软件以将位置移位转变成图案形成装置MA的局部应变。

[0129] 在实施例中,方法包括基于修改信息来修改图案形成装置MA。例如,在实施例中,修改图案形成装置MA包括修改制造图案形成装置MA的材料的局部应变。在实施例中,修改局部应变包括将激光脉冲辐照在图案形成装置MA上。换句话说,一件工具(包括激光器)在图案形成装置MA的材料上产生局部应变元素。这是图案形成装置MA如何被修改,如上文参见图3-5已经被更详细地解释的。

[0130] 在实施例中,获得误差信息包括确定由将辐射束B聚焦至层L1-L4上的投影系统PS导致的变形。所述变形贡献于图案的不准确度。换句话说,获得误差信息的一部分包括确定(计算和/或测量)图7的顶部曲线图中所表示的变形。可替代地或另外地,可以通过仅确定如通过图7的中间曲线图所表示的,由图案形成装置MA导致的误差来获得误差信息。可替代地或另外地,可以通过测量总的位置误差(即图7的底部曲线图)来获得误差信息。

[0131] 在实施例中,获得误差信息包括确定由图案形成装置MA导致的图案形成误差。如上文所解释的,由图案形成装置MA导致的图案形成误差贡献于图案的不准确度。由图案形成装置MA导致的图案形成误差例如被表示在图7的中间曲线图中。可替代地或另外地,可以仅基于由投影系统PS导致的变形(即图7的顶部曲线图中所表示的贡献)来获得误差信息。可替代地或另外地,可以通过确定总的定位误差(即图7的底部曲线图中所表示的信息)来获得误差信息。

[0132] 如上文所解释,在实施例中,可以计算/测量由投影系统PS导致的变形和由图案形成装置MA导致的图案形成误差两者。确定来自投影系统PS的变形的方式不同于确定由图案形成装置MA导致的图案形成误差的方式。因此,变形的格式可能不同于由图案形成装置MA导致的图案形成误差的数据的格式。因此,可能需要另外的过程步骤以组合所确定的变形和所确定的图案形成误差。

[0133] 在实施例中,方法包括组合所确定的变形和所确定的图案形成误差使得修改信息基于所述所确定的变形和所述所确定的图案形成误差两者。可替代地,如果使用变形和图案形成误差中的仅一个,则该组合步骤是不必要的。

[0134] 在实施例中,方法包括变形与所确定的图案形成误差之间的映射。具体地,可以在示出在X方向和Y方向上的变形效应的第一类型的栅格上表示变形。所确定的图案形成误差可以由示出在X方向和Y方向上的图案形成误差的第二类型的栅格表示。所述第一类型的栅格可能不同于所述第二类型的栅格。在实施例中,将由图案形成装置MA导致的图案形成误差与关于投影系统PS的变形测量结果组合以便形成另一栅格,所述另一栅格示出待进行的实际修改,例如横越图案形成装置MA的位置移位的图。在所述类型的栅格之间需要映射使得可以将其组合。例如,在实施例中,变形数据和/或图案形成误差数据被内插以便使所述栅格之间的数据点的数量和/或分布相等。可替代地或另外地,可以执行建模以执行一个数据集的上采样使得数据的分布与另一数据集匹配。

[0135] 在实施例中,方法包括在与图案形成装置MA上的所确定的图案形成误差相关联的部位处确定所述变形。例如,有可能在图案形成装置MA上的大量部位处确定图案形成误差,而在少量部位(即较小数量的数据点)处计算变形。因此,可能有与在图案形成装置MA上的所确定的图案形成误差相关联的部位,针对于该部位不可获得变形数据。在实施例中,与在

图案形成装置MA上的所确定的图案形成误差相关联的额外的变形数据部位可以被确定使得可以将变形数据与所确定的图案形成误差数据组合。

[0136] 在实施例中,组合所计算的变形和所确定的图案形成误差包括将所计算的变形和所确定的图案形成误差映射至共同的栅格。

[0137] 在实施例中,将误差信息映射到与修改信息相关联的栅格中。因此,特定类型的栅格(即数据的格式)可以用于修改信息。将误差信息映射到该栅格中。

[0138] 在实施例中,方法包括对在衬底W上具有对应图案的多个层L1-L4中的每一个,重复获得误差信息和产生修改信息的步骤。因此,如图9所示,可以通过获得误差信息和产生修改信息来校正每一层。

[0139] 在实施例中,方法包括确定对包括或使用图案形成装置MA的光刻设备LA的校正,所述校正与所述修改信息相关联。具体地,存在可以通过调谐光刻设备LA来校正的一些类型的误差,而其它类型的误差通过调谐光刻设备LA则不能被补偿。例如,有源层L1与栅极层L2的位置误差通常太高阶或太大以致于不能仅仅通过调谐光刻设备LA被补偿。可替代地,如上文所解释的,使用修改信息以帮助修改图案形成装置MA以便补偿这些高阶的误差。

[0140] 然而,其它类型的误差为具有较低幅值的低阶误差,且可以仅仅通过调谐光刻设备被补偿。例如,在接触层L3和/或金属层L4中的位置误差通常可能通过调谐光刻设备被补偿。因此,在实施例中,方法包括确定与通过光刻设备LA可校正的偏移相关联的校正。

[0141] 如上文所解释的,图案形成装置MA的修改可以包括修改制造图案形成装置MA的材料的局部应变。局部应变的修改可以不期望地导致全局的缩放误差。例如,图案形成装置MA的所修改的形式可能与图案形成装置MA的未经修改的形式相比不同的因子来放大图案。

[0142] 例如,在图案形成装置MA经历修改时,局部应变的总和可能导致图案形成装置MA的微小扩展。通过对局部应变求和,有可能确定通过修改图案形成装置MA而引入的缩放误差。在使用所修改的图案形成装置MA之前,将被引入的缩放误差可以是已知的。可以通过调谐光刻设备LA来校正缩放误差。因此,光刻设备LA可以例如通过改变图案形成装置MA与投影系统PS之间的距离来校正缩放误差。在实施例中,当产生修改信息时,确定和提供对光刻设备LA的适当的校正(例如,以校正全局缩放误差)以用于控制光刻设备LA。

[0143] 在实施例中,方法包括确定对光刻设备LA的校正,其中所述校正与量测特征和产品特征的偏移相关联。图案形成装置MA可以包括量测特征和产品特征两者。量测特征用于进行与使用图案形成装置MA而形成的图案相关联的测量。产品特征为图案形成装置MA的贡献于图案的所需形状(例如,以形成特定电路)的特征。量测特征和产品特征的偏移对应于图案形成装置MA上的量测特征与产品特征之间的距离。

[0144] 在实施例中,方法包括基于在与修改信息相关联的第一栅格和与对光刻设备LA的校正相关联的第二栅格之间的采样密度的差来确定校正。具体地,修改信息可以包括高密度信息,所述高密度信息包括横越图案形成装置MA的大量的数据点。因此,与修改信息相关联的第一栅格可以包括特别密集的采样。同时,与对光刻设备LA的校正相关联的第二栅格可包括稀疏得多的信息。例如,与对光刻设备LA的校正相关联的第二栅格可以具有少于与修改信息相关联的第一栅格的数据点的数量的10%(例如,大约1%)的数据点的数量。

[0145] 与对光刻设备LA的校正相关联的第二栅格可以是较稀疏的,且因此将提供较不准确的缩放偏移校正。然而,可以从与修改信息相关联的较密集的第一栅格更加准确地确定

缩放偏移校正。因此,有可能预先计算出所计算的缩放偏移校正的差将为多少,这取决于是否使用与修改信息相关联的第一栅格和与对光刻设备LA的校正相关联的第二栅格。因此,校正可以(至少部分地)基于在第一栅格与第二栅格之间的采样密度的差。

[0146] 尽管上文已经在全局缩放误差的情形下解释了通过光刻设备LA可校正的偏移,但是可以进行其它类型的校正。例如,可以通过调谐光刻设备LA可校正的另一类型的误差为旋转。因此,通过光刻设备LA自身进行的校正可以包括缩放和/或旋转。

[0147] 可以从修改信息确定关于适当的缩放和/或旋转的信息且将所述信息前馈至光刻设备LA。这意味着可以通过甚至在第一次使用所修改的图案形成装置MA之前调谐光刻设备LA来进行适当的校正。当然,随后可以基于在使用所修改的图案形成装置MA之后进行的测量来进行进一步的校正。

[0148] 在实施例中,提供了一种方法,包括:获得表示相对于目标位置来定位形成于衬底上的层上的图案的准确度的误差信息,其中所述图案已经通过用通过图案形成装置图案化的辐射束来辐照所述层而形成;和产生包括横越所述图案形成装置的位置移位的图的修改信息,以便增加定位使用根据所述修改信息来修改的所述图案形成装置形成的所述图案的所述准确度,所述修改信息基于所述误差信息,其中所述误差信息独立于所述衬底上的任何其它层。

[0149] 在实施例中,获得误差信息包括确定由将所述辐射束聚焦到所述层上的投影系统导致的变形,所述变形贡献于所述图案的不准确度。在实施例中,对至少两个投影系统确定所述变形,且所述误差信息基于对所述至少两个投影系统计算的平均变形。在实施例中,获得误差信息包括确定由所述图案形成装置导致的图案形成误差,所述图案形成误差贡献于所述图案的不准确度。在实施例中,所述方法包括组合所述所确定的变形和所述所确定的图案形成误差使得所述修改信息被至少基于所述所计算的变形和所述所确定的图案形成误差两者。在实施例中,所述方法包括在与所述图案形成装置上所确定的图案形成误差相关联的部位处确定所述变形。在实施例中,组合所述所计算的变形和所述所确定的图案形成误差包括将所述所计算的变形和所述所确定的图案形成误差映射至共同栅格。在实施例中,所述误差信息被映射至与所述修改信息相关联的栅格上。在实施例中,所述方法包括基于所述修改信息来修改所述图案形成装置。在实施例中,修改所述图案形成装置包括修改制造所述图案形成装置的材料局部应变。在实施例中,修改所述局部应变(影响所述图案形成装置的定位的局部属性)包括将激光脉冲辐照在所述图案形成装置上。在实施例中,所述方法包括对在所述衬底上具有对应图案的多个层中的每一个,重复获得误差信息和产生修改信息的所述步骤。在实施例中,确定对包括所述图案形成装置的光刻设备的校正,所述校正与所述修改信息相关联。在实施例中,所述校正进一步与通过所述光刻设备可校正的偏移相关联。在实施例中,所述校正进一步与量测特征和产品特征的偏移相关联。在实施例中,所述校正基于与所述修改信息相关联的第一栅格和与对所述光刻设备的所述校正相关联的第二栅格之间的采样密度的差。

[0150] 在实施例中,提供了一种包括机器可读指令的非暂时性计算机程序产品,所述机器可读指令用于使得处理器系统执行如本文中所描述的方法。

[0151] 在实施例中,提供了一种系统,包括:硬件处理器系统;和储存机器可读指令的非暂时性计算机可读储存介质,其中当被执行时,所述机器可读指令使得所述处理器系统:获

得表示形成于衬底上的层上的图案相对于目标位置如何准确地定位的误差信息,其中所述图案已经通过用由图案形成装置图案化的辐射束来辐照所述层而形成;和产生包括横越所述图案形成装置的位置移位的图的修改信息以用于修改所述图案形成装置,以便增加定位使用根据所述修改信息来修改的所述图案形成装置而形成的所述图案的所述准确度,所述修改信息基于所述误差信息,其中所述误差信息独立于所述衬底上的任何其它层。

[0152] 在实施例中,提供了一种系统,包括:硬件处理器系统;和储存机器可读指令的非暂时性计算机可读储存介质,其中当被执行时,所述机器可读指令使得所述处理器系统执行如本文中所描述的方法。

[0153] 本公开的实施例可以采取以下形式:计算机程序,包含描述如本文中所公开的方法的机器可读指令的一个或更多个序列;或其中储存有该计算机程序的数据储存介质(例如半导体存储器、磁盘或光盘)。另外,可以在两个或更多个计算机程序中嵌入机器可读指令。所述两个或更多个计算机程序可以被储存于一个或更多个不同的存储器和/或数据储存介质上。

[0154] 当一个或更多个计算机程序由位于光刻设备的至少一个部件内的一个或更多个计算机处理器读取时,本文中所描述的任何控制器每个都可以是可操作的或可以是组合地可操作的。控制器可以每个或组合地具有用于接收、处理和发送信号的任何合适的配置。一个或更多个处理器被配置成与控制器中至少一个控制器通信。例如,每个控制器可以包括用于执行包括用于上述方法的计算机可读指令的计算机程序的一个或更多个处理器。控制器可以包括用于储存这样的计算机程序的数据储存介质,和/或用以容纳这样的介质的硬件。因此,控制器可以根据一个或更多个计算机程序的计算机可读指令而操作。尽管在本文中可以对用于制造集成电路(IC)的检查设备作出了具体参考,但是应理解到,本文中所描述的检查设备可以具有其它应用,诸如制造集成光学系统、用于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,等等。本领域技术人员将领会到,在这些替代应用的情形下,本文中使用的任何术语“晶片”或“管芯”可以被认为分别与更上位的术语“衬底”或“目标部分”同义。本文中所引述的衬底可以在曝光之前或之后被处理,例如在轨道(一种通常将一层抗蚀剂涂覆到衬底上并且使得被曝光的抗蚀剂显影的工具)中,量测工具和/或检查工具中。在适合的情况下,本文的公开内容可以适用于这些和其它衬底处理工具。此外,所述衬底可以被多于一次地处理,例如以便产生多层IC,从而使得本文中所用的术语衬底也可以表示已包含多个经过处理的层的衬底。

[0155] 尽管在上文可以在光学光刻术的情形下对本公开的实施例的使用进行特定的参考,但将理解,本公开可以用于其它应用(例如纳米压印光刻术)中,且在所述背景允许的情况下不限于光学光刻术。在纳米压印光刻术的情形下,图案形成装置为压印模板或模具。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(例如具有或约为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。

[0156] 在允许的情况下,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部件。

[0157] 本文中对跨过或超过阈值的表示可以包括具有低于特定值或低于或等于特定值的值的某物、具有高于特定值或高于或等于特定值的值的某物、基于例如参数而定级高于

或低于其它某物(通过(例如)分类)的某物等。

[0158] 本文中在校正误差或误差的校正的表示包括消除误差或将误差减小至容许度范围内。

[0159] 如本文中所使用的术语“进行优化”和“优化”是指或意味着调整光刻设备、图案形成过程等,使得光刻术的结果和/或过程或图案形成过程具有比较期望的特性,诸如在衬底上的设计布局的较高投影准确度、较大的过程窗口等。因此,如本文中所使用的术语“进行优化”和“优化”是指或意味着识别用于一个或多个参数的一个或多个值的过程,与用于这样的一个或多个参数的一个或多个值的初始的集合相比较,所述一个或多个值提供了在至少一个相关的度量上的改进,例如局部优化。“优化”和其它相关术语应当被相应地解释。在实施例中,可以迭代地应用优化步骤,以提供在一个或多个度量上的进一步的改进。

[0160] 在系统的优化过程中,系统或过程的品质因数可以表示为成本函数。优化过程简化为求出使成本函数优化(例如最小化或最大化)的系统或过程的参数集合(设计变量)的过程。成本函数可以依赖于优化的目标而具有任何适合的形式。例如,成本函数可以是系统或过程的特定特性(评估点)相对于这些特性的预期值(例如理想值)的偏差的加权均方根(RMS);成本函数还可以是这些偏差(即,最差偏差)的最大值。本文中的术语“评估点”应当被广泛地解释为包括系统或过程的任何特性。系统的设计变量可以限于有限的范围和/或是由于系统的实施的实用性而是相互依赖的。在光刻设备或图案形成过程的情形中,这些约束常常与硬件的物理属性和特性(诸如可调谐范围)和/或图案形成装置与制造性设计规则相关,且评估点可包括衬底上的抗蚀剂图像上的物理点,以及诸如剂量和焦点的非物理特性。

[0161] 虽然上文已经描述了本公开的特定实施例,但将了解,可以除与所描述的之外的其它方式来实施本公开。例如,本公开可以采取以下形式:计算机程序,包含描述如上文所公开的方法的机器可读指令的一个或多个序列;或数据储存介质(例如半导体存储器、磁盘或光盘),其中储存有这样的计算机程序。

[0162] 在以下编号实施例的列表中公开了另外的实施例:

[0163] 1. 一种方法,包括:

[0164] 获得表示相对于目标位置来定位形成于衬底上的层上的图案的准确度的误差信息,其中所述图案已经通过使用图案形成装置而形成于所述层中;和

[0165] 产生包括横越所述图案形成装置的位置移位的图的修改信息,以便增加定位使用根据所述修改信息来修改的所述图案形成装置所形成的所述图案的所述准确度,所述修改信息基于所述误差信息,其中所述误差信息独立于所述衬底上的任何其它层。

[0166] 2. 如实施例1所述的方法,其中获得误差信息包括确定由将辐射束聚焦到所述层上的投影系统导致的变形,所述变形贡献于所述图案的不准确度。

[0167] 3. 如实施例2所述的方法,其中针对至少两个投影系统确定所述变形,且所述误差信息基于针对所述至少两个投影系统计算的平均变形。

[0168] 4. 如任何前述实施例所述的方法,其中获得误差信息包括确定由所述图案形成装置导致的图案形成误差,所述图案形成误差贡献于所述图案的不准确度。

[0169] 5. 如实施例4所述的方法,包括组合所确定的变形和所确定的图案形成误差使得

所述修改信息至少基于所述所确定的变形和所述所确定的图案形成误差两者。

[0170] 6. 如实施例5所述的方法,包括在与所述图案形成装置上的所确定的图案形成误差相关联的部位处确定所述变形。

[0171] 7. 如实施例5或实施例6所述的方法,其中组合所述所确定的变形和所述所确定的图案形成误差包括将所述所确定的变形和所述所确定的图案形成误差映射至共同的栅格。

[0172] 8. 如任何前述实施例所述的方法,其中所述误差信息被映射到与所述修改信息相关联的栅格上。

[0173] 9. 如任何前述实施例所述的方法,包括基于所述修改信息来修改所述图案形成装置。

[0174] 10. 如实施例9所述的方法,其中修改所述图案形成装置包括修改制造所述图案形成装置的材料局部应变。

[0175] 11. 如实施例10所述的方法,其中修改所述局部应变包括将激光脉冲辐照到所述图案形成装置上。

[0176] 12. 如任何前述实施例所述的方法,包括对在所述衬底上具有对应图案的多个层中的每一个,重复所述获得误差信息和产生修改信息。

[0177] 13. 如任何前述实施例所述的方法,包括确定对使用所述图案形成装置的光刻设备的校正,所述校正与所述修改信息相关联。

[0178] 14. 如实施例13所述的方法,其中所述校正还与通过所述光刻设备可校正的偏移相关联。

[0179] 15. 如实施例13或实施例14所述的方法,其中所述校正还与量测特征和产品特征的偏移相关联。

[0180] 16. 如实施例13-15中任一实施例所述的方法,其中所述校正基于与所述修改信息相关联的第一栅格和与对所述光刻设备的所述校正相关联的第二栅格之间的采样密度的差。

[0181] 17. 一种非暂时性计算机程序产品,包括机器可读指令,所述机器可读指令用于使处理器系统执行任何前述实施例所述的方法。

[0182] 18. 一种系统,包括:

[0183] 硬件处理器系统;和

[0184] 储存机器可读指令的非暂时性计算机可读储存介质,其中当被执行时,所述机器可读指令使得所述处理器系统:

[0185] 获得表示形成于衬底上的层上的图案相对于目标位置如何被准确地定位的误差信息,其中所述图案已经通过使用图案形成装置而形成;和

[0186] 产生包括横越所述图案形成装置的位置移位的图的修改信息以用于修改所述图案形成装置,以便增加定位使用根据所述修改信息来修改的所述图案形成装置所形成的所述图案的所述准确度,所述修改信息基于所述误差信息,其中所述误差信息独立于所述衬底上的任何其它层。

[0187] 19. 一种系统,包括:

[0188] 硬件处理器系统;和

[0189] 储存机器可读指令的非暂时性计算机可读储存介质,其中当被执行时,所述机器

可读指令使所述处理器系统执行如实施例1-16中任一实施例所述的方法。

[0190] 以上的描述意图是说明性的,而不是限制性的。因此,对于本领域技术人员来说将明白,在不背离下述所阐明的权利要求的范围的情况下可以对所述的本公开进行修改。

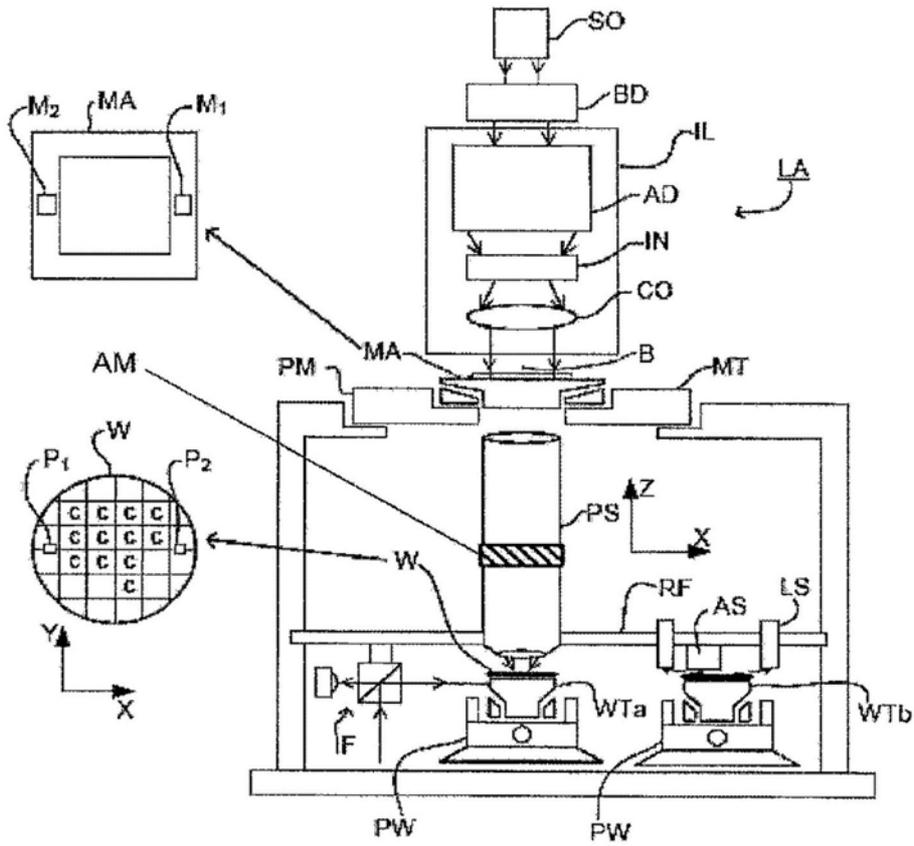


图1

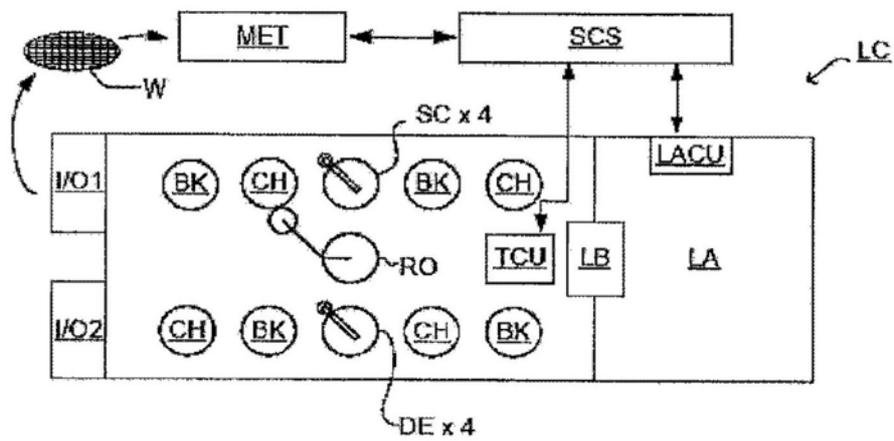


图2

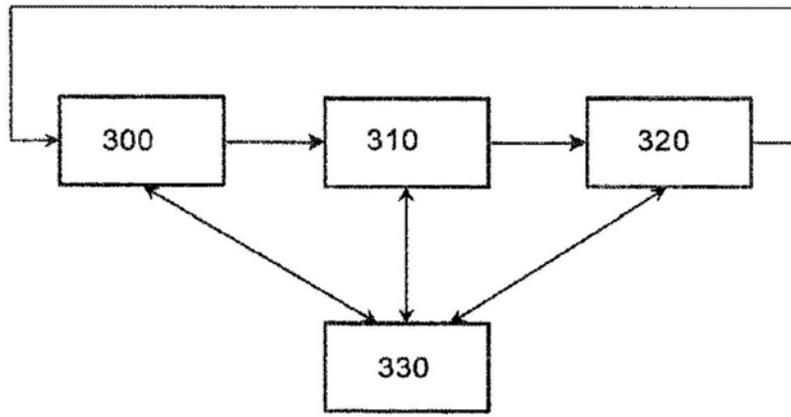


图3

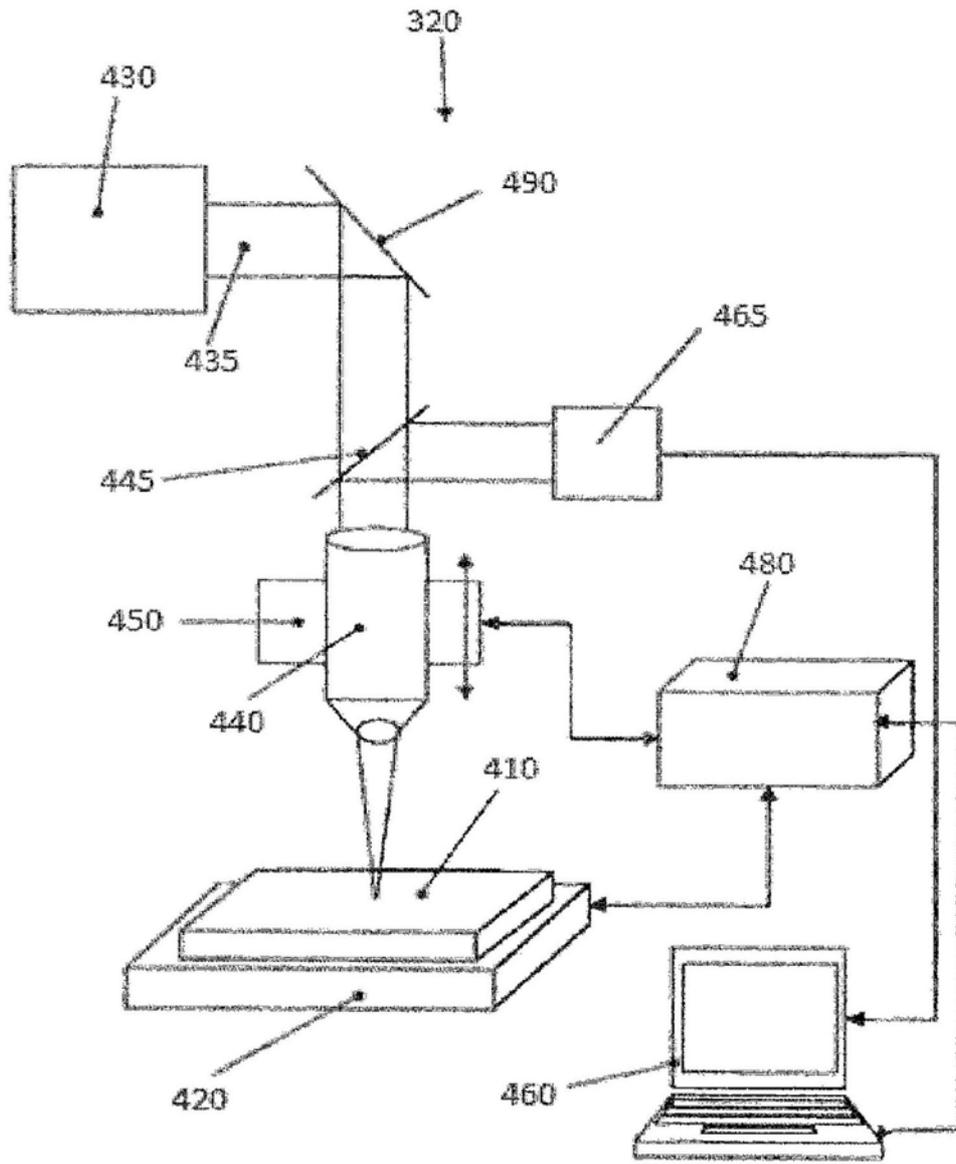


图4

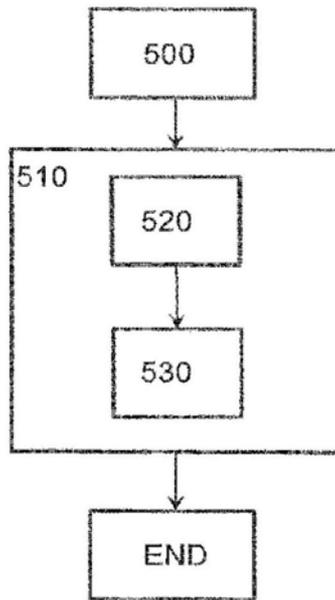


图5

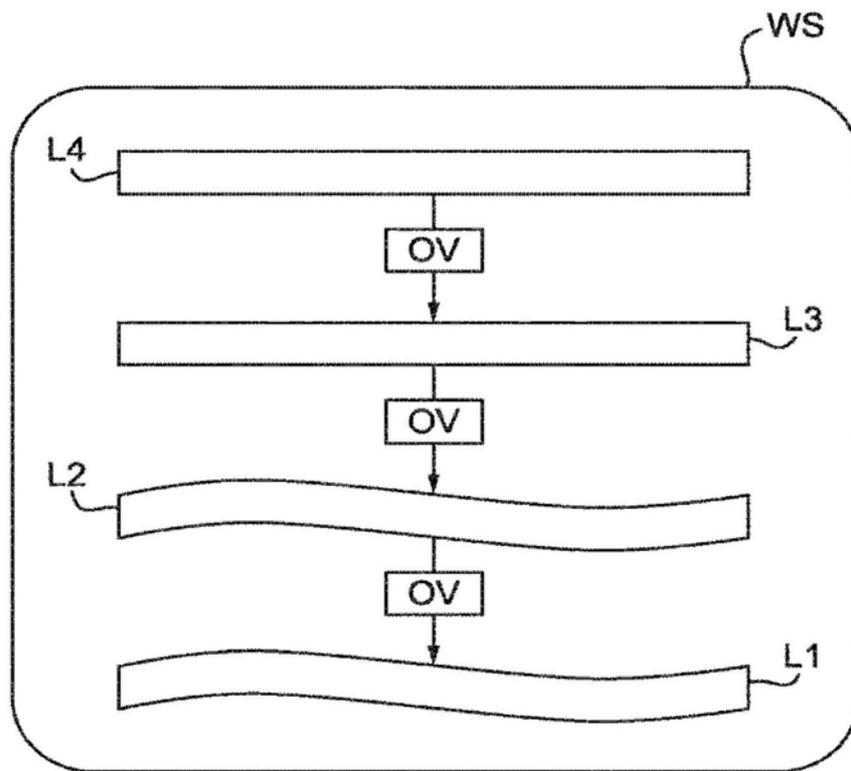


图6

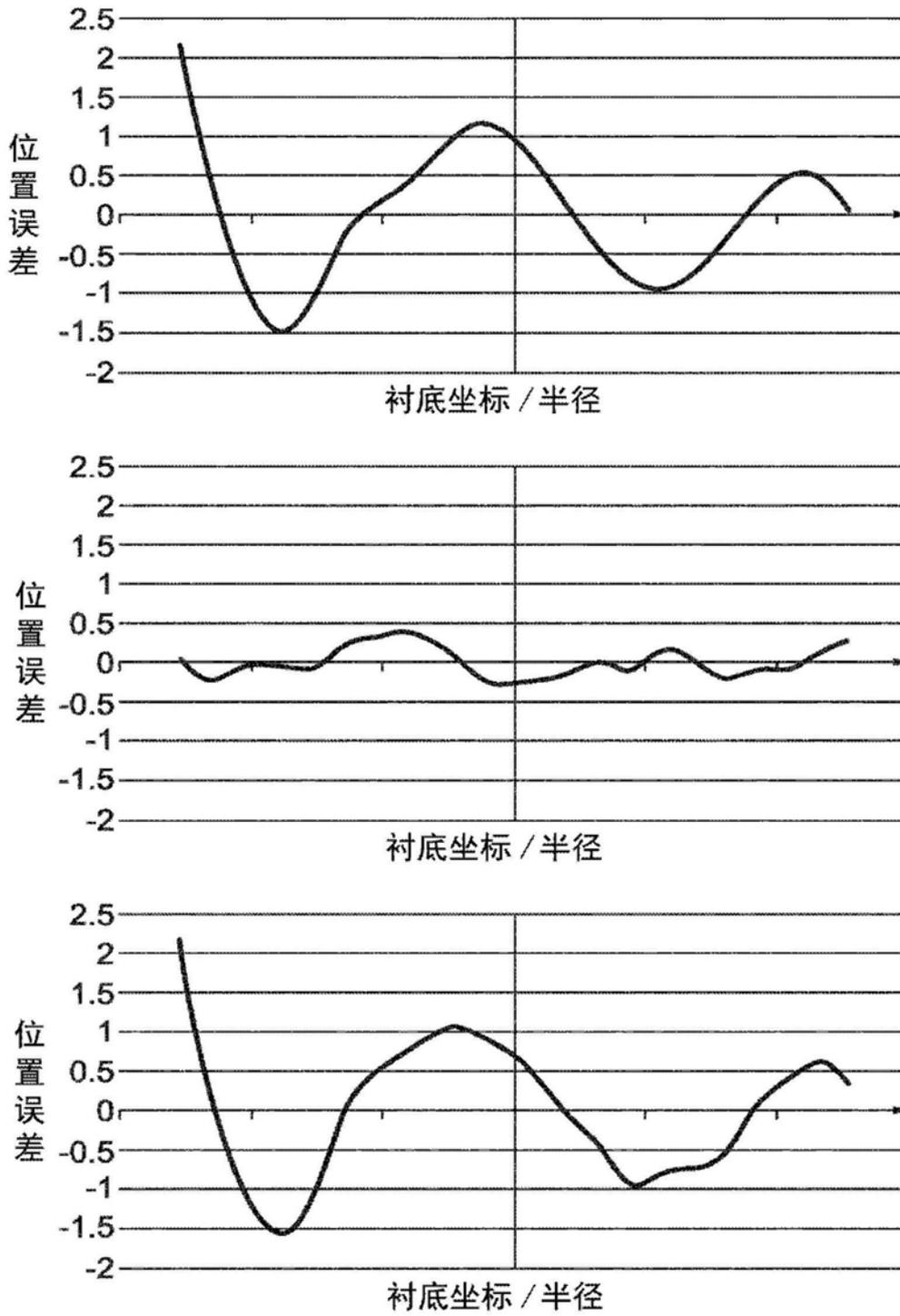


图7

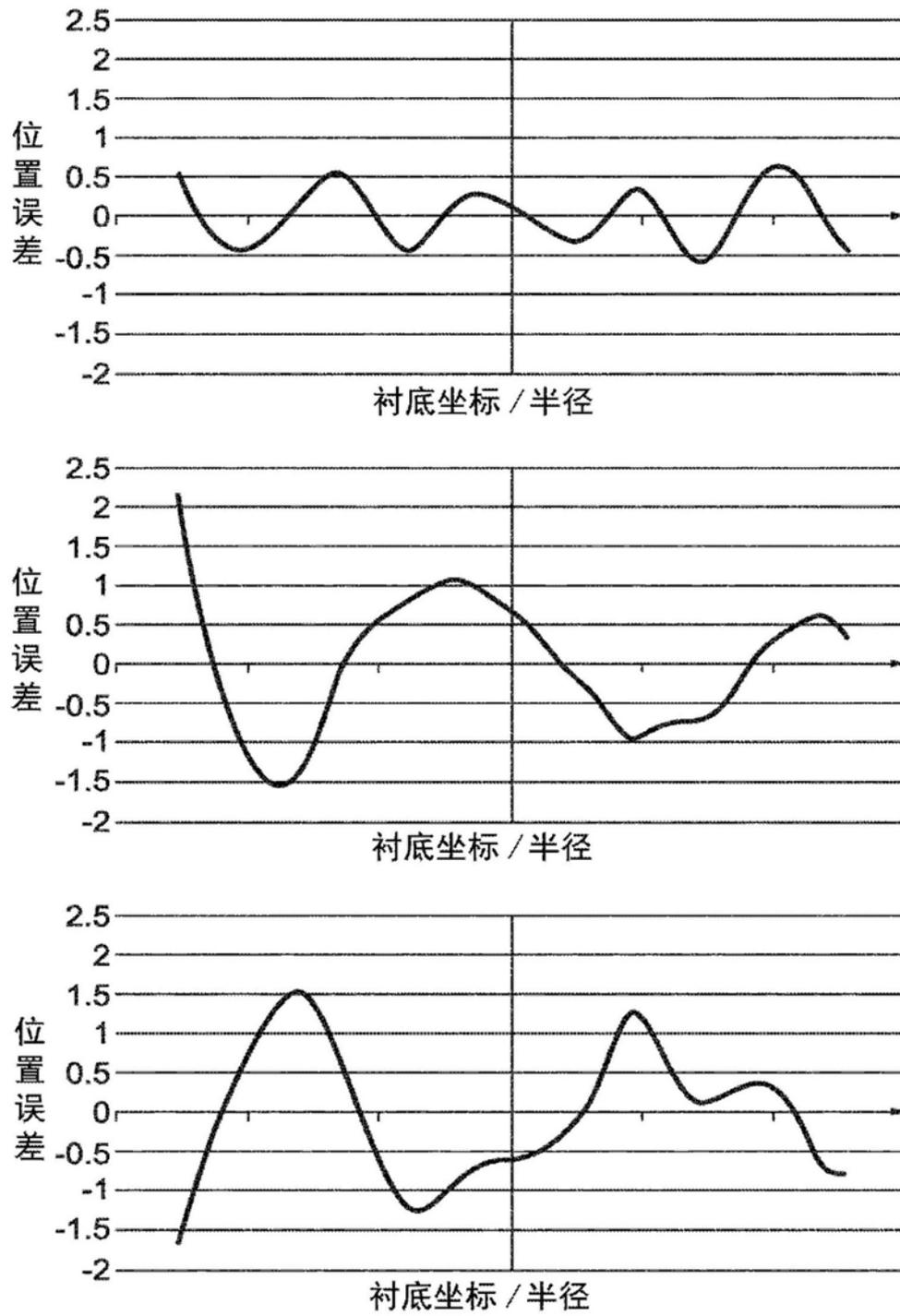


图8

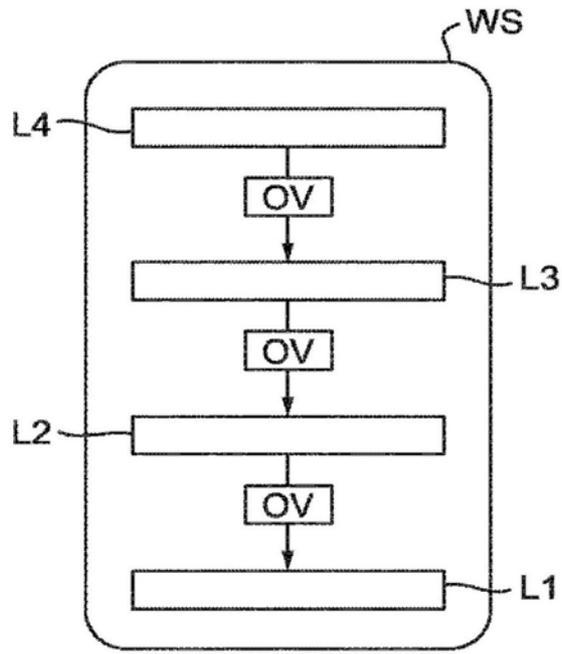


图9

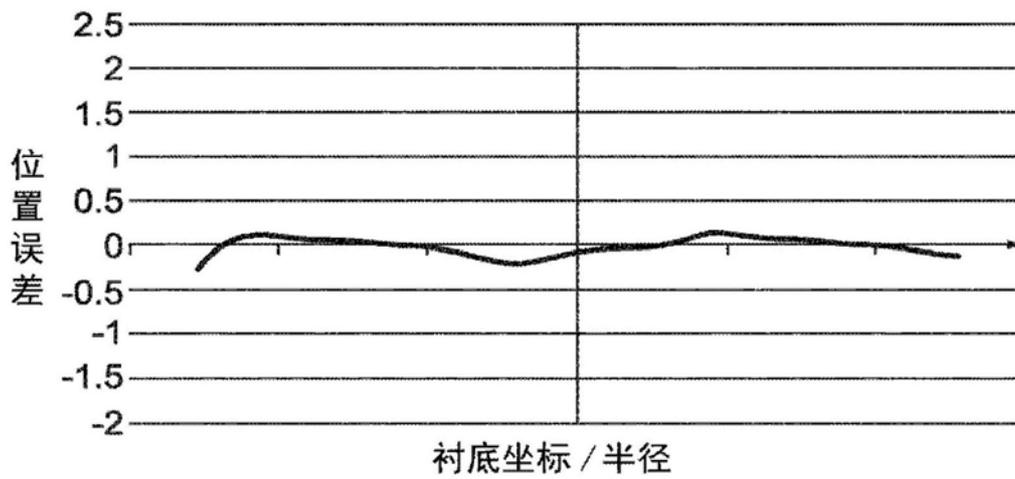


图10

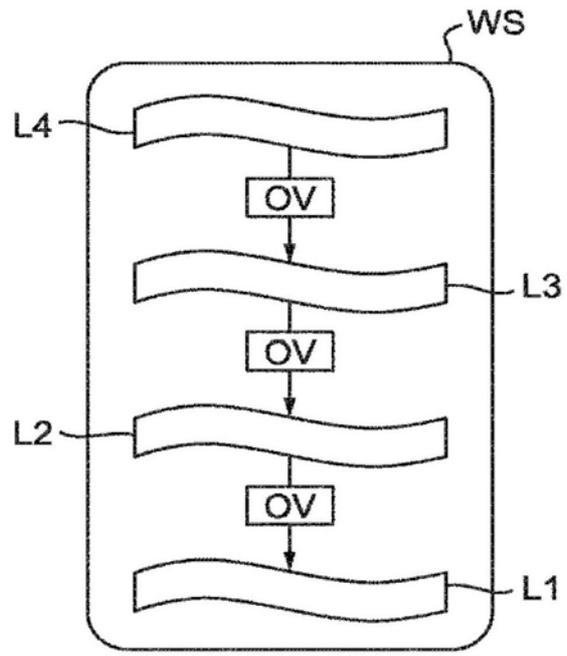


图11

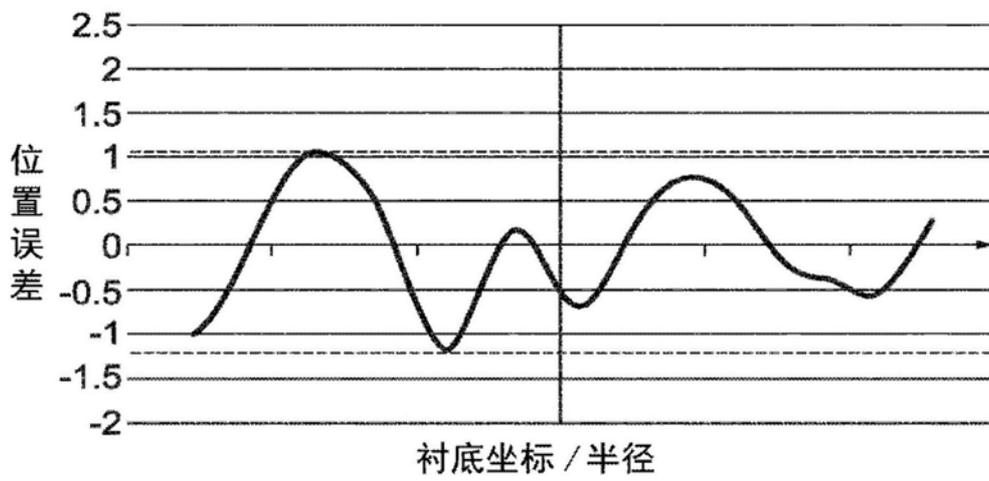


图12

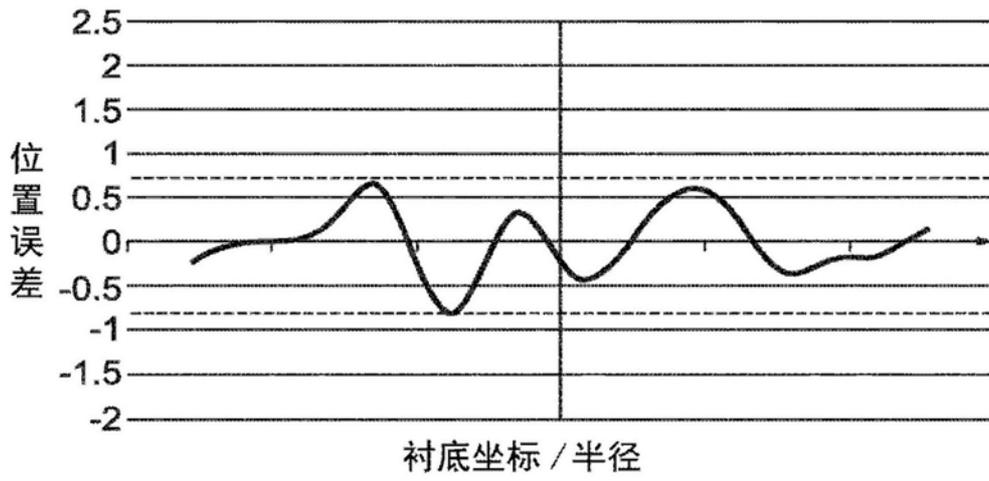


图13