



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104662480 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 27

(21) 申请号 201380049621. 2

代理人 吴敬莲

(22) 申请日 2013. 08. 27

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G03F 7/20(2006. 01)

61/707, 123 2012. 09. 28 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 03. 24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/067673 2013. 08. 27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/048654 EN 2014. 04. 03

(71) 申请人 ASML 控股股份有限公司

地址 荷兰维德霍温

申请人 ASML 荷兰有限公司

(72) 发明人 M·成达 S·鲁 T·德威尔特

I·阿蒂斯

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

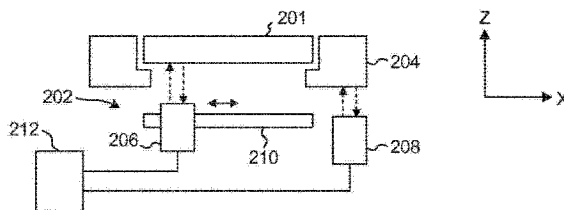
权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

掩模版变形定量测量系统

(57) 摘要

本发明公开了一种光刻设备,包括:照射系统,配置成调节辐射束;支撑件,构造成保持图案形成装置,所述图案形成装置能够在辐射束的横截面上将图案赋予辐射束以形成图案化的辐射束;衬底台,构造成保持衬底;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。光刻设备还包括编码器头,设计成扫描图案形成装置的表面,以确定在沿图案形成装置的长度的第一方向上的变形和在基本上垂直于图案形成装置的表面的第二方向上的变形。



1. 一种光刻设备,包括:
照射系统,配置成调节辐射束;
支撑件,构造成保持图案形成装置,所述图案形成装置能够在辐射束的横截面上将图案赋予辐射束以形成图案化的辐射束,并且图案形成装置包括多个第一特征,支撑件包括多个第二特征;
衬底台,构造成保持衬底;
投影系统,配置成将图案化的辐射束投影到衬底的目标部分上;
编码器头,配置成扫描图案形成装置的表面,以确定在沿图案形成装置的长度的第一方向上相对于与支撑件上的多个第二特征相关的第一位移的、与图案形成装置上的多个第一特征相关的第一位移和在与图案形成装置的表面基本上垂直的第二方向上相对于与支撑件上的多个第二特征相关的第二位移的、与图案形成装置上的多个第一特征相关的第二位移;以及
处理装置,用于基于与支撑件上的多个第二特征相关的第一位移和第二位移中的至少一个以及与图案形成装置上的多个第一特征相关的第一位移和第二位移生成图案形成装置的表面的变形图。
2. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述编码器头包括二维编码器头或三维编码器头。
3. 如权利要求 2 所述的设备,其中所述二维编码器头或三维编码器头被取向成相对于扫描轴线基本上成 45 度。
4. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述编码器头配置成沿第一方向扫描图案形成装置的表面,并且所述支撑件配置成沿垂直于第一和第二方向的第三方向平移图案形成装置。
5. 如权利要求 1 所述的设备,还包括处理装置,所述处理装置配置成使用多个第一特征计算至少沿第一方向的变形。
6. 如权利要求 1 所述的设备,其中多个第一特征包括多个特征的有序的阵列。
7. 如权利要求 1 所述的设备,其中在图案形成装置的有效区域周围图案化多个第一特征。
8. 如权利要求 1 所述的设备,还包括另一编码器头,配置成测量所述支撑件上的多个第二特征的至少一个位移。
9. 如权利要求 8 所述的设备,其中所述多个第二特征包括多个特征的有序的阵列。
10. 如权利要求 8 所述的设备,其中所述处理装置配置成:
接收与多个特征相关的第一组数据;
接收与另外多个特征相关的第二组数据;以及
基于第一组数据和第二组数据之间的差异生成图案形成装置的表面的变形图。
11. 如权利要求 10 所述的设备,其中响应于变形图的生成,第二组数据被用作参考数据。
12. 如权利要求 10 所述的设备,其中所述处理装置还被配置成通过获取与第一组数据和第二组数据相关的多个位置的差的梯度而生成局部化的变形图。
13. 如权利要求 10 所述的设备,其中所生成的变形图提供跨经图案形成装置的表面的至少一部分的变形的定量估计。
14. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述编码器头还配置成形成方向朝向图案形成装

置的表面的一个或多个光学束。

15. 一种设备,包括:

支撑件,构造成保持物体,其中所述物体包括多个第一特征,并且所述支撑件包括多个第二特征;

第一编码器头,配置成扫描物体的表面并且测量指示在沿物体的长度的第一方向上和在与物体的表面大体垂直的第二方向上与多个第一特征相关的变形的第一参数;

第二编码器头,配置成测量与支撑件上的多个第二特征相关的第二参数;和

处理装置,配置成基于测量的第一参数和测量的第二参数生成物体表面的变形图。

16. 如权利要求 15 所述的设备,其中所述第一编码器头包括二维或三维编码器头。

17. 如权利要求 16 所述的设备,其中所述二维或三维编码器头被取向成与扫描轴线成大体 45 度。

18. 如权利要求 15 所述的设备,其中所述第一编码器头配置成沿第一方向扫描物体的表面并且支撑件配置成沿垂直于第一和第二方向的第三方向平移物体。

19. 如权利要求 15 所述的设备,其中多个第一特征和多个第二特征包括多个特征的有序的阵列。

20. 如权利要求 15 所述的设备,其中所述处理装置还配置成:

接收与多个第一特征相关的第一组数据;

接收与多个第二特征相关的第二组数据;以及

基于第一组数据和第二组数据之间的差生成物体表面的变形图。

21. 如权利要求 20 所述的设备,其中响应于变形图的生成,第二组数据被用作参考数据。

22. 如权利要求 20 所述的设备,其中所述处理装置还被配置成通过获取与第一和第二组数据相关的多个位置的差的梯度而生成局部化的变形图。

23. 如权利要求 20 所述的设备,其中生成的变形图提供跨经物体的表面的至少一部分的变形的定量估计。

24. 如权利要求 15 所述的设备,其中所述第一编码器头还配置成形成方向朝向物体的表面的一个或多个光学束。

25. 一种方法,包括:

使用第一编码器头测量指示在沿物体的长度的第一方向上和在与物体表面大体垂直的第二方向上与物体的表面上多个第一特征相关的变形的第一参数;

使用第二编码器头测量与配置成保持物体的支撑件的表面上的多个第二特征相关的第二参数;

使用处理装置基于测量的第一参数和测量的第二参数生成物体的表面的变形图。

26. 如权利要求 25 所述的方法,还包括:

接收与多个第一特征相关的第一组数据;

接收与多个第二特征相关的第二组数据;

基于第一组数据和第二组数据之间的差生成物体表面的变形图;

基于变形图使用处理装置计算物体表面的变形;和

经由一个或多个致动器校正物体的表面的变形。

27. 一种掩模版台,包括:
支撑件,配置成保持物体,其中物体包括第一测量目标,并且支撑件包括第二测量台;
第一编码器头,配置成扫描物体的表面,以基于第一测量目标确定在沿物体的长度的第一方向上和在与所述物体的表面大体垂直的第二方向上的第一位移;
第二编码器头,配置成扫描支撑件的表面,以基于第二测量目标确定第二位移;和
处理装置,配置成基于确定的第一位移和第二位移测量结果生成指示物体变形的变形图。
28. 如权利要求 27 所述的掩模版台,其中所述第一编码器头包括二维编码器头,并且第一测量目标是包括具有间隔的多个线的衍射光栅。
29. 如权利要求 28 所述的掩模版台,其中如果第一编码器头和第二编码器头指示由于物体上的衍射光栅的线间隔的改变而导致的不同行进距离,则变形图指示物体变形。
30. 如权利要求 27 所述的掩模版台,其中第一和第二位移测量结果之间的差指示物体的变形的定量估计。
31. 如权利要求 27 所述的掩模版台,其中所述处理装置还配置成通过获得与第一和第二位移测量结果相关的位置的差的梯度而生成局部化的变形图。
32. 如权利要求 27 所述的掩模版台,其中物体是图案形成装置,支撑件是保持图案形成装置的掩模版卡盘。

掩模版变形定量测量系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2012 年 9 月 28 日递交的美国临时申请 61/707,123 的权益,其在此通过引用全文并入。

技术领域

[0003] 本发明涉及光刻设备和测量掩模版变形。

背景技术

[0004] 光刻设备是一种将期望的图案应用到衬底上,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将要在所述 IC 的单层上形成的电路图案。这种图案可以被转移到衬底(例如硅晶片)上的目标部分(例如包括部分管芯、一个或若干个管芯)上。通常,图案转移是通过将图案成像到设置在衬底上的辐射敏感材料(抗蚀剂)的层上。通常,单个衬底将包含被连续图案化的相邻的目标部分的网络。已知的光刻设备包括:所谓的步进机,在步进机中通过将整个图案一次曝光到目标部分上来照射每个目标部分;和所谓的扫描机,在扫描机中通过沿给定方向(“扫描”方向)用辐射束扫描图案、同时沿平行于或反向平行于该方向的方向扫描衬底,而照射每个目标部分。还可以通过将图案压印到衬底上而将图案从图案形成装置转移至衬底。

[0005] 多种因素可以劣化光刻工具的光学性能。投影光学元件反射镜中的制造误差以及操作期间它们的照射区域中热诱发的变形会产生光学像差,这会使得晶片处的图像质量变差。图像位置误差(变形)也会发生。因为掩模版照射是非远心的,因此(例如由于掩模版的非平坦引起的)掩模版高度的改变也可以在晶片处产生变形。

[0006] 通常执行掩模版的变形的间接测量,所述间接测量引起对测试晶片上的被曝光图案的可观察到的改变。这种测量技术花费时间并且不能将由于掩模版变形引起的影响与系统中其他贡献引起的影响分开。还有,这些测量不是在使用掩模版进行曝光期间实时执行的。

[0007] 一些用于直接测量掩模版变形的示例系统包括向后衍射干涉测量法、相移散斑干涉测量法以及光学干涉测量法。然而,这些技术中的每一种都仅能够测量平面内变形或平面外变形,而不能两者同时测量。此外,例如向后衍射干涉测量法的技术需要体积巨大的设备,它们不适于用在许多光刻系统有空间约束的情况下。

发明内容

[0008] 因此,本发明给出一种系统和方法,以定量的方式直接测量掩模版变形,并且基本上同时地提供平面内和平面外变形测量。

[0009] 根据本发明的一方面,提供一种光刻设备,其包括:照射系统,配置成调节辐射束;支撑件,构造成保持图案形成装置,所述图案形成装置能够在辐射束的横截面上将图案赋

予辐射束以形成图案化的辐射束,并且图案形成装置包括多个特征;衬底台,构造成保持衬底;和投影系统,配置成将图案化辐射束投影到衬底的目标部分上。光刻设备还包括编码器头,所述编码器头配置成扫描图案形成装置的表面,以确定所述多个特征的、在沿着图案形成装置的长度的第一方向上相对于支撑件的第一位移的第一位移,以及确定所述多个特征的、沿基本上垂直于图案形成装置的表面的第二方向相对于支撑件的第二位移的第二位移,以基于多个特征的被确定的第一位移和第二位移生成图案形成装置的表面的变形图。

[0010] 根据本发明的另一方面,提供一种设备,具有支撑件、第一和第二编码器头以及处理装置。支撑件构造成保持物体,其中支撑件和物体每一个包括多个特征。第一编码器头配置成扫描物体的表面并且测量指示在沿物体的长度的第一方向上和在大体垂直于物体的表面的第二方向上的与物体上的多个特征相关的变形的第一参数。第二编码器头配置成测量与支撑件上的多个特征相关的第二参数。处理装置配置成基于所测量的物体上的第一参数和所测量的支撑件上的第二参数生成物体的表面的变形图。

[0011] 根据本发明的另一方面,提供一种方法,包括测量指示在沿物体的长度的第一方向上和在大体垂直于物体的表面的第二方向上的与物体的表面上的多个第一特征相关的变形的第一参数;和测量与配置成保持物体的支撑件的表面上的多个第二特征相关的第二参数。所述方法还包括基于测量的第一参数和测量的第二参数生成物体的表面的变形图。

[0012] 下文结合附图详细描述本发明的进一步的特征和优点以及多种实施例的结构和操作。应该指出的是,本发明不限于此处描述的具体实施例。在此给出这些实施例仅是为了说明的目的。基于此处包含的教导,本领域技术人员将清楚其他的或附加的实施例。

附图说明

[0013] 合并于此并且形成说明书的一部分的附图示出本发明,并且与相关描述一起进一步用于解释本发明的原理,使得本领域普通技术人员能够实现和使用本发明:

[0014] 图 1 示出根据本发明的实施例的光刻设备。

[0015] 图 2 示出根据一个实施例的光刻设备内的侧视图,示出掩模版和测量系统。

[0016] 图 3 示出对准表面看到的根据一个实施例的具有测量系统的掩模版的表面的视图。

[0017] 图 4 示出根据一个实施例的基于掩模版变形的水平的估计的信号输出的模型。

[0018] 图 5 示出根据一个实施例的示例方法。

[0019] 图 6 示出根据一个实施例的另一示例方法。

[0020] 结合附图,通过下面详细的说明,本发明的特征和优点将变得更加清楚,在附图中相同的附图标记在全文中表示相应的元件。在附图中,相同的附图标记通常表示相同的、功能类似的和/或结构类似的元件。元件第一次出现的附图用相应的附图标记中最左边的数字表示。

具体实施方式

[0021] 本说明书公开一个或多个实施例,其中并入了本发明的特征。所公开的实施例仅给出本发明的示例。本发明的范围不限于这些公开的实施例。本发明由未决的权利要求来限定。

[0022] 所述的实施例和在说明书中提到的“一个实施例”、“实施例”、“示范性实施例”等表示所述的实施例可以包括特定特征、结构或特性,但是每个实施例可以不必包括所有的特定特征、结构或特性。而且,这些段落不必指的是同一个实施例。此外,当特定特征、结构或特性与实施例结合进行描述时,应该理解,无论是否明确描述,实现将这些特征、结构或特性与其他实施例相结合是在本领域技术人员所知的知识范围内。

[0023] 本发明的实施例可以应用到硬件、固件、软件或其任何组合。本发明实施例还可以实现为存储在机器可读介质上的指令,其可以通过一个或多个处理器读取和执行。机器可读介质可以包括任何用于以机器(例如计算装置)可读形式存储或传送信息的机构。例如,机器可读介质可以包括:只读存储器(ROM);随机存取存储器(RAM);磁盘存储介质;光学存储介质;闪存装置;传播信号的电、光、声或其他形式(例如,载波、红外信号、数字信号等),以及其他。此外,这里可以将固件、软件、程序、指令描述成执行特定动作。然而,应该认识到,这些描述仅为了方便,并且这些动作实际上由计算装置、处理器、控制器或其他执行所述固件、软件、程序、指令等的装置来完成。

[0024] 然而,在详细描述这些实施例之前,给出本发明的实施例可以应用于其中的示例环境是有利的。

[0025] 图1示意性地示出根据本发明一个实施例的包括源收集器模块S0的光刻设备LAP。所述设备包括:照射系统(照射器)IL,配置用于调节辐射束B(例如,EUV辐射);支撑结构(例如掩模台)MT,构造用于支撑图案形成装置(例如掩模或掩模版)MA并与配置用于精确地定位图案形成装置的第一定位装置PM相连;衬底台(例如晶片台)WT,构造用于保持衬底(例如涂覆有抗蚀剂的晶片)W,并与配置用于精确地定位衬底的第二定位装置PW相连;和投影系统(例如反射式投影系统)PS,所述投影系统PS配置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。

[0026] 所述照射系统可以包括各种类型的光学部件,例如折射型、反射型、磁性型、电磁型、静电型或其它类型的光学部件、或其任意组合,以引导、成形、或控制辐射。

[0027] 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它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)。此处术语“掩模版”或“掩模”的所有使用可以被看做与更广义的术语“图案形成装置”同义。

[0028] 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相同(例如,如果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。

[0029] 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。

[0030] 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,例如折射型、反射型、反射折射型、磁性型、电磁型和静电光学部件、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。

[0031] 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)。

[0032] 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。

[0033] 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。

[0034] 参照图 1,照射器 IL 接收来自辐射源 S0 的辐射束。。所述源和光刻设备可以是分开的实体(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。

[0035] 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。

[0036] 所述辐射束 B 入射到保持在支撑结构(例如,掩模台 MT)上的所述图案化装置(例如,掩模 MA)上,并且通过所述图案化装置来形成图案。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,但是他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。

[0037] 可以将所示设备用于以下模式中的至少一种中:

[0038] 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。

[0039] 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 PL 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(沿所述扫描方向)。

[0040] 3. 在另一个模式中,将用于保持可编程图案化装置的掩模台 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化装置。这种操作模式可易于应用于利用可编程图案化装置(例如,如上所述类型的可编程反射镜阵列)的无掩模光刻中。

[0041] 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。

[0042] 本发明涉及使用原位测量系统定量测定掩模版变形。测量系统包括一组至少两个编码器,用于测量掩模版表面上存在的特征和保持掩模版的卡盘上存在的特征。在一个实施例中,编码器头和 / 或掩模版能够沿平行于掩模版的表面的方向平移,以允许生成用于整个掩模版表面的图。通过使用编码器头测量掩模版表面上的多个特征相比于卡盘上的特征的位移之间的差异,可以计算掩模版变形的定量测定值。通过采用位置差异的梯度或坡度可以进一步计算变形的更加局部的量。下面参考附图给出系统的更多细节。

[0043] 图 2 示出根据一个实施例的掩模版 201 与测量系统 202 一起的侧视图。在一个示例中,测量系统 202 包括第一编码器头 206 和第二编码器头 208。第一编码器头 206 定位成测量指示掩模版 201 的位移的、与目标相关的相位改变,而第二编码器头 208 定位成测量指示卡盘 204 的位移的、与目标相关的相位改变。通过确定在掩模版 201 和卡盘 204 之间确定的位移的差异,可以计算掩模版 201 的变形或翘曲。应该理解,可以使用图示两个编码器头以外的其他编码器头,它们也用于测量掩模版 201 或卡盘 204 上的相位改变。例如,可以使用多于一个的编码器头测量卡盘 204 的多个位置。在另一示例中,至少两个编码器头可以每一个定位在不同的取向处,用于测量指示掩模版 201 或卡盘 204 的位移的、与目标相关的相位改变。卡盘 204 可以设计成如图所示从掩模版 201 的多个侧边和 / 或围绕掩模版 201 的下边缘保持掩模版 201。卡盘 204 还可以设计成经由例如被施加的真空压力或静电势能保持掩模版 201,从而将掩模版 201 夹持至卡盘 204。

[0044] 第一编码器头 206 可以是二维或三维编码器头。二维编码器头能够测量指示沿两

个不同轴向的位移的、与目标相关的相位改变,以提供例如沿 Z 轴和沿 X 轴(或 Y 轴)的平面内和平面外变形测量。三维编码器头能够测量沿三个轴线的相位改变,以提供沿 X、Y 和 Z 轴线的平面内和平面外变形测量结果。第二编码器头 208 可以是一维或二维编码器头。在另一示例中,第二编码器头 208 是三维编码器头。第二编码器头 208 可以是与第一编码器头 206 完全相同模式,然而,这对于操作或运行来说并不是必须的,而是优选能够在编码器头之间得到甚至更加精确的信号对比。第一编码器头 206 和第二编码器头 208 可以使用多种发信号的技术,以分别测量掩模版 201 和卡盘 204 上的特征。这些技术可以包括光学、磁性、电容、电感等。为了容易解释,此处的描述将设定编码器头使用光学信号。

[0045] 在一个实施例中,第一编码器头 206 可以连接至用于平移第一编码器头 206 使其经过掩模版 201 的表面的线性驱动机构 210。例如,第一编码器头 206 可以沿如图 2 所示的 X 轴线移动。在另一示例中,第一编码器头 206 可以沿 Y 轴线移动,或连接至能够在 X-Y 平面内移动的测试台。附加地,掩模版 201 可以通过卡盘 204 的移动被平移。例如,卡盘 204 可以操作以沿所有轴线 X、Y 和 Z 移动。第一编码器头 206 和卡盘 204 中的每一个可以操作以在所有六个自由度上移动。替换地,第一编码器头 206 可以相对于掩模版 201 被固定。例如,第一编码器头 206 可以安装在光学系统上,例如透镜顶面。

[0046] 可以执行许多移动方式以扫描掩模版 201 的表面。在一个示例中,掩模版 201 和卡盘 204 沿 Y 轴向平移,同时第一编码器头 206 和第二编码器头 208 保持静止。因此,完成单次 Y 扫描通过。随后,第一编码器头 206 可以沿 X 轴线递进移动,卡盘 204 继续沿 Y 轴线平移。以此方式,可以通过沿 Y 轴线的连续多次扫描来绘制掩模版 201 的表面。应该理解,在这些示例中提到的具体轴线或轴向是任意的,并且系统的每个部件都可以容易地被设计成在 X、Y 或 Z 方向上平移或递进地移动。

[0047] 在掩模版 201 和卡盘 204 的平移过程中,第一编码器头 206 和第二编码器头 208 分别测量与掩模版 201 和卡盘 204 上的多个特征相关的相位改变。这些多个特征,例如测量目标,可以包括多个特征的有序阵列,例如衍射光栅、二维衍射栅格或其他图案,它们在掩模版 201 和卡盘 204 上以某种方式都是一致的。在一个示例中,编码器头 206 和 208 测量掩模版 201 和卡盘 204 上的特征图案之间的相位改变,以确定掩模版 201 和卡盘 204 的相对位移。

[0048] 例如,编码器头可以配置成扫描图案形成装置的表面,以确定多个特征相对于支撑件的、在沿图案形成装置的长度的第一方向上的第一位移的第一位移,和确定多个特征相对于支撑件的在基本上垂直于图案形成装置的表面的第二方向上的第二位移的第二位移。并且,可以基于确定的多个特征的第一和第二位移生成图案形成装置的表面的变形图。

[0049] 在一个实施例中,编码器头 206 和 208 能够以皮米的分辨率测量行进的距离。在一个实施例中,如果掩模版 201 未变形,则两个编码器头 206 和 208 的测量结果在线性扫描期间将指示基本上相同的特征位移。然而,如果掩模版 201 变形,则编码器头 206 和 208 的测量结果将指示掩模版 201 的多个特征和卡盘 204 的多个特征之间的不同的位移,因为由于变形,掩模版 201 上的多个特征的线间隔已经改变。

[0050] 根据一个实施例,通过处理装置 212 接收来自测量系统 202 的编码器头 206 和 208 的每一个的测量的数据。处理装置 212 可以包括一个或多个硬件微处理器或处理器芯。处理装置 212 可以包含在光刻设备内或作为外部计算单元的一部分。可以采用任何信号传输

技术在编码器头 206 和 208 和处理装置 212 之间发送数据,包括电学的、光学的、射频的等,并且可以是模拟或数字格式。

[0051] 在一个示例中,处理装置 212 接收来自第一编码器头 206 和第二编码器头 208 的数据,并且根据一个实施例,基于接收的数据生成掩模版 201 的表面的变形图。例如,处理装置 212 执行从第一编码器头 206 接收的数据和从第二编码器头 208 接收的数据之间的差计算。来自两个编码器头 206 和 208 的数据输出之间的差是(例如沿扫描方向)累积的掩模版变形的定量测量值。在另一示例中,通过采用位置差的梯度或坡度确定变形的局部化量。生成的变形图可以用于精化掩模版加热和变形的解析和软件模型,从而估计掩模版、夹持装置、夹持装置冷却装置、卡盘等的新的设计和材料。除了掩模版加热或升温,系统还可以用于研究变形影响,其中例如夹持装置变形和可重复性、夹持装置和掩模版之间捕获的颗粒的影响以及微滑移。

[0052] 图 3 示出根据一个实施例的掩模版 201 的从下侧看的视图。第一编码器头 206 在图中也被示出为扫描掩模版 201 的表面。

[0053] 掩模版 201 可以是测试掩模版,其包括在掩模版 201 的大致整个表面上的诸如二维栅格 306 等多个特征。测试掩模版可以首先放置在光刻设备内,以确定施加给掩模版的变形量,从而可以在使用包括将要曝光的图案的真实掩模版时对曝光实施校正。然而,在另一实施例中,掩模版 201 可以包括:有效区域 304,有效区域 304 包括将要曝光的图案化特征;和外部区域 302,外部区域 302 的诸如例如二维栅格 306 等特征被用于确定变形。以此方式,可以在用于在光刻设备内曝光晶片的相同的掩模版上实施变形测量。通过使用模型和/或之前收集的数据,可以外推通过从外部区域 302 内的掩模版变形测量所收集的数据,以生成掩模版 201 的基本上整个表面的变形图。

[0054] 在一个实施例中,第一编码器头 206 围绕 Z 轴线旋转角度 θ ,如图 3 所示。在一个示例中,角度 θ 是围绕 Z 轴线相对于 X 或 Y 轴线的大体 45 度角。也可以想到其他的角度,本发明不应该限于此。通过调整第一编码器头 206 的角度,可以测量沿 X 和 Y 轴线的位移。根据一个实施例,通过第一编码器头 206 产生多个光学束 308,光学束 308 沿大致不正交于表面的轴线入射到掩模版 201 的表面。

[0055] 图 4 示出掩模版变形的模拟模型的输出。累积的位置误差由于测试掩模版的栅格变形而被示出,其中栅格变形被模型化为由于例如掩模版加热或升温导致的平面内膨胀。通过对掩模版和卡盘位置之间的差异(图示为实线)求导来确定计算的相对于 Y 轴线位置的沿掩模版的掩模版变形(图示为点线)。同样,即使掩模版和卡盘的测量的位置之间存在差异,如果该差异保持不变,则局部变形基本上为零(在该模拟的模型中 Y 位置为零的情况下在掩模版的中心附近处观察到的)。

[0056] 图 5 示出根据一个实施例的用以测量物体表面的变形的的方法 500 的流程图。可以用测量系统 202 的不同的实施例执行方法 500 的多个步骤。应该认识到,方法 500 可以不包括如图所示的全部操作,或按图示的次序执行这些操作。

[0057] 方法 500 在步骤 502 开始,通过例如编码器头沿第一方向和第二方向测量物体表面。第一方向沿物体的长度的同时,第二方向可以大体垂直于物体的表面,或者,反之亦然。表面测量可以设计为通过物体表面上的多个特征确定位移。

[0058] 方法 500 进行至步骤 504,其中通过例如编码器头沿至少第一方向测量支撑件的

表面。步骤 504 可以与步骤 502 同时进行,使得物体和支撑件的测量可以在物体和支撑件沿例如第一方向被移动的同时进行。支撑件的表面测量可以设计成通过支撑件表面上的多个特征确定位移。

[0059] 在步骤 506,基于测量的与物体和支撑件上的多个特征相关的参数,生成物体表面的变形图。通过接收与物体和支撑件的测量的多个特征相关的数据的处理装置可以生成变形图。在一个示例中,计算物体和支撑件的测量的位移之间的差异以确定变形图。进一步,通过获得位置差的梯度或坡度可以计算局部变形。

[0060] 图 6 示出描述根据一个实施例的用以测量和校正物体表面的变形的的方法 600 的另一流程图。通过使用测量系统 202 的不同实施例可以执行方法 600 的多个步骤。应该认识到,方法 600 可以不包括全部图示的操作,或以如图所示次序执行这些操作。

[0061] 方法 600 从步骤 602、604 以及 606 开始,它们与前面描述的步骤 502、504 以及 506 类似。同样,此处将不重复说明。

[0062] 在生成变形图之后,方法 600 继续步骤 608,在步骤 608,在使用物体曝光期间再次测量物体的表面。例如,可以通过光刻设备内部的编码器头测量掩模版表面,同时在曝光期间由入射的电磁辐射生成的热引起掩模版表面的进一步扭曲或变形。因此,可以在使用掩模版的同时执行测量,并在掩模版使用期间及时提供特定点处的表面变形的快速拍照或快照(snapshot)。

[0063] 在步骤 610,通过步骤 608 测量的变形与步骤 606 中产生的变形图对比。在一个示例中,该对比提供在曝光至物体表面之前和之后关于物体变形已经改变多少的数据。

[0064] 在步骤 612,基于步骤 610 执行的对比计算物体变形。可以通过可以访问存储的变形图并接收物体表面的变形测量结果的处理装置执行该计算。

[0065] 在步骤 614,在物体表面的曝光期间对物体进行校正。该校正可以包括将多种力施加至物体的多个部分,以机械地校正表面的变形。可以通过定位在物体周围或附近的致动器提供这些力。在另一示例中,该校正可以包括驱动光刻设备中的投影系统的多种反射镜和 / 或透镜,以补偿测量的物体的表面变形。根据一个实施例,反射镜和 / 或透镜可以通过耦接的致动器驱动。

[0066] 虽然本文具体参考光刻设备在制造集成电路中的应用,但是应该理解,这里所述的光刻设备可以具有其他应用,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。本领域技术人员将会认识到,在这样替换的应用情形中,任何使用的术语“晶片”或“管芯”可以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。

[0067] 虽然上面已经具体参考本发明的实施例应用于光学光刻术的情形,但是应该认识到,本发明可以用于其他应用中,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。

[0068] 此处所用的术语“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365、355、248、193、157或126nm的波长)以及极紫外辐射(EUV)辐射(例如具有5-20nm的波长)以及粒子束,例如离子束或电子束。

[0069] 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。

[0070] 虽然上面已经描述了本发明的具体实施例,但是应该认识到,本发明可以以上述不同的方式实施。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更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。

[0071] 应该理解,具体实施例部分而不是发明内容和摘要部分,是为了用于解释说明权利要求的。发明内容部分和摘要部分可以给出本发明的一个或多个示例性实施例而不是本发明人想到的全部的实施例,因此它们不是以任何方式限制本发明和权利要求。

[0072] 以上通过借助示出具体功能的实施及其关系的功能性块描述了本发明。这些功能块之间的界限在此任意限定,以便方便说明。可以限定替换的界限,只要具体的功能及其关系适于执行即可。

[0073] 以上具体实施例的描述将充分显示本发明的一般特性,在不脱离本发明的一般构思的情况下,通过应用本领域技术知识可以实现、修改和/或适应本发明的其他实施例用于多种应用中而不需要过多的实验。因此,基于此处给出的教导和启示,这些适应和修改是在所公开的实施例的等同物意义和范围之内的。应该理解,此处的名词或术语是为了描述而不是为了限制,使得本说明书中的名词或术语可以由本领域技术人员根据教导和启示来解释。

[0074] 本发明的宽度和范围不应该受到以上说明的示例性实施例的限制,但是应该仅根据随后的权利要求和等同物限定。

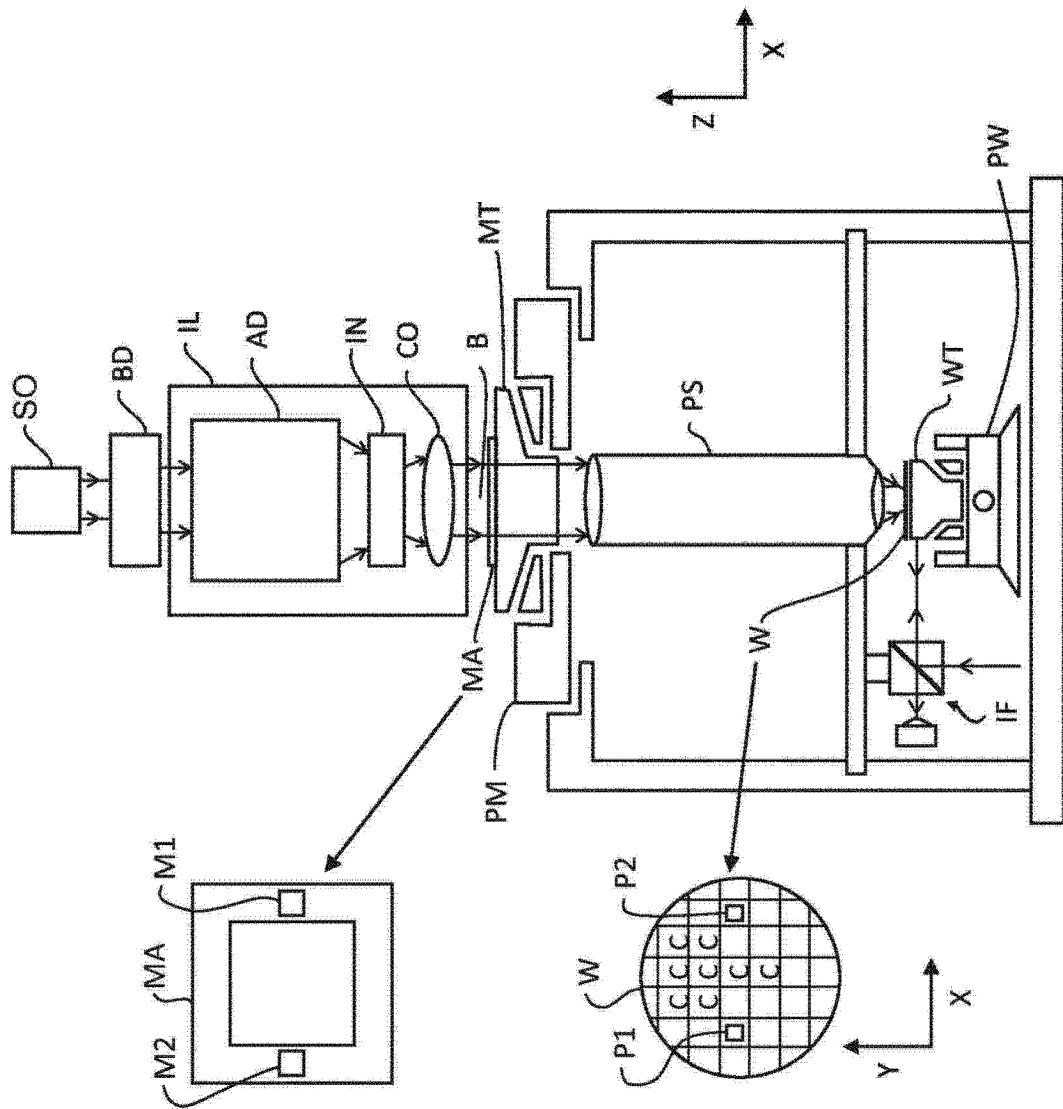


图 1

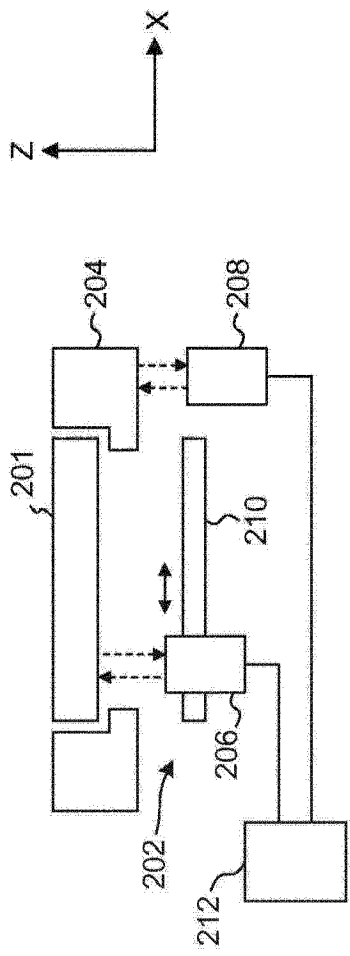


图 2

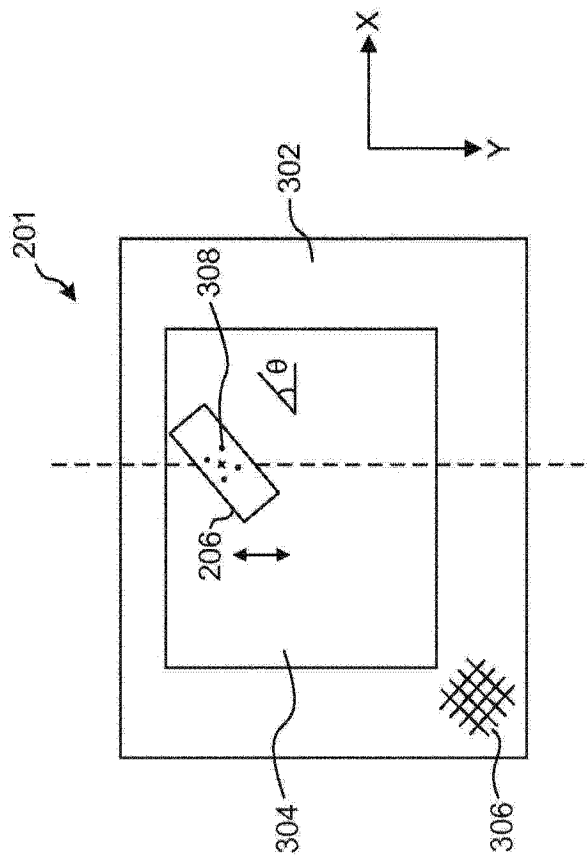


图 3

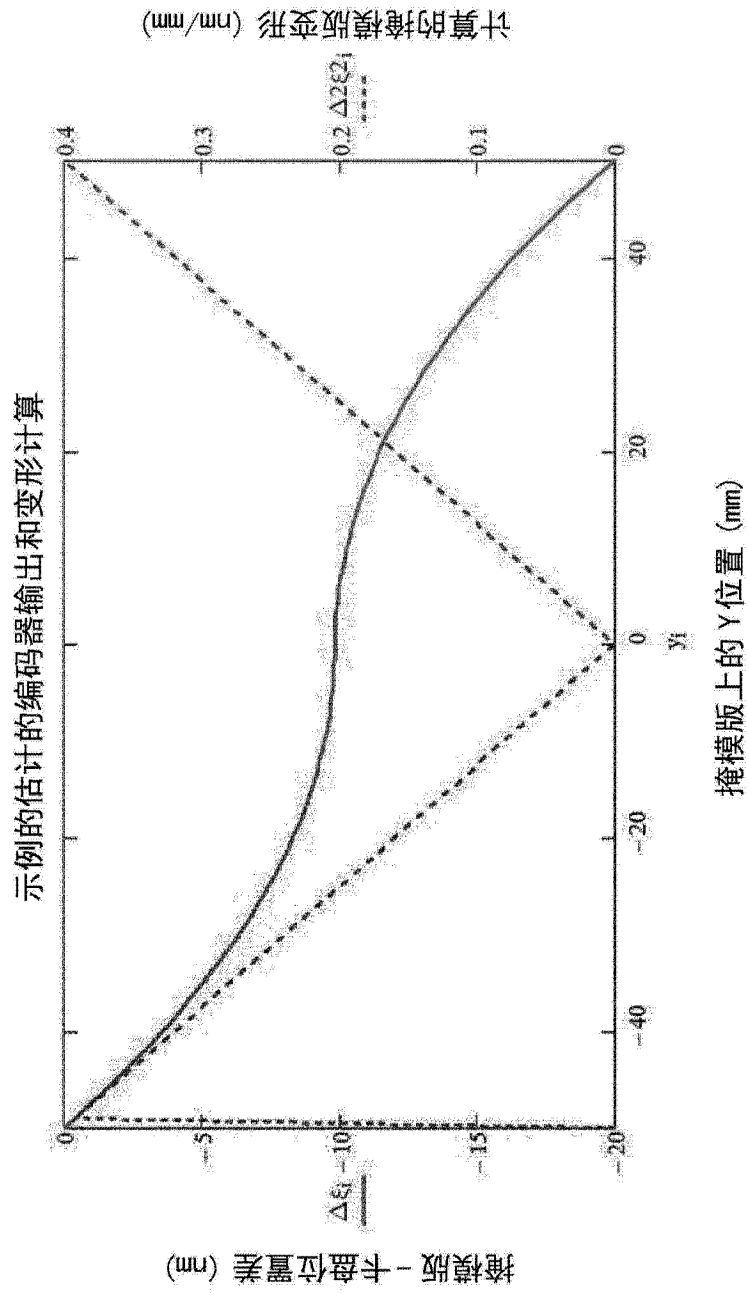


图 4

500

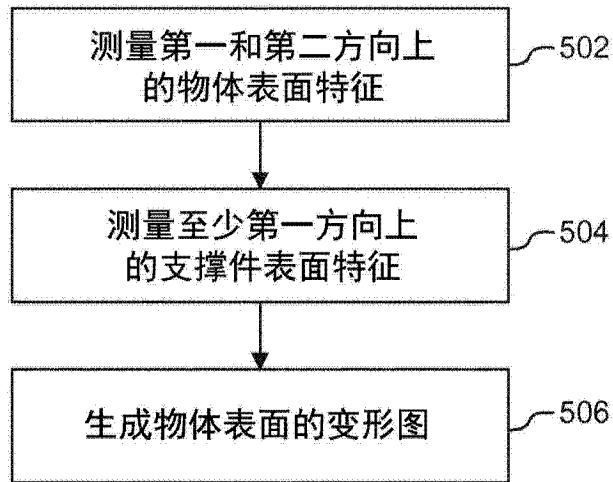


图 5

600

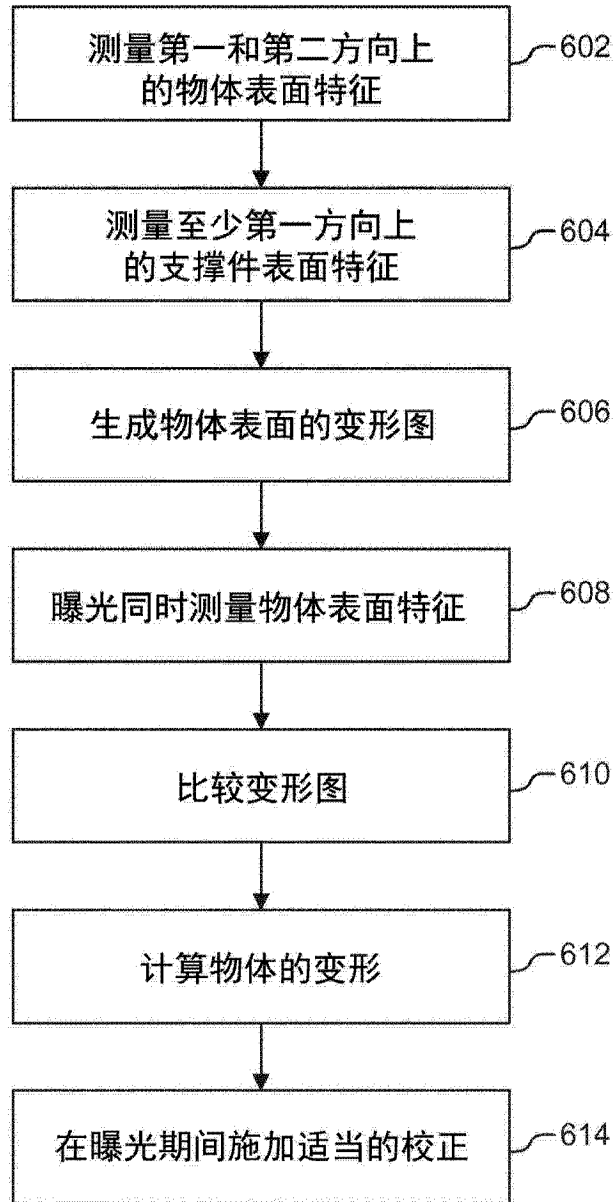


图 6