



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117980694 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 03

(21) 申请号 202380013695.4

Y · 梅恩

(22) 申请日 2023.02.28

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

(30) 优先权数据

17/709,200 2022.03.30 US

专利代理师 刘丽楠

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.03.20

(51) Int. Cl.

G01B 11/27 (2006.01)

G01N 21/47 (2006.01)

G03F 7/20 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2023/014005 2023.02.28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/191988 EN 2023.10.05

(71) 申请人 科磊股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 Y · 帕斯卡维尔 I · 戈多尔

Y · 卢巴舍夫斯基 V · 莱温斯基

A · 沃尔夫曼 Y · 于齐耶尔

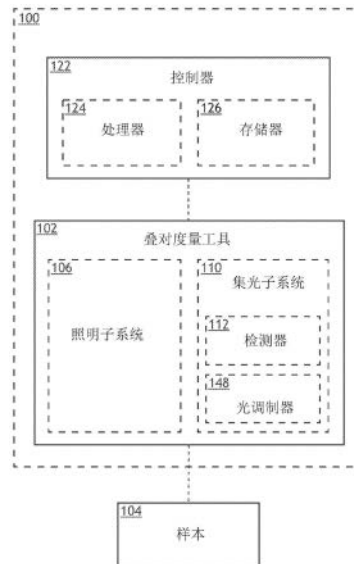
权利要求书3页 说明书17页 附图9页

(54) 发明名称

用于叠对度量中的特定傅里叶瞳频率的隔离的系统及方法

(57) 摘要

一种系统包含经配置以产生照明光束的照明源及包含物镜、经定位于集光瞳平面处的一或多个检测器、光调制器及控制器的集光子系统。所述光调制器经配置以将测量光的一或多个选定部分引导到所述一或多个检测器。所述控制器包含一或多个处理器，其经配置以执行程序指令，从而引起所述一或多个处理器通过以下执行度量配方：接收来自所述一或多个检测器的检测信号，其中所述检测信号与经引导到所述一或多个检测器的所述测量光的所述一或多个选定部分相关联；及基于所述检测信号来产生与样本的至少两个层相关联的叠对测量。



1. 一种叠对度量系统,其包括:
照明源,其经配置以产生照明光束;
集光子系统,其包括:
物镜,其经配置以根据度量配方收集响应于所述照明光束而从样本发出的测量光,其中所述样本包含根据所述度量配方包括至少两个层的叠对目标;
一或多个检测器,其定位于第一瞳平面处;及
光调制器,其经定位于第二瞳平面处,其中所述光调制器经配置以将所述第二瞳平面中的所述测量光的一或多个选定部分引导到所述一或多个检测器;及
控制器,其经通信地耦合到所述集光子系统,所述控制器包含一或多个处理器,所述一或多个处理器经配置以执行程序指令,从而引起所述一或多个处理器通过以下来执行所述度量配方:
接收来自所述一或多个检测器的检测信号,其中所述检测信号与经引导到所述一或多个检测器的所述测量光的所述一或多个选定部分相关联;及
基于所述检测信号来产生与所述样本的所述至少两个层相关联的叠对测量。
2. 根据权利要求1所述的叠对度量系统,其中根据所述度量配方,所述接收所述检测信号在所述样本相对于所述一或多个检测器处于运动中时发生,使得所述检测信号是时变干涉信号。
3. 根据权利要求1所述的叠对度量系统,其中所述光调制器经配置以可动态地调整以提供经引导到所述一或多个检测器的所述测量光的所述一或多个选定部分的动态选择。
4. 根据权利要求1所述的叠对度量系统,其中所述光调制器包括:
空间光调制器、微机电系统 (MEMS) 装置或可变形光学器件中的至少一者。
5. 根据权利要求1所述的叠对度量系统,其中所述一或多个检测器包括:
两个或更多个检测器,其跨所述第一瞳平面分布。
6. 根据权利要求5所述的叠对度量系统,
其中根据所述度量配方,所述接收所述检测信号在所述样本相对于所述两个或更多个检测器处于运动中时发生,使得所述检测信号是时变干涉信号,
其中所述光调制器经配置以可动态地调整以提供经引导到所述两个或更多个检测器的所述测量光的所述一或多个选定部分的动态选择,且
其中所述光调制器包括:空间光调制器、微机电系统 (MEMS) 装置、数字光处理 (DLP) 装置或可变形光学器件中的至少一者。
7. 根据权利要求6所述的叠对度量系统,其中所述两个或更多个检测器中的至少一者包括:
光电二极管、突崩光电二极管或光电倍增管中的至少一者。
8. 根据权利要求6所述的叠对度量系统,其中所述测量光的所述一或多个选定部分包含以下中的至少一者:
选定衍射阶;或
重叠衍射阶。
9. 根据权利要求1所述的叠对度量系统,其中经引导到所述一或多个检测器的所述测量光的所述一或多个选定部分从所述光调制器反射。

10. 根据权利要求1所述的叠对度量系统,其中经引导到所述一或多个检测器的所述测量光的所述一或多个选定部分由所述光调制器透射。

11. 根据权利要求1所述的叠对度量系统,其中在所述样本是静态时,所述一或多个检测器产生所述检测信号。

12. 根据权利要求1所述的叠对度量系统,其中所述一或多个检测器包括:
多像素传感器。

13. 根据权利要求12所述的叠对度量系统,其中所述多像素传感器包括:
电荷耦合装置 (CCD) 或互补金属氧化物半导体 (CMOS) 装置中的至少一者。

14. 根据权利要求1所述的叠对度量系统,其中所述一或多个检测器的传感器元件未填满所述第一瞳平面,其中所述光调制器将所述测量光的所述一或多个选定部分引导到所述传感器元件的位置。

15. 根据权利要求1所述的叠对度量系统,其中所述叠对目标中的所述样本的所述至少两个层上的光栅结构具有共同节距。

16. 根据权利要求1所述的叠对度量系统,其中所述叠对目标中的所述样本的所述至少两个层上的光栅结构具有不同节距,其中由所述光栅结构形成的光栅叠光栅结构是摩尔结构。

17. 根据权利要求16所述的叠对度量系统,其中所述照明光束是环形的,其中引导到所述一或多个检测器的所述测量光的所述一或多个选定部分包含来自所述摩尔结构的环形衍射阶的重叠区。

18. 根据权利要求1所述的叠对度量系统,其中所述照明光束是圆形的,其中经引导到所述一或多个检测器的所述测量光的所述一或多个选定部分包含来自所述样本的所述至少两个层上的摩尔结构的圆形衍射阶的重叠区。

19. 一种具有场平面检测器的叠对度量系统,其包括:

照明源,其经配置以产生照明光束;

集光子系统,其包括:

物镜,其经配置以根据度量配方收集响应于所述照明光束而从样本发出的测量光,其中所述样本包含根据所述度量配方包括至少两个层的叠对目标;

一或多个检测器,其经定位于所述集光子系统的集光场平面处;及

光调制器,其经定位于集光瞳平面处,其中所述光调制器经配置以将所述集光瞳平面中的所述测量光的一或多个选定部分引导到所述一或多个检测器;及

控制器,其经通信地耦合到所述集光子系统,所述控制器包含一或多个处理器,所述一或多个处理器经配置以执行程序指令,从而引起所述一或多个处理器通过以下来执行所述度量配方:

接收来自所述一或多个检测器的检测信号,其中所述检测信号与经引导到所述一或多个检测器的所述测量光的所述一或多个选定部分相关联;及

基于所述检测信号来产生与所述样本的所述至少两个层相关联的叠对测量。

20. 根据权利要求19所述的叠对度量系统,

其中所述接收检测信号在所述样本是静态时发生,且

其中所述一或多个检测器包含电荷耦合装置 (CCD) 或互补金属氧化物半导体 (CMOS) 装

置中的至少一者。

21. 一种用于叠对度量的方法,所述方法包括:

使用经定位于第二瞳平面中的光调制器将所述第二瞳平面中的测量光的一或多个选定部分引导到经定位于第一瞳平面处的一或多个检测器,所述一或多个选定部分从样本发出;

接收来自所述一或多个检测器的检测信号,其中所述检测信号与所述测量光的所述一或多个选定部分相关联;及

基于所述检测信号来产生与所述样本的两个层相关联的叠对测量。

22. 根据权利要求21所述的方法,其中所述接收所述检测信号在所述样本相对于所述一或多个检测器处于运动中时发生,使得所述检测信号是时变干涉信号。

23. 根据权利要求21所述的方法,所述引导所述测量光的所述选定部分包括:

动态地调整所述光调制器以提供经引导到所述一或多个检测器的所述测量光的所述选定部分的动态选择。

24. 根据权利要求21所述的方法,其中所述光调制器包括:

空间光调制器、微机电系统 (MEMS) 装置或可变形光学器件中的至少一者。

25. 根据权利要求21所述的方法,其中经引导到所述一或多个检测器的所述测量光的所述选定部分从所述光调制器反射。

26. 根据权利要求21所述的方法,其中经引导到所述一或多个检测器的所述测量光的所述选定部分由所述光调制器透射。

用于叠对度量中的特定傅里叶瞳频率的隔离的系统及方法

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及叠对度量且更特定来说,涉及一种用于使用光调制进行叠对度量的系统及方法。

背景技术

[0002] 叠对度量通常指的是样本(例如(但不限于)半导体装置)上的层的相对对准的测量。叠对测量或叠对误差的测量通常指的是两个或更多个样本层上的经制造特征的未对准的测量。在一般意义上,多个样本层上的经制造特征的适当对准对于装置的适当作用是必要的。

[0003] 对于减小特征大小且增加特征密度的需求导致对于准确且有效的叠对度量的对应增加的需求。度量系统通常通过测量或以其它方式检验跨样本分布的专属度量目标(即,叠对目标)而产生与样本相关联的度量数据。因此,样本通常安装于平移载物台上且经平移使得度量目标被循序地移动到测量视场中。在采用移动及测量(MAM)方法的典型度量系统中,样本在每一测量期间是静态的。然而,平移载物台在测量之前安定所需的时间可负面影响处理能力。因此,可期望提供用于解决上文的缺陷的系统及方法。

发明内容

[0004] 根据本公开的一或多个说明性实施例,公开一种叠对度量系统。在一个说明性实施例中,所述系统包含经配置以产生照明光束的照明源。在另一说明性实施例中,所述系统包含具有物镜的集光子系统,所述物镜经配置以根据度量配方收集响应于所述照明光束而从样本发出的测量光,其中所述样本包含根据所述度量配方包括至少两个层的叠对目标。在另一说明性实施例中,所述系统包含定位于第一瞳平面处的一或多个检测器。在另一说明性实施例中,所述系统包含定位于第二瞳平面处的光调制器,其中所述光调制器经配置以将所述第二瞳平面中的所述测量光的一或多个选定部分引导到所述一或多个检测器。在另一说明性实施例中,所述系统包含通信地耦合到所述集光子系统的控制器,所述控制器包含一或多个处理器,所述一或多个处理器经配置以执行程序指令,从而引起所述一或多个处理器通过以下执行所述度量配方:接收来自所述一或多个检测器的检测信号,其中所述检测信号与引导到所述一或多个检测器的所述测量光的所述一或多个选定部分相关联。在另一说明性实施例中,一或多个处理器进一步经配置以执行程序指令,从而引起所述一或多个处理器通过以下执行所述度量配方:根据度量配方,基于所述检测信号产生与所述样本的所述至少两个层相关联的叠对测量。

[0005] 根据本公开的一或多个说明性实施例,公开一种具有场平面检测器的叠对度量系统。在一个说明性实施例中,所述系统包含经配置以产生照明光束的照明源。在另一说明性实施例中,所述系统包含具有物镜的集光子系统,所述物镜经配置以根据度量配方收集响应于所述照明光束而从样本发出的测量光,其中所述样本包含根据所述度量配方包括至少两个层的叠对目标。在另一说明性实施例中,所述系统包含定位于集光场平面处的一或多

个检测器。在另一说明性实施例中,所述系统包含定位于集光瞳平面处的光调制器,其中所述光调制器经配置以将所述集光瞳平面中的所述测量光的一或多个选定部分引导到所述一或多个检测器。在另一说明性实施例中,所述系统包含通信地耦合到所述集光子系统的控制器,所述控制器包含一或多个处理器,所述一或多个处理器经配置以执行程序指令,从而引起所述一或多个处理器通过以下执行所述度量配方:接收来自所述一或多个检测器的检测信号,其中所述检测信号与引导到所述一或多个检测器的所述测量光的所述一或多个选定部分相关联。在另一说明性实施例中,所述一或多个处理器进一步经配置以执行程序指令,从而引起所述一或多个处理器通过以下执行所述度量配方:根据度量配方,基于所述检测信号产生与所述样本的所述至少两个层相关联的叠对测量。

[0006] 根据本发明的一或多个说明性实施例,公开一种用于叠对度量的方法。在一个说明性实施例中,所述方法包含使用定位于第二瞳平面中的光调制器将所述第二瞳平面中的测量光的一或多个选定部分引导到定位于第一瞳平面处的一或多个检测器,所述一或多个选定部分从样本发出。在另一说明性实施例中,所述方法包含接收来自所述一或多个检测器的检测信号,其中所述检测信号与所述测量光的所述一或多个选定部分相关联。在另一说明性实施例中,所述方法包含基于所述检测信号产生与所述样本的两个层相关联的叠对测量。

[0007] 应理解,前文概述及下文详细描述两者仅是示范性及说明性的且未必限制如主张的本发明。并入本说明书中且构成本说明书的部分的附图说明本发明的实施例且与概述一起用于解释本发明的原理。

附图说明

[0008] 所属领域的技术人员通过参考附图可更佳理解本公开的许多优点。

[0009] 图1A是根据本公开的一或多个实施例的用于叠对度量的系统的概念视图。

[0010] 图1B是根据本公开的一或多个实施例的具有在集光瞳平面中的透射性光调制器的叠对度量工具的示意图。

[0011] 图1C是根据本公开的一或多个实施例的具有在集光瞳平面中的反射性光调制器的叠对度量工具的示意图。

[0012] 图2是根据本公开的一或多个实施例的样本的叠对目标的单个单元的侧视图。

[0013] 图3A说明根据本公开的一或多个实施例的圆形照明光束的照明瞳平面分布的示意图。

[0014] 图3B说明根据本公开的一或多个实施例的图3A的圆形照明光束的衍射阶的集光瞳平面分布的示意图。

[0015] 图3C说明根据本公开的一或多个实施例的环形照明光束的照明瞳平面分布的示意图。

[0016] 图3D说明根据本公开的一或多个实施例的图3C的环形照明光束的衍射阶的集光瞳平面分布的示意图。

[0017] 图3E说明根据本公开的一或多个实施例的样本的摩尔目标的经模拟集光瞳分布。

[0018] 图4说明根据本公开的一或多个实施例的在样本的X方向上测量的图3的各种区的经模拟强度信号的图形表示。

[0019] 图5说明根据本公开的一或多个实施例的用于使用集光瞳平面中的光调制器进行叠对度量的方法的流程图。

具体实施方式

[0020] 已关于某些实施例及其特定特征特别展示且描述本公开。将本文中阐述的实施例视为说明性而非限制性。所属领域的普通技术人员应容易了解,可作出形式及细节上的各种改变及修改而不脱离本公开的精神及范围。现将详细参考在附图中说明的所公开目标物。

[0021] 大体上参考图1到5,根据本公开的一或多个实施例公开用于使用集光瞳平面中的光调制器进行叠对度量的系统及方法。

[0022] 本公开的实施例涉及使用叠对度量工具的集光瞳平面中的光调制器以滤波及/或对准在一或多个检测器上的叠对测量期间从样本收集的光(在本文中称为测量光)的部分。以此方式,光调制器可提供在测量期间入射于检测器上的测量光的部分的主动控制。

[0023] 本文中经审慎考虑,集光瞳中的光调制器可使用各种叠对度量目标设计、测量技术及对应叠对度量工具实施。

[0024] 在一些实施例中,基于图像的叠对度量工具包含集光瞳中的光调制器。例如,基于图像的叠对度量工具可照明叠对目标(例如,先进成像度量(AIM)目标、框中框(box-in-box)度量目标或类似者)且基于各种成像技术(包含(但不限于)明场成像或暗场成像)捕获包含叠对目标的图像的叠对信号。因此,可通过测量经捕获图像中的叠对目标特征的相对位置而确定叠对。本文中经审慎考虑,定位于基于图像的叠对度量工具的集光瞳中的光调制器可实现贡献于经产生图像的测量光的经定制基于瞳的滤波。例如,在具有经设计以产生离散衍射阶的周期性特征的叠对目标的情况下,集光瞳中的光调制器可促进可贡献于经产生检测信号(例如,图像)的衍射阶的动态选择或阻挡。

[0025] 另外,可在与成像及/或散射测量技术相关联的扫描或静态测量模式中实施使用光调制器的集光瞳控制。作为图解,一些基于扫描的散射测量技术包含用于捕获当样本处于连续运动中且相对于照明光束扫描时产生的时变干涉信号的集光瞳的选定位置中的快速光电检测器。在以下案中描述各种非限制性扫描散射测量叠对度量技术:2021年2月17日申请的第2022/0034652号美国专利公开案;2020年12月11日申请的第17/119,536号美国专利申请案;2022年3月30日申请的第17/708,958号美国专利申请案;及2022年3月30日申请的第17/709,104号美国专利申请案,所述美国专利申请案全部以全文引用方式并入本文中。例如,快速光电检测器可放置于选定衍射阶之间的重叠位置处以捕获这些区中的时变干涉信号。本文中经审慎考虑,扫描叠对度量工具的集光瞳中的光调制器可实现入射于快速光电检测器上的测量光的经定制控制。在一些实施例中,此光调制器通过将集光瞳平面的选定部分(例如,包含指示叠对的时变干涉信号的位置)中的测量光引导到光电检测器而确保快速光电检测器的适当对准。以此方式,可校正集光瞳平面中的光电检测器的物理放置的任何误差。在一些实施例中,集光瞳平面中的光调制器对入射于光电检测器上的测量光滤波。例如,可通过滤除不包含时变信号的测量光的部分而改进时变信号的信噪比(SNR)。

[0026] 图1A是根据本公开的一或多个实施例的用于叠对度量的系统的概念视图。

[0027] 在一个实施例中,系统100包含用于对样本104执行叠对测量的叠对度量工具102。

[0028] 在如图1A中展示的实施例中,叠对度量工具102包含照明子系统106及集光子系统110,集光子系统110可包含一或多个检测器112及光调制器148(例如,在集光瞳平面114中)。

[0029] 在一个实施例中,如提及,叠对度量系统100(或叠对度量工具102)包含经配置以依一或多个照明光束108的形式产生照明以照明样本104的照明子系统106及用于(例如,根据度量配方)收集来自经照明样本104的光的集光子系统110。此外,一或多个照明光束108可在空间上受限使得其可照明样本104的选定部分。例如,一或多个照明光束108中的每一者可在空间上受限以照明叠对目标202的特定单元204。

[0030] 应注意,本公开中对样本(例如,样本的特征/层/目标)的任何描述/限制可解释为根据“度量配方”的描述/限制。例如,根据度量配方,系统100可经配置用于某些类型的样本或样本的特征。例如,系统100可经设计(经配置以)及/或编程(例如,程序指令)以计算样本的某些类型的特征(例如,光栅叠光栅目标)的叠对测量,此可为“根据度量配方”或类似者的含义。

[0031] 再次参考图1A到1C,根据本公开的一或多个实施例更详细描述叠对度量工具102的一或多个检测器112及光调制器148。

[0032] 如提及,在实施例中,系统100可进一步包含光调制器148。光调制器148通常可经配置以将集光瞳平面114中的光(例如,测量光)的一或多个选定部分选择性地引导(例如,透射、反射、瞄准、对准、滤波及类似者)到一或多个检测器112。以此方式,光调制器148可容许选择/引导集光瞳平面中的测量光的分布的特定/选定部分入射于检测器112(或一或多个检测器112)上。

[0033] 图1B是根据本公开的一或多个实施例的具有在集光瞳平面114中的透射性光调制器148的叠对度量工具102的示意图。例如,图1A的光调制器148可为透射性光调制器148(如图1B中展示)。在一个实施例中,透射性光调制器148是可变形光学器件。

[0034] 图1C是根据本公开的一或多个实施例的具有在集光瞳平面114中的反射性光调制器148的叠对度量工具102的示意图。例如,图1A的光调制器148可为经配置以将集光瞳平面114的光(例如,测量光)的一或多个选定部分选择性地透射到一或多个检测器112的透射性光调制器148。在此方面,光调制器148可为经配置以将集光瞳平面114的光(例如,测量光)的一或多个选定部分选择性地反射到一或多个检测器112的反射性光调制器148。在一个实施例中,反射性光调制器148是微机电系统(MEMS)装置。在另一实施例中,反射性光调制器148是数字光处理装置(DLP)。例如,DLP可包括可为MEMS装置的数字微镜装置(DMD)。在另一实施例中,光调制器包含空间光调制器、微机电系统(MEMS)装置或可变形光学器件中的至少一者。

[0035] 再次大体上参考光调制器,在其它实施例中,光调制器148可动态地调整。例如,光调制器148可经配置以可动态地调整以提供引导到一或多个检测器的测量光的选定部分的动态选择。例如,叠对度量工具102可经配置以在样本104进入测量视场之前(例如,早于)及/或在进行测量之前(例如,在接收检测信号之前)调整(例如,动态地选择)引导到一或多个检测器的测量光的一或多个选定部分。

[0036] 现大体上参考检测器112,如提及,在一些实施例中,系统100可包含一或多个检测

器112。取决于实施例,除非另外提及,否则一或多个检测器112可用于扫描叠对度量、静态叠对度量或两者且与成像及/或散射测量技术一起使用。例如,一或多个检测器112可定位于用于扫描叠对度量的集光瞳平面中。在另一实例中,一或多个检测器112可定位于用于静态叠对度量的集光场平面中。在用于扫描叠对度量的实施例中,检测器112通常可包含所属领域中已知的适用于捕获在样本104通过平移载物台116平移时及/或在一或多个照明光束108通过光束扫描子系统扫描时产生的干涉信号的任何类型的光学检测器。

[0037] 在用于扫描叠对度量的实施例中,作为实例,一或多个检测器112定位于集光瞳平面114(例如,第一瞳平面)中,如图1B及1C中展示。

[0038] 例如,为了扫描叠对度量,一或多个检测器112可包含光电二极管、突崩光电二极管或光电倍增管中的至少一者。例如,一或多个检测器112可包含(但不限于)快速光电二极管。在另一实例中,一或多个检测器112包含(或多个)光电二极管。在另一实例中,一或多个检测器112包含(或多个)突崩光电二极管。在另一实例中,一或多个检测器112包含(或多个)光电倍增管。

[0039] 在扫描叠对度量的背景内容中的其它实施例中,叠对度量工具102可包含平移载物台116以在测量期间通过叠对度量工具102的测量视场扫描样本104。

[0040] 例如,扫描叠对度量可意味着在样本104相对于一或多个检测器112运动时接收来自一或多个检测器112的检测信号使得检测信号是时变干涉信号。

[0041] 现大体上参考叠对度量(非具体地扫描叠对度量),在另一实施例中,一或多个检测器的传感器元件未填满第一瞳平面,且光调制器148将测量光的选定部分引导到传感器元件的位置。未填满可意味着第一瞳平面中的光的分布的整个部分/区域未完全由一或多个检测器的传感器元件填充使得未检测分布的一些部分。

[0042] 在另一实施例中,一或多个检测器的传感器元件未对准到瞳平面的所要部分。例如,由于各种原因(例如(但不限于)波长的改变、不同叠对目标特性及引起检测所要瞳区域中的改变的其它原因),用于检测的所要瞳部分/区域可改变且不一定与待检测区域(例如,图3B的经检测部分310a及经检测部分310b)对准。在此例子中,光调制器148可经配置以(经控制以)动态地调整以选择待检测区域。例如,光调制器148可“引导”(透射、反射、对准、瞄准、选择性地阻挡、滤波及类似者)光使得经引导到一或多个检测器的瞳平面的所要区域与图3B中展示的经检测部分310内的选定部分308相同(或所要/选定区域308中的至少一些者在经检测部分310内)。

[0043] 在另一实施例中,在扫描叠对度量模式中,在样本是静态时,一或多个检测器产生检测信号。例如,在根据度量配方产生/接收检测信号期间,样本可为静态的。例如,相对于“实时”扫描方法/系统,其中可在产生叠对目标的检测信号期间连续平移样本。

[0044] 针对静态叠对度量,在一个实施例中,光调制器148在集光瞳平面114中且一或多个检测器112在集光场平面150中。在此方面,一或多个检测器112可能对整个场平面成像,在一般意义上,所述场平面与对象平面共轭,使得可从俯视图(未展示)对样本104成像。

[0045] 针对静态叠对度量,在一些实施例中,一或多个检测器包含多像素传感器。例如,多像素传感器可为电荷耦合装置(CCD)或互补金属氧化物半导体(CMOS)装置中的至少一者。例如,多像素传感器在一个实施例中可为电荷耦合装置(CCD),且在另一实施例中为互补金属氧化物半导体(CMOS)装置。

[0046] 现参考散射测量叠对度量来描述各种元件。

[0047] 在一些实施例中,一般来说,叠对度量工具102可(根据度量配方)对具有叠对目标(例如(但不限于)光栅叠光栅结构)的样本104的部分执行散射测量叠对测量。

[0048] 本文中应认知,周期性结构(例如光栅叠光栅结构)对照明光束108的衍射阶的分布可受各种参数影响,例如(但不限于)照明光束108的波长、照明光束108在高度及方位方向两者上的入射角、周期性结构的周期(即,节距)或集光透镜的数值孔径(NA)。因此,在本公开的实施例中,照明子系统106、集光子系统110及叠对目标202可经配置以提供集光子系统110的集光瞳平面114中的零阶衍射及一阶衍射的重叠分布。例如,照明子系统106及/或集光子系统110可经配置以产生对具有提供重叠分布的周期性的选定范围的光栅叠光栅结构的测量。此外,照明子系统106及/或集光子系统110的各种组件(例如,光阑、瞳或类似者)可调整以提供具有给定周期性的给定结构(例如,光栅叠光栅)的重叠分布。

[0049] 集光子系统110可收集来自与照明光束108的衍射相关联的样本104的0阶衍射(例如,镜面反射)及/或 ± 1 衍射阶中的至少一者。此外,集光子系统110可包含经定位于集光瞳平面114中(例如,0阶衍射阶与 ± 1 衍射阶之间的重叠位置处)的一或多个检测器112。例如,图3E的区域332(随后在本公开中更详细描述)可为0阶衍射阶与 ± 1 衍射阶之间的重叠(例如,及可能还0阶衍射阶与 ± 2 衍射阶的重叠)的位置,使得在一些实施例中,可(例如,通过控制器122)确定/产生绝对光栅位置的信息(例如,指示叠对测量)。

[0050] 在另一实施例中,叠对度量工具102包含用于将照明光束108聚焦到样本104(例如,具有定位于样本104的两个或更多个层上的叠对目标元件的叠对目标202)上的物镜136。例如,物镜136可经配置以根据度量配方收集响应于照明光束108而从样本104发出的测量光。例如,样本104可包含由一或多个单元204形成的叠对目标202,每一单元204包含根据度量配方由样本的两个层上的光栅结构形成的光栅叠光栅结构(如图2中展示)。

[0051] 现参考图2到4,关于扫描散射测量叠对度量的各项非限制性实施例,根据本公开的一或多个实施例更详细描述使用集光瞳平面114中的光调制器148的来自样本104的叠对目标202的检测信号。应注意,图2到4及在扫描散射测量叠对度量的背景内容中的所附描述是非限制性实例及描述且可使用本公开以数个且多种方式实施扫描散射测量叠对度量。

[0052] 图2是根据本公开的一或多个实施例的在散射测量叠对度量的背景内容中的样本104的叠对目标202的单个单元204的侧视图。

[0053] 在一些实施例中,基于散射测量的叠对度量工具包含集光瞳中的光调制器。在一个实例中,基于散射测量的叠对度量工具可照明叠对目标(例如,光栅叠光栅度量目标或类似者)且捕获包含从与照明光束的衍射、散射及/或反射相关联的叠对目标发出的光的角分布的叠对信号。在此情况中,可基于经捕获/测量光的角度分布(例如,瞳平面分布)确定叠对。

[0054] 在一个实施例中,叠对目标202中的样本104的两个层(例如,第一层210及第二层214)上的光栅结构可具有共同节距(例如,元件212之间的周期性距离)。

[0055] 在另一实施例中,叠对目标中的样本104的两个层上的光栅结构具有不同节距,其中光栅叠光栅结构形成摩尔(Moiré)结构(如图2中展示)。

[0056] 在一个实施例中,单元204包含定位于样本104的第一层210上的第一层打印元件208及定位于样本104的一第二层214上的第二层打印元件212,其经定向使得包含第一层打

印元件208及第二层打印元件212的区重叠以形成光栅叠光栅结构。此外,如图2中说明,第一层打印元件208可(但未必)经设计以包含沿着测量方向(例如,图2中的X方向)从第二层打印元件212达一选定量的预期偏移(由于不同节距),此可促进与沿着测量方向从预期偏移的偏差相关联的叠对误差的测量。如下文将更详细描述,应理解,叠对目标202通常可由任何数目个单元204形成且任何特定单元204可包含具有沿着任何方向的周期性的光栅叠光栅特征。

[0057] 例如,许多散射测量叠对度量技术通常通过照明在两个层中具有光栅结构(例如,光栅叠光栅结构)的叠对目标而确定叠对,其中叠对测量系基于正(例如,+1)与负(例如,-1)衍射阶之间的不对称性。例如,在以下案中描述各种散射测量技术:2020年10月12日申请的第17/068,328号美国专利申请案;2020年11月3日发布的第10,824,079号美国专利;2019年2月9日发布的第10,197,389号美国专利;及阿黛尔(Ade1)等人的“叠对计量中的衍射阶控制:路线图选项综述(Diffraction order control in overlay metrology:areview of the roadmap options)”,Proc.SPIE.6922,微光刻技术XXII的计量、检验及过程控制(Metrology,Inspection,and Process Control for Microlithography XXII),692202.(2008年),全部所述美国专利申请案的全文以引用方式并入本文中。本文中经审慎考虑,定位于散射测量叠对度量工具的集光瞳中的光调制器可实现在测量期间引导到一或多个检测器的衍射阶的控制及/或滤波。

[0058] 然而,应理解,图2中的叠对目标202(及相关的图3A到4中的元件)及相关联描述仅是为了说明性目的提供且不应解译为限制性。实情是,叠对目标202可包含任何适合设计(例如,光栅叠光栅叠对目标设计、光栅邻近光栅、三层光栅)。例如,叠对目标202可包含适用于沿着两个方向进行测量的任何数目个单元204。此外,单元204可以任何图案或布置分布。例如,在2021年7月27日发布的第11,073,768号美国专利中大体上描述适用于扫描度量的度量目标设计,所述美国专利以全文引用方式并入本文中。在一个实施例中,叠对目标202包含沿着扫描方向(例如,样本104的运动方向)分布的一或多个单元分组,其中每一特定单元分组内的单元204经定向以具有沿着共同方向周期性的光栅叠光栅结构。例如,第一单元分组可包含具有沿着X方向的周期性的一或多个单元204且第二单元分组可包含具有沿着Y方向的周期性的一或多个单元204。以此方式,在通过集光子系统110的测量视场扫描样本104时,特定单元分组内的全部单元204可经同时成像/检测。通过另一实例,在2021年11月25日发表的第2021/0364935号美国专利公开案中大体上描述适用于在单个扫描中进行正交方向上的叠对测量的对角线目标,所述美国专利公开案的全文以引用方式并入本文中。此外,照明光束可为任何数目个配置/形状,不限于图3A到3C中展示的配置/形状,且检测器112不限于所展示区域(例如,第一经检测区域330a及第二经检测区域330b)的位置、大小等。在一些实施例中,集光瞳平面114中的衍射阶的大小及形状通常可与样本104上的照明光束108的大小及形状相关。例如,虽然未展示,但在照明光束108是长形的情况中,衍射阶可类似地是长形(例如,在正交方向上)。

[0059] 现参考图3A到3E,根据本公开的一或多个实施例说明照明光束分布的衍射阶的照明瞳平面分布(图3A及3C中展示)及对应集光瞳平面分布(图3B及3D中展示)的各种实例。特定来说,根据本公开的一或多个实施例通过图3A到3E说明测量光的选定部分(例如,图3B的选定部分308a;通过/可通过光调制器148引导)及测量光的经检测部分(例如,经检测部分

310a;通过/可通过检测器112检测)及衍射阶(例如,一阶(-1)圆形衍射阶306b;从叠对目标发出)的实例。图3A到3B与对应于圆形照明光束304的衍射阶相关,且图3C到3E与对应于环形照明光束324的衍射阶相关。

[0060] 在实施例中,如提及,光调制器148可经配置以将光的一或多个选定部分(区域)引导(例如,透射、反射、对准、瞄准、选择性阻挡及类似者)到待通过一或多个检测器112检测的一或多个经检测部分(区域)。在此方面,选定部分可为通过(使用光调制器)将选定部分瞄准到将经检测的部分(区域)(例如,到对应于将通过检测器112检测的部分的经检测部分)而经选择以供检测的(例如,测量光的)部分。替代地或另外(例如,且为了清楚起见参考单个选定部分描述,但不限于单数),选定部分可为经滤波/未滤波部分使得仅选定部分通过检测器112检测(例如,且包围选定部分的中间部分未由检测器检测(例如,通过光调制器148滤除))。例如,虽然未展示,但在一些实施例中,光在检测器112的集光瞳平面114(而非光调制器的瞳平面,如图3B最初希望说明)处的经模拟分布可通过改变图3B而说明使得在除选定(重叠)部分308(例如,图3B的第一选定部分308a及第二选定部分308b)之外的每一部分/区域中,分布302完全(或接近完全)缺少光。此外,关于此实例,经检测部分310是待通过每一检测器112检测(例如,检测为检测信号(例如,时变干涉信号))的部分/区域。应注意,在上文的实例的一些实施例中,经检测部分310大于选定部分308(如图3B中展示)使得实际上检测小于可通过检测器112检测的测量光的最大理论经检测部分/区域(例如,容许不相关及/或非所要部分被滤除且确保所要部分被检测(以误差幅度),借此增加信噪比)。然而,应注意,可使用任何配置。例如,可使用大于、小于及/或等于经检测部分且与经检测部分完全重叠及/或部分重叠的选定部分的任何配置。

[0061] 一般来说,作为实例但不限于这些实例,一或多个选定部分可为:图3B的第一选定部分308a、第二选定部分308b;图3D的第一选定部分328a、第二选定部分328b;及/或图3E的选定部分332。

[0062] 此外,一或多个经检测部分可为(但不限于):图3B的第一经检测部分310a、第二经检测部分310b;图3D的第一经检测部分330a、第二经检测部分330b;及/或图3E的经检测部分334。例如,一或多个检测器112可为经配置以检测经检测区域330a中的光的平均强度的第一光电二极管112及经配置以检测经检测区域330b中的光的平均强度的第二光电二极管112。此外,控制器122可经配置以基于(第一光电二极管112及第二光电二极管112的)检测信号产生与样本104的两个层相关联的叠对测量。

[0063] 在一个实施例中,照明子系统106使用一或多个照明光束108以法向入射(或接近法向入射)照明叠对目标202。此外,一或多个照明光束108可使用有限范围的入射角照明叠对目标202,如通过图3B中的集光瞳平面114的分布302的有限大小说明。在此方面,叠对目标202可将一或多个照明光束108衍射成离散衍射阶306(306a、306b、306c)。

[0064] 图3A说明根据本公开的一或多个实施例的圆形照明光束304的照明瞳平面分布300的示意图。在一个实施例中,系统100的照明光束108是圆形的(如通过圆形照明光束304展示)。

[0065] 图3B说明根据本公开的一或多个实施例的图3A的圆形照明光束304的衍射阶的集光瞳平面分布302的示意图。例如,当叠对目标202通过圆形照明光束304照明时,圆形照明光束304可通过零阶(0)圆形衍射阶306a、一阶(+1)圆形衍射阶306c及一阶(-1)圆形衍射阶

306b形成如图3B中展示的集光瞳平面114中的圆形衍射阶。

[0066] 图3C说明根据本公开的一或多个实施例的环形照明光束324的照明瞳平面分布320的示意图。在一个实施例中,系统100的照明光束108是环形的(例如,环形),如通过环形照明光束324展示。

[0067] 图3D说明根据本公开的一或多个实施例的图3C的环形照明光束的衍射阶的集光瞳平面分布的示意图。例如,当叠对目标202通过环形照明光束324照明时,环形照明光束324可通过零阶(0)环形衍射阶326a、一阶(+1)环形衍射阶326c及一阶(-1)环形衍射阶326b形成如图3D中展示的集光瞳平面114中的环形衍射阶。

[0068] 在另一实例中,引导到一或多个检测器112的测量光138的选定部分可包含来自摩尔结构(例如,图3D及3E中的重叠环)的环形衍射阶的重叠区。

[0069] 图3E说明根据本公开的一或多个实施例的样本的摩尔目标的经模拟瞳分布346。例如,经模拟瞳分布346可为图2中展示的摩尔叠对目标202的经模拟分布且理论上可在集光瞳平面114中捕获。此外,经模拟瞳分布346可为环形照明光束324的衍射阶的图3D中展示的集光瞳平面分布322的经模拟瞳分布。

[0070] 例如,图3E可为根据本公开的一或多个实施例的叠对度量工具102的集光瞳平面114(例如,任何集光瞳平面114)中的集光瞳的俯视图。在此方面,集光瞳平面114可对应于如图1B或1C中说明的集光子系统110中的集光瞳平面114。

[0071] 在实施例中,图3E中展示的每一环或部分环可为图2的光栅元件(例如,元件212)的衍射的衍射阶。

[0072] 例如,经模拟瞳分布346可包含零阶(0)环形衍射阶336、一阶(+1)第二(顶)层环形衍射阶340、一阶(-1)第二层环形衍射阶338、一阶(+1)第一(下)层环形衍射阶344及一阶(-1)第一层环形衍射阶342。例如,一阶(+1)第二(顶)层环形衍射阶340可为来自图2的第二层(顶层)214的元件212的一阶衍射。此外,一阶(+1)第一层环形衍射阶344可为来自图2的第一层(下层)210的元件208的一阶衍射。在此方面,经检测区域334可检测叠对目标202的多个层(例如,第一层210及第二层214)的衍射阶的重叠;例如,以产生层的叠对测量(偏移)。

[0073] 例如,根据度量配方,一阶衍射(例如,一阶(+1)第二(顶)层环形衍射阶340、一阶(-1)第二层环形衍射阶338、一阶(+1)第一(下)层环形衍射阶344及一阶(-1)第一层环形衍射阶342)可部分重叠零阶衍射阶336,如图3E中展示。例如,如图3E中展示,一阶(+1)第二层环形衍射阶340及一阶(+1)第一层环形衍射阶344彼此重叠(通过两个左侧选定部分334展示)。类似地,一阶(-1)衍射重叠零阶(0)环形衍射阶336(通过两个右侧选定部分334展示)。

[0074] 图4说明根据本公开的一或多个实施例的在样本104的X方向上测量的图3E的各种区的经模拟强度信号的图形表示400。

[0075] 例如,图4可为通过集光瞳平面114处的一或多个检测器112接收的在样本104的X方向(例如,图2的X方向)上测量的(例如,包括具有不同节距的光栅的层的摩尔叠对目标202的)经模拟检测信号的图表。在另一例子中,可在样本处于运动中(例如,在第一扫描系统中)时接收检测信号使得检测信号是时变信号(例如,干涉信号)。

[0076] 在一些实施例中,第一信号402可为在X方向上测量的图3E中展示的几个经检测部分(区域)334的至少一个经检测部分334的平均强度(例如,光强度)的经模拟信号。此外,第二信号404可为在X方向上测量的图3E的整个经模拟分布346的平均强度。

[0077] 应注意,选定部分332可经选择或经配置以经选择使得相较于第二信号404,信号的信噪比(SNR)经改进/更高,如通过第一信号402展示。应注意,在图4的实例中,与相关联于整个集光瞳区域的平均强度的第二信号404相比,与经检测部分334(及选定部分332)相关联的第一信号402具有具备更高SNR的振荡的更大强度。

[0078] 在一些实施例中,且如由图4证明,经审慎考虑,需要选择瞳平面的一或多个选定部分以用于产生有意义的信息。

[0079] 例如,选择瞳平面的一或多个选定部分容许根据其位置分离信号贡献者且因此简化叠对测量确定/产生的数学。

[0080] 以下公式与例如图2中展示的具有两个或更多个层的叠对目标相关,其中第一(顶)层具有第一节距(p_1)且第二(下)层具有第二节距(p_2)。例如,以下公式可用于基于衍射的叠对(DBO)测量。在另一实例中,以下公式可用于稳健先进成像度量(rAIM)目标。

[0081] 在来自具有节距1的光栅的零与一阶衍射(例如,对应于时变信号)之间的重叠中测量的强度是:

$$[0082] \quad I_{p1\pm} = (E_0 + E_1)^2 = (E_0)^2 + (E_1)^2 + 2E_0E_1 = DC + 2A_1A_0 \cos \left[\frac{2\pi}{P_1}(X - X_0) \pm \varphi \right]$$

[0083] 在来自具有节距2的光栅的零与一阶衍射(例如,对应于时变信号)之间的重叠中测量的强度是:

$$[0084] \quad I_{p2\pm} = (E_0 + E_1)^2 = (E_0)^2 + (E_1)^2 + 2E_0E_1 = DC + 2A_1'A_0' \cos \left[\frac{2\pi}{P_2}(X - X_0 + OVL) \pm \theta \right]$$

[0085] p_1 的对称中心可特性化为:

$$[0086] \quad COC_{p1\pm} = X_0 \pm \frac{\varphi \cdot P_1}{2\pi}$$

[0087] p_2 的对称中心可特性化为:

$$[0088] \quad COC_{p2\pm} = X_0 + OVL \pm \frac{\theta \cdot P_2}{2\pi}$$

[0089] 正及负的叠对测量(单独以移除 X_0 相依性):

$$[0090] \quad OVL(+) = COC_{p2+} - COC_{p1+} = X_0 + OVL + \frac{\varphi \cdot P_1}{2\pi} - X_0 - \frac{\theta \cdot P_2}{2\pi} = OVL + \frac{\varphi \cdot P_1}{2\pi} - \frac{\theta \cdot P_2}{2\pi}$$

$$[0091] \quad OVL(-) = COC_{p1-} - COC_{p2-} = X_0 + OVL - \frac{\varphi \cdot P_1}{2\pi} - X_0 + \frac{\theta \cdot P_2}{2\pi} = OVL - \frac{\varphi \cdot P_1}{2\pi} + \frac{\theta \cdot P_2}{2\pi}$$

[0092] 最终(整体)叠对测量:

$$[0093] \quad Final \ OVL = \frac{(OVL(+)) + OVL(-)}{2} = \frac{\left(OVL + \frac{\varphi \cdot P_1}{2\pi} - \frac{\theta \cdot P_2}{2\pi} + OVL - \frac{\varphi \cdot P_1}{2\pi} + \frac{\theta \cdot P_2}{2\pi} \right)}{2} = \frac{2(OVL)}{2} = OVL$$

[0094] 其中 P_1 是第一层中的元件的节距; P_2 是第二层中的元件的节距; A_0 、 A_1 分别对应于与节距 P_1 相关联的零及一阶衍射的强度; A_0' 、 A_1' 分别对应于与节距 P_2 相关联的零及二阶衍射的强度; φ 是与 $I_{p1\pm}$ 信号相关联的相位项; θ 是与 $I_{p2\pm}$ 信号相关联的相位项; X 是 X 方向变量; X_0 是在时间0在 X 方向上的位置;且DC是类似于使用直流电而非交流电的恒定偏移。

[0095] 图4的 X 方向可为叠对度量系统100的扫描方向,例如跨单元204的元件212(光栅)

的图2中展示的X方向。

[0096] 在一些实施例中,具有如图3A到4中展示的引导到一或多个检测器的选定部分(例如,在经检测部分334内)的益处至少包含以下中之一者:经检测信号的更高信噪比;获得与关于绝对光栅位置及叠对测量的信息相关的衍射阶的重叠;从经检测信号排除将由于来自非所要衍射阶的贡献而增加偏移及/或增加误差的瞳(例如,不相关区域)的部分(区域)。

[0097] 在一些实施例中,图3E说明沿着集光瞳平面114中的光栅叠光栅结构的周期性的方向(例如,此处的X方向)分布的衍射阶(例如,零阶(0)环形衍射阶336)的分布。特定来说,一阶衍射338、340分布于零阶(0)环形衍射阶336的相对侧上。

[0098] 在另一实施例中,叠对度量工具102包含定位于集光瞳平面114的重叠区(重叠衍射阶)中的一或多个检测器112。例如,第一检测器可定位于第一重叠区(即,右上经检测部分334)中且第二检测器可定位于第二重叠区(即,左上经检测部分334)中。一或多个检测器112中的每一者可接着在扫描样本104时捕获时变干涉信号。特定来说,由于可沿着结构的周期性的方向(例如,光栅叠光栅结构的图2中的X方向)扫描叠对目标202,其中 ± 1 衍射阶(例如,衍射阶338、340)相对于零阶衍射(例如,零阶(0)环形衍射阶336)的相位在相反方向上移位。因此,扫描叠对目标202达等于光栅叠光栅结构的节距的长度可导致在 ± 1 衍射阶中的每一者中(在相反方向上)的 2π 的相移且由每一检测器112捕获的强度可通过干涉条纹振荡。

[0099] 例如,在一些实施例中,光调制器148应为可动态地调整的。例如,光调制器148应经配置以能够在测量之前(例如,在接收检测信号之前)调整测量光的一或多个选定部分。例如,在扫描模式期间的快速扫描测量之前及/或在静态模式中的移动及测量(MAM)测量之前。

[0100] 在相同实例中,在一般意义上,检测器112的带宽或响应时间应足以解析干涉条纹的时间频率。例如,在沿着测量方向的每秒10厘米的扫描速度及1微米的目标节距的情况下,干涉信号将以大约100kHz的速率振荡。在一个实施例中,检测器112包含具有至少1GHz的带宽的检测器。然而,应理解,此值并非必需的。实情是,可一起选择检测器112的带宽、沿着测量方向的平移速度及光栅叠光栅结构的节距以提供干涉信号的所要取样率。

[0101] 在另一实施例中,一或多个检测器112定位于第一瞳平面处(或附近)且光调制器定位于第二瞳平面处。例如,第二瞳平面可为(但不限于)图1B到1C中的光调制器148处于其中(或附近)的集光瞳平面114。应注意,一或多个集光信道光束分离器(未展示)可被放置于光调制器148之前或之后,使得两个或更多个检测器112的至少一个检测器可被放置于单独集光通道144中且检测集光瞳平面114的单独检测部分(例如,单独检测部分334)。在此方面,第一瞳平面可处于被分成多个通道144的集光瞳平面的多个物理位置(例如,各检测器112经定位于其中)中。应注意,第一瞳平面(检测器定位于其中)不同于第二瞳平面(光调制器定位于其中)。

[0102] 替代地,两个或更多个检测器可各自被放置于相同集光通道144中。

[0103] 在实施例中,一或多个检测器可为两个或更多个检测器。在其它实施例中,一或多个检测器可为四个或更多个检测器。例如,四个或更多个检测器的四个单独检测器112可经放置(或光经引导)使得四个单独检测器112中的每一者检测对应于图3E中展示的四检测部分334(例如,重叠零阶及一阶衍射阶的区域)中的一者的检测信号。

[0104] 现参考方法500,其通常关于叠对度量,除非另外提及。图5说明根据本公开的一或多个实施例的用于使用集光瞳平面114中的光调制器进行叠对度量的方法500的流程图。应注意,本文中,在系统100的背景内容中,先前描述的实施例及实现技术应解译为扩展到方法500。本文中应进一步注意,方法500的步骤可全部或部分由系统100实施。然而,应进一步认知,方法500不限于系统100,其中额外或替代系统级实施例可实行方法500的步骤的全部或部分。

[0105] 在一个实施例中,方法500包含使用经定位于第二瞳平面中的光调制器将第二瞳平面中的测量光的一或多个选定部分引导到经定位于第一瞳平面处的一或多个检测器的步骤502,所述一或多个选定部分从样本发出。例如,如图3E中展示的选定部分332可使用经定位于第二集光瞳平面114中的光调制器148来引导。例如,第二集光瞳平面114可为任何集光瞳平面114(例如,图1B中展示的集光瞳平面114)。例如,控制器122可经配置以执行程序指令,从而引起光调制器148将第二瞳平面中的测量光的一或多个选定部分332引导到经定位于第一瞳平面处的一或多个检测器。

[0106] 例如,图3E的分布346的右上选定部分332可为待引导到一或多个检测器112的所要区域,但由于可期望引导的选定部分(未展示)的改变(例如,由波长、入射角、样本节距的差异或任何其它可能原因引起)及/或不同类型,实际分布(未展示)可不同于分布346。在此实例中,光调制器148可经配置以(例如,由控制器控制以)作出调整(例如,改变MEMS的哪些微镜将光反射到一或多个检测器)以针对改变进行调整及/或选择待引导的不同选定部分。例如,衍射阶的选定部分334可(例如,由于波长的改变)已在集光瞳平面内移动使得光调制器148必须调整引导测量光朝向的方向及/或选择性地阻挡测量光的非所要区域使得瞳平面114的所要区域可由一或多个检测器112检测。

[0107] 在另一实施例中,方法500包含接收来自一或多个检测器的检测信号的步骤504,其中检测信号与测量光的一或多个选定部分相关联。例如,检测器112可安置于集光瞳平面114的经检测区域(例如,经检测区域334)中使得由光调制器148引导的光(例如,测量光)经引导到(例如,被容许传递/透射到、瞄准、对准于、被选择性地阻止透射/反射到及/或类似者)一或多个检测器112。例如,与检测器112相关联的经检测区域334内的光可被检测为检测信号。例如,控制器122可经配置以执行程序指令,从而引起来自一或多个检测器112的检测信号经接收。

[0108] 例如,在扫描叠对度量实施例中,接收检测信号可在样本104相对于一或多个检测器112处于运动中时发生,使得检测信号是时变干涉信号。例如,图4的经绘制信号可为此类时变信号。“时变信号”可意味着随着时间且在扫描方向(例如,图2的X方向)上获得的通过“实时”叠对度量方法/系统获得的信号。例如,时变信号可为通过快速二极管获得的信号且信号可对应于在扫描测量光遍及如图2中展示的样本104的一或多个光栅(例如,元件212)时集光瞳平面分布346的衍射重叠区域334。

[0109] 在另一实施例中,大体上返回参考叠对度量,方法500包含基于检测信号产生与样本的两个层相关联的叠对测量的步骤506。例如,控制器122可经配置以执行程序指令,从而引起基于检测信号产生与样本的两个层相关联的叠对测量。

[0110] 例如,在扫描叠对度量实施例中,上文描述的与静态样本的静态测量相关联的叠对目标及/或算法(例如(但不限于)第2019/0004439号美国专利公开案中描述的叠对目标

及/或算法)可扩展到扫描体系。

[0111] 如提及,应理解,关于扫描散射测量叠对度量的图2到4希望是非限制性实例且集光平面中的光调制器可用于任何叠对度量技术的集光瞳平面控制。

[0112] 再次参考图1A到1C,根据本公开的一或多个实施例描述叠对度量工具102的额外组件。例如,下文大体上针对叠对度量(即,非具体针对扫描或静态叠对度量,除非另外提及)详细描述控制器122及处理器124及各种光学组件。

[0113] 在另一实施例中,系统100包含通信地耦合到叠对度量工具102的控制器122。控制器122可包含一或多个处理器124及存储器装置126或存储器。例如,一或多个处理器124可经配置以执行维持于存储器装置126中的一组程序指令。

[0114] 控制器122的一或多个处理器124通常可包含所属领域中已知的任何处理器或处理组件。为了本公开的目的,术语“处理器”或“处理元件”可被广泛地定义以涵盖具有一或多个处理或逻辑元件(例如,一或多个微处理器装置、一或多个特定应用集成电路(ASIC)装置、一或多个现场可编程门阵列(FPGA)或一或多个数字信号处理器(DSP))的任何装置。在此意义上,一或多个处理器124可包含经配置以执行算法及/或指令(例如,存储于存储器中的程序指令)的任何装置。在一个实施例中,一或多个处理器124可体现为桌面计算机、主计算机系统、工作站、图像计算机、平行处理器、网络链接计算机或经配置以执行程序(其经配置以操作系统100或结合系统100操作)的任何其它计算机系统,如贯穿本公开所描述。再者,系统100的不同子系统可包含适用于执行本公开中描述的步骤的至少部分的处理器或逻辑元件。因此,上文的描述不应被解译为对本公开的实施例的限制而仅为图解。此外,贯穿本公开描述的步骤可通过单个控制器或替代地多个控制器执行。另外,控制器122可包含容置于共同外壳中或多个外壳内的一或多个控制器。以此方式,任何控制器或控制器的组合可单独封装为适用于集成到系统100中的模块。此外,控制器122可分析或以其它方式处理从一或多个检测器112接收的数据且将数据馈送到系统100内或系统100外部的额外组件。

[0115] 此外,存储器装置126可包含所属领域中已知的适用于存储可由相关联的一或多个处理器124执行的程序指令的任何存储媒体。例如,存储器装置126可包含非暂时性存储器媒体。作为额外实例,存储器装置126可包含(但不限于)只读存储器、随机存取存储器、磁性或光学存储器装置(例如,磁盘)、磁带、固态磁盘及类似者。应进一步注意,存储器装置126可与一或多个处理器124一起容置于共同控制器外壳中。

[0116] 在此方面,控制器122可执行与叠对度量相关联的各种处理步骤中的任何者。例如,控制器122可经配置以产生控制信号以引导或以其它方式控制叠对度量工具102或其任何组件。例如,控制器122可经配置以引导平移载物台116沿着一或多个测量路径或扫描带平移样本104以通过叠对度量工具102的测量视场扫描一或多个叠对目标。通过另一实例,控制器122可经配置以接收对应于来自一或多个检测器112的检测信号的信号。通过另一实例,控制器122可基于来自叠对度量工具102的叠对测量产生一或多个额外制造工具的可校正项作为一或多个额外制造工具的反馈及/或前馈控制。

[0117] 在另一实施例中,控制器122捕获通过一或多个检测器112检测的检测信号。控制器122通常可使用所属领域中已知的任何技术(例如(但不限于)一或多个锁相回路)捕获数据,例如(但不限于)检测信号的量值或相位。此外,控制器122可使用硬件(例如,电路系统)

或软件技术的任何组合捕获检测信号(例如,检测信号)或与检测信号相关联的任何数据。

[0118] 在另一实施例中,控制器122基于检测信号的比较产生(或确定)沿着测量方向的叠对目标202的层(例如,第一层210与第二层214)之间的叠对测量。例如,控制器122可比较检测信号的量值及/或相位以产生叠对测量。例如,其全文以引用方式并入本文中的2020年11月3日发布的第10,824,079号美国专利大体上描述集光瞳中的衍射阶的电场且进一步提供瞳平面中的叠对与经测量强度之间的特定关系。本文中经审慎考虑,本文中公开的系统及方法可将第10,824,079号美国专利中的教示扩展到通过放置于0与 ± 1 衍射阶之间的重叠区中的检测器捕获的检测信号。特定来说,本文中经审慎考虑,样本上的叠对可与两个检测信号之间的相对相移成比例。在另一例子中,瞳平面中的衍射阶的相对强度可从检测信号提取。以此方式,可应用所属领域中已知的基于衍射阶的相对强度差的任何叠对算法以产生叠对量测。

[0119] 此外,控制器122可基于还可影响检测信号的样本的已知、经假定或经测量特征(例如(但不限于)侧壁角或其它样本不对称性)校准或以其它方式修改叠对测量。

[0120] 再次参考图1B(及图1C),根据本公开的一或多个实施例更详细描述叠对度量工具102的各种组件。

[0121] 在一个实施例中,照明子系统106包含经配置以产生至少一个照明光束108的照明源128。来自照明源128的照明可包含一或多个选定波长的光,包含(但不限于)紫外线(UV)辐射、可见光辐射或红外线(IR)辐射。

[0122] 照明源128可包含适用于提供至少一个照明光束108的任何类型的照明源。在一个实施例中,照明源128是激光源。例如,照明源128可包含(但不限于)一或多个窄频激光源、宽带激光源、超连续激光源、白光激光源或类似者。在此方面,照明源128可提供具有高相干性(例如,高空间相干性及/或时间相干性)的照明光束108。在另一实施例中,照明源128包含激光持续等离子体(LSP)源。例如,照明源128可包含(但不限于)适用于装纳在通过激光源激发成等离子体状态时可发射宽带照明的一或多个元件的LSP灯、LSP灯泡或LSP腔室。

[0123] 在另一实施例中,照明子系统106包含适用于修改及/或调节照明光束108以及将照明光束108引导到样本104的一或多个光学组件。例如,照明子系统106可包含一或多个照明透镜130(例如,用于准直照明光束108,用于中继照明瞳平面120及/或照明场平面132或类似者)。在另一实施例中,照明子系统106包含用于塑形或以其它方式控制照明光束108的一或多个照明控制光学器件134。例如,照明控制光学器件134可包含(但不限于)一或多个场光阑、一或多个瞳光阑、一或多个偏光器、一或多个滤波器、一或多个光束分离器、一或多个漫射器、一或多个均质器、一或多个变迹器、一或多个光束塑形器或一或多个镜(例如,静态镜、可平移镜、扫描镜或类似者)。

[0124] 在一些实施例中,照明子系统106使用两个或更多个照明光束108照明样本104。此外,两个或更多个照明光束108可(但未必)入射于测量视场(例如,物镜136的视场)内的样本104的不同部分(例如,叠对目标202的不同单元204)上。本文中经审慎考虑,可使用各种技术产生两个或更多个照明光束108。在一个实施例中,照明子系统106包含在照明场平面132处的两个或更多个孔径。在另一实施例中,照明子系统106包含用于将来自照明源128的照明分成两个或更多个照明光束108的一或多个光束分离器。在另一实施例中,至少一个照明源128直接产生两个或更多个照明光束108。在一般意义上,每一照明光束108可被视为不

同照明通道的部分而无关于产生各种照明光束108的技术。

[0125] 集光子系统110可包含适用于修改及/或调节来自样本104的经收集光138的一或多个光学元件。在一个实施例中,集光子系统110包含一或多个集光透镜140(例如,用于准直照明光束108,用于中继瞳及/或场平面或类似者),一或多个集光透镜140可包含(但未必包含)物镜136。在另一实施例中,集光子系统110包含用于塑形或以其它方式控制经收集光138的一或多个集光控制光学器件142。例如,集光控制光学器件142可包含(但不限于)一或多个场光阑、一或多个瞳光阑、一或多个偏振器、一或多个滤波器、一或多个光束分离器、一或多个漫射器、一或多个均质器、一或多个变迹器、一或多个光束塑形器或一或多个镜(例如,静态镜、可平移镜、扫描镜或类似者)。在另一实例中,集光子系统110可包含一或多个集光场平面150。应注意,光调制器的位置可放置于集光控制光学器件142及/或一或多个集光透镜140之前及/或之后且不受图1B或图1C中展示的位置限制。

[0126] 在另一实施例中,集光子系统110包含各自具有单独检测器112(或多个检测器112)的两个或更多个集光通道144。例如,叠对度量工具102可包含经配置以将经收集光138分离到集光信道144中的一或多个光束分离器146。此外,光束分离器146可为偏光光束分离器、非偏光光束分离器或其组合。

[0127] 在一个实施例中,多个集光通道144经配置以收集来自样本104上的多个照明光束108的光。例如,在叠对目标202具有在不同于扫描方向的方向上分布的两个或更多个单元204的情况下,叠对度量工具102可同时使用不同照明光束108照明不同单元204且同时捕获与每一照明光束108相关联的检测信号。另外,在一些实施例中,引导到样本104的多个照明光束108可具有不同偏光。以此方式,可分离与每一照明光束108相关联的衍射阶。例如,偏光光束分离器146可有效地分离与不同照明光束108相关联的衍射阶。通过另一实例,可在一或多个集光通道144中使用偏振器以隔离用于测量的所要衍射阶。

[0128] 再次参考图1A,本文中应注意,系统100的一或多个组件可以所属领域中已知的任何方式通信地耦合到系统100的各种其它组件。例如,一或多个处理器124可经由有线连接(例如,铜导线、光纤电缆及类似者)或无线连接(例如,RF耦合、IR耦合、WiMax、蓝牙、3G、4G、4G LTE、5G及类似者)彼此通信地耦合及通信地耦合到其它组件。通过另一实例,控制器122可经由所属领域中已知的任何有线或无线连接通信地耦合到叠对度量工具102的一或多个组件。

[0129] 在一个实施例中,一或多个处理器124可包含所属领域中已知的任何一或多个处理组件。在此意义上,一或多个处理器124可包含经配置以执行软件算法及/或指令的任何微处理器型装置。在一个实施例中,一或多个处理器124可由桌面计算机、主计算机系统、工作站、图像计算机、平行处理器或经配置以执行程序(其经配置以操作系统100)的其它计算机系统(例如,网络计算机)组成,如贯穿本公开所描述。应认知,贯穿本公开描述的步骤可通过单个计算机系统或替代地通过多个计算机系统实行。此外,应认知,贯穿本公开描述的步骤可在一或多个处理器124中的任何一或多个者上实行。一般来说,术语“处理器”可经广泛定义以涵盖具有执行来自存储器126的程序指令的一或多个处理元件的任何装置。再者,系统100的不同子系统可包含适用于实行贯穿本公开描述的步骤的至少一部分的处理器或逻辑元件。因此,上文描述不应被解译为对本公开的限制而仅为图解。

[0130] 所属领域的技术人员将认知,为概念清楚起见,将本文中描述的组件(例如,操

作)、装置、对象及伴随其的论述用作实例,且审慎考虑各种配置修改。因此,如本文中所使用,所阐述的特定范例及所附论述希望表示其更一般类别。一般来说,使用任何特定范例希望表示其类别,且未包含特定组件(例如,操作)、装置及对象不应被视为限制性的。

[0131] 所属领域的技术人员将了解,存在可实现本文中所描述的过程及/或系统及/或其它技术的各种载体(例如,硬件、软件及/或固件),且较佳载体将随着其中部署所述过程及/或系统及/或其它技术的背景内容而变动。例如,如果实施者确定速度及准确度是最重要的,那么实施者可选择主要硬件及/或固件载体;替代地,如果灵活性是最重要的,那么实施者可选择主要软件实施方案;或又再次替代地,实施者可选择硬件、软件及/或固件的某一组合。因此,存在可实现本文中描述的过程及/或装置及/或其它技术的若干可能载体,其任一者本质上并不优于其它者,这是因为待利用的任何载体是取决于其中将部署载体的背景内容及实施者的特定考虑因素(例如,速度、灵活性或可预测性)的选择,所述背景内容及考虑因素中的任一者可能改变。

[0132] 呈现先前描述以使所属领域的普通技术人员能够制造且使用如在特定应用及其要求的背景内容中提供的本发明。所属领域的技术人员将明白对所描述实施例的各种修改,且本文中定义的一般原理可应用于其它实施例。因此,本发明并不希望限于所展示及描述的特定实施例,而是应符合与本文中公开的原理及新颖特征一致的最广范围。

[0133] 关于本文中所使用的基本上任何复数及/或单数术语,所属领域的技术人员可根据背景内容及/或应用来将复数转化成单数及/或将单数转化成复数。为清楚起见,本文中未明确阐述各种单数/复数排列。

[0134] 本文中描述的全部方法可包含将方法实施例的一或多个步骤的结果存储于存储器中。结果可包含本文中描述的任何结果且可以所属领域中已知的任何方式存储。存储器可包含本文中描述的任何存储器或所属领域中已知的任何其它适合存储媒体。在已存储结果之后,结果可在存储器中存取且通过本文中描述的任何方法或系统实施例使用、经格式化以用于显示给用户、通过另一软件模块、方法或系统使用及类似者。此外,结果可“永久地”、“半永久地”、“暂时地”存储或存储达某一时段。例如,存储器可为随机存取存储器(RAM),且结果可能不一定无限期地保存于存储器中。

[0135] 经进一步审慎考虑,上文描述的方法的实施例中的每一者可包含本文中描述的任何其它方法的任何其它步骤。另外,上文描述的方法的实施例中的每一者可通过本文中描述的任何系统执行。

[0136] 本文中描述的目标物有时说明其它组件内含有或与其它组件连接的不同组件。应理解,此类所描绘的架构仅仅是示范性的,且事实上可实施实现相同功能性的许多其它架构。在概念意义上,用于实现相同功能性的组件的任何布置有效“相关联”使得实现所要功能性。因此,在本文中组合以实现特定功能性的任何两个组件可被视为彼此“相关联”使得实现所要功能性而无关于架构或中间组件。同样地,如此相关联的任何两个组件还可被视为彼此“连接”或“耦合”以实现所要功能性,且能够如此相关联的任何两个组件还可被视为彼此“可耦合”以实现所要功能性。可耦合的特定实例包含(但不限于)可物理配合及/或物理互动组件及/或可无线互动及/或无线互动组件及/或逻辑互动及/或可逻辑互动组件。

[0137] 此外,应理解,本发明由所附权利要求书界定。所属领域的技术人员将理解,一般来说,本文中所使用的术语且尤其所附权利要求书(例如,所附权利要求书的主体)中所使

用的术语一般希望为“开放式”术语(例如,术语“包含(including)”应解译为“包含但不限于”,术语“具有”应解译为“至少具有”,术语“包括(includes)”应解译为“包括但不限于”,及类似者)。所属领域的技术人员应进一步了解,如果想要引入权利要求叙述的特定数目,那么此意图将被明确叙述于权利要求中,且如果缺乏此叙述,那么不存在此意图。例如,作为理解的辅助,所附权利要求书可含有使用引导性词组“至少一个”及“一或多个”来引入权利要求叙述。然而,此类词组的使用不应被解释为隐含:由不定冠词“一(a/an)”引入的权利要求叙述将含有此引入权利要求叙述的任何特定权利要求限制为仅含有此叙述的发明,即使相同权利要求包含引导性词组“一或多个”或“至少一个”及例如“一(a/an)”的不定冠词(例如,“一(a/an)”通常应被解译为意指“至少一个”或“一或多个”);上述内容对用于引入权利要求叙述的定冠词的使用同样适用。另外,即使明确叙述引入权利要求叙述的特定数目,但所属领域的技术人员还应认知,此叙述通常应被解译为意指至少所述叙述数目(例如,“两条叙述”的基本叙述(无其它修饰语)通常意指至少两条叙述或两条或两条以上叙述)。此外,在其中使用类似于“A、B及C中的至少一者及类似者”的惯用表述的所述例子中,此构造一般意指所属领域的技术人员将理解的惯用表述意义(例如,“具有A、B及C中的至少一者的系统”将包含(但不限于)仅具有A、仅具有B、仅具有C、同时具有A及B、同时具有A及C、同时具有B及C及/或同时具有A、B及C的系统等)。在其中使用类似于“A、B或C中的至少一者及类似者”的惯用表述的所述例子中,此构造一般意指所属领域的技术人员将理解的惯用表述意义(例如,“具有A、B或C中的至少一者的系统”将包含(但不限于)仅具有A、仅具有B、仅具有C、同时具有A及B、同时具有A及C、同时具有B及C及/或同时具有A、B及C的系统等)。所属领域的技术人员应进一步了解,无论在具体实施方式、权利要求书或图式中,呈现两个或更多个替代项的实际上任何转折连词及/或词组通常应被理解为审慎考虑以下可能性:包含所述项中的一者、所述项中的任一者或两项。例如,词组“A或B”通常将被理解为包含“A”或“B”或“A及B”的可能性。

[0138] 据信本公开及许多其伴随优点将通过前述描述理解,且将明白,可对组件的形式、构造及布置做出多种改变而不脱离所公开的目标物或不牺牲全部其材料优点。所描述的形式仅仅是解释性,且所附权利要求书的意图是涵盖且包含此类改变。此外,应理解,本发明由所附权利要求书界定。

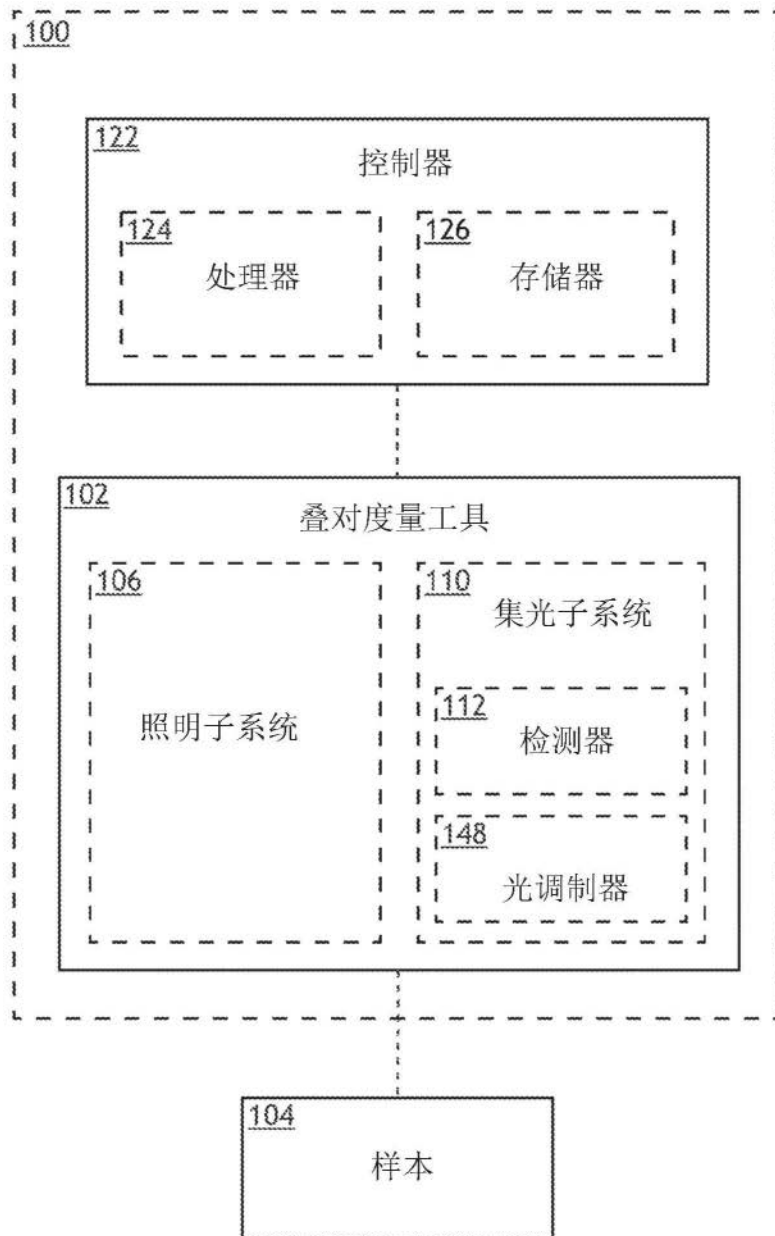


图1A

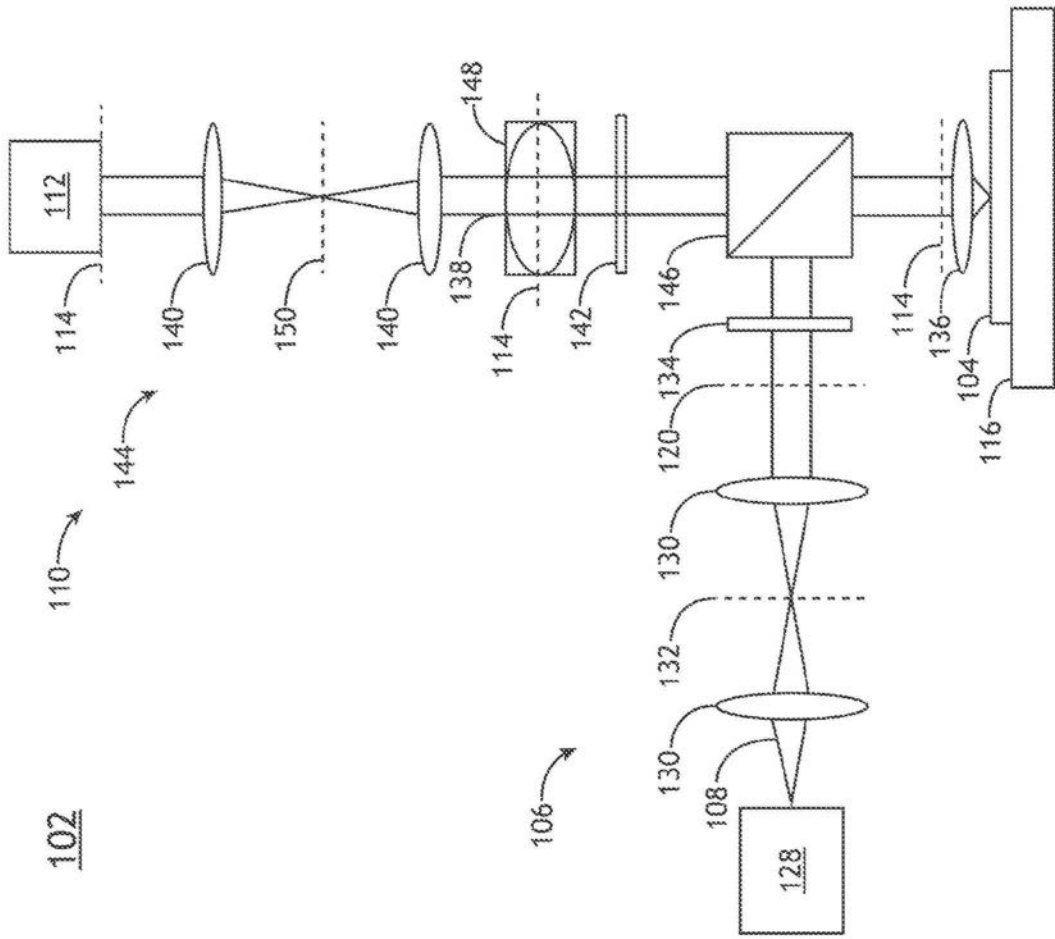


图1B

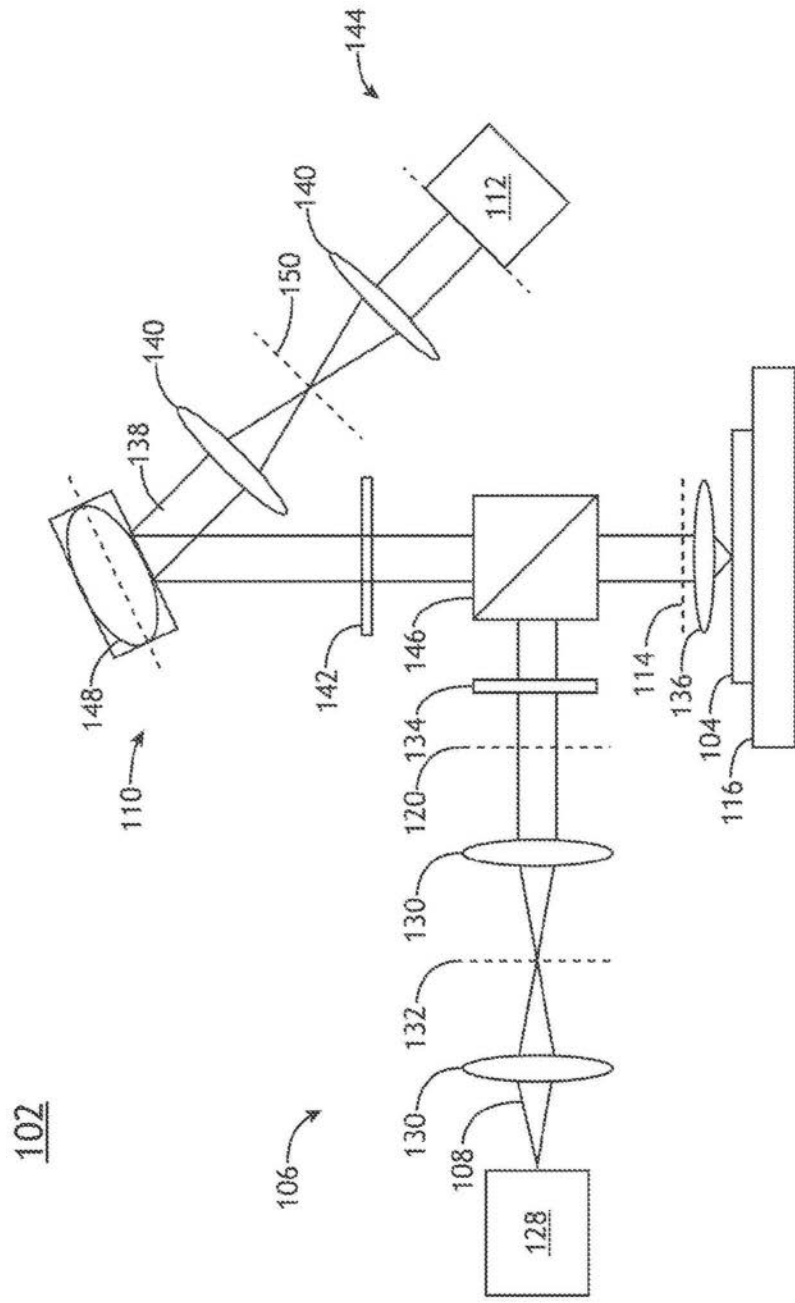


图1C

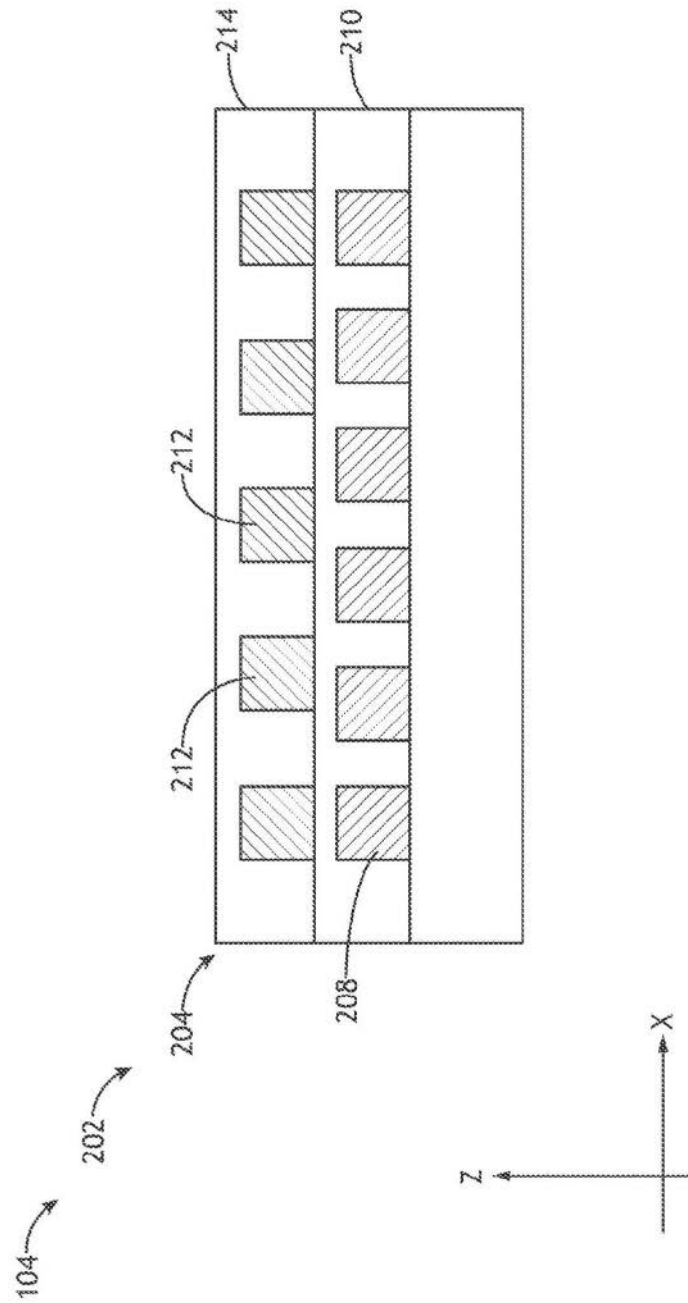


图2

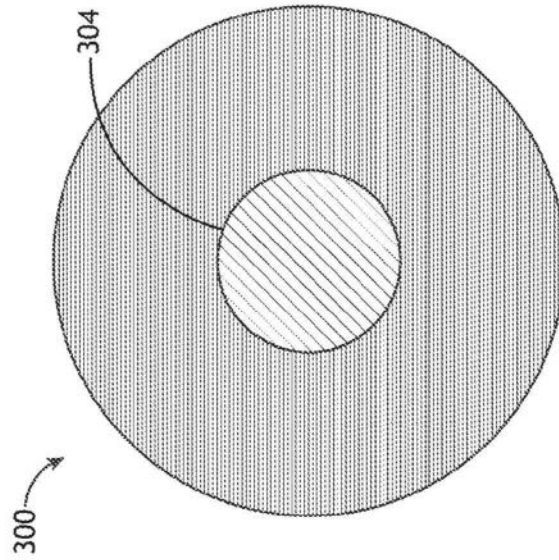


图3A

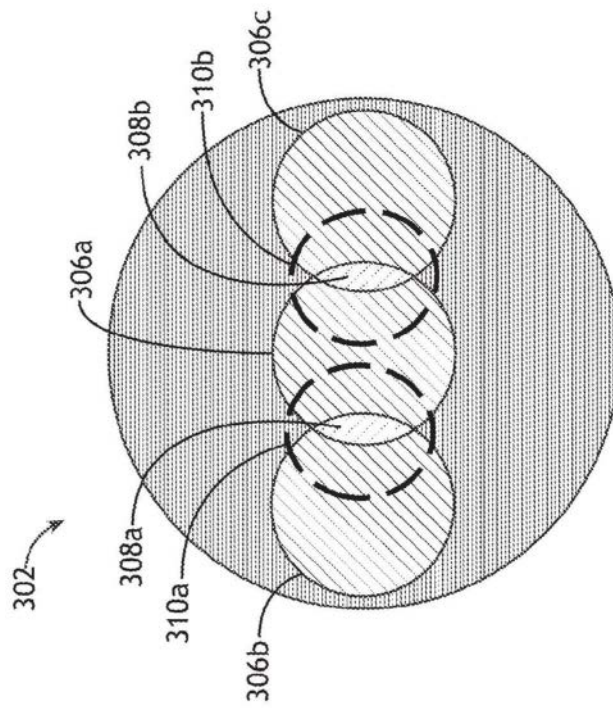


图3B

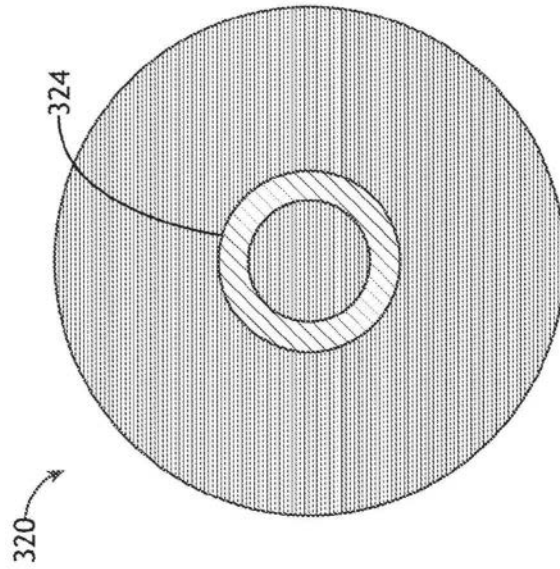


图3C

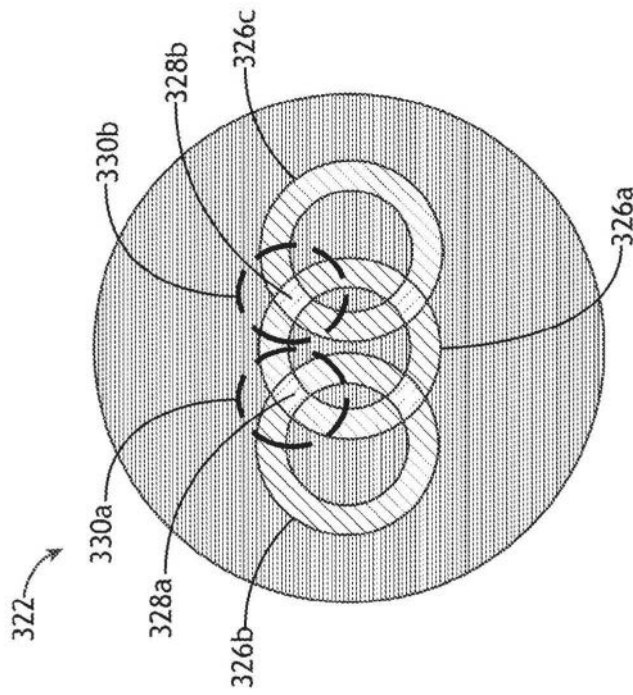


图3D

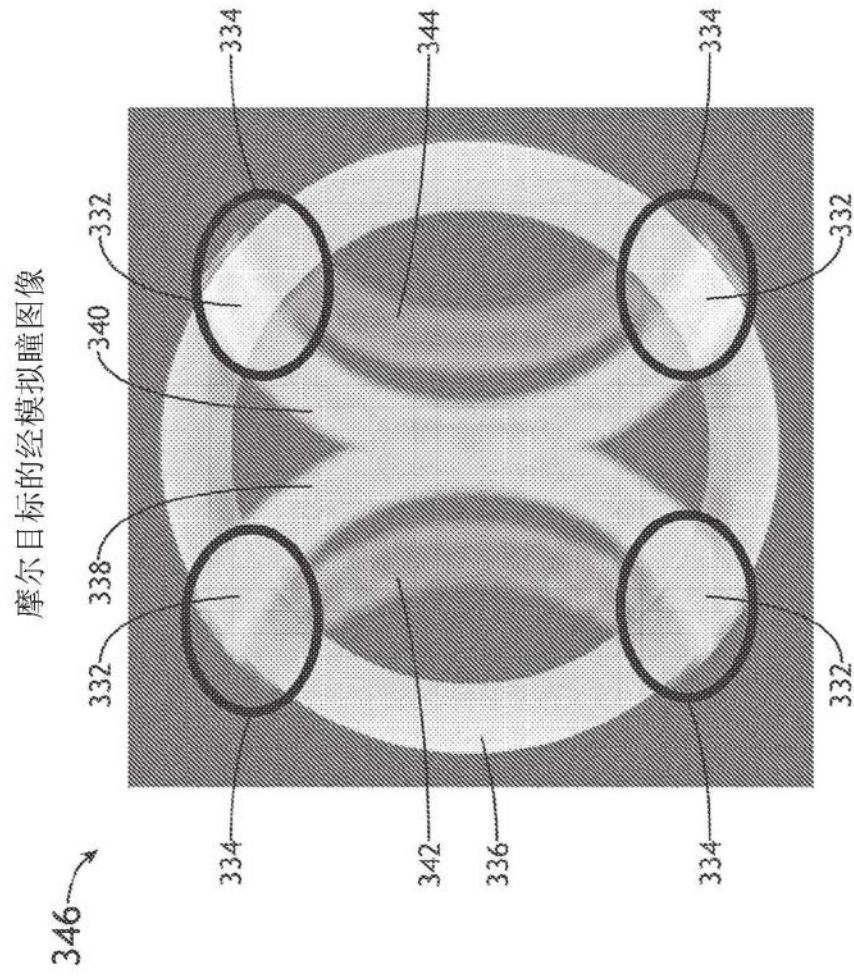


图3E

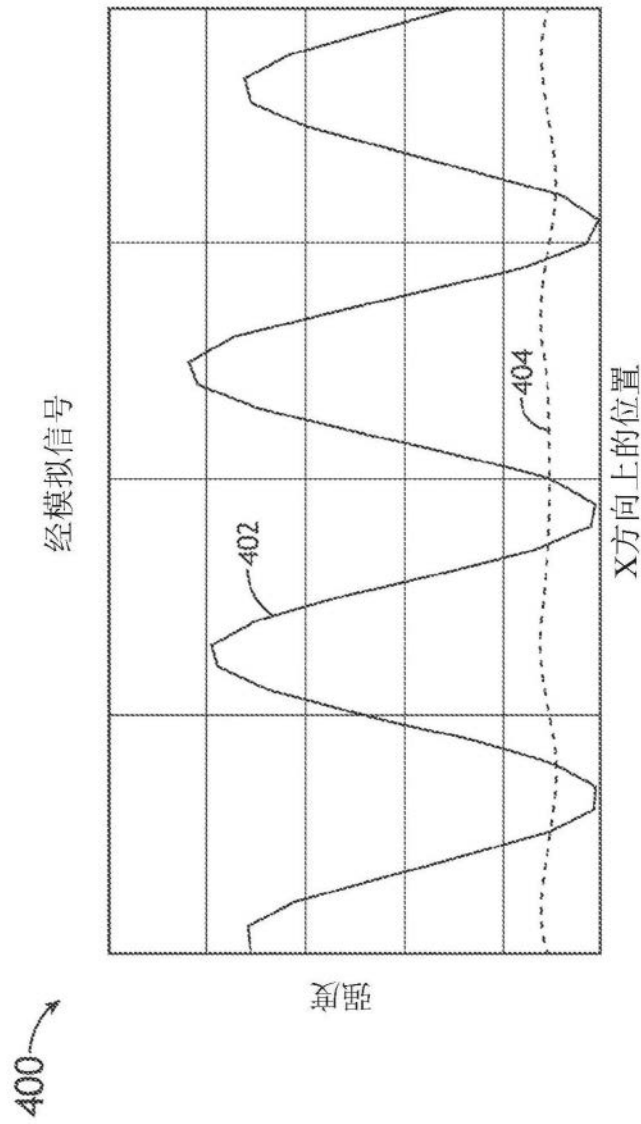


图4

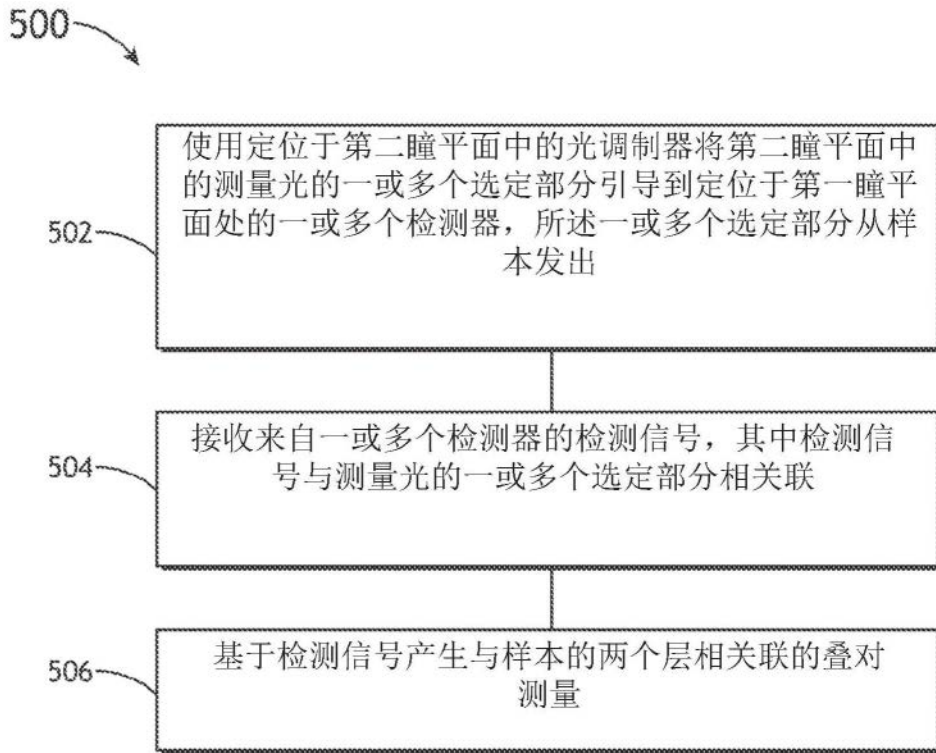


图5