



(10) 授权公告号 CN 113330550 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 06

(21) 申请号 202080009804.1

(22) 申请日 2020.01.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113330550 A

(43) 申请公布日 2021.08.31

(30) 优先权数据
62/797,557 2019.01.28 US
16/741,574 2020.01.13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.07.19

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2020/014308 2020.01.21

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/159737 EN 2020.08.06

(73) 专利权人 科磊股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 T·马西安诺 N·阿蒙
D·克莱因

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287
专利代理师 刘丽楠

(51) Int.Cl.
H01L 21/68 (2006.01)
G01N 21/95 (2006.01)
H01L 21/66 (2006.01)

(56) 对比文件
JP 2006216796 A, 2006.08.17
JP 2000173921 A, 2000.06.23

审查员 孙文辞

权利要求书4页 说明书13页 附图16页

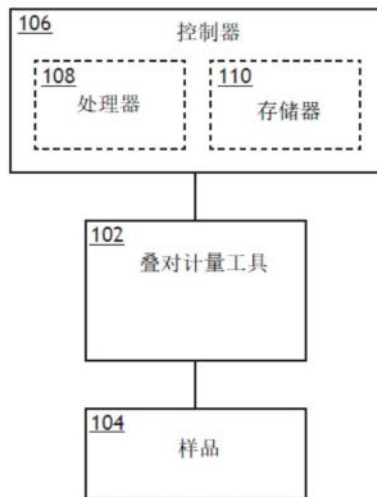
(54) 发明名称

叠对计量系统和方法

(57) 摘要

本公开揭示一种叠对计量系统,其包含用于从叠对计量工具接收使用测量参数的值的范围对样品上的叠对目标的多个集合的叠对测量的控制器,其中叠对目标的特定集合包含具有两个或更多个叠对目标设计中的一者的叠对目标。所述控制器可进一步确定至少一些所述叠对目标的缩放指标值,其中特定叠对目标的缩放指标是基于叠对目标的对应集合的所述叠对测量的标准偏差。所述控制器可进一步确定叠对目标的所述两个或更多个集合中的每一者的所述缩放指标值的可变性。所述控制器可进一步选择具有最小缩放指标可变性的所述两个或更多个叠对目标设计中的一者作为输出叠对目标设计。

100



1. 一种叠对计量系统,其包括:

控制器,其经配置以与叠对计量工具通信地耦合,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,从而致使所述一或多个处理器:

从所述叠对计量工具接收对样品上的叠对目标的两个或更多个集合的叠对测量,使用用于配置所述叠对计量工具的测量参数的多个值对样品上的叠对目标的两个或更多个集合进行所述叠对测量,其中叠对目标的特定集合包含具有两个或更多个叠对目标设计中的一者的叠对目标;

确定叠对目标的所述两个或更多个集合中的至少一些所述叠对目标的缩放指标值,其中特定叠对目标的缩放指标是基于叠对目标的对应集合的所述叠对测量的标准偏差;确定叠对目标的所述两个或更多个集合中的每一者的所述缩放指标值的可变性;及

选择具有最小缩放指标可变性的所述两个或更多个叠对目标设计中的一者作为输出叠对目标设计,其中将所述输出叠对目标设计提供到一或多个制造工具以基于所述输出叠对目标设计在测试样品上制造叠对目标以使用所述叠对计量工具进行测量。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述缩放指标是基于所述叠对测量的加权标准偏差。

3. 根据权利要求2所述的系统,其中所述叠对测量的所述加权标准偏差的权重是基于由所述叠对计量工具生成的测量信号的对比度或敏感度中的至少一者。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中所述缩放指标(S_{metric})为 $S_{metric} = \chi \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N w_i (ovl_i - \langle ovl \rangle)^2}$, 其中 $\langle ovl \rangle = \sum_{i=1}^N w_i ovl_i$, 其中N为所述叠对测量的数目,i为测量参数指数, ovl_i 为针对测量参数指数的所述叠对测量的值, $\langle ovl \rangle$ 为所述N个叠对测量的加权平均数,w为所述N个叠对测量中的每一者的权重,且 χ 为+1或-1且与叠对目标的所述两个或更多个集合中的叠对目标的不对称性的符号对应。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中所述测量参数包括:

所述叠对计量工具中的照明的波长。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中所述测量参数包括:

所述叠对计量工具中的照明的偏光性。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中所述叠对计量工具包括:

基于图像的叠对计量工具。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中所述叠对计量工具包括:

基于散射测量的叠对计量工具。

9. 一种叠对计量系统,其包括:

控制器,其经配置以与叠对计量工具通信地耦合,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,从而致使所述一或多个处理器:

从经配置具有两个或更多个硬件配置的所述叠对计量工具接收对跨样品分布的叠对目标集合的叠对测量,使用用于配置所述叠对计量工具的测量参数的多个值对跨样品分布的叠对目标集合进行所述叠对测量;

基于使用所述两个或更多个硬件配置的所述叠对测量确定所述叠对目标集合的缩放

指标值,其中使用所述两个或更多个硬件配置的特定硬件配置测量的所述叠对目标集合中的特定叠对目标的缩放指标是基于与所述特定硬件配置相关联的所述叠对测量的标准偏差;

确定与所述两个或更多个硬件配置中的每一者相关联的所述缩放指标值的可变性;及

选择具有最小缩放指标可变性的所述两个或更多个硬件配置中的一者作为所述叠对计量工具的输出硬件配置,其中将所述输出硬件配置提供到所述叠对计量工具以用于测量所述叠对目标的一或多个额外例子;

其中所述缩放指标(S_{metric})为 $S_{metric} = \chi \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N w_i (ovl_i - \langle ovl \rangle)^2}$, 其中 $\langle ovl \rangle = \sum_{i=1}^N w_i ovl_i$, 其中N为所述叠对测量的数目,i为测量参数指数, ovl_i 为针对测量参数指数的所述叠对测量的值, $\langle ovl \rangle$ 为所述N个叠对测量的加权平均数,w为所述N个叠对测量中的每一者的权重,且 χ 为+1或-1且与所述叠对目标集合中的叠对目标的不对称性的符号对应。

10.根据权利要求9所述的系统,其中所述缩放指标是基于所述叠对测量的加权标准偏差。

11.根据权利要求10所述的系统,其中所述叠对测量的所述加权标准偏差的权重是基于由所述叠对计量工具生成的测量信号的对比度或敏感度中的至少一者。

12.根据权利要求9所述的系统,其中所述测量参数包括:

所述叠对计量工具中的照明的波长。

13.根据权利要求9所述的系统,其中所述测量参数包括:

所述叠对计量工具中的照明的偏光性。

14.根据权利要求9所述的系统,其中所述叠对计量工具包括:

基于图像的叠对计量工具。

15.根据权利要求9所述的系统,其中所述叠对计量工具包括:

基于散射测量的叠对计量工具。

16.一种叠对计量系统,其包括:

控制器,其经配置以与叠对计量工具通信地耦合,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,从而致使所述一或多个处理器:

接收位点特定缩放因子集合以校正叠对位置集合处的叠对不准确性,其中所述位点特定缩放因子是基于对分布在所述叠对位置集合处的参考叠对目标集合的叠对测量而生成,使用测量参数的多个值而对分布在所述叠对位置集合处的参考叠对目标集合进行所述叠对测量,其中所述参考叠对目标集合具有共同目标设计,其中所述参考叠对目标集合包含制造误差的已知空间分布,其中所述位点特定缩放因子基于所述叠对测量的标准偏差;

从定位在测试样品上的所述叠对位置集合中的至少一个位置上的具有所述共同目标设计的至少一个叠对目标接收至少一个测试叠对测量;及

使用对应位点特定缩放因子校正至少一个测试叠对测量。

17.根据权利要求16所述的系统,其中至少一些所述位点特定缩放因子基于所述叠对测量的加权标准偏差。

18. 根据权利要求17所述的系统,其中所述叠对测量的所述加权标准偏差的权重是基于由所述叠对计量工具生成的测量信号的对比度或敏感度中的至少一者。

19. 根据权利要求16所述的系统,其中所述缩放指标(S_{metric})为 $S_{metric} = \chi \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N w_i (ovl_i - \langle ovl \rangle)^2}$, 其中 $\langle ovl \rangle = \sum_{i=1}^N w_i ovl_i$, 其中N为所述叠对测量的数目,i为测量参数指数, ovl_i 为针对测量参数指数的所述叠对测量的值, $\langle ovl \rangle$ 为所述N个叠对测量的加权平均数,w为所述N个叠对测量中的每一者的权重,且 χ 为+1或-1且与所述参考叠对目标集合中的叠对目标的不对称性的符号对应。

20. 根据权利要求16所述的系统,其中所述测量参数包括:

所述叠对计量工具中的照明的波长。

21. 根据权利要求16所述的系统,其中所述测量参数包括:

所述叠对计量工具中的照明的偏光性。

22. 根据权利要求16所述的系统,其中所述叠对计量工具包括:

基于图像的叠对计量工具。

23. 根据权利要求16所述的系统,其中所述叠对计量工具包括:

基于散射测量的叠对计量工具。

24. 一种方法,其包括:

使用用于配置叠对计量工具的测量参数的多个值来获取对样品上的叠对目标的两个或更多个集合的叠对测量,其中叠对目标的特定集合包含具有两个或更多个叠对目标设计中的一者的叠对目标;

确定叠对目标的所述两个或更多个集合中的至少一些所述叠对目标的缩放指标值,其中特定叠对目标的缩放指标是基于叠对目标的对应集合的所述叠对测量的标准偏差;

确定叠对目标的所述两个或更多个集合中的每一者的所述缩放指标值的可变性;及

选择具有最小缩放指标可变性的所述两个或更多个叠对目标设计中的一者作为输出叠对目标设计,其中将所述输出叠对目标设计提供到一或多个制造工具以基于所述输出叠对目标设计在测试样品上制造叠对目标以使用所述叠对计量工具进行测量。

25. 一种方法,其包括:

使用经配置具有两个或更多个硬件配置的叠对计量工具以及使用用于配置叠对计量工具的测量参数的多个值,获取对跨样品分布的叠对目标集合的叠对测量;

基于使用所述两个或更多个硬件配置的所述叠对测量确定所述叠对目标集合的缩放指标值,其中使用所述两个或更多个硬件配置中的特定硬件配置测量的所述叠对目标集合中的特定叠对目标的缩放指标是基于与所述特定硬件配置相关联的所述叠对测量的标准偏差;

确定与所述两个或更多个硬件配置中的每一者相关联的所述缩放指标值的可变性;及

选择所述两个或更多个硬件配置中具有最小缩放指标可变性的一者作为所述叠对计量工具的输出硬件配置,其中将所述输出硬件配置提供到所述叠对计量工具以用于测量所述叠对目标的一或多个额外例子;

其中所述缩放指标 (S_{metric}) 为 $S_{metric} = \chi \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N w_i (ovl_i - \langle ovl \rangle)^2}$, 其中 $\langle ovl \rangle = \sum_{i=1}^N w_i ovl_i$, 其中N为所述叠对测量的数目, i为测量参数指数, ovl_i 为针对测量参数指数的所述叠对测量的值, $\langle ovl \rangle$ 为所述N个叠对测量的加权平均数, w为所述N个叠对测量中的每一者的权重, 且 χ 为+1或-1且与所述叠对目标集合中的叠对目标的不对称性的符号对应。

26. 一种方法, 其包括:

获取位点特定缩放因子集合以校正叠对位置集合处的叠对不准确性, 其中所述位点特定缩放因子是基于对分布在所述叠对位置集合处的参考叠对目标集合的叠对测量而生成, 使用测量参数的多个值而对分布在所述叠对位置集合处的参考叠对目标集合进行所述叠对测量, 其中所述参考叠对目标集合具有共同目标设计, 其中所述参考叠对目标集合包含制造误差的已知空间分布, 其中所述位点特定缩放因子是基于所述叠对测量的标准偏差;

从定位在测试样品上的所述叠对位置集合中的至少一个位置上的具有所述共同目标设计的至少一个叠对目标获取至少一个测试叠对测量; 及

使用对应位点特定缩放因子校正至少一个测试叠对测量。

叠对计量系统和方法

[0001] 相关申请案的交叉引用

[0002] 本申请案根据35U.S.C.§119(e)规定主张2019年1月28日申请的标题为“用于量化计量配置对工艺变动的敏感度的缩放指标(SCALING METRIC FOR QUANTIFYING METROLOGY CONFIGURATION'S SENSITIVITY TO PROCESS VARIATION)”的命名塔尔·马西亚诺(Tal Marciano)、诺亚·艾蒙(Noa Armon)和达娜·克莱因(Dana Klein)及为发明者的第62/797,557号美国临时申请案的权利要求,所述申请案的全部内容以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本公开大体上涉及叠对计量,且更特定来说,涉及评估叠对计量对工艺变动的稳健性。

背景技术

[0004] 叠对计量系统通常通过特性化具有定位在所关注样品层上的目标特征的叠对目标而测量样品的多个层的对准。此外,通常通过汇总跨样品的各种位置处的多个叠对目标的叠对测量而确定多个层的叠对对准。然而,叠对目标的叠对测量的准确性及/或可重复性可对制造叠对目标期间的工艺参数及/或用于检验经制造叠对目标的测量参数的变动敏感。例如,工艺参数变动(例如,与层沉积、图案曝光、蚀刻或类似者相关联)可导致经制造叠对目标从预期设计的偏差(例如,侧壁角的不对称性或类似者),此可将误差引入叠对测量中。举另一实例,给定经制造叠对目标的叠对测量的准确性可基于与叠对计量工具相关联的测量参数(例如,波长、偏光性或类似者)的精确值变动。因此,可期望提供用于评估叠对目标设计的稳健性的系统或方法。

发明内容

[0005] 根据本公开的一或多个说明性实施例揭示一种叠对计量系统。在一个说明性实施例中,所述系统包含与叠对计量工具通信地耦合的控制器。在另一说明性实施例中,所述控制器从所述叠对计量工具接收使用用于配置所述叠对计量工具的测量参数的多个值对样品上的叠对目标的两个或更多个集合的叠对测量,其中叠对目标的特定集合包含具有两个或更多个叠对目标设计中的一者的叠对目标。在另一说明性实施例中,所述控制器确定叠对目标的所述两个或更多个集合中的至少一些所述叠对目标的缩放指标值,其中特定叠对目标的缩放指标是基于叠对目标的对应集合的所述叠对测量的标准偏差。在另一说明性实施例中,所述控制器确定叠对目标的所述两个或更多个集合中的每一者的所述缩放指标值的可变性。在另一说明性实施例中,所述控制器选择具有最小缩放指标可变性的所述两个或更多个叠对目标设计中的一者作为输出叠对目标设计,其中将所述输出叠对目标设计提供到一或多个制造工具以基于所述输出叠对目标设计在测试样品上制造叠对目标以使用所述叠对计量工具进行测量。

[0006] 根据本公开的一或多个说明性实施例揭示一种叠对计量系统。在一个说明性实施

例中,所述系统包含与叠对计量工具通信地耦合的控制器。在另一说明性实施例中,所述控制器从经配置具有两个或更多个硬件配置的所述叠对计量工具接收使用用于配置所述叠对计量工具的测量参数的多个值对跨样品分布的叠对目标集合的叠对测量。在另一说明性实施例中,所述控制器基于使用所述两个或更多个硬件配置的所述叠对测量确定所述叠对目标集合的缩放指标值,其中使用所述两个或更多个硬件配置的特定硬件配置测量的所述叠对目标集合中的特定叠对目标的缩放指标是基于与所述特定硬件配置相关联的叠对测量的标准偏差。在另一说明性实施例中,所述控制器确定与所述两个或更多个硬件配置中的每一者相关联的所述缩放指标值的可变性。在另一说明性实施例中,所述控制器选择具有最小缩放指标可变性的所述两个或更多个硬件配置中的一者作为所述叠对计量工具的输出硬件配置,其中将所述输出硬件配置提供到所述叠对计量工具以用于测量所述叠对目标的一或多个额外例子。

[0007] 根据本公开的一或多个说明性实施例揭示一种叠对计量系统。在一个说明性实施例中,所述系统包含与叠对计量工具通信地耦合的控制器。在另一说明性实施例中,所述控制器接收位点特定缩放因子集合以校正叠对位置集合处的叠对不准确性。在另一说明性实施例中,所述位点特定缩放因子是基于使用测量参数的多个值的分布在所述叠对位置集合处的参考叠对目标集合的叠对测量而生成,其中所述参考叠对目标集合具有共同目标设计,且其中所述参考叠对目标集合包含制造误差的已知空间分布。在另一说明性实施例中,所述位点特定缩放因子是基于所述叠对测量的标准偏差。在另一说明性实施例中,所述控制器从定位在测试样品上的所述叠对位置集合中的至少一个位置上的具有所述共同目标设计的至少一个叠对目标接收至少一个测试叠对测量。在另一说明性实施例中,所述控制器使用对应位点特定缩放因子校正至少一个测试叠对测量。

[0008] 根据本公开的一或多个说明性实施例揭示一种方法。在一个说明性实施例中,所述方法包含在跨参考样品分布的叠对目标集合上使用用于配置叠对计量工具的测量参数的多个值测量叠对。在另一说明性实施例中,所述叠对目标集合具有共同目标设计且包含制造误差的已知空间分布。在另一说明性实施例中,所述方法包含基于所述叠对测量确定所述多个叠对目标的缩放指标值,其中所述多个叠对目标的特定叠对目标的缩放指标是基于所述叠对测量的标准偏差。在另一说明性实施例中,所述方法包含基于所述缩放指标值与所述测量参数之间的相关性识别包含提供在选定公差内的对所述制造误差的不敏感度的所述测量参数的值的计量配方。在另一说明性实施例中,所述方法包含使用所述经识别计量配方测量测试样品上具有所述共同目标设计的至少一个叠对目标上的叠对。

[0009] 应理解,前述一般描述及以下详细描述两者仅为示范性及说明性的且未必限制本发明。并入本说明书中且构成本说明书的一部分的附图说明本发明的实施例且与一般描述一起用于解释本发明的原理。

附图说明

[0010] 所属领域的技术人员通过参考附图可更好地理解本公开的若干优点。

[0011] 图1A是说明根据本公开的一或多个实施例的叠对计量系统的概念视图。

[0012] 图1B是说明根据本公开的一或多个实施例的叠对计量工具的概念视图。

[0013] 图1C是说明根据本公开的一或多个实施例的叠对计量工具的概念视图。

[0014] 图2是根据本公开的一或多个实施例的针对具有由工艺变动引发的不对称侧壁角的目标的依据波长而变化的对比度精确性及不准确性的图表。

[0015] 图3A是说明根据本公开的一或多个实施例的侧壁不对称性的强度对叠对不准确性的影响的图表。

[0016] 图3B是说明根据本公开的一或多个实施例的侧壁不对称性的符号对叠对不准确性的影响的图表。

[0017] 图4A是根据本公开的一或多个实施例的跨样品分布的叠对目标的位置的图表。

[0018] 图4B是根据本公开的一或多个实施例的针对图4A中描绘的叠对目标的依据波长而变化的经测量叠对的图表。

[0019] 图5A是根据本公开的一或多个实施例的工艺变动引发的不对称性在叠对目标的特征上的分布的示意性表示。

[0020] 图5B是根据本公开的一或多个实施例的跨图5A中描绘的样品分布的叠对目标的模拟表示,其中每一叠对目标的阴影表示S指标的值。

[0021] 图6是说明根据本公开的一或多个实施例的在用于选择叠对目标设计的方法中执行的步骤的流程图。

[0022] 图7A是根据本公开的一或多个实施例的用于具有工艺变动的跨样品分布的具有第一叠对目标设计的叠对目标的S指标的图表。

[0023] 图7B是根据本公开的一或多个实施例的用于具有工艺变动的跨样品分布的具有第二叠对目标设计的叠对目标的S指标的图表。

[0024] 图8是说明根据本公开的一或多个实施例的在用于选择叠对计量工具的硬件配置的方法中执行的步骤的流程图。

[0025] 图9是说明根据本公开的一或多个实施例的在用于生成位点特定缩放因子以校正位点特定叠对不准确性的方法中执行的步骤的流程图。

[0026] 图10是说明根据本公开的一或多个实施例的在用于识别对工艺变动稳健的计量配方的方法中执行的步骤的流程图。

具体实施方式

[0027] 现将详细参考在附图中说明的所公开的标的物。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。所属领域的一般技术人员将容易明白,可做出形式及细节的各种改变及修改而不脱离本公开的精神及范围。

[0028] 本公开的实施例涉及评估叠对目标设计及/或用于基于选定叠对目标设计确定叠对的配方的稳健性。

[0029] 本文中应认知,半导体装置可形成为衬底上的图案化材料的多个印刷层。可通过一系列工艺步骤制造每一印刷层,例如(但不限于)一或多个材料沉积步骤、一或多个光刻步骤或一或多个蚀刻步骤。此外,每一印刷层通常必须在选定公差内经制造以适当地建构最终装置。例如,必须相对于先前制造层良好特性化并控制每一层中的印刷元件的相对放置(例如,叠对)。因此,可在一或多个印刷层上制造计量目标以实现层的叠对的有效特性化。因此,印刷层上的叠对目标特征的偏差可代表所述层上的印刷装置特征的印刷特性的

偏差。此外, (例如, 在制造一或多个样品层之后) 在一个制造步骤处测量的叠对可用于生成用于精确地对准用于在后续制造步骤中制造额外样品层的工艺工具 (例如, 光刻工具或类似者) 的可校正项。

[0030] 通常通过跨样品制造一或多个叠对目标而执行叠对计量, 其中每一叠对目标包含所关注样品层中的特征, 所述特征与和经制造的装置或组件相关联的特征同时制造。在此方面, 在叠对目标的位置处测量的叠对误差可代表装置特征的叠对误差。因此, 叠对测量可用于监测及/或控制任何数目个制造工具以维持根据经指定公差产生装置。例如, 一个样品上的当前层相对于先前层的叠对测量可用作反馈数据以监测及/或缓解一批内的额外样品上的当前层的制造的偏差。举另一实例, 一个样品上的当前层相对于先前层的叠对测量可用作前馈数据以按考虑现有层对准的方式在相同样品上制造后续层。

[0031] 叠对目标通常包含经特定设计以对所关注样品层之间的叠对误差敏感的特征。接着可通过使用叠对计量工具特性化叠对目标且应用算法以基于计量工具的输出确定样品上的叠对误差而实行叠对测量。

[0032] 叠对计量工具可利用各种技术以确定样品层的叠对。例如, 基于图像的叠对计量工具可照明叠对目标 (例如, 先进成像计量 (AIM) 目标、框中框 (box-in-box) 计量目标或类似者) 且捕获包含定位在不同样品层上的叠对目标特征的图像的叠对信号。因此, 可通过测量叠对目标特征的相对位置而确定叠对。举另一实例, 基于散射测量的叠对计量工具可照明叠对目标 (例如, 光栅上光栅计量目标或类似者) 且捕获包含与照明光束的衍射、散射及/或反射相关联的从叠对目标发出的辐射的角分布的叠对信号。因此, 可基于照明光束与叠对目标的相互作用的模型确定叠对。

[0033] 与叠对测量技术无关, 通常可根据包含用于生成叠对信号的测量参数集合的配方配置叠对计量工具。例如, 叠对计量工具的配方可包含 (但不限于) 照明波长、从样品发出的辐射的经检测波长、样品上的照明的光点大小、入射照明的角度、入射照明的偏光性、入射照明光束在叠对目标上的位置、叠对目标在叠对计量工具的聚焦体积中的位置或类似者。因此, 叠对配方可包含用于生成适用于确定两个或更多个样品层的叠对的叠对信号的测量参数集合。

[0034] 叠对测量的准确性及/或可重复性可取决于叠对配方以及与叠对目标的特定几何形状相关联的广泛范围的因素, 例如 (但不限于) 样品层的厚度、叠对目标特征的大小、叠对目标特征的密度或间距或样品层的组合物。此外, 叠对目标的特定几何形状可以可预测方式及不可预测方式两者跨样品变动。例如, 经制造层的厚度可以已知分布跨样品变动 (例如, 可预期样品的中心中的厚度略大于沿着边缘的厚度) 或可根据与缺陷相关联的随机波动或处理步骤的随机变动而变动。因此, 特定叠对配方在经应用到样品的全部叠对目标时可不提供相同准确性及/或可重复性, 即使工艺变动在选定制造公差内。

[0035] 通常在叠对目标包含在由完全均匀材料形成的完全均匀样品层上开发的完全对称特征的假定下执行使用给定算法的叠对测量。然而, 与叠对目标的制造相关联的工艺变动可引入经制造叠对目标从经设计特性的偏差 (例如, 侧壁不对称性或类似者)。例如, 工艺变动可包含膜层的沉积、膜层上的图案的曝光、蚀刻膜层上的经曝光图案及类似者的变动。在此方面, 经制造叠对目标从经设计特性的偏差对经测量信号的任何影响可不适当地归因于叠对误差且因此可显现为叠对测量的不准确性。

[0036] 此外,情况可针对给定叠对目标及给定叠对算法,不同计量配方(例如,叠对计量工具的不同配置)可展现对工艺误差的不同敏感度。换句话说,可识别对与特定叠对目标的制造相关联的工艺变动相对稳健的特定测量配方(例如,由叠对计量工具使用以特性化叠对目标的波长、偏光性或类似者的特定值)。在此方面,可实现稳健及准确叠对测量。

[0037] 可通常将与叠对计量相关联的不准确性描述为:

$$[0038] \quad \text{Overlay}_{\text{measured}} = \epsilon + \delta N \quad (1)$$

[0039] 其中 ϵ 为物理叠对误差(例如,一个样品层与另一样品层的对准误差)。此外,可将不准确性定义为依据测量参数而变化(例如,与测量配方相关联)。例如,通常可将叠对不准确性描述为依据波长而变化:

$$[0040] \quad \text{Overlay}_{\text{measured}}(\lambda) = \epsilon + \delta N(\lambda) \quad (2)$$

[0041] 在一个实施例中,使用对由工艺变动引发的经制造叠对目标从设计特性的偏差敏感的缩放指标(S指标)评估叠对目标。在此方面,S指标可用于评估应用到特定目标的计量配方的稳健性。例如,可基于在不同测量参数(例如,不同计量配方)下的目标的叠对测量生成S指标。

[0042] 本文中预期,可以各种方式使用S指标以促进稳健叠对计量。在一个实施例中,即使在存在跨样品的工艺变动的情况下,S指标仍可促进计量配方(例如,波长、偏光性或类似者)的各种方面的选择以提供特定叠对目标上的稳健测量。例如,稳健测量配方可特性化为针对可能工艺变动的范围提供 $\delta N \rightarrow 0$ (例如,见等式(1))的测量配方。

[0043] 在另一实施例中,针对定位在跨样品的不同位置处的叠对目标的多个例子评估S指标。在此方面,S指标可促进基于目标位置微调计量配方。例如,可使用已知空间变动的工艺变动针对跨样品的叠对目标的多个例子评估S指标以评估叠对测量的稳健性。此外,可使用任何指标评估稳健性。例如,情况可为叠对不准确性在工艺变动的范围内为小(例如, $\delta N \rightarrow 0$),使得叠对测量无系统误差且对此范围中的工艺变动进一步不敏感。举另一实例,情况可为叠对不准确性不接近于零,但在工艺变动的范围(例如, $\text{var}(\delta N) \rightarrow 0$)内相对稳定。在此方面,叠对测量可相对稳健,但可受困于系统误差。在任一情况中,S指标可促进在选定设计准则内选择计量配方。

[0044] 在另一实施例中,可针对具有不同设计及/或不同叠对测量算法的多个叠对目标评估S指标以评估经考虑目标及/或算法的相对稳健性。在此方面,S指标可促进稳健叠对目标及/或测量算法的选择。

[0045] 出于本公开的目的,可将与叠对计量工具相关联的叠对信号视为具有足以(例如,通过使用一或多个处理器的分析或类似者)确定包含两个或更多个样品层上的叠对目标特征的相对位置的叠对的信息的叠对计量工具的输出。例如,叠对信号可包含(但不需要包含)一或多个数据集、一或多个图像、一或多个检测器读数或类似者。

[0046] 如贯穿本公开使用的术语“样品”通常指由半导体或非半导体材料形成的衬底(例如,晶片或类似者)。例如,半导体或非半导体材料可包含(但不限于)单晶硅、砷化镓及磷化铟。样品可包含一或多个层。例如,此类层可包含(但不限于)光致抗蚀剂、电介质材料、导电材料及半导体材料。在此项技术中已知许多不同类型的此类层,且如本文中使用的术语样品旨在涵盖其上可形成全部类型的此类层的样品。形成在样品的一或多个层可经图案化或未经图案化。例如,样品可包含多个裸片,每一裸片具有可重复图案化特征。此类材料层的

形成及处理最终可导致完成装置。可在样品上形成许多不同类型的装置,且如本文中使用的术语样品旨在涵盖在其上制造此项技术中已知的任何类型的装置的样品。此外,出于本公开的目的,术语样品及晶片应解译为可互换。另外,出于本公开的目的,术语图案化装置、掩模及光罩应解译为可互换。

[0047] 图1A是说明根据本公开的一或多个实施例的叠对计量系统100的概念视图。

[0048] 在一个实施例中,叠对计量系统100包含叠对计量工具102以基于任何数目个叠对配方从叠对目标获取叠对信号。例如,叠对计量工具102可将照明引导到样品104且可进一步收集从样品104发出的辐射以生成适用于确定两个或更多个样品层的叠对的叠对信号。叠对计量工具102可为此项技术中已知的适用于生成适用于确定与样品104上的叠对目标相关联的叠对的叠对信号的任何类型的叠对计量工具。叠对计量工具102可在成像模式或非成像模式中操作。例如,在成像模式中,个别叠对目标元件可在样品上的经照明光点内分辨(例如,作为明场图像、暗场图像、相位对比度图像或类似者的部分)。举另一实例,叠对计量工具102可操作为基于散射测量的叠对计量工具,其中在光瞳平面处分析来自样品的辐射以特性化来自样品104的辐射的角分布(例如,与通过样品104的辐射的散射及/或衍射相关联)。

[0049] 此外,叠对工具可配置以基于定义用于获取适用于确定叠对目标的叠对的叠对信号的测量参数的任何数目个配方生成叠对信号。例如,叠对计量工具的配方可包含(但不限于)照明波长、从样品发出的辐射的经检测波长、样品上的照明的光点大小、入射照明的角度、入射照明的偏光性、入射照明光束在叠对目标上的位置、叠对目标在叠对计量工具的聚焦体积中的位置或类似者。

[0050] 在另一实施例中,叠对计量系统100包含通信地耦合到叠对计量工具102的控制器106。控制器106可经配置以引导叠对计量工具102以基于一或多个选定配方生成叠对信号。控制器106可进一步经配置以接收数据,包含(但不限于)来自叠对计量工具102的叠对信号。另外,控制器106可经配置以基于经获取叠对信号确定与叠对目标相关联的叠对。

[0051] 在另一实施例中,控制器106包含一或多个处理器108。例如,一或多个处理器108可经配置以执行维持在存储器装置110或存储器中的程序指令集。控制器106的一或多个处理器108可包含此项技术中已知的任何处理元件。在此意义上,一或多个处理器108可包含经配置以执行算法及/或指令的任何微处理器类型装置。此外,存储器装置110可包含此项技术中已知的适用于存储可由相关联的一或多个处理器108执行的程序指令的任何存储媒体。例如,存储器装置110可包含非暂时性存储器媒体。举额外实例,存储器装置110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110可与一或多个处理器108一起容置在共同控制器外壳中。

[0052] 图1B是说明根据本公开的一或多个实施例的叠对计量工具102的概念视图。在一个实施例中,叠对计量工具102包含经配置以生成照明光束114的照明源112。照明光束114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、可见辐射或红外线(IR)辐射。

[0053] 照明源112可包含适用于提供照明光束114的任何类型的照明源。在一个实施例中,照明源112为激光源。例如,照明源112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112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114。在另一实施例中,照明源112包含激光维持等离子体(LSP)源。例如,照明源112可包含(但不限于)适用于含有一或多个元件的LSP灯、LSP灯泡或LSP腔室,所述一或多个元件在由激光源激发成等离子体状态时,可发射宽带照明。在另一实施例中,照明源112包含灯源。例如,照明源112可包含(但不限于)弧光灯、放电灯、无电极灯或类似者。在此方面,照明源112可提供具有低相干性(例如,低空间相干性及/或时间相干性)的照明光束114。

[0054] 在另一实施例中,叠对计量系统100包含波长选择装置116以控制用于照明样品104的照明光束114的光谱。例如,波长选择装置116可包含适用于提供具有选定光谱(例如,中心波长、带宽、光谱轮廓或类似者)的照明光束114的可微调滤波器。举另一实例,波长选择装置116可调整可微调照明源112的一或多个控制设置以直接控制照明光束114的光谱。此外,控制器106可通信地耦合到照明源112及/或波长选择装置116以调整照明光束114的光谱的一或多个方面。

[0055] 在另一实施例中,叠对计量工具102经由照明路径118将照明光束114引导到样品104。照明路径118可包含适用于修改及/或准直照明光束114以及将照明光束114引导到样品104的一或多个光学组件。例如,照明路径118可包含(但不需要包含)(例如,用于准直照明光束114、中继光瞳及/或场平面或类似者的)一或多个透镜120、用于调整照明光束114的偏光性的一或多个偏光器122、一或多个滤波器、一或多个光束分离器、一或多个扩散器、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)。在另一实施例中,叠对计量工具102包含用于将照明光束114聚焦到样品104(例如,具有定位在样品104的两个或更多个层上的叠对目标元件的叠对目标)上的物镜124。在另一实施例中,样品104经安置在适用于固定样品104且进一步经配置以相对于照明光束114定位样品104的样品载物台126上。

[0056] 在另一实施例中,叠对计量工具102包含一或多个检测器128,其经配置以通过集光路径132捕获从样品104(例如,样品104上的叠对目标)发出的辐射(例如,样品辐射130)且生成指示样品104的两个或更多个层的叠对的一或多个叠对信号。集光路径132可包含用于引导及/或修改由物镜124收集的照明的多个光学元件,包含(但不限于)一或多个透镜134、一或多个滤波器、一或多个偏光器、一或多个光束块或一或多个光束分离器。例如,检测器128可接收由集光路径132中的元件(例如,物镜124、一或多个透镜134或类似者)提供的样品104的图像。举另一实例,检测器128可接收从样品104反射或散射(例如,经由镜面反射、扩散反射及类似者)的辐射。举另一实例,检测器128可接收由样品生成的辐射(例如,与照明光束114的吸收相关联的发光及类似者)。举另一实例,检测器128可从样品104接收辐射的一或多个衍射级(例如,0级衍射、 ± 1 级衍射、 ± 2 级衍射及类似者)。

[0057] 叠对计量工具102的照明路径118及集光路径132可以适用于使用照明光束114照明样品104且收集响应于入射照明光束114而从样品104发出的辐射的广泛范围的配置定向。例如,如图1B中说明,叠对计量工具102可包含光束分离器136,其经定向使得物镜124可同时将照明光束114引导到样品104且收集从样品104发出的辐射。举另一实例,照明路径118及集光路径132可含有非重叠光学路径。

[0058] 图1C是说明根据本公开的一或多个实施例的叠对计量工具102的概念视图。在一

个实施例中,照明路径118及集光路径132含有单独元件。例如,照明路径118可利用用于将照明光束114聚焦到样品104上的第一聚焦元件138且集光路径132可利用用于收集来自样品104的辐射的第二聚焦元件140。在此方面,第一聚焦元件138及第二聚焦元件140的数值孔径可为不同的。在另一实施例中,一或多个光学组件可安装到绕样品104枢转的可旋转臂(未展示),使得照明光束114在样品104上的入射角可由可旋转臂的位置控制。

[0059] 如本文中先前描述,叠对计量工具102可配置以使用任何数目个叠对配方(例如,测量参数集合)生成与样品104上的叠对目标相关联的叠对信号。此外,叠对计量工具102可提供测量参数的快速微调,使得可快速地获取基于不同配方的多个叠对信号。例如,叠对计量系统100的控制器106可与叠对计量工具102的一或多个可调整组件通信地耦合以根据叠对配方配置可调整组件。

[0060] 叠对配方可包含入射到样品上的照明光束114的光谱的一或多个方面(例如(但不限于)照明光束114的波长(例如,中心波长)、带宽及光谱轮廓)作为测量参数。例如,控制器106可通信地耦合到照明源112及/或波长选择装置116以根据叠对配方调整照明光束114的光谱。

[0061] 在一个实施例中,波长选择装置116包含其中可通过修改入射照明光束114在滤波器上的位置而快速地微调照明光束114的光谱特性(例如,中心波长、带宽、光谱透射率值或类似者)的一或多个位置可微调光谱滤波器。此外,位置可微调光谱滤波器可包含任何类型的光谱滤波器,例如(但不限于)低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器或带阻滤波器。

[0062] 例如,位置可微调光谱滤波器可包含操作为具有位置可微调截止波长的一或多个薄膜。在此方面,可通过修改照明光束114在滤波器上的位置而微调截止波长。例如,低通边缘滤波器可(例如,经由透射或反射)使低于截止波长的波长通过,而高通边缘滤波器可使高于截止波长的波长通过。此外,带通滤波器可由与高通边缘滤波器组合的低通边缘滤波器形成。

[0063] 现参考图2到10,更详细描述用于评估叠对计量目标对工艺变动的敏感度的缩放指标(S指标)。

[0064] 如本文中先前描述,在制造叠对计量目标(及相关联装置特征)期间的工艺变动可导致经制造叠对目标从设计特性的偏差。例如,膜沉积步骤中的工艺变动可导致样品层的特性(例如(但不限于)厚度、均质性或折射率)的变动。举另一实例,曝光步骤中的变动可包含元件的经曝光图案从经设计图案的偏差。举另一实例,蚀刻步骤中的变动可导致经制造特征从经曝光图案的偏差,例如(但不限于)侧壁角不对称性。

[0065] 可通常将工艺变动对叠对目标的影响划分为两个类别:不对称变动及对称变动。不对称变动通过叠对目标的一或多个元件或叠对目标整体的不对称性特性化。不对称工艺变动的实例包含(但不限于)不对称侧壁角、光栅结构的变形或目标噪声。相比之下,对称变动包含经制造叠对目标从设计特性的对称物理偏差且可包含(但不限于)一或多个样品层的光学性质或厚度的变动。

[0066] 本文中预期,具有低可测量性的区域(例如,具有基于成像的叠对的低对比度的区域或具有基于散射测量的叠对的低敏感度的区域)可受困于叠对不准确性(包含由工艺变动引发的不准确性)的强放大。然而,不同类型的准确性可具有不同影响。例如,叠对目标中的不对称变动可导致不准确性误差的放大,而叠对目标中的对称变动可改变配方的配方

性能及/或稳健性。

[0067] 本文中进一步预期,叠对测量算法对由工艺变动引发的叠对目标的偏差的敏感度可取决于叠对计量工具(例如,叠对计量系统100)的测量参数(例如(但不限于)叠对目标的照明的波长或偏光性)的精确值。

[0068] 图2是根据本公开的一或多个实施例的针对具有由工艺变动引发的不对称侧壁角的目标的依据波长而变化的对比度精确性202及不准确性204的图表200。如图2中说明,在具有不良对比度精确性的区域中(此处500nm处达到峰值),存在不准确性的同时放大。相比之下,侧壁角不准确性的影响在400nm及600nm处为低。因此,叠对测量在400nm及600nm处对工艺变动相对不敏感且因此在这些波长处是稳健的。

[0069] 另外,叠对目标或其元件的工艺变动引发的不对称性的强度及符号可对叠对不准确性的影响具有不同影响。图3A是说明根据本公开的一或多个实施例的侧壁不对称性的强度对叠对不准确性的影响的图表300。在图3A中,考虑具有不同量的不对称性的两个结构:Asym1 302及Asym2 304,其中Asym2 304具有侧壁角的更强不对称性。如图表300中说明,侧壁角不对称性的强度的增加导致具有低对比度精确性的区域中的叠对不准确性的增加(此处500nm处)。图3B是说明根据本公开的一或多个实施例的侧壁不对称性的符号对叠对不准确性的影响的图表306。在图3B中,考虑具有不同量的不对称性的两个结构:Asym1 308及Asym2 310,其中Asym1 308及Asym2 310具有侧壁角不对称性的相反符号。如图表306中说明,不对称性结果的符号的翻转导致具有低对比度精确性的区域周围的不准确性行为的翻转(此处500nm处),但强度不改变。

[0070] 现参考图4A及4B,更详细描述工艺变动跨样品的空间分布及其对叠对不准确性的相关联影响。由于工艺变动通常是机械及/或光学效应的结果,所以不同工艺变动通常具有与跨样品的叠对目标上的经引发不对称性的符号及/或量值的空间分布相关联的经定义标志。例如,样品(例如,晶片)上的蚀刻的效应通常归因于电子束而含有径向标志,此导致侧壁角不对称性(例如,在经制造光栅结构中)从晶片的中心到样品的周边增加。基于图3A及3B,此可导致样品的中心的更好准确性且不准确性朝向样品周边增加。举另一实例,膜沉积中的变动的效应通常还导致薄膜的径向厚度变动,此可引发跨样品的类似不准确性标志。

[0071] 图4A是根据本公开的一或多个实施例的跨样品分布的叠对目标的位置的图表400。图4B是根据本公开的一或多个实施例的针对图4A中描绘的叠对目标的依据波长而变化的经测量叠对的图表402。在图4A及4B中,经展示为相对浅阴影的在样品的中心附近的叠对目标展现大约720nm的相对低谐振,而经展示为相对暗阴影的在样品的周边附近的叠对目标展现大约720nm的相对高谐振。在此方面,叠对算法具有相对高 δN (见上文的等式(1)及(2))。此外,(基于图4A中的场Y值)在样品的顶部及底部上的叠对测量之间存在符号反转,此指示由于工艺变动的叠对目标内的物理几何不对称性的符号翻转。

[0072] 此外,图4A及4B说明在近似400nm到500nm的范围中的波长处,叠对算法对工艺变动相对不敏感,此由此波长区域中的叠对测量标志的高稳定性指示。因此,此波长区域中的叠对测量通常可跨样品更准确。针对在近似500nm到600nm的范围中的波长,叠对测量趋于随着不对称性的强度而缩放,此指示对工艺变动的较高敏感度及因此在此波长区域中的测量的较大不准确性。

[0073] 现参考图5A及5B,更详细描述用于评估叠对目标及/或算法的稳健性的缩放指标

(S指标)。

[0074] 本文中预期,可开发使用特定叠对算法评估特定叠对目标的叠对测量的稳健性(或替代地,敏感度)的指标。在一个实施例中,如本文中公开的S指标在存在依据测量参数(例如,计量配方的参数)(例如(但不限于)波长或偏光性)而变化的工艺变动的情况下使用特定叠对算法评估特定叠对目标的叠对测量的任何变动。在此方面,对工艺变动的敏感度可显现为经测量叠对(或叠对不准确性的)的可变性,如图2到5B中说明。例如,上文的图2到3B说明在存在叠对目标的工艺变动引发的偏差的情况下的单个叠对测量不足以区分工艺变动对叠对测量的影响。然而,跨测量参数的范围(例如,在图2到3B的情况中的波长)评估叠对测量(或叠对不准确性的)可容许确定工艺变动对叠对测量的影响。

[0075] 在一个实施例中,将S指标计算为:

$$[0076] \quad S_{metric} = \chi \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N w_i (ovl_i - \langle ovl \rangle)^2} \quad (3)$$

[0077] 其中

$$[0078] \quad \langle ovl \rangle = \sum_{i=1}^N w_i ovl_i \quad (4)$$

[0079] 其中N为使用不同测量参数(例如,波长、偏光性或类似者)的测量的数目,i为测量参数指数,ovl_i为针对给定测量参数的叠对测量的值,<ovl>为N个叠对测量的加权平均数,且w为每一测量的权重。此外,χ可采取±1的值且可与谐振的符号(例如,不对称性的符号)对应。例如,可通过获取在谐振处或附近的叠对测量与远离谐振的叠对测量之间的差的符号而确定χ的符号。

[0080] 在一般意义上,S指标是基于跨测量参数的值的范围的叠对测量的加权标准偏差。在此方面,S指标可提供跨测量参数的范围的叠对测量的可变性的测量。

[0081] 本文中预期,等式(3)及(4)中的S指标的公式提供实施方案的实质灵活性。例如,在其中可忽视S指标的特定符号(例如,χ的值)的应用中,S指标的绝对值可具有特定意义。举另一实例,可使用不同方法(例如,标准偏差是否经加权、积分及类似者)评估在不同测量内的叠对可变性。

[0082] 在一个实施例中,基于与叠对测量相关联的选定质量指标(例如(但不限于)对比度(例如,在基于图像的叠对中)、敏感度(例如,在基于散射测量的叠对中))确定权重w。在此方面,可缓解噪声的影响。在另一实施例中,权重w全部经设置为相等(例如,1)以提供未加权指标。

[0083] 图5A是根据本公开的一或多个实施例的工艺变动引发的不对称性在叠对目标的特征上的分布的示意性表示。在图5A中,在样品504的中心附近的叠对目标502的特征可具有相对少到无不对称性。然而,叠对目标502的特征(在图5A的定向上)在朝向样品的右上部分前进的位置中展现一个符号的越来越强的侧壁角不对称性且在朝向样品的左下部分前进的位置中展现相反符号的越来越强的侧壁角不对称性。图5B是根据本公开的一或多个实施例的跨图5A中描绘的样品504分布的叠对目标502的模拟表示,其中每一叠对目标502的阴影表示S指标的值。

[0084] 如图5B中说明,在存在工艺变动(此处,侧壁角不对称性)的情况下跨样品504分布的叠对目标的S指标容许叠对景观(在测量配方参数的范围内应用到叠对目标的叠对算法)的敏感度的评估。

[0085] 现参考图6到10,可以多个方式应用S指标以促进准确及稳健叠对计量。

[0086] 图6是说明根据本公开的一或多个实施例的在用于选择叠对目标设计的方法600中执行的步骤的流程图。例如,可基于S指标计算而从一系列候选目标设计选择叠对目标设计以提供稳健叠对计量。申请者提及,本文中在叠对计量系统100的背景内容中先前描述的实施例及启用技术应解译为扩展到方法600。然而,应进一步注意,方法600不限于叠对计量系统100的架构。

[0087] 在一个实施例中,方法600包含使用叠对计量工具的测量参数的多个值对样品上的叠对目标的两个或更多个集合执行叠对测量的步骤602,其中叠对目标的特定集合包含具有两个或更多个叠对目标设计中的一者的叠对目标。例如,不同目标设计可具有特征的不同大小、定向及/或分布。此外,目标设计可适用于基于成像的叠对测量或基于散射测量的叠对测量。

[0088] 叠对计量工具的测量参数可包含与计量配方相关联的任何参数,例如(但不限于)照明波长、从样品发出的辐射的经检测波长、样品上的照明的光点大小、入射照明的角度、入射照明的偏光性、入射照明光束在叠对目标上的位置或叠对目标在叠对计量工具的聚焦体积中的位置。

[0089] 在另一实施例中,方法600包含确定叠对目标的两个或更多个集合中的至少一些叠对目标的缩放指标值的步骤604,其中特定叠对目标的缩放指标是基于叠对目标的对应集合的叠对测量的标准偏差。在一个实施例中,缩放指标与等式(3)及(4)中的S指标对应。在此方面,缩放指标可与叠对测量的加权标准偏差对应,其中权重是基于此项技术中已知的任何质量指标(例如(但不限于)对比度或敏感度)确定。在另一实施例中,缩放指标与叠对测量的未加权标准偏差对应。

[0090] 在另一实施例中,方法600包含确定叠对目标的两个或更多个集合中的每一者的缩放指标值的可变性的步骤606。在此方面,可评估与两个或更多个叠对目标设计中的每一者相关联的S指标可变性。可变性可包含此项技术中已知的可变性的任何统计测量,包含(但不限于)标准偏差、方差或类似者。

[0091] 在另一实施例中,方法600包含选择具有最小缩放指标可变性的两个或更多个叠对目标设计中的一者作为输出叠对目标设计的步骤608。在另一实施例中,方法600包含测量包含具有输出叠对目标设计的一或多个叠对目标的测试样品的叠对的步骤610。在此方面,可在用于制造一或多个装置的生产线中实施通过方法600选择的输出叠对目标设计。

[0092] 图7A及7B说明基于S指标可变性的叠对目标设计的选择。图7A是根据本公开的一或多个实施例的用于具有工艺变动的跨样品分布的具有第一叠对目标设计的叠对目标的S指标的图表702。图7B是根据本公开的一或多个实施例的用于具有工艺变动的跨样品分布的具有第二叠对目标设计的叠对目标的S指标的图表704。基于图7A及7B,第一叠对目标设计具有依据波长而变化的较小S指标可变性(例如,最小 3σ 或类似者)。在此方面,第一叠对目标设计可提供相对更稳健叠对测量。

[0093] 本文中进一步预期,S指标可变性可用于评估及/或选择计量配方(例如,叠对计量工具的硬件配置)。

[0094] 图8是说明根据本公开的一或多个实施例的在用于选择叠对计量工具的硬件配置的方法800中执行的步骤的流程图。例如,可基于S指标计算而从一系列候选目标设计选择

叠对目标设计以提供稳健叠对计量。申请者提及,本文中在叠对计量系统100的背景内容中先前描述的实施例及启用技术应解译为扩展到方法800。然而,应进一步注意,方法800不限于叠对计量系统100的架构。

[0095] 在一个实施例中,方法800包含使用经配置具有两个或更多个硬件配置的叠对计量工具运用叠对计量工具的多个测量参数对跨样品分布的叠对目标集合执行叠对测量的步骤802。

[0096] 叠对计量工具的测量参数可包含与计量配方相关联的任何参数,例如(但不限于)照明波长、从样品发出的辐射的经检测波长、样品上的照明的光点大小、入射照明的角度、入射照明的偏光性、入射照明光束在叠对目标上的位置或叠对目标在叠对计量工具的聚焦体积中的位置。此外,不同硬件配置可包含与计量配方相关联的任何配置。在此方面,方法800可促进计量配方的一或多个参数的选择对工艺变动稳健。

[0097] 在另一实施例中,方法800包含基于使用两个或更多个硬件配置的叠对测量确定所述叠对目标集合的缩放指标值的步骤804,其中使用两个或更多个硬件配置的特定硬件配置测量的所述叠对目标集合中的特定叠对目标的缩放指标是基于与特定硬件配置相关联的叠对测量的标准偏差。在一个实施例中,缩放指标与等式(3)及(4)中的S指标对应。在此方面,缩放指标可与叠对测量的加权标准偏差对应,其中权重是基于此项技术中已知的任何质量指标(例如(但不限于)对比度或敏感度)确定。在另一实施例中,缩放指标与叠对测量的未加权标准偏差对应。

[0098] 在另一实施例中,方法800包含确定与两个或更多个硬件配置中的每一者相关联的缩放指标值的可变性的步骤806。在此方面,可评估与两个或更多个叠对目标设计中的每一者相关联的S指标可变性。可变性可包含此项技术中已知的可变性的任何统计测量,包含(但不限于)标准偏差、方差或类似者。

[0099] 在另一实施例中,方法800包含选择具有最小缩放指标可变性的两个或更多个硬件配置中的一者作为叠对计量工具的输出硬件配置的步骤808。在另一实施例中,方法800包含使用具有输出硬件配置的叠对计量工具测量叠对目标的额外例子的叠对的步骤810。

[0100] 在一些实施例中,用于跨样品的叠对目标的S指标的评估可用于开发位点特定缩放因子以校正每位点叠对不准确性。

[0101] 图9是说明根据本公开的一或多个实施例的在用于生成位点特定缩放因子以校正位点特定叠对不准确性的方法900中执行的步骤的流程图。例如,可基于S指标计算而从一系列候选目标设计选择叠对目标设计以提供稳健叠对计量。申请者提及,本文中在叠对计量系统100的背景内容中先前描述的实施例及启用技术应解译为扩展到方法900。然而,应进一步注意,方法900不限于叠对计量系统100的架构。

[0102] 在一个实施例中,方法900包含在跨参考样品分布的叠对目标集合上使用测量参数的多个值测量叠对的步骤902,其中所述叠对目标集合具有共同目标设计,且其中所述多个叠对目标包含制造误差的已知空间分布。在另一实施例中,方法900包含基于叠对测量确定多个叠对目标的缩放指标值的步骤904,其中多个叠对目标的特定叠对目标的缩放指标是基于叠对测量的标准偏差。在另一实施例中,方法900包含测量测试样品上具有共同目标设计的至少一个叠对目标上的叠对的步骤906。在另一实施例中,方法900包含生成位点特定缩放因子以基于每一对应叠对目标的缩放指标值校正所述叠对目标集合中的叠对目标

的位置处的叠对不准确性的步骤908。

[0103] 在一些实施例中,缩放指标可用于优化计量配方以提供对工艺变动稳健的叠对测量。图10是说明根据本公开的一或多个实施例的在用于识别对工艺变动稳健的计量配方的方法1000中执行的步骤的流程图。例如,可基于S指标计算而从一系列候选目标设计选择叠对目标设计以提供稳健叠对计量。申请者提及,本文中在叠对计量系统100的背景内容中先前描述的实施例及启用技术应解译为扩展到方法1000。然而,应进一步注意,方法1000不限于叠对计量系统100的架构。

[0104] 在一个实施例中,方法1000包含在跨参考样品分布的叠对目标集合上使用用于配置叠对计量工具的测量参数的多个值测量叠对的步骤1002,其中所述叠对目标集合具有共同目标设计,且其中所述多个叠对目标包含制造误差的已知空间分布。在另一实施例中,方法1000包含基于叠对测量确定多个叠对目标的缩放指标值的步骤1004,其中多个叠对目标的特定叠对目标的缩放指标是基于叠对测量的标准偏差。在另一实施例中,方法1000包含基于缩放指标值与测量参数之间的相关性识别包含提供在选定公差内的对制造误差的不敏感度的测量参数的值的计量配方的步骤1006。例如,可基于计算以下项而识别准确测量参数(例如,准确配方): $\min(S(\text{sites}) - \text{ovl}_i)$ 。在另一实施例中,方法1000包含使用经识别计量配方测量测试样品上具有共同目标设计的至少一个叠对目标上的叠对的步骤1008。

[0105] 本文中描述的标的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为示范性,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与架构或中间组件无关。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)可物理相互作用及/或物理相互作用组件及/或可无线相互作用及/或无线相互作用组件及/或可逻辑相互作用及/或逻辑相互作用组件。

[0106] 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标的物或不牺牲全部其材料优点。所描述的形式仅为解释性,且以下权利要求书旨在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。

100

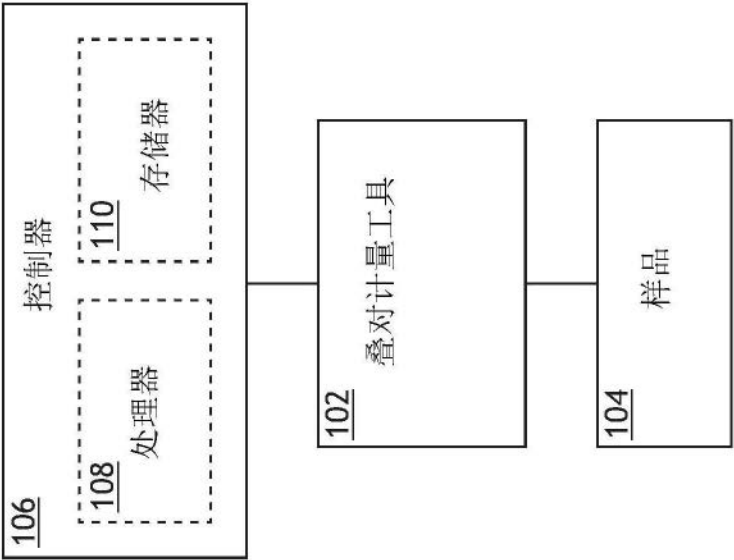


图1A

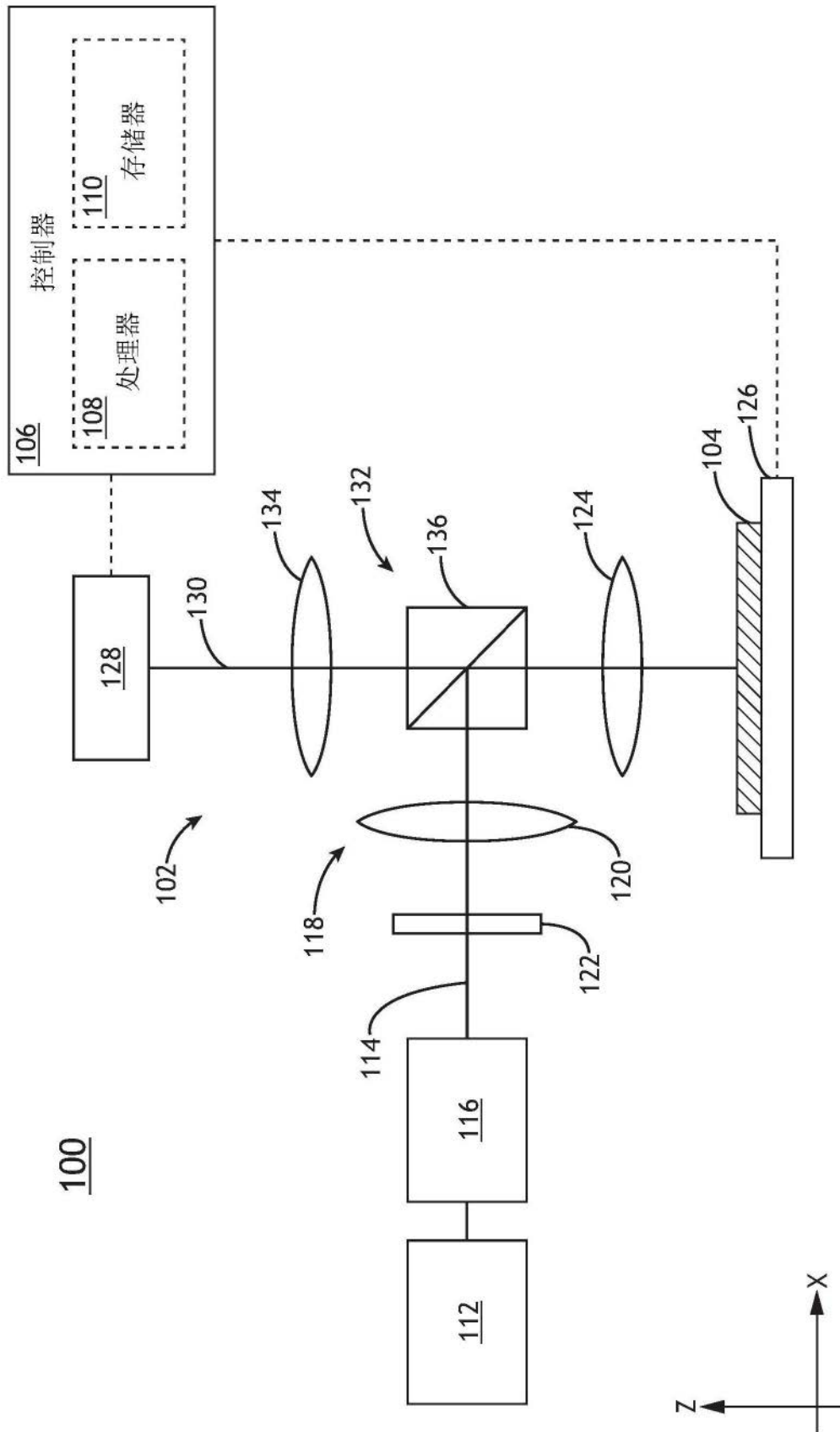


图1B

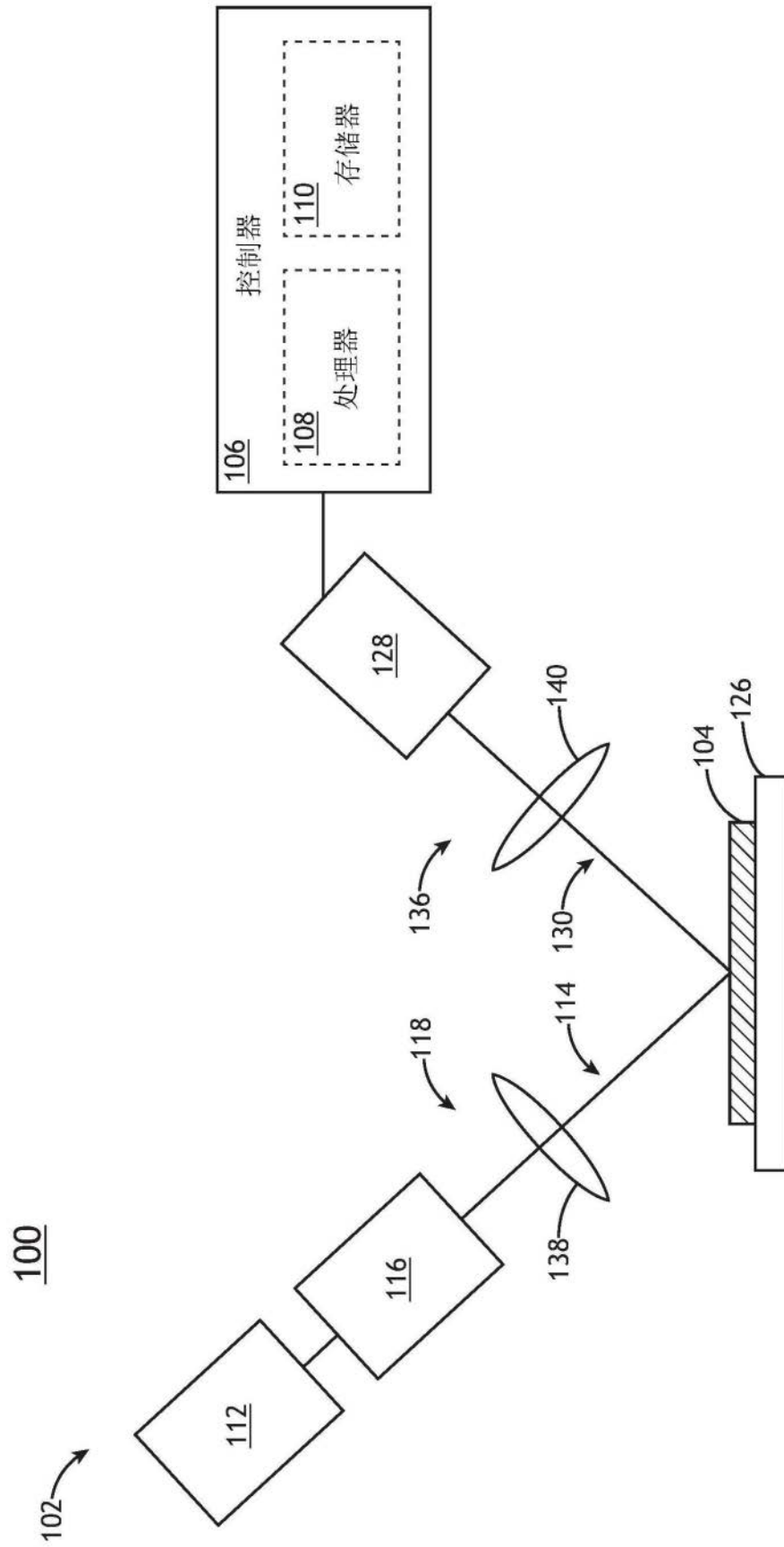


图1C

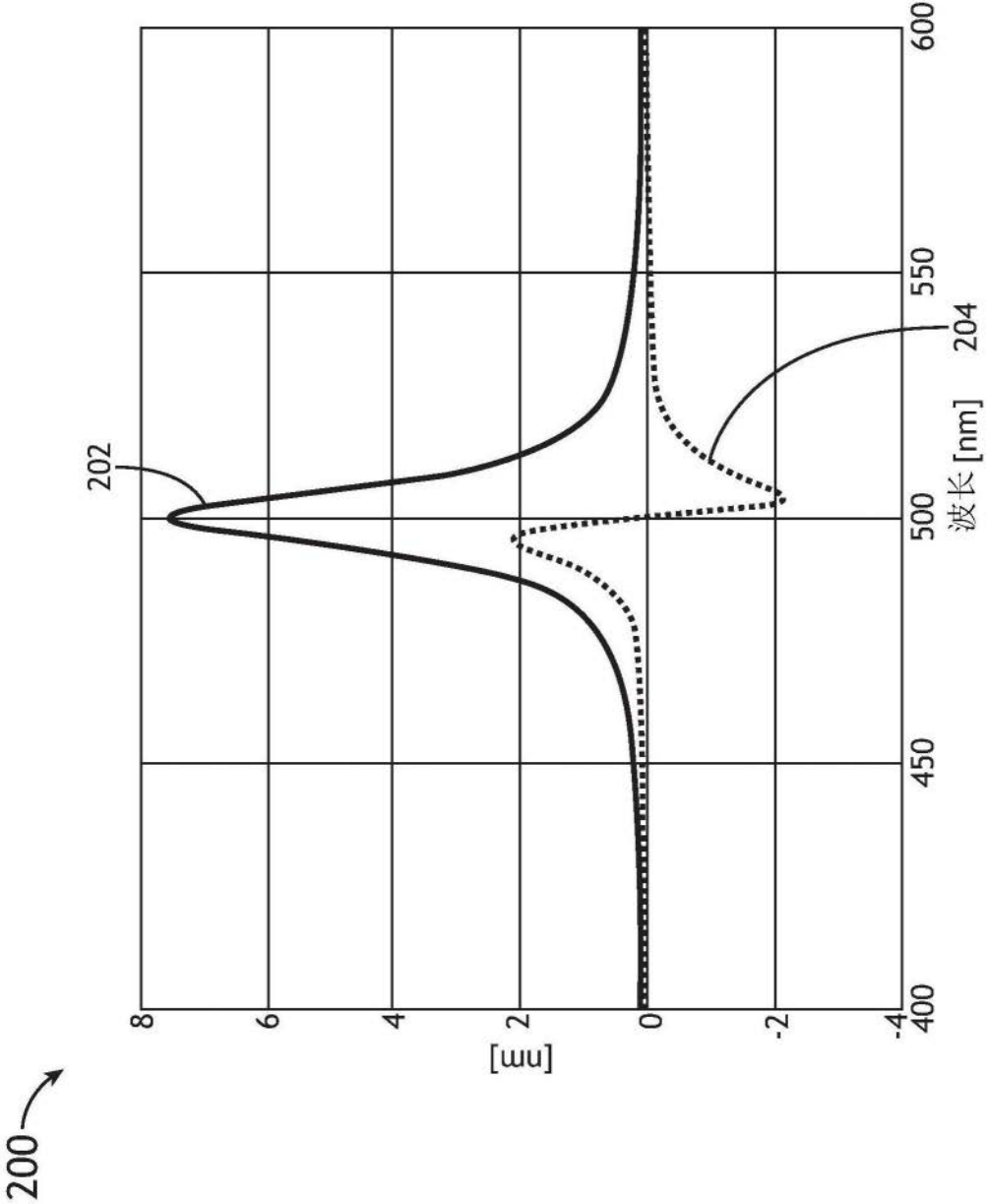


图2

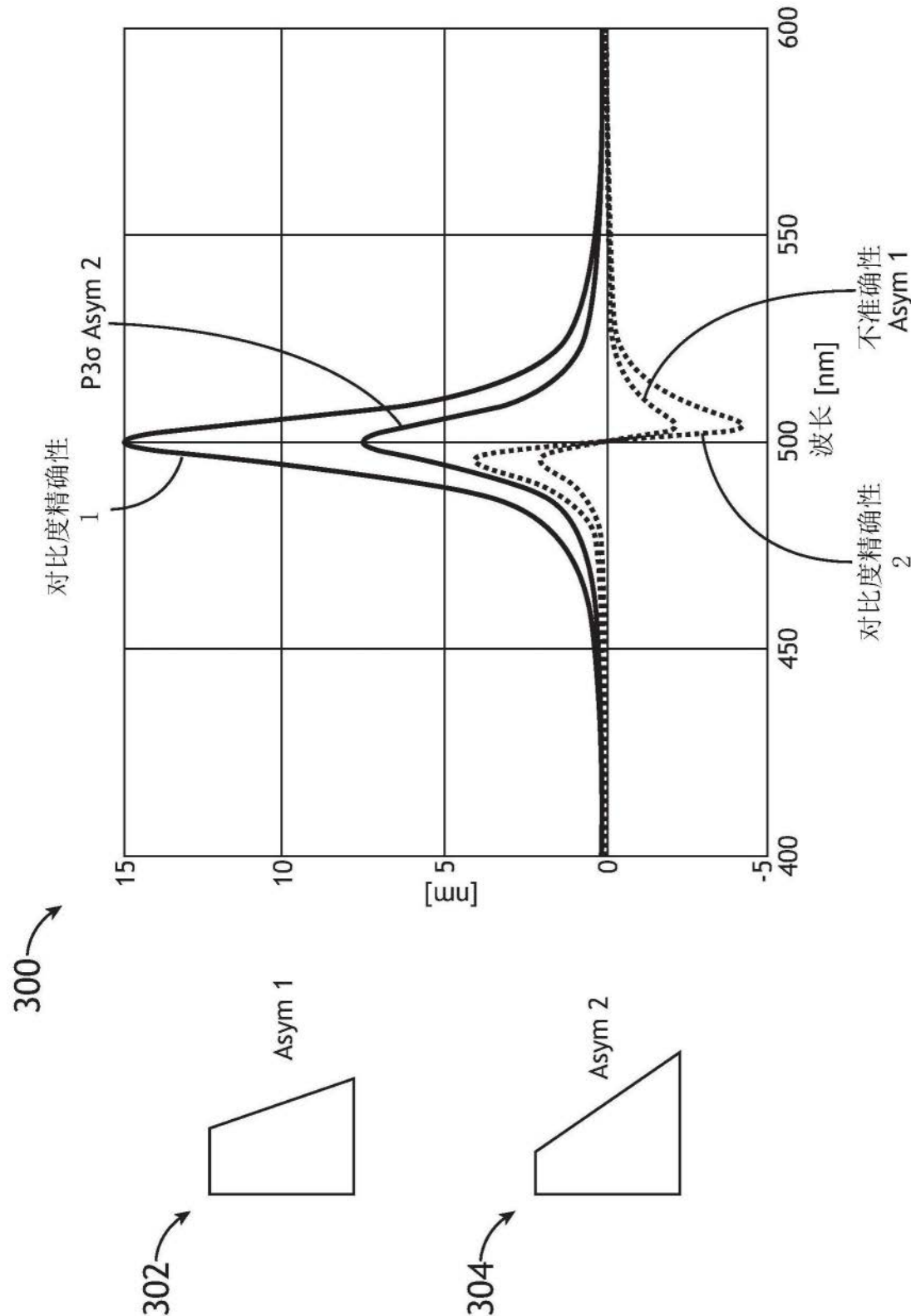


图3A

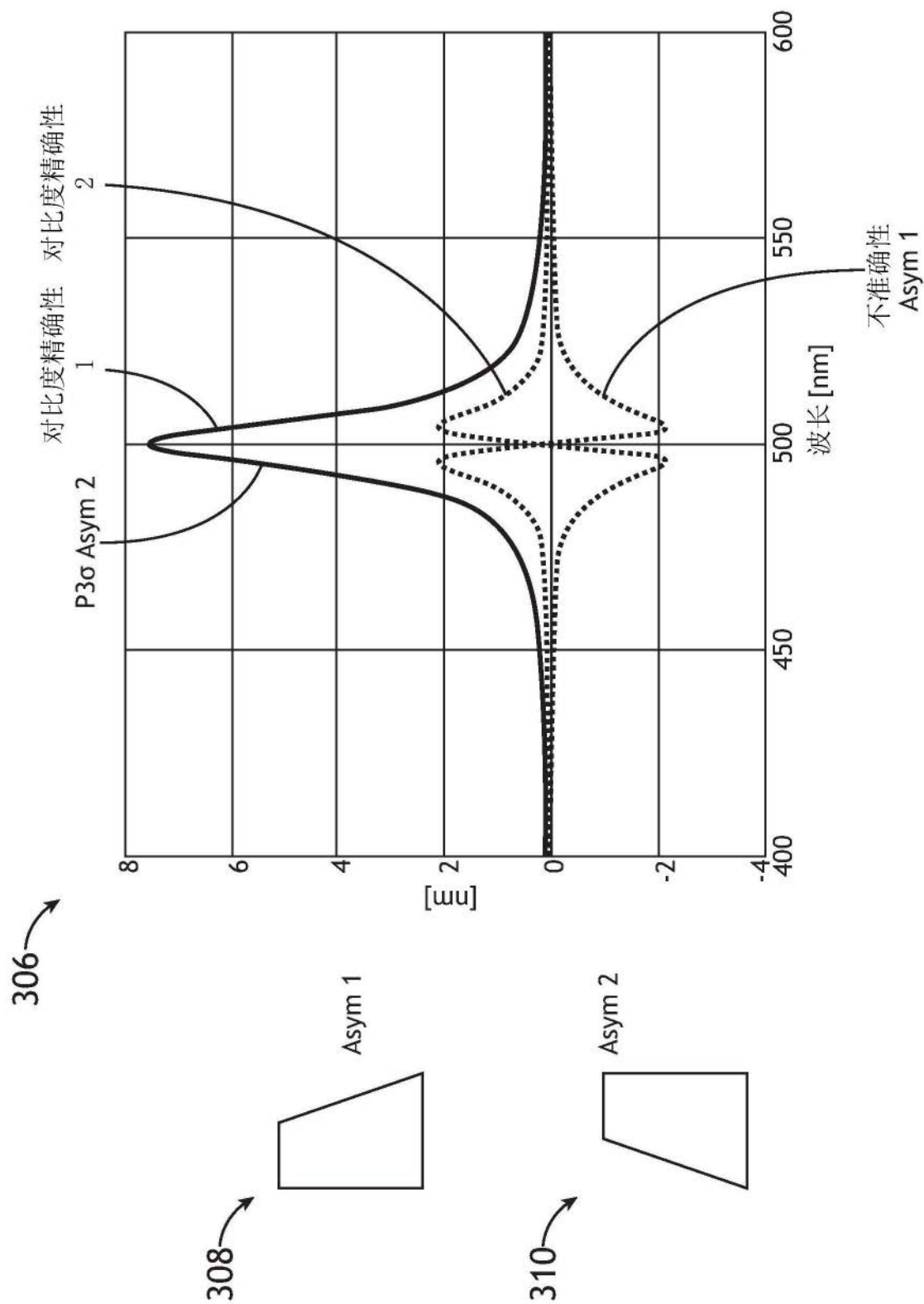


图3B

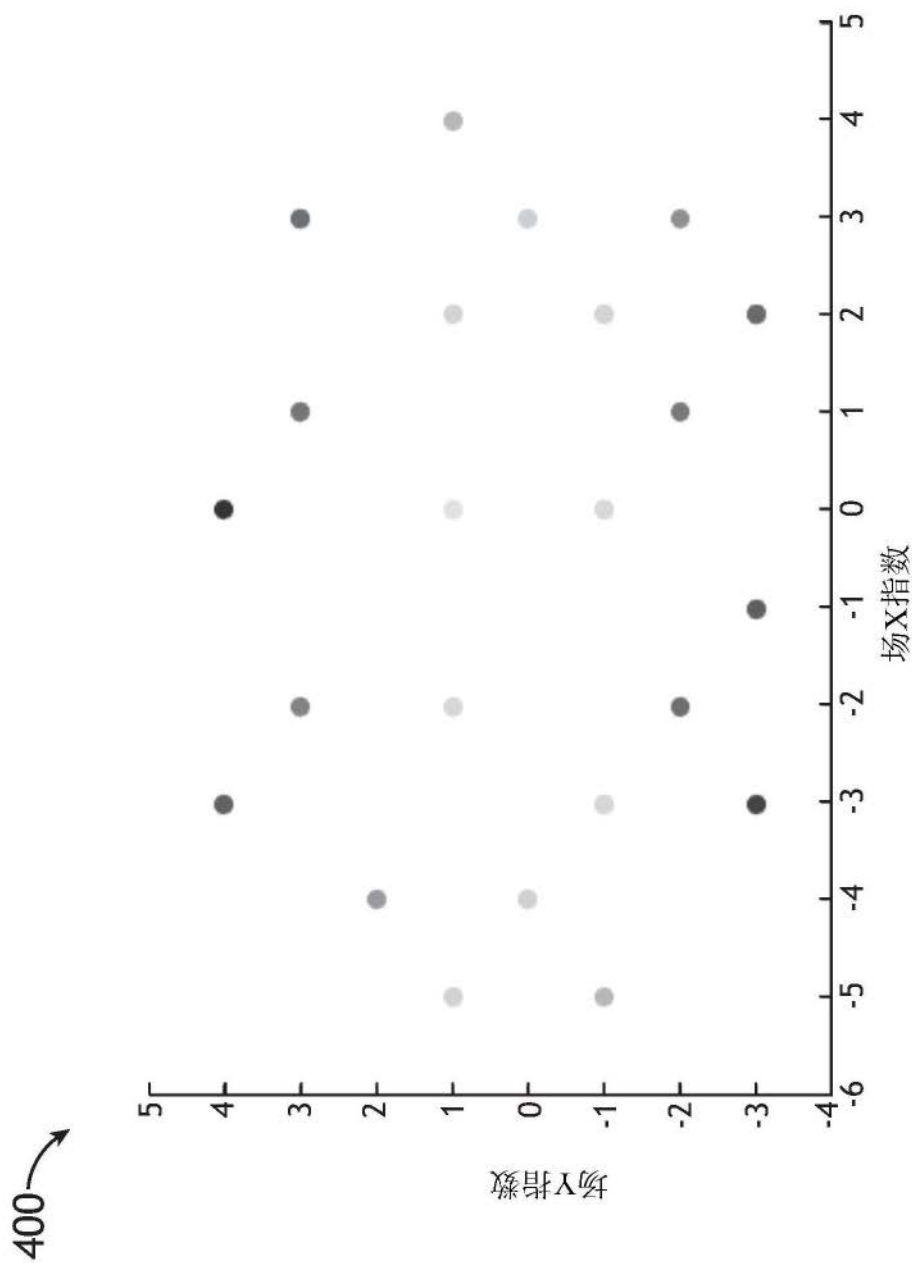


图4A

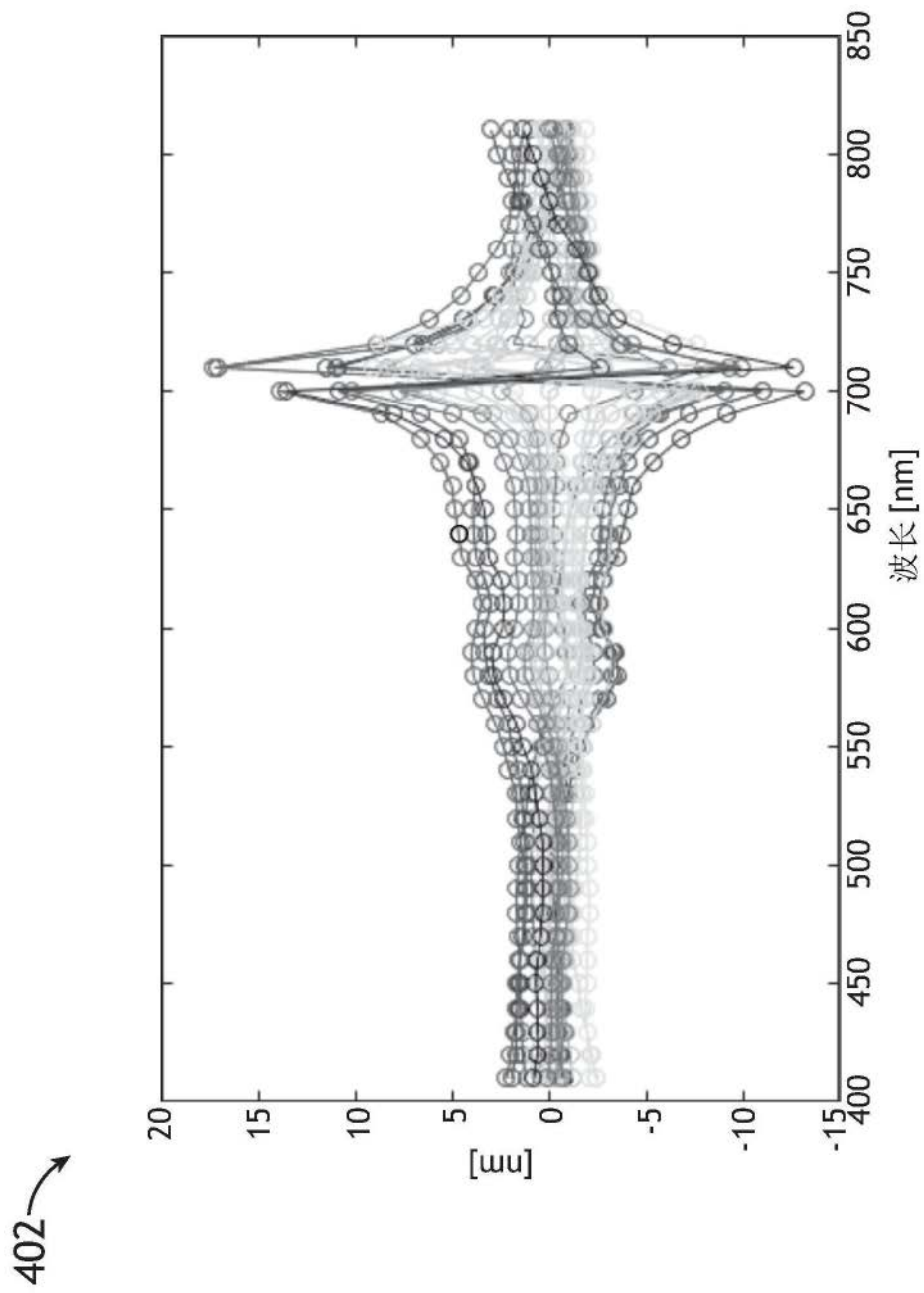


图4B

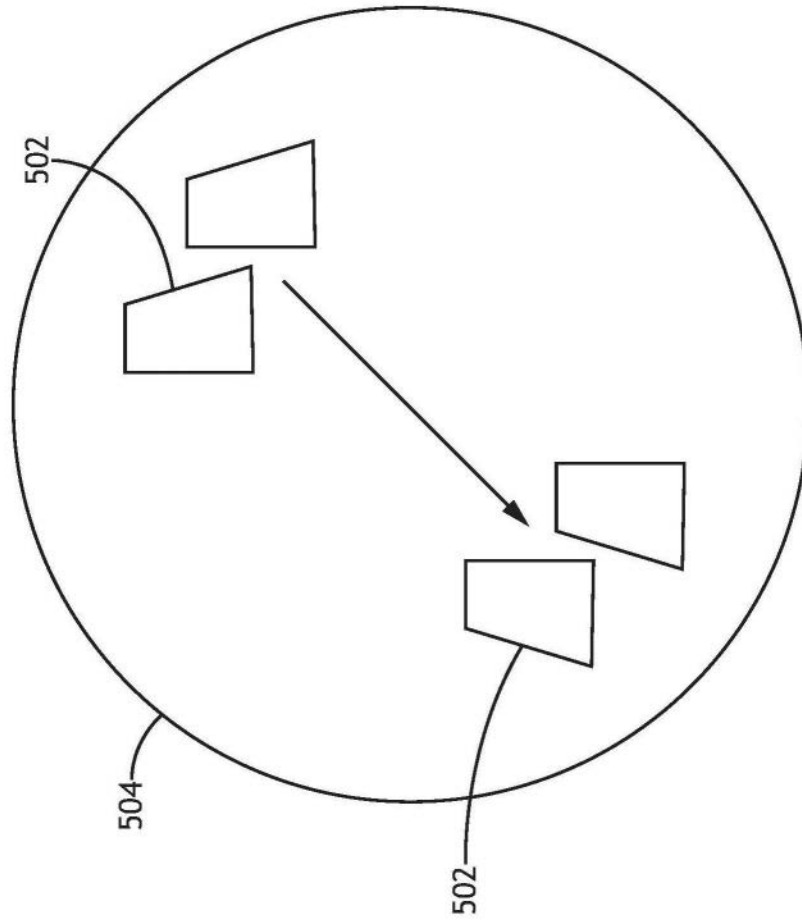


图5A

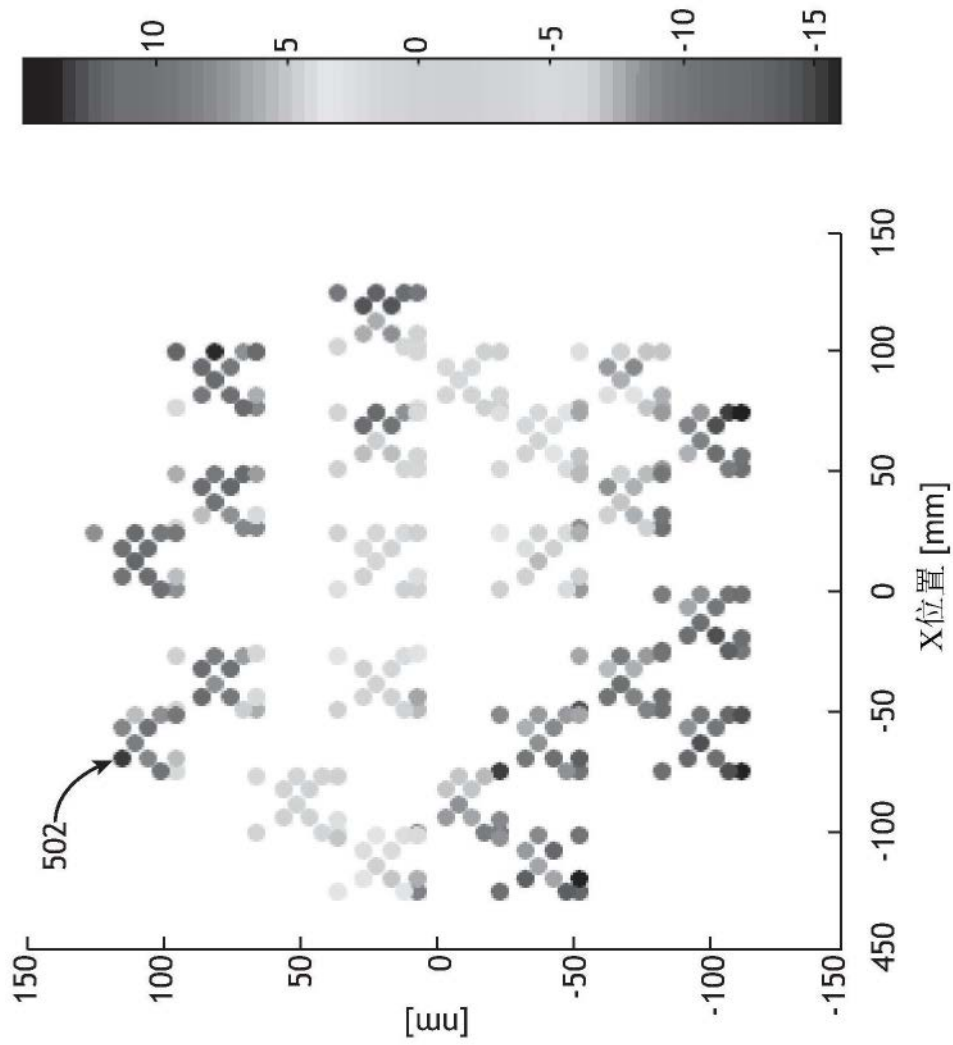


图5B

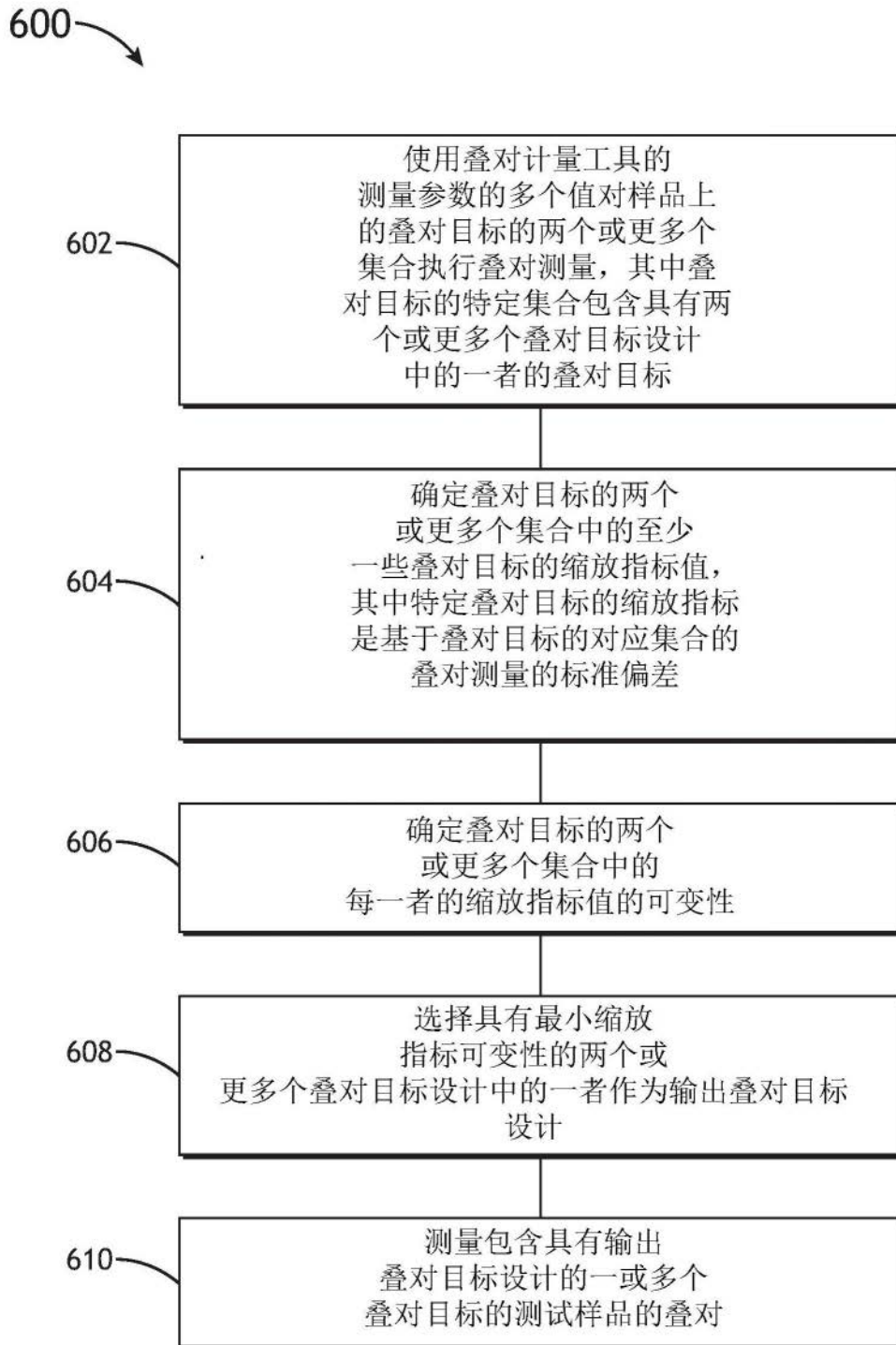


图6

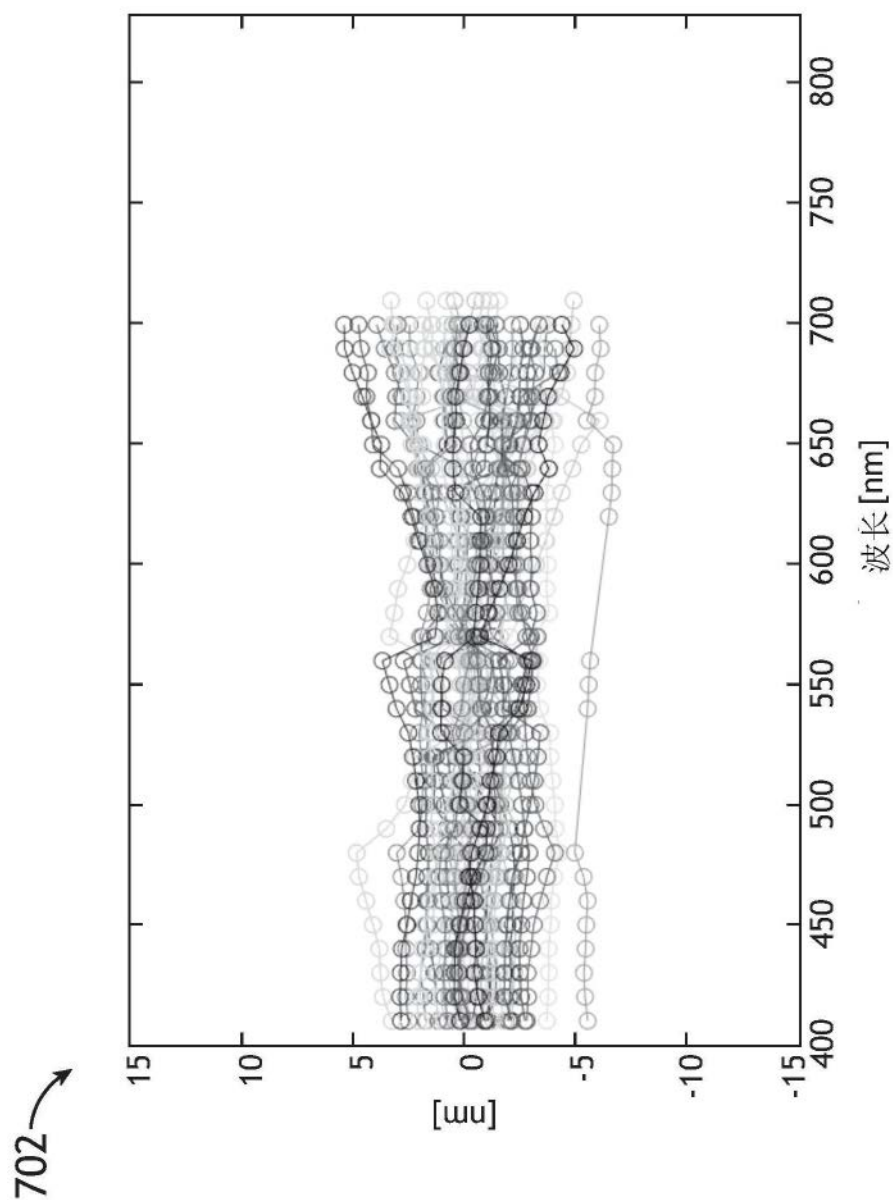


图7A

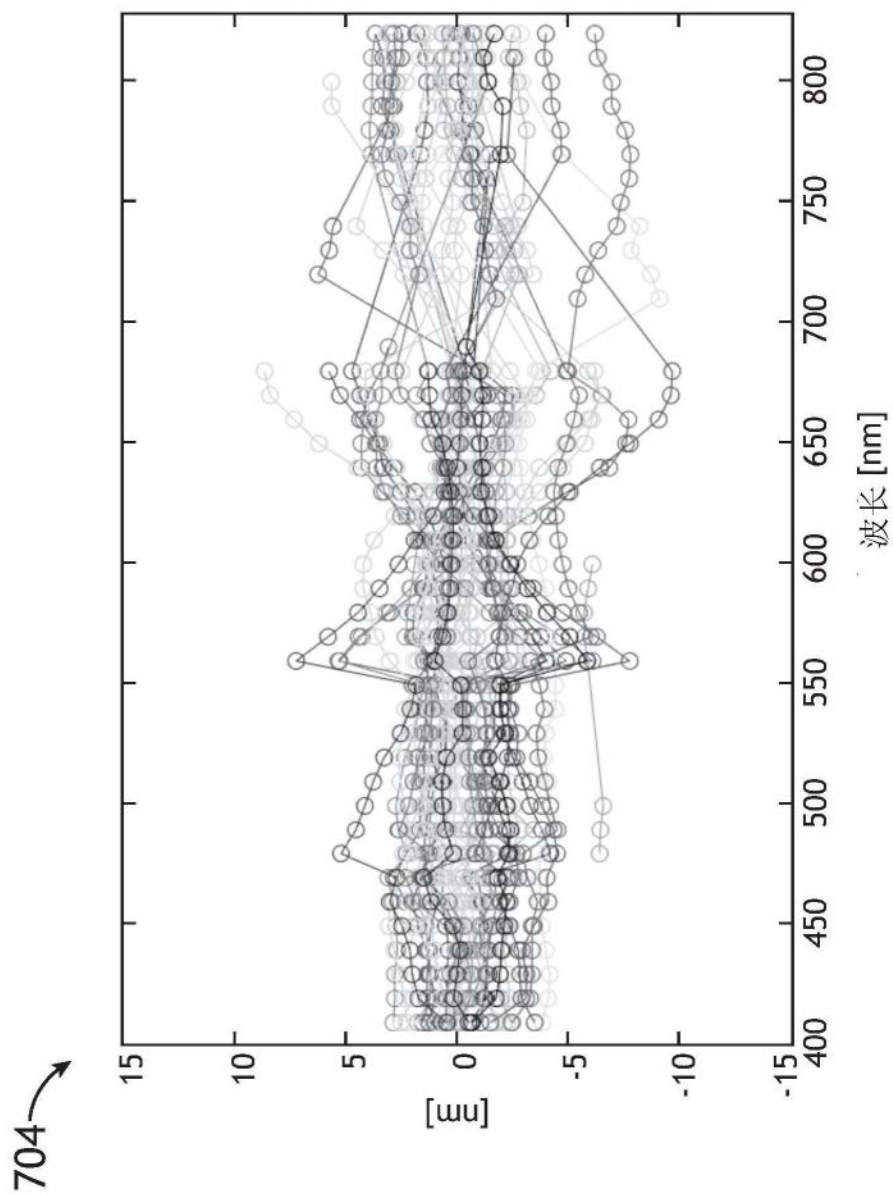


图7B

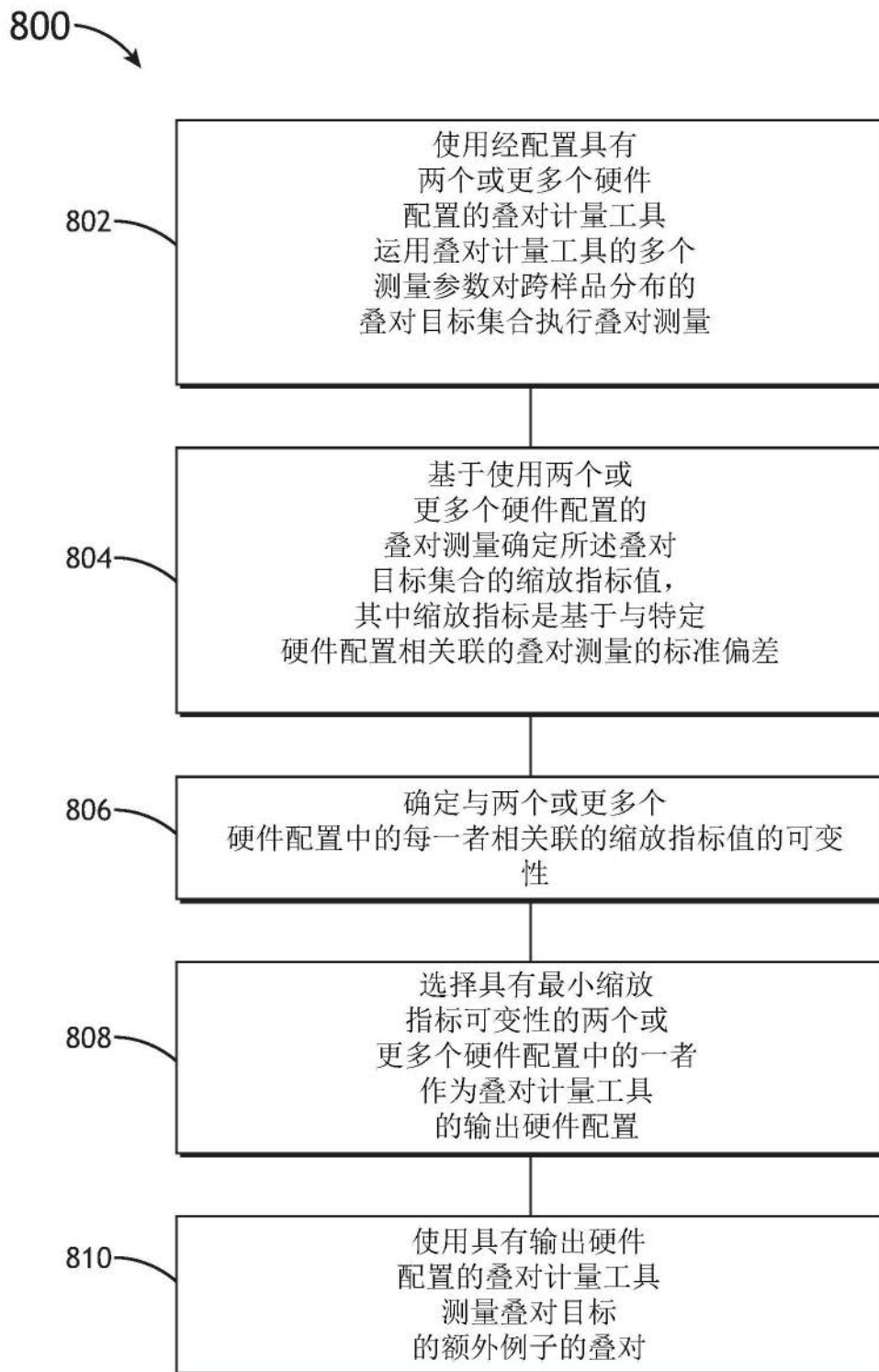


图8

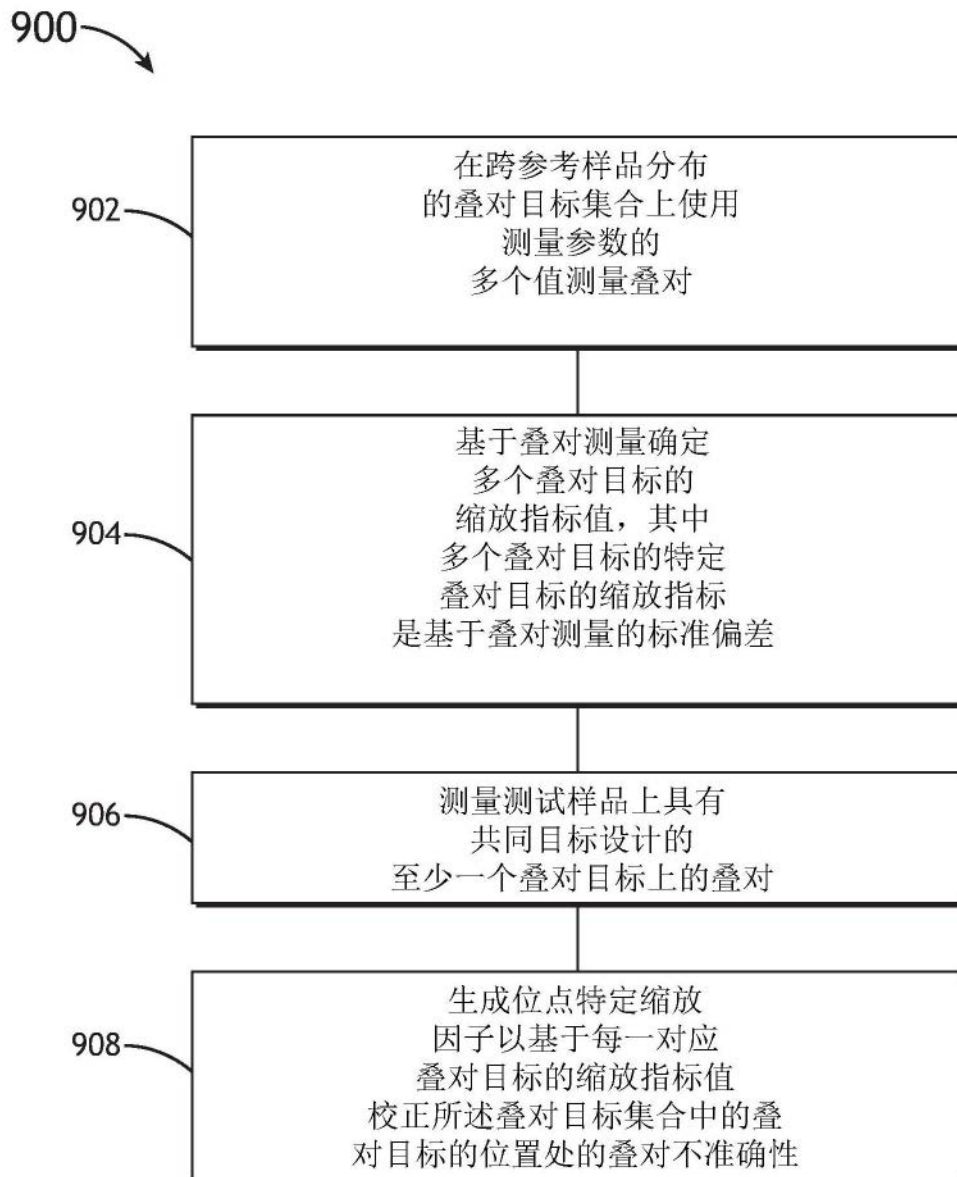


图9

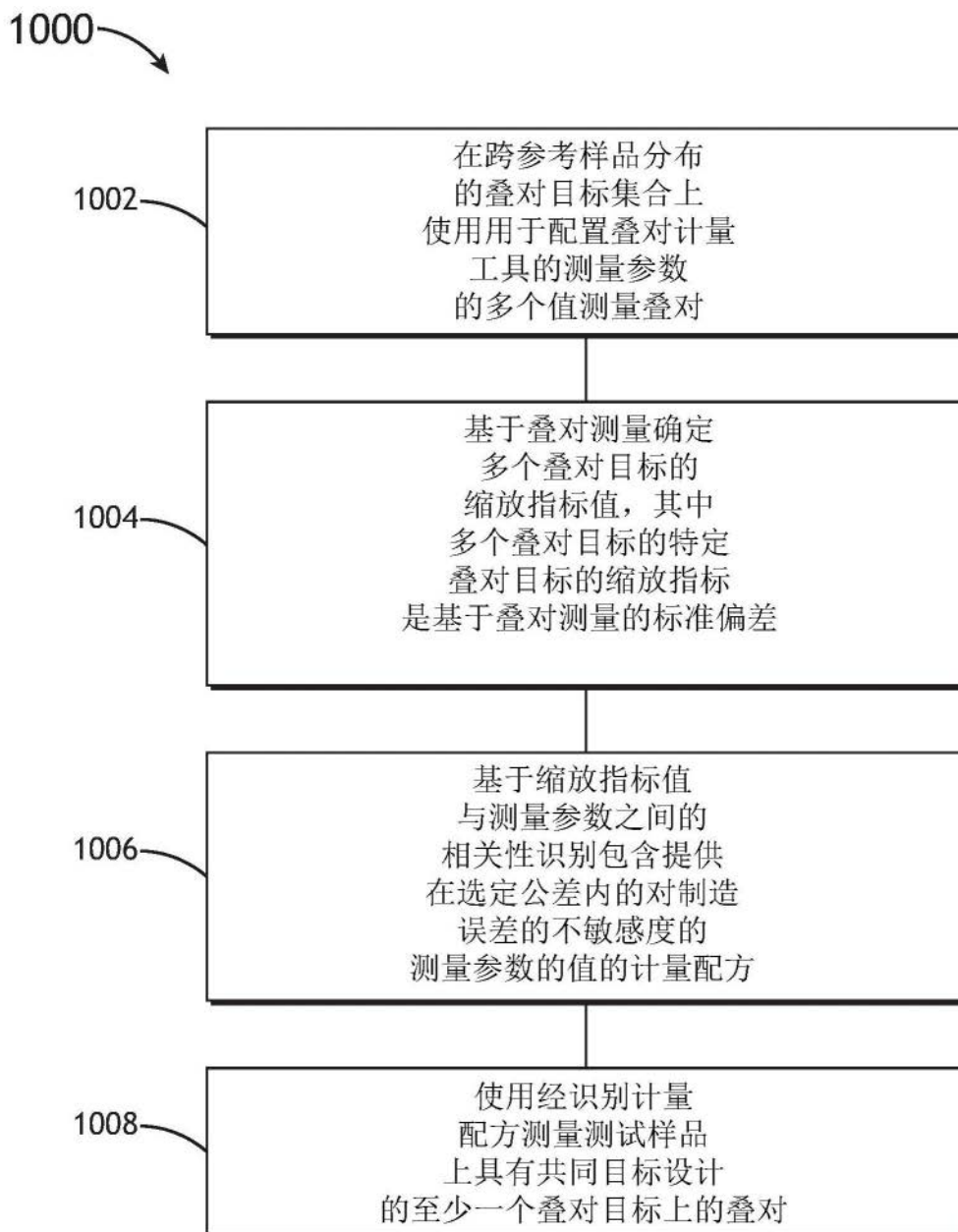


图10