



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104736962 B

(45)授权公告日 2017.10.03

(21)申请号 201380054535.0

(22)申请日 2013.09.05

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104736962 A

(43)申请公布日 2015.06.24

(30)优先权数据

61/696,963 2012.09.05 US

61/697,159 2012.09.05 US

61/764,441 2013.02.13 US

61/766,320 2013.02.19 US

13/834,915 2013.03.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.04.17

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/058254 2013.09.05

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/039674 EN 2014.03.13

(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 依兰·阿米特 达纳·克莱因

盖伊·科恩 阿米尔·威德曼

尼姆洛德·雪涅尔

阿姆农·玛纳森 努里尔·阿米尔

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司

11287

代理人 张世俊

(51)Int.Cl.

G01B 21/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 1875245 A, 2006.12.06,

CN 102103330 A, 2011.06.22,

CN 101216680 A, 2008.07.09,

CN 1643452 A, 2005.07.20,

JP 2000353647 A, 2000.12.19,

JP H0298118 A, 1990.04.10,

审查员 胡婷

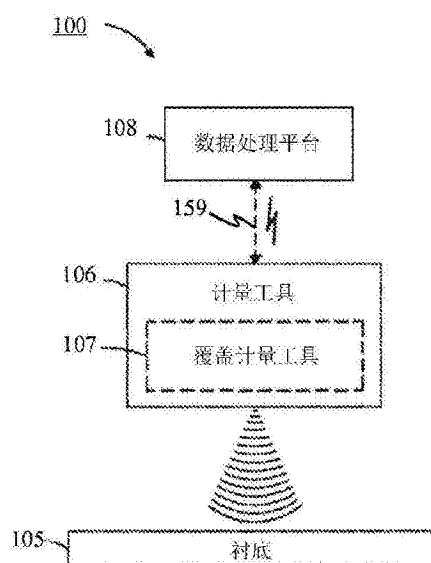
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

用于估计及校正偏移目标不准确度的方法

(57)摘要

本发明的方面描述用于通过使用比例因数来校准计量工具的系统及方法。可通过在不同测量条件下测量衬底来获得所述比例因数。接着计算测量计量值及一或多个质量优值。可从此信息确定比例因数。其后,可使用所述比例因数来量化计量测量中的不准确度。还可使用所述比例因数来确定优化测量配方。应强调,提供此摘要以遵从需要将允许搜索者或其它读者快速确定本技术揭示内容的标的物的摘要的规则。提交所述摘要,应理解其将不用以解释或限制权利要求书的范围或意义。



1. 一种用于产生适合于校准计量工具的一或多个比例因数的方法,其包括:

针对跨越衬底分布的多个测量位置中的每一测量位置获得多个计量测量信号,其中针对每一测量位置所获得的所述多个测量信号中的每一者是由计量工具在多个不同测量条件中的一者下测量所述测量位置而产生;

确定每一测量信号的测量计量值及一或多个质量优值;

利用所述测量计量值及所述质量优值来确定各对应于所述多个不同测量条件中的一者的比例因数;及

校准所述计量工具以在产生后续计量测量值时使用对应于用以测量后续目标的所述测量条件的所述比例因数。

2. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括:

比较对应于所述测量条件中的每一者的所述比例因数以确定哪一测量条件组合产生优化的测量配方;及

指导所述计量工具在后续计量测量中利用所述优化的测量配方。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述优化的测量配方使所述计量测量值中的不准确度的量最小化。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述多个测量条件为不同彩色滤光片。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述多个测量条件为不同焦点位置。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述多个测量条件为不同光偏振。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述多个测量条件为不同目标类型。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中每一测量位置包括位于最接近彼此处的多个目标类型。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中所述计量工具为覆盖工具。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中所述测量计量值为覆盖测量。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中所述计量工具为临界尺寸计量工具。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中所述测量计量值是通过散射测量而得出。

13. 根据权利要求11所述的方法,其中所述测量计量值是通过椭圆对称而得出。

14. 根据权利要求11所述的方法,其中所述测量计量值是通过CD-SEM而得出。

15. 一种经配置以在网络上操作的计量工具,其包括:

处理器;

存储器,其耦合到所述处理器;

体现于存储器中以供所述处理器执行的一或多个指令,所述指令执行用于产生适合于校准所述计量工具的一或多个比例因数的方法,所述方法包括:

针对跨越衬底分布的多个测量位置中的每一测量位置获得多个计量测量信号,其中针对每一测量位置所获得的所述多个测量信号中的每一者是由计量工具在多个不同测量条件中的一者下测量所述测量位置而产生;

确定每一测量信号的测量计量值及一或多个质量优值;

利用所述测量计量值及所述质量优值来确定各对应于所述多个不同测量条件中的一者的比例因数;及

校准所述计量工具以在产生后续计量测量值时使用对应于用以测量后续目标的所述

测量条件的所述比例因数。

16. 一种非暂时性计算机可读媒体,其含有用于通过计量工具使比例因数与目标缺陷相关联的程序指令,且其中通过计算机系统的一或多个处理器来执行所述程序指令致使所述一或多个处理器进行以下步骤:

从具有已知缺陷的目标获得计量信号,其中所述计量工具使用具有第一已知的比例因数的第一测量条件来产生所述计量信号;

计算所述计量信号的一或多个质量优值;

使所述一或多个质量优值与所述比例因数的组合与所述已知缺陷相关联;及

将所述关联性存储于缺陷数据库中。

17. 一种非暂时性计算机可读媒体,其含有用于通过计量工具来检测目标缺陷类型的程序指令,且其中通过计算机系统的一或多个处理器来执行所述程序指令致使所述一或多个处理器进行以下步骤:

通过根据测量配方来测量衬底上的一或多个目标而产生一或多个测量信号,其中所述测量配方中的至少一个测量条件具有已知比例因数;

针对所述一或多个测量信号中的每一者产生一或多个质量优值;及

将所述已知比例因数与所述一或多个质量优值的组合与已与缺陷数据库中的目标缺陷相关联的一组存储的比例因数与质量优值组合相比较。

18. 一种非暂时性计算机可读媒体,其含有用于产生适合于校准计量工具的一或多个比例因数的程序指令,且其中通过计算机系统的一或多个处理器来执行所述程序指令致使所述一或多个处理器进行以下步骤:

针对跨越衬底分布的多个测量位置中的每一测量位置获得多个计量测量信号,其中针对每一测量位置所获得的所述多个测量信号中的每一者是由计量工具在多个不同测量条件中的一者下测量所述测量位置而产生;

确定每一测量信号的测量计量值及一或多个质量优值;

利用所述测量计量值及所述质量优值来确定各对应于所述多个不同测量条件中的一者的比例因数;及

校准所述计量工具以在产生后续计量测量值时使用对应于用以测量后续目标的所述测量条件的所述比例因数。

19. 根据权利要求15所述的计量工具,其中所述方法进一步包括:

比较对应于所述测量条件中的每一者的所述比例因数以确定哪一测量条件组合产生优化的测量配方;及

指导所述计量工具在后续计量测量中利用所述优化的测量配方。

20. 根据权利要求19所述的计量工具,其中所述优化的测量配方使所述计量测量值中的不准确度的量最小化。

21. 根据权利要求15所述的计量工具,其中所述多个测量条件为不同彩色滤光片。

22. 根据权利要求15所述的计量工具,其中所述多个测量条件为不同焦点位置。

23. 根据权利要求15所述的计量工具,其中所述多个测量条件为不同光偏振。

24. 根据权利要求15所述的计量工具,其中所述多个测量条件为不同目标类型。

25. 根据权利要求24所述的计量工具,其中每一测量位置包括位于最接近彼此处的多

个目标类型。

26. 根据权利要求15所述的计量工具,其中所述计量工具为覆盖工具。

27. 根据权利要求26所述的计量工具,其中所述测量计量值为覆盖测量。

28. 根据权利要求15所述的计量工具,其中所述计量工具为临界尺寸计量工具。

29. 根据权利要求28所述的计量工具,其中所述测量计量值是通过散射测量而得出。

30. 根据权利要求28所述的计量工具,其中所述测量计量值是通过椭圆对称而得出。

31. 根据权利要求28所述的计量工具,其中所述测量计量值是通过CD-SEM而得出。

32. 一种用于通过计量工具使比例因数与目标缺陷相关联的方法,其包括:

从具有已知缺陷的目标获得计量信号,其中所述计量工具使用具有第一已知的比例因数的第一测量条件来产生所述计量信号;

计算所述计量信号的一或多个质量优值;

使所述一或多个质量优值与所述比例因数的组合与所述已知缺陷相关联;及

将所述关联性存储于缺陷数据库中。

33. 一种经配置以在网络上操作的计量工具,其包括:

处理器;

存储器,其耦合到所述处理器;

体现于存储器中以供所述处理器执行的一或多个指令,所述指令执行用于通过所述计量工具使比例因数与目标缺陷相关联的方法,所述方法包括:

从具有已知缺陷的目标获得计量信号,其中所述计量工具使用具有第一已知的比例因数的第一测量条件来产生所述计量信号;

计算所述计量信号的一或多个质量优值;

使所述一或多个质量优值与所述比例因数的组合与所述已知缺陷相关联;及

将所述关联性存储于缺陷数据库中。

34. 一种用于通过计量工具来检测目标缺陷类型的方法,其包括:

通过根据测量配方来测量衬底上的一或多个目标而产生一或多个测量信号,其中所述测量配方中的至少一个测量条件具有已知比例因数;

针对所述一或多个测量信号中的每一者产生一或多个质量优值;及

将所述已知比例因数与所述一或多个质量优值的组合与已与缺陷数据库中的目标缺陷相关联的一组存储的比例因数与质量优值组合相比较。

35. 一种经配置以在网络上操作的计量工具,其包括:

处理器;

存储器,其耦合到所述处理器;

体现于存储器中以供所述处理器执行的一或多个指令,所述指令执行用于通过所述计量工具来检测目标缺陷类型的方法,所述方法包括:

通过根据测量配方来测量衬底上的一或多个目标而产生一或多个测量信号,其中所述测量配方中的至少一个测量条件具有已知比例因数;

针对所述一或多个测量信号中的每一者产生一或多个质量优值;及

将所述已知比例因数与所述一或多个质量优值的组合与已与缺陷数据库中的目标缺陷相关联的一组存储的比例因数与质量优值组合相比较。

用于估计及校正偏移目标不准确度的方法

[0001] 优先权的主张

[0002] 本申请案主张埃兰埃米特 (Eran Amit) 等人在2012年9月5日申请且题为“用于估计及校正偏移目标不准确度的方法 (METHOD FOR ESTIMATING AND CORRECTING MISREGISTRATION TARGET INACCURACY)”的共同拥有、同在申请中的美国临时专利申请案第61/696,963号的优先权权利,所述申请案的全部揭示内容被以引用的方式并入本文中

[0003] 本申请案主张EranAmit等人在2012年9月5日申请且题为“用于估计及校正偏移目标不准确度的方法 (METHOD FOR ESTIMATING AND CORRECTING MISREGISTRATION TARGET INACCURACY)”的共同拥有、同在申请中的美国临时专利申请案第61/697,159号的优先权权利,所述申请案的全部揭示内容被以引用的方式并入本文中。

[0004] 本申请案主张Eran Amit等人在2013年2月13日申请且题为“用于估计及校正偏移目标层不准确度的方法 (METHOD FOR ESTIMATING AND CORRECTING MISREGISTRATION TARGET LAYER INACCURACY)”的共同拥有、同在申请中的美国临时专利申请案第61/764,441号的优先权权利,所述申请案的全部揭示内容被以引用的方式并入本文中。

[0005] 本申请案主张Eran Amit等人在2013年2月19日申请且题为“用于基于批量优化估计及校正偏移不准确度的方法 (METHOD FOR ESTIMATING AND CORRECTING MISREGISTRATION INACCURACY BASED ON LOT OPTIMIZATION)”的共同拥有、同在申请中的美国临时专利申请案第61/766,320号的优先权权利,所述申请案的全部揭示内容被以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0006] 本发明的方面涉及计量测量,且更明确地说,涉及用于确定覆盖测量中的目标的系统偏移误差的设备与方法。

背景技术

[0007] 例如逻辑及存储器装置等半导体装置的制造通常包含大量处理步骤以形成各种特征及多个层。举例来说,可通过光刻过程来形成层。通过将图案从主光罩转印到布置于半导体衬底上的抗蚀剂来执行光刻。可在光刻处理步骤或任何其它处理步骤之间使用计量过程,以便监控半导体制造的准确度。举例来说,计量过程可测量晶圆的一或多个特性,例如,在过程步骤期间形成于晶圆上的特征的尺寸(例如,线宽度、厚度等)。覆盖误差为具有极端重要性的特性的实例。覆盖测量通常指定第一图案化层关于安置于其上方或下方的第二图案化层对准的准确程度或第一图案关于安置于同一层上的第二图案对准的准确程度。通常通过具有形成于半导体衬底的一或多个层上的结构的覆盖目标来确定覆盖误差。如果所述两个层或图案经恰当地形成,则一个层或图案上的结构趋向于与另一层或图案上的结构对准。如果所述两个层或图案未恰当地形成,则一个层或图案上的结构趋向于相对于另一层或图案上的结构而偏置或不对准。

[0008] 可将覆盖误差分为两个分量:(1)随机误差;及(2)系统误差。可经由测量足够大的

样本大小来使例如精确度等随机误差达到平均数。然而,不能经由使用平均化来移除系统误差,这是因为系统误差为目标、衬底自身、测量工具或其任何组合中的固有偏差的结果。举例来说,目标可具有影响覆盖误差的准确度的不对称形状。不对称形状对覆盖误差所具有的影响的详细描述提供于由Daniel Kandel等人在2012年5月7日申请的题为用于提供质量量度以改进工艺控制的方法及系统(METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING A QUALITY METRIC FOR IMPROVED PROCESS CONTROL)的共同拥有的美国专利申请案第13/508,495号中,所述申请案全部并入本文中。

[0009] 结果,需要提供一种适合于减轻系统覆盖误差的影响的系统及方法。正是在此情况下,出现本发明的实施例。

发明内容

[0010] 根据本发明的方面,可通过针对跨越衬底分布的多个测量位置中的每一测量位置获得多个计量测量信号来执行用于产生适合于校准计量工具的一或多个比例因数的方法。可通过计量工具在多个不同测量条件中的一者下测量每一测量位置来产生针对所述测量位置所获得的多个测量信号中的每一者。接着,所述过程可通过确定每一测量信号的测量计量值及一或多个质量优值而继续。接下来,可使用所述质量优值及测量计量值来确定每一者对应于所述多个不同测量条件中的一者的比例因数。其后,可校准计量工具以在产生后续计量测量值时使用对应于用以测量后续目标的测量条件的比例因数。

[0011] 根据本发明的一额外方面,所述方法可进一步包括用于以下操作的指令:比较对应于测量条件中的每一者的比例因数以确定哪一测量条件组合产生优化的测量配方,且其后指导计量工具在后续计量测量中利用所述优化的测量配方。

[0012] 根据本发明的方面,测量条件可为(但不限于)不同彩色滤光片、不同焦点位置、不同光偏振或不同目标类型。根据本发明的又额外方面,计量工具可为(但不限于)覆盖测量工具、临界尺寸测量工具或三维形状测量工具。根据本发明的又额外方面,测量计量值可为(但不限于)覆盖测量。

[0013] 根据本发明的一额外方面,描述一种用于通过计量工具使比例因数与目标缺陷相关联的方法。所述方法包括从具有已知缺陷的目标获得计量信号的步骤,其中计量工具使用第一测量条件来产生所述计量信号。接着,所述方法通过计算所述计量信号的一或多个质量优值而继续。其后,所述方法可通过使所述一或多个质量优值与比例因数的组合与所述已知缺陷相关联而继续。接着,所述方法可包含将所述关联性存储于缺陷数据库中的步骤。

[0014] 根据本发明的又一额外方面,描述一种用于通过计量工具检测目标缺陷类型的方法。所述方法可包括首先通过根据测量配方来测量衬底上的一或多个目标而产生一或多个测量信号的步骤,其中所述测量配方中的至少一个测量条件具有已知比例因数。接着,所述方法可需要针对所述一或多个测量信号中的每一者产生一或多个质量优值。其后,所述方法可通过将所述已知比例因数与所述一或多个质量优值的组合与已与缺陷数据库中的目标缺陷相关联的一组存储的比例因数与质量优值组合相比较而继续。

附图说明

[0015] 在阅读以下详细描述之后且在参看随附图式之后,本发明的目标及优点就将变得显而易见,其中:

[0016] 图1A是根据本发明的某些方面的可适合于确定比例因数的系统的框图。

[0017] 图1B是根据本发明的方面的可用于图1A中所描述的系统中的衬底的俯视图。

[0018] 图1C是根据本发明的方面的图1B中所示的曝露场的放大视图。

[0019] 图1D是根据本发明的方面的可用于图1A中所描述的系统中的数据平台的框图。

[0020] 图2A是根据本发明的方面的用于通过比例因数来校准计量工具的方法的流程图。

[0021] 图2B是根据本发明的方面的可结合图2A中的流程图来使用以描述用于通过比例因数来校准计量工具的方法的框图。

[0022] 图3A是可结合本发明的方面来使用的衬底的俯视图,其中测量条件为目标类型。

[0023] 图3B是可结合本发明的方面来使用的图3A的衬底的区域的放大俯视图,其中测量条件为目标类型。

[0024] 图4是根据本发明的方面的可用以使目标缺陷类型与比例因数相关联的方法的流程图。

[0025] 图5是根据本发明的方面的可用以使用比例因数通过计量工具来检测目标缺陷类型的方法的流程图。

[0026] 图6A到6C是说明可用以实施本发明的各种方面的程序指令的框图。

具体实施方式

[0027] 尽管以下详细描述含有用于说明的目的的许多特定细节,但任何一个所属领域的技术人员应了解,对以下细节的许多变化及更改在本发明的范围内。因此,下文所描述的本发明的示范性实施例是在所主张的本发明的通用性无任何损失及未对所主张的本发明强加限制的情况下进行阐述。另外,因为本发明的实施例的组件可以许多不同定向来定位,所以方向术语是出于说明目的而使用且决不用于限制。应理解,可利用其它实施例,且可在不偏离本发明的范围的情况下进行结构或逻辑改变。

[0028] 在此文件中,如专利文件中所常见,术语“一”用以包含一个或一个以上。在此文件中,除非另有指示,否则使用术语“或”来指代非排他性“或”,使得“A或B”包含“A而非B”、“B而非A”及“A及B”。因此,不应以限制性意义来看待以下详细描述,且本发明的范围由随附权利要求书定义。“任选”或“任选地”意谓后续所描述的情况可发生或可不发生,使得描述包含所述情况发生的个例及所述情况不发生的个例。举例来说,如果装置任选地含有特征A,则此意谓特征A可存在或可不存在,且因此所述描述包含其中装置拥有特征A的结构及其中特征A不存在的结构两者。

[0029] 本发明的方面描述实现在计量测量中的改进的误差估计的系统及方法。具体来说,本发明的方面描述实现在覆盖测量中的改进的误差估计的计量测量。然而,应注意,额外计量测量还可受益于本发明的方面,且覆盖测量的使用仅仅说明本发明的特定方面。

[0030] 根据本发明的某些方面,假定由覆盖工具测量的每一目标的覆盖误差(OVL_{meas})为两个分量的组合。第一分量为准确测量(OVL_{acc})。 OVL_{acc} 为关于任何测量方法的强固测量。 OVL_{acc} 是强固的,因为对于任何测量来说,必须存在测量的准确值,即使其不能直接地测量

也如此。因而, OV_{Lacc} 将始终相同, 而与由计量工具使用的测量配方无关。因此, 第二分量必要地为不准度的测量。根据此假定, 可通过等式1来描述所测量的覆盖。

[0031] $OV_{Lmeas} = OV_{Lacc} + \text{不准度}$ (等式1)

[0032] 为了确定 OV_{Lacc} , 因此有必要确定每一目标的不准确度值。不准度为测量方法对目标及/或系统缺点的响应函数。通常, 可通过等式2来模型化不准度, 然而本文中应认识到, 等式2的函数并不限于线性关系且应仅仅解释为说明性。预期等式2的函数可呈多种数学形式。

[0033] $\text{不准度} = \alpha * Q_{merit}$ (等式2)

[0034] 其中 Q_{merit} 为质量优值且 α 为比例因数。可计算已测量的每一目标的 Q_{merit} 。质量优值的计算详细描述于由丹尼尔·坎德尔 (Daniel Kandel) 等人在2012年5月7日申请的题为用于提供质量量度以改进工艺控制的方法及系统 (METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING A QUALITY METRIC FOR IMPROVED PROCESS CONTROL) 且全部并入本文中的共同拥有的美国专利申请案第13/508,495号中。比例因数 α 为实数且对于每一测量条件及缺点类型来说是唯一的。如本文中所使用, 片语“测量条件”指由计量工具使用以便获得测量信号的参数。通过实例且非通过限制, 测量条件可包含以下各者的选择: 彩色滤光片、焦点位置、偏振、照射角或目标类型。如本文中所使用, 片语“测量信号”指由计量工具检测的信号, 其对应于正测量的衬底的现实特性。通过实例, 用以分析覆盖误差的数字图像 (或用以产生数字图像的一组信号) 可为测量信号。可将多个测量条件的组合称作“测量配方”。如本文中所使用, 片语“缺点类型”指目标中的缺陷, 例如 (但不限于), 侧壁角度不对称、目标厚度变化或测量系统缺点。

[0035] 因此, 一旦已知了针对各种测量条件及缺点类型的比例因数 α , 便可确定未来测量的不准度。另外, 一旦已知了针对每一测量条件的比例因数 α , 便可开发优化的测量配方。根据本发明的一额外方面, 可将比例因数 α 编目录于数据库中用于未来缺陷识别。由于每一缺陷类型可由唯一 α 识别, 因此可接着将已与给定缺陷类型相关联的 α 的出现用作用于彼特定缺陷的识别符。因而, 本发明的方面可提供具有额外缺陷识别功能性的计量工具 (例如, 覆盖系统)。

[0036] 图1A是系统100的框图, 可利用所述系统100来确定在半导体衬底105上的目标117的计量测量期间发生的系统测量误差。系统100可包括衬底105。如贯穿本发明所使用, 术语“衬底”通常指由半导体或非半导体材料形成的衬底。举例来说, 半导体或非半导体材料可为 (但不限于) 单晶硅、砷化镓及磷化铟。衬底105可包含一或多个层。举例来说, 这些层可包含 (但不限于) 抗蚀剂、电介质材料、导电材料及半导电材料。许多不同类型的这些层在此项技术中是已知的, 且如本文中所使用的术语衬底意欲涵盖其上可形成有所有类型的这些层的衬底。

[0037] 如图1B中所示, 衬底105可为半导体晶圆且可包含可由光刻处理工具 (例如, 步进器、扫描器等) 利用的多个曝露场115。在每一场115内可存在多个裸片116, 如可在图1C中所示的曝露场115的放大图像中看出。裸片116为最终变为单个芯片的功能单元。在生产衬底105上, 覆盖计量目标117通常被放置于划线区域中 (例如, 在场的四个角落中)。此为通常在曝露场的外围周围 (及在裸片外) 无电路的区。在一些个例中, 可将覆盖目标放置于街道中, 所述街道为裸片之间但不在场的外围处的区。工程设计及特性化衬底 (即, 非生产衬底) 可

具有贯穿场115的中心的许多覆盖目标。

[0038] 形成于衬底105上的一或多个层可经图案化或未图案化。举例来说,衬底可包含多个裸片116,每一裸片116具有可重复的图案化特征。这些材料层的形成及处理可最终产生完成的装置。许多不同类型的装置可形成于衬底上,且如本文中所使用的术语衬底意欲涵盖其上正制造有此项技术中已知的任何类型的装置的衬底。

[0039] 系统100可进一步包括计量工具106。如本文中所使用,计量工具为能够对衬底105执行计量测量的任何工具。通过实例且非通过限制,计量测量可为由覆盖测量工具107执行的覆盖测量。通过实例,覆盖测量工具107可为可从Milpitas,California的KLA-Tencor获得的Archer Series中的覆盖计量系统中的任一者。应注意,虽然图1A中指定了覆盖工具107,但计量工具106还可为进行例如(但不限于)临界尺寸(CD)或三维形状测量的任何计量测量的工具。另外,计量工具106可利用例如(但不限于)散射测量、椭圆对称、扫描电子显微术(SEM)或其任何组合的测量方法。可适合于本发明的方面的额外计量工具可包含(但不限于)可从Milpitas,California的KLA-Tencor获得的SpectraShape族计量工具。

[0040] 可由数据处理平台108来执行用于执行对衬底105的计量测量及可由所述计量测量产生的计量信号的处理的指令。数据处理平台108可在计量工具106外部,或其可被并入到计量工具106中。

[0041] 如图1D中所示,数据处理平台108可包含中央处理单元(CPU) 131。通过实例,CPU131可包含一或多个处理器,所述一或多个处理器可根据任一合适的处理器架构(例如,双核、四核、多核或单元处理器架构)来配置。数据处理平台108还可包含存储器132(例如,RAM、DRAM、ROM及类似者)。CPU 131可执行过程控制程序133,所述过程控制程序133的部分可存储于存储器132中。数据处理平台108还可包含熟知支持电路140,例如,输入/输出(I/O)电路141、电力供应器(P/S) 142、时钟(CLK) 143及高速缓冲存储器144。数据处理平台108可任选地包含大容量存储装置134(例如,磁盘驱动器、CD-ROM驱动器、磁带驱动器或类似者)以存储程序及/或数据。数据处理平台108还可任选地包含显示单元137及用户接口单元138以促进数据处理平台108与用户之间的互动。显示单元137可呈显示文本、数字或图形符号的阴极射线管(CRT)或平板屏幕的形式。用户接口单元138可包含键盘、鼠标、操纵杆、光笔或其它装置。数据处理平台108可包含网络接口139,所述网络接口139经配置以实现Wi-Fi、以太网端口或其它通信方法的使用。网络接口139可并有合适硬件、软件、固件或这些中的两者或两者以上的某一组合以促进经由电子通信网络159的通信。网络接口139可经配置以经由局域网及广域网(例如,因特网)来实施有线或无线通信。数据处理平台108可在网络159上经由一或多个数据包来发送及接收数据及/或对文件的请求。先前组件可经由内部系统总线150彼此交换信号。数据处理平台108可为通用计算机,其在执行实施如本文中所描述的本发明的实施例的程序代码时变为专用计算机。根据本发明的方面,计量管理系统(例如(但不限于)可从Milpitas,California的KLA-Tencor获得的K-T分析器)可植入于数据处理平台108上或可为数据处理平台108存取。

[0042] 图2A是描绘根据本发明的方面的方法200的流程图,所述方法可用以产生适合于校准计量工具的一或多个比例因数。首先,在261处,可针对跨越衬底分布的多个测量位置中的每一测量位置获得多个计量测量信号221。测量位置可为将加以测量的计量目标117的位置,或可为多个目标117位于最接近彼此处的位置。针对每一测量位置所获得的多个测量

信号221中的每一者是由计量工具106在多个不同测量条件中的一者下测量所述测量位置而产生。

[0043] 在图2B中, 计量测量集合220经展示为含有多个计量测量信号221。通过实例且非通过限制, 可存在数目N个测量集合220₁、220₂、.....220_N。每一测量集合220可具有数目n个测量信号。通过实例, 测量集合220₁可具有通过在第一测量条件下测量含有目标117₁、117₂及117_n(展示于图1C中)的位置而产生的测量信号221₁₋₁、221₁₋₂、.....221_{1-n}。通过实例且非通过限制, 第一测量条件可为使用绿光来执行测量。另外, 第二计量测量集合220₂可包含测量信号221₂₋₁、221₂₋₂、.....221_{2-n}, 其为由测量相同目标117₁、117₂及117_n产生的信号, 但此次是在第二测量条件下测量(例如, 通过白光执行测量)。

[0044] 其后, 在262处, 针对每一测量信号221确定测量计量值222及一或多个质量优值223。通过实例且非通过限制, 测量计量值222可为所测量的覆盖误差OVL_{meas}。确定测量计量值222及所述一或多个质量优值的过程详细描述于由Daniel Kandel等人在2012年5月7日申请的题为用于提供质量量度以改进工艺控制的方法及系统(METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING A QUALITY METRIC FOR IMPROVED PROCESS CONTROL)且全部并入本文中的共同拥有的美国专利申请案第13/508,495号中。简洁地说, 关于覆盖测量信号的质量优值, 可通过将多个覆盖算法应用于一或多个所获取的计量信号221以便计算许多覆盖估计来实现对质量优值的确定。接着, 基于这些所计算的覆盖估计的跨度或分布, 可产生衬底的每一经取样的计量目标117的质量优值223。

[0045] 在已针对经取样的目标117中的每一者确定计量测量值222及质量优值223之后, 则可接着确定对应于多个测量条件中的每一者的比例因数, 如由方法200的框263所示。

[0046] 通过使用经由不同测量条件所获得的测量计量值222及Q_{merit} 223, 且通过使用OVL_{acc}的强固性(如上文所描述, 其为所有测量方法所常见), 可通过最小化等式3来确定每一测量方法的比例因数。

$$[0047] \quad x^2 = \sum_{n=1}^N \sum_{c_1=1}^{N_{c_1}} \sum_{c_2=1}^{N_{c_2}-1} W_n \left[\left(OVL_{n,c_1} - \sum_d \alpha_{c_1}^{(d)} Q_{merit_{n,c_1}}^{(d)} \right) - \left(OVL_{n,c_2} - \sum_d \alpha_{c_2}^{(d)} Q_{merit_{n,c_2}}^{(d)} \right) \right]^2 \quad (\text{等式3})$$

[0048] 其中n为每一测量位置的地位指数, c₁及c₂表示不同N_c测量条件且d为相应优化值的指数(因为可存在每地位、每测量条件存在一个以上优化的个例)。W_n为允许不同地位指数n对回归具有不同影响的正规化加权函数。当已知可未必反映于质量优值中的关于衬底的额外信息时, 使用加权函数可为有益的。通过实例且非通过限制, 可利用加权函数以将额外权重提供给位置较靠近作用中装置的目标, 这是因为其对等式的影响将通常更为重要。还应注意, 覆盖测量及质量优值对于每一地位及测量条件来说是不同的, 而比例因数对于整个样本来说是共同的。

[0049] 因而, 一旦已确定比例因数, 方法便可在框264处通过校准计量工具106以在计量工具正产生后续计量测量值时使用对应于用以测量后续目标的测量条件的比例因数224而继续。校准可通过移除不准确度部分(不准确度=α*Q_{merit})来自动地调整后续测量计量值, 这是因为测量条件将为已知的且可应用恰当的比例因数。通过实例, 如果已发现用于在绿光下的测量的比例因数, 则在利用绿光的后续测量中, 可校准测量以便移除测量的不准确部分, 藉此仅呈现准确部分。

[0050] 方法200还任选地包含在框265处产生最佳测量配方以供计量工具在后续衬底上

使用。虽然可校准每一测量条件(其具有针对其所计算的比例因数),但还可能需利用需要最少量的校准的测量条件(即,具有最小量的不准确度的测量条件)。因此,在框265处,方法200可通过比较对应于测量条件中的每一者的不准确度估计(基于质量优值及比例因数)以便确定哪一测量条件组合产生优化的测量配方而继续。其后,在框266处,方法200还可任选地包含指导计量工具106在后续计量测量中利用优化的测量配方。如本文中所使用,优化的测量配方可包含产生最少量的不准确度、增加的测量产出率或测量性能(基于常规TMU定义)与不准确度的最小化之间的任何所要平衡的测量配方。然而,出于清晰起见,应注意,优化仅改变配方,且校准函数未被更改。根据本发明的额外方面,可存在关于目标117的选择所进行的额外优化以供在后续处理中使用。如上文所描述,用于计量测量的目标类型可为测量条件中的一者。通过实例且非通过限制,计量目标可为盒中盒(BiB)、进阶成像计量(AIM)、AIMid、Blossom或多层AIMid计量目标。可通过确定每一目标类型的比例因数来发现针对给定过程的优化的目标类型。将多个目标类型最接近彼此定位使得可假定其位置相同,而非在多个测量条件下测量单个目标。接着,可利用相同的测量条件来测量所述目标类型中的每一者。

[0051] 图3A是已以允许确定最佳目标类型的方式加以处理的衬底105的实例。如可看出,在衬底上存在多个位置311、312及313。在每一位置处,可存在多个不同目标类型,其中每一位置具有相同多个目标。如图3B中所示,位置311具有三个不同目标类型(317₁、317₂及317_N)。所述目标经彼此足够靠近地形成以致于可假定其具有相同位置。通过实例,所述目标一起足够靠近以做出其覆盖差异是否小于所需精确度的假定。一旦目标已形成于衬底上,便针对每一目标产生测量信号221。由于假定位于最接近彼此处的目标形成于相同位置处,所以将针对多个位置1-N中的每一者产生多个测量信号221。其后,可利用所述测量信号221以与方法200中所描述的方式实质上类似的方式确定目标类型中的每一者的比例因数。

[0052] 根据本发明的额外方面,可使用比例因数来扩展计量工具的功能性。具体来说,在覆盖计量工具中,可使用在不同测量条件中的准确度估计及/或不同质量量度的组合来识别影响目标不准确度的特定缺陷,藉此延展覆盖工具能力。根据本发明的额外方面,还可单独地使用比例因数来识别缺陷类型。

[0053] 图4描绘根据本发明的方面的方法400的流程图,可使用所述方法400以便使目标缺陷与比例因数相关联。首先,在方框481处,可从具有已知缺陷的目标获得计量信号,其中计量工具使用具有第一已知比例因数的第一测量条件产生所述计量信号。可接着在方框482处从所得计量信号产生一或多个质量优值。在方框483处,可使测量条件的比例因数与所得一或多个质量优值的组合与已知的目标缺陷相关联并将所述组合存储于目标缺陷数据库中。接着,在框484处,可将所述关联性存储于缺陷数据库中。通过实例且非通过限制,缺陷数据库可位于数据处理平台108上的存储器中。其后,可任选地在不同测量条件下重复方法400以便产生对应于还可存储于缺陷数据库中的已知目标缺陷的额外比例因数-质量优值组合。

[0054] 一旦建立了缺陷数据库,便可利用图5中的方法500来识别目标缺陷。首先在框591处,计量系统可通过根据测量配方来测量衬底上的一或多个目标而产生一或多个测量信号。所述测量配方中所使用的测量条件中的至少一者应具有已知比例因数。在框592处,可使用测量信号针对所述一或多个目标中的每一者产生一或多个质量优值。所述质量优值可

以与在本发明及/或以引用的方式并入本发明中的申请案中所描述的方式实质上相同的方式产生。接着,方法500可在框593处通过将每一所测量的比例因数-质量优值组合与已存储于缺陷数据库中的比例因数-质量优值组合相比较而继续。如果发现所测量的组合中的任一者与所存储的组合之间的匹配,则可产生缺陷的存在的指示。

[0055] 根据本发明的一额外方面,当使用基于图像的覆盖测量时,可针对每一处理层而非针对每一目标来计算Qmerit值。针对每一个别层来计算Qmerit值允许分析可归因于每一个别层的误差,而非假定单个层负责覆盖测量中的实质上全部误差。为了允许分析每一个别层,可使用与等式3类似的公式,惟可针对当前层来计算Qmerit值中的一些除外(一些Qmerit值是针对于先前层且一些Qmerit值是针对于层的组合)。等式4-6展示为了实施分析多个层的本发明的方面而可作出的调整。

[0056] 首先,在等式4中,通过扩展不准确度部分以包含多个层L来更改等式1中的OVL测量。

$$[0057] \quad OVL_{meas} = OVL_{acc} + \sum_L Inacc_L \quad (\text{等式4})$$

[0058] 其中OVL_{meas}为所测量的覆盖,OVL_{acc}为所校准的覆盖,Inacc代表可归因于不同层的不准确度。使用针对层L所计算的Qmerit来估计彼层的不准确度。使用测量条件c所进行的对层L的Inacc的最简单估计展示于等式5中,但应注意,本发明的方面并不限于α与Qmerit之间的线性关系。

$$[0059] \quad Inacc_{L,c} = \sum_d \alpha_{L,c}^{(d)} Qmerit_{L,c}^{(d)} \quad (\text{等式5})$$

[0060] 其中d标记覆盖计算方法。为了得到比例因数α,在不同测量条件中且通过最小化等式6来测量晶圆的某一样本。

$$[0061] \quad \chi^2 = \sum_{n=1}^N W_n \sum_{c_1=1}^{N_c} \sum_{c_2=1}^{c_1-1} \left[\left(OVL_{n,c_1} - \sum_L Inacc_{L,c_1,n} \right) - \left(OVL_{n,c_2} - \sum_L Inacc_{L,c_2,n} \right) \right]^2 \quad (\text{等式6})$$

[0062] 其中n为地位指数,c₁及c₂表示不同N_c测量条件且L为层指数。W_n为允许不同地位指数n对回归具有不同影响的正规化加权函数。应注意,覆盖及优化对于每一地位及测量条件来说是不同的,而比例因数对于整个样本来说是共同的。

[0063] 已知每一测量类型的目标不准确度误差实现从所测量的覆盖约简此项,其导致更准确的覆盖值;工具经校准以克服这些缺点误差。另外,多层分析允许估计每一方法的不准确度误差,且因此可识别每一分开层的最好测量条件。另外,可使用与上文所描述的方法实质上类似的方法来独立地计算目标的要素中的每一者(例如,盒中盒目标中的八个条中的每一者)的准确度。

[0064] 根据本发明的又一额外方面,可通过在相同的测量条件下测量来自同一批的多个衬底来执行校准,而非在不同条件下测量相同衬底。由于所述衬底是来自同一批,所以可假定在相同衬底位置处的准确覆盖对于所有衬底来说将是相同的,而OVL_{meas}及Qmerit值可不同。使用这些假定,结合可将同一α用于所有衬底的假定,允许通过最小化等式7来发现α值。

$$[0065] \quad \chi^2 = \sum_{n=1}^N \sum_{w_1=1}^{N_c} \sum_{w_2=1}^{w_1-1} W_n \left[\left(OVL_{n,w_1} - \sum_d \alpha^{(d)} Qmerit_{n,w_1}^{(d)} \right) - \left(OVL_{n,w_2} - \sum_d \alpha^{(d)} Qmerit_{n,w_2}^{(d)} \right) \right]^2 \quad (\text{等式7})$$

[0066] 其中w₁及w₂为不同衬底的记号且n为地位指数。应注意,相同α用于所有晶圆且每质

量优值仅存在一个自由参数。通过在一批中的多个衬底上进行测量来校准覆盖测量的使用允许减少每衬底所需的样本的数目。此外,通过在一批中的多个衬底上进行测量所进行的校准不需要除已为制造过程监控取样计划的部分的测量之外的额外测量。

[0067] 根据本发明的一额外方面,可假定覆盖模型应相同,而非假定原始覆盖值相同。因而,可使用校准来以与本发明的替代性方面实质上类似的方式基于使用不同测量条件所获得的测量来优化覆盖模型之间的匹配。

[0068] 根据本发明的又一额外实施例,如果存在至少一个参考源,则可进行测量条件的优化以便最小化计量工具测量与参考之间的差异。通过实例且非通过限制,参考可来自于Etest、TEM、CDSEM或蚀刻后数据(其可用以校准显影后测量)。关于等式3及7,可将参考考虑为测量条件“C”中的一者且具有对应的Qmerit值0。

[0069] 根据本发明的又一额外方面,可针对多个不同计量工具而发现校准函数以便得到对于所使用的每一计量技术来说共同的报告值。此在使用若干计量工具来测量相同值但所述计量工具各自报告不同值及可能地其自己的质量优值时可为有用的。为跨越多个计量工具上实施校准,将每一测量工具看作其仿似等式3或7中的分开测量条件“C”。通过实例且非通过限制,不同测量工具可各自通过例如成像、散射测量、CDSEM、TEM或任一其它计量测量来测量值。另外,可将本发明的此方面与本发明中所描述的其它方面组合。通过实例且非通过限制,在用以进行测量的计量工具中的每一者内,可存在可根据本发明的替代性方面使用的多个不同测量条件。

[0070] 如图6A中所示,可实施用于校准计量工具的一组系统指令660(例如,由数据处理平台108)。处理平台108可从非暂时性计算机可读媒体(例如,存储器132或大容量存储装置134)检索呈可执行形式的指令660。所述系统指令660还可为过程控制程序133的部分。所述指令包含在框661处的用于针对跨越衬底分布的多个测量位置中的每一测量位置来获得多个计量测量信号的指令,其中针对每一测量位置所获得的多个测量信号中的每一者是由计量工具在多个不同测量条件中的一者下测量所述测量位置而产生。接着,在框662处,可存在用于确定每一测量信号的测量计量值及一或多个质量优值的指令。在框663处,可存在用于利用所述测量计量值及所述质量优值来确定各对应于多个测量条件中的一者的比例因数的指令。接下来,在框664处,可存在用于校准计量工具以在产生后续计量测量值时使用对应于用以测量后续目标的测量条件的比例因数的指令。任选地,在框665处,可存在用于比较对应于测量条件中的每一者的比例因数以确定哪一测量条件组合产生优化的测量配方的指令。最后,在框666处,可存在用于指导计量工具在后续计量测量中利用优化的测量配方的指令。

[0071] 如图6B中所示,可实施用于使比例因数与目标缺陷相关联的一组系统指令680(例如,由数据处理平台108)。处理平台108可形成于非暂时性计算机可读媒体(例如,存储器132或大容量存储装置134)上。所述系统指令680还可为过程控制程序133的部分。在框681处,可存在用于从具有已知缺陷的目标获得计量信号的指令,其中计量工具使用具有第一已知比例因数的第一测量条件来产生计量信号。接着,在框682处,可存在用于计算所述计量信号的一或多个质量优值的指令。接下来,在框683处,可存在用于使一或多个质量优值与对应的一或多个比例因数的组合与已知缺陷相关联的指令。最后,在框684处,可存在用于将所述关联性存储于缺陷数据库中的指令。

[0072] 如图6C中所示,可实施用于通过计量工具来检测目标缺陷的一组系统指令690(例如,由数据处理平台108)。处理平台108可形成于非暂时性计算机可读媒体(例如,存储器132或大容量存储装置134)上。所述系统指令690还可为过程控制程序133的部分。首先,在框691处,可存在用于通过根据一测量配方来测量衬底上的一或多个目标而产生一或多个测量信号的指令,其中所述测量配方中的至少一个测量条件具有已知比例因数。接下来,在框692处,可存在用于针对所述一或多个测量信号中的每一者产生一或多个质量优值的指令。最后,在框693处,可存在用于将已知比例因数与一或多个质量优值的组合与已与缺陷数据库中的目标缺陷相关联的一组存储的比例因数及质量优值组合相比较的指令。

[0073] 应另外注意,本发明的方面提供关于计量测量的许多益处。具体来说,测量校准对于已经校准的计量工具来说是唯一的,且因此不依赖于处理选择(例如,用以描述覆盖的特定模型)。另外,可通过利用本发明的方面来改进产品良率,这是因为在先前技术中不准确度项的量化是不可能的。此提供超越总测量不确定度(TMU)的改进的准确度。此外,通过本发明的方面而使得可能的改进不需要额外计量目标。因此,衬底上无额外空间必须被牺牲以实施本发明的方面。而且,通过校准而使得可能的对Qmerit及不准确度估计的计算未向计量测量增添额外时间,且因此未增加移动-获取-测量(MAM)时间。再另外,本发明的方面提供改进的测量配方优化。另外,本发明的方面使计量过程变成“动态”,因为计量工具能够适应衬底处理中的微小变化。此外,本发明的方面可允许通过使用比例因数来识别目标形状。此特别有益,因为对目标形状的识别可提供将本发明的方面用于焦点及剂量应用的附加能力。并且最后,比例因数的使用向计量工具(例如,覆盖工具)提供延展的功能性,这是因为比例因数现可用以识别特定目标缺陷。

[0074] 所附权利要求书不应被解释为包含方法加功能限制,除非使用片语“用于.....的构件”在给定权利要求中明确叙述此限制。权利要求书中未明确陈述“用于执行指定功能的构件”的任何元件不应被解释为如在35USC§112,¶6中所指定的“构件”或“步骤”款项。明确地说,在本文中的权利要求书中使用“.....的步骤”并不意欲调用35USC§112,¶6的条款。

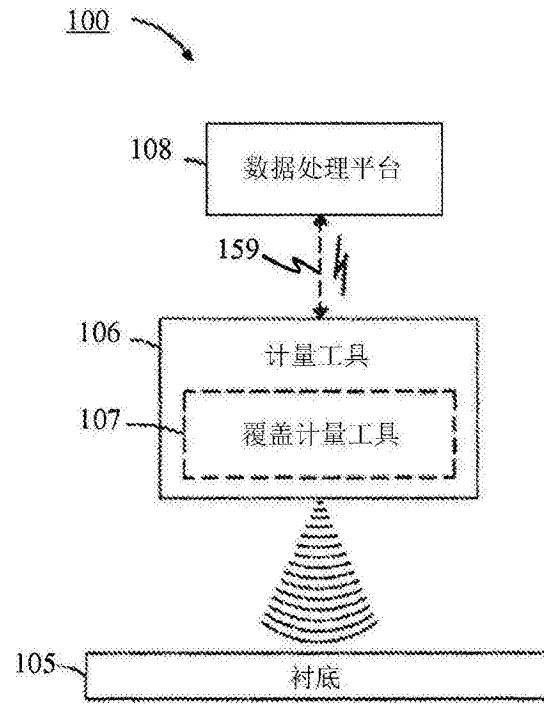


图1A

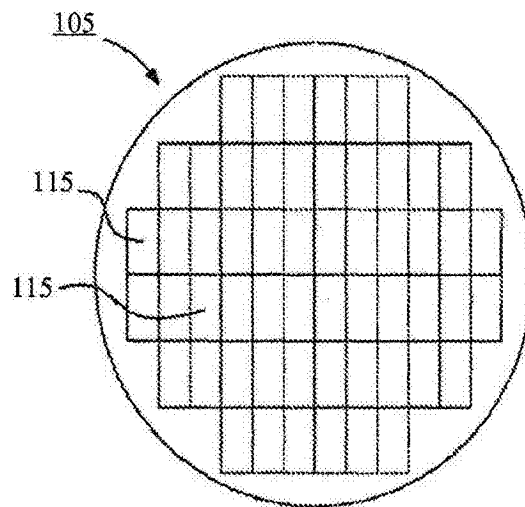


图1B

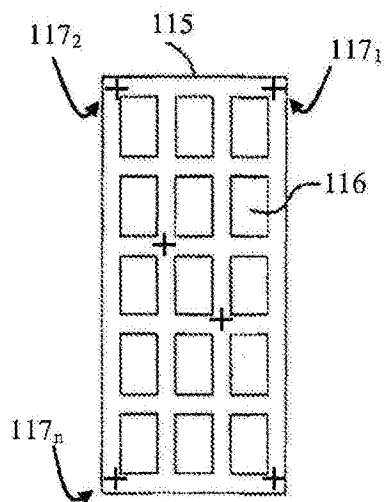


图1C

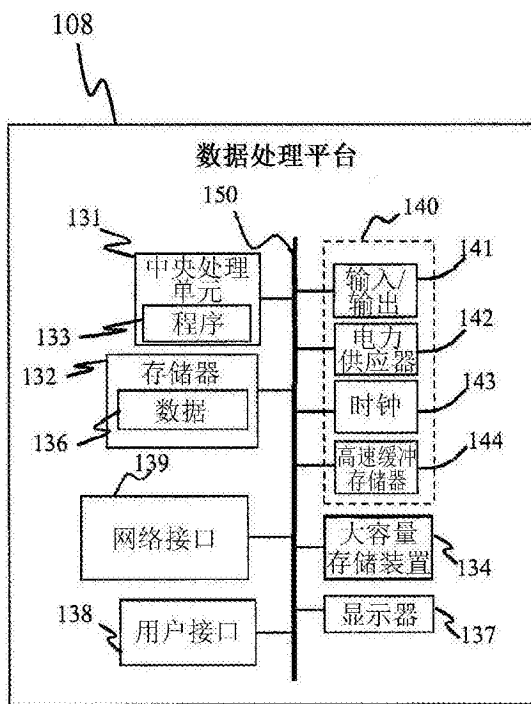


图1D

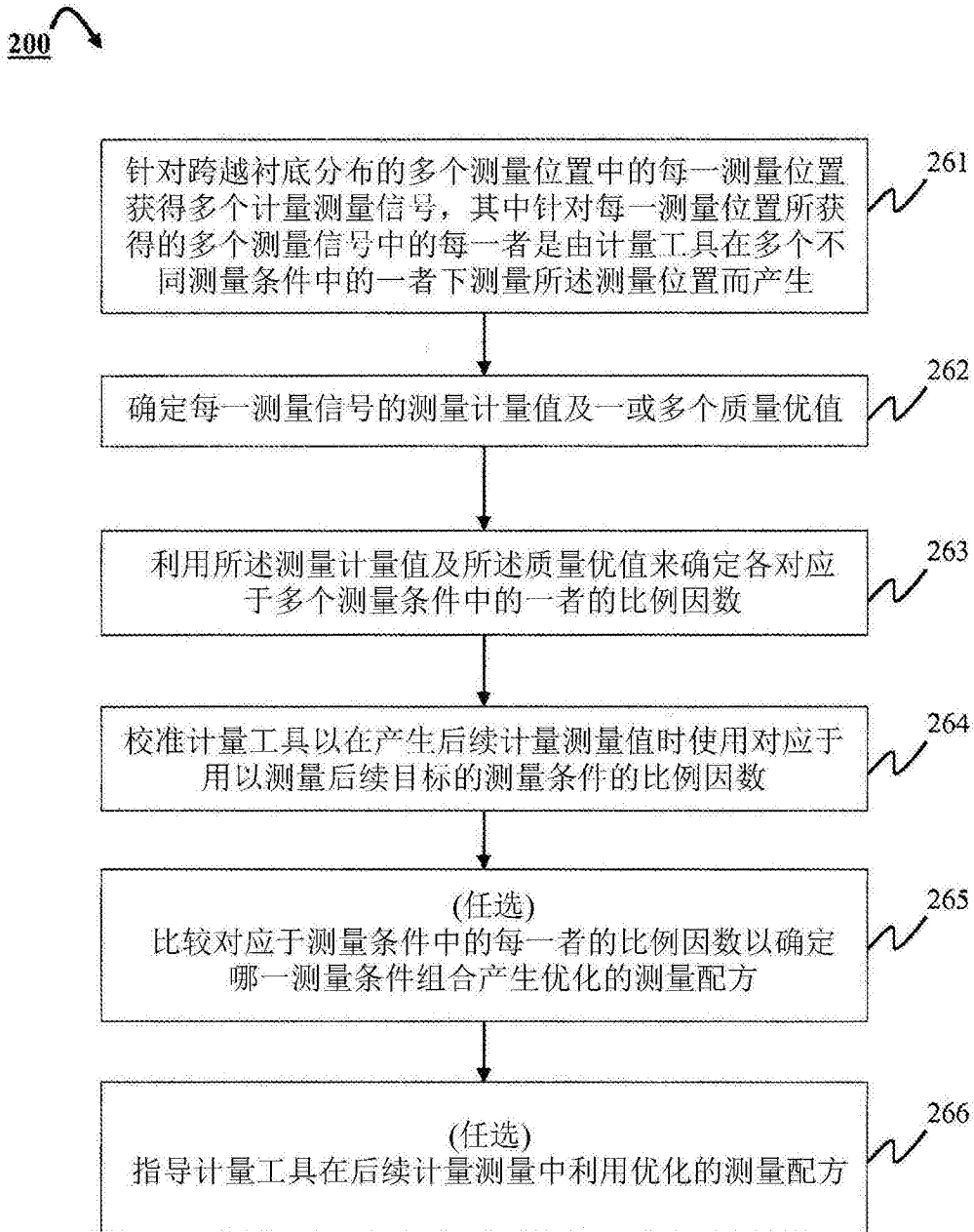


图2A

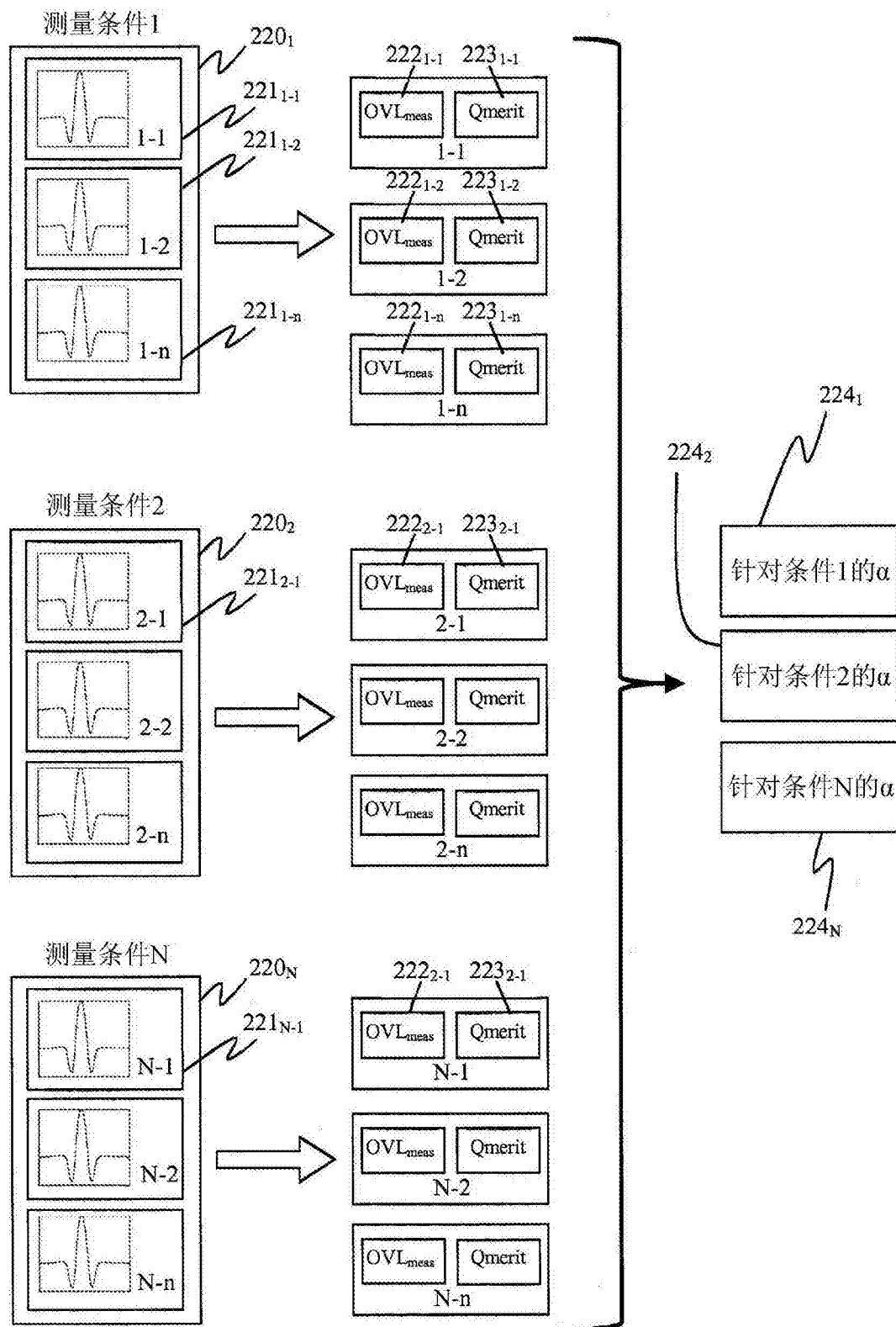


图2B

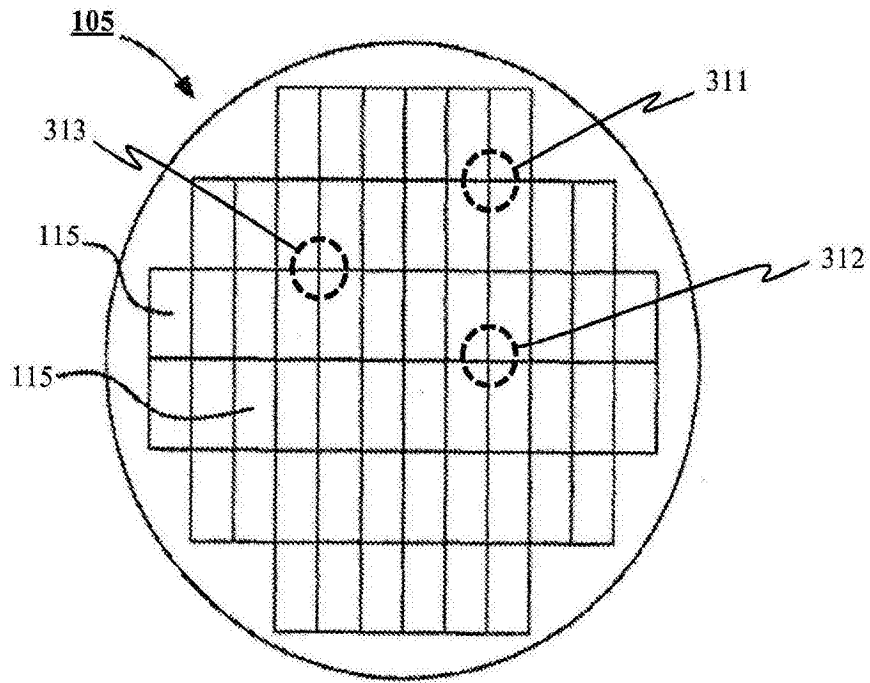


图3A

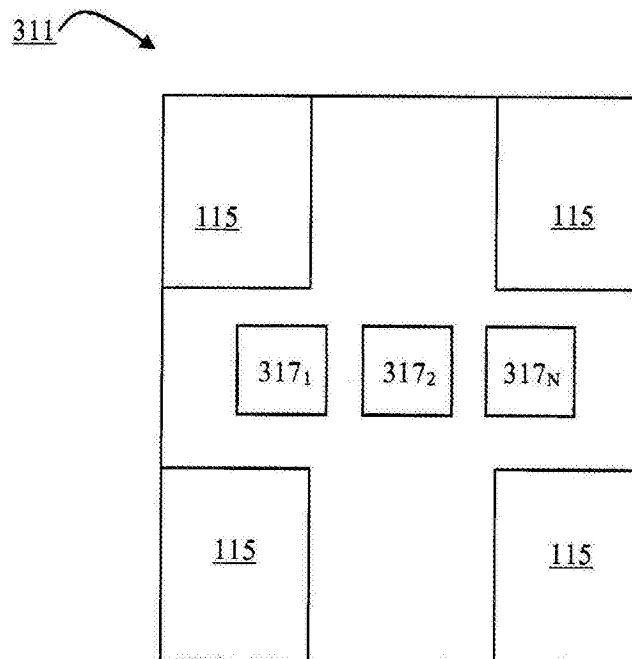


图3B

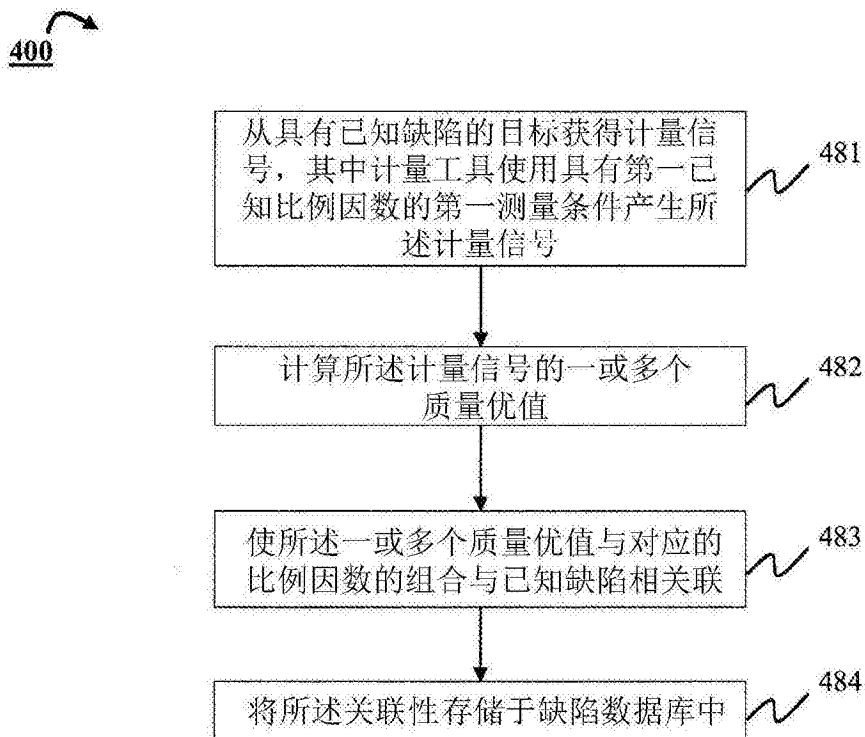


图4

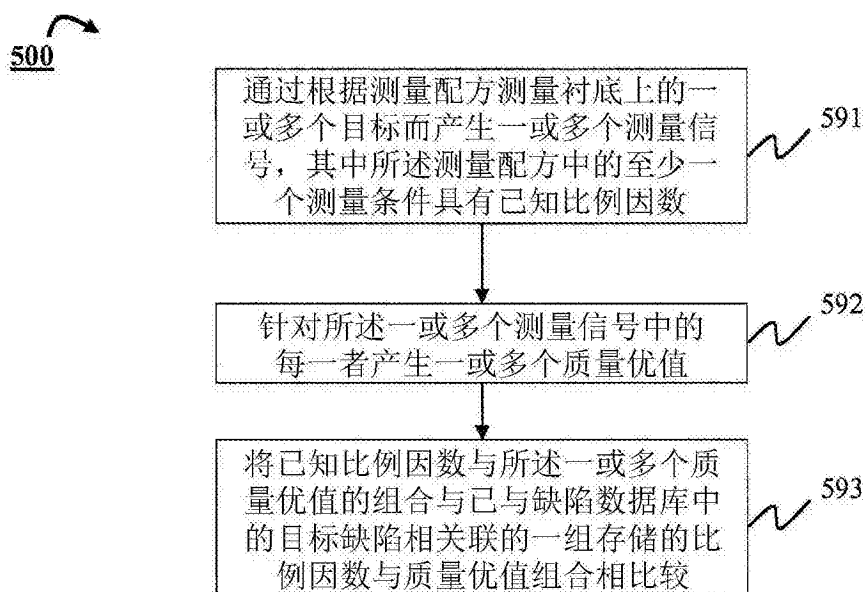


图5

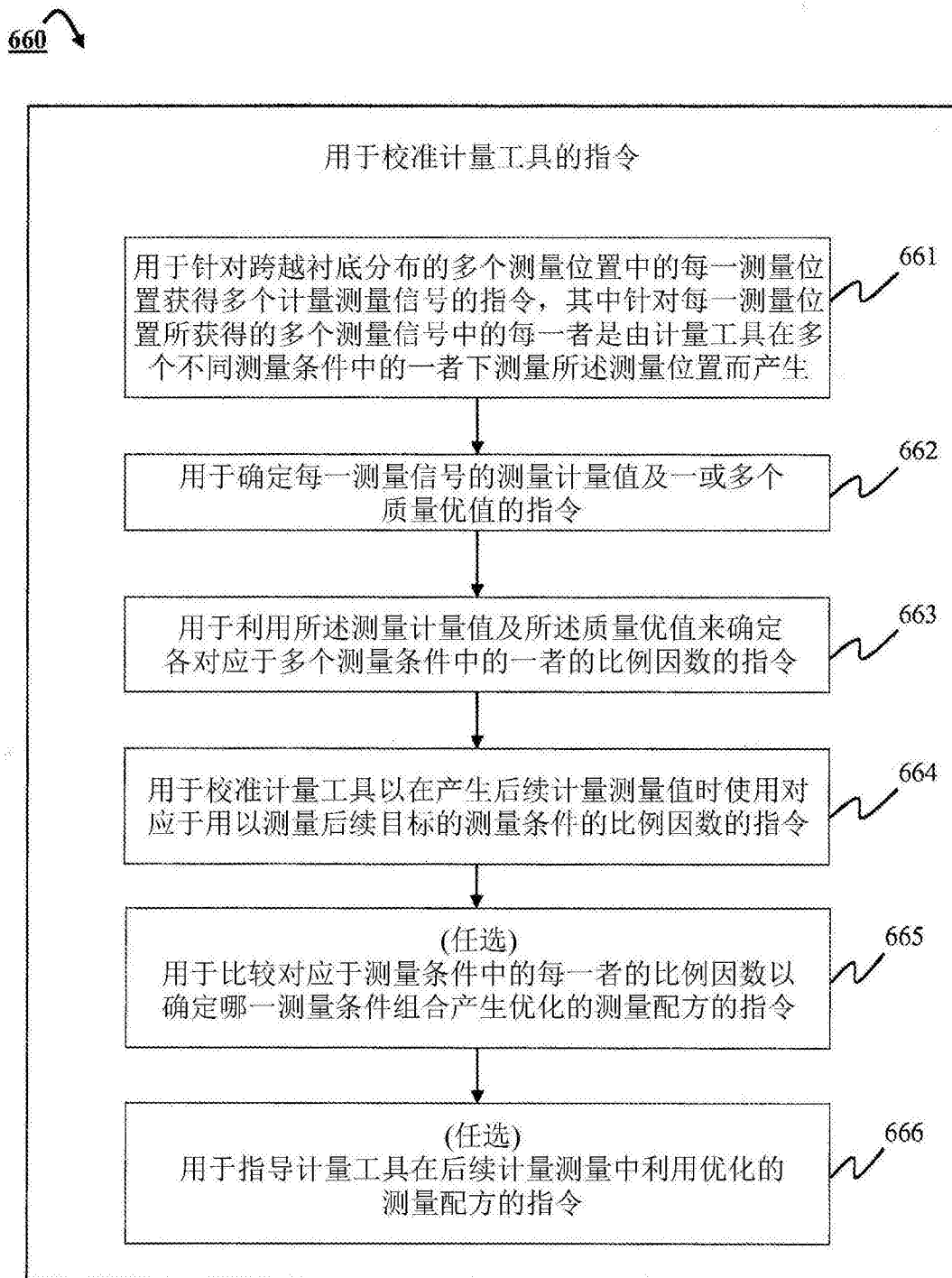


图6A

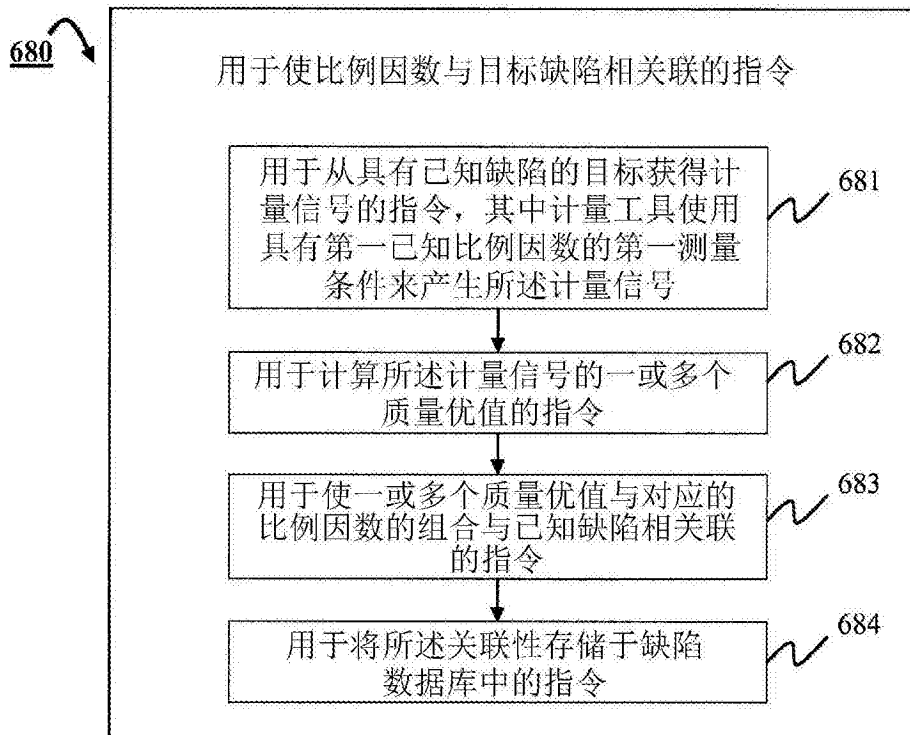


图6B

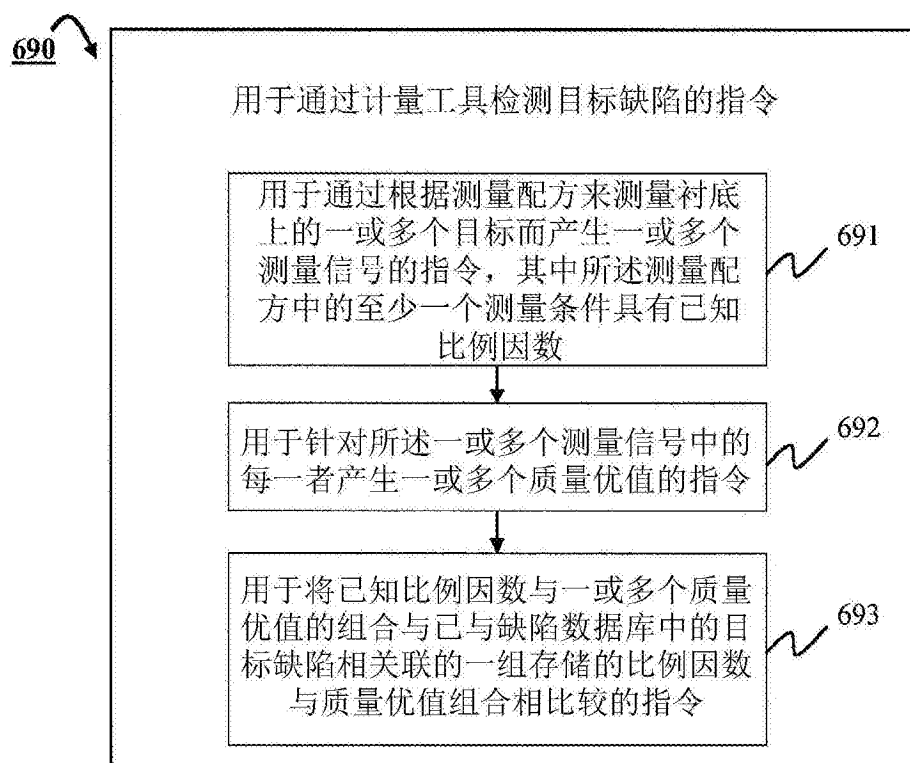


图6C