



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109863458 A

(43)申请公布日 2019.06.07

(21)申请号 201780063402.8

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

(22)申请日 2017.09.21

代理人 王静

(30)优先权数据

16193903.8 2016.10.14 EP

17160587.6 2017.03.13 EP

(51)Int.Cl.

G03F 9/02(2006.01)

G03F 7/207(2006.01)

G03F 9/00(2006.01)

G03F 7/00(2006.01)

G03F 7/20(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.04.12

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2017/073866 2017.09.21

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/069015 EN 2018.04.19

(71)申请人 ASML荷兰有限公司

地址 荷兰维德霍温

(72)发明人 P·弗朗西斯科 S·P·马特瓦

J·S·怀登伯格

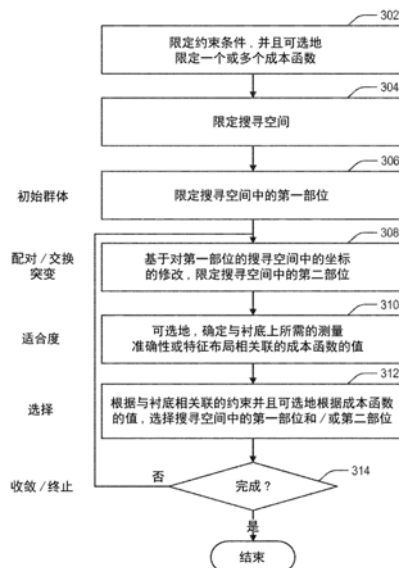
权利要求书2页 说明书16页 附图11页

(54)发明名称

选择与衬底上的测量或特征相关联的部位的集合

(57)摘要

本发明提供一种选择衬底上用于测量或特征的最优集合的方法,该方法包括:(302):限定约束条件,并且可选地限定成本函数。(306):限定部位的第一候选方案。(308):基于对所述第一候选方案的方案域中的坐标的修改,限定具有部位的第二候选方案。这可能涉及重复、突变和交叉。(310):确定与所述衬底上所需的测量准确性或特征布局相关联的成本函数的值。(312):根据与所述衬底相关联的约束并且可选地根据所述成本函数的值,选择所述第一候选方案和/或第二候选方案作为所述最优方案。(314):如果满足所述约束并且所述成本函数的值已收敛,或者如果已达到一迭代次数,则迭代结束。



1. 一种用于选择最优方案的方法,所述最优方案包括衬底上的部位的最优集合,所述部位与被配置成用于执行特征的测量或放置的位置相关联,所述方法包括以下步骤:

限定包括第一部位集合的第一候选方案;

基于对所述第一候选方案的方案域中的坐标的修改,限定包括第二部位集合的第二候选方案,其中,对所述坐标的修改包括从重复、突变和交换中选择的一种或多种操作;以及

根据与以下各者中的一者或多者相关联的约束条件选择所述第一候选方案和/或第二候选方案作为所述最优方案:能够用于在所述衬底上放置特征的可用位置、可用测量时间、与所述衬底上的区域相关联的测量或特征的最小量、以及当跨过所述衬底分布时测量或特征部位的均匀性的所需的程度。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,限定所述第一候选方案的步骤是基于随机或伪随机数的产生。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,限定所述第一候选方案的步骤是基于对所述约束条件的认知。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一候选方案和所述第二候选方案是候选方案的连续群体中的个体,并且根据进化方法执行所述方法的步骤。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,选择所述第一候选方案和/或第二候选方案的步骤还依据与所述衬底上所需的测量准确性或特征布局相关联的成本函数的值。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述成本函数与跨过所述衬底的聚焦指标的最优确定结果相关联。

7. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述成本函数与衬底失真特性的最优确定结果相关联。

8. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述成本函数与跨过所述衬底的聚焦标记、对准标记、剂量标记或重叠标记的最优定位相关联。

9. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述成本函数与对可观测的图形执行的拟合过程的品质参数相关联,所述可观测的图形被限定在与所述测量和/或特征部位相关联的部位中的一个或多个处。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述衬底是图案形成装置或晶片。

11. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述成本函数与考虑测量时间时的测量或特征的最优数目相关联。

12. 根据权利要求1所述的方法,还包括:确定帕累托前沿,所述帕累托前沿建立选择包括部位的最优集合的最优方案的第一目标与选择包括部位的最优集合的最优方案的第二目标之间的关系。

13. 一种包括计算机可读指令的计算机程序,其中,所述计算机指令在适当的计算机设备上运行时使得所述计算机设备执行如权利要求1所述的方法。

14. 一种光刻设备,其特别适于执行如权利要求1所述的方法中的步骤。

15. 一种用于选择最优方案的方法,所述最优方案包括衬底上的部位的最优集合,这些部位与被配置成用于执行特征的测量或放置的位置相关联,所述方法包括以下步骤:

限定包括第一部位集合的第一候选方案;

基于对所述第一候选方案的方案域中的坐标的修改,限定包括第二部位集合的第二候

选方案;以及

根据与以下各者中的一者或多者相关联的约束条件来选择所述第一候选方案和/或第二候选方案作为所述最优方案:能够用于在所述衬底上放置特征的可用位置、可用测量时间、与所述衬底上的区域相关联的测量或特征的最小量、以及当跨过所述衬底分布时测量或特征部位的均匀性的所需的程度,

其中,所述第一候选方案和第二候选方案是包括所述方案域的搜寻空间中的状态,并且根据模拟退火方法来执行所述步骤。

## 选择与衬底上的测量或特征相关联的部位的集合

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2016年10月14日递交的EP申请16193903.8和2017年3月13日递交的EP/US申请17160587.6的优先权,这两个在先申请的全部内容以引用的方式并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及一种选择包括与衬底上的测量或特征相关联的部位的集合的最优方案的方法、一种相关的设备以及一种计算机程序。

### 背景技术

[0004] 光刻设备是将期望的图案应用到衬底上(通常施加到衬底的目标部分上)的机器。可以将光刻设备用于例如制造集成电路(IC)。在这种情况下,可以将可替代地称为掩模或掩模版的图案形成装置用于产生待形成于IC的单层上的电路图案。该图案可以转移到衬底(例如硅晶片)上的目标部分(例如包括管芯的一部分、一个或更多个管芯)上。通常,通过将图案成像到设置于衬底上的辐射敏感材料(抗蚀剂)层上进行图案的转移。通常,单个衬底将包含被连续形成图案的相邻目标部分的网络。已知的光刻设备包括所谓步进器和所谓的扫描器;在步进器中,通过将整个图案一次曝光到目标部分上来辐射每一个目标部分;通过辐射束沿给定方向(“扫描”方向)扫描所述图案、同时沿与该方向平行或反向平行的方向扫描所述衬底来辐射每一个目标部分。另外,能够通过将图案压印到衬底上来将图案从图案形成装置转移到衬底上。

[0005] 无论使用哪种类型的设备,衬底上的图案的准确放置是用于减小电路部件和可以由光刻术生产的其他产品的尺寸的主要挑战。具体地说,准确地测量已经被安装的衬底上的特征的挑战是能够足够准确地定位叠置的特征的连续层以高产率生产作业器件的关键步骤。通常,所谓的重叠应该在如今的亚微米半导体器件中的数十纳米内实现,降低到最关键层中的几纳米内来实现。

[0006] 对于光刻设备的另一个挑战是以足够的聚焦均匀性曝光衬底上的所有图案。这是重要的,以使得整个衬底的产率不会在远离衬底的边缘处遭受散焦失败的影响。衬底上的印刷图像仅在大约最优曝光聚焦的有限(竖直)范围中具有足够的对比度。聚焦外曝光不仅可能导致对比度降低,而且可能在一些情况下导致图案的临界尺寸改变。半导体处理装备及处理(例如光刻、蚀刻、烘烤、抛光和退火)的瑕疵可能引入整个衬底的瑕疵。具有瑕疵的图案被称为处理指纹,这类瑕疵产生可能导致重叠或聚焦误差的处理失真。通常根据光刻设备的可校正参数来直接表征该处理指纹。

[0007] 因此,现代光刻设备涉及在实际上曝光或以其他方式图案化处于目标部位的衬底的步骤之前的广泛测量或“映射”操作。这些操作耗时,限制了光刻设备的生产量,因而提高了半导体集成电路或其他产品的单位成本。

[0008] 通过测量或者在衬底上的多个部位处放置特征,确定诸如聚焦或重叠指纹的处理指纹。

[0009] 当图案特征变得更小并且重叠性能要求变得越来越苛刻时,已经开发出并且将继续开发出所谓的先进对准模型和聚焦模型,用以对“晶片网格”的失真进行模型化和更准确地校正。这些先进模型依赖于测量整个衬底的数量更多的目标特征。然而,在不会不恰当地整体上限制光刻处理的生产量的情况下,最终仅能测量有限数量的可用目标特征。跨过衬底的聚焦变化具有高发生频率,这需要按曝光图像放置并测量某一数量的目标特征,以便以足够的准确性捕获聚焦指纹。

[0010] 选择衬底上的部位的最优集合以测量或放置特征可以提高确定处理指纹的准确性。

[0011] 跨过晶片取样算法或样本方案优化器可以用于选择衬底上用于进行测量的位置的最优集合。该取样算法确定例如跨过衬底的重叠或衬底变形的指纹。约束条件是:这些部位在跨过整个衬底的同时需要以足够的密度分布。应该避免开放区域。应该限制样本点的数目,以降低对测量时间的影响。取样算法应该足够快速,以便在生产环境中切实可行。

[0012] 场取样算法或标记布局优化器可以用于选择衬底上用于放置目标特征的部位的最优集合。场取样算法具有其他要求。它需要便于确定场特定指纹,例如聚焦。约束条件是所有允许的聚焦标记部位、标记的最大数目等。

[0013] 已知的方法不能在足够灵活地处理上述约束条件的同时实现跨过晶片和跨过场取样。

## 发明内容

[0014] 发明人已经找到一种能够在足够灵活地处理上述约束条件和其他约束条件的同时实现跨过晶片和跨过场取样方法。

[0015] 根据本发明的第一方面,提供一种选择最优方案的方法,所述最优方案包括衬底上的部位的最优集合,这些部位与被配置成用于执行特征的测量或放置的位置相关联,所述方法包括以下步骤:限定包括第一部位集合的第一候选方案;基于对所述第一候选方案的方案域中的坐标的修改,限定包括第二部位集合的第二候选方案,其中,对所述坐标的修改包括从重复、突变和交换(cross-over)中选择的一种或多种操作;以及根据与以下各者中的一者或多者相关联的约束条件来选择所述第一候选方案和/或第二候选方案作为所述最优方案:能够用于在所述衬底上放置特征的可用位置、可用测量时间、与所述衬底上的区域相关联的测量或特征的最小量、以及当跨过所述衬底分布时测量或特征部位的均匀性的所需的程度。

[0016] 根据本发明的第二方面,提供一种用于选择最优方案的方法,所述最优方案包括衬底上的部位的最优集合,这些部位与被配置成用于执行特征的测量或放置的位置相关联,所述方法包括以下步骤:限定包括第一部位集合的第一候选方案;基于对所述第一候选方案的方案域中的坐标的修改,限定包括第二部位集合的第二候选方案;以及根据与以下各者中的一者或多者相关联的约束条件来选择所述第一候选方案和/或第二候选方案作为所述最优方案:能够用于在所述衬底上放置特征的可用位置、可用测量时间、与所述衬底上的区域相关联的测量或特征的最小量、以及当跨过所述衬底分布时测量或特征部位的均匀性的所需的程度,其中,所述第一候选方案和第二候选方案是包括所述方案域的搜寻空间中的状态,并且根据模拟退火方法来执行所述步骤。

[0017] 根据本发明的第三方面,提供一种包括计算机可读指令的计算机程序,其中,所述计算机指令在适当的计算机设备上运行时使得所述计算机设备执行如第一方面所述的方法。

[0018] 根据本发明的第四方面,提供一种包括如第三方面所述的计算机程序的计算机程序产品。

[0019] 根据本发明的第五方面,提供一种设备,所述设备特别适于执行根据第一方面所述的方法中的步骤。所述设备可以被配置为光刻设备,所述光刻设备能够操作以对所述衬底执行光刻处理。

## 附图说明

[0020] 现在将参照随附的示意图并且仅以示例的方式描述本发明的实施例。在附图中,对应的附图标记指示对应的部分;在附图中:

[0021] 图1描绘了根据本发明的实施例的光刻设备;

[0022] 图2示意性地示出图1的设备中的测量和曝光处理中的多个阶段;

[0023] 图3是示出根据本发明的实施例的方法的流程图;

[0024] 图4是示出根据本发明的另一个实施例的方法的流程图;

[0025] 图5A至图5C描绘了所允许的标记位置、常规地优化的标记布局以及根据本发明的实施例优化的标记布局;

[0026] 图5D和图5E分别描绘了校正前和校正后的聚焦图。

[0027] 图6是根据本发明的实施例优化的残值的标准差( $\sigma$ )的总和的曲线图;

[0028] 图7是示出根据本发明的另一个实施例的方法的流程图;

[0029] 图8描绘了用于常规样本方案优化器的典型非均匀取样的三角样本方案;

[0030] 图9描绘了根据本发明的实施例的方法产生的三角样本方案;并且

[0031] 图10示出了适用于实施本发明所披露的方法的计算机系统硬件。

[0032] 图11示出了根据本发明的实施例的使用帕累托前沿的概念。

## 具体实施方式

[0033] 图1示意性地描绘了根据本发明的一个实施例的光刻设备LA。该设备包括:

[0034] i. 照射系统(照射器)IL,其配置成调节辐射束B(例如UV幅射或EUV辐射)。

[0035] ii. 支撑结构(例如掩模台)MT,其构造成支撑图案形成装置(例如掩模)MA,并且连接到配置成根据某些参数来准确地定位图案形成装置的第一定位器PM;

[0036] iii. 衬底台(例如晶片台)WTa或WTb,其构造成保持衬底(例如涂覆有抗蚀剂的晶片)W,并且连接到配置成根据某些参数来准确地定位衬底的第二定位器PW;以及

[0037] iv. 投影系统(例如折射投影透镜系统)PS,其配置成将由图案形成装置MA赋予辐射束B的图案投影到衬底W的目标部分C(例如包括一个或更多个管芯)上。

[0038] 照射系统可以包括多种类型的光学部件,诸如包括折射型、反射型、磁性型、电磁型、静电型或其他类型的光学部件,或者它们的任意组合,用以对辐射进行导向、成形或控制。

[0039] 支撑结构支撑图案形成装置,即,承载图案形成装置的重量。掩模支撑结构以依赖

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被保持于真空环境中等其他条件的方式保持图案形成装置。支撑结构可以使用机械的、真空的、静电的或其他夹持技术来保持图案形成装置。支撑结构可以是框架或台，例如，它可以根据需要而是固定的或者可移动的。支撑结构可以确保图案形成装置例如相对于投影系统位于期望的位置。可以认为本文中使用的任何术语“掩模版”或“掩模”可以认为是与更加上位的术语“图案形成装置”同义。

[0040] 本文中使用的术语“图案形成装置”应该被广义地理解为表示下述任何装置：该装置能够用于将图案在辐射束的横截面中赋予辐射束，以便在衬底的目标部分中形成图案。应该注意的是，被赋予辐射束的图案可能不与在衬底的目标部分中期望的图案完全对应（例如，如果该图案包括相移特征或者所谓的辅助特征）。通常，被赋予辐射束的图案将会与在目标部分（例如集成电路）中形成的器件中的特定的功能层相对应。

[0041] 图案形成装置可以是透射型的或反射型的。图案形成装置的示例包括掩模、可编程反射镜阵列和可编程LCD面板。掩模在光刻术中是公知的，并且包括诸如二元掩模、交替相移掩模、衰减相移掩模以及各种混合掩模类型的掩膜类型。可编程反射镜阵列的示例采用小反射镜的矩阵布置，每一个小反射镜都可以独立地倾斜，以便在不同方向上反射入射辐射束。已倾斜的反射镜将图案赋予由反射镜矩阵反射的辐射束。

[0042] 本文中使用的术语“投影系统”应该被广义地解释为包括任意类型的投影系统，包括折射型、反射型、反射折射型、磁性型、电磁型以及静电型光学系统或者它们的任意组合，如对于所使用的曝光辐射或者诸如使用浸没液体或使用真空之类等其他因素所适合的。可以认为本文中使用的任何术语“投影透镜”被认为是与更加上位的术语“投影系统”同义。

[0043] 如此处示出的，光刻设备是透射型的（例如采用透射型掩模）。可替代地，光刻设备可以是反射型的（例如采用如上所述的类型的可编程反射镜阵列，或者采用反射型掩模）。

[0044] 光刻设备可以是具有两个衬底台（双平台）或更多个衬底台（和/或两个或更多个掩模台）的类型。在这种“多平台”机器中，可以并列地使用多个台，或者可以在一个或更多个台上执行预备步骤的同时，一个或更多个其他台正被用于曝光。虽然本文所披露的发明可以被独立地使用，但是它也可以在单平台或多平台设备的预曝光测量阶段提供附加功能。

[0045] 光刻设备是如下类型：衬底的至少一部分可以被具有相对高折射率的液体（例如水）覆盖，以便填充投影系统和衬底之间的浸没空间。浸没液体也可以被施加到光刻设备中的其他空间，例如掩模与投影系统之间的空间。浸没技术在本领域中是公知的，用于增加投影系统的数值孔径。本文中使用的术语“浸没”并不意味着诸如衬底的结构必须浸没在液体中，相反地，“浸没”仅意味着在曝光期间液体位于投影系统与衬底之间。

[0046] 参照图1，照射器IL接收来自辐射源S0的辐射束。辐射源和光刻设备可以是分立的实体（例如当辐射源是准分子激光器时）。在这种情况下，不将辐射源视为形成光刻设备的一部分，并且借助于包括例如合适的定向反射镜和/或扩束器的束传递系统BD来将辐射束从源S0传到照射器IL。在其他情况下，辐射源可以是光刻设备的组成部分（例如当辐射源是汞灯时）。可以将源S0和照射器IL以及必要时设置的束传递系统BD一起称作辐射系统。

[0047] 照射器IL可以包括用于调整辐射束的角强度分布的调整器AD。通常，可以对照射器的光瞳平面中的强度分布的至少外部和/或内部径向范围（一般分别称为-外部和-内部）

进行调整。此外,照射器IL可以包括各种其他部件,例如整合器IN和聚光器CO。可以将照射器用于调节辐射束,以便在其横截面中具有期望的均匀性和强度分布。

[0048] 辐射束B入射到保持在支撑结构(例如掩模台MT)上的图案形成装置(例如掩模MA)上,并且通过图案形成装置来形成图案。在穿过掩模MA之后,辐射束B通过投影系统PS,该投影系统将辐射束聚焦到衬底W的目标部分C上。借助于第二定位器PW和位置传感器IF(例如,干涉仪装置、线性编码器或电容传感器),可以精确地移动衬底台WTa/WTb,例如以便将不同的目标部分C定位在辐射束B的路径中。类似地,例如在从掩模库的机械获取之后或者在扫描期间,可以将第一定位器PM和另一个位置传感器(图1中未明确地示出)用于相对于辐射束B的路径精确地定位掩模MA。通常,可以借助于形成第一定位器PM的一部分的长行程模块(粗定位)和短行程模块(精定位)来实现掩模台MT的移动。类似地,可以使用形成第二定位器PW的一部分的长行程模块和短行程模块来实现衬底台WTa/WTb的移动。在步进器(与扫描器相对)的情况下,掩模台MT可以仅与短行程致动器相连,或者可以是固定的。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。尽管图中所示的衬底对准标记占据了专用目标部分,但是它们可以位于目标部分之间的空间(这些是公知的划线对齐标记)中。类似地,在将多于一个的管芯设置在掩模MA上的情况下,掩模对准标记可以位于管芯之间。

[0049] 可以将图中所示的设备用于以下模式中的至少一种模式中:

[0050] 1. 在步进模式中,在将掩模台MT和衬底台WTa/WTb保持为基本静止的同时,将赋予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,使衬底台WTa/WTb沿着X方向和/或Y方向移动,使得不同的目标部分C能够被曝光。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目标部分C的尺寸。

[0051] 2. 在扫描模式中,在对掩模台MT和衬底台WTa/WTb同步地进行扫描的同时,将赋予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WTa/WTb相对于掩模台MT的速度和方向可以通过投影系统PS的放大(缩小)和图像反转特性来确定。在扫描模式中,曝光场的最大尺寸限制了单一动态曝光中目标部分(在非扫描方向上)的宽度,而扫描运动的长度(以及曝光场的尺寸)决定了目标部分(在扫描方向上)的高度。

[0052] 3. 在另一种模式中,将用于保持可编程图案形成装置的掩模台MT保持为基本静止,并且在衬底台WTa/WTb进行移动或扫描的同时,将赋予辐射束的图案投影到目标部分C上。在这种模式中,通常采用脉冲辐射源,并且在衬底台WTa/WTb的每一次移动之后或者在扫描期间的连续辐射脉冲之间,根据需要来更新可编程图案形成装置。这种操作模式能够容易地应用于利用可编程图案形成装置(例如上述类型的可编程反射镜阵列)的无掩模光刻术中。

[0053] 还可以采用上述使用模式的组合和/或变型或者完全不同的使用模式。

[0054] 本示例中的光刻设备LA是所谓的双平台类型,该双平台类型具有两个衬底台WTa、WTb和两个站-曝光站和测量站-可以在所述两个站之间交换衬底台。当一个衬底台上的一个衬底在曝光站EXP上进行曝光时,另一个衬底可以被装载到测量站MEA处的另一个衬底台上,从而可以执行各种预备步骤。预备步骤可以包括使用水平传感器LS来绘制衬底的表面的地图,并且使用对准传感器AS来测量衬底上的对准标记的位置。这样能够实现设备的生产量实质性增加。如果位置传感器IF在衬底台处于测量站以及处于曝光站时不能够测量衬



底台的位置,则可以提供第二位置传感器,以便能够在两个站处追踪衬底台的位置。本发明可以应用到具有仅一个衬底台或者具有多于两个衬底台的设备中。

[0055] 该设备还包括光刻设备控制单元LACU,该光刻设备控制单元控制所描述的各种致动器和传感器的所有移动和测量。LACU还包括信号处理及数据处理能力以实施与设备的操作相关的期望的计算。在实际中,控制单元LACU将被实现为具有许多子单元的系统,每个子单元处置设备内的子系统或部件的实时数据获取、处理及控制。例如,一个处理子系统可以专用于衬底定位器PW的伺服控制。分立的单元甚至可以处置粗致动器和精致动器、或者不同的轴线。另一个单元可以专用于位置传感器IF的读出。对设备的总体控制可以由中央处理单元控制,中央处理单元与这些子系统处理单元、与操作者以及与光刻制造过程中所涉及的其他设备通信。

[0056] 图2示出了用于曝光于图1的双平台设备中的衬底W上的目标部分(例如管芯)的已知步骤。虚线框内的左侧是在测量站MEA处执行的步骤,而右侧示出了曝光站EXP处执行的步骤。有时,衬底台WTa、WTb中的一者将在曝光站处,而另一者在测量站处,如上文所描述的那样。出于本描述的目的,假设衬底W已经被装载到曝光站中。在步骤200处,通过未示出的机构将新衬底W' 装载到设备上。并行地处理这两个衬底,以便增加光刻设备的生产量。先说新装载的衬底W',该衬底可以是先前未经处理的衬底,施加新抗蚀剂用于在设备中进行第一次曝光。然而,通常,所描述的光刻处理将仅是一系列曝光及处理步骤中的一个步骤,使得衬底W' 已经通过该设备和/或其他光刻设备数次,并且还可以经历后续处理。

[0057] 可以在其他光刻设备中执行先前和/或后续处理(如刚才提及的),并且甚至可以在不同类型的光刻设备中执行先前和/或后续处理。例如,器件制造处理中的在诸如分辨率和重叠的参数上要求极高的一些层相比于要求不太高的其他层可以在更先进光刻工具中执行。因此,一些层可以在浸没式光刻工具中曝光,而其他层在“干式”工具中曝光。一些层可以曝光于在DUV波长下作业的工具中,而使用EUV波长辐射来曝光其他层。

[0058] 在图2中,在202处,使用采用衬底标记P1等对准测量和图像传感器(未示出)来测量并记录衬底相对于衬底台WTa/WTb的对准。另外,将测量跨过衬底W' 的多个对准标记,以建立“晶片栅格”,该晶片栅格非常准确地映射跨过衬底的标记的分布,包括相对于标称矩形栅格的任何失真。在步骤204处,还测量关于X-Y位置的衬底高度图,以用于准确地聚焦已曝光的图案。

[0059] 当装载衬底W' 时,接收配置数据206,该配置数据定义待执行的曝光,并且还定义衬底和先前产生的图案以及待产生于晶片上的图案的属性。将在202、204处获得的衬底位置、衬底网格和高度图的测量新增添到这些配置数据中,使得可以将配置和测量数据208的完整集合传递到曝光平台。对准数据的测量例如包括以与为光刻处理的产品图案成固定或标称固定关系而形成的对准目标的X位置和Y位置。恰好在曝光之前取得的这些对准数据经组合和内插,以提供对准模型的参数。这些参数和对准模型将在曝光操作期间用于校正当前光刻步骤中应用的图案的位置。已知的对准模型可能包括四个、五个或六个参数,这些参数一起以不同尺寸限定“理想”栅格的平移、旋转和按比例缩放。如下文进一步描述的,使用更多参数的先进模型是已知的。

[0060] 在210处,交换衬底W' 与W,使得已测量的衬底W' 变成衬底W而进入曝光站EXP。通过在设备内交换支撑件WTa与WTb来执行该交换,使得衬底W、W' 保持准确地夹持并且定位在那

些支撑件上,以保持衬底台与衬底本身之间的相对对准。因此,一旦已交换这些台,则为了利用用于衬底W(即,以前的W')的测量信息202、204以控制曝光步骤,必需确定投影系统PS与衬底台WTb(即,以前的WTa)之间的相对位置。在步骤212处,使用掩模对准标记M1、M2来执行掩模版对准。在步骤214、216、218中,将扫描运动和辐射脉冲施加到跨过衬底W的连续目标部位处,以便完成数个图案的曝光。通过在执行曝光步骤中使用在测量站处获得的对准数据和高度图,使这些图案相对于期望的部位准确地对准,更具体地,相对于先前放置于同一衬底上的特征准确地对准。在步骤220处,从设备卸除现在被标注为W"的已曝光的衬底,以根据已曝光的图案使其经历蚀刻或其他处理。

[0061] 选择用于测量或特征的部位的最优集合是优化问题。

[0062] 元启发法是被设计为用于寻找、产生或选择启发法(部分搜寻算法)的高阶过程或启发法,该启发法可以为优化问题提供足够好的方案,特别是在不完全的或不完美的信息或者有限的计算能力的情况下。

[0063] 进化算法(EA)是一般的基于群体的元启发优化算法。

[0064] 基因算法(GA)是一种类型的EA。在GA中,优化问题的候选方案的群体(被称作个体、造物或表型)朝着更优的方案进化。每一个候选方案具有由方案域中的坐标表示的一组属性(其染色体或基因型),方案域可以突变和变更。这些方案可以二进制表示为0和1的字符串,但其他编码也有可能。

[0065] 模拟退火法(SA)是一种用于近似给定函数的全局优化的概率技术。SA是一种用于近似大搜寻空间或方案域中的全局优化的元启发法。

[0066] 禁忌搜寻法(tabu search)是一种使用用于数学优化的局部搜寻方法的另一种元启发搜寻方法。

[0067] 基因算法维持方案的储库(pool),而不是仅维持一个方案。新候选方案不仅由“突变”(如同在SA中)产生,而且由来自储库的两个方案的“重组”产生。类似于SA中使用的准则,概率性准则用于选择候选,以用于重复、突变或组合(通过交换),并且用于从储库舍弃过量方案。

[0068] 在数学优化中,成本函数或损失函数是如下函数:该函数将事件或者一个或多个变量的值映射到直观地表示与该事件相关联的某一“成本”的实数上。优化问题意图使成本函数最小化。目标函数可以是成本函数,或者是其负值(有时被称作评价函数、报酬函数、利润函数、效用函数、适合度函数等)——在这种情况下要使其最大化。

[0069] 约束条件是优化问题的方案必须满足的条件。

[0070] 图3是根据本发明的实施例的说明用于选择包括与衬底上的测量或特征相关联的部位的最优集合的最优方案的方法的流程图。

[0071] 该方法具有以下步骤:

[0072] 302:限定约束条件,并且可选地限定一个或多个成本函数。在下文中更详细地论述这些约束条件和成本函数。成本函数可以计算模型化指纹与测得数据之间的差别。成本函数用于赋予个体(候选方案)一值,用以与其他个体(候选方案)进行比较。

[0073] 304:限定搜寻空间。例如,搜寻空间可以是在能够放置聚焦标记的场中的位置。搜寻空间可以是满足所有约束条件的候选方案的可行集合。它可以是测量部位的完全集合(即,所有可行部位)。搜寻空间的边界可以由晶片的尺寸限定。

[0074] 306:限定包括第一部位集合的第一候选方案。第一候选方案是一个或更多个部位的集合,例如场中或晶片上的标记或测量部位。每一个候选方案可以由搜寻空间中的坐标限定。第一候选方案可以是候选方案的群体中的个体。在这种情况下,该群体是第一代。

[0075] 该第一候选方案可以基于搜寻空间中的随机或伪随机坐标的产生。

[0076] 第一候选方案可以基于对约束条件的认知。这种认知可以包括用于制作产品(例如特定集成电路)的布局和层。所述认知可以包括用于制作产品的构形和处理,该构形和处理约束应该放置标记或测量点的位置。例如,约束条件可以是以下各者中的一者或多者:每一行不多于5个标记;每一个管芯一个标记;每一个场10个标记;以及对由标记使用的实际面积的限制。

[0077] 308:基于对第一候选方案的搜寻空间中的坐标的修改,限定包括搜寻空间中的第二部位集合的第二候选方案。对坐标的修改可以包括重复、突变和交换中的一种或多种操作。第二候选方案可以是候选方案的群体中的个体。在这种情况下,相对于作为第一代的第一候选方案,所述群体是第二代。因为存在许多代,所以第一和第二可以指代当前代和下一代,或者前一代和当前代。

[0078] 310:可选地,确定与衬底上所需的测量准确性或特征布局相关联的成本函数的值。

[0079] 312:根据与衬底相关联的约束条件,选择第一候选方案和/或第二候选方案作为最优方案。可选地,对第一候选方案和/或第二候选方案的选择是进一步根据成本函数的(估计)值。

[0080] 约束条件可以与用于放置特征的可用位置相关联。例如,可以仅在划线通道中或晶片的边缘处允许标记。标记被约束为位于晶片上。

[0081] 约束条件可以与用于放置特征的部位与衬底的禁区之间所需的最小距离相关联。在下文中参照图5A对此加以论述。

[0082] 约束条件可以与测量或特征的最小量相关联,该测量或特征与衬底上的区域相关联。

[0083] 约束条件可以与在跨过衬底分布时测量或特征部位的均匀性的所需程度相关联。

[0084] 成本函数可以与如下各者中的一者或多者相关联。

[0085] 成本函数可以与对跨过衬底的聚焦指标的最优确定结果相关联。例如,成本函数可以计算模型化指纹与跨过晶片测量的高度数据之间的差别。

[0086] 成本函数可以与衬底失真特性的最优确定结果相关联。例如,成本函数可以使用水平传感器来计算模型化指纹与跨过晶片测量的高度数据之间的差别。模型可以包括衬底表面的网格模型。

[0087] 成本函数可以与跨过衬底的聚焦标记的最优定位相关联。例如,成本函数可以计算模型化指纹与跨过晶片测量的高度数据之间的差别。模型可以包括衬底或者诸如泰勒级数的函数的网格模型。

[0088] 成本函数可以与跨过衬底的对准标记的最优定位相关联。例如,成本函数可以计算模型化指纹与跨过晶片测量的x和y坐标数据之间的差别。模型可以包括关于x和y的一组多项式函数。作为x和y的替代,可以使用径向坐标和函数。

[0089] 成本函数可以与跨过衬底的重叠标记的最优定位相关联。例如,成本函数可以计

算模型化指纹与跨过晶片测量的x和y坐标数据之间的差别。模型可以包括关于x和y的一组多项式函数。作为x和y的替代,可以使用径向坐标和函数。

[0090] 成本函数可以与跨过衬底之剂量标记的最优定位相关联。例如,成本函数可以计算模型化指纹与跨过晶片测量的线厚度数据之间的差别。模型可以包括关于线厚度的一组多项式函数。

[0091] 成本函数可以与考虑测量时间的测量或特征的最优数目相关联。例如,成本函数可以包括根据测量时间的一组多项式函数。

[0092] 成本函数可以与对可观测的图形执行的拟合过程的品质参数相关联,所述可观测限定于与测量和/或特征部位相关联的部位中的一者或多者处。

[0093] 成本函数可以与衬底上的区域相关联。

[0094] 314:如果满足所述约束并且(可选地)成本函数的值已收敛,或者如果已达到迭代的一个次数,则迭代结束;否则,控制传递返回到步骤308以进行另一次迭代。

[0095] 可以根据进化方法来执行所述方法中的步骤,在这种情况下,第一候选方案和第二候选方案是候选方案的连续群体中的个体。

[0096] 可以根据模拟的退火方法来执行所述方法中的步骤,在这种情况下,候选方案是包括方案域的搜寻空间中的状态。

[0097] 在下文中参照图4至图6描述的另一个实施例中,用于方案优化的进化算法(EASO)是用于找出待在标记布局优化器和重叠优化器(和剂量/CD优化器)中使用的场标记位置的搜寻方法。这些优化器中的每一者通过选择一个或多个最优方案来促进对处理指纹的改善判断。

[0098] 最优方案提供改善所确定的处理指纹的准确性的测量部位或特征放置部位,所确定的处理指纹例如是聚焦、重叠或剂量/CD指纹。它也可以使每个场的标记的数目最小化,并且使每个场的聚焦校正最大化(即,使每个场的域相关的不可校正残值最小化)。这里的域可以是聚焦、重叠、或剂量/CD。不可校正残值是指无法通过设定扫描仪参数来校正的残值。

[0099] 算法被结构化为数据的输入集合、进化算法(EA)优化函数。

[0100] 图4是示出根据本发明的另一个实施例的方法的流程图。该方法具有以下步骤:

[0101] 402:限定评价函数以及用于突变和交换的参数。

[0102] 突变概率参数确定染色体突变有多频繁地发生。100%的突变概率引起整个染色体的改变。0%的突变概率不会引起染色体的改变。

[0103] 交换概率参数确定交换有多频繁地发生。如果不存在交换,则后代是其父代的准确复制品。如果存在交换,则后代由父代的染色体的一些部分制成。100%的交换概率引起通过交换制成所有后代。除了突变之外,0%的交换概率引起具有来自前一代的染色体的准确复制的完整新一代。

[0104] 404:基于对管芯布局的先验设计认知以及具有需要尽可能准确地测量的预计行为的散焦指纹,输入数据是可以放置聚焦标记的场中的位置。图5A示出了具有包围为产品留下的四个空间的所允许标记位置的管芯布局。确定具有标记的最大可能(网格)数目的给定布局的最小可能散焦。然后,优化用于确定最接近于具有标记的最小数目或标记的固定数目的这个值的散焦。

[0105] 406:EA设定个体的群体。

[0106] 408:EA根据重复、突变和交换来执行进化。EA是优化多维复杂问题的算法(属于机器学习)的广泛族。参照图4描述的方法可以是改进的增加特用启发法(improved adding ad-hoc heuristics)(即,标记的放置、量测数据的使用等的限制)。在可替代的实施例中,可以通过移动到搜寻空间中的近邻或随机搜寻来使用模拟退火方法或禁忌搜寻。

[0107] 410:基于某一个体,评价函数返回该个体的记分。个体表示场中的标记位置,并且它的记分依赖于标记的数目以及可以通过这些标记实现的最大校正。评价函数可以基于静态或动态测量值。静态测量值是指全部属于同一曝光批次的晶片的特定集合。在这种情况下,评价函数仅返回该批次中的晶片上的校正的残值。计算出对已测量的晶片的校正。动态测量值是指属于一系列批次的晶片的集合。在这种情况下,评价函数由于考虑不同批次的函数而返回残值。如果例如存在N个批次(从1至N),则测量值来自批次1;虽然仅计算出对这些测量值的校正,但校正应用于所有批次:从1至N。然后,评价函数基于N个批次的残值。

[0108] 412:EA继续通过选择来执行进化。

[0109] 414:如果记分的值是可接受的,或者如果已达到一定次数的进化,或者如果达到任何其他相关停止条件,则迭代结束;否则,控制传递返回到步骤408以进行另一次迭代。

[0110] 该算法的输出是有限次数的进化之后的群体中的最优个体,即以最大化聚焦指纹确定的准确性的方式放置的最少数量的标记的个体。换句话说,该算法减小了待读出的标记的数量,并且使应用晶片校正之后的晶片失真最小化。

[0111] 图5A至图5C分别描绘了所允许的标记位置、常规地优化的标记布局、以及根据本发明的实施例优化的标记布局的曲线图。

[0112] 图5A描绘了场中所允许标记位置(在 $10 \times 10$ 布局中,空白空间系放置4个管芯之处)。利用区域R(诸如晶片的边缘)和标记之间的最小距离d示出了约束条件,在该区域R中不允许标记。

[0113] 图5B描绘了由常规的优化器(具有16个标记)使用的标记布局。

[0114] 图5C描绘了由根据本发明的实施例的方法找到的标记布局。

[0115] 在实施例中,已优化的聚焦指标是跨过晶片的 $3 \times$ 标准差( $3 \times \text{std}$ ),它被称作聚焦均匀性。目的是在聚焦优化器已经应用于原始数据之后具有 $3 \times \text{std}$ 的最小值。

[0116] 图5C的优化布局是图5A所示的完全布局的子样本。已优化布局的 $3 \times \text{std}$ 对标记的位置敏感。更少的标记产生真实场指纹的较差的最优估计(less optimal estimation)。

[0117] 为了公正地比较减小的(已优化的)布局,将每一布局的聚焦模型子配置的校正潜力(correction potential)与完全布局进行比较。

[0118] 聚焦模型子配置与模型化指纹相反。因此,较不准确的指纹将产生较差校正子配置。这在校正之后在聚焦模型(较高 $3 \times \text{std}$ )中引起晶片的较高z变化。

[0119] 对于重叠而言,其略微地不同,这是因为存在许多重叠标记,并且重叠优化器必须选择哪些重叠标记需要被读取,以获得最优指纹估计。然而,这仅在晶片级上发生,并且并不缩小到单个场。因此,虽然两个(聚焦和重叠)优化器跨过晶片查找最小 $3 \times \text{std}$ ,但重叠仅是关于晶片级变化,而聚焦优化也需要考虑跨过单个场的变化。

[0120] 图5D和图5E分别描绘了校正前和校正后的聚焦图。曝光场示出为矩形。衬底上的印刷图像仅在大约最优曝光聚焦的有限(竖直)范围内具有足够的对比度,在圆形晶片边缘

内被示出为白色区域。圆形晶片上的黑色特征表示聚焦外区域。在图5D中,黑色横条纹是场内聚焦变化的示例。接近晶片的中心的圆形圆心图案和轮缘周围的边缘滚降是场间聚焦变化的示例。场内和场间变化一起形成聚焦指纹。图5E描绘了具有正确聚焦的大得多的白色区域的已校正的聚焦图。

[0121] 图6是根据本发明的该实施例优化的残值的标准差( $\sigma$ )的总和的曲线图。残值定义为原始形状减去校正。

[0122] 图6示出了根据本发明的实施例的方法的100次进化*i*内的初始个体604中的一者和完整群体602的残值的标准差( $\sigma$ )的总和。

[0123] 已找到的标记布局是常规优化器的良好的改进,这是因为它使测量时间减半,而且不影响校正潜力。

[0124] 参照图4描述的方法具有以下特征:

[0125] -它考虑到标记布局优化器中存在的约束条件,以便实现有意义的聚焦校正;

[0126] -它使用聚焦所需要的多组多项式来描述场形状;

[0127] -它可以使每个场的标记的数目最小化;并且

[0128] -它采用多目标优化进化算法。

[0129] 参照图4描述的方法的优点在于:

[0130] -增大产品特征(用于制造集成电路产品)的掩模版上可用的“实际面积”;

[0131] -减小残值:曝光将在更加准确聚焦(和重叠)值上进行;并且

[0132] -使每个场的标记的数目减小,这样为产品特征和/或其他标记(例如重叠/剂量/CD/等)留下更多空间。

[0133] 参照图4描述的方法有利地提供用于确定场内的标记的最小数目和标记放置的算法,该算法需要对产品特征的最少先验用户认知,并且可以用于重叠和聚焦两者。

[0134] 通过组合样本方案优化器功能性和标记布局优化器功能性,可以对聚焦实施参照图4描述的方法。

[0135] 在下文参照图7至图9描述的另一个实施例中,针对样本方案优化器使用基因多目标二进制优化。

[0136] 图7是示出根据本发明的该实施例的方法的流程图。该方法具有以下步骤:

[0137] 702:限定成本函数。选择基因算法(GA)参数。

[0138] 704:限定搜寻空间(基因储库)。假设*N*个位置作为候选位置“可用”,则识别测量部位的完全候选集合(即,所有可行部位)。然后,初始化向量的集合,这些向量中的每一个向量都具有长度*N*并且以0完全填充。向量内的定序与实验的完全设计矩阵(即,完全数据集的设计矩阵)的定序精确地对应。这些向量是染色体。它们各自以布尔型掩模的形式对优化问题的候选方案“编码”,向量由0和1组成。无论1在何处,都包括设计矩阵的对应列。无论0在何处,都忽略设计矩阵的对应列(即,从模型方程式的系统消除)。

[0139] 706:产生初始群体。假设具有*n*个位置能够用于测量(由生产量影响驱动),则*N*个0当中的恰好*n*个0针对每一个向量而随机地设定成等于1。分别通过1或0对具体的测量部位的包括或排除进行编码。

[0140] 708:就GA而言,对“染色体”解码并且找到每一个染色体的成本。对于已初始化的向量中的每一个向量,估计目标函数。对于本示例,目标函数是与项有利均匀性组合和惩罚

一起非常接近的所选择的测量部位的D最优(估计参数的变异数的最小化)的组合。为了限定均匀性,使用德劳内三角测量。

[0141] 710:在“选择配对”步骤中,一旦针对每一个向量估计目标函数,则将保持良好向量,并且舍弃不良向量。良好和不良可以定义为已估计的目数的阈值的任一侧。这些量是可配置的,总群体大小(即,向量的总量)也是如此。

[0142] 712:在“配对和突变”步骤中,通过将最优向量组合成新向量来替换已舍弃的向量,在本质上与经由滋生/配对发生是类似的。最优方案以两个为一对地任意组对,并且将产生其向量系父代之向量的组合的后代。此外,为了引入变化,突变向量将对新产生的后代起作用,同时将一些后代变成0或者反过来。最后,为了实现在向量中恰好存在n个1(及N-n个0),如果在运算符检查在向量中是否存在1的不足或过剩,并且因此通过放置适当数量的1至0或反过来操作以便(再次以随机方式)固定这种情况。

[0143] 714:在收敛检查步骤中,停止准则通常由迭代的最大数量和在某数量次的迭代(例如,过去100次迭代)内变得过小的目标函数的改变构成;否则,控制传递返回到步骤708以进行另一次迭代。

[0144] 对于新群体,在步骤708处再次估计目标函数,并且最优向量将再次以上文所描述的方式产生后代等。

[0145] 突变率以高值开始(很多突变),并且在整个优化中将朝着小数目下降(极少突变)。它的基本原理是,在优化的早期阶段中,我们想要大量分集,以便覆盖“搜寻空间”的尽可能多的部分(即,保持优化问题的可能方案的所有组合的空间)。然而,如果突变保持较高,则算法将绝不朝着方案的方向收敛。突变率的最低值虽然可以被设定成固定值,但也可以通过来观测群体的变化的量(即,其函数值(相对于目标函数的标准差))来动态地调整值,以便增大/减小。

[0146] 在整个优化处理(即,每一次迭代)中,群体大小固定,任何向量内的1的量以及0的量也是如此。向量可以被视为基因体,算法可以被视为自然选择方法(并且搜寻空间是基因储库)。

[0147] 图8描绘了用于常规样本方案优化器的典型非均匀取样的三角样本方案。如图8中描绘的方案仅被优化以用于最小化模型不确定性。缺点是当其针对进行优化的模型不是用于描述实际干扰指纹的良好模型时,将不会检测到指纹。此外,图8的方案中具有较大的空间间隙。不具有任何测量的大量场在生产中是不期望的,这是因为无法针对那些场进行缺陷度检测。

[0148] 图9描绘了由参照图7描述的方法产生的三角样本方案。图9的方案被优化以用于最小化模型不确定性,同时约束条件与如跨过衬底分布的测量或特征部位的均匀性的所需程度相关联。

[0149] 参照图7和图9描述的方法是快速的,并且允许多目标优化。除了实验的设计的优化之外,也明确地考虑均匀晶片覆盖性,因此使已优化的取样方案布局适合于监测并且使已优化的样本方案对于模型失配稳健。

[0150] 图11示出了使用多目标问题的帕累托前沿表示的示例。帕累托前沿定义为与多目标优化问题相关联的目标(例如,待优化参数)之间的关系。图11的帕累托前沿1100表明了最大化y轴上的聚焦校正潜力(校正之后的聚焦误差的最小可达到残值)的第一目标与使用

x轴上的最少量的聚焦标记(或聚焦测量)的第二目标之间的关系。帕累托前沿可以通过计算多个配置(例如候选方案)来建立,并且针对每一个配置确定目标的测量(例如,聚焦校正残值和用以实现该测量的数个标记)。在图11中,每个点1120表示跨过衬底的聚焦标记(测量)的某一个配置(分布)以及在应用该配置时校正之后的残值。从图中可以明确地看出,相比于其他配置,某些配置更优地适合于使用某数量的聚焦标记来确定聚焦校正。通过在给定的恒定数目/数量个标记的情况下一组聚焦标记配置的选择1110来进一步对此加以说明。可以通过在分布1110的下端(例如,依据标记的数目的最低残余聚焦误差)处拟合曲线来近似帕累托前沿1100。

[0151] 在实施例中,使用先前描述的方法(进化算法、基因算法、用于方案优化的进化算法、模拟退火法、禁忌(tabu)搜寻)中的任一者来解决多目标问题包括确定帕累托前沿,其中,帕累托前沿建立第一目标与第二目标之间的关系。在图11的示例中,第一目标是聚焦校正之后的聚焦误差残值,并且第二目标是 minimized 所利用聚焦标记的数目和/或对聚焦标记执行的聚焦测量的数目。然而,可以确定帕累托前沿以建立任何适合的第一目标与第二目标之间的关系,例如但不限于第一目标可以与重叠误差残值、剂量误差残值、临界尺寸误差残值中的任一者相关联,第二目标可以与所使用标记的数目、所执行测量的数目中的任一者相关联。

[0152] 图11表明了建立两个目标之间的关系的一维帕累托前沿。然而,通常,帕累托前沿的概念不限于一维表达,帕累托前沿可指示与多目标问题相关联的三个或更多个目标之间的关系。在这种情况下,帕累托前沿可以是呈两个或更多个维度的表面。

[0153] 上文描述的方法中的步骤可以在图1中示出的光刻设备控制单元LACU内自动化。该单元LACU可以包括如10图所示的计算机组件。该计算机组件可以在根据本发明的部件的实施例中是呈控制单元形式的专用计算机,或者可替代地是控制光刻投影设备的中央计算机。该计算机组件可以被步骤成用于加载包括计算机可执行程序代码的计算机程序产品。这样可以使得计算机组件能够在下载计算机程序产品时通过水平传感器LS和对准传感器AS的实施例来控制对光刻设备的前述使用。

[0154] 连接到处理器1027的存储器1029可以包括数个存储器部件,例如硬盘1061、只读存储器(ROM) 1062、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM) 1063以及随机存取存储器(RAM) 1064。不需要存在所有前述存储器部件。此外,前述存储器部件不必实体地邻近处理器1027或者彼此相邻。它们可以被定位成相隔一距离。

[0155] 处理器1027也可以连接到某种用户接口,例如键盘1065或鼠标1066。也可以使用本领域技术人员知道的触摸屏、轨迹球、语音转换器或其他接口。

[0156] 处理器1027可以连接到读取单元1067,读取单元1067被配置成从数据载体(例如,固态驱动器1068或CDROM 1069)读取例如呈计算机可执行代码的形式的数据,并且在一些情况下将数据存储于该数据载体上。也可以使用本领域技术人员知道的DVD或其他数据载体。

[0157] 处理器1027也可以连接到印刷机1070,以在纸张上印刷输出数据,以及连接到本领域技术人员知道的其他任何类型的显示器的显示器1071,例如监视器或液晶显示器(LCD)。

[0158] 处理器1027可以通过负责输入/输出(I/O)的传输器/接收器1073而连接到通信网



路1072,例如公共交换式电话网络(PSTN)、局域网(LAN)、广域网(WAN)等。处理器1027可以被配置为经由通信网路1072而与其他通信系统通信。在本发明的实施例中,外部计算机(未示出)(例如,操作者的个人计算机)可以经由通信网路1072登录到处理器1027中。

[0159] 处理器1027可以被实施为独立系统或者被实施为并行地操作的数个处理单元,其中,每一个处理单元都被配置为执行较大程序的子任务。也可以将处理单元划分成一个或多个主处理单元与数个子处理单元。处理器1027的一些处理单元可以甚至被定位成与其他处理单元相隔一距离,并且经由通信网路1072进行通信。可以使模块之间的连接是有线的或无线的。

[0160] 计算机系统可以是配置为执行本文所论述的功能的具有模拟和/或数字和/或软件技术的任何信号处理系统。

[0161] 在下文中的实施例的列表中披露了本发明的其他实施例:

[0162] 1.一种用于选择最优方案的方法,所述最优方案包括与衬底上的测量或特征相关联的部位的最好集合,所述方法包括以下步骤:

[0163] 限定包括第一部位集合的第一候选方案;

[0164] 基于对所述第一候选方案的方案域中的坐标的修改,限定包括第二部位集合的第二候选方案;以及

[0165] 根据与该衬底相关联的约束条件选择所述第一候选方案和/或第二候选方案作为所述最优方案。

[0166] 2.根据实施例1所述的方法,其中,限定所述第一候选方案的步骤基于随机或伪随机数的产生。

[0167] 3.根据实施例1或实施例2所述的方法,其中,限定所述第一候选方案的步骤基于对所述约束条件的认知。

[0168] 4.根据任何前述实施例所述的方法,其中,对该坐标的修改包括选自以下操作清单中的一操作:重复;突变;和交换。

[0169] 5.根据任何前述实施例所述的方法,其中,所述第一候选方案和第二候选方案是候选方案的连续群体中的个体,并且根据进化方法来执行坐标步骤。

[0170] 6.根据任何前述实施例所述的方法,其中,所述候选方案是包括方案域的搜寻空间中的状态,并且根据模拟退火方法执行所述步骤。

[0171] 7.根据任何前述实施例所述的方法,其中,选择所述第一候选方案和/或第二候选方案的步骤还根据与所述衬底上所需的测量准确性或特征布局相关联的成本函数的值。

[0172] 8.根据实施例7所述的方法,其中,所述成本函数与跨过所述衬底的聚焦指标的最好确定结果相关联。

[0173] 9.根据实施例7所述的方法,其中,所述成本函数与衬底失真特性的最好确定结果相关联。

[0174] 10.根据实施例7所述的方法,其中,所述成本函数与对跨过所述衬底的聚焦标记的最好定位相关联。

[0175] 11.根据实施例7所述的方法,其中,所述成本函数与对跨过所述衬底的对准标记的最好定位相关联。

[0176] 12.根据实施例7所述的方法,其中,所述成本函数与对可观测的图形执行的拟合

过程的品质参数相关联,所述可观测被限定在与所述测量和/或特征部位相关联的部位中的一者或多者处。

[0177] 13. 根据任何前述实施例所述的方法,其中,所述约束条件与用于放置特征的可用位置相关联。

[0178] 14. 根据任何前述实施例所述的方法,其中,所述约束条件与用于放置特征的位置和所述衬底的禁区之间所需的最小距离相关联。

[0179] 15. 根据任何前述实施例所述的方法,其中,所述约束条件与测量或特征的最小量相关联,所述测量或特征与所述衬底上的区域相关联。

[0180] 16. 根据任何前述实施例所述的方法,其中,所述约束条件与在横过衬底分布时测量或特征部位的均匀性的所需程度相关联。

[0181] 17. 根据任何前述实施例所述的方法,其中,所述衬底是图案形成装置。

[0182] 18. 根据任何前述实施例所述的方法,其中,所述衬底是晶片。

[0183] 19. 根据实施例7所述的方法,其中,所述成本函数与对跨过所述衬底的重叠标记的最优定位相关联。

[0184] 20. 根据实施例7所述的方法,其中,所述成本函数与对跨过所述衬底的剂量标记的最优定位相关联。

[0185] 21. 根据实施例7所述的方法,其中,所述成本函数与考虑到测量时间的测量或特征的最优数目相关联。

[0186] 22. 根据实施例7至21中任一项所述的方法,其中,所述成本函数与所述衬底上的区域相关联。

[0187] 23. 根据任何前述实施例所述的方法,其中,确定帕累托前沿,所述帕累托前沿建立选择包括部位的最优集合的最优方案的第一目标与选择包括部位的最优集合的最优方案的第二目标之间的关系。

[0188] 24. 根据实施例23所述的方法,其中,所述第一目标与跨过所述衬底的聚焦指标的最优确定结果相关联,并且所述第一目标与测量或特征的最优数目相关联。

[0189] 25. 一种包括计算机可读指令的计算机程序,其中,所述计算机指令在适当的计算机设备上运行时使得所述计算机设备执行如实施例1至24所述的方法。

[0190] 26. 一种计算机程序产品,其包括如实施例25所述的计算机程序。

[0191] 27. 一种设备,其特别适于执行如实施例1至24所述的方法中的步骤。

[0192] 28. 根据实施例27所述的设备,所述设备可以被配置为光刻设备,所述光刻设备能够操作以对所述衬底执行光刻处理。

[0193] 本文中使用的术语“衬底”可以指晶片或图案形成装置,诸如掩模版。在光刻术中,掩模版具有成像到诸如晶片的目标衬底上的图案。

[0194] 虽然本文具体地参考了光刻设备在制造IC中的应用,但应该理解的是,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,在这些替代性的应用情形中,本文使用的任何术语“晶片”或“场”/“管芯”都可以分别被认为是与更加上位的术语“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/或检查工具中。在可应用的情况下,可以将所公开的内容应用于这种和其他衬底处理工具中。另外,所述衬底可以被处理一次以上,例如为了产生多层IC,使得本文中使用的术语“衬底”也可以表示已经包含了多个已处理层的衬底。

[0195] 尽管上文已经对本发明的实施例在光学光刻术的情形中的使用做出了具体参考,但应该理解的是,本发明可以用于其他类型的光学光刻术中,例如压印光刻术,并且在情形允许的情况下不限于光学光刻术。在压印光刻术中,图案形成装置中的形貌限定了在衬底上产生的图案。图案形成装置的形貌可以被印制到提供给衬底的抗蚀剂层中,通过施加电磁辐射、热、压力或它们的组合而使抗蚀剂固化。将图案形成装置从抗蚀剂中移出,从而在抗蚀剂固化后留下图案。

[0196] 本文中使用的术语“辐射”和“束”包含全部类型的电磁辐射,所述电磁辐射包括紫外(UV)辐射(例如具有等于或约为365nm、248nm、193nm、157nm或126nm的波长)和极紫外(EUV)辐射(例如具有处于5nm至20nm的范围内的波长)以及诸如离子束或电子束等粒子束。

[0197] 在上下文允许的情况下,术语“透镜”可以表示各种类型的光学部件中的任何一种或其组合,所述光学部件包括折射型、反射型、磁性型、电磁型和静电型光学部件。

[0198] 虽然上文已经描述了本发明的具体实施例,但是应该明白,可以以与所描述方式不同的其他方式来实践本发明。例如,本发明可以呈包含描述如上文所披露的方法的机器可读指令的一个或更多个序列的计算机程序、或者在其中存储有该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。

[0199] 以上描述意图是说明性的,而不是限制性的。因此,本领域的技术人员将明白,在不背离下面阐述的权利要求书的精神和范围的情况下,可以对所描述的发明进行修改。另外,应该理解的是,在本文中的任何一个实施例中示出或描述的结构特征或方法步骤也可以用于其他实施例中。

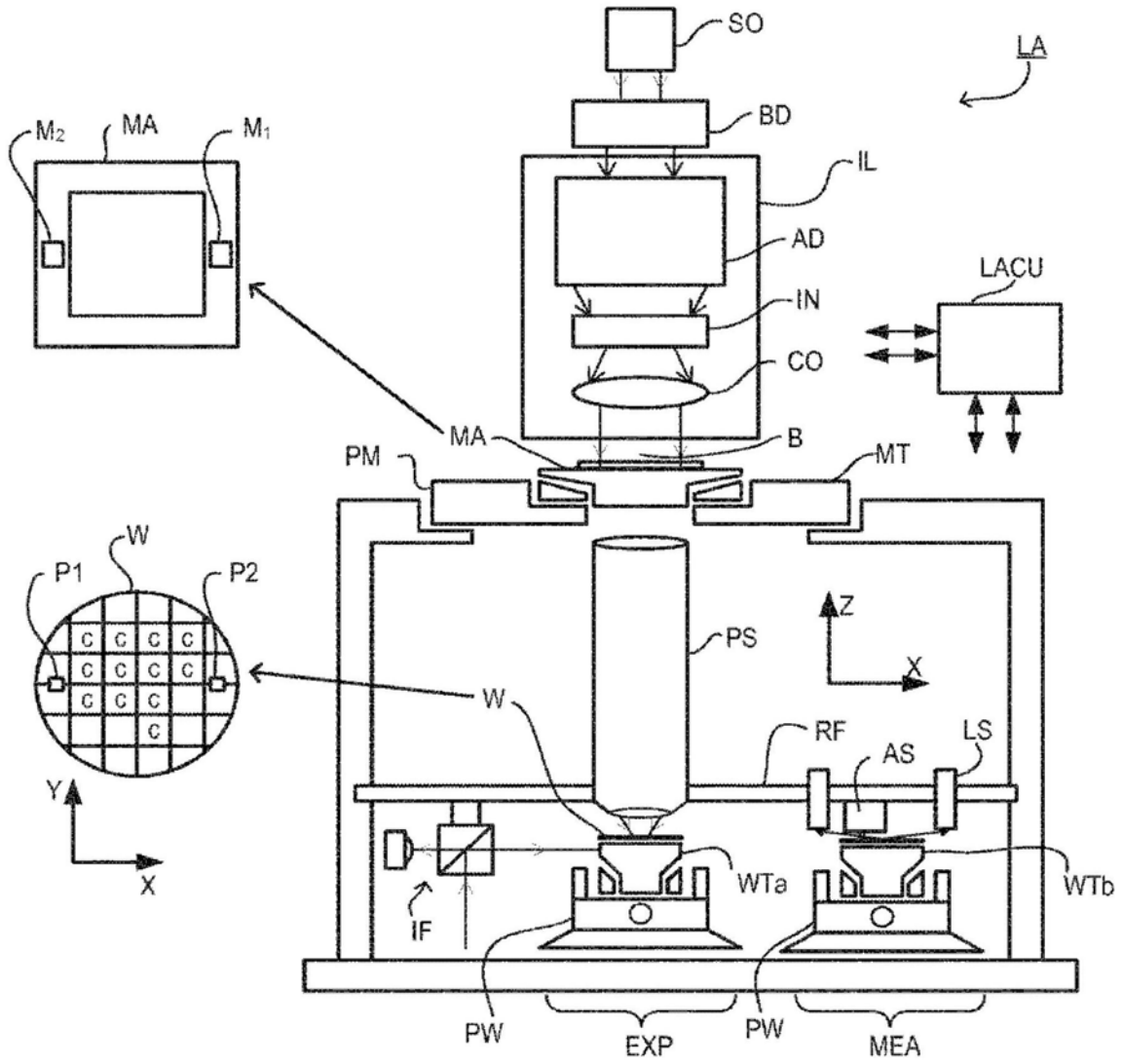


图1

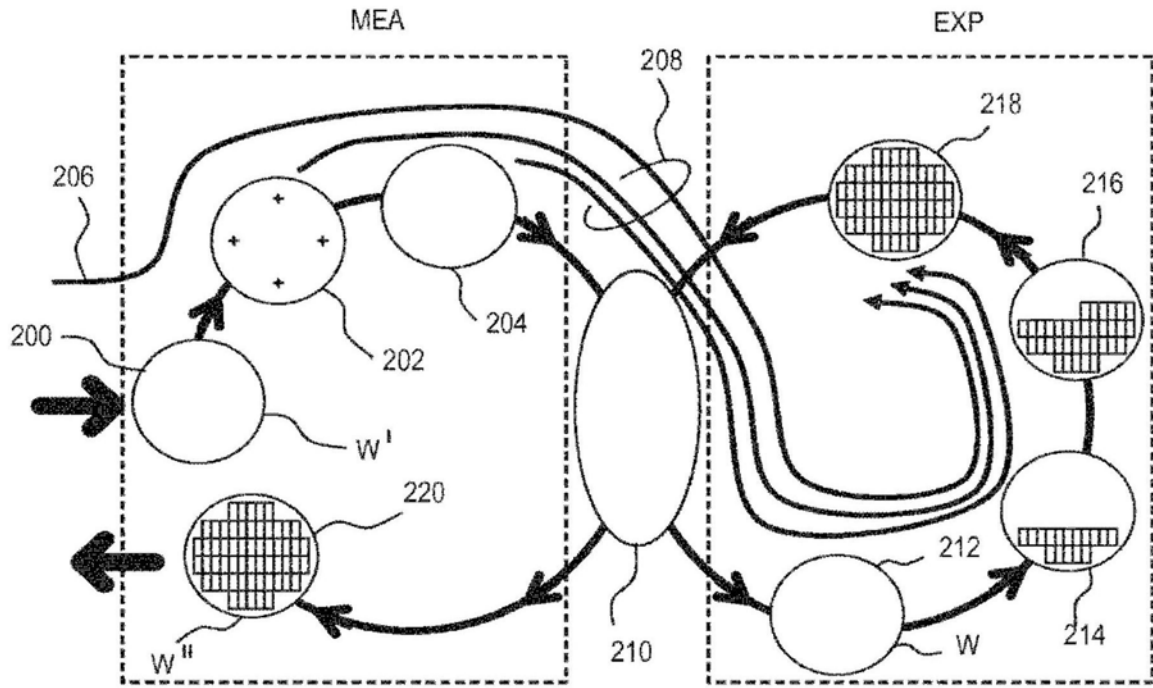


图2

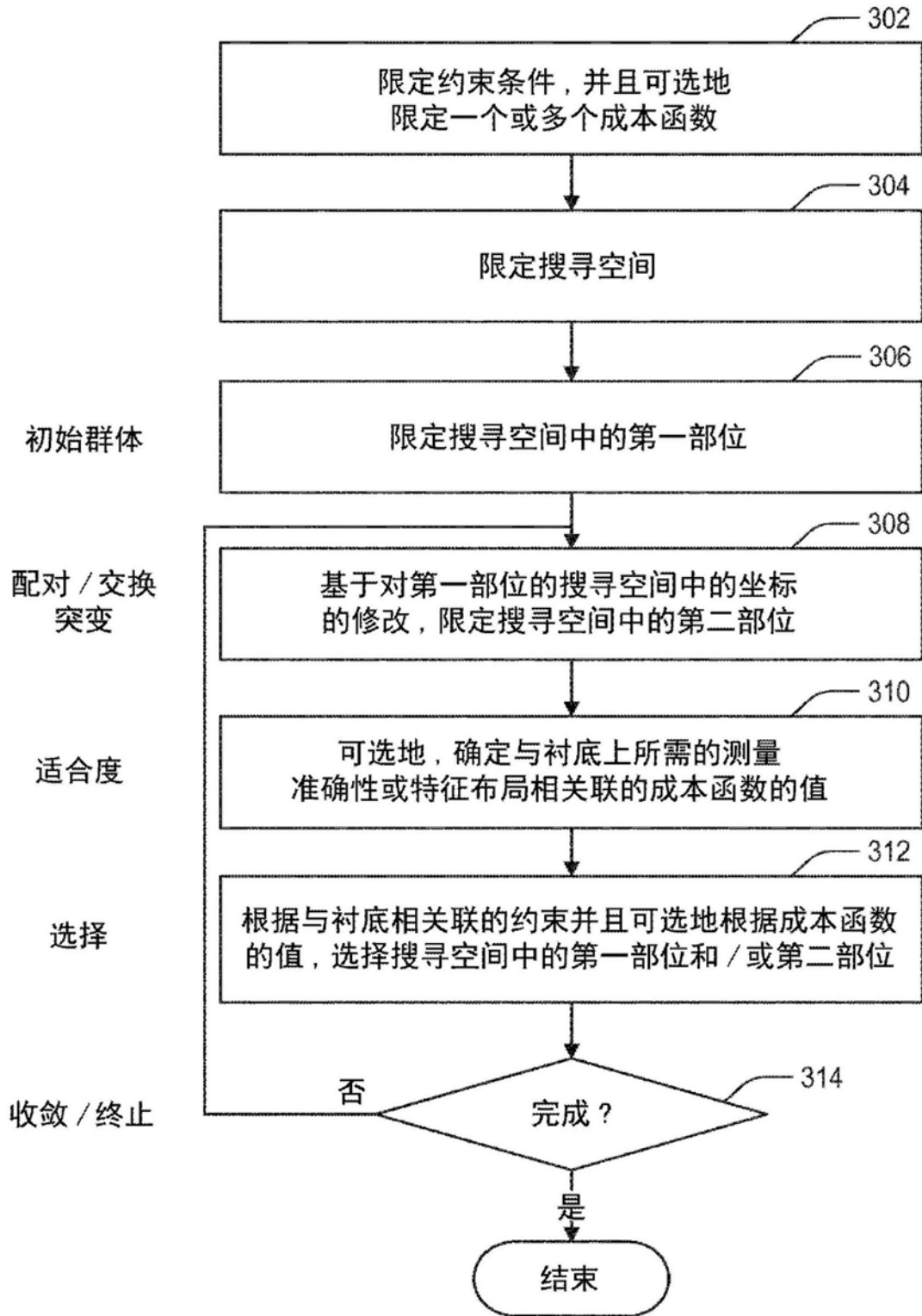


图3

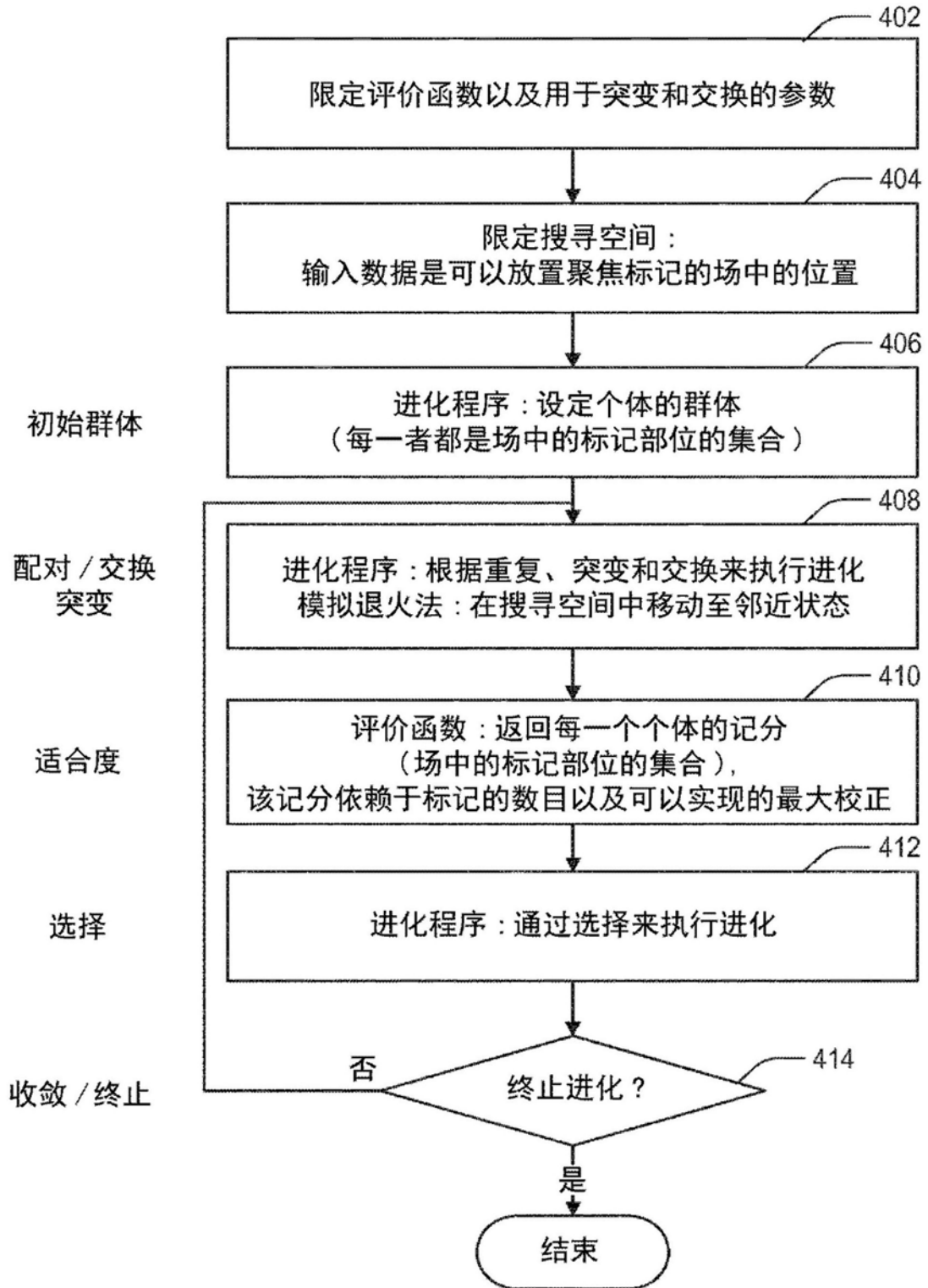


图4

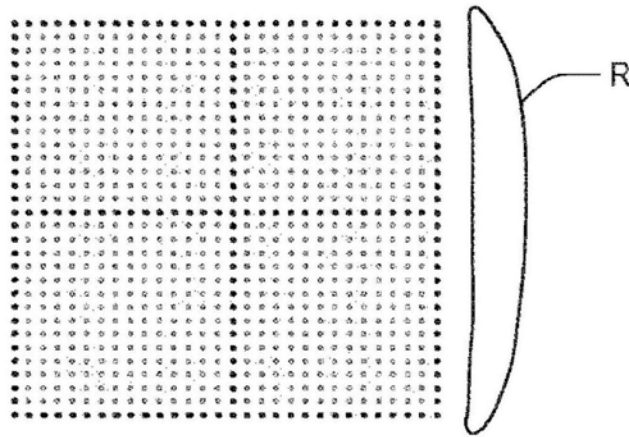


图5A

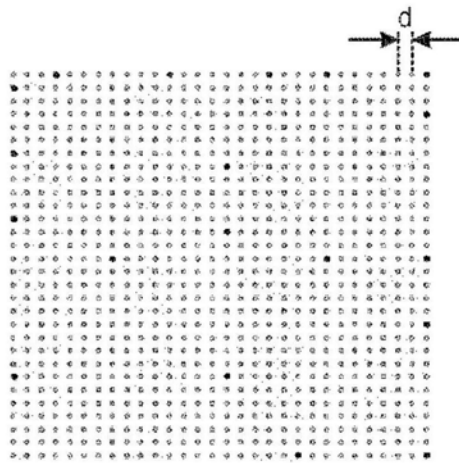


图5B

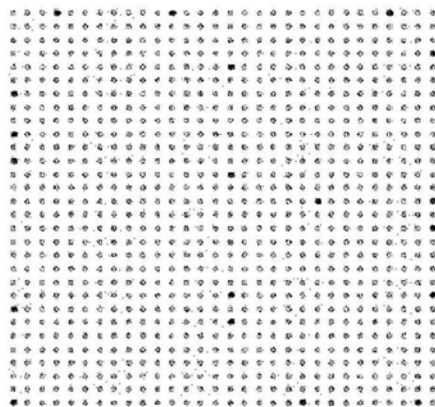


图5C



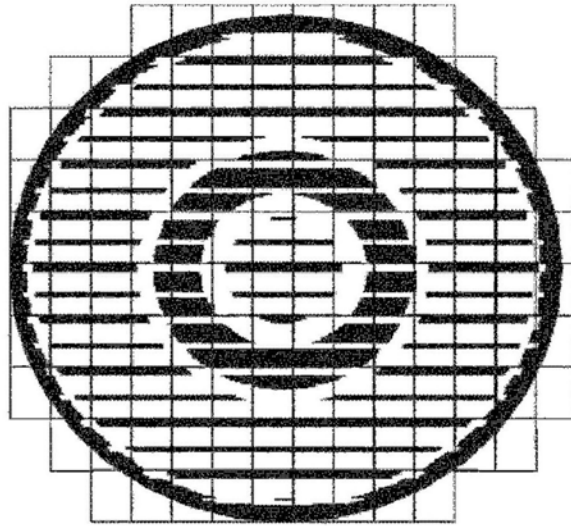


图5D

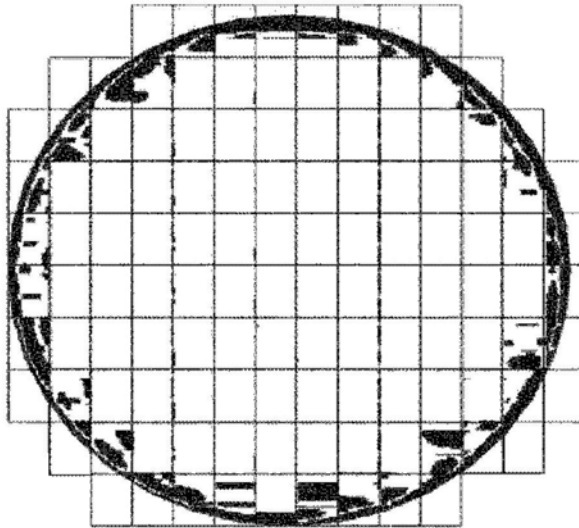


图5E

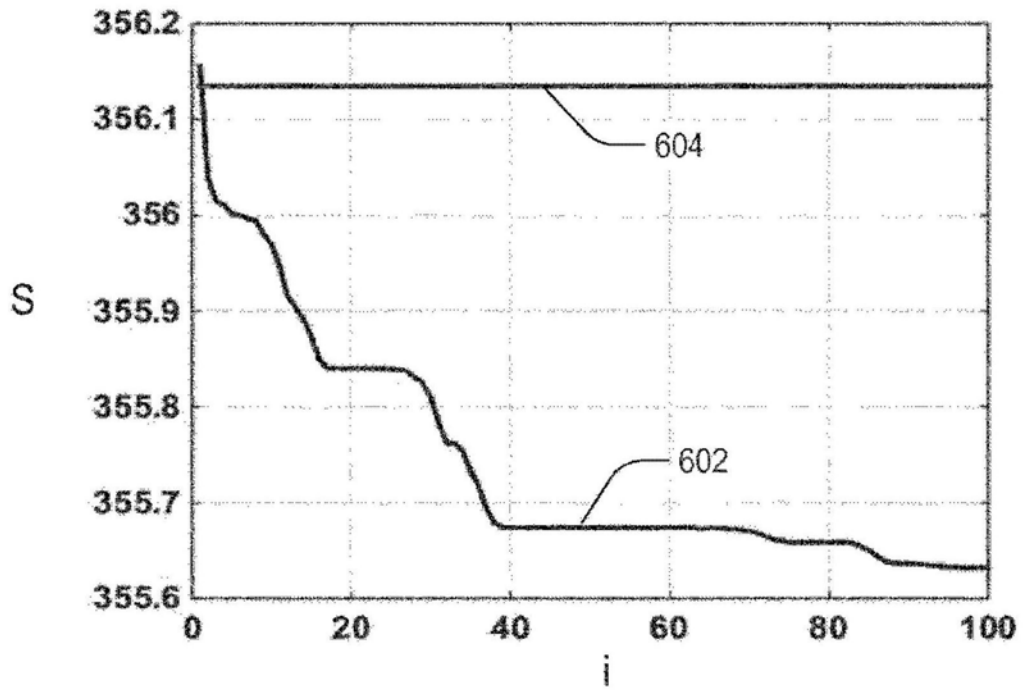


图6

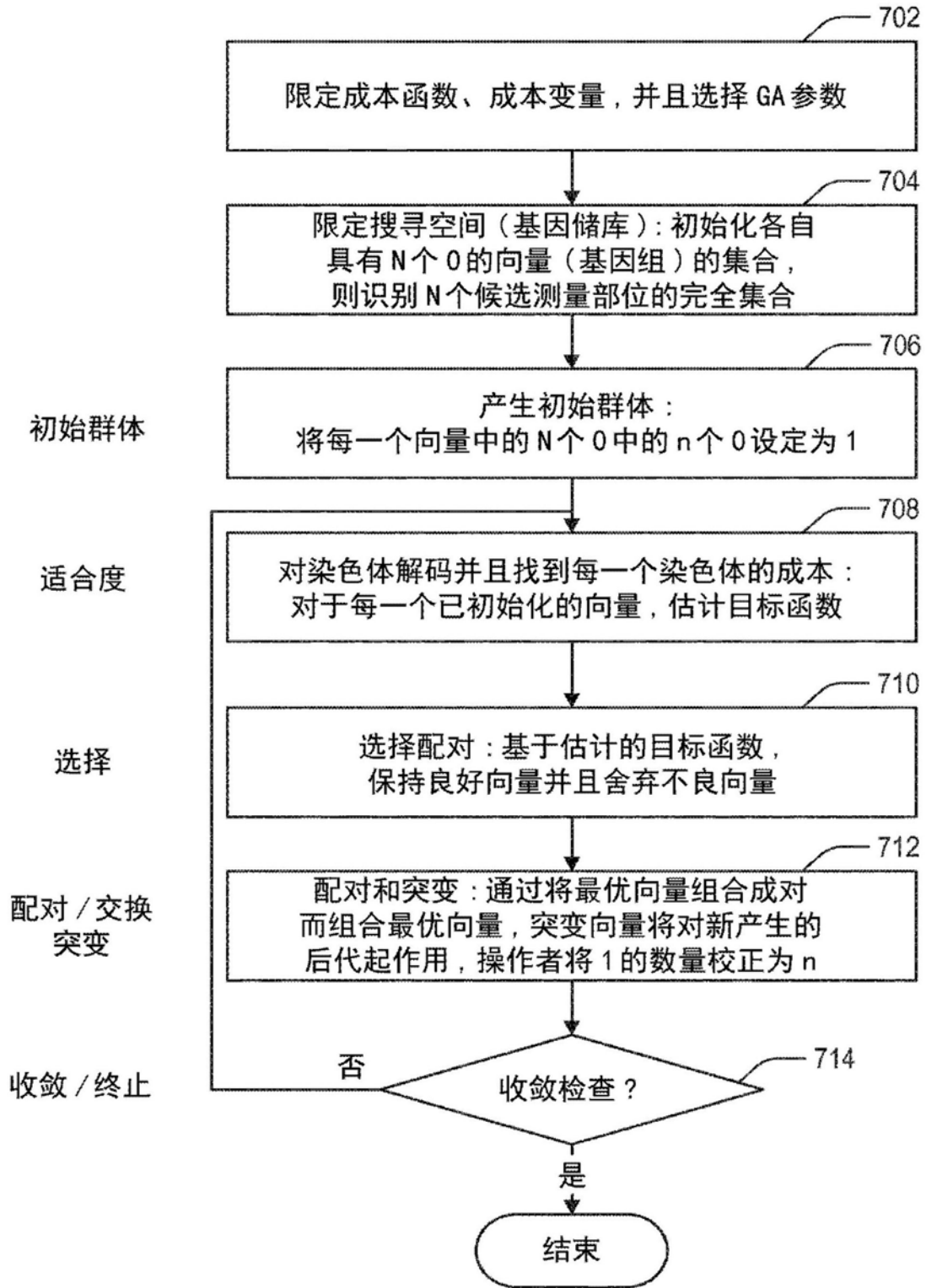


图7

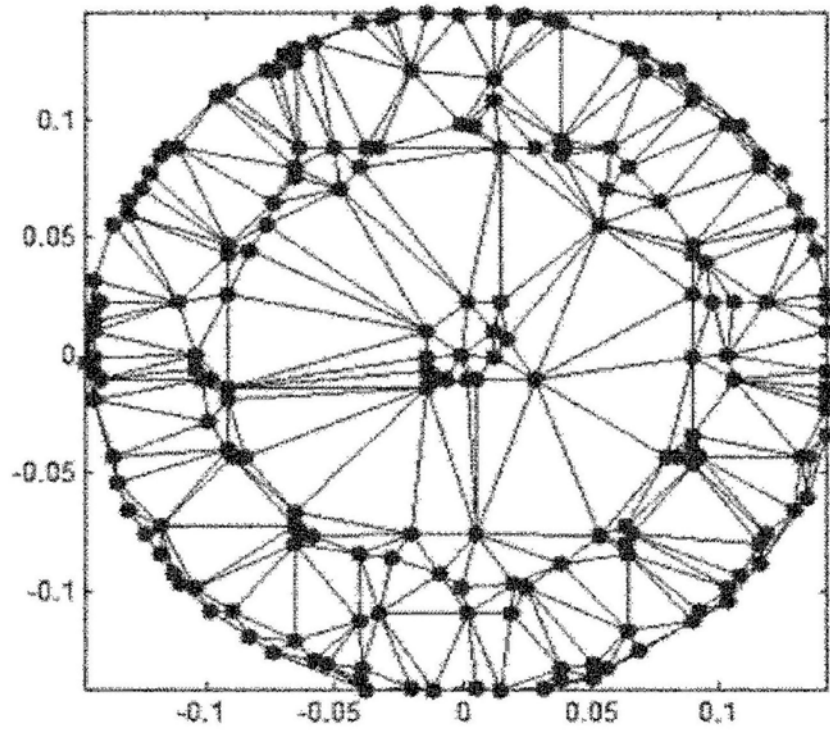


图8

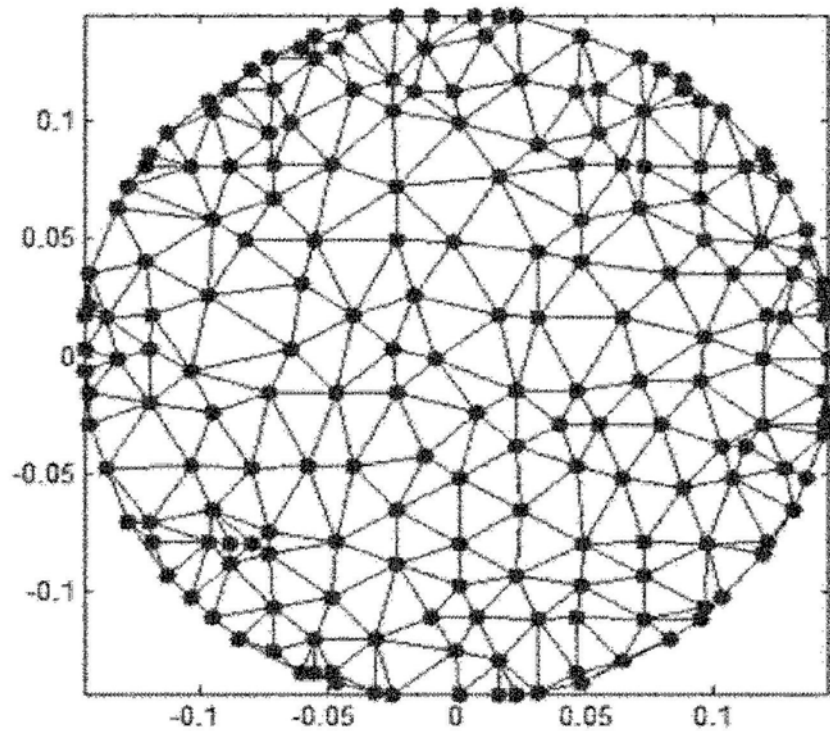


图9

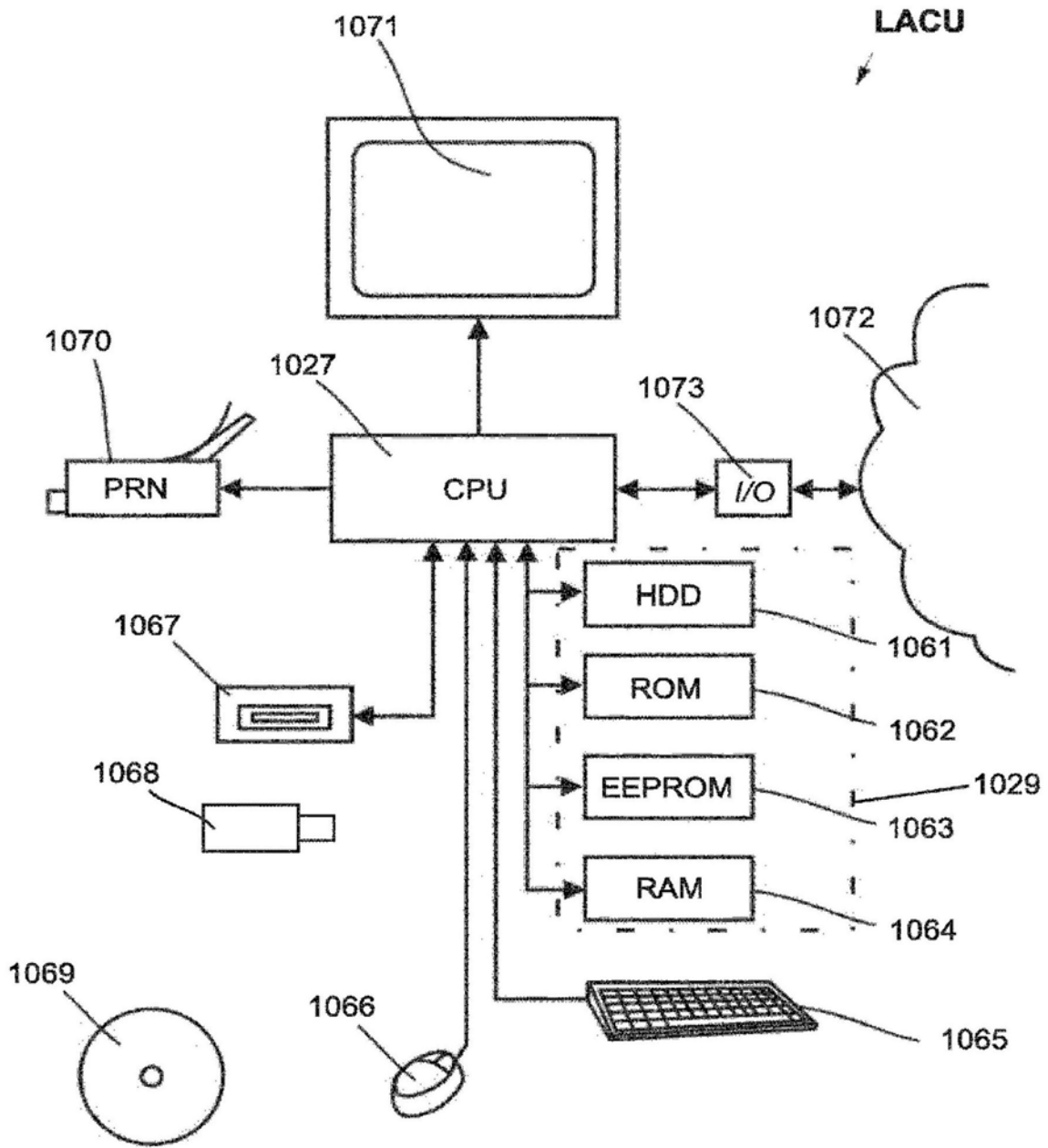


图10

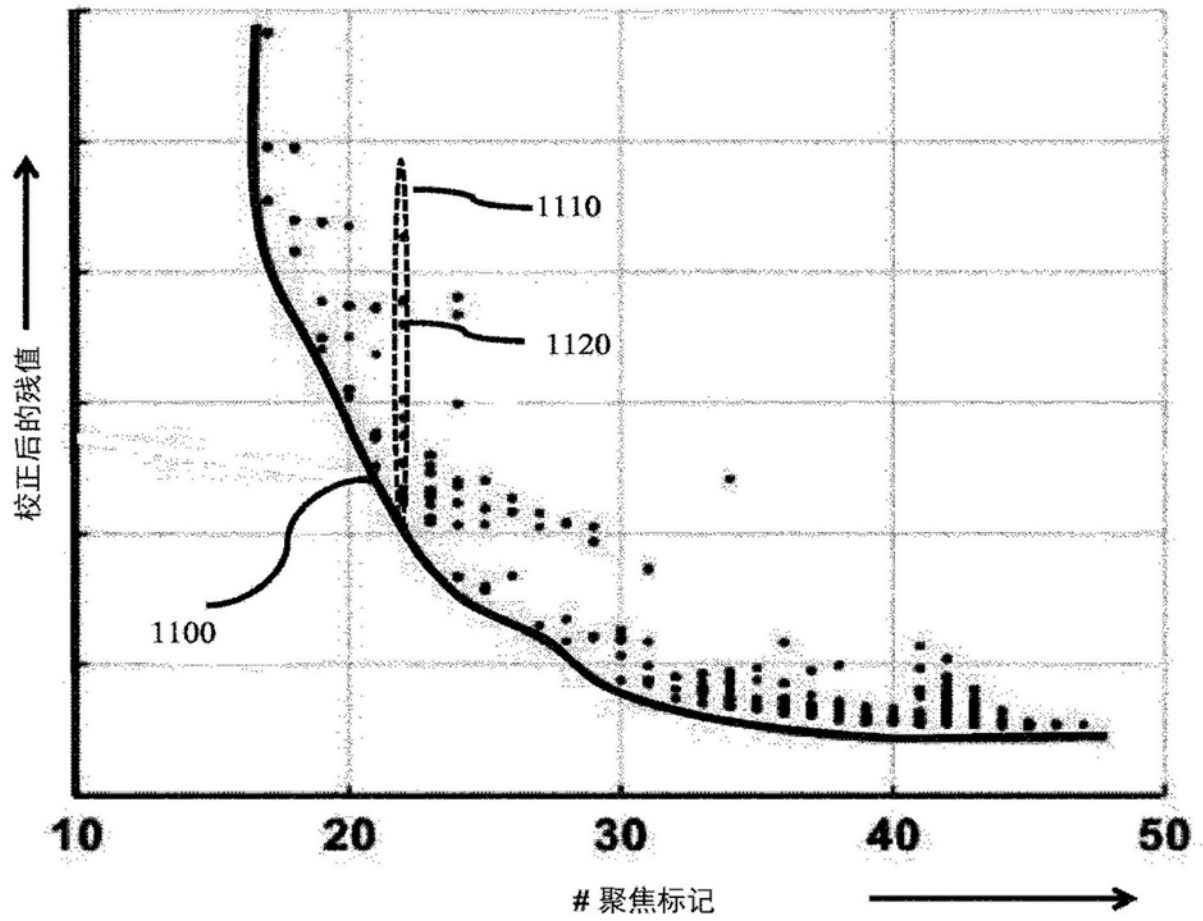


图11