



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106463434 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(21)申请号 201580031822.9

J·C·H·缪尔肯斯

(22)申请日 2015.05.26

J·B·卡瓦纳 J·P·库门

N·卡伦

(30)优先权数据

62/010,221 2014.06.10 US

62/023,589 2014.07.11 US

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 张启程

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.12.09

(51)Int.Cl.

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/061609 2015.05.26

H01L 21/66(2006.01)

G03F 7/20(2006.01)

G06F 17/50(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/189026 EN 2015.12.17

(71)申请人 ASML荷兰有限公司

地址 荷兰维德霍温

(72)发明人 C·D·富凯 B·卡斯川普

A·J·登鲍埃夫

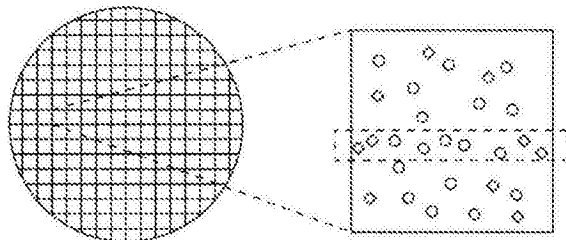
权利要求书2页 说明书16页 附图6页

(54)发明名称

计算晶片检验

(57)摘要

本文公开了一种计算机实施的缺陷预测方法,其用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程,所述方法包括:从所述设计布局的所述部分识别出热点;针对所述热点确定所述器件制造过程的处理参数的取值范围,其中在所述处理参数的值位于所述取值范围以外时,由所述器件制造过程从所述热点形成缺陷;确定所述处理参数的实际值;使用所述实际值确定或预测由所述器件制造过程从所述热点形成的缺陷的存在、存在概率、特性或其组合。



1. 一种计算机实施的缺陷预测方法,用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程,所述方法包括:

从所述设计布局的所述部分识别出热点;

针对所述热点确定所述器件制造过程的处理参数的取值范围,其中在所述处理参数的值位于所述取值范围以外时,由所述器件制造过程从所述热点形成缺陷;

确定所述处理参数的实际值;

使用所述实际值确定或预测由所述器件制造过程从所述热点形成的缺陷的存在、存在概率、特性或其组合。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述确定或预测缺陷的存在、存在概率、特性或其组合还使用了所述热点的特性、所述设计布局的特性或这两者。

3. 根据权利要求1所述的方法,还包括使用缺陷的存在、存在概率、特性或其组合来调整或补偿所述处理参数。

4. 根据权利要求3所述的方法,还包括使用经过调整或补偿的处理参数确定或预测使用所述器件制造过程从所述热点形成的残余缺陷的存在、存在概率、特性或其组合。

5. 根据权利要求1所述的方法,还包括至少部分地基于所确定或预测的缺陷的存在、存在概率、特性或其组合来指示是否将检验所述热点。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述热点是使用经验模型或计算模型识别的。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述处理参数是从以下各项中选出的任意一个或多个:实际晶片台位置和倾斜度、实际掩模版台位置和倾斜度、聚焦、剂量、源参数、投影光学装置参数、根据量测获得的数据,和/或来自所述器件制造过程中使用的处理设备的操作员的数据。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述确定或预测缺陷的存在、存在概率、特性或其组合包括根据所述处理参数来模拟所述热点的图像或预期的图案化轮廓并确定图像或轮廓参数。

9. 根据权利要求6所述的方法,其中所述热点是针对于所述处理参数使用所述部分的图案敏感度来识别的。

10. 根据权利要求5所述的方法,还包括检验所述热点。

11. 一种制造器件的方法,涉及将图案处理到衬底上或所述衬底的管芯上,所述方法包括:

在处理所述衬底或管芯之前确定处理参数;

在处理所述衬底或管芯之前使用处理参数,并使用所述衬底或管芯的特性、将要处理到所述衬底或管芯上的图案的几何形状特性,或这两者,来确定或预测缺陷的存在、缺陷的存在概率、缺陷的特性或其组合;

基于所述预测或确定来调整所述处理参数以便消除、减少缺陷的概率或降低缺陷的严重性。

12. 一种计算机实施的缺陷预测方法,用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程,所述方法包括:

从所述设计布局的所述部分识别出热点;

确定或预测由所述器件制造过程从所述热点形成的缺陷的存在、存在概率、特性或其

组合；

至少部分地基于所述缺陷的存在、存在概率、特性或其组合的确定或预测来确定是否检测所述热点。

13. 一种计算机实施的缺陷预测方法,用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程,所述方法包括:

从所述设计布局的所述部分识别出热点;

确定所述热点相对于所述器件制造过程的用于所述热点的处理参数的敏感度;

生成具有相同敏感度的标记;

将所述标记添加到设计布局中。

14. 一种缺陷预测方法,用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程,所述方法包括:

确定器件制造过程的处理参数的实际值;

至少部分地基于所述实际值来构建检验图,其中所述检验图包括所述衬底上的潜在缺陷的位置。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中构建所述检验图还包括使用过程模拟模型来模拟所识别的潜在缺陷中的至少一些潜在缺陷。

## 计算晶片检验

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请涉及2014年6月10日提交的美国临时专利申请62/010,221和2014年7月11日提交的美国临时申请62/023,589,其通过援引而全文合并到本文中。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及一种优化半导体制造过程性能的方法。所述方法可以与光刻设备结合使用。

### 背景技术

[0004] 光刻设备是一种将所需图案应用到衬底的目标部分上的机器。例如,可以将光刻设备用在集成电路(IC)的制造中。在这种情况下,可以将可选地称为掩模或掩模版的图案形成装置用于生成与所述IC(“设计布局”)的单层相对应的电路图案,并且可以将该图案成像到衬底(例如,硅晶片)上的目标部分(例如,包括一部分管芯、一根或多根管芯)上,其中所述衬底具有辐射敏感材料(抗蚀剂)层。通常,单个衬底将包含被连续曝光的相邻目标部分的网络。公知的光刻设备包括:所谓的步进机,在所述步进机中,通过将整个图案一次曝光到所述目标部分上来辐射每一个目标部分;以及所谓的扫描器,在所述扫描器中,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。

### 发明内容

[0005] 一方面包括一种计算机实施的缺陷预测方法,用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程,所述方法包括:从所述设计布局的所述部分识别出热点;针对所述热点确定所述器件制造过程的处理参数的取值范围,其中在所述处理参数的值位于所述取值范围以外时,由所述器件制造过程从所述热点形成缺陷;确定所述处理参数的实际值;使用所述实际值确定或预测由所述器件制造过程从所述热点形成的缺陷的存在、存在概率、特性或其组合。

[0006] 在所述方法的实施例中,确定或预测缺陷的存在、存在概率、特性或其组合还使用了热点的特性、设计布局的特性或这两者。

[0007] 在所述方法的实施例中,所述方法还包括使用缺陷的存在、存在概率、特性或其组合来调整或补偿处理参数。

[0008] 在所述方法的实施例中,所述方法还包括反复地执行确定或预测缺陷的存在、存在概率、特性或其组合,并调整或补偿所述处理参数。

[0009] 在所述方法的实施例中,所述方法还包括使用经过调整或补偿的处理参数确定或预测使用所述器件制造过程从所述热点形成的残余缺陷的存在、存在概率、特性或其组合。

[0010] 在所述方法的实施例中,所述方法还包括至少部分地基于所确定或预测的残余缺陷的存在、存在概率、特性或其组合来指示是否将检验所述热点。

[0011] 在所述方法的实施例中,所述方法还包括至少部分地基于所确定或预测的缺陷的存在、存在概率、特性或其组合来指示是否将检验所述热点。

[0012] 在所述方法的实施例中,所述热点是使用经验模型或计算模型识别的。

[0013] 在所述方法的实施例中,所述处理参数是从以下各项中选出的任意一个或多个:实际晶片台位置和倾斜度、实际掩模版台位置和倾斜度、聚焦、剂量、源参数、投影光学装置参数、根据量测获得的数据,和/或来自所述器件制造过程中使用的处理设备的操作员的数据。

[0014] 在所述方法的实施例中,所述处理参数是根据量测获得的数据,且所述根据量测获得的数据是从衍射工具或电子显微镜获得的。

[0015] 在所述方法的实施例中,所述处理参数是使用模型或通过查询数据库来确定或预测的。

[0016] 在所述方法的实施例中,所述确定或预测缺陷的存在、存在概率、特性或其组合包括根据所述处理参数来模拟所述热点的图像或预期的图案化轮廓并确定图像或轮廓参数。

[0017] 在所述方法的实施例中,所述热点是针对所述处理参数使用所述部分的图案敏感度来识别的。

[0018] 在所述方法的实施例中,所述方法还包括检验所述热点。

[0019] 在所述方法的实施例中,所述方法还包括至少部分地基于所述热点的检验来调整所述取值范围。

[0020] 在所述方法的实施例中,所述器件制造过程涉及使用光刻设备。

[0021] 在所述方法的实施例中,所述处理参数是刚好在处理所述热点之前确定的。

[0022] 在所述方法的实施例中,所述处理参数是从局部处理参数或全局处理参数中选择的。

[0023] 在所述方法的实施例中,所述热点的识别包含识别其位置。

[0024] 在所述方法的实施例中,所述缺陷在反复处理所述衬底之前是探测不到的。

[0025] 另一方面包括一种制造器件的方法,涉及将图案处理到衬底上或所述衬底的管芯上,所述方法包括:在处理所述衬底或管芯之前确定处理参数;在处理所述衬底或管芯之前使用处理参数,并使用所述衬底或管芯的特性、将要处理到所述衬底或管芯上的图案的几何形状特性,或这两者,来确定或预测缺陷的存在、缺陷存在概率、缺陷的特性或其组合;基于所述预测或确定来调整所述处理参数以便消除、减少缺陷的概率或降低缺陷的严重性。

[0026] 在所述方法的实施例中,所述方法还包括根据所述图案来识别热点。

[0027] 在所述方法的实施例中,所述缺陷是从所述热点形成的缺陷。

[0028] 在所述方法的实施例中,所述衬底或管芯的特性是所述热点的过程窗口。

[0029] 另一方面包括一种计算机实施的缺陷预测方法,用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程,所述方法涉及:从所述设计布局的所述部分识别出热点;确定或预测由所述器件制造过程从所述热点形成的缺陷的存在、存在概率、特性或其组合;至少部分地基于所述缺陷的存在、存在概率、特性或其组合的确定或预测来确定是否检验所述热点。

[0030] 另一方面包括一种计算机实施的缺陷预测方法,用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程,所述方法包括:从所述设计布局的所述部分识别出热点;确定

所述热点相对于所述器件制造过程的用于所述热点的处理参数的敏感度;生成具有相同敏感度的标记;将所述标记添加到设计布局中。

[0031] 另一方面包括一种制造器件的方法,包括:根据任何前述实施例的计算机实施的缺陷预测方法;及至少部分地基于所确定或预测的所述缺陷的存在、存在概率、特性或其组合来指示多个热点中要检验的那些热点。

[0032] 在所述方法的实施例中,缺陷是从以下各项中选出的一个或多个缺陷:颈缩、线回拉、线窄化、CD误差、重叠、抗蚀剂顶部缺失、抗蚀剂根切和/或桥接。

[0033] 另一方面包括一种缺陷预测方法,用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程,所述方法包括:确定所述器件制造过程的处理参数的实际值;至少部分地基于实际值来构建检验图,其中所述检验图包括衬底上的潜在缺陷的位置。

[0034] 在所述方法的实施例中,所述方法还包括在所述潜在缺陷位置处检验衬底。

[0035] 在所述方法的实施例中,所述方法还包括仅在所述潜在缺陷位置处检验衬底。

[0036] 在所述方法的实施例中,所述方法还包括将检验图呈现给用户。

[0037] 另一方面包括一种计算机程序产品,其包括上面记录有指令的计算机可读介质,所述指令在由计算机执行时会实施任何前述实施例的方法。

[0038] 另一方面包括一种量测工具,其配置用于检验衬底,其中由器件制造过程将设计布局的一部分处理到所述衬底上,所述工具包括:数据传输单元,配置用于接收衬底上的潜在缺陷的位置;检验单元,配置用于选择性地地在这些位置处检验衬底。

[0039] 在所述量测工具的实施例中,所述量测工具是衍射工具或电子显微镜。

[0040] 在所述方法的实施例中,衬底的检验是使用电子显微镜或亮场检验工具执行的。

[0041] 在所述方法的实施例中,所述方法还包括将检验图呈现给用户。

[0042] 在所述方法的实施例中,检验图的构建还包括使用过程模拟模型来模拟所识别的潜在缺陷中的至少一些。

[0043] 在所述方法的实施例中,所述检验图的构建还包括以可通过缺陷检验工具读取的格式构建所述检验图。

[0044] 另一方面包括一种配置用于检验衬底的量测工具,其中由器件制造过程将设计布局的一部分处理到所述衬底上,所述工具包括:数据传输单元,配置用于接收衬底上的潜在缺陷的位置;检验单元,配置用于选择性地地在这些位置处检验衬底。

[0045] 在所述量测工具的实施例中,所述量测工具是衍射工具或电子显微镜。

[0046] 另一方面包括一种用于检验衬底的量测系统,其中由器件制造过程将设计布局的一部分处理到所述衬底上,所述量测系统包括:第一量测工具,用于确定处理参数的实际值;及缺陷检验单元,配置用于执行任何前述实施例的计算机实施方法。

## 附图说明

[0047] 现在将仅作为举例、参考所附的示意图来描述本发明的实施例,附图中相应的附图标记指示了相应的部件,并且其中:

[0048] -图1示出了根据本发明的实施例的光刻设备;

[0049] -图2示出了根据实施例的用于器件制造过程的缺陷预测方法的流程图;

[0050] -图3示出了处理参数的例示性源;

- [0051] -图4示出了图2的步骤214的实施方案；
- [0052] -图5A示出了具有许多管芯的例示性衬底；
- [0053] -图5B示出了使用传统方法获得的可用景深 (uDOF) ；
- [0054] -图5C示出了使用根据本文所述实施例的方法获得的可用景深 (uDOF) ；
- [0055] -图6示出了处理流程的示例性流程图；
- [0056] -图7示出了聚焦的示例性图；
- [0057] -图8示出了根据实施例适用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程的缺陷预测方法的流程图；
- [0058] -图9示出了根据实施例适用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程的缺陷预测方法的流程图。

### 具体实施方式

[0059] 尽管在本文中详述了将光刻设备用于制造IC,但应当理解这里所述的光刻设备可以有其他的应用,例如,制造集成光学系统、磁畴存储器的引导和检测图案、液晶显示器(LCDs)、薄膜磁头等。本领域技术人员应该理解的是,在这种替代应用的背景中,可以将其中使用的任意术语“晶片”或“管芯”分别认为是与更通用的术语“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)或量测工具或检验工具中。在可应用的情况下,可以将所述公开内容应用于这种和其它衬底处理工具中。另外,所述衬底可以被处理一次以上,例如以便产生多层IC,使得这里使用的所述术语“衬底”也可以表示已经包含多个已处理层的衬底。

[0060] 这里使用的术语“辐射”和“束”包含全部类型的电磁辐射,包括:紫外(UV)辐射(例如具有365、248、193、157或126nm的波长)和极紫外(EUV)辐射(例如具有5-20nm的范围内的波长)以及粒子束,诸如离子束或电子束。

[0061] 这里所使用的术语“图案形成装置”应该被广义地理解为表示能够用于将图案在辐射束的横截面上赋予辐射束、以便在衬底的目标部分上形成图案的装置。应当注意,被赋予辐射束的图案可能不与在衬底的目标部分上的所需图案完全相符。通常,被赋予辐射束的图案将与在目标部分上形成的器件中的特定的功能层相对应,例如集成电路。

[0062] 图案形成装置可以是透射式的或反射式的。图案形成装置的示例包括掩模、可编程反射镜阵列以及可编程LCD面板。掩模在光刻术中是公知的,并且包括诸如二元掩模类型、交替型相移掩模类型、衰减型相移掩模类型和各种混合掩模类型之类的掩模类型。可编程反射镜阵列的示例采用小反射镜的矩阵布置,每一个小反射镜可以独立地倾斜,以便沿不同方向反射入射的辐射束;以此方式,使反射束图案化。

[0063] 所述支撑结构保持所述图案形成装置。支撑结构以依赖于图案形成装置的方向、光刻设备的设计以及诸如图案形成装置是否保持在真空环境中等其它条件的方式保持图案形成装置。所述支撑件可使用机械夹持、真空或其它夹持技术,例如在真空条件下的静电夹持。所述支撑结构可以是机架或台,例如,其可视需要是固定的或可移动的,且其可确保图案形成装置(例如)相对于投影系统在期望的位置处。在这里任何使用的术语“掩模版”、“设计布局”或“掩模”都可以认为与更上位的术语“图案形成装置”同义。

[0064] 这里使用的术语“投影系统”应该广义地解释为包括各种类型的投影系统,包括折射式光学系统、反射式光学系统和反射折射式光学系统,如对于所使用的曝光辐射所适合的、或对于诸如使用浸没液或使用真空之类的其他因素所适合的。这里使用的术语“投影透镜”可以认为是与更上位的术语“投影系统”同义。

[0065] 所述照射系统也可以涵盖各种类型的光学部件,包含折射式、反射式和折射反射式光学部件,用于引导、成形或控制辐射束,且此类部件也可以在下文中统称为或单独称为“透镜”。

[0066] 所述光刻设备可以是具有两个(双台)或更多个衬底台(和/或两个或更多个支撑结构)的类型。在这种“多台”机器中,可以并行地使用附加的台,或可以在一个或更多个台上执行预备步骤的同时,将一个或更多个其它台用于曝光。

[0067] 光刻设备还可以是其中衬底被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空间的类型。浸没技术在本领域是熟知的,用于提高投影系统的数值孔径。

[0068] 图1示意性地示出了根据本发明的一个特定实施例的光刻设备。所述设备包括:

[0069] 照射系统(照射器)IL,用于调节辐射束PB(例如,UV辐射或DUV辐射);

[0070] 支撑结构MT,用于支撑图案形成装置(例如掩模)MA并与用于相对于物件PL精确地定位图案形成装置的第一定位装置PM相连;

[0071] 衬底台(例如晶片台)WT,用于保持衬底(例如涂覆有抗蚀剂的晶片)W,并与用于相对于物件PL精确地定位衬底的第二定位装置PW相连;和

[0072] 投影系统(例如折射式投影透镜)PL,配置用于将由图案形成装置MA赋予辐射束PB的图案成像到衬底W的目标部分C(例如包括一根或更多根管芯)上。

[0073] 如这里所示的,所述设备是透射型的(例如,采用透射式掩模)。替代地,所述设备可以是反射型的(例如,采用如上所述类型的可编程反射镜阵列)。

[0074] 所述照射器IL从辐射源S0接收辐射束。该源和所述光刻设备可以是分立的实体(例如当该源为准分子激光器时)。在这种情况下,不会将该源考虑成形成光刻设备的一部分,并且通过包括例如合适的定向反射镜和/或扩束器的束传递系统BD的帮助,将所述辐射束从所述源S0传到所述照射器IL。在其它情况下,所述源可以是所述设备的组成部分(例如当所述源是汞灯时)。可以将所述源S0和所述照射器IL、以及如果需要时与所述束传递系统BD一起称作辐射系统。

[0075] 所述照射器IL可更改所述束的强度分布。所述照射器可布置用于限制辐射束的径向范围,使得强度分布在照射器IL的光瞳平面中的环形区域内非零。补充地或替代地,照射器IL可操作用于限制所述辐射束在光瞳平面中的分布,使得强度分布在所述光瞳平面中的多个均等间隔的扇区内非零。所述辐射束在照射器IL的光瞳平面中的强度分布可称为照射模式。

[0076] 照射器IL可包括配置用于调整所述束的强度分布的调整器AM。通常,可以对所述照射器的光瞳平面中的强度分布的至少所述外部和/或内部径向范围(一般分别称为 $\sigma$ -外部和 $\sigma$ -内部)进行调整。所述照射系统IL可操作以改变所述束的角度分布。例如,所述照射器可操作用于更改光瞳平面中强度分布非零的扇区的个数及角范围。通过调整所述束在照射器的光瞳平面中的强度分布,可实现不同的照射模式。例如,通过限制所述照射器IL的光



瞳平面中的强度分布的径向范围和角范围,强度分布可具有多极分布,诸如双极、四极或六极分布。例如,可通过将提供所述照射模式的光学装置插入到照射器IL中或使用空间光调节器来获得期望的照射模式。

[0077] 照射器IL可操作用于更改辐射束的偏振,且可操作用于使用调整器AM来调节所述偏振。所述辐射束在照射器IL的整个光瞳平面上的偏振态可称为偏振模式。不同偏振模式的使用可允许在形成于衬底W上的图像中实现更好的对比度。所述辐射束可以是不偏振的。替代地,照射器可布置用于使所述辐射束线性偏振。所述辐射束的偏振方向可在照射器IL的整个光瞳平面上变化。辐射的偏振方向在照射器IL的光瞳平面中的不同区域内可以是不同的。辐射的偏振态可依赖于照射模式而选择。对于多极照射模式来说,辐射束的每个极的偏振可大致垂直于所述极在照射器IL的光瞳平面中的位置向量。例如,对于双极照射模式来说,辐射可沿基本垂直于将双极的两个相对扇区二等分的线的方向线性偏振。辐射束可沿两个不同的正交方向中的一个方向偏振,这可称为X偏振态和Y偏振态。对于四极照射模式,在每个极的扇区中的辐射可沿基本垂直于将所述扇区二等分的线的方向线性偏振。此偏振模式可称为XY偏振。类似地,对于六极照射模式,在每个极的扇区中的辐射可沿基本垂直于将所述扇区二等分的线的方向线性偏振。此偏振模式可称为TE偏振。

[0078] 此外,所述照射器IL通常包括各种其它部件,例如整合器IN和聚光器CO。照射器提供经过调整的辐射束PB,以在其横截面中具有所需的均匀性和强度分布。

[0079] 所述辐射束PB入射到保持在支撑结构MT上的所述图案形成装置(例如,掩模)MA上。在穿过图案形成装置MA之后,辐射束PB穿过透镜PL,所述透镜使辐射束聚焦到衬底W的目标部分C上。借助第二定位装置PW和位置传感器IF(例如,干涉仪装置)的帮助,衬底台WT可准确地移动,以便定位辐射束PB的路径中的不同目标部分C。类似地,例如在从掩模库的机械获取之后,或在扫描期间,可以将所述第一定位装置PM和另一个位置传感器(图1中未明确示出)用于相对于所述辐射束B的路径精确地定位图案形成装置MA。通常,可以通过形成所述定位装置PM和PW的一部分的长行程模块(粗定位)和短行程模块(精定位)的帮助来实现物体台MT和WT的移动。然而,在步进机的情况下(与扫描器相反),支撑结构MT可以仅与短行程致动器相连,或可以是固定的。可以使用图案形成装置对准标记M1、M2和衬底对准标记P1、P2来对准图案形成装置MA和衬底W。

[0080] 可以将所示设备用于以下优选的模式中:

[0081] 1. 在步进模式中,在将支撑结构MT和衬底台WT保持为基本静止的同时,将赋予所述辐射束PB的整个图案一次投影到目标部分C上(即,单一的静态曝光)。然后将所述衬底台WT沿X和/或Y方向移位,使得可以对不同目标部分C曝光。在步进模式中,曝光场的最大尺寸限制了在单一的静态曝光中成像的所述目标部分C的尺寸。

[0082] 2. 在扫描模式中,在对支撑结构MT和衬底台WT同步地进行扫描的同时,将赋予所述辐射束PB的图案投影到目标部分C上(即,单一的动态曝光)。衬底台WT相对于支撑结构MT的速度和方向是通过所述投影系统PL的(缩小)放大率和图像反转特性来确定的。在扫描模式中,曝光场的最大尺寸限制了单一动态曝光中所述目标部分的宽度(沿非扫描方向),而所述扫描运动的长度确定了所述目标部分的高度(沿所述扫描方向)。

[0083] 3. 在另一模式中,将用于保持可编程图案形成装置的支撑结构MT保持为基本静止,并且在所述衬底台WT进行移动或扫描的同时,将赋予所述辐射束PB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,并且在所述衬底台WT的每一次移动之后、或在扫描期间的连续辐射脉冲之间,根据需要更新所述可编程图案形成装置。这种操作模式可易于应用于利用可编程图案形成装置(例如,如上所述类型的可编程反射镜阵列)的无掩模光刻术中。

[0084] 也可以采用上述使用模式的组合和/或变体,或完全不同的使用模式。

[0085] 所述投影系统PL具有的光学传递函数可能是不均匀的,这会影响成像在衬底W上的图案。为形成非偏振辐射,可通过两个标量图来极好地描述此类效应,所述标量图描述了离开投影系统PL的辐射随着在其光瞳平面中的位置而变的传输(变迹)和相对相位(像差)。这些标量图可称为传输图和相对相位图,其可表达为基函数完备集的线性组合。一个特别便利的集合是泽尼克多项式,其形成定义在单位圆上的一组正交多项式。每个标量图的确可涉及确定在此扩展式中的系数。由于泽尼克多项式在单位圆上是正交的,所以泽尼克系数可通过依次借助每个泽尼克多项式来计算所测量的标量图的内积并用此内积除以所述泽尼克多项式的范数的平方而确定。

[0086] 传输图和相对相位图是与场和系统相关的。也就是说,大体来说,每个投影系统PL将针对每个场点(即,针对其像平面中的每个空间位置)具有不同的泽尼克展开式。投影系统PL在其光瞳平面中的相对相位可通过诸如将辐射从投影系统PL的物平面(即,图案形成装置MA的平面)中的点状源经过投影系统PL进行投影并使用剪切干涉仪来测量波前(即,具有同一相位的点轨迹)而确定。剪切干涉仪是公共路径干涉仪,且因此有利的是,无需任何辅助干涉束即可测量波前。剪切干涉仪可包括在投影系统(即,衬底台WT)的像平面中的衍射光栅(例如二维网格),以及布置用于检测与投影系统PL的光瞳平面共轭的平面内的干涉图案的检测器。所述干涉图案与辐射相位相对于沿剪切方向在光瞳平面中的坐标的导数相关。检测器可包括感测元件阵列,例如电荷耦合器件(CCD)。

[0087] 可顺序地沿两个垂直方向扫描所述衍射光栅,所述两个垂直方向可与投影系统PL的坐标系轴(x和y)重合,或者可以与这些轴呈诸如45度的角度。扫描可在整数个光栅周期上进行,例如一个光栅周期。所述扫描使得沿一个方向的相位变化平均化,从而允许重新构建沿另一方向的相位变化。这允许波前被确定为两个方向的函数。

[0088] 光刻设备LA的现有技术的投影系统PL可能不形成可见条纹,且因此波前的确定准确度可使用相位步进技术来增强,诸如通过移动衍射光栅。步进可在衍射光栅的平面内、且沿与测量的扫描方向垂直的方向进行。步进范围可以是一个光栅周期,且可使用至少三个(均匀分布的)相位阶。因此,例如,可沿y方向执行三次扫描测量,每次扫描测量是在x方向上针对不同位置执行的。衍射光栅的此步进将相位变化有效地转换为强度变化,从而允许确定相位信息。光栅可沿垂直于衍射光栅的方向(z方向)步进以校准所述检测器。

[0089] 投影系统PL在其光瞳平面中的传输(变迹)可通过诸如将辐射从投影系统PL的物平面(即,图案形成装置MA的平面)中的点状源经过投影系统PL进行投影并使用检测器测量在与投影系统PL的光瞳平面共轭的平面中的辐射强度而确定。可使用与用于测量波前以确定像差的检测器同样的检测器。投影系统PL可包括多个光学(例如,透镜)元件,且可进一步包括配置用于调整一个或多个光学元件以便校正像差(在整个场的光瞳平面上的相位变化)的调整机构PA。为实现此目的,调整机构PA可操作用于以一种或多种不同方式调控投影系统PL内的一个或多个光学(例如,透镜)元件。投影系统可具有坐标系,其中,其光轴沿z轴

方向延伸。调整机构PA可操作用于执行以下各项的任意组合：使一个或多个光学元件移位；使一个或多个光学元件倾斜；和/或使一个或多个光学元件变形。光学元件的移位可以沿任何方向(x、y、z或其组合)。光学元件的倾斜通常在垂直于光轴的平面以外，通过沿x或y方向绕轴旋转而实现，但绕z轴的旋转可用于非旋转对称的非球面光学元件。光学元件的变形可包含低频形状(例如像散)和低频形状(例如，自由形式的非球面)两者。光学元件的变形可以通过诸如使用一个或多个致动器对光学元件的一个或多个面施力和/或通过使用一个或多个加热元件对光学元件的一个或多个选定区域加热来执行。一般来讲，可能无法调整投影系统PL来校正变迹(在整个光瞳平面上的传输变化)。在为光刻设备LA设计图案形成装置(例如掩模)MA时，可使用投影系统PL的传输图。通过使用计算光刻技术，图案形成装置MA可设计用于至少部分地校正变迹。

[0090] 其中将在规范内生成图案所依据的处理参数空间可称为所述图案的过程窗口。如果生成的图案不符合规范，则这是一个缺陷。处理参数的变化可以不同方式影响图案形成装置上的图案。例如，一个图案可能与另一图案相比对剂量变化更敏感。因此，图案形成装置上的图案可具有不同的过程窗口。例如，图案相对于处理参数的敏感度可通过图案的特性相对于处理参数的导数来测量。与潜在系统缺陷相关的图案规范的实例包含检查颈缩、线回拉、线窄化、CD、边缘定位、重叠、抗蚀剂顶部缺失、抗蚀剂根切和桥接。所有图案在图案形成装置上的过程窗口可通过合并(例如，重叠)每个单独图案的过程窗口而获得。所有图案的过程窗口的边界包含某些单独图案的过程窗口的边界。换句话说，这些单独图案限制了所有图案的过程窗口。这些图案可称为“热点”或“过程窗口限制图案(PWLP)”，其在本文中可互换使用。在控制光刻过程时，重点关注热点是可能且经济的。在所述热点无缺陷时，最有可能的是所有图案均无缺陷。

[0091] 处理参数可随着在衬底上的位置且随着时间而变化(例如，在衬底之间、在管芯之间)。此变化可因诸如温度和湿度等环境变化而导致。此类变化的其它致因可包含处理设备中的一个或多个部件的漂移，诸如光刻设备中的源、投影光学装置、衬底台、衬底表面的高度变化等。意识到此类变化及其对PWLP的影响或潜在的图案化缺陷，并调整光刻过程以容纳此类变化从而减少实际缺陷将是有利的。为了降低追踪这些变化的计算成本，可选择仅监控所述热点。

[0092] 图2示出了根据实施例的用于器件制造过程的缺陷预测方法的流程图。在步骤211中，使用任何适合的方法从设计布局的一部分识别出至少一个热点。例如，所述热点可通过使用经验模型或计算模型分析设计布局的所述部分中的图案来识别。在经验模型中，不模拟图案的图像(例如，抗蚀剂图像、光学图像、蚀刻图像)；相反，经验模型基于处理参数、图案的参数与缺陷之间的相关性来预测缺陷或缺陷的概率。例如，经验模型可以是分类模型或易受缺陷的图案的数据库。在计算模型中，计算或模拟图像的一部分或其特性，且基于所述特性或所述部分来识别缺陷。例如，可通过找出过于远离其期望位置的线端来识别线回拉缺陷；可通过找出其中两条线非期望地交接的位置来识别桥接缺陷；可通过发现单独层上的两个特征非期望地重叠或非期望地不重叠而识别重叠缺陷。经验模型通常比计算模型的计算成本低。在实例中，可通过实验确定热点和/或其位置，诸如通过FEM晶片检验或适合的量测工具。

[0093] 在实施例中，热点可使用图案相对于处理参数的敏感度来识别。例如，如果图案的

敏感度大于阈值,则所述图案可被识别为热点。

[0094] 所述缺陷可包含不能在显影后检验(ADI)(通常是光学检验)中检验到的缺陷,诸如抗蚀剂顶部缺失、抗蚀剂根切等。传统的检验只有在衬底被反复处理(例如蚀刻)后才能发现这些缺陷,此时晶片无法被返工。因此,此类抗蚀剂顶部缺失缺陷可能无法使用在起草此文档时的当前光学技术来检测。然而,可使用模拟来确定哪里可能发生抗蚀剂顶部缺失,以及其严重性将如何。基于此信息,可决定使用更准确的检验方法(且通常更耗时)来检验特定的可能的缺陷以确定所述缺陷是否需要返工,或者可决定在执行不可逆的处理(例如,蚀刻)之前就对特定抗蚀层的成像进行返工(移除具有抗蚀剂顶部缺失缺陷的抗蚀层,并重新涂覆晶片以重新执行特定层的成像)。

[0095] 在步骤212中,为所述热点确定器件制造过程的处理参数的取值范围,其中在所述处理参数的值位于所述取值范围以外时所述器件制造过程会从所述热点生成缺陷。也可为所述热点确定多个处理参数的多个取值范围。所确定的一个或多个取值范围可被编译为所述热点的过程窗口。可能基于独立热点的热点位置和过程窗口将多个热点的过程窗口确定和/或编译成图,即将过程窗口确定为热点位置的函数。此过程窗口图可以图案的布局特定的敏感度和处理边界为特征。所述处理参数可以局部地依赖于热点、管芯或两者的位置。所述处理参数可以全局地依赖于热点和管芯的位置。

[0096] 在步骤213中,确定处理参数的实际值。在光刻过程期间,可使用处理参数的特定设置生成图案,所述处理参数例如可选择用于确保所述图案将在过程窗口内被处理。然而,生成图案所依据的实际处理参数可与设定的参数不同,诸如由于光刻过程的漂移所致,或者诸如由于可局部偏离的全局设定处理参数所致。全局设定的处理参数的一个此类局部偏差例如可以是聚焦位置,其可以全局性地处于设定的处理参数处,但可由于诸如光刻过程期间衬底的倾斜等原因而局部不同。因此,对于特定热点,处理参数的实际值可与设定的处理参数不同。确定处理参数的实际值的一个实例性方式是确定光刻设备的状态。例如,实际晶片台位置和倾斜度可用于计算处理参数的局部实际值。但同样,实际掩模版台位置和倾斜度、激光带宽、聚焦、剂量、源参数、投影光学参数和这些参数的空间或时间变化可直接从光刻设备测量,并用于确定处理参数的实际值。另一实例性方式是根据从衬底上执行的量测而获得的数据来推断处理参数。此量测是对已曝光的衬底执行的,且例如可用于识别机器漂移。替代地,处理参数的实际值可从处理设备的操作员处获得。例如,量测可包含使用衍射工具(例如,ASML YieldStar或衍射相位显微镜)、电子显微镜或其它适合的检验工具来检验衬底。可能获得关于已处理衬底上的任何位置的处理参数,包括已识别的热点。所述处理参数可作为位置的函数而被编译成图-光刻参数或过程条件。图7示出了聚焦的示例性图。当然,其它处理参数也可表示为位置的函数,即映射。在实施例,处理参数可在处理每个热点之前确定,且优选地刚好在处理每个热点之前或甚至是处理期间确定。

[0097] 在步骤214中,从所述热点形成的缺陷的存在、存在概率、特性或其组合是使用处理参数的实际值确定的。此确定或预测可仅通过比较处理参数的实际值与其在步骤212中确定的取值范围来完成:如果实际值在取值范围内,则预期不会存在任何缺陷;如果实际值在取值范围以外,则预期存在至少一个缺陷。此确定或预测也可使用适合的经验模型(包含统计模型)来完成。例如,可使用分类模型来提供缺陷的存在概率。做出此确定的另一种方式是使用计算模型来模拟热点在实际值下的图像或期望的图案形成轮廓,并根据此模拟来

确定期望的图像或轮廓参数。缺陷的确定存在和/或特性可用作处置决定的基础：进行返工，使用诸如电子显微镜等检验工具进行详细检验，或接受可能的缺陷。在实施例中，实际值是处理参数的移动平均值。移动平均值对于在捕获处理参数的长期漂移的同时避免被短期波动影响是有益的。

[0098] 在可选步骤215中，处理参数可使用如步骤214中确定的存在、存在概率、特性或其组合进行调整或补偿（即，反馈所述预测或确定以调整处理参数），使得消除缺陷或降低其严重性。例如，此过程可用于持续监控光刻过程的漂移并减少此漂移。

[0099] 在正向馈送的实例中，如果要成像的热点将位于衬底的凸起处，因此导致聚焦的实际值落在聚焦的取值范围以外，则在将热点成像至衬底上之前可调整聚焦或管芯的水平位置以使其落于该取值范围内，从而消除或明显减少热点上的缺陷。在此实例中，如果不希望调整聚焦（例如，由于硬件限制或此调整的负面作用），可通过调整其它参数来补偿，从而改变整体处理参数的范围，使得聚焦的实际值落在可接受的范围内。优选地，刚好在处理热点之前调整或补偿所述处理参数。步骤214和215可以是反复操作的。也可在处理一个或多个衬底之后、尤其是在确定处理参数的平均值（例如，移动平均值）时，调整或补偿所述处理参数，以便适应系统性的或缓慢改变的过程变化，或者解决更多个可调整的处理参数。所述处理参数的调整或补偿可包含对晶片台位置和倾斜度、掩模版台位置和倾斜度、聚焦、剂量、源或光瞳相位的调整。

[0100] 在可选步骤216中，可使用经调整的处理参数来确定残余缺陷的存在和/或特性。残余缺陷是不能通过调整处理参数而消除的缺陷。此确定可以是仅比较经过调整的处理参数与取值范围：如果经过调整的处理参数落入取值范围内，则期望不存在任何残余缺陷；如果经过调整的处理参数落在所述取值范围以外，则期望存在至少一个残余缺陷。此确定也可使用适合的经验模型（包含统计模型）来完成。例如，可使用分类模型来提供残余缺陷的存在概率。做出此判断的另一种方式是使用计算模型来模拟在经过调整的处理参数下热点的图像或期望的图案形成轮廓，并根据此模拟来确定期望的图像或轮廓参数。残余缺陷的确定存在和/或特性可用作处置决定的基础：进行返工，使用诸如检验工具等进行详细检验，或接受。

[0101] 在可选步骤217中，可至少部分地基于所确定或预测的残余缺陷或缺陷的存在、存在概率、一个或多个特性或其组合来做出哪些热点要接受检验的指示。例如，如果衬底有一定概率存在一个或多个残余缺陷或缺陷，则衬底可经受衬底检验。残余缺陷或缺陷的预测或确定会正向馈送到检验步骤。这些热点实际上可使用适合的检验工具进行检验，以确定是否确实存在缺陷，这使得能够避免检验设计布局的所述部分中的所有图案。在已知的光刻过程中，大致对整个衬底执行初始亮场检验（通常为“管芯之间”或“管芯与数据库之间”），以获得有关缺陷可能位于衬底上的哪些位置的初始指示。这是相对耗时的过程，其中可能随机识别出可能的缺陷。当前已知的亮场检验工具会捕获相对低分辨率的图像，从中仅可获得可能的缺陷的指示（通常通过有经验的操作员对图像的判读而得）。如亮场检验工具识别的这些可能的缺陷的识别位置将通常使用诸如电子显微镜等详细检验工具来进一步检验。使用根据本公开内容的计算机实施的缺陷预测工具可替代所述亮场检验步骤的至少一部分。使用在制造过程期间提供的处理参数的实际值允许在不使用这些亮场检验的情况下预测预期出现缺陷的位置，以及详细检验工具应进一步探索哪些位置，或应确认缺陷

的存在。此外,使用根据本公开内容的计算机实施的缺陷预测工具使得能够在处理参数的局部实际值的引导下主动查找缺陷。缺陷预测工具的这一用途可使得找到可能的缺陷的过程的随机性降低。在替代的过程流程中,计算机实施的缺陷预测工具可用于引导亮场检验工具以仅探索衬底的一部分,从而允许显著降低在亮场检验工具处的总检验时间,并使得亮场工具的总缺陷检验的随机性降低。所述检验的结果可用于决定根据当前使用的光刻过程步骤如何处理所述图案:接受当前过程步骤,或者,如果可能且必要,将当前光刻过程步骤返工。例如,此返工可包含有缺陷的抗蚀层的剥除,以及重新涂覆新的抗蚀层并重复光刻过程步骤。所述检验的结果也可用于调整器件制造过程的处理参数的取值范围,用于确定在以具有超出所述取值范围的值的处理参数进行处理时热点是否可变成缺陷。此取值范围调整可使得缺陷确定或预测更准确。还可能通过在步骤214之前在步骤212中增加或减少取值范围来调整检验的严格性。缩减取值范围会导致对缺陷的更多的发现以及可能导致更多的误报。

[0102] 图3示出了处理参数350的例示性源。一个源可以是处理设备的数据310,诸如光刻设备的源、投影光学装置、衬底台等的参数。另一个源可以是来自各种衬底量测工具的数据320,诸如晶片高度图、聚焦图、CDU图、叠层图等。数据320可在衬底经受一个避免衬底返工的步骤之前获得。另一个源可以是来自各种图案形成装置量测工具的数据330,掩模CDU图、掩模堆叠参数变化等。另一个源可以是来自处理设备的操作员的数据340。

[0103] 图4示出了图2的步骤214的示例性实施方案。处理参数420可用作对分类模型430的输入(例如,独立变量)。处理参数420可包含源的特性(例如,强度、光瞳轮廓等)、投影光学装置的特性、剂量、聚焦、抗蚀剂的特性、抗蚀剂的显影和曝光后烘烤的特性或蚀刻特性、实际晶圆台位置和倾斜度、实际掩模版台位置和倾斜度。术语“分类器”或“分类模型”有时也称为数学函数,由分类算法实施,并将输入数据映射到一个类别。在机器学习和统计中,分类是基于一组包含已知其类别成员资格的观察对象(或示例)的训练数据,识别新的观察对象属于一组类别440中的哪一个类别(子群体)的问题。将独立的观察对象分析成一组可量化属性,称为各种阐释性变量、特征等。这些属性可以按各种方式视为绝对的(例如,“好”-不会生成缺陷的光刻过程或“坏”-生成缺陷的光刻过程;“类型1”、“类型2”、...“类型n”-不同类型的缺陷)。类别被视为监管式学习的示例,即,其中可使用经过恰当识别的观察结果的一个训练集合的学习。分类模型的实例是:逻辑回归和多项分对数(multinomial logit)模型,概率回归,感知器算法,支持向量机,导入向量机和线性判别分析(linear discriminant analysis)。

[0104] 所述处理参数的一个实例是衬底水平位置。图5A示出了具有许多管芯(示出为网格)的例示性衬底。在管芯的拣选阶段,识别管芯的图案中不太重要的位置(即,并非过程窗口限制的位置,由菱形表示)处的热点(由圆表示)。图5B示出了使用传统方法获得的可用景深(uDOF)。uDOF是在曝光狭缝中落入所有图案的过程窗口内的景深。图5C示出了使用根据本文所述实施例的方法获得的可用景深(uDOF),其中通过调整包含衬底水平位置的处理参数而允许不太临界的位置区域(菱形)漂移到更加远离其相应的最佳聚焦处,以使得热点(圆形)更接近最佳聚焦,从而增加uDOF。

[0105] 根据实施例,本文所述的方法允许调整每个衬底或甚至每根管芯或甚至管芯内的特定位置处的处理参数。图6示出了处理流程的示例性流程图。在步骤610中,确定刚好在处

理衬底或管芯之前的处理参数(例如,在处理上一个衬底或管芯之后)。在步骤620中,使用刚好在处理所述衬底或管芯之前的处理参数,并使用所述衬底或管芯的特性(例如,如根据对衬底或管芯的量测所确定)和/或将要处理到所述衬底或管芯上的图案的几何形状特性,来确定或预测缺陷的存在、缺陷存在概率、缺陷的特性或其组合。在步骤630中,基于所述预测来调整处理参数,以便消除、降低缺陷的概率或严重性。替代地,可通过要处理的布局的模拟来了解PWLP可位于管芯的特定区域处。在此情形下,成像工具中在于成像工具中曝光之前确保管芯水平位置的系统可确保此特定区域正焦,从而允许管芯的其它区域偏离聚焦位置,以确保PWLP正常成像。所述模拟可进一步用于确定,由于包含PWLP的区域的优选水平准确性所致的不太有利的处理条件,不太临界的结构是否仍正确地成像。根据实施例,本文所述的一种方法允许在一个生产批次中检验较少的衬底,同时维持与传统处理流程相当的缺陷率。传统处理流程涉及处理(例如,在光刻设备中曝光)一批衬底,该批次的2%-3%或更多的衬底必须进行检验以便发现大部分缺陷。检验通常是破坏性的。因此,该批次的2%-3%或更多的衬底被浪费掉,且添加到处理成本中。本文所述的方法允许实现一种检验一批次衬底中的小于2%、小于1.5%或小于1%而无诸如增加缺陷率等不良效应的处理流程。具体来讲,本文所述的方法实现了一种制造器件的方法,涉及诸如使用光刻设备将图案处理到一批次衬底上,该方法包含:处理该批次衬底,破坏性地检验该批次的小于2%、小于1.5%或小于1%的衬底,以确定处理到衬底上的图案中的缺陷存在。

[0106] 图8示出了根据实施例适用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程的缺陷预测方法的流程图。在步骤811中,从所述设计布局的所述部分识别出热点。所述热点可使用任何适合的方法识别,诸如上文所述的那些方法。在步骤812中,确定所述热点相对于所述器件制造过程的处理参数的敏感度。确定敏感度的一种方式是根据至少部分地基于处理参数来模拟特性的模型通过推导出热点的所述特性相对于处理参数的偏导数。另一种方式是根据处理参数的至少两个值来模拟热点的特性。在步骤813中,产生具有相同或相似敏感度的标记,或者从设计用于特定光刻工具或特定量测工具的标记池中选择具有相同或(最)相似敏感度的标记。所述标记可以是适合于ADI或显影后检验(AEI)的散射测量目标。散射测量目标可包含均匀构造且均匀间隔开的规则特征的阵列(例如,100nm直径的点构成的阵列)。在步骤814中,将所设计或选择的标记添加到设计布局中,以与衬底上的设计布局相同的方式进行处理。例如,可将所述标记添加到管芯中(集成到设计布局中)、添加到管芯之间(添加到衬底上的所谓划线)或者在衬底边缘处或以其他方式添加到管芯之间。可替代所述热点、或除了所述热点以外还检验所述标记。生成或选择标记的更多信息可见于共同转让的美国专利申请案No.13/542625、No.61/921874、No.61/921907、No.61/921939、No.61/921817中,其每一个申请的全文以引用方式并入本文。

[0107] 图9示出了根据实施例的适用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程的缺陷预测方法的流程图。在步骤911中,确定器件制造过程的处理参数的实际值。确定处理参数的一个实例性方式是确定光刻设备的状态。例如,可从光刻设备测量实际晶片台位置和倾斜度、实际掩模版台位置和倾斜度、激光带宽、聚焦、剂量、源参数、投影光学装置参数以及这些参数的空间或时间变化。另一实例性方式是根据从衬底上执行的量测或处理设备的操作员获得的数据来推断处理参数。例如,量测可包含使用衍射工具(例如,ASML YieldStar)、电子显微镜或其它适合的检验工具来检验衬底。可能获得关于已处理衬

底上的任何位置的处理参数,包括已识别的热点。在步骤912中,至少部分地基于实际值来构造检验图。检验图包含衬底上的潜在缺陷的位置。所述潜在缺陷可通过比较实际值与依赖于位置的取值范围来识别,其中如果实际值落入所述取值范围以外的位置,则所述位置处存在潜在缺陷。在步骤913中,在潜在缺陷的位置处检验所述衬底。在实施例中,仅在潜在缺陷的位置处检验所述衬底。替代地,在步骤914中,将检验图提供给用户。

[0108] 根据实施例,配置用于检验衬底的量测工具可配置用于根据上述方法中的任一方法接收潜在缺陷的位置。举例而言,量测工具可以是衍射工具、亮场检验工具或电子显微镜。

[0109] 本发明可进一步使用以下条款来描述:

[0110] 1. 一种计算机实施的缺陷预测方法,其适用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程,所述方法包括:

[0111] 从所述设计布局的所述部分识别出热点;

[0112] 针对所述热点确定所述器件制造过程的处理参数的取值范围,其中在所述处理参数的值位于所述取值范围以外时,会由所述器件制造过程而从所述热点形成缺陷;

[0113] 确定所述处理参数的实际值;

[0114] 使用所述实际值确定或预测由所述器件制造过程从所述热点形成的缺陷的存在、存在概率、特性或其组合。

[0115] 2. 根据条款1所述的方法,其中,所述确定或预测缺陷的存在、存在概率、特性或其组合还使用了所述热点的特性、所述设计布局的特性或这两者。

[0116] 3. 根据条款1或条款2所述的方法,还包括使用缺陷的存在、存在概率、特性或其组合来调整或补偿所述处理参数。

[0117] 4. 根据条款3所述的方法,还包括反复地执行确定或预测缺陷的存在、存在概率、特性或其组合,并调整或补偿所述处理参数。

[0118] 5. 根据条款3或条款4所述的方法,还包括使用经过调整或补偿的处理参数确定或预测使用所述器件制造过程从所述热点形成的残余缺陷的存在、存在概率、特性或其组合。

[0119] 6. 根据条款5所述的方法,还包括至少部分地基于所确定或预测的残余缺陷的存在、存在概率、特性或其组合来指示是否将检验所述热点。

[0120] 7. 根据条款1至4中任一项所述的方法,还包括至少部分地基于所确定或预测的缺陷的存在、存在概率、特性或其组合来指示是否将检验所述热点。

[0121] 8. 根据条款1至7中任一项所述的方法,其中所述热点是使用经验模型或计算模型识别的。

[0122] 9. 根据条款1至8中任一项所述的方法,其中所述处理参数是从以下各项中选出的任意一个或多个:实际晶片台位置和倾斜度、实际掩模版台位置和倾斜度、聚焦、剂量、源参数、投影光学装置参数、根据量测获得的数据,和/或来自所述器件制造过程中使用的处理设备的操作员的数据。

[0123] 10. 根据条款9所述的方法,其中所述处理参数是根据量测获得的数据,且所述根据量测获得的数据是从衍射工具或电子显微镜获得的。

[0124] 11. 根据条款1至10中任一项所述的方法,其中所述处理参数是使用模型或通过查询数据库来确定或预测的。



[0125] 12. 根据条款1至11中任一项所述的方法,其中所述确定或预测缺陷的存在、存在概率、特性或其组合包括根据所述处理参数来模拟所述热点的图像或预期图案化轮廓并确定图像或轮廓参数。

[0126] 13. 根据条款8所述的方法,其中所述热点是针对于所述处理参数使用所述部分的图案敏感度来识别的。

[0127] 14. 根据条款6至7中任一项所述的方法,还包括检测所述热点。

[0128] 15. 根据条款14所述的方法,还包括至少部分地基于所述热点的检验来调整所述取值范围。

[0129] 16. 根据条款1至15中任一项所述的方法,其中所述器件制造过程涉及使用光刻设备。

[0130] 17. 根据条款1至16中任一项所述的方法,其中所述处理参数是刚好在处理所述热点之前确定的。

[0131] 18. 根据条款1至17中任一项所述的方法,其中所述处理参数是从局部处理参数或全局处理参数中选择的。

[0132] 19. 根据条款1至18中任一项所述的方法,其中识别所述热点包含识别其位置。

[0133] 20. 根据条款1至19中任一项所述的方法,其中所述缺陷在反复处理所述衬底之前是探测不到的。

[0134] 21. 一种制造器件的方法,涉及将图案处理到衬底上或所述衬底的管芯上,所述方法包括:

[0135] 在处理所述衬底或管芯之前确定处理参数;

[0136] 在处理所述衬底或管芯之前使用处理参数,并使用所述衬底或管芯的特性、将要处理到所述衬底或管芯上的图案的几何形状特性,或这两者,来确定或预测缺陷的存在、缺陷存在概率、缺陷的特性或其组合;

[0137] 基于所述预测或确定来调整所述处理参数以便消除、减少缺陷的概率或降低缺陷的严重性。

[0138] 22. 根据条款21所述的方法,还包括根据所述图案来识别热点。

[0139] 23. 根据条款21所述的方法,其中所述缺陷是从所述热点生成的缺陷。

[0140] 24. 根据条款21所述的方法,其中所述衬底或管芯的特性是所述热点的过程窗口。

[0141] 25. 一种计算机实施的缺陷预测方法,其用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程,所述方法包括:

[0142] 从所述设计布局的所述部分识别热点;

[0143] 确定或预测由所述器件制造过程从所述热点形成的缺陷的存在、存在概率、特性或其组合;

[0144] 至少部分地基于所述缺陷的存在、存在概率、特性或其组合的确定或预测来确定是否检验所述热点。

[0145] 26. 一种计算机实施的缺陷预测方法,其适用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程,所述方法包括:

[0146] 从所述设计布局的所述部分识别出热点;

[0147] 确定所述热点相对于所述器件制造过程的用于所述热点的处理参数的敏感度;

- [0148] 生成具有相同敏感度的标记；
- [0149] 将所述标记添加到设计布局中。
- [0150] 27. 一种制造器件的方法，包括：根据条款1至26中任一项所述的计算机实施的缺陷预测方法；及
- [0151] 至少部分地基于所确定或预测的所述缺陷的存在、存在概率、特性或其组合来指示将检验多个热点中的哪些热点。
- [0152] 28. 根据条款1至27中任一项所述的方法，其中所述缺陷是从以下各项中选出的一个或多个缺陷：颈缩、线回拉、线窄化、CD误差、重叠、抗蚀剂顶部缺失、抗蚀剂根切和/或桥接。
- [0153] 29. 一种缺陷预测方法，其适用于涉及将设计布局的一部分处理到衬底上的器件制造过程，所述方法包括：
- [0154] 确定器件制造过程的处理参数的实际值；
- [0155] 至少部分地基于所述实际值来构建检验图，其中所述检验图包括所述衬底上的潜在缺陷的位置。
- [0156] 30. 根据条款29所述的方法，还包括在所述潜在缺陷位置处检验所述衬底。
- [0157] 31. 根据条款29所述的方法，还包括仅在潜在缺陷的位置处检验所述衬底。
- [0158] 32. 根据条款30或31所述的方法，其中检验所述衬底是使用电子显微镜或亮场检验工具执行的。
- [0159] 33. 根据条款29所述的方法，还包括将所述检验图呈现给用户。
- [0160] 34. 根据条款29所述的方法，其中构建所述检验图还包括使用过程模拟模型来模拟所识别的潜在缺陷的至少一部分。
- [0161] 35. 根据条款29或34所述的方法，其中构建所述检验图还包括以可通过缺陷检验工具读取的格式构建所述检验图。
- [0162] 36. 一种计算机程序产品，其包括上面记录有指令的计算机可读介质，所述指令在由计算机执行时会实施根据条款1至35中任一项所述的方法。
- [0163] 37. 一种配置用于检验衬底的量测工具，其中由器件制造过程将设计布局的一部分处理在所述衬底上，所述工具包括：
- [0164] 数据传输单元，配置用于接收所述衬底上的潜在缺陷的位置；
- [0165] 检验单元，配置用于选择性地在所述位置处检验所述衬底。
- [0166] 38. 根据条款37所述的量测工具，其中所述量测工具是衍射工具或电子显微镜。
- [0167] 39. 一种用于检验衬底的量测系统，其中由器件制造过程将设计布局的一部分处理在所述衬底上，所述量测系统包括：第一量测工具，用于确定处理参数的实际值；及缺陷检验单元，配置用于执行根据条款1至35中任一项所述的计算机实施方法。
- [0168] 40. 根据条款39所述的量测系统，其中所述量测系统还包括第二量测工具，所述第二量测工具是如条款37和38中任一项所述的量测工具。
- [0169] 本发明的实施例可在硬件、固件、软件或其任何组合中实施。本发明的实施例也可实施为存储于机器可读介质上的指令，其可由一个或多个处理器读取和执行。机器可读介质可包括用于以可由机器（例如，计算装置）读取的形式储存或传输信息的任何机制。例如，机器可读介质可包括：只读存储器（ROM）；随机存取存储器（RAM）；磁盘储存介质；光学

储存介质; 闪存存储器装置; 电、光、声或其它形式的传播信号 (例如, 载波, 红外信号, 数字信号, 等等), 以及其它。此外, 固件、软件、例程、指令可以在本文中描述为执行特定动作。然而, 应理解到, 这样的描述仅仅是为了便利起见并且这样的动作实际上源自计算装置、处理器、控制器、或执行所述固件、软件、例程、指令等的其它装置。

[0170] 尽管本发明的具体实施例已在上面描述, 但是应该理解的是本发明可以用如所描述以外的其它方式实践。上述描述并非旨在限制本发明。

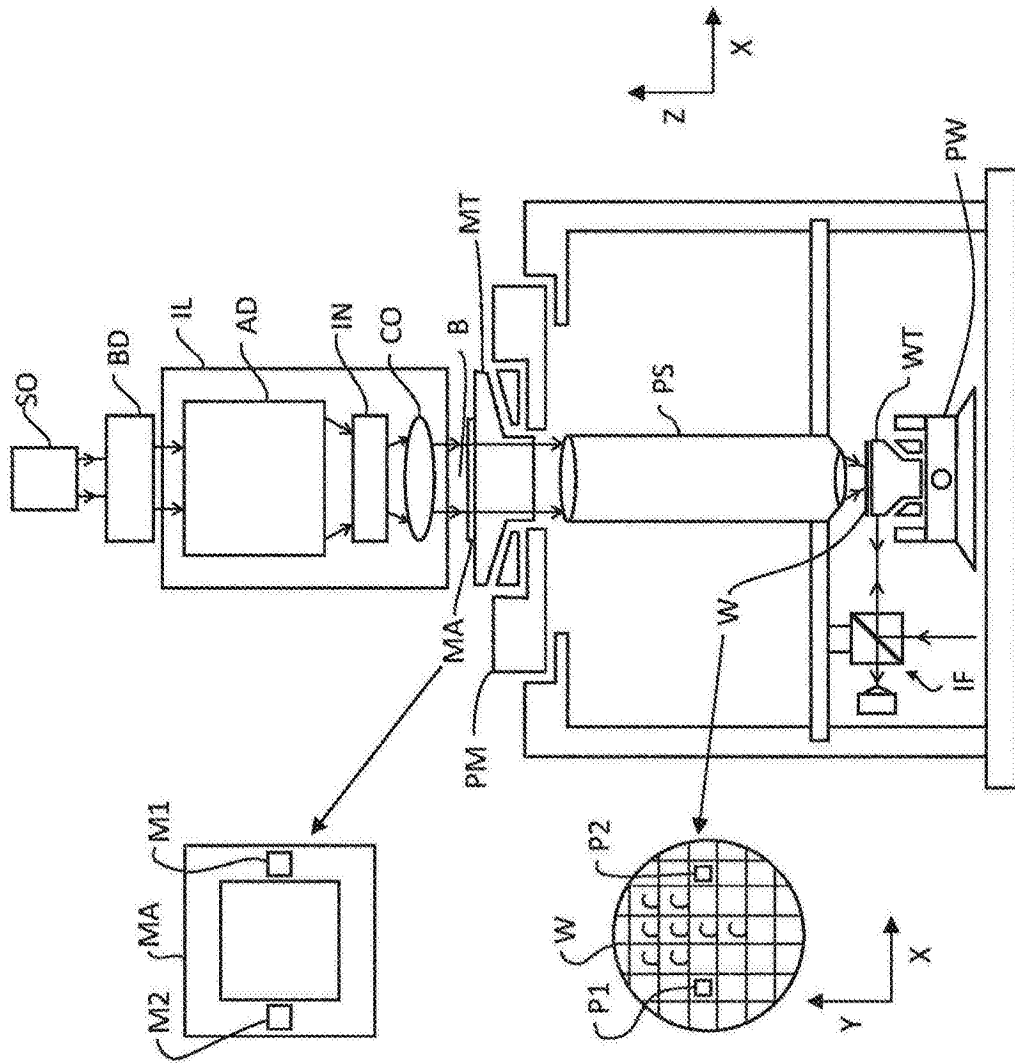


图1

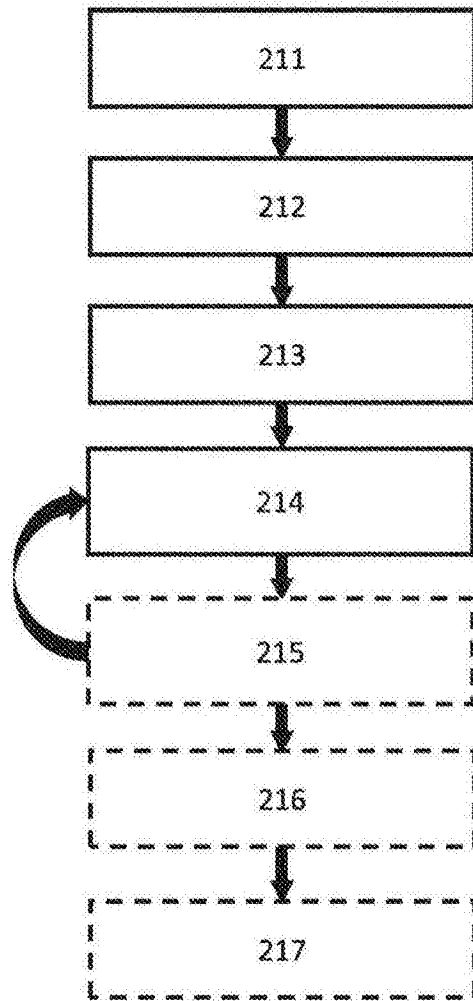


图2

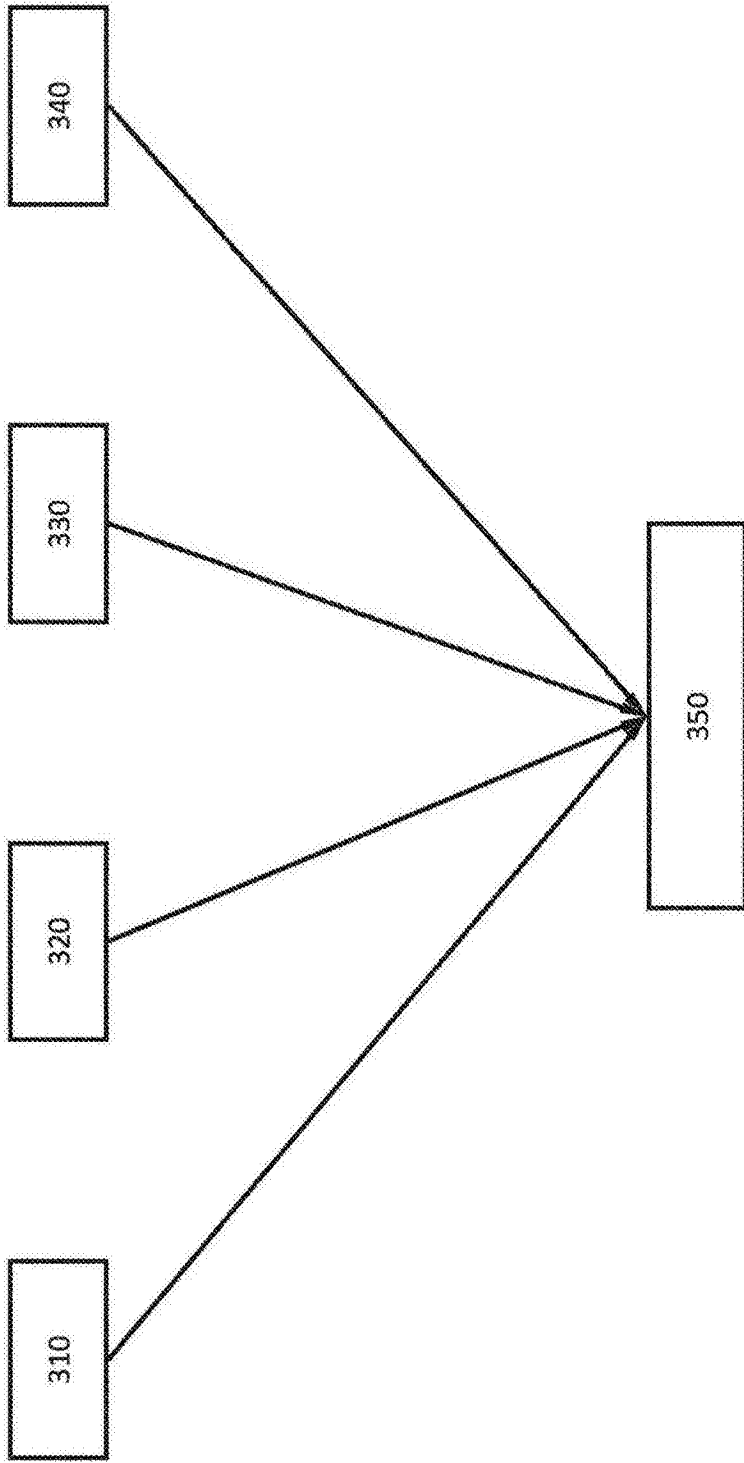


图3

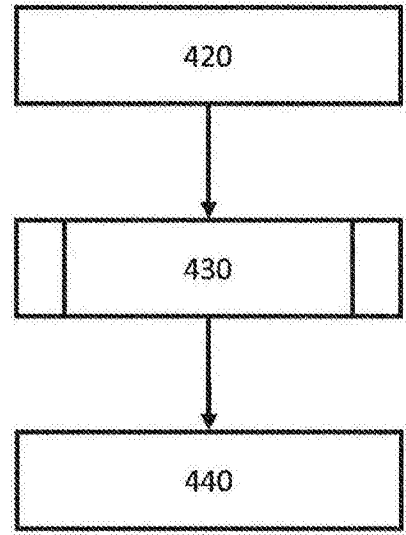


图4

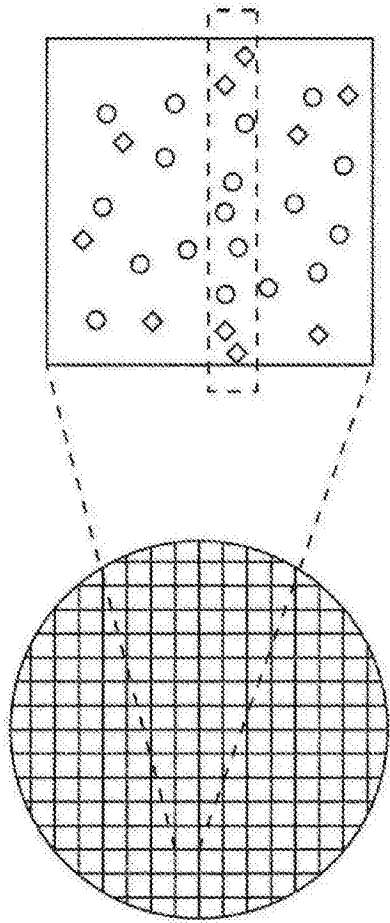


图5A

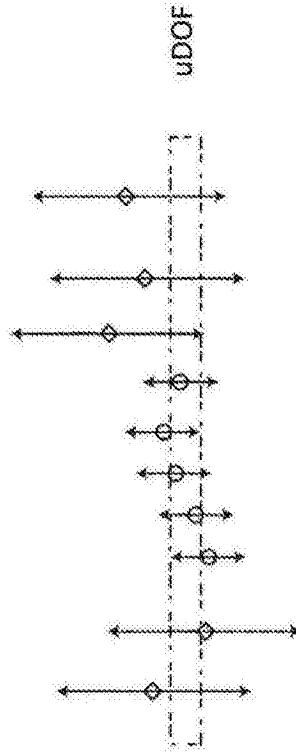


图5B

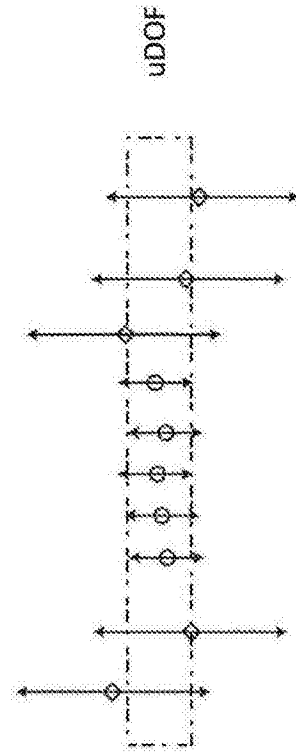


图5C

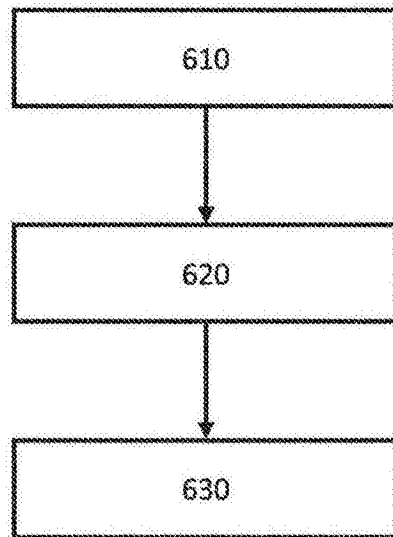


图6

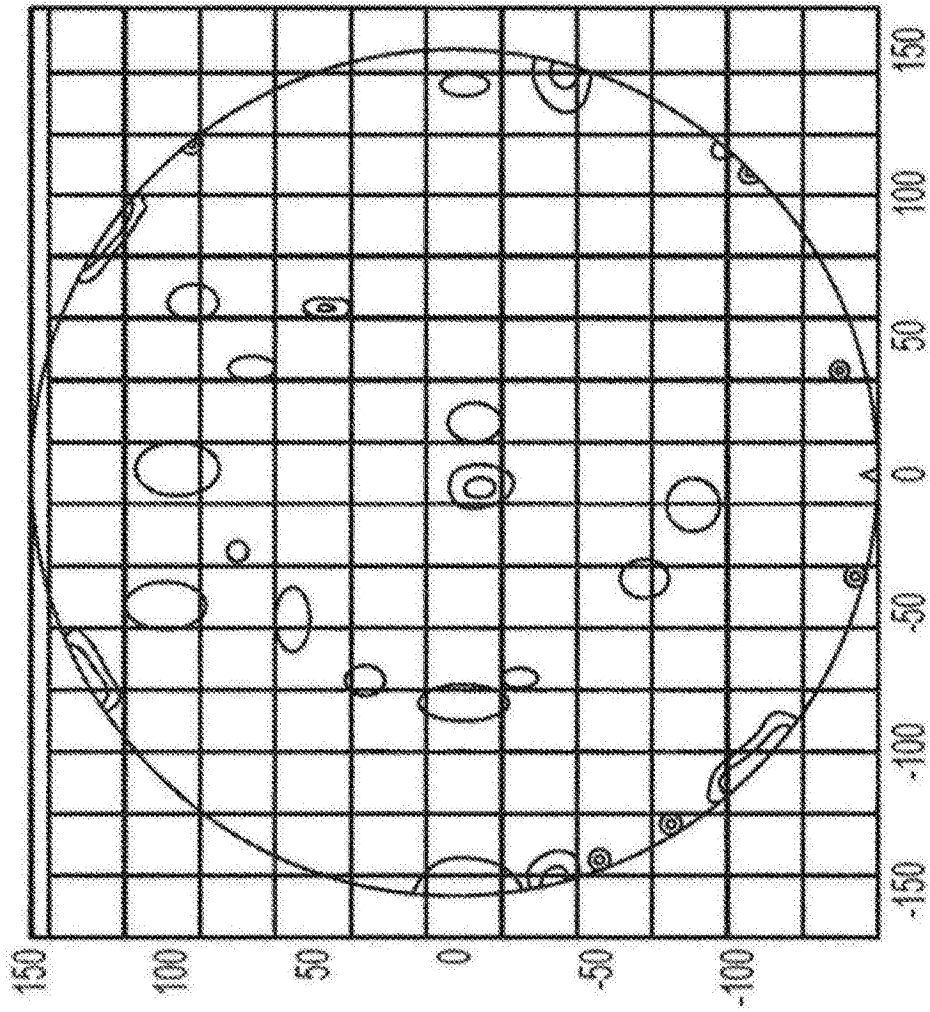


图7



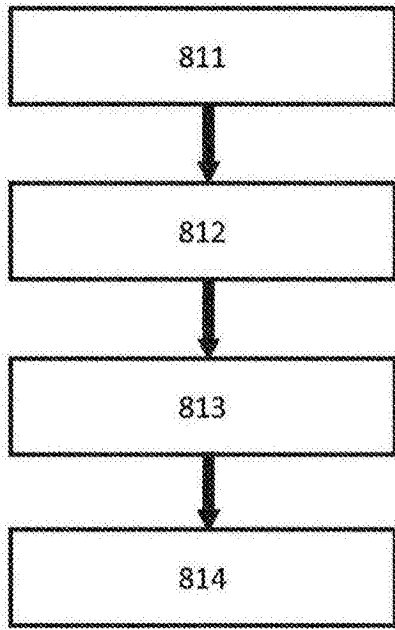


图8

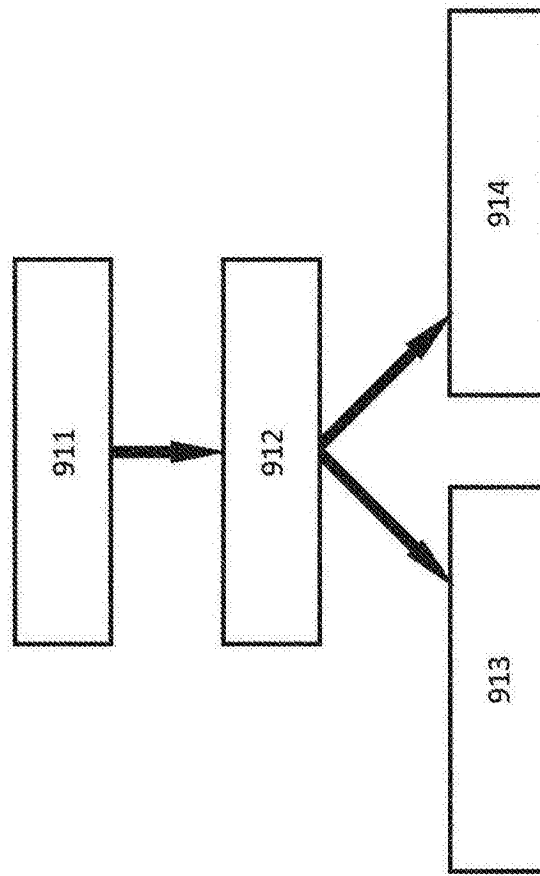


图9