



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108062558 B

(45) 授权公告日 2022.10.11

(21) 申请号 201711205806.4  
 (22) 申请日 2013.01.17  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 108062558 A  
 (43) 申请公布日 2018.05.22  
 (30) 优先权数据  
 61/587,911 2012.01.18 US  
 13/743,074 2013.01.16 US  
 (62) 分案原申请数据  
 201380009561.1 2013.01.17  
 (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 杨宝文 乔治·西蒙 岳宗·杜  
 (74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限  
 责任公司 11287  
 专利代理师 张世俊

(51) Int.Cl.  
 G06V 20/60 (2022.01)  
 G06V 10/25 (2022.01)  
 H01L 21/66 (2006.01)  
 (56) 对比文件  
 CN 104137120 B, 2018.01.02  
 CN 1339140 A, 2002.03.06  
 CN 101334414 A, 2008.12.31  
 KR 20000007570 A, 2000.02.07  
 US 2009297019 A1, 2009.12.03  
 M.J.J. Wang 等. Evaluating the eye  
 fatigue problem in wafer inspection.《IEEE  
 Transactions on Semiconductor  
 Manufacturing》.2004,第17卷(第3期),全文.  
 山本比佐史 等.晶圆外观(图形)检查技术  
 及Inspectra设备.《电子工业专用设备》.2007,  
 全文.

审查员 李浩

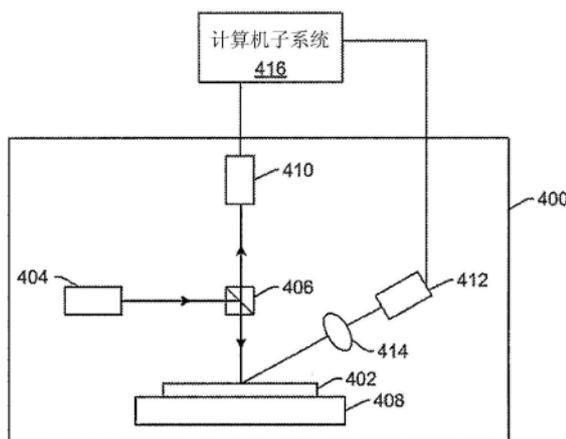
权利要求书4页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

使用位故障和虚拟检查产生一种晶片检查过程

(57) 摘要

本公开涉及使用位故障和虚拟检查产生一种晶片检查过程。本发明提供用于产生晶片检查过程的方法和系统。一种方法包含：在晶片的扫描期间存储检查系统的检测器的输出，无论所述输出是否对应于在所述晶片上检测到的缺陷；且将所述晶片上的对应于通过测试所述晶片所检测到的位故障的物理位置分离为所述物理位置的未检测到缺陷的第一部分和所述物理位置的检测到缺陷的第二部分。此外，所述方法包含：将缺陷检测方法应用于对应于所述物理位置的第一部分的所述存储输出以检测所述物理位置的所述第一部分处的缺陷；且基于通过所述缺陷检测方法在所述物理位置的所述第一部分处检测到的所述缺陷产生晶片检查过程。



CN 108062558 B

1. 一种经配置以产生晶片检查过程的系统,其包括:

检查子系统,其经配置以扫描晶片以检测所述晶片上的缺陷;以及

一或多个计算机子系统,其经配置以用于:

在所述扫描期间存储所述检查子系统的一或多个检测器的输出,无论所述输出是否对应于在所述晶片上检测到的所述缺陷;

将所述晶片上对应于通过测试所述晶片所检测到的位故障的物理位置分离为所述物理位置的第一部分和所述物理位置的第二部分,在所述物理位置的所述第一部分处未检测到所述缺陷,在所述物理位置的所述第二部分处检测到所述缺陷;

将用于所述物理位置的所述第一部分的信息存储为热点,所述热点具有对应于所述第一部分中的所述物理位置的物理坐标;

基于作为所述热点的用于所述物理位置的所述第一部分的所存储的信息而将一或多个缺陷检测方法应用于对应于所述物理位置的所述第一部分的所存储的输出以检测所述物理位置的所述第一部分处的缺陷,其中所述应用包括将所述一或多个缺陷检测方法重复应用到对应于所述物理位置的所述第一部分的所存储的输出,比较在所述物理位置的所述第一部分处检测到的所述缺陷与所述位故障,以及改变所述一或多个缺陷检测方法的一或多个参数直到在所述物理位置的所述第一部分处检测到缺陷;以及

基于通过所述一或多个缺陷检测方法在所述物理位置的所述第一部分处检测到的所述缺陷产生晶片检查过程。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述分离包括使用所述位故障的位置以及与在所述晶片上检测到的所述缺陷的所述物理位置相关的信息确定在所述晶片上检测到的所述缺陷是否对应于所述位故障中的任一者。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中所述分离使用位图域坐标执行。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中所述分离使用缺陷或晶片坐标执行。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一或多个计算机子系统中的至少一者进一步经配置为虚拟检查器。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一或多个计算机子系统中的至少一者进一步经配置为虚拟检查器,且其中所述一或多个计算机子系统进一步经配置以用以将所述热点发送到所述虚拟检查器。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中所述检查子系统或所述一或多个计算机子系统通过使用由所述扫描产生的所述输出检测所述晶片上的所述缺陷以对所述晶片执行检查,其中所述应用进一步包括使用所存储的输出执行虚拟检查以尝试检测已经造成所述位故障以及在所述检查期间检测不到的缺陷。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中所述应用不包括层检查,且其中所述应用进一步包括在所述物理位置的所述第一部分处执行多个分散热点检查。

9. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一或多个计算机子系统中的至少一者进一步经配置为虚拟检查器,且其中所述一或多个计算机子系统进一步经配置以用以将对应于所述物理位置的所述第一部分中的所述位故障发送到所述虚拟检查器以作为热点,所述热点具有对应于所述第一部分中的所述物理位置的物理坐标,从而使用位图作为用于所述虚拟检查器的所述热点。

10. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一或多个计算机子系统中的至少一者进一步经配置为虚拟检查器,且其中所述一或多个计算机子系统进一步经配置以用以将对应于所述物理位置的所述第一部分的所述位故障发送到所述虚拟检查器以作为热点,所述热点具有对应于所述第一部分中的所述物理位置的物理坐标,从而使用位图作为用于通过所述虚拟检查器执行虚拟检查的所述热点的源。

11. 根据权利要求1所述的系统,其中存储所述信息包括存储用于所述物理位置的所述第一及第二部分的信息以作为所述热点,且其中所述应用进一步包括仅在所述热点处执行多个离散热点检查。

12. 根据权利要求1所述的系统,其中所述应用进一步包括微调检查参数,所述检查参数包括在经配置以作为虚拟检查器的所述一或多个计算机子系统上的所述一或多个缺陷检测方法的所述一或多个参数。

13. 根据权利要求1所述的系统,其中所述应用进一步包括使用所存储的输出对所述物理位置的所述第一部分处的所述晶片执行虚拟检查,且其中所述产生包括基于用于检测所述物理位置的所述第二部分处的缺陷的一或多个其他缺陷检测方法以及用于在所述虚拟检查中检测所述物理位置的所述第一部分处的所述缺陷的所述一或多个缺陷检测方法针对所述晶片检测过程产生配方参数。

14. 根据权利要求1所述的系统,其中所述应用进一步包括针对所述晶片执行虚拟检查,且其中所述一或多个电脑子系统进一步经配置以将所述热点以及检测到所述缺陷的所述物理位置的所述第二部分发送到所述虚拟检查。

15. 根据权利要求1所述的系统,其中所述应用进一步包括针对所述晶片执行虚拟检查,且其中所述一或多个电脑子系统进一步经配置以将检测到所述缺陷和被怀疑已导致所述位故障的所述物理位置的所述第二部分连同检测不到缺陷的所述物理位置的所述第一部分发送到所述虚拟检查。

16. 根据权利要求1所述的系统,其中所述检查子系统进一步经配置用于所述晶片的明视场检查。

17. 根据权利要求1所述的系统,其中所述检查子系统进一步经配置用于所述晶片的暗视场检查。

18. 根据权利要求1所述的系统,其中所述检查子系统进一步经配置用于明视场检查和暗视场检查。

19. 根据权利要求1所述的系统,其中所述检查子系统进一步经配置用于明视场检查和暗视场检查,且其中所述明视场检查和所述暗视场检查按顺序执行。

20. 根据权利要求1所述的系统,其中所述检查子系统进一步经配置用于明视场检查和暗视场检查,且其中所述明视场检查和所述暗视场检查同时执行。

21. 根据权利要求1所述的系统,其中所述晶片没有用于通过所述一或多个电脑子系统执行的任何步骤。

22. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一或多个计算机子系统进一步经配置以用于基于所述测试的结果确定对应于所述位故障的所述晶片上的所述物理位置。

23. 根据权利要求1所述的系统,其中所述检查子系统包括光学或电子束检查子系统。

24. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一或多个计算机子系统进一步经配置将由所

述一或多个缺陷检测方法在所述物理位置的所述第一部分处检测到的所述缺陷指定为致命缺陷。

25. 根据权利要求1所述的系统,其中所述分离包括比较由所述检查子系统报告的所述缺陷的坐标与所述物理位置的坐标。

26. 根据权利要求1所述的系统,其中所述分离包括将由所述检查子系统报告的所述缺陷的坐标转换到位图域且比较所述位故障的位图域坐标与由所述检查子系统检测到的所述缺陷的位图域坐标。

27. 根据权利要求1所述的系统,其中所述应用进一步包括更改应用到所存储的输出的所述一或多个缺陷检测方法中的一缺陷检测方法,所述更改取决于通过将所述一或多个缺陷检测方法中的另一缺陷检测方法应用到所存储的输出而检测到的所述缺陷。

28. 根据权利要求1所述的系统,其中所述计算机子系统经进一步配置以在不同层已形成在所述晶片上之后扫描所述晶片以检测所述不同层上的所述缺陷,其中所述物理位置包括所述不同层中的至少两者上的物理位置,且其中针对所述不同层中的一或多个不同层产生所述晶片检查过程。

29. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一或多个计算机子系统经进一步配置以从用户获得用于所述一或多个缺陷检测方法的输入。

30. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一或多个缺陷检测方法包括对于相同缺陷检测算法的所述一或多个参数具有不同值的相同缺陷检测算法。

31. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一或多个缺陷检测方法包括不同缺陷检测算法。

32. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一或多个缺陷检测方法中的第一缺陷检测方法使用由所述一或多个检测器中第一组产生的输出,且其中所述一或多个缺陷检测方法中的第二缺陷检测方法使用由所述一或多个检测器中不同于所述第一组的第二组产生的输出。

33. 根据权利要求1所述的系统,其中产生所述晶片检查过程包括:在所述一或多个缺陷检测方法中选择用于所述晶片检查过程的至少一个缺陷检测方法且在所述一或多个检测器中选择将在所述晶片检查过程期间用来产生输出的至少一个检测器,所述输出将被输入到所述一或多个缺陷检测方法中的所述至少一个缺陷检测方法。

34. 根据权利要求1所述的系统,其中所述产生包括:基于通过所述一或多个缺陷检测方法在所述物理位置的所述第一部分处检测到的所述缺陷结合由检查系统在所述物理位置的所述第二部分处在所述晶片上检测到的所述缺陷来产生所述晶片检查过程。

35. 根据权利要求1所述的系统,其中所述应用进一步包括:将所述一或多个缺陷检测方法应用于对应于所述物理位置的所述第一和第二部分的所存储的输出以检测所述物理位置的所述第一和第二部分处的所述缺陷。

36. 根据权利要求35所述的系统,其中所述产生包括:基于通过所述一或多个缺陷检测方法在所述物理位置的所述第一和第二部分处检测到的所述缺陷产生所述晶片检查过程。

37. 一种用于产生晶片检查过程的计算机实施方法,其包括:

用检查系统扫描晶片以检测所述晶片上的缺陷;

在所述扫描期间存储所述检查系统的一或多个检测器的输出,无论所述输出是否对应

于在所述晶片上检测到的所述缺陷；

将所述晶片上对应于通过测试所述晶片而检测到的位故障的物理位置分离为所述物理位置的第一部分和所述物理位置的第二部分,在所述物理位置的所述第一部分处未检测到所述缺陷,在所述物理位置的所述第二部分处检测到所述缺陷；

将用于所述物理位置的所述第一部分的信息存储为热点,所述热点具有对应于所述第一部分中的所述物理位置的物理坐标；

基于作为所述热点的用于所述物理位置的所述第一部分的所存储的信息而将一或多个缺陷检测方法应用到对应于所述物理位置的所述第一部分的所存储的输出以检测所述物理位置的所述第一部分处的缺陷,其中所述应用包括将所述一或多个缺陷检测方法重复应用到对应于所述物理位置的所述第一部分的所存储的输出,比较在所述物理位置的所述第一部分处检测到的所述缺陷与所述位故障,以及改变所述一或多个缺陷检测方法的一或多个参数直到在所述物理位置的所述第一部分处检测到缺陷；以及

基于通过所述一或多个缺陷检测方法在所述物理位置的所述第一部分处检测到的所述缺陷产生晶片检查过程,其中使用一或多个计算机系统执行所述存储所述输出、分离、存储所述信息、应用、和产生。

38. 一种非暂时性计算机可读介质,其存储在计算机系统上能够执行的以用于执行用于产生晶片检查过程的计算机实施方法的程序指令,其中所述计算机实施方法包括:

在执行晶片的扫描以检测所述晶片上的缺陷期间存储检查系统的一或多个检测器的输出,无论所述输出是否对应于在所述晶片上检测到的所述缺陷；

将所述晶片上对应于通过测试所述晶片所检测到的位故障的物理位置分离成所述物理位置的第一部分和所述物理位置的第二部分,在所述物理位置的所述第一部分处未检测到所述缺陷,在所述物理位置的所述第二部分处检测到所述缺陷；

将用于所述物理位置的所述第一部分的信息存储为热点；

将一或多个缺陷检测方法应用于对应于所述物理位置的所述第一部分的所存储的输出以检测所述物理位置的所述第一部分处的缺陷,其中所述应用包括将所述一或多个缺陷检测方法重复应用到对应于所述物理位置的所述第一部分的所存储的输出,比较在所述物理位置的所述第一部分处检测到的所述缺陷与所述位故障,以及改变所述一或多个缺陷检测方法的一或多个参数直到在所述物理位置的所述第一部分处检测到缺陷；以及

基于通过所述一或多个缺陷检测方法在所述物理位置的所述第一部分处检测到的所述缺陷产生晶片检查过程。

## 使用位故障和虚拟检查产生一种晶片检查过程

[0001] 本申请是申请日为2013年01月17日,申请号为“201380009561.1”,而发明名称为“使用位故障和虚拟检查产生一种晶片检查过程”的申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明大体上涉及用于使用位故障和虚拟检查产生一种晶片检查过程的方法和系统。

### 背景技术

[0003] 不因在本章节中包含以下说明和实例而承认其为现有技术。

[0004] 在半导体制造过程期间的各种步骤中使用检查过程检测晶片上的缺陷以促使在制造过程中拥有较高产量且因此较高利润。检查一直是制作半导体装置的重要部分。然而,随着半导体装置的尺寸减小,检查对于可接受半导体装置的成功制造变得更加重要,这是由于较小缺陷可导致所述装置故障。

[0005] 已基于已知所关注缺陷(DOI)产生一些检查配方(或用于执行检查过程的指令集)。例如,可建立检查配方使得其检测尽可能多的DOI而不检测非所关注的其它缺陷、污损、和噪声。依此方式建立检查配方的一个问题为,并不可能总是知道哪些DOI将为致命缺陷且导致装置故障。例如,当前无简单方法来验证缺陷是否为致命缺陷。用户可基于所述缺陷的特性(例如大小、分类、和位置)和基于所述用户的缺陷相关经验来猜测缺陷是否为致命缺陷。然而,所述用户可能无法以任何准确度或精度预测哪些缺陷将为致命缺陷。因此,建立检查配方以检测最关注的缺陷即致命缺陷并非总是容易的或甚至并非总是可能的。

[0006] 相应地,发展不具有上述一或多个缺点的用于产生晶片检查过程的系统和/或方法将是有利的。

### 发明内容

[0007] 各种实施例的以下描述不应以任何方式解释为对随附权利要求书的标的物有所限制。

[0008] 一个实施例涉及用于产生晶片检查过程的计算机实施方法。所述方法包含用检查系统扫描晶片以检测所述晶片上的缺陷。所述方法还包含在所述扫描期间存储所述检查系统的一或多个检测器的输出,无论所述输出是否对应于在所述晶片上检测到的缺陷。此外,所述方法包含将所述晶片上的对应于通过测试所述晶片而检测到的位故障的物理位置分离为物理位置的未检测出所述缺陷的第一部分和物理位置的检测出所述缺陷的第二部分。所述方法进一步包含将一或多个缺陷检测方法应用于对应于所述物理位置的第一部分的存储输出以检测所述物理位置的第一部分处的缺陷。所述方法还包含基于由所述一或多个缺陷检测方法在所述物理位置的第一部分处检测到的所述缺陷产生晶片检查过程。利用计算机系统执行所述存储、分离、应用和产生步骤。

[0009] 上述方法可如本文进一步描述加以实施。此外,上述方法可包含本文中所描述的

任何其它方法的任何其它步骤。另外,可通过本文中所描述的所述系统的任一者执行上述方法。

[0010] 另一实施例涉及存储在计算机系统上可执行以用于执行用于产生晶片检查过程的计算机实施方法的程序指令的非暂时性计算机可读媒体。所述计算机实施方法包含上述方法的存储、分离、应用和产生步骤。所述计算机可读媒体可进一步如本文所述加以配置。所述计算机实施方法的步骤可如本文所述进一步加以执行。此外,程序指令为可执行的计算机实施方法可包含本文所述的任何其它方法的任何其它步骤。

[0011] 一额外实施例涉及经配置以产生晶片检查过程的系统。所述系统包含经配置以扫描晶片以检测所述晶片上的缺陷的检查子系统。所述系统还包含经配置以用于执行上述方法的存储、分离、应用和产生步骤的计算机子系统。所述系统可如本文所述进一步加以配置。

### 附图说明

[0012] 在阅读以下详细描述和参考附图之后,本发明的其它目的和优点将变为明显的,图式中:

[0013] 图1是说明用于产生晶片检查过程的方法的一个实施例的流程图;

[0014] 图2是说明具有三个不同配方参数的三个不同检查配方和比较位故障与由所述三个不同检查配方所产生的缺陷检测结果的结果的示意性简图;

[0015] 图3是说明包含在计算机系统上可执行以用于执行本文中所述的一或多个计算机实施方法的程序指令的非暂时性计算机可读媒体的一个实施例的框图;以及

[0016] 图4是说明经配置以产生晶片检查过程的系统的一个实施例的侧面视图的示意性简图。

[0017] 虽然本发明可有各种修改和替代形式,但本发明的特定实施例仍借助在所述图式中的实例加以展示且将在本文中详细加以描述。然而,应了解,本发明的所述图式和详细描述并非希望将本发明限制于所揭示的特定形式,而相反地,本发明是涵盖属于随附权利要求书所界定的本发明的精神和范围内的所有修改、等效物和替代物。

### 具体实施方式

[0018] 现转到所述图式,应注意所述图式未按比例绘制。特定来说,所述图式的一些所述元件的比例经极度放大以强调所述元件的特性。也应注意所述图式未绘制为相同比例。展示在一个以上图式中的可经类似地配置的元件已使用相同参考符号指示。

[0019] 一个实施例涉及用于产生晶片检查过程的计算机实施方法。所述方法包含以检查系统扫描晶片以检测所述晶片上的缺陷。可依任何适合方法执行以检查系统扫描晶片。在扫描所述晶片期间,所述检查系统的一或多个检测器(其可如本文所述加以配置)产生例如信号、图像信号、数据、图像数据等等的输出,所述输出可用来检测所述晶片上的缺陷。例如,可将一或多个缺陷检测方法应用到所产生的输出以检测所述晶片上的缺陷。所述缺陷可包含所述晶片上的任何物理缺陷,例如微粒、图案缺陷、和类似缺陷。

[0020] 在一个实施例中,所述检查系统包含光学或电子束检查系统。可将所述检查系统如本文中进一步描述加以配置。以所述方式,用于上述扫描步骤的检查系统并非检测所述

晶片上的电缺陷的电性测试系统。然而,如本文中进一步描述,所述电测试系统可用以检测所述晶片上的位故障。

[0021] 在一些实施例中,扫描所述晶片包含在不同层已形成在所述晶片上之后以检查系统扫描晶片以检测所述不同层上的缺陷。例如,在每一层在所述晶片制造过程中已形成在所述晶片上之后,可对所述晶片执行检查。可针对将来检查的层设计每一检查过程。因此,可取决晶片处在所述制造过程中的何处而对所述晶片执行不同检查过程。

[0022] 所述方法还包含在扫描期间存储所述检查系统的一或多个检测器的输出而不论所述输出是否对应于在所述晶片上所检测的缺陷。以此方式,所述方法可包含对形成在晶片上的一或多个不同层启用虚拟检查(如图1的步骤100中所展示)而检查晶片。可如2012年2月28日核发给巴斯卡(Bhaskar)等人的美国专利第8,126,255号所描述般执行启用虚拟检查,所述案的全文以引用的方式并入本文中。此外,经配置以执行如本文中所述的虚拟检查(即,虚拟检查器)的系统可如本专利中所描述加以配置。

[0023] 所述存储步骤可存储所述输出,无论所述输出是否对应于所述晶片上所检测的缺陷,因为所存储的输出可包含在扫描期间针对晶片所产生的所有输出。例如,与其中仅存储对应于在晶片上检测到的缺陷的输出或其中不存储任何输出的大多数检查方法不同的是,在虚拟检查中,可存储通过扫描而产生的所有(或相当大部分)输出以使得所述输出可用以再访问所述晶片上的位置,所述位置包含缺陷被检测的位置以及缺陷未被检测的位置。例如,一旦所述输出已如本文中所述加以存储,所述存储输出可用以使用所述存储输出和一或多个缺陷检测方法执行所述晶片的额外检查而无需使用所述实际晶片且无需执行所述晶片的额外扫描。因此,此检查为“虚拟的”,其是由于所述检查未使用物理晶片。可将所述输出可存储在上述引用的专利中所描述的虚拟检查器系统中且所述系统可用以执行本文中所述的额外步骤。由晶片的检查所产生的检查系统的任何其它结果也可存储在输出相同或不同存储媒体中且可通过本文中所述的方法和系统使用所述结果。

[0024] 在一个实施例中,所述晶片除扫描步骤之外并未用于所述方法的任何步骤。特定来说,由于在所述扫描期间所产生的输出是如上述加以存储且所述输出可再次用于例如本文中所述的额外检查,因此本文中所述的任何其它步骤无需所述晶片。例如,由于可如本文中所述将所述一或多个缺陷检测方法应用到所述存储输出,因此所述晶片无需经再次扫描以产生用于所述应用步骤的输出。

[0025] 所述输出也可经存储用于对晶片的不同层执行的晶片的多个检查。以所述方式,当物理晶片的对应实际检查不再可能时,可使用所述存储输出来执行晶片的虚拟检查。例如,一旦已大体上形成和检查晶片上的层,额外层就将形成在所述层上直到在其上已制造完整装置。如此,通常不可能像额外层未形成在所述层的顶部上般返回到较早形成层且检查所述层。此外,极其不想试图移除晶片上的上部层使得下部层可被再次检查。因此,在晶片制造大部份完成且已执行生产线末端(end-of-line)测试之后使用如本文所描述存储的用于晶片的虚拟检查的输出可在制造当时提供对较早形成的层原本不可能的检查。

[0026] 所述方法还包含将晶片上的对应于通过测试晶片而检测到的位故障的物理位置分离为所述物理位置的未检测出缺陷的第一部分和所述物理位置的检测出缺陷的第二部分。例如,在贯穿所述制造过程检查每一晶片之后,可将晶片送到生产线末端晶片分类。在晶片分类期间,测试存储器以验证功能性,且在晶片的此功能性测试期间捕获位图故障。如

果位故障,则将捕获所述位位置。接着,可从晶片的测试结果中识别所述故障位的精确位置。接着,可使用那些位故障位置和关于在晶片上检测到的缺陷的位置的信息来确定在所述晶片上检测到的缺陷是否对应于位故障中的任一者,其可依如本文中所描述的许多不同方式加以执行。以此方式,可将晶片上的不同位置分类为检测到对应于位故障的缺陷的第一部分和未检测到对应于位故障的缺陷的第二部分。

[0027] 在一个实施例中,所述方法包含基于所述测试的结果确定晶片上对应于位故障的物理位置。例如,如图1的步骤102中所展示,所述方法可包含从晶片测试结果(例如,晶片分类测试结果)获得位图。一旦获得所述位图数据,便可使用任何适合方法和/或算法将位位置转换为物理坐标(晶片坐标)。因此,可依所述晶片的物理坐标比较所述位故障位置和所述缺陷位置以确定哪些位故障具有所述晶片上检测到的对应缺陷。此外,所述方法可不包含确定对应于位故障的物理位置,但可从产生所述信息的另一系统或方法获得此信息。

[0028] 在一些实施例中,分离所述物理位置包含比较由所述检查系统所报告的缺陷的坐标与所述物理位置的坐标。例如,一旦已确定对应于位故障的物理位置的坐标(通过本文中所描述的实施例或通过某种其它方法和/或系统),可比较那些坐标与由所述检查系统所确定和报告的缺陷坐标。接着,可将对应于具有匹配缺陷坐标的坐标的位故障的物理位置指定为所述物理位置的第二部分,且可将对应于具有不匹配所述缺陷坐标中的任一者的坐标的位故障的物理位置指定为所述物理位置的第一部分。此外,所述物理位置坐标和缺陷坐标可经确定以“匹配”本文中所描述的比较中的任一者,即使所述两个坐标不精确匹配(例如,如果所述坐标匹配在某个预定误差边际内以允许所报告坐标中的误差和将一组坐标转换为其它坐标和允许导致位故障的缺陷的位置和尺寸的固有可变性)。

[0029] 在另一实施例中,分离所述物理位置包含将由所述检查系统报告的缺陷的坐标转换到位图域且比较位故障的位图域坐标与由所述检查系统所检测的缺陷的位图域坐标。例如,可将本文中所描述的实施例用来执行相对高分辨率位到缺陷覆盖,其中所述缺陷被转换到位图域以精确地覆盖实际位故障。可使用任何适合方法和/或算法以任何适合方式将由所述检查系统所报告的缺陷坐标转换到所述位图域。以所述方式,使用位图域坐标可分离所述物理位置,所述分离可进一步如上相对于物理位置坐标所述加以执行。如此,可使用位图域坐标或缺陷或晶片坐标分离所述物理位置。

[0030] 因此,可以许多不同方式比较位图故障与由所述检查系统所报告的缺陷位置。例如,如图1的步骤104中所示,所述方法可包含比较位与缺陷,且如步骤106中所示,所述方法可包含使用所述比较步骤的结果来确定缺陷与位故障之间是否存在命中(hit)。由所述检查系统所检测的对应于所述位故障的缺陷可被识别和标注为致命缺陷,这是由于所述缺陷导致装置中的故障。例如,通过进行位到缺陷覆盖而已被验证为命中的缺陷可被认为是致命缺陷。接着,那些缺陷的位置变为本文中所描述的所述物理位置的第二部分。对于对应物理缺陷不能通过此比较而识别的任何位故障,对应于那些位故障的物理位置可包含在本文中所描述的所述物理位置的第一部分中。以此方式,如本文中进一步描述,不具有命中但仍显示出引起缺陷的位故障的那些位故障可发送到所述虚拟检查器作为热点。

[0031] 如上所述,可通过所述检查系统扫描晶片上的不同层,且可将针对所述不同层中的每一者产生的输出存储在虚拟检查器中。在一个此类实施例中,所述物理位置包含所述不同层中的至少两者上的物理位置。在此类实施例中,分离步骤可包含针对不同层和配方

设置将位覆盖到缺陷。例如,无论在哪些层上检测到缺陷,如本文中所描述的和位故障相比较的所述缺陷可包含晶片上所检测的可能已导致位故障的任何缺陷。因此,当确定缺陷是否对应于位故障时,所考虑的缺陷可包含晶片的所有检查层上所检测的所有缺陷。

[0032] 所述方法还包含将一或多个缺陷检测方法应用于对应于所述物理位置的第一部分的存储输出以检测所述物理位置的第一部分处的缺陷。以此方式,所述方法可包含使用所存储数据执行虚拟检查以试图检测已导致位故障且在检查期间未被检测的缺陷。将一或多个缺陷检测方法应用到存储输出可经执行恰如同将在晶片的实际检查期间执行缺陷检测。例如,可将一或多个缺陷检测算法应用到所述存储输出,且可以某种方式存储作为结果的所检测的任何缺陷的信息。在此步骤中通常可将一种以上缺陷检测方法应用到存储输出,因为此步骤的结果将如本文中进一步描述加以使用以评估不同缺陷检测方法的性能且基于那些评估产生晶片检查过程。此外,与通常将由检查系统执行的检查(检测已产生输出的所有晶片位置处的缺陷)不同的是,本文中所描述的实施例可将缺陷检测方法仅应用到所述物理位置的第一部分。以此方式,本文中所描述的实施例不执行层检查,而是可执行许多离散“点”检查。然而,所述应用步骤可包含将所述一或多个缺陷检测方法应用到晶片上的不同检查层中的一或多者的所有存储输出。

[0033] 在一个实施例中,所述一或多个缺陷检测方法包含对于相同缺陷检测算法的一或多个参数具有不同值的相同缺陷检测算法。例如,所述缺陷检测方法可包含对于算法的阈值具有不同值的相同缺陷检测算法。在另一实施例中,所述一或多个缺陷检测方法包含不同缺陷检测算法。例如,所述缺陷检测方法可包含具有不同功能和不同参数的缺陷检测算法。在一些实施例中,所述一或多个缺陷检测方法中的第一者使用由第一组所述一或多个检测器所产生的输出,且所述一或多个缺陷检测方法中的第二者使用由不同于所述第一组的第二组所述一或多个检测器所产生的输出。例如,所述缺陷检测方法可为相同缺陷检测算法(其对于一或多个参数可或可不具有不同值),但以由不同检测器所产生的存储输出的形式对所述缺陷检测算法使用不同输入。替代地,所述缺陷检测方法可包含使用由不同检测器所产生的输出的不同缺陷检测算法。以此方式,所述实施例可使用所述应用步骤的结果以评估用于检测导致位故障的缺陷的相同检查系统的不同检测器的适合性。所述第一和第二组检测器的每一者可包含一或多个检测器。

[0034] 在一个实施例中,所述方法包含将所述物理位置的第一部分的信息存储为用于所述应用步骤的热点。例如,如图1的步骤108所示,所述方法可包含将位故障输出到虚拟检查。特定来说,所述方法可包含将所述位故障或一些所述位故障输出或发送到虚拟检查作为具有物理坐标的热点。如此,本文中所描述的实施例可使用位图作为用于虚拟检查器的热点。此外,位图故障可用作用于虚拟检查的热点源中的一者。如本文中所描述,特定来说,所述位图可用以确定所述检查系统未检测出缺陷的所述物理位置的第一部分。接着,可将所述物理位置的所述部分指定为用于用所述应用步骤中所存储的数据执行的虚拟检查的热点。此外,所述方法可包含将位到缺陷覆盖结果(命中和非命中故障)提供到虚拟检查器作为热点。以此方式,所述应用步骤可仅在根据位故障确定的热点处执行许多离散“点”检查。

[0035] 如上所述,所述应用步骤可使用以下各者而充当虚拟检查器以产生步骤110中所展示的虚拟检查结果:1) 步骤100的结果,其中启用虚拟检查以检查晶片,和2) 输出到步骤

108的虚拟检查的位故障。以此方式,致命缺陷的潜在位置可作用于虚拟检查的热点。此外,如图1的步骤112中所展示,所述方法可包含使用虚拟检查结果来确定位故障位置处是否存在缺陷。如此,可使用所述虚拟检查器上的存储数据而再访问所述检查系统执行的检查期间可能已错过缺陷的位置,使得导致所述位故障的缺陷可被发现或识别。由于这些缺陷是致命缺陷(由于其导致位故障),在一个实施例中,所述方法包含将所述物理位置的第一部分处的由所述一或多个缺陷检测方法检测到的缺陷指定为致命缺陷,其可以任何适合方法执行。

[0036] 对比在本文中所描述的实施例,当前,已知DOI可作用于包含虚拟检查的热点。然而,如上所述,不容易验证缺陷是否为致命缺陷。可基于经验和例如尺寸、分类和位置等缺陷特性从DOI识别致命缺陷。然而,由于所述DOI不能被验证,因此使用此类热点执行的检查将不精确且不完全科学。

[0037] 在另一实施例中,应用所述缺陷检测方法包含取决在通过将所述一或多个缺陷检测方法中的一种方法应用到存储输出所检测出的缺陷,更改应用到所述存储输出的所述一或多个缺陷检测方法中的另一种方法。例如,如图1的步骤114中所展示,如果在位故障位置处未检测到缺陷,则所述方法可包含改变检查配方参数(即,改变用来产生虚拟检查结果的缺陷检测方法的参数)。以此方式,所述应用步骤可包含重复应用所述缺陷检测方法、比较缺陷与位故障、和改变所述缺陷检测方法的一或多个参数直到在位故障位置处检测到缺陷。被改变的缺陷检测方法的所述一或多个参数可包含本文中所描述的缺陷检测算法参数、所述缺陷检测算法自身、或对所述缺陷检测算法的输入(例如,使用由不同检测器产生的输出作为对所述缺陷检测算法的输入)中的任一者。

[0038] 在一些此类实施例中,可由用户执行所述应用步骤和本文中进一步描述的晶片检查过程。例如,在一些实施例中,所述方法包含从用户获得用于所述一或多个缺陷检测方法的输入。特定来说,用户或工程师可使用关于上述热点的信息以微调虚拟检查器上的检查参数。以此方式,在虚拟检查器上,所述工程师可改变检查配方参数以发现位故障的位置上的缺陷。

[0039] 所述方法还包含基于通过所述一或多个缺陷检测方法在所述物理位置的第一部分处检测到的缺陷产生晶片检查过程。如图1的步骤116中所展示,例如,所述方法可包含基于在步骤106中识别的命中以及用于在步骤112中识别的位故障位置处检测缺陷的缺陷检测方法而产生检查配方参数。例如,可评估通过在所述应用步骤中使用的缺陷检测方法中的每一者检测到的缺陷以确定所述缺陷检测方法中哪一者是检查被所述检查系统错过的缺陷方面最成功的。最成功的缺陷检测方法可经选择以包含在所述晶片检查过程中。

[0040] 由于通过应用步骤中的所述缺陷检测方法所检测到的缺陷将位于对应于位故障的物理位置处,因此在所述应用步骤中检测到的缺陷将大部分包含致命缺陷。以此方式,可基于曾被或可通过所述缺陷检测方法中的每一者检测到的致命缺陷来选择所述检测方法。如此,本文中所描述的实施例可产生捕获大多数致命缺陷的检查配方参数。

[0041] 产生晶片检查过程也可包含更改已存在的检查过程(例如由所述检查系统使用以在扫描期间检测晶片上的缺陷的检查过程)。如此,产生晶片检查过程可用以优化检查配方以捕获致命缺陷。然而,所述晶片检查过程可为新产生的检查过程(例如,“从零”建立的晶片检查过程)。此外,产生晶片检查过程可包含产生实际检查配方(其中术语“配方”指可由

系统使用来执行过程的指令集)或仅产生可由另一系统或方法来产生所述实际检查配方的信息。

[0042] 使用可如本文中进一步描述而配置的计算机系统执行存储、分离、应用、和产生步骤。

[0043] 如上所述,可扫描晶片的不同层,且所述物理位置可处在所述不同层中的至少两者上。在一个此类实施例中,针对所述不同层中的一或多者产生所述晶片检查过程。例如,由于可在不同层上执行所述虚拟检查,因此可在不同层上通过虚拟检查检测已导致位故障的缺陷。所述晶片检查过程产生步骤可考虑使用所述信息来产生或更改不同层的不同检查过程。因此,如本文中所使用的术语“晶片检查过程”指可贯穿整个晶片制造过程可在不同时间和在不同层上对晶片执行的所有检查中的一或多者的任一组合。如此,本文中所描述的实施例可优化用于晶片上的任一层的检查过程使得无论导致位故障的缺陷位于哪一层上,其均可被检测。因此,所述晶片检查过程产生步骤的输出可包含用于一个以上晶片层的一个以上检查配方。

[0044] 在一个实施例中,产生所述晶片检查过程包含在所述一或多个缺陷检测方法中选择用于所述晶片检查过程的至少一个缺陷检测方法以及在所述一或多个检测器中选择将用于在所述晶片检查过程期间产生输出的至少一个检测器,所述输出将被输入到所述一或多个缺陷检测方法中的所述至少一个缺陷检测方法。例如,如上所述,可执行所述应用步骤使得可评估用于检测导致位故障缺陷的多个检测器的适合性。以此方式,所述产生步骤可不仅包含选择用于晶片检查过程的缺陷检测方法,而且也包含选择其输出将用于所述晶片检查过程的检测器。所述产生步骤可选择包含在检查系统中用于所述晶片检查过程的所有检测器或仅所述检测器的子组。此外,所述产生步骤可确定应配合不同缺陷检测算法使用不同检测器或不同检测器子组。以此方式,可通过在以下各项当中进行选择来产生晶片检查过程:1)应用到以下各者的不同缺陷检测方法:a)实际检查过程中的输出;和b)虚拟检查过程中的存储输出;以及2)曾用来产生存储输出的任何不同光学参数。例如,也可能已使用不同照明参数产生了一些存储输出,且基于所述应用步骤的结果,所述方法可确定哪些照明参数最适合用在晶片检查过程中。

[0045] 在一些实施例中,产生所述晶片检查过程包含基于通过所述一或多个缺陷检测方法在所述物理位置的第一部分处检测到的缺陷结合通过所述检查系统在所述晶片上在所述物理位置的第二部分处检测到的缺陷来产生所述晶片检查过程。例如,如上所述,所述方法可包含基于用以检测由所述检查系统检测到的缺陷中的命中的缺陷检测方法和用以检测所述虚拟检查中的位故障位置处的缺陷的缺陷检测方法来产生检查配方参数。在一个此实例中,检测所述命中的所述缺陷检测方法和检测所述虚拟检查中位故障位置处的缺陷的所述缺陷检测方法均可经选择以在晶片检查过程中使用。

[0046] 在另一实施例中,应用所述缺陷检测方法包含将所述一或多个缺陷检测方法应用到对应于所述物理位置的第一和第二部分的存储输出以检测所述物理位置的第一和第二部分处的缺陷。例如,在图1中的步骤118所展示的任选步骤中,所述方法可包含对可疑的引起缺陷的位故障进行过滤。特定来说,可通过将所述缺陷的位置连同热点发送到虚拟检查而在虚拟检查中考虑被识别为可疑的引起步骤106中的位故障的缺陷。以此方式,可将检测出缺陷且怀疑已导致位故障的物理位置连同未检测出缺陷的物理位置发送到虚拟检查。在

一个此类实施例中,产生晶片检查过程包含基于通过所述一或多个缺陷检测方法在所述物理位置的第一和第二部分处检测到的缺陷产生所述晶片检查过程。例如,所述虚拟检查可在位故障的所有位置处执行缺陷检测以试图最大化可由通过所述实施例所产生的晶片检查过程检测到的致命缺陷的总数目。

[0047] 图2中所展示的表说明可如何执行致命缺陷验证过程的一个实例。在此实例中,包含三个配方(配方1、2和3)的配方200是对参数202、204和206中的至少一者具有不同设置的不同检查配方。因此,配方1、2和3可为如本文中进一步描述加以评估的缺陷检测方法。如图2中所展示,配方1可包含参数1的值X、参数2的值A、和参数3的值P。配方2可包含参数1的值Y、参数2的值B、和参数3的值Q。配方3可包含参数1的值Z、参数2的值C、和参数3的值R。在此实例中,参数1的值X、Y和Z可彼此不同而参数2的值A、B和C可为相同且参数3的值P、Q、R可为相同。当然,本文中所描述的实施例中可使用且评估所述参数的不同和相同值的任一其它组合。虽然图2中仅展示3个参数,但所述配方可包含任何适合数量的参数(多于或少于如图所展示的数量)。

[0048] 当测试经检查晶片时(例如,通过晶片分类功能测试),可如本文中进一步描述般使用位故障以覆盖经检查缺陷,其可产生位到缺陷覆盖结果208。由于位故障是产量损失,因此相同(或大体相同)位置/坐标处的缺陷将被认为是致命缺陷。在图2中展示的实例中,配方2具有命中,因为在所述精确位置上存在缺陷(例如,缺陷210),如映射214中所展示的位故障212,其展示某个常见坐标系统(例如,位图坐标或物理晶片或检查系统坐标)中的缺陷和位故障的位置。配方1和3不具有命中,因为在所述位故障的位置处或附近未发现缺陷。也可如验证216输出所述位到缺陷覆盖的结果,如图2中所展示包含配方1和3的“无命中”结果和配方2的“命中”结果。因此,可推断配方2具有最佳设置来捕获致命缺陷。以此方式,本文中所描述的实施例可用来帮助缺陷工程师建立最佳检查配方来捕获致命缺陷和监视产量偏离。

[0049] 上述方法的实施例中的每一者可包含本文中所述的任何其它方法的任何其它步骤。另外,可通过本文中所述的系统的任一者执行上述方法的实施例的每一者。

[0050] 本文中所描述的所有方法可包含将所述方法实施例的一或多个步骤的结果存储在计算机可读存储媒体中。所述结果可包含本文中所述的结果的任一者且可以本技术中已知的任何方式加以存储。所述存储媒体可包含本文中所述的任何存储媒体或本技术中已知的任何其它适合存储媒体。在已存储所述结果之后,可在所述存储媒体中存取所述结果且由本文中所描述的方法或系统实施例的任一者使用所述结果,格式化所述结果以显示给用户,由另一软件模块、方法或系统等等使用所述结果。

[0051] 一额外实施例涉及存储在计算机系统上可执行以用于执行用于产生晶片检查过程的计算机实施方法的程序指令的非暂时性计算机可读媒体。图3中展示一个此类实施例。特定来说,如图3所示,计算机可读媒体300包含在计算机系统304上可执行的程序指令302。所述计算机实施方法包含上述方法的存储、分离、应用和产生步骤。可执行程序指令的所述计算机实施方法可包含本文中所描述的任何其它步骤。

[0052] 可将实施方法(例如本文中所描述的方法)的程序指令302存储在计算机可读媒体300上。计算机可读媒体可为存储媒体,例如磁盘或光盘、或磁带或任何其它合适的本技术中已知的非暂时性计算机可读媒体。

[0053] 所述程序指令可以各种方法中的任一者实施,尤其包含基于程序的技术、基于组件的技术、和/或面向对象的技术。例如,根据需要,可使用ActiveX控件、C++对象、JavaBeans、微软基础类别(“Microsoft Foundation Classes, MFC”)或其它技术或方法来实施程序指令。

[0054] 所述计算机系统可采用各种形式,包含个人计算机系统、图像计算机、主计算机系统、工作站、网络设备、因特网设备或其它装置。一般而言,可将术语“计算机系统”概括地定义为涵盖具有一或多个处理器的任何装置,其执行来自存储器媒体的指令。所述计算机系统也可包含本技术中已知的任何适合处理器,例如并行处理器。此外,所述计算机系统可包含具有高速度处理和软件的计算机平台,作为独立或网络工具。

[0055] 一额外实施例涉及经配置以产生晶片检查过程的系统。图4中展示此系统的一个实施例。所述系统包含经配置以扫描晶片402以检测所述晶片上的缺陷的检查子系统400。所述检查子系统包含源404,所述源在光学或基于光的检查子系统的情况中可包含任何适合光源或在基于电子束的检查子系统的情况中包含任何适合电子束源。虽然本文中将进一步相对于基于光的检查子系统描述所述检查子系统,但所述检查子系统可以任何适合方式修改以使其为基于电子束的检查子系统。

[0056] 可将来自所述光源的光导向到分束器406,其经配置以将所述光导向到晶片402。因此,所述光源和所述分束器可形成所述检查子系统的照明子系统,其可包含任何适合元件(未展示),例如一或多个聚光透镜、准直透镜、中继透镜、物镜、光圈、光谱滤光器、偏振组件和类似组件。如图4中所示,可通过所述分束器将所述光以垂直入射角导向到所述晶片。然而,可以任何适合入射角(包含接近垂直入射角和倾斜入射角)将所述光导向到晶片。此外,可将所述光或多个光束以一个以上入射角循序地或同时地导向到晶片。

[0057] 当所述光被导向到晶片时,晶片402是安置在平台408上。所述平台可包含任何适合机械或机械装配组合件且可经配置以沿一或多个方向移动所述晶片,而所述光被导向到所述晶片使得可通过所述检查子系统在所述晶片上扫描光。然而,所述检查子系统可经配置以用任何适合方式在所述晶片上扫描光。

[0058] 所述检查子系统还包含经配置以检测从晶片反射的通过分束器406的光的检测器410。检测器410可包含任何适合检测器。因此,检测器410和分束器406可形成所述检查子系统的检测子系统的至少一部分。所述检测子系统可包含定位在检测器与晶片之间的光学路径中的一或多个其它适合元件(未展示),例如物镜、中继透镜、放大镜、缩透镜、光圈、光谱滤光器、光栅、和偏振组件。由于所述检测器检测来自晶片的反射光,因此检查子系统可经配置用于晶片的明视场(BF)检查。

[0059] 所述检查子系统还可包含一个以上检测器,其可用以同时或循序地检测来自晶片的的不同光。例如,如图4中所展示,所述检查子系统可包含检测从晶片散射且由透镜414收集的光的检测器412。检测器412可包含任何适合检测器,且透镜414可包含任何适合透镜。因此,检测器412和透镜414形成所述检查子系统的检测子系统的至少一部分。此检测子系统还可包含一或多个其它适合元件(未展示),例如上述定位在检测器412与晶片402之间的光学路径中的元件。由于所述检测器检测来自晶片的散射光,因此所述检查子系统可经配置用于晶片的暗视场(DF)检查。

[0060] 因此,所述检查子系统可经配置用于BF和DF检查,其可被循序地或同时地执行。此

外,所述检查子系统可包含可形成额外检测子系统的额外检测器(未展示),其可经配置以检测来自晶片的反射或散射光。

[0061] 所述系统还包含经配置以执行本文中所述的存储、分离、应用、和产生步骤的计算机子系统416,其可如本文中所述加以执行。例如,可通过一或多个传输媒体(未展示)将计算机子系统416耦合到检测器410和412,所述传输媒体可包含“有线”和/或“无线”传输媒体,使得所述计算机子系统可接收所述检查子系统的一或多个检测器的输出。接着,所述计算机子系统可使用所述输出来检测晶片上的缺陷且可存储本文中所描述的输出。替代地,所述检查子系统可包含一个计算机子系统,其经配置以检测晶片上的缺陷,且所述系统可包含另一、不同计算机子系统,其经配置以在如本文中所述的扫描期间存储所述检测器的输出。因此,所述计算机子系统中的一者可用于缺陷检测而其它计算机子系统可经配置且用作如本文中所述的虚拟检查器。所述计算机子系统和所述系统可经配置以执行本文中所描述的任何其它步骤且可进一步如本文中所述加以配置。所述计算机子系统也可进一步如巴斯卡(Bhaskar)等人的上述引用专利所述加以配置。

[0062] 注意到,本文中提供图4以大体上说明检查子系统的配置,其可包含在本文中所述的系统实施例中。明显地,如当设计商用检查系统时常规执行,可更改本文中所描述的检查子系统配置以优化所述检查子系统的性能。此外,可使用现有检查系统实施本文中所描述的系统(例如,通过添加本文中所描述的功能性到现有检查系统)例如可从加利福尼亚米尔皮塔斯市的KLA-Tencor购得的Puma 90xx、91xx、和93xx系列工具。对于一些此类系统,本文中所描述的方法可提供为所述系统的任选功能性(例如,除所述系统的其它功能性之外)。替代地,本文中所描述的系统可“从零”设计以提供一个完全新系统。

[0063] 所属领域的技术人员鉴于本描述将明白本发明的各种方面的另外修改和替代实施例。例如,提供用于使用位故障和虚拟检查产生晶片检查过程的方法和系统。相应地,本描述应仅视为说明性的且是用于教导所属领域的技术人员实施本发明的大体方式的目的。应了解,本文中所展示和描述的本发明的形式应是作为当前优选实施例。元件和材料可替代本文中所说明和描述的元件和材料,可逆转部分和过程,和可单独利用本发明的某些特征,在受益于本发明的本描述之后,所属领域的技术人员将明白以上各者。在不背离如所附权利要求书中所描述的本发明的精神和范围的情况下,可对本文中所述的元件作出改变。

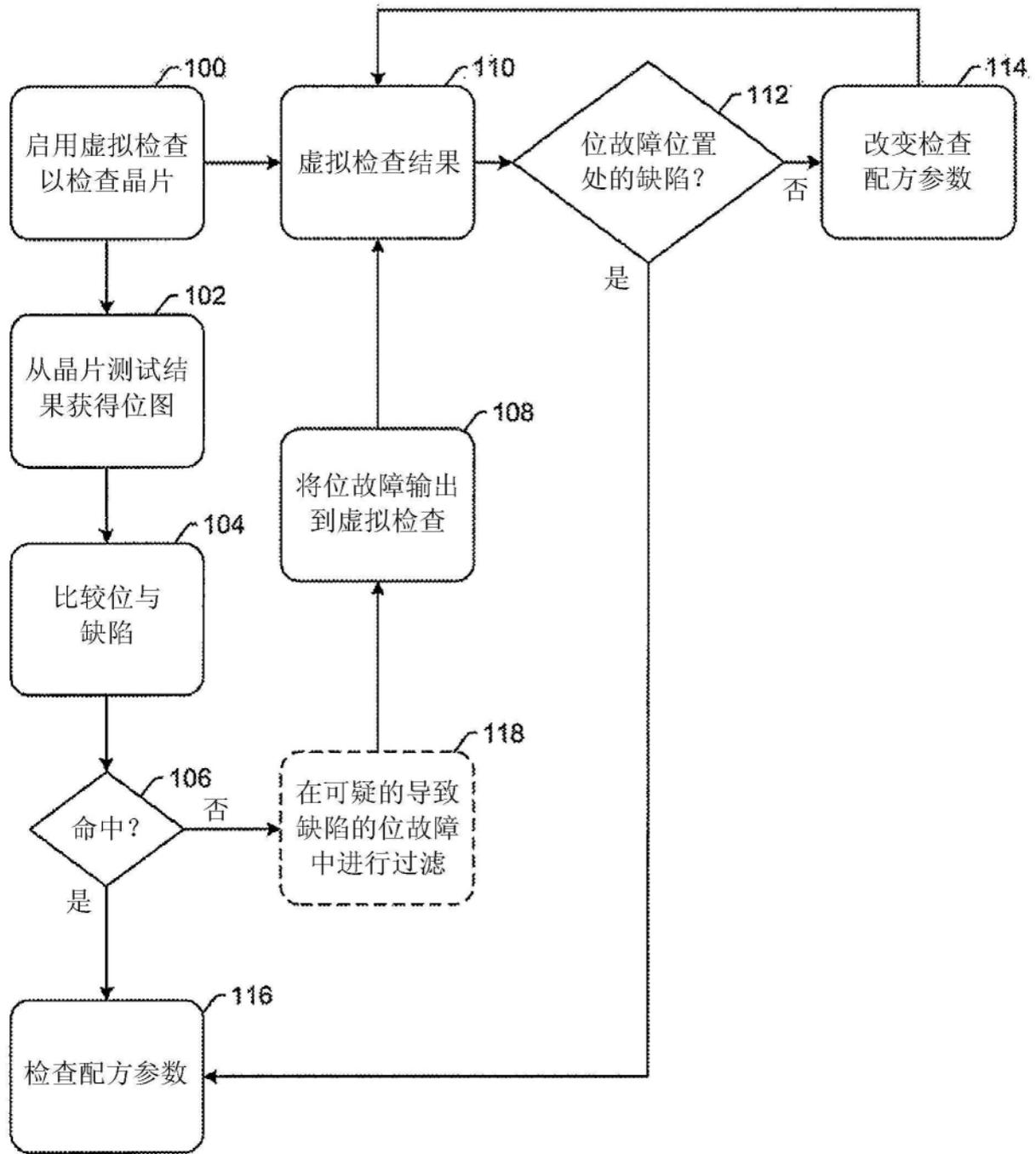


图1

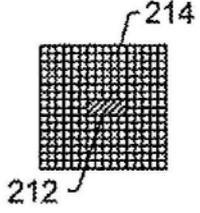
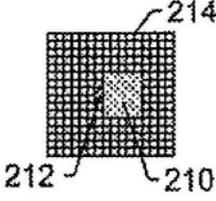
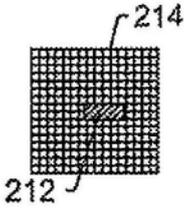
配方 <u>200</u>	参数1 <u>202</u>	参数2 <u>204</u>	参数3 <u>206</u>	位到缺陷覆盖 <u>208</u>	验证 <u>216</u>
1	X	A	P		无命中
2	Y	B	Q		命中
3	Z	C	R		无命中

图2

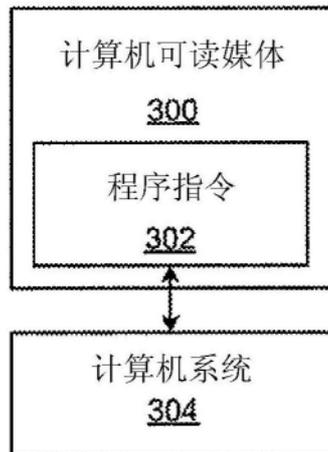


图3

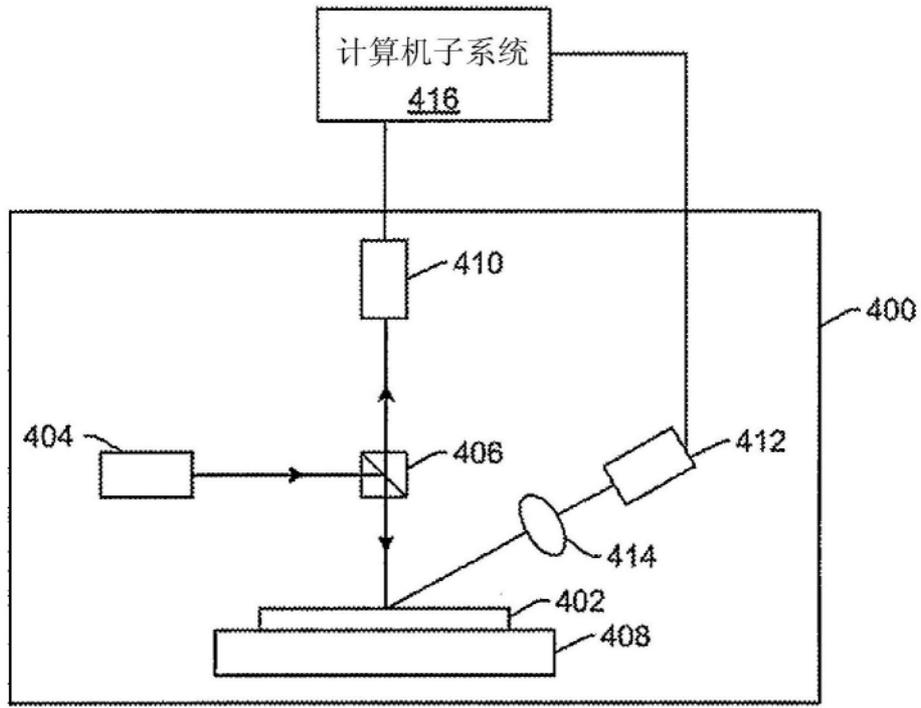


图4