(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105531807 B
(45)授权公告日 2018.10.19

(21)申请号 201480049582.0
(22)申请日 2014.07.29
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105531807 A
(43)申请公布日 2016.04.27
(30)优先权数据
61/859,670 2013.07.29 US
14/278,277 2014.05.15 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.03.09
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/048720 2014.07.29
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/017453 EN 2015.02.05
(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 官淳 熊亚霖 约瑟夫·布莱谢
罗伯特·A·康斯托克
马克·J·维尔
(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任公司 11287
代理人 张世俊
(51)Int.Cl.
H01L 21/66(2006.01)
(56)对比文件
CN 102792297 A,2012.11.21,
CN 102084396 A,2011.06.01,
US 2008304056 A1,2008.12.11,
US 2003091224 A1,2003.05.15,
US 2011286658 A1,2011.11.24,
审查员 柴春英

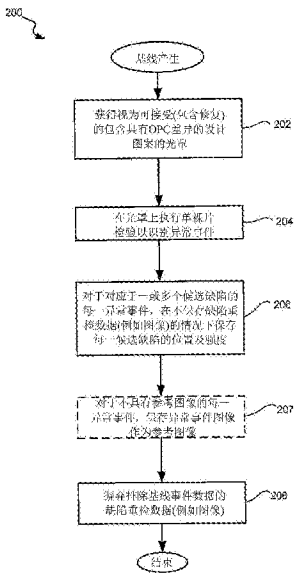
权利要求书3页 说明书11页 附图7页

(54)发明名称

监测光掩模缺陷率的改变

(57)摘要

本发明揭示检验在规格内的光罩以便产生指示每一异常光罩特征的位置和尺寸值的基线事件。于在光刻中使用所述光罩后，检验所述光罩以便产生指示每一异常光罩特征的位置和尺寸值的当前事件。产生候选缺陷和其图像的检验报告，使得这些候选缺陷包含所述当前事件的第一子集和其对应的候选缺陷图像，且排除所述当前事件的第二子集和其对应的被排除图像。所述第一所包含事件中的每一者具有无法匹配任何基线事件的位置和尺寸值的位置和尺寸值，且所述被排除的第二事件中的每一者具有匹配基线事件的位置和尺寸值的位置和尺寸值。



CN 105531807 B

1.一种检验光刻光罩的方法,所述方法包括:

执行已识别为在规格内的光罩的第一单裸片检验以便产生对应于所述光罩的多个异常基线特征的多个基线事件,其中每一基线事件指示对应异常基线特征的位置和尺寸值;

于在一或多个光刻工艺中使用所述光罩后,经由光罩检验工具执行所述光罩的第二单裸片检验以便产生对应于所述光罩的多个当前异常特征的多个当前事件,其中每一当前事件指示对应的当前异常特征的位置和尺寸值;以及

产生多个候选缺陷和其图像的检验报告,其中所述候选缺陷和其图像包含所述当前事件的第一子集和其对应的多个候选缺陷图像且排除所述当前事件的第二子集和其对应的多个经排除图像,其中包含于所述检验报告中的当前事件的所述第一子集中的每一者具有无法以预定义量匹配任何基线事件的位置和尺寸值的位置和尺寸值,且从所述检验报告排除的当前事件的所述第二子集中的每一者具有以所述预定义量匹配任何基线事件的位置和尺寸值的位置和尺寸值。

2.根据权利要求1所述的方法,其中至少一些所述基线事件对应于多个光罩特征,所述多个光罩特征经设计为相同的,之后对此类光罩特征实施光学邻近校正OPC过程以添加OPC装饰使得此类光罩特征不再相同。

3.根据权利要求1所述的方法,其中至少一些所述基线事件对应于并非为用于此光罩的原始设计的部分且经确定为使用此光罩并不限制晶片良率的光罩特征。

4.根据权利要求1所述的方法,其中至少一些所述基线事件对应于已确定为在使用所述光罩的光刻工艺期间并未印刷在晶片上的光罩特征。

5.根据权利要求1所述的方法,其中至少一些所述基线事件对应于用于校正所述光罩上的缺陷的修复特征。

6.根据权利要求1所述的方法,其中所述第一和第二单裸片检验基于光罩特征的背景确定所述光罩的非典型特征。

7.根据权利要求6所述的方法,其中所述第一和第二单裸片检验包含模板匹配。

8.根据权利要求1所述的方法,其进一步包括摒弃所述基线事件的多个基线图像和摒弃对应于所述当前事件的所述第二子集的所述多个经排除图像。

9.根据权利要求1所述的方法,其中每一基线事件进一步指示通道且从所述检验报告排除的当前事件的所述第二子集中的每一者具有以预定义量匹配任何基线事件的通道以及位置和尺寸值的通道以及位置和尺寸值。

10.根据权利要求1所述的方法,其中产生所述候选缺陷和其图像的所述检验报告包括:

对于具有无法以预定义量匹配任何基线事件的位置和尺寸值的位置和尺寸值的每一当前事件,通过执行具有比所述第二单裸片检验较不严格的阈值或算法的第三单裸片检验来确定此当前事件是否为候选缺陷。

11.根据权利要求1所述的方法,其中所述候选缺陷图像和所述经排除的图像包含经反射图像、经透射图像或组合的经反射和透射图像的一或多个组合。

12.根据权利要求1所述的方法,其中所述候选缺陷和其图像进一步包含各自具有以预定义量匹配任何基线事件的位置和尺寸值且经识别为修复位置的位置和尺寸值的当前事件的第三子集。

13.根据权利要求1所述的方法，其中使用光罩检验工具来执行所述第一单裸片检验。

14.根据权利要求1所述的方法，其中对从设计数据库产生的光罩图像执行所述第一单裸片检验。

15.根据权利要求1所述的方法，其中通过以下步骤找到当前事件与基线事件之间的匹配：

找到所述当前事件和基线事件的子集以及其对应测试图像的参考图像；

对于当前事件和基线事件的所述子集，基于参考图像与其对应测试图像之间的比较找到当前候选缺陷和基线候选缺陷；以及

确定任何当前候选缺陷与基线候选缺陷之间是否存在匹配且仅对于并不具有匹配的一或多个候选缺陷执行进一步处理，其中所述参考图像的至少一个部分为基线事件的基线图像，对于所述基线事件并未找到对应参考图像。

16.一种用于检验光刻光罩的检验系统，所述系统包括经配置以执行以下操作的至少一个存储器和至少一个处理器：

在已识别为在规格内的光罩的第一单裸片检验中，产生对应于所述光罩的多个异常基线特征的多个基线事件，其中每一基线事件指示对应异常基线特征的位置和尺寸值；

于在一或多个光刻工艺中使用所述光罩后，执行所述光罩的第二单裸片检验以便产生对应于所述光罩的多个当前异常特征的多个当前事件，其中每一当前事件指示对应的当前异常特征的位置和尺寸值；以及

产生多个候选缺陷和其图像的检验报告，其中所述候选缺陷和其图像包含所述当前事件的第一子集和其对应的多个候选缺陷图像且排除所述当前事件的第二子集和其对应的多个经排除图像，其中包含于所述检验报告中的当前事件的所述第一子集中的每一者具有无法以预定义量匹配任何基线事件的位置和尺寸值的位置和尺寸值，且从所述检验报告排除的当前事件的所述第二子集中的每一者具有以所述预定义量匹配任何基线事件的位置和尺寸值的位置和尺寸值。

17.根据权利要求16所述的系统，其中至少一些所述基线事件对应于多个光罩特征，所述多个光罩特征经设计为相同的，之后对此类光罩特征实施光学邻近校正OPC过程以添加OPC装饰使得此类光罩特征不再相同。

18.根据权利要求16所述的系统，其中至少一些所述基线事件对应于并非为用于此光罩的原始设计的部分且经确定为使用此光罩并不限制晶片良率的光罩特征。

19.根据权利要求16所述的系统，其中至少一些所述基线事件对应于已确定为在使用所述光罩的光刻工艺期间并未印刷在晶片上的光罩特征。

20.根据权利要求16所述的系统，其中至少一些所述基线事件对应于用于校正所述光罩上的缺陷的修复特征。

21.根据权利要求16所述的系统，其中所述第一和第二单裸片检验基于光罩特征的背景确定所述光罩的非典型特征。

22.根据权利要求21所述的系统，其中所述第一和第二单裸片检验包含模板匹配。

23.根据权利要求16所述的系统，其中所述至少一个存储器和至少一个处理器进一步经配置以用于摒弃所述基线事件的多个基线图像和摒弃对应于所述当前事件的所述第二子集的所述多个经排除图像。

24.根据权利要求16所述的系统，其中每一基线事件进一步指示通道且从所述检验报告排除的当前事件的所述第二子集中的每一者具有以预定义量匹配任何基线事件的通道以及位置和尺寸值的通道以及位置和尺寸值。

25.根据权利要求16所述的系统，其中产生所述候选缺陷和其图像的所述检验报告包括：

对于具有无法以预定义量匹配任何基线事件的位置和尺寸值的位置和尺寸值的每一当前事件，通过执行具有比所述第二单裸片检验较不严格的阀值或算法的第三单裸片检验来确定此当前事件是否为候选缺陷。

26.根据权利要求16所述的系统，其中所述候选缺陷图像和所述经排除的图像包含经反射图像、经透射图像或经组合的经反射和透射图像的一或多个组合。

27.根据权利要求16所述的系统，其中所述候选缺陷和其图像进一步包含各自具有以预定义量匹配任何基线事件的位置和尺寸值且经识别为修复位置的位置和尺寸值的当前事件的第三子集。

28.一种其上存储有用于执行以下操作的指令的非暂时性计算机可读媒体：

执行已识别为在规格内的光罩的第一单裸片检验以便产生对应于所述光罩的多个异常基线特征的多个基线事件，其中每一基线事件指示对应异常基线特征的位置和尺寸值；

于在一或多个光刻工艺中使用所述光罩后，经由光学光罩检验工具执行所述光罩的第二单裸片检验以便产生对应于所述光罩的多个当前异常特征的多个当前事件，其中每一当前事件指示对应当前异常特征的位置和尺寸值；以及

产生多个候选缺陷和其图像的检验报告，其中所述候选缺陷和其图像包含所述当前事件的第一子集和其对应的多个候选缺陷图像且排除所述当前事件的第二子集和其对应的多个经排除图像，其中包含于所述检验报告中的当前事件的所述第一子集中的每一者具有无法以预定义量匹配任何基线事件的位置和尺寸值的位置和尺寸值，且从所述检验报告排除的当前事件的所述第二子集中的每一者具有以所述预定义量匹配任何基线事件的位置和尺寸值的位置和尺寸值。

监测光掩模缺陷率的改变

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本申请案根据35U.S.C.§119规定主张2013年7月29日由贯春(Chun Guan)等人申请的标题为“用于监测光掩模缺陷的变化的方法(Methods for Monitoring Changes in Photomask Defectivity)”的第61/859,670号先前美国临时申请案的优先权,所述申请案的全文出于所有目的以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明大体上涉及光罩检验的领域。更特定来说,本发明涉及用于在IC(集成电路)制造背景中重新检定单裸片光罩的合格性的技术。

背景技术

[0004] 一般来说,半导体制造产业涉及用于使用在衬底上分层和图案化的半导体材料(例如硅)制造集成电路的高度复杂技术。归因于大规模的电路集成和半导体装置的尺寸减小,所制造的装置已变得对缺陷越来越敏感。即,引起装置中的故障的缺陷正变得越来越小。在运输到最终用户或客户之前所述装置是无故障的。

[0005] 集成电路通常由多个光罩制造。光罩的产生和此类光罩的随后光学检验在半导体生产中已变为标准步骤。最初,电路设计者提供电路图案数据(所述数据描述特定集成电路(IC)设计)到光罩生产系统或光罩写入器。所述电路图案数据通常呈经制造的IC装置的物理层的代表性布局的形式。所述代表性布局包含针对IC装置(例如,栅极氧化物、多晶硅、金属化等等)的每一物理层的代表性层,其中每一代表性层由定义特定IC装置的层图案化的多个多边形组成。

[0006] 光罩写入器使用电路图案数据来写入(例如,通常,电子束写入器或激光扫描仪用于暴露光罩图案)稍后将用于制造特定IC设计的多个光罩。接着,光罩检验系统可针对在光罩的生产期间可能已出现的缺陷检验光罩。

[0007] 光罩或光掩模为含有至少透明和不透明区域,且有时含有半透明和相移区域的光学元件,所述区域一起定义电子装置(例如集成电路)中的共面特征的图案。在光刻期间使用光罩来界定半导体晶片中用于蚀刻、离子植入或其它制造工艺的指定区域。

[0008] 在制造每一光罩或光罩群组后,每一新的光罩通常无缺陷或劣化。然而,光罩可能在使用后变得有缺陷。因此,尤其对于单裸片光罩,需要不断改进光罩检验技术。

发明内容

[0009] 下文呈现本发明的简化概述以便提供对本发明的某些实施例的基本了解。此概述并非本发明的详尽综述且其并未识别本发明的关键/重要元件或描绘本发明的范围。其唯一目的是以简化形式呈现本文中所揭示的一些概念作为稍后呈现的更详细描述的序言。

[0010] 在一个实施例中,揭示一种检验光刻光罩的方法。光罩检验工具用于执行已识别为在规格内的光罩的第一单裸片检验以便产生对应于所述光罩的多个异常基线特征的多

个基线事件，且每一基线事件指示对应异常基线特征的位置和尺寸值。或者，基于从所述光罩的设计数据库模拟的所述光罩的图像产生基线事件。周期性地，在使用光罩的每一如此多曝光后，通过执行随后检验重新检定所述光罩的合格性。每一随后检验产生对应于所述光罩上的多个当前异常特征的多个当前事件，且每一当前事件指示对应的当前异常特征的位置和尺寸值。

[0011] 在所述随后检验期间，匹配指定位置和尺寸公差内的基线事件的任何当前异常事件视为不受关注或虚假缺陷且被摒弃。仅保持所述当前异常事件(对于所述当前异常事件无基线事件匹配)以用于进一步处理。幸免于全部处理步骤的所述事件视为可重检缺陷。可重检缺陷用充分信息来报告以允许其经适当处置。通过在早期摒弃虚假和不受关注的事件：使得用户免于重检其；节省一些处理时间和费用；和最小化所述检验报告的数据量。

[0012] 在某些实施例中，通过首先找到对于异常事件的子集和其对应测试图像的参考图像而找到所述当前异常事件与基线当前事件之间的匹配。基于每一参考图像与测试图像之间的比较找到候选缺陷。针对具有参考图像的每一异常事件找到一或多个当前候选缺陷，且可确定一或多个当前候选缺陷中的每一者的位置和尺寸是否可与基线候选缺陷的基线位置和尺寸匹配。

[0013] 在任一实施例(检验驱动的基线或数据库驱动的基线)中，可扩大基线产生以同时对于图案的所有部分(对于所述图案的所述所有部分在运行时间无法找到或合成合适参考)保存图案数据。这样，随后检验可使用保存于所述基线中的所述图案数据来扩大被找到和合成的参考使得全部图案都可具有参考。在全部随后单裸片检验期间，此基线可使用比较技术允许100％覆盖。

[0014] 在特定实施例中，产生多个候选光罩缺陷和其图像的检验报告，使得所述候选缺陷包含当前事件的第一子集和其对应多个候选缺陷图像，且排除所述当前事件的第二子集和其对应多个经排除图像。包含于所述检验报告中的事件的第一子集中的每一者具有无法以预定义量匹配任何基线事件的位置和尺寸值的位置和尺寸值，且从所述检验报告排除的事件的第二子集中的每一者具有以所述预定义量匹配任何基线事件的位置和尺寸值的位置和尺寸值。

[0015] 在一个方面，至少一些基线事件对应于多个光罩特征，在对此类光罩特征实施光学邻近校正(OPC)过程以添加OPC装饰使得此类光罩特征不再相同之前所述多个光罩特征经设计为相同的。在另一个方面，至少一些基线事件对应于并非为用于此光罩的原始设计的部分且经确定为并不限制使用此光罩的晶片良率的光罩特征。在又一方面，至少一些基线事件对应于在使用所述光罩的光刻工艺期间经确定为并未印刷到晶片上的光罩特征。在另一方面，至少一些基线事件对应于用于校正所述光罩上的缺陷的修复特征。

[0016] 在一个实例中，第一和第二单裸片检验基于此类特征的背景确定所述光罩的哪些特征是非典型的。在进一步方面，所述第一和第二单裸片检验包含模板匹配。在一个实施方案中，方法包含摒弃对于基线事件的多个基线图像和摒弃候选事件的第二子集的对应图像。在另一个实例中，每一基线事件进一步指示通道，且从检验报告排除的事件的第二子集中的每一者具有以预定义量匹配任何基线事件的通道和位置和尺寸值的通道和位置和尺寸值。

[0017] 在替代实施例中，产生候选缺陷和其图像的检验报告包括：对于具有无法以预定

义量匹配任何基线事件的位置和尺寸值的位置和尺寸值的每一当前事件，通过执行具有比第二单裸片检验较不严格的阀值或算法的第三单裸片检验来确定此当前事件是否为候选缺陷。在另一方面，所述候选缺陷图像和所述经排除的图像包含经反射图像、经透射图像或组合的经反射和透射图像的一或多个组合。在一个实例中，所述候选缺陷进一步包含当前事件的第三子集，所述当前事件中的每一者具有以预定义量匹配任何基线事件的位置和尺寸值且经识别为修复位置的位置和尺寸值。

[0018] 在某些实施例中，本发明涉及一种用于检验光刻光罩的系统。所述系统包含经配置以执行上文所描述的操作的至少一些操作的至少一个存储器和至少一个处理器。在其它实施例中，本发明涉及计算机可读媒体，其上存储以用于执行上文所描述操作的至少一些操作的指令。

[0019] 下文参考附图进一步描述本发明的这些和其它方面。

附图说明

[0020] 图1A为具有两个前OPC特征(所述特征具有相同形状和尺寸)的光罩部分的图解俯视图。

[0021] 图1B说明添加OPC装饰的图1A的两个相同图案。

[0022] 图2为说明根据本发明的一个实施例用于产生候选事件的基线的过程的流程图。

[0023] 图3为说明根据本发明的特定实施方案用于产生检验报告的检验程序的流程图。

[0024] 图4说明根据一个实施例的检验和缺陷重检程序的综述。

[0025] 图5为其中可实施本发明的技术的实例检验系统的示意图。

[0026] 图6A为根据某些实施例的用于将掩模图案从光掩模转印到晶片上的光刻系统的简化示意图。

[0027] 图6B提供根据某些实施例的光掩模检验设备的示意图。

具体实施方式

[0028] 在以下描述中，阐述许多特定细节以提供对本发明的透彻了解。可在没有这些特定细节的一些或全部的情况下实践本发明。在其它实例中，未详细描述众所周知的工艺操作以避免不必要地模糊本发明。虽然将结合特定实施例描述本发明，但应了解，不希望将本发明限于所述实施例。

[0029] 单裸片光罩对于制造重新检定合格性使用情况提出特定检验挑战。可使用将从一个裸片获取的图像与从第二裸片获取的图像进行比较的技术来检验多裸片光罩。或者，可使用将从光罩获取的图像与从后OPC(光学邻近校正)数据库呈现的图像进行比较的技术来检验单裸片光罩和多裸片光罩两者。此第二技术需要对后OPC的数据库的存取且通常视为成本太高和/或太复杂以致不能实践用于光罩的制造重新检定合格性。终究，光罩的图案保真度已通过掩模商店或来料质量控制检验确认。重新检定合格性检验仅需要找到在光罩使用期间增加的缺陷。然而，在没有第二裸片或数据库提供的参考的情况下，找到单裸片光罩上的此类缺陷可为有挑战性的。

[0030] 某些非比较技术可用于找到缺陷(从不预期所述缺陷的印记会出现在无缺陷光罩上)。然而，即使对于单裸片光罩，一些比较技术仍可用于找到所关注的大多数缺陷。当图案

的部分经重复或足够简单以自参考时，可找到或合成参考图案。与这些被找到或合成的参考的比较可用于检测缺陷。当对于单裸片光罩的检验使用此类比较技术时，存在两个主要不足。第一，存在覆盖问题。无法对于图案的所有部分找到或合成合适参考。第二，存在错误检测的问题。一些检测可由图案中的异常但故意的变动触发。这些最经常归因于OPC变动。

[0031] 光刻掩模或光罩可包含由电路和布局设计者和/或合成工具产生的装置设计数据。前OPC设计数据大体上包含在任何OPC结构被添加到所述设计数据之前由设计者或合成工具对于特定光罩产生的多边形。所述前OPC设计数据可被认为表示设计者的意图且将大体上类似于将用光罩(使用所述光罩设计数据制造所述光罩)制造的最终晶片。图1A为具有两个前OPC特征102a和102b(所述特征具有相同形状和尺寸)的光罩部分100的图解俯视图。

[0032] 光罩设计数据可包含添加到前OPC光罩设计数据的OPC装饰。一般来说，OPC软件用于分析光罩设计且接着基于此类分析将OPC装饰添加到光罩设计。所述OPC装饰提高了光罩的制造。例如，如果接近于设计数据中的角而添加特定OPC提高，那么可在此类角上获得更清晰的图像。

[0033] 一或多个OPC产生模型可应用于前OPC设计，使得基于此类模型产生OPC结构。所述模型可基于实验和/或模拟结果。一般来说，术语OPC、SRAF、细线和不可印刷结构可在本文中互换使用。

[0034] OPC软件的一个特定副作用是相对于相同设计图案而放置的OPC装饰的高水平的不一致。图1B说明添加不同OPC装饰的图1A的两个相同图案102a和102b。如所展示，OPC软件添加装饰104a到104c到第一L形图案102a，且同时添加OPC装饰104d到104f到相同L形第二图案102b。在此实例中，图案102a的装饰104a和104c具有与图案102b的装饰104d和104e相同形状和位置。相比之下，第二图案102b具有额外的OPC装饰104f，而第一图案102a具有呈L形状的“钩”中的经移除的凹口部分104b的形式的装饰104b，而L形图案102b在此相同区域中保持原貌。

[0035] 用于添加OPC装饰的OPC软件可在相同前OPC布局上执行且因各种原因而引起不同的OPC装饰。例如，用于给定特征的OPC装饰的类型和数目可取决于相对于其它特征分析此特定特征的顺序。另外，可给予特征阵列的边缘特征不同于相同阵列中的相同中心特征的OPC装饰。OPC软件可添加不同OPC装饰到具有不同背景特征或背景的相同特征。即使具有相同背景的特征也可基于不同特征之间的栅格捕捉(grid snap)差异而被给予不同OPC装饰。

[0036] 尽管一些检验过程对于具有可变OPC装饰的光罩运作良好，但是具有用于相同特征的许多且可变的OPC装饰的光罩的一些检验将倾向于引起不可管理的候选事件集合。在一个实例中，单裸片检验包含用于分析光罩的图像特征以识别异常事件的算法，所述异常事件倾向于包含用于基础设计特征(例如，前OPC特征)的不同OPC装饰。例如，单裸片检验过程可定义不同装饰(图案102a的104b、图案102b的104f)为异常事件或候选事件。因为OPC软件倾向于引起较高数目的可变OPC装饰，所以在此光罩图案的单裸片检验期间通常标记较高数目的候选事件。

[0037] 另外，光罩可能包含并未由设计者希望作为所述光罩设计图案的部分的人为产物(例如，额外或缺失材料)。然而，可确定某些非刻意的人为产物并不限制用此光罩生产的晶片的良率。单裸片检验还可将非印刷或非良率限制的异常事件识别为候选缺陷。

[0038] 本发明的某些实施例包含从检验报告过滤缺陷候选事件，所述事件在当前检验中

找到且还在对已知在规格内的光罩的先前检验中找到。经过滤的候选事件和其图像数据从系统的存储器去除且不在(例如)缺陷重检过程中进行进一步分析。

[0039] 图2为说明根据本发明的一个实施例用于产生候选事件的基线的过程200的流程图。最初,在操作202中可获得已视为可接受的光罩。已发现此光罩满足预定规格集合。例如,可能已在之前使用任何合适检验技术来检验光罩且将所述光罩视为不含有影响良率或引起晶片上的可印刷错误的任何缺陷。可通过任何合适方式确认或定义光罩实质上不具有任何劣化或缺陷。例如,新制造的光罩的买主可假设已由制造者确认所述光罩无缺陷和劣化。或者,可使用光学或扫描电子显微镜检验光罩以(例如)通过执行裸片到数据库检验从而确定所述光罩上是否存在任何CD均匀度缺陷或所述光罩是否已劣化。可在清洁光罩以去除烟雾以及其它类型的劣化和缺陷后类似地检验所述光罩。

[0040] 此高良率(known-good)光罩包含经设计为在放置OPC装饰前相同的设计图案。即,OPC前设计数据含有任何数目和类型的相同图案。所述高良率光罩还包含相对于至少一些相同设计图案而形成的不同OPC装饰。例如,OPC软件已添加OPC装饰以便更改OPC前设计数据以在先前相同的设计图案上包含不同的OPC装饰,以便产生不相同的OPC装饰的图案。

[0041] 高良率光罩还可含有到原始光罩的修复,且这些修复已经确定为产生满足预定规格集合的光罩。例如,可能已去除不期望为光罩图案的部分的额外材料。在另一实例中,可能已修复光罩的缺失材料(例如,与预期设计图案相比较)的区域以便添加材料到此区域。

[0042] 接着,在操作204中,可对光罩执行单裸片检验以识别异常事件。一个类型的检验为单裸片检验,所述单裸片检验包含对裸片的图像特征实施统计分析以定位异常事件,所述异常事件中的每一者可对应于一或多个“候选事件或缺陷”。单裸片检验过程可包含用于处理图像特征以识别候选事件的任何合适操作。例如,图像处理技术的任何合适组合可用于分析图像特征且在给定此类特征的背景的情况下确定哪些特征是非典型的。在一个简单实例中,如果几乎相同的杆的阵列包含具有形成于侧上的凹口的单一杆,那么所述凹口可视为候选缺陷。

[0043] 一些实例单裸片方法包含模板匹配和主成分分析。模板匹配为用于使用共同模板特征作为参考以定位异常特征的图像处理技术。例如,第一图像特征经获取且与其它特征进行比较或匹配。即使不存在与所述第一图像特征匹配的另一特征(或可忽略数目个特征),也将所述第一图像特征定义为异常或候选事件。穷举模板匹配方法可用于获取每一图像特征和比较所述图像特征与其它特征。或者,也可实施其它过程以更智能和更有效地定位异常特征。例如,可在分析光罩图像前首先定义共同特征模板集合。可将模板图像特征转换成特征向量以与其它特征向量进行比较。另外,即使存在多个类似事件,也可将特定特征定义为异常事件。例如,可将在另外0D或1D图案中出现的小特征识别为异常事件。

[0044] 在操作206中,对于对应于一或多个候选缺陷的每一经识别的异常事件,可在不保存缺陷重检数据(例如图像)的情况下保存每一候选缺陷的位置和强度。换句话说,在操作208中摒弃除基线事件数据外的缺陷重检数据(例如图像)。基线事件数据可与故意异常事件(例如通过对于实质上相同的设计图案的OPC装饰变动所引起的异常事件)相关。即,至少一些基线事件将大体上对应于光罩特征,在对此类光罩特征实施光学邻近校正(OPC)过程以添加OPC装饰使得此类光罩特征不再相同之前所述多个光罩特征经设计为相同的。此基线事件数据也可与被视为并非为真实缺陷或引起良率问题的非刻意或可忽略事件相关。

[0045] 基线事件数据含有用于稍后在光罩的随后单裸片检验中识别相同事件的最小数据集合。在所说明的实施例中，对于每一候选缺陷的基线事件数据包含相对于光罩上的原点位置的位置(例如x和y坐标)。可以任何合适方式(例如通过光罩上的一或多个原点X和/或Y标记)识别所述光罩上的原点位置。例如，十字形标记可允许检验工具参考每一光罩XY位置相对于此标记的中心部分的定位。其它识别基线事件数据可包含强度值以及在哪一个通道上获得所述事件数据的强度值(例如，透射或反射通道)。

[0046] 可通过首先找到对于每一异常事件的参考而找到对于每一异常事件的一或多个候选缺陷。候选缺陷在本文中还可称为异常事件。可在周围将每一独有区域扩大边限量。接着，可从原始图像收集定制尺寸的矩形片段或模板。此片段含有对应于经扩大的独有区域内的像素的原始图像像素。

[0047] 2D权重阵列可设置为与矩形片段具有相同的尺寸。这些权重可用于驱动对于参考区域的加权的正规化互相关搜索。在找到匹配图案的概率为低的情况下，所述权重可设置为低。所述权重可随着找到匹配图案的概率增加而增加。因为有时在构成独有区域的独有片段的中心附近存在某独有事物，所以在这些模板中心附近找到匹配图案的概率为低。找到匹配图案的概率随离这些中心的距离而增加且在经增加的非独有边限中最高。所述权重可设置为遵循这些趋势。可进一步调整所述权重使得在平坦区域上方突显图案内的边缘。对于边限外但在边界矩形内的任何像素的权重可设置为零。

[0048] 凭借权重设置，可对于最大化加权的NCC(正规化互相关)分数的相同尺寸的片块搜索光罩图像。当栅格上片块产生加权的NCC分数中的峰值时，可使用内插法来找到最大化此分数的精细对准。在搜索光罩图像后，可选择具有最大分数的经对准片块作为参考。如果最佳加权的NCC分数无法超过最小阈值，那么找不到任何合适参考。

[0049] 对于主要为0D或1D的区域，可合成参考而非在光罩图像中找到参考。如果整个区域已标记为0D(所述区域的中心附近的弱(和强)轴梯度除外)，那么可合成0D参考。所述合成参考内的全部像素可设置为测试区域的边限像素的平均值。此技术可建立最佳地拟合测试区域的边限像素的纯粹0D参考。如果整个区域已标记为1D(异常测试区域的中心附近的弱(和强)轴梯度除外)，那么可合成1D参考。对于水平图案，合成参考中的每一行像素可设置为对于所述行的测试区域的边限像素的平均值。对于垂直图案，合成参考中的每一列像素可设置为对于所述列的测试区域的边限像素的平均值。对于对角线图案，概念可为相同的(例如，建立最佳地拟合测试区域的边限像素的纯粹1D合成参考)。

[0050] 如果未找到或无法合成任何参考，那么特定“测试”或异常区域可标记为未经检验且在所述区域上无法进行进一步处理。如果找到参考，那么收集和补偿参考片段。所述收集可使用内插法来并入精细对准偏移。所述补偿可使用加权的拟合函数来计算校正项。较轻权重可用于区域的不确定区域中以便放宽所述区域中的拟合。一旦计算校正，就将所述校正应用到参考片段。

[0051] 每一异常事件的测试图像可与对应参考图像(如果找到)进行比较。如果参考图像和测试图像的特定区域之间的差高于预定阈值，那么可将此区域(例如，每一峰值)识别为候选缺陷。

[0052] 对于每一异常事件(针对其无法找到参考图像)，可将所述异常事件的图像存储作为参考图像以用于相同区域上的随后重新检定合格性检验(操作207)，如下文进一步描述。

此事件可视为不可检验的。

[0053] 接着，基线事件数据可用于光罩的随后重新检定合格性检验中，如本文中进一步描述。图3为说明根据本发明的特定实施方案的用于产生检验报告的检验程序300的流程图。在操作302中，光罩可用于一或多个光刻工艺中以制造一或多个晶片。

[0054] 接着，在操作304中，可在光罩上执行单裸片检验以识别异常事件。可执行类似于上文所描述的对于基线光罩的检验的单裸片检验。然而，如果对于特定异常事件未找到或无法合成参考图像，那么可获得用于基线图像中的相同位置且先前经存储的参考图像且使所述参考图像用于找到可对应于候选缺陷的异常事件。

[0055] 接着，在操作306中，可获得第一事件，且在操作308中，可确定此当前事件是否匹配基线事件。例如，确定所述当前事件是否具有实质上类似于基线事件的位置和强度(和可能为通道)。尽管此过程描述为一次分析一个事件，但是为易于论述而如此描述此经说明的过程。在经并行处理的图像中识别事件时，将更可能并行分析所述事件，如本文中进一步描述。

[0056] 如果确定来自当前检验的事件并不匹配基线事件，那么可执行任何合适类型的进一步缺陷分析。例如，在操作310中可对当前事件任选执行降低敏感度(desense)处理以确定所述当前事件是否为候选缺陷。一般来说，在操作312中，任何过程可用于确定当前事件是否为候选缺陷。例如，如与用于识别事件为异常事件的阈值或算法相比较不严格(或不同)的阈值或算法可用于确定当前事件是否为对于光罩的经识别为对异常事件/人为产物较不敏感的特定预定义区域或特征类型的候选缺陷。即，用户可已建立配方来以不同方式分析不同类型的特征(例如，边缘等等)。

[0057] 如果确定当前事件为候选缺陷，那么在操作314中可将包含缺陷图像的所述当前候选事件的缺陷重检数据写入检验报告。或者，可在不进行进一步缺陷分析的情况下将当前事件简单地写入检验报告。

[0058] 对于异常事件的其它后处理可包含使所述事件为保存为检验报告的候选缺陷项目而做准备。对于并不匹配先前基线事件的每一候选事件，检验报告可含有任何合适缺陷重检数据。例如，缺陷重检数据可包含反射(R)和透射(T)通道图像两者、R图像和T图像之间的差异图像、参考R图像和T图像(从单裸片过程产生)、缩略图图像、找到候选事件的中间计算等等。

[0059] 相比之下，如果当前事件并不匹配基线事件，那么可跳过进一步缺陷分析。另外，并不将当前事件的重检数据写入检验报告(即，跳过操作314)。因为并未将包含许多图像的缺陷重检数据保存为检验报告中的项目，所以所述检验报告不太可能达到数据尺寸限制。在一些检验中，在过滤全部异常事件之前对于此类事件的数据管道可比最终经保存用于检验报告的缺陷重检数据大100倍。排除类似于基线事件的事件的检验报告的数据保存可为重要的。

[0060] 如果基线事件和当前事件的位置相对于光罩原点处于相同位置或在彼此的预定距离内(例如彼此的0.5um距离内)且所述基线事件和所述当前事件具有类似尺寸(如果尺寸值彼此相等或在彼此的30％内)，那么可确定所述基线事件和所述当前事件匹配。否则，将当前事件视为新的事件且保留用于检验报告。

[0061] 在处理当前事件后，接着在操作316中可确定这是否为最后事件。如果这并非最后

事件，那么可获得且处理下一事件。否则，检验报告产生过程结束。

[0062] 图4说明根据一个实施例的检验和缺陷重检程序400的综述。如所展示，在操作402中，可从引起可接受良率的高良率光罩产生基线事件数据。可通过图1的基线事件产生程序获得基线事件数据。可使用任何合适检验工具获得来自高良率光罩的图像。或者，可基于包含OPC装饰的设计数据库模拟图像。例如，可相对于设计数据来模拟一光罩制造工艺。接着，例如通过单裸片过程分析光罩图像以产生针对高良率光罩的基线事件列表。

[0063] 接着，在操作404中可产生排除实质上匹配任何基线事件的事件的候选缺陷和其相关联缺陷重检数据的检验报告。例如，可实施图2的检验报告产生过程以从当前光罩产生并不包含匹配来自高良率光罩的基线事件的事件的候选缺陷事件列表。

[0064] 接着，在操作406中可重检来自检验报告的剩余候选事件和其重检数据。例如，操作者可重检每一缺陷的图像以确定每一缺陷是否对应于限制良率的显著或真实缺陷。另外，可通过将缺陷分类成若干类别使得操作者可有效地重检每一类别的子集(与重检全部候选缺陷相反)的分类器工具来分析剩余缺陷。

[0065] 接着，在操作408中可基于此图确定光罩是否通过检验。例如，可确定事件的尺寸值是否高于预定义阀值。如果所述尺寸高于所述预定义阀值，那么可接着更仔细地重检对应光罩部分以确定所述光罩是否有缺陷和是否不能再使用。

[0066] 如果光罩未通过检验，那么在操作410中可修复或摒弃所述光罩且检验结束。然而，如果所述光罩通过检验，那么在操作402中可对于所述光罩再次产生事件的另一基线。即，光罩可确定为在规格内，且可接着对于此高良率光罩确定新的基线事件集合。同样地，在修复后，还可对于所述经修复的光罩确定基线事件列表。

[0067] 在再次使用光罩(经修复或通过检验的光罩)后，可基于事件的新基线或先前基线而针对新的事件再次检验所述光罩。在经修复的光罩的替代实施例中，事件的先前基线和修复位置列表可用于所述经修复光罩的随后检验。即，如果随后检验引起并不匹配当前基线集合的位置或并不对应于修复位置的额外事件，那么仅这些新的事件可包含于对于所述经修复光罩的检验报告中。

[0068] 本发明的某些实施例大体上提供用于以通过包含最小量的数据(例如，通过并不包含对于此类事件的图像)而最小化文件大小的方式传递高良率光罩的异常事件的技术。例如，事件的基线在一些情况中可仅包含高良率光罩的每一经检测的异常事件的位置和尺寸数据(和可能关于使用哪一通道的指示)。因为基线数据倾向于独立于检验工具，所以所述基线数据可在不同检验工具上用于光罩的随后检验中。即，位置和尺寸跨不同检验工具而稳定。

[0069] 可使用以任何合适方式建立的任何检验工具(例如光学检验系统)获得单裸片光罩的图像。通常使用操作参数集合或“配方”建立检验系统。配方设置可包含以下设置中的一或多者：用于以特定图案、像素尺寸扫描光罩的设置、用于将来自单信号的相邻信号进行分组的设置、焦点设置、照明或检测孔径设置、入射射束角和波长设置、检测器设置、对经反射或透射的光量的设置、空间模型化参数等等。相同或不同配方或相同或不同检验工具可用于针对基线而检验相同光罩和用于一或多个随后重新检定合格性检验。

[0070] 在一些实施例中，用于不同检验的单裸片的图像具有相同对准使得来自不同检验的经成像图案的尺寸和位置可互相比较。任何合适方法可用于使图像跨检验对准到相同坐

标系或原点。例如，每一检验可对准光罩使得相对于光罩上的相同原点获得图像。光罩原点可采取用于对准所述光罩的一或多个参考标记的形式。

[0071] 可通常操作检验工具来将此经检测的光转换成对应于强度值的经检测信号。所述经检测的信号可采取具有对应于在光罩的不同位置处的不同强度值的振幅值的电磁波形的形式。所述经检测的信号还可采取强度值和相关联光罩点坐标的简单列表的形式。所述经检测的信号还可采取具有对应于光罩上的不同位置或扫描点的不同强度值的图像的形式。可在扫描光罩的全部位置后产生光罩图像且将其转换成经检测信号，或可在扫描每一光罩部分时产生光罩图像的部分(其中在扫描整个光罩后最终光罩图像是完整的)。

[0072] 入射光或经检测光可穿过任何合适空间孔径以按任何合适入射角产生任何入射或经检测光轮廓。例如，可利用可编程照明或检测孔径产生特定射束轮廓(例如，偶极、四极、类星体、圆环等等)。在特定实例中，可实施源掩模优化(SMO)或任何像素化照明技术。

[0073] 可将一或多个光罩部分或“片块”的每一集合的经检测信号的数据发送到平行片块处理器。例如，可将第一片块的强度值发送到第一处理器，且将第二片块的强度值发送到第二处理器。或者，可将预定义数目个片块的数据发送到个别片块处理器。

[0074] 可以硬件和/或软件的任何合适组合实施本发明的技术。图5为其中可实施本发明的技术的实例检验系统500的图解表示。检验系统500可从检验工具或扫描仪(未展示)接收输入502。所述检验系统还可包含用于分配经接收的输入502的数据分配系统(例如，504a和504b)、用于处理经接收的输入502的特定部分/片块的强度信号(或片块)处理系统(例如，片块处理器和存储器506a和506b)、用于产生基线事件的基线产生器系统(例如，基线产生器处理器和存储器512)、用于允许在检验系统组件之间通信的网络(例如，交换网络508)、任选大容量存储装置516和用于重检候选缺陷的一或多个检验控制和/或重检站(例如，510)。检验系统500的每一处理器通常可包含一或多个微处理器集成电路且还可含有接口和/或存储器集成电路且可额外地耦合到一或多个共享和/或全局存储器装置。

[0075] 用于产生输入数据502的扫描仪或数据获取系统(未展示)可采取用于获得光罩(或其它样本)的强度信号或图像的任何合适仪器(例如，如本文中进一步所描述)的形式。例如，扫描仪可基于经反射、透射或以其它方式经引导到一或多个光传感器的经检测光的一部分来构造光罩的一部分的光学图像或产生所述部分的强度值。接着，扫描仪可输出所述强度值或图像可从所述扫描仪输出。

[0076] 可通过数据分配系统经由网络508接收强度或图像数据502。数据分配系统可与用于保持经接收数据502的至少一部分的一或多个存储器装置(例如RAM缓冲器)相关联。优选地，总存储器足够大以保持数据的至少一整个幅带。例如，存储器的千兆字节对于1百万乘1000个像素或点的光罩的片块幅带运作良好。

[0077] 数据分配系统(例如，504a和504b)也可控制经接收的输入数据502的部分到处理器(例如，506a和506b)的分配。例如，数据分配系统可将用于第一片块的数据路由到第一片块处理器506a，且可将用于第二片块的数据路由到片块处理器506b。还可将用于多个片块的多个数据集合路由到每一片块处理器。

[0078] 片块处理器可接收对应于光罩的至少一个部分或片块的强度值或图像。片块处理器还可各自耦合到提供局部存储器功能(例如保持经接收的数据部分)的一或多个存储器装置(未展示)(例如DRAM装置)或与所述一或多个存储器装置集成。优选地，存储器足够大

以保持对应于光罩的片块的数据。例如，存储器的八个兆字节对于对应于512乘1024个像素的片块的强度值或图像运作良好。或者，片块处理器可共享存储器。

[0079] 每一输入数据502集合可对应于光罩的幅带。一或多个数据集合可存储在数据分配系统的存储器中。可通过数据分配系统内的一或多个处理器控制此存储器，且可将所述存储器分成多个分区。例如，数据分配系统可接收对应于幅带的一部分的数据到第一存储器分区(未展示)中，且所述数据分配系统可接收对应于另一幅带的另一数据到第二存储器分区(未展示)中。优选地，数据分配系统的每一存储器分区仅保持将路由到与此存储器分区相关联的处理器的数据的部分。例如，数据分配系统的第一存储器分区可保持第一数据且将其路由到片块处理器506a，且第二存储器分区可保持第二数据且将其路由到片块处理器506b。

[0080] 数据分配系统可基于数据的任何合适参数来定义和分配所述数据的每一数据集合。例如，可基于光罩上的片块的对应位置来定义和分配数据。在一个实施例中，每一幅带与对应于所述幅带内的像素的水平位置的列位置的范围相关联。例如，幅带的列0到256可对应于第一片块，且这些列内的像素将包括经路由到一或多个片块处理器的第一图像或强度值集合。同样地，幅带的列257到512可对应于第二片块，且这些列内的像素将包括经路由到(若干)不同片块处理器的第二图像或强度值集合。

[0081] 图6A为根据某些实施例的可用于将掩模图案从光掩模M转印到晶片w上的典型光刻系统600的简化示意图。此类系统的实例包含扫描仪和步进器，更具体来说为可从荷兰费尔德霍芬(Veldhoven)的ASML购得的PAS 5500。一般来说，照明源603引导光束穿过照明光学器件607(例如，透镜605)到定位在掩模平面602中的光掩模M上。照明透镜605具有在平面602处的数值孔径601。数值孔径601的值影响所述光掩模上的哪些缺陷为光刻显著缺陷且哪些缺陷并非为光刻显著缺陷。穿过光掩模M的射束的部分形成经引导穿过成像光学器件613且到晶片M上的图案化光学信号以起始图案转印。

[0082] 图6B提供根据某些实施例的具有照明光学器件651a的实例检验系统650的示意图，照明光学器件651a包含具有在光罩平面652处的相对较大数值孔径651b的成像透镜。经描绘的检验系统650包含检测光学器件653a和653b，检测光学器件653a和653b包含经设计以提供(例如)60-200X放大倍率或更高以用于提高检验的显微放大光学器件。例如，在检验系统的光罩平面652处的数值孔径651b可明显大于光刻系统600的光罩平面602处的数值孔径601，这将引起测试检验图像与实际印刷图像之间的差异。

[0083] 可在各种经特殊配置的检验系统(例如图6B中示意性说明的检验系统)上实施本文中所描述的检验技术。所说明的系统650包含产生光束的照明源660，所述光束经引导穿过照明光学器件651a到光罩平面652中的光掩模M上。如上文所解释，检验系统650可具有在光罩平面652处的数值孔径651b，数值孔径651b可大于对应光刻系统的光罩平面数值孔径(例如，图6A的元件601)。将待检验的光掩模M放置在光罩平面652处的掩模载物台上且使其暴露于光源。

[0084] 来自掩模M的图案化图像经引导穿过光学元件653a集合，光学元件653a将所述图案化图像投射到传感器654a上。在反射系统中，光学元件(例如，分束器676和检测透镜678)将反射光引导且捕获到传感器654b上。合适传感器包含电荷耦合装置(CCD)、CCD阵列、时间延迟积分(TDI)传感器、TDI传感器阵列、光电倍增管(PMT)和其它传感器。

[0085] 可通过任何合适机构使照明光学器件列相对于掩模载物台移动和/或使所述载物台相对于检测器或相机移动以便扫描光罩的片块。例如，可利用电机机构来移动所述载物台。所述电机机构可由(例如)螺旋驱动或步进电机、具有反馈位置的线性驱动器或带致动器和步进电机形成。

[0086] 可通过计算机系统673或更一般来说通过一或多个信号处理装置(其可各自包含经配置以将来自每一传感器的模拟信号转换成数字信号以用于处理的模/数转换器)来处理通过每一传感器(例如，654a和/或654b)捕获的信号。计算机系统673通常具有经由适当总线或其它通信机构耦合到输入/输出端口和一或多个存储器的一或多个处理器。

[0087] 计算机系统673还可包含用于提供用户输入(例如改变焦点和其它检验配方参数)的一或多个输入装置(例如，键盘、鼠标、操纵杆)。计算机系统673还可连接到用于控制(例如)样本位置(例如，聚焦和扫描)的载物台且连接到其它检验系统组件(所述组件用于控制其它检验参数和此类检验系统组件的配置)。

[0088] 计算机系统673可经配置(例如，通过编程指令)以提供用于显示所得强度值、图像和其它检验结果的用户界面(例如，计算机屏幕)。计算机系统673可经配置以分析经反射和/或透射的经感测的光束的强度、相位和/或其它特性。计算机系统673可经配置(例如，使用编程指令)以提供用于显示所得强度值、图像和其它检验特性的用户界面(例如，在计算机屏幕上)。在某些实施例中，计算机系统673经配置以实行上文所详述的检验技术。

[0089] 因为可在经特殊配置的计算机系统上实施此类信息和程序指令，所以此系统包含用于执行可存储于非暂时性计算机可读媒体上的本文中所描述的各种操作的程序指令/计算机代码。机器可读媒体的实例包含(但不限于)：磁性媒体，例如硬盘、软盘和磁带；光学媒体，例如CD-ROM磁盘；磁光媒体，例如光盘；和经特殊配置以存储且执行程序指令的硬件装置，例如只读存储器装置(ROM)和随机存取存储器(RAM)。程序指令的实例包含(例如)通过编译器产生的机器代码和含有可由计算机使用解译器执行的较高等级代码的文件两者。

[0090] 在某些实施例中，用于检验光掩模的系统包含经配置以执行本文中所描述的技术的至少一个存储器和至少一个处理器。检验系统的一个实例包含可从美国加州苗必达市KLA-Tencor购得的经特殊配置的TeraScan™ DUV检验系统。

[0091] 尽管为清楚理解的目的已详细地描述本发明，但将明白，可在所附权利要求书的范围内实践某些改变和修改。应注意，存在实施本发明的过程、系统和设备的许多替代方式。因此，本实施例应视为说明性而非限制性，且本发明不限于本文中给定的细节。

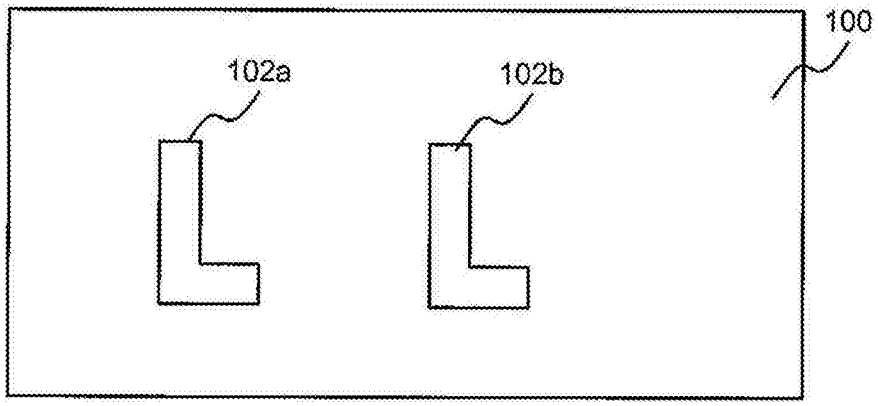


图1A

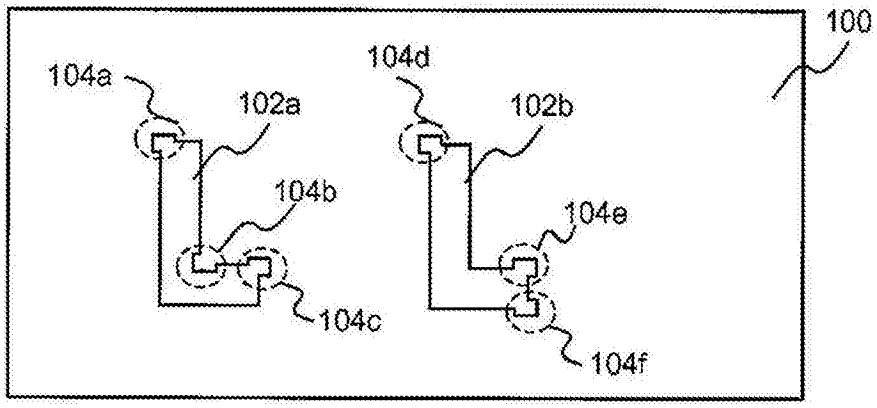


图1B

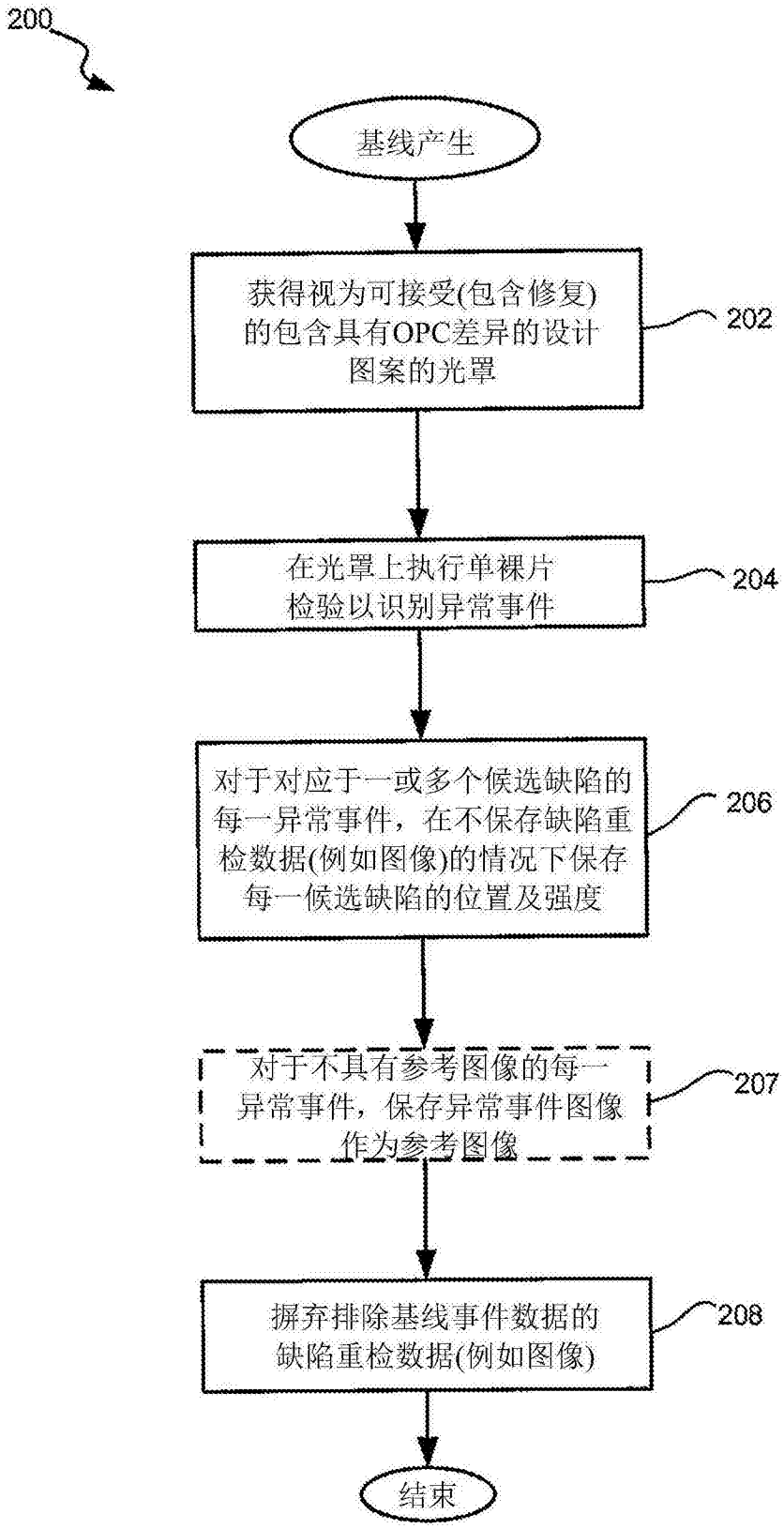

200
基线产生
获得视为可接受(包含修复)的包含具有OPC差异的设计图案的光罩
202
在光罩上执行单裸片检验以识别异常事件
204
对于对应于一或多个候选缺陷的每一异常事件，在不保存缺陷重检数据(例如图像)的情况下保存每一候选缺陷的位置及强度
206
对于不具有参考图像的每一异常事件，保存异常事件图像作为参考图像
207
摒弃排除基线事件数据的缺陷重检数据(例如图像)
208
结束

图2

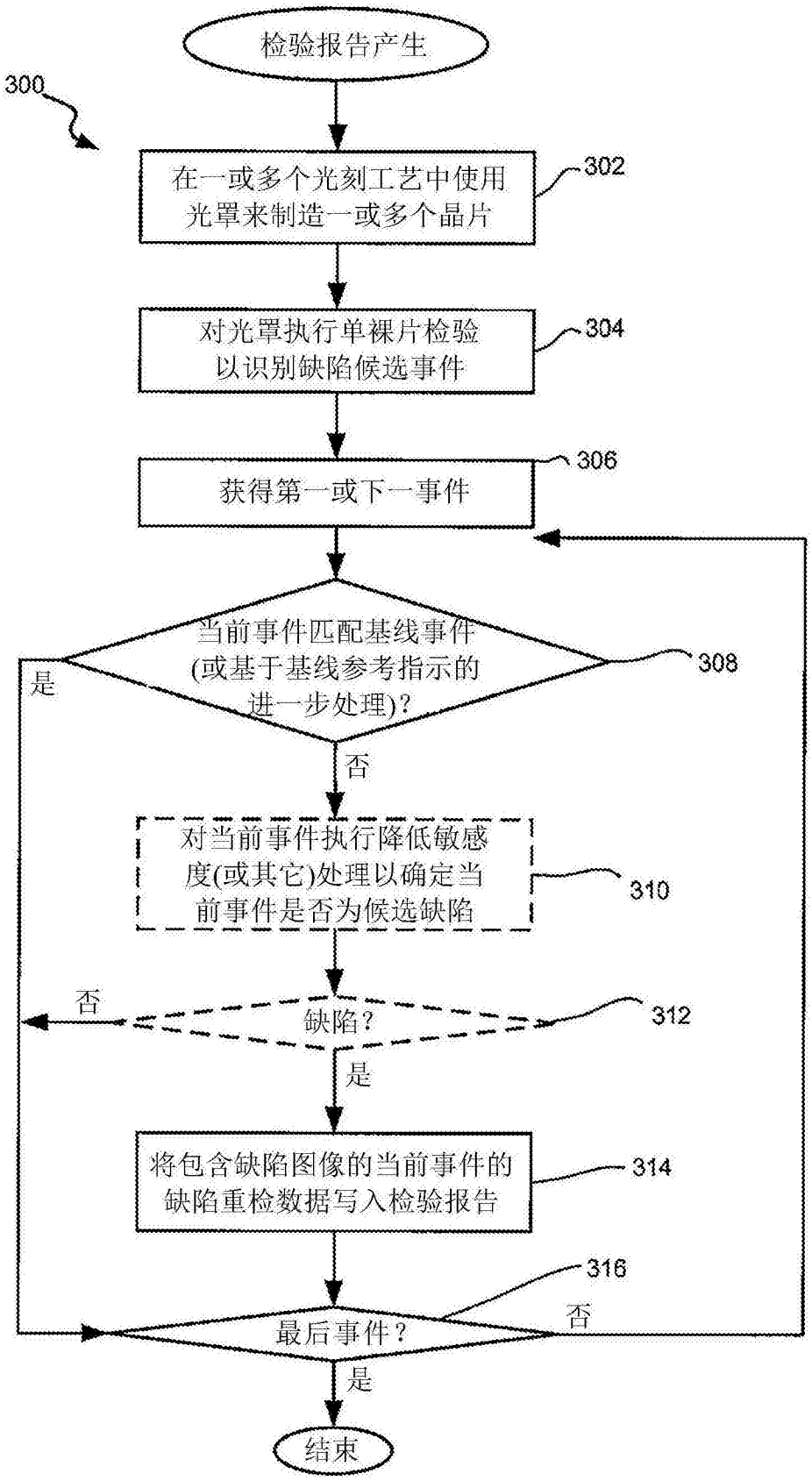

检验报告产生
300
在一或多个光刻工艺中使用光罩来制造一或多个晶片
302
对光罩执行单裸片检验以识别缺陷候选事件
304
获得第一或下一事件
306
当前事件匹配基线事件(或基于基线参考指示的进一步处理)?
308
是
否
对当前事件执行降低敏感度(或其它)处理以确定当前事件是否为候选缺陷
310
否
缺陷?
312
是
将包含缺陷图像的当前事件的缺陷重检数据写入检验报告
314
316
最后事件?
否
是
结束

图3

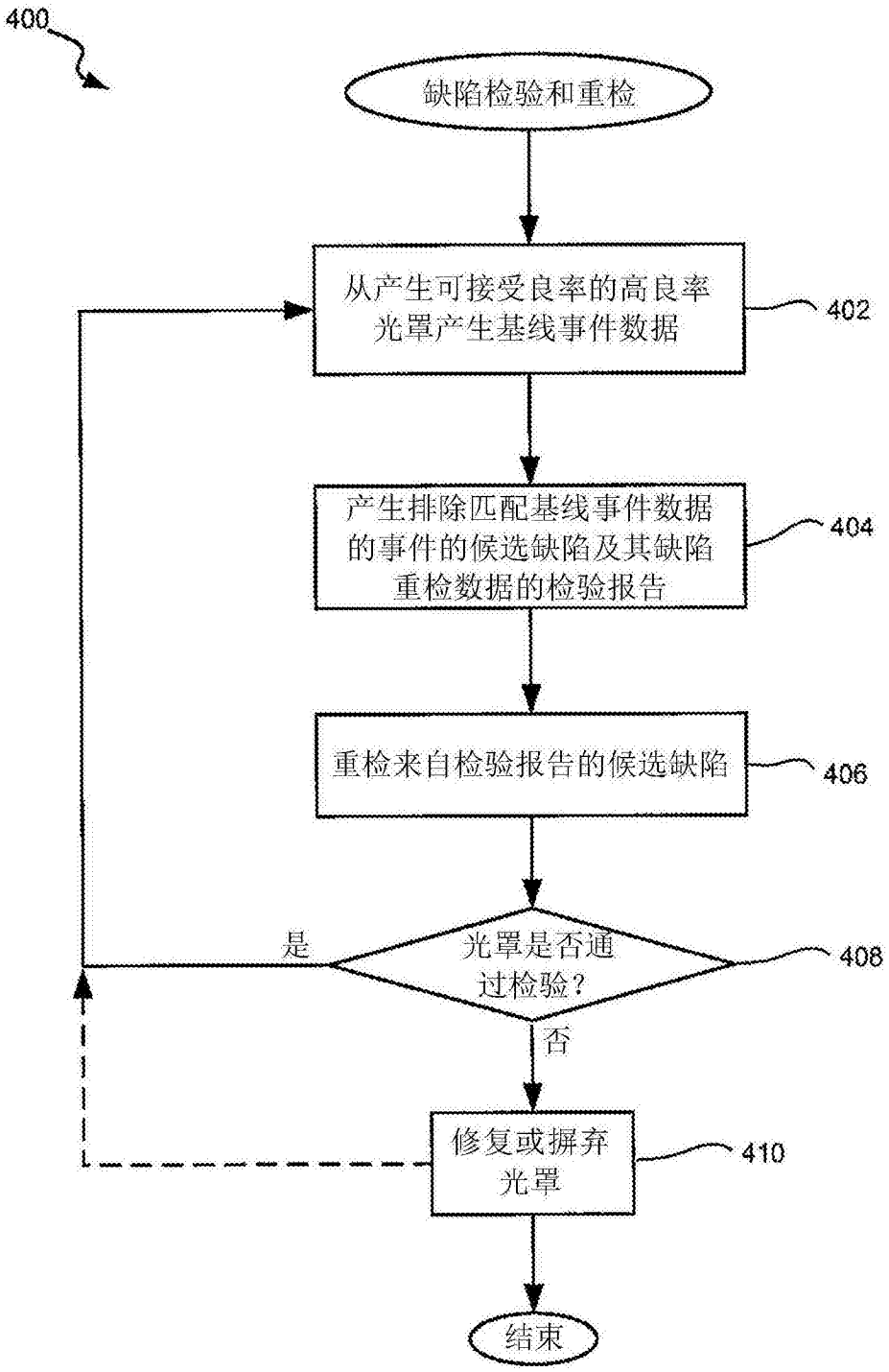

400
缺陷检验和重检
从产生可接受良率的高良率光罩产生基线事件数据
402
产生排除匹配基线事件数据的事件的候选缺陷及其缺陷重检数据的检验报告
404
重检来自检验报告的候选缺陷
406
是
光罩是否通过检验？
408
否
修复或摒弃光罩
410
结束

图4

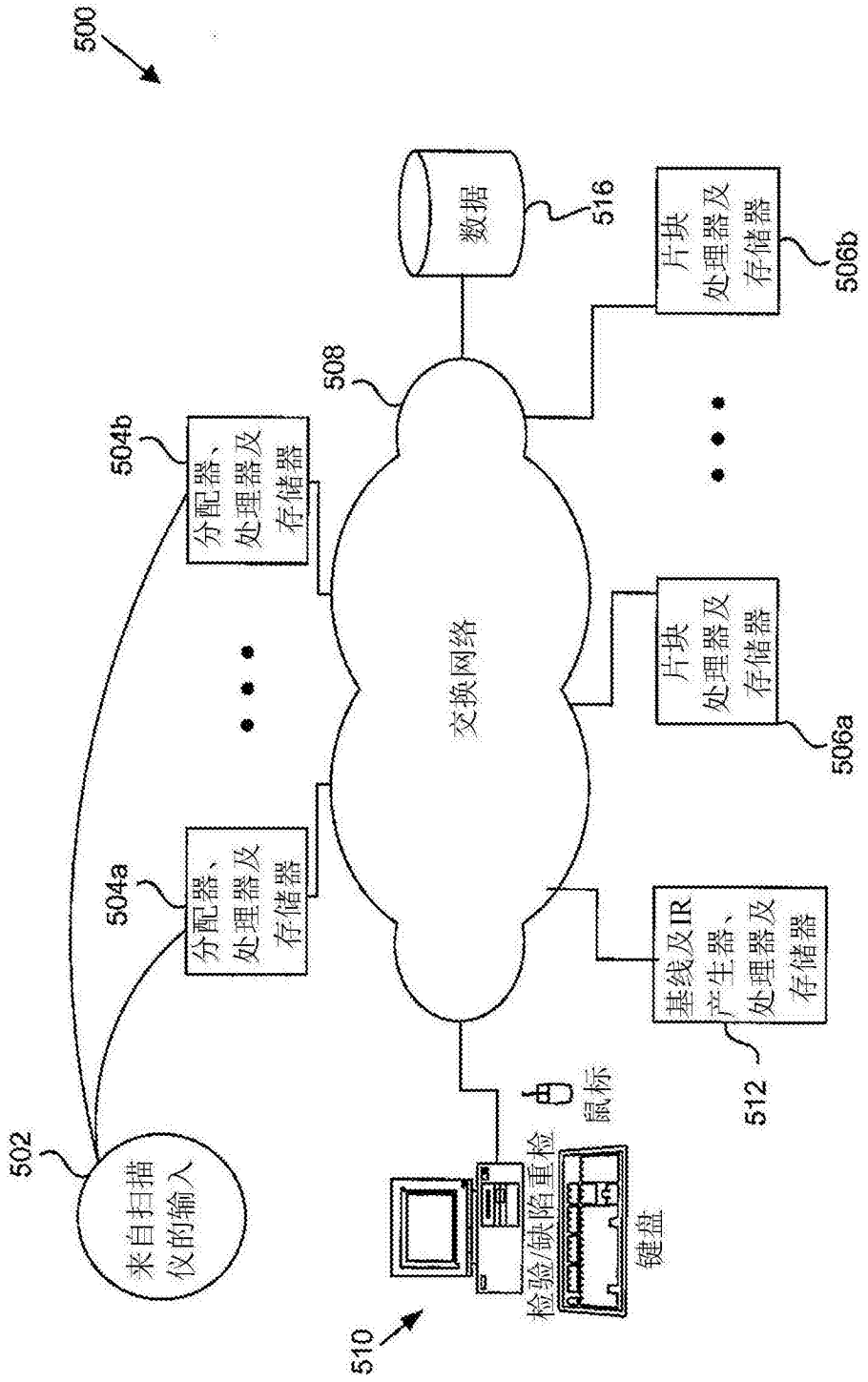

500
数据
516
片块处理器及存储器
506b
508
分配器、处理器及存储器
504b
交换网络
片块处理器及存储器
506a
分配器、处理器及存储器
504a
基线及IR产生器、处理器及存储器
512
来自扫描仪的输入
502
鼠标
检验/缺陷重检
键盘
510

图5

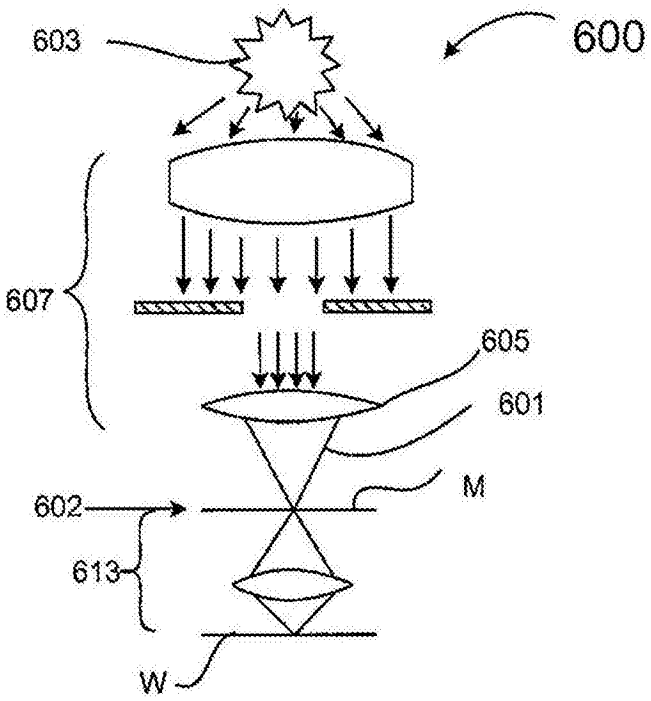


图6A

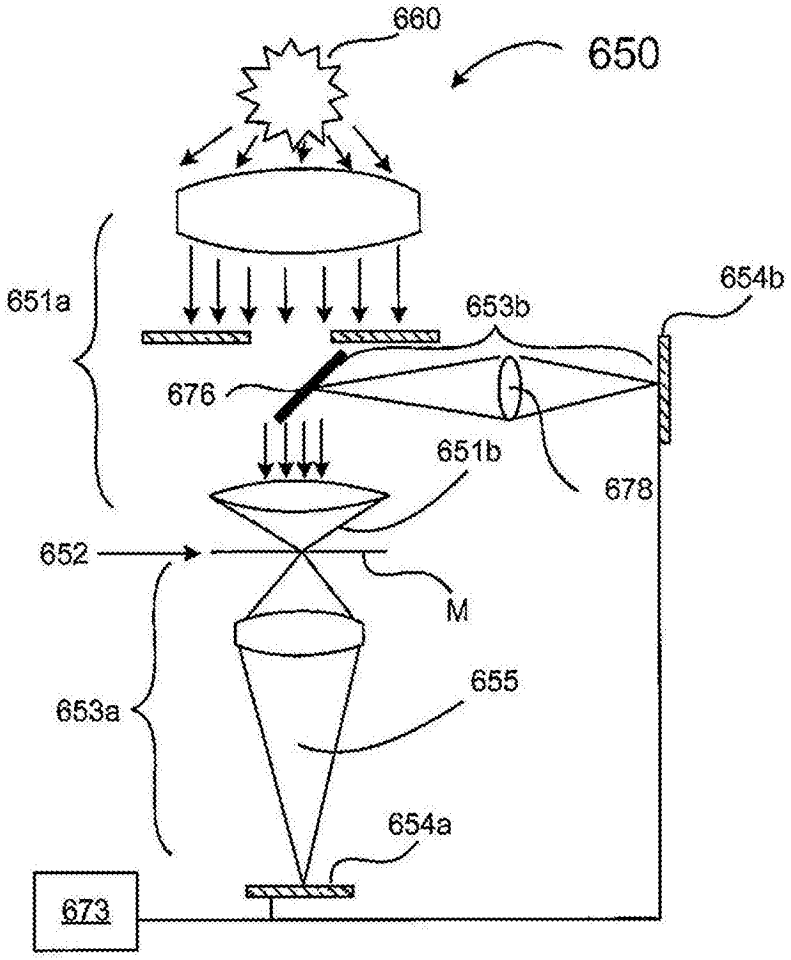


图6B