(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 109643106 B
(45)授权公告日 2021.09.24

(21)申请号 201780049949.2
(22)申请日 2017.08.14
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109643106 A
(43)申请公布日 2019.04.16
(30)优先权数据
62/375,257 2016.08.15 US
62/543,242 2017.08.09 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.02.14
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/070567 2017.08.14
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2018/033511 EN 2018.02.22
(73)专利权人 ASML荷兰有限公司
地址 荷兰维德霍温
(72)发明人 方伟
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
代理人 王茂华 张宁
(51)Int.Cl.
G05B 19/418(2006.01)
(56)对比文件
CN 105849643 A,2016.08.10
CN 103186657 A,2013.07.03
CN 103034067 B,2015.02.25
CN 102253595 A,2011.11.23
US 2015356233 A1,2015.12.10
JP 2006210931 A,2006.08.10
WO 2008077100 A2,2008.06.26
JP 2011040661 A,2011.02.24
审查员 席云红

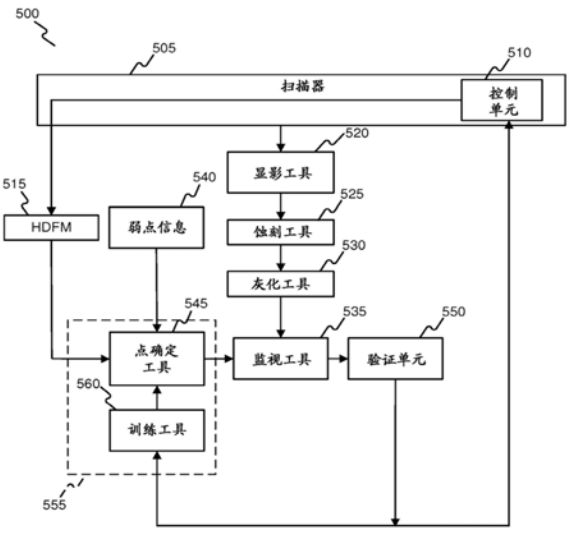
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

用于提高半导体制造产率的方法

(57)摘要

本公开的实施例提供了用于提高半导体制造产率的系统和方法。本公开的实施例提供了一种产率提高系统。该系统包括训练工具，该训练工具被配置为基于第一衬底的检查的一个或多个经验证的结果的接收而生成训练数据。该系统还包括点确定工具，该点确定工具被配置为基于训练数据、第二衬底的弱点信息、以及用于第二衬底的扫描器的曝光方案，确定第二衬底上待检查的一个或多个区域。



CN 109643106 B

1.一种产率提高系统,包括:

训练工具,被配置为基于第一衬底的检查的一个或多个经验证的结果的接收生成训练数据;以及

点确定工具,被配置为基于所述训练数据、第二衬底的弱点信息以及用于所述第二衬底的扫描器的曝光方案,确定所述第二衬底上待检查的一个或多个区域。

2.根据权利要求1所述的系统,其中,所述训练工具被配置为使用深度神经网络分析所述一个或多个经验证的结果,以用于生成所述训练数据。

3.根据权利要求1所述的系统,其中,所述训练工具进一步被配置为基于所述曝光方案生成所述训练数据,和/或其中所述曝光方案包括高密度焦点图。

4.根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个经验证的结果由验证单元基于所述第一衬底的一个或多个监视结果与一个或多个设计参数的比较生成,和/或其中所述一个或多个监视结果由监视工具基于空间图案确定、图案尺寸测量和图案偏移测量中的至少一个生成,和/或其中所述曝光方案基于所述一个或多个监视结果确定。

5.根据权利要求1所述的系统,其中,所述第一衬底和所述第二衬底由扫描器、显影工具、蚀刻工具以及灰化工具处理。

6.一种用于提高半导体制造产率的方法,所述方法包括:

接收第一衬底的检查的一个或多个经验证的结果;

基于接收到的经验证的结果生成训练数据;以及

基于所述训练数据、第二衬底的弱点信息以及用于所述第二衬底的扫描器的曝光方案,确定所述第二衬底上待检查的一个或多个区域。

7.根据权利要求6所述的方法,其中,生成所述训练数据包括:使用深度神经网络分析所述一个或多个经验证的结果。

8.根据权利要求6所述的方法,其中,生成所述训练数据是进一步基于所述曝光方案的。

9.根据权利要求6所述的方法,其中,所述经验证的结果由验证单元基于所述第一衬底的一个或多个监视结果与一个或多个设计参数的比较生成,和/或其中所述一个或多个监视结果由监视工具基于空间图案确定、图案尺寸测量和图案偏移测量结果中的至少一个生成,和/或其中所述曝光方案基于所述一个或多个监视结果确定。

10.根据权利要求6所述的方法,其中,所述曝光方案包括高密度焦点图。

11.根据权利要求6所述的方法,其中,所述第一衬底和所述第二衬底由扫描器、显影工具、蚀刻工具以及灰化工具处理。

12.一种存储指令的非瞬态计算机可读存储介质,所述指令能够由包括一个或多个处理器的计算设备执行,以使得所述计算设备执行包括以下项的方法:

接收第一衬底的检查的一个或多个经验证的结果;

基于接收到的经验证的结果生成训练数据;

基于所述训练数据、第二衬底的弱点信息以及用于所述第二衬底的扫描器的曝光方案,确定所述第二衬底上待检查的一个或多个区域。

13.根据权利要求12所述的介质,其中,生成所述训练数据包括:使用深度神经网络分析所述一个或多个经验证的结果,和/或其中生成所述训练数据是进一步基于所述曝光方

案的，和/或其中所述曝光方案基于一个或多个监视结果确定，和/或其中所述曝光方案包括高密度焦点图。

14.根据权利要求12所述的介质，其中，所述经验证的结果由验证单元基于所述第一衬底的一个或多个监视结果与一个或多个设计参数的比较生成，和/或其中所述一个或多个监视结果由监视工具基于空间图案确定、图案尺寸测量和图案偏移测量中的至少一个生成。

15.根据权利要求12所述的介质，其中，所述第一衬底和所述第二衬底由扫描器、显影工具、蚀刻工具以及灰化工具处理。

用于提高半导体制造产率的方法

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请要求于2016年8月15日递交的美国申请62/375,257和于2017年8月9日递交的美国申请62/543,242的优先权,它们通过引用整体并入本文。

技术领域

[0003] 本公开一般地涉及半导体制造领域,更具体地涉及用于提高半导体制造产率的系统和方法。

背景技术

[0004] 在集成电路(IC)的制造工艺中,检查未完成或完成的电路组件以确保它们是根据设计制造的并且没有缺陷。利用光学显微镜的检查系统可以提供高吞吐量,但是一般具有低至数百纳米的分辨率;并且分辨率受到光的波长的限制。随着IC组件的物理尺寸继续减小低至亚100甚至10纳米,需要比利用光学显微镜的检查系统更高分辨率的检查系统。

[0005] 诸如扫描电子显微镜(SEM)或透射电子显微镜(TEM)之类的具有低至纳米以下分辨率的带电粒子(例如,电子)束显微镜用作检查具有亚100纳米的特征尺寸的IC组件的实用工具。利用SEM,可以将单个主电子束的电子或多个主电子束的电子聚焦到所检查的晶片的探测点。原始电子与晶片的相互作用会产生一个或多个次级电子束。次级电子束可以包括由原始电子与晶片的相互作用产生的俄歇电子、次级电子、或背散射电子。一个或多个次级电子束的强度可以基于晶片的内部和/或外部结构的特性改变。但是,高分辨率的带电粒子束显微镜的吞吐量相比较低分辨率的光学显微镜显著降低。

[0006] 不同的半导体制造工艺,例如,光阻涂覆、曝光、显影、蚀刻、和光阻去除(清洗)可以是成批工艺。成批工艺会导致成批的多个衬底(本文也称为晶片)的图案化不均匀。另外,如果在完成整个图案化工艺之后进行经过图案化的衬底的缺陷检查,有缺陷的晶片可能会被废弃或者可能会被转换为降级产品。这会导致半导体制造产率显著下降。

发明内容

[0007] 本公开实施例提供了用于提高半导体制造产率的系统和方法。在一些实施例中,提供了一种产率提高系统。该系统包括训练工具,该训练工具被配置为基于第一衬底的检查的一个或多个经验证的结果的接收而生成训练数据。该系统还包括点确定工具,该点确定工具被配置为基于训练数据、第二衬底的弱点信息、以及用于第二衬底的扫描器的曝光方案,确定第二衬底上待检查的一个或多个区域。

[0008] 在一些实施例中,提供了一种产率提高方法。该方法包括:接收第一衬底的检查的一个或多个经验证的结果;以及基于接收到的经验证的结果生成训练数据。该方法还包括:基于训练数据、第二衬底的弱点信息、以及用于第二衬底的扫描器的曝光方案,确定第二衬底上待检查的一个或多个区域。

[0009] 在一些实施例中,提供了一种非瞬态计算机可读存储介质。该介质存储有可由包

括一个或多个处理器的计算设备执行的指令，所述指令使得计算设备执行产率提高方法。该方法包括：接收第一衬底的检查的一个或多个经验证的结果；以及基于接收到的经验证的结果生成训练数据。该方法还包括：基于训练数据、第二衬底的弱点信息、以及用于第二衬底的扫描器的曝光方案，确定第二衬底上待检查的一个或多个区域。

[0010] 所公开的实施例的附加目的和优点将部分在下面的描述中阐述，并且部分从本说明书变得显而易见，或者可以通过实施实施例习得。所公开的实施例的目的和优点可以由权利要求中给出的元件和组合达到和实现。

[0011] 将理解的是，前面的总体描述和下面的详细描述只是示例性和说明性的，而不用于限制所公开的实施例(如请求保护)。

附图说明

[0012] 图1是示出根据本公开的一些实施例的示例性电子束检查系统的示意图。

[0013] 图2是示出根据本公开的一些实施例的可以为图1的示例性电子束检查系统的一部分的示例性电子束工具的示意图。

[0014] 图3是示出半导体处理系统的示意图。

[0015] 图4是示出半导体处理方法的流程图。

[0016] 图5是示出根据本公开实施例的示例性产率提高系统的示意图。

[0017] 图6A和6B是示出根据本公开实施例的衬底上的检查区域的示意图。

[0018] 图7是示出根据本公开实施例的示例性产率提高方法的流程图。

具体实施方式

[0019] 现在将详细参考示例性实施例，附图示出了这些实施例的示例。下面的描述涉及附图，其中，除非有相反的表示，否则不同附图中的相同参考标号表示相同或类似的元件。示例性实施例的以下描述中给出的实施方式不代表根据本发明的所有实施方式。相反，它们只是根据所附权利要求中陈述的本发明的各个方面的装置和方法的示例。

[0020] 本公开涉及用于提高半导体制造产率的系统和方法。可以从曝光到显影地处理测试晶片或第一晶片，并且可以记录扫描器的曝光方案，例如，高密度焦点图(HDFM)。本公开实施例提供了点确定工具，该点确定工具可以被配置为基于晶片的热点信息和曝光方案，确定测试晶片或第一晶片的待检查的一个或多个区域。基于第一晶片或测试晶片的检查结果，可以优化用于随后处理的晶片的曝光方案。本公开实施例还提供了训练工具，该训练工具可以被配置为基于检查结果生成训练数据。训练数据可以被提供给点确定工具，以基于晶片的热点信息、曝光方案、和训练数据确定随后处理的晶片的待检查的一个或多个区域。所公开的系统和方法实现曝光方案的动态更新，并实现区域被监视。曝光方案的更新可以减少随后处理的晶片中的缺陷，从而提高半导体制造产率。监视的更新可以包括监视更少热点从而提高吞吐量。监视的更新还可以包括监视的改变以改善缺陷的检测。改善的缺陷检测可以帮助进一步提高半导体制造产率。

[0021] 现在参考图1，图1示出了根据本公开实施例的示例性电子束检查(EBI)系统100。如图1所示，EBI系统100包括主腔室101、进料/锁定腔室102、电子束工具104、以及设备前端模块(EFEM)106。电子束工具104位于主腔室101内。

[0022] EFEM 106包括第一进料端口106a和第二进料端口106b。EFEM106可以包括一个或多个附加的进料端口。第一进料端口106a和第二进料端口106b可以接收包含待检查的样本或晶片(例如,半导体晶片或其他材料制成的晶片)的晶片前开式传送盒(FOUP)(下文中,晶片和样本统称为“晶片”)。EFEM 106中的一个或多个机器人手臂(未示出)可以将晶片传输到进料/锁定腔室102。

[0023] 进料/锁定腔室102连接到进料/锁定真空泵系统(未示出),该进料/锁定真空泵系统去除进料/锁定腔室102中的气体分子,以达到大气压力以下的第一压力。在达到第一压力后,一个或多个机器人手臂(未示出)可以将晶片从进料/锁定腔室102传输到主腔室101。主腔室101连接到主腔室真空泵系统(未示出),该主腔室真空泵系统去除主腔室101中的气体分子,以达到第一压力以下的第二压力。在达到第二压力后,电子束工具104对晶片进行检查。

[0024] 现在参考图2,图2示出了根据本公开的一些实施例的电子束工具104的示例性组件。如图2所示,电子束工具104包括电动台200和由电动台200支撑的、夹持待检查的晶片203的晶片夹具202。电子束工具104还包括物镜组件204、电子探测器206、物镜孔径208、聚光透镜210、束限制孔径212、枪体孔径214、阳极216、以及阴极218。在一些实施例中,物镜组件204可以包括经过修改的摆动减速浸入物镜(SORIL),该经过修改的SORIL包括极片204a、控制电极204b、偏转器204c、以及激励线圈204d。电子束工具104可以附加地包括表征晶片上的材料的能量色散X射线谱仪(EDS)探测器(未示出)。

[0025] 通过在阳极216和阴极218之间施加电压,从阴极218发射主电子束220。主电子束220穿过枪体孔径214和束限制孔径212,枪体孔径和束限制孔径二者可以确定进入驻留在束限制孔径212后面的聚光透镜210的电子束的尺寸。聚光透镜210在主电子束220进入物镜208之前对主电子束220进行聚焦,以在该电子束进入物镜组件204之前设置该电子束的尺寸。偏转器204c对主电子束220进行偏转,以帮助晶片上的电子束扫描。例如,在扫描工艺中,可以控制偏转器204c在不同时间点顺序将主电子束220偏转到晶片203的上表面上的不同位置,以提供用于晶片203的不同部分的图像重建的数据。另外,在一些实施例中,阳极216和阴极218可以被配置为生成多个主电子束220,并且电子束工具104可以包括多个偏转器204c,以在相同时间将多个主电子束220投射到晶片的不同部分,从而提供用于晶片203的不同部分的图像重建的数据。

[0026] 激励线圈204d和极片204a生成磁场,该磁场开始于极片204a的一端并且终止于极片204a的另一端。晶片203的由主电子束220扫描的部分可以浸入在磁场中并且可以带电,从而创建电场。电场减小了在晶片表面附近撞击主电子束220的能量(在主电子束与晶片碰撞之前)。与极片204a电隔离的控制电极204b控制晶片上的电场,以防止晶片的微拱并确保适当的电子束聚焦。

[0027] 可以在接收到主电子束220时从晶片203的该部分发射次级电子束222。次级电子束222可以在电子探测器206的传感器表面上形成射束点。电子探测器206可以生成表示射束点的强度的信号(例如,电压、电流等),并将该信号提供给处理系统(图2中未示出)。次级电子束222和结果射束点的强度可以根据晶片203的外部和/或内部结构改变。另外,如上面讨论的,可以将主电子束220投射到晶片表面的不同位置,以生成不同强度的次级电子束222(和结果射束点)。因此,通过将射束点的强度与晶片203的位置进行映射,处理系统可以

重建反映晶片203的内部和/或外部结构的图像。

[0028] 现在参考图3，图3是示出半导体处理系统的示意图。图3示出常规半导体处理系统300包括扫描器305、显影工具320、蚀刻工具325、灰化(ash)工具330、监视工具335、点确定工具345、以及验证单元350。扫描器305可以包括控制单元310。

[0029] 扫描器305可以将涂覆有光致抗蚀剂的晶片曝光到待转移到晶片的电路图案。控制单元310可以控制用于曝光晶片的曝光方案。控制单元310可以调整各种曝光方案参数，例如，曝光时间、源强度、和曝光剂量。可以记录对应于曝光的HDFM 315。

[0030] 显影工具320可以通过从不想要的区域去除光致抗蚀剂在暴露出的晶片上显影图案。对于正性光致抗蚀剂，在扫描器305中曝光的光致抗蚀剂部分变得可溶于光致抗蚀剂显影剂，未曝光的光致抗蚀剂部分保持不溶于光致抗蚀剂显影剂。对于负性光致抗蚀剂，在扫描器305中曝光的光致抗蚀剂部分变得不溶于光致抗蚀剂显影剂，未曝光的光致抗蚀剂部分保持可溶于光致抗蚀剂显影剂。

[0031] 蚀刻工具325可以通过蚀刻晶片的已经去除光致抗蚀剂的部分的薄膜，将图案转移到光致抗蚀剂下面的一个或多个薄膜。蚀刻工具325可以是干法蚀刻或湿法蚀刻工具。灰化工具330可以从经过蚀刻的晶片上去除剩余的光致抗蚀剂，并且可以完成对于晶片上的薄膜的图案转移处理。

[0032] 监视工具335可以在经过处理的晶片上的一个或多个位置检查该晶片，以生成监视结果。监视结果可以基于不同图案特征中的位置偏移、不同图案特征的尺寸测量结果、或空间图案确定结果。检查位置可以由点确定工具345确定。

[0033] 点确定工具345可以包括一个或多个预定模型，以基于HDFM315和弱点信息340确定检查位置。

[0034] 弱点信息340可以包括有关具有与图案化处理有关的问题的高度可能性的位置的信息。弱点信息340可以是基于扫描器305、蚀刻工具325、晶片的各种处理参数和特性、以及所转移的图案的。

[0035] 验证单元350可以将来自监视工具335的监视结果与对应的设计参数进行比较，以生成经验证的结果。验证单元350可以向扫描器305的控制单元310提供经验证的结果。控制单元310可以基于经验证的结果调整用于后续晶片的曝光方案。例如，控制单元可以基于经验证的结果，针对后续晶片上的一些位置减小扫描器305的曝光剂量。

[0036] 现在参考图4，图4是示出常规半导体处理方法的流程图。例如，方法400可以由常规半导体处理系统300执行。

[0037] 在步骤405中，半导体处理系统300可以处理涂覆有光致抗蚀剂的晶片，以将图案转移到晶片上。扫描器305可以将晶片曝光到图案。控制单元310可以控制用于曝光晶片的曝光方案。控制单元310可以调整各种曝光方案参数，例如，曝光时间、源强度、和曝光剂量。可以记录对应于曝光的HDFM 315。显影工具320可以通过从不想要的区域去除光致抗蚀剂，对经过曝光的晶片上的图案进行显影。蚀刻工具325可以通过蚀刻晶片的已经去除光致抗蚀剂的部分的薄膜，将图案转移到光致抗蚀剂下面的一个或多个薄膜。灰化工具330可以从经过蚀刻的晶片移除剩余的光致抗蚀剂，并且可以完成对于晶片上的薄膜的图案转移处理。

[0038] 在步骤410中，点确定工具345可以接收对应于步骤405中的晶片的图案化的曝光

方案。曝光方案可以由扫描器305提供。

[0039] 在步骤415中，点确定工具345可以接收对应于图案化处理的弱点信息340。弱点信息340可以包括有关具有与图案化处理有关的问题的高度可能性的位置的信息。弱点信息340可以是基于扫描器305、蚀刻工具325、晶片的各种处理参数和特性、以及所转移的图案的。

[0040] 在步骤420中，点确定工具345可以确定经过图案化的晶片的待监视的区域。点确定工具345可以使用一个或多个预定模型，以基于在步骤410中接收的曝光方案和在步骤415中接收的弱点信息340确定检查位置。

[0041] 在步骤425中，监视工具335可以检查经过图案化的晶片的由点确定工具345在步骤420中确定的待监视的区域。监视工具335可以在一个或多个位置检查经过图案化的晶片，以生成监视结果。监视结果可以基于不同图案特征中的位置偏移、不同图案特征的尺寸测量结果、或空间图案确定结果。

[0042] 在步骤430中，验证单元350可以将来自监视工具335的监视结果与对应的设计参数比较，以生成经验证的结果。

[0043] 在步骤435中，验证单元350可以根据设计要求确定经验证的结果是否正确。如果确定经验证的结果正确，则验证单元350可以不对相应晶片进行任何进一步动作。如果确定经验证的结果不正确，则验证单元350可以向扫描器350的控制单元310提供经验证的结果。

[0044] 在步骤445中，控制单元310可以基于经验证的结果，调整用于后续晶片的曝光方案。例如，控制单元310可以基于经验证的结果，针对后续晶片的一些位置减小扫描器305的曝光剂量。

[0045] 在常规方法400中，点确定工具345基于HDFM 315和弱点信息340使用静态模型来确定待监视的区域。模型不是基于在先晶片的经验证的结果动态更新的。例如，针对一些弱点位置的经验证的结果对于多个被监视的晶片可以是正确的。因此，通过不监视这些弱点位置，可以提高吞吐量。但是在常规方法400中，点确定工具345不能使用在先晶片的经验证的结果来确定用于后续晶片的监视位置。所以没有提高吞吐量。另外，控制单元310可以基于经验证的结果调整曝光方案，但是模型不是响应于经过更新的曝光方案动态更新的。例如，基于经过更新的曝光方案，可能需要监视不同的弱点位置。另外，监视工具335的方案可能需要更新，以利用经过更新的曝光方案来检测晶片的问题。但是在常规方法400中，点确定工具345不能基于曝光方案的更新对监视位置和方案进行更新。不能进行更新会降低常规方法400中的图案化问题的检测效率。

[0046] 现在参考图5，图5是示出根据本公开实施例的示例性处理系统500的示意图。半导体处理系统500可以包括扫描器505、控制单元510、显影工具520、蚀刻工具525、灰化工具530、监视工具535、验证单元550、以及产率提高系统555。产率提高系统555可以包括点确定工具545和训练工具560。

[0047] 点确定工具545和训练工具560可以分别包括一个或多个模块。一般而言，本文中使用的单词“模块”可以是设计用于执行相关功能中的特定功能的其他组件(例如，集成电路部分)或程序(存储在计算机可读介质上)的一部分的封包功能硬件单元。模块可以具有入口点和出口点，并且可以利用编程语言(例如，Java、Lua、C或C++)编写。软件模块可以汇编并链接到可执行程序中，安装在动态链接库中，或者利用解释性编程语言(例如，BASIC、

Perl、或Python)编写。将明白的是,软件模块可以从其他模块运行或者从自身运行,和/或可以响应于检测到的事件或中断而被调用。配置用于在计算设备上执行的软件模块可以被提供在计算机可读介质上,例如,压缩盘、数字视频盘、闪盘驱动器、磁盘、或任何其他非瞬态介质,或者数字下载(在执行之前需要安装、解压缩、或解密的最初可以按照压缩或可安装格式存储)。这种软件代码可以部分或完全存储在执行计算设备的存储器设备上,供计算设备执行。软件指令可以嵌入在诸如,可擦除可编程只读存储器(EPROM)的固件中。还将明白的是,硬件模块可以包括在连接逻辑单元(例如,门和触发器)中,和/或可以包括在可编程单元(例如,可编程门阵列或处理器)中。本文描述的模块或计算设备功能优选地实现为软件模块,但是可以表示在硬件或固件中。一般,本文描述的模块是指可以与其他模块结合或者可以划分为子模块(不考虑它们的物理组织或存储装置)的逻辑模块。

[0048] 在一些实施例中,点确定工具545和训练工具560可以结合在单个工具中。在一些实施例中,产率提高系统555可以包括在监视工具535中。

[0049] 扫描器505可以将涂覆有光致抗蚀剂的晶片曝光到待转移到晶片的电路图案。控制单元510可以控制用于曝光晶片的曝光方案。控制单元510可以调整各种曝光方案参数,例如,曝光时间、源强度、以及曝光剂量。可以记录对应于曝光的HDFM 515。

[0050] 显影工具520可以通过从不想要的区域移除光致抗蚀剂来对经过曝光的晶片上的图案进行显影。对于正性光致抗蚀剂,在扫描器505中曝光的光致抗蚀剂部分变得可溶于光致抗蚀剂显影剂,并且未曝光的光致抗蚀剂部分保持不溶于光致抗蚀剂显影剂。对于负性光致抗蚀剂,在扫描器505中曝光的光致抗蚀剂部分变得不溶于光致抗蚀剂显影剂,并且未曝光的光致抗蚀剂部分保持可溶于光致抗蚀剂显影剂。

[0051] 蚀刻工具525可以通过蚀刻晶片的已经去除光致抗蚀剂的部分的薄膜来将图案转移到光致抗蚀剂下面的一个或多个薄膜。蚀刻工具525可以是干法蚀刻或湿法蚀刻工具。灰化工具530可以从经过蚀刻的晶片去除剩余的光致抗蚀剂,并且可以完成对于晶片上的薄膜的图案转移处理。

[0052] 监视工具535可以在经过处理的晶片上的一个或多个位置检查该晶片,以生成监视结果。监视结果可以是基于不同图案特征中的位置偏移、不同图案特征的尺寸测量结果、或空间图案确定结果的。检查位置可以由产率提高系统555的点确定工具545确定。点确定工具545可以包括一个或多个模型,以基于训练工具560提供的训练数据、HDFM 515、以及弱点信息540来确定检查位置。点确定工具545可以包括一个或多个模块。

[0053] 弱点信息540可以包括关于位置的信息,该位置是与图案化工艺有关的问题的高度可能性的位置。弱点信息540可以是基于晶片、扫描器505、以及蚀刻工具525的各种处理参数和特性、以及所转移的图案的。

[0054] 验证单元550可以将来自监视工具535的监视结果与对应的设计参数比较,以生成经验证的结果。验证单元550可以将经验证的结果提供给扫描器505的控制单元510。控制单元510可以基于经验证的结果调整用于后续晶片的曝光方案。例如,控制单元510可以基于经验证的结果,针对后续晶片上的一些位置减小扫描器305的曝光剂量。验证单元550还可以将经验证的结果提供给产率提高系统555的训练工具560。

[0055] 训练工具560可以基于从验证单元550接收的经验证的结果生成训练数据。训练工具560可以包括深度神经网络,以分析一个或多个经验证的结果,以用于生成训练数据。在

一些实施例中，训练工具560还可以接收HDFM 515并且进一步基于HDFM 515生成训练数据。训练工具560可以将所生成的训练数据提供给点确定工具545。点确定工具545可以基于所接收的训练数据、HDFM 515、和弱点信息540确定用于其他晶片的检查点。因此，可以动态地选择监视点，而不是根据固定模型选择监视点。

[0056] 现在参考图6A和6B，图6A和6B分别是示出根据本公开实施例的第一图案化衬底600A和第二图案化衬底600B上的检查区域的示意图。衬底600A和衬底600B可以由具有产率提高系统555的半导体处理系统(例如，图5的半导体处理系统500)处理。

[0057] 点确定工具(例如，半导体处理系统500的点确定工具545)可以确定衬底600A的检查区域。基于曝光方案(例如，HDFM 515)和弱点信息(例如，弱点信息540)，点确定工具可以确定用于检查的标记为631、632、633、634、635、636、637、和638的八个管芯。在每个管芯中，点确定工具可以确定用于检查的标记为621、622、623、624、和625的五个位置。

[0058] 监视工具(例如，半导体处理系统500的监视工具535)可以执行对于衬底600A的所确定位置的检查。验证单元(例如，半导体处理系统500的验证单元550)可以通过比较监视结果和设计参数生成经验证的结果。经验证的结果可以用来在衬底600B的处理期间更新曝光方案。

[0059] 训练工具(例如，半导体处理系统500的训练工具560)可以基于经验证的结果生成训练数据并将其提供给点确定工具。点确定工具可以使用训练数据来确定用于衬底600B的检查区域。例如，点确定工具可以将待检查的管芯的数目从8减少到7。如图6B所示，点确定工具可以检查衬底600B的管芯651，而不检查衬底600A的管芯636和637。在一些实施例中，点确定工具还可以基于接收到的训练数据，减少每个管芯的检查点的数目。检查点的数目的减小可以增大处理系统的吞吐量。另外，可以对应于在衬底600B的处理期间使用的曝光方案的更新来更新监视点或监视方案。例如，如果通过使用经过更新的曝光方案形成了触点，则可以使用不同的监视工具方案(例如，不同的着陆能量或不同的束电流)来捕捉衬底600B的不同开路/短路缺陷。训练数据可以包括对应于曝光方案的更新而修改监视工具方案的信息。如果监视工具方案没有变化，则不能识别经过改变的开路/短路缺陷。因此，本公开提供的系统和方法可以改善缺陷的检测，从而提高半导体制造产率。

[0060] 现在参考图7，图7是示出根据本公开实施例的示例性产率提高方法的流程图。例如，方法700可以由包括产率提高系统555的半导体处理系统500执行。将很容易理解的是，可以改变所示出的过程，以修改步骤的顺序，删除步骤，或者进一步包括附加步骤。

[0061] 在步骤705中，半导体处理系统可以处理涂覆有光致抗蚀剂的晶片，以将图案转移到晶片上。扫描器(例如，半导体处理系统500的扫描器505)可以将晶片曝光到图案。扫描器中的控制单元(例如，半导体处理系统500的控制单元510)可以控制用于曝光晶片的曝光方案。控制单元可以调整各种曝光方案参数，例如，曝光时间、源强度、和曝光剂量。可以记录对应于曝光的HDFM(例如，半导体处理系统500的HDFM 515)。显影工具(例如，半导体处理系统500的显影工具520)可以通过从不想要的区域去除光致抗蚀剂对暴露出的晶片上的图案进行显影。蚀刻工具(例如，半导体处理系统500的蚀刻工具525)可以通过蚀刻晶片的已经去除光致抗蚀剂的部分的薄膜将图案转移到光致抗蚀剂下面的一个或多个薄膜。灰化工具(例如，半导体处理系统500的灰化工具530)可以从经过蚀刻的晶片去除剩余的光致抗蚀剂，并且可以完成对于晶片上的薄膜的图案转移处理。

[0062] 在步骤710中，点确定工具(例如，半导体处理系统500的点确定工具545)可以接收对应于步骤705中的晶片的图案化的曝光方案。曝光方案可以由扫描器提供。

[0063] 在步骤715中，点确定工具可以接收对应于图案化处理的弱点信息(例如，半导体处理系统300的弱点信息540)。弱点信息可以包括有关具有与图案化处理有关的问题的高度可能性的位置的信息。弱点信息可以基于晶片、扫描器、和蚀刻工具的各种处理参数和特性、以及所转移的图案。

[0064] 在步骤720中，点确定工具可以确定经过图案化的晶片的待监视的区域。点确定工具可以基于在步骤710中接收的曝光方案和在步骤715中接收的弱点信息，使用一个或多个预定模型来确定检查位置。

[0065] 在步骤725中，监视工具(例如，半导体处理系统500的监视工具535)可以检查由点确定工具在步骤720中确定的经过图案化的晶片的待监视的区域。监视工具可以在一个或多个位置检查经过图案化的晶片，以生成监视结果。监视结果可以基于不同图案特征中的位置偏移、不同图案特征的尺寸测量结果、或空间图案确定结果。

[0066] 在步骤730中，验证单元(例如，半导体处理系统500的验证单元550)可以将来自监视工具的监视结果与对应的设计参数比较，以生成经验证的结果。

[0067] 在步骤735中，验证单元可以根据设计要求确定经验证的结果是否正确。如果经验证的结果被确定为正确，则验证单元可以对相应晶片不采取任何进一步动作。如果经验证的结果被确定为不正确，则验证单元可以向产率提高系统的训练工具(例如，产率提高系统555的训练工具560)和扫描器的控制单元提供经验证的结果。

[0068] 在步骤740中，控制单元可以基于经验证的结果调整用于后续晶片的曝光方案。例如，控制单元可以基于经验证的结果，针对后续晶片的一些位置减小扫描器的曝光剂量。

[0069] 在步骤745中，训练工具可以从验证单元接收经验证的结果，并且可以基于经验证的结果生成训练数据。训练工具可以包括深度神经网络，以分析一个或多个经验证的结果以用于生成训练数据。训练工具可以向点确定工具提供所生成的训练数据。点确定工具可以基于接收到的训练数据、曝光方案、和弱点信息，确定用于其他晶片的检查点。因此，可以动态确定监视点，而不是根据固定模型确定监视点。动态确定可以减少后续处理的晶片中的缺陷，因此可以提高半导体制造产率。另外，对于由动态确定产生的监视的更新可以包括监视更少热点从而提高吞吐量。对于来自动态确定的监视的更新还可以包括监视中的变化以改善缺陷的检测。改善的缺陷检测可以进一步帮助提高半导体制造产率。

[0070] 使用以下条款进一步描述实施例。

[0071] 1.一种产率提高系统，包括：

[0072] 训练工具，被配置为基于第一衬底的检查的一个或多个经验证的结果的接收来生成训练数据；以及

[0073] 点确定工具，被配置为基于所述训练数据、第二衬底的弱点信息、以及用于所述第二衬底的扫描器的曝光方案，来确定所述第二衬底上待检查的一个或多个区域。

[0074] 2.根据条款1所述的系统，其中，所述训练工具被配置为使用深度神经网络来分析所述一个或多个经验证的结果，以用于生成所述训练数据。

[0075] 3.根据条款1或2所述的系统，其中，所述训练工具进一步被配置为基于所述曝光方案生成所述训练数据。

[0076] 4.根据条款1至3中任一项所述的系统，其中，所述一个或多个经验证的结果由验证单元基于所述第一衬底的一个或多个监视结果与一个或多个设计参数的比较生成。

[0077] 5.根据条款4所述的系统，其中，所述一个或多个监视结果由监视工具基于空间图案确定结果、图案尺寸测量结果、和图案偏移测量结果中的至少一者生成。

[0078] 6.根据条款4或5所述的系统，其中，基于所述一个或多个监视结果确定所述曝光方案。

[0079] 7.根据条款1至6中任一项所述的系统，其中，所述曝光方案包括高密度焦点图。

[0080] 8.根据条款1至7中任一项所述的系统，其中，所述第一衬底和所述第二衬底由扫描器、显影工具、蚀刻工具、以及灰化工具处理。

[0081] 9.一种方法，包括：

[0082] 接收第一衬底的检查的一个或多个经验证的结果；

[0083] 基于接收到的经验证的结果生成训练数据；以及

[0084] 基于所述训练数据、第二衬底的弱点信息、以及用于所述第二衬底的扫描器的曝光方案，确定所述第二衬底上待检查的一个或多个区域。

[0085] 10.根据条款9所述的方法，其中，生成训练数据的处理包括：使用深度神经网络分析所述一个或多个经验证的结果。

[0086] 11.根据条款9或10所述的方法，其中，生成训练数据的处理进一步基于所述曝光方案。

[0087] 12.根据条款9至11中任一项所述的方法，其中，所述经验证的结果由验证单元基于所述第一衬底的一个或多个监视结果与一个或多个设计参数的比较生成。

[0088] 13.根据条款12所述的方法，其中，所述一个或多个监视结果由监视工具基于空间图案确定结果、图案尺寸测量结果、和图案偏移测量结果中的至少一者生成。

[0089] 14.根据条款12或13所述的方法，其中，基于所述一个或多个监视结果确定所述曝光方案。

[0090] 15.根据条款9至14中任一项所述的方法，其中，所述曝光方案包括高密度焦点图。

[0091] 16.根据条款9至15中任一项所述的方法，其中，所述第一衬底和所述第二衬底由扫描器、显影工具、蚀刻工具、以及灰化工具处理。

[0092] 17.一种存储指令的非瞬态计算机可读存储介质，所述指令可由包括一个或多个处理器的计算设备执行以使得所述计算设备执行包括以下处理的方法：

[0093] 接收第一衬底的检查的一个或多个经验证的结果；

[0094] 基于接收到的经验证的结果生成训练数据；

[0095] 基于所述训练数据、第二衬底的弱点信息、和用于所述第二衬底的扫描器的曝光方案，确定所述第二衬底上待检查的一个或多个区域。

[0096] 18.根据条款17所述的介质，其中，生成训练数据的处理包括：使用深度神经网络分析所述一个或多个经验证的结果。

[0097] 19.根据条款17或18所述的介质，其中，生成训练数据的处理进一步基于所述曝光方案。

[0098] 20.根据条款17至19中任一项所述的介质，其中，所述经验证的结果由验证单元基于所述第一衬底的一个或多个监视结果与一个或多个设计参数的比较生成。

[0099] 21.根据条款20所述的介质，其中，所述一个或多个监视结果由监视工具基于空间图案确定结果、图案尺寸测量结果、和图案偏移测量结果中的至少一者生成。

[0100] 22.根据条款20或21所述的介质，其中，基于所述一个或多个监视结果确定所述曝光方案。

[0101] 23.根据条款17至22中任一项所述的介质，其中，所述曝光方案包括高密度焦点图。

[0102] 24.根据条款17至23中任一项所述的介质，其中，所述第一衬底和所述第二衬底由扫描器、显影工具、蚀刻工具、以及灰化工具处理。

[0103] 将理解的是，本发明不限于以上描述并在附图中示出的精确构造，并且在不偏离本发明的范围的条件下可以做出各种修改和改变。希望本发明的范围应该仅由所附权利要求限制。

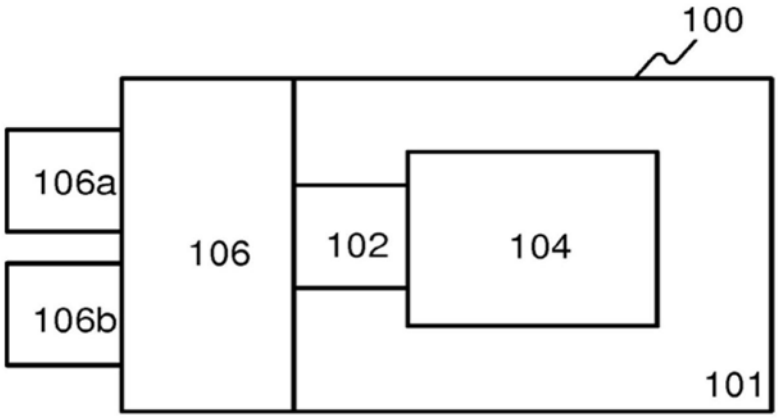

100
106a
106b
106
102
104
101

图1

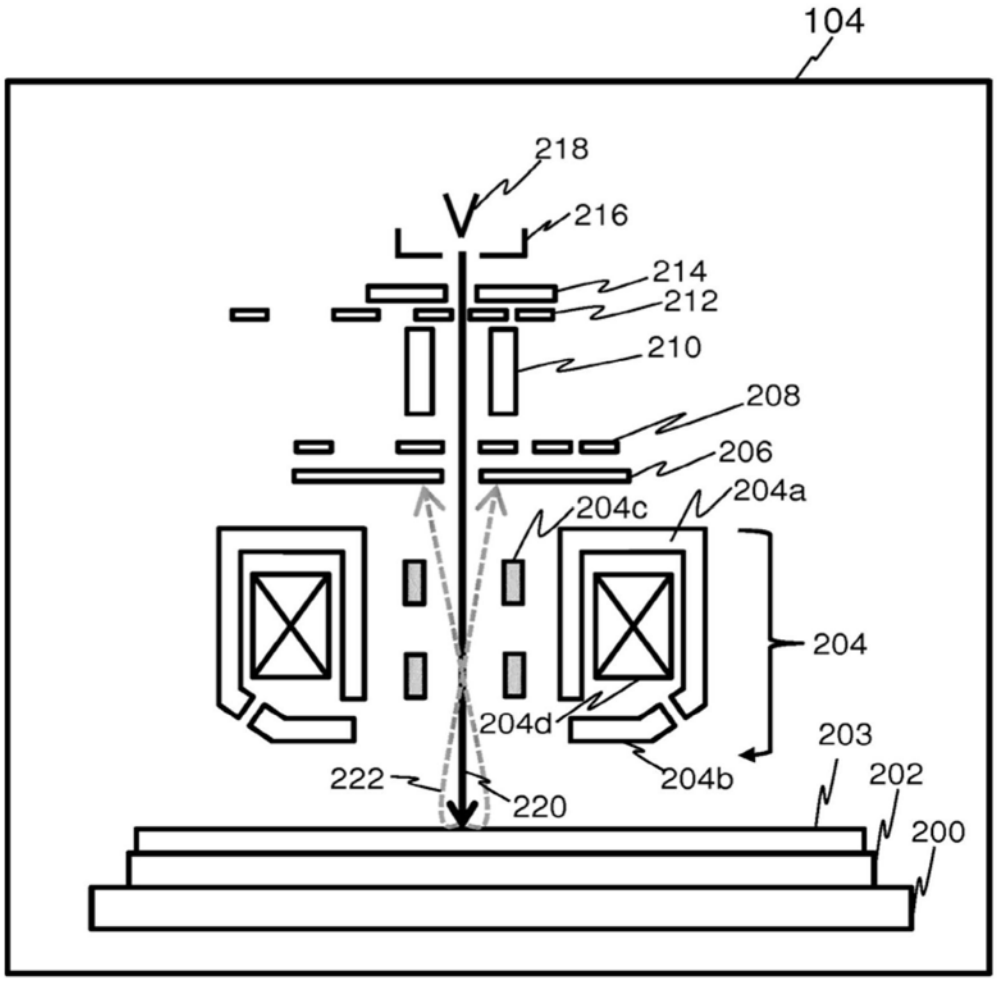

104
218
216
214
212
210
208
206
204a
204c
204
204d
204b
203
202
200
222
220

图2

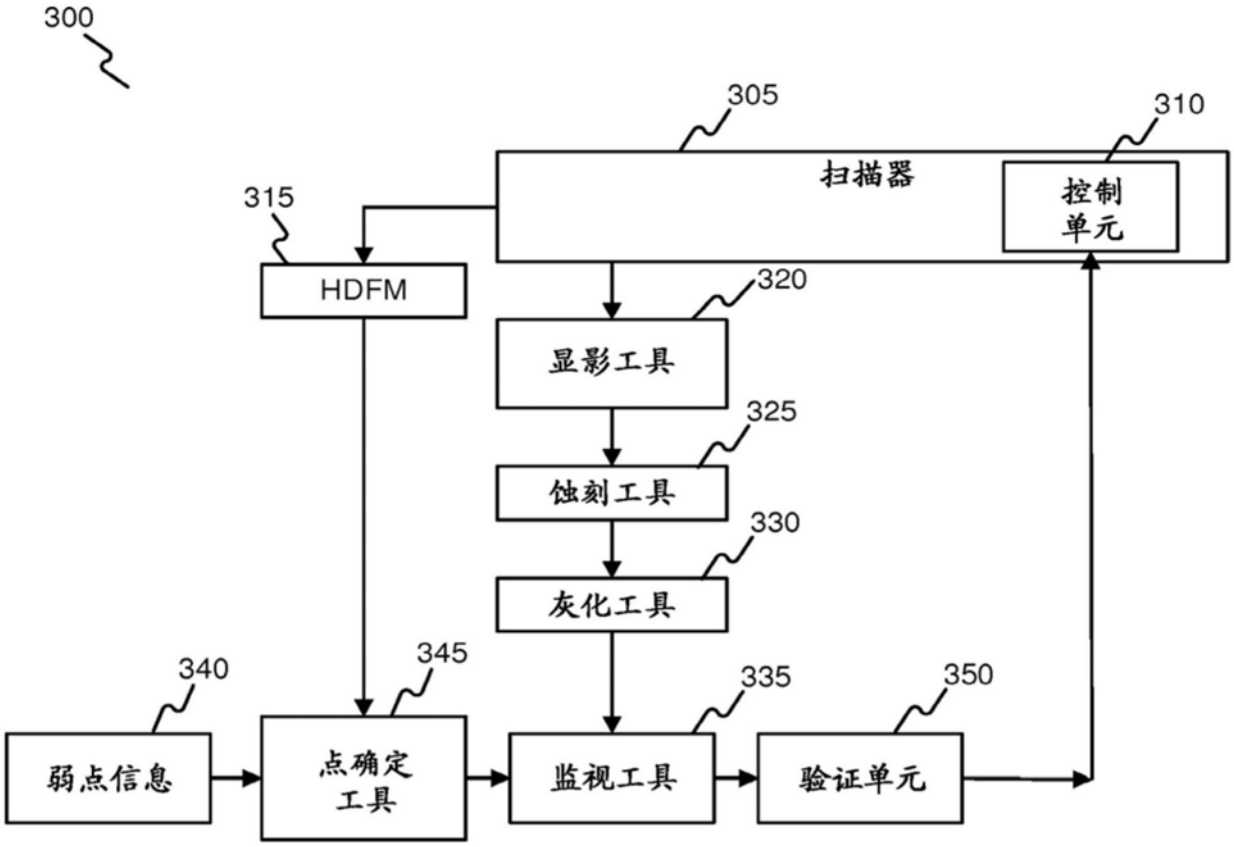

300
305
310
扫描器
控制
单元
315
HDFM
320
显影工具
325
蚀刻工具
330
灰化工具
340
345
335
350
弱点信息
点确定
工具
监视工具
验证单元

图3

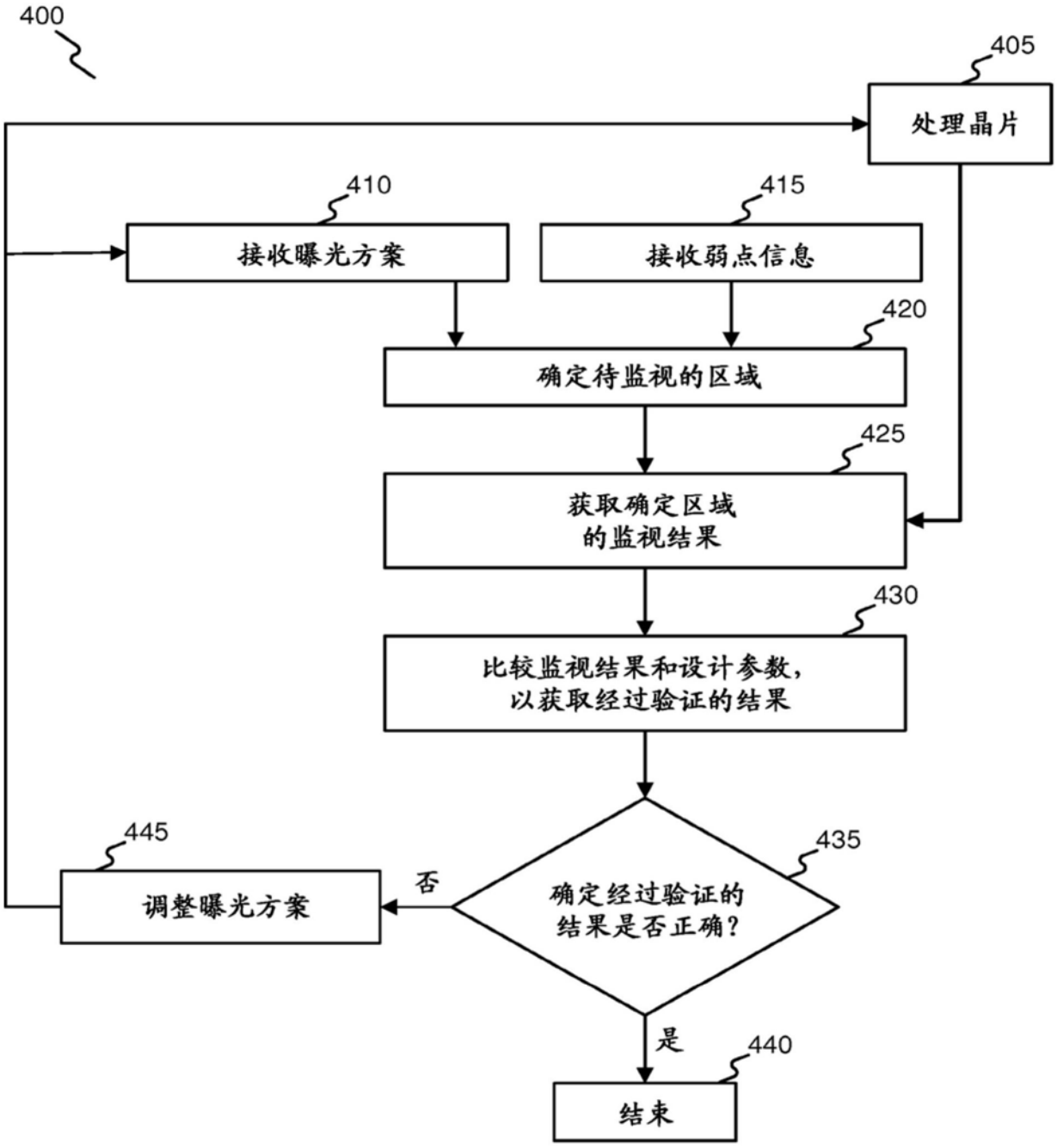

400
405
处理晶片
410
接收曝光方案
415
接收弱点信息
420
确定待监视的区域
425
获取确定区域
的监视结果
430
比较监视结果和设计参数，
以获取经过验证的结果
435
确定经过验证的
结果是否正确？
否
445
调整曝光方案
是
440
结束

图4

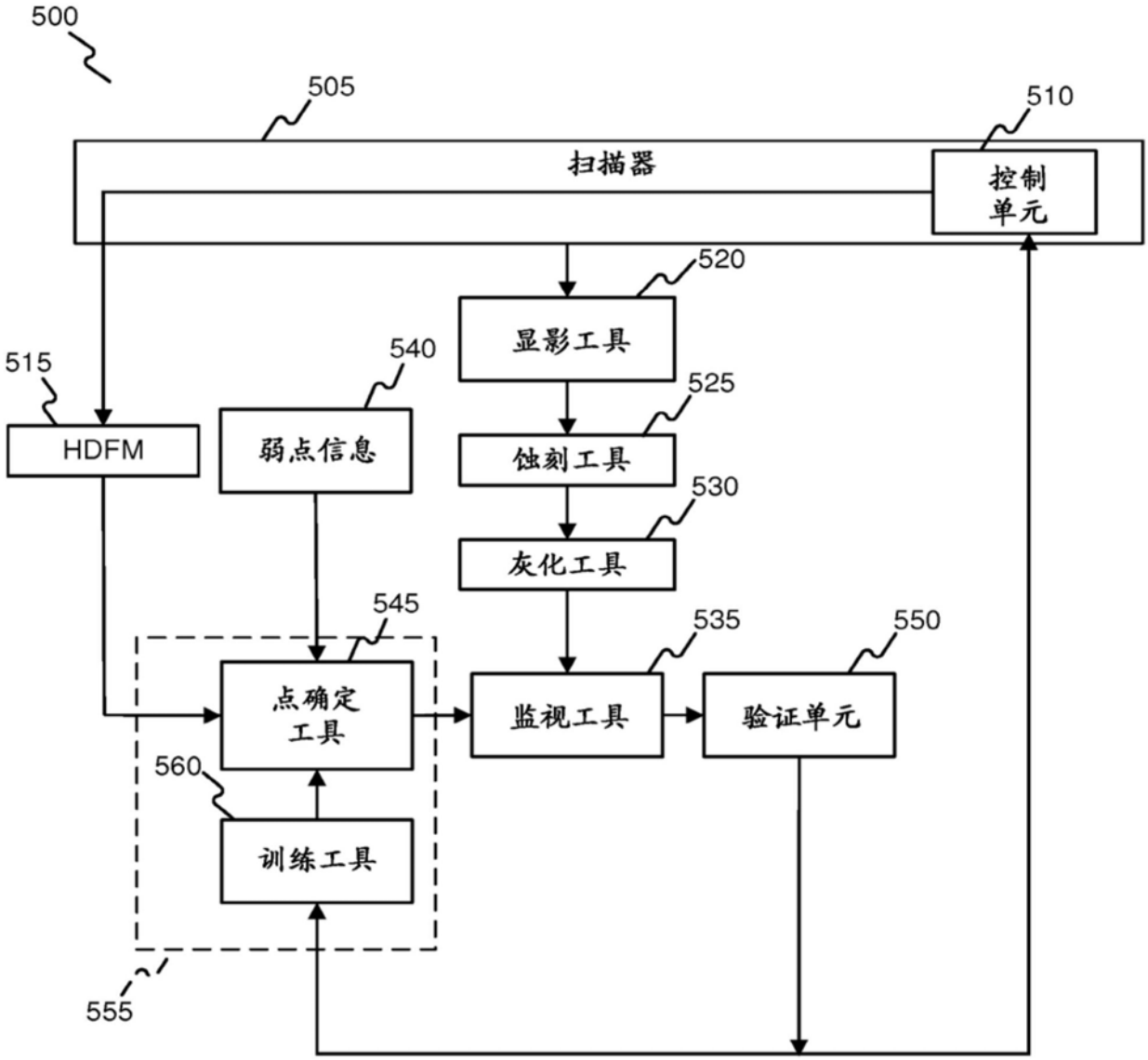

500
505
510
扫描器
控制
单元
520
显影工具
515
540
HDFM
弱点信息
525
蚀刻工具
530
灰化工具
545
535
550
点确定
工具
监视工具
验证单元
560
训练工具
555

图5

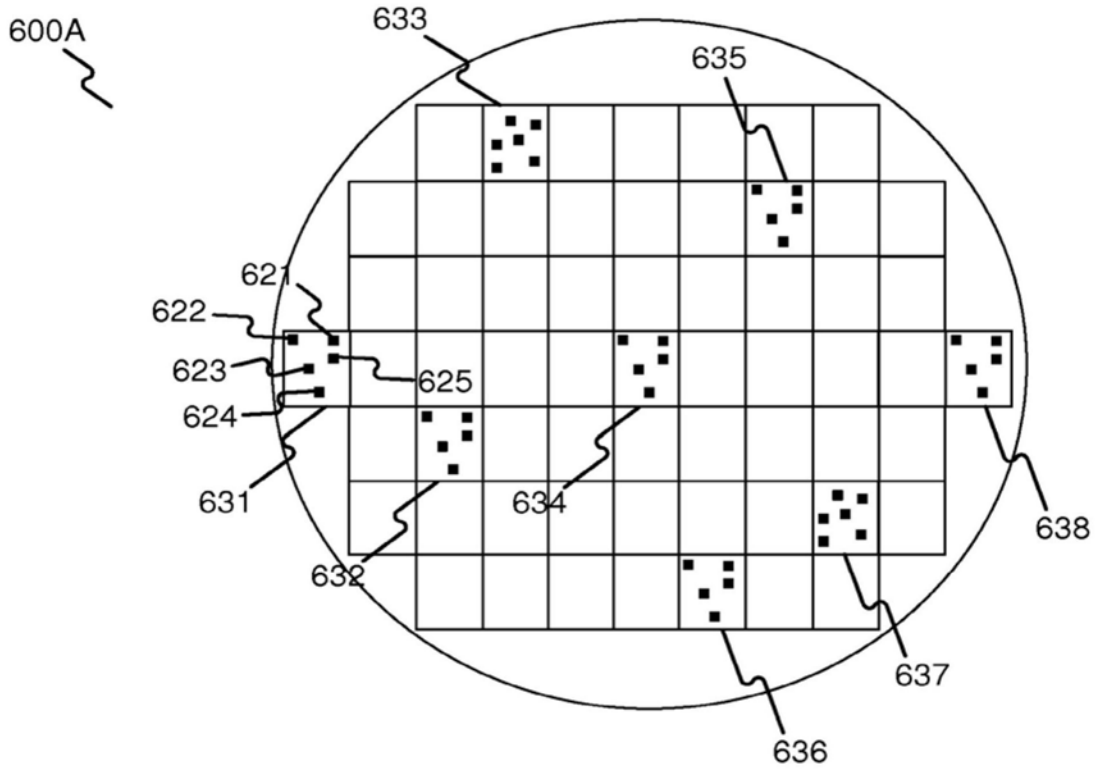

600A
633
635
621
622
623
625
624
631
634
638
632
637
636

图6A

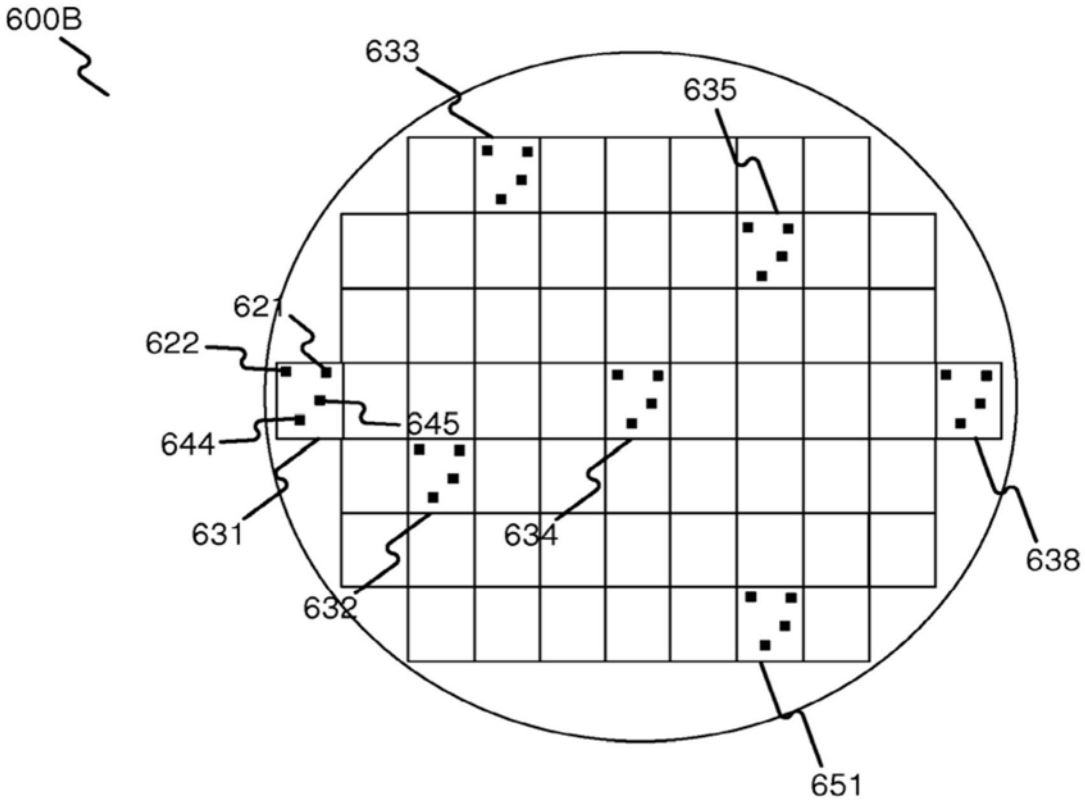

600B
633
635
621
622
645
644
631
634
638
632
651

图6B

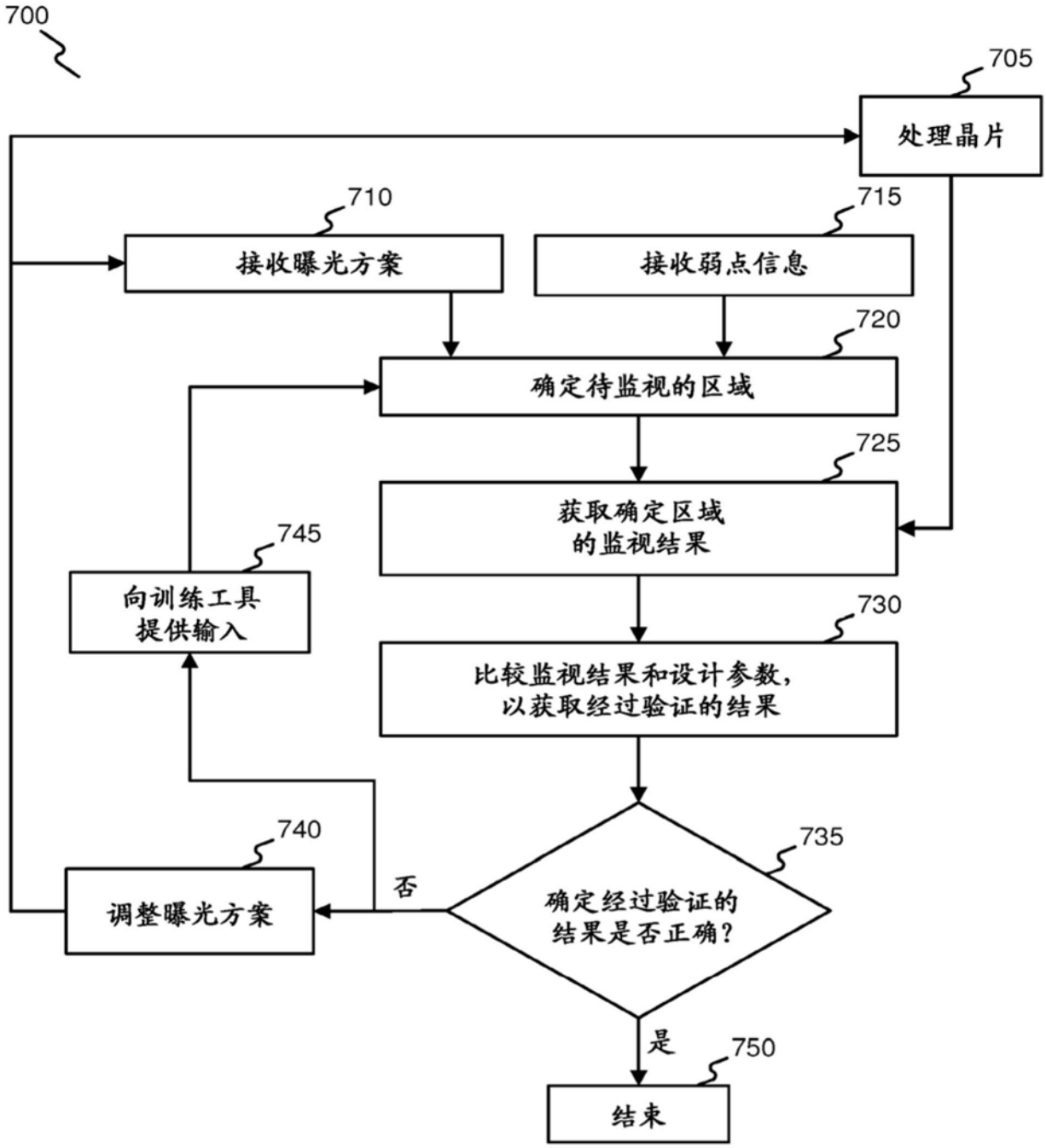

700
705
处理晶片
710
接收曝光方案
715
接收弱点信息
720
确定待监视的区域
725
获取确定区域
的监视结果
745
向训练工具
提供输入
730
比较监视结果和设计参数，
以获取经过验证的结果
740
调整曝光方案
否
735
确定经过验证的
结果是否正确？
是
750
结束

图7