

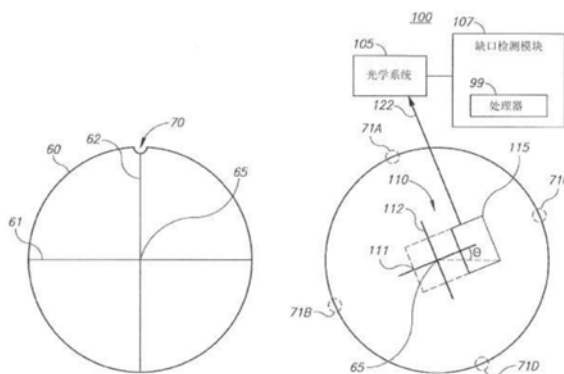


(45)授權公告日 2020.04.14

地址 美国加利福尼亚州

晶片缺口检测

本发明提供用于高效估计晶片缺口的位置的缺口检测方法及模块。捕获晶片的指定区域的图像,在所述所捕获图像的被转换为极坐标的变换中识别主角。接着,从所述经识别主角将晶片轴恢复为所述所捕获区域中的几何基元的主定向。所述所捕获区域可经选择为包含所述晶片的中心及/或增强对所述轴的识别及恢复的特定图案。可使用多个图像及/或区域以优化图像质量及检测效率。



1. 一种晶片缺口检测的方法,其包括:
用成像装置捕获所述晶片的至少一个指定区域的图像;
用一或多个处理器执行深蚀道定向程序,包括:
执行所述图像的变换,
将所述图像的所述变换转换到极坐标,及
基于在所述成像装置的视野中的几何基元的定向确定所述缺口的多个候选位置;及
用一或多个处理器通过在所述多个候选位置的至少一部分上执行一或多个缺口图案搜索识别所述缺口的位置。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述基于在所述成像装置的视野中的几何基元的定向确定所述缺口的多个候选位置包括:基于在所述成像装置的视野中的几何基元的主定向确定所述缺口的多个候选位置。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述晶片的所述指定区域包含所述晶片的中心。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述变换是二维离散傅里叶变换。
5. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括:
用一或多个处理器执行锚定点检测程序。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述用一或多个处理器通过在所述多个候选位置的至少一部分上执行一或多个缺口图案搜索识别所述缺口的位置包括沿着至少一个所导出晶片定向搜索至少一个指定缺口图案。
7. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括:
用一或多个处理器执行锚定点训练程序,其中所述锚定点训练程序包括搜索及界定将在所述图像中捕获的至少一个独特图案以促进缺口识别。
8. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括:
捕获多个图像;及
根据图像特性从所述多个图像选择图像以用于进一步处理。
9. 根据权利要求3所述的方法,其中所述晶片的中心包含一或多个图案化结构,其中所述图案化结构与所述晶片的一或多个轴对准。
10. 根据权利要求8所述的方法,其中所述多个图像从所述晶片的不同部分捕获。
11. 根据权利要求1所述的方法,其中所述成像装置包括计量系统内的相机。
12. 一种晶片缺口检测系统,其包括:
光学系统,其中所述光学系统经配置以捕获晶片的至少一个选定区域的图像;
计算机处理器,其经配置以:
从所述光学系统接收晶片的至少一个指定区域的所述图像,
执行深蚀道定向程序,包括:执行所述图像的变换、将所述图像的变换转换到极坐标、及基于在成像装置的视野中的几何基元的定向确定所述缺口的多个候选位置;
其中,所述计算机处理器进一步经配置以:通过在所述多个候选位置的至少一部分上执行一或多个缺口图案搜索识别所述缺口的位置。
13. 根据权利要求12所述的缺口检测系统,其中所述变换是二维离散傅里叶变换。
14. 根据权利要求12所述的缺口检测系统,其中所述计算机处理器进一步经配置以执行锚定点检测程序。

15. 根据权利要求14所述的缺口检测系统,其中所述计算机处理器进一步经配置以通过在所述多个候选位置的至少一部分少执行一或多个缺口图案搜索识别所述缺口的位位置,所述执行一或多个图案搜索包括沿着至少一个所导出晶片定向搜索至少一个指定缺口图案。

16. 根据权利要求12所述的缺口检测系统,其中所述计算机处理器进一步经配置以执行锚定点训练程序,其中所述锚定点训练程序包括搜索及界定将在所述图像中捕获的至少一个独特图案以促进缺口识别。

17. 根据权利要求12所述的缺口检测系统,其中所述光学系统经配置以捕获多个图像,其中所述计算机处理器经配置以根据一或多个图像特性从所述多个图像选择图像以用于进一步处理。

18. 根据权利要求12所述的缺口检测系统,其中所述晶片的中心包含一或多个经图案化结构,其中所述经图案化结构与所述晶片的一或多个轴对准。

19. 根据权利要求17所述的缺口检测系统,其中所述多个图像从所述晶片的不同部分捕获。

20. 根据权利要求12所述的缺口检测系统,其中所述光学系统包括计量系统内的光学系统。

晶片缺口检测

[0001] 相关申请案交叉参考

[0002] 本申请案主张2014年2月12日提出申请的美国临时专利申请案第61/939,131号的权益,所述临时专利申请案以全文引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及半导体技术的领域,且更特定来说,涉及晶片缺口的位置的识别。

背景技术

[0004] 通常,晶片定向通过缺口的位置来传达,所述缺口的位置指示晶片的晶体定向。在现有技术中,基于缺口定向的晶片定向计算为耗费时间的,这是因为其需要在360度的全角度范围中的详尽搜索。通常,仅基于缺口的晶片定向的结果在准确度方面受限制且需要耗费时间的“精细对准”的额外步骤。为避免长机械移动,现有解决方案中的一些解决方案需要额外硬件(例如额外传感器),或在其视野内覆盖晶片的大部分的额外相机或数个相机。所有所述展现增加的复杂性及成本。

发明内容

[0005] 本发明的一个方面提供一种估计晶片缺口的位置的方法,所述方法包括:捕获所述晶片的一或多个指定区域的图像;在所述所捕获图像的被转换为极坐标的变换中识别主角;及从经识别主角恢复一或多个晶片轴。

[0006] 本发明的这些、额外及/或其它方面及/或优点在以下详述描述中加以陈述;可能从详细描述可推论;及/或可通过实践本发明加以学习。

附图说明

[0007] 为更好地理解本发明的实施例且展示可如何实施本发明的实施例,现在将仅以实施例方式参考附图,在全部附图中,相似编号标示对应元件或区段。

[0008] 在附图中:

[0009] 图1是根据本发明的一些实施例的晶片的高级示意性图解说明,其中所述晶片的缺口及缺口检测模块与计量系统中的光学系统相关联。

[0010] 图2是根据本发明的一些实施例的可由缺口检测模块操作的深蚀道定向算法中的中间步骤的高级示意性图解说明。

[0011] 图3是根据本发明的一些实施例的显示增加的噪声级的深蚀道定向算法可应用到其上的示范性输入的图解说明。

[0012] 图4是根据本发明的一些实施例的用于根据其特性选择的来自不同晶片区域的示范性输入图像的图解说明。

[0013] 图5是根据本发明的一些实施例的方法的高级示意性流程图。

具体实施方式

[0014] 在陈述详细描述之前,陈述下文中将使用的特定术语的定义可为有帮助的。

[0015] 如本申请案中所使用的图像中的术语“几何基元”是指图像中的基本形式、对象及图案,例如线、简单形状或反复出现的元素。

[0016] 如本申请案中所使用的术语“深蚀道定向”是指图像中的几何基元(例如,相对于给定栅格)的定向。如本申请案中所使用的术语“深蚀道定向算法”是指导出深蚀道定向的方式。

[0017] 进一步注意,在一个晶片轴与其它晶片轴之间且分别在到一个晶片轴的主角与到其它晶片轴的主角之间存在强几何相关性。几何学上,如同相对于晶片轴的主角一样,晶片轴通过 90° 的倍数分离。因此,在以下描述中,关于一个晶片轴及/或一个主角的任何方面应理解为可能关于任何数目个晶片轴及/或主角。举例来说,可相对于一或多个晶片轴实施任何定向测量。

[0018] 现在详细特定参考图式,应强调,所展示细节为仅通过实例方式且仅出于说明性论述本发明的优选实施例的目的,且是为提供认为是对本发明的原理及概念方面的最有用且易于理解的描述而呈现。就此来说,所展示本发明的结构细节的详细程度仅为对本发明的基本理解所必需的,利用附图进行的说明使所属领域的技术人员明了可如何在实践中体现本发明的数种形式。

[0019] 在详细解释本发明的至少一个实施例之前,应理解,本发明在其应用上并不限于在以下描述中所陈述或在图式中所图解说明的构造的细节及组件的配置。本发明可适用于其它实施例或以各种方式实践或实施。此外,应理解,本文中所采用的措辞及术语是出于描述的目的且不应视为具有限制性。

[0020] 提供用于高效估计晶片缺口的位置的缺口检测方法及模块。捕获晶片的指定区域的图像,在所捕获图像的被转换为极坐标的变换中识别主角。接着,从经识别主角将晶片轴恢复为所捕获区域中的几何基元的主定向。所捕获区域可经选择为包含晶片的中心及/或增强对轴的识别及恢复的特定图案。可使用多个图像及/或区域以优化图像质量及检测效率。通过同时最小化算法复杂性及视觉系统相对于晶片的机械移动而在最短时间中以高准确度测量晶片的角定向。可在不直接感测缺口位置的情况下隐式地检测所述缺口位置。特定实施例克服由工具架构产生的挑战,例如:视觉系统的有限视野及用于相对于晶片横向及旋转两者定位相机的耗费时间的机械移动,以及由各种类型的噪声导致的图像损坏。

[0021] 假定在程序开始时晶片的定向为任意的且从卡盘中心的晶片偏差限制于2mm误差。可在系统中作为“串列(Train)”或“行程(Run)”序列的部分来触发晶片定向的计算。“行程”序列的时间优化是最关键的,这是因为其直接影响工具的吞吐量。所揭示模块及方法使用深蚀道定向算法以将定向及缺口位置的搜索空间减小到四个点,举例来说,可使用用于深蚀道定向的稳健算法以使得能够跳过精细对准步骤。此外,可使用锚定点以避免从晶片的中心的长机械移动,如下文所描述。

[0022] 图1是根据本发明的一些实施例的晶片60的高级示意性图解说明,其中所述晶片的缺口70及缺口检测模块107与计量系统100中的光学系统105相关联。应注意,所揭示方法及模块可应用于半导体工业中除计量系统以外的其它系统且计量系统仅在本发明中用作非限制性实例。

[0023] 晶片60的定向由其缺口70的位置唯一界定。印刷于晶片60上的装置的周期性布局及裸片的边界沿着笛卡儿(Cartesian)轴61、62对准,其中缺口70在y轴62的端点处。

[0024] 代替(例如,通过利用相应轴61、62及中心65使整个晶片60成像或使晶片外围成像)在晶片60的外围处以视觉方式检测缺口70,缺口检测模块107仅使晶片60的中心区域115(其可包含或不包含晶片中心65)成像(110),且从经成像区域导出晶片轴61、62的定向111、112。举例来说,中心区域115可包括具有相对于晶片的中心65的已知位置的独特图案。缺口检测模块107使用所导出定向111、112来建议缺口70的可能位置(71A到71D),且在特定实施例中还继续进行以确定位置71A到71D中的哪一者为实际缺口位置。中心区域115的图像110可(例如)根据图像质量、导出质量而选自多个图像110及/或多个区域115,或来自多个图像110及/或多个区域115的导出图像可经统计分析以导出较准确位置估计。

[0025] 在特定实施例,可发现主轴61、62的定向多达 90° 的整数倍,从而使缺口70的确切位置将界定为四个可能位置71A到71D中的一个位置。在特定实施例,可在恢复晶片定向时靠近晶片60的中心65或在所述中心处将图案分析应用于区域115以避免长机械移动。

[0026] 缺口检测模块107可实施定向计算任务的以下组成部分中的任一者:

[0027] i. 可使用“深蚀道定向算法”以在成像装置100的视野(FOV)中发现几何基元(举例来说,相对于在晶片60的所估计中心处获取的图像110)的主定向(由角 θ 标示)。

[0028] ii. “缺口检测算法”可包括根据所检测定向111、112在晶片60的边缘处在多达(四个中的)三个可能位置71A到71D中搜索指定缺口图案。

[0029] iii. “锚定点训练算法”可包括(例如,在紧密靠近晶片60的中心65处)搜索及界定用于选择区域115的独特图案。

[0030] iv. “锚定点检测算法”可包括对靠近晶片60的中心65的锚定点模板进行图案搜索,作为锚定点训练算法的基础。

[0031] 应注意,对深蚀道定向的估计且因此对晶片轴的定向的估计可通过其本身而实施。另外,可在不应用缺口区域的直接成像的情况下,应用对缺口位置的估计及/或对锚定点或图案作为缺口位置的代替物的使用来从深蚀道定向导出缺口位置。

[0032] 图2是根据本发明的一些实施例的可由缺口检测模块107操作的深蚀道定向算法101中的中间步骤的高级示意性图解说明。在特定实施例,深蚀道定向算法101依赖于傅里叶(Fourier)域中的图像分析。不同于其它基于边缘的方法,发明人发现此方法对有噪声、离焦且低对比度的输入(图像110)极为快速且稳健。在图2中图解说明所提出算法101的步骤。

[0033] 在所捕获图像122(展示于示意性晶片坐标中且标示为 $I(x, y)$)后,即刻应用2D(二维)离散傅里叶变换且计算傅里叶系数的绝对值并将傅里叶系数的绝对值呈现为图像124,表示为 $J(w, u)$ 。接着,将 $J(w, u)$ 转换为极坐标以产生 $J_P(r, \theta)$ (图解说明于图像126中)且其到 θ 轴128上的正交投射用于使用分离 90° 的所得峰值来恢复定向,从而得出 θ 及 $\theta+90^\circ$ 。导出 θ ,可从所捕获图像122产生经旋转图像130,其中经旋转图像130由全等于晶片轴61、62的定向111、112表征。缺口70位于定向111、112中的一者的端中的一者处。在特定实施例,定向111、112与晶片轴61、62之间的相对角(在 θ 71A、 $\theta+90^\circ$ 71C、 $\theta+180^\circ$ 71D及 $\theta+270^\circ$ 71B当中)的模糊可经由缺口图案搜索(在“串列”序列中)或锚图案搜索(在“行程”序列中)解决,缺口图案搜索及锚图案搜索两者均可能实施为在已知尺度及定向的情况下的多尺度刚性模板匹

配。

[0034] 发明人已执行准确度及时间要求分析,此在下文中通过演示所提出深蚀道定向方法101的稳健性以消除对任何额外精细对准步骤的需要的几个实验结果而例示。

[0035] 图3是根据本发明的一些实施例的显示增加的噪声级的深蚀道定向算法101可应用到其上的示范性输入150的图解说明。深蚀道定向算法101以变化级的经合成添加噪声应用于输入图像122上(单个行程)以产生具有增加的噪声级的图像122A到122F(黑白图解说明漏失色彩编码的信息中的一些,尤其在图像122C、122D中)。使输入图像122的强度的平均值及标准偏差标准化为介于0与1之间,其中噪声标准偏差介于从0(122A,针对具体图解说明的实例得出准确 $\theta = -40.481^\circ$)到1(122B, $\theta = -40.486^\circ$)、2(122C, $\theta = -40.471^\circ$)及4到6(122D到122F,分别 $\theta = -40.486^\circ$ 、 $\theta = -40.504^\circ$ 及 $\theta = -45.000^\circ$)的范围内。因此,发明人观察到即使在具有标准偏差5的极重经添加白色噪声下(122E),从深蚀道定向算法101及/或缺口检测模块107所得的 θ 的误差仍比 0.25° 小得多,此实际上在许多情况下消除系统100中的精细对准的需要。

[0036] 图4是根据本发明的一些实施例的用于根据其特性选择图像122的来自不同晶片区域115的示范性输入图像155的图解说明。应注意,不同晶片区域115可包括在一个晶片60上或不同晶片60上的不同区域。

[0037] 在特定实施例中,多个图像122G到122J可从晶片上的不同区域115捕获且一或多个图像122可通过用于应用缺口检测分析(例如深蚀道定向算法101)的缺口检测模块107而从不同区域115选择。在所图解说明的非限制性实例155中,输入图像122G到122J可在晶片60上在指定数目个不同位置处以任意定向获取。由于在各获取之间不应用晶片60的额外旋转,因此预期定向结果(θ 及/或缺口位置)相同以使得可比较来自多个图像122的结果并(例如)通过测量所述结果的散射度量而在统计上分析所述结果。可针对数个晶片60、以各种定向、在各种成像条件(对比度及焦点)下重复实验以优化对区域115的选择。另外,比较基于边缘的算法(EB)与基于傅里叶变换的算法(FTB)101图解说明了后者的优越性。

[0038] 在取自不同晶片60及/或不同区域115的29个图像122中,且关于(经测量角 θ 的)范围 $>0.3^\circ$ 及(经测量角 θ 的)标准偏差 $>0.2^\circ$ 的准确度度量,所有FTB测量均符合两个度量,而分别在11个及9个EB测量中,超过度量的阈值。图4举例图解说明图像122G遭受不充足照明及低对比度(在FTB中 $\theta_{\text{range}} = 0.050\theta_{\text{STD}} = 0.018$,而在EB中 $\theta_{\text{range}} = 0.200\theta_{\text{STD}} = 0.057$)、图像122H遭受饱和及低对比度(在FTB中 $\theta_{\text{range}} = 0.112\theta_{\text{STD}} = 0.032$,而在EB中 $\theta_{\text{range}} = 0.400\theta_{\text{STD}} = 0.119$)、图像122I离焦(在FTB中 $\theta_{\text{range}} = 0.031\theta_{\text{STD}} = 0.032$,而在EB中 $\theta_{\text{range}} = 0.780\theta_{\text{STD}} = 0.266$)且图像122J展现非典型晶片设计(在FTB中 $\theta_{\text{range}} = 0.105\theta_{\text{STD}} = 0.032$,而在EB中 $\theta_{\text{range}} = 0.390\theta_{\text{STD}} = 0.168$),所有图像均展现所揭示本发明的较好性能。应注意,甚至对于离焦及低对比度输入122以及在对比度远低于需要额外细化步骤的极限的情形下,深蚀道定向算法101的结果也稳定。进一步注意,尽管从理论上的观点看,最耗费时间的操作者是傅里叶变换($O(N \log N)$,其中N是输入图像122中的像素的数目),但实际上,与光学系统105中的相机相对于晶片60的机械移动所需的时间相比,计算时间可忽略。

[0039] 图5是根据本发明的一些实施例的方法200的高级示意性流程图。方法200包括估计晶片缺口的位置(阶段210)且可至少部分地通过至少一个计算机处理器实施(阶段280)。

[0040] 方法200可包括捕获晶片的指定区域的图像(阶段220),例如,捕获晶片的中心区

域的图像(阶段222)且可能捕获多个图像并根据图像特性选择图像以用于进一步处理(阶段225)。方法200可采用任何算法以用于在成像装置100的视野(FOV)中发现几何基元(举例来说,相对于在晶片60的所估计中心处获取的图像110)的主定向(由角 θ 标示)(阶段228)。

[0041] 方法200可进一步包括变换所捕获图像(阶段230)、计算所捕获图像的傅里叶变换系数(阶段235)、将经变换图像转换为极坐标(阶段240)及正交投射转换的经变换图像(阶段245),且可进一步包括在所捕获图像的被转换为极坐标的变换中识别主角(阶段250)。

[0042] 在特定实施例中,方法200包括从经识别主角恢复晶片轴(阶段260)及(举例来说,通过沿着经恢复晶片轴搜索指定缺口图案(阶段272)、通过(例如,在紧密靠近晶片的中心处)搜索及界定将在图像中捕获的独特图案,此允许进行缺口识别(阶段274)以及所捕获区域的相应选择及/或通过对指示定位缺口所沿着的轴的锚定点模板进行图案搜索(阶段276))从经恢复晶片轴识别晶片缺口(阶段270)。

[0043] 有利地,使用深蚀道定向101来计算晶片定向将定向的搜索空间缩小到四个可能性且上文所例示的深蚀道定向101的质量消除对精细对准步骤所需的额外时间的需要。相继地,使用锚定点允许执行短机械移动来识别方形,即,且分别识别定位缺口所沿着的轴。举例来说,接近于晶片的中心的锚定点可经选择以允许光学头的很少行进或不行进,此相对于到晶片的边缘处的缺口的位置的现有技术移动为有利的。因此,方法200需要短冲程移动且因此较短操作时间。

[0044] 在以上描述中,实施例是本发明的实例或实施方案。“一个实施例”、“一实施例”、“特定实施例”或“一些实施例”的各种出现未必全部是指同一实施例。

[0045] 虽然本发明的各种特征可在单个实施例的上下文中描述,但所述特征还可单独地或以任何适合组合提供。相反地,虽然为清晰起见,本发明可在本文中在单独实施例的上下文中描述,但实施例还可实施于单个实施例中。

[0046] 本发明的特定实施例可包含来自上文所揭示的不同实施例的特征,且特定实施例可并入来自上文所揭示的其它实施例的元件。在特定实施例的上下文中对本发明的元件的揭示并不视为限制其仅用于特定实施例中。

[0047] 此外,应理解,本发明可以各种方式实施或实践且本发明可在除以上描述中概述的实施例以外的特定实施例中实施。

[0048] 本发明并不限于所述图式或对应描述。举例来说,流程不需要移动经过每一所图解说说明方框或状态,或以与所图解说说明及描述完全相同的次序。

[0049] 本文中所使用的技术及科学术语的意义将如由本发明所属领域的技术人员通常所理解,除非另有定义。

[0050] 尽管已关于有限数目个实施例描述本发明,但这些实施例不应视为对本发明的范围的限制,而应视为优选实施例中的一些实施例的范例。其它可能变化形式、修改及应用也在本发明的范围内。因此,本发明的范围不应由目前已描述的内容限制,而是由所附权利要求书及其法定等效形式限制。

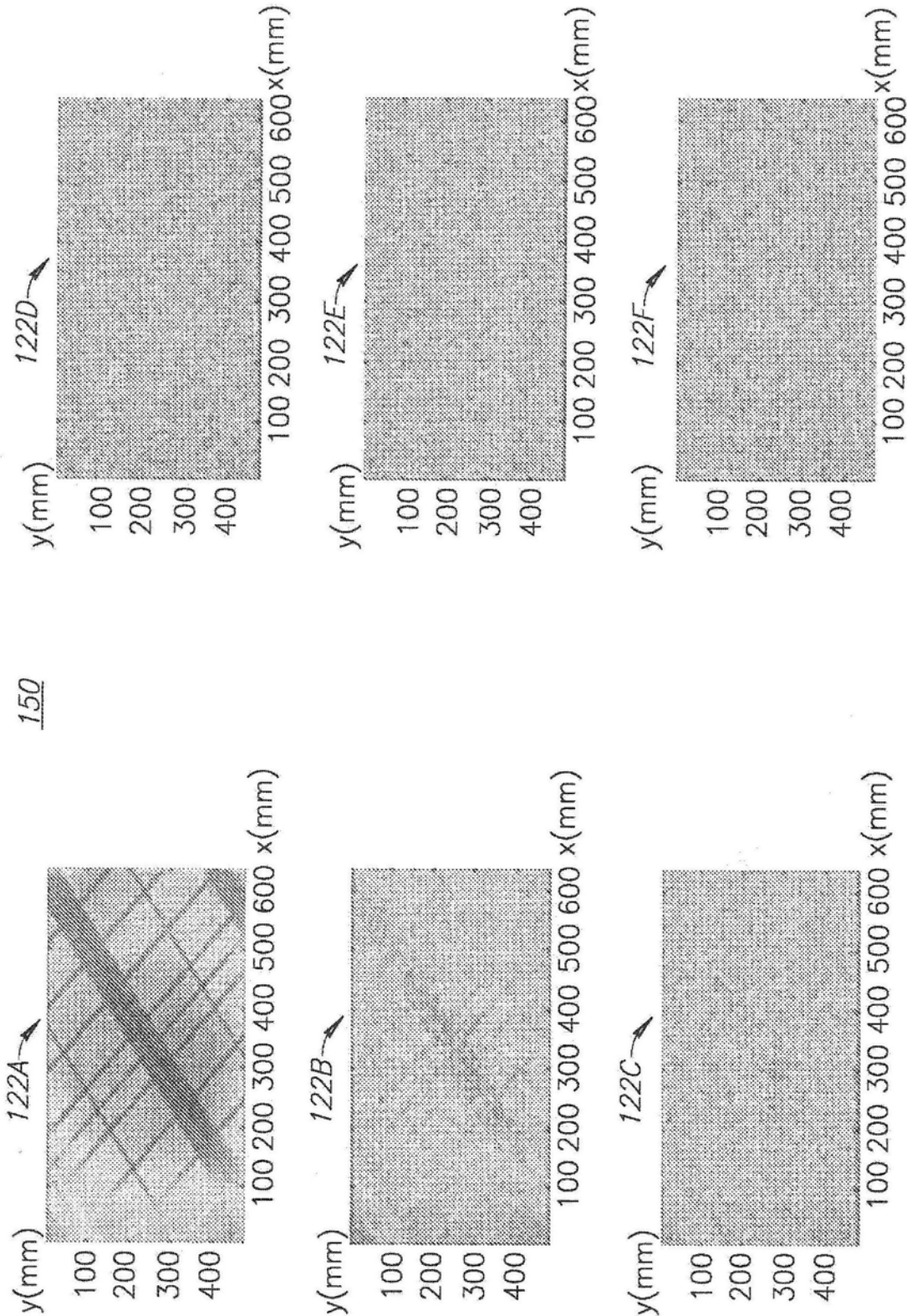


图3

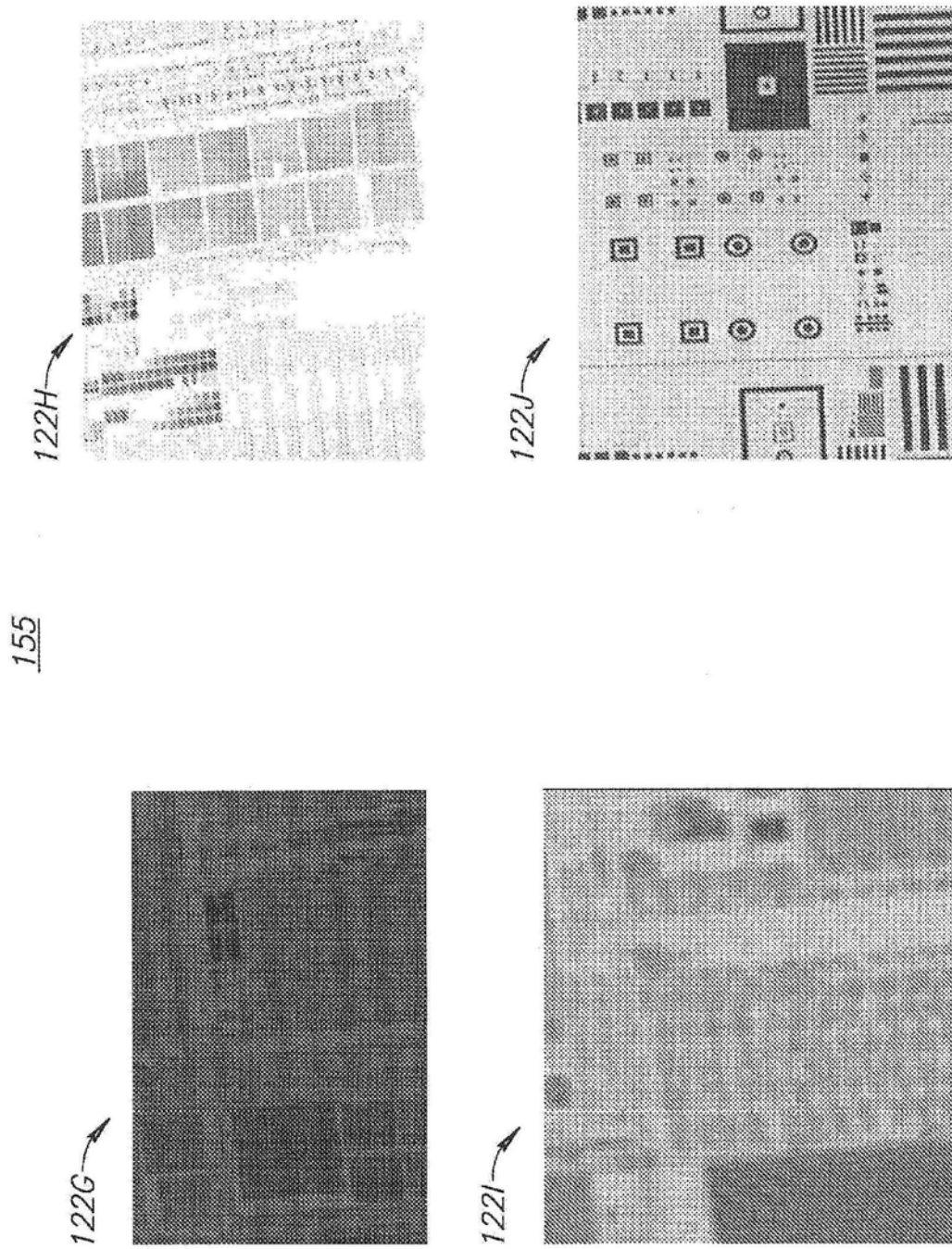


图4

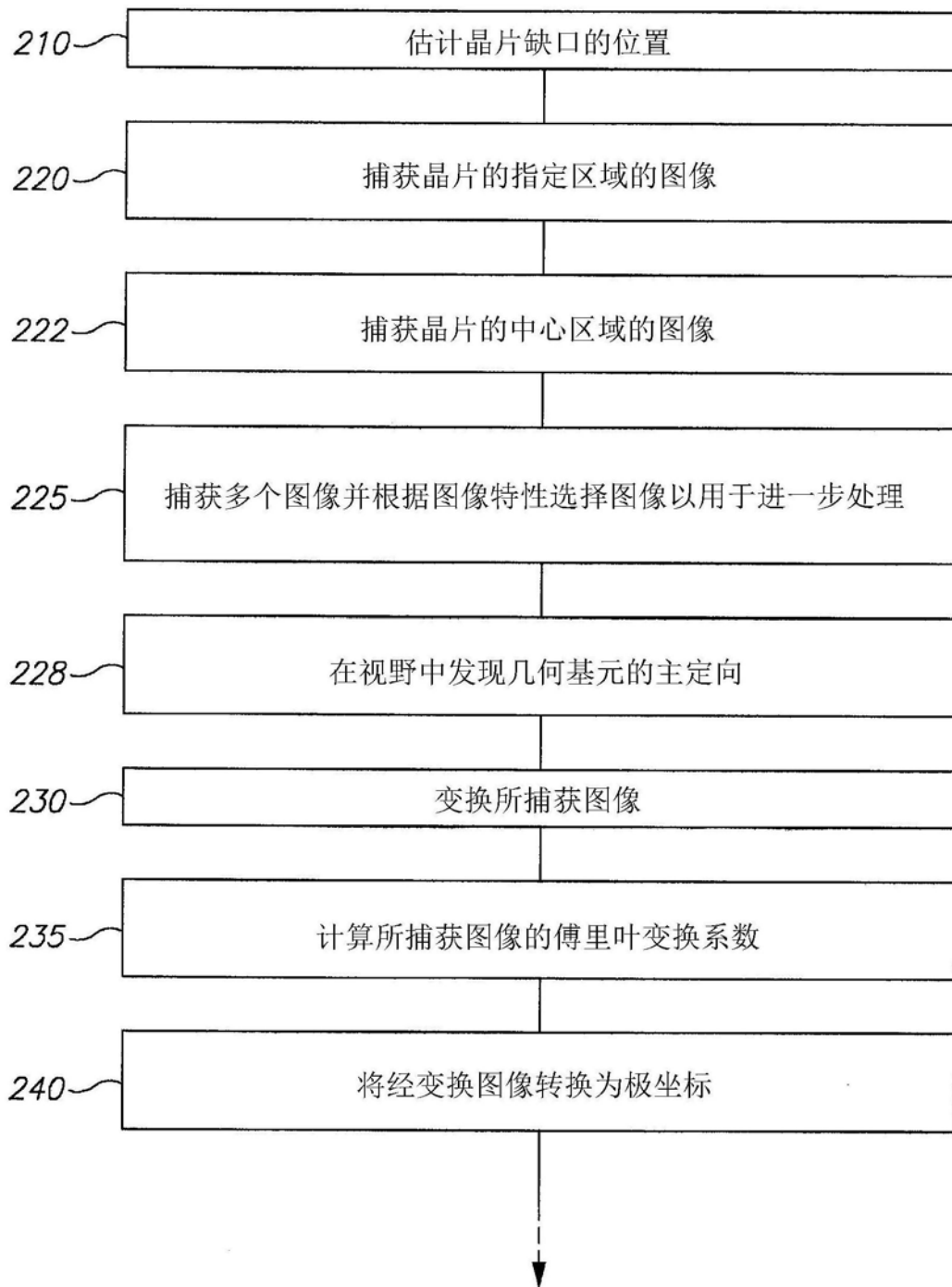
200

图5

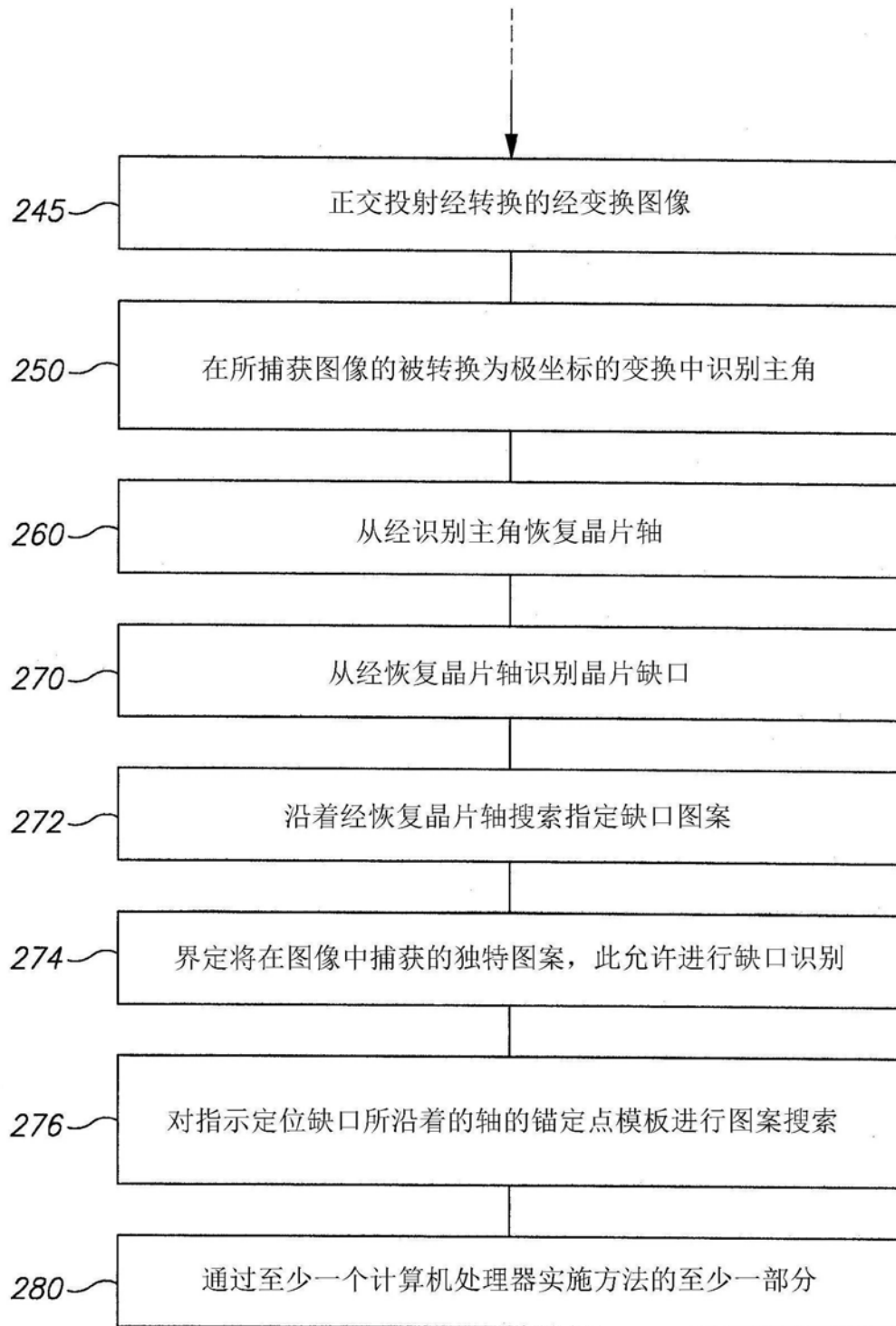


图5(续1)