(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118974567 A
(43)申请公布日 2024.11.15

(21)申请号 202380031696.1
(22)申请日 2023.02.01
(30)优先权数据
2022-063826 2022.04.07 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.09.29
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/003162 2023.02.01
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/195216 JA 2023.10.12
(71)申请人 株式会社岛津制作所
地址 日本
(72)发明人 平出雅人 藤野敬太 山崎贤治 黑田古都美
(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277
专利代理师 刘新宇 张文慧
(51)Int.Cl.
G01Q 30/04(2006.01)

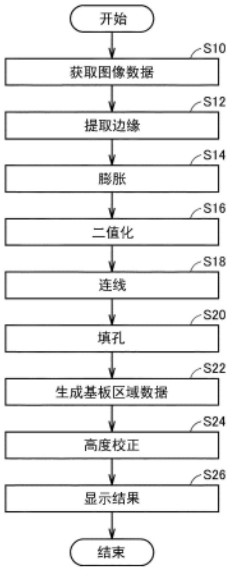
权利要求书1页 说明书10页 附图10页

(54)发明名称

数据处理方法、程序、图像处理装置以及扫描型探针显微镜

(57)摘要

计算机(132)获取图像数据(步骤S10),从该图像数据提取与邻接像素的比较结果满足是边缘的条件的像素来作为边缘像素(步骤S12),通过实施使由该边缘像素构成的边缘膨胀的膨胀处理来生成第一数据(步骤S14)。然后,计算机(132)使用上述的第一数据来生成用于在试样中确定与基板相对应的区域的第二数据(步骤S22)。



CN 118974567 A

1.一种数据处理方法,对基于扫描型探针显微镜的测定而生成的包括基板和该基板上的构造物的试样的图像数据进行处理,所述数据处理方法包括以下步骤:

获取所述图像数据;

从所述图像数据提取与邻接像素的比较结果满足是边缘的条件的像素来作为边缘像素;

通过对所述图像数据实施使由所述边缘像素构成的边缘膨胀的膨胀处理来生成第一数据;以及

使用所述第一数据来生成用于在所述试样中确定与所述基板相对应的区域的第二数据。

2.根据权利要求1所述的数据处理方法,其中,

所述膨胀处理包含最大值处理。

3.根据权利要求1所述的数据处理方法,其中,

还包括以下步骤:根据所述图像数据来对除了通过所述第二数据确定的区域以外的区域进行填充用的数据的填充,由此生成表示仅基板的图像的第三数据。

4.根据权利要求3所述的数据处理方法,其中,

生成所述第三数据的步骤包括以下处理:利用所述图像数据中的通过所述第二数据确定的区域的像素值来生成所述填充用的数据。

5.根据权利要求3所述的数据处理方法,其中,

生成所述第三数据的步骤包括以下处理:通过使用所述第三数据实施针对所述图像数据的倾斜校正,来生成第四数据。

6.根据权利要求5所述的数据处理方法,其中,还包括以下步骤:

在所述第四数据中确定所述图像数据中的与所述构造物相对应的区域;以及

生成从所述图像数据提取所确定出的与所述构造物相对应的区域而得到的构造物数据。

7.根据权利要求1所述的数据处理方法,其中,

还包括以下步骤:从所述图像数据提取通过所述第二数据确定的区域,由此生成构造物数据。

8.根据权利要求6所述的数据处理方法,其中,

还包括以下步骤:将所述构造物数据与在通过所述第二数据确定的区域中具有背景用的像素的背景用数据进行组合,由此生成浏览用数据。

9.根据权利要求1所述的数据处理方法,其中,

还包括以下步骤:实施针对所述第一数据或起因于所述第一数据的数据的二值化处理,以生成所述第二数据。

10.根据权利要求9所述的数据处理方法,其中,

还包括以下步骤:实施针对被实施所述二值化处理后的图像的连线处理,以生成所述第二数据。

11.一种程序,使计算机实施根据权利要求1所述的数据处理方法。

12.一种图像处理装置,实施根据权利要求1所述的数据处理方法。

13.一种扫描型探针显微镜,具备根据权利要求12所述的图像处理装置。

数据处理方法、程序、图像处理装置以及扫描型探针显微镜

技术领域

[0001] 本发明涉及一种由扫描型探针显微镜获得的图像的处理。

背景技术

[0002] 扫描型探针显微镜(SPM:Scanning Probe Microscope)使充分地尖锐化的探针充分地接近成为观察对象的试样,一边使探针的高度上上下下以使作用于探针的前端和试样的表面的物理量为恒定,一边通过用探针沿着水平方向扫描试样表面来以高分辨率观察试样表面的凹凸。SPM是指按上述的动作原理来观察试样表面的凹凸的显微镜的总称,作为代表性的SPM,存在将在探针与试样之间流动的电流检测为相互作用的扫描型隧道显微镜(STM:Scanning Tunneling Microscope)、将作用于探针与试样之间的原子力检测为相互作用的原子力显微镜(AFM:Atomic Force Microscope)等。

[0003] 扫描型探针显微镜的表面高度方向上的分辨率高,难以以其分辨率的水准水平地设置试样表面。因而,一般通过对由扫描型探针显微镜获取到的高度图像(下面称为SPM图像)进行高度校正来以使倾斜面为水平的方式进行校正。通过代替提供SPM图像而提供校正后的图像,用户能够更准确地识别试样的表面状态。

[0004] 作为由这样的扫描型探针显微镜获得的图像的处理的一例,在日本特开2019-164090号公报(专利文献1)中示出了测定数据的高度的校正。更具体地说,专利文献1公开了以下技术:提取图像数据中的除了边缘以外的区域的至少一部分来作为基准平面区域,基于属于该基准平面区域的三个点的高度信息来校正测定数据的高度。根据这样的技术,在由包括构造物的基板构成试样的情况下,如果准确地检测出构造物的边缘,则在图像的处理中所利用的三个点属于与基板相对应的区域。即,在图像的处理中利用从与基板相对应的区域中选择出的三个点。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2019-164090号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 在上述那样的技术中,也可能存在未准确地检测出构造物的边缘的情况。在这样的情况下,无法准确地进行对SPM图像的校正,由此,无法向用户提供准确的试样的表面状态。

[0010] 本发明是鉴于涉及到的实际情况而想出的,其目的在于提供一种用于向用户提供准确的试样的表面状态的技术。

[0011] 用于解决问题的方案

[0012] 遵循本公开的某个方面的数据处理方法是对基于扫描型探针显微镜的测定而生成的包括基板和该基板上的构造物的试样的图像数据进行处理的方法,该数据处理方法包

括以下步骤:获取图像数据;从图像数据提取与邻接像素的比较结果满足是边缘的条件的像素来作为边缘像素;通过对图像数据实施使由边缘像素构成的边缘膨胀的膨胀处理来生成第一数据;以及使用第一数据来生成用于在试样中确定与基板相对应的区域的第二数据。

[0013] 遵循本公开的某个方面的程序使计算机实施上述的数据处理方法。

[0014] 遵循本公开的某个方面的图像处理装置实施上述的数据处理方法。

[0015] 遵循本公开的某个方面的扫描型探针显微镜具备上述的图像处理装置。

[0016] 发明的效果

[0017] 根据本公开的某个方面,提供一种用于向用户提供准确的试样的表面状态的技术。

附图说明

[0018] 图1是实施方式1所涉及的扫描型探针显微镜的概要结构图。

[0019] 图2是示出由扫描型探针显微镜观测到的试样的形状的一例的图。

[0020] 图3是示出沿着图2的Y1-Y1线的高度的图表。

[0021] 图4是示出由扫描型探针显微镜观测到的试样的形状的另一例的图。

[0022] 图5是示出沿着图4的Y2-Y2线的高度的图表。

[0023] 图6是示意性地示出对作为扫描型探针显微镜中的观测结果而获得的图像进行的边缘提取的结果的图。

[0024] 图7是示意性地示出使提取出的边缘膨胀的处理的结果的图。

[0025] 图8是示意性地示出二值化处理的结果的图。

[0026] 图9是示意性地示出填孔处理的结果的图。

[0027] 图10是用于示意性地说明基板区域的数据结构的图。

[0028] 图11是示意性地示出扫描型探针显微镜1中的倾斜校正的工序的一部分的图。

[0029] 图12是示意性地示出扫描型探针显微镜1中的倾斜校正的工序的一部分的图。

[0030] 图13是在扫描型探针显微镜1中为了图像处理而实施的处理的一例的流程图。

[0031] 图14是在实施方式2的扫描型探针显微镜1中实施的处理的一例的流程图。

[0032] 图15是在实施方式3的扫描型探针显微镜1中实施的处理的一例的流程图。

具体实施方式

[0033] 参照附图来详细地说明本发明的实施方式。此外,对于图中的相同或相当的部分标注相同的附图标记并且不重复其说明。

[0034] [实施方式1]

[0035] <扫描型探针显微镜的概要结构>

[0036] 图1是实施方式1所涉及的扫描型探针显微镜的概要结构图。扫描型探针显微镜的一例是原子力显微镜。此外,扫描型探针显微镜也可以是其它种类的扫描型探针显微镜(例如扫描型隧道显微镜)。

[0037] 参照图1,扫描型探针显微镜1包括:试样台112,其用于载置试样110;压电扫描器111,其使试样台发生位移;悬臂(cantilever)113,其在前端形成有探针114;位移检测机构

120,其检测悬臂113的位移;反馈信号产生部131;计算机132;扫描信号产生部133;存储装置134;以及显示部135。在一个实现例中,计算机132包括至少一个处理器,存储装置134非暂态(非易失性)地保存由该处理器执行的程序。

[0038] 压电扫描器111包括:Z扫描器111z,其基于电压值Vz来产生Z方向上的位移;以及XY扫描器111xy,其基于电压值Vx、Vy来产生XY方向上的位移。

[0039] 位移检测机构120包括激光二极管115和光电检测器119。在扫描型探针显微镜1中,在使探针114的前端接近试样110来进行表面观察时,从激光二极管115发出的激光被悬臂113背面反射,反射光由光电检测器119接收。当使探针114接近试样110的表面时,悬臂113像板簧那样挠曲,因此在光电检测器119的受光位置处观测挠曲量。

[0040] 反馈信号产生部131接收来自光电检测器119的检测信号。反馈信号产生部131基于检测信号来计算悬臂113的挠曲量。反馈信号产生部131控制试样的Z方向位置以使探针114与试样110表面之间的原子力始终为恒定。反馈信号产生部131基于悬臂113的挠曲量来计算使压电扫描器111沿着Z轴方向发生位移的电压值Vz,并将该电压值Vz输出到Z扫描器111z。

[0041] 扫描信号产生部133按照预先决定的扫描模式来以使试样110在X-Y平面内相对于探针114进行相对移动的方式计算X轴方向的电压值Vx、Y轴方向的电压值Vy,并将该电压值Vx、Vy输出到XY扫描器111xy。

[0042] 反映了Z轴方向的反馈量(对扫描器的施加电压Vz和偏差信号Sd)的信号也被发送到计算机132并被存储于存储装置134中。计算机132基于预先存储于存储装置134中的表示电压Vz同与其相对应的由于试样110的凹凸引起的表面的位移量之间的关系的相关信息,来根据电压Vz计算由于试样110的凹凸引起的表面的位移量。计算机132通过针对X轴、Y轴方向上的各位置计算位移量来再现试样表面的三维图像,并在显示部135的画面上描绘出该三维图像。该三维图像的数据也存储于存储装置134中。数据包含表示X-Y平面上的位置的坐标和该坐标的试样高度。计算机132能够随时读出存储于存储装置134中的三维图像的数据并将该三维图像显示于显示部135。

[0043] 计算机132能够根据需要来进行三维图像的数据的高度校正并使该三维图像显示于显示部135。

[0044] <理想的观测例>

[0045] 图2是示出由扫描型探针显微镜观测到的试样的形状的一例的图。在与图2所示的图像IM 01相对应的试样110中,在基板上配置有16个构造物。16个构造物沿着X轴方向排列四列、沿着Y轴方向排列四列,即以4x4的状态排列。基板的一例是云母板。构造物的一例是生物体试样的纳米颗粒或纳米纤维。此外,它们仅是一例,扫描型探针显微镜1的作为对象的试样(基板、构造物)不限定于它们。

[0046] 图像IM 01的像素的浓淡表示Z轴方向上的高度。浓的像素表示试样的在Z轴方向上更高的位置。淡的像素表示试样的在Z轴方向上更低的位置。

[0047] 图3是示出沿着图2的Y1-Y1线的高度的图表。在图3的图表中,线L30表示基于由扫描型探针显微镜1进行的理想的观测而生成的高度。更具体地说,线L30表示试样中的不存在基板的倾斜的理想的情况下观测到的图像数据的一条线的量。

[0048] 此外,在图2的图像IM 01中,用线表示平面边界部(基板与构造物的边界部分),但

在图3中,为了易于理解校正处理,在平面边界部设置有锥度(taper)以接近现实的试样形状。水平轴表示X方向上的位置,Z轴表示各X位置处的高度。此外,在沿着X方向扫描(scan)探针的情况下,X轴也相当于时间轴。

[0049] <试样倾斜了的状态下的观测例>

[0050] 图4是示出由扫描型探针显微镜观测到的试样的形状的另一例的图。图4所示的图像IM 10对应于与同图2所示的图像IM 01对应的试样110相同的试样。在图像IM 10中,在同一平面上产生了浓淡。特别地,在图像IM 10中,在除了与16个构造物相对应的区域以外的区域(与基板相对应的区域)中大量地产生浓淡。产生这样的浓淡的理由之一是在试样台112倾斜地设置了试样110。

[0051] 图5是示出沿着图4的Y2-Y2线的高度的图表。在图5中,线L10表示根据图像IM 10的Y2-Y2线假定的试样110的高度。线L10以X坐标越大则试样110的表面越高的方式示出了试样110的表面倾斜了的情况。

[0052] 在扫描型探针显微镜1中,对图像IM 10那样的基于观测结果生成的图像施加校正并提供校正后的图像。由此,根据校正后的图像来更准确地识别试样110的表面状态。下面,对施加于图像的校正的内容进行说明。

[0053] <边缘提取>

[0054] 图6是示意性地示出对作为扫描型探针显微镜中的观测结果而获得的图像进行的边缘提取的结果的图。在一个实现例中,通过对图像IM 10实施边缘提取用的公知的处理(开源的ImageJ(https://imagej.nih.gov/ij/)中的Process/Find Edges等)而获得图6所示的图像IM 11。

[0055] 为了获得图像IM 11而提取边缘的处理代表性地包括对高度像进行微分处理。另外,提取边缘的处理也可以使用照片的加工技术等一般的轮廓提取手法。在一例中,提取与邻接的像素数据之间的差分的绝对值超过某个阈值的部分即可。

[0056] 在图像IM 11中,对16个构造物检测构成各自的与基板的边界的像素来作为边缘,该像素作为黑色的像素而示出。此时,被检测为边缘的像素分别是边缘像素的一例。

[0057] <边缘膨胀>

[0058] 图7是示意性地示出使提取出的边缘膨胀的处理的结果的图。在一个实现例中,通过对图6的图像IM 11实施最大值处理而获得图7所示的图像IM 12。

[0059] 在图6的图像IM 11中,边缘像素作为黑的像素(具有比较高的像素值的像素)而示出。因而,通过对图像IM 11实施最大值处理,在图7所示的图像IM 12中,由边缘像素构成的边缘膨胀。用于显示图像IM 12的数据是“第一数据”的一例。

[0060] 此外,用于边缘膨胀的处理不限定于最大值处理。用于边缘膨胀的处理的种类能够根据边缘像素的表现方式等而适当变更。例如,也可以在边缘像素作为白的像素(具有比较低的像素值的像素)来表现的情况下采用最小值处理来作为用于边缘膨胀的处理。

[0061] <二值化>

[0062] 图8是示意性地示出二值化处理的结果的图。在一个实现例中,通过对图7的图像IM 12实施公知的二值化处理(开源的ImageJ(https://imagej.nih.gov/ij/)中的Process/Binary/Make Binary等)而获得图8所示的图像IM 13。用于二值化的阈值也可以由用户和/或计算机132进行适当调整。

[0063] 在图8所示的图像IM 13中,用黑色的像素表示试样110中的对应于与16个构造物中的各构造物相对应的端部的部分,用白色的像素表示除此以外的部分。

[0064] <连线>

[0065] 计算机132也可以对进行二值化而得到的图像IM 13实施连线处理。由此,使得在图像IM 10中检测到的边缘像素更准确地表现构造物的外缘。连线处理例如能够通过公知的技术(开源的ImageJ(https://imagej.nih.gov/ij/)中的Process/Binary/Close等)来实现。

[0066] <填孔处理>

[0067] 计算机132也可以对进行二值化而得到的图像IM 13(或通过对图像IM 13实施连线处理而得到的图像)实施填孔处理。

[0068] 图9是示意性地示出填孔处理的结果的图。填孔处理例如能够通过公知的技术(开源的ImageJ(https://imagej.nih.gov/ij/)中的Process/Binary/Fill Holes等)来实现。

[0069] 在图9所示的图像IM 14中,用黑色的像素涂满表示试样110中的与16个构造物中的各构造物相对应的区域,用白色的像素涂满表示除此以外的区域。

[0070] <基板区域>

[0071] 计算机132能够从图9所示的图像IM 14提取白色的像素的区域来作为试样中的与基板相对应的区域(未载置构造物的区域)。用于确定与基板相对应的区域(基板区域)的数据也称为“第二数据”。

[0072] 图10是用于示意性地说明基板区域的数据结构的图。图10包含基板区域中的表示沿着图9的Y3-Y3线的高度的线L11、L12、L13、L14、L15。

[0073] 作为比较,图10中还示出图5所示的线L10。相对于线L10中的与基板相对应的部分而言,线L11～L15各自的端部位于内侧的与长度D1相应的位置。这对应于以下情况:在使针对构造物检测到的边缘膨胀后,基板区域被确定为除了通过膨胀后的边缘确定的区域以外的区域。即,在扫描型探针显微镜1中,通过使构造物的边缘膨胀来宽广地确定构造物的区域,由此,可靠地避免构造物包含于基板区域的情况。

[0074] <倾斜校正>

[0075] 图11是示意性地示出扫描型探针显微镜1中的倾斜校正的工序的一部分的图。在图11中,用虚线表示为了使图10所示的线L11～L15为一条线而进行填充(插值)所得到的数据。通过数据插值而形成的线被示出为线A10。

[0076] 在一个实现例中,计算机132生成在数据插值中根据构成线L11～L15的点推测的直线(线A10)。直线的生成是填充用的数据的生成的一例。然后,计算机132通过对除了五条线L11～L15以外的部分填充所生成的直线中的对应的部分的数据来实现数据插值。

[0077] 计算机132在基板区域的数据整体(不仅是图9的Y3-Y3线还有除此以外的区域)中实施与图11所示的数据插值同样的数据插值(填充用的数据的生成和该数据的填充)。由此,生成与试样整体的区域相对应的数据、即表示与试样整体的区域相对应的基板的面的数据。在此生成的数据虚拟地表示在试样中去除了构造物的状态的基板,是“第三数据”的一例。期待在此生成的面的倾斜表示试样台112上的试样110的倾斜。

[0078] 图12是示意性地示出扫描型探针显微镜1中的倾斜校正的工序的一部分的图。计算机132计算在参照图11说明的工序中生成的数据的面相对于理想的面的倾斜,以校正所

计算出的倾斜的方式校正图像IM 10。

[0079] 在图12中,在参照图11说明的工序中生成的数据的面的朝向作为线A10而示出。理想的面的朝向作为线A20而示出。计算机132计算线A10相对于线A20的倾斜。该倾斜相当于试样110的倾斜。然后,计算机132以使计算出的倾斜抵消的方式校正图像IM 10(图4)。通过该校正,如图12所示的那样根据线L10来生成线L20。同样地通过校正图像IM 10的整个区域来生成校正后的图像。期待该校正使图像IM 10接近于图像IM 01(图2)。在本说明书中,校正后的图像也称为“第四数据”。

[0080] <处理的流程>

[0081] 图13是在扫描型探针显微镜1中为了图像处理而实施的处理的一例的流程图。在一个实现例中,通过计算机132的处理器执行给定的程序来实施图13的处理。在该意义下,计算机132是图像处理装置的一例。

[0082] 在步骤S10中,扫描型探针显微镜1获取作为观测结果的图像数据。在此获取的图像数据的一例与图4的图像IM 10相对应。

[0083] 在步骤S12中,扫描型探针显微镜1对在步骤S10中获取到的图像提取边缘。边缘的提取例如通过参照图6说明的手法来实现。

[0084] 在步骤S14中,扫描型探针显微镜1使在步骤S12中提取出的边缘膨胀。边缘的膨胀例如通过参照图7说明的手法来实现。

[0085] 在步骤S16中,扫描型探针显微镜1对在步骤S14中使边缘膨胀后的图像进行二值化。二值化例如通过参照图8说明的手法来实现。

[0086] 在步骤S18中,扫描型探针显微镜1对在步骤S16中进行二值化后的图像实施连线处理。连线处理例如通过参照图9说明的手法来实现。

[0087] 在步骤S20中,扫描型探针显微镜1对在步骤S18中实施连线处理后的图像实施填孔处理。填孔处理例如通过参照图9说明的手法来实现。

[0088] 在步骤S22中,扫描型探针显微镜1使用在步骤S20中实施填孔处理后的图像来生成基板区域数据。基板区域数据是用于确定基板区域的数据,是上述的“第二数据”。

[0089] 在步骤S24中,扫描型探针显微镜1利用第二数据来实施在步骤S10中获取到的图像数据的校正(高度的校正)。图像数据的校正例如通过参照图11和图12说明的手法来实现。

[0090] 在参照图11和图12说明的手法中,对于用于确定基板区域的数据,如在图11中用虚线(线A10)示出的那样对与构造物相对应的区域填充数据。此外,在图像数据的校正中,这样的数据的填充也可以省略。扫描型探针显微镜1也可以仅根据基板区域来计算试样110的(相对于理想的面的)倾斜。

[0091] 在步骤S26中,扫描型探针显微镜1将处理的结果显示于显示部135。显示的结果也可以包含通过步骤S24中的校正而生成的图像。之后,扫描型探针显微镜1结束图13的处理。

[0092] 在上面说明的实施方式1中,通过实施针对构造物的边缘的膨胀处理来生成第一数据,然后,使用该第一数据来生成用于确定试样中的与基板相对应的区域(在基板上不存在构造物的区域)的第二数据。由此,可靠地避免构造物的图像包含于通过第二数据确定的与基板相对应的区域的情况。另外,除了该区域以外的区域被确定为可靠地包含构造物整体的区域。

[0093] 在利用通过第二数据确定的区域来校正由于试样的倾斜产生的原始的图像数据中的倾斜的情况下,能够在校正中利用更多的点(或者线或区域)。由此,能够在校正中更准确地校正倾斜。因而,能够向用户准确地提供试样的表面状态。

[0094] [实施方式2]

[0095] 在实施方式2中,扫描型探针显微镜1利用基板区域数据来校正原始的图像数据,根据校正后的图像数据来再次确定与构造物相对应的区域。

[0096] 图14是在实施方式2的扫描型探针显微镜1中实施的处理的一例的流程图。

[0097] 图14的处理与图13的处理同样地包含步骤S10～步骤S24的控制。图14的处理在步骤S24之后使控制进入步骤S30。

[0098] 在步骤S30中,扫描型探针显微镜1在步骤S24中生成的校正后的图像数据中确定与构造物相对应的区域。在步骤S24中生成的校正后的图像数据是“第四数据”的一例。

[0099] 步骤S30中的与构造物相对应的区域的确定例如也可以包含与步骤S12～步骤S22同样的控制。即,扫描型探针显微镜1对校正后的图像数据提取边缘,使提取出的边缘膨胀,对使边缘膨胀后的图像进行二值化,对二值化后的图像实施连线处理,对实施连线处理后的图像实施填孔处理,然后,生成实施填孔处理后的图像的基板区域数据。然后,扫描型探针显微镜1确定除了通过基板区域数据确定的基板区域以外的区域来作为与构造物相对应的区域。

[0100] 在步骤S32中,扫描型探针显微镜1通过从步骤S24中的校正后的图像数据提取在步骤S30中确定出的与构造物相对应的区域来生成“构造物数据”。构造物数据包含与构造物相对应的图像。

[0101] 在步骤S34中,扫描型探针显微镜1将处理的结果显示于显示部135。显示的结果也可以包含在步骤S30中生成的构造物数据的图像、即与构造物相对应的图像。之后,扫描型探针显微镜1结束图14的处理。

[0102] 在上面说明的实施方式2中,从原始的图像数据提取除了通过第二数据确定的区域以外的区域,并将该区域作为构造物数据来显示。第二数据是利用第一数据来生成的,第一数据是经膨胀处理来生成的。由此,除了通过第二数据确定的区域以外的区域可靠地包含构造物的整个区域。因而,能够向用户准确地提供构造物的状态,由此,能够准确地提供试样的表面状态。

[0103] [实施方式3]

[0104] 在实施方式3中,扫描型探针显微镜1通过将实施方式2的构造物数据与嵌入基板的区域的背景用数据进行组合来生成模拟的试样整体的图像。

[0105] 图15是在实施方式3的扫描型探针显微镜1中实施的处理的一例的流程图。

[0106] 图15的处理与图13的处理同样地包含步骤S10～步骤S22的控制。图15的处理在步骤S22之后使控制进入步骤S40。

[0107] 在步骤S40中,扫描型探针显微镜1使用在步骤S10中获取到的图像数据和在步骤S22中生成的基板区域数据来生成构造物数据。在步骤S40中生成的构造物数据是通过从在步骤S10中获取到的图像数据提取除了通过在步骤S22中生成的基板区域数据确定的基板的区域以外的区域来生成的。

[0108] 在步骤S42中,扫描型探针显微镜1通过对除了通过在步骤S40中生成的构造物数

据确定的区域以外的区域填充背景用数据来生成浏览用数据。浏览用数据表示模拟的试样整体的图像。在该图像中,在步骤S10中获取到的图像数据中的构造物与背景用的图像被组合。

[0109] 在步骤S44中,扫描型探针显微镜1将处理的结果显示于显示部135。显示的结果也可以包含在步骤S42中生成的浏览用数据的图像、即模拟的试样整体的图像。之后,扫描型探针显微镜1结束图14的处理。

[0110] 在实施方式3的浏览用数据的图像(模拟的试样整体的图像)中,相当于基板区域的区域具有适当的明度,由此,在显示浏览用数据的图像时不需要进行对比度的调整。因而,用户不需要进行对比度的调整等烦杂的作业就能够视觉识别处理的结果。另外,在以往的技术中,有时在对比度的调整中在背景中产生像素浓度的波。由于在实施方式3中对比度的调整能够省略,因此能够避免在向用户显示的图像中产生上述那样的像素浓度的波。此外,也可以通过将在实施方式2中生成的构造物数据(S30)与背景用数据(S42)进行组合来生成浏览用数据。

[0111] 上述模拟的试样整体的图像包含基于原始的图像数据的除了通过第二数据确定的区域以外的区域的图像。第二数据是利用第一数据来生成的,第一数据是经膨胀处理来生成的。由此,除了通过第二数据确定的区域以外的区域可靠地包含构造物的整个区域。因而,通过提供模拟的试样整体的图像来向用户准确地提供构造物的状态,由此,能够准确地提供试样的表面状态。

[0112] [方式]

[0113] 本领域技术人员能够理解的是,上述的多个例示的实施方式是下面的方式的具体例。

[0114] (第一项)一个方式所涉及的数据处理方法是对基于扫描型探针显微镜的测定而生成的包括基板和该基板上的构造物的试样的图像数据进行处理的方法,该数据处理方法可以包括以下步骤:获取所述图像数据;从所述图像数据提取与邻接像素的比较结果满足是边缘的条件的像素来作为边缘像素;通过对所述图像数据实施使由所述边缘像素构成的边缘膨胀的膨胀处理来生成第一数据;以及使用所述第一数据来生成用于在所述试样中确定与所述基板相对应的区域的第二数据。

[0115] 根据第一项所述的数据处理方法,提供一种用于向用户提供准确的试样的表面状态的技术。

[0116] (第二项)在第一项所述的数据处理方法中,所述膨胀处理也可以包含最大值处理。

[0117] 根据第二项所述的数据处理方法,在膨胀处理中可靠地使由边缘像素构成的结构膨胀。

[0118] (第三项)在第一项或第二项所述的数据处理方法中,也可以还包括以下步骤:根据所述图像数据来对除了通过所述第二数据确定的区域以外的区域进行填充用的数据的填充,由此生成表示仅基板的图像的第三数据。

[0119] 根据第三项所述的数据处理方法,能够更准确地实施原始的图像数据的高度的校正。

[0120] (第四项)在第三项所述的数据处理方法中,生成所述第三数据的步骤也可以包括

以下处理:利用所述图像数据中的通过所述第二数据确定的区域的像素值来生成所述填充用的数据。

[0121] 根据第四项所述的数据处理方法,填充用的数据能够作为更适合于原始的图像数据的数据而生成。

[0122] (第五项)在第三项或第四项所述的数据处理方法中,生成所述第三数据的步骤也可以包括以下处理:通过使用所述第三数据实施针对所述图像数据的倾斜校正,来生成第四数据。

[0123] 根据第五项所述的数据处理方法,能够生成更可靠地校正了倾斜的图像数据来作为第四数据。

[0124] (第六项)第五项所述的数据处理方法也可以还包括以下步骤:在所述第四数据中确定所述图像数据中的与所述构造物相对应的区域;以及生成从所述图像数据提取所确定出的与所述构造物相对应的区域而得到的构造物数据。

[0125] 根据第六项所述的数据处理方法,能够生成更可靠地包含构造物整体的数据来作为构造物数据。

[0126] (第七项)第一项或第二项所述的数据处理方法也可以还包括以下步骤:从所述图像数据提取通过所述第二数据确定的区域,由此生成构造物数据。

[0127] 根据第七项所述的数据处理方法,能够生成更可靠地包含构造物整体的数据来作为构造物数据。

[0128] (第八项)第六项或第七项所述的数据处理方法也可以还包括以下步骤:将所述构造物数据与在通过所述第二数据确定的区域中具有背景用的像素的背景用数据进行组合,由此生成浏览用数据。

[0129] 根据第八项所述的数据处理方法,在显示浏览用数据时不需要进行对比度的调整。

[0130] (第九项)第一项~第八项中的任一项所述的数据处理方法也可以还包括以下步骤:实施针对所述第一数据或起因于所述第一数据的数据的二值化处理,以生成所述第二数据。

[0131] 根据第九项所述的数据处理方法,能够在数据中更显著地表现边缘。

[0132] (第十项)第九项所述的数据处理方法也可以还包括以下步骤:实施针对被实施所述二值化处理后的图像的连线处理,以生成所述第二数据。

[0133] 根据第十项所述的数据处理方法,在数据中更可靠地确定与基板相对应的区域。

[0134] (第十一项)一个方式所涉及的程序也可以使计算机实施第一项~第十项所述的数据处理方法。

[0135] 根据第十一项所述的程序,提供一种用于向用户提供准确的试样的表面状态的技术。

[0136] (第十二项)一个方式所涉及的图像处理装置实施第一项~第十项所述的数据处理方法。

[0137] 根据第十二项所述的图像处理装置,提供一种用于向用户提供准确的试样的表面状态的技术。

[0138] (第十三项)一个方式所涉及的扫描型探针显微镜也可以具备第十二项所述的图

像处理装置。

[0139] 根据第十三项所述的扫描型探针显微镜,提供一种用于向用户提供准确的试样的表面状态的技术。

[0140] 应当认为,本次公开的实施方式在所有方面均为例示,而非制限性的内容。本公开的范围并非通过上述的实施方式的说明来示出,而是通过权利要求书示出,意图包含在与权利要求书同等的意义和范围内的所有的变更。另外,意图实施方式中的各技术无论单独,还是另外根据需要尽可能地与实施方式中的其它技术进行组合,都能够实施。

[0141] 附图标记说明

[0142] 1:扫描型探针显微镜;110:试样;111:压电扫描器;111xy:XY扫描器;111z:Z扫描器;112:试样台;113:悬臂;114:针;115:激光二极管;119:光电检测器;120:位移检测机构;131:反馈信号产生部;132:计算机;133:扫描信号产生部;134:存储装置;135:显示部。

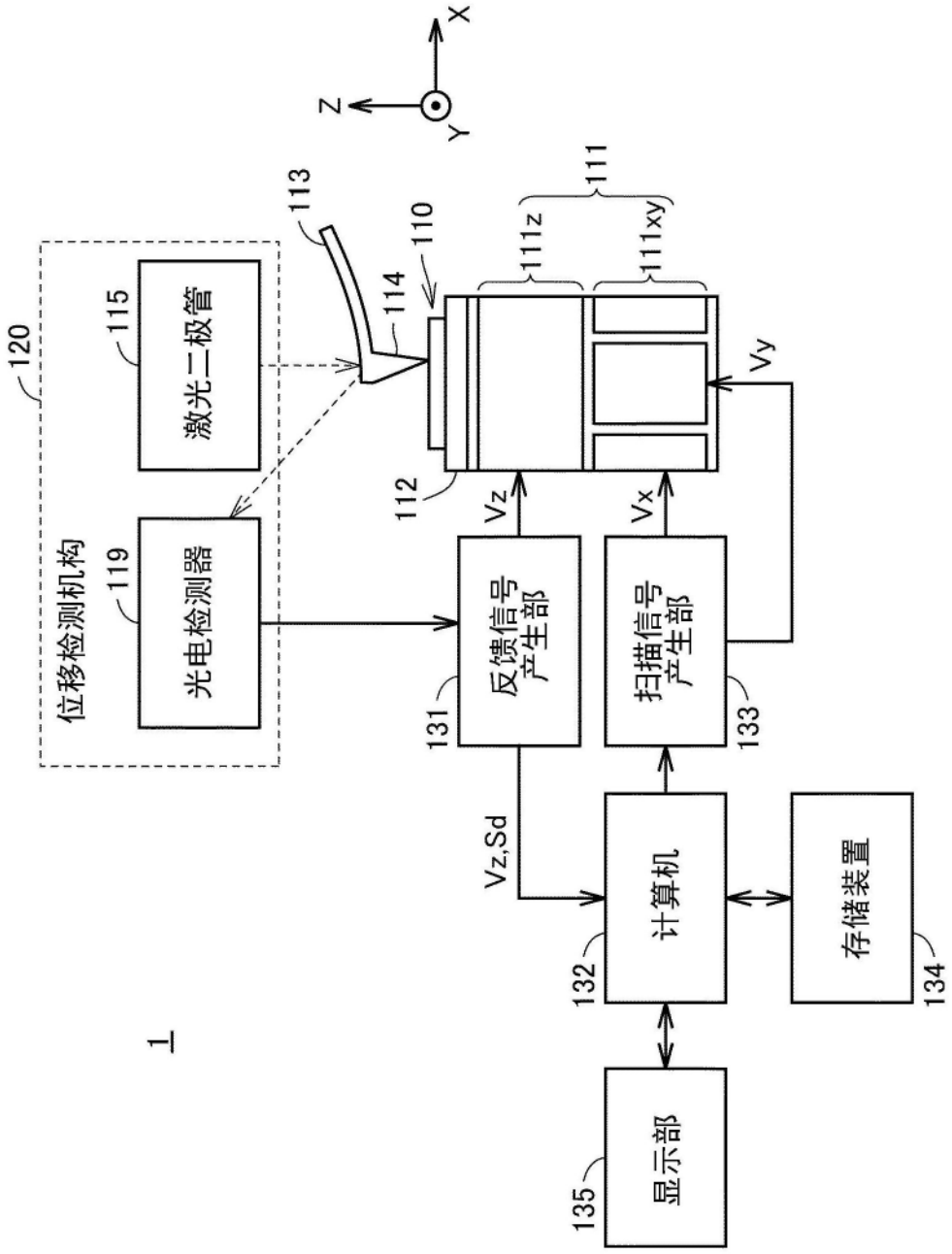

X
Z
Y
113
110
111
111z
111xy
114
115
激光二极管
120
位移检测机构
119
光电检测器
112
Vz
Vx
Vy
131
反馈信号产生部
133
扫描信号产生部
Vz,Sd
132
计算机
存储装置
134
135
显示部
1

图1

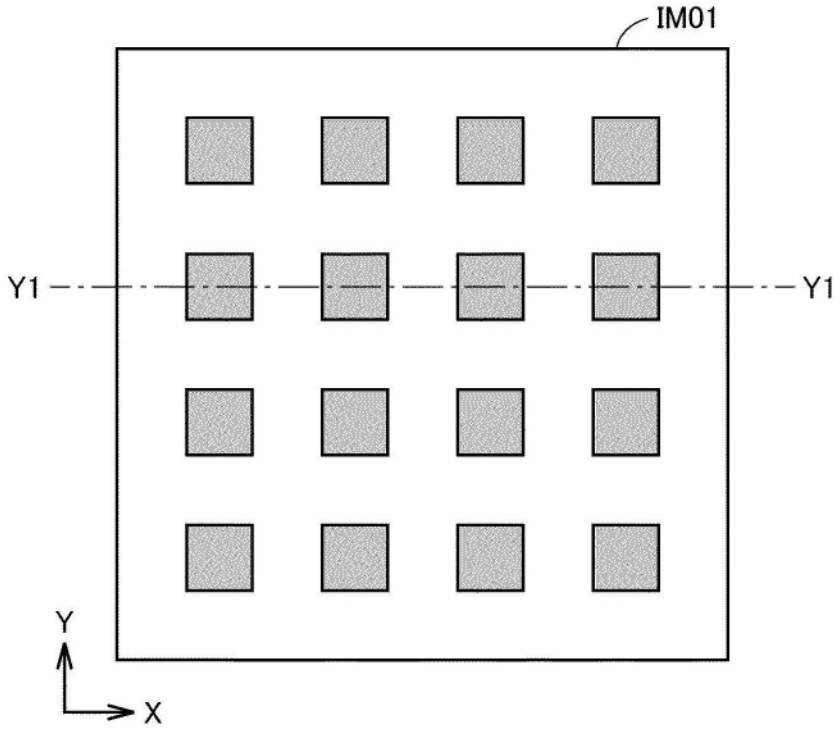


图2

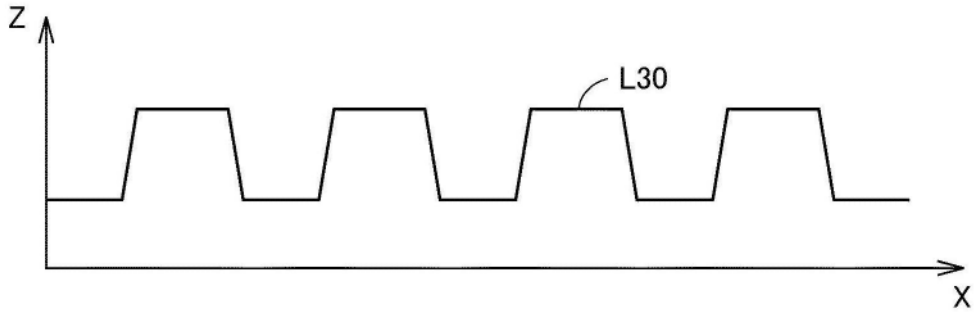


图3

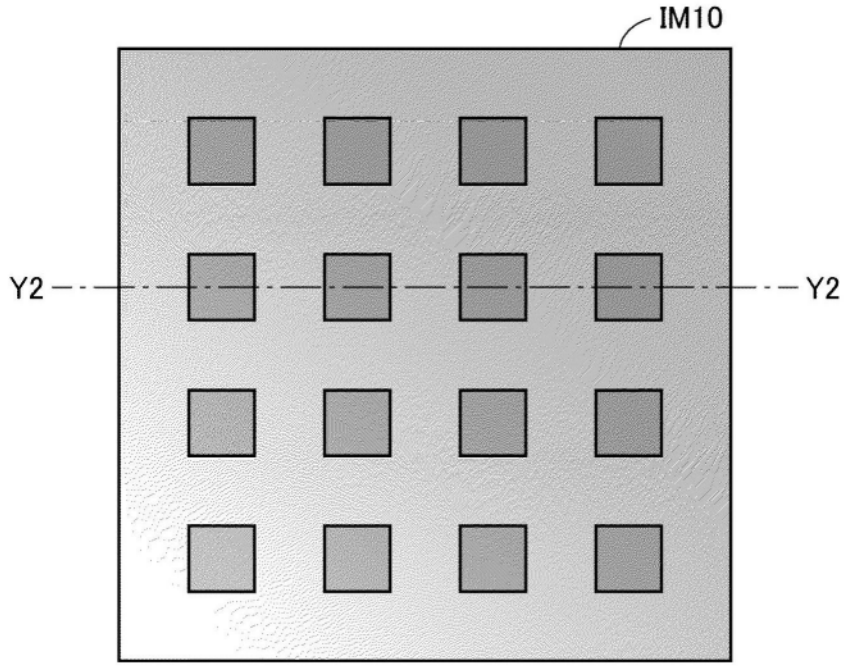


图4

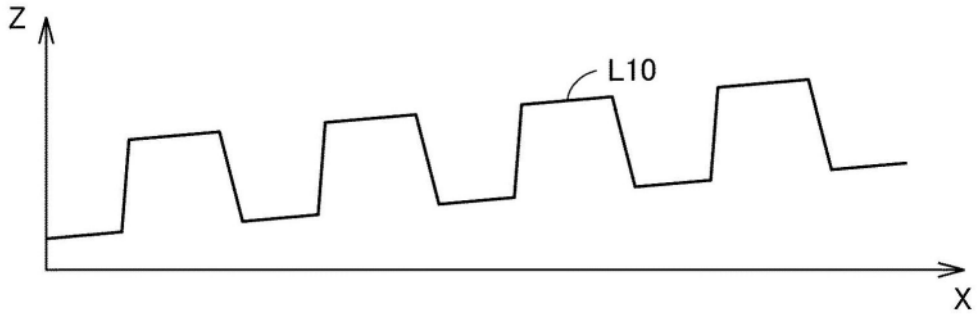


图5

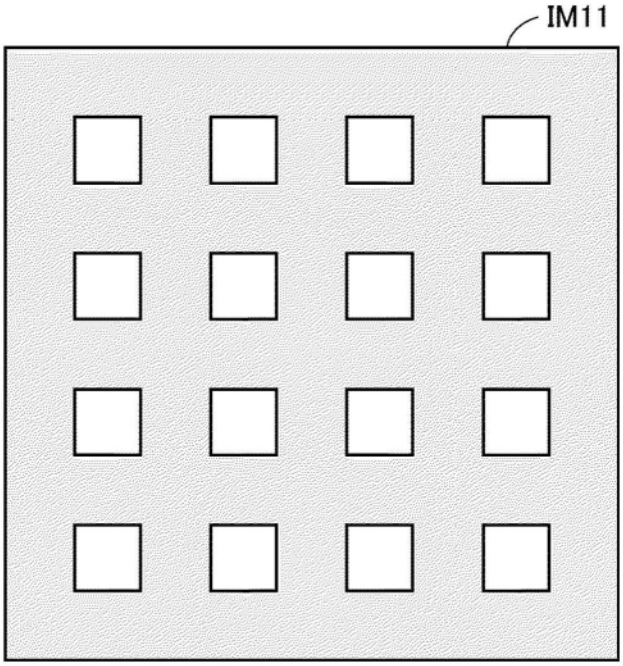


图6

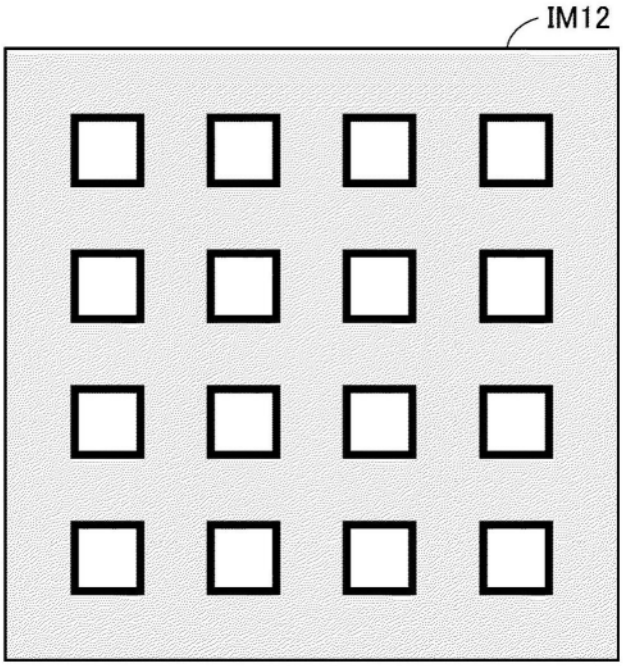


图7

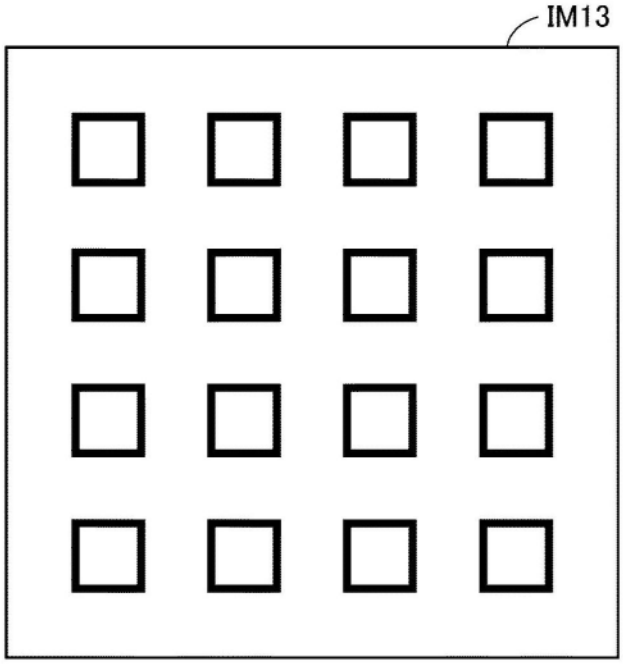


图8

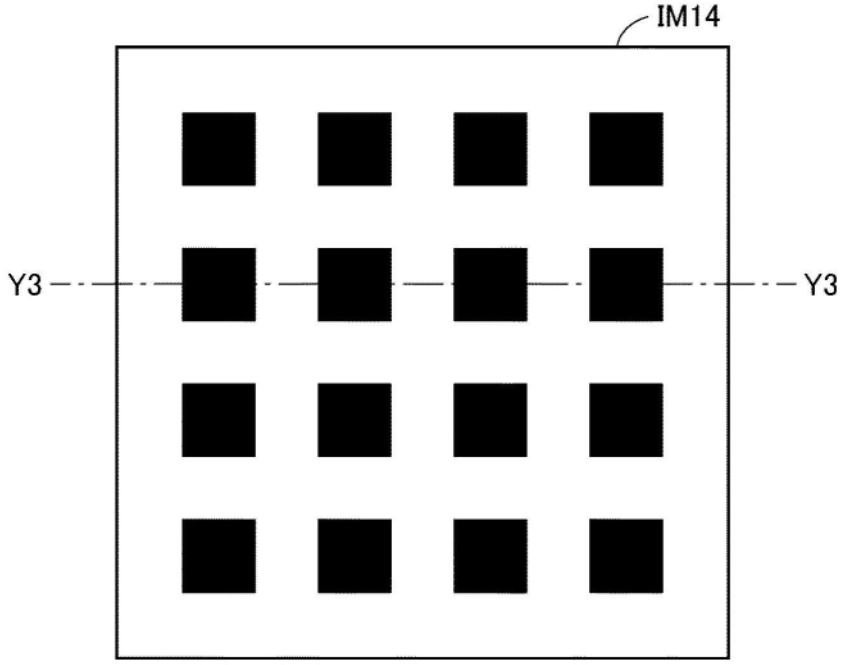


图9

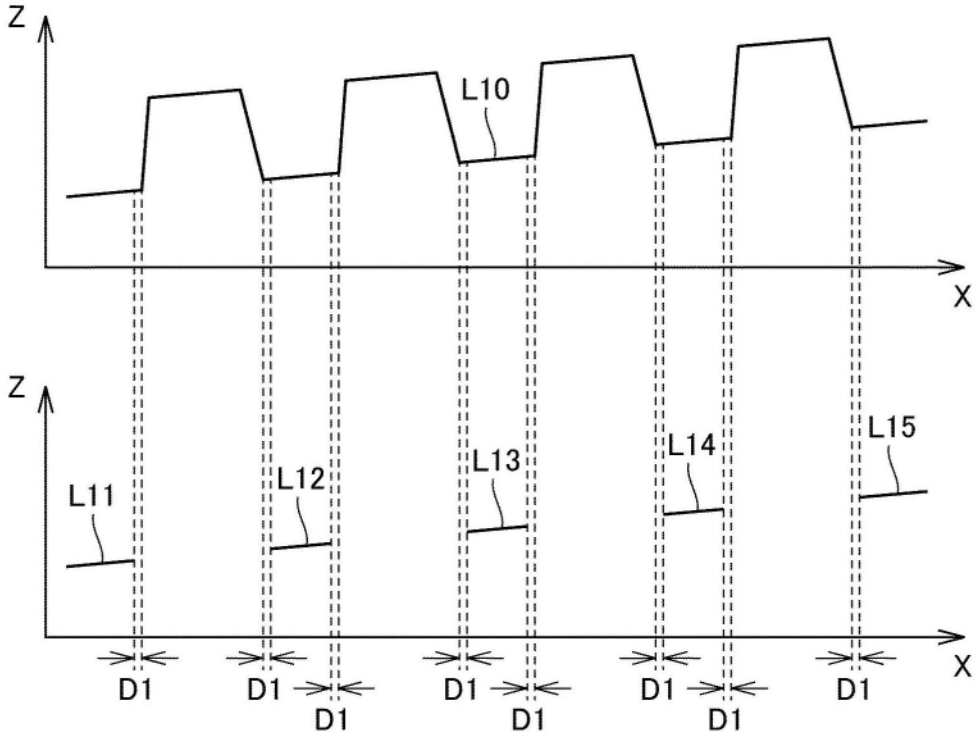

Z
L10
X
Z
L11
L12
L13
L14
L15
X
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1

图10

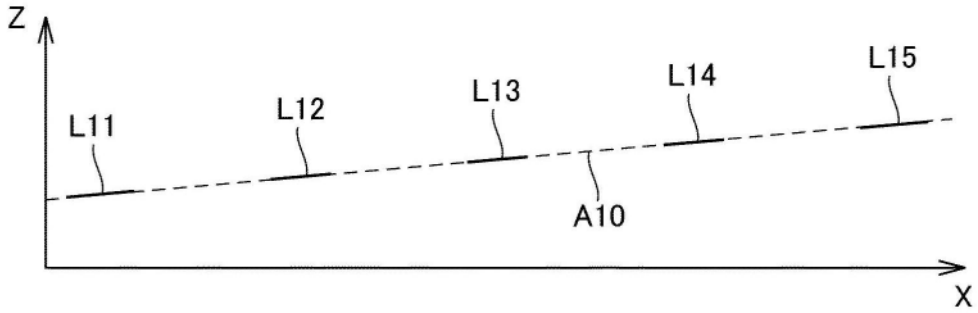

Z
L11
L12
L13
L14
L15
A10
X

图11

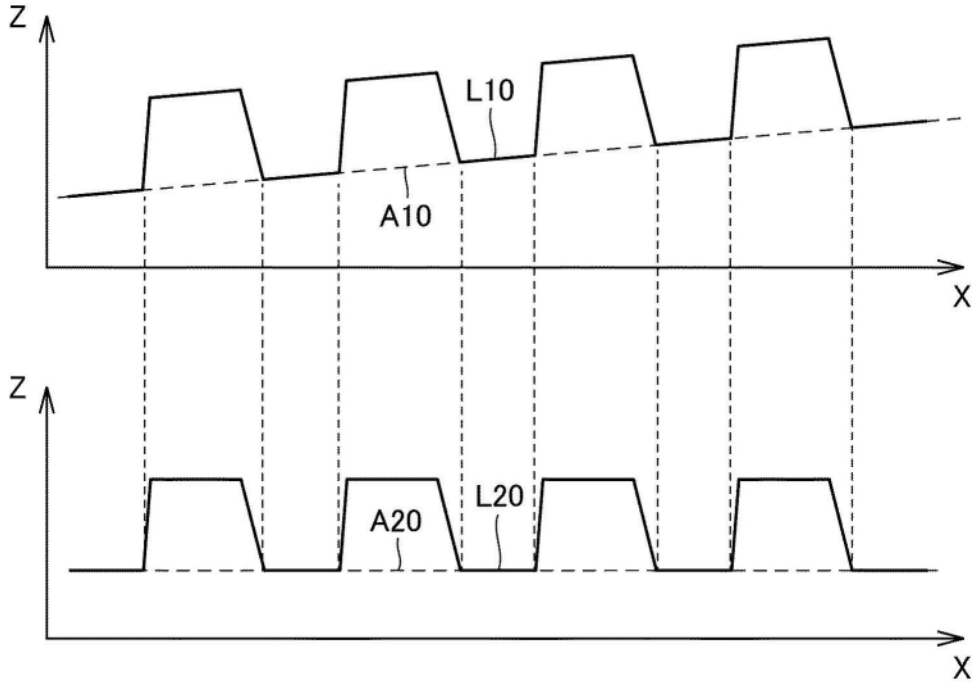


图12

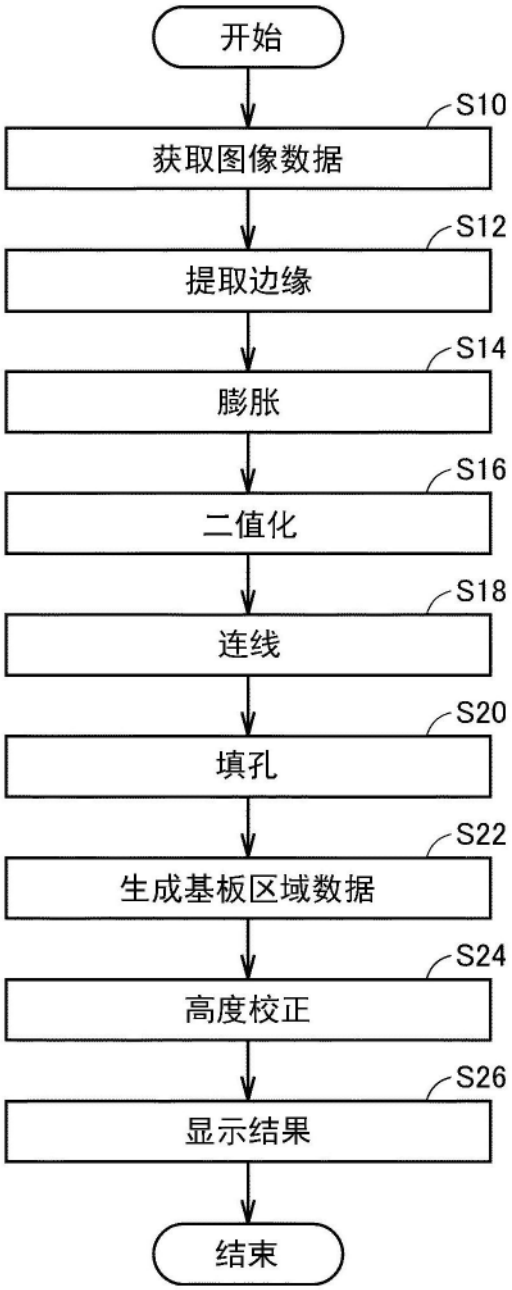

开始
S10
获取图像数据
S12
提取边缘
S14
膨胀
S16
二值化
S18
连线
S20
填孔
S22
生成基板区域数据
S24
高度校正
S26
显示结果
结束

图13

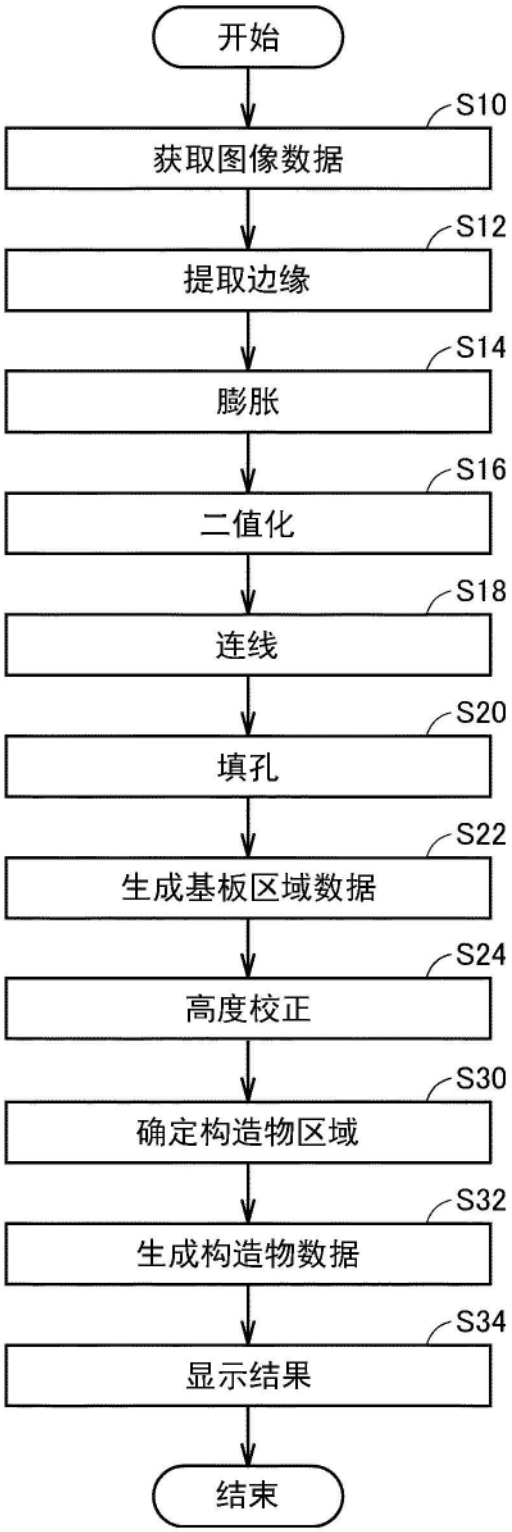

开始
S10
获取图像数据
S12
提取边缘
S14
膨胀
S16
二值化
S18
连线
S20
填孔
S22
生成基板区域数据
S24
高度校正
S30
确定构造物区域
S32
生成构造物数据
S34
显示结果
结束

图14

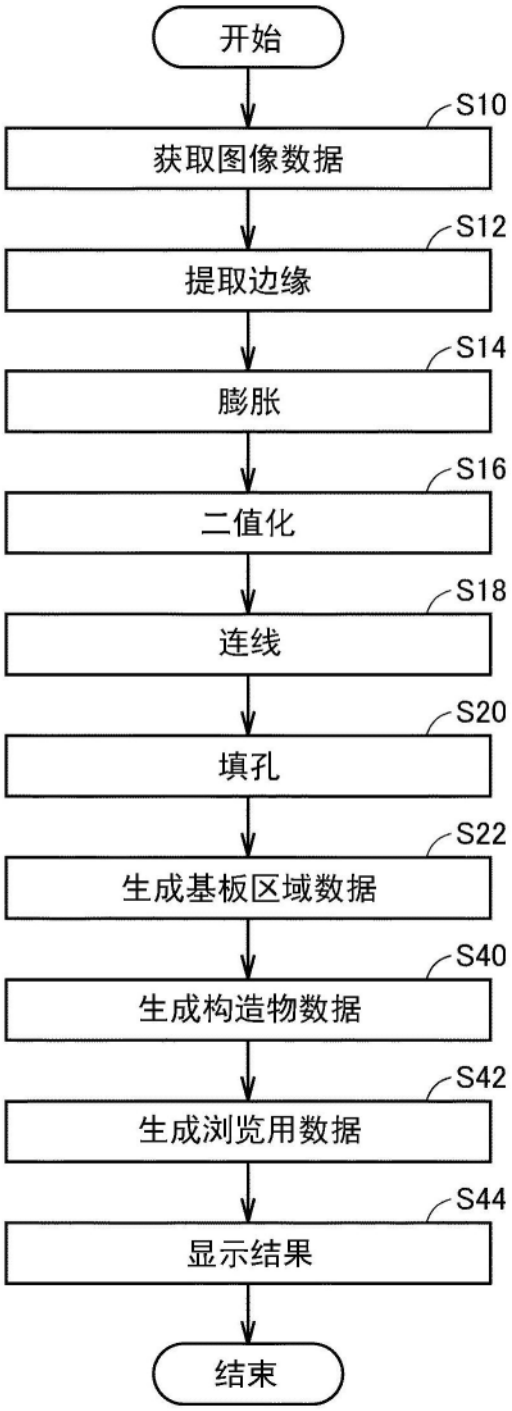

开始
S10
获取图像数据
S12
提取边缘
S14
膨胀
S16
二值化
S18
连线
S20
填孔
S22
生成基板区域数据
S40
生成构造物数据
S42
生成浏览用数据
S44
显示结果
结束

图15