



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103218805 B

(45)授权公告日 2017.08.15

(21)申请号 201210537101.3

G06T 5/00(2006.01)

(22)申请日 2012.12.13

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103218805 A

CN 1401107 A, 2003.03.05,

US 2010/0118137 A1, 2010.05.13,

CN 101727666 A, 2010.06.09,

US 2011/0182495 A1, 2011.07.28,

(43)申请公布日 2013.07.24

(30)优先权数据

13/323957 2011.12.13 US

李居朋, 陈后金. 眼底图像处理中一些关键问题的研究.《中国科技论文在线》.2009,

李居朋, 陈后金. 眼底图像处理中一些关键问题的研究.《中国科技论文在线》.2009,

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

Chenyang Xu, Jerry L. Prince. Snakes,

Shapes, and Gradient Vector Flow.《IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING》.1998, 第7卷(第3期),

(72)发明人 G.W.布鲁克斯比 P.R.D.S.门唐卡

刘树宝 宋麒

审查员 罗信

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 叶晓勇 李浩

(51)Int.Cl.

G06T 7/00(2017.01)

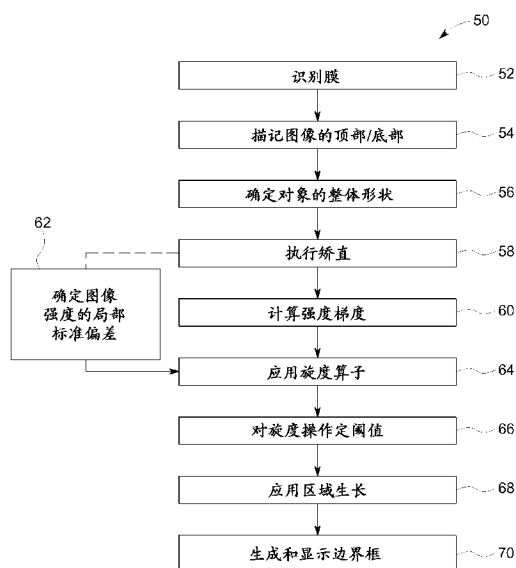
权利要求书2页 说明书7页 附图8页

(54)发明名称

处理用于对象检验的图像的方法和系统

(57)摘要

提供用于处理图像的方法和系统。一种方法包括得到与对象的至少一个部位对应的多个图像,并且使用参考结构来执行多个图像的至少一些的矫正。该方法还包括对于对象的经矫正的多个图像执行梯度向量场分析,以便识别对象中的异常区域。



1. 一种用于识别被成像对象中的异常的装置,所述装置包括:
得到与对象的至少一个部位对应的多个图像的模块;
使用参考结构来执行所述多个图像的至少一些的矫正的模块;以及
对所述对象的经矫正的多个图像执行梯度向量场分析,以便识别所述对象中的异常区域的模块;

其中,所述对象包括膜,并且,所述装置包括:使用所述膜的模型来识别所述膜的模块;
其中,通过优化评估所述模型的至少一个的拟合度或者与图像数据的一致性的代价函数,在所述多个图像中识别所述膜;

其中,所述代价函数定义为:

$$C(S) = C_{Intensity}(S) + \sum_{S_{adj}} (S - S_{adj})^2 + (S - S_{model})^2$$

其中, $C_{Intensity}(S)$ 是第一或当前膜检测S相对于所述膜所定义的强度模型的拟合度的量度, S_{adj} 是相邻图像中的当前膜检测,以及 S_{model} 是先验形状模型。

2. 如权利要求1所述的装置,其中,所述多个图像是使用所述对象的B型扫描所获取的相邻超声图像。

3. 如权利要求1所述的装置,所述装置包括:使用空间滤波器来确定所述对象的整体形状,并且通过使所述多个图像矫直来补偿所述对象的所述整体形状的模块,所述矫直包括使所述多个图像中的多行像素移位。

4. 如权利要求1所述的装置,其中,所述模型包括强度模型、平滑度模型和形状模型中的至少一个。

5. 如权利要求1所述的装置,其中,所述装置包括:通过计算强度梯度的幅值和取向来执行所述梯度向量场分析的模块。

6. 如权利要求5所述的装置,其中,强度和取向的计算使用多尺度过程来执行。

7. 如权利要求1所述的装置,其中,所述装置包括:执行对遍及所述多个图像的梯度向量场的调整的模块。

8. 如权利要求7所述的装置,其中,所述装置包括:使用加权梯度取向来执行所述调整的模块。

9. 如权利要求7所述的装置,其中,所述装置包括:确定图像强度的局部标准偏差的值,并且对所述值定阈值以识别所述多个图像中的感兴趣区域的模块。

10. 如权利要求7所述的装置,其中,所述装置包括:使用旋度算子来确定经调整的梯度向量场的多个旋度值的模块。

11. 如权利要求10所述的装置,其中,所述装置包括对于使用所述旋度算子所确定的多个旋度值定阈值,以便识别所述异常区域的模块。

12. 如权利要求11所述的装置,其中,所述装置包括:将区域生长过程应用于所述所识别的异常区域的模块。

13. 如权利要求1所述的装置,其中,所述装置包括:在所述多个图像的至少一个上显示识别至少一个异常区域的覆盖图的模块。

14. 如权利要求13所述的装置,其中,所述装置包括:指示所述覆盖图中的异常的置信等级的模块。

15. 一种检验系统,包括:

处理器,配置成对于对象的多个图像来执行梯度向量场分析,以便识别所述对象中的异常区域;以及

显示器,配置成在所显示图像上显示具有任何所识别异常区域的图像的至少一个;

其中,所述对象是包括内膜的螺旋桨叶片,并且所述处理器还配置成使用遍及所述多个图像所合计的全局代价函数来识别所述膜,其中所述全局代价函数定义为:

$$C(S) = C_{Intensity}(S) + \sum_{S_{adj}} (S - S_{adj})^2 + (S - S_{model})^2$$

其中, $C_{Intensity}(S)$ 是第一或当前膜检测S相对于所述膜所定义的强度模型的拟合度的量度, S_{adj} 是相邻图像中的当前膜检测,以及 S_{model} 是先验形状模型。

16. 如权利要求15所述的检验系统,其中,所述处理器还配置成使用空间滤波器来确定所述对象的整体形状,并且通过使所述多个图像矫直来补偿所述对象的所述整体形状,所述矫直包括使所述多个图像中的多行像素移位。

17. 如权利要求15所述的检验系统,其中,所述处理器还配置成:(i) 使用加权梯度取向来执行对遍及所述多个图像的梯度向量场的调整;以及(ii) 确定图像强度的局部标准偏差的值,并且对所述值定阈值以识别所述多个图像中的感兴趣区域,所述处理器还配置成使用旋度算子来确定经调整的梯度向量场的多个旋度值,并且对于使用所述旋度算子所确定的多个旋度值定阈值,以便识别所述异常区域。

18. 如权利要求15所述的检验系统,其中,所述处理器还配置成将区域生长过程应用于所述所识别的异常区域,并且在所述多个图像的至少一个上显示识别所述异常区域的覆盖图。

19. 一种用于自动识别具有内膜的对象的图像中的异常的方法,所述方法包括:

识别所述对象的多个图像中的所述内膜;

确定所述对象的整体形状;

使所述图像中的所述整体形状变形,以使所述对象矫直;

确定图像强度的局部标准偏差,以便识别所述对象中的材料类型;

计算和调整遍及所述多个图像中的感兴趣区域的强度梯度,以便确定梯度向量场;

将旋度算子应用于所述梯度向量场;

对所述旋度算子的结果定阈值,以便确定任何异常区域;

将区域生长过程应用于任何异常区域;以及

在所述多个图像的至少一个上生成和显示识别任何异常区域的覆盖图。

处理用于对象检验的图像的方法和系统

背景技术

[0001] 不同类型的测试系统可用于检验对象,例如检测诸如组件或零部件之类的对象中的内部缺陷(例如裂纹或皱纹)。测试系统可包括用于例如使用超声成像技术来检查组件的无损方法。作为一个示例,这些测试系统可用于确定任何缺陷或瑕疵是否存在于工业装置和系统的组成零部件中。可能在组件的原始制造期间引入的这些缺陷或瑕疵能够降低组件的有效使用寿命和/或引起其故障。因此,通常在制造过程期间和/或维护期间检验这些组件,以便确定任何缺陷是否存在或者指示缺陷的异常是否存在。

[0002] 在典型超声检验系统中,组件的内部结构的图像被获取并且向用户显示。用户则目视检验图像,尝试检测任何异常。例如,当复合结构形成组件时,用户可检验显示多层结构的图像,以便识别复合材料中的任何皱纹或其它缺陷。这种目视检验过程不仅是单调乏味和费时的,还尤其引入进行关于异常是否存在的确定的用户出错的可能性。

发明内容

[0003] 在一个实施例中,提供一种用于使用至少一个处理器来识别被成像对象中的异常的非暂时计算机可读存储介质。非暂时计算机可读存储介质包括命令处理器得到与对象的至少一个部位对应的多个图像并且使用参考结构来执行多个图像的至少一个的矫正的指令。非暂时计算机可读存储介质还包括命令处理器对于对象的经矫正的多个图像执行梯度向量场分析以识别对象中的异常区域的指令。

[0004] 在另一个实施例中,提供一种包括处理器的检验系统,其中处理器配置成对于对象的多个图像执行梯度向量场分析以识别对象中的异常区域。检验系统还包括显示器,该显示器配置成在所显示图像上显示具有任何所识别异常区域的图像的至少一个。

[0005] 在另一个实施例中,提供一种用于自动识别被成像对象中的异常的方法,其中该对象具有内膜。该方法包括识别多个图像中的膜,确定对象的整体形状,使图像中的整体形状变形(warping)以使对象矫直,以及计算多个图像的强度梯度。该方法还包括确定图像强度的局部标准偏差,以便识别对象中的材料类型。该方法还包括计算和调整遍及多个图像中的感兴趣区域的强度梯度以确定梯度向量场,将旋度算子应用于梯度向量场,以及对旋度算子的结果定阈值以确定任何异常区域。该方法还包括对任何异常区域应用区域生长过程,并且在多个图像的至少一个上生成和显示标识任何异常区域的覆盖图。

附图说明

[0006] 图1是按照一个实施例所形成的检验系统的框图;

[0007] 图2是具有可按照各个实施例来检验的叶片的飞行器结构的螺旋桨叶片的简图;

[0008] 图3是按照各个实施例的、确定图像中的异常的方法的流程图;

[0009] 图4是可按照各个实施例来处理以识别异常的超声图像;

[0010] 图5是示出按照各个实施例所计算的梯度向量场的图表;

[0011] 图6是示出按照各个实施例的、调整之后的图5的梯度向量场的图表;

- [0012] 图7是示出按照各个实施例的局部标准偏差定阈值过程的结果的图像；
- [0013] 图8是示出按照各个实施例的梯度向量场的局部旋度值的图表；
- [0014] 图9是示出按照各个实施例的阈值和生长过程的结果的图像；
- [0015] 图10是示出按照各个实施例所识别的异常区域的图4的超声图像。

具体实施方式

[0016] 通过结合附图进行阅读,将会更好地理解各个实施例的以下详细描述。在附图示出各个实施例的功能块的简图的意义,功能块不一定指示硬件电路之间的划分。因此,例如,功能块(例如处理器或存储器)的一个或多个可通过单片硬件(例如,通用信号处理器或者随机存取存储器块、硬盘等)或者多片硬件来实现。类似地,程序可以是独立程序,可结合为操作系统中的子例程,可以是已安装软件包中的功能,等等。应当理解,各个实施例并不局限于附图所示的布置和工具。

[0017] 本文所述的是用于识别被检验对象的图像中的异常各个实施例。具体来说,各个实施例提供使用超声图像来自动检测和识别结构或组件中的异常。例如,可使用超声图像来提供复合结构(例如碳复合结构)中的异常的自动检测和识别,以便检验复合结构。应当注意,虽然结合将特定图像用于检验特定组件的某些异常来描述各个实施例,但是各个实施例可与不同图像(例如非超声图像)和/或零部件配合使用并且用于检验不同异常。

[0018] 各个实施例的至少一个技术效果是使用图像(例如超声图像)来自动检测和识别异常。通过实施各个实施例,可提供在组件的缺陷或瑕疵的检测中的增加速度和可重复性。

[0019] 图1示出按照一个实施例所形成的检验系统20,检测系统20可用于检验例如可以是诸如飞行器结构之类的工业复合零部件或结构的对象22。飞行器结构可以是发动机40的一部分(图2所示)。因此,在一个实施例中,检验系统20可用于检验由碳复合材料来形成的飞行器的一个或多个螺旋桨叶片42。在一个实施例中,检验系统20在组装到发动机40之前、例如在螺旋桨叶片制造过程期间检验叶片(一个或多个)42。应当注意,可检验其它叶片,例如涡轮发动机的叶片。

[0020] 虽然包括检验系统20的各个实施例结合检验飞行器发动机零部件来描述,但是各个实施例可用于检验在一些实施例中一般是工业零部件或组件的任何类型的组件。因此,对象22可具有任何可操作的形状、尺寸和配置。组件可由任何可操作基础材料来制作,基础材料非限制性地例如碳复合物和/或金属合金。更具体来说,虽然本文中针对飞行器发动机组件来描述各个实施例,但是应当理解,各个实施例能够适用于在蒸汽轮机、核电站、汽车发动机中使用的大量组件或者适用于检验任何机械组件。

[0021] 在各个实施例中,检验系统20包括:图像获取部分,其在所示实施例中包括探头部件22;以及数据获取/控制系统24。探头部件22包括:探头26,在所示实施例中是超声探头;以及耦合到探头26的探头操纵器28。探头26和探头操纵器28(可共同或单独地)电耦合到数据获取/控制系统24,使得能够对探头26和操纵器28以及数据获取/控制系统24传送控制/数据信息,以及从它们传送。在另一个实施例中,检验系统20还包括可配置成在检验过程期间旋转对象22的夹具或固定器(未示出)。应当注意,可使用任何适当图像获取装置。

[0022] 数据获取/控制系统24包括接口30、具有存储器34的诸如计算机(例如个人计算机)之类的处理器32以及显示器36(例如监视器)。处理器32可运行固件(未示出)中存储的

指令,并且编程为执行本文所述的操作和功能。处理器32并不局限于本领域称作计算机的那些集成电路,而是广义表示计算机、处理器、微控制器、微型计算机、可编程逻辑控制器、专用集成电路和其它可编程电路,并且这些术语在本文中可互换地使用。

[0023] 另外,预计存储器34表示一个或多个易失性和/或非易失性存储设施,例如固态存储器(例如随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)和闪速存储器)、磁存储装置(例如磁盘和硬盘)和/或光存储装置(例如CD-ROM、CD-RW和DVD)。存储器34可以是处理器32的内部或外部的。

[0024] 在使用中,对象22安装在固定器的夹具(未示出)上,以便在检验期间将对象22固定到位,使得探头26使用任何适当技术来执行对象22的超声扫描。例如,在一个实施例中,探头26包括单个元件换能器,并且对于对象22在特定区域或部位上执行30-40B型扫描(又称作B扫描),以便获取B扫描图像。探头26则可控制成执行B扫描的一个或多个附加集合,以便获取对象22的其它区域或部位的B扫描图像的一个或多个集合。扫描的多个集合可在所确定/所限定位置中执行,或者可随机选择。在所示实施例中,操纵器28是允许沿不同轴并且以不同视角对于对象22的扫描的六轴操纵器。

[0025] 探头26所产生的电信号(例如脉冲回波)由数据获取/控制系统24通过数据通信链路38经由接口30来接收,并且存储在存储器34中。处理器32还通过通信链路38耦合到操纵器28,以便于控制对象22的扫描。应当注意,在一些实施例中,处理器32可使用不同通信链路(未示出)耦合到操纵器28。用户输入39(例如键盘)耦合到处理器32,以便提供对象22的检验的操作员控制。在一个实施例中,可提供一个或多个外围装置、例如打印机(未示出),以便生成由处理器32所生成的图像或报告的硬副本。

[0026] 在各个实施例中,检验系统20使用超声图像来提供例如复合零部件的自动化检验,以便检测和识别异常。在一个实施例中,图像是由探头26所获取的超声B扫描,探头26可由操纵器28(例如机器人操纵器)来控制,操纵器28按照光栅图案对被检验对象22的表面进行扫描。各个实施例还提供可由处理器32来运行的图像处理算法,以便分析图像以识别指示内部零部件结构的特征以及缺陷、例如制造缺陷。应当注意,图像可使用任何适当图像获取过程来获取。

[0027] 按照各个实施例,自动分析超声图像,以便例如使用图3所示的方法50来确定对象22中的异常。应当注意,虽然结合识别复合结构、具体来说复合螺旋桨中的异常来描述方法50,但是方法50可与其它对象22或零部件的检验结合使用。

[0028] 对超声B扫描图像的一个或多个集合执行方法50,以便识别例如重要内部结构和异常(例如潜在制造缺陷)。例如,图4示出示范超声图像80,其中超声图像80的表面部分81在左侧。超声图像80属于复合螺旋桨叶片的一部分。

[0029] 方法80包括在52识别对象的膜。例如,如图3所示,膜82由膜层来限定,膜层在复合结构中碳复合层84所限定的复合材料与内部材料86分离。各个实施例识别膜82,膜可包含缺陷,并且其特性能够指示其它内部缺陷、例如皱纹,如下面更详细描述的那样。应当注意,在正常条件下,膜82指示整体预计形状,并且因此指示超声图像80中的梯度流。

[0030] 还应当注意,超声图像80表示例如用于螺旋桨叶片的包括螺旋桨叶片的顶面之上的玻璃纤维编织物88的碳复合结构。另外,还可对顶面上的水90进行成像。还应当注意,形成玻璃纤维编织物88的结构不同于对象、即螺旋桨叶片的内部结构,并且在本文所述的识

别异常的图像分析期间被忽略。

[0031] 在各个实施例中,为了识别膜82,采取三维(3D)方式。具体来说,在一个实施例中,采用基于图表的最短路径方法,以形状先验信息、表面距离惩罚以及指示膜82的存在的检测信号信息来进行膜分割。

[0032] 例如,在一个实施例中,可使用代价函数,其中包含来自形状先验以及指示膜82的存在的检测信号的贡献。用于查找膜82的代价函数可定义如下:

$$[0033] \quad C(S) = C_{\text{Intensity}}(S) + \sum_{S_{\text{adj}}} (S - S_{\text{adj}})^2 + (S - S_{\text{model}})^2 \quad \text{等式1}$$

[0034] 在等式1中,第一项 $C_{\text{Intensity}}(S)$ 测量当前检测 S 拟合膜82的给定强度模型的良好程度。例如,这一项定义膜82的当前周期和参考周期的正弦周期(从峰值到峰值)的值之差。参考周期例如可根据经验来确定。第二项惩罚相邻扫描中的当前检测 S 与膜 S_{adj} 之间的距离。因此,这一项是相邻图像之间的形状约束以确定任何偏差。因此,对图像和直接相邻邻近图像(例如在30-40个图像的集合中)合计代价函数,使得对三维部位执行合计。应当注意,相邻图像因本文所述的扫描技术、即一个实施例中的光栅扫描图案而粗略地对齐,并且膜82在一些图像中比在其它图像更易于检测。在各个实施例中,通过优化评估对模型(例如强度模型、平滑度模型或形状模型等等)的拟合度和/或与图像数据的一致性的代价函数来识别膜82。因此,各个实施例中的 $C_{\text{Intensity}}(S)$ 是第一或当前膜检测 S 相对于膜的所定义强度模型的拟合度的量度。

[0035] 可选地被包含的第三项惩罚当前检测 S 与先验形状模型 S_{model} 之间的形状变化。这一项表示与表示非缺陷膜(即膜82在图像中应当看起来像的膜)的模型项的任何偏差。在各个实施例中,代价函数使用膜82的特征来定义能量函数,其中周期定义该函数。因此,代价函数一般定义各图像的强度以及形状约束。

[0036] 在各个实施例中, $C(S)$ 计算成使得 $C(S)$ 在所定义极限中使在所有图像上的总代价为最小或降低。因此,膜层以及具体来说是膜层的位置和形状、例如膜82在各个实施例中使用应用于图像集合的全局代价函数来确定。

[0037] 此后,利用所检测的膜层,变形可应用于图像,以便去除产生于扫描几何形状的图像中的大尺度差异的影响。具体来说,在54描记图像的顶部和底部,使得对象的整体形状在56通过这些描记线的分布来确定。应当注意,在一个实施例中,低通滤波器可应用于膜82,使得表示膜82的曲线平滑地改变。滤波可基于所需或预期平滑量来调整。

[0038] 此后,在一个实施例中,通过执行在58的有效地使膜82矫直的矫直操作来应用变形。例如,通过从图像80的顶部至底部使图像80中的所有行移位(例如使各行中的像素移位),以使得已经描记的膜矫直,来消除膜82的非线性。例如,可在图像80的顶部和底部选择结点,其中像素在它们之间对齐。因此,执行矫正过程,以便使用参考结构去除图像80中的大尺度差异,例如以便识别图像中与标准结构(例如,作为标准的基线)的图像相比的异常波动。应当注意,参考结构可以是例如对象的任何部分,例如对象的正面(而不是膜82)或者玻璃纤维层的边界。

[0039] 此后,一旦使图像80变形,在60计算强度梯度,这包括确定强度梯度的幅值和取向。在各个实施例中,执行多尺度过程,它产生包含比任何感兴趣异常或缺陷要小的尺度的噪声的图像梯度取向。在各个实施例中,将调整操作应用于遍及图像的梯度向量场,如下面

更详细描述的那样。

[0040] 具体来说,一旦使图像80变形,以 $\frac{1}{2}$ 和 $\frac{1}{4}$ 尺度对图像计算强度梯度以及强度梯度的取向。但是,这些值可根据应用而改变。计算可使用任何适当梯度计算过程来执行。应用调整操作,以便对梯度施加在没有去除任何异常的同时对齐梯度的顺序。在一个实施例中,调整参数或约束根据经验来确定。

[0041] 在各个实施例中,梯度取向的调整通过梯度幅值来加权,以便考虑梯度幅值与梯度取向的置信度之间的强相关性。应当注意,图像80的取样可以是非各向同性的,使得垂直和水平像素尺寸不相等。因此,能够执行调整,以便考虑图像取样中的不均匀性。因此,使用可包括根据经验确定的约束的适当调整技术,重新对齐图像80中的梯度,以便考虑不均匀性。例如,图5示出调整之前的图像的一部分中的梯度102的图表100(示出梯度向量场),以及图6示出调整之后的图像的该部分中的梯度112的图表110(示出梯度向量场)。能够看到,梯度在图6中处于比在图5中更为对齐的顺序,在图5中图像不均匀性引起随机梯度取向。应当注意,理想地,即在没有异常的图像中,梯度112应当在图表110中由上至下线性对齐。

[0042] 还应当注意,例如在编织物88的表面的表面编织物的区域中的图像强度趋向于比图像中的其它位置更为随机化。因此,使用这种差别,各个实施例识别表面编织物与内核、例如内部材料86之间的区域,例如内部碳复合层。具体来说,并且再次参照图3,在62,确定图像强度的局部标准偏差,这在各个实施例中与在58的矫直并发地(或同时地)执行。例如,可执行定阈值过程,其中排除超过阈值的局部标准偏差而不作为内部碳复合层的一部分。在一个实施例中,阈值根据经验来确定,例如基于相似对象的先前检验。因此,排除超过所定义阈值的梯度或区域。

[0043] 在一个实施例中,在遍及整个图像的小窗口中计算图像强度的局部标准偏差。在这个实施例中,将其中标准偏差超过阈值极限的任何区域识别为属于表面编织物区域。表面编织物区域与内部碳复合层之间的边界表示为描记恒定标准偏差的线条的轮廓。因此,这个线条提供关于梯度在图像80中由上至下的预计定向流动的指示。在图7的图像120中示出步骤62的结果,其中包括图像右侧的区域124,使得各个实施例处理其中的数据以识别任何异常。但是,图像120左侧的区域122被排除不作进一步处理。因此,还排除区域122左边的任何部位126,因为这些部位126处于对象外部。

[0044] 此后,利用所调整的梯度以及感兴趣区域(例如结构的复合部位)、即所识别的区域124和所确定的局部标准偏差,可识别异常(例如皱纹),这在一个实施例中包括在64应用旋度算子。应用旋度算子给出向量场的圆周运动的量度,这在各个实施例中包括计算梯度向量场的局部旋度。例如,在一个实施例中,在图像之上扫描小窗口,并且在窗口中计算旋度。应用旋度算子的结果是对向量场所计算的标量值,它指示场的旋转。复合结构中诸如皱纹之类的异常的存在引起使用旋度算子来检测的梯度向量场中的局部旋转。因此,产生于应用旋度算子的标量值越高,则异常的可能性越大。

[0045] 旋度算子的应用产生如图8所示的图表130,其中在区域124中确定标量值。在示范图表130中,不同标量值或者标量值范围通过不同的暗色阴影(例如灰度级)来表示。例如,部位132包括比部位134更暗的部分,从而指示标量值在部位132中更高。应当注意,代替使用不同的暗色阴影(或水平),可使用不同颜色来表示值,例如不存在旋度的绿色(例如在部位136中),然后以不断增加的值从黄色到蓝色到红色,其中可选地具有颜色的不同阴影或

亮度。一般来说,步骤64的结果是图像的不同区域中的旋度的不同标量值。

[0046] 此后,在66对旋度操作的结果执行定阈值。例如,可定义一个或多个阈值,以便确定值是否为异常(例如皱纹)。在一些实施例中,不同阈值可用于指示部位包括特定异常的不同置信等级。因此,通过将阈值应用于所确定旋度值,可识别一个或多个异常。阈值再次可根据经验来确定。

[0047] 因此,一旦遍及图像计算了旋度的值,可将阈值应用于值以确定异常所在的位置。在一个实施例中,定阈值结果形成可对其应用任何适当图像处理技术的二进制图像。例如,能够应用连接组件分析和分割,以便定位和测量异常区域(例如缺陷区域)。

[0048] 在一个实施例中,旋度计算中的高响应的区域、即包括高值的部位用作区域生长算法的种子,以识别异常区域。例如,在68应用区域生长(例如区域生长算法或过程),使得具有高于阈值的值的区域生长所定义的像素数量,使得识别异常区域140,如图9的图表142所示。能够看到,在这个示范实施例中,由于定阈值和区域生长,识别四个异常区域140。基于所识别的异常区域140,可在图像80上提供对应覆盖图。例如,在一个实施例中,并且再次参照图3,边界框150可在70生成和显示,例如在图10中所示。应当注意,边界框150由异常区域140来限定,但是在图10中扩大为形成矩形框,例如可比异常区域140略大。另外,可对应于边界框150的每个中的旋度值的所确定等级(例如用于更高平均阈值的更暗或不同的颜色),对边界框150着色或加阴影。

[0049] 应当注意,包括方法50的一个或多个步骤的各个实施例可在二维和/或三维中执行。例如,在一个实施例中,梯度向量场分析(即,梯度调整和旋度)在二维中执行,但是最终旋度分割在三维中执行。

[0050] 因此,各个实施例提供超声图像中的异常的自动检测或确定,例如供检验工业组件。在至少一个实施例中,用户可以可视地识别与所检测异常对应的部位。

[0051] 各个实施例和/或组件、例如模块或者其中的组件和控制器也可实现为一个或多个计算机或处理器的一部分。计算机或处理器可包括计算装置、输入装置、显示单元以及例如用于访问因特网的接口。计算机或处理器可包括微处理器。微处理器可连接到通信总线。计算机或处理器还可包括存储器。存储器可包括随机存取存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。计算机或处理器还可包括存储装置,存储装置可以是硬盘驱动器或可移动存储驱动器、光盘驱动器等。存储装置也可以是用于将计算机程序或其它指令加载到计算机或处理器中的其它类似部件。

[0052] 本文所使用的术语“计算机”或“模块”可包括任何基于处理器或者基于微处理器的系统,其中包括使用微控制器、简化指令集计算机(RISC)、ASIC、逻辑电路以及能够运行本文所述功能的任何其它电路或处理器的系统。上述示例只是示范性的,并且因而并不是意在以任何方式限制术语“计算机”的定义和/或含意。

[0053] 计算机或处理器运行一个或多个存储元件中存储的指令集,以便处理输入数据。存储元件还可根据预期或需要存储数据或其它信息。存储元件可采取处理机中的信息源或物理存储器元件的形式。

[0054] 指令集可包括各种命令,这些命令指示作为处理机的计算机或处理器执行诸如各个实施例的方法和过程之类的特定操作。指令集可采取可形成有形非暂时计算机可读介质或媒体的一部分的软件程序的形式。软件可采取诸如系统软件或应用软件之类的各种形

式。此外,软件可采取独立程序或模块的集合、较大程序中的程序模块或者程序模块的一部分的形式。软件还可包括采取面向对象编程的形式的模块编程。由处理机对输入数据的处理可响应操作员命令或者响应先前处理的结果或者响应另一个处理机所做出的请求而进行。

[0055] 本文所使用的术语“软件”和“固件”是可互换的,并且包括在存储器中存储以供计算机执行的任何计算机程序,其中存储器包括RAM存储器、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器和非易失性RAM(NVRAM)存储器。上述存储器类型只是示范性的,并且因而并不是限制可用于存储计算机程序的存储器的类型。

[0056] 要理解,以上描述意于是说明性而不是限制性的。例如,上述实施例(和/或其方面)可相互结合使用。另外,可进行多种修改以将具体情况或材料适于各个实施例的教导,而不背离其范围。虽然本文所述材料的尺寸和类型易于定义各个实施例的参数,但是实施例决不是限制性的,而只是示范实施例。通过阅读以上描述,本领域的技术人员将会清楚地知道其它许多实施例。因此,各个实施例的范围应当参照所附权利要求连同这类权利要求涵盖的完整等效范围共同确定。在所附权利要求书中,术语“包括”和“其中”用作相应术语“包含”和“其中”的普通英语等效体。此外,在以下权利要求书中,术语“第一”、“第二”和“第三”等只用作标记,而不是意在对其对象施加数字要求。此外,以下权利要求书的限制并不是按照部件加功能格式编写的,并且不是意在基于35 U.S.C. §112第六款来解释,除非这类权利要求限制明确使用词语“用于…的部件”加上没有其它结构的功能的陈述。

[0057] 本书面描述使用包括最佳模式的示例来公开各个实施例,并且还使本领域的任何技术人员能够实施各个实施例,包括制作和使用任何装置或系统,以及执行任何结合方法。各个实施例的专利范围由权利要求书来定义,并且可包括本领域的技术人员想到的其它示例。如果示例具有与权利要求书的文字语言完全相同的结构元件,或者如果示例包括具有与权利要求书的文字语言无实质差异的等效结构元件,则这类其它示例意在落入权利要求书的范围之内。

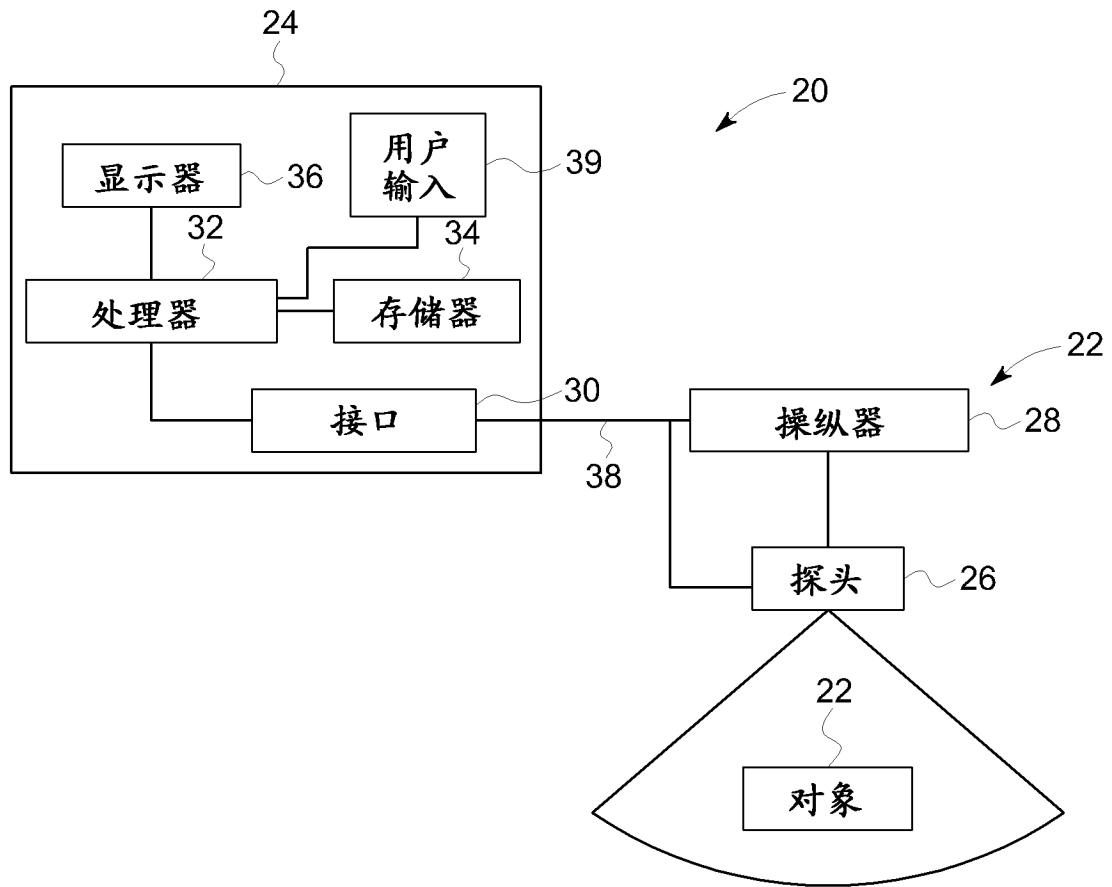


图 1

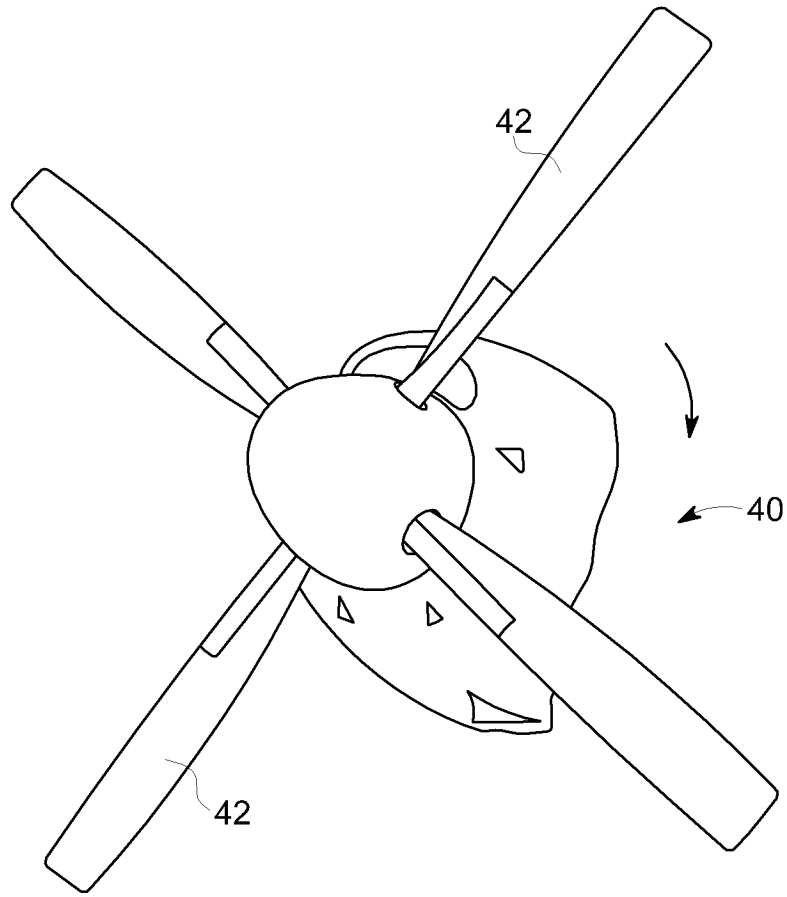


图 2

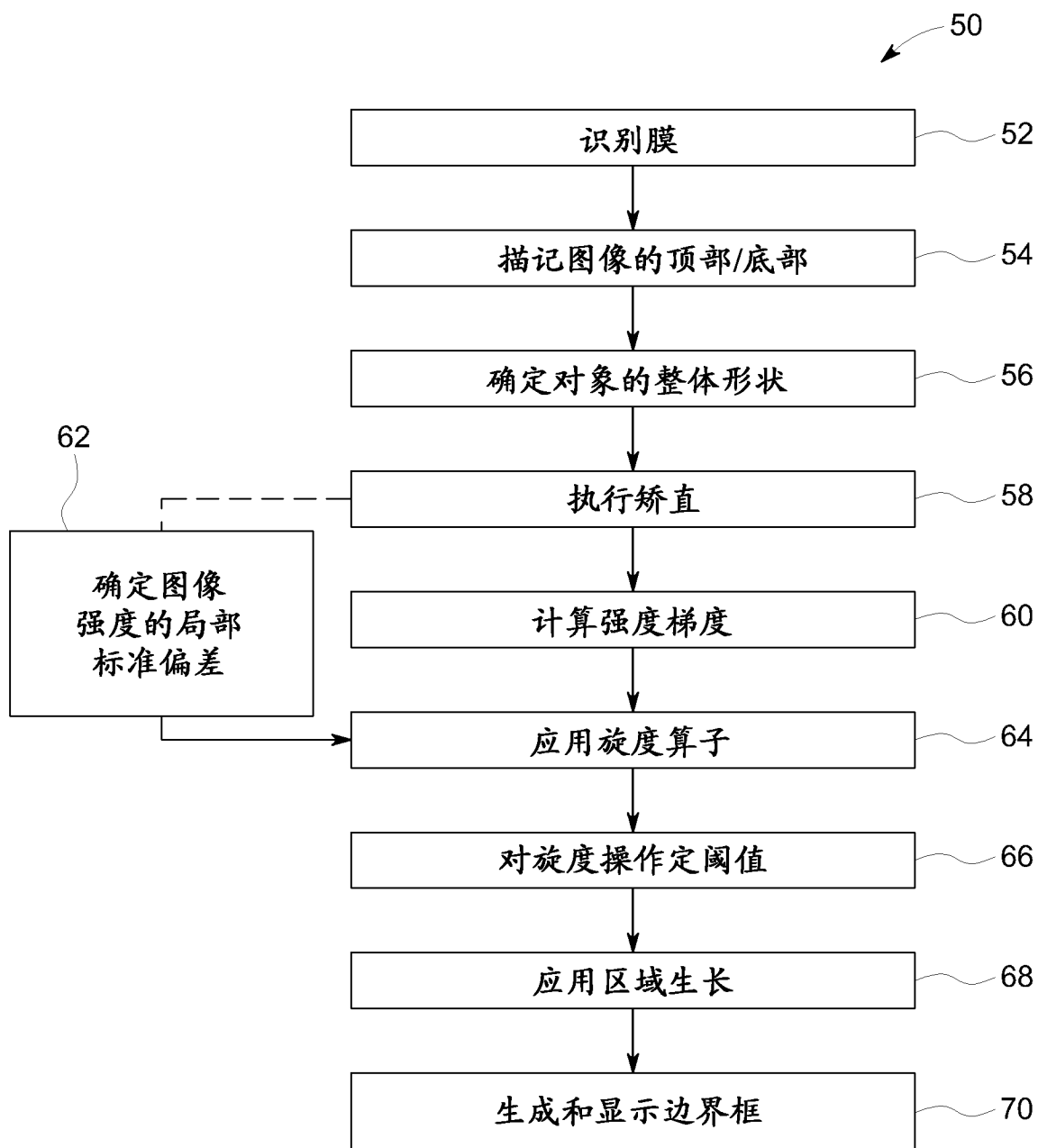


图 3

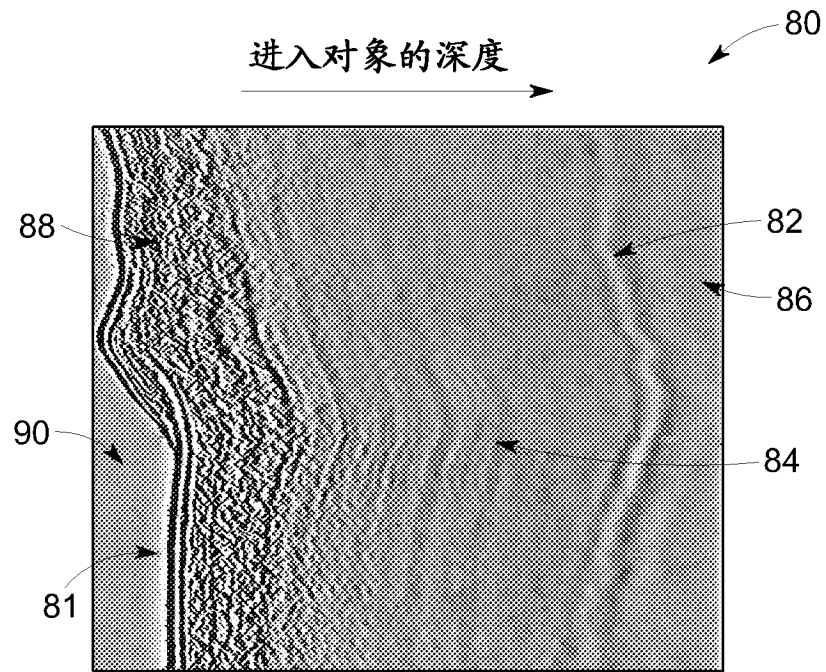


图 4

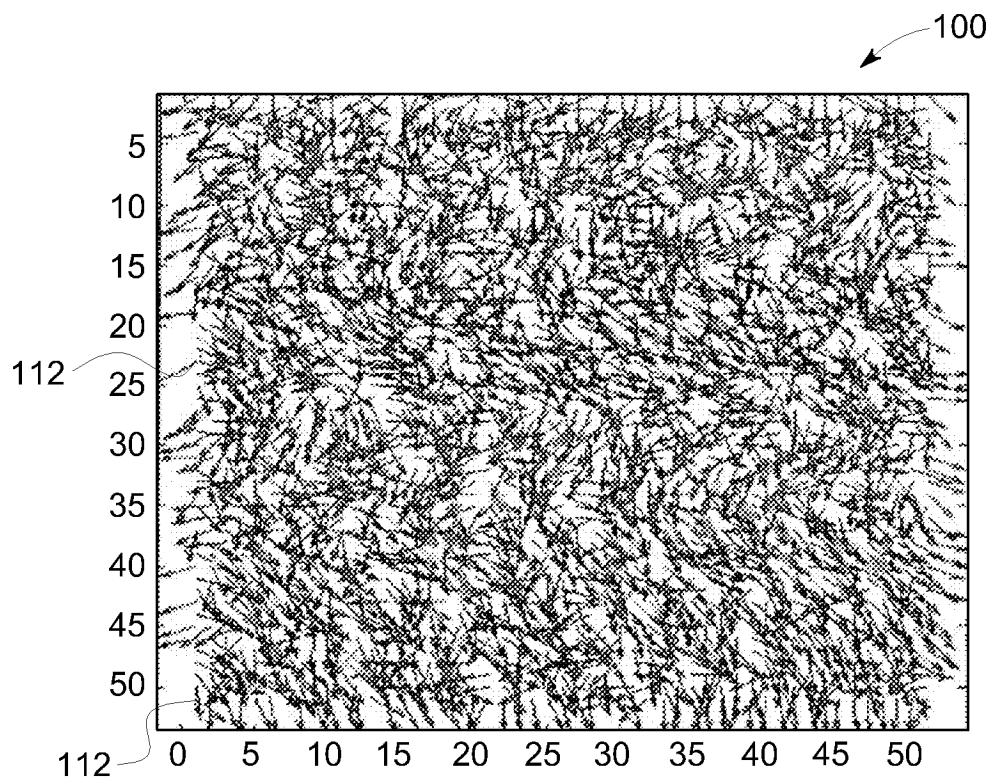


图 5

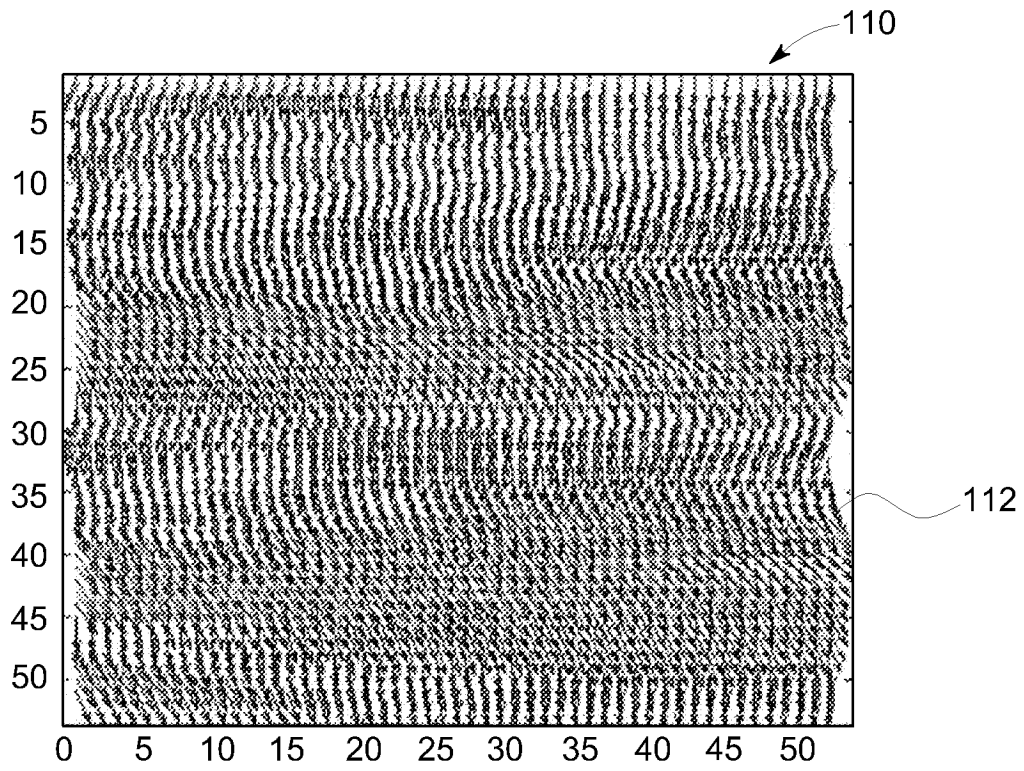


图 6

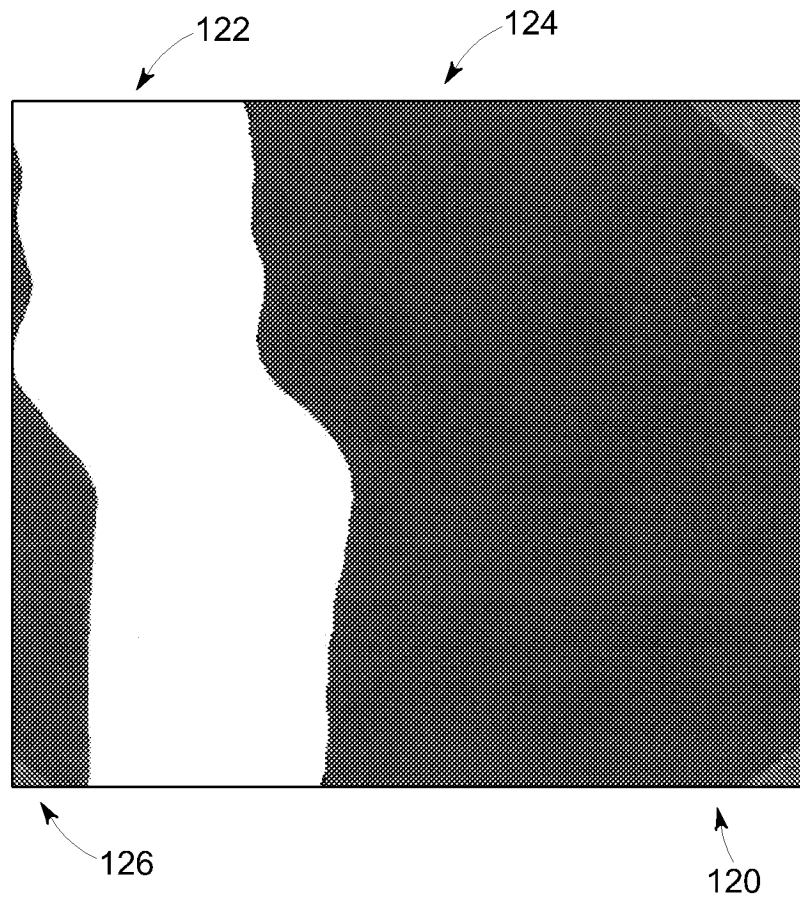


图 7

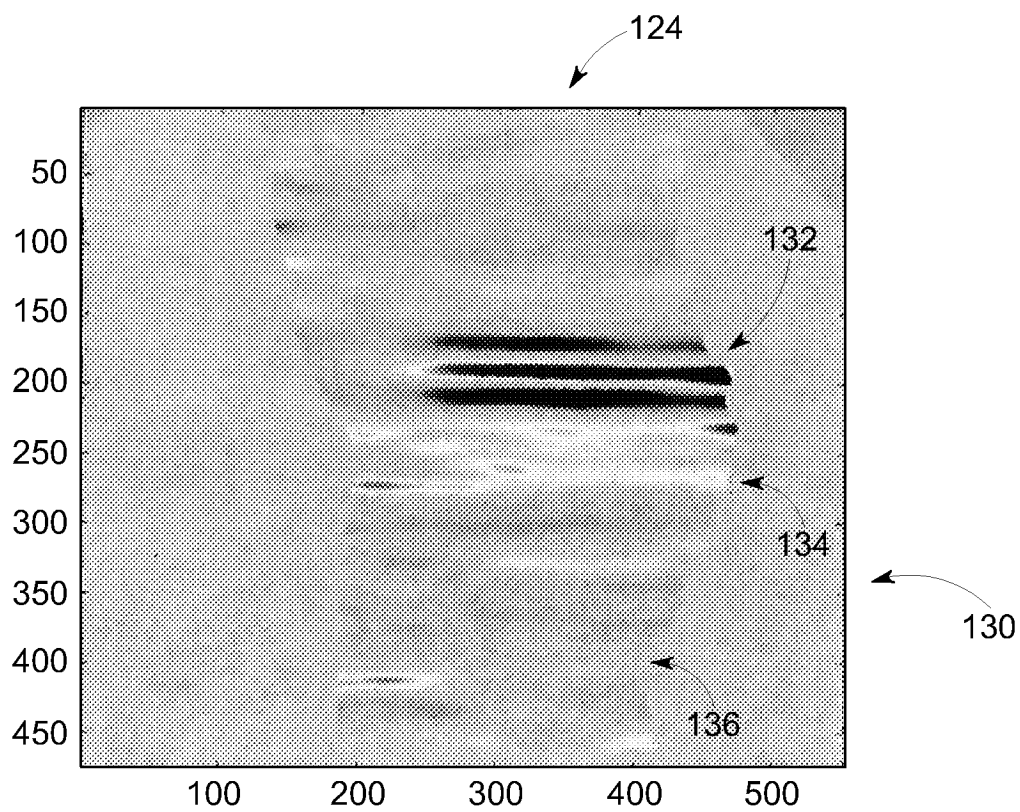


图 8

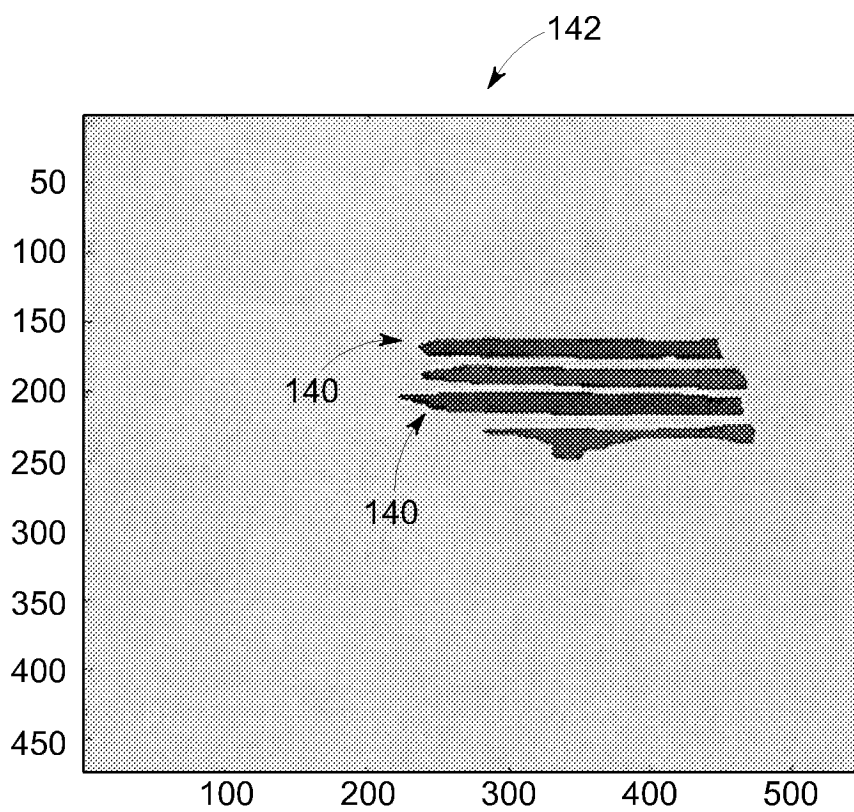


图 9

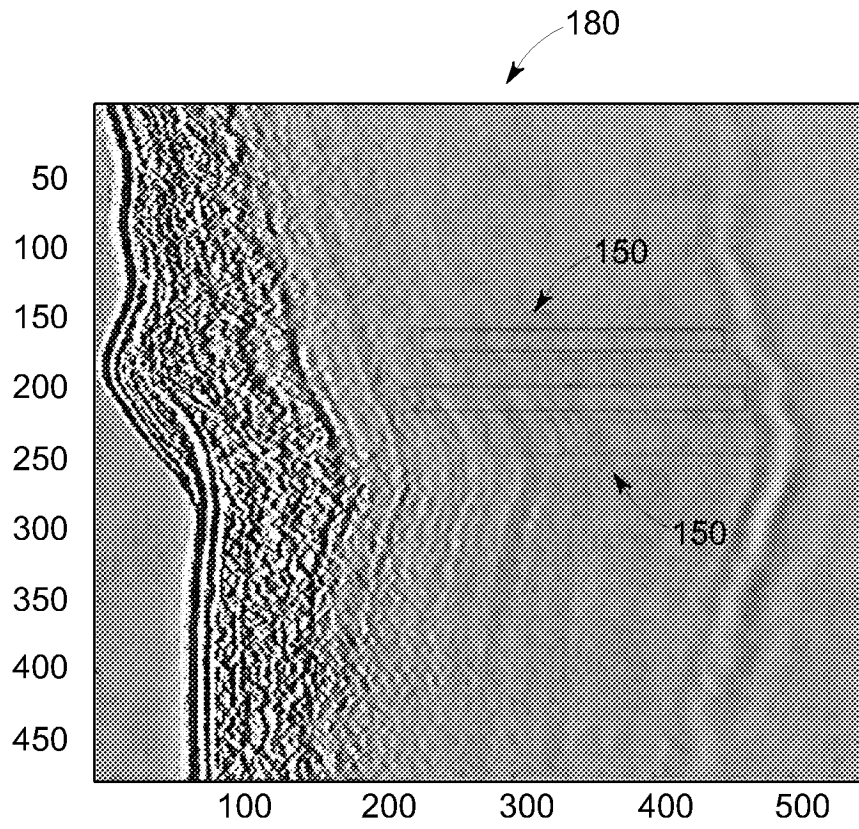


图 10