



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105407809 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 16

(21) 申请号 201480042436. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 07. 23

A61B 8/08(2006. 01)

(30) 优先权数据

2013-174828 2013. 08. 26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 01. 27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/069484 2014. 07. 23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/029651 JA 2015. 03. 05

(71) 申请人 日立阿洛卡医疗株式会社

地址 日本国东京都

(72) 发明人 浅见玲衣 吉川秀树 田原麻梨江

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 李逸雪

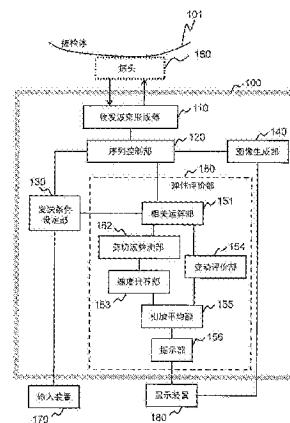
权利要求书2页 说明书11页 附图10页

(54) 发明名称

超声波诊断装置以及弹性评价方法

(57) 摘要

提供一种在辐射压弹性成像的剪切波速度的测量中,能够降低由于测量时间拖长而引起的测量精度和再现性的劣化,并能够获取具有高诊断能力的超声波图像的技术。在辐射压弹性成像中,从基于轨道脉冲的照射的回波信号中,检测剪切波,同时提取与测量区域的活动(变动)相关的信息,作为表示测量结果的可靠性的可靠性信息而提供给用户。此外,根据所提取的信息,确定变动的主要原因,提示给用户。进而,对多次的测量结果进行相加平均时,利用可靠性信息进行加权。



1. 一种超声波诊断装置,其特征在于,具备:

剪切波检测部,其使用通过反复发送多个剪切波检测用脉冲而得到的回波信号群,对通过发送在被检体内聚焦的突发超声波而在该突发超声波的焦点位置生成的剪切波进行检测;

速度计算部,其计算所述剪切波的传播速度即剪切波速度;

变动评价部,其评价包含所述剪切波的传播区域在内的测量区域的变动,得到评价结果作为表示所述剪切波速度的可靠性的可靠性信息;和

提示部,其将所述可靠性信息提示给用户。

2. 根据权利要求 1 所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述变动评价部基于所述测量区域内与所述剪切波的传播区域的深度不同的深度区域的所述变动,得到所述可靠性信息。

3. 根据权利要求 1 所述的超声波诊断装置,其特征在于,所述可靠性信息是表示所述变动的大小的指标。

4. 根据权利要求 1 所述的超声波诊断装置,其特征在于,所述变动评价部还确定所述变动的主要原因,所述提示部还向用户提示所确定的所述主要原因。

5. 根据权利要求 1 所述的超声波诊断装置,其特征在于,所述超声波诊断装置还具备:

序列控制部,其按照预先规定的脉冲序列,执行由所述突发超声波的发送和所述多个剪切波检测用脉冲的反复的发送和基于该发送的回波信号的接收构成的测量;和

相加平均部,其计算多个所述剪切波速度的相加平均,

所述序列控制部反复所述测量,

所述剪切波检测部按照每次所述测量来检测所述剪切波,

所述速度计算部按照每次检测所述剪切波来计算所述剪切波速度,

所述相加平均部计算每次检测所述剪切波所计算的多个所述剪切波速度的相加平均,

所述提示部将所述相加平均结果连同所述可靠性信息一起提示给用户。

6. 根据权利要求 5 所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述相加平均部在所述相加平均时使用所述可靠性信息来进行加权。

7. 根据权利要求 5 所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述提示部将每次所述测量的所述可靠性信息以及所述剪切波速度制成散布图,并进一步进行提示。

8. 根据权利要求 7 所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述超声波诊断装置还具备:受理部,其从用户经由所述散布图上的绘制结果来受理指示,

所述相加平均部根据所述指示,重新计算所述相加平均。

9. 根据权利要求 8 所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述受理部受理所排除的所述剪切波速度的选择,

所述相加平均部使用所述选择的剪切波速度以外的剪切波速度,重新计算所述相加平均。

10. 根据权利要求 8 所述的超声波诊断装置,其特征在于,
所述受理部受理根据所述可靠性信息将所述剪切波速度分割为多个组的指示,
所述相加平均部按照每个组来重新计算所述剪切波速度的相加平均。
11. 根据权利要求 5 所述的超声波诊断装置,其特征在于,
所述超声波诊断装置还具备:受理部,其从用户受理重新测量的指示,
所述序列控制部根据所述指示,执行所述测量。
12. 根据权利要求 2 所述的超声波诊断装置,其特征在于,
所述变动评价部根据所述剪切波的产生位置和所述剪切波的振幅来确定该剪切波进行传播的深度区域。
13. 根据权利要求 2 所述的超声波诊断装置,其特征在于,
所述变动评价部使用针对从所述回波信号群得到的数据在时间方向上进行相关运算而得到的相关系数,来确定所述剪切波进行传播的深度区域。
14. 根据权利要求 4 所述的超声波诊断装置,其特征在于,
所述变动评价部通过针对从所述回波信号群得到的数据在时间方向上进行相关运算而得到的相关系数的变化的样式,来确定所述主要原因。
15. 一种弹性评价方法,其特征在于,
使用通过反复照射多个剪切波检测用脉冲而得到的回波信号群,对通过发送在被检体内聚焦的突发超声波而在该突发超声波的焦点生成的剪切波进行检测,
计算所述剪切波的传播速度即剪切波速度,
评价包含所述剪切波的传播区域在内的测量区域的变动,得到评价结果作为表示所述剪切波速度的可靠性的可靠性信息,
将所述可靠性信息提示给用户。

超声波诊断装置以及弹性评价方法

技术领域

[0001] 本发明涉及使用超声波以非侵入的方式获取被检体内部的信息的超声波成像技术,特别是涉及对组织的硬度进行成像的弹性成像技术。

背景技术

[0002] 超声波诊断装置是从体外照射超声波,并将在体内反射返回来的信号根据经过时间和信号强度来图像化的医用图像装置。由于超声波具有在声阻抗不同的界面按照斯奈尔定律进行反射的性质,因此通过将根据生物体内的组织而微妙不同的声阻抗的差异可视化,从而来描绘组织的结构。

[0003] 存在使用超声波诊断装置对组织的硬度而并非组织的结构进行图像化的弹性成像技术。组织的硬度与病变有密切的关系,给诊断提供重要的信息。作为这种弹性成像的方法之一,存在产生剪切波,根据通过剪切波的传播而产生的位移来测量剪切速度,得到组织的硬度的辐射压弹性成像。若将组织的泊松比换算为0.5,纵波速度与横波速度相比足够大,则成为硬度的指标的杨氏模量E可简单地由下式(1)来表示。

[0004] 【式1】

$$E = 3 \rho V_s^2 \dots (1)$$

[0006] 在此, ρ 是密度, V_s 是剪切波速度。使用该式(1),根据剪切波速度得到硬度的绝对值。

[0007] 剪切波通过使聚焦超声波照射于一点,对组织施加辐射压来产生。此时,将所施加的脉冲称作辐射压生成用脉冲(推压脉冲)。通过推压脉冲而生成的剪切波的位移由剪切波检测用脉冲(轨道脉冲(track pulse:トラックパルス))来检测。

[0008] 在辐射压弹性成像中,为了计算硬度的绝对值,需要高精度地测量基于剪切波的位移,计算高再现性的剪切速度。为了提高再现性,有如下方法,即在1次测定中,在测量区域内的多个地方,测量多次剪切波速度,将所得到的测量值的平均提示为测定值(例如,参照专利文献1)。在专利文献1所公开的方法中,根据从测定值偏离的的大小来进行评价,将测定值与评价结果一起提示。根据本方法,由于相加平均时的偏离值的影响被抑制到最小,因此可以认为测定精度也得到提高。

[0009] 在先技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献1:美国专利申请公开2010/0016718号说明书

发明内容

[0012] 发明要解决的课题

[0013] 但是,如上所述,在辐射压弹性成像中,照射推压脉冲以及轨道脉冲这2种超声波脉冲。在专利文献1所记载的方法中,由于会反复多次照射这些脉冲,因而测量需要时间。因此,源于被检体的呼气、心跳等的身体活动、用户的手振等所引起的摄像面的偏差产生,

引起测量的精度以及再现性的劣化。

[0014] 具体来说,首先由于上述的活动,从而测量范围产生偏差,可以想到会对与想要测定的部位不同的部位进行测定。此外,即使是轻微的偏差,所检测到的剪切波的本来的时相与所测定出的时相也发生偏离,可以想到所检测到的剪切波速度会偏离本来的传播速度。而且,特别是在由于身体活动等而不发生面偏差的情况下,例如心跳所引起的肝脏的“压迫程度(形变)”可以认为根据时相而不同,由于该压迫程度会给剪切波速度带来影响,因此也可能导致测量精度劣化。

[0015] 本发明鉴于上述情况而作,其目的在于提供一种如下技术,即在辐射压弹性成像的剪切波速度的测量中,能够降低由于测量时间拖长而引起的测量精度与再现性的劣化,并能够获取具有高诊断能力的超声波图像。

[0016] 用于解决课题的手段

[0017] 本发明在辐射压弹性成像中,从基于轨道脉冲的照射的回波信号中,检测剪切波,同时提取与测量区域的活动(变动)相关的信息,并作为表示测量结果的可靠性的可靠性信息而提供给用户。此外,根据所提取的信息,确定变动的主要原因,提示给用户。进而,对多次的测量结果进行相加平均时,利用可靠性信息进行加权。

[0018] 发明效果

[0019] 根据本发明,在辐射压弹性成像中,由于测量时间拖长而引起的测量精度与再现性的劣化得到降低,并能够获取具有高诊断能力的超声波图像。

附图说明

[0020] 图1是本发明的实施方式的超声波诊断装置的框图。

[0021] 图2(a)是用于说明本发明的实施方式的B模式图像例的说明图,(b)是本发明的实施方式的测量区域(图2(a)的区域220)的放大图。

[0022] 图3是用于说明本发明的实施方式的测量区域内的相关系数的深度方向的变化说明图。

[0023] 图4(a)是用于说明本发明的实施方式的摄像区域的B模式图像例的说明图。(b)~(d)是用于说明基于非剪切波变动的相关系数的变化的说明图。

[0024] 图5是用于说明本发明的实施方式的显示画面例的说明图。

[0025] 图6(a)~(d)是用于说明本发明的实施方式的显示画面例的说明图。

[0026] 图7是本发明的实施方式的摄像处理的流程图。

[0027] 图8是本发明的实施方式的变形例的超声波诊断装置的框图。

[0028] 图9(a)~(c)是用于说明本发明的实施方式的变形例的从用户受理的指示的说明图。

[0029] 图10是本发明的实施方式的变形例的显示后的处理的流程图。

具体实施方式

[0030] 以下,使用附图对本发明的实施方式的一例进行说明。另外,在用于说明各实施方式的所有附图中,除另有注明外,具有同一功能的元素标注同一名称以及同一符号,并省略其重复说明。此外,本说明书所记载的所谓剪切波速度,是指剪切波的传播速度。在应用本

发明的各实施方式中,能够基于剪切波速度,进行有关例如与形变、杨氏模量、粘度、体积弹性模量等组织性状相关的信息的评价。

[0031] 首先,说明本实施方式的超声波诊断装置 100。图 1 是本实施方式的超声波诊断装置 100 的框图。

[0032] 在本实施方式的超声波诊断装置 100 中,进行如下的辐射压弹性成像法,即向被检体的测量区域照射(发送)辐射压,进行发送用于产生剪切波的聚焦突发超声波(以后称作推压脉冲)、和对通过推压脉冲的发送而产生的剪切波的传播进行检测的脉冲超声波(以后称作轨道脉冲)的测量,作为测量区域的组织的性质而得到剪切波的传播速度。此外,为了提高可靠性以及再现性,反复上述测量,并将所得到的结果进行相加平均。

[0033] 此时,在本实施方式的超声波诊断装置 100 中,从轨道脉冲的回波信号中,提取与测量区域的活动(变动)相关的信息,并作为通过辐射压弹性成像而得到的信息的可靠性相关的指针而提供给用户。此外,从所提取的与变动相关的信息中,确定变动的主要原因,提示给用户。进而,也将与变动相关的信息用于上述相加平均时的加权。

[0034] 因此,本实施方式的超声波诊断装置 100 如本图所示,具备收发波束形成器 110、序列控制部 120、发送条件设定部 130、图像生成部 140 和弹性评价部 150。此外,探头 160、输入装置 170、显示装置 180 与超声波诊断装置 100 连接。

[0035] < 发送波束形成器 >

[0036] 收发波束形成器 110 按照来自序列控制部 120 的指示,将发送波束发送到探头 160,并且接收由探头 160 接收到的回波信号。

[0037] 具体来说,生成从探头 160 的各元件发送的超声波脉冲的电信号。所生成的电信号通过发送波束形成器所具备的 D/A 变换机而变换为模拟信号之后,被送到探头 160 对被检体进行照射。在被检体内传播的过程中从声阻抗不同的界面反射回来的信号作为接收回波信号而由探头 160 进行接收,经过与发送时相反的过程而变换为数字信号,进行相位累加等加法处理,进行衰减校正等处理之后,变换为复 RF 数据。

[0038] < 序列控制部 >

[0039] 序列控制部 120 将按照经由发送条件设定部 130 而设定的摄像条件来发送超声波脉冲的定时以及接收回波信号的定时、所发送的超声波脉冲的特性等决定为脉冲序列。然后,按照所决定的脉冲序列,控制收发波束形成器 110,执行测量。在本实施方式中,执行辐射压弹性成像。因此,本实施方式的序列控制部 120 生成脉冲序列,以执行进行推压脉冲的发送、多个轨道脉冲的反复的发送、和基于轨道脉冲的回波信号的接收的测量。

[0040] < 发送条件设定部 >

[0041] 发送条件设定部 130 根据从用户受理的产生剪切波的位置(以后称作测量区域),设定在该测量区域的推压脉冲的发送条件、以及用于检测在该区域产生的剪切波的轨道脉冲的发送条件。所设定的发送条件包含聚焦位置、发送角度、突发长度、电压、频率以及发送开口等声压参数。

[0042] 图 2(a) 以及图 2(b) 是用于说明推压脉冲以及轨道脉冲发送的概念的图。图 2(a) 是 B 模式图像 210 的示例,图 2(b) 是 B 模式图像 210 内的测量区域 220 的放大图。箭头 234 是深度方向。

[0043] 在测量区域 220 内的推压脉冲的焦点 222 生成的基于辐射压的剪切波 221 在组织

中传播下去。轨道脉冲为了检测该剪切波而发送。因此,相对于一次推压脉冲,轨道脉冲最短也在剪切波的传播时间之间连续发送。

[0044] 设定推压脉冲的发送条件使得向所指定的测量区域 220 内的所希望的位置 222 发送推压脉冲,设定轨道脉冲的发送条件使得能够根据通过推压脉冲而产生的剪切波 221 的回波信号来测量该剪切波。此外,关于轨道脉冲,1 次测量中的发送数、反复次数、每次反复的多个轨道脉冲的发送位置等也作为发送条件而被设定。

[0045] < 图像生成部 >

[0046] 图像生成部 140 按照序列控制部 120 的控制来接收由收发波束形成器 110 得到的复 RF 数据,生成断层像。图像生成部 140 将从 1 个回波信号(波束)得到的 RF 数据的亮度值根据接收的时间在深度方向上进行绘制。将其通过在探头 160 的长轴方向上排列多个波束来积累二维的信息,根据所积累的信息来生成断层像。所生成的断层像显示于显示装置 180。

[0047] 例如,在将回波信号的强度作为亮度进行图像化的 B 模式摄像中,探头 160 长轴方向的波束个数会影响摄像帧速率。为了保持实时性,通常为了获取 1 张 B 模式图像,使用几十一几百波束。

[0048] < 探头 >

[0049] 探头 160 只要是能够收发上述的剪切波测量用的序列的探头 160 即可,优选使用直线、凸面或者扇形形状的 1D 阵列探头、或是三维摄像用的 1.5 维或者二维阵列探头等。

[0050] < 弹性评价部 >

[0051] 弹性评价部 150 得到测量区域 220 的组织的硬度的信息。在本实施方式中,通过检测通过推压脉冲的发送而产生的剪切波,得到其速度(剪切波速度),从而得到表示组织的硬度的信息。剪切波速度根据通过剪切波的传播而产生的位移来计算。进而,本实施方式的弹性评价部 150 计算表示所得到的剪切波速度的可靠性的信息(可靠性信息),提示给用户。

[0052] 为了实现这一功能,本实施方式的弹性评价部 150 如图 1 所示,具备相关运算部 151、剪切波检测部 152、速度计算部 153、变动评价部 154、相加平均部 155 和提示部 156。

[0053] < 相关运算部 >

[0054] 相关运算部 151 针对从所接收到的回波信号中得到的 RF 数据,在时间方向上进行相关运算。在本实施方式中,由于 RF 数据是复 RF 数据,因此实施复相互相关运算。复相互相关运算既可以在时间上相邻的 RF 数据间进行,也可以决定作为基准的 RF 数据,在与作为基准的 RF 数据之间进行。

[0055] < 剪切波检测部 >

[0056] 剪切波检测部 152 使用通过反复发送多个剪切波检测用脉冲(轨道脉冲)而得到的接收回波信号,对通过发送在被检体 101 中聚焦的突发超声波(推压脉冲)而在推压脉冲的焦点生成的剪切波进行检测。在本实施方式中,从相关运算部 151 的复相互相关结果中,检测剪切波的峰值,得到检测位置和检测时间。另外,在本实施方式中,在峰值的检测之前,对复相互相关结果进行最佳的滤波器处理。

[0057] < 速度计算部 >

[0058] 速度计算部 153 计算剪切波的传播速度即剪切波速度。在本实施方式中,剪切波

速度根据检测到剪切波的峰值的时间、位置以及剪切波生成位置来计算。具体来说,根据推压脉冲的焦点和观测到剪切波的峰值的轨道脉冲的发送位置来计算。

[0059] < 变动评价部 >

[0060] 变动评价部 154 对包含剪切波的传播区域在内的测量区域 220 的变动进行评价,得到评价结果作为表示剪切波速度的可靠性的可靠性信息。所进行评价的对象的变动是给辐射压弹性成像的测量精度或再现性带来影响的变动。在本实施方式中,首先,在测量区域 220 内,确定检测该变动的区域,评价该区域的给定位置(评价位置)的组织的变动。

[0061] 首先,对检测变动的区域的确定方法进行说明。

[0062] 给辐射压弹性成像的测量精度或再现性带来影响的变动可以认为有 2 种。一种是源于用户保持的探头 160 活动的摄像面整体的面偏差,另一种是源于心跳、呼吸等被检体的周期性身体活动的测量部位的偏差。以后,将前者称作源自操作者的变动,而将后者称作源自身体活动的变动。

[0063] 在此应当注意的是,辐射压弹性成像中的测量对象的剪切波本身是通过测量组织的微弱的活动而得到的。因此,需要对测量对象的基于剪切波的活动和给测量精度或再现性带来影响的变动进行区别,而仅对后者进行检测。以后,将前者的活动称作剪切波变动,将后者的变动称作非剪切波变动。本实施方式的变动评价部 154 确定不受剪切波变动的影响的区域,将该区域内的给定位置设为评价位置,来评价该评价位置的非剪切波变动。

[0064] 在此,对不受剪切波变动的的影响的位置进行说明。如前所述,图 2(a) 是超声波图像(B 模式图像)210 的概念图,图 2(b) 是图 2(a) 内的测量区域 220 的放大图。

[0065] 如图 2(a) 所示,在超声波视野内,将组织按层结构进行显示。在此,例示层 211、层 212、层 213 这三层结构。此外,如图 2(b) 所示,剪切波 221 从辐射压生成的部位(剪切波生成位置)222 起横向传播。即,在深度方向(图中向下)上,仅在一定范围(图中为区域 b232;以下称作剪切波传播区域)内进行传播。因此,剪切波传播区域 232 以外例如图中的区域 a231 或区域 c233 等可以说不受剪切波的活动的影响的位置。将这些区域称作非传播区域 231、233。

[0066] 本实施方式的变动评价部 154 基于测量区域 220 内与剪切波传播的深度区域(剪切波传播区域 232)的深度不同的深度区域(非传播区域 231,233)内的给定位置(评价位置)处的变动,来计算可靠性信息。评价位置设为非传播区域 231、233 内尽可能接近于剪切波生成位置的位置。

[0067] 另外,变动评价部 154 使用剪切波检测部 152 的检测结果,来决定剪切波传播区域 232,并确定非传播区域 231、233。剪切波传播区域 232 根据该剪切波的产生位置和所述剪切波的振幅来确定。剪切波 221 的产生位置是通过推压脉冲而生成辐射压的位置。该位置是根据从用于推压脉冲生成的元件数量求取的发送开口宽度以及聚焦的深度来决定的焦点深度。此外,剪切波 221 的振幅通过剪切波检测部 152 所检测到的剪切波的峰值的位置与焦点深度的距离来确定。

[0068] 此外,剪切波传播区域 232 也可以不使用剪切波检测部 152 的检测结果而独立地确定。例如,使用基于相关运算部 151 的复相互相关运算结果。即,也可以使用相关系数来确定。

[0069] 一般,有活动(变动)的位置与剪切波变动、非剪切波变动等活动的种类无关,相

关系数都会下降。其中,如上所述,剪切波 221 在深度方向上限定的位置例如图 2(b) 中仅在剪切波传播区域 232 生成。因此,若观察相关系数的深度方向的变化,则如图 3 示意性地表示那样,在基于剪切波的相关系数的变化 241 中,下降是局部性的。另一方面,非剪切波变动即基于探头 160 的面偏差或身体活动的相关系数的变化 242、243 与图 2(b) 的区域无关,是固定的。另外,实际得到的复相互相关运算结果是这些相关系数的变化 241、242、243 的合成。

[0070] 利用这一点,检测相关系数局部性地下降的区域,将所检测到的区域设为剪切波传播区域 232。局部性地下降的区域例如通过微分运算等来检测。剪切波传播区域 232 决定后,非传播区域 231、233 的确定方法、评价位置的决定方法与上述同样。

[0071] 本实施方式的变动评价部 154 计算将由上述方法确定出的位置(评价位置)的变动的剧烈程度(变动的大小)进行了指标化的变动指数 k_m ,作为可靠性信息。一般活动越剧烈,相互相关运算的相关系数越下降。利用这一点,在本实施方式中,将该评价位置的例如归一化的相互相关系数的平均值设为变动指数 k_m 。在该情况下,变动越剧烈,变动指数 k_m 的值越小。另外,在此使用的相关运算既可以是与剪切波检测时共同的相关运算,也可以是不同的相关运算。

[0072] 另外,如上所述,在本实施方式中,在测量区域 220 内的多个地方,多次测量,得到多个剪切波速度。此外,在每一次测量中,计算变动指数 k_m 。此时,变动评价部 154 也可以进一步计算在多次测量中得到的各变动指数 k_m 的相对于平均值的偏差例如标准偏差,作为可靠性信息。此外,也可以计算由各测量得到的剪切波速度的标准偏差,作为可靠性信息。

[0073] 接着,说明由变动评价部 154 来确定剪切波检测部 152 所检测到的变动的主要原因的方法。在此,作为主要原因,确定是源自身体活动,还是探头 160 保持的技巧等源自操作者。确定通过识别相关系数的变化的样式(pattern)来进行。使用图 4(a) 至图 4(d) 对该确定方法进行说明。图 4(a) 是摄像区域的 B 模式图像 310。图 4(b) 至图 4(d) 示意性地示出了摄像区域内的基于非剪切波变动的轨道脉冲的复相关系数的变化的样式。

[0074] 例如在进行了肝脏的摄像的情况下,如图 4(a) 所示,在 B 模式图像 310 上,在肝脏 312 的近前可以观测到皮肤、肌肉、脂肪等浅表组织 311,在里面可以观测到由横膈膜隔开的消化管等其他组织 313。箭头 314 为深度方向。

[0075] 在源自操作者的情况下,其主要原因存在探头 160 的侧滑和摇动方向的偏差这 2 种。探头 160 的侧滑由于探头 160 的设置位置自身偏离而发生。此外,摇动方向的偏差虽然探头 160 的设置位置并未偏离,但由于角度偏离而发生。

[0076] 图 4(b) 中示出侧滑(探头 160 的设置位置的偏差)的情况下的相关系数的变化的样式 340。如本图所示,在侧滑的情况下,测量区域 320 外也包含在内的整个摄像面的区域内同时发生相关系数的下降。

[0077] 图 4(c) 中示出探头 160 在摇动方向上发生了偏离的情况下的相关系数的变化的样式 350。如本图所示,在该情况下,测量区域 320 外也包含在内的整个摄像面的区域内发生相关系数的下降。但是,此时,相关系数下降的定时并非同时,而是越深的部位即距离探头 160 表面越远的位置,下降开始越早。

[0078] 相对于此,基于跳动、呼气等周期性身体活动的变动根据组织而不同。具体来说,

相对于皮肤或脂肪层等浅表组织 311、以横膈膜隔开位于肝脏的里面的其他组织 313 不活动,位于中间部的肝脏 312 等脏器示出特征性并且周期性的活动。因此,如图 4(d) 所示,该情况下的相关系数的变化的样式 360 仅在包含测量区域 320 在内的中间部的脏器(肝脏 312) 的位置,呈周期性地变化。

[0079] 本实施方式的变动评价部 154 检测这些相关系数的变化的样式,判别变动是源自操作者或是源自周期性身体活动。另外,例如,也可以将作为这些变化的基准的基准样式或者能够确定基准样式的信息预先保持在超声波诊断装置 100 所具备的存储装置中,由变动评价部 154 通过对所检测到的样式与基准样式进行比较,来进行变动的主要原因的判别。

[0080] 另外,判别结果由提示部 156 提示给用户。此外,此时,也可以构成为在作为主要原因而被判别为源自操作者的情况下,显示敦促重新测量的消息。此外,也可以构成为在上述的变动指数 km 的标准偏差为预先规定的阈值以上的情况下,判别为测量不当,同样显示敦促重新测量的消息。

[0081] 另外,变动评价部 154 评价变动时所使用的信号期望是前述的发送轨道脉冲而得到的复相互相关运算结果。但是,并不限于于此。例如,也可以使用通过 B 模式摄像而得到的数据。

[0082] < 相加平均部 >

[0083] 相加平均部 155 计算通过在测量区域 220 内的多个地方进行多次测量而得到的多个剪切波速度的平均值。

[0084] 在本实施方式中,此时,也可以将变动指数 km 用作权重。即,对由各测量得到的剪切波速度根据其可靠性(在此为变动指数 km) 来改变对平均值计算的贡献率。由此,所得到的相加平均速度的可靠性提高。

[0085] 加权平均例如可通过下式(2)来计算。

[0086] 【式 2】

$$[0087] \quad V_{s_{\text{mean}}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{V_{s_i} km_i}{km_{\text{mean}}} \quad \dots \quad (2)$$

[0088] n 是测量次数(n 为 2 以上的整数), V_{s_i} 是通过第 i 次的测量而得到的剪切波速度, km_i 是通过第 i 次的测量而得到的变动指数, km_{mean} 是 n 个变动指数 km_i 的平均值, $V_{s_{\text{mean}}}$ 是通过加权相加平均而得到的相加平均速度。

[0089] < 提示部 >

[0090] 提示部 156 将由速度计算部 153 计算出的每次测量的剪切波速度 V_s 、由相加平均部 155 计算出的相加平均速度 $V_{s_{\text{mean}}}$ 、以及可靠性信息等提示给用户。在本实施方式中,使用这些测量结果、计算结果,来生成显示于显示装置 180 的显示信息。显示信息既可以是数值,也可以是定性的曲线图、彩色图显示。

[0091] 图 5 中示出由提示部 156 生成为显示信息的画面例。在显示画面 600 中,显示每次测量的剪切波速度 V_s 与变动指数 km 的倒数 ($1/km$) 的散布图 610 和参考信息 620。

[0092] 散布图 610 是在分别以剪切波速度 V_s 和变动指数 km 的倒数 ($1/km$) 为轴的曲线图中绘制了测量结果而得到的。

[0093] 在参考信息 620 中,显示例如由相加平均部 155 计算出的相加平均速度 V_{mean} 、由变动评价部 154 计算出的剪切波速度的标准偏差 SD 、变动指数 km 的标准偏差 $km(SD)$ 等。此

时,变动指数 km 的显示方式期望是将 km 的标准偏差以相对于平均值的比例进行显示,但也可以使用其他的统计量以及绝对值来进行显示。

[0094] 另外,显示画面 600 也可以构成为显示受理重新测量的指示的受理按钮 630。

[0095] 以下,说明具体的显示例。

[0096] 图 6(a) 是摄像区域的变动较少的情况下的显示画面 611 的示例。在几乎没有活动、良好的摄像的情况下,变动指数 km 的倒数相对较小,在变动指数 km 的倒数较小的范围内可以看到绘制点聚集在一起。

[0097] 图 6(b) 中示出被预想为在由于一些活动而产生测量的偏离值的情况下得到的显示画面 612 的示例。可以看到二个绘制点的群体。数量较少的一方的群体由于变动指数 km 的倒数较大,因此能够暗示给用户这些是活动较大的情况下得到的剪切波速度。

[0098] 图 6(c) 中示出被预想为在周期性的身体活动的情况下得到的显示画面 613 的示例。根据活动的大小,绘制点被分为 2 个组来显示。

[0099] 图 6(d) 中示出在变动指数 km 的倒数的值较大、测量不当的情况下得到的显示画面 614 的示例。提示部 156 也可以构成为在这样的情况下,连敦促重新测量的消息也一起显示。

[0100] 本实施方式的超声波诊断装置 100 具备 CPU 和存储器和存储装置,通过由 CPU 将预先保持在存储装置中的程序载入到存储器中并执行,来实现序列控制部 120、图像生成部 140、发送条件设定部 130、弹性评价部 150 的功能。用于各功能的处理的各种数据、处理中生成的各种数据保存在存储装置中。另外,弹性评价部 150 的各功能的至少 1 个也可以在与超声波诊断装置 100 能够进行数据的收发的外部的信息处理装置等中具备。此外,上述各部的全部或一部分的功能也可以通过 ASIC(Application Specific Integrated Circuit, 应用型专用集成电路)、FPGA(field-programmable gate array, 现场可编程门阵列)等硬件来实现。

[0101] < 摄像的流程 >

[0102] 接着,使用图 7 来说明基于本实施方式的超声波诊断装置 100 的辐射压弹性成像执行时的摄像处理的流程。本处理以来自用户的指示为契机开始。在此,设为发送 N 次推压脉冲。

[0103] 首先,操作者在 B 模式图像上,指定剪切波的测量区域。操作者经由输入装置 170,来指定该测量区域。发送条件设定部 130 受理所指定的测量区域(步骤 S1001),设定推压脉冲以及轨道脉冲的发送条件(步骤 S1002)。

[0104] 若推压脉冲以及轨道脉冲的发送条件被设定,则序列控制部 120 开始辐射压弹性成像测量。在此,首先,将对测量次数进行计数的计数器 n 初始化($n = 1$)(步骤 S1003)。然后,按照所设定的条件,发送推压脉冲(步骤 S1004)。此外,紧接在推压脉冲发送之后,开始轨道脉冲的发送(步骤 S1005)。

[0105] 序列控制部 120 将通过轨道脉冲的发送而得到的回波信号变换为复 RF 数据,由相关运算部 151 针对该数据进行复相互相关运算(步骤 S1006)。复相互相关运算结果被输入到剪切波检测部 152 和变动评价部 154。

[0106] 剪切波检测部 152 根据复相互相关运算结果,计算剪切波的峰值位置和峰值检测时间,检测剪切波(步骤 S1007)。然后,速度计算部 153 根据峰值位置和峰值检测时间,计

算剪切波速度（步骤 S1008）。另外，所计算出的剪切波速度与测量次数 n 建立对应，保持在存储装置中。

[0107] 另一方面，变动评价部 154 根据复相互相关运算结果，计算可靠性信息（步骤 S1009）。另外，所计算出的可靠性信息与测量次数 n 建立对应，保持在存储装置中。

[0108] 序列控制部 120 判别是否已经进行了 N 次测量（步骤 S1010），在未进行的情况下，使计数器 n 递增 1（步骤 S1011），返回到步骤 S1004，重复处理。

[0109] 另一方面，在步骤 S1012 中判别为已经完成 N 次的测量的情况下，相加平均部 155 计算相加平均速度 V_{s_mean} （步骤 S1012）。相加平均也可以使用变动指数来进行加权。此时，也可以一起计算标准偏差 SD 。此外，也可以由变动评价部 154 一起计算可靠性信息的标准偏差值 $km(SD)$ 。

[0110] 提示部 156 使用计算结果生成显示画面，并显示于显示装置 180（步骤 S1013），结束处理。

[0111] 如以上所说明的那样，本实施方式的超声波诊断装置 100 具备：剪切波检测部 152，其使用通过反复发送多个剪切波检测用脉冲而得到的回波信号群，对通过发送在被检体内聚焦的突发超声波从而在该突发超声波的焦点位置生成的剪切波进行检测；速度计算部 153，其计算所述剪切波的传播速度即剪切波速度；变动评价部 154，其评价包含所述剪切波的传播区域在内的测量区域的变动，得到评价结果作为表示所述剪切波速度的可靠性的可靠性信息；和提示部 156，其将所述可靠性信息提示给用户。

[0112] 此时，所述变动评价部 154 也可以使用所述回波信号群来进行所述变动的的评价。

[0113] 此外，所述变动评价部 154 还确定所述变动的主要原因，所述提示部 156 还向用户提示所确定的所述主要原因。

[0114] 如此根据本实施方式，从用于辐射压弹性成像的轨道脉冲中提取与活动相关的信息，在检测剪切波的同时对测量对象的组织的活动、面偏差进行检测。通过将所检测到的与活动相关的信息提供给用户，从而能够向用户提供与测量的可靠性相关的指针。此外，在相加平均时，通过根据活动信息，来进行剪切波速度测量值的加权，从而能够提供可靠性更高的测量值。此外，根据活动的样式来检测是否有手振，在是手振的情况下将该意思通知给用户。

[0115] 由此，用户观察所提供的信息，能够把握测量的可靠性。然后，能够适当重新进行测量。如此，根据本实施方式，能够实现可靠性更高的测量方法。因此，根据本实施方式，在辐射压弹性成像中，能够降低测量精度和再现性的劣化，并能够向用户提供具有高诊断能力的超声波图像（硬度的信息）。

[0116] 根据辐射压弹性成像，例如乳腺癌等由于与周边组织相比明显较硬，因此通过对较硬的部分进行描绘从而能够高灵敏度地检测乳腺癌。此外，对于导致肝硬变的肝炎等而言，肝脏的硬度与疾病的进展程度密切关联，通过测量肝脏的硬度，从而能够最小限度地抑制活检的数量，同时进行准确的诊断和治疗经过监控。本实施方式将这样的辐射压弹性成像的优点原样予以活用，无需追加新的测量，就能够获得上述效果。

[0117] 另外，在上述实施方式中，构成为提示部 156 生成显示画面，向用户提示剪切波速度及其评价结果，但并不限于此。例如，也可以如图 8 所示，除了上述实施方式的构成以外，还具备经由显示画面 600 受理来自用户的指示的受理部 157。在该情况下，提示部 156

所生成的显示画面 600 具备受理重新测量的指示的受理按钮 630。

[0118] 例如,如图 9(a) 所示,在显示了显示画面 612 的情况下,用户经由该显示画面 612,选择变动指数 km 的倒数较小的绘制点。选择例如如本图所示,通过利用框 631 包围等来进行。受理部 157 受理该选择,确定相对应的剪切波速度,使相加平均部 155 仅使用所选择的剪切波速度,重新计算相加平均速度。计算结果通过提示部 156 来显示。

[0119] 此外,如图 9(b) 所示,在显示了显示画面 613 的情况下,用户例如以任意设定的变动指数 km 的倒数,对绘制点群进行分割。分割的指示例如如本图所示,通过在显示画面 613 的散布图上指定给定的变动指数 km 的倒数 632 来进行。受理部 157 受理该分割时使用的变动指数 km 的倒数的指定,将以该值分割的绘制点群分别分组,使相加平均部 155 计算每组的相加平均速度。计算结果通过提示部 156 来显示。

[0120] 此外,如图 9(c) 所示,在显示了显示画面 614 的情况下,用户例如经由受理按钮 630,指示重新测量。受理部 157 若受理该指示,则指示序列控制部 120 进行再次测量。另外,此时,也可以进行指示使得重新握持探头 160。

[0121] 使用图 10 来说明该情况下的显示后的处理的流程。

[0122] 受理部 157 若经由显示画面 600,受理给定的绘制点群的选择(步骤 S1101),则排除与该绘制点群相对应的剪切波速度数据(步骤 S1102)。然后,使相加平均部 155 根据剩余的剪切波速度数据来重新计算相加平均(步骤 S1103)。此时,也可以构成为变动评价部 154 计算剩余的剪切波速度数据的变动指数 km 的标准偏差。然后,提示部 156 根据计算结果生成显示画面,并显示于显示装置 180(步骤 S1104),结束处理。

[0123] 另一方面,受理部 157 若经由显示画面 600,受理对绘制点群进行分割的变动指数 km 的倒数的指定(步骤 S1105),则将绘制点分为该变动指数 km 的倒数以上的部分与比其小的部分,分别进行分组(步骤 S1105),使相加平均部 155 按照每组,使用其剪切波速度数据,重新计算相加平均(步骤 S1106)。此时,也可以构成为变动评价部 154 计算每组的剪切波速度数据的变动指数 km 的标准偏差。然后,提示部 156 根据计算结果,生成各组的显示画面,并显示于显示装置 180(步骤 S1107),结束处理。

[0124] 此外,受理部 157 在受理了进行重新计算的指示的指示按钮的按下的情况下(步骤 S1108),对序列控制部 120 进行重新测量的指示(步骤 S1109)。在没有任何指示的情况下,结束处理。

[0125] 如此,通过具备受理部 157,基于可靠性信息,受理来自用户的指示,从而能够将可靠性评价结果反馈给测量,能够进一步提高测量精度、再现性。

[0126] 符号说明

[0127] 100:超声波诊断装置,110:收发波束形成器,120:序列控制部,130:发送条件设定部,140:图像生成部,150:弹性评价部,151:相关运算部,152:剪切波检测部,153:速度计算部,154:变动评价部,155:相加平均部,156:提示部,157:受理部,160:探头,170:输入装置,180:显示装置,201:测量区域,210:B 模式图像,211:组织层,212:组织层,213:组织层,220:测量区域,221:剪切波,222:剪切波产生位置,231:非传播区域,232:剪切波传播区域,233:非传播区域,234:箭头,241:相关系数的变化,242:相关系数的变化,243:相关系数的变化,310:B 模式图像,311:浅表组织,312:肝脏,313:其他组织,314:箭头,320:测量区域,340:相关函数的变化的样式,350:相关函数的变化的样式,360:相关函数的变

化的样式,600 :显示画面,610 :散布图,611 :显示画面,612 :显示画面,613 :显示画面,614 :显示画面,620 :参考信息,630 :受理按钮,631 :框,632 :指定位置。

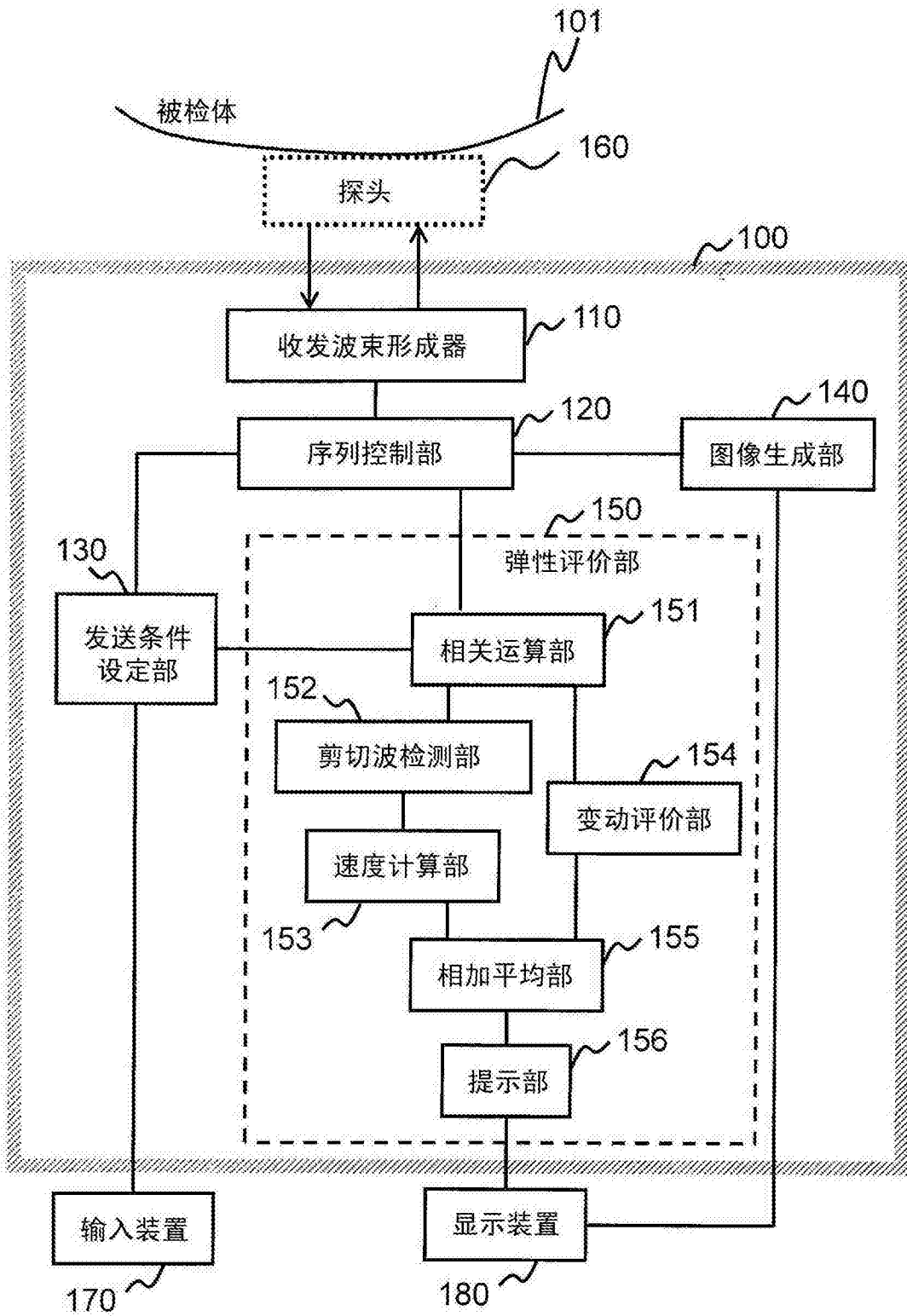
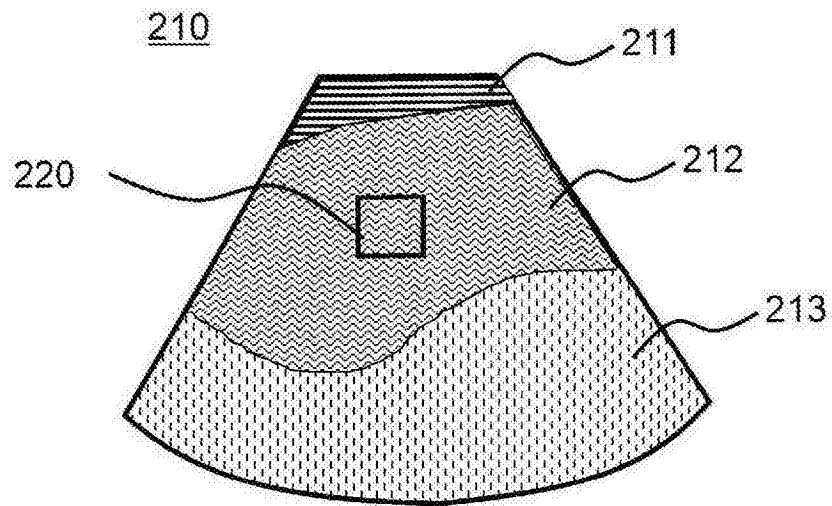
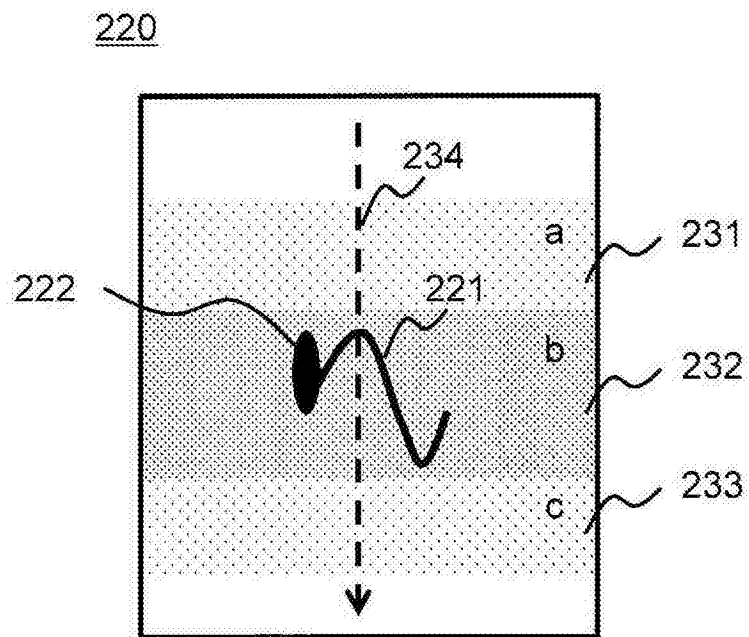


图 1



(a)



(b)

图 2

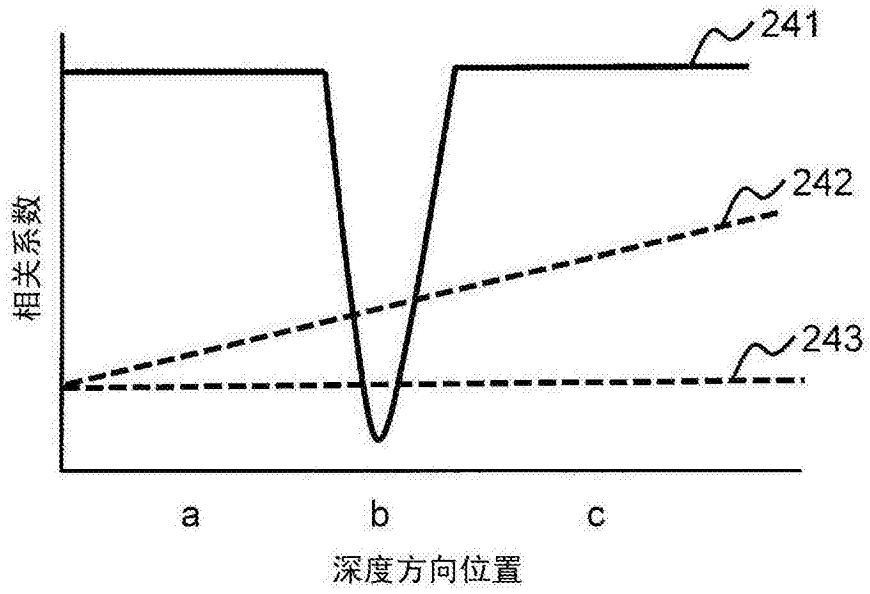


图 3

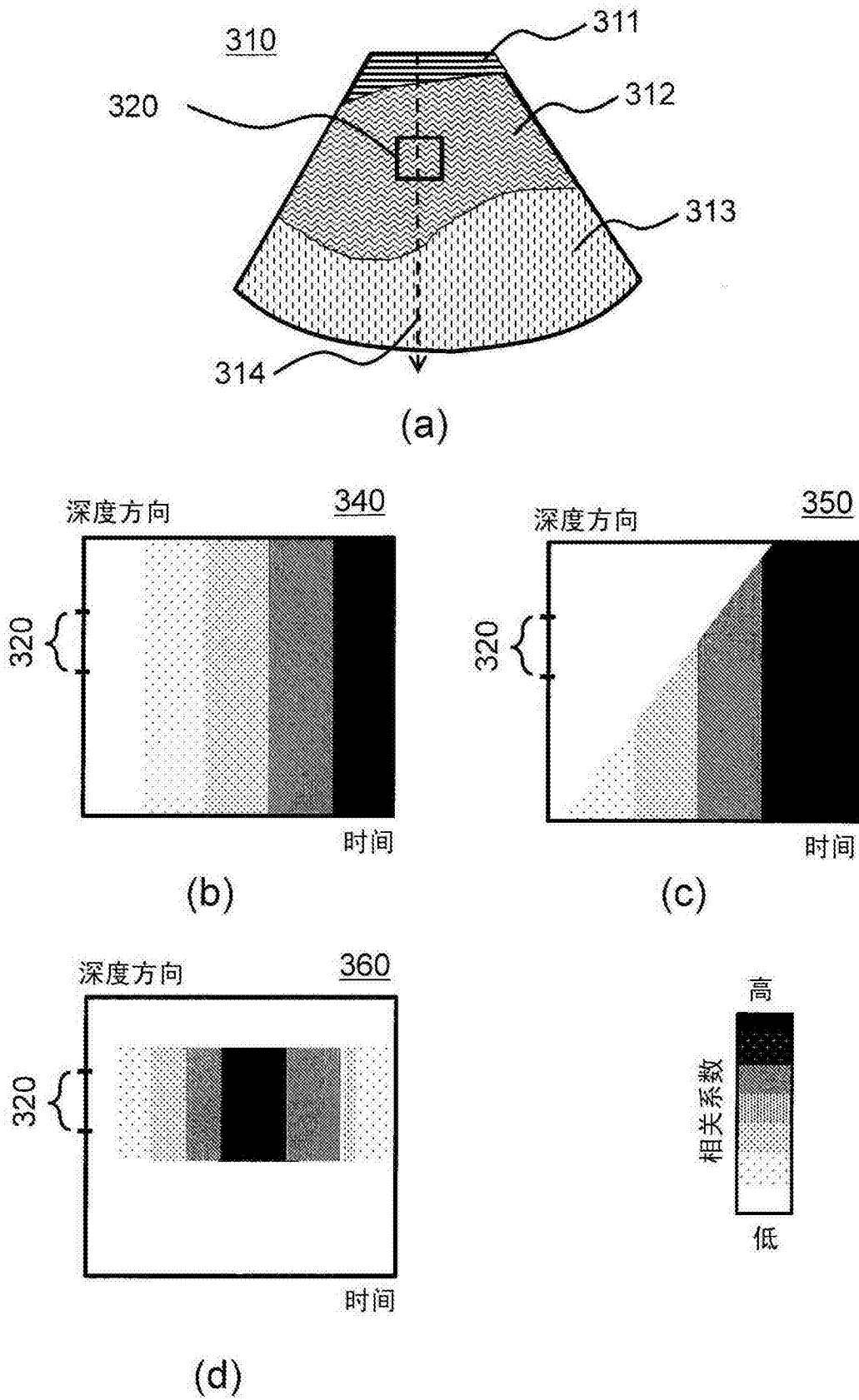


图 4

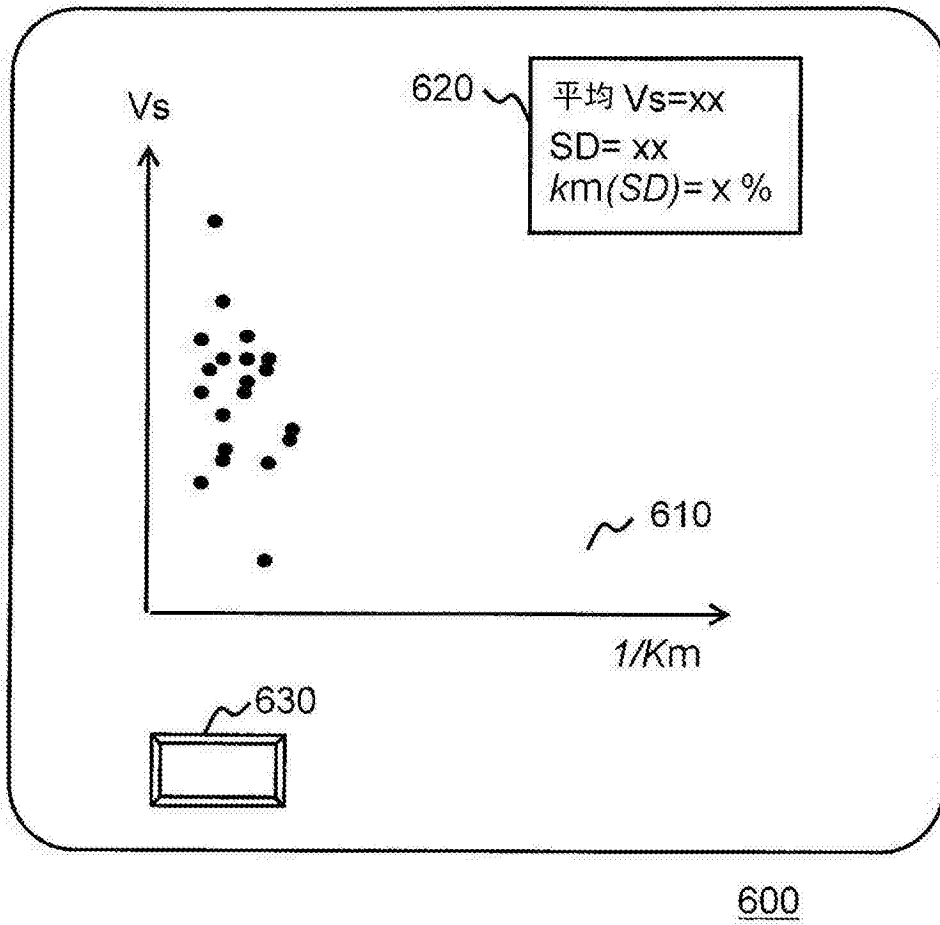


图 5

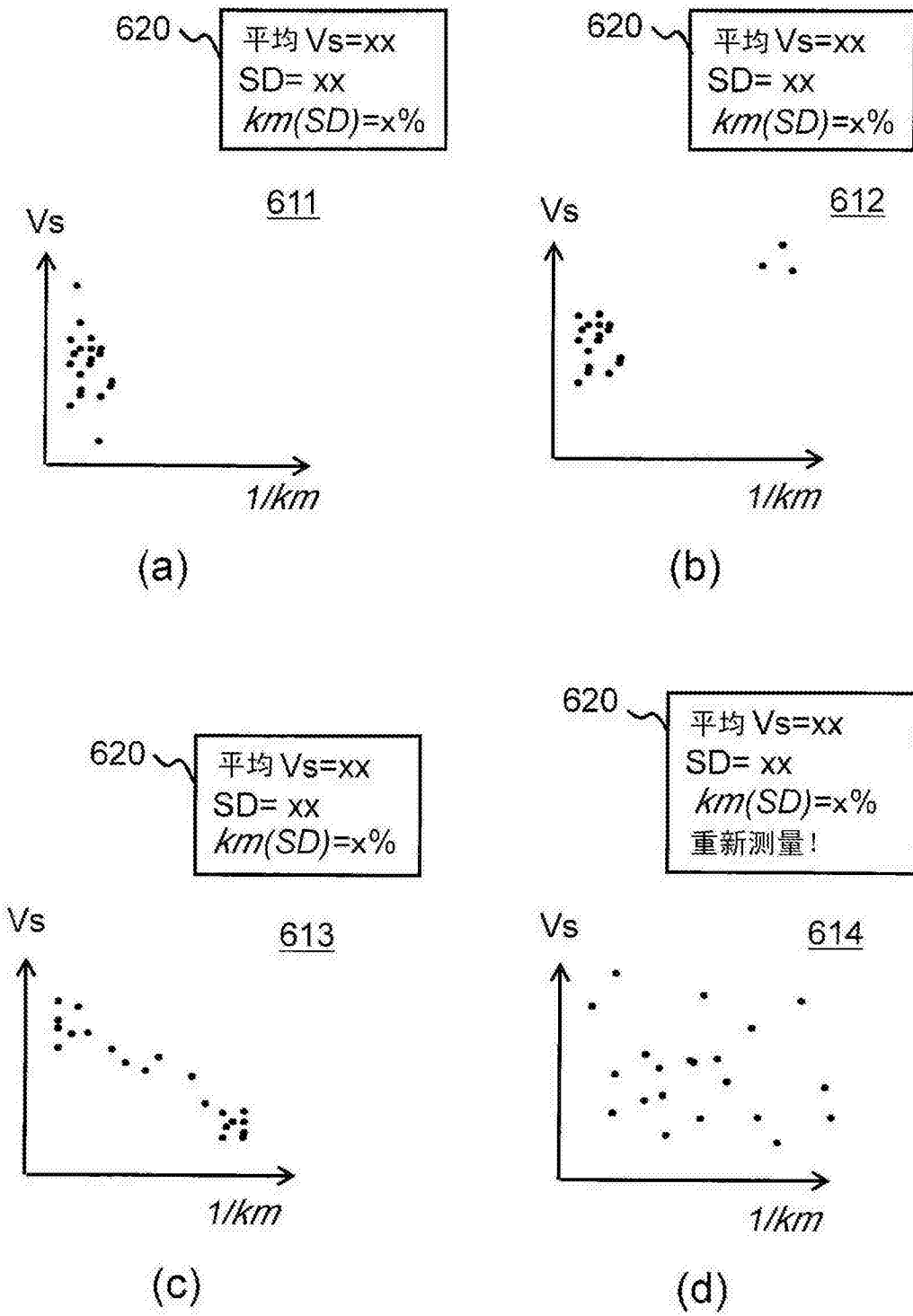


图 6

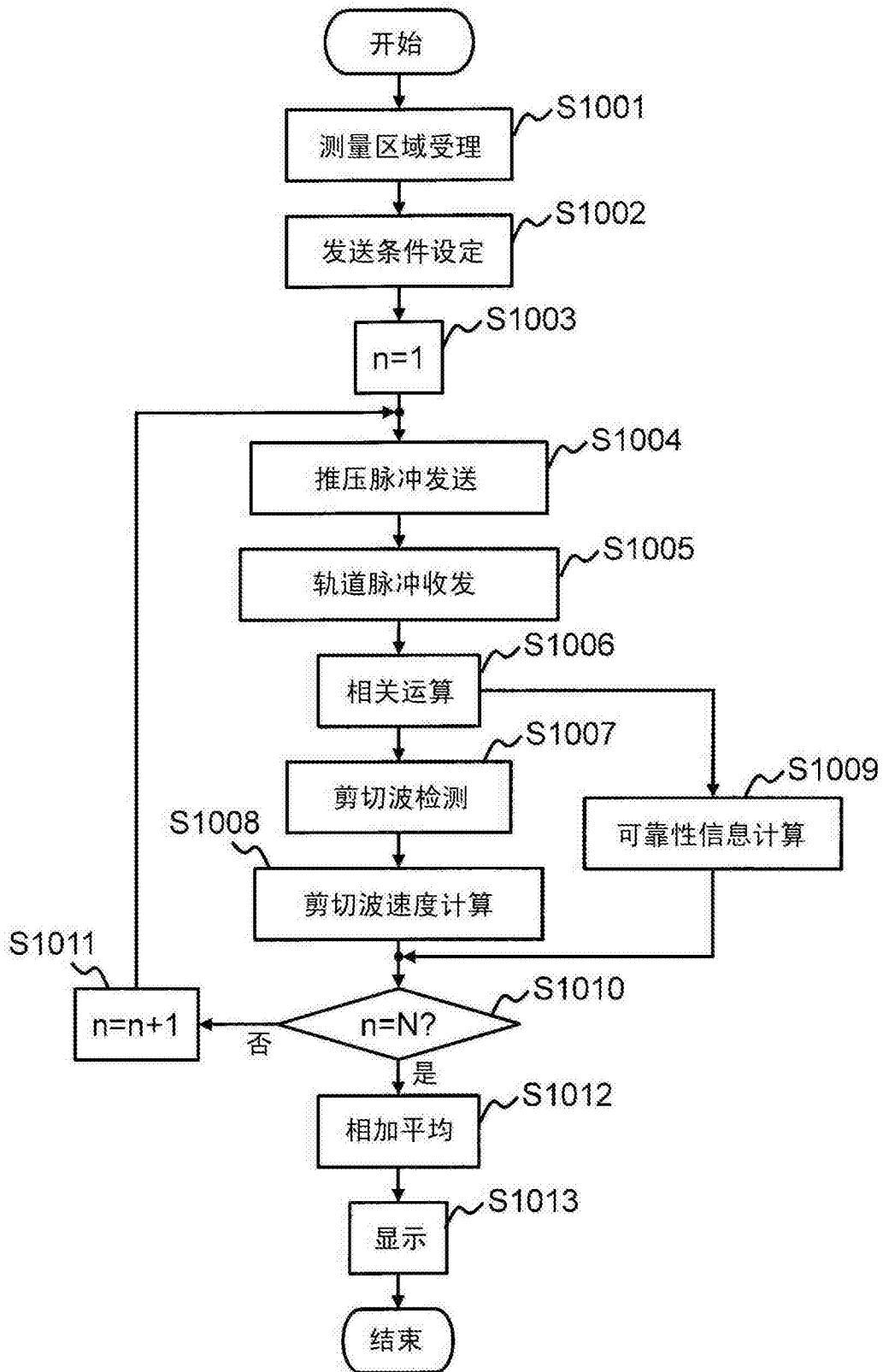


图 7

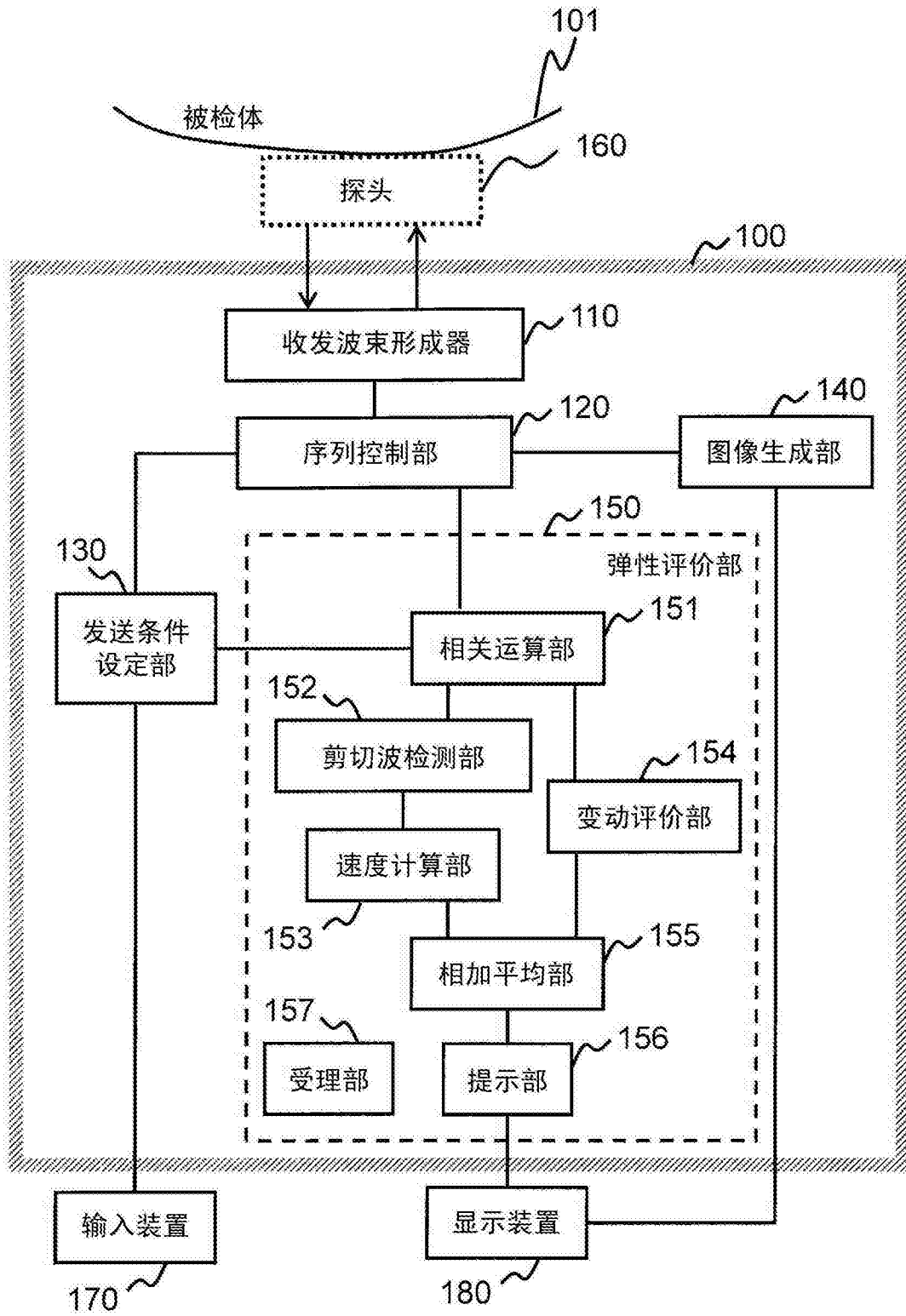


图 8

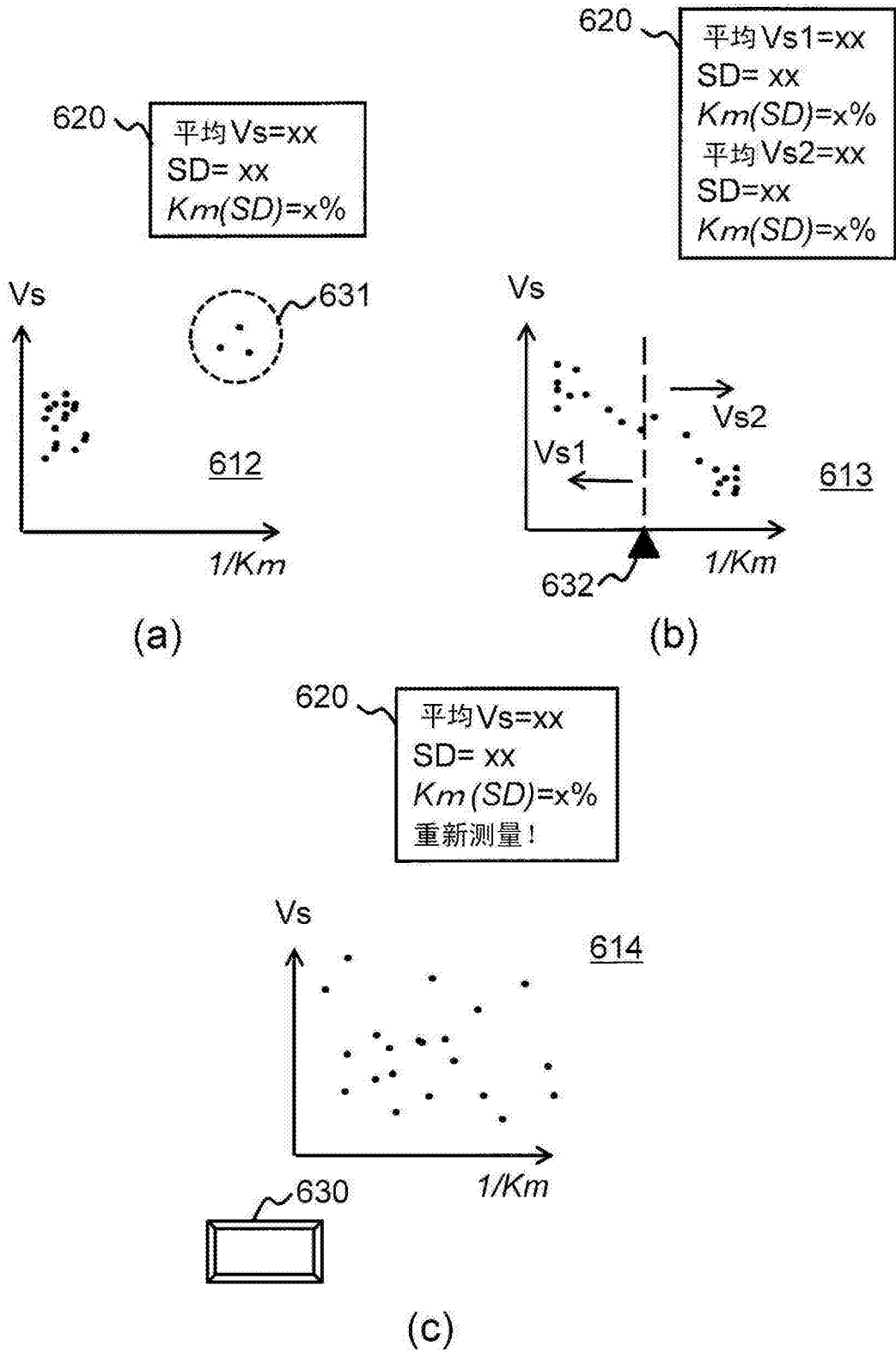


图 9

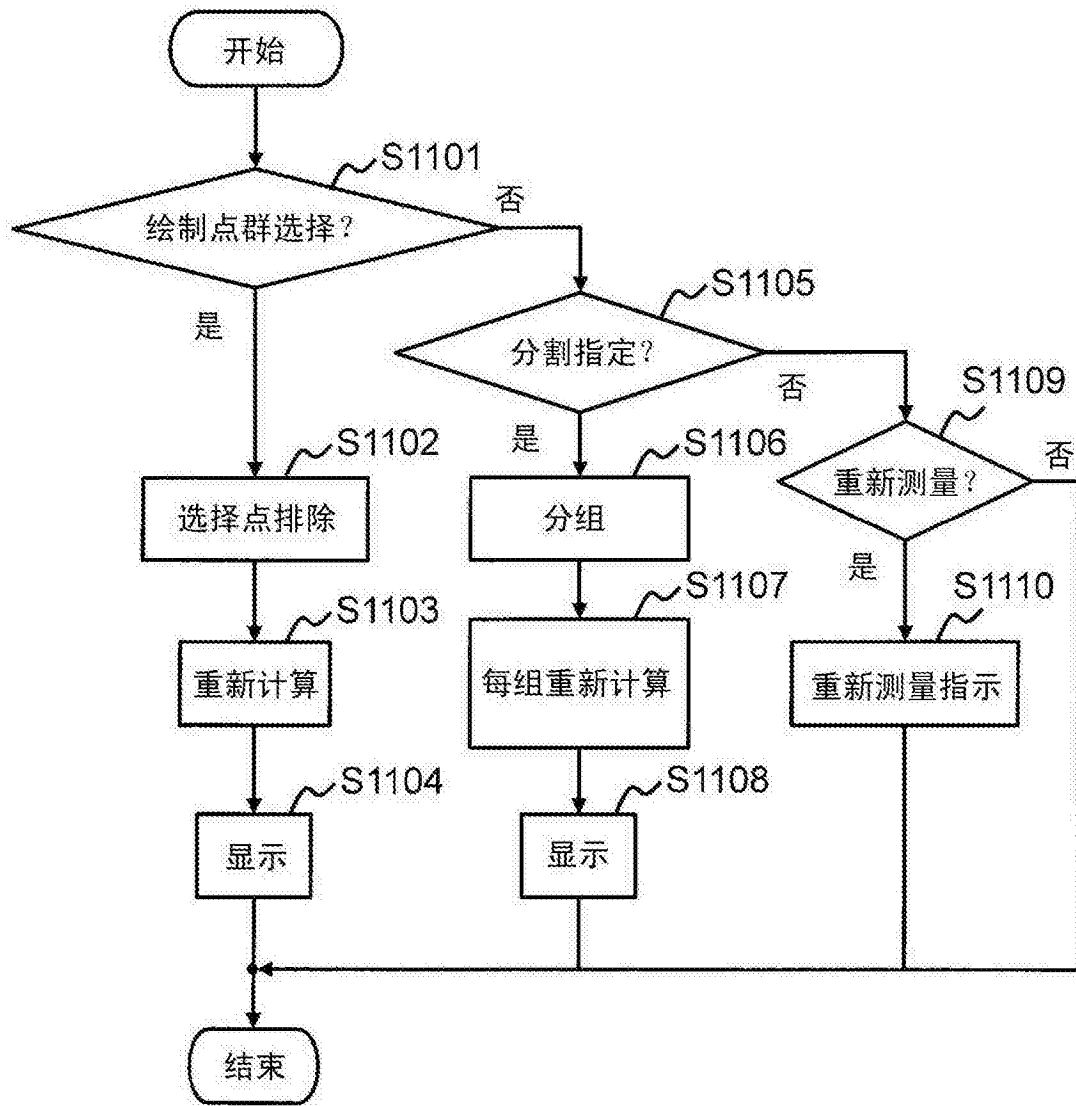


图 10

专利名称(译)	超声波诊断装置以及弹性评价方法		
公开(公告)号	CN105407809A	公开(公告)日	2016-03-16
申请号	CN201480042436.5	申请日	2014-07-23
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
[标]发明人	浅见玲衣 吉川秀树 田原麻梨江		
发明人	浅见玲衣 吉川秀树 田原麻梨江		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/5223 A61B8/14 A61B8/461 A61B8/485 A61B8/5207 A61B8/5269		
优先权	2013174828 2013-08-26 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供一种在辐射压弹性成像的剪切波速度的测量中，能够降低由于测量时间拖长而引起的测量精度和再现性的劣化，并能够获取具有高诊断能力的超声波图像的技术。在辐射压弹性成像中，从基于轨道脉冲的照射的回波信号中，检测剪切波，同时提取与测量区域的活动(变动)相关的信息，作为表示测量结果的可靠性的可靠性信息而提供给用户。此外，根据所提取的信息，确定变动的主要原因，提示给用户。进而，对多次的测量结果进行相加平均时，利用可靠性信息进行加权。

