(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 110573088 B
(45)授权公告日 2021.09.24

(21)申请号 201880018203.X
(22)申请日 2018.10.18
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110573088 A
(43)申请公布日 2019.12.13
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.09.12
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2018/110875 2018.10.18
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/077598 ZH 2020.04.23
(73)专利权人 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司
地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园区科技南十二路迈瑞大厦1-4层
专利权人 深圳迈瑞科技有限公司
(72)发明人 李双双 王泽兵
(74)专利代理机构 深圳鼎合诚知识产权代理有限公司 44281
代理人 郭燕 彭家恩
(51)Int.Cl.
A61B 8/06(2006.01)
A61B 8/00(2006.01)
(56)对比文件
CN 102908168 A,2013.02.06
CN 105395218 A,2016.03.16
CN 102469989 A,2012.05.23
CN 105491959 A,2016.04.13
审查员 王炜

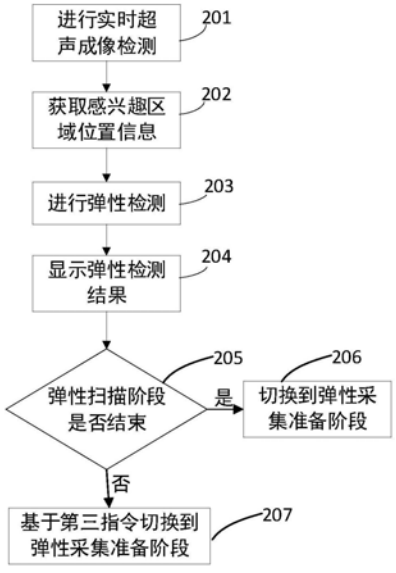
权利要求书5页 说明书15页 附图6页

(54)发明名称

一种超声弹性检测方法及其系统

(57)摘要

一种超声弹性监测系统及弹性检测方法，系统包括超声探头(101)、发射接收序列控制模块(102)、数据处理模块(103)、人机交互模块(104)和非易失性存储器(105)，数据处理模块(103)基于第一指令进入弹性采集准备阶段对目标组织进行实时超声成像检测，然后在超声图像上获取感兴趣区域的位置信息，并基于第二指令进入弹性扫描阶段，至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测，并输出弹性检测结果，弹性扫描阶段结束后自动切换至弹性采集准备阶段或基于用户输入的第三指令切换到弹性采集准备阶段。该方法可以在不需要重新启动弹性检测模式的情况下对目标组织的感兴趣区域重复测量多次，提高了弹性检测的准确性和稳定性。



CN 110573088 B

1.一种超声弹性检测方法,其特征在于包括:

接收用户输入的第一指令,基于所述第一指令启动弹性检测模式并进入弹性采集准备阶段,其中,所述弹性检测模式分为弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段;在弹性采集准备阶段,基于第一发射/接收序列对目标组织进行实时超声成像检测,并输出实时的超声图像至显示器进行显示;检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域,获取感兴趣区域的位置信息;其中,所述检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域包括:检测用户对感兴趣区域标识的大小和位置的调整来选定感兴趣区域,其中,所述感兴趣区域标识显示在所述超声图像上,或者检测用户通过输入装置在超声图像上划出感兴趣区域标识来选定感兴趣区域;所述感兴趣区域标识为矩形,圆形,椭圆形和扇形中的其中一种形状;

接收用户输入的第二指令,基于所述第二指令从所述弹性采集准备阶段进入弹性扫描阶段,在弹性扫描阶段,基于第二发射/接收序列至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测,并输出弹性检测结果,所述第二发射/接收序列和所述第一发射/接收序列是不同的序列,其中,所述至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测包括以下至少一种:仅对感兴趣区域进行一次或连续多次弹性检测;在弹性扫描阶段交替进行目标组织的超声成像检测和感兴趣区域的弹性检测;

弹性扫描阶段结束后自动从弹性扫描阶段切换至弹性采集准备阶段或基于用户输入的第三指令从弹性扫描阶段切换到弹性采集准备阶段,以实现多次弹性检测;

退出弹性检测模式时自动将弹性检测结果和感兴趣区域的位置信息保存在非易失性存储器的一个文件中;

当仅对感兴趣区域进行一次或连续多次弹性检测时,所述将弹性检测结果和感兴趣区域的位置信息保存在非易失性存储器中包括:将弹性扫描阶段生成的弹性检测结果和弹性采集准备阶段的选定了感兴趣区域的超声图像保存在非易失性存储器中,不保存弹性采集准备阶段生成的其它实时超声图像数据;当在弹性扫描阶段交替进行目标组织的超声成像检测和感兴趣区域的弹性检测时,所述将弹性检测结果和感兴趣区域的位置信息保存在非易失性存储器中包括:将弹性扫描阶段生成的带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果保存在非易失性存储器中,不保存弹性采集准备阶段生成的实时超声图像数据。

2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于还包括,在弹性扫描阶段中实时检测用户输入的第三指令,一旦检测到用户输入第三指令即切换到弹性采集准备阶段。

3.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括弹性检测结果显示步骤,具体包括:将带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果合成为一帧图像,实时将合成的帧图像数据输出到显示器,以便在显示界面上同时显示带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果,其中,所述超声图像包括B图像,C图像,或者B图像和C图像叠加的图像。

4.根据权利要求3所述的方法,其特征在于,当仅对感兴趣区域进行一次或连续多次弹性检测时,所述将带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果合成为一帧图像包括:将弹性采集准备阶段得到的带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果合成为一帧图像。

5.根据权利要求3所述的方法,其特征在于,当在弹性扫描阶段交替进行目标组织的超声成像检测和感兴趣区域的弹性检测时,所述将带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检

测结果合成为一帧图像包括:根据弹性采集准备阶段获得的感兴趣区域的位置信息,将感兴趣区域标识添加到弹性扫描阶段实时生成的超声图像上,将检测时间相邻的超声成像检测和弹性检测形成一个组合,将每一组合中的添加有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果合成为一帧图像。

6.一种超声弹性检测方法,其特征在于包括:

接收用户输入的第一指令,基于所述第一指令启动弹性检测模式并进入弹性采集准备阶段,其中,所述弹性检测模式分为弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段;在弹性采集准备阶段,基于第一发射/接收序列对目标组织进行实时超声成像检测,并输出实时的超声图像至显示器进行显示;检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域,获取感兴趣区域的位置信息;其中,所述检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域包括:检测用户对感兴趣区域标识的大小和位置的调整来选定感兴趣区域,其中,所述感兴趣区域标识显示在所述超声图像上,或者检测用户通过输入装置在超声图像上划出感兴趣区域标识来选定感兴趣区域;所述感兴趣区域标识为矩形,圆形,椭圆形和扇形中的其中一种形状;

接收用户输入的第二指令,基于所述第二指令从所述弹性采集准备阶段进入弹性扫描阶段,在弹性扫描阶段,基于第二发射/接收序列至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测,并输出弹性检测结果,其中,所述第二发射/接收序列和所述第一发射/接收序列是不同的序列;弹性扫描阶段结束后自动从弹性扫描阶段切换至弹性采集准备阶段或基于用户输入的第三指令从弹性扫描阶段切换到弹性采集准备阶段,以实现多次弹性检测;退出弹性检测模式时自动将弹性检测结果和感兴趣区域的位置信息保存在非易失性存储器的一个文件中。

7.根据权利要求6所述的方法,其特征在于,还包括弹性检测结果显示步骤,具体包括:将带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果合成为一帧图像,实时将合成的帧图像数据输出到显示器,以便在显示界面上同时显示带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果,其中,所述超声图像包括B图像,C图像,或者B图像和C图像叠加的图像。

8.根据权利要求7所述的方法,其特征在于,将弹性检测结果和感兴趣区域的位置信息保存在非易失性存储器中包括:将帧图像数据保存在非易失性存储器中,不保存实时生成的超声图像数据。

9.根据权利要求7所述的方法,其特征在于,当仅对感兴趣区域进行一次或连续多次弹性检测时,所述将弹性检测结果和感兴趣区域的位置信息保存在非易失性存储器中包括:将弹性扫描阶段生成的弹性检测结果和弹性采集准备阶段的选定了感兴趣区域的超声图像保存在非易失性存储器中,不保存弹性采集准备阶段生成的其它实时超声图像数据;当在弹性扫描阶段交替进行目标组织的超声成像检测和感兴趣区域的弹性检测时,所述将弹性检测结果和感兴趣区域的位置信息保存在非易失性存储器中包括:将弹性扫描阶段生成的带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果保存在非易失性存储器中,不保存弹性采集准备阶段生成的实时超声图像数据。

10.根据权利要求6所述的方法,其特征在于还包括,将弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段生成的检测数据按照时间顺序暂存在第一缓存区。

11.根据权利要求10所述的方法,其特征在于还包括,对所述第一缓存区中的弹性扫描

阶段生成的数据进行标记，在退出弹性检测模式之前基于回放指令从所述第一缓存区中读取具有标记的数据，并将该数据输出到显示器进行显示；或基于保存指令从所述第一缓存区中读取具有标记的数据，并将该数据保存在非易失性存储器中。

12.根据权利要求10所述的方法，其特征在于，在将检测数据按照时间顺序暂存在所述第一缓存区之后还包括：将所述第一缓存区中的弹性扫描阶段生成的数据按照预定的顺序暂存在第二缓存区。

13.根据权利要求6所述的方法，其特征在于还包括，将弹性采集准备阶段生成的实时超声图像数据暂存在第三缓存区，将弹性扫描阶段生成的数据按照预定的顺序暂存在第二缓存区。

14.根据权利要求12或13所述的方法，其特征在于还包括以下步骤中的至少一个：

在退出弹性检测模式之前基于回放指令从所述第二缓存区中读取数据，并将该数据输出到显示器进行显示；

基于保存指令将所述第二缓存区中的数据保存在非易失性存储器中；

在退出弹性检测模式之后基于回放指令从非易失性存储器中读取弹性扫描阶段生成的数据，并将该数据或该数据的统计结果输出到显示器进行显示。

15.根据权利要求12或13所述的方法，其特征在于，所述预定的顺序包括时间顺序或按照预定参数设定的顺序。

16.一种超声弹性检测方法，其特征在于包括：

在弹性采集准备阶段，基于第一发射/接收序列对目标组织进行实时超声成像检测，并输出实时的超声图像至显示器进行显示；检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域，获取感兴趣区域的位置信息；其中，所述检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域包括：检测用户对感兴趣区域标识的大小和位置的调整来选定感兴趣区域，其中，所述感兴趣区域标识显示在所述超声图像上，或者检测用户通过输入装置在超声图像上划出感兴趣区域标识来选定感兴趣区域；所述感兴趣区域标识为矩形，圆形，椭圆形和扇形中的其中一种形状；

接收用户输入的第二指令，基于所述第二指令从所述弹性采集准备阶段进入弹性扫描阶段，在弹性扫描阶段，基于第二发射/接收序列至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测，其中，所述第二发射/接收序列和所述第一发射/接收序列是不同的序列；

弹性扫描阶段结束后自动从弹性扫描阶段切换至弹性采集准备阶段或基于用户输入的第三指令从弹性扫描阶段切换到弹性采集准备阶段，以实现多次弹性检测；

基于回放指令在显示界面上显示至少一次弹性检测结果及其采集的感兴趣区域的位置信息。

17.根据权利要求16所述的方法，其特征在于，在显示界面上显示的感兴趣区域的位置信息通过添加有感兴趣区域标识的超声图像展示，其中，所述超声图像包括B图像，C图像，或者B图像和C图像叠加的图像。

18.一种超声弹性检测系统，其特征在于包括：

超声探头，所述超声探头包括由多个阵元组成的换能器，所述换能器用于向目标组织发射超声波并接收由目标组织返回的超声波的回波；

发射接收序列控制模块，所述发射接收序列控制模块用于在弹性采集准备阶段向所述换能器输出第一发射/接收序列，控制所述换能器发射第一超声波和接收第一超声波的回波，在弹性扫描阶段目标组织内产生剪切波之后向所述换能器输出至少一次第二发射/接收序列，控制所述换能器发射第二超声波和接收第二超声波的回波，其中，所述第二发射/接收序列和所述第一发射/接收序列是不同的序列，所述第一超声波用于对目标组织进行实时超声成像，所述第二超声波用于对行经目标组织内感兴趣区域的剪切波进行检测；

非易失性存储器，用于存储程序和数据；

数据处理模块，所述数据处理模块用于执行程序以实现如权利要求1-9中任一项所述的方法；

人机交互模块，所述人机交互模块包括显示器，所述显示器用于显示超声图像和弹性结果，以及用于在超声图像上添加和/或调整感兴趣区域标识，其中，所述超声图像包括B图像，C图像，或者B图像和C图像叠加的图像。

19.根据权利要求18所述的系统，其特征在于，还包括第一缓存区，所述数据处理模块将弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段生成的检测数据按照时间顺序暂存在第一缓存区。

20.根据权利要求19所述的系统，其特征在于，所述数据处理模块对所述第一缓存区中的弹性扫描阶段生成的数据进行标记，在退出弹性检测模式之前基于回放指令从第一缓存区中读取具有标记的数据，并将该数据输出到所述显示器进行显示；或基于保存指令从第一缓存区中读取具有标记的数据，并将该数据保存在非易失性存储器中。

21.根据权利要求19所述的系统，其特征在于，还包括第二缓存区，所述数据处理模块用于在将检测数据按照时间顺序暂存在所述第一缓存区之后，将所述第一缓存区中的弹性扫描阶段生成的数据按照预定的顺序暂存在所述第二缓存区。

22.根据权利要求18所述的系统，其特征在于，还包括第三缓存区和第二缓存区，所述数据处理模块将弹性采集准备阶段生成的实时超声图像数据暂存在第三缓存区，将弹性扫描阶段生成的数据按照预定的顺序暂存在第二缓存区。

23.根据权利要求21或22所述的系统，其特征在于，

所述数据处理模块在退出弹性检测模式之前基于回放指令从所述第二缓存区中读取数据，并将该数据输出到所述显示器进行显示；或

所述数据处理模块基于保存指令将所述第二缓存区中的数据保存在非易失性存储器中；或

所述数据处理模块在退出弹性检测模式之后基于回放指令从所述非易失性存储器中读取弹性扫描阶段生成的数据，并将该数据或该数据的统计结果输出到所述显示器进行显示。

24.一种超声弹性检测系统，其特征在于包括：

超声探头，所述超声探头包括由多个阵元组成的换能器，所述换能器用于向目标组织发射超声波并接收由目标组织返回的超声波的回波；

发射接收序列控制模块，所述发射接收序列控制模块用于在弹性采集准备阶段向所述换能器输出第一发射/接收序列，控制所述换能器发射第一超声波和接收第一超声波的回波，在弹性扫描阶段目标组织内产生剪切波之后向所述换能器输出至少一次第二发射/接收序列，控制所述换能器发射第二超声波和接收第二超声波的回波，所述第一超声波用于

对目标组织进行实时超声成像，所述第二超声波用于对行经目标组织内感兴趣区域的剪切波进行检测；

数据处理模块，所述数据处理模块用于接收用户输入的进入弹性检测模式的第一指令，基于所述第一指令启动弹性检测模式并进入弹性采集准备阶段，其中，所述弹性检测模式分为弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段，在弹性采集准备阶段控制发射接收序列控制模块向所述换能器输出第一发射/接收序列，根据第一超声波的回波生成实时的超声图像，检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域，获取感兴趣区域的位置信息；其中，所述检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域包括：检测用户对感兴趣区域标识的大小和位置的调整来选定感兴趣区域，其中，所述感兴趣区域标识显示在所述超声图像上，或者检测用户通过输入装置在超声图像上划出感兴趣区域标识来选定感兴趣区域；所述感兴趣区域标识为矩形，圆形，椭圆形和扇形中的其中一种形状；接收用户输入的第二指令，基于所述第二指令从所述弹性采集准备阶段进入弹性扫描阶段，在弹性扫描阶段至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测，控制发射接收序列控制模块向所述换能器输出至少一次第二发射/接收序列，以对行经目标组织内感兴趣区域的剪切波进行检测，其中，所述第二发射/接收序列和所述第一发射/接收序列是不同的序列，根据第二超声波的回波计算感兴趣区域的弹性检测结果，并输出弹性检测结果；弹性扫描阶段结束后自动从弹性扫描阶段切换至弹性采集准备阶段或基于用户输入的第三指令从弹性扫描阶段切换到弹性采集准备阶段，以实现多次弹性检测；

人机交互模块，所述人机交互模块包括显示器，所述显示器用于显示超声图像和弹性结果，以及用于在超声图像上添加和/或调整感兴趣区域标识；

缓存区，用于在进入弹性检测模式后暂存至少一个弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段的全部检测数据或选定的部分检测数据；

非易失性存储器，用于保存检测数据；当所述数据处理模块在退出弹性模式之前接收到回放指令时，基于回放指令从缓存区读取数据并输出至显示器，以在显示界面上显示至少一次弹性检测结果及其采集的感兴趣区域的位置信息；当所述数据处理模块在退出弹性模式之后接收到回放指令时，基于回放指令从非易失性存储器读取数据并输出至显示器，以在显示界面上显示至少一次弹性检测结果及其采集的感兴趣区域的位置信息。

25.根据权利要求24所述的系统，其特征在于，所述数据处理模块在显示界面上按照预定的顺序显示至少一次弹性检测结果的图标，每个图标对应一次弹性检测结果，并根据用户选择的图标在显示界面上显示本次弹性检测结果及其采集的感兴趣区域的位置信息。

26.根据权利要求25所述的系统，其特征在于，所述预定的顺序包括时间顺序或按照预定参数设定的顺序。

27.根据权利要求24所述的系统，其特征在于，在显示界面上显示的感兴趣区域的位置信息通过添加有感兴趣区域标识的超声图像展示，所述弹性检测结果通过参数值、进度条或弹性分布图的方式展示，其中，所述超声图像包括B图像，C图像，或者B图像和C图像叠加的图像。

28.一种计算机可读存储介质，其特征在于，包括程序，所述程序能够被数据处理模块执行以实现如权利要求1-17中任一项所述的方法。

一种超声弹性检测方法及其系统

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗设备，具体涉及一种超声弹性检测方法及其系统。

背景技术

[0002] 超声诊断利用超声波对生物组织的弹性或软硬程度进行检测，并输出弹性检测结果(例如弹性图像)，这种技术在组织癌症病变的辅助检测、良恶性判别、预后恢复评价等方面得到越来越多应用。

[0003] 超声弹性成像主要通过对感兴趣区域内的弹性相关参数进行成像，从而反映组织的软硬程度。近年来，已经出现了不同的弹性成像方法，比如基于探头按压组织造成应变的准静态弹性成像，基于声辐射力产生剪切波的剪切波弹性成像或弹性测量，基于外部振动产生剪切波的瞬时弹性成像等。

[0004] 在弹性成像中，有实时成像技术，也有单次成像技术。在实时成像技术中，系统通常快速连续循环的重复进行超声扫描及成像显示，图像实时刷新，直至用户施加停止成像的命令；而在单次成像中，系统通常仅进行单次超声扫描及成像显示，得到一幅图像或者一次计算结果。

[0005] 在单次成像中，由于可以获得更多时间进行成像，相比实时成像，其可以在发射能量、发射规则等方面做更多的优化，能够提供更好的图像质量，因此在弹性成像中被广泛应用。在检测过程中，随着人体的运动或者探头的移动等，上述目标组织往往会和探头之间发生相对移动，产生感兴趣区域(ROI)漂移，导致探头所扫查的区域并非是医生真正感兴趣的区域。医生需要凭经验感知是否发生了感兴趣区域漂移，当认为发生了感兴趣区域漂移时，需要重新进行弹性检测。

[0006] 此外，用户还有对历史数据进行回放的需求，以便对不同时间段内(比如治疗前、治疗后等)的弹性测量结果进行分析比较。

[0007] 目前弹性检测的操作流程是：用户(例如医生)首先通过特定按钮启动弹性检测模式，超声诊断仪先进行超声成像，成像为B图像或C图像，用户在观察超声图像的同时在超声图像上选定感兴趣区域，然后再通过另一特定按钮进入弹性成像模式下，对感兴趣区域进行弹性检测，检测完后可得到一帧弹性数据或者一帧弹性图像。如果用户想要再测量第二次，只能退出第一次的弹性检测模式，再重新启动弹性检测模式，重复上述操作。但是之前所得的弹性结果和超声图像、ROI等，均不会自动缓存。如果用户想查询之前的测量结果，那么需要在当时测量完成时以图像、或者测量报告的方式记录下来。超声诊断仪在同一时间段进行的多次弹性检测的结果无法保存在同一个文件中，之后用户需要查询时只能从该病人对应的所保存的所有测量结果或图片中寻找并浏览。

发明内容

[0008] 本申请提供一种超声弹性弹性检测方法及其系统，使得用户可以很方便地对目标组织重复测量多次，提高了弹性检测的准确性。

[0009] 根据本申请的第一方面，本申请提供了一种超声弹性检测方法，包括：

[0010] 接收用户输入的第一指令，基于第一指令启动弹性检测模式并进入弹性采集准备阶段，在弹性采集准备阶段对目标组织进行实时超声成像检测，并输出实时的超声图像至显示器进行显示；

[0011] 检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域，获取感兴趣区域的位置信息；

[0012] 接收用户输入的第二指令，基于第二指令进入弹性扫描阶段，在弹性扫描阶段至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测，并输出弹性检测结果；

[0013] 弹性扫描阶段结束后自动切换至弹性采集准备阶段或基于用户输入的第三指令切换到弹性采集准备阶段。

[0014] 根据本申请的第二方面，本申请提供一种弹性成像系统，包括：

[0015] 超声探头，超声探头包括由多个阵元组成的换能器，换能器用于向目标组织发射超声波并接收由目标组织返回的超声波的回波；

[0016] 发射接收序列控制模块，发射接收序列控制模块用于在弹性采集准备阶段向换能器输出第一发射/接收序列，控制换能器发射第一超声波和接收第一超声波的回波，在弹性扫描阶段目标组织内产生剪切波之后向换能器输出至少一次第二发射/接收序列，控制换能器发射第二超声波和接收第二超声波的回波，第一超声波用于对目标组织进行实时超声成像，第二超声波用于对行经目标组织内感兴趣区域的剪切波进行检测；

[0017] 非易失性存储器，用于存储程序和数据；

[0018] 数据处理模块，数据处理模块用于接收用户输入的进入弹性检测模式的第一指令，基于第一指令启动弹性检测模式并进入弹性采集准备阶段，在弹性采集准备阶段控制发射接收序列控制模块向换能器输出第一发射/接收序列，根据第一超声波的回波生成实时的超声图像，检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域，获取感兴趣区域的位置信息，接收用户输入的第二指令，基于第二指令进入弹性扫描阶段，在弹性扫描阶段至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测，控制发射接收序列控制模块向换能器输出至少一次第二发射/接收序列，以对行经目标组织内感兴趣区域的剪切波进行检测，根据第二超声波的回波计算感兴趣区域的弹性检测结果，并输出弹性检测结果，弹性扫描阶段结束后自动切换至弹性采集准备阶段或基于用户输入的第三指令切换到弹性采集准备阶段；

[0019] 人机交互模块，人机交互模块包括显示器，显示器用于显示超声图像和弹性结果，以及用于在超声图像上添加和/或调整感兴趣区域标识。

[0020] 上述方案将弹性检测模式分为弹性采集准备和弹性扫描两个阶段，在弹性扫描阶段结束后并不是退出弹性测量模式，而是可以再回到弹性采集准备阶段，对目标组织进行实时超声成像，这使得用户不需要复杂的操作就可以再显示目标组织的实时超声成像，以便观察感兴趣区域是否发生漂移或重新确定感兴趣区域。

[0021] 根据本申请的第三方面，本申请提供了一种弹性检测方法，包括：

[0022] 接收用户输入的第一指令，基于第一指令启动弹性检测模式并进入弹性采集准备阶段，在弹性采集准备阶段对目标组织进行实时超声成像检测，并输出实时的超声图像至

显示器进行显示；

[0023] 检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域，获取感兴趣区域的位置信息；

[0024] 接收用户输入的第二指令，基于第二指令进入弹性扫描阶段，在弹性扫描阶段至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测，并输出弹性检测结果；

[0025] 退出弹性检测模式时自动将弹性检测结果和采集的感兴趣区域的位置信息保存在非易失性存储器的一个文件中。根据本申请的第四方面，本申请提供一种弹性成像系统，包括：

[0026] 超声探头，超声探头包括由多个阵元组成的换能器，换能器用于向目标组织发射超声波并接收由目标组织返回的超声波的回波；

[0027] 发射接收序列控制模块，发射接收序列控制模块用于在弹性采集准备阶段向换能器输出第一发射/接收序列，控制换能器发射第一超声波和接收第一超声波的回波，在弹性扫描阶段目标组织内产生剪切波之后向换能器输出至少一次第二发射/接收序列，控制换能器发射第二超声波和接收第二超声波的回波，第一超声波用于对目标组织进行实时超声成像，第二超声波用于对行经目标组织内感兴趣区域的剪切波进行检测；

[0028] 非易失性存储器，用于存储程序和数据；

[0029] 数据处理模块，数据处理模块用于接收用户输入的进入弹性检测模式的第一指令，基于第一指令进入弹性采集准备阶段，在弹性采集准备阶段控制发射接收序列控制模块向换能器输出第一发射/接收序列，根据第一超声波的回波生成实时的超声图像，检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域，获取感兴趣区域的位置信息，接收用户输入的第二指令，基于第二指令进入弹性扫描阶段，在弹性扫描阶段至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测，控制发射接收序列控制模块向换能器输出至少一次第二发射/接收序列，以对行经目标组织内感兴趣区域的剪切波进行检测，根据第二超声波的回波计算感兴趣区域的弹性检测结果，并输出弹性检测结果，退出弹性检测模式时自动将弹性检测结果和采集的感兴趣区域的位置信息保存在非易失性存储器的一个文件中；

[0030] 人机交互模块，人机交互模块包括显示器，显示器用于显示超声图像和弹性结果，以及用于在超声图像上添加和/或调整感兴趣区域标识。

[0031] 上述方案在退出弹性检测模式后只保存弹性检测结果和感兴趣区域的位置信息，不保存实时的超声图像，一方面减少了存储的数据量，节约了存储空间；另一方面，在回放时只需要展示弹性检测结果和感兴趣区域的位置信息，因此可提高回放速度。

[0032] 根据本申请的第五方面，本申请提供一种弹性检测方法，包括：

[0033] 在弹性采集准备阶段对目标组织进行实时超声成像检测，并输出实时的超声图像至显示器进行显示；

[0034] 检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域，获取感兴趣区域的位置信息；

[0035] 接收用户输入的第二指令，基于所述第二指令进入弹性扫描阶段，在弹性扫描阶段至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测；

[0036] 基于回放指令在显示界面上显示至少一次弹性检测结果及其采集的感兴趣区域的位置信息。

[0037] 根据本申请的第六方面，本申请提供一种弹性成像系统，包括：

[0038] 超声探头，超声探头包括由多个阵元组成的换能器，换能器用于向目标组织发射超声波并接收由目标组织返回的超声波的回波；

[0039] 发射接收序列控制模块，发射接收序列控制模块用于在弹性采集准备阶段向换能器输出第一发射/接收序列，控制换能器发射第一超声波和接收第一超声波的回波，在弹性扫描阶段目标组织内产生剪切波之后向换能器输出至少一次第二发射/接收序列，控制换能器发射第二超声波和接收第二超声波的回波，第一超声波用于对目标组织进行实时超声成像，第二超声波用于对行经目标组织内感兴趣区域的剪切波进行检测；

[0040] 数据处理模块，数据处理模块用于接收用户输入的进入弹性检测模式的第一指令，基于第一指令进入弹性采集准备阶段，在弹性采集准备阶段控制发射接收序列控制模块向换能器输出第一发射/接收序列，根据第一超声波的回波生成实时的超声图像，检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域，获取感兴趣区域的位置信息，接收用户输入的第二指令，基于第二指令进入弹性扫描阶段，在弹性扫描阶段至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测，控制发射接收序列控制模块向换能器输出至少一次第二发射/接收序列，以对行经目标组织内感兴趣区域的剪切波进行检测，根据第二超声波的回波计算感兴趣区域的弹性检测结果，并输出弹性检测结果；

[0041] 人机交互模块，人机交互模块包括显示器，显示器用于显示超声图像和弹性结果，以及用于在超声图像上添加和/或调整感兴趣区域标识；

[0042] 缓存区，用于在进入弹性检测模式后暂存至少一个弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段的全部检测数据或选定的部分检测数据；

[0043] 非易失性存储器，用于保存检测数据；当所述数据处理模块在退出弹性模式之前接收到回放指令时，基于回放指令从缓存区读取数据并输出至显示器，以在显示界面上显示至少一次弹性检测结果及其采集的感兴趣区域的位置信息；当所述数据处理模块在退出弹性模式之后接收到回放指令时，基于回放指令从非易失性存储器读取数据并输出至显示器，以在显示界面上显示至少一次弹性检测结果及其采集的感兴趣区域的位置信息。

附图说明

[0044] 图1为实施例中弹性成像系统的结构示意图；

[0045] 图2为一种实施例的弹性检测过程的流程图；

[0046] 图3为一种实施例中对感兴趣区域标识的示意图；

[0047] 图4为一种实施例的超声发射序列的示意图；

[0048] 图5为一种实施例中在显示界面显示弹性结果的示意图；

[0049] 图6为另一种实施例的弹性检测过程的流程图；

[0050] 图7为一种实施例的检测数据暂存方案示意图；

[0051] 图8为另一种实施例的检测数据暂存方案示意图；

[0052] 图9为另一种实施例的检测数据暂存方案示意图；

[0053] 图10为另一种实施例的弹性检测过程的流程图；

[0054] 图11为一种实施例的对历史测量结果统计的示意图；

[0055] 图12为另一种实施例的对历史测量结果统计的示意图；

[0056] 图13为另一种实施例的对历史测量结果统计的示意图。

具体实施方式

[0057] 下面通过具体实施方式结合附图对本发明作进一步详细说明。其中不同实施方式中类似元件采用了相关联的类似的元件标号。在以下的实施方式中，很多细节描述是为了使得本申请能被更好的理解。然而，本领域技术人员可以毫不费力的认识到，其中部分特征在不同情况下是可以省略的，或者可以由其他元件、材料、方法所替代。在某些情况下，本申请相关的一些操作并没有在说明书中显示或者描述，这是为了避免本申请的核心部分被过多的描述所淹没，而对于本领域技术人员而言，详细描述这些相关操作并不是必要的，他们根据说明书中的描述以及本领域的一般技术知识即可完整了解相关操作。

[0058] 另外，说明书中所描述的特点、操作或者特征可以以任意适当的方式结合形成各种实施方式。同时，方法描述中的各步骤或者动作也可以按照本领域技术人员所能显而易见的方式进行顺序调换或调整。因此，说明书和附图中的各种顺序只是为了清楚描述某一个实施例，并不意味着是必须的顺序，除非另有说明其中某个顺序是必须遵循的。

[0059] 本文中为部件所编序号本身，例如“第一”、“第二”等，仅用于区分所描述的对象，不具有任何顺序或技术含义。而本申请所说“连接”、“联接”，如无特别说明，均包括直接和间接连接(联接)。

[0060] 在本发明实施例中，将弹性检测分为两个阶段，即弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段，在弹性采集准备阶段进行超声成像检测，生成超声图像，以便用户在超声图像上选定感兴趣区域，并得到感兴趣区域的位置信息。感兴趣区域的位置信息是指感兴趣区域在超声图像中的相对位置信息，可以是指感兴趣区域在超声图像中的相对位置坐标，也可以是指带有感兴趣区域标识的一帧超声图像，根据该帧超声图像可得到感兴趣区域在超声图像中的相对位置。在弹性扫描阶段，对感兴趣区域进行弹性检测，得到弹性检测结果。利用弹性检测模式分为两个阶段，在不同的实施例中进行不同的处理，例如：

[0061] 在一种实施例中，在弹性扫描阶段结束后并不是结束测量，而是可以自动或基于用户输入的指令再回到弹性采集准备阶段，对目标组织进行实时超声成像，这使得用户不需要复杂的操作就可以再显示目标组织的实时超声成像，以便观察感兴趣区域是否发生漂移或重新确定感兴趣区域。利用这种方式用户可实现对感兴趣区域的多次调整和重测，防止感兴趣区域漂移，提高了弹性检测的准确性。

[0062] 在另一种实施例中，利用弹性检测模式分为两个阶段，并且每个阶段得到各自的检测数据，例如，在弹性采集准备阶段得到感兴趣区域的位置信息，在弹性扫描阶段得到弹性检测结果，在退出弹性检测模式后只将弹性检测结果及其采集的感兴趣区域的位置信息保存在非易失性存储器中，而不保存实时的超声图像，在后续回放弹性检测结果时，将弹性检测结果和感兴趣区域的位置信息合成到同一图像帧中进行显示，以方便用户同时查看弹性检测结果及其采集的感兴趣区域。

[0063] 以下对各实施例进行具体说明。

[0064] 本发明的一个实施例中，采用超声设备作为弹性检测系统，请参考图1，弹性检测

系统100包括超声探头101、发射接收序列控制模块102、数据处理模块103、人机交互模块104、非易失性存储器105和缓存区106。超声探头101通过发射接收序列控制模块102与数据处理模块103信号连接，数据处理模块103还与人机交互模块104、非易失性存储器105和缓存区106分别信号连接。

[0065] 超声探头101包括由阵列式排布的多个阵元组成的换能器(图中未示出)，多个阵元排列成一排构成线阵，或排布成二维矩阵构成面阵，多个阵元也可以构成凸阵列。阵元用于根据激励电信号发射超声波，或将接收的超声波变换为电信号。因此每个阵元可用于实现电脉冲信号和超声波的相互转换，从而实现向被检测目标组织(例如人体或动物体中的生物组织)110发射超声波、也可用于接收经组织反射回的超声波回波。在进行超声检测时，可通过发射序列和接收序列控制哪些阵元用于发射超声波，哪些阵元用于接收超声波，或者控制阵元分时隙用于发射超声波或接收超声波的回波。参与超声波发射的阵元可以同时被电信号激励，从而同时发射超声波；或者参与超声波束发射的阵元也可以被具有一定时间间隔的若干电信号激励，从而持续发射具有一定时间间隔的超声波。

[0066] 本发明实施例中，换能器既用于发射生成超声图像(例如B图像或C图像)的超声波，又用于发射检测行经组织内感兴趣区域的剪切波的超声波。

[0067] 发射接收序列控制模块102用于产生发射序列和接收序列，发射序列用于控制多个阵元中的部分或者全部向目标组织发射超声波，发射序列参数包括发射用的阵元位置、阵元数量和超声波发射参数(例如幅度、频率、发波次数、发射间隔、发波角度、波型、聚焦位置等)。接收序列用于控制多个阵元中的部分或者全部接收超声波经组织反射后的回波，接收序列参数包括接收用的阵元位置、阵元数量以及回波的接收参数(例如接收的角度、深度等)。对超声波回波的用途不同或根据超声波回波生成的图像不同、检测类型不同，发射序列中的超声波参数和接收序列中的回波参数也有所不同。

[0068] 在本实施例中，发射接收序列控制模块102用于在弹性采集准备阶段向换能器输出第一发射/接收序列，控制换能器发射第一超声波和接收第一超声波的回波，第一超声波用于对目标组织进行实时超声成像。在弹性扫描阶段目标组织内产生剪切波之后，发射接收序列控制模块102用于向换能器输出至少一次第二发射/接收序列，控制换能器发射第二超声波和接收第二超声波的回波，第二超声波用于对行经目标组织内感兴趣区域的剪切波进行检测。在第一和第二发射序列中，分别定义了发射超声波的阵元位置和数量以及发射参数；在第一和第二接收序列，分别定义了接收回波的阵元位置和数量以及接收参数。

[0069] 数据处理模块103用于接收用户输入的进入弹性检测模式的第一指令，基于第一指令进入弹性采集准备阶段，在弹性采集准备阶段控制发射接收序列控制模块向换能器输出第一发射/接收序列，根据第一超声波的回波生成实时的超声图像，检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域，获取感兴趣区域的位置信息，接收用户输入的第二指令，基于第二指令进入弹性扫描阶段，在弹性扫描阶段至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测，控制发射接收序列控制模块向换能器输出至少一次第二发射/接收序列，以对行经目标组织内感兴趣区域的剪切波进行检测，根据第二超声波的回波计算感兴趣区域的弹性检测结果，并输出弹性检测结果，弹性扫描阶段结束后自动切换至弹性采集准备阶段或基于用户输入的第三指令切换到弹性采集准备阶段。在有的实施例中，数据处理模块在弹性扫描阶段中实时检测用户输入的第三指令，无论弹性检

测是否完成，一旦检测到用户输入的第三指令即切换到弹性采集准备阶段。

[0070] 在接收超声波的回波后，数据处理模块103对超声回波进行处理，例如对超声回波进行滤波、放大、波束合成等处理，本实施例的超声回波中既包括用于弹性检测的超声回波，也包括用于超声成像检测的超声回波。数据处理模块103包括弹性检测模块113和超声成像检测模块123，在本实施例中，超声成像检测模块123接收经回波处理后的用于超声成像检测的回波信号，通过相应算法将回波信号转换成超声图像；弹性检测模块113接收经回波处理后的用于弹性检测的回波信号，并采用相关算法得到所需要的感兴趣区域的弹性结果，弹性结果例如可以是应变值、剪切波弹性参数或剪切波轨迹以及根据上述结果进一步衍生出来的计算参数或图像等，其中剪切波弹性参数包括剪切波传播速度、杨氏模量值或剪切模量值中的至少一个。

[0071] 在有的实施例中，数据处理模块103还包括回波处理模块，由回波处理模块对超声回波进行诸如滤波、放大、波束合成等回波处理，回波处理模块既可以对弹性检测的超声回波进行处理，也可以对超声成像检测的超声回波进行处理。

[0072] 在有的实施例中，数据处理模块103在弹性扫描阶段交替进行目标组织的超声成像检测和感兴趣区域的弹性检测，并根据弹性采集准备阶段获得的感兴趣区域的位置信息，将感兴趣区域标识添加到超声图像上，将检测时间相邻的超声成像检测和弹性检测形成一个组合，将每一组合中的超声图像和弹性检测结果合成为一帧图像，实时将合成的帧图像数据输出到所述显示器，以便在显示界面上同时显示超声图像和弹性检测结果。在另一实施例中，数据处理模块在弹性扫描阶段连续对感兴趣区域进行弹性检测，将弹性采集准备阶段得到的带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果合成为一帧图像，实时将合成的帧图像数据输出到显示器，以便在显示界面上同时显示带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果。

[0073] 人机交互模块104作为用户和弹性成像系统100之间的交互接口，在一种实施例中，人机交互模块104包括显示器114，在弹性采集准备阶段显示器用于显示实时的超声图像和在超声图像上添加的感兴趣区域标识；在弹性扫描阶段显示器用于显示弹性结果或超声图像和弹性结果合成的图像帧；或者基于回放指令，显示器用于显示弹性检测结果及其采集的感兴趣区域的位置信息。在有的实施例中，人机交互模块104还包括输入模块，输入模块例如可以是键盘、操作按钮(包括开关)、鼠标、轨迹球等，也可以是与显示器114集成在一起的触控屏。当输入模块是键盘或操作按钮时，用户可直接通过输入模块输入操作信息或操作指令；当输入模块是鼠标、轨迹球或触控屏时，用户可以将输入模块与显示界面上的软键盘、操作图标、选项卡、菜单选项等结合以完成操作信息或操作指令的输入，还可以通过在显示界面上所作的标记、框定等完成操作信息的输入。操作指令可以是进入弹性检测模式的第一指令，或者是进入弹性扫描阶段的第二指令，或者是弹性扫描阶段结束后切换到弹性采集准备阶段的第三指令，还可以是用于保存数据的保存指令或用于回放检测结果的回放指令。一种具体实施例中，显示器114和输入模块配合实现感兴趣区域的选择，例如，显示器114用于在显示界面上显示超声图像，输入模块用于根据检测用户的操作，在超声图像上选择感兴趣区域。

[0074] 缓存区106用于临时存储超声图像和弹性检测结果，当退出弹性检测模式或关机时，缓存区106中临时存储的数据将丢失。

[0075] 非易失性存储器105用于保存弹性检测结果和采集的感兴趣区域的位置信息，保存的数据可以是按预定顺序保存的弹性扫描阶段生成的帧图像数据，或者是按照预定顺序保存的弹性扫描阶段生成的弹性检测结果和弹性采集准备阶段的选定了感兴趣区域的超声图像。

[0076] 如图2所示为采用本实施例的弹性成像系统的弹性检测工作流程图，具体包括以下步骤：

[0077] 步骤201，当用户需要进行弹性检测时，用户可以通过输入模块或是显示器输入第一指令，第一指令用于启动弹性检测模式并进入弹性采集准备阶段。基于对第一指令的响应，弹性检测系统进入弹性采集准备阶段，在该阶段，数据处理模块控制发射接收序列控制模块向换能器输出第一发射/接收序列，超声探头根据第一发射/接收序列向目标组织发射第一超声波和接收第一超声波的回波，数据处理模块对第一超声回波进行处理，包括放大、ADC、波束合成、图像处理等，最后形成用于展示组织形态结构的可视化超声图像，并输出实时的超声图像至显示器进行显示，用户可实时观测超声图像，并且根据需要调节检查的范围、探头放置的角度等。

[0078] 超声图像包括B图像或C图像，或B、C叠加的图像。C图像主要是反映血流的彩色图像，通过C图像上可查看血流。B图像主要是反映组织解剖结构的图像，通常用灰阶表示，也可以用伪彩表示，通过B图像可查看组织情况，例如查看组织是否有病变，或者查看血管的位置。B、C叠加的图像是将B图像中的组织和C图像中的血流在物理位置上严格对应后合成的图像，比如血流刚好在血管区域内部时，通过B、C叠加的图像可确定血管的位置。超声图像的视野根据探头造型可以是各种形状，比如线阵列探头对应矩形的图像，凸阵列探头对应凸形的图像，相控阵列探头对应扇形的图像等。本实施例中以矩形的B图像为例进行说明，如图3所示，超声图像300显示在显示器的显示界面314，超声图像300主要反映目标组织的解剖结构。

[0079] 步骤202，检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域，获取感兴趣区域的位置信息。在本实施例中，允许用户在B图像上标出感兴趣区域，感兴趣区域标识可以是矩形，也可以是圆形、椭圆、扇形等形状，如图3所示，在一种具体实例中，当在显示界面314上显示超声图像300时，在超声图像300上同时显示一个可编辑的选定框301，选定框301允许用户通过鼠标、触控屏等调节高度、宽度和位置，选定框301中是感兴趣区域。当用户对选定框301的大小和位置调整完成后，即确定了感兴趣区域的位置信息。在另一具体实例中，用户可通过鼠标或触控屏等输入装置在B图像上划出选定框301，从而确定出感兴趣区域的位置信息。

[0080] 感兴趣区域的位置信息既可以是包含选定框的超声图像，或是包含目标组织位置和选定框在目标组织中所处位置的数据信息，还可以是仅包含选定框位置的数据信息，以及其他一切可以确定选定框位置的数据信息。显示器将用户选择的感兴趣区域的坐标信息传输给数据处理模块，数据处理模块根据感兴趣区域的坐标信息可确定出感兴趣区域在组织中的位置。在有的具体实施例中，感兴趣区域也可以通过其它方式选择，例如默认超声探头的某个位置下方预定距离处设为感兴趣区域，根据显示的超声图像，用户可通过移动超声探头的方式来调整感兴趣区域，从而改变弹性检测的位置。

[0081] 步骤203，当感兴趣区域的位置信息确定后，用户可通过输入模块或是显示器输入

进入弹性扫描阶段的第二指令，基于对第二指令的响应，弹性检测系统进入弹性扫描阶段，在该阶段，对步骤202中确定的感兴趣区域进行弹性检测。根据生成剪切波的方式不同，弹性检测的过程不同。基于响应该第二指令，通过按压、振动或声辐射的方式使目标组织产生形变，继而在目标组织内部的感兴趣区域产生剪切波，然后数据处理模块控制发射接收序列控制模块向换能器输出第二发射/接收序列，超声探头根据第二发射/接收序列向确定的感兴趣区域发射第二超声波和接收第二超声波的回波，为检测剪切波，要求超声探头能够持续一段时间向组织内发射超声波并接收回波信号。数据处理模块根据第二超声波的回波计算感兴趣区域的弹性检测结果，弹性检测结果例如可以是应变值、剪切波弹性参数或剪切波轨迹以及根据上述结果进一步衍生出来的计算参数或图像等，其中剪切波弹性参数包括剪切波传播速度、杨氏模量值或剪切模量值中的至少一个。例如，弹性检测结果可以用以下方法计算：

[0082] 数据处理模块根据所接收的回波信号，可以将剪切波传播路径上某点的位移量计算出来，当该点的位移最大时，认为剪切波到达了该点。通过剪切波到达各点的时间可定位出剪切波的传播路径或传播轨迹，从而可绘制出剪切波轨迹图，根据剪切波的轨迹线可得到剪切波传播路径上各点的斜率，斜率即为剪切波的传播速度。

[0083] 对于各向同性的弹性体，剪切波传播速度与杨氏模量、剪切模量间有以下近似的关系：

[0084] $E=3\rho c^2=3G$

[0085] 其中，c表示剪切波速度，ρ表示组织密度，E表示组织的杨氏模量值，G表示组织的剪切模量。通常情况下，ρ取值为水的密度值，因此，当得到剪切波传播速度后，可进一步计算出其他弹性相关参数，比如杨氏模量、剪切模量等。

[0086] 在一种实施例中，在弹性扫描阶段，在对感兴趣区域进行弹性检测时，可以仅对感兴趣区域进行一次弹性检测，也可以进行连续多次的弹性检测，连续检测的次数和多次弹性检测之间的时间间隔可由系统设定或者由用户通过输入模块或是显示器设定。例如，当设定为单次检测时，系统进行一次弹性检测，输出一个弹性结果，之后弹性扫描阶段结束；当设定为4次检测时，系统连续进行4次弹性检测，输出4个弹性结果或输出4次弹性结果的统计值，例如平均值或中位值等，之后弹性扫描阶段结束。这样，如果用户操作手法娴熟，能够有效的保证在弹性检测过程中超声探头对准区域不发生变化，则可以将连续检测的次数调高，一次性获得多个弹性结果；如果用户难以保证在弹性检测过程中超声探头对准区域的稳定性，则可将连续检测的次数调低，每次检测完毕后弹性扫描阶段结束，然后切换到弹性采集准备阶段，重新调整成像切面与感兴趣区域，再启动弹性检测。在另一种实施例中，在弹性扫描阶段交替进行目标组织的超声成像检测和感兴趣区域的弹性检测，可以进行一次交替，也可以连续进行多次交替。将检测时间相邻的超声成像检测和弹性检测(例如一次交替)形成一个组合，在每个组合中，超声成像检测可以是用于生成B图像的超声检测，也可以是用于生成C图像的超声检测，还可以是进行一帧B图像的检测再进行一帧C图像的检测，如图7-9所示。在每个组合中，弹性检测可以包括生成一次，也可以包括多次。例如在本实施例中，在产生剪切波之前，数据处理模块控制发射接收序列控制模块向换能器输出第三发射/接收序列，超声探头根据第三发射/接收序列向目标组织发射第三超声波和接收第三超声波的回波，数据处理模块对第三超声回波进行处理，包括放大、ADC、波束合成、图像处理

等，形成可视化超声图像，之后再进行弹性检测。发射接收序列控制模块根据弹性检测需要以系统预设或用户输入的序列按时间顺序控制超声信号的发射和接收。例如，在弹性扫描阶段需要B图像(简称B)、弹性检测(简称E)双工扫描，且需要循环检测2次时，则发射序列如图4所示，超声探头在发射接收序列控制模块控制下依次发射B序列帧-E序列帧-B序列帧-E序列帧，反之亦可。

[0087] 步骤204，显示弹性检测结果。具体包括：将带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果合成为一帧图像，当仅对感兴趣区域进行一次或连续多次弹性检测时，将弹性采集准备阶段得到的带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果合成为一帧图像。当在弹性扫描阶段交替进行目标组织的超声成像检测和感兴趣区域的弹性检测时，根据弹性采集准备阶段获得的感兴趣区域的位置信息，将感兴趣区域标识添加到弹性扫描阶段实时生成的超声图像上，将检测时间相邻的超声成像检测和弹性检测形成一个组合，将每一组合中的添加有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果合成为一帧图像。然后实时将合成的帧图像数据输出到显示器，以便在显示界面上同时显示带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果。弹性检测结果通过参数、进度条或弹性分布图的方式展示。

[0088] 请参考图5，相邻的超声图像和弹性结果组合成为一帧图像在显示器的显示界面514上同时显示，选定框501为根据弹性采集准备阶段确定的感兴趣区域的位置信息添加到超声图像500上的感兴趣区域标识，弹性结果以分布图像502的方式呈现，在分布图像502中，还可通过不同的颜色、灰度或填充方式标识出不同属性硬度组织。同时显示超声图像和弹性结果能够更准确的记录弹性检测的位置信息。

[0089] 在另外的实施例中，也可以单独显示弹性检测结果，而不将弹性检测结果和感兴趣区域的位置信息同屏显示。

[0090] 步骤205，判断弹性扫描阶段是否结束，当弹性扫描阶段结束后，执行步骤206，未结束时执行步骤207。

[0091] 步骤206，自动切换到弹性采集准备阶段或等待用户输入第三指令，第三指令用于切换到弹性采集准备阶段，在技术上，第三指令可以和第一指令采用相同技术手段实现，也可以采用不同技术手段实现。当用户输入第三指令后，系统切换到弹性采集准备阶段。

[0092] 当系统切换到弹性采集准备阶段后，可对目标组织进行超声检测，生成该目标组织的形态结构图像，用户通过观察该图像可判断目标组织和探头之间是否发生相对移动，感兴趣区域是否产生漂移。当感兴趣区域漂移时，可在该阶段对感兴趣区域标识的位置进行调整。

[0093] 步骤207，实时检测用户输入的第三指令，一旦检测到用户输入第三指令即切换到弹性采集准备阶段。在弹性扫描阶段中，如果用户发现目标组织和探头之间发生了相对移动，则可不需要等待弹性扫描阶段结束，可输入第三指令立即切换到弹性采集准备阶段，转向执行步骤201，实现弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段的自由切换。

[0094] 本实施例中，当弹性扫描阶段结束后，系统并不是退出弹性检测模式，而是自动切换至弹性采集准备阶段或基于用户输入的第三指令切换到弹性采集准备阶段，这使得用户在需要重新定位感兴趣区域时，不需要复杂的操作，最多只需要一键操作即可返回弹性采集准备阶段，并且不需要退出当前的弹性检测模式后再重新启动弹性检测模式。

[0095] 另外，在步骤204中，在显示界面上同时显示带有感兴趣区域标识的超声图像和弹

性检测结果，这使得用户可实时查看感兴趣区域是否产生漂移，减少了用户因根据经验判断而造成的漏判和误判。

[0096] 如图6所示为采用本实施例的弹性成像系统的数据保存过程，具体包括如下步骤：

[0097] 步骤601，数据处理模块接收用户输入的第一指令，基于该第一指令进入弹性采集准备阶段，在弹性采集准备阶段对目标组织进行实时超声成像检测，并输出实时的超声图像至显示器进行显示。

[0098] 步骤602，检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域，获取感兴趣区域的位置信息。

[0099] 步骤603，接收用户输入的第二指令，基于第二指令进入弹性扫描阶段，在弹性扫描阶段至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测，并输出弹性结果。在本实施例中，也可以在弹性扫描阶段交替进行目标组织的超声成像检测和感兴趣区域的弹性检测，相邻的超声成像检测和弹性检测形成一个组合，将每一组合中的超声图像和弹性结果合成为一帧图像输出到显示器，以便在显示界面上同时显示超声图像和弹性结果，并根据感兴趣区域的位置信息，将感兴趣区域标识添加到超声图像上。

[0100] 步骤604，退出弹性检测模式时自动将弹性检测结果和感兴趣区域的位置信息保存在非易失性存储器中。在一种实施例中，当将带有感兴趣区域标识的超声图像和弹性检测结果合成为一帧图像时，可以只将帧图像数据保存在非易失性存储器中，而不保存弹性采集准备阶段生成的实时超声图像数据；在一种实施例中，也可以将弹性扫描阶段生成的弹性检测结果和弹性采集准备阶段的选定了感兴趣区域的超声图像保存在非易失性存储器中，而不保存弹性采集准备阶段生成的其它实时超声图像数据。

[0101] 在退出弹性检测模式后只保存弹性检测结果和感兴趣区域的少量信息，减少了实时超声图像的保存，在回放时也只需要展示弹性检测结果和感兴趣区域的位置信息，不需要展示当时的超声图像，因此可提高回放速度。

[0102] 在较佳的实施例中，在进行弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段的检测时，先将数据保存在缓存区，由于进行弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段的切换时不需要退出当前的弹性检测模式，这使得缓存区中的数据不会因退出当前的弹性检测模式而丢失，因此可将多次的弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段生成的数据都暂存在缓存区，有利于在退出当前的弹性检测模式时将缓存区的全部或部分数据保存在非易失性存储器的一个文件中。

[0103] 请参考图7，在一种实施例中，缓存区106包括第一缓存区716，其用于按照时间顺序暂存弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段生成的检测数据。检测数据包括弹性采集准备阶段生成的包括感兴趣区域位置信息的实时超声图像数据以及弹性扫描阶段生成的帧图像数据，其中包含E的缓存区内暂存弹性扫描阶段生成的帧图像数据，仅包含B、C、或B与C组合的缓存区内暂存弹性采集准备阶段生成的包括感兴趣区域位置信息的实时超声图像数据。对第一缓存区716中的弹性扫描阶段生成的数据进行标记，例如图7中标记为“弹性扫描”的数据，然后在退出弹性检测模式之前基于回放指令从第一缓存区中读取具有标记的数据，并将该数据输出到显示器的显示界面进行显示；或基于保存指令从第一缓存区中读取具有标记的数据，并将该数据保存在非易失性存储器的一个文件中。

[0104] 在有的实施例中，请参考图8所示，缓存区包括第一缓存区816和第二缓存区826，将弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段生成的检测数据按照时间顺序暂存在第一缓存区

816，继而将第一缓存区816中的弹性扫描阶段生成的数据按照预定的顺序暂存在第二缓存区826中，然后在退出弹性检测模式之前基于回放指令从第二缓存区826中读取数据，并将该数据输出到显示器的显示界面进行显示；或者基于保存指令将第二缓存区826中的数据保存在非易失性存储器中；或者在退出弹性检测模式之后基于回放指令从非易失性存储器中读取弹性扫描阶段生成的数据，并将该数据或该数据的统计结果输出到显示器的显示界面进行显示。

[0105] 在其他实施例中，请参考图9，缓存区包括第三缓存区936和第二缓存区926，将弹性采集准备阶段生成的实时超声图像数据暂存在第三缓存区936中，将弹性扫描阶段生成的数据按照预定的顺序暂存在第二缓存区926中。预定的顺序包括时间顺序或按照预定参数设定的顺序，时间顺序既可以是按照最早的检测数据排列在前，最新的检测数据排列在后的顺序排列；或者按照最新的检测数据排列在前，最早的检测数据排列在后的顺序排列；或者其他的时间顺序排列。预定参数设定的顺序为根据用户输入的预定顺序或是系统预定的顺序，例如，可以是按照杨氏模量或剪切模量从大到小的顺序排列。在退出弹性检测模式之前，当接收到用户输入的回放指令时，则基于该回放指令直接从第二缓存区926中读取数据，并将该数据输出到显示器的显示界面进行显示；当接收到用户输入的保存指令时，则基于该保存指令将第二缓存区926中的数据保存在非易失性存储器中。在退出弹性检测模式之后，当接收到用户输入的回放指令时，则基于该回放指令从非易失性存储器中读取弹性扫描阶段生成的数据，并将该数据或该数据的统计结果输出到显示器的显示界面进行显示。

[0106] 由于在检测过程中，弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段之间的切换可以不需要退出弹性检测模式，因此可以将各次弹性采集准备阶段和弹性扫描阶段生成的全部检测数据或选定的部分检测数据暂存在缓存区中，当退出本次的弹性检测模式时，可将缓存区中的全部或部分数据保存到非易失性存储器的一个文件中，后续进行本次的检查结果回放时，只回放一个文件即可看到同一时段进行的多次的弹性检测结果。

[0107] 如图10所示为采用本实施例的弹性成像系统的弹性结果回放过程，具体包括如下步骤：

[0108] 步骤1001，数据处理模块接收用户输入的第一指令，基于该第一指令进入弹性采集准备阶段，在弹性采集准备阶段对目标组织进行实时超声成像检测，并输出实时的超声图像至显示器进行显示。

[0109] 步骤1002，检测用户在超声图像上通过感兴趣区域标识选定的感兴趣区域，获取感兴趣区域的位置信息。

[0110] 步骤1003，接收用户输入的第二指令，基于该第二指令进入弹性扫描阶段，在弹性扫描阶段至少根据感兴趣区域的位置信息对感兴趣区域进行至少一次弹性检测，并输出弹性结果。

[0111] 步骤1004，基于回放指令在显示界面上显示至少一次弹性检测结果及其采集的感兴趣区域的位置信息。在本实施例中，如图5所示，同时在显示界面514中显示弹性结果502和标识有感兴趣区域标识框501的超声图像500。在有的实施例中，也可以只显示图5中右侧的框图，此时在显示界面514中显示弹性结果502和具有感兴趣区域位置信息的超声图像500，感兴趣区域的位置信息通过标识框502标识。

[0112] 在退出弹性检测模式之前，基于回放指令从第一缓存区中读取具有标记的数据，并将该数据输出到显示器进行显示；或者基于回放指令从第二缓存区中读取数据，并将该数据输出到显示器进行显示。在退出弹性检测模式之前基于回放指令查看的数据仅为此次进入弹性检测模式下生成的数据，由于数据量有限，可通过点击前进/后退按钮或图标的方式查看、也可以通过选项卡或菜单项选择。由于缓存区中暂存的是本次弹性检测模式下的多次弹性测量结果，因此可回放同一时段检测的多个弹性检测结果。

[0113] 在退出弹性检测模式之后，基于回放指令从非易失性存储器中读取弹性扫描阶段生成的数据，并将该数据或该数据的统计结果输出到显示器进行显示。由于对于同一目标组织可能在不同的时间段内多次重复进行弹性检测，为了对目标组织病症的发展历程或者治疗状况等进行监测，需要回放其历史数据，此时就需要退出检测模式后输入回放指令。比如，检测用户可以回放一年前的数据、一个月前的数据、当天的数据等，并且系统可以根据需要选择将调取的历史数据按时间顺序排列，或者按检查时间段的不同来分类排列，或者选择按用户调整的参数的不同来分类排列等。由于同一时段的数据保存在同一个文件中，因此在回放不同时段的数据时，对于每个时段的数据只需要读取一个文件，即可看到该检测时段的多次弹性检测结果。

[0114] 当需要回放的数据较多时，检测用户需要对调取的弹性结果一个个的进行查看分析，此时工作量较大，特别是调取的弹性结果差别较小时，仅通过依次单个的分析很难对目标组织病症的发展历程或者治疗状况等进行分析。为了解决这一问题，在有的实施例中，数据处理模块具有统计分析的功能，以在显示界面显示回放历史数据的统计结果或图像，例如可以使用数据列表、曲线、柱状图、统计图等方式进行分析。

[0115] 请参考图11，在有的实施例中，将感兴趣区域中的不同次的弹性结果用柱状图1102进行显示，柱状图1102的横坐标为时间，纵坐标表示剪切波传播速度c，图中表示回放调取了10个历史检测数据，其中后面8个深色柱状图表示从10个历史数据中选择8个进行统计分析。经统计分析得到的感兴趣区域的弹性结果可能包括区域中弹性结果最大值、弹性结果最小值、弹性结果平均值、弹性结果标准差、弹性结果中值等。用户可从中挑选需要的弹性结果绘制弹性统计图。在弹性统计图上，用户可以直观的观察弹性结果多次测量的重复性和稳定性，当然也可以计算出反映结果重复性、稳定性的统计指标1101进行显示，比如计算出8次弹性结果的中值Median、四分位数IQR、IQR/Median值和检测深度值Depth。在其他实施例中，如图12所示，柱状图1202显示回放调取了10个历史检测数据，从中选择后5个数据进行统计分析，柱状图的纵坐标表示杨氏模量E，将选取的5次在感兴趣区域内测量得到的杨氏模量进行平均或平滑处理，得到新的一次感兴趣区域弹性检测结果矩阵，并计算出该新数据矩阵中的统计指标1201，包括平均值Mean、最大值Max、最小值Min、标准差SD和检测深度值Depth。

[0116] 在有的实施例中，也可通过图13的方式显示，即将感兴趣区域中的不同次的弹性结果用点的方式绘制在坐标轴上，并用列表方式进行记录，图13中，坐标轴1302的纵坐标为杨氏模量E，横坐标表示10个历史检测数据，列表1301记录了各次弹性结果的杨氏模量值。

[0117] 在统计图中，当用户选择浏览历史数据的各帧结果时，系统可同步对各帧结果对应的图像进行刷新显示，包括同步的弹性图像、同步的超声图像(如B图像、C图像等)，同步的感兴趣区域位置和大小。系统也可在统计图中增加一个同步图标，方便定位当前显示图

像在所有数据中的排列位置(比如图11时间坐标轴上的小三角形),或者将代表当前帧的图形用特殊的颜色进行突出显示等。

[0118] 本申请所涉及的弹性成像系统除了适用于弹性检测模式外,还可适用于需要进行感兴趣区域设定或者对目标组织进行同步监测的其他超声成像模式。比如在血流脉冲多普勒成像模式中,检测用户可能一方面需要观察目标组织并选择血流测量的感兴趣区域,另一方面需要进行血流测量。如果使用本发明的系统,不仅使得血流测量过程更方便准确,更可以充分利用历史多次测量的血流数据,方便用户进行病程监测、治疗预后评估等。

[0119] 本申请中所涉及的功能既可通过上述实施例中描述的程序的方式实现,也可通过硬件的方式实现,例如通过门电路搭建成专用集成电路。本领域技术人员可以理解,上述实施方式中各种程序可以存储于一计算机可读存储介质中,存储介质可以包括:只读存储器、随机存储器、磁盘或光盘等,数据处理器可通过执行程序实现上述功能。

[0120] 本文参照了各种示范实施例进行说明。然而,本领域的技术人员将认识到,在不脱离本文范围的情况下,可以对示范性实施例做出改变和修正。例如,各种操作步骤以及用于执行操作步骤的组件,可以根据特定的应用或考虑与系统的操作相关联的任何数量的成本函数以不同的方式实现(例如一个或多个步骤可以被删除、修改或结合到其他步骤中)。

[0121] 另外,如本领域技术人员所理解的,本文的原理可以反映在计算机可读存储介质上的计算机程序产品中,该可读存储介质预装有计算机可读程序代码。任何有形的、非暂时性的计算机可读存储介质皆可被使用,包括磁存储设备(硬盘、软盘等)、光学存储设备(CD-ROM、DVD、Blu Ray盘等)、闪存和/或诸如此类。这些计算机程序指令可被加载到通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理设备上以形成机器,使得这些在计算机上或其他可编程数据处理装置上执行的指令可以生成实现指定的功能的装置。这些计算机程序指令也可以存储在计算机可读存储器中,该计算机可读存储器可以指示计算机或其他可编程数据处理设备以特定的方式运行,这样存储在计算机可读存储器中的指令就可以形成一件制造品,包括实现指定功能的实现装置。计算机程序指令也可以加载到计算机或其他可编程数据处理设备上,从而在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生一个计算机实现的进程,使得在计算机或其他可编程设备上执行的指令可以提供用于实现指定功能的步骤。

[0122] 虽然在各种实施例中已经示出了本文的原理,但是许多特别适用于特定环境和操作要求的结构、布置、比例、元件、材料和部件的修改可以在不脱离本披露的原则和范围内使用。以上修改和其他改变或修正将被包含在本文的范围之内。

[0123] 前述具体说明已参照各种实施例进行了描述。然而,本领域技术人员将认识到,可以在不脱离本披露的范围的情况下进行各种修正和改变。因此,对于本披露的考虑将是说明性的而非限制性的意义上的,并且所有这些修改都将被包含在其范围内。同样,有关于各种实施例的优点、其他优点和问题的解决方案已如上所述。然而,益处、优点、问题的解决方案以及任何能产生这些的要素,或使其变得更明确的解决方案都不应被解释为关键的、必需的或必要的。本文中所用的术语“包括”和其任何其他变体,皆属于非排他性包含,这样包括要素列表的过程、方法、文章或设备不仅包括这些要素,还包括未明确列出的或不属于该过程、方法、系统、文章或设备的其他要素。此外,本文中所使用的术语“耦合”和其任何其他变体都是指物理连接、电连接、磁连接、光连接、通信连接、功能连接和/或任何其他连接。

[0124] 具有本领域技术的人将认识到,在不脱离本发明的基本原理的情况下,可以对上述实施例的细节进行许多改变。因此,本发明的范围应仅由以下权利要求确定。

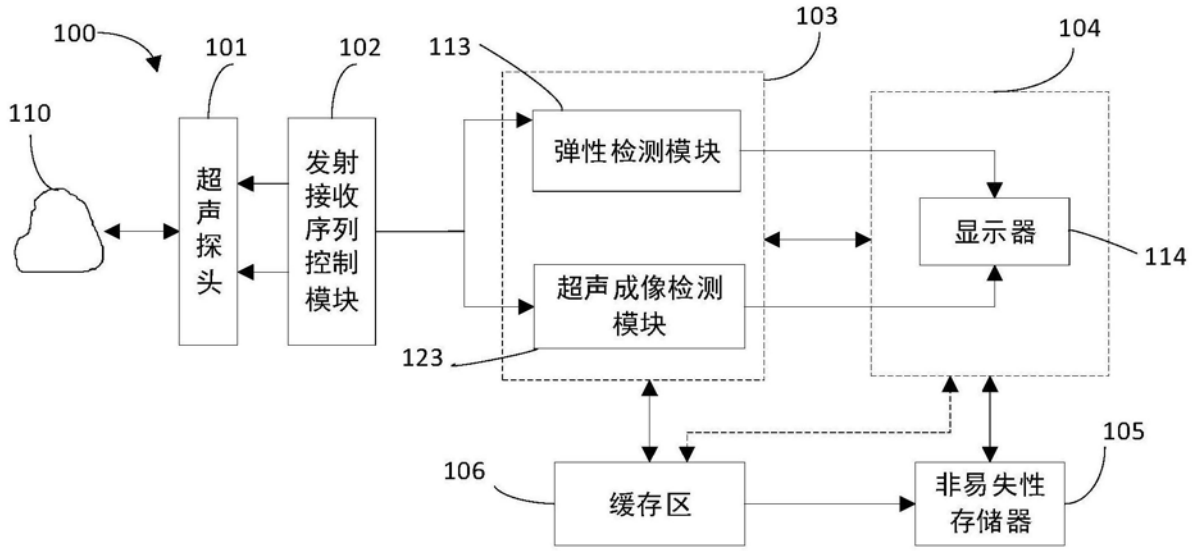

100
101
102
113
103
104
110
超声探头
发射接收序列控制模块
弹性检测模块
超声成像检测模块
显示器
114
123
106
缓存区
非易失性存储器
105

图1

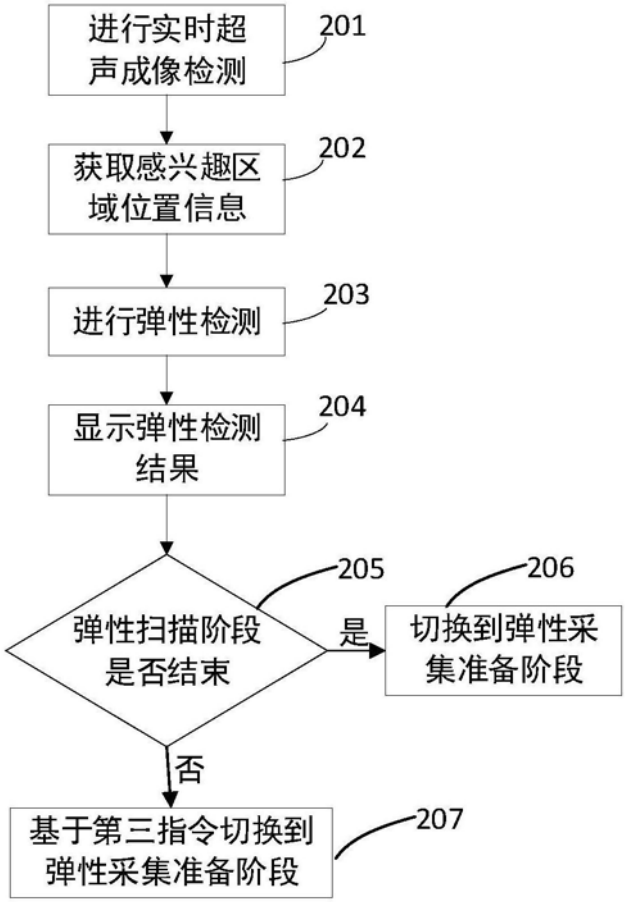

进行实时超声成像检测
201
获取感兴趣区域位置信息
202
进行弹性检测
203
显示弹性检测结果
204
弹性扫描阶段是否结束
205
是
206
切换到弹性采集准备阶段
否
基于第三指令切换到弹性采集准备阶段
207

图2

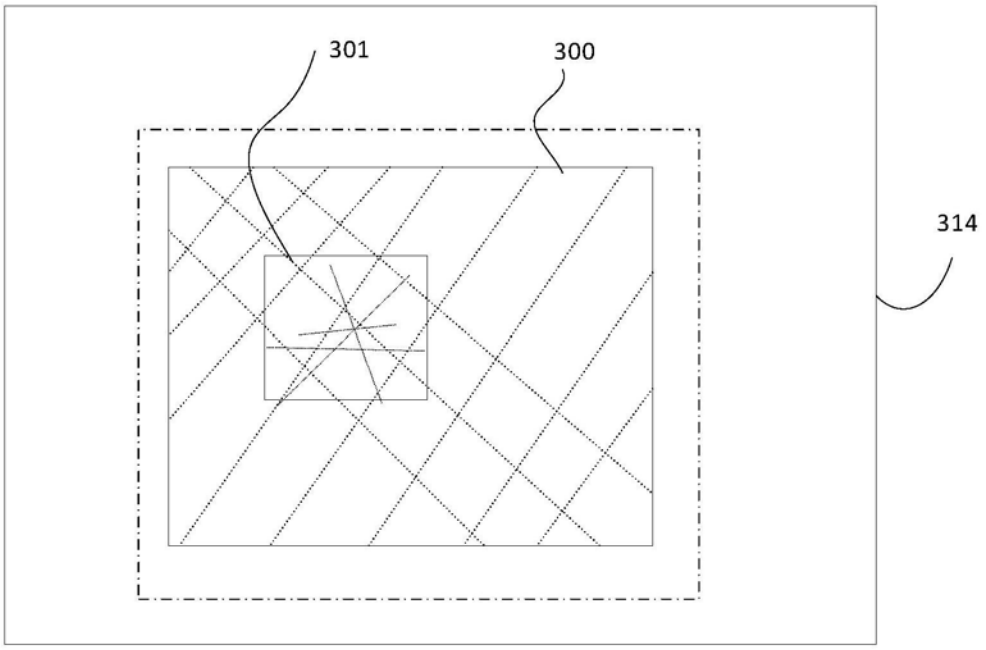


图3

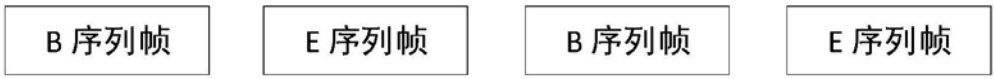


图4

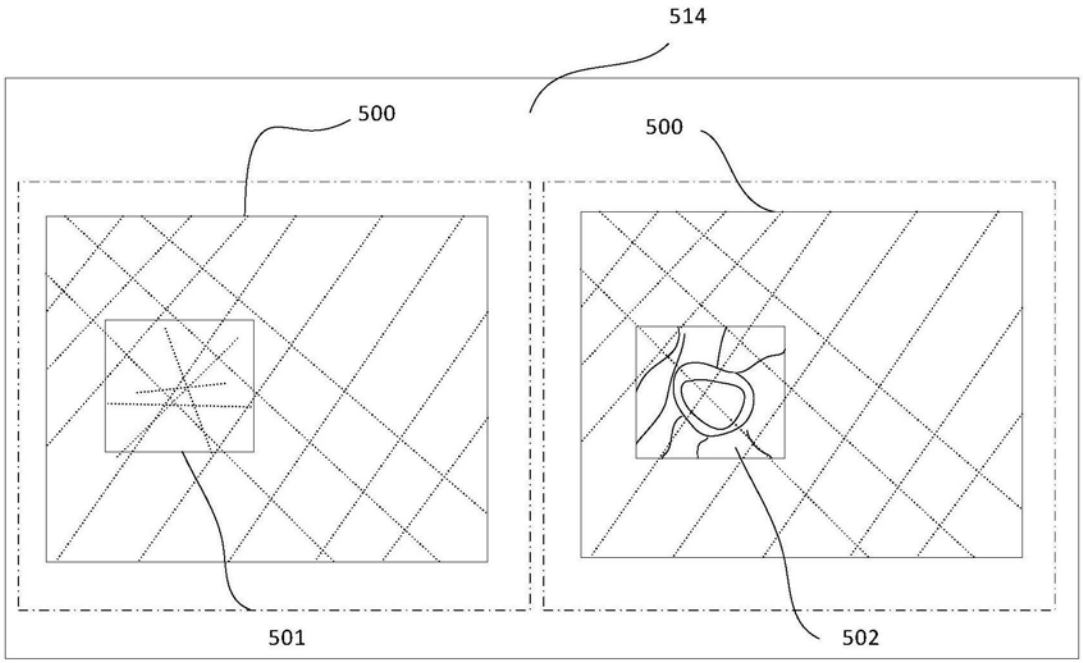


图5

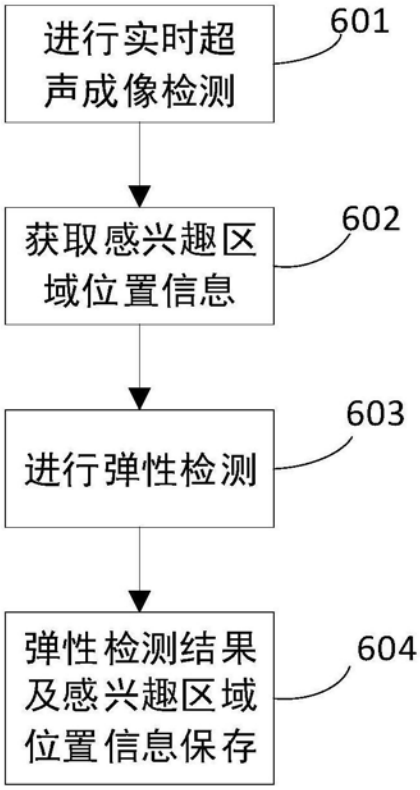

进行实时超声成像检测
601
获取感兴趣区域位置信息
602
进行弹性检测
603
弹性检测结果及感兴趣区域位置信息保存
604

图6

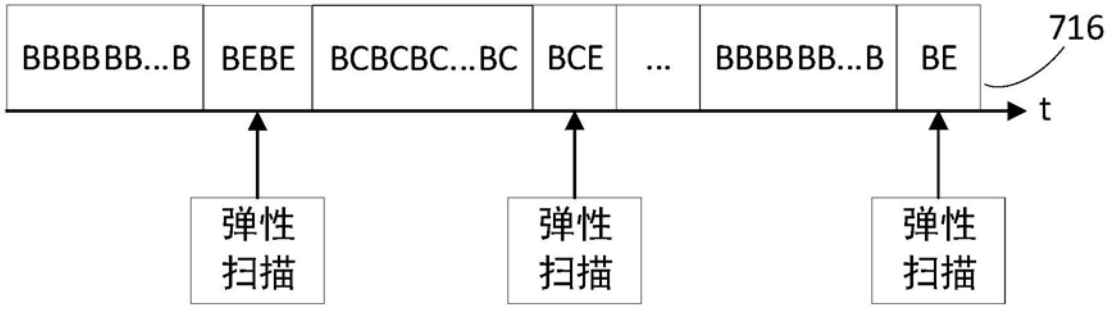

BBBBBB...B
BEBE
BCBCBC...BC
BCE
...
BBBBBB...B
BE
716
t
弹性扫描
弹性扫描
弹性扫描

图7

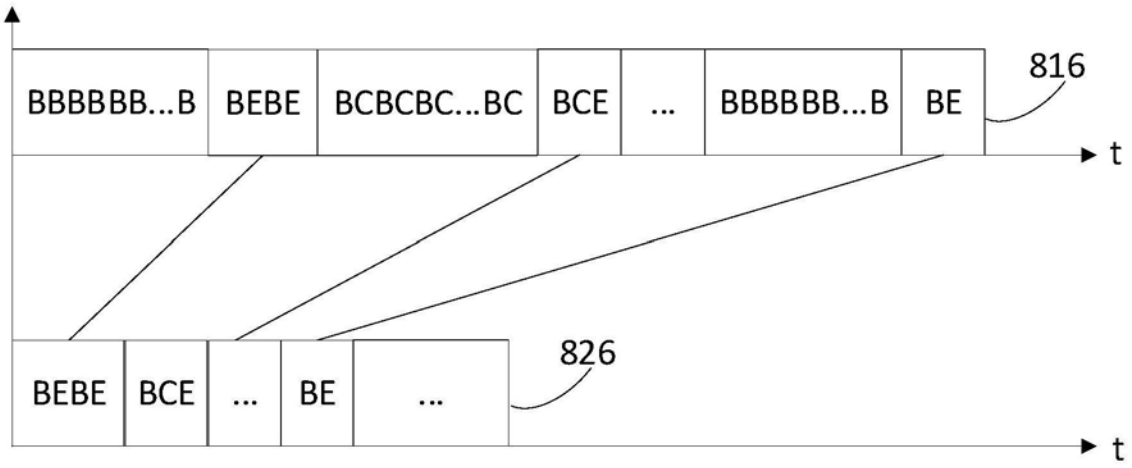

BBBBBB...B
BEBE
BCBCBC...BC
BCE
...
BBBBBB...B
BE
816
t
BEBE
BCE
...
BE
...
826
t

图8

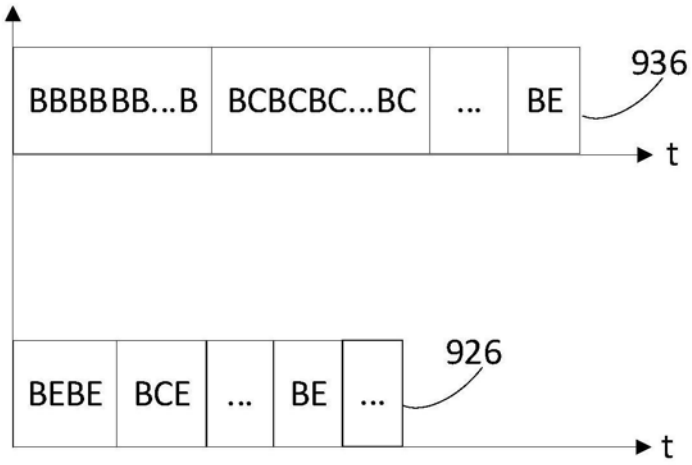

BBBBBB...B
BCBCBC...BC
...
BE
936
t
BEBE
BCE
...
BE
...
926
t

图9

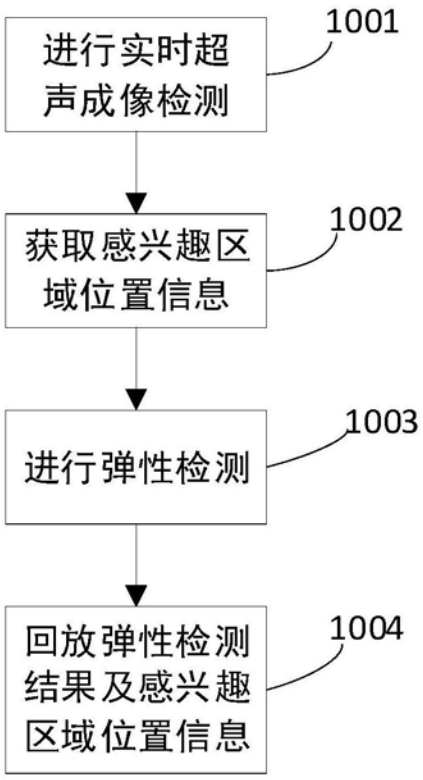

进行实时超声成像检测
1001
获取感兴趣区域位置信息
1002
进行弹性检测
1003
回放弹性检测结果及感兴趣区域位置信息
1004

图10

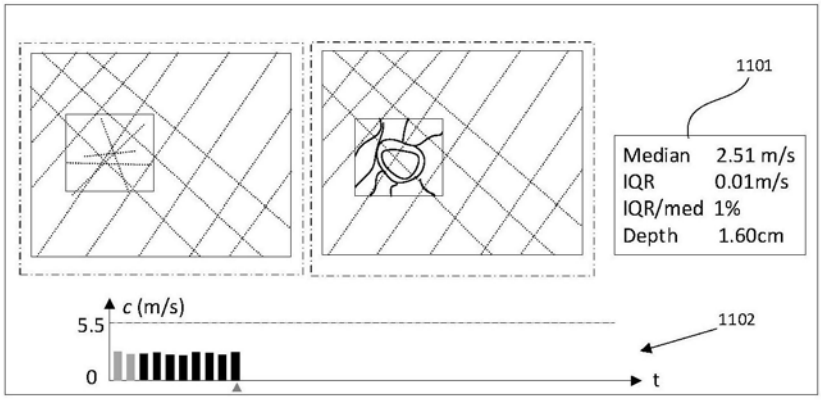

1101
Median 2.51 m/s
IQR 0.01m/s
IQR/med 1%
Depth 1.60cm
c (m/s)
5.5
0
t
1102

图11

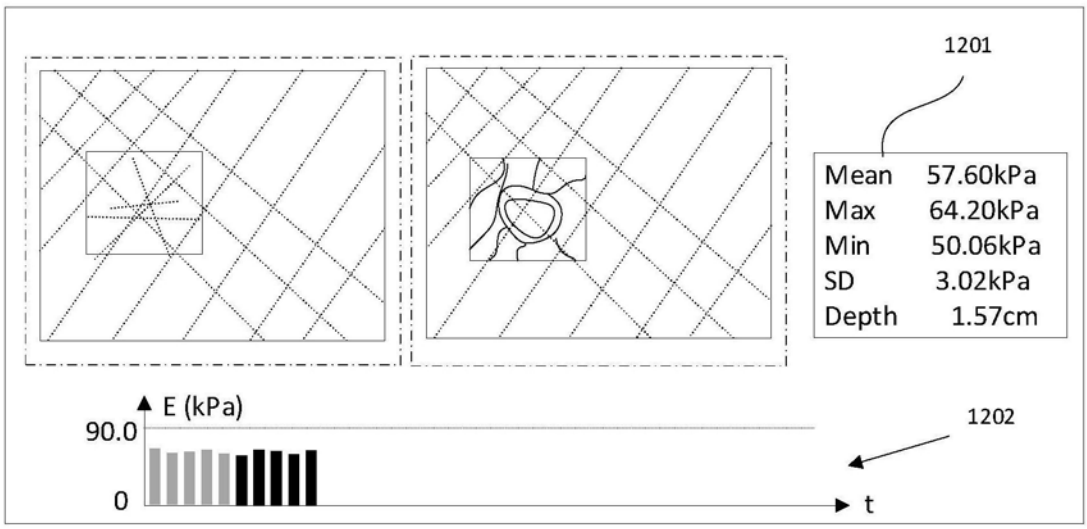

1201
Mean 57.60kPa
Max 64.20kPa
Min 50.06kPa
SD 3.02kPa
Depth 1.57cm
E (kPa)
90.0
0
t
1202

图12

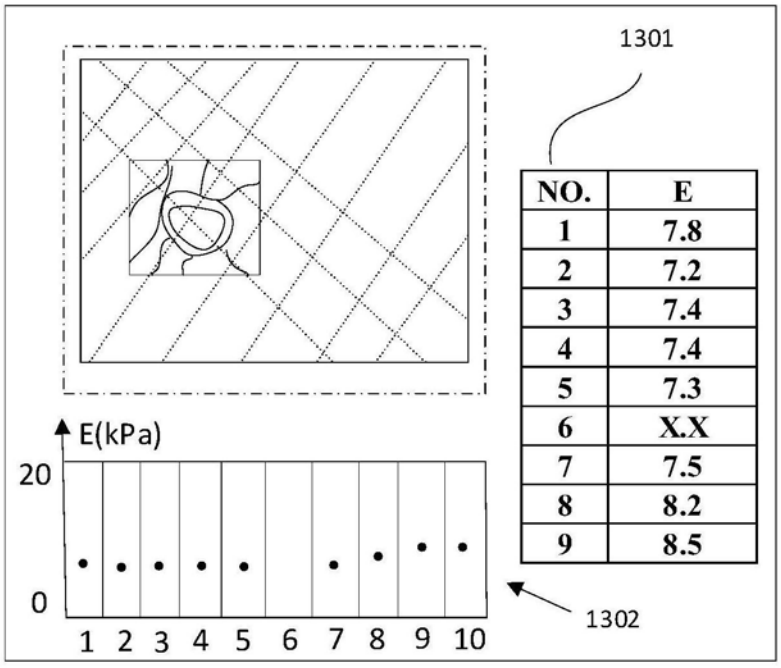

1301
NO. E
1 7.8
2 7.2
3 7.4
4 7.4
5 7.3
6 X.X
7 7.5
8 8.2
9 8.5
E(kPa)
20
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1302

图13