



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110536645 B

(45) 授权公告日 2021. 10. 08

(21) 申请号 201880018259.5

(72) 发明人 李双双

(22) 申请日 2018.04.28

(74) 专利代理机构 深圳鼎合诚知识产权代理有限公司 44281

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110536645 A

代理人 郭燕 彭家恩

(43) 申请公布日 2019.12.03

(51) Int.Cl.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.09.12

A61B 8/08 (2006.01)

审查员 王炜

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/CN2018/085180 2018.04.28

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02019/205167 ZH 2019.10.31

(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

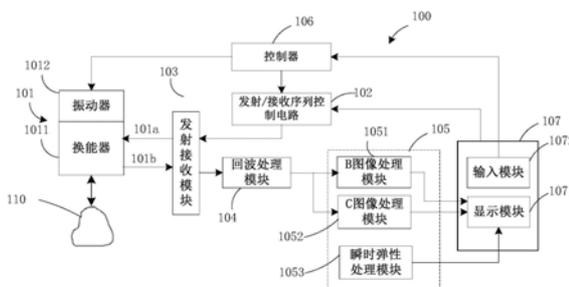
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

一种超声瞬时弹性测量设备及方法

(57) 摘要

一种超声瞬时弹性测量设备(100)和瞬时弹性检测方法,所述设备包括超声探头(101)、发射/接收序列控制电路(102)和数据处理器(105),超声探头(101)包括振动器(1012),超声探头先基于第一发射/接收序列发射第一超声波和接收回波,数据处理器根据第一超声波的回波生成超声图像并进行显示,检测用户在超声图像上选择的感兴趣区域,振动器驱动超声探头振动,超声探头再基于第二发射/接收序列发射第二超声波和接收回波,第二发射/接收序列根据用户在超声图像上选择的感兴趣区域确定,数据处理器根据第二超声波的回波计算感兴趣区域的瞬时弹性结果。本发明可提高瞬时弹出检测结果的准确性。



1. 一种超声瞬时弹性测量设备,其特征在于包括:

超声探头,所述超声探头包括振动器和换能器,所述振动器用于驱动换能器振动,所述振动产生向生物组织内部纵深方向传播的剪切波;所述换能器包括多个阵元,所述阵元中的至少部分用于根据发射序列的控制向感兴趣区域的生物组织发射超声波,或者,所述阵元中的至少部分用于根据接收序列的控制接收经组织返回的超声波回波,或者所述阵元中的至少部分分时隙用于发射超声波或接收超声回波,所述阵元中的至少部分用于在换能器振动前向生物组织发射第一超声波,并接收由生物组织返回的第一超声波的回波,在换能器振动后向生物组织的感兴趣区域发射第二超声波,并接收由生物组织返回的第二超声波的回波;

发射/接收序列控制电路,用于在换能器振动前向所述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,在换能器振动后向所述换能器输出第二发射/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,所述第一发射/接收序列以获得超声图像为目的,所述超声图像包括B图像或C图像或B、C叠加的图像,所述第二发射/接收序列以检测感兴趣区域的瞬时弹性结果为目的,且所述第二发射/接收序列的参数根据用户在超声图像上选择的感兴趣区域确定,第二发射/接收序列的参数包括超声波发射角度、接收角度、超声波发射深度和发射频率;

数据处理器,所述数据处理器用于根据第一超声波的回波生成超声图像数据,根据第二超声波的回波计算感兴趣区域的瞬时弹性结果;

人机交互装置,用于根据超声图像数据在显示界面上显示超声图像和显示数据处理器输出的瞬时弹性结果,检测用户在超声图像上以设置选定框的方式而选择的感兴趣区域,输出感兴趣区域的坐标信息;

压力传感器,用于感知超声探头对生物组织的压力;

控制器,所述控制器与压力传感器的输出端信号连接,用于接收压力传感器输出的压力,并在该压力处于预定范围内时控制振动器驱动换能器振动;所述控制器还分别与人机交互装置和发射/接收序列控制电路连接,接收人机交互装置输出的感兴趣区域的坐标信息,确定感兴趣区域的位置,根据感兴趣区域的位置确定第二发射/接收序列的参数,控制发射/接收序列控制电路至少在换能器振动后向所述换能器输出第二发射/接收序列;所述控制器还采用压力传感器的检测结果来反映实际振动波形的形态和幅度,并据此推测当前弹性结果是否可信。

2. 如权利要求1所述的设备,其特征在于,发射/接收序列控制电路在输出第二发射/接收序列时再次输出第一发射/接收序列,控制换能器在发射第二超声波时还发射第一超声波。

3. 如权利要求1或2所述的设备,其特征在于,所述人机交互装置在显示界面上同时显示超声图像和瞬时弹性结果。

4. 如权利要求3所述的设备,其特征在于,所述振动器在瞬时弹性和超声图像同时测量模式下周期性振动,基于振动器的振动,发射/接收序列控制电路周期性地向换能器输出第一发射/接收序列和第二发射/接收序列,人机交互装置显示实时的超声图像和瞬时弹性结果。

5. 如权利要求1所述的设备,其特征在于,人机交互装置在显示界面上以数值、灰度条、

色彩条和饼状图中的至少一种方式显示瞬时弹性结果。

6. 如权利要求1所述的设备,其特征在于,瞬时弹性结果包括剪切波弹性参数和/或剪切波轨迹,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。

7. 如权利要求1所述的设备,其特征在于,超声图像包括B图像或C图像,或B、C叠加的图像。

8. 如权利要求1所述的设备,其特征在于,所述控制器分别与振动器、发射/接收序列控制电路和人机交互装置信号连接,用于从人机交互装置接收用户输入的至少包括瞬时弹性检测的指令,控制振动器驱动换能器振动,控制发射/接收序列控制电路的输出时序。

9. 如权利要求1所述的设备,其特征在于,所述控制器还将所述压力在显示界面上进行显示。

10. 一种超声瞬时弹性检测方法,其特征在于包括:

向超声探头的换能器输出第一发射/接收序列,控制换能器向生物组织发射第一超声波,并接收由生物组织返回的第一超声波的回波,所述第一发射/接收序列以获得超声图像为目的;所述超声探头包括振动器和换能器,所述振动器用于驱动换能器振动,所述振动产生向生物组织内部纵深方向传播的剪切波;所述换能器包括多个阵元,所述阵元中的至少部分用于根据发射序列的控制向感兴趣区域的生物组织发射超声波,或者,所述阵元中的至少部分用于根据接收序列的控制接收经组织返回的超声波回波,或者所述阵元中的至少部分分时隙用于发射超声波或接收超声回波;

根据第一超声波的回波生成超声图像并进行显示,所述超声图像包括B图像或C图像或B、C叠加的图像;

检测用户在超声图像上以设置选定框的方式而选择的感兴趣区域;

基于感兴趣区域生成第二发射/接收序列的参数,第二发射/接收序列的参数包括超声波发射角度、接收角度、超声波发射深度和发射频率,所述第二发射/接收序列以检测感兴趣区域的瞬时弹性结果为目的;

在感兴趣区域确定后,接收压力传感器感知的超声探头对生物组织的压力和振动强度,当所述压力处于预定范围内时控制振动器驱动换能器振动;

在换能器振动后向所述换能器输出第二发射/接收序列,控制换能器向感兴趣区域发射第二超声波和接收第二超声波的回波;

根据第二超声波的回波计算感兴趣区域的瞬时弹性结果;

采用压力传感器的检测结果来反映实际振动波形的形态和幅度,并据此推测当前弹性结果是否可信。

11. 如权利要求10所述的方法,其特征在于还包括:在显示界面上显示瞬时弹性结果。

12. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,在显示界面上同时显示超声图像和瞬时弹性结果。

13. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,振动器在瞬时弹性和超声图像同时测量模式下周期性振动,基于振动器的振动,发射/接收序列控制电路周期性地向换能器输出第一发射/接收序列和第二发射/接收序列,人机交互装置显示实时的超声图像和瞬时弹性结果。

14. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,在显示界面上以数值、灰度或色彩条、饼状

图中的至少一种方式显示瞬时弹性结果。

15. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,瞬时弹性结果包括剪切波弹性参数和/或剪切波轨迹,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。

## 一种超声瞬时弹性测量设备及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医疗设备,具体涉及一种瞬时弹性测量装置。

### 背景技术

[0002] 超声瞬时弹性测量主要通过无创检测的方法反映组织的弹性或软硬程度,被医生广泛应用于临床肝病(尤其是肝纤维化程度)的辅助诊断。

[0003] 瞬时弹性测量方法主要通过外部振动产生剪切波在组织中传播,通过超声检测剪切波的结果计算出组织弹性值,并提供定量的测量结果,以方便医生做出客观的诊断。

[0004] 但是由于剪切波难以在血管中传播,如果传播路径经过血管或液性肿瘤等部位,则会显著影响弹性测量的质量。而常规瞬时弹性测量系统仅提供M图的信息,不能直观的观测待测组织的结构及形态,容易得出无效或错误的测量。

### 发明内容

[0005] 本发明的一个实施例中提供了一种超声瞬时弹性测量设备,包括:

[0006] 超声探头,所述超声探头包括振动器和换能器,所述振动器用于驱动换能器振动,所述振动在超声探头接触生物组织时导致生物组织产生形变和产生剪切波向生物组织内部传播;所述换能器包括多个阵元,所述阵元中的至少部分用于在换能器振动前向生物组织发射第一超声波,并接收由生物组织返回的第一超声波的回波,在换能器振动后向生物组织的感兴趣区域发射第二超声波,并接收由生物组织返回的第二超声波的回波;

[0007] 发射/接收序列控制电路,用于在换能器振动前向所述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,在换能器振动后向所述换能器输出第二发射/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,所述第一发射/接收序列以获得超声图像为目的,所述第二发射/接收序列以检测感兴趣区域的瞬时弹性结果为目的,且所述第二发射/接收序列根据用户在超声图像上选择的感兴趣区域确定;

[0008] 数据处理器,所述数据处理器用于根据第一超声波的回波生成超声图像数据,根据第二超声波的回波计算感兴趣区域的瞬时弹性结果;

[0009] 人机交互装置,用于根据超声图像数据在显示界面上显示超声图像,检测用户在超声图像上选择的感兴趣区域,并显示瞬时弹性结果。

[0010] 本发明的一个实施例中提供了一种超声瞬时弹性检测方法,包括:

[0011] 向超声探头的换能器输出第一发射/接收序列,控制换能器向生物组织发射第一超声波,并接收由生物组织返回的第一超声波的回波,所述第一发射/接收序列以获得超声图像为目的;

[0012] 根据第一超声波的回波生成超声图像并进行显示;

[0013] 检测用户在超声图像上选择的感兴趣区域;

[0014] 基于感兴趣区域生成第二发射/接收序列,所述第二发射/接收序列以检测感兴趣

区域的瞬时弹性结果为目的；

[0015] 在感兴趣区域确定后,振动器驱动换能器振动；

[0016] 在换能器振动后向所述换能器输出第二发射/接收序列,控制换能器向感兴趣区域发射第二超声波和接收第二超声波的回波；

[0017] 根据第二超声波的回波计算感兴趣区域的瞬时弹性结果。

[0018] 本发明实施例中,由于在进行瞬时弹性检测之前,先进行超声图像的检测,生成超声图像,可供用户在超声图像的指导下确定感兴趣区域,从而避开对剪切波形成障碍的区域,提高瞬时弹性检测结果的准确性。

## 附图说明

[0019] 图1是一种实施例中超声瞬时弹性测量设备的结构示意图；

[0020] 图2是一种实施例中B图像示意图；

[0021] 图3是一种实施例中进行瞬时弹性检测的流程图；

[0022] 图4a、图4b、图4c、图4d分别是在显示界面上同时显示超声图像和瞬时弹性结果的示意图；

[0023] 图5是另一种实施例中进行瞬时弹性检测的流程图；

[0024] 图6是另一种实施例中超声瞬时弹性测量设备的结构示意图；

[0025] 图7是一种实施例中超声探头压力显示示意图。

## 具体实施方式

[0026] 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。

[0027] 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。

[0028] 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)。

[0029] 本发明的构思是采用同一个超声探头,先获得B、C图像,使用户方便的观察到目标组织的结构、血流信息,根据超声图像的显示调整瞬时弹性测量的位置,再进行瞬时弹性测量,从而可提高瞬时弹性测量的准确性。

[0030] 本发明一个实施例中,采用超声设备作为瞬时弹性测量设备,请参考图1,超声瞬时弹性测量设备100包括超声探头101、发射/接收序列控制电路102、回波处理模块104、数

据处理器105、人机交互装置107和控制器106。发射/接收序列控制电路102通过发射和接收模块103与超声探头101信号连接,超声探头101通过发射和接收模块103与回波处理模块104信号连接,回波处理模块104的输出端与数据处理器105信号连接,数据处理器105的输出端与人机交互装置107信号连接,超声探头101包括换能器1011和振动器1012,控制器106分别与人机交互装置107和振动器1012信号连接。

[0031] 振动器1012安装在超声探头101上,例如安装在超声探头101的外壳上,或者设置在超声探头101的外壳内,和换能器1011以及其它探头部件组装成一体式的超声探头。振动器用于驱动换能器振动,例如振动器自身根据振动序列振动并带动换能器振动;或者振动器自身不振动,而是通过伸缩部件来驱动换能器振动。该振动在超声探头101接触生物组织110时导致生物组织产生形变,并产生向生物组织内部纵深方向传播的剪切波。

[0032] 换能器1011包括阵列式排布的多个阵元,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向感兴趣区域的生物组织发射超声波,也可用于接收经组织返回的超声波回波。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。

[0033] 发射/接收序列控制电路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生物组织发射超声波,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)。对超声回波的用途不同或根据超声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。

[0034] 在本实施例中,发射/接收序列控制电路102向超声探头的换能器输出的发射/接收序列包括第一发射/接收序列和第二发射/接收序列,第一发射/接收序列以获得超声图像为目的,即超声波发射参数和接收参数是根据生成超声图像的要求而确定,第一发射/接收序列可以在换能器振动之前输出,也可以在换能器振动之后输出,用于控制换能器发射第一超声波和接收第一超声波的回波。第二发射/接收序列以检测感兴趣区域的瞬时弹性结果为目的,即超声波发射参数和接收参数是根据检测感兴趣区域的瞬时弹性结果的要求而确定,比如超声波发射角度、接收角度和深度、发射频率等等参数将根据用户在超声图像上选择的感兴趣区域确定。发射/接收序列控制电路102在换能器振动后向换能器输出第二发射/接收序列,用于控制换能器发射第二超声波和接收第二超声波的回波。

[0035] 发射和接收模块103连接在超声探头和发射序列控制模块102、回波处理模块104之间,用于将发射序列控制模块102的发射/接收序列101a传输给超声探头101,并将超声探头101接收的超声回波101b传输给回波处理模块104。

[0036] 回波处理模块104用于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检测瞬时弹性的第二超声波的回波,也

包括用于生成超声图像的第一超声波的回波,超声图像例如可以是B图像或C图像,或B、C叠加的图像。

[0037] 数据处理器105接收回波处理模块104处理后的回波信号,并采用相关算法得到所需要的参数或图像。本发明实施例中,数据处理器105包括B图像处理模块1051、C图像处理模块1052和瞬时弹性处理模块1053,B图像处理模块1051对回波处理模块104输出的第一超声波的回波进行处理,生成B图像数据;C图像处理模块1052对回波处理模块104输出的第一超声波的回波进行处理,生成C图像数据;瞬时弹性处理模块1053对回波处理模块104输出的第二超声波的回波进行处理,计算感兴趣区域的瞬时弹性结果。

[0038] 人机交互装置107作为用户和超声瞬时弹性测量设备100之间的交互接口,在一种实施例中,人机交互装置107包括显示器1071和输入模块1072,输入模块1072例如可以是键盘、操作按钮、鼠标、轨迹球等,也可以是与显示器1071集成在一起的触控屏。当输入模块1072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1072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、操作图标、菜单选项等一起配合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超声图像检测模式的指令,或者是进入瞬时弹性检测模式的指令,还可以是进入瞬时弹性和超声图像同时测量模式的指令。一种具体实施例中,显示器1071和输入模块1072配合实现感兴趣区域的选择,例如,显示器1071用于在显示界面上显示超声图像,输入模块1072用于根据用户的操作,在超声图像上选择感兴趣区域。

[0039] 另外,显示器1071还用于显示瞬时弹性结果,本实施例中,显示器1071在显示界面上同时显示超声图像和瞬时弹性结果。当然,在有的实施例中,在检测出瞬时弹性结果后,显示器1071可以仅显示瞬时弹性结果,而不再显示超声图像。

[0040] 控制器106分别与振动器1012、发射/接收序列控制电路102和人机交互装置107信号连接,用于从人机交互装置接收用户输入的至少包括瞬时弹性检测的指令,控制振动器驱动换能器振动,控制发射/接收序列控制电路的输出时序。

[0041] 如图3所示为采用本实施例的瞬时弹性测量设备的一种测量流程,具体包括以下步骤:

[0042] 步骤10,当用户需要同时检测超声图像和瞬时弹性结果时,用户可通过输入装置输入同时检测指令,基于对同时检测指令的响应,瞬时弹性测量设备进入同时进行超声图像和瞬时弹性检测的模式。

[0043] 步骤11,基于对该同时检测指令的响应,控制器控制发射/接收序列控制电路向超声探头输出第一发射/接收序列,超声探头根据第一发射/接收序列发射第一超声波和接收第一超声波的回波。

[0044] 步骤12,根据第一超声波的回波生成超声图像并进行显示。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,比如图中血流刚好在血管区域内部,通过B、C叠加的图像也可确定血管的位置。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。本实施例中以扇形的B图像为例进行说明,如图2所示。在B图像600中,如果医生想检测组织601的瞬时弹性,根据B图像600所示,在组织602的右上方有一血管601,由于剪切波无法穿过液体,因此在设置感兴趣区域时,可根据B图像有选择地设置。

[0045] 步骤13,检测用户在超声图像上选择的感兴趣区域。本实施例中,允许用户在B图像上标出感兴趣区域,如图2所示,在一种具体实例中,当在显示界面上显示超声图像时,在超声图像上同时显示一个可编辑的选定框603,选定框603允许用户通过鼠标、触控屏等调节高度、宽度和位置,选定框603中是感兴趣区域。当用户对选定框603的大小和位置调整完成后,即确定了感兴趣区域。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603,从而确定出感兴趣区域。

[0046] 步骤14,发射/接收序列控制电路根据感兴趣区域确定第二发射/接收序列。例如,显示器1071将用户选择的感兴趣区域的坐标信息传输给数据处理器105,数据处理器105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,从而改变瞬时弹性测量的位置。

[0047] 步骤15,振动器驱动换能器振动。当感兴趣区域确定后,控制器向振动器输出振动序列,振动器根据振动序列驱动换能器振动。振动序列定义了振动波形、振动频率、幅度、振动时长等参数,振动波形可以是正弦波、方波、三角波等。

[0048] 步骤16,在换能器振动后,发射/接收序列控制电路向换能器输出第二发射/接收序列,控制换能器向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脉冲并接收回波信号。

[0049] 步骤15、16中,换能器何时振动和发射第二超声波可以是设备自动完成,例如可以由控制器控制振动序列和发射/接收序列的输出时序,使振动序列和发射/接收序列互相配合。例如,控制器在向振动器输出振动序列后控制发射/接收序列控制电路向换能器输出第二发射/接收序列,或者控制器控制同时输出振动序列和第二发射/接收序列。另外也可以手动控制换能器何时振动和发射第二超声波,例如,用户在确定感兴趣区域后,通过设备主机或超声探头上的控制开关来启动振动和发射第二超声波。

[0050] 步骤17,瞬时弹性成像模块根据第二超声波的回波计算感兴趣区域的瞬时弹性结果。瞬时弹性结果可以是剪切波弹性参数,例如剪切波传播速度、杨氏模量值和/或剪切模量值,瞬时弹性结果也可以是剪切波轨迹。例如瞬时弹性结果可用以下方法计算:

[0051] 瞬时弹性成像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。

[0052] 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:

$$[0053] \quad E=3\rho c^2=3G$$

[0054] 其中,c表示剪切波速度, $\rho$ 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， $\rho$ 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。

[0055] 步骤18,显示瞬时弹性结果。例如,显示器在显示界面上同时显示超声图像和瞬时弹性结果,如图4a、4b、4c所示,在显示界面304上显示有超声图像301,超声图像301上可以显示出选定框302以表示用户选择的感兴趣区域,还可以显示出采样门303,在超声图像301旁边是弹性值显示区域305,在弹性值显示区域305会显示感兴趣区域内某个位置处的瞬时弹性测量值,瞬时弹性测量值也可以通过各种方式呈现,在图4a中,瞬时弹性结果以数字的方式呈现,例如 $E=27\text{kPa}$ 或者 $C_s=3\text{m/s}$ ,在图4b中,瞬时弹性结果以填充色彩或者做色彩条的方式来显示。例如,在弹性值显示区内显示带刻度的彩色变化条,用于展现感兴趣区域沿测量深度方向上的硬度变化的量化分析情况。感兴趣区域也可以使用方框表示,用于表征方框内的瞬时弹性测量值,可以通过计算方框内各个点的弹性测量值的均值、均方差以及方差等等统计指标来表征整个方框所对应的弹性测量值进行显示,如图4c所示。

[0056] 在另外的实施例中,振动器在瞬时弹性和超声图像同时测量模式下周期性振动,基于振动器的振动,发射/接收序列控制电路周期性地向换能器输出第一发射/接收序列和第二发射/接收序列,显示器在显示界面上显示实时的超声图像和瞬时弹性结果。在弹性值显示区域305显示每次的瞬时弹性结果,还可以显示多次瞬时弹性结果的平均值、标准差、中值等),如图4d所示。显示结果可以是杨氏模量 $E$ ,可以是剪切波模量 $G$ ,可以是剪切波传播速度 $C_s$ ,或者根据这些结果进一步计算出来的其他反映弹性的参数。

[0057] 如图5所示为采用本实施例的瞬时弹性测量设备的另一种测量流程,具体包括以下步骤:

[0058] 步骤20,当用户需要同时检测超声图像和瞬时弹性结果时,用户可通过输入装置输入超声图像检测指令,基于对超声图像检测指令的响应,瞬时弹性测量设备进入超声图像检测模式。

[0059] 步骤21,控制器控制发射/接收序列控制电路向超声探头输出第一发射/接收序列,超声探头根据第一发射/接收序列发射第一超声波和接收第一超声波的回波。

[0060] 步骤22,根据第一超声波的回波生成超声图像并进行显示。

[0061] 步骤23,检测用户通过输入装置输入的瞬时弹性检测指令,基于对该指令的响应,设备进入瞬时弹性检测模式。

[0062] 步骤24,检测用户在超声图像上选择的感兴趣区域。

[0063] 步骤25,发射/接收序列控制电路根据感兴趣区域确定第二发射/接收序列。

[0064] 步骤26,振动器驱动换能器振动。

[0065] 步骤27,在换能器振动后,发射/接收序列控制电路向换能器输出第二发射/接收序列,控制换能器向感兴趣区域发射第二超声波和接收第二超声波的回波。

[0066] 步骤28,瞬时弹性成像模块根据第二超声波的回波计算感兴趣区域的瞬时弹性结果。

[0067] 步骤29,在显示界面显示超声图像和瞬时弹性结果。

[0068] 本实施例中,在进行瞬时弹性检测之前,先生成超声图像,用户可通过超声图像查看哪里的组织有病变,哪里有血管,在进行瞬时弹性测量时,可有针对性的选择感兴趣区域进行测量,并可以避开有血管的路径,提高瞬时弹性检测结果的准备性。

[0069] 因为涉及到探头的振动,如果探头接触不好,容易导致振动过程中探头离开组织表面。而且,压太紧或者太松了,可能都会影响弹性测量的准确性。所以一般在弹性测量时,需要用户将探头和组织按压到合适的力度范围,然后再开始振动和弹性测量。因此,在本实施例中,在进行瞬时弹性检测之前还包括对超声探头对组织的按压压力进行检测。

[0070] 请参考图6,超声瞬时弹性测量设备200包括超声探头201、发射/接收序列控制电路202、发射和接收模块203、回波处理模块204、数据处理器205、人机交互装置207和控制器206。超声探头201还包括压力传感器2011,压力传感器的输出端与控制器信号连接,用于将感知的超声探头对生物组织的压力和振动强度反馈给控制器,控制器在该压力处于预定范围内时控制振动器驱动换能器振动。

[0071] 在检测过程中,可以在振动器驱动换能器振动之前由控制器将压力传感器检测的压力和预定范围进行比较,判断压力是否处于预定范围内,在较优的实施例中,还可以采用数值、指示灯、灰度条或色彩条的方式显示压力,表示压力是否符合操作规范要求。如图7所示,比如在显示界面上用5级的显示框306来表示探头的按压力度,绿色格越多表示压力越大。比如系统可能规定绿色格为2-4格为优选。0格、1格、5格表示不符合操作规范等。当探头的按压力度处于预定范围内,符合操作规范时,设备开始启动瞬时弹性检测程序。

[0072] 当然,根据压力传感器的检测结果,也可以用来反映实际振动波形的形态和幅度,因为振动的目的是为了产生剪切波从表面传入组织,因此根据振动波形的形态和幅度也可以一定程度上反映振动的质量。因此振动的好坏影响了剪切波的质量高低,并可以据此推测当前弹性测量是否可信。

[0073] 在其它的实施例中,超声瞬时弹性测量设备也可以不采用控制器来控制振动序列和发射/接收序列的输出时序,而是将发射/接收序列控制电路和振动器连接,当检测到振动器振动时,发射/接收序列控制电路即输出第二发射/接收序列。

[0074] 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。

[0075] 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)。

[0076] 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,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。

[0077] 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。

[0078] 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。

[0079] 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。

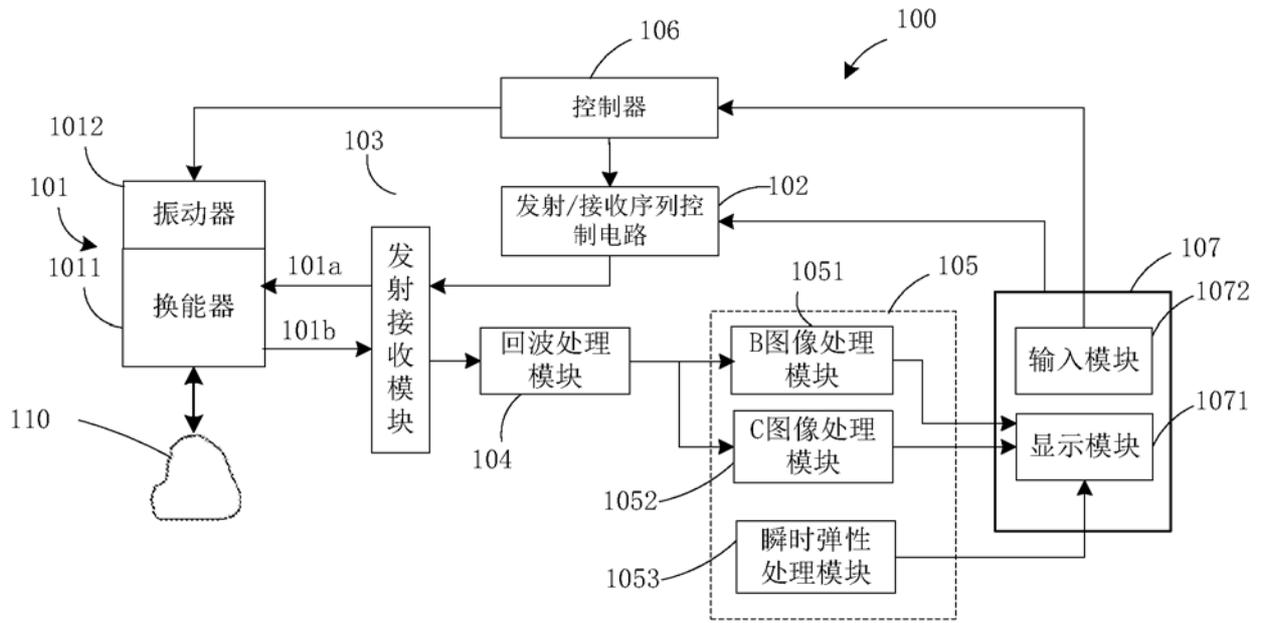


图1

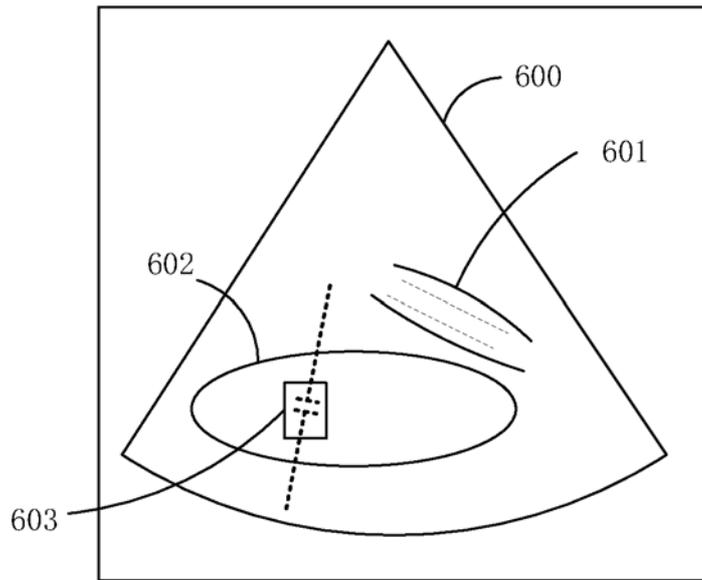


图2

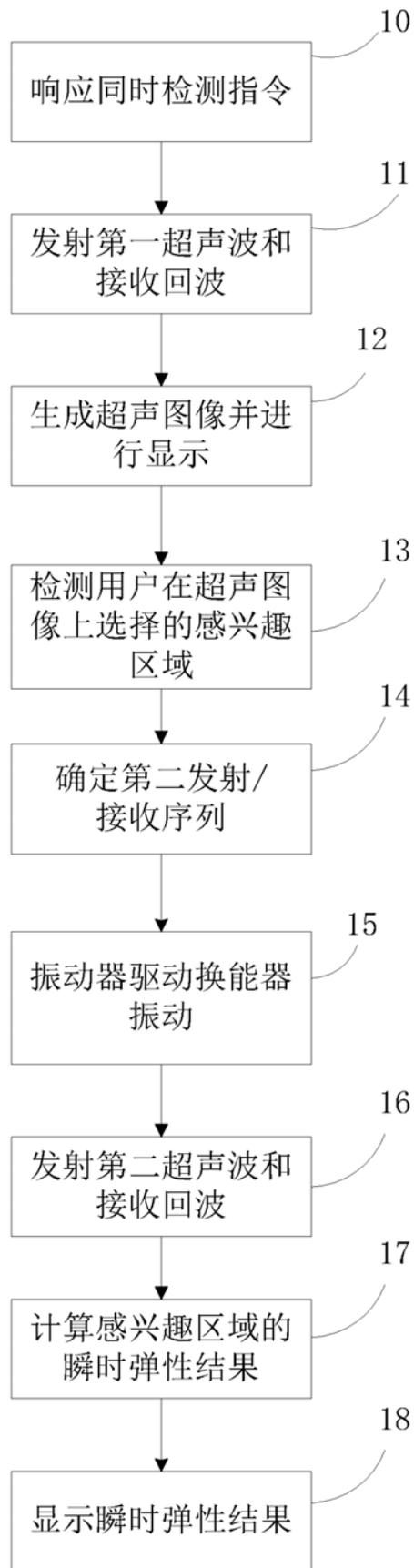


图3

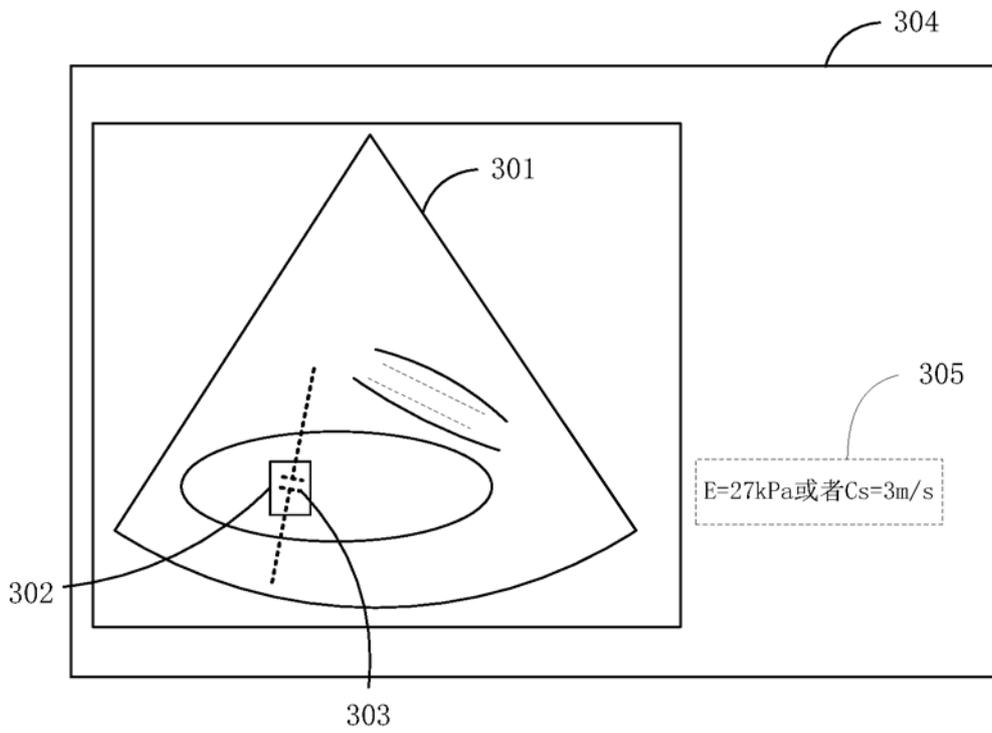


图4a

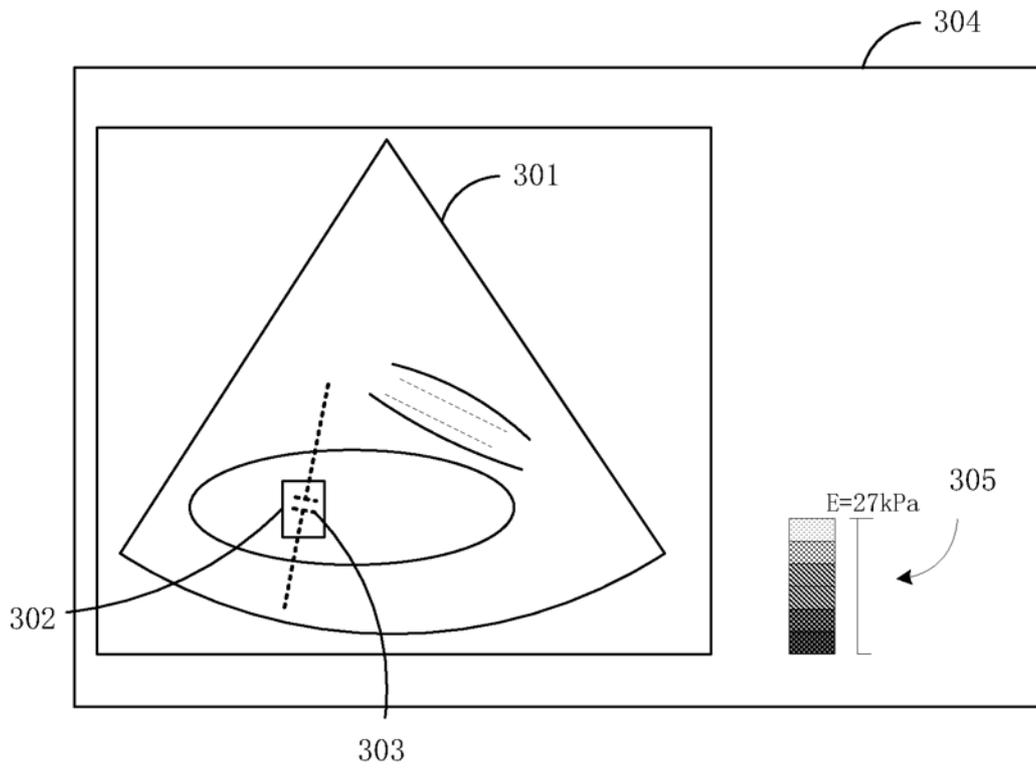


图4b

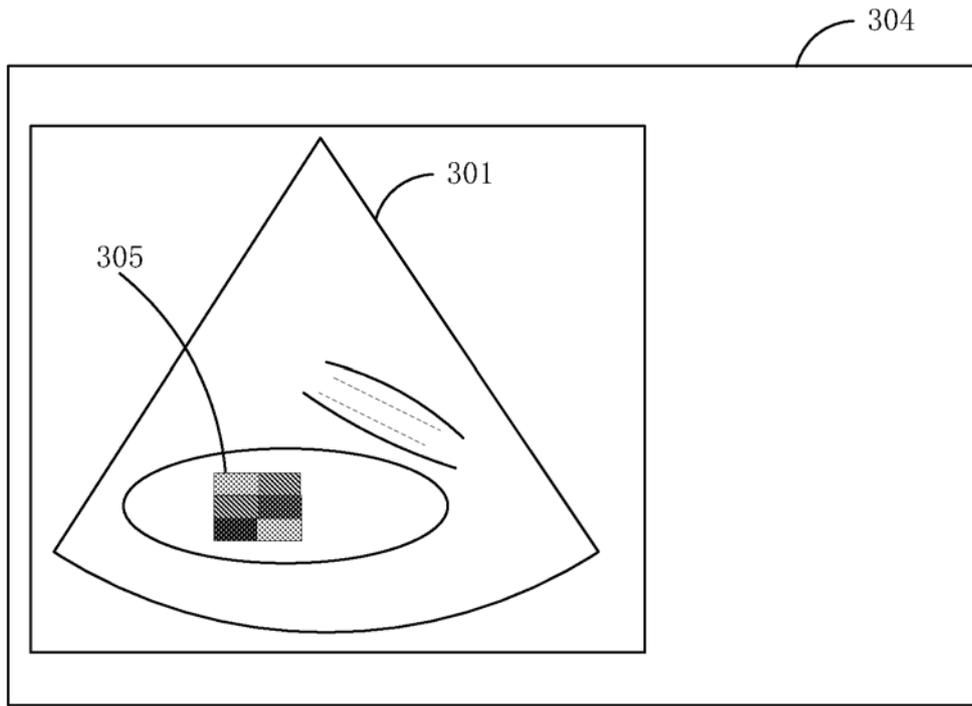


图4c

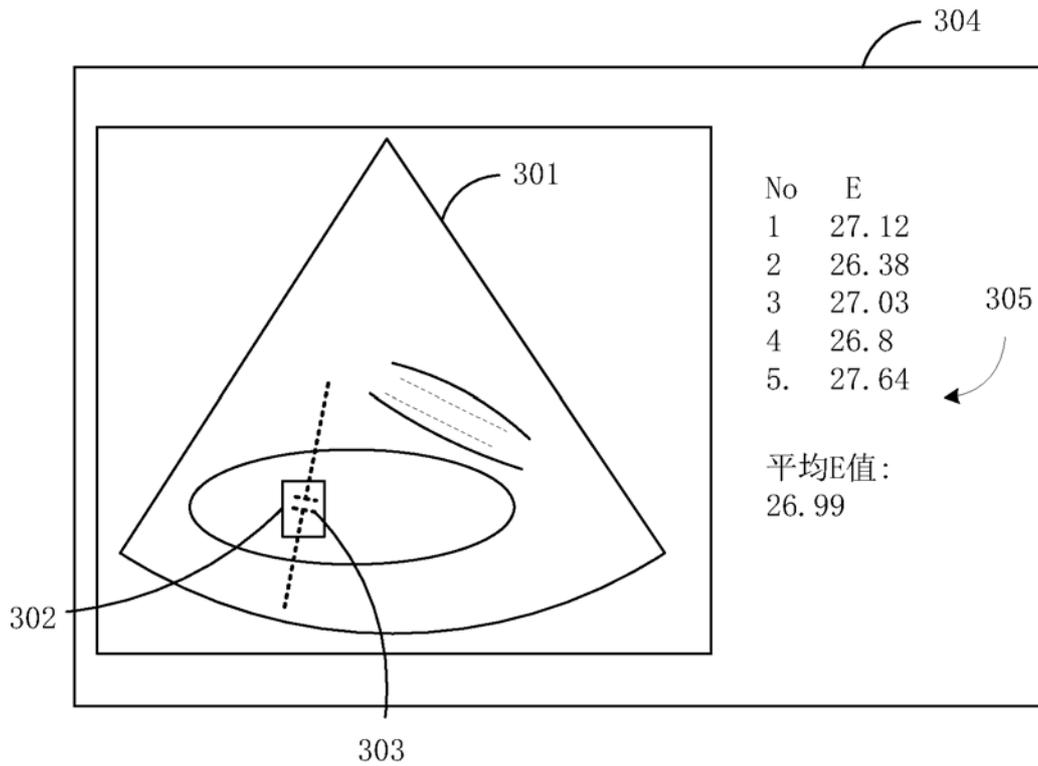


图4d

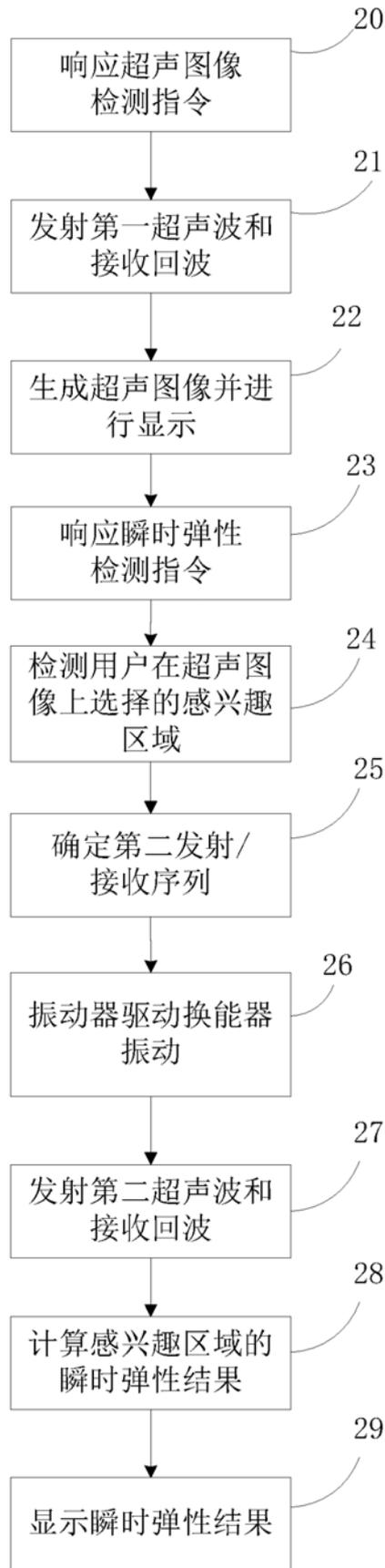


图5

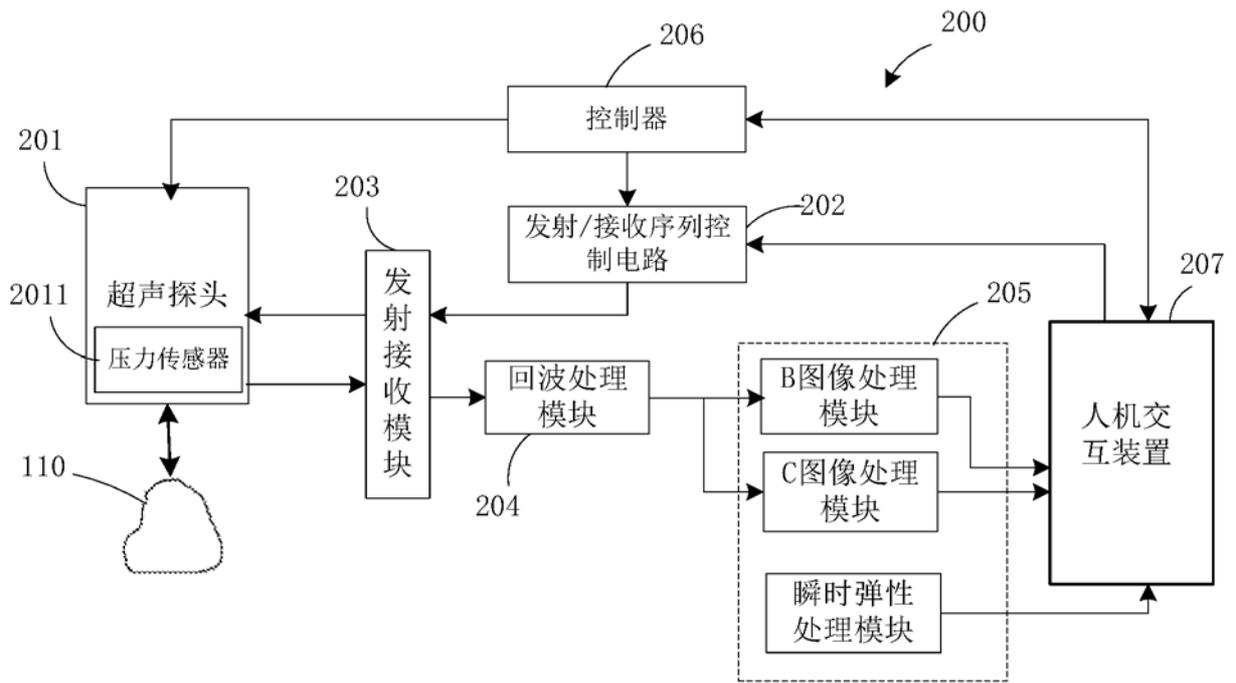


图6

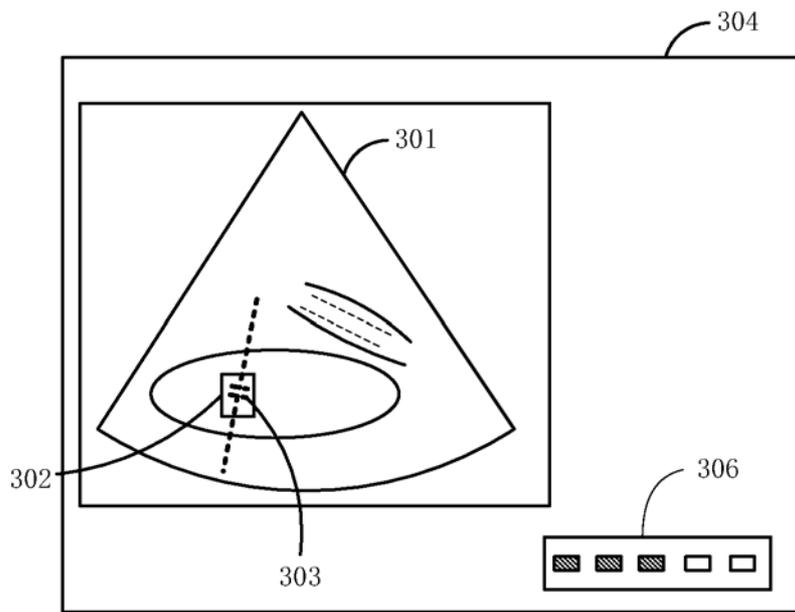


图7