

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2019 年 10 月 31 日 (31.10.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/205166 A1

(51) 国际专利分类号:

A61B 8/08 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2018/085179

(22) 国际申请日:

2018 年 4 月 28 日 (28.04.2018)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(71) 申请人: 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司 (SHENZHEN MINDRAY BIO-MEDICAL ELECTRONICS CO., LTD.) [CN/CN]; 中国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, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 李双双 (LI, Shuangshuang); 中国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, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 深圳鼎合诚知识产权代理有限公司 (DHC IP ATTORNEYS); 中国广东省深圳市福田区金田路与福华路交汇处现代商务大厦2201, Guangdong 518048 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: ULTRASOUND-BASED ELASTICITY MEASUREMENT DEVICE AND METHOD

(54) 发明名称: 一种超声弹性测量装置及方法

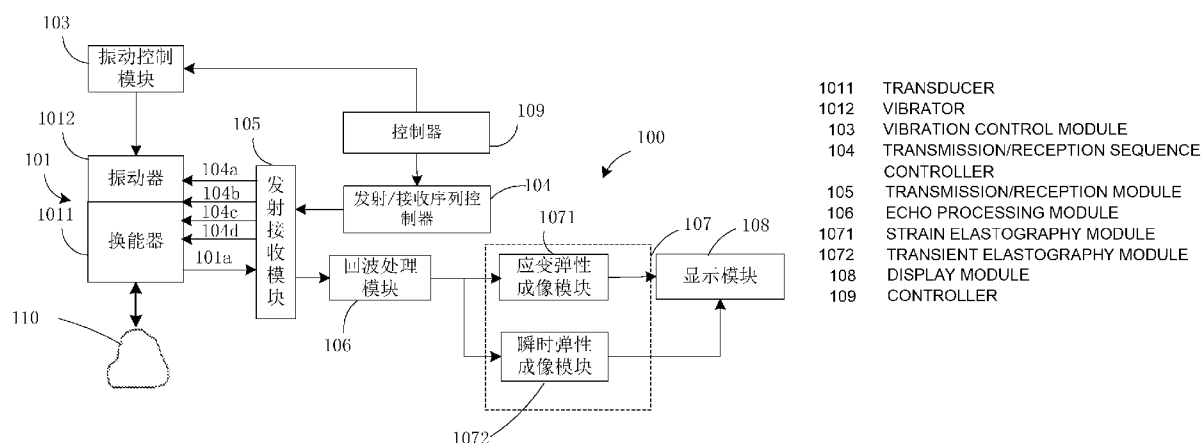


图 1

(57) Abstract: An ultrasound-based elasticity measurement device (100) comprises an ultrasonic probe (101). The ultrasonic probe (101) comprises a vibrator (1012) and a transducer (1011). The transducer comprises multiple elements. The ultrasound-based elasticity measurement device further comprises a vibration control module (103), a transmission/reception controller (104) and a data processor (107). The vibration control module generates a vibration sequence while simultaneously performing strain detection and vibration-based elasticity detection, and transmits the same to the vibrator. The ultrasonic probe vibrates when driven by the vibrator, and transmits an ultrasonic wave to a biological tissue or receives an ultrasonic echo, so as to obtain an ultrasonic echo for strain detection and an ultrasonic echo for vibration-based elasticity detection. The data processor performs calculation according to the ul-

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

trasonic echo for strain detection to obtain a strain-based elasticity result, and performs calculation according to the ultrasonic echo for vibration-based elasticity detection to obtain a vibration-based elasticity result, thereby realizing simultaneous execution of strain elastography measurement and vibration-based elasticity measurement.

(57) 摘要: 一种超声弹性测量装置(100)包括超声探头(101), 超声探头(101)包括振动器(1012)和换能器(1011), 换能器包括多个阵元, 超声弹性测量装置还包括振动控制模块(103)、发射/接收控制器(104)和数据处理器(107), 振动控制模块在同时进行应变检测和振动弹性检测模式下产生振动序列并输出至振动器, 超声探头在振动器驱动下振动, 向生物组织发射超声波或接收超声回波, 获得用于应变检测的超声回波和用于振动弹性检测的超声回波, 数据处理器根据应变检测的超声回波计算应变式弹性结果, 根据检测振动弹性的超声回波计算振动弹性结果, 从而实现了同时进行应变弹性成像测量和振动弹性测量。

一种超声弹性测量装置及方法

技术领域

本发明涉及医疗设备，具体涉及一种超声弹性测量装置。

背景技术

超声弹性成像是近年来临床研究的热点之一，由于其主要反映组织的弹性或软硬程度，因此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。

超声弹性成像主要通过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。近二十年来，已经出现了多种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，基于外部振动产生剪切波的振动弹性成像等。

准静态弹性成像也称为应变式弹性成像，主要通过凸阵列或线阵列的多阵元探头按压组织产生一定的形变，并进行应变检测，将应变量、应变率等与组织弹性相关的参数计算出来并成像，准静态弹性成像可间接反映不同组织间的弹性差异。但是由于应变参数对压力敏感，因此这种方法中通过探头施加的压力需要尽量均匀稳定，从而对操作者的手法提出了较高的要求。此外，由于每次操作的压力难以保持一致，成像的重复性和稳定性也较难保证。

振动弹性方法主要通过振动器驱动单阵元探头振动以产生在组织内向纵深方向传播的剪切波，并进行振动弹性检测，从而计算出组织弹性值，振动弹性检测结果可反映感兴趣区域的硬度。但是该方法只能给出感兴趣区域的平均弹性结果，不能实现真正的成像，无法查看感兴趣区域的弹性分布。

发明内容

本发明的一个实施例中，提供了一种超声弹性测量装置，包括：

超声探头，所述超声探头包括振动器和换能器，所述换能器包括多个阵元，所述阵元用于在同时进行应变检测和振动弹性检测的模式下向感兴趣区域的生物组织发射超声波，并接收由生物组织返回的超声回波，获得用于应变检测的超声回波数据和用于振动弹性检测的超声回波数

据；所述振动器用于获取振动序列，根据振动序列驱动换能器振动，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向生物组织内部纵深方向传播的剪切波；

振动控制模块，其与振动器信号连接，用于在同时进行应变检测和振动弹性检测模式下产生振动序列并输出至振动器；

发射/接收控制器，用于产生发射时序和接收控制信号，并将发射时序和接收控制信号输出至超声探头，所述发射时序用于控制所述多个阵元的部分或者全部向感兴趣区域的生物组织发射超声波，所述接收控制信号用于控制所述多个阵元的部分或者全部接收所述超声波的回波；

数据处理器，所述数据处理器用于根据用于应变检测的超声回波计算应变式弹性结果，根据用于振动弹性检测的超声回波计算振动弹性结果。

本发明的一个实施例中，提供了一种超声弹性测量装置，包括：

超声探头，所述超声探头包括振动器和换能器，所述换能器包括多个阵元，所述阵元用于在应变检测模式下向感兴趣区域的生物组织发射超声波，并接收由生物组织返回的用于应变检测的超声回波；和在振动弹性检测模式下向感兴趣区域的生物组织发射超声波，并接收由生物组织返回的用于振动弹性检测的超声回波数据；所述振动器用于获取振动序列，根据振动序列驱动换能器振动，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向生物组织内部纵深方向传播的剪切波；

振动控制模块，其与振动器信号连接，用于至少在振动弹性检测模式下产生用于振动弹性检测的振动序列并输出至振动器；

发射/接收控制器，用于产生发射时序和接收控制信号，并将发射时序和接收控制信号输出至超声探头，所述发射时序用于控制所述多个阵元的部分或者全部向感兴趣区域的生物组织发射超声波，所述接收控制信号用于控制所述多个阵元的部分或者全部接收所述超声波的回波；

数据处理器，所述数据处理器用于根据应变检测的超声回波计算应变式弹性结果，根据振动弹性检测的超声回波计算振动弹性结果；

显示模块，用于当用户输入同时显示指令时在显示界面上同时显示应变式弹性结果和振动弹性结果。

本发明的一个实施例中，提供了一种超声弹性测量方法，包括：

接收用户输入的同时进行应变检测和振动弹性检测的指令，进入同时进行应变检测和振动弹性检测模式；

向振动器输出振动序列；

振动器根据振动序列驱动超声探头的换能器振动，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在生物组织内部产生向组织内部纵深方向传播的剪切波；

向超声探头输出发射时序和接收控制信号；

超声探头根据发射时序控制多个阵元的部分或者全部向感兴趣区域的生物组织发射超声波，根据接收控制信号控制多个阵元的部分或者全部接收所述超声波的回波，获得用于应变检测的超声回波数据和用于振动弹性检测的超声回波数据；

数据处理器根据用于应变检测的超声回波计算应变式弹性结果，根据用于振动弹性检测的超声回波计算振动弹性结果。

本发明的一个实施例中，提供了一种超声弹性测量方法，包括应变检测步骤、振动弹性检测步骤和同时显示步骤；

所述应变检测步骤包括：

接收用户输入的应变检测的指令，进入应变检测模式；

在生物组织产生形变的状态下向超声探头输出发射时序和接收控制信号；

超声探头根据发射时序控制多个阵元的部分或者全部向感兴趣区域的生物组织发射超声波，根据接收控制信号控制多个阵元的部分或者全部接收所述超声波的回波，获得用于应变检测的超声回波数据；

数据处理器根据应变检测的超声回波计算应变式弹性结果；

所述振动弹性检测步骤包括：

接收用户输入的振动弹性检测的指令，进入振动弹性检测模式；

向振动器输出用于振动弹性检测的振动序列；

振动器根据用于振动弹性检测的振动序列驱动超声探头的换能器振动，所述振动在生物组织内部产生向组织内部纵深方向传播的剪切波；

向超声探头输出发射时序和接收控制信号；

超声探头根据发射时序控制多个阵元的部分或者全部向感兴趣区域的生物组织发射超声波，根据接收控制信号控制多个阵元的部分或者全部接收所述超声波的回波，获得用于振动弹性检测的超声回波数据；

数据处理器根据振动弹性检测的超声回波计算振动弹性结果；
同时显示步骤包括：

接收用户输入的同时显示指令；

在显示界面上同时显示应变式弹性结果和振动弹性结果。

本发明的一个实施例中，提供了一种超声弹性测量方法，其特征在于，包括：在生物组织内产生形变；通过超声探头向所述生物组织发射超声波并接收超声回波，获得产生所述形变之前和产生所述形变之后来自于所述生物组织的用于应变检测的超声回波数据；根据所述用于应变检测的超声回波数据计算应变式弹性结果；在所述生物组织内产生在所述生物组织的纵深方向传播的剪切波；通过超声探头向所述生物组织内发射超声波以跟踪所述剪切波的传播，并接收超声回波，获得用于振动弹性检测的超声回波数据；根据所述用于振动弹性检测的超声回波计算振动弹性结果；同时显示应变式弹性结果和振动弹性结果。

本发明实施例中，采用振动器驱动超声探头进行特定规律的振动，一方面，将振动器驱动超声探头振动代替人手操作来实现应变弹性成像，另一方面，通过振动器驱动超声探头振动并产生剪切波，来实现振动弹性测量，因此本发明可以提供目标区域内组织的弹性差异分布图，还可以对特定区域的组织进行定量弹性测量，从而实现了同时进行应变弹性成像测量和振动弹性测量。另外，本发明不依赖于人手按压操作，图像的稳定性和重复性更佳。

附图说明

图 1 是一种实施例中超声弹性测量装置的结构示意图；

图 2a 和图 2b 是超声探头截面示意图；

图 2c-图 2e 是具体实施例中同时进行应变和振动弹性检测的时序图；

图 3 是一种实施例中同时进行应变和振动弹性检测的流程图；

图 4 是应变弹性成像过程中位移检测示意图；

图 5 是一种实施例中得到的剪切波的传播轨迹示意图；图 6a-6c 是同时显示应变和振动弹性检测结果的示意图；

图 7 是另一种实施例中超声弹性测量装置的结构示意图；

图 8 是一种实施例中对序列进行区别标识的示意图；

图 9 是另一种实施例中同时显示应变弹性结果和振动弹性结果的处

理流程图。

具体实施方式

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。

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。

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）。

请参考图 1，一个实施例中，超声弹性测量装置 100 包括超声探头 101、振动控制模块 103、发射/接收控制器 104、发射和接收模块 105、回波处理模块 106、数据处理器 107、显示模块 108 和控制器 109。发射/接收控制器 104 通过发射和接收模块 105 与超声探头 101 信号连接，超声探头 101 通过发射和接收模块 105 与回波处理模块 106 信号连接，回波处理模块 106 的输出端与数据处理器 107 信号连接，数据处理器 107 的输出端与显示模块 108 信号连接。超声探头 101 包括换能器 1011 和振动器 1012。

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，和换能器以及其它探头部件组装成一体式的超声探头。振动器用于从振动控制模块 103 获取振动序列，根据振动序列驱动换能器振动，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，而是通过根据振动序列运动的伸缩部件或旋转部件驱动换能器振动。该振动在超声探头接触生物组织时导致生物组织产生形变，同时也在生物组织内部产生向组织内部纵深方向传播的剪切波。振动器 1012 按照一个振动序列完成的驱动过程称为一次振动，当振动控制模块 103 输出下一个振动序列时，振动器 1012 开始下一次振动。

振动控制模块 103 与振动器信号连接，用于产生振动序列，振动序列包括波形、频率、幅度、时长等参数。

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，可通过发射时序和接收控制信号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。

本实施例中，在同时进行应变检测和振动弹性检测的模式下，多个阵元的部分或者全部向感兴趣区域的生物组织发射超声波，根据发射时序，发射的超声波可用于应变检测，或者可用于振动弹性检测，或者可用于两者的检测。多个阵元的部分或者全部接收该超声波的回波，该超声回波可用于应变检测和振动弹性检测。

如图 2a 所示为一种超声探头截面示意图，多个阵元以二维矩阵式排布在超声探头 101 上，构成面阵列，上面方框 111 中的一排阵元用于发射超声波，其中，阵元 111a、111b、111c、111d、111e、111f 用于发射用于检测生物组织形变的超声波，阵元 111c、111d 用于发射适用于检测剪切波的超声波。下面方框 112 中的一排阵元用于接收超声回波，其中，阵元 112a、112b、112c、112d、112e、112f 用于接收用于检测生物组织形变的超声波，阵元 112c、112d 用于接收适用于检测剪切波的超声波。当然，在其它实施例中，也可以是阵元 111a、111b、111c、111d 用于发射用于检测生物组织形变的超声波，阵元 112a、112b、112c、

112d 接收用于检测生物组织形变的超声波，而阵元 111e、111f 用于发射适用于检测剪切波的超声波，阵元 112e、112f 用于接收适用于检测剪切波的超声波。

如图 2b 所示，多个阵元也可以排布成线阵列的超声探头，换能器 1011 上多个阵元的部分或者全部可用于发射超声波或接收超声回波。例如，在第一时刻，部分或者全部阵元作为发射超声波束，例如 U1-U6 用作发射，而在第二时刻，部分或者全部阵元作为接收超声波束的回波，例如 U7-U12 可以用作接收。更进一步地，不同时刻用作发射或者接收的阵元可以重叠，也就是说，在第一时刻，U1-U9 用作发射，而在第二时刻，U4-U12 可以用作接收。

发射/接收控制器 104 用于产生发射时序和接收控制信号，发射时序用于控制多个阵元中的部分或者全部向感兴趣区域的生物组织发射超声波，发射时序参数包括发射用的阵元数和超声波发射参数（例如幅度、频率、发波次数、发射间隔、发波角度、波型等）。接收控制信号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，接收控制信号参数包括接收用的阵元数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，发射时序中的超声波参数和接收控制信号中的回波参数也有所不同。

在本实施例中，发射/接收控制器 104 向超声探头输出的发射时序包括第一发射时序 104a 和第二发射时序 104c，第一发射时序用于控制相应的阵元发射用于检测生物组织形变的超声波，第二发射时序用于控制相应的阵元发射适用于检测剪切波的超声波。发射/接收控制器 104 向超声探头输出的接收控制信号包括第一接收控制信号 104b 和第二接收控制信号 104d，第一接收控制信号用于控制相应的阵元接收用于应变检测的超声回波，第二接收控制信号用于控制相应的阵元接收用于检测振动弹性的超声回波。在第一和第二发射时序中，分别定义了发射超声波的阵元位置和数量以及发射参数；在第一和第二接收控制信号，分别定义了接收回波的阵元位置和数量以及接收参数。超声探头根据发射时序和接收控制信号的定义，其阵元中至少一部分用于发射超声波，至少一部分用于接收超声回波；用于发射超声波的阵元中有的用于发射用于检测生物组织形变的超声波，有的用于发射适用于检测剪切波的超声波，发射前者超声波和发射后者超声波的阵元可以有交集，也可以没有交集；

用于接收超声回波的阵元中有的用于接收用于应变检测的超声回波，有的用于接收用于检测振动弹性的超声回波，同样，接收前者回波和接收后者回波的阵元可以有交集，也可以没有交集。

发射和接收模块 103 连接在超声探头和发射时序控制模块 102、回波处理模块 104 之间，用于将发射时序控制模块 102 的发射时序传输给超声探头 101，并将超声探头 101 接收的超声回波 101a 传输给回波处理模块 104。

控制器 109 分别与发射/接收控制器 104 和振动控制模块 103 信号连接，主要用于控制发射/接收控制器 104 和振动控制模块 103 的输出时序。当控制器 109 接收到用户输入的同时进行应变检测和振动弹性检测的操作指令时，控制器 109 控制振动控制模块 103 输出振动序列，振动器根据振动序列开始一次振动，同时控制器 109 控制发射/接收控制器 104 输出第一发射时序和第一接收控制信号、第二发射时序和第二接收控制信号，第一发射时序和第一接收控制信号、第二发射时序和第二接收控制信号可以同时输出，也可以先后输出，例如，先输出第一发射时序和第一接收控制信号，然后再输出第二发射时序和第二接收控制信号，超声探头分别根据第一发射时序和第一接收控制信号以及第二发射时序和第二接收控制信号发射超声波并接收回波。这种情况下，超声探头针对于一次振动同时或先后发射应变检测的超声波和检测剪切波的超声波。在有的具体实施例，超声探头针对于不同次振动发射应变检测的超声波或发射振动弹性检测的超声波。例如，当控制器 109 接收到用户输入同时进行应变检测和振动弹性检测的操作指令时，控制器 109 控制振动控制模块 103 输出一个振动序列，振动器根据振动序列开始第一次振动，同时控制器 109 控制发射/接收控制器 104 输出第一发射时序和第一接收控制信号，超声探头根据第一发射时序和第一接收控制信号发射超声波并接收回波；然后控制器 109 控制振动控制模块 103 再输出一个振动序列，振动器根据振动序列开始第二次振动，控制器 109 控制发射/接收控制器 104 输出第二发射时序和第二接收控制信号，超声探头根据第二发射时序和第二接收控制信号发射超声波并接收回波。当然，超声探头也可以针对第一次振动发射振动弹性检测的超声波，而针对第二次振动发射应变检测的超声波。另外，这种检测还可以依次循环进行，从而实现检测结果的实时更新。

如图 2c 所示, 在同时进行应变检测和振动弹性检测的模式下, 在一个周期 T 内, 控制器 109 先控制振动控制模块 103 输出振动序列 $V1$, 振动器根据振动序列 $V1$ 驱动换能器进行应变检测的振动, 图中以方波来代替振动序列进行示例性说明, 当然振动序列也可以是正弦波、三角波等。控制器 109 在控制振动控制模块 103 输出振动序列 $V1$ 后, 控制发射/接收控制器输出第一发射/接收控制信号 $T1$ (这里的发射/接收控制信号包括发射时序和接收控制信号, 下文同), 换能器根据第一发射/接收控制信号 $T1$ 在第一预定时间段内发射第一超声波, 第一超声波用于应变检测, 并接收第一超声波的回波, 获得用于应变检测的第一超声回波数据。然后控制器 109 再控制振动控制模块 103 输出振动序列 $V2$, 振动器根据振动序列 $V2$ 驱动换能器进行振动弹性检测的振动。控制器 109 在控制振动控制模块 103 输出振动序列 $V2$ 后, 控制发射/接收控制器输出第二发射/接收控制信号 $T2$, 换能器根据第二发射/接收控制信号 $T2$ 在第二预定时间段内发射第二超声波, 第二超声波用于振动弹性检测, 并接收第二超声波, 获得用于振动弹性检测的第二超声回波数据。在具体实施例中, 第一、第二发射/接收控制信号所定义的超声波发射频率可以相同, 也可以不同。振动序列 $V1$ 和振动序列 $V2$ 之间可以具有一时间间隔 $t2$, 第一发射/接收控制信号 $T1$ 和第二发射/接收控制信号 $T2$ 之间可以具有一时间间隔 $t1$ 。第一预定时间段与换能器做以应变检测为目的的振动期间可以相同, 也可以不同; 第二预定时间段为从换能器做以振动弹性检测为目的的振动开始后的第三预定时间段 $t3$ 加振动结束后的第四预定时间段 $t4$, 即根据振动序列 $V2$ 所进行的振动结束后, 根据第二发射/接收控制信号 $T2$ 所进行的超声波发射和接收仍持续一段时间。在有的实施例中, 在一个周期内第二发射/接收控制信号所定义的超声波发射和接收持续时间大于第一发射/接收控制信号所定义的超声波发射和接收持续时间。

当然, 在另外的实施例中, 在一个周期 T 内, 也可以先进行振动弹性的检测, 再进行应变的检测, 如图 2d 所示。

在有的实施例中, 如图 2e 所示, 振动序列 $V1$ 和振动序列 $V2$ 之间可以具有一时间间隔 $t2$, 第一发射/接收控制信号 $T1$ 和第二发射/接收控制信号 $T2$ 之间没有时间间隔。

在有的实施例中, 控制器 109 还用于控制发射和接收模块 103 的连

接切换,以便将发射时序控制模块 102 的发射时序传输给超声探头 101,并将超声探头 101 接收的超声回波传输给回波处理模块 104。当然,本领域技术人员应当理解,控制器 109 也可以对超声弹性测量装置 100 中的其它部件进行控制。

回波处理模块 106 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应变检测的超声回波,也包括用于检测振动弹性的超声回波。

数据处理器 107 接收回波处理模块 106 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 107 包括应变弹性成像模块 1071 和振动弹性成像模块 1072。应变弹性成像模块 1071 用于根据用于应变检测的超声回波计算应变式弹性结果,应变式弹性结果例如可以是弹性图像数据、应变量或应变率中的一个或多个。振动弹性成像模块 1072 用于根据用于检测振动弹性的超声回波计算振动弹性结果,振动弹性结果例如可以是剪切波弹性参数和/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。在有的实施例中,数据处理器 107 还可以包括超声图像生成模块(图中未示出),超声图像生成模块用于根据应变检测的超声回波生成各种超声图像,例如 B 模式图像。

显示模块 108 接收数据处理器 107 输出的各种可视化数据,在显示界面上显示各种图像、图形、图表、文字或数据,其中包括各种弹性参数、各种弹性图像和/或各种超声图像。

在本发明实施例中,超声探头在振动器的驱动下按照振动序列进行振动,一方面以机械振动代替了人手按压,提高了压力的一致性,使得成像的重复性和稳定性得以保证。另一方面,可通过超声探头的振动进行振动弹性检测,振动弹性的检测不再需要更换成单阵元探头,使得既可以检测感兴趣区域的应变弹性分布,也可以定量检测特定采样门处的弹性值。在其中一个实施例中,图 2c、图 2d 和图 2e 中的振动序列 V1 和振动序列 V2 可以相同,也可以不同,例如振动序列 V1 的脉冲脉冲宽度长于振动序列 V2 的脉冲宽度。

下面以超声探头发射应变检测的超声波和检测剪切波的超声波所针对的振动是不同次振动为例来说明本实施例的控制和处理过程,如图 3 所示。

步骤 10, 当用户需要同时检测应变式弹性结果和振动弹性结果时, 用户可通过输入装置输入同时检测指令, 进入同时进行应变检测和振动弹性检测模式, 基于响应于该同时检测指令, 控制器在步骤 11 中控制振动控制模块输出第一振动序列。第一振动序列定义了检测组织应变时振动器振动的波形、频率、幅度、时长等参数, 例如第一振动序列定义产生频率为 2Hz、幅度为 0.5mm、时长为 2s 的正弦振动波形。

振动器按照第一振动序列定义的波形、频率、幅度开始第一次振动, 并按照第一振动序列定义的时长结束第一次振动。

步骤 12, 控制器同时控制发射/接收控制器输出第一发射时序和第一接收控制信号。超声探头根据第一发射时序和第一接收控制信号发射超声波并接收回波。

步骤 13, 接收回波, 回波处理模块对回波进行处理。

步骤 14, 应变弹性成像模块根据回波计算应变式弹性结果。

应变弹性成像模块根据组织发生形变前后的两帧超声回波数据, 可确定出感兴趣区域在组织发生形变后的位置。位移计算方法可以有很多种, 常见的算法比如 block-matching 的思路, 如图 4 所示, 即对于变化前后两帧回波数据, 在其中一帧数据中选取某感兴趣区域的数据 A、B, 并在另一帧数据中不同位置进行搜索, 找到与之最匹配的数据的位置 A'、B', 则认为上述感兴趣区域移到了该位置, 而两帧间的位置差即为上述感兴趣区域的位移量。

得到位移数据后, 则可根据应变的定义, 计算出感兴趣区域的应变 M, 即:

$$M = \Delta L / L$$

其中, L 为感兴趣区域在组织形变前的长度, ΔL 为感兴趣区域在组织发生形变后的长度变化量。

一个实施例中, 应变弹性成像模块还可以根据应变生成感兴趣区域的应变弹性图像。根据胡克定律, 应力=应变*杨氏模量。杨氏模量是反映组织的硬度的常用物理量, 因此在一定的压力下, 组织越硬, 其应变越小, 组织越软, 其应变越大。探头接触面良好时, 可以认为目标组织的受力是均匀的。因此, 应变分布图像即可反映组织间的软硬差异。

步骤 15, 在完成第一次振动后, 控制器控制振动控制模块输出第二振动序列。第二振动序列定义了检测剪切波时振动器振动的波形、频

率、幅度、时长等参数，例如一振动序列定义产生频率为 50Hz、幅度为 1mm、时长为 1 个周期的正弦振动波形。

振动器按照第二振动序列定义的波形、频率、幅度开始第二次振动，并按照第二振动序列定义的时长结束第二次振动。

振动器在振动时除了导致组织形变外，由于组织之间的粘连，还在组织内部产生向组织内部纵深方向传播的剪切波。剪切波传播经过时，相应位置的组织会产生位移，剪切波传播通过后，该位移量会逐渐减小并消失。

步骤 16，控制器同时控制发射/接收控制器输出第二发射时序和第二接收控制信号。超声探头 101 根据第二发射时序和第二接收控制信号发射超声波 1091 并接收回波。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。

步骤 17，接收回波，回波处理模块对回波进行处理。

步骤 18，振动弹性成像模块根据回波计算振动弹性结果。振动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，振动弹性结果也可以是剪切波轨迹。例如振动弹性结果可用以下方法计算：

振动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，如图 5 所示，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。

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：

$$E = 3\rho c^2 = 3G$$

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。

步骤 19，显示实时的应变式弹性结果和振动弹性结果。例如，显示模块在显示界面上同时显示应变式弹性结果和振动弹性结果，如图 6a、

6b、6c 所示，在显示界面 304 上，应变式弹性结果以应变分布图像 301 的方式呈现，在应变分布图像 301 中还可通过不同的颜色、灰度或填充方式标识出第一硬度属性组织 3011 和第二硬度属性组织 3012，同时还可以在应变分布图像 301 中显示采样门 3013。第一属性硬度组织与第二属性硬度组织在应变图像上成像的像素属性完全不同，在应变分布图上可以区分。第一属性硬度组织与第二属性硬度组织内部的弹性值也可能不同，也可能相同，但对于第一属性硬度组织与第二属性硬度组织，以及它们内部的任何一个区域，在应变分布图上都无法获得定量弹性测量结果。本实施例中，通过在测量应变时同时检测振动弹性，即可测量应变分布图上的某个区域的振动弹性值，在弹性值显示区域 302 会显示采样门位置处的振动弹性测量值，振动弹性测量值也可以通过各种方式呈现，在图 6a 中，振动弹性结果以数字的方式呈现，例如 $E=27\text{kPa}$ 或者 $Cs=3\text{m/s}$ ，在图 6b 中，振动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，用于展现采样门沿测量深度方向上的硬度变化的量化分析情况。图中采样门选择在第二硬度属性组织内部，当然也可以是选择在第一硬度属性组织内部，采样门的位置可以由用户自由选择。当然采样门也可以使用方框表示，用于表征方框内的振动弹性测量值，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 6c 所示。

本实施例中，当超声探头针对于不同次振动依次轮流发射应变检测的超声波和发射振动弹性检测的超声波时，即进行周期性检测时，应变弹性成像模块和振动弹性成像模块也基于接收的超声回波进行实时计算，显示模块在显示界面上显示实时更新的应变式弹性结果和振动弹性结果。

在有的实施例中，数据处理器还根据用于应变检测的超声回波生成超声图像，例如 B 图像或 C 图像。如图 6a-6c 所示，显示模块也可以在显示界面上同时显示超声图像 303，超声图像 303 可以与应变分布图像 301 按照平铺的方式左右或上下并排显示，或层叠显示，或超声图像 303 覆盖应变分布图像 301 的一部分，反之亦可。在超声图像 303 上可选择感兴趣区域 305，在应变分布图像区域显示感兴趣区域 305 的应变分布图像 301。

步骤 20, 判断是否完成循环, 如果是, 则结束检测, 否则转向步骤 11, 开始下一循环的检测, 每次检测完可实时更新显示的应变式弹性结果和振动弹性结果。循环次数可根据需要设定为一次或多次。

上述步骤中, 在一个循环中也可以先进行剪切波检测, 然后再进行应变弹性的检测。

另外, 在有的具体实施例, 振动器振动和超声探头发射超声波也可以不是同时, 而是先后, 例如控制器先控制超声探头发射超声波, 然后再控制振动器振动, 只是后续数据处理时所使用的回波数据是振动开始后的回波数据。因此这种情况下, 超声探头需按照发射时序定义的发射间隔, 持续发射超声波一段时间, 例如持续到超声探头振动结束, 而在检测剪切波时, 要求持续发射超声波的时间更长。

在有的具体实施例, 第一次振动和第二次振动的振动序列也可以相同。一些实施例中, 检测剪切波的振动波形的频率可以大于检测组织形变的振动波形的频率。

请参考图 7, 超声弹性测量装置 200 包括超声探头 201、振动器 202、振动控制模块 203、发射/接收控制器 204、发射和接收模块 205、回波处理模块 206、数据处理器 207、显示模块 208 和控制器 209, 各模块的连接关系和实施例一中相同, 不同的是, 发射/接收控制器 204 在产生发射时序和接收控制信号中, 基于对序列的标记来区分回波是用于检测生物组织形变还是适用于检测剪切波。例如, 发射/接收控制器 204 向超声探头输出一个发射时序 204a, 该发射时序指定 6 个阵元用于发射超声波, 但对于第 1、2 个序列标记为 1, 对第 3、4 个序列标记为 0, 第 5、6 个序列标记为 1, 如图 8 所示, 标记为 1 的序列用于检测生物组织形变的超声波, 标记为 0 的序列适用于检测剪切波的超声波。同样, 发射/接收控制器 204 向超声探头输出的接收控制信号 204b 中也可以进行类似标记, 当相应的阵元接收到回波时, 按照接收控制信号的标记对回波数据进行标记。这种情况下, 超声探头可针对于同一次振动同时发射应变检测的超声波和检测剪切波的超声波, 而接收的回波数据中既包含用于应变检测的超声回波, 也包含用于检测振动弹性的超声回波, 只是不同的回波数据具有不同的标记, 数据处理器根据不同的标记进行不同的处理, 对于标记为 1 的回波数据由应变弹性成像模块 2071 根据回波数据计算应变式弹性结果, 对于标记为 0 的回波数据由振动弹性成像模块 2072 根据回

波数据计算振动弹性结果。

本领域技术人员应当理解，标记为 1 的用于检测生物组织形变的序列也可以标记为 0 或其它类型的标记，而适用于检测剪切波的序列也可以标记为 1 或其它类型的标记，或者用于检测生物组织形变和检测剪切波的两组序列中一种有标记，而另一种没有标记。或者发射时序没有标记，而接收控制信号有标记，总之只要能够在回波数据中识别出哪些是应变检测的超声回波，哪些是检测剪切波的超声回波即可。

一个实施例中，用户可以先后输入两次检测指令，其具体的操作流程如图 9 所示，包括以下步骤：

步骤 30，接收用户输入的应变检测指令，进入应变检测模式。

步骤 31，振动控制模块向振动器输出用于应变检测的振动序列。振动器根据用于应变检测的振动序列驱动超声探头的换能器振动，该振动在超声探头接触生物组织时导致生物组织产生形变，用于应变检测。

步骤 32，发射/接收控制器向超声探头输出发射时序和接收控制信号。超声探头根据发射时序控制多个阵元的部分或者全部向感兴趣区域的生物组织发射超声波，根据接收控制信号控制多个阵元的部分或者全部接收所述超声波的回波，获得用于应变检测的超声回波数据。

步骤 33，数据处理器根据应变检测的超声回波计算应变式弹性结果。

步骤 34，接收用户输入的振动弹性检测指令，进入振动弹性检测模式。

步骤 35，向振动器输出用于振动弹性检测的振动序列。振动器根据用于振动弹性检测的振动序列驱动超声探头的换能器振动，所述振动在生物组织内部产生向组织内部纵深方向传播的剪切波。

步骤 36，向超声探头输出发射时序和接收控制信号。超声探头根据发射时序控制多个阵元的部分或者全部向感兴趣区域的生物组织发射超声波，根据接收控制信号控制多个阵元的部分或者全部接收所述超声波的回波，获得用于振动弹性检测的超声回波数据。

步骤 37，数据处理器根据振动弹性检测的超声回波计算振动弹性结果。

步骤 38，接收用户输入的同时显示指令。

步骤 39，显示模块在显示界面上同时显示应变式弹性结果和振动弹性结果。

在其它的实施例中，也可以先检测振动弹性，再检测应变，然后在显示界面上同时显示应变式弹性结果和振动弹性结果。

本实施例中，步骤 31 通过振动器驱动超声探头振动以引起生物组织产生形变，在另外的实施例中，也可以通过用户手动按压组织的方式引起组织产生形变，以便进行后续的应变检测。

在上述实施例的改进实施例中，超声探头还可以包括压力传感器，压力传感器的输出端与数据处理器信号连接。压力传感器用于感知压力，例如，压力传感器用于检测振动器对换能器的驱动力或探头对组织的压力，并将感知的压力反馈给数据处理器，数据处理器根据该压力对不同时间检测的应变进行归一化，比如时间 t_1 ，对应的应变量为 S_1 ，压力大小约为 F_1 ，时间 t_2 ，对应的应变量为 S_2 ，压力大小约为 F_2 ，则可以对时间 2 的应变结果进行归一化 $S_{2_new} = S_2 * F_1/F_2$ 。

在其它的实施例中，超声弹性测量装置也可以不采用控制器来控制振动控制模块和发射/接收控制器的输出时序，而是将发射/接收控制器和振动控制模块信号连接，当振动控制模块输出振动序列时，发射/接收控制器即输出发射时序和接收控制信号。

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。

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）。

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。

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。

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。

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。

权 利 要 求

1. 一种超声弹性测量装置,其特征在于包括:

发射/接收控制器,用于产生发射时序和接收控制信号,并将发射时序和接收控制信号输出至超声探头;

振动控制模块,其与振动器信号连接,用于产生振动序列并输出至振动器;

超声探头,所述超声探头包括振动器和换能器,所述换能器包括多个阵元;

所述振动器获取所述振动序列,根据振动序列驱动换能器振动,所述振动产生向感兴趣区域的生物组织内部纵深方向传播的剪切波;

所述多个阵元的部分或者全部受所述发射时序的控制,向所述剪切波途经的位置发射第一超声波来检测所述剪切波,向所述生物组织发射第二超声波来检测因外力导致的所述生物组织的形变;

所述接收控制信号控制所述多个阵元的部分或者全部接收所述第一超声波的回波,获得用于振动弹性检测的超声回波数据,控制所述多个阵元的部分或者全部接收所述第二超声波的回波,获得用于应变检测的超声回波数据;

数据处理器,所述数据处理器用于根据用于应变检测的超声回波数据计算应变式弹性结果,根据用于振动弹性检测的超声回波数据计算振动弹性结果。

2. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述振动序列包含:弹性振动序列和应变振动序列,所述振动器根据弹性振动序列驱动换能器产生弹性检测振动,用以在生物组织内部纵深方向传播的剪切波;所述振动器根据应变振动序列驱动换能器产生应变检测振动,用以导致所述生物组织形变。

3. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,所述应变检测振动和弹性检测振动之间具有时间间隔。

4. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,应变振动序列的参数和弹性振动序列的参数不同。

5. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,所述换能器针对应变检测振动发射第二超声波,针对弹性检测振动发射第一超声波,并接收相应的回波。

6. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述发射时序包括第一发射时序和第二发射时序,第一发射时序用于控制所述多个阵元的部分或者全部在第一预定时间段内发射第一超声波,第二发射时序用于控制所述多个阵元的部分或者全部在第二预定时间段内发射第二超声波。

7. 如权利要求 6 所述的装置,其特征在于,第一预定时间段与弹性振动序列的振动期间相同;第二预定时间段为应变振动序列的振动期间开始后的第三预定时间段加振动结束后的第四预定时间段。

8. 如权利要求 6 所述的装置,其特征在于,第一预定时间段和第二预定时间段之间满足以下条件之一:

第一预定时间段和第二预定时间段之间具有时间间隔,

第一预定时间段和第二预定时间段之间时间间隔为零,和,

第一预定时间段和第二预定时间段之间具有时间重叠。

9. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,所述第一超声波和第二超声波的成像参数相同。

10. 如权利要求 9 所述的装置,其特征在于,所述数据处理器将以应变检测为目的的振动期间接收的超声回波作为应变检测的超声回波,将以振动弹性检测为目的的振动期间以及振动结束后预定时间段内接收的超声回波作为振动弹性检测的超声回波;或所述换能器对接收的应变检测的超声回波和振动弹性检测的超声回波进行区别性标记。

11. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,弹性振动序列和应变振动序列共用一个随时间变化的振动序列。

12. 如权利要求 11 所述的装置,其特征在于,所述换能器针对于一次振动同时或先后发射应变检测的超声波和振动弹性检测的超声波。

13. 如权利要求 11 所述的装置,其特征在于,所述换能器针对于一次振动发射一持续的超声波。

14. 如权利要求 13 所述的装置,其特征在于,所述换能器对接收的应变检测的超声回波和用于振动弹性检测的超声回波进行区别性标记。

15. 如权利要求 1-14 中任一项所述的装置,其特征在于,振动控制模块在同时进行应变检测和振动弹性检测模式下周期性产生振动序列,所述换能器针对周期性振动周期性地发射超声波并接收回波。

16. 如权利要求 1-14 中任一项所述的装置,其特征在于,还包括

控制器，所述控制器分别与振动控制模块和发射/接收控制器信号连接，用于控制发射/接收控制信号和振动序列的输出时序。

17. 如权利要求 1-14 中任一项所述的装置，其特征在于，发射/接收控制器和振动控制模块信号连接，发射/接收控制器在振动控制模块输出振动序列时输出发射时序和接收控制信号。

18. 如权利要求 1-14 中任一项所述的装置，其特征在于，还包括显示模块，显示模块用于在显示界面上同时显示应变式弹性结果和振动弹性结果。

19. 如权利要求 18 所述的装置，其特征在于，所述数据处理器还根据用于应变检测的超声回波生成超声图像，所述显示模块还用于显示超声图像。

20. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述换能器具有第一侧面和第二侧面，所述第一侧面用于向生物组织发射超声波束，所述振动器位于换能器的第二侧面。

21. 一种超声弹性测量装置，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，所述换能器包括多个阵元，所述阵元用于在应变检测模式下向感兴趣区域的生物组织发射超声波，并接收由生物组织返回的用于应变检测的超声回波；和在振动弹性检测模式下向感兴趣区域的生物组织发射超声波，并接收由生物组织返回的用于振动弹性检测的超声回波数据；所述振动器用于获取振动序列，根据振动序列驱动换能器振动，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向生物组织内部纵深方向传播的剪切波；

振动控制模块，其与振动器信号连接，用于至少在振动弹性检测模式下产生用于振动弹性检测的振动序列并输出至振动器；

发射/接收控制器，用于产生发射时序和接收控制信号，并将发射时序和接收控制信号输出至超声探头，所述发射时序用于控制所述多个阵元的部分或者全部向感兴趣区域的生物组织发射超声波，所述接收控制信号用于控制所述多个阵元的部分或者全部接收所述超声波的回波；

数据处理器，所述数据处理器用于根据应变检测的超声回波计算应变式弹性结果，根据振动弹性检测的超声回波计算振动弹性结果；

显示模块，用于当用户输入同时显示指令时在显示界面上同时显示

应变式弹性结果和振动弹性结果。

22. 如权利要求 1 或 20 所述的装置，其特征在于，应变式弹性结果包括弹性图像数据、应变量或应变率中的至少一个，振动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。

23. 如权利要求 1 或 20 所述的装置，其特征在于，所述超声探头还包括压力传感器，压力传感器的输出端与数据处理器信号连接，用于将感知的压力反馈给数据处理器。

24. 如权利要求 20 所述的装置，其特征在于，振动控制模块还用于在应变检测模式下产生用于应变检测的振动序列并输出至振动器。

25. 一种超声弹性测量方法，其特征在于包括：

接收用户输入的同时进行应变检测和振动弹性检测的指令，进入同时进行应变检测和振动弹性检测模式；

向振动器输出振动序列；

振动器根据振动序列驱动超声探头的换能器振动，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向生物组织内部纵深方向传播的剪切波；

向超声探头输出发射时序和接收控制信号；

超声探头根据发射时序控制多个阵元的部分或者全部向感兴趣区域的生物组织发射超声波，根据接收控制信号控制多个阵元的部分或者全部接收所述超声波的回波，获得用于应变检测的超声回波数据和用于振动弹性检测的超声回波数据；

数据处理器根据用于应变检测的超声回波计算应变式弹性结果，根据用于振动弹性检测的超声回波计算振动弹性结果。

26. 如权利要求 24 所述的方法，其特征在于，振动序列包括用于应变检测的振动序列和用于振动弹性检测振动序列，所述振动器根据振动序列驱动超声探头分别做以应变检测和振动弹性检测为目的的振动；所述超声探头针对应变检测的振动发射应变检测的超声波，针对振动弹性检测的振动发射振动弹性检测的超声波，并接收相应的回波；或所述超声探头针对以应变检测和振动弹性检测为目的的振动发射一持续的超声波，并接收超声回波。

27. 如权利要求 24 所述的方法，其特征在于还包括，在显示界面

上同时显示应变式弹性结果和振动弹性结果。

28. 如权利要求 23 所述的方法，其特征在于，所述振动序列用于控制超声探头周期性振动，所述发射时序和接收控制信号用于控制超声探头针对周期性振动周期性地发射超声波并接收回波。

29. 一种超声弹性测量方法，其特征在于，包括：

所述应变检测步骤包括：

接收用户输入的进行应变检测的指令，进入应变检测模式；

在生物组织产生形变的状态下向超声探头输出发射时序和接收控制信号；

超声探头根据发射时序控制多个阵元的部分或者全部向感兴趣区域的生物组织发射超声波，根据接收控制信号控制多个阵元的部分或者全部接收所述超声波的回波，获得用于应变检测的超声回波数据；

数据处理器根据应变检测的超声回波计算应变式弹性结果；

所述振动弹性检测步骤包括：

接收用户输入的进行振动弹性检测的指令，进入振动弹性检测模式；

向振动器输出用于振动弹性检测的振动序列；

振动器根据用于振动弹性检测的振动序列驱动超声探头的换能器振动，所述振动产生向生物组织内部纵深方向传播的剪切波；

向超声探头输出发射时序和接收控制信号；

超声探头根据发射时序控制多个阵元的部分或者全部向感兴趣区域的生物组织发射超声波，根据接收控制信号控制多个阵元的部分或者全部接收所述超声波的回波，获得用于振动弹性检测的超声回波数据；

数据处理器根据振动弹性检测的超声回波计算振动弹性结果；

同时显示步骤包括：

接收用户输入的同时显示指令；

在显示界面上同时显示应变式弹性结果和振动弹性结果。

30. 如权利要求 28 所述的方法，其特征在于，生物组织产生形变的方式包括：

向振动器输出用于应变检测的振动序列；

振动器根据用于应变检测的振动序列驱动超声探头的换能器振动，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。

31. 一种超声弹性测量方法，其特征在于，包括：

在生物组织内产生形变；

通过超声探头向所述生物组织发射超声波并接收超声回波，获得产生所述形变之前和产生所述形变之后来自于所述生物组织的用于应变检测的超声回波数据；

根据所述用于应变检测的超声回波数据计算应变式弹性结果；

在所述生物组织内产生在所述生物组织的纵深方向传播的剪切波；

通过超声探头向所述生物组织内发射超声波以跟踪所述剪切波的传播，并接收超声回波，获得用于振动弹性检测的超声回波数据；

根据所述用于振动弹性检测的超声回波计算振动弹性结果；

同时显示应变式弹性结果和振动弹性结果。

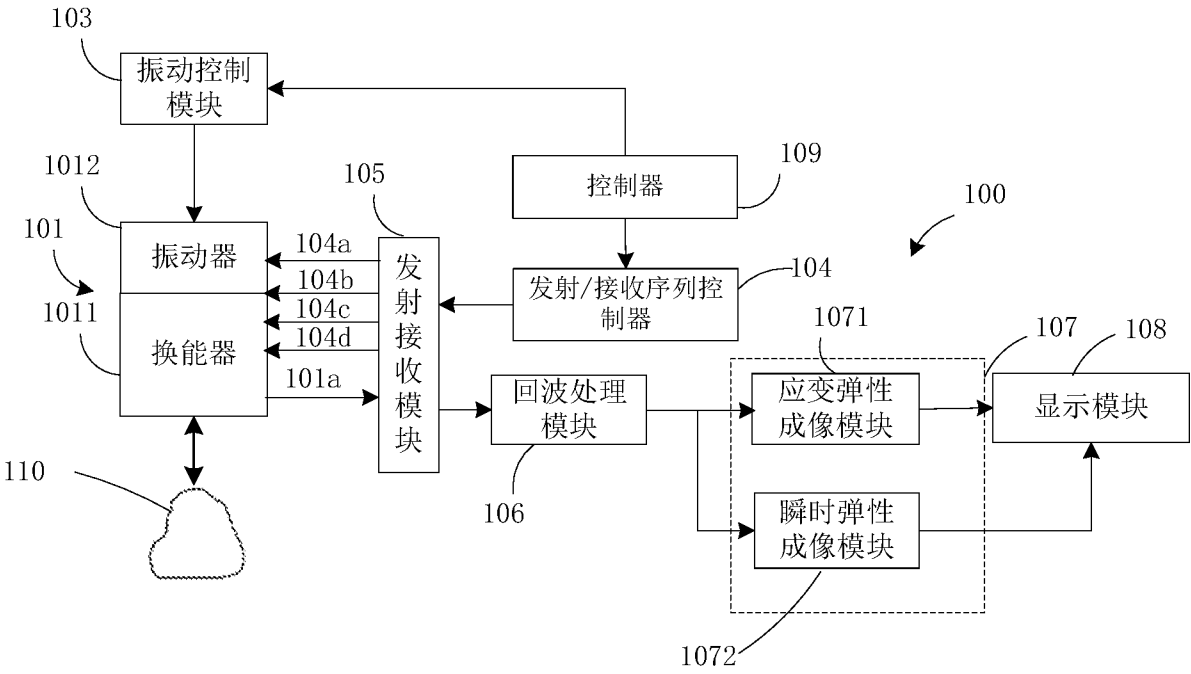


图 1

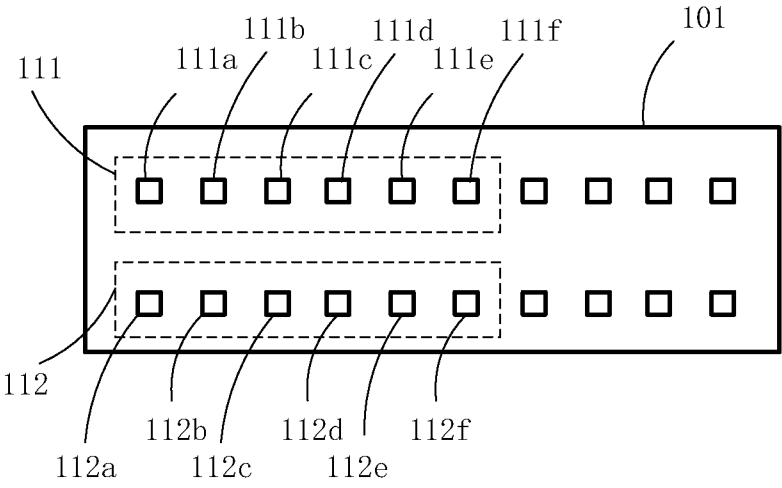


图 2a

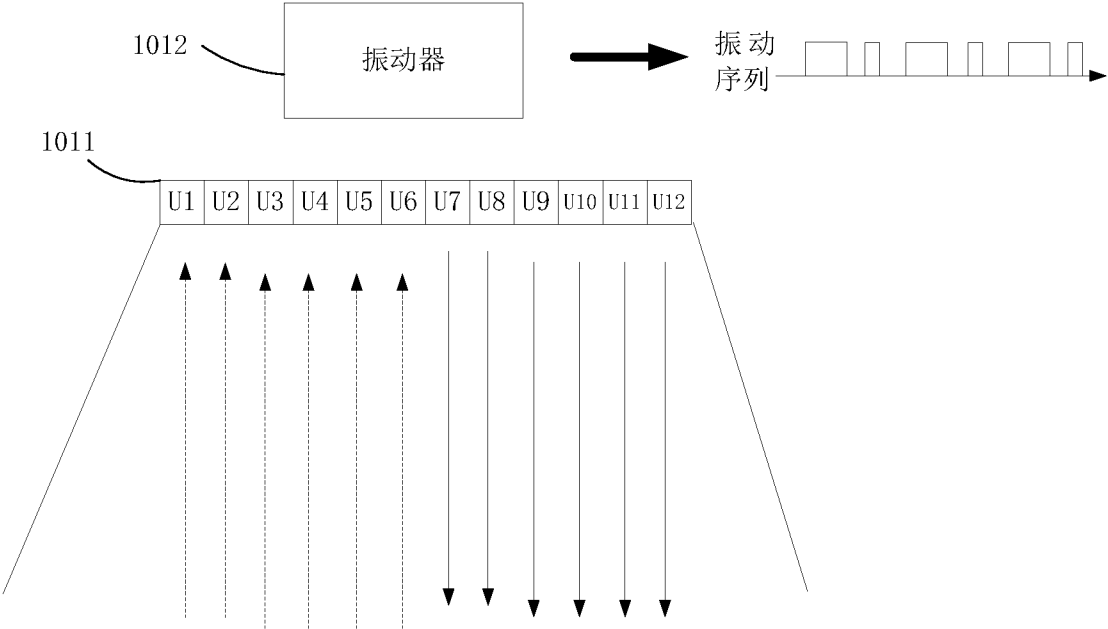


图 2b

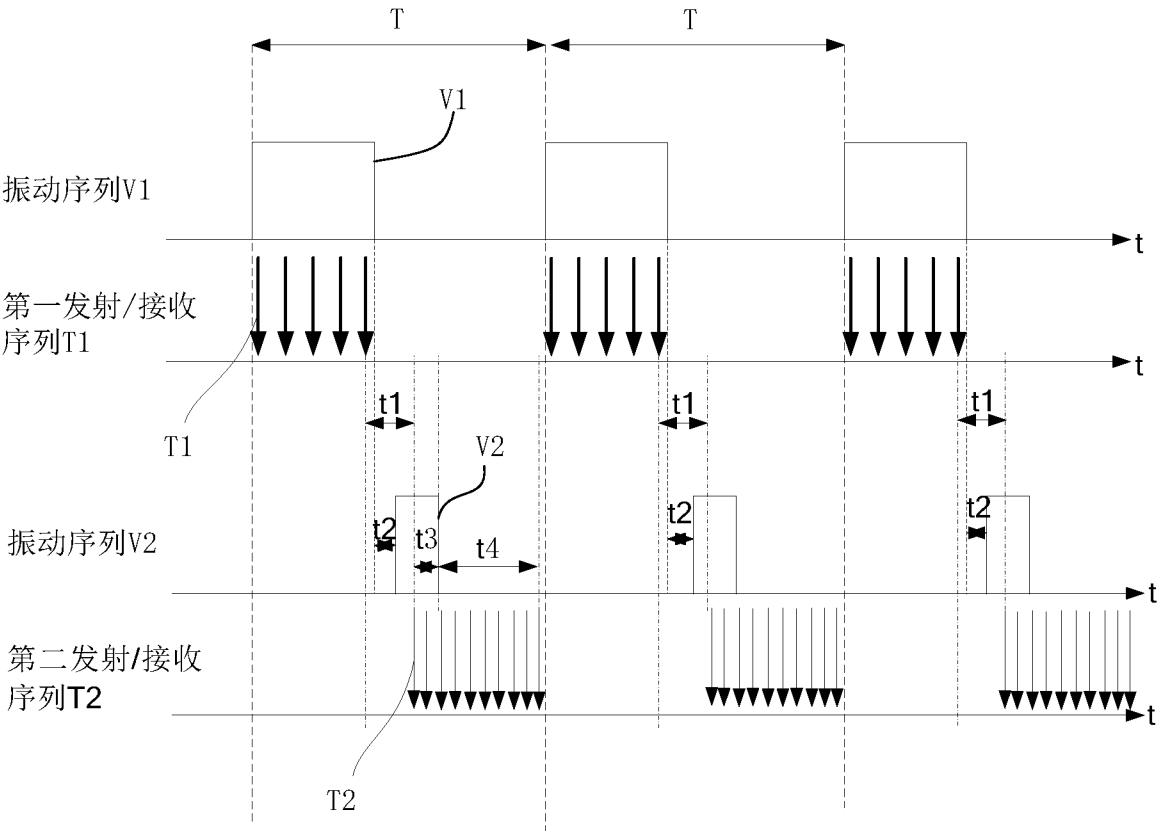


图 2c

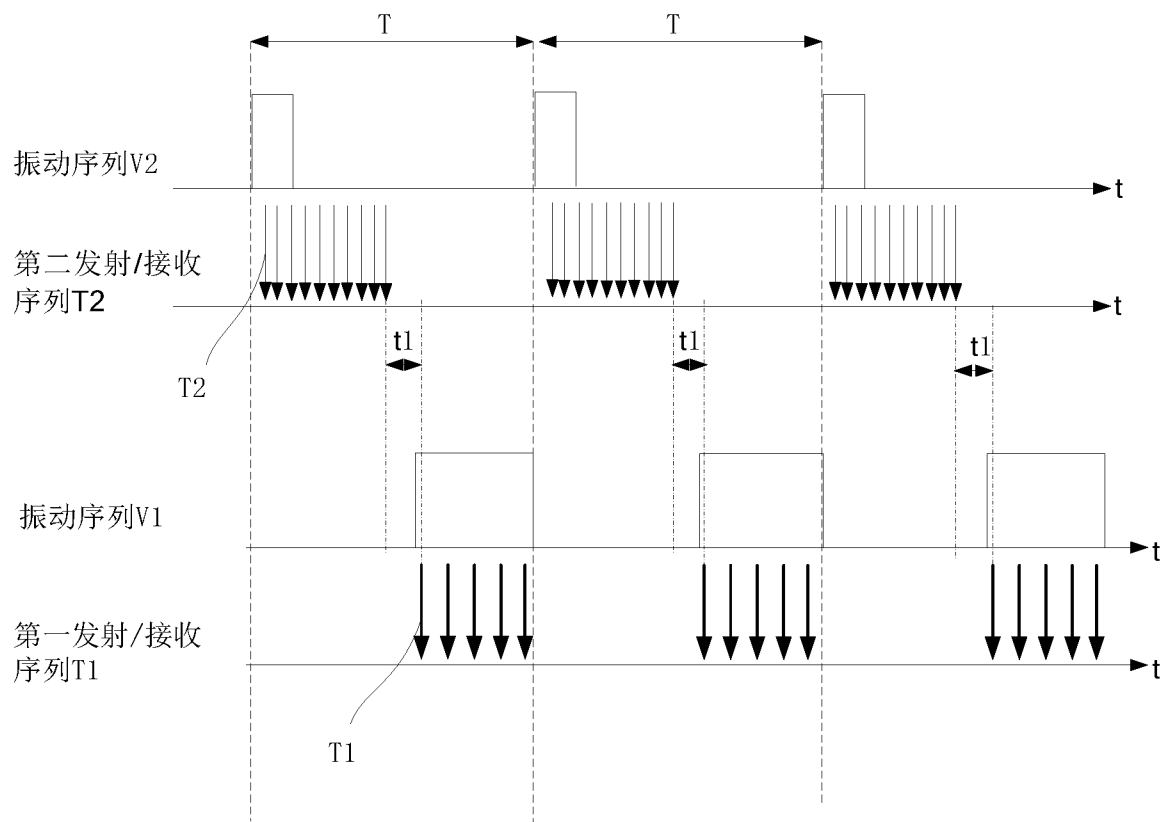


图 2d

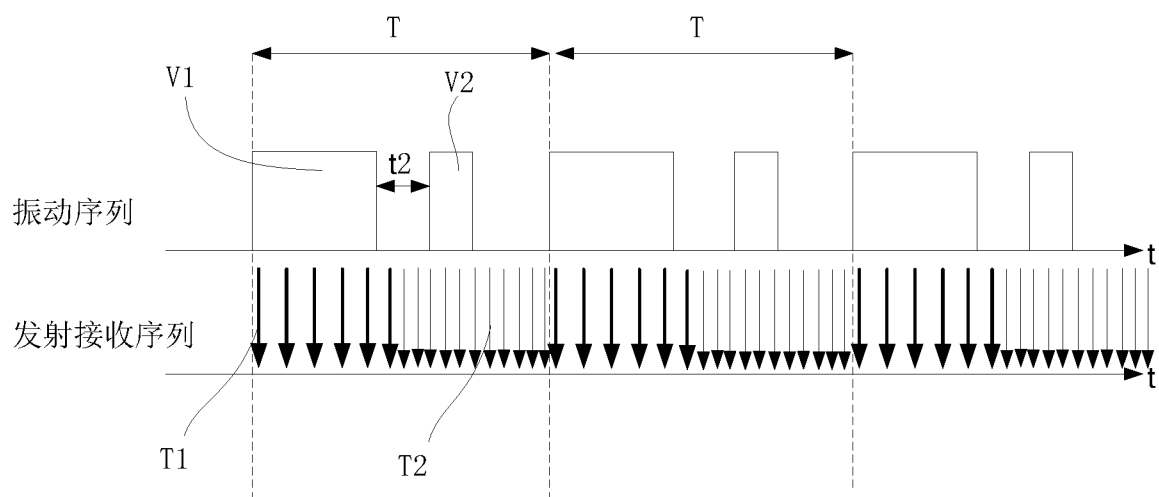


图 2e

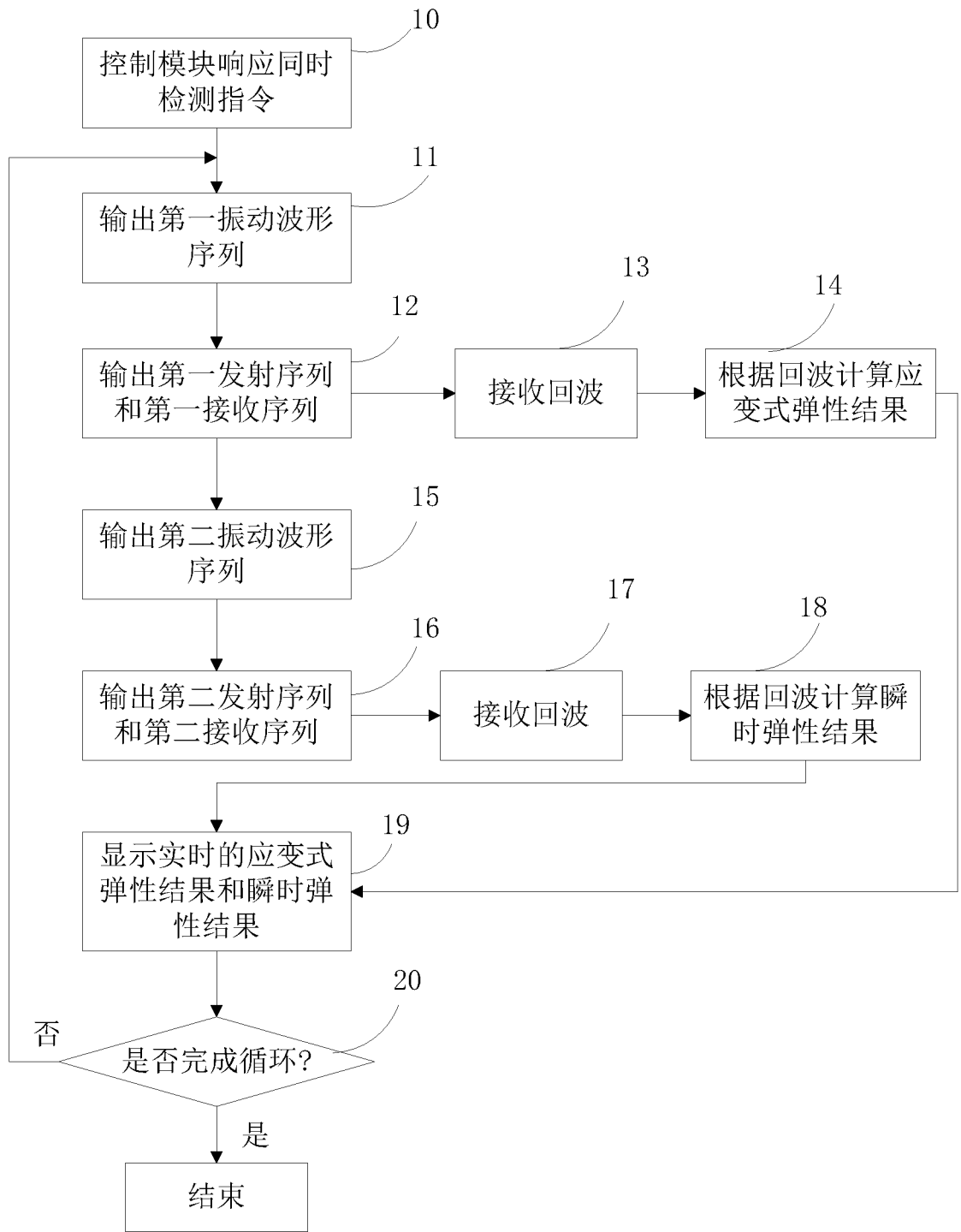


图 3

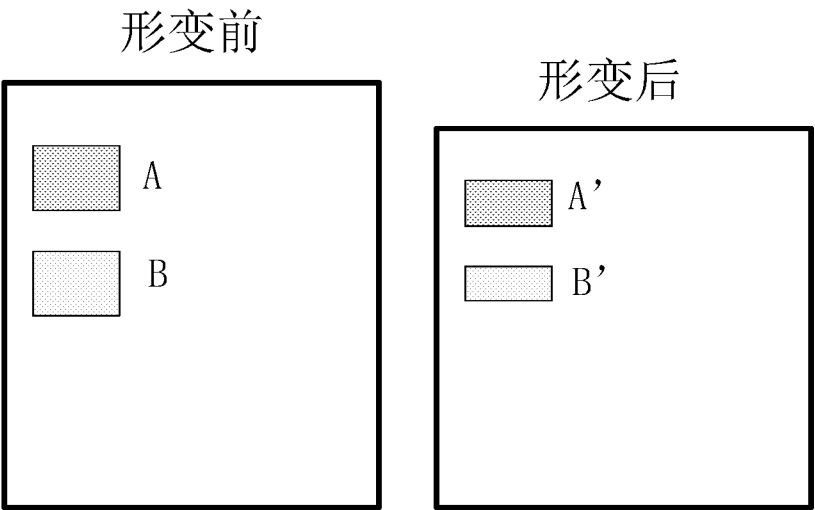


图 4

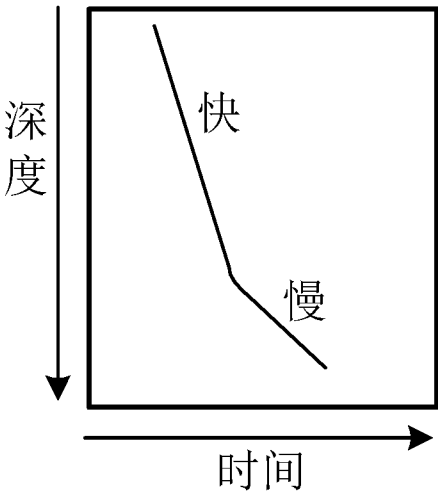


图 5

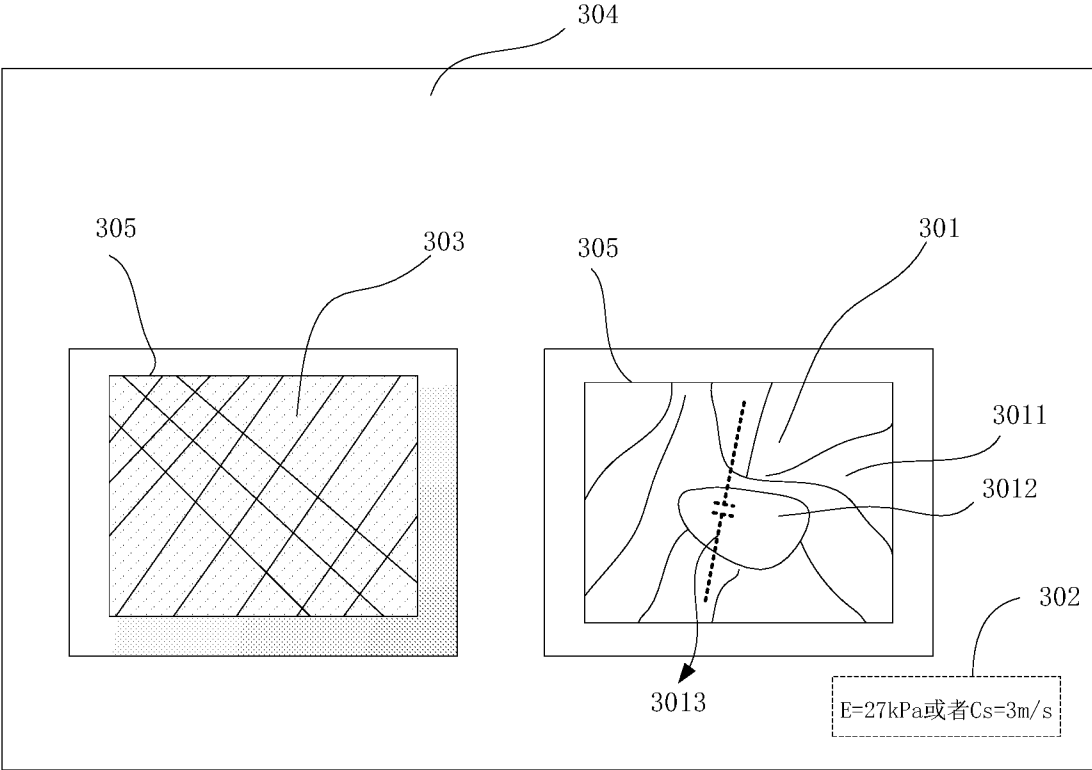


图 6a

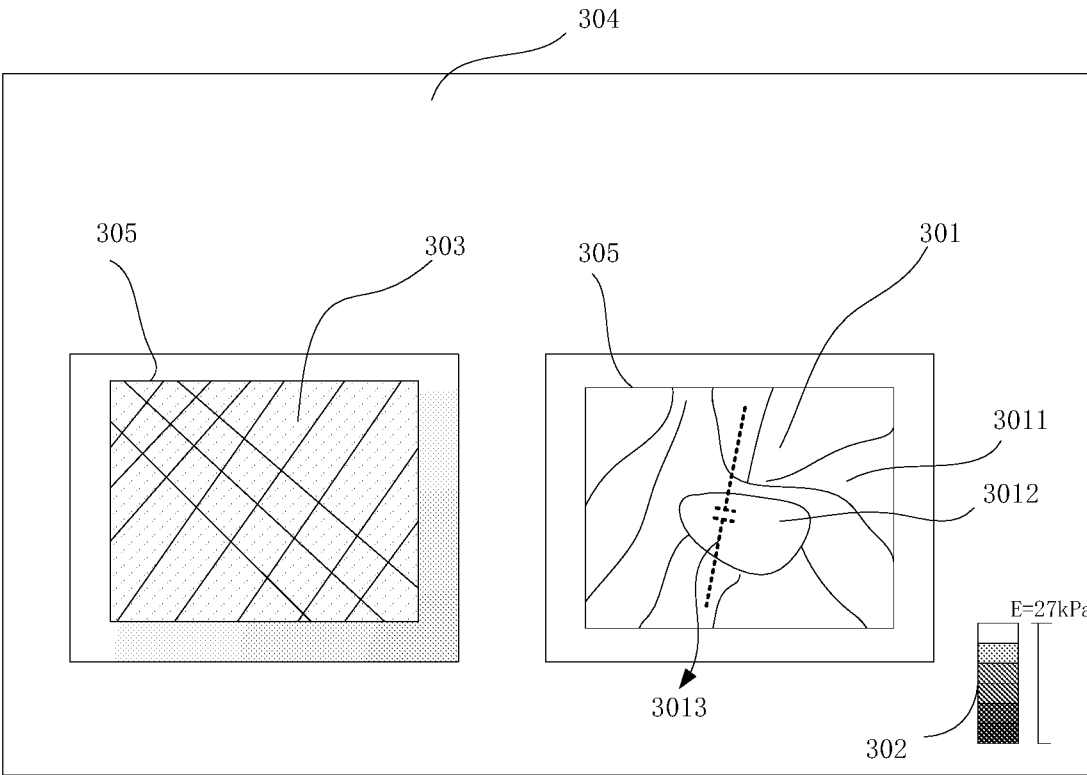


图 6b

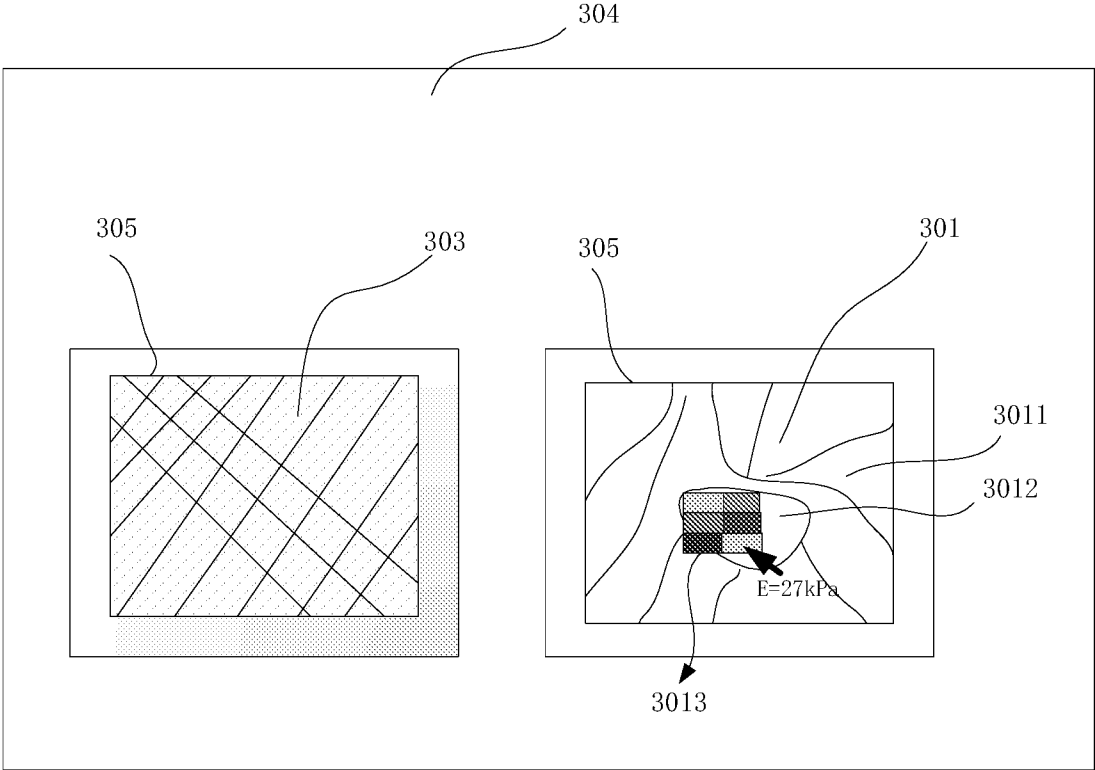


图 6c

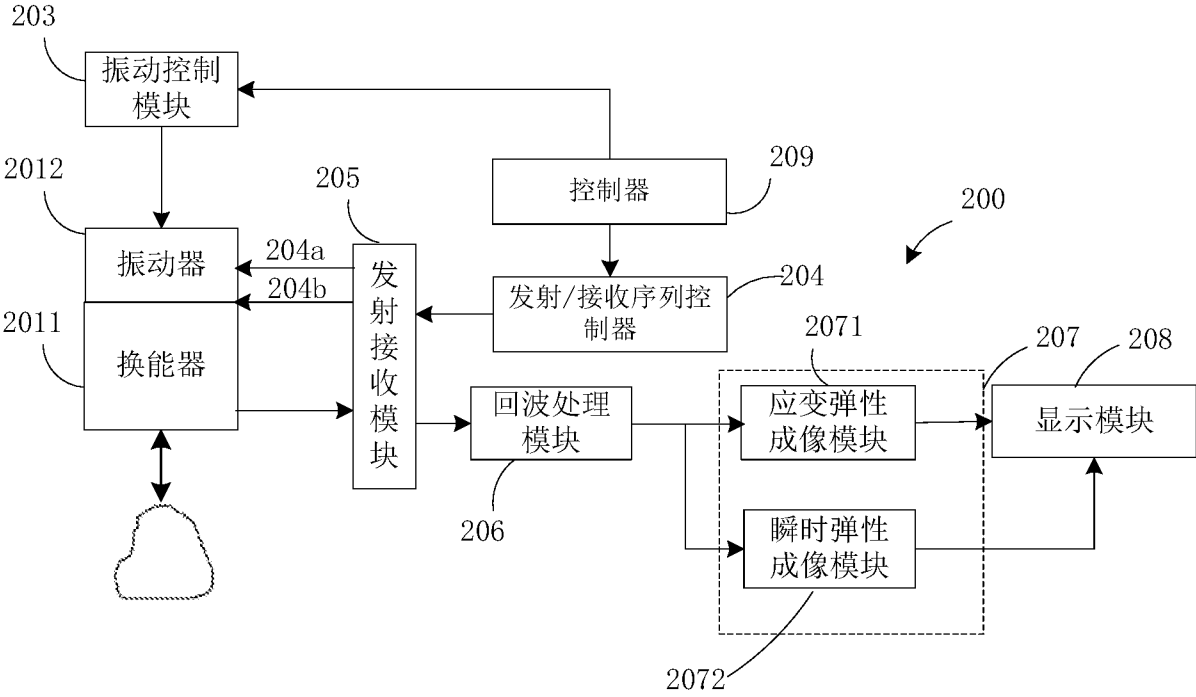


图 7

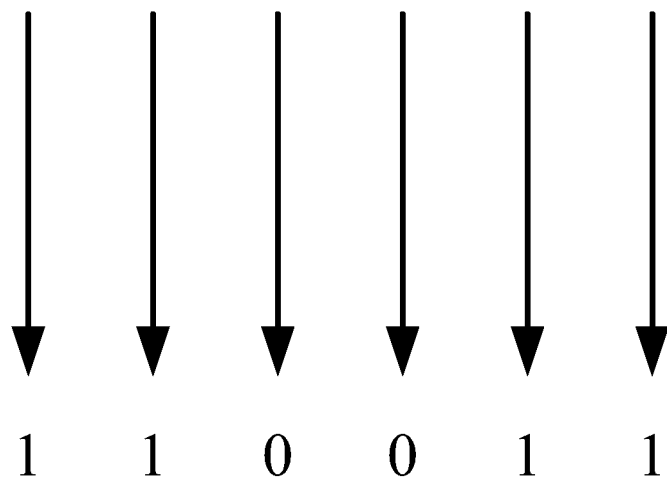


图 8

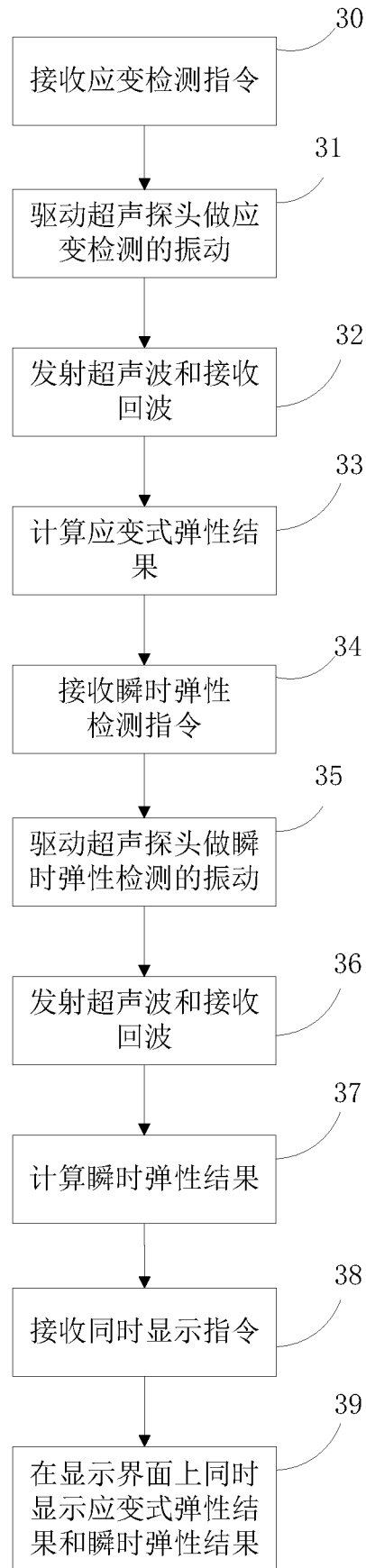


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/085179

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 8/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B8

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, CNABS, CNKI: 压迫, 震动, B超, 应变, 超声, 弹性, 静态, 探头, 超音, 振动, 剪切, 换能器, 形变, 成像; USTXT, GBTXT, EPTXT, WOTXT, VEN: ultrasonic, compress+, probe?, shape change, deformation, elast+, supersonic, imaging, shear, ultrasound, measur+, transducer, static, supersound, vibrat+, strain

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2015209013 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 30 July 2015 (2015-07-30) the abstract, description, paragraphs [0021]-[0059], and figures 1-8	1-31
A	CN 205458781 U (SHANTOU INSTITUTE OF ULTRASONIC INSTRUMENTS CO., LTD.) 17 August 2016 (2016-08-17) entire document	1-31
A	CN 105662473 A (WUXI HISKY MEDICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 June 2016 (2016-06-15) entire document	1-31
A	EP 2113202 A1 (CANON K. K. ET AL.) 04 November 2009 (2009-11-04) entire document	1-31



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 November 2018

Date of mailing of the international search report

11 December 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/085179

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2015209013	A1	30 July 2015	WO	2015116893	A1	06 August 2015
				US	9420996	B2	23 August 2016
CN	205458781	U	17 August 2016	None			
CN	105662473	A	15 June 2016	WO	2017121170	A1	20 July 2017
EP	2113202	A1	04 November 2009	JP	5294687	B2	18 September 2013
				JP	2009268622	A	19 November 2009
				US	2009275837	A1	05 November 2009
				US	8747318	B2	10 June 2014
				JP	5697716	B2	08 April 2015
				JP	2013173039	A	05 September 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/085179

A. 主题的分类 A61B 8/08 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																	
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) A61B8 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNTXT, CNABS, CNKI: 压迫, 震动, B超, 应变, 超声, 弹性, 静态, 探头, 超音, 振动, 剪切, 换能器, 形变, 成像; USTXT, GBTXT, EPTXT, WOTXT, VEN: ultrasonic, compress+, probe?, shape change, deformation, elast+, supersonic, imaging, shear, ultrasound, measur+, transducer, static, supersound, vibrat+, strain																	
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2015209013 A1 (GENERAL ELECTRIC CO) 2015年 7月 30日 (2015 - 07 - 30) 摘要、说明书第21-59段、图1-8</td> <td>1-31</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 205458781 U (汕头市超声仪器研究所有限公司) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 全文</td> <td>1-31</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105662473 A (无锡海斯凯尔医学技术有限公司) 2016年 6月 15日 (2016 - 06 - 15) 全文</td> <td>1-31</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>EP 2113202 A1 (CANON KK等) 2009年 11月 4日 (2009 - 11 - 04) 全文</td> <td>1-31</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	US 2015209013 A1 (GENERAL ELECTRIC CO) 2015年 7月 30日 (2015 - 07 - 30) 摘要、说明书第21-59段、图1-8	1-31	A	CN 205458781 U (汕头市超声仪器研究所有限公司) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 全文	1-31	A	CN 105662473 A (无锡海斯凯尔医学技术有限公司) 2016年 6月 15日 (2016 - 06 - 15) 全文	1-31	A	EP 2113202 A1 (CANON KK等) 2009年 11月 4日 (2009 - 11 - 04) 全文	1-31
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	US 2015209013 A1 (GENERAL ELECTRIC CO) 2015年 7月 30日 (2015 - 07 - 30) 摘要、说明书第21-59段、图1-8	1-31															
A	CN 205458781 U (汕头市超声仪器研究所有限公司) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 全文	1-31															
A	CN 105662473 A (无锡海斯凯尔医学技术有限公司) 2016年 6月 15日 (2016 - 06 - 15) 全文	1-31															
A	EP 2113202 A1 (CANON KK等) 2009年 11月 4日 (2009 - 11 - 04) 全文	1-31															
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																	
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																	
国际检索实际完成的日期 2018年 11月 7日		国际检索报告邮寄日期 2018年 12月 11日															
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		授权官员 高瑞玲 电话号码 86-(20)-28950815															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/085179

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
US	2015209013	A1	2015年 7月 30日	WO	2015116893	A1	2015年 8月 6日
				US	9420996	B2	2016年 8月 23日
CN	205458781	U	2016年 8月 17日	无			
CN	105662473	A	2016年 6月 15日	WO	2017121170	A1	2017年 7月 20日
EP	2113202	A1	2009年 11月 4日	JP	5294687	B2	2013年 9月 18日
				JP	2009268622	A	2009年 11月 19日
				US	2009275837	A1	2009年 11月 5日
				US	8747318	B2	2014年 6月 10日
				JP	5697716	B2	2015年 4月 8日
				JP	2013173039	A	2013年 9月 5日