



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105266843 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201410353156. 8

(22) 申请日 2014. 07. 23

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 程刚 克里斯托弗·罗伯特·哈泽德

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 侯颖嫒

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

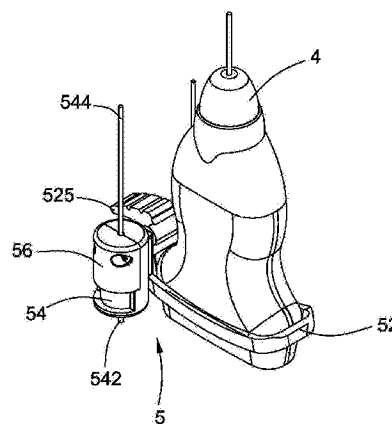
权利要求书3页 说明书8页 附图8页

(54) 发明名称

超声系统及使用超声系统获得目标组织的二维弹性图的方法

(57) 摘要

本发明公开超声系统及使用超声系统获得目标组织的二维弹性图的方法。该超声系统包括超声探头、附接到超声探头并且其上具有至少一个安装部的连接架、至少一个振动器及用于收容至少一个振动器的至少一个振动器支架。至少一个振动器支架固定到连接架的至少一个安装部上，并且包括安装在一起的第一支架和第二支架，并且第一支架和第二支架共同限定收容腔，至少一个振动器收容在所述至少一个振动器支架的所述收容腔中。



1. 一种超声系统,其包括:

超声探头;

连接架,其附接到所述超声探头,并且其上具有至少一个安装部;

至少一个振动器;及

至少一个振动器支架,其用于收容所述至少一个振动器,其中所述至少一个振动器支架固定到所述连接架的所述至少一个安装部上,并且包括安装在一起的第一支架和第二支架,并且所述第一支架和所述第二支架共同限定收容腔,所述至少一个振动器收容在所述至少一个振动器支架的所述收容腔中。

2. 如权利要求 1 所述的超声系统,其中所述超声系统包括一个振动器和一个用于收容所述振动器的振动器支架,并且,所述振动器的振针位于所述超声探头的超声二维扫查面内。

3. 如权利要求 1 所述的超声系统,其中所述超声系统包括偶数个振动器和其数目对应于所述振动器的数目的振动器支架,并且所述振动器对称地安装到所述连接架上。

4. 如权利要求 1 所述的超声系统,其中所述连接架设有用于收容所述超声探头的环形第一开口,并且,所述环形第一开口的大小大于所述超声探头。

5. 如权利要求 4 所述的超声系统,其中所述超声探头在其第一纵长端设有第一凹槽并且在其相对的第二纵长端设有第二凹槽,以及所述连接架包括位于所述环形第一开口的第一纵长端的第一凸块和位于所述环形第一开口的相对的第二纵长端的第二凸块,所述第一凸块和所述第二凸块分别咬合在所述第一凹槽和所述第二凹槽。

6. 如权利要求 5 所述的超声系统,其中所述连接架还包括邻近其所述第一纵长端用于方便地将所述连接架从所述超声探头上拆下的操作部。

7. 如权利要求 6 所述的超声系统,其中所述连接架包括对称地设置在所述操作部的相对两侧的两个安装部,以及所述超声系统包括对应于所述连接架的所述两个安装部的两个振动器支架和两个振动器。

8. 如权利要求 1 所述的超声系统,其中所述第一支架在其一端设有用于方便所述振动器的振针插入的第二开口并且在其相对的第二端设有用于所述振动器的电源线延伸出的孔,所述第二开口的大小小于所述振动器。

9. 如权利要求 1 所述的超声系统,其中所述连接架的所述安装部设有第一螺丝孔,所述第一支架设有第二螺丝孔,从所述第一支架的内部将螺丝安装入所述第一螺丝孔和所述第二螺丝孔中。

10. 如权利要求 9 所述的超声系统,其中所述第一支架设有第三螺丝孔,所述第二支架设有第四螺丝孔,从所述第二支架的外部将螺丝安装入所述第三螺丝孔和所述第四螺丝孔中。

11. 如权利要求 10 所述的超声系统,其中所述第一支架设有从其外侧向外凸伸出的第一柱体及从其内侧向外凸伸出的第二柱体,所述第二螺丝孔设在所述第一柱体上,所述第三螺丝孔设在所述第二柱体上,所述第二支架还设有用于收容所述螺丝的头部的凹口,所述第四螺丝孔设置在所述凹口中。

12. 如权利要求 1 所述的超声系统,其还包括:

振动器控制单元,其用于驱动所述至少一个振动器,以向目标组织产生连续的剪切

波；

超声发射及接收单元，其用于通过所述超声探头发射超声信号并且接收超声回波信号，从而探测在所述目标组织内部传播的剪切波；

剪切波计算及弹性重构单元，其用于基于探测到的在所述目标组织内部传播的剪切波及所述振动器和所述目标组织内部的每一个测量点的位置，来计算所述目标组织内部的每一个测量点的剪切波速度，并且，基于计算出的所述目标组织内部的每一个测量点的剪切波速度来估算出所述目标组织的二维弹性图，其中，所述振动器的位置是所述振动器投影到所述超声探头的超声二维扫查面内的位置；及

显示器，用于显示所述目标组织的所述二维弹性图。

13. 一种用于使用如权利要求 12 所述的超声系统来获得目标组织的二维弹性图的方法，其包括步骤：

- a) 向目标组织产生连续的剪切波；
- b) 探测在所述目标组织内部传播的剪切波；
- c) 基于所述探测到的所述目标组织内部传播的剪切波来估算出剪切波曲线；
- d) 基于所述估算出的剪切波曲线来估算出在振动器频率下的剪切波幅值和相位；
- e) 执行方向滤波过程，从而来估算出在所述目标组织内部的每一个测量点和所述振动器的位置的连线方向上的过滤后的方向剪切波曲线的幅值和相位；及
- f) 基于所述估算出的方向剪切波曲线的相位差来计算出所述目标组织内部的每一个测量点的剪切波速度。

14. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述步骤 b) 包括使用彩色流或多普勒模式来探测在所述目标组织内部传播的剪切波。

15. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述步骤 d) 包括通过快速傅里叶变换或通过卡尔曼滤波器来估算出在振动器频率下的剪切波幅值和相位。

16. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述步骤 e) 包括：

e1) 基于所述振动器频率下的所述剪切波幅值和相位通过快速傅里叶变换来获得在频域上的剪切波  $SW_{kx-kz} = FFT(A(m, n) \cdot \exp(-j \cdot \varphi(m, n)))$ ，其中，(m, n) 代表测量点的位置，A 代表所述剪切波的幅值，及  $\varphi$  代表所述剪切波的相位；

e2) 基于所述测量点和所述振动器的相对位置方向滤波从而获得  $DF(m, n) = \left( \arctan \left( \frac{q-n}{p-m} \right) - \theta \right)^2$ ，其中，(p, q) 代表所述振动器的位置，及  $\theta$  代表所述超声探头的宽度扫查方向与每一个测量点和所述振动器的位置连线之间的夹角；及

e3) 通过如下算术运算来估算出在每一个测量点和所述振动器的位置连线方向的过滤后的方向剪切波曲线的幅值和相位，

$$SW_i = iFFT(SW_{kx-kz} \cdot DF(m, n))。$$

17. 如权利要求 16 所述的方法，其中在所述步骤 f) 中，基于所述估算出的方向剪切波曲线，通过如下算术运算来计算出在所述目标组织内部的每一个测量的剪切波速度，

$$v(m, n) = \frac{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \Delta d}{\Delta \varphi}$$

其中,  $v(m, n)$  代表在所述目标组织内部的测量点的剪切波速度,  $f$  代表所述振动器频率, 及  $\Delta d$  和  $\Delta\varphi$  分别代表在所述测量点和所述振动器的位置连线方向上的与所述测量点相邻的两点之间的距离差和相位差。

18. 如权利要求 13 所述的方法, 其还包括:

基于所述计算出的在所述目标组织内部的每一个测量点的剪切波速度来估算出所述目标组织的一帧的二维弹性图像;

重复所述步骤 a) 至 f);

估算出所述目标组织的多帧的二维弹性图像; 及

对所述估算出的所述目标组织的多帧的二维弹性图像求平均, 从而获得所述目标组织的最终二维弹性图。

19. 如权利要求 13 所述的方法, 其中所述超声系统包括两个以上的振动器, 则所述方法还包括:

对于每一个振动器, 执行所述步骤 a) 至 f); 及

对所有所述振动器的计算结果求平均。

## 超声系统及使用超声系统获得目标组织的二维弹性图的方法

### 技术领域

[0001] 本发明大体涉及医疗技术,尤其涉及一种超声系统及一种使用该超声系统获得目标组织的二维弹性图的方法。

### 背景技术

[0002] 作为一种新兴的组织成像技术,基于剪切波的弹性成像技术近年来取得了较大的发展。一般而言,通过进行剪切波弹性成像可以确定生物组织的一些机械特性,例如粘弹性,进而,通过获得的粘弹性信息可以辅助确定该特定的组织是否与某些病理症状相关联。在实际进行剪切波弹性成像时通常会向目标组织施加由外部振动器产生的推动力,以在该推动力的作用下在目标组织内部产生剪切波;以及通过超声探头发射超声信号并且接收反射回来的超声回波信号。然后,可以通过对这些接收到的超声回波信号进行特定的处理,从而可以确定在目标组织内部传播的剪切波的各种特性参数,例如,剪切波的传播速度。由于在目标组织内部传播的剪切波的特性参数与目标组织的机械特性之间存在确定的关系,因此,基于该确定的剪切波特性参数(例如,剪切波的传播速度)可以进一步确定出目标组织的机械特性,例如,粘弹性等,以辅助对目标组织进行分析、诊断或者治疗。

[0003] 在基于剪切波的弹性成像技术的实现中,振动器通常有两种配置方式。一种是直接应用单独的外部振动器放置于待测目标组织的附近,以产生需要的机械波。然而,这种配置方式对于医生的操作很不方便,因为医生需要同时操作超声仪上的操作界面、超声探头以及上述外部振动器。如此,一个医生很难同时操作上述三个部分,一般需要其他人员进行辅助操作,如此浪费了人力,降低了效率。另一种配置方式是直接将振动器内嵌到超声探头的内部。然而,这种配置方式由于振动器被内嵌至超声探头中,故超声探头的尺寸便会相应的增大,并且成本也会增加。此外,超声仪应用振动器的功能仅为其具有的一个小的功能,很多时候都不需要应用此功能,然而,在不需要振动器的功能的情况下则很难将内嵌的振动器从超声探头上拆卸下来。总之,现有的大多数基于剪切波的弹性成像技术的实现不适合临床环境使用。因为在这些现有的实现中所使用的振动器通常非常大并且很复杂,或者在临床环境中使用将会非常昂贵。

[0004] 因此,有必要提供一种改进的系统及使用这种改进的系统来确定目标组织的特性参数的方法以解决如上所述的至少一个问题。

### 发明内容

[0005] 本发明的一个方面在于提供一种超声系统,其包括超声探头、附接到所述超声探头并且其上具有至少一个安装部的连接架、至少一个振动器及用于收容所述至少一个振动器的至少一个振动器支架。其中,所述至少一个振动器支架固定到所述连接架的所述至少一个安装部上,并且包括安装在一起的第一支架和第二支架,并且所述第一支架和所述第二支架共同限定收容腔,所述至少一个振动器收容在所述至少一个振动器支架的所述收容

腔中。

[0006] 本发明的另一个方面在于提供一种用于使用超声系统来获得目标组织的二维弹性图的方法,该超声系统包括超声探头;附接到所述超声探头并且其上具有至少一个安装部的连接架;至少一个振动器;用于收容所述至少一个振动器的至少一个振动器支架,其中所述至少一个振动器支架固定到所述连接架的所述至少一个安装部上,并且包括安装在一起的第一支架和第二支架,并且所述第一支架和所述第二支架共同限定收容腔,所述至少一个振动器收容在所述至少一个振动器支架的所述收容腔中;振动器控制单元,其用于驱动所述至少一个振动器,以向目标组织产生连续的剪切波;超声发射及接收单元,其用于通过所述超声探头发射超声信号并且接收超声回波信号,从而探测在所述目标组织内部传播的剪切波;剪切波计算及弹性重构单元,其用于基于探测到的在所述目标组织内部传播的剪切波及所述振动器和所述目标组织内部的每一个测量点的位置,来计算所述目标组织内部的每一个测量点的剪切波速度,并且,基于计算出的所述目标组织内部的每一个测量点的剪切波速度来估算出所述目标组织的二维弹性图,其中,所述振动器的位置是所述振动器投影到所述超声探头的超声二维扫查面内的位置;及显示器,用于显示所述目标组织的所述二维弹性图。所述方法包括步骤:

[0007] 向目标组织产生连续的剪切波;

[0008] 探测在所述目标组织内部传播的剪切波;

[0009] 基于所述探测到的所述目标组织内部传播的剪切波来估算出剪切波曲线;

[0010] 基于所述估算出的剪切波曲线来估算出在振动器频率下的剪切波幅值和相位;

[0011] 执行方向滤波过程,从而来估算出在所述目标组织内部的每一个测量点和所述振动器的位置的连线方向上的过滤后的方向剪切波曲线的幅值和相位;及

[0012] 基于所述估算出的方向剪切波曲线的相位差来计算出所述目标组织内部的每一个测量点的剪切波速度。

[0013] 根据本发明的具体实施方式的超声系统,由于振动器独立于超声探头设置,从而不会增加超声探头的大小和成本,并且可以选择性地使用振动器。当在临床应用中需要使用振动功能时,则可以容易地将振动器安装到超声探头上,从而,操作者可以单手同时操作超声探头和振动器。当在临床应用中不需要使用振动功能时,则操作者也能够容易地将振动器从超声探头上脱卸下来。

[0014] 根据本发明的具体实施方式的超声系统通过简单且巧妙的设计将至少一个振动器连接到超声探头上,这种设计成本非常低廉并且尺寸较小。而且,本发明的超声系统能够使用在不同的平台中,并且能够容易地使用于临床环境。

[0015] 使用本发明的如上所述的超声系统来获得待测目标组织的二维弹性图的方法能够容易地产生并且探测深层组织的剪切波,而不存在声功率问题。

## 附图说明

[0016] 当参照附图阅读以下详细描述时,本发明的这些和其它特征、方面及优点将变得更好理解,在附图中,相同的元件标号在全部附图中用于表示相同的部件,其中:

[0017] 图 1 是根据本发明的一个具体实施方式的超声系统的示意图;

[0018] 图 2 是图 1 的超声系统的结构框图;

- [0019] 图 3 是根据本发明的第一具体实施方式的振动装置及超声探头的组装示意图；
- [0020] 图 4 是图 3 的振动装置及超声探头的顶部示意图；
- [0021] 图 5 是图 3 的振动装置及超声探头的分解示意图；
- [0022] 图 6 是根据本发明的第二具体实施方式的振动装置及超声探头的组装示意图；
- [0023] 图 7 是图 6 的振动装置及超声探头的分解示意图；
- [0024] 图 8 是根据本发明的一个具体实施方式的使用图 1 的超声系统来获得目标组织的二维弹性图的方法的流程图；及
- [0025] 图 9 是示出本发明的超声探头和振动器以及待测目标组织的位置的示意图。

### 具体实施方式

[0026] 为帮助本领域的技术人员能够确切地理解本发明所要求保护的主体，下面结合附图详细描述本发明的具体实施方式。在以下对这些具体实施方式的详细描述中，本说明书对一些公知的功能或构造不做详细描述以避免不必要的细节而影响到本发明的披露。

[0027] 除非另作定义，本权利要求书和说明书中所使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属技术领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本说明书以及权利要求书中所使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。“一个”或者“一”等类似词语并不表示数量限制，而是表示存在至少一个。“包括”或者“具有”等类似的词语意指出现在“包括”或者“具有”前面的元件或者物件涵盖出现在“包括”或者“具有”后面列举的元件或者物件及其等同元件，并不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接，而是可以包括电性的连接，不管是直接的还是间接的。

[0028] 图 1 示出根据本发明的一个具体实施方式的示例性超声系统的示意图，及图 2 示出图 1 的超声系统的结构框图。现在参照图 1 和图 2 所示，根据本发明的一个具体实施方式的超声系统 100 主要包括主设备 1、输入装置 2、显示器 3 及超声探头 4。为了实现额外的振动功能，超声系统 100 还可以包括振动装置 5，该振动装置 5 能够根据实际应用需要可移除地安装到超声探头 4 上。

[0029] 如图 2 所示，主设备 1 可以包括剪切波计算及弹性重构单元 12、超声发射及接收单元 14 及振动器控制单元 16。输入装置 2 例如键盘和电脑鼠标用于向剪切波计算及弹性重构单元 12 输入操作指示。剪切波计算及弹性重构单元 12 用于根据该操作指示去产生控制信号给振动器控制单元 16。基于该控制信号，振动器控制单元 16 用于驱动振动装置 5 以向病人的目标组织产生连续的剪切波。病人的目标组织可以包括肝脏组织、心肌组织、乳腺组织、前列腺组织、甲状腺组织、淋巴腺等。振动装置 5 用于向目标组织施加推动力，从而在目标组织内部产生随时间变化的连续的剪切波。超声发射及接收单元 14 用于通过超声探头 4 发射超声信号并且接收反射回来的超声回波信号，从而来探测在目标组织内部传播的剪切波。剪切波计算及弹性重构单元 12 用于接收来自超声发射及接收单元 14 的电信号并且基于该接收到的电信号执行相应的算术运算。显示器 3 用于显示剪切波计算及弹性重构单元 12 的运算结果。

[0030] 本发明的振动装置 5 包括附接到超声探头 4 上并且在其上具有至少一个安装部 521 的连接架 52、至少一个振动器 54 以及用于收容至少一个振动器 54 的至少一个振动器

支架 56。至少一个振动器 56 固定到连接架 52 的至少一个安装部 521。通过连接架 52 及至少一个振动器支架 56, 将至少一个振动器 54 可移除地安装到超声探头 4 上。在一个具体实施方式中, 振动装置 5 通过 USB 连接器 (未图示) 连接到超声系统 100, 具体地, 振动装置 5 的至少一个振动器 54 通过 USB 连接器连接到超声系统 100 的主设备 1 的振动器控制单元 16。然而, 至少一个振动器 54 和振动器控制单元 16 之间的控制模式并不局限于这种有线模式, 实际上, 根据不同的设计需求, 至少一个振动器 54 还可以通过无线的控制模式连接到振动器控制单元 16。

[0031] 图 3 示出根据本发明的第一具体实施方式的振动装置及超声探头的组装示意图, 以及图 4 和图 5 分别示出图 3 的振动装置及超声探头的顶部示意图和分解示意图。参照图 3 至图 5 所示, 根据本发明的第一具体实施方式的振动装置 5 包括附接到超声探头 4 上并且其上设有两个安装部 521 的连接架 52, 相应地, 振动装置 5 包括两个振动器 54 及两个振动器支架 56。两个安装部 521 对称地设置在连接架 52 上。

[0032] 连接架 52 大体呈环形, 并且设有环形第一开口 522。环形第一开口 522 的大小大于超声探头 4, 并且超声探头 4 能够收容在环形第一开口 522 中。

[0033] 连接架 52 包括位于环形第一开口 522 的第一纵长端的第一凸块 523 和位于环形第一开口 522 的相对的第二纵长端的第二凸块 (未图示)。对应于连接架 52 的第一凸块 523 和第二凸块, 超声探头 4 分别在其第一纵长端设有第一凹槽 (未图示) 并且在其相对的第二纵长端设有第二凹槽 (未图示)。需要注意的是, 本发明的附图仅仅示出超声探头 4 的简化示意图, 而并没有示出设置在超声探头 4 上的具体结构, 例如, 设置在超声探头 4 上的第一凹槽和第二凹槽均未在附图中被示出。连接架 52 的第一凸块 523 和第二凸块分别咬合在超声探头 4 的第一凹槽和第二凹槽, 从而将连接架 52 可移除地固定到超声探头 4 上。

[0034] 为了操作者方便地将连接架 52 从超声探头 4 上拆卸下来, 连接架 52 在邻近其第一纵长端还包括操作部 525。在本具体实施方式中, 连接架 52 的两个安装部 521 对称地设置在操作部 525 的相对两侧。

[0035] 继续参照图 3 至图 5, 两个振动器支架 56 中的每一个均包括彼此安装在一起的第一支架 561 和第二支架 562。第一支架 561 和第二支架 562 共同限定用于将振动器 54 收容在其中的收容腔 (未标号)。在本具体实施方式中, 是以振动器 54 为圆柱体为例来进行说明的。对应于振动器 54 的圆柱体形状, 第一支架 561 在其内部设有第一半圆柱体收容腔 5610, 第二支架 562 在其内部设有第二半圆柱体收容腔 5620。第一半圆柱体收容腔 5610 和第二半圆柱体收容腔 5620 共同形成一个完整的收容腔。在其他的具体实施方式中, 振动器 54 也可以采用其他的形状, 并且相应地, 第一支架 561 的第一收容腔 5610 和第二支架 562 的第二收容腔 5620 将进行适应性改变。

[0036] 第一支架 561 在其第一端设有第二开口 5611 并且在其相对的第二端设有孔 5612, 第二开口 5611 用于方便振动器 54 的振针 542 的插入, 孔 5612 用于振动器 54 的电源线 544 的延伸穿出。第二开口 5611 的大小小于振动器 54, 从而能够将振动器 54 保持在第一支架 561 中。

[0037] 如图 3 所示, 连接架 52 的安装部 521 设有第一螺丝孔 5211, 并且对应于连接架 52 的第一螺丝孔 5211, 振动器 56 的第一支架 561 设有第二螺丝孔 5613。在一个具体实施方式中, 第一支架 561 设有从其外侧向外凸伸出的第一柱体 5615, 第二螺丝孔 5613 设置在第

一柱体 5615 上。在本具体实施方式中,连接架 52 的安装部 521 间隔设有一对第一螺丝孔 5211,并且,第一支架 561 间隔设有一对带有第二螺丝孔 5613 的第一柱体 5615。从第一支架 561 的内部将两个螺丝 563 分别安装入第一螺丝孔 5211 和第二螺丝孔 5613 中,从而能够将第一支架 561 固定到连接架 52 上。

[0038] 第一支架 561 还设有第三螺丝孔 5614。在一个具体实施方式中,第一支架 561 设有从其内侧向外凸伸出的第二柱体 5616,第三螺丝孔 5614 设在第二柱体 5616 上。对应于第一支架 561 的第三螺丝孔 5614,第二支架 562 设有第四螺丝孔 5621。在一个具体实施方式中,第二支架 562 还设有用于收容螺丝 564 的头部的凹口 5622,第四螺丝孔 5621 设置在凹口 5622 中。在本具体实施方式中,第一支架 561 间隔设有一对带有第三螺丝孔 5614 的第二柱体 5616,并且,第二支架 562 间隔设有一对第四螺丝孔 5621。从第二支架 562 的外部将两个螺丝 564 分别安装入第三螺丝孔 5614 和第四螺丝孔 5621 中,从而能够将第一支架 561 和第二支架 562 彼此安装在一起。

[0039] 组装时,通过从第一支架 561 的内部将两个螺丝 563 分别螺入到连接架 52 的安装部 521 的第一螺丝孔 5211 和第一支架 561 的第二螺丝孔 5613 中,从而将振动器支架 56 的第一支架 561 先固定到连接架 52 上。然后,将振动器 54 安装在振动器支架 56 的第一支架 561 的第一半圆柱体收容腔 5610 内,其中,振动器 54 的振针 542 插入并且从第一支架 561 的第二开口 5611 中延伸出,振动器 54 的电源线 544 从第一支架 561 的孔 5612 中延伸穿出。最后,通过从第二支架 562 的外部将两个螺丝 564 分别螺入到第一支架 561 的第三螺丝孔 5614 和第二支架 562 的第四螺丝孔 5621 中,从而将第二支架 562 固定到第一支架 561 上。振动器 54、振动器支架 56 以及连接架 52 三者组装在一起,从而形成本发明的振动装置 5。本发明的振动装置 5 独立于超声探头 4 设置,从而不会增加超声探头 4 的大小和成本,并且可以选择性地去使用振动装置 5。当在临床应用中需要使用振动功能时,则可以容易地将振动装置 5 安装到超声探头 4 上,其中,连接架 52 的第一开口 522 收容超声探头 4,并且,连接架 52 的第一凸块 523 和第二凸块分别咬合在超声探头 4 的第一凹槽和第二凹槽中,从而,操作者可以单手同时操作超声探头 4 和振动装置 5。当在临床应用中不需要使用振动功能时,则只要操作者轻轻向外扳动操作部 525,即可将振动装置 5 轻易地从超声探头 4 上脱卸下来。

[0040] 在另一个具体实施方式中,连接架 52 除了在其第一纵长端具有两个安装部 521 之外,还可以在其第二纵长端具有两个安装部,即,连接架 52 在其上具有四个安装部。类似地,在第二纵长端设置的两个安装部也对称地设置在连接架 52 上。对应地,振动装置 5 包括四个振动器 54 和用于收容四个振动器 54 的四个振动器支架 56。

[0041] 然而,本发明的超声系统 100 并不局限于此。在又一个具体实施方式中,本发明的超声系统 100 可以包括偶数个振动器 54 和其数目对应于振动器 54 的数目的振动器支架 56,相应地,连接架 52 在其上设有其数目对应于振动器 54 的数目的安装部 521。安装部 521 对称地设置在连接架 52 上,从而确保振动器 54 对称地安装到连接架 52 上。由于振动器 54 对称地安装到连接架 52 上,也就是说,振动器 54 对称地设置在超声探头 4 上,因此,由这些振动器 54 产生的连续的剪切波能够在目标组织内部对称地传播。所以,由这些振动器 54 产生的多个连续的对称的剪切波将产生叠加效应,叠加后的剪切波的传播方向将会与超声探头 4 发出的超声束的传播方向几乎垂直,这可大大提高诊断精度。

[0042] 图 6 示出根据本发明的第二具体实施方式的振动装置和超声探头 4 的组装示意图,及图 7 示出图 6 的振动装置和超声探头 4 的分解示意图。如图 6 和图 7 所示,与根据本发明的第一具体实施方式的振动装置 5 所不同的是,在根据本发明的第二具体实施方式的振动装置 5' 中,振动装置 5' 的连接架 52' 仅设置有一个安装部 521'。该安装部 521' 设置在连接架 52' 的相对于操作部 525' 的第二纵长端,并且其上设有一对第一螺丝孔 5211'。相应地,振动装置 5' 包括一个振动器 54 及一个用于收容该振动器 54 的振动器支架 56。安装部 521' 在连接架 52' 上的所在位置应该要确保在振动器 54 安装到超声探头 4 上之后,振动器 54 的振针 542 位于超声探头 4 的超声二维扫查面内,进而能够确保由振动器 54 产生的剪切波的传播方向与超声探头 4 发出的超声束的传播方向几乎垂直,从而能够大大提高诊断精度。

[0043] 本发明的超声系统 100 通过简单且巧妙的设计将至少一个振动器 54 连接到超声探头 4 上,这种设计成本非常低廉并且尺寸较小。而且,本发明的超声系统 100 能够使用在不同的平台中,并且能够容易地使用于临床环境。

[0044] 本发明还提供了一种用于使用如上所述的超声系统 100 来获得待测目标组织的二维弹性图的方法。超声系统 100 包括:

[0045] 超声探头 4;

[0046] 连接架 52、52', 其附接到超声探头 4, 并且其上具有至少一个安装部 521、521' ;

[0047] 至少一个振动器 54 ;

[0048] 至少一个振动器支架 56, 其用于收容至少一个振动器 54, 其中至少一个振动器支架 56 固定到连接架 52、52' 的至少一个安装部 521、521' 上, 并且包括安装在一起的第一支架 561 和第二支架 562, 并且第一支架 561 和第二支架 562 共同限定收容腔, 至少一个振动器 54 收容在至少一个振动器支架 56 的收容腔中 ;

[0049] 振动器控制单元 16, 其用于驱动至少一个振动器 54, 以向目标组织产生连续的剪切波 ;

[0050] 超声发射及接收单元 14, 其用于通过超声探头 4 发射超声信号并且接收反射回来的超声回波信号, 从而探测在目标组织内部传播的剪切波 ;

[0051] 剪切波计算及弹性重构单元 12, 其用于基于探测到的在目标组织内部传播的剪切波及振动器 54 和目标组织内部的每一个测量点的位置, 来计算目标组织内部的每一个测量点的剪切波速度, 并且, 基于计算出的目标组织内部的每一个测量点的剪切波速度来估算出目标组织的二维弹性图, 其中, 振动器 54 的位置是振动器 54 投影到超声探头 4 的超声二维扫查面内的位置 ; 及

[0052] 显示器 3, 用于显示目标组织的二维弹性图。

[0053] 以下将对使用如上所述的超声系统 100 来获得目标组织的二维弹性图的方法进行详细说明。图 8 示出根据本发明的一个具体实施方式的使用如上的超声系统 100 来获得目标组织的二维弹性图的方法的流程图 ; 及图 9 是示出本发明的超声探头 4 和振动器 54 以及待测目标组织的位置的示意图。如图 8 并结合参照图 9 所示, 在本方法中, 以下将以一个振动器 54 为例来进行说明, 该方法包括如下步骤 :

[0054] 在步骤 61 中, 打开振动器 54 以向目标组织产生连续的剪切波。

[0055] 在步骤 62 中, 探测在目标组织内部传播的剪切波。在一个具体实施方式中, 通过

使用彩色流或多普勒模式来探测在目标组织内部传播的剪切波并且将其转换成声音信号，然后该声音信号通过超声探头 4 转换成电信号，然后该电信号被输入到剪切波计算及弹性重构单元 12 中进行相应的运算。

[0056] 在步骤 63 中，基于探测到的目标组织内部传播的剪切波来估算出剪切波曲线。在一个具体实施方式中，基于上述的电信号来估算出剪切波曲线，从而获得如下：

[0057]

$$sw(m, n, t) = A(m, n) \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi(m, n)) \quad (1)$$

[0058] 其中  $(m, n)$  代表目标组织内部的任意测量点 P 的位置， $sw(m, n, t)$  代表测量点 P  $(m, n)$  随时间  $t$  变化的剪切波曲线， $A(m, n)$  代表测量点 P  $(m, n)$  的幅值， $\varphi(m, n)$  代表测量点 P  $(m, n)$  的相位，以及  $f$  代表振动器频率。

[0059] 在步骤 64 中，基于估算出的剪切波曲线来估算出在振动器频率  $f$  下的剪切波幅值  $A$  和相位  $\varphi$ 。在一个具体实施方式中，可以通过快速傅里叶变换来估算出在振动器频率  $f$  下的剪切波幅值  $A$  和相位  $\varphi$ 。替代地，在另一个具体实施方式中，可以通过卡尔曼滤波器来估算出在振动器频率  $f$  下的剪切波幅值  $A$  和相位  $\varphi$ 。从而可以获得如下：

[0060]

$$SW(m, n) = A(m, n) \cdot \exp(-j \cdot \varphi(m, n)) \quad (2)$$

[0061] 在步骤 65 中，执行方向滤波过程，从而来估算出在测量点 P  $(m, n)$  和振动器 O  $(p, q)$  的位置连线方向 D1（如图 9 所示）上的过滤后的方向剪切波曲线的幅值和相位。该方向滤波过程还包括如下步骤。

[0062] 在步骤 651 中，基于振动器频率  $f$  下的剪切波幅值  $A$  和相位  $\varphi$  通过快速傅里叶变化来获得在频域（即  $K_x$ - $K_z$  域）上的剪切波，如下：

$$[0063] \quad SW_{k_x k_z} = \text{FFT}(SW) \quad (3)$$

[0064] 在步骤 652 中，基于测量点 P  $(m, n)$  和振动器 O  $(p, q)$  之间的相对位置方向滤波从而获得如下的值：

$$[0065] \quad DF(m, n) = \left( \arctan \left( \frac{q-n}{p-m} \right) - \theta \right)^2 \quad (4)$$

[0066] 其中， $(p, q)$  代表振动器 54 的位置（在本说明书中，振动器的位置 O  $(p, q)$  是振动器 54 投影到超声探头 4 的超声二维扫查面内的位置），及  $\theta$  代表超声探头 4 的宽度扫查方向 D2 与测量点 P  $(m, n)$  和振动器 O  $(p, q)$  的位置连线方向 D1 之间的夹角（如图 9 所示）。

[0067] 在步骤 653 中，通过如下算术运算来估算出在测量点 P  $(m, n)$  和振动器 O  $(p, q)$  的位置连线方向 D1 上的过滤后的方向剪切波曲线的幅值和相位：

$$[0068] \quad SW_i = \text{iFFT}(SW_{k_x k_z} \cdot DF(m, n)) \quad (5)$$

[0069] 在步骤 66 中，基于估算出的方向剪切波曲线的相位差来计算出目标组织内部的每个测量点的剪切波速度。在一个具体实施方式中，基于估算出的方向剪切波曲线并且通过如下算术运算来计算出目标组织内部的测量点的剪切波速度：

[0070]

$$v(m, n) = \frac{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \Delta d}{\Delta \varphi} \quad (6)$$

[0071] 其中,  $v(m, n)$  代表在目标组织内部的测量点的剪切波速度,  $f$  代表振动器频率, 及  $\Delta d$  和  $\Delta\phi$  分别代表在测量点 P 和振动器的位置连线方向 D1 上的与该测量点 P 相邻的两点 P1、Pr 之间的距离差和相位差。

[0072] 经过以上步骤 61 至 66, 根据目标组织内部的每一个测量点的位置, 可以最终获得目标组织内部的每一个测量点的剪切波速度。

[0073] 本发明还包括: 基于计算出的在目标组织内部的每一个测量点的剪切波速度来估算出目标组织的一帧的二维弹性图像。为了更加精确地估算出目标组织的二维弹性图像, 本发明还可以包括: 重复以上的步骤 61 至 66; 估算出目标组织的多帧的二维弹性图像; 及对估算出的目标组织的多帧的二维弹性图像求平均, 从而获得目标组织的最终二维弹性图。

[0074] 在超声系统 100 包括两个以上的振动器 54 的情况下, 本方法包括: 对于每一个振动器 54, 执行如上的步骤 61 至 66; 及对所有振动器 54 的计算结果求平均。

[0075] 使用本发明的如上所述的超声系统 100 来获得待测目标组织的二维弹性图的方法能够容易地产生并且探测深层组织的剪切波, 而不存在声功率问题。

[0076] 虽然结合特定的具体实施方式对本发明进行了详细说明, 但本领域的技术人员可以理解, 对本发明可以作出许多修改和变型。因此, 要认识到, 权利要求书的意图在于覆盖在本发明真正构思和范围内的所有这些修改和变型。

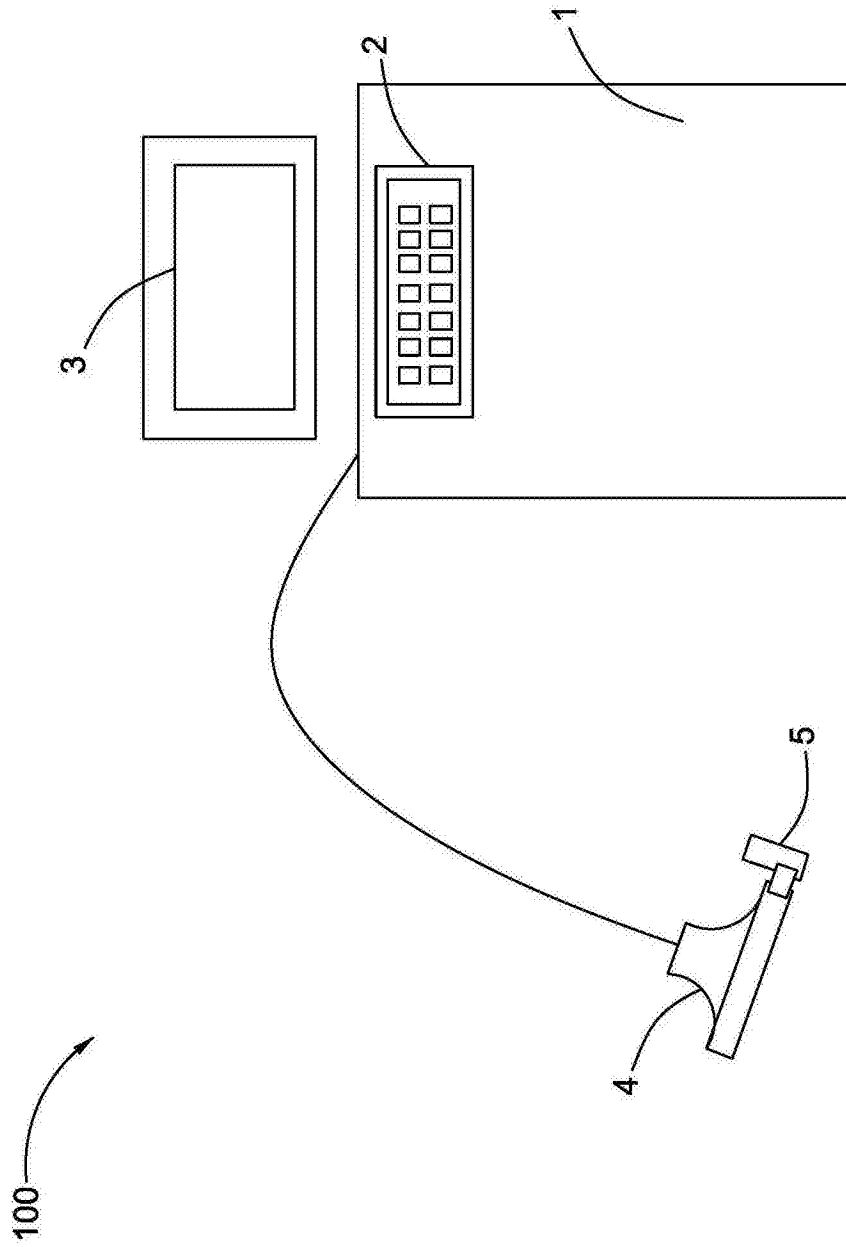


图 1

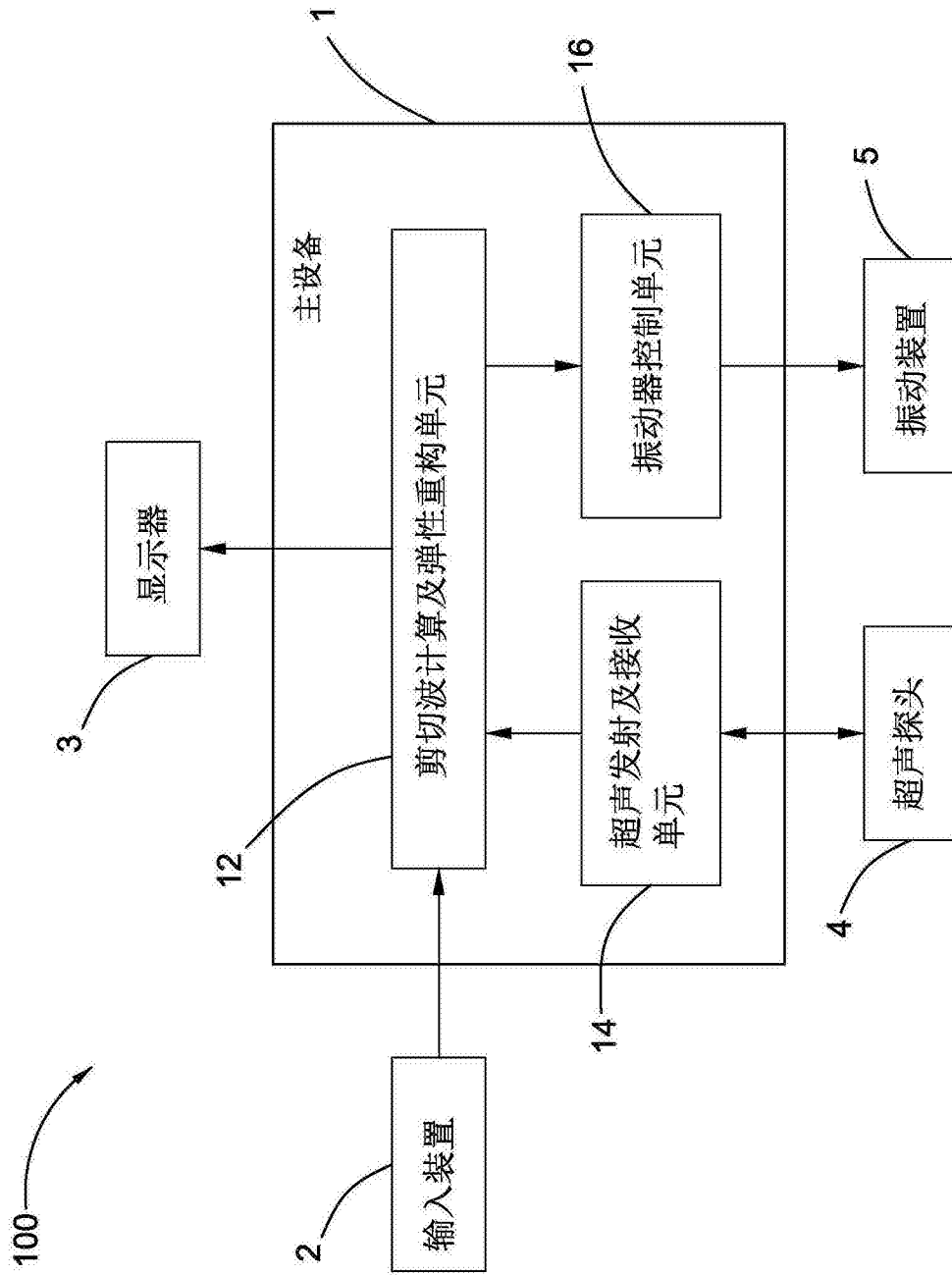


图 2

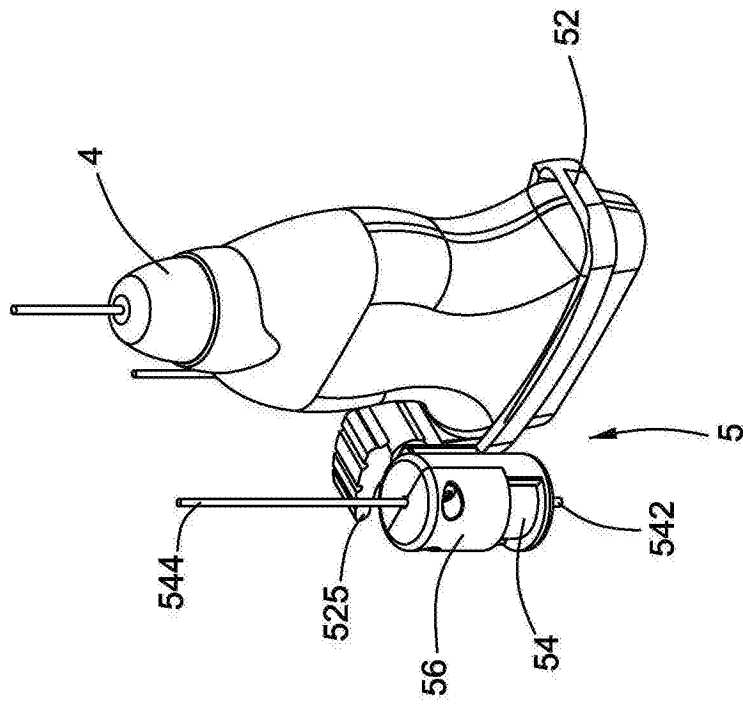


图 3

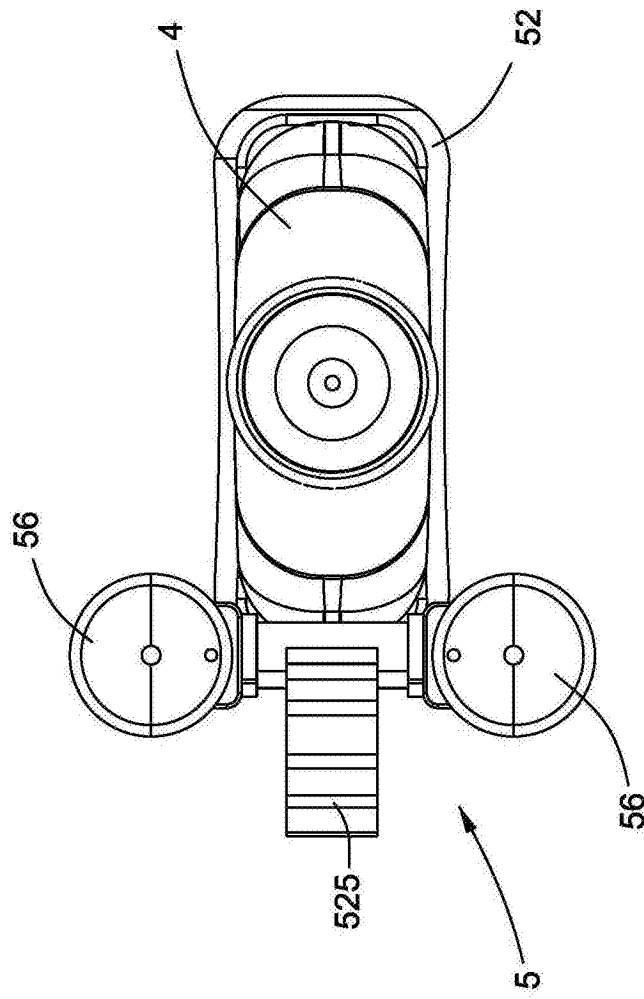


图 4

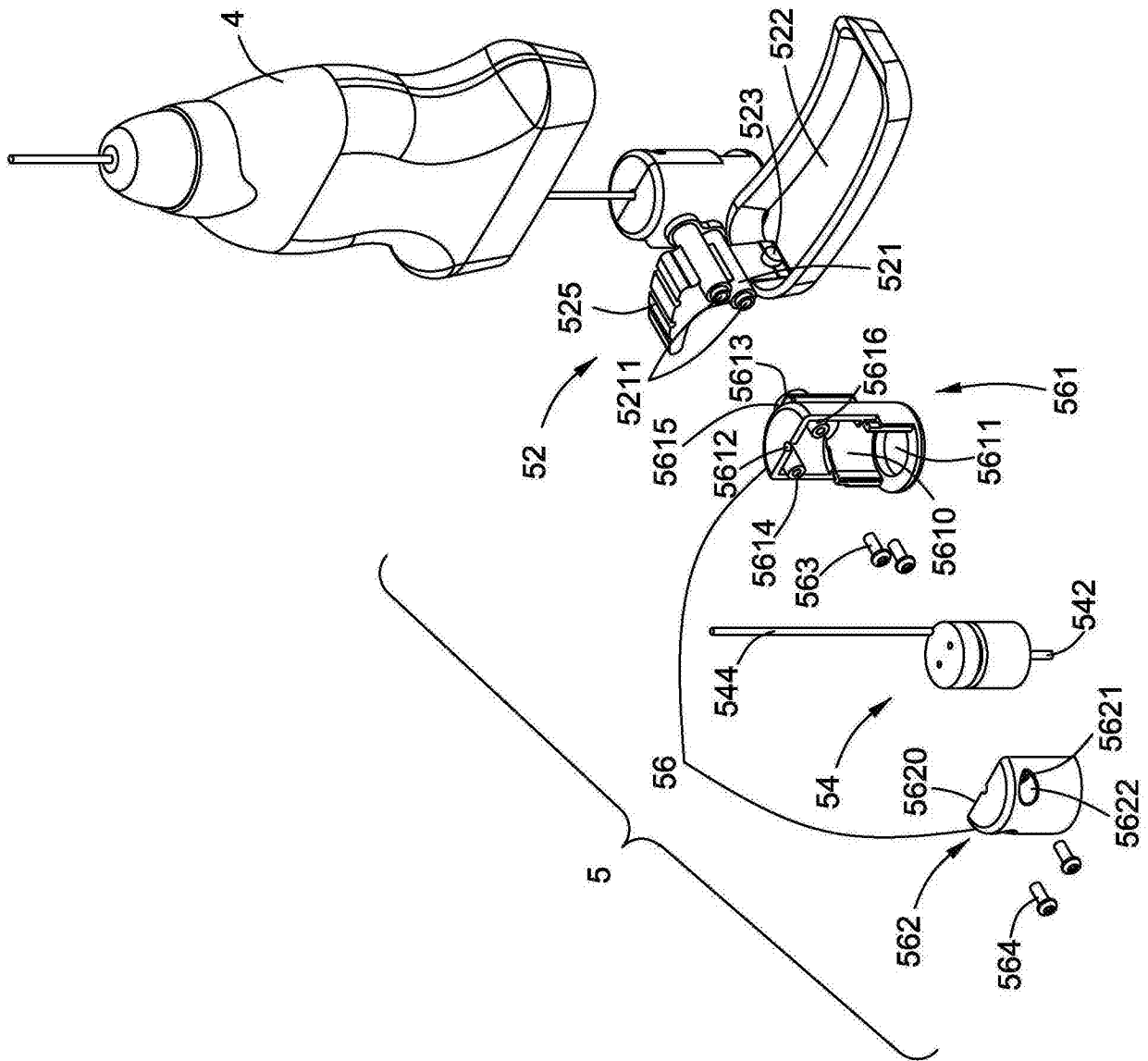


图 5

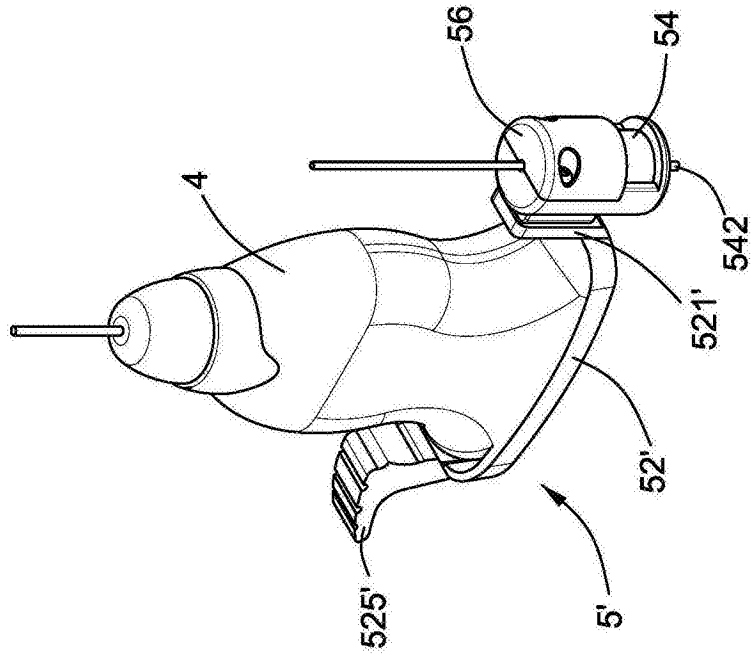


图 6

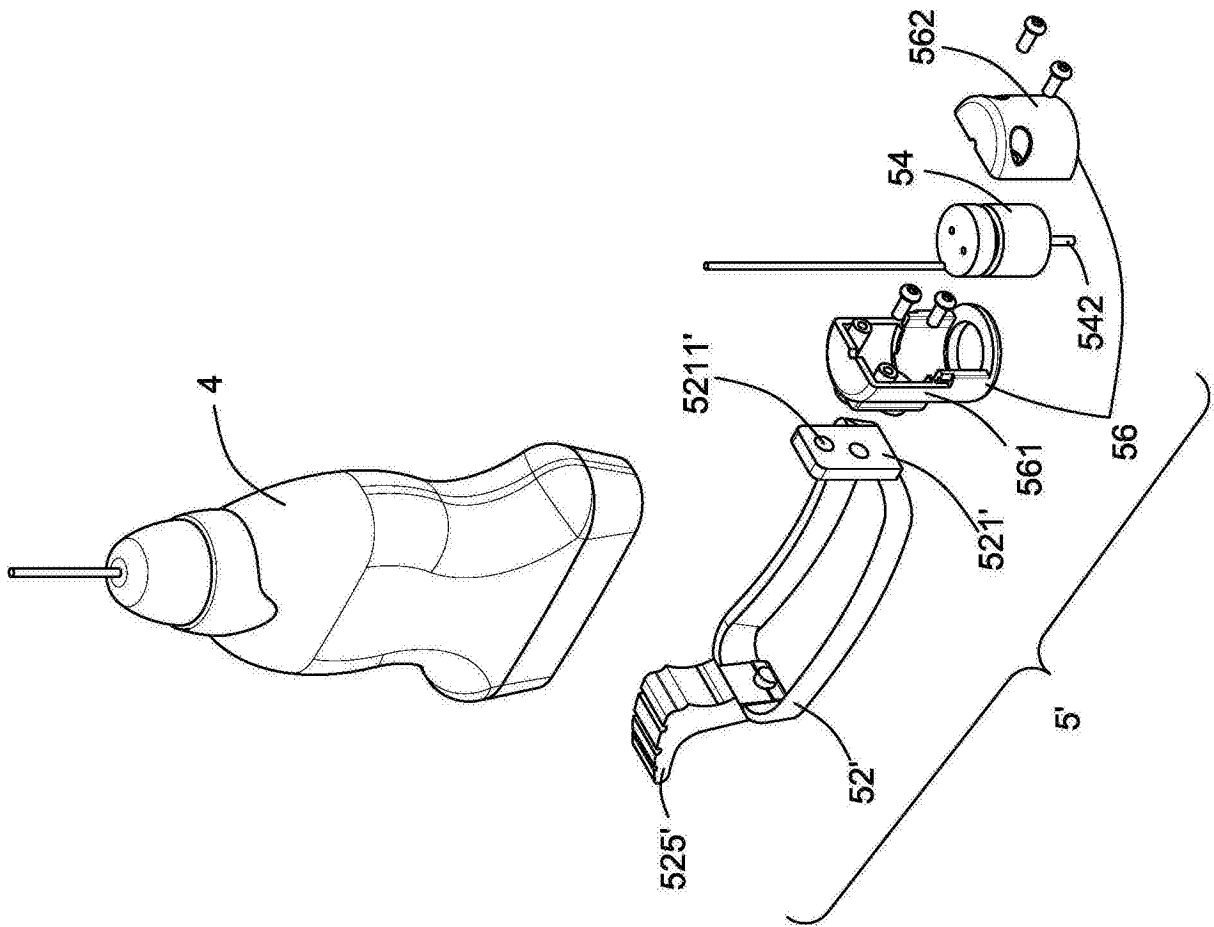


图 7

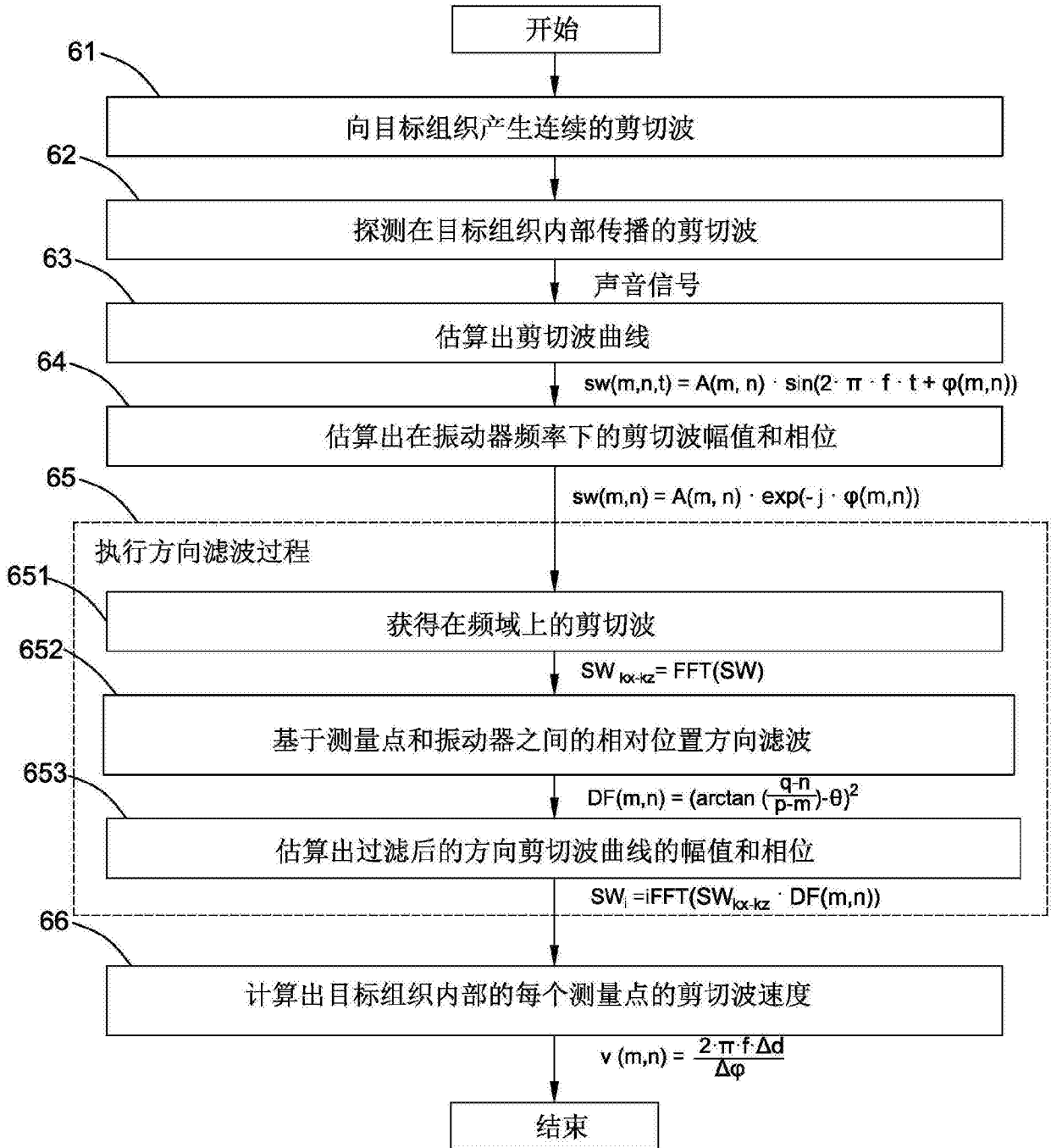


图 8

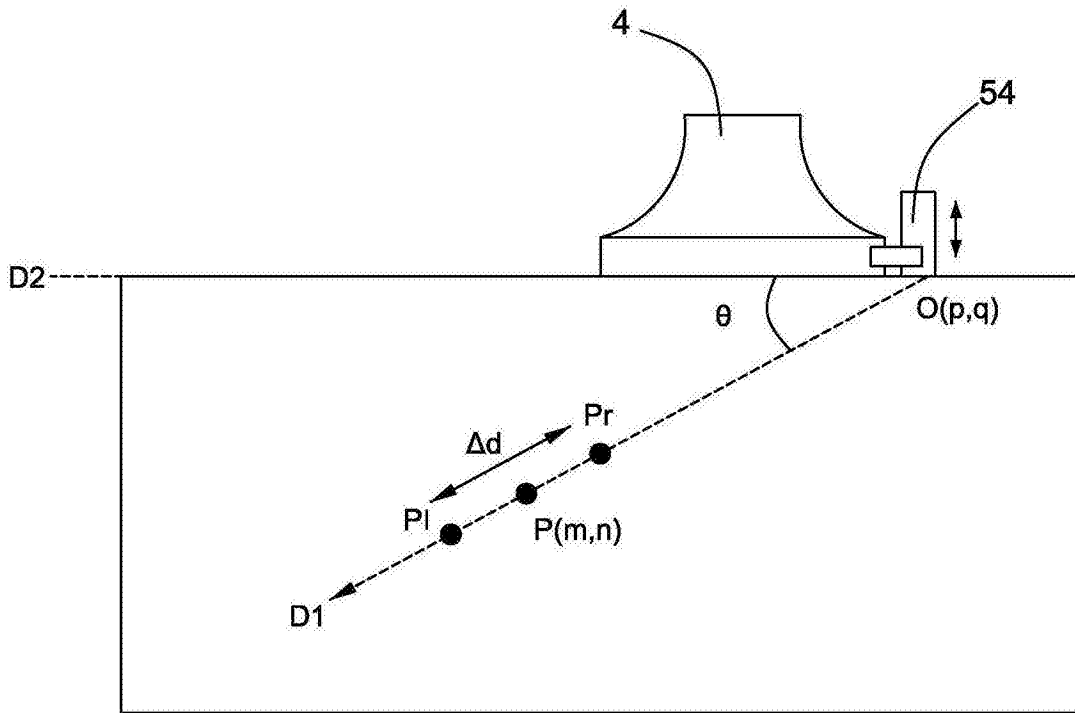


图 9

专利名称(译)	超声系统及使用超声系统获得目标组织的二维弹性图的方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN105266843A</a>	公开(公告)日	2016-01-27
申请号	CN201410353156.8	申请日	2014-07-23
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
[标]发明人	程刚 克里斯托弗·罗伯特·哈泽德		
发明人	程刚 克里斯托弗·罗伯特·哈泽德		
IPC分类号	A61B8/00		
其他公开文献	CN105266843B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明公开超声系统及使用超声系统获得目标组织的二维弹性图的方法。该超声系统包括超声探头、附接到超声探头并且其上具有至少一个安装部的连接架、至少一个振动器及用于收容至少一个振动器的至少一个振动器支架。至少一个振动器支架固定到连接架的至少一个安装部上，并且包括安装在一起的第一支架和第二支架，并且第一支架和第二支架共同限定收容腔，至少一个振动器收容在所述至少一个振动器支架的所述收容腔中。

