



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02820692.4

[43] 公开日 2005 年 1 月 26 日

[11] 公开号 CN 1571649A

[22] 申请日 2002.10.16 [21] 申请号 02820692.4

[30] 优先权

[32] 2001.10.17 [33] US [31] 09/978,876

[86] 国际申请 PCT/US2002/033043 2002.10.16

[87] 国际公布 WO2003/032841 英 2003.4.24

[85] 进入国家阶段日期 2004.4.19

[71] 申请人 谱声成像公司

地址 美国宾夕法尼亚

[72] 发明人 理查德·布鲁斯·贝尔纳迪

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

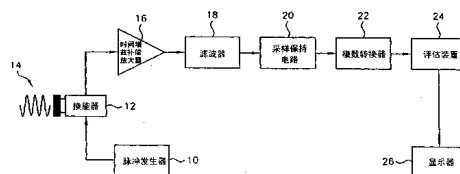
代理人 夏 青

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 2 页

[54] 发明名称 用于指示身体组织机械硬度特性的
设备和方法

[57] 摘要

一种用于指示身体组织的机械硬度特性的设备和方法，其中采用多普勒成像技术。超声信号被发射到目标并被反射，还通过适当地选择所发射的信号强度，以便由反射对目标形成图像，当所发射的信号施加到目标上时，使被研究的身体组织发生变形或移动。该被研究的身体组织的变形或移动被成像，并表示该身体组织的机械硬度。



1、一种用于指示身体组织机械硬度特性的设备，所述设备包括：
发射装置，用于：

（a）发射第一超声脉冲到身体目标，所述第一超声脉冲具有足够使目标发生变形的第一声强，以及

（b）随后发射第二超声脉冲到身体目标，所述第二超声脉冲具有足够使目标发生变形的第二声强，所述第二声强不同于所发射的第一超声脉冲的第一声强；

接收装置，用于：

（a）接收所发射的第一超声脉冲来自目标的反射，并形成第一信号，所述第一信号表示在所发射的第一超声脉冲引起目标变形之后的位置，并且

（b）随后接收所发射的第二超声脉冲来自目标的反射，并形成第二信号，所述第二信号代表所发射的第二超声脉冲引起目标变形之后的位置；以及

指示装置，其响应所述第一信号和第二信号，用于指示由所发射的第二超声脉冲而引起的目标变形相对于由所发射的第一超声脉冲而引起目标变形的变化。

2、根据权利要求 1 所述的用于指示身体组织机械硬度特性的设备，其中，所述指示装置包括显示目标图像和目标变形的显示器。

3、根据权利要求 2 所述的用于指示身体组织机械硬度特性的设备，其中，所述的指示装置包括：

（a）移位装置，使所述第一信号和第二信号其中之一个信号的波形之选定部分相对于其中另一个信号的波形之同一部分移位，直到

实现这些波形的选定部分的最大重合；

(b) 形成装置，用于形成表示在这些波形之选定部分中的相对移位以实现这些波形之选定部分的最大重合的信号，以驱动所述显示器显示所述目标图像和目标变形。

4、根据权利要求 2 所述的用于指示身体组织机械硬度特性的设备，其中，所述的指示装置包括：

(a) 确定装置，用于确定所述第一信号相对于一基准的相位和所述第二信号相对同一基准的相位，以及

(b) 形成装置，用于形成表示所述第一信号和所述第二信号之间相位差的信号，以驱动所述显示器显示目标图像和目标变形。

5、一种用于指示身体组织机械硬度特性的方法，所述方法包括以下步骤：

发射第一超声脉冲到身体目标，所述第一超声脉冲具有足够使目标发生变形的第一声强；

接收所发射的第一超声脉冲来自目标的第一反射；

发射第二超声脉冲到身体目标，所述第二超声脉冲具有足够使目标发生变形的第二声强，所述第二声强不同于所发射的第一超声脉冲的第一声强；

接收所发射的第二超声脉冲来自目标的第二反射；

从所述第一反射形成由所发射的第一超声脉冲所引起的目标变形的第一变形指示；

从所述第二反射形成由所发射的第二超声脉冲所引起的目标变形的第二变形指示；及

从所述第一变形指示和所述第二变形指示形成由所发射的第二超声脉冲引起的目标变形相对于由所发射的第一超声脉冲引起的目

标变形的指示。

6、根据权利要求 5 所述的用于指示身体组织机械硬度特性的方法，其中，形成由所发射的第二超声脉冲引起的目标变形相对于所发射的第一超声脉冲引起的目标变形的指示的步骤包括：

(a) 使所发射的第一超声脉冲的反射和所发射第二超声脉冲的反射其中之一超声脉冲的波形之选定部分相对于其中另一所发射的超声脉冲的反射的波形之同一部分移位，直到实现这些波形之选定部分的最大重合，以及

(b) 形成在这些波形之选定部分中相对移位、以实现这些波形之选定部分的最大重合的指示。

7、根据权利要求 5 所述的用于指示身体组织机械硬度特性的方法，其中，形成所发射的第二超声脉冲引起的目标变形相对于所发射的第一超声脉冲引起的目标变形的指示的步骤包括：

(a) 确定所发射的第一超声脉冲的反射相对于一个基准的相位，以及第二超声脉冲的反射相对于同一基准的相位，以及

(b) 形成所发射的第一超声脉冲的反射和所发射的第二超声脉冲的反射之间相位差的指示。

用于指示身体组织机械硬度特性的设备和方法

技术领域

本发明一般涉及检查身体各部位，特别涉及一种通过向身体组织发射超声波并从身体组织反射超声波来确定所研究的身体组织之机械硬度的方法和设备。

发明背景

目前，超声成像是在 X 射线成像之后的第二大医学成像方式。在超声成像中，通过将高频声波发射到身体中，然后随着原始声学信号传送进身体的同时合理地对返回的回波进行映射，从而形成图像。声学回波一般产生于身体内的每个界面处，其以阻抗不连续性为特征。通常，通过将返回的回波信号之强度映射为声波传播范围和方向的函数来获得图像。超声波在一个平面内的移动允许人们随后分析来自多个方向上的组织响应。以这种方式形成的图像称为 B 模式图像（即“身体”模式图像）

目前，在实践中还使用其它超声成像技术。彩色多普勒模式就是其中之一。彩色多普勒模式是一种其中测量和映射通过移动目标组织（如血液）所施加在返回的声学回波上的平均多普勒偏移的方法。通过测量被称作信息包的脉冲序列中的连续声学脉冲之间的平均相位旋转或时间延迟来确定平均多普勒偏移。类似地，能量多普勒(Power Doppler)是一种其中对多普勒信号的强度而不是平均偏移进行映射以形成图像的模式。

最近，引入了一种称为谐波成像的成像模式。在这种方法中，超声脉冲如传统的 B 模式成像方式一样发射到身体内。使用滤波技术

以谐波频率检测信号，而不是以与原始脉冲相同的频率检测返回的声学回波。然后，通过传统的方式对这些检测到的信号之强度进行映射。因为这些信号通常是组织的非线性传播特性的函数，因此可以观察到不同的解剖特征，而且对比度也比较好。

在最近出版的“*Proceedings SPIE Medical Imaging 2001*”中，由 Nightingale, Soo, Nightingale, Pvalmeri 和 Trahey 所作的题目为“Investigation of Real-time Remote Palpation Imaging”的论文中描述了一个实验，在该实验中，首先利用传统的超声脉冲对组织进行声透射，然后记录与返回的声学回波相关联的射频信号。接下来，利用组织中的力所产生的连续（即相对长的）声波（ $120-300\text{W}/\text{cm}^2$ ）对组织进行声透射。接着，使用原始超声脉冲和第二超声脉冲之间的射频互相关技术检测由这种力所引起的组织位移。可观察到由这种合成力所致的位移达到 30 微米。通常在 5ms 内获得最大位移。组织位移与 B 模式图像解剖结构具有很好地相关性。位移的数量和恢复时间可以与传播介质的硬度特性相关。

这种位移现象可以根据物理中的波传播来解释。当波穿过介质时，无论它是声波还是电磁波，其不仅携带能量（E）而且携带动量（P）。但是，当声波传播进入组织中时，能量由于非弹性传输过程而被吸收。与这种能量损失相伴的是动量的相当变化。当能量从声学界面处反射时，也可以发生这种动量变化。这可以是一种弹性过程。

根据牛顿定律，这种动量变化向传播路径中的不同组织体元上施加力（ $dP/dt = F$ ）。这种力反过来使得极小的组织体元发生移动， $F = \text{质量} \times \text{加速度}$ 。移动的程度是材料硬度以及局部吸收的函数

发明概述

在本发明最简单的形式中，其可以使用类似与前面在多普勒成像中使用的算法和硬件来显示身体部位的移动图像。在本发明中，不仅

反射发射到目标的超声信号，用于根据反射形成目标图像，而且通过合理地选择发射信号的强度，当信号发射到目标上时，所研究的身体组织发生变形或移动，以测量由于超声波传播所产生的位移。成像这种所研究的身体组织的变形或移动，并且这种所研究的身体组织的变形或移动表示身体组织的机械硬度。

根据本发明构造的用于表示身体组织机械硬度特性的设备包括发射装置，用于（a）发射第一超声脉冲到身体目标，所述第一超声脉冲具有足够使目标发生变形的第一声强，以及（b）随后发射第二超声脉冲到身体目标，所述第二超声脉冲具有足够使目标发生变形的第二声强，所述第二声强不同于所发射的第一超声脉冲的第一声强。该设备也包括接收装置，用于（a）接收所发射的第一超声脉冲来自目标的反射并形成第一信号，所述第一信号表示在所发射的第一超声脉冲引起目标变形之后的目标位置，并且（b）随后接收所发射的第二超声脉冲来自目标的反射，并形成第二信号，所述第二信号代表所发射的第二超声脉冲引起目标变形之后的目标位置。该设备进一步包括指示装置，其响应所述第一信号和第二信号，用于指示由所发射的第二超声脉冲而引起的目标变形相对于由所发射的第一超声脉冲而引起目标变形的变化。

根据本发明的一种用于指示身体组织机械硬度特性的方法包括以下步骤：发射第一超声脉冲到身体目标，所述第一超声脉冲具有足够使目标发生变形的第一声强；接收所发射的第一超声脉冲来自目标的第一反射；发射第二超声脉冲到身体，所述第二超声脉冲具有足够使目标发生变形的第二声强，所述第二声强不同于所发射的第一超声脉冲的第一声强；以及接收所发射的第二超声脉冲来自目标的第二反射。该方法也包括以下步骤：从所述第一反射形成由所发射的第一超声信号所引起的目标变形的第一变形指示；从所述第二反射形成由所发射的第二超声信号所引起的目标变形的第二变形指示；以及从所述

第一变形指示和所述第二变形指示形成由所发射的第二超声脉冲引起的目标变形相对于由所发射的第一超声脉冲引起的目标变形的指示。

应当理解，前面对于本发明的一般描述以及下面对于本发明的详细描述都是示例性的，而并不是用于限制本发明。

附图的简单描述

通过结合附图阅读以下详细描述可以更好地理解本发明。

图 1 是根据本发明构造的用于指示身体组织机械硬度特性的设备之第一实施例的方框图。

图 2 是根据本发明构造的用于指示身体组织机械硬度特性的设备之第二实施例的方框图。

本发明的详细描述

参见图 1，根据本发明构造的用于指示身体组织机械硬度特性的设备之第一实施例包括发射装置，用于向身体目标发射第一超声脉冲，其中第一超声脉冲具有足够使目标发生变形的第一声强；以及用于随后向身体目标发射第二超声脉冲，其中第二超声脉冲具有足够使目标发生变形的第二声强，并且第二声强不同于第一声强。对于本发明图 1 所示的实施例，这种发射装置包括脉冲发生器 10 和换能器 12。脉冲发生器 10 作为超声脉冲的能量源。超声脉冲被传导到换能器 12，并且又如声学波形 14 所示发射到身体中的目标上。

应当理解，本发明可以涉及发射两个以上的超声脉冲。优选地，可以发射一超声脉冲序列，并且所述序列中的任意两个都可以看作所发射的第一超声脉冲和所发射的第二超声脉冲。

根据本发明，正如从下面提供的说明中所能理解的，连续发射的超声脉冲的声强是不同的，以便确定所发射的第一超声脉冲引起的目

标变形和所发射的第二超声脉冲引起的目标变形（即两个连续发射的超声脉冲）所产生的目标之相对变形。这可以通过将所发射的第二声脉冲的声强设置为大于或者小于所发射的第一超声脉冲的声强仅仅两个不同的声强水平或者三个或更多声强水平来实现。

根据本发明构造的用于指示身体组织机械硬度特性的图 1 所示设备也包括接收装置，用于接收第一超声脉冲来自目标的反射并形成第一信号，第一信号表示在由第一超声脉冲引起目标变形之后的目标位置，以及用于随后接收第二超声脉冲来自目标的反射并形成第二信号，第二信号表示在由第二超声脉冲引起目标变形之后的目标位置。波形 14 也代表来自目标的超声信号的反射。对于本发明图 1 所示的实施例，这种接收装置包括换能器 12。由换能器 12 将所发射的第一和第二超声脉冲来自目标的反射分别转换为电信号。

通过换能器 12 从所发射的第一和第二超声脉冲来自目标的反射形成的电信号是低电平，以及如本发明图 1 实施例所示，通过时间增益补偿放大器 16 放大这些电信号。因为当超声脉冲穿过组织传播时能量被吸收，所以时间增益补偿放大器 16 的增益随着时间而增加，该时间与反射从体内返回之增加的深度相对应。这平衡了返回之电信号的幅度，使得这些信号与反射从体内返回的深度相对独立。

如图 1 所示，然后由带通滤波器 18 对每个反射的放大信号进行滤波，以除去在返回之反射的频率范围之外的不需要的电信号，这提高了信噪比。

在本发明图 1 的实施例中，然后，代表所接收的由换能器 12 分别发射的第一和第二超声脉冲之反射的信号传送到采样保持电路 20，采样保持电路 20 在给定的时刻保持信号电压。该电压通过模数转换器 22 由模拟信号转换为数字信号。由模数转换器 22 形成的数字信号序列分别代表所接收的由换能器 12 发射的第一和第二超声脉冲的反射。采样保持电路 20 在时间上足够快地（达到或超过尼奎斯特速率）

执行采样，以用数字形式记录保持在由所发射的第一和第二超声脉冲的反射所形成的原始模拟信号中的信息。还应当注意，现代的模数转换可能不需要包括采样保持电路。

根据本发明构造的用于指示身体组织机械硬度特性的图 1 所示设备还包括指示装置，其响应第一信号和第二信号，用于指示所发射的第二超声脉冲引起的目标变形相对于所发射的第一超声脉冲引起的目标变形的变化，其中第一信号表示所发射的第一超声脉冲引起的目标变形之后的目标位置和第二信号表示所发射的第二超声脉冲引起的目标变形之后的目标位置。对于本发明图 1 所示的实施例，这种指示装置包括移位装置，用于使表示所发射的第一脉冲或所发射的第二脉冲引起的目标变形之后的目标位置的两个信号其中之一信号的选定波形部分发生移位，直到在所选定部分和其它信号波形的相应部分之间实现最大重合。

特别是，对于本发明图 1 所示的实施例，评估装置 24 包括一电路，该电路首先存储表示由换能器 12 发射的第一超声脉冲之反射的数字信号和表示由换能器 12 发射的第二超声脉冲之反射的数字信号（即代表连续发射的超声脉冲的反射的数字信号）。然后，评估装置 24 的电路选择从波形的起始处开始的所发射的第一超声脉冲之反射的波形的一小部分（可能是 8 到 32 个采样长度），并将它与所发射的第二超声脉冲之反射的波形的相应部分进行比较。因为目标位置的轻微移动是可以预料的，所以评估装置 24 在期望位置附近选择波形部分，直到达到最大的匹配。在数学上，这称为互相关法，并且本发明图 1 所示的实施例可以作为以互相关法为特征的实施例。需要注意，调整代表反射的数字信号的增益，以在执行互相关运算之前补偿所发射的超声脉冲的声强差。

信号位置的差异（即从波形部分的起始点到产生最大波形相关的点的移动程度）对应于为该部分所产生的目标位移。然后，记录这种

延迟或移动。这个过程重复进行，使由换能器 12 所发射的第一超声脉冲之反射的每个连续波形部分与由换能器 12 所发射的第二超声脉冲之反射的相应波形部分通过互相关法在每个连续部分进行比较。

通过这种方式，评估装置 24 形成代表所选定波形部分中的相对移位的信号，以获得这些波形选定部分的最大重合。该信号驱动指示装置的显示器 26 以显示目标图像及目标变形。特别地，获得由评估装置 24 形成的信号的幅度，以作为由换能器 12 发射的第一超声脉冲之反射形成的第一信号和由换能器 12 发射的第二超声脉冲之反射形成的第二信号的平均值，并用于提供传统的 B 模式超声图像。类似地，移位量用于形成一个指示硬度的变形图像。因为在由换能器 12 发射的第一超声脉冲和由换能器 12 发射的第二超声脉冲之间的力差分与所发射的两个脉冲之间的声强之差值是线性相关的，所以调整实际的硬度测量，以补偿当脉冲穿过组织由于声能量吸收引起的力差大小的减小。

需要注意，由评估装置 24 产生的表示波形选定部分的相对移位以获得选定部分的最大重合的信号也能够驱动以数字或模拟形式指示目标变形的测量器。

参见图 2，根据本发明构造的用于指示身体组织机械硬度特性的设备的第一实施例包括发射装置，用于向身体目标发射第一超声脉冲，其中第一超声脉冲具有足够使目标发生变形的第一声强；以及用于随后向身体目标发射第二超声脉冲，其中第二超声脉冲具有足够使目标发生变形的第二声强，第二声强不同于第一声强。对于本发明图 2 所示的实施例，这种发射装置包括脉冲发生器 30 和换能器 32。脉冲发生器 30 作为超声脉冲的能量源，超声脉冲被传导到换能器 32，并且又如声学波形 34 所示发射到身体中的目标上。

如本发明图 1 的实施例一样，换能器 32 可以发射两个以上的超声脉冲。优选地，发送一个超声脉冲序列，所述序列中的任意两个被

看作是所发射的第一超声脉冲和所发射的第二超声脉冲。

如本发明图 1 的实施例一样,连续发射的超声脉冲的声强是不同的,以便确定所发射的第一超声脉冲引起的目标变形和所发射的第二超声脉冲引起的目标变形(即两个连续发射的超声脉冲)所产生的目标之相对变形。这可以通过将所发射的第二声脉冲的声强设置为大于或者小于所发射的第一超声脉冲的声强仅仅两个不同的声强水平或者三个或更多声强水平来实现。

按照本发明构造的用于指示身体组织的机械硬度特性的图 2 所示设备也包括接收装置,用于接收第一超声脉冲来自目标的反射并形成第一信号,第一信号表示在由第一超声脉冲引起目标变形之后的目标位置,以及用于随后接收第二超声脉冲来自目标的反射并形成第二信号,第二信号表示在由第二超声脉冲引起目标变形之后的目标位置。波形 34 也代表来自目标的超声信号的反射。对于本发明图 2 所示的实施例,这种接收装置包括换能器 32。由换能器 32 将所发射的第一和第二超声脉冲来自目标的反射分别转换为电信号。

如本发明图 2 实施例所示,通过换能器 32 从所发射的第一和第二超声脉冲来自目标的反射形成的电信号是低电平,以及通过时间增益补偿放大器 36 放大这些电信号。因为当超声脉冲穿过组织传播时能量被吸收,时间增益补偿放大器 36 的增益随着时间而增加,该时间与反射从体内返回的增加深度相对应。这平衡了返回的电信号的幅度,使得所述信号相对独立于反射从体内返回的深度。

如图 2 所示,然后分离放大的信号,并且被分离的信号的分量分别进入混频器 38 和 40。混频器 38 和 40 将代表原始返回之反射的射频波形转换为两个基带信号,所述两个基带信号的相位与混频器的正交基准信号 $\cos(2\pi f_0 t)$ 和 $\sin(2\pi f_0 t)$ 同相,这些同相和正交的信号记为 $I(t)$ 和 $Q(t)$ 。

对于本发明图 2 所示的实施例,同相和正交的信号之每一个分别

通过滤波器 42 和 44，以除去返回之反射的频率范围之外的不需要的电信号，这提高了信噪比。

在本发明图 2 中的实施例中，同相和正交的信号然后分别传递给在给定的时刻保持信号电压的采样保持电路 46 和 48。这些电压通过模数转换器 50 和 52 分别由模拟信号转换为数字信号。由模数转换器 50 和 52 产生的数字信号序列 $I(t)$ 和 $Q(t)$ 分别代表所接收的由换能器 12 发射的第一和第二超声脉冲的反射。采样保持电路 46 和 48 足够快地执行采样（达到或超过尼奎斯特速率），以用数字形式记录包含在所发射的第一和第二超声脉冲之反射所形成的原始模拟信号中的信息。这些序列记为

$$I_1(n)Q_1(n) \text{ 和 } I_2(n)Q_2(n)$$

其中：

下标分别表示所发射的第一超声脉冲和所发射的第二超声脉冲，以及

变量 n 表示在时间上的特定采样。

需要注意的是，现代的模数转换器可以不需要采样保持电路。而且，应当注意，数字同相和数字正交形式的信号能够在进入模拟混频器之前从原始信号的数字表示直接产生。这可以不需要使用这些混频器部件。

根据本发明构造的用于指示身体组织机械硬度特性的图 2 所示设备还包括指示装置，其响应第一信号和第二信号，用于指示所发射的第二超声脉冲引起的目标变形相对于所发射的第一超声脉冲引起的目标变形的变化，其中第一信号表示所发射的第一超声脉冲引起的目标变形之后的目标位置和第二信号表示所发射的第二超声脉冲引起的目标变形之后的目标位置。对于本发明图 2 所示的实施例，这种指示装置包括确定装置，用于确定第一信号相对于一基准信号的相位以及第二信号相对于同一基准信号的相位，其中第一信号表示所发射

的第一超声脉冲引起的目标变形之后的目标位置和第二信号表示所发射的第二超声脉冲引起的目标变形之后的目标位置。本发明图 2 的实施例可以作为以相位差为特征的实施例。

特别地，对于本发明图 2 所示的实施例，可以看到：在任意指定时刻表示由所发射的第一超声脉冲引起的目标变形之后的目标位置的第一信号之波形和表示由所发射的第二超声脉冲引起的目标变形之后的目标位置的第二信号之波形之间的相位差由下式给出：

$$\Delta = \arctan([I_1(n)Q_2(n) - Q_1(n)I_2(n)]/[I_1(n)I_2(n) + Q_1(n)Q_2(n)])$$

其中：

Δ 代表相位差，并且

其余的参数表示同相和正交的信号分量。

因为这种相位差是混频器参考信号(f_0)的波长的一部分，所以距离上的移位用下式确定：

$$\text{移位} = \Delta C / 2\pi f_0$$

其中：C 是声音在介质中的速率。

在本发明图 2 所示的实施例中，评估装置 54 形成表示第一信号与第二信号之间相位差的信号，用于驱动显示器 56 显示目标图像和目标变形，其中第一信号表示由所发射第一超声脉冲引起的目标变形之后的目标位置以及表示第二信号表示由所发射的第二超声脉冲引起的变形之后的目标位置。特别地，评估装置 54 确定所述的相位差，并且用该相位差乘以 C 除以 2π 乘以混频器参考信号的频率 (f_0) 得到的比值。需要注意，调整表示反射的数字信号的增益，以补偿在执行相位差估计运算之前所发射的超声脉冲在声强上的差异。

另外应当注意，由评估装置 54 所产生的表示第一信号与第二信号之间相位差的信号也可以用于驱动以模拟或数字形式指示目标变形的测量器，其中第一信号表示由所发射第一超声脉冲引起的目标变形之后的目标位置以及表示第二信号表示由所发射的第二超声脉冲

引起的变形之后的目标位置。

虽然上面参考某些特定的实施例对本发明作了示例说明和描述，但本发明并不局限于这里所示的详细说明。当然，在不脱离本发明精神的情况下，在本发明权利要求的等效范围内可以详细做出各种修改。

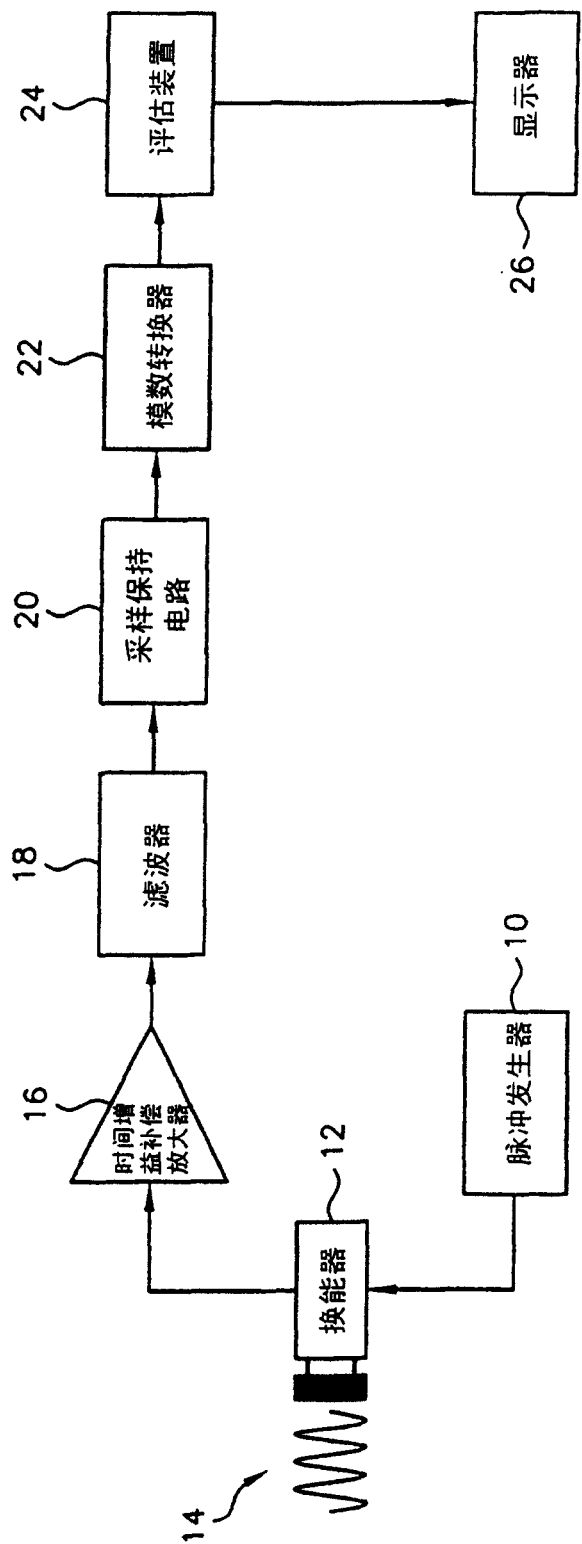


图1

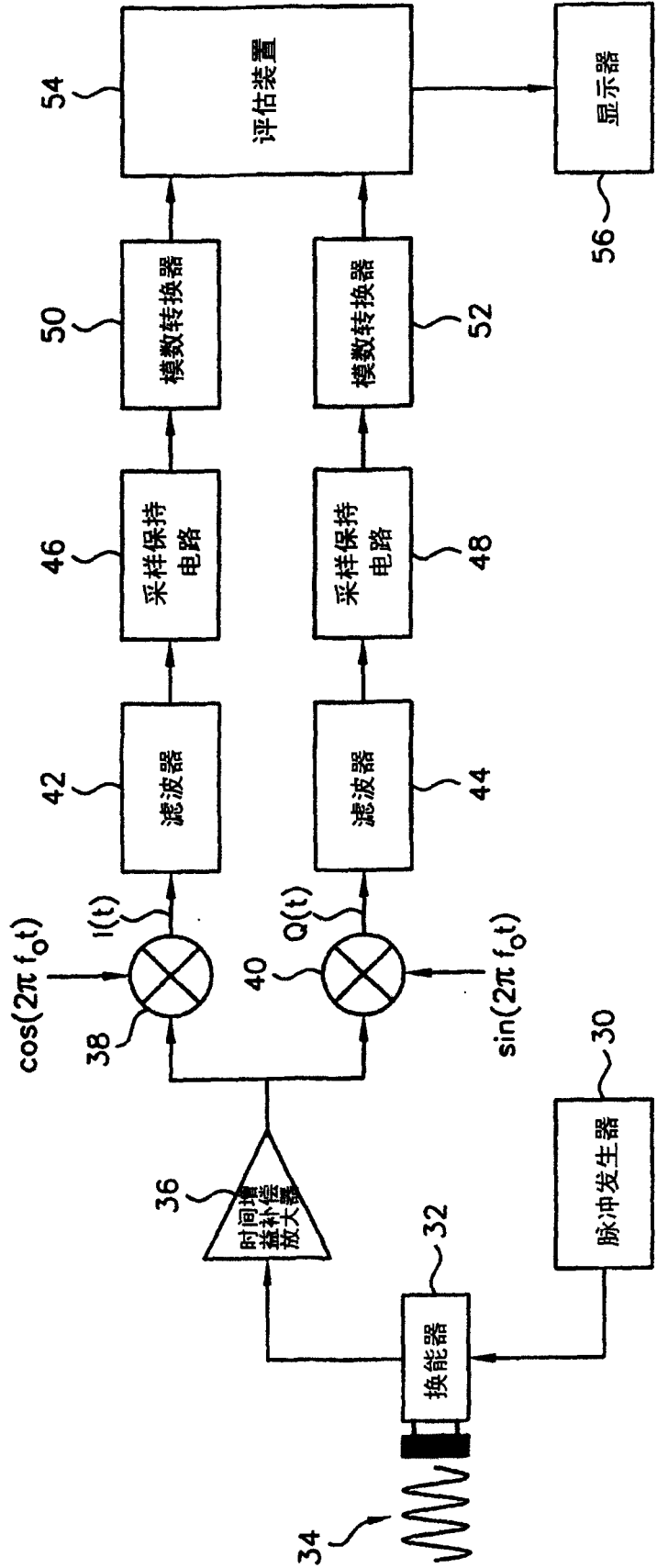


图2

专利名称(译)	用于指示身体组织机械硬度特性的设备和方法		
公开(公告)号	CN1571649A	公开(公告)日	2005-01-26
申请号	CN02820692.4	申请日	2002-10-16
[标]发明人	理查德布鲁斯贝尔纳迪		
发明人	理查德·布鲁斯·贝尔纳迪		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/14 G01S7/52 G01S15/89 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/14 A61B8/08 G01S7/52038 G01S15/8979 G01S7/52028 G01S7/52042 A61B5/0048		
代理人(译)	夏青		
优先权	09/978876 2001-10-17 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种用于指示身体组织的机械硬度特性的设备和方法，其中采用多普勒成像技术。超声信号被发射到目标并被反射，还通过适当地选择所发射的信号强度，以便由反射对目标形成图像，当所发射的信号施加到目标上时，使被研究的身体组织发生变形或移动。该被研究的身体组织的变形或移动被成像，并表示该身体组织的机械硬度。

