



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106037796 A

(43)申请公布日 2016.10.26

(21)申请号 201610338551.8

(22)申请日 2016.04.15

(30)优先权数据

14/688965 2015.04.16 US

(71)申请人 美国西门子医疗解决公司

地址 美国宾夕法尼亚州

(72)发明人 范列湘 Y·拉拜德

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 孙鹏 刘春元

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

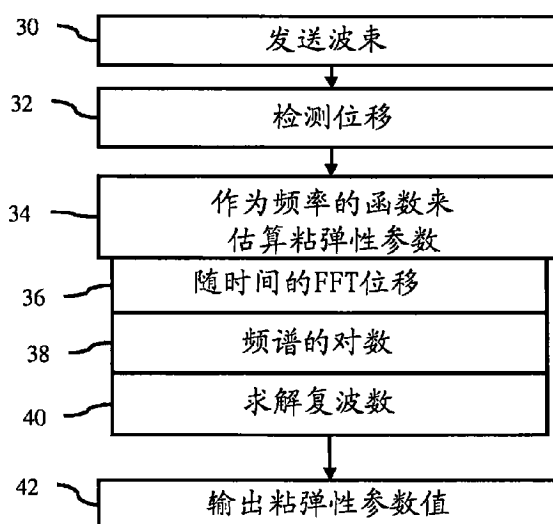
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

量化的粘弹性超声成像

(57)摘要

量化的粘弹性超声成像。由超声成像系统将粘度包括在量化中。针对经受剪切或其它波的不同位置中的每个来确定(36,38)作为时间的函数的位移的频谱的对数。使用作为位置的函数的对数进行求解(40)提供复波数。根据复波数确定(34)各种粘弹性参数,例如损耗模量和储能模量。



1. 一种用于粘弹性超声成像中的量化的方法,所述方法包括:
利用超声系统测量(30,32)患者内的组织响应于脉冲激励的在第一位置处随时间的位移;
利用超声系统测量(30,32)患者内的组织响应于脉冲激励的在第二位置处随时间的位移;
通过处理器(18)针对在第一和第二位置中每个来对随时间的位移进行时间上的傅立叶变换(36),
通过处理器(18)计算(38)变换(36)的结果的对数;
通过所述处理器(18)根据所述结果的对数对复波数进行求解(40);
利用复波数确定(34)频率相关的粘弹性参数的值;以及
将用于组织的值输出(42)到显示器。
2. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:
将声激励发送(30)到患者中,所述脉冲激励包括所述声激励;
其中测量(30,32)位移包括利用超声重复扫描第一和第二位置。
3. 如权利要求1所述的方法,其中,测量(30,32)第一和第二位置处的位移包括:将超声发送(30)到组织,并从所述发送(30)接收反射,多次执行超声的发送(30)和接收,并从多次接收来根据反射检测(32)所述位移。
4. 如权利要求1所述的方法,其中测量(30,32)包括测量(30,32)由脉冲激励产生的剪切波所引起的第一和第二位置处的位移。
5. 如权利要求1所述的方法,其中,测量(30,32)第一和第二位置处随时间的位移包括测量(30,32)在脉冲激励之后的位移。
6. 如权利要求1所述的方法,其中,确定(34)所述值包括确定(34)储能模量、损耗模量、剪切模量、粘度或其组合。
7. 如权利要求1所述的方法,其中,确定(34)用于频率相关的粘弹性参数的值包括确定(34)为一系列不同频率的函数。
8. 如权利要求1所述的方法,其中,确定(34)包括利用位移随时间的振幅和相位两者进行确定(34)。
9. 一种非临时性计算机可读存储介质,具有存储在其中的表示由编程的处理器(18)可执行的指令的数据,以用于在粘弹性超声成像中进行量化,所述存储介质包括指令,以用于:
确定(32)作为时间的函数的患者中的组织位移;
根据组织位移估算(34)作为频率的函数的损耗模量、储能模量或两者;以及
输出(42)损耗模量、储能模量或者两者。
10. 如权利要求16所述的非临时性计算机可读存储介质,其中,确定(32)包括对于多个位置中的每个确定(32)作为时间的函数的组织位移,并且其中估算(34)包括对于所述位置,根据作为时间的函数的组织位移的对数谱进行估算(34)。
11. 如权利要求16所述的非临时性计算机可读存储介质,其中确定(32)包括对于多个位置中的每个确定(32)作为时间的函数的组织位移,并且其中估算(34)包括对于位置来作为组织位移的相位和振幅的函数进行估算(34)。

12. 一种用于粘弹性超声成像中的量化的系统,所述系统包括:

换能器(14),其被配置成将声脉冲激励发送到患者中,并被配置成利用超声扫描患者的区域;

接收波束成形器(16),其被配置成生成表示所述区域在声脉冲激励之后不同时间的数据,由用超声进行的扫描生成所述数据;

处理器(18),其被配置成估算由声脉冲激励所引发的组织位移,并从区域中的不同位置来根据组织位移的振幅和相位计算粘弹性质,以及

显示器(20),其被配置成显示表示粘弹性质的图像。

13. 如权利要求19所述的系统,其中处理器(18)被配置成针对位置来作为随时间的组织位移的对数谱进行计算。

量化的粘弹性超声成像

背景技术

[0001] 本实施例涉及超声成像。具体地,改进了超声粘弹性成像。

[0002] 若干商业超声系统提供组织硬度的量化值或图像,例如使用剪切波成像测量硬度。通过假设所述组织是纯弹性(即,假设可忽略粘度)对硬度进行估算。使用不同的方法来测量硬度。甚至在假设组织是纯弹性的同时,这些不同的方法也可以强调剪切波频谱的不同频带。例如,一些方法找到由剪切波引起的峰值位移,而其它的在位移的导数(derivative)中寻找峰值。导数函数改变被测量的频带。因此,甚至是针对相同的组织,不同的超声系统也为硬度或剪切波参数提供不同的值。此外,人类组织是粘弹性的,所以存在剪切波色散(dispersion)。不同的剪切波频率以不同的速度行进。所述色散由频率相关的储能模量 μ_1 和损耗模量 μ_2 来管理。

发明内容

[0003] 作为介绍,下面描述的优选实施例包括用于粘弹性超声成像量化的方法、指令及系统。通过超声成像系统将粘度包括在量化中。为经受剪切或其它波的不同位置中的每个确定作为时间的函数的位移的频谱的对数(log)。使用作为位置的函数的对数进行求解提供了复波数。根据复波数来确定不同的粘弹性参数,例如损耗模量和储能模量(storage modulus)。

[0004] 第一方面,提供一种用于粘弹性超声成像中的量化的方法。超声系统响应于脉冲激励而在患者内测量组织在第一和第二位置随时间的位移。针对第一和第二位置中的每个,处理器对随时间的位移在时间上(in time)应用傅立叶变换。处理器计算变换的结果的对数,并根据结果的对数求解复波数(complex wavenumber)。使用复波数确定用于频率相关的粘弹性参数的值。用于组织的值被输出到显示器。

[0005] 第二方面,一种具有存储在其中的表示指令的数据的非临时性计算机可读存储介质,所述指令由已编程的处理器可执行以用于粘弹性超声成像中的量化。所述存储介质包括指令,所述指令用于患者内作为时间的函数来确定组织位移、根据组织的位移作为频率的函数来估算损耗模量、储能模量或两者、并且输出损耗模量、储能模量或两者。

[0006] 第三方面,提供一种用于粘弹性超声成像中的量化的系统。换能器被配置成将声脉冲激励发送到患者中,并被配置成利用超声扫描患者的区域。接收波束成形器被配置成生成表示所述区域在声脉冲激励之后不同时间的数据。根据利用超声进行的扫描来生成所述数据。处理器被配置成估算由声脉冲激励所引发的组织位移,并从区域中的不同位置计算组织位移的区域振幅和相位的粘弹性质。显示器被配置成显示表示粘弹性质的图像。

[0007] 本发明由下面的权利要求限定,并且本部分中没有东西应被视为是对那些权利要求的限制。下面结合优选实施例来描述本发明的更多的方面和优点,并且随后可独立地或组合地对其要求保护。

附图说明

[0008] 部件和附图不一定是按比例,而是将重点放在说明本发明的原理上。此外,在附图中,贯穿不同视图,相似的参考数字指定相应的部分。

[0009] 图1是用于粘弹性超声成像中的量化的方法的一个实施例的流程图;

[0010] 图2示出了弹性模体(phantom)中的粘弹性参数的示例曲线图,图3示出了粘弹性体模中的粘弹性参数的示例曲线图,并且图4示出了在患者的肝脏内的粘弹性参数的示例曲线图;

[0011] 图5是粘弹性超声成像中的量化的示例,其中量被确定为频率的函数;以及

[0012] 图6是用于粘弹性成像中的量化的系统的一个实施例的框图。

具体实施方式

[0013] 在量化的粘弹性成像中,在频域中求解剪切波方程。粘弹性波方程由下式给出:

$$[0014] \quad \frac{\delta^2 s(t, x, y, z)}{\delta t^2} - \frac{1}{\rho} \left(\mu_1 + \mu_2 \frac{\delta}{\delta t} \right) \nabla^2 s(t, x, y, z) = 0 \quad (1)$$

$$[0015] \quad \frac{\delta^2 s(t, x, y, z)}{\delta t^2} - \frac{\mu_1}{\rho} \nabla^2 s(t, x, y, z) = 0 \quad (2)$$

$$[0016] \quad v_s = \sqrt{\frac{\mu_1}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{3\rho}} \quad (3)$$

[0017] 其中 $s(t, x, y, z)$ 是粒子位移(m), μ_1 是剪切模量(kPa), μ_2 是剪切粘度(Pa-s), E 是杨氏模量(kPa), v_s 是剪切波速,并且 ρ 是密度(Kg/m³)。剪切模量与储能模量具有已知的关系,并且剪切粘度与损耗模量具有已知的关系。方程1假设应力的分量是应变的分量和它们的一阶时间导数的线性函数。方程1的第二项是粘性项,常常在用超声测量硬度中被忽略。

[0018] 方程1可以被用来估算任何粘弹性参数。通过使用位移的频谱,不忽略粘性项以得到稳定解。在传播剪切波的带宽内估算剪切储能模量、剪切损耗模量、剪切衰减和/或相速度,粘弹性参数的估算可改善超声的诊断能力。

[0019] 图1示出了用于粘弹性超声成像中的量化的方法。所述方法使用随时间的位移的频谱。通过采取从不同的位置的频谱的对数,粘弹性参数可作为频率的函数进行求解,而不使用可能导致有噪声的测量的二阶导数。

[0020] 所述方法由图6的系统或不同的系统实现。超声系统(例如具有换能器和波束成形器的系统)执行发送和检测动作30和32。在动作34中,超声系统的处理器或不同的计算机执行估算,并且动作42的输出至显示器、扬声器或其它设备。不同的部件可执行任何一个或多个所述动作。

[0021] 可以提供另外的、不同的或更少的动作。例如,动作36、38和40表示用于估算的一个示例,但是可以使用其它的动作。在另一示例中,不执行动作30,并且由身体、手动地、使用重击物或通过其它机制来提供压力的源。动作42是可选的。按照所描述或示出的顺序来执行动作,但是可以按照其它顺序来执行。

[0022] 在图1的动作30中,声激励被发送到患者中。声激励充当脉冲激励。例如,发送具有与用于对组织进行成像的B-模式传输相比类似的或更高的功率或峰值振幅水平的400循环的发送波形。在一个实施例中,发送是施加到视场的辐射力序列。可以使用任何声辐射力成像(ARFI)序列。

[0023] 发送由功率、振幅、计时或其它特性来配置,从而引起组织上的应力足以在一个或多个位置使组织位移。例如,发送焦点被接近视场的底部、中心定位,从而引起遍及整个视场的位移。可以针对不同子区域来重复发送。

[0024] 从超声换能器发送激励。所述激励是声能。声能聚焦,从而导致三维声束轮廓(beam profile)。使用相控阵和/或机械聚焦来聚焦激励。所述激励可以在一个维度上未聚焦,例如仰角维度。所述激励被发送到患者的组织中。

[0025] 在动作32中,确定患者中的响应的位移轮廓。例如,针对与剪切波起点 x_0 (即,在焦点处的剪切波起点)间隔的不同位置中的每个来确定作为时间的函数的位移的位移轮廓。所述激励引起组织的位移。剪切波从焦点区域产生并传播。随着剪切波行进通过组织,组织被移位。可使用纵波或位移的其它起因。组织在患者中被强制移动。

[0026] 测量由力或应力所引起的位移。在不同的位置随时间测量所述位移。可在应力或脉冲结束之前,例如使用不同的频率或编码开始所述位移测量。替代地,在脉冲结束之后开始位移测量。因为引起在与应力的点或区域间隔的组织中的位移的剪切波需要时间来行进,所以可以测量从松弛或部分应力状态到最大位移、然后到松弛状态的位移。在停止脉冲时,产生的剪切波从焦点区域行进。随着剪切波经过每个位置,所述位移上升、到达峰值,然后下降。替代地,仅在组织放松时测量位移。

[0027] 测量具有位移的量或幅值。所述组织在任何方向上移动。测量可沿着最大移动的方向。确定运动矢量的幅值。替代地,测量沿着给定的方向,例如垂直于扫描线,而不管组织在其它方向上或多或少被移位。

[0028] 利用超声扫描来检测所述位移。利用超声来扫描区域,例如感兴趣的区域、整个视场、或感兴趣的子区域。对于给定的时间,将超声发送至感兴趣的组织或区域。可使用任何现在已知的或稍后开发的位移成像。例如,使用具有1-5循环、强度小于 $720\text{mW}/\text{cm}^2$ 的脉冲。可以使用具有其它强度的脉冲。

[0029] 接收来自发送的回波或反射。回波被波束成形,并且波束成形数据表示一个或多个位置。可以使用多波束接收(例如,响应于每个测量发送而沿着4、8、16、32或其它数目的线接收)。为检测位移,将超声能量发送至经历位移的组织,并接收能量的反射。可以使用任何发送和接收序列。

[0030] 通过多次执行发送和接收,接收表示一、二或三维区域在不同时间的数据。多次执行发送和接收以确定由于位移引起的变化。通过重复地用超声进行扫描,确定组织在不同时间的位置。

[0031] 使用B模式或多普勒检测来检测回波。根据用于每个空间位置的差异来检测所述位移。例如,从接收到的作为位移的数据检测强度模式中的速度、方差(variance)、移动(例如,斑点跟踪),或其它信息。

[0032] 在使用B模式数据的一个实施例中,来自不同扫描的数据被相关。例如,将当前数据集与参考数据集相关。执行两个数据集之间不同的相对平移和/或旋转。在当前集中识别被集中在参考集中给定位置处的数据子集的位置。

[0033] 参考是第一数据集或是来自另一扫描的数据。相同的参考被用于整个位移检测,或者在进行的或移动的窗口中的参考数据变化。

[0034] 相关是一、二或三维的。例如,使用沿着扫描线离开并朝向换能器的相关。对于二

维扫描,平移是沿着两个轴,具有或不具有旋转。对于三维扫描,平移是沿着三个轴,具有或不具有围绕三个或更少轴的旋转。计算不同偏移位置的每个处的数据的相似性或相关性的水平。具有最大相关的平移和/或旋转表示与和参考进行比较的当前数据相关联的运动矢量或时间的偏移。

[0035] 可以使用任何现在已知的或以后开发的相关,例如交叉相关、模式匹配或绝对差的最小和。组织结构和/或斑点被相关。使用多普勒检测,杂波滤波器使与移动组织相关的信息通过。从多个回波导出组织的速度。所述速度被用来确定朝向或远离换能器的位移。替代地,在不同位置处速度之间的相关或差异可指示应变或移位。

[0036] 来自参考数据的运动矢量随时间的距离的幅值提供了作为时间的函数的位移。分析的时段超过约10毫秒,但是可以更长或更短。

[0037] 在动作34中,估算一个或多个粘弹性参数。例如,估算损耗模量、储能模量或着两者。损耗模量和储能模量分别对应于粘度和剪切模量。在替代的实施例中,储能模量与剪切模量之间和/或损耗模量与粘度之间的已知关系被用来从一个导出另一个。在又一些实施例中,估算剪切模量和/或粘度而不是储能模量和损耗模量。

[0038] 针对一个位置估算用于粘弹性参数的值,例如,用户在超声图像上选择位置。作为响应,输出用于粘弹性参数的值。可估算用于不同位置的值,例如,针对感兴趣的区域中的位置估算,并显示其中像素值被调制为所述值的函数的图像。

[0039] 根据作为时间的函数的组织位移将粘弹性参数估算为频率的函数。对于位置中的每个,根据作为时间的函数的组织位移的对数谱进行估算,而不是使用空间导数。根据跨不同位置的对数谱来确定用于粘弹性参数的值。对于所述位置,所述估算使用组织位移的相位和振幅两者。通过分析位移频谱的振幅和相位信息来估算复波数。可以从复波数获得各种频率相关的粘弹性参数。此估算利用了位移数据的整个可用频谱,而不只是振幅。

[0040] 动作36、38和40表示用于执行动作34的估算的一个示例性实施例。在其它实施例中,提供另外的、不同的或更少的动作。例如,执行动作36,但是不执行动作38和/或40。

[0041] 在动作36中,处理器应用时间上的傅立叶变换。可以使用到频域的任何变换,例如快速傅立叶变换(FFT)。对给定位置的作为时间的函数的位移进行变换。位移轮廓被变换成作为频率的函数的轮廓。处理器计算位移随时间的频谱。

[0042] 针对单独的空间位置计算单独的频谱。对于每个空间位置,对作为时间的函数的位移进行傅立叶变换。对独立于从其它位置位移的每个位置应用傅立叶变换。所述变换为相应的一组位置提供了一组频谱。可以使用任何数目的位置,例如两个或更多。在替代的实施例中,根据多于一个位置处的位移来计算给定的频谱。

[0043] 可以根据频域中的位移来计算复波数以及所得到的粘弹性参数。为了估算频率相关的粘弹性参数,频域中的粘弹性波方程由下式给出:

$$[0044] \quad \frac{\delta^2 s(\omega, x)}{\delta x^2} + h^2 S(\omega, x) = 0 \quad (4)$$

[0045] 其中, $S(\omega, x)$ 是在横向位置 x 处的位移 $s(t, x)$ 的频谱, ω 是角频率,并且 h 是复波数。复波数由下式给出:

$$[0046] \quad h = \left(\frac{\rho \omega^2}{\mu_1(\omega) + i\mu_2(\omega)} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

[0047] 其中, ρ 是组织的密度, i 是虚数分量, 并且 $\mu_1(\omega)$ 和 $\mu_2(\omega)$ 分别是储能模量和损耗模量。可假定或视密度为常数。可以使用任何密度, 例如 1000 kg/m^3 。方程(4)是方程(1)在频域中的一般化(即, 应力的分量是应变的分量及其一阶和/或更高阶时间导数的线性函数)。此一般化导致频率相关的储能和损耗模量。

[0048] 方程5是二阶微分方程, 并且它的解由下式给出:

$$[0049] \quad S(\omega, x) = S_0(\omega, x_0) e^{ih(\omega)x} = S_0(\omega, x_0) e^{-ik(\omega)x} e^{-\alpha(\omega)x} \quad (6)$$

[0050] 其中, $S_0(\omega, x_0)$ 是在横向位置 x_0 (即, 剪切波的起点) 处的位移的频谱, $k(\omega)$ 是波数, 并且 $\alpha(\omega)$ 是衰减系数。参数 $k(\omega)$ 和 $\alpha(\omega)$ 由下式给出:

$$[0051] \quad k(\omega) = -\Re(h(\omega)) \quad (7)$$

$$[0052] \quad \alpha(\omega) = \Im(h(\omega)) \quad (8)$$

[0053] 其中, $\Re$ 是复波数的实部, 并且 $\Im$ 是虚部。

[0054] 在动作38中, 处理器计算变换的结果的对数。为每个频谱确定对数。对于每个位置, 计算作为时间的函数的位移的频率响应的对数。

[0055] 可以使用任何对数。在一个实施例中, 使用自然对数。为了确定复波数, 方程(6)的自然对数被表示为:

$$[0056] \quad \ln(S(\omega, x)) = \ln S_0(\omega, x_0) + ihx \quad (9)$$

[0057] 方程9定义了作为位置 x 的函数的用于每个频率的线。

[0058] 在动作40中, 处理器求解复波数。作为位置的函数的频谱的对数定义了斜率。针对复波数, h 求解方程9, 提供:

$$[0059] \quad h = -i \frac{\delta \ln(S(\omega, x))}{\delta x} \quad (10)$$

[0060] 可以使用找到针对给定频率的斜率的任何解。频谱的对数的第一和第二位置之间的斜率表示复波数。斜率具有虚数分量。

[0061] 在一个实施例中, 处理器对对数应用线性最小二乘拟合。作为位置的函数的频谱的对数的线性最小二乘拟合表示斜率或复波数。在其它实施例中, 使用空间导数来计算复波数。可以使用其它的斜率确定。

[0062] 返回到动作34, 根据复波数估算用于一个或多个频率相关的粘弹性参数的值。因为参数是频率相关的, 所以确定不同频率下的参数的值, 或者确定所期望的或代表性频率的值。

[0063] 可以根据复波数估算任何粘弹性参数, 例如储能模量、损耗模量、剪切模量、粘度、相速度(即, 在一个频率下的速度)、衰减或其组合。通过使用方程5, 处理器将频率相关的储能模量和损耗模量估算为:

$$[0064] \quad \mu_1(\omega) = \rho \omega^2 \Re\left(\frac{1}{h^2}\right) \quad (11)$$

$$[0065] \quad \mu_2(\omega) = \rho \omega^2 \Im\left(\frac{1}{h^2}\right) \quad (12)$$

[0066] 通过使用方程7和8,处理器将频率相关的相速度和剪切波衰减估算为:

$$[0067] \quad c(\omega) = \frac{\omega}{k(\omega)} = \frac{-\omega}{\Re(\omega)} \quad (13)$$

$$[0068] \quad \alpha(\omega) = \Im(h) \quad (14)$$

[0069] 可以使用其它计算来导出针对参数中的任何参数的作为频率的函数的值。方程11-14示出频率相关的粘弹性参数仅由方程10中计算的复波数h产生。

[0070] 图2-4示出了粘弹性参数的估算的示例。图2示出了根据弹性模体计算的参数。图3示出了根据粘弹性模体计算的参数。图4示出了根据患者的肝脏计算的参数。

[0071] 图2-4每个示出了剪切模量(例如,储能模量)(方程11)、剪切粘度(例如,损耗模量)(方程12)、相速度(方程13)和剪切波衰减(方程14)的示例。相速度的曲线图示出了视为粘弹性的相速度。参数的值被示为频率的函数,其本身可帮助诊断。

[0072] 可以确定组值。组值是用于一定频率范围内的参数。例如,计算在一定频率范围内的均值。作为另一示例,计算在一定频率范围内的导数。可以根据不同频率的值来计算其它的函数,例如积分、差分、方差,或者其它统计。可以确定在特定频率和/或频率范围下的粘弹性参数。

[0073] 使用位移随时间的振幅和相位两者来确定粘弹性参数。未使用剪切模量和剪切粘度是独立于频率的假定。未使用模型拟合。粘弹性参数被作为频率的函数进行求解。单个脉冲激励是被需要的全部,因而在没有响应于另外的脉冲激励的信息的情况下估算所述值。单个ARF1推动脉冲足以估算作为频率的函数的粘弹性参数。在替代的实施例中,使用响应于多于一个的脉冲激励的信息来估算一个或多个粘弹性参数的值。

[0074] 在没有空间导数的情况下(例如,在没有二阶空间导数的情况下)执行从位移的测量到所述值的输出的所述值的计算。所有的粘弹性参数可以在没有二阶空间导数的情况下被计算,导致在剪切波成像的低信噪比环境中的更稳定的解。在替代的实施例中,使用空间导数。

[0075] 在动作42中,将一个或多个值输出到显示器。输出用于损耗模量、储能模量、剪切模量、粘度、相速度、衰减或其组合的值。所述一个或多个值用于给定的频率。对于在不同频率下的给定参数,可以输出多个值。可以输出组值,例如来自不同频率的参数的值的组合。

[0076] 输出可以是文本、例如在超声图像上或邻近其的文本。文本可以是字母数字的。图5示出了示例性超声图像。作为对用户在一个位置处放置门的响应,为那个门位置提供作为频率的函数的相速度、损耗模量、储能模量和衰减的图形。所述图形是在不同频率下的粘弹性参数值的图表或电子表格。可以提供另外的、不同的或更少的信息。

[0077] 在另一实施例中,输出一个或多个曲线图。例如,输出图4中示出的一个或多个曲线图。曲线图可以覆盖任何频率范围,例如换能器的带宽内的频率。

[0078] 在其它实施例中,根据一个或多个值生成图像。例如,为多个位置中的每个计算值。用于给定位置的值的解是基于集中在所述位置的核心(kernel)中的频谱。所述核心定义了围绕感兴趣的位置的空间(例如,一维)窗口。通过将所述核心调整到其它位置,为不同的位置计算用于参数的值。可以使用参数的组合或任何一个。可以使用任何给定的频率或组值。值的空间分布被映射到像素值。至少部分地通过粘弹性参数值来调制所述像素。

[0079] 可以使用其它输出。通过输出用于患者的组织的值,可以输出在诊断方面有用的

信息。通过用超声测量位移,可以测量并输出关于患者的感兴趣的组织的粘弹性信息。与采取弹性组织操作的剪切波成像相比,粘弹性成像提供了关于组织力学性能的更多信息。

[0080] 单独地或与其它信息一起输出用于粘弹性参数的值。例如,还输出B模式图像。可以与粘弹性参数值一起输出组织硬度的剪切速度和/或其它电谱法成像。

[0081] 图6示出了用于粘弹性超声成像中的量化的系统10的一个实施例。系统10实现了图1的方法或其它方法。系统10包括发射波束成形器12、换能器14、接收波束成形器16、图像处理器18、显示器20以及存储器22。可以提供另外的、不同的或更少的部件。例如,提供用户输入以用于与系统的用户交互。作为另一示例,提供独立的处理器、例如通用或控制处理器以用于导出位移并计算粘弹性参数。

[0082] 系统10是一种医疗诊断超声成像系统。在替代的实施例中,图像处理器18、显示器20、和/或存储器22是在相同位置处或通过网络分布的用于用超声扫描仪实时或采集后成像的个人计算机、工作站、PACS工作站或其它布置的一部分。

[0083] 发射波束成形器12是超声发射器、存储器、脉冲发生器、模拟电路、数字电路,或者其组合。发射波束成形器12被配置成为多个通道生成具有不同或相关的振幅、延迟和/或相位的波形。在响应于所生成的波形而从换能器14发送声波时,形成一个或多个波束。生成发送波束的序列以扫描二维或三维区域。可以使用扇区、Vector®、线性或其它扫描格式。多次扫描同一区域。对于流动或多普勒成像并且对于剪切成像,使用扫描的序列。在多普勒成像中,在扫描相邻的扫描线之前,所述序列可包括沿着相同扫描线的多个波束。对于剪切成像,可以使用扫描或帧交错(即,在再次扫描之前扫描整个区域)。在替代的实施例中,发射波束成形器12生成平面波或发散波以用于进行更快速的扫描。

[0084] 同一发射波束成形器12产生脉冲激励或电波形来产生声能以引起位移。在替代的实施例中,提供不同的发射波束成形器以产生脉冲激励。发射波束成形器12引起换能器14产生高强度聚焦的超声波形。

[0085] 换能器14是用于从电波形产生声能的阵列。对于阵列,相对的延迟聚焦所述声能。给定所述延迟,给定的发送事件对应于由不同元件在大致相同时间的声能的发送。发送事件提供超声能量的脉冲以用于使组织移位。脉冲为脉冲激励。脉冲激励包括具有多个循环(例如,500个循环)的波形,但是其在相对短的时间内发生以引起在较长时间上的组织位移。

[0086] 换能器14是压电或电容膜元件的1,1.25,1.5,1.75或2维阵列。换能器14包括用于在声能和电能之间转换的多个元件。作出对超声能量(回波)撞击在换能器14的元件上的响应而生成接收信号。所述元件与发射和接收波束成形器12、16的通道连接。替代地,使用具有机械聚焦的单个元件。

[0087] 接收波束成形器16包括具有放大器、延迟器和/或相位旋转器、以及一个或多个加法器的多个通道。每个通道与一个或多个换能器元件连接。接收波束成形器16是由硬件或软件配置的,以响应于每个成像发送来施加相对延迟、相位和/或旁瓣缩减法(apodization)从而形成一个或多个接收波束。对于来自用来使组织移位的脉冲激励的回波,可以不发生接收操作。接收波束成形器16使用接收信号来输出表示空间位置的数据。来自不同元件的信号的对延迟和/或相位以及求和提供了波束形成。在替代的实施例中,接收波束成形器16是用于使用傅立叶或其它变换生成样本的处理器。

[0088] 接收波束成形器16可以包括滤波器,例如用于在相对于发送频带的二次谐波或其它频带下隔离信息的滤波器。此类信息可以更可能包括希望的组织、造影剂、和/或流信息。在另一实施例中,接收波束成形器16包括存储器或缓冲器和滤波器或加法器。两个或更多接收波束被组合从而在期望的频带(例如二次谐波、三次基波或其它频带)下隔离信息。

[0089] 与发射波束成形器12相协调,接收波束成形器16产生表示在不同时间下的区域的数据。在声脉冲激励之后,接收波束成形器16产生表示随时间的不同的线或位置的波束。通过用超声扫描感兴趣的区域,生成数据(例如,波束成形的样本)。

[0090] 接收波束成形器16输出表示空间位置的波束求和数据。输出用于单个位置、沿着线的位置、区域的位置、或体积的位置的数据。可提供动态聚焦。所述数据可以用于不同的目的。例如,针对B模式或组织的数据执行与针对位移相比不同的扫描。替代地,B模式数据还被用来确定位移。作为另一示例,用一系列共享扫描来执行粘弹性参数计算和剪切成像的数据,并且分开地或使用相同数据中的一些来执行B模式或多普勒扫描。

[0091] 图像处理器18为B模式检测器、多普勒检测器、脉冲波多普勒检测器、相关处理器、傅立叶变换处理器、专用集成电路、通用处理器、控制处理器、图像处理器、现场可编程门阵列、数字信号处理器、模拟电路、数字电路、其组合,或用于从波束形成的超声样本检测并处理信息以进行显示的其它现在已知或以后开发的设备。在一个实施例中,处理器18包括一个或多个检测器和分开的处理器。所述分开的处理器为控制处理器、通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路、现场可编程门阵列、网络、服务器、处理器组、数据路径、其组合或用于确定位移并计算粘弹性的其它现在已知或以后开发的设备。例如,所述分开的处理器由硬件和/或软件配置以执行图1中所示的一个或多个动作34-42的任何组合。

[0092] 处理器18被配置成估算由声脉冲激励引发的组织位移。使用相关、跟踪、运动检测、或其它位移测量来估算组织的位置的运动的量。通过一个时段多次执行估算,例如从组织由于脉冲而移动之前到组织已大部分或完全返回到松弛状态(例如,从由脉冲激励所引起的应力恢复)之后。对于多个位置中的每个,处理器18作为时间的函数来估算组织位移。

[0093] 处理器18被配置成计算粘弹性。使用从区域中不同位置的组织位移的振幅和相位。通过针对位置来计算随时间的组织位移的对数谱,处理器18确定复波数。根据复波数计算用于一个或多个粘弹性参数的一个或多个值。复波数表示作为频率的函数的剪切波,从而允许将粘弹性参数确定为频率的函数。

[0094] 处理器18依照存储在存储器22或另一存储器中的指令进行操作,以用于在粘弹性超声成像中进行量化。存储器22为非临时性计算机可读存储介质。用于实现本文所讨论的过程、方法和/或技术的指令被提供在计算机可读存储介质或存储器(例如高速缓存、缓冲器、RAM、可移动介质、硬盘驱动器或其它计算机可读存储介质)上。计算机可读存储介质包括各种类型的易失性和非易失性存储介质。响应于存储在计算机可读存储介质中或上的一个或多个指令集来执行附图中所示出的和本文所描述的功能、动作或任务。所述功能、动作或任务与指令集、存储介质、处理器或处理策略的特定类型无关,并且可通过软件、硬件、集成电路、固件、微代码等单独地或组合地进行操作来执行。同样地,处理策略可包括多处理、多任务、并行处理等。在一个实施例中,指令被存储在用于由本地或远程系统读取的可移除介质设备上。在其它实施例中,指令被存储在通过计算机网络或在电话线上传送的远程位置中。在又一些实施例中,指令被存储在给定的计算机、CPU、GPU或系统内。

[0095] 显示器20为CRT、LCD、放映机、等离子体或用于显示二维图像或三维表示的其它显示器。显示器20由处理器18或其它设备通过输入被显示为图像的信号配置。显示器20显示表示一个或多个位置的粘弹性质的图像。图像以任何方式表示粘弹性质,例如测试、图表或在感兴趣区域或整个图像中的像素的调制。

[0096] 虽然上面已经参考各种实施例描述了本发明,但是应当理解,可在不脱离本发明的范围的情况下进行许多变化和修改。因此,本文旨在将前述详细描述视为说明性的而非限制性的,并且应当理解是意在下面的权利要求(包括所有的等同物)来限定本发明的精神和范围。

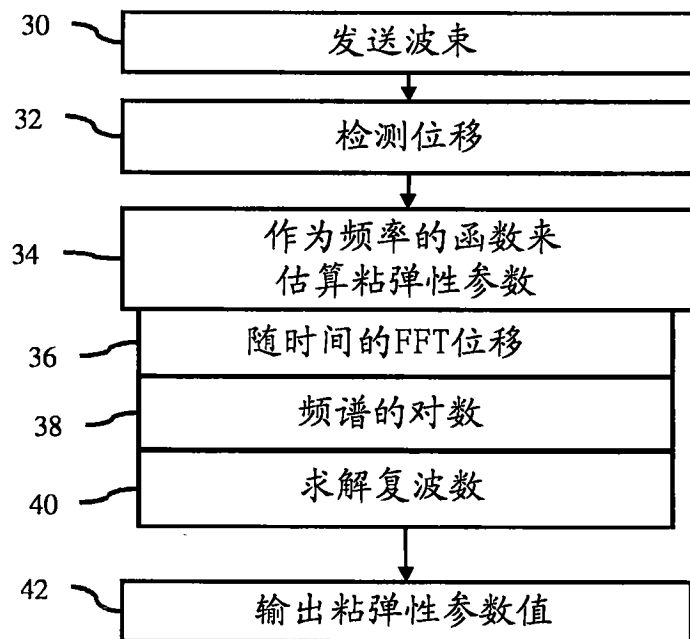


图1

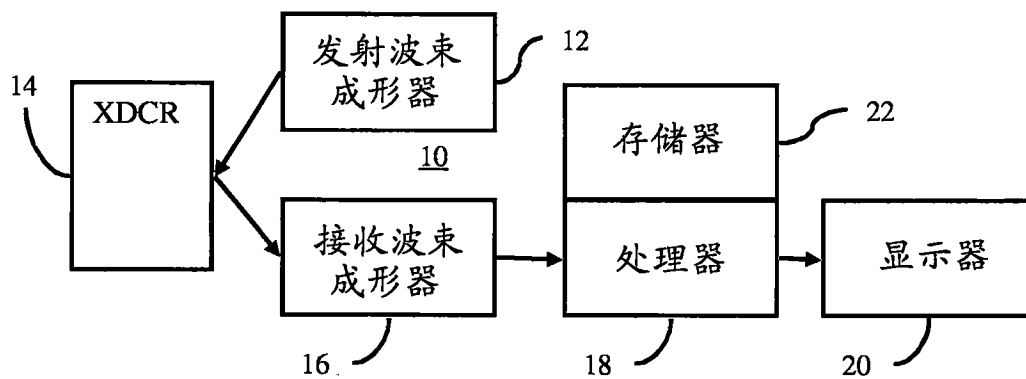


图6

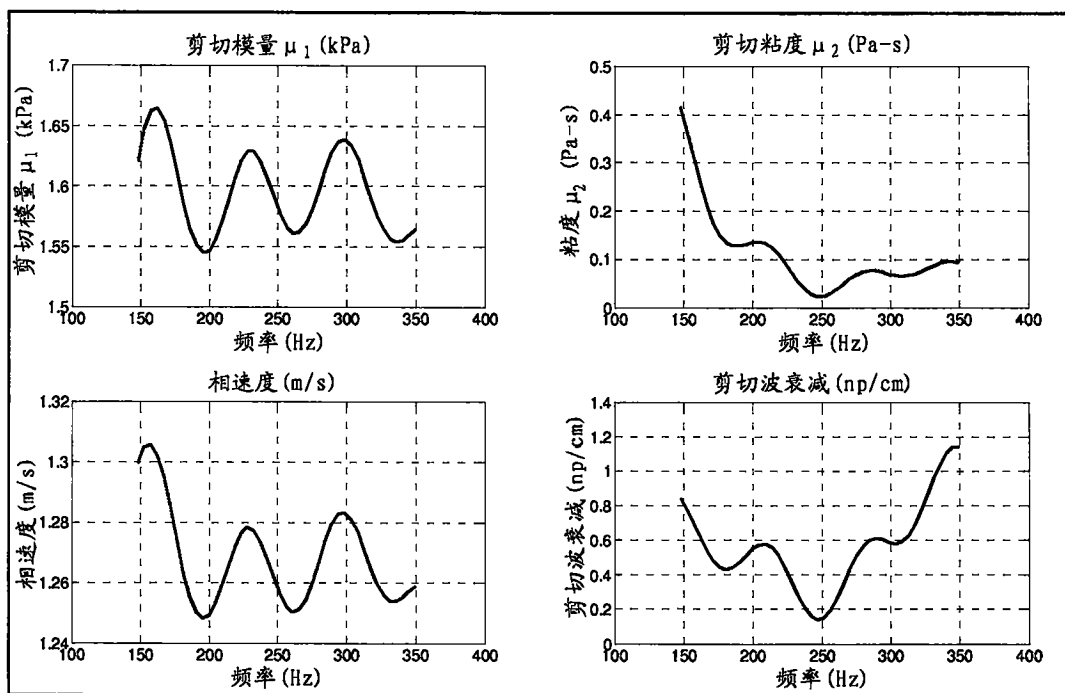


图2

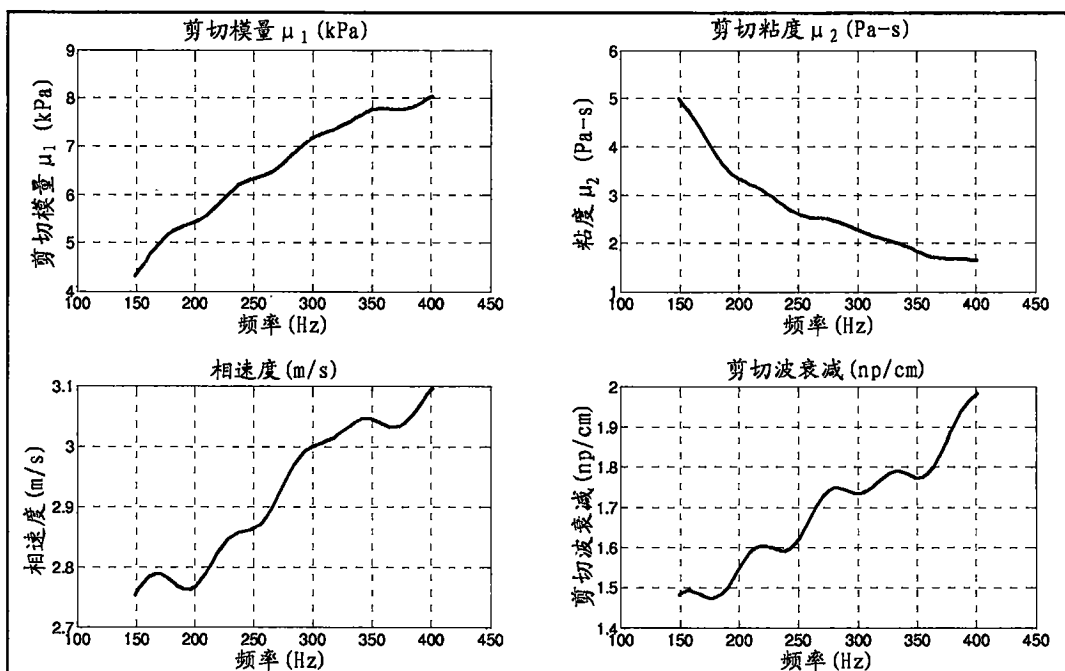


图3

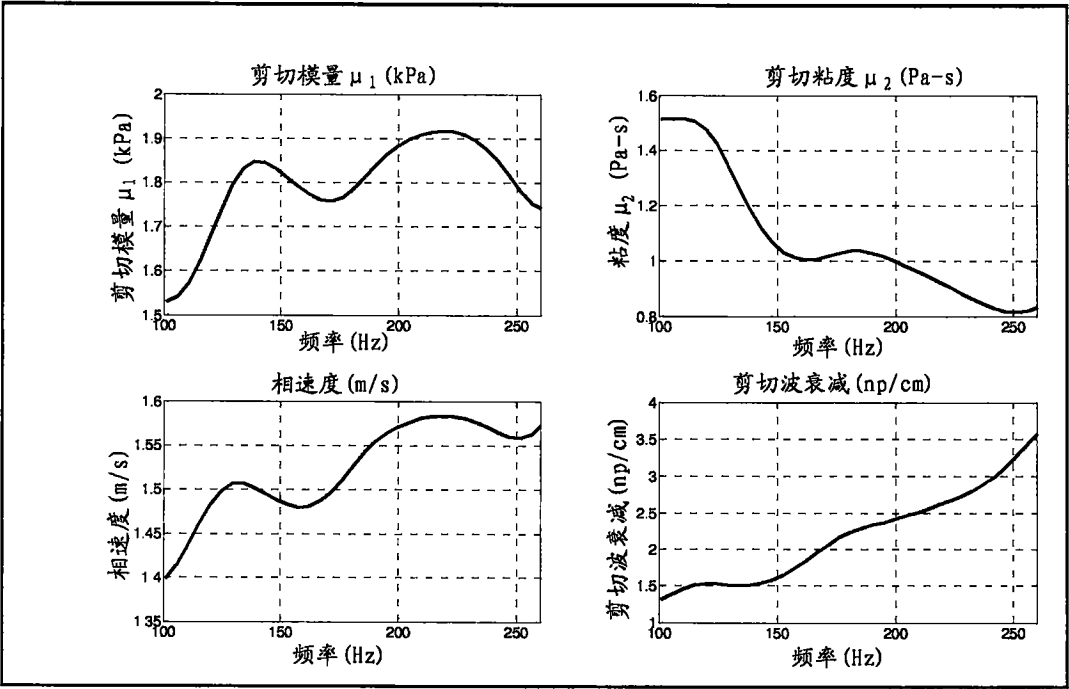


图4

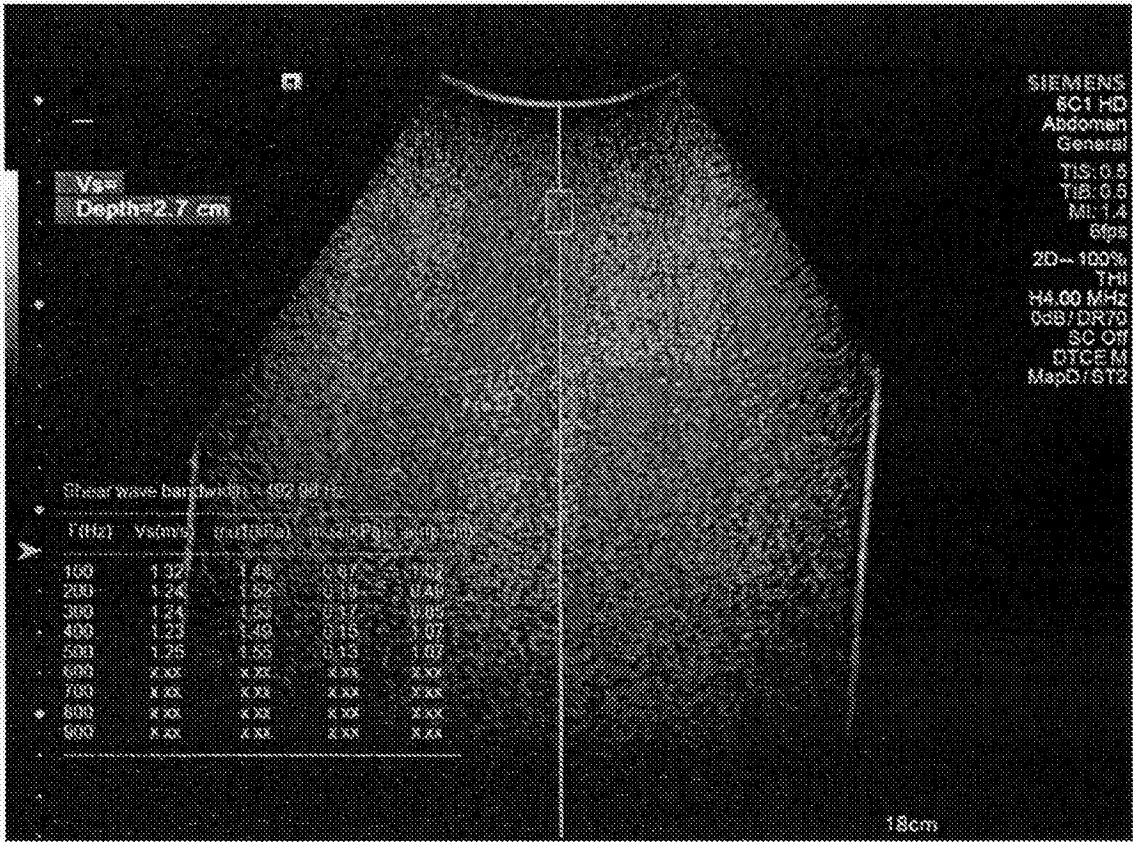


图5

专利名称(译)	量化的粘弹性超声成像		
公开(公告)号	CN106037796A	公开(公告)日	2016-10-26
申请号	CN201610338551.8	申请日	2016-04-15
[标]申请(专利权)人(译)	美国西门子医疗解决公司		
申请(专利权)人(译)	美国西门子医疗解决公司		
当前申请(专利权)人(译)	美国西门子医疗解决公司		
[标]发明人	范列湘 Y·拉拜德		
发明人	范列湘 Y·拉拜德		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/52 A61B8/4483 A61B8/485 A61B8/5223 A61B8/08 A61B8/0833 A61B8/5207 A61B8/085 A61B8/463 G01S7/52042		
代理人(译)	孙鹏 刘春元		
优先权	14/688965 2015-04-16 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

量化的粘弹性超声成像。由超声成像系统将粘度包括在量化中。针对经受剪切或其它波的不同位置中的每个来确定(36, 38)作为时间的函数的位移的频谱的对数。使用作为位置的函数的对数进行求解(40)提供复波数。根据复波数确定(34)各种粘弹性参数, 例如损耗模量和储能模量。

