



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110292399 A

(43)申请公布日 2019.10.01

(21)申请号 201810435708.8

(22)申请日 2018.05.04

(71)申请人 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

申请人 深圳迈瑞科技有限公司

(72)发明人 李双双 江鹏

(74)专利代理机构 深圳鼎合诚知识产权代理有限公司 44281

代理人 胡佳炜 郭燕

(51)Int.Cl.

A61B 8/08(2006.01)

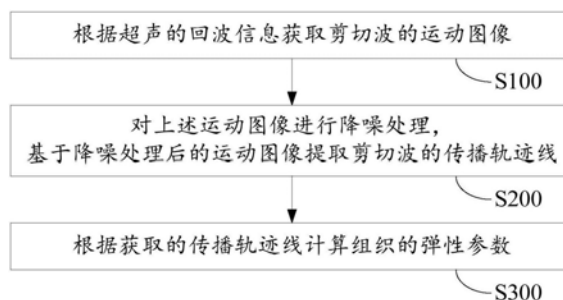
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

### (54)发明名称

一种剪切波弹性测量的方法及系统

### (57)摘要

一种剪切波弹性测量的方法及系统,所述方法包括:根据超声的回波信息获取剪切波的运动图像;对所述运动图像进行降噪处理,并基于降噪处理后的运动图像提取剪切波的传播轨迹线;根据获取的传播轨迹线计算组织的弹性参数。本发明可以有效去效噪声,精确提取剪切波的传播轨迹线,从而提高了根据传播轨迹线计算得到的剪切波的传播速度及后续的组织弹性参数的准确性。



1. 一种剪切波弹性测量的方法,其特征在于,包括:  
根据超声的回波信息获取剪切波的运动图像;  
对所述运动图像进行降噪处理,并基于降噪处理后的运动图像提取剪切波的传播轨迹线;  
根据获取的传播轨迹线计算组织的弹性参数。
2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,对所述运动图像进行降噪处理,包括:对运动图像的至少一个方向进行小波变换处理,以得到变换后的运动图像。
3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,当对运动图像的多个方向进行小波变换处理时,则将这多个方向小波变换处理后得到的多幅图像进行加权处理,得到变换后的运动图像。
4. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,对所述运动图像进行降噪处理,还包括:搜寻变换后的运动图像的特殊点,得到初步的降噪处理后的运动图像,其中所述特殊点包括极值点和/或零点。
5. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,对所述运动图像进行降噪处理,还包括:对初步的降噪处理后的运动图像进行二值化操作,得到进一步的降噪处理后的运动图像。
6. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,二值化操作的门限阈值根据所述极值点和/或零点的均值来确定。
7. 如权利要求1至6中任一项所述的方法,其特征在于,所述基于降噪处理后的运动图像提取剪切波的传播轨迹线,包括:对所述降噪处理后的运动图像进行霍夫变换,以提取至少一条直线,作为剪切波的传播轨迹线。
8. 如权利要求7所述的方法,其特征在于,当提取到多条直线时,将这些直线做加权处理后得到的直线作为剪切波的传播轨迹线,或者,选取最长的一条直线作为剪切波的传播轨迹线。
9. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据超声数据获取剪切波的运动图像中,所述剪切波的运动图像的包括剪切波的位移图像、应变图像、振动速度图像或振动加速度图像。
10. 一种剪切波弹性测量的系统,其特征在于,包括:  
探头,用于执行超声波束的发射和接收过程,所述超声波束的发射和接收过程包括:发射检测用的超声波束,和接收所述超声波束的回波信息;  
发射序列控制单元,用于控制所述超声波束的发射和接收时序;其中,控制所述探头向组织中发射检测用的超声波束,和接收超声波束的回波信息,所述组织被产生的剪切波经过;  
处理器,用于根据探头获取的回波信息获取剪切波的运动图像,对所述运动图像进行降噪处理,并基于降噪处理后的运动图像提取剪切波的传播轨迹线,根据获取的传播轨迹线计算组织的弹性参数。
11. 如权利要求10所述的系统,其特征在于,所述处理器对运动图像的至少一个方向进行小波变换处理,以得到变换后的运动图像,当对运动图像的多个方向进行小波变换处理时,则将这多个方向小波变换处理后得到的多幅图像进行加权处理,得到变换后的运动图像。

12. 如权利要求11所述的系统,其特征在于,所述处理器还搜寻变换后的运动图像的特殊点,得到初步的降噪处理后的运动图像,其中所述特殊点包括极值点和/或零点。

13. 如权利要求12所述的系统,其特征在于,所述处理器还对初步的降噪处理后的运动图像进行二值化操作,得到进一步的降噪处理后的运动图像;二值化操作的门限阈值根据所述极值点和/或零点的均值来确定。

14. 如权利要求10至12中任一项所述的系统,其特征在于,所述处理器对所述降噪处理后的运动图像进行霍夫变换,以提取至少一条直线,作为剪切波的传播轨迹线;当提取到多条直线时,将这些直线做加权处理后得到的直线作为剪切波的传播轨迹线,或者,选取最长的一条直线作为剪切波的传播轨迹线。

15. 如权利要求10所述的系统,其特征在于,所述处理器根据探头获取的回波信息获取剪切波的运动图像,包括剪切波的位移图像或应变图像。

16. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,包括程序,所述程序能够被处理器执行以实现如权利要求1-9中任一项所述的方法。

## 一种剪切波弹性测量的方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种剪切波弹性测量的方法及系统。

### 背景技术

[0002] 基于剪切波的弹性测量或成像装置,其主要是基于组织中的剪切波传播速度与组织弹性成特定的对应关系这一基本原理,通过产生剪切波并在组织中传播,然后检测剪切波的传播过程,从而计算出剪切波的传播速度,并进一步计算组织的弹性参数,从而可以反映组织硬度。

[0003] 在组织中产生剪切波有多种方式,例如通过外部振动或声辐射力等方式均可以在组织中产生剪切波并传播。再通过持续一段时间向组织发射超声波并接收超声回波信息,可以检测并记录剪切波在传播过程中经过的组织的状态;上述超声回波信息中即包含了剪切波传播的相关信息。为了计算出剪切波的传播速度以及进一步计算组织的弹性参数,首先需要从超声回波信息中提取剪切波的传播轨迹的信息。

[0004] 然后通过持续一段时间向目标组织发射超声波并接收超声回波,来检测记录剪切波传播过程中组织的状态,上述超声回波信号中即包含了剪切波传播信息。不论剪切波如何产生如何传播,检测到剪切波的传播后,都需要从超声回波信息中准确提取出剪切波的传播轨迹,用于剪切波的传播速度计算,所提取的剪切波的传播轨迹的准确性及精确性,直接影响到计算得到的剪切波的传播速度的准确性和精确性。

### 发明内容

[0005] 考虑到上述情况,本申请提供一种剪切波弹性测量的方法及系统。

[0006] 根据第一方面,一种实施例中提供一种剪切波弹性测量的方法,其特征在于,包括:根据超声的回波信息获取剪切波的运动图像;对所述运动图像进行降噪处理,并基于降噪处理后的运动图像提取剪切波的传播轨迹线;根据获取的传播轨迹线计算组织的弹性参数。

[0007] 根据第二方面,一种实施例中提供一种剪切波弹性测量的系统,其特征在于,包括:探头,用于执行超声波束的发射和接收过程,所述超声波束的发射和接收过程包括:发射检测用的超声波束,和接收所述超声波束的回波信息;发射序列控制单元,用于控制所述超声波束的发射和接收时序;其中,控制所述探头向组织中发射检测用的超声波束,和接收超声波束的回波信息,所述组织被产生的剪切波经过;处理器,用于根据探头获取的回波信息获取剪切波的运动图像,对所述运动图像进行降噪处理,并基于降噪处理后的运动图像提取剪切波的传播轨迹线,根据获取的传播轨迹线计算组织的弹性参数。

[0008] 依据上述实施例的剪切波弹性测量的方法及系统,首先获得剪切波的运动图像,并对其进行降噪处理后提出剪切波传播轨迹线。这样,可以有效去效噪声,精确提取剪切波的传播轨迹线,从而提高了根据传播轨迹线计算得到的剪切波的传播速度及后续的组织的弹性参数的准确性。

## 附图说明

- [0009] 图1为一种实施例的剪切波弹性测量的方法的流程图；
- [0010] 图2为一种实施例的剪切波弹性测量的方法中运动图像进行降噪处理的流程图；
- [0011] 图3为一种实施例的剪切波弹性测量的系统的结构示意图；
- [0012] 图4为一种实施例中根据回波信息得到的剪切波的应变图像；
- [0013] 图5为一种实施例中搜寻变换后的运动图像的极值点得到的初步的降噪处理后的运动图像；
- [0014] 图6为一种实施例中进一步的降噪处理后的运动图像；
- [0015] 图7为显示了基于降噪处理后的运动图像所提取的直线及传播轨迹线的示意图；
- [0016] 图8为显示了基于降噪处理后的运动图像所提取的直线及传播轨迹线的示意图。

## 具体实施方式

[0017] 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。

[0018] 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。

[0019] 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)。

[0020] 请参照图1，本发明一实施例中提供一种剪切波弹性测量的方法，其包括步骤S100～S300。

[0021] 步骤S100：根据超声的回波信息获取剪切波的运动图像。在一实施例中，所获取的剪切波的运动图像包括剪切波的位移图像、应变图像、振动速度图像或振动加速度图像。在一具体实施例中，在组织中产生剪切波并传播，持续一段时间向组织发射检测用的超声波束，并接收超声波束的回波信息，该回波信息就包括了剪切波的传播信息，可用于获取剪切波的运动图像。根据超声的回波信息获取剪切波的运动图像有许多种实现方式，例如通过对比组织同一位置不同时刻所接收的超声回波信息的变化，可以获取剪切波的运动图像；这是因为剪切波是一种机械波，其传播经过组织时，会导致该位置的组织振动出现位移，因此当剪切波传播经过组织某位置时，该位置不同时刻的超声的回波信息会发生变化，由此可以通过超声的回波信息来获取组织的位移信息，从而得到位移图像，对位移信息沿传播位方向求梯度可以得到应变信息，从而得到应变图像；另外，对位移信息沿时间方向求梯度

可以得到组织振动速度的信息,从而得到振动速度图像;对振动速度沿时间方向求梯度可以得到振动加速度,从而得到振动加速度图像。

[0022] 本发明的实施例中,组织中的剪切波可以通过外部振动器振动产生,也可以是通过探头的振动产生,也可以是通过探头发射超声波到组织中,通过这些发射到组织中的超声波的声辐射力产生,或者也可以是通过生物体本身内的组织或者器官的运动或搏动(例如心脏或者血管的搏动等等)产生,等等。本发明对此不作限制。

[0023] 步骤S200:对上述运动图像进行降噪处理,并基于降噪处理后的运动图像提取剪切波的传播轨迹线。根据超声的回波信息所获取剪切波的运动图像,通常图像质量较差,原因有多种,例如剪切波的传播信息中混杂着各着伪像,像探头振动伪像、杂波伪像等,因此会干扰后续的弹性参数的计算。本步骤S200先对运动图像进行降噪处理,目的在于消除或降低图像的噪声或增强图像中的剪切波传播信息,使得图像中的剪切波传播信息更加清晰明显,有助于后续的剪切波的传播轨迹线的提取。

[0024] 请参照图2,在一实施例中本步骤S200对运动图像进行降噪处理,还可以包括步骤S210:对运动图像的至少一个方向进行小波变换处理,以得到变换后的运动图像;进一步地,还可以包括步骤S220:当对运动图像的多个方向进行小波变换处理时,则将这多个方向小波变换处理后得到的多幅图像进行加权处理,得到变换后的运动图像。一实施例中,对图像进行小波变换处理,可以按照下面的方式进行。

[0025] 小波变换需要选择合适的小波母函数,例如可以选择Daubechies (dbN) 小波、Symlet (symN) 小波等。小波变换还需要选择合适的尺度s,小波分解的尺度s决定了分解后图像的分辨率,尺度s越大,图像包含的高频信息越少,低频信息越多;尺度s一般为正整数,例如可令尺度 $s=1,2,3,\dots$ 等。不妨记 $\Psi(t)$ 为所选择的小波母函数,当对一函数 $f(t)$ 进行小波变换,则计算公式如下:

$$[0026] \quad WT_s(\tau) = \frac{1}{\sqrt{s}} \int f(t) \cdot \Psi^* \left( \frac{t-\tau}{s} \right) dt;$$

[0027] 不妨将运动图像记为 $f(x,y)$ ,运动图像函数 $f(x,y)$ 具有x轴和y轴两个不同的方向,因此可以选择其中任意一个方向对运动图像函数 $f(x,y)$ 进行小波变换处理,也可以分别按这两个方向对运动图像函数 $f(x,y)$ 进行小波变换处理,然后将小波变换这两个方向变换后的函数做加权处理,作为最终的小波变换处理后的运动图像函数。

[0028] 一实施例中步骤S200对运动图像进行降噪处理还可以包括步骤S230:搜寻变换后的运动图像的特殊点,得到初步的降噪处理后的运动图像,其中特殊点包括极值点和/或零点。例如,不妨记 $WT_s(x,y)$ 为运动图像函数 $f(x,y)$ 进行小波变换后得到的函数,搜寻变换后的运动图像函数 $WT_s(x,y)$ 的所有特殊点,其中极值点为原运动图像 $f(x,y)$ 中亮暗分界的位置,而零点则为波峰波谷处的位置,因此这些特殊点即为原运动图像 $f(x,y)$ 中剪切波的传播轨迹上的点。将变换后的运动图像函数 $WT_s(x,y)$ 中的所有特殊点找到后,这些特殊点的灰度值及空间坐标形成了初步的降噪处理后的运动图像。初步的降噪处理后的运动图像中剪切波的传播信息(例如传播轨迹)更加清晰了,但是有可能还伴随着不少噪声点,为了进一步提升去噪能力,在一实施例中步骤S200对运动图像进行降噪处理还可以包括步骤S240:对初步的降噪处理后的运动图像进行二值化操作,得到进一步的降噪处理后的运动图像。具体地,可以设定一个门限阈值,来对初步的降噪处理后的运动图像进行二值化操

作,例如大于门限阈值的点置为1,反之则置为0;二值化操作的门限阈值根据上述极值点和/或零点的均值来确定。

[0029] 通过以上步骤S210、S220、S230或S240,输出的结果都是降噪处理后的运动图像,并且步骤S240得到的图像降噪效果最好,步骤S230得到的图像降噪效果次之,步骤S210或S220得到的图像降噪效果再次之。

[0030] 如上所述,步骤S200还基于降噪处理后的运动图像提取剪切波的传播轨迹线,应当可以理解,根据步骤S200对所述运动图像进行降噪处理的不同实施例,步骤S200基于降噪处理后的运动图像提取剪切波的传播轨迹线中,所涉及的降噪处理后的运动图像也是不同的,例如可以是步骤S210、S220、S230或S240输出的图像。在一实施例中,步骤S200基于降噪处理后的运动图像提取剪切波的传播轨迹线,包括对降噪处理后的运动图像进行霍夫变换,以提取至少一条直线,作为剪切波的传播轨迹线。通过霍夫变换可以来识别提取图像中的直线,并且通过设置霍夫变换的参数,可以控制提取的直线的数量。在一实施例中,当提取到多条直线时,将这些直线做加权处理后得到的直线作为剪切波的传播轨迹线,或者,选取最长的一条直线作为剪切波的传播轨迹线。

[0031] 步骤S300:根据获取的传播轨迹线计算组织的弹性参数。在一实施例中,弹性参数可以包括但不限于弹性模量、剪切模量、粘弹性模量和/或传播速度等。下面具体说明。

[0032] 在图像中获取传播轨迹线后,图像上横轴对应着剪切波的传播时间,纵轴对应着剪切波的传播位置,因此剪切波的传播轨迹线的斜率就对应着剪切波的传播速度。对于均匀的各向同性的弹性体,其剪切波的传播速度与其弹性模量有着一一对应关系,因此只要计算出剪切波的传播速度,就可以进一步计算出对应的弹性模量,其反映了组织的硬度信息。直线的斜率越大,对应的剪切波速度越快,也意味着组织的硬度越高。

[0033] 请参照图3,本发明一实施例还公开了一种剪切波弹性测量的系统,该剪切波弹性测量的系统包括探头10、发射序列控制单元30以及处理器50。

[0034] 探头10用于执行超声波束的发射和接收过程,超声波束的发射和接收过程包括:发射检测用的超声波束,和接收所述超声波束的回波信息。

[0035] 发射序列控制单元30用于控制上述超声波束的发射和接收时序;例如发射序列控制单元30控制探头10向组织中发射检测用的超声波束,和接收超声波束的回波信息,上述组织被产生的剪切波经过。

[0036] 如前文所述,剪切波的产生有多种方式,例如通过外部振动或声辐射力等方式均可以在组织中产生剪切波并传播,再通过持续一段时间向组织发射超声波并接收超声回波信息,可以检测并记录剪切波在传播过程中经过的组织的状态;上述超声回波信息中即包含了剪切波传播的相关信息。在一实施例中,探头10可以产生剪切波波源,发射序列控制单元30则控制剪切波波源产生时序,例如控制探头10在一选定的组织中产生剪切波波源。

[0037] 处理器50用于根据探头10获取的回波信息获取剪切波的运动图像,一实施例中,该运动图像包括剪切波的位移图像、应变图像、振动速度图像或振动加速度图像;处理器50再对该运动图像进行降噪处理,并基于降噪处理后的运动图像提取剪切波的传播轨迹线,根据获取的传播轨迹线计算组织的弹性参数。

[0038] 在一实施例中,处理器50对运动图像的至少一个方向进行小波变换处理,以得到变换后的运动图像,当对运动图像的多个方向进行小波变换处理时,则将这多个方向小波

变换处理后得到的多幅图像进行加权处理,得到变换后的运动图像。在一实施例中,处理器50还还搜寻变换后的运动图像的特殊点,得到初步的降噪处理后的运动图像,其中上述特殊点包括极值点和/或零点。在一实施例中,处理器50还对初步的降噪处理后的运动图像进行二值化操作,得到进一步的降噪处理后的运动图像;二值化操作的门限阈值根据上述极值点和/或零点的均值来确定。

[0039] 在一实施例中,处理器50对降噪处理后的运动图像进行霍夫变换,以提取至少一条直线,作为剪切波的传播轨迹线;当提取到多条直线时,将这些直线做加权处理后得到的直线作为剪切波的传播轨迹线,或者,选取最长的一条直线作为剪切波的传播轨迹线。

[0040] 下面不妨以一个实例来进一步说明本发明。

[0041] 先获取剪切波的运动图像,图4显示的是剪切波的应变图像,其中纵轴表示传播的组织深度,横轴表示时间,凭经验可以知道,箭头1所指的明暗相间的条带即为剪切波的传播轨道,可以看到随着时间的变化剪切波从组织浅表往深部方向传播。另外,观察图4还可以看到图中有一些伪像的干扰,例如箭头2所指的位置。得到图4的运动图像后,再对该运动图像进行小波变换,不妨选择尺度 $s=64$ ,采用db8小波进行小波变换,得到变换后的运动图像,再搜寻变换后的运动图像的特殊点,得到初步的降噪处理后的运动图像;不妨以搜寻极值点为例,图5显示的是搜寻变换后的运动图像的极值点,得到初步的降噪处理后的运动图像,图中各点表示中极值点。可以看到图5中左下角和右上角还是有许多噪声点,因此不妨选择门限阈值为3600,对图5进行二值化操作,得到进一步的降噪处理后的运动图像,如图6。图6相比图5,噪声点明显减少很多。观察图6可以看到,其图中出现了多条近似直线的形状,这些直线由不同的散点组成,最终用于计算剪切波的传播速度只需要一条直线即可。因此,对图6进行霍夫变换以识别并提取直线得到图7中的线段a、b、c,可以看到线段b最长,因此可以选取线段b作为剪切波的传播轨迹线,当然,也可以将线段a、b、c加权处理,将最终得到的直线作为传播轨迹线,例如图8的线段d。

[0042] 本领域技术人员可以理解,上述实施方式中各种方法的全部或部分功能可以通过硬件的方式实现,也可以通过计算机程序的方式实现。当上述实施方式中全部或部分功能通过计算机程序的方式实现时,该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、光盘、硬盘等,通过计算机执行该程序以实现上述功能。例如,将程序存储在设备的存储器中,当通过处理器执行存储器中程序,即可实现上述全部或部分功能。另外,当上述实施方式中全部或部分功能通过计算机程序的方式实现时,该程序也可以存储在服务器、另一计算机、磁盘、光盘、闪存盘或移动硬盘等存储介质中,通过下载或复制保存到本地设备的存储器中,或对本地设备的系统进行版本更新,当通过处理器执行存储器中的程序时,即可实现上述实施方式中全部或部分功能。

[0043] 以上应用了具体个例对本发明进行阐述,只是用于帮助理解本发明,并不用以限制本发明。对于本发明所属技术领域的技术人员,依据本发明的思想,还可以做出若干简单推演、变形或替换。



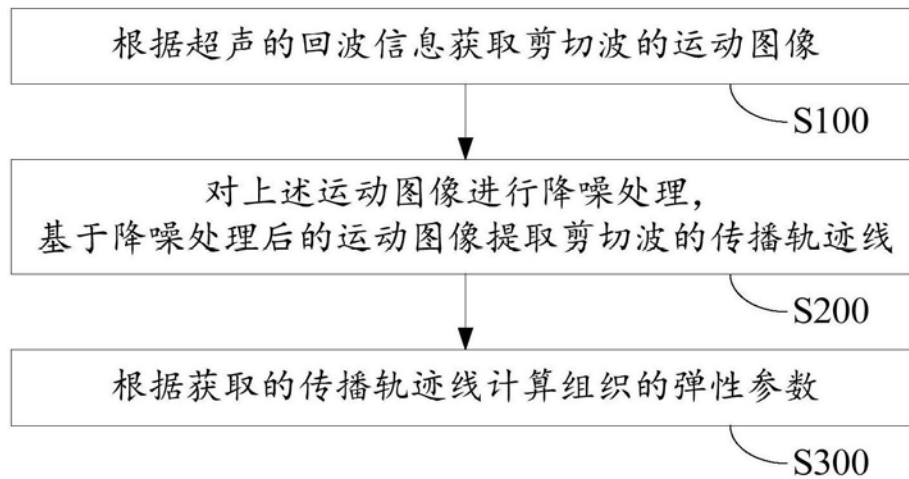


图1

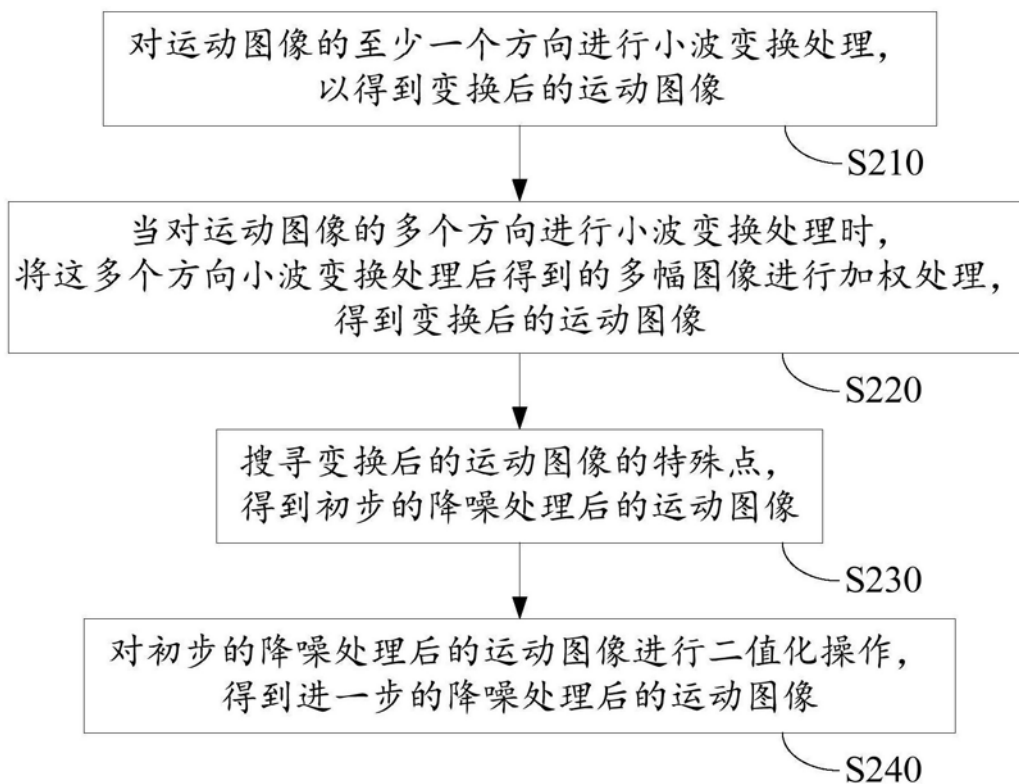


图2

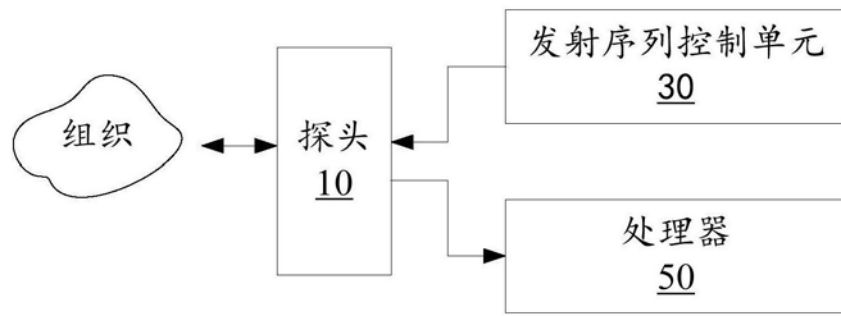


图3

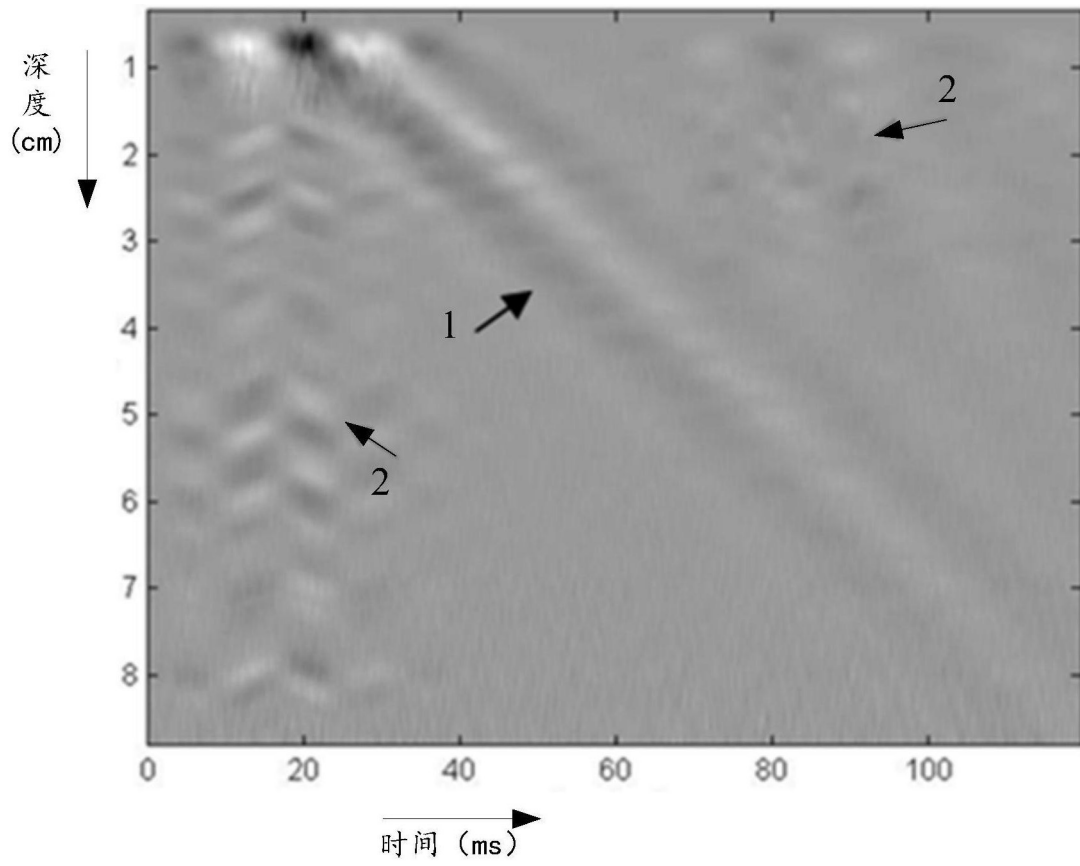


图4

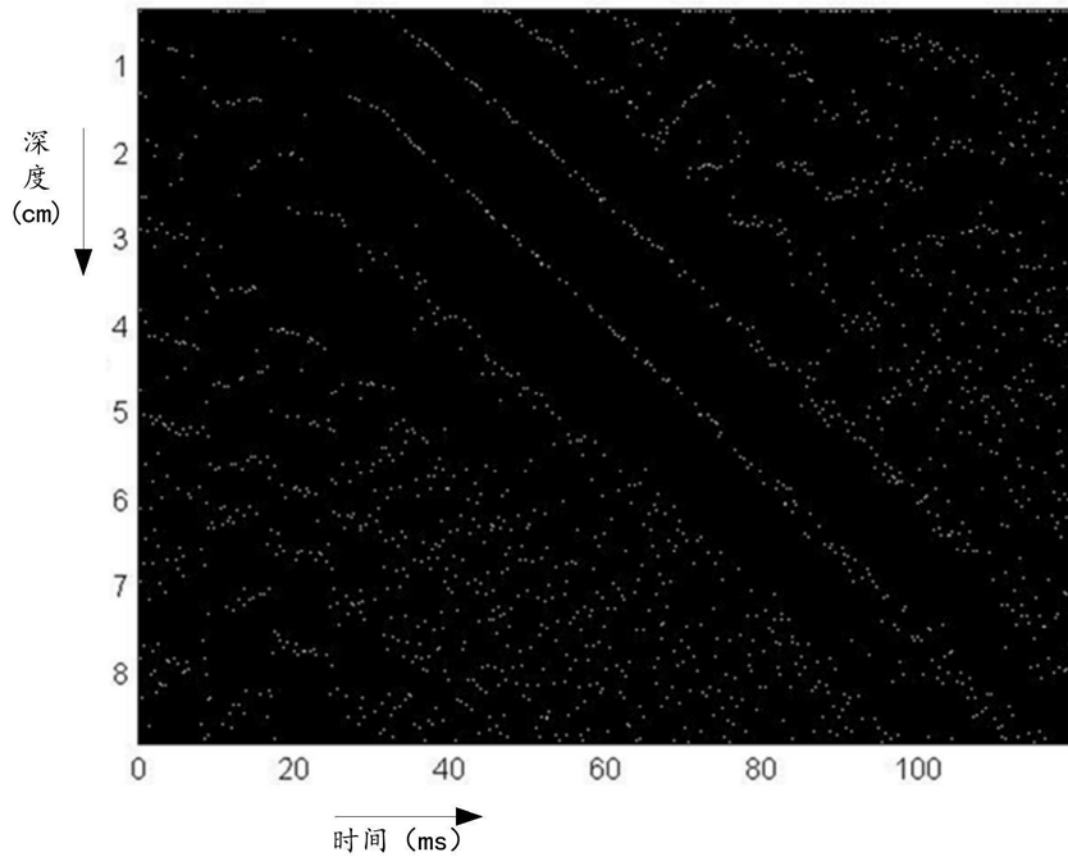


图5

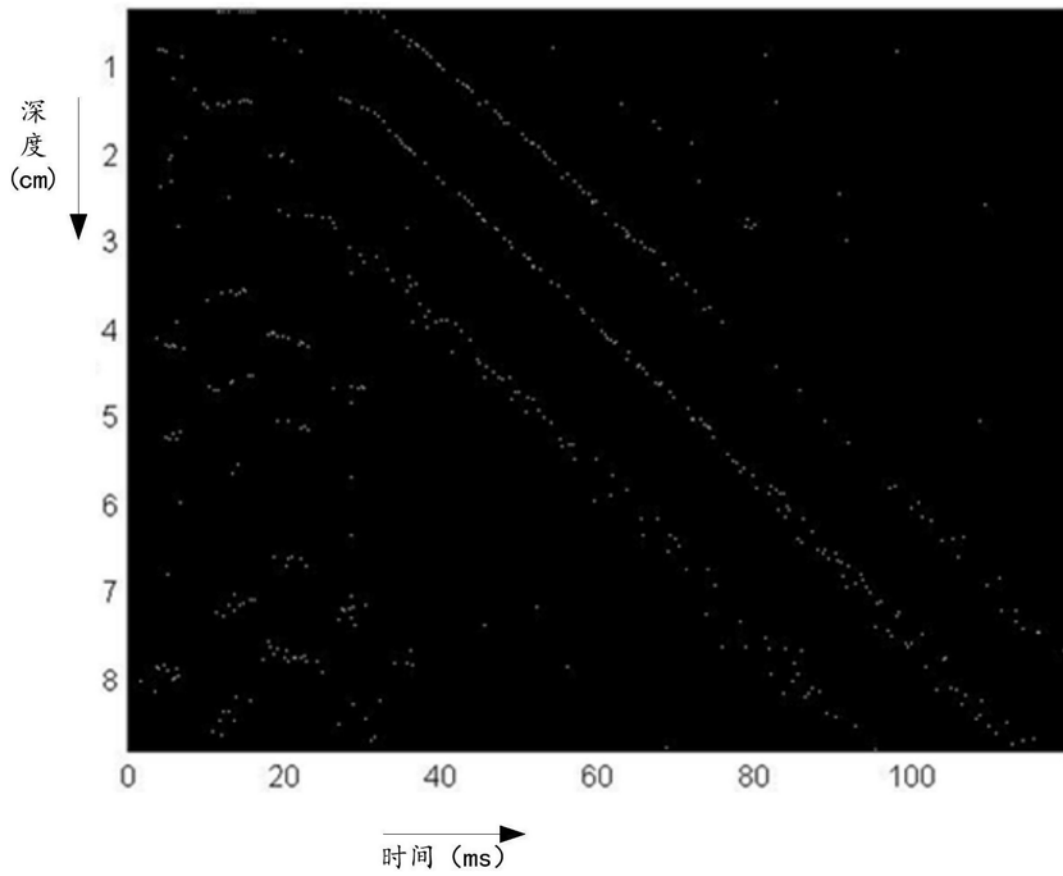


图6

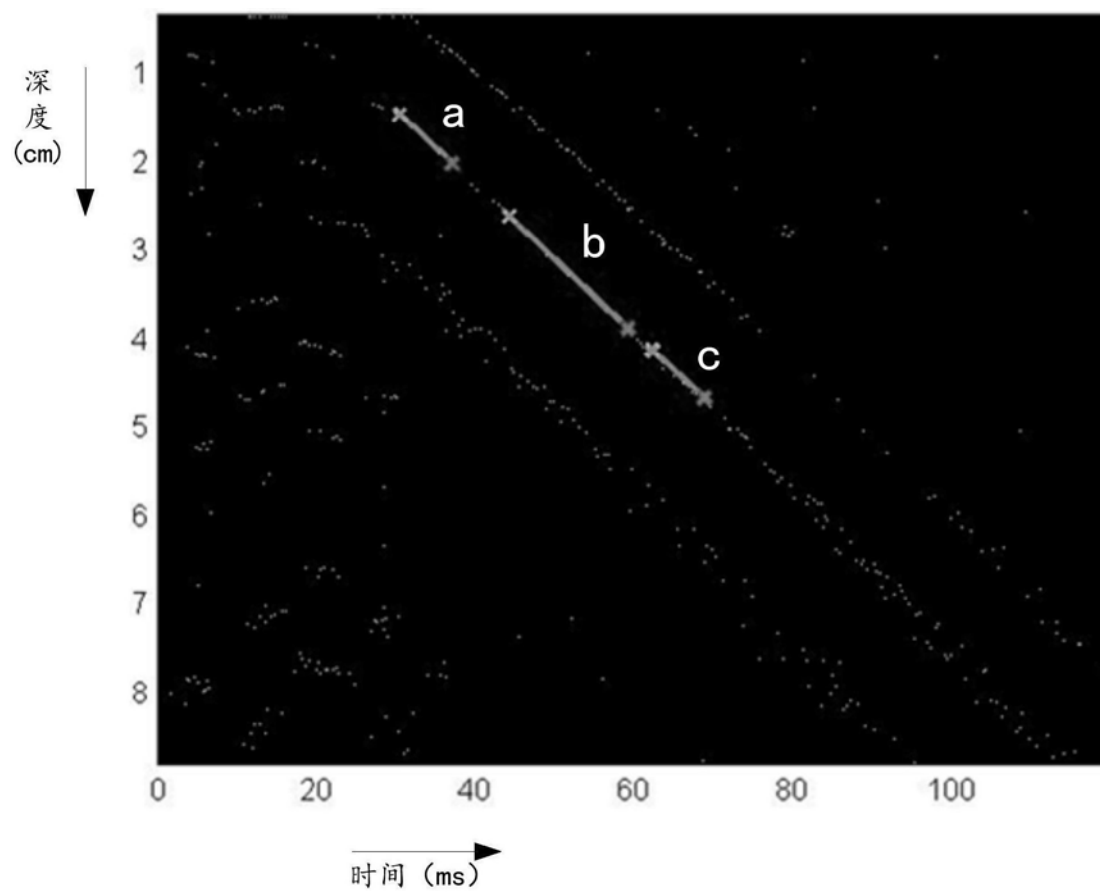


图7

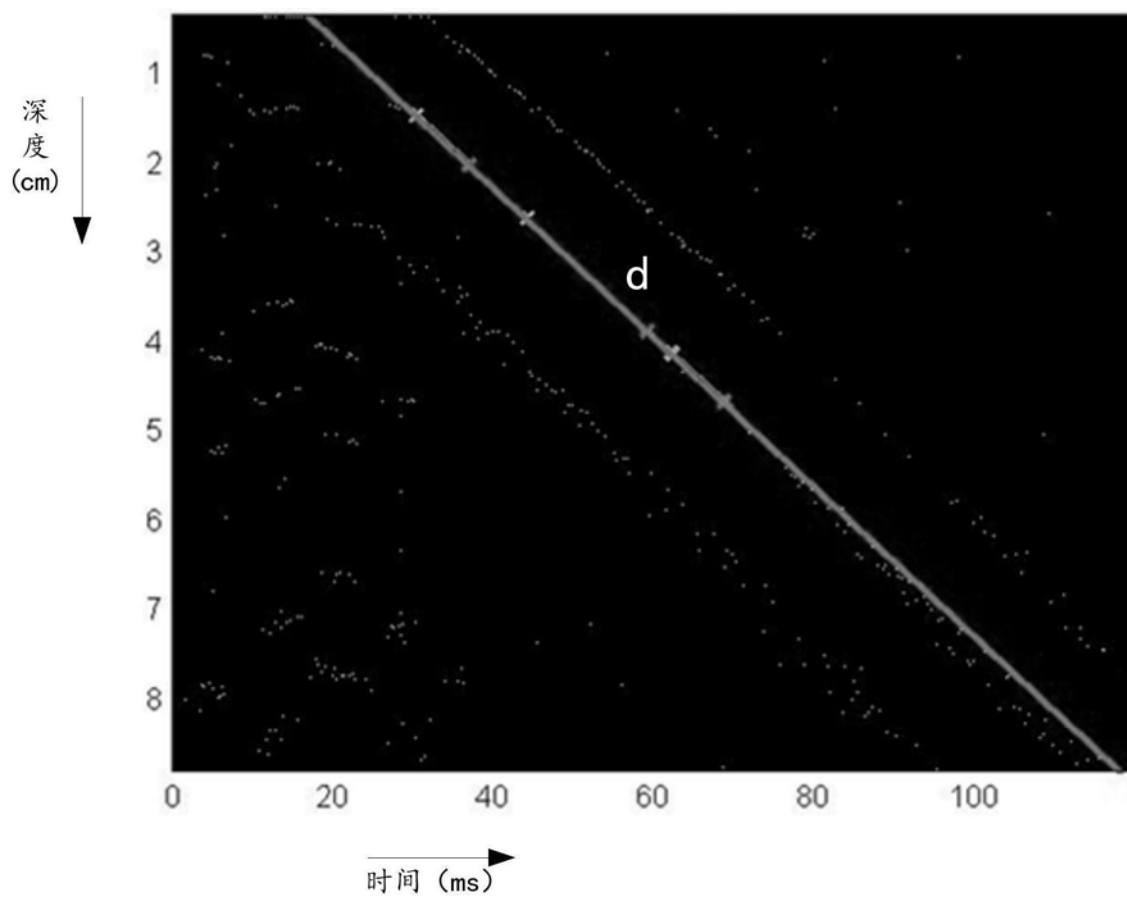


图8

专利名称(译)	一种剪切波弹性测量的方法及系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN110292399A</a>	公开(公告)日	2019-10-01
申请号	CN201810435708.8	申请日	2018-05-04
[标]申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
[标]发明人	李双双 江鹏		
发明人	李双双 江鹏		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/0858 A61B8/4444 A61B8/5215 A61B8/5269 A61B8/54		
代理人(译)	郭燕		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

一种剪切波弹性测量的方法及系统，所述方法包括：根据超声的回波信息获取剪切波的运动图像；对所述运动图像进行降噪处理，并基于降噪处理后的运动图像提取剪切波的传播轨迹线；根据获取的传播轨迹线计算组织的弹性参数。本发明可以有效去效噪声，精确提取剪切波的传播轨迹线，从而提高了根据传播轨迹线计算得到的剪切波的传播速度及后续的组织弹性参数的准确性。

