



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105266851 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201510718967. 8

(22) 申请日 2015. 10. 29

(71) 申请人 无锡海斯凯尔医学技术有限公司

地址 214000 江苏省无锡市新区太湖国际科技园大学科技园 530 大厦 B401 室

(72) 发明人 翟飞 邵金华 孙锦 段后利

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

代理人 孙明子 黄健

(51) Int. Cl.

A61B 8/08(2006. 01)

A61B 8/00(2006. 01)

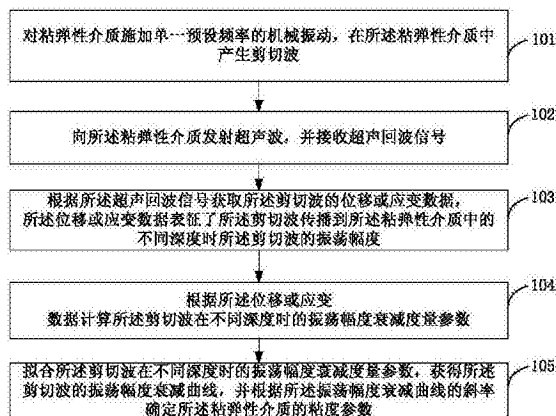
权利要求书3页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

粘弹性介质的粘度参数检测方法和设备

(57) 摘要

本发明提供一种粘弹性介质的粘度参数检测方法和设备,该方法包括:对粘弹性介质施加单一预设频率的机械振动,在粘弹性介质中产生剪切波;向粘弹性介质发射超声波,并接收超声回波信号;根据超声回波信号获取剪切波的位移或应变数据;根据位移或应变数据计算剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数;拟合剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数,获得剪切波的振荡幅度衰减曲线,并根据振荡幅度衰减曲线的斜率确定粘弹性介质的粘度参数。仅需对粘弹性介质施加一种频率的低频振动,通过获取剪切波振荡幅度衰减曲线的方式获得粘弹性介质的粘度参数,更充分利用了采集的数据信息,操作方便,准确度高。



1. 一种粘弹性介质的粘度参数检测方法,其特征在于,包括:

对粘弹性介质施加单一预设频率的机械振动,在所述粘弹性介质中产生剪切波;

向所述粘弹性介质发射超声波,并接收超声回波信号;

根据所述超声回波信号获取所述剪切波的位移或应变数据,所述位移或应变数据表征了所述剪切波传播到所述粘弹性介质中的不同深度时所述剪切波的振荡幅度;

根据所述位移或应变数据计算所述剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数;

拟合所述剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数,获得所述剪切波的振荡幅度衰减曲线,并根据所述振荡幅度衰减曲线的斜率确定所述粘弹性介质的粘度参数。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述超声回波信号获取所述剪切波的位移或应变数据,包括:

对所述超声回波信号进行信号处理,获取所述位移或应变数据;

其中,所述信号处理包括以下信号处理中的至少一种:时域互相关、谱互相关、平方误差和、斑点跟踪、尺度不变特征点跟踪、动态规划、零交叉跟踪、峰值搜索。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述振荡幅度衰减度量参数,包括:第一振荡幅度衰减度量参数和/或第二振荡幅度衰减度量参数;

所述第一振荡幅度衰减度量参数由公式(1)确定:

$$AA_{SV\ FP} = 20 \times \lg(|DAVSV/DAVFP|) \quad (1)$$

所述第二振荡幅度衰减度量参数由公式(2)确定:

$$AA_{SP\ FP} = 20 \times \lg(|DAVSP/DAVFP|) \quad (2)$$

其中,DAV表示所述位移或应变数据为纵向位移或应变数据,DAVSV表示所述位移或应变数据的第二个波谷的纵向位移或应变,DAVFP表示所述位移或应变数据的第一个波峰的纵向位移或应变,DAVSP表示所述位移或应变数据的第二个波峰的纵向位移或应变; $AA_{SV\ FP}$ 表示所述第一振荡幅度衰减度量参数,表征了第二个波谷相对于第一个波峰的幅度衰减量, $AA_{SP\ FP}$ 表示所述第二振荡幅度衰减度量参数,表征了第二个波峰相对于第一个波峰的幅度衰减量;

相应的,所述拟合所述剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数,获得所述剪切波的振荡幅度衰减曲线,并根据所述振荡幅度衰减曲线的斜率确定所述粘弹性介质的粘度参数,包括:

拟合所述剪切波在不同深度时的第一振荡幅度衰减度量参数,获得所述剪切波的第一振荡幅度衰减曲线,并根据所述第一振荡幅度衰减曲线的斜率确定所述粘弹性介质的粘度参数;

和/或,

拟合所述剪切波在不同深度时的第二振荡幅度衰减度量参数,获得所述剪切波的第二振荡幅度衰减曲线,并根据所述第二振荡幅度衰减曲线的斜率确定所述粘弹性介质的粘度参数。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征在于,所述根据所述振荡幅度衰减曲线的斜率确定所述粘弹性介质的粘度参数,包括:

根据预先获得的粘弹性介质的不同粘度参数与不同粘度参数下的振动幅度衰减曲线的斜率间的对应关系,确定与所述振荡幅度衰减曲线的斜率对应的粘度参数;

其中,所述对应关系包括粘度参数与对应的振动幅度衰减曲线的斜率呈反比关系。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

设置粘弹性介质在不同弹性和不同粘度参数的条件下,仿真获得所述对应关系。

6. 一种粘弹性介质的粘度参数检测设备,其特征在于,包括:

控制主机、探头,所述探头中包含振动器、超声换能器;

所述振动器在所述控制主机的控制下,对粘弹性介质施加单一预设频率的机械振动,在所述粘弹性介质中产生剪切波;

所述超声换能器在所述控制主机的控制下,向所述粘弹性介质发射超声波,并接收超声回波信号;

所述控制主机,包括:

获取模块,用于根据所述超声换能器传输的所述超声回波信号,获取所述剪切波的位移或应变数据,所述位移或应变数据表征了所述剪切波传播到所述粘弹性介质中的不同深度时所述剪切波的振荡幅度;

计算模块,用于根据所述位移或应变数据计算所述剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数;

拟合模块,用于拟合所述剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数,获得所述剪切波的振荡幅度衰减曲线;

确定模块,用于根据所述振荡幅度衰减曲线的斜率确定所述粘弹性介质的粘度参数。

7. 根据权利要求 6 所述的设备,其特征在于,所述获取模块具体用于:

对所述超声回波信号进行信号处理,获取所述位移或应变数据;

其中,所述信号处理包括以下信号处理中的至少一种:时域互相关、谱互相关、平方误差和、斑点跟踪、尺度不变特征点跟踪、动态规划、零交叉跟踪、峰值搜索。

8. 根据权利要求 6 所述的设备,其特征在于,所述振荡幅度衰减度量参数,包括:第一振荡幅度衰减度量参数和/或第二振荡幅度衰减度量参数;

所述计算模块包括:第一计算单元和/或第二计算单元;

所述第一计算单元,用于根据公式(1)确定所述第一振荡幅度衰减度量参数:

$$AA_{SV\ FP} = 20 \times \lg(|DAVSV/DAVFP|) \quad (1)$$

所述第二计算单元,用于根据公式(2)确定所述第二振荡幅度衰减度量参数:

$$AA_{SP\ FP} = 20 \times \lg(|DAVSP/DAVFP|) \quad (2)$$

其中,DAV表示所述位移或应变数据为纵向位移或应变数据,DAVSV表示所述位移或应变数据的第二个波谷的纵向位移或应变,DAVFP表示所述位移或应变数据的第一个波峰的纵向位移或应变,DAVSP表示所述位移或应变数据的第二个波峰的纵向位移或应变; $AA_{SV\ FP}$ 表示所述第一振荡幅度衰减度量参数,表征了第二个波谷相对于第一个波峰的幅度衰减量, $AA_{SP\ FP}$ 表示所述第二振荡幅度衰减度量参数,表征了第二个波峰相对于第一个波峰的幅度衰减量;

相应的,所述拟合模块用于:

拟合所述剪切波在不同深度时的第一振荡幅度衰减度量参数,获得所述剪切波的第一振荡幅度衰减曲线,并根据所述第一振荡幅度衰减曲线的斜率确定所述粘弹性介质的粘度参数;

和 / 或,所述拟合模块用于:

拟合所述剪切波在不同深度时的第二振荡幅度衰减度量参数,获得所述剪切波的第二振荡幅度衰减曲线,并根据所述第二振荡幅度衰减曲线的斜率确定所述粘弹性介质的粘度参数。

9. 根据权利要求 6 至 8 中任一项所述的设备,其特征在于,所述确定模块具体用于:

根据预先获得的粘弹性介质的不同粘度参数与不同粘度参数下的振动幅度衰减曲线的斜率间的对应关系,确定与所述振荡幅度衰减曲线的斜率对应的粘度参数;

其中,所述对应关系包括粘度参数与对应的振动幅度衰减曲线的斜率呈反比关系。

10. 根据权利要求 9 所述的设备,其特征在于,所述控制主机还包括:仿真模块;

所述仿真模块,用于设置粘弹性介质在不同弹性和不同粘度参数的条件下,仿真获得所述对应关系。

粘弹性介质的粘度参数检测方法和设备

技术领域

[0001] 本发明属于医疗技术领域,具体是涉及一种粘弹性介质的粘度参数检测方法和设备。

背景技术

[0002] 肝纤维化通常由于过度的细胞外基质蛋白的沉积造成,并经常性的出现于大多数类型的慢性肝脏疾病患者中。由于早期的肝纤维化或者肝硬化是可逆或者可以控制的,因此肝纤维化的准确有效的早期诊断显得至关重要。

[0003] 剪切波弹性成像技术可以通过测量肝脏硬度数值来定量评估肝纤维化和肝硬化的程度。其中最广泛应用于临床进行无创肝纤维化分级检测的是瞬时弹性成像技术。

[0004] 因为肝脏是一个粘弹性体即粘弹性介质,其粘度参数的改变与多种肝脏疾病紧密相连。因此肝脏粘度参数属性可以为肝纤维化的早期诊断提供非常有价值的信息。

[0005] 目前,为了获取肝脏组织的粘度参数,一般利用粘弹性介质中不同频率的振动导致剪切波速度变化这一现象,以不同频率正弦机械振动激励皮肤的表面,可以获取在不同频率下相应的剪切波速,由于粘弹性介质的粘度参数会影响不同剪切波频率下的剪切波速度,所以通过对不同频率剪切波下剪切波速度的采集和处理可以推导得到粘弹性介质的粘度参数。

[0006] 上述方式中,需要施加不同频率的机械振动,从而产生不同频率的剪切波,这个过程需要精密的机械控制,可操作性较差。而且,在低频振动且频率差距不大的情况下,不同的剪切波的速度差比较小,对数据处理的精度要求极高,且粘度参数测量结果准确度较差。

发明内容

[0007] 针对现有技术中存在的问题,本发明提供一种粘弹性介质的粘度参数检测方法和设备,用以克服现有粘度参数检测方式可操作性差、容易导致粘度参数测量结果准确度不高的缺陷。

[0008] 本发明提供了一种粘弹性介质的粘度参数检测方法,包括:

[0009] 对粘弹性介质施加单一预设频率的机械振动,在所述粘弹性介质中产生剪切波;

[0010] 向所述粘弹性介质发射超声波,并接收超声回波信号;

[0011] 根据所述超声回波信号获取所述剪切波的位移或应变数据,所述位移或应变数据表征了所述剪切波传播到所述粘弹性介质中的不同深度时所述剪切波的振荡幅度;

[0012] 根据所述位移或应变数据计算所述剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数;

[0013] 拟合所述剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数,获得所述剪切波的振荡幅度衰减曲线,并根据所述振荡幅度衰减曲线的斜率确定所述粘弹性介质的粘度参数。

[0014] 本发明提供了一种粘弹性介质的粘度参数检测设备,包括:

[0015] 控制主机、探头,所述探头中包含振动器、超声换能器;

[0016] 所述振动器在所述控制主机的控制下,对粘弹性介质施加单一预设频率的机械振动,在所述粘弹性介质中产生剪切波;

[0017] 所述超声换能器在所述控制主机的控制下,向所述粘弹性介质发射超声波,并接收超声回波信号;

[0018] 所述控制主机,包括:

[0019] 获取模块,用于根据所述超声换能器传输的所述超声回波信号,获取所述剪切波的位移或应变数据,所述位移或应变数据表征了所述剪切波传播到所述粘弹性介质中的不同深度时所述剪切波的振荡幅度;

[0020] 计算模块,用于根据所述位移或应变数据计算所述剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数;

[0021] 拟合模块,用于拟合所述剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数,获得所述剪切波的振荡幅度衰减曲线;

[0022] 确定模块,用于根据所述振荡幅度衰减曲线的斜率确定所述粘弹性介质的粘度参数。

[0023] 本发明提供的粘弹性介质的粘度参数检测方法和设备,对粘弹性介质仅施加一次预设频率的机械振动从而仅在粘弹性介质中产生一种频率的剪切波。在获取该剪切波的位移或应变数据之后,基于该位移或应变数据计算得到表征剪切波传播到不同深度时的振荡幅度衰减情况的度量参数,进而基于该剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数,拟合获得该剪切波的振荡幅度衰减曲线,从而根据该振荡幅度衰减曲线的斜率确定粘弹性介质的粘度参数。该方案中,仅需对粘弹性介质施加一种频率的低频振动,通过获取剪切波振荡幅度衰减曲线的方式获得粘弹性介质的粘度参数,操作方便,粘度参数测量结果准确性较高。

附图说明

[0024] 图1为本发明粘弹性介质的粘度参数检测方法实施例一的流程图;

[0025] 图2为剪切波传播到某深度时的位移曲线示意图;

[0026] 图3为剪切波的振荡幅度衰减曲线示意图;

[0027] 图4a至图4t为仿真获得的剪切波在不同弹性、粘度参数条件下的振荡幅度衰减曲线示意图;

[0028] 图5为本发明粘弹性介质的粘度参数检测设备实施例一的示意图。

具体实施方式

[0029] 图1为本发明粘弹性介质的粘度参数检测方法实施例一的流程图,本实施例提供的所述方法主要用于检测肝脏组织的粘度参数,可以由一检测设备来执行,该检测设备可以是现有的无创肝纤维化检测仪,但是在该无创肝纤维化检测仪中增加了执行本实施例所述方法所需的处理功能。该检测设备中主要包括控制主机和探头,该探头中包含了用于产生机械振动的振动器以及用于发射和接收超声波的超声换能器。

[0030] 如图1所示,该粘弹性介质的粘度参数检测方法可以包括如下步骤:

[0031] 步骤101、对粘弹性介质施加单一预设频率的机械振动,在所述粘弹性介质中产生

剪切波。

[0032] 本实施例中,以检测肝脏组织的粘度参数为例,肝脏组织即是上述的粘弹性介质。对粘弹性介质施加单一预设频率的机械振动,是指对肝脏组织所对应的皮肤表面施加该机械振动。

[0033] 具体来说,振动器在该皮肤表面施加一垂直于皮肤表面的正弦机械振动,从而在肝脏组织中产生相应的剪切波,剪切波即在肝脏组织中传播。其中,该机械振动的频率比如可以是 50 赫兹等低频频率。

[0034] 步骤 102、向所述粘弹性介质发射超声波,并接收超声回波信号。

[0035] 本实施例中,超声换能器在振动器所施加机械振动的位置,向肝脏组织发射低频的超声波信号,并接收超声回波信号。

[0036] 其中,可以以一定时间间隔,向肝脏组织发射多帧超声波信号,以跟踪剪切波在肝脏组织中的传播过程。

[0037] 举例来说,在施加机械振动前,可以发射超声波信号并接收超声回波信号,在施加机械振动产生剪切波之后的某时刻,再发射超声波信号并接收超声回波信号,两超声回波信号可以反映该时刻,剪切波在肝脏组织中的传播位移或应变等传播情况。

[0038] 步骤 103、根据所述超声回波信号获取所述剪切波的位移或应变数据,所述位移或应变数据表征了所述剪切波传播到所述粘弹性介质中的不同深度时所述剪切波的振荡幅度。

[0039] 前面已经提到,超声回波信号可以反映剪切波在肝脏组织的传播位移或应变情况,因此,可以根据超声回波信号获取剪切波的位移或应变数据。为了保证该位移或应变数据的精确,可以对超声回波信号进行一定的数字信号处理。信号处理包括以下信号处理中的至少一种:时域互相关、谱互相关、平方误差和、斑点跟踪、尺度不变特征点跟踪、动态规划、零交叉跟踪、峰值搜索。

[0040] 为了直观的说明剪切波的位移或应变数据,图 2 示意了一种外部探头机械振动产生的剪切波传播在组织内某一固定深度时,随时间变化的位移结果曲线。本实施例中,对肝脏组织施加垂直于肝脏组织的机械振动,超声换能器捕捉施加机械振动处的垂直于肝脏组织轴上的位移,即为纵向位移。图 2 中的 DAV 即代表纵向位移。从图 2 中可以看出,固定深度下其位移数据呈现振荡衰减的特征。值得说明的是,应变数据与位移数据的衰减特征相似。

[0041] 步骤 104、根据所述位移或应变数据计算所述剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数。

[0042] 本实施例中,为了度量剪切波在肝脏组织中传播过程中其振荡幅度的衰减情况,提供了振荡幅度衰减度量参数。由图 2 可知,剪切波在肝脏组织传播过程中,其传播到不同的深度时,其位移或应变数据均会有对应的振荡衰减趋势,即会存在多个波峰、波谷。因此,本实施例中以波峰、波谷所对应的纵向位移或应变值即图 2 中相应波峰、波谷的纵坐标的值来定义该振荡幅度衰减度量参数。

[0043] 可选的,该振荡幅度衰减度量参数可以包括:第一振荡幅度衰减度量参数和第二振荡幅度衰减度量参数中的任一种或两种都包括。

[0044] 其中,第一振荡幅度衰减度量参数由公式 (1) 确定:

[0045] $AA_{SV\ FP} = 20 \times \lg(|DAVSV/DAVFP|)$ (1)

[0046] 其中, DAV 表示位移或应变数据为纵向位移或应变数据, DAVSV 表示位移或应变数据的第二个波谷的纵向位移或应变, DAVFP 表示位移或应变数据的第一个波峰的纵向位移或应变, $AA_{SV\ FP}$ 表示该第一振荡幅度衰减度量参数, 由公式 (1) 可知, 其表征了第二个波谷相对于第一个波峰的幅度衰减量。

[0047] 其中, 第二振荡幅度衰减度量参数由公式 (2) 确定:

[0048] $AA_{SP\ FP} = 20 \times \lg(|DAVSP/DAVFP|)$ (2)

[0049] 其中, DAVSP 表示位移或应变数据的第二个波峰的纵向位移或应变; $AA_{SP\ FP}$ 表示该第二振荡幅度衰减度量参数, 由公式 (2) 可知, 其表征了第二个波峰相对于第一个波峰的幅度衰减量。

[0050] 值得说明的是, 本实施例中之所以以上述第一个波峰、第二个波峰和第二个波谷来度量振荡幅度衰减度量参数, 主要是因为其他的波峰和波谷由于受到振幅过小, 考虑到捕捉精度被忽略。

[0051] 步骤 105、拟合所述剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数, 获得所述剪切波的振荡幅度衰减曲线, 并根据所述振荡幅度衰减曲线的斜率确定所述粘弹性介质的粘度参数。

[0052] 本实施例中, 由于不断向肝脏组织发射超声波信号, 从而基于不断接收到的超声回波信号能够获得剪切波传播到不同深度的位移或应变数据, 通过对不同深度的位移或应变数据进行上述计算, 可以获得剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数。

[0053] 通过拟合的方式, 将剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数进行拟合, 可以获得剪切波的振荡幅度衰减曲线。

[0054] 具体来说, 由于振荡幅度衰减度量参数可以包括第一振荡幅度衰减度量参数和第二振荡幅度衰减度量参数中的至少一种, 因此, 可以拟合剪切波在不同深度时的第一振荡幅度衰减度量参数, 得到与第一振荡幅度衰减度量参数对应的第一振荡幅度衰减曲线, 也可以拟合剪切波在不同深度时的第二振荡幅度衰减度量参数, 得到与第二振荡幅度衰减度量参数对应的第二振荡幅度衰减曲线。如图 3 所示, 图 3 中示意出了两种振荡幅度衰减度量参数分别对应的拟合结果。

[0055] 相应的, 本实施例中, 根据振荡幅度衰减曲线的斜率确定粘弹性介质的粘度参数, 既可以根据与第一振荡幅度衰减度量参数对应的第一振荡幅度衰减曲线的斜率确定粘弹性介质的粘度参数, 也可以根据与第二振荡幅度衰减度量参数对应的第二振荡幅度衰减曲线的斜率确定粘弹性介质的粘度参数, 还可以两种斜率结合确定粘弹性介质的粘度参数。其中, 两种斜率结合确定粘弹性介质的粘度参数主要是起到验证的作用, 即如果两种斜率分别对应的粘度参数值基本相同, 则认为粘度参数检测结果准确, 否则认为不准确, 可以进行重新的检测处理。

[0056] 具体来说, 可以预先通过仿真等方式获得粘弹性介质比如肝脏组织在不同粘度参数下, 粘度参数与振动幅度衰减曲线的斜率间的对应关系, 从而, 基于该对应关系以及已经获得的各种振动幅度衰减曲线的斜率, 可以将本实施例中获得的上述振荡幅度衰减曲线的斜率与预先已经获得的各种振动幅度衰减曲线的斜率进行匹配, 如果匹配到对应的斜率, 则最终确定肝脏组织的粘度参数与该匹配到的斜率所对应的粘度参数一致。

[0057] 本实施例中,可以通过仿真实验的方式,通过对粘弹性介质在设定的各种不同粘度参数条件下进行测试,以获得上述对应关系。值得说明的是,由于粘弹性介质除了具有粘度参数这个属性外,还具有弹性这个属性,为了避免不同弹性对粘度参数检测结果的影响,尤其是对粘弹性介质在设定的各种不同粘度参数、不同弹性条件下进行测试,以获得上述对应关系。

[0058] 而且,可以理解的是,在仿真实验中,作为被测对象的粘弹性介质可以并非真实的肝脏组织,而是虚拟的肝脏组织模型。比如根据肝脏组织的各种特征,配置相应的参数以尽量逼真肝脏组织,相应的,可以配置各种不同的弹性、粘度参数,以对不同弹性、粘度参数情况下的肝脏组织模型进行检测。由于弹性、粘度参数已经被配置,因此,在实验中,主要是获取肝脏组织模型在不同弹性、粘度参数下所对应的振动幅度衰减曲线,从而能得到上述粘度参数与振动幅度衰减曲线的斜率的对应关系。

[0059] 其中,获取肝脏组织模型在不同弹性、粘度参数下所对应的振动幅度衰减曲线的过程,与步骤 101 至步骤 105 中的过程类似,不再赘述。

[0060] 图 4a 至图 4t 中示意出了仿真获得的剪切波在不同弹性、粘度参数条件下的振荡幅度衰减曲线,其中,以千帕 (KPa) 为单位的各数值代表了不同的弹性值,以千帕秒 ($\text{Pa} \cdot \text{s}$) 为单位的各数值代表了不同的粘度参数值。而且,图 4a 至图 4t 中示出的是两种振荡幅度衰减曲线,即分别与第一振荡幅度衰减度量参数 $AA_{SV \text{ FP}}$ 和第二振荡幅度衰减度量参数 $AA_{SP \text{ FP}}$ 对应的衰减曲线。

[0061] 首先,分析 $AA_{SV \text{ FP}}$ 和 $AA_{SP \text{ FP}}$ 的差异:任意一深度下的振动都会呈现不断衰减的趋势,所以第二个波峰的幅值小于第一个波谷幅值。在任意粘度参数和弹性情况下,任意一个深度第二波峰关于第一波峰的衰减量明显更大,在图 4a 至图 4t 中表现为 $AA_{SP \text{ FP}}$ 均在 $AA_{SV \text{ FP}}$ 上方。

[0062] 在任意粘度参数和弹性情况下, $AA_{SV \text{ FP}}$ 和 $AA_{SP \text{ FP}}$ 随深度增加而减少,说明在肝脏组织较浅深度处,由于第一波峰幅值较大,衰减也相应剧烈,而在肝脏组织更深处,第一波峰幅值下降,导致后续振荡的衰减也不会那么明显了。

[0063] 具体到不同粘度参数情况下:在粘度参数为 $0\text{Pa} \cdot \text{s}$ 的肝脏组织中, $AA_{SV \text{ FP}}$ 和 $AA_{SP \text{ FP}}$ 随深度增加而减少的最不明显,随深度增加只有非常小幅度的下降;而粘度参数越大,随着剪切波传播到更深的肝脏组织中的第一波峰幅度就越小,根据上面的分析,第一波峰幅度小,则后续振荡过程中的衰减也就相应减少。

[0064] 由图 4a 至图 4t 可知,振荡幅度衰减曲线可通过一次函数进行拟合,其斜率和粘度参数成反比的关系。

[0065] 本实施例中,对粘弹性介质仅施加一次预设频率的机械振动从而仅在粘弹性介质中产生一种频率的剪切波。在获取该剪切波的位移或应变数据之后,基于该位移或应变数据计算得到表征剪切波传播到不同深度时的振荡幅度衰减情况的度量参数,进而基于该剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数,拟合获得该剪切波的振荡幅度衰减曲线,从而根据该振荡幅度衰减曲线的斜率确定粘弹性介质的粘度参数。该方案中,仅需对粘弹性介质施加一种频率的低频振动,通过获取剪切波振荡幅度衰减曲线的方式获得粘弹性介质的粘度参数,操作方便,避免了施加多种频率的振动对粘度参数测量结果准确性的不利影响。

[0066] 图5为本发明粘弹性介质的粘度参数检测设备实施例一的示意图,如图5所示,该粘度参数检测设备包括:

[0067] 控制主机1、探头2,所述探头中包含振动器21、超声换能器22。

[0068] 所述振动器21在所述控制主机1的控制下,对粘弹性介质施加单一预设频率的机械振动,在所述粘弹性介质中产生剪切波。

[0069] 所述超声换能器22在所述控制主机1的控制下,向所述粘弹性介质发射超声波,并接收超声回波信号。

[0070] 所述控制主机1,包括:获取模块11、计算模块12、拟合模块13、确定模块14。

[0071] 获取模块11,用于根据所述超声换能器传输的所述超声回波信号,获取所述剪切波的位移或应变数据,所述位移或应变数据表征了所述剪切波传播到所述粘弹性介质中的不同深度时所述剪切波的振荡幅度。

[0072] 计算模块12,用于根据所述位移或应变数据计算所述剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数。

[0073] 拟合模块13,用于拟合所述剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数,获得所述剪切波的振荡幅度衰减曲线。

[0074] 确定模块14,用于根据所述振荡幅度衰减曲线的斜率确定所述粘弹性介质的粘度参数。

[0075] 其中,所述获取模块11具体用于:对所述超声回波信号进行信号处理,获取所述位移或应变数据。

[0076] 其中,所述信号处理包括以下信号处理中的至少一种:时域互相关、谱互相关、平方误差和、斑点跟踪、尺度不变特征点跟踪、动态规划、零交叉跟踪、峰值搜索。

[0077] 可选的,所述振荡幅度衰减度量参数包括:第一振荡幅度衰减度量参数和/或第二振荡幅度衰减度量参数。

[0078] 从而,所述计算模块12包括:第一计算单元121和/或第二计算单元122。

[0079] 所述第一计算单元121,用于根据公式(1)确定所述第一振荡幅度衰减度量参数:

$$[0080] \quad AA_{SV\ FP} = 20 \times \lg(|DAVSV/DAVFP|) \quad (1)$$

[0081] 所述第二计算单元122,用于根据公式(2)确定所述第二振荡幅度衰减度量参数:

$$[0082] \quad AA_{SP\ FP} = 20 \times \lg(|DAVSP/DAVFP|) \quad (2)$$

[0083] 其中,DAV表示所述位移或应变数据为纵向位移或应变数据,DAVSV表示所述位移或应变数据的第二个波谷的纵向位移或应变,DAVFP表示所述位移或应变数据的第一个波峰的纵向位移或应变,DAVSP表示所述位移或应变数据的第二个波峰的纵向位移或应变; $AA_{SV\ FP}$ 表示所述第一振荡幅度衰减度量参数,表征了第二个波谷相对于第一个波峰的幅度衰减量, $AA_{SP\ FP}$ 表示所述第二振荡幅度衰减度量参数,表征了第二个波峰相对于第一个波峰的幅度衰减量。

[0084] 相应的,所述拟合模块13用于:拟合所述剪切波在不同深度时的第一振荡幅度衰减度量参数,获得所述剪切波的第一振荡幅度衰减曲线,并根据所述第一振荡幅度衰减曲线的斜率确定所述粘弹性介质的粘度参数;和/或,拟合所述剪切波在不同深度时的第二振荡幅度衰减度量参数,获得所述剪切波的第二振荡幅度衰减曲线,并根据所述第二振荡幅度衰减曲线的斜率确定所述粘弹性介质的粘度参数。

[0085] 具体来说,所述确定模块 14 具体用于:根据预先获得的粘弹性介质的不同粘度参数与不同粘度参数下的振动幅度衰减曲线的斜率间的对应关系,确定与所述振荡幅度衰减曲线的斜率对应的粘度参数。

[0086] 其中,所述对应关系包括粘度参数与对应的振动幅度衰减曲线的斜率呈反比关系。

[0087] 可选的,所述控制主机 1 还包括:仿真模块 15。

[0088] 所述仿真模块 15,用于设置粘弹性介质在不同弹性和不同粘度参数的条件下,仿真获得所述对应关系。

[0089] 本实施例的粘度参数检测设备可以用于执行图 1 所示方法实施例的技术方案,其实现原理和技术效果类似,此处不再赘述。

[0090] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成,前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,执行包括上述方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0091] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

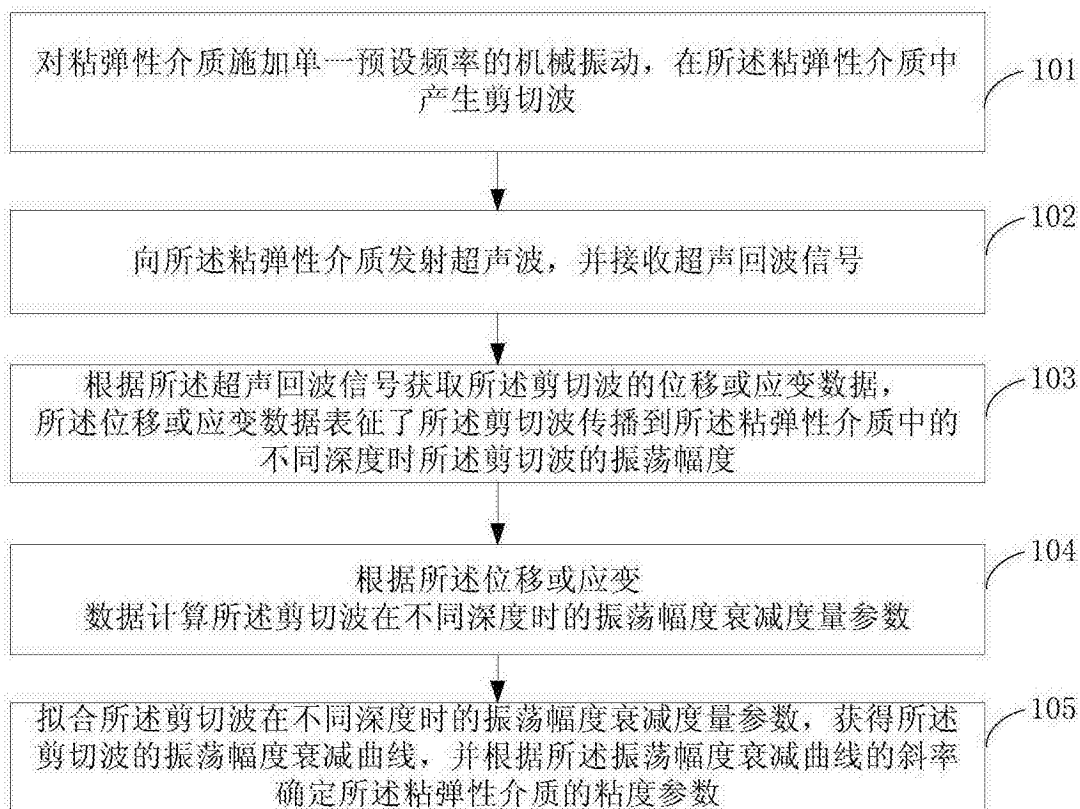


图 1

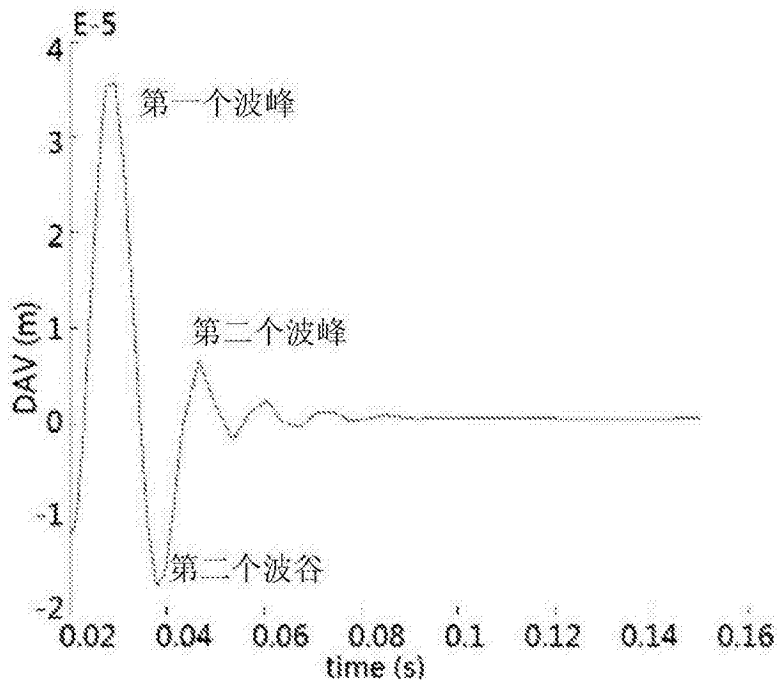


图 2

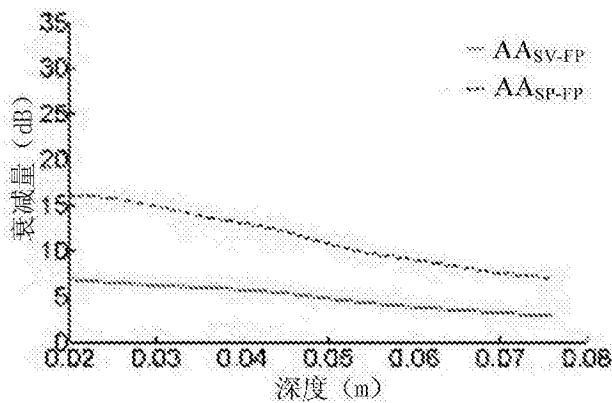


图 3

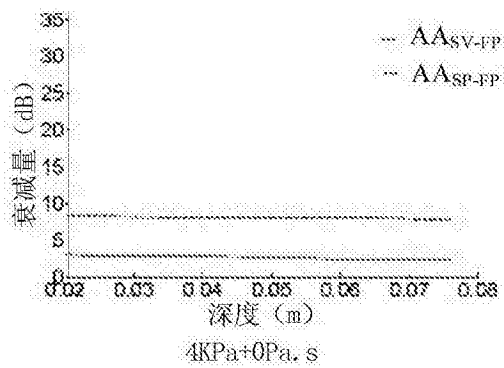


图 4a

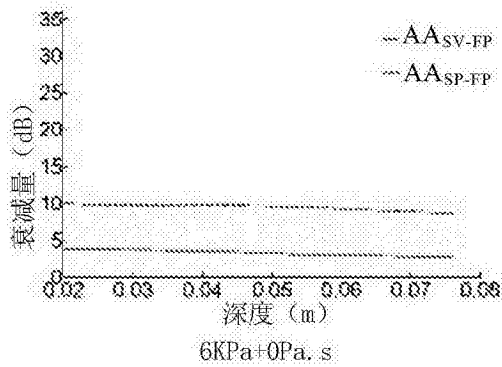


图 4b

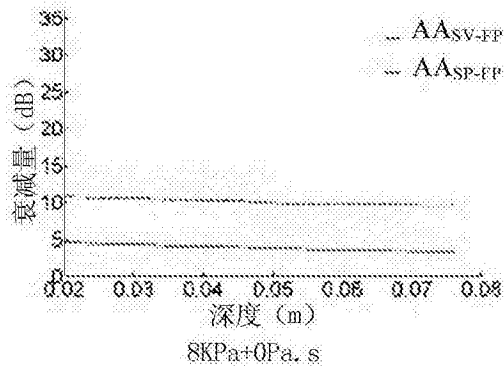


图 4c

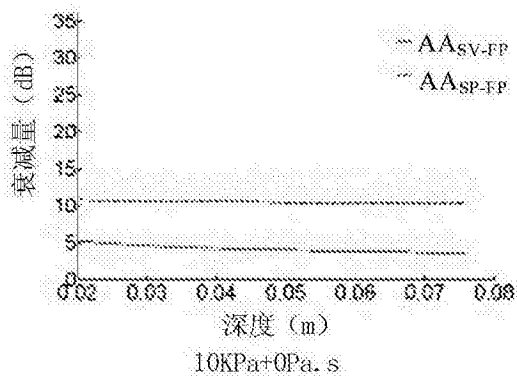


图 4d

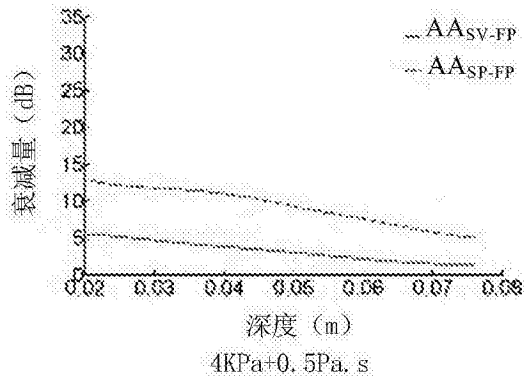
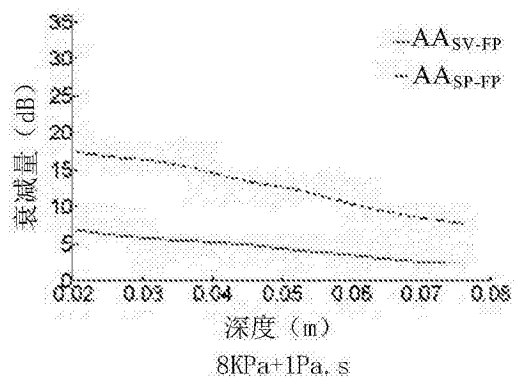
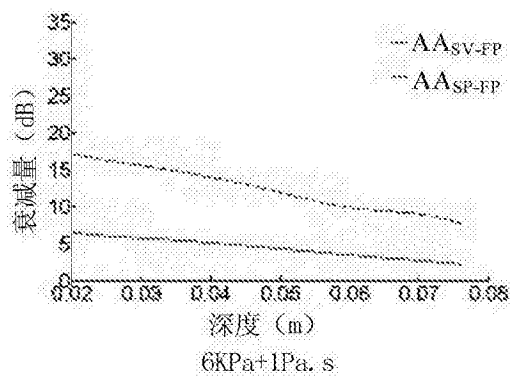
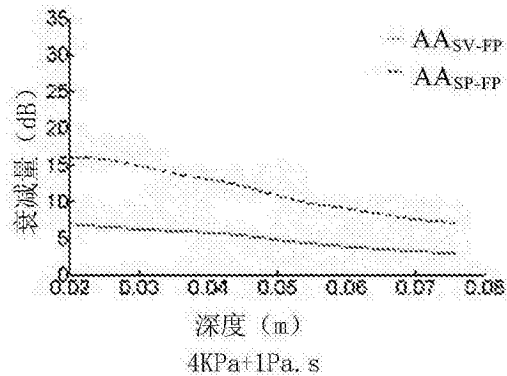
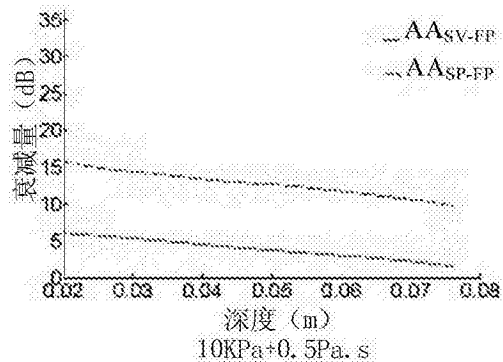
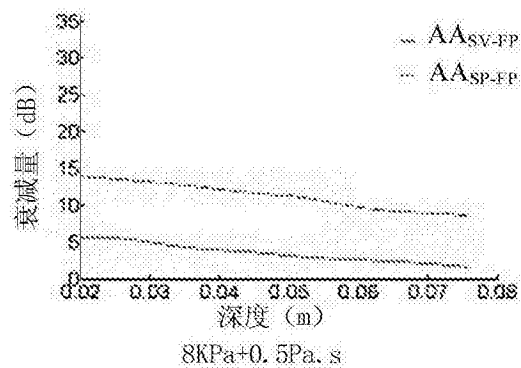
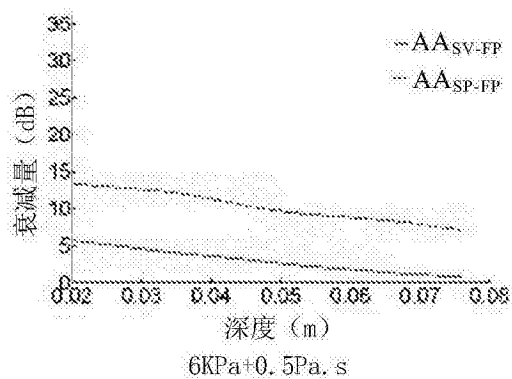


图 4e



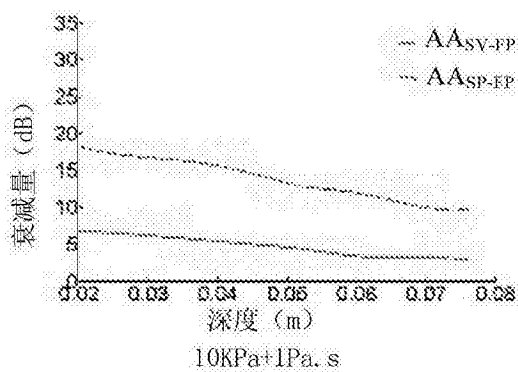


图 4l

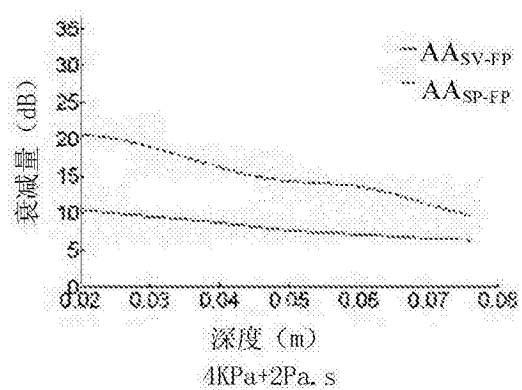


图 4m

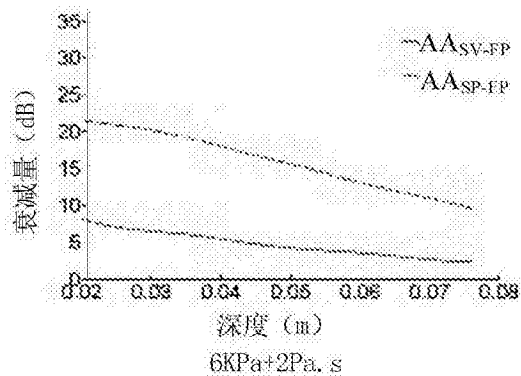


图 4n

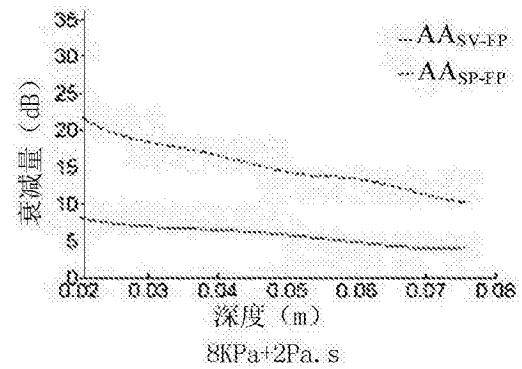


图 4o

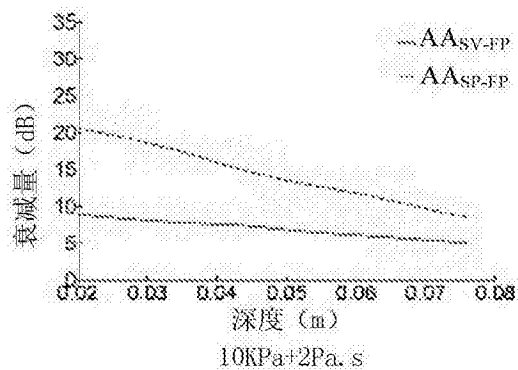


图 4p

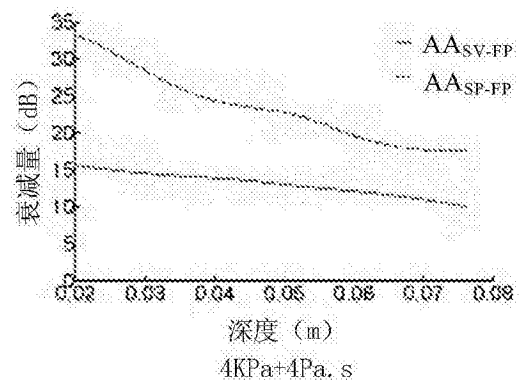


图 4q

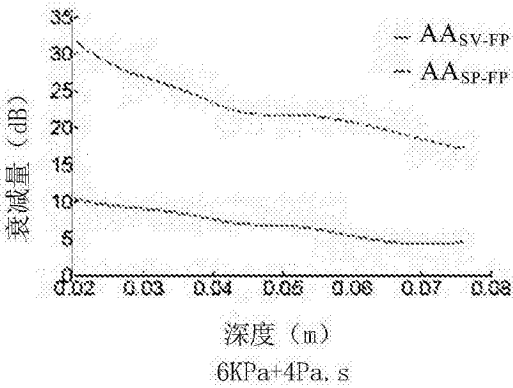


图 4r

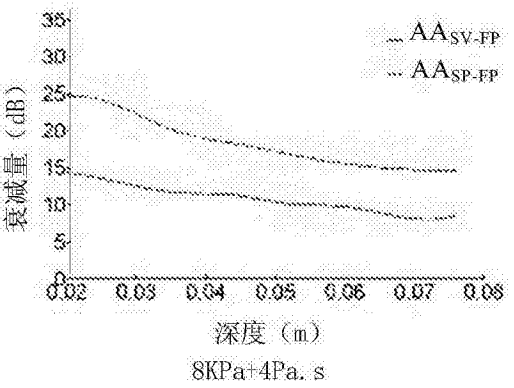


图 4s

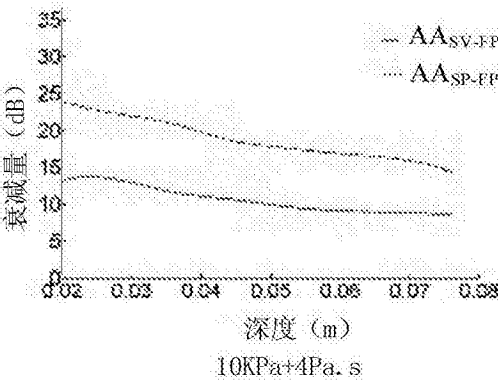


图 4t

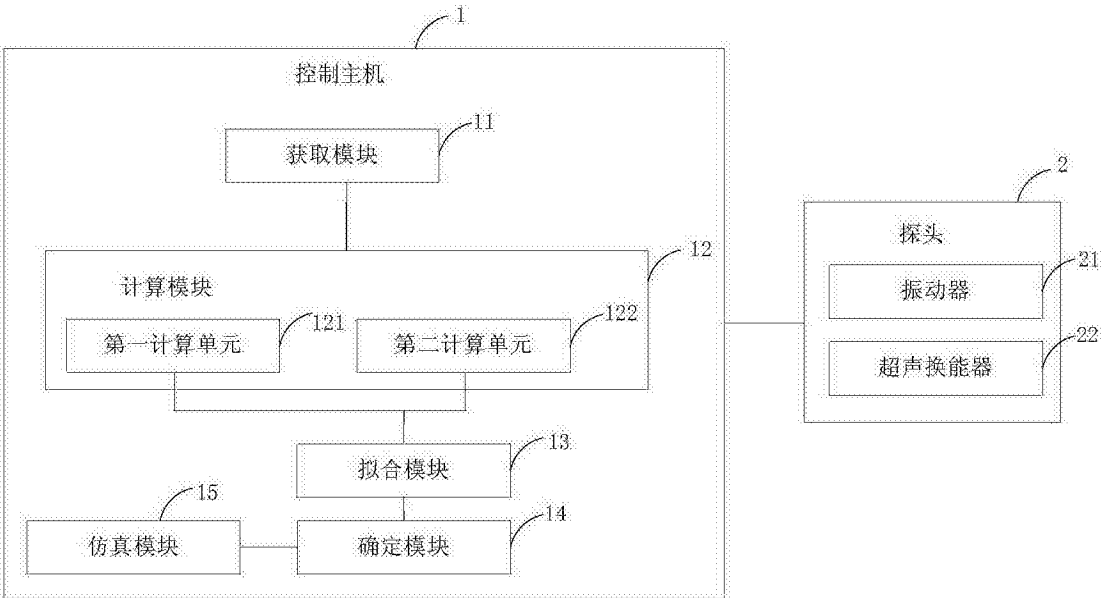


图 5

专利名称(译)	粘弹性介质的粘度参数检测方法和设备		
公开(公告)号	CN105266851A	公开(公告)日	2016-01-27
申请号	CN201510718967.8	申请日	2015-10-29
[标]申请(专利权)人(译)	无锡海斯凯尔医学技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	无锡海斯凯尔医学技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	无锡海斯凯尔医学技术有限公司		
[标]发明人	翟飞 邵金华 孙锦 段后利		
发明人	翟飞 邵金华 孙锦 段后利		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/00		
代理人(译)	黄健		
其他公开文献	CN105266851B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种粘弹性介质的粘度参数检测方法和设备，该方法包括：对粘弹性介质施加单一预设频率的机械振动，在粘弹性介质中产生剪切波；向粘弹性介质发射超声波，并接收超声回波信号；根据超声回波信号获取剪切波的位移或应变数据；根据位移或应变数据计算剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数；拟合剪切波在不同深度时的振荡幅度衰减度量参数，获得剪切波的振荡幅度衰减曲线，并根据振荡幅度衰减曲线的斜率确定粘弹性介质的粘度参数。仅需对粘弹性介质施加一种频率的低频振动，通过获取剪切波振荡幅度衰减曲线的方式获得粘弹性介质的粘度参数，更充分利用了采集的数据信息，操作方便，准确度高。

