



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107440740 A

(43)申请公布日 2017. 12. 08

(21)申请号 201710649552.9

(22)申请日 2017.07.21

(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 何琼 邵金华 孙锦 段后利
王强

(74)专利代理机构 北京集智东方知识产权代理
有限公司 11578
代理人 陈亚斌 关兆辉

(51)Int. Cl.
A61B 8/00(2006.01)

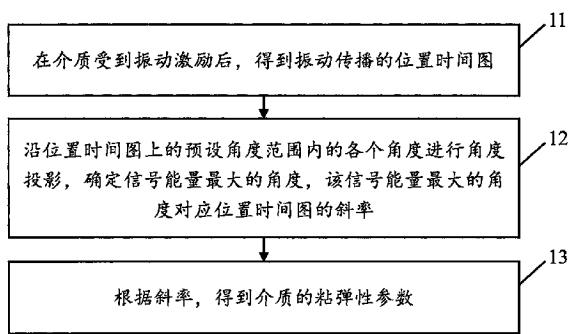
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

介质粘弹性定量方法及装置

(57)摘要

本发明公开了介质粘弹性定量方法及装置。在介质受到振动激励后,得到振动传播的位置时间图。利用角度投影确定位置时间图中信号能量最大的角度,该信号能量最大的角度对应位置时间图的斜率,而位置时间图的斜率就是振动在介质中的传播速度。由于振动在介质中的传播速度和介质的粘弹性相关,所以在得到位置时间图的斜率之后,就能定量计算出介质的粘弹性参数。本发明无需从位置时间图中选取特征点来计算位置时间图的斜率,不会受到噪声干扰且计算量小,可以高效准确的进行介质粘弹性定量。



1. 一种介质粘弹性定量方法,其特征在于,所述方法包括:
在介质受到振动激励后,得到振动传播的位置时间图;
沿所述位置时间图上的预设角度范围内的各个角度进行角度投影,确定信号能量最大的角度所对应的所述位置时间图的斜率;
根据所述斜率,得到所述介质的粘弹性参数。
2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述沿所述位置时间图上的预设角度范围内的各个角度进行角度投影,确定信号能量最大的角度所对应的所述位置时间图的斜率,包括:
对所述位置时间图进行沿预设角度范围内的各个角度的积分计算;
将积分值最大的角度,确定为所述位置时间图的斜率线的斜率角;
利用所述斜率角确定所述斜率线的斜率。
3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述沿所述位置时间图上的预设角度范围内的各个角度进行角度投影,确定信号能量最大的角度所对应的所述位置时间图的斜率,包括:
针对所述位置时间图,沿预设角度范围内的各个角度计算灰度共生矩阵;
得到所述各个角度的图像纹理特征;
利用所述图像纹理特征,将信号能量最大角度,确定为所述位置时间图的斜率线的斜率角;
利用所述斜率角确定所述斜率线的斜率。
4. 如权利要求1至3任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
在所述进行角度投影之前,滤除所述位置时间图中的反射波。
5. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,所述滤除所述位置时间图中的反射波,包括:
对所述位置时间图进行方向滤波。
6. 如权利要求1至3任一项所述的方法,其特征在于,所述得到振动传播的位置时间图,包括:
沿设定的振动传播方向,得到所述振动传播的位置时间图。
7. 一种介质粘弹性定量装置,其特征在于,所述装置包括:
图像模块,用于在介质受到振动激励后,得到振动传播的位置时间图;
确定模块,用于沿所述位置时间图上的预设角度范围内的各个角度进行角度投影,确定信号能量最大的角度所对应的所述位置时间图的斜率;
定量模块,用于根据所述斜率,得到介质的粘弹性参数。
8. 如权利要求7所述的装置,其特征在于,所述确定模块,包括:
计算子模块,用于对所述位置时间图进行沿预设角度范围内的各个角度的积分计算;
确定子模块,用于将所述积分子模块计算出的积分最大值的角度,确定为所述位置时间图的斜率线的斜率角;利用所述斜率角确定所述斜率线的斜率。
9. 如权利要求7所述的装置,其特征在于,所述确定模块,包括:
计算子模块,用于针对所述位置时间图,沿预设角度范围内的各个角度计算灰度共生矩阵;
确定子模块,用于得到所述各个角度的图像纹理特征;利用所述图像纹理特征,将信号

能量最大的角度,确定为所述位置时间图的斜率线的斜率角;利用所述斜率角确定所述斜率线的斜率。

10. 如权利要求7至9任一项所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

滤波模块,用于在进行所述角度投影之前,滤除所述位置时间图中的反射波。

11. 如权利要求7至9任一项所述的装置,其特征在于,所述图像模块沿设定的振动传播方向,得到所述振动传播的位置时间图。

12. 一种介质粘弹性定量装置,其特征在于,所述装置包括:

存储器,存储执行指令;

处理器,被配置于读取所述执行指令,完成如下操作:

在介质受到振动激励后,得到振动传播的位置时间图;

沿所述位置时间图上的预设角度范围内的各个角度进行角度投影,确定信号能量最大的角度所对应的所述位置时间图的斜率;

根据所述斜率,得到所述介质的粘弹性参数。

介质粘弹性定量方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及测量技术领域,特别涉及介质粘弹性定量方法及装置。

背景技术

[0002] 对介质进行振动激励时,振动在介质中的传播特性与介质的粘弹性有关,通过测量振动的传播特性,可以对介质的粘弹性进行定量。

[0003] 上述原理目前已被应用至多个技术领域,以医学检测为例,检测肝脏、甲状腺和肌肉等器官或组织时,通过对介质的粘弹性进行定量,可以对病变进行定位。

[0004] 因此,如何进行高效准确的介质粘弹性定量,是一个需要解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明实施例提供了介质粘弹性定量方法及装置。为了对披露的实施例的一些方面有一个基本的理解,下面给出了简单的概括。该概括部分不是泛泛评述,也不是要确定关键/重要组成元素或描绘这些实施例的保护范围。其唯一目的是用简单的形式呈现一些概念,以此作为后面的详细说明确的序言。

[0006] 根据本发明实施例的第一方面,提供了一种介质粘弹性定量方法,所述方法包括:

[0007] 在介质受到振动激励后,得到振动传播的位置时间图;

[0008] 沿所述位置时间图上的预设角度范围内的各个角度进行角度投影,确定信号能量最大的角度所对应的所述位置时间图的斜率;

[0009] 根据所述斜率,得到所述介质的粘弹性参数。

[0010] 在所述方法的基础上,作为可选的实施例一,所述沿所述位置时间图上的预设角度范围内的各个角度进行角度投影,确定信号能量最大的角度所对应的所述位置时间图的斜率,包括:

[0011] 对所述位置时间图进行沿预设角度范围内的各个角度的积分计算;

[0012] 将积分值最大的角度,确定为所述位置时间图的斜率线的斜率角;

[0013] 利用所述斜率角确定所述斜率线的斜率。

[0014] 在所述方法的基础上,作为可选的实施例二,所述沿所述位置时间图上的预设角度范围内的各个角度进行角度投影,确定信号能量最大的角度所对应的所述位置时间图的斜率,包括:

[0015] 针对所述位置时间图,沿预设角度范围内的各个角度计算灰度共生矩阵;

[0016] 得到所述各个角度的图像纹理特征;

[0017] 利用所述图像纹理特征,将信号能量最大的角度,确定为所述位置时间图的斜率线的斜率角;

[0018] 利用所述斜率角确定所述斜率线的斜率。

[0019] 在所述方法、所述实施例一或所述实施例二的基础上,作为可选的实施例三,所述方法还包括:

- [0020] 在所述角度投影之前,滤除所述位置时间图中的反射波。
- [0021] 在所述实施例三的基础上,作为可选的实施例四,所述滤除所述位置时间图中的反射波,包括:对所述位置时间图进行方向滤波。
- [0022] 在所述方法、所述实施例一或所述实施例二的基础上,作为可选的实施例五,所述得到振动传播的位置时间图,包括:
- [0023] 沿设定的振动传播方向,得到所述振动传播的位置时间图。
- [0024] 根据本发明实施例的第二方面,提供了一种介质粘弹性定量装置,所述装置包括:
- [0025] 图像模块,用于在介质受到振动激励后,得到振动传播的位置时间图;
- [0026] 确定模块,用于沿所述位置时间图上的预设角度范围内的各个角度进行角度投影,确定信号能量最大的角度所对应的所述位置时间图的斜率;
- [0027] 定量模块,用于根据所述斜率,得到所述介质的粘弹性参数。
- [0028] 在所述装置的基础上,作为可选的实施例一,所述确定模块,包括:
- [0029] 计算子模块,用于对所述位置时间图进行沿预设角度范围内的各个角度的积分计算;
- [0030] 确定子模块,用于将所述积分子模块计算出的积分最大值的角度,确定为所述位置时间图的斜率线的斜率角;利用所述斜率角确定所述斜率线的斜率。
- [0031] 在所述装置的基础上,作为可选的实施例二,所述确定模块,包括:
- [0032] 计算子模块,用于针对所述位置时间图,沿预设角度范围内的各个角度计算灰度共生矩阵;
- [0033] 确定子模块,用于得到所述各个角度的图像纹理特征;利用所述图像纹理特征,将信号能量最大的角度,确定为所述位置时间图的斜率线的斜率角;利用所述斜率角确定所述斜率线的斜率。
- [0034] 在所述装置、所述实施例一或所述实施例二的基础上,作为可选的实施例三,所述装置还包括:
- [0035] 滤波模块,用于在所述角度投影之前,滤除所述位置时间图中的反射波。
- [0036] 在所述装置、所述实施例一或所述实施例二的基础上,作为可选的实施例四,所述图像模块沿设定的振动传播方向,得到所述振动传播的位置时间图。
- [0037] 根据本发明实施例的第三方面,提供了一种介质粘弹性定量装置,所述装置包括:
- [0038] 存储器,存储执行指令;
- [0039] 处理器,被配置于读取所述执行指令,完成如下操作:
- [0040] 在介质受到振动激励后,得到振动传播的位置时间图;
- [0041] 沿所述位置时间图上的预设角度范围内的各个角度进行角度投影,确定信号能量最大的角度所对应的所述位置时间图的斜率;
- [0042] 根据所述斜率,得到所述介质的粘弹性参数。
- [0043] 本发明实施例提供的技术方案可以包括以下有益效果:
- [0044] 利用角度投影确定位置时间图中信号能量最大的角度,该信号能量最大的角度对应位置时间图的斜率,而位置时间图的斜率就是振动在介质中的传播速度。由于振动在介质中的传播速度和介质的粘弹性相关,所以在得到位置时间图的斜率之后,就能定量计算出介质的粘弹性参数。本发明实施例无需从位置时间图中选取特征点来计算位置时间图的

斜率,不会受到噪声干扰且计算量小,可以高效准确的进行介质粘弹性定量。

[0045] 应当理解的是,以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的,并不能限制本发明。

附图说明

[0046] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本发明的实施例,并与说明书一起用于解释本发明的原理。

[0047] 图1是根据一示例性实施例示出的介质粘弹性定量方法的流程图;

[0048] 图2是根据一示例性实施例示出的介质粘弹性定量方法的流程图;

[0049] 图3是根据一示例性实施例示出的介质粘弹性定量方法的流程图;

[0050] 图4是根据一示例性实施例示出的介质粘弹性定量装置的框图;

[0051] 图5是图4中所示的确定模块的框图;

[0052] 图6是根据一示例性实施例示出的介质粘弹性定量装置的框图;

[0053] 图7是根据一示例性实施例示出的介质粘弹性定量装置的框图。

具体实施方式

[0054] 以下描述和附图充分地示出本发明的具体实施方案,以使本领域的技术人员能够实践它们。实施例仅代表可能的变化。除非明确要求,否则单独的部件和功能是可选的,并且操作的顺序可以变化。一些实施方案的部分和特征可以被包括在或替换其他实施方案的部分和特征。本发明的实施方案的范围包括权利要求书的整个范围,以及权利要求书的所有可获得的等同物。在本文中,各实施方案可以被单独地或总地用术语“发明”来表示,这仅仅是为了方便,并且如果事实上公开了超过一个的发明,不是要自动地限制该应用的范围为任何单个发明或发明构思。本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用于将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素。本文中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的结构、产品等而言,由于其与实施例公开的部分相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0055] 图1是根据一示例性实施例示出的介质粘弹性定量方法的流程图。如图1所示,该方法包括如下步骤。

[0056] 在步骤11中,在介质受到振动激励后,得到振动传播的位置时间图。

[0057] 在步骤12中,沿位置时间图上的预设角度范围内的各个角度进行角度投影,确定信号能量最大的角度,该信号能量最大的角度对应位置时间图的斜率。

[0058] 预设角度范围,指根据实际情况,选取的进行角度投影的角度范围。作为一种可选的实施方式,预设角度范围可以是360度,此时需进行全角度的角度投影。作为另一种可选的实施方式,根据得到的位置时间图的特性,来选择进行角度投影的角度范围。步骤11中得到的位置时间图的横轴指示时间、纵轴指示位置,如果振动只由振动激励起点处向远处传

播,则振动传播的速度无限大时,在位置时间图上接近于与纵轴平行的直线,而振动传播的速度无限小时,在位置时间图上接近于与横轴平行的直线,此时预设角度范围是90度即可满足需求,而无需做全角度投影,进而提高介质粘弹性定量的效率。如果振动除了由振动激励起点处向远处传播,还可沿相反方向继续传播,则预设角度范围可以是180度。至于预设角度范围的实际起始点和终止点,在直角坐标系保持不变的情况下,与0度的起始点及逆时针或顺时针的旋转方向相关,可以按需要选取,只要保证预设角度范围即可。

[0059] 各个角度,指在预设角度范围内进行角度投影的各个角度。具体角度的选取根据时间精度需求和计算速度需求来确定,时间精度要求越高时,角度选取的精度要求越高,计算速度需求越高时,角度选取的精度要求越低。例如,可以从0.0.1度到1度的范围内选择。

[0060] 角度投影,指针对设定角度进行图像特征识别或提取,以确定信号能量最大的角度。

[0061] 在步骤13中,根据斜率,得到介质的粘弹性参数。

[0062] 粘弹性参数包括粘性参数和弹性参数中的至少一项。

[0063] 位置时间图的斜率由单位时间的振动传播的距离决定,即介质中振动传播的速度。在均匀的介质中,振动传播的速度和介质的粘弹性有关,在得到位置时间图的斜率之后,就可以定量计算出介质的粘弹性参数,因此如何高效准确的获得上述斜率成为介质粘弹性定量的关键。本示例性实施例利用角度投影确定信号能量最大的角度,由于该信号能量最大的角度对应位置时间图的斜率,即相当于获得了位置时间图的斜率。这种方法无需从位置时间图中选取波峰、波谷或振动的某一相位作为特征点来计算位置时间图的斜率,不会受到噪声干扰且计算量小,是一种高效准确的进行介质粘弹性定量的方法。

[0064] 在一示例性的实施例中,通过机械振动、声辐射力或其他可以产生振动的方式,对介质进行振动激励后,介质产生振动,振动在介质中传播。由于上述振动在介质中的传播速度有限,因此可以利用检测波对介质进行动态成像。上述检测波可以是光波、超声波等。上述动态成像可以是一维成像、二维成像或三维成像等。

[0065] 由于上述振动在介质中传播时,在不同的时刻,波前会沿着传播方向到达不同的位置。检测波对介质成像产生的回波信号会发生相位去相关,利用这种相位去相关的特性,可以通过互相关、自相关、光流等算法得到介质的运动信息,沿设定的振动传播方向,得到位置时间图。上述算法可以是各种基于块匹配的方法或非块匹配的方法。上述设定的振动传播方向,在振动只在一个传播方向上传播时,为振动的实际传播方向,在振动在多个传播方向上传播时,为选择出的某一个传播方向。例如,当介质为一均匀薄片时,对介质进行振动激励后,振动将沿该薄片的延展方向进行传播,此时设定的振动传播方向就是该振动的实际传播方向。又例如,当介质为立体不规则形状时,振动传播的波前为立体形状,例如振动传播的波前为椭球,则沿不同的振动传播方向得到的位置时间图是不同的,此时设定的振动传播方向就是选择出的某一个感兴趣的传播方向。上述感兴趣的传播方向根据实际要测量的方向来确定,例如可以是振动传播最快的方向、振动传播最慢的方向和振动传播速度为某一区间的方向中的至少一个。

[0066] 在一示例性的实施例中,由于振动在介质中传播时,遇介质的边缘或异物时会产生反射波,为提高后续处理的精度,如图2所示,在进行角度投影之前,还可以包括步骤11',即对位置时间图中的反射波进行滤除。滤除的方式可以有很多种,方向滤波是其中一种实

现方式。

[0067] 在一示例性的实施例中,通过角度投影来确定信号能量最大的角度,进而得到位置时间图的斜率,可以通过积分计算来实现。例如,对位置时间图进行沿预设角度范围内的各个角度的积分计算,当积分角度和振动传播方向一致时能量聚集,此时得到的积分值最大,因此将积分值最大的角度为位置时间图的斜率线的斜率角。根据得到的斜率角,再结合位置和时间信息,即可以得到位置时间图的斜率线的斜率。上述积分计算又称为Radon变换。

[0068] 在一示例性的实施例中,由于通过计算灰度共生矩阵可以获得图像纹理特征,图像纹理特征又可以体现信号能量的大小,因此可以用灰度共生矩阵来获取信号能量最大的角度的信息。基于上述原理,通过角度投影来确定信号能量最大的角度,进而得到位置时间图的斜率,可以通过灰度共生矩阵的计算来实现。例如,针对位置时间图,先沿预设角度范围内的各个角度计算灰度共生矩阵。然后,利用灰度共生矩阵,得到各个角度的图像纹理特征。接着,利用图像纹理特征,将信号能量最大的角度,确定为位置时间图的斜率线的斜率角。最后,利用斜率角确定斜率线的斜率。

[0069] 根据力学原理,介质的粘弹性决定了振动在其中的传播速度,因此通过得到位置时间图的斜率,可以获知振动在介质中传播的速度,进而根据力学原理,可以定量得出介质的粘弹性参数。这里的粘弹性参数可以包括剪切模量、杨氏模量、剪切粘弹性、剪切粘度、机械阻抗、机械松弛时间、各向异性等。

[0070] 下面以一种具体的应用场景给出本发明实施例中介质粘弹性定量方法的应用。

[0071] 在对人体肝脏等粘粘弹性介质进行无损粘弹性检测时,需要对介质粘弹性进行定量。检测设备中包括激发装置和成像装置,其中激发装置对待检测介质进行振动激励,成像装置利用超声波对振动激励后的介质进行成像。振动在介质中传播时,在不同的时刻,波前会沿着传播方向到达不同的位置,形成位置时间图。上述波前可以是波峰、波谷、或振动的同一相位中的一种。

[0072] 如图3所示,在这种具体应用场景的介质粘弹性定量方法可以包括如下步骤。

[0073] 在步骤31中,对介质进行振动激励。

[0074] 在步骤32中,利用超声波对介质进行动态成像。

[0075] 在步骤33中,从介质的成像中得到振动传播的位置时间图。

[0076] 在步骤34中,对位置时间图进行方向滤波。

[0077] 在步骤35中,进行Radon变换,确定出位置时间图的斜率。

[0078] 在步骤36中,根据确定出的斜率和力学原理,计算得到介质的粘弹性参数。

[0079] 在以上介质粘弹性定量方法的各个示例性实施例中,当设定的振动传播方向为至少两个时,每个设定的振动传播方向会对应得到一个位置时间图,进而会得到该位置时间图对应的介质的粘弹性参数。综合得到的至少两套粘弹性参数,可以更全面的评价介质的粘弹性。

[0080] 上述给出的介质粘弹性定量方法的各个示例性实施例,可以根据情况进行组合,这里并不限定各个示例性实施例之间的组合关系。

[0081] 图4是一示例性实施例示出的介质粘弹性定量装置的框图,该装置可以位于介质粘弹性检测设备的控制主机中,例如在医疗检测领域,可以位于肝脏无损检测设备的控制

主机中。该装置还可以位于云端,介质粘弹性检测设备的检测数据需要在云端进行处理。

[0082] 图4所示的装置包括:图像模块41、确定模块42和定量模块43。

[0083] 图像模块41,用于在介质受到振动激励后,得到振动传播的位置时间图。

[0084] 确定模块42,用于沿位置时间图上的预设角度范围内的各个角度进行角度投影,确定信号能量最大的角度。上述信号能量最大的角度对应位置时间图的斜率。

[0085] 定量模块43,用于根据位置时间图的斜率,得到介质的粘弹性参数。

[0086] 在一示例性实施例中,如图5所示,确定模块42采用Radon变换来进行角度投影并确定信号能量最大的角度。此时,确定模块42包括:计算子模块421和确定子模块422。

[0087] 计算子模块421,用于对位置时间图进行沿预设角度范围内的各个角度的积分计算。

[0088] 确定子模块422,用于将积分子模块421计算出的积分最大值的角度,确定为位置时间图的斜率线的斜率角;通过该斜率角确定位置时间图的斜率线的斜率。

[0089] 作为可选的实施方式,在使用灰度共生矩阵来确定斜率角时,计算子模块421可以用于针对位置时间图,沿预设角度范围内的各个角度计算灰度共生矩阵。确定子模块422可以用于得到所述各个角度的图像纹理特征;利用所述图像纹理特征,将信号能量最大的角度,确定为所述位置时间图的斜率线的斜率角;利用所述斜率角确定所述斜率线的斜率。

[0090] 在一示例性实施例中,如图6所示,介质粘弹性定量装置中还包括:滤波模块44,用于在确定模块42进行角度投影之前,滤除位置时间图中的反射波。

[0091] 在一示例性实施例中,图像模块41沿设定的振动传播方向,得到振动传播的位置时间图。

[0092] 下面以一种具体的应用场景给出本发明实施例中介质粘弹性定量装置的应用。

[0093] 在对人体肝脏等粘粘弹性介质进行无损粘弹性检测时,需要对介质粘弹性进行定量。检测设备中包括激发装置和成像装置,其中激发装置对待检测介质进行振动激励,成像装置利用超声波对振动激励后的介质进行成像。

[0094] 振动在介质中传播时,在不同的时刻,波前会沿着传播方向到达不同的位置,形成位置时间图。上述波前可以是波峰、波谷、或振动的同一相位中的一种。介质粘弹性定量装置沿设定传播方向,从介质的成像中得到振动传播的位置时间图。然后介质粘弹性定量装置对位置时间图沿各个角度进行积分计算,将积分值最大的角度确定为位置时间图的斜率线的斜率角,进而确定出位置时间图的斜率。最后介质粘弹性定量装置根据确定出的斜率和力学原理,计算得到介质的粘弹性参数。

[0095] 图7是根据一示例性实施例示出的介质粘弹性定量装置的框图,该装置可以位于介质粘弹性检测设备的控制主机中,例如在医疗检测领域,可以位于肝脏无损检测设备的控制主机中。该装置还可以位于云端,介质粘弹性检测设备的检测数据需要在云端进行处理。

[0096] 上述给出的介质粘弹性定量装置的各个示例性实施例,可以根据情况进行组合,这里并不限定各个示例性实施例之间的组合关系。

[0097] 图7所示的装置包括:存储器71和处理器72。

[0098] 存储器71中存储有执行指令。

[0099] 处理器72,被配置于读取存储器71中的执行指令,执行前文所述介质粘弹性定量

方法的各示例性实施例中的部分或全部步骤。处理器72可以由芯片实现。

[0100] 如果图7所示的介质粘弹性定量装置位于介质粘弹性检测设备的控制主机中,可以通过总线、无线等方式与介质粘弹性定量设备中的激励装置、成像装置进行连接,此时该装置上具备与实现上述连接的接口及相应通信机制。

[0101] 如果图7所示的介质粘弹性定量装置位于云端,可以通过网络与介质粘弹性检测设备进行通信。

[0102] 应当理解的是,本发明并不局限于上面已经描述并在附图中示出的流程及结构,并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本发明的范围仅由所附的权利要求来限制。

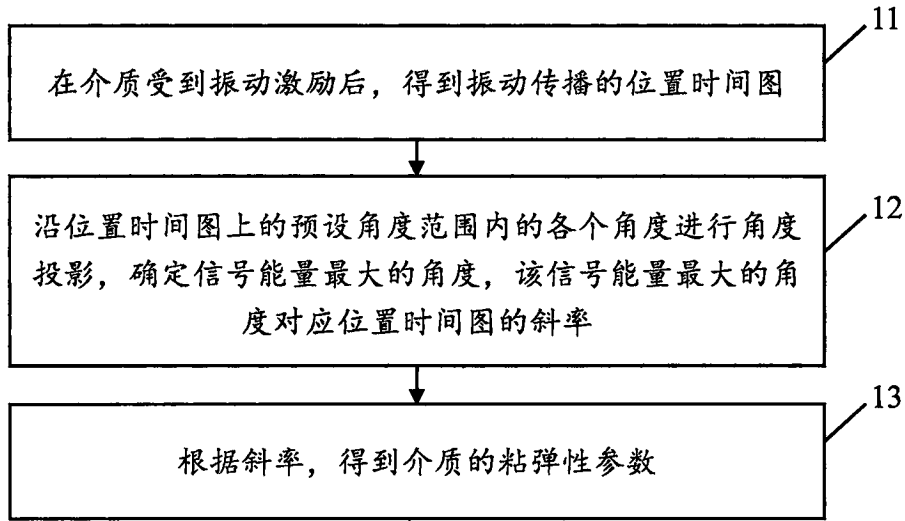


图1

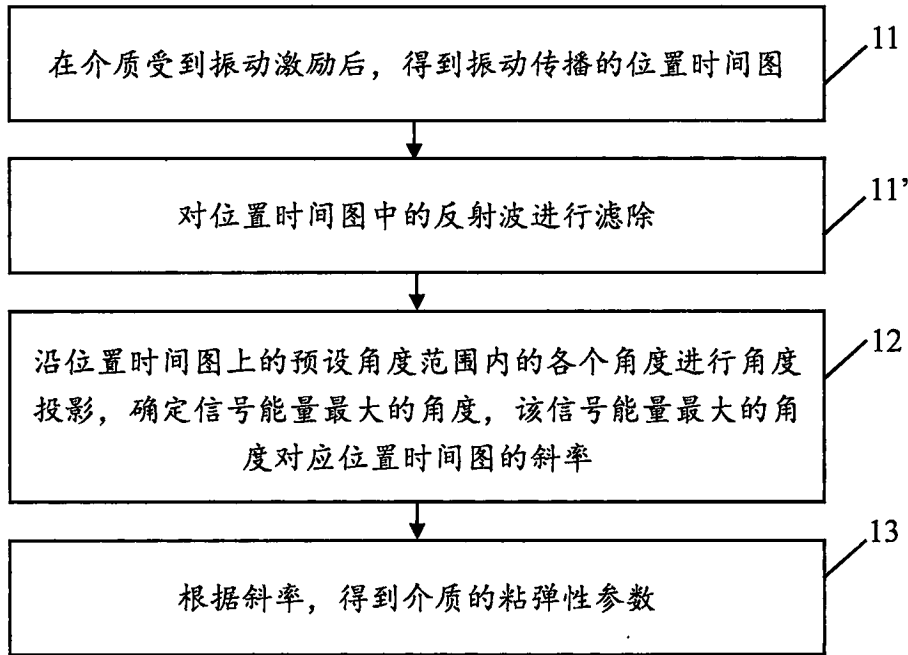


图2

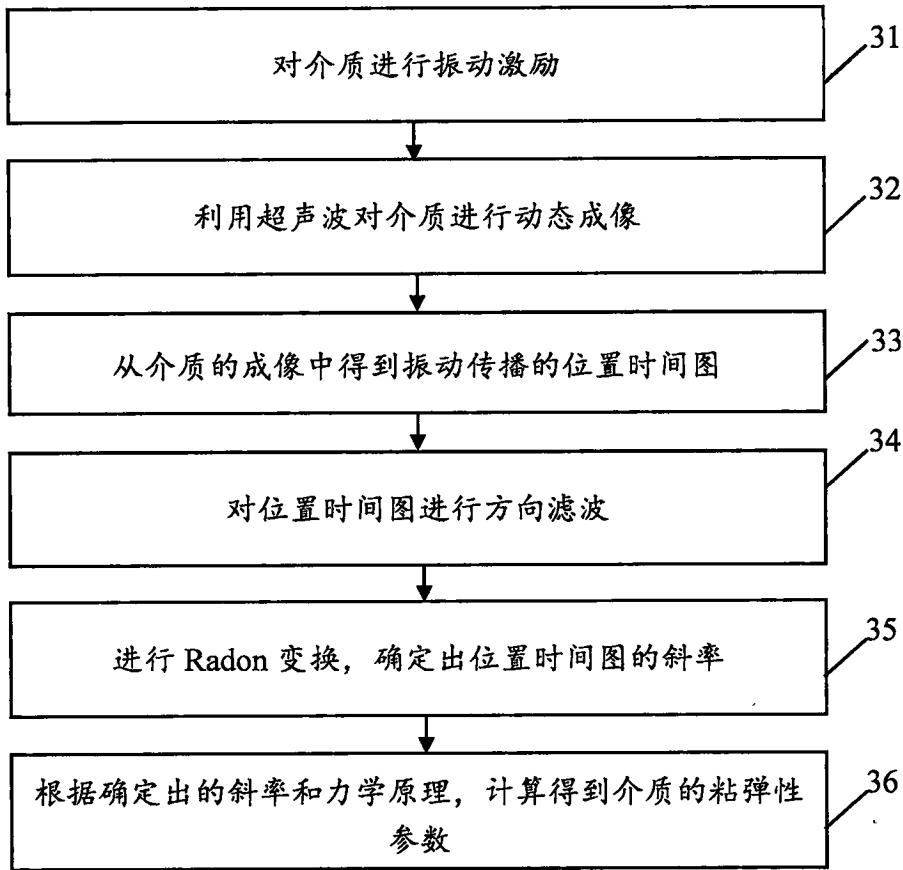


图3

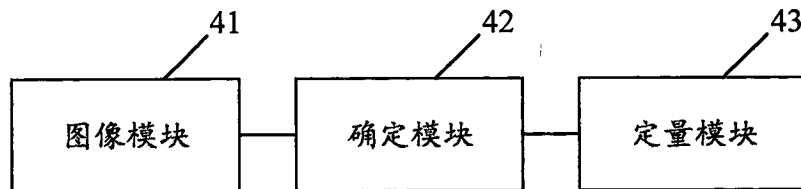


图4

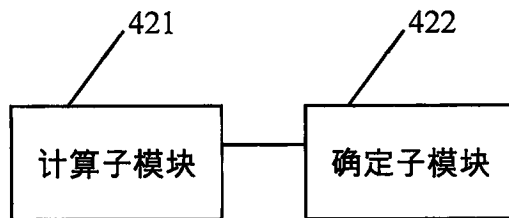


图5

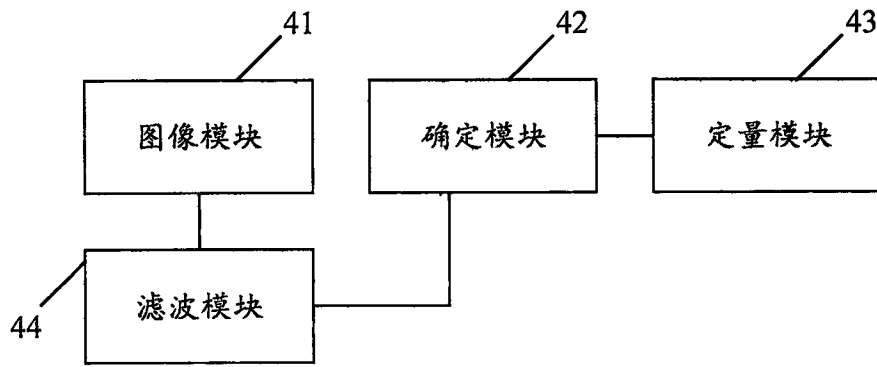


图6

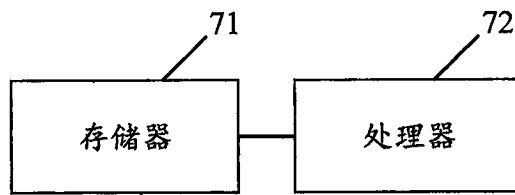


图7