



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103462643 B

(45) 授权公告日 2015.02.11

(21) 申请号 201310454725.3

CN 102892358 A, 2013.01.23,

(22) 申请日 2013.09.29

CN 103269639 A, 2013.08.28,

CN 102667522 A, 2012.09.12,

(73) 专利权人 深圳市开立科技有限公司

审查员 崔文昊

地址 518051 广东省深圳市南山区玉泉路毅  
哲大厦 4 楼

(72) 发明人 刘德清 冯乃章

(74) 专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事  
务所(普通合伙) 44285

代理人 唐华明

(51) Int. Cl.

A61B 8/08(2006.01)

(56) 对比文件

US 2010/0016718 A1, 2010.01.21,

CN 102551801 A, 2012.07.11,

WO 2012/105152 A1, 2012.08.09,

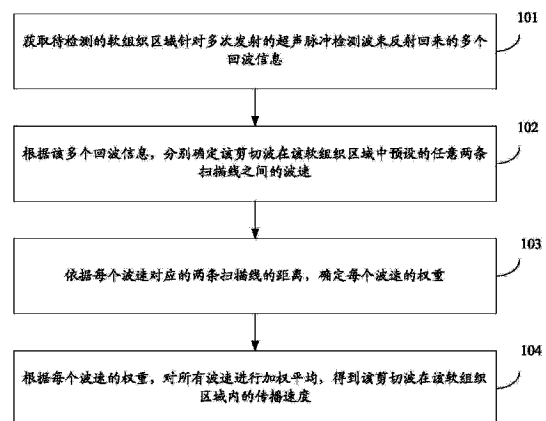
权利要求书3页 说明书14页 附图5页

(54) 发明名称

一种剪切波速度测量方法、装置和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种剪切波速度测量方法、装置和系统,该方法包括:获取待检测的软组织区域针对多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个回波信息,其中,待检测的软组织区域内存在剪切波的传播;根据所述多个回波信息,分别确定所述剪切波在所述软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速;依据每个所述波速对应的两条扫描线的距离,确定每个所述波速的权重,其中,所述波速所对应的两条扫描线的距离越大,所述波速的权重越大;根据每个所述波速的权重,对所有所述波速进行加权平均,得到所述剪切波在所述软组织区域内的传播速度。该方法可以提高软组织内剪切波传播速度测量的准确度和可靠性。



1. 一种剪切波速度测量方法,其特征在于,包括:

获取待检测的软组织区域针对多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个回波信息,其中,所述待检测的软组织区域内存在剪切波的传播;

根据所述多个回波信息,分别确定所述剪切波在所述软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速;

依据每个所述波速对应的两条扫描线的距离,确定每个所述波速的权重,其中,所述波速所对应的两条扫描线的距离越大,所述波速的权重越大;

根据每个所述波速的权重,对所有所述波速进行加权平均,得到所述剪切波在所述软组织区域内的传播速度。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述依据每个所述波速对应的两条扫描线的距离,确定每个所述波速的权重,包括:

对于任意一个所述波速,计算所述波速对应的两条扫描线的距离与第一预设值的乘积,将所述乘积作为所述波速的权重,其中,所述第一预设值为大于零的任意值。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述多个回波信息,分别确定所述剪切波在所述软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速,包括:

根据所述多个回波信息,并结合波束合成技术,确定所述软组织区域中,预设的每个扫描线位置针对所述多次发射的超声脉冲检测波束反射的多个第一回波信号;

根据所述每个扫描线位置所对应的多个第一回波信号,分别确定所述剪切波在所述软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速。

4. 根据权利要求1至2任一项所述的方法,其特征在于,所述根据所述多个回波信息,分别确定所述剪切波在所述软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速,包括:

根据所述多个回波信息,确定所述剪切波到达所述软组织区域内预设的任意两条扫描线的第一时间差;

对于任意两条扫描线,依据所述两条扫描线的第一距离以及所述剪切波到达所述两条扫描线的第一时间差,计算所述剪切波在所述两条扫描线之间的波速。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述根据所述多个回波信息,确定所述剪切波到达所述软组织区域内预设的任意两条扫描线的第一时间差,包括:

根据所述多个回波信息,并结合波束合成技术,确定所述软组织区域中,预设的每个扫描线位置处针对所述多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个第一回波信号;

对于任意一个扫描线位置,根据预先存储的所述扫描线位置的静态组织回波信号以及所述多个第一回波信号,分别确定所述扫描线位置处的软组织在多个不同时刻的位移量,其中,所述在多个不同时刻位移量分别为所述软组织在反射回所述多个第一回波信号的多个时刻所对应的位移量;

根据每个所述扫描线位置处的软组织在多个不同时刻的位移量,确定每个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形;

对于任意两个扫描线位置,根据所述两个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形,确定所述剪切波到达所述两个扫描线位置的第一时间差。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述根据所述两个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形,确定所述剪切波到达所述两个扫描线位置的第一时间差,包括:

对所述两个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形进行互相关运算,则互相关最大值所对应的时间延迟量为所述第一时间差;

或者,分别将每个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形中,位移最大值所对应的时刻作为所述剪切波到达所述扫描线位置的时刻,根据剪切波到达所述两个扫描线位置的时间,确定出所述剪切波到达所述两个扫描线位置的第一时间差。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述获取待检测的软组织区域针对发射的超声脉冲检测波束反射回来的回波信息之前,还包括:

控制第一超声阵列探头向所述软组织区域对应的聚焦点位置发射超声脉冲激励波束,以在所述软组织区域内形成剪切波;

控制第二超声阵列探头按照预设周期,向所述软组织区域发射多次超声脉冲检测波束,并接收每次反射回来的所述回波信息。

8. 一种剪切波速度测量装置,其特征在于,包括:

信息获取单元,用于获取待检测的软组织区域针对多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个回波信息,其中,所述待检测的软组织区域内存在剪切波的传播;

分段波速确定单元,用于根据所述多个回波信息,分别确定所述剪切波在所述软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速;

权重设置单元,用于依据每个所述波速对应的两条扫描线的距离,确定每个所述波速的权重,其中,所述波速所对应的两条扫描线的距离越大,所述波速的权重越大;

剪切波速度确定单元,用于根据每个所述波速的权重,对所有所述波速进行加权平均,得到所述剪切波在所述软组织区域内的传播速度。

9. 根据权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述权重设置单元,包括:

第一权重设置单元,用于对于任意一个波速,计算所述波速对应的两条扫描线的距离与第一预设值的乘积,将所述乘积作为所述波速的权重,其中,所述第一预设值为大于零的任意值。

10. 根据权利要求 8 或 9 所述的装置,其特征在于,所述分段波速确定单元,包括:

时间差确定单元,用于根据所述多个回波信息,确定所述剪切波到达所述软组织区域内预设的任意两条扫描线的第一时间差;

分段波速确定子单元,用于对于任意两条扫描线,依据所述两条扫描线的第一距离以及所述剪切波到达所述两条扫描线的第一时间差,计算所述剪切波在所述两条扫描线之间的波速。

11. 根据权利要求 10 所述的装置,其特征在于,所述时间差确定单元,包括:

信号合成单元,用于根据所述多个回波信息,并结合波束合成技术,确定所述软组织区域中,预设的每个扫描线位置针对所述多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个第一回波信号;

位移量确定单元,用于对于任意一个扫描线位置,根据预先存储的所述扫描线位置的静态组织回波信号以及所述多个第一回波信号,分别确定所述扫描线位置处的软组织在多个不同时刻的位移量,其中,所述在多个不同时刻位移量分别为所述软组织在反射回所述多个第一回波信号的多个时刻所对应的位移量;

波形确定单元,用于根据每个所述扫描线位置处的软组织在多个不同时刻的位移量,

确定每个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形；

时间差确定子单元,用于对于任意两个扫描线位置,根据所述两个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形,确定所述剪切波到达所述两个扫描线位置的第一时间差。

12. 根据权利要求 11 所述的装置,其特征在于,所述时间差确定子单元,包括:

第一时间差确定子单元,用于对所述两个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形进行互相关运算,则互相关最大值所对应的时间延迟量为所述第一时间差;

或者,第二时间差确定子单元,用于分别将每个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形中,位移最大值所对应的时刻作为所述剪切波到达所述扫描线位置的时刻,根据剪切波到达所述两个扫描线位置的时间,确定出所述剪切波到达所述两个扫描线位置的第一时间差。

13. 一种剪切波速度测量系统,其特征在于,包括:用于向所述待检测的软组织区域对应的聚焦点位置发射超声脉冲激励波束的第一超声阵列探头;

用于按照预设周期,向所述软组织区域发射多次超声脉冲检测波束,并接收每次反射回来的多个回波信息的第二超声阵列探头;

以及,与所述第一超声阵列探头和第二超声阵列探头连接,并控制所述第一超声阵列探头和第二超声阵列探头的控制节点;

所述控制节点内置有如权利要求 8 至 12 任一项所述的剪切波速度测量装置。

## 一种剪切波速度测量方法、装置和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及软组织病变分析技术领域,更具体的说是涉及一种剪切波速度测量方法、装置和系统。

### 背景技术

[0002] 基于声辐射力的剪切波弹性成像技术是一种评估组织弹性的超声弹性成像技术,其被广泛应用于人体组织病变分析诊断。基于声辐射力的剪切波弹性成像技术的原理为:由探头向生物体的软组织发射超声脉冲后,在剪切应力的作用下,特定区域内的软组织会产生振动,从而产生剪切波,而由于生物体软组织的弹性与剪切波的速度有一定的关联关系,因此可以通过检测剪切波的速度分析软组织的弹性,进而确定是否存在软组织的病变。

[0003] 然而由于剪切波在软组织中传播的复杂度,给剪切波速度的测量造成了很大影响,使得测得剪切波在软组织中的传播速度存在较大误差,进而影响了正常的组织病变分析。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提供一种剪切波速度测量方法、装置和系统,以提高软组织内剪切波传播速度测量的准确度和可靠性。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种剪切波速度测量方法,包括:

[0006] 获取待检测的软组织区域针对多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个回波信息,其中,所述待检测的软组织区域内存在剪切波的传播;

[0007] 根据所述多个回波信息,分别确定所述剪切波在所述软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速;

[0008] 依据每个所述波速对应的两条扫描线的距离,确定每个所述波速的权重,其中,所述波速所对应的两条扫描线的距离越大,所述波速的权重越大;

[0009] 根据每个所述波速的权重,对所有所述波速进行加权平均,得到所述剪切波在所述软组织区域内的传播速度。

[0010] 优选地,所述依据每个所述波速对应的两条扫描线的距离,确定每个所述波速的权重,包括:

[0011] 对于任意一个所述波速,计算所述波速对应的两条扫描线的距离与第一预设值的乘积,将所述乘积作为所述波速的权重,其中,所述第一预设值为大于零的任意值。

[0012] 优选地,所述根据所述多个回波信息,分别确定所述剪切波在所述软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速,包括:

[0013] 根据所述多个回波信息,并结合波束合成技术,确定所述软组织区域中,预设的每个扫描线位置针对所述多次发射的超声脉冲检测波束反射的多个第一回波信号;

[0014] 根据所述每个扫描线位置所对应的多个第一回波信号,分别确定所述剪切波在所述软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速。

[0015] 优选地,所述根据所述多个回波信息,分别确定所述剪切波在所述软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速,包括:

[0016] 根据所述多个回波信息,确定所述剪切波到达所述软组织区域内预设的任意两条扫描线的第一时间差;

[0017] 对于任意两条扫描线,依据所述两条扫描线的第一距离以及所述剪切波到达所述两条扫描线的第一时间差,计算所述剪切波在所述两条扫描线之间的波速。

[0018] 优选地,所述根据所述多个回波信息,确定所述剪切波到达所述软组织区域内预设的任意两条扫描线的第一时间差,包括:

[0019] 根据所述多个回波信息,并结合波束合成技术,确定所述软组织区域中,预设的每个扫描线位置处针对所述多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个第一回波信号;

[0020] 对于任意一个扫描线位置,根据预先存储的所述扫描线位置的静态组织回波信号以及所述多个第一回波信号,分别确定所述扫描线位置处的软组织在多个不同时刻的位移量,其中,所述在多个不同时刻位移量分别为所述软组织在反射回所述多个第一回波信号的多个时刻所对应的位移量;

[0021] 根据每个所述扫描线位置处的软组织在多个不同时刻的位移量,确定每个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形;

[0022] 对于任意两个扫描线位置,根据所述两个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形,确定所述剪切波到达所述两个扫描线位置的第一时间差。

[0023] 优选地,所述根据所述两个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形,确定所述剪切波到达所述两个扫描线位置的第一时间差,包括:

[0024] 对所述两个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形进行互相关运算,则互相关最大值所对应的时间延迟量为所述第一时间差;

[0025] 或者,分别将每个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形中,位移最大值所对应的时刻作为所述剪切波到达所述扫描线位置的时刻,根据剪切波到达所述两个扫描线位置的时间,确定出所述剪切波到达所述两个扫描线位置的第一时间差。

[0026] 优选地,所述获取待检测的软组织区域针对发射的超声脉冲检测波束反射回来的回波信息之前,还包括:

[0027] 控制第一超声阵列探头向所述软组织区域对应的聚焦点位置发射超声脉冲激励波束,以在所述软组织区域内形成剪切波;

[0028] 控制第二超声阵列探头按照预设周期,向所述软组织区域发射多次超声脉冲检测波束,并接收每次反射回来的所述回波信息。

[0029] 另一方面,本发明还提供了一种剪切波速度测量装置,包括:

[0030] 信息获取单元,用于获取待检测的软组织区域针对多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个回波信息,其中,所述待检测的软组织区域内存在剪切波的传播;

[0031] 分段波速确定单元,用于根据所述多个回波信息,分别确定所述剪切波在所述软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速;

[0032] 权重设置单元,用于依据每个所述波速对应的两条扫描线的距离,确定每个所述波速的权重,其中,所述波速所对应的两条扫描线的距离越大,所述波速的权重越大;

[0033] 剪切波速度确定单元,用于根据每个所述波速的权重,对所有所述波速进行加权

平均,得到所述剪切波在所述软组织区域内的传播速度。

[0034] 优选地,所述权重设置单元,包括:

[0035] 第一权重设置单元,用于对于任意一个波速,计算所述波速对应的两条扫描线的距离与第一预设值的乘积,将所述乘积作为所述波速的权重,其中,所述第一预设值为大于零的任意值。

[0036] 优选地,所述分段波速确定单元,包括:

[0037] 时间差确定单元,用于根据所述多个回波信息,确定所述剪切波到达所述软组织区域内预设的任意两条扫描线的第一时间差;

[0038] 分段波速确定子单元,用于对于任意两条扫描线,依据所述两条扫描线的第一距离以及所述剪切波到达所述两条扫描线的第一时间差,计算所述剪切波在所述两条扫描线之间的波速。

[0039] 优选地,所述时间差确定单元,包括:

[0040] 信号合成单元,用于根据所述多个回波信息,并结合波束合成技术,确定所述软组织区域中,预设的每个扫描线位置针对所述多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个第一回波信号;

[0041] 位移量确定单元,用于对于任意一个扫描线位置,根据预先存储的所述扫描线位置的静态组织回波信号以及所述多个第一回波信号,分别确定所述扫描线位置处的软组织在多个不同时刻的位移量,其中,所述在多个不同时刻位移量分别为所述软组织在反射回所述多个第一回波信号的多个时刻所对应的位移量;

[0042] 波形确定单元,用于根据每个所述扫描线位置处的软组织在多个不同时刻的位移量,确定每个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形;

[0043] 时间差确定子单元,用于对于任意两个扫描线位置,根据所述两个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形,确定所述剪切波到达所述两个扫描线位置的第一时间差。

[0044] 优选地,所述时间差确定子单元,包括:

[0045] 第一时间差确定子单元,用于对所述两个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形进行互相关运算,则互相关最大值所对应的时间延迟量为所述第一时间差;

[0046] 或者,第二时间差确定子单元,用于分别将每个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形中,位移最大值所对应的时刻作为所述剪切波到达所述扫描线位置的时刻,根据剪切波到达所述两个扫描线位置的时间,确定出所述剪切波到达所述两个扫描线位置的第一时间差。

[0047] 另一方面,本发明还提供了一种剪切波速度测量系统,包括:用于向所述待检测的软组织区域对应的聚焦点位置发射超声脉冲激励波束的第一超声阵列探头;

[0048] 用于按照预设周期,向所述软组织区域发射多次超声脉冲检测波束,并接收每次反射回来的多个回波信息的第二超声阵列探头;

[0049] 以及,与所述第一超声阵列探头和第二超声阵列探头连接,并控制所述第一超声阵列探头和第二超声阵列探头的控制节点;

[0050] 所述控制节点内置有如上所述的剪切波速度测量装置。

[0051] 经由上述的技术方案可知,与现有技术相比,本发明根据软组织区域内反射回来的回波信息,确定出剪切波在任意两条扫描线间的波速后,根据波速所对应的两条扫描线

间的距离,设定波速所对应的权重。而且在设定波速的权重时,考虑到了该波速所对应的扫描线间的距离越小,该波速的偏差就越大,进而将该波速的权重设置的相对较低,从而降低了偏差较大的波速对确定剪切波在软组织区域内的传播速度所造成的影响,进而提高了确定出的剪切波在软组织区域内的传播速度的准确度。

### 附图说明

[0052] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0053] 图 1 示出了本发明一种剪切波速度测量方法一个实施例的流程示意图;

[0054] 图 2 示出了利用超声激励脉冲在软组织区域内产生剪切波,以及向该软组织区域内发射超声脉冲检测波束的原理示意图;

[0055] 图 3 示出了本发明一种剪切波速度测量方法另一个实施例的流程示意图;

[0056] 图 4 示出了根据一个扫描线位置处的软组织在多个不同时刻的位移量,确定出的剪切波的波形示意图;

[0057] 图 5 示出了本发明一种剪切波速度测量装置一个实施例的结构示意图;

[0058] 图 6 示出了本发明一种剪切波速度测量装置另一个实施例的结构示意图。

### 具体实施方式

[0059] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0060] 本发明实施例公开了一种剪切波速度测量方法,以提高对在软组织中传播的剪切波的速度测量的精准度和可靠性。

[0061] 参见图 1,示出了本发明一种剪切波速度测量方法一个实施例的流程示意图,本实施例可以应用于基于声辐射力的剪切波弹性成像技术中,对于剪切波速度的测量;同时,对于通过其他方式在组织内产生剪切波以进行组织病变分析的情况,本发明实施例的剪切波速度测量方法也同样适用。本实施例的方法可以包括:

[0062] 步骤 101:获取待检测的软组织区域针对多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个回波信息。

[0063] 其中,待检测的软组织区域内存在剪切波的传播。在本发明中所指的软组织可以是生物体内的肌肉,脂肪、血液以及实质性脏器等。其中,如肝、脾、肾等器官为实质性脏器。

[0064] 为了能够对该软组织区域进行病变检测,需要使得该软组织区域内存在剪切波传播,以通过测量剪切波在该软组织区域内的传播速度,来判断该软组织区域内是否存在病变。其中,使得软组织区域内存在剪切波传播可以采用现有的任意方式,如,可以通过在组织表面外加低频机械振动,使软组织产生同频振动,机械能量以剪切波的形式向软组织内传播。又如,通过向软组织区域中指定的焦点发射高能量的超声脉冲激励波束,在声辐射力

的作用下该焦点处的组织也会发生位移,焦点附近的软组织由于剪切应力的作用也会产生振动,从而在该待检测的软组织区域内产生剪切波的传播。

[0065] 为了分析出剪切波在软组织区域内的传播速度,需要在该软组织区域产生剪切波传播的情况下,向该软组织区域内发射多次超声脉冲波束,以便接收到该软组织反射回来的回波信息。其中,在软组织内存在剪切波传播的情况下,为了检测剪切波而发射的超声脉冲波束可以称为超声脉冲检测波束。系统接收针对每次发射的超声脉冲检测波束反射回来的回波信息,得到多个回波信息。其中,每次的回波信息是以回波信号的形式接收,因此,回波信息也可以认为是回波信号。例如,向该软组织区域内连续发射了 10 次超声脉冲检测波束,相应的,会接收到 10 次回波信号,从而得到不同时刻接收到 10 个回波信息。

[0066] 步骤 102:根据该多个回波信息,分别确定该剪切波在该软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速。

[0067] 为了便于进行剪切波传播速度的分析,在该待检测的软组织区域上可以预先标定多个扫描线,扫描线的位置和数量可以根据需要设定。扫描线也可以称为检测线,本发明实施例中软组织区域内预设的扫描线与现有技术中标定扫描线的方式相同。具体的,每条扫描线均垂直于剪切波的传播方向。

[0068] 获取到软组织区域内反射回来的回波信息后,可以根据回波信息进行剪切波的波速的分析,具体分析方式可以采用现有技术中任意剪切波的波速计算方式。为了提高计算波速精度,本发明实施例中,需要分别确定出剪切波在该软组织区域中任意两条扫描线之间的波速。例如,当软组织区域内存在 3 条扫描线:扫描线 1、扫描线 2 和扫描线 3,则需要确定剪切波在扫描线 1 与扫描线 2 间的波速  $V_1$ ,剪切波在扫描线 1 与扫描线 3 之间的波速  $V_2$ ,以及剪切波在扫描线 2 和扫描线 3 之间的波速  $V_3$ ,得到对应 3 个不同子区域内 3 个波速。

[0069] 步骤 103:依据每个波速对应的两条扫描线的距离,确定每个波速的权重。

[0070] 其中,波速所对应的两条扫描线的距离越大,该波速的权重越大。当然,该每个波速的权重均为大于零的值。

[0071] 步骤 104:根据每个波速的权重,对所有波速进行加权平均,得到该剪切波在该软组织区域内的传播速度。

[0072] 在本发明实施例中,在最终确定剪切波在软组织中的传播速度时,并不是直接利用对步骤 102 中确定出的多个波速求平均值,而是需要根据每个波速所对应的两条扫描线的距离,来确定每个波速的权重,且如果某两条扫描线之间距离相对其他扫描线之间的距离较大,则剪切波在这两条扫描线间的波速所对应权重也相对较大。

[0073] 例如,仍以软组织区域内设置有扫描线 1、扫描线 2 和扫描线 3 为例,并假设扫描线 1 与扫描线 3 之间的距离最大,扫描线 2 和扫描线 3 之间的距离最小,则剪切波在扫描线 1 和扫描线 3 之间的波速  $V_1$  所对应的权重  $W_1$  最大,而剪切波在扫描线 2 和扫描线 3 之间的波速  $V_3$  所对应的权重  $W_3$  最小,剪切波在扫描线 1 和扫描线 2 之间的波速  $V_2$  所对应的权重  $W_2$  则居中。相应的,最终确定出的剪切波在该软组织区域内的传播速度  $V$  为:

$$[0074] \quad V = \frac{V_1 * W_1 + V_2 * W_2 + V_3 * W_3}{W_1 + W_2 + W_3}$$

[0075] 可选的,对于步骤 102 中确定出的任意一个波速,计算该波速对应的两条扫描线

的距离与第一预设值的乘积,将该乘积作为所述波速的权重,其中,所述第一预设值为大于零的任意值。如,当该第一预设值为一时,该波速对应的扫描线的距离即为该波速对应的权重。

[0076] 由于软组织区域中传播的剪切波的幅度非常小,一般为微米  $\mu\text{m}$  级别的,相应的组织位移幅度也相当弱小。而发射的用于检测剪切波速度的超声脉冲检测波束的波长一般都是  $100\mu\text{m}$  以上,因此,对于如此弱小的组织位移幅度,很容易出现受到噪声以及其他干扰等影响,导致测量出的剪切波的速度存在偏差。然而可以理解的是,在外界干扰一定的情况下,在计算剪切波的波速的过程中,两条扫描线之间的距离越近,计算出的剪切波在这两条扫描线之间的波速的偏差也就越大。因此,根据扫描线之间的距离大小,来设定计算出的剪切波在扫描线间的波速所对应的权重,以降低由于扫描线间的波速的偏差较大,对确定剪切波在软组织中的传播速度所造成的影响。

[0077] 剪切波在两条扫描线之间的波速,仅仅是剪切波在该软组织区域内的一部分子区域的波速,并不能代表该剪切波在整个软组织区域的传播速度。为了描述方便,将剪切波在任意两条扫描线间的波速称为扫描线间的波速,为了确定出该剪切波在该软组织区域内的传播速度,需要利用各个扫描线间的波速的权重,对所有确定出的扫描线间的波速进行加权平均,加权平均的结果即为该剪切波在软组织区域内的传播速度。

[0078] 在本发明实施例中,根据软组织区域内反射回来的回波信息,确定出剪切波在任意两条扫描线间的波速后,根据波速所对应的两条扫描线间的距离,设定波速所对应的权重。而且在设定波速的权重时,考虑到了该波速所对应的扫描线间的距离越小,确定出的该波速的偏差就越大,进而将该波速的权重设置的相对较低,从而降低了偏差较大的波速对确定剪切波在软组织区域内的传播速度所造成的影响,进而提高了确定出的剪切波在软组织区域内的传播速度的准确度。

[0079] 可以理解的是,在本发明实施例中,只需获取到待检测的软组织反射回来的回波信息,便可以对软组织内产生的剪切波的传播速度进行分析。对于何时以及如何如何在软组织区域内产生剪切波,以及如何由软组织区域反射回针对超声脉冲检测波束的回波信息,则可以采用现有的任意方式。当然,为了能够更好的对软组织区域进行检测,本发明的方法可以是基于声辐射力的剪切波弹性成像技术进行软组织区域的病变检测,相应的,可以采用超声激励脉冲来激励软组织区域内产生剪切波。

[0080] 可选的,在本发明任意实施例中,在获取软组织区域针对多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的回波信息之前,还可以包括:控制第一超声阵列探头向待检测的软组织区域对应的聚焦点位置发射超声脉冲激励波束,以在软组织区域内形成剪切波。其中,聚焦点为在该待检测的软组织区域中指定的某一点或者是临近该待检测的软组织区域中的某一点,通过超声脉冲激励波束对该聚焦点进行照射,可以在该软组织区域内产生剪切波。

[0081] 进一步的,在软组织区域内产生剪切波之后,还可以控制第二超声阵列探头向该软组织区域发射超声脉冲检测波束,并接收反射回来的回波信息,从而使得系统获取接收到的回波信息,并进行后续分析。其中,该第二超声阵列探头和该第一超声阵列探头为同一个超声阵列探头,也可以为不同的超声阵列探头。

[0082] 为了便于理解利用超声脉冲激励波束在该软组织区域内产生剪切波,并接收回波信息的过程,可以参见图 2,其示出了利用超声激励脉冲在软组织区域内产生剪切波,以及

通过超声脉冲检测波束对该软组织区域内的剪切波进行测量的原理示意图。

[0083] 位于图 2 中间的方框为感兴趣区域(ROI, region of interest) 1, 所谓感兴趣区域为组织图像中选择一个图像区域, 该图像区域即为需要分析的区域, 在该图 2 中该感兴趣区域可以理解为本发明中待检测的软组织区域的一个平面图像。在该感兴趣区域 1 右侧用圆圈标出的部分 2 为超声脉冲激励波束照射的部分, 也就是该感兴趣区域对应的聚焦点 2。

[0084] 在该感兴趣区域的上方为超声阵列探头 3, 在该图 2 中以发射超声脉冲激励波束和超声脉冲检测波束的阵列探头为同一个为例进行介绍。通过该超声阵列探头 3 向该聚焦点 2 发射超声脉冲激励波束 31, 如图中指向该聚焦点 2 的带箭头的较细实体直线所示。其中, 发射的该超声脉冲激励波束一般为高能量、长持续时间的超声波束。由于超声脉冲激励波束的照射, 聚焦点处的组织在声辐射力的作用下会发生位移, 该聚焦点附近的组织也会产生振动, 从而在该感兴趣区域 1 的软组织区域内产生剪切波, 如感兴趣区域 1 内的波形所示。其中, 剪切波是传播方向与介质质点振动方向垂直的波, 在该图 2 中, 感兴趣区域内的软组织的振动方向为上下振动, 该剪切波则为从聚焦点向左沿水平方向传播。

[0085] 为了测量该剪切波在该感兴趣区域的软组织中的传播速度, 该超声阵列探头 3 按照预设的周期向该感兴趣区域发射超声脉冲检测波束 32, 如图 2 中带箭头的较粗的实体直线所示。由图 2 可以看出超声脉冲检测波束的聚焦点在该感兴趣区域 1 的正下方, 使得整个感兴趣区域能够完全被该超声脉冲检测波束覆盖, 使得不同位置处的超声脉冲的声强均匀一致, 且该感兴趣区域 1 内有足够强的超声脉冲检测波束经过。

[0086] 其中, 该超声阵列探头本次发射超声脉冲检测波束距离下一次发射超声脉冲检测波束的时间为脉冲重复时间。每隔一个脉冲重复时间, 该超声阵列探头均会发送一次超声脉冲检测波束, 发射该超声脉冲检测波束的总次数可以根据实际需要设定。每次向该感兴趣区域发射了超声脉冲检测波束后, 该超声阵列探头都会接收由该感兴趣区域反射回来的回波信息, 进而系统可以获取该回波信息, 来分析感兴趣区域内剪切波的传播速度。

[0087] 可选的, 在实际应用中, 当获取到软组织区域反射回来的回波信息后, 为了能够最终确定出任意两条扫描线之间的波速, 可以根据获取到的多个回波信息并结合波束合成技术, 确定该软组织区域中, 预设的每个扫描线位置针对多次发射的超声脉冲检测波束反射的多个回波信号。为了便于与整个待检测的软组织区域内反射回来的回波信息相区分, 将根据这回波信息, 并利用波束合成技术, 合成的每个扫描线位置对应的回波信号称为第一回波信号。也就是说, 对于每次发射超声检测脉冲波束, 获取到该软组织区域针对本次超声脉冲检测波束反射回的回波信息后, 均需要利用波束合成技术, 确定出每个扫描线位置处反射回的第一回波信号, 其中, 不同扫描线位置所对应的第一回波信号不同。当然, 根据回波信息并结合波束合成技术, 合成每个扫描线位置处反射回的第一回波信号的过程与现有的合成扫描线位置处或者某个位置处的回波信号的过程相似, 在此不再赘述。

[0088] 在此之后, 可以根据每个扫描线位置所对应的多个第一回波信号, 分别确定剪切波在该软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速。

[0089] 其中, 软组织区域中预设的扫描线并不是实际存在于生物体的软组织内, 而是为了剪切波波速分析的需要, 人为标定的线条, 以根据合成的该扫描线位置处反射的第一回波信号来分析剪切波速度。为了便于理解, 可以参看图 2 所示, 在该感兴趣区域上标示有 4

个扫描线位置,如图中标示有 A、B、C、D 的四点,在该 4 点位置处上分别设置有 4 条扫描线,该扫描线垂直于该剪切波的传播方向,如图在感兴趣区域内分别位于 A、B、C、D 位置处相互平行虚线所示。。因此,对于每次接收到的回波信息,均需要分别合成位于位置 A、B、C、D 处扫描线位置处的软组织反射回的第一回波信号。为了便于描述,将位于位置 A、B、C、D 处扫描线位置处分别称为扫描线 A、扫描线 B、扫描线 C 和扫描线 D,对于同一次接收到的回波信息,合成的该扫描线 A 位置处对应的第一回波信号,该扫描线 B 位置处对应的第一回波信号,扫描线 C 位置处对应的第一回波信号,以及扫描线 D 位置处对应的第一回波信号可能均不相同。

[0090] 为了便于理解合成的各个扫描线位置处反射回去的第一回波信号,在图 2 中,在每个扫描线位置处还对应了画出了代表通过合成技术,确定出的各个扫描线位置处返回的回波信号,如图中虚线所示将感兴趣区域内的 4 条扫描线延伸至超声阵列探头处,以表示确定出的各个扫描线位置处反射回的回波信号。假设超声脉冲检测波束的脉冲重复时间为 100 微秒,连续对该软组织区域发射了 20 次超声脉冲检测波束,那么相应的会接收到 20 次回波信息,每次接收回波信息的时刻也相差 100 微秒。依据结合波束合成技术,分别对于任意一次接收到回波信息,确定出各个扫描线所对应的第一回波信号,则每个扫描线也均对应了 20 个不同时刻反射的第一回波信号。

[0091] 可选的,为了计算剪切波在任意两条扫描线之间的波速,可以采用先根据获取到的多个回波信息,确定剪切波到达该软组织区域内预设的任意两条扫描线的第一时间差。当然,也可以先根据获取到的该多个回波信息,并结合波束合成技术,确定该软组织区域中,预设的每个扫描线位置针对多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个第一回波信号。对于任意两条扫描线位置,如假设为第一扫描线位置和第二扫描线位置,则可以根据第一扫描线位置处针对每次发射的超声波反射回来的第一回波信息,以及第二扫描线位置处针对每次发射的超声波反射回来的第一回波信息,确定出剪切波到达该第一扫描线位置和第二扫描线位置的时间差,即第一时间差。

[0092] 当剪切波到达任意两条扫描线的第一时间差确定后,对于任意两条扫描线,依据这两条扫描线的第一距离以及该第一时间差,便可以计算出剪切波在该两条扫描线之间的波速。

[0093] 例如,仍以图 2 所示为例,在软组织区域中设定有 4 条扫描线:扫描线 A、扫描线 B、扫描线 C 和扫描线 D,假设需要确定剪切波在扫描线 A 和扫描线 B 之间的波速时,则可以首先确定出剪切波到达扫描线 A 和扫描线 B 的第一时间差,然后确定出扫描线 A 与扫描线 B 之间的距离,将该距离除以该第一时间差即可得到该剪切波在这两条扫描线之间的波速。

[0094] 其中,确定剪切波到达两条扫描线的第一时间差可以是先分别确定剪切波到达每条扫描线的时间,然后再计算该第一时间差。当然,剪切波到达扫描线的时间可以采用现有任意方式,在此不加以限制。

[0095] 参见图 3,示出了一种计算剪切波速度测量方法另一个实施例的流程示意图,本实施例的方法可以应用于基于声辐射力的剪切波弹性成像技术中,对于剪切波速度的测量;同时,对于通过其他方式在组织内产生剪切波以进行组织病变分析的情况,本发明实施例的剪切波速度测量方法也同样适用。本实施例中提供了计算剪切波到达两条扫描线的时间差的一种优选方式。本实施例的方法可以包括:

[0096] 步骤 301:获取待检测的软组织区域针对多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个回波信息。

[0097] 其中,该待检测的软组织区域内存在剪切波传播。

[0098] 该步骤可以参见以上实施例中相应步骤的描述,在此不再赘述。

[0099] 步骤 302:根据多个回波信息,并结合波束合成技术,确定软组织区域中,预设的每个扫描线位置针对所述多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个第一回波信号。

[0100] 该步骤可以参照前面相关描述,在此不再赘述。

[0101] 步骤 303:对于任意一条扫描线,根据预先存储的扫描线位置的静态组织回波信号以及该多个第一回波信号,分别确定该扫描线位置处的软组织在多个不同时刻的位移量。

[0102] 其中,该扫描线位置处的软组织在多个不同时刻位移量分别为该软组织在反射回这多个第一回波信号的多个时刻所对应的位移量。也就是说,对于任意一个扫描线位置的软组织而言,每次发射超声脉冲检测波束,该扫描线位置处偏离静态组织的位移量均不相同,需要分别确定每次发射的超声波脉冲检测波束,引起该扫描线位置处的软组织移动的位移变化量。

[0103] 其中,静态组织回波信号是指在向该软组织区域发射超声脉冲激励波束之前,向该软组织区域发射超声脉冲检测波束,并根据接收到的回波信息,确定出的各个扫描线位置处所对应的回波信号。简而言之,该静态组织回波信号就是在软组织区域中不存在剪切波传播的情况下,反映各个扫描线位置处软组织状态的回波信号。根据扫描线位置处的软组织在剪切波传播前的静态组织回波信号,以及存在剪切波传播的状态下,该扫描线位置处的软组织多次反射的第一回波信号可以分别确定出每次发射超声脉冲检测波束后该扫描线位置处的软组织偏离静态位置的位移量,得到多个时刻的多个位移量。

[0104] 如,其中一种计算一个扫描线位置处软组织的位移量方式可以是在该扫描线位置处的扫描线上选取多个点,例如在该图 2 中扫描线 A 的位置上选取若干个点,然后根据该扫描线上选取的各个点反射回来的回波信号,来确定出该扫描线位置处软组织偏离静态组织的位移量。具体的公式如下:

$$[0105] \quad [v_j, r_j] = \max \left( \sum_{t=1}^m \bar{S}(t) \times S_j(t + \tau) \right) \quad (\text{公式一})$$

[0106] 其中,  $t=1, 2 \dots m$ ,  $m$  表示在该扫描线位置处选取的总点数,也就是软组织区域上标定的该扫描线处选取的总点数。该  $\bar{S}(t)$  是该扫描线上第  $t$  个点处的静态组织回波的射频信号,  $S_j(t)$  代表在软组织区域内存在剪切波的情况下,第  $j$  次发射超声脉冲检测波束后,该扫描线上第  $t$  个点所对应的第一回波信号,  $j=1, 2 \dots N$ ,  $N$  为发射超声脉冲检测波束的总次数。  $\tau$  是第  $t$  次  $\bar{S}$  与  $S_j$  互相关运算的偏移量,  $\tau$  的取值为  $1, 2 \dots m$ 。  $v_j$  为  $\bar{S}(t)$  与  $S_j(t)$  的互相关的最大值。当  $\bar{S}$  与  $S_j$  的自相关值达到最大值  $V_j$  时,所得到的  $r_j$  值即为组织偏离静态位置的位移量。这样,对于根据每次发射的超声脉冲检测波束,得到的该扫描线位置处的第一回波信号,均分别与该扫描线位置处的静态组织回波信号分别进行  $m$  次互相关。也就是说,需要分别针对该扫描线上选取的各个点对应的第一回波信号  $S_j(t)$  与扫描线

上相应点的静态组织回波信号 $\bar{S}(t)$ 进行互相关,从而对该扫描线上  $m$  个位置点处分别进行第一回波信号与静态组织回波信号的互相关,并找出每次互相关的延迟量  $\tau$ 。比较各个点  $S_j(t)$  与  $\bar{S}(t)$  的互相关值,并确定  $S_j(t)$  与  $\bar{S}(t)$  的互相关最大值,将该  $S_j(t)$  与  $\bar{S}(t)$  的互相关最大值时所对应的延迟量。  $\tau$  赋值给  $r_j$ ,则此时得到的  $r_j$  即为在第  $j$  次发射超声脉冲检测波束时,该扫描线位置处的软组织偏离静态位置的位移量。

[0107] 又如,另一种计算一个扫描线位置处的软组织的位移量的过程如下:

$$[0108] \quad I=I_1 \times Q_j - Q_1 \times I_j \quad (\text{公式二})$$

$$[0109] \quad Q=I_1 \times I_j - Q_1 \times Q_j \quad (\text{公式三})$$

$$[0110] \quad S_j = c \times \frac{f}{4 \times \pi} \times \arctan\left(\frac{I}{Q}\right) \quad (\text{公式四})$$

[0111] 其中,  $I_1$  和  $Q_1$  分别是由该扫描线位置处的静态组织回波信号计算出的同相信号和正交信号,  $Q_j$  和  $I_j$  是对该扫描线位置的第  $j$  次发射超声检测脉冲后,得到对应的第一回波信号解调得到的同相信号和正交信号。  $f$  是发射超声检测脉冲的中心频率,  $c$  是超声检测脉冲在软组织中的传播速度,  $S_j$  即为扫描线位置处对应第  $j$  次发射超声检测脉冲波束时,该软组织偏离静态位置的位移量。

[0112] 步骤 304:根据每个扫描线位置处的软组织在多个不同时刻的位移量,确定每个扫描线位置处对应的该剪切波的波形。

[0113] 在确定出多个时刻发射超声脉冲检测波束之后,该扫描线位置处的软组织在这多个时刻所对应的位移量,便可以根据该扫描线位置的软组织在多个时刻的位移量,构造成该扫描线位置处所对应的剪切波的波形。由确定该扫描线位置处对应的剪切波的波形的过程可知,该扫描线位置处对应的剪切波的波形也可以理解为是在剪切波传播中,该扫描线位置处的组织的位移波形。

[0114] 如,以图 2 为例,仍假设超声脉冲检测波束的脉冲重复时间为 100 微秒,连续对该软组织区域发射了 20 次超声脉冲检测波束,那么相应的会接收到 20 次回波信息,每次接收回波信息的时刻也近似相差 100 微秒。依据结合波束合成技术,分别对于任意一次接收到回波信息,确定出各个扫描线所对应的第一回波信号,则每个扫描线也均对应了 20 个不同时刻反射的第一回波信号。假设在第 0 微秒第一次发射超声脉冲检测波束,然后接收该次反射的回波信号;之后会在第 100 微秒时,第二次发射超声脉冲检测波束,并接收该次反射回来的回波信息,依次类推。

[0115] 以确定扫描线 A 位置处对应的剪切波的波形为例进行介绍,根据该扫描线 A 位置处的静态组织回波信号,以及根据第一次反射回来的回波信息确定出的该扫描线 A 位置处对应的第一回波信号,可以确定出在该 0 微秒时,该扫描线 A 位置处的软组织的位移量。然后依次确定后续第 100 微秒时,该扫描线 A 位置处的软组织的为位移量,依次类推,得到该扫描位置处在 20 个不同时刻的位移量。根据这 20 个不同时刻的 20 个位移量,可以得到该扫描线位置处的软组织对应的剪切波的波形,如图 4 所示。在图 4 中横坐标代表发射超声脉冲检测波束的各个时刻,而纵坐标对应各个时刻的位移量。其中,图 4 中任意两点之间的横坐标之差为一个脉冲重复时间即 100 微秒。如,表示第一次确定的位移量的时刻  $t_1$ ,表示第二次确定出的位移量的时刻  $t_2$ ,  $t_2$  与  $t_1$  的时间差即为一个脉冲重复时间。

[0116] 当然,图 4 仅仅是一种确定该扫描线位置处对应的剪切波的一种示意图,在实际应用中,还可以对该扫描线位置处在多个不同时刻的位移量进行插值,然后确定出该扫描线位置处对应的剪切波波形,具体过程和现有的对多个时刻点的离散数据进行插值,来确定波形的方式相似,在此不再赘述。

[0117] 步骤 305 :对于任意两个扫描线位置,根据这两个扫描线位置处对应的剪切波的波形,确定剪切波到达这两个扫描线位置的第一时间差。

[0118] 确定出每个扫描线位置处对应的剪切波的波形后,确定剪切波到达任意两个扫描线位置的第一时间差也可以有多种方式。

[0119] 如,其中一种方式为 :分别将该每个扫描线位置处对应的剪切波的波形中,位移最大值所对应的时刻作为剪切波到达该扫描线位置的时刻。例如,对于图 4 所示的波形中,位移最大值所对应的时刻为时刻  $t_6$ ,则该时刻  $t_6$  即为剪切波到达该扫描线位置 A 的时刻。这样,对于任意两个扫描线位置,则可以将剪切波到达这两个扫描线位置的时刻相减,便可以得到剪切波到达这两个扫描线位置的第一时间差。

[0120] 又如,其中另一种计算该第一时间差的方式可以为 :对于任意两个扫描线位置,对这两个扫描线位置处对应的剪切波的波形进行互相关运算,则互相关最大值所对应的时间延迟量为该第一时间差。其中,互相关运算如下所示 :

$$[0121] \quad [v, r_{ij}] = \max\left(\sum_{t=1}^n S_i(t) \times S_j(t+\tau)\right) \quad (\text{公式五})$$

[0122] 其中,  $S_i(t)$  为第  $i$  条扫描线对应的剪切波的波形,  $S_j(t)$  为第  $j$  条扫描线对应的剪切波的波形。

[0123]  $t$  为剪切波的波形中对应的时刻中选取的时刻点,  $n$  为选取的时刻点的总个数,其中  $t$  取值为  $1, 2 \cdots n$ ,  $n$  为大于 1 的自然数,  $n$  的具体值可以根据需要设定,  $t=1$  表示选取出的第一个时刻点,  $t=2$  表示选取出的第二个时刻点,依次类推。  $\tau$  为互相关偏移量,  $\tau=1, 2 \cdots n$ 。相应的,  $\tau=1$ , 表示偏移第一个时刻点的时长。可选的,  $t$  可以为第  $t$  次发射超声脉冲检测波束的时刻,相应的,  $n$  为发射脉检测波束的总次数,如,  $t=n$ , 则第  $n$  次发射超声脉冲检测波束的时刻。

[0124] 由于可以有  $n$  个取值,因此,  $S_i(t)$  与  $S_j(t)$  之间需要作  $n$  次互相关。  $v$  表示这  $n$  次互相关运算的最大值。  $r_{ij}$  该第一时间差。找出这  $n$  次互相关运算的最大值  $v$ , 确定得到该互相关运算最大值  $v$  时, 所对应的偏移量  $\tau$ , 将该偏移量  $r_{ij}$  赋值给  $r_{ij}$ , 得到剪切波到达这两条扫描线的第一时间差。

[0125] 步骤 306 :对于任意两条扫描线,依据两条扫描线的第一距离以及该剪切波到达这两条扫描线的第一时间差,计算剪切波在该两条扫描线之间的波速。

[0126] 步骤 307 :依据每个波速对应的两条扫描线的距离,确定每个波速的权重。

[0127] 步骤 308 :根据每个波速的权重,对所有波速进行加权平均,得到该剪切波在该软组织区域内的传播速度。

[0128] 在本实施例中,在确定扫描线位置处对应的剪切波的波形时,任意相邻的两个位移量所对应的时间差均为一个脉冲重复时间。而剪切波到达任意两条扫描线位置处的时间差,实际上也是根据多个时刻的位移量这样一个离散序列来确定的,因此,剪切波到达任意两条扫描线位置处的时间差也一定是脉冲重复时间的倍数。换言之,剪切波到达任意两

条扫描线的时间差是以脉冲重复时间为最小计量单元,该时间差一定是若干个脉冲重复时间。这样,当假设剪切波到达任意两个扫描线位置的时间差的误差量都在同一个范围内时,则两条扫描线之间的距离越远,则确定出的剪切波在这两条扫描线之间的波速也就更加趋近真实值。

[0129] 例如,假设剪切波到达任意两条扫描线的时间差的误差都是一个脉冲重复时间,如果两个扫描线的距离比较远,如图 2 中的扫描线 A 和扫描线 C,剪切波需要 10 个脉冲重复时间从能够从扫描线 A 传播到扫描线 C,那么计算出的剪切波在这两条扫描线之间传播的波速的误差就只有 10%。如果两个扫描线距离比较近的话,如图中 C 线和 B 线,剪切波只需要 5 个脉冲重复时间就能从扫描线 B 到达扫描线 C,那么在剪切波到达时间差的误差为一个脉冲重复时间的前提下,那么计算出剪切波在扫描线 B 和扫描线 C 间传播的波速的误差就达到 20%。

[0130] 可见,在一定范围内,在同样误差量的前提下,如果两条扫描线之间的距离越大,计算出的剪切波在这两条扫描线之间的波速会更加精确。因此,在对所有扫描线间波速进行加权平均时,将距离较大的两条扫描线间的波速所对应的权重增大,有利于提高软组织区域内剪切波的传播速度的测量精度。

[0131] 本发明还提供了一种剪切波速度测量装置,用于实现本发明上述实施例提供的剪切波速度测量方法。以下举例说明。

[0132] 参见图 5,示出了本发明一种剪切波速度测量装置一个实施例的结构示意图,本实施例装置可以包括:信息获取单元 501、分段波速确定单元 502、权重设置单元 503 和剪切波速度确定单元 504。

[0133] 其中,信息获取单元 501,用于获取待检测的软组织区域针对多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个回波信息,其中,待检测的软组织区域内存在剪切波的传播。

[0134] 为了能够对该软组织区域进行病变检测,需要使得该软组织区域内存在剪切波传播,以通过测量剪切波在该软组织区域内的传播速度,来判断该软组织区域内是否存在病变。其中,使得软组织区域内存在剪切波传播可以采用现有的任意方式,如,可以通过在组织表面外加低频机械振动,使软组织产生同频振动,机械能量以剪切波的形式向软组织内传播。又如,通过向软组织区域中指定的焦点发射高能量的超声脉冲激励波束,在声辐射力的作用下该焦点处的组织也会发生位移,焦点附件的软组织由于剪切应力的作用,也会产生振动,从而在该待检测的软组织区域内产生剪切波的传播。

[0135] 分段波速确定单元 502,用于根据所述多个回波信息,分别确定所述剪切波在所述软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速。

[0136] 权重设置单元 503,用于依据每个所述波速对应的两条扫描线的距离,确定每个所述波速的权重,其中,所述波速所对应的两条扫描线的距离越大,所述波速的权重越大。

[0137] 剪切波速度确定单元 504,用于根据每个所述波速的权重,对所有所述波速进行加权平均,得到所述剪切波在所述软组织区域内的传播速度。

[0138] 其中,该权重设置单元 503 设置权重的方式有多种,对应其中一种方式,该权重设置单元,可以包括:

[0139] 第一权重设置单元,用于对于任意一个波速,计算所述波速对应的两条扫描线的距离与第一预设值的乘积,将所述乘积作为所述波速的权重,其中,所述第一预设值为大于

零的任意值。

[0140] 可选地,该剪切波速度测量装置还可以包括:第一控制单元,用于控制第一超声阵列探头向所述待检测的软组织区域对应的聚焦点位置发射超声脉冲激励波束,以在所述软组织区域内形成剪切波;

[0141] 第二控制单元,用于控制第二超声阵列探头按照预设周期,向所述软组织区域发射多次超声脉冲检测波束,并接收每次反射回来的所述回波信息。

[0142] 参见图 6 示出了本发明一种剪切波速度测量装置另一个实施例的结构示意图,本实施例的装置与上一装置的实施例不同之处在于:

[0143] 在本实施例中,该分段波速确定单元 502,可以包括:

[0144] 时间差确定单元 5021,用于根据所述多个回波信息,确定所述剪切波到达所述软组织区域内预设的任意两条扫描线的第一时间差;

[0145] 分段波速确定子单元 5022,用于对于任意两条扫描线,依据所述两条扫描线的第一距离以及所述剪切波到达所述两条扫描线的第一时间差,计算所述剪切波在所述两条扫描线之间的波速。

[0146] 可选地,该时间差确定单元 5021,可以包括:

[0147] 信号合成单元,用于根据所述多个回波信息,并结合波束合成技术,确定所述软组织区域中,预设的每个扫描线位置针对所述多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个第一回波信号;

[0148] 位移量确定单元,用于对于任意一个扫描线位置,根据预先存储的所述扫描线位置的静态组织回波信号以及所述多个第一回波信号,分别确定所述扫描线位置处的软组织在多个不同时刻的位移量,其中,所述在多个不同时刻位移量分别为所述软组织在反射回所述多个第一回波信号的多个时刻所对应的位移量;

[0149] 波形确定单元,用于根据每个所述扫描线位置处的软组织在多个不同时刻的位移量,确定每个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形;

[0150] 时间差确定子单元,用于对于任意两个扫描线位置,根据所述两个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形,确定所述剪切波到达所述两个扫描线位置的第一时间差。

[0151] 进一步地,该时间差确定子单元,可以包括:

[0152] 第一时间差确定子单元,用于对所述两个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形进行互相关运算,则互相关最大值所对应的时间延迟量为所述第一时间差;

[0153] 或者,第二时间差确定子单元,用于分别将每个扫描线位置处对应的所述剪切波的波形中,位移最大值所对应的时刻作为所述剪切波到达所述扫描线位置的时刻,根据剪切波到达所述两个扫描线位置的时间,确定出所述剪切波到达所述两个扫描线位置的第一时间差。

[0154] 另外,本发明还提供了一种剪切波速度测量系统,该系统包括:

[0155] 用于向所述待检测的软组织区域对应的聚焦点位置发射超声脉冲激励波束的第一超声阵列探头;

[0156] 用于按照预设周期,向所述软组织区域发射多次超声脉冲检测波束,并接收每次反射回来的多个回波信息的第二超声阵列探头;

[0157] 以及,与所述第一超声阵列探头和第二超声阵列探头连接,并控制所述第一超声

阵列探头和第二超声阵列探头的控制节点。

[0158] 其中,该控制节点内置有如上任意一个实施例所描述的剪切波速度测量装置。

[0159] 需要说明的是,该第一超声波阵列探头和第二超声波阵列探头可以是同一个,也可以分别是两个阵列探头。

[0160] 本说明书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。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0161] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

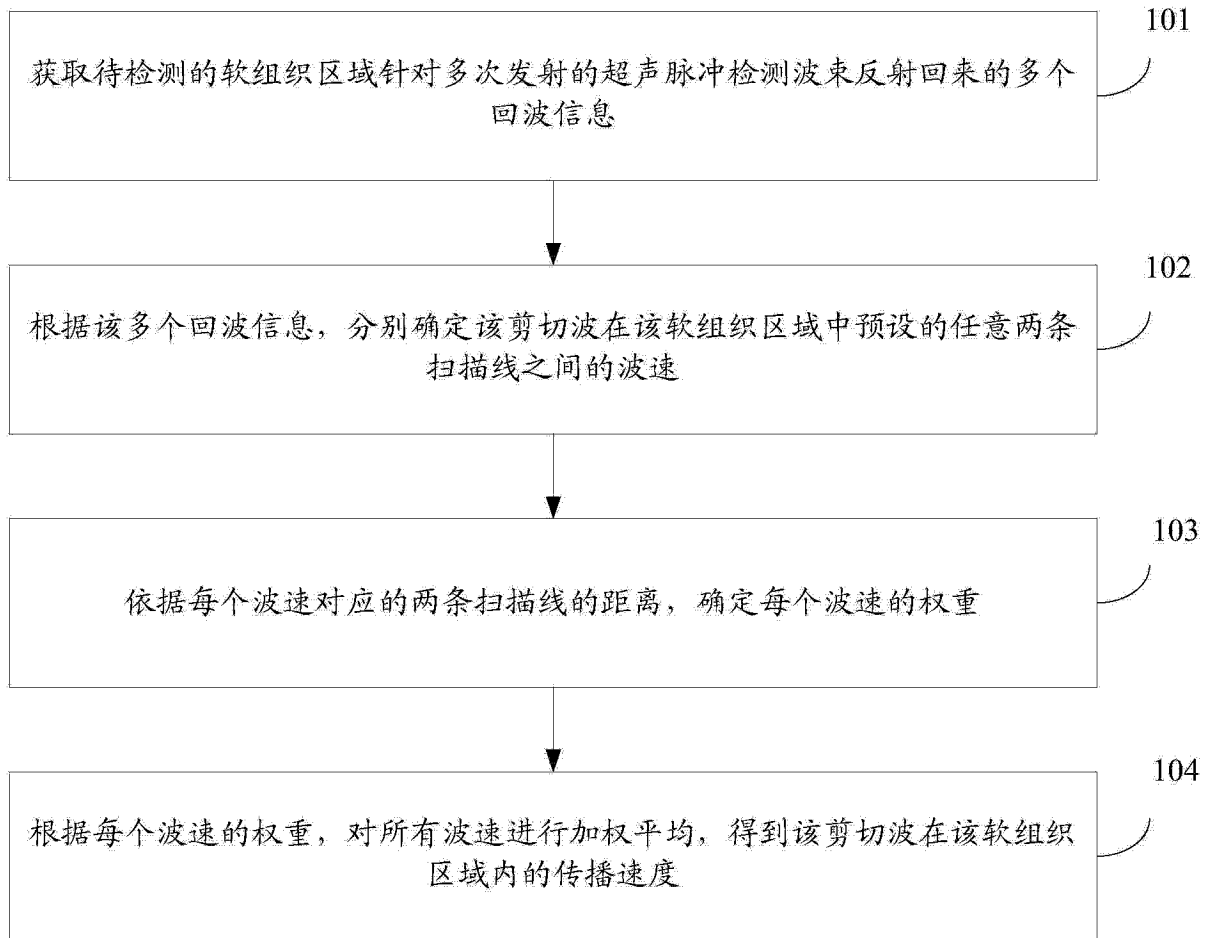


图 1

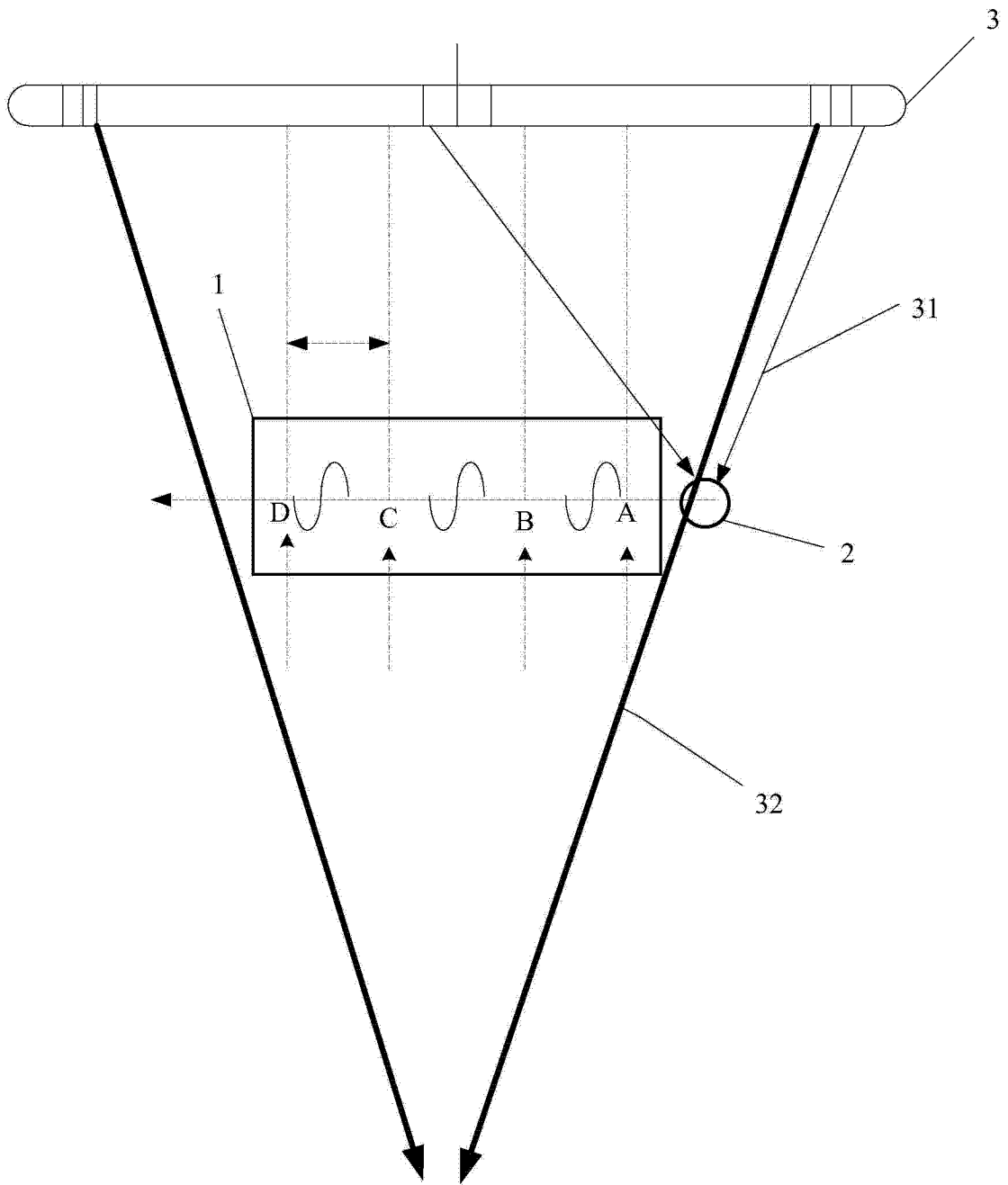


图 2

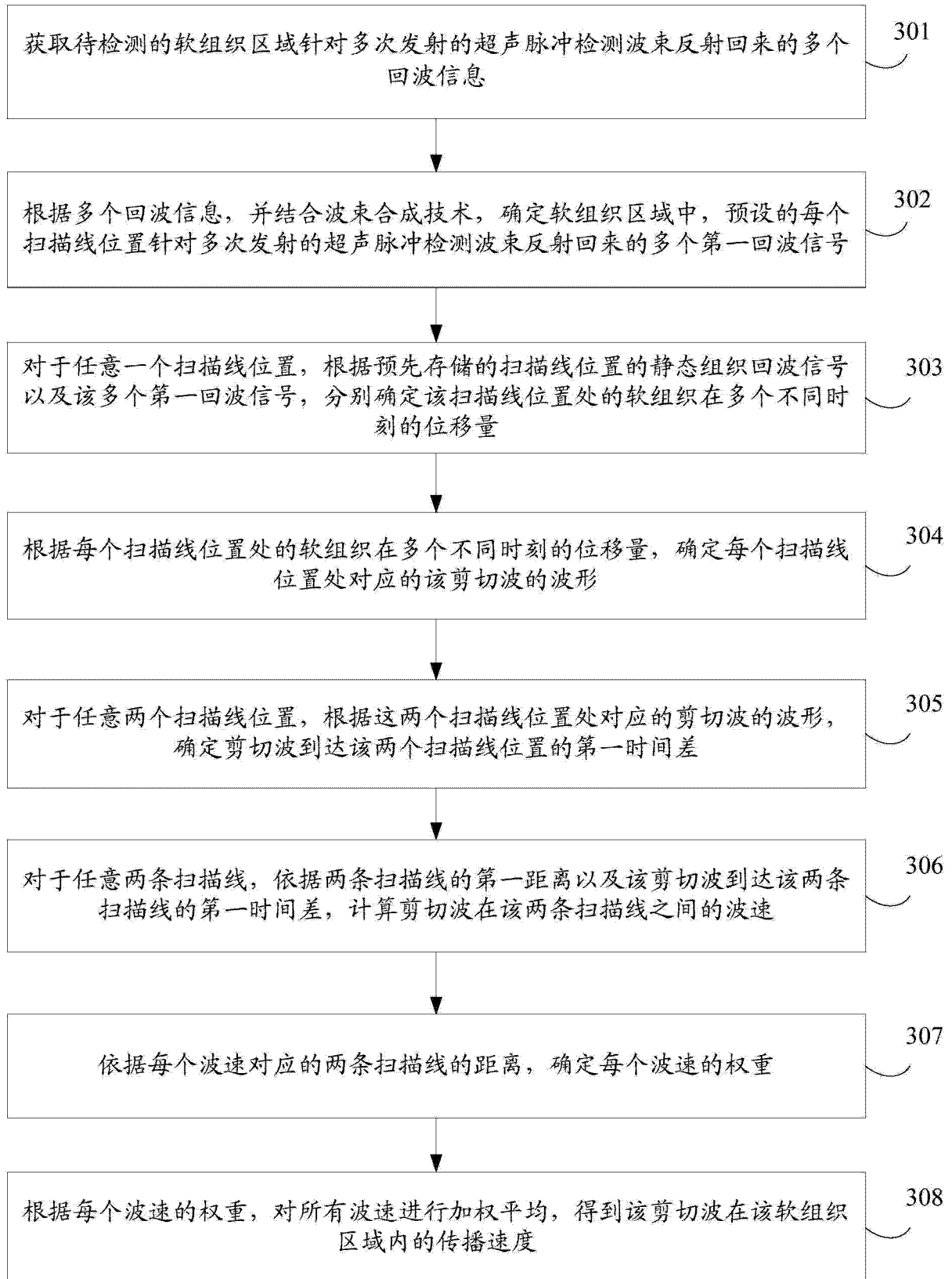


图 3

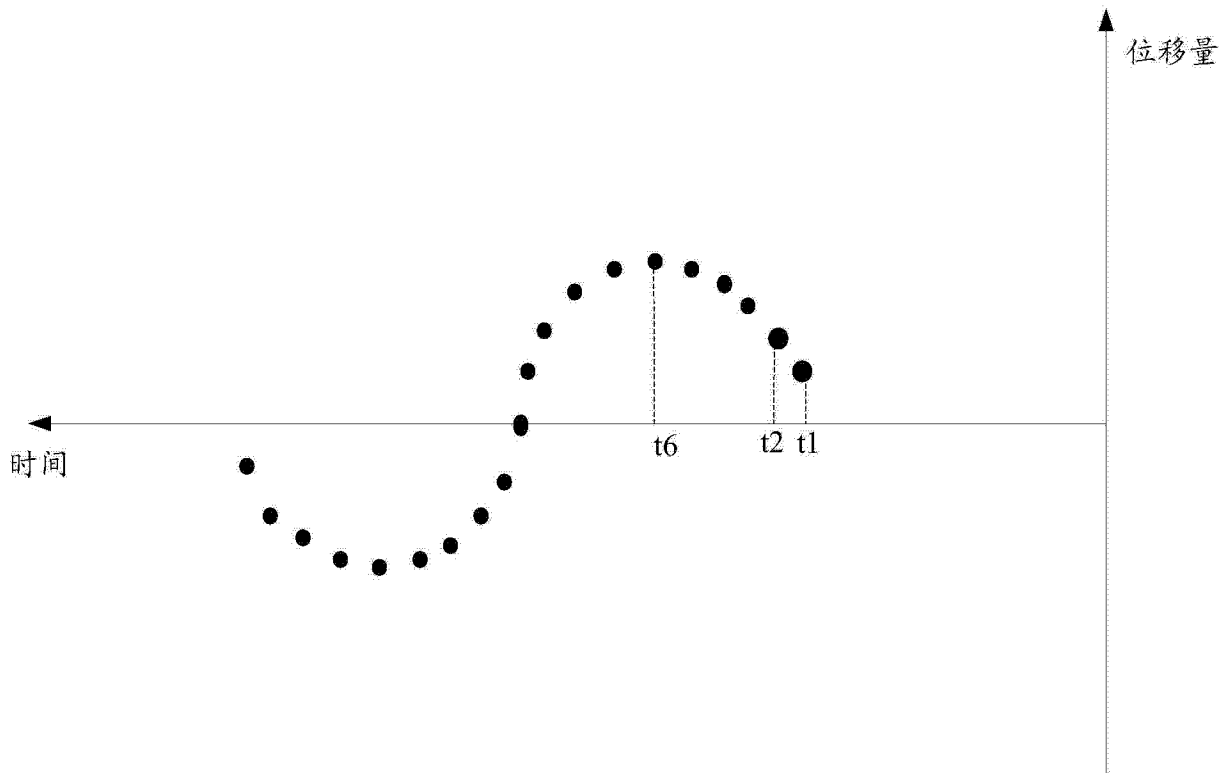


图 4

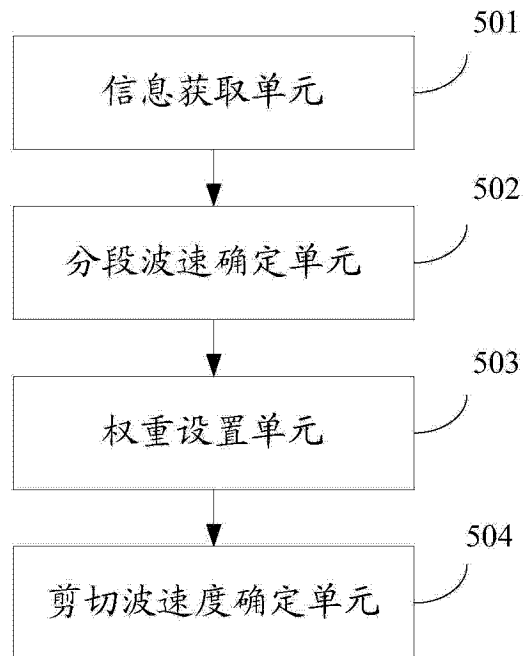


图 5

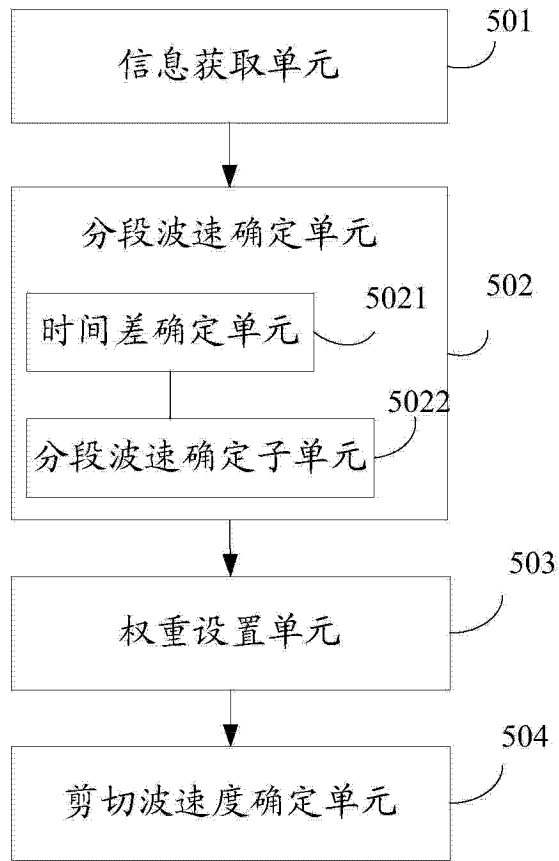


图 6

专利名称(译)	一种剪切波速度测量方法、装置和系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN103462643B</a>	公开(公告)日	2015-02-11
申请号	CN201310454725.3	申请日	2013-09-29
[标]申请(专利权)人(译)	深圳市开立科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳市开立科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳开立生物医疗科技股份有限公司		
[标]发明人	刘德清 冯乃章		
发明人	刘德清 冯乃章		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/485		
代理人(译)	唐华明		
审查员(译)	崔文昊		
其他公开文献	CN103462643A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明公开了一种剪切波速度测量方法、装置和系统，该方法包括：获取待检测的软组织区域针对多次发射的超声脉冲检测波束反射回来的多个回波信息，其中，待检测的软组织区域内存在剪切波的传播；根据所述多个回波信息，分别确定所述剪切波在所述软组织区域中预设的任意两条扫描线之间的波速；依据每个所述波速对应的两条扫描线的距离，确定每个所述波速的权重，其中，所述波速所对应的两条扫描线的距离越大，所述波速的权重越大；根据每个所述波速的权重，对所有所述波速进行加权平均，得到所述剪切波在所述软组织区域内的传播速度。该方法可以提高软组织内剪切波传播速度测量的准确度和可靠性。

