



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102657541 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 02

(21) 申请号 201210157551. X

JP 4887495 B2, 2012. 02. 29,

(22) 申请日 2012. 05. 18

Kathryn R., et. On the feasibility of remote palpation using acoustic radiation force.《Journal of the Acoustical Society of America》. 2001, 第 110 卷 (第 2 期), 625-634.

(73) 专利权人 北京东方惠尔图像技术有限公司
地址 100176 北京市大兴区亦庄开发区宏达北路 16 号写字楼 2 层

审查员 张玲玲

(72) 发明人 朱洵 钱林学 厉夫兵 魏世宇

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 吴贵明 余刚

(51) Int. Cl.

A61B 8/08 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102348481 A, 2012. 02. 28,

US 2010191115 A1, 2010. 07. 29,

CN 101675888 A, 2010. 03. 24,

US 2010280373 A1, 2010. 11. 04,

JP 4012177 B2, 2007. 11. 21,

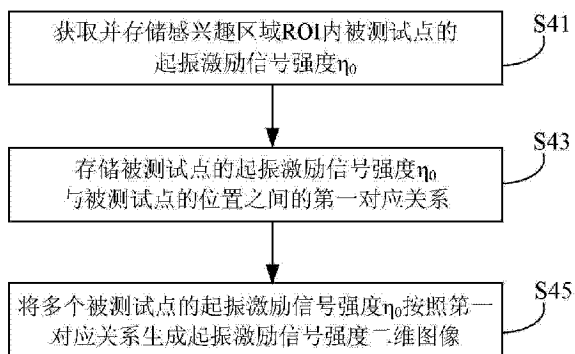
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

超声成像方法和超声成像装置

(57) 摘要

本发明提供了一种超声成像方法和超声成像装置。该超声成像方法包括：获取并存储感兴趣区域 ROI 内被测试点的起振激励信号强度 η_0 ；存储被测试点的起振激励信号强度 η_0 与被测试点的位置之间的第一对应关系；将多个被测试点的起振激励信号强度 η_0 按照第一对应关系生成起振激励信号强度二维图像。采用本发明的技术方案，使用起振激励信号强度二维图像来反映 ROI 内被测试点的硬度，施加的激励信号强度远小于现有的超声辐射力脉冲成像方法，减少了激励信号对被测对象的影响。解决了现有技术中为使大多数软组织产生明显位移需要的检测能量较大问题。



1. 一种超声成像方法,其特征在于,包括:
获取并存储感兴趣区域 ROI 内被测试点的起振激励信号强度 η_0 ;
存储所述被测试点的起振激励信号强度 η_0 与所述被测试点的位置之间的第一对应关系;
将多个被测试点的所述起振激励信号强度 η_0 按照所述第一对应关系生成起振激励信号强度二维图像。
2. 根据权利要求 1 所述的超声成像方法,其特征在于,获取并存储感兴趣区域 ROI 内被测试点的起振激励信号强度 η_0 包括:
以第一激励信号强度 η_1 向所述被测试点施加第一激励信号;
当检测到所述被测试点开始振动时,将所述被测试点开始振动时的所述第一激励信号强度 η_1 作为所述被测试点的起振激励信号强度 η_0 。
3. 根据权利要求 2 所述的超声成像方法,其特征在于,在以第一激励信号强度 η_1 向所述被测试点施加激励信号之后还包括:
检测所述被测试点是否起振;
如果所述被测试点未起振,则增大所述第一激励信号强度 η_1 ,并以增大后的第一激励信号强度 η_1 向所述被测试点施加第一激励信号。
4. 根据权利要求 3 所述的超声成像方法,其特征在于,在增大所述第一激励信号强度 η_1 之后还包括:
比较增大后的 η_1 与预设的第一强度阈值 $\eta_{\max 1}$ 的大小;
如果增大后的 $\eta_1 > \eta_{\max 1}$,停止向所述测试点施加第一激励信号。
5. 根据权利要求 4 所述的超声成像方法,其特征在于,以第一激励信号强度 η_1 向所述被测试点施加第一激励信号之前包括:
获取所述被测试点的探测深度和受测组织的特性;
按照所述探测深度和所述受测组织的特性设定所述第一激励信号的频率和所述第一强度阈值 $\eta_{\max 1}$ 。
6. 根据权利要求 5 所述的超声成像方法,其特征在于,检测所述被测试点是否起振包括:
向所述被测试点发射第一位移跟踪信号,其中所述第一位移跟踪信号的频率大于所述第一激励信号的频率;
获取所述第一位移跟踪信号的回波信号;
按照获取到的所述第一位移跟踪信号的回波信号判断所述测试点是否起振。
7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的超声成像方法,其特征在于,存储所述被测试点的起振激励信号强度 η_0 与所述被测试点的位置之间的第一对应关系之后还包括:
以第二激励信号强度 η_2 向所述被测试点施加第二激励信号,其中 $\eta_2 = \eta_0 + \Delta \eta$, $\Delta \eta$ 为激励信号强度增量;
获取所述被测试点的位移值 d ,并计算所述位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 $k = d / \Delta \eta$;
存储所述被测试点的位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 k 与所述被测试点的位置之间的第二对应关系;
将多个被测试点的位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 k 按照所述第二对应关系生成激励斜率二

维图。

8. 根据权利要求7所述的超声成像方法,其特征在于,获取所述被测试点的位移值 d 之后还包括:

比较所述位移值 d 与预设位移阈值 $d_{\min}$ 的大小;

如果 $d < d_{\min}$,增大 $\Delta \eta$,并以增大后的第二激励信号强度 η_2 向所述被测试点施加第二激励信号。

9. 根据权利要求8所述的超声成像方法,其特征在于,在增大 $\Delta \eta$ 之后还包括:

比较 η_2 与预设的第二强度阈值 $\eta_{\max 2}$ 的大小;

当 $\eta_2 > \eta_{\max 2}$ 时,停止向所述测试点施加第二激励信号。

10. 根据权利要求7所述的超声成像方法,其特征在于,获取所述被测试点的位移值 d 包括:

向所述被测试点发射第二位移跟踪信号,其中所述第二位移跟踪信号的频率大于所述第二激励信号的频率;

获取所述第二位移跟踪信号的回波信号;

按照获取到的所述第二位移跟踪信号的回波信号计算得出所述被测试点的位移值 d 。

11. 一种超声成像装置,其特征在于,包括:

起振激励信号强度获取模块,用于获取并存储感兴趣区域ROI内被测试点的起振激励信号强度 η_0 ;

第一对应关系存储模块,用于存储所述被测试点的起振激励信号强度 η_0 与所述被测试点的位置之间的第一对应关系;

起振激励信号强度二维图像生成模块,用于将多个被测试点的所述起振激励信号强度 η_0 按照所述第一对应关系生成起振激励信号强度二维图像。

12. 根据权利要求11所述的超声成像装置,其特征在于,还包括:

增量激励信号施加模块,用于以第二激励信号强度 η_2 向所述被测试点施加第二激励信号,其中 $\eta_2 = \eta_0 + \Delta \eta$, $\Delta \eta$ 为激励信号强度增量;

位移获取模块,用于获取所述被测试点的位移值 d ,并计算所述位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 $k = d / \Delta \eta$;

第二对应关系存储模块,用于存储所述被测试点的位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 k 与所述被测试点的位置之间的第二对应关系;

激励斜率二维图生成模块,将多个被测试点的位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 k 按照所述第二对应关系生成激励斜率二维图。

超声成像方法和超声成像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及成像领域,特别地,涉及一种超声成像方法和超声成像装置。

背景技术

[0002] 纤维化前后组织的弹性系数存在着明显差异,在外力作用下,不同组织发生变形的程度也会不同。现有的超声弹性成像方法就是利用这一特性获取组织的形变数据,并经进一步处理得到组织的弹性模量,这是传统超声成像、磁共振成像、计算机断层扫描所不能提供的数据,因此近年来被学者和临床医师广泛关注并迅速发展。

[0003] 杜克大学 K. Nightingale 通过对现有超声弹性成像方法进行改进,提出了超声辐射力脉冲成像方法,利用 B 模式图像为基底确定感兴趣区域(ROI, Region Of Interest),对 ROI 发射聚焦的高强度超声波束,产生的辐射力使生物组织产生形变或者位移。图 1A 是现有技术的超声辐射力脉冲成像方法的施加激励的示意图,如图 1A 所示,利用 B 模式图像为基底确定 ROI 14,然后输入激励通过探头 11 产生高强度超声波束,沿扫描线 12 对 ROI 14 中的组织进行刺激,从而使组织产生位移,该位移的大小反映了组织的硬度。在图中,13 为检测的组织,A 点假设为组织中较软的位置,B 点为组织中较硬的位置。图 1B 是现有技术的超声辐射力脉冲成像方法的位移跟踪信号的示意图,如图 1B 所示,输入激励 15 为频率为 f_0 的脉冲,然后再通过发射若干同频率的超声波探查位移变化,也就是通过图中的频率同为 f_0 的若干个位移跟踪信号 16 获取组织的位移,位移跟踪信号的具体个数一般为十几个到几十个,根据具体探测的组织特性和探测深度设置,从图 1B 中可以明显看出为使组织产生足够大小的位移,需要很强的激励信号。

[0004] 图 1C 是现有技术的超声辐射力脉冲成像方法的不同位置的位移的示意图,如图 1C 所示,硬度大的组织 B 点产生的位移小,硬度小的组织 A 点产生的位移大,通过不同点的位移的差别得到超声辐射力作用下的组织位移二维图像,图 1D 是现有技术的超声辐射力脉冲成像方法的组织位移二维图像的示意图,组织形变同时诱发剪切波,通过扫描线获取剪切波速可进一步得到弹性模量。

[0005] 现有的上述方法存在以下问题:

[0006] 首先,为产生较明显的组织位移,因此需要较大的聚焦能量,如图 1B 所示,采用上述方法使大多数软组织产生明显位移的能量强度因子 I_{spta} 通常需要达到 $1000W/cm^2$ 。但是在超声应用领域中,应该本着“尽可能小”的能量原则,希望能够既反映组织的硬度,又能减小检测能量。

[0007] 其次,激励超声波频率与成像超声波频率相同使探测深度受到影响。当空间分辨率要求较高时,需要较高的超声波频率。由于人体组织对高频超声波的吸收衰减很严重,使探测深度及组织所受的辐射力受到影响。而为达到较大的形变强度,需要的更高的激励能量,增大了病人的受伤可能性。

[0008] 针对现有技术中存在为使大多数软组织产生明显位移需要的检测能量较大的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0009] 本发明的主要目的是提供一种超声成像方法和超声成像装置,以解决现有技术中的为使大多数软组织产生明显位移需要的检测能量较大问题。

[0010] 为了实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种超声成像方法。

[0011] 本发明提供的超声成像方法包括:获取并存储感兴趣区域 ROI 内被测试点的起振激励信号强度 η_0 ;存储被测试点的起振激励信号强度 η_0 与被测试点的位置之间的第一对应关系;将多个被测试点的起振激励信号强度 η_0 按照上述第一对应关系生成起振激励信号强度二维图像。

[0012] 进一步地,获取并存储感兴趣区域 ROI 内被测试点的起振激励信号强度 η_0 包括:以第一激励信号强度 η_1 向被测试点施加第一激励信号;将第一激励信号强度 η_1 作为被测试点的起振激励信号强度 η_0 。

[0013] 进一步地,在以第一激励信号强度 η_1 向被测试点施加激励信号之后还包括:检测被测试点是否起振;如果被测试点未起振,则增大第一激励信号强度 η_1 ,并以增大后的第一激励信号强度 η_1 向被测试点施加第一激励信号。

[0014] 进一步地,在增大第一激励信号强度 η_1 之后还包括:比较增大后的 η_1 与预设的第一强度阈值 $\eta_{\max 1}$ 的大小;如果增大后的 $\eta_1 > \eta_{\max 1}$,停止向测试点施加第一激励信号。

[0015] 进一步地,以第一激励信号强度 η_1 向被测试点施加第一激励信号之前包括:获取被测试点的探测深度和受测组织的特性;按照探测深度和受测组织的特性设定第一激励信号的频率和第一强度阈值 $\eta_{\max 1}$ 。

[0016] 进一步地,检测被测试点是否起振包括:向被测试点发射第一位移跟踪信号,其中第一位移跟踪信号的频率大于第一激励信号的频率;获取该第一位移跟踪信号的回波信号;按照获取到的该第一位移跟踪信号的回波信号判断测试点是否起振。

[0017] 进一步地,存储被测试点的起振激励信号强度 η_0 与被测试点的位置之间的第一对应关系之后还包括:以第二激励信号强度 η_2 向被测试点施加第二激励信号,其中 $\eta_2 = \eta_0 + \Delta \eta$, $\Delta \eta$ 为激励信号强度增量;获取被测试点的位移值 d ,并计算位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 $k = d / \Delta \eta$;存储被测试点的位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 k 与被测试点的位置之间的第二对应关系;将多个被测试点的位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 k 按照第二对应关系生成激励斜率二维图。

[0018] 进一步地,获取被测试点的位移值 d 之后还包括:比较位移值 d 与预设位移阈值 $d_{\min}$ 的大小;如果 $d < d_{\min}$,增大 $\Delta \eta$,并以增大后的第二激励信号强度 η_2 向被测试点施加第二激励信号。

[0019] 进一步地,在增大 $\Delta \eta$ 之后还包括:比较 η_2 与预设的第二强度阈值 $\eta_{\max 2}$ 的大小;当 $\eta_2 > \eta_{\max 2}$ 时,停止向测试点施加第二激励信号。

[0020] 进一步地,获取被测试点的位移值 d 包括:向被测试点发射第二位移跟踪信号,其中第二位移跟踪信号的频率大于第二激励信号的频率,获取第二位移跟踪信号的回波信号;按照获取到的第二位移跟踪信号的回波信号计算得出被测试点的位移值 d 。

[0021] 为了实现上述目的,根据本发明的另一个方面,提供了一种超声成像装置。

[0022] 本发明提供的超声成像装置包括:起振激励信号强度获取模块,用于获取并存储

感兴趣区域 ROI 内被测试点的起振激励信号强度 η_0 ;第一对应关系存储模块,用于存储被测试点的起振激励信号强度 η_0 与被测试点的位置之间的第一对应关系 ;起振激励信号强度二维图像生成模块,用于将多个被测试点的起振激励信号强度 η_0 按照第一对应关系生成起振激励信号强度二维图像。

[0023] 进一步地,本发明提供的超声成像装置还包括 :增量激励信号施加模块,用于以第二激励信号强度 η_2 向被测试点施加第二激励信号,其中 $\eta_2 = \eta_0 + \Delta \eta$, $\Delta \eta$ 为激励信号强度增量 ;位移获取模块,用于获取被测试点的位移值 d ,并计算位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 $k = d / \Delta \eta$;第二对应关系存储模块,用于存储被测试点的位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 k 与被测试点的位置之间的第二对应关系 ;激励斜率二维图生成模块,将多个被测试点的位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 k 按照第二对应关系生成激励斜率二维图。

[0024] 根据本发明的技术方案,超声成像方法包括 :获取并存储感兴趣区域 ROI 内被测试点的起振激励信号强度 η_0 ;存储被测试点的起振激励信号强度 η_0 与被测试点的位置之间的第一对应关系 ;将多个被测试点的起振激励信号强度 η_0 按照第一对应关系生成起振激励信号强度二维图像。使用起振激励信号强度二维图像来反映 ROI 内被测试点的硬度,施加的激励信号强度远小于现有的超声辐射力脉冲成像方法,减少了激励信号对被测对象的影响。

附图说明

[0025] 说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中 :

[0026] 图 1A 是现有技术的超声辐射力脉冲成像方法的施加激励的示意图 ;

[0027] 图 1B 是现有技术的超声辐射力脉冲成像方法的位移跟踪信号的示意图 ;

[0028] 图 1C 是现有技术的超声辐射力脉冲成像方法的不同位置的位移的示意图 ;

[0029] 图 1D 是现有技术的超声辐射力脉冲成像方法的组织位移二维图像的示意图 ;

[0030] 图 2 是根据本发明实施例的超声成像装置的示意图 ;

[0031] 图 3 是根据本发明实施例的超声成像装置应用的示意图 ;

[0032] 图 4 是根据本发明实施例的超声成像方法的示意图 ;

[0033] 图 5 是根据本发明实施例的超声成像方法的生成激励斜率二维图示意图 ;

[0034] 图 6 是根据本发明实施例的超声成像方法的施加激励信号的示意图 ;

[0035] 图 7 是根据本发明实施例的超声成像方法的流程图 ;

[0036] 图 8 是根据本发明实施例的超声成像方法的组织位移随激励强度的变化曲线 ;

[0037] 图 9 是根据本发明实施例的超声成像方法的获取被测试点的起振激励信号强度 η_0 的流程图 ;以及

[0038] 图 10 是根据本发明实施例的超声成像方法的获取被测试点的位移值 d 的流程图。

具体实施方式

[0039] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0040] 本发明的实施例提供了一种超声成像装置,图 2 是根据本发明实施例的超声成像

装置的示意图,如图所示,本发明实施例的超声成像装置包括:起振激励信号强度获取模块 11,用于获取并存储感兴趣区域 ROI 内被测试点的起振激励信号强度 η_0 ;第一对应关系存储模块 13,存储被测试点的起振激励信号强度 η_0 与被测试点的位置之间的第一对应关系;起振激励信号强度二维图像生成模块 15,用于将多个被测试点的起振激励信号强度 η_0 按照第一对应关系生成起振激励信号强度二维图像。利用本发明实施例的超声成像装置,由于是组织起振(也就是仅产生可检测的位移幅度)所需要起振激励信号的强度远小于现有技术中产生明显位移的激励信号强度,而且起振激励信号强度的大小不同也可反映 ROI 内组织的硬度差别。一般而言,随着组织硬度的增加,起振激励信号强度 η_0 也就随之增大,因此起振激励信号强度二维图像就可以反映了组织的硬度情况。

[0041] 优选地,在获取振激励信号强度 η_0 的基础上,还可以适度增加激励信号强度,使被测点的位移增加,通过增加的位移量和信号强度增量值的比值来反映组织的硬度情况,该比值从另一个侧面表征了组织的坚硬程度。这种情况下激励强度有所增加,但仍明显小于脉冲辐射力成像所需要的能量。

[0042] 从而本发明实施例的超声成像装置还可以包括:增量激励信号施加模块,用于以第二激励信号强度 η_2 向被测试点施加第二激励信号,其中 $\eta_2 = \eta_0 + \Delta \eta$, $\Delta \eta$ 为激励信号强度增量;位移获取模块,用于获取被测试点的位移值 d ,并计算位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 $k = d / \Delta \eta$;第二对应关系存储模块,用于存储被测试点的位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 k 与被测试点的位置之间的第二对应关系;激励斜率二维图生成模块,将多个被测试点的位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 k 按照第二对应关系生成激励斜率二维图。激励斜率二维图直接反映了组织硬度受激励后的位移变化,因而相比于起振激励信号强度二维图像更加精确。

[0043] 进一步地,获取被测试点的位移值 d 的位移跟踪信号的频率可以与激励信号的频率设置的不同,通过低频的激励信号推动 ROI 内组织产生振动,使用高频的超声波获取组织振动的位移数据,这样就可以避免组织对高频超声波的严重衰减,从而在减小组织所受的辐射力影响的同时,具备一定的探测深度。

[0044] 图 3 是根据本发明实施例的超声成像装置应用的示意图,超声成像装置 33 通过双频探头 35 向待检测对象 37 ROI 内的组织发射激励信号并获取起振或位移信号,经过数据处理后在显示装置 31 上生成起振激励信号强度二维图和激励斜率二维图。

[0045] 本发明实施例还提供了一种超声成像方法,该超声成像方法可以通过上述实施例所提供的任一种超声成像装置来执行,图 4 是根据本发明实施例的超声成像方法的示意图,如图 4 所示,本发明实施例的超声成像方法包括:

[0046] 步骤 S41,获取并存储感兴趣区域 ROI 内被测试点的起振激励信号强度 η_0 ;

[0047] 步骤 S43,存储被测试点的起振激励信号强度 η_0 与被测试点的位置之间的第一对应关系;

[0048] 步骤 S45,将多个被测试点的起振激励信号强度 η_0 按照第一对应关系生成起振激励信号强度二维图像。

[0049] 通过上述步骤可以生成起振激励信号强度二维图像,其中,步骤 S41 可以具体包括:以第一激励信号强度 η_1 向被测试点施加第一激励信号;将第一激励信号强度 η_1 作为被测试点的起振激励信号强度 η_0 。起振激励信号强度 η_0 就是使被测试点组织开始振动的激励信号强度,获取起振激励信号强度 η_0 的过程需要向被测试点以不同激励信号强度

的激励信号,当检测到测试点开始振动时,此时时间的第一激励信号强度 η_1 就是被测试点的起振激励信号强度 η_0 。

[0050] 如果以第一激励信号强度 η_1 向被测试点施加第一激励信号,没有检测到被测试点起振,那么就增大第一激励信号强度 η_1 ,并以增大后的第一激励信号强度 η_1 向被测试点施加第一激励信号,也就是说施加上述第一激励信号后,没有检测到被测试点的阻值振动,就增大第一激励信号强度进行循环,直至被测试点出现振动。在这种情况下,在以第一激励信号强度 η_1 向被测试点施加激励信号之后还包括:检测被测试点是否起振;如果被测试点未起振,则增大第一激励信号强度 η_1 ,并以增大后的第一激励信号强度 η_1 向被测试点施加第一激励信号。如果被测试点起振,则使用此时的第一激励信号强度 η_1 赋值为被测试点的起振激励信号强度 η_0 。

[0051] 由于存在由于被测组织的硬度过大,导致无法在激励信号的刺激下产生振动,为避免出现死循环的情况,优选地,在增大第一激励信号强度 η_1 之后还可以包括:比较增大后的 η_1 与预设的第一强度阈值 $\eta_{\max 1}$ 的大小;如果增大后的 $\eta_1 > \eta_{\max 1}$,停止向测试点施加第一激励信号。第一强度阈值 $\eta_{\max 1}$ 的大小可以根据 ROI 内组织的类型预先设定,当出现第一激励信号强度 η_1 增加至超过 $\eta_{\max 1}$,仍然不起振的情况,说明被测组织的硬度已经超出了测试范围,此时需要停止施加激励信号,并提醒操作人员进行人工检查。一般而言,第一强度阈值 $\eta_{\max 1}$ 的大小也要小于现有技术的超声辐射力脉冲成像方法的激励信号强度。

[0052] 组织因类型和部位的不同,其硬度特性也相应不同,对于不同信号的吸收和衰减程度也不同,因此以第一激励信号强度 η_1 向被测试点施加第一激励信号之前还可以包括:获取被测试点的探测深度和受测组织的特性,按照探测深度和受测组织的特性设定第一激励信号的频率和第一强度阈值 $\eta_{\max 1}$ 。具体实施时,可以将不同组织对应的激励信号发射策略(包括频率、第一强度阈值 $\eta_{\max 1}$ 、施加时间等)预先进行存储,进行超声成像操作时,操作人员对被测试点的探测深度和受测组织的特性进行录入,本实施例的超声成像装置自动按照探测深度和受测组织的特性设定第一激励信号的频率和第一强度阈值 $\eta_{\max 1}$ 。从而使超声成像方法的目标性更强。

[0053] 为方便可视性,对 ROI 内各测试点的起振激励信号强度二维图像可以用不同的颜色表示出来,一种方式为按起振激励信号强度由高到低用红色到蓝色的渐变条进行表示。

[0054] 进一步地,获取被测试点的位移值 d 的位移跟踪信号的频率可以与激励信号的频率设置的不同,通过低频的激励信号推动 ROI 内组织产生振动,使用高频的超声波获取组织振动的位移数据,这样就可以避免组织对高频超声波的严重衰减,从而在减小组织所受的辐射力影响的同时,具备一定的探测深度。在这种情况下,检测被测试点是否起振具体可以包括:向被测试点发射第一位移跟踪信号,其中第一位移跟踪信号的频率大于第一激励信号的频率,获取位移跟踪信号的回波信号;按照获取到的第一位移跟踪信号的回波信号判断测试点是否起振。按照本实施例的超声成像方法获取组织位移与现有技术获取组织位移的区别在于,激励信号的频率与位移跟踪信号的频率不同,而且位移跟踪信号的频率大于激励信号的频率。

[0055] 上述是对生成起振激励信号强度二维图的超声成像方法的说明,在获取起振激励信号强度 η_0 的基础上,还可以适度增加激励信号强度,使被测点的位移增加,通过增加的位移量和信号强度增量值的比值来反映组织的硬度情况,该比值从另一个侧面表征了组织的

坚硬程度。这种情况下激励强度有所增加,但仍明显小于脉冲辐射力成像所需要的能量,也就是生成激励斜率二维图以提高超声成像的精确度。

[0056] 图 5 是根据本发明实施例的超声成像方法的生成激励斜率二维图示意图,如图 5 所示,在步骤 S43 之后还包括:

[0057] 步骤 S51:以第二激励信号强度 η_2 向被测试点施加第二激励信号,其中 $\eta_2 = \eta_0 + \Delta \eta$, $\Delta \eta$ 为激励信号强度增量;

[0058] 步骤 S53:获取被测试点的位移值 d ,并计算位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 $k = d / \Delta \eta$;

[0059] 步骤 S55:存储被测试点的位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 k 与被测试点的位置之间的第二对应关系;

[0060] 步骤 S57:将多个被测试点的位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 k 按照第二对应关系生成激励斜率二维图。

[0061] 通过上述的步骤 S51 至步骤 S57 通过对相同激励信号强度增量 $\Delta \eta$ 的反应位移不同来判断组织的硬度,如果在起振激励信号 η_0 的基础上增加激励信号强度增量 $\Delta \eta$ 后,被测试点的位移值很小,则说明被测试点的硬度随激励信号强度增加而增大的很慢,不足以计算出位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 $k = d / \Delta \eta$ 。那么步骤 S53 中获取被测试点的位移值 d 之后还可以包括:比较位移值 d 与预设位移阈值 $d_{\min}$ 的大小;如果 $d < d_{\min}$,增大 $\Delta \eta$,并以增大后的第二激励信号强度 η_2 向被测试点施加第二激励信号。如此进行循环,直至位移值 d 的大小足以计算出比值 k 。

[0062] 由于存在由于被测点硬度随激励信号强度增加而增大的很慢,导致无法依靠增加激励信号强度使位移值 d 的大小足以计算出比值 k ,为避免出现死循环的情况,在增大 $\Delta \eta$ 之后还可以包括:比较 η_2 与预设的第二强度阈值 $\eta_{\max 2}$ 的大小;当 $\eta_2 > \eta_{\max 2}$ 时,停止向测试点施加第二激励信号。这种情况下,说明被测试点超出了激励斜率二维图探测范围,需要提醒并提醒操作人员进行人工检查。一般而言,第二强度阈值 $\eta_{\max 2}$ 的大小也要小于现有技术的超声辐射力脉冲成像方法的激励信号强度,可以与第一强度阈值 $\eta_{\max 1}$ 相同。该第二强度阈值 $\eta_{\max 2}$ 也可以按照探测深度和受测组织的特性进行设定。

[0063] 与生成起振激励信号强度二维图像中检测被测试点是否起振的步骤相类似,上述步骤 S53 中获取被测点的位移值 d 也可以通过低频的激励信号推动 ROI 内组织产生振动,使用高频的超声波获取组织振动的位移数据,此时,步骤 S53 中获取被测试点的位移值 d 可以包括:向被测试点发射第二位移跟踪信号,其中第二位移跟踪信号的频率大于第二激励信号的频率,获取第二位移跟踪信号的回波信号;按照获取到的第二位移跟踪信号的回波信号计算得出被测试点的位移值 d 。

[0064] 图 6 是根据本发明实施例的超声成像方法的施加激励信号的示意图,如图 6 所示,首先以第一激励信号强度 η_1 向被测试点施加第一激励信号 61,然后发出一组若干个第一位移跟踪信号 62,此时根据该位移跟踪信号 62 检测到被测点振动,则该第一激励信号强度 η_1 为起振激励信号强度 η_0 ,然后在 η_0 基础上激励信号强度增加 $\Delta \eta$,以第二激励信号强度 η_2 向被测试点施加第二激励信号 64,其中 $\eta_2 = \eta_0 + \Delta \eta$,再发出一组若干个第二位移跟踪信号 65,按照获取到的第二位移跟踪信号的回波信号计算得出被测试点的位移值 d 。上述通过位移跟踪信号得出位移的方法与超声辐射力脉冲成像方法相比,激励信号的频率要小于位移跟踪信号使用的频率,而不是使用相同的频率,从而避免组织对高频超声波的严

重衰减。

[0065] 与起振激励信号强度二维图像类似,对 ROI 内各测试点的激励斜率二维图像也可以用不同的颜色表示出来,一种方式为按起振激励信号强度由高到低用红色到蓝色的渐变条来表示激励斜率的大小。

[0066] 本实施例的起振激励信号强度二维图像与激励斜率二维图像可以同时生成,也可以单独生成两种图像中的一种。

[0067] 图 7 是根据本发明实施例的超声成像方法的流程图,如图 7 所示,该方法由以下步骤组成:

[0068] 步骤 S71,根据成像超声波频率、探测深度、被测组织特性等因素选择合适的激励信号频率及最大强度。

[0069] 步骤 S72,对被测的组织进行 B 模式成像,并确定超声辐射力的作用区域,即 ROI。

[0070] 步骤 S73,根据激励信号强度发射策略,确定激励信号的发射强度、持续时间等数据。

[0071] 步骤 S74,判断信号强度是否到达阈值,如果未达到阈值,则直接向感兴趣区域发射一定强度的超声波激励信号,激励信号频率由步骤 S71 来确定。如果经过若干次循环,已经达到阈值,则按默认数据直接生成图像。

[0072] 步骤 S75,发射一系列位移跟踪信号,并收集回波数据。

[0073] 步骤 S76,对回波数据进行处理,获取组织在激励信号作用下的位移信息。对位移信息进行处理,试图获取组织的起振 \ 等振激励能量因子及斜率。

[0074] 步骤 S77,如果获取到起振 \ 等振激励能量因子及斜率满足要求,则显示计算的数据;否则,回到步骤 S73,重新调整激励信号强度再次发射,直至得到满意的数据。值得注意的是,如果激励强度达到最大强度仍未能获取起振点,则说明组织的硬度已经超过探测范围。同理,如果获取到起振点,但增大激励强度仍无法得到足够大的位移,则说明组织的硬度随激励强度增加而增大得很慢,超出了斜率的探测范围。

[0075] 步骤 S78,将感兴趣区域的各位置处的起振 \ 等振能量因子,及振动斜率用红蓝渐变颜色条进行表示,并注明各种颜色代表的值域。

[0076] 上述步骤 S76 中数据处理包括两个方面,首先是根据位移跟踪信号的回波数据获取某激励强度下的组织的位移数据,然后根据一系列不同强度下的位移数据获取起振 \ 等振能量,并获取斜率 k 。

[0077] 其次是利用时间互相关算法或其它算法计算组织位移数据。由于一系列激励强度下的组织位移数据是离散点,因此需要对其进行曲线拟合处理,得到该处组织位移随激励强度的变化曲线。图 8 是根据本发明实施例的超声成像方法的组织位移随激励强度的变化曲线,如图 8 所示,A 点假设为组织中较软的位置,B 点为组织中较硬的位置。A 点的曲线斜率明显大于 B 点的曲线斜率。若被测点的位移曲线表示为 $d=f(\eta)$,对上式进行逆变换,得到激励能量因子 η 随组织位移 d 的变化曲线 $\eta=f^{-1}(d)$ 。令位移 d 为 0 及位移为 d_x ,可分别得到对应的起振能量因子 $\eta=\eta_0$ 以及等振能量因子 η_x 。则斜率可表示为:

$$[0078] \quad k = \frac{d_x}{\eta_x - \eta_0}$$

[0079] 下面分别对获取被测试点的起振激励信号强度 η_0 和获取被测试点的位移值 d 具

体流程进行进一步详细说明：

[0080] 图 9 是根据本发明实施例的超声成像方法的获取被测试点的起振激励信号强度 η_0 的流程图,如图 9 所示,获取被测试点的起振激励信号强度 η_0 的步骤具体包括：

[0081] 步骤 S91,以第一激励信号强度 η_1 向被测试点施加第一激励信号。

[0082] 步骤 S92,检测被测试点是否起振,如果起振则执行步骤 S93,若没有起振,进入步骤 S95。

[0083] 步骤 S93,使用 η_1 赋值起振激励信号强度 η_0 。

[0084] 步骤 S94,增大 η_1 。

[0085] 步骤 S95,判断第一激励信号强度 η_1 与第一强度阈值 $\eta_{\max 1}$ 的大小,如果 $\eta_1 > \eta_{\max 1}$,结束获取流程,如果 $\eta_1 \leq \eta_{\max 1}$,执行步骤 S91。

[0086] 图 10 是根据本发明实施例的超声成像方法的获取被测试点的位移值 d 的流程图,如图 10 所示,获取被测试点的位移值 d 的步骤具体包括：

[0087] 步骤 S101,以第二激励信号强度 η_2 向被测试点施加第二激励信号。

[0088] 步骤 S102,检测被测试点位移 d 是否小于预设位移阈值 $d_{\min}$,如果 $d \geq d_{\min}$ 则执行步骤 S103,若 $d < d_{\min}$,进入步骤 S105。

[0089] 步骤 S103,计算位移值 d 与 $\Delta \eta$ 的比值 $k=d/\Delta \eta$ 。

[0090] 步骤 S104,增大 $\Delta \eta$ 。

[0091] 步骤 S105,判断第二激励信号强度 η_2 与第二强度阈值 $\eta_{\max 2}$ 的大小,如果 $\eta_2 > \eta_{\max 2}$,结束获取流程,如果 $\eta_2 \leq \eta_{\max 2}$,执行步骤 S013。

[0092] 根据本发明的技术方案,超声成像方法包括:获取并存储感兴趣区域 ROI 内被测试点的起振激励信号强度 η_0 ;存储被测试点的起振激励信号强度 η_0 与被测试点的位置之间的第一对应关系;将多个被测试点的起振激励信号强度 η_0 按照第一对应关系生成起振激励信号强度二维图像。使用起振激励信号强度二维图像来反映 ROI 内被测试点的硬度,施加的激励信号强度远小于现有的超声辐射力脉冲成像方法,减少了激励信号对被测对象的影响。

[0093] 通过对本发明技术方案的优化,使用激励斜率二维图来反映 ROI 内被测试点的硬度,从而使超声图像反映被测试点的硬度情况更加精确。

[0094] 通过对本发明技术方案的进一步优化,获取被测试点的位移值的位移跟踪信号的频率与激励信号的频率设置得不同,通过低频的激励信号推动 ROI 内组织产生振动,使用高频的超声波获取组织振动的位移数据,这样就可以避免组织对高频超声波的严重衰减,从而在减小组织所受的辐射力影响的同时,具备一定的探测深度。

[0095] 显然,本领域的技术人员应该明白,上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现,它们可以集中在单个的计算装置上,或者分布在多个计算装置所组成的网络上,可选地,它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现,从而,可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行,或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样,本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

[0096] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修

改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

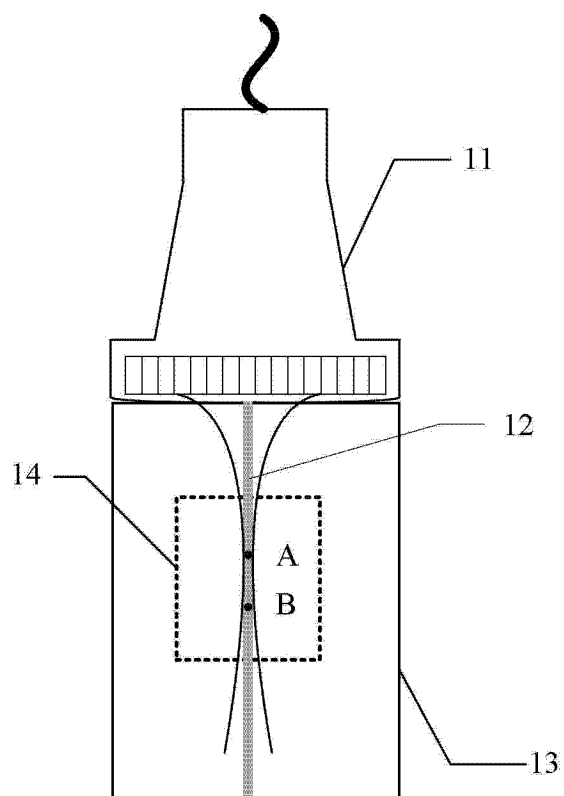


图 1A

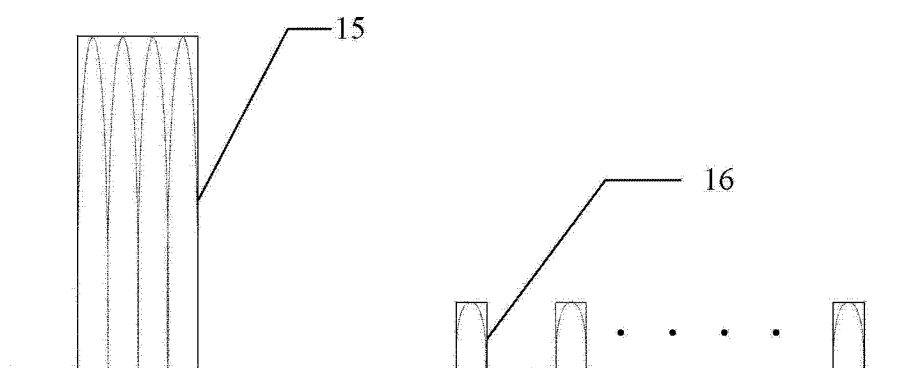


图 1B

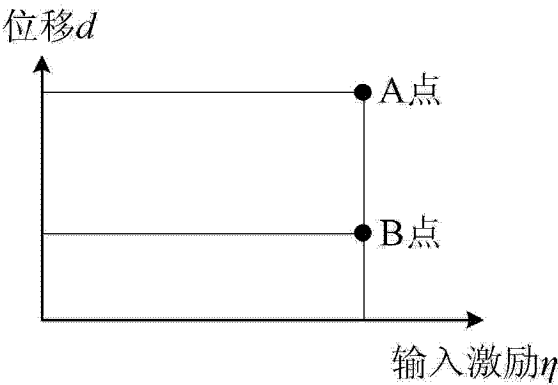


图 1C

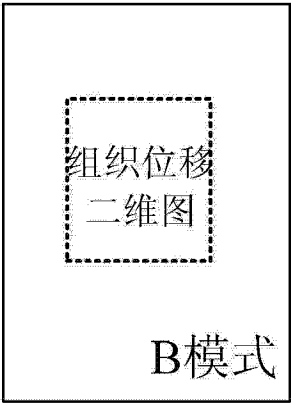


图 1D

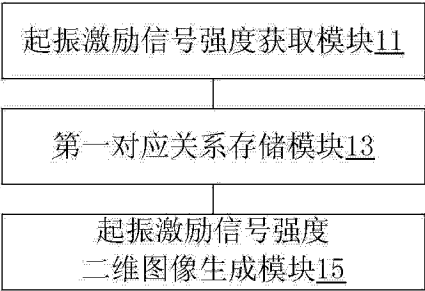


图 2

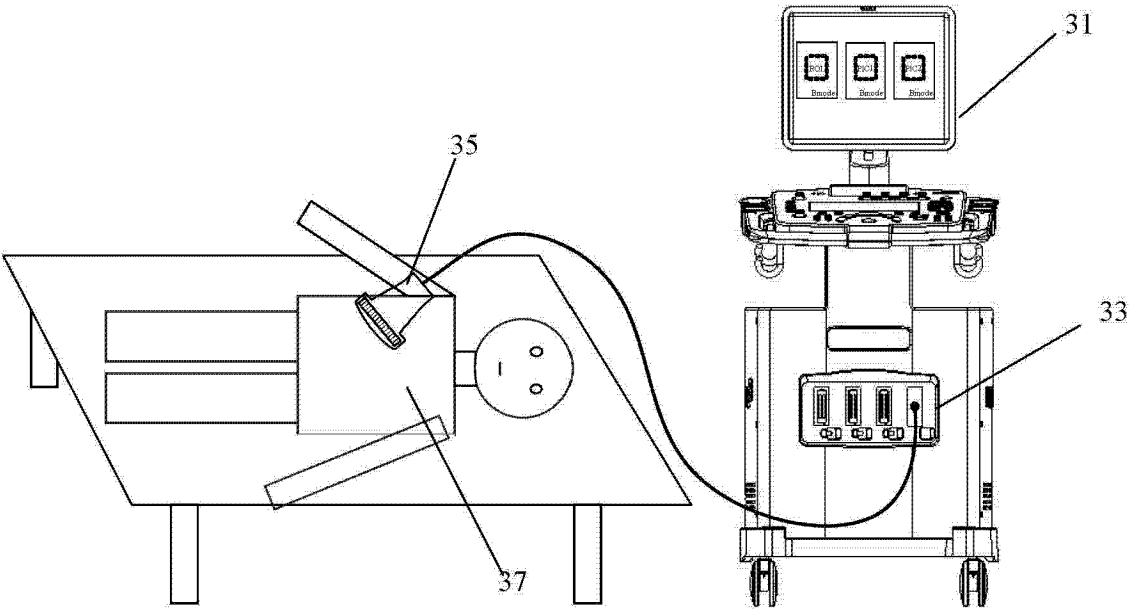


图 3

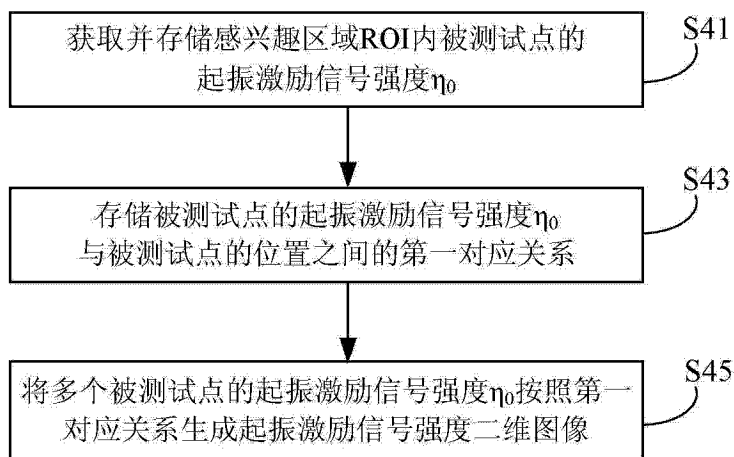


图 4

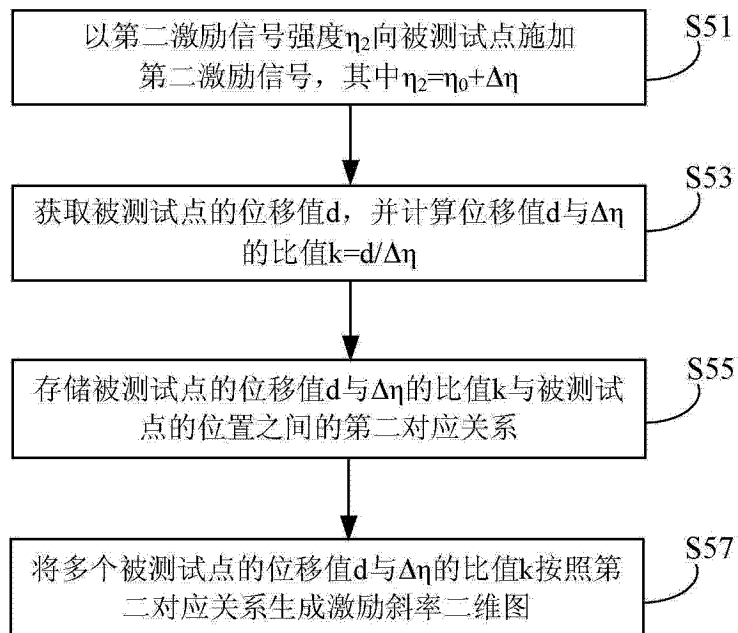


图 5

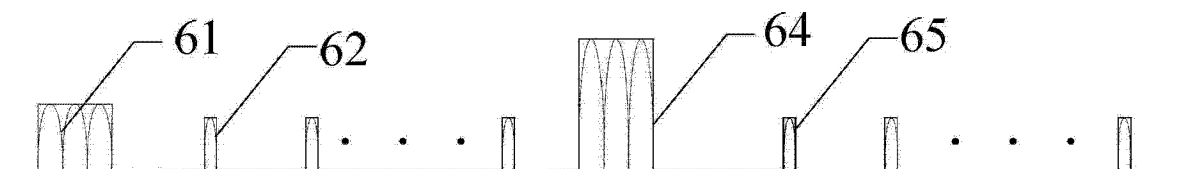


图 6

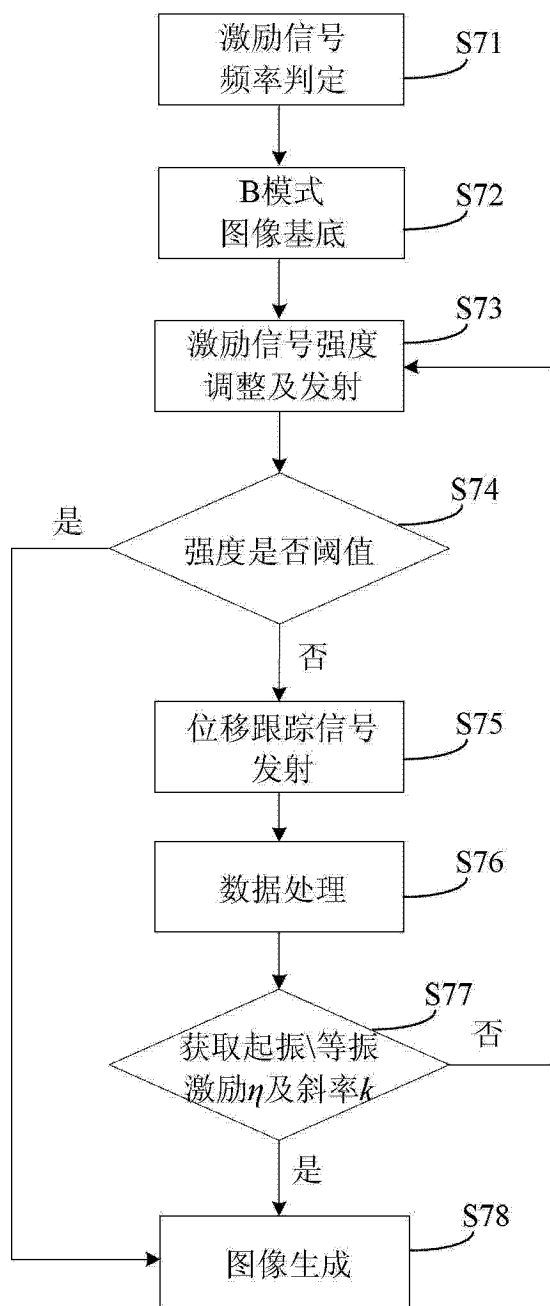


图 7

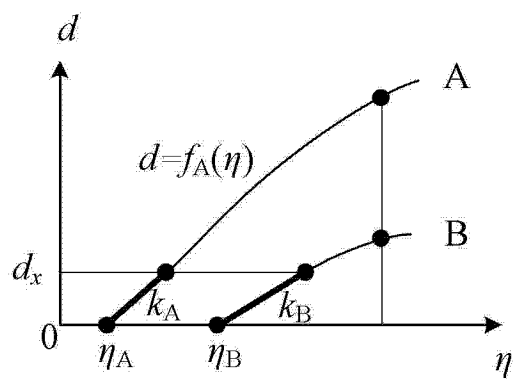


图 8

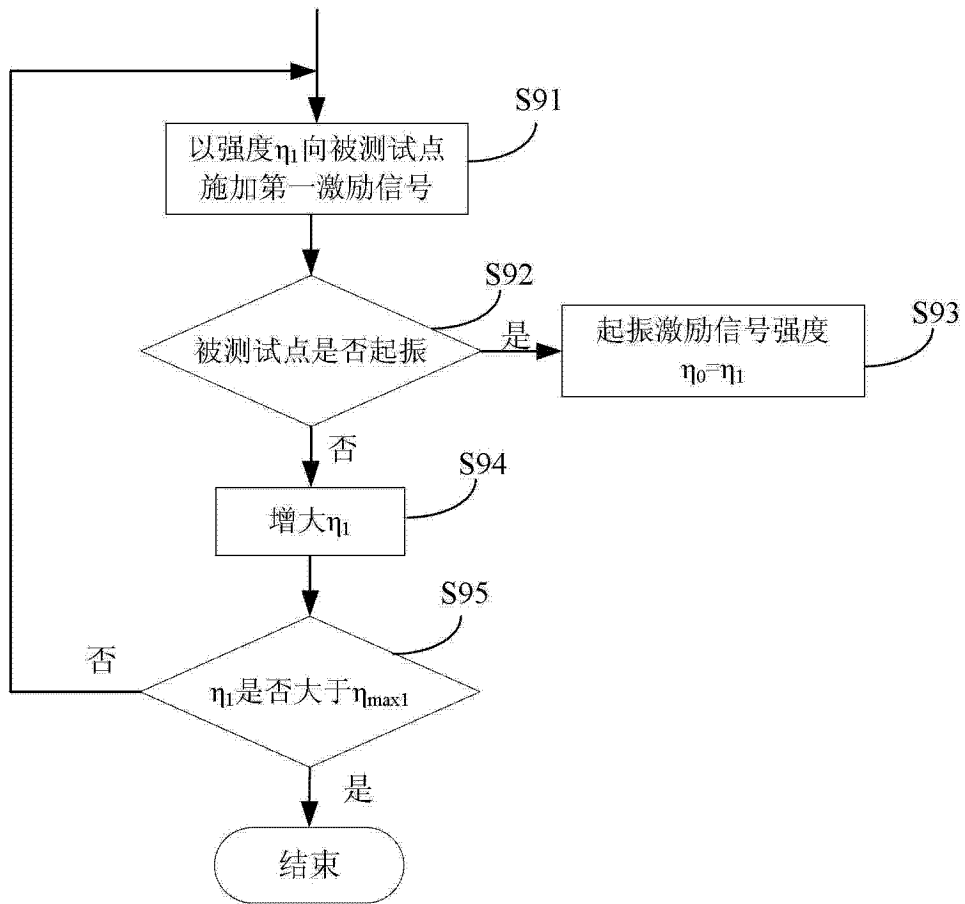


图 9

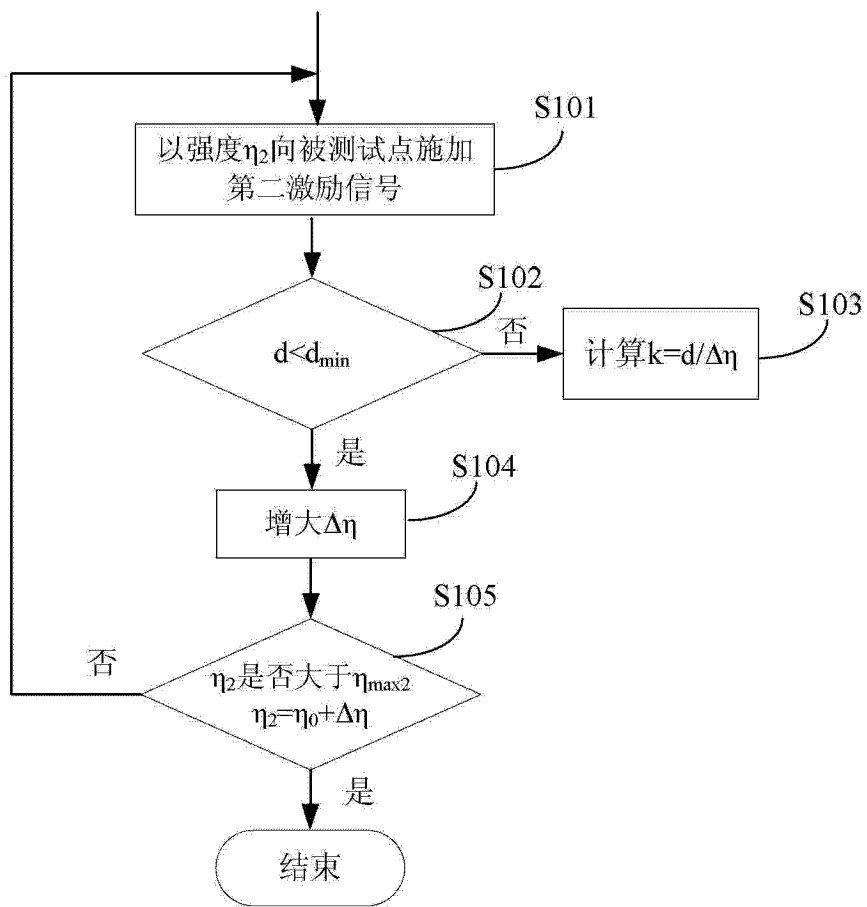


图 10

专利名称(译)	超声成像方法和超声成像装置		
公开(公告)号	CN102657541B	公开(公告)日	2014-04-02
申请号	CN201210157551.X	申请日	2012-05-18
[标]申请(专利权)人(译)	北京东方惠尔图像技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	北京东方惠尔图像技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	北京东方惠尔图像技术有限公司		
[标]发明人	朱洵 钱林学 厉夫兵 魏世宇		
发明人	朱洵 钱林学 厉夫兵 魏世宇		
IPC分类号	A61B8/08		
代理人(译)	吴贵明 余刚		
审查员(译)	张玲玲		
其他公开文献	CN102657541A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种超声成像方法和超声成像装置。该超声成像方法包括：获取并存储感兴趣区域ROI内被测试点的起振激励信号强度 η_0 ；存储被测试点的起振激励信号强度 η_0 与被测试点的位置之间的第一对应关系；将多个被测试点的起振激励信号强度 η_0 按照第一对应关系生成起振激励信号强度二维图像。采用本发明的技术方案，使用起振激励信号强度二维图像来反映ROI内被测试点的硬度，施加的激励信号强度远小于现有的超声辐射力脉冲成像方法，减少了激励信号对被测对象的影响。解决了现有技术中为使大多数软组织产生明显位移需要的检测能量较大问题。

