



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108158610 A

(43)申请公布日 2018.06.15

(21)申请号 201810039730.0

(22)申请日 2018.01.16

(71)申请人 苏州国科昂卓医疗科技有限公司

地址 215163 江苏省苏州市高新区锦峰路8号15号楼420室

(72)发明人 焦阳 崔峭峭 韩志乐 简小华

(74)专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250

代理人 马永芬

(51)Int.Cl.

A61B 8/08(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

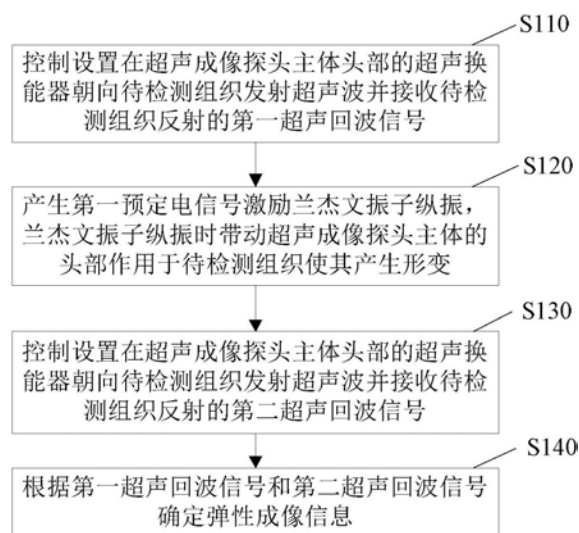
权利要求书2页 说明书11页 附图12页

### (54)发明名称

一种弹性成像方法、装置、设备及超声成像探头

### (57)摘要

本发明公开了一种弹性成像方法、装置、设备及超声成像探头,其中所述方法包括:控制设置在所述超声成像探头主体头部的超声换能器朝向待检测组织发射超声波并接收所述待检测组织反射的第一超声回波信号;产生第一预定电信号激励兰杰文振子纵振,所述兰杰文振子纵振时带动超声成像探头主体的头部作用于待检测组织使其产生形变;控制设置在所述超声成像探头主体头部的超声换能器朝向所述待检测组织发射超声波并接收所述待检测组织反射的第二超声回波信号;根据所述第一超声回波信号和所述第二超声回波信号确定弹性成像信息。本发明能够使得超声成像探头不受磁场影响,并能够缩小超声成像探头的体积、减轻超声成像探头的重量。



1. 一种弹性成像方法,其特征在于,包括:

控制设置在超声成像探头主体头部的超声换能器朝向待检测组织发射超声波并接收所述待检测组织反射的第一超声回波信号;

产生第一预定电信号激励所述兰杰文振子纵振,所述兰杰文振子纵振时带动超声成像探头主体的头部作用于所述待检测组织使其产生形变;

控制设置在所述超声成像探头主体头部的超声换能器朝向所述待检测组织发射超声波并接收所述待检测组织反射的第二超声回波信号;

根据所述第一超声回波信号和所述第二超声回波信号确定弹性成像信息。

2. 根据权利要求1所述的弹性成像方法,其特征在于,所述根据所述第一超声回波信号和所述第二超声回波信号确定弹性成像信息的步骤,包括:

根据所述第一超声回波信号和所述第二超声回波信号确定剪切波的传播速度,所述剪切波为待检测组织产生形变后从形变位置至纵深处传播的波形;

根据所述剪切波的传播速度确定待检测组织的杨氏模量。

3. 根据权利要求2所述的弹性成像方法,其特征在于,所述控制设置在所述超声成像探头主体头部的超声换能器朝向所述待检测组织发射超声波并接收所述待检测组织反射的第二超声回波信号的步骤之后,还包括:控制设置在所述超声成像探头主体头部的超声换能器朝向所述待检测组织发射超声波并接收所述待检测组织反射的第三超声回波信号;

所述根据所述第一超声回波信号和所述第二超声回波信号确定剪切波的传播速度的步骤包括:

根据所述第一超声回波信号和所述第二超声回波信号确定所述剪切波的第一波峰在所述第二超声回波信号中对应采样点的序号 $n_1$ ;

根据所述第一超声回波信号和所述第三超声回波信号确定所述剪切波的第二波峰在所述第三超声回波信号中对应采样点的序号 $n_2$ ;

获取超声波的传播速度 $v_0$ 、超声回波的采样频率 $f$ ;

计算所述第一波峰至所述第二波峰的位移 $s$ :  $s = v_0 * |n_2 - n_1| * \frac{1}{f}$ ;

获取接收所述第二超声回波与接收所述第三超声回波的时间间隔 $t_1$ ;

计算所述剪切波的传播速度:  $v = \frac{s}{t_1}$ 。

4. 根据权利要求3所述的弹性成像方法,其特征在于,根据所述第一超声回波信号和第X超声回波信号确定所述剪切波的波峰在所述第X超声回波信号中对应采样点的序号的步骤,包括:

多次选取所述第一超声回波信号和所述第X超声回波信号在相同和/或相邻的预定时间段内的信号,计算被选取的第一超声回波信号和第X超声回波信号的互相关值;

当互相关值小于预定数值时,确定所述互相关值对应的预定时间段内采样点的序号作为波峰在所述第X超声回波信号中对应采样点的序号;

所述第X超声回波信号包括第二超声回波信号或第三超声回波信号。

5. 一种弹性成像装置,其特征在于,包括:

第一控制单元,用于控制设置在超声成像探头主体头部的超声换能器朝向待检测组织

发射超声波并接收所述待检测组织反射的第一超声回波信号；

第一激励单元，用于产生第一预定电信号激励所述兰杰文振子纵振，所述兰杰文振子纵振时带动超声成像探头主体的头部作用于所述待检测组织使其产生形变；

第二控制单元，用于控制设置在所述超声成像探头主体头部的超声换能器朝向所述待检测组织发射超声波并接收所述待检测组织反射的第二超声回波信号；

确定单元，用于根据所述第一超声回波信号和所述第二超声回波信号确定弹性成像信息。

6. 一种超声成像探头，其特征在于，包括：

主体；

至少一个超声换能器，设置在所述主体的头部，用于发射超声波并接收超声回波信号；

兰杰文振子，设置在所述主体上；所述兰杰文振子在第一预定电信号激励下能够纵振并带动所述主体的头部前后振动。

7. 根据权利要求6所述的超声成像探头，其特征在于，所述主体包括前部，所述兰杰文振子的前端与所述前部的后端固定连接；或者，所述主体包括：

前部，所述兰杰文振子的前端与所述前部的后端固定连接；

后部，所述兰杰文振子的后端与所述后部的前端固定连接。

8. 根据权利要求6所述的超声成像探头，其特征在于，在第二预定电信号激励下，所述兰杰文振子在第二预定电信号激励下能够弯振并带动所述主体的头部横向摆动。

9. 一种弹性成像设备，其特征在于，包括：超声成像探头、显示器、存储器和处理器，所述超声成像探头、所述显示器、所述存储器和所述处理器之间互相通信连接，所述存储器中存储有计算机指令，所述处理器通过执行所述计算机指令，从而执行权利要求1-4所述的弹性成像方法。

10. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质存储有计算机指令，所述计算机指令用于使所述计算机执行权利要求1-4所述的弹性成像方法。

## 一种弹性成像方法、装置、设备及超声成像探头

### 技术领域

[0001] 本发明涉及超声成像技术领域,具体涉及一种弹性成像方法、装置、设备及超声成像探头。

### 背景技术

[0002] 由于同一生物组织的弹性系数的变化往往与病理特征有关,例如正常组织罹患乳腺癌、肝癌等病症之后,其局部的弹性系数会显著增大。因此生物组织力学参量的定量显示可用于定位病灶和鉴别病变性质,具有重要的医学价值。现有超声弹性成像技术通常是首先向待检测组织发射超声波并接收第一超声回波信号,然后使待检测组织产生微小形变,再向该待检测组织发射超声波并接收第二超声回波信号,最后对第一超声回波信号和第二超声回波信号进行处理得到待检测组织的位移、应变、应变率和速度等响应参数,进而估计出杨氏模量、剪切模量、泊松比和拉梅常数等材料力学属性的相对值。

[0003] 现有方式中使待检测生物组织产生微小形变的方式,通常是操作者手持超声成像探头对待检测组织施加压力,引起待检测组织发生形变;或者通过带有电动机的超声成像探头自动按压待检测组织。

[0004] 然而,上述通过操作者手工施加压力的方式使得操作过程较为繁琐;而上述带有电动机的超声成像探头除了配置有超声发射模块和超声接收模块之外,还应配置有电动机,从而使得超声成像探头的体积较大、易受磁场影响。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明实施例提供了一种弹性成像方法、装置、设备及超声成像探头,以解决现有采用电动机的超声成像探头体积较大、易受磁场影响的问题。

[0006] 本发明第一方面提供了一种弹性成像方法,包括:控制设置在超声成像探头主体头部的超声换能器朝向待检测组织发射超声波并接收所述待检测组织反射的第一超声回波信号;产生第一预定电信号激励所述兰杰文振子纵振,所述兰杰文振子纵振时带动超声成像探头主体的头部作用于所述待检测组织使其产生形变;控制设置在所述超声成像探头主体头部的超声换能器朝向所述待检测组织发射超声波并接收所述待检测组织反射的第二超声回波信号;根据所述第一超声回波信号和所述第二超声回波信号确定弹性成像信息。

[0007] 可选地,所述根据所述第一超声回波信号和所述第二超声回波信号确定弹性成像信息的步骤,包括:根据所述第一超声回波信号和所述第二超声回波信号确定剪切波的传播速度,所述剪切波为待检测组织产生形变后从形变位置至纵深处传播的波形;根据所述剪切波的传播速度确定待检测组织的杨氏模量。

[0008] 可选地,所述控制设置在所述超声成像探头主体头部的超声换能器朝向所述待检测组织发射超声波并接收所述待检测组织反射的第二超声回波信号的步骤之后,还包括:控制设置在所述超声成像探头主体头部的超声换能器朝向所述待检测组织发射超声波并

接收所述待检测组织反射的第三超声回波信号;所述根据所述第一超声回波信号和所述第二超声回波信号确定剪切波的传播速度的步骤包括:根据所述第一超声回波信号和所述第二超声回波信号确定所述剪切波的第一波峰在所述第二超声回波信号中对应采样点的序号 $n_1$ ;根据所述第一超声回波信号和所述第三超声回波信号确定所述剪切波的第二波峰在所述第三超声回波信号中对应采样点的序号 $n_2$ ;获取超声波的传播速度 $v_0$ 、超声回波的采样频率 $f$ ;

[0009] 计算所述第一波峰至所述第二波峰的位移 $s$ : $s = v_0 * |n_2 - n_1| * \frac{1}{f}$ ;获取接收所述第二超声回波与接收所述第三超声回波的时间间隔 $t_1$ ;计算所述剪切波的传播速度: $v = \frac{s}{t_1}$ 。

[0010] 可选地,根据所述第一超声回波信号和第X超声回波信号确定所述剪切波的波峰在所述第X超声回波信号中对应采样点的序号的步骤,包括:多次选取所述第一超声回波信号和所述第X超声回波信号在相同和/或相邻的预定时间段内的信号,计算被选取的第一超声回波信号和第X超声回波信号的互相关值;当互相关值小于预定数值时,确定所述互相关值对应的预定时间段内采样点的序号作为波峰在所述第X超声回波信号中对应采样点的序号;所述第X超声回波信号包括第二超声回波信号或第三超声回波信号。

[0011] 本发明第二方面提供了一种弹性成像装置,包括:第一控制单元,用于控制设置在超声成像探头主体头部的超声换能器朝向待检测组织发射超声波并接收所述待检测组织反射的第一超声回波信号;第一激励单元,用于产生第一预定电信号激励所述兰杰文振子纵振,所述兰杰文振子纵振时带动超声成像探头主体的头部作用于所述待检测组织使其产生形变;第二控制单元,用于控制设置在所述超声成像探头主体头部的超声换能器朝向所述待检测组织发射超声波并接收所述待检测组织反射的第二超声回波信号;确定单元,用于根据所述第一超声回波信号和所述第二超声回波信号确定弹性成像信息。

[0012] 本发明第三方面提供了一种超声成像探头,包括:主体;至少一个超声换能器,设置在所述主体的头部,用于发射超声波并接收超声回波信号;兰杰文振子,设置在所述主体上;所述兰杰文振子在第一预定电信号激励下能够纵振并带动所述主体的头部前后振动。

[0013] 可选地,所述主体包括前部,所述兰杰文振子的前端与所述前部的后端固定连接;或者,所述主体包括:前部,所述兰杰文振子的前端与所述前部的后端固定连接;后部,所述兰杰文振子的后端与所述后部的前端固定连接。

[0014] 可选地,在所述第二预定电信号激励下,所述兰杰文振子在第二预定电信号激励下能够弯振并带动所述主体的头部横向摆动。

[0015] 本发明第四方面提供了一种弹性成像设备,包括:超声成像探头、显示器、存储器和处理器,所述超声成像探头、所述显示器、所述存储器和所述处理器之间互相通信连接,所述存储器中存储有计算机指令,所述处理器通过执行所述计算机指令,从而执行第一方面或者其任意一种可选实施方式所述的弹性成像方法。

[0016] 本发明第五方面提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机指令,所述计算机指令用于使所述计算机执行第一方面或者其任意一种可选实施方式所述的弹性成像方法。

[0017] 本发明实施例所提供的弹性成像方法、装置、设备及超声成像探头,利用兰杰文振

子的纵振模式带动主体的头部前后振动,可以便捷地使待检测组织产生形变并获取超声回波信息,无需采用电动机即可使得主体头部前方的待检测组织产生形变,从而使得超声成像探头不受磁场影响;兰杰文振子通过逆压电效应使压电材料产生形变,体积较小,由此可以缩小超声成像探头的体积、减轻超声成像探头的重量。

### 附图说明

[0018] 通过参考附图会更加清楚的理解本发明的特征和优点,附图是示意性的而不应理解为对本发明进行任何限制,在附图中:

[0019] 图1示出了根据本发明实施例的一种超声成像探头的结构示意图;

[0020] 图2示出了根据本发明实施例的另一种超声成像探头的结构示意图;

[0021] 图3示出了兰杰文振子带动超声成像探头纵振的示意图;

[0022] 图4示出了兰杰文振子带动超声成像探头弯振的示意图;

[0023] 图5示出了兰杰文振子的纵振和弯振示意图;

[0024] 图6示出了根据本发明实施例的一种弹性成像方法的流程图;

[0025] 图7示出了根据本发明实施例的另一种弹性成像方法的流程图;

[0026] 图8示出了步骤S250的一种具体流程图;

[0027] 图9示出了第一超声回波信号和第二超声回波信号的示意图;

[0028] 图10示出了步骤S250的另一种具体流程图;

[0029] 图11示出了根据本发明实施例的另一种弹性成像方法的流程图;

[0030] 图12示出了超声成像探头向待检测组织发射超声波的侧视图;

[0031] 图13示出了各个预定倾角的示意图;

[0032] 图14示出了超声成像探头所发射的超声波在待检测组织内能够接收到超声回波的范围俯视图;

[0033] 图15示出了根据本发明实施例的另一种弹性成像方法的流程图;

[0034] 图16示出了待检测组织内仅有一个剪切波波峰的示意图;

[0035] 图17示出了根据本发明实施例的一种弹性成像装置的原理框图;

[0036] 图18示出了根据本发明实施例的另一种弹性成像装置的原理框图;

[0037] 图19是示出了根据本发明实施例的弹性成像设备的硬件结构示意图。

### 具体实施方式

[0038] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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,本领域技术人员在没有作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。

[0039] 实施例一

[0040] 本发明实施例提供了一种超声成像探头,如图1和图2所示,该超声成像探头包括主体10、至少一个超声换能器12和兰杰文振子13。

[0041] 超声换能器12设置在主体10的头部,可以是一个超声换能器,也可以是超声换能器阵列,用于发射超声波并接收超声回波信号。兰杰文振子13设置在主体10上,兰杰文振子

13在第一预定电信号激励下能够纵振并带动主体10的头部前后振动。其中纵振是指兰杰文振子的前端朝向或远离兰杰文振子的后端运动,可以是一次纵振,也可以是往复纵振。前后振动是指按照兰杰文振子纵振的方向振动。

[0042] 上述超声成像探头,利用兰杰文振子的纵振模式带动主体的头部前后振动,可以便捷地使待检测组织产生形变并获取超声回波信息,无需采用电动机即可使得主体头部前方的待检测组织产生形变,从而使得超声成像探头不受磁场影响;兰杰文振子通过逆压电效应使压电材料产生形变,体积较小,由此可以缩小超声成像探头的体积、减轻超声成像探头的重量。

[0043] 可选地,上述超声成像探头中的兰杰文振子13在第二预定电信号激励下能够弯振并带动主体10的头部横向摆动。其中弯振是指兰杰文振子的前端朝向两侧摆动。

[0044] 利用兰杰文振子的弯振模式带动主体的头部横向摆动,从而使得设置于主体头部的超声换能器可以向多个方位的待检测组织位置发送超声波并接收超声回波,从而能够通过一个或较少的超声换能器获取待检测组织上一块区域内的超声成像信息,能够增大超声换能器的视场。该超声成像探头上无需设置多个超声换能器,体积较小、较轻巧。

[0045] 兰杰文振子是一种在预定电信号激励下能够按照预定规律振动的部件。例如,在第一预定电信号激励下为纵振模式,即如图3和图5(a)所示的上下振动;在第二预定电信号激励下为弯振模式,即如图4和图5(b)所示的横向摆动,或者在第三预定电信号激励下为另一种弯振模式,即如图5(c)所示的前后摆动。关于兰杰文振子的纵振和弯振模式,现有技术已有研究,例如文献《兰杰文振子的结构动力学有限元模型》(李志荣等,苏州市职业大学学报,2013年3月,第24卷第1期),本申请在此不对兰杰文振子的具体形态、纵振和弯振的具体控制方式做限定。

[0046] 作为本实施例的一种可选实施方式,如图1所示,主体10可以包括前部11,则兰杰文振子13的前端与前部11的后端固定连接。兰杰文振子13的后端可以固定设置,例如固定设置在外壳14上。

[0047] 或者,作为上述可选实施方式的并列可选实施方式,如图2所示,主体10可以包括前部11和后部15。兰杰文振子13的前端与前部11的后端固定连接,兰杰文振子13的后端与后部15的前端固定连接。后部15的后端可以固定设置,例如固定设置在外壳14上。

[0048] 需要补充说明的是,本申请中的超声换能器也可以以兰杰文振子作为主体,超声换能器设置在兰杰文振子的前端,兰杰文振子的后端可以固定设置在外壳上。

[0049] 实施例二

[0050] 图6示出了根据本发明实施例的一种弹性成像方法的流程图。该方法可以借助于实施例一所述的超声成像探头来实现。如图6所示,该方法包括如下步骤:

[0051] S110:控制设置在超声成像探头主体头部的超声换能器朝向待检测组织发射超声波并接收待检测组织反射的第一超声回波信号。

[0052] 设置在超声成像探头主体10头部的超声换能器12可以是一个超声换能器,也可以是超声换能器阵列。

[0053] 步骤S110在使待检测组织产生形变之前获取待检测组织反射的第一超声回波信号,可以作为参考信号。

[0054] S120:产生第一预定电信号激励兰杰文振子纵振,兰杰文振子纵振时带动超声成

像探头主体的头部作用于待检测组织使其产生形变。

[0055] 图1和图2中的50为待检测组织,如图3所示,当兰杰文振子纵振带动主体10的头部前后振动后,当主体10的头部靠近待检测组织时,便可以使待检测组织产生形变。

[0056] S130:控制设置在超声成像探头主体头部的超声换能器朝向待检测组织发射超声波并接收待检测组织反射的第二超声回波信号。

[0057] S140:根据第一超声回波信号和第二超声回波信号确定弹性成像信息。

[0058] 根据待检测组织在产生形变前、产生形变后分别反射的第一回波信号、第二超声回波信号可以获取待检测组织的位移、应变、应变率、剪切波传播速度等响应参数,进而估计出待检测组织的杨氏模量、泊松比等材料力学属性的相对值作为弹性成像信息,具体方法可以参照现有技术,本申请在此不作限定。

[0059] 上述弹性成像方法,利用兰杰文振子的纵振模式带动主体的头部前后振动,可以便捷地使待检测组织产生形变并获取超声回波信息,无需采用电动机即可使得主体头部前方的待检测组织产生形变,从而使得超声成像探头不受磁场影响;兰杰文振子通过逆压电效应使压电材料产生形变,体积较小,由此可以缩小超声成像探头的体积、减轻超声成像探头的重量。

[0060] 实施例三

[0061] 图7示出了根据本发明实施例的另一种弹性成像方法的流程图。该方法可以借助于实施例一所述的超声成像探头来实现。如图7所示,该方法包括如下步骤:

[0062] S210:控制设置在超声成像探头主体头部的超声换能器朝向待检测组织发射超声波并接收待检测组织反射的第一超声回波信号。请参见步骤S110。

[0063] S220:产生第一预定电信号激励兰杰文振子纵振,兰杰文振子纵振时带动超声成像探头主体的头部作用于待检测组织使其产生形变。请参见步骤S120。

[0064] S230:控制设置在超声成像探头主体头部的超声换能器朝向待检测组织发射超声波并接收待检测组织反射的第二超声回波信号。

[0065] S240:控制设置在超声成像探头主体头部的超声换能器朝向待检测组织发射超声波并接收待检测组织反射的第三超声回波信号。

[0066] S250:根据第一超声回波信号、第二超声回波信号、第三超声回波信号确定剪切波的传播速度,剪切波为待检测组织产生形变后从形变位置至纵深处传播的波形。

[0067] 如图3(d)所示,待检测组织的表面产生形变之后,内部便产生剪切波以球面的形式从形变点开始向外传播。

[0068] 对于同一预定倾角位置,以第一超声回波信号为参考,根据第一超声回波信号和第二超声回波信号可以确定第一时刻 $t_1$ 的剪切波波峰位置;以第一超声回波信号为参考,根据第一超声回波信号和第三超声回波信号可以确定第二时刻 $t_2$ 的剪切波波峰位置。根据波峰的位移、 $t_2$ 时刻与 $t_1$ 时刻的时间差即可确定剪切波的传播速度。

[0069] S260:根据剪切波的传播速度确定待检测组织的杨氏模量。

[0070] 杨氏模量与剪切波之间的关系为: $E=3*\rho*V_s^2$ 。其中, $E$ 为杨氏模量; $\rho$ 为待检测组织的密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ ),为常量; $V_s$ 为剪切波的传播速度。由此可见,根据剪切波的传播速度即可确定待检测组织的杨氏模量。

[0071] 作为本实施例的一种可选实施方式,如图13所示,步骤S250包括S251、S252、S253、



S254、S255和S256。

[0072] S251:根据第一超声回波信号和第二超声回波信号确定剪切波的第一波峰在第二超声回波信号中对应采样点的序号 $n_1$ 。

[0073] 如图9所示,以预定采样频率获取超声回波信号,超声回波信号中采样时刻较早的超声回波幅值对应于待检测组织内较浅的组织,采样时刻较晚的超声回波幅值对应于待检测组织内较深的组织。

[0074] 步骤S251可以多次选取第一超声回波信号和第二超声回波信号在相同和/或相邻的预定时间段内的信号(可以采用窗函数进行选取,窗函数长度为预定时间段),计算被选取的第一超声回波信号和第二超声回波信号的互相关值。当互相关值小于预定数值时,确定互相关值对应的预定时间段内采样点的序号作为波峰在第二超声回波信号中对应采样点的序号。

[0075] 例如,如图9所示,可以通过hanning窗选取A2-A1时间段内的第一超声回波信号与第二超声回波信号计算互相关值;然后选取A2-A1时间段内的第一超声回波信号与B2-B1时间段内的第二超声回波信号计算互相关值,也即第一超声回波信号的窗口不变,将第二超声回波信号的窗口向后移动。

[0076] 互相关计算公式可以为:

$$[0077] \quad C_{xx}(N) = \frac{\sum_{n \in N} [RF_1(n) - \overline{RF_1(N)}][RF_2(n) - \overline{RF_2(N)}]}{\sqrt{[\sum_{n \in N} (RF_1(n) - \overline{RF_1(N)})^2][\sum_{n \in N} (RF_2(n) - \overline{RF_2(N)})^2]}}$$

[0078] 其中, $C_{xx}(N)$ 为互相关值, $N$ 为预定时间段内采样点的集合, $RF_1(n)$ 为第一超声回波信号中采样点的集合 $N$ 内第 $n$ 个采样点的幅值, $RF_2(n)$ 为第二超声回波信号中采样点的集合 $N$ 内第 $n$ 个采样点的幅值, $\overline{RF_1(N)}$ 为第一超声回波信号中采样点的集合 $N$ 内所有采样点对应幅值的平均值, $\overline{RF_2(N)}$ 为第二超声回波信号中采样点的集合 $N$ 内所有采样点对应幅值的平均值。

[0079] 通常情况下,若未使待检测组织产生形变,则第一超声回波信号和第二超声回波信号在理论上应该相同,在相同时间段内的互相关值应为1(或者受其他因素的影响,小于1但接近于1)。受剪切波影响,第二超声回波信号上剪切波波峰位置的待检测组织受挤压,波峰位置的超声回波信号通常与第一超声回波信号在相同或相邻时间段内的互相关值较小,即二者相差较大。本申请通过第一超声回波信号和第二超声回波信号在相同或相邻的预定时间段的互相关值可以快速确定剪切波波峰对应的位置。

[0080] S252:根据第一超声回波信号和第三超声回波信号确定剪切波的第二波峰在第三超声回波信号中对应采样点的序号 $n_2$ 。

[0081] 步骤S252可以多次选取第一超声回波信号和第三超声回波信号在相同和/或相邻的预定时间段内的信号,计算被选取的第一超声回波信号和第三超声回波信号的互相关值。当互相关值小于预定数值时,确定互相关值对应的预定时间段内采样点的序号作为波峰在第三超声回波信号中对应采样点的序号。具体请参见步骤S251。

[0082] S253:获取超声波的传播速度 $v_0$ 、超声回波的采样频率 $f$ 。

[0083] S254: 计算第一波峰至第二波峰的位移 $s$ :  $s = v_0 * |n_2 - n_1| * \frac{1}{f}$ 。

[0084] S255: 获取接收第二超声回波与接收第三超声回波的时间间隔 $t_1$ 。

[0085] S256: 计算剪切波的传播速度:  $v = \frac{s}{t_1}$ 。

[0086] 作为上述可选实施方式的并列可选实施方式, 如图10所示, 步骤S250也可以仅包括S257、S258、S259。

[0087] S257: 根据第一超声回波信号和第二超声回波信号确定剪切波的第一波峰在第二超声回波信号中对应采样点的序号 $n_1$ 。

[0088] S258: 获取超声波的传播速度 $v_0$ 、超声回波的采样频率 $f$ 。

[0089] S259: 计算剪切波从形变点至第一波峰的位移 $s$ :  $s = v_0 * n_1 * \frac{1}{f}$ 。

[0090] S2510: 获取使待检测组织形变结束的时刻与接收第二超声回波时刻的时间间隔 $t_2$ 。

[0091] S2511: 计算剪切波的传播速度:  $v = \frac{s}{t_2}$ 。

[0092] 上述方法实施例给出了根据待检测组织上某一位置的超声回波信号确定的该位置的弹性成像信息的方法。

[0093] 然而, 若通过设置超声成像探头上一个超声换能器逐个获取待检测组织一块区域内不同点位置的弹性信息则耗费时间较长。现有方式往往采用超声换能器阵列对应于待检测组织的不同位置发射或接收超声回波, 从而获取一块区域内的弹性信息。然而, 现有方式要求超声成像探头上必须设置多个超声换能器, 从而导致超声成像探头的体积较大、较笨重。为此, 可以采用兰杰文振子弯振来增大超声换能器的视场, 使得超声成像探头上无需设置多个超声换能器, 体积较小、较轻巧。例如可以采用下列实施例四或实施例五来实现。

[0094] 实施例四

[0095] 图11示出了根据本发明实施例的另一种弹性成像方法的流程图, 该方法可以借助于实施例一的超声成像探头来实现。如图11所示, 该方法包括如下步骤:

[0096] S310: 产生第一预定电信号激励设置在超声成像探头主体上的兰杰文振子按照预定方向横向弯振, 兰杰文振子横向弯振的过程中带动超声成像探头主体头部的超声换能器在预设倾斜角范围内横向摆动。

[0097] 图12示出了超声成像探头向待检测组织发射超声波的侧视图, 图13示出了各个预定倾角的示意图。箭头OA和OB分别表示兰杰文振子横向摆动时在两侧的最大幅度, 例如可以相对于不摆动时的位置(图12中OO'所示位置)的夹角 $\theta$ 为 $15^\circ$ , AA'、BB'分别为超声信号在待检测组织内的传播路径。

[0098] S320: 控制超声换能器在摆动至至少一个预定倾角时朝向待检测组织发射超声波并接收待检测组织反射的第一超声回波信号。

[0099] 图14示出了超声成像探头所发射的超声波在待检测组织内能够接收到超声回波的范围俯视图。其中, A' B' 为兰杰文振子带动超声换能器在A' B' 方向上弯振时超声换能器能够接收到超声回波的范围。当兰杰文振子在A' B' 方向弯振时, 在任意角度均可以朝向待

检测组织发射超声波并接收超声回波,则可以获取直线A' B' 上任意一点的超声回波信号,进而可以获取该直线上待检测组织的任意位置的弹性成像信息。

[0100] S330:根据第一超声回波信号确定预定倾角所对应待检测组织位置的弹性成像信息。请参见步骤S140。

[0101] 如图14所示,C' D' 为兰杰文振子带动超声换能器在C' D' 方向上弯振时超声换能器能够接收到超声回波的范围,E' F' 为兰杰文振子带动超声换能器在E' F' 方向上弯振时超声换能器能够接收到超声回波的范围……由此可见,理论上,在预设倾斜角范围不变的情况下,若变换兰杰文振子的横向弯振方向则可以获取图14中阴影部分区域的待检测组织上任意位置的超声回波信号,进而可以获取该区域内待检测组织的弹性成像信息。

[0102] 上述弹性成像方法,利用兰杰文振子的弯振模式带动主体的头部横向摆动,从而使得设置于主体头部的超声换能器可以向多个方位的待检测组织位置发送超声波并接收超声回波,从而能够通过一个或较少的超声换能器获取待检测组织上一块区域内的弹性成像信息,增大超声换能器的视场。该超声成像探头上无需设置多个超声换能器,体积较小、较轻巧。

[0103] 实施例五

[0104] 图15示出了根据本发明实施例的另一种弹性成像方法的流程图,该方法可以借助于实施例一的超声成像探头来实现。如图15所示,该方法包括如下步骤:

[0105] S410:产生第一预定电信号激励设置在超声成像探头主体上的兰杰文振子按照预定方向横向弯振,兰杰文振子横向弯振的过程中带动超声成像探头主体头部的超声换能器在预设倾斜角范围内横向摆动。请参见步骤S310。

[0106] S420:控制超声换能器在摆动至至少一个预定倾角时朝向待检测组织发射超声波并接收待检测组织反射的第一超声回波信号。请参见步骤S320。

[0107] S430:产生第一预定电信号激励兰杰文振子纵振,兰杰文振子纵振时带动超声成像探头主体的头部每隔预定时间间隔按压待检测组织一次使其产生形变。

[0108] 需要补充说明的是,上述步骤S430使待检测组织产生形变的方式并不限于采用兰杰文振子纵振带动主体头部纵振的方式,还可以采用电动机带动主体头部纵振,或者也可以采用其他装置按压或手动按压。

[0109] 作为步骤S430的一种变形方式,也可以仅按压待检测组织一次,使其产生一次形变。相应地,待检测组织内的剪切波仅有一个波峰,则一个波峰短期衰减之后便无法据此获取剪切波波速。图16示出了待检测组织内仅有一个剪切波波峰的示意图,其中实曲线表示当前时刻的波峰位置,虚曲线表示过去时刻的波峰位置。

[0110] 为此,上述步骤S430每个预定时间间隔按压待检测组织一次使其产生形变,使得待检测组织内的剪切波可以有多个波峰,剪切波在待检测组织内的持续时间较长,延长剪切波的检测时间,便于后续兰杰文振子弯振过程中获取多个位置的超声回波信号。图12和图14示出了待检测组织内有多个剪切波波峰的示意图,其中实曲线表示当前时刻的波峰位置,虚曲线表示当前时刻的波谷位置。

[0111] S440:控制超声换能器在再次摆动至该预定倾角时朝向待检测组织发射超声波并接收待检测组织反射的第二超声回波信号。

[0112] 超声波传播速度远远大于剪切波传播速度。以20cm深度的待检测组织为例,剪切

波的传播速度约为5m/s,剪切波的持续激励时间设为 $0.2/5=0.04\text{s}$ 。超声波传播速度约为1540m/s,超声波发射并返回一次的最大检测时间为: $0.2*2/1540=2.5*10^{-4}\text{s}$ 。兰杰文振子弯振工作频率约为65Hz,弯曲角度范围 $-15^{\circ}\sim 15^{\circ}$ , (从 $-15^{\circ}$ 摆动至 $15^{\circ}$ 为半个周期)在该角度范围内共采集15条直线(每个预定倾角对应一条直线)上的超声信号(每 $2^{\circ}$ 发射并采集一次超声信号),每一条直线上的扫描时间为 $1/65/2/15=5.13*10^{-4}\text{s}$ ,可以满足在同一直线上的发射并接收2次超声信号。

[0113] 结合图13,假设兰杰文振子横向弯振的倾斜角为 $\theta$ ,每隔 $\Delta$ 角度发射一次超声波并接收超声回波,则兰杰文振子弯振的半个周期内(从 $-\theta$ 至 $+\theta$ 为半个周期)发射的超声波的次

数为 $\frac{\theta}{\Delta}$ ;在每一条直线上的扫描时间为 $\frac{1}{f_L * 2 * \frac{\theta}{\Delta}}$ 。假设待检测组织的深度为H,超声波的传

播速度为 $v_u$ ,则超声波发射并返回一次的最大检测时间为 $\frac{H*2}{v_u}$ 。由此可见,只需设计满足

$\frac{1}{f_L * 2 * \frac{\theta}{\Delta}} > \frac{H*2}{v_u}$  即可满足每隔 $\Delta$ 角度发射一次超声波并接收超声回波;如需每隔 $\Delta$ 角度

发射n次超声波并接收超声回波,则需设计 $\frac{1}{f_L * 2 * \frac{\theta}{\Delta}} > n * \frac{H*2}{v_u}$ 。

[0114] S450:根据第一超声回波信号和第二超声回波信号确定该预定倾角所对应待检测组织位置的剪切波的传播速度,剪切波为待检测组织产生形变后从形变位置至纵深处传播的波形。请参见步骤S250。

[0115] S460:根据剪切波的传播速度确定该预定倾角所对应待检测组织位置的杨氏模量。请参见步骤S260。

[0116] 实施例六

[0117] 图17示出了根据本发明实施例的一种弹性成像装置的原理框图,该装置可以用于实现实施例二或实施例三,或者其任意一种可选实施方式所述的弹性成像方法。如图17所示,该装置包括第一控制单元10、第一激励单元20、第二控制单元30和确定单元40。

[0118] 第一控制单元10用于控制设置在超声成像探头主体头部的超声换能器朝向待检测组织发射超声波并接收待检测组织反射的第一超声回波信号。

[0119] 第一激励单元20用于产生第一预定电信号激励兰杰文振子纵振,兰杰文振子纵振时带动超声成像探头主体的头部作用于待检测组织使其产生形变。

[0120] 第二控制单元30用于控制设置在超声成像探头主体头部的超声换能器朝向待检测组织发射超声波并接收待检测组织反射的第二超声回波信号。

[0121] 确定单元40用于根据第一超声回波信号和第二超声回波信号确定弹性成像信息。

[0122] 上述弹性成像装置能够使得超声成像探头不受磁场影响,并能够缩小超声成像探头的体积、减轻超声成像探头的重量。具体请参见实施例二。

[0123] 作为本实施例的一种可选实施方式,如图18所示,确定单元40包括第一确定子单元41和第二确定子单元42。第一确定子单元41用于根据第一超声回波信号和第二超声回波信号确定剪切波的传播速度,剪切波为待检测组织产生形变后从形变位置至纵深处传播的

波形。第二确定子单元42用于根据剪切波的传播速度确定待检测组织的杨氏模量。

[0124] 作为本实施例的一种可选实施方式,如图18所示,该装置还包括第三控制单元50,用于控制设置在超声成像探头主体头部的超声换能器朝向待检测组织发射超声波并接收待检测组织反射的第三超声回波信号。

[0125] 第一确定子单元41包括第三确定子单元411、第四确定子单元412、第一获取子单元413、第一计算子单元414、第二获取子单元415和第二计算子单元416。第三确定子单元411用于根据第一超声回波信号和第二超声回波信号确定剪切波的第一波峰在第二超声回波信号中对应采样点的序号 $n_1$ 。第四确定子单元412用于根据第一超声回波信号和第三超声回波信号确定剪切波的第二波峰在第三超声回波信号中对应采样点的序号 $n_2$ 。第一获取子单元413用于获取超声波的传播速度 $v_0$ 、超声回波的采样频率 $f$ 。

[0126] 第一计算子单元414用于计算第一波峰至第二波峰的位移 $s$ :  $s = v_0 * |n_2 - n_1| * \frac{1}{f}$ 。

第二获取子单元415用于获取接收第二超声回波与接收第三超声回波的时间间隔 $t_1$ 。第二计算子单元416用于计算剪切波的传播速度:  $v = \frac{s}{t_1}$ 。

[0127] 可选地,如图18所示,第三确定子单元411包括第三计算子单元和第五确定子单元。第三计算子单元用于多次选取第一超声回波信号和第二超声回波信号在相同和/或相邻的预定时间段内的信号,计算被选取的第一超声回波信号和第二超声回波信号的互相关值。第五确定子单元用于当互相关值小于预定数值时,确定互相关值对应的预定时间段内采样点的序号作为波峰在第二超声回波信号中对应采样点的序号。

[0128] 可选地,如图18所示,第四确定子单元412包括第三计算子单元和第五确定子单元。第三计算子单元用于多次选取第一超声回波信号和第三超声回波信号在相同和/或相邻的预定时间段内的信号,计算被选取的第一超声回波信号和第三超声回波信号的互相关值。第五确定子单元用于当互相关值小于预定数值时,确定互相关值对应的预定时间段内采样点的序号作为波峰在第三超声回波信号中对应采样点的序号。

[0129] 图19是本发明实施例提供的执行弹性成像方法的弹性成像设备的硬件结构示意图,如图19所示,该设备包括超声成像探头1910、显示器1920、一个或多个处理器1930以及存储器1940,图19中以一个处理器1930为例。

[0130] 超声成像探头1910、显示器1920、处理器1930和存储器1940可以通过总线或者其他方式连接,图19中以通过总线连接为例。

[0131] 超声成像探头1910可以为实施例一所述,用于向待检测组织发射超声波并获取超声回波信号。显示器1920用于显示待检测组织的弹性成像信息。

[0132] 处理器1930可以为中央处理器(Central Processing Unit,CPU)。处理器1930还可以为其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等芯片,或者上述各类芯片的组合。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

[0133] 需要补充说明的是,上述处理器1930可以设置于超声成像探头1910的外部,也可

以设置于超声成像探头1910的内部。

[0134] 存储器1940作为一种非暂态计算机可读存储介质,可用于存储非暂态软件程序、非暂态计算机可执行程序以及模块,如本申请实施例中的弹性成像方法对应的程序指令/模块(例如,附图17所示的第一控制单元10、第一激励单元20、第二控制单元30和确定单元40)。处理器1930通过运行存储在存储器1940中的非暂态软件程序、指令以及模块,从而执行服务器的各种功能应用以及数据处理,即实现上述方法实施例弹性成像方法。

[0135] 存储器1940可以包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序;存储数据区可存储根据列表项操作的处理装置的使用所创建的数据等。此外,存储器1940可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非暂态存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非暂态固态存储器件。在一些实施例中,存储器1940可选包括相对于处理器1930远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至列表项操作的处理装置。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0136] 所述一个或者多个模块存储在所述存储器1940中,当被所述一个或者多个处理器1930执行时,执行如图6、图10所示的方法。

[0137] 上述产品可执行本发明实施例所提供的方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。未在本实施例中详尽描述的技术细节,具体可参见如图6、图10所示的实施例中的相关描述。

[0138] 本发明实施例还提供了一种非暂态计算机存储介质,所述计算机存储介质存储有计算机可执行指令,该计算机可执行指令可执行上述任意方法实施例中的弹性成像方法。其中,所述存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(Read-Only Memory,ROM)、随机存储记忆体(Random Access Memory,RAM)、快闪存储器(Flash Memory)、硬盘(Hard Disk Drive,缩写:HDD)或固态硬盘(Solid-State Drive,SSD)等;所述存储介质还可以包括上述种类的存储器的组合。

[0139] 本领域技术人员可以理解,实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(ROM)或随机存储记忆体(RAM)等。

[0140] 虽然结合附图描述了本发明的实施例,但是本领域技术人员可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下作出各种修改和变型,这样的修改和变型均落入由所附权利要求所限定的范围之内。

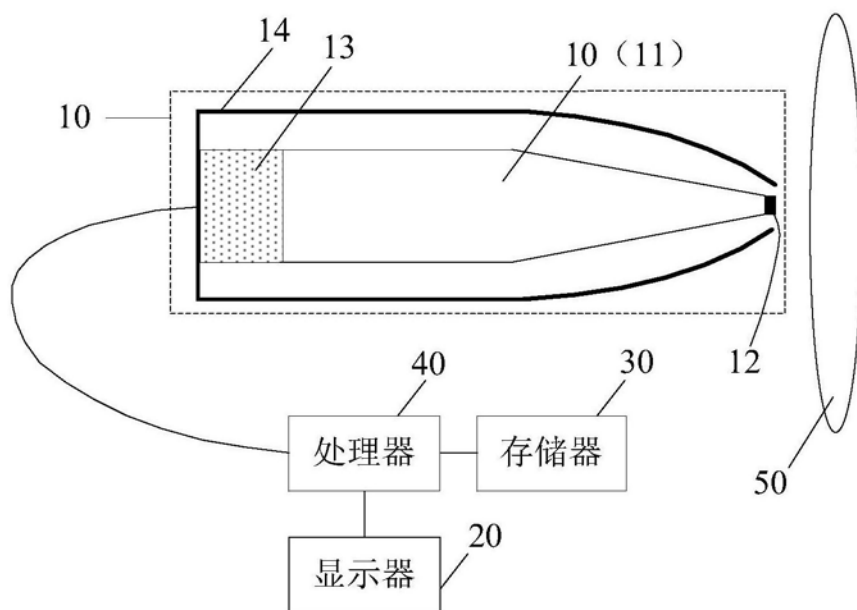


图1

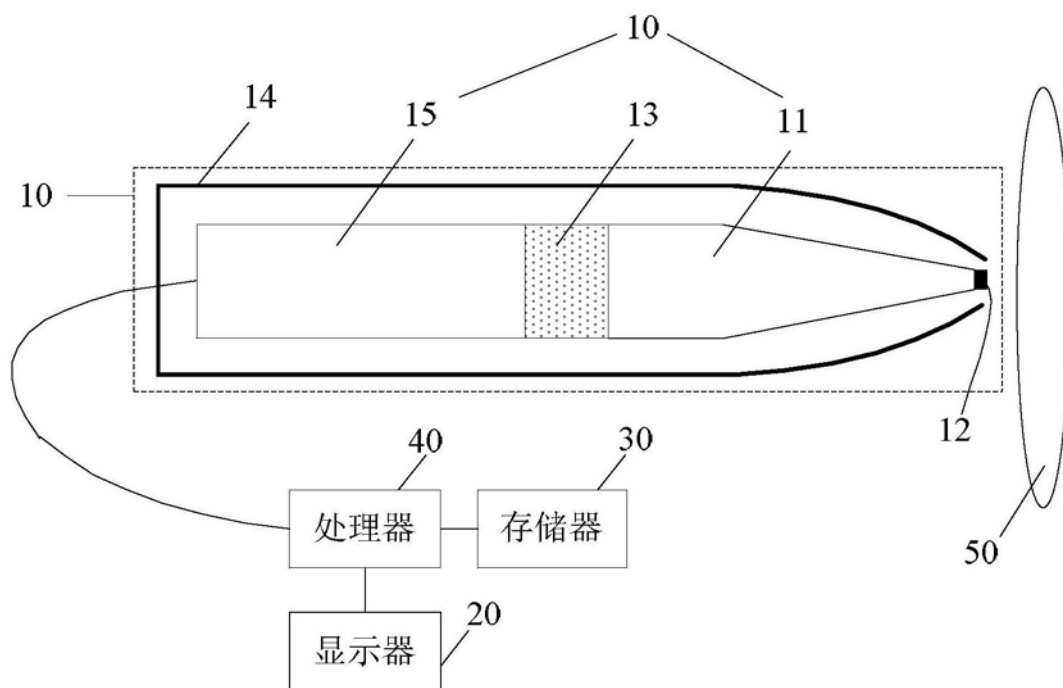


图2

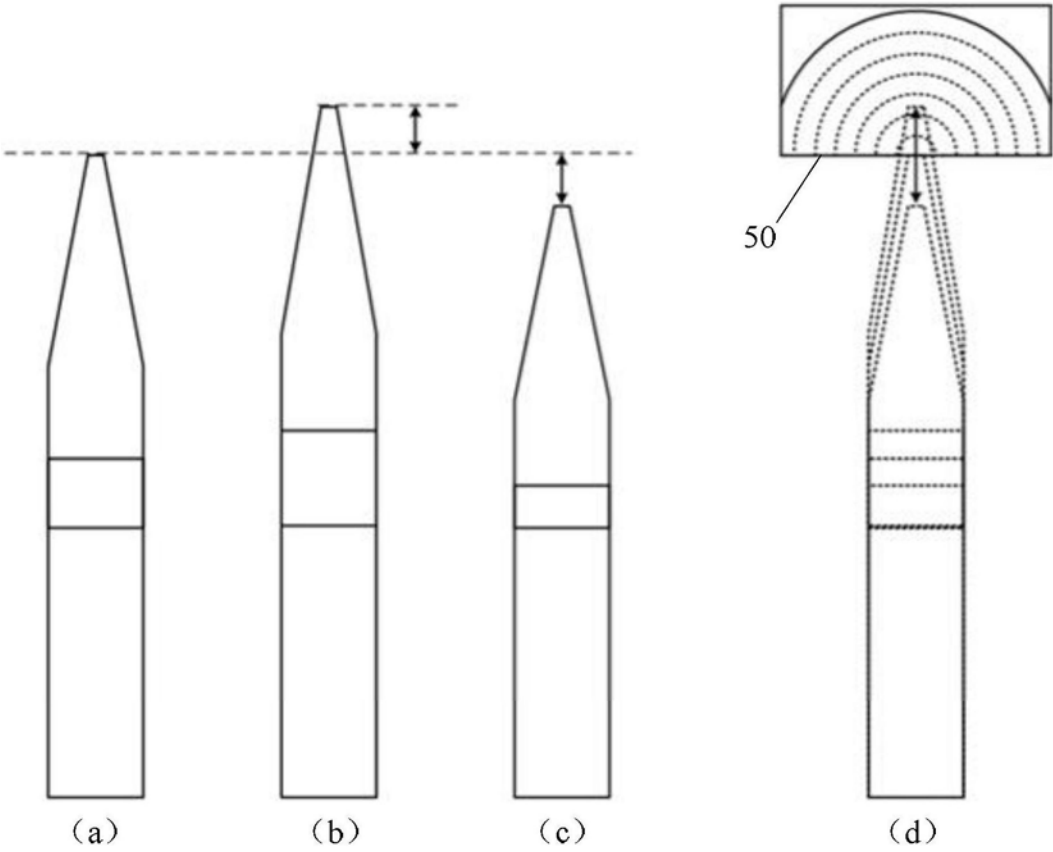


图3

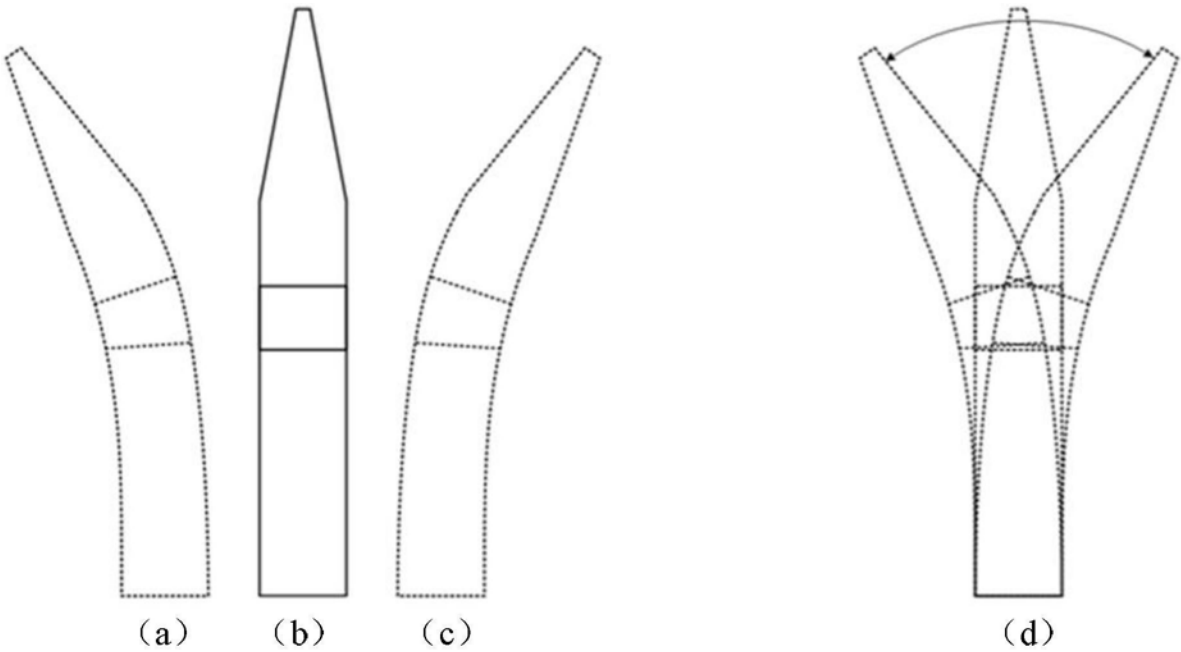


图4



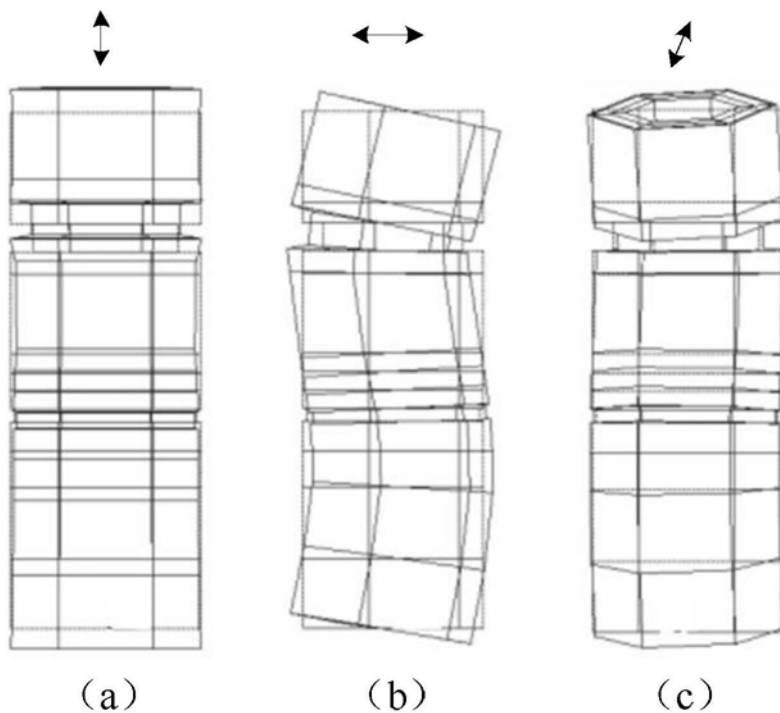


图5

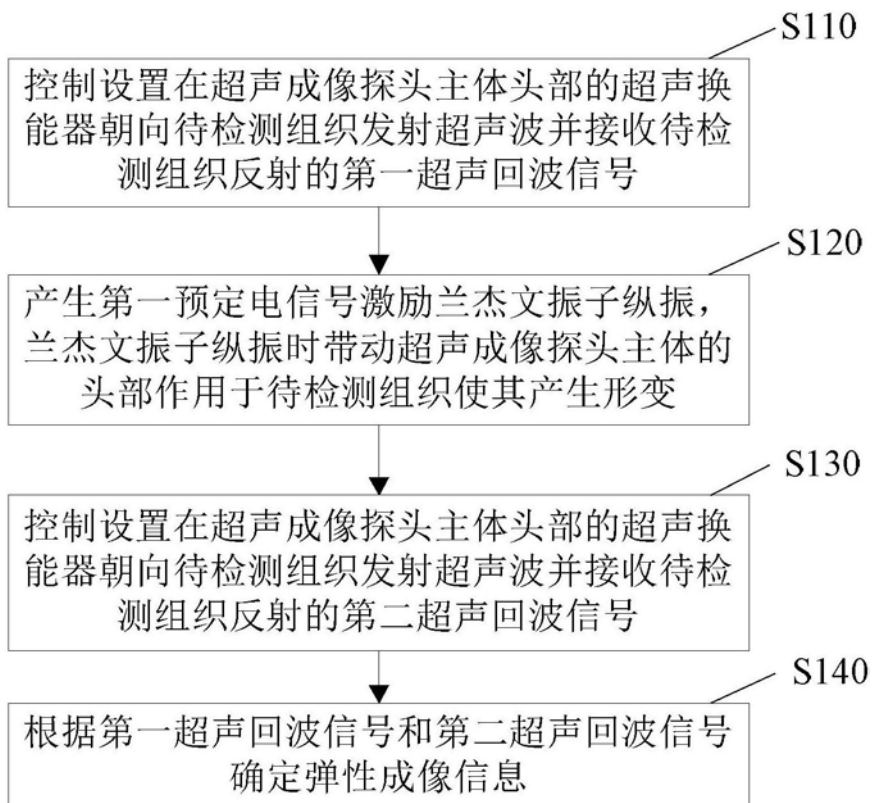


图6

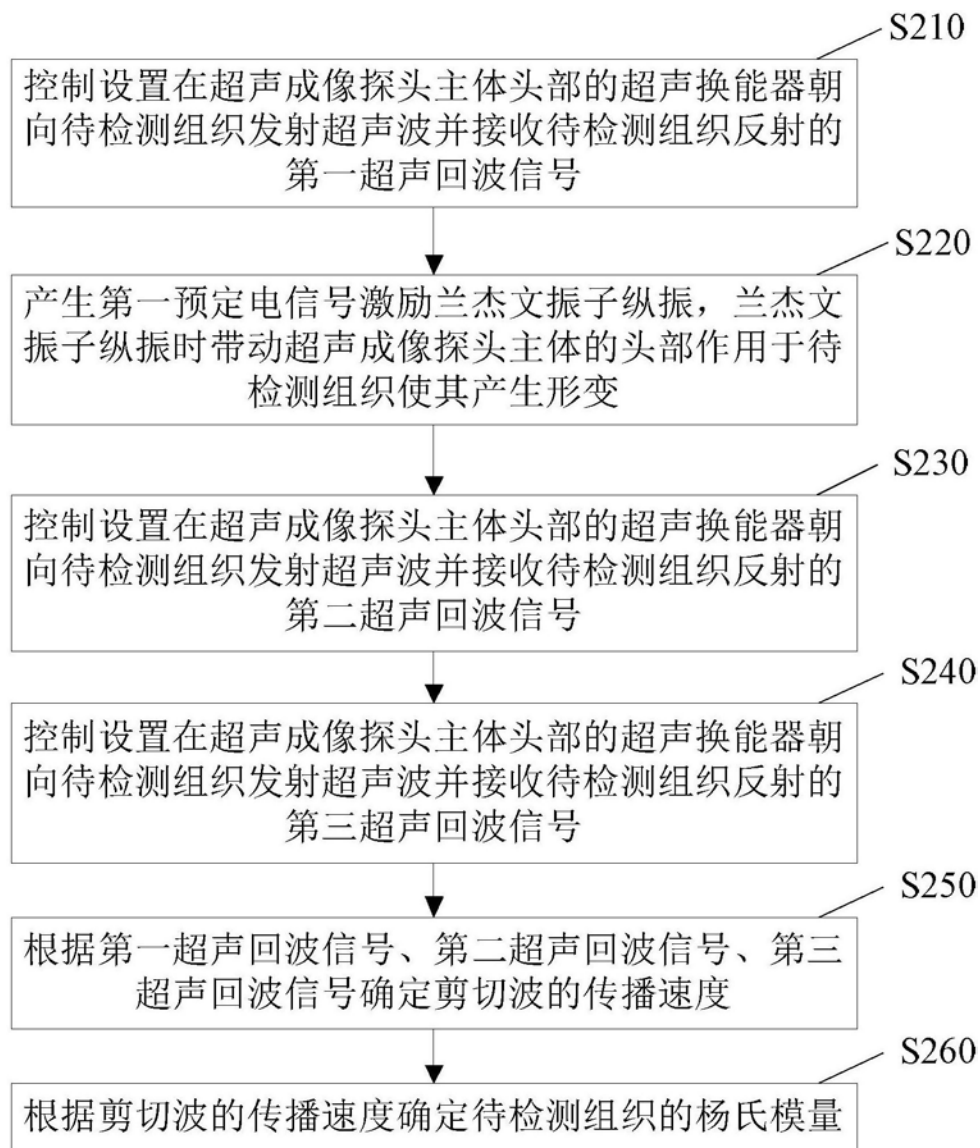


图7

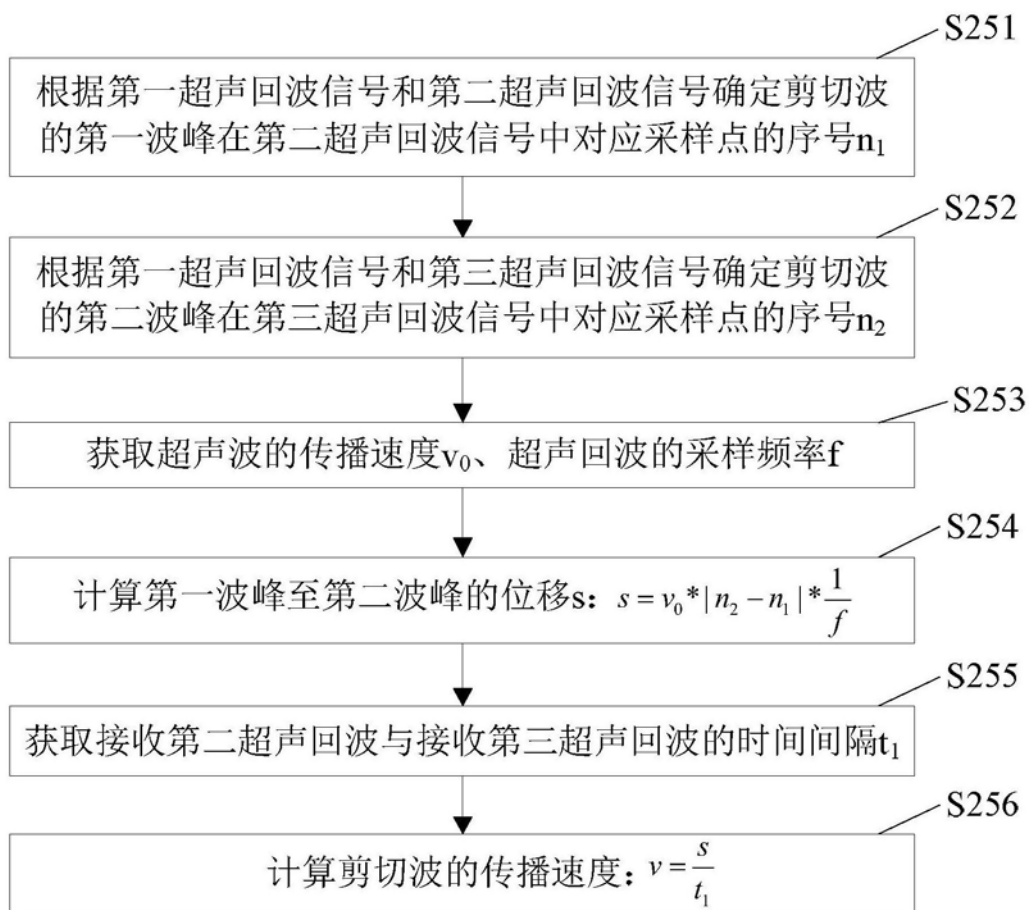


图8

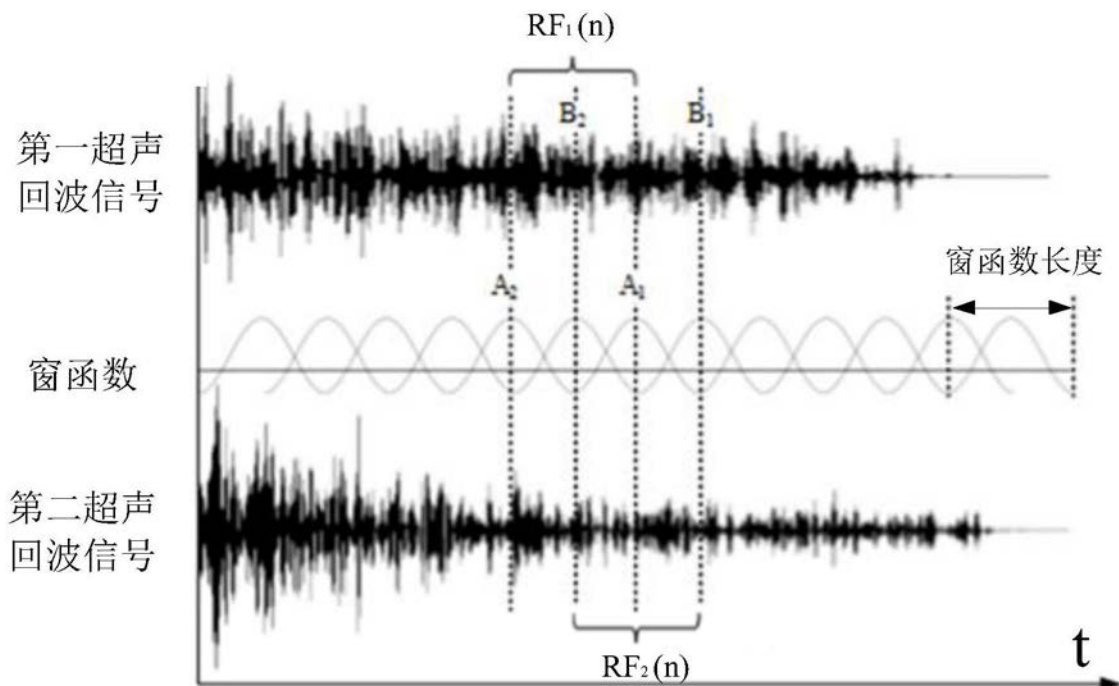


图9

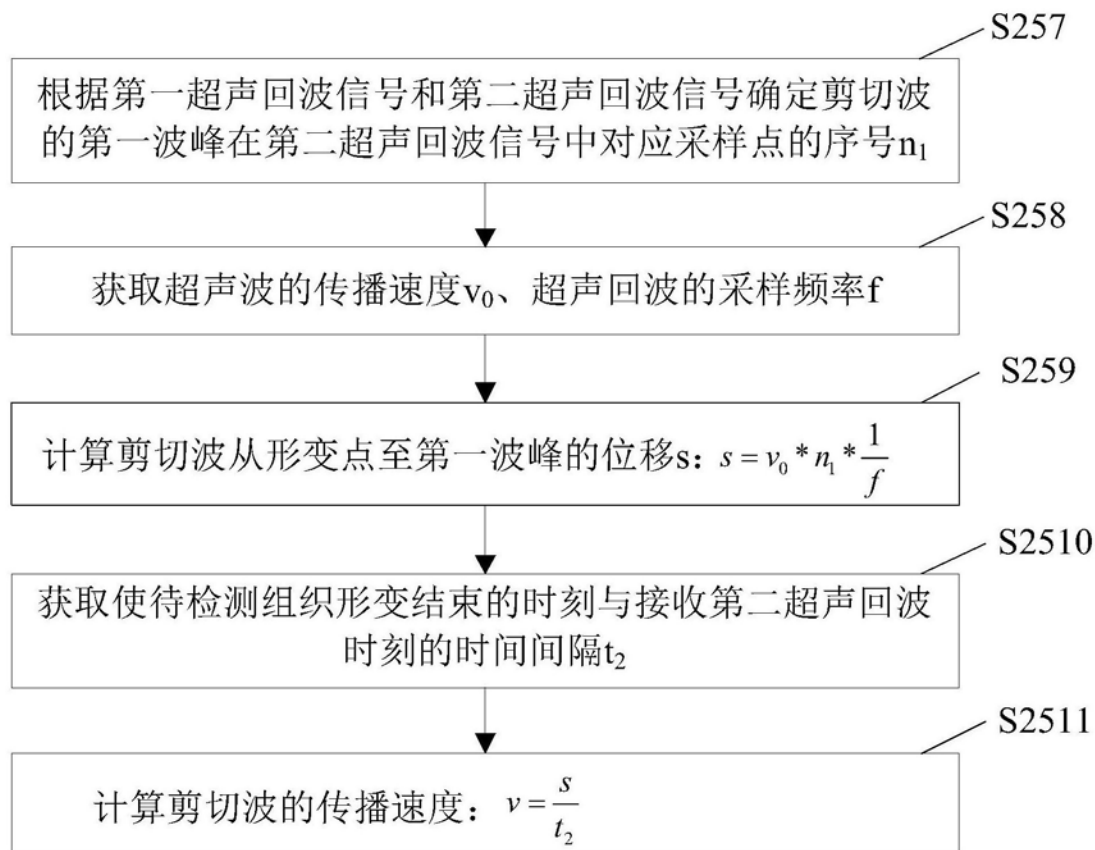


图10

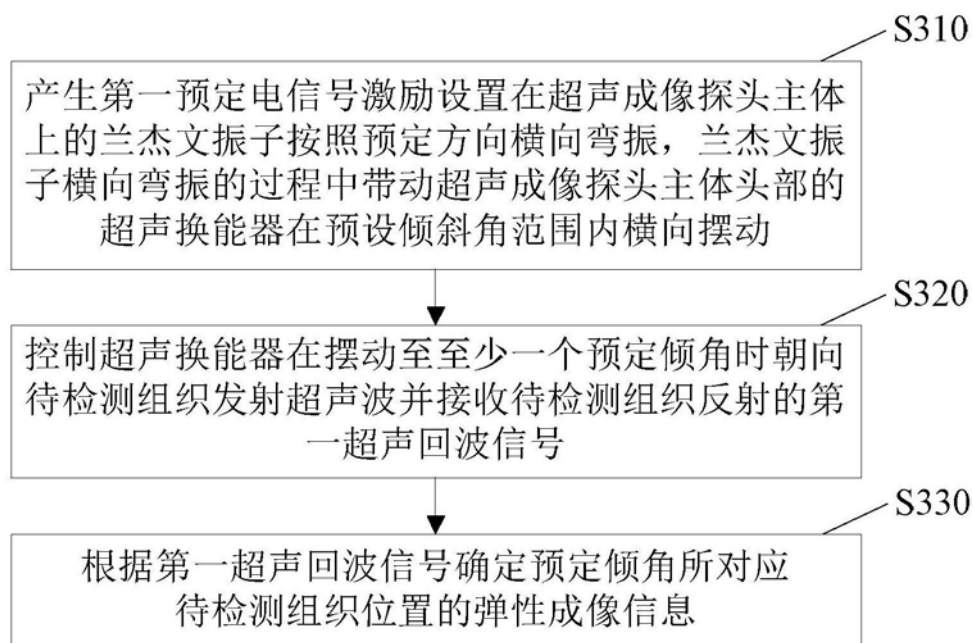


图11

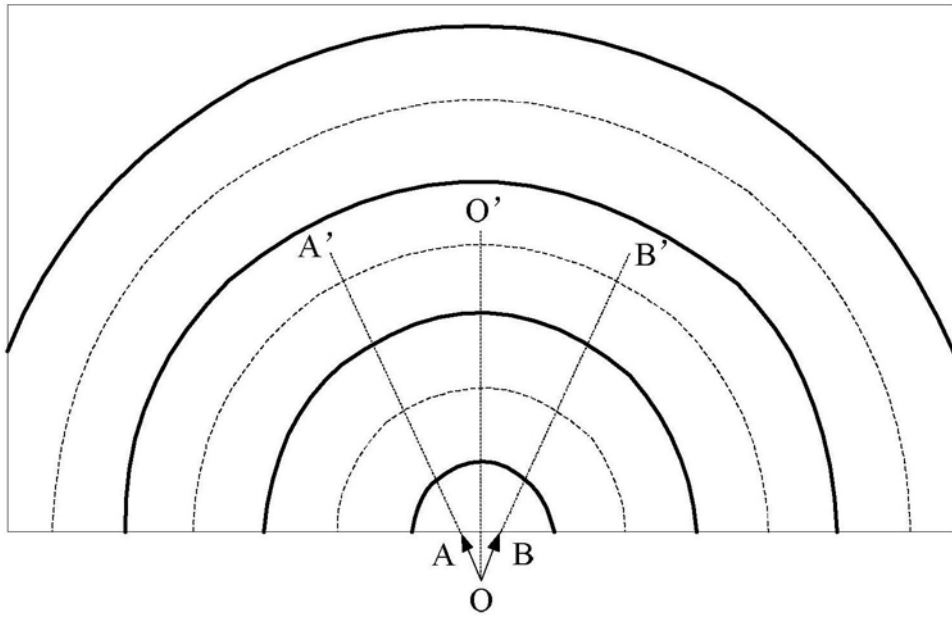


图12

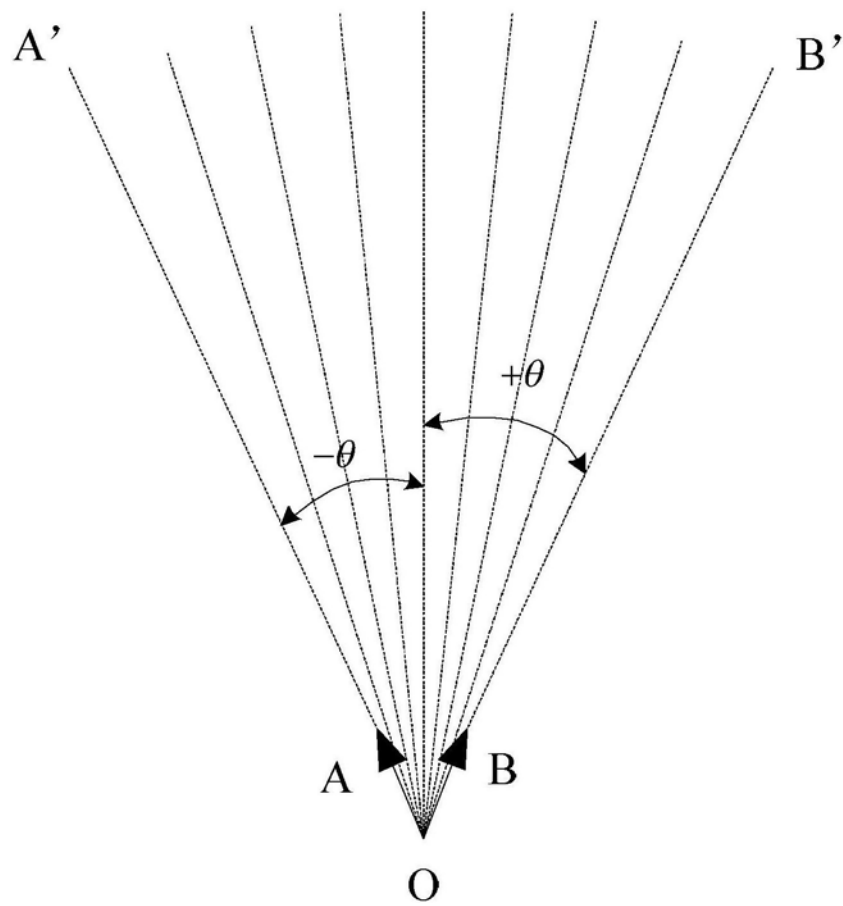


图13

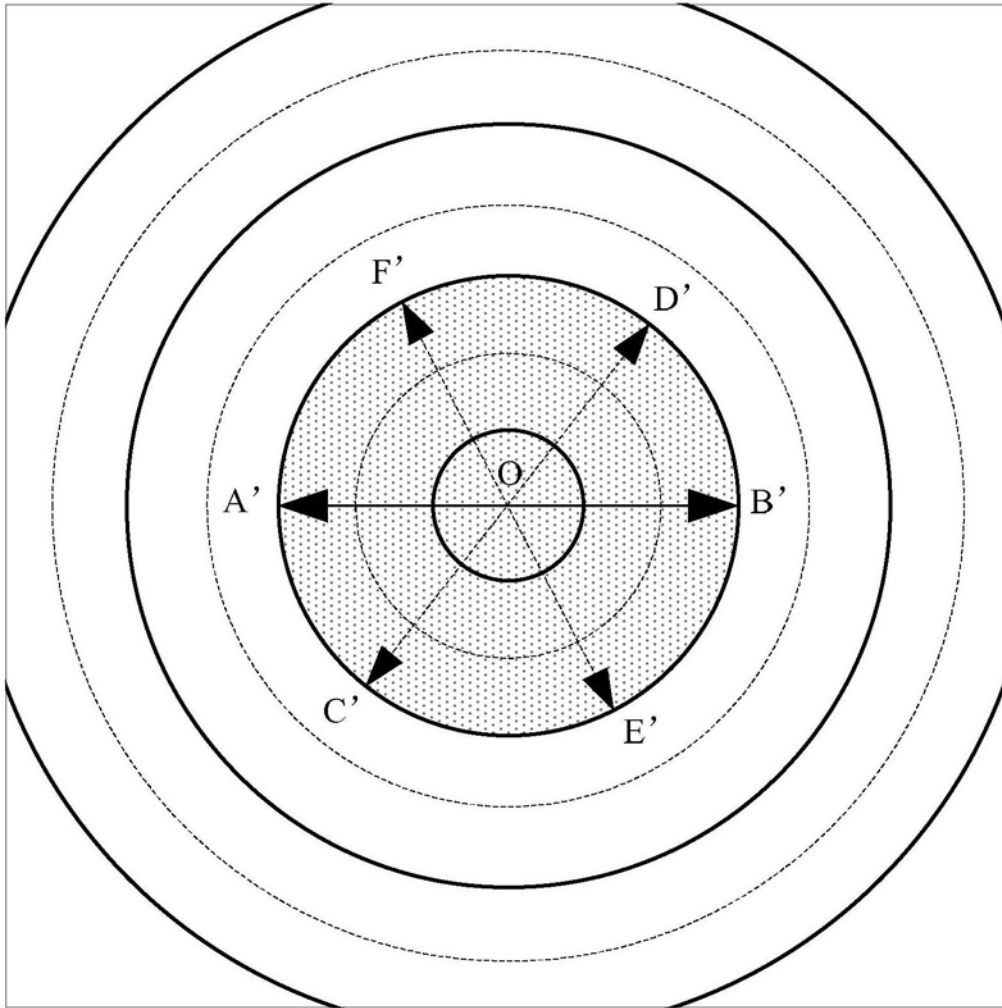


图14

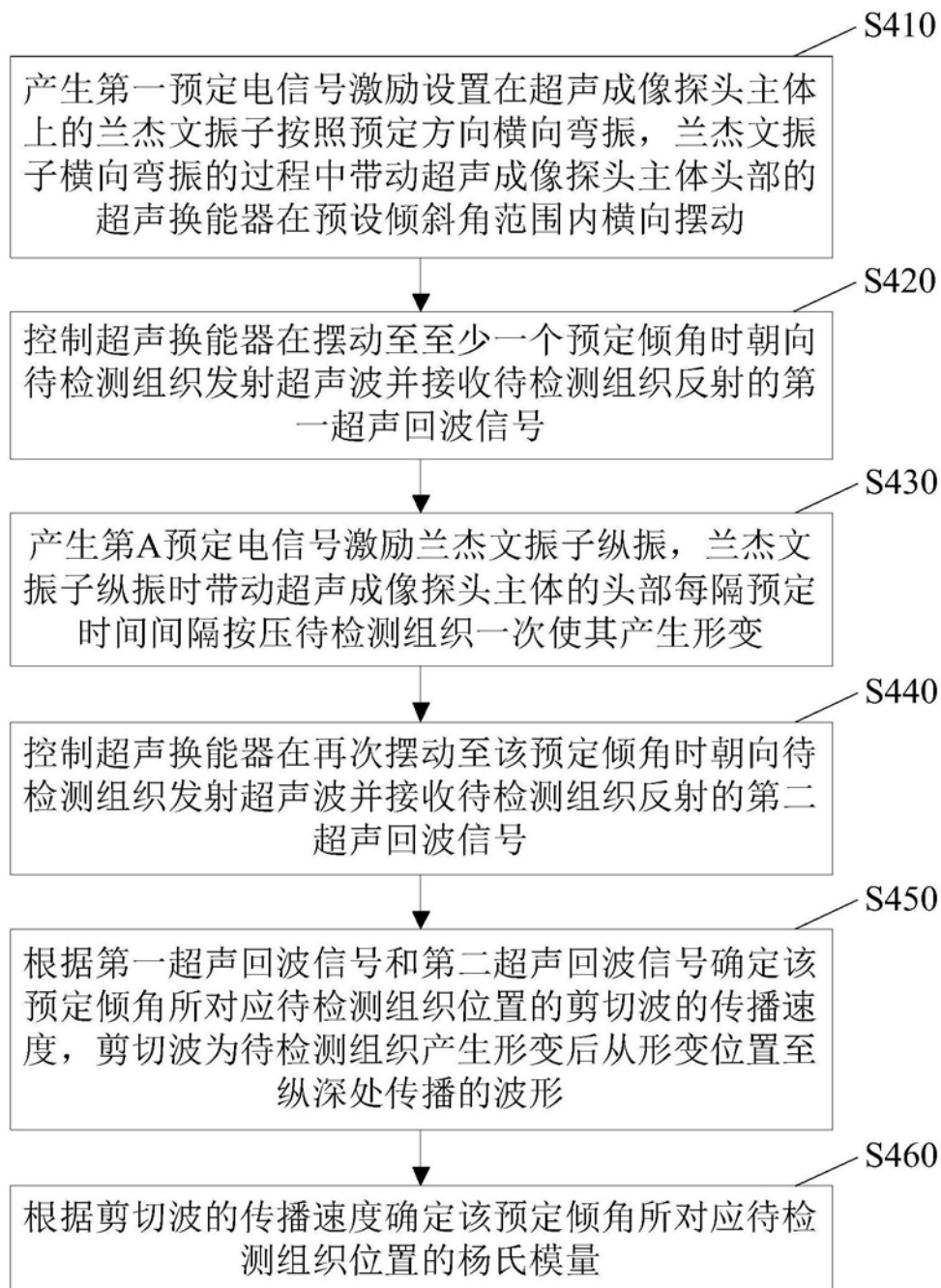


图15

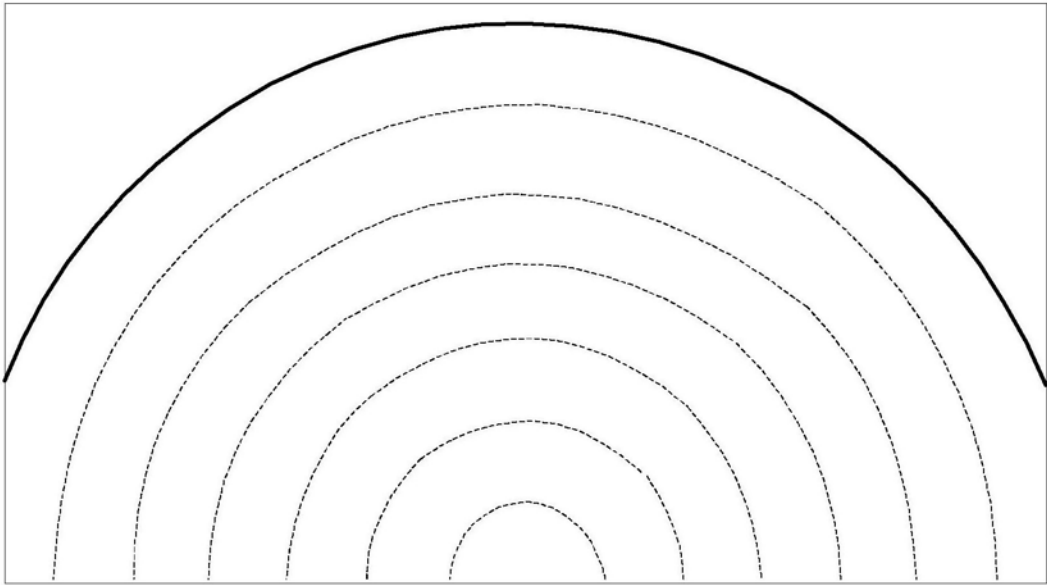


图16

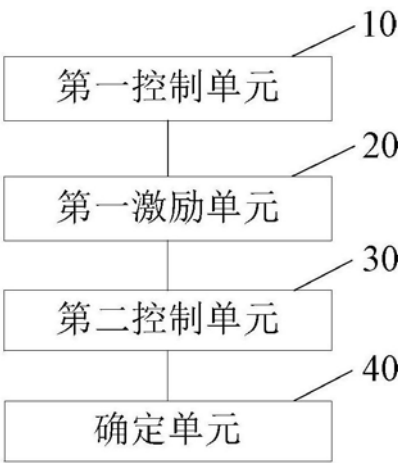


图17



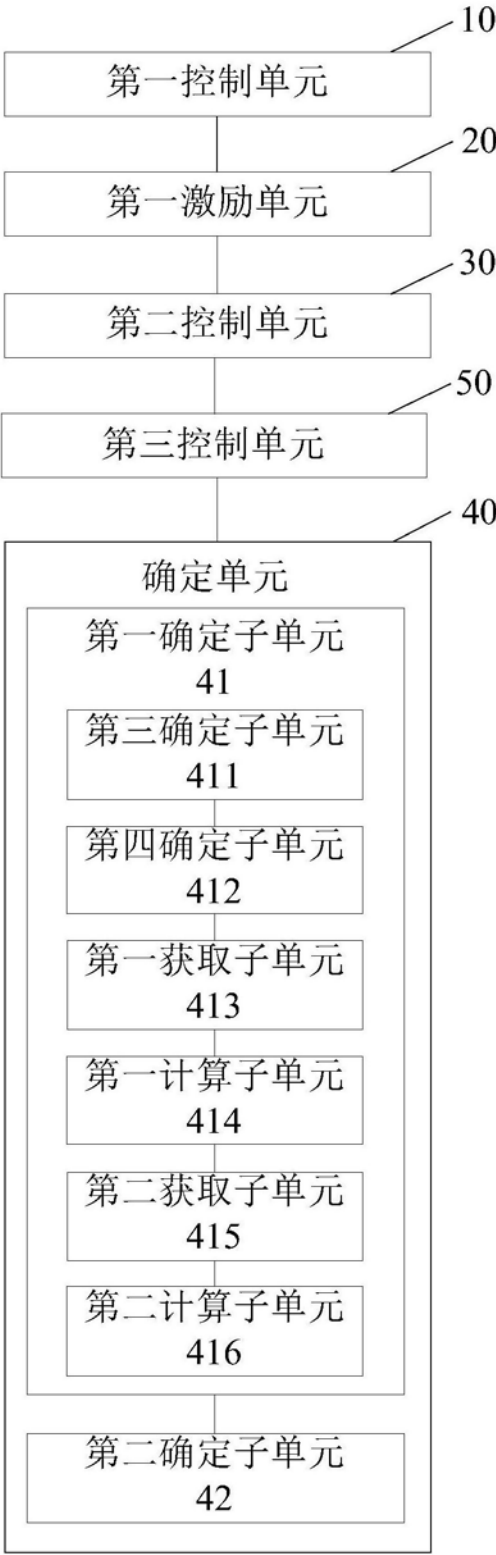


图18

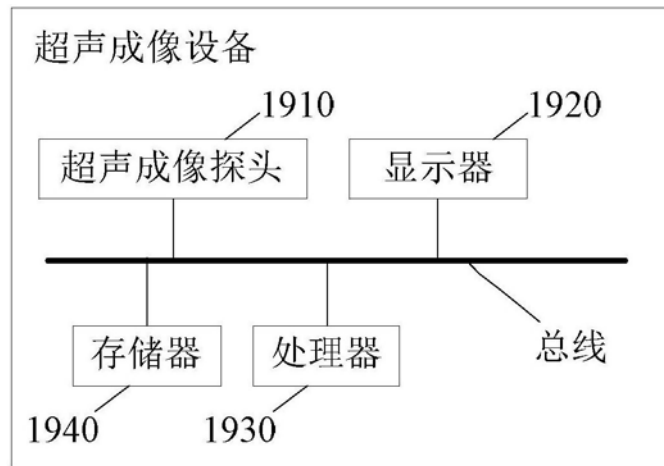


图19

专利名称(译)	一种弹性成像方法、装置、设备及超声成像探头		
公开(公告)号	<a href="#">CN108158610A</a>	公开(公告)日	2018-06-15
申请号	CN201810039730.0	申请日	2018-01-16
[标]申请(专利权)人(译)	苏州国科昂卓医疗科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	苏州国科昂卓医疗科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	苏州国科昂卓医疗科技有限公司		
[标]发明人	焦阳 崔嵘峒 韩志乐 简小华		
发明人	焦阳 崔嵘峒 韩志乐 简小华		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/4444 A61B8/4483 A61B8/485		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明公开了一种弹性成像方法、装置、设备及超声成像探头，其中所述方法包括：控制设置在所述超声成像探头主体头部的超声换能器朝向待检测组织发射超声波并接收所述待检测组织反射的第一超声回波信号；产生第一预定电信号激励所述兰杰文振子纵振，所述兰杰文振子纵振时带动超声成像探头主体的头部作用于所述待检测组织使其产生形变；控制设置在所述超声成像探头主体头部的超声换能器朝向所述待检测组织发射超声波并接收所述待检测组织反射的第二超声回波信号；根据所述第一超声回波信号和所述第二超声回波信号确定弹性成像信息。本发明能够使得超声成像探头不受磁场影响，并能够缩小超声成像探头的体积、减轻超声成像探头的重量。

