



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108478233 A  
(43)申请公布日 2018.09.04

(21)申请号 201810175295.4

(22)申请日 2018.03.02

(71)申请人 广州丰谱信息技术有限公司  
地址 510000 广东省广州市天河区天河东路240号101房(仅限办公用途)

(72)发明人 韦岗 曹燕 李杰

(74)专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102  
代理人 郑永泉 邱奕才

(51) Int. Cl.  
A61B 8/00(2006.01)  
A61B 8/08(2006.01)  
A61B 8/14(2006.01)

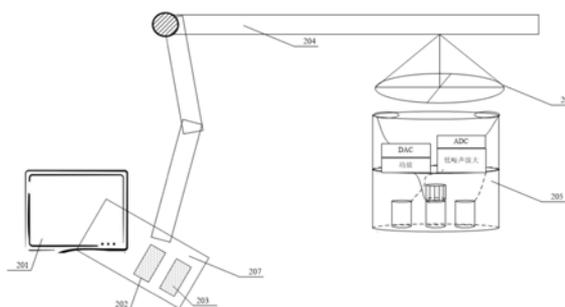
权利要求书3页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析方法与装置

(57)摘要

本发明提供一种基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析方法与装置,利用超声波传播的时延和衰减信息快速成像,采用一次程控扫描,后台按需层析的方式,超声探头在机械自动扫描装置带动下按照一定路径在不同时隙上利用空间多元阵列来获取所有扫描点的点区域反射波形数据,再根据超分辨率成像的原理来反演计算每个扫描点纵深上的反射强度,获得三维全局信息。使用者按需层析,从三维全局信息里面去获取局部的形状以及截面,得到局部的细致成像。该装置不用全局360度不同方向的扫描就能获得高分辨率成像;采用程控固定路径扫描,解放人力,容易产生标准化的探测数据;无损无害,安全性高;对环境要求低,设备小巧,价格便宜,容易推广使用。



1. 基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析装置,其特征在于,装置包括数据采集端和后台处理端;

数据采集端包括人机交互模块、控制中心、数据存储传送模块、机械扫描模块和超声探头,负责按照扫描路径在若干个扫描点进行扫描,获取所有扫描点的点区域反射波形数据,且传送到后台处理端;

再由后台处理端根据超分辨反演成像的理论来处理计算所有描点上纵深上的反射强度,得到探测物体的高分辨率成像,从而获得三维全局信息;

最后根据用户的需要从全局信息里面去获取局部的形状以及截面,得到所需局部的细致成像,即层析结果。

2. 根据权利要求1所述的基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析装置,其特征在于,所述数据采集端的人机交互模块负责和使用者进行交互,使用者在人机交互模块输入超声探头发送数据的相关参数,包括频段、时长和功率;输入机械扫描模块的相关参数,包括扫描区域、扫描步进和扫描路径。

3. 根据权利要求2所述的基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析装置,其特征在于,所述数据采集端的控制中心控制人机交互模块、数据存储传送模块、机械扫描模块和超声探头的协同工作,根据用户在人机交互模块输入的超声探头的发送数据的频段、时长和功率产生发送数据;根据用户在人机交互模块输入的扫描区域、扫描步进和扫描路径产生所有的扫描点;控制机械扫描模块按照扫描路径扫描,遍布所有的扫描点;负责把超声探头在所有扫描点的点区域反射波形数据传送给数据存储传送模块。

4. 根据权利要求1至3任一项所述的基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析装置,其特征在于,所述数据采集端的机械扫描模块由步进电机和机械传动部件构成;

步进电机是机械扫描模块的核心,是驱动机械传动部件的动力源;

步进电机在控制中心的控制下带动机械传动部件精确移动;按照扫描路径遍布扫描区域所有的扫描点,机械传动部件可以上升下降和/或前后左右移动;

在扫描开始时,根据检测物体,人工调整好机械传动部件的位置;机械传动部件有一个套环,用以放置超声探头。

5. 根据权利要求4所述的基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析装置,其特征在于,

所述数据采集端的超声探头,为一个独立部件,安装在机械传动部件的套环上面,包括一个发送阵元和若干个接收阵元,以及匹配电路和探头盒;

匹配电路包括发送阵元前端的功率放大电路和数模转换电路,以及接收阵元后端的低噪声放大电路和模数转换电路;

探头盒放置发送阵元和接收阵元;

探头盒有隔离装置,使发送阵元和接收阵元不相互干扰,接收阵元直接收到发送阵元的直达波;

另外,为了使发送阵元发出的超声波往前发,而不会往后发,探头盒设有非透声材料所做的背衬放置在发送阵元后面;

发送阵元要发送的信号是控制中心产生的发送数据经过数模转换电路和功率放大电路得来的电信号,由发送阵元转换为超声信号发送出去;

接收阵元收到的超声波转换为电信号后经过低噪声放大电路和模数转换电路,交给数据存储传送模块进行存储和传送;在不同的应用中,需要不同频率的超声探头,因此超声探头被设计成为一个独立部件,便于在机械传动部件的套环装卸更换不同频率的超声探头。

6. 根据权利要求1所述的基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析装置的超声波层析方法,其特征在于,所述三维全局信息的获得原理为:

控制中心控制机械扫描模块在一个面上按照扫描路径扫描,在某个扫描点,其面上的坐标为 $(x_1, y_1)$ ,控制中心产生的发送数据 $x[n]$ 经过数模转换和功率放大后由发送阵元转换成超声波发送出去,在探测物内传播反射,由接收阵元1接收,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号 $y_{11}[n]$ ,该路径为 $l_{11}$ ;

同样,接收阵元2接收反射波,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号 $y_{12}[n]$ ,该路径为 $l_{12}$ ;.....,

接收阵元 $m$ 接收反射波,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号 $y_{1m}[n]$ ,该路径为 $l_{1m}$ ;

$m$ 个接收阵元收到经过 $m$ 条传播路径来的接收信号 $\{y_{11}[n], y_{12}[n], \dots, y_{1m}[n]\}$ 组成了点区域反射波形数据;

接着,下一个扫描点,坐标为 $(x_2, y_2)$ , $m$ 个接收阵元收到经过 $m$ 条传播路径来的接收信号 $\{y_{21}[n], y_{22}[n], \dots, y_{2m}[n]\}$ 组成了此扫描点的点区域反射波形数据;遍布所有的扫描点,假设 $N$ 个,就得到整个扫描体区域的 $N$ 个扫描点的点区域反射波形数据;每个扫描点的点区域反射波形的每路接收信号和发送数据 $x[n]$ 做相关处理就可以获取这条路径上的位置信息以及相应位置上的强度信息,基于这些信息就可以成一个小区域的反射图, $N$ 个扫描点可以有 $N$ 个小区域的反射图,而且这 $N$ 个小区域的反射图有重叠区域,根据超分辨率反演成像理论,已知的扫描点位置以及接收阵元的位置,综合拼接其相邻扫描点的点区域位置信息和强度信息就可以得到高分辨率的成像;

具体实现上,对于每个扫描点,根据已知的扫描点位置以及接收阵元的位置,综合拼接其综合拼接其相邻扫描点的点区域位置信息和强度信息来计算其纵深( $z$ 轴)上的反射强度,所有扫描点纵深( $z$ 轴)上的反射强度都计算出来后就得到了整个探测物三维的全局信息。

7. 根据权利要求6所述的基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析装置的超声波层析方法,其特征在于,

从全局信息里面去获取局部的形状以及截面原理为:

在得到整个扫描体区域的 $(x, y, z)$ 上的反射强度后,要想得到某个截面的局部信息,则把此截面对应的三维坐标表示出来,在整个扫描体区域的 $(x, y, z)$ 里面去截取,当截面对应的三维坐标没有时,通过空间内插来获得。

8. 根据权利要求6或7所述的基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析装置的超声波层析方法,,其特征在于,层析方法包括如下步骤:

(1) 扫描前的准备,

用户根据要检测物体,选用合适频率的超声探头,且装配到机械传动部件的套环上面,然后对机械传动部件上升下降和前后左右移动,人工调整好机械传动部件的位置;用户在人机交互模块输入超声探头的发送数据的频段、时长和功率;根据检测物体输入相应的扫

描区域和扫描路径,根据用户希望的扫描精度输入扫描步进;

(2) 产生发送数据和所有扫描点,

控制中心根据用户在人机交互模块输入的超声探头的发送数据的频段、时长和功率产生发送数据,根据用户输入的扫描区域、扫描路径和扫描步进产生所有的扫描点;

(3) 超声探头开始某个点  $(x_1, y_1)$  的扫描,得到该扫描点的点区域反射波形,

控制中心产生的发送数据  $x[n]$  经过数模转换和功率放大后由发送阵元转换为超声波发送出去,在探测物内传播反射,由接收阵元1接收,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号  $y_{11}[n]$ ,该路径为  $l_{11}$ ;

同样,由接收阵元2接收,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号  $y_{12}[n]$ ,该路径为  $l_{12}; \dots, \dots,$

由接收阵元  $m$  接收,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号  $y_{1m}[n]$ ,该路径为  $l_{1m}$ ;

$m$  个接收阵元收到经过  $m$  条传播路径的接收信号  $\{y_{11}[n], y_{12}[n], \dots, y_{1m}[n]\}$  组成了点区域反射波形数据;

(3) 遍历完所有的扫描点,得到所有扫描点的点区域反射波形数据,

控制中心控制机械扫描模块按照扫描路径扫描,遍布所有的扫描点,超声探头获得所有扫描点的点区域反射波形数据,且传送给数据存储传送模块,数据存储传送模块再把超声探头获得的所有扫描点的点区域反射波形数据发送给后台处理端;

(4) 后台处理端计算所有描点上纵深 ( $z$  轴) 上的反射强度,得到整个探测物的三维全局信息,

运用超分辨率反演成像的理论,后台处理端根据已知的扫描点位置以及接收阵元的位置,综合拼接其相邻扫描点的点区域反射波形数据,计算出所有扫描点上纵深 ( $z$  轴) 上的反射强度;

(5) 局域层析,

在得到整个扫描体区域  $(x, y, z)$  上的反射强度后,若进一步需要某个截面的局部信息,则把此截面对应的三维坐标表示出来,在整个扫描体区域的  $(x, y, z)$  里面去截取,当截面对应的三维坐标没有时,通过空间内插来获得。

## 基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析方法与装置

### 技术领域

[0001] 本发明主要涉及超声波成像装置与方法,具体涉及一种基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析方法与装置。

### 背景技术

[0002] 层析成像(Computed Tomography,电子计算机断层扫描,简称CT)技术是指通过从物体外部检测到的数据重建物体内部(横断面)信息的技术,也叫计算机辅助断层成像(层析)技术,主要应用于医疗领域。该技术利用X线束、 $\gamma$ 射线、超声波等,与灵敏度极高的探测器一同围绕人体的某一部位作一个接一个的断面扫描,具有扫描时间短,图像清晰等特点,可用于多种疾病的检查。根据所采用的射线不同可分为:X射线CT(X-CT)、超声CT(UCT)以及 $\gamma$ 射线CT( $\gamma$ -CT)等。

[0003] X射线CT(X-CT)主要由X-线发生装置,X-线探测器,图像处理器,图像显示器组成。其成像原理为X-线发生装置发出的X-线穿过人体被X-线探测器探测接收到,X-线穿过人体组织时被吸收从而产生衰减,不同的人体组织(骨头,肿瘤等等)的衰减参数不同,X-线探测器把接收到的X-线信号转换为电信号,然后转换为数字图像信号,得到数字射线投影图像。人体在CT装置里面旋转360度,则得到不同方向物体的数字射线投影图像,随着发射位置的变化,最后得到的数据是射线从不同角度穿越人体的综合衰减参数。在数据处理中把探测选定层面分成若干个体积相同的长方体,称之为体素,扫描所得信息经计算获得每个体素的X线衰减系数或吸收系数,再排列成矩阵,得到衰减系数矩阵,再转换为对应像素的CT值,得到CT值的二维分布(CT值矩阵),要想观察哪个层面的情况,就从CT值矩阵里面取相应的体素对应的CT值出来,得到断层图像。

[0004] 由于X线辐射对人体有危害,因此X射线CT(X-CT)检查对环境要求高,设备比较昂贵,检查费用偏高,对操作人员有潜在辐射风险,对被检查者也有损。而超声是无损无害的,因而在无损检测、医学诊断、海洋参数反演及地质结构探测等许多重要应用方面,显示出良好的应用前景,从而超声应用于CT得到关注。当CT应用的能量波为超声波时,就称为超声层析成像(U-CT)。这一技术的早期研究完全模仿X射线,即假设超声波和X射线一样,在物体内部是以直线传播的,然后利用发射器到接收器之间的振幅衰减,来重建物体内部的声速(折射系数)或吸收特性参数。但事实上,超声波具有明显的衍射特征,在界面上折射、衍射显著,因而传播路径比较复杂,这使得U-CT的理论研究和X-CT有所不同

[0005] 目前超声CT成像主要有透射型和反射型两种。透射型U-CT的超声发射器和接收器位于探测物的两侧,根据接收透射的超声波来得到探测物的信息;反射型U-CT的超声发射器和接收器都位于探测物的同一侧,通过接收反射的超声回波来得到图像信息。在扫描过程中,两种方法都要求围绕探测物不断地旋转发射器和接收器来得到不同方向上的超声波。

[0006] 超声CT成像的重建都是以射线理论或波动方程为依据,建立起探测物的声学参量与声场之间的关系,然后利用各种重建算法重建探测物图像。重建理论中的射线理论相当

于在无散射条件下将超声射线的传播路径看作直线,即忽略探测物的不均匀性对声场的影响;衍射理论(衍射断层成像)则考虑到声波的散射效应,研究在弱散射的条件下,探测物的不均匀性对声场的影响,建立探测物的参量与散射声场边界值(即接收数据)之间的关系,来重建探测物参量的分布图像。这些理论的推导过程都存在一定的假设条件和不同程度的近似,比如透射型成像中要求的无散射条件,衍射断层成像中需要的弱散射假设等,因而直接沿用 X-CT的成像理论有弊端。

[0007] 超声的一大探测应用是B超成像,利用超声波提取被探测组织内部信息,进而成像,与超声CT成像类似,一类是利用超声波穿透组织的透射信号来进行成像,另一类是利用超声波在组织中的反射信号来成像。由于透射信号是将探测到的信息沿波束传播的方向进行投影,忽略了信号包含的时间信息,图像的重建比较困难,而反射信号沿时间方向能直接反应出组织内部目标的位置信息,所以成像方便。在反射模型中,探头既发送超声波也接收超声波,根据换能器所用阵元数目可以分为单元探头和多元探头,目前单元探头已经很少见了,基本上都是多元探头。

[0008] 超声多元探头主要包括线阵、凸阵和相控阵三种类型,大多由128~256个阵元的阵列组成,以发射脉冲超声波为主。对于线阵,其工作模式一般是探头通过一小组阵元(通常5~10个阵元)产生一束狭窄的波束,即是这小组阵元发送脉冲超声波,发送完之后就转为接收模式,接收这束波束范围内的探测物反射的超声回波,得到狭窄的波束多对应的轴向图。接着下一组阵元工作,相当于在横向(或者侧向)扫描,又得到这组阵元的轴向图,多组轴向图合起来就得到探头所接触探测物的这片区域的成像。由此可见侧向分辨率取决于声束的宽度,而声束的宽度又受限于阵元(压电晶片)的孔径,孔径越大,声束宽度越大。另外一种超声多元探头相控阵就是对声束进行聚焦,减小声束的宽度,从而提高侧向分辨率。该技术运用电子方式来掌控探头每个阵元的反射与接收的时间,每一个阵元都可以被单独的激发,并施加不同的时间延迟,以实现声束的角度变化和聚焦。相控阵虽然可以提高侧向分辨率,但是其控制系统复杂,需要的阵元数目较多,都是上百个,且阵元越密集,阵元间距越小聚焦效果越好,聚焦点越小,而这给制造工艺带来了困难。在实际的操作使用中,为了获得更好的成像效果,使用者需要反复左右前后晃动,使得聚焦点刚好对准需要观测的点,这需要丰富的经验和足够的体力。

[0009] 从前面的分析可知目前超声CT(超声层析成像)多是基于X射线CT的理论,利用发射器到接收器之间所传播的超声波的振幅衰减,来重建物体内部的吸收特性参数。由于X射线以光速传播,传播延迟时间极短,不同的物体对光的吸收不一样,导致其能量衰减程度不同,因此不可能以延时信息来成像,只能依靠以吸收、衰减相关参数来扫描成像。而不同位置(体素)的衰减,只能综合通过全局360度不同方向的扫描信息来计算每个体素的衰减。B超成像中超声以远远低于光速的声速传播,有可靠的延时信息来得到位置信息,同时也有衰减,因此可以利用这两者来快速成像。基于此,本发明借鉴B超扫描阵列成像和受CT设备自动扫描的启发,用机械自动扫描装置按照一定的扫描路径在不同的时间点上获取不同的扫描点,探头在扫描点发射的超声波的声束很窄以提高横向分辨率;另外相邻扫描点之间的间距,即是机械自动扫描是移动步进很小,用时间和空间的变化来获得更细致精细的扫描结果。在不同的时间和空间上用阵列来接收反射超声波,相邻扫描点的探测区域有重叠,阵列接收获取重叠的低分辨率扫描区域反射图,再利用若干个低分辨率的扫描结果来重构

高分辨的成像,提高成像精度;这样既不用全局360度不同方向的扫描,也不用医生手持探头来扫描;本发明采用程控扫描,按照固定的路线,一次程控扫描即可得到整个探测部位的全局信息,然后想得到某个局部的细致成像,则从全局信息里面去获取局部的形状以及截面等。

## 发明内容

[0010] 针对目前超声层析成像多是基于X射线的CT理论,根据超声波的吸收、衰减相关参数来扫描成像,需要层析设备围绕探测物体不断地旋转发射器和接收器来得到不同方向上的超声波,而没有利用超声波传播的时延信息来快速成像,且设备体积庞大。

[0011] 本发明提供一种基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析方法与装置,利用超声波传播的时延信息和衰减信息来快速成像,不用全局360度不同方向的扫描,只需一次程控平面扫描,在不同时隙上利用空间多元阵列来获取某扫描点的点区域反射波形数据,再由若干扫描点的点区域反射波形数据,根据超分辨率成像的原理来反演计算每个扫描点纵深上的反射强度,得到高分辨率成像。使用者按需层析,从整个探测部位的全局信息里面去获取局部的形状以及截面等,得到所需局部的细致成像。本发明通过如下技术方案实现:

[0012] 基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析装置,装置包括数据采集端和后台处理端。数据采集端包括人机交互模块、控制中心、数据存储传送模块、机械扫描模块和超声探头,负责按照扫描路径在若干个扫描点进行扫描,获取所有扫描点区域反射波形数据,且传送到后台处理端,再由后台处理端根据超分辨反演成像的理论来处理计算所有描点纵深上的反射强度,得到探测物体高分辨率成像,从而获得三维全局信息;最后根据用户的需要从全局信息里面去获取局部的形状以及截面等,得到所需局部的细致成像,即层析结果。

[0013] 所述数据采集端的人机交互模块负责和使用者进行交互,使用者在此模块输入超声探头发送数据的相关参数,包括频段、时长和功率;输入机械扫描的相关参数,包括扫描区域、扫描步进和扫描路径,扫描步进支持小于单个阵元的口径的长度。

[0014] 所述数据采集端的控制中心控制人机交互模块、数据存储传送模块、机械扫描模块和超声探头的协同工作,根据用户在人机交互模块输入的超声探头的发送数据的频段、时长和功率产生发送数据,根据用户在人机交互模块输入的扫描区域、扫描路径和扫描步进产生所有的扫描点;控制机械扫描模块按照扫描路径扫描,遍布所有的扫描点;负责把超声探头在所有扫描点的纵深探测数据传送给数据存储传送模块。

[0015] 所述数据采集端的机械扫描模块由步进电机和机械传动部件构成,步进电机是机械扫描模块的核心,是驱动机械传动部件的动力源。步进电机在控制中心的控制下带动机械传动部件精确移动,按照扫描路径遍布扫描区域所有的扫描点。机械传动部件可以上升下降和前后左右移动,在扫描开始时,根据检测物体,人工调整好机械传动部件的位置。机械传动部件有一个套环,用以放置超声探头。

[0016] 所述数据采集端的超声探头,为一个独立部件,安装在机械传动部件的套环上面,包括一个发送阵元和若干个接收阵元,以及匹配电路和探头盒,匹配电路包括发送阵元前端的功率放大电路和数模转换电路,以及接收阵元后端的低噪声放大电路和模数转换电路。探头盒放置发送阵元和接收阵元,为了使发送阵元和接收阵元不相互干扰,接收阵元直接接收到发送阵元的直达波,探头盒有隔离装置,另外,为了使发送阵元发出的超声波往前

发,而不会往后发,探头盒有非透声材料所做的背衬放置在发送阵元后面。发送阵元要发送的信号是控制中心产生的发送数据经过数模转换电路和功率放大电路得来的电信号,由发送阵元转换为超声信号发送出去;接收阵元把收到的超声波转换为电信号,然后经过低噪声放大电路和模数转换电路,交给数据存储传送模块进行存储和传送。在不同的应用中,需要不同频率的超声探头,因此超声探头被设计成为一个独立部件,便于在机械传动部件的套环上装卸更换不同频率的超声探头,另外配有馈电连接器,使得电源和控制中心产生的发送数据能传送给发送阵元前端的功率放大电路,以及模数转换电路经过模数转换后的数据能交给数据存储传送模块进行存储和传送。

[0017] 所述数据采集端的数据存储传送模块把超声探头获得的所有扫描点的点区域反射波形数据发送给后台处理端,可以是有线和无线的传输方式。

[0018] 上述三维全局信息的获得原理为:控制中心控制机械扫描模块在一个面上按照扫描路径扫描,在某个扫描点,其面上的坐标为 $(x_1, y_1)$ ,控制中心产生的发送数据 $x[n]$ 经过数模转换和功率放大后由发送阵元转换为超声波发送出去,在探测物内传播反射,由接收阵元 1 接收,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号 $y_{11}[n]$ ,该路径为 $l_{11}$ ;

同样,接收阵元2接收反射波,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号 $y_{12}[n]$ ,该路径为 $l_{12}$ ;.....,

接收阵元 $m$ 接收反射波,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号 $y_{1m}[n]$ ,该路径为 $l_{1m}$ ;

$m$ 个接收阵元收到经过 $m$ 条传播路径的接收信号 $\{y_{11}[n], y_{12}[n], \dots, y_{1m}[n]\}$ 组成了点区域反射波形数据。接着,下一个扫描点,坐标为 $(x_2, y_2)$ , $m$ 个接收阵元收到经过 $m$ 条传播路径来的接收信号 $\{y_{21}[n], y_{22}[n], \dots, y_{2m}[n]\}$ 组成了此扫描点的点区域反射波形数据。遍布所有的扫描点,假设 $N$ 个,就得到整个扫描体区域的 $N$ 个扫描点的点区域反射波形数据。每个扫描点的点区域反射波形的每路接收信号和发送数据 $x[n]$ 做相关处理就可以获取这条路径上的位置信息以及相应位置上的强度信息,基于这些信息就可以成一个小区域的反射图, $N$ 个扫描点可以有 $N$ 个小区域的反射图,而且这 $N$ 个小区域的反射图有重叠区域,根据超分辨率反演成像理论,已知的扫描点位置以及接收阵元的位置,综合拼接其相邻扫描点的点区域位置信息和强度信息就可以得到高分辨率的成像。具体实现上,对于每个扫描点,根据已知的扫描点位置以及接收阵元的位置,综合拼接其综合拼接其相邻扫描点的点区域位置信息和强度信息来计算其纵深( $z$ 轴)上的反射强度。所有扫描点纵深( $z$ 轴)上的反射强度都计算出来后就得到了整个探测物三维的全局信息。

[0019] 上述从全局信息里面去获取局部的形状以及截面原理为:在得到整个扫描体区域的 $(x, y, z)$ 上的反射强度后,要想得到某个截面的局部信息,则把此截面对应的三维坐标表示出来,在整个扫描体区域的 $(x, y, z)$ 里面去截取,当截面对应的三维坐标没有时,通过空间内插来获得。

[0020] 基于反射式超声波局域层析方法,包括如下步骤:

[0021] (1) 扫描前的准备。

[0022] 用户根据要检测物体,选用合适频率的超声探头,且装配到机械传动部件的套环上面,然后对机械传动部件上升下降和前后左右移动,人工调整好机械传动部件的位置。用户在人机交互模块输入超声探头的发送数据的频段、时长和功率;根据检测物体输入相应

的扫描区域和扫描路径,根据用户希望的扫描精度输入扫描步进。

[0023] (2) 产生发送数据和所有扫描点。

[0024] 控制中心根据用户在人机交互模块输入的超声探头的发送数据的频段、时长和功率产生发送数据,根据用户输入的扫描区域、扫描路径和扫描步进产生所有的扫描点。

[0025] (3) 超声探头开始某个点  $(x_1, y_1)$  的扫描,得到该扫描点的点区域反射波形。

[0026] 控制中心产生的发送数据  $x[n]$  经过数模转换和功率放大后由发送阵元转换为超声波发送出去,在探测物内传播反射,由接收阵元1接收,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号  $y_{11}[n]$ ,该路径为  $l_{11}$ ;

同样,由接收阵元2接收,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号  $y_{12}[n]$ ,该路径为  $l_{12}; \dots$ ,

由接收阵元  $m$  接收,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号  $y_{1m}[n]$ ,该路径为  $l_{1m}$ ;

$m$  个接收阵元收到经过  $m$  条传播路径的接收信号  $\{y_{11}[n], y_{12}[n], \dots, y_{1m}[n]\}$  组成了点区域反射波形数据。

[0027] (3) 遍历完所有的扫描点,得到所有扫描点的点区域反射波形数据。

[0028] 控制中心控制机械扫描模块按照扫描路径扫描,遍布所有的扫描点,超声探头获得所有扫描点的点区域反射波形数据,且传送给数据存储传送模块,数据存储传送模块再把超声探头获得的所有扫描点的点区域反射波形数据发送给后台处理端。

[0029] (4) 后台处理端计算所有描点上纵深 ( $z$  轴) 上的反射强度,得到整个探测物的三维全局信息。

[0030] 运用超分辨率反演成像的理论,后台处理端根据已知的扫描点位置以及接收阵元的位置,综合拼接其相邻扫描点的点区域反射波形数据,计算出所有扫描点上纵深 ( $z$  轴) 上的反射强度。

[0031] (5) 局域层析。

[0032] 在得到整个扫描体区域  $(x, y, z)$  上的反射强度后,若进一步需要某个截面的局部信息,则把此截面对应的三维坐标表示出来,在整个扫描体区域的  $(x, y, z)$  里面去截取,当截面对应的三维坐标没有时,通过空间内插来获得。

[0033] 本发明所提出的基于反射式超声波局域层析方法及装置,具有以下优点:

[0034] (1) 本发明利用超声波的传播速度远远低于声速,用可靠的延时信息来得到位置信息,以及位置上的衰减,来快速成像,不用全局360度不同方向的扫描。

[0035] (2) 本发明装置用机械自动扫描分时在不同的扫描点上来扫描,扫描点的间距,即是机械移动扫描线的步进,小于单个阵元的口径,阵元阵列获取扫描点照射区域的点区域反射波形,再利用若干个低分辨率的扫描结果来重构高分辨的成像,成像质量好,同时可以减少阵元数目。

[0036] (3) 本发明装置鉴CT设备自动扫描,用程控扫描模块的机械传动部件的机械运动来扫描,不用人工手持探头来扫描,解放了人力。

[0037] (4) 本发明采用程控扫描,按照固定的路线,一次程控扫描即可得到整个探测部位的全局信息,然后若想得到某个局部的细致成像,则从全局信息里面去获取局部的形状以及截面等,容易产生标准化的探测数据。

[0038] (5) 本发明一次程控扫描是分时即是分多个扫描点获取的低分辨率图像来进行重

构,要求探测物在一次程控扫描过程中探测物不动,因此比较适合探测静态目标或者运动不快的目标,如结石检测,骨骼检测等。

[0039] (6) 本发明用超声来检测,对使用者和被检查者都无损无害,安全性高,且对环境要求不高,因此设备不会很昂贵,容易推广使用。

### 附图说明

[0040] 图1是本实施例装置的结构示意图;

[0041] 图2本实施例装置数据采集端的外形大致示意图;

[0042] 图3是本实施例机械扫描模块的示意图;

[0043] 图4是本实施例超声探头的示意图;

[0044] 图5是本实施例某个扫描点的超声传播路径示意图;

[0045] 图6是本实施例整个扫描区域的三维全局信息获得示意图;

[0046] 图7是本实施例从全局信息里面获取局部的形状以及截面的示意图;

[0047] 图8是本实施例基于反射式超声波局域层析方法的工作流程图。

### 具体实施方式

[0048] 下面结合具体实施方式对本专利作进一步的说明。其中,本专利实施例附图中相同或相似的标号对应相同或相似的部件,仅用于示例性说明,不能理解为对本专利的限制;为了更好地说明本专利的实施例,附图某些部件会有省略、放大或缩小,并不代表实际产品的尺寸;本专利中实施例术语“上”、“下”、“左”、“右”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位或以特定的方位构造,对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

#### 实施例

[0049] 如图1所示,是本实施例基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析装置,包括数据采集端和后台处理端。数据采集端包括人机交互模块、控制中心、数据存储传送模块、机械扫描模块和超声探头。人机交互模块负责和使用者进行交互,使用者在此模块输入超声探头发送数据的相关参数,包括频段、时长和功率;输入机械扫描的相关参数,包括扫描区域、扫描步进和扫描路径。控制中心控制人机交互模块、数据存储传送模块、机械扫描模块和超声探头的协同工作,根据用户在人机交互模块输入超声探头的发送数据的频段、时长和功率产生发送数据,根据用户在人机交互模块输入的扫描区域、扫描路径和扫描步进产生所有的扫描点;控制机械扫描模块按照扫描路径扫描,遍布所有的扫描点;负责超声探头在所有扫描点的点区域反射波形数据传送给数据存储传送模块。数据存储传送模块把超声探头获得的所有扫描点的点区域反射波形数据发送给后台处理端,可以是有线和无线的传输方式,这里示意的是无线的传输方式。

[0050] 图2是本实施例数据采集端的外形大致示意图。人机交互模块201用一个触摸显示屏来实现,控制中心202和数据存储传送模块203用电子元器件、DSP、RAM和相应的控制算法来实现,机械扫描模块204是一个机械装置,超声探头205悬挂于机械扫描模块的套环206上,负责按照一定的扫描路径获取所有扫描点的点区域反射波形数据。机械扫描模块有一

个底座207作为支撑用,另外,控制中心202和数据存储传送模块203可以放在底座207里面,人机交互模块201也可以用底座作为支撑。

[0051] 图3是本实施例机械扫描模块的示意图。机械扫描模块由步进电机301和机械传动部件302构成,步进电机301是机械扫描模块的核心,是驱动机械传动部件的动力源。步进电机在控制中心的控制下带动机械传动部件精确移动,按照扫描路径遍布扫描区域所有的扫描点。机械传动部件可以上升下降和前后左右移动,在扫描开始时,根据检测物体,人工调整好机械传动部件的位置。机械传动部件有一个套环206,用以放置超声探头,还有一个底座 207作为支撑用,同时,控制中心202和数据存储传送模块203可以放在底座207里面,人机交互模块201也可以用底座作为支撑。

[0052] 图4是本实施例超声探头的示意图。超声探头包括一个发送阵元401和若干个接收阵元(为了示意方便和清晰,这里只示意了2个接收阵元402和403,实际可以有几十个接收阵元),以及匹配电路404和探头盒405,匹配电路包括发送阵元前端的数模转换(DAC)电路和功率放大电路,以及接收阵元后端的低噪声放大电路和模数转换(ADC)电路。探头盒放置发送阵元和接收阵元,为了使发送阵元和接收阵元不相互干扰,接收阵元直接收到发送阵元的直达波,探头盒有隔离装置,这里没有示意。另外,为了使发送阵元发出的超声波往前发,而不会往后发,探头盒有非透声材料所做的背衬406放置在发送阵元后面。发送阵元要发送的信号是控制中心产生的发送数据经过数模转换电路和功率放大电路而来的电信号,由发送阵元转换为超声信号发送出去;接收阵元收到的超声波转换为电信号后经过低噪声放大电路和模数转换电路,交给数据存储传送模块进行存储和传送。在不同的应用中,需要不同频率的超声探头,因此超声探头被设计成为一个独立部件,便于在机械传动部件的套环装卸更换不同频率的超声探头。超声探头为一个独立部件,如图1所示,安装在机械传动部件的套环206上面。另外配有馈电连接器407和408,使得能为匹配电路提供电源,同时使控制中心产生的发送数据能传送给发送阵元前端的数模转换电路(通过馈电连接器407),以及模数转换电路经过模数转换后的数据能交给数据存储传送模块进行存储和传送(通过馈电连接器408)。

[0053] 图5是本实施例某个扫描点的超声传播路径示意图。在某个扫描点,控制中心产生的发送数据 $x[n]$ 经过数模转换和功率放大后由发送阵元401转换为超声波发送出去,在探测物501内传播反射,由接收阵元402接收,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号 $y_1[n]$ ,该路径为 $l_1$ ,即是标号为1和2的两段路径;同样,接收阵元403接收的反射波经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号 $y_2[n]$ ,该路径为 $l_2$ ,即是标号为1和3的两段路径。2个接收阵元收到经过2条传播路径来的接收信号 $\{y_{11}[n], y_{12}[n]\}$ 组成了点区域反射波形。接着,下一个扫描点,坐标为 $(x_2, y_2)$ ,2个接收阵元收到经过2条传播路径来的接收信号 $\{y_{21}[n], y_{22}[n]\}$ 组成了此扫描点的点区域反射波形。遍布所有的扫描点,假设 $N$ 个,就得到整个扫描体区域的 $N$ 个扫描点的点区域反射波形。每个扫描点的点区域反射波形的每路接收信号和发送数据 $x[n]$ 做相关处理就可以获取这条路径上的位置信息以及相应位置上的强度信息,基于这些信息就可以成一个小区域的反射图, $N$ 个扫描点可以有 $N$ 个小区域的反射图,而且这 $N$ 个小区域的反射图有重叠区域,根据超分辨率反演成像的理论,已知的扫描点位置以及接收阵元的位置,综合拼接其相邻扫描点的点区域位置信息和强度信息就可以得到高分辨率的成像。具体实现上,对于每个扫描点,根据已知的扫描点位置以及接收阵元的位置,综

合拼接其相邻扫描点的点区域位置信息和强度信息来计算其纵深(z轴)上的反射强度。

[0054] 图6是本实施例整个扫描区域的三维全局信息获得示意图。控制中心根据用户在人机交互模块输入的扫描区域、扫描路径和扫描步进产生所有的扫描点。图5描述了在某个扫描点,通过控制中心产生的发送数据接收阵元收到的数据就可以得到此扫描点的纵深(z轴)上的反射强度。图6中示意了若干个类似扫描点601的扫描点,扫描点的坐标用(x,y)来描述,获取所有扫描点纵深(z轴)上的反射强度,就可以获得整个扫描区域(x,y,z)上的反射强度,即是得到三维的全局信息。

[0055] 图7是本实施例从全局信息里面获取局部的形状以及截面的示意图。在得到整个扫描体区域的(x,y,z)上的反射强度后,要想得到某个截面的局部信息,则把此截面对应的三维坐标表示出来,在整个扫描体区域的(x,y,z)里面去截取,当截面对应的三维坐标没有时,通过空间内插来获得。

[0056] 图8是本实施例基于反射式超声波局域层析方法的工作流程图:

[0057] (1) 扫描前的准备。

[0058] 用户根据要检测物体,选用合适频率的超声探头,且装配到机械传动部件的套环上面,然后对机械传动部件上升下降和前后左右移动,人工调整好机械传动部件的位置。用户在人机交互模块输入超声探头的发送数据的频段、时长和功率;根据检测物体输入相应的扫描区域和扫描路径,根据用户希望的扫描精度输入扫描步进。

[0059] (2) 产生发送数据和所有扫描点。

[0060] 控制中心根据用户在人机交互模块输入的超声探头的发送数据的频段、时长和功率产生发送数据,根据用户输入的扫描区域和扫描步进产生所有的扫描点。

[0061] (3) 超声探头开始某个点(x1,y1)的扫描,得到该扫描点的点区域反射波形。

[0062] 控制中心产生的发送数据 $x[n]$ 经过数模转换和功率放大后由发送阵元转换为超声波发送出去,在探测物内传播反射,由接收阵元1接收,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号 $y_{11}[n]$ ,该路径为 $l_{11}$ ;

同样,由接收阵元2接收,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号 $y_{12}[n]$ ,该路径为 $l_{12}$ ;.....,

由接收阵元m接收,经过低噪声放大和模数转换,得到接收信号 $y_{1m}[n]$ ,该路径为 $l_{1m}$ ;

m个接收阵元收到经过m条传播路径的接收信号 $\{y_{11}[n], y_{12}[n], \dots, y_{1m}[n]\}$ 组成了点区域反射波形数据。

[0063] (3) 遍历完所有的扫描点,得到所有扫描点的点区域反射波形数据。

[0064] 控制中心控制机械扫描模块按照扫描路径扫描,遍布所有的扫描点,超声探头获得所有扫描点的点区域反射波形数据,且传送给数据存储传送模块,数据存储传送模块再把超声探头获得的所有扫描点的点区域反射波形数据发送给后台处理端。

[0065] (4) 后台处理端计算所有描点上纵深(z轴)上的反射强度,得到整个探测物的三维全局信息。

[0066] 运用超分辨率反演成像的理论,后台处理端根据已知的扫描点位置以及接收阵元的位置,综合拼接其相邻扫描点的点区域反射波形数据,计算出所有扫描点上纵深(z轴)上的反射强度。

[0067] (5) 局域层析。

[0068] 在得到整个扫描体区域的 $(x, y, z)$ 上的反射强度后,若进一步需要某个截面的局部信息,则把此截面对应的三维坐标表示出来,在整个扫描体区域的 $(x, y, z)$ 里面去截取,当截面对应的三维坐标没有时,通过空间内插来获得。

[0069] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围。

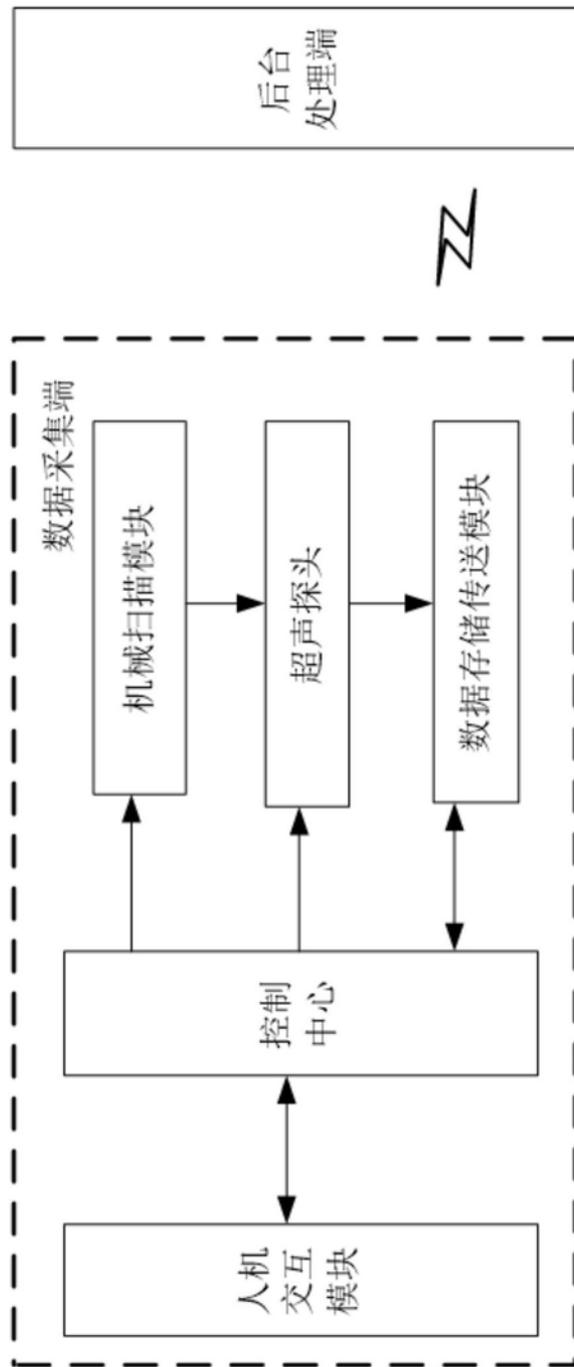


图1

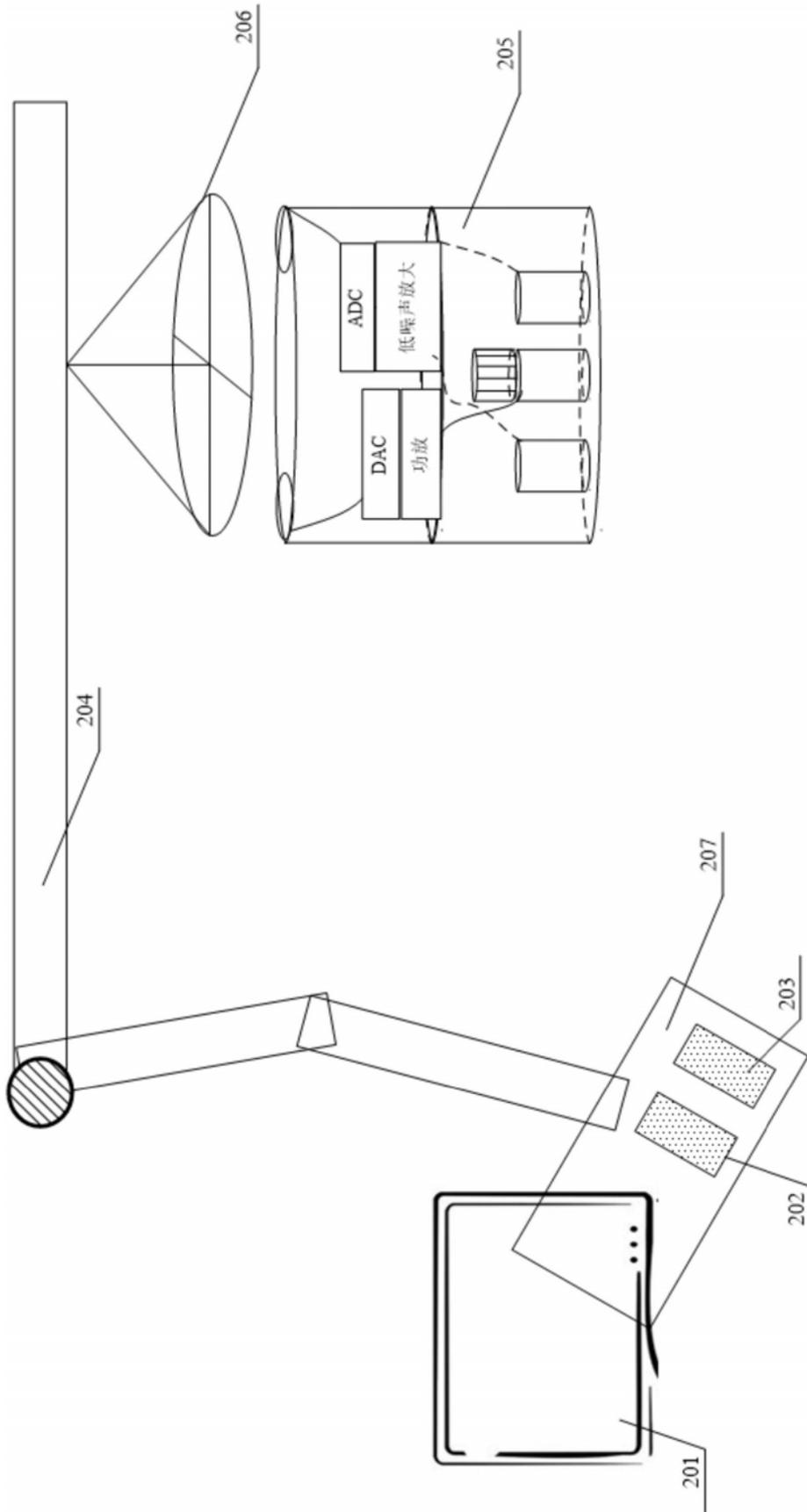


图2

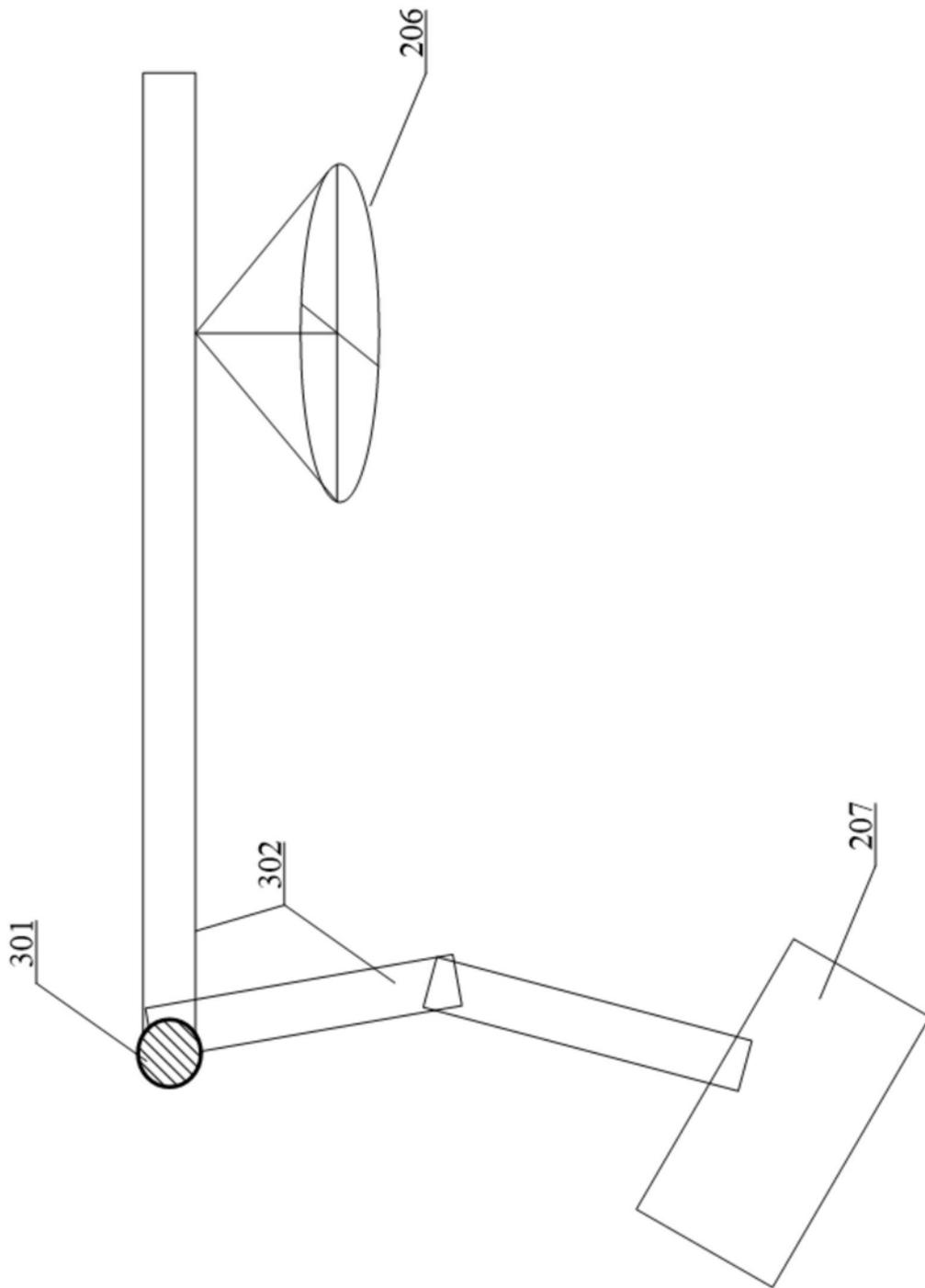


图3

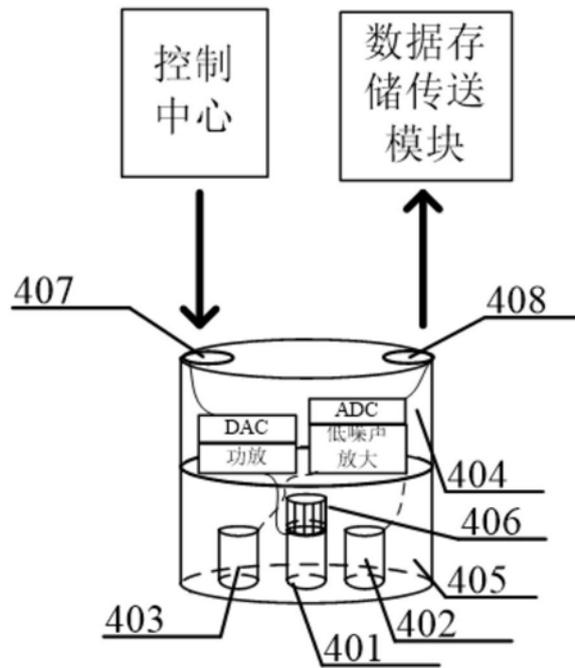


图4

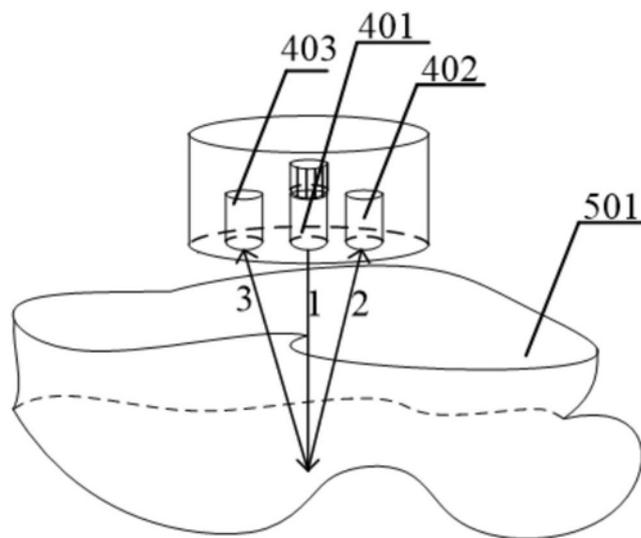


图5

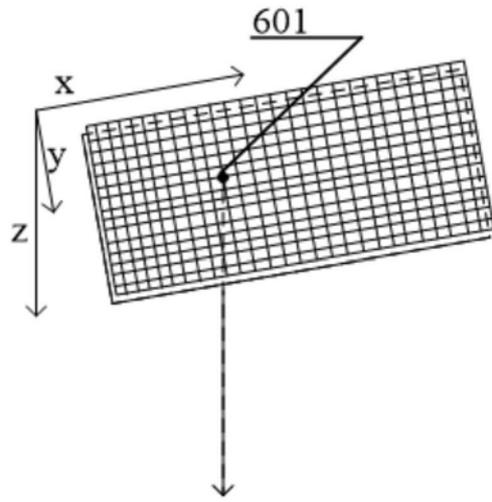


图6

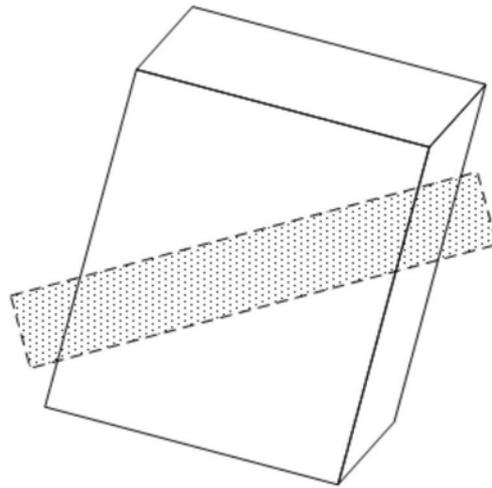


图7

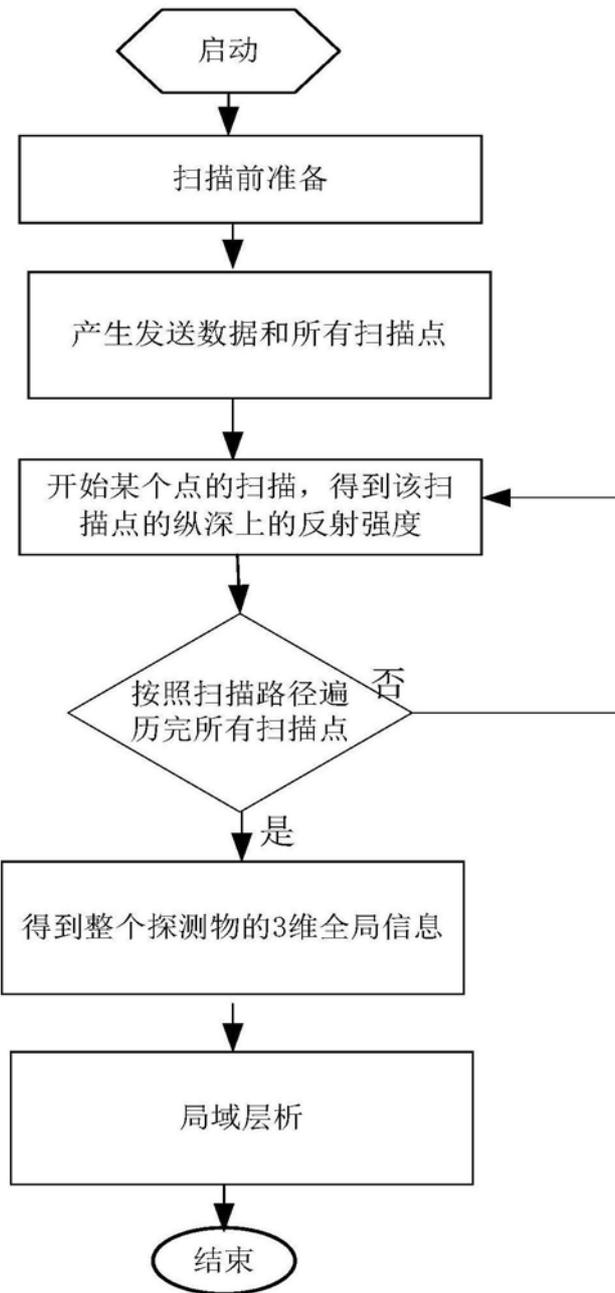


图8

专利名称(译)	基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析方法与装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN108478233A</a>	公开(公告)日	2018-09-04
申请号	CN201810175295.4	申请日	2018-03-02
[标]申请(专利权)人(译)	广州丰谱信息技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	广州丰谱信息技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	广州丰谱信息技术有限公司		
[标]发明人	韦岗 曹燕 李杰		
发明人	韦岗 曹燕 李杰		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/08 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/4411 A61B8/085 A61B8/0875 A61B8/14 A61B8/5215 A61B8/54		
代理人(译)	郑永泉		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供一种基于时空阵列超分辨率反演成像的超声波层析方法与装置，利用超声波传播的时延和衰减信息快速成像，采用一次程控扫描，后台按需层析的方式，超声探头在机械自动扫描装置带动下按照一定路径在不同时隙上利用空间多元阵列来获取所有扫描点的点区域反射波形数据，再根据超分辨率成像的原理来反演计算每个扫描点纵深上的反射强度，获得三维全局信息。使用者按需层析，从三维全局信息里面去获取局部的形状以及截面，得到局部的细致成像。该装置不用全局360度不同方向的扫描就能获得高分辨率成像；采用程控固定路径扫描，解放人力，容易产生标准化的探测数据；无损无害，安全性高；对环境要求低，设备小巧，价格便宜，容易推广使用。

