



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107802287 A

(43)申请公布日 2018.03.16

(21)申请号 201711134127.2

(22)申请日 2017.11.16

(71)申请人 深圳纯和医药有限公司

地址 518000 广东省深圳市福田区南园街  
道华发南路华阳街9号上步工贸楼二  
层

(72)发明人 陈颖川

(74)专利代理机构 深圳市中智立信知识产权代  
理有限公司 44427

代理人 刘蕊

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

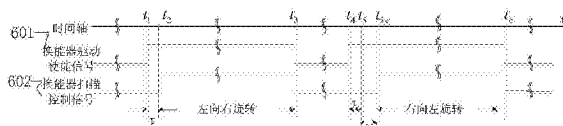
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

提高超声诊断仪4D机械探头成像稳定度的  
方法

(57)摘要

本发明提供一种提高超声诊断仪4D机械扫描探头成像稳定度的方法,包括:获取探头从第一位置转动至第二位置过程中,对应于不完整断层图像扫描时长;获取换能器从第一位置转动至第二位置过程中,用于驱动换能器运动的驱动装置的传动间隙延时;在换能器自第一位置向第二位置转动的过程中,在换能器驱动装置发出使换能器开始动作的使能信号之后,再经过第一延时之时,成像系统开始记录扫描断层图像数据,直到换能器运动至第二位置,其中,第一延时为补偿传动间隙引入的延时。本发明解决了4D机械扫描探头因为扫描时序、传动间隙引起的三维图像随换能器摆动而扭动问题。



1. 一种提高超声诊断仪4D机械扫描探头成像稳定度的方法,其特征在于,包括:

获取换能器从第一位置转动至第二位置过程中,对应于不完整断层图像的扫描时长;

获取换能器从所述第一位置转动至第二位置过程中,驱动换能器装置的传动间隙引起的延时;

在自所述第一位置向所述第二位置转动的过程中,在向所述换能器驱动装置发出使换能器开始动作的使能信号之后,再经过第一延时之时,开始记录扫描断层图像数据,直到换能器运动至所述第二位置,其中,所述第一延时为所述补偿传动间隙的延时;

在自所述第二位置向所述第一位置转动的过程中,在向所述换能器驱动装置发出使换能器开始动作的使能信号之后,再经过第二延时之时,开始记录扫描断层图像数据,直到换能器运动至所述第一位置,其中,所述第二延时为所述传动间隙延时及所述不完整断层图像扫描的时长之和。

2. 根据权利要求1所述的提高超声诊断仪4D机械扫描探头成像稳定度的方法,其特征在于,所述传动间隙延时通过下述方式获得:

获取探头从第一位置转动至第二位置过程中依次扫描出的多张完整的第一断层图像及一张不完整的第二断层图像;

获取换能器从第二位置转动至第一位置过程中依次扫描出的多张完整的第三断层图像及一张不完整的第四断层图像;

根据所述多张第一断层图像及所述多张第三断层图像中的相近度确定出第一断层图像与第三断层图像所对应的延时即为所述传动间隙延时。

3. 根据权利要求2所述的提高超声诊断仪4D机械扫描探头成像稳定度的方法,其特征在于,根据所述多张第一断层图像及所述多张第三断层图像中的相近度确定所述传动间隙延时,包括:

分别计算第三断层图像中的一张断层图像与第一断层图像中的每张断层图像之间的相似度;

从计算得到的多个所述相似度中确定相似度最大的两张断层图像;

根据所述两张断层图像之间的夹角即对应传动间隙角;

根据所述传动间隙角确定所述传动间隙延时。

4. 根据权利要求3所述的提高超声诊断仪4D机械扫描探头成像稳定度的方法,其特征在于,所述两张切片之间的夹角通过下式确定:

$$\varphi = \beta / N$$

其中, $\beta$ 为所述探头在第一位置与第二位置转动时的旋转角度; $N$ 为所述第一断层图像或所述第三断层图像的张数; $\varphi$ 为所述夹角。

5. 根据权利要求4所述的提高超声诊断仪4D机械扫描探头成像稳定度的方法,其特征在于,所述传动间隙角由下式确定:

$$\alpha_{L,R} = |m - k| * \varphi$$

其中, $m$ 为具有最大相似度那张第一断层图像的序号; $k$ 为与 $m$ 具有最大相似度那张第三断层图像的序号; $\varphi$ 为所述夹角; $\alpha_{L,R}$ 为所述传动间隙角。

6. 根据权利要求5所述的提高超声诊断仪4D机械扫描探头成像稳定度的方法,其特征

在于,所述传动间隙延时由下式确定:

$$\tau_n = \frac{\alpha_{L,R}}{\omega_n}$$

其中, $\tau_n$ 为所述传动间隙引起的延时; $\omega_n$ 为换能器的转速; $\alpha_{L,R}$ 为所述传动间隙角。

7. 根据权利要求5所述的提高超声诊断仪4D机械扫描探头成像稳定度的方法,其特征在于,所述不完整断层图像扫描时长根据所述第二断层图像或所述第四断层图像的扫描线数及探头的转速确定。

8. 根据权利要求3所述的提高超声诊断仪4D机械扫描探头成像稳定度的方法,其特征在于,第三断层图像在第一断层图像中,如果获得多个高度相似的相似度,则换用另一张第三断层图像重复执行权利3中的步骤,直到获得最小数量高度相似的相似度为止。

## 提高超声诊断仪4D机械探头成像稳定度的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及超声波检测技术领域,特别涉及一种提高医疗超声诊断仪4D机械扫描探头三维成像稳定度的方法。

### 背景技术

[0002] 请参考图1,医疗超声诊断仪4D机械扫描探头成像过程如下:电机101驱动换能器阵列102(通常简称换能器)旋转或平动,在换能器运动过程中,超声系统通过4D探头中的换能器采集空间线数据(或扫描线),将线数据组成二维断层图像,即2D图像,然后将与空间位置对应的一组2D断层图像进行三维重建,将得到的三维图像在显示器上显示,实时的顺序或并行执行的以上过程,获得实时三维超声图像。为了提高三维数据采集的实时性,换能器正向、反向运动都分别采集一组完整的2D图像。图1给出电机101通过传动结构104驱动换能器绕固定轴103垂直纸面旋转的情形,此时换能器102垂直纸面旋转。

[0003] 申请人发现:为了得到稳定的、不失真的三维图像,要求采集到的三维数据的空间位置信息需要与探测对象空间位置相一致。但是,4D探头的机械传动装置通常存在正反转间隙现象,换能器旋转惯性使得驱动信号与换能器运动存在时间差,这两因素都会引起采集到的三维数据空间位置信息与探测对象的空间位置不能完全一一对应,引起实时的三维图像失真或晃动,给用户不好的体验。通常可以采用在换能器102上安装位置传感器的方法解决。但是由此而来的问题是增大了结构设计、生产工艺的困难,例如位置传感器密封、探头装配等困难。

[0004] 上述换能器驱动信号与换能器运动的时间差,正反转间隙对三维图像的影响是相同的。为了便于描述,以下将该时间差问题归并到正反转传动间隙问题。

[0005] 就算排除了上述换能器正反转传动间隙问题,在探头相对探测对象静止时,正向、反向运动分别采集到的两组2D断层图像也并不完全重合。会导致显示器上显示的三维图像随着换能器左右摆动而左右扭动的现象,也会给用户不好的体验。

### 发明内容

[0006] 本发明提供了一种提高超声诊断仪4D机械扫描探头成像稳定度的方法,以解决机械传动装置正反转间隙引起的三维重建图像随着换能器摆动而晃动问题。

[0007] 为解决上述问题,作为本发明的一个方面,提供了一种提高超声诊断仪4D机械扫描探头成像稳定度的方法,包括:获取换能器从第一位置转动至第二位置过程中,对应于不完整断层图像扫描时长;获取换能器从所述第一位置转动至第二位置过程中,用于驱动所述换能器运动的驱动装置的传动间隙延时;在换能器自所述第一位置向所述第二位置转动的过程中,在向所述换能器驱动装置发出使其开始动作的使能信号之后,再经过第一延时之时,开始记录扫描断层图像数据,直到换能器运动至所述第二位置,其中,所述第一延时为补偿所述传动间隙延时;在换能器自所述第二位置向所述第一位置转动的过程中,在换能器所述驱动装置发出使其开始动作的使能信号之后,再经过第二延时之时,开始记录扫

描断层图像数据,直到探头运动至所述第一位置,其中,所述第二延时为所述传动间隙延时及所述不完整断层图像扫描时长之和。

[0008] 优选地,所述传动间隙延时通过下述方式获得:获取换能器从第一位置转动至第二位置过程中依次扫描出的多张完整的第一断层图像及一张不完整的第二断层图像;获取探头从第二位置转动至第一位置过程中依次扫描出的多张完整的第三断层图像及一张不完整的第四断层图像;根据所述多张第一断层图像及所述多张第三断层图像中的相近度确定所述传动间隙延时。

[0009] 优选地,根据所述多张第一断层图像及所述多张第三断层图像中的相近度确定出所述传动间隙延时包括:分别计算第三断层图像中的一张断层图像与第一断层图像中的每张断层图像之间的相似度;从计算得到的多个所述相似度中确定相似度最大的两张断层图像;根据所述两张断层图像之间的夹角确定所述传动间隙延时对应的传动间隙角;根据所述传动间隙角确定所述传动间隙延时。

[0010] 优选地,所述两张断层图像之间的夹角通过下式确定:

$$[0011] \quad \varphi = \beta / N$$

[0012] 其中, $\beta$ 为所述探头在第一位置与第二位置转动时的旋转角度; $N$ 为所述第一断层图像或所述第三断层图像的张数; $\varphi$ 为所述夹角。

[0013] 优选地,所述传动间隙角由下式确定:

$$[0014] \quad \alpha_{L,R} = |m - k| * \varphi$$

[0015] 其中, $m$ 为具有最大相似度的那张第一断层图像的序号; $k$ 为具有与 $m$ 最大相似度的那张第三断层图像的序号; $\varphi$ 为所述夹角; $\alpha_{L,R}$ 为所述传动间隙角。

[0016] 优选地,所述传动间隙延时由下式确定:

$$[0017] \quad \tau_n = \frac{\alpha_{L,R}}{\omega_n}$$

[0018] 其中, $\tau_n$ 为所述传动间隙延时; $\omega_n$ 为探头的转速; $\alpha_{L,R}$ 为所述传动间隙角。

[0019] 优选地,所述不完整断层图像扫描时长根据所述第二断层图像或所述第四断层图像的扫描线数及探头的转速确定。

[0020] 优选地,第三断层图像在第一断层图像中,如果获得多个高度相似的相似度,则换用另一张第三断层图像重复执行搜索步骤,直到获得最小数量高度相似的相似度为止。

[0021] 本发明提出改进2D断层图像扫描时序方法,解决了实时三维图像随换能器摆动而扭动问题;提出采用调整扫描控制信号延时的方法,解决了机械传动装置正反转间隙引起的实时三维重建图像随着换能器摆动而晃动问题。所提出方法改善了超声4D成像功能的用户体验,具有简单易行,收效显著的特点。

## 附图说明

[0022] 图1示意性地示出了换能器旋转型4D机械扫描探头剖面图;

[0023] 图2示意性地示出了换能器运动导致2D断层图像与换能器倾向 $\theta$ 角的示意图;

[0024] 图3示意性地示出了换能器自左向右运动,第1条扫描线对应第1个阵元端位置时

的图像序列图；

[0025] 图4示意性地示出了换能器自右向左运动,第1条扫描线对应第1个阵元端位置时的断层图像序列位置图；

[0026] 图5示意性地示出了换能器自右向左运动,第1条扫描线对应最后一个阵元端位置时的断层图像序列位置图；

[0027] 图6示意性地示出了旋转控制角度 $\gamma_R$ 、 $\gamma_L$ 与换能器实际旋转角 $\beta_L$ 、 $\beta_R$ 关系图；

[0028] 图7示意性地示出了换能器驱动使能信号与换能器扫描控制信号关系图。

## 具体实施方式

[0029] 以下结合附图对本发明的实施例进行详细说明,但是本发明可以由权利要求限定和覆盖的多种不同方式实施。

[0030] (一) 二维断层图像扫描时序

[0031] 在4D成像过程中,换能器沿图2所示扫描方向持续循环采集扫描线,一个扫描周期得到一张2D断层图像201,图2粗虚线所示。在电机101驱动下,换能器102以速度202旋转或平动(本发明适用于平动和旋转情况,为描述简便,以下以旋转为例阐述)。由于换能器旋转,使得在空间上2D断层图像平面与换能器成 $\theta$ 角,图2所示, $\theta = \omega * T$ ,其中 $\omega$ 是换能器运动速度202,T是一张2D断层图像的扫描时间。换能器以速度203沿是与换能器平行方向发出扫描线,获得2D断层图像。图2中,黑色粗直线代表换能器102,一端的圆弧标志位置对应2D断层图像201的第1条扫描线位置。

[0032] 为了提高三维数据采集的实时性,换能器正向、反向运动都分别采集一组完整的2D断层图像。

[0033] 在图3中,换能器由起始位置302,以速度 $\omega$ 自左向右运动305,在第一阵元端的位置301成像系统采集第一条扫描线数据,在末端位置304停止扫描线数据采集。采集到的扫描线数据组成一组2D断层图像,除了完整的N张2D断层图像306外,可能出现不完整断层图像303现象。

[0034] 在图3所示扫描结束后,换能器从末端位置304开始反向扫描,以相同速度 $\omega$ 自右向左运动402,图4所示。在第一阵元端的位置301采集第一条扫描线数据,在位置302结束扫描线数据采集。与图3情况相同,除了N张2D断层图像403外,可能出现不完整断层图像401现象。

[0035] 显然,换能器一次左右往返扫描过程,如果采用图3和图4的扫描方式,当4D探头相对探测对象静止时,换能器往返扫描得到2D断层图像的空间位置不能一一对应,而是呈交叉状态,这种位置关系不能采用图像处理方法进行校正。例如图3中第1R断层图像306与图4中对应位置的N<sub>L</sub>断层图像401或(N+1)<sub>L</sub>断层图像403。因而,在2D断层图像空间间隔不能满足空间采样定理的情况下,左右往返扫描不能重建出相同的三维图像,导致显示在显示器上的三维图像随换能器来回摆动而左右扭动。

[0036] 图5是对图4扫描时序改进。图5中,换能器由末端位置304以速度 $\omega$ 402向左运动,走过不完整断层图像位置后到达位置307,换能器最末端的阵元501首先开始采集第一条扫描线数据,在位置302结束扫描线数据采集。显然,图5扫描方式不会出现不完整断层图像现象。

[0037] 比较图3和图5的N张2D断层图像,均可以一一重合。例如图3中第1R断层图像306与图5中对应位置的第N<sub>LR</sub>断层图像502是完全重合的。因而,采用图3、5所示的扫描方法,在4D机械扫描探头相对探测对象静止的情况下,换能器左右往返扫描可以重建出两幅相同的三维图像,显示在显示器上的三维图像不会随换能器来回摆动而左右扭动。

[0038] (二) 传动间隙补偿

[0039] 图6中圆弧虚线是换能器102旋转轨迹,弧线上的方块表示换能器102。 $\gamma_R$ 表示换能器自左向右旋转的控制角度(或称为目标角度), $\gamma_L$ 表示换能器自右向左旋转的控制角度,这两角度大小相等。 $\beta_L$ 、 $\beta_R$ 对应的换能器实际的旋转角度, $\beta_L$ 与 $\beta_R$ 大小相等。由于传动间隙存在,换能器实际旋转角度与控制角度不相同,其差值即传动间隙角 $\alpha_L$ 或 $\alpha_R$ 。由于换能器左右旋转对称性,传动间隙角 $\alpha_L$ 和 $\alpha_R$ 相等,即: $\alpha_L = \alpha_R = (\gamma_L - \beta_L) = (\gamma_R - \beta_R)$ 。

[0040] 在4D成像过程中,如果直接使用电机驱动使能信号601(对应控制角度 $\gamma_R$ 、 $\gamma_L$ )作为扫描线使能信号进行三维数据采集,尽管换能器旋转角度 $\beta_L$ 、 $\beta_R$ 对应的空间位置重合,但是 $\gamma_R$ 、 $\gamma_L$ ,对应的空间位置不重合,将会重建出两个不同的三维体,显示在显示器上的三维图像会随换能器来回摆动而左右晃动。

[0041] 通常传动间隙角 $\alpha_L$ 和 $\alpha_R$ 与传动结构件加工精度、探头装配工艺有关,随探头个体、使用磨损而差异,因而需要使用自动校准方法克服其对重建图像的影响。

[0042] 图7中,在换能器自左向右旋转过程中, $t_1$ 时刻对应图6的①位置,电机驱动使能信号601有效(高电平)开始驱动换能器,由于间隙的存在和换能器运动加速过程,在 $t_2$ 时刻,对应图6的②位置302,换能器开始匀速旋转。在 $t_3$ 时刻,对应图6的③位置304,换能器结束匀速旋转,进入减速、停止过程。

[0043] 由图7中的 $t_4$ 时刻开始,在换能器进入自右向左的反向旋转过程。 $t_4$ 时刻对应图6的④位置,电机驱动使能信号有效开始驱动换能器,由于间隙的存在和加速过程,由 $t_5$ 时刻,对应图6的③位置,换能器开始匀速旋转。在 $t_6$ 时刻,对应图6的②位置,换能器结束匀速旋转,进入减速、停止旋转过程。

[0044] 为了避免传动间隙对三维重建的影响,换能器扫描控制信号相对驱动信号延时 $\tau$ ,以补偿驱动信号传动间隙角 $\alpha_L$ 和 $\alpha_R$ 的时间,图7所示。

[0045] 在换能器自左向右旋转过程中,开始记录断层图像数据的使能信号602从 $t_2$ 时刻开始有效,换能器开始按图3方式采集三维数据,在 $t_3$ 时刻结束扫描。此时采集到的三维数据中,可能包含图3所示的不完整断层图像303数据,为了便于处理,在三维重建过程将其丢弃不用。

[0046] 在换能器自右向左反方向旋转过程中, $t_5$ 时刻换能器开始匀速旋转, $t_5$ 与 $t_{5a}$ 之间的时间 $\eta$ 用于补偿图3所示的不完整断层图像时间;在 $t_{5a}$ 时刻,对应图5的⑤501位置,换能器扫描控制使能信号602该时刻起开始有效,换能器开始按图5方式采集三维数据;在 $t_6$ 时刻结束数据采集。此时采集到的三维数据是整数张2D断层图像,不包含类似于图3所示的不完整断层图像303数据。在4D探头相对探测对象静止时,获得的三维数据与自左向右旋转过程采集到的三维数据重合,因而,三维重建图像不因为换能器摆动和晃动。

[0047] 下面,以一个具体的实施例,对本发明的方法进行详细地示例性描述。

[0048] 本发明通过获取图7所示的不完整断层图像时间 $\delta$ 和传动间隙 $\tau$ 延时,在电机控制模块或2D断层图像扫描控制模块中调整换能扫描控制信号602与换能器驱动使能信号601

的相对延时,解决4D图像随着换能器运动而左右扭动的问题和正反转间隙引起的4D图像晃动问题。引起晃动的正反转间隙角 $\alpha_{L,R}$ 与4D探头的传动结构件加工精度、装配工艺等因素有关,随探头个体、使用磨损而差异。正反转间隙角 $\alpha_{L,R}$ 具有一定稳定性,在一段时间(例如半年)里可以认为是不变的。将4D成像工作模式分成正常工作模式和校准模式,在校准模式中获取正反转间隙角 $\alpha_{L,R}$ ,在正常工作模式中利用正反转间隙角 $\alpha_{L,R}$ 计算延时 $\tau$ 和不完整断层图像时间 $\delta$ ,调整换能扫描控制信号与换能器驱动信号的相对延时,获得稳定的三维图像。

[0049] A:校准模式

[0050] 首先,可根据下述方式得到传动间隙角:

[0051] 步骤1:不进行延时补偿控制,即4D成像扫描控制信号与换能器驱动信号完全同步,无延时。

[0052] 步骤2:换能器自左向右旋转,旋转角度 $\beta_R$ ,转速 $\omega$ (例如 $\beta_R=70^\circ$ , $\omega=1^\circ/\text{s}$ ),采用图3所示扫描方式,采集N张标准靶点体模的2D断层图像,并保存。

[0053] 步骤3:换能器自右向左旋转,旋转角度 $\beta_L$ , $\beta_L=\beta_R=\beta$ ,转速 $\omega$ ,采用图5所示方式采集N张标准靶点体模的2D断层图像,并保存。

[0054] 步骤4:取出步骤3获得N张断层图像中的一张,例如第 $k_{LR}$ 张。

[0055] 步骤5:步骤4中选取的断层图像与步骤3的N张断层图像分别计算其相似度(例如相关系数)。

[0056] 步骤6:如果有多张断层图像与 $k_{LR}$ 断层图像高度相似(例如相关系数95%以上),执行步骤5,直到只有一张(例如第 $m_R$ 张)与 $k_{LR}$ 断层图像高度相似的为止。

[0057] 步骤7:相邻2D断层图像之间的夹角 $\varphi = \beta / N$ ,因而传动间隙角:

$$[0058] \quad \alpha_{L,R} = |m - k| * \varphi$$

[0059] 其次,可通过下述方式得到不完整断层图像的时间:

[0060] 步骤1:根据用户设定的换能器控制参数和2D断层图像扫描参数,可以计算出旋转角度 $\beta_n$ 、转速 $\omega_n$ 。

[0061] 步骤2:由校准过程获得的传动间隙角: $\alpha_{L,R}$ ,计算图7所示的换能器扫描控制信号

$$\text{相对驱动信号延时 } \tau_n = \frac{\alpha_{L,R}}{\omega_n}$$

[0062] 步骤3:将不完整断层图像时间 $\delta_n=0$ 和延时 $\tau_n$ 参数,输出到4D探头的电机控制模块或2D断层图像扫描控制模块,由控制模块实现图7所示的扫描控制时序调整;然后,按正常工作模式设定的旋转角度 $\beta_n$ ,转速 $\omega_n$ ,驱动换能器自左向右旋转,采用图3所示方式采集 $N_n$ 张2D断层图像,从而得到不完整断层图像的时间 $\delta_n$ 。

[0063] B:正常工作模式

[0064] 步骤1:将不完整断层图像时间 $\delta_n$ 和延时 $\tau_n$ ,输出到4D探头的电机控制模块或2D断层图像扫描控制模块,由控制模块实现图7所示的扫描控制时序调整。

[0065] 步骤2:结束传动间隙补偿设置操作,进入4D成像正常工作模式。

[0066] 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。

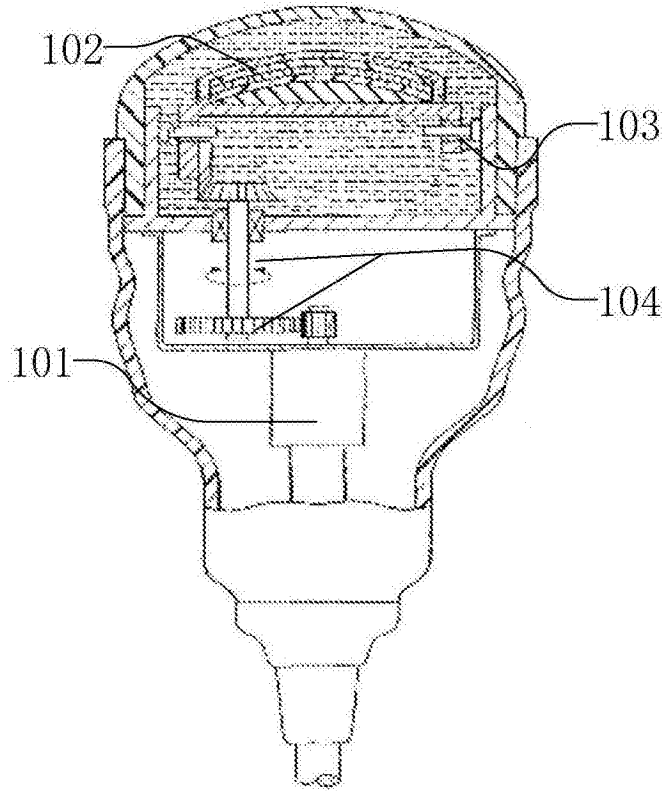


图1

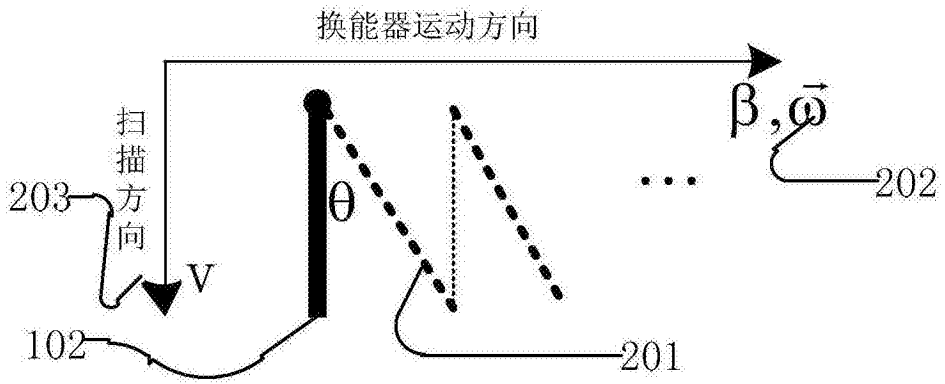


图2

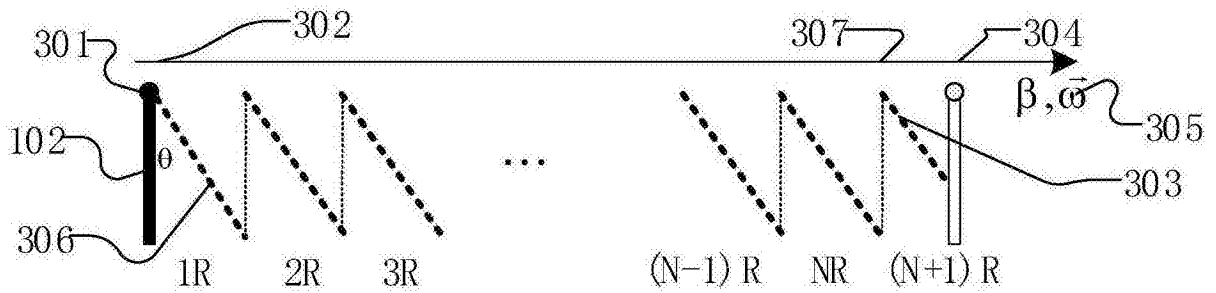


图3

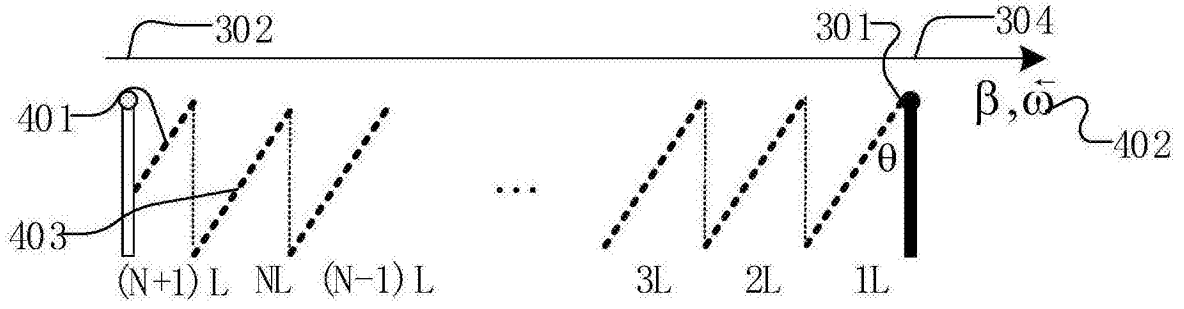


图4

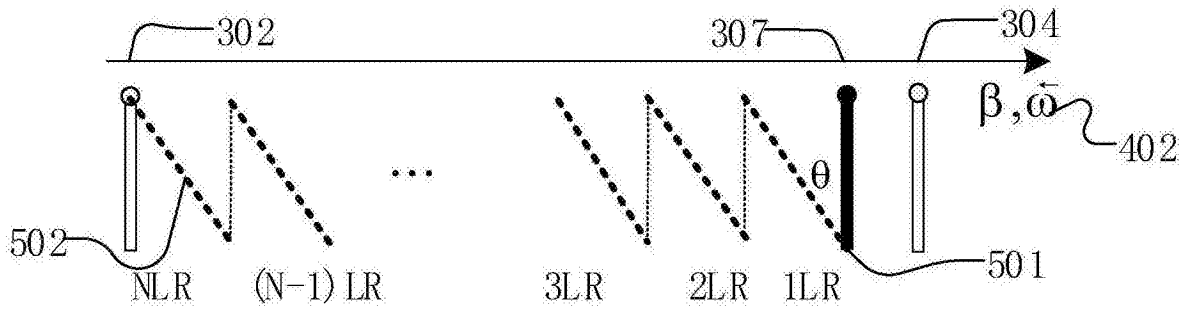


图5

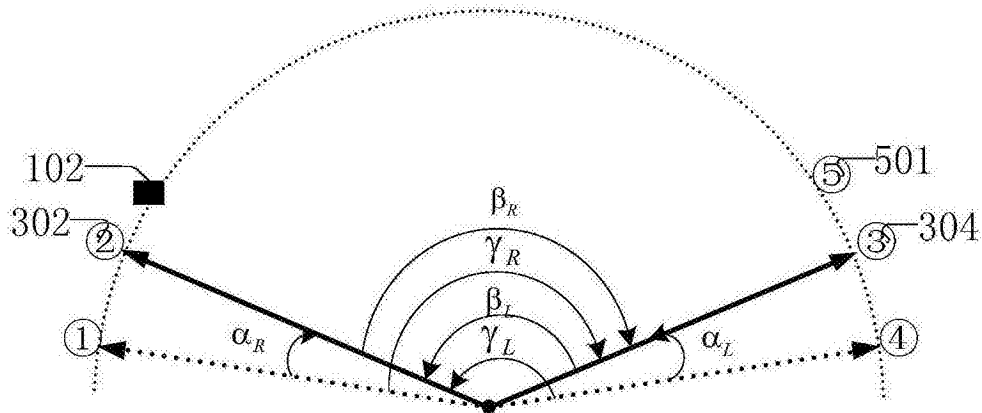


图6

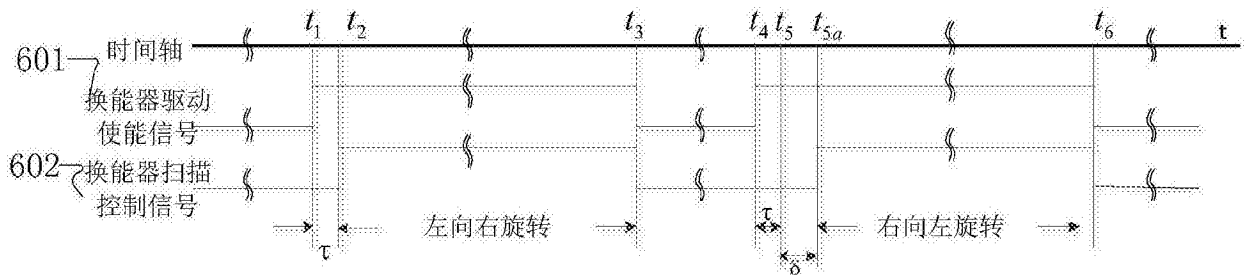


图7

专利名称(译)	提高超声诊断仪4D机械探头成像稳定度的方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN107802287A</a>	公开(公告)日	2018-03-16
申请号	CN201711134127.2	申请日	2017-11-16
[标]发明人	陈颖川		
发明人	陈颖川		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4444 A61B8/4483 A61B8/52		
代理人(译)	刘蕊		
其他公开文献	CN107802287B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供一种提高超声诊断仪4D机械扫描探头成像稳定度的方法，包括：获取探头从第一位置转动至第二位置过程中，对应于不完整断层图像扫描时长；获取换能器从第一位置转动至第二位置过程中，用于驱动换能器运动的驱动装置的传动间隙延时；在换能器自第一位置向第二位置转动的过程中，在换能器驱动装置发出使换能器开始动作的使能信号之后，再经过第一延时之时，成像系统开始记录扫描断层图像数据，直到换能器运动至第二位置，其中，第一延时为补偿传动间隙引入的延时。本发明解决了4D机械扫描探头因为扫描时序、传动间隙引起的三维图像随换能器摆动而扭动问题。

