



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102846336 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 22

(21) 申请号 201110173657. 4

CN 101900808 A, 2010. 12. 01, 全文.

(22) 申请日 2011. 06. 27

审查员 王兆雨

(73) 专利权人 深圳市蓝韵实业有限公司

地址 518000 广东省深圳市福田区景田北路
81 号碧景园 E 栋 601

(72) 发明人 张羽

(74) 专利代理机构 深圳冠华专利事务所 (普通
合伙) 44267

代理人 诸兰芬

(51) Int. Cl.

A61B 8/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101097256 A, 2008. 01. 02, 全文.

US 5060652, 1991. 10. 29, 全文.

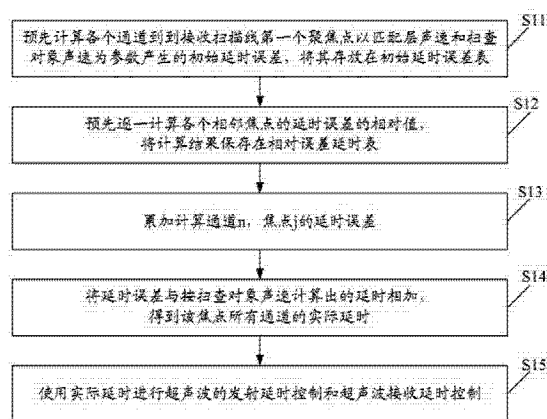
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

超声成像延时控制方法及装置

(57) 摘要

本发明公开一种超声成像延时控制方法及装置。其中,所述方法包括步骤:预先计算各个通道到接收扫描线起始聚焦点产生的初始延时误差以及各通道每个聚焦点与同一扫描线上前一个相邻聚焦点对应的延时误差的相对值;对于所有聚焦点,用预先计算出的初始延时误差和相对延时误差,累加计算获得该聚焦点各通道的延时误差;将延时误差与按扫描对象声速计算出的延时相加得到该聚焦点所有通道的实际延时;或者分别计算探头匹配层内和扫描对象内的延时,进行相加获得实际延时,使用实际延时进行超声波的发射和接收的延时控制。本发明通过延时控制进行相位矫正,使各通道到同一聚焦点的延时更加准确,从而提高超声系统成像质量。



1. 一种超声成像延时控制方法,其特征在于,包括步骤:

分别以超声波在探头内的传播声速 V_1 、超声波在扫查对象内的传播声速 V_2 ,预先计算各个通道到扫描线起始聚焦点产生的初始延时误差 $\Delta T(n, 0) = d(n, 0) \left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right)$;

预先计算各通道在扫描线上各相邻聚焦点的相对延时误差 $\delta_{\Delta T}(n, j)$, $\delta_{\Delta T}(n, j) = \Delta T(n, j) - \Delta T(n, j-1)$;

用预先计算出的初始延时误差和相对延时误差,累加计算各个通道中各个聚焦点以扫查对象内的传播声速 V_2 计算的延时与实际延时之间的延时误差 $\Delta T(n, j)$, $\Delta T(n, j) = \delta_{\Delta T}(n, j) + \Delta T(n, j-1)$;

将延时误差 $\Delta T(n, j)$ 与扫查对象内的传播声速 V_2 计算出的延时相加得到该聚焦点所有通道的实际延时 $T'(n, j)$;

使用实际延时 T' 进行超声波的发射和接收的延时控制;

其中, n 为通道号, j 为聚焦点序号, $j=0$ 时表示探头扫描线上起始聚焦点; $d(n, j)$ 为第 n 个通道到扫描线上第 j 个聚焦点的几何距离。

2. 根据权利要求 1 所述超声成像延时控制方法,其特征在于,还包括步骤:将计算获取的初始延时误差 $\Delta T(n, 0)$ 存放在初始延时误差表。

3. 根据权利要求 1 所述超声成像延时控制方法,其特征在于,还包括步骤:将计算获取的相对延时误差 $\delta_{\Delta T}(n, j)$ 保存在相对误差延时表。

4. 根据权利要求 1 所述超声成像延时控制方法,其特征在于,相对延时误差 $\delta_{\Delta T}(n, j)$ 的计算步骤包括:

计算每个聚焦点 j 所对应的各个通道 n 的延时误差 $\Delta T(n, j)$;

计算相邻聚焦点 j 与聚焦点 $j-1$ 在相同通道 n 的相对延时误差 $\delta_{\Delta T}(n, j)$ 。

5. 一种超声成像延时控制装置,其特征在于,包括:

初始延时误差表,用于存放各个通道到扫描线上的起始聚焦点以扫查对象内的传播声速 V_2 计算的各个通道延时与实际延时之间的误差,即 $\Delta T(n, 0) = d(n, 0) \left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right)$;

相对延时误差表,用于存放各通道在扫描线上各相邻聚焦点的延时误差的相对值, $\delta_{\Delta T}(n, j) = \Delta T(n, j) - \Delta T(n, j-1)$;

延时误差计算模块,用于使用预先计算出的初始延时误差和相对延时误差,累加计算各个通道中各个聚焦点以扫查对象内的传播声速 V_2 计算的延时与实际延时之间的延时误差 $\Delta T(n, j)$, $\Delta T(n, j) = \delta_{\Delta T}(n, j) + \Delta T(n, j-1)$;

延时计算模块,用于将延时误差 $\Delta T(n, j)$ 与按扫查对象声速 V_2 计算出的延时相加得到该聚焦点所有通道的实际延时 $T'(n, j)$;

延时控制模块,用于使用实际延时 T' 对与探头连接的发射电路和接收电路分别进行超声波发射和接收的延时控制;

其中, n 为通道号, j 为聚焦点序号, $j=0$ 时表示探头扫描线上起始聚焦点; $d(n, j)$ 为第 n 个通道到扫描线上第 j 个聚焦点的几何距离。

6. 一种超声成像延时控制方法,其特征在于,包括步骤:

以超声波在设置于探头内的传播声速 V_1 ,计算超声波在探头内的延时 $T_i(n, j) =$

$d_i(n, j)/V1$;

以超声波在扫查对象内的传播声速 $V2$, 计算超声波在扫查对象内传播的延时 $T_o(n, j) = d_o(n, j)/V2$;

计算实际延时 $T'(n, j) = T_i(n, j) + T_o(n, j)$;

使用实际延时 T' 进行超声波的发射和接收的延时控制 ;

其中, n 为通道号, j 为聚焦点序号 ; $d_i(n, j)$ 为第 n 个通道到扫描线上第 j 个聚焦点的传播路径在探头内的距离 ; $d_o(n, j)$ 标示第 n 个通道到聚焦点 j 的传播路径在扫查对象内的几何距离。

7. 一种超声成像延时控制装置, 其特征在于, 包括 :

探头内延时计算模块, 用于以超声波在探头内的传播声速 $V1$, 计算超声波在探头内的延时 $T_i(n, j) = d_i(n, j)/V1$;

探头外延时计算模块, 用于以超声波在扫查对象内的传播声速 $V2$, 计算超声波在扫查对象内传播的延时 $T_o(n, j) = d_o(n, j)/V2$;

实际延时计算模块, 用于计算实际延时 $T'(n, j) = T_i(n, j) + T_o(n, j)$;

延时控制模块, 用于使用实际延时 T' 进行超声波的发射和接收的延时控制 ;

其中, n 为通道号, j 为聚焦点序号 ; $d_i(n, j)$ 为第 n 个通道到扫描线上第 j 个聚焦点的传播路径在探头内的距离 ; $d_o(n, j)$ 标示第 n 个通道到聚焦点 j 的传播路径在扫查对象内的几何距离。

超声成像延时控制方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种医学超声成像系统中超声成像控制,尤其是涉及一种医学超声成像系统在进行波束合成过程中的超声成像延时控制方法,以及使用该控制方法的控制装置。

背景技术

[0002] 在医学超声成像系统中,波束合成是数字域进行处理的第一个环节,波束合成环节处理的精确程度极大的影响着后续的处理,乃至最终的成像质量。而同相位数据的获得又是波束合成环节至为重要的步骤,为此不同的超声系统为了获得精确的通道数据进行了各种各样的处理,比如有的系统通过提高采样率来获得更加精细的延时,有的系统在能力有限的情况下,利用插值算法来近似的提高延时精度,这些方法有一定的局限性,如采样率的提高受硬件条件的限制,局限于接收延时精度的提高。

[0003] 现有的波束合成算法通常没有考虑探头结构对声速的影响,即没有考虑阵元面到探头面的结构对聚焦准确程度的影响,导致在波束合成后的射频数据存在相位误差,最终影响图像的分辨率和层次感。

发明内容

[0004] 本发明考虑到探头内部的声学特性与扫查对象的声学特性差异造成的相位差异,提出了一种超声成像延时控制方法及装置,解决目前超声成像系统中由于延时相位误差而影响超声图像质量的问题。

[0005] 本发明采用如下技术方案实现:一种超声成像延时控制方法,其包括步骤:

[0006] 分别以超声波在探头内的传播声速 V_1 、超声波在扫查对象内的传播声速 V_2 ,预先计算各个通道到扫描线起始聚焦点(或称为第一个聚焦点)产生的初始延时误差

$$\Delta T(n, 0) = d(n, 0) \left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right);$$

[0007] 预先计算各通道在扫描线上各相邻聚焦点的相对延时误差 $\delta_{\Delta T}(n, j)$, $\delta_{\Delta T}(n, j) = \Delta T(n, j) - \Delta T(n, j-1)$;

[0008] 用预先计算出的初始延时误差和相对延时误差,累加计算各个通道中各个聚焦点以扫查对象内的传播声速 V_2 计算的延时与实际延时之间的延时误差 $\Delta T(n, j)$, $\Delta T(n, j) = \delta_{\Delta T}(n, j) + \Delta T(n, j-1)$;

[0009] 将延时误差 $\Delta T(n, j)$ 与扫查对象内的传播声速 V_2 计算出的延时相加得到该聚焦点所有通道的实际延时 $T'(n, j)$;

[0010] 使用实际延时 T' 进行超声波的发射和接收的延时控制;

[0011] 其中, n 为通道号, j 为聚焦点序号, $j=0$ 时表示探头扫描线上起始聚焦点; $d(n, j)$ 为第 n 个通道到扫描线上第 j 个聚焦点的几何距离。

[0012] 在一个优选实施例中,所述超声成像延时控制方法还包括步骤:将计算获取的初

始延时误差 $\Delta T(n, 0)$ 存放在初始延时误差表 ; 将计算获取的相对延时误差 $\delta_{\Delta T}(n, j)$ 保存在相对误差延时表。

[0013] 在一个优选实施例中, 相对延时误差 $\delta_{\Delta T}(n, j)$ 的计算步骤包括 :

[0014] 计算每个聚焦点 j 所对应的各个通道 n 的延时误差 $\Delta T(n, j)$;

[0015] 计算相邻聚焦点 j 与聚焦点 $j-1$ 在相同通道 n 的相对延时误差 $\delta_{\Delta T}(n, j)$ 。

[0016] 相应的, 本发明公开一种超声成像延时控制装置, 其包括 :

[0017] 初始延时误差表, 用于存放各个通道在扫描线上起始聚焦点以扫查对象内的传播声速 V_2 计算的各个通道延时与实际延时之间的误差, 即 $\Delta T(n, 0) = d(n, 0) \left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right)$;

[0018] 相对延时误差表, 用于存放各通道在扫描线上各相邻聚焦点的延时误差的相对值, $\delta_{\Delta T}(n, j) = \Delta T(n, j) - \Delta T(n, j-1)$;

[0019] 延时误差计算模块, 用于使用预先计算出的初始延时误差和相对延时误差, 累加计算各个通道中各个聚焦点以扫查对象内的传播声速 V_2 计算的延时与实际延时之间的延时误差 $\Delta T(n, j)$, $\Delta T(n, j) = \delta_{\Delta T}(n, j) + \Delta T(n, j-1)$;

[0020] 延时计算模块, 用于将延时误差 $\Delta T(n, j)$ 与扫查对象内的传播声速 V_2 计算出的延时相加得到该聚焦点所有通道的实际延时 $T'(n, j)$;

[0021] 延时控制模块, 用于使用实际延时 T' 对与探头连接的发射电路和接收电路分别进行超声波发射和接收的延时控制。

[0022] 另外, 本发明还公开一种超声成像延时控制方法, 其包括步骤 :

[0023] 以超声波在设置于探头内的传播声速 V_1 , 计算超声波在探头内的延时 $T_i(n, j) = d_i(n, j) / V_1$;

[0024] 以超声波在扫查对象内的传播声速 V_2 , 计算超声波在扫查对象内传播的延时 $T_o(n, j) = d_o(n, j) / V_2$;

[0025] 计算实际延时 $T'(n, j) = T_i(n, j) + T_o(n, j)$;

[0026] 使用实际延时 T' 进行超声波的发射和接收的延时控制 ;

[0027] 其中, n 为通道号, j 为聚焦点序号 ; $d_i(n, j)$ 为第 n 个通道到扫描线上第 j 个聚焦点的传播路径在探头内的距离 ; $d_o(n, j)$ 标示第 n 个通道到聚焦点 j 的传播路径在扫查对象内的距离。

[0028] 相应的, 本发明再公开一种超声成像延时控制装置, 其包括 :

[0029] 探头内延时计算模块, 用于以超声波在设置于探头内的传播声速 V_1 , 计算超声波在探头内的延时 $T_i(n, j) = d_i(n, j) / V_1$;

[0030] 探头外延时计算模块, 用于以超声波在扫查对象内的传播声速 V_2 , 计算超声波在扫查对象内传播的延时 $T_o(n, j) = d_o(n, j) / V_2$;

[0031] 实际延时计算模块, 用于计算实际延时 $T'(n, j) = T_i(n, j) + T_o(n, j)$;

[0032] 延时控制模块, 用于使用实际延时 T' 进行超声波的发射和接收的延时控制。

[0033] 与现有技术相比, 本发明具有如下有益效果 :

[0034] 本发明通过延时控制进行相位矫正, 解决了探头的匹配层与扫查对象声速差异造成的延时误差, 提高聚焦的准确度, 使各通道到同一聚焦点的延时更加准确, 从而提高超声系统成像图像的质量。

附图说明

- [0035] 图 1 是超声成像系统的示意图；
[0036] 图 2 是探头结构中超声波产生延时距离的示意图；
[0037] 图 3 是本发明第 1 实施例的结构示意图；
[0038] 图 4 是本发明第 1 实施例的流程示意图；
[0039] 图 5 是本发明第 2 实施例的结构示意图；
[0040] 图 6 是本发明第 2 实施例的流程示意图。

具体实施方式

[0041] 本发明在考虑探头结构的基础上,对超声成像系统的延时控制进行精确计算,消除由于探头结构对延时准确程度的影响。

[0042] 如图 1 所示,在超声成像系统中,由发射电路 11 控制探头 10 进行超声波的发射,接收电路 12 控制探头 10 进行超声波的接收,由延时控制装置 13 对发射 / 接收电路 12 进行超声波发射延时控制和回波数据接收延时控制。回波数据经过放大及采样模块 14 后,依次经过延时取值模块 151、变迹加权模块 152 和孔径补偿模块 153 组成的波束合成模块 15,由波束合成模块将回波数据进行波束合成,然后经过信号处理模块 16 得到用于诊断的超声图像。

[0043] 由此可见,延时控制装置 13 处于超声成像系统的前端,因此对最终的超声图像质量影响很大,如果延时控制装置 13 对超声波发射与接收的处理有误差,会很大程度上降低超声成像的质量。

[0044] 其中,发射延时的目的为使发出的各个通道的超声波在同一时间到达发射聚焦点。接收延时的目的是获得同一接收聚焦点(或称为焦点)各个通道的回波数据,这些回波数据在聚焦点的相位相同。延时取值就是通过计算接收各阵元到接收聚焦点的空间相对位置,以此取得同一聚焦点的回波数据进行波束合成。

[0045] 一般而言,探头 10 中的阵元面并不直接接触扫查对象,而是通过配置的透镜层、匹配层、甚至冷却液层方才接触扫查对象;这些层级与扫查对象组织的声学特性并不完全相同,即它们的声速差异很大,在空间几何距离到延时的转换中,如果不考虑这些层级,而简单的用扫查对象的声速来计算,就会产生聚焦误差,这种误差在近场表现尤其明显。

[0046] 探头电路、阵元面上加匹配层等组成探头,探头面指的是与扫查对象接触的面。从探头 10 的阵元面发射出来的超声波束,或从扫查对象返回到发射接收阵元的超声回波,其传播路径由两部分构成,一部分位于探头 10 内,即 d_i 部分(阵元面到扫查对象的表面),另一部分位于扫查对象中,即 d_o 部分。

[0047] 如果以扫查对象的声学特性去处理探头内的 d_i 段,则会产生一个误差。为了消除此误差,需要考虑阵元面到探头面的结构(即 d_i 部分)对聚焦准确程度的影响。

[0048] 结合图 3 和图 4 所示本发明第一实施例中,本发明对 d_i 段的处理按照探头 10 中的匹配层的声速来进行。首先对整个超声波传播路径用扫查对象的声速计算,得到延时数据 T ,然后计算 d_i 段由按匹配层声速和扫查对象声速计算产生的差异 ΔT ,最后得到超声波准确的延时量 T' 。

[0049] 故, $T' = T + \Delta T$ 。

[0050] 本发明根据延时差异在超声成像系统中存放两张表:一张为初始延时误差表,用于存放各通道到扫描线上起始聚焦点(或称为第一个聚焦点)的延时误差;另一张为相对误差延时表,用于存放各个通道相邻接收聚焦点延时误差的相对值。然后根据聚焦点的位置,以及两张延时误差表来计算某个聚焦点处的延时误差 ΔT ,将延时误差与按扫查对象声速计算出的延时相加得到该聚焦点所有通道的实际延时 T' ,延时控制装置 13 用实际延时 T' 进行延时控制,从而得到准确的超声波束发射聚焦和超声波束接收聚焦。

[0051] 具体来说,按以下步骤实现:

[0052] 步骤 S11:预先计算各个通道到扫描线起始聚焦点以匹配层声速和扫查对象声速为参数而产生的初始延时误差,将计算获取的初始延时误差存放在初始延时误差表。

[0053] 假设第 n 个通道到扫描线上起始聚焦点的距离为 $d(n, 0)$,则初始延时误差为:

$$[0054] \quad \Delta T(n, 0) = d(n, 0) \left(\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2} \right)。$$

[0055] 其中 v_1 为超声波在探头 10 内传播的声速(本实施例是采用超声波在匹配层的传播声速,更准确的为阵元面到探头面各层结构的综合声速); v_2 为超声波在扫查对象内传播的声速。

[0056] $d(n, j)$ 为第 n 个通道到探头扫描线上聚焦点 j 的距离,其中, $j=0$ 标示扫描线第一个聚焦点, $d(n, 0)$ 为第 n 个通道到扫描线上起始聚焦点的距离。

[0057] 步骤 S12:预先逐一计算各个相邻聚焦点的延时误差的相对值(即相对延时误差),将计算获取的相对延时误差保存在相对误差延时表。

[0058] 相位延时误差的计算步骤包括:首先,计算每个聚焦点 j 所对应的各个通道 n 的延时误差,然后计算相邻聚焦点相同通道的延时误差的相对值:

[0059] $\delta_{\Delta T}(n, j) = \Delta T(n, j) - \Delta T(n, j-1)$,其中 n 为通道号, j 为聚焦点序号,对于扫描线上第一个聚焦点有: $\Delta T(n, j-1) = \Delta T(n, 0)$ 。

[0060] 计算出初始延时误差和相对延时误差,并将 $\Delta T(n, 0)$ 存入初始延时误差表,将 $\delta_{\Delta T}(n, j)$ 存入相对延时误差表,以备延时误差的计算。

[0061] 步骤 S13:由延时误差计算模块累加计算通道 n ,聚焦点 j 的延时误差: $\Delta T(n, j) = \delta_{\Delta T}(n, j) + \Delta T(n, j-1)$ 。

[0062] 如计算通道 5,各个聚焦点的延时误差:

[0063] 第一个聚焦点的延时误差: $\Delta T(5, 0) = \Delta T(5, 0)$,其中 $\Delta T(5, 0)$ 为初始延时;

[0064] 第二个聚焦点的延时误差: $\Delta T(5, 1) = \delta(5, 1) + \Delta T(5, 0)$;

[0065] 第三个聚焦点的延时误差: $\Delta T(5, 2) = \delta(5, 2) + \Delta T(5, 1)$;

[0066];

[0067] 以此类推,其他通道同样计算方法。

[0068] 步骤 S14:由延时计算模块将延时误差与按扫查对象声速计算出的延时相加得到该聚焦点所有通道的实际延时 T' ,即将延时 T 和 ΔT 进行相加即可:

[0069] $T'(n, j) = T(n, j) + \Delta T(n, j)$ 。

[0070] 步骤 S15:由延时控制模块使用实际延时 T' 进行超声波的发射和接收的延时控制。

[0071] 在专利申请号为 201010245017.5, 名称为: 一种超声发射延时处理的方法, 详细描述了如何利用实际延时 T' 进行发射延迟控制, 本发明不再重复描述。

[0072] 如图 5 和图 6 所示, 本发明另一个实施例中, 将探头 10 内延时和探头 10 外延时分开计算, 然后相加去实现延时控制。具体来说, 包括如下实现步骤:

[0073] 步骤 S21: 由探头内延时计算模块计算超声波在探头 10 内的延时 T_i 。

[0074] $T_i(n, j) = d_i(n, j)/V1$, 其中 n 为通道号, j 为聚焦点距离, $V1$ 为超声波在探头 10 内传播的声速, $d_i(n, j)$ 为第 n 个通道到扫描线上聚焦点 j 的传播路径在探头 10 的匹配层内的距离。

[0075] 步骤 S22: 由探头外延时计算模块计算超声波在探头 10 外(扫查对象内)传播的延时 T_o 。

[0076] $T_o(n, j) = d_o(n, j)/V2$, 其中 $d_o(n, j)$ 为探头外距离, n 为通道号, j 为聚焦点距离, $V2$ 为超声波在扫查对象内传播的声速。 $d_o(n, j)$ 标示超声在第 n 个通道到聚焦点 j 的传播路径在探头外的距离, 即扫查对象内的传播距离。

[0077] 由于探头内外的延时计算相对复杂, 事先其算出来, 并存入存储器中, 在实现时取出探头内外延时, 相加得到实际延时。

[0078] 步骤 S23: 由实际延时计算模块计算实际延时 T' :

[0079] $T'(n, j) = T_i(n, j) + T_o(n, j)$ 。

[0080] 步骤 S24: 由延时控制模块使用实际延时 T' 进行超声波的发射和接收的延时控制。

[0081] 由此, 本发明提供一种超声成像系统中精确的延时控制方法, 考虑了探头内部结构的声学特性与扫查对象的声学特性差异造成的相位差异, 通过延时控制进行相位矫正, 不仅可以实现发射延时的精确控制, 而且在波束合成中, 对于同一接收点的不同通道数据, 利用本方法能够获得相位一致的数据, 从而提高获取的超声图像质量。

[0082] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已, 并不用以限制本发明, 凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

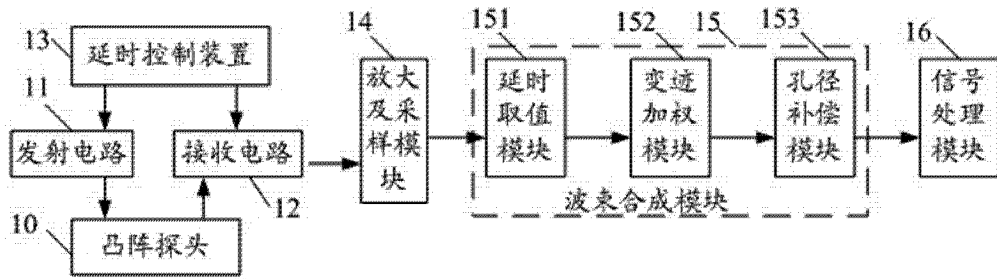


图 1

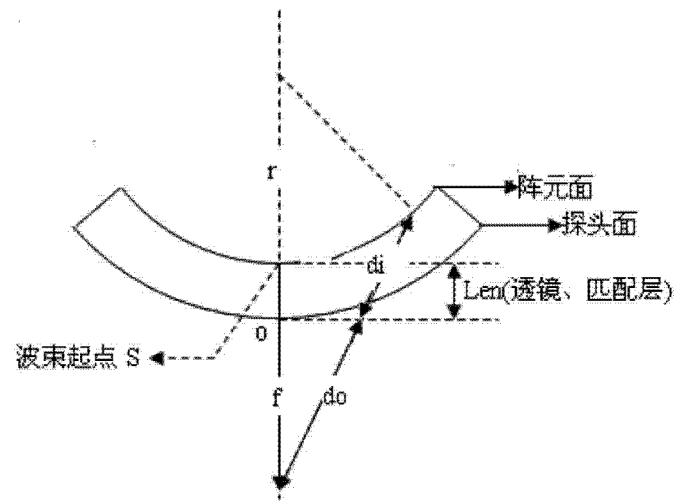


图 2

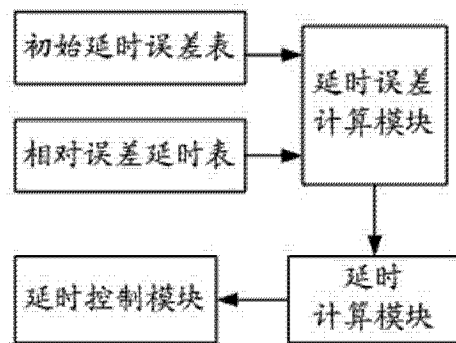


图 3

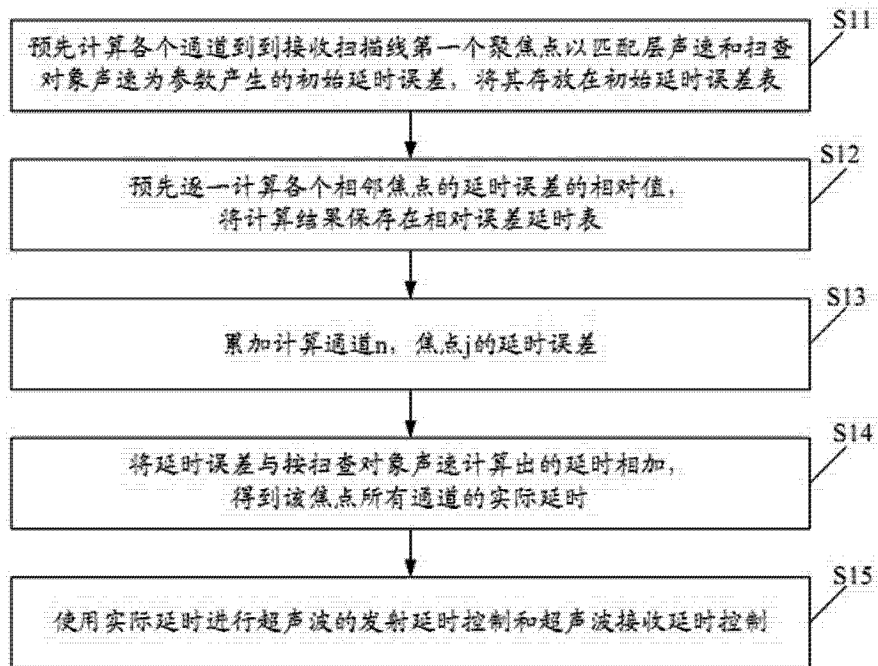


图 4

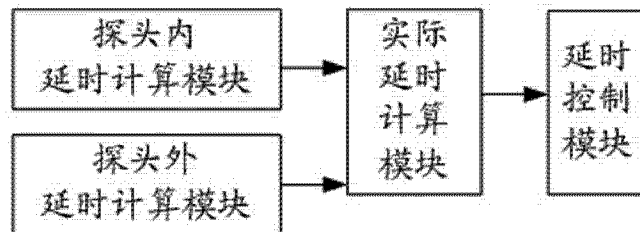


图 5

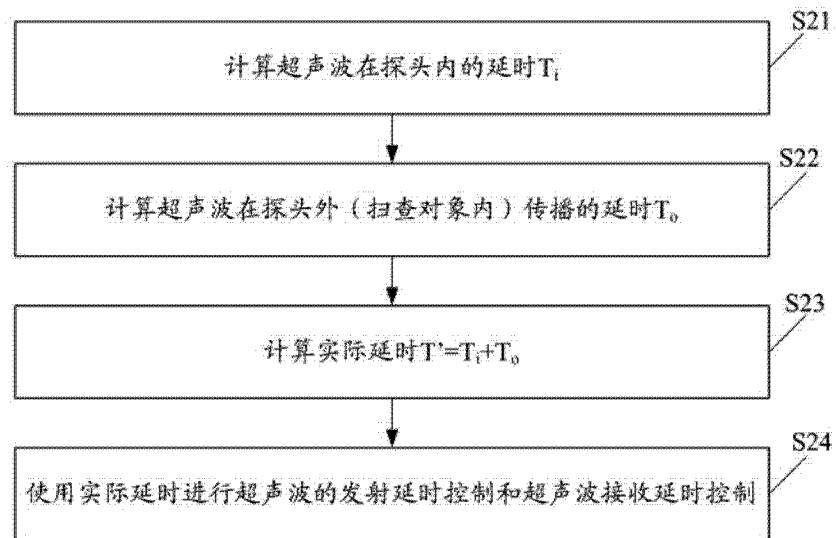


图 6

专利名称(译)	超声成像延时控制方法及装置		
公开(公告)号	CN102846336B	公开(公告)日	2014-10-22
申请号	CN201110173657.4	申请日	2011-06-27
[标]申请(专利权)人(译)	深圳市蓝韵实业有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳市蓝韵实业有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳市蓝韵实业有限公司		
[标]发明人	张羽		
发明人	张羽		
IPC分类号	A61B8/00		
其他公开文献	CN102846336A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开一种超声成像延时控制方法及装置。其中，所述方法包括步骤：预先计算各个通道到接收扫描线起始聚焦点产生的初始延时误差以及各通道每个聚焦点与同一扫描线上前一个相邻聚焦点对应的延时误差的相对值；对于所有聚焦点，用预先计算出的初始延时误差和相对延时误差，累加计算获得该聚焦点各通道的延时误差；将延时误差与按扫描对象声速计算出的延时相加得到该聚焦点所有通道的实际延时；或者分别计算探头匹配层内和扫描对象内的延时，进行相加获得实际延时，使用实际延时进行超声波的发射和接收的延时控制。本发明通过延时控制进行相位矫正，使各通道到同一聚焦点的延时更加准确，从而提高超声系统成像质量。

