



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103142253 A

(43) 申请公布日 2013.06.12

(21) 申请号 201310087357.3

(22) 申请日 2013.03.19

(71) 申请人 飞依诺科技(苏州)有限公司

地址 215000 江苏省苏州市苏州工业园区星湖街 218 号生物纳米园 C8 楼 501 单元

(72) 发明人 陈惠人

(74) 专利代理机构 苏州威世册知识产权代理事

务所(普通合伙) 32235

代理人 杨林洁

(51) Int. Cl.

A61B 8/14(2006.01)

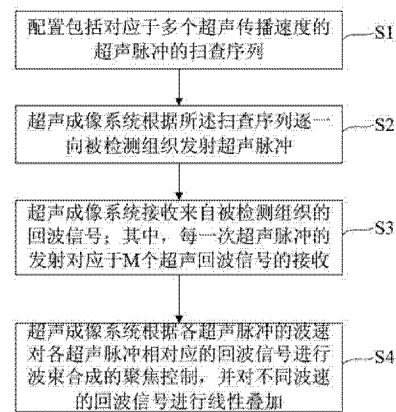
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

超声成像系统及该系统的波束叠加方法

(57) 摘要

本发明提供一种超声成像系统及其波束叠加方法,其方法包括:配置包括对应于多个超声传播速度  $c_1 \sim c_M$  的超声脉冲  $T_{x1} \sim T_{x(n+M-1)}$  的扫查序列;超声成像系统根据所述扫查序列逐一向被检测组织发射超声脉冲  $T_{xa}$ ;超声成像系统接收来自被检测组织的回波信号;其中,每一次超声脉冲  $T_{xa}$  的发射对应于 M 个超声回波信号  $R_{x(Ma-(M-1))} \sim R_{x(Ma)}$  的接收;超声成像系统根据各超声脉冲的波速对各超声脉冲相对应的回波信号进行波束合成的聚焦控制,并对不同波速的回波信号进行线性叠加;本发明同时实现波束失真校正和不同超声波传播速度的信号复合成像的目的,方法简单易实现。



1. 一种超声成像系统的波束叠加方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

S1、配置包括对应于多个超声传播速度  $c_1 \sim c_M$  的超声脉冲  $T_{x1} \sim T_{xM}$  的扫查序列;

S2、超声成像系统根据所述扫查序列逐一向被检测组织发射超声脉冲  $T_{xa}$ ;

S3、超声成像系统接收来自被检测组织的回波信号;其中,每一次超声脉冲  $T_{xa}$  的发射对应于  $M$  个超声回波信号  $R_x(Ma-(M-1)) \sim R_x(Ma)$  的接收,其中,  $n \leq a$ ,  $a \in Z$ ;

S4、超声成像系统根据各超声脉冲的波速对各超声脉冲相对应的回波信号进行波束合成的聚焦控制,并对不同波速的回波信号进行线性叠加;其中,线性叠加公式为:

$$R_x'(Mn)(c_1, c_2, \dots, c_M) = k_1 * R_x(Mn)(c_1) + k_2 * R_x(M(n+1)-1)(c_2) + \dots + k_M * R_x(M(n+(M-1))-(M-1))(c_M);$$

其中,  $0 \leq k_1, k_2, \dots, k_M \leq 1$ ,  $k_1 + k_2 + \dots + k_M = 1$ ,  $M \geq 2$ ,  $n \geq 1$ ,  $n \in Z$ ,  $M \in Z$ 。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,进行线性叠加的  $M$  个不同波速的回波信号的预设物理位置相同。

3. 一种超声成像系统的波束叠加方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

S1、配置包括对应于多个超声传播速度  $c_1 \sim c_M$  的超声脉冲  $T_{x1} \sim T_{xM}$  的扫查序列;

S2、超声成像系统根据所述扫查序列逐一向被检测组织发射超声脉冲;

S3、超声成像系统接收来自被检测组织的回波信号;其中,每一次超声脉冲的发射对应于  $M$  个回波信号的接收,其中,  $M$  个回波信号以相对应的发射脉冲为基准对称分布,且相邻两个发射脉冲的回波信号在物理位置上的排布规则为:后一发射脉冲所对应的回波信号较于前一发射脉冲所对应的回波信号错开一个回波间隔;

S4、超声成像系统根据各超声脉冲的波速对各超声脉冲相对应的回波信号进行波束合成的聚焦控制,并将处于同一物理位置上的、且对应于  $M$  个不同波速的  $M$  个回波信号进行线性叠加。

4. 一种超声成像系统,其特征在于,该系统包括:

配置模块、用于配置包括对应于多个超声传播速度  $c_1 \sim c_M$  的超声脉冲  $T_{x1} \sim T_{xM}$  的扫查序列;

发射模块、用于根据所述扫查序列逐一向被检测组织发射超声脉冲  $T_{xa}$ ;

接收模块、用于接收来自被检测组织的回波信号;其中,每一次超声脉冲  $T_{xa}$  的发射对应于  $M$  个超声回波信号  $R_x(Ma-(M-1)) \sim R_x(Ma)$  的接收,其中,  $n \leq a$ ,  $a \in Z$ ;及

复合模块、用于根据各超声脉冲的波速对各超声脉冲相对应的回波信号进行波束合成的聚焦控制,并对不同波速的回波信号进行线性叠加;其中,线性叠加公式为:

$$R_x'(Mn)(c_1, c_2, \dots, c_M) = k_1 * R_x(Mn)(c_1) + k_2 * R_x(M(n+1)-1)(c_2) + \dots + k_M * R_x(M(n+(M-1))-(M-1))(c_M);$$

其中,  $0 \leq k_1, k_2, \dots, k_M \leq 1$ ,  $k_1 + k_2 + \dots + k_M = 1$ ,  $M \geq 2$ ,  $n \geq 1$ ,  $n \in Z$ ,  $M \in Z$ 。

5. 根据权利要求4所述的超声成像系统,其特征在于,进行线性叠加的  $M$  个不同波速的回波信号的预设物理位置相同。

6. 一种超声成像系统,其特征在于,包括:

配置模块、用于配置包括对应于多个超声传播速度  $c_1 \sim c_M$  的超声脉冲  $T_{x1} \sim T_{xM}$  的扫查序列;

发射模块、用于根据所述扫查序列逐一向被检测组织发射超声脉冲;

接收模块、用于接收来自被检测组织的回波信号；其中，每一次超声脉冲的发射对应于M个回波信号的接收，其中，M个回波信号以相对应的发射脉冲为基准对称分布，且相邻两个发射脉冲的回波信号在物理位置上的排布规则为：后一发射脉冲所对应的回波信号较于前一发射脉冲所对应的回波信号错开一个物理位置；及

复合模块、用于根据各超声脉冲的波速对各超声脉冲相对应的回波信号进行波束合成的聚焦控制，并将处于同一物理位置上的、且对应于M个不同波速的M个回波信号进行线性叠加。

## 超声成像系统及该系统的波束叠加方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及超声诊断领域技术,尤其涉及一种超声成像系统及该系统的波束叠加方法。

### 背景技术

[0002] 超声诊断(Ultrasonic Diagnosis)是一种将超声检测技术应用于人体的诊断方法,其通过测量生理或组织结构的数据和形态以发现疾病。

[0003] 目前,超声诊断仪进行人体组织扫查成像时,认为人体组织是均匀一致的,因此,超声波在人体中的传播速度一般被设为固定值(1540m/s),超声成像系统根据此固定速度来计算发射波束和接收波束的延迟和聚焦,并最终进行成像。然而,人体组织从深度方向一般包括皮肤、脂肪、肌肉、腺体等,而超声波在上述组织中的传播速度不尽相同,如此便会导致预设的固定波速与超声波在人体组织中的实际速度不一致,进一步导致超声成像的失真、甚至增加超声图像的伪像或杂波噪声,从而降低超声图像的分辨率和可诊断性。

[0004] 为了解决上述技术问题,已有相关技术通过配置包括多种超声波速的扫查序列,并将多个超声波速分别成像获得的图像进行复合,以减少了超声成像的失真度,降低了杂波伪像,从而提高了超声图像的分辨率和真实性,有助于临床的实际诊断。然而,这种复合成像技术,在图像采集初始,需要等待  $N(N \geq 2)$  帧图像后才能成像,导致在超声探头进行移动扫查时图像会有一些的延迟和拖尾现象,对临床诊断带来影响。

[0005] 为了提高超声成像的帧频,多波束接收技术被广泛采用。多波束接收技术就是超声每发射一次就接收成像多条扫描线,保证同样接收线密度的情况下,减少发射的次数,从而提高帧率。参图 1 所示,超声在物理位置 A 处发射一次 ( $T_{xn}$ ),对应地在物理位置 B/C 分别接收成像两条扫描线 ( $R_{x(2n-1)}/R_{x(2n)}$ )。然而,由于多波束技术的发射位置 A 与接收位置 B/C 不在同一位置,导致发射接收合成效果后波束的位置处于 D/E,与实际的物理扫描线位置 B/C 产生偏差,引起超声波束的失真,降低了图像质量。

[0006] 有鉴于此,非常有必要采取一些补偿技术来补偿多波束的失真,从而提高超声成像图像的质量。

### 发明内容

[0007] 本发明所需解决的技术问题在于提供一种超声成像系统的波束叠加方法,以校正多波束回波信号的失真,且通过将多种不同波速的超声回波信号进行复合,优化图像质量。

[0008] 相应地,本发明还提供一种超声成像系统。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明所采取的技术方案为:

在本发明某些实施例中,所述超声成像系统的波束叠加方法,包括如下步骤:

S1、配置包括对应于多个超声传播速度  $c_1 \sim c_M$  的超声脉冲  $T_{xn} \sim T_{x(n+M-1)}$  的扫查序列;

S2、超声成像系统根据所述扫查序列逐一向被检测组织发射超声脉冲  $T_{xa}$ ;

S3、超声成像系统接收来自被检测组织的回波信号;其中,每一次超声脉冲  $T_{xa}$  的发射

对应于  $M$  个超声回波信号  $R_x(Ma-(M-1)) \sim R_x(Ma)$  的接收, 其中,  $n \leq a$ ,  $a \in Z$ ;

S4、超声成像系统根据各超声脉冲的波速对各超声脉冲相对应的回波信号进行波束合成的聚焦控制, 并对不同波速的回波信号进行线性叠加; 其中, 线性叠加公式为:

$$R_x'(Mn)(c_1, c_2, \dots, c_M) = k_1 * R_x(Mn)(c_1) + k_2 * R_x(M(n+1)-1)(c_2) + \dots + k_M * R_x(M(n+(M-1))-(M-1))(c_M);$$

其中,  $0 \leq k_1, k_2, \dots, k_M \leq 1$ ,  $k_1+k_2+\dots+k_M=1$ ,  $M \geq 2$ ,  $n \geq 1$ ,  $n \in Z$ ,  $M \in Z$ 。

[0010] 作为本发明方法的进一步改进, 进行线性叠加的  $M$  个不同波速的回波信号的预设物理位置相同。

[0011] 在本发明某些实施例中, 所述方法包括如下步骤:

S1、配置包括对应于多个超声传播速度  $c_1 \sim c_M$  的超声脉冲  $T_{x_1} \sim T_{x_M}$  的扫查序列;

S2、超声成像系统根据所述扫查序列逐一向被检测组织发射超声脉冲;

S3、超声成像系统接收来自被检测组织的回波信号; 其中, 每一次超声脉冲的发射对应于  $M$  个回波信号的接收, 其中,  $M$  个回波信号以相对应的发射脉冲为基准对称分布, 且相邻两个发射脉冲的回波信号在物理位置上的排布规则为: 后一发射脉冲所对应的回波信号较于前一发射脉冲所对应的回波信号错开一个物理位置;

S4、超声成像系统根据各超声脉冲的波速对各超声脉冲相对应的回波信号进行波束合成的聚焦控制, 并将处于同一物理位置上的、且对应于  $M$  个不同波速的  $M$  个回波信号进行线性叠加。

[0012] 相应地, 本发明的超声成像系统, 包括: 配置模块、用于配置包括对应于多个超声传播速度  $c_1 \sim c_M$  的超声脉冲  $T_{x_n} \sim T_{x(n+M-1)}$  的扫查序列; 发射模块、用于根据所述扫查序列逐一向被检测组织发射超声脉冲  $T_{x_a}$ ; 接收模块、用于接收来自被检测组织的回波信号; 其中, 每一次超声脉冲  $T_{x_a}$  的发射对应于  $M$  个超声回波信号  $R_x(Ma-(M-1)) \sim R_x(Ma)$  的接收, 其中,  $n \leq a$ ,  $a \in Z$ ; 及复合模块、用于根据各超声脉冲的波速对各超声脉冲相对应的回波信号进行波束合成的聚焦控制, 并对不同波速的回波信号进行线性叠加; 其中, 线性叠加公式为:

$$R_x'(Mn)(c_1, c_2, \dots, c_M) = k_1 * R_x(Mn)(c_1) + k_2 * R_x(M(n+1)-1)(c_2) + \dots + k_M * R_x(M(n+(M-1))-(M-1))(c_M);$$

其中,  $0 \leq k_1, k_2, \dots, k_M \leq 1$ ,  $k_1+k_2+\dots+k_M=1$ ,  $M \geq 2$ ,  $n \geq 1$ ,  $n \in Z$ ,  $M \in Z$ 。

[0013] 作为本发明系统的进一步改进, 进行线性叠加的  $M$  个不同波速的回波信号的预设物理位置相同。

[0014] 在本发明某些实施例中, 超声成像系统包括: 配置模块、用于配置包括对应于多个超声传播速度  $c_1 \sim c_M$  的超声脉冲  $T_{x_1} \sim T_{x_M}$  的扫查序列; 发射模块、用于根据所述扫查序列逐一向被检测组织发射超声脉冲; 接收模块、用于接收来自被检测组织的回波信号; 其中, 每一次超声脉冲的发射对应于  $M$  个回波信号的接收, 其中,  $M$  个回波信号以相对应的发射脉冲为基准对称分布, 且相邻两个发射脉冲的回波信号在物理位置上的排布规则为: 后一发射脉冲所对应的回波信号较于前一发射脉冲所对应的回波信号错开一个物理位置; 及复合模块、用于根据各超声脉冲的波速对各超声脉冲相对应的回波信号进行波束合成的聚焦控制, 并将处于同一物理位置上的、且对应于  $M$  个不同波速的  $M$  个回波信号进行线性叠加。

[0015] 根据上述技术方案可以看出, 本发明采取多波束接收技术, 在一定程度上提高图

像的帧频,从而改善了图像的分辨率;此外,采用多种超声波速进行超声扫查,并且将不同波速的回波信号线性叠加,以自然校正多波束回波信号的失真,既本发明同时实现波束失真校正和不同超声波传播速度的信号复合成像的目的,方法简单易实现。

### 附图说明

- [0016] 图 1 是现有技术中超声多波束接收技术的原理示意图;  
 图 2 是本发明超声成像系统中波束叠加方法一实施例的基本流程图;  
 图 3 是本发明超声成像系统中波束叠加方法一实施例的原理示意图;  
 图 4 是本发明超声成像系统中波束叠加方法另一实施例的原理示意图;  
 图 5 是本发明超声成像系统中波束叠加方法又一实施例的原理示意图;  
 图 6 是本发明超声成像系统的模块示意图。

### 具体实施方式

[0017] 以下将结合附图所示的具体实施方式对本发明进行详细描述。

[0018] 请参照图 2 至图 5 所示,其示出了本发明超声成像系统中波束叠加方法的具体实施例。

[0019] 如图 2 所示,一种超声成像系统中波束叠加方法,包括如下步骤:

S1、配置包括对应于多个超声传播速度  $c_1 \sim c_M$  的超声脉冲  $Tx_n \sim Tx_{(n+M-1)}$  的扫查序列;

S2、超声成像系统根据所述扫查序列逐一向被检测组织发射超声脉冲  $Txa$ ;

S3、超声成像系统接收来自被检测组织的回波信号;其中,每一次超声脉冲  $Txa$  的发射对应于  $M$  个超声回波信号  $Rx_{(Ma-(M-1))} \sim Rx_{(Ma)}$  的接收,其中,  $n \leq a, a \in Z$ ;

S4、超声成像系统根据各超声脉冲的波速对各超声脉冲相对应的回波信号进行波束合成的聚焦控制,并对不同波速的回波信号进行线性叠加;其中,线性叠加公式为:

$$Rx'(Mn)(c_1, c_2, \dots, c_M) = k_1 * Rx(Mn)(c_1) + k_2 * Rx(M(n+1)-1)(c_2) + \dots + k_M * Rx(M(n+(M-1))-(M-1))(c_M);$$

其中,  $0 \leq k_1, k_2, \dots, k_M \leq 1, k_1 + k_2 + \dots + k_M = 1, M \geq 2, n \geq 1, n \in Z, M \in Z$ 。

[0020] 为了更好的说明本发明技术的具体实现,下面分别以  $M=2$  和  $M=3$  的实施例为例进行描述。

[0021] 如图 3 所示,当  $M=2$  时,即超声波束发射一次,在不同的位置进行两次超声回波信号的接收,假设  $c_1, c_2$  分别表示两种不同的超声波传播速度,此时的超声脉冲扫查序列为  $Tx_n(c_1), Tx_{(n+1)}(c_2), Tx_{(n+2)}(c_1), Tx_{(n+3)}(c_2) \dots$ 。

[0022] 其中,  $Tx_n(n \geq 1, n \in Z)$  表示在物理位置 A 的一次超声发射脉冲,同时定义发射的超声波传播速度为  $c_1$  进行发射聚焦,  $Rx_{(2n-1)}$  和  $Rx_{(2n)}$  表示与之相对应的两次超声回波信号接收,接收的超声波传播速度均为  $c_1$  进行接收聚焦,物理位置分别为 B 和 C。从图中可以看出,发射波束对两侧接收波束有拉动效应,越靠近焦点,拉动效应越明显,接收波束失真越严重。因此,可以认为发射接收合成效果后超声回波接收波束的实际位置处于 D 和 E,与物理扫描线位置 B 和 C 产生了偏差。

[0023]  $Tx_{(n+1)}$  表示在物理位置 A' 的一次超声发射脉冲,同时定义发射的超声波传播速度为  $c_2$  进行发射聚焦,  $Rx_{(2(n+1)-1)}$  和  $Rx_{(2(n+1))}$  表示与之相对应的两次超声回波信号

接收,接收的超声波传播速度均为  $c_2$  进行接收聚焦,物理位置分别为  $B'$  和  $C'$ 。从图中可以看出,发射波束对两侧接收波束有拉动效应,越靠近焦点,拉动效应越明显,接收波束失真越严重。因此,可以认为发射接收合成效果后超声回波接收波束的实际位置处于  $D'$  和  $E'$ ,与预设物理扫描线位置  $B'$  和  $C'$  产生了偏差。

[0024]  $T_x(n+2)$  表示在物理位置  $A''$  的一次超声发射脉冲,同时定义发射的超声波传播速度为  $c_1$  进行发射聚焦,  $R_x(2(n+2)-1)$  和  $R_x(2(n+2))$  表示与之相对应的两次超声回波信号接收,接收的超声波传播速度均为  $c_1$  进行接收聚焦,物理位置分别为  $B''$  和  $C''$ 。从图中可以看出,发射波束对两侧接收波束有拉动效应,越靠近焦点,拉动效应越明显,接收波束失真越严重。因此,可以认为发射接收合成效果后超声回波接收波束的实际位置处于  $D''$  和  $E''$ ,与物理扫描线位置  $B''$  和  $C''$  产生了偏差。

[0025] 然后,进行不同超声回波信号的线性叠加,从而得到不同超声波传播速度和的回波信号复合的超声信号  $R_x'(2n)$  和  $R_x'(2(n+1))$ 。从图中可以看到,对得到的超声回波信号  $R_x(2n)$  以传播速度  $c_1$  进行波速合成的聚焦控制;对得到的超声回波信号  $R_x(2(n+1)-1)$  以传播速度  $c_2$  进行波速合成的聚焦控制;对得到的超声回波信号  $R_x(2(n+1))$  以传播速度  $c_2$  进行波速合成的聚焦控制;对得到的超声回波信号  $R_x(2(n+2)-1)$  以传播速度  $c_1$  进行波速合成的聚焦控制。此后,计算  $R_x'(2n)(c_1, c_2) = k_1 * R_x(2n)(c_1) + k_2 * R_x(2(n+1)-1)(c_2)$ ,  $0 \leq k_1, k_2 \leq 1, k_1 + k_2 = 1$ 。由于发射接收合成效果后超声回波接收波束  $R_x(2n)$  的实际位置处于  $E$ ,而发射接收合成效果后超声回波接收波束  $R_x(2(n+1)-1)$  的实际位置处于  $D'$ ,两者线性相加得到的超声回波接收波束  $R_x'(2n)$  的位置就回到了  $C(B')$ ,与物理扫描线位置一致,从而自然校正了由多波束引起的接收波束的失真。同样地,计算  $R_x'(2(n+1))(c_1, c_2) = k_2 * R_x(2(n+1))(c_2) + k_1 * R_x(2(n+2)-1)(c_1)$ ,  $0 \leq k_1, k_2 \leq 1, k_1 + k_2 = 1$ 。由于发射接收合成效果后超声回波接收波束  $R_x(2(n+1))$  的实际位置处于  $E'$ ,而发射接收合成效果后超声回波接收波束  $R_x(2(n+2)-1)$  的实际位置处于  $D''$ ,两者线性相加得到的超声回波接收波束  $R_x'(2(n+1))$  的位置就回到了  $C'(B'')$ ,与物理扫描线位置一致,从而自然校正了由多波束引起的接收波束的失真。以此类推,可以得到由两种不同超声波传播速度的超声回波信号复合而成的所有的超声扫描线。

[0026] 如图 4 所示,当  $M=3$  时,即超声波束发射一次,在不同的位置进行三次超声回波信号的接收,假设  $c_1, c_2, c_3$  分别表示三种不同的超声波传播速度,此时的超声脉冲扫描序列为  $T_xn(c_1), T_x(n+1)(c_2), T_x(n+2)(c_3), T_x(n+3)(c_1) \dots$ 。

[0027] 其中,  $T_xn$  表示在物理位置  $A$  的一次超声发射脉冲,同时定义发射的超声波传播速度为  $c_1$  进行发射聚焦,  $R_x(3n-2), R_x(3n-1)$  及  $R_x(3n)$  表示与之相对应的三次超声回波信号接收,接收的超声波传播速度均为  $c_1$  进行接收聚焦。

[0028]  $T_x(n+1)$  表示在物理位置  $A'$  的另一次超声发射脉冲,同时定义发射的超声波传播速度为  $c_2$  进行发射聚焦,  $R_x(3(n+1)-2), R_x(3(n+1)-1)$  及  $R_x(3(n+1))$  表示与之相对应的三次超声回波信号接收,接收的超声波传播速度均为  $c_2$  进行接收聚焦。

[0029]  $T_x(n+2)$  表示在物理位置  $A''$  的另一次超声发射脉冲,同时定义发射的超声波传播速度为  $c_3$  进行发射聚焦,  $R_x(3(n+2)-2), R_x(3(n+2)-1)$  及  $R_x(3(n+2))$  表示与之相对应的三次超声回波信号接收,接收的超声波传播速度均为  $c_3$  进行接收聚焦。

[0030]  $T_x(n+3)$  表示在物理位置 A''' 的另一次超声发射脉冲,同时定义发射的超声波传播速度为  $c_1$  进行发射聚焦,  $R_x(3(n+3)-2)$ 、 $R_x(3(n+3)-1)$  及  $R_x(3(n+3))$  表示与之相对应的三次超声回波信号接收,接收的超声波传播速度均为  $c_1$  进行接收聚焦。

[0031] 接下来进行不同超声回波信号的线性叠加,从而得到不同超声波传播速度  $c_1$ 、 $c_2$  和  $c_3$  的回波信号复合的超声信号  $\tilde{R}_x'(3n)$ 、 $\tilde{R}_x'(3(n+1))$  和  $\tilde{R}_x'(3(n+2))$ 。

[0032]  $R_x'(3n)(c_1, c_2, c_3) = k_1 * R_x(3n)(c_1) + k_2 * R_x(3(n+1)-1)(c_2) + k_3 * R_x(3(n+2)-2)(c_3)$ ,  
 $0 \leq k_1, k_2, k_3 \leq 1, k_1 + k_2 + k_3 = 1$  ;

$R_x'(3(n+1))(c_1, c_2, c_3) = k_2 * R_x(3(n+1))(c_2) + k_3 * R_x(3(n+2)-1)(c_3) + k_1 * R_x(3(n+3)-2)(c_1)$ ,  
 $0 \leq k_1, k_2, k_3 \leq 1, k_1 + k_2 + k_3 = 1$  ;

$\tilde{R}_x'(3(n+2))(c_1, c_2, c_3) = k_3 * R_x(3(n+2))(c_3) + k_1 * R_x(3(n+3)-1)(c_1) + k_2 * R_x(3(n+4)-2)(c_2)$ ,  
 $0 \leq k_1, k_2, k_3 \leq 1, k_1 + k_2 + k_3 = 1$  ;以此类推...

通过对上述各回波信号的线性叠加不仅得到了三种不同超声波传播速度的超声回波信号复合的超声信号,而且自然校正了由多波束引起的接收波束的失真。

[0033] 从  $M=2$  和  $M=3$  的具体实现,我们可以类推出基于任意  $M(M \geq 2)$  波束的  $M$  种不同超声波传播速度的超声信号复合成像实现,具体实现方法如图 5。其中,假设  $c_1, c_2, \dots, c_M$ , 分别表示  $M$  种不同的超声波传播速度。其中,超声序列为:  $T_x(n)(c_1), T_x(n+1)(c_2), \dots, T_x(n+(M-1))(c_M), T_x(n+M)(c_1), \dots, T_x(n+2M-2)(c_{M-1}), T_x(n+2M-1)(c_M), \dots$ 。

[0034] 本发明中,对于包括  $M$  种波速的超声扫查序列而言,每一发射脉冲所对应  $M$  个回波信号的接收,其中,  $M$  个回波信号以相对应的发射脉冲为基准对称分布(左右对称),且相邻两个发射脉冲的回波信号在物理位置上的排布规则为:后一发射脉冲所对应的回波信号较于前一发射脉冲所对应的回波信号错开一个回波间隔。例如,参图 5,假设发射脉冲  $T_x(n)$  的  $M$  个回波信号的物理位置分别为  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_M$ , 其中,处于图中最左边的回波信号  $R_x(Mn-(M-1))$  的位置为  $X_1$ ,最右边的  $R_x(Mn)$  的物理位置为  $X_M$ ,那么,对于接下来的发射脉冲  $T_x(n+1)$  的  $M$  个回波信号而言,其位于图中最左边的回波信号  $R_x(M(n+1)-(M-1))$  的物理位置为  $X_2$ ,并且其最右边的回波信号  $R_x(M(n+1))$  的物理位置较于物理位置  $X_M$  向右移动了一个回波间隔(本发明所述的“一个回波间隔”即相邻两个回波信号之间的物理位置差异)。

[0035] 故,在接收到各个波速的超声脉冲所对应的回波信号后,对各个回波信号以其相应的波速进行波束合成的聚焦控制,以将处于同一物理位置上的、且对应于  $M$  个不同波速的  $M$  个回波信号进行线性叠加。值得一提的是,本发明所述的“同一物理位置”并不一定表示  $M$  个回波信号在物理位置上完全重叠,而是表示在图中纵向方向上位于同一条直线上,比如,附图 3 中具有波速  $c_1$  的回波信号  $R_x(2n)$ 、具有波速  $c_2$  的回波信号  $R_x(2(n+1)-1)$  在同一直线上。

[0036] 故,线性叠加公式具体为:

$R_x'(Mn)(c_1, c_2, \dots, c_M) = k_1 * R_x(Mn)(c_1) + k_2 * R_x(M(n+1)-1)(c_2) + \dots + k_M * R_x(M(n+(M-1))-(M-1))(c_M)$ ,  $0 \leq k_1, k_2, \dots, k_M \leq 1, k_1 + k_2 + \dots + k_M = 1$  ;

.....

$R_x'(M(n+(M-1)))(c_1, c_2, \dots, c_M) = k_M * R_x(M(n+(M-1)))(c_M) + k_1 * R_x(M(n+M)-1)(c_1) + \dots + k_{M-1} * R_x(M(n+(2M-2))-(M-1))(c_{M-1})$ ,  $0 \leq k_1, k_2, \dots, k_M \leq 1, k_1 + k_2 + \dots + k_M = 1$  ;

通过以上对同一物理位置的具有不同波速的回波信号进行线性叠加,不仅得到了  $M$  ( $M \geq 2$ ) 种不同超声波传播速度的超声回波信号复合的超声信号,而且自然校正了由多波束引起的接收波束的失真。

[0037] 接下来,请参照图 6 所示,其为本发明超声成像系统的模块示意图。其中,本文所描述的系统实施例仅仅是示意性的,并且本发明的系统实施例中的具体技术特征、功能、技术效果等,请参照文中所记载的波束叠加方法的实施例,下文不再予以详述。

[0038] 在本发明某些实施例中,超声成像系统包括:

配置模块 10、用于配置包括对应于多个超声传播速度  $c_1 \sim c_M$  的超声脉冲  $T_{x1} \sim T_{x(M-1)}$  的扫查序列;

发射模块 20、用于根据所述扫查序列逐一向被检测组织发射超声脉冲  $T_{xa}$ ;

接收模块 30、用于接收来自被检测组织的回波信号;其中,每一次超声脉冲  $T_{xa}$  的发射对应于  $M$  个超声回波信号  $R_x(Ma-(M-1)) \sim R_x(Ma)$  的接收,其中,  $n \leq a$ ,  $a \in Z$ ;及

复合模块 40、用于根据各超声脉冲的波速对各超声脉冲相对应的回波信号进行波束合成的聚焦控制,并对不同波速的回波信号进行线性叠加,其中,进行线性叠加的  $M$  个不同波速的回波信号的预设物理位置相同。其中,线性叠加公式为:

$R_x'(Mn)(c_1, c_2, \dots, c_M) = k_1 * R_x(Mn)(c_1) + k_2 * R_x(M(n+1)-1)(c_2) + \dots + k_M * R_x(M(n+(M-1))-(M-1))(c_M)$ ;其中,  $0 \leq k_1, k_2, \dots, k_M \leq 1$ ,  $k_1 + k_2 + \dots + k_M = 1$ ,  $M \geq 2$ ,  $n \geq 1$ ,  $n \in Z$ ,  $M \in Z$ 。

[0039] 在本发明另一实施例中,超声成像系统包括:

配置模块 10、用于配置包括对应于多个超声传播速度  $c_1 \sim c_M$  的超声脉冲  $T_{x1} \sim T_{xM}$  的扫查序列;

发射模块 20、用于根据所述扫查序列逐一向被检测组织发射超声脉冲;

接收模块 30、用于接收来自被检测组织的回波信号;其中,每一次超声脉冲的发射对应于  $M$  个回波信号的接收,其中,  $M$  个回波信号以相对应的发射脉冲为基准对称分布,且相邻两个发射脉冲的回波信号在物理位置上的排布规则为:后一发射脉冲所对应的回波信号较于前一发射脉冲所对应的回波信号错开一个物理位置;及

复合模块 40、用于根据各超声脉冲的波速对各超声脉冲相对应的回波信号进行波束合成的聚焦控制,并将处于同一物理位置上的、且对应于  $M$  个不同波速的  $M$  个回波信号进行线性叠加。

[0040] 综上所述,本发明的方法及系统采取多波束接收技术,在一定程度上提高图像的帧频,从而改善了图像的分辨率;此外,采用多种超声波速进行超声扫查,并且将不同波速的回波信号线性叠加,以自然校正多波束回波信号的失真,既本发明同时实现波束失真校正和不同超声波传播速度的信号复合成像的目的,方法简单易实现,并且增强了超声图像的空间分辨率及整体图像的均匀一致性。

[0041] 应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施方式中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

[0042] 上文所列出的一系列详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说

明,它们并非用以限制本发明的保护范围,凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施方式或变更均应包含在本发明的保护范围之内。

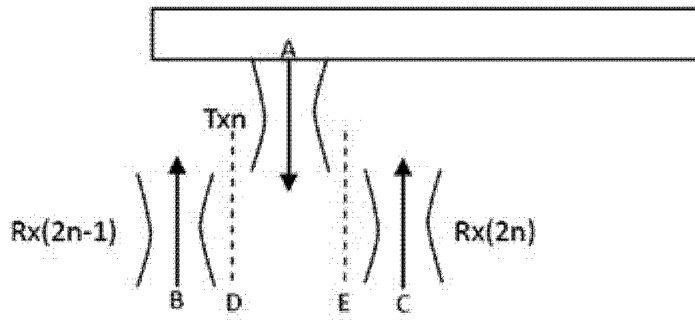


图 1

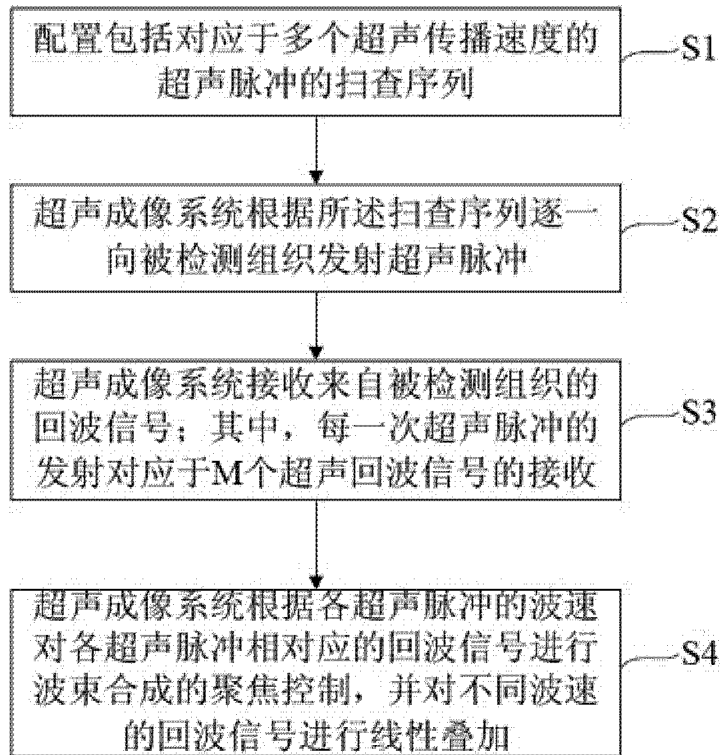


图 2

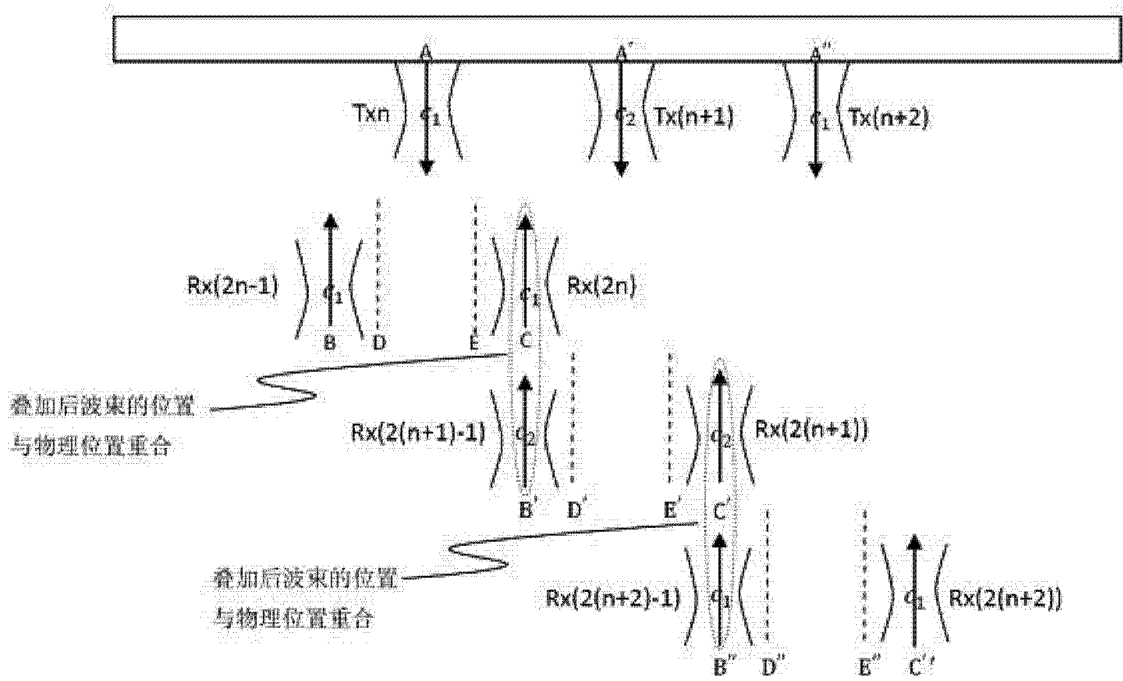


图 3

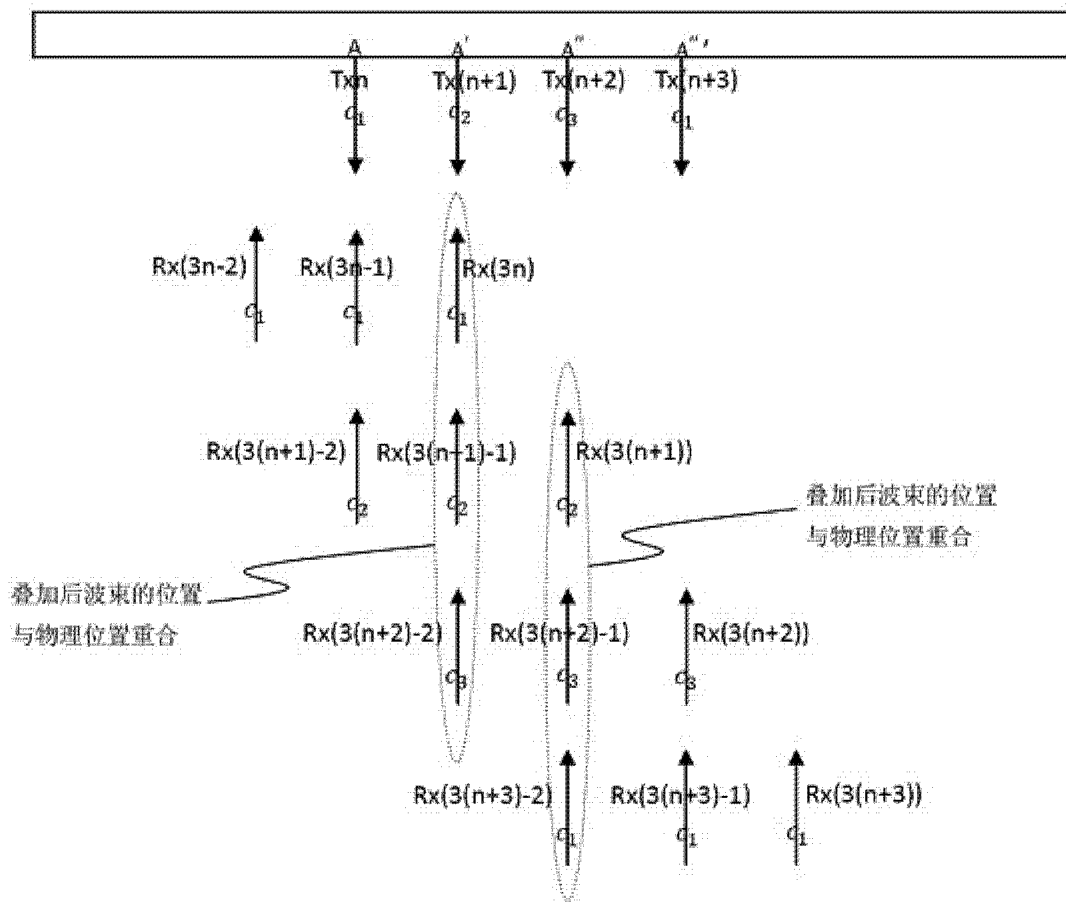


图 4

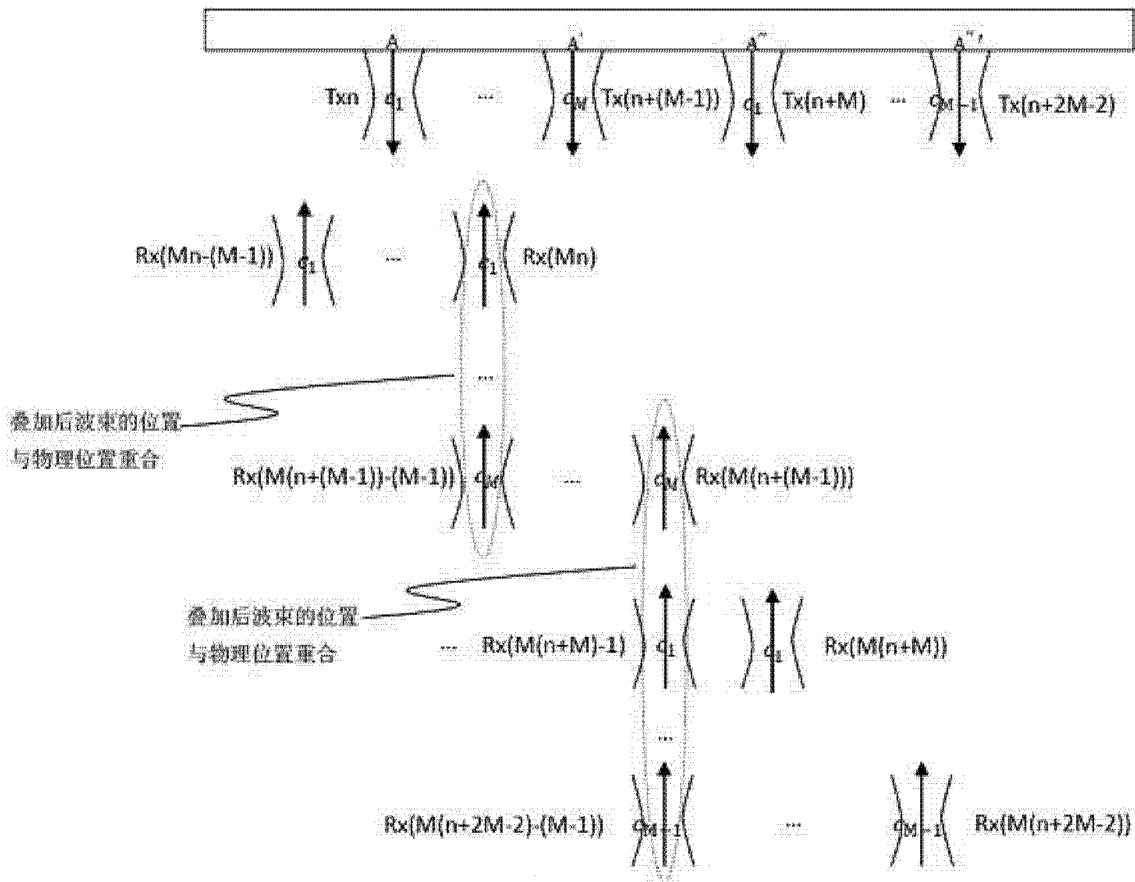


图 5

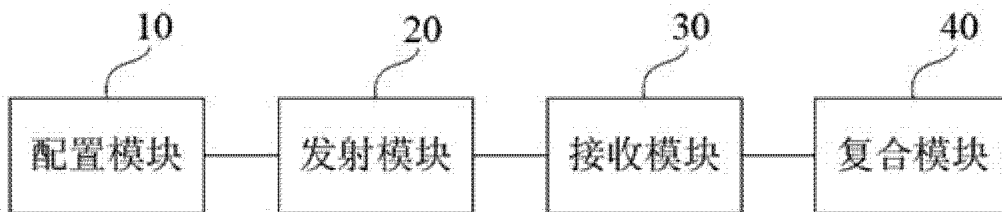


图 6

专利名称(译)	超声成像系统及该系统的波束叠加方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN103142253A</a>	公开(公告)日	2013-06-12
申请号	CN201310087357.3	申请日	2013-03-19
[标]申请(专利权)人(译)	飞依诺科技(苏州)有限公司		
申请(专利权)人(译)	飞依诺科技(苏州)有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	飞依诺科技(苏州)有限公司		
[标]发明人	陈惠人		
发明人	陈惠人		
IPC分类号	A61B8/14		
代理人(译)	杨林洁		
其他公开文献	CN103142253B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供一种超声成像系统及其波束叠加方法，其方法包括：配置包括对应于多个超声传播速度 $c_1 \sim c_M$ 的超声脉冲 $T_{x1} \sim T_{x(n+M-1)}$ 的扫查序列；超声成像系统根据所述扫查序列逐一向被检测组织发射超声脉冲 $T_{xa}$ ；超声成像系统接收来自被检测组织的回波信号；其中，每一次超声脉冲 $T_{xa}$ 的发射对应于 $M$ 个超声回波信号 $R_{x(Ma-(M-1))} \sim R_{x(Ma)}$ 的接收；超声成像系统根据各超声脉冲的波速对各超声脉冲相对应的回波信号进行波束合成的聚焦控制，并对不同波速的回波信号进行线性叠加；本发明同时实现波束失真校正和不同超声波传播速度的信号复合成像的目的，方法简单易实现。

