

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610168851.2

A61B 8/00 (2006.01)
G01N 29/22 (2006.01)
G01N 29/34 (2006.01)
G01N 29/36 (2006.01)
G01N 29/38 (2006.01)
G01S 7/52 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 6 月 11 日

[11] 公开号 CN 101194846A

[51] Int. Cl. (续)

G01S 15/89 (2006.01)

G10K 11/34 (2006.01)

[22] 申请日 2006.12.7

[21] 申请号 200610168851.2

[71] 申请人 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司
地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园区科技南十二路迈瑞大厦

[72] 发明人 康小刚 关智勇

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 曾祥尧 王忠忠

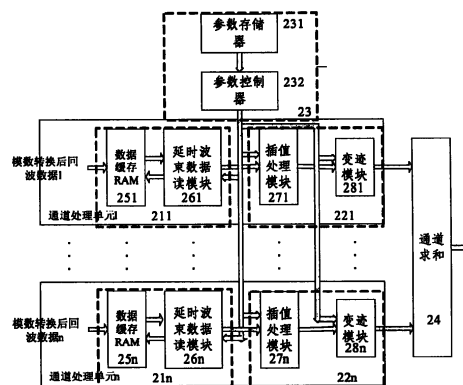
权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 11 页

[54] 发明名称

一种时分复用的波束合成方法与装置

[57] 摘要

本发明涉及超声成像中数字回波信号接收进程中的数字波束合成,提出了一种时分复用的波束合成装置和方法,以及一种用于波束合成的数据处理方法。该合成装置包括包括:回波数据写入/读出单元;多波束处理单元;通道数据求和单元;以及还包括:参数分发和同步单元,用于通过参数加载总线为在各通道内的各波束将相应的接收参数分发并同步给上述回波数据写入/读出单元和上述多波束处理单元。



1. 一种时分复用的波束合成装置, 所述装置包括:

回波数据写入/读出单元, 用于在各通道内将经模数转换的各波束数字回波数据写入并缓存, 然后根据各波束数据处理的需要将所写入的回波数据时分复用地从其读出;

多波束处理单元, 用于在各通道内将从所述回波数据写入/读出单元读出的各波束数据时分复用地进行插值和变迹处理;

通道数据求和单元, 用于将经所述多波束处理单元处理得到的数据时分复用地进行求和以合成最终的波束数据;

其特征在于, 所述装置还包括:

参数分发和同步单元, 用于通过参数加载总线为在各通道内的各波束将相应的接收参数分发并同步给所述回波数据写入/读出单元和所述多波束处理单元。

2. 如权利要求 1 所述的波束合成装置, 其特征在于, 所述参数分发和同步单元包括:

参数存储器, 用于存储与探头相关的各种接收参数; 以及

参数控制器, 为所述回波数据写入/读出单元和所述多波束处理单元的各波束分发并同步相应的接收参数。

3. 如权利要求 2 所述的波束合成装置, 其特征在于, 所述参数存储器为 SDRAM。

4. 如权利要求 2 所述的波束合成装置, 其特征在于所述接收参数为延时参数、动态聚焦参数、插值参数或变迹参数。

5. 如权利要求 1 至 4 中任一项所述的波束合成装置, 其特征在于, 各通道中与所述参数加载总线相连的参数寄存器具有两级寄存器结构, 该结构包括:

参数地址译码模块, 用于对参数加载总线的地址总线进行译码以产生一个输入到所述第一级参数寄存器的使能端的使能信号;

第一级参数寄存器，用于使用由所述译码模块产生的使能信号来存储所述参数加载总线中数据总线上的数据；以及

第二级参数寄存器，通过参数加载总线提供一个与延时的波束数据对应的同步加载信号作为所述第二级参数寄存器的使能信号。

6. 如权利要求 5 所述的波束合成装置，其特征在于，所述同步加载信号由参数加载总线在延时的波束数据是一个动态聚焦区的最后一个数据时产生。

7. 一种时分复用的波束合成方法，所述方法包括：

回波数据写入/读出步骤，用于在各通道内将经模数转换的各波束数字回波数据写入并缓存，然后根据波束数据处理的需要将所写入的回波数据时分复用地读出；

多波束处理步骤，用于在各通道内将读出的各波束数据时分复用地进行插值和变迹处理；

通道数据求和步骤，用于将经多波束处理得到的数据时分复用地进行求和以合成最终的波束数据；

其特征在于，在进行回波数据写入/读出与多波束处理过程中，参数加载总线为在各通道内的各波束将相应的聚焦区的各接收参数进行分发和同步。

8. 如权利要求 7 所述的波束合成方法，其特征在于，所述分发和同步步骤包括：

将接收参数存储到外部的参数存储器中；

在合成过程每个参数加载周期中读出相应聚焦区的所述接收参数；以及

参数加载步骤，为各波束分发并同步相应的所述接收参数。

9. 如权利要求 8 所述的波束合成方法，其特征在于，所述参数加载步骤包括：

参数地址译码步骤，用于对参数加载总线的地址总线进行译码以产生进行第一级加载的使能信号；

第一级存储步骤，用于通过所述使能信号将参数加载总线中数据总线上的数据进行存储；

第二级存储与同步步骤，用于在同步加载信号有效时将经第一级存储的数据存储到第二级参数寄存器中并由对应单元开始使用。

10. 如权利要求 9 所述的波束合成方法，其特征在于，所述同步加载信号由参数加载总线在延时的波束数据是一个动态聚焦区的最后一个数据时产生。

11. 如权利要求 7 或 8 所述的波束合成方法，其特征在于，所述接收参数为延时参数、动态聚焦参数、插值参数或变迹参数。

12. 一种用于波束合成的数据处理方法，其特征在于，所述方法包括将各第一元素进行细化，得到一个或多个第二元素的步骤。

13. 如权利要求 12 所述的数据处理方法，其特征在于，所述方法还包括将各第二元素进行细化，得到一个或多个第三元素的步骤。

14. 如权利要求 13 所述的数据处理方法，其特征在于，所述方法还包括将各第三元素进行细化，得到一个或多个第四元素的步骤。

15. 如权利要求 14 所述的数据处理方法，其特征在于，所述方法还包括将各第四元素进行细化，得到一个或多个第五元素的步骤。

16. 如权利要求 12 至 15 所述的数据处理方法，其特征在于，所述第一元素、第二元素、第三元素、第四元素和第五元素对应为频率、焦点、密度、线号和深度或对应为任意排列的频率、焦点、密度、线号和深度五种元素。

17. 如权利要求 12 至 15 所述的数据处理方法，其特征在于，所述参数为延时参数、动态聚焦参数、插值参数或变迹参数。

一种时分复用的波束合成方法与装置

技术领域

本发明涉及超声波诊断系统中的超声波成像，尤其涉及数字回波信号接收进程中的数字波束合成。

背景技术

在超声成像系统中，超声换能器是由一组换能器单元组成。超声成像过程需要发射超声波并接收超声波的回波，超声成像系统的每一个换能器单元都与一个发射器与一个接收器相连。出于成本的考虑，一般多个接收器共用一个回波处理单元。

在成像过程中，每个发射器通过相连的换能器单元发射设定延时的超声脉冲。超声换能器中的每个换能器单元都发射各自经过设定延时的超声脉冲时，发射的超声脉冲能量可以在设定的位置与方向进行聚焦。这些发射的超声脉冲在传递过程中会被探测的组织反射。发射的超声波脉冲被接收器接收。从一个位置反射的超声波脉冲被各换能器单元接收的时间不同。这些不同换能器单元接收的回波被放大、延时、然后相加形成聚焦的接收波束。

医学超声系统通过接收波束（或称扫描线）合成二维图像，每幅二维图像我们称为一帧图像。每秒形成的帧图像总数称为帧率，帧率是一个很重要的参数，高帧率是真实再现快速运动组织的基本条件。为提高帧率，我们可以降低扫描密度，但这样会牺牲图像空间分辨率；也可以采用多波束，即一次发射形成多条接收线。

标题为“时分复用的数字超声波束合成器”的美国专利 5469851 公开了一种数字超声波束合成器，可按分时复用的方式同时进行 2 个或者更多波束的合成，系数生成器给各处理通道中复用的延时电

路提供延时数据，合成过程由变迹参数 RAM 加载各通道的变迹参数。但在方案中未涉及动态变迹的实现、快速变焦点成像以及快速变频成像的实现。

发明内容

为克服现有技术中的这些缺点，本发明提供一种时分复用的波束合成装置和方法。

根据本发明的实施例，时分复用的波束合成装置包括：回波数据写入/读出单元，用于在各通道内将经模数转换的各波束数字回波数据写入并缓存，然后根据各波束数据处理的需要将所写入的回波数据时分复用地从其读出；多波束处理单元，用于在各通道内将从上述回波数据写入/读出单元读出的各波束数据时分复用地进行插值和变迹处理；通道数据求和单元，用于将经上述多波束处理单元处理得到的数据时分复用地进行求和以合成最终的波束数据；以及上述装置还包括：参数分发和同步单元，用于通过参数加载总线为在各通道内的各波束将相应的接收参数分发并同步给上述回波数据写入/读出单元和上述多波束处理单元。

优选地，上述参数分发和同步单元包括：参数存储器，用于存储与探头相关的各种接收参数；以及参数控制器，为上述回波数据写入/读出单元和上述多波束处理单元的各波束分发并同步相应的接收参数。其中，上述参数存储器为 SDRAM；上述接收参数为延时参数、动态聚焦参数、插值参数或变迹参数。

优选地，各通道中与上述参数加载总线相连的参数寄存器具有两级寄存器结构，该结构包括：参数地址译码模块，用于对参数加载总线的地址总线进行译码以产生一个输入到上述第一级参数寄存器的使能端的使能信号；第一级参数寄存器，用于使用由上述译码模块产生的使能信号来存储上述参数加载总线中数据总线上的数据；以及第二级参数寄存器，通过参数加载总线提供一个与延时的

波束数据对应的同步加载信号作为上述第二级参数寄存器的使能信号。其中上述同步加载信号由参数加载总线在延时的波束数据是一个动态聚焦区的最后一个数据时产生。

根据本发明的实施例，时分复用的波束合成方法包括：回波数据写入/读出步骤，用于在各通道内将经模数转换的各波束数字回波数据写入并缓存，然后根据波束数据处理的需要将所写入的回波数据时分复用地读出；多波束处理步骤，用于在各通道内将读出的各波束数据时分复用地进行插值和变迹处理；通道数据求和步骤，用于将经多波束处理得到的数据时分复用地进行求和以合成最终的波束数据；以及在进行回波数据写入/读出与多波束处理过程中，参数加载总线为在各通道内的各波束将相应的聚焦区的各接收参数进行分发和同步。

优选地，上述分发和同步步骤包括：将接收参数存储到外部的参数存储器中；在合成过程每个参数加载周期中读出相应聚焦区的上述接收参数；以及参数加载步骤，为各波束分发并同步相应的上述接收参数。其中，上述参数加载步骤包括：参数地址译码步骤，用于对参数加载总线的地址总线进行译码以产生进行第一级加载的使能信号；第一级存储步骤，用于通过上述使能信号将参数加载总线中数据总线上的数据进行存储；第二级存储与同步步骤，用于在同步加载信号有效时将经第一级存储的数据存储到第二级参数寄存器中并由对应单元开始使用。并且其中，上述同步加载信号由参数加载总线在延时的波束数据是一个动态聚焦区的最后一个数据时产生；上述接收参数为延时参数、动态聚焦参数、插值参数或变迹参数。

根据本发明的实施例，本发明还提出一种用于波束合成的数据处理方法，包括将各第一元素进行细化，得到一个或多个第二元素的步骤。

优选地，上述方法还包括将各第二元素进行细化，得到一个或

多个第三元素的步骤。其中，上述方法还包括将各第三元素进行细化，得到一个或多个第四元素的步骤。并且其中，上述方法还包括将各第四元素进行细化，得到一个或多个第五元素的步骤。

优选地，上述第一元素、第二元素、第三元素、第四元素和第五元素对应为频率、焦点、密度、线号和深度或对应为任意排列的频率、焦点、密度、线号和深度五种元素；上述参数为延时参数、动态聚焦参数、插值参数或变迹参数。

根据本发明的装置和方法支持多波束合成、支持动态聚焦、动态变迹以及快速的变焦点成像和快速的变频成像。

附图说明

图 1 示出了一种典型的 B 型超声成像系统；

图 2 是根据本发明实施例的波束合成器框图；

图 3 说明了根据本发明实施例的波束合成器中的延时波束数据读模块框图；

图 4 是图 3 中的递增控制信号产生电路图；

图 5 是根据本发明实施例的波束合成器中的插值处理模块框图；

图 6 是根据本发明实施例的波束合成器中的变迹模块框图；

图 7 是根据本发明实施例的波束合成器中的寄存器结构图；

图 8 说明了规则化的参数存储结构划分结构图；

图 9 说明了一种用于波束合成的数据处理流程图；

图 10 说明了接收参数的存储结构；

图 11 是延时参数存储结构图；

图 12 是动态聚焦参数及变迹参数存储结构图；

图 13 是插值参数存储结构图；

图 14 是参数加载时序图；

图 15 是一个加载周期中的参数加载时序；

图 16 是波束合成过程图；以及

图 17 是两级参数加载过程图。

具体实施方式

在下文中将参照示出了本发明的实施例的附图更全面地描述本发明。但应当理解，本发明可按照许多不同形式来实现，因而不应当认为是限制于本文所述的实施例。相反，提供这些实施例，是为了使得对本发明的描述透彻和全面。

一个典型的超声成像系统如图 1 所示，它包括超声换能器/探头 11、阵元选择模块 12、发射器组 13、接收器组 14、波束合成器 15、检波及信号处理模块 16、数字扫描转换器 DSC 模块 17 以及显示器 18。波束合成器 15 由一组通道处理单元组成。每个通道处理单元与一个或者多个换能器单元对应，这种对应关系取决于超声成像系统换能器单元数与通道处理单元数设置，例如在 128 换能器单元/64 处理通道单元系统中，波束合成器一个通道处理单元与 2 个换能器单元对应，而在 128 换能器单元/128 处理通道单元系统中，波束合成器一个通道与 1 个换能器单元对应。

下文中我们将以双波束的合成为例来说明根据本发明的波束合成装置和方法。显然对于其他数量的波束的合成也可以采用类似的方法来完成。图 2 是根据本发明实施例的双波束合成器框图。该波束合成器包括与 n 个处理通道相对应的回波数据写入/读出单元 211 ~ 21n 和多波束处理单元 221 ~ 22n、参数分发和同步单元 23 以及通道数据求和单元 24。接收器组 14 将所接收的模拟回波数据 1~n 经模数处理后的数字回波信号输入到相应的回波数据写入/读出单元 211 ~ 21n。该回波数据写入/读出单元 211 ~ 21n 包括数据缓存 RAM 251 ~ 25n 和延时波束数据读模块 261 ~ 26n。转换后的数字回波信号在接收期被写入对应的数据缓存 RAM 251 ~ 25n，这样的数据缓冲 RAM 251 ~ 25n 一般是双口 RAM。

接收的超声脉冲回波以一定的采样频率 f 进行模数转换，产生的

数字回波按先后顺序写入双口 RAM 中，写地址从 0 开始，每个采样时钟增加 1，当增加到最大地址时写地址回到 0，再顺序增加。在读 RAM 端口根据需要处理的波束数量 g ，用 $g \cdot f$ 频率进行数据的读出，所读出的回波是延时处理后的回波。在进行波束合成时，通道处理单元 1 到通道处理单元 n 同时在读取相应数据缓存 RAM 中的回波数据进行双波束处理。

延时波束数据读模块如图 3 所示，它包括用以产生各波束的读地址的波束地址产生部件 311~312 以及将各波束的读地址时分输入到所述数据缓存 RAM 的读地址输入端的波束地址复用器 32。波束地址产生部件 311~312 包括波束地址寄存器 331~332、波束起始地址寄存器 341~342、用以产生递增的各波束地址的递增器 351~352 以及选择器 361~362。

读模块以相应波束的延时参数为初始值产生两个波束的读地址，数据缓存 RAM 的读时钟是 2 倍的模数转换时钟。两个波束的读地址时分输入到数据缓存 RAM 读地址输入端口，在合成过程中，在第一个读时钟周期中，输入波束 1 的读地址，在第 2 个读时钟周期中，输入波束 2 的读地址，在第三个读时钟周期中，输入波束 1 的读地址，…。波束 1 和波束 2 的读地址产生分别受对应的起始地址和波束地址递增控制信号控制。参数加载总线将各通道处理单元对应的延时参数作为读地址初始值加载到波束 1 和波束 2 的起始地址寄存器中，这个起始的读地址代表了波束的延时值。当波束 1 地址递增控制信号为高电平时，对应的选择器选择递增的波束 1 地址输入到波束 1 地址寄存器中作为波束 1 的读地址；如果波束 1 地址递增控制信号为低电平，对应的选择器选择波束 1 地址寄存器值输出，这时的波束 1 读地址不改变。

当波束 2 地址递增控制信号为高电平时，对应的选择器选择递增的波束 2 地址输入到波束 2 地址寄存器中作为波束 2 的读地址；如果波束 2 地址递增控制信号为低电平，对应的选择器选择波束 2

地址寄存器值输出，这时的波束 2 读地址不改变。地址产生电路中的递增器是一个加 1 的加法器。

波束 1 地址递增控制信号产生电路和波束 2 地址递增控制信号产生电路如图 4 所示，包括波束动态聚焦参数寄存器 411~412、波束插值系数初始选择参数寄存器 421~422、波束插值系数选择参数寄存器 431~432、递减器 441~442、选择器 451~452 以及波束递增控制信号生成单元 461~462。

参数加载总线加载每个通道处理单元波束 1 的动态聚焦参数以及插值系数初始选择参数，并加载波束 2 的动态聚焦参数以及插值系数初始选择参数。进行波束合成时，首先将波束 1 和波束 2 插值系数初始选择系数通过选择器分别加载到插值系数选择参数寄存器中，该选择系数分别与对应波束的第一个接收聚焦区域对应，也与对应波束的动态聚焦参数寄存器值对应。整个接收期划分为多个接收聚焦区域，设定接收聚焦区域数为 k ，在我们所描述的系统中 $k=2048$ 。每个接收聚焦区域分别对应着一个动态聚焦参数。在波束合成过程中，当接收聚焦区域从 n 跨越到接收聚焦区域 $n+1$ 时，如果对应波束的动态聚焦参数为 1，则对应波束的插值系数选择参数减 1，如果对应波束的动态聚焦位为 0，则对应波束的插值系数选择参数保持不变。这个过程在递减器中实现，递减器是一个减 1 的减法器。在我们所描述的系统中，插值系数有四组，分别代表 $1/8$ 位置、 $3/8$ 位置、 $5/8$ 位置以及 $7/8$ 位置，整个波束合成期插值系数选择参数的递减过程代表了 $7/8 \rightarrow 5/8 \rightarrow 3/8 \rightarrow 1/8 \rightarrow 7/8 \dots$ 不断循环的过程。当从接收聚焦区域 n 跨越到接收聚焦区域 $n+1$ 时，如果图 4 中对应波束的动态聚焦参数寄存器值为 1，对应波束的插值系数选择参数对应 $1/8$ 位置值，则对应波束的递增控制信号生成单元产生一个脉冲宽度的高电平信号；其他情况下，对应波束的递增控制信号生成单元输出低电平信号。

图 5 和图 6 分别示出了插值处理模块 271~27n 和变迹模块 281~

28n 的框图。插值处理模块 271~27n 包括插值系数寄存器 51、插值系数选择模块 52、第一乘法器 53、波束数据选择部件 54、第二乘法器 55 以及加法器 56。其中上述波束数据选择部件 55 又包括波束数据寄存器 571~572 和波束数据选择模块 58。变迹模块 281~28n 包括：波束变迹系数寄存器 611~612、选择器 62、乘法器 63。

时分复用多波束处理机制包括回波数据时分加载以及参数时分加载。在进行多波束处理时，延时的波束数据用 $g \cdot f$ 频率从 RAM 中读出，第 1 个时钟对应波束 1 的延时数据，第 2 个时钟对应第 2 个波束数据，...，第 n 个时钟对应第 n 个波束数据，第 $n+1$ 个时钟对应第 1 个波束数据，...。如此循环。在一个通道处理单元中多个波束是共用一套电路进行合成。在波束合成过程中，不同位置的回波数据进行波束合成所涉及的各参数是不一样的。在不同波束合成过程中，电路中的参数也在时分加载。

从数据缓存 RAM 读出的延时波束数据以及对应的插值系数选择参数输入给插值处理模块。插值处理模块如图 5 所示。在整个波束合成期，参数加载总线加载相应的插值系数到插值系数寄存器中，插值系数寄存器中寄存了与 1/8 位置、3/8 位置、5/8 位置以及 7/8 位置对应的插值系数。波束 1 和波束 2 时分复用波束数据输入端口。输入的波束数据区分波束 1 和波束 2，分别寄存到波束 1 数据寄存器以及波束 2 数据寄存器中。波束 1 和波束 2 时分复用插值处理模块中的乘法器与加法器进行插值处理。输入的波束 1 插值系数选择参数和波束 2 插值系数选择参数与波束数据对应，分别选择参与波束 1 插值运算的插值系数以及参与波束 2 插值运算的插值系数。插值运算过程中，如果当前时钟输入的是波束 1 的数据，该数据同时输入给对应的乘法器以及波束 1 数据寄存器。该数据被寄存到波束 1 数据寄存器中，同时原来被寄存的波束 1 数据寄存器中的波束数据通过选择器输出到对应的乘法器中。与数据输入给乘法器对应，波束 1 插值系数选择参数选择相应的插值系数分别输入到两个乘法器中，

乘法器的结果输入到加法器中相加得到该波束数据的插值处理结果。下一个时钟输入波束 2 的数据，该数据同时输入给对应的复用乘法器以及波束 2 数据寄存器。该数据被寄存到波束 2 数据寄存器中，同时原来被寄存的波束 2 数据寄存器中的波束数据通过选择器输出到对应的乘法器中。与波束 2 数据输入给乘法器对应，波束 2 插值系数选择参数选择相应的插值系数分别输入到两个乘法器中，乘法器的结果输入到加法器中相加得到波束 2 数据的插值处理结果。波束 1 数据和波束 2 数据如此交替输入到插值处理模块中，便完成了整个接收过程的双波束插值处理。

插值处理后的双波束数据输入到变迹模块中。变迹模块如图 6 所示。在整个波束合成期，参数加载总线加载相应的变迹参数到波束 1 变迹系数寄存器和波束 2 变迹系数寄存器中。波束 1 和波束 2 的数据时分复用插值后的波束数据总线，并时分复用变迹后的波束数据总线输出变迹处理结果。在变迹处理中，如果当前时钟输入的是波束 1 插值后的波束数据，该数据输入到乘法器中，同时波束 1 变迹系数通过选择器输入到乘法器中，相乘的结果通过变迹后的波束数据总线输出。下一个时钟输入波束 2 插值后的波束数据，该数据输入到乘法器中，同时波束 2 变迹系数通过选择器输入到乘法器中，相乘的结果时分复用变迹后的波束数据总线输出。

整个波束合成期划分为 2048 个接收聚集区，每个接收聚集区对应一个变迹值。在整个合成过程中，随接收聚焦区从 0~2047 的变化，变迹值也变化，这个变化过程实现了动态变迹。

各通道数据求和机制是一种时分复用流水结构，将各通道处理单元处理的延时波束数据进行流水求和合成最后的波束数据。在多波束合成中，时分进行相应波束数据的流水求和。在图 2 所示的波束合成器中，通道处理单元数 $n=64$ 。64 个通道处理单元的结构相同，它们在进行波束合成过程中对应的参数各自不同。64 个通道处理单元处理的结果输入到通道求和模块。通道求和模块是一个时分复用

的求和模块，完成双波束的求和。例如在当前一个时钟，64 个通道处理单元同时输出 64 路波束 1 的变迹处理结果，这 64 个波束 1 的变迹处理结果进行相加，相加的结果经过 k 级流水后输出；在下一个时钟，64 个通道处理单元同时输出 64 路波束 2 的变迹处理结果，这 64 个波束 2 的变迹处理结果进行相加，相加的结果经过 k 级流水后输出，...，如此交替，时分完成这个波束合成期了波束 1 和波束 2 的相加处理。

各通道处理单元中与参数加载总线相连的参数寄存器是一个两级寄存器结构的子模块。如图 7 所示。通道处理单元中各模块对参数加载总线的地址总线 AB 进行译码，如果译码结果是本处理单元的相应参数，则参数译码模块产生一个使能信号输入到第 1 级参数寄存器的使能端 E，该使能信号使第 1 级寄存器寄存参数加载总线中数据总线 DB 上的数据。参数加载总线还有一个与延时波束数据对应的同步加载信号，该信号输入到第 2 级寄存器的使能端 E。当延时的波束数据是一个动态聚焦区的最后一个数据时，下一个波束数据则对应一个新的动态聚焦区的第一个数据，这时与延时波束数据对应的波束接收参数应该更新为新的动态聚焦区内的参数，在这个变化过程中，参数加载总线产生一个高脉冲有效的同步加载信号，使得新聚焦区内的参数从第 1 级参数寄存器寄存到第 2 级参数寄存器并开始使用。

整个波束合成期参数控制器通过参数加载总线对 64 个通道处理单元进行实时参数加载。加载的参数包括延时参数、动态聚焦参数、插值系数参数以及变迹参数。这些参数存储在一个外部存储器中。在波束合成期，参数控制器将相应的参数从存储器中读出，通过参数加载总线对 64 个通道处理单元的相应模块进行参数加载。

为了支持快速变频以及变焦点成像，现根据图 9 所示的流程图说明一种用于波束合成的数据处理方法。图 9 中所示的第一元素、第二元素、第三元素、第四元素和第五元素对应为频率、焦点、密

度、线号和深度或对应为任意排列的频率、焦点、密度、线号和深度五种元素。对存储在外部的参数存储器中的各参数存储结构做如图 8 所示定义。

根据图 9 所示流程,该数据处理方法从步骤 91 开始,在步骤 92 处将各第一元素进行细化,得到一个或多个第二元素。然后在步骤 93 处判断参数是否与第二元素相关,若相关则继续进行到步骤 94,将各第二元素进行细化,得到一个或多个第三元素;否则流程结束 99。类似地,在步骤 95 处判断参数是否与第三元素相关,若相关则继续进行到步骤 96,将各第三元素进行细化,得到一个或多个第四元素;否则流程结束 99。在步骤 97 处判断参数是否与第四元素相关,若相关则继续进行到步骤 98,将各第四元素进行细化,得到一个或多个第五元素;否则流程结束 99。

根据图 8 所示存储结构和图 9 所示参数处理流程图,假设系统支持 N 种变频,支持 M 个发射焦点,扫描密度支持高/中/低密度,高密度下支持 L 条扫描线,每条扫描线有 K 个动态聚焦区(深度空间),则对各参数首先按不同频率、不同发射焦点、不同密度、不同扫描线以及不同动态聚焦区进行存储结构的规则化定义,详细的存储结构如图 10 所示。实际有些参数或者与频率不相关、或者与密度不相关、或者与焦点不相关,则再根据情况对存储结构的优化。例如延时参数跟频率不相关,且跟动态聚焦区不相关,则在规则化存储结构中频率数 $N=1$,深度空间数 $K=1$,存储结构如图 11 所示;动态聚焦参数与频率不相关,则在规则化存储结构中频率数 $N=1$,存储结构如图 12 所示;插值参数只跟频率相关,则焦点数 $M=1$,只定义一个密度区域,线数 $L=1$,存储结构如图 13 所示;变迹参数与频率不相关,则频率数 $N=1$,存储结构如图 12 所示。

在本发明所设计的系统中,频率数 $N=16$;焦点数 $M=8$;高密度扫描线数 $L=256$;深度 $K=2048$ 。

对延时参数、动态聚焦参数、插值系数参数以及变迹参数分别

按上述存储结构存储，每个参数存储结构的起始位置分别分配一个起始地址，该起始地址对应存储结构的第一个地址。起始地址的分配原则是使得各参数空间不重叠，将这样的空间映射到外部存储器中。在本专利外部存储器使用 SDRAM。

当超声成像系统检测到系统所用探头类型为凸阵、或者线阵或者相控阵时，由主控制器将相应探头的延时参数、动态聚焦参数、插值系数参数以及变迹参数下载到外部存储器中。在成像过程中，变频的操作以及变焦点的操作只是参数控制器读不同外部存储器位置参数的变化过程，这样可以快速的实现变频以及变焦点操作。

参数控制器模块的参数加载总线由参数数据总线 DB、参数地址总线 AB、参数控制信号构成。参数控制信号包括时钟信号、参数同步信号 sync、参数有效信号 valid[3:0]构成。参数有效信号的每个位对应一类参数，valid[0]对应延时参数，valid[1]对应动态聚焦参数，valid[2]对应插值参数，valid[3]对应变迹参数。在本专利中，valid[0]为高时表示延时参数有效，valid[1]为高时表示动态聚焦参数有效，valid[2]为高时表示插值参数有效，valid[3]为高时表示变迹参数有效。参数地址总线 AB 用于区别波束 1 的各通道处理单元以及波束 2 的各通道处理单元，在本发明所描述超声成像系统中，通道处理单元为 64，双波束处理，故参数地址总线宽度为 6 位。参数数据总线为 64 位宽。一个加载周期中一个波束各参数的加载时序如图 15 所示。

每个接收聚焦区间对应一个参数加载周期，在每个参数加载周期中进行动态聚焦位、插值系数以及变迹系数参数加载，只有在第一个加载周期中加载延时参数。参数加载周期的时序如图 14 所示。Scan_start 表示一个发射接收的开始，time 是时间轴，scan_receive 为低时表示回波的接收期以及波束合成期。波束合成期按接收聚焦区间的时间宽度划分为聚焦区 1、聚焦区 2、...，聚焦区 m。与本专利相关的超声成像系统定义最大的聚焦区 m=2048。实际聚焦区 m 跟探测深度相关。Para_load_cycle 表示参数加载周期，每个参数加载周期

对应一个接收聚焦区间，在参数加载周期 1 中需要加载延时参数、动态聚焦参数、插值参数以及变迹参数，在其他参数加载周期中仅需加载动态聚焦参数、插值参数以及变迹参数。参数加载周期 1 加载的参数对应于接收聚焦区 1，参数加载周期 2 加载的参数对应于接收聚焦区 2，...

参数同步信号 sync 是一个单脉冲宽度的高电平有效信号，在每个聚焦区开始前的一个时钟周期有效，如图 14 所示。参数同步信号 sync 的主要作用是使在参数加载周期 n 内加载的参数通过图 7 所示的寄存器结构传递到波束合成的处理单元中与聚焦区 n 内的延时波束数据对齐进行波束合成处理。

根据本发明的实施例，本文还提供了一种时分复用的波束合成方法。通常，波束合成方法包括图 16 所示的过程，主要包括回波数据写入/读出步骤 162，用于在各通道内将经模数转换的各波束数字回波数据写入并缓存，然后根据波束数据处理的需要将所写入的回波数据时分复用地读出；多波束处理步骤 163，用于在各通道内将读出的各波束数据时分复用地进行插值和变迹处理；通道数据求和步骤 164，用于将经多波束处理得到的数据时分复用地进行求和以合成最终的波束数据。在进行回波数据写入/读出与多波束处理过程中，参数加载总线为在各通道内的各波束将相应的聚焦区的各接收参数进行分发和同步。具体来说，就是将接收参数存储到外部的参数存储器中；在合成过程每个参数加载周期中读出相应聚焦区的所述接收参数；以及为各波束分发并同步相应的所述接收参数。

图 17 说明了两级参数加载过程，该过程包括参数地址译码步骤 172，用于对参数加载总线的地址总线进行译码以产生进行第一级加载的使能信号；第一级存储步骤 173，用于通过所述使能信号将参数加载总线中数据总线上的数据进行存储；第二级存储与同步步骤 174，用于在同步加载信号有效时将经第一级存储的数据存储到第二级参数寄存器中并由对应单元开始使用。

尽管本文是参考具体应用的说明性实施例来描述本发明，但应当理解本发明并不限于此。本领域的技术人员在阅读到本文所提供的发明内容后将认识到在其范围内或本发明明显实用的其他领域内能进行其他的修改、应用及实施例。所附的权利要求书意在涵盖本发明范围内的任何这种应用、修改和实施例。

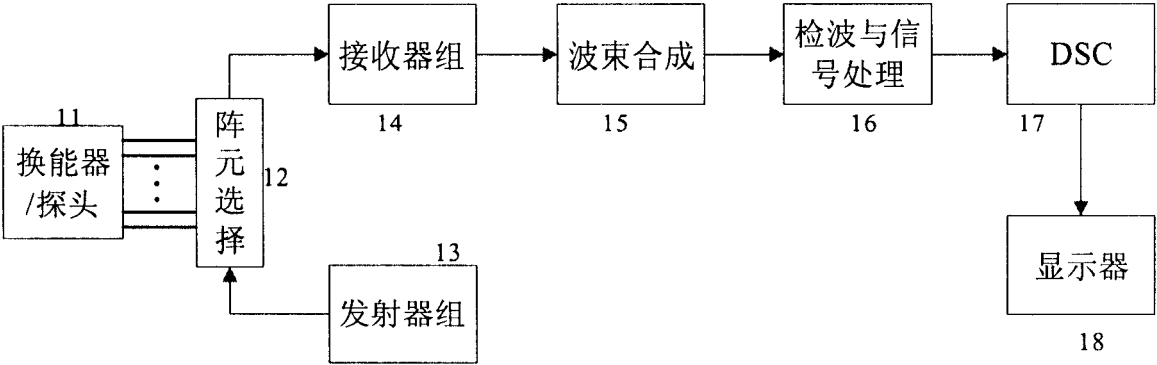


图 1

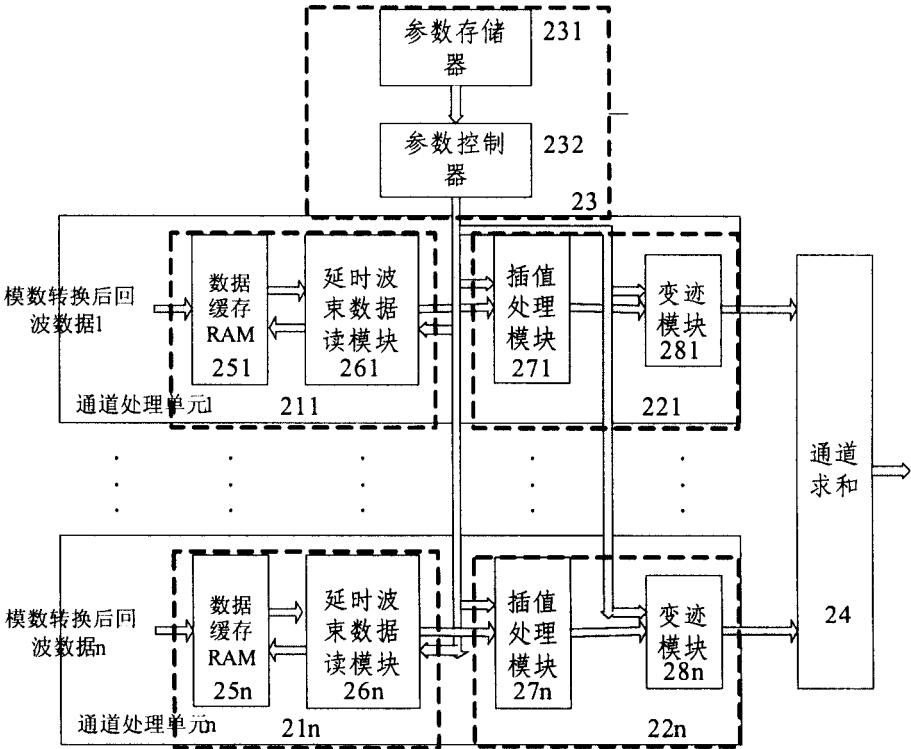


图 2

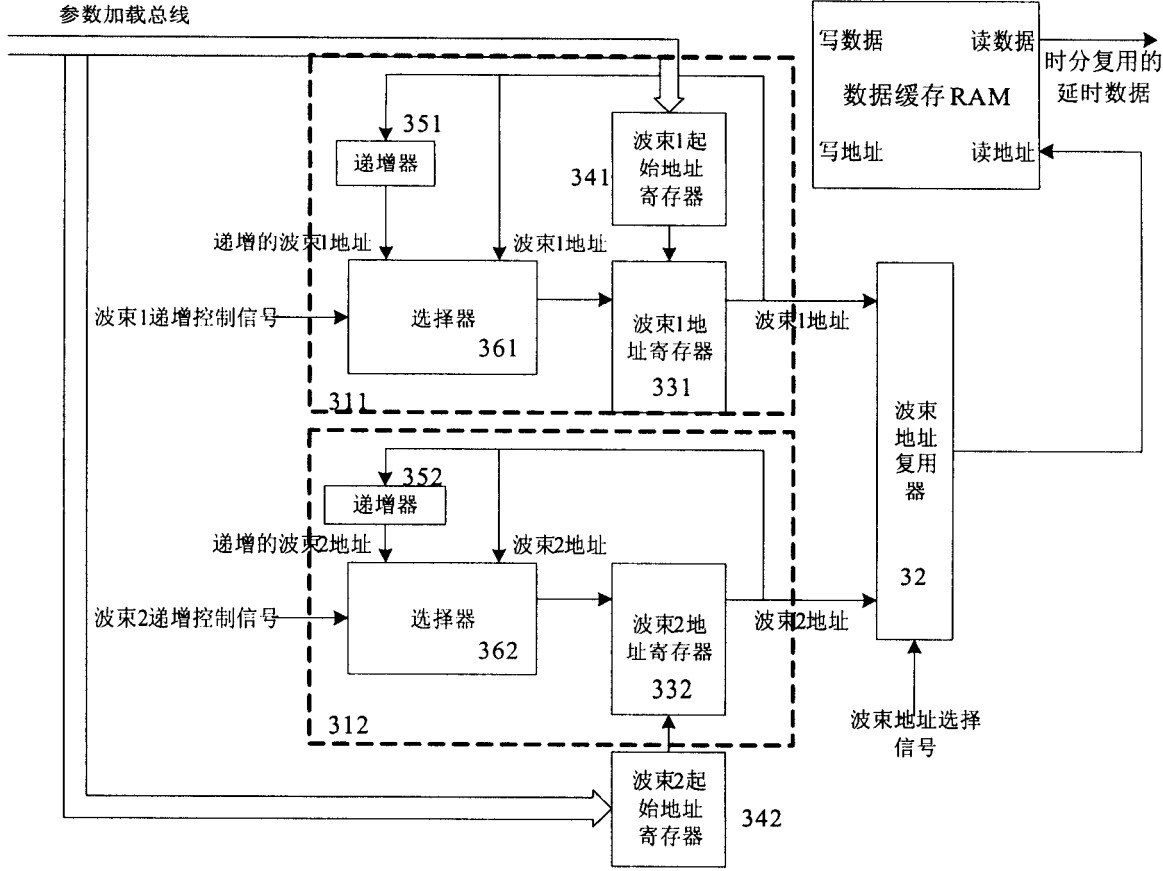


图 3

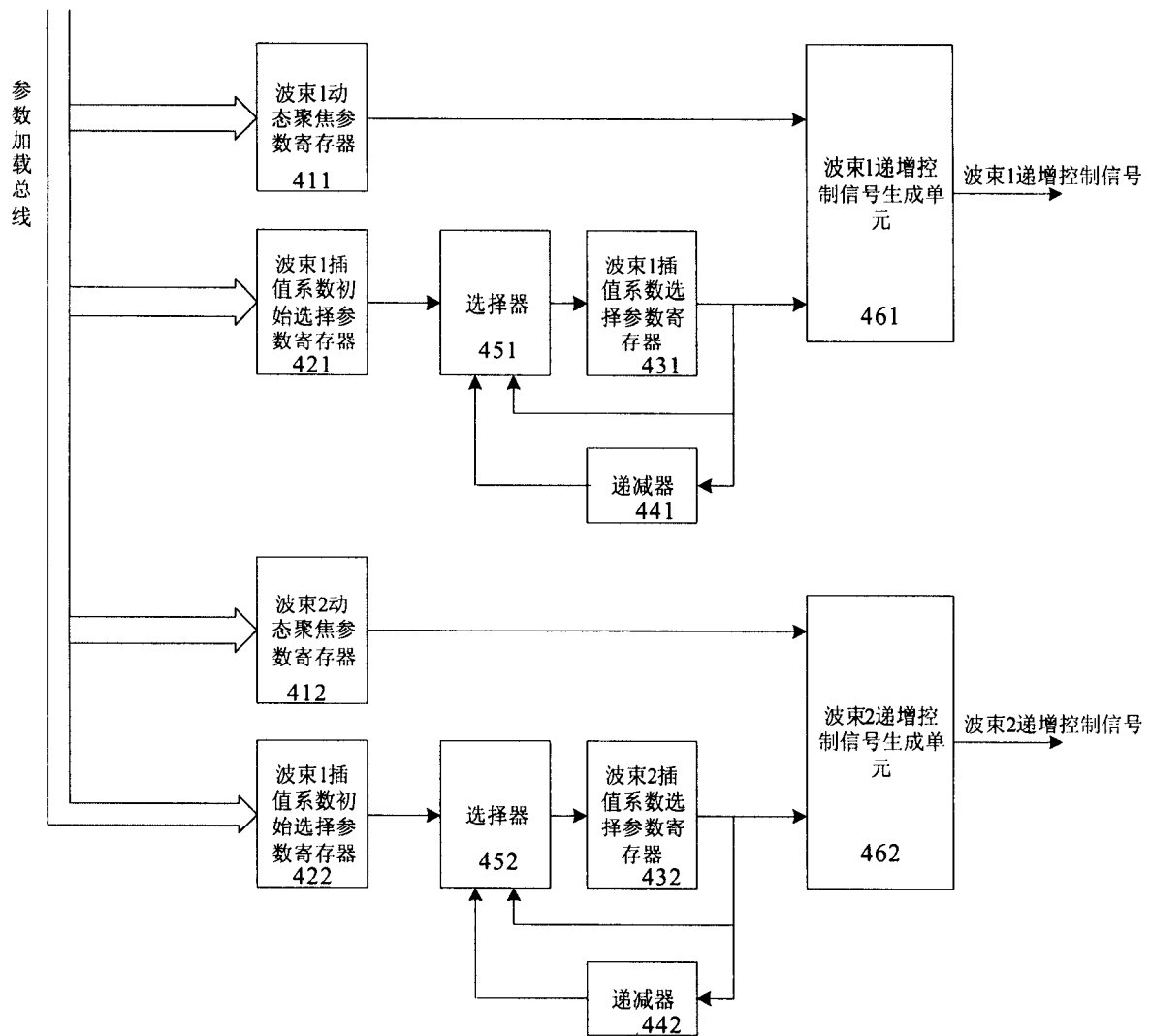


图 4

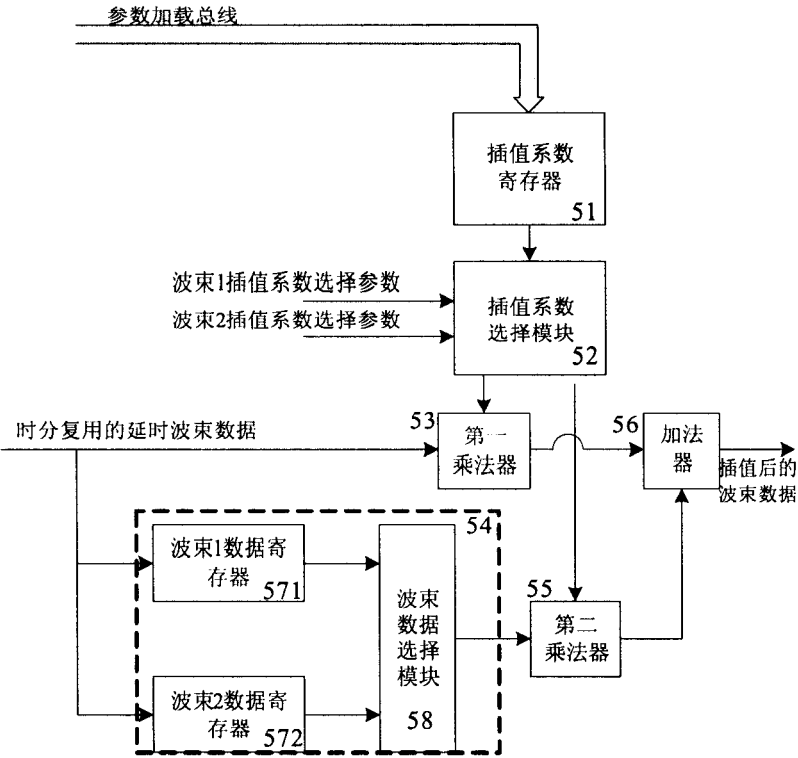


图 5 插值处理模块

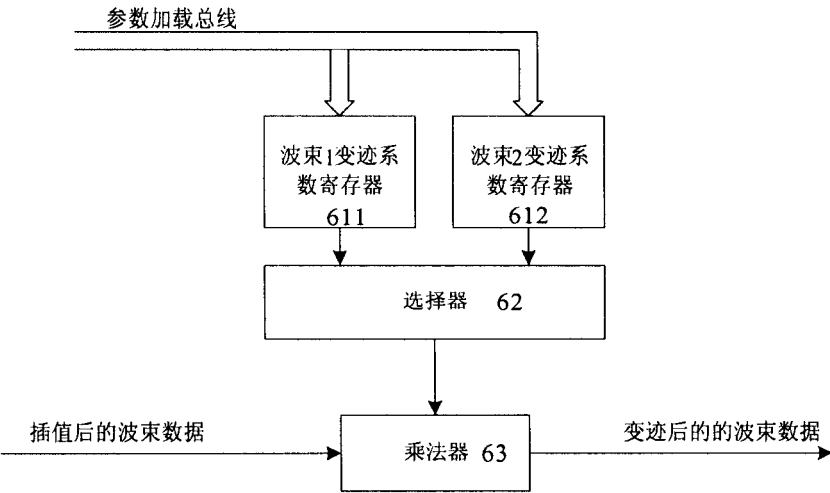


图 6

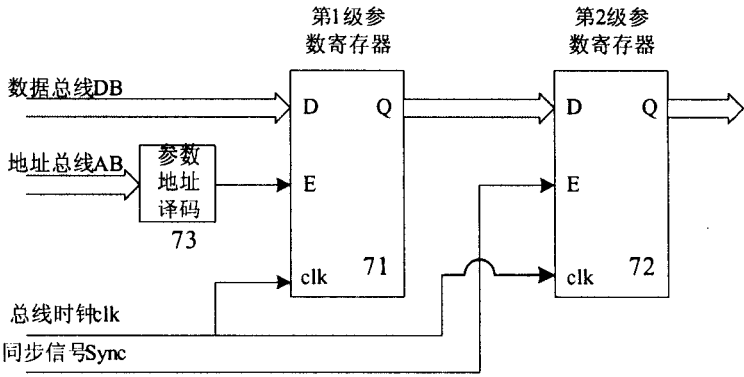


图 7

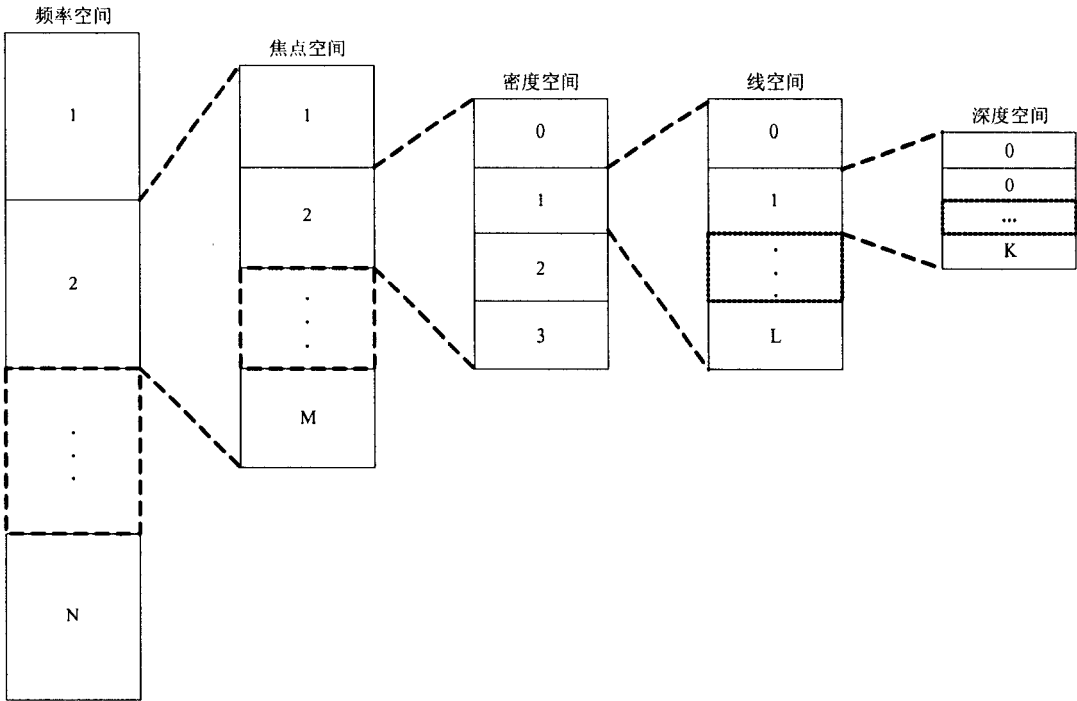


图 8

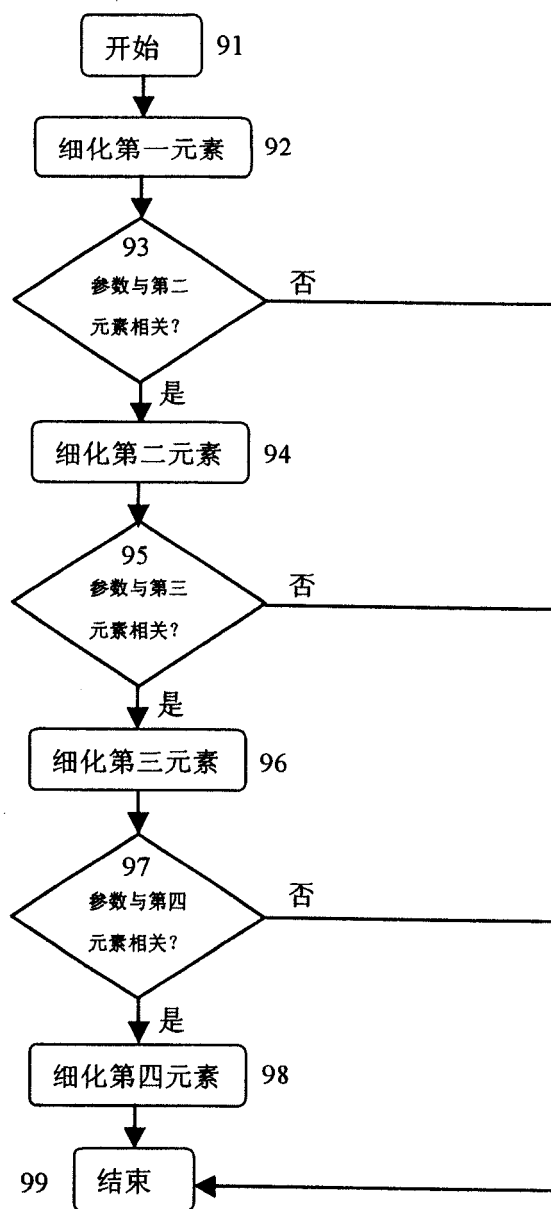


图 9

频率	焦点	密度	线号	深度	
频率 0	焦点 0	密度 0	第 0 线	深度 0 参数空间	
				深度 1 参数空间	
				...	
				深度 K 参数空间	
			第 1 线	...	
			
			第 L 线	...	
		
		密度 3	第 0 线	深度 0 参数空间	
				深度 1 参数空间	
				...	
				深度 K 参数空间	
			第 1 线	...	
			
			第 L 线	...	
			
			
	焦点 M	密度 0	第 0 线	深度 0 参数空间	
				深度 1 参数空间	
				...	
				深度 K 参数空间	
			第 1 线	...	
			...		
			第 L 线	...	
		...			
		密度 3	第 0 线	深度 0 参数空间	
				深度 1 参数空间	
				...	
				深度 K 参数空间	
			第 1 线	...	
			...		
第 L 线			...		
...	...				
...	...				
...	...				
频率 N					

图 10 :

焦点 0	密度 0	第 0 线	64 通道延时参数
		第 1 线	64 通道延时参数
	
		第 L 线	64 通道延时参数
	
	密度 3	第 0 线	64 通道延时参数
		第 1 线	64 通道延时参数
	
		第 L 线	64 通道延时参数
	
	密度 0	第 0 线	64 通道延时参数
		第 1 线	64 通道延时参数
	
		第 L 线	64 通道延时参数
	
	密度 3	第 0 线	64 通道延时参数
		第 1 线	64 通道延时参数
	
		第 L 线	64 通道延时参数

图 11

焦点 0	密度 0	第 0 线	深度 0 参数空间
			深度 1 参数空间
		第 1 线	...
	
		第 L 线	...
	
	密度 3	第 0 线	深度 0 参数空间
			深度 1 参数空间
		第 1 线	...
	
		第 L 线	...
...	...		
焦点 M	密度 0	第 0 线	深度 0 参数空间
			深度 1 参数空间
			...
			深度 K 参数空间
		第 1 线	...
		...	
		第 L 线	...
	...		
	密度 3	第 0 线	深度 0 参数空间
			深度 1 参数空间
			...
			深度 K 参数空间
		第 1 线	...
		...	
		第 L 线	...

图 12

频率 0	焦点 0	密度 0	第 0 线	深度 0 参数空间
				深度 1 参数空间
				...
				深度 K 参数空间
...	...			
频率 N				

图 13

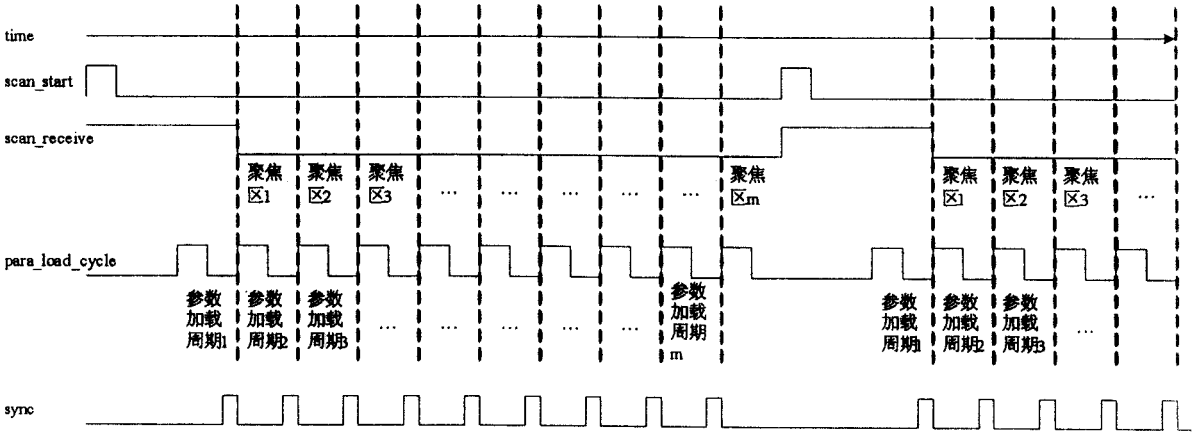


图 14

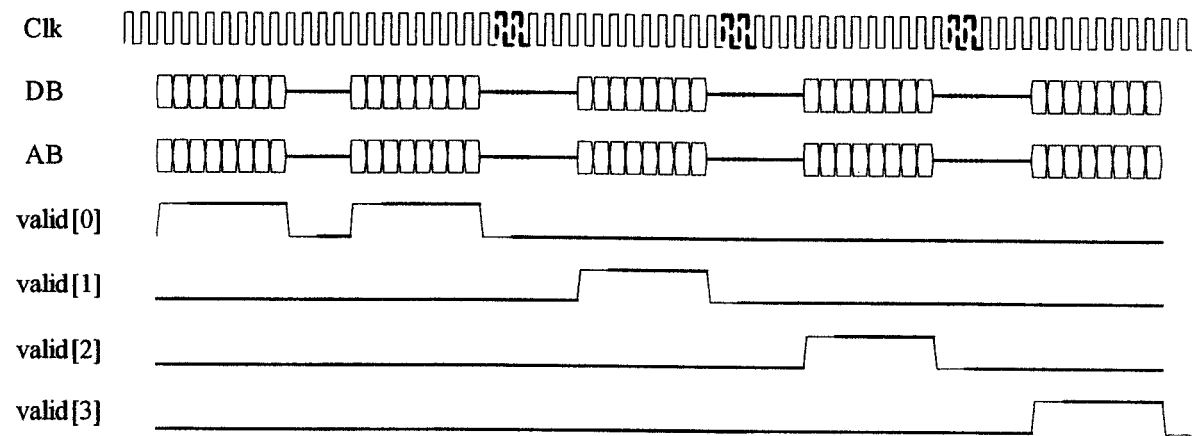


图 15

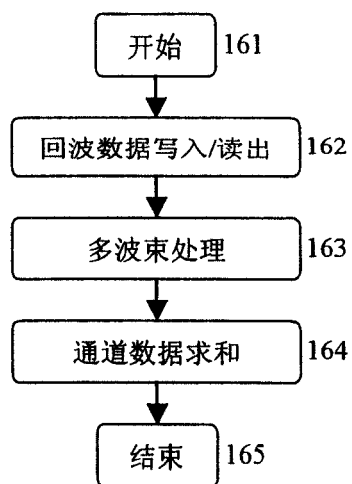


图 16

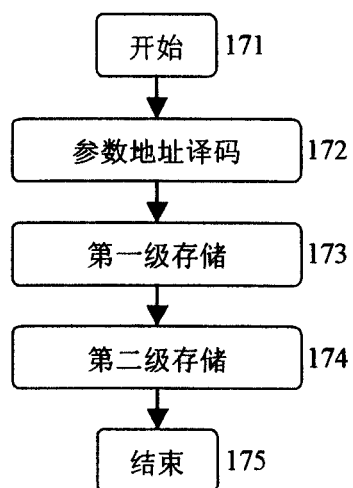


图 17

专利名称(译)	一种时分复用的波束合成方法与装置		
公开(公告)号	CN101194846A	公开(公告)日	2008-06-11
申请号	CN200610168851.2	申请日	2006-12-07
[标]申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
[标]发明人	康小刚 关智勇		
发明人	康小刚 关智勇		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/22 G01N29/34 G01N29/36 G01N29/38 G01S7/52 G01S15/89 G10K11/34		
CPC分类号	G01S7/52095 G10K11/345 G01S7/52028		
代理人(译)	王忠忠		
其他公开文献	CN101194846B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及超声成像中数字回波信号接收进程中的数字波束合成，提出了一种时分复用的波束合成装置和方法，以及一种用于波束合成的数据处理方法。该合成装置包括包括：回波数据写入/读出单元；多波束处理单元；通道数据求和单元；以及还包括：参数分发和同步单元，用于通过参数加载总线为在各通道内的各波束将相应的接收参数分发并同步给上述回波数据写入/读出单元和上述多波束处理单元。

