



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108784737 A

(43)申请公布日 2018.11.13

(21)申请号 201810554479.1

(22)申请日 2018.05.31

(71)申请人 沈阳东软医疗系统有限公司

地址 110167 辽宁省沈阳市浑南区创新路
177-1号

(72)发明人 王宝宇 闫鑫

(74)专利代理机构 北京博思佳知识产权代理有
限公司 11415

代理人 林祥

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

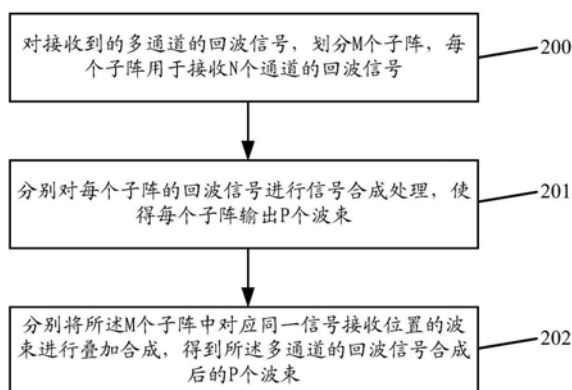
权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

一种超声成像的波束合成方法和装置

(57)摘要

本公开提供一种超声成像的波束合成方法和装置,其中方法包括:对接收到的多通道的回波信号,划分M个子阵,每个子阵用于接收N个通道的回波信号;在每个所述子阵内,分别对每个子阵内的N个通道的回波信号进行信号合成处理,使得每个子阵输出P个子阵波束;对于所述P个信号接收位置中的每一个信号接收位置,将对应的所述M个子阵波束进行叠加合成,得到一个合成波束,所述M个子阵共得到P个所述合成波束。



1. 一种超声成像的波束合成方法,其特征在于,所述方法包括:

对接收到的多通道的回波信号,划分M个子阵,每个子阵用于接收N个通道的回波信号, $M*N$ 等于所述多通道的通道总数;

在每个所述子阵内,分别对每个子阵内的N个通道的回波信号进行信号合成处理,使得每个子阵输出P个子阵波束,所述P大于1,所述P个子阵波束对应P个信号接收位置;所述M个子阵输出的各个子阵波束中,包括对应所述P个信号接收位置的各子阵波束,其中,每一个所述信号接收位置对应M个子阵波束,每个所述子阵波束来自于一个所述子阵;

对于所述P个信号接收位置中的每一个信号接收位置,将对应的所述M个子阵波束进行叠加合成,得到一个合成波束,所述M个子阵共得到P个所述合成波束。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述分别对每个子阵内的N个通道的回波信号进行信号合成处理,使得每个子阵输出P个子阵波束,包括:

所述P个子阵波束中的每一个波束,按照如下方式生成:

对于所述波束对应的信号接收位置,将N个通道中的每个通道,根据所述通道对应的阵元参数和焦点参数,获取所述通道接收的对应所述信号接收位置的波束的公共延时时间,得到N个公共延时时间;

获取所述N个公共延时时间中的最小延时时间,作为补偿时间;

将所述N个公共延时时间加上所述补偿时间,得到N个补偿后延时时间;

根据所述N个补偿后延时时间,由对应的存储器读出地址,读出所述N个通道接收的对应所述信号接收位置的N个粗延时回波信号;

将所述N个粗延时回波信号经过细延时叠加,得到对应的所述波束。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述获取所述通道接收的对应所述信号接收位置的波束的公共延时时间,包括:

根据所述阵元参数和焦点参数,得到待处理整数;

获取所述待处理整数的开平方值,得到公共延时参数;

根据所述公共延时参数,计算得到所述公共延时时间;

其中,按照如下方式获取所述待处理整数的开平方值:

根据所述待处理整数,确定移动位数;

根据所述移动位数和待处理整数,确定查表地址;

根据所述查表地址,查找开平方表,得到两个查表值;

根据所述两个查表值、移动位数和待处理整数,得到所述开平方值。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述由对应的存储器读出地址,读出N个通道接收的对应所述信号接收位置的N个粗延时回波信号,包括:

由每个通道对应的一个所述存储器中,读出所述通道接收的对应所述信号接收位置的一个粗延时回波信号;

其中,所述通道接收的回波信号输入所述一个存储器中,所述回波信号包括:分别对应P个信号接收位置的回波信号。

5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述对于每一个信号接收位置,将对应的所述M个子阵波束进行叠加合成,得到一个合成波束,包括:

对于一个信号接收位置,将每一子阵中对应所述信号接收位置的N个补偿后延时时间

中的最小延时时间,作为所述子阵对应的公共延时时间;

将各个子阵输出的对应所述信号接收位置的所述子阵波束,经过对应所述子阵的所述公共延时时间的延时后进行叠加,得到对应所述信号接收位置的所述合成波束。

6. 一种超声成像的波束合成装置,其特征在于,所述装置包括:

信号接收模块,用于对接收到的多通道的回波信号,划分M个子阵,每个子阵用于接收N个通道的回波信号, $M*N$ 等于所述多通道的通道总数;

第一级合成模块,用于在每个所述子阵内,分别对每个子阵内的N个通道的回波信号进行信号合成处理,使得每个子阵输出P个子阵波束,所述P大于1,所述P个子阵波束对应P个信号接收位置;所述M个子阵输出的各个子阵波束中,包括对应所述P个信号接收位置的各子阵波束,其中,每一个所述信号接收位置对应M个子阵波束,每个所述子阵波束来自于一个所述子阵;

第二级合成模块,用于对于所述P个信号接收位置中的每一个信号接收位置,将对应的所述M个子阵波束进行叠加合成,得到一个合成波束,所述M个子阵共得到P个所述合成波束。

7. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述第一级合成模块,用于按照如下方式生成所述P个子阵波束中的每一个波束:

对于所述波束对应的信号接收位置,将N个通道中的每个通道,根据所述通道对应的阵元参数和焦点参数,获取所述通道接收的对应所述信号接收位置的波束的公共延时时间,得到N个公共延时时间;

获取所述N个公共延时时间中的最小延时时间,作为补偿时间;

将所述N个公共延时时间加上所述补偿时间,得到N个补偿后延时时间;

根据所述N个补偿后延时时间,由对应的存储器读出地址,读出所述N个通道接收的对应所述信号接收位置的N个粗延时回波信号;

将所述N个粗延时回波信号经过细延时叠加,得到对应的所述波束。

8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,

所述第一级合成模块,在用于获取所述通道接收的对应所述信号接收位置的波束的公共延时时间时,包括:

根据所述阵元参数和焦点参数,得到待处理整数;

获取所述待处理整数的开平方值,得到公共延时参数;

根据所述公共延时参数,计算得到所述公共延时时间;

其中,按照如下方式获取所述待处理整数的开平方值:

根据所述待处理整数,确定移动位数;

根据所述移动位数和待处理整数,确定查表地址;

根据所述查表地址,查找开平方表,得到两个查表值;

根据所述两个查表值、移动位数和待处理整数,得到所述开平方值。

9. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,

所述通道接收的回波信号输入所述一个存储器中,所述回波信号包括:分别对应P个信号接收位置的回波信号。

10. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,

所述第二级合成模块,在用于将M个所述子阵波束进行叠加合成得到一个合成波束时,包括:

对于一个信号接收位置,将每一子阵中对应所述信号接收位置的N个补偿后延时时间中的最小延时时间,作为所述子阵对应的公共延时时间;

将各个子阵输出的对应所述信号接收位置的所述子阵波束,经过对应所述子阵的所述公共延时时间的延时后进行叠加,得到对应所述信号接收位置的所述合成波束。

一种超声成像的波束合成方法和装置

技术领域

[0001] 本公开涉及超声成像技术,特别涉及一种超声成像的波束合成方法和装置。

背景技术

[0002] 超声成像设备可以通过超声探头与受检体的身体表面接触,使用超声波束对受检体的身体进行扫描。该超声探头还可以接收扫描的回波信号,并通过设备的信号处理模组对回波信号进行放大和波束合成。其中,波束合成是医学超声诊断系统中的关键技术,通过波束合成可以增强回波的质量,在根据回波信号进行超声图像时,可以提高成像的清晰性和精确性。常规的波束合成可以采用单波束的延时叠加方法,对超声探头中的各个阵元接收的回波信号进行相应的延时后相加,从而得到一根扫描线的信号,这种方法简单易行,但是需要很大的计算量且帧频较低。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本公开提供一种超声成像的波束合成方法和装置,以实现在提高帧频的同时降低计算量和数据存储量。

[0004] 具体地,本公开是通过如下技术方案实现的:

[0005] 第一方面,提供一种超声成像的波束合成方法,所述方法包括:

[0006] 对接收到的多通道的回波信号,划分M个子阵,每个子阵用于接收N个通道的回波信号, $M*N$ 等于所述多通道的通道总数;

[0007] 在每个所述子阵内,分别对每个子阵内的N个通道的回波信号进行信号合成处理,使得每个子阵输出P个子阵波束,所述P大于1,所述P个子阵波束对应P个信号接收位置;所述M个子阵输出的各个子阵波束中,包括对应所述P个信号接收位置的各子阵波束,其中,每一个所述信号接收位置对应M个子阵波束,每个所述子阵波束来自于一个所述子阵;

[0008] 对于所述P个信号接收位置中的每一个信号接收位置,将对应的所述M个子阵波束进行叠加合成,得到一个合成波束,所述M个子阵共得到P个所述合成波束。

[0009] 第二方面,提供一种超声成像的波束合成装置,所述装置包括:

[0010] 信号接收模块,用于对接收到的多通道的回波信号,划分M个子阵,每个子阵用于接收N个通道的回波信号, $M*N$ 等于所述多通道的通道总数;

[0011] 第一级合成模块,用于在每个所述子阵内,分别对每个子阵内的N个通道的回波信号进行信号合成处理,使得每个子阵输出P个子阵波束,所述P大于1,所述P个子阵波束对应P个信号接收位置;所述M个子阵输出的各个子阵波束中,包括对应所述P个信号接收位置的各子阵波束,其中,每一个所述信号接收位置对应M个子阵波束,每个所述子阵波束来自于一个所述子阵;

[0012] 第二级合成模块,用于对于所述P个信号接收位置中的每一个信号接收位置,将对应的所述M个子阵波束进行叠加合成,得到一个合成波束,所述M个子阵共得到P个所述合成波束。

[0013] 本公开提供的超声成像的波束合成方法和装置,通过分级波束形成,可以节省内存资源,并且,由于经过划分子阵后,子阵的数目比较少,并且波束的数量也较少,能够减小数据存储量和计算量;而且,通过形成多波束(例如,4波束)可以提高帧频,从而实现了在提高帧频的同时降低计算量、数据存储量和内存资源的利用。

附图说明

- [0014] 图1是本公开一示例性实施例示出的一种超声成像设备的结构示意图;
- [0015] 图2是本公开一示例性实施例示出的一种超声成像的波束合成方法;
- [0016] 图3是本公开一示例性实施例示出的一种分级波束合成的原理图;
- [0017] 图4是本公开一示例性实施例示出的一种子阵的内部结构框图;
- [0018] 图5是本公开一示例性实施例示出的一种子阵内部的信号合成处理;
- [0019] 图6是本公开一示例性实施例示出的一种回波信号存储的优化示意图;
- [0020] 图7是本公开一示例性实施例示出的一种回波信号的细延时处理示意图;
- [0021] 图8是本公开一示例性实施例示出的一种超声成像的波束合成装置。

具体实施方式

[0022] 这里将详细地对示例性实施例进行说明,其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本公开相一致的所有实施方式。相反,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本公开的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0023] 超声成像设备在对受检体进行超声成像时,其中一种关键的技术即波束的合成,波束合成是将超声探头中的各个阵元接收的回波信号进行相应的延时后叠加,得到的叠加后的信号即合成后的波束。通过波束合成以增强回波质量,进而根据回波进行超声成像时,可以提高成像的清晰度。

[0024] 图1示意了一个例子中的超声成像设备的结构示意图,如图1所示,该设备可以包括超声探头11、信号处理模组12和图像显示器13。其中,医生可以使用超声探头11扫描受检体,并且,超声探头11是由许多的压电晶片(阵元)按照一定的形状排列组成,其中的阵元可以进行超声的发射和接收,接收的信号即称为回波信号。例如,探头可以是相控阵探头。

[0025] 信号处理模组12中可以包括多个功能模块,例如,可以包括发射接收机121、模拟信号处理模块122、波束形成器123等。发射接收机121可以选择和激励超声探头11中的阵元发射超声信号,并获取超声探头11接收到的回波信号。回波信号在信号处理模组12中可以经过波束合成、信号解调等处理,最终根据回波信号生成的超声图像显示在图像显示器13,以供医生查看。

[0026] 如图1所示,本公开提供的波束合成方法,可以由信号处理模组12中的波束形成器123执行。该波束形成器123可以将回波信号进行延时后聚焦,使得波束合成时各个通道的信号为同一深度的回波信号,增强回波信号,同时减少通道间的相互干扰。

[0027] 以图1所示的超声成像设备是便携式超声波系统为例,便携式超声波系统可以是笔记本式,也可以是手持式等方式。便携式超声系统的特点是设计尺寸小,通常波束形成器由一片资源相对较小的低功耗FPGA(Field-Programmable Gate Array,现场可编程门阵

列) 承载波束合成算法。当超声系统的通道数较多时, 容易出现资源不够, 功耗增加, 而如果采用更高性能FPGA, 将导致成本大幅提高。因此, 对于便携式的超声成像设备, 如何既能够节省资源, 又能够保证媲美传统大型超声系统的性能指标, 是一个重要的问题。

[0028] 基于此, 本公开提供的波束合成方法, 对波束形成器的波束合成算法进行了优化, 采用了一系列节省资源的方式, 以期同时实现节省资源的利用和帧频的提高。当然, 即使不是便携式超声成像设备, 普通的超声成像设备也同样可以采用本公开提供的波束合成方法。图2示例了一种超声成像的波束合成方法, 该方法可以是由图1中的波束形成器执行。如图2所示, 该方法可以包括:

[0029] 在步骤200中, 对接收到的多通道的回波信号, 划分M个子阵, 每个子阵用于接收N个通道的回波信号。

[0030] 其中, 所述M和N是自然数, 且 $M*N$ 等于所述多通道的通道总数。M和N中的其中一个可以是预设值, 另一个可以是根据通道总数和预设值得到。比如, 以64通道为例, 假设预设划分8个子阵, 那么可以得到每个子阵用于接收8个通道的信号。

[0031] 例如, 接收的回波信号可以是多通道的回波信号, 如, 以64通道为例, 接收的基阵可以是64通道的回波信号。

[0032] 本步骤中, 可以将该64通道划分为8个子阵, 那么 $M=8$, 每个子阵用于接收8个通道的回波信号, N也等于8。请结合参见图3, 例如, 通道0~7可以属于一个子阵, 通道8~15可以属于另一个子阵, 通道16~23可以属于又一个子阵, 等。通道0~63这64个通道划分为8个子阵。

[0033] 此外, 本例子中, 可以将接收到的多通道的回波信号, 经过处理后最终输出多个波束, 以4波束为例, 这64个通道接收的回波信号最终可以输出4个波束。那么波束形成器可以对64个通道的回波信号进行合成, 以合成为4波束(即4条扫描线)。为了得到该4条波束, 本例子可以采用分级波束合成技术, 例如, 可以采用两级处理, 如下的步骤201可以是第一级处理, 步骤202可以是第二级处理, 经过两级处理的合成叠加, 得到4波束。

[0034] 在步骤201中, 分别对每个子阵的回波信号进行信号合成处理, 使得每个子阵输出P个波束。所述P为自然数, 每一个波束对应一个信号接收位置。

[0035] 本步骤中, 在每个子阵内, 分别对每个子阵内的N个通道的回波信号进行信号合成处理, 使得每个子阵输出P个子阵波束。所述的P可以是大于1的自然数。所述P个子阵波束对应P个信号接收位置。

[0036] 请继续参见图3的示意, 以 $P=4$ 为例, 每一个子阵都可以输出4个波束。例如, 通道0~通道7的子阵输出了波束1至波束4这四个波束, 通道8~通道15的子阵也输出了波束1至波束4这四个波束。每一个波束对应一个根据声场横向分辨率的要求而设定的声束线物理位置, 该位置可以称为一个信号接收位置, 例如, 超声探头中可以包括多个阵元, 不同的波束可以由探头中的不同阵元接收的回波信号得到。

[0037] 其中, 每一个子阵的子阵内部可以对该子阵对应的8个通道接收的回波信号进行信号合成, 以输出合成后的4个波束。具体的子阵内部的信号合成过程可以详细参见图4和图5所示的描述。

[0038] 由M个子阵的整体来看, 其中的每一个子阵都输出4个子阵波束, 每一个子阵波束对应一个信号接收位置。这M个子阵输出的各个子阵波束中, 总共可以包括对应4个信号接

收位置的各子阵波束,其中,每一个信号接收位置对应M个子阵波束,每个所述子阵波束来自于一个所述子阵。举例来说,子阵1输出的子阵波束11、子阵2输出的子阵波束21、子阵3输出的子阵波束31都对应同一个信号接收位置;子阵输出的子阵波束12、子阵2输出的子阵波束22、子阵3输出的子阵波束33都对应相同的另一个信号接收位置。

[0039] 在步骤202中,分别将所述M个子阵中对应同一信号接收位置的波束进行叠加合成,得到所述多通道的回波信号合成后的P个波束。

[0040] 本步骤中,在步骤201中每个子阵输出4个波束的基础上,可以将各个子阵中对应同一信号接收位置的波束进行叠加。例如,可以将图1中的8个子阵输出的波束1(共8个波束1)进行叠加,得到合成的波束1;将8个子阵输出的波束2进行叠加,得到合成的波束2,最终得到了合成后的波束1至波束4。

[0041] 其中,在将8个子阵输出的对应同一信号接收位置的波束合成时,这8个波束可以进行不同的延时,进行延时后叠加。比如,在将8个子阵输出的8个波束1合成时,不同子阵的波束1可以具有不同的延时时间,8个波束1分别延时后进行叠加,得到合成后的波束1。而每个子阵具体的延时时间的确定,可以参见图4和图5所示的描述。

[0042] 如上,为了将步骤201中每个子阵输出的波束与步骤202中叠加合成的波束加以区分,可以将步骤201中一个子阵输出的波束称为“子阵波束”,比如,一个子阵可以输出4个子阵波束;可以将步骤202中叠加合成的波束称为“合成波束”,比如,8个子阵最终输出4个合成波束,并且,每一个合成波束可以是由8个子阵波束延时叠加得到。

[0043] 本例子公开提供一种超声成像的波束合成方法,通过分级波束形成,可以节省内存资源,并且,由于经过划分子阵后,子阵的数目比较少,并且波束的数量也较少,能够减小数据存储量和计算量。而且,通过形成多波束(例如,4波束)可以提高帧频,从而实现了在提高帧频的同时降低计算量、数据存储量和内存资源的利用。

[0044] 图4示例了每个子阵的内部结构框图,图5对应图4示例了每个子阵内部的信号合成处理,每个子阵通过信号合成,将8个通道的信号合成为4个波束。如图5所示,描述了以子阵内部的一个波束的合成处理流程,其他波束的合成处理可以同样按照该方法进行。该方法可以包括:

[0045] 在步骤500中,对于所述波束对应的信号接收位置,将N个通道中的每个通道,根据所述通道对应的阵元参数和焦点参数,获取所述通道接收的对应所述信号接收位置的波束的公共延时时间,得到N个公共延时时间;

[0046] 以波束1为例,结合图4来看,通道0至通道7这8个通道中,每个通道都可以分出一个用于合成波束1的回波信号,如果将一个通道对应的一个用于合成波束1的信号称为“波束1的分信号”,那么共有8个“波束1的分信号”。

[0047] 例如,分信号01:通道0输出的“波束1的分信号”;

[0048] 分信号11:通道1输出的“波束1的分信号”;

[0049] 分信号71:通道7输出的“波束1的分信号”;

[0050] 本步骤中,计算的是每一个分信号对应的公共延时时间,例如,对于通道0,可以根据通道0对应的阵元参数和焦点参数,获取该通道0对应的分信号01的公共延时时间。又例如,对于通道1,可以根据通道1对应的阵元参数和焦点参数,获取该通道1对应的分信号11的公共延时时间。

[0051] 可以按照如下方式计算一个子阵中的每个通道输出的波束分信号。

[0052] 例如,子阵可以看作是一个大尺寸的阵元,子阵的孔径D是子阵的边缘位置到总阵中心的距离。其中,总阵是所有子阵的总体。

[0053] 可以计算如下两个数值:

[0054] 一个是第i个子阵第j个通道的全程延迟 S_{ij} ,

$$[0055] \quad S_{ij} = \sqrt{(F+l_{ij})^2 - 2F \cdot l_{ij}(1 + \sin \theta)} \dots\dots\dots (1)$$

[0056] 其中,F为焦距, l_{ij} 是第i个子阵的j通道距离总阵中心位置的延迟, θ 为子阵的孔径中心发射与接收线的夹角。

[0057] 另一个需要计算的是第i个子阵的公共延迟 S_{ic} ,

$$[0058] \quad S_{ic} = \sqrt{(F+i \cdot D)^2 - 2F \cdot i \cdot D(1 + \sin \theta)} \dots\dots\dots (2)$$

[0059] 其中,第i个子阵与总阵中心的距离是 $i \cdot D$,也相当于子阵i在总阵中的位置,以64通道的总阵为例,i的数值可以是1到4。以该距离 $i \cdot D$ 作为子阵的公共延迟距离。

[0060] 接着,可以将上述的 S_{ic} 与 S_{ij} 做差,求得第i子阵第j通道的子阵内延迟值 S_i ,该 S_i 也可以称为公共延时参数 S_i 。

$$[0061] \quad S_i = S_{ij} - S_{ic} \dots\dots\dots (3)$$

$$[0062] \quad \tau_i = \frac{(F - S_i)}{c} \dots\dots\dots (4)$$

$$[0063] \quad t_i = \frac{(F - S_i)}{c} F_s \dots\dots\dots (5)$$

[0064] 其中,上述的公式(4)可以根据公共延时参数 S_i 计算得到公共延时时间 τ_i ,公式(5)可以将公共延时时间换算成采样脉冲单位。在上述的各个公式中,c为声速。

[0065] 在上述的公共延时参数 S_i 的计算中涉及到开平方运算,为了减少乘法器的运用达到节省资源的目的,本例子可以采用查表的方式处理开平方运算。例如,可以将待开平方的“ $(F+i \cdot D)^2 - 2F \cdot i \cdot D(1 + \sin \theta)$ ”称为“待处理整数X”,可以先根据X以及如下的表1得到移动位数n。

[0066]

X范围	移动位数n	X范围	移动位数n
$64 < X < 256$	0	$2^{20} \leq X < 2^{22}$	14
$2^8 \leq X < 2^{10}$	2	$2^{22} \leq X < 2^{24}$	16
$2^{10} \leq X < 2^{12}$	4	$2^{24} \leq X < 2^{26}$	18
$2^{12} \leq X < 2^{14}$	6	$2^{26} \leq X < 2^{28}$	20
$2^{14} \leq X < 2^{16}$	8	$2^{28} \leq X < 2^{30}$	22
$2^{16} \leq X < 2^{18}$	10	$2^{30} \leq X < 2^{32}$	24
$2^{18} \leq X < 2^{20}$	12	$2^{32} \leq X < 2^{34}$	26

[0067] 接着,待处理整数X可以分成两部分,如下:

$$[0068] \quad X = m \cdot 2^{(2n)} + 1 \dots\dots\dots (4)$$

[0069] I为低2n位,m为高位,本例子中将针对X数据的大小选择移动不同的位数,使高位保持在64~256之间。

[0070] 根据上述的公式(4),由X和查表得到的n,可以得到查表地址m,该m可以用于查找开平方表,得到两个查表值A(m)和B(m)。其中,在开平方表中,存储有m分别与A(m)和B(m)的对应关系,示例如下表2:

[0071] 表2开平方表(部分内容)

[0072]

m	A(m)	B(m)
64	8	0.062257748
65	8.062257748	0.061780656

[0073] 而后可以根据A(m)、B(m)、n计算开平方值 S_i ,如下:

[0074] $S_i = A(m) * (2^n) / 2^8 + B(m) * 1 / 2^n / 2^8 \dots \dots \dots (5)$

[0075] 通过使用查表的方式处理开平方运算,节省了乘法器,优化了资源利用。

[0076] 在步骤501中,获取N个公共延时时间中的最小延时时间,作为补偿时间。

[0077] 例如,可以比较分信号00、分信号11、分信号21直至分信号71这8个分信号对应的公共延时时间,得到最小延时时间,作为补偿时间。该补偿时间通常为负值,可以取其绝对值作为补偿时间。

[0078] 在步骤502中,将所述N个公共延时时间加上所述补偿时间,得到N个补偿后延时时间;

[0079] 本步骤中,可以将上述的分信号00、分信号11直至分信号71分别对应的公共延时时间(步骤500中得到)加上补偿时间(步骤501中得到),以使得保证所有的公共延时时间转换为正值,得到的时间可以称为“补偿后延时时间”。

[0080] 在步骤503中,根据所述N个补偿后延时时间,由对应的存储器读出地址,读出所述N个通道接收的对应所述信号接收位置的N个粗延时回波信号;

[0081] 如图4可以看到,每一个通道接收的回波信号都可以包括4个分别对应4个信号接收位置的分信号,而本步骤是以波束1为例来说,要从各个通道中读取出用于合成波束1的分信号。例如,要由通道0中读出分信号01,由通道1中读出分信号11,由通道7中读出分信号71。

[0082] 首先请结合参见图6所示,在回波信号接收时,在传统方式中,一个通道的回波信号对应的四个位置的分信号,分别存储在不同的RAM中,共需要4个双口RAM。而本公开的例子中,进行了资源利用的优化,为了节省存储资源,一个通道的回波信号输入至一个双口RAM中,再在本步骤从该RAM中读出对应一个位置的分信号。这样可以节省资源。

[0083] 具体的,可以是根据步骤502中得到的补偿后延时时间,换算成对应RAM的读出地址。比如,可以根据分信号01的补偿后延时时间,由通道0对应的RAM中读出分信号01;可以根据分信号11的补偿后延时时间,由通道1对应的RAM中读出分信号11。本步骤中读取的分信号可以称为粗延时回波信号。

[0084] 在步骤504中,将N个粗延时回波信号经过细延时叠加,得到波束。

[0085] 例如,细延时部分可以由拉格朗日三次插值实现,请参见图7所示,为了节省乘法器资源,可以将插值中的乘法通过移位相加的原理进行处理。

[0086] 例如,若某一阵元对应某一聚焦点的补偿后延时时间是65,除以4为16.25,则粗延时为16,则当FIFO中存储的数据个数为16时,使FIFO(First Input First Output)存储器

读使能(即启动读数功能),开始从FIFO中读出数据,然后对读出的数据每四个点进行一次插值得到一次输出,FIFO后采用移位寄存器,用来保留历史数据,然后进行插值。

[0087] 其中,图7中的权值权值 w_0 、 w_1 、 w_2 、 w_3 的插值系数的选择,如下:

[0088] 表3插值系数的选择

[0089]

	T=0	T=0.25	T=0.5	T=0.75
W0	0	-0.0547	-0.0625	-0.0391
W1	1	0.8203	0.5625	0.2734
W2	0	0.2734	0.5625	0.8203
W3	0	-0.0391	-0.0625	-0.0547

[0090] 上表中设计小数的处理,将小数量化为8位,最高位为符号位,即上述表格中的小数先乘以 2^7 进行运算,最后再右移7位。

[0091] 插值系数的选取:将补偿后延时时间分成高位和低两位,高位为粗延时,即表示多少个20ns,低两位为细延时,表示有多少个5ns。当 $\text{delay}[1:0]=00$ 时,插值系数选择T=0组;当 $\text{delay}[1:0]=01$ 时插值系数选择T=0.25组;当 $\text{delay}[1:0]=10$ 时,插值系数选择T=0.5组; $\text{delay}[1:0]=11$ 时,插值系数选择T=0.75组。

[0092] 经过步骤504的处理后,分信号01、分信号11直至分信号71这8个分信号合成为波束1,同样的方式,每个子阵还可以合成波束2至波束4,从而第一级处理得到了8个子阵分别合成的4个波束。

[0093] 在第二级处理中,步骤202提到了,在将8个子阵输出的对应同一信号接收位置的波束合成时,这8个波束可以进行不同的延时,进行延时后叠加。例如,在将8个子阵输出的8个波束1合成时,8个波束1分别延时后进行叠加,得到合成后的波束1。那么,每个子阵的波束1的延时时间的计算可以是:将步骤502中的N个补偿后延时时间的最小延时时间,作为该子阵对应的公共延时时间。将各个子阵输出的对应所述信号接收位置的波束,经过对应所述子阵的所述公共延时时间的延时后进行叠加,得到对应所述信号接收位置的合成波束。

[0094] 本发明能够很大程度的节省内存资源,传统的波束形成、分级四波束形成与优化的分级四波束形成所消耗的内存资源对比如下。其中,传统波束形成是一级波束合成,分级四波束形成采用了分级合成,比如本申请中的二级合成;而优化分级四波束形成是采取了一系列的节省资源消耗的措施,比如,本申请中提到的减少乘法器的运用,达到节省资源的目的。

[0095] 表4资源消耗对比

[0096]

	第一级RAM(bit)	第二级RAM(bit)	总计(bit)	比率
传统波束形成	384*64*4*12	0	1179648	
分级四波束形成	56*64*4*12	328*8*4*15	329472	比传统节省72%
优化分级四波束形成	56*64*12	328*8*12	74496	比不优化节省77%

[0097] 为了实现上述方法,本申请还提供了一种超声成像的波束合成装置,如图8所示,该装置可以包括:信号接收模块81、第一级合成模块82和第二级合成模块83。

[0098] 信号接收模块81,用于对接收到的多通道的回波信号,划分M个子阵,每个子阵用

于接收N个通道的回波信号, $M*N$ 等于所述多通道的通道总数;

[0099] 第一级合成模块82,用于分别对每个子阵的回波信号进行信号合成处理,使每个子阵输出P个子阵波束;

[0100] 第二级合成模块83,用于将分别来自于M个子阵的M个所述子阵波束进行叠加合成,得到一个合成波束,所述M个子阵波束和合成波束对应同一信号接收位置;所述M个子阵得到合成后的P个合成波束。

[0101] 在一个例子中,所述第一级合成模块82,用于按照如下方式生成所述P个子阵波束中的每一个波束:

[0102] 对于所述波束对应的信号接收位置,将N个通道中的每个通道,根据所述通道对应的阵元参数和焦点参数,获取所述通道接收的对应所述信号接收位置的波束的公共延时时间,得到N个公共延时时间;

[0103] 获取所述N个公共延时时间中的最小延时时间,作为补偿时间;

[0104] 将所述N个公共延时时间加上所述补偿时间,得到N个补偿后延时时间;

[0105] 根据所述N个补偿后延时时间,由对应的存储器读出地址,读出所述N个通道接收的对应所述信号接收位置的N个粗延时回波信号;

[0106] 将所述N个粗延时回波信号经过细延时叠加,得到对应的所述波束。

[0107] 在一个例子中,所述第一级合成模块82,在用于获取所述通道接收的对应所述信号接收位置的波束的公共延时时间时,包括:

[0108] 根据所述阵元参数和焦点参数,得到待处理整数;

[0109] 获取所述待处理整数的开平方值,得到公共延时参数;

[0110] 根据所述公共延时参数,计算得到所述公共延时时间;

[0111] 其中,按照如下方式获取所述待处理整数的开平方值:

[0112] 根据所述待处理整数,确定移动位数;

[0113] 根据所述移动位数和待处理整数,确定查表地址;

[0114] 根据所述查表地址,查找开平方表,得到两个查表值;

[0115] 根据所述两个查表值、移动位数和待处理整数,得到所述开平方值。

[0116] 在一个例子中,所述通道接收的回波信号输入所述一个存储器中,所述回波信号包括:分别对应P个信号接收位置的回波信号。

[0117] 在一个例子中,所述第二级合成模块82,在用于分别将所述M个子阵中对应同一信号接收位置的波束进行叠加合成时,包括:

[0118] 对于一个信号接收位置,将每一子阵中对应所述信号接收位置的N个补偿后延时时间中的最小延时时间,作为所述子阵对应的公共延时时间;

[0119] 将各个子阵输出的对应所述信号接收位置的波束,经过对应所述子阵的所述公共延时时间的延时后进行叠加,得到对应所述信号接收位置的合成波束。

[0120] 本公开的符合事件判定方法的功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本公开的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台控制和处理设备执行本公开各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介

质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器 (ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器 (RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0121] 以上所述仅为本公开的较佳实施例而已,并不用以限制本公开,凡在本公开的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本公开保护的范围之内。

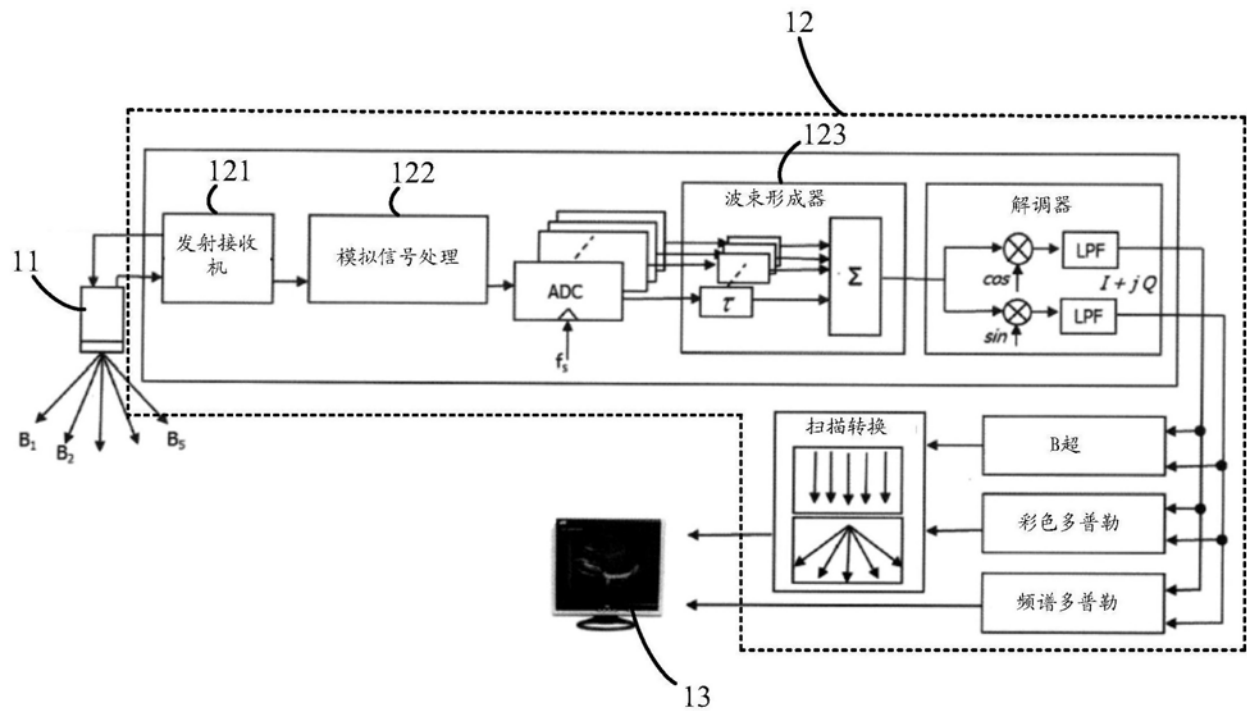


图1

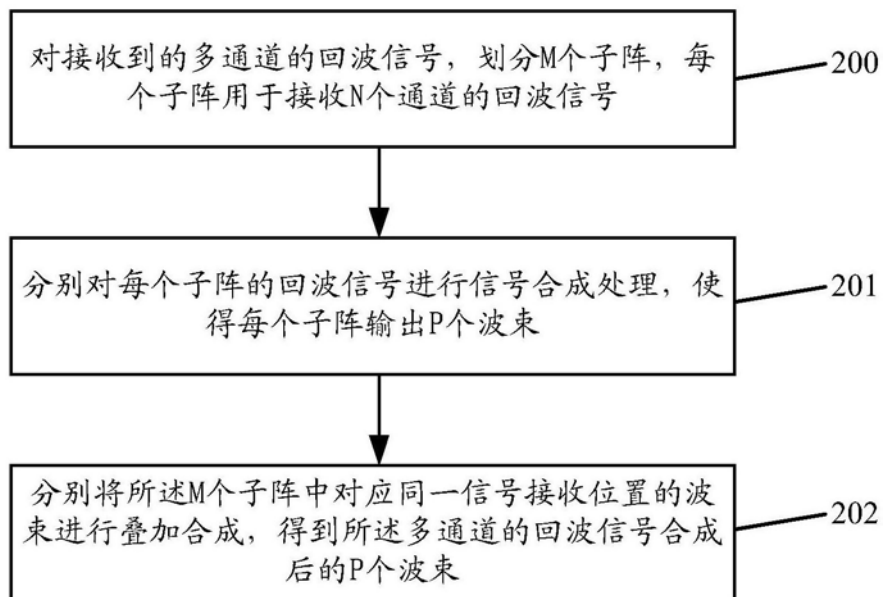


图2

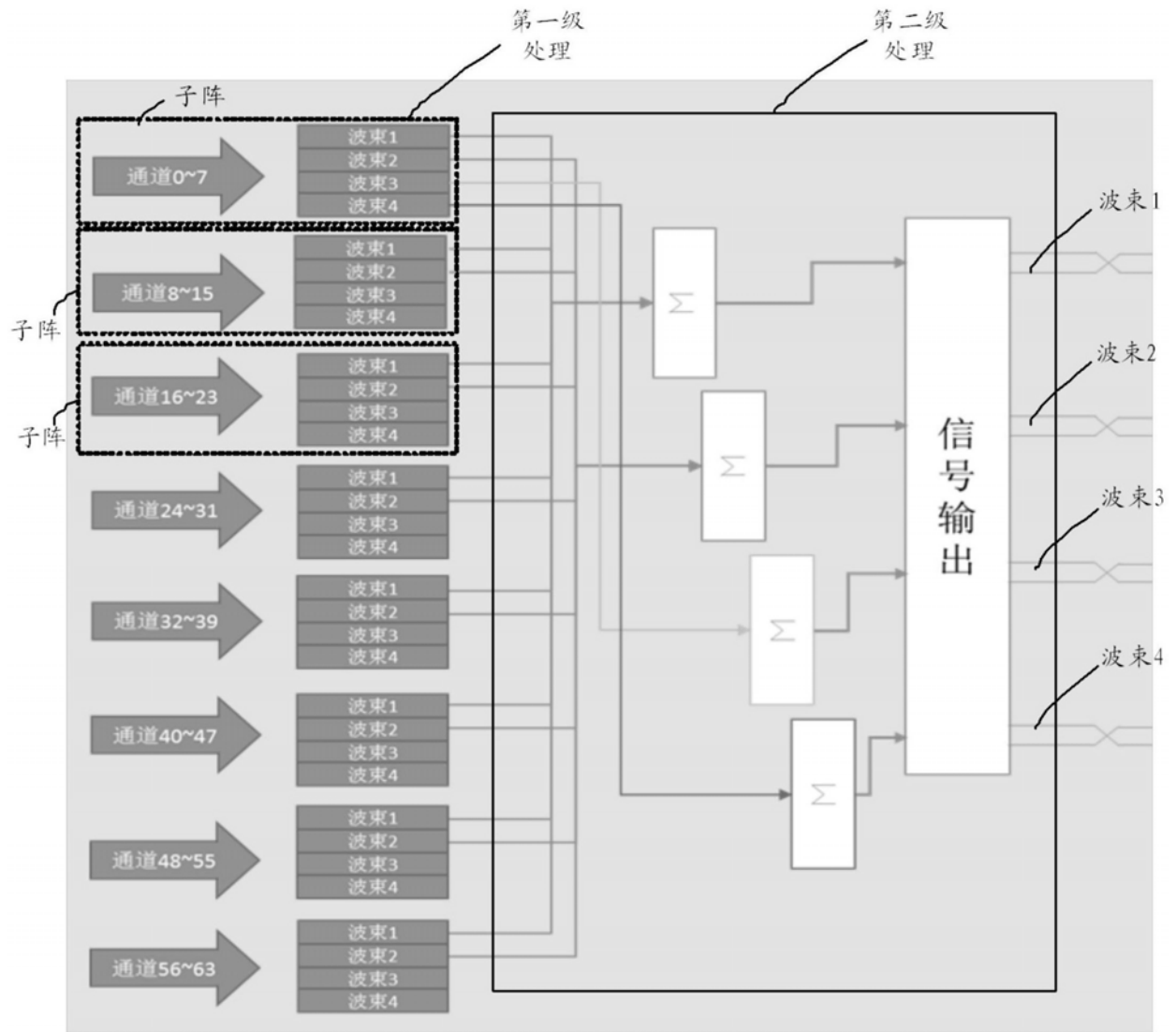


图3

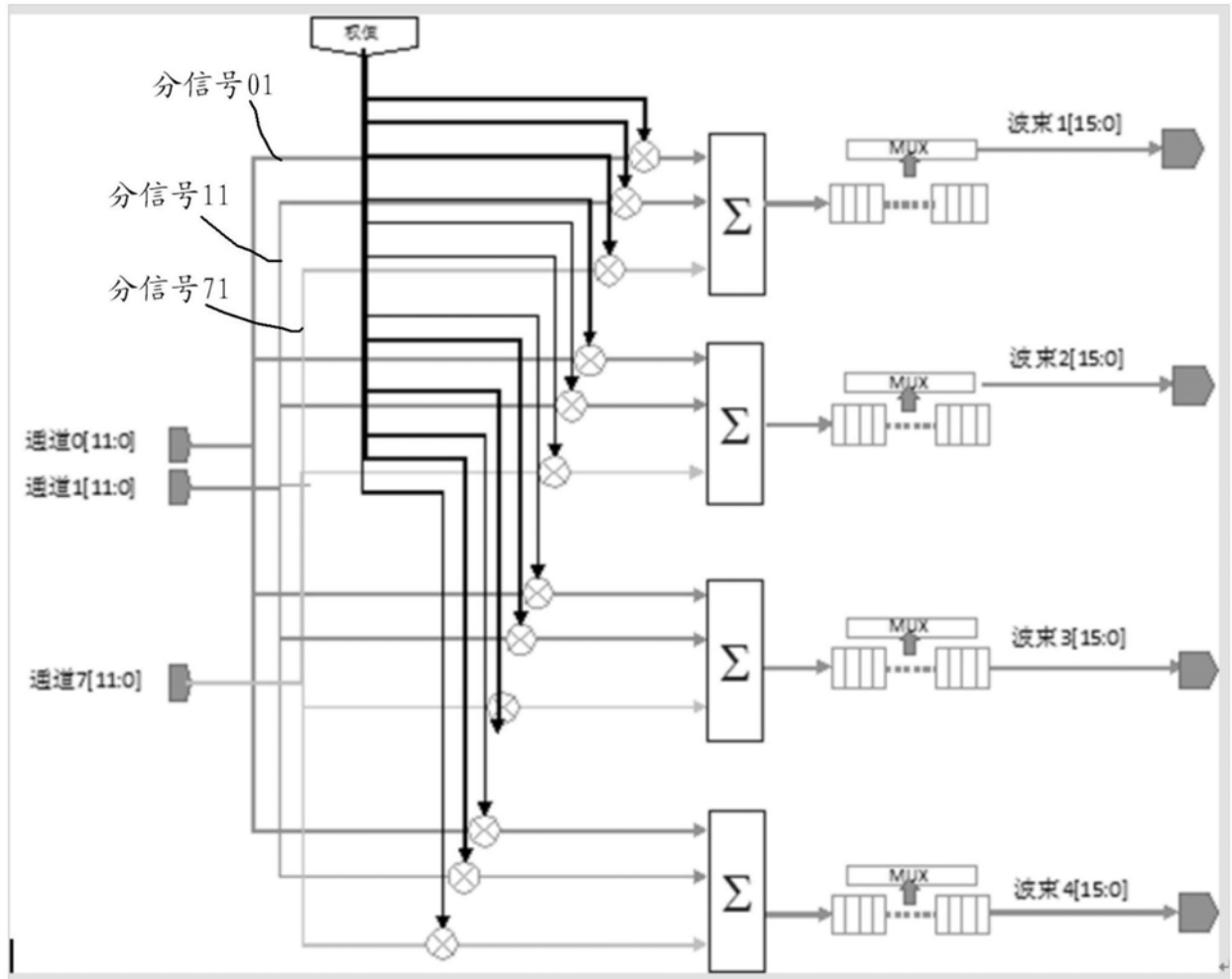


图4

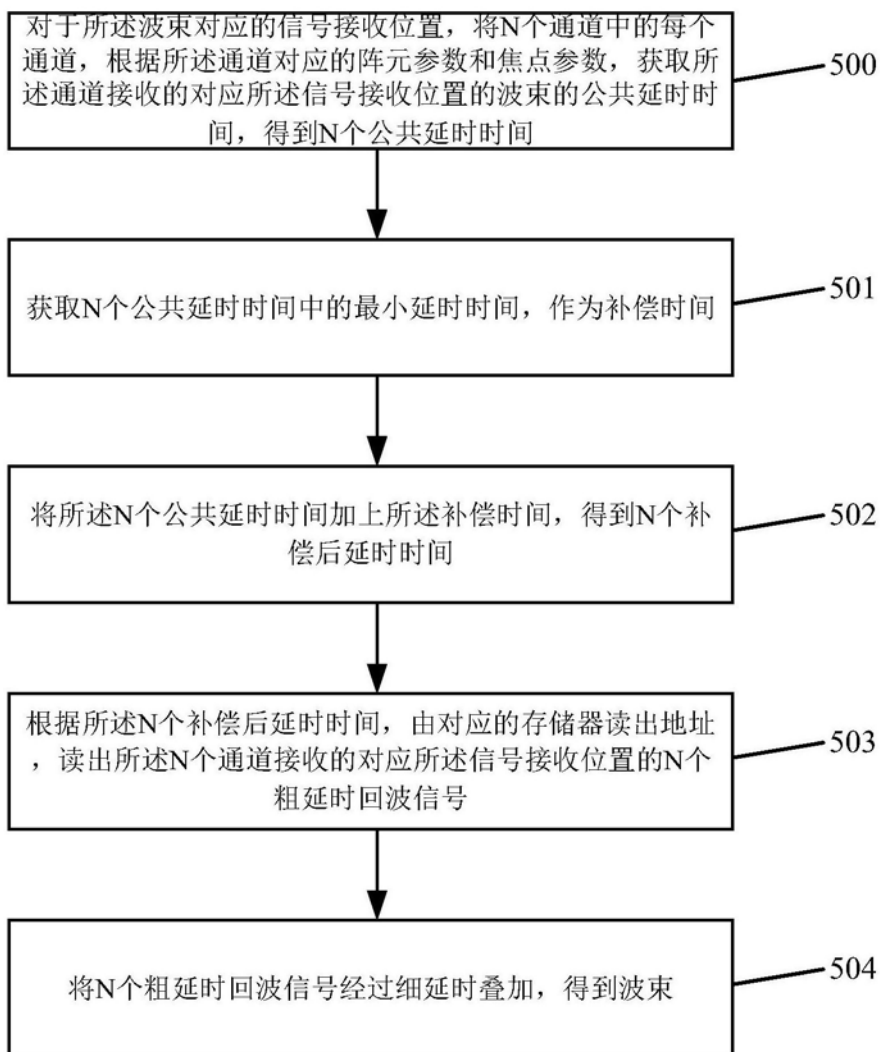


图5

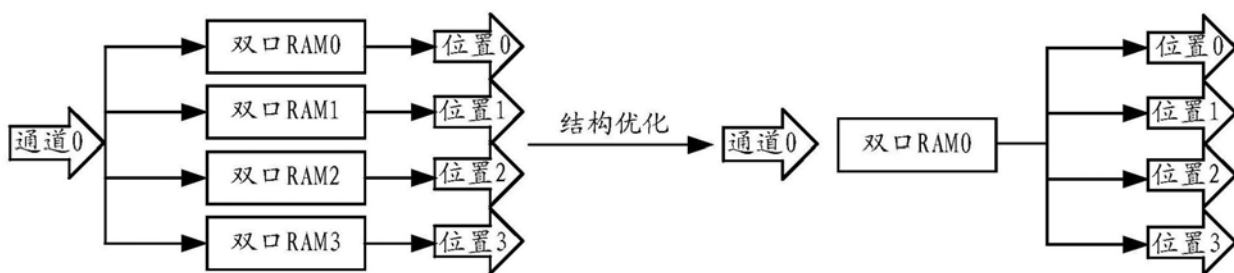


图6

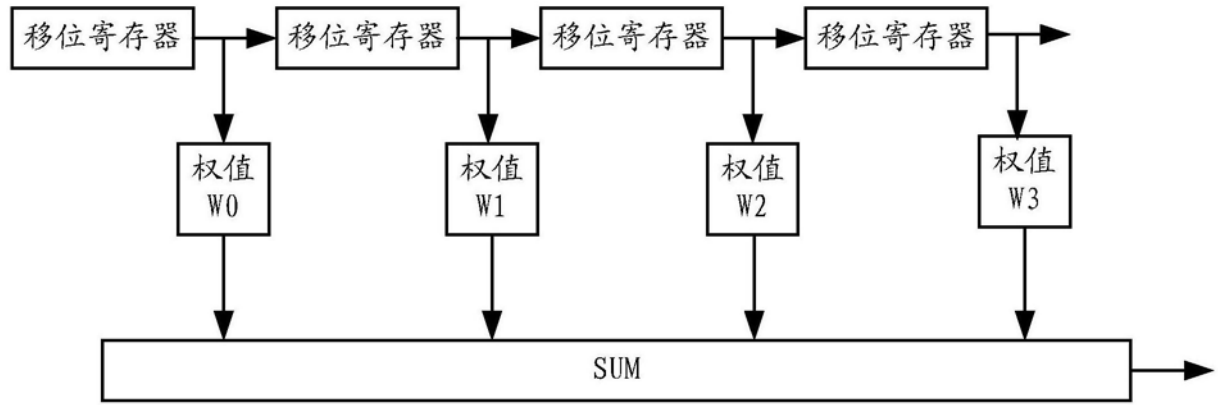


图7

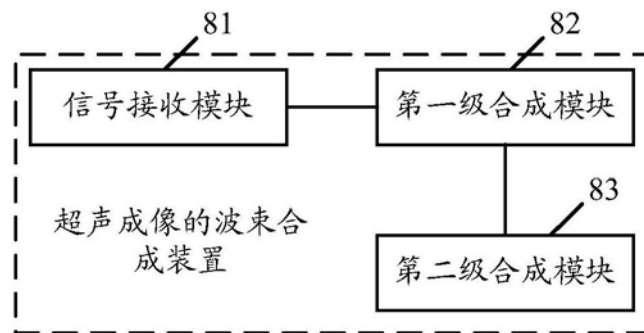


图8

专利名称(译)	一种超声成像的波束合成方法和装置		
公开(公告)号	CN108784737A	公开(公告)日	2018-11-13
申请号	CN201810554479.1	申请日	2018-05-31
[标]申请(专利权)人(译)	沈阳东软医疗系统有限公司		
申请(专利权)人(译)	沈阳东软医疗系统有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	沈阳东软医疗系统有限公司		
[标]发明人	王宝宇 闫鑫		
发明人	王宝宇 闫鑫		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/5207 A61B8/52		
代理人(译)	林祥		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本公开提供一种超声成像的波束合成方法和装置，其中方法包括：对接收到的多通道的回波信号，划分M个子阵，每个子阵用于接收N个通道的回波信号；在每个所述子阵内，分别对每个子阵内的N个通道的回波信号进行信号合成处理，使得每个子阵输出P个子阵波束；对于所述P个信号接收位置中的每一个信号接收位置，将对应的所述M个子阵波束进行叠加合成，得到一个合成波束，所述M个子阵共得到P个所述合成波束。

