

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61B 8/00 (2006.01)
A61B 8/13 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510036793.3

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 100518659C

[22] 申请日 2005.8.19

[21] 申请号 200510036793.3

[73] 专利权人 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 12 路迈瑞大厦

[72] 发明人 李 勇

[56] 参考文献

US5638821A 1997.6.17
US6108572A 2000.8.22
CN1342442A 2002.4.3
US5301674A 1994.4.12
US4813279 1989.3.21
US6221022B1 2001.4.24

审查员 黄 曦

[74] 专利代理机构 深圳市睿智专利事务所

代理人 陈鸿荫

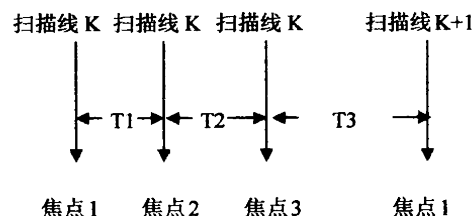
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

拼接多发射焦点回波信号的方法

[57] 摘要

一种拼接多发射焦点回波信号的方法，用于采用拼接多发射焦点回波信号来获得扫描图像的超声成像系统，包括反复切换执行的步骤：系统对目标进行扫描，在每一扫描位置进行多次不同发射焦点的超声波发射；以及系统根据不同的发射焦点，而采用不同的脉冲重复周期来接收每次发射后的超声回波；还包括步骤：对回波信号进行波束合成处理，以提高信噪比；对经所述波束合成处理的回波信号进行多焦点拼接处理，以得到各扫描线完整的回波信号或数据；尤其是，所述回波信号的多焦点拼接处理是在包络检测处理前完成。采用本发明方法的系统，拼接图像过程中可以同时保持较高的图像帧率和质量，并具有较低的实现成本。



1. 一种拼接多发射焦点回波信号的方法,用于采用拼接多发射焦点回波信号来获得扫描图像的超声成像系统,包括反复切换执行的步骤:

- A. 系统对目标进行扫描,在每一扫描位置进行多次不同发射焦点的超声波发射;
- B. 系统根据不同的发射焦点,而采用不同的脉冲重复周期来接收每次发射后的超声回波;
- C. 对回波信号进行波束合成处理,以提高信噪比;
- D. 对经所述波束合成处理的回波信号进行动态滤波处理、包络检测处理和多焦点拼接处理,以得到各扫描线完整的回波信号或数据;

其特征在于:

步骤D中所述回波信号先经过多焦点拼接处理,再依次经过动态滤波处理和包络检测处理。

2. 根据权利要求1所述拼接多发射焦点回波信号的方法,其特征在于:

所述脉冲重复周期随所述发射焦点与超声换能器之间的距离而变化;距离越小则该脉冲重复周期越短。

3. 一种拼接多发射焦点回波信号的方法,用于采用拼接多发射焦点回波信号来获得扫描图像的超声成像系统,包括反复切换执行的步骤:

- A. 系统对目标进行扫描,在每一扫描位置进行多次不同发射焦点的超声波发射;
- B. 系统根据不同的发射焦点,而采用不同的脉冲重复周期来接收每次发射后的超声回波;
- C. 对回波信号进行波束合成处理,以提高信噪比;
- D. 对经所述波束合成处理的回波信号进行动态滤波处理、包络检测处理和多焦点拼接处理,以得到各扫描线完整的回波信号或数据;

其特征在于:

步骤D中所述回波信号先经过动态滤波处理,再依次经过多焦点拼接处理和包络检测处理。

4. 根据权利要求3所述拼接多发射焦点回波信号的方法，其特征在于：

所述脉冲重复周期随所述发射焦点与超声换能器之间的距离而变化；距离越小则该脉冲重复周期越短。

拼接多发射焦点回波信号的方法

技术领域 本发明涉及超声技术，特别涉及多发射焦点超声成像系统中的发射接收控制技术，尤其是涉及提高图像拼接帧率的方法。

背景技术 在传统医用超声成像系统的波束形成中，需要对接收扫描线上的每一点逐点动态聚焦接收，就是对各不同深度的接收点，通过连续地改变探头各个阵元接收到的回波延时和探头阵元的接收孔径，来使得对所述各点的接收均能达到聚焦效果。

但是，这种动态聚焦的方法只能用于接收，而不能用于发射。因为在每一次脉冲发射时，调节探头发射阵元的孔径大小和各个阵元的延时，可以使发射脉冲聚焦于发射扫描线上某一个焦点；可发射脉冲一旦被发射出，其发射焦点便不再能被调整。这样，在深于非焦点区域的深度，发射脉冲会发散，不能够较好地聚焦。一般可以通过减少发射孔径来减少这种发射聚焦误差。但是减少发射孔径会使发射脉冲带宽变宽，从而降低图像的横向分辨率，影响图像质量。

所述发射聚焦和发射脉冲带宽相对立的问题，传统上可以使用多焦点拼接方法来解决。所述多焦点拼接就是将接收扫描线沿深度分成几个区域，每个区域对应着不同的发射焦点；对于每个区域，发射聚焦的焦点大约位于区域中心，而每次接收回波依然采用动态聚焦法。这样，系统需要多次发射脉冲，每次发射焦点均不同；在接收每次发射焦点区域的回波时，仅保留该区域附近的回波数据以供进一步处理，而舍弃其他回波数据；最后，系统将不同发射焦点对应的回波片断组合起来，就形成一条完整的接收扫描线。从而，所述接收扫描线允许每个区域中发射脉冲具有较窄的带宽，以提高图像的横向分辨率和图像质量。

以图1示意的多焦点拼接超声系统为例。在该超声成像系统中，具有一个多阵元的超声换能器（探头），主控制系统可以通过控制发射/接收模块来实时切换超声波的发射和接收。当切换到超声波发射状态时，该超声换能器的每一个压电陶瓷阵元接收来自发射脉冲模块的驱动脉冲，将该驱动脉冲的能量转换成超声波进行发射。当切换到超声波接收状态时，所述超声换能器的各个阵元独立地接收超声波回波，将超声波能量转换成电能量。

在超声成像时,发射/接收模块先被切换到发射状态,系统通过发射脉冲控制模块来控制发射脉冲的形状、延时,以及参与发射的阵元,使发射的超声波聚焦到预定扫描线上的预定焦点位置。这样,所述发射超声波在该焦点处带宽最窄,而在扫描线的其他位置上的带宽会较宽。该多焦点拼接系统一般要在同一条发射扫描线的位置上,多次连续发射脉冲,次数和多焦点拼接的数目相同,每次发射脉冲的焦点通过改变各个阵元的发射延时而不同。接着,所述发射/接收模块切换到接收状态,超声回波经超声换能器各阵元接收转换成电信号。该电信号先经时间增益补偿放大器放大,以补偿不同深度下的超声波衰减;再送往波束合成模块,调整各阵元回波的延时并进行变迹,以提高当前接收扫描线回波信号的信噪比。所述变迹是指将不同通道的回波相加之前各个通道回波乘以一定的系数,其中,变迹系数将随着深度不同而变化,并和回波延时一样,均由系统CPU加以控制调整(图中未标示)。

经波束合成后的回波信号一般还要经动态滤波来提高信噪比。所述动态滤波的滤波器中心频率和频带将随着回波深度不同而变化。因为回波频率高的成分在图像中纵向分辨率较高,但随深度的衰减比较大;回波频率低的成分在图像中纵向分辨率较低,但随深度的衰减比较慢,能探测到较深的深度,所以动态滤波实现的是:在探测深度较浅的地方选择信号的高频成分(保证图像纵向分辨率较高),而在探测深度较深的地方则选择信号的低频成分(保证系统的探测深度),以供系统成像。

经动态滤波后的回波信号频率仍然较高,还是属于射频信号,还要经包络检测来获得回波信号的包络。所述包络检测可以采用对回波信号的绝对值作低通滤波的方法;也可以采用对正交解调后的两路正交信号取模检测的方法。因为包络信号变化较慢,频率较低,所以对包络检测后的信号进行模数转换的采样率较低。

若所述发射脉冲不是对应最后一个发射焦点,则所述包络检测并模数转换后的数据送往多焦点拼接模块的缓存。保存在该缓存中的同一发射扫描线的回波数据经多焦点拼接处理后,能产生一条完整扫描线的图像数据。系统逐条将拼接后的扫描线数据送往显示模块。该显示模块根据系统特点会对数据作相应的显示处理,比如可以通过扫描变换来将极坐标数据变换成屏幕上显示的点阵数据。图3表示了拼接多发射焦点回波信号后获得的拼接信号示意图。同一扫描位置的扫描线对应的回波信号是系统经三次发射和接收后,三次接收到的回波在不同接收区域拼接处理合成为完整的接收回波。

因为多焦点拼接时,需要多次发射不同发射焦点的脉冲波,对不同发射焦点的脉冲回波

进行拼接,最后形成完整接收扫描线的数据;所以,最后图像的帧率会降低。一般来说,如果采用 n 个焦点发射,图像帧率就会下降为原来的 $1/n$ 。为此,美国专利 US 6,432,056 公开了一种利用多波束接收来提高多焦点拼接图像帧率的方法。具体是,在多波束接收超声系统中,若第一次发射时对应扫描线位置是 T_1 ,发射焦点靠近探头,接收扫描线以 T_1 为中心对称分布,其位置分别是 R_{1L} 和 R_{1R} ;则令第二次发射对应的扫描线位置是和 T_1 不重合的 T_2 ,发射焦点远离探头,接收扫描线以 T_2 为中心两边对称分布,分别是 R_{2L} 和 R_{2R} ;使其中 R_{1R} 和 R_{2L} 的接收位置相同,但是发射焦点并不相同;则 R_{1R} 和 R_{2L} 都满足多焦点拼接条件。这样,对 R_{1R} 和 R_{2L} 进行焦点拼接,就能形成多焦点拼接图像。使用该方法,不需要在同一扫描线位置重复发射,图像帧率可以因此得到提高。

上述现有技术的主要不足在于:US 6,432,056 所公开的方法虽然能提高多焦点拼接的图像帧率,但该系统前端需要能支持多波束接收,提高了系统复杂度和实现成本;而且,该系统采用的发射技术会使图像横向分辨率有所下降。美国专利申请 US 5,301,674 公开的方法对于发射焦点位置较浅的发射脉冲设置较短的回波接收脉冲重复周期,对于发射焦点位置较深的发射脉冲设置较长的回波接收脉冲重复周期,则能减少形成一条接收扫描线的总花费时间,从而提高成像帧率。但该专利申请同样存在拼接后图像质量下降的问题。

发明内容 本发明要解决的技术问题是针对上述现有技术的不足,而提出一种拼接多发射焦点回波信号的方法,用于超声成像系统,在获得扫描图像时能保持较高图像帧率的同时,不影响拼接后的图像质量,并使系统具有较低的实现成本。

为解决上述技术问题,本发明的基本构思为:因所述包络检测可以采用对回波信号的绝对值作低通滤波的方法,也可以采用对正交解调后的两路正交信号取模检测的方法,相当于对信号作平滑滤波处理;若在该包络检测处理前先对信号进行多焦点拼接处理,无疑可以利用包络检测来提高拼接处的信号连续性。

作为实现本发明构思的技术方案是,提供一种拼接多发射焦点回波信号的方法,用于采用拼接多发射焦点回波信号来获得扫描图像的超声成像系统,包括反复切换执行的步骤:

- A. 系统对目标进行扫描,在每一扫描位置进行多次不同发射焦点的超声波发射;
- B. 系统根据不同的发射焦点,而采用不同的脉冲重复周期来接收每次发射后的超声回波;
- C. 对回波信号进行波束合成处理,以提高信噪比;
- D. 对经所述波束合成处理的回波信号进行动态滤波处理、包络检测处理和多焦点拼接处理,以得到各扫描线完整的回波信号或数据;

尤其是：步骤D中所述回波信号先经过多焦点拼接处理，再依次经过动态滤波处理和包络检测处理。

作为实现本发明构思的技术方案又是，提供一种拼接多发射焦点回波信号的方法，用于采用拼接多发射焦点回波信号来获得扫描图像的超声成像系统，包括反复切换执行的步骤：

- A. 系统对目标进行扫描，在每一扫描位置进行多次不同发射焦点的超声波发射；
- B. 系统根据不同的发射焦点，而采用不同的脉冲重复周期来接收每次发射后的超声回波；
- C. 对回波信号进行波束合成处理，以提高信噪比；
- D. 对经所述波束合成处理的回波信号进行动态滤波处理、包络检测处理和多焦点拼接处理，以得到各扫描线完整的回波信号或数据；

尤其是：步骤D中所述回波信号先经过动态滤波处理，再依次经过多焦点拼接处理和包络检测处理。

采用上述技术方案，可以使图像帧率下降减少，同时保证多焦点拼接后的图像效果不变，并且系统具有较低的实现成本。

附图说明 图1是多焦点拼接超声系统示意框图之一
图2是多焦点拼接超声系统示意框图之二
图3是多焦点拼接后的超声图像示意图
图4是传统多焦点拼接超声系统的发射示意图
图5是本发明多焦点拼接超声系统的发射示意图

具体实施方式 下面，结合附图所示之最佳实施例进一步阐述本发明。

本发明方法所适用的超声成像系统可以是单波束发射的超声成像系统，也可以是多波束发射、能同时获得多条对应不同波束扫描线的超声成像系统。

在所述采用拼接多发射焦点回波信号来获得扫描图像的超声成像系统中，本发明方法包括反复切换执行的步骤：

- A. 系统对目标进行扫描，在每一扫描位置进行多次不同发射焦点的超声波发射；
- B. 系统接收每次发射后的超声回波；

还包括如下步骤，用以完成系统对接收超声回波的处理：

- C. 对回波信号进行波束合成处理，以提高信噪比；

D. 对经所述波束合成处理的回波信号进行动态滤波处理、包络检测处理和多焦点拼接处理，以得到各扫描线完整的回波信号或数据；

其中，步骤D中所述多焦点拼接处理是将每一扫描位置多次发射后接收处理的回波信号拼接成完整扫描线对应的回波信号。该对回波信号的多焦点拼接处理可以如图2在波束合成处理之后进行，也可以在动态滤波处理之后进行。所述多焦点拼接处理实际处理的是包络检测处理前的射频信号，进行模数转换的采样率相对较高。信号经多焦点拼接处理后再进行包络检测处理可以保持图像质量不变。因其拼接处理方法不是本发明解决问题的关键，同时本发明方法不受具体拼接处理的限制，故不在此赘述。

图4给出了传统多焦点拼接超声系统的发射示意图。以（但不限于）三个发射焦点为例，设第一次发射的焦点位置离探头最近，第二次的在中间，最后一次的离探头最远。若系统发射的次序依次是：扫描线K的第一个焦点，扫描线K的第二个焦点，扫描线K的第三个焦点，扫描线K+1的第一个焦点；且每两次发射之间的脉冲重复周期相同，设为T；则多焦点拼接形成一条接收扫描线所需要的时间是3T。因此，超声系统成像帧率将下降到非多焦点拼接时的1/3。

如图3所示，对于拼接后介于区域1和2交叉的区域部分的回波信号，一般是对这两部分原接收信号采用加权处理来合成的，而超过该交叉区域部分的原接收回波信号对该部分的合成信号是不作贡献的，也就是说，第一发射焦点的回波，超过交叉区域12后时间接收到的回波并不影响拼接后的回波，对成像没有影响。因此，在接收第一发射焦点的回波时，仅需接收包括交叉区域以内的相应回波。同样，对第二发射焦点的回波可以依次类推。

为此，本发明超声系统采用的发射模式可以如图5所示，使所述步骤B中，系统接收每次发射后的超声回波时，是根据不同的发射焦点，而采用不同的脉冲重复周期进行接收。设传统超声系统发射扫描时的脉冲重复周期是T。在采用多焦点拼接时，设扫描线K的第一焦点对应的脉冲重复周期为 T_1 ，第二焦点对应的脉冲重复周期为 T_2 ，第三焦点对应的脉冲重复周期为 T_3 ，则因对应各发射焦点，没有必要接收所有的回波信号。所述脉冲重复周期可以随所述发射焦点与超声换能器之间的距离而变化；距离越小则该脉冲重复周期越短。因此 $T_1 < T_2 < T_3$ ，而 $T_3 = T$ ，所以形成一条接收扫描线所需要的时间是 $T_1 + T_2 + T_3$ ，小于原来所需要的3T。从而，可以缓解多焦点拼接造成的成像帧率下降问题。

本发明方法经过试验验证，不需要改变超声成像系统的硬件，仅仅调整超声成像的控制，就能改善多焦点拼接时的图像成像帧率，而且图像质量保持不变。

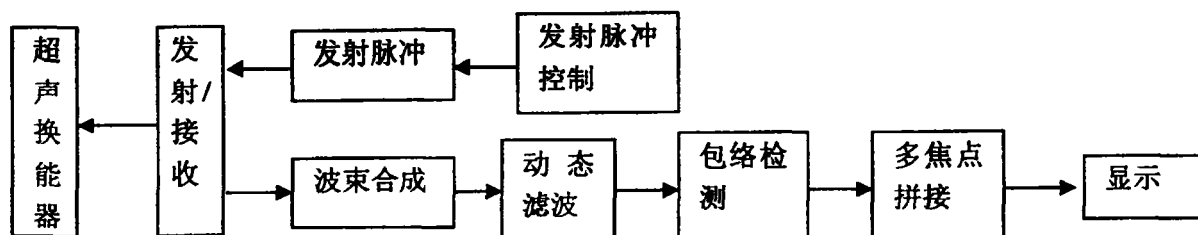


图 1

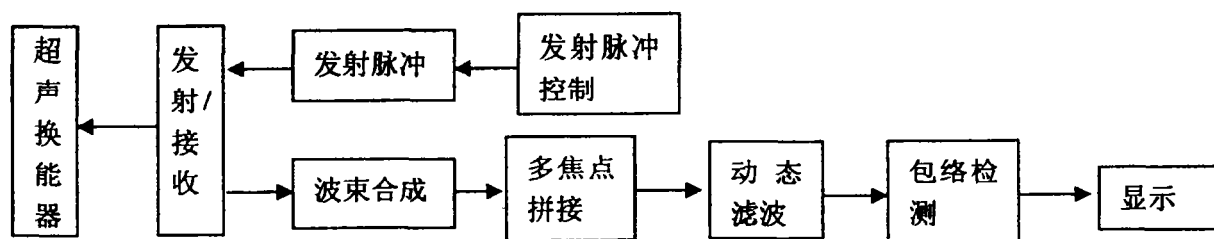


图 2

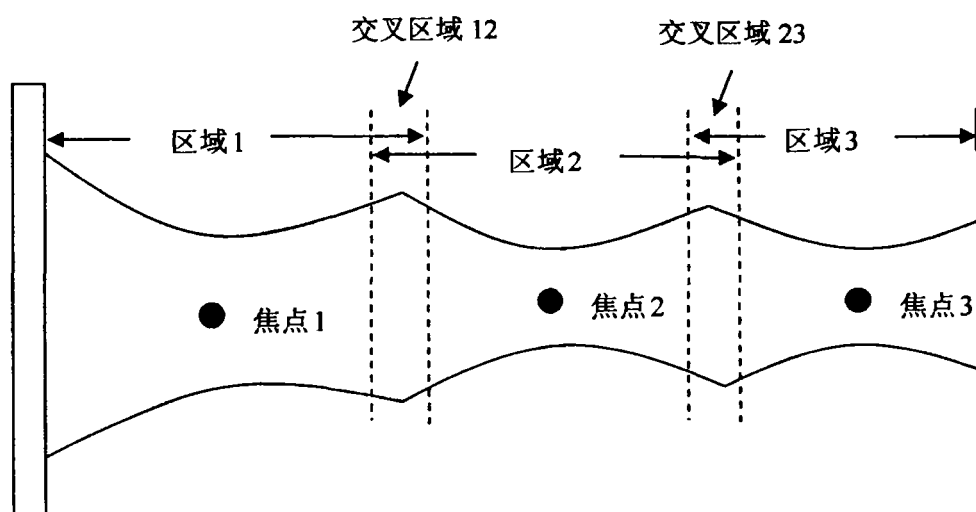


图 3

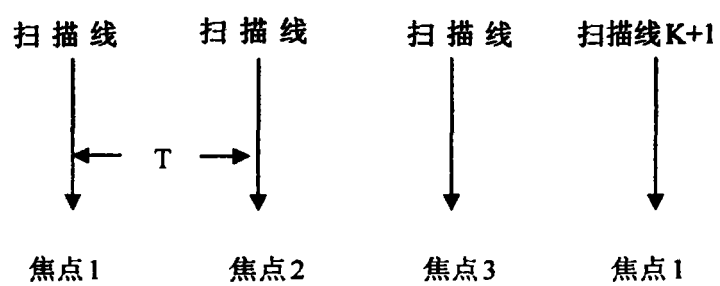


图 4

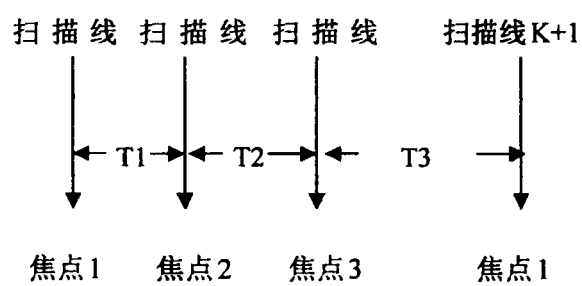


图 5

专利名称(译)	拼接多发射焦点回波信号的方法		
公开(公告)号	CN100518659C	公开(公告)日	2009-07-29
申请号	CN200510036793.3	申请日	2005-08-19
[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	李勇		
发明人	李勇		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/13		
审查员(译)	黄曦		
其他公开文献	CN1915176A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种拼接多发射焦点回波信号的方法，用于采用拼接多发射焦点回波信号来获得扫描图像的超声成像系统，包括反复切换执行的步骤：系统对目标进行扫描，在每一扫描位置进行多次不同发射焦点的超声波发射；以及系统根据不同的发射焦点，而采用不同的脉冲重复周期来接收每次发射后的超声回波；还包括步骤：对回波信号进行波束合成处理，以提高信噪比；对经所述波束合成处理的回波信号进行多焦点拼接处理，以得到各扫描线完整的回波信号或数据；尤其是，所述回波信号的多焦点拼接处理是在包络检测处理前完成。采用本发明方法的系统，拼接图像过程中可以同时保持较高的图像帧率和质量，并具有较低的实现成本。

