



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105997142 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(21)申请号 201610407721.3

(22)申请日 2016.06.12

(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  
新发路27号A栋5楼、C栋4楼

(72)发明人 郭建军 陈惠人

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司  
11332  
代理人 孟金喆 胡彬

(51) Int. Cl.  
A61B 8/00(2006.01)  
G06F 17/14(2006.01)

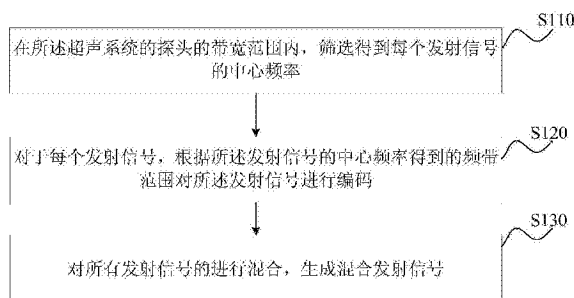
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

## (54)发明名称

一种超声系统发射信号的复合、成像方法及装置

## (57)摘要

本发明实施例公开了一种超声系统发射信号的复合、成像方法及装置,其中,所述声系统发射信号的复合方法包括:在所述超声系统的探头的带宽范围内,筛选得到每个发射信号的中心频率;对于每个发射信号,根据所述发射信号的中心频率得到的频带范围对所述发射信号进行编码;对所有发射信号的进行混合,生成混合发射信号。可以充分利用探头的带宽,且不需要多次发射,从而有效解决了当前技术中存在的由于发射频带过窄导致的效果不明显的缺点和多次发射导致的时间分辨率下降的缺陷。



1. 一种超声系统信号的复合方法,其特征在于,所述方法包括:  
在所述超声系统的探头的带宽范围内,筛选得到每个发射信号的中心频率;  
对于每个发射信号,根据所述发射信号的中心频率得到的频带范围对所述发射信号进行编码;  
对所有发射信号的进行混合,生成混合发射信号。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述在所述超声系统的探头的带宽范围内,筛选得到每个发射信号的中心频率,包括:  
根据调制带宽确定分数傅里叶变换域的能量最佳聚集的旋转角度;  
根据所述旋转角度根据所述旋转角度因子计算所述每个发射信号的带宽范围。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述发射信号的中心频率得到的频带范围对所述发射信号进行编码,包括:  
根据相邻发射信号之间的带宽范围与衰减系数的差值选取发射信号的中心频率,并对选取的发射信号进行编码。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述对于每个发射信号,根据所述发射信号的中心频率对所述发射信号进行编码,包括:  
根据所述发射信号的中心频率确定所述发射信号的波形;  
对所述发射信号的波形进行加窗处理。
5. 一种超声系统复合信号的成像方法,其特征在于,所述方法包括:  
接收超声波复合信号的回波信号,并将所述复合信号的回波信号转换为数字信号;  
将所述数字信号进行波束合成,生成射频信号;  
对所述射频信号按照采样频率和每个信号的调制带宽去混叠和解码处理,并通过正交调制解调,生成同相正交信号;  
将正交调制解调后的信号进行复合后进行成像处理,生成超声波图像。
6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述按照采样频率和组成复合信号的每个信号的调制带宽去混叠,包括:  
根据接收信号的采样频率和发送的发射信号的带宽确定所述发射信号的分数阶傅里叶变换的旋转角度因子;  
对所述射频信号进行所述旋转角度因子的分数阶傅里叶变换;  
根据所述分数阶傅里叶变换的旋转角度因子设定对应的带通滤波器的截止频率,并采用所述对应的带通滤波器过滤所述分数阶傅里叶变换后的射频信号;  
对滤波后的射频信号进行逆分数阶傅里叶变换。
7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述按照采样频率和组成复合信号的每个信号的调制带宽去混叠,包括:  
根据接收信号的采样频率和发送的发射信号的带宽确定所述发射信号的分数阶傅里叶变换的旋转角度因子;  
计算带通滤波器的系统函数;  
将所述射频信号与带通滤波器的系统函数进行分数阶圆周卷积运算,得到去混叠后的输出信号。
8. 一种超声系统信号的复合装置,其特征在于,所述装置包括:

中心频率筛选模块,用于在所述超声系统的探头的带宽范围内,筛选得到每个发射信号的中心频率;

编码模块,用于对于每个发射信号,根据所述发射信号的中心频率得到的频带范围对所述发射信号进行编码;

混合模块,用于对所有发射信号的进行混合,生成混合发射信号。

9. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述中心频率筛选模块用于:

根据调制带宽确定分数傅里叶变换域的能量最佳聚集的旋转角度;

根据所述旋转角度根据所述旋转角度因子计算所述每个发射信号的带宽范围。

10. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述编码模块用于:

根据相邻发射信号之间的带宽范围与衰减系数的差值选取发射信号的中心频率,并对选取的发射信号进行编码。

11. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述编码装置用于:

根据所述发射信号的中心频率确定所述发射信号的波形;

对所述发射信号的波形进行加窗处理。

12. 一种超声系统复合信号的成像装置,其特征在于,所述装置包括:

转换模块,接收超声波复合信号的回波信号,并将所述超声波编码复合信号的回波信号转换为数字信号;

射频信号生成模块,用于将所述数字信号进行波束合成,生成射频信号;

正交信号生成模块,用于对所述射频信号按照采样频率和组成复合信号的每个信号的调制带宽去混叠和解码处理,并通过正交调制解调,生成同相正交信号;

成像模块,用于将正交调制解调后的信号进行复合后进行成像处理,生成超声波图像。

13. 根据权利要求12所述的装置,其特征在于,所述正交信号生成模块用于:

根据接收信号的采样频率和发送的发射信号的带宽确定所述发射信号的分数阶傅里叶变换的旋转角度因子;

对所述射频信号进行所述旋转角度因子的分数阶傅里叶变换;

根据所述分数阶傅里叶变换的旋转角度因子设定对应的带通滤波器的截止频率,并采用所述对应的带通滤波器过滤所述分数阶傅里叶变换后的射频信号;

对滤波后的射频信号进行逆分数阶傅里叶变换。

14. 根据权利要求12所述的装置,其特征在于,所述正交信号生成模块用于:

根据接收信号的采样频率和发送的发射信号的带宽确定所述发射信号的分数阶傅里叶变换的旋转角度因子;

计算带通滤波器的系统函数;

将所述射频信号与带通滤波器的系统函数进行分数阶圆周卷积运算,得到去混叠后的输出信号。

## 一种超声系统发射信号的复合、成像方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及超声波医疗成像技术领域,尤其涉及一种超声系统发射信号的复合、成像方法及装置。

### 背景技术

[0002] 在超声医疗成像系统中,人体组织对不同频率的超声波成分具有不同程度的衰减,高频图像虽然图像较细腻,但由于衰减较快,穿透受到很大的限制,低频图像能获得较好的穿透,但其分辨率较差。频率复合成像技术就是利用这一特性,将不同频带的信号进行叠加复合,来提高和增强超声图像的空间分辨率及整体图像的均匀一致性。

[0003] 频率复合成像技术一般通过发射具有几种频率的基波信号,同时采集不同频率带宽的超声回波信号,然后将这些不同频带的信号进行叠加,在保证时间分辨率的同时,从而提高图像质量。

[0004] 当前现有的频率复合成像技术中,按其实现方式可分为两种,第一种实现方式为:在设定的物理扫描线位置发射一次具有一定带宽超声波,然后在同样位置接收该次的超声回波信号,将接收到回波信号经过不同的时间频率曲线的解调和滤波处理得到不同的I/Q信号,最后把这些I/Q信号进行线性叠加,从而得到频率复合的图像信号。这种频率复合成像的方法保证了超声图像的时间分辨率,但其复合的频率成分由于受到发射波形的限制,通常局限于一定的窄带范围内,不能有效的利用探头带宽,频率复合后得到的超声图像的空间分辨率及整体图像的均匀一致性没有得到显著的改善。第二种实现方式为:在设定的同一物理扫描线位置发射多次超声波,每次发射的超声波频率不同,此后,在该物理扫描线位置也进行相应的多次超声回波信号的接收,并把接收到的不同回波信号经过与之相对应的时间频率曲线的解调和滤波处理得到不同的I/Q信号,最后把这些I/Q信号进行线性叠加,从而得到频率复合的图像信号。这种频率复合成像的方法虽然能较好地改善超声图像的空间分辨率及整体图像的均匀一致性,却牺牲了超声图像的时间分辨率,对心脏等运动较快的脏器不能适用。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明实施例提供一种超声系统发射信号的复合、成像方法及装置,以解决现有技术中超声波成像无法同时保证空间分辨率和时间分辨率的技术问题。

[0006] 第一方面,本发明实施例提供了一种超声系统信号的复合方法,包括:

[0007] 在所述超声系统的探头的带宽范围内,筛选得到每个发射信号的中心频率;

[0008] 对于每个发射信号,根据所述发射信号的中心频率对所述发射信号进行编码;

[0009] 对所有发射信号的进行混合,生成混合发射信号。

[0010] 第二方面,本发明实施例还提供了一种超声系统复合信号的成像方法,包括:

[0011] 接收超声波复合信号的回波信号,并将所述超声波编码复合信号的回波信号转换为数字信号将所述数字信号进行波束合成,生成射频信号;

- [0012] 对所述射频信号去混叠和解码处理,并通过正交调制解调,生成同相正交信号;
- [0013] 根据正交调制解调后的信号进行成像处理,生成超声波图像。
- [0014] 第三方面,本发明实施例还提供了一种超声系统信号的复合装置,包括:
- [0015] 中心频率筛选模块,用于在所述超声系统的探头的带宽范围内,筛选得到每个发射信号的中心频率;
- [0016] 编码模块,用于对于每个发射信号,根据所述发射信号的中心频率得到的频带范围对所述发射信号进行编码;
- [0017] 混合模块,用于对所有发射信号的进行混合,生成混合发射信号。
- [0018] 第四方面,本发明实施例还提供了一种超声系统复合信号的成像装置,包括:
- [0019] 转换模块,接收超声波复合信号的回波信号,并将所述超声波编码复合信号的回波信号转换为数字信号;
- [0020] 射频信号生成模块,用于将所述数字信号进行波束合成,生成射频信号;
- [0021] 正交信号生成模块,用于对所述射频信号去混叠和解码处理,并通过正交调制解调,生成同相正交信号;
- [0022] 成像模块,用于将正交调制解调后的信号进行复合后进行成像处理,生成超声波图像。
- [0023] 本发明实施例提供的超声系统发射信号的复合、成像方法及装置,通过对不同发射频带的发射信号进行不同的编码,然后将其混合后通过超声换能器发射,对接收到的回波信号进行去多通道去混叠处理,再对去混叠后的多路信号进行解码。可以充分利用探头的带宽,且不需要多次发射,从而有效解决了当前技术中存在的由于发射频带过窄导致的效果不明显的缺点和多次发射导致的时间分辨率下降的缺陷。

## 附图说明

- [0024] 通过阅读参照以下附图所作的对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:
- [0025] 图1是本发明实施例一提供的超声系统信号的复合方法的流程示意图;
- [0026] 图2是本发明实施例二提供的超声系统信号的复合方法的流程示意图;
- [0027] 图3是本发明实施例三提供的超声系统信号的复合方法的流程示意图;
- [0028] 图4是本发明实施例四提供的超声系统复合信号的成像方法的流程示意图;
- [0029] 图5是本发明实施例五提供的超声系统复合信号的成像方法的流程示意图;
- [0030] 图6是本发明实施例六提供的超声系统复合信号的成像方法的流程示意图;
- [0031] 图7是本发明实施例七提供的超声系统信号的复合装置的结构示意图;
- [0032] 图8是本发明实施例八提供的超声系统复合信号的成像装置的结构示意图。

## 具体实施方式

[0033] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部内容。

[0034] 实施例一

[0035] 图1为本发明实施例一提供的超声系统信号的复合方法的流程示意图,本实施例可适用于对超声波系统发射的扫查信号进行复合的情况,该方法可以由超声系统信号的复合装置来执行,该装置可由软件/硬件方式实现,并可集成于相应的超声波检测系统中。

[0036] 参见图1,所述超声系统信号的复合方法,包括:

[0037] S110,在所述超声系统的探头的带宽范围内,筛选得到每个发射信号的中心频率。

[0038] 在传统的单脉冲激励超声成像系统中,探头的换能器晶片受脉冲激励发射超声波,图像的轴向分辨率取决于换能器的脉冲响应。所发射的可以为一个较长时间的长脉冲信号。而在编码超声成像系统系统中,激励信号可以是一定持续时间的连续信号。激励信号的持续时间远长于换能器的脉冲响应时间,因而可以增加信号携带的能量,提高超声信号的平均功率。示例性的,采用基础序列调制复合信号。在本实施例中,根据超声波探头的带宽内,可以选取调制带宽分别为( $BW_0, BW_1, \dots, BW_{(N-1)}$ ),调制时长分别为( $T_0, T_1, \dots, T_{(N-1)}$ )。根据上述探头的技术指标特征,可以筛选得到每个发射信号的中心频率。

[0039] S120,对于每个发射信号,根据所述发射信号的中心频率得到的频带范围对所述发射信号进行编码。

[0040] 示例性的,可以采用相位编码方式对每个发射信号进行编码,相位编码方式又称为二进制编码方式。它是通过发射正负脉冲,调制发射波形的相位的方式来实现编码的。在本实施例中,可以通过如下方式实现对发射信号的编码:

[0041]  $base\_excitation(i) = \cos(2 * \pi * (fstart(i) * t + BW(i) / 2 / TimeOfFM * t.^2))$ ;其中, $base\_excitation(i)$ 为编码波形, $i$ 为发射信号序号, $fstart(i)$ 为每个发射信号的起始频率, $BW(i)$ 为发射信号的调制带宽, $TimeOfFM$ 为编码信号的调制时长, $t = (0, \dots, 1 / Tx\_fs, 2 / Tx\_fs, \dots, TimeOfFM)$ 。

[0042] S130,对所有发射信号的进行混合,生成混合发射信号。

[0043] 示例性的,可以采用波形叠加的方式,实现对发射信号的混合。例如,采用如下方式混合发射信号的波形:

[0044]  $WaveForm = excitation(k1) + excitation(k2) + \dots + excitation(Kn)$ ,其中 $excitation(ki)$ 为发射信号序号对应的发射信号波形。

[0045] 本实施例提供的超声系统信号的复合方法,通过对不同发射频带的发射信号进行不同的编码。可以充分利用探头的带宽,且不需要多次发射,从而有效解决了当前技术中存在的由于发射频带过窄导致的效果不明显的缺点和多次发射导致的时间分辨率下降的缺陷。

[0046] 在本实施例的一个可选实施方式中,将所述对于每个发射信号,根据所述发射信号的中心频率对所述发射信号进行编码,具体优化为:根据所述发射信号的中心频率确定所述发射信号的波形;对所述发射信号的波形进行加窗处理。根据频率可以对每个发射信号进行编码,生成发射信号的波形。由于发射信号的波形为脉冲波形,不一定适合探头发射。在本实施例中,通过加窗函数对发射信号的波形进行处理,将脉冲信号处理正弦或者余弦波形,以更符合探头的发射需求。

[0047] 实施例二

[0048] 图2是本发明实施例二提供的超声系统信号的复合方法的流程示意图。本实施例以上述实施例为基础,将所述在所述超声系统的探头的带宽范围内,筛选得到每个发射信

号的中心频率,具体优化为:根据调制带宽确定分数傅里叶变换域的能量最佳聚集的旋转角度;根据所述旋转角度根据所述旋转角度因子计算所述每个发射信号的带宽范围。

[0049] 相应的,本实施例所提供的超声系统信号的复合方法,具体包括:

[0050] S210,根据调制带宽确定分数傅里叶变换域的能量最佳聚集的旋转角度。

[0051] 超声波系统所发射的多个脉冲信号,可以看做为周期信号,对于该周期信号,具有如下特性:随着信号的分数阶域逐渐增大,信号能量逐渐聚集,到频域表现为冲击函数。基于此特性,可以根据分数阶傅里叶变换,确定唯一的影响因子旋转角度因子。

[0052] 具体的,可以通过如下公式计算得到旋转角度因子:

[0053]  $aifa = 1 - 2/\pi * \text{atan}(Tx\_fs/\text{BandWidthOfFM})$ ;其中,aifa为旋转角度因子;Tx\_fs表示系统发射的采样频率;BandWidthOfFM表示编码信号的调制带宽。

[0054] S220,根据所述旋转角度根据所述旋转角度因子计算所述每个发射信号的带宽范围。

[0055] 对于任意一个超声波系统的探头,其驱动频率根据不同的诊断目的可以设定为不同的频率。并且驱动频率在设定的中心频率时,工作效率最高。扫查信号集合中每个扫查信号的频率应该在探头的中心频率的一定范围内。并可根根据扫查信号集合中每个扫查信号的相对频率和探头的中心频率计算得到扫查信号集合中每个扫查信号的频率。具体的,可以通过如下公式计算得到:

[0056] 对于扫查信号集合在时域频域平面可以显示为若干个过0点的线段图像,其中每个过0点的线段都代表了扫查信号集合中每个扫查信号的相对频率。

[0057] 具体的,可以通过如下公式计算:

[0058]  $Bw\_tx(i) = 4 * nZ * \text{abs}(\sin(aifa * \pi / 2)) / Ti$ ;nZ为常数,一般取1,Ti为调制时长;

[0059] 在fi为探头中心频率时,发射信号在分数傅里叶变换域的最低频率为 $Lp(i) = fi - Bw\_tx(i) / 2$ ,最高频率为 $Hp(i) = fi + Bw\_tx(i) / 2$ 。

[0060] S230,对于每个发射信号,根据所述发射信号的中心频率得到的频带范围对所述发射信号进行编码。

[0061] S240,对所有发射信号的进行混合,生成混合发射信号。

[0062] 本实施例通过将根据调制带宽确定分数傅里叶变换域的能量最佳聚集的旋转角度;根据所述旋转角度根据所述旋转角度因子计算所述每个发射信号的带宽范围。可以根据探头发射的发射信号确定每个发射信号的带宽范围。

[0063] 实施例三

[0064] 图3是本发明实施例三提供的超声系统信号的复合方法的流程示意图。本实施例以上述实施例为基础,将根据所述发射信号的中心频率得到的频带范围对所述发射信号进行编码,具体优化为:根据相邻发射信号之间的带宽范围与衰减系数的差值选取发射信号的中心频率,并对选取的发射信号进行编码。

[0065] 相应的,本实施例所提供的超声系统信号的复合方法,具体包括:

[0066] S310,根据调制带宽确定分数傅里叶变换域的能量最佳聚集的旋转角度。

[0067] S320,根据所述旋转角度根据所述旋转角度因子计算所述每个发射信号的的带宽范围。

[0068] S330,根据相邻发射信号之间的带宽范围与衰减系数的差值选取发射信号的中心

频率,并对选取的发射信号进行编码。

[0069] 对于相邻的发射信号,下一个发射信号的最高频率与上一个发射信号的最低频率之间应该设有一个频带范围,防止相邻的发射信号频率产生交叠,保证。在本实施例中,通过根据相邻发射信号之间的带宽范围与衰减系数的差值之间的关系选取合适的发射信号。示例性的,当分数傅里叶变换的旋转因子为 $aifa(i)$ 时,可以求出相邻的第 $i-1$ 个频率成分发射信号的最高频率和第 $i+1$ 个频率的最低频率:

[0070] 当 $aifa(i-1) = aifa(i)$ 时: $H_p(i-1) = f(i-1) + 2 * nZ * \text{abs}(\sin(aifa(i) * \pi / 2)) / T(i-1)$ 。

[0071] 当 $aifa(i-1) \neq aifa(i)$ 时: $H_p(i-1) = f(i-1) + (BW(i-1) / \sin(aifa(i-1) * \pi / 2) * \text{abs}(\sin(aifa(i-1) * \pi / 2 - aifa(i) * \pi / 2))) / 2$ ;其中 $\text{abs}()$ 表示取绝对值。

[0072] 当 $aifa(i+1) = aifa(i)$ 时: $L_p(i+1) = f(i+1) - 2 * nZ * \text{abs}(\sin(aifa(i) * \pi / 2)) / T(i+1)$ 。

[0073] 当 $aifa(i+1) \neq aifa(i)$ 时: $L_p(i+1) = f(i+1) - (BW(i+1) / \sin(aifa(i+1) * \pi / 2) * \text{abs}(\sin(aifa(i+1) * \pi / 2 - aifa(i) * \pi / 2))) / 2$ ;

[0074] 为了保证在分数傅里叶变换域能提取出来,必须满足以下两个条件:

[0075]  $H_p(i) \leq L_p(i+1) - L_p(i+1) * D * f\_Atten$ ;

[0076]  $L_p(i) - L_p(i) * D * f\_Atten \geq H_p(i-1)$

[0077]  $D$ 表示当前的扫查深度, $f\_Atten$ 表示频率随深度变化的衰减系数。

[0078] 选取符合上面条件的中心频率的发射信号,进行编码发射;对于不符合上面条件的中心频率的发射信号,不进行编码发射。

[0079] 本实施例通过将根据所述发射信号的中心频率得到的频带范围对所述发射信号进行编码,具体优化为:根据相邻发射信号之间的带宽范围与衰减系数的差值选取发射信号的中心频率,并对选取的发射信号进行编码。可以避免相邻发射信号的交叠,能够从分数阶傅里叶变化域中提取出来。

[0080] 实施例四

[0081] 图4为本发明实施例四提供的超声系统复合信号的成像方法的流程示意图,本实施例可适用于对超声波系统复合扫查信号成像的情况,该方法可以由超声系统复合信号的成像来执行,该装置可由软件/硬件方式实现,并可集成于相应的超声波检测系统中。

[0082] 参见图4,所述超声系统复合信号,包括:

[0083] S410,接收超声波编码回波信号,并将所述超声波编码回波信号转换为数字信号。

[0084] 超声波系统中的超声波探头用于发射超声波和接收超声波回波。并通过波回波的放大、滤波和模拟数字转换,得到数字化超声波回波;所述接收装置可以包括顺序连接的低噪声放大电路、抗混叠滤波电路和数字模拟转换电路。所述低噪声放大电路与所述超声波探头连接。

[0085] S420,将所述数字信号进行波束合成,生成射频信号。

[0086] 波束合成是指将一定集合形状排列的多元基阵中各振元的输出经过延迟、加权和求和等出来后,使输出具有空间指向性。示例性的,可以采用延迟叠加的方法,获得超声波射频数据。

[0087] S430,对所述射频信号去混叠和解码处理,并通过正交解调,生成同相正交信号。

[0088] 示例性的,可以采用抗混滤波去器,在采样频率不变的前提下,通过设定好频率的低通滤波器滤掉不需出现的频率成分。由于输入的信号包括I/Q两部分,需要通过正交解调,以生成同相的正交信号。

[0089] S440,将正交调制解调后的信号进行复合后进行成像处理,生成超声波图像。

[0090] 将不同链路输出的信号进行复合。示例性的,可采用如下方式计算:

[0091]  $\text{Sig\_Comp} = a_0 * \text{Sig\_IQ}(0) + a_1 * \text{Sig\_IQ}(1) + \dots + a_{(N-1)} * \text{Sig\_IQ}(N-1)$ ,其中, $a(i)$ 表示加权系数。

[0092] 本实施例通过对接收到的超声波信号进行去混叠和解码处理,将接收到的编码信号处理,生成同相正交信号,可以实现对复合信号的成像,在改善超声图像的空间分辨率及整体图像的均匀一致性的同时,保证了超声图像的时间分辨率。

[0093] 实施例五

[0094] 图5是本发明实施例五提供的超声系统复合信号的成像方法的流程示意图。本实施例以上述实施例为基础,将射频信号去混叠,具体优化为:对所述射频信号进行所述旋转角度因子的分数阶傅里叶变换;对滤波后的射频信号进行逆分数阶傅里叶变换。根据所述分数阶傅里叶变换的旋转角度因子设定对应的带通滤波器的截止频率,并采用所述对应的带通滤波器过滤所述分数阶傅里叶变换后的射频信号;对滤波后的射频信号进行逆分数阶傅里叶变换。

[0095] 参见图5,所述超声系统复合信号的成像方法,包括:

[0096] S510,接收超声波编码回波信号,并将所述超声波编码回波信号转换为数字信号。

[0097] S520,将所述数字信号进行波束合成,生成射频信号。

[0098] S530,根据接收信号的采样频率和发送的发射信号的带宽确定所述发射信号的分数阶傅里叶变换的旋转角度因子。

[0099] 示例性的,可以采用如下公式计算:

[0100]  $a_{\text{ifa\_rx}}(i) = 1 - 2/\pi * \text{atan}(\text{Rx\_fs}/\text{BW}(i))$ ,其中 $\text{Rx\_fs}$ 表示接收信号的采样频率, $\text{BW}(i)$ 为构成射频信号的第 $i$ 个发射信号对应的回波信号的调制带宽。

[0101] S540,对所述射频信号进行所述旋转角度因子的分数阶傅里叶变换。

[0102] 示例性的,采用 $\text{ig\_frft}(i) = \text{frft}(\text{sig}, a_{\text{ifa\_rx}}(i))$ 对射频信号进行分数阶傅里叶变换, $\text{frft}(\cdot)$ 表示分数阶傅里叶变换。

[0103] S550,根据所述分数阶傅里叶变换的旋转角度因子设定对应的带通滤波器的截止频率,并采用所述对应的带通滤波器过滤所述分数阶傅里叶变换后的射频信号。

[0104] 对于射频信号 $\text{sig}$ ,可以送入多个中心频率不同的带通滤波器。对于带通滤波器的截止根据接收信号的采样频率和每个发射信号的带宽确定可以根据如下方式进行计算:

[0105] 对于第 $i$ 个带通滤波器,确定该带通滤波器可通过信号的分数阶傅里叶变换的旋转角度因子,示例性的,可以采用如下公式计算:

[0106]  $a_{\text{ifa\_rx}}(i) = 1 - 2/\pi * \text{atan}(\text{Rx\_fs}/\text{BW}(i))$ ,其中, $\text{Rx\_fs}$ 表示接收信号的采样频率, $\text{BW}(i)$ 为构成射频信号的第 $i$ 个发射信号对应的回波信号的调制带宽。

[0107] 相应的,相应的分数傅里叶变换后第 $nZ$ 个过0带宽为:

[0108]  $\text{Bw\_Sig\_rx}(i) = 4 * nZ * \text{abs}(\sin(a_{\text{ifa\_rx}}(i) * \pi/2)) / T_i$ ;其中, $nZ$   $nZ$ 为常数,一般取1, $T_i$ 为调制时长;

[0109] 相应的,对应的带通滤波器 $H_i$ 的上下截止频率分别为:

[0110]  $Bandfilter\_lowFreq=f\_bp\_i-Bw\_Sig\_rx(i)/2-D*f\_Atten*(f\_bp\_i-Bw\_Sig\_rx(i)/2)$ ;

[0111]  $Bandfilter\_highFreq=f\_bp\_i+Bw\_Sig\_rx(i)/2$ ;

[0112] 其中, $f\_bp\_i$ 带通滤波器 $H_i$ 的中心频率;为 $D$ 表示最大扫查深度; $f\_Atten$ 表示频率随深度变化的衰减系数;可以根据上述截止频率设计多个FIR或者IIR滤波器,并将转换后的射频信号输入按照上述要求设计的带通滤波器进行滤波。

[0113] S560,对滤波后的射频信号进行逆分数阶傅里叶变换。

[0114] 示例性的,对滤波后的射频信号进行逆分数阶傅里叶变换,使滤波后的射频信号恢复至原有的频率。

[0115] S570,对去混叠后的信号解码处理,并通过正交解调,生成同相正交信号。

[0116] S580,将正交调制解调后的信号进行复合后进行成像处理,生成超声波图像。

[0117] 本实施例通过将射频信号去混叠,具体优化为:对所述射频信号进行所述旋转角度因子的分数阶傅里叶变换;根据所述分数阶傅里叶变换的旋转角度因子设定对应的带通滤波器的截止频率,并采用所述对应的带通滤波器过滤所述分数阶傅里叶变换后的射频信号;对滤波后的射频信号进行逆分数阶傅里叶变换。通过设定相应的带通滤波器能够对射频信号进行过滤,去除杂波,提高复合信号的成像质量。

[0118] 实施例六

[0119] 图6是本发明实施例五提供的超声系统复合信号的成像方法的流程示意图。本实施例以上述实施例为基础,将射频信号去混叠,具体优化为:对根据接收信号的采样频率和发送的发射信号的带宽确定所述发射信号的分数阶傅里叶变换的旋转角度因子;计算带通滤波器的系统函数;将所述射频信号与带通滤波器的系统函数进行分数阶圆周卷积运算,获取去混叠后的输出信号。

[0120] 参见图6,所述超声系统复合信号的成像方法,包括:

[0121] S610,接收超声波复合信号的回波信号,并将所述超声波编码复合信号的回波信号转换为数字信号。

[0122] S620,将所述数字信号进行波束合成,生成射频信号。

[0123] S630,根据接收信号的采样频率和发送的发射信号的带宽确定所述发射信号的分数阶傅里叶变换的旋转角度因子。

[0124] S640,计算带通滤波器的系统函数。

[0125] 在本实施例中,带通滤波器是按照程序计算信号,达到滤波的目的。通过对数字滤波器的存储器编写程序,就可以实现各种滤波功能。数字滤波器是一个离散时间系统(按预定的算法,将输入离散时间信号(对应数字频率)转换为所要求的输出离散时间信号的特定功能装置)。需要根据设计要求将技术指标转换为相应的系统函数。示例性的,可以通过如下方式计算得到:

[0126] 对 $Bp\_filter(i)$ 点乘以 $\exp(-j*\cot(aifa\_rx(k))*i^2*(Rx\_fs/M)^2)$ ,其中 $k=(0,1,\dots,M-1)$ , $M$ 为滤波器 $Bp\_filter(i)$ ,并对相乘后的结果做 $-aifa\_rx(i)$ 的分数傅里叶变换,得到滤波器相应 $C(i)$ ;

[0127] S650,将所述射频信号与带通滤波器的系统函数进行分数阶圆周卷积运算,得到

去混叠后的输出信号。

[0128] 示例性的,可以将信号Sig与滤波器C(i)进行aifa\_rx(i)阶的分数阶圆周卷积,获得输出信号Sig\_out(i)。

[0129] 本实施例通过将射频信号去混叠,具体优化为:对根据接收信号的采样频率和发送的发射信号的带宽确定所述发射信号的分数阶傅里叶变换的旋转角度因子;计算带通滤波器的系统函数;将所述射频信号与带通滤波器的系统函数进行分数阶圆周卷积运算,获取去混叠后的输出信号。利用分数阶圆周卷积定理,根据连续线性调频信号的卷积关系对接收到的信号进行去混叠处理,可以准确的得到去混叠的信号。

[0130] 实施例七

[0131] 图7是本发明实施例七提供的超声系统信号的复合装置的结构示意图,如图7所示,所述装置包括:

[0132] 中心频率筛选模块710,用于在所述超声系统的探头的带宽范围内,筛选得到每个发射信号的中心频率;

[0133] 编码模块720,用于对于每个发射信号,根据所述发射信号的中心频率得到的频带范围对所述发射信号进行编码;

[0134] 混合模块730,用于对所有发射信号的进行混合,生成混合发射信号。

[0135] 本实施例提供的超声系统信号的复合装置,通过对不同发射频带的发射信号进行不同的编码。可以充分利用探头的带宽,且不需要多次发射,从而有效解决了当前技术中存在的由于发射频带过窄导致的效果不明显的缺点和多次发射导致的时间分辨率下降的缺陷。

[0136] 在上述各实施例的基础上,所述中心频率筛选模块用于:

[0137] 根据调制带宽确定分数傅里叶变换域的能量最佳聚集的旋转角度;

[0138] 根据所述旋转角度根据所述旋转角度因子计算所述每个发射信号的带宽范围。

[0139] 在上述各实施例的基础上,所述编码模块用于:

[0140] 根据相邻发射信号之间的带宽范围与衰减系数的差值选取发射信号的中心频率,并对选取的发射信号进行编码。

[0141] 在上述各实施例的基础上,所述编码装置用于:

[0142] 根据所述发射信号的中心频率确定所述发射信号的波形;

[0143] 对所述发射信号的波形进行加窗处理。

[0144] 本发明实施例所提供的超声系统信号的复合装置可用于执行本发明任意实施例提供的高超声系统信号的复合方法,具备相应的功能模块,实现相同的有益效果。

[0145] 实施例八

[0146] 图8是本发明实施例八提供的超声系统复合信号的成像装置的结构示意图,如图8所示,所述装置包括:

[0147] 转换模块810,用于接收超声波复合信号的回波信号,并将所述超声波编码复合信号的回波信号转换为数字信号;

[0148] 射频信号生成模块820,用于将所述数字信号进行波束合成,生成射频信号;

[0149] 正交信号生成模块830,用于对所述射频信号去混叠和解码处理,并通过正交调制解调,生成同相正交信号;

[0150] 成像模块840,用于将正交调制解调后的信号进行复合后进行成像处理,生成超声波图像。

[0151] 本实施例提供的超声系统复合信号的成像装置,通过对接收到的超声波信号进行去混叠和解码处理,将接收到的编码信号处理,生成同相正交信号,可以实现对复合信号的成像,在改善超声图像的空间分辨率及整体图像的均匀一致性的同时,保证了超声图像的时间分辨率。

[0152] 在上述各实施例的基础上,所述正交信号生成模块用于:

[0153] 根据接收信号的采样频率和发送的发射信号的带宽确定所述发射信号的分数阶傅里叶变换的旋转角度因子;

[0154] 对所述射频信号进行所述旋转角度因子的分数阶傅里叶变换;

[0155] 根据所述分数阶傅里叶变换的旋转角度因子设定对应的带通滤波器的截止频率,并采用所述对应的带通滤波器过滤所述分数阶傅里叶变换后的射频信号;

[0156] 对滤波后的射频信号进行逆分数阶傅里叶变换。

[0157] 在上述各实施例的基础上,所述正交信号生成模块用于:

[0158] 根据接收信号的采样频率和发送的发射信号的带宽确定所述发射信号的分数阶傅里叶变换的旋转角度因子;

[0159] 计算带通滤波器的系统函数;

[0160] 将所述射频信号与带通滤波器的系统函数进行分数阶圆周卷积运算,得到去混叠后的输出信号。

[0161] 本发明实施例所提供的超声系统复合信号的成像装置可用于执行本发明任意实施例提供的超声系统复合信号的成像方法,具备相应的功能模块,实现相同的有益效果。

[0162] 显然,本领域技术人员应该明白,上述的本发明的各模块或各操作可以通过如上所述的终端设备实施。可选地,本发明实施例可以用计算机装置可执行的程序来实现,从而可以将它们存储在存储装置中由处理器来执行,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等;或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个模块或操作制作成单个集成电路模块来实现。这样,本发明不限制于任何特定的硬件和软件的结合。

[0163] 注意,上述仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本发明不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本发明的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本发明进行了较为详细的说明,但是本发明不仅仅限于以上实施例,在不脱离本发明构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本发明的范围由所附的权利要求范围决定。

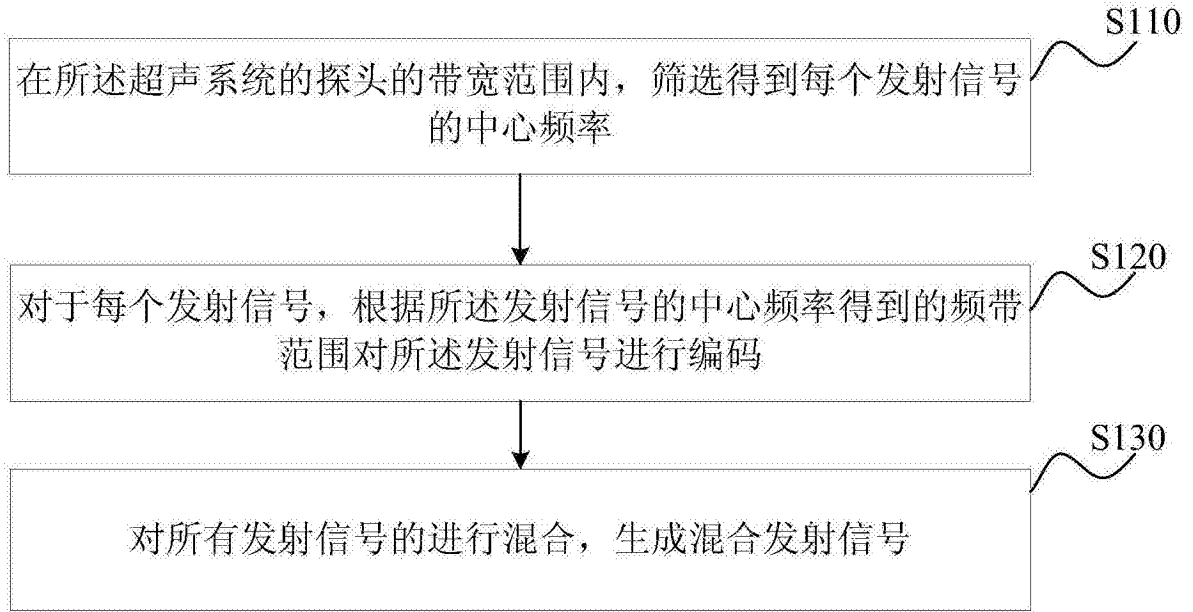


图1

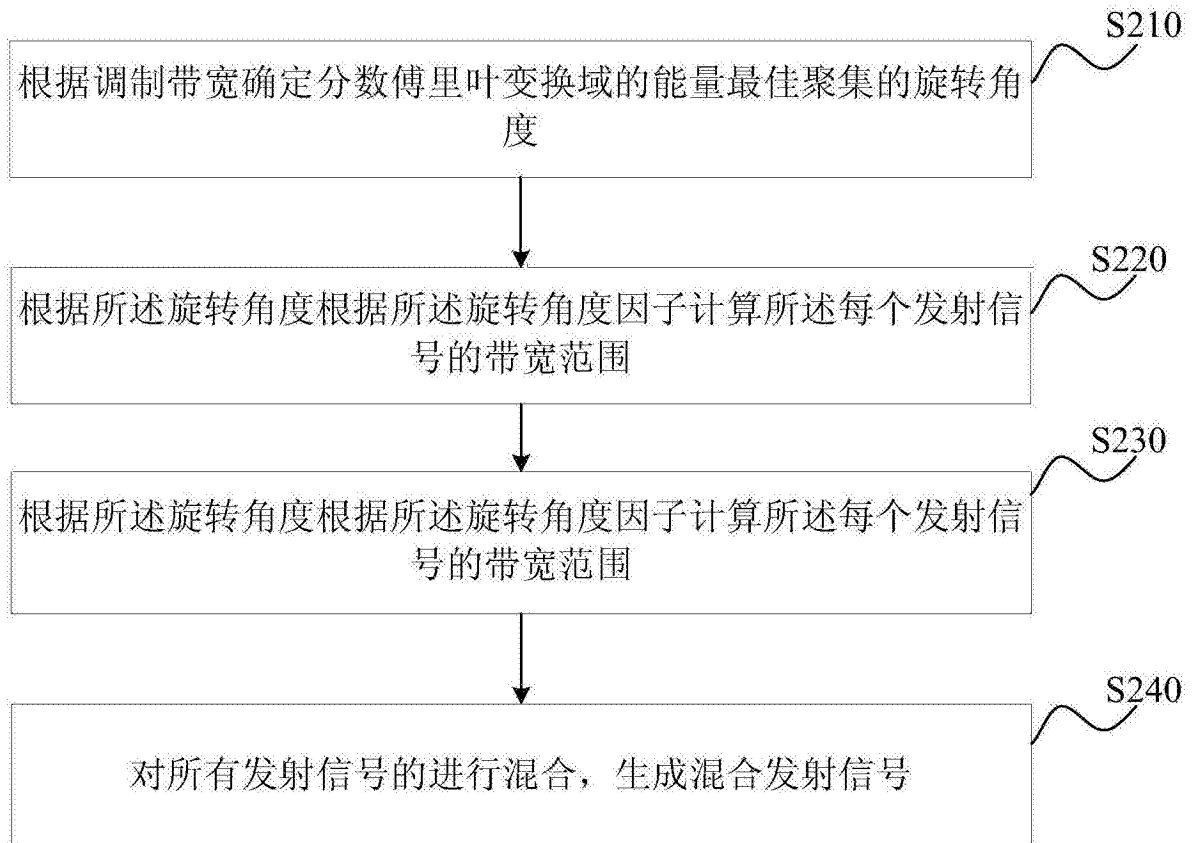


图2

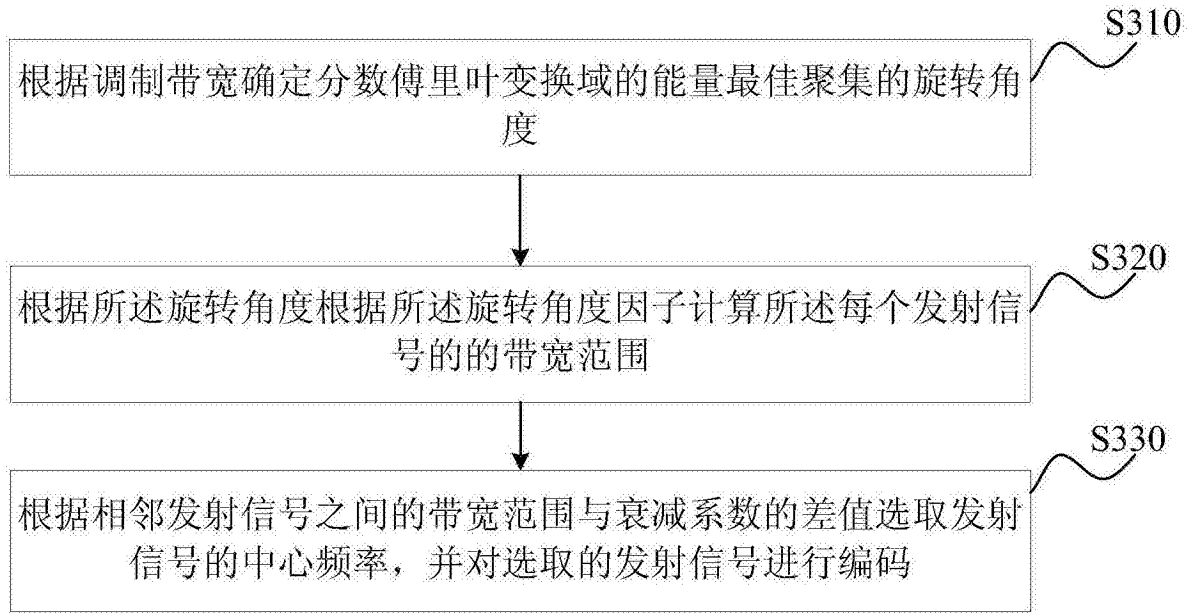


图3

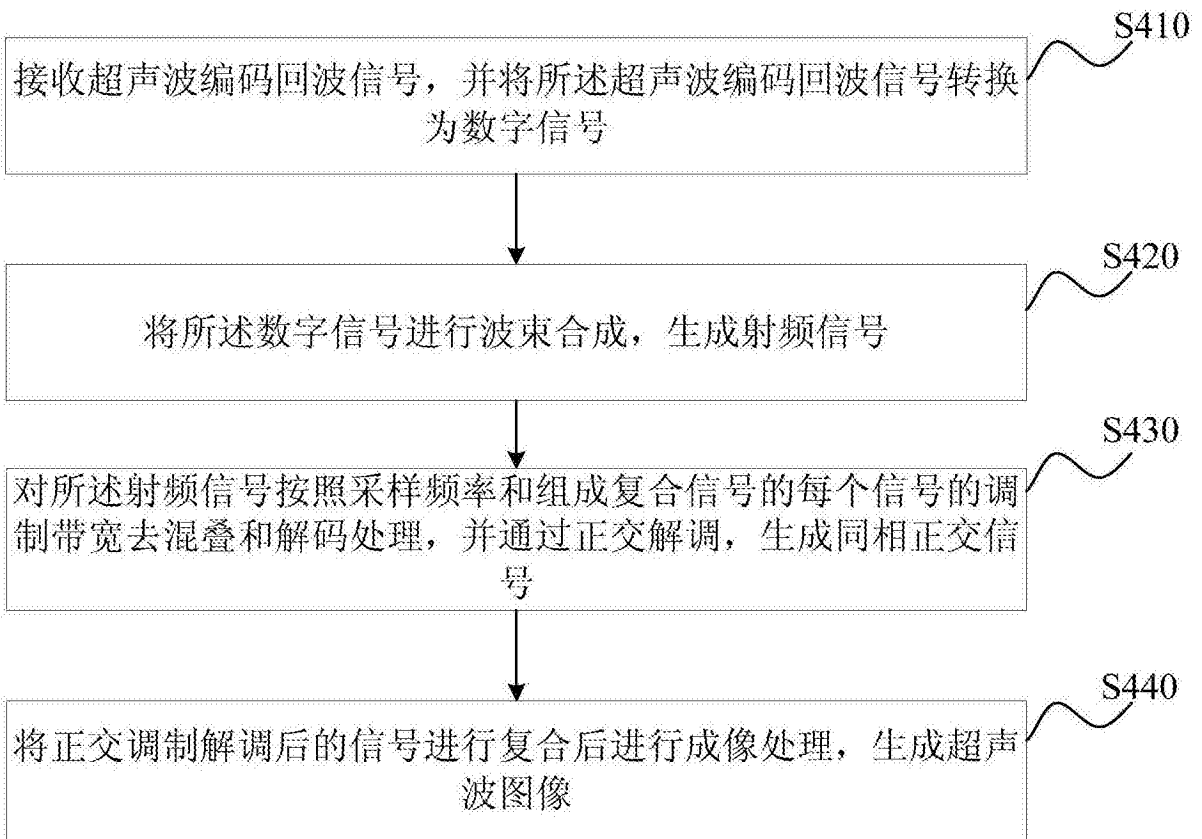


图4



图5

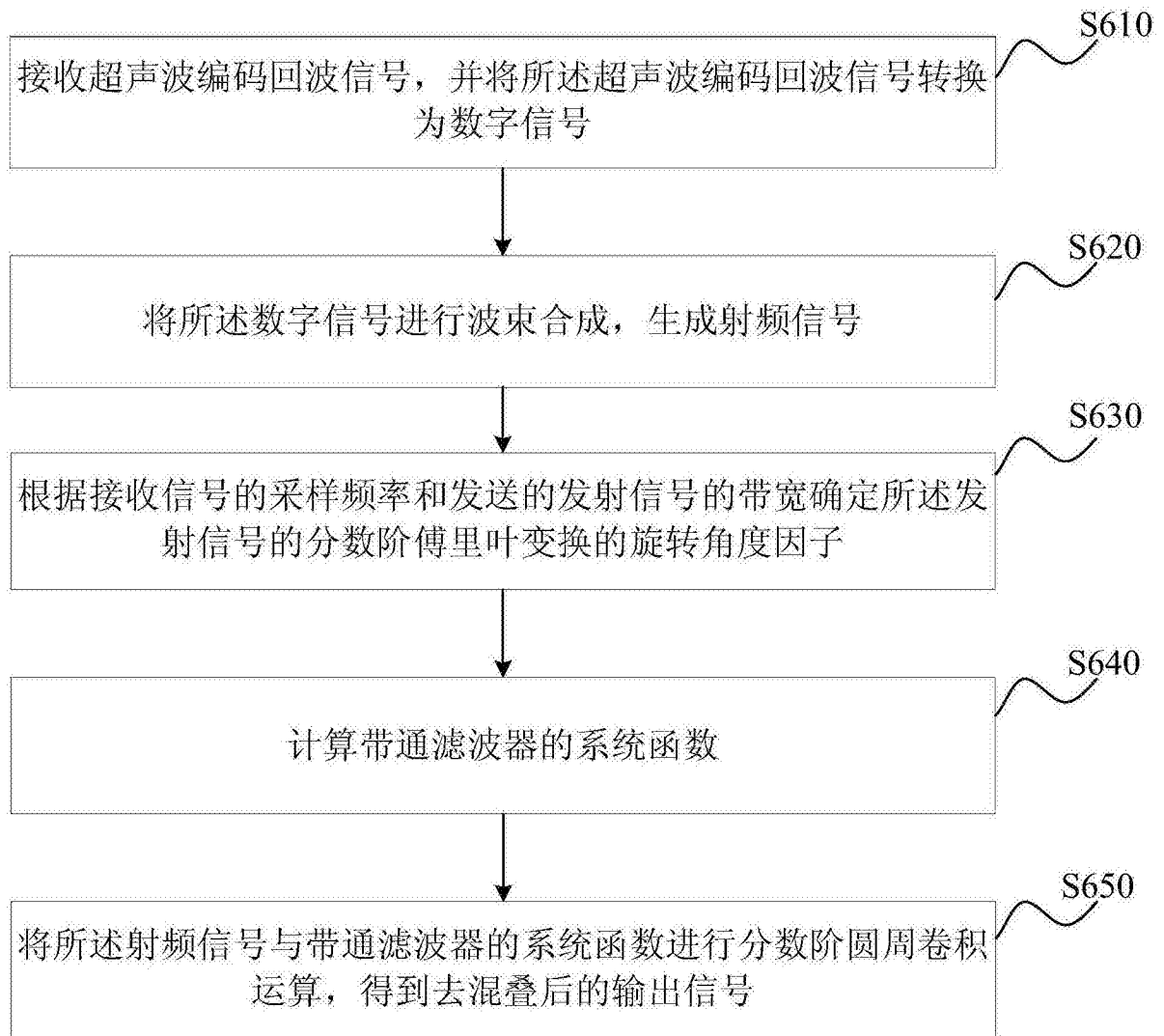


图6

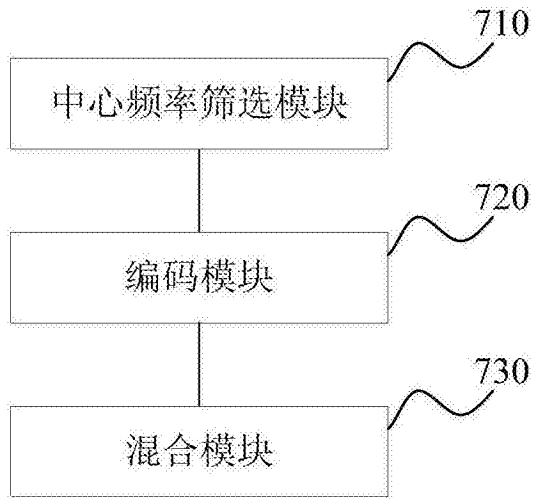


图7

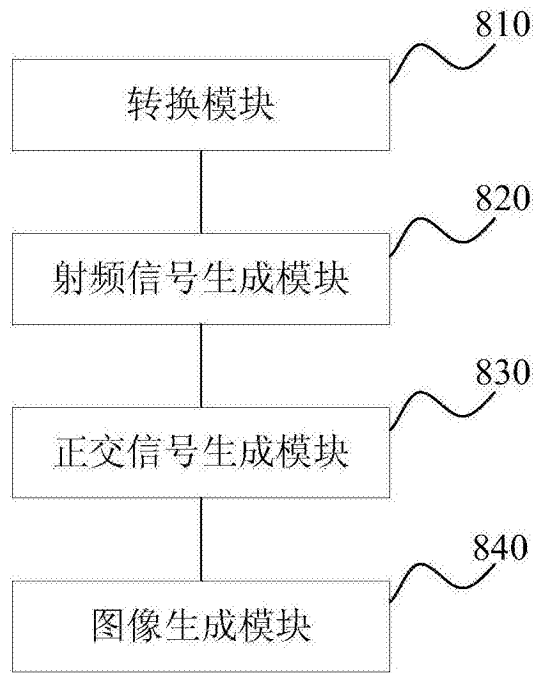


图8

专利名称(译)	一种超声系统发射信号的复合、成像方法及装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN105997142A</a>	公开(公告)日	2016-10-12
申请号	CN201610407721.3	申请日	2016-06-12
[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	郭建军 陈惠人		
发明人	郭建军 陈惠人		
IPC分类号	A61B8/00 G06F17/14		
CPC分类号	A61B8/5207 A61B8/44 G06F17/14		
代理人(译)	胡彬		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明实施例公开了一种超声系统发射信号的复合、成像方法及装置，其中，所述声系统发射信号的复合方法包括：在所述超声系统的探头的带宽范围内，筛选得到每个发射信号的中心频率；对于每个发射信号，根据所述发射信号的中心频率得到的频带范围对所述发射信号进行编码；对所有发射信号的进行混合，生成混合发射信号。可以充分利用探头的带宽，且不需要多次发射，从而有效解决了当前技术中存在的由于发射频带过窄导致的效果不明显的缺点和多次发射导致的时间分辨率下降的缺陷。

