



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104411250 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 11

(21) 申请号 201380035913. 0

代理人 刘新宇 张会华

(22) 申请日 2013. 10. 07

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

A61B 8/00(2006. 01)

2013-010539 2013. 01. 23 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 01. 05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/077249 2013. 10. 07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/115377 JA 2014. 07. 31

(71) 申请人 奥林巴斯医疗株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 宫本浩仲

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

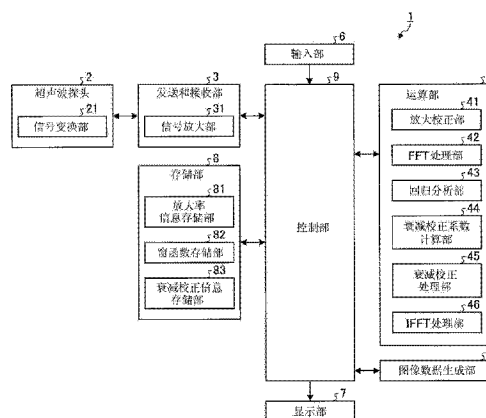
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

超声波观测装置、超声波观测装置的动作方法以及超声波观测装置的动作程序

(57) 摘要

超声波观测装置具备：第一变换部，其将由发送和接收部接收到的作为时域信号的超声波信号变换为频域信号；回归分析部，其计算针对由第一变换部变换得到的频域信号的回归式；衰减校正系数计算部，其根据接收深度不同的两点以上的回归式中的一次系数来计算衰减校正系数；衰减校正处理部，其根据由衰减校正系数计算部计算出的衰减校正系数来进行频域信号的衰减校正处理；第二变换部，其将由衰减校正处理部进行了衰减校正处理的频域信号变换为第二时域信号；以及图像数据生成部，其根据第二时域信号来生成超声波图像数据。



1. 一种超声波观测装置,其特征在于,具备:

发送和接收部,其对检体发送作为时域信号的超声波信号并且接收由上述检体反射的上述超声波信号;

第一变换部,其将由上述发送和接收部接收到的上述超声波信号变换为频域信号;

回归分析部,其计算针对由上述第一变换部变换得到的上述频域信号的回归式;

衰减校正系数计算部,其根据接收深度不同的两点以上的、上述回归式中的一次系数来计算衰减校正系数;

衰减校正处理部,其根据由上述衰减校正系数计算部计算出的上述衰减校正系数来进行上述频域信号的衰减校正处理;

第二变换部,其将由上述衰减校正处理部进行了衰减校正处理的上述频域信号变换为第二时域信号;以及

图像数据生成部,其根据上述第二时域信号来生成超声波图像数据。

2. 根据权利要求1所述的超声波观测装置,其特征在于,

上述衰减校正系数是构成一组的两点的上述一次系数之差除以该两点的接收深度之差得到的量。

3. 根据权利要求2所述的超声波观测装置,其特征在于,

上述衰减校正处理部应用根据用于计算上述衰减校正系数的两点的接收深度计算出的上述衰减校正系数对上述两点的接收深度中的大的接收深度的上述频域信号进行衰减校正处理。

4. 根据权利要求1~3中的任一项所述的超声波观测装置,其特征在于,

还具备频带限制校正部,在上述衰减校正处理部进行校正后且上述第二变换部进行变换前、或者在上述衰减校正处理部进行校正后且上述第二变换部进行变换后,该频带限制校正部进行限制为规定的频带来削减该频带以外的频率成分的贡献的校正。

5. 根据权利要求1~4中的任一项所述的超声波观测装置,其特征在于,

上述图像数据生成部根据上述第二时域信号的振幅信息来生成上述超声波图像数据。

6. 一种超声波观测装置的动作方法,该超声波观测装置对检体发送超声波并且接收由上述检体反射的超声波,该超声波观测装置的动作方法的特征在于,包括:

第一变换步骤,第一变换部将接收到的上述超声波信号变换为频域信号;

回归分析步骤,回归分析部针对上述频域信号计算回归式;

衰减校正系数计算步骤,衰减校正系数计算部根据接收深度不同的两点以上的、上述回归式中的一次系数来计算衰减校正系数;

衰减校正处理步骤,衰减校正处理部根据上述衰减校正系数来进行上述频域信号的衰减校正处理;

第二变换步骤,第二变换部将在上述衰减校正步骤中进行了衰减校正的上述频域信号变换为第二时域信号;以及

图像数据生成步骤,图像数据生成部根据上述第二时域信号来生成超声波图像数据。

7. 一种超声波观测装置的动作程序,该超声波观测装置对检体发送超声波并且接收由上述检体反射的超声波,该超声波观测装置的动作程序的特征在于,使超声波观测装置执行以下步骤:

第一变换步骤,第一变换部将接收到的上述超声波信号变换为频域信号;

回归分析步骤,回归分析部针对上述频域信号计算回归式;

衰减校正系数计算步骤,衰减校正系数计算部根据接收深度不同的两点以上的、上述回归式中的一次系数来计算衰减校正系数;

衰减校正处理步骤,衰减校正处理部根据上述衰减校正系数来进行上述频域信号的衰减校正处理;

第二变换步骤,第二变换部将在上述衰减校正步骤中进行了衰减校正的上述频域信号变换为第二时域信号;以及

图像数据生成步骤,图像数据生成部根据上述第二时域信号来生成超声波图像数据。

超声波观测装置、超声波观测装置的动作方法以及超声波观测装置的动作程序

技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用超声波来观测检体的组织的超声波观测装置、超声波观测装置的动作方法以及超声波观测装置的动作程序。

背景技术

[0002] 作为使用超声波进行的乳腺癌等的检查技术,已知一种超声波弹性成像技术(例如参照专利文献 1)。超声波弹性成像是利用生物体内的癌、肿瘤组织的硬度由于疾病的发展状况、生物体不同而不同的技术。在该技术中,在从外部挤压检查位置的状态下,使用超声波对该检查位置的生物体组织的应变率、弹性率进行测量,将该测量结果变换为断层图像来进行图像显示。

[0003] 由于超声波在生物体内衰减,因此在进行检查方面获知其衰减量或者衰减校正系数是重要的。作为校正随着超声波的传播而产生的衰减的技术,已知一种与传播距离相应地使放大率变化的 STC(Sensitivity Time Control:灵敏度时间控制)校正(例如参照专利文献 2)。在该技术中,根据接收深度来变更信号的放大率,无法校正依赖于频率的衰减。因此,在远离超声波振子的接收深度大的区域,高频成分会衰减,存在空间分辨率降低的问题。

[0004] 与此相对,已知还存在一种依赖于信号的频率进行校正的技术(例如参照专利文献 3)。在该技术中,在对接收到的信号实施高速傅里叶变换(FFT)之后,进行衰减校正使其与规定的频谱一致,并实施高速傅里叶逆变换(IFFT)。

[0005] 另外,已知还存在以下技术:针对实施了 FFT 的信号,按每个频率求出倒数,将以与测量信号相反的图案进行增减的谱作为校正系数的谱而求出,在对测量得到的信号的频谱乘上该校正系数之后,实施 IFFT(例如参照专利文献 4)。

[0006] 专利文献 1:日本特开 2004-135929 号公报

[0007] 专利文献 2:日本特开平 8-131435 号公报

[0008] 专利文献 3:日本特开平 9-173334 号公报

[0009] 专利文献 4:日本特开平 10-33529 号公报

发明内容

[0010] 发明要解决的问题

[0011] 然而,在专利文献 3 所记载的技术中,仅进行与规定的频谱一致的衰减校正,不是实时地反映所接收到的信号本身受到的衰减,该谱未必是与测量结果相应的适当的谱。

[0012] 另外,专利文献 4 所记载的技术只是用于校正超声波探头的往复分散性的技术,并没有校正依赖于信号的频率的衰减。

[0013] 本发明是鉴于上述问题而完成的,目的在于提供一种能够根据测量结果来实时地进行适当的衰减校正的超声波观测装置、超声波观测装置的动作方法以及超声波观测装置

的动作程序。

[0014] 用于解决问题的方案

[0015] 为了解决上述问题并达到目的,本发明所涉及的超声波观测装置的特征在于,具备:发送和接收部,其对检体发送作为时域信号的超声波信号并且接收由上述检体反射的上述超声波信号;第一变换部,其将由上述发送和接收部接收到的上述超声波信号变换为频域信号;回归分析部,其计算针对由上述第一变换部变换得到的上述频域信号的回归式;衰减校正系数计算部,其根据接收深度不同的两点以上的上述回归式中的一次系数来计算衰减校正系数;衰减校正处理部,其根据由上述衰减校正系数计算部计算出的上述衰减校正系数来进行上述频域信号的衰减校正处理;第二变换部,其将由上述衰减校正处理部进行了衰减校正处理的上述频域信号变换为第二时域信号;以及图像数据生成部,其根据上述第二时域信号来生成超声波图像数据。

[0016] 另外,本发明所涉及的超声波观测装置的特征在于,在上述发明中,上述衰减校正系数是构成一组的两点的上述一次系数之差除以该两点的接收深度之差得到的量。

[0017] 另外,本发明所涉及的超声波观测装置的特征在于,在上述发明中,上述衰减校正处理部应用根据用于计算上述衰减校正系数的两点的接收深度计算出的上述衰减校正系数对上述两点的接收深度中的大的接收深度的上述频域信号进行衰减校正处理。

[0018] 另外,本发明所涉及的超声波观测装置的特征在于,在上述发明中,还具备频带限制校正部,在上述衰减校正处理部进行校正后且上述第二变换部进行变换前、或者在上述衰减校正处理部进行校正后且上述第二变换部进行变换后,该频带限制校正部进行限制为规定的频带来削减该频带以外的频率成分的贡献的校正。

[0019] 另外,本发明所涉及的超声波观测装置的特征在于,在上述发明中,上述图像数据生成部根据上述第二时域信号的振幅信息来生成上述超声波图像数据。

[0020] 另外,在本发明所涉及的超声波观测装置的动作方法中,该超声波观测装置对检体发送超声波并且接收由上述检体反射的超声波,该超声波观测装置的动作方法的特征在于,包括:第一变换步骤,第一变换部将接收到的上述超声波信号变换为频域信号;回归分析步骤,回归分析部针对上述频域信号计算回归式;衰减校正系数计算步骤,衰减校正系数计算部根据接收深度不同的两点以上的上述回归式中的一次系数来计算衰减校正系数;衰减校正处理步骤,衰减校正处理部根据上述衰减校正系数来进行上述频域信号的衰减校正处理;第二变换步骤,第二变换部将在上述衰减校正步骤中进行了衰减校正的上述频域信号变换为第二时域信号;以及图像数据生成步骤,图像数据生成部根据上述第二时域信号来生成超声波图像数据。

[0021] 在本发明所涉及的超声波观测装置的动作程序中,该超声波观测装置对检体发送超声波并且接收由上述检体反射的超声波,该超声波观测装置的动作程序的特征在于,使超声波观测装置执行以下步骤:第一变换步骤,第一变换部将接收到的上述超声波信号变换为频域信号;回归分析步骤,回归分析部针对上述频域信号计算回归式;衰减校正系数计算步骤,衰减校正系数计算部根据接收深度不同的两点以上的上述回归式中的一次系数来计算衰减校正系数;衰减校正处理步骤,衰减校正处理部根据上述衰减校正系数来进行上述频域信号的衰减校正处理;第二变换步骤,第二变换部将在上述衰减校正步骤中进行了衰减校正的上述频域信号变换为第二时域信号;以及图像数据生成步骤,图像数据生成

部根据上述第二域信号来生成超声波图像数据。

[0022] 发明的效果

[0023] 根据本发明,提供一种能够根据测量结果来实时地进行适当的衰减校正的超声波观测装置、超声波观测装置的动作方法以及超声波观测装置的动作程序。

附图说明

[0024] 图 1 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的超声波观测装置的结构框图。

[0025] 图 2 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的超声波观测装置的信号放大部所进行的放大处理中的回波信号的接收深度与放大率之间的关系图。

[0026] 图 3 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的超声波观测装置的放大校正部所进行的放大处理中的接收深度与放大率之间的关系图。

[0027] 图 4 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的超声波观测装置的处理的概要流程图。

[0028] 图 5 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的超声波观测装置的 FFT 处理部所进行的 FFT 处理的概要流程图。

[0029] 图 6 是示意性地示出本发明的实施方式 1 所涉及的超声波观测装置设为处理对象的一个声线的数据排列的图。

[0030] 图 7 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的超声波观测装置的 FFT 处理部所计算出的频谱的例子图。

[0031] 图 8 是示意性地示出本发明的实施方式 1 所涉及的超声波观测装置的衰减校正系数计算部所进行的衰减校正系数计算处理的图。

[0032] 图 9 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的超声波观测装置的衰减校正处理部所进行的衰减校正处理的概要图。

[0033] 图 10 是表示本发明的实施方式 2 所涉及的超声波观测装置的结构框图。

[0034] 图 11 是表示本发明的其它实施方式所涉及的超声波观测装置所计算出的频谱曲线及其近似曲线的图。

具体实施方式

[0035] 以下,参照附图说明用于实施本发明的方式(以下称为“实施方式”)。

[0036] (实施方式 1)

[0037] 图 1 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的超声波观测装置的结构框图。该图所示出的超声波观测装置 1 是用于使用超声波来观测作为诊断对象的检体的装置。

[0038] 超声波观测装置 1 具备:超声波探头 2,其向外部输出超声波脉冲,并且接收在外部反射的超声波回波;发送和接收部 3,其与超声波探头 2 之间进行电信号的发送和接收;运算部 4,其对变换超声波回波而得到的电回波信号实施规定的运算;图像数据生成部 5,其生成与变换超声波回波而得到的电回波信号对应的图像数据;输入部 6,其使用键盘、鼠标、触摸面板等接口来实现,接受各种信息的输入;显示部 7,其使用由液晶或者有机 EL 等构成的显示面板来实现,显示包括由图像数据生成部 5 生成的图像的各种信息;存储部 8,其存储包括在频率分析时使用的窗函数的各种信息;以及控制部 9,其对超声波观测装置 1

进行动作控制。

[0039] 超声波探头 2 具有信号变换部 21, 该信号变换部 21 将从发送和接收部 3 接收到的电脉冲信号变换为超声波脉冲 (声脉冲信号), 并且将由外部的检体反射而得到的超声波回波变换为电回波信号。超声波探头 2 可以是以机械方式使超声波振子进行扫描的探头, 也可以是以电子方式使多个超声波振子进行扫描的探头。

[0040] 发送和接收部 3 与超声波探头 2 电连接, 将脉冲信号发送给超声波探头 2, 并且从超声波探头 2 接收作为接收信号的回波信号。具体地说, 发送和接收部 3 根据预先设定的波形和发送定时来生成脉冲信号, 将所生成的该脉冲信号发送给超声波探头 2。

[0041] 发送和接收部 3 具有对回波信号进行放大的信号放大部 31。具体地说, 信号放大部 31 进行如下的 STC 校正, 即、回波信号的接收深度越大则以越高的放大率进行放大。图 2 是表示回波信号的接收深度与放大率之间的关系图。图 2 示出的接收深度 z 是根据从开始接收超声波的时刻起的经过时间而计算出的量。如图 2 所示, 在接收深度 z 小于阈值 z_{th} 的情况下, 放大率 β (dB) 随着接收深度 z 的增加而从 β_0 向 $\beta_{th} (> \beta_0)$ 线性增加。另外, 在接收深度 z 为阈值 z_{th} 以上的情况下, 将放大率 β 设为固定值 β_{th} 。阈值 z_{th} 的值是从检体接收到的超声波信号大部分衰减而噪声处于支配地位的值。更通常地, 在接收深度 z 小于阈值 z_{th} 的情况下, 放大率 β 随着接收深度 z 的增加而单调增加即可。

[0042] 发送和接收部 3 在对由信号放大部 31 放大得到的回波信号实施滤波等处理之后, 通过进行 A/D 变换来生成时域数字 RF 信号并输出。此外, 在超声波探头 2 是以电子方式使多个超声波振子进行扫描的探头的情况下, 发送和接收部 3 具有与多个超声波振子对应的束合成用的多通道电路。

[0043] 运算部 4 具有: 放大校正部 41, 其对由发送和接收部 3 输出的数字 RF 信号进行放大校正, 该放大校正用于使放大率与接收深度无关地成为固定; FFT 处理部 42, 其通过对进行了放大校正的数字 RF 信号实施高速傅里叶变换 (FFT) 来得到频域信号 (频谱); 回归分析部 43, 其对由 FFT 处理部 42 实施了 FFT 的信号进行回归分析; 衰减校正系数计算部 44, 其根据由回归分析部 43 进行回归分析而得到的结果来计算衰减校正系数; 衰减校正处理部 45, 其使用由衰减校正系数计算部 44 计算出的衰减校正系数对实施了 FFT 的信号进行衰减校正; 以及 IFFT 处理部 46, 其通过对由衰减校正处理部 45 进行衰减校正而得到的信号实施高速傅里叶逆变换 (IFFT) 来得到时域信号。

[0044] 图 3 是表示由放大校正部 41 进行的放大处理中的接收深度与放大率之间的关系图。如图 3 所示, 由放大校正部 41 进行的放大处理中的放大率 β (dB) 在接收深度 z 为零时取最大值 $\beta_{th} - \beta_0$, 接收深度 z 从零开始直到达到阈值 z_{th} 为止放大率 β (dB) 线性减少, 在接收深度 z 为阈值 z_{th} 以上时放大率 β (dB) 为零。放大校正部 41 根据这样决定的放大率来对数字 RF 信号进行放大校正, 由此能够抵消信号放大部 31 中的 STC 校正的影响, 输出固定放大率 β_{th} 的信号。此外, 放大校正部 41 的接收深度 z 与放大率 β 之间的关系根据信号放大部 31 中的接收深度与放大率之间的关系不同而不同, 这是不言而喻的。

[0045] FFT 处理部 42 针对作为处理对象的各声线 (行数据), 对由规定的数量构成的 FFT 数据群实施 FFT, 由此计算频域信号即频谱。FFT 处理部 42 相当于将由发送和接收部 3 接收到的超声波信号变换为频域信号的第一变换部。以复数得到 FFT 的计算结果, 并存储于存储部 8。频谱根据检体的组织性状不同而示出不同的倾向。这是由于, 频谱与作为使超

声波散射的散射体的检体的大小、密度、声阻抗等具有相关性。

[0046] 回归分析部 43 通过对在利用强度 $I(f, z)$ 和相位 $\Phi(f, z)$ (f 为频率) 来表现由 FFT 处理部 42 计算出的两点以上的接收深度 z (从超声波探头 2 所具有的超声波振子起的距离) 的频谱时的强度 $I(f)$ 的谱分别进行回归分析来计算由一次式构成的回归式。回归式的一次系数 (以下称为斜率) 与超声波的衰减校正系数的大小具有相关性, 衰减校正系数越大则针对超声波的传播距离的斜率的变化越大。

[0047] 衰减校正系数计算部 44 使用由回归分析部 43 提取出的回归式的斜率以及计算出回归式的两点以上的不同接收深度来计算超声波的衰减校正系数。具体地说, 在将接收深度 z_1 处的频谱的回归式的斜率设为 a_1 、将接收深度 z_2 处的频谱的回归式的斜率设为 a_2 时, 衰减校正系数计算部 44 利用下式 (1) 计算两点 z_1 、 z_2 ($>z_1$) 之间的衰减校正系数 α 。

$$[0048] \quad \alpha = (a_1 - a_2) / (z_2 - z_1) \quad \cdots \cdots (1)$$

[0049] 根据式 (1) 还可知, 衰减校正系数 α 相当于两点之间的平均衰减校正系数。在此, 能够根据回波信号的接收定时来计算式 (1) 中的接收深度 z_1 、 z_2 。此外, 两个点的接收深度之差 $z_2 - z_1$ 如果是与由超声波探头 2 输出的超声波的波长大致相等的长度左右 (例如几 mm 左右), 则更为优选。

[0050] 衰减校正处理部 45 根据由衰减校正系数计算部 44 计算出的衰减校正系数来进行频谱的衰减校正处理。具体地说, 衰减校正处理部 45 对接收深度 z_1 的频谱的除去了相位成分得到的强度 $I(f, z_1)$ 进行如下校正。

$$[0051] \quad I'(f, z_1) = I(f, z_1) + 2\alpha(z_1)z_1f \quad \cdots \cdots (2)$$

[0052] 在此, 例如用式 (1) 的 α 对右边的 $\alpha(z_1)$ 赋值。

[0053] IFFT 处理部 46 通过对由衰减校正处理部 45 进行校正得到的频谱实施 IFFT 处理来得到时域信号 (第二时域信号)。IFFT 处理部 46 相当于将由衰减校正处理部 45 进行衰减校正得到的频域信号变换为第二时域信号的第二变换部。该第二时域信号是进行了与接收深度以及频率相应的衰减校正得到的超声波信号。因而, 与如现有技术那样仅提高信号的放大率的处理不同, 会得到高频成分也被恢复的超声波信号。

[0054] 图像数据生成部 5 对由运算部 4 实施衰减校正得到的第二时域信号的实数部进行滤波处理、对数压缩、增益处理、对比度处理等使用了公知技术的信号处理, 并且进行数据的间隔剔除等, 由此生成超声波图像数据, 其中, 与根据显示部 7 中的图像的显示范围而决定的数据步长相应地进行数据的间隔剔除。该超声波图像数据相当于对 B 模式图像数据进行依赖于频率的衰减校正而得到的图像数据, 该 B 模式图像数据是使采用 RGB 表色系作为颜色空间的情况下的变量即 R (红)、G (绿)、B (蓝) 的值一致而得到的灰度等级图像。

[0055] 存储部 8 具有: 放大率信息存储部 81, 其存储在信号放大部 31 和放大校正部 41 进行放大处理时参照的放大率的信息; 窗函数存储部 82, 其存储 Hamming、Hanning、Blackman 等窗函数中的至少任一个窗函数来作为 FFT 处理部 42 进行 FFT 处理时使用的窗函数; 以及衰减校正信息存储部 83, 其将由衰减校正系数计算部 44 计算出的衰减校正系数 α 与上述式 (1) 中的斜率 a_1 、 a_2 、接收深度 z_1 、 z_2 一起进行存储。

[0056] 使用预先存储有本实施方式 1 所涉及的超声波观测装置的动作程序、启动规定的 OS 的程序等的 ROM 以及存储各处理的运算参数、数据等的 RAM 等来实现存储部 8。

[0057] 使用 CPU 等来实现控制部 9, 控制部 9 统一地控制超声波观测装置 1 的动作。控制

部 9 从存储部 8 读出由存储部 8 存储、保存的信息以及包括上述超声波观测装置的动作程序的各种程序,由此执行与本实施方式 1 所涉及的超声波观测装置的动作方法相关联的运算处理。

[0058] 此外,也能够将本实施方式 1 所涉及的超声波观测装置的动作程序记录到硬盘、快闪存储器、CD-ROM、DVD-ROM、软盘等计算机可读的记录介质而广泛流通。

[0059] 图 4 是表示具有上述结构的超声波观测装置 1 的处理的概要的流程图。在图 4 中,超声波观测装置 1 首先使用超声波探头 2 进行新检体的测量(步骤 S1)。

[0060] 接着,从超声波探头 2 接收到回波信号的信号放大部 31 对该回波信号进行放大(步骤 S2)。在此,信号放大部 31 根据图 2 示出的放大率与接收深度之间的关系来进行放大(STC 校正)。

[0061] 之后,放大校正部 41 对从发送和接收部 3 输出的信号进行校正,使放大率与接收深度无关地成为固定(步骤 S3)。在此,放大校正部 41 例如根据图 3 示出的放大率与接收深度之间的关系来进行放大校正。

[0062] 接着,FFT 处理部 42 对进行放大校正得到的信号实施 FFT 处理(步骤 S4)。图 5 是表示由 FFT 处理部 42 进行的 FFT 处理的概要的流程图。以下,参照图 5 详细地说明由 FFT 处理部 42 进行的 FFT 处理。

[0063] 首先,FFT 处理部 42 将用于识别作为分析对象的声线的计数 k 设为 k_0 (步骤 S21)。

[0064] 接着,FFT 处理部 42 设定代表用于进行 FFT 运算而获取的一系列数据群(FFT 数据群)的数据位置(相当于接收深度) $Z^{(k)}$ 的初始值 $Z^{(k)}_0$ (步骤 S22)。图 6 是示意性地示出一个声线的数据排列的图。在该图示出的声线 SR_k 中,白色或者黑色的长方形意味着一个数据。以与发送和接收部 3 进行的 A/D 变换中的采样频率(例如 50MHz)对应的时间间隔使声线 SR_k 离散化。在图 6 中,示出将声线 SR_k 的第一个数据位置设定为初始值 $Z^{(k)}_0$ 的情况,但是能够任意地设定初始值的位置。

[0065] 之后,FFT 处理部 42 获取数据位置 $Z^{(k)}$ 的 FFT 数据群(步骤 S23),使由窗函数存储部 82 存储的窗函数作用于获取到的 FFT 数据群(步骤 S24)。这样使窗函数作用于 FFT 数据群,由此避免 FFT 数据群在边界处不连续,从而能够防止产生伪像。

[0066] 接着,FFT 处理部 42 判断数据位置 $Z^{(k)}$ 的 FFT 数据群是否为正常的数据群(步骤 S25)。在此,FFT 数据群需要具有 2 的乘方个数据数。以下,将 FFT 数据群的数据数设为 2^n (n 为正整数)。FFT 数据群正常是指数据位置 $Z^{(k)}$ 在该 FFT 数据群中位于从前方起第 2^{n-1} 个位置处。换言之,FFT 数据群正常是指在数据位置 $Z^{(k)}$ 的前方存在 $2^{n-1}-1$ (设为 $=N$) 个数据而在数据位置 $Z^{(k)}$ 的后方存在 2^{n-1} (设为 $=M$) 个数据。在图 6 示出的情况下,FFT 数据群 F_2 、 F_3 均正常。其中,在图 6 中设为 $n=4$ ($N=7$ 、 $M=8$)。

[0067] 在步骤 S25 中的判断的结果是数据位置 $Z^{(k)}$ 的 FFT 数据群正常的情况下(步骤 S25:“是”),FFT 处理部 42 转移到后述的步骤 S27。

[0068] 在步骤 S25 中的判断的结果是数据位置 $Z^{(k)}$ 的 FFT 数据群不正常的情况下(步骤 S25:“否”),FFT 处理部 42 对不足部分插入零数据,由此来生成正常的 FFT 数据群(步骤 S26)。在追加零数据之前使窗函数作用于在步骤 S25 中判断为不正常的 FFT 数据群。因此,即使对 FFT 数据群插入零数据,也不会产生数据的不连续。在步骤 S26 之后,FFT 处理部 42 转移到后述的步骤 S27。

[0069] 在步骤 S27 中, FFT 处理部 42 使用 FFT 数据群来进行 FFT 运算, 由此得到由复数构成的频谱 (步骤 S27)。

[0070] 接着, FFT 处理部 42 使数据位置 $Z^{(k)}$ 以步长 D 变化 (步骤 S28)。步长 D 设为预先存储于存储部 8。在图 6 中, 例示了 $D = 15$ 的情况。期望的是, 数据步长 D 与图像数据生成部 5 生成 B 模式图像数据时利用的数据步长一致, 但是在想要削减 FFT 处理部 42 中的运算量的情况下, 也可以设定为比图像数据生成部 5 所利用的数据步长大的值。

[0071] 之后, FFT 处理部 42 判断数据位置 $Z^{(k)}$ 是否大于声线 SR_k 中的最大值 $Z_{\max}^{(k)}$ (步骤 S29)。在数据位置 $Z^{(k)}$ 大于最大值 $Z_{\max}^{(k)}$ 的情况下 (步骤 S29: “是”), FFT 处理部 42 使计数 k 增加 1 (步骤 S30)。另一方面, 在数据位置 $Z^{(k)}$ 为最大值 $Z_{\max}^{(k)}$ 以下的情况下 (步骤 S29: “否”), FFT 处理部 42 返回至步骤 S23。这样, FFT 处理部 42 针对声线 SR_k , 对 $[(Z_{\max}^{(k)} - Z_0^{(k)})/D] + 1$ 个 FFT 数据群进行 FFT 运算。在此, $[X]$ 表示不超过 X 的最大的整数。

[0072] 在步骤 S30 之后, FFT 处理部 42 判断计数 k 是否大于最大值 $k_{\max}$ (步骤 S31)。在计数 k 大于 $k_{\max}$ 的情况下 (步骤 S31: “是”), FFT 处理部 42 结束一系列 FFT 处理。另一方面, 在计数 k 为 $k_{\max}$ 以下的情况下 (步骤 S31: “是”), FFT 处理部返回至步骤 S22。

[0073] 此外, 在此是以 FFT 处理部 42 对接收到超声波信号的全部区域进行 FFT 处理为前提, 但是也可以预先通过输入部 6 接受特定的关心区域的设定输入, 在该关心区域内进行 FFT 处理。

[0074] 图 7 是表示由 FFT 处理部 42 计算出的频谱的例子的图。在图 7 中, 横轴 f 表示频率, 纵轴 I 表示强度。在图 7 示出的频谱曲线 C_1 中, 给出在某些数据位置 (接收深度) $Z^{(k)}$ 处除去了相位成分得到的强度谱。此外, 在本实施方式 1 中, 曲线和直线由离散的点的集合构成。关于这一点, 后述的实施方式也相同。频带是根据超声波探头 2 的频带、由发送和接收部 3 发送的脉冲信号的频带等来决定的。在图 7 示出的情况下, 频带是夹在下限频率 f_L 与上限频率 f_H 之间的区域。此时的频谱的下限频率 f_L 与上限频率 f_H 的具体值例如是 $f_L = 3\text{MHz}$ 、 $f_H = 10\text{MHz}$ 。此外, 也可以是在声线上的点中的接收深度大于规定值的点处将频带的上限值设定为小于上限频率 f_H 的值。另外, 图 7 示出的频带只是一例, 也可以是, 将下限频率 f_L 附近的其它值设定为下限值, 另一方面, 将上限频率 f_H 附近的其它值设定为上限值。在后文中说明图 7 示出的直线 L_1 。

[0075] 再次返回至图 4 的流程图继续进行说明。接着上述步骤 S4 的 FFT 处理, 回归分析部 43 通过对由 FFT 处理部 42 计算出的频谱进行回归分析来提取回归式的参数 (步骤 S5)。具体地说, 回归分析部 43 通过回归分析计算出频带 $f_L < f < f_H$ 的频谱的回归式 (一次式), 由此提取斜率 a。图 7 示出的直线 L_1 是在该步骤 S5 中回归分析部 43 对频谱曲线 C_1 进行回归分析处理而得到的回归直线。

[0076] 之后, 衰减校正系数计算部 44 按照上式 (1) 来计算衰减校正系数 α (步骤 S6)。图 8 是示意性地示出衰减校正系数计算部 44 所进行的衰减校正系数计算处理的图。在图 8 示出的声线 SR 中, 示出了一个声线上的沿着接收深度的方向邻接的被计算出衰减校正系数的三个点 P、Q、R。将点 P、Q、R 的接收深度分别设为 z_P 、 z_Q 、 z_R ($z_P < z_Q < z_R$)。另外, 将点 P、Q、R 的频谱的近似直线的斜率分别设为 a_P 、 a_Q 、 a_R 。此时, 通过将点 Q 的接收深度 z_Q 和斜率 a_Q 以及作为与点 Q 相邻的点的、接收深度小于点 Q 的接收深度的点 P 的接收深度 z_P 和斜率 a_P 代入到式 (1), 来计算点 Q 的衰减校正系数 $\alpha(z_Q)$ 。

[0077] $\alpha(z_Q) = (a_P - a_Q) / (z_Q - z_P) \quad \cdot \cdot \cdot (3)$

[0078] 同样地,通过将点 R 的接收深度 z_R 和斜率 a_R 以及作为与点 R 相邻的点的、接收深度小于点 R 的接收深度的点 Q 的接收深度 z_Q 和斜率 a_Q 代入到式 (1),来计算点 R 的衰减校正系数 $\alpha(z_R)$ 。

[0079] $\alpha(z_R) = (a_Q - a_R) / (z_R - z_Q) \quad \cdot \cdot \cdot (4)$

[0080] 将这样由衰减校正系数计算部 44 计算出的衰减校正系数存储于衰减校正信息存储部 83。

[0081] 接着,衰减校正处理部 45 根据由衰减校正系数计算部 44 计算出的衰减校正系数来进行衰减校正处理(步骤 S7)。图 9 是表示衰减校正处理部 45 所进行的衰减校正处理的概要的图。衰减校正处理部 45 使用式 (3) 来对频谱进行衰减校正。具体地说,利用下式 (5) 来校正强度谱 $I(f, z)$ 。

[0082] $I'(f, z) = I(f, z) + 2\alpha(z)zf \quad \cdot \cdot \cdot (5)$

[0083] 由此,得到衰减校正后的频谱曲线 C_2 。

[0084] 此外,也可以在计算图 8 的点 Q 的衰减校正系数时使用点 Q 与点 R 的数据位置和斜率。这样,计算某一点的衰减校正系数时的自身以外的点的选择方法并不限于上述方法。

[0085] 之后,IFFT 处理部 46 对衰减校正后的频谱实施 IFFT 处理(步骤 S8)。具体地说,对将式 (5) 的强度谱 $I'(f, z)$ 加上校正前的频谱的相位成分得到的复数实施 IFFT 处理。由此,得到实施了依赖于频率的衰减校正的时域的超声波信号。

[0086] 接着,图像数据生成部 5 根据由运算部 4 进行衰减校正得到的频域的超声波信号来生成图像数据(步骤 S9)。

[0087] 显示部 7 显示与由图像数据生成部 5 生成的图像数据对应的图像(步骤 S10)。

[0088] 根据上述说明的本发明的实施方式 1,在使用根据接收深度不同的两点以上的回归式的一次系数计算出的衰减校正系数对进行 FFT 处理得到的信号进行衰减校正处理之后,根据通过实施 IFFT 处理得到的时域信号来生成超声波图像数据,由此能够根据测量结果实时地进行适当的衰减校正。

[0089] 另外,根据本实施方式 1,通过校正依赖于频率的衰减,即使是远离超声波探头的区域,也能够显示空间分辨率良好的超声波图像。

[0090] 此外,在本实施方式 1 中,使用一个声线上的两点来计算衰减校正系数,但是也可以更普遍地使用一个声线上的多个点来计算衰减校正系数。例如在使用三点的情况下,该三点中两点的组合有三种。在该情况下,衰减校正系数计算部 44 在根据式 (1) 计算出邻接的两点之间的衰减校正系数之后,将计算出的两个衰减校正系数的平均值作为最终的衰减校正系数计算出来即可。另外,在使用三点的情况下,衰减校正系数计算部 44 还可以针对从该三点得到的所有两点的组合计算衰减校正系数,将其平均值设为最终的衰减校正系数。

[0091] (实施方式 2)

[0092] 图 10 是表示本发明的实施方式 2 所涉及的超声波观测装置的结构框图。与超声波观测装置 1 相比,该图示出的超声波观测装置 101 的运算部 102 的结构是不同的。因此,对具有与超声波观测装置 1 的结构要素相同的功能的结构要素标注与图 1 相同的附图

标记。

[0093] 运算部 102 除了具有超声波观测装置 1 的运算部 4 所具有的结构（放大校正部 41、FFT 处理部 42、回归分析部 43、衰减校正系数计算部 44、衰减校正处理部 45 以及 IFFT 处理部 46）以外，还具有频带限制校正部 103。

[0094] 频带限制校正部 103 对由衰减校正处理部 45 进行校正得到的频谱进行校正，该校正用于限制频带来削减规定的频带以外的频率成分的贡献。作为这种校正，频带限制校正部 103 例如进行将规定的频带以外的频率成分处的不需要的谱强度替换为零的处理。例如能够通过使规定的窗函数作用于频谱来执行该处理。

[0095] 根据上述说明的本发明的实施方式 2，除了与上述实施方式 1 相同的效果以外，还能够防止由于衰减校正而过度强调高频成分的噪声。

[0096] 此外，在本实施方式 2 中，也可以代替将不需要的谱强度替换为零而对不需要的谱强度乘以规定的权重以使其衰减。

[0097] 另外，在本实施方式 2 中，也可以是，频带限制校正部 103 使由 IFFT 处理部 46 实施 IFFT 处理而得到的时域的超声波信号中的不需要的谱强度衰减。

[0098] （其它实施方式）

[0099] 目前为止说明了用于实施本发明的方式，但是本发明并不限定于上述两个实施方式。图 11 是表示本发明的其它实施方式所涉及的超声波观测装置所计算出的频谱曲线以及通过对该频谱曲线进行回归分析而得到的回归曲线的图。在图 11 中，曲线 C_{31} 是频谱曲线 C_3 的回归曲线（设为接收深度 z_3 ），曲线 C_{41} 是频谱曲线 C_4 （设为接收深度 $z_4 (> z_3)$ ）的回归曲线。

[0100] 当假设随着超声波的传播而产生的衰减分别与接收深度以及频率成比例时，在频谱曲线 C_3 的式 $I_3(f) = c_{30} + c_{31}f + c_{32}f^2 + \dots$ 与频谱曲线 C_4 的式 $I_4(f) = c_{40} + c_{41}f + c_{42}f^2 + \dots$ 的差中，一次项处于支配地位。

[0101] $I_3(f) - I_4(f) \sim (c_{31} - c_{41})f \quad \dots (6)$

[0102] 因而，能够如下那样定义接收深度 z_3 与接收深度 z_4 之间的衰减校正系数 α 。

[0103] $\alpha = (c_{31} - c_{41}) / (z_4 - z_3) \quad \dots (7)$

[0104] 这样，在本发明中，即使在无法通过一次式对频谱进行近似的情况下，也能够通过进行更普遍的使用了多项式的回归分析来准确且简单地计算出衰减校正系数。

[0105] 另外，在本发明中，只要是普通地根据振幅信息生成的图像，就能够通过进行依赖于频率的衰减校正来得到与上述相同的效果。作为这种图像，可以列举出 A 模式图像、C 模式图像以及三维显示图像等图像。

[0106] 另外，在本发明中，也可以使用由衰减校正系数计算部计算出的衰减校正系数来判断生物体组织的组织性状。这是由于，在观测对象是生物体组织的情况下，超声波的衰减校正系数与该生物体组织的组织性状具有关联性是公知的。

[0107] 根据上述说明还可知，本发明在不脱离记载于权利要求的技术思想的范围内能够包括各种实施方式等。

[0108] 附图标记说明

[0109] 1、101：超声波观测装置；2：超声波探头；3：发送和接收部；4、102：运算部；5：图像数据生成部；6：输入部；7：显示部；8：存储部；9：控制部；21：信号变换部；31：信号放大

部 ;41 :放大校正部 ;42 :FFT 处理部 ;43 :回归分析部 ;44 :衰减校正系数计算部 ;45 :衰减校正处理部 ;46 :IFFT 处理部 ;81 :放大率信息存储部 ;82 :窗函数存储部 ;83 :衰减校正信息存储部 ;103 :频带限制校正部。

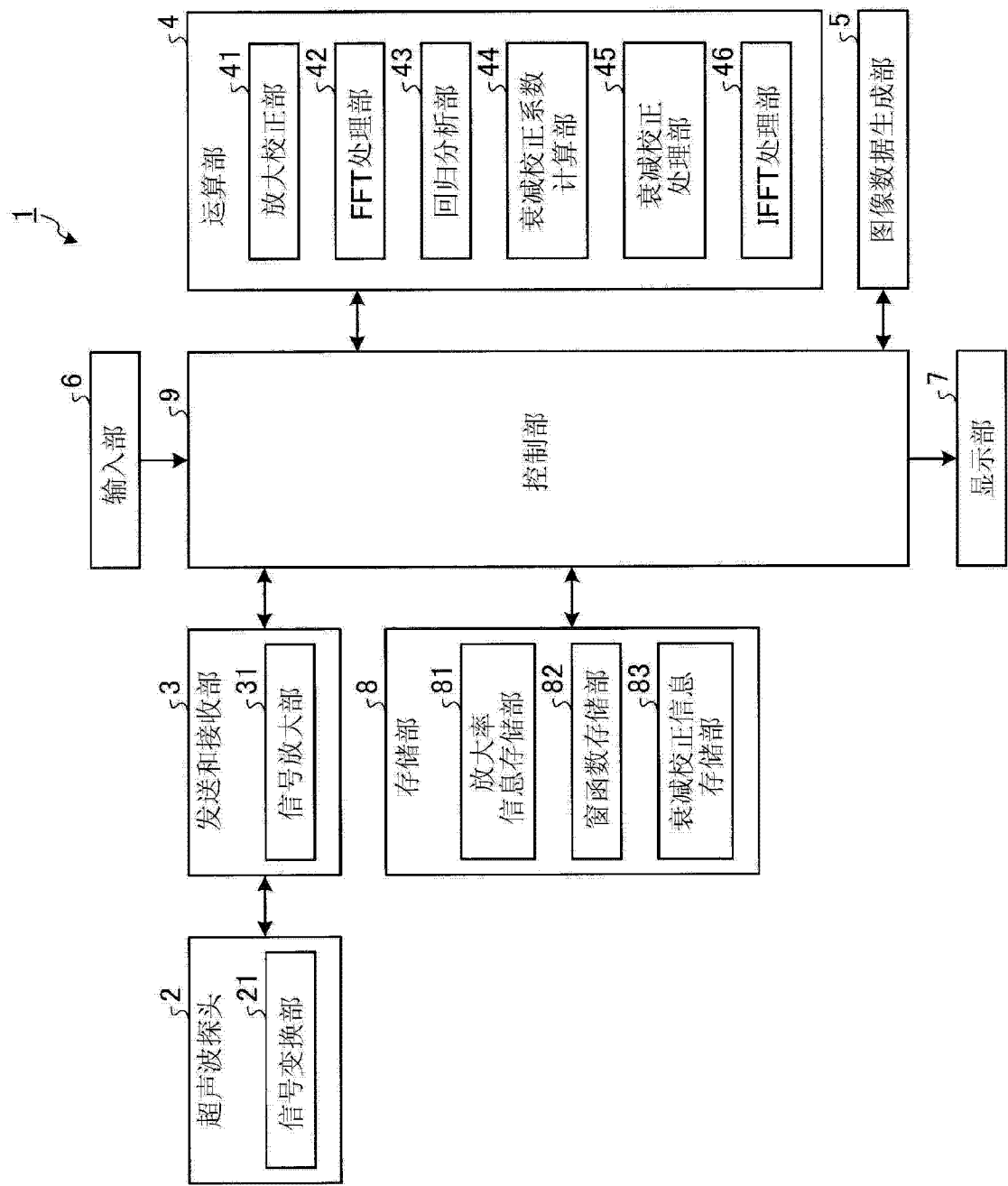


图 1

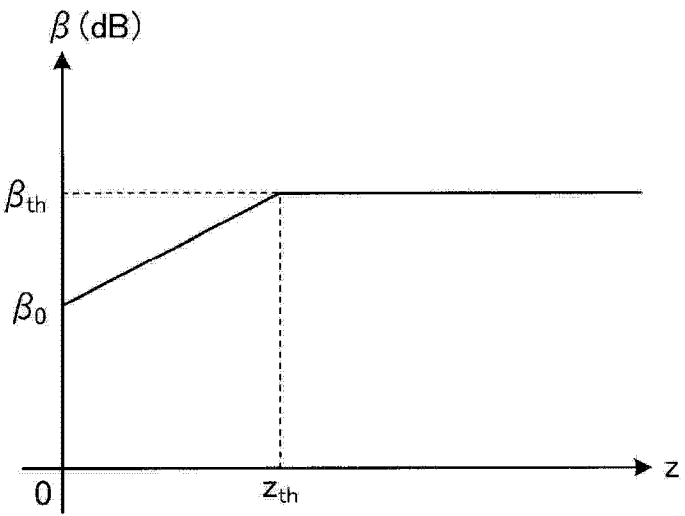


图 2

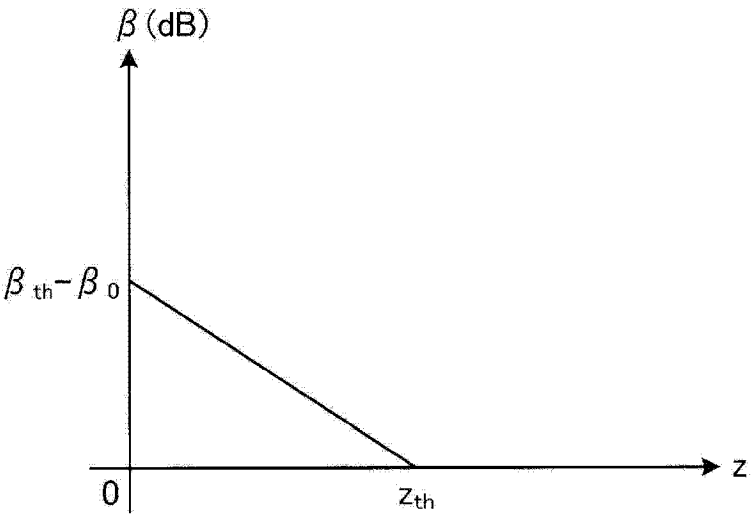


图 3

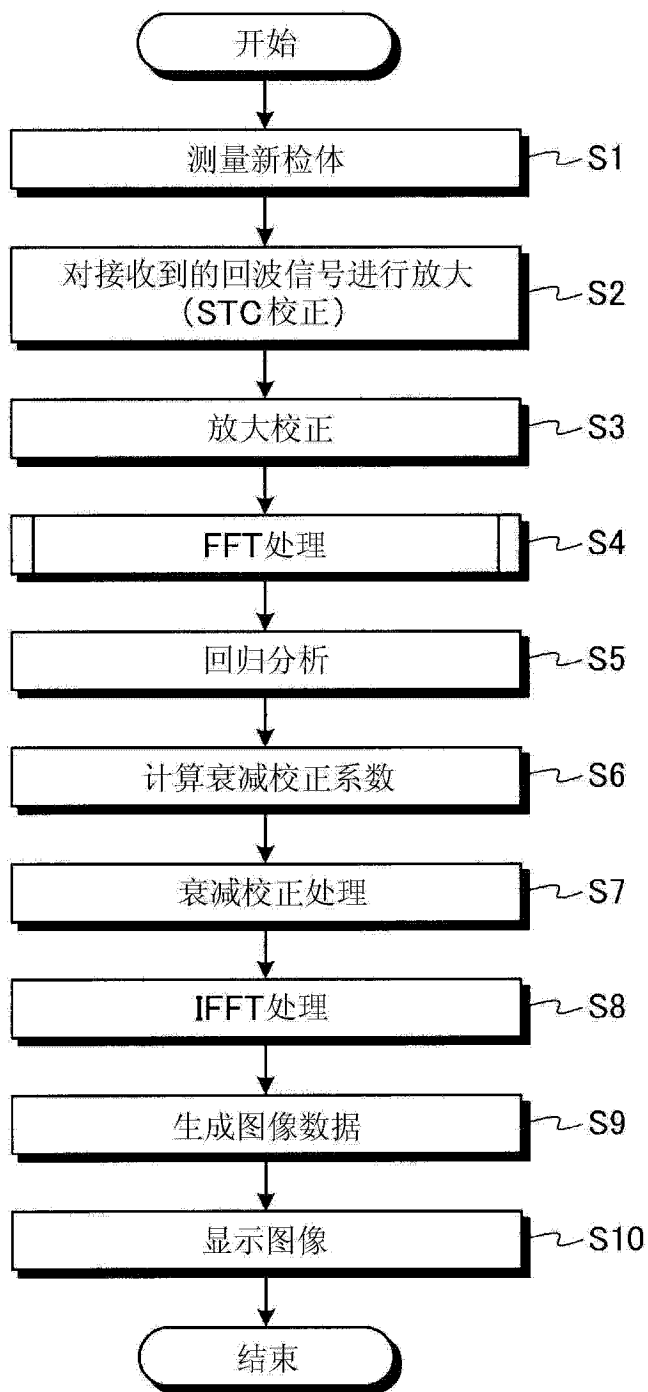


图 4

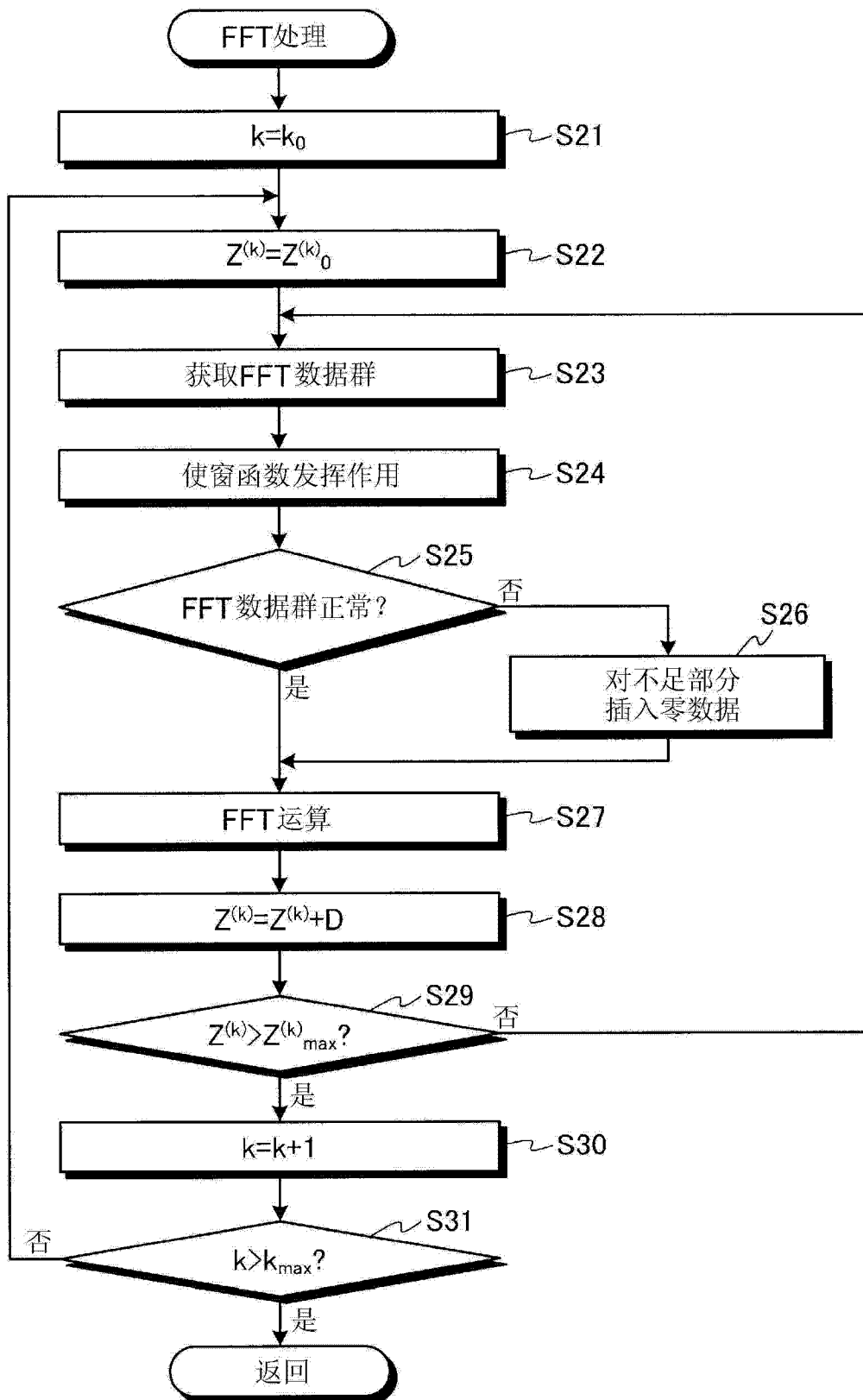


图 5

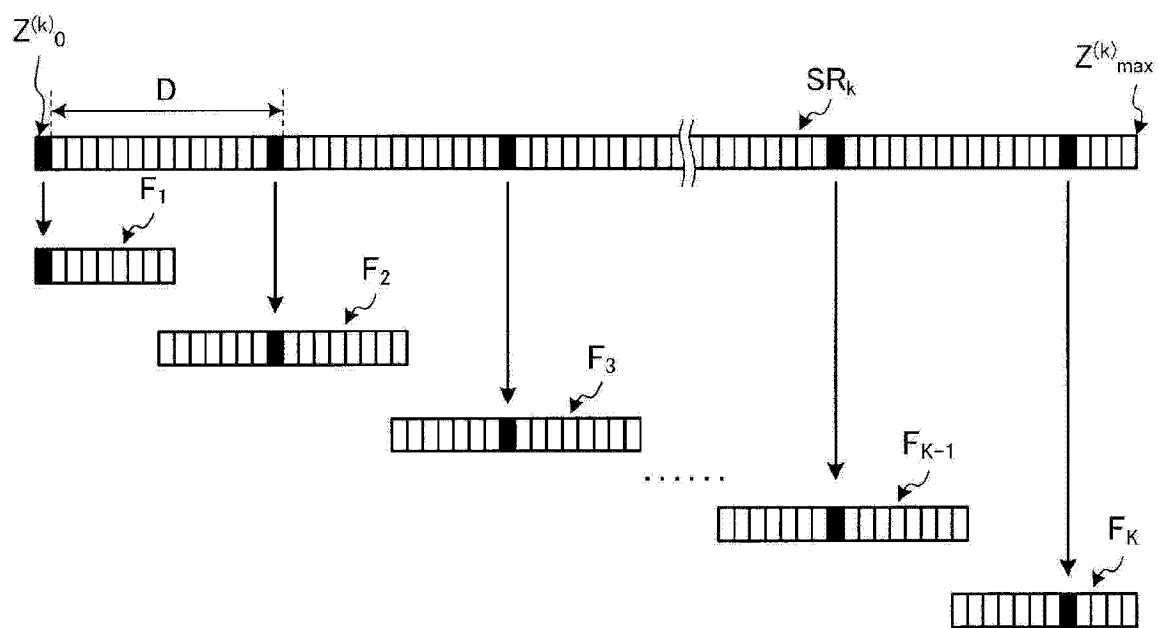


图 6

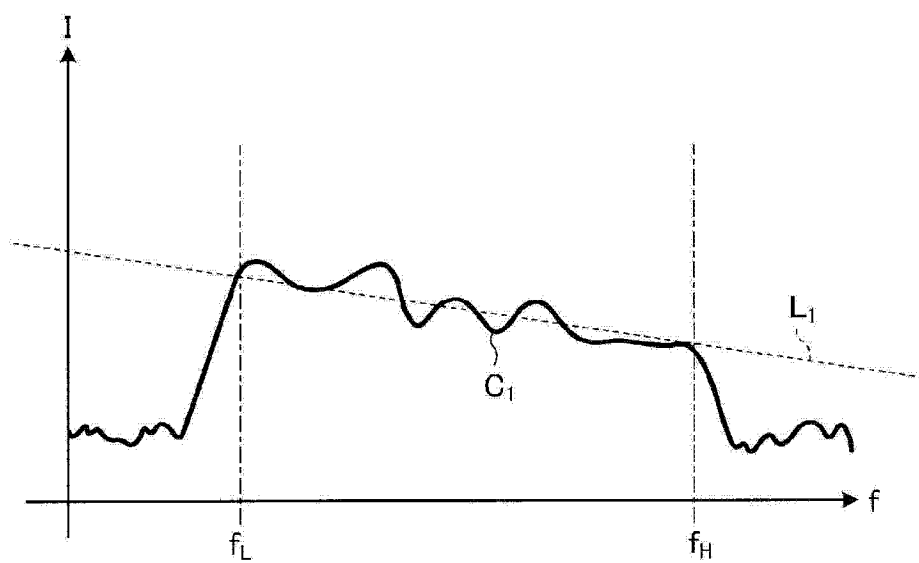


图 7

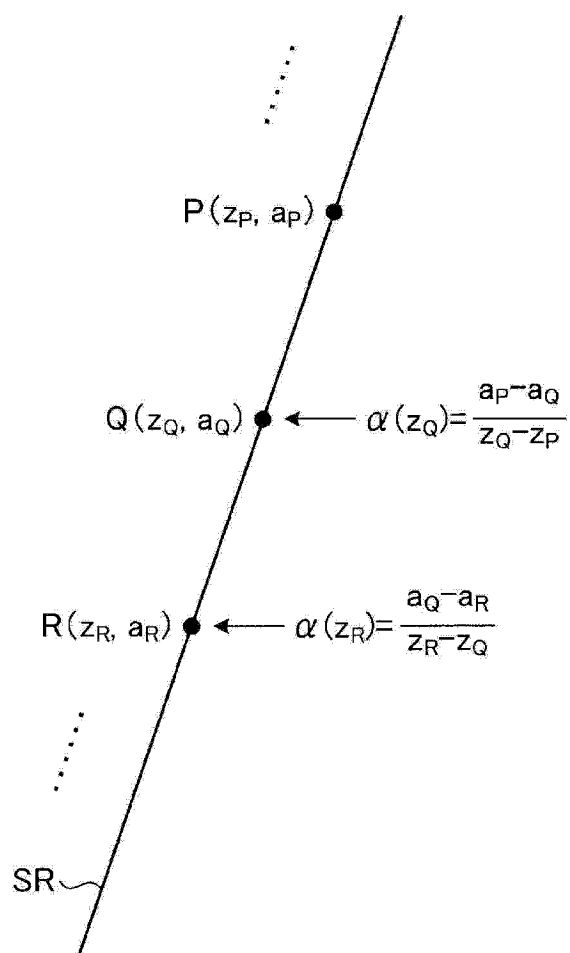


图 8

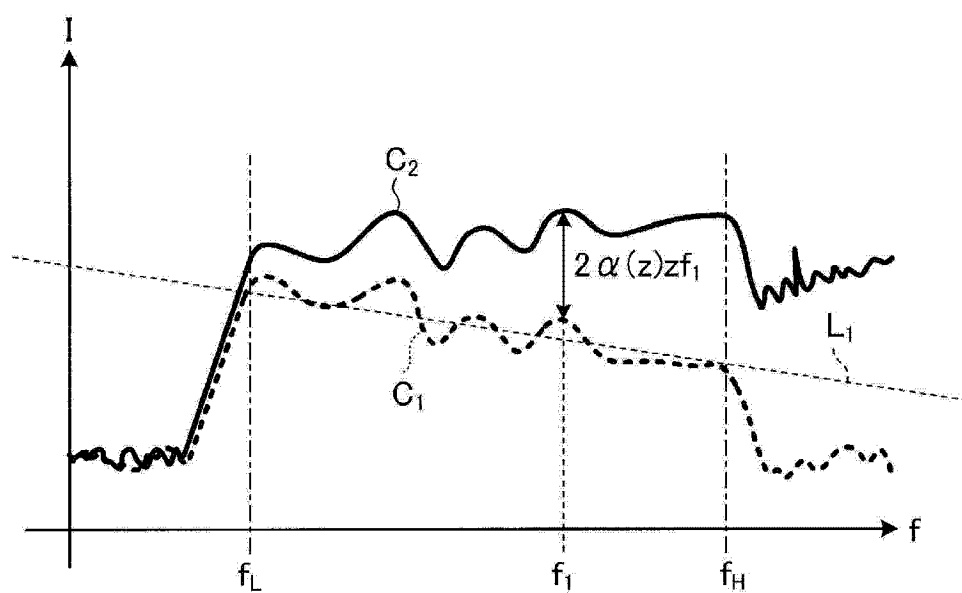


图 9

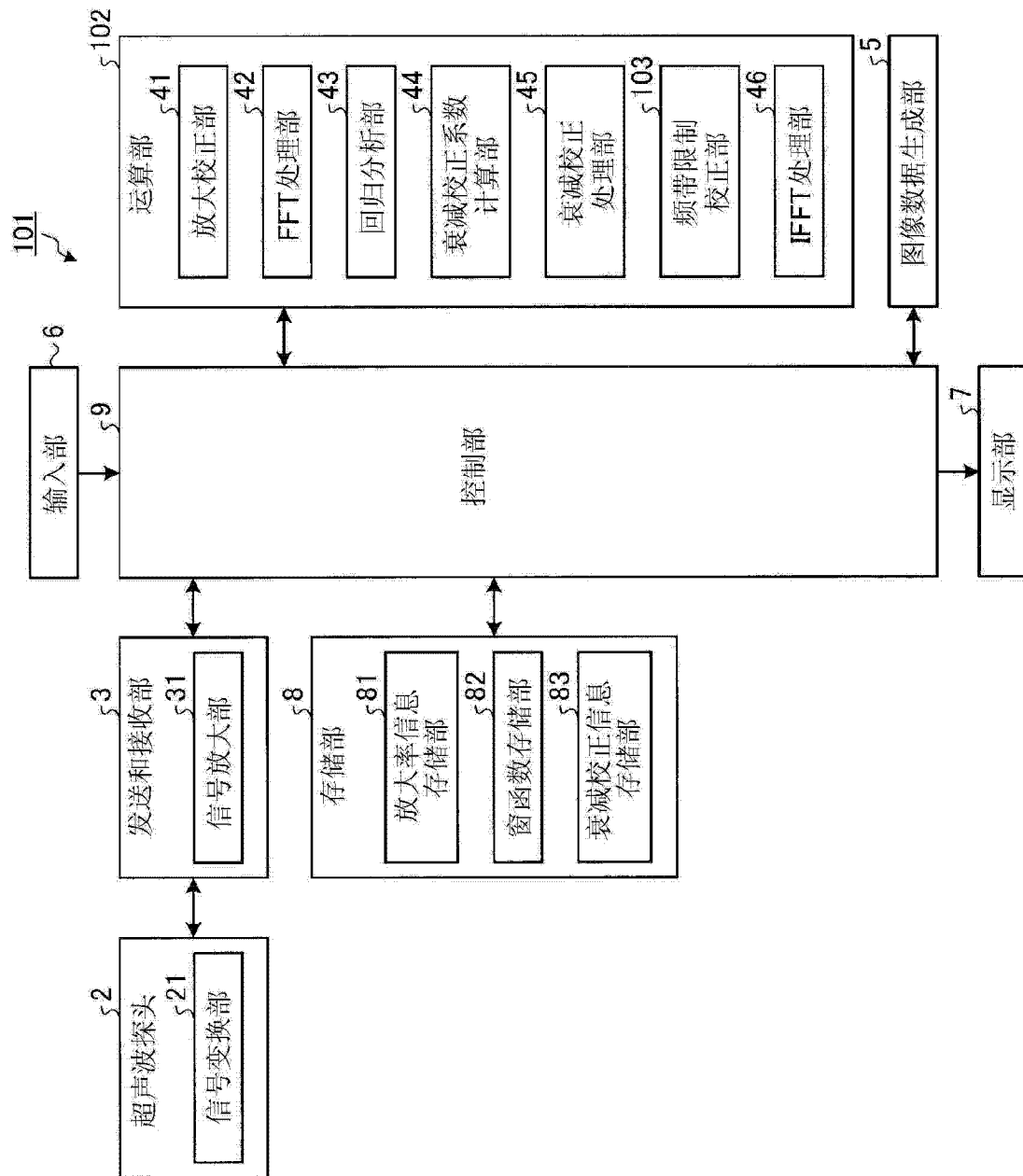


图 10

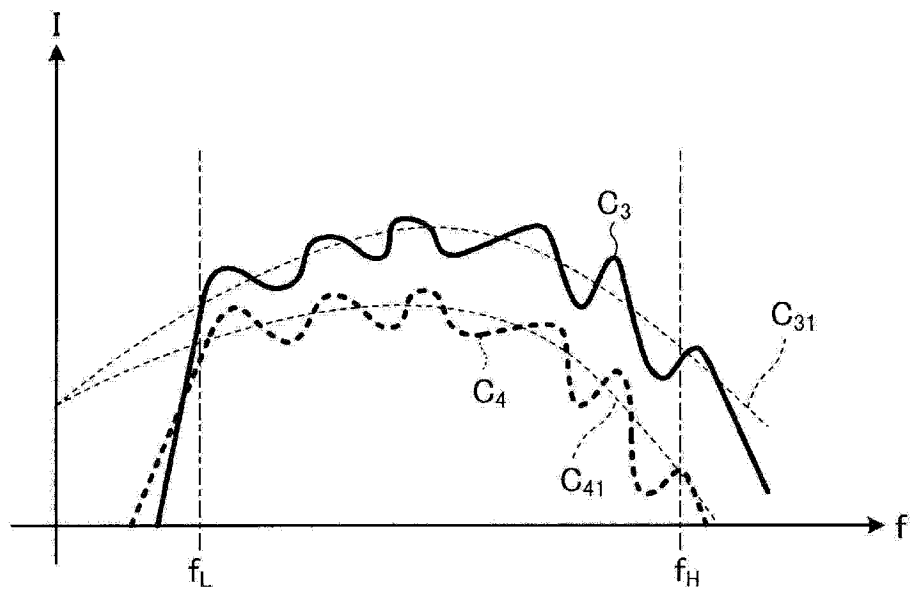


图 11

专利名称(译)	超声波观测装置、超声波观测装置的动作方法以及超声波观测装置的动作程序		
公开(公告)号	CN104411250A	公开(公告)日	2015-03-11
申请号	CN201380035913.0	申请日	2013-10-07
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
[标]发明人	宫木浩仲		
发明人	宫木浩仲		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G01S7/52017 G01S7/52036 A61B8/14 A61B8/5269 A61B8/5223 A61B8/5207 G01S7/52033 G01S15/02 G01N29/46 G01N2291/02475		
代理人(译)	刘新宇 张会华		
优先权	2013010539 2013-01-23 JP		
其他公开文献	CN104411250B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

超声波观测装置具备：第一变换部，其将由发送和接收部接收到的作为时域信号的超声波信号变换为频域信号；回归分析部，其计算针对由第一变换部变换得到的频域信号的回归式；衰减校正系数计算部，其根据接收深度不同的两点以上的回归式中的一次系数来计算衰减校正系数；衰减校正处理部，其根据由衰减校正系数计算部计算出的衰减校正系数来进行频域信号的衰减校正处理；第二变换部，其将由衰减校正处理部进行了衰减校正处理的频域信号变换为第二时域信号；以及图像数据生成部，其根据第二时域信号来生成超声波图像数据。

