



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106659472 B

(45)授权公告日 2020.05.15

(21)申请号 201580038037.6

(72)发明人 宫木浩伸

(22)申请日 2015.03.31

(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

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106659472 A

代理人 刘新宇 张会华

(43)申请公布日 2017.05.10

(51)Int.Cl.

A61B 8/08(2006.01)

(30)优先权数据

2014-143700 2014.07.11 JP

(56)对比文件

CN 103200876 A, 2013.07.10,

JP 5355194 B2, 2013.11.27,

CN 103153195 A, 2013.06.12, 说明书第

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.01.11

[0043]-[0140]段、图1-16.

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/060236 2015.03.31

WO 2007/003058 A1, 2007.01.11,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/006288 JA 2016.01.14

审查员 李易陆

(73)专利权人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京都

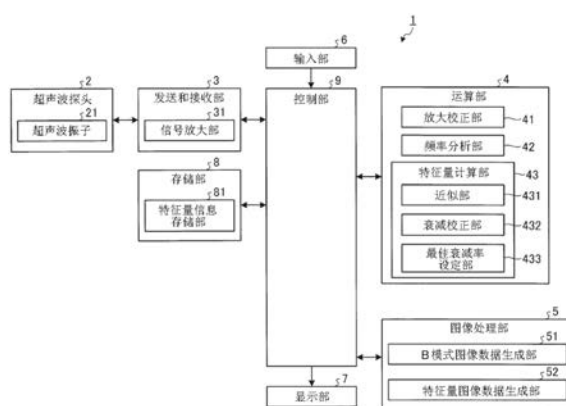
权利要求书2页 说明书14页 附图8页

(54)发明名称

超声波观测装置以及超声波观测装置的工作方法

(57)摘要

本发明所涉及的超声波观测装置具备:频率分析部,其通过对根据回波信号生成的信号的频率进行分析来计算多个频谱,该回波信号是将对观测对象发送的超声波被观测对象反射的超声波回波转换为电信号所得到的;特征量计算部,其分别计算多个频谱的特征量,以赋予互不相同的衰减特性的多个衰减率候选值的各个衰减率候选值,对各频谱的特征量进行衰减校正,由此计算各频谱的校正特征量,使用该校正特征量来从多个衰减率候选值中设定对于观测对象而言最佳的衰减率;以及特征量图像数据生成部,其将基于最佳的衰减率的校正特征量与视觉信息相关联起来,并生成用于与基于回波信号生成的超声波图像一同显示的特征量图像数据。



1. 一种超声波观测装置,其特征在于,具备:

频率分析部,其通过对根据回波信号生成的信号的频率进行分析来计算多个频谱,该回波信号是将对观测对象照射的超声波被所述观测对象反射的超声波回波转换为电信号所得到的;

近似部,其分别计算所述多个频谱的特征量;

衰减校正部,其根据赋予所述超声波在所述观测对象中传播时的互不相同的衰减特性的多个衰减率候选值的各个衰减率候选值,对各频谱的特征量分别进行用于消除所述超声波的衰减的影响的衰减校正,计算所述多个频谱的校正特征量;

最佳衰减率设定部,其使用所述校正特征量来从所述多个衰减率候选值中设定对于所述观测对象而言最佳的衰减率;以及

特征量图像数据生成部,其生成基于由所述衰减校正部根据所述最佳衰减率设定部所设定的所述最佳的衰减率而计算出的所述校正特征量的特征量图像数据,

其中,所述最佳衰减率设定部针对每个所述衰减率候选值计算所述校正特征量的统计性偏差,将使该统计性偏差最小的衰减率候选值设定为所述最佳的衰减率。

2. 根据权利要求1所述的超声波观测装置,其特征在于,

还具备控制部,该控制部将基于所述最佳的衰减率的所述校正特征量与视觉信息关联起来后与基于所述回波信号生成的超声波图像一同显示于显示部。

3. 根据权利要求1所述的超声波观测装置,其特征在于,

所述近似部通过进行利用 n 次式对所述各频谱进行近似的处理来计算所述特征量,其中, n 为正整数。

4. 根据权利要求3所述的超声波观测装置,其特征在于,

所述近似部利用一次式对所述频谱中的规定的频带进行近似,计算所述一次式的截距和斜率、以及所述频带的中间频率下的所述一次式的值即频带中心对应强度中的包含所述斜率和所述频带中心对应强度中的任一方在内的多个值来作为所述特征量,或者计算所述斜率和所述频带中心对应强度中的任一方来作为所述特征量,

所述最佳衰减率设定部基于所述斜率和所述频带中心对应强度中的任一方来设定所述最佳的衰减率。

5. 根据权利要求4所述的超声波观测装置,其特征在于,

在计算所述斜率作为所述特征量的情况下,所述最佳衰减率设定部根据所述斜率来设定所述最佳的衰减率,在计算所述频带中心对应强度作为所述特征量的情况下,所述最佳衰减率设定部根据所述频带中心对应强度来设定所述最佳的衰减率。

6. 根据权利要求3所述的超声波观测装置,其特征在于,

所述最佳衰减率设定部将所述统计性偏差求出为所述衰减率候选值的函数,将在所述函数中使所述统计性偏差最小的衰减率候选值设定为所述最佳的衰减率。

7. 根据权利要求1所述的超声波观测装置,其特征在于,

所述最佳衰减率设定部针对所述超声波图像的全部帧设定所述最佳的衰减率。

8. 根据权利要求1所述的超声波观测装置,其特征在于,

所述最佳衰减率设定部每隔所述超声波图像的大于1的规定数量的帧设定所述最佳的衰减率,

针对不设定所述最佳的衰减率的帧,使用在该帧以前最后设定的所述最佳的衰减率来计算所述各频谱的特征量。

9. 根据权利要求1所述的超声波观测装置,其特征在于,

所述最佳衰减率设定部针对所述超声波图像的全部帧计算与所述最佳的衰减率相当的最佳衰减率相当值,基于针对大于1的规定数量的帧计算出的所述最佳衰减率相当值来设定所述最佳的衰减率。

10. 根据权利要求1所述的超声波观测装置,其特征在于,

所述特征量图像数据包含与所述最佳的衰减率有关的信息。

11. 根据权利要求1所述的超声波观测装置,其特征在于,

还具备显示与所述特征量图像数据对应的特征量图像的显示部。

12. 根据权利要求1所述的超声波观测装置,其特征在于,

还具备输入部,该输入部接受由所述频率分析部计算所述频谱的对象区域的设定输入,

所述频率分析部基于在所述对象区域反射的所述超声波回波来计算所述频谱。

13. 根据权利要求1所述的超声波观测装置,其特征在于,

所述最佳衰减率设定部使用动态范围比所述特征量图像数据生成部使用的数据的动态范围广的数据来进行所述最佳的衰减率的设定。

14. 一种超声波观测装置的工作方法,其特征在于,包括以下步骤:

频率分析步骤,频率分析部通过对根据回波信号生成的信号的频率进行分析来计算多个频谱,该回波信号是将对观测对象照射的超声波被所述观测对象反射的超声波回波转换为电信号所得到的;

特征量计算步骤,近似部分别计算所述多个频谱的特征量;

衰减校正步骤,衰减校正部根据赋予所述超声波在所述观测对象中传播时的互不相同的衰减特性的多个衰减率候选值的各个衰减率候选值,对各频谱的特征量分别进行用于消除所述超声波的衰减的影响的衰减校正,计算所述多个频谱的校正特征量;

最佳衰减率设定步骤,最佳衰减率设定部对所述多个衰减率候选值使用所述校正特征量,针对每个所述衰减率候选值计算所述校正特征量的统计性偏差,将使该统计性偏差最小的衰减率候选值设定为对于所述观测对象而言最佳的衰减率;以及

特征量图像数据生成步骤,特征量图像数据生成部生成基于由所述衰减校正部根据所述最佳衰减率设定部所设定的所述最佳的衰减率而计算出的所述校正特征量的特征量图像数据。

超声波观测装置以及超声波观测装置的工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用超声波对观测对象的组织进行观测的超声波观测装置、超声波观测装置的工作方法以及超声波观测装置的工作程序。

背景技术

[0002] 为了对作为观测对象的生物体组织或材料的特性进行观测,有时应用超声波。具体地说,向观测对象发送超声波,对由该观测对象反射的超声波回波实施规定的信号处理,由此获取与观测对象的特性有关的信息。

[0003] 超声波在观测对象中传播时,超声波的强度产生衰减。以往,已知一种利用该衰减来确定观测对象的材料的特性的技术(例如参照专利文献1)。在该技术中,将与超声波回波对应的电信号转换为频域的振幅谱,通过将该振幅谱与规定的基准振幅谱进行比较来计算衰减量,通过使该衰减量与依赖于材料的特性的衰减模型拟合来确定材料的特性。

[0004] 专利文献1:日本特表2008-545123号公报

发明内容

[0005] 发明要解决的问题

[0006] 在上述的专利文献1所记载的技术中,基准振幅谱具有与观测对象相同的形状,并具有与观测对象同等的超声波速度,另一方面,使用由实质不发生超声波的衰减的材料形成的基准对象(基准片)来设定该基准振幅谱。使用通过这样设定的基准振幅谱来确定观测对象的特性的确定方法虽然在具有规则构造的材料的情况下是有效的,但是在构造本身不规则的生物体组织的情况下难以应用。

[0007] 另外,在上述专利文献1所记载的技术中,在确定材料的特性时,根据散射、吸收等衰减的原因而使用多个不同的衰减模型,从而需要进行大量的计算。

[0008] 本发明是鉴于上述情形而完成的,其目的在于提供一种能够通过简单的计算求出适合于观测对象的超声波的衰减特性且能够利用该衰减特性进行观测的超声波观测装置、超声波观测装置的工作方法以及超声波观测装置的工作程序。

[0009] 用于解决问题的方案

[0010] 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:频率分析部,其通过对根据回波信号生成的信号的频率进行分析来计算多个频谱,该回波信号是将对观测对象发送的超声波被所述观测对象反射的超声波回波转换为电信号所得到的;特征量计算部,其分别计算所述多个频谱的特征量,以赋予所述超声波在所述观测对象中传播时的互不相同的衰减特性的多个衰减率候选值的各个衰减率候选值,对各频谱的特征量进行用于消除所述超声波的衰减的影响的衰减校正,由此计算所述各频谱的校正特征量,使用该校正特征量来从所述多个衰减率候选值中设定对于所述观测对象而言最佳的衰减率;以及特征量图像数据生成部,其将基于所述最佳的衰减率的所述校正特征量与视觉信息相关联起来,并生成用于与基于所述回波信号生成的超声波图像一同显示的特征

量图像数据。

[0011] 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,所述特征量计算部通过进行利用 n 次式对所述各频谱进行近似的处理来计算所述特征量,其中, n 为正整数,针对每个所述衰减率候选值计算所述校正特征量的统计性偏差,将使该统计性偏差最小的衰减率候选值设定为所述最佳的衰减率。

[0012] 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,所述特征量计算部利用一次式对所述频谱中的规定的频带进行近似,计算所述一次式的截距和斜率、以及所述频带的中间频率下的所述一次式的值即频带中心对应强度中的包含所述斜率和所述频带中心对应强度中的任一方向在内的多个值来作为所述特征量,或者计算所述斜率和所述频带中心对应强度中的任一方向来作为所述特征量,基于所述斜率和所述频带中心对应强度中的任一方向来设定所述最佳的衰减率。

[0013] 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,所述特征量计算部在计算所述斜率作为所述特征量的情况下,根据所述斜率来设定所述最佳的衰减率,在计算所述频带中心对应强度作为所述特征量的情况下,根据所述频带中心对应强度来设定所述最佳的衰减率。

[0014] 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,所述特征量计算部将所述统计性偏差求出为所述衰减率候选值的函数,将在所述函数中使所述统计性偏差最小的衰减率候选值设定为所述最佳的衰减率。

[0015] 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,所述特征量计算部针对所述超声波图像的全部帧设定所述最佳的衰减率。

[0016] 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,所述特征量计算部每隔所述超声波图像的大于1的规定数量的帧设定所述最佳的衰减率,针对不设定所述最佳的衰减率的帧,使用在该帧以前最后设定的所述最佳的衰减率来计算所述各频谱的特征量。

[0017] 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,所述特征量计算部针对所述超声波图像的全部帧计算与所述最佳的衰减率相当的最佳衰减率相当值,基于针对大于1的规定数量的帧计算出的所述最佳衰减率相当值来设定所述最佳的衰减率。

[0018] 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,所述特征量图像数据包含与所述最佳的衰减率有关的信息。

[0019] 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,还具备显示与所述特征量图像数据对应的特征量图像的显示部。

[0020] 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,还具备输入部,该输入部接受由所述频率分析部计算所述频谱的对象区域的设定输入,所述频率分析部基于在所述对象区域反射的所述超声波回波来计算所述频谱。

[0021] 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,所述特征量计算部使用动态范围比所述特征量图像数据生成部使用的数据的动态范围广的数据来进行所述最佳的衰减率的设定。

[0022] 本发明所涉及的超声波观测装置的工作方法的特征在于,包括以下步骤:频率分析步骤,频率分析部通过对根据回波信号生成的信号的频率进行分析来计算多个频谱,该

回波信号是将对观测对象发送的超声波被所述观测对象反射的超声波回波转换为电信号所得到的;特征量计算步骤,特征量计算部分别计算所述多个频谱的特征量,以赋予所述超声波在所述观测对象中传播时的互不相同的衰减特性的多个衰减率候选值的各个衰减率候选值,对各频谱的特征量进行用于消除所述超声波的衰减的影响的衰减校正,由此计算所述各频谱的校正特征量,使用该校正特征量来从所述多个衰减率候选值中设定对于所述观测对象而言最佳的衰减率;以及特征量图像数据生成步骤,特征量图像数据生成部将基于所述最佳的衰减率的所述校正特征量与视觉信息相关联起来,并生成用于与基于所述回波信号生成的超声波图像一同显示的特征量图像数据。

[0023] 本发明所涉及的超声波观测装置的工作程序的特征在于,使超声波观测装置执行以下步骤:频率分析步骤,频率分析部通过对根据回波信号生成的信号的频率进行分析来计算多个频谱,该回波信号是将对观测对象发送的超声波被所述观测对象反射的超声波回波转换为电信号所得到的;特征量计算步骤,特征量计算部分别计算所述多个频谱的特征量,以赋予所述超声波在所述观测对象中传播时的互不相同的衰减特性的多个衰减率候选值的各个衰减率候选值,对各频谱的特征量进行用于消除所述超声波的衰减的影响的衰减校正,由此计算所述各频谱的校正特征量,使用该校正特征量来从所述多个衰减率候选值中设定对于所述观测对象而言最佳的衰减率;以及特征量图像数据生成步骤,特征量图像数据生成部将基于所述最佳的衰减率的所述校正特征量与视觉信息相关联起来,并生成用于与基于所述回波信号生成的超声波图像一同显示的特征量图像数据。

[0024] 发明的效果

[0025] 根据本发明,从赋予超声波在观测对象中传播时的互不相同的衰减特性的多个衰减率候选值中设定对于观测对象而言最佳的衰减率,并使用该最佳的衰减率来进行衰减校正,由此计算各频谱的特征量,因此能够通过简单的计算求出适合于观测对象的超声波的衰减特性,并且能够利用该衰减特性进行观测。

附图说明

[0026] 图1是表示本发明的一个实施方式所涉及的超声波观测装置的结构框图。

[0027] 图2是表示本发明的一个实施方式所涉及的超声波观测装置的信号放大部进行的放大处理中的接收深度与放大率之间的关系图。

[0028] 图3是表示本发明的一个实施方式所涉及的超声波观测装置的放大校正部进行的放大校正处理中的接收深度与放大率之间的关系图。

[0029] 图4是示意性地表示超声波信号的一个声线中的数据排列的图。

[0030] 图5是表示本发明的一个实施方式所涉及的超声波观测装置的频率分析部计算出的频谱的例子图。

[0031] 图6是表示具有由本发明的一个实施方式所涉及的超声波观测装置的衰减校正部校正后的校正特征量来作为参数的直线的图。

[0032] 图7是示意性地表示基于互不相同的两个衰减率候选值分别对相同的观测对象进行衰减校正而得到的校正特征量的分布例的图。

[0033] 图8是表示本发明的一个实施方式所涉及的超声波观测装置进行的处理的概要流程图。

[0034] 图9是表示本发明的一个实施方式所涉及的超声波观测装置的频率分析部执行的处理的概要的流程图。

[0035] 图10是表示本发明的一个实施方式所涉及的超声波观测装置的最佳衰减率设定部进行的处理的概要的图。

[0036] 图11是示意性地表示本发明的一个实施方式所涉及的超声波观测装置的显示部中的特征量图像的显示例的图。

[0037] 图12是表示本发明的一个实施方式的变形例1所涉及的超声波观测装置的最佳衰减率设定部进行的处理的概要的图。

具体实施方式

[0038] 以下,参照附图来说明用于实施本发明的方式(以下称为“实施方式”)。

[0039] 图1是表示本发明的一个实施方式所涉及的超声波观测装置的结构框图。该图所示的超声波观测装置1是用于利用超声波来对观测对象进行观测的装置。

[0040] 超声波观测装置1具备:超声波探头2,其向观测对象输出超声波脉冲,并且接收由观测对象反射的超声波回波;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,其对将超声波回波转换为电信号得到的电回波信号实施规定的运算;图像处理部5,其进行与电回波信号对应的图像数据的生成;输入部6,其使用键盘、鼠标、触摸面板等输入设备(日语:ユーザインタフェース)来实现,接受各种信息的输入;显示部7,其使用由液晶或有机EL(Electro Luminescence:电致发光)等构成的显示面板来实现,显示包含由图像处理部5生成的图像的各种信息;存储部8,其存储超声波观测所需要的各种信息;以及控制部9,其进行超声波观测装置1的动作控制。

[0041] 超声波观测装置1包括设置有超声波振子21的超声波探头2、以及以能够装卸的方式与超声波探头2连接并且设置有超声波探头2以外的上述部分的处理装置(处理器)。在此,在观测对象是生物体组织的情况下,超声波探头2可以是生物体的体表照射超声波的体外式探头的方式、具备插入消化管、胆胰管、血管等管腔内的长轴的插入部的微型超声波探针的方式、管腔内超声波探针中还具备光学系统的超声波内窥镜的方式中的任一个方式。在采用其中的超声波内窥镜的方式的情况下,在管腔内超声波探针的插入部的前端侧设置超声波振子21,管腔内超声波探针在基端侧与处理装置以能够装卸的方式连接。

[0042] 超声波振子21将从发送和接收部3接收到的电脉冲信号转换为超声波脉冲(声脉冲),并且将由外部的观测对象反射的超声波回波转换为电回波信号。超声波探头2既可以是使超声波振子21进行机械式扫描的结构,也可以是如下结构:将多个元件阵列状地设置成超声波振子21,对与发送和接收有关的元件以电子方式进行切换、或者使各元件的发送和接收延迟,由此使超声波振子21进行电子式扫描。在本实施方式中,作为超声波探头2,能够选择互不相同的多个种类中的任一种类的超声波探头2来使用。

[0043] 发送和接收部3与超声波探头2电连接,向超声波探头2发送电脉冲信号,并且从超声波探头2接收作为电接收信号的回波信号。具体地说,发送和接收部3基于预先设定的波形和发送定时来生成电脉冲信号,将所生成的该脉冲信号发送到超声波探头2。

[0044] 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。信号放大部31进行STC(Sensitivity Time Control:灵敏度时间控制)校正,该STC校正为回波信号的接收深度越

大则以越高的放大率进行放大的校正。图2是表示信号放大部31进行的STC校正处理中的接收深度与放大率之间的关系图。图2所示的接收深度 z 是基于从超声波的接收开始时刻起的经过时间计算出的量。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 β_{th} ($>\beta_0$) 线性地增加。另外,在接收深度 z 为阈值 z_{th} 以上的情况下,放大率 β (dB) 取固定值 β_{th} 。阈值 z_{th} 的值为从观测对象接收的超声波信号几乎全部衰减而噪声处于支配地位那样的值。更一般来说,只要在接收深度 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。

[0045] 发送和接收部3在对通过信号放大部31而被放大的回波信号实施滤波等处理之后,通过进行A/D转换来生成时域的数字高频(RF:Radio Frequency (射频))信号并输出。此外,在超声波探头2是使将多个元件阵列状地设置而成的超声波振子21进行电子式扫描的超声波探头2的情况下,发送和接收部3具有与多个元件对应的光束合成用的多通道电路。

[0046] 运算部4具有:放大校正部41,其对由发送和接收部3生成的数字RF信号以放大率 β 不依赖于接收深度而为固定的方式进行放大校正;频率分析部42,其对进行了放大校正的数字RF信号实施高速傅立叶变换(FFT:Fast Fourier Transform)来进行频率分析,由此计算频谱;以及特征量计算部43,其计算频谱的特征量。运算部4使用CPU (Central Proccesing Unit:中央处理器)、各种运算电路等来实现。

[0047] 图3是表示放大校正部41进行的放大校正处理中的接收深度与放大率之间的关系图。如图3所示,关于放大校正部41进行的放大校正处理中的放大率 β (dB),在接收深度 z 为零时取最大值 $\beta_{th}-\beta_0$,在接收深度 z 从零起至达到阈值 z_{th} 为止呈线性地减少,在接收深度 z 为阈值 z_{th} 以上时为零。放大校正部41根据像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,从而输出放大率 β_{th} 固定的信号。此外,放大校正部41进行的放大校正处理中的接收深度 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。

[0048] 说明进行这样的放大校正的理由。STC校正为如下的校正处理:使模拟信号波形的振幅在整个频带中均一且以相对于深度而单调增加的放大率放大,由此从模拟信号波形的振幅中消除衰减的影响。因此,在生成将回波信号的振幅转换为亮度来进行显示的B模式图像的情况下、且扫描均匀的组织的情况下,通过进行STC校正来使亮度值不依赖于深度而为固定。即,能够获得从B模式图像的亮度值中消除了衰减的影响的效果。

[0049] 另一方面,在如本实施方式那样利用对超声波的频谱进行计算并进行分析得到的结果的情况下,即使进行STC校正也不能准确地消除伴随超声波的传播而发生的衰减的影响。其原因在于,一般来说,衰减量根据频率不同而不同(参照后述的式(1)),但是STC校正的放大率仅根据距离发生变化,不具有频率依赖性。

[0050] 为了解决上述的问题,即为了解决在利用对超声波的频谱进行计算并进行分析得到的结果的情况下、即使进行STC校正也不能准确地消除伴随超声波的传播而发生的衰减的影响这样的问题,考虑在生成B模式图像时输出实施了STC校正的接收信号,另一方面,在生成基于频谱的图像时,进行与用于生成B模式图像的发送不同的新的发送,输出未实施STC校正的接收信号。可是,在该情况下,存在基于接收信号生成的图像数据的帧频下降的问题。

[0051] 因此,在本实施方式中,利用放大校正部41进行放大率的校正,以维持所生成的图

像数据的帧频并且针对为了用于B模式图像而被实施了STC校正的信号消除STC校正的影响。

[0052] 频率分析部42通过对振幅数据群进行高速傅立叶变换来计算声线上的多个位置(数据位置)处的频谱,该振幅数据群是对以规定的时间间隔将基于回波信号的数字RF信号进行放大校正得到的信号的各声线(线数据)进行采样所得到的。

[0053] 图4是示意性地表示超声波信号的一个声线中的数据排列的图。在该图所示的声线 SR_k 中,白色或黑色的长方形意味着一个数据。声线 SR_k 以与发送和接收部3所进行的A/D转换中的采样频率(例如50MHz)对应的时间间隔被离散化。在图4中,示出了将编号k的声线 SR_k 的第一个数据位置设定为接收深度z的方向上的初始值 $Z^{(k)}_0$ 的情况,但是初始值的位置能够任意地设定。关于频率分析部42的计算结果,能够以复数形式获得,并保存于存储部8。

[0054] 图4所示的数据群 F_j ($j=1, 2, \dots, K$) 是成为高速傅立叶变换的对象的数据群。一般来说,为了进行高速傅立叶变换,振幅数据群需要具有2的乘方的数据数。在该意义上,振幅数据群 F_j ($j=2, \dots, K-1$) 的数据数为16 ($=2^4$), 是正常的数据群,另一方面,振幅数据群 F_1, F_K 的数据数分别为9、12,因此是异常的数据群。在对异常的数据群进行高速傅立叶变换时,进行通过对不足的部分插入零数据来生成正常的振幅数据群的处理。关于这一点,在说明频率分析部42的处理时详细记述(参照图9)。

[0055] 图5是表示频率分析部42计算出的频谱的例子的图。在此所说的“频谱”意味着通过对振幅数据群进行高速傅立叶变换(FFT运算)而得到的“某一接收深度z的强度的频率分布”。另外,在此所说的“强度”例如是指回波信号的电压、回波信号的电力、超声波回波的声压、超声波回波的声能等参数、这些参数的振幅、时间积分值中的任一个以及它们组合中的任一个。

[0056] 在图5中,取频率f为横轴。另外,在图5中,取对强度 I_0 除以基准强度 I_c (常数)得到的量的常用对数(用分贝表示) $I=10\log_{10}(I_0/I_c)$ 为纵轴。在图5中,接收深度z是固定的。关于图5所示的直线 L_{10} ,在后面记述。此外,在本实施方式中,曲线和直线由离散的点的集合构成。

[0057] 在图5所示的频谱 C_1 上,在以后的运算中使用的频带的下限频率 f_L 和上限频率 f_H 是基于超声波振子21的频带、发送和接收部3发送的脉冲信号的频带等确定的参数,例如 $f_L=3\text{MHz}$ 、 $f_H=10\text{MHz}$ 。下面,在图5中,将由下限频率 f_L 和上限频率 f_H 决定的频带称为“频带F”。

[0058] 一般来说,在观测对象为生物体组织的情况下,频谱根据超声波所扫描的生物体组织的性状(属性)不同而表示出不同的倾向。这是因为,频谱与使超声波散射的散射体的大小、数密度、声音阻抗等具有相关性。在此所说的“生物体组织的性状”例如是指恶性肿瘤(癌)、良性肿瘤、内分泌肿瘤、粘液性肿瘤、正常组织、血管等。

[0059] 特征量计算部43分别计算多个频谱的特征量,基于赋予超声波在观测对象中传播时的互不相同的衰减特性的多个衰减率候选值的各个衰减率候选值来对各频谱的特征量(以下称为校正前特征量)进行用于消除超声波的衰减的影响的衰减校正,由此计算各频谱的校正特征量,并使用该校正特征量从多个衰减率候选值中设定对于观测对象而言最佳的衰减率。特征量计算部43具有:近似部431,其通过利用直线对频谱进行近似来计算频谱的校正前特征量;衰减校正部432,其基于多个衰减率候选值中的各个衰减率候选值,对由近似部431计算出的校正前特征量进行衰减校正,由此计算校正特征量;以及最佳衰减率设定

部433,其根据由衰减校正部432针对所有频谱计算出的校正特征量的统计性偏差,来从多个衰减率候选值中设定最佳的衰减率。

[0060] 近似部431对规定频带中的频谱进行回归分析来利用一次式(回归直线)对频谱进行近似,由此计算使该近似的一次式具有特征的校正前特征量。例如,在图5所示的频谱 C_1 的情况下,近似部431针对频带F进行回归分析并利用一次式对频谱 C_1 进行近似,由此得到回归直线 L_{10} 。换言之,近似部431计算回归直线 L_{10} 的斜率 a_0 、截距 b_0 以及频带F的中心频率 $f_M = (f_L + f_H) / 2$ 的回归直线上的值即频带中心对应强度(Mid-band fit) $c_0 = a_0 f_M + b_0$ 来作为校正前特征量。

[0061] 三个校正前特征量中的斜率 a_0 与超声波的散射体的大小具有相关性,一般认为散射体越大则斜率具有越小的值。另外,截距 b_0 与散射体的大小、声音阻抗的差、散射体的数密度(浓度)等具有相关性。具体地说,认为散射体越大则截距 b_0 具有越大的值,声音阻抗的差越大则截距 b_0 具有越大的值,散射体的数密度越大则截距 b_0 具有越大的值。频带中心对应强度 c_0 是基于斜率 a_0 和截距 b_0 导出的间接的参数,被赋予有效的频带内的中心处的频谱的强度。因此,认为频带中心对应强度 c_0 除了与散射体的大小、声音阻抗的差、散射体的数密度具有相关性之外,还与B模式图像的亮度具有某种程度的相关性。此外,特征量计算部43也可以通过回归分析来利用二次以上的多项式对频谱进行近似。

[0062] 关于衰减校正部432进行的校正进行说明。一般来说,超声波的衰减量 $A(f, z)$ 是超声波在往返于接收深度0与接收深度 z 之间的期间发生的衰减,被定义为往返前后的强度变化(用分贝表示的差)。根据经验可知,在均匀的组织内,衰减量 $A(f, z)$ 与频率成比例,用以下的式(1)表示。

$$[0063] \quad A(f, z) = 2\alpha z f \cdots (1)$$

[0064] 在此,比例常数 α 是被称为衰减率的量。另外, z 是超声波的接收深度, f 是频率。在观测对象为生物体的情况下,衰减率 α 的具体的值根据生物体的部位来决定。衰减率 α 的单位例如是dB/cm/MHz。在本实施方式中,衰减校正部432为了设定最适合于观测对象的衰减率(最佳的衰减率),而对多个衰减率候选值分别进行衰减校正。在后面参照图8和图10记述多个衰减率候选值的详细内容。

[0065] 衰减校正部432针对由近似部431提取出的校正前特征量(斜率 a_0 、截距 b_0 、频带中心对应强度 c_0),按照以下所示的式(2)~(4)进行衰减校正,由此计算校正特征量 a 、 b 、 c 。

$$[0066] \quad a = a_0 + 2\alpha z \cdots (2)$$

$$[0067] \quad b = b_0 \cdots (3)$$

$$[0068] \quad c = c_0 + A(f_M, z) = c_0 + 2\alpha z f_M (= a f_M + b) \cdots (4)$$

[0069] 根据式(2)、(4)也显而易见的是,衰减校正部432进行超声波的接收深度 z 越大则校正量越大的校正。另外,根据式(3),关于截距的校正是恒等变换。这是因为,截距是与频率0(Hz)对应的频率成分,不受衰减的影响。

[0070] 图6是表示具有由衰减校正部432进行校正得到的校正特征量 a 、 b 、 c 来作为参数的直线的图。直线 L_1 的式子表示如下。

$$[0071] \quad I = af + b = (a_0 + 2\alpha z) f + b_0 \cdots (5)$$

[0072] 根据该式(5)也显而易见的是,与衰减校正前的直线 L_{10} 相比,直线 L_1 的斜率比直线 L_{10} 的斜率大($a > a_0$)且直线 L_1 的截距与直线 L_{10} 的截距相同($b = b_0$)。

[0073] 最佳衰减率设定部433将使衰减校正部432针对所有频谱按每个衰减率候选值计算出的校正特征量的统计性偏差最小的衰减率候选值设定为最佳的衰减率。在本实施方式中,应用方差作为表示统计性偏差的量。在该情况下,最佳衰减率设定部433将使方差最小的衰减率候选值设定为最佳的衰减率。上述的三个校正特征量a、b、c中的独立的校正特征量为两个。此外,校正特征量b不依赖于衰减率。因而,在针对校正特征量a、c来设定最佳的衰减率的情况下,最佳衰减率设定部433只要计算校正特征量a和c中的某一方的方差即可。

[0074] 但是,优选的是,最佳衰减率设定部433设定最佳的衰减率时使用的校正特征量与特征量图像数据生成部52生成特征量图像数据时使用的校正特征量的种类相同。即,更为优选的是,在特征量图像数据生成部52使用斜率作为校正特征量来生成特征量图像数据的情况下,应用校正特征量a的方差,在特征量图像数据生成部52使用频带中心对应强度作为校正特征量来生成特征量图像数据的情况下,应用校正特征量c的方差。其原因在于,赋予衰减量 $A(f, z)$ 的式(1)只是理想的数式,实际情况以下式的(6)更为适当。

[0075] $A(f, z) = 2\alpha_z f + 2\alpha_1 z \cdots (6)$

[0076] 式(6)的右边第二项的 α_1 是表示信号强度与超声波的接收深度 z 成比例地变化的大小的系数,是表示由于观测对象的组织不均、光束合成时的通道数的变更等而发生的信号强度的变化的系数。由于存在式(6)的右边第二项,因此在使用校正特征量c来生成特征量图像的情况下,应用校正特征量c的方差能够更准确地对衰减进行校正(参照式(4))。另一方面,在使用与频率 f 成比例的系数即校正特征量a来生成特征量图像的情况下,应用校正特征量a的方差能够消除右边第二项的影响来更准确地对衰减进行校正。例如在衰减率 α 的单位为dB/cm/MHz的情况下,系数 α_1 的单位为dB/cm。

[0077] 在此,说明能够基于统计性偏差来设定最佳的衰减率的理由。认为在应用了对于观测对象而言最佳的衰减率的情况下,同观测对象与超声波振子21之间的距离无关地,特征量向观测对象所固有的值收敛,统计性偏差变小。另一方面,认为在将不适合于观测对象的衰减率候选值设为最佳的衰减率的情况下,衰减校正过量或不足,因此根据观测对象与超声波振子21之间的距离而特征量中产生偏离,特征量的统计性偏差变大。因而,可以说使统计性偏差最小的衰减率候选值对于观测对象而言最佳的衰减率。

[0078] 图7是示意性地表示基于两个不同的衰减率候选值分别对相同的观测对象进行衰减校正而得到的校正特征量的分布例的图。在图7中,将横轴设为校正特征量,将纵轴设为频度。关于图7所示的两条分布曲线 N_1 、 N_2 ,频度的总和是相同的。在图7所示的情况下,与分布曲线 N_2 相比,分布曲线 N_1 的特征量的统计性偏差小(方差小),形成波形陡峭的形状。因而,最佳衰减率设定部433在从与这两条分布曲线 N_1 、 N_2 对应的两个衰减率候选值中设定最佳的衰减率的情况下,将与分布曲线 N_1 对应的衰减率候选值设定为最佳的衰减率。

[0079] 图像处理部5具有:B模式图像数据生成部51,其生成将回波信号的振幅转换为亮度来进行显示的超声波图像即B模式图像数据;以及特征量图像数据生成部52,其将基于最佳衰减率设定部433所设定的最佳的衰减率的特征量与视觉信息相关联起来,并生成与B模式图像一同显示的特征量图像数据。

[0080] B模式图像数据生成部51对数字信号进行带通滤波、对数变换、增益处理、对比度处理等使用公知技术的信号处理,并且进行与根据显示部7中的图像的显示范围决定的数据步长相应的数据的间除等,由此生成B模式图像数据。B模式图像是使采用RGB颜色系统来

作为颜色空间的情况下的变量即R(红色)、G(绿色)、B(蓝色)的值一致后的灰度图像。

[0081] 特征量图像数据生成部52通过对B模式图像数据中的图像的各像素叠加与由特征量计算部43计算出的特征量相关联的视觉信息来生成特征量图像数据。特征量图像数据生成部52例如针对与图4所示的一个振幅数据群 F_j ($j=1, 2, \dots, K$) 的数据量对应的像素区域分配与根据该振幅数据群 F_j 计算出的频谱的特征量对应的视觉信息。特征量图像数据生成部52例如通过将作为视觉信息的色相与上述的斜率、截距、频带中心对应强度中的任一个对应起来,来生成特征量图像。此外,也可以是,特征量图像数据生成部52通过将色相与从斜率、截距、频带中心对应强度中选择的一个特征量中的一方对应起来且将亮暗与另一方对应起来,来生成特征量图像数据。作为与特征量相关联的视觉信息,例如能够列举色相、饱和度、明度、亮度值、R(红色)、G(绿色)、B(蓝色)等构成规定的颜色系统的颜色空间的变量。

[0082] 存储部8具有特征量信息存储部81,该特征量信息存储部81将由衰减校正部432根据衰减率候选值按每个频谱计算出的多个特征量及赋予该多个特征量的统计性偏差的方差与衰减率候选值相对应地进行存储。

[0083] 存储部8除了存储上述信息以外,例如还存储进行放大处理所需要的信息(图2所示的放大率与接收深度之间的关系)、进行放大校正处理所需要的信息(图3所示的放大率与接收深度之间的关系)、进行衰减校正处理所需要的信息(参照式(1))、进行频率分析处理所需要的窗函数(Hamming(汉明窗)、Hanning(汉宁窗)、Blackman(布莱克曼窗)等)的信息等。

[0084] 另外,存储部8还存储包含用于执行超声波观测装置1的工作方法的工作程序的各程序。工作程序也能够记录于硬盘、快闪存储器、CD-ROM、DVD-ROM、软盘等计算机可读的记录介质来广泛地流通。此外,上述的各种程序也能够通过经由通信网络下载来获取。在此所说的通信网络例如通过已有的公共线路网、LAN(Local Area Network:局域网)、WAN(Wide Area Network:广域网)等来实现,不论有线、无线方式都可以。

[0085] 具有以上的结构的存储部8使用预先安装有各种程序等的ROM(Read Only Memory:只读存储器)以及用于存储各处理的运算参数、数据等的RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)等来实现。

[0086] 控制部9使用具有运算和控制功能的CPU(Central Processing Unit:中央处理器)、各种运算电路等来实现。控制部9从存储部8读出由存储部8存储、保存的信息,通过执行与超声波观测装置1的工作方法相关联的各种运算处理来对超声波观测装置1进行综合控制。此外,也能够使用共用的CPU等来构成控制部9和运算部4。

[0087] 图8是表示具有以上的结构的超声波观测装置1进行的处理的概要的流程图。超声波观测装置1首先利用超声波探头2进行新的观测对象的测定(步骤S1)。具体地说,超声波探头2的超声波振子21将电脉冲信号转换为超声波脉冲并向观测对象依次发送。超声波脉冲分别由观测对象反射并产生超声波回波。超声波振子21将超声波回波转换为电回波信号。此时,脉冲信号的频带设为大致覆盖超声波振子21中的脉冲信号向超声波脉冲进行电声转换的线性响应频带的宽频带即可。由此,在后述的频谱的近似处理中,能够进行高精度的近似。

[0088] 从超声波探头2接收到回波信号的信号放大部31进行该回波信号的放大(步骤

S2)。在此,信号放大部31例如基于图2所示的放大率与接收深度之间的关系来进行回波信号的放大(STC校正)。此时,信号放大部31中的回波信号的各种处理频带设为大致覆盖由超声波振子21进行的超声波回波向回波信号的声电转换的线性响应频带的宽频带即可。这也是为了能够在后述的频谱的近似处理中进行高精度的近似。

[0089] 接着,B模式图像数据生成部51使用通过信号放大部31而被放大的回波信号来生成B模式图像数据(步骤S3)。之后,控制部9使显示部7显示与所生成的B模式图像数据对应的B模式图像(步骤S4)。

[0090] 放大校正部41对从发送和接收部3输出的信号进行放大率不依赖于接收深度而为固定的放大校正(步骤S5)。在此,放大校正部41例如基于图3所示的放大率与接收深度之间的关系来进行放大校正。

[0091] 之后,频率分析部42通过进行基于FFT运算的频率分析来计算针对所有的振幅数据群的频谱(步骤S6)。图9是表示在步骤S6中由频率分析部42执行的处理的概要的流程图。以下,参照图9所示的流程图来详细说明频率分析处理。

[0092] 首先,频率分析部42将用于识别分析对象的声线的计数值 k 设为 k_0 (步骤S21)。

[0093] 接着,频率分析部42对代表为了使用于FFT运算而获取的一系列的数据群(振幅数据群)的数据位置(相当于接收深度) $Z^{(k)}$ 的初始值 $Z^{(k)}_0$ 进行设定(步骤S22)。例如,在图4中,如上述那样示出了将声线 SR_k 的第一个数据位置设定为初始值 $Z^{(k)}_0$ 的情况。

[0094] 之后,频率分析部42获取数据位置 $Z^{(k)}$ 所属的振幅数据群(步骤S23),对获取到的振幅数据群作用存储部8所存储的窗函数(步骤S24)。通过像这样对振幅数据群作用窗函数,能够避免振幅数据群在边界处变得不连续,能够防止产生伪像。

[0095] 接着,频率分析部42判定数据位置 $Z^{(k)}$ 的振幅数据群是否为正常的数据群(步骤S25)。如参照图4时所说明的那样,振幅数据群需要具有2的乘方的数据数。下面,将正常的振幅数据群的数据数设为 2^n (n 为正整数)。在本实施方式中,尽可能将数据位置 $Z^{(k)}$ 设定为 $Z^{(k)}$ 所属的振幅数据群的中心。具体地说,振幅数据群的数据数为 2^n ,因此将 $Z^{(k)}$ 设定为接近该振幅数据群的中心第 $2^n/2 (=2^{n-1})$ 个位置。在该情况下,振幅数据群正常意味着在数据位置 $Z^{(k)}$ 的前方存在 $2^{n-1}-1$ (设为 $2^{n-1}-1=N$)个数据,在数据位置 $Z^{(k)}$ 的后方存在 2^{n-1} (设为 $2^{n-1}=M$)个数据。在图4所示的情况下,振幅数据群 F_2 、 F_3 均是正常的。此外,在图4中例示了 $n=4$ ($N=7$ 、 $M=8$)的情况。

[0096] 在步骤S25中的判定的结果为数据位置 $Z^{(k)}$ 的振幅数据群正常的情况下(步骤S25:“是(Yes)”),频率分析部42转移到后述的步骤S27。

[0097] 在步骤S25中的判定的结果为数据位置 $Z^{(k)}$ 的振幅数据群不正常的情况下(步骤S25:“否(No)”),频率分析部42通过对不足的部分插入零数据来生成正常的振幅数据群(步骤S26)。关于在步骤S25中被判定为不正常的振幅数据群(例如图4的振幅数据群 F_1 、 F_k),在追加零数据之前作用窗函数。因此,即使在振幅数据群中插入零数据也不产生数据的不连续。在步骤S26之后,频率分析部42转移到后述的步骤S27。

[0098] 在步骤S27中,频率分析部42使用振幅数据群来进行FFT运算,由此得到振幅的频率分布、即频谱(步骤S27)。图5所示的频谱 C_1 是作为步骤S27的结果而得到的频谱的一例。

[0099] 接着,频率分析部42使数据位置 $Z^{(k)}$ 以步长 D 变化(步骤S28)。设步长 D 预先存储于存储部8。在图4中,例示了 $D=15$ 的情况。期望的是步长 D 与在B模式图像数据生成部51生成B

模式图像数据时利用的数据步长一致,但是在想要削减频率分析部42中的运算量的情况下,也可以设定比数据步长大的值来作为步长D。

[0100] 之后,频率分析部42判定数据位置 $Z^{(k)}$ 是否大于声线 SR_k 中的最大值 $Z^{(k)}_{\max}$ (步骤S29)。在数据位置 $Z^{(k)}$ 大于最大值 $Z^{(k)}_{\max}$ 的情况下(步骤S29:“是”),频率分析部42使计数值k增加1(步骤S30)。这意味着将处理移向旁边的声线。另一方面,在数据位置 $Z^{(k)}$ 为最大值 $Z^{(k)}_{\max}$ 以下的情况下(步骤S29:“否”),频率分析部42返回步骤S23。通过这样,频率分析部42对声线 SR_k 进行针对 $[(Z^{(k)}_{\max}-Z^{(k)}_0+1)/D+1]$ 个振幅数据群的FFT运算。在此, $[X]$ 表示不超过X的最大的整数。

[0101] 在步骤S30之后,频率分析部42判定计数值k是否大于最大值 $k_{\max}$ (步骤S31)。在计数值k大于 $k_{\max}$ 的情况下(步骤S31:“是”),频率分析部42结束一系列的FFT处理。另一方面,在计数值k为 $k_{\max}$ 以下的情况下(步骤S31:“否”),频率分析部42返回步骤S22。

[0102] 通过这样,频率分析部42对分析对象区域内的 $(k_{\max}-k_0+1)$ 个声线分别进行多次的FFT运算。

[0103] 此外,在以上的说明中,设为频率分析部42对接收到超声波信号的全部区域进行频率分析处理,但是也能够设为输入部6构成为能够接受按特定的深度幅度和声线宽度划分出的关心区域的设定输入,仅在所设定的关心区域内进行频率分析处理。

[0104] 继以上说明的步骤S6的频率分析处理之后,特征量计算部43分别计算多个频谱的校正前特征量,基于赋予超声波在观测对象中传播时的互不相同的衰减特性的多个衰减率候选值的各个衰减率候选值来对各频谱的校正前特征量进行用于消除超声波的衰减的影响的衰减校正,由此计算各频谱的校正特征量,并使用该校正特征量从多个衰减率候选值中设定对于观测对象而言最佳的衰减率(步骤S7~S13)。以下,详细说明步骤S7~S13的处理。

[0105] 在步骤S7中,近似部431通过对由频率分析部42计算出的多个频谱分别进行回归分析,来计算与各频谱对应的校正前特征量(步骤S7)。具体地说,近似部431对各频谱进行回归分析,由此利用一次式对各频谱进行近似,计算斜率 a_0 、截距 b_0 、频带中心对应强度 c_0 来作为校正前特征量。例如,图5所示的直线 L_{10} 是近似部431对频带F的频谱 C_1 通过进行回归分析来进行近似而得到的回归直线。

[0106] 之后,最佳衰减率设定部433将后述的在进行衰减校正时应用的衰减率候选值 α 的值设定为规定的初期值 α_0 (步骤S8)。该初期值 α_0 的值由存储部8预先存储,最佳衰减率设定部433只要参照存储部8即可。

[0107] 接着,衰减校正部432针对近似部431对各频谱进行近似得到的校正前特征量,将衰减率候选值设为 α 来进行衰减校正,由此计算校正特征量,将该校正特征量与衰减率候选值 α 一同保存于特征量信息存储部81(步骤S9)。图6所示的直线 L_1 是衰减校正部432通过进行衰减校正处理而得到的直线的例子。

[0108] 在步骤S9中,衰减校正部432通过将使用超声波信号的声线的数据排列而得到的数据位置 $Z=(f_{sp}/2v_s)Dn$ 代入到上述的式(2)、(4)中的接收深度 z 来进行计算。在此, f_{sp} 是数据的采样频率, v_s 是声速,D是数据步长,n是从声线的第一个数据起至处理对象的振幅数据群的数据位置为止的数据步数。例如,当将数据的采样频率 f_{sp} 设为50MHz、将声速 v_s 设为1530m/sec、采用图4所示的数据排列将步长D设为15时, $z=0.2295n$ (mm)。

[0109] 最佳衰减率设定部433计算由衰减校正部432对各频谱进行衰减校正而得到的多个校正特征量中的代表性的校正特征量的方差,并将该校正特征量的方差与衰减率候选值 α 相对应地保存于特征量信息存储部81(步骤S10)。在校正特征量为斜率 a 、频带中心对应强度 c 的情况下,如上述那样,最佳衰减率设定部433计算校正特征量 a 和 c 中的任一方的方差。在该步骤S10中,优选的是,特征量图像数据生成部52在使用斜率来生成特征量图像数据的情况下,应用校正特征量 a 的方差,在使用频带中心对应强度来生成特征量图像数据的情况下,应用校正特征量 c 的方差。

[0110] 之后,最佳衰减率设定部433使衰减率候选值 α 的值增加 $\Delta\alpha$ (步骤S11),将增加后的衰减率候选值 α 与规定的最大值 $\alpha_{\max}$ 的大小进行比较(步骤S12)。在步骤S12中的比较的结果为衰减率候选值 α 大于最大值 $\alpha_{\max}$ 的情况下(步骤S12:“是”),超声波观测装置1转移到步骤S13。另一方面,在步骤S12中的比较的结果为衰减率候选值 α 为最大值 $\alpha_{\max}$ 以下的情况下(步骤S12:“否”),超声波观测装置1返回步骤S9。

[0111] 在步骤S13中,最佳衰减率设定部433参照特征量信息存储部81所存储的每个衰减率候选值的方差,将使方差最小的衰减率候选值设定为最佳的衰减率(步骤S13)。

[0112] 图10是表示最佳衰减率设定部433进行的处理的概要的图。是表示设 $\alpha_0=0$ (dB/cm/MHz)、 $\alpha_{\max}=1.0$ (dB/cm/MHz)、 $\Delta\alpha=0.2$ (dB/cm/MHz)的情况下的衰减率候选值 α 与方差 $S(\alpha)$ 之间的关系的例子。在图10所示的情况下,在衰减率候选值 α 为0.2(dB/cm/MHz)时,方差取最小值 $S(\alpha)_{\min}$ 。因而,在图10所示的情况下,最佳衰减率设定部433将 $\alpha=0.2$ (dB/cm/MHz)设定为最佳的衰减率。

[0113] 特征量图像数据生成部52针对由B模式图像数据生成部51生成的B模式图像数据中的各像素,叠加与基于在步骤S13中设定的最佳的衰减率的校正特征量相关联的视觉信息(例如色相),并且添加最佳的衰减率的信息,由此生成特征量图像数据(步骤S14)。

[0114] 之后,显示部7在控制部9的控制下显示与由特征量图像数据生成部52生成的特征量图像数据对应的特征量图像(步骤S15)。图11是示意性地表示显示部7中的特征量图像的显示例的图。该图所示的特征量图像101具有:叠加图像显示部102,其显示对B模式图像叠加与特征量有关的视觉信息而得到的图像;以及信息显示部103,其显示观测对象的识别信息和被设定为最佳的衰减率的衰减率候选值的信息。此外,也可以设为在信息显示部103中还显示特征量的信息、近似式的信息、增益或对比度等图像信息等。另外,也可以将与特征量图像对应的B模式图像与特征量图像并列显示。另外,也可以构成为输入部6能够接受是否显示衰减率候选值的信息的指示信号。

[0115] 在以上说明的一系列的处理(步骤S1~S15)中,也可以设为将步骤S4的处理与步骤S5~S13的处理并行地进行。

[0116] 根据以上说明的本发明的一个实施方式,从赋予在超声波在观测对象中传播时的互不相同的衰减特性的多个衰减率候选值中设定对于观测对象而言最佳的衰减率,使用该最佳的衰减率进行衰减校正,由此计算多个频谱中的各个频谱的特征量,因此能够通过简单的计算求出适合于观测对象的超声波的衰减特性,并且能够利用该衰减特性进行观测。

[0117] 另外,根据本实施方式,根据对各频谱进行衰减校正得到的校正特征量的统计性偏差来设定最佳的衰减率,因此相比于与多个衰减模型进行拟合的现有技术,能够削减计算量。

[0118] 另外,根据本实施方式,即使在适合于观测对象的衰减率未知的情况下,也能够设定最佳的衰减率。

[0119] (实施方式的变形例1)

[0120] 图12是表示本实施方式的变形例1所涉及的超声波观测装置的最佳衰减率设定部进行的处理的概要的图。在图12中,示出了设 $\alpha_0=0$ (dB/cm/MHz)、 $\alpha_{\max}=1.0$ (dB/cm/MHz)、 $\Delta\alpha=0.2$ (dB/cm/MHz) 的情况下的衰减率候选值 α 与方差 $S(\alpha)$ 之间的关系例子,衰减率候选值 $\alpha=0,0.2,0.4,0.6,0.8,1.0$ (单位均为dB/cm/MHz) 的方差 $S(\alpha)$ 的值分别与图10相同。在本变形例1中,在最佳衰减率设定部433设定最佳的衰减率之前,近似部431通过进行回归分析来计算对衰减率候选值 α 的方差 $S(\alpha)$ 的值进行插值而得到的曲线 R 。之后,最佳衰减率设定部433针对该曲线 R 计算 0 (dB/cm/MHz) $\leq \alpha \leq 1.0$ (dB/cm/MHz) 中的最小值 $S(\alpha)'_{\min}$,将此时的衰减率候选值的值 α' 设定为最佳的衰减率。在图12所示的情况下,最佳的衰减率 α' 为 0 (dB/cm/MHz) 与 0.2 (dB/cm/MHz) 之间的值。

[0121] (实施方式的变形例2)

[0122] 接着,关于本发明的实施方式的变形例2进行说明。在本变形例中,最佳衰减率设定部433在比作为特征量图像显示时的动态范围更广的动态范围内设定最佳的衰减率。

[0123] 具体地说,当将由特征量图像数据生成部52生成的图像的显示动态范围设为70dB时,特征量计算部43在比该动态范围(70dB) 大的动态范围(例如100dB) 内进行衰减运算处理。例如,特征量图像数据生成部52使用8bit的定点运算方式,与此相对,特征量计算部43使用32bit的浮点运算方式来进行包含从特征量的计算起至最佳的衰减率的设定为止的衰减运算处理。

[0124] 根据本变形例2,与使用定点运算方式的衰减运算处理相比,能够使运算精度提高。通过更高精度地进行从校正前特征量的运算起至基于方差的二次曲线的生成为止的处理,能够高精度地计算最佳的衰减率。

[0125] 目前为止说明了用于实施本发明的方式,但是本发明不应仅限于上述的实施方式。例如也可以是,最佳衰减率设定部433针对超声波图像的全部帧分别计算与最佳的衰减率相当的最佳衰减率相当值,将包含最新的帧的最佳衰减率相当值在内的规定数量的最佳衰减率相当值的平均值、中间值或最频值设定为最佳的衰减率。在该情况下,与针对各帧设定最佳的衰减率的情况相比,最佳的衰减率的变化减少,从而能够使其值稳定。

[0126] 另外,也可以设为最佳衰减率设定部433以超声波图像的规定的帧为间隔设定最佳的衰减率。由此,能够大幅地削减计算量。在该情况下,在下次设定最佳的衰减率之前的期间,使用最后设定的最佳的衰减率的值即可。

[0127] 另外,既可以将计算统计性偏差的对象区域设为每个声线,也可以将计算统计性偏差的对象区域设为接收深度为规定值以上的区域。也可以设为输入部6能够接受这些区域的设定的结构。

[0128] 另外,也可以设为最佳衰减率设定部433在所设定的关心区域内和该关心区域外单独地设定最佳的衰减率。

[0129] 另外,也可以设为输入部6能够接受衰减率候选值的初始值 α_0 的设定变更的输入的结构。

[0130] 另外,作为赋予统计性偏差的量,例如也能够应用标准偏差、总体中的特征量的最

大值与最小值之差、特征量的分布的半值宽度中的任一个。此外,还考虑应用方差的倒数来作为赋予统计性偏差的量的情况,在该情况下,使方差的倒数的值最大的衰减率候选值为最佳的衰减率,这是不言而喻的。

[0131] 另外,最佳衰减率设定部433也能够分别计算多个种类的校正特征量的统计性偏差,将使统计性偏差最小的情况下的衰减率候选值设定为最佳的衰减率。

[0132] 另外,也可以设为在衰减校正部432使用多个衰减率候选值来对频谱进行衰减校正之后,近似部431通过对衰减校正后的各频谱进行回归分析来计算校正特征量。

[0133] 这样,本发明在不脱离权利要求书所记载的技术思想的范围内能够包含各种实施方式。

[0134] 产业上的可利用性

[0135] 如以上那样,本发明所涉及的超声波观测装置、超声波观测装置的工作方法以及超声波观测装置的工作程序对于能够通过简单的计算来求出适合于观测对象的超声波的衰减特性并且利用该衰减特性进行观测而言是有用的。

[0136] 附图标记说明

[0137] 1:超声波观测装置;2:超声波探头;3:发送和接收部;4:运算部;5:图像处理部;6:输入部;7:显示部;8:存储部;9:控制部;21:超声波振子;31:信号放大部;41:放大校正部;42:频率分析部;43:特征量计算部;51:B模式图像数据生成部;52:特征量图像数据生成部;81:特征量信息存储部;101:特征量图像;102:叠加图像显示部;103:信息显示部;431:近似部;432:衰减校正部;433:最佳衰减率设定部;C₁:频谱。

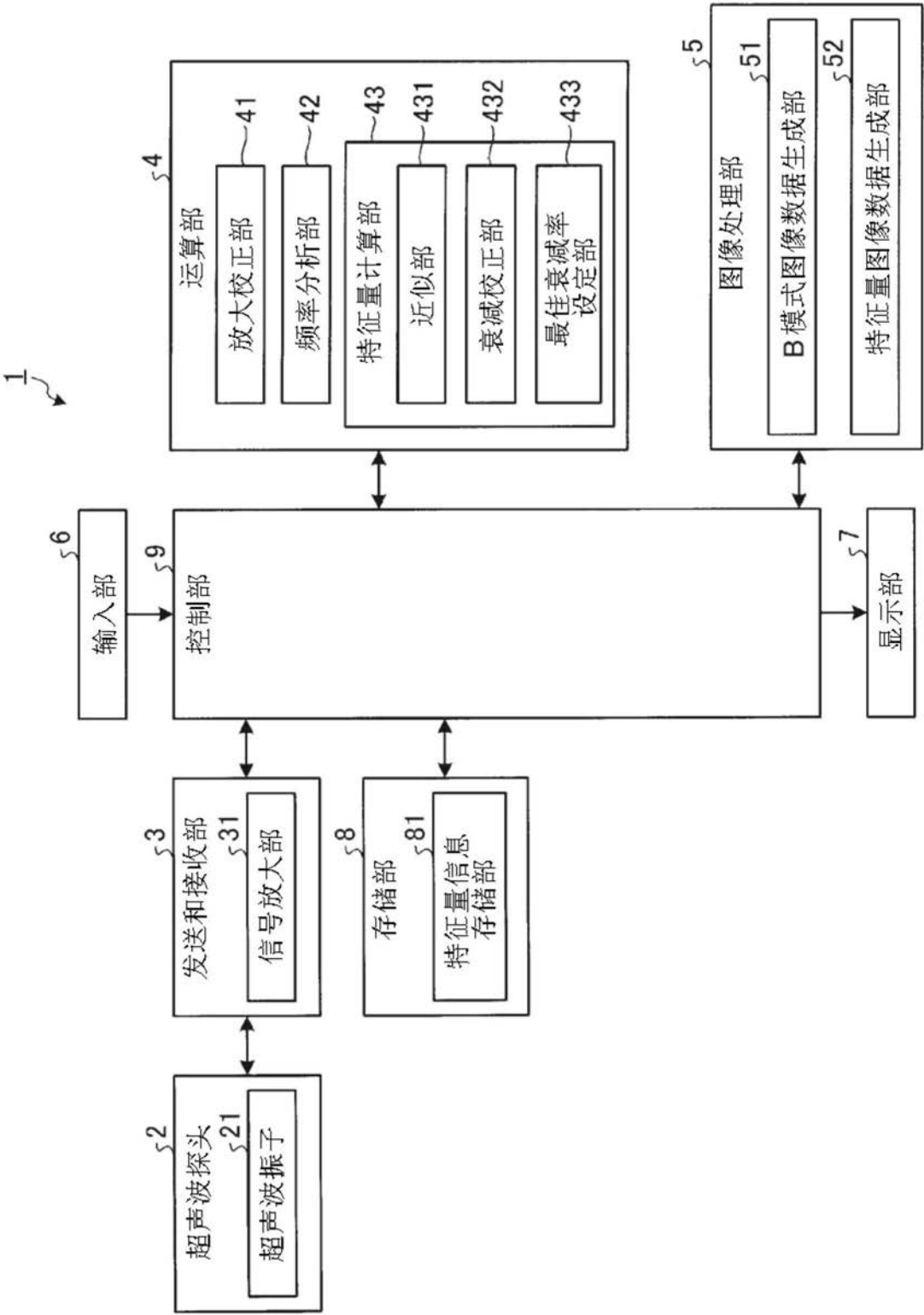


图1

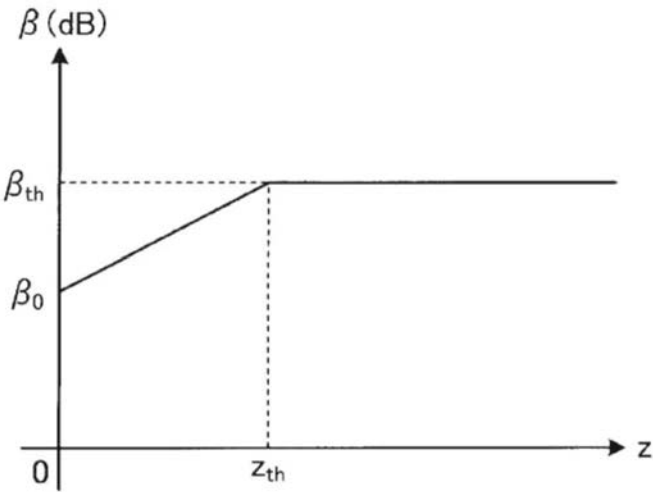


图2

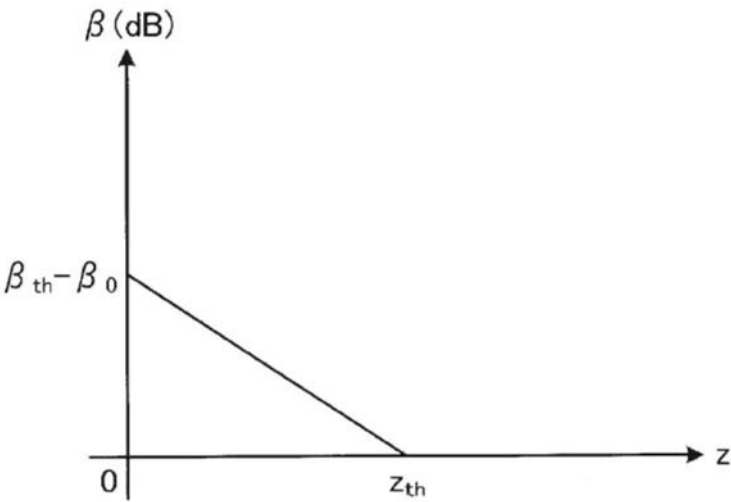


图3

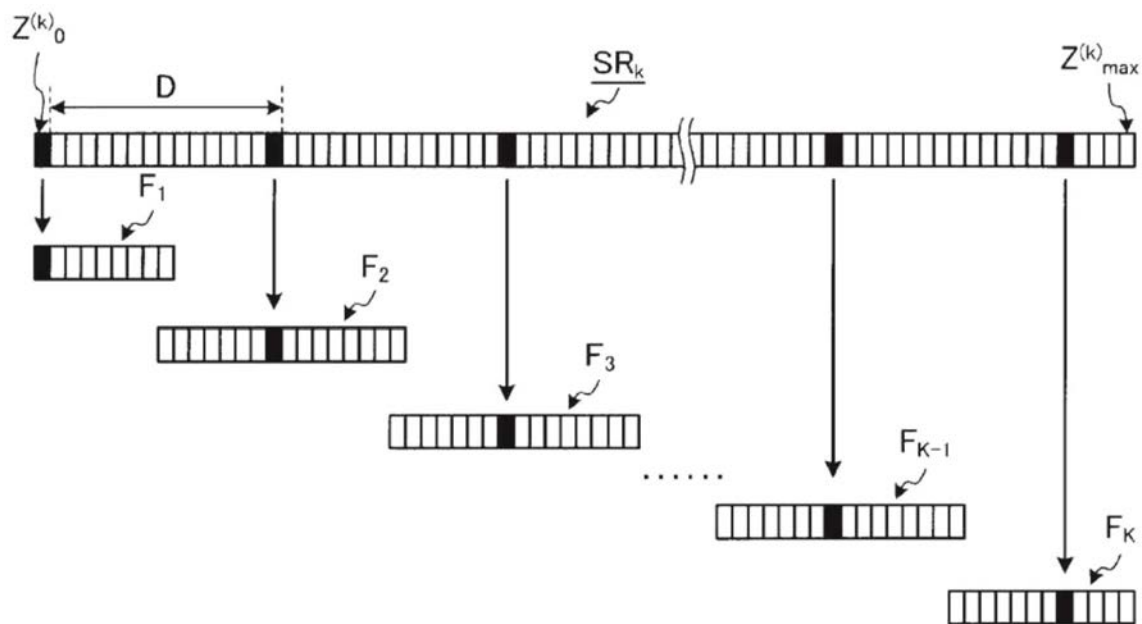


图4

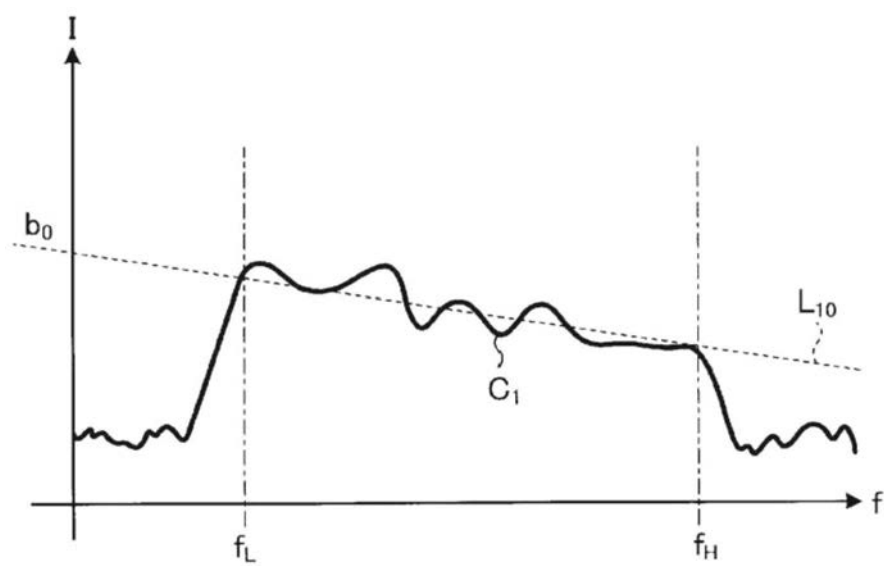


图5

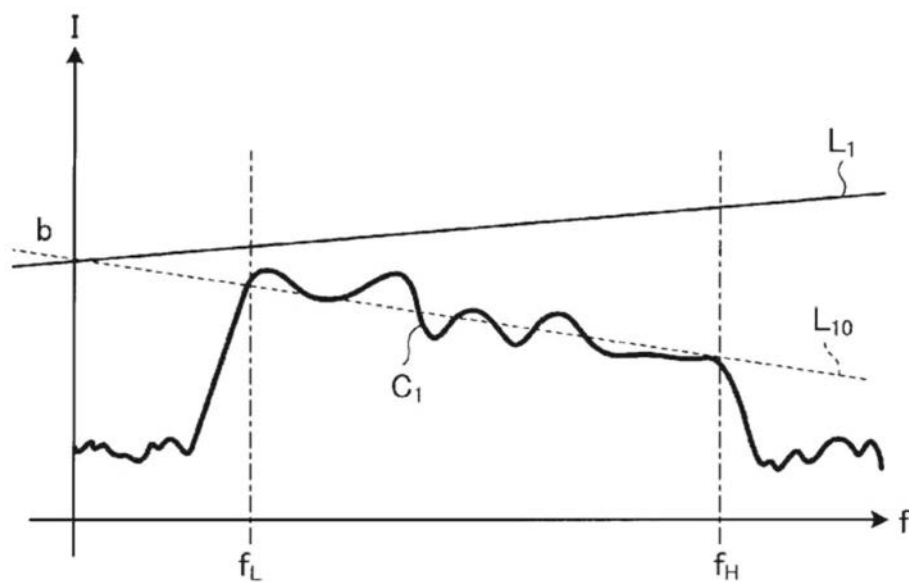


图6

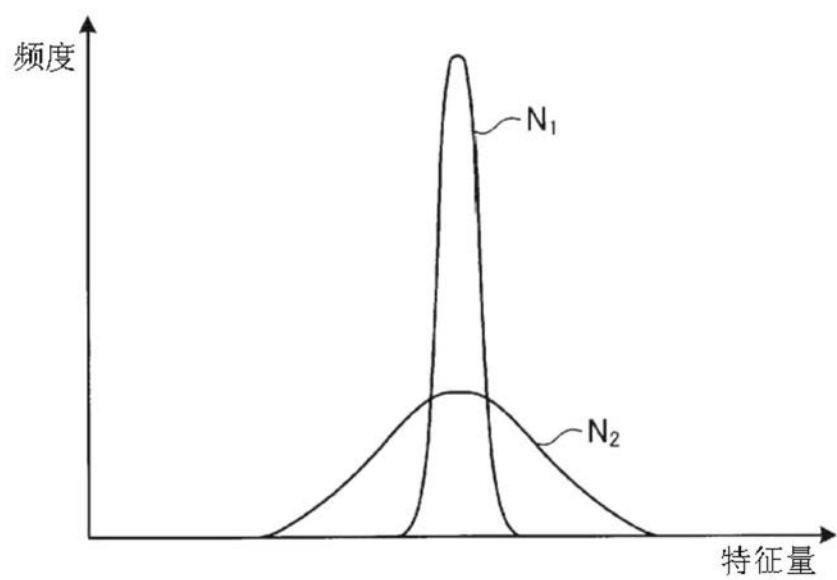


图7

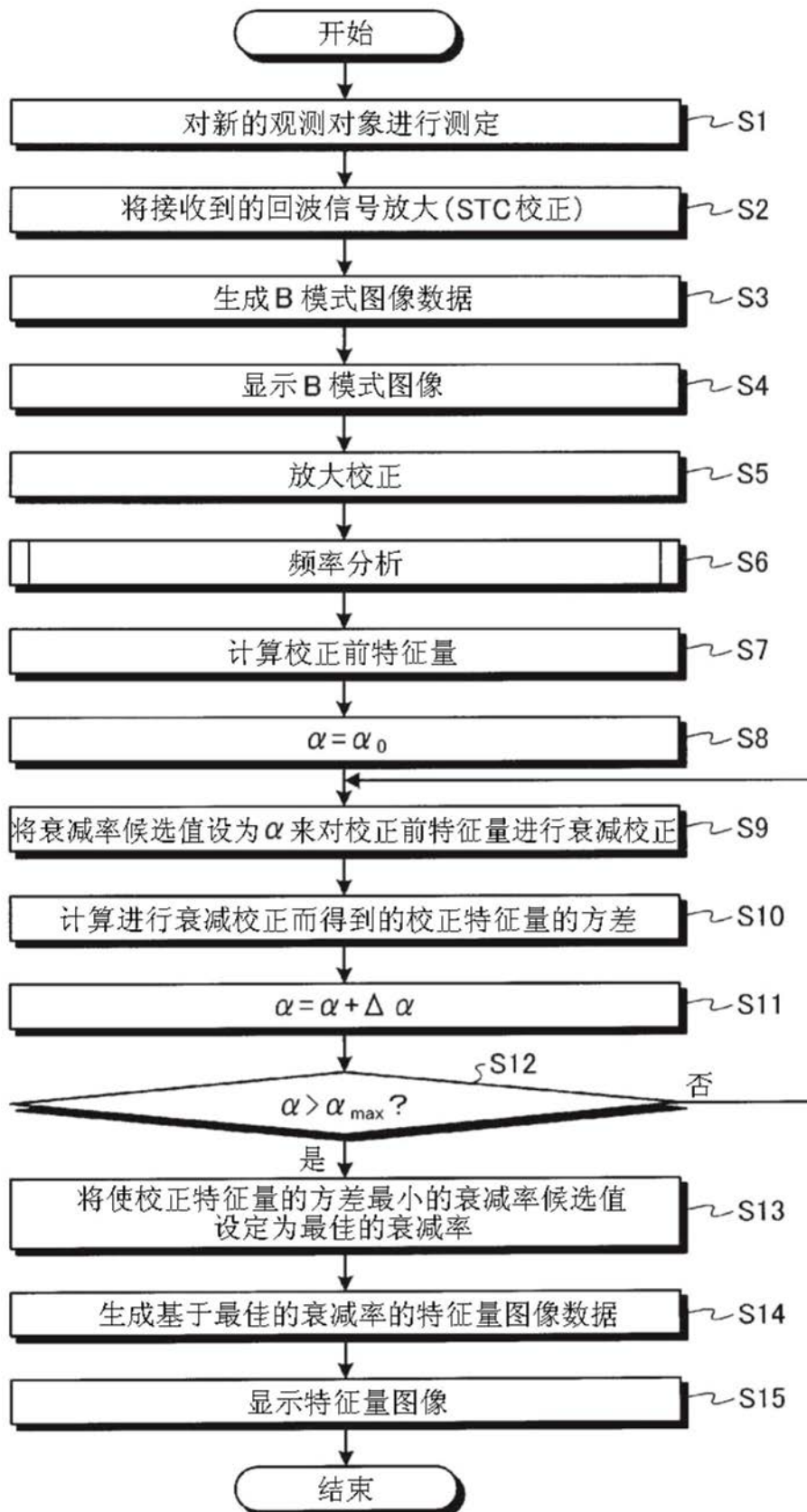


图8

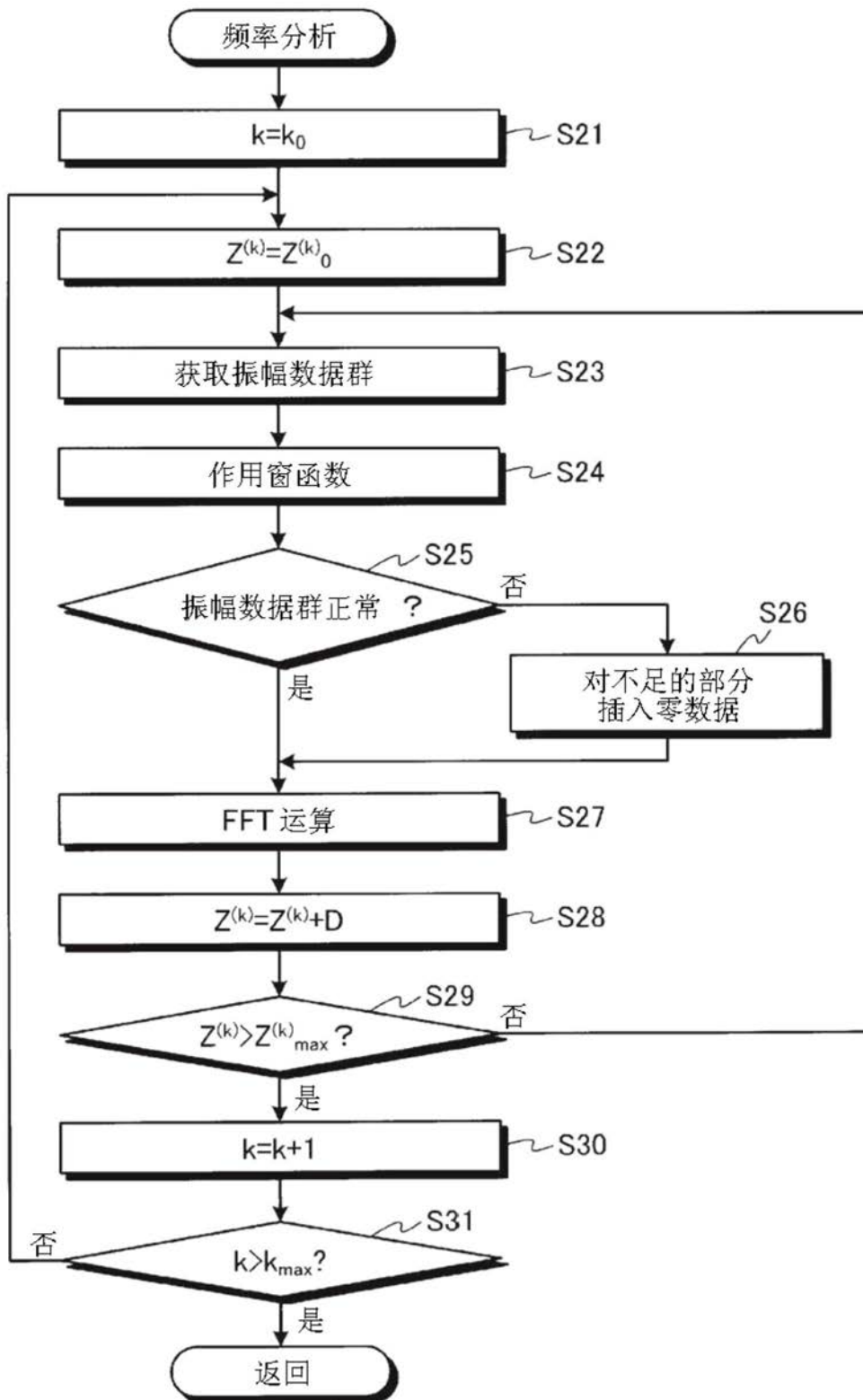


图9

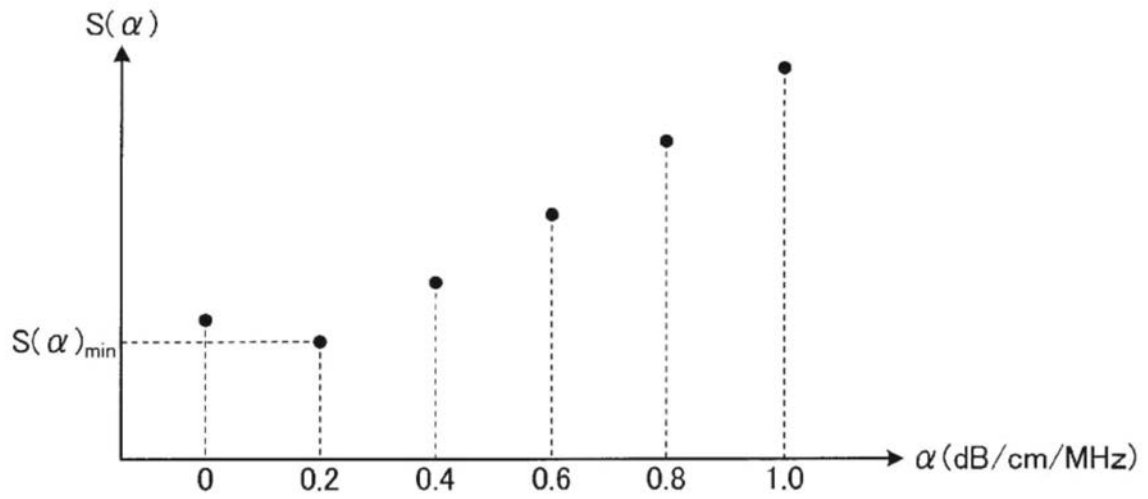


图10

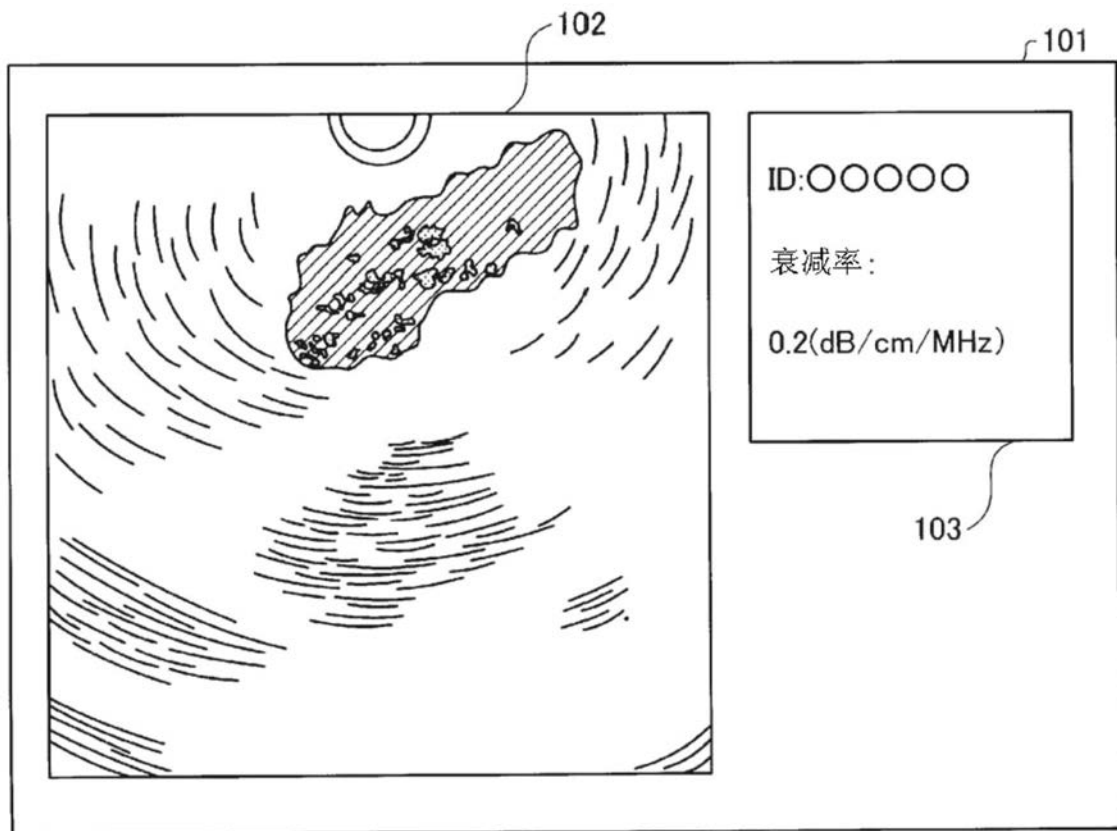


图11

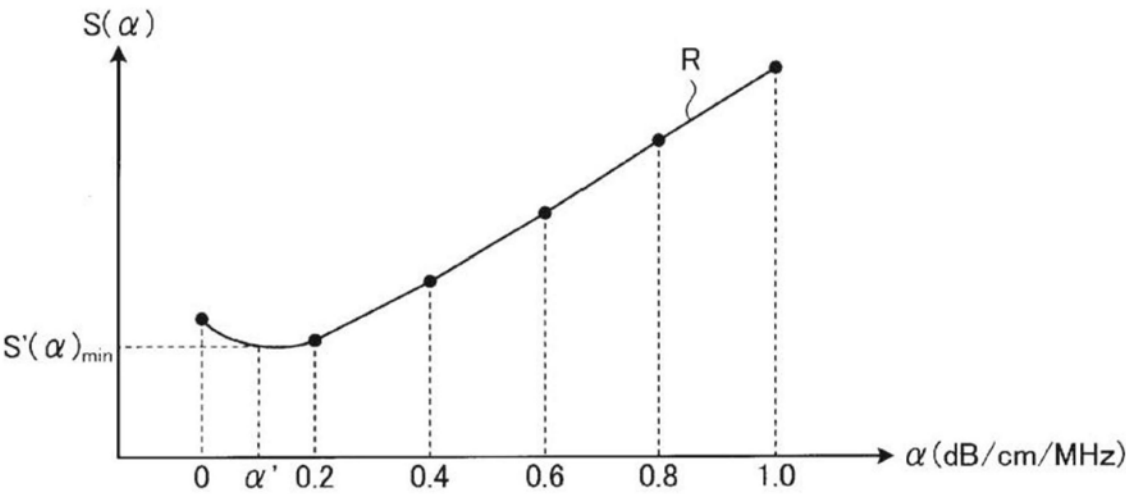


图12

专利名称(译)	超声波观测装置以及超声波观测装置的工作方法		
公开(公告)号	CN106659472B	公开(公告)日	2020-05-15
申请号	CN201580038037.6	申请日	2015-03-31
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
[标]发明人	宫木浩仲		
发明人	宫木浩仲		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/12 A61B8/14 A61B8/4461 A61B8/463 A61B8/5207 A61B8/5269		
代理人(译)	刘新宇 张会华		
优先权	2014143700 2014-07-11 JP		
其他公开文献	CN106659472A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明所涉及的超声波观测装置具备：频率分析部，其通过对根据回波信号生成的信号的频率进行分析来计算多个频谱，该回波信号是将对观测对象发送的超声波被观测对象反射的超声波回波转换为电信号所得到的；特征量计算部，其分别计算多个频谱的特征量，以赋予互不相同的衰减特性的多个衰减率候选值的各个衰减率候选值，对各频谱的特征量进行衰减校正，由此计算各频谱的校正特征量，使用该校正特征量来从多个衰减率候选值中设定对于观测对象而言最佳的衰减率；以及特征量图像数据生成部，其将基于最佳的衰减率的校正特征量与视觉信息关联起来，并生成用于与基于回波信号生成的超声波图像一同显示的特征量图像数据。

