



(10) 申请公布号 CN 104684487 A

(21) 申请号 201380050604.0

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

(22) 申请日 2013.09.24

代理人 熊传芳 苏卉

(30) 优先权数据

(51) Int. Cl.

2012-215721 2012.09.28 JP

A61B 8/00(2006.01)

2013-125337 2013. 06. 14 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 03. 27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/075666 2013. 09. 24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/050797 JA 2014. 04. 03

(71) 申请人 富士胶片株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 山本拓明

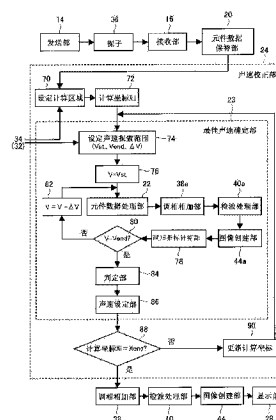
权利要求书3页 说明书21页 附图9页

(54) 发明名称

超声波检查装置、超声波检查方法、程序及记录介质

(57) 摘要

本发明提供超声波检查装置、超声波检查方法、程序及记录介质,通过在包括了多行处理的计算的基础上进行声速校正而能够得到使生物体组织内的声速不均的影响减轻的高画质的超声波图像。具有:具备多个元件的探子、从多个元件对检查对象物发送超声波束的发送部、接收来自检查对象物的超声波回波信号的接收部、确定检查对象物内的声速值的声速确定部以及使用该声速值并根据由接收部得到的两个以上的第一元件数据来创建与第一元件数据中的任一个对应的第二元件数据的元件数据处理部,声速确定部使在元件数据处理部中创建第二元件数据时使用的声速值最佳化而求算为最佳的声速值,从而解决上述课题。



1. 一种超声波检查装置,使用超声波束对检查对象物进行检查,其特征在于,具有:

探子,排列有多个元件,所述元件发送所述超声波束且接收由所述检查对象物反射的超声波回波而输出与所接收到的超声波回波相应的模拟元件信号;

发送部,使所述探子使用多个所述元件多次进行以形成预定的发送焦点的方式发送所述超声波束;

接收部,对应于各个所述超声波束的发送而接收多个所述元件所输出的模拟元件信号并实施预定的处理;

AD 转换部,对所述接收部处理了的模拟元件信号进行 A/D 转换而成为作为数字元件信号的第一元件数据;

声速确定部,确定所述检查对象物内的声速值;及

元件数据处理部,使用所述检查对象物内的声速值并根据两个以上的所述第一元件数据,生成与所述两个以上的第一元件数据中的任一个对应的第二元件数据,

所述声速确定部使在所述元件数据处理部中根据所述两个以上的第一元件数据来创建所述第二元件数据时使用的所述声速值最佳化并作为最佳的声速值而求出。

2. 根据权利要求 1 所述的超声波检查装置,其中,

所述声速确定部具有所述元件数据处理部,并使在所述元件数据处理部中的所述两个以上的第一元件数据的延迟时间校正计算中使用的所述声速值最佳化并作为最佳的声速而求出。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的超声波检查装置,其中,

所述声速确定部确定将所述检查对象物内分割成多个区域时的各区域中的声速值。

4. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的超声波检查装置,其中,

还具有元件数据保持部,保持包括所述两个以上的第一元件数据在内的一部分第一元件数据或者所有第一元件数据。

5. 根据权利要求 4 所述的超声波检查装置,其中,

所述元件数据保持部保持以下的所述两个以上的第一元件数据,该所述两个以上的第一元件数据是由所述发送部在所述检查对象物内的至少两个以上的重合的对象区域中的每个对象区域中发送所述超声波束并由所述接收部接收由所述超声波束在所述检查对象物内的至少两个以上的重合的对象区域中的每个对象区域中产生的所述超声波回波信号而生成的,且该所述两个以上的第一元件数据包括对应每个元件数据接收到的各元件的每个接收时间的接收数据,

所述元件数据处理部基于每个所述元件数据的、发送所述超声波束时的元件的几何配置和每个所述元件数据的所述接收数据的各元件的几何配置,根据所述两个以上的第一元件数据来生成所述第二元件数据。

6. 根据权利要求 5 所述的超声波诊断装置,其中,

所述发送部变更中心的元件来多次进行所述超声波束的发送。

7. 根据权利要求 1 ~ 6 中任一项所述的超声波检查装置,其中,

所述元件数据处理部具有:

延迟时间计算部,使用所述检查对象物内的声速值来算出所述两个以上的第一元件数据的各延迟时间;及

叠合处理部,基于所算出的各延迟时间和所接收到的所述探子的元件的位置来使所述两个以上的第一元件数据叠合,而生成所述第二元件数据。

8. 根据权利要求 1 ~ 7 中任一项所述的超声波检查装置,其中,

还具有图像生成部,基于由所述元件数据处理部生成的所述第二元件数据来生成超声波图像,

所述元件数据处理部创建应由所述图像生成部生成的超声波图像上的一行所述第二元件数据。

9. 根据权利要求 1 ~ 8 中任一项所述的超声波检查装置,其中,

所述声速确定部具有:

所述元件数据处理部;

声速变更部,变更在所述元件数据处理部的所述延迟时间计算中使用的所述检查对象的声速值;

所述元件数据处理部,使用由所述声速变更部变更了的声速值来创建所述第二元件数据;

调相相加部,使用由所述声速变更部变更了的声速值对由所述元件数据处理部创建的所述第二元件数据进行调相相加,来生成声线信号;

图像生成部,基于由所述调相相加部生成的所述声线信号来生成超声波图像;

画质指标计算部,算出由所述图像生成部生成的所述超声波图像的画质指标;

判定部,判定由所述画质指标计算部算出的所述超声波图像的画质指标;及

声速设定部,根据所述判定部的所述画质指标的判定结果来设定所述最佳的声速值。

10. 根据权利要求 9 所述的超声波检查装置,其中,

所述声速确定部中,

每当所述声速变更部使所述声速值从初始声速值到最终声速值以预定声速间隔变更时,所述元件数据处理部使用变更了的该声速值来创建所述第二元件数据,所述调相相加部使用相同的该声速值来对所述第二元件数据进行调相相加而生成所述声线信号,所述图像生成部基于所述声线信号来生成所述超声波图像,所述画质指标计算部算出所述超声波图像的所述画质指标,通过反复进行上述动作而算出与由所述声速变更部变更了的全部的多个所述声速值分别对应的多个所述画质指标,

所述判定部从由所述画质指标计算部对应全部的多个所述声速值中的每个声速值而算出的多个所述画质指标中判定最佳的画质指标,所述声速设定部将与由所述判定部判定出的所述最佳的画质指标对应的声速值设定为所述最佳的声速值。

11. 根据权利要求 1 ~ 10 中任一项所述的超声波检查装置,其中,

在比所述声速确定部靠前段还具有第二声速确定部,使用所述第一元件数据来算出最佳的声速值,

所述声速确定部使用由所述第二声速确定部算出的声速值作为初始值。

12. 一种超声波检查方法,使用探子对检查对象物进行检查,所述探子排列有多个元件,所述元件发送所述超声波束且接收由检查对象物反射的超声波回波而输出与所接收到的超声波回波相应的模拟元件信号,

所述超声波检查方法的特征在于,

由所述探子使用多个所述元件多次进行以形成预定的发送焦点的方式发送所述超声波束,并且对应于各个所述超声波束的发送,多个所述元件输出模拟元件信号,

对该模拟元件信号进行 A/D 转换而成为作为数字元件信号的第一元件数据,

使在使用所述检查对象物内的声速值并根据两个以上的所述第一元件数据来创建与所述第一元件数据中的任一个对应的第二元件数据时使用的所述声速值最佳化,并确定为最佳的声速值。

13. 根据权利要求 12 所述的超声波检查方法,其中,

在确定所述最佳的声速的步骤中,

每当从初始声速值到最终声速值以预定声速间隔变更所述声速值时,使用变更了的该声速值来创建所述第二元件数据,使用相同的该声速值来对所述第二元件数据进行调相相加而生成所述声线信号,基于所生成的所述声线信号来生成所述超声波图像,所述画质指标计算部算出所述超声波图像的所述画质指标,通过反复进行上述动作而算出与变更了的全部的多个所述声速值中的每个声速值分别对应的多个所述画质指标,

从对应全部的多个所述声速值中的每个声速值而算出的多个所述画质指标中判定最佳的画质指标,将与判定出的所述最佳的画质指标对应的声速值设定为所述最佳的声速值。

14. 一种程序,其特征在于,使计算机执行以下工序作为步骤:

为了发送超声波束且接收由检查对象物反射的超声波回波来对检查对象物进行检查,由排列有多个元件的探子使用多个所述元件多次进行形成预定的发送焦点的方式发送所述超声波束,并且对应于各个所述超声波束的发送,多个所述元件输出模拟元件信号,对该模拟元件信号进行 A/D 转换而取得多个作为数字元件信号的第一元件数据;及

使在使用所述检查对象物内的声速值并根据所得到的两个以上的所述第一元件数据来创建与第一元件数据中的任一个对应的第二元件数据时使用的所述声速值最佳化,并确定为最佳的声速值。

15. 一种计算机可读记录介质,记录有权利要求 14 所述的程序。

超声波检查装置、超声波检查方法、程序及记录介质

技术领域

[0001] 本发明涉及通过收发超声波束来拍摄生物体内的脏器等检查对象物并生成用于检查对象物的检查、诊断的超声波图像的超声波检查装置、超声波检查方法、程序及记录介质。

背景技术

[0002] 以往以来,在医疗领域中,利用了超声波图像的超声波图像诊断装置等超声波检查装置被实用化。一般,这种超声波检查装置具有内置有多个元件(超声波换能器)的超声波探子(超声波探头)以及与该超声波探子连接的装置主体,从超声波探子的多个元件朝向检查对象物(被检体)发送超声波束,由超声波探子接收来自被检体的超声波回波,由装置主体对该接收到的超声波回波信号进行电处理,从而生成超声波图像。

[0003] 在超声波检查装置中,在生成超声波图像时,从探子的多个元件使焦点与被检体的检查对象区域、例如生物体内的脏器、该脏器内的病灶等对准而发送超声波束,经由多个元件接收来自检查对象区域的反射体、例如脏器、病灶等的表面、界面的超声波回波,但是,由于由多个元件接收由相同的反射体反射的超声波回波,所以相对于由位于从发送元件发送的超声波束的焦点位置上的反射体反射且由发送元件接收到的超声波回波信号,由相同的反射体反射且由与发送元件不同的其他元件接收到的超声波回波信号延迟。因此,在超声波检查装置中,在对由多个元件接收到的超声波回波信号进行A/D(模拟/数字)转换而设为元件数据之后,对元件数据进行接收聚焦处理、即进行延迟校正,并使相位匹配而进行调相相加来生成声线信号,根据这样得到的声线信号来生成超声波图像。

[0004] 在这样的超声波检查技术中,为了提高超声波图像的画质,进行以下操作,即,将通过会聚于多个不同的焦点的多个超声波束的发送而得到的信号相加,从而相比于以往改善信号的质量。

[0005] 例如,在专利文献1中,公开了如下的超声波诊断装置:通过使从构成发送用振动元件组的多个振动元件放射的发送超声波聚焦于发送聚焦点来形成假想的点声源,并且,通过构成接收用振动元件组的多个振动元件来接收通过从该点声源放射的发送超声波而从连续的多个观测点反射的接收超声波,对与所得到的信道相应量的接收信号,进行使观测点成为接收聚焦点那样的接收调相相加。而且,在该超声波诊断装置中,对使用接收用振动元件组和振动元件的排列方向上依次偏移的发送用振动元件组的各振动元件组而得到的接收信号,也进行同样的接收调相相加,对这些接收调相相加后的接收信号,进行校正由从各个发送聚焦点到观测点的传播距离的差异引起的发送延迟的发送调相相加。

[0006] 在专利文献1所公开的超声波诊断装置中,通过对从多个振动元件得到的接收信号进行接收调相相加和发送调相相加,能够高精度且高灵敏度地形成相对于被检体的深度方向具有大致一样的细的波束宽度的发送波束以及接收波束。因此,专利文献1公开了在超声波诊断装置中能够生成并显示空间分辨率、对比度分辨率以及S/N优良的图像数据。

[0007] 特别是,在专利文献1(参照其图5所示的实施例)中,如图8所示,示出了在三个

发送用振动元件组在各自的发送聚束点（下面，设为焦点） $Ft1 \sim Ft3$ 处连接焦点、将各焦点视为假想的点声源（下面，设为假想点声源）的情况下，由接收用振动元件组接收通过来自各假想点声源的波面在相同的观测点（反射点） Px 的位置处发生反射而得到的反射波。在专利文献 1 中，由此，通过将对一个点以多个不同的焦点发送的信号相加，从而相比以往能够改善信号的质量。

[0008] 专利文献 1：日本特开 2009-240700 号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的课题

[0010] 然而，在专利文献 1 公开的技术中，相比现有技术，能够得到高画质的图像，但为了生成一行数据，需要改变发送位置来产生多个发送波束，相比现有技术，发送次数增加，所以存在帧率降低、实时性恶化这样的问题。

[0011] 另外，在专利文献 1 公开的技术中，当生物体组织内的声速分布存在不均时，来自各个假想点声源的波面产生偏离，所以存在精度恶化这样的问题。

[0012] 本发明的目的在于提供超声波检查装置、超声波检查方法、程序及记录介质，解决上述现有技术的问题点，在发送来自超声波探头的多个元件的超声波束时，进行使通过来自不同的两个以上的元件的发送而取得的元件数据叠合的多行（multiline）处理，从而能够降低由发送超声波束的扩散引起的影响，提高 SN 比，提高分辨率，并且，能够不使用宽波束发送专用超声波探头，且保持与以往相同的帧率，得到不依赖于发送波束的宽度的高分辨率且具有最佳的空间分辨率的清晰的超声波图像，并且，通过在包括了多行处理的计算的基础上进行声速校正，能够得到减轻了生物体组织内的声速不均的影响的高画质的超声波图像。

[0013] 用于解决课题的技术方案

[0014] 本发明人在本申请人的在先申请的日本特愿 2012-158009 号说明书中，提出了如下的超声波检查装置：通过在来自超声波探头的多个元件的超声波束进行收发时进行多行处理，能够得到画质良好的超声波图像。为了实现上述目的，进一步潜心研究之后的结果是，在在先申请公开的技术中，虽然对于校正声速分布的不均的声速校正进行了记载，但只校正了从反射点（上述专利文献 1 的图 6 的观测点 Px ）到探头的声速，未校正从形成各个假想的点声源的发送元件到反射点（ Px 点）的声速，所以认识到声速的校正不充分，完成了本发明。

[0015] 即，本发明的超声波检查装置使用超声波束对检查对象物进行检查的超声波检查装置，其特征在于，具有：探子，排列有多个元件，上述元件发送超声波束并且接收由检查对象物反射的超声波回波而输出与所接收到的超声波回波相应的模拟元件信号；发送部，使探子使用多个元件多次进行以形成预定的发送焦点的方式发送超声波束；接收部，对应于各个超声波束的发送而接收多个元件所输出的模拟元件信号并实施预定的处理；AD 转换部，对接收部处理了的模拟元件信号进行 A/D 转换而成为作为数字元件信号的第一元件数据；声速确定部，确定检查对象物内的声速值；及元件数据处理部，使用检查对象物内的声速值并根据两个以上的第一元件数据，生成与两个以上的第一元件数据中的任一个对应的第二元件数据，声速确定部使在元件数据处理部中根据两个以上的第一元件数据来创建第

二元件数据时使用的声速值最佳化并作为最佳的声速值而求出。

[0016] 在此,优选的是,声速确定部具有元件数据处理部,使在元件数据处理部中的两个以上的第一元件数据的延迟时间校正计算中使用的声速值最佳化并作为最佳的声速而求出。

[0017] 另外,优选的是,声速确定部确定将检查对象物内分割成多个区域时的各区域中的声速值。

[0018] 另外,优选的是,还具有元件数据保持部,保持包括两个以上的第一元件数据在内的一部分第一元件数据或者所有第一元件数据。

[0019] 另外,优选的是,元件数据保持部保持以下的两个以上的第一元件数据,该两个以上的第一元件数据是由发送部在检查对象物内的至少两个以上的重合的对象区域中的每个对象区域中发送超声波束并由接收部接收由超声波束在检查对象物内的至少两个以上的重合的对象区域中的每个对象区域中产生的超声波回波信号而生成的,且该两个以上的第一元件数据包括对应每个元件数据接收到的各元件的每个接收时间的接收数据,元件数据处理部基于每个元件数据的、发送超声波束时的元件的几何配置和每个元件数据的接收数据的各元件的几何配置,根据两个以上的第一元件数据来生成第二元件数据。

[0020] 另外,优选的是,发送部变更中心的元件来多次进行超声波束的发送。

[0021] 另外,优选的是,元件数据处理部具有:延迟时间计算部,使用检查对象物内的声速值来算出两个以上的第一元件数据的各延迟时间;及叠合处理部,基于所算出的各延迟时间和所接收到的探子的元件的位置来使两个以上的第一元件数据叠合,而生成第二元件数据。

[0022] 另外,优选的是,还具有图像生成部,基于由元件数据处理部生成的第二元件数据来生成超声波图像,元件数据处理部创建应由图像生成部生成的超声波图像上的一行第二元件数据。

[0023] 另外,优选的是,声速确定部具有:元件数据处理部;声速变更部,变更在元件数据处理部的延迟时间计算中使用的检查对象物的声速值;元件数据处理部,使用由声速变更部变更了的声速值来创建第二元件数据;调相相加部,使用由声速变更部变更了的声速值对由元件数据处理部创建的第二元件数据进行调相相加,来生成声线信号;图像生成部,基于由调相相加部生成的声线信号来生成超声波图像;画质指标计算部,算出由图像生成部生成的超声波图像的画质指标;判定部,判定由画质指标计算部算出的超声波图像的画质指标;及声速设定部,根据判定部的画质指标的判定结果来设定最佳的声速值。

[0024] 另外,优选的是,声速确定部中,每当声速变更部使声速值从初始声速值到最终声速值以预定声速间隔变更时,元件数据处理部使用变更了的该声速值来创建第二元件数据,调相相加部使用相同的该声速值来对第二元件数据进行调相相加而生成声线信号,图像生成部基于声线信号来生成超声波图像,画质指标计算部算出超声波图像的画质指标,通过反复进行上述动作而算出与由声速变更部变更了的全部的多个声速值分别对应的多个画质指标,判定部从由画质指标计算部对应全部的多个声速值中的每个声速值而算出的多个画质指标中判定最佳的画质指标,声速设定部将与由判定部判定出的最佳的画质指标对应的声速值设定为最佳的声速值。

[0025] 优选的是,在比声速确定部靠前段还具有第二声速确定部,使用第一元件数据来

算出最佳的声速值,声速确定部使用由第二声速确定部算出的声速值作为初始值。

[0026] 另外,为了实现上述目的,本发明的超声波检查方法使用探子对检查对象物进行检查,上述探子排列有多个元件,上述元件发送超声波束且接收由检查对象物反射的超声波回波而输出与所接收到的超声波回波相应的模拟元件信号,上述超声波检查方法的特征在于,由探子使用多个元件多次进行以形成预定的发送焦点的方式发送超声波束,并且对应于各个超声波束的发送,多个元件输出模拟元件信号,对该模拟元件信号进行 A/D 转换而成为作为数字元件信号的第一元件数据,使在使用检查对象物内的声速值并根据两个以上的第一元件数据创建与第一元件数据中的任一个对应的第二元件数据时使用的声速值最佳化,并确定为最佳的声速值。

[0027] 在此,优选的是,在确定最佳的声速的步骤中,每当从初始声速值到最终声速值以预定声速间隔变更声速值时,使用变更了的该声速值来创建第二元件数据,使用相同的该声速值来对第二元件数据进行调相加而生成声线信号,基于所生成的声线信号来生成超声波图像,画质指标计算部算出超声波图像的画质指标,通过反复进行上述动作而算出与变更了的全部的多个声速值中的每个声速值分别对应的多个画质指标,从对应全部的多个声速值中的每个声速值而算出的多个画质指标中判定最佳的画质指标,将与判定出的最佳的画质指标对应的声速值设定为最佳的声速值。

[0028] 另外,为了实现上述目的,本发明的程序的特征在于,使计算机依次执行以下工序作为步骤:为了发送超声波束且接收由检查对象物反射的超声波回波来对检查对象物进行检查,由排列有多个元件的探子使用多个元件多次进行以形成预定的发送焦点的方式发送超声波束,并且对应于各个超声波束的发送,多个元件输出模拟元件信号,对该模拟元件信号进行 A/D 转换而取得多个作为数字元件信号的第一元件数据;及使在使用检查对象物内的声速值并根据所得到的两个以上的第一元件数据创建与第一元件数据中的任一个对应的第二元件数据时使用的声速值最佳化,并确定为最佳的声速值。

[0029] 另外,为了实现上述目的,本发明的记录介质是记录有上述记载的程序的计算机可读记录介质。

[0030] 发明效果

[0031] 根据本发明,在发送来自超声波探头的多个元件的超声波束时,进行使通过来自不同的两个以上的元件的发送而取得的元件数据叠合的多行处理,从而能够降低由发送超声波束的扩散引起的影响,提高 SN 比,提高分辨率,并且,能够不使用宽波束发送专用超声波探头,且保持与以往相同的帧率,得到不依赖于发送波束的宽度的高分辨率且具有最佳的空间分辨率的清晰的超声波图像,并且,通过在包括了多行处理的计算的基础上进行声速校正,能够得到减轻了生物体组织内的声速不均的影响的高画质的超声波图像。

附图说明

[0032] 图 1 是示意性地示出本发明的超声波检查装置的结构的一例的框图。

[0033] 图 2 是按照处理流程示出图 1 所示的本发明的超声波检查装置的包括声速校正部在内的主要部分的框图,示出声速校正部的一例的详细内容。

[0034] 图 3 是示意性地示出图 1 所示的超声波检查装置的元件数据处理部的结构的一例的框图。

[0035] 图 4(a) 以及图 4(c) 分别是在从被检体的反射点的正上方的元件以及不是正上方的元件发送理想的超声波束的情况下的说明图,图 4(b) 以及图 4(d) 分别是示出所得到的元件数据的说明图。

[0036] 图 5(a) 以及图 5(c) 分别是在从被检体的反射点的正上方的元件以及不是正上方的元件发送实际的超声波束的情况下的说明图,图 5(b) 以及图 5(d) 分别是示出所得到的元件数据的说明图。

[0037] 图 6(a) 以及图 6(b) 分别是说明在真正的反射超声波回波和重影的反射信号的情况下的超声波束的发送路径以及接收路径的距离的说明图,图 6(c) 以及图 6(d) 分别是示出由多个元件得到的元件数据以及这些元件数据的延迟时间的说明图。

[0038] 图 7(a)、图 7(b) 和图 7(c) 以及图 7(d)、图 7(e) 和图 7(f) 分别是示出在真正的信号的情况下以及在重影的情况下的由多个元件得到的元件数据、这些元件数据的延迟时间以及元件数据的叠合状态的说明图,图 7(g) 以及图 7(h) 分别是示出与多个元件对应的元件数据的叠合状态以及其结果的说明图。

[0039] 图 8 是说明现有技术的超声波诊断装置中的超声波的收发的说明图。

[0040] 图 9 是示意性地示出本发明的超声波检查装置的实施例 2 的结构的一例的框图。

[0041] 图 10 是按照处理流程示出图 9 所示的本发明的超声波检查装置的包括声速校正部在内的主要部分的框图,示出声速校正部的一例的详细内容。

具体实施方式

[0042] 基于附图所示的优选实施方式,下面详细说明本发明的超声波检查装置、超声波检查方法、程序及记录介质。

[0043] 图 1 是示意性地示出本发明的超声波检查装置的结构的一实施例的框图。

[0044] 如该图所示,超声波检查装置 10 具有超声波探头 12、与超声波探头 12 连接的发送部 14 和接收部 16、A/D 转换部 18、元件数据保持部 20、具备元件数据处理部 22 的声速校正部 24、图像生成部 26、显示控制部 27、显示部 28、控制部 30、操作部 32 以及存储部 34。

[0045] 超声波探头 12 具有用于通常的超声波检查装置的探子 36。

[0046] 探子 36 具有呈一维或者二维阵列状地排列的多个元件、即超声波换能器。这些超声波换能器在拍摄检查对象物(下面,称为被检体)的超声波图像时,分别根据从发送部 14 供给的驱动信号来向被检体发送超声波束,并且,接收来自被检体的超声波回波而输出接收信号。在本实施方式中,探子 36 的多个超声波换能器中的构成一组的预定数量的超声波换能器分别产生一个超声波束的各分量,一组预定数量的超声波换能器产生向被检体发送的一个超声波束。

[0047] 各超声波换能器由在压电体的两端形成有电极的元件、即振子构成,该压电体例如由以 PZT(锆钛酸铅)为代表的压电陶瓷、以 PVDF(聚偏氟乙烯)为代表的高分子压电元件、以 PMN-PT(铌镁酸/铅钛酸固体溶液)为代表的压电单晶等构成。即,探子 36 能够称为使多个振子作为多个超声波元件而呈一维或者二维阵列状地排列而成的振子阵列。

[0048] 当对这样的振子的电极施加脉冲状或者连续波状的电压时,压电体伸缩,从各个振子产生脉冲状或者连续波状的超声波,通过合成这些超声波而形成超声波束。另外,各个振子通过接收所传播的超声波而伸缩,产生电信号,这些电信号被作为超声波的接收信号

而输出。

[0049] 发送部 14 例如包括多个脉冲发生器,按照声速或者声速的分布,以使从探子 36 的一组预定数量的超声波换能器(下面,称为超声波元件)发送的超声波束分量形成一个超声波束的方式,调节各个驱动信号的延迟量并供给到构成组的多个超声波元件,上述声速或者声速的分布是基于根据来自控制部 30 的控制信号所选择的发送延迟模式而设定的。

[0050] 接收部 16 根据来自控制部 30 的控制信号,通过探子 36 的各超声波元件,从被检体接收通过超声波束与被检体之间的相互作用而产生的超声波回波,对接收信号、即每个超声波元件的模拟元件信号进行放大并输出,将放大后的模拟元件信号供给到 A/D 转换部 18。

[0051] A/D 转换部 18 与接收部 16 连接,将从接收部 16 供给的模拟元件信号转换成数字元件数据。A/D 转换部 18 将 A/D 转换后的数字元件数据供给到元件数据保持部 20。

[0052] 元件数据保持部 20 依次存储从 A/D 转换部 18 输出的数字元件数据。另外,元件数据保持部 20 将从控制部 30 输入的与帧率相关的信息(例如,表示超声波的反射位置的深度、扫描线的密度以及视野宽度的参数)和上述的数字元件数据(下面,简称为元件数据)建立关联而进行存储。

[0053] 元件数据保持部 20 是对在根据来自控制部 30 的控制信号而在二维以上的位置坐标上的对象区域中检查重合的至少两个以上的对象区域时根据对应该两个以上的对象区域的每个对象区域由接收部 16 接收到的超声波回波而对应两个以上的对象区域的每个对象区域所生成的两个以上的元件数据进行存储保持的部件,元件数据保持部 20 中存储保持的元件数据是每个元件数据包括接收到超声波回波的各元件的每个接收时间的接收数据的两个以上的元件数据。即,元件数据保持部 20 保持包括两个以上的元件数据的一部分元件数据或者所有的第一元件数据。

[0054] 另外,元件数据处理部 22 设于声速校正部 24 内,根据控制部 30 的控制,对被检体的检查对象区域内的预定的计算区域的计算坐标(预定区域内的采样点、观测点的集合),使用该计算坐标的声速(下面,也称为环境声速)来进行多行处理,即,在接收时间上使时间匹配而使由元件数据保持部 20 存储保持的对应两个以上的对象区域的每个对象区域所生成的两个以上的元件数据(下面,称为未处理元件数据)叠合,来生成叠合处理后元件数据(下面,称为已处理元件数据)。此外,在本发明中,计算坐标的声速或者环境声速是指,从探子 36 的超声波元件发送的超声波束直到被检体的检查对象区域内的预定的计算坐标为止的发送路径以及在计算坐标处反射的超声波回波直到返回到探子 36 的超声波元件为止的接收路径中的平均声速、即探子 36 的超声波元件与计算坐标之间的平均声速。

[0055] 声速校正部 24 设于元件数据保持部 20 与图像生成部 26 的调相相加部 38 之间,在内部具备进行多行处理的元件数据处理部 22,基于控制部 30 的控制,对应被检体的检查对象区域内的预定的计算区域的每个计算坐标,基于由元件数据处理部 22 进行多行处理后的已处理数据,来求算由调相相加部 38 使用的收发的最佳的声速,求算被检体的检查对象区域内的环境声速、进一步最适于被检体的检查对象区域的超声波图像的环境声速,并且,得到由元件数据处理部 22 进行使用最佳的环境声速的多行处理后的已处理数据。

[0056] 此外,对于元件数据处理部 22 以及声速校正部 24 的详细内容,将在后面叙述。

[0057] 图像生成部 26 在控制部 30 的控制下,根据由元件数据处理部 22 生成并从声速校

正部 24 供给的已处理元件数据来生成声线信号（接收数据），并根据该声线信号来生成超声波图像。

[0058] 图像生成部 26 具有调相相加部 38、检波处理部 40、DSC42、图像创建部 44 以及图像存储器 46。

[0059] 调相相加部 38 根据在控制部 30 中设定的接收方向，按照由声速校正部 24 求出的最佳的环境声速或者其分布，对由元件数据处理部 22 生成的已处理元件数据施加各自的延迟并进行相加，从而进行接收聚焦处理。通过该接收聚焦处理，生成超声波回波的焦点被缩小的接收数据（声线信号）。此外，在声速校正部 24 中未求出最佳的环境声速或者其分布的情况下，也可以从预先存储的多个接收延迟模式之中选择一个接收延迟模式，使用基于所选择的接收延迟模式来设定的环境声速或者其分布。

[0060] 调相相加部 38 将接收数据供给到检波处理部 40。

[0061] 检波处理部 40 对由调相相加部 38 生成的接收数据，根据超声波的反射位置的深度而实施由距离引起的衰减的校正之后，实施包络线检波处理，从而生成作为与被检体内的组织相关的断层图像信息的 B 型图像数据。

[0062] DSC(digital scan converter:数字扫描转换器)42 将由检波处理部 40 生成的 B 型图像数据转换（光栅转换）成按照通常的电视信号的扫描方式的图像数据。

[0063] 图像创建部 44 对从 DSC42 输入的 B 型图像数据实施灰度处理等各种需要的图像处理来创建用于检查、显示的 B 型图像数据之后，为了显示而将所创建的检查用或者显示用 B 型图像数据输出到显示控制部 27，或者存储到图像存储器 46 中。

[0064] 图像存储器 46 临时存储由图像创建部 44 创建的检查用 B 型图像数据。图像存储器 46 中存储的检查用 B 型图像数据根据需要，为了由显示部 28 显示而读出到显示控制部 27。

[0065] 显示控制部 27 基于由图像创建部 44 实施了图像处理的检查用 B 型图像信号，来使显示部 28 显示超声波图像。

[0066] 显示部 28 例如包括 LCD 等显示装置，在显示控制部 27 的控制下，显示超声波图像。

[0067] 控制部 30 基于由操作者从操作部 32 输入的指令，来进行超声波检查装置 10 的各部的控制。

[0068] 在此，在各种信息通过操作者经由操作部 32 而输入时和 / 或从存储部 34 读出时，控制部 30 根据需要，将从操作部 32 输入和 / 或从存储部 34 读出的上述的各种信息供给到发送部 14、接收部 16、元件数据保持部 20、元件数据处理部 22、声速校正部 24、图像生成部 26 以及显示控制部 27 等各部，其中，上述信息特别是算出由声速校正部 24 使用的最佳环境声速所需的信息、由元件数据处理部 22 和图像生成部 26 的调相相加部 38 来与最佳环境声速一起使用的延迟时间计算所需的信息以及元件数据处理部 22 中的元件数据处理所需的信息。

[0069] 操作部 32 用于操作者进行输入操作，能够由键盘、鼠标、轨迹球、触摸面板等形成。

[0070] 另外，操作部 32 具备用于操作者根据需要而对各种信息进行输入操作的输入装置，上述信息特别是：用于上述延迟时间计算的与探头 12 的探子 36 的多个超声波元件、被

检体的检查对象区域、其计算区域（计算坐标 $X1 \sim Xend$ ）、用于声速校正（最佳环境声速确定）的声速探索范围（初始声速值 Vst 、最终声速值 $Vend$ 、声速值变更幅度（声速间隔） ΔV ）、超声波束的焦点位置、探子 36 的发送开口和接收开口等相关的信息；及叠合元件数据数量和叠合处理方法等与元件数据的多行处理相关的信息等。

[0071] 存储部 34 存储从操作部 32 输入的各种信息，能够使用硬盘、软盘、MO、MT、RAM、CD-ROM、DVD-ROM 等记录介质，上述信息特别是：上述的与探头 12、计算区域、声速探索范围、焦点位置、发送开口和接收开口等相关的信息；叠合元件数据数量和叠合处理方法等与元件数据的多行处理相关的信息等；发送部 14、接收部 16、元件数据保持部 20、元件数据处理部 22、声速校正部 24、图像生成部 26 和显示控制部 27 等由控制部 30 控制的各部的处理、动作所需的信息；及用于执行各部的处理、动作的动作程序、处理程序等。

[0072] 此外，元件数据处理部 22、声速校正部 24、图像生成部 26 的调相相加部 38、检波处理部 40、DSC42 和图像创建部 44 以及显示控制部 27 由 CPU 和用于使 CPU 进行各种处理的动作程序构成，但也可以由数字电路来构成它们。

[0073] 接下来，说明图 1 所示的具备元件数据处理部 22 的声速校正部 24。

[0074] 图 2 是按照处理流程来示出图 1 所示的本发明的超声波检查装置的包括声速校正部的一例的详细情况在内的超声波检查装置的主要部分的框图。

[0075] 声速校正部 24 使将设定声速 V 推定为检查对象区域内的声速的预定声速范围整个区域以预定声速值变更幅度（声速间隔）变化，例如在以人体等生物体为对象的情况下，具体来说，从 1400m/s 到 1650m/s 或 1700m/s，以 1m/s $\sim$ 50m/s 的预定间距（步长）、例如以 10m/s 的间距变化，基于检查对象区域内的图像的亮度值、锐度等画质指标（画质评价指标）、声速的收敛程度等，来全面地求算最佳声速。

[0076] 这样的声速校正部 24 的声速校正方法例如能够使用日本特开 2011-92686 号公报所公开的声速校正方法。此外，在该公报所公开的声速校正方法中，需要对应每个关注区域而连接发送聚焦。然而，在本发明中，通过声速校正部 24 内的元件数据处理部 22 的叠合处理部的叠合处理，得到在任何深度下都能够虚拟地连接发送聚焦的已处理元件数据，所以不需要对应每个计算区域、关注区域而设定发送聚焦。因此，在本发明中，也可以按照该公报所公开的声速校正方法，对应每个计算区域、关注区域而设定发送聚焦。

[0077] 在图 2 所示的实施方式中，声速校正部 24 具有计算区域设定部 70、初始计算坐标设定部 72、最佳声速确定部 23、最终计算坐标判定部 88 以及计算坐标更新部 90，最佳声速确定部 23 具有声速探索范围设定部 74、初始声速值设定部 76、调相相加部 38a、检波处理部 40a、图像创建部 44a、画质指标计算部 78、最终声速值判定部 80、声速值更新部 82、最佳声速判定部 84 以及声速设定部 86。

[0078] 在声速校正部 24 中，如图 2 所示，使检查对象区域内的计算坐标 $X1 \sim Xend$ 处的设定声速 V 变化，在各个设定速度 V 下，基于设定速度 V 来对从元件数据保持部 20 供给的未处理元件数据，使用由元件数据处理部 22 进行多行处理后的已处理元件数据，在调相相加部 38a 中进行接收聚焦处理并进行调相相加，来生成声线信号，并根据该声线信号而在图像创建部 44a 中形成超声波图像，算出在各个设定声速 V 下的检查对象区域内的超声波图像的亮度值、锐度等画质指标。

[0079] 在声速校正部 24 中，在最佳声速判定部 84 中比较各设定声速 V 下的超声波图像

的亮度值、锐度等画质指标,例如判定所得到的亮度值、锐度等画质指标的值最高的设定声速 V ,在声速设定部 86 中将所判定的设定声速 V 设定为最佳的声速值(最佳声速值)。

[0080] 此外,在声速校正部 24 中,声速值的变更以及最佳声速的设定既可以如图 2 所示那样全面地进行,也可以探索性地进行。

[0081] 另外,在进行声速校正部 24 中的声速值的变更以及最佳声速的设定时,设定声速值的区域、计算坐标不特别的限制,也可以将被摄体整体、检查对象区域整体设定为相同的声速值,但是既可以对应每个微小区域来划分被摄体、检查对象区域,并对应每个微小区域而设定声速值,也可以以像素为单位来逐点设定声速值。

[0082] 首先,根据图 3,详细说明图 2 所示的声速校正部 24 的元件数据处理部 22。

[0083] 如该图所示,元件数据处理部 22 用于进行多行处理,具有延迟时间计算部 48 以及叠合处理部 50。

[0084] 此外,在此,由元件数据处理部 22 进行多行处理的被检体的检查对象区域内的计算坐标预先由初始计算坐标设定部 72 设定为初始计算坐标 X_1 或者设定为由计算坐标更新部 90 更新的计算坐标 X_i ($i = 2 \sim \text{end}$; 下面,以计算坐标 X_i ($i = 1 \sim \text{end}$) 为代表),其声速值由初始声速值设定部 76 预先设定为初始声速值 V_{st} 或者设定为由声速值更新部 82 更新的声速值 V (下面,以声速值 X 为代表)。另外,元件数据处理部 22 中的多行处理所需的、与计算坐标 X_i 相关的未处理元件数据从元件数据保持部 20 读出并进行供给。

[0085] 延迟时间计算部 48 事先取得从操作部 32 输入的或者从操作部 32 输入而存储于存储部 34 中的与探头 12 的探子 36 的多个超声波元件、超声波束的焦点位置、探子 36 的发送开口以及接收开口等相关的信息,被检体的检查对象区域内的计算坐标 X_i 的声速使用由初始声速值设定部 76 或者声速值更新部 82 预先设定的声速值 $V(V_{st})$,根据形成并发送超声波束的发送开口的超声波元件(发送元件)和接收来自被检体的由超声波束产生的超声波回波的接收开口的超声波元件的几何配置,来算出由接收开口的各超声波元件接收的元件数据的延迟时间。

[0086] 叠合处理部 50 根据从操作部 32 输入或者从操作部 32 输入而存储于存储部 34 中的、叠合的元件数据的数量以及叠合处理方法等与元件数据的多行处理相关的信息,来读出由元件数据保持部 20 存储保持的对应两个以上的对象区域的每个对象区域所生成的两个以上的未处理元件数据,根据由延迟时间计算部 48 分别算出的延迟时间,在接收时间上、即使时间匹配并且使所接收到的探子的元件的绝对位置匹配而使两个以上的未处理元件数据叠合,来生成已处理元件数据。

[0087] 接下来,详细说明由元件数据处理部 22 进行的元件数据的多行处理。

[0088] 首先,说明在从超声波探头 12 的探子 36 的发送用超声波元件(下面,简称为发送元件)将超声波束(下面,称为发送波束)发送到被检体并由探子 36 的接收用超声波元件(下面,简称为接收元件)接收与被检体之间的相互作用而产生的超声波回波来得到元件数据情况下来自发送元件的发送波束与由接收元件得到的元件数据的关系。

[0089] 如图 4(a) 以及 (c) 所示,在分别将七个超声波元件(下面,也简称为元件)52a ~ 52g 以及 52b ~ 52h 作为接收元件而接收超声波回波来取得元件数据时,在向包括反射点 54 的检查对象区域发送的发送波束 56 理想地缩小为元件间隔以下的理想的情况下,在如图 4(a) 那样,将位于检查对象区域内的反射点 54 的正上方的、元件 52a ~ 52g 的中心的元

件 52d 作为发送元件而对发送波束 56 进行发送,在由接收元件 52a ~ 52g 接收超声波回波来取得元件数据的情况下,发送波束 56 的焦点 58 位于连接元件 54d 与反射点 54 的一条直线上,发送波束 56 被发送至反射点 54,所以生成从反射点 54 反射的超声波回波。来自反射点 54 的超声波回波通过扩展成预定角度的接收路径 60 而被接收元件 52a ~ 52g 接收,通过接收元件 52a ~ 52g 得到如图 4(b) 所示的元件数据 62。

[0090] 相对于此,如图 4(c) 所示,在使发送元件的中心相对于反射点 54 向元件的方向(图中右方向)偏移一个元件量、将与位于反射点 54 的正上方的元件 52d 相邻的元件 52e 作为发送元件来对发送波束 56 进行发送并由接收元件 52b ~ 52h 接收超声波回波的情况下,在发送波束 56 的发送方向、即连接发送元件 52e 与焦点 58 的直线上不存在反射点 54,所以发送波束 56 不被发送到反射点 54。因此,不生成从反射点 54 反射的超声波回波,在接收元件 52b ~ 52h 中,没有接收超声波回波,所以如图 4(d) 所示,得不到元件数据。

[0091] 然而,如图 5(a) 以及 (c) 所示,实际的发送波束 64 的宽度比元件间隔宽。

[0092] 在此,如图 5(a) 那样,在将位于反射点 54 的正上方的元件 52d 作为发送元件来对发送波束 64 进行发送的情况下,与图 4(a) 的情况同样地,即使发送波束 64 的宽度宽,其焦点 58 也位于连接元件 54d 与反射点 54 的一条直线上,发送波束 64 在反射点 54 被反射,生成超声波回波。其结果是,与图 4(a) 的情况同样地,来自反射点 54 的超声波回波通过扩展成预定角度的接收路径 60 而被接收元件 52a ~ 52g 接收,通过接收元件 52a ~ 52g 得到图 5(b) 所示的真正的元件数据 66。

[0093] 另一方面,如图 5(c) 所示,与图 4(c) 的情况同样地,在使发送元件的中心相对于反射点 54 向元件的方向(图中右方向)偏移一个元件量、将与位于反射点 54 的正上方的元件 52d 相邻的元件 52e 作为发送元件来对发送波束 64 进行发送并由接收元件 52b ~ 52h 接收超声波回波的情况下,即使由于发送波束 64 的宽度宽而在其发送方向、即连接发送元件 52e 与焦点 58 的直线上不存在反射点 54,发送波束 64 也被发送到反射点 54。因此,从反射点 54 产生本来不存在的超声波回波、所谓重影的反射信号,来自反射点 54 的重影的反射信号通过扩展成预定角度的接收路径 60 而被接收元件 52b ~ 52h 接收,通过接收元件 52b ~ 52h 得到图 5(d) 所示的重影的元件数据 68。

[0094] 这样的重影的元件数据 68 成为使从元件数据生成的超声波图像的精度降低的原因。

[0095] 在此,图 5(c) 所示的发送波束 64 从发送元件 52e 经由焦点 58 而到达反射点 54 的发送路径与重影的反射信号从反射点 54 到达各接收元件 52b ~ 52h 的接收路径之和(传播距离)分别比图 5(a) 所示的发送波束 64 从发送元件 52d 经由焦点 58 而到达反射点 54 的发送路径与真正的反射超声波回波从反射点 54 到达各接收元件 52a ~ 52g 的接收路径之和(传播距离)长,所以,如图 5(d) 所示的重影的元件数据 68 相对于如图 5(b) 所示的真正的元件数据 66 延迟。

[0096] 在本发明的元件数据处理部 22 的延迟时间计算部 48 中,重影的元件数据相对于真正的元件数据的时间差、即延迟时间根据发送元件、超声波束的焦点、被检体的反射点以及接收元件的几何配置来计算。因此,延迟时间的计算需要超声波探头 12 的形状(元件间隔、直线状、凸状等)、焦点位置、发送开口、接收开口等信息以及被检体的检查对象区域的声速值,在延迟时间计算部 48 中,取得通过操作部 32 输入或者存储于存储部 34 中的这些

信息以及由声速值更新部 82 等预先设定的声速值 V , 来进行延迟时间的计算。延迟时间能够使用声速值 V , 例如通过基于根据发送元件、超声波束的焦点、被检体的反射点以及接收元件的几何配置而算出的、从发送元件经过焦点而到达反射点的发送波束的发送路径及从反射点到达接收元件的真正的反射超声波回波或者重影的反射信号的接收路径的合计长度(传播距离)和其声速算出的传播时间之差来计算。

[0097] 在本发明中, 例如, 如图 6(a) 以及图 6(b) 所示, 能够求算在真正的反射超声波回波和重影的反射信号的情况下的发送波束的发送路径以及接收路径的长度。

[0098] 在真正的反射超声波回波的情况下, 如图 6(a) 所示, 发送元件 52d 与接收元件 52d(接收元件 52a ~ 52g 的中心) 一致, 在其正下方, 配置有焦点 58 以及反射点 54, 在将反射点 54 的正上方的元件 52d 的位置设为 xy 二维坐标上的坐标 $(x_0, 0)$ 、将元件间隔设为 Le 、将焦点 58 的位置设为坐标 (x_0, df) 并将反射点 54 的位置设为坐标 (x_0, z) 时, 发送元件 52d 的位置也成为与反射点 54 的正上方的元件 52d 相同的坐标 $(x_0, 0)$, 从发送元件 52d 经过焦点 58 而到达反射点 54 的发送波束的发送路径 61 的长度(发送路径距离) L_{ta} 以及从反射点 54 到达接收元件 52d 的真正的反射超声波回波的接收路径 60 的长度(接收路径距离) L_{ra} 能够通过 $L_{ta} = L_{ra} = z$ 来计算。

[0099] 因此, 在真正的反射超声波回波的情况下的超声波的传播距离 L_{ua} 为 $L_{ua} = L_{ta} + L_{ra} = 2z$ 。

[0100] 在重影的反射信号的情况下, 如图 6(b) 所示, 与图 6(a) 的情况相比, 发送元件 52e 的位置相对于反射点 54 向横向(x 方向; 图中右方向) 偏离一个元件量, 焦点 58 配置在发送元件 52e 的正下方, 但反射点 54 配置在接收元件 52d 的正下方, 当与图 6(a) 的情况同样地将反射点 54 的正上方的接收元件 52d 的位置设为 xy 二维坐标上的坐标 $(x_0, 0)$ 、将元件间隔设为 Le 并将反射点 54 的位置设为坐标 (x_0, z) 时, 发送元件 52e 的位置为坐标 $(x_0 + Le, 0)$, 焦点 58 的位置为坐标 $(x_0 + Le, df)$, 所以从发送元件 52e 经过焦点 58 而到达反射点 54 的发送波束的发送路径 61 的长度(发送路径距离) L_{tb} 能够通过 $L_{tb} = df + \sqrt{(z - df)^2 + Le^2}$ 来计算, 从反射点 54 到达接收元件 52d 的重影的反射信号的接收路径 60 的长度(接收路径距离) L_{rb} 能够通过 $L_{rb} = z$ 来计算。

[0101] 因此, 在重影的反射信号的情况下的超声波的传播距离 L_{ub} 为 $L_{ub} = L_{tb} + L_{rb} = df + \sqrt{(z - df)^2 + Le^2} + z$ 。

[0102] 这样一来, 将对以图 6(a) 所示的几何配置而求出的发送路径 61 的距离 L_{ta} 和接收路径 60 的距离 L_{ra} 进行合计所得到的超声波的传播距离 L_{ua} 除以声速而得到的值成为真正的反射超声波回波的传播时间, 将合计了以图 6(b) 所示的几何配置而求出的发送路径 61 的距离 L_{tb} 与接收路径 60 的距离 L_{rb} 所得到的超声波的传播距离 L_{ub} 除以声速而得到的值成为重影的反射信号的传播时间。关于延迟时间的计算, 根据在反射点 54 和发送元件 52(52d) 的 x 坐标匹配时的真正的超声波回波的传播时间与在使反射点 54 和发送元件 52(52e) 的 x 坐标各偏离一个元件间隔时的重影的反射信号的传播时间之差, 来求出延迟时间。

[0103] 此外, 在图 6(a) 以及图 6(b) 的几何模型中, 成为发送路径 61 经由焦点 58 的模型, 但本发明不限于此, 例如, 也可以是不经由焦点 58 而直接到达反射点 54 的路径。

[0104] 另外,图 6(a) 以及图 6(b) 的几何模型是直线状探头的情况,但不限于此,在其他探头中,也能够根据探头的形状来进行同样的几何计算。例如,在凸状探头的情况下,能够根据探头的半径和元件间隔的角度来设定几何模型并同样地进行计算。

[0105] 另外,在转向发送的情况下,能够使用考虑了发送角度等信息的几何模型(未图示),并根据发送元件与反射点的位置关系,来算出真正的超声波回波的元件数据与其周边的重影的元件数据的延迟时间。

[0106] 而且,不限于根据几何模型来算出延迟时间的方法,也可以基于预先根据装置的计测条件来计测高亮度反射点而得到的计测结果,对应每个计测条件而求算延迟时间,并将该延迟时间存储于装置内,从而读出相同计测条件的延迟时间。

[0107] 在图 6(c) 中,在中央示出真正的信号的元件数据 66 以及真正的信号的周边的重影的元件数据 68,在图 6(d) 中,示出重影的元件数据 68 相对于根据上述的几何计算得到的元件数据 66 的延迟时间的一例。以真正的信号的元件数据 66 为中心,重影的信号的元件数据 68 表现出时间对称地延迟。

[0108] 此外,也能够将这样在元件数据处理部 22 的延迟时间计算部 48 中算出的延迟时间用于调相相加部 38 中的延迟校正。

[0109] 接下来,在本发明的元件数据处理部 22 的叠合处理部 50 中,使用这样在延迟时间计算部 48 中算出的延迟时间,来进行真正的超声波回波的元件数据与其周边的重影的元件数据的叠合处理。

[0110] 在叠合处理部 50 中的叠合处理中,需要叠合时的叠合元件数据数量和叠合处理方法的信息,它们既可以预先通过操作部 32 输入,也可以存储于存储部 34 中。

[0111] 此外,在叠合处理部 50 中进行叠合时的叠合元件数据的范围优选为是在限于由计算区域设定部 70 设定的设为声速校正计算的对象的区域内的范围内的元件数据,但并非通过由计算区域设定部 70 设定的区域来限制。例如,叠合的元件数据也可以在相邻的区域彼此之间重叠的范围内进行叠合。

[0112] 图 7(a) ~ (h) 示出由叠合处理部 50 进行的、元件数据数量为五个、叠合元件数据数量为三个的情况下的叠合处理的一个具体例。

[0113] 图 7(a) 表示将五个元件数据横向排列而显示、对应每个元件数据发送超声波束并接收到反射信号的情形。各元件数据的横轴表示接收元件,在各个元件数据中以发送超声波束时的中心的元件为中心来进行显示。纵轴表示接收时间。

[0114] 在五个元件数据中的、正中间的元件数据中,在元件数据的中心的元件(接收元件的中心的元件)、即发送时的中心的元件(发送元件)的正下方存在反射点,接收来自反射点的反射信号。即,该反射信号是真正的信号,正中间的元件数据表示真正的信号。

[0115] 对于正中间的元件数据以外的两侧的两个元件数据,在发送时的中心的元件的正下方不存在反射点,但由于所发送的超声波束的扩散,映入通过超声波束碰到在正中间的元件数据的发送元件的正下方存在的反射点而产生的反射信号、即重影。关于重影,越从真正的信号远离,则到达反射点的超声波的传播时间越长,所以与真正的信号相比,接收时间延迟。另外,最初接收来自反射点的反射信号的接收元件的位置是反射点的正上方的元件,但由于元件数据的横轴以超声波束的发送时的中心的元件为中心,所以,对应每个元件数据,使该中心的元件各偏离一个元件来进行发送,所以在各元件数据中元件的绝对位置

各偏离一个元件。即,在正中间的元件数据中,最初接收来自反射点的反射信号的接收元件是正中间的元件,但在两旁的元件数据中,与正中间的元件数据相比偏离一个元件,右侧的元件数据向左偏离一个元件,左侧的元件数据向右偏离一个元件。而且,在两端的元件数据中,与正中间的元件数据相比偏离两个元件,右端的元件数据向左偏离两个元件,左端的元件数据向右偏离两个元件。这样一来,重影的信号不仅相对于真正的信号而接收时间延迟,而且相对于接收元件的方向也产生偏离。

[0116] 图 7(b) 中示出对于图 7(a) 所示的五个元件数据中的正中间的元件数据的接收时间的延迟时间的一例。

[0117] 在叠合处理部 50 中,使用图 7(b) 所示的延迟时间,在将正中间的元件数据设为关注元件的元件数据的情况下,以关注元件的元件数据为中心,进行与叠合元件数据数量相应的量、在图示例子中与三个元件数据相应的量的延迟时间校正,并且,根据与关注元件的元件位置之差(与中心元件的位置之差),在图示例子中,在两侧使各元件数据在横向上偏移一个元件量、即使相位匹配而使与三个元件数据相应的量的未处理元件数据叠合,作为关注元件的元件数据的一个已叠合处理元件数据进行求算。

[0118] 图 7(c) 示出这样得到的关注元件的元件数据的已叠合处理元件数据。

[0119] 图 7(a) 所示的关注元件的元件数据是真正的信号的元件数据,所以,当对关注元件的元件数据的两侧的相邻元件数据的未处理元件数据进行延迟时间校正以及横向的偏移而进行相位匹配时,如图 7(c) 所示,相邻元件数据的未处理元件数据与关注元件的未处理元件数据的相位匹配,所以在高亮度位置重合。因此,当将这些元件数据例如相加时,元件数据值示出较大的值(高亮度值),例如,即使进行平均而求出平均值,也示出增强的值(高亮度值)。

[0120] 相对于此,图 7(d) 示出元件数据与图 7(a) 相同但将正中间的元件数据的左侧的元件数据、即重影设为关注元件的元件数据的情况下的一例。

[0121] 图 7(e) 与图 7(b) 相同,示出对于图 7(a) 所示的五个元件数据中的正中间的元件数据的接收时间的延迟时间的一例。即,在图 7(a) 与图 7(d) 中,元件数据相同,所以对于图 7(d) 所示的五个元件数据的正中间的元件数据的接收时间的延迟时间也相同。

[0122] 在叠合处理部 50 中,使用图 7(e) (即,与图 7(b) 相同) 所示的延迟时间,以关注元件的元件数据为中心,进行与叠合元件数据数量相应的量、在图示例子中与三个元件数据相应的量的延迟时间校正,并且,根据与关注元件的元件位置之差(与中心元件的位置之差),在图示例子中,在两侧使各元件数据在横向上偏移一个元件量,而使与三个元件数据相应的量的未处理元件数据叠合,作为关注元件的一个已叠合处理元件数据进行求算。

[0123] 图 7(f) 示出这样得到的关注元件的元件数据的已叠合处理元件数据。

[0124] 图 7(d) 所示的关注元件的元件数据是重影的元件数据,所以即使对关注元件的元件数据的两侧的相邻元件数据的未处理元件数据进行延迟时间校正以及横向的偏移来进行相位匹配,如图 7(f) 所示,相邻元件数据的各未处理元件数据与关注元件的未处理元件数据各自的相位也不匹配,所以不重合。因此,即使将这些三个元件数据例如相加,由于相位不匹配,所以,相位反转的信号等也使信号相互抵消,因此相加值不增大,例如,当进行平均而求出平均值时,示出较小的值。

[0125] 关于其他元件数据,也作为关注元件的元件数据进行了相同的延迟时间校正以及

横向的偏移的结果是,图 7(g) 示出对图示例的五个元件数据各自的相邻的三个元件数据的重合状态,图 7(h) 示出对它们进行例如相加处理或者平均处理作为叠合处理而得到的结果。

[0126] 如图 7(h) 所示,在图 7(a) 所示的发送元件与反射点的坐标匹配时的关注元件的元件数据中,求算真正的信号的元件数据作为具有高亮度值的已叠合处理元件数据,在其两侧的各两个元件数据的全部四个元件数据中,重影的元件数据对相位相互不匹配的元件数据进行相加或者进行平均,所以相互抵消,因此,重影的已叠合处理元件数据的值相对于作为真正的信号的元件数据的具有高亮度值的已叠合处理元件数据变小,能够相对于真正的信号的元件数据使重影的元件数据的影响降低,或者,可减小到能够忽略其影响的程度。

[0127] 因此,通过对已处理元件数据进行调相相加、检波处理,生成接收数据,并生成超声波图像,从而同样地能够消除重影的影响,即通过等同于在声线上的所有点上连接了焦点的元件数据来生成超声波图像,所以能够生成高亮度、锐性优良且高画质超声波图像。

[0128] 此外,在本发明中,将该已处理元件数据的生成称为多行处理。

[0129] 在本发明中,中心元件是指,在发送的开口数量(进行超声波的发送的元件数量)为奇数的情况下,方位方向上的中央的元件。

[0130] 另一方面,在开口数量为偶数的情况下,将方位方向的中央的元件中的任一个设为中心元件,或者,假定在方位方向的正中间存在元件并设为中心元件。即,在开口数量为偶数的情况下,也可以设为在开口的正中间的线上存在焦点来进行计算。

[0131] 此外,作为叠合处理部 50 中的叠合处理方法,不仅是进行相加,既可以取平均值、中位值,也可以与系数相乘(加权)之后进行相加。此外,认为取平均值、中位值这相当于施加元件数据等级下的平均化滤波、中值滤波,但也可以代替平均化滤波、中值滤波,而应用在通常的图像处理中进行的反滤波等。或者,对叠合的各元件数据彼此进行比较,在类似的情况下取最大值,在不类似的情况下取平均值,在分布不均匀的情况下取中间值等,不限于此,也可以根据叠合的各元件数据的特征量来改变叠合处理。

[0132] 另外,与关注元件的元件数据叠合的元件数据的数量不限于图示例子的两个,既可以是一个,或者,也可以是三个以上。即,与关注元件的元件数据叠合的元件数据的数量根据所要求的处理速度(帧率等)、画质等来适当设定即可。

[0133] 另外,优选为叠合的元件数据数量与超声波束的波束宽度的扩散程度对应。因此,在波束宽度根据深度而改变的情况下,叠合元件数据数量也可以根据深度而变更。另外,波束宽度依赖于发送开口数量,所以也可以根据发送开口数量来变更叠合元件数据数量。或者,既可以根据图像的亮度值等特征量来变更叠合元件数据数量,也可以根据对叠合元件数据数量改变多个模式而创建的图像来选择最佳的叠合元件数据数量。

[0134] 作为叠合的结果,如上所述,在真正的信号的元件数据中,信号的相位匹配,但在重影中,信号的相位不匹配,所以,相加等叠合处理的结果是,各种相位的信号相互抵消,信号变弱。其结果是,真正的信号能够作为具有有效值、例如高亮度的元件数据而保留,重影的信号能够作为具有减弱的值、例如低亮度的元件数据而得到。

[0135] 用于本发明的元件数据处理部基本上如上所述构成。

[0136] 再次,返回到图 2,继续对全面地进行声速值的变更以及最佳声速的设定的声速校正部 24 的各部的说明。

[0137] 在图 2 所示的声速校正部 24 中, 计算区域设定部 70 根据由操作者从操作部 32 (参照图 1) 进行的输入等, 来设定检查对象区域内的设为声速校正计算的对象的区域、例如关注区域 ROI, 提取所设定的区域的 xy 坐标上的设为计算对象的全部的点, 设定为计算坐标 $X1 \sim Xend$ 。在此, 分别由计算坐标 $X1 \sim Xend$ 表示的各区域只要是被认为环境声速相同的区域, 就没有特别的限制, 既可以是被摄体整体、检查对象区域整体, 也可以是划分被摄体、检查对象区域而得到的微小区域, 也可以是以像素为单位的各个点。

[0138] 初始计算坐标设定部 72 将计算坐标 Xi 设定为由计算区域设定部 70 设定的计算坐标 $X1 \sim Xend$ 之中的初始计算坐标 $X1$ 。由初始计算坐标设定部 72 设定的计算坐标 $X1$ 的数据被送到最佳声速确定部 23。

[0139] 此外, 计算区域设定部 70 不限于根据来自操作部 32 的输入来设定计算区域的结构, 也可以使用分析由图像生成部 26 (参照图 1) 的图像创建部 44 生成的超声波图像 (B 型图像信号) 而设定例如关注区域 ROI 并设为计算区域的结构。

[0140] 例如, 计算区域设定部 70 也可以在由图像创建部 44 生成的超声波图像中, 将相邻的像素彼此的亮度值之差为预定的值以上的位置 (像素) 判定为构造区域 (组织、病变) 的边缘部 (边缘), 将由边缘包围的区域或者包括较多的边缘的区域判定为构造区域、即对象部位 P 而提取, 将包括对象部位、且成为预定的形状、大小的区域设定为例如关注区域 ROI, 并设定为计算区域。

[0141] 此外, 在分析超声波图像来设定计算区域的情况下, 既可以将构造区域视为一种区域, 或者, 也可以根据边缘的连续性、亮度值的等级等而视为两种以上的区域, 将各区域判定为对象部位并提取, 对应每个对象部位而设定关注区域 ROI, 并设定为计算区域。

[0142] 最佳声速确定部 23 是算出并设定由初始计算坐标设定部 72 设定的初始计算坐标 $X1$ 或者由计算坐标更新部 90 更新的计算坐标 Xi 处的最佳的环境声速值 (下面, 称为最佳声速值) 的部位。

[0143] 在此, 最佳声速值是指, 在对设定声速 (设定环境声速) V 进行各种变更并根据各个设定声速 V 来进行接收聚焦处理而形成超声波图像的情况下, 图像的对比度和 / 或锐度最高的设定声速 V 的值, 例如, 如日本特开平 8-317926 号公报所记载那样, 能够根据图像的对比度、扫描方向的空间频率、方差等来进行最佳声速值的判定。

[0144] 最佳声速确定部 23 用于使用从元件数据保持部 20 读出的、与计算坐标 Xi 相关的未处理元件数据作为输入值, 并且全面地求算最佳的环境声速值并设定为输出值 (下面, 也称为最佳声速值)。

[0145] 作为最佳声速确定部 23, 如上所述, 能够列举出全面地探索预定的声速探索范围而设定最佳声速值的部件, 具有声速探索范围设定部 74、初始声速值设定部 76、元件数据处理部 22、调相相加部 38a、检波处理部 40a、图像创建部 44a、画质指标计算部 78、最终声速值判定部 80、最佳声速判定部 84、声速值更新部 82 以及声速设定部 86。

[0146] 声速探索范围设定部 74 用于设定计算坐标 Xi 处的环境声速的探索范围 (初始声速值以及最终声速值) 以及声速值变更幅度 (声速间隔)。声速探索范围设定部 74 设定例如声速的探索开始的初始声速值 Vst 、声速的探索结束的最终声速值 $Vend$ 、变更设定声速 V 的步长 (声速变更幅度 ; 声速间隔) ΔV 。作为一例, 在生物体等的情况下, 声速探索范围设定部 74 能够将初始声速值 Vst 设定为 1400m/s, 将最终声速值 $Vend$ 设定为 1700m/s, 将声

速变更幅度 ΔV 设定为 10m/s。

[0147] 此外,声速探索范围设定部 74 所设定的初始声速值 V_{st} 、最终声速值 V_{end} 以及声速变更幅度 ΔV 不限定于上述的值,根据被检体、其检查对象区域、其计算坐标 X_i 等来确定即可。另外,这些初始声速值 V_{st} 、最终声速值 V_{end} 以及声速变更幅度 ΔV 既可以根据被检体、其检查对象区域、其计算坐标 X_i 等而由操作者经由操作部 32 输入到声速探索范围设定部 74,也可以从预先存储于存储部 34 中的信息中读出。

[0148] 初始声速值设定部 76 将设定声速 V 设定为声速探索范围设定部 74 所设定的初始声速值 V_{st} 。在上述的生物体的情况下,初始声速值设定部 76 将设定声速 V 作为初始声速值 V_{st} ,设定为 1400m/s。由初始声速值设定部 76 设定的初始声速值 V_{st} 的数据被送到后段的元件数据处理部 22。

[0149] 调相相加部 38a 具有与调相相加部 38 完全相同的结构以及功能,对使用设定声速 V 而由元件数据处理部 22 求出的与计算坐标 X_i 相关的已处理元件数据,进行根据由声速校正部 24 设定的最佳声速来施加延迟并进行相加的接收聚焦处理,从而生成声线信号。

[0150] 检波处理部 40a 具有与检波处理部 40a 完全相同的结构以及功能,通过对由调相相加部 38a 生成的声线信号,实施包络线检波处理等处理,来生成与被检体内的组织相关的作为断层图像信息的 B 型图像数据。

[0151] 图像创建部 44a 具有与图像创建部 44 完全相同的结构以及功能,对由检波处理部 40a 生成的 B 型图像数据实施图像处理而创建超声波图像。

[0152] 画质指标计算部 78 根据由图像创建部 44a 创建的超声波图像,来算出设定声速 V 下的画质指标、即图像的亮度值、锐度等画质指标、例如各设定声速 V 下的计算坐标 X_i (例如,关注区域 ROI) 的图像的锐度(锐度)等。所算出的画质指标与设定声速 V 建立对应而保持在画质指标计算部 78 内,例如保持于画质指标计算部 78 内的存储器等。

[0153] 最终声速值判定部 80 对设定声速 V 与最终声速值 V_{end} 进行比较,判定两者是否相等,在设定声速 V 与最终声速值 V_{end} 不相等 ($V \neq V_{end}$) 的情况下,转移到声速值更新部 82,在设定声速 V 与最终声速值 V_{end} 相等 ($V = V_{end}$) 的情况下,转移到最佳声速判定部 84。

[0154] 声速值更新部 82 对当前的设定声速 V 加上声速变更幅度 ΔV 来设定新的设定声速 V ($V = V + \Delta V$)。由声速值更新部 82 更新设定的设定声速 V ($V = V + \Delta V$) 的数据被送到前段的元件数据处理部 22。

[0155] 最佳声速判定部 84 读出对应保持于画质指标计算部 78 的各声速值 V ($V_{st} \sim V_{end}$) 的每个声速值而求出的画质指标,对各设定声速 V 下的画质指标、例如超声波图像的锐度(锐度值)进行比较,判定在画质最好时、例如超声波图像的锐度(锐度值)最高时的设定声速 V 。

[0156] 声速设定部 86 将在最佳声速判定部 84 中被判定为所生成的超声波图像的画质最好的设定声速 V 设定为最佳声速值。

[0157] 此外,在图 2 所示的最佳声速确定部 23 中,反复进行设定声速 V 的变更来进行处理,但本发明不限于此,也能够使用 GPU 等的多行程来并行计算全部探索声速值,一次求算全部的声速值下的画质指标。

[0158] 最佳声速确定部 23 在声速设定部 86 中设定了与计算坐标 X_i 对应的最佳声速值

之后,转移到最终计算坐标判定部 88。

[0159] 最佳声速确定部 23 基本上如上所述地构成,算出计算坐标 X_i 所涉及的最佳声速值。

[0160] 最终计算坐标判定部 88 对计算坐标 X_i 与最终计算坐标 X_{end} 进行比较,判定两者是否相等,在计算坐标 X_i 与最终计算坐标 X_{end} 不相等 ($X \neq X_{end}$) 的情况下,转移到计算坐标更新部 90,在计算坐标 X_i 与最终计算坐标 X_{end} 相等 ($X = X_{end}$) 的情况下,转移到图像生成部 26 的调相相加部 38,将在计算坐标 $X_1 \sim X_{end}$ 中的各个坐标处算出的最佳声速值以及使用最佳声速值来而由元件数据处理部 22 处理的已处理元件数据与计算坐标 $X_1 \sim X_{end}$ 的各个坐标数据一起供给到调相相加部 38。

[0161] 计算坐标更新部 90 将当前的计算坐标 X_i 更新为新的下一个计算坐标 X_{i+1} 。由计算坐标更新部 90 更新的新的下一个计算坐标 X_{i+1} 的数据被送到前段的最佳声速确定部 23 的声速探索范围设定部 74。

[0162] 声速校正部 24 基本上如上所述地构成,算出全部的计算坐标 X_i ($i = 1 \sim end$) 分别所涉及的最佳声速值以及已处理元件数据。

[0163] 此外,如上所述,在由本实施方式的超声波检查装置 10 的声速校正部 24 进行的声速校正中的探索最佳声速的环路中装入进行多行处理的元件数据处理部 22,在多行处理时的计算延迟时间校正时的声速值使用由声速校正部 24 探索的声速值,从而能够不仅包括从反射点(采样点、观测点)到超声波探头 12 的探子 36 的接收元件的声速,而且还包括从形成各个假想的点声源的探子 36 的发送元件到反射点的声速来求算最佳的环境声速值。

[0164] 本发明的超声波检查装置基本上如上所述地构成,下面,参照图 1 以及图 2,说明本发明的超声波检查装置的动作、作用以及本发明的超声波检查方法。

[0165] 当操作者使图 1 所示的超声波探头 12 与被检体的表面(检查对象区域)抵接并开始测定时,按照从发送部 14 供给的驱动信号来从探子 36 的多个元件发送超声波束,探子 36 的多个元件接收来自被检体的超声波回波,并作为接收信号而输出模拟元件信号。

[0166] 接收部 16 对模拟元件信号进行放大并供给到 A/D 转换部 18, A/D 转换部 18 将模拟元件信号转换成数字元件数据而供给到元件数据保持部 20,作为未处理元件数据来存储保持。

[0167] 接下来,在如图 2 所示的声速校正部 24 中,根据由操作者从操作部 32(参照图 1)进行的输入等,由计算区域设定部 70 设定计算坐标 $X_1 \sim X_{end}$ 之后,由初始计算坐标设定部 72 将计算坐标 X_i 设定为初始计算坐标 X_1 ,所设定的计算坐标 X_1 的数据被送到最佳声速确定部 23。

[0168] 在最佳声速确定部 23 中,首先,声速探索范围设定部 74 根据被检体、其检查对象区域、其计算坐标 X_i 等来设定由操作者经由操作部 32 输入或者从预先存储于存储部 34 中的声速探索范围的信息中读出的初始声速值 V_{st} 、最终声速值 V_{end} 以及声速变更幅度 ΔV ,例如,如上所述,在生物体中,将初始声速值 V_{st} 设定为 1400m/s,将声速值 V_{end} 设定为 1700m/s,将声速变更幅度 ΔV 设定为 10m/s。

[0169] 接着,初始声速值设定部 76 将设定声速 V 设定为初始声速值 V_{st} (例如,1400m/s),并转移到元件数据处理部 22。

[0170] 接下来,元件数据处理部 22 在延迟时间计算部 48(参照图 3)中,根据发送元件、

焦点、反射点以及接收元件的几何配置和预先由初始声速值设定部 76 设定的设定声速 V 等,来算出周边的重影的信号在未处理元件数据相对于真正的信号在未处理元件数据的延迟时间(例如,图 7(b)、图 7(e)、两者均相同)(例如,使用图 6 的几何模型来计算)。

[0171] 接下来,元件数据处理部 22 从元件数据保持部 20 读出与计算坐标 $X1$ 相关的未处理元件数据从元件数据保持部 20,将要进行处理的元件数据设为关注元件数据,在叠合处理部 50(参照图 3)中,使用由延迟时间计算部 48 算出的延迟时间,使关注元件数据与其周边的未处理元件数据的相位匹配并进行叠合而进行多行处理,来求算已处理元件数据。由此,如果是包括真正的信号在未处理元件数据,则求算增强后的已处理元件数据,并且,如果是重影的未处理元件数据,则求算减弱后的已处理元件数据。

[0172] 元件数据处理部 22 将这样求出的已处理元件数据供给到调相相加部 38a。

[0173] 接下来,调相相加部 38a 根据作为初始声速值 V_{st} 的设定声速 V ,使用从元件数据处理部 22 供给的与计算坐标 $X1$ 对应的已处理元件数据而进行接收聚焦处理,并进行调相相加来生成声线信号。接下来,检波处理部 40a 对所生成的声线信号进行检波处理来生成 B 型图像信号。并且,图像创建部 44a 根据所生成的 B 型图像信号来创建超声波图像。

[0174] 之后,画质指标计算部 78 根据所创建的超声波图像来算出设定声速 V 下的超声波图像的亮度值、锐度等画质指标、例如各设定声速 V 下的 $X_i(X1)$ 的图像的锐度等。所算出的画质指标与设定声速值 V 建立对应而保持于画质指标计算部 78 内。

[0175] 接下来,最终声速值判定部 80 对设定声速 V 与最终声速值 V_{end} 进行比较,判定两者是否相等。在最终声速值判定部 80 的判定中,在设定声速 V 与最终声速值 V_{end} 相等($V = V_{end}$)的情况下,转移到最佳声速判定部 84,在设定声速 V 与最终声速值 V_{end} 不相等($V \neq V_{end}$)的情况下,转移到声速值更新部 82。

[0176] 在转移到声速值更新部 82 的情况下,声速值更新部 82 在当前的设定声速 V 加上声速变更幅度 ΔV 来设定新的设定声速 $V(V = V + \Delta V)$ 。

[0177] 之后,返回到元件数据处理部 22,根据新的设定声速来进行由元件数据处理部 22 进行的多行处理、由调相相加部 38a 进行的调相相加、由检波处理部 40a 进行的检波处理、由图像创建部 44a 进行的图像创建、由画质指标计算部 78 进行的画质指标的计算和保持以及由最终声速值判定部 80 进行的判定。

[0178] 在最终声速值判定部 80 的判定结果为 $V \neq V_{end}$ 情况下,如上所述,转移到声速值更新部 82,反复进行由声速值更新部 82 进行的新的设定声速 V 的设定、由元件数据处理部 22 基于新的设定声速 V 进行的多行处理、由调相相加部 38a 进行的调相相加、由检波处理部 40a 进行的检波处理、由图像创建部 44a 进行的图像创建、由画质指标计算部 78 进行的画质指标的计算和保持以及由最终声速值判定部 80 进行的判定,直到 $V = V_{end}$ 为止。即,反复进行这些处理,并使设定声速的值每次变更 ΔV 直达到声速范围的结束的最终声速值 V_{end} ,并且例如使设定声速 V 在从 1400m/s 到 1700m/s 的范围内以 10m/s 间距变化。

[0179] 另一方面,在基于判定部 80 的判定结果为 $V = V_{end}$ 的情况下,关于声速的探索范围内的全部的设定声速 V ,求出画质指标,所以,如上所述,转移到最佳声速判定部 84,最佳声速判定部 84 读出保持于画质指标计算部 78 中的对应各声速值的每个声速值求出的画质指标,最佳声速判定部 84 对各设定声速 V 下的画质指标、例如超声波图像的锐度(锐度值)进行比较,判定在画质最好时、例如超声波图像的锐度(锐度值)最高时的设定声速 V ,声速

设定部 86 采用由最佳声速判定部 84 判定的设定声速 V 并设定为最佳声速值。

[0180] 这样一来,最佳声速确定部 23 算出与计算坐标 X_i (X_1) 对应的最佳声速值。

[0181] 接下来,当由最佳声速确定部 23 进行的与计算坐标 X_i (X_1) 对应的最佳声速值的计算结束时,转移到最终计算坐标判定部 88。

[0182] 在最终计算坐标判定部 88 中,对计算坐标 X_i 与最终计算坐标 X_{end} 进行比较,判定两者是否相等。作为该判定的结果,在计算坐标 X_i 与最终计算坐标 X_{end} 不相等 ($X \neq X_{end}$) 的情况下,转移到计算坐标更新部 90。

[0183] 之后,在计算坐标更新部 90 中,将当前的计算坐标 X_i 更新为新的下一个计算坐标 X_{i+1} ,并转移到前段的最佳声速确定部 23。

[0184] 之后,在最佳声速确定部 23 中,进行上述的设定声速 V 的全面的探索,算出与计算坐标 X_{i+1} 对应的最佳声速值,再次,转移到最终计算坐标判定部 88,进行最终计算坐标 X_{end} 的判定。

[0185] 在最终计算坐标判定部 88 的判定结果为 $X_i \neq X_{end}$ 情况下,如上所述,转移到计算坐标更新部 90,反复进行由计算坐标更新部 90 进行的新的计算坐标 X_i 的设定、基于最佳声速确定部 23 中的设定声速 V 的全面的探索进行的与计算坐标 X_i 对应的最佳声速值的计算、最终计算坐标判定部 88 的判定,直到 $X_i = X_{end}$ 为止。

[0186] 另一方面,作为最终计算坐标判定部 88 中的判定的结果,在计算坐标 X_i 与最终计算坐标 X_{end} 相等 ($X = X_{end}$) 的情况下,由声速校正部 24 进行的最佳声速值的设定结束,算出与所有计算坐标 X_i ($i = 1 \sim end$) 分别对应的最佳声速值以及已处理元件数据,并转移到图像生成部 26 的调相相加部 38。这样一来,将在计算坐标 $X_1 \sim X_{end}$ 处分别算出的最佳声速值以及使用最佳声速值而由元件数据处理部 22 处理的已处理元件数据与计算坐标 $X_1 \sim X_{end}$ 的各个坐标数据一起供给到调相相加部 38。

[0187] 接下来,在图像生成部 26 的调相相加部 38 中,对元件数据实施接收聚焦处理而生成接收数据(声线信号),并供给到检波处理部 40。在检波处理部 40 中,处理声线信号而生成 B 型图像信号。对 B 型图像信号,由 DSC42 进行光栅变换并由图像创建部 44 实施图像处理,来生成超声波图像。所生成的超声波图像存储于图像存储器 46 中,并且,通过显示控制部 27 来将超声波图像显示于显示部 28。

[0188] 这样一来,本发明的超声波检查装置由元件数据处理部进行多行处理,使用对使用重影的信号被减弱、真正的信号被增强的已处理元件数据来创建的超声波图像进行评价的画质指标,来求算最佳的环境声速,采用使用所求出的最佳的环境声速来进行多行处理后的已处理元件数据,来创建超声波图像,所以能够得到减轻了生物体组织内的声速不均的影响的高画质的超声波图像,另外,能够得到如下清晰的超声波图像:无需使用宽波束发送专用超声波探头,并且,保持与以往相同的帧率,不依赖于发送波束的宽度且高分辨率,且 SN 比较高,具有最佳的空间分辨率。

[0189] 接下来,根据图 9 以及图 10,来说明本发明的实施例 2 的超声波检查装置。

[0190] 图 9 是示意性地示出本发明的实施例 2 的超声波检查装置的结构框图,图 10 是按照处理流程示意性地示出图 9 所示的超声波检查装置的主要部分的一例的框图。

[0191] 此外,图 9 以及图 10 所示的超声波检查装置 100 与图 1 以及图 2 所示的超声波检查装置 10 除了具备第二声速校正部 102 这一点不同之外,具有完全相同的结构,所以对相

同的结构要素,附加相同的附图标记,省略其详细说明。

[0192] 如图 9 所示,超声波检查装置 100 具有超声波探头 12、超声波探头 12 连接的发送部 14 以及接收部 16、A/D 转换部 18、元件数据保持部 20、第二声速校正部 102、具备元件数据处理部 22 的声速校正部 24、图像生成部 26、显示控制部 27、显示部 28、控制部 30、操作部 32 以及存储部 34。

[0193] 在超声波检查装置 100 中,在由声速校正部 24 进行声速校正之前,通过第二声速校正部 102,使用未处理元件数据(第一元件数据)来进行声速校正,求出临时的声速值,使用该声速值作为由声速校正部 24 进行声速校正时的初始值来求算最佳声速值。

[0194] 第二声速校正部 102 连接于元件数据保持部 20 与声速校正部 24 之间,使用保存于元件数据保持部 20 中的未处理元件数据(第一元件数据),来将进行声速校正而算出的声速值供给到声速校正部 24。

[0195] 第二声速校正部 102 所进行的声速校正不特别的限定,例如能够利用日本特开 2011-92686 号所述的方法。该方法对应多个设定声速的每个设定声速而对未处理元件数据进行接收聚焦处理,对应每个设定声速算出聚焦指标,根据该聚焦指标来确定最佳的声速值。即,将能够最适当地对未处理元件数据进行接收聚焦处理的设定声速设为最佳的声速值。

[0196] 此外,第二声速校正部 102 中的声速校正作为声速校正部 24 中的声速校正时的声速探索的初始值而大概地求出即可,所以不一定需要对应每个计算区域、关注区域而设定发送聚焦。另外,不限于对应每个计算区域、关注区域来进行,也可以将画面整体作为一个关注区域来求算声速值。

[0197] 如图 10 所示,第二声速校正部 102 将所求出的声速值供给到声速校正部 24 的最佳声速确定部 23 的声速探索范围设定部 74。

[0198] 最佳声速确定部 23 的声速探索范围设定部 74 将从第二声速校正部 102 供给的声速值作为初始声速值 V_{st} 来设定声速值。

[0199] 声速值更新部 82 依次设定初始声速值 V_{st} 及其前后的声速值 ($V_{st} \pm \Delta V$),由画质指标计算部 78 算出画质指标,根据三个声速值下的结果来设定下一个设定声速 V 。例如,如果设定声速 V 为 $V_{st} + \Delta V$ 的情况是最好的结果,则声速值更新部 82 设定 $V_{st} + 2 \times \Delta V$ 作为下一个设定声速 V ,如果设定声速 V 为 V_{st} 的情况是最好的结果,则采用 V_{st} 作为最佳声速值。即,最佳声速确定部 23 将从第二声速校正部 102 供给的声速值作为初始声速值来探索性地求算最佳声速。

[0200] 通过设为第二声速校正部 102 使用未处理元件数据来进行声速校正并用作声速校正部 24 中的声速校正的初始值的结构,能够缩短最佳声速值的测定 / 运算所耗的时间。

[0201] 以上,详细说明了本发明,但本发明不限于上述实施例,在不脱离本发明的主旨的范围内,也可以进行各种改进、变更,这是不言而喻的。

[0202] 例如,既可以将图 1 以及图 2 所示的各结构要素构成为硬件,也可以构成为由计算机等执行的软件。

[0203] 而且,对应于对本发明的各实施方式所说明的超声波检查装置的各项功能,例如,以所述的声速校正部中包括的元件数据处理部为首的各结构要素及以作为图像生成部发挥功能的方式使计算机动作的用于超声波检查的程序、还有上述超声波检查方法的各步骤、

例如包括上述多行处理的各步骤的声速校正的各步骤以及依次使计算机执行图像生成的各步骤的用于超声波检查的程序都是本发明的实施方式之一。另外,记录了这样的程序的计算机可读的存储介质也是本发明的实施方式之一。

[0204] 附图标记说明

[0205] 10、100 超声波检查装置

[0206] 12 超声波探头

[0207] 14 发送部

[0208] 16 接收部

[0209] 18 A/D 转换部

[0210] 20 元件数据保持部

[0211] 22 元件数据处理部

[0212] 23 最佳声速确定部

[0213] 24 声速校正部

[0214] 26 图像生成部

[0215] 27 显示控制部

[0216] 28 显示部

[0217] 30 控制部

[0218] 32 操作部

[0219] 34 存储部

[0220] 36 探子

[0221] 38、38a 调相相加部

[0222] 40、40a 检波处理部

[0223] 42 DSC

[0224] 44、44a 图像创建部

[0225] 46 图像存储器

[0226] 48 延迟时间计算部

[0227] 50 叠合处理部

[0228] 70 计算区域设定部

[0229] 72 初始计算坐标设定部

[0230] 74 声速探索范围设定部

[0231] 76 初始声速值设定部

[0232] 78 画质指标计算部

[0233] 80 最终声速值判定部

[0234] 82 声速值更新部

[0235] 84 最佳声速判定部

[0236] 86 声速设定部

[0237] 88 最终计算坐标判定部

[0238] 90 计算坐标更新部

[0239] 102 第二声速校正部

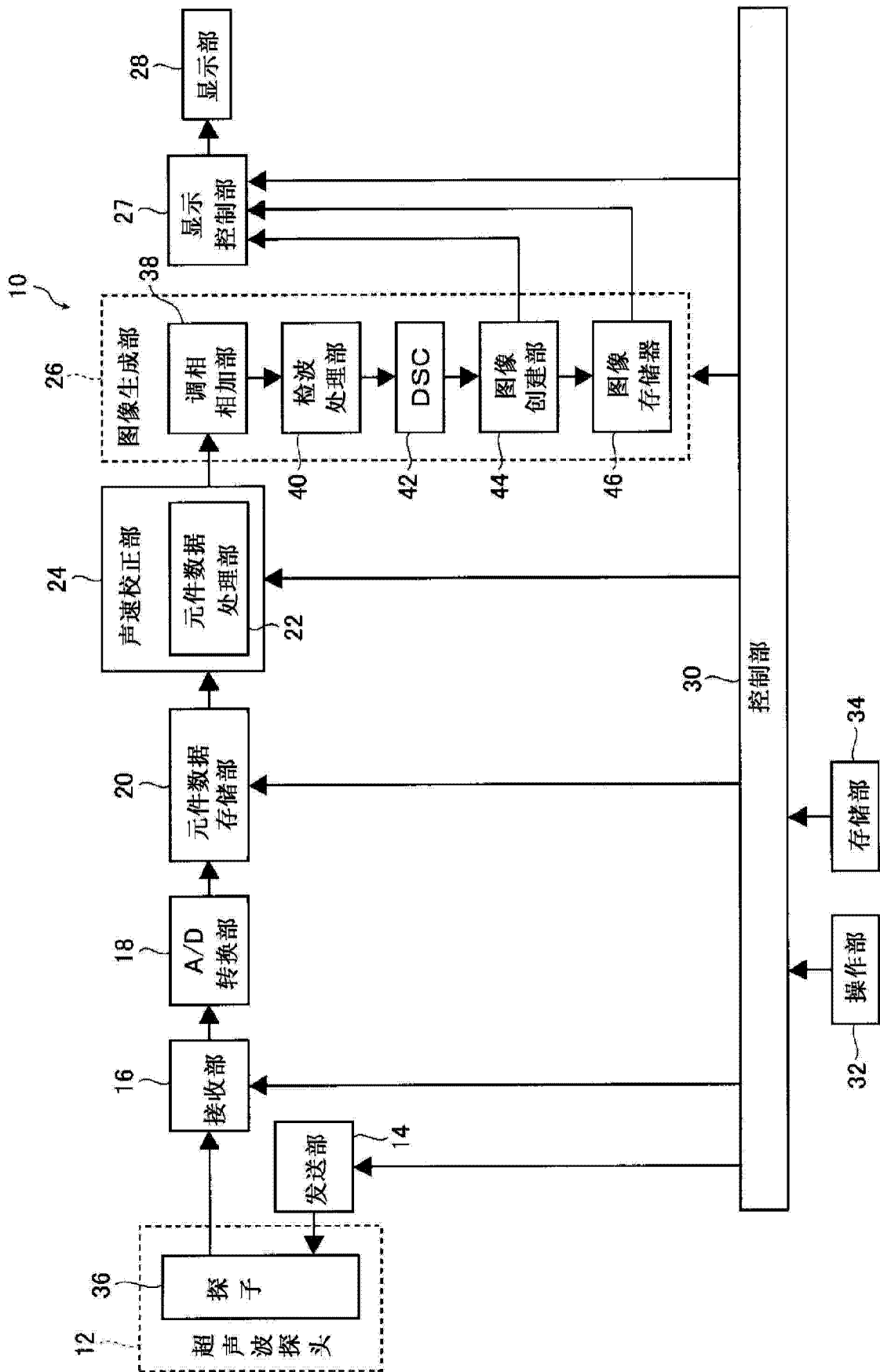


图 1

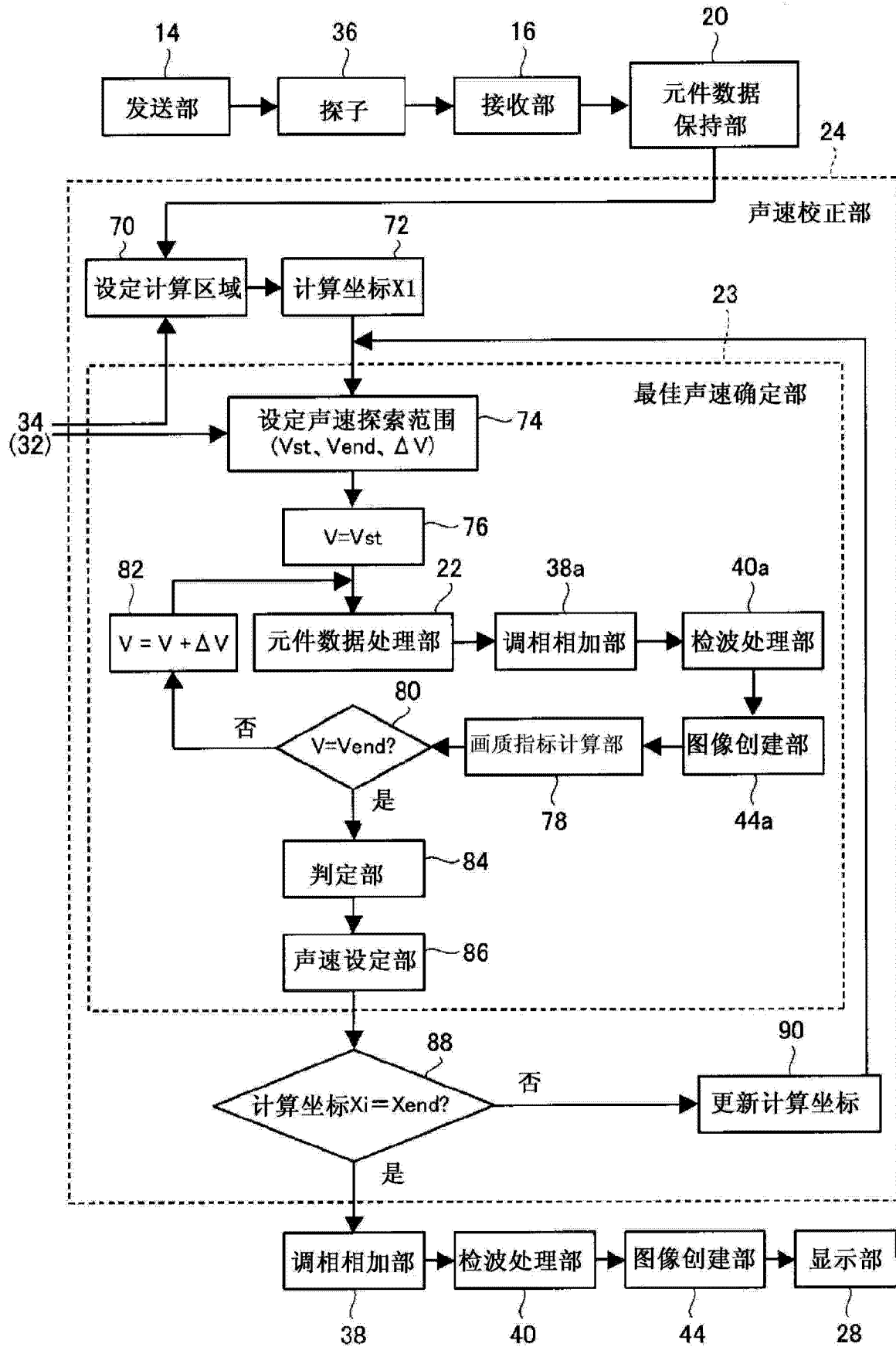


图 2

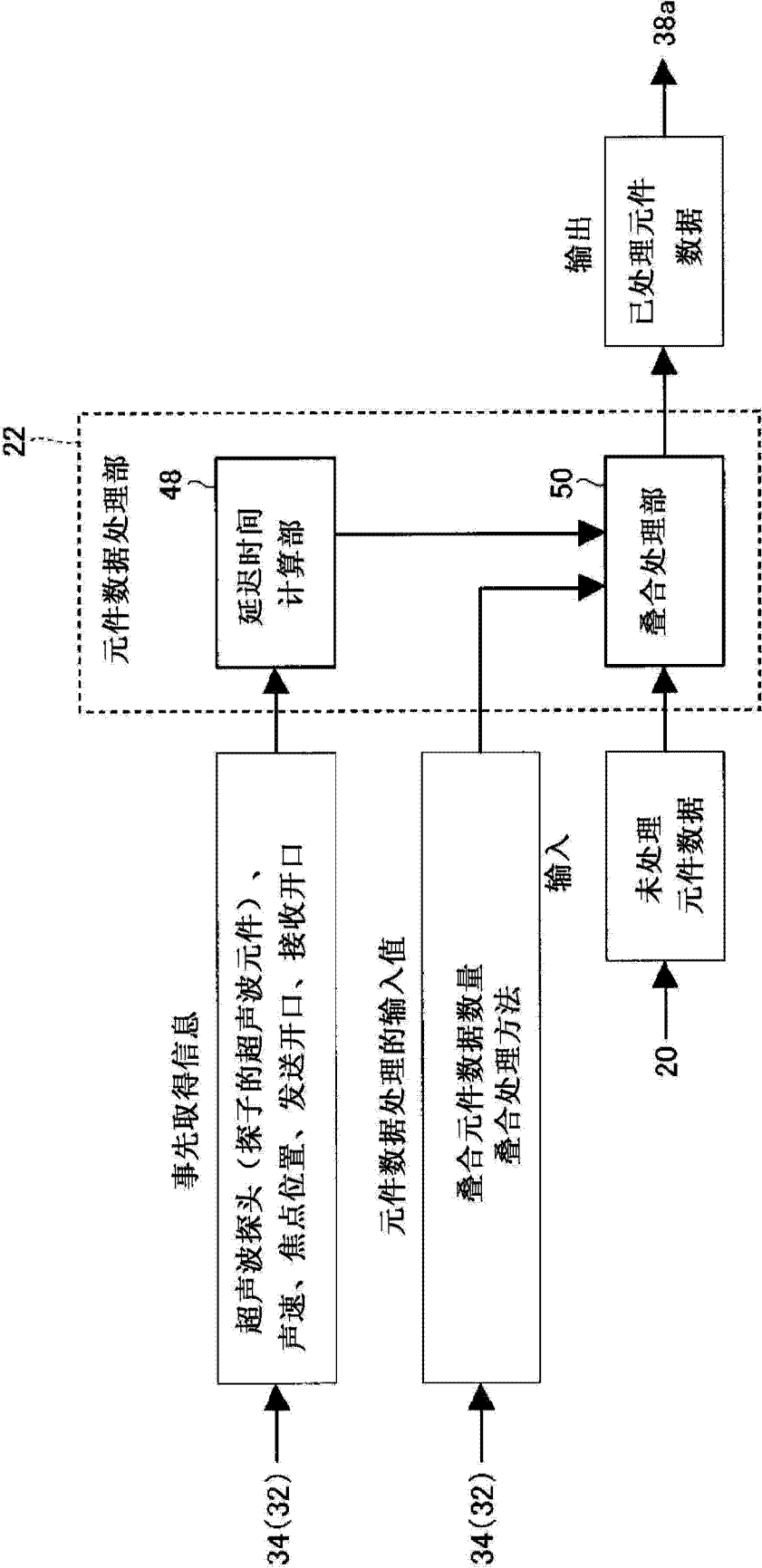


图 3

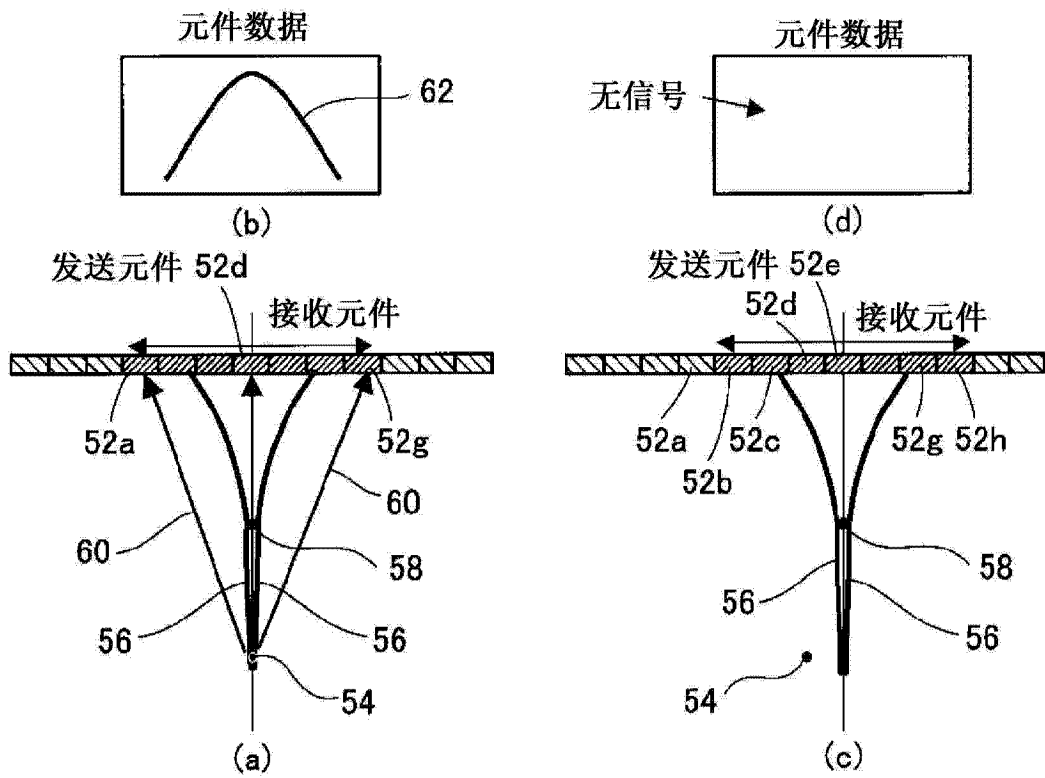


图 4

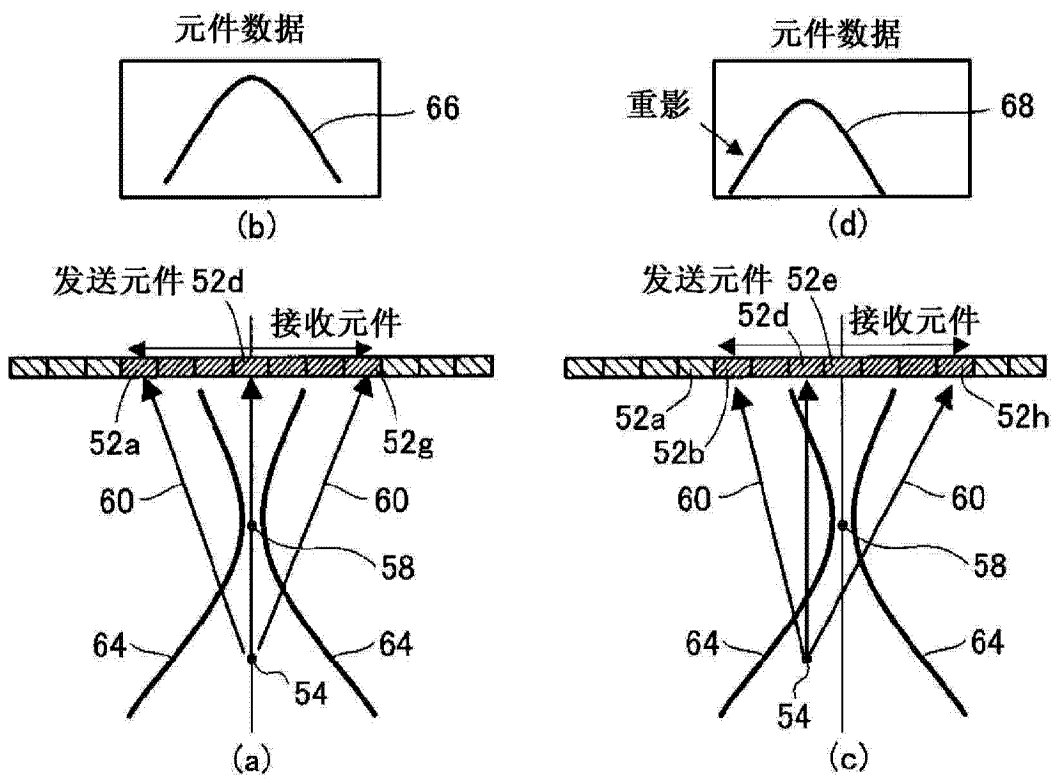


图 5

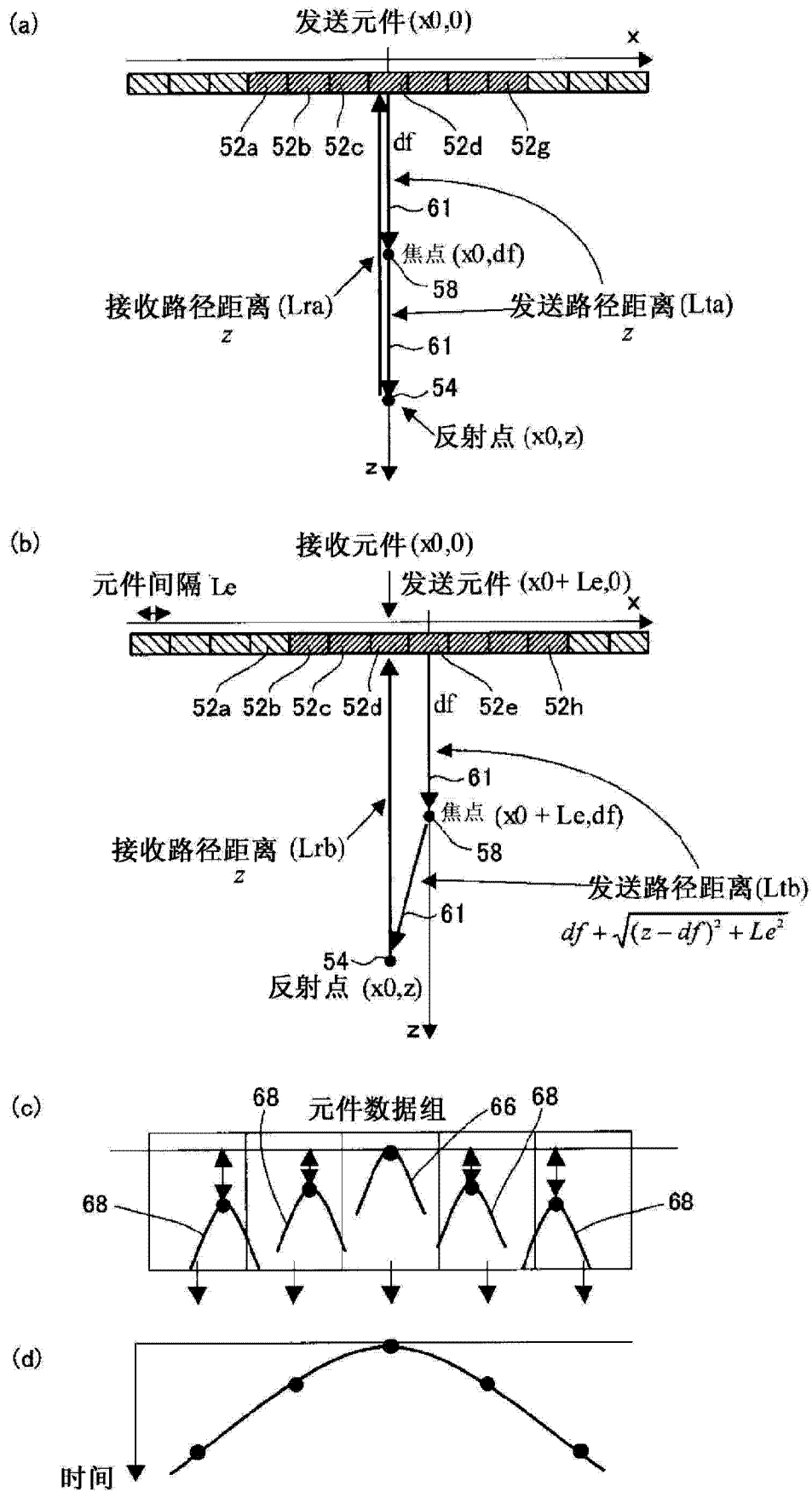


图 6

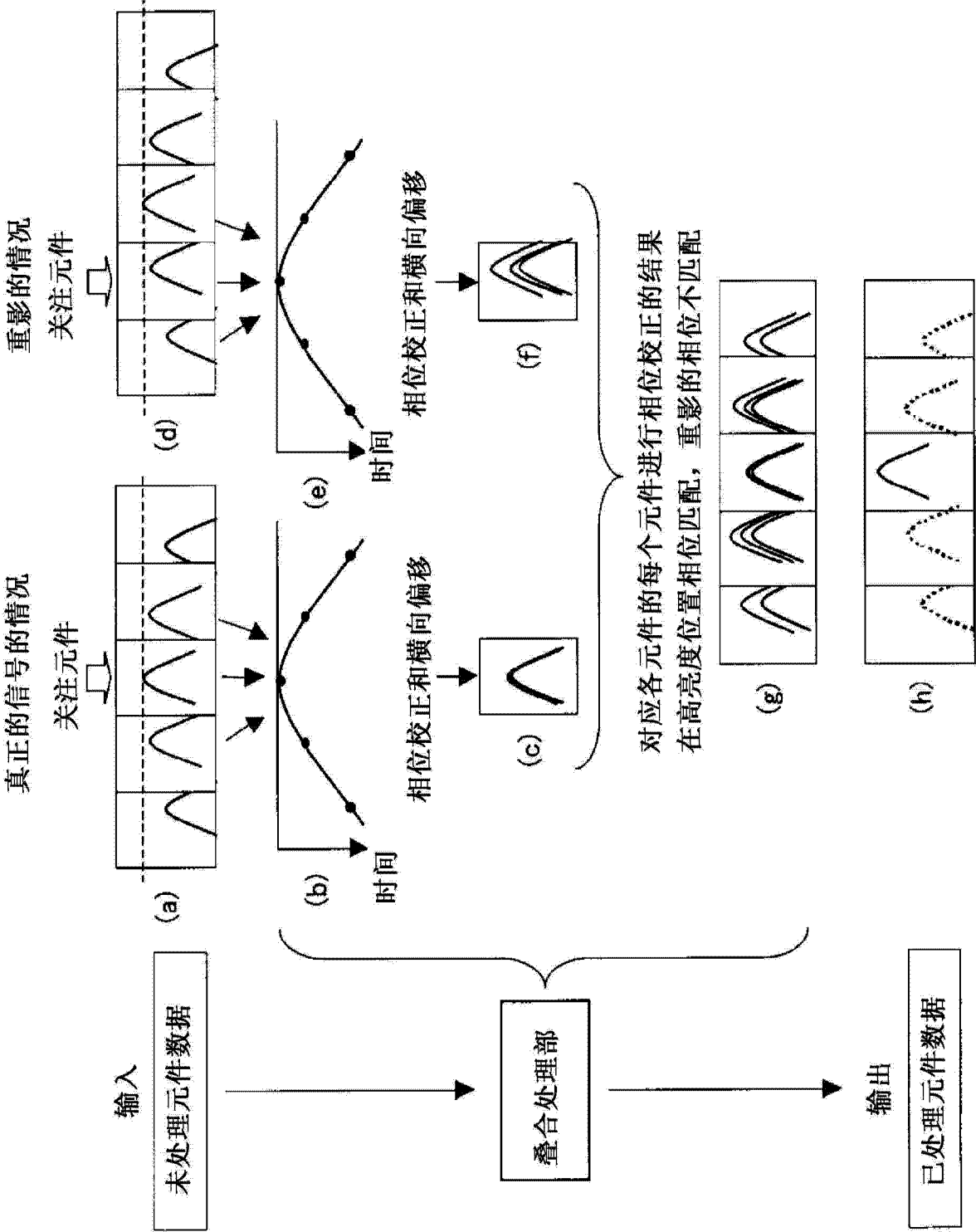


图 7

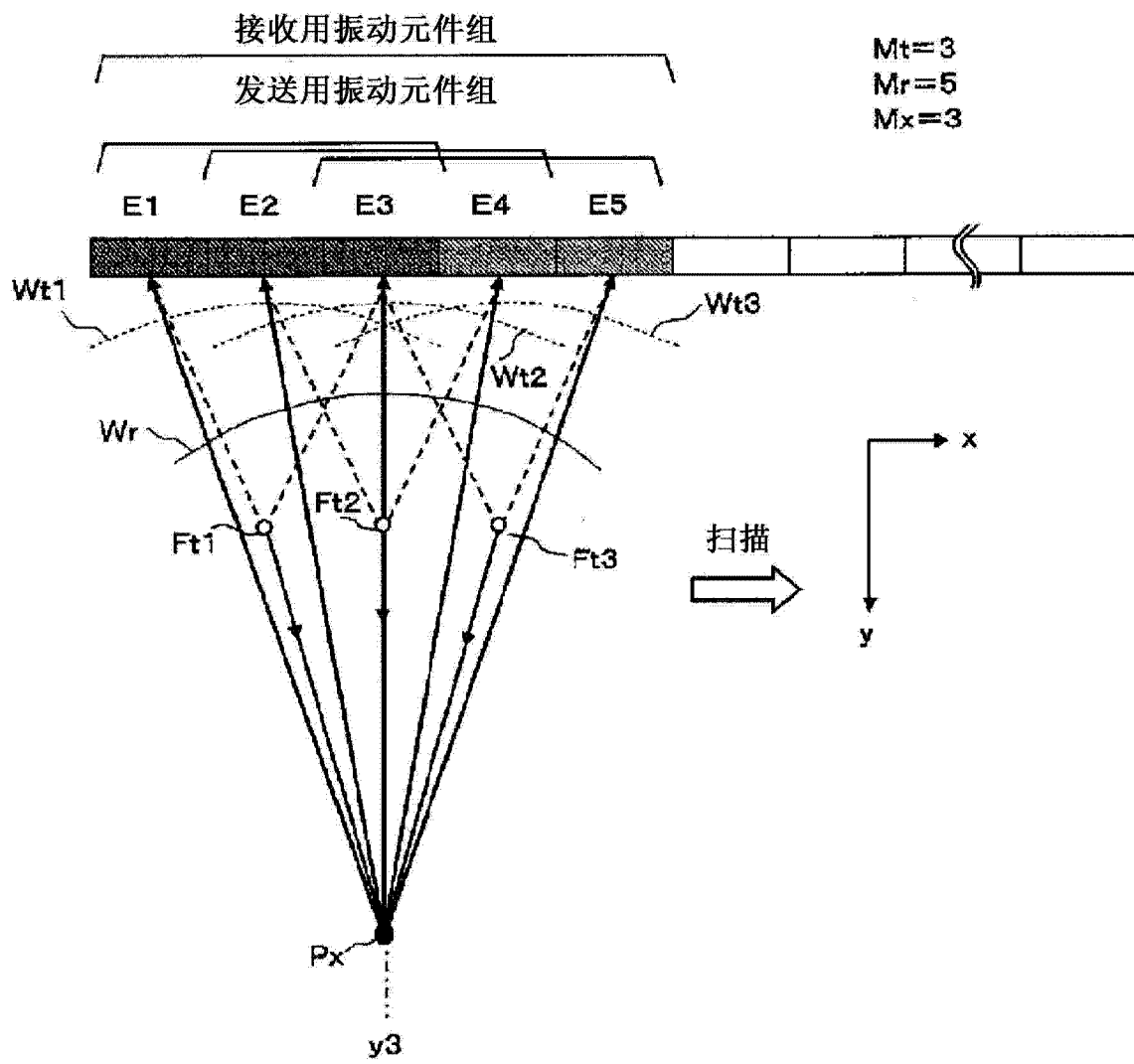


图 8

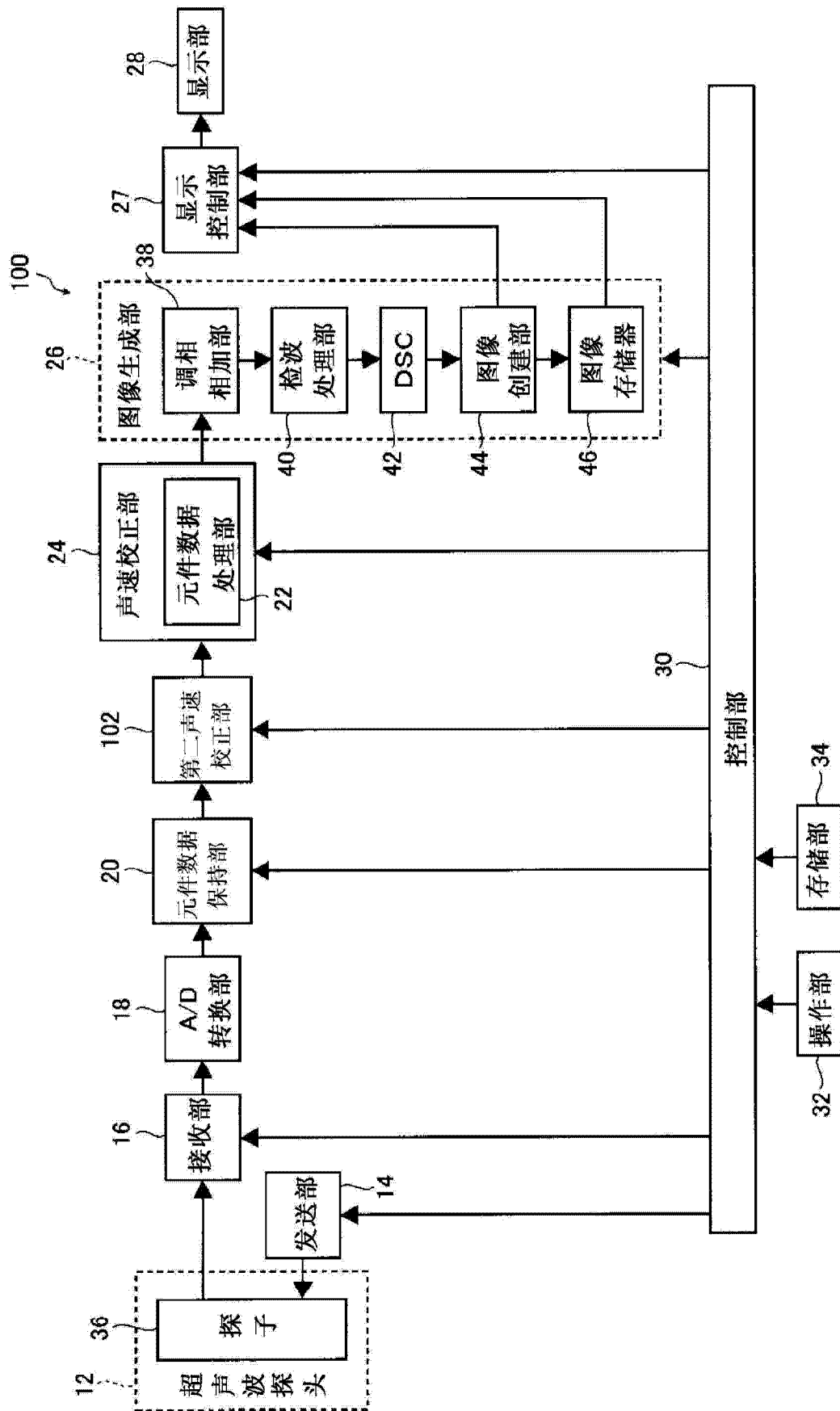


图 9

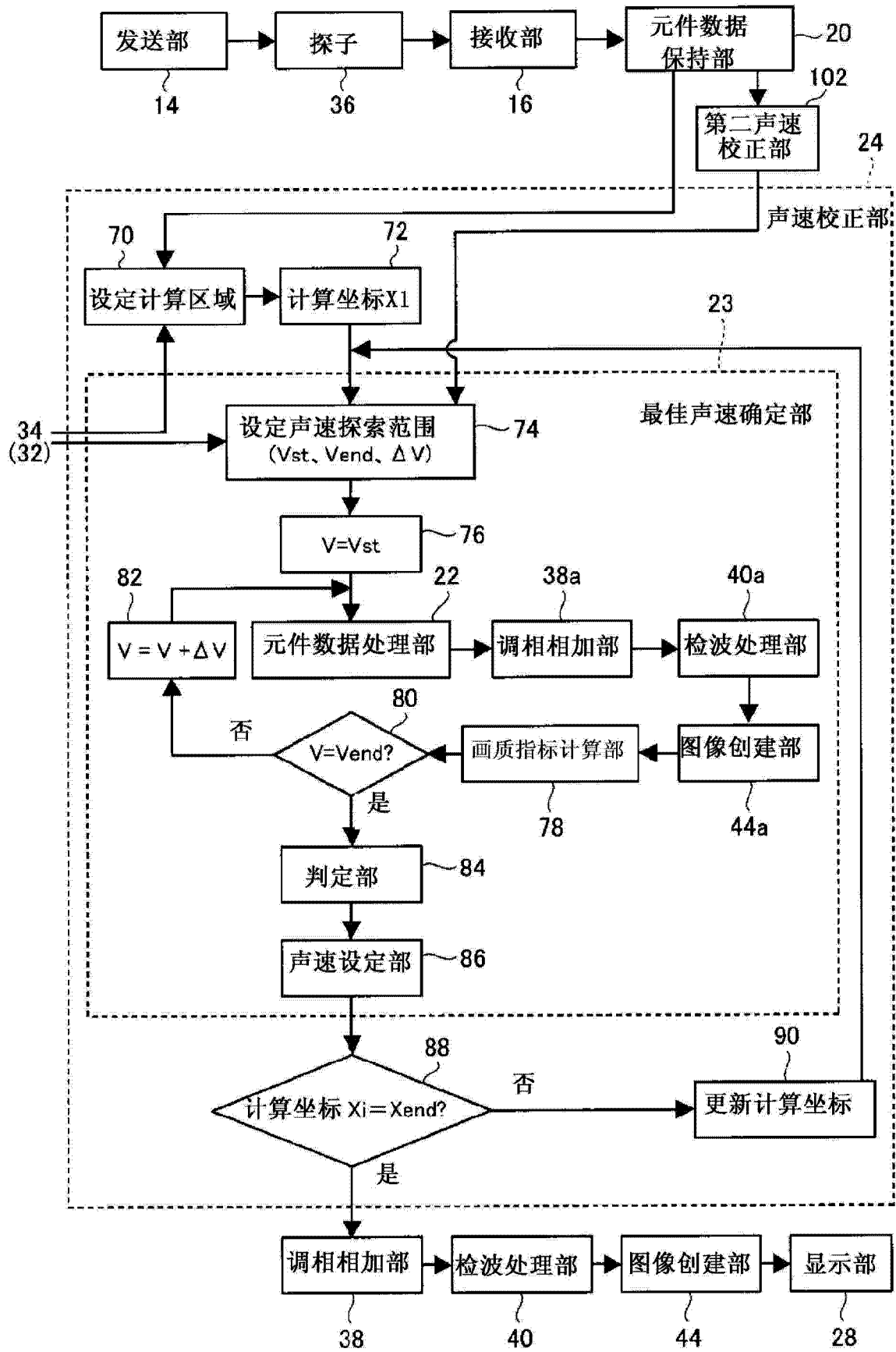


图 10

专利名称(译)	超声波检查装置、超声波检查方法、程序及记录介质		
公开(公告)号	CN104684487A	公开(公告)日	2015-06-03
申请号	CN201380050604.0	申请日	2013-09-24
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	山本拓明		
发明人	山本拓明		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4488 A61B8/485 A61B8/5207 A61B8/5269 G01S7/52036 G01S7/52049 G01S7/52085 G01S15/8915 G01S15/8997 A61B8/145 A61B8/4444 A61B8/4483 A61B8/5223 G01S15/02		
代理人(译)	苏卉		
优先权	2012215721 2012-09-28 JP 2013125337 2013-06-14 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供超声波检查装置、超声波检查方法、程序及记录介质，通过在包括了多行处理的计算的基础上进行声速校正而能够得到使生物体组织内的声速不均的影响减轻的高画质的超声波图像。具有：具备多个元件的探头、从多个元件对检查对象物发送超声波束的发送部、接收来自检查对象物的超声波回波信号的接收部、确定检查对象物内的声速值的声速确定部以及使用该声速值并根据由接收部得到的两个以上的第一元件数据来创建与第一元件数据中的任一个对应的第二元件数据的元件数据处理部，声速确定部使在元件数据处理部中创建第二元件数据时使用的声速值最佳化而求算为最佳的声速值，从而解决上述课题。

