



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104703544 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 10

(21) 申请号 201380050673. 1

代理人 熊传芳 苏卉

(22) 申请日 2013. 09. 25

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

A61B 8/00(2006. 01)

2012-214409 2012. 09. 27 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/JP2013/075906 2013. 09. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/050885 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

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

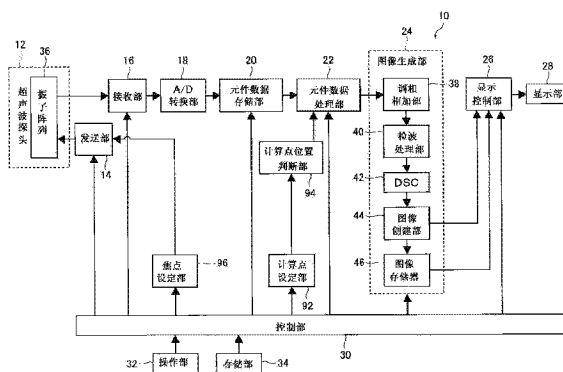
权利要求书4页 说明书21页 附图9页

(54) 发明名称

超声波检查装置、超声波图像数据生成方法及程序

(57) 摘要

本发明提供超声波检查装置,能够在靠近焦点的区域也包括在内的图像整体中,提高 SN 比,提高分辨率,且能够保持与以往相同的帧率,得到高分辨率且具有最佳的空间分辨率的清晰的超声波图像。判断数据计算点与发送焦点之间的距离是否为预定范围,在判断为到发送焦点的距离为预定范围以外的情况下,将超声波束假定为收敛波而进行多个第一元件数据的叠合,在判断为到发送焦点的距离为预定范围以内的情况下,将超声波束假定为平面波而进行多个第一元件数据的叠合,生成与数据计算点对应的第二元件数据,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,
具备:

焦点设定部,在所述检查对象物内设定多个发送焦点;

探子,具备多个元件,所述元件产生所述超声波束的各分量且接收由所述检查对象物反射的超声波回波而输出所接收的模拟元件信号;

发送部,使所述探子使用多个所述元件对由所述焦点设定部设定的各发送焦点产生超声波束;

接收部,对应于对各所述发送焦点的各个所述超声波束的发送,接收多个所述元件所接收的模拟元件信号,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;

计算点设定部,在所述检查对象物内设定至少一个数据计算点;

计算点位置判断部,对所述计算点设定部所设定的所述数据计算点分别判断到所述发送焦点的距离是否为预定阈值以下;及

元件数据处理部,使通过多个所述超声波束的发送而得到的所述第一元件数据叠合,生成与所述数据计算点对应的第二元件数据,

所述元件数据处理部具有将所述超声波束假定为收敛波而进行多个所述第一元件数据的叠合的第一模式和将所述超声波束假定为平面波而进行多个所述第一元件数据的叠合的第二模式,在从所述数据计算点到所述发送焦点的距离大于预定阈值的情况下,所述元件数据处理部通过所述第一模式进行多个所述第一元件数据的叠合,在从所述数据计算点到所述发送焦点的距离为预定阈值以下的情况下,所述元件数据处理部通过所述第二模式进行多个所述第一元件数据的叠合。

2. 根据权利要求 1 所述的超声波检查装置,其中,

所述计算点设定部将所述数据计算点设定于所述超声波束的发送行上,

所述计算点位置判断部基于到与所述数据计算点对应的所述发送行上的所述发送焦点的距离来进行判断。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的超声波检查装置,其中,

所述发送部变更中心的元件而进行使所述探子使用多个所述元件对各所述发送焦点发送所述超声波束。

4. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的超声波诊断装置,其中,

所述接收部对应于由所述发送部进行的所述超声波束的发送,来变更接收所述超声波回波的多个所述元件的中心的元件。

5. 根据权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的超声波诊断装置,其中,

所述接收部利用与所述发送部进行所述超声波束的发送所使用的多个所述元件相同的元件来接收所述超声波回波。

6. 根据权利要求 1 ~ 5 中任一项所述的超声波诊断装置,其中,

所述元件数据处理部根据所述元件接收到超声波回波的接收时间和所述元件的位置而使多个所述第一元件数据叠合,来生成与所述数据计算点对应的第二元件数据。

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，算出两个以上的所述第一元件数据的延迟时间；及

叠合处理部，基于所算出的延迟时间和进行了接收的所述探子的所述元件的位置来使两个以上的所述第一元件数据叠合而生成所述第二元件数据，

在所述第一模式的情况下，所述延迟时间计算部将所述超声波束假定为收敛波而算出所述延迟时间，在所述第二模式的情况下，所述延迟时间计算部将所述超声波束假定为平面波而算出所述延迟时间。

8. 根据权利要求 7 所述的超声波检查装置，其中，

在从所述数据计算点到所述发送焦点的距离为预定的第一阈值以上的情况下，所述延迟时间计算部通过所述第一模式算出所述延迟时间，在从所述数据计算点到所述发送焦点的距离为比所述第一阈值小的第二阈值以下的情况下，所述延迟时间计算部通过所述第二模式算出所述延迟时间，在到所述数据计算单元和所述发送焦点的距离为所述第一阈值与所述第二阈值之间的情况下，所述延迟时间计算部对将所述超声波束假定为收敛波而算出的延迟时间和将所述超声波束假定为平面波而算出的延迟时间进行与到所述发送焦点的距离相应的加权平均，而算出所述延迟时间。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的超声波检查装置，其中，

所述延迟时间计算部基于事先取得的与所述探子、所述检查对象物的声速、所述超声波束的发送焦点的位置、所述发送部的所述探子的发送开口和所述接收部的所述探子的接收开口相关的至少一个的信息，算出两个以上的所述第一元件数据的延迟时间，

所述叠合处理部基于预先设定的两个以上的所述第一元件数据中叠合的第一元件数据的数量和叠合处理方法，使两个以上的所述第一元件数据叠合，而生成所述第二元件数据。

10. 根据权利要求 1～9 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使用由中心的元件不同的多个所述超声波束的发送而得到的所述第一元件数据。

11. 根据权利要求 1～10 中任一项所述的超声波诊断装置，其中，

所述元件数据处理部使用由超声波束的发送区域重合的多个所述超声波束的发送而得到的所述第一元件数据，而生成所述第二元件数据。

12. 根据权利要求 1～11 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使将沿所述元件的排列方向连续的元件分别作为中心的元件来发送超声波束而得到的多个所述第一元件数据叠合，而生成所述第二元件数据。

13. 根据权利要求 1～12 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使将发送与所述数据计算点对应的超声波束时的中心的元件左右相邻的相同数量的元件分别作为中心的元件来发送超声波束而得到的多个所述第一元件数据叠合，而生成与该数据计算点对应的所述第二元件数据。

14. 根据权利要求 1～13 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在对两个以上的所述第一元件数据中的各第一元件数据乘以加权系数后使该两个以上的所述第一元件数据叠合。

15. 根据权利要求 1～14 中任一项所述的超声波检查装置，其中，

具有对所述接收部所输出的全部所述第一元件数据进行保持的元件数据保持部。

16. 一种超声波图像数据生成方法, 由具备多个元件的探子产生超声波束而对检查对象物进行检查并生成超声波图像数据, 所述元件产生所述超声波束的各分量且接收在所述检查对象物内反射的超声波回波而输出所接收的模拟信号,

所述超声波图像数据生成方法的特征在于, 具有:

焦点设定步骤, 在所述检查对象物内设定多个发送焦点;

发送步骤, 使所述探子使用多个所述元件对由所述焦点设定步骤设定的各所述发送焦点产生超声波束;

接收步骤, 对应于对各所述发送焦点的各个所述超声波束的发送而接收多个所述元件所接收的模拟元件信号, 并实施预定的处理;

AD 转换步骤, 对由所述接收步骤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;

计算点设定步骤, 在所述检查对象物内设定至少一个数据计算点;

计算点位置判断步骤, 对由所述计算点设定步骤设定的所述数据计算点分别判断到所述发送焦点的距离是否为预定范围; 及

元件数据处理步骤, 使通过多个所述超声波束的发送而得到的所述第一元件数据叠合, 生成与所述数据计算点对应的第二元件数据,

所述元件数据处理步骤具有将所述超声波束假定为收敛波而进行多个所述第一元件数据的叠合的第一模式和将所述超声波束假定为平面波而进行多个所述第一元件数据的叠合的第二模式, 在从所述数据计算点到所述发送焦点的距离大于预定阈值的情况下, 通过所述第一模式进行多个所述第一元件数据的叠合, 在从所述数据计算点到所述发送焦点的距离为预定阈值以下的情况下, 通过所述第二模式进行多个所述第一元件数据的叠合。

17. 一种超声波图像数据生成程序, 使计算机执行由具备多个元件的探子产生超声波束而对检查对象物进行检查并生成超声波图像数据, 所述元件产生所述超声波束的各分量且接收在所述检查对象物内反射的超声波回波而输出所接收的模拟信号,

所述超声波图像数据生成程序的特征在于,

使计算机执行:

焦点设定步骤, 在所述检查对象物内设定多个发送焦点;

发送步骤, 使所述探子使用多个所述元件对由所述焦点设定步骤设定的各所述发送焦点产生超声波束;

接收步骤, 对应于对各所述发送焦点的各个所述超声波束的发送而接收多个所述元件所接收的模拟元件信号, 并实施预定的处理;

AD 转换步骤, 对由所述接收步骤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;

计算点设定步骤, 在所述检查对象物内设定至少一个数据计算点;

计算点位置判断步骤, 对由所述计算点设定步骤设定的所述数据计算点分别判断到所述发送焦点的距离是否为预定范围; 及

元件数据处理步骤, 使通过多个所述超声波束的发送而得到的所述第一元件数据叠合, 生成与所述数据计算点对应的第二元件数据,

所述元件数据处理步骤具有将所述超声波束假定为收敛波而进行多个所述第一元件数据的叠合的第一模式和将所述超声波束假定为平面波而进行多个所述第一元件数据的叠合的第二模式,在从所述数据计算点到所述发送焦点的距离大于预定阈值的情况下,通过所述第一模式进行多个所述第一元件数据的叠合,在从所述数据计算点到所述发送焦点的距离为预定阈值以下的情况下,通过所述第二模式进行多个所述第一元件数据的叠合。

超声波检查装置、超声波图像数据生成方法及程序

技术领域

[0001] 本发明涉及通过对超声波束进行收发而拍摄生物体内的脏器等检查对象物来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、超声波图像数据生成方法及程序。

背景技术

[0002] 以往以来,在医疗领域中,利用超声波图像的超声波图像诊断装置等超声波检查装置已被实用化。通常,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)和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,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,经由多个元件而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,但由多个元件接收由同一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的超声波回波信号,由同一反射体反射且由与发送元件不同的其他元件接收的超声波回波信号延迟,因此在对由多个元件接收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后,对元件数据进行接收聚焦处理,即进行延迟校正而使相位匹配,并进行调相相加而生成声线信号,基于如此得到的声线信号来生成超声波图像。

[0004] 在这种超声波检查技术中,为了使超声波图像的画质提高,通过将由多个不同的焦点发送的信号相加,相比于以往改善信号的质量。

[0005] 例如,在专利文献 1 中,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而形成假想的点声源,并且,利用构成接收用振动元件组的多个振动元件,接收通过从该点声源发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,并对与所得到的信道相应的量的接收信号,进行使观测点成为接收聚焦点那样的接收调相相加。此外,公开了如下的超声波诊断装置:对使用所述接收用振动元件组和沿振动元件的排列方向依次偏移的发送用振动元件组的各个振动元件所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因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 中,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,从而能够以高精度且高灵敏度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和接收波束。因此,专利文献 1 公开了能够生成并显示空间分辨率、对比度分辨率、S/N 优秀的图像数据的技术方案。

[0007] 专利文献 1:日本特开 2009-240700 号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 然而,在专利文献 1 所公开的技术中,相比于现有技术能够得到高画质的图像,但为了创建 1 行的数据,需要改变发送位置而产生多个发送波束,相比于现有技术,发送次数增加,因此帧率降低,存在实时性变差这样的问题。另外,在专利文献 1 中,将焦点视为假想的点声源,对多个接收信号进行合成,但实际上,焦点并未收敛成视为点声源的程度,保持有限的扩散,因此越靠近焦点的区域的图像,在对接收信号进行合成时,数据的精度越低,存在 SN 比、分辨率降低这样的问题。

[0010] 本发明的目的在于提供超声波检查装置、超声波图像数据生成方法及程序,消除上述现有技术的问题点,能够也包括接近焦点的区域而在图像整体中,提高 SN 比,提高分辨率,并且能够保持与以往相同的帧率,得到高分辨率且具有最佳的空间分辨率的清晰的超声波图像。

[0011] 用于解决课题的手段

[0012] 为了实现上述目的,本发明提供超声波诊断装置,使用超声波束对检查对象物进行检查,其特征在于,具备:焦点设定部,在检查对象物内设定多个发送焦点;探子,具备多个元件,上述元件产生超声波束的各分量且接收由检查对象物反射的超声波回波而输出所接收的模拟元件信号;发送部,使探子使用多个元件对由焦点设定部设定的各发送焦点产生超声波束;接收部,对应于对各所述发送焦点的各个超声波束的发送,接收多个元件所接收的模拟元件信号,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;计算点设定部,在检查对象物内设定至少一个数据计算点;计算点位置判断部,对计算点设定部所设定的数据计算点分别判断到发送焦点的距离是否为预定阈值以下;及元件数据处理部,使通过多个超声波束的发送而得到的第一元件数据叠合,生成与数据计算点对应的第二元件数据;元件数据处理部具有将超声波束假定为收敛波而进行多个第一元件数据的叠合的第一模式和将超声波束假定为平面波而进行多个第一元件数据的叠合的第二模式,在从数据计算点到发送焦点的距离大于预定阈值的情况下,所述元件数据处理部通过第一模式进行多个第一元件数据的叠合,在从数据计算点到发送焦点的距离为预定阈值以下的情况下,所述元件数据处理部通过第二模式进行多个第一元件数据的叠合。

[0013] 在此,优选为,计算点设定部将数据计算点设定于超声波束的发送行上,计算点位置判断部基于到与数据计算点对应的发送行上的发送焦点的距离来进行判断。

[0014] 另外,优选为,发送部变更中心的元件而进行使探子使用多个元件对各发送焦点发送超声波束。

[0015] 另外,优选为,接收部对应于由发送部进行的超声波束的发送,来变更接收超声波回波的多个元件的中心的元件。

[0016] 另外,优选为,接收部利用与发送部进行超声波束的发送所使用的多个元件相同的元件来接收超声波回波。

[0017] 另外,优选为,元件数据处理部根据元件接收到超声波回波的接收时间和元件的位置而使多个第一元件数据叠合,来生成与数据计算点对应的第二元件数据。

[0018] 另外,优选为,元件数据处理部具有:算出两个以上的第一元件数据的延迟时间的

延迟时间计算部；及基于所算出的延迟时间和进行了接收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的叠合处理部，在第一模式的情况下，延迟时间计算部将超声波束假定为收敛波而算出延迟时间，在第二模式的情况下，延迟时间计算部将超声波束假定为平面波而算出延迟时间。

[0019] 另外，优选为，在从数据计算点到发送焦点的距离为预定的第一阈值以上的情况下，延迟时间计算部通过第一模式算出延迟时间，在从数据计算点到发送焦点的距离为比第一阈值小的第二阈值以下的情况下，延迟时间计算部通过第二模式算出延迟时间，在到数据计算单元和发送焦点的距离为第一阈值与第二阈值之间的情况下，延迟时间计算部对将超声波束假定为收敛波而算出的延迟时间和将超声波束假定为平面波而算出的延迟时间进行与到发送焦点的距离相应的加权平均，而算出延迟时间。

[0020] 另外，优选为，延迟时间计算部基于事先取得的与探子、检查对象物的声速、超声波束的发送焦点的位置、发送部的探子的发送开口和接收部的探子的接收开口相关的至少一个的信息，算出两个以上的第一元件数据的延迟时间，叠合处理部基于预先设定的两个以上的第一元件数据中叠合的第一元件数据的数量和叠合处理方法，使两个以上的第一元件数据叠合，而生成第二元件数据。

[0021] 另外，优选为，元件数据处理部使用由中心的元件不同的多个超声波束的发送而得到的第一元件数据。

[0022] 另外，优选为，元件数据处理部使用通过超声波束的发送区域重合的、多个超声波束的发送而得到的第一元件数据，而生成第二元件数据。

[0023] 另外，优选为，元件数据处理部使将沿元件的排列方向连续的元件分别作为中心的元件来发送超声波束而得到的多个第一元件数据叠合，而生成第二元件数据。

[0024] 另外，优选为，元件数据处理部使将发送与数据计算点对应的超声波束时的中心的元件左右相邻的相同数量的元件分别作为中心的元件来发送超声波束而得到的多个第一元件数据叠合，而生成与该数据计算点对应的第二元件数据。

[0025] 另外，优选为，元件数据处理部在对两个以上的第一元件数据中的各第一元件数据乘以加权系数后使该两个以上的第一元件数据叠合。

[0026] 另外，优选为，具有对接收部所输出的全部第一元件数据进行保持的元件数据保持部。

[0027] 另外，为了实现上述目的，本发明提供超声波图像数据生成方法，由具备多个元件的探子产生超声波束而对检查对象物进行检查并生成超声波图像数据，上述元件产生超声波束的各分量且接收在检查对象物内反射的超声波回波并输出所接收的模拟信号，上述超声波图像数据生成方法的特征在于，具有：焦点设定步骤，在检查对象物内设定多个发送焦点；发送步骤，使探子使用多个元件对由焦点设定步骤设定的各发送焦点产生超声波束；接收步骤，对应于对各所述发送焦点的各个超声波束的发送而接收多个元件所接收的模拟元件信号，并实施预定的处理；AD转换步骤，对由接收步骤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；计算点设定步骤，在检查对象物内设定至少一个数据计算点；计算点位置判断步骤，对由计算点设定步骤设定的数据计算点分别判断到发送焦点的距离是否为预定范围；及元件数据处理步骤，使通过多个超声波束的发送而得到的第一元件数据叠合，生成与数据计算点对应的第二元件数据，元件数据处理步骤

具有将超声波束假定为收敛波而进行多个第一元件数据的叠合的第一模式和将超声波束假定为平面波而进行多个第一元件数据的叠合的第二模式,在从数据计算点到发送焦点的距离大于预定阈值的情况下,通过第一模式进行多个第一元件数据的叠合,在从数据计算点到发送焦点的距离为预定阈值以下的情况下,通过第二模式进行多个第一元件数据的叠合。

[0028] 另外,为了实现上述目的,本发明提供超声波图像数据生成程序,使计算机执行由具备多个元件的探子产生超声波束而对检查对象物进行检查并生成超声波图像数据,上述元件产生超声波束的各分量且接收在检查对象物内反射的超声波回波而输出所接收的模拟信号,上述超声波图像数据生成程序的特征在于,使计算机执行:焦点设定步骤,在检查对象物内设定多个发送焦点;发送步骤,使探子使用多个元件对由焦点设定步骤设定的各发送焦点产生超声波束;接收步骤,对应于对各所述发送焦点的各个超声波束的发送而接收多个元件所接收的模拟元件信号,并实施预定的处理;AD 转换步骤,对由接收步骤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;计算点设定步骤,在检查对象物内设定至少一个数据计算点;计算点位置判断步骤,对由计算点设定步骤设定的数据计算点分别判断到发送焦点的距离是否为预定范围;及元件数据处理步骤,使通过多个超声波束的发送而得到的第一元件数据叠合,生成与数据计算点对应的第二元件数据,元件数据处理步骤具有将超声波束假定为收敛波而进行多个第一元件数据的叠合的第一模式和将超声波束假定为平面波而进行多个第一元件数据的叠合的第二模式,在从数据计算点到发送焦点的距离大于预定阈值的情况下,通过第一模式进行多个第一元件数据的叠合,在从数据计算点到发送焦点的距离为预定阈值以下的情况下,通过第二模式进行多个第一元件数据的叠合。

[0029] 发明效果

[0030] 根据本发明,作为元件数据的叠合时的模式,具有将超声波束假定为收敛波的模式和假定为平面波的模式,并根据焦点的位置来切换模式,因此能够不降低焦点的附近等、当作为收敛波进行元件数据的叠合时数据的精度降低的区域的元件数据的精度,在图像整体中,提高 SN 比,提高分辨率,且能够保持与以往相同的帧率,得到高分辨率且具有最佳的空间分辨率的清晰的超声波图像。

附图说明

[0031] 图 1 是示意性地表示本发明所涉及的超声波检查装置的结构的一例的框图。

[0032] 图 2 是用于对焦点位置和数据计算点进行说明的示意图。

[0033] 图 3 是示意性地表示图 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。

[0034] 图 4(a) 和 (c) 分别是从小被检体的反射点的正上方的元件和并非正上方的元件发送理想的超声波束的情况下的说明图,(b) 和 (d) 分别是表示所得到的元件数据的说明图。

[0035] 图 5(a) 和 (c) 分别是从小被检体的反射点的正上方的元件和并非正上方的元件发送实际的超声波束的情况下的说明图,(b) 和 (d) 分别是表示所得到的元件数据的说明图。

[0036] 图 6(a) 和 (b) 分别是对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和接收路径的距离进行说明的说明图,(c) 和 (d) 分别是表示由多个元

件得到的元件数据和这些元件数据的延迟时间的说明图。

[0037] 图 7 是对平面波模式进行说明的说明图。

[0038] 图 8(a)、(b) 和 (c) 以及 (d)、(e) 和 (f) 分别是表示真正的信号的情况下以及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, (g) 和 (h) 分别是表示与多个元件对应的元件数据的叠合状态及其结果的说明图。

[0039] 图 9 是对图 1 所示的超声波检查装置的动作进行说明的流程图。

具体实施方式

[0040] 以下, 基于附图所示的优选实施方式, 对本发明所涉及的超声波检查装置、超声波图像数据生成方法及程序详细地进行说明。

[0041] 图 1 是示意性地表示本发明的超声波检查装置的结构的一实施例的框图。

[0042] 如图 1 所示的, 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、接收部 16、A/D 转换部 18、元件数据存储部 20、元件数据处理部 22、图像生成部 24、显示控制部 26、显示部 28、控制部 30、操作部 32、存储部 34、计算点设定部 92、计算点位置判断部 94 和焦点设定部 96。

[0043] 超声波探头 (超声波探子) 12 具有通常的超声波检查装置所使用的振子阵列 36。

[0044] 振子阵列 36 具有呈一维或二维阵列状排列的多个元件、即超声波换能器。这些超声波换能器在拍摄检查对象物 (以下, 称作被检体) 的超声波图像时, 根据分别从发送部 14 供给的驱动信号而将超声波束发送到被检体, 并且接收来自被检体的超声波回波而输出接收信号 (模拟元件信号)。在本实施方式中, 振子阵列 36 的多个超声波换能器内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。

[0045] 各超声波换能器例如由在压电体的两端形成有电极的元件、即振子构成, 上述压电体由以 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 (铌酸 / 钛酸铅固溶体) 为代表的压电单晶等构成。

[0046] 当向这种振子的电极施加脉冲状或连续波状的电压时, 压电体伸缩, 从各个振子产生脉冲状或连续波状的超声波, 通过该超声波的合成来形成超声波束。另外, 各个振子通过接收所传播的超声波而伸缩并产生电信号, 该电信号作为超声波的接收信号 (模拟元件信号) 而输出。

[0047] 焦点设定部 96 根据从操作部 32 输入的发送焦点的信息 (焦点的位置信息), 在振子阵列 36 发送超声波束时, 设定多个发送行和各发送行上的焦点位置。

[0048] 具体来说, 与以往的超声波检查装置同样地, 焦点设定部 96 根据从操作部 32 输入的显示区域 (检查范围)、深度 (depth) 等的设定以及振子阵列 36 的振子的配置间隔等信息, 设定用于发送超声波束的多个发送行, 并在各发送行上自动地设定作为超声波束的焦点的位置。

[0049] 另外, 焦点设定部 96 也可以根据操作者从操作部 32 直接输入的焦点的位置信息来设定焦点位置。

[0050] 图 2 表示所设定的焦点位置的一例。

[0051] 在图 2 所示的例子中,与振子阵列 36 的各元件(超声波换能器)对应地,在各元件相同行上分别设定有一个发送行。另外,在各发送行上以相同的深度分别设定有一个焦点位置。

[0052] 所设定的焦点位置的信息被供给到发送部 14、计算点位置判断部 94 和控制部 30。

[0053] 发送部 14 例如包含多个脉冲发生器,基于根据来自控制部 30 的控制信号和来自焦点设定部 96 的焦点位置的信息而选择的发送延迟模式,从振子阵列 36 的一组的预定数量的超声波换能器(以下,称作超声波元件)发送的超声波束分量形成一个超声波束,并以在所设定的焦点位置上形成焦点的方式对各个驱动信号的延迟量进行调节而供给到构成组的多个超声波元件。

[0054] 具体来说,发送部 14 以如下方式供给驱动信号:将位于与所设定的发送行相同的行上的超声波元件作为中心元件,将该中心元件和左右相邻的多个超声波元件作为一组的发送元件(发送开口),发送在所设定的焦点位置上形成焦点的超声波束。

[0055] 接收部 16 根据来自控制部 30 的控制信号,对振子阵列 36 接收超声波回波而输出的接收信号、即对应每个超声波元件的模拟元件信号进行放大而输出,上述超声波回波通过从振子阵列 36 发送的超声波束和与被检体之间的相互作用而产生。

[0056] 具体来说,接收部 16 将发送了对应的超声波束时的中心元件和该中心元件的左右相邻的多个超声波元件作为一组接收元件(接收开口),接收在被检体内反射的超声波回波。

[0057] 在此,接收部 16 对应于 1 次的超声波束的发送,输出多个超声波元件所接收的多个模拟元件信号作为包含所接收的超声波元件的信息和接收时间的信息的一个模拟的元件数据(第一元件数据)。即,元件数据(第一元件数据)是表示与元件的位置和接收时间相对应的接收信号的强度的数据(参照图 4 等)。

[0058] 另外,每当由发送部 14 发送 1 次超声波束,接收部 16 就接收超声波回波而输出模拟的元件数据。因此,发送部 14 与所设定的发送行和焦点位置对应地,进行多次超声波束的发送,从而输出与各发送对应的多个模拟的元件数据。

[0059] 接收部 16 将模拟的元件数据供给到 A/D 转换部 18。

[0060] A/D 转换部 18 与接收部 16 连接,将从接收部 16 供给的模拟的元件数据转换为数字的元件数据(第一元件数据)。A/D 转换部 18 将 A/D 转换后的数字的元件数据供给到元件数据存储部 20。

[0061] 元件数据存储部 20 依次存储从 A/D 转换部 18 输出的数字的元件数据。另外,元件数据存储部 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、视野宽度的参数)与上述的数字的元件数据(以下,简称作元件数据)建立关联而存储。

[0062] 在此,元件数据存储部 20 基于控制部 30 的控制,对在相互不同的发送行上对超声波进行收发而得到的两个以上的元件数据进行存储保持。

[0063] 计算点设定部 92 基于从操作部 32 输入的摄像条件,设定由后述的元件数据处理部 22 进行元件数据的处理的多个数据计算点的位置。

[0064] 具体来说,计算点设定部 92 基于从操作部 32 输入的显示区域(检查范围)、深度(depth)、画质等的设定和由焦点设定部 96 设定的发送行、焦点位置的信息以及振子阵列

36 的振子的配置间隔等信息,在各发送行上,设定进行元件数据的处理的多个数据计算点(采样点)。

[0065] 图 2 表示所设定的采样点的一例。

[0066] 在图 2 所示的例中,对应振子阵列 36 的每个元件来设定发送行,在各发送行上以等间隔配置有多个采样点。另外,在焦点位置上也设定有采样点。

[0067] 另外,在图示例中,采样点以等间隔配置,但不限于此,采样点的配置间隔也可以根据深度而不同。例如,在关注的深度区域中,也可以使采样点的配置间隔紧密。

[0068] 所设定的采样点的位置信息被供给到计算点位置判断部 94。

[0069] 计算点位置判断部 94 是对由计算点设定部 92 设定的各采样点(数据计算点)判断与焦点的距离是否为预定范围以内的部位。

[0070] 具体来说,计算点位置判断部 94 对由计算点设定部 92 所设定的采样点分别算出与相同发送行上的焦点的距离,对所算出的距离是否为预定阈值以内、即是否是焦点的附近进行判断。

[0071] 另外,对用于判定与焦点的距离的阈值的值,不特别限定,但是根据焦点的收敛性发生变化的开口数、F 值等发送条件等而设定即可,例如,优选的是设为 5 ~ 30mm。此外,也可以在 F 值小、焦点的收敛性高的情况下,较窄地将范围设定为 5mm 左右,相反,在 F 值大、焦点的收敛性低的情况下,较宽地将范围设定为 30mm 左右。另外,也可以设为能够从操作部 32 变更阈值。

[0072] 另外,在图示例中,设为在一个发送行上设定一个焦点的结构,但不限定于,也可以在一个发送行上设定多个焦点,在一个发送行上设定有多个焦点的情况下,判断与最近的焦点的距离是否为预定阈值以内即可。

[0073] 另外,在图示例中,设为在全部的发送行中所设定的焦点的深度相同,但不限定于,也可以对应每个发送行将焦点设定为不同的深度。另外,在该情况下,不限定于判断与同一发送行上的焦点的距离是否为阈值以内的结构,也可以判断与包括不同的发送行在内的最近的焦点的距离是否为阈值以内。

[0074] 计算点位置判断部 94 将判断结果供给到元件数据处理部 22。

[0075] 元件数据处理部 22 基于控制部 30 的控制,从元件数据存储部 20 读出在采样点所存在的发送行上发送超声波束而得到的元件数据(以下,也称作未处理元件数据)以及不同于该元件数据的发送行对应的元件数据(未处理元件数据),基于接收时间的信息和超声波元件的几何配置的信息,对时间和位置进行校正而使其叠合,生成叠合处理后元件数据(第二元件数据,以下称作已处理元件数据),设为与该采样点对应的元件数据。即,元件数据处理部 22 进行未处理元件数据的叠合处理,重构与该采样点对应的元件数据。

[0076] 在此,元件数据处理部 22 具有将超声波束假定为收敛波而算出所叠合的未处理元件数据彼此的接收时间的偏差(延迟时间)的第一模式和将超声波束假定为平面波而算出所叠合的未处理元件数据彼此的延迟时间的第二模式,根据计算点位置判断部 94 的判断结果,在采样点距焦点较远的情况下,通过第一模式算出延迟时间,在采样点在焦点附近的情况下,通过第二模式算出延迟时间,而进行未处理元件数据的叠合,生成已处理元件数据。

[0077] 元件数据处理部 22,将各采样点的已处理元件数据供给到图像生成部 24(调相相

加部 38)。

[0078] 如上所述,在为了得到高画质的图像而在生成 1 行数据时改变发送位置而产生多个发送波束的情况下,发送次数增加,所以存在帧率降低、实时性变差这样的问题。另外,当将焦点视为假想的点声源而对多个接收信号进行合成时,实际上,焦点并未收敛成视为点声源的程度,保持有限的扩散,所以在靠近焦点的区域中,在合成接收信号时,数据的精度降低而存在 SN 比、分辨率降低这样的问题。

[0079] 相对于此,本发明根据数据计算点与焦点之间的距离是否为预定范围内,切换将超声波束假定为收敛波而进行元件数据的叠合的第一模式和假定为平面波而进行元件数据的叠合的第二模式,而使第一元件数据叠合而生成第二元件数据。

[0080] 由此,无论是在距焦点较远的位置还是较近的位置,均能够精度良好地进行元件数据的叠合,在图像整体中,能够提高 SN 比,提高分辨率,且能够保持与以往相同的帧率,得到高分辨率且具有最佳的空间分辨率的清晰的超声波图像。

[0081] 对元件数据处理部 22 的详情留作后述。

[0082] 图像生成部 24 在控制部 30 的控制下,根据从元件数据处理部 22 供给的元件数据来生成声线信号(接收数据),根据该声线信号来生成超声波图像。

[0083] 图像生成部 24 具有调相相加部 38、检波处理部 40、DSC42、图像创建部 44 和图像存储器 46。

[0084] 调相相加部 38 根据在控制部 30 中设定的接收方向,从预先存储的多个接收延迟模式选择一个接收延迟模式,基于所选择的接收延迟模式,对元件数据的每个元件的信号赋予各自的延迟而相加,从而进行接收聚焦处理。通过该接收聚焦处理,生成使超声波回波的焦点聚焦的接收数据(声线信号)。

[0085] 调相相加部 38 将接收数据供给到检波处理部 40。

[0086] 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。

[0087] DSC(digital scan converter:数字扫描转换器)48 将由检波处理部 40 生成的 B 型图像数据转换为按照通常的电视信号的扫描方式的图像数据(光栅转换)。

[0088] 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而创建用于检查、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显示用 B 型图像数据输出到显示控制部 26 或者存储于图像存储器 46。

[0089] 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。存储于图像存储器 46 的检查用 B 型图像数据根据需要,为了由显示部 28 进行显示而被读出到显示控制部 26。

[0090] 显示控制部 26 基于由图像创建部 44 实施了图像处理后的检查用 B 型图像信号,使显示部 28 显示超声波图像。

[0091] 显示部 28 例如包含 LCD 等显示装置,在显示控制部 26 的控制下显示超声波图像。

[0092] 控制部 30 基于由操作者从操作部 32 输入的指令而进行超声波检查装置 10 的各部的控制。

[0093] 在此,控制部 30 在由操作者经由操作部 32 输入各种信息、特别是为了由焦点设定

部 96 设定发送焦点所需的信息和为了由元件数据处理部 22 对元件数据进行处理所需的信息时,根据需要将从操作部 32 输入的上述各种信息供给到发送部 14、接收部 16、元件数据存储部 20、元件数据处理部 22、图像生成部 24、显示控制部 26 和焦点设定部 96 等各部。

[0094] 操作部 32 用于操作者进行输入操作,可以由键盘、鼠标、轨迹球、触摸面板等形成。

[0095] 另外,操作部 32 具备输入装置,该输入装置用于操作者根据需要对各种信息、特别是与上述的发送焦点的设定所使用的显示区域(检查范围)、深度(depth)、振子阵列 36、发送焦点的位置等相关的信息、用于元件数据处理的与被检体的检查对象区域的声速、振子阵列 36 的发送开口和接收开口等相关的信息以及叠合元件数据数量和叠合处理方法等与元件数据处理相关的信息等进行输入操作。

[0096] 存储部 34 存储从操作部 32 输入的各种信息、特别是:与上述的显示区域、深度、探头 12(振子阵列 36)、声速、发送焦点的位置、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处理相关的信息等;发送部 14、接收部 16、元件数据存储部 20、元件数据处理部 22、图像生成部 24 和显示控制部 26 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,可以使用硬盘、软盘、MO、MT、RAM、CD-ROM、DVD-ROM 等记录介质。

[0097] 另外,元件数据处理部 22、调相相加部 38、检波处理部 40、DSC42、图像创建部 44、焦点设定部 96、焦点再设定部 98 和显示控制部 26 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这些。

[0098] 在此,基于图 3 对元件数据处理部 22 详细地进行说明。

[0099] 如该图所示,元件数据处理部 22 具有延迟时间计算部 48、模式切换部 49 和叠合处理部 50。

[0100] 模式切换部 49 根据计算点位置判断部 94 的判断结果,切换延迟时间计算部 48 算出延迟时间时的模式。

[0101] 具体来说,模式切换部 49 根据计算点位置判断部 94 的判断结果,以如下方式切换延迟时间计算部 48 的模式:对于与焦点的距离大于预定阈值的采样点,通过后述的第一模式算出延迟时间,对于与焦点的距离为预定阈值以内的采样点,通过后述的第二模式算出延迟时间。

[0102] 延迟时间计算部 48 事先取得从操作部 32 输入或者从操作部 32 输入而存储于存储部 34 的、与探头 12 的振子阵列 36 的多个超声波元件、被检体的检查对象区域的声速、振子阵列 36 的发送开口和接收开口等相关的信息以及与焦点设定部 96 所设定的发送焦点相关的信息,基于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(接收元件)的几何配置,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。

[0103] 在此,延迟时间计算部 48 具备根据在将超声波束视为收敛波而模型化的情况下的超声波束的发送路径来求算延迟时间的第一模式(收敛波模式)和根据在将超声波束视为平面波而模型化的情况下的超声波束的发送路径来求算延迟时间的第二模式(平面波模式),由模式切换部 49 对应每个采样点切换模式而算出延迟时间。

[0104] 对收敛波模式和平面波模式的详情留作后述。

[0105] 叠合处理部 50 对各采样点,基于从操作部 32 输入或者从操作部 32 输入而存储于存储部 34 的叠合元件数据的数量和叠合处理方法等与元件数据处理相关的信息,读出由元件数据存储部 20 存储保持的、在相互不同的发送行上发送超声波束而得到的两个以上的元件数据,关注应进行叠合处理的关注行的预定点(采样点),基于由延迟时间计算部 48 分别算出的延迟时间,在接收时间上、即使时间匹配且使所接收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,从而生成已处理数据。

[0106] 接下来,对由元件数据处理部 22 进行的元件数据处理详细地进行说明。

[0107] 首先,说明在从超声波探头 12 的构成振子阵列 36 的发送开口的超声波元件(以下,简称作发送元件)将超声波束(以下,称作发送波束)发送到被检体、由构成振子阵列 36 的接收开口的超声波元件(以下,简称作接收元件)接收通过与被检体之间的相互作用而产生的超声波回波而得到元件数据(未处理元件数据)的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。

[0108] 图 4(a) 和 (c) 是作为一例示意地表示在与超声波元件的排列方向正交的方向上与各超声波元件对应地设定发送行并在各发送行上设定有一个焦点位置的情况下的各超声波元件、超声波束、焦点位置和超声波回波的图。

[0109] 如图 4(a) 和 (c) 所示,在分别将 3 个超声波元件 52c ~ 52e 和 52d ~ 52f 作为发送元件、将 7 个超声波元件(以下,也简称作元件)52a ~ 52g 和 52b ~ 52h 作为接收元件而接收超声波回波并取得元件数据时,在向包含反射点 54 的检查对象区域发送的发送波束 56 理想地聚焦成元件间隔以下的理想的情况下,如图 4(a) 那样,在将位于检查对象区域内的反射点 54 的正上方的、以元件 52a ~ 52g 中心的元件 52d 为中心元件的元件 52c ~ 52e 作为发送元件而在与元件 52d 对应的发送行上发送发送波束 56 并由接收元件 52a ~ 52g 接收超声波回波而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 和反射点 54 的一直线上,由于发送波束 56 被发送至反射点 54,因此生成从反射点 54 反射的超声波回波。来自反射点 54 的超声波回波,通过扩散成预定角度的接收路径 60 而被接收元件 52a ~ 52g 接收,利用接收元件 52a ~ 52g 得到如图 4(b) 所示的元件数据 62。

[0110] 相对于此,如图 4(c) 所示,在发送元件的中心相对于反射点 54 沿元件的方向(图中右方向)偏离 1 个元件量的情况下,即在将以与位于反射点 54 的正上方的元件 52d 相邻的元件 52e 为中心元件的元件 52d ~ 52f 作为发送元件而在与元件 52e 对应的发送行上发送发送波束 56 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 和焦点 58 的直线上(发送行上)不存在反射点 54,因此发送波束 56 不发送到反射点 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,未接收超声波回波,因此,如图 4(d) 所示,元件数据成为信号强度为 0 的数据。

[0111] 然而,如图 5(a) 和 (c) 所示,实际的发送波束 64 的宽度比元件间隔的宽度宽。

[0112] 在此,如图 5(a) 的那样,在将以位于反射点 54 的正上方的元件 52d 为中心元件的元件 52c ~ 52e 作为发送元件而在与元件 52d 对应的发送行上发送发送波束 64 的情况下,与图 4(a) 的情况同样地,即使发送波束 56 的宽度宽,其焦点 58 也位于连接元件 54d 和反射点 54 的一直线上,发送波束 64 在反射点 54 被反射而生成超声波回波。其结果为,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散成预定角度的接收路径 60 而被接收元件 52a ~ 52g 接收,利用接收元件 52a ~ 52g 得到如图 5(b) 所示的真正的元件数据

66。

[0113] 另一方面,如图 5(c) 所示,与图 4(c) 的情况同样地,在发送元件的中心相对于反射点 54 沿元件的方向(图中右方向)偏离 1 个元件量的情况下,即在将与位于反射点 54 的正上方的元件 52d 相邻的元件 52e 为中心元件的元件 52d ~ 52f 作为发送元件而在与元件 52e 对应的发送行上发送发送波束 64 并由接收元件 52b ~ 52h 接收超声波回波的情况下,由于发送波束 64 的宽度宽,因此即使在该发送方向即在连接发送元件 52e 和焦点 58 的直线上不存在反射点 54,发送波束 64 也发送到反射点 54。因此,从反射点 54 反射的超声波回波通过扩散成预定角度的接收路径 60 而被接收元件 52b ~ 52h 接收,利用接收元件 52b ~ 52h 得到如图 5(d) 所示的受到了反射点的影响的元件数据 68。

[0114] 当根据这种受到了发送行上以外的反射点的影响的元件数据 68(以下,也称作重影的元件数据)来生成声线信号而生成超声波图像时,在与元件 52e 对应的行的图像中,重现实际上不存在的反射点的映像,发生所谓的重影,成为使超声波图像的精度降低的原因。

[0115] 在此,图 5(c) 所示的发送波束 64 从发送元件 52e 经由焦点 58 而到反射点 54 的发送路径与来自反射点 54 的超声波回波到各接收元件 52b ~ 52h 的接收路径之和(传播距离)分别大于与如图 5(a) 所示的发送波束 64 从发送元件 52d 经焦点 58 而到反射点 54 的发送路径与所反射的超声波回波从反射点 54 到各接收元件 52a ~ 52g 的接收路径之和(传播距离)。因此,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。

[0116] 在本发明的元件数据处理部 22 的延迟时间计算部 48 中,根据所关注的发送行上的采样点和与各发送行对应的中心元件的几何配置,算出在所关注的发送行上对超声波进行收发而得到的元件数据(以下,也称作关注元件数据)与在与所关注的发送行不同的发送行上对超声波进行收发而得到的元件数据(以下,也称作非关注元件数据)的时间差、即延迟时间。因此,在延迟时间的计算中,需要超声波探头 12(振子阵列 36)的形状(元件间隔、直线状、凸状等)、被检体的检查对象区域的声速、焦点位置、发送开口、接收开口等信息,在延迟时间计算部 48 中,取得由焦点设定部 96 设定的焦点位置的信息、由计算点设定部 92 设定的采样点的信息、利用操作部 32 输入或者存储于存储部 34 中的这些信息而进行延迟时间的计算。延迟时间例如能够根据传播时间之差来计算,所述传播时间通过根据发送元件、超声波束的焦点、采样点和接收元件的几何配置而算出的、从发送元件经焦点而到采样点的发送波束的发送路径与从采样点到接收元件的反射信号的接收路径的合计长度(传播距离)以及其声速来计算。

[0117] 在此,如上所述,在本发明中,延迟时间计算部 48 具有:收敛波模式,将超声波束视为收敛波,即将焦点设为点(点声源),求算从发送元件经焦点而到采样点的发送波束的发送路径与从采样点到接收元件的反射信号的接收路径的合计长度(传播距离)而算出延迟时间;及平面波模式,将超声波束视为平面波,求算发送路径与接收路径的合计长度而算出延迟时间。

[0118] 首先,使用图 6(a) 和 (b),对收敛波模式进行说明。

[0119] 在收敛波模式中,发送波束作为暂且到达(收敛于)焦点后行进到采样点并在采样点被反射的波被模型化而算出发送路径。

[0120] 具体来说,设为如图 6(a) 和图 6(b) 所示,从而能够求算关注元件数据和非关注元

件数据各自的发送波束的发送路径和超声波回波的接收路径的长度。在图 6(a) 和图 6(b) 中,为了说明,设为在关注发送行上的采样点上存在反射点 54。

[0121] 如图 6(a) 所示,在关注元件数据的情况下,即在所关注的发送行(采样点的发送行)和发送超声波束的发送行一致的情况下,发送元件 52c ~ 52e 的中心元件和接收元件 52a ~ 52g 的中心元件一致,在其正下方,配置有焦点 58 和反射点 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 L_e 、将焦点 58 的位置设为坐标 (x_0, df) 、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 经焦点 58 而到反射点 54 的发送波束的发送路径 61 的长度(发送路径距离) L_{ta} 和从反射点 54 到接收元件 52d 的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。

[0122] 因此,在收敛波模式中的关注元件数据的情况下的超声波的传播距离 L_{ua} 成为 $L_{ua} = L_{ta} + L_{ra} = 2z$ 。

[0123] 另一方面,如图 6(b) 所示,在非关注元件数据的情况下,即在与所关注的发送行相邻的发送行(与采样点不同的发送行)上发送超声波束的情况下,发送元件 52d ~ 52f 的中心元件的位置相对于反射点 54(采样点)沿横向(x 方向;图中右方向)偏离 1 个元件量,焦点 58 配置在中心元件、即元件 52e 的正下方,但反射点 54 配置在接收元件 52d 的正下方。当将反射点 54 的正上方的接收元件 52d 的位置设为与图 6(a) 的情况相同的 xy 二维坐标上的坐标 $(x_0, 0)$ 、将元件间隔设为 L_e 、将反射点 54 的位置设为坐标 (x_0, z) 时,发送元件 52e 的位置成为坐标 $(x_0 + L_e, 0)$,焦点 58 的位置成为坐标 $(x_0 + L_e, df)$,因此从发送元件 52e 经焦点 58 而到反射点 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 $L_{tb} = df + \sqrt{\{(z - df)^2 + L_e^2\}}$ 来计算,从反射点 54 到接收元件 52d 的超声波回波的接收路径 60 的长度(接收路径距离) L_{rb} 能够通过 $L_{rb} = z$ 来计算。

[0124] 因此,在收敛波模式中的非关注元件数据的情况下的超声波的传播距离 L_{ub} 成为 $L_{ub} = L_{tb} + L_{rb} = df + \sqrt{\{(z - df)^2 + L_e^2\}} + z$ 。

[0125] 如此,将对以图 6(a) 所示的几何配置求出的发送路径 61 的距离 L_{ta} 和接收路径 60 的距离 L_{ra} 进行合计而成的超声波的传播距离 L_{ua} 除以声速所得到的值成为为了取得所关注的元件数据对超声波进行收发时的、超声波元件与采样点之间的传播时间。另外,将对以图 6(b) 所示的几何配置求出的发送路径 61 的距离 L_{tb} 和接收路径 60 的距离 L_{rb} 进行合计而成的超声波的传播距离 L_{ub} 除以声速所得到的值成为在所关注的元件数据的发送行的相邻的发送行对超声波进行收发时的、超声波元件与采样点之间的传播时间。

[0126] 关于延迟时间的计算,根据取得关注元件数据时的超声波元件与采样点之间的超声波的传播时间和取得非关注元件数据时的超声波元件与采样点之间的超声波的传播时间之差来求算延迟时间。

[0127] 另外,在图 6(a) 和图 6(b) 的几何模型中,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 地直接到反射点 54 的路径。

[0128] 接下来,使用图 7 对平面波模式进行说明。

[0129] 在平面波模式中,发送波束作为不在焦点上收敛而作为平面波行进至采样点并在采样点被反射的波被模型化而算出发送路径。

[0130] 在平面波模式中, 设为如图 7 所示, 从而能够求算非关注元件数据的发送波束的发送路径和超声波回波的接收路径的长度。另外, 由于在关注元件数据的情况下的发送路径和接收路径的求算方法和收敛波模式相同, 因此省略说明。另外, 在图 7 中, 为了说明, 设为在采样点上存在反射点 54。

[0131] 如图 7 所示, 在非关注元件的情况下, 与图 6 同样地, 发送元件 52d ~ 52f 的中心元件的位置相对于反射点 54 (采样点) 沿横向 (x 方向; 图中右方向) 偏离 1 个元件量, 焦点 58 配置在中心元件、即元件 52e 的正下方, 反射点 54 配置在接收元件 52d 的正下方。当将反射点 54 的正上方的接收元件 52d 的位置设为与图 6 的情况相同的 xy 二维坐标上的坐标 (x0, 0)、将元件间隔设为 Le、将反射点 54 的位置设为坐标 (x0, z) 时, 发送元件 52e 的位置成为坐标 (x0+Le, 0), 焦点 58 的位置成为坐标 (x0+Le, df)。

[0132] 在此, 在平面波模式的情况下, 认为从多个发送元件 52d ~ 52f 发送的发送波束作为平面波到达反射点 54。即, 将从焦点 58 到反射点 54 的路径考虑为投影到 z 轴上的路径。因此, 在如图 7 所示的直线状探头的情况下, 发送路径的长度 Ltb 与反射点 54 的深度 z 相等。

[0133] 另外, 从反射点 54 到接收元件 52d 的超声波回波的接收路径 60 的长度 (接收路径距离) Lrb 能够通过 $Lrb = z$ 来计算。

[0134] 因此, 平面波模式中的非关注元件数据的情况下的超声波的传播距离 Lub 成为 $Lub = Ltb + Lrb = 2z$ 。

[0135] 相对于此, 当对于焦点附近的采样点以收敛波模式来求算从发送元件 52e 经焦点 58 到反射点 54 的发送波束的发送路径 61 的长度 (发送路径距离) Ltb 时, 成为 $Ltb = df + \sqrt{\{(z - df)^2 + Le^2\}}$, 但由于在采样点为焦点附近的情况下, 是 $z \approx df$, 因此成为 $Ltb = df + \sqrt{\{Le^2\}} = df + Le \approx z + Le$ 。即, 比以平面波模式求出的发送路径 61 的长度长。

[0136] 如上所述, 在收敛波模式中, 将超声波束视为收敛波而将焦点作为点来算出发送路径的长度, 但实际的超声波束的焦点并未收敛成视为点的程度, 保持有限的宽度。因此, 当对焦点附近的采样点以收敛波模式求算发送路径的长度时, 比实际的发送路径的长度长, 当根据所算出的发送路径的长度来算出延迟时间时, 与实际的延迟时间的差异变大, 元件数据的叠合的精度也降低。

[0137] 因此, 对焦点附近的采样点, 以平面波模式求算发送路径的长度而算出延迟时间, 从而能够防止未处理元件数据的叠合的精度降低。

[0138] 另外, 在收敛波模式中, 延迟时间的计算方法中, 在将某个元件作为中心元件的超声波的收发中, 将位于采样点的正下方的元件 52 中的延迟时间作为代表值, 使用该代表值作为该收发中的全部元件的延迟时间。

[0139] 然而, 本发明不限于此, 例如, 元件 52c、元件 52b 等 x 方向的位置与采样点、即正下方的元件 52d 不同的元件的接收路径距离 Lrb 也可以根据距离正下方的元件 52d 的元件数量 n, 通过 $Lrb = \sqrt{\{(n \times Le)^2 + z^2\}}$ 来计算。

[0140] 另外, 在图 6(a)、图 6(b) 和图 7 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分别以收敛波模式和平面波模式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而同样地进行计算。

[0141] 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),根据发送元件与采样点的位置关系来算出关注元件数据与其周边的非关注元件数据的延迟时间。

[0142] 接下来,在收敛波模式中,对所算出的延迟时间,用图 6(c) 和图 6(d) 进行说明。

[0143] 图 6(c) 中,在中央表示在发送行上存在反射点的情况下的元件数据、即真正的元件数据 66,在两侧表示由于该反射点的影响而产生重影的重影的元件数据 68,图 6(d) 表示根据该几何学计算得到的、将中央的真正元件数据 66 作为关注元件数据时的、非关注元件数据即重影的元件数据 68 的延迟时间的一例。在将真正元件数据 66 作为关注元件数据的情况下,重影元件数据 68 表现出时间对称性地延迟。

[0144] 另外,也能够将如此在元件数据处理部 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。

[0145] 另外,在图 7 所示的直线状探头的平面波模式中,由于非关注元件数据的情况下的超声波的传播距离与关注元件数据的情况下的超声波的传播距离相同,因此延迟时间成为 0。

[0146] 接下来,在本发明的元件数据处理部 22 的叠合处理部 50 中,对在计算点位置判断部 94 中判断为与发送焦点的距离为预定范围以外的采样点,使用如此在延迟时间计算部 48 中算出的延迟时间,进行所关注的发送行的关注元件数据和其周边的发送行的元件数据即非关注元件数据的叠合处理。

[0147] 另外,在收敛波模式和平面波模式中,仅延迟时间的计算方法不同,叠合处理是相同的,因此在以下的说明中,对使用以收敛波模式算出的延迟时间的叠合处理进行说明。

[0148] 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,但是这些可以预先通过操作部 32 输入,也可以存储于存储部 34。

[0149] 图 8(a) ~ (h) 表示由叠合处理部 50 进行的、元件数据数为 5 个、叠合元件数据数量为 3 个的情况下的叠合处理的一具体例。

[0150] 图 8(a) 表示将在将相邻的 5 个元件作为中心元件的发送行进行超声波的收发而得到的 5 个元件数据横向排列显示并对应每个元件数据发送超声波束、接收反射信号的形态。各元件数据的横轴表示接收元件,在各个元件数据中以超声波束的发送时的中心的元件为中心而进行显示。纵轴表示接收时间。

[0151] 在 5 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)、即在发送时的中心元件(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(超声波回波)。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元件数据。

[0152] 对于正中间的元件数据以外的两侧的两个元件数据,虽然在发送时的中心的元件的正下方不存在反射点,但是通过所发送的超声波束的扩散,映入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。重影由于从真正的信号越偏离则到反射点的超声波的传播时间越长,因此与真正元件数据相比接收时间变得延迟。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,但因为元件数据的横轴将超声波束的发送时的中心元件作为中心,所以对应每个元件数据使该中心元件各偏离 1 个元件,即使发送各偏离 1 行而进行发送,因此在各元件数

据中元件的绝对位置各偏离 1 个元件。即,在正中间的元件数据中,首先接收来自反射点的反射信号的接收元件是正中间的元件,但是在左右相邻的元件数据中,相比于正中间的元件数据各偏离 1 个元件,在右侧的元件数据中向左偏离 1 个元件,在左侧的元件数据中向右偏离 1 个元件。此外,在两端的元件数据中,相比于正中间的元件数据偏离 2 个元件,在右端的元件数据中向左偏离 2 个元件,在左端的元件数据中向右偏离 2 个元件。如此,重影的信号相对于真正的信号,不仅接收时间延迟,而且相对于接收元件的方向也产生偏离。

[0153] 图 8(b) 表示以图 8(a) 所示的 5 个元件量的元件数据的正中间的元件数据为关注元件数据的情况下、即对于与正中间的元件对应的发送行上的预定的采样点的接收时间的延迟时间的一例。

[0154] 在叠合处理部 50 中,使用图 8(b) 所示的延迟时间,在以正中间的元件数据为关注元件数据的情况下,以关注元件数为中心,进行与叠合元件数据数量相应的量、在图示例中与 3 个元件数据相应的量的延迟时间校正,并且沿横方向偏移与和关注元件数据的发送行对应的中心元件(关注元件)和各中心元件的偏离量相应的量,在图示例中向两侧偏移 1 个元件量,即使相位匹配而使 3 个发送行量的未处理元件数据叠合,作为与关注发送行的预定的采样点对应的一个叠合已处理元件数据而求算。通过在预定的采样点进行这种叠合处理,能够得到在采样点使焦点聚焦那样的元件数据。

[0155] 图 8(c) 表示如此得到的在同一行上存在反射点的采样点处的叠合已处理元件数据。

[0156] 图 8(a) 所示的关注元件的元件数据是真正的信号的元件数据,因此,当对关注元件的两侧的相邻元件的未处理元件数据进行延迟时间校正和横向的偏移而进行相位匹配时,如图 8(c) 所示,相邻元件的未处理元件数据和关注元件的未处理元件数据由于相位匹配而在高亮度位置叠合。因此,当将这些元件数据例如进行相加时,元件数据值表现出较大的值(高亮度值),例如即使进行平均而求算平均值,也表现出增强的值(高亮度值)。

[0157] 相对于此,图 8(d) 是和图 8(a) 相同的元件数据组,但是表示了将正中间的元件数据的左相邻的元件数据、即重影的元件数据作为关注元件数据的情况、即对正中间的左相邻的发送行上的采样点进行处理的情况的一例。

[0158] 图 8(e) 是表示将正中间的左相邻作为关注元件的情况下的接收时间的延迟时间的一例的图。由于图 8(a) 和图 8(d) 是相同元件数据组,图 8(e) 所示的延迟时间仅关注元件不同,与图 8(b) 是相同的。

[0159] 在叠合处理部 50 中,使用图 8(e) 所示的延迟时间,以关注元件为中心,进行与叠合元件数据量相应的量、在图示例中与 3 个元件数据相应的量的延迟时间校正,并且沿横方向偏移与关注元件和各中心元件的偏离量相应的量,在图示例中向两侧偏移 1 个元件量,而使 3 个发送行量的未处理元件数据叠合,作为与关注发送行的预定的采样点对应的一个叠合已处理元件数据而求算。通过在预定的采样点进行这种叠合处理,能够得到在该采样点使焦点聚焦那样的元件数据。

[0160] 图 8(f) 表示如此得到的在相邻的行上存在反射点的采样点的叠合已处理元件数据。

[0161] 图 8(d) 所示的关注元件的元件数据是重影的元件数据,因此即使对关注元件的两侧的相邻元件的未处理元件数据进行延迟时间校正和横向的偏移而进行使相位匹配,也

如图 8(f) 所示,相邻元件的各未处理元件数据和关注元件的未处理元件数据各自的相位不匹配,因此不叠合。因此,即使对这 3 个元件数据例如进行相加,由于相位不匹配,因此相位反转的信号等也使信号抵消,因此相加值不变大,例如,当进行平均而求算平均值时,表现出较小的值。

[0162] 关于其他元件数据,也作为关注元件数据而进行同样的延迟时间校正和横向的偏移的结果为:图 8(g) 表示对于图示例的 5 个元件数据的相邻的 3 个发送行的元件数据的叠合状态,图 8(h) 表示对这些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。

[0163] 如图 8(h) 所示,在图 8(a) 所示的发送元件的中心元件和反射点的坐标一致时(在发送行上存在反射点时)的关注发送行中,真正的信号的元件数据作为具有高亮度值的叠合已处理元件数据而求算,在其两侧的各 2 个元件的总共 4 个元件中,重影的元件数据对相位彼此不匹配的元件数据进行相加或平均,所以相互抵消,因而重影的叠合已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叠合已处理元件数据变小,能够相对于真正的信号的元件数据降低重影的元件数据的影响,或能够将其影响减小成可忽略的程度。

[0164] 另外,作为叠合处理部 50 中的叠合处理方法,不仅简单地相加,也可以采用平均值、中央值,也可以在乘上系数后进行相加。另外,取平均值、中央值认为与实施元件数据等级中的平均化滤波、中值滤波相当,但是也可以替代平均化滤波、中值滤波,适用在通常的图像处理中进行的反滤波等。或者,也可以对所叠合的各元件数据彼此进行比较,在类似的情况下采用最大值,在不类似的情况下采用平均值,在存在分布不均的情况下采用中间值等,不限于此,也可以基于所叠合的各元件数据的特征量来改变叠合处理。

[0165] 另外,优选为,所叠合的元件数据数量与超声波束的波束宽度的扩散程度匹配。因此,在波束宽度因深度而改变的情况下,叠合元件数据数量也可以因深度而变更。另外,由于波束宽度依存于发送开口数,因此也可以根据发送开口数来变更叠合元件数据数量。或者,也可以基于图像的亮度值等的特征量来变更叠合的元件数据数,也可以从改变多个模式而创建叠合元件数据数量的图像选择最佳的叠合元件数据数量。

[0166] 叠合的结果为,如上所述,在真正的信号的元件数据中信号的相位匹配,但是在重影中信号的相位不匹配,相加等叠合处理的结果为,各种各样的相位的信号相互抵消,信号变弱。结果为,真正的信号能够作为具有有效的值、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。

[0167] 如上所述,为了得到高画质的图像,在创建 1 行数据时改变发送位置而产生多个发送波束的情况下,发送次数增加,因此存在帧率降低、实时性变差这样的问题。

[0168] 另外,在对多个接收信号进行延迟时间的校正而合成的情况下,进行延迟时间的计算时,当将焦点视为点(点声源)而算出发送路径时,实际上,所发送的超声波束的焦点并未收敛成视为点的程度,保持有限宽度的扩散,所以在焦点附近,与实际的超声波束的发送路径的误差变大,实际的延迟时间与所算出的延迟时间的误差也变大。当使用这种延迟时间而进行接收信号的合成时,存在数据的精度降低而图像的 SN 比、分辨率降低这样的问题。

[0169] 相对于此,本发明根据采样点与焦点之间的距离是否为预定范围内,切换将超声波束假定为收敛波而进行元件数据的叠合的第一模式和假定为平面波而进行元件数据的

叠合的第二模式,使第一元件数据叠合而生成第二元件数据。具体来说,在判断为采样点距焦点的距离为预定范围以外的情况下、即在距焦点较远的情况下,根据将超声波束视为收敛波而算出的超声波的传播距离,算出进行叠合的未处理元件数据(第一元件数据)彼此的接收时间的偏差、即延迟时间,基于该延迟时间和元件的几何配置的信息,对多个未处理元件数据进行合成,生成与该采样点对应的新的已处理元件数据(第二元件数据)。另一方面,在判断为采样点距焦点的距离为预定范围以内的情况下、即在焦点附近的情况下,根据将超声波束视为平面波而算出的超声波的传播距离,算出延迟时间,基于该延迟时间和元件的几何配置的信息,对多个未处理元件数据进行合成,生成与该采样点对应的新的已处理元件数据。

[0170] 由此,在距焦点较远的采样点中,通过使多个第一元件数据叠合,即使是从焦点远离的位置,也能够降低因超声波束的扩散而产生的重影的影响,能够得到与在各采样点中形成焦点的情况同样的元件数据(第二元件数据)。因此,对 1 发送行进行 1 次收发即可,能够不增加发送次数而得到高精度的元件数据,能够不降低帧率而维持实时性,并提高图像的 SN 比、分辨率。

[0171] 此外,在焦点附近的采样点中,对焦点附近处的超声波束适当地进行模型化而算出用于叠合的延迟时间,所以能够在焦点附近也不降低叠合的精度而生成第二元件数据。

[0172] 根据以上内容,本发明的超声波检查装置能够在图像整体中提高 SN 比、分辨率,并且能够保持与以往相同的帧率,得到高分辨率且具有最佳的空间分辨率的清晰的超声波图像。

[0173] 另外,由于能够得到高质量的元件数据,因此在使用该元件数据来求算对应检查对象区域内的每个区域的最佳的声速的情况下,也能够高精度地求算最佳的声速。

[0174] 对本发明的超声波检查装置的动作、作用和超声波图像的创建方法进行说明。

[0175] 图 9 是用于对图 1 所示的超声波检查装置的动作进行说明的流程图。

[0176] 首先,根据从操作部 32 输入的信息,焦点设定部 96 设定焦点的位置,并将所设定的焦点位置的信息供给到发送部 14 和计算点位置判断部 94。

[0177] 另外,计算点设定部 92 根据从操作部 32 输入的信息,设定数据计算点(采样点)并供给到计算点位置判断部 94。

[0178] 计算点位置判断部 94 基于所供给的采样点的信息和焦点位置的信息,对采样点分别判断距焦点的距离是否为预定范围以内,将判断结果供给到元件数据处理部 22。

[0179] 当操作者将超声波探头 12 与被检体的表面抵接而开始测定时,根据从发送部 14 供给的驱动信号,从振子阵列 36 发送超声波束,振子阵列 36 接收来自被检体的超声波回波,作为接收信号而输出模拟元件信号。此时,发送部 14 以发送在从焦点设定部 96 供给的焦点位置上形成焦点的超声波束的方式驱动振子阵列 36。

[0180] 接收部 16 将各元件所输出的模拟元件信号作为一个模拟的元件数据而输出,供给到 A/D 转换部 18。A/D 转换部 18 将模拟的元件数据转换为数字的元件数据而供给到元件数据存储部 20 并存储保持。

[0181] 元件数据处理部 22 在延迟时间计算部 48(图 3)中,对应各采样点中的每个采样点,根据发送元件、焦点、反射点和接收元件的几何配置以及预先输入而设定的被检体的检查对象区域的声速等,算出所关注的发送行的未处理元件数据与周边的发送行的未处理元

件数据的延迟时间（例如图 8(b)、图 8(e) 均相同）（例如使用图 6 的几何模型来计算）。

[0182] 接下来，元件数据处理部 22 对各采样点依次（计算坐标 $P_{st} \sim P_{end}$ ）进行与计算点位置判断部 94 的判断结果相应的处理。在采样点与焦点的距离为预定范围以外的情况下，以收敛波模式算出延迟时间，从元件数据存储部 20 读出包含与采样点对应的发送行的未处理元件数据的多个未处理元件数据，将要进行处理的元件数据作为关注元件数据，在叠合处理部 50（图 3）中，使用由延迟时间计算部 48 算出的延迟时间，使关注元件数据和其周边的发送行的未处理元件数据（非关注元件数据）相位匹配而叠合，从而求算已处理元件数据。另外，在采样点与焦点的距离为预定范围以内的情况下，以平面波模式算出延迟时间，从元件数据存储部 20 读出包含与采样点对应的发送行的未处理元件数据的多个未处理元件数据，将要进行处理的元件数据作为关注元件数据，在叠合处理部 50（图 3）中，使用由延迟时间计算部 48 算出的延迟时间，使关注元件数据和其周边的发送行的未处理元件数据（非关注元件数据）相位匹配而叠合，从而求算已处理元件数据。

[0183] 由此，能够求算真正的信号被增强且重影的信号被减弱的已处理元件数据。

[0184] 将如此求出的元件数据供给到图像生成部 24 的调相相加部 38。

[0185] 图像生成部 24 的调相相加部 38 对已处理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。检波处理部 40 对声线信号进行处理而生成 B 型图像信号。DSC42 对 B 型图像信号进行光栅转换，图像创建部 44 实施图像处理，而生成超声波图像。所生成的超声波图像被存储于图像存储器 46，并且由显示控制部 26 将超声波图像显示于显示部 28。

[0186] 如此，本发明的超声波检查装置 10 根据采样点与焦点之间的距离是否为预定范围内，切换将超声波束假定为收敛波而进行元件数据的叠合的第一模式和假定为平面波而进行元件数据的叠合的第二模式，使第一元件数据叠合而生成第二元件数据。

[0187] 由此，在距焦点较远的采样点中，通过使多个第一元件数据叠合，即使在从焦点远离的位置，也能够降低因超声波束的扩散而产生的重影的影响，能够得到与在各采样点中形成焦点的情况同样的元件数据（第二元件数据）。因此，对 1 发送行进行 1 次收发即可，能够不增加发送次数而得到高精度的元件数据，能够不降低帧率而维持实时性，并提高图像的 SN 比、分辨率。

[0188] 此外，在焦点附近的采样点中，对焦点附近处的超声波束适当地进行模型化而算出用于叠合的延迟时间，所以即使在焦点附近也能够不降低叠合的精度而生成第二元件数据。

[0189] 根据以上，本发明的超声波检查装置能够在图像整体中提高 SN 比、分辨率，能够保持与以往相同的帧率，得到高分辨率且具有最佳的空间分辨率的清晰的超声波图像。

[0190] 另外，因为能够得到高质量的元件数据，所以在使用该元件数据来求算对应检查对象区域内的每个区域的最佳的声速的情况下，也能够高精度地求算最佳的声速。

[0191] 另外，在上述实施例中，与关注元件数据叠合的元件数据设为与关注元件数据的发送行相邻的发送行的元件数据，但本发明不限于于此，只要是与关注元件数据的发送行不同的发送行即可。另外，优选为，在使元件数据叠合时，取得各元件数据时所发送的发送波束的区域与取得关注元件数据时所发送的发送波束的区域重复。因此，与关注元件数据叠合的元件数据优选为是相邻的发送行或附近的发送行的元件数据。

[0192] 另外,优选为,与关注元件数据叠合的元件数据是将以关注元件数据的发送行为中心的对称的发送行、即以关注元件为中心的对称的元件分别作为中心元件来进行超声波的收发而取得的元件数据。

[0193] 另外,在上述实施例中,设为在采样点距焦点较远的情况下以收敛波模式算出延迟时间、在采样点靠近焦点的情况下以平面波模式算出延迟时间的结构,但本发明不限于此,也可以设为如下:在采样点距焦点较远的情况下以收敛波模式算出延迟时间,在靠近焦点的情况下以平面波模式算出延迟时间,在中间的情况下将收敛波模式和平面波模式合成而算出延迟时间。即,也可以在采样点与焦点之间的距离为预定的第一阈值以上的情况下以收敛波模式算出延迟时间,在采样点与焦点之间的距离为比第一阈值小的第二阈值以下的情况下以平面波模式算出延迟时间,在采样点与焦点之间的距离为第一阈值与第二阈值之间的情况下,对以收敛波模式算出的延迟时间和以平面波模式算出的延迟时间进行与和焦点的距离相应的加权平均,而算出延迟时间。

[0194] 具体来说,例如,在延迟时间计算部 48 中,将算出延迟时间时的、求算发送路径的长度 L_{tb} 的公式设为 $L_{tb} = df + \sqrt{\{(z - df)^2 + \alpha (Le)^2\}}$ 、根据距焦点的距离而使 α 变化、在焦点位置中设为 $\alpha = 0$ 、在远离一定距离以上的位置中设为 $\alpha = 1$ 即可。由此,在焦点的位置中以平面波模式算出发送路径的长度(延迟时间),在从焦点分离一定距离以上的位置中以收敛波模式算出发送路径的长度,在中间的位置中,算出对平面波模式和收敛波模式进行加权平均后的发送路径的长度。

[0195] 由此,能够防止在收敛波模式和平面波模式的切换位置中产生不连续点,能够得到更平滑的图像。

[0196] 另外,在上述实施例中,设为根据采样点与焦点之间的距离而将在元件数据处理部 22(延迟时间计算部 48)中的处理设为在收敛波模式和平面波模式之间切换的结构,但本发明不限于此,也可以设为在全部的采样点中,使用以收敛波模式处理的已处理元件数据而生成第一图像,另外,在全部的采样点中,使用以平面波模式处理的已处理元件数据而生成第二图像,根据与焦点的距离,在距焦点较远的位置中作为第一图像进行合成,在焦点附近作为第二图像进行合成,从而生成新的图像。

[0197] 另外,在上述实施例中,设为沿与超声波元件的排列方向正交的方向发送超声波束的结构,但本发明不限于此,也可以设为沿相对于超声波元件的排列方向倾斜的方向(转向)发送超声波束的结构。另外,在上述实施例中,设为一组发送元件(发送开口)和 1 次超声波束的发送一一对应的结构,但本发明不限于此,也可以设为使用相同的一组发送元件沿不同的方向发送多个超声波束的结构。

[0198] 另外,在上述实施例中,设为发送元件的中心和接收元件的中心相同的元件,但也可以不同。另外,在图示例中,设为发送开口数和接收开口数不同的结构,但也可以是相同的开口数,也可以将与发送元件相同的元件作为接收元件。

[0199] 另外,本实施方式的超声波检查装置由在省略图示的控制部所附带的存储器中存储的超声波图像数据生成程序来控制。即,由控制部从存储器读出超声波图像数据生成程序,根据该超声波图像数据生成程序来执行如下功能:设定焦点和采样点,根据所设定的焦点,朝向被检者发送超声波束,并且接收从被检者反射的超声波回波,在各采样点中选择对应于与焦点的距离的模式,对接收而得到的第一元件数据进行合成,从而生成第二元件数

据。

[0200] 另外,超声波图像数据生成程序不限于如此存储于控制部附带的存储器,也可以设为如下结构:将该超声波图像数据生成程序记录于例如 CD-ROM 等可装拆地构成于本超声波图像处理装置的存储介质(可移除介质),经由与可移除介质对应的接口而读入到本装置。

[0201] 以上,对于本发明的超声波检查装置、超声波图像数据生成方法即程序详细地进行了说明,但本发明不限于以上的例子,在不脱离本发明的要点的范围内,也可以进行各种改良、变形,这是不言而喻的。

[0202] 附图标记说明

[0203]	10	超声波检查装置
[0204]	12	超声波探头
[0205]	14	发送部
[0206]	16	接收部
[0207]	18	A/D 转换部
[0208]	20	元件数据存储部
[0209]	22	元件数据处理部
[0210]	24	图像生成部
[0211]	26	显示控制部
[0212]	28	显示部
[0213]	30	控制部
[0214]	32	操作部
[0215]	34	存储部
[0216]	36	振子阵列
[0217]	38	调相相加部
[0218]	40	检波处理部
[0219]	42	DSC
[0220]	44	图像创建部
[0221]	46	图像存储器
[0222]	48	延迟时间计算部
[0223]	49	模式切换部
[0224]	50	叠合处理部
[0225]	52	元件
[0226]	54	反射点
[0227]	56	发送波束
[0228]	58	焦点
[0229]	60	接收路径
[0230]	62	元件数据
[0231]	64	发送波束
[0232]	66	真正元件数据

[0233]	68	重影的元件数据
[0234]	92	计算点设定部
[0235]	94	计算点位置判断部
[0236]	96	焦点设定部

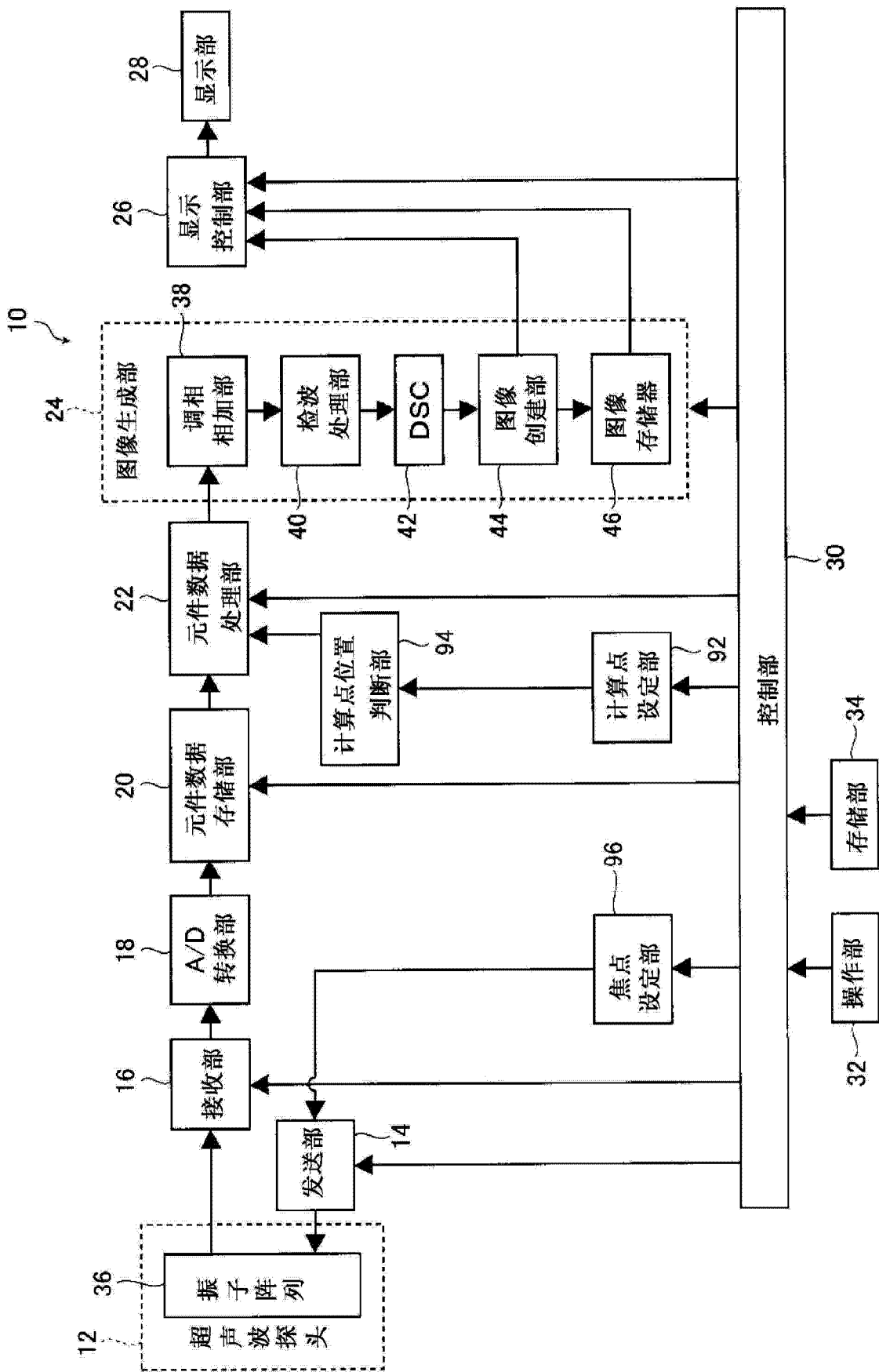


图 1

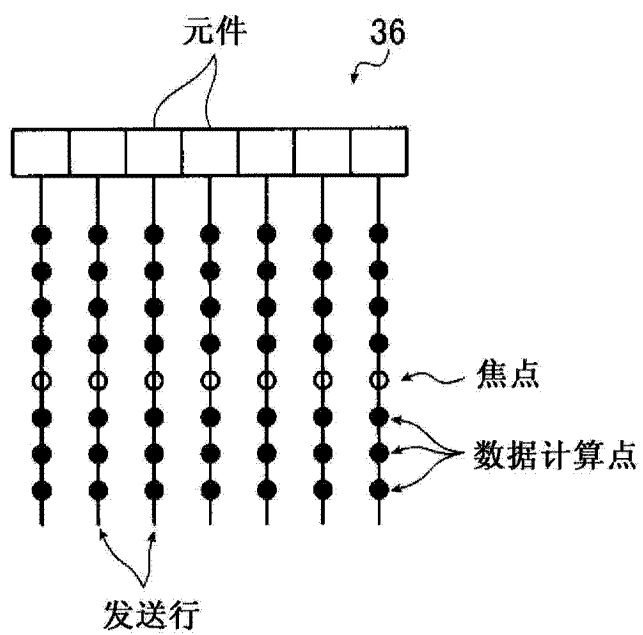


图 2

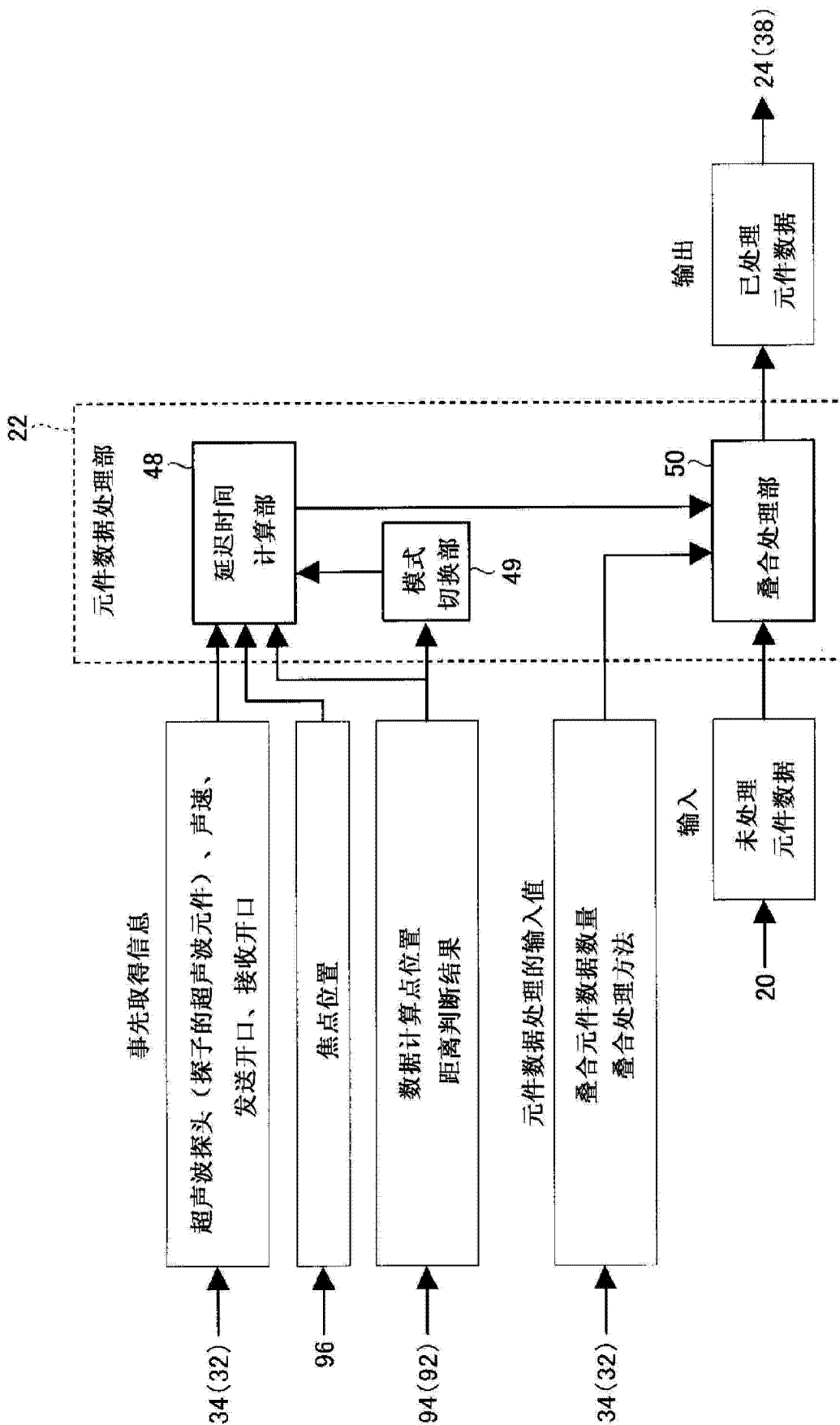


图 3

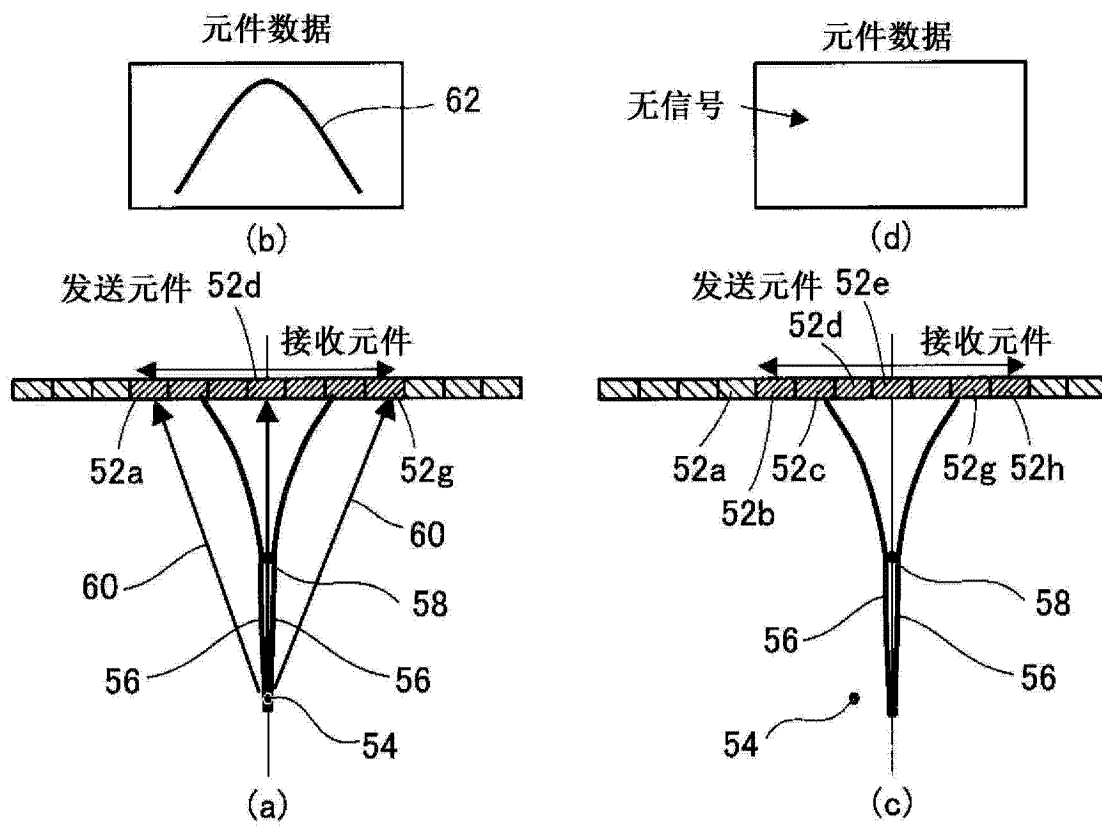


图 4

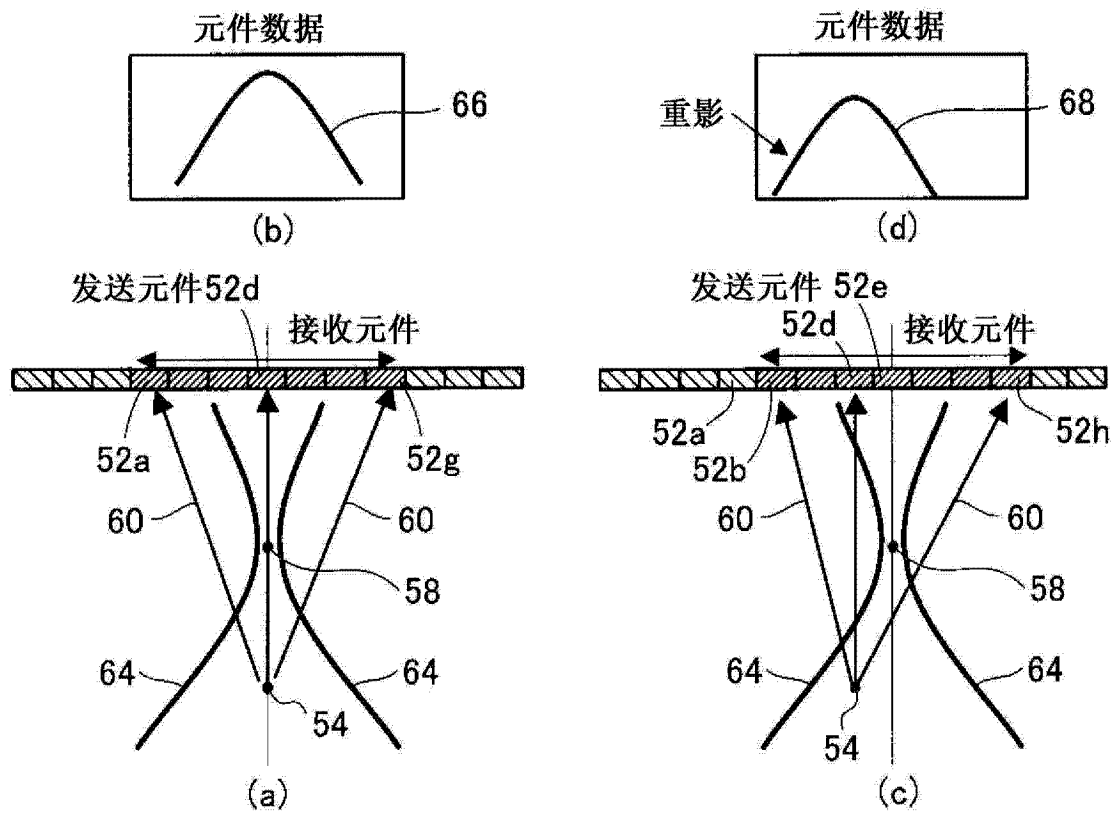


图 5

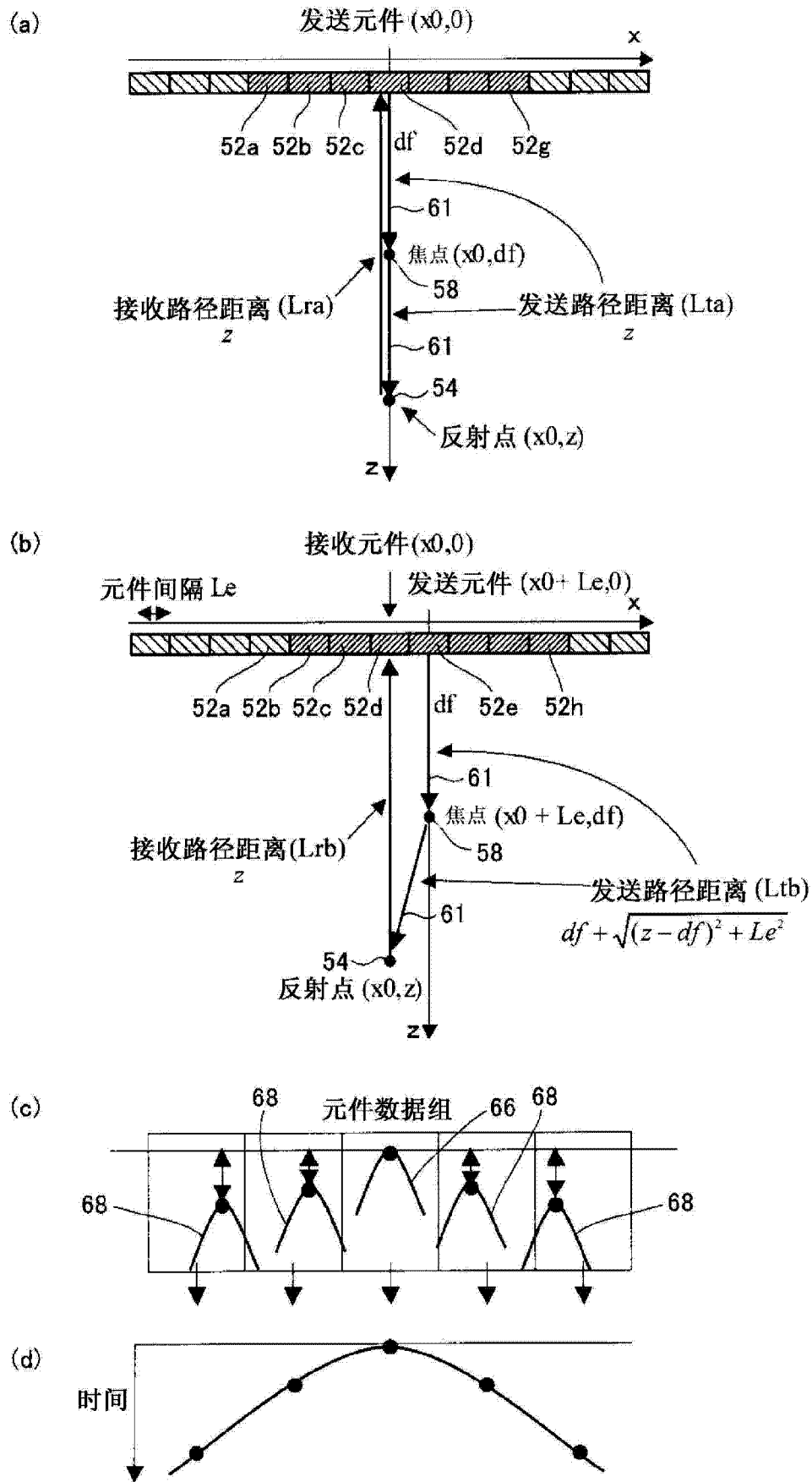


图 6

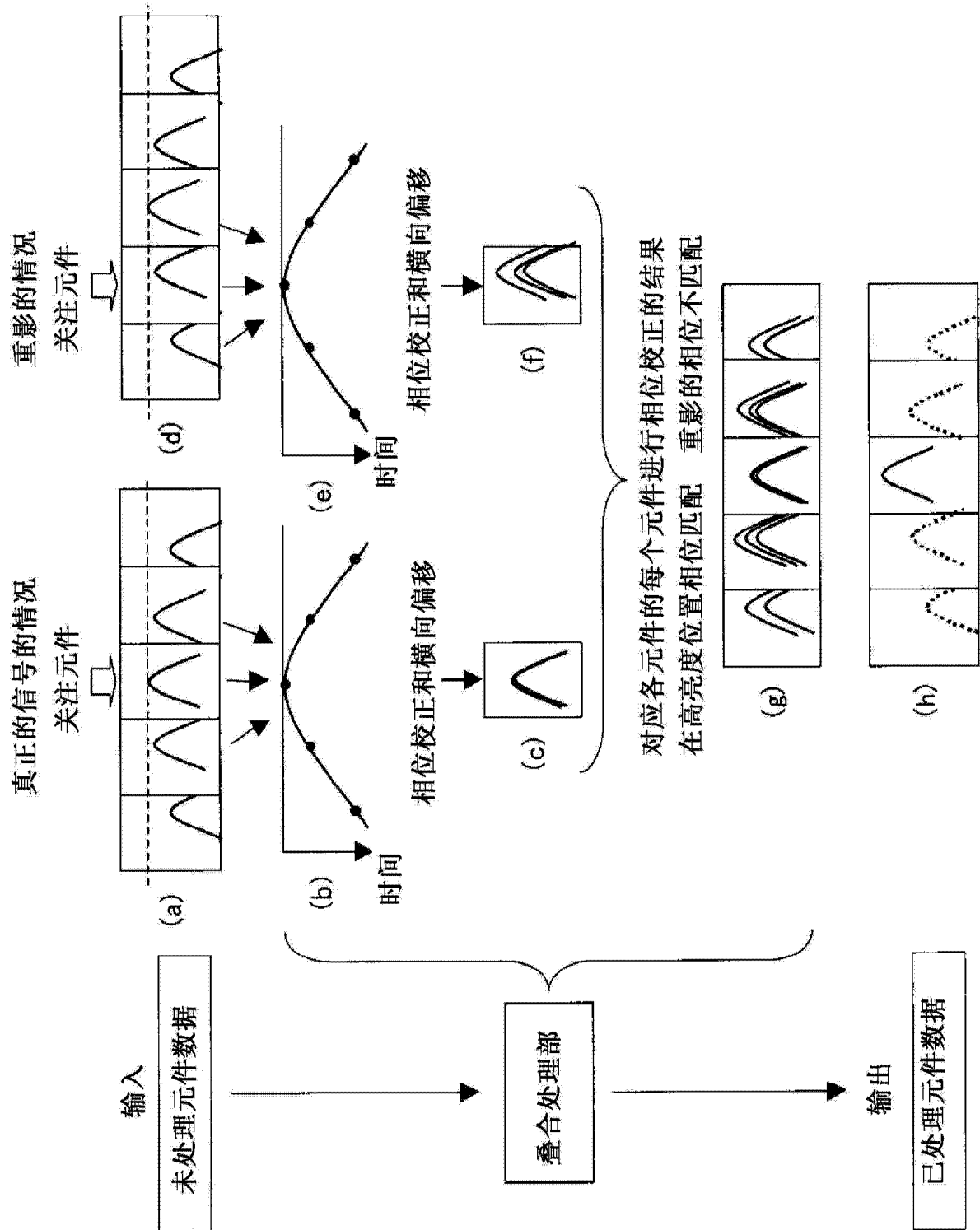


图 8

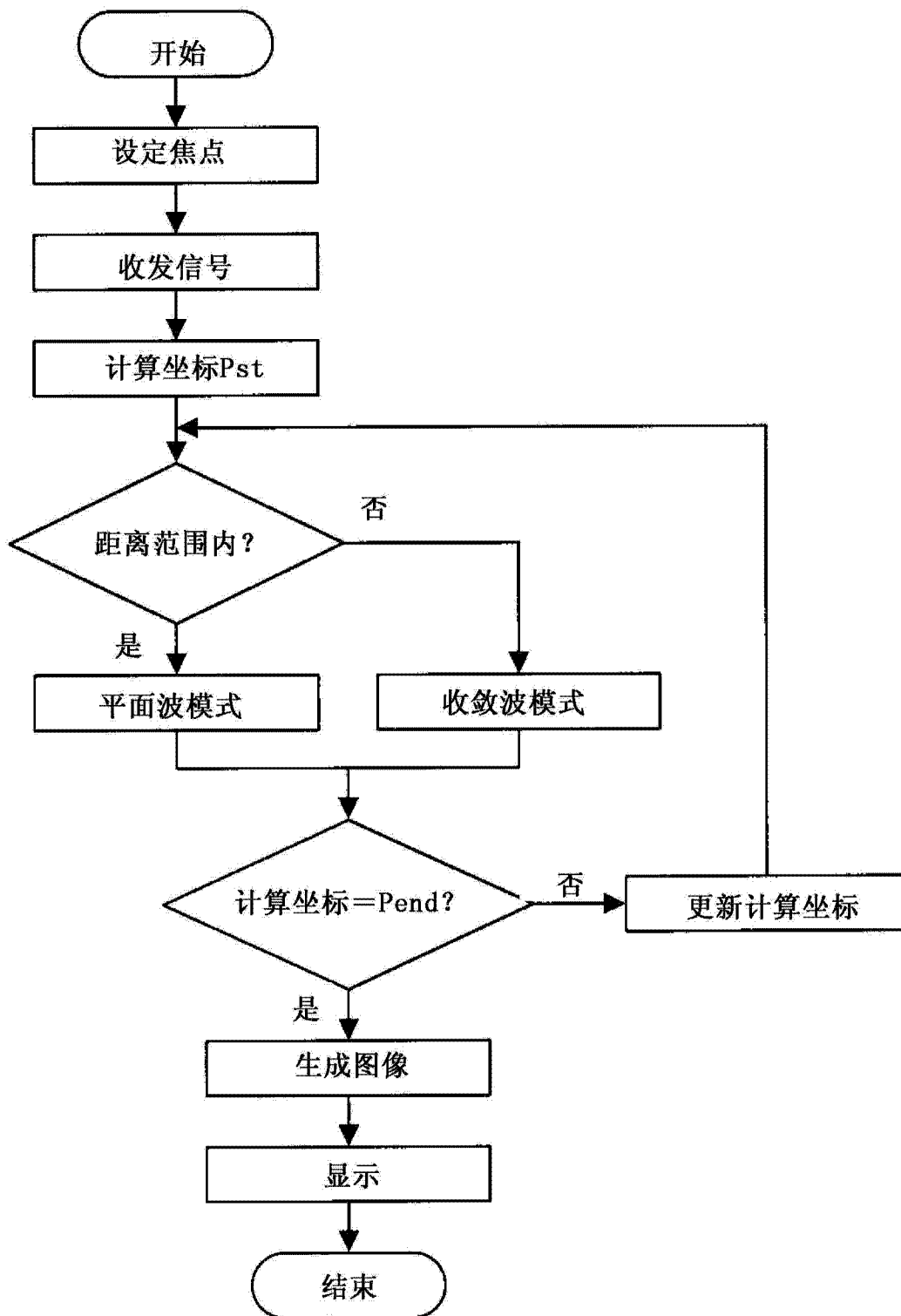


图 9

专利名称(译)	超声波检查装置、超声波图像数据生成方法及程序		
公开(公告)号	CN104703544A	公开(公告)日	2015-06-10
申请号	CN201380050673.1	申请日	2013-09-25
[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	A61B8/4444 A61B8/5207 G01S7/52047 G01S15/8915 G10K11/346 A61B8/4488 A61B8/14		
代理人(译)	苏卉		
优先权	2012214409 2012-09-27 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供超声波检查装置，能够在靠近焦点的区域也包括在内的图像整体中，提高SN比，提高分辨率，且能够保持与以往相同的帧率，得到高分辨率且具有最佳的空间分辨率的清晰的超声波图像。判断数据计算点与发送焦点之间的距离是否为预定范围，在判断为到发送焦点的距离为预定范围以外的情况下，将超声波束假定为收敛波而进行多个第一元件数据的叠合，在判断为到发送焦点的距离为预定范围以内的情况下，将超声波束假定为平面波而进行多个第一元件数据的叠合，生成与数据计算点对应的第二元件数据，从而解决上述课题。

