



(10)申请公布号 CN 107205730 A

(21)申请号 201680009178.X

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

(22)申请日 2016.01.25

代理人 范胜杰 曹鑫

(30) 优先权数据

(51) Int.Cl.

2015-025103 2015.02.12 JP

A61B 8/14(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.08.07

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IP2016/052031 2016.01.25

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/129376 JA 2016.08.18

(71) 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

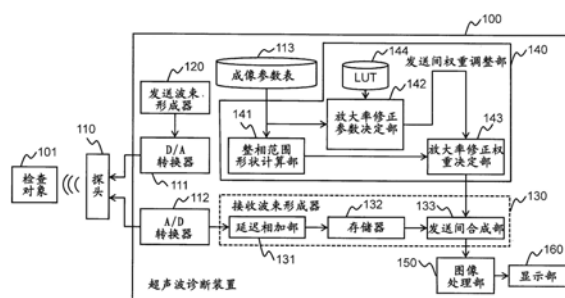
(72)发明人 铃木麻由美 池田贞一郎 鱒泽裕

石原千鶴枝

权利要求书2页 说明书16页 附图19页

超声波成像装置、发送间权重调整方法和超声波成像方法

在超声波成像装置的孔径合成中,减少各接收整相点的整相信号的放大率的空间上的变化量,来获得高品质的图像。生成与整相范围相对应的发送间权重,在进行孔径合成处理的接收波束形成器中,在通过收发所获得的整相范围内的接收整相点应用所生成的发送间权重并进行发送间合成。生成发送间权重针对发送间合成后的各接收整相点,使相邻的接收整相点间的放大率的变化方式平滑,并被生成为减少放大率差。



1. 一种超声波成像装置,其特征在于,具备:

探头,其沿着预定的方向排列了多个超声波元件;

发送波束形成器,其从所述多个超声波元件的至少一部分向检查对象发送超声波,针对从所述超声波元件分别发送的超声波赋予延迟时间,由此使所述超声波在预定的深度进行聚焦;

接收波束形成器,其具有延迟相加部和发送间合成部,所述延迟相加部,在分别使接收到来自所述检查对象的超声波的多个所述超声波元件所输出的接收信号延迟后进行相加,由此针对预先决定的整相范围的多个接收整相点分别获得整相信号,所述发送间合成部,在对通过多次收发所获得的、每一个所述接收整相点的多个所述整相信号分别应用了发送间权重之后进行合成,由此进行发送间合成;

发送间权重调整部,其根据所述整相范围调整所述发送间权重;以及

图像处理部,其根据针对多个所述接收整相点的所述发送间合成后的所述整相信号生成超声波图像。

2. 根据权利要求1所述的超声波成像装置,其特征在于,

所述发送间权重调整部针对所述发送间合成后的各接收整相点调整所述发送间权重,以使相邻的接收整相点间的放大率差减小。

3. 根据权利要求1所述的超声波成像装置,其特征在于,

所述发送间权重调整部具备:

整相范围形状计算部,其计算每次收发的所述整相范围的形状;

放大率修正参数决定部,其决定对于在所述整相范围内的调整后的所述发送间权重的值的变化方式进行确定的权重调整参数;以及

放大率修正权重决定部,其按照所述整相范围和所述权重调整参数来决定调整后的所述发送间权重。

4. 根据权利要求3所述的超声波成像装置,其特征在于,

所述权重调整参数是预先决定的函数的倾斜强度。

5. 根据权利要求3所述的超声波成像装置,其特征在于,

所述权重调整参数是所述发送间权重的最小值以及最大值。

6. 根据权利要求3所述的超声波成像装置,其特征在于,

所述发送间权重调整部还具备查找表,该查找表与成像条件对应地保存所述权重调整参数,

所述放大率修正参数决定部从所述查找表中取得所述权重调整参数。

7. 根据权利要求3所述的超声波成像装置,其特征在于,

所述发送间权重调整部还具备检验部,该检验部检验所述放大率修正权重决定部所决定的发送间权重的适当与否,

当所述检验部决定为不适当时,所述放大率修正参数决定部使所述权重调整参数的值变化预先决定的变化量。

8. 根据权利要求3所述的超声波成像装置,其特征在于,

该超声波成像装置还具备接受部,该接受部接受由用户所进行的权重调整参数的调整,

所述放大率修正参数决定部按照所接受的所述调整来调整所述权重调整参数。

9. 根据权利要求1所述的超声波成像装置,其特征在于,

所述发送间权重与正交于发送方向的方向有关,被调整为所述整相范围中央的接收整相点的值为最大,随着远离该中央,值减少。

10. 根据权利要求8所述的超声波成像装置,其特征在于,

所述接受部显示具有图像显示区域和参数接受区域的参数接受画面,并经由该参数接受画面接受所述权重调整参数的调整,其中:

所述图像显示区域显示根据所述放大率修正参数决定部所决定的所述权重调整参数而制作出的超声波图像;所述参数接受画面接受权重调整参数的调整。

11. 根据权利要求7所述的超声波成像装置,其特征在于,

在对每次收发的所述发送间权重进行发送间合成而得的结果中,当相邻的所述接收整相点间的权重值的比率的极大值比预先决定的阈值更大时,所述检验部决定为不适当。

12. 根据权利要求1所述的超声波成像装置,其特征在于,

针对每次发送,根据发送声场来定义所述整相范围。

13. 一种超声波成像装置中的发送间权重调整方法,其特征在于,

计算预定的整相范围的形状,

根据所述形状来调整发送间权重,该发送间权重是在孔径合成时对各接收整相点的整相信号相乘的权重系数的集合。

14. 一种超声波成像方法,其特征在于,

将使用权利要求13所述的方法调整后的发送间权重分别应用于通过各收发所获得的所述接收整相点的整相信号,并进行发送间合成,

根据所述发送间合成后的整相信号来生成图像。

超声波成像装置、发送间权重调整方法和超声波成像方法

技术领域

[0001] 本发明涉及使用超声波将被检体内的图像成像的超声波成像技术。特别是涉及将通过多次发送所获得的整相信号进行合成,并根据合成结果生成图像的孔径合成技术。

背景技术

[0002] 以超声波或MRI、X射线CT为代表的医用图像显示装置,作为以数值或图像方式来提示无法用肉眼观察的生物体内的信息的装置而被广泛利用。其中,作为利用了超声波的图像显示装置的超声波成像装置相比其他装置具有高的时间分辨率,例如可以将跳动的心脏清晰地图像化。

[0003] 在超声波成像装置中,将超声波发送至检查对象内,并接收在检查对象内的传播过程中产生的反射波,使用该接收信号对检查对象内进行图像化。在超声波成像装置中,使用多个超声波元件进行超声波的收发。收发的孔径是有限的,因此在所使用的元件群的边缘,受到超声波的衍射的影响,很难提高方位角方向的分辨率。近年来,为了提高方位角方向的分辨率,进行了信道域整相技术的研究,并报道了自适应波束形成器、孔径合成等的新的整相方式(例如,参照专利文献1)。

[0004] 孔径合成是对通过多次收发所获得的、同一点(接收整相点)的信号(整相信号)进行相加(发送间合成),并获得成像范围的各点的信号的方法。孔径合成可以对超声波探头从不同方向对接收整相点进行收发所获得的整相信号进行合成,因此可以期待点像的高分辨率化、针对检查对象内的介质的不均匀的鲁棒性等。进一步,由合成处理使处理增益提高,因此可以使超声波的发送次数比通常稀疏,也可以应用于高速成像。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:美国专利6685645号说明书

发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 在孔径合成中,对通过同一接收整相点的、不同的发送时刻的收发所获得的1帧的整相信号进行相加。通过各收发来获得根据发送声波而定义的整相范围内的接收整相点的整相信号,但是在整相范围的成像视野内的位置根据时刻而发生变化。因此,根据整相范围的定义,对于成像范围内的每一个接收整相点,相加的次数不同。各整相信号与相加次数成比例地进行放大,因此放大率不同。即、在图像内存在放大率不均匀的情况。

[0010] 该放大率的空间上的变化量较大,特别是相邻的接收整相点间的放大率差较大,会发生假像或产生与实际不同的亮度分布等,这些可能引起画质劣化。

[0011] 本发明是鉴于上述情况而完成的,目的在于,在孔径合成中,减少各接收整相点的整相信号的放大率的空间上的变化量,获得高品质的图像。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 本发明的超声波成像装置根据整相范围来调整发送间权重,在进行孔径合成处理的接收波束形成器中,对通过收发所获得的接收整相点的整相信号应用调整后的发送间权重,并进行发送间合成。发送间权重针对发送间合成后的各接收整相点,使相邻的接收整相点间的放大率的变化方式平滑,并被调整为减少放大率差。

[0014] 发明效果

[0015] 根据本发明,在孔径合成中,可以减少各接收整相点的整相信号的放大率的空间上的变化量,获得高品质的图像。

附图说明

[0016] 图1是第一实施方式的超声波成像装置的功能框图。

[0017] 图2(a)是用于说明1D探头中的、发送波束为聚焦波束时的整相范围例的说明图,图2(b)是用于说明2D探头中的上述整相范围例的说明图。

[0018] 图3是用于说明探头、整相范围、接收扫描线和接收整相点的说明图。

[0019] 图4(a)是表示1次发送中的接收整相点的放大率的说明图,图4(b)是表示对于构成1帧的全部发送进行发送间合成时的放大率的分布的说明图,图4(c)是表示预定的接收扫描线上的放大率的变化率的图表。

[0020] 图5(a)~图5(d)是用于说明在孔径合成中产生放大率差的理由的说明图。

[0021] 图6是用于说明第一实施方式的整相范围和发送间权重的说明图。

[0022] 图7是用于说明第一实施方式的权重调整参数和发送间权重的变化形状的说明图。

[0023] 图8是用于说明第一实施方式的查找表例的说明图。

[0024] 图9是用于说明由第一实施方式的放大率修正权重决定部所进行的权重决定处理的说明图。

[0025] 图10是第一实施方式的超声波成像处理的流程图。

[0026] 图11是第一实施方式的发送间权重调整处理的流程图。

[0027] 图12(a)是表示第一实施方式的使用了发送间权重时的1次发送中的接收整相点的放大率的说明图,图12(b)是表示对于使用了该发送间权重时的构成1帧的全部发送进行了发送间合成时的放大率的分布的说明图,图12(c)是表示使用了该发送间权重时的预定的接收扫描线上的放大率的变化率的图表。

[0028] 图13(a)~图13(c)是没有使用发送间权重时的、通过连续3次的收发分别获得的整相信号的说明图,图13(d)是对图13(a)~图13(c)进行了发送间合成的结果的整相信号的说明图。

[0029] 图14(a)~图14(c)是使用了第一实施方式的发送间权重时的、通过连续3次的收发而分别获得的整相信号的说明图,图14(d)是对图14(a)~图14(c)进行了发送间合成的结果的整相信号的说明图。

[0030] 图15是第二实施方式的超声波成像装置的功能框图。

[0031] 图16是第二实施方式的发送间权重调整处理的流程图。

[0032] 图17是第三实施方式的超声波成像装置的功能框图。

[0033] 图18(a)是用于说明第三实施方式的参数接受画面例的说明图,图18(b)是用于说

明第三实施方式的变形例的参数接受画面的说明图。

[0034] 图19是第三实施方式的超声波成像处理的流程图。

[0035] 图20(a)～图20(c)是用于说明整相范围决定方法的变形例的说明图。

具体实施方式

[0036] <<第一实施方式>>

[0037] 使用附图说明本发明的第一实施方式。以下,在用于说明本发明的实施方式的全部图中,对基本上具有相同功能的内容赋予相同符号,省略其重复的说明。

[0038] [超声波成像装置]

[0039] 首先,说明本实施方式的超声波成像装置。图1是表示构成本实施方式的超声波成像装置的结构框图。如本图所示,本实施方式的超声波成像装置100具备探头110、发送波束形成器120、接收波束形成器130、发送间权重调整部140、图像处理部150、显示部160、D/A转换器111、A/D转换器112以及成像参数表(成像参数T)113。

[0040] 探头110被构成为沿着预定的方向排列多个超声波元件。各超声波元件例如是由陶瓷制成的陶瓷元件。探头110被配置为接触检查对象101的表面。

[0041] 发送波束形成器120经由D/A转换器111从多个超声波元件的至少一部分发送超声波。针对从构成探头110的各超声波元件发送的超声波,分别提供延迟时间以在预定的深度进行聚焦,并生成在预定的深度聚焦的发送波束。

[0042] D/A转换器111从发送波束形成器120将发送脉冲的电信号转换为声学信号。另外,A/D转换器112将在探头110中接收到的、在检查对象101的内部传播的过程中反射的声学信号再次转换为电信号并生成接收信号。

[0043] 接收波束形成器130经由A/D转换器112,在每一次发送时取得超声波元件输出的接收信号,根据取得的接收信号生成整相信号,并在预先决定的整相范围的各点(接收整相点)进行孔径合成。

[0044] 发送间权重调整部140调整用于孔径合成的发送间合成时的发送间权重。根据整相范围来调整发送间权重。此外,在本说明书中,发送间权重是指在发送间合成时,通过应用于整相范围内的各接收整相点,操作各接收整相点的整相信号的强度的权重值(权重系数)的集合。另外,发送间合成是指针对通过多次收发所分别获得的整相范围内的接收整相点的整相信号,在每一次收发时应用发送间权重后,将对每一个相同的接收整相点应用权重后的整相信号相加。

[0045] 图像处理部150使用孔径合成后的整相信号来生成超声波图像。然后,显示部160显示所生成的超声波图像。

[0046] 在成像参数表113中,存储有用于进行超声波的收发、生成超声波图像所需的各种参数。所存储的参数例如是包括探头110的种类、用于发送的超声波元件的位置、使发送声波进行聚焦的位置、发送波束形状、接收扫描线的位置以及整相信号的采样频率的收发参数和在图像处理部150中所进行的处理的参数(图像处理参数)。

[0047] [接收波束形成器]

[0048] 本实施方式的接收波束形成器130是如上所述进行孔径合成处理的波束形成器。接收波束形成器130如图1所示,具备:延迟相加部131,其针对每一个接收整相点,使各超声

波元件通过1次发送所获得的接收信号分别延迟后进行相加,由此进行整相来获得整相信号;存储器132,其针对每一次发送存储分别对通过各收发所获得的整相范围的接收整相点应用发送间权重,由延迟相加部131所获得的每一个接收整相点的整相信号;以及发送间合成部133,其从存储器132读出通过各收发所获得的接收整相点的整相信号,分别应用调整后的发送间权重,并进行发送间合成。

[0049] 在本实施方式中,接收波束形成器130首先针对从A/D转换器112取得的接收信号,通过延迟相加处理生成整相信号,并生成对所生成的各接收整相点的整相信号应用发送间权重而得的加权整相信号。然后,重叠通过多次收发所生成的加权整相信号,并在预先决定的整相范围的各接收整相点进行孔径合成。整相范围针对每一次收发根据发送声场而被定义,是包含用于图像生成的接收整相点的范围。整相范围由包括探头110的种类、用于发送的超声波元件的位置、使发送声波进行聚焦的位置以及发送波束形状的收发参数来决定。

[0050] 图2(a)表示超声波元件仅被配置在一个方向的1D探头110中的、发送波束形状为聚焦波时的整相范围200的例子。另外,图2(b)表示超声波元件被配置为平面状的2D探头110中的、发送波束形状为聚焦波时的整相范围200的例子。以下,在本实施方式中,使用将1D探头110中的像这样的沙漏型的整相范围200简化了的模型来进行说明。

[0051] 发送方向的定义例如列举有设为与连接发送焦点和用于发送的元件的两端的线段的2等分线一致的方向、与连接发送焦点和用于发送的元件的中心的线段一致的方向。发送方向与整相范围200的定义同样地,存在针对每一次发送都不同的情况。例如,在全部发送中,当用于发送的元件、发送焦点位置平行移动的扫描方式时,整相范围200是同一形状。另一方面,在用于发送的元件是相同的,但是使发送焦点旋转那样的扫描方式中,在全部发送中整相范围200的形状是不同的。另外,将垂直于超声波的发送方向的方向简称为垂直方向。以下,在本说明书中,以发送方向与深度方向一致的情况为例进行说明。

[0052] 此外,整相范围200并不限于发送波束为聚焦波时的、图2(a)以及图2(b)所示的形状。发送波束形状可以是平面波、扩散波。另外,发送波束也可以是声波传播距离无法用圆弧、直线等简单的几何曲线、曲面表示的非球面波。

[0053] [延迟相加部]

[0054] 延迟相加部131针对基于发送波束形成器120的1次超声波的发送,根据超声波元件接收的接收数据,通过并行处理来生成多个接收波束(接收扫描线)。在本实施方式中,如图3所示,接收扫描线201是指接收整相点202的集合,一般而言,是指在预定方向延伸的直线上的多个接收整相点202的集合。另外,生成接收扫描线201是指生成接收扫描线201上的各接收整相点202的整相信号。此外,在本图中,210表示成像范围。

[0055] 延迟相加部131针对1个接收整相点202,分别使通过各超声波元件接收到的接收信号延迟后进行相加,从而获得该接收整相点202的整相信号。赋予各接收信号的延迟(延迟时间)针对每一个接收整相点202来进行设定。延迟时间只要是在进行利用了该接收信号的发送间合成以前的定时,则可以设定为任意定时。例如,延迟时间可以在每一次发送时重新被设定,也可以关于接收到的信号在进行延迟处理时被运算和设定,还可以在成像模式等的设定后预先汇总设定全部收发的组合的量。在进行了预先设定时,保存至成像参数表113等中。

[0056] 此外,一般地,接收扫描线201是发送波束的中心附近的1条或中心附近的2~8条

等,形成本实施方式规模的数量。然而,并不限于这些条数。例如可以并行地生成32条、64条、128条等的接收波束。

[0057] 接收整相点202是根据探头110的种类、在探头110内用于发送的超声波元件的位置、接收扫描线201上的采样频率以及进行图像化的范围(成像范围210)而决定的。

[0058] [存储器]

[0059] 通过延迟相加部131求出的各接收整相点202的整相信号按照接收扫描线201被存储至存储器132。即、在存储器132内,针对每一次超声波的收发,存储由并行处理所生成的条数的接收扫描线201上的接收整相点202的整相信号群。

[0060] [发送间合成部]

[0061] 发送间合成部133在存储在存储器132中的整相信号群中,按照每一个接收整相点202进行对通过不同的收发所获得的整相信号群进行合成的发送间合成。在本实施方式中,此时,对各接收整相点202应用由发送间权重调整部140调整后的发送间权重所确定的权重系数,并进行相加。此外,将相加后的整相信号称为发送间合成信号。

[0062] [图像处理部、显示部]

[0063] 图像处理部150针对发送间合成信号进行各种处理,并获得1帧的图像量的各像素值。在这里,针对发送间合成信号进行的处理例如是检波、压缩处理、插补处理、调谐处理等。显示部160显示由图像处理部150所获得的图像。

[0064] [发送间权重调整部]

[0065] 发送间权重调整部140针对所述发送间合成后的各接收整相点202调整发送间权重,以使通过发送间合成所产生的相邻的接收整相点202间的放大率差比应用调整前的发送间权重时降低。

[0066] 在进行该发送间权重调整部140的说明之前,说明根据整相范围200的形状,通过发送间合成而产生阶段性的放大率差。

[0067] 如上所述,发送间合成部133在同一接收整相点202的、通过不同的收发所获得的整相信号中,将整相范围200内的接收整相点202的整相信号进行相加。整相范围200内的接收整相点202的整相信号的相加是通过发送间权重如图4(a)所示地,将整相范围200内的接收整相点202的整相信号的权重系数设为1,将整相范围200外的该整相信号的权重系数设为0而实现的。

[0068] 整相范围200如图5(a)~图5(c)所示,即使在每一次收发时形状不变的情况下,成像范围210内的位置也会发生变化。

[0069] 如图5(d)所示,在孔径合成中,对构成帧的全部发送次数(例如,设为M次。M是2以上的整数)的、整相范围200内的接收整相点202进行发送间合成。即、对同一接收整相点202的接收信号进行相加。

[0070] 此时,整相范围200例如如图5所示的整相范围200的形状那样,为在发送方向的各位置,垂直方向的宽度不同的形状时,通过1次发送所获得的整相范围200内的垂直方向的接收整相点202的数量根据发送方向的位置而不同。因此,根据接收整相点202,相加次数不同。

[0071] 例如,如图5(a)~图5(d)所示,以收发次数为3次的情况进行说明。接收整相点c被包含在第1次发送、第2次发送、第3次发送的各自的整相范围200中。因此,相加次数为3。另

外,接收整相点b被包含在第1次发送与第2次发送的整相范围200中。因此,相加次数为2。另一方面,接收整相点a只包含在第1次发送的整相范围200中。因此,相加次数为1。

[0072] 发送间合成信号,相加次数越多,整相信号的强度越被放大。相加次数表示整相信号的强度被放大的量,因此相当于放大率。

[0073] 将1次发送中的接收整相点202的放大率定义为1,将通过发送间相加而进行了N次相加时的放大率定义为N(N是1以上M以下的整数)。在1帧的图像中,在M次的发送中,当接收整相点202被包含在N次收发的整相范围200中时,该接收整相点202被进行N次相加,这种情况下的接收整相点202的放大率为N。例如,在上述图5(d)的例子中,接收整相点a是放大率1、b是放大率2、c是放大率3。

[0074] 如果进行推广,则图4(b)表示应用图4(a)所示的发送间权重(各接收整相点202的权重系数411)、并进行了发送间合成时的、通过M次发送所获得的发送间合成放大率分布310。在该发送间合成放大率分布310内,各接收整相点202的放大率在0~M的范围内不同。

[0075] 此时,接收扫描线311上的各接收整相点202的放大率320如图4(c)所示,表示仅选取整数值的离散性变化。另外,在垂直于深度方向(发送方向)的方向即方位方向(垂直方向),放大率也示出离散性变化。

[0076] 即、即使检查对象101为均匀的介质,通过发送间合成生成的发送间合成信号针对发送方向以及垂直方向也成为可能存在离散性变化的信号。如此,如果相邻的接收整相点202的信号强度的放大率差较大,则通过基于接收扫描线的位置的扫描转换处理、生成接收扫描线间的像素的插补处理、用于去除噪音的滤波处理等,可能发生在实际的检查对象101中不存在的亮度变化,画质变差。

[0077] 在本实施方式中,在像这样的发送间合成信号中,使放大率在相邻的接收整相点202间不发生较大变化。即、本实施方式的发送间权重调整部140调整图4(a)所示的整相范围200内为1、整相范围200外为0的发送间权重,以使相邻的接收整相点202间的放大率的变化平滑。通过调整作为权重系数的集合的发送间权重的变化方式(发送间权重形状)来进行权重系数的调整。

[0078] 在本实施方式中,发送间权重形状400如图6所示,例如被调整为关于整相范围的垂直方向,中央的接收扫描线211上的接收整相点202的权重的值为最大,随着远离该中央,值减少。

[0079] 如此调整发送间权重形状400,因此本实施方式的发送间权重调整部140如图1所示,具备:整相范围形状计算部141,其计算每一次收发的整相范围200的形状;放大率修正参数决定部142,其决定对在整相范围200内的调整后的发送间权重的变化方式(发送间权重形状)进行确定的权重调整参数;放大率修正权重决定部143,其根据整相范围200和权重调整参数,决定调整后的发送间权重400;以及查找表LUT144,其与成像条件相对应地保存最佳的权重调整参数。

[0080] [整相范围形状计算部]

[0081] 整相范围形状计算部141计算整相范围200的形状。整相范围200由包括探头110的种类、用于发送的超声波元件的位置、使发送声波进行聚焦的位置以及发送波束形状的收发参数来进行定义。用户将这些信息预先设定为成像条件等,并保存至成像参数表113。整相范围形状计算部141使用从成像参数表113取得的这些信息来计算整相范围200的形状。

在本实施方式中,对每一次收发的成像范围210内的整相范围200的位置、范围进行确定。

[0082] [放大率修正参数决定部]

[0083] 如上所述,在本实施方式中,发送间权重形状400被调整为垂直方向的中央为最大,并具有向着整相范围200的两端部单调递减的形状。另外,如图6所示,关于在发送方向相同深度的整相范围200的垂直方向负侧端部421与正侧端部422,从中央的接收扫描线211到端部421以及端部422的距离可以不是等距离。

[0084] 发送间权重形状400如图7所示,由规定形状变化的函数、倾斜强度、权重的最小值以及最大值(权重值的幅度)决定。函数例如预先被保存在成像参数表113等中。本实施方式的放大率修正参数决定部142决定的权重调整参数是预先决定的函数的倾斜强度和发送间权重的最小值以及最大值。在这里使用的函数例如是汉宁函数、高斯函数等。

[0085] 此外,在本实施方式中,倾斜强度的大小如图7所示,决定401是倾斜强度最大(最强)的发送间权重形状,403是在本图中倾斜强度最小(最弱)的发送间权重形状,402是两者中间的倾斜强度的发送间权重形状。即、倾斜强度越大,发送间权重形状400越陡峭。此外,图7绘制出整相范围200的、垂直方向的预定位置的各接收整相点202的权重值(权重系数)。

[0086] 并且,倾斜强度越强,根据发送间权重,在整相范围200内,操作信号强度的程度越小。即、对于根据发送间权重形状401的权重系数,整相范围内的大部分接收整相点202的信号强度被原样保持。另一方面,对于在图7中倾斜强度最弱的发送间权重形状403,除了中央的接收扫描线211附近的接收整相点202以外,乘以0与1之间的权重系数,减弱信号强度。

[0087] 当倾斜较强时,基于合成处理的处理增益提高效果最大,但是有可能放大率的变化变为离散,导致画质劣化。另一方面,如果减弱倾斜,则基于合成处理的处理增益提高效果会降低,但是放大率的变化变得平滑和连续,可以获得抑制画质劣化的效果。

[0088] 如此,针对每一个发送间权重形状400,抑制发送间权重引起的画质劣化的效果不同。理想的是发送间权重形状400还考虑处理增益,被决定为画质为最佳的形状。

[0089] 如上所述,在权重调整参数中存在倾斜强度和权重的最小值以及最大值,但是以下,在本实施方式中,以分别将权重的最小值固定为0、最大值固定为1的情况为例进行说明。即、本实施方式的调整后的权重设为0到1之间的值。

[0090] 因此,在本实施方式中,权重调整参数以仅设为倾斜强度的情况为例进行说明。即、在本实施方式中,放大率修正参数决定部142决定倾斜强度作为权重调整参数。

[0091] [LUT]

[0092] 本实施方式的放大率修正参数决定部142从LUT144取得倾斜强度。图8表示LUT144的一个例子。LUT144如图8所示,对应成像条件701,保存适合于该成像条件的权重调整参数702。对应的成像条件701例如是对整相范围200进行确定时所使用的成像参数以及图像处理时所使用的处理参数等。

[0093] 在图像处理部150中进行的处理对画质有影响。因此,在LUT144的成像条件中也包括在图像处理部150中进行的处理的参数。此外,在图像处理部150中进行的处理中受到相邻的接收整相点202的放大率差(比率)的影响的处理中,有基于接收扫描线的位置的扫描转换处理、生成接收扫描线间的像素的插补处理、用于去除噪音的滤波处理等。当放大率的比率大时,可能发生在实际的检查对象101中不存在的亮度变化,画质变差。

[0094] 倾斜强度702例如可以使用数值设定,也可以设定预先决定的强度(例如,强、中、

弱) 设定。为数值时, 例如, 如图7所示, 可以使用从垂直方向的中心到端部的长度 W_0 和从接收整相点202所在的垂直方向负侧端部开始强度为最大值(在这里, 是1)的宽度 W_1 , 也可以使用 W_1/W_0 的值。另外, 为强、中、弱时, 例如可以分别对应于图7的401、402、403。

[0095] 此外, 在后级的图像处理部150所进行的各处理中, 在发送间合成后的各接收整相点202, 最佳的权重调整参数(倾斜强度)被决定为相邻的接收整相点202的放大率差(比率)不超过容许范围。

[0096] 根据接收扫描线201的位置、采样频率、各收发中的整相范围200的形状以及在整相范围200的成像范围210内的位置、权重调整参数计算出发送间合成后的、各接收整相点202的放大率(放大率分布)。根据该分布, 针对各接收整相点202, 计算相邻的接收整相点202间的放大率差(比率)。在相邻接收整相点202间容许的放大率差的上限, 是根据在图像处理部150进行的各处理的限制而预先决定的。

[0097] 根据这些信息, 针对每一个成像条件, 计算出相邻的接收整相点202间的放大率差不超过基于处理参数的上限的权重调整参数, 并与处理参数以及成像条件相对应地将权重调整参数登录至LUT144。为了提高画质劣化抑制效果, 例如以放大率的比率尽量接近1的方式来决定权重调整参数。

[0098] [放大率修正权重决定部]

[0099] 放大率修正权重决定部143根据整相范围形状计算部141计算出的整相范围200的形状和放大率修正参数决定部142所决定的权重调整参数, 来决定调整后的发送间权重、即与各接收整相点202的整相信号相乘的权重系数。

[0100] 在这里, 如图9所示, 放大率修正权重决定部143对各接收整相点202的发送方向的位置(k_1)进行确定。然后, 获得该位置(k_1)的发送间权重形状400。发送方向的预定的位置的发送间权重形状400由该位置(k_1)的整相范围200的宽度和权重调整参数(倾斜强度)决定。根据整相范围200的形状计算出该位置(k_1)的整相范围200的宽度。放大率修正权重决定部143按照所决定的发送间权重形状400, 计算出该位置(k_1)上的各接收整相点202的权重的值(权重系数)410。

[0101] 于是, 放大率修正权重决定部143计算出1次收发的整相范围200内的全部接收整相点202的权重系数410。然后, 对整相范围200外的接收整相点的权重系数410设为0。针对全部收发进行该权重系数410的计算。计算出的各收发的、各接收整相点202的权重系数410被发送至发送间合成部133, 并用于发送间合成时。

[0102] [超声波成像处理的流程]

[0103] 接着, 说明基于本实施方式的超声波成像装置100的各部分的超声波图像取得时(超声波成像处理)的流程。图10是本实施方式的超声波成像处理的处理流程。操作者输入成像条件并进行成像开始的指示, 由此开始超声波成像处理。在这里, 说明取得1帧的图像时的流程。

[0104] 首先, 按照所设定的成像条件, 发送间权重调整部140调整发送间权重(步骤S1101)。

[0105] 另外, 按照所设定的成像条件, 发送波束形成器120进行动作, 并开始探头110中的超声波的收发(步骤S1102)。之后, 在每一次发送时, 接收波束形成器130的延迟相加部131从接收信号获得各接收整相点202的整相信号, 将所获得的整相信号与发送以及接收整相

点202相对应地存储在存储器132中(步骤S1103)。

[0106] 重复进行收发,如果存储1帧的接收信号(步骤S1104),则发送间合成部133针对各接收整相点202,一边对每一次发送的整相信号乘以在步骤S1101中调整后的发送间权重一边进行相加,进行发送间合成(步骤S1105)。

[0107] 图像处理部150根据在发送间合成中所生成的发送间合成信号来生成图像(步骤S1106),并显示在显示部160中(步骤S1107),结束1帧的超声波图像的生成。

[0108] 此外,在上述处理流程中,说明最初进行发送间权重的生成的情况,但是并不限定于此。只要在步骤S1105之前,则可以在任何定时生成。具体而言,可以使用CPU、FPGA(Field-Programmable Gate Array现场可编程门阵列)等来生成并保存至存储器,也可以不保存至存储器而应用于发送间合成。另外,也可以将收发参数以及权重调整参数的组合预先保存在存储器132等中。

[0109] 另外,在上述处理流程中,以在每存储1帧的整相信号时进行发送间权重的相乘的情况为例进行了描述,但也可以构成为在每当在1次收发中获得整相信号时,进行步骤S1105的发送间合成。在这种情况下,每当获得整相信号时,对各接收整相点202的整相信号乘以发送间权重,不断相加到已经取得的同一接收整相点202的值。

[0110] [发送间权重调整处理的流程]

[0111] 接着,说明上述步骤S1101的、发送间权重调整部140进行的发送间权重调整处理的流程。图11是本实施方式的发送间权重调整处理的处理流程。

[0112] 发送间权重调整部140从成像参数表113读出收发参数以及处理参数(步骤S1201)。然后,整相范围形状计算部141使用这些参数,计算构成1帧的图像的全部发送的各整相范围200的形状(步骤S1202)。

[0113] 放大率修正参数决定部142从LUT144中取得与读出的成像条件相对应地存储的权重调整参数(步骤S1203)。

[0114] 放大率修正权重决定部143根据在步骤S1202中计算出的整相范围200的形状和用权重调整参数所确定的发送间权重形状400,决定各发送的、各整相范围200内的各接收整相点202的权重系数410,由此调整发送间权重(步骤S1204),并结束处理。

[0115] [模拟结果]

[0116] 使用图12(a)~图12(c)来说明应用了本实施方式的发送间权重400时的、发送间合成后的放大率的变化。设整相范围200与图4(a)相同。

[0117] 在本实施方式中,图4(a)所示的整相范围200内为1、整相范围200外为0的发送间权重被调整成图12(a)所示的在整相范围200的中心轴周边、权重系数410为1的区域连续之后,向着整相范围200的、方位方向两端平滑地向0迁移。

[0118] 图12(b)表示将图12(a)所示的发送间权重应用于各整相范围200内的接收整相点202,并进行发送间合成后的发送间合成放大率分布的1帧的分布。另外,图12(c)中的实线321表示接收扫描线311上的各接收整相点202的放大率的变化。

[0119] 如这些图所示,与图4(b)以及图4(c)所示的结果相比,在应用本实施方式的发送间权重来进行发送间合成而得的结果中,放大率的分布表示为平滑的变化。

[0120] 在本实施方式中,如上所述,深度方向(发送方向)的各位置的发送间权重形状400,根据整相范围200的、该位置的宽度来决定,因此如图12(c)中的实线321所示,接收扫

描线311上的各接收整相点202的放大率也采取少数值,其变化是平滑且连续的。此外,虚线320是图4(c)的放大率。

[0121] 另外,垂直方向的发送间权重形状400具有中央为最大且随着移向端部而减小的形状,因此即使在垂直方向(方位方向),通过使用本实施方式的发送间权重,放大率的变化也变得平滑且连续。

[0122] 如以上说明所述,本实施方式的超声波成像装置具备:探头110,其沿着预定的方向排列了多个超声波元件;发送波束形成器120,其从所述多个超声波元件的至少一部分发送超声波;接收波束形成器130,其针对每一次发送,根据所述超声波元件输出的接收信号来生成整相信号,并在预先决定的整相范围200的各接收整相点202进行孔径合成;发送间权重调整部140,其调整在所述孔径合成的发送间合成时使用的发送间权重;以及图像处理部150,其根据所述孔径合成后的整相信号生成超声波图像,所述发送波束形成器120分别针对从各所述超声波元件中发送的超声波赋予延迟时间,以便在预定的深度进行聚焦,所述接收波束形成器130具备:延迟相加部131,其分别针对所述接收整相点202,在分别使在1次发送中各所述超声波元件所获得的所述接收信号延迟之后进行相加,由此来进行整相,并获得所述整相信号;以及发送间合成部133,其对通过各收发所获得的所述接收整相点202的整相信号分别应用调整后的所述发送间权重,并进行发送间合成,所述发送间权重调整部140根据所述整相范围200来调整所述发送间权重。

[0123] 此时,所述发送间权重调整部140可以针对所述发送间合成后的各接收整相点202调整所述发送间权重,以使相邻的接收整相点202间的放大率差减少。

[0124] 另外,所述发送间权重调整部140可以具备:整相范围形状计算部141,其计算每一次收发的所述整相范围200的形状;放大率修正参数决定部142,其决定对在所述整相范围200内的调整后的所述发送间权重的值的变化方式(发送间权重形状400)进行确定的权重调整参数;以及放大率修正权重决定部143,其按照所述整相范围200和所述权重调整参数,决定调整后的所述发送间权重。

[0125] 然后,发送间权重调整部140还可以具备与成像条件相对应地保存所述权重调整参数的查找表144,所述放大率修正参数决定部142可以从所述查找表144中取得所述权重调整参数。

[0126] 如此,根据本实施方式,将根据整相范围200调整过的发送间权重乘以通过各收发所获得的接收整相点202,进行发送间合成。因此,在由发送间合成所获得的发送间合成信号中,相邻的接收整相点202间的放大率的变化(放大率差)变小,在发送方向以及垂直方向的任意方向中,放大率的变化都变得平滑。

[0127] 也就是说,通过使用本实施方式的调整后的发送间权重,可以抑制由孔径合成所产生的、由相邻的接收整相点202中的信号强度的放大率差较大而产生的假像、与实际不同的亮度分布等的画质劣化。由此,可以期待提高诊断的精确度、缩短检查时间。

[0128] 进一步,在本实施方式中,作为发送间权重形状400,在垂直方向(方位方向),使用整相范围200的中心轴(中央的接收扫描线211)位置(中心)为最大且向着整相范围200的两端部分变小的分布形状。因此,可以提高信号的可靠度高的整相范围中央的接收整相点202的整相信号的贡献度,降低信号的可靠度低的整相范围端部的整相信号的贡献。

[0129] 例如,整相范围200即使在发送方向的各位置是相同宽度的形状,垂直方向的端部

的整相信号的可靠性也比中央部的该信号的可靠性低。即使在这样的情况下,通过使用本实施方式的调整后的发送间权重,也可以提高可靠度高的信号的贡献,降低可靠度低的信号的贡献,可以获得更高品质的图像。

[0130] 通过抑制可靠度低的两端部的整相信号的贡献,还可以获得在成像中当成像对象中存在动作时抑制在1帧的图像内产生的伪影的效果。

[0131] 使用图13(a)~图14(d)来说明该效果。例如,考虑对于在深度方向从深部向浅部移动的1点的反射体进行了成像的情况。

[0132] 图13(a)~图13(c)是对于在连续3次的发送中,由每次的发送所获得的整相信号进行可视化的图。通过每次的发送所获得的点像511的形状主要依赖于探头110的种类、用于发送的元件的位置以及发送焦点的位置。

[0133] 图13(d)表示以往的方法、即应用调整前的发送间权重,并将各发送的整相信号进行发送间合成而得的结果512。如本图所示,这种情况下出现2种伪影。第一种伪影是由点像511从深部移动至浅部所引起的点像向深度方向延伸所导致的。另外,第二种伪影是由将各发送中的点像511的形状重合的结果,在点像511实际上不存在的场所信号变强所引起的方位方向的伪影。

[0134] 在本实施方式中,在方位方向中,使用发送间权重使在1次发送中所获得的整相信号的信号强度下降,该发送间权重按照被调整为随着从整相范围200的中心轴向着端部,权重值平滑地下降的发送间权重形状400。图14(a)~图14(c)表示对图13(a)~图13(c)所示的信号群应用了本实施方式的调整后的发送间权重的结果。在这些图中,521是点像。

[0135] 如这些图所示,通过应用本实施方式的调整后的发送间权重,可以根据场所来调整由1次发送所获得的整相信号的信号强度。图14(d)表示对这些进行发送间合成而得的结果。如本图所示,应用本实施方式的调整后的发送间权重并进行发送间合成而得的结果,与图13(d)所示的以往方法的结果相比,点像522的深部方向以及方位方向的伪影被抑制。

[0136] <<第二实施方式>>

[0137] 接着,说明本发明的第二实施方式。在第一实施方式中,在调整发送间权重时,从预先准备的LUT中取得权重调整参数(倾斜强度)。另一方面,在本实施方式中,不准备LUT,而是通过探索来决定合适的权重调整参数。

[0138] 图15表示本实施方式的超声波成像装置100a的功能结构图。如本图所示,本实施方式的超声波成像装置100a基本上与第一实施方式具备同样的结构。但是,权重调整参数的决定方法是不同的,因此发送间权重调整部140不具备LUT144。取而代之的是,发送间权重调整部140具备检验部145,其检验放大率修正权重决定部143所决定的发送间权重是否适当。另外,放大率修正参数决定部142的处理是不同的。

[0139] 以下,针对本实施方式,着眼于与第一实施方式不同的结构来进行说明。

[0140] [放大率修正参数决定部]

[0141] 本实施方式的放大率修正参数决定部142与第一实施方式同样,根据整相范围200的形状来决定对调整后的发送间权重形状400进行确定的权重调整参数。在本实施方式中,由于不具备LUT144,因此作为要决定的权重调整参数即倾斜强度,设定预先决定的初始值Winc0。然后,当检验部145决定为不适当时,放大率修正参数决定部142使权重调整参数的值变化预先决定的变化量 $\Delta Winc$,并决定最佳的权重调整参数。

[0142] 例如,放大率修正参数决定部142将所能想到的最大的倾斜强度作为初始值Winc0,使用预先决定的固定值来作为变化量 Δ Winc,将倾斜慢慢减弱至最佳值。此外,初始值Winc0以及变化量Winc例如被预先保存在成像参数表113等中。

[0143] [检验部]

[0144] 本实施方式的检验部145检验被调整过的发送间权重是否适当。在本实施方式中,根据将发送间权重进行了发送间合成的结果来判别适当与否。

[0145] 具体而言,针对每一次发送,按照放大率修正参数决定部142所决定的权重调整参数,获得放大率修正权重决定部143所决定的、每一次发送的各接收整相点202的权重系数410。然后,仅对权重系数410进行发送间合成。即、针对同一接收整相点202,将该接收整相点202的、各收发的权重系数410相加。

[0146] 然后,检验部145在将每一次收发的调整后的发送间权重进行发送间合成而得的结果中,相邻的接收整相点202间的权重值的比率的最大值比预先决定的阈值更大时,决定为不适当。此外,阈值被存储在预先决定的例如成像参数表113等中。

[0147] [发送间权重调整处理的流程]

[0148] 以下,使用图16来说明基于本实施方式的发送间权重调整部140的发送间权重调整处理的流程。

[0149] 整相范围形状计算部141从成像参数表113中读出收发参数以及图像处理参数(步骤S2101)。然后,整相范围形状计算部141使用这些参数来计算构成1帧图像的全部发送的各整相范围200的形状(步骤S2102)。

[0150] 放大率修正参数决定部142从成像参数表113中读出权重调整参数的初始值,并决定为权重调整参数(步骤S2103)。

[0151] 放大率修正权重决定部143根据在步骤S2102中计算出的整相范围200的形状和由权重调整参数所确定的发送间权重形状400,来决定各发送的、各整相范围200内的各接收整相点202的权重系数410(步骤S2104)。

[0152] 检验部145对各发送的、发送间权重(各接收整相点202的权重系数410的集合)进行发送间合成(步骤S2105),并生成放大率分布。在这里,如上所述,针对同一接收整相点202,将权重系数410相加,生成放大率分布。

[0153] 检验部145在放大率分布中比较相邻的接收整相点202的放大率的比率,并提取最高的值(步骤S2106)。然后,将提取出的值与预先决定的放大率的比率的阈值进行比较(步骤S2107)。

[0154] 当提取出的放大率的比率的最大值超过阈值时,向放大率修正参数决定部142通知所生成的权重调整参数不适当。放大率修正参数决定部142接受该通知,并使用上述方法变更权重调整参数(倾斜强度)(步骤S2108),转移至步骤S2104,并重复处理。

[0155] 另一方面,当最大值在阈值以下时,检验部145向放大率修正权重决定部143通知调整后的发送间权重合适,发送间权重调整部140将在该时刻所调整的发送间权重决定为调整后的发送间权重(步骤S2109),并结束处理。

[0156] 此外,本实施方式的发送间合成部133与第一实施方式同样,使用发送间权重调整部140所调整后的发送间权重(各接收整相点202的权重系数410的集合),来进行孔径合成的发送间合成。然后,图像处理部150根据孔径合成的结果来生成图像,并显示在显示部160

中。

[0157] 如以上说明所述,本实施方式的超声波成像装置100a与第一实施方式同样,具备探头110、发送波束形成器120、接收波束形成器130、发送间权重调整部140以及图像处理部150。并且,所述发送间权重调整部140可以针对所述发送间合成后的各接收整相点202,调整所述发送间权重,以使相邻的接收整相点202间的放大率差减少。另外,所述发送间权重调整部140可以具备整相范围形状计算部141、放大率修正参数决定部142以及放大率修正权重决定部143。

[0158] 所述发送间权重调整部140还具备检验部145,其检验所述放大率修正权重决定部143所决定的发送间权重是否适当,当所述检验部145决定为不适当时,所述放大率修正参数决定部142可以使所述权重调整参数的值变化预先决定的变化量。

[0159] 如此,根据本实施方式,与第一实施方式同样,在发送间合成后的图像的各接收整相点202,可以获得平滑的放大率的变化。根据像这样应用了发送间权重的整相信号群来生成图像,因此可以获得伪影少的图像。

[0160] 另外,根据本实施方式,不具备LUT,因此不需要相应的存储器区域。因此,可以以更简单的结构来获得高品质的图像。

[0161] 此外,在上述实施方式中,使倾斜强度从作为最大值的初始值Winco逐渐降低,并决定最佳的倾斜强度。然而,最佳的倾斜强度的探索方法并不限于该方法。

[0162] 例如,可以从最大值、最小值或中间值开始,通过二等分法来探索最佳的值。

[0163] 进一步,在本实施方式中也与第一实施方式相同,可以具备与成像条件相对地地保存最佳的权重调整参数的LUT144。例如,当与成像时所设定的成像条件相对应的数据没有保存在LUT144中时,从LUT144中提取与最接近的成像条件相对应地保存的权重调整参数,之后,通过探索进行优化。

[0164] <<第三实施方式>>

[0165] 对本发明的第三实施方式进行说明。在本实施方式中,显示根据使用调整后的发送间权重进行了孔径合成的结果所获得的图像,并从用户接受权重调整参数的调整。

[0166] 最初的发送间权重可以使用上述第一实施方式的方法或第二实施方式的方法的某一个方法来计算。或者也可以预先决定。在这里,以使用第一实施方式的方法进行计算的情况为例来进行说明。

[0167] 本实施方式的超声波成像装置100b基本上具有与第一实施方式的超声波成像装置100同样的结构。但是,如上所述,为了接受来自用户(操作者)的调整,还具备实现该处理的结构。以下,针对本实施方式,着眼于与第一实施方式不同的结构来进行说明。

[0168] 为了接受来自用户的进一步调整,在本实施方式中,如图17所示,除了第一实施方式的超声波成像装置100的结构,还具备接受部146,其接受由用户所进行的权重调整参数的调整。另外,放大率修正参数决定部142的处理与第一实施方式不同。

[0169] 本实施方式的放大率修正参数决定部142在第一次与第一实施方式相同,读出与成像条件相对应地存储在LUT144中的倾斜强度,并将其决定为权重调整参数。之后,如果经由接受部146从用户接受了调整,则按照所接受的调整来调整权重调整参数,并将调整后的权重调整参数决定为要输出的权重调整参数。

[0170] 接受部146接受来自用户的倾斜强度的调整。图18(a)表示接受部146显示在显示

部160中,并从用户接受倾斜强度的调整时所使用的GUI画面例(参数接受画面)。

[0171] 如本图所示,参数接受画面600具备图像显示区域610、参数接受区域620以及确认(OK)按钮630。在图像显示区域610中,显示根据放大率修正参数决定部142所决定的权重调整参数由接收波束形成器130以及图像处理部150所制作出的超声波图像。参数接受区域620是接受由用户所进行的权重调整参数的调整的区域。另外,确认按钮630是从用户接受同意在当前时间点所调整的发送间权重的意思的按钮。

[0172] 在本实施方式中,以接受权重调整参数中的倾斜强度的调整的情况为例进行说明。例如,如图18(a)所示,显示具备把手622的带有存储器的滑块621等。用户通过沿着滑块621移动把手622来指示倾斜强度的调整。在初始状态下,把手622被显示在表示生成超声波图像时的倾斜强度的位置,该超声波图像被显示在图像显示区域610中。

[0173] 根据拍摄条件来预先设定倾斜强度的可变更范围,并将该倾斜强度的可变更范围保存在LUT144中。倾斜强度的可变更范围可以在每一次收发、各收发的整相范围的发送方向的每一个位置都不同。

[0174] 此外,可以不具备确认按钮630。可以被构成为在预定期间从用户没有接受调整的指示时,判断为同意现状的参数。另外,从用户接受倾斜强度的调整时所使用的界面可以通过按下GUI显示切换开关来显示在画面内,也可以不在画面内,而是操作面板的按钮或拨盘。

[0175] [超声波成像处理的流程]

[0176] 使用图19来说明本实施方式的超声波成像处理的流程。在用户设定各种的成像条件、参数等之后,通过进行开始的指示来开始以下的处理。

[0177] 按照用户所设定的成像条件,发送波束形成器120进行动作,从探头110发送超声波,开始收发(步骤S3101)。

[0178] 接收波束形成器130的延迟相加部131在各发送中获得各接收整相点202的整相信号,重复存储至存储器132,获得1帧的整相信号(步骤S3102)。

[0179] 发送间权重调整部140从成像参数表113读出收发参数以及处理参数(步骤S3103)。然后,整相范围形状计算部141根据成像条件、参数等来计算整相范围200的形状(步骤S3104)。另外,放大率修正参数决定部142从LUT144中提取倾斜强度(步骤S3105)。

[0180] 放大率修正权重决定部142调整发送间的形状400,由此来决定各收发的、各接收整相点202的权重系数410(步骤S3106)。

[0181] 发送间合成部133对各收发的各接收整相点202乘以按照调整后的发送间权重形状400所决定的权重系数410,并进行发送间合成(步骤S3107)。

[0182] 图像处理部150根据发送间合成后的整相信号群来生成图像(步骤S3108),并显示在显示部160中(步骤S3109)。在本实施方式中,显示在参数接受画面600上。

[0183] 接受部146如果从用户经由参数接受区域620接受倾斜强度的调整(步骤S3110),则放大率修正参数决定部142根据所接受的调整来调整倾斜强度,并向放大率修正权重决定部143进行通知。然后,放大率修正权重决定部142转移至步骤S3106,使用从接受部146取得的倾斜强度,重新决定权重系数。

[0184] 另一方面,在步骤S3110中不接受倾斜强度的变更,而从用户接受了确认按钮630的按下时,接受部146结束处理。

[0185] 如以上说明所述,本实施方式的超声波成像装置100b与第一实施方式同样,具备探头110、发送波束形成器120、接收波束形成器130、发送间权重调整部140以及图像处理部150。并且,所述发送间权重调整部140可以针对所述发送间合成后的各接收整相点202调整所述发送间权重,以使相邻的接收整相点202间的放大率差减少。另外,所述发送间权重调整部140可以具备整相范围形状计算部141、放大率修正参数决定部142以及放大率修正权重决定部143。

[0186] 另外,超声波成像装置100b还具备接受部146,其接受由用户所进行的权重调整参数的输入,所述放大率修正参数决定部142可以按照所述所接受的调整来调整所述权重调整参数。

[0187] 如此,根据本实施方式,与上述各实施方式同样,在发送间合成后的图像的各接收整相点,可以获得平滑的放大率的变化。根据像这样的整相信号群来生成图像,因此可以获得伪影少的图像。

[0188] 根据本实施方式,还可以调整为用户喜欢的权重调整参数。因此,可以获得期望的画质的图像。

[0189] 此外,在上述实施方式中,以具备LUT144,初始的权重调整参数是从LUT144中取得的情况为例进行了说明,但是并不限于此。例如,可以被构成为使用预先决定的值,也可以被构成为如第二实施方式那样,保存权重调整参数的初始值以及变化量,探索最佳的权重调整参数。在这种情况下,向用户提示通过探索所决定的图像,并接受权重调整参数的调整。

[0190] <权重调整参数的变形例>

[0191] 另外,在上述各实施方式中,以将乘以各接收整相点202的权重系数410设为0到1之间的值的情况为例进行了说明。然而,权重系数410的值的范围并不限于此。可以设为1到2、0.5到1、0到-1等范围的值。另外,也可以设为发送间合成放大率的最大值为1那样的值。

[0192] 还可以与整相范围200的垂直方向的宽度成反比例地决定权重系数410的最大值。例如,将某宽度的位置的权重系数410的最大值设为1时,可以将宽度为其2倍的位置的权重系数410的最大值设为0.5,或者将权重系数410设为对构成1帧的全部发送进行了发送间合成时的放大率的分布均匀那样的数值。

[0193] 另外,在第二实施方式中,权重系数410也可以作为探索的对象。在这种情况下,预先保存初始值、变化量以及阈值,使用上述同样的方法来进行探索并决定最佳值。

[0194] 另外,在第三实施方式中,也可以构成为经由参数接受画面600来指定权重系数410。

[0195] 图18(b)表示这种情况下的参数接受画面601的例子。参数接受画面601的参数接受区域640还接受权重系数410的放大率的设定。具体而言,显示图18(b)所示那样的2维的滑块641,通过把手642的移动来接受倾斜强度与权重系数410的放大率的指定。

[0196] 在参数接受区域640中,可以被构成为如果用户指定权重系数的放大率和倾斜强度,则显示权重分布形状的截面。预先设定要显示的各值的范围。

[0197] <整相范围的变形例>

[0198] 在上述各实施方式中,整相范围200根据探头110的种类、用于发送的元件的位置、

使发送声波进行聚焦的位置以及包含发送波束形状的收发参数来定义。然而,整相范围200的定义并不限于此。例如,还可以考虑图像化方式。

[0199] 例如,如图20(a)所示,在将具有发送频率的整数倍的频率成分的高次谐波用于图像化的图像化方式中,与图20(b)所示的使用了发送频率的情况相比,如图20(c)所示,特别是在比发送焦点更深的部分,已知发送声场会缩小。

[0200] 另外,整相范围可以不根据发送声场来进行定义。

[0201] 此外,在上述各实施方式中,超声波成像装置100、100a、100b具备CPU、存储器和存储装置。并且,超声波成像装置100、100a、100b所实现的各功能通过CPU将存储在存储装置中的程序加载至存储器中来执行而实现。另外,也可以通过ASIC(Application Specific Integrated Circuit专用集成电路)、FPGA等硬件来实现全部或一部分的功能。

[0202] 另外,用于各功能的处理的各种数据、在处理中生成的各种数据被存储在存储装置中。例如,成像参数表113以及LUT144被构建在存储装置中。

[0203] 符号说明

[0204] 100:超声波成像装置、100a:超声波成像装置、100b:超声波成像装置、101:检查对象、110:探头、111:D/A转换器、112:A/D转换器、113:成像参数表、120:发送波束形成器、130:接收波束形成器、131:延迟相加部、132:存储器、133:发送间合成部、140:发送间权重调整部、141:整相范围形状计算部、142:放大率修正参数决定部、143:放大率修正权重决定部、144:LUT、145:检验部、146:接受部、150:图像处理部、160:显示部、200:整相范围、201:接收扫描线、202:接收整相点、210:成像范围、211:中央的接收扫描线、310:发送间合成放大率分布、311:接收扫描线、320:放大率、321:放大率、400:发送间权重形状、401:发送间权重形状、402:发送间权重形状、403:发送间权重形状、410:权重系数、411:权重系数、421:负侧端部、422:正侧端部、511:点像、512:结果、521:点像、522:点像、600:参数接受画面、601:参数接受画面、610:图像显示区域、620:参数接受区域、621:滑块、622:把手、630:确认按钮、640:参数接受区域、641:滑块、642:把手、701:成像条件、702:权重调整参数。

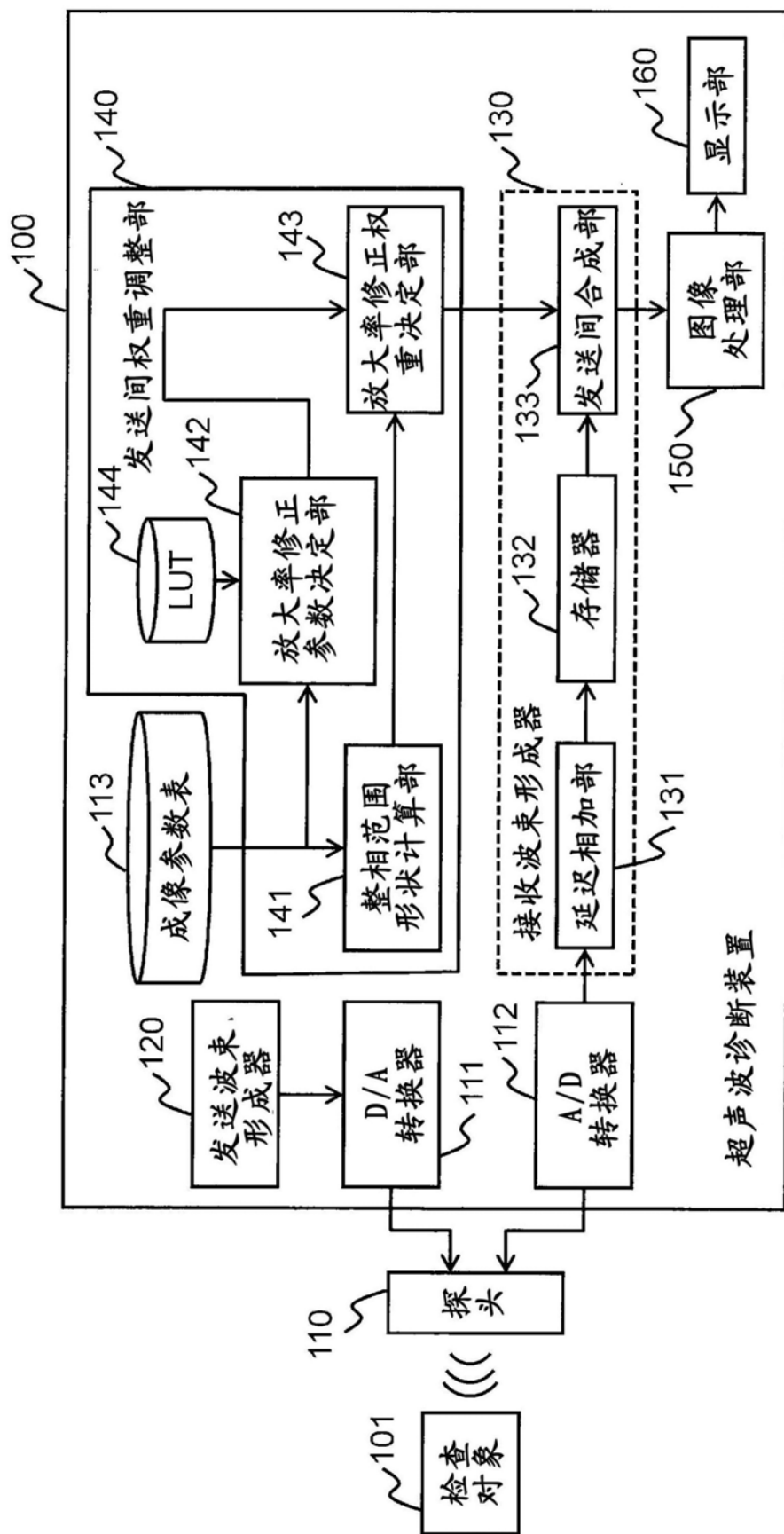


图1

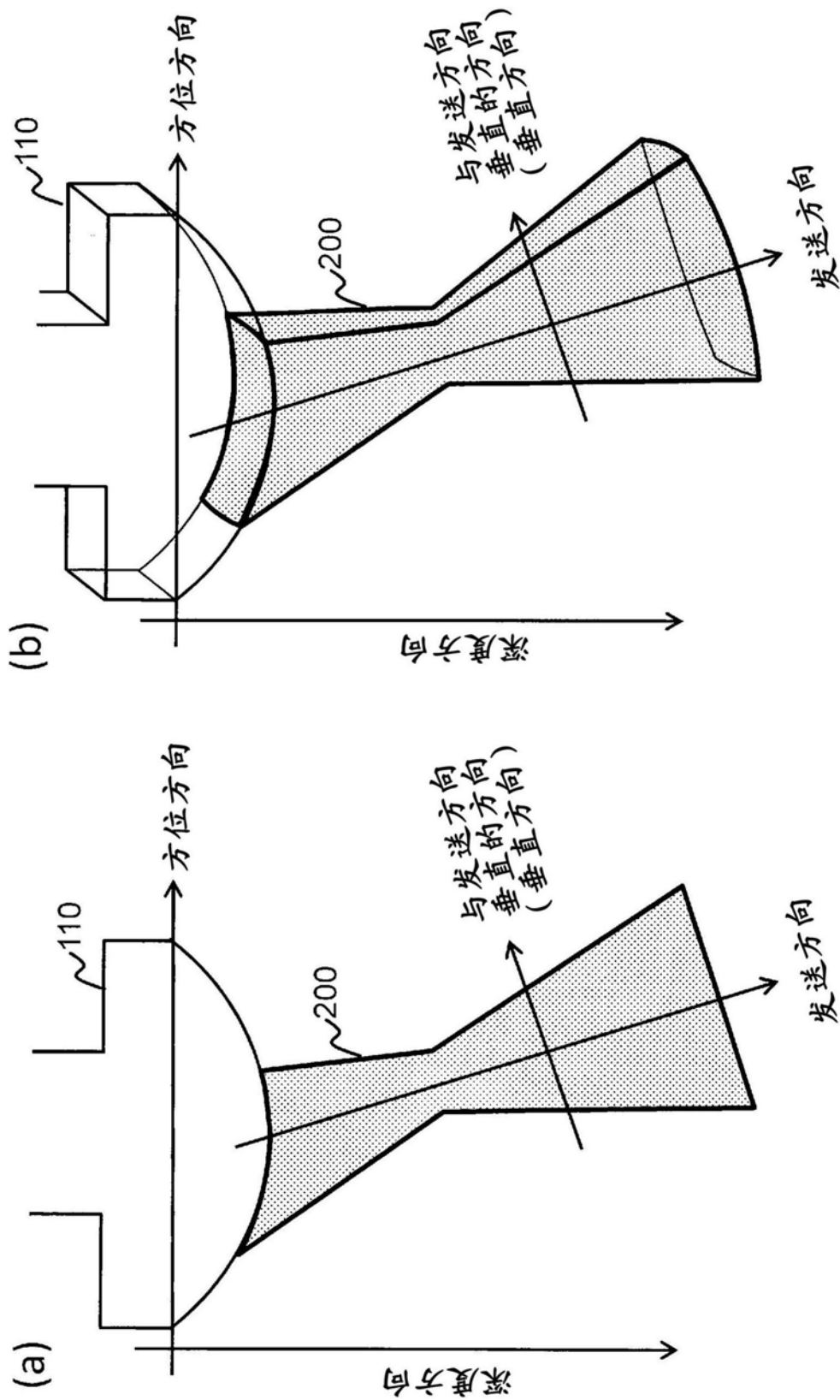


图2

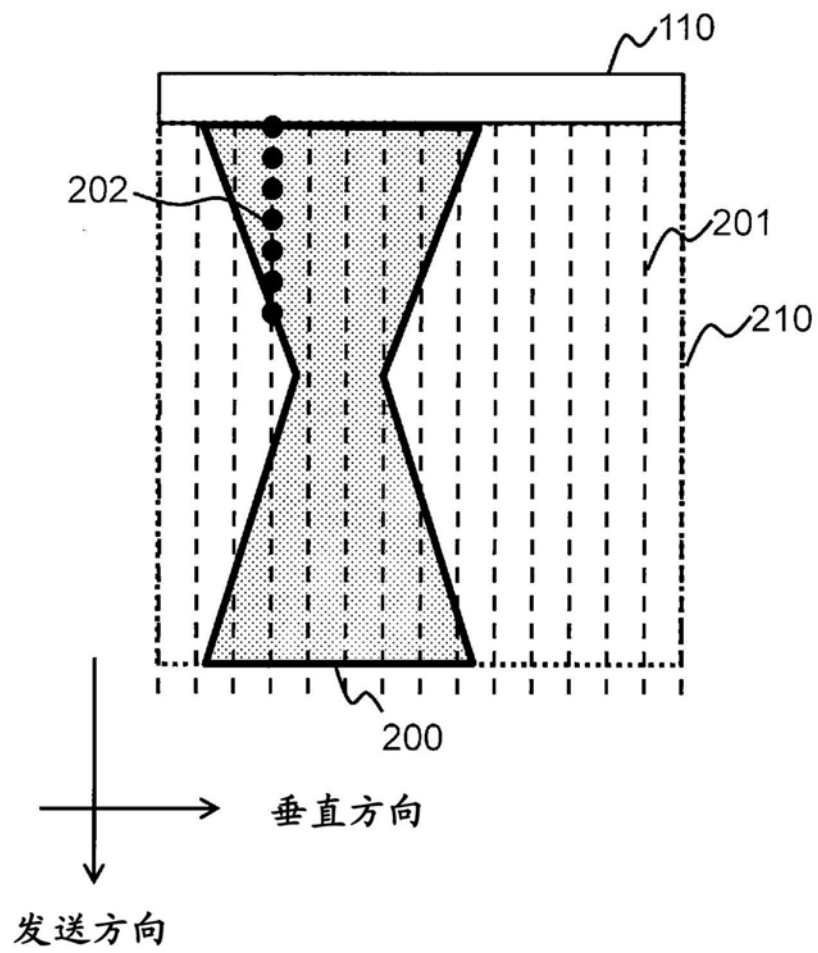


图3

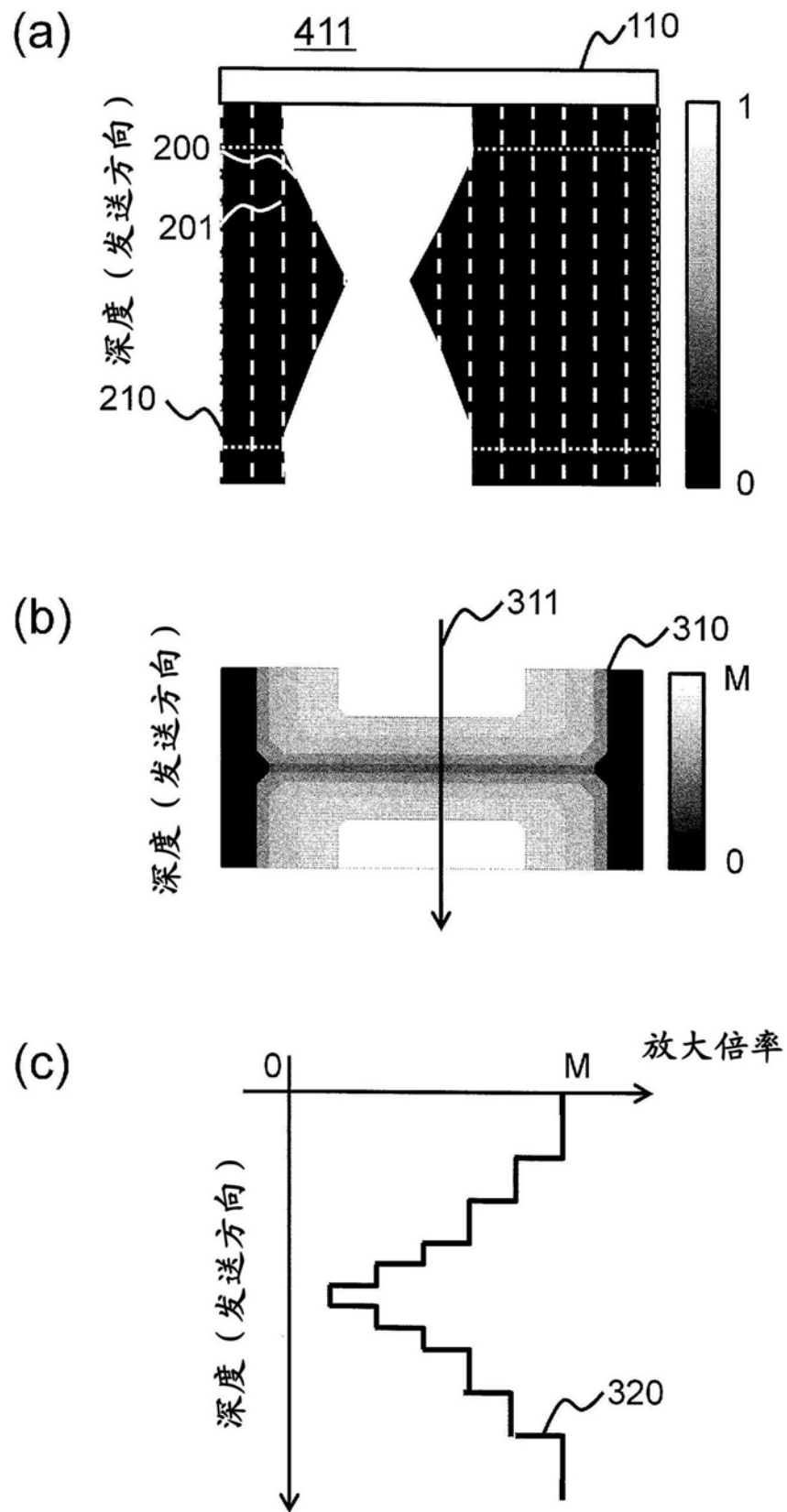


图4

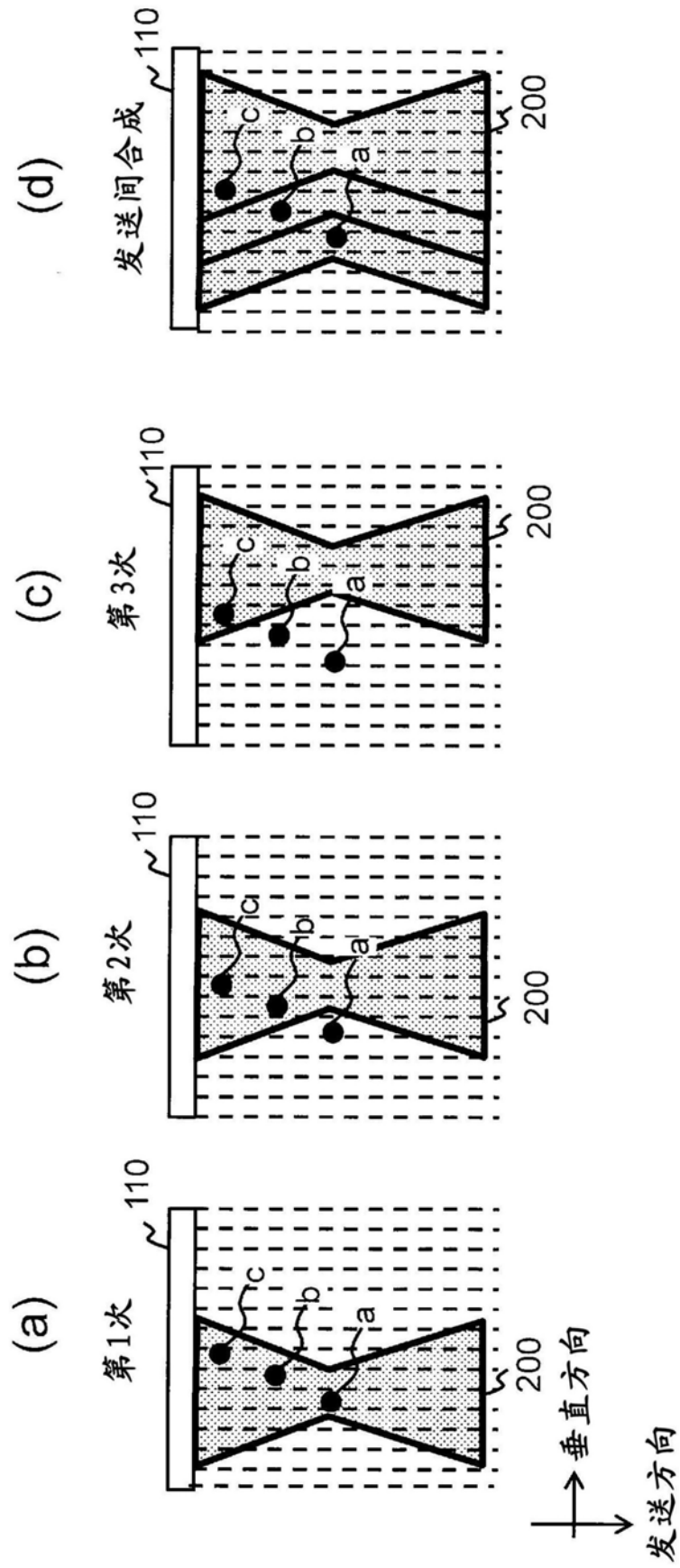


图5

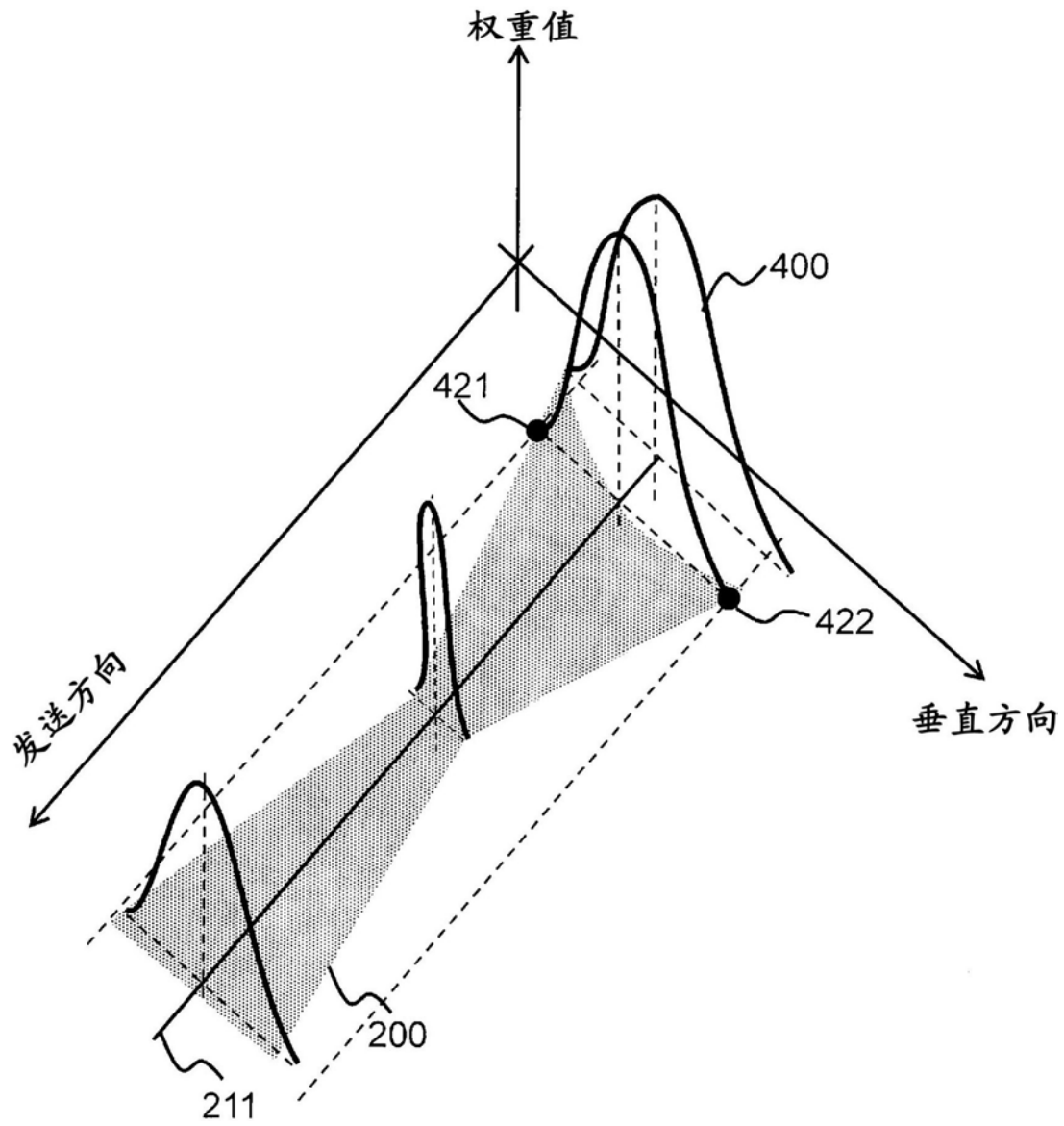


图6

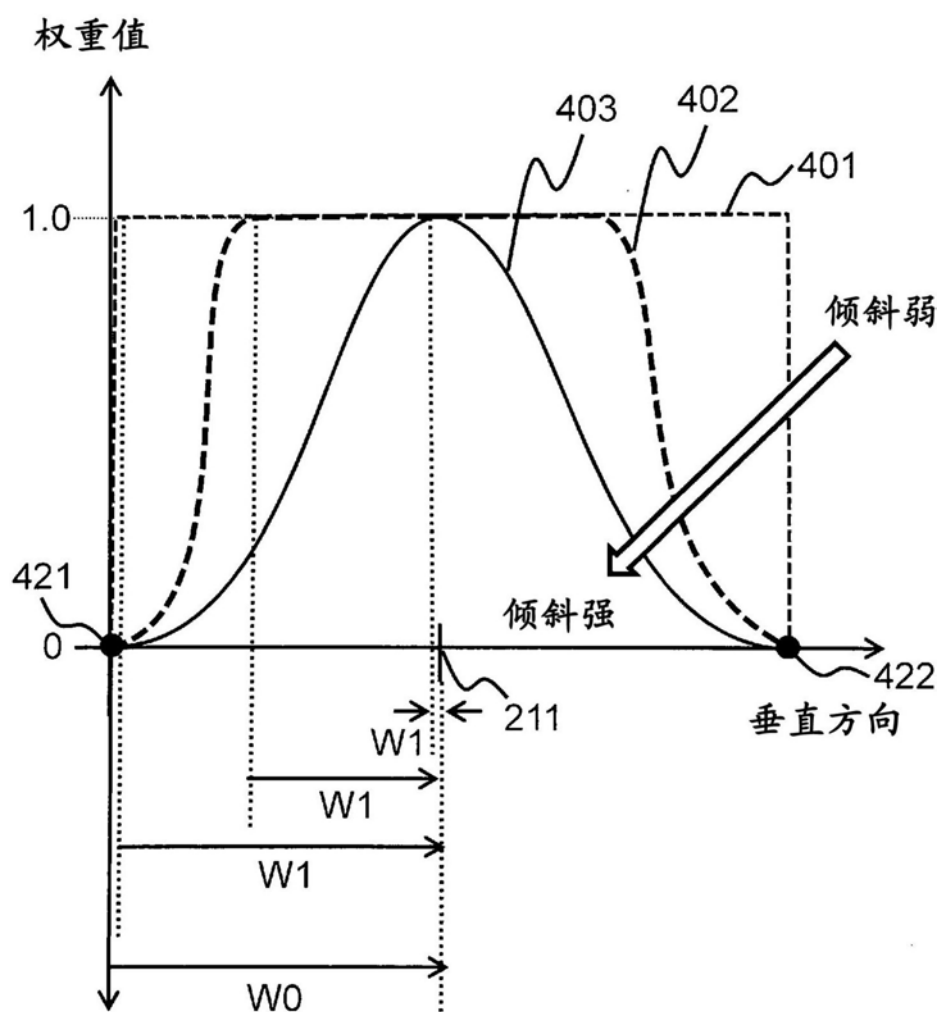


图7

144

701

702

成像条件	倾斜强度
AAA	强
BBB	中
CCC	中
DDD	弱

图8

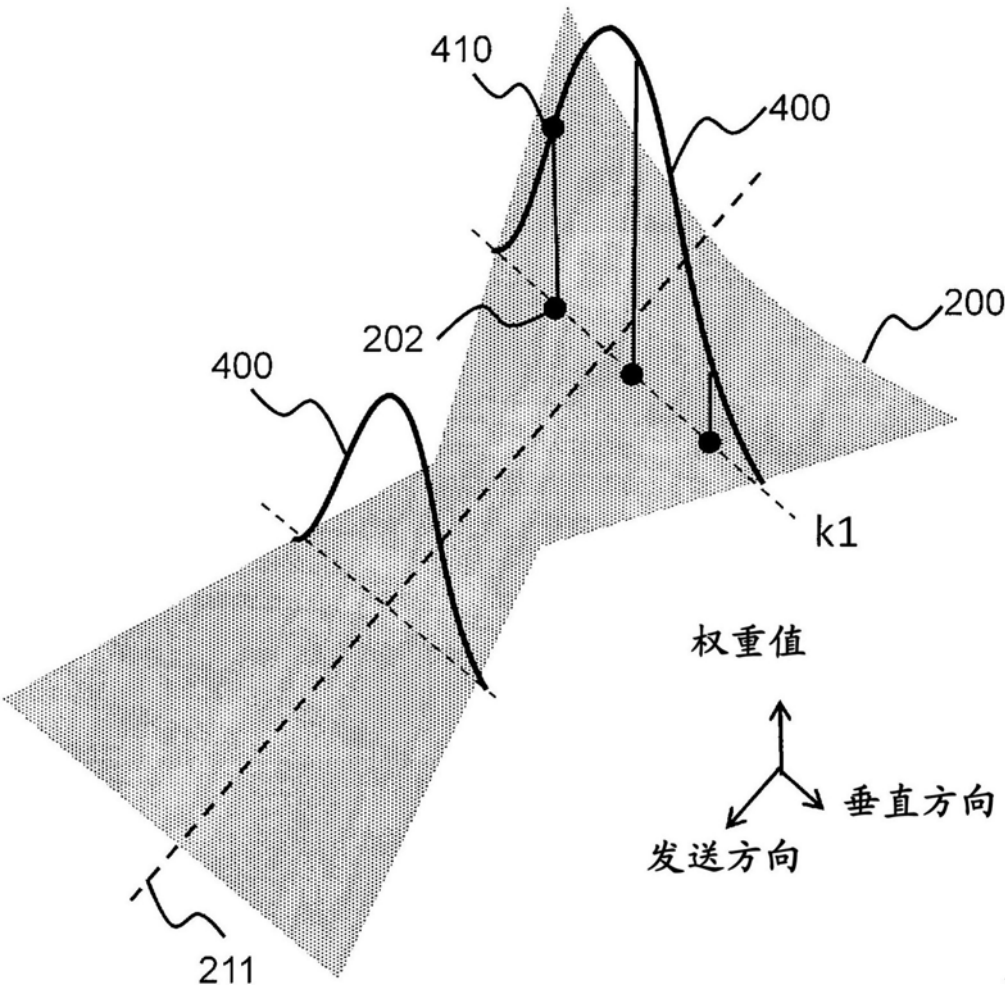


图9

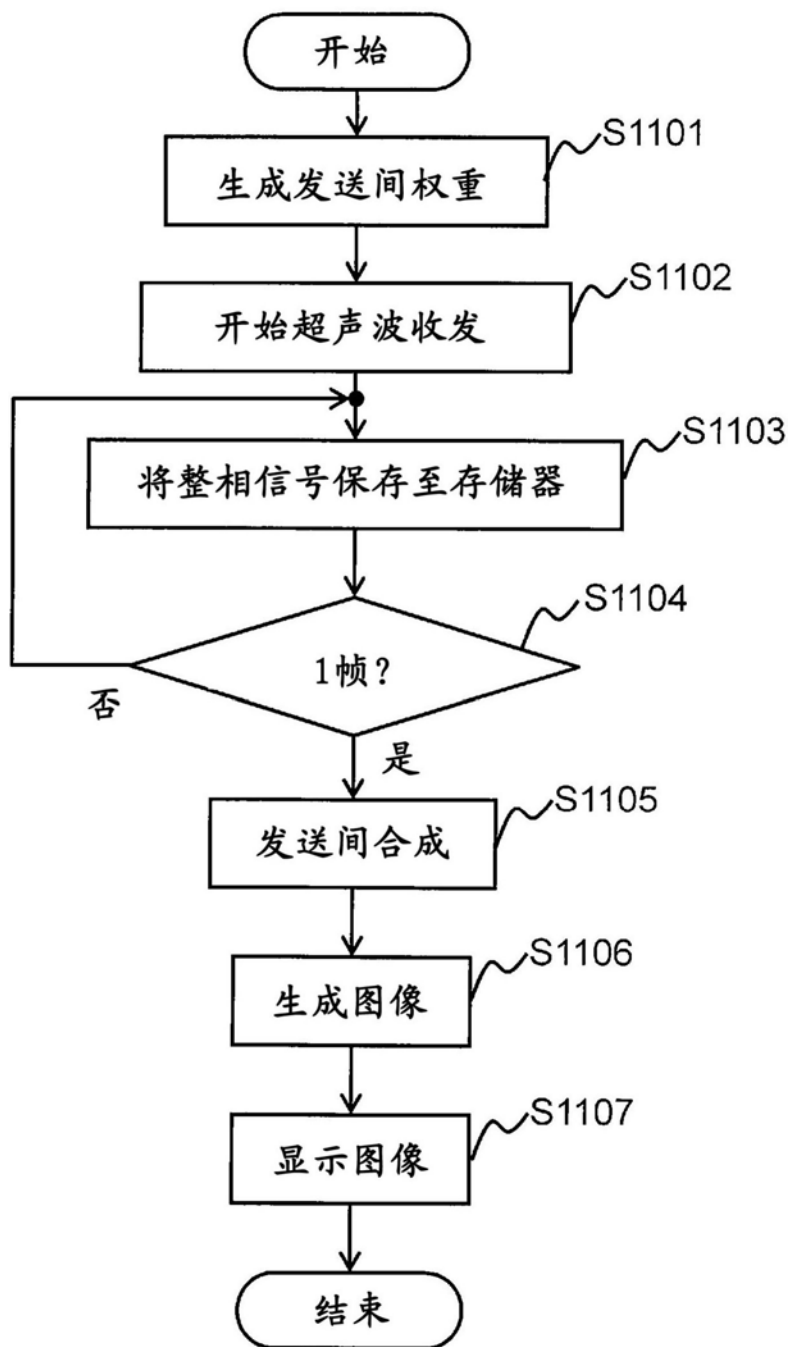


图10

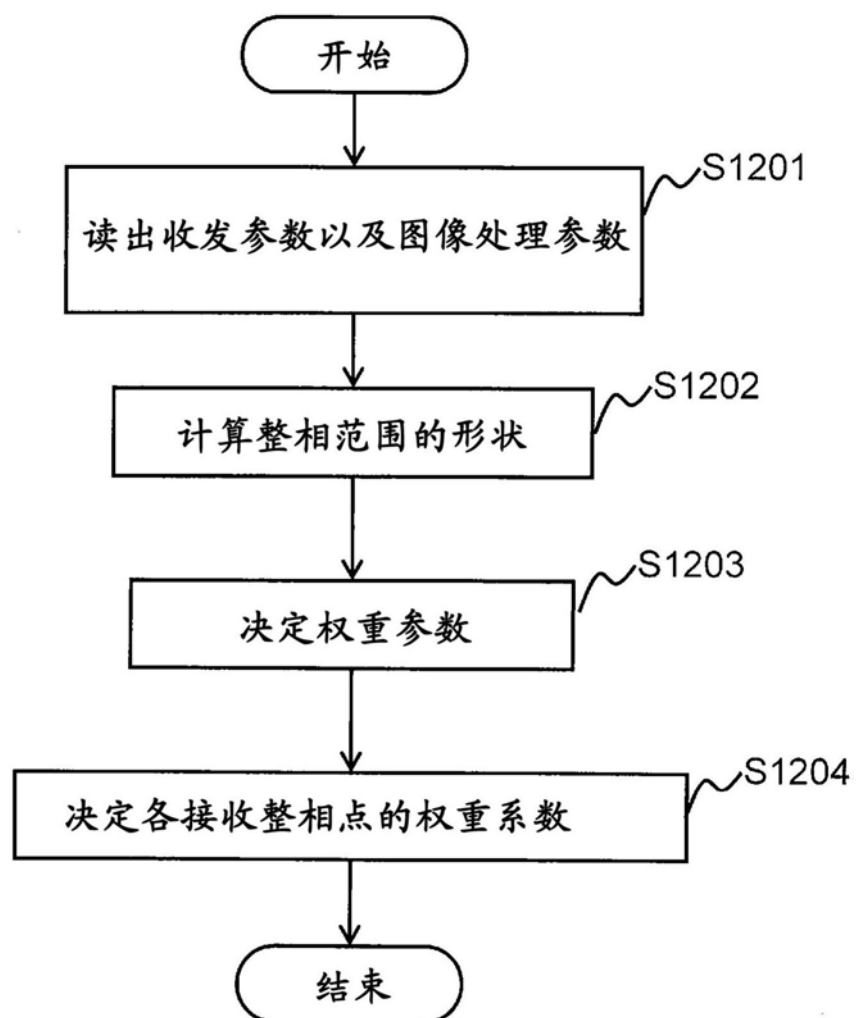


图11

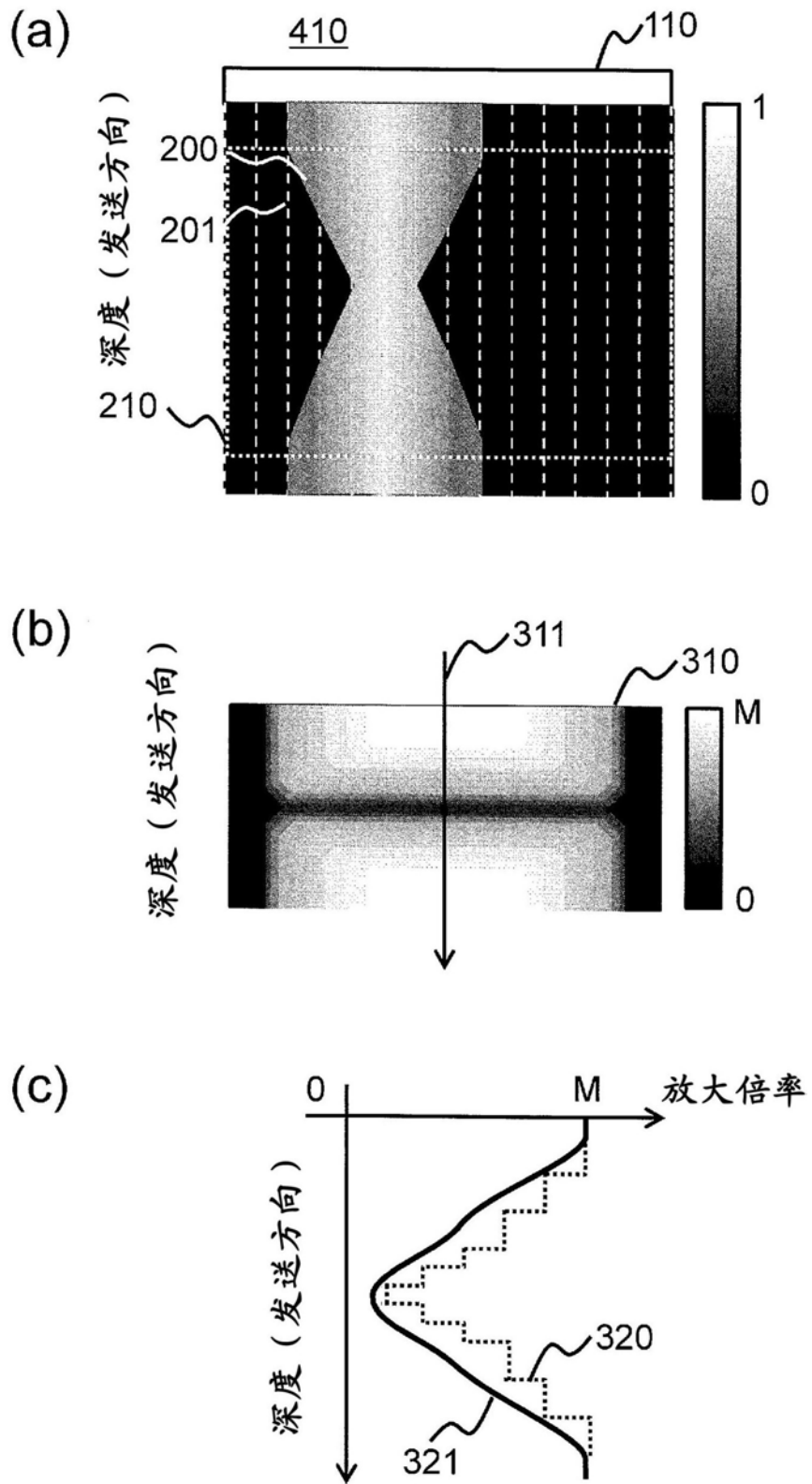


图12

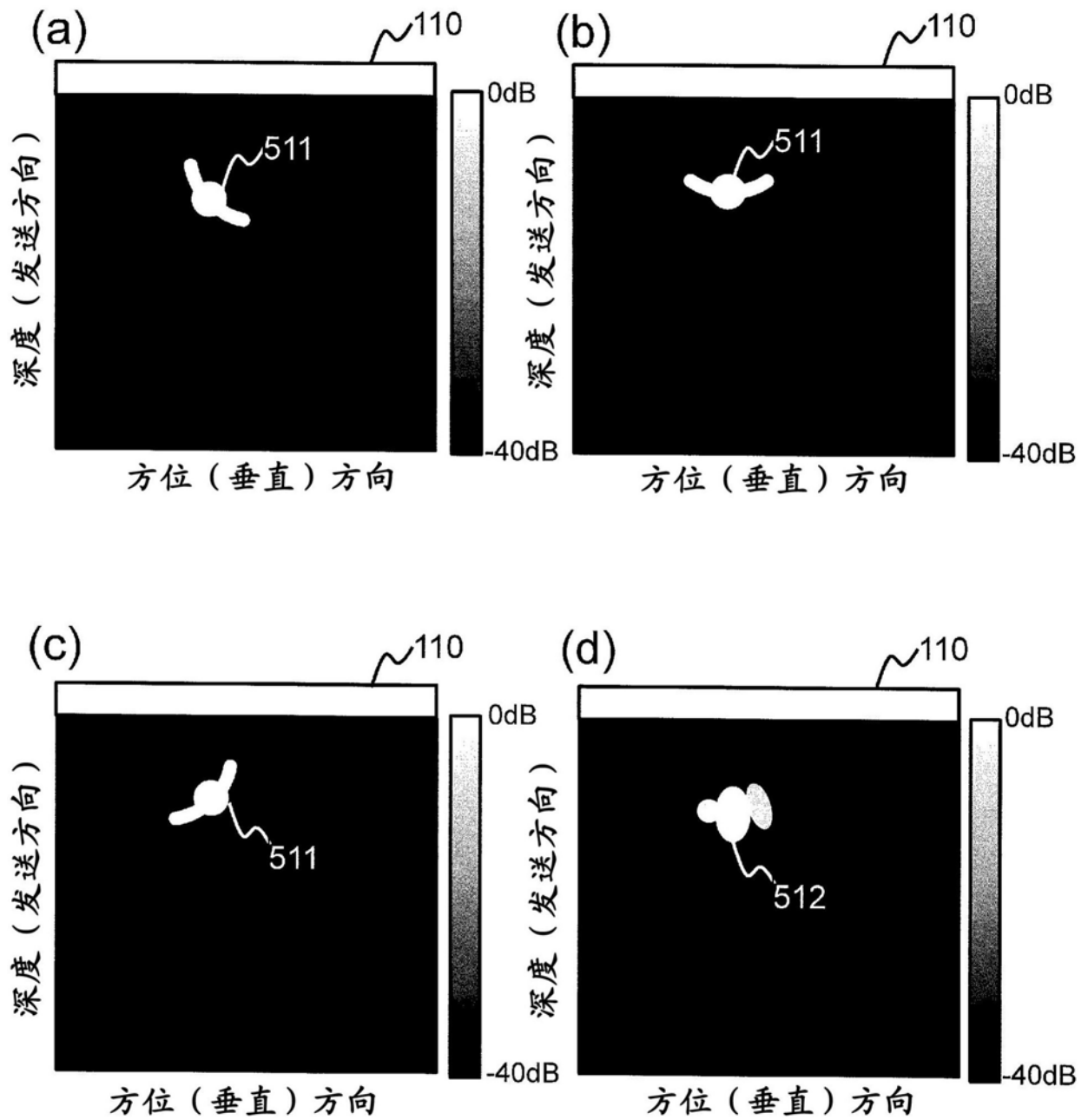


图13

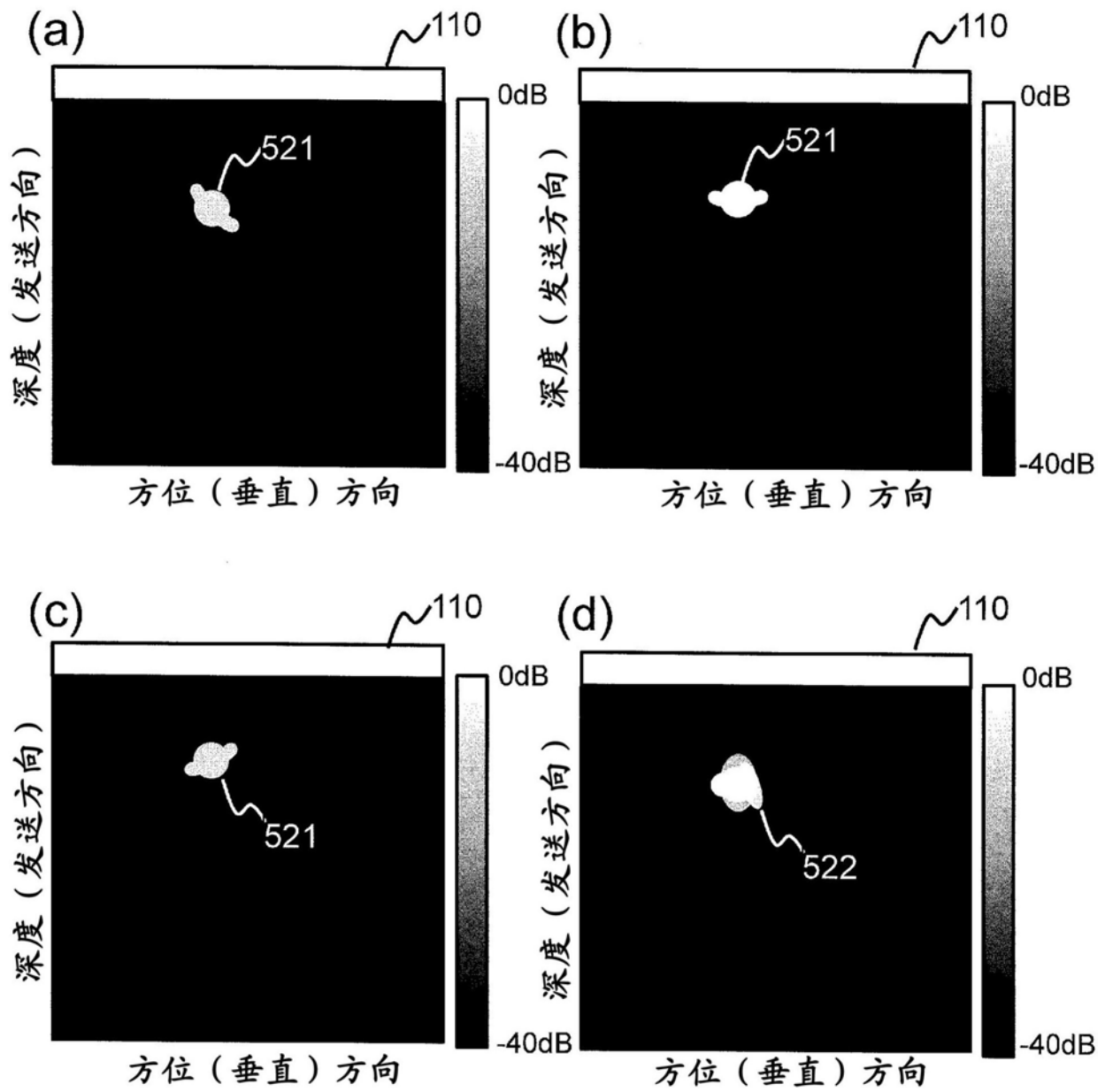


图14

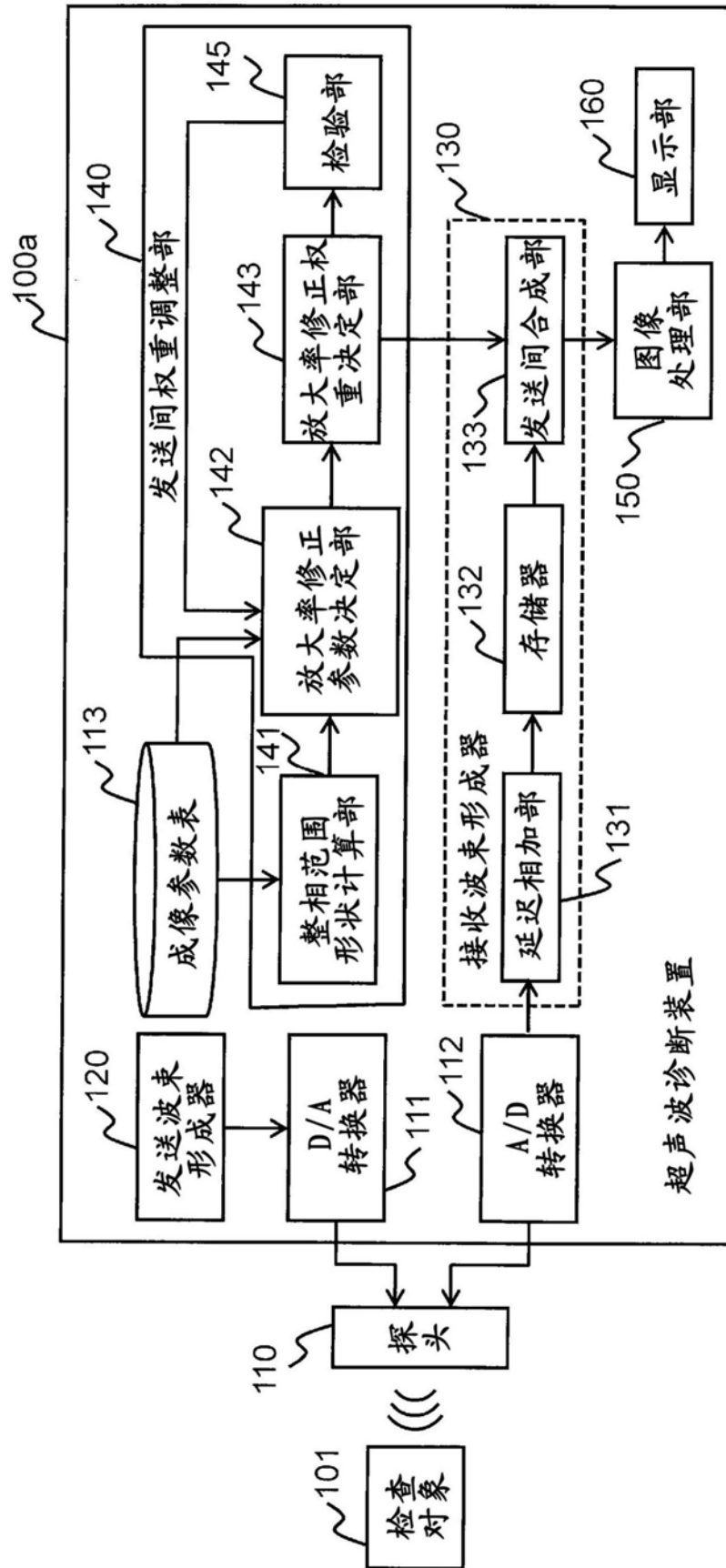


图15

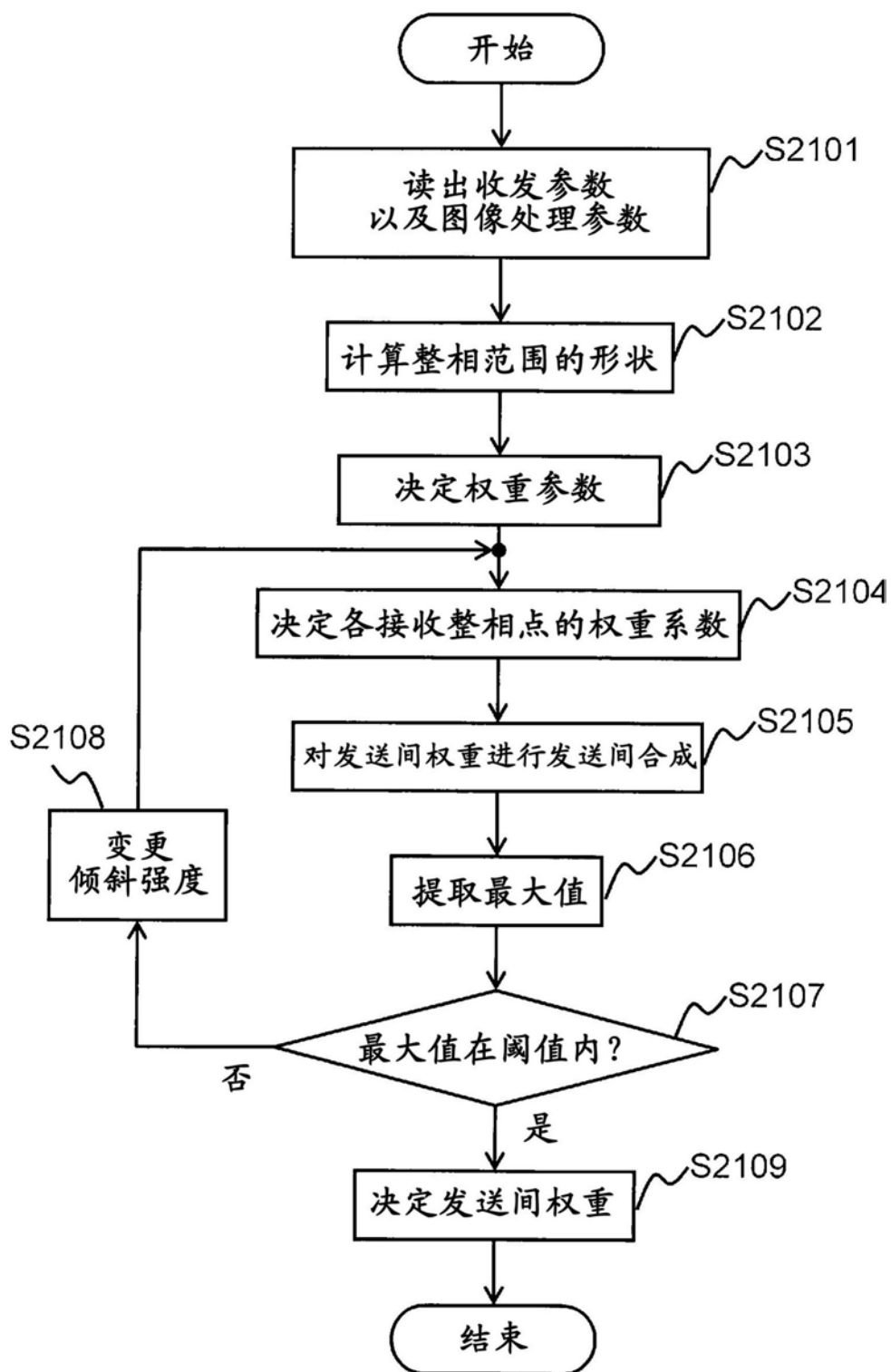


图16

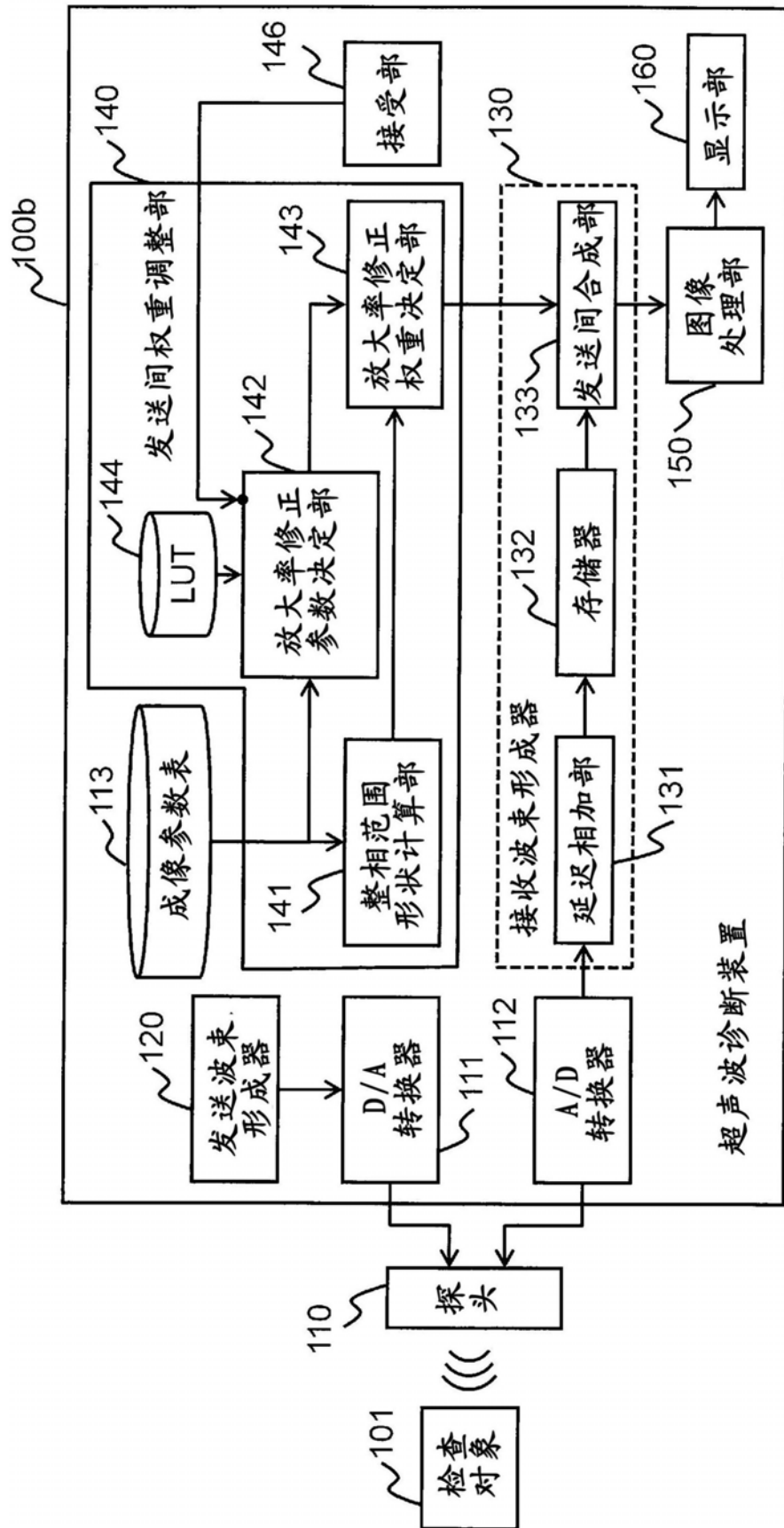


图17

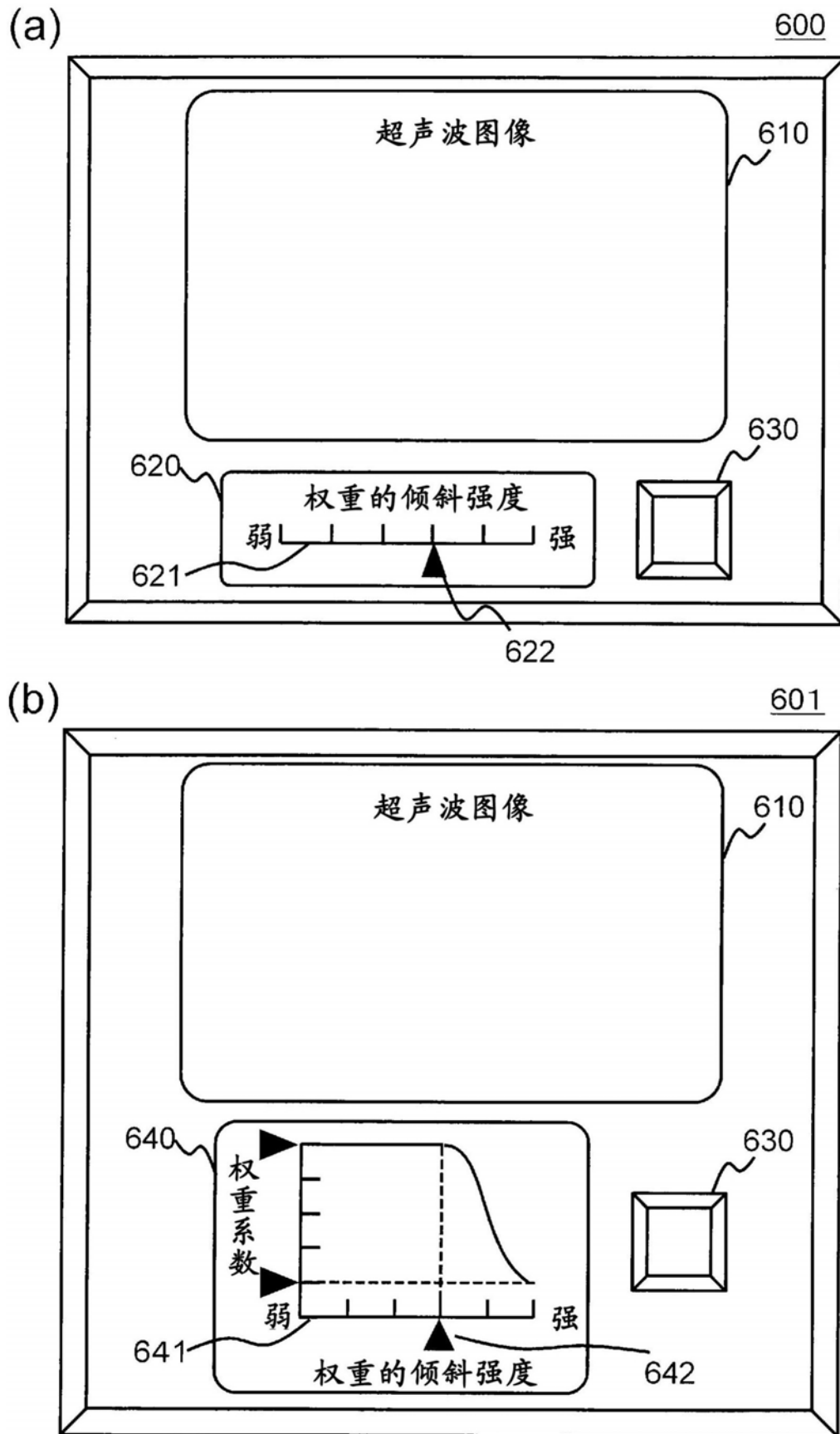


图18

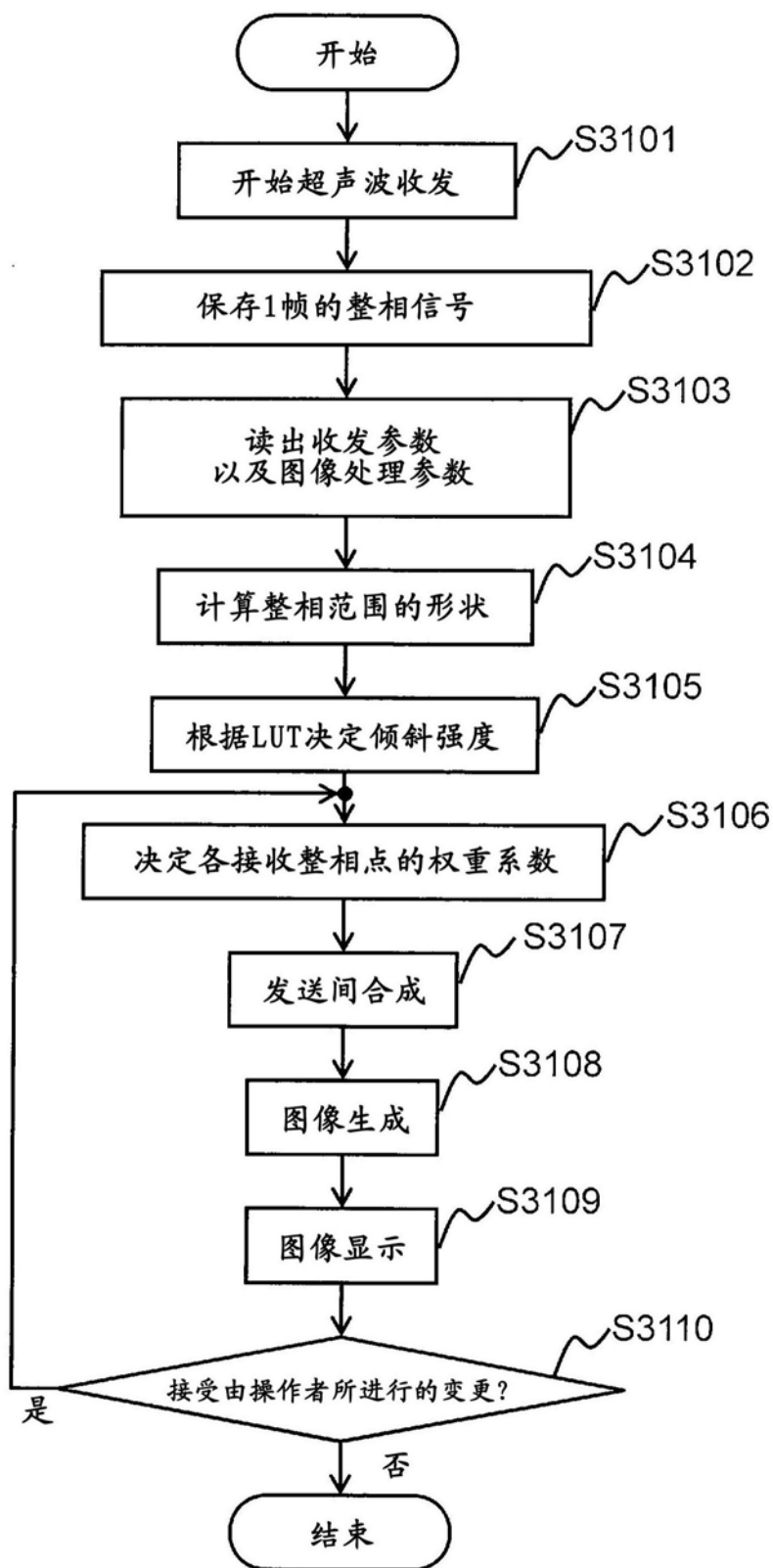


图19

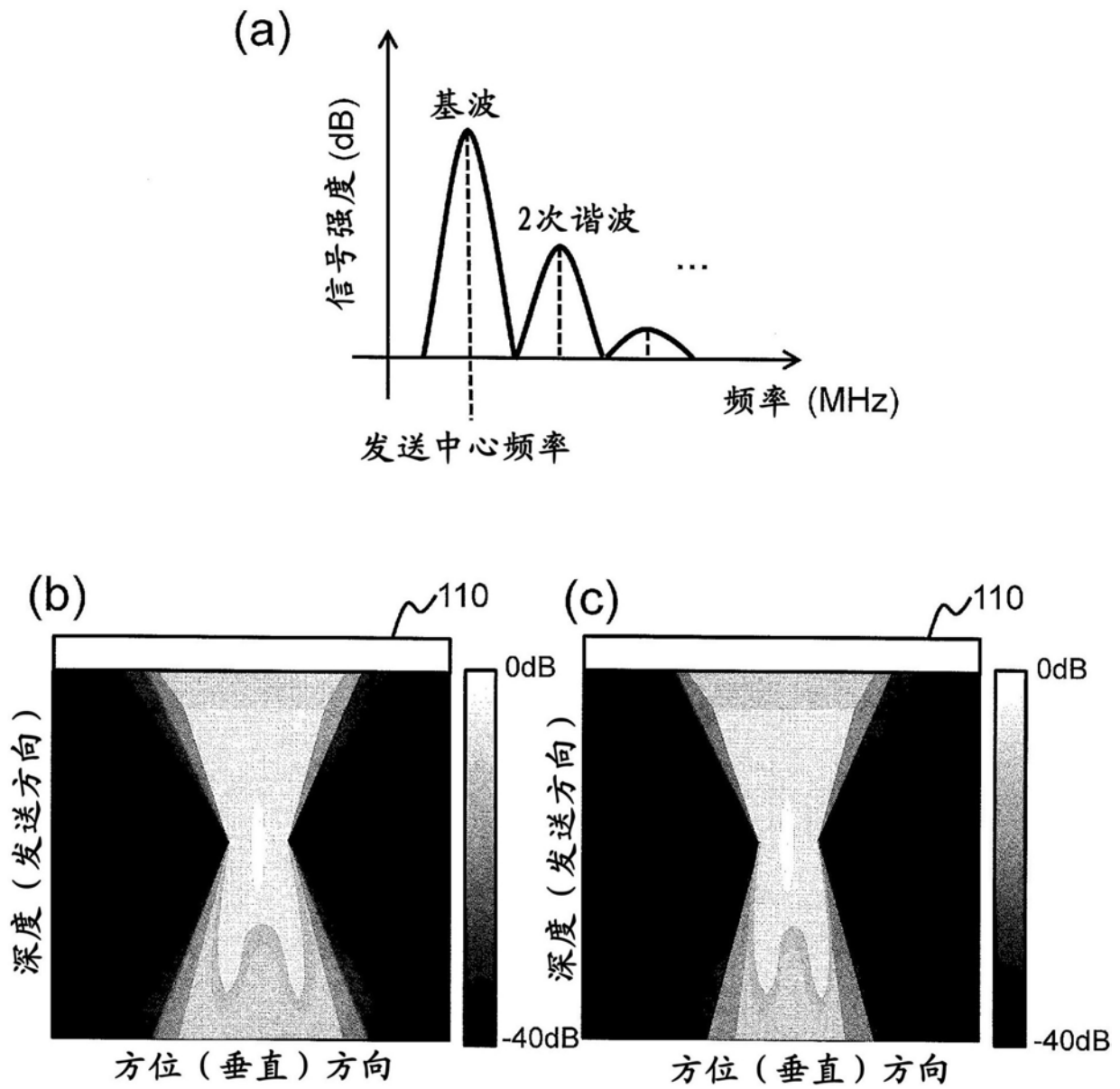


图20

专利名称(译)	超声波成像装置、发送间权重调整方法和超声波成像方法		
公开(公告)号	CN107205730A	公开(公告)日	2017-09-26
申请号	CN201680009178.X	申请日	2016-01-25
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	铃木麻由美 池田贞一郎 罇泽裕 石原千鹤枝		
发明人	铃木麻由美 池田贞一郎 罇泽裕 石原千鹤枝		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/4488 A61B8/54 G01S7/52033 G01S15/8915 G01S15/8997 A61B8/14		
代理人(译)	曹鑫		
优先权	2015025103 2015-02-12 JP		
其他公开文献	CN107205730B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

在超声波成像装置的孔径合成中，减少各接收整相点的整相信号的放大率的空间上的变化量，来获得高品质的图像。生成与整相范围相对应的发送间权重，在进行孔径合成处理的接收波束形成器中，在通过收发所获得的整相范围内的接收整相点应用所生成的发送间权重并进行发送间合成。生成发送间权重针对发送间合成后的各接收整相点，使相邻的接收整相点间的放大率的变化方式平滑，并被生成为减少放大率差。

