



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101448460 B

(45) 授权公告日 2011.09.14

(21) 申请号 200780011611.4

US 4852576, 1989.08.01, 全文.

(22) 申请日 2007.04.02

US 2006/0030775 A1, 2006.02.09, 说明书
第0001, 0006, 0020, 0034, 0036-0038, 0040-0041
段、图3-5.

(30) 优先权数据

60/744,020 2006.03.31 US

CN 2717391 Y, 2005.08.17, 全文.

60/744,019 2006.03.31 US

CN 1646934 A, 2005.07.27, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

JP 特开平6-54849 A, 1994.03.01, 全文.

2008.09.27

US 5579768 A, 1996.12.03, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

审查员 陈飞

PCT/IB2007/002115 2007.04.02

(87) PCT申请的公布数据

W02007/113692 EN 2007.10.11

(73) 专利权人 阿洛卡株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 田村正

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理
有限公司 11280

代理人 王勇

(51) Int. Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 昭 63-240842 A, 1988.10.06, 全文.

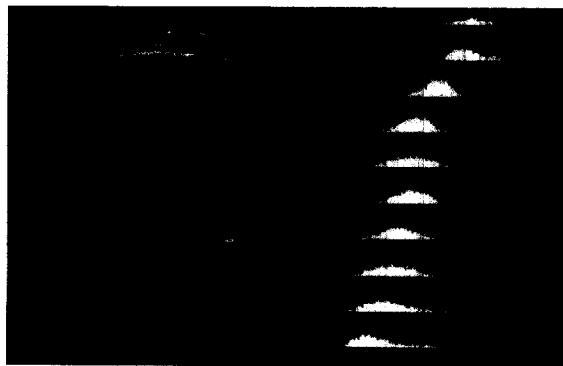
权利要求书 4 页 说明书 18 页 附图 17 页

(54) 发明名称

用于超声成像的设备和方法

(57) 摘要

使用实际的超声组织衰减来计算增益补偿轮廓，该增益补偿轮廓用于产生均匀图像。轴向、侧向、高度增益轮廓用于修正在每个方向上的衰减和超声变化。此外，描述了自动增益补偿的自动激活。



1. 一种方法,用于从超声图像数据推导增益补偿数据,包括:接收对应图像扫描的超声图像数据;

从超声图像数据组合图像帧,所述图像帧具有图像数据值的列和行,其中,列表示侧向位置而行表示轴向位置;

将图像帧分成包括有效图像数据值的多个部分;

对于所述多个部分的每一个,基于该部分的有效图像数据值计算代表信号值;

通过如下步骤计算每对相邻部分的代表信号值之间的增益变化:

选择所述多个部分中的一个作为参考部分;

选择分布方向;

对于在分布方向上进行的增益变化计算,从比某一部分距离参考部分更远的相邻部分的代表信号值减去所述某一部分的代表信号值;以及对于不在分布方向上进行的增益变化计算,从与某一部分距离参考部分更近的相邻部分的代表信号值减去所述某一部分的代表信号值;

从基于分布方向计算的增益变化计算增益变化分布序列值;

从增益变化分布序列值计算增益变化曲线;以及

从增益变化曲线计算增益补偿曲线,其中,增益补偿曲线的值与位置对应。

2. 权利要求 1 所述的方法,还包括:

检查所述帧中的每个图像数据值,找到在预定的下限和上限之外的值;以及

将在所述预定的上限和下限之外的所述图像数据值标记为无用。

3. 权利要求 2 所述的方法,其中,所述超声图像数据包括 RF 数据、IF 数据、基带信号数据或线数据。

4. 权利要求 3 所述的方法,其中,每个部分的代表信号值使用柱状图、百分值、平均值、中间值或众数来计算。

5. 权利要求 4 所述的方法,其中,每个部分包括相同数目的图像数据值、不同数目的图像数据值或与相邻部分共享图像数据值。

6. 权利要求 1 所述的方法,其中,计算增益变化分布序列值包括:

使用参考部分的代表信号值作为一个增益变化分布序列值;以及

如果在分布方向上,通过将增益变化加到之前的增益变化分布序列值,或者如果不在分布方向上,通过从之前的增益变化分布序列值减去增益变化,来产生新的增益变化分布序列值。

7. 权利要求 6 所述的方法,其中,增益变化曲线是通过曲线拟合或顺序的增益变化分布序列值的插值计算的。

8. 权利要求 7 所述的方法,其中,增益补偿曲线是通过改变增益变化曲线的极性计算的。

9. 权利要求 1 所述的方法,还包括将每个增益变化值的绝对值同预定的限制相比较,其中,如果绝对增益变化值大于预定限制,用 0 代替该增益变化值。

10. 权利要求 1 所述的方法,还包括将每个增益变化值的绝对值同预定的限制相比较,其中,如果绝对增益变化值大于预定限制,用预定值代替该增益变化值。

11. 权利要求 1 所述的方法,其中,多个部分是轴向部分。

12. 权利要求 1 所述的方法,其中,多个部分是侧向部分。

13. 一种方法,用于为超声图像体推导增益补偿数据,包括:

接收对应多个连续图像扫描的超声图像数据;

从超声图像数据组合图像体,所述图像体具有三维图像数据值,其中,列表示侧向位置、行表示轴向位置而帧表示高度位置;

将图像体分成包括有效图像数据值的多个体部分;

对于所述多个体部分的每一个,基于该体部分的有效图像数据值计算代表信号值;

通过如下步骤计算每对相邻体部分的代表信号值之间的增益变化:

选择所述多个体部分中的一个作为参考体部分;

选择分布方向;

对于在分布方向上进行的增益变化计算,从比某一体部分距离参考体部分更远的相邻体部分的代表信号值减去所述某一体部分的代表信号值;以及

对于不在分布方向上进行的增益变化计算,从比某一体部分距离参考体部分更近的相邻体部分的代表信号值减去所述某一体部分的代表信号值;

从基于分布方向计算的增益变化计算增益变化分布序列值;

从增益变化分布序列值计算增益变化曲线;以及

从增益变化曲线计算增益补偿曲线,其中,增益补偿曲线的值与位置对应。

14. 权利要求 13 所述的方法,还包括:

检查所述图像体中的每个图像数据值,找到在预定的下限和上限之外的值;以及

将在所述预定的上限和下限之外的所述图像数据值标记为无用。

15. 权利要求 14 所述的方法,其中,超声图像数据包括 RF 数据、IF 数据、基带信号数据或线数据。

16. 权利要求 15 所述的方法,其中,每个体部分的代表信号值使用柱状图、百分值、平均值、中间值或众数来计算。

17. 权利要求 16 所述的方法,其中,每个体部分包括相同数目的图像数据值、不同数目的图像数据值或与相邻体部分共享图像数据值。

18. 权利要求 13 所述的方法,其中,计算增益变化分布序列值包括:使用参考体部分的代表信号值作为一个增益变化分布序列值;以及

如果在分布方向上,通过将增益变化加到之前的增益变化分布序列值,或者如果不在分布方向上,通过从之前的增益变化分布序列值减去增益变化,来产生新的增益变化分布序列值。

19. 权利要求 18 所述的方法,其中,增益变化曲线是通过顺序的增益变化分布序列值的曲线拟合计算的。

20. 权利要求 19 所述的方法,其中,增益补偿曲线是通过改变增益变化曲线的极性计算的。

21. 权利要求 13 所述的方法,还包括将每个增益变化值的绝对值同预定的限制相比较,其中,如果绝对增益变化值大于预定限制,用 0 代替增益变化值。

22. 权利要求 13 所述的方法,还包括将每个增益变化值的绝对值同预定的限制相比较,其中,如果绝对增益变化值大于预定限制,用预定值代替该增益变化值。

23. 权利要求 13 所述的方法,其中,多个体部分是高度体部分。
24. 权利要求 13 所述的方法,其中,多个体部分是轴向体部分。
25. 权利要求 13 所述的方法,其中,多个体部分是侧向体部分。
26. 用于推导用于超声系统的增益补偿数据的自动增益补偿系统,其中,所述超声系统具有配置用于在获取超声图像数据时调整所接收的信号增益的放大器,所述自动增益补偿系统包括 :

自动增益处理器,配置用于 :

接收对应图像扫描的超声图像数据 ;

从超声图像数据组合图像帧,图像帧具有图像数据值的列和行,其中,列表示侧向位置而行表示轴向位置 ;

将图像帧分成包括有效图像数据值的多个部分 ;

对于多个部分的每一个,基于该部分的有效图像数据值计算代表信号值 ;

通过如下步骤计算每对相邻部分的代表信号值之间的增益变化 :

选择多个部分中的一个作为参考部分 ;

选择分布方向 ;

对于在分布方向上进行的增益变化计算,从比某一部分距离参考部分更远的相邻部分的代表信号值减去所述某一部分的代表信号值 ;以及

对于不在分布方向上进行的增益变化计算,从比某一部分距离参考部分更近的相邻部分的代表信号值减去所述某一部分的代表信号值 ;

从基于分布方向计算的增益变化计算增益变化分布序列值 ;

从增益变化分布序列值计算增益变化曲线 ;和

从增益变化曲线计算增益补偿曲线,其中,增益补偿曲线的值与位置对应。

27. 用于推导用于超声系统的增益补偿数据的自动增益补偿系统,其中,所述超声系统具有配置用于在获取超声图像数据时调整所接收的信号增益的放大器,所述自动增益补偿系统包括 :

自动增益处理器,配置用于 :

接收对应多个连续的图像扫描的超声图像数据 ;

从超声图像数据组合图像体,其中,所述图像体具有三维图像数据值,其中,列表示侧向位置、行表示轴向位置而帧表示高度位置 ;

将所述图像体分成包括有效图像数据值的多个体部分 ;

对于多个体部分的每一个,基于该体部分的有效图像数据值计算代表信号值 ;

通过如下步骤计算相邻的体部分代表信号值之间的增益变化 :

选择多个体部分中的一个作为参考体部分 ;

选择分布方向 ;

对于在分布方向上进行的增益变化计算,从比某一体部分距离参考体部分更远的相邻体部分的代表信号值减去所述某一体部分的代表信号值 ;以及

对于不在分布方向上进行的增益变化计算,从比某一体部分距离参考体部分更近的相邻体部分的代表信号值减去所述某一体部分的代表信号值 ;

从基于分布方向计算的增益变化计算增益变化分布序列值 ;

从增益变化分布序列值计算增益变化曲线 ;和

从增益变化曲线计算增益补偿曲线,其中,增益补偿曲线值与位置对应。

用于超声成像的设备和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求提交于 2006 年 3 月 31 日的美国临时申请 No. 60/744,019 和提交于 2006 年 3 月 31 日的美国临时申请 60/744,020 的优先权,这两个申请均通过全文引用的方式包括于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及超声成像。更具体地,本发明涉及当执行超声成像时对所接收到的超声信号增益的自动调整。

背景技术

[0004] 超声被用于对人体进行成像,以诊断诸如胎儿、心脏、肝脏、肾和其它器官的各种医学情况。超声由超声换能器经皮肤传输到在人体内的组织。超声被超声散射体散射并被超声换能器接收。所接收的超声被超声换能器转换成电信号并被处理以产生组织的图像。

[0005] 超声经人类组织以大约 $0.5 \text{dB}/\text{MHz}/\text{cm}$ 的速度衰减。超声波束的强度在穿透组织时减弱。因此,在不同深度的两个相同目标将产生不同的回声,由较近目标产生的回声比另一个大。这个问题将通过使用时间 - 增益补偿 (TGC) 避开,在 TGC 中所接收信号放大器的增益以深度 (时间) 的函数形式增加以补偿由于衰减造成的能量的损失。已经采用多种形式的时间 - 增益补偿。在现代的扫描器中, TGC 形状可以方便地调整以最优化图像或应用。

[0006] 传统的超声成像系统通常装备有 TGC 用于对这种类型的衰减进行补偿。然而,大部分系统使用固定的 TGC 或操作者可调的 TGC。如果不对所接收的超声信号进行补偿,所得的超声图像将在小深度处较亮,在较大深度处较暗,导致不均匀的图像。

[0007] 固定的 TGC 对所有的成像使用预定的衰减曲线,这不是最优化的,因为在每个患者体内的衰减程度是不同的。可调的 TGC 是由操作者通过滑动在控制台上的分压计来控制的。典型的超声系统包括数个分压计,以便操作者调整来产生提供均匀图像的衰减补偿曲线。操作者需要为每个患者和人类身体的每个部位设置 TGC 分压计来成像。如果 TGC 的设置设定得不准确,诊断质量将受影响。

[0008] 操作者可调的 TGC 耗时,并且可能不利地影响对患者的诊断。这就存在了使用来自患者的信号对每个超声图像自动调整 TGC 的需要。

发明内容

[0009] 发明人揭示出期望有一种系统和方法,其使用实际的超声组织衰减来计算增益补偿轮廓,然后该增益补偿轮廓用于补偿以修正并产生用于显示的均匀图像。轴向、侧向、高度 (用于体成像) 及其结合的增益轮廓用于修正增益并减小跨过图像的变化。

[0010] 除了提供增益补偿外,还教示了增益补偿的自动激活。在一个实施例中,运动传感器用于探测探头运动并激活增益补偿系统。在另一个实施例中,运动由超声图像探测。

[0011] 本发明的一个方面提供一种用于从超声图像数据推导增益补偿数据的方法。根据

本发明的该方面的方法包括接收对应图像扫描的超声图像数据；从超声图像数据组合图像帧，所述图像帧具有图像数据值的列和行，其中，列表示侧向位置而行表示轴向位置；将图像数据帧分隔成多个部分；计算每个部分的代表信号值；计算相邻部分代表信号值之间的增益变化；从所述各部分之间的增益变化计算增益变化分布；从增益变化分布计算增益变化曲线；以及从增益变化曲线计算增益补偿曲线，其中，补偿增益值对应位置。

[0012] 在本发明的另一方面中，超声成像数据包括 RF 数据、IF 数据、基带信号数据、所探测到的基带信号数据、对数压缩的探测到的基带信号数据、线数据或图像数据。

[0013] 本发明的另一方面提供一种用于推导用于超声图像体的增益补偿数据的方法。根据本发明该方面的方法包括接收对应多个连续图像扫描的超声图像数据；从多个图像扫描组合图像体，该图像体具有三维图像数据值，其中，列表示侧向位置、行表示轴向位置而帧表示高度位置；将该体分成多个体部分，计算每个体部分的代表信号值；计算相邻体部分代表信号值之间的增益变化；从体部分之间的增益变化计算增益变化分布；从增益变化分布计算增益变化曲线；以及从增益变化曲线计算增益补偿曲线，其中，增益补偿值对应位置。

[0014] 本发明的另一方面提供一种方法，用于激活用于超声系统的自动增益补偿数据系统。根据该方面的方法包括接收对应连续图像扫描的超声图像数据，并且执行对每个所接收的扫描的图像数据之间的相关性分析，其中，该相关性分析返回代表探头运动的值，并且如果所探测到的改变大于预定值，可以认为探头被移动，从而启动新的增益补偿计算。

[0015] 另一方面，相关性分析是相关性、绝对差异 D 的和 (SAD)、差异平方的和 (SSD)、差异立方的和以及差异的幂 D^a 的和。

[0016] 本发明的另一方面提供一种用于激活用于超声系统的自动增益补偿数据系统的方法。根据该方面的方法包括接收对应连续图像扫描的超声图像数据，并观测轴向部分、侧向部分或高度部分之间的增益变化的改变，其中，如果所探测到的改变大于预定值，可以认为探头被移动，启动新的增益补偿计算。

[0017] 本发明的另一方面提供一种用于激活用于超声系统的自动增益补偿数据系统的方法。根据该方面的方法包括接收对应连续图像扫描的超声图像数据，并通过相关性、SAD 或 SSD、SCD 或差异的幂的和探测运动，其中，如果所探测到的改变大于预定值，可以认为探头被移动，启动新的增益补偿计算，以对新的增益改变进行补偿。

[0018] 本发明的另一方面提供一种用于激活用于超声系统的自动增益补偿数据系统的方法。根据该方面的方法包括使用附着在超声探头上的运动传感器探测运动，其中，如果运动大于预定值，可以认为探头被移动，启动新的增益补偿计算。

[0019] 本发明的另一方面提供在获取超声图像数据的同时，用于控制 TGC 放大器和超声系统的轴向、侧向以及高度可变增益放大器的增益的方法。根据本方面的的方法包括从超声图像接收轴向、侧向和高度增益补偿数据；从超声系统接收超声信号；从所接收的超声信号计算总的增益值；从之前的轴向、侧向和高度结合增益数据和所接收的轴向、侧向和高度增益补偿数据以及总的增益数据计算 TGC、轴向、侧向和高度放大器增益数据；并分配 TGC、轴向、侧向和高度放大器增益数据至各个放大器。

[0020] 本发明的另一方面是用于为超声系统推导增益补偿数据的自动增益补偿系统，其中，该超声系统具有配置为在获取超声图像数据的同时调整所接收的信号增益的放大器。

根据该方面的系统包括自动增益处理器,该自动增益处理器配置为用于接收对应图像扫描的超声图像数据;从超声图像数据组合图像数据帧,图像帧具有图像数据值的列和行,其中,列表示侧向位置而行表示轴向位置;将图像数据帧分隔成多个部分;计算每个部分的代表信号值;计算相邻部分代表信号值之间的增益变化;从部分之间的增益变化计算增益变化分布;从增益变化分布计算增益变化曲线;和从增益变化曲线计算增益补偿曲线,其中,补偿增益值与位置对应。

[0021] 本发明的另一方面是用于推导用于超声系统的增益补偿数据的自动增益补偿系统,其中,该超声系统具有配置为在获取超声图像数据的同时调整所接收的信号增益的放大器。根据该方面的系统包括自动增益处理器,该自动增益处理器配置为用于接收对应多个连续的图像扫描的超声图像数据;从多个图像扫描组合图像体,图像体具有三维图像数据值,其中,列表示侧向位置、行表示轴向位置而帧表示高度位置;将体分隔成多个体部分;计算每个体部分的代表信号值;计算相邻体部分代表信号值之间的增益变化;从体部分之间的增益变化计算增益变化分布;从增益变化分布计算增益变化曲线;和从增益变化曲线计算增益补偿曲线,其中,补偿增益值与位置对应。

[0022] 本发明的另一方面是一种用于激活用于超声系统的自动增益补偿数据系统的系统。根据该方面的系统包括用于接收对应连续图像扫描的超声图像数据的装置,和用于执行对每个所接收的扫描的图像数据之间的相关性分析的装置,其中,相关性分析返回表示探头运动的值,并且如果所探测到的改变大于预定值,可以认为探头被移动,启动新的增益补偿计算。

[0023] 本系统的另一方面,相关性分析是相关性、绝对差异 D 的和 (SAD)、差异平方的和 (SSD)、差异立方的和以及差异的幂 D^a 的和。

[0024] 本发明的另一方面是一种用于激活用于超声系统的自动增益补偿数据系统的系统。根据该方面的系统包括接收对应连续图像扫描的超声图像数据的装置,以及用于观测轴向、侧向或高度部分之间的增益变化的改变的装置,其中,如果所探测到的改变大于预定值,可以认为探头被移动,启动新的增益补偿计算。

[0025] 本发明的另一方面是一种用于激活用于超声系统的自动增益补偿数据系统的系统。根据该方面的系统包括接收对应连续图像扫描的超声图像数据的装置,以及通过相关性、SAD 或 SSD、SCD 或差异的幂的和来探测运动的装置,其中,如果所探测到的改变大于预定值,可以认为探头被移动,启动新的增益补偿计算,以对新的增益改变进行补偿。

[0026] 本发明的另一方面是一种用于激活用于超声系统的自动增益补偿数据系统的系统。根据该方面的系统包括使用附着在超声探头上的运动传感器探测运动的装置,其中,如果运动大于预定值,可以认为探头被移动,启动新的增益补偿计算。

[0027] 该系统的另一方面,其中,运动传感器是速度计、加速计、陀螺仪、运动跟踪设备和位置传感器。

[0028] 本发明的另一方面是在获取超声图像数据的同时,用于控制 TGC 放大器和超声系统的轴向、侧向以及高度可变增益放大器的增益的系统。根据本方面的系统包括处理器,该处理器配置为用于从超声图像接收轴向、侧向和高度增益补偿数据;从超声系统接收超声信号;从所接收的超声信号计算总的增益值;从之前的轴向、侧向和高度结合增益数据和所接收的轴向、侧向和高度增益补偿数据以及总的增益数据计算 TGC、轴向、侧向和高度放

大器增益数据；并分配 TGC、轴向、侧向和高度放大器增益数据至各个放大器。

[0029] 下面在附图和说明书中描述本发明的一个或多个实施例的细节。本发明的其它特征、目的和优势将通过说明书、附图以及权利要求阐明。

附图说明

- [0030] 图 1 是具有自动增益补偿系统的典型的超声系统的示例性实施例。
- [0031] 图 2 是示例性的图像数据帧。
- [0032] 图 3 是示例性的方法。
- [0033] 图 4 是在图 2 中所示的图像数据帧的示例性的轴向分割。
- [0034] 图 5 是示例性的轴向增益补偿曲线。
- [0035] 图 6 是在轴向增益补偿之前的具有 10 个轴向部分柱状图的超声图像。
- [0036] 图 7 是在轴向增益补偿之后的具有 10 个轴向部分柱状图的图 6 中所示的超声图像，示出了更加均匀的垂直强度分布。
- [0037] 图 8 是图 2 中所示的图像数据帧的示例性的侧向分割。
- [0038] 图 9 是示例性的侧向增益补偿曲线。
- [0039] 图 10 是在侧向增益补偿之前的具有四个侧向部分柱状图的超声图像。
- [0040] 图 11 是在侧向增益补偿之后的具有四个侧向柱状图的在图 10 中所示的超声图像，示出了更加均匀的水平强度分布。
- [0041] 图 12 是五个图像数据帧体的示例性高度分割。
- [0042] 图 13 是示例性的高度增益补偿曲线。
- [0043] 图 14 是 5 个图像数据帧体的示例性轴向分割。
- [0044] 图 15 是示例性的轴向体增益补偿曲线。
- [0045] 图 16 是 5 个图像数据帧体的示例性的侧向分割。
- [0046] 图 17 是示例性侧向体增益补偿曲线。

具体实施方式

[0047] 下面将参照附图描述本发明的实施例，其中，类似的标号表示类似的元件。在对本发明的实施例详细解释之前，应该理解，本发明并未将其应用限制于在下面的描述或附图中所示的例子中的细节。本发明可以具有其它实施例并且能够在多种应用和以多种方式实践或执行。而且，应该理解，这里使用的措辞和术语是用于描述的目的并且不应该理解为限制。使用“包括”、“包含”或“具有”以及这里所使用的这些词的变体是指包括其后所列项目和其等价物，以及附加项目。术语“安装”、“连接”和“耦合”使用其广义并且包括直接和间接的安装、连接和耦合。此外，“连接的”和“耦合的”并不限定是物理或机械连接或耦合。

[0048] 值得注意的是本发明并不限于所描述或图中所暗示的任何特定的软件语言。本领域的普通技术人员将会理解，多种可选的软件语言可以用于实现本发明。还应该理解，一些部件和项目是将其当成硬件元件来进行说明和描述的，这是本领域中的常用手法。然而，本领域的普通技术人员，在阅读该详细说明的基础上，将能够理解在至少一个实施例中，方法和系统中的部件可以以软件或硬件的方式实现。

[0049] 本发明的实施例提供方法、系统和存储计算机可读指令的计算机可用的介质，该

机算机可读指令有效地处理超声图像数据以得到轴向、侧向和高度增益补偿曲线,用于实时诊断成像应用。本发明从一个超声图像数据帧有效地分析数据,或者对于图像数据体,分析多个图像数据帧,并且推导用于每个图像维度的增益补偿轮廓或曲线。本发明是模块化结构并且可被配置为驻存在具有机载电源的封装中的硬件,或配置为诸如实在地包含在程序存储设备上的用于由处理器执行的应用程序的软件。用于执行的应用代码可以驻存在多个不同类型的计算机可读介质上。

[0050] 作为背景技术,超声波扫描术(超声波检查法)使用探头,该探头包括一个或多个声学换能器用于发射声音脉冲到材料中。通常声波由装在探头中的压电换能器阵列通过产生短的、强声音脉冲而形成。用于医学成像的频率通常在从1至20MHz的范围内,这属于中到高超声频率,并且可以从由换能器发射的所有单独脉冲的和产生单个的、聚焦的声波。较高频率具有相应较低的波长并产生较高的空间分辨率图像。超声波检查法可以使用采用基频的系统,也可以使用采用基频的谐波的系统。

[0051] 当声波遇到具有不同声阻抗的材料时,部分声波反射,换能器探测这部分声波作为回声。返回的声波振动换能器的元件并将该振动转变成电脉冲,该电脉冲从探头被发送至处理器,并在处理器中被处理并转换成图像。回声传输回探头所使用的时间被测量并用于计算产生回声的组织分界面的深度。

[0052] 为了产生二维图像,使用阵列换能器(例如,相控阵列,线性阵列、凸阵列和其它阵列)电子扫描超声束。可选地,单个元件换能器或角阵列换能器也可使用并且机械地扫描以产生二维图像。所接收的RF数据还进一步被处理并用于构建超声图像。阵列换能器可以装备有机械扫描设备,机械扫描设备允许机械地扫描换能器以辅助阵列的电子扫描,从而可以得到用于三维成像的体数据。

[0053] 假定固定的声音速度为大约1540m/s,超声系统可以基于所测得的超声传输时间确定器官或目标组织的位置。大回声信号在图像中将表现得亮,而小回声信号将表现得暗。

[0054] 所接收到的数据指的是RF数据值并且其表现形式类似于矩阵。例如,用i表示轴向行并用j表示侧向列,其中,i=1,2,3,...,M并且j=1,2,3,...,N。RF数据值 $a_{i,j}$ 通常是有两极的(±)多比特值。例如,2048×128RF数据帧可以具有262,144个图像数据值 $a_{i,j}$ 。

[0055] 图1中所示的是典型的超声系统101和自动增益补偿系统103的示例性实施例。自动增益补偿系统103可以用于任何超声成像系统101。

[0056] 超声系统101包括具有换能器阵列的探头105,换能器阵列包括多个元件107_x-107_x,其中,X是可以布置在线中作为线性阵列的矩形元件的数目,是布置在行和列中作为二维阵列的方形元件的数目,或是同心地布置为环形阵列的环形元件的数目。探头105耦合到通常具有X个同轴电缆的微同轴电缆109。

[0057] 电缆109可以耦合至高压多路复用器111以减少硬件复杂性,或可以直接耦合至发射/接收开关113,其阻止高传输电压脉冲115。发射/接收开关113的输出耦合至多个通道Y。每个通道可以包括耦合至时间增益补偿(TGC)放大器119_y的低噪声前置放大器117_y。每个TGC放大器119_y包括可变增益放大器部分和可编程增益放大器部分,其可以产生用于轴向方向的固定增益。

[0058] 所有通道Y(119_y-119_y)的输出耦合至数字束形成器121,其转向并聚焦所述多个

单独通道 y 的输出,使其成为一个束。该束形成器 121 可以包括多个 A/D 转换器 123_y-123_y,其每个耦合至可变延迟 125_y-125_y,例如 FIFO 和 / 或相转子。该延迟的通道耦合至数字加法器 127 并输出。

[0059] 束形成器 121 的输出耦合至级联放大器部分 129,该级联放大器部分 129 可包括探测和对数放大器 131 用于在下游的增益和图像处理之前压缩动态范围。该探测和对数放大器 131 被耦合至可变增益轴向放大器 133,可变增益轴向放大器 133 耦合至可变增益侧向放大器 135。该放大器部分 129 耦合至图像处理器 137 用于 B 模式成像处理,耦合至彩色多普勒处理器 139 用于流动模式处理,耦合至光谱多普勒处理器 138,和耦合至体处理器 142,该体处理器 142 具有可变增益高度放大器 143 和三维扫描转换器 145。处理器 137、139 和转换器 145 的输出被耦合至显示器 141。处理器 137、139 和转换器 145 存储图像帧值和组合的图像帧。

[0060] 如上所述,阵列探头 105 可以包含从 32 到 300 个换能器元件 107_x,可以通过适当地延迟去往用于传输的元件的信号并且在接收后延迟 (125_y) 信号来聚焦并转向这些换能器元件 107_x。聚焦的目的是提高侧向图像分辨率。激发探头 105 的中心元件的脉冲 115 相对于激发探头 105 的周围的元件的脉冲 115 延迟时间周期,使得所有换能器脉冲 107_x 同时到达在组织中的焦点 P。在接收过程中,换能器元件 107_x 可以从浅区域到深区域连续地被聚焦。

[0061] 在接收时,来自多个探头 105 的换能器元件 107_x 的超声信号被束形成器 121 聚焦并转向为一束。重复这个过程,形成与之前的束相邻的另一束,直到到达末端位置。从 32 至 300 个换能器元件 107_x,可以通过聚焦并转向形成 50 至 500 个侧向束,每束在轴向方向包括从大约 100 至 1000 个图像数据值 $a_{i,j}$ 。在扫描转换以后,多个束和图像数据值形成一个二维图像数据帧。

[0062] 示例性的超声系统 101 使用数字束形成器 121。然而,在其他实施例中,可以使用采用模拟延迟部件的模拟束形成器。此外,也可以使用采用声学透镜来聚焦的使用机械扫描、单个元件换能器 107 的超声系统换能器。

[0063] 自动增益补偿系统 103 接收从束形成器 121 输出的图像数据 147、从可变增益侧向放大器 129 输出的图像数据 148 和从可变增益高度放大器 143 输出的图像数据 149 作为输入。自动增益补偿系统 103 输出控制信号到可变增益 TGC 放大器 119_y、可变增益轴向放大器 133、可变增益侧向放大器 135 和可变增益高度放大器 143。

[0064] 自动增益补偿系统 103 可以包括耦合至帧组合器 153 的用于压缩并处理从束形成器 121 输出的 RF 信号的探测器 / 对数放大器 151。从可变增益侧向放大器 135 和可变增益高度放大器 143 输出的图像数据 148、149 被耦合至帧组合器 153。图像数据可以包括幅值 (p)、强度 (p^2)、(p^3)、(p^4)、 p^q ,或由幅值或强度推导出的任何信号,其中, q 是实数。在一个实施例中,耦合至帧组合器 153 的是配置用于并行处理的轴向增益变化引擎 155、侧向增益变化引擎 157、以及高度增益变化引擎 159。可选地,该轴向、侧向和高度引擎可以功能上结合到一个引擎中并串行地处理。这三个引擎 155、157、159 输出补偿数据耦合至控制器 161,控制器 161 可分配补偿数据输出至可变增益 TGC 放大器 119_y、可变增益轴向放大器 133、可变增益侧向放大器 135 和可变增益高度放大器 143,用于为在一个或多个方向上的信号增益变化提供补偿。

[0065] 为了执行增益补偿数据计算,自动增益补偿系统 103 可以由用户、运动探测启动。对于运动探测,处理器 165 耦合至探测器 151 和帧组合器 153。该运动处理器 165 可以使用从束形成器 121 输出的 RF 信号来执行相关,或使用基带、线数据或来自帧组合器 153 的图像数据来感测何时超声探头 105 从一个位置移动至另一个位置。可以在帧之间或运动之前和之后执行相关。

[0066]

$$[0067] \rho(S^1, S^2, X, Y) = \frac{\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n (S^1_{x,y} - \bar{S}^1)(S^2_{x+X,y+Y} - \bar{S}^2)}{\sqrt{\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n (S^1_{x,y} - \bar{S}^1)^2 \cdot \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n (S^2_{x+X,y+Y} - \bar{S}^2)^2}} \quad (1)$$

[0068] 可选地,处理器 165 可以使用绝对差异的和 (SAD)。

$$[0069] SAD(S^1, S^2, X, Y) = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n |S^1_{x,y} - S^2_{x+X,y+Y}|, \quad (2)$$

[0070] 或差异平方的和 (SSD)。

$$[0071] SSD(S^1, S^2, X, Y) = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n (S^1_{x,y} - S^2_{x+X,y+Y})^2, \quad (3)$$

[0072] 或差异立方的和 (SCD)

$$[0073] SCD(S^1, S^2, X, Y) = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n |S^1_{x,y} - S^2_{x+X,y+Y}|^3. \quad (4)$$

[0074] 此外,差异的幂的和 (SPD)

$$[0075] SPD(S^1, S^2, X, Y) = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n |S^1_{x,y} - S^2_{x+X,y+Y}|^q \quad (5)$$

[0076] 也可以采用, $S^1_{x,y}$ 是在第一帧的 x, y 处的超声信号, $S^2_{x+X,y+Y}$ 是在第二帧的 $x+X, y+Y$ 处的超声信号, q 是实数, m 和 n 限定相关窗口尺寸,而 \bar{S}^1 和 \bar{S}^2 为在第一帧和第二帧的窗口中的平均值。在一个实施例中,这些等式可以用于找到最小值以追踪超声信号来获取运动 (X, Y)。对于相关性的情况,执行对最大值相关性的寻找以获取运动。如果运动大于预定值,认为探头移动,启动自动增益补偿系统 103。可选地,这些 $X = 0, Y = 0$ 的等式可以用于计算两个帧之间的总的相关性以示出静止图像的质量。除了相关性为 (1) 的情况外,如果这些值大于预设值,认为探头移动,启动自动增益补偿系统 103。在相关性为 (1) 的情况下,如果相关性小于预设值,认为探头移动,启动自动增益补偿系统 103。

[0077] TGC、轴向、侧向和高度放大器 119_y, 133, 135, 143 的增益补偿的启动可以在增益补偿数据改变时执行。来自轴向引擎 155, 侧向引擎 157 或高度引擎 159 的增益变化数据可以由运动处理器 165 来监测。第一组织区域与另一个相比可以显著地改变超声信号以指示探头运动,这里需要新的增益变化数据。如果所探测到的运动大于预定值,可以认为探头 105 运动,启动增益补偿,其中,增益补偿包括使用新的增益补偿曲线设定放大器增益。在可选实施例中,只有在探测到运动时,才启动增益变化和补偿计算。新的增益补偿改变施加到放大器的任何之前的增益。

[0078] 还可以使用附着到探头 105 的运动传感器 167 来探测运动。运动传感器可以通过运动传感器系统 166 耦合至运动探测处理器 165, 所述运动传感器例如速度计、加速计、陀

螺仪或运动跟踪装置或诸如 Ascension Technology 公司的 flock of bird 传感器的位置传感器。如果运动、速度或加速度大于预定值,认为探头运动,并且执行增益补偿计算。在另一个实施例中,可以周期性地激活自动增益补偿系统 103,例如以预定的时间间隔。

[0079] 轴向引擎 155、侧向引擎 157 和高度引擎 159 可以是 DSP、ASIC(特定用途集成电路)、FPGA(现场可编程门阵列)、通用处理器、存储器或诸如加法器、乘法器、除法器和其它设备的分立设备,或以上部件类型的组合。自动增益补偿系统 103 可以包括 DSP、ASIC、FPGA、通用处理器或分立设备,或以上部件类型的组合。自动增益补偿系统 103 可以接收线数据、基带数据或 RF 信号数据作为图像数据输入。在可选实施例中,系统 103 还可以使用从处理器 137 输出的超声图像数据,例如规则超声 B 模式(灰阶)线数据。该线数据可以用于计算增益补偿曲线。如果使用束形成的 RF 数据 147,系统 103 执行探测 151 以获得信号的幅值。探测 151 可以使用积分探测、混频器(乘法器)、低通滤波、希尔伯特转换或幅值探测来执行。

[0080] 自动增益补偿系统 103 可以执行图像数据值的数种不同的分析。对于一个图像帧,这些分析可以包括轴向增益分析和 / 或侧向增益分析。可以施加一个或两个增益补偿到从随后图像扫描所接收的数据信号。对于三维或体成像,需要预定系列的图像帧。体成像可以包括高度体增益分析、轴向体分析和 / 或侧向体分析,其中,高度体增益分析用于确定帧之间或帧的组之间的增益。这三种分析的任意的组合可以应用于下一个所接收的体。

[0081] 包括本发明的增益补偿方法的软件可以被加载到数据存储 163 中并在不同的引擎 155、157、159 中执行以实现增益变化和增益补偿曲线的计算。因为增益变化曲线是基于实际患者的超声数据计算的,通道 TGC 放大器 119,通常对于补偿之后的随后的图像扫描执行得最好,提供最好的动态范围和信号噪声比(SNR)。

[0082] 为了推导轴向或侧向增益补偿曲线,帧图像数据值 $a_{i,j}$ 必须根据所期望的分析进行分区。

[0083] 如图 2 中所示的是示例性图像数据帧 201。图 3 示出了本发明的方法。为了简便,示例性帧是从 15 束组合, $N = 15$,每束具有 15 个图像值, $M = 15$,总计 225 个图像值 $a_{i,j}$ (步骤 305、310)。每个图像数据值 $a_{i,j}$ 可以是多位值,包括例如 8 位表示 255 个图像等级(2^n-1 ,其中, $n = 8$)。

[0084] 确定下限 $limit_{lower}$ 和上限 $limit_{upper}$ 并将其应用到帧中的每个图像数据值 $a_{i,j}$ 。从血液或其它流体返回的超声信号与从健康软组织返回的信号相比显示出较低的信号幅值。因此,可以识别并标记具有比下限小的幅值的信号 $a_{i,j} \leq limit_{lower}$ 。相反,从器官边界或骨骼返回的超声显示出极其高的信号幅值。具有大于上限的幅值的信号 $a_{i,j} \geq limit_{upper}$ 可以被识别并标记为无用,因为这些信号不表示软组织。所标记的图像数据值被认为不是有效的 $limit_{lower} < a_{i,j} < limit_{upper}$,并且不包括在增益变化曲线的计算中(步骤 315)。因此,在示例性的图像数据帧 201 中,可能有少于 255 个有效图像值。

[0085] 根据是否期望二维的轴向和 / 或侧向分析,或者是否期望三维的高度、轴向和 / 或侧向分析,本方法执行将图像数据帧分成多个部分。

[0086] 图 4 示出了图 2 中的示例性图像数据帧的轴向分区。为了简化,该帧被分成 5 个相等的轴向部分(AS)A, B, C, D 和 E,每个轴向部分具有用于二维分析(步骤 325)的三个独特的行。每个部分可以包括多达 45 个有效图像数据值 $a_{i,j}$ 。然而,该帧可以被分成任意数

目的部分,每部分具有相同或不同数目的有效图像数据值。在其它变体中,一些部分可以与其他部分重叠,共享有效数据值 $a_{i,j}$ 。因为并不是所有的有效图像数据值都可以使用,这些部分可以以任意分离的形状来表示,例如分离的或交叉的圆或椭圆。使用在所限定的轴向部分中的有效图像数据值 $a_{i,j}$ 。

[0087] 轴向引擎 155 使用每个部分中的有效图像数据值 $a_{i,j}$ 为每个限定的轴向部分 AS A, AS B, AS C, AS D 和 AS E 计算代表信号值 (I)。可以使用诸如柱状图、百分值、平均值、中间值、众数和其它方法的方法来执行部分信号分析。对于本例,使用柱状图和百分值来推导部分代表信号值。

[0088] 对于每个柱状图,在部分中的有效图像数据值 $a_{i,j}$ ($limit_{lower} < a_{i,j} < limit_{upper}$) 的数量根据它们的值来映射。柱状图是简单的对落入称作接收器的不同的值 (或不相交的分类) 的在这种情况下为图像数据值 $a_{i,j}$ 的观察或出现的数目的计数的映射。

[0089] 如果图像数据值 $a_{i,j}$ 是 8 位二进制数,每个值可以采取 0 至 255 之间的数。柱状图形成强度分布。获取所得柱状图分布的百分数,然后该百分数成为用该部分的代表信号值。柱状图可以产生百分数值,例如,70%。70% 的百分数值是阈值,用于该部分的 70% 的图像数据值 $a_{i,j}$ 落在低于该阈值的范围内。50% 的百分数是中间值。

[0090] 将为每个轴向部分 AS A, AS B, AS C, AS D 和 AS E 计算 (步骤 330) 的代表信号值与相邻的轴向部分代表信号值比较。AS A, AS B, AS C, AS D 和 AS E 的轴向部分代表信号值如果不是分贝可以被转换成分贝 (dB),或者如果不是对数压缩可以转换成对数压缩的信号。

[0091] 当利用线性标度强度增益因子来工作时,总增益是单个增益的乘积,需要在各量之间相乘。为了计算总增益,如果部分减小总增益则是麻烦的,因此需要在除和乘。与诸如加法的其他算术运算相比,以数字形式执行的乘法通常是低效且昂贵的。

[0092] 如果两个数相乘,它们的对数可以相加在一起,并且求总和的逆对数用于得到乘积,而不需要将这些数相乘。数学上的, $\log(A \times B) = \log A + \log B$ 。为了将一个数除另一个数,从被除数的对数中减去除数的对数, $\log\left(\frac{A}{B}\right) = \log A - \log B$ 。

[0093] 为了简便且高效,用于教示本发明的计算是分贝或对数压缩或对数标度信号。可选地,可以使用上述的数学运算来采用线性标度强度增益因子。

[0094] 计算轴向部分代表信号值之间的增益变化 Δ' s。为了计算增益变化 Δ' s,多个部分中的一个部分被选为参照位置并且选择分布方向。为了在所选择的分布方向上进行的增益变化计算,从远离参考位置的相邻部分代表信号值中减去部分代表信号值。为了不在所选择的分布方向进行的增益变化计算,从更接近参考位置的相邻部分代表信号值中减去部分的代表信号值。这些计算包括参考位置的代表信号值 (步骤 335)。

[0095] 结合增益变化 Δ' s,将每个轴向部分 AS A, AS B, AS C, AS D 和 AS E 的代表信号值与相邻轴向部分的代表信号值比较,并与预定的 limit1 比较 (步骤 340)

[0096]

[0097] 如果 $|\Delta_{AS B-AS A}| > limit1$,代入 0,或预定的值

[0098] 如果 $|\Delta_{AS C-AS B}| > limit1$,代入 0,或预定的值

[0099] 如果 $|\Delta_{AS D-AS C}| > limit1$,代入 0,或预定的值

[0100] 如果 $|\Delta_{AS E-AS D}| > limit1$, 代入 0, 或预定的值 (6)

[0101] 如果一个部分的代表信号值和与其相邻的部分的代表信号值之间的绝对差异大于预定 $limit1$, 将不使用增益变化 Δ 值 ($\Delta_{AS B-AS A}$, $\Delta_{AS C-AS B}$, $\Delta_{AS D-AS C}$ 和 $\Delta_{AS E-AS D}$, 或 $\Delta_{AS D-AS E}$, $\Delta_{AS C-AS D}$, $\Delta_{AS B-AS C}$ 和 $\Delta_{AS A-AS B}$), 使用零或一个预定值来代替该增益变化 Δ 值。这种替代阻止了在分布中的明显扭曲。在可选的实施例中, 可能不发生这种比较和替代过程。

[0102] 从增益变化 Δ 's 计算多个增益变化分布序列值。参考位置部分的代表信号值用于分布序列值中的一个。新的分布序列值如果在分布方向是通过将增益变化 Δ 加到之前的增益变化分布序列值来计算的, 或者如果不在分布方向是通过从之前的增益变化分布序列值中减去增益变化 Δ 来计算的。分布序列值的整个序列是顺序布置的 (步骤 345)。

[0103] 使用最浅的轴向部分 AS A 作为具有从顶部到底部的分布方向的参考位置。

[0104]

[0105] $I_{AS A}$ = axial gainvar dist1

[0106] $I_{AS A} + \Delta_{AS B-AS A}$ = axial gainvar dist2

[0107] $I_{AS A} + \Delta_{AS B-AS A} + \Delta_{AS C-AS B}$ = axial gainvar dist3

(7)

[0108] $I_{AS A} + \Delta_{AS B-AS A} + \Delta_{AS C-AS B} + \Delta_{AS D-AS C}$ = axial gainvar dist4

[0109] $I_{AS A} + \Delta_{AS B-AS A} + \Delta_{AS C-AS B} + \Delta_{AS B-AS C} + \Delta_{AS E-AS D}$ = axial gainvar dist5

[0110] 使用最深的轴向部分 AS E 作为具有从顶部到底部的分布方向的参考位置。

[0111]

[0112] $I_{AS E}$ = axial gainvar dist5

[0113] $I_{AS E} + \Delta_{AS D-AS E}$ = axial gainvar dist4

[0114] $I_{AS E} + \Delta_{AS D-AS E} + \Delta_{AS C-AS D}$ = axial gainvar dist3 (8)

[0115] $I_{AS E} + \Delta_{AS D-AS E} + \Delta_{AS C-AS D} + \Delta_{AS B-AS C}$ = axial gainvar dist2

[0116] $I_{AS E} + \Delta_{AS D-AS E} + \Delta_{AS C-AS D} + \Delta_{AS B-AS C} + \Delta_{AS A-AS B}$ = axial gainvar dist1

[0117] 使用中间的轴向部分 AS C 作为具有从顶部到底部的分布方向的参考位置。

[0118]

[0119] $I_{AS C} - \Delta_{AS C-AS B} - \Delta_{AS B-AS A}$ = axial gainvar dist1

[0120] $I_{AS C} - \Delta_{AS C-AS B}$ = axial gainvar dist2

[0121] $I_{AS C}$ = axial gainvar dist3

(9)

[0122] $I_{AS C} + \Delta_{AS D-AS C}$ = axial gainvar dist4

[0123] $I_{AS C} + \Delta_{AS D-AS C} + \Delta_{AS E-AS D}$ = axial gainvar dist5

[0124] 以 1, 2, 3, 4 和 5 的顺序的分布序列值的整个序列使用诸如线性、三次样条以及其它的插值函数组成连续增益变化曲线 (步骤 350)。轴向增益补偿曲线是通过改变增益变化曲线的极性 (即, 加或减) 从增益变化曲线推导出来的。如果该值是在线性标度中, 该增益补偿曲线是增益变化曲线的倒数 (步骤 355)。图 5 中示出了在图像数据帧轴向分成 20 个部分的示例性轴向增益补偿曲线。

[0125] 轴向增益补偿曲线用于使用由轴向引擎 155 输出和控制器 161 分配的增益补偿曲线数据经由可变增益 TGC 放大器 119_y 和可变增益轴向放大器 133 补偿到达信号。与位置

(轴向深度)相关的来自轴向补偿曲线的增益的量可以被分配。增益可以在可变增益 TGC 放大器 119_y 和可变增益轴向放大器 133 之间分配, 而不会存在可变增益 TGC 放大器 119_y 的增益潜在的过载。轴向增益补偿可以施加到下一个所接收的图像数据帧 (步骤 360)。

[0126] 图 6 示出了实际的超声图像、分成 10 个轴向部分。每个部分旁边示出的是其分别的柱状图。图 7 示出了轴向增益补偿之后的同一超声图像。在轴向增益补偿之后, 分析同一部分, 显示所得的柱状图。可以发现, 在补偿之后图像具有垂直的均匀强度。在补偿之后的柱状图同样示出了部分与部分之间的均匀强度分布。

[0127] 同样的过程被用于获取侧向增益补偿曲线。为了推导侧向增益补偿曲线, 图像数据帧被侧向地分区。图 8 中所示的为在图 2 中所示的图像帧的示例性的侧向分区。对于本例, 该帧被分成 5 个相等侧向部分 (LS) F, G, H, I 和 J, 每个部分具有三个独特的列用于二维分析 (步骤 325)。每个侧向部分可以包括多达 45 个有效图像数据值 $a_{i,j}$ 。然而, 如上所述, 为了轴向分析, 该帧可以被分成任意数目的侧向部分, 具有任意数目的有效图像数据值 $a_{i,j}$, 并且可以为各种形状。一些部分可以与其他部分重叠, 共享有效图像数据值。

[0128] 侧向引擎 157 使用每个部分中的有效图像数据值 $a_{i,j}$ 为每个限定的侧向部分 LS F, LS G, LS H, LS I 和 LS J 计算代表信号值 (I)。将为每个侧向部分计算的代表信号值与相邻侧向部分相比较。该侧向部分 LS F, LS G, LS H, LS I 和 LS J 代表信号值之前如果不是分贝可以被转换成分贝或者如果不是对数压缩可以转换成对数压缩的信号。该代表信号值的计算可以使用任何上面所列的方法来实现。

[0129] 侧向部分代表信号值之间的增益变化 Δ' 基于所期望的分布方向来计算 (步骤 335)。

[0130] 结合增益变化 Δ , 将每个侧向部分 LS F, LS G, LS H, LS I 和 LS J 的代表信号值与相邻侧向部分的代表信号值比较并和预定的 limit2 比较 (步骤 340)。

[0131]

[0132] 如果 $|\Delta_{LS\ F-LS\ G}| > limit2$, 代入 0, 或预定的值

[0133] 如果 $|\Delta_{LS\ G-LS\ H}| > limit2$, 代入 0, 或预定的值

[0134] 如果 $|\Delta_{LS\ H-LS\ I}| > limit2$, 代入 0, 或预定的值

[0135] 如果 $|\Delta_{LS\ I-LS\ J}| > limit2$, 代入 0, 或预定的值 (10)

[0136] 如果一个部分的代表信号值和与其相邻的部分的代表信号值之间的绝对差异大于预定 limit2, 将不使用增益变化 Δ 值 ($\Delta_{LS\ G-LS\ F}$, $\Delta_{LS\ H-LS\ G}$, $\Delta_{LS\ I-LS\ H}$ 和 $\Delta_{LS\ J-LS\ I}$, 或 $\Delta_{LS\ I-LS\ J}$, $\Delta_{LS\ H-LS\ I}$, $\Delta_{LS\ G-LS\ H}$ 和 $\Delta_{LS\ F-LS\ G}$), 使用零或一个预定值来代替该增益变化 Δ 值。这种替代阻止了在分布中的明显扭曲。在可选的实施例中, 可能不执行这种比较和替代过程。

[0137] 侧向部分的增益变化分布是侧向累积序列。该序列一直延续直到所有的侧向增益变化 Δ 值均被考虑 (步骤 345)。

[0138] 使用右端的侧向部分 LS F 作为具有从右到左分布方向的参考位置。

[0139]

[0140] $I_{LS\ F}$ = lat gainvar dist1

[0141] $I_{LS\ F} + \Delta_{LS\ G-LS\ F}$ = lat gainvar dist2

[0142] $I_{LS\ F} + \Delta_{LS\ G-LS\ F} + \Delta_{LS\ H-LS\ G}$ = lat gainvar dist3 (11)

[0143] $I_{LS\ F} + \Delta_{LS\ G-LS\ F} + \Delta_{LS\ H-LS\ G} + \Delta_{LS\ I-LS\ H}$ = lat gainvar dist4

[0144] $I_{LS\ F} + \Delta_{LS\ G-LS\ F} + \Delta_{LS\ H-LS\ G} + \Delta_{LS\ I-LS\ H} + \Delta_{LS\ J-LS\ I}$ = lat gainvar dist5

[0145] 使用左端的侧向部分 LS J 作为具有从左到右分布方向的参考位置。

[0146]

[0147] $I_{LS\ J}$ = lat gainvar dist5

[0148] $I_{LS\ J} + \Delta_{LS\ I-LS\ J}$ = lat gainvar dist4

[0149] $I_{LS\ J} + \Delta_{LS\ I-LS\ J} + \Delta_{LS\ H-LS\ I}$ = lat gainvar dist3(12)

[0150] $I_{LS\ J} + \Delta_{LS\ I-LS\ J} + \Delta_{LS\ H-LS\ I} + \Delta_{LS\ G-LS\ H}$ = lat gainvar dist2

[0151] $I_{LS\ J} + \Delta_{LS\ I-LS\ J} + \Delta_{LS\ H-LS\ I} + \Delta_{LS\ G-LS\ H} + \Delta_{LS\ F-LS\ G}$ = lat gainvar dist1

[0152] 以 1, 2, 3, 4 和 5 顺序的分布序列值的整个序列使用插值函数组成连续增益变化曲线 (步骤 350)。侧向增益补偿曲线是通过改变增益变化曲线的极性 (即, 加或减) 从增益变化曲线推导出来的。如果该值是在线性标度中, 该增益补偿曲线是增益变化曲线的倒数 (步骤 355)。图 9 中示出了在图像数据帧侧向上分成 12 个部分的示例性侧向增益补偿曲线。

[0153] 侧向增益补偿曲线用于使用由侧向引擎 157 和控制器 161 输出的侧向增益补偿曲线数据经由可变增益 TGC 放大器 119_y 和可变增益侧向放大器 135 补偿到达信号。来自侧向补偿曲线的增益的量可以在放大器之间被分配。使用高速 TGC 放大器, 侧向增益补偿曲线可以应用到 TGC 放大器用于每个所接收到的超声信号, 实现侧向增益补偿。通常, 该可变增益侧向补偿放大器 135 用于对侧向增益变化进行补偿。增益可以在可变增益 TGC 放大器 119_y 和可变增益侧向放大器 135 之间分配, 而不会过载可变增益 TGC 放大器 119_y 的增益。侧向增益补偿可以施加到一个或多个输入的图像数据帧 (步骤 360)。

[0154] 图 10 示出了分成 4 个侧向部分的实际的超声图像, 每个分别的部分的所得的柱状图在旁边显示。图 11 示出了侧向增益补偿之后的同一超声图像。在侧向增益补偿之后, 分析同一部分, 显示了所得的柱状图。可以发现, 在处理之后图像具有均匀的水平强度。柱状图同样示出了部分与部分之间的均匀强度分布。

[0155] 因为高度增益补偿曲线的计算是用于体成像, 所以需要一系列帧 (步骤 320, 365)。图 12 中所示是用于一系列五个连续的超声图像帧 a, b, c, d 和 e 的示例性高度计算。通常, 50-100 帧或更多可以包括体。下限和上限 limit_{lower}, limit_{upper} 被应用于每个图像数据值 $limit_{lower} < a_{i,j} < limit_{upper}$, $limit_{lower} < b_{i,j} < limit_{upper}$, $limit_{lower} < c_{i,j} < limit_{upper}$, $limit_{lower} < d_{i,j} < limit_{upper}$ 和 $limit_{lower} < e_{i,j} < limit_{upper}$, 以确定有效帧图像数据值 (步骤 315)。

[0156] 高度引擎 159 为每个限定的高度部分 (ES) 计算代表信号值 (I), 其中, 限定的高度部分可以是单独的帧 (ESa, ESb, ESc, ESD 和 ESe) 或一组帧 (ES1 = Frame a+Frame b, ES2 = Frame c 和 ES3 = Frame d+Frame e) (步骤 375)。当考虑包括 50 到 100 帧的体时, 帧组减少计算成本。将为每个高度部分计算的代表信号值与相邻的高度部分代表信号值比较。该高度部分代表信号值可以被转换成分贝或对数压缩信号。

[0157] 如在之前的分区方法中所述, 并不是所有的有效图像数据值都是必须的。例如, 可以执行横跨一个帧或帧的组的取样, 或者在每个帧或帧的组中可以使用预定图样或形状捕捉图像数据值。高度部分可以或可以不与另一个部分共享 (重叠) 有效图像数据值。使用在限定高度部分中的有效图像数据值。可以使用上文所列出的任何方法来执行代表信号值的计算。

[0158] 相邻高度部分代表信号值之间的增益变化 Δ 's 是基于所期望的分布方向来计算的 (步骤 380)。

[0159] 结合高度增益变化 Δ 's, 将每个高度部分的代表信号值同相邻高度部分的代表信号值比较并同预定的 limit3 比较 (步骤 385)。

[0160]

[0161] 如果 $|\Delta_{ES1-ES2}| > limit3$, 代入 0, 或预定的值

[0162] 如果 $|\Delta_{ES2-ES3}| > limit3$, 代入 0, 或预定的值 (13)

[0163] 如果一个高度部分代表信号值和与其相邻的高度部分代表信号值之间的绝对差异大于预定的 limite3, 将不使用增益变化 Δ 值 ($\Delta_{ES1-ES2}$ 和 $\Delta_{ES2-ES3}$, 或 $\Delta_{ES3-ES2}$ 和 $\Delta_{ES2-ES1}$), 使用零或一个预定值来代替该增益变化 Δ 值。在可选的实施例中, 可能不执行这种比较和替代过程。

[0164] 用于高度部分的增益变化分布是高度累积序列。该序列将一直延续直到所有的高度部分增益变化 Δ 值均被考虑 (步骤 390)。

[0165] 使用前面的高度部分 ES1 作为具有从前到后分布方向的参考位置。

[0166]

[0167] I_{ES1} = elevation gainvar dist1

[0168] $I_{ES1} + \Delta_{ES2-ES1}$ = elevation gainvar dist2 (14)

[0169] $I_{ES1} + \Delta_{ES2-ES1} + \Delta_{ES3-ES2}$ = elevation gainvar dist3

[0170] 使用后面的高度部分 ES3 作为具有从后到前分布方向的参考位置。

[0171]

[0172] I_{ES3} = elevation gainvar dist3

[0173] $I_{ES3} + \Delta_{ES2-ES3}$ = elevation gainvar dist2 (15)

[0174] $I_{ES3} + \Delta_{ES2-ES3} + \Delta_{ES1-ES2}$ = elevation gainvar dist1

[0175] 以 1, 2 和 3 顺序的分布序列值的整个序列使用插值函数组成连续增益变化曲线 (步骤 395)。高度增益补偿曲线是通过改变增益变化曲线的极性 (即, 加或减) 从增益变化曲线推导出来的。如果该值是在线性标度中, 该增益补偿曲线是增益变化曲线的倒数 (步骤 397)。示例性高度补偿曲线如图 13 中所示。

[0176] 高度增益补偿曲线用于使用由高度引擎 159 和控制器 161 输出的高度增益补偿曲线数据使用可变增益 TGC 放大器 119, 和可变增益高度放大器 143 补偿到达信号。高度增益补偿可以施加到体中的下一个序列的帧 (步骤 360)。

[0177] 图 14 中所示是 5 个图像帧的示例性轴向分区。为了轴向体增益补偿, 轴向引擎 155 为遍及该体的同一轴向部分计算代表信号值 (步骤 365, 370)。

[0178] 遍及帧 b, c, d 和 e, 轴向体部分 (AVS) 可以是在帧 a 中的图像数据值的同一区域。该体可以被分成任意数目的轴向部分, 这些部分具有相同或不同数目的图像数据值。如前所述, 以圆柱、椭圆柱或其它形状的形式的取样可以遍及该体作为一个部分使用。此外, 一些部分可以与其他部分重叠。使用在限定部分内的有效图像数据值。

[0179] 轴向引擎 155 为每个限定的轴向体部分 AVS A, AVS B, AVSC, AVS D 和 AVS E 计算代表信号值 (I) (步骤 370), 并将其与相邻轴向体部分代表信号值比较。该轴向体部分 AVS A, AVS B, AVS C, AVS D 和 AVSE 的代表信号值如果不是分贝可以转换成分贝, 或者转换成对

数压缩的信号。如上所述,该代表信号值的分析可以使用数个不同方法来执行。

[0180] 相邻轴向体部分之间的增益变化 Δ ’s 基于所期望的分布方向来计算 (步骤 375)。

[0181] 结合增益变化 Δ , 将每个轴向体部分 AVS A, AVS B, AVS C, AVSD 和 AVS E 的代表信号值与相邻轴向体部分的代表信号值比较并和预定的 limit4 比较 (步骤 385)。

[0182]

[0183] 如果 $|\Delta_{AVS\ A-AVS\ B}| > limit4$, 代入 0, 或预定的值

[0184] 如果 $|\Delta_{AVS\ B-AVS\ C}| > limit4$, 代入 0, 或预定的值

[0185] 如果 $|\Delta_{AVS\ C-AVS\ D}| > limit4$, 代入 0, 或预定的值

[0186] 如果 $|\Delta_{AVS\ D-AVS\ E}| > limit4$, 代入 0, 或预定的值 (16)

[0187] 如果一个轴向体部分的代表信号值和与其相邻的轴向体部分的代表信号值之间的绝对差异大于预定 limit4, 将不使用增益变化 Δ 值 ($\Delta_{AVS\ B-AVS\ A}$, $\Delta_{AVS\ C-AVS\ B}$, $\Delta_{AVS\ D-AVS\ C}$ 和 $\Delta_{AVS\ E-AVS\ D}$, 或 $\Delta_{AVS\ A-AVS\ B}$, $\Delta_{AVS\ B-AVS\ C}$, $\Delta_{AVS\ C-AVS\ D}$, $\Delta_{AVS\ D-AVS\ E}$), 使用零或一个预定值来代替该增益变化 Δ 值。这种替代阻止了在分布中的明显扭曲。在可选地实施例中, 可能不执行这种比较和替代过程。

[0188] 轴向体部分的增益变化分布是轴向累积序列。该序列一直延续直到所有的轴向体增益变化 Δ 值均被考虑 (步骤 390)。

[0189] 使用最浅的轴向体部分 AVS A 作为具有从顶部到底部分布方向的参考位置。

[0190]

[0191] $I_{AVS\ A}$ = axvol gainvar
dist1

[0192] $I_{AVS\ A} + \Delta_{AVS\ B-AVS\ A}$ = axvol gaindist var2

[0193] $I_{AVS\ A} + \Delta_{AVS\ B-AVS\ A} + \Delta_{AVS\ C-AVS\ B}$ = axvolgaindist
var3 (17)

[0194] $I_{AVS\ A} + \Delta_{AVS\ B-AVS\ A} + \Delta_{AVS\ C-AVS\ B} + \Delta_{AVS\ D-AVS\ C}$ = axvol gaindist var4

[0195] $I_{AVS\ A} + \Delta_{AVS\ B-AVS\ A} + \Delta_{AVS\ C-AVS\ B} + \Delta_{AVS\ D-AVS\ C} + \Delta_{AVS\ E-AVS\ D}$ = axvol gaindist var5

[0196] 使用最深的轴向体部分 AVS E 作为具有从底部到顶部分布方向的参考位置。

[0197]

[0198] $I_{AVS\ E}$ = ax vol gainvar
dist5

[0199] $I_{AVS\ E} + \Delta_{AVS\ D-AVS\ E}$ = ax vol gainvar
dist4

[0200] $I_{AVS\ E} + \Delta_{AVS\ D-AVS\ E} + \Delta_{AVS\ C-AVS\ D}$ = ax vol gainvar
dist3 (18)

[0201] $I_{AVS\ E} + \Delta_{AVS\ D-AVS\ E} + \Delta_{AVS\ C-AVS\ D} + \Delta_{AVS\ B-AVS\ C}$ = ax vol gainvar dist2

[0202] $I_{AVS\ E} + \Delta_{AVS\ D-AVS\ E} + \Delta_{AVS\ C-AVS\ D} + \Delta_{AVS\ B-AVS\ C} + \Delta_{AVS\ A-AVS\ B}$ = ax vol gainvar dist1

[0203] 以 1, 2, 3, 4 和 5 顺序的分布序列值的整个序列使用插值函数组成连续轴向体增益变化曲线 (步骤 395)。轴向体增益补偿曲线是通过改变轴向体增益变化曲线的极性 (即, 加或减) 从轴向体增益变化曲线计算的 (步骤 397)。如果该值是在线性标度中, 该增益补偿曲线是增益变化曲线的倒数。图 15 中示出了示例性的轴向体补偿曲线。

[0204] 轴向体增益补偿曲线用于使用由轴向引擎 155 输出和控制器 161 分配的轴向体增益补偿曲线数据经由可变增益 TGC 放大器 119_y 和可变增益轴向放大器 133 补偿到达信号。轴向体补偿可以施加到下一个体 (步骤 360)。

[0205] 图 16 中所示为 5 个图像数据帧体的示例性侧向体分区。为了侧向体增益补偿, 侧向引擎 157 为遍及该体的同一侧向体部分计算代表信号值 (步骤 365)。

[0206] 遍及帧 b, c, d 和 e, 侧向体部分 (LVS) 可以是在帧 a 中的图像数据值的同一区域。该体可以被分成任意数目的侧向部分, 这些部分具有相同或不同数目的图像数据值。如轴向体分析所述, 以圆柱或其它形状的形式的取样可以遍及该体作为一部分使用。一些部分可以与其他部分重叠。使用在限定部分内的有效图像数据值。

[0207] 侧向引擎 157 为每个限定的侧向体部分 LVS F, LVS G, LVSH, LVS I 和 LVS J 计算代表信号值 (I), 并将其与相邻侧向体部分代表信号值比较。该侧向体部分 LVS F, LVS G, LVS H, LVS I 和 LVS J 的代表信号值如果不是分贝可以转换成分贝或者转换成对数压缩的信号。该代表信号值的计算可以使用上面列出的任何方法来执行。

[0208] 相邻侧向体部分之间的增益变化 Δ 's 基于所期望的方向来计算 (步骤 380)。

[0209] 结合增益变化 Δ , 将每个侧向体部分 LVS F, LVS G, LVS H, LVSI 和 LVS J 的代表信号值与相邻侧向体部分的代表信号值比较并和预定的 limit5 比较 (步骤 385)。

[0210]

[0211] 如果 $|\Delta_{LVS\ F-LVS\ G}| > limit5$, 代入 0, 或预定的值

[0212] 如果 $|\Delta_{LVS\ G-LVS\ H}| > limit5$, 代入 0, 或预定的值

[0213] 如果 $|\Delta_{LVS\ H-LVS\ I}| > limit5$, 代入 0, 或预定的值

[0214] $|\Delta_{LVS\ I-LVS\ J}| > limit5$,

[0215] 如果, 代入 0, 或预定的值 (19)

[0216] 如果一个侧向体部分的代表信号值和与其相邻的侧向体部分的代表信号值之间的绝对差异大于预定 limit5, 将不使用增益变化 Δ 值 ($\Delta_{LVS\ F-LVS\ G}$, $\Delta_{LVS\ G-LVS\ H}$, $\Delta_{LVS\ H-LVS\ I}$ 和 $\Delta_{LVS\ I-LVS\ J}$, 或 $\Delta_{LVS\ G-LVS\ F}$, $\Delta_{LVS\ H-LVS\ G}$, $\Delta_{LVS\ I-LVS\ H}$ 和 $\Delta_{LVS\ J-LVS\ I}$), 使用零或一个预定值来代替该增益变化 Δ 值。这种替代阻止了在分布中的明显扭曲。在可选的实施例中, 可能不执行这种比较和替代过程。

[0217] 侧向体部分之间的增益变化分布是侧向累积序列。该序列一直延续直到所有的侧向体增益变化 Δ 值均被考虑 (步骤 397)。

[0218] 使用右端的侧向体部分 LVS F 作为具有从右到左分布方向的参考位置。

[0219]

[0220] $I_{LVS\ F}$ = latvol gainvar

dist1

[0221] $I_{LVS\ F} + \Delta_{LVS\ G-LVS\ F}$ = latvol gainvar
dist2

[0222] $I_{LVS\ F} + \Delta_{LVS\ G-LVS\ F} + \Delta_{LVS\ H-LVS\ G}$ = latvol gainvar
dist3 (20)

[0223] $I_{LVS\ F} + \Delta_{LVS\ G-LVS\ F} + \Delta_{LVS\ H-LVS\ G} + \Delta_{LVS\ I-LVS\ H}$ = latvol gainvar dist4

[0224] $I_{LVS\ F} + \Delta_{LVS\ G-LVS\ F} + \Delta_{LVS\ H-LVS\ G} + \Delta_{LVS\ I-LVS\ H} + \Delta_{LVS\ J-LVS\ I}$ = latvol gainvar dist5

- [0225] 使用左端的侧向体部分 LVS J 作为具有从左到右分布方向的参考位置。
- [0226]
- [0227] $I_{LVS\ J}$ = latvol gainvar
dist5
- [0228] $I_{LVS\ J} + \Delta_{LVS\ I-LVS\ J}$ = latvol gainvar
dist4
- [0229] $I_{LVS\ J} + \Delta_{LVS\ I-LVS\ J} + \Delta_{LVS\ H-LVS\ I}$ = latvol gainvar
dist3
- [0230]
- (21)
- [0231] $I_{LVS\ J} + \Delta_{LVS\ I-LVS\ J} + \Delta_{LVS\ H-LVS\ I} + \Delta_{LVS\ G-LVS\ H}$ = latvol gainvar dist2
- [0232] $I_{LVS\ J} + \Delta_{LVS\ I-LVS\ J} + \Delta_{LVS\ H-LVS\ I} + \Delta_{LVS\ G-LVS\ H} + \Delta_{LVS\ F-LVS\ G}$ = latvol gainvar dist1
- [0233] 以 1, 2, 3, 4 和 5 顺序的分布序列值的整个序列使用插值函数组成连续侧向体增益变化曲线 (步骤 395)。侧向体增益补偿曲线是通过改变增益变化曲线的极性 (即, 加或减) 从增益变化曲线推导出来的 (步骤 397)。如果该值是在线性标度中, 该增益补偿曲线是增益变化曲线的倒数。图 17 中示出了示例性的侧向体增益变化补偿曲线。
- [0234] 侧向体增益补偿曲线用于使用由侧向引擎 157 输出和控制器 161 分配的侧向体增益补偿曲线数据经由可变增益 TGC 放大器 119_y 和可变增益侧向放大器 135 侧向补偿到达信号。侧向补偿可以施加到下一个体 (步骤 355)。
- [0235] 如在二维轴向和 / 或侧向增益补偿曲线的情况下, 高度和轴向和 / 或侧向体分区的结合可以得到三个体增益补偿曲线。每个曲线可以施加到下一个体 (步骤 335)。
- [0236] 高度、轴向和侧向增益补偿的任意结合都可以应用到下一个输入的图像帧。该新计算的增益补偿曲线示出了与之前放大器的增益曲线的差别, 其中, 之前放大器的增益曲线提供输出以控制每个放大器 119_y, 133, 135, 143 的增益。推导的该增益补偿曲线修改预先存在的增益曲线。
- [0237] 回到图 1, 来自轴向引擎 155、侧向引擎 157 和高度引擎 159 的输出被输入到控制器 161, 其中, 增益补偿曲线在控制器 161 处被处理。
- [0238] 因为新的增益补偿曲线升级或修改先前计算的增益补偿曲线, 每个控制器 161 的轴向、侧向和高度输入耦合至相应的增益加法器 169a, b, c。每个加法器 169a, b, c 的输出耦合至相应的延迟 171a, b, c, 延迟 171a, b, c 被耦合至存储器 170a, b, c。存储器 170a, b, c 存储在初始化时的之前的增益补偿曲线, 及其之后升级的结合增益。增益加法器 169a, b, c 输出增益, 该增益是新计算的增益曲线和之前或升级的增益的结合。
- [0239] 轴向延迟 171a 用于延迟 TGC 加上轴向放大器增益曲线的总和 (即, TGC 与轴向放大器增益的结合, 并且称之为轴向结合增益) 一个帧, 从而使得之前的帧的轴向结合增益曲线存储在存储器 170a 中, 之前的帧的轴向结合增益曲线加到新的轴向补偿曲线以获取新的轴向结合增益曲线。
- [0240] 类似的, 侧向延迟 171b 用于延迟 TGC 加上侧向放大器增益曲线的总和 (即, TGC 与侧向放大器增益的结合, 并且称之为侧向结合增益) 一个帧, 从而使得之前的帧的侧向结合增益曲线存储在存储器 170b 中, 之前的帧的侧向结合增益曲线加到新的侧向补偿曲线

以获取新的侧向结合增益曲线。

[0241] 高度延迟 171c 用于延迟 TGC 加上高度放大器增益曲线的总和（即，TGC 与高度放大器增益的结合，并且称之为高度结合增益）一个体，从而使得之前的体的高度结合增益曲线存储在存储器 170c 中，之前的体的高度结合增益曲线加到新的高度补偿曲线以获取新的高度结合增益曲线。•

[0242] 增益加法器 169a, b, c 的输出被耦合至第一权重乘法器 173a, b, c 和第二权重乘法器 175a, b, c。该第一权重乘法器 173a, b, c 被耦合至分配权重 α (轴向), β (侧向) 和 γ (高度)，而第二权重乘法器 175a, b, c 被耦合至分配权重 $1 - \alpha$ 177a, β 177b 和 $1 - \gamma$ 177c。

[0243] 权重 α , β 和 γ 确定在时间 t 在轴向可变增益放大器 133、侧向可变增益放大器 135 和高度可变增益放大器 143，以及 TGC 放大器 119_y 的可变增益部分之间分配各自的增益补偿值是多少。权重 α , β 和 γ 使用优化每个权重 α , β 和 γ 的分配处理器 179 来推导。确定权重 α , β 和 γ 的优化过程的讨论不在本发明内容的范围内。

[0244] 来自第二权重乘法器 175a, b, c 的输出被输出至相应的轴向可变增益放大器 133、侧向可变增益放大器 135 和高度可变增益放大器 143。

[0245] 轴向权重乘法器 173a 的输出被耦合至加法器 179 和平均值计算器 181。平均值计算器 181 获取来自轴向乘法器 173a 的输出的平均值，该平均值被从轴向权重乘法器 173a 输出中减去并耦合至公用加法器 183。加法器 179 从 TGC 增益曲线中减去 TGC 增益曲线平均值，使得恒定的增益施加到 TGC 放大器 119_y 的固定增益部分，并且只有曲线增益施加到 TGC 放大器 119_y 的可变增益部分。本操作保持 TGC 放大器的动态范围。在可选实施例中，可以不使用平均值和减法。

[0246] 轴向结合增益曲线乘以 α 以便将增益曲线的一部分施加到 TGC 放大器 119_y 可变增益部分。加法器 179 的输出被耦合至 DAC(数字到模拟转换器) 185，如果需要，并输出至 TGC 放大器 119_y 可变增益部分。

[0247] 每束更新来自存储器 170b 的侧向结合增益以实现侧向增益曲线的效用，并乘以 β 以便将部分增益曲线施加到 TGC 放大器 119_y 的可变增益。侧向延迟 187 被用于同步所有的增益曲线。

[0248] 每帧更新来自存储器 170c 的高度结合增益以实现高度增益曲线的效用，并乘以 γ 以便将部分增益曲线施加到 TGC 放大器 119_y 的可变增益。高度延迟 189 被用于同步所有的增益曲线。

[0249] 延迟 187、189 的输出和平均值计算器 181 的输出被耦合至公用加法器 183。加法器 183 结合所有 TGC 放大器 119_y 的固定增益部分。所结合的增益被输出至另一个加法器 191 并通过增益计算器 193 与总增益输出结合。

[0250] 对于三维成像的情况，侧向放大器 135 或高度放大器 143 的输出被耦合至总增益计算器 193 以通过使用柱状图、百分数、平均值、众数、中间数来获得总增益。以 dB 或对数标度形式的总增益被改变极性（减或加）并加上一个预设值以设定最终图像亮度到达预设值。该操作设定总的图像亮度到大部分用户喜欢的预设亮度值。

[0251] 从加法器 191 得到的结合的输出是 TGC 放大器 119_y 的固定增益部分。该 TGC 放大器 119_y 的固定增益部分耦合至在 TGC 放大器 119_y 芯片中的固定的或可编程的增益放大器。

[0252] 轴向、侧向和高度增益变化由上面的操作进行补偿，并且总的图像增益被设定至用户可能喜欢的预定图像亮度。本发明提供所有图像维数上的均匀性。

[0253] 上面描述了本发明的一个或多个实施例。然而，应该理解，在不脱离本发明精神和范围的情况下可以进行多种修改。因此，其它实施例也在下面权利要求的范围内。

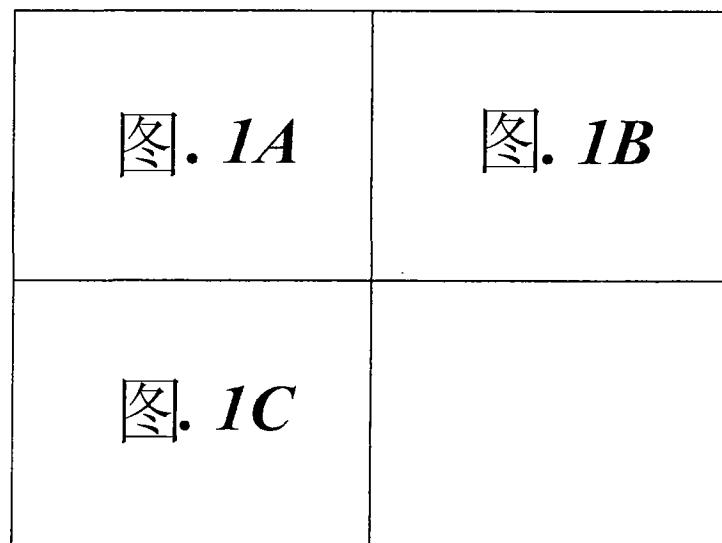
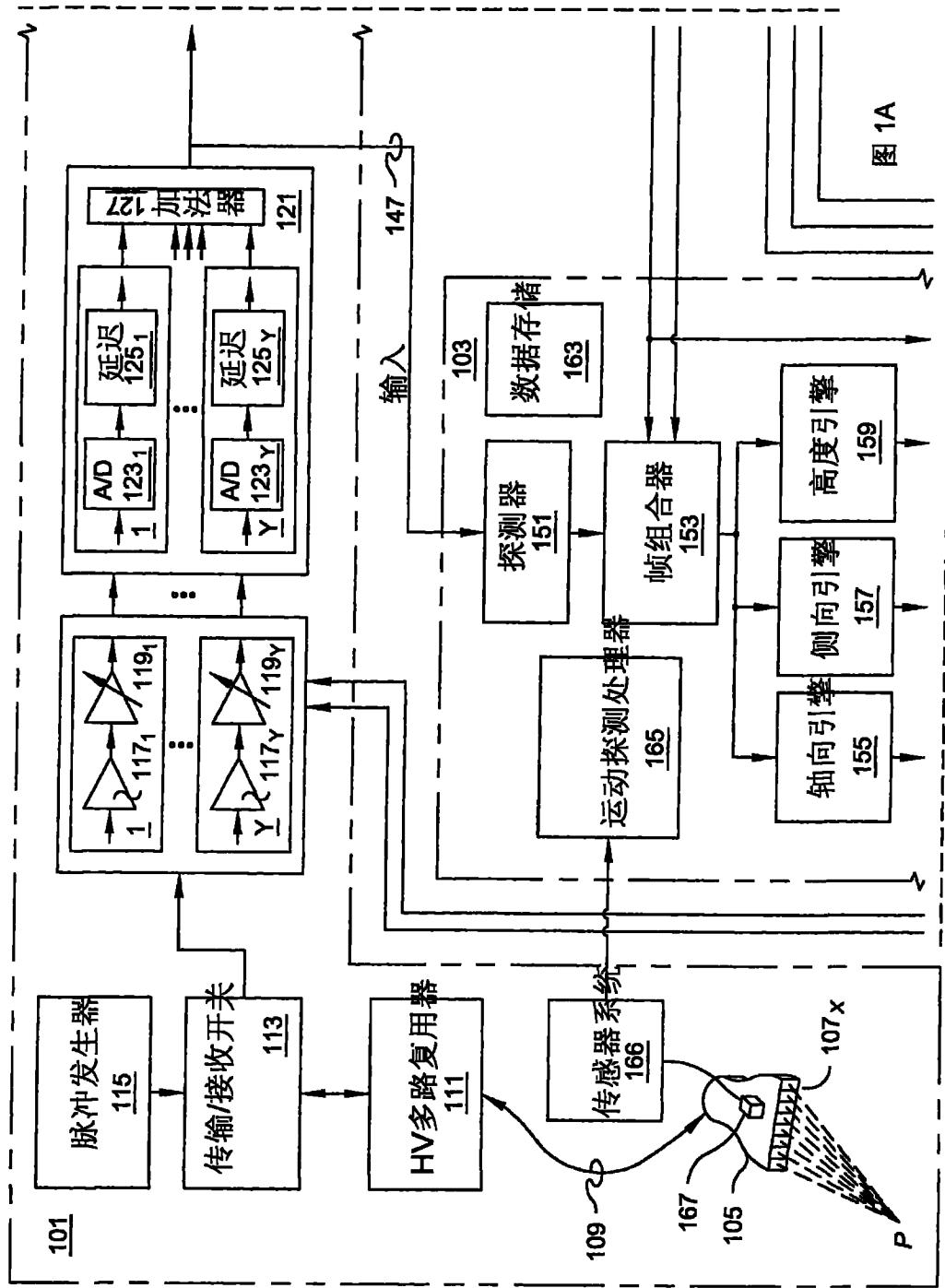


图 1



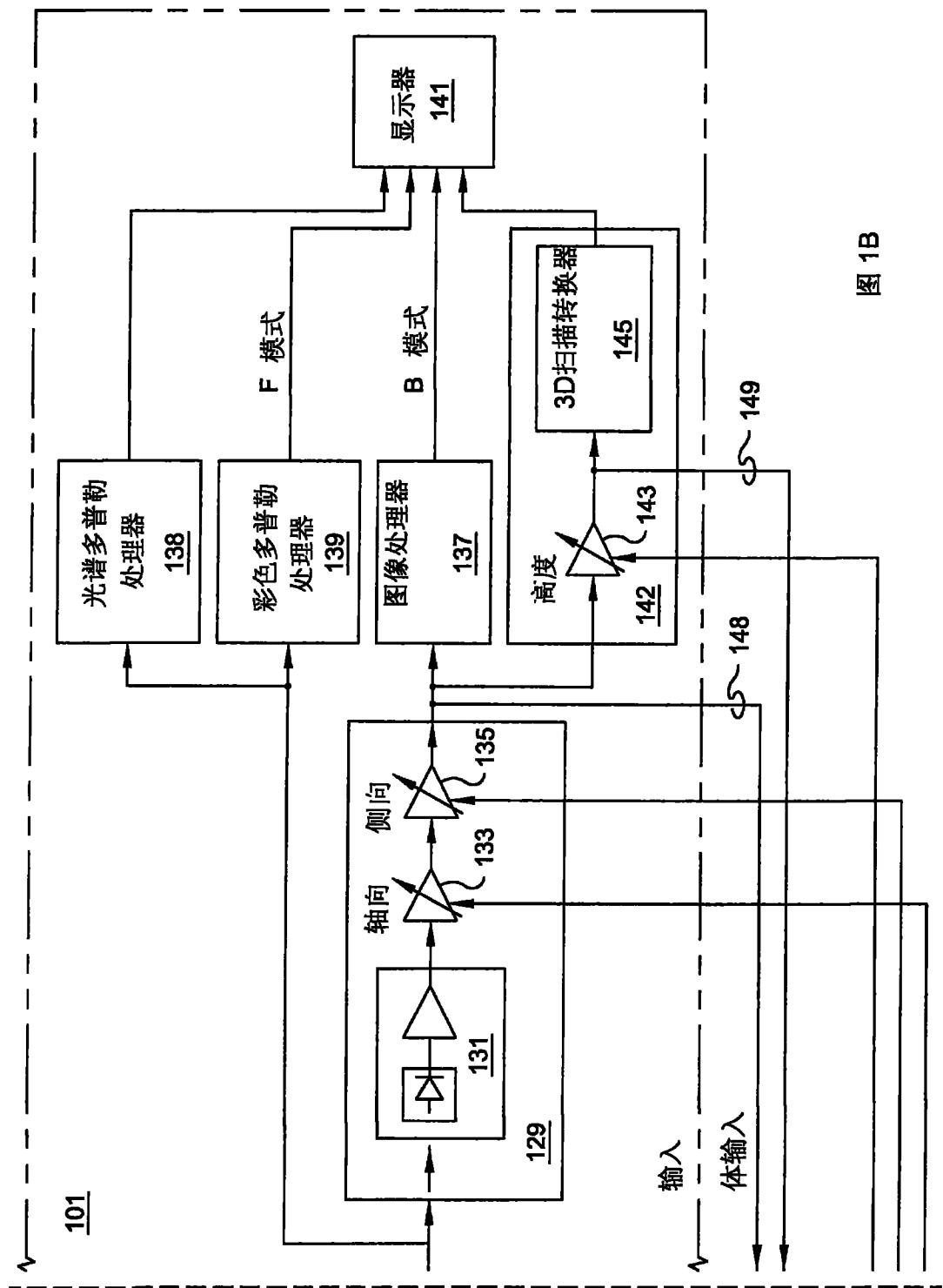


图 1B

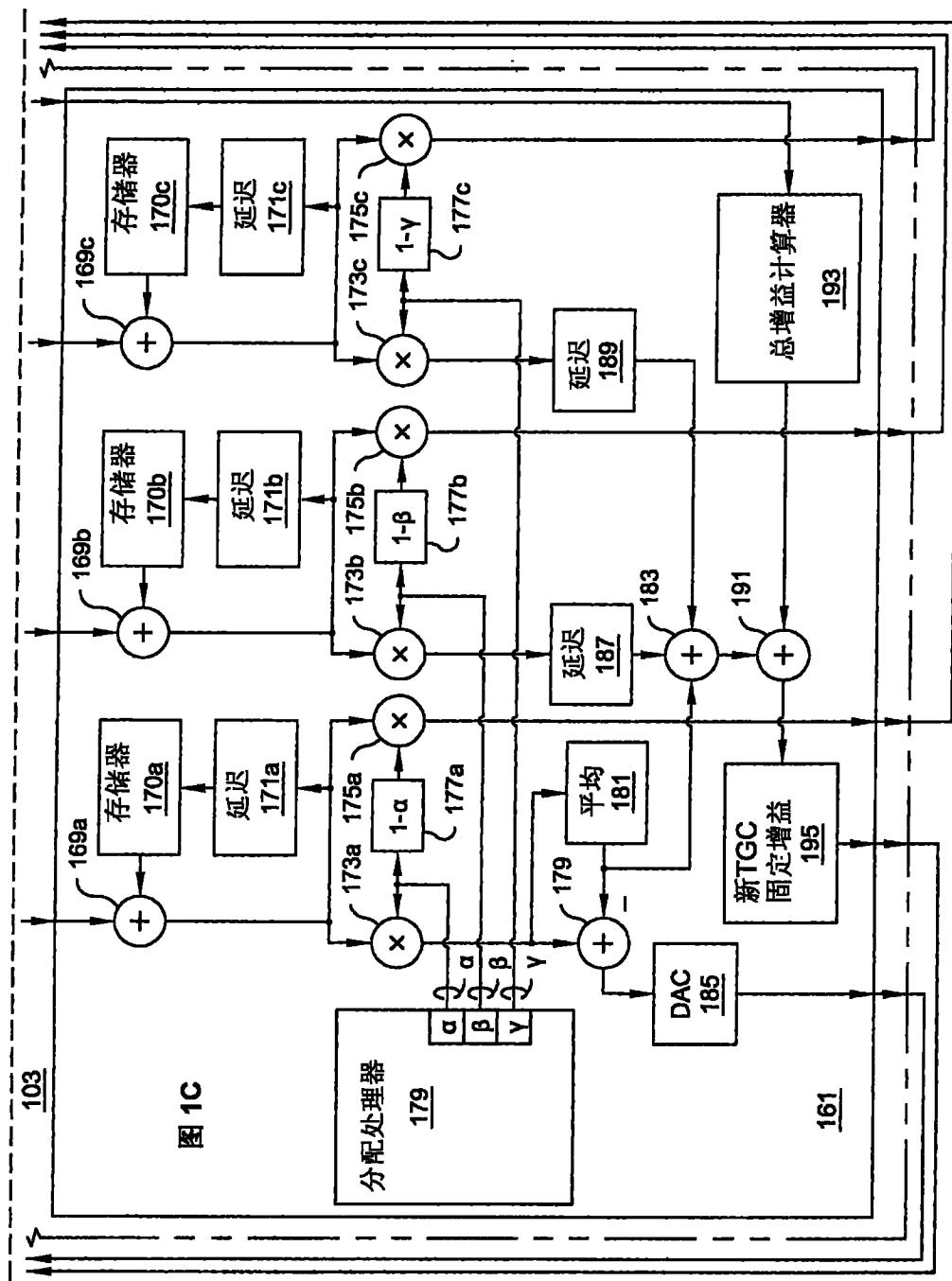


图 1

1			j			N		
a _{1,1}	a _{1,2}	a _{1,3}	a _{1,4}	a _{1,5}	a _{1,6}	a _{1,7}	a _{1,8}	a _{1,9}
a _{2,1}	a _{2,2}	a _{2,3}	a _{2,4}	a _{2,5}	a _{2,6}	a _{2,7}	a _{2,8}	a _{2,9}
a _{3,1}	a _{3,2}	a _{3,3}	a _{3,4}	a _{3,5}	a _{3,6}	a _{3,7}	a _{3,8}	a _{3,9}
a _{4,1}	a _{4,2}	a _{4,3}	a _{4,4}	a _{4,5}	a _{4,6}			
a _{5,1}	a _{5,2}	a _{5,3}	a _{5,4}	a _{5,5}	a _{5,6}			
a _{6,1}	a _{6,2}	a _{6,3}	a _{6,4}	a _{6,5}	a _{6,6}			
a _{7,1}	a _{7,2}	a _{7,3}				a _{7,7}	a _{7,8}	a _{7,9}
a _{8,1}	a _{8,2}	a _{8,3}				a _{8,7}	a _{8,8}	a _{8,9}
a _{9,1}	a _{9,2}	a _{9,3}				a _{9,7}	a _{9,8}	a _{9,9}
a _{10,1}	a _{10,2}	a _{10,3}				a _{10,10}	a _{10,11}	a _{10,12}
a _{11,1}	a _{11,2}	a _{11,3}				a _{11,10}	a _{11,11}	a _{11,12}
a _{12,1}	a _{12,2}	a _{12,3}				a _{12,10}	a _{12,11}	a _{12,12}
a _{13,1}	a _{13,2}	a _{13,3}				a _{13,13}	a _{13,14}	a _{13,15}
a _{14,1}	a _{14,2}	a _{14,3}				a _{14,13}	a _{14,14}	a _{14,15}
a _{15,1}	a _{15,2}	a _{15,3}				a _{15,13}	a _{15,14}	a _{15,15}

图 2

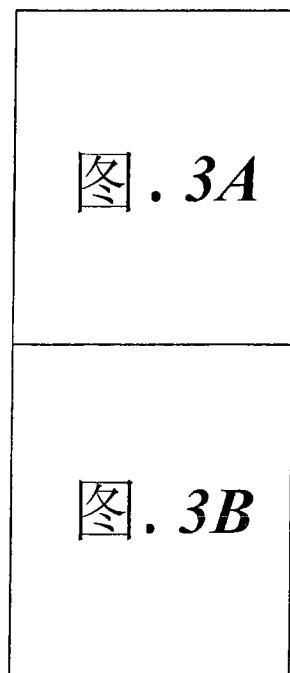


图 3

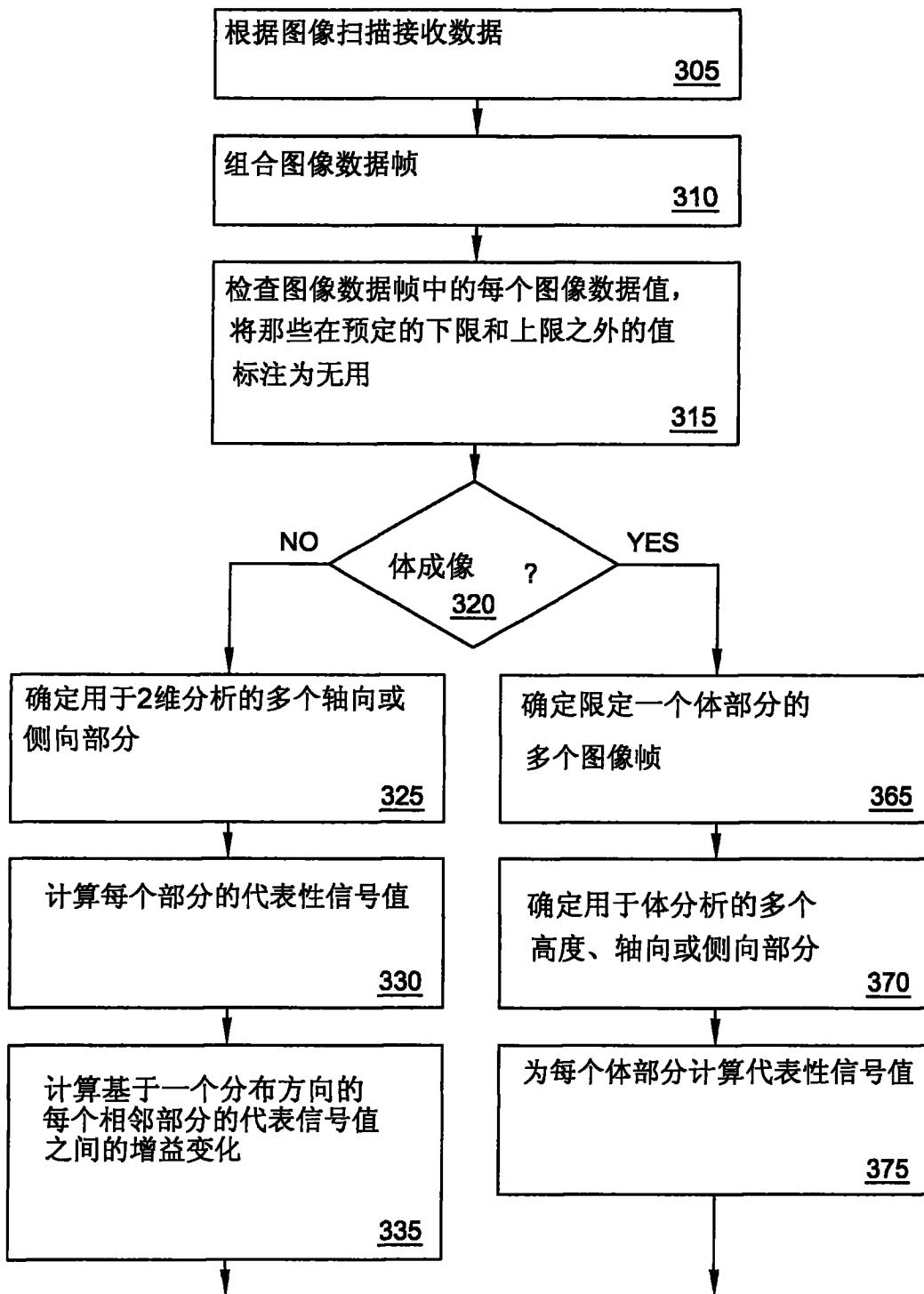


图 3A

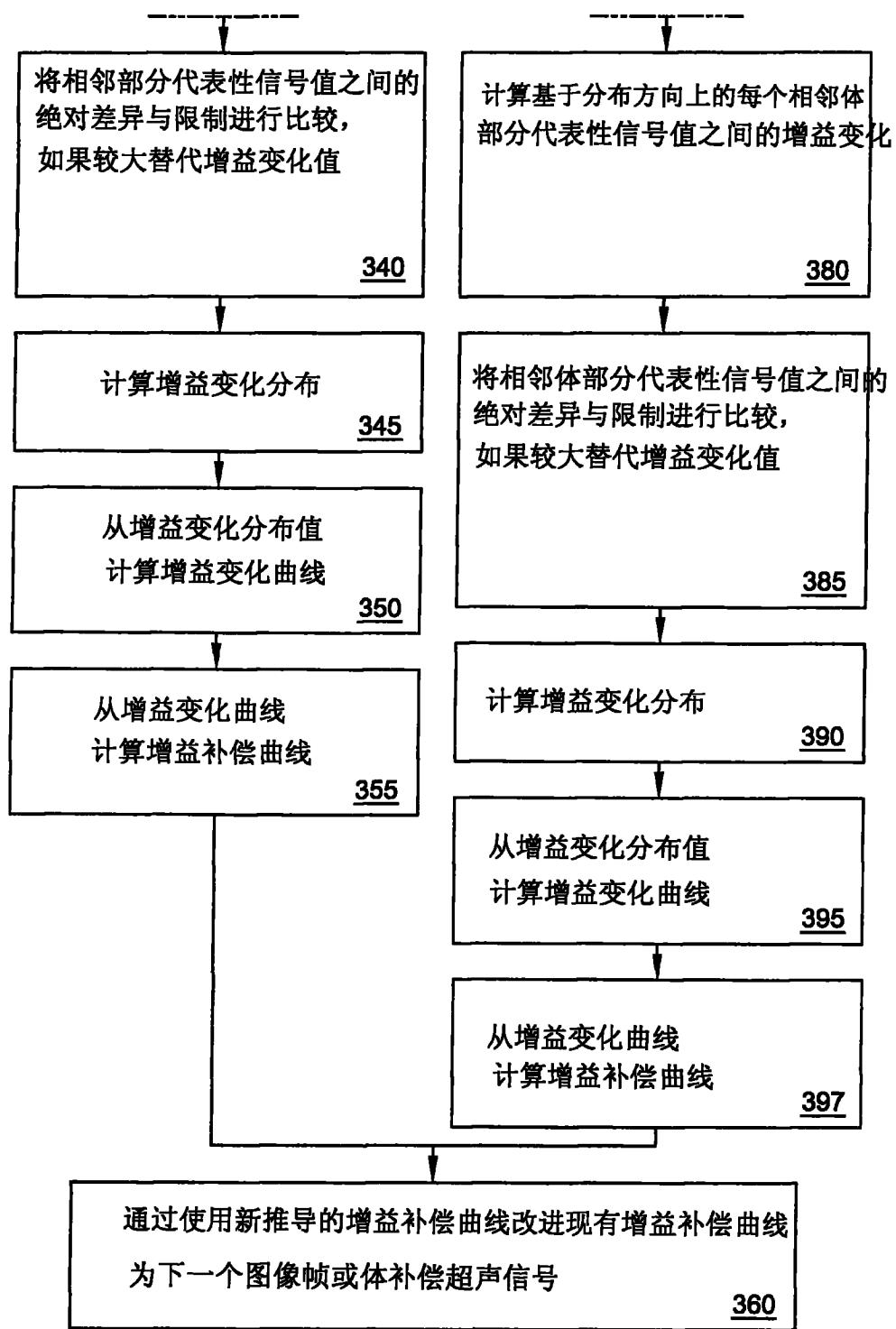


图 3B

		N															
		A			B			C			D			E			
1	201	a _{1,1}	a _{1,2}	a _{1,3}	a _{1,4}	a _{1,5}	a _{1,6}	a _{1,7}	a _{1,8}	a _{1,9}	a _{1,10}	a _{1,11}	a _{1,12}	a _{1,13}	a _{1,14}	a _{1,15}	
		a _{2,1}	a _{2,2}	a _{2,3}	a _{2,4}	a _{2,5}	a _{2,6}	a _{2,7}	a _{2,8}	a _{2,9}	a _{2,10}	a _{2,11}	a _{2,12}	a _{2,13}	a _{2,14}	a _{2,15}	
i	j	a _{3,1}	a _{3,2}	a _{3,3}	a _{3,4}	a _{3,5}	a _{3,6}	a _{3,7}	a _{3,8}	a _{3,9}	a _{3,10}	a _{3,11}	a _{3,12}	a _{3,13}	a _{3,14}	a _{3,15}	
		a _{4,1}	a _{4,2}	a _{4,3}	a _{4,4}	a _{4,5}	a _{4,6}										
M		a _{5,1}	a _{5,2}	a _{5,3}	a _{5,4}	a _{5,5}	a _{5,6}										
		a _{6,1}	a _{6,2}	a _{6,3}	a _{6,4}	a _{6,5}	a _{6,6}										
		a _{7,1}	a _{7,2}	a _{7,3}				a _{7,7}	a _{7,8}	a _{7,9}							
		a _{8,1}	a _{8,2}	a _{8,3}				a _{8,7}	a _{8,8}	a _{8,9}							
		a _{9,1}	a _{9,2}	a _{9,3}				a _{9,7}	a _{9,8}	a _{9,9}							
		a _{10,1}	a _{10,2}	a _{10,3}							a _{10,10}	a _{10,11}	a _{10,12}				
		a _{11,1}	a _{11,2}	a _{11,3}							a _{11,10}	a _{11,11}	a _{11,12}				
		a _{12,1}	a _{12,2}	a _{12,3}							a _{12,10}	a _{12,11}	a _{12,12}				
		a _{13,1}	a _{13,2}	a _{13,3}										a _{13,13}	a _{13,14}	a _{13,15}	
		a _{14,1}	a _{14,2}	a _{14,3}										a _{14,13}	a _{14,14}	a _{14,15}	
		a _{15,1}	a _{15,2}	a _{15,3}										a _{15,13}	a _{15,14}	a _{15,15}	

图 4

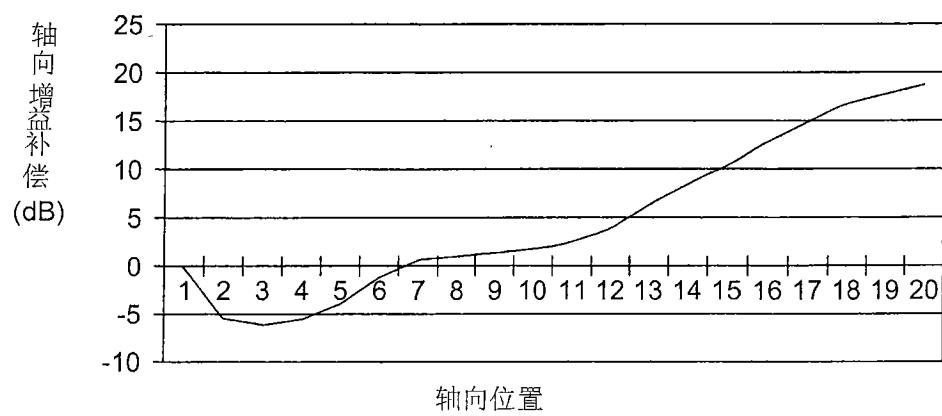


图 5

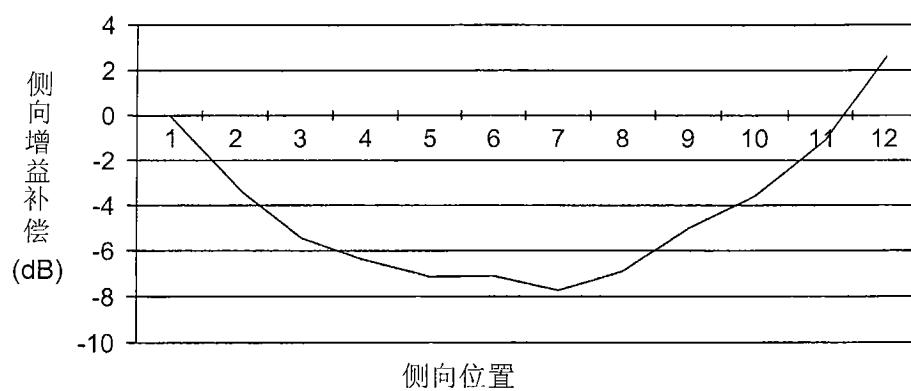


图 9

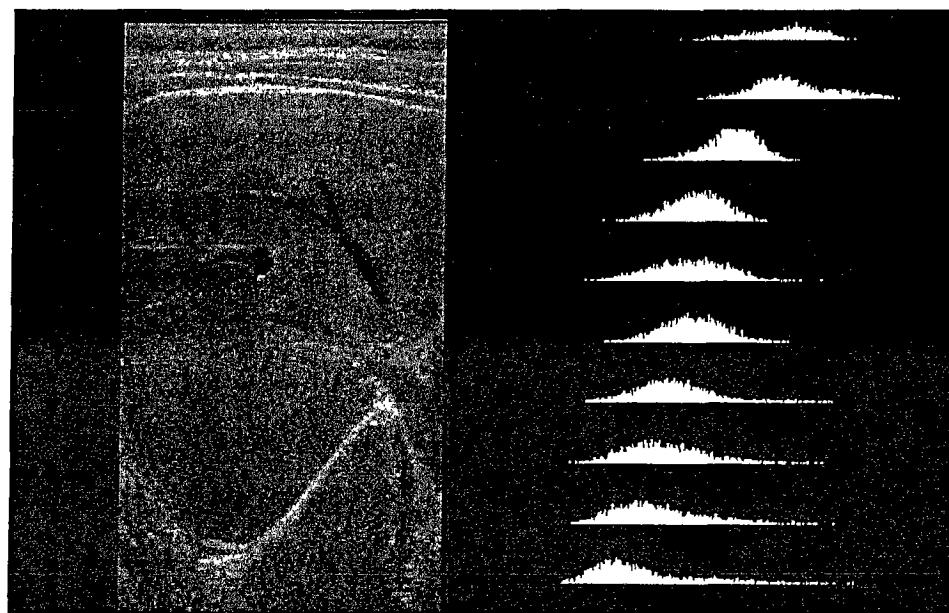


图 6

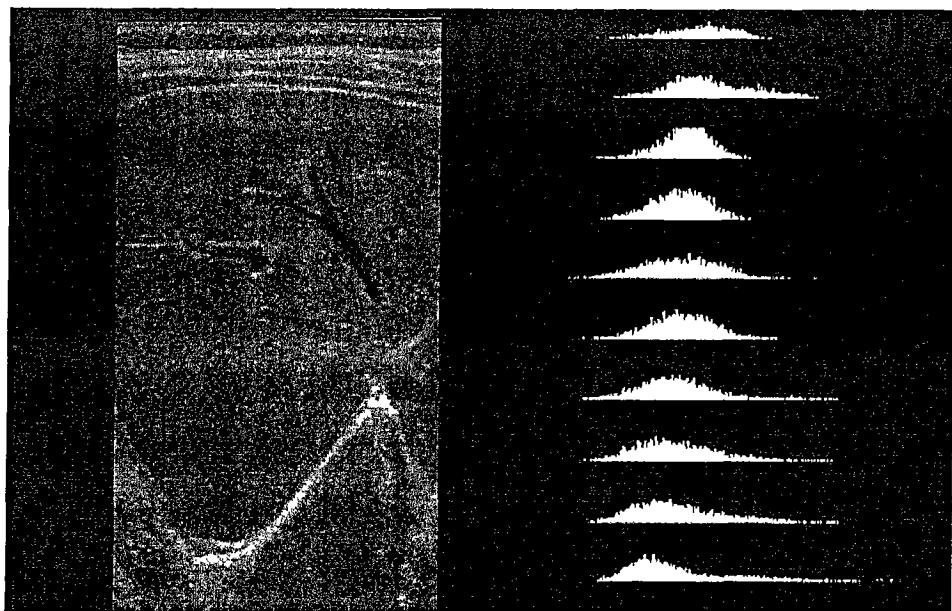


图 7

201			J			H			G			F			N		
1	a _{1,1}	a _{1,2}	a _{1,3}	a _{1,4}	a _{1,5}	a _{1,6}	a _{1,7}	a _{1,8}	a _{1,9}	a _{1,10}	a _{1,11}	a _{1,12}	a _{1,13}	a _{1,14}	a _{1,15}		
a _{2,1}	a _{2,2}	a _{2,3}	a _{2,4}	a _{2,5}	a _{2,6}	a _{2,7}	a _{2,8}	a _{2,9}	a _{2,10}	a _{2,11}	a _{2,12}	a _{2,13}	a _{2,14}	a _{2,15}			
a _{3,1}	a _{3,2}	a _{3,3}	a _{3,4}	a _{3,5}	a _{3,6}	a _{3,7}	a _{3,8}	a _{3,9}	a _{3,10}	a _{3,11}	a _{3,12}	a _{3,13}	a _{3,14}	a _{3,15}			
a _{4,1}	a _{4,2}	a _{4,3}	a _{4,4}	a _{4,5}	a _{4,6}	a _{7,1}	a _{7,2}	a _{7,3}	a _{7,7}	a _{7,8}	a _{7,9}	a _{10,10}	a _{10,11}	a _{10,12}			
a _{5,1}	a _{5,2}	a _{5,3}	a _{5,4}	a _{5,5}	a _{5,6}	a _{6,1}	a _{6,2}	a _{6,3}	a _{6,4}	a _{6,5}	a _{6,6}	a _{8,1}	a _{8,2}	a _{8,3}	a _{11,10}	a _{11,11}	a _{11,12}
a _{6,1}	a _{6,2}	a _{6,3}	a _{7,1}	a _{7,2}	a _{7,3}	a _{8,1}	a _{8,2}	a _{8,3}	a _{8,7}	a _{8,8}	a _{8,9}	a _{12,10}	a _{12,11}	a _{12,12}			
a _{7,1}	a _{7,2}	a _{7,3}	a _{9,1}	a _{9,2}	a _{9,3}	a _{9,1}	a _{9,2}	a _{9,3}	a _{9,7}	a _{9,8}	a _{9,9}	a _{10,1}	a _{10,2}	a _{10,3}	a _{13,13}	a _{13,14}	a _{13,15}
a _{8,1}	a _{8,2}	a _{8,3}	a _{10,1}	a _{10,2}	a _{10,3}	a _{11,1}	a _{11,2}	a _{11,3}	a _{11,10}	a _{11,11}	a _{11,12}	a _{14,13}	a _{14,14}	a _{14,15}			
a _{9,1}	a _{9,2}	a _{9,3}	a _{11,1}	a _{11,2}	a _{11,3}	a _{12,1}	a _{12,2}	a _{12,3}	a _{12,10}	a _{12,11}	a _{12,12}	a _{15,13}	a _{15,14}	a _{15,15}			
a _{10,1}	a _{10,2}	a _{10,3}	a _{12,1}	a _{12,2}	a _{12,3}	a _{13,1}	a _{13,2}	a _{13,3}									
a _{11,1}	a _{11,2}	a _{11,3}	a _{13,1}	a _{13,2}	a _{13,3}	a _{14,1}	a _{14,2}	a _{14,3}									
a _{12,1}	a _{12,2}	a _{12,3}	a _{14,1}	a _{14,2}	a _{14,3}	a _{15,1}	a _{15,2}	a _{15,3}									

图 8

j 1 M

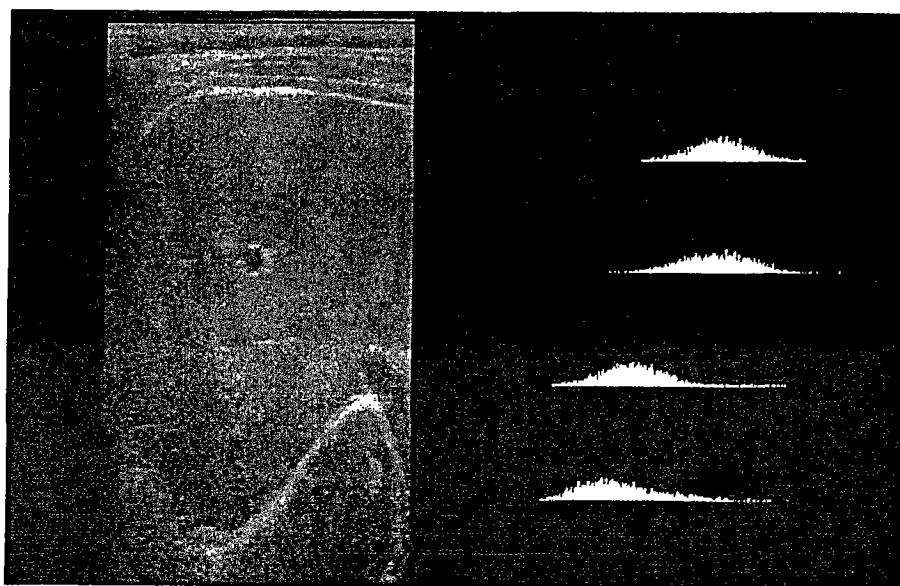


图 10

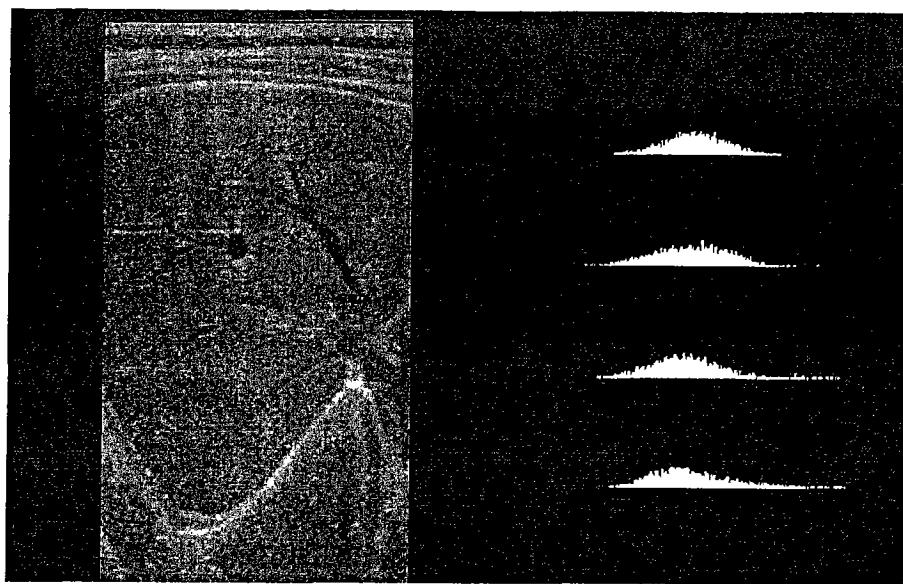


图 11

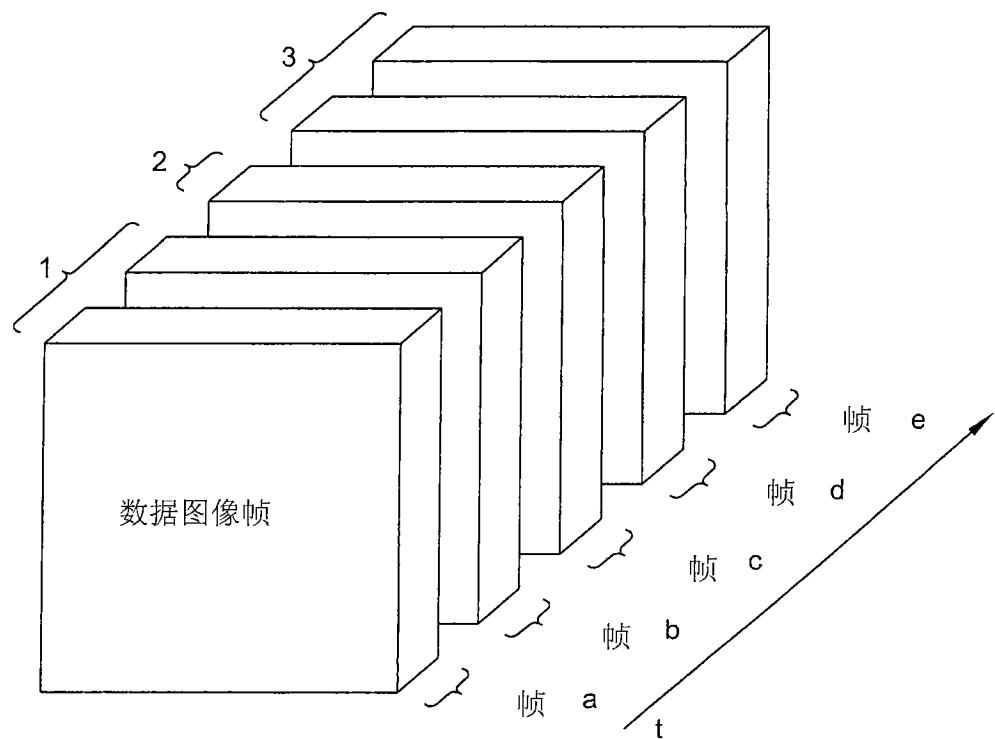


图 12

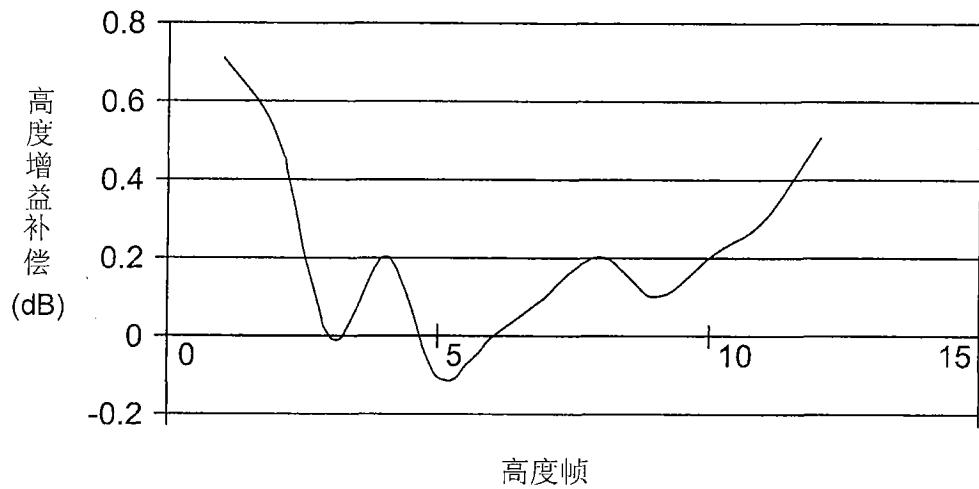


图 13

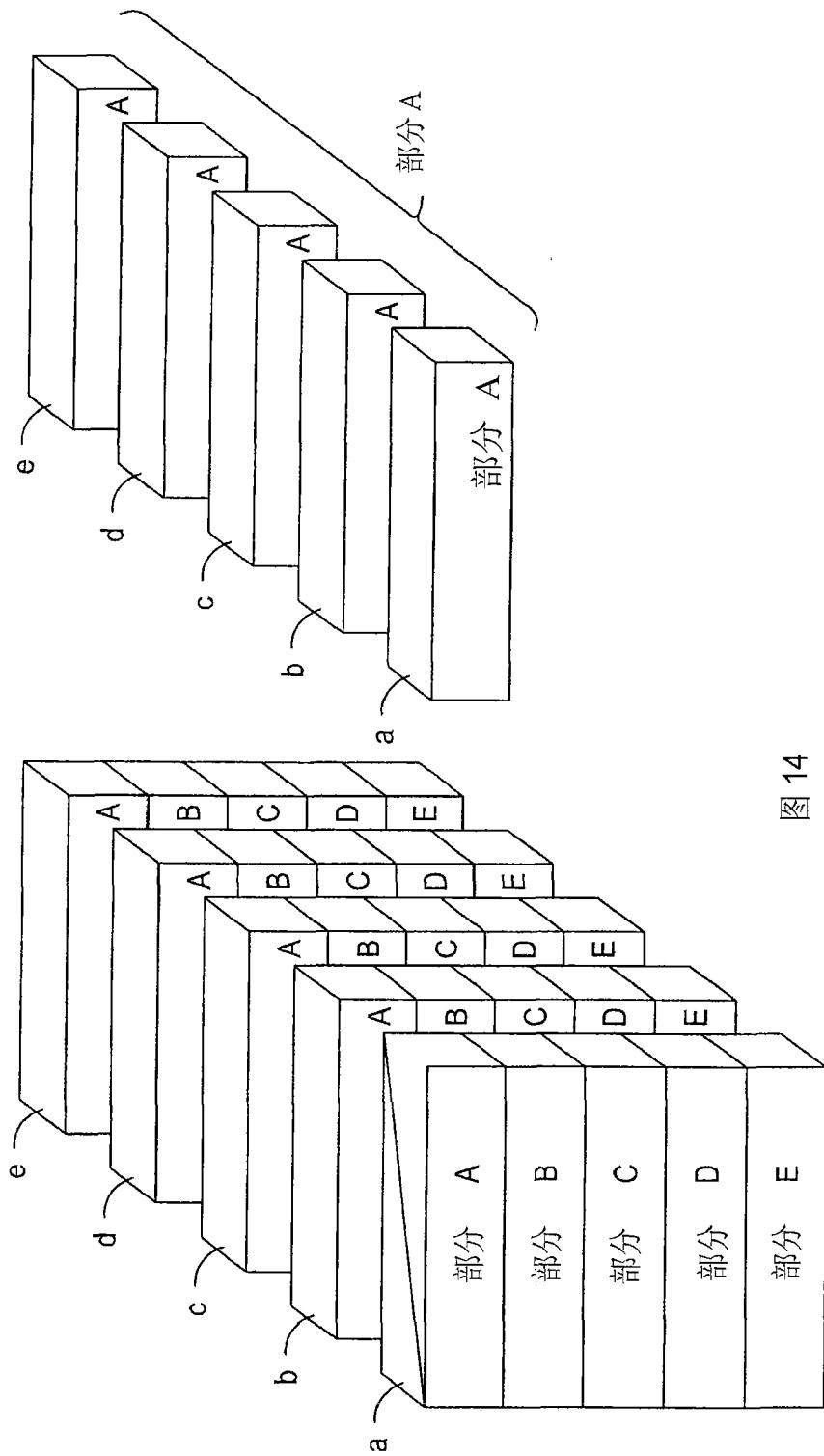


图 14

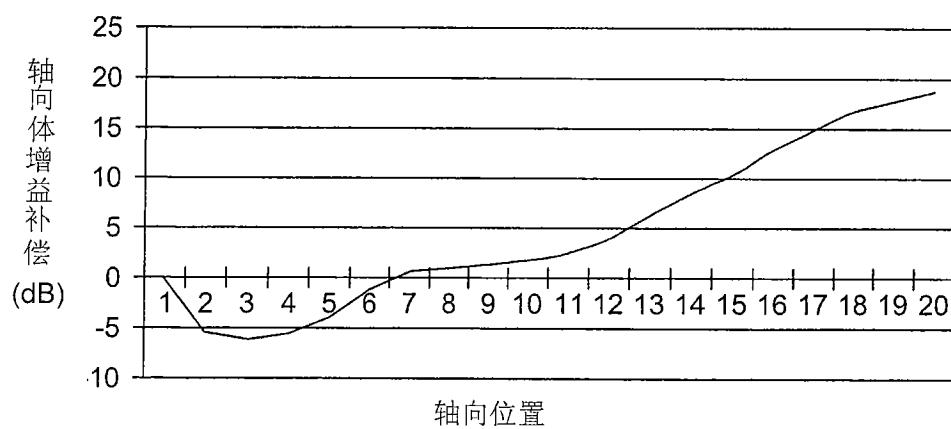


图 15

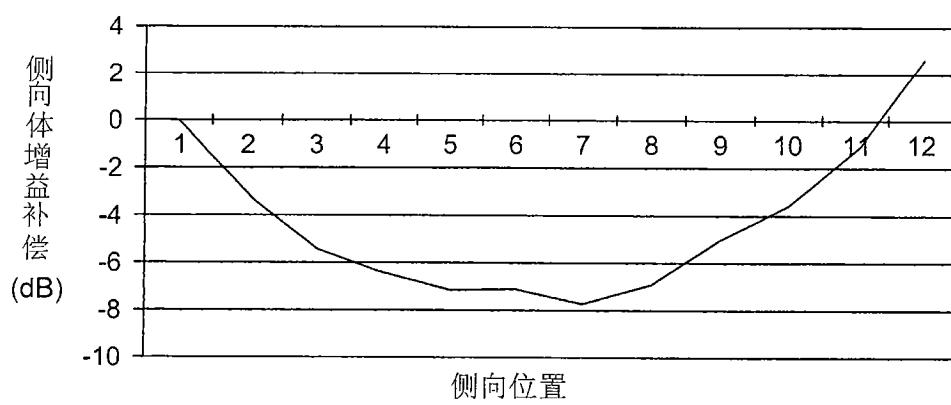
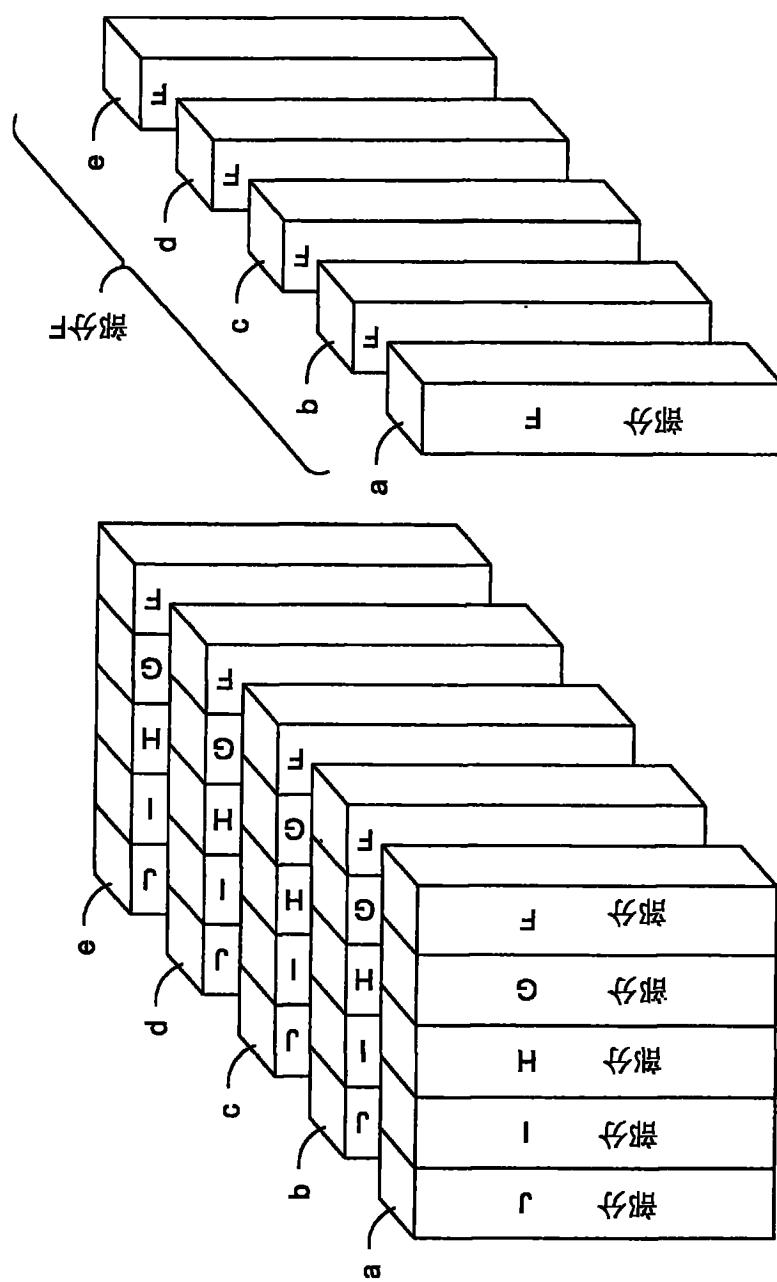


图 17



专利名称(译)	用于超声成像的设备和方法		
公开(公告)号	CN101448460B	公开(公告)日	2011-09-14
申请号	CN200780011611.4	申请日	2007-04-02
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	阿洛卡株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	阿洛卡株式会社		
[标]发明人	田村正		
发明人	田村正		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G01S7/52036 G01S7/52033 G01S15/8993 A61B8/4254		
代理人(译)	王勇		
审查员(译)	陈飞		
优先权	60/744020 2006-03-31 US 60/744019 2006-03-31 US		
其他公开文献	CN101448460A		
外部链接	Espacenet Sipo		

摘要(译)

使用实际的超声组织衰减来计算增益补偿轮廓，该增益补偿轮廓用于产生均匀图像。轴向、侧向、高度增益轮廓用于修正在每个方向上的衰减和超声变化。此外，描述了自动增益补偿的自动激活。

