



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101305924 B

(45) 授权公告日 2014. 09. 10

(21) 申请号 200810096180. 2

G06T 1/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2008. 05. 09

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

11/768, 678 2007. 06. 26 US

60/917, 792 2007. 05. 14 US

W0 2006/113445 A1, 2006. 10. 26, 说明书第 12 页第 20 行 - 第 13 页第 18 行, 第 25 页第 5 行 - 30 行, 第 26 页都 1-2 行.

US 4817434, 1989. 04. 04, 全文.

US 6511426 B1, 2003. 01. 28, 全文.

US 6595921 B1, 2003. 07. 22, 全文.

(73) 专利权人 索诺塞特公司

地址 美国华盛顿州

审查员 胡亚婷

(72) 发明人 朱因耶特·黄 克林顿·T·西登堡

拉姆钱德拉·派卢尔

米切尔·卡普兰

加雷特·G·嫩宁格

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 李春晖 李德山

(51) Int. Cl.

A61B 8/00 (2006. 01)

A61B 8/06 (2006. 01)

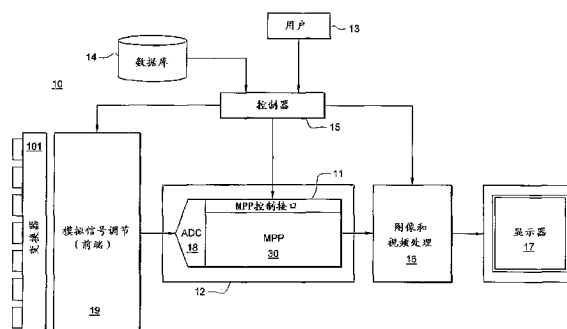
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

计算容积超声扫描

(57) 摘要

本公开涉及如下系统和方法, 这些系统和方法允许在可以适应输入 / 输出流式传输、数据移动或者存储和计算要求的可重新配置的大规模并行可编程架构内在二维或者三维视场中的具体有利点集处进行超声参数估计。在一个实施例中, 功率有效系统被用于处理数据, 由此增加该系统用于手持或者移动超声应用的能力。这里讨论的概念的一个方面是架构方面, 这些架构方面提供了以高采样速率同时接受通过连续且同时发生的流来表征的大量数据通道的能力。以高速率将输入数据路由到分布式的大量处理元件、存储器和连接以便在视场中的多个点处同时进行参数估计。将相同数据路由到多个地点的能力实现了高的帧速率, 并且允许通过该架构流式传输数据。



1. 一种创建超声扫描图像的方法,所述方法包括:

处理代表至少一个物理现象的变换数据,以便使用单次容积采集来产生所述物理现象的多个同时的可显示图像,所述单次容积采集利用其特征而在于以下的采集:

从单个声透射序列复制回声信号,以通过沿着多个表面的同时波束形成来形成多个同时显示图像,所述回声信号波束形成在与显示器上的各个像素直接对应的各个几何位置处;以及

从大规模并行处理控制接口向各个大规模并行处理设备提供预定的默认处理信息,以允许选择要同时呈现的一个或者多个不同表面。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中实现所述处理而不减少任何图像的帧速率。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中每个所述物理现象代表目标区的能量响应,以及其中产生所述同时显示的图像而无需变换器相对于所述目标区的物理移动。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中使用数字处理元件的分布式并行处理网络来实现所述处理。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中在重量为十磅或者更轻的设备中实现所述方法。

6. 根据权利要求4所述的方法,还包括:

根据所述可显示图像的所需可显示参数来重新配置所述数字处理元件。

7. 根据权利要求4所述的方法,其中所述处理网络包括至少32个处理元件。

8. 根据权利要求4所述的方法,还包括:

不时地对所述处理元件进行编程和重新编程。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中所述图像中的不同图像可以是使用不同模态的图像。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中所述处理包括:

使用多个处理器同时处理所述变换数据。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中一些所述处理器是通用处理器,而一些所述处理器是专业化处理器。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述变换数据内创建表面,每个表面限定所述图像中的一个特定图像。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中至少一个所述表面是弯曲的。

14. 一种用于超声成像的系统,所述系统包括:

用于在目标区声透射感兴趣的容积的装置;

用于接收来自所述感兴趣的容积的声学响应的装置;

用于数字化接收到的声学响应的装置;其特征在于,

数字处理元件、存储器和通信互连的大规模并行分布式可重新配置网络,其可操作用于从所述感兴趣的容积的所述数字化的接收声学响应有选择地同时实时形成多个可显示图像,其中,所述多个可显示图像通过使用相同的声透射容积数据对从多个表面接收的回声信号进行波束形成来创建,并且其中,所述波束形成产生与显示器上的各个像素直接对应的各个图像点的集合;以及

大规模并行处理控制接口,被配置成向各个大规模并行处理设备提供预定的默认处理信息,以允许选择要同时呈现的一个或多个不同表面。

15. 根据权利要求 14 所述的系统,具有至少 32 个所述数字处理元件。
16. 根据权利要求 14 所述的系统,其中所述数字处理元件是集成电路。
17. 根据权利要求 14 所述的系统,其中所述可显示图像基于所选声学参数。
18. 根据权利要求 14 所述的系统,其中所述图像选自于不同模态。
19. 根据权利要求 14 所述的系统,其中所述声透射装置包括:
具有多个元件的至少一个变换器,以及其中通过组合来自一个以上的所述多个元件的数据来形成所述声透射容积。
20. 根据权利要求 14 所述的系统,其中所述数字处理元件包括:
可编程数字处理元件,以及其中通过所述可编程数字处理元件流式传输所述数字化的声学响应。
21. 根据权利要求 14 所述的系统,其中以时分多址方式通过所述网络分发所述数字化声学响应。
22. 根据权利要求 14 所述的系统,其中一些所述数字处理元件是通用处理器,而一些所述数字处理元件是专业化处理器。
23. 根据权利要求 14 所述的系统,其中所述网络可通过软件重新配置。
24. 根据权利要求 14 所述的系统,还包括至少一个用于补偿所述数字处理元件之间的传播时间差的滤波器。
25. 根据权利要求 24 所述的系统,其中至少一个所述滤波器适于执行至少一些空间滤波、时间滤波或者空间滤波和时间滤波的组合。
26. 根据权利要求 14 所述的系统,其中所述声透射容积基于在所述目标区的所选波束形成位置,以及其中所述系统还包括:
设置用以基于检测到的图像特征来重新配置所述波束形成位置的处理元件。
27. 根据权利要求 26 所述的系统,其中所述波束形成位置同时代表所述目标区内的多个表面。
28. 根据权利要求 26 所述的系统,其中所述重新配置无需所述声透射装置的运动。
29. 根据权利要求 14 所述的系统,还包括:
用于响应于用户输入而通过所述网络有选择地路由数据的装置。
30. 根据权利要求 14 所述的系统,该系统重量为十磅或者更轻。

计算容积超声扫描

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是于 2007 年 5 月 14 日申请的美国临时申请 (35USC 119(e))60/917,792 的非临时申请。

技术领域

[0003] 在超声扫描领域中,通过包括如下变换器的超声成像系统(扫描仪)来产生超声图像,该变换器用以声透射感兴趣的解剖区(将超声能量发射到该解剖区中)并且接收组织的能量响应。通常,该系统控制由变换器发射的信号、处理所接收的电子信号并且在显示器设备上呈现所得图像。根据应用以及对接收到的信号所施加的处理,图像可以代表被反射能量本身或者感兴趣的其它参数(例如血流速度的分布等)的空间变化。在医学应用中,图像或者图像序列允许受过训练的读者诊断在别的情况下不可观察到的、可能的异常状况。

背景技术

[0004] 已经开发了许多技术来发射和接收超声能量、处理所接收的数据并且调节图像以适于显示。通常,变换器由独立地发射和接收超声能量的数个单独元件组成。为了形成在诊断上有用的图像,通过对在仔细选择(并且动态调节)的采样时间来自各个元件的加权贡献求和,而将接收到的超声能量聚焦成束,以补偿从各元件沿着该波束到各点的传播时间差。也通过控制从各个元件发射的相对时间来形成发射波束。常规超声扫描仪通过连续地发射和接收许多这样的波束为单个帧构造图像数据。由一系列这样的帧构造向读者呈现的并且用于诊断的图像序列。

[0005] 由常规超声扫描仪所产生的图像序列的质量具有数个限制。例如,帧速率或者时间分辨率受到超声波束的传播时间以及构造图像数据帧需要多次顺序的波束发射这一事实所限制。为了以可接受的帧速率产生有用的图像数据,超声扫描仪必须以很高的采样速率处理从许多独立通道(变换器元件)接收到的数据(例如,以 24MHz 采样速率来处理 64 个通道)。这强加了难以满足的严格的数据吞吐量和计算要求。通常,常规超声扫描仪通过并入用以波束形成和处理所得数据的专用且高度专业化的硬件(例如定制设计的模拟电路或者数字 ASIC(专用集成电路))来应对这些要求。由于该硬件如此专业,所以这些系统的功能受到相当严格地限定并且不易重新配置。另外,一旦由硬件将原始元件数据组合形成波束数据,原始元件数据就会丢失(即:硬件波束形成是不可逆过程)而且不可用于另外的处理。例如,如果希望通过施加不同权重和延迟集(例如为了增加帧速率)而从元件数据集形成一个以上的波束,则需要多个硬件波束形成器,这增添了系统复杂性、成本和功耗。

[0006] 典型的基于硬件的波束形成的另一缺点在于,难以将波束形成的数据用于一个以上的图像模态。这样的后果是,当同时显示两个或者更多参数图像序列(例如反射率和彩色速率)时,帧速率常常显著减少。将会扩展超声诊断实用性的新的参数图像技术由于典

型的基于硬件的波束形成系统的刚性而难以实现。

[0007] 空间分辨率受如下事实限制：各发射波束通常在（至多）仅一个点处被良好地聚焦，因为相应元件发射的相对定时对于各发射事件而言是固定的。图像质量也受如下事实限制：显示坐标通常与波束被采样的位置（例如数据可以在极坐标中被采集，但是显示器上的图像像素通常按矩形网格排列）不匹配。于是，成像需要作为近似方法的插值过程，这会造成信息丢失。

[0008] 除了上述问题之外，在来自许多常规扫描仪的图像数据中所含的信息限于相对于变换器具有固定取向的单个二维平面。已经引入了通常称为 3D/4D 系统的方法和装置来解决这一限制。这些系统用超声询问感兴趣的解剖容积并且为整个容积重构接收到的数据。于是，多种方法可以用来为整个容积或者为经过该容积的所需二维切片构造图像和图像序列。然而，由于必须采集和处理用于整个容积的数据，所以牺牲了帧速率和 / 或空间分辨率。

发明内容

[0009] 本公开内容涉及如下系统和方法，这些系统和方法允许在可以适应输入 / 输出流式传输、数据移动或者存储和计算要求的可重新配置的、大规模并行可编程架构内在二维或者三维视场中的具体有利点集处进行超声参数估计。在一个实施例中，功率有效系统被用于处理数据，由此增加该系统用于手持或者移动超声应用的能力。

[0010] 这里讨论的概念的一个方面是架构方面，这些架构方面提供了这样的能力，即，以高采样速率同时接受通过连续且同时发生的流表征的大量数据通道。输入数据被以高速率路由到分布式的并且大量的处理元件、存储器和连接，以便在视场中的多个点同时进行参数估计。将相同数据路由到多个地点的能力实现了高的帧速率，并且允许数据通过该架构进行流式传输。重新配置该系统的能力允许在不同时间或者甚至同时地估计各类参数。该架构可通过物理设备之间的互连来扩展。

[0011] 获得参数估计的另一方面是将（线性或者非线性）滤波器用于校正每一通道的衍射和 / 或传播效应。这些滤波器也可以延迟通道数据，以便将参数的估计局部化至比如完成波束形成的特定位置，以及控制信号、杂波、噪声和各种形式的分辨率。滤波的数据可以用多种方式组合。采集多个点集以供显示是可能的。例如，可以从相同的采集数据用公式表示经过二维或者三维视场的多个平面（线），由此避免当点集对应于显示像素时对扫描转换和绘制的需要。也有可能在该系统内通过合成源信号来局部化参数估计。

[0012] 参数估计的另外的方面是能够对该架构重新配置和 / 或重新编程以便将恰当操作应用于特定参数或者一些参数如反射率、弹性、应变速率和运动的估计。

[0013] 前文已经相当宽泛地概述了本发明的特征和技术优点以便可以更好地理解下面对本发明的具体描述。在下文中将描述形成本发明权利要求主题的本发明的附加特征和优点。本领域技术人员应当认识到，可以容易地利用所公开的概念和具体实施例作为修改或者设计用于实现本发明相同目的的其他结构的基础。本领域技术人员也应当意识到，这样的等效构造并不脱离如在所附权利要求中阐明的本发明的精神和范围。被认为是本发明的特点所在的新颖特征就其组成和操作方法而言连同另外的目的和优点将从结合附图来考虑的以下描述中更好地得以理解。然而，应明确地理解，提供各幅附图仅仅是为了图示和说

明而并非旨在定义对本发明的限制。

附图说明

[0014] 为了更完整地理解本发明,现在参照以下结合附图给出的描述,其中:

[0015] 图 1 图示了用于应用本发明技术的系统的一个实施例;

[0016] 图 2 图示了本发明内的一些架构元件的一个实施例;

[0017] 图 3 图示了符合本发明内的架构元件的物理设备的一个实施例;

[0018] 图 4 图示了扩展本发明的架构元件的互连处理器的一个实施例;以及

[0019] 图 5 图示了用于应用本发明的参数采集技术的系统的一个实施例。

具体实施方式

[0020] 图 1 图示了用于应用本发明的技术的系统的一个实施例 10。变换器 101 如在超声扫描中公知的那样,将声信号发送到本体如人体中,并且接收来自本体的回声。以声学信息形式的返回回声被转换成电信号,然后这些电信号如将要讨论的那样用来在有利的几何位置集处估计各种参数。在一个实施例中,由大规模并行处理器 (MPP) 30 实现这一估计以呈现给用户 13。前端 19 接收来自声透射容积的返回电信号,补偿和滤波此数据,然后将此容积数据呈现给模数转换器 (ADC) 18。可以通过 MPP 子系统 12 流式传输代表返回回声 (能量响应) 的这些数字化信号。

[0021] MPP 子系统 12 的一个实施例被描绘成三个部分。MPP 30 执行波束形成、信号处理、参数估计和其它操作以使用来自 ADC 18 的信号来创建适合于用户的图像。MPP 控制接口 11 配置 MPP 30 以基于从控制器 15 接收到的指令来执行适当功能,这些指令又基于来自用户 13 的选择。

[0022] 数据库 14 提供 MPP30 所需的预定和默认处理控制变量。来自 MPP30 的数据沿数字和视频处理 16 传递,以便进一步格式化和处理数据从而通过显示器 17 呈现给用户。在一个实施例中,元件 12、14、15、16 和 17 可以包含于重量为 10 磅或者更轻的设备中。

[0023] 图 2 图示了 MPP 子系统 12 内的一些元件的一个实施例 20。来自 ADC18 的数字信号由输入接口 24 接收并且被格式化以呈现给数字信号调节过程 25,该数字信号调节过程执行有利于在波束形成之前施加的信号处理操作,通常为滤波。

[0024] 然后,将调节的数据呈现给相干空间/时间滤波和组合过程 26。这一功能通常利用某种形式的滤波 (无论线性还是非线性的) 寻求在有利的几何位置集处增强和局部化对参数的准确估计。在此执行的本领域技术人员公知的一些功能是解调制、波束形成 (包括多行波束形成)、互相关、标准化、多速率正交带通 (QBP) 滤波、多普勒壁滤波和快速傅立叶变换 (FFT),这些功能的优点尤其是改进了信号对噪声和杂波比。这些功能也可以用来改进各种形式的分辨率度量,包括轴向分辨率、横向分辨率、对比度分辨率和细节分辨率。生成参数以支持这些功能也是适合于过程 26 的功能。

[0025] 然后,在几何上有利的几何位置处被局部化和增强的图像数据被呈现给参数估计过程 27,该过程生成对要用于显示的那一类参数的特定估计。在此执行的本领域技术人员公知的一些功能是信号强度检测、压缩、用于流成像的多普勒壁滤波器滤波、分段、速度估计、应变估计、应变速率估计、分类、空间复合、扫描转换、绘制以及空间-时间图像处理。

[0026] MPP 控制接口 11 的一个实施例执行三个功能。如下文所述,数据路由器 21 配置 MPP 30 的分布式总线架构的连通性以在分布式处理元件和存储器设备之间有效地路由数据。静态和动态控制变量生成器 22 分发和 / 或创建各种数据处理功能所需的控制变量。可以预先计算和从数据库 14(图 1) 中检索这些控制变量中的一些控制变量,而使用例如 MPP 30 内的处理器新生成其它控制变量。最后,代码分发和重新配置过程 23 管理将要在哪些处理器上和以哪一种次序实现什么处理算法。

[0027] 图 3 示出了大规模并行处理器 (MPP) 30 的一个实施例。硬件所采用的实际形式 (ASIC、FPGA 等) 对于这里所讨论的概念中的操作而言并不关键。替代地,这些概念依赖于处理元件、存储器和通信的大规模并行、可重新配置的分布式网络或者其等效物。这些特征实现了超声所需的数据移动的高聚集率,并且通过实现数据流式传输、多次和同时使用数据以及对数据重新路由来降低对存储器设备的高带宽需求。另外,这些特征使得能够改变功能或者即使使用相同的回声返回也能为同时操作配置与不同超声模态相对应的多个功能。

[0028] 内部处理器通过允许高效传送和复制数据的连接的分布式网络互连。超声应用具有更易于用分布式总线网络来满足的高总线带宽要求。端口 306 允许这一特定处理器扩展与其它 MPP 设备上的其它处理器的通信。端口 305 是允许向 MPP 进行宽带宽数据输入和输出的相似类型的端口。结构 307 允许在各个处理器之中和之间出现连通性,使得如果必要则一个处理器所产生的数据可以被数个其它处理器同时使用。于是,这允许数据的高效复制。另外,这允许在多个几何位置集处同时处理波束形成。

[0029] 可以设想到,构成 MPP 的各个处理器将实现它们除了数据流之外彼此无关的指定操作。这些处理器也将能够被配置或者快速地重新配置成执行如下的各个操作,在适当连接时各个操作执行有用的超声应用。这些处理器无需是同类的。在所示实施例中,有数个不同类型的处理器 301、302、303、304 等。某些类型的处理器针对具体应用而被优化,而其它处理器应对更为通用的处理需要。优化的处理器可以是功能加速单元 (专业化处理器),该功能加速单元对于超声应用以高于通用处理器的效率来实现专用功能。例如,一类处理器可以特别地适合于几何变换,而另一类处理器可以适合于加速快速傅立叶变换或者互相关。

[0030] 可以设想到,存储器也是分布式的,以便适应超声应用的高存储器带宽需要。为了实现这一点,与需要使用数据之处相关联地而不是根据个人计算机的微处理器架构特有的集中式存储器架构例如在分布式存储器 308 上存储数据。

[0031] 在运行中,MPP 30 可以经由端口 305 从阵列接收各个通道或者各个元件的多路复用的编码集。然后以当时该通道所需的方式在逐个通道的基础上及时处理此数据。该处理至少部分地依赖于经过声透射容积的由用户选择的表面。由于可以不同地和反复地处理不同或者相同通道,所以该系统允许在由有利的几何位置集限定的所需表面处实现所需处理。在这样的架构中使用流式传输由于它避免了大规模使用存储器而降低了功率要求。

[0032] 现在回到图 1, MPP 控制接口 11 向 MPP 30 提供用于控制各个 MPP 设备的信息,由此允许选择要同时呈现的一个或者多个不同表面。MPP 设备的配置可以是静态的,这意味着控制变量和配置信息由控制器预先计算和从数据库中检索。配置可以是动态的,因为用户对配置的选择或者其它源被赋予给计算新处理控制变量和配置设置的 MPP 子系统。

[0033] 图 4 示出了 MPP 30 的互连的一个实施例 40。端口 305 和 306 用于收集来自变换器的数据以及用于与其它相似 MPP 设备连接。这允许有效传送数据以及根据需要增加总计能力以适应所需的信号或者图像处理。这也允许将更多或者更少的各个处理元件如算术逻辑单元、存储器、存储设备等分配给数据流以供处理。处理器的控制以及不同处理器所执行的功能可以如上文讨论的那样由可编程数字处理元件控制。这一编程可以通过例如包括机器语言代码或者二进制图像的各种技术来实现。如果需要,这些元件可以包含现场可编程门阵列 (FPGA)。

[0034] 图 5 示出了这里讨论的概念所提供的非传统超声成像能力的一个实施例 50。在这一实施例中,变换器 101(图 1)用来声透射容积 501。容积 501 被描绘为二维阵列,不过其它变换器单元布置也可以执行模拟成像,从而如果需要则形成三维阵列或者一维阵列。由于调节后的、数字化的返回回声能够被该架构复制,所以可以使用相同的声透射容积数据 501 沿着多个表面 502、503、504 和 505 实现同时的波束形成。这对于超声成像是明显有利的,因为只需一个声透射序列即可与通常呈现多个正交平面的 3D/4D 模态情况一样形成多个图像。这能够允许例如在显示器 17 上显示得到极大提高的帧速率。

[0035] 虽然图 5 中的表面指示为平面,但是其它表面可能是更有利的。这样的表面也可以包括沿着解剖特征的轮廓,比如沿着心脏或者其它器官的边界的轮廓。另外,可以使系统波束形成至由用户以数个自由度旋转或者平移的预定表面。在任何时间点,用户都可以选择分离表面并且在显示屏的不同部分上并行呈现所选表面。一些视图可以来自正在旋转或者以别的方式发生改变以便在显示器上呈现变化图像的平面。出于绘制目的,也可以采集厚表面或者堆叠的平行表面。锚定目标图像的所有这些视图而无需移动变换器 101。在一个实施例中, MPP 系统用来辅助计算新的控制变量以便针对用户指示的成像选择而快速地重新配置系统。由于该系统必须能够基于用户输入来快速地重新配置计算,所以要求灵活性。

[0036] 容易看到,可以准确和高效地测量和显示成像参数沿着经过视场的任意轮廓的时间进程。

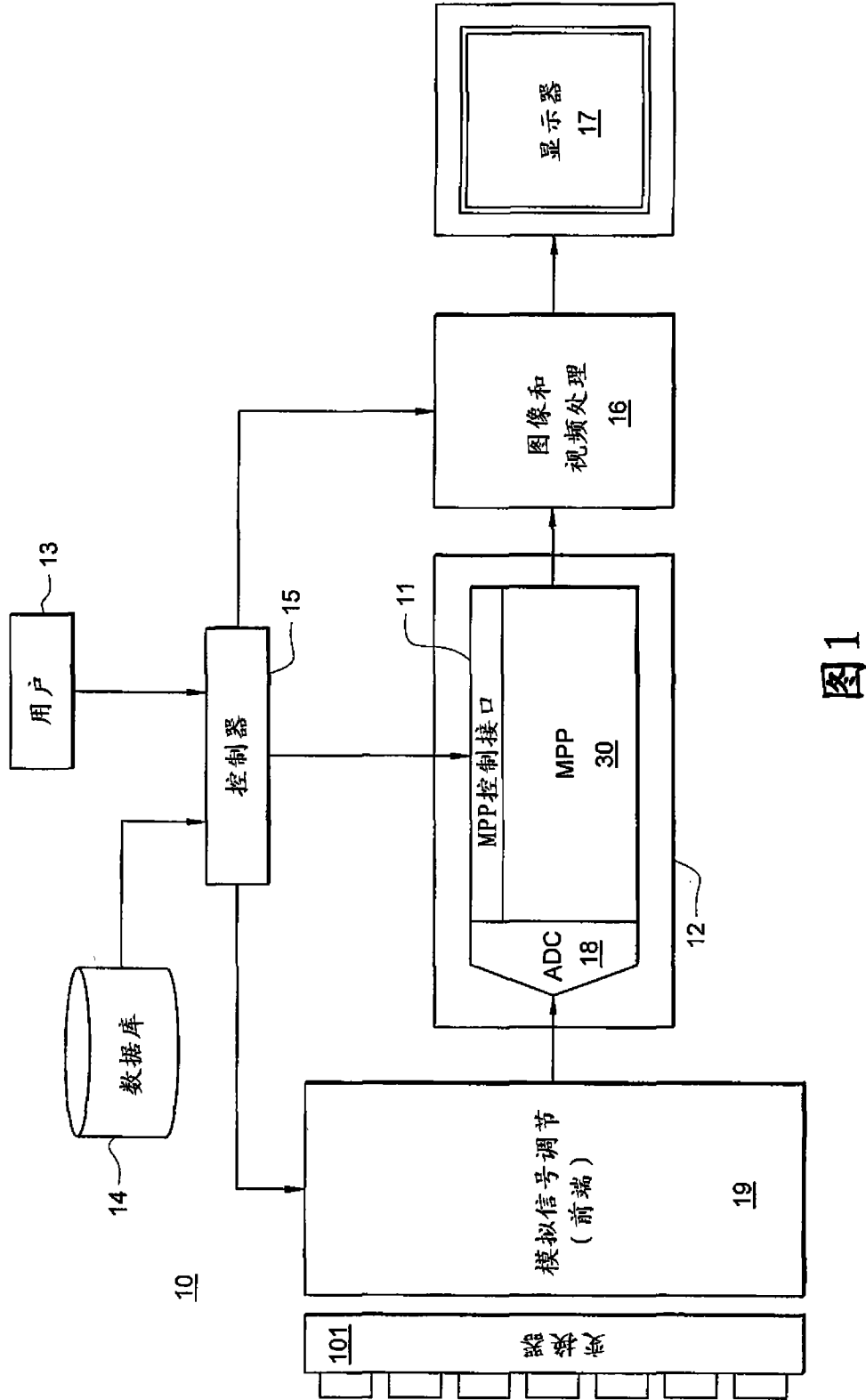
[0037] 图 5 中隐含的本发明的采集方法的另一优点在于,能够在与显示器上的像素直接对应的几何位置处形成波束。以这一方式,可以避免扫描转换、绘制和波束欠采样的近似和不需要的伪像,这极大地提高了图像质量。本发明可以将缩放图像实施为将波束形成至与新像素中心的所需位置对应的新的、更密集的几何位置集。

[0038] 另外,由于在像素位置处发生波束形成,所以要在显示器上同时显示的不同平面的数目没有增加波束形成要求,并且帧速率仅受视场中的最深深度限制。

[0039] 要注意到,除了显示代表沿着所选平面反射的声音强度的图像之外,还可以形成其它参数图像以呈现不同组织特性,比如需要附加处理的应变或者其它模态。可以用相同的、接收到的回声同时执行这些不同模态,这极大地提高了成像速率。此外,也希望提供表面或者容积的多个图像而无需移动变换器。例如,正如所讨论的,将图像显示器分区以便同时呈现同一目标的不同图像而无需移动变换器。显示器的各窗口可以示出容积采集信号的不同投影或者其不同参数。也可以针对各窗口来改变尺寸。

[0040] 虽然已经具体地描述了本发明及其优点,但是应当理解,在不脱离如所附权利要求限定的本发明的精神和范围的情况下可以对本发明做出各种改变、替换和更改。另外,并

不意图使本申请的范围限于说明书中描述的过程、机器、制造以及物质组成、装置、方法和步骤的特定实施例。正如本领域技术人员将从本发明的公开中容易理解的,可以根据本发明来利用目前存在的或者以后开发的执行与这里描述的对应实施例基本上相同功能或者实现与这些实施例基本上相同结果的过程、机器、制造、物质组成、装置、方法或步骤。因而,意图使所附权利要求将这样的过程、机器、制造以及物质组成、装置、方法和步骤囊括于权利要求的范围之内。



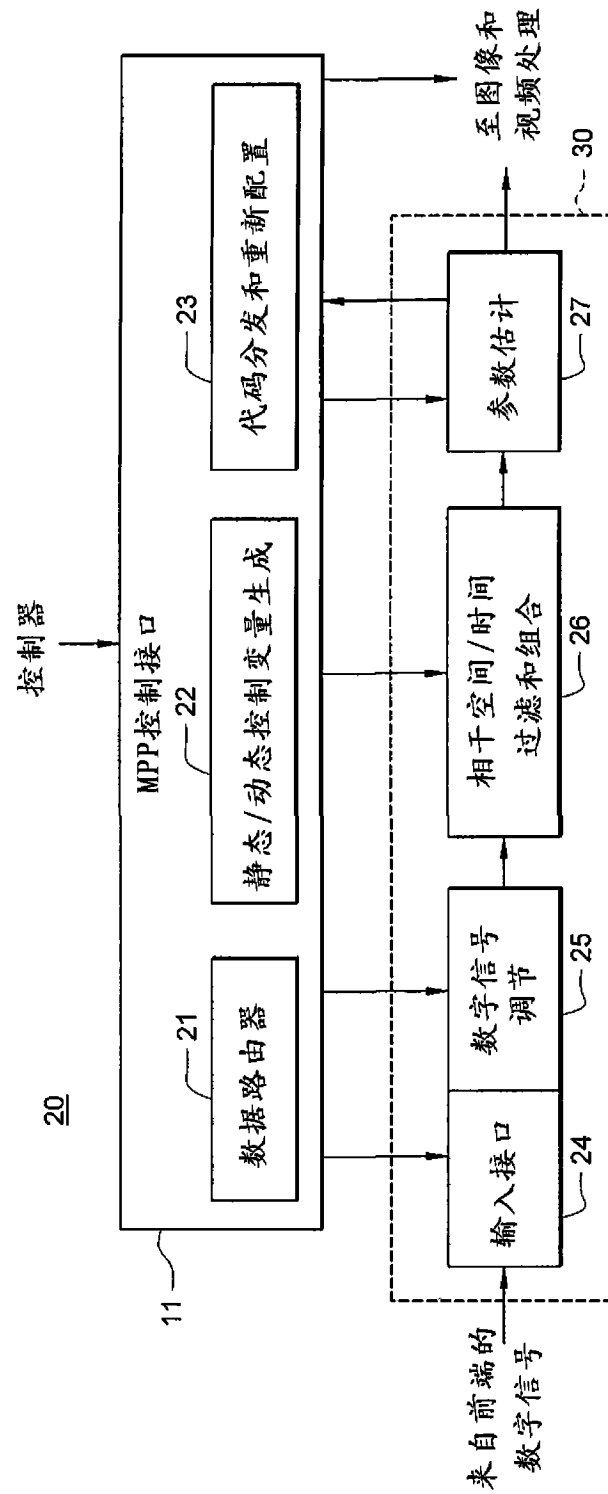


图2

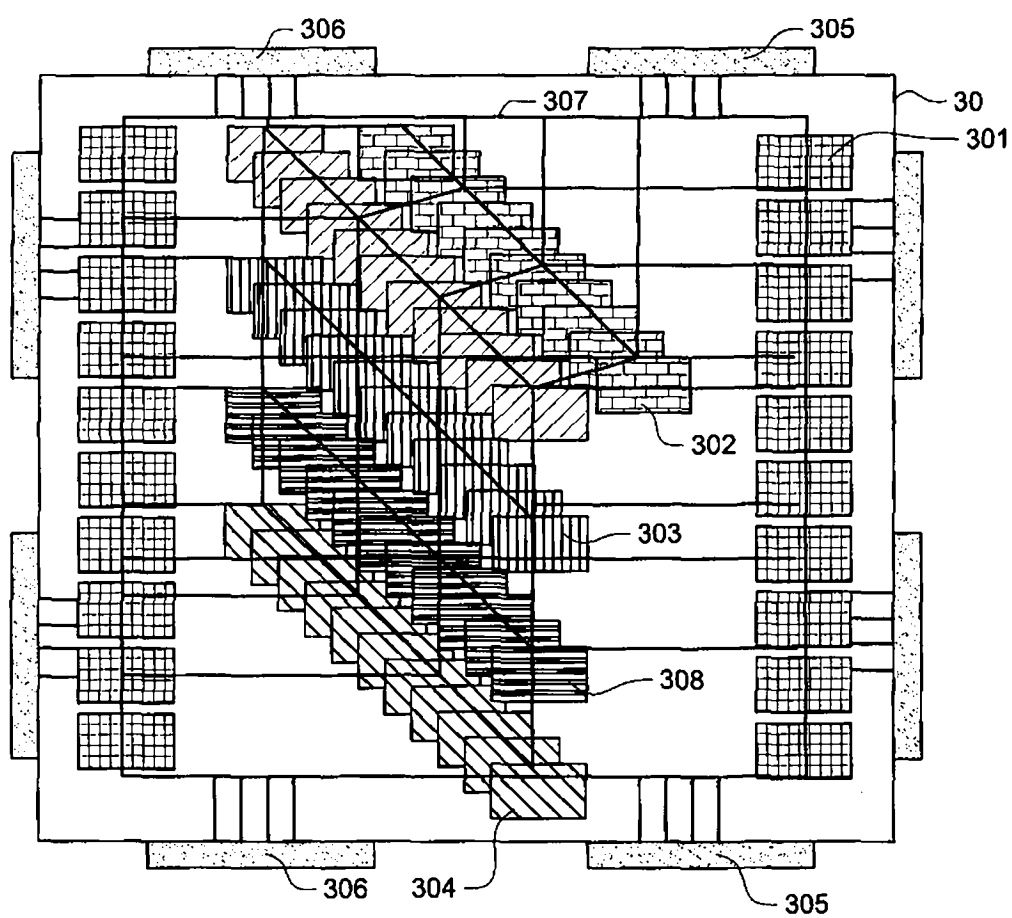


图 3

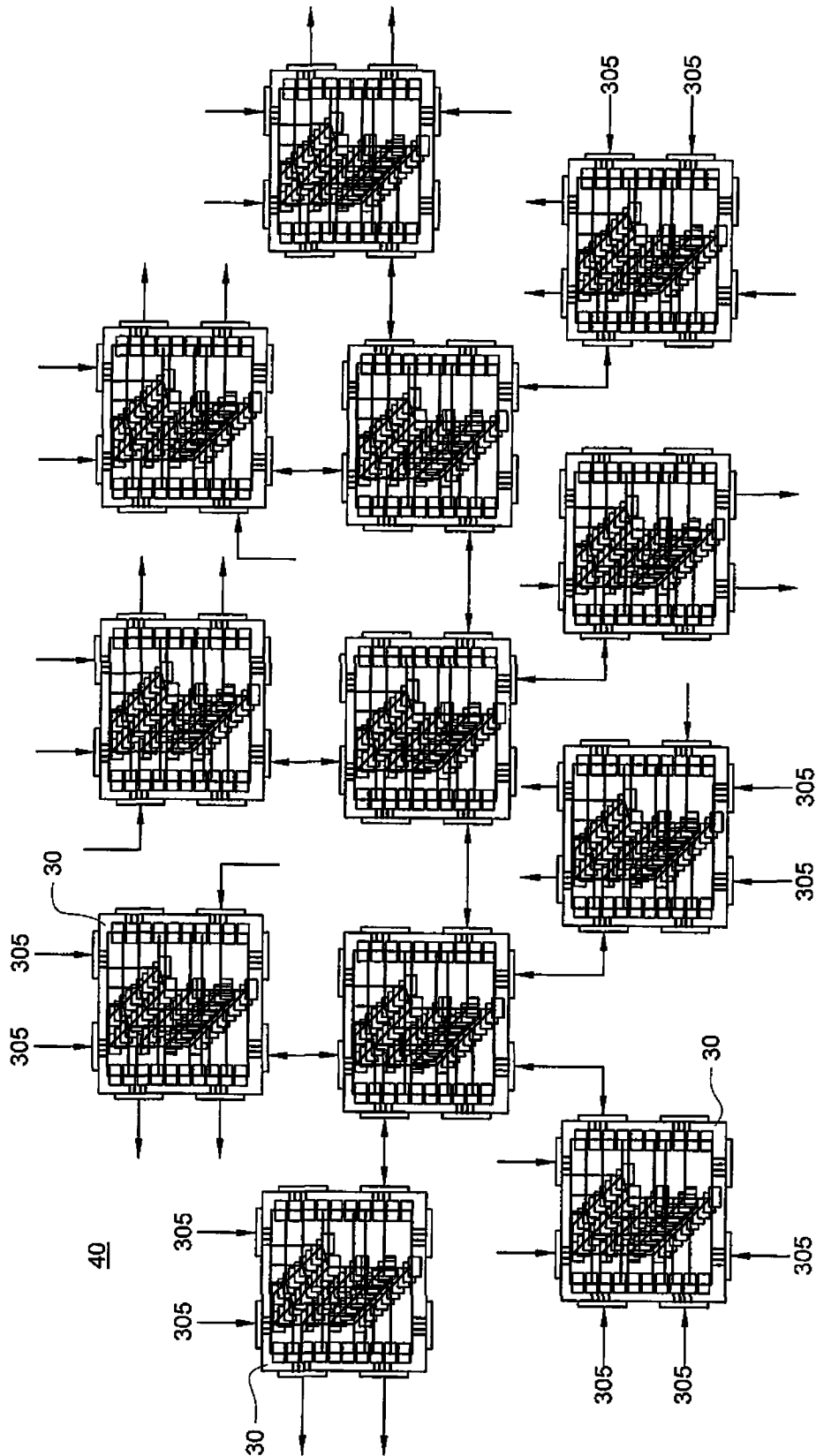


图4

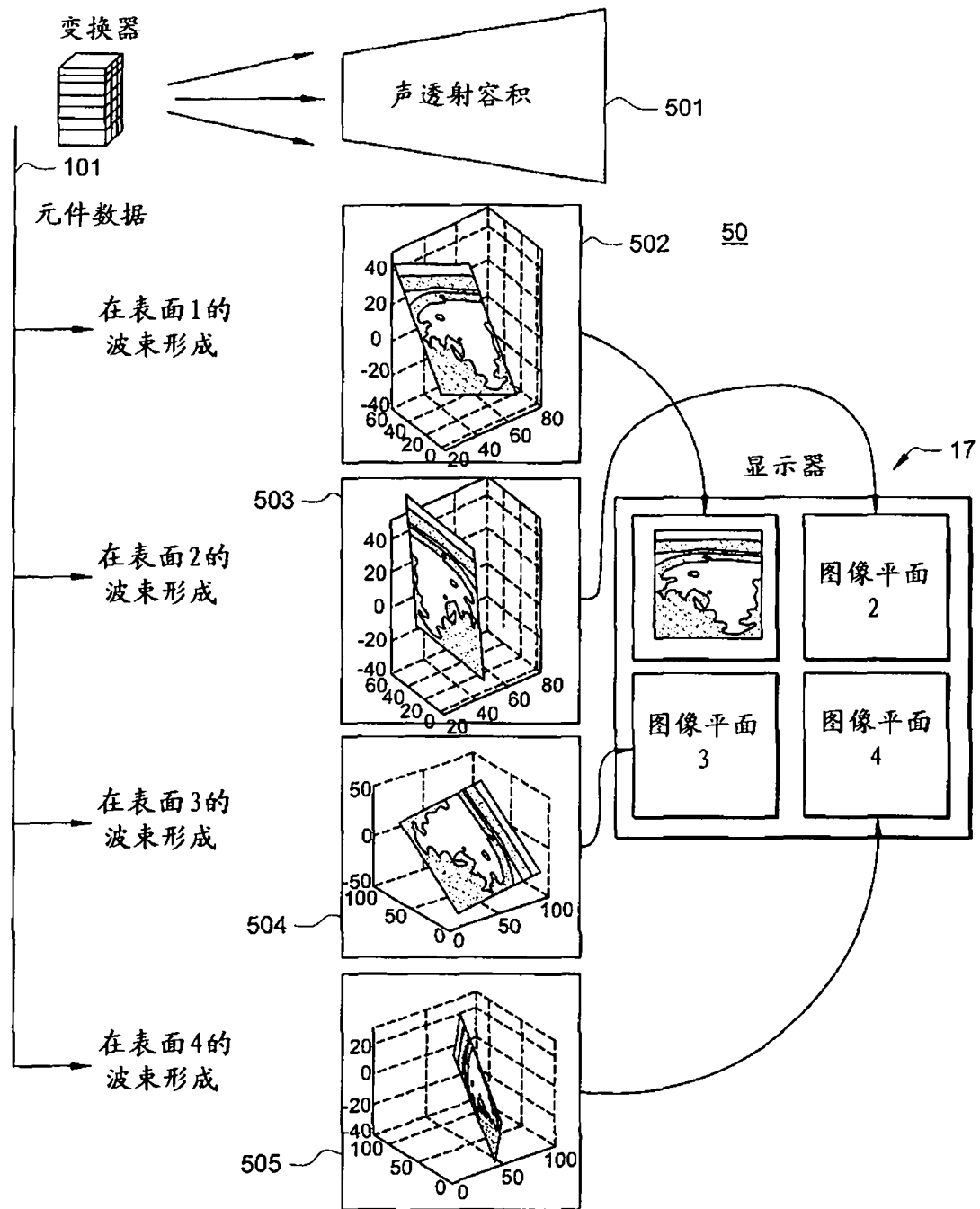


图 5

