



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105559819 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 11

(21) 申请号 201410631184. 1

(22) 申请日 2014. 11. 11

(71) 申请人 谭伟

地址 201318 上海市浦东新区沪南公路  
3633 弄 90 号

(72) 发明人 谭伟

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

权利要求书1页 说明书2页 附图3页

### (54) 发明名称

基于精简硬件的超声成像系统

### (57) 摘要

本发明涉及一种基于精简硬件的超声成像系统,采用只包含超声脉冲发射电路、接收电路和信号发送电路的精简硬件结构,利用通用计算机机上的 GPU 作为主要的计算单元,用软件实现波束合成和图像重建。通过采用精简硬件的结构,并解决新构架产生的数据传输的问题,使得超声成像系统在同等通道数、采样率、和数模转换位数等配置的条件下大幅降低硬件成本,让计算机可以直接控制超声波束的发射序列,同时直接获得超声换能器阵列的原始数据,从而获得实现更多成像功能的能力。

1. 一种用于医学超声成像的硬软件系统,由超声换能器阵列,脉冲发射电路,发射接收开关,发射控制芯片,信号放大和模数转换电路,数据采集和压缩芯片,USB 数据连接,计算机以及计算机中的 GPU 图形处理器等几个部份等组成。其特征在于所述系统的信号接收部分没有硬件波束合成电路,超声图像由计算机协同 GPU 图形处理器协同以软件计算完成波束合成。

2. 如权利 1 所述的医学超声成像的硬软件系统,其特征在于进一步在其中实现超声数据的倒置组装形式的无损压缩和解压,以使得超声数据采集部分的硬件可以用低速通讯方式将原始数据发送到计算机。

3. 如权利 1 所述的医学超声成像的硬软件系统,其特征在于进一步在其中实现四点波束合成算法,取消对原始信号的插值计算。

## 基于精简硬件的超声成像系统

### 技术领域

[0001] 本专利属于医疗器械技术领域,具体涉及用于超声成像技术。

### 背景技术

[0002] 传统的超声成像系统产品,也即目前市场上绝大多数产品,均为针对组织的回声特性成像,由此衍生出 B 模式,多普勒模式,M 模式等等。这些产品在机理上亦基本相同,及通过声学聚焦形成聚焦发射波束,对每个发射波束收到的回声用硬件进行接收合成,形成成像平面里的一条线。如此以一定步长依次扫过成像区域,将收到的这些接收波束合成形成的线组装或者重建,提取回声信号包络线后形成二维图片。

[0003] 以上的成像机理决定了传统成像技术的以下缺点:

[0004] 1. 硬件臃肿僵硬,价格昂贵。一个典型的超声机的结构由发射控制器、发射波束合成芯片、发射驱动电路、发射接收开关、接收信号放大转换电路、接收波束合成芯片,图像重建 DSP、图像中处理 DSP、以及用于图像后处理的计算机系统组成,在硬件上由于以上成像机理带有很多处理功能,大量数据在硬件中被处理并提取信息。

[0005] 2. 另一方面计算机收到的已经是高度处理过的数据,不能根据原始数据进一步获得有用信息。不能实时得到原始数据,从而不能在软件上利用声学上更精确的计算提高图像质量,例如市场上同是 64 通道的便携超声,由于硬件构架类似图像质量并无明显差别。另外传统的硬件构架不能根据原始数据对组织的其他特性,如弹性,声光特性等成像。

### 发明内容

[0006] 本专利采用只包含超声脉冲发射电路、接收电路和信号发送电路的精简硬件结构,利用通用 PC 机上的 GPU 作为主要的计算单元,用软件实现波束合成和图像重建。

[0007] 本专利的第一个目的是通过采用精简硬件的结构,使得超声成像系统在同等通道数、采样率、和数模转换位数等配置的条件下大幅降低硬件成本。本专利提出的方法是采取新的数据采集和数据计算构架,并解决新构架产生的数据传输的问题。

[0008] 本专利的第二个目的是通过精简硬件平台,让计算机可以直接控制超声波束的发射序列,同时直接获得超声换能器阵列的原始数据,从而获得实现更多功能的能力,例如声光成像、热声成像、合成孔径成像等传统构架无法实时实现的功能。

### 附图说明

[0009] 图 1 是传统超声成像系统构架的示意

[0010] 图 2 是精简硬件的构架示意

[0011] 图 3 是 GPU 软件波束合成算法示意

[0012] 图 4 是超声原始数据压缩和解压示意

[0013] 图 5 是超声平面波发生方式示意

## 具体实施方式

[0014] 图 1 是供对比的传统超声成像系统构架。图 2 是本专利实施例的结构图。它具有超声换能器阵列 1, 脉冲发射电路 2, 发射接收开关 3, 发射控制芯片 4, 信号放大和模数转换电路 5, 数据采集和压缩芯片 6, USB 数据连接 7, 计算机 8 以及计算机中的 GPU 图形处理器 9 等几个部份。

[0015] 工作时由计算机 8 上的软件发出控制信号, 通过 USB 数据连接 7 发送到发射控制芯片 4, 产生多通道, 如 128 通道的脉冲信号, 驱动脉冲发射电路 2 产生多路脉冲传送到超声换能器阵列 1, 产生指定的超声波。由于本构架在接收端有很强的数据处理能力, 发射部分可以不需要复杂的发射波束合成, 而只有简单的平面波发射, 如图 5 所示意。可以产生多通道延迟相同或延迟等长的驱动信号, 用简单芯片如 CPLD 就可实现, 避免使用传统设计中的复杂的发射波束合成芯片。

[0016] 超声波发射后, 同样由超声换能器阵列 1 接收反射和散射信号, 由信号放大和模数转换电路 5 将信号放大并转换为数字信号, 再发送给数据采集和压缩芯片 6。数字信号在数据采集和压缩芯片 6 中被组装成数据包, 然后用图 4 中示意的超声数据压缩方法无损压缩成更小的数据包, 通过 USB 连接 7 发送到计算机 8。然后由计算机 8 上的软件调用计算线程, 在 GPU 图形处理器 9 上完成软件波束合成计算, 产生超声图像。

[0017] 根据平面波接收信号产生图像的方式如图 3。不同于传统 CPU 的计算方式, 可以从成像平面的每个点建立 GPU 内部线程, 然后在 GPU 中这些线程可以并行计算, 在成像平面每个点重建出波束合成后的线束回声信号。一般波束合成的方法为提高时间分辨率, 需要对信号进行 4 倍甚至更高的插值, 增加计算量。本专利采用 4 点波束合成方法, 即信号采样率控制为超声信号中心频率的 4 倍, 在波束合成时不需插值, 而是采用隔点提取方法获得波束合成后的正交解调信号分量, 经包络线提取后形成图像。

[0018] 图 4 中的针对超声信号特点的无损压缩方法是整个系统实现的关键。由于超声原始信号较大, 在 64 通道接收的情况下不压缩就难以用 USB 这样的经济、通用的连接方式实时发送。用常用的数据压缩算法又计算量太大, 难以用便宜的硬件和软件解决压缩和解压的实时性。图 4 的方法很好地解决了以上问题, 使得整个构架设计现实可行。其具体原理为, 超声信号进入人体或动物组织后以指数规律衰减, 一般为  $0.3\text{dB}/\text{厘米}/\text{MHz}$ 。因此信号动态范围很大, 在近场的信号幅值很大, 远场则很小。假设近场信号模数转换后的数字信号有 12 位, 远场 5 厘米以外则往往只需要 4 到 5 位。这样寄存器的高位部分就没有得到利用。图 4 中可以将通道 1 采集的信号 12 和通道 2 采集的信号 13, 根据它们指数衰减的特点倒置组装, 用原来 1 个通道的同样的数据量包含 2 个通道的信号, 即完成了数据 50% 的无损压缩。这样实现的关键是放弃通用的补码方法, 不将最高位用作符号位, 而将定义的界线 14 处字节定义为符号位, 离开界线 14 的方向将数据按照补码定义。

[0019] 这样的精简硬件构架不但经济地实现了超声成像系统, 而且由计算机直接控制换能器阵列的波束发射序列, 而且获得前端最原始的信号, 可以用多种波束合成方式成像以获得优异图像质量, 同时便于实现发射序列和接收波束合成和传统成像方式有差异的声光成像、热声成像、弹性成像等其它功能。

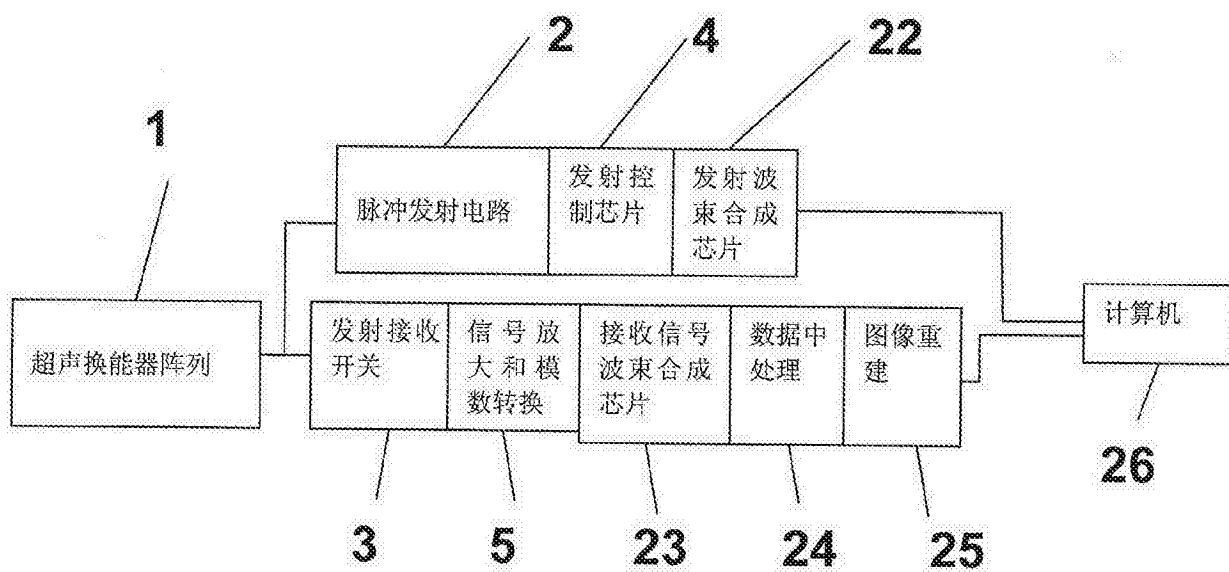


图 1

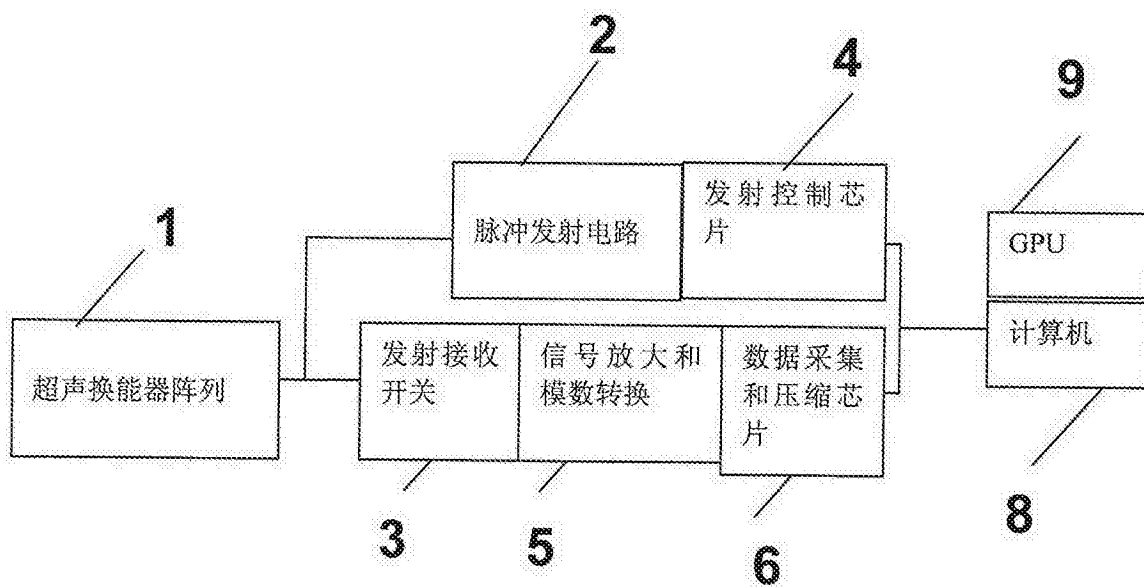


图 2

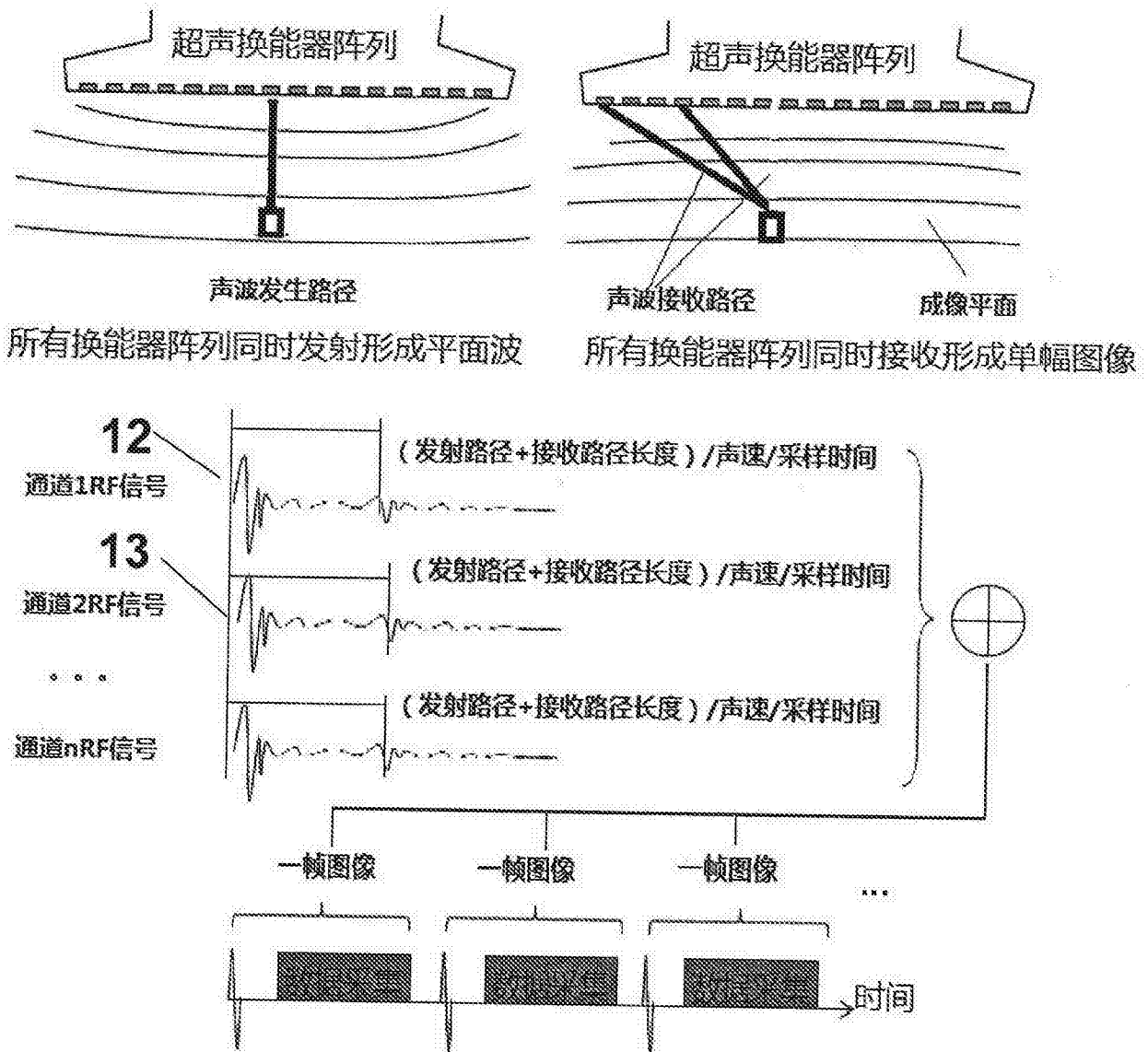


图 3

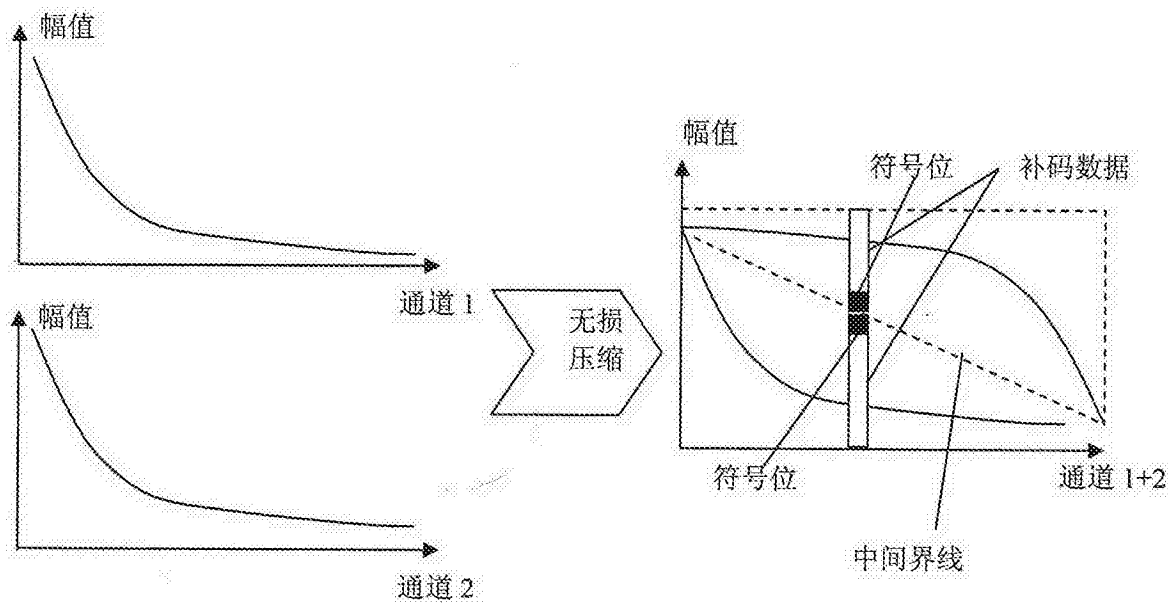


图 4

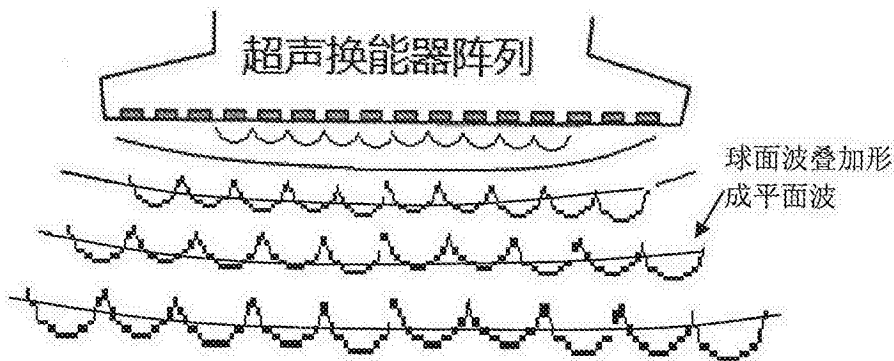


图 5

专利名称(译)	基于精简硬件的超声成像系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN105559819A</a>	公开(公告)日	2016-05-11
申请号	CN201410631184.1	申请日	2014-11-11
[标]申请(专利权)人(译)	谭伟		
申请(专利权)人(译)	谭伟		
当前申请(专利权)人(译)	谭伟		
[标]发明人	谭伟		
发明人	谭伟		
IPC分类号	A61B8/00		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明涉及一种基于精简硬件的超声成像系统，采用只包含超声脉冲发射电路、接收电路和信号发送电路的精简硬件结构，利用通用计算机机上的GPU作为主要的计算单元，用软件实现波束合成和图像重建。通过采用精简硬件的结构，并解决新构架产生的数据传输的问题，使得超声成像系统在同等通道数、采样率、和数模转换位数等配置的条件下大幅降低硬件成本，让计算机可以直接控制超声波束的发射序列，同时直接获得超声换能器阵列的原始数据，从而获得实现更多成像功能的能力。

