

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680013036.7

[51] Int. Cl.

G01S 15/89 (2006.01)

G01S 7/52 (2006.01)

G01S 7/521 (2006.01)

A61B 8/00 (2006.01)

G01N 29/00 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 4 月 16 日

[11] 公开号 CN 101163987A

[22] 申请日 2006.3.31

[21] 申请号 200680013036.7

[30] 优先权

[32] 2005. 4. 18 [33] US [31] 60/672,630

[86] 国际申请 PCT/IB2006/050987 2006.3.31

[87] 国际公布 WO2006/111873 英 2006.10.26

[85] 进入国家阶段日期 2007.10.18

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 M·D·波兰

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 龚海军 谭祐祥

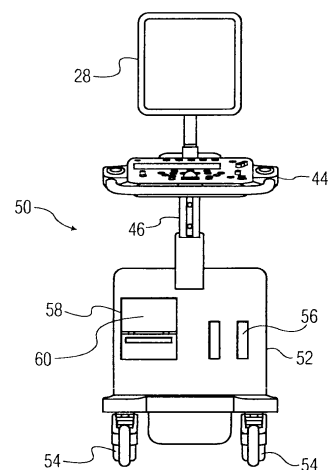
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 5 页

[54] 发明名称

由探头固件配置的超声诊断成像系统

[57] 摘要

一种超声诊断成像系统(50)，包含由固件数据配置的模拟和/或数字组件。超声探头(10)容纳固件数据，用于配置与该探头一起操作的超声系统中的可编程器件。在运行时从探头上上传固件数据，用于配置模拟和/或数字组件以便与探头一起操作。



1. 一种超声系统，由包含在连接到该系统的超声探头中的软件进行编程，该系统包括：

探头，其具有存储固件数据的存储器件；

连接器，存储器件通过该连接器耦合到该超声系统；并且

该超声系统具有可编程电路，该电路由存储在探头存储器件上的固件数据进行配置。

2. 权利要求 1 所述的超声系统，其中该可编程电路包括可编程数字电路或可编程模拟电路的至少之一。

3. 权利要求 2 所述的超声系统，其中该可编程处理电路包括响应于存储在探头中的固件数据的 FPGA。

4. 权利要求 2 所述的超声系统，其中该可编程电路包括响应于存储在探头中的固件数据的可编程模拟电路。

5. 权利要求 1 所述的超声系统，其中该固件数据存储在位于探头连接器内的存储器件中。

6. 权利要求 1 所述的超声系统，其中该探头进一步包括位于探头内的微波束形成器。

7. 权利要求 1 所述的超声系统，其中该存储器件将固件数据存储为 ttf 文件。

8. 权利要求 1 所述的超声系统，其中该可编程电路包括信号处理电路。

9. 权利要求 1 所述的超声系统，其中该可编程电路包括接口电路。

10. 一种超声系统，由包含在连接到该系统的超声探头中的软件进行编程，该系统包括显示器以及用于在显示器上呈现图像的显示软件，该系统包括：

超声探头，具有存储固件数据的存储器件；

连接器，存储器件通过该连接器耦合到该超声系统；

超声信号采集子系统，其位于超声系统中并且响应于存储在探头中的固件，

其中该采集子系统由固件数据进行配置。

11. 权利要求 10 所述的超声系统，其中该超声信号采集子系统包括由存储在探头中的固件配置的 FPGA。

12. 权利要求 11 所述的超声系统, 其中所述 FPGA 包括由存储在探头中的固件配置的数字波束形成器电路。

13. 权利要求 12 所述的超声系统, 其中所述数字波束形成器电路进一步包括接收波束形成器。

14. 权利要求 12 所述的超声系统, 其中所述数字波束形成器电路进一步包括发射波束形成器。

15. 权利要求 10 所述的超声系统, 其中该超声信号采集子系统进一步包括由存储在探头中的固件配置的可编程模拟电路。

16. 权利要求 15 所述的超声系统, 其中所述可编程模拟电路进一步包括可编程滤波器。

17. 权利要求 15 所述的超声系统, 其中所述可编程模拟电路进一步包括可变增益放大器。

18. 权利要求 10 所述的超声系统, 其中该超声信号采集子系统进一步包括响应于存储在探头中的固件的可编程模拟电路和可编程数字电路。

19. 权利要求 10 所述的超声系统, 其中该采集子系统是在运行时间配置的。

20. 一种超声系统, 包括显示器以及用于在显示器上呈现图像的显示软件, 该系统包括:

数据存储器件, 其存储固件数据;

超声探头, 具有由固件数据进行配置的可编程器件;

连接器, 该超声系统的数据存储器件通过该连接器耦合到超声探头;

其中该超声探头的可编程器件由所述固件数据进行配置。

21. 权利要求 20 所述的超声系统, 其中该探头进一步包括探头电路;

其中所述可编程器件包括耦合在该探头电路和该超声系统之间的接口器件。

22. 权利要求 21 所述的超声系统, 其中所述接口器件是在运行时间编程的。

由探头固件配置的超声诊断成像系统

技术领域

本发明涉及超声诊断成像系统，尤其涉及具有由存储在超声探头中的固件配置的处理结构的超声系统。

背景技术

诊断超声系统的通用性在很大程度上决定于系统可以使用的探头的类型。线性阵列换能器探头通常优选用于腹部的以及小部件的成像，而相控阵列换能器探头优选用于心脏成像。探头可能具有 1D 或 2D 阵列换能器，以用于二维或三维成像。留置式探头例如 IVT 和 TEE 探头是常规使用的，以及例如外科探头的专用探头。每种类型的探头可以操作于特定的频率范围，并且具有特定的孔径和阵列元件数量。一些探头设计用于灰度级操作或者运行于发射频率，而其它探头可以执行彩色多普勒成像或者谐波成像。这种探头特性和功能性的差异意味着，可与各种探头一起操作的处理系统必需在每次使用不同探头时进行重新编程。从传统来说，这在每次超声系统与新的探头一起操作时通过安装探头定制软件完成。有时探头软件在用户获取新探头之前安装。例如当执行系统软件更新之后，可以加载对于当前探头完全配套的软件。然而这两个过程都需要超声系统技术人员出访。当开发出从远程安装超声系统软件的能力后，消除了对维护人员出访的需要，例如在美国专利 5,603,323 (Pflugrath 等人) 中描述的。伴随这种进步，例如互联网的网络使得维护人员可以在不必出访到超声系统所在地的情况下安装新的探头软件。

多年来，探头包含有其自身的板载软件，例如换能器驱动和功率需求数据，存储在探头连接器的 EPROM 中。当探头连接到超声系统时，系统通过探头连接器访问这个数据并且设置系统发射器使用适当的电压驱动探头换能器元件。参见美国专利 4,868,476 (Respaut)。近年来，探头已经研制为具有其板载的集成电路处理器，如在美国专利 6,375,617 (Fraser 等人) 和 5,997,479 (Savord 等人) 中所示的。板载 IC 处理器对于 2D 矩阵式阵列探头是十分必要的，否则将出现挑战，例

如尺寸过度庞大的线缆以及具有很大信道数量的波束形成器。探头及其连接器中 IC 功率的有效性以及通信能力的出现、以及存储器件尺寸和成本的下降已经使得在探头中存储不断扩大的软件范围成为可行的手段。例如, 美国专利 6,364,839 (Little 等人) 提出在探头连接器中的存储器件中存储操作软件和更新、以及系统可执行代码的更新。美国专利申请公开 2004/0002657 (Marian) 将这个列表扩展到包括换能器使用数据、用户说明、技术支持、以及探头的维护数据。现今达到千兆字节容量的存储器件使得在探头连接器中存储新探头软件更新的所有软件称为可能, 当探头连接到超声系统时系统可以从该探头连接器中进行上传并且安装。

然而这种板载探头软件的使用确实对超声系统产生了约束。超声系统必需设计为接收这种软件并且能够上传以及正确安装该软件。此外, 超声系统必需具有固定的硬件, 该硬件设计为由探头软件进行编程。如果超声系统波束形成器使用延迟表数据, 探头必须包含所需表格格式的延迟数据。但是如果系统波束形成器使用运行时间算法来产生波束形成器延迟数值, 探头软件必需具有所需的算法格式。超声系统的固定硬件要求并且限制了探头所携带软件的性质, 并且探头反过来仅可以与具有设计来接收并使用其板载软件的硬件的系统一起操作。

发明概述

依照本发明的原理, 超声探头包含固件, 该固件用于配置系统以便与探头一起使用。传统的软件提供参数或运行在现有处理器上的程序, 该参数用于初始化或者控制现有硬件结构的操作。与传统的软件不同, 探头固件实际上规定了硬件结构特性, 例如组件之间的连接以及其布局。存储在探头中的固件被访问并且用于规定与探头一起操作的硬件结构, 例如现场可编程门阵列或者可编程模拟器件的功能性。这种能力意味着超声系统可以这样的形式而生成, 其不针对任何特定的探头定制, 在由探头的固件编程后呈现出特定的硬件特性。

附图说明

在附图中:

图 1 以方框图的形式显示了依照本发明的原理构造的超声诊断成像系统。

图 2a 和 2b 显示了图 1 所示系统的手推车式对接站。

图 2c 显示了本发明的便携式超声系统，其适合与图 2a 和 2b 的对接站一起使用。

图 3 显示了三维成像探头和连接器。

图 4 以方框图形式显示了依照本发明的原理构造的便携式超声系统的采集子系统。

图 5 显示了依照本发明的原理，由探头固件配置的现场可编程门阵列的功能。

具体实施方式

首先参见图 1，以框图形式显示了依照本发明原理构造的超声诊断成像系统。超声探头 10 发射并且接收来自换能器元件 12 阵列的压电元件的超声波。为了对身体的平面区域进行成像可以使用一维 (1-D) 元件阵列，而为了对身体的立体区域进行成像可以使用二维 (2-D) 元件阵列，以在成像区域上控制并聚焦超声波束。发射波束形成器激励阵列元件将超声波发射进入对象。响应于超声波的接收而产生的信号被耦合到接收波束形成器 14。该波束形成器延迟并且组合来自各个换能器元件的信号以形成相干波束赋形的回波信号。在探头包含 2-D 阵列用于 3D 成像时，还可能包含微波束形成器，其通过组合来自相关换能器元件组 ("补片") 的信号在探头中进行局部波束赋形，如美国专利 6,709,394 中所描述的。在此情况下，微波束赋形的信号耦合到系统中的主波束形成器 14，由其完成波束赋形过程。

波束赋形的回波信号耦合到信号处理器 16，其依照所希望的信息来处理信号。例如，可能对信号进行滤波，和/或可能分离出谐波信号用于处理。处理后的信号耦合到检测器 18，其检测感兴趣的信息。对于 B 模式成像通常使用幅度检测，相反对于频谱和彩色多普勒成像则可以检测多普勒频移或频率。所检测的信号耦合到扫描变换器 20，在此将信号调整坐标到所希望的显示形式，通常为笛卡儿坐标系。所用的常见显示形式有扇形、直线形、和平行四边形显示形式。扫描变换后的信号耦合到图像处理器进行进一步所希望的加强，例如持续处理

(persistence processing)。对于某些图像处理可能绕过扫描变换器。例如当图像处理器直接在 3D 数据集合上操作对 3D 图像数据进行体绘制时，可以绕过扫描变换器。产生的二维或三维图像临时存储在图像存储器 24 中，由其耦合到显示处理器 26。显示处理器产生必须的驱动信号以便在对接站(docking station)图像显示器 28 或者便携式系统中的平板显示器 38 上显示图像。显示处理器还在超声图像上覆盖来自图形处理器 30 的图形信息，例如系统配置和操作信息、患者识别数据、以及图像采集的时间和日期。

中央控制器 40 响应于来自用户界面的用户输入，并且协调超声系统各个部分的操作，如从中央处理器到波束形成器 14、信号处理器 16、检测器 18、和扫描变换器 20 所画的箭头指示的，并且箭头 42 指示连接到系统的其它部分。用户控制面板 44 显示为耦合到中央控制器 40，操作者通过它输入指令和设置，由中央控制器响应。中央控制器 40 还耦合到交流电源 32 以使交流电源对电池充电器 34 供电，当便携式系统对接到对接站中时该充电器对便携式超声系统的电池 36 充电。

中央控制器 40 还响应于指示便携式超声系统是否对接的信号，如中央处理器的输入"对接/分离"所指示的。这个信号可以由操作者按压对接/分离按钮或者其它适当的对接/分离状态传感器来提供，该对接/分离按钮开关在便携式系统对接或分离时改变状态。当中央控制器获知便携式超声系统对接到对接站时，中央控制器响应于来自用户控制面板 44 的输入并且使图像显示在对接站显示器 28 上。在对接期间，中央控制器还控制图形处理器 30 以省略任何自定义功能键控制装置的显示，这些控制与用户控制面板 44 上控制装置的控制功能重复。当便携式超声系统对接时，中央控制器可能指令交流电源 32 和充电器 34 对电池 36 充电，和/或从对接站上的电源对对接的便携式系统供电。

当中央控制器获知便携式超声系统分离时，这些控制特性是不同的。此刻控制器知道将无法从对接站控制面板 44 接收用户指令。控制器此刻使控制面板 44 的一些或全部控制装置在需要时显示在便携式系统显示器 38 上，以及由超声信号路径产生超声图像。交流电源 32 和充电器 34 不再受控制，因为这些子系统驻留在对接站上。探头此刻将通过便携式系统上的探头连接器控制，而不是通过对接站上的连接器。此刻便携式超声系统像单机超声系统一样完全可操作。

因此可以看出在这个实施例中，图 1 的部件划分如下。中央控制器 40、波束形成器 14、信号处理器 16、检测器 18、扫描变换器 20、图像处理器 22、图像存储器 24、显示处理器 26、图形处理器 30、平板显示器 38、和电池 36 存在于便携式超声系统中。控制面板 44、显示器 28、交流电源 32 和充电器 34 存在于对接站上。在其它实施例中，根据设计目标的指示，这些子系统的划分可能以其它方式进行。

图 2a 和 2b 显示了依照本发明的原理构造的对接站 50。这个对接站 50 非常类似于常规的手推车式超声系统，具有基座单元 52，在可调节支架 46 上支撑用户控制面板 44，可调节支架使得控制面板可以升高或者降低以提供不同用户的舒适性。对接站显示器 28 安装在控制面板 44 之上，优选地安装在可调节支架上。在美国专利申请公开 60/542,893 和国际申请 PCT/IB2005/050405 中描述了一种适合该目的的铰接的可调节支架。基座单元 52 容纳超声系统可能使用的外围设备，例如打印机、磁盘驱动器、和录像机。对接站 50 可以在车轮 54 上滚动推行到检查室或者患者床边。基座单元还容纳交流电源 32 和电池充电器 34。基座单元还可能具有连接装置，将超声系统连接到数据网络。

基座电源 52 在前部具有箱壳 58，便携式超声系统 60 可以放入该箱壳内。图 2c 显示了典型的便携式超声系统 60，在这个实施例中配置为具有屏幕 38 和键盘 62 的膝上型计算机。在其它实施例中，便携式超声系统可能配置为笔记本或者平板计算机，其屏幕仅由少量按键围绕；用户界面的主要部分是显示屏幕上的自定义功能键。当便携式超声系统 60 插入箱壳 58 时，便携式系统 60 上的连接器与对接站的配套连接器接合。这种结合直接或间接地导致“对接”控制信号提供给便携式系统的中央控制器 40。该连接器还提供到控制面板 44、显示器 28、和交流电源 32 的必需的连接，以及便携式系统电池 36 到充电器 34 的连接。这个连接器或者另一个连接器还可能将便携式系统连接到对接站上的一个或多个探头连接器 56。作为替代，由于处于便携模式，探头可能直接连接到便携式系统，比如通过基座单元 52 侧面上的开口，其允许探头连接器接合便携式系统 60。

在本发明的一个实施例中，超声探头包括如美国专利 6,375,617 (Fraser 等人) 和 5,997,479 (Savord 等人) 描述的矩阵式阵列探头。图

3 显示了矩阵式阵列探头，其包含含有二维阵列换能器的探头主体 70、线缆 72 和连接器 74，该连接器与超声系统上的连接器、例如连接器 56 相配套。矩阵式阵列探头能够扫描例如圆锥区域 76 的立体区域，在这个例子中该圆锥区域包含解剖构造 78。矩阵式阵列探头不仅包含换能器阵列，还包含微波束形成器电路，该电路执行探头所接收信号的至少一部分波束赋形。矩阵式阵列探头还可以有效并且简洁地利用二维阵列换能器，其可以执行三维成像，立体区域的图像异或占据立体区域的多个平面的图像。当在探头中执行一部分波束赋形时，加到矩阵式探头所连接和操作的超声系统上的处理负担下降。

当便携式超声系统由标准的便携式计算机配置时，例如膝上型或笔记本计算机，可以获得许多优点。其中通常所获得的一个优点是成本。例如通过利用如图 2c 所示膝上型计算机的处理能力和现有的封装，不再需要专门的封装部件，这降低了便携式系统的成本。大部分的信号处理、所有的显示处理以及用户界面控制可以使用便携式计算机单元的微处理器，以及其关联的部件例如 RAM、网络及外围连接、和磁盘驱动器来执行。便携式计算机单元电源可以对整个便携式超声系统，包括超声探头进行供电。图像可以显示在便携式计算机单元 60 的平板显示器 38 上，以及用户界面的自定义功能键。标准计算机单元控制装置的键盘和指向设备可以适用于控制便携式超声系统。此外，用于膝上型计算机与对接站接口的连接器已经充分研制并且可通过商业途径获得，降低了系统开发的成本。当使用膝上型计算机组装实现时，可以利用膝上型计算机的常规键盘和控制装置 62，包括通常集成在膝上型键盘中的触摸板或操纵杆指向设备。便携式超声系统显示器 38 由膝上型计算机的常规平板显示器 38 提供，其可以至少部分地或者整体上修改为触摸屏显示器。

对于便携式超声系统，膝上型或笔记本计算机组装的另一个优点是，便于连接到矩阵式阵列或 1D 阵列探头。图 4 以方框图形式显示了第一个这样的接口。在这个实施例中，该接口包括超声系统的超声采集部分，接在微波束形成器之后，其依照本发明的原理构造。与构造为固定硬件配置不同，这个采集子系统由可编程的模拟和数字硬件组成，其配置由探头提供的固件决定。在配置之前，这个硬件可能是无联系的组件或模块集合，其仍然没有超声子系统的功能。例如在 FPGA

中, 这些组件和模块可能是例如逻辑门、复用器、加法器、计数器、复用器、存储器件、FIFO 和 FIR 滤波器、其它可以在超声系统中使用的组件。当使用来自探头的固件进行配置后, 这些组件被互连、展开和时钟控制从而成为探头所需的超声子系统, 这个一般化的硬件呈现出超声系统的特征。固件配置过程仅装配对于特定探头的超声子系统所需的那些组件, 可以获得降低的功率消耗, 这对于便携式超声系统来说是一个重要的考虑事项。硬件的这种固件配置可以最迟在运行时间进行, 此时可编程组件被实际调用以执行超声功能。

在图 4 的图解中, 超声采集子系统既包括可编程模拟硬件也包括可编程数字硬件。左侧的虚线 202 标明可编程采集子系统和探头, 例如矩阵式阵列探头之间的接口。右侧的虚线 204 标明采集子系统和便携式计算机之间的接口。在这个实施例中, 到计算机的接口包括 USB 连接, 尽管还可以使用串行连接、例如 PCMCIA 接口。在图 4 的实施例中, 该计算机接口连接到标准的 USB 连接线, 包括 USB 串行数据线和 USB 直流(电源)线, 显示到虚线 204 的右侧。从而, 这个实施例中的超声探头通过标准 USB 接口连接到便携式计算机, 与定制的、非标准接口相比降低了成本以及与计算机间接口的复杂度。

探头与计算机的接口可以划分为两种类型电路。虚线 204 与 206 之间的电路以数字电路占优势, 如果需要可以制造为数字电路模块。虚线 202 与 206 之间的区域是模拟电路占优势的区域, 如果需要可以制造为模拟电路模块。作为替代, 两个模块可以制造在共同的印刷电路板上。这样的—个或多个板可以方便地安置在标准膝上型计算机的隔室内, 例如额外的电池或者磁盘驱动器隔舱。从而, 该接口可以实现为安置在膝上型计算机壳体内部的模块, 而不是探头和便携式计算机之间使用的单独的模块盒。

在这个实施例中, 所示的采集电路通过 USB 接口与便携式超声系统的微处理器通信。在其它实施例中, 可以使用例如 PCMCIA 接口的并行数据接口, 如在同时提交的序列号 [ATL-383]、名称为 "PC-BASED PORTABLE ULTRASONIC DIAGNOSTIC IMAGING SYSTEM" 的美国专利申请中所示的。USB 直流线耦合到电源控制电路 212, 其分配直流电源到数字电源电路 214 和模拟电源电路 216。数字电源电路 214 分配电源到数字模块中的数字组件, 在这个实施例中包括 USB 微控制器 210 和

采集控制器 FPGA(现场可编程门阵列)220 及其附属组件,例如 RAM 222。USB 微控制器 210 通过 USB 数据线与便携式系统计算机交换 USB 数据,以及在数据、时钟和控制线上与 FPGA 220 交换 USB 数据。USB 微控制器是 FPGA 和便携式计算机通过 USB 端口进行通信的工具。采集控制器 FPGA 是可编程硬件器件,执行便携式超声系统的大部分或者全部超声采集功能,例如发射和接收波束赋形、滤波、解调、谐波分离、以及在需要并给定充分 FPGA 电路的情况下进行幅度和/或多普勒检测。依照本发明的原理,FPGA 220 由探头提供的固件编程,从而以与探头相适应的方式提供某些或者全部上述功能。

在模拟模块中,数字模块的模拟电源电路 216 耦合到电源调节电路 240,电源调节电路分配电源到模拟模块的组件并且还连接以提供电源到探头的电源分配电路。FPGA 220 在线路 230 上提供矩阵式阵列探头微波束形成器的波束形成器数据和时钟信号。在这个实施例中,这些线路经过模拟模块以连接到探头。探头换能器元件的双极性驱动信号由 FPGA 220 在线路 228 上提供、经放大器 252 放大、并且通过发射/接收开关 250 耦合到探头。由探头换能器元件接收的超声信号在探头中进行微波束赋形和放大,然后通过发射/接收开关 250 耦合到模拟模块的可编程模拟电路。所接收的信号首先经过可编程谐波滤波器 262,该滤波器由线路 263 上来自探头的频率控制信号编程。当探头接收发射频率谐波带,例如二次谐波带的信号时,谐波滤波器 262 被编程为具有超过基频带的截止频率,如图中的响应特性所示的。当执行基频成像时,谐波滤波器被编程为通过所接收回波信号的基频。

然后信号耦合到另一组可编程模拟组件,即可变增益放大器 264。这些放大器的增益部分地由线路 265 上来自探头的增益控制信号控制。这些放大器的增益还由线路 266 上的 TGC 增益控制信号控制,该增益控制信号由来自 FPGA 的数字 TGC 信号设定,由 TGC DAC 242 将其转换为模拟形式。放大后的信号耦合到可编程抗混迭(奈奎斯特)滤波器组 268。这些滤波器由在线路 269 上来自探头的频率控制信号编程为具有截止频率,其衰减较高频率的信号,否则这些信号将不被期望地出现在数字化的回波信号中。这个截止频率由所希望回波信号的频率和 ADC 244 的可编程采样率决定。回波信号由模拟-数字转换器 244 数字化并且耦合到 FPGA 220。

适合用于本发明实施例的模拟组件包括 Cypress Semiconductor 公司的 pSoC 组件系列。可重配置的模拟硬件允许系统电路被配置以满足特定探头的需求。例如，模拟滤波器的截止频率可以与换能器元件的谐振频率和带宽相匹配。模拟增益可以与探头元件的灵敏度相匹配。可以在前端电路的信噪比和动态范围之间进行折衷。在不同的探头上，硬件可以用于不同的目的。例如，用于一个探头的带通滤波器可以重配置为另一个探头的奈奎斯特滤波器。不需要在系统中始终具有两个这样的电路，需要固定的硬件配置。从而删除了不需要的电路，降低了功率消耗。

在这个实施例中，分割 TGC 控制并在信号路径的不同点施加。除了施加到可变增益放大器 264 的 TGC 控制，TGC 控制还受到由 TGC DAC 242 产生的第二 TGC 信号影响。这个 TGC 信号由放大器 246 放大并且耦合到探头微波束形成器，其在此用于探头中所接收回波信号的初步放大。一部分 TGC 控制还在 FPGA 220 中以数字方式执行。

在典型配置中，由探头中几十或者数百个换能器元件接收的超声信号经过最初的微波束赋形并且组合下降为较少数量的超声信号信道，例如 8 个、16 个或者 32 个信道。这 8 个、16 个或 32 个信道的最终波束赋形可以由 FPGA 220 执行，在这个实施例中该 FPGA 由探头提供的固件编程，以根据需要配置为 8 信道、16 信道或 32 信道接收波束形成器。最后波束赋形的线路信号还可能在 FPGA 中经过如上所述的其它信号处理，然后通过 USB 接口耦合到便携式计算机用于图像处理并且在便携式超声系统的显示器 38 上显示。在图 5 中更加详细地显示了依照本发明的原理由探头固件编程的 FPGA。如前面提到的，FPGA 可以包括例如逻辑门、复用器、加法器、计数器、乘法器、存储器件、FIFO 以及 FIR 滤波器的组件和模块，其可以由固件配置成所需要的系统配置。除功能性之外，这个过程还控制功率消耗，因为器件所消耗的功率是给定配置中使用的被连接及时钟控制的组件和模块的函数。在图 5 的实施例中，固件定义了帧表格 320，该帧表格规定了由探头获取的图像帧。图像帧反过来耦合到线计时器 322，其规定图像帧中每条超声线的定时。帧表格和线计时器耦合到总线 352 和 354，这两条总线耦合到从属接口 320，该从属接口与 USB 微控制器 210 连接以传递数据到便携式超声系统处理器以及传递来自便携式超声系统处理器的数据。主

机总线控制器 326 简化了这些传输。串行端口接口 342 和 I²C 接口 344, 这两个总线接口允许 FPGA 总线 352、354 和外部数据总线的传输。

与编程后 FPGA 相协调的探头操作由探头控制器 334 控制。TGC 数据由 TGC 控制器 332 传输到模拟电路和探头。探头发射活动的定时由发射控制器 336 控制。来自探头和 ADC 244 的回波信号通过 ADC 接口 302 连接到 FPGA 电路。来自探头的固件根据从探头接收的回波数据所需的波束形成器信道数量来确定这个接口的尺寸。固件还确定波束形成器中所用 FIFO 304a-304n 的数量, 每个 FPGA 波束形成器信道对应一个 FIFO。FIFO 的长度和时钟频率同样由固件确定, 用于对来自探头孔径的回波进行操控和聚焦所需的延迟长度。延迟后的信道信号由加法器装置 306 求和, 求和后的信号由检测器 310 检测, 该检测器配置为所需的检测类型(例如幅度检测或多普勒相移检测)。所检测的回波信号在突发式传输控制器 324 的控制下经总线 354 和接口 330 传输到便携式超声系统处理器。

有多种方式耦合来自探头中存储器件 300 的固件数据, 在这个实施例中存储器件被示为 EEPROM。作为替代, 存储器件可以是闪存卡, 例如 SD 闪存卡。一种方式是通过耦合到 FPGA 上 I²C 端口的 I²C 总线, 该端口耦合到 I²C 接口 344。另一种方式是通过耦合到 USB 微控制器 210 的 I²C 总线, 微控制器 210 的数据 EEPROM 211 耦合到该 I²C 总线。在后一种情况下, 固件数据通过 FPGA 配置线 221 从微控制器 210 耦合到 FPGA。探头固件提供 FPGA 220 中逻辑连接的模式和可编程电路的状态, 确定例如 FPGA 中数字电路的布局和操作、以及其与外部组件的相互作用的配置参数。这些电路可以用于例如执行快速、有效的信号处理功能, 例如数字滤波和相关。存储在探头中的典型 FPGA 配置包含在多个工业标准格式其中一种内, 例如 ASCII"ttf"文件。

表 1 说明了可以由可编程硬件编程的若干超声系统功能。

便携式超声系统 60 由用户接口控制, 例如在同时提交的序列号 [ATL-381]、名称为 "PORTABLE ULTRASONIC DIAGNOSTIC IMAGING SYSTEM WITH DOCKING STATION" 的美国专利申请中所说明的。当便携式超声系统 60 对接到对接站 50 时, 利用对接站和便携式超声系统之间的对接连接器, 探头可以通过对接站上的探头连接器 56 和模拟模块之间的复用器连接到模拟模块。当对接时, 超声系统由控制面板 44 控

制，控制面板具有耦合到对接连接器的控制装置，并且超声图像显示在对接站显示器 28 上。

应当认识到，本发明的构想可以以其它方式用于超声系统。例如，FPGA 和/或可编程模拟电路可以用作探头中探头电路的接口，可编程器件的相应固件数据可以存储在超声系统而不是探头中。当探头连接到超声系统时，系统中的固件耦合到探头以便对探头中的接口进行编程，该探头适合用于提供该固件的超声系统。在这个实施例中，具有待定制接口的探头将其接口由其连接的超声系统进行规定，从而使得探头能够与各种不同的超声系统连接。以类似的方式，探头中的可配置电路可以由存储在超声系统上或者探头连接器中的固件进行配置。

表 1: 可编程超声系统硬件

数字可编程硬件(典型为 FPGA)

- 数字波束形成器
 - 发射脉冲产生:
 - 延迟分辨率
 - 孔径
 - 接收信号处理:
 - ADC 采样率
 - 次采样内插:
 - 平均
 - 数字滤波
 - 总元件群延迟缓冲器深度
 - 接收动态聚焦延迟更新驱动
 - 表格
 - 算法
- 微波束形成器下载控制器
 - 下载时钟:
 - 设定相位
 - 占空比
 - 频率

- 微波束形成器系数格式
- 系数数据组装方案
- 微波束形成器操作
 - 发射和接收时钟:
 - 相位
 - 占空比
 - 频率
 - 动态聚焦更新信号产生
- 扫描控制
 - 帧生成(帧表格)
 - 线生成(线计时器)
- 信号处理
 - 回波图像检测器
 - 彩色流检测器
 - PW 多普勒检测器
 - 特殊处理模式
 - 多线路对比(contrast multi-line)
 - 接合
- 扫描变换
 - 显示格式
 - 内插

模拟可编程硬件

- 电源监测电路
- 热敏电阻监测电路
- 接收放大器配置
- 可变增益(TGC)级
- 谐波滤波器
- 抗混迭滤波器
- CW 接收处理
- 发射脉冲波形生成器

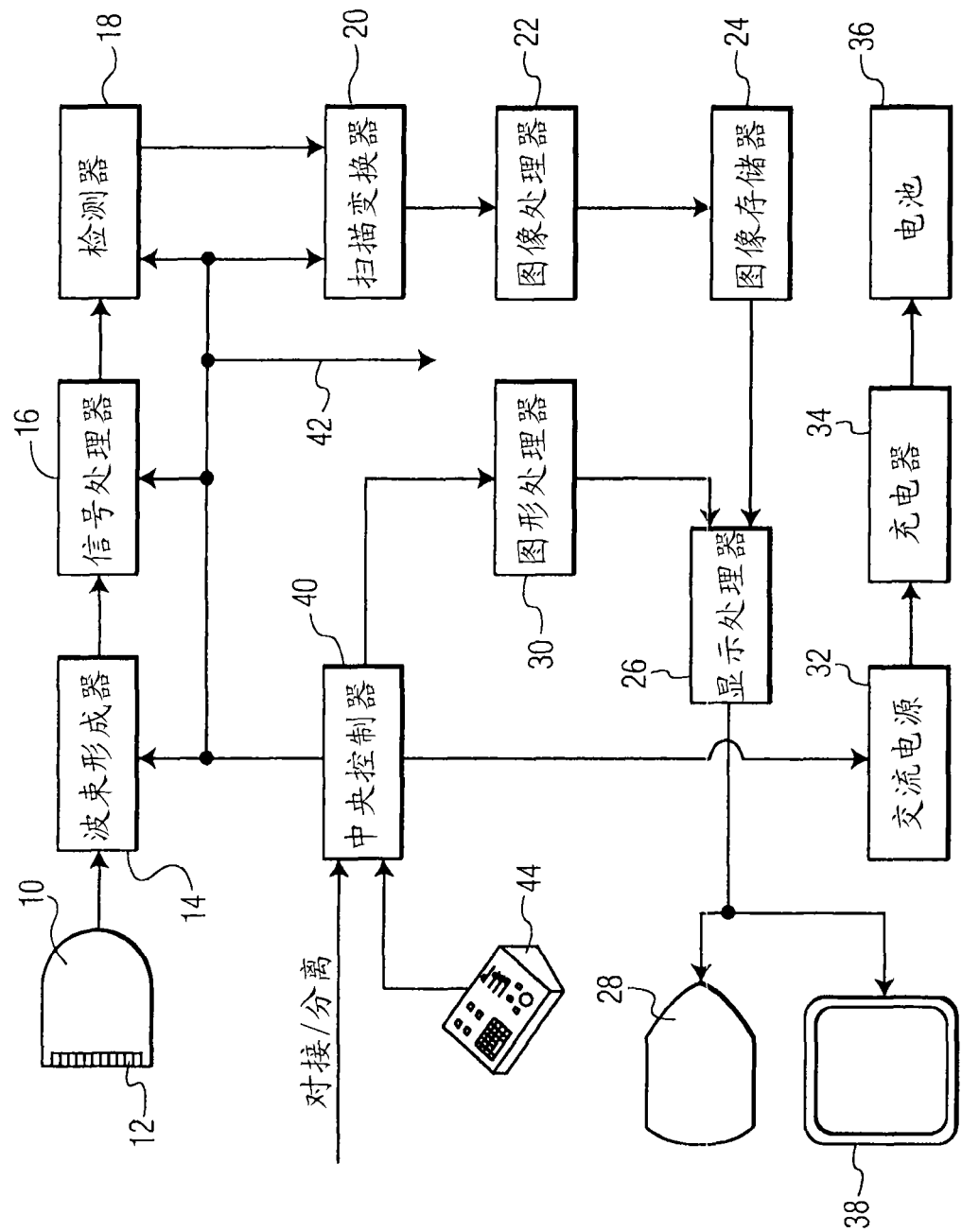


图 1

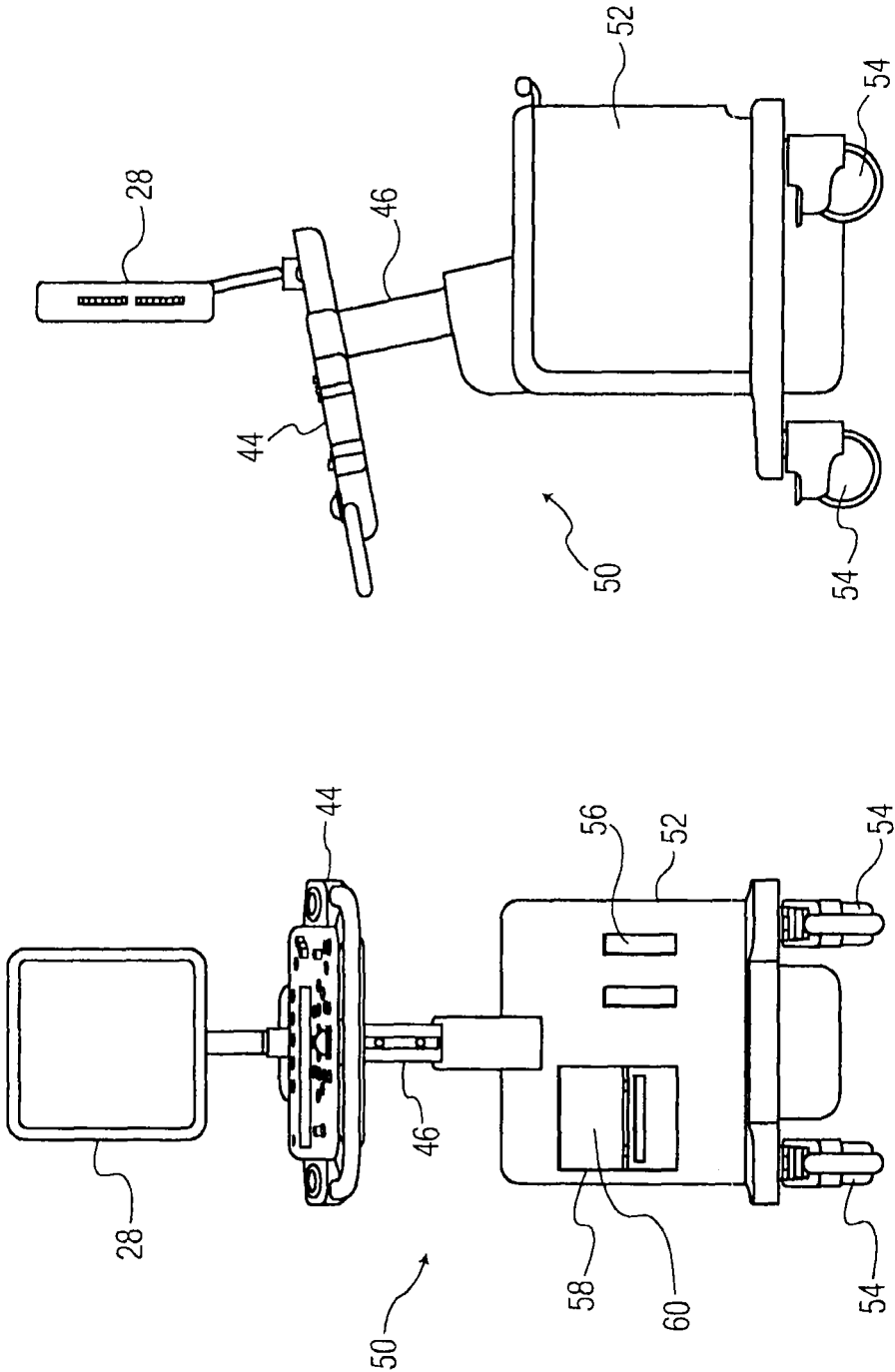


图 2B

图 2A

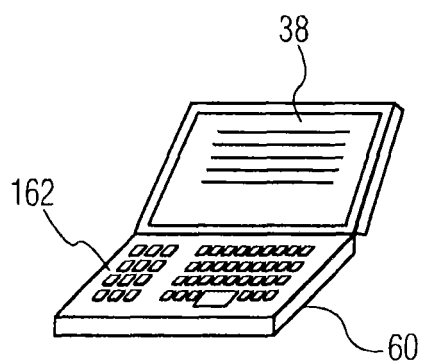


图 2C

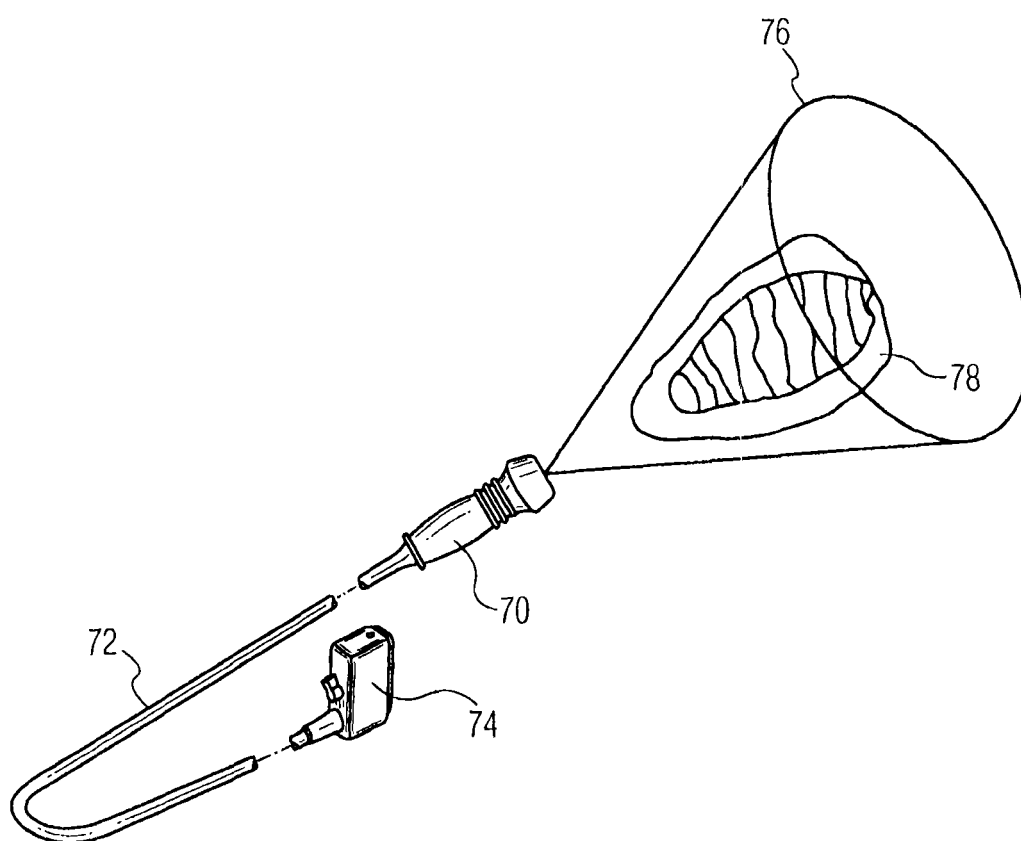
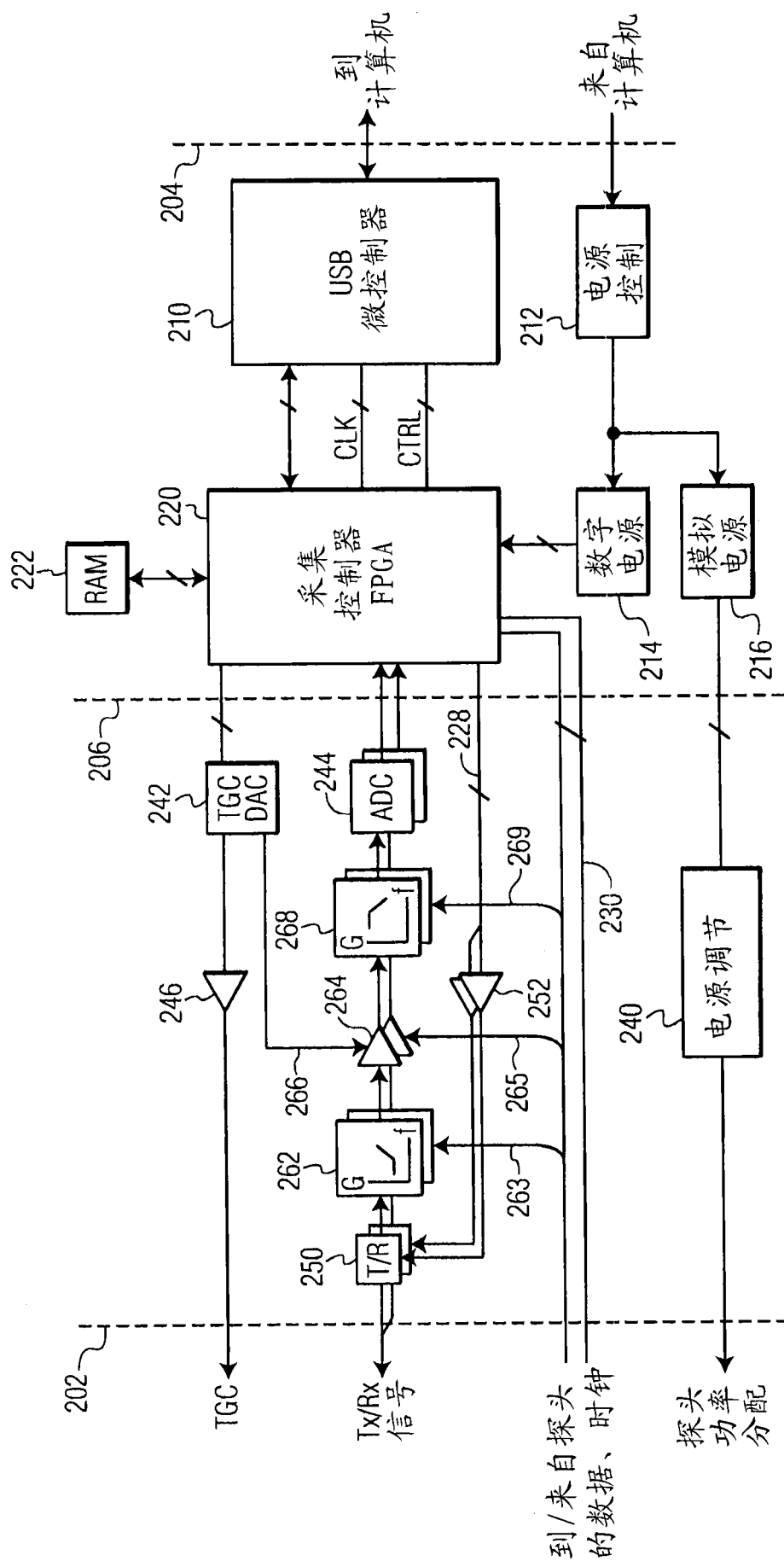
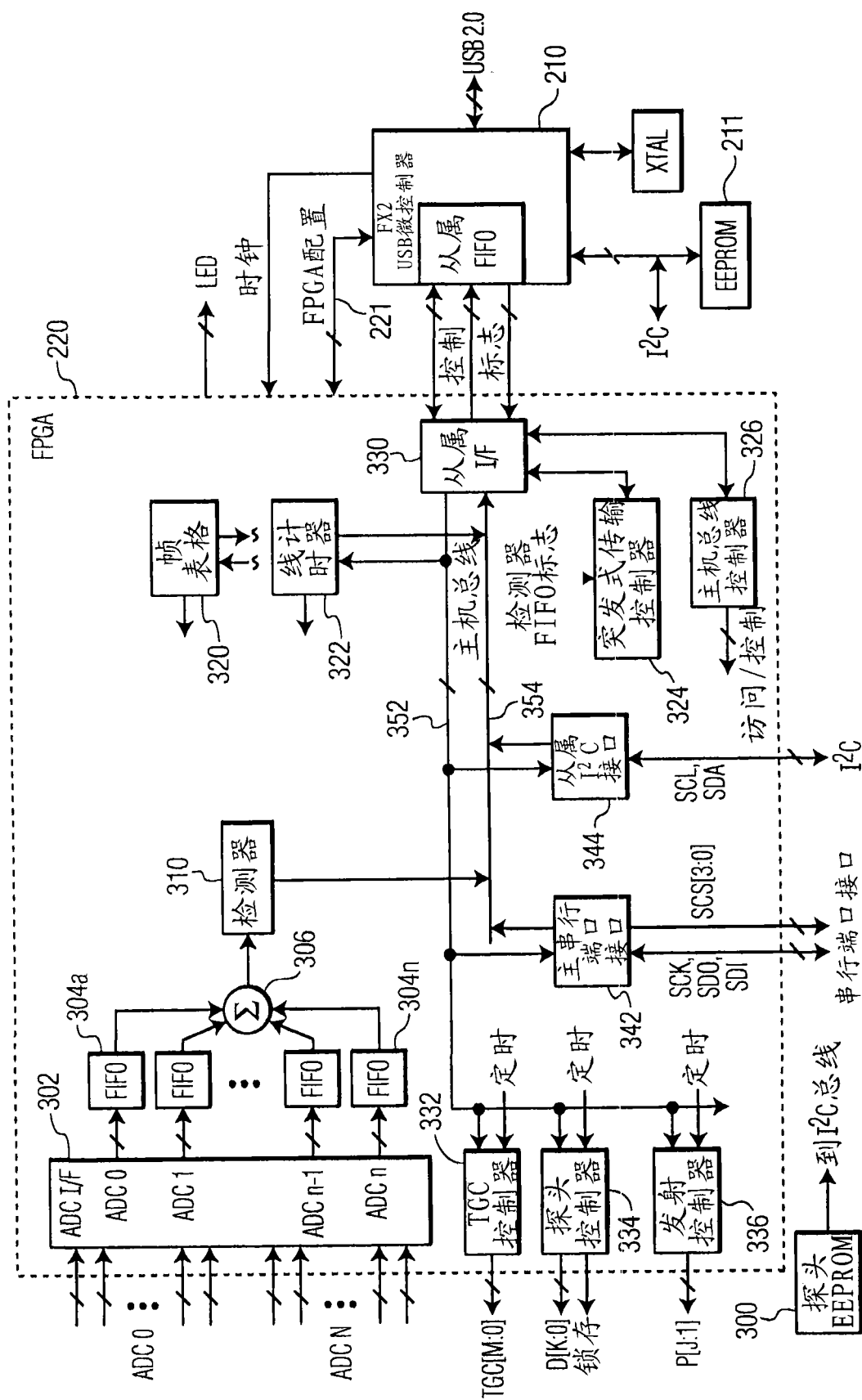


图 3

4

5

专利名称(译)	由探头固件配置的超声诊断成像系统		
公开(公告)号	CN101163987A	公开(公告)日	2008-04-16
申请号	CN200680013036.7	申请日	2006-03-31
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
[标]发明人	MD波兰		
发明人	M·D·波兰		
IPC分类号	G01S15/89 G01S7/52 G01S7/521 A61B8/00 G01N29/00		
CPC分类号	A61B8/4433 G01S15/899 A61B2560/0271 A61B8/4411 G01S7/52079 A61B8/4405 A61B8/00 A61B2560/0456 A61B8/4427 G01S7/52096		
代理人(译)	龚海军		
优先权	60/672630 2005-04-18 US		
其他公开文献	CN101163987B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种超声诊断成像系统(50)，包含由固件数据配置的模拟和/或数字组件。超声探头(10)容纳固件数据，用于配置与该探头一起操作的超声系统中的可编程器件。在运行时从探头上传固件数据，用于配置模拟和/或数字组件以便与探头一起操作。

