

[51] Int. Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

G06F 13/28 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610156945.8

[43] 公开日 2008 年 5 月 28 日

[11] 公开号 CN 101185580A

[22] 申请日 2006.11.15

[21] 申请号 200610156945.8

[71] 申请人 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司
地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园区科技南十二路迈瑞大厦

[72] 发明人 何绪金 王 哲 袁 满

[74] 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事务所
代理人 王永文

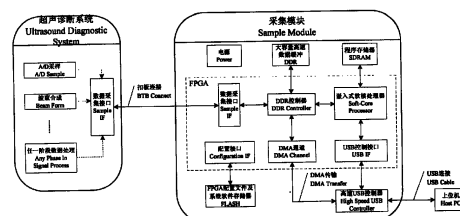
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称

超声诊断系统高速射频回波数据采集方法和装置

[57] 摘要

本发明公开了一种超声诊断系统高速射频回波数据采集方法和装置，其装置包括一现场可编程门阵列，用于逻辑实现数据采集和传输的控制过程；一大容量高速数据缓冲，用于缓冲存储采集到的高速射频回波数据；一程序存储器，用于存储程序指令；一现场可编程门阵列配置文件及系统软件存储器，用于存储对所述现场可编程门阵列的配置参数；一高速 USB 控制器，用于与所述上位机的 USB 接口连接，并进行高速 USB 数据传输。本发明所述方法和装置由于采用基于 FPGA、SDRAM、嵌入式软核处理器系统和 USB 控制器的电路结构，采用了 USB 采集卡与上位机之间进行数据通讯，能够实现大容量数据的采集和传输，满足了超声诊断系统的数据采集和传输功能。



1、一种超声诊断系统高速射频回波数据采集装置，其设置在一超声诊断系统与上位机之间；其特征在于，包括一现场可编程门阵列，用于逻辑实现数据采集和传输的控制过程；一大容量高速数据缓冲，用于缓冲存储采集到的高速射频回波数据；一程序存储器，用于存储程序指令；一现场可编程门阵列配置文件及系统软件存储器，用于存储对所述现场可编程门阵列的配置参数；一高速 USB 控制器，用于与所述上位机的 USB 接口连接，并进行高速 USB 数据传输；

所述现场可编程门阵列还逻辑实现：一数据采集接口，用做与所述超声诊断系统通讯的接口；一 DDR 控制器，用于控制连接所述大容量高速数据缓冲；一 DMA 通道，与所述高速 USB 控制器通讯连接；一 USB 控制接口，用于控制连接所述高速 USB 控制器；以及一嵌入式软核处理器，用于连接控制所述程序存储器、DDR 控制器、USB 控制接口，用于实现将所述大容量高速数据缓冲中的采集数据通过 DMA 通道和高速 USB 控制器传输给所述上位机。

2、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述数据采集接口与所述超声诊断系统的连接结构为扣板结构，通过所述超声诊断系统的预留插接槽插接。

3、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述高速 USB 控制器采用 USB2.0 协议。

4、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述现场可编程门阵列配置文件及系统软件存储器为闪存。

5、一种如权利要求 1 所述装置的超声诊断系统高速射频回波数据采集方法，其包括以下步骤：

A、对超声诊断系统高速射频回波数据采集装置上电复位；

B、所述超声诊断系统高速射频回波数据采集装置进入加载现场可编程门阵列配置文件和嵌入式软核处理器固件；

C、所述嵌入式软核处理器在程序存储器中开始运行应用程序，进入正常工作状态；

D、所述嵌入式软核处理器接收到上位机发送的开始采样命令以及采样数据长度信息，所述嵌入式软核处理器设置采样控制逻辑，将高速射频回波数据搬移到大容量高速数据缓冲中；

E、所述上位机轮询设备的采样状态，直到采样完成为止；

F、所述嵌入式软核处理器接收到所述上位机的开始传输命令，将所述大容量高速数据缓冲中的数据以 DMA 通道通过高速 USB 控制器上传至所述上位机 PC。

6、根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述 USB 控制器采用 USB2.0 协议传输。

7、根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述现场可编程门阵列对所采集的高速射频回波数据进行初步的信号处理，缓存到所述大容量高速数据缓冲中，并实时上传至上位机进行后续信号处理并显示，从而快速实现上位机 PC 平台的超声诊断系统。

8、根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述缓存及实时上传的数据采用以线为单位，并设置有两个线缓冲区，在一个线缓冲区满并上传数据到上位机同时另一线缓冲区接收线数据，并交替上传数据。

9、根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述缓存及实时上传的数据采用以帧为单位，并设置有两个帧缓冲区，在一个帧缓冲区满并上传数据到上位机的同时另一帧缓冲区接收帧数据，并交替上传数据。

超声诊断系统高速射频回波数据采集方法和装置

技术领域:

本发明涉及一种超声诊断系统及方法,尤其涉及的是一种超声诊断系统上设置的与上位机进行数据采集和传输的高速射频回波数据采集方法和装置。

技术背景:

现有技术的超声诊断系统是近六十余年来在电子学发展的基础上,雷达技术与声学原理结合起来应用于医学诊断的新技术,它能实时地提供有关人体正常与病理情况下的解剖结构,功能状态和血流动力学方面的重要信息。由于它是一种无创性的检查方法,诊断的准确率高,操作相对简便,经济,已发展成目前四大医学影像技术之一,为临床必不可少的诊断方法。

现有的超声诊断系统如图 1 所示,其包括一 CPU 控制的换能器以及一换能器脉冲控制,该换能器脉冲控制用于控制换能器的频率、持续时间和扫描模式,该换能器通过发射和反射声波的接收,并通过 CPU 控制对接收的声波处理后在显示屏上显示出被扫描的轮廓。所述 CPU 还连接其他外设,如打印机用于打印显示结果;磁盘存储器用于存储显示结果;键盘/指针用于选择输入等。

但由于超声诊断系统本身的处理能力有限,在正常工作的同时,常需要将其超声探测的信号结果输出到上位机用于进一步分析,因此,在超声诊断系统与上位机之间就需要设置数据采集装置。由于超声诊断系统内包含高速 ADC(模数转换器)模块,因此采集是针对高速射频回波数据流进行的。高速射频回波数据流的典型时钟频率为 40MHz,位宽为 32bit,

采集过程中要求不影响系统的正常工作。

目前常用的信号采集装置基本都是采用 PCI 数据采集卡,如图 2 所示的,包括采集模拟信号的高速 ADC,输入以及采集数字信号,通过通道选择,输入到缓冲 RAM 中,最终经 PCI 桥输出到上位机 PC 中;通过控制逻辑对缓冲 RAM 和 PCI 桥的控制,实现传输时机和数据完整性的控制。由于采集卡上设置有高速 ADC,所以它可以直接进行高频模拟信号采集,同时也可以旁路高速 ADC 进行数字信号采集。

其采集的基本流程,参照图 1 所示,模拟信号经过高速模拟数字变换或数字信号直接进入通道选择,选择后数据进行缓冲,在控制逻辑的协调下,上位机 PC 通过 PCI(周边元件扩展接口)桥芯片读取缓冲 RAM(随机存储器)的数据,从而实现数据采集功能。

现有的 PCI 数据采集卡一般设置成直接插入个人计算机的 PCI 插槽中,其数字信号输入端是通过线连接方式与被测信号互连的,这种方式会影响被测信号质量,从而影响超声诊断系统的正常运行;同时,大量的线连接还会导致超声诊断系统无法关闭外壳,因为用传统的采集卡需要大量的线插到超声诊断系统内部,这就导致超声诊断系统的外壳无法正常安装,可能会影响系统的工作。另外 PCI 数据采集卡需要插入到机箱内部,连接不方便,不便于移动采集。

因此,现有技术存在缺陷,而有待于改进和发展。

发明内容:

本发明的目的在于提供一种超声诊断系统高速射频回波数据采集方法和装置,采用 USB 采集卡直接插到所述超声诊断系统内部,并通过 USB 线与上位机 PC 相连,这样在采集的同时不会影响超声诊断系统的正常工作,从而可以采集到真正工作状态下的数据,并且可以实现大容量数据的传输。

本发明的技术方案包括:

一种超声诊断系统高速射频回波数据采集装置,其设置在一超声诊断系统与上位机之间;其特征在于,包括一现场可编程门阵列,用于逻辑实现数据采集和传输的控制过程;一大容量高速数据缓冲,用于缓冲存储采集到的高速射频回波数据;一程序存储器,用于存储程序指令;一现场可编程门阵列配置文件及系统软件存储器,用于存储对所述现场可编程门阵列的配置参数;一高速 USB 控制器,用于与所述上位机的 USB 接口连接,并进行高速 USB 数据传输;

所述现场可编程门阵列还逻辑实现:一数据采集接口,用做与所述超声诊断系统通讯的接口;一 DDR 控制器,用于控制连接所述大容量高速数据缓冲;一 DMA 通道,与所述高速 USB 控制器通讯连接;一 USB 控制接口,用于控制连接所述高速 USB 控制器;以及一嵌入式软核处理器,用于连接控制所述程序存储器、DDR 控制器、USB 控制接口,用于实现将所述大容量高速数据缓冲中的采集数据通过 DMA 通道和高速 USB 控制器传输给所述上位机。

所述的方法,其中,所述数据采集接口与所述超声诊断系统的连接结构为扣板结构,通过所述超声诊断系统的预留插接槽插接。

所述的方法,其中,所述高速 USB 控制器采用 USB2.0 协议。

所述的方法,其中,所述现场可编程门阵列配置文件及系统软件存储器为闪存。

所述的方法,其中,其包括以下步骤:

A、对超声诊断系统高速射频回波数据采集装置上电复位;

B、所述超声诊断系统高速射频回波数据采集装置进入加载现场可编程门阵列配置文件和嵌入式软核处理器固件;

C、所述嵌入式软核处理器在程序存储器中开始运行应用程序,进入正常工作状态;

D、所述嵌入式软核处理器接收到上位机发送的开始采样命令以及采样数据长度信息，所述嵌入式软核处理器设置采样控制逻辑，将高速射频回波数据搬移到大容量高速数据缓冲中；

E、所述上位机轮询设备的采样状态，直到采样完成为止；

F、所述嵌入式软核处理器接收到所述上位机的开始传输命令，将所述大容量高速数据缓冲中的数据以 DMA 通道通过高速 USB 控制器上传至所述上位机 PC。

所述的方法，其中，所述 USB 控制器采用 USB2.0 协议传输。

所述的方法，其中，所述现场可编程门阵列对所采集的高速射频回波数据进行初步的信号处理，缓存到所述大容量高速数据缓冲中，并实时上传至上位机进行后续信号处理并显示，从而快速实现上位机 PC 平台的超声诊断系统。

所述的方法，其中，所述缓存及实时上传的数据采用以线为单位，并设置有两个线缓冲区，在一个线缓冲区满并上传数据到上位机同时另一线缓冲区接收线数据，并交替上传数据。

所述的方法，其中，所述缓存及实时上传的数据采用以帧为单位，并设置有两个帧缓冲区，在一个帧缓冲区满并上传数据到上位机的同时另一帧缓冲区接收帧数据，并交替上传数据。

本发明所提供的一种超声诊断系统高速射频回波数据采集方法和装置，由于采用基于 FPGA、SDRAM、嵌入式软核处理器系统和 USB 控制器的电路结构，采用了 USB 采集卡与上位机之间进行数据通讯，能够实现大容量数据的采集和传输，满足了超声诊断系统的数据采集和传输功能。

附图说明：

图 1 为现有技术的超声诊断系统的结构原理框图；

图 2 为现有技术的 PCI 采集卡的功能原理框图;

图 3 为本发明的 USB 采集卡的硬件电路原理框图;

图 4 为本发明的数据采集流程示意图;

图 5 为本发明的扣板结构示意图;

图 6 为本发明具体实施例中的以帧为单位实时上传超声回波数据时的缓冲区示意图;

图 7 为本发明具体实施例中的以线为单位实时上传超声回波数据时的缓冲区示意图。

具体实施方式:

以下结合附图, 将对本发明的各较佳实施例进行更为详细的说明。

本发明的超声诊断系统高速射频回波数据采集方法和装置, 如图 3 所示的, 在超声诊断系统中包括 A/D 采样电路, 以及波束合成电路, 通过数据采集接口与本发明的数据采集装置通讯连接。该数据采集接口是预先留出设置在超声诊断系统主板上的插口, 可以采用任意的排线接口设置, 可以设置为主板上的母口 (插座), 数据采集装置的公口 (插头)。本发明以扣板方式实现的高速数据采集模块与被采集系统即超声诊断系统的连接, 独立于被采集系统进行设计, 避免了对被采集系统正常工作造成影响, 并且很容易嵌入背采集系统中, 而对外只是一个 USB 接口, 接线简单, 而信号接触性能优良, 数据传输迅速而稳定。

本发明的高速射频回波数据采集装置包括电源、FPGA (现场可编程门阵列) 大容量高速数据缓冲单元、程序存储器、FPGA 配置文件及系统软件存储器 FLASH、高速 USB 控制器, 所述 FPGA 用于逻辑实现数据采集接口, 该数据采集接口与所述超声诊断系统的数据采集接口适配连接; 所述 FPGA 还包括有 DDR 控制器, 用于实现对所述数据采集装置中的大容量告诉数据缓冲 DDR 进行控制, 以及一嵌入式软核处理器, 用于队所

述数据采集装置中的程序存储器 SDRAM 进行控制；所述 FPGA 中还设置有配置接口，用于根据所述数据采集装置中的 FPGA 配置文件及系统软件存储器 FLASH 进行接口配置；在所述 FPGA 中，所述 DDR 控制器还连接有一 DMA 通道，所述嵌入式软核处理器还连接一 USB 控制接口，该 DMA 通道与所述 USB 控制接口控制连接所述高速 USB 控制器，由该高速 USB 控制器通过 USB 线连接到上位机 PC 的 USB 接口上。

所述 DMA（Direct Memory Access）通道，即直接存储器存取通道，是一种快速传送数据的机制，用以实现从采集卡的大容量高速数据缓冲到高速 USB 控制器的数据传输。DMA 技术的重要性在于，利用它进行数据传输时不需要 CPU 的参与，通过 DMA 控制器即可实现，通常由计算机预先对其编程，并储存到 DMA 控制器中，这些程序控制 DMA 通道传送数据。一旦 DMA 控制器初始化完成，数据开始传送，DMA 通道就可以脱离 CPU 控制，独立完成数据传送。

本发明的所述超声诊断系统高速射频回波数据采集装置中，所述 USB 控制接口以及所述高速 USB 控制器都采用现有的 USB2.0 协议接口实现超声诊断系统高速射频回波数据的采集传输，所述嵌入式软核处理器通过 USB2.0 协议的 USB 控制器接收上位机 PC 发出的采集命令和参数，启动数据采集流程，然后通过逻辑接口即数据采集接口从所述超声诊断系统接收超声射频回波数据，将其放入由 FPGA 实现的线缓冲 FIFO（先入先出）；所述 DDR 控制逻辑主动将线缓冲 FIFO 中数据读出并及时写入大容量高速数据缓冲 DDR 中。在采集完指定的数据后，所述 FPGA 停止接收超声射频回波数据。

在此过程中，上位机 PC 查询采集过程状态，一旦数据采集完成，上位机 PC 通过高速 USB 控制器发送传输命令，嵌入式软核处理器在收到传输命令后，设置 DDR 控制器控制逻辑寄存器，使得 DDR 控制器将大容量高速数据缓冲 DDR 的数据读出并以 DMA（直接存储器存取）方式

经过 USB2.0 控制器传输给上位机 PC，直到该大容量高速数据缓冲 DDR 中的数据全部传输完成。如此可保证所采集的高速射频数据流没有丢失，并高速发送给上位机。

本发明的超声诊断系统高速射频回波数据采集装置中，所述FPGA为核心部件，用于实现逻辑电路SDRAM（同步动态随机存取存储器）控制器（该SDRAM控制器接在软核处理器的AVALON总线上，主要控制SDRAM存储器的访问，在图3中位于核处理器内部，并未明确画出）、DDR控制器、高速USB外设控制器、嵌入式软核处理器以及其他逻辑电路；Flash（闪存）作为FPGA配置文件和嵌入式软核处理器固件的非易失存储器，掉电情况下仍可保存数据；程序存储器SDRAM作为嵌入式软核处理器的程序空间，嵌入式软核处理器固件加载到该程序存储器SDRAM中运行，从而提高嵌入式软核处理器的执行效率；大容量高速数据缓冲DDR作为采集数据的大容量缓冲区，用来存储超声诊断系统高速射频回波数据，由于采集速率高于usb传输速率，因此如果没有缓冲区或者缓冲区较小，输入和输出的速度不匹配就必然会引起数据的丢失；高速USB控制器作为FPGA与上位机PC的USB接口的桥接器件，实现了数据的USB高速传输。电源Power作为整个模块的电源电路，为整个采集装置提供了驱动电源。

本发明所述超声诊断系统高速射频回波数据采集方法，如图 4 所示的，为其通过 USB 传输协议实现数据采集和传输的过程，具体实现步骤包括：

（1）在上电复位后，所述超声诊断系统高速射频回波数据采集装置进入加载 FPGA 配置文件和嵌入式软核处理器固件；

（2）加载完成后，所述嵌入式软核处理器开始运行应用程序，进入正常工作状态；

（3）所述嵌入式软核处理器接收到上位机发送的开始采样命令以及

采样数据长度等信息后,所述嵌入式软核处理器设置采样控制逻辑,将高速射频回波数据搬移到大容量高速数据缓冲 DDR 中;并在采样结束后采样控制逻辑把采样完成标志位设置为有效;

(4) 所述上位机轮询设备的采样状态,直到采样完成为止;

(5) 在步骤(3)中数据采样完成后,所述嵌入式软核处理器接收到开始传输命令,将所述大容量高速数据缓冲 DDR 中的数据以 DMA 方式通过 USB2.0 协议的高速 USB 控制器上传至所述上位机 PC;

(6) 在上位机完成接收数据后,进行存储并进行后续分析等工作。

本发明装置和方法通过对 FPGA 的逻辑控制修改,可对超声高速射频回波数据进行初步的信号处理,再以帧为单位缓存到所述大容量高速数据缓冲 DDR 中,并实时上传至上位机 PC 端进行后续信号处理并显示,从而可以快速实现上位机 PC 平台的超声诊断系统。该应用可在便携式彩超项目中验证并实现。

由于超声射频回波信号是以扫描线为单位的,一线数据是连续的一组数据,线与线之间会有一定时间的间隔。一定数量的线数据组成一帧数据,一帧数据由连续的固定数量的扫描线数据组成,一帧数据经过处理,就可以形成一帧超声图像。信号处理是把射频回波数据进行滤波之类的处理,会把数据量减少,从而会降低数据速率,所以可以进行实时采集即一边缓存一边上传。实时采集可以以线为单位缓存上传,也可以以帧为单位(上述实施例以帧为单位)。区别就是在逻辑内部设计的缓存区的大小,以线/帧为单位缓存大小要设计为两倍的线/帧数据量。从而可以一边缓存下一线/帧,一边实时上传当前线/帧。

如图 6 所示,为本发明超声诊断系统高速射频回波数据采集方法和装置实时上传采用以帧为单位时的缓冲区示意图,假设一帧数据由 n 线组成,那么当以帧为缓存单位进行实时上传的时候,就需要设置两帧数据量大小的帧缓冲区 Frame Buffer 1 和 Frame Buffer 2。当 Frame Buffer 1 存满

n 条线后,就启动上传,将 Frame Buffer 1 中的数据通过 USB 上传至上位机 PC。同时,开始向 Frame Buffer 2 中缓存下一帧的 n 条线的数据,当 Frame Buffer 2 缓存满后,开始上传 Frame Buffer 2 中的 n 条线的数据,同时,开始向 Frame Buffer 1 中缓存再下一帧的 n 条线的数据。如此切换,每切换上传一次,上位机 PC 端就可以实时的形成一幅超声图像。

当以线为缓存单位进行实时上传的时候,如图 7 所示,就需要设置两线数据量大小的线缓冲区 Line Buffer 1 和 Line Buffer 2。当 Line Buffer 1 存满当前线的数据后,就启动上传,将 Line Buffer 1 中的数据通过 USB 上传至上位机 PC。同时,开始向 Line Buffer 2 中缓存下一线的数据,当 Line Buffer 2 缓存满后,开始上传 Line Buffer 2 中的数据,同时,开始向 Line Buffer 1 中缓存再下一线的数据。如此切换,假设一帧数据由 n 线组成,那么需要切换上传 n 次后,方能在上位机 PC 端形成一幅超声图像。

同时,本发明中用以采集数据的所述大容量高速缓冲区,在采用 DDR 外,也可以是其他类型的大容量高速存储器。

利用 FFPGA 可编程的灵活性,本发明采集装置和超声诊断系统之间的接口信号可以灵活定义,接口电路也可以灵活定制,进而可以灵活地实现对超声诊断系统中 A/D 采样后以及任一阶段的数据处理后的信号进行采集。

综上,本发明通过使用 FPGA,可以灵活地实现与超声诊断系统的逻辑接口的连接,以及对大容量高速数据缓冲 DDR 和高速 USB 控制器的控制;而通过嵌入式软核处理器固件控制 USB 设备的工作,通过高速 USB 控制器和 USB 接线与上位机 PC 的 USB 接口的连接,实现了上位机控制下的数据传输处理;而 USB2.0 接口连接方便,可以实现数据的高速传输。

本发明所述大容量高速数据缓冲 DDR 可以缓存足够连续完整的超声诊断系统的高速射频回波数据以供上位机 PC 分析;其实现了采集过程不影响超声诊断系统的正常工作。

实验表明，本发明方法和装置目前可以实现实时数据采集率为25MB/s，以及实现多帧实时射频超声回波数据采集，可采集的最高数据传输率以及单次最大采集帧数受 DDR 读写速率以及 DDR 数量和容量约束。

但应当理解的是，上述针对具体实施例的描述较为详细，并不能因此而认为是对本发明专利保护范围的限制，本发明的专利保护范围应以所附权利要求为准。

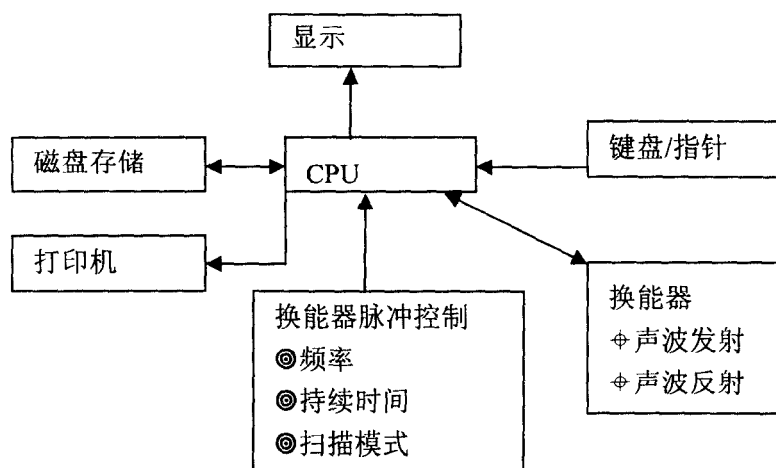


图 1

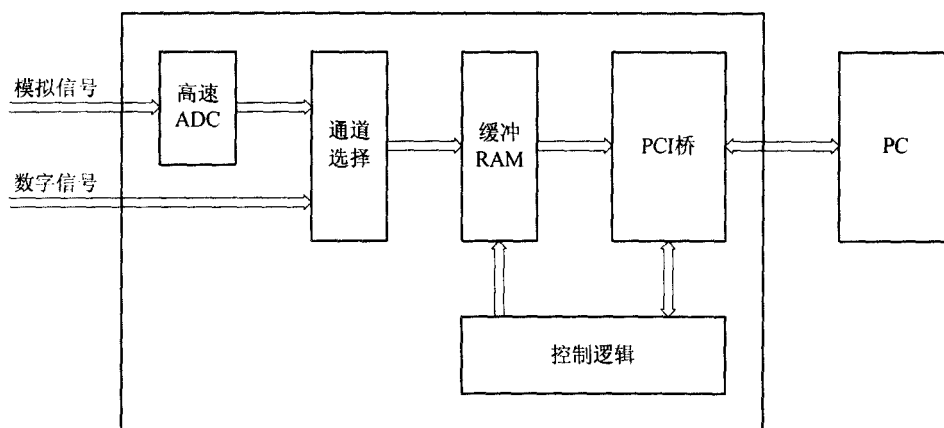


图 2

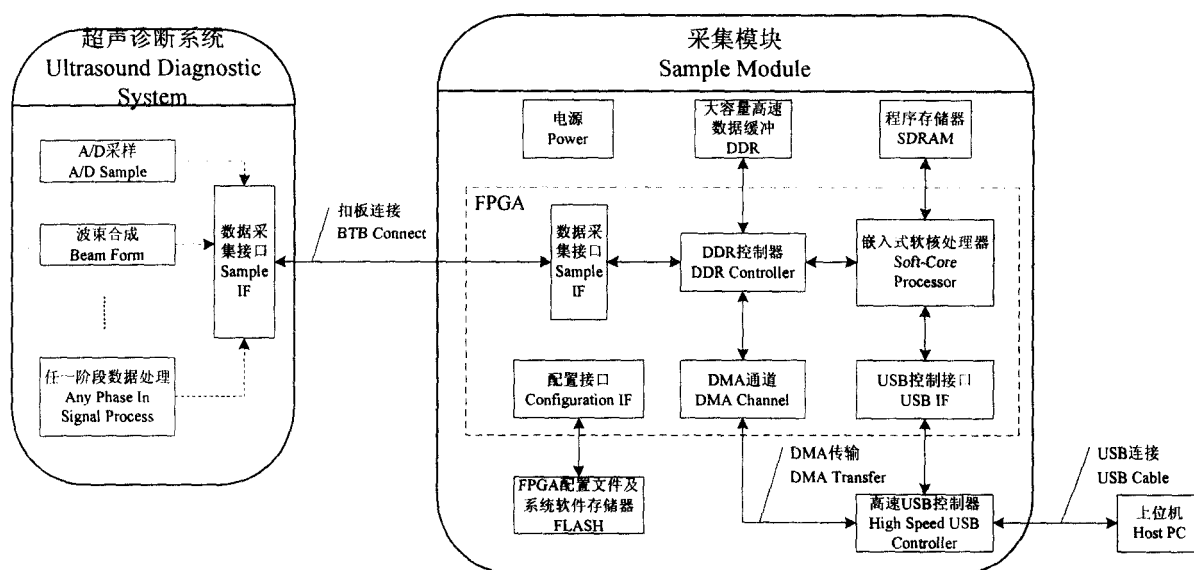


图 3

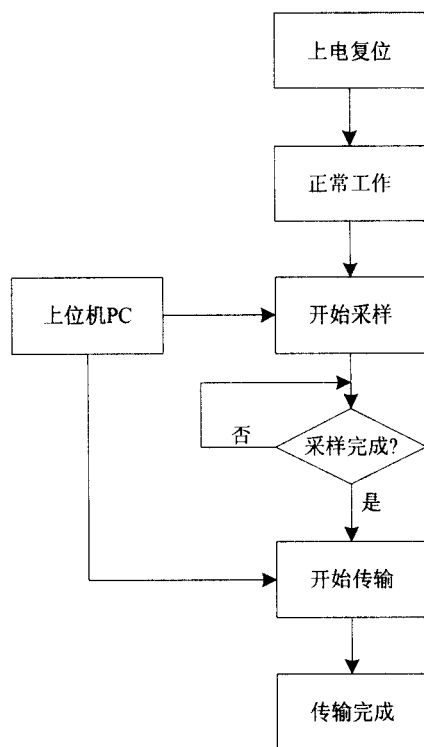


图 4

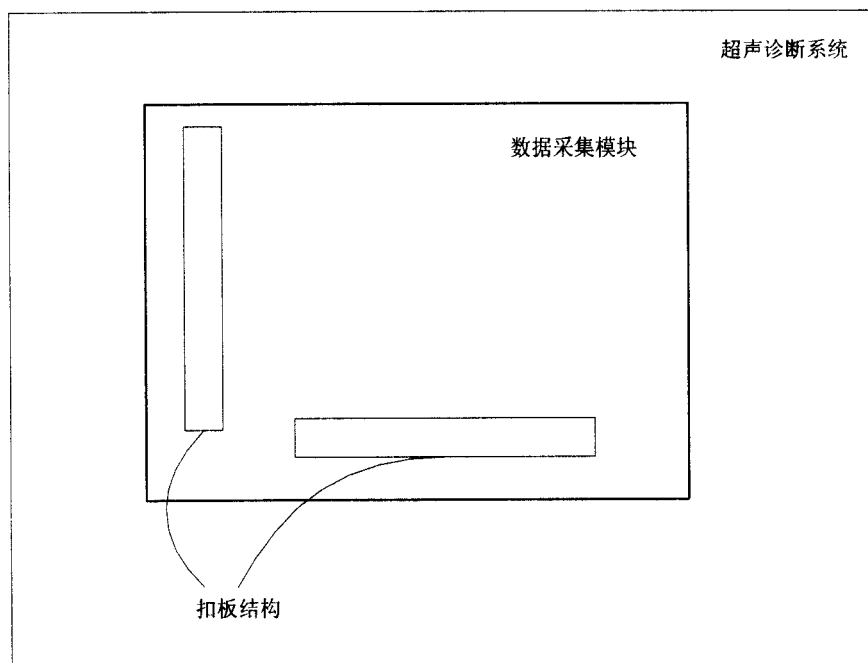


图 5

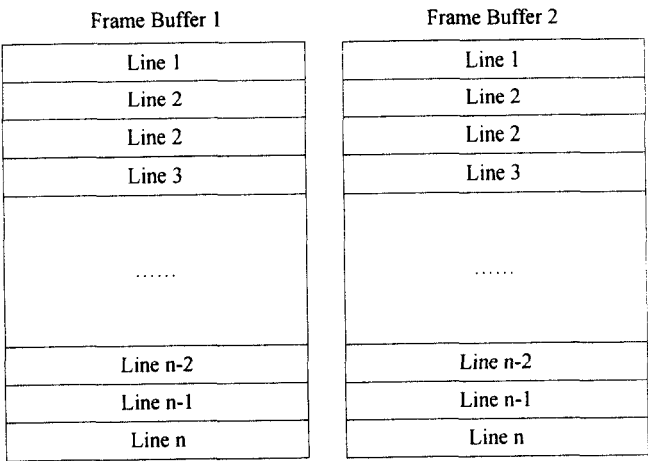


图 6

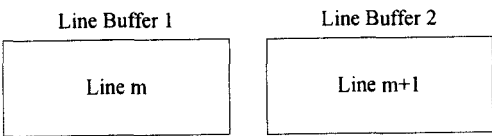


图 7

专利名称(译)	超声诊断系统高速射频回波数据采集方法和装置		
公开(公告)号	CN101185580A	公开(公告)日	2008-05-28
申请号	CN200610156945.8	申请日	2006-11-15
[标]申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
[标]发明人	何绪金 王哲 袁满		
发明人	何绪金 王哲 袁满		
IPC分类号	A61B8/00 G06F13/28		
CPC分类号	G01S7/52017		
代理人(译)	王永文		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种超声诊断系统高速射频回波数据采集方法和装置，其装置包括一现场可编程门阵列，用于逻辑实现数据采集和传输的控制过程；一大容量高速数据缓冲，用于缓冲存储采集到的高速射频回波数据；一程序存储器，用于存储程序指令；一现场可编程门阵列配置文件及系统软件存储器，用于存储对所述现场可编程门阵列的配置参数；一高速USB控制器，用于与所述上位机的USB接口连接，并进行高速USB数据传输。本发明所述方法和装置由于采用基于FPGA、SDRAM、嵌入式软核处理器系统和USB控制器的电路结构，采用了USB采集卡与上位机之间进行数据通讯，能够实现大容量数据的采集和传输，满足了超声诊断系统的数据采集和传输功能。

