



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105796131 A

(43)申请公布日 2016.07.27

(21)申请号 201610337700.9

(22)申请日 2016.05.22

(71)申请人 复旦大学

地址 200433 上海市杨浦区邯郸路220号

(72)发明人 他得安 徐峰 李颖 芦航

刘成成 王威琪

(74)专利代理机构 上海正旦专利代理有限公司

31200

代理人 陆飞 陆尤

(51) Int. Cl.

A61B 8/08(2006.01)

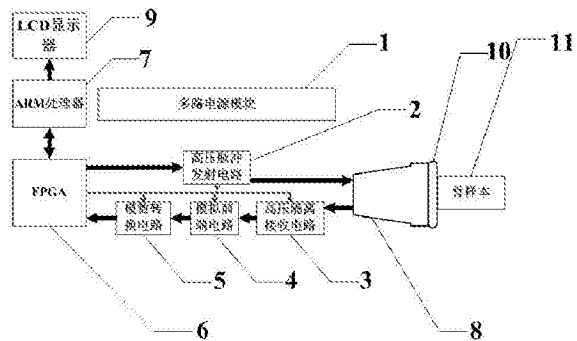
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

背散射超声骨质诊断系统

(57)摘要

本发明属于医疗仪器技术领域,具体涉及一种背散射超声骨质诊断系统。该系统由多路电源模块、高压脉冲发射电路、高压隔离电路、模拟前端电路、模数转换电路、FPGA芯片、ARM处理器、LCD显示器和超声探头构成。ARM处理器通过高速总线与FPGA进行通信,由FPGA控制其它模块的工作;ARM处理器从FPGA获取采集到的背散射信号后,采用解调滤波器恢复波形,再对整体波形进行时频分析处理并计算本发明提出的功率谱偏移参数,进而对骨质状况进行诊断。系统的发射电路具有强大的驱动能力,能够输出持续的脉冲调制波形,大大提高了背散射信号的信噪比。本发明仅使用一个超声探头实现对骨质的超声诊断,具有小型化和集成化的特点。



1. 一种背散射超声骨质诊断系统,其特征包括:高压脉冲发射电路,高压隔离电路,模拟前端电路,模数转换电路,FPGA芯片,ARM处理器,LCD显示器,超声探头和多路电源模块;其中:

所述ARM处理器,用于运行软件程序,对发射的超声激励进行控制,并对采集到的背散射信号进行算法处理;ARM处理器通过高速总线与FPGA芯片进行通信,通过该总线向FPGA发送控制命令,并通过该总线从FPGA获取采集到的背散射信号;

所示FPGA芯片通过串行总线和IO口控制高压脉冲发射电路、高压隔离电路、模拟前端电路和模数转换电路的工作,为这些电路产生相应的控制时序;FPGA中根据ARM处理器发过来的命令,产生相应的调制脉冲控制信号,驱动高压脉冲发射电路发射高压调制脉冲,从而驱动超声探头发射出相应的脉冲调制超声信号;超声探头发射出的超声信号穿过超声耦合剂到达待测骨样本,在骨骼中发生散射;

背向散射的超声信号穿透超声耦合剂被超声探头接收,并转换为电信号;该信号经过高压隔离电路,再经过模拟前端电路进行滤波和放大,到达模数转换电路;FPGA控制模数转换电路将接收的背散射信号转换为数字信号,采集到FPGA内部的存储区进行缓存,然后再通过高速总线发回给ARM处理器进行算法处理;

所述ARM处理器进行算法处理,包括:从FPGA读取完整采集的一次回波、二次回波信号;对采集到的信号采用解调滤波器进行处理,恢复出未经调制的背散射信号;对恢复后的背散射信号进行滤波,使信噪比得以增强;对增强后的背散射信号采用时频分析算法进行处理,并计算背散射参数,再根据这些参数给出诊断结果,并显示在LCD显示器上;

多路电源模块为整个系统中各个电路模块提供电源,包括驱动超声发射电路的高压电源。

2. 根据权利要求1所述的背散射超声骨质诊断系统,其特征包括:所述高压脉冲发射电路发射经过调制的脉冲波形,以提高输出的超声信号功率,从而增强背向散射的回波信号,提高背散射信号的信噪比;接收端采集到背散射信号后进行解调滤波运算,以恢复出未经调制的增强的背散射信号。

3. 根据权利要求1所述的背散射超声骨质诊断系统,其特征包括:接收端对背散射的第一次回波、第二次回波信号分别计算功率谱 $P_1(f)$ 和 $P_2(f)$,进而计算功率谱偏移参数PSS:

$$PSS = \int_{f_{\min}}^{f_{\max}} \frac{P_1(f)}{P_2(f)}$$

采用该功率谱偏移参数对骨质进行评价,该参数与骨密度正相关。

4. 根据权利要求1所述的背散射超声骨质诊断系统,其特征包括:所述高压隔离电路采用二极管桥式高压隔离电路,隔离高于0.7V的电压,以避免发射信号干扰接收信号。

5. 根据权利要求1所述的背散射超声骨质诊断系统,其特征包括:所述模拟前端电路采用具有高共模抑制比的多级放大器,并具有可配置的模拟滤波器以滤除带外噪声。

6. 根据权利要求1所述的背散射超声骨质诊断系统,其特征包括:所述多路电源模块采用反激式电源设计产生一组+25V和-25V的高压电源,采用DCDC电源设计产生系统中数字电路的低压电源,采用线性稳压方式产生系统中模拟电路的低压电源。

背散射超声骨质诊断系统

技术领域

[0001] 本发明属于医疗仪器技术领域,具体涉及一种背散射超声骨质诊断系统。

背景技术

[0002] 超声因其特有的无损、无电离辐射、实时、价廉及便携等优势,被认为是骨质诊断极具潜力的方法。骨质的超声诊断方法主要分为超声透射法和背散射法。超声透射法发展较早,目前已经得到了广泛应用。然而超声透射法仅能对骨量流失进行测定,无法反映骨骼的微结构状况;仅能在人体根骨处进行测量,无法对其他部位的骨骼进行测量;并且需要一发一收两个超声探头,从而提高了系统的成本和复杂度。超声背散射法的研究在近些年得到了发展,相较于透射法,超声背散射法仅需使用一个超声探头,可以对不同部位的骨骼进行测量,并且能够反应骨微结构信息。目前市场上只有基于超声透射法的骨质诊断仪器,尚未有基于超声背散射法的骨质诊断仪器。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种全新的能够使用单一超声探头对人体多种骨骼部位进行诊断的背散射超声骨质诊断系统。

[0004] 本发明提供的背散射超声骨质诊断系统,包括:高压脉冲发射电路,高压隔离电路,模拟前端电路,模数转换电路,FPGA芯片,ARM处理器,LCD显示器,超声探头和多路电源模块。

[0005] ARM处理器上运行软件程序,可以对发射的超声激励进行控制,并对采集到的背散射信号进行算法处理。ARM处理器通过高速总线与FPGA芯片进行通信,通过该总线向FPGA发送控制命令,并通过该总线从FPGA获取采集到的背散射信号。

[0006] FPGA芯片是整个系统的控制核心,通过串行总线和IO口控制高压脉冲发射电路、高压隔离电路、模拟前端电路和模数转换电路的工作,为这些电路产生相应的控制时序。FPGA根据ARM处理器发过来的命令,产生相应的脉冲调制信号,驱动高压脉冲发射电路发射经过调制的超声脉冲,从而驱动超声探头发射出相应的脉冲调制超声信号。超声探头发射出的超声信号穿过超声耦合剂到达待测骨样本,在骨骼中发生散射。

[0007] 背向散射的超声信号穿透超声耦合剂被超声探头接收转换为电信号。该信号经过高压隔离电路,再经过模拟前端电路进行滤波和放大,到达模数转换电路。FPGA控制模数转换电路将接收的背散射信号转换为数字信号,采集到FPGA内部的存储区进行缓存,然后再通过高速总线发回给ARM处理器进行算法处理。

[0008] 所述ARM处理器进行算法处理,包括:对采集到的信号采用解调滤波器进行处理,恢复出未经调制的背散射信号;对恢复后的背散射信号进行滤波,使信噪比得以增强;对增强后的背散射信号采用时频分析算法进行处理,并计算背散射参数,再根据这些参数给出诊断结果,并显示在LCD显示器上。

[0009] 多路电源模块为整个系统中各个电路模块提供电源,包括驱动超声发射电路的高

压电源。

[0010] 本发明与现有的基于超声反射原理的超声成像设备有很大的不同。现有超声成像设备,是将探头逐点进行移动,通过在每个点上对待测物体发射超声波,然后将反射波信号的幅度转换为像素值,从而进行成像。该技术仅仅利用了反射波信号的幅度这一单一的标量信息。而本发明完整采集背散射信号的一次回波、二次回波波形,采用时频分析算法处理这一段时间内的波形,进而计算出本发明提出的功率谱偏移参数PSS。本发明没有采用常规的如由于背散射信号的波形十分微弱,为了能够获得准确的细节信息,本发明对发射脉冲进行调制,以增强发射超声信号的功率,从而增强了接收到的背散射信号的强度。本发明采用具有高共模抑制比的高增益电路对接收信号进行放大,以避免波形细节被噪声淹没。本发明对接收到的信号采用解调滤波器进行滤波,以恢复出未经调制的信号。解调后的波形信噪比大大增强,波形细节信息得以保存,从而能够计算背散射参数并评价骨质状况。

[0011] 本发明没有采用常规的如表观积分背散射系数(AIB)、背散射频谱质心偏移(SCS)、背散射系数(BSC)等背散射参数,由于这些参数的计算依赖于标准样本提供的参考信号,参数的稳定性较差。本发明提出了功率谱偏移参数PSS:

$$PSS = \int_{f_{min}}^{f_{max}} \frac{P_1(f)}{P_2(f)}$$

其中, $P_1(f)$ 是第一次回波信号的功率谱, $P_2(f)$ 是第二次回波信号的功率谱。该参数具利用两次回波信号之间的差异性,具有更高的稳定度,并与骨质状况具有良好的相关性。

[0012] 现有的基于超声技术的骨质诊断仪器均采用超声透射法。超声透射法无法反映骨骼的微结构状况,并且需要一发一收两个超声探头,在测量时由于需要两个探头平行相对,因而限制了其可以测量的部位,通常仅能在人体根骨处进行测量。本发明的背散射超声骨质诊断系统仅使用一个超声探头即可以对人体的多种骨骼部位进行测量,具有集成化和小型化的优点。并且由于使用了调制解调的方法增强超声发射功率,而不是通过增大电源电压来增强发射功率,从而降低了系统对电源电压幅度的要求,降低了系统复杂度和成本。

附图说明

[0013] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0014] 图1是本发明的背散射超声骨质诊断系统的结构图。

[0015] 图中标号:1.多路电源模块,2.高压脉冲发射电路,3.高压隔离电路,4.模拟前端电路,5.模数转换电路,6.FPGA芯片,7.ARM处理器,8.超声探头,9.LCD显示器,10.超声耦合剂,11.骨样本。

具体实施方式

[0016] 如图1所示,本发明的背散射超声骨质诊断系统包括:多路电源模块(1)、高压脉冲发射电路(2)、高压隔离电路(3)、模拟前端电路(4)、模数转换电路(5)、FPGA芯片(6)、ARM处理器(7)、超声探头(8)、LCD显示器(9)。其中多路电源模块为整个系统中各个电路模块提供电源,包括驱动超声发射电路的高压电源。

[0017] 在本实施例中,多路电源模块(1)采用反激式电源设计产生一组+25V和-25V的高

压电源,采用DCDC电源设计产生系统中数字电路的低压电源,采用线性稳压方式产生系统中模拟电路的低压电源。

[0018] ARM处理器(7)与FPGA芯片(6)通过高速总线接口进行通信,ARM处理器(7)通过该总线向FPGA芯片(6)发送控制命令,并从FPGA芯片(6)读取采集到的背散射信号。该总线可以采用ARM处理器的外部并行总线或串行总线,在本实施例中采用了SPI串行总线。ARM处理器(7)将采集到的波形和计算诊断结果显示在LCD显示器(9)上。

[0019] FPGA芯片(6)通过串行总线以及I/O口控制其余电路模块,包括高压脉冲发射电路(2)、高压隔离电路(3)、模拟前端电路(4)和模数转换电路(5)。高压脉冲电路(2)采用具有大电流驱动能力的MOS管推挽输出电路,并采用单向导通保护电路做保护。高压隔离电路(3)采用二极管桥式高压隔离电路,隔离高于0.7V的电压,以避免发射信号干扰接收信号。模拟前端电路(4)采用具有高共模抑制比的多级放大器,并具有可配置的模拟滤波器以滤除带外噪声。模数转换电路(5)采用高精度高速AD转换器,在本实施例中,采用14位65Mbps采样率AD转换芯片。

[0020] FPGA芯片(6)通过I/O口发出要发射的调制脉冲信号,控制高压脉冲发射电路(2)输出±25V的高压调制脉冲。超声探头(8)受到高压脉冲发射电路(2)驱动,发射出调制脉冲超声波。调制方式可以是但不限于格雷码等通讯系统中常用的调制方式。本实施例中采用16位的格雷码进行调制,ARM处理器(7)采用对应的解调滤波器进行解调。由于采用了16位格雷码进行调制解调,增强了超声信号的发射功率,本实施例中采用了±25V电源,即达到了原本需要±100V电源的情况下才能获得的信噪比。调制编码的长度是受限的,由于人体骨外部的软组织层厚度有限,如果调制编码太长,那么回波信号会和发射信号混叠在一起。本实施例中,采用5MHz中心频率的超声探头,16位的格雷码调制不会造成发射与回波信号的混叠。

[0021] 超声波穿透超声耦合剂(10)到达待测的骨样本(11),并在骨样本中发生背散射,背散射信号穿透超声耦合剂(10)回到超声探头(8),被超声探头(8)接收并转换为电信号。该电信号经过高压隔离电路(3)和模拟前端电路(4),然后被模数转换电路(5)采样转换为数字信号。在本实施例中,FPGA芯片(6)通过LVDS高速接口读取模数转换电路(5)输出的数字信号。

[0022] ARM处理器(7)对采集到的信号进行解调滤波处理,然后采用快速傅立叶变换方法分别计算背散射第一次回波信号的功率谱 $P_1(f)$ 和第二次回波信号的功率谱 $P_2(f)$,并进而计算本发明提出的功率谱偏移参数PSS。

[0023] 在本实施例中,发射的超声脉冲信号频率由FPGA内部逻辑产生,可以配置为不同的频率以适应不同频率的超声探头。超声耦合剂采用超声医学中通常采用的超声耦合剂。

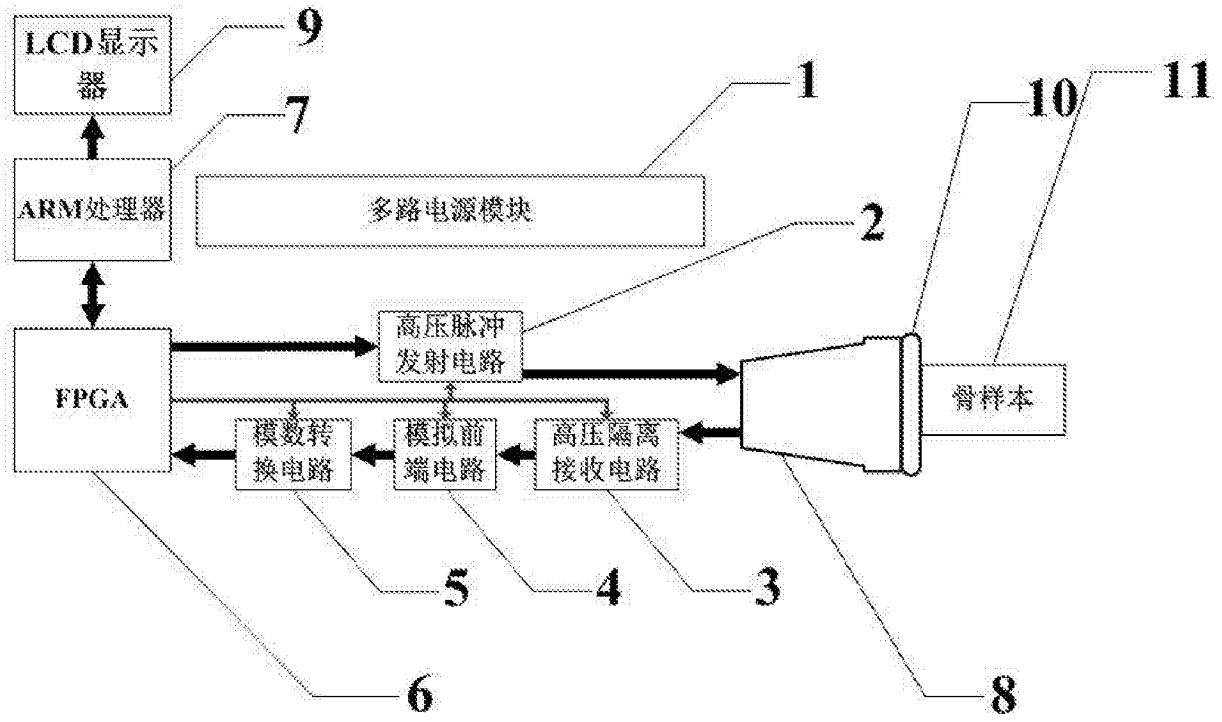


图1

专利名称(译)	背散射超声骨质诊断系统		
公开(公告)号	CN105796131A	公开(公告)日	2016-07-27
申请号	CN201610337700.9	申请日	2016-05-22
[标]申请(专利权)人(译)	复旦大学		
申请(专利权)人(译)	复旦大学		
当前申请(专利权)人(译)	复旦大学		
[标]发明人	他得安 徐峰 李颖 芦航 刘成成 王威琪		
发明人	他得安 徐峰 李颖 芦航 刘成成 王威琪		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/0875 A61B8/4411 A61B8/4444 A61B8/48 A61B8/5215		
代理人(译)	陆飞		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明属于医疗仪器技术领域，具体涉及一种背散射超声骨质诊断系统。该系统由多路电源模块、高压脉冲发射电路、高压隔离电路、模拟前端电路、模数转换电路、FPGA芯片、ARM处理器、LCD显示器和超声探头构成。ARM处理器通过高速总线与FPGA进行通信，由FPGA控制其它模块的工作；ARM处理器从FPGA获取采集到的背散射信号后，采用解调滤波器恢复波形，再对整体波形进行时频分析处理并计算本发明提出的功率谱偏移参数，进而对骨质状况进行诊断。系统的发射电路具有强大的驱动能力，能够输出持续的脉冲调制波形，大大提高了背散射信号的信噪比。本发明仅使用一个超声探头实现对骨质的超声诊断，具有小型化和集成化的特点。

