



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106175838 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(21)申请号 201610805715.3

(22)申请日 2016.09.07

(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)

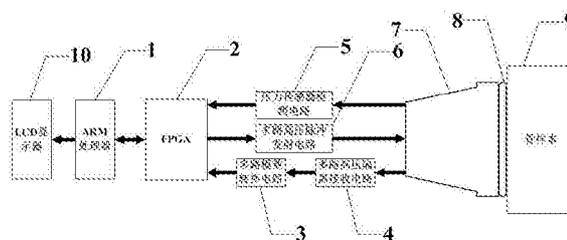
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于阵列探头的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,具体为基于阵列探头的背散射超声骨质诊断系统。本发明系统包括:ARM处理器、FPGA、LCD显示器、多路模数转换电路、多路高压隔离接收电路、多路高压脉冲发射电路、压力传感器检测电路、一体化超声探头。本发明采用一体化的超声阵列探头对骨质进行检测,阵列中的每个小型超声换能器分别激发超声脉冲并接收背散射信号,完成各个位置点的骨质检测,然后再由处理器对各点的诊断结果进行平均,从而提高测量数据的准确度和稳定性;另一方面,在超声探头阵列周围加上压力传感器电路,检测超声探头与待测部位之间的压力,仅当该压力值在规定的范围内时进行超声检测,从而提高了诊断结果的稳定性。



1. 一种基于阵列探头的背散射超声骨质诊断系统,其特征在於,包括:ARM处理器、FPGA、LCD显示器、多路模数转换电路、多路高压隔离接收电路、多路高压脉冲发射电路、压力传感器检测电路、一体化超声探头;其中:

所述一体化超声探头由探头外壳保护层、小型超声探头阵列、压力传感器和耦合液体构成;小型超声探头阵列密闭在充满耦合液体的探头外壳保护层内,每个小型超声探头可以独立地发送、接收超声信号;压力传感器埋藏于外圈的探头外壳保护层下方,用于检测一体化超声探头与待测骨样本之间的压力;

所述压力传感器检测电路用于测量压力传感器电极之间的阻抗,从而检测压力值,并通过模数转换电路将其转换为数字信号;FPGA读取该压力值,并通过总线传输给ARM处理器;ARM处理器将该压力值显示在显示器上,并提示用户调整该压力至正确的范围内;

所述ARM处理器上运行软件程序,通过高速总线接口对FPGA进行控制并获取数据;FPGA首先控制压力传感器检测电路获取一体化超声探头表面的压力数值,ARM处理器将该压力数值显示在LCD显示器的界面上,以提示用户增大或减少探头贴合的压力;当压力值在正确范围内时,FPGA控制多路高压脉冲发射电路,依次驱动每个小型超声探头发送超声波脉冲信号,并控制相应通路的高压隔离接收电路和高速模数转换电路采集背散射信号;FPGA将接收到的各路超声背散射信号通过高速总线上传给ARM处理器。

2. 根据权利要求1所述的基于阵列探头的背散射超声骨质诊断系统,其特征在於,系统工作过程如下:当压力传感器检测电路检测到的压力值在正确范围内时,FPGA控制多路高压脉冲发射电路控制第一个小型超声换能器发送超声脉冲激励信号;该超声波通过小型超声换能器与耦合液体之间的界面,再通过耦合液体与探头保护层之间的界面,然后穿透超声耦合剂到达待测骨样本;超声波在骨样本中发生背散射,产生的背散射回波信号穿透超声耦合剂,再通过探头保护层与耦合液体之间的界面,然后通过耦合液体与小型超声换能器之间的界面,被小型超声换能器接收并转换为电信号;FPGA控制多路高压隔离接收电路接收对应通道的信号,并进行滤波、放大,再控制多路模数转换电路中的对应通道进行模数转换,采集此通道的背散射信号;FPGA重复上述过程,依次控制其他通道小型超声探头的信号发送与接收。

3. 根据权利要求2所述的基于阵列探头的背散射超声骨质诊断系统,其特征在於,在采集到全部通道的超声背散射信号后,FPGA将这些信号通过高速总线发送给ARM处理器;ARM处理器对每个小型超声探头接收到的背散射信号,分别计算表观积分背散射系数、背散射频谱质心偏移、背散射系数,并对这些小型超声探头通道的计算结果进行平均,依据平均后的背散射参数,对骨质情况作出诊断,并显示在LCD显示器上。

## 一种基于阵列探头的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,具体涉及一种基于阵列探头的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,目前已得到广泛应用,而超声背散射法在近些年越来越受到研究人员的关注。与透射法相比,超声背散射法具有以下优势:背散射法能够反映骨微结构信息;只需要单一超声探头进行收发而不像透射法那样需要一发一收两个探头;不仅可以在人体跟骨处进行测量,也可以在其他骨骼部位测量。然而在实际使用过程当中,无论是超声透射法,还是超声背散射法,其测量结果都在一定程度上受到探头贴合压力、摆放位置的影响。在跟骨处进行背散射法检测时,如果探头与脚踝贴合得不紧密,则无法收到正确的超声背散射信号;而如果探头与脚踝贴合的压力过大,则会改变软组织的厚度与密度,对背散射信号的探测结果也有一定程度的影响。另一方面,由于跟骨不同位置点的骨微结构、软组织厚度、密度都略有差异,因此在不同位置点的检测结果具有一些差异。上述两个原因降低了超声背散射法检测的准确度和稳定性。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种检测的准确度高、稳定性好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,是基于阵列探头的,包括:ARM处理器、FPGA、LCD显示器、多路模数转换电路、多路高压隔离接收电路、多路高压脉冲发射电路、压力传感器检测电路、一体化超声探头;其中:

所述一体化超声探头由探头外壳保护层、小型超声探头阵列、压力传感器和耦合液体构成。小型超声探头阵列密闭在充满耦合液体的探头外壳保护层内,每个小型超声探头可以独立地发送、接收超声信号;压力传感器埋藏于外圈的探头外壳保护层下方,用于检测一体化超声探头与待测骨样本之间的压力。其中,超声探头个数N,可以是5-25个,一个实施例中是9个;超声探头阵列中探头排列成对称的图形。

[0005] 所述压力传感器检测电路用于测量压力传感器电极之间的阻抗,从而检测压力值,并通过模数转换电路将其转换为数字信号;FPGA读取该压力值,并通过总线传输给ARM处理器。ARM处理器将该压力值显示在显示器上,并提示用户调整该压力至正确的范围内。

[0006] 所述ARM处理器上运行软件程序,通过高速总线接口对FPGA进行控制并获取数据;FPGA首先控制压力传感器检测电路获取一体化超声探头表面的压力数值,ARM处理器将该压力数值显示在LCD显示器的界面上,以提示用户增大或减少探头贴合的压力;当压力值在正确范围内时,FPGA控制多路高压脉冲发射电路,依次驱动每个小型超声探头发送超声波

脉冲信号,并控制相应通路的高压隔离接收电路和高速模数转换电路采集背散射信号;FPGA将接收到的各路超声背散射信号通过高速总线上传给ARM处理器。

[0007] 工作过程与原理如下:当压力传感器检测电路检测到的压力值在正确范围内时,FPGA控制多路高压脉冲发射电路控制第一个小型超声换能器发送超声脉冲激励信号;该超声波通过小型超声换能器与耦合液体之间的界面,再通过耦合液体与探头保护层之间的界面,然后穿透超声耦合剂到达待测骨样本;超声波在骨样本中发生背散射,产生的背散射回波信号穿透超声耦合剂,再通过探头保护层与耦合液体之间的界面,然后通过耦合液体与小型超声换能器之间的界面,被小型超声换能器接收并转换为电信号。FPGA控制多路高压隔离接收电路接收对应通道的信号,并进行滤波、放大,再控制多路模数转换电路中的对应通道进行模数转换,采集此通道的背散射信号。随后,FPGA重复上述过程,依次控制其他通道小型超声探头的信号发送与接收。

[0008] 在采集到全部N个通道的超声背散射信号后,FPGA将这些信号通过高速总线发送给ARM处理器。ARM处理器对每个小型超声探头接收到的背散射信号,分别计算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)等多个背散射参数,并对这些小型超声探头通道的计算结果进行平均,依据平均后的背散射参数,对骨质情况作出诊断,并显示在LCD显示器上。

[0009] 本发明的创新性在于:1)采用超声阵列探头对骨质进行检测,阵列中的每个小型超声换能器分别激发超声脉冲并接收背散射信号,分别对各个位置点进行骨质检测,然后再由ARM处理器对各点的诊断结果进行平均,从而提高测量数据的准确度和稳定性。2)在超声探头阵列周围采用压力传感器电路,检测超声探头与待测部位之间的压力,仅当该压力值在规定的范围内时进行超声检测,从而提高了诊断结果的稳定性。

[0010] 本发明与现有的基于超声反射原理的超声阵列成像设备有很大的不同。现有基于超声阵列的成像设备,是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。而本发明在使用超声阵列中的每个小型超声探头时,获取的是完整的背散射波形,由整个波形计算出背散射参数。本发明采用超声阵列,是为了对多个不同位置点检测的结果进行区域平均,从而提高背散射法检测的准确度和稳定性。此外,本发明采用压力传感器以检测一体化超声探头与被测物体之间的压力,从而保证每次检测时贴合压力在合理范围内,提高检测的稳定性和可重复性。

## 附图说明

[0011] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0012] 图1是本发明的一种基于探头阵列的背散射超声骨质诊断系统的结构图。

[0013] 图2是本发明中的一体化超声探头的结构图。图2中,为作图清楚,仅画出3个小型超声探头。在一实施例中采用9个探头构成3\*3阵列,如图3所示。

[0014] 图3是本发明中的一体化超声探头的顶视结构图。

[0015] 图中标号:1为ARM处理器,2为FPGA,3为多路模数转换电路,4为多路高压隔离接收电路,5为压力传感器检测电路,6为多路高压脉冲发射电路,7为一体化超声探头,8为超声耦合剂,9为骨样本。7.1为探头外壳保护层,7.2为压力传感器,7.3为压力传感器电极,7.4

为小型超声探头阵列,7.5为小型超声探头电极,7.6为耦合液体,7.7为探头外壳内壁。

### 具体实施方式

[0016] 如图1所示,本发明的基于探头阵列的背散射超声骨质诊断系统包括:ARM处理器1、FPGA2、多路模数转换电路3、多路高压隔离接收电路4、压力传感器检测电路5、多路高压脉冲发射电路6、一体化超声探头7、超声耦合剂8。

[0017] 如图2和图3所示,本发明中的一体化超声探头包括:探头外壳保护层7.1,压力传感器7.2,压力传感器电极7.3,小型超声探头阵列7.4,小型超声探头电极7.5,耦合液体7.6,探头外壳内壁7.7。图中,一体化超声探头可以分为内圈和外圈两部分。在内圈的探头保护层7.1下方,以探头外壳内壁7.7为边界,为一个圆柱形腔体。该腔体内充满耦合液体7.6。在本实施例中,采用的耦合液体7.6为具有电绝缘能力和低声衰减系数的水溶性高分子凝胶。在腔体内放置小型超声探头阵列7.4,紧贴于探头外壳保护层7.1上壁。阵列中探头排列成对称的图形,在本实施例中,采用9个小型超声探头,排列成3\*3的阵列,如图3所示。小型超声探头电极7.5通过探头底部引出。在本实施例中,压力传感器7.2采用金属应变片型压力传感器,将其埋藏于探头外壳保护层7.1的外圈,以避免阻挡小型超声探头7.4的信号发送与接收。压力传感器电极7.3藏于腔体外壁中,通过探头底部引出。

[0018] 当一体化超声探头7压在待测骨样本9表面时,压力传感器7.2中的金属应变片会产生形变,从而导致金属应变片阻抗的改变。压力传感器检测电路5通过加压求流的方式测量压力传感器电极7.3之间的阻抗,从而检测压力值,并模数转换为数字信号。FPGA2读取该压力值,并通过总线传输给ARM处理器1。ARM处理器1将该压力值显示在显示器上,并提示用户调整该压力至正确的范围内。

[0019] 当该压力值在正确范围内时,FPGA2控制多路高压脉冲发射电路6控制小型超声探头阵列7.4中的第一个探头发送超声脉冲激励信号。该超声波通过小型超声探头与耦合液体7.6之间的界面,再通过耦合液体7.6与探头保护层7.1之间的界面,然后穿透超声耦合剂8到达待测骨样本9。超声波在骨样本9中发生背散射,产生的背散射回波信号穿透超声耦合剂8,再通过探头保护层7.1与耦合液体7.6之间的界面,然后通过耦合液体7.6与小型超声探头7.4之间的界面,被小型超声探头7.4接收并转换为电信号。FPGA2控制多路高压隔离接收电路4接收对应通道的信号,并进行滤波、放大,再控制多路模数转换电路3中的对应通道进行模数转换,采集此通道的背散射信号。随后,FPGA2重复上述过程,依次控制其他通道小型超声探头的信号发送与接收。

[0020] 在采集到全部9个通道的超声背散射信号后,FPGA2将这些信号通过高速总线发送给ARM处理器1。ARM处理器1对每个通道的背散射信号分别计算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,然后对9个通道的参数计算结果进行平均。依据平均后的背散射参数,对骨质情况作出诊断,并显示在LCD显示器10上。

[0021] 在本实施例中,ARM处理器1与FPGA2通过高速总线接口进行通信。ARM处理器1通过该总线向FPGA2发送控制命令,并从FPGA2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1将采集到的波形、压力传感器检测值和计算诊断结果等信息显示在LCD显示器10上。

[0022] 在本实施例中,采用的小型超声探头中心频率为3.5MHz,发射的超声脉冲信号频

率由FPGA2内部逻辑产生,同样配置为3.5MHz。超声耦合剂8采用超声医学中通常采用的超声耦合剂。



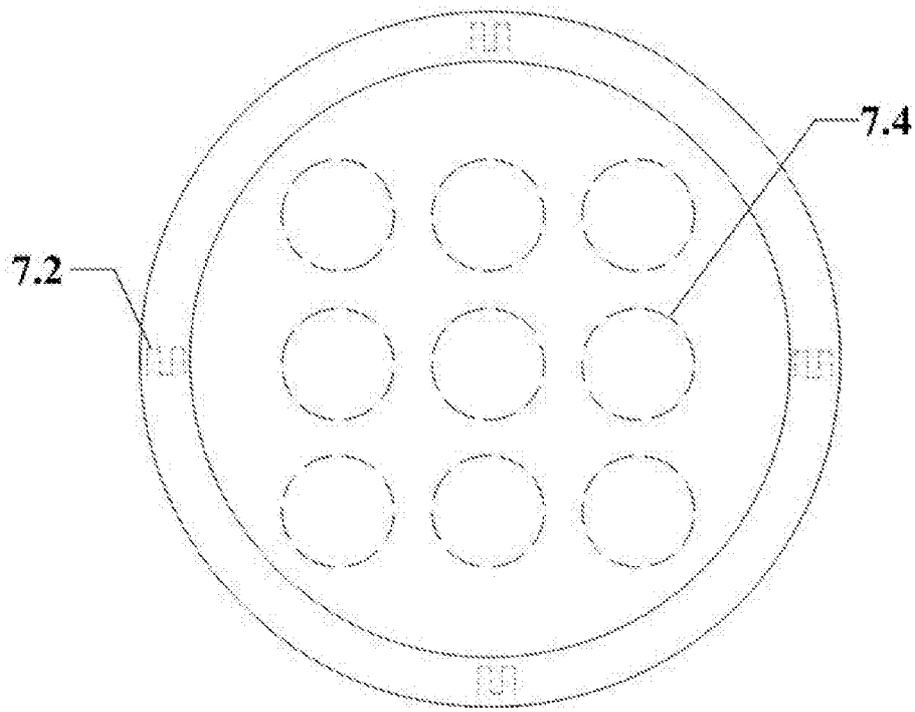


图3

