



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102283680 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 06

(21) 申请号 201110129251. 6

(22) 申请日 2011. 05. 18

(73) 专利权人 中国医学科学院生物医学工程研究所

地址 300192 天津市南开区白堤路 236 号

(72) 发明人 王延群 周盛 王晓春 杨军
计建军 王文芳

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代
理事务所 12201

代理人 温国林

(51) Int. Cl.

A61B 8/10(2006. 01)

A61B 8/08(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2008249412 A1, 2008. 10. 09,

CN 101229068 A, 2008. 07. 30,

EP 0586882 A1, 1994. 03. 16,

CN 101869465 A, 2010. 10. 27,

CN 101785683 A, 2010. 07. 28,

WO 2008134495 A2, 2008. 11. 06,

审查员 桂林

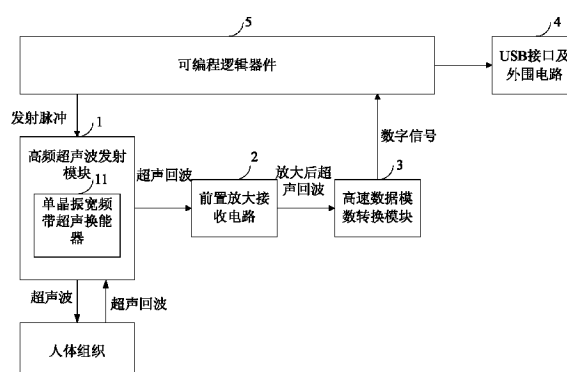
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种白内障晶状体硬度超声测量系统

(57) 摘要

本发明公开了一种白内障晶状体硬度超声测量系统,涉及医学超声诊断技术领域,可编程逻辑器件通过发射脉冲触发高频超声波发射模块,产生高压脉冲,激励单晶振宽频带超声换能器,产生超声波,并向人体发射超声波;人体组织对超声波进行反射,单晶振宽频带超声换能器接收超声回波;将超声回波输入到前置放大接收电路中;前置放大接收电路对超声回波进行预处理获取放大后超声回波;将放大后超声回波输入到高速数据模数转换模块;将放大后超声回波转换为数字信号,可编程逻辑器件存储数字信号,通过数字信号完成A或P超波形检测、特征参量提取和晶状体衰减系数计算,将最终的图像与数据显示出来,并通过USB接口及外围电路与终端相连。



1. 一种白内障晶状体硬度超声测量系统,其特征在于,所述白内障晶状体硬度超声测量系统包括:高频超声波发射模块、前置放大接收电路、高速数据模数转换模块、USB 接口及外围电路和可编程逻辑器件,其中,所述高频超声波发射模块包括:单晶振宽频带超声换能器,

所述可编程逻辑器件控制发射脉冲的频率与重复周期,对所述前置放大接收电路的增益倍数、数据的采样频率、时钟和使能进行控制;所述可编程逻辑器件通过所述发射脉冲触发所述高频超声波发射模块,产生高压脉冲,激励所述单晶振宽频带超声换能器,所述单晶振宽频带超声换能器产生超声波,并向人体发射超声波;人体组织对所述超声波进行反射,所述单晶振宽频带超声换能器接收超声回波;将所述超声回波输入到所述前置放大接收电路中;所述前置放大接收电路对所述超声回波进行预处理获取放大后超声回波;将所述放大后超声回波输入到所述高速数据模数转换模块;所述高速数据模数转换模块将所述放大后超声回波转换为数字信号,所述可编程逻辑器件存储所述数字信号,通过所述数字信号完成 A 或 P 超波形检测、特征参量提取和晶状体衰减系数计算,将最终的图像与数据显示出来,并通过所述 USB 接口及外围电路与终端相连,其中,所述单晶振宽频带超声换能器的中心频率为 10MHz;

所述晶状体衰减系数计算具体为:

提取所述超声回波中晶状体前、后表面回波强度和晶状体厚度,通过第一公式计算所述晶状体衰减系数,所述第一公式为:

$$\mu_{in-vivo} = \frac{c}{d} * 20 * [\log(\frac{P_0}{P_{\infty}})] \text{ dB / sec}$$

其中,c 为超声波传播速度、d 为晶状体厚度、 P_0 为晶状体前表面回波强度, P_{∞} 为晶状体后表面回波强度。

2. 根据权利要求 1 所述的一种白内障晶状体硬度超声测量系统,其特征在于,所述所述可编程逻辑器件控制发射脉冲的频率具体为:

所述可编程逻辑器件控制所述发射脉冲的频率,实现 10MHz 和 15MHz 两种发射频率可调。

3. 根据权利要求 1 所述的一种白内障晶状体硬度超声测量系统,其特征在于,所述前置放大接收电路中总增益大于等于 60dB,可变增益范围为 40dB。

4. 根据权利要求 1 所述的一种白内障晶状体硬度超声测量系统,其特征在于,所述高速数据模数转换模块的最高采样频率大于等于 120MHz,采样数据位数为 16bit。

一种白内障晶状体硬度超声测量系统

技术领域

[0001] 本发明涉及医学超声诊断技术领域,特别涉及一种利用高频超声波检测白内障患者晶状体硬度的测量系统。

背景技术

[0002] 我国是白内障的多发地区,全国因白内障致盲的患者约有 500 万人,并呈逐年上升的趋势。临床上将白内障患者的晶状体硬度分为 5 个级别,代表了其病情的严重程度。目前,超声乳化术作为一项常规的白内障复明手术,得到国内外临床医师的广泛推荐。然而,该手术操作难度较大,学习周期长,手术效果直接取决于医生的临床经验。究其原因,在于目前临床上还没有专用有效的诊断方法对白内障患者的晶状体硬度进行准确判断,医生普遍使用裂隙灯对病灶部位进行直接观察。

[0003] 发明人在实现本发明的过程中,发现现有技术中至少存在以下缺点和不足:

[0004] 由于人体的特异性差别,经常导致诊断误差。而白内障晶状体硬度是指导白内障复明手术操作最为关键的一项指标,只有在手术过程中所选取的乳化方式、能量都与患者晶状体硬度相匹配,才能在击碎眼内白内障的同时不伤害其他正常组织,最大程度的避免术后并发症的产生。这对医生的临床经验与手术操作水平提出了极高的要求,在很大程度上限制了该手术方案的普及与推广。因此,为了克服白内障超声乳化复明手术的上述缺点,发明一种临床应用的白内障晶状体硬度测量仪,具有重要的社会价值与经济意义。

发明内容

[0005] 为了扩大限制手术方案的普及与推广,降低对医生的临床经验与手术操作水平的要求,扩大应用范围,本发明提供了一种白内障晶状体硬度超声测量系统,详见下文描述:

[0006] 一种白内障晶状体硬度超声测量系统,所述白内障晶状体硬度超声测量系统包括:高频超声波发射模块、前置放大接收电路、高速数据模数转换模块、USB 接口及外围电路和可编程逻辑器件,其中,所述高频超声波发射模块包括:单晶振宽频带超声换能器,

[0007] 所述可编程逻辑器件控制发射脉冲的频率与重复周期,对所述前置放大接收电路的增益倍数、数据的采样频率、时钟和使能进行控制;所述可编程逻辑器件通过所述发射脉冲触发所述高频超声波发射模块,产生高压脉冲,激励所述单晶振宽频带超声换能器,所述单晶振宽频带超声换能器产生超声波,并向人体发射超声波;人体组织对所述超声波进行反射,所述单晶振宽频带超声换能器接收超声回波;将所述超声回波输入到所述前置放大接收电路中;所述前置放大接收电路对所述超声回波进行预处理获取放大后超声回波;将所述放大后超声回波输入到所述高速数据模数转换模块;所述高速数据模数转换模块将所述放大后超声回波转换为数字信号,所述可编程逻辑器件存储所述数字信号,通过所述数字信号完成 A 或 P 超波形检测、特征参量提取和晶状体衰减系数计算,将最终的图像与数据显示出来,并通过所述 USB 接口及外围电路与终端相连,其中,所述单晶振宽频带超声换能器的中心频率为 10MHz。

[0008] 所述所述可编程逻辑器件控制发射脉冲的频率具体为：

[0009] 所述可编程逻辑器件控制所述发射脉冲的频率，实现 10MHz 和 15MHz 两种发射频率可调。

[0010] 所述前置放大接收电路中总增益大于等于 60dB，可变增益范围为 40dB。

[0011] 所述高速数据模数转换模块的最高采样频率大于等于 120MHz，采样数据位数为 16bit。

[0012] 所述晶状体衰减系数计算具体为：

[0013] 提取所述超声回波中晶状体前、后表面回波强度和晶状体厚度，通过第一公式计算所述晶状体衰减系数，所述第一公式为：

$$[0014] \quad \mu_{in-vivo} = \frac{c}{d} * 20 * [\log(\frac{P_0}{P_{\infty}})] \text{ dB / sec}$$

[0015] 其中，c 为超声波传播速度、d 为晶状体厚度、 P_0 为晶状体前表面回波强度， P_{∞} 为晶状体后表面回波强度。

[0016] 本发明提供的技术方案的有益效果是：

[0017] 本发明提供了一种白内障晶状体硬度超声测量系统，本发明通过高频超声波对晶状体衰减系数进行准确测量，通过晶状体衰减系数与晶状体硬度的线性相关性推算出晶状体硬度值，该白内障晶状体硬度超声测量系统克服了白内障超声乳化复明手术的缺点，扩大手术方案的普及与推广，降低了对医生的临床经验与手术操作水平的要求，扩大了应用范围，满足了实际应用中的需要，具有重要的社会价值与经济意义。

附图说明

[0018] 图 1 为本发明提供的白内障晶状体硬度超声测量系统的结构示意图；

[0019] 图 2 为本发明提供的眼组织 A 超波形示意图；

[0020] 图 3 为本发明提供的声衰减系数的测量示意图；

[0021] 图 4 为本发明提供的基于 FPGA 构建算法的顶层模块图。

[0022] 附图中，各标号所代表的部件列表如下：

[0023] 1：高频超声波发射模块； 2：前置放大接收电路；

[0024] 3：高速数据模数转换模块； 4：USB 接口及外围电路；

[0025] 5：可编程逻辑器件； 11：单晶振宽频带超声换能器。

具体实施方式

[0026] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0027] 为了扩大手术方案的普及与推广，降低对医生的临床经验与手术操作水平的要求，扩大应用范围，本发明实施例提供了一种白内障晶状体硬度超声测量系统，详见下文描述：

[0028] 一种白内障晶状体硬度超声测量系统，参见图 1，该白内障晶状体硬度超声测量系统包括：高频超声波发射模块 1、前置放大接收电路 2、高速数据模数转换模块 3、USB 接口及外围电路 4 和可编程逻辑器件 5，其中，高频超声波发射模块 1 包括：单晶振宽频带超声换

能器 11,

[0029] 可编程逻辑器件 5 控制发射脉冲的频率与重复周期,对前置放大接收电路 2 的增益倍数、数据的采样频率、时钟和使能进行控制;可编程逻辑器件 5 通过发射脉冲触发高频超声波发射模块 1,产生高压脉冲,激励单晶振宽频带超声换能器 11,单晶振宽频带超声换能器 11 产生超声波,并向人体发射超声波;人体组织对超声波进行反射,单晶振宽频带超声换能器 11 接收超声回波;将超声回波输入到前置放大接收电路 2 中;前置放大接收电路 2 对超声回波进行预处理获取放大后超声回波;将放大后超声回波输入到高速数据模数转换模块 3;高速数据模数转换模块 3 将放大后超声回波转换为数字信号,可编程逻辑器件 5 存储所述数字信号,通过数字信号完成 A 或 P 超波形检测、特征参量提取和晶状体衰减系数计算,将最终的图像与数据显示出来,并通过 USB 接口及外围电路 4 与终端相连,其中,单晶振宽频带超声换能器 11 的中心频率为 10MHz。

[0030] 其中,具体实现时,终端可以为计算机、手机等设备,本发明实施例对此不做限制。

[0031] 其中,为了满足实际应用中的多样化,根据人体眼部组织结构特点,通过可编程逻辑器件 5 控制发射脉冲的频率,实现 10MHz 和 15MHz 两种发射频率可调。

[0032] 其中,为了增加测量的深度,前置放大接收电路 2 中总增益大于等于 60dB,可变增益范围达到 40dB,就可以实现测量深度不低于 20mm。

[0033] 其中,为了获得较好的小信号,高速数据模数转换模块 3 的最高采样频率大于等于 120MHz,采样数据位数为 16bit。

[0034] 参见图 2 和图 3,其中,晶状体衰减系数的计算具体为:

[0035] 提取超声回波中晶状体前、后表面回波强度和晶状体厚度,通过第一公式计算晶状体衰减系数,第一公式具体为:

$$[0036] \quad \mu_{in-vivo} = \frac{c}{d} * 20 * [\log(\frac{P_0}{P_{\infty}})] \quad dB / sec$$

[0037] 其中,c 为超声波传播速度、d 为晶状体厚度、 P_0 为晶状体前沿回波强度、 P_{∞} 为晶状体后沿回波强度。由于晶状体衰减系数与白内障患者的晶状体硬度具有很好的线性相关性(例如: $y = kx + b$),因此临床上可以根据晶状体衰减系数准确的推算出晶状体硬度值。

[0038] 对于晶状体衰减系数的计算需要准确获得晶状体前、后界面的回波峰值之比。因此,与传统 A 超波检测不同,需要避免时间增益放大和对数检波处理等非线性处理对测量结果的影响。

[0039] 如图 4 所示,为基于可编程逻辑器件 FPGA 构建算法的顶层模块图,依照第一公式完成晶状体衰减系数的实时计算。 $Pa[15..0]$ 和 $Pb[15..0]$ 是 16 位输入数据, $cd[7..0]$ 是 8 位输入数据, clk 是输入时钟, $result[16..0]$ 是 17 位输出数据。 $lpm_divide0$ 是两个 16 位无符号数据相除模块,其中增加了一个流水线输出, $numer[15..0]$ 是被除数, $denom[15..0]$ 是除数, $clock$ 是同步时钟,得到商为 $quotient[15..0]$,余数为 $remain[15..0]$ 。 lpm_rom0 为一 ROM 块,其中 $address[15..0]$ 为 16 位输入查询地址, $clock$ 是输入同步时钟,输出数据为 $q[3..0]$,ROM 块的初始化文件为 $formular.mif$ 。 lpm_mult0 是一乘法器模块,其中 $dataa[3..0]$ 是 4 为输入乘数 a,另一个乘数为常数 20, $clock$ 是同步时钟,乘积为 9 位 $result[8..0]$ 。 lpm_mult1 是另一个乘法模块,乘数 a 为 $dataa[8..0]$,乘数 b 为 $datab[7..0]$, $clock$ 是同步时钟,乘积为 $result[16..0]$ 。

[0040] 综上所述,本发明实施例提供了一种白内障晶状体硬度超声测量系统,本发明实施例通过高频超声波对晶状体衰减系数进行准确测量,通过晶状体衰减系数与晶状体硬度的线性相关性推算出晶状体硬度值,该白内障晶状体硬度超声测量系统克服了白内障超声乳化复明手术的缺点,扩大手术方案的普及与推广,降低了对医生的临床经验与手术操作水平的要求,扩大了应用范围,满足了实际应用中的需要,具有重要的社会价值与经济意义。

[0041] 本领域技术人员可以理解附图只是一个优选实施例的示意图,上述本发明实施例序号仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。

[0042] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

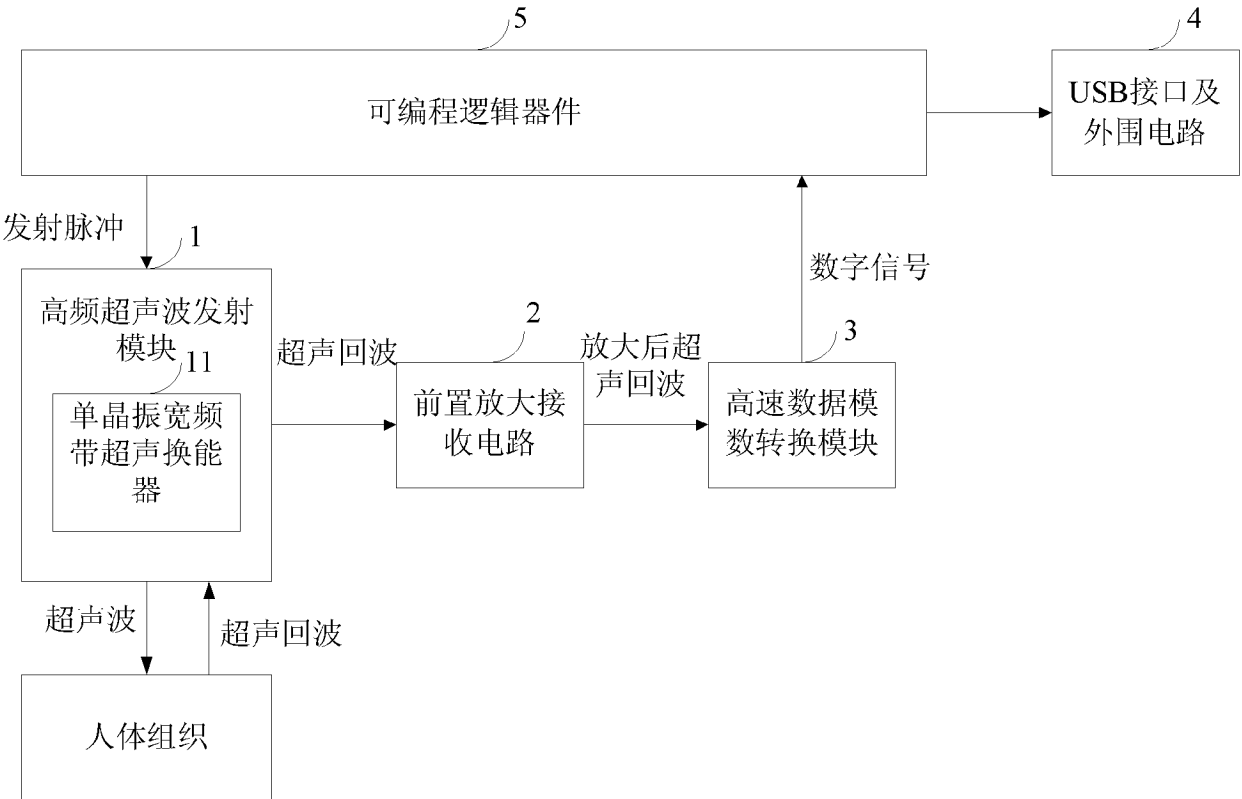


图 1

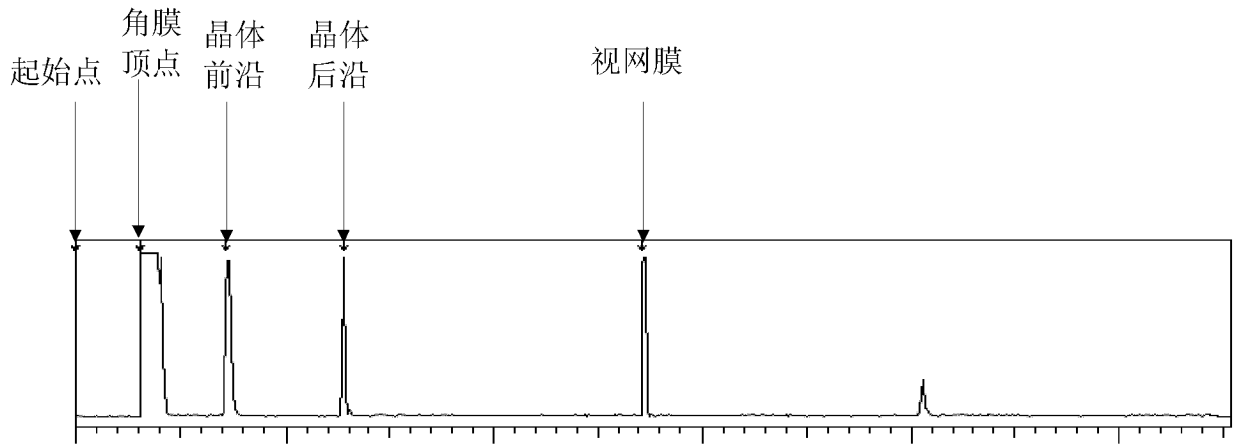


图 2

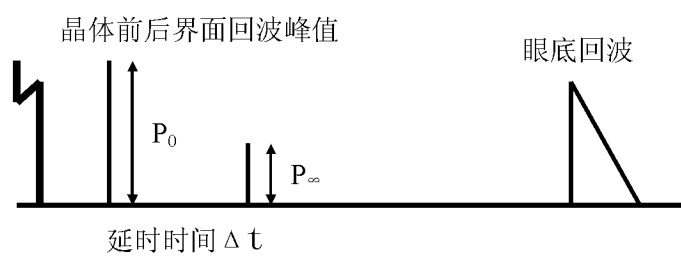


图 3

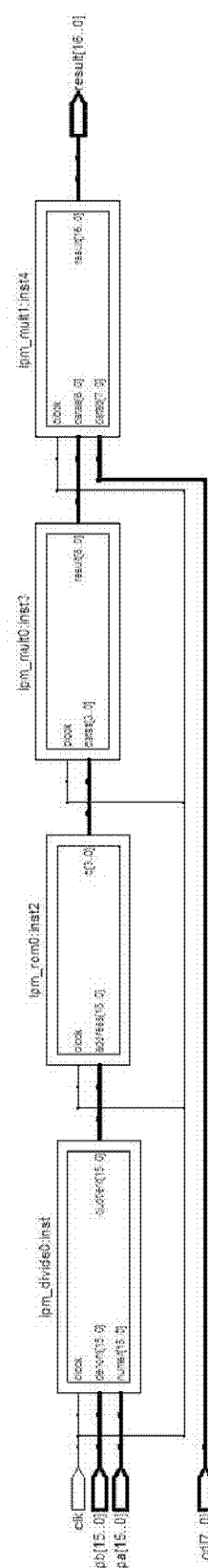


图 4

专利名称(译)	一种白内障晶状体硬度超声测量系统		
公开(公告)号	CN102283680B	公开(公告)日	2013-03-06
申请号	CN201110129251.6	申请日	2011-05-18
[标]申请(专利权)人(译)	中国医学科学院生物医学工程研究所		
申请(专利权)人(译)	中国医学科学院生物医学工程研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国医学科学院生物医学工程研究所		
[标]发明人	王延群 周盛 王晓春 杨军 计建军 王文芳		
发明人	王延群 周盛 王晓春 杨军 计建军 王文芳		
IPC分类号	A61B8/10 A61B8/08		
审查员(译)	桂林		
其他公开文献	CN102283680A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种白内障晶状体硬度超声测量系统，涉及医学超声诊断技术领域，可编程逻辑器件通过发射脉冲触发高频超声波发射模块，产生高压脉冲，激励单晶振宽频带超声换能器，产生超声波，并向人体发射超声波；人体组织对超声波进行反射，单晶振宽频带超声换能器接收超声回波；将超声回波输入到前置放大接收电路中；前置放大接收电路对超声回波进行预处理获取放大后超声回波；将放大后超声回波输入到高速数据模数转换模块；将放大后超声回波转换为数字信号，可编程逻辑器件存储数字信号，通过数字信号完成A或P超波形检测、特征参量提取和晶状体衰减系数计算，将最终的图像与数据显示出来，并通过USB接口及外围电路与终端相连。

