



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110090042 A

(43)申请公布日 2019.08.06

(21)申请号 201910413991.9

(22)申请日 2019.05.17

(71)申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 刘洪海 杨兴晨 陈镇枫 闫纪朋

赵诣 王志永

(74)专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限

公司 31220

代理人 郑立

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

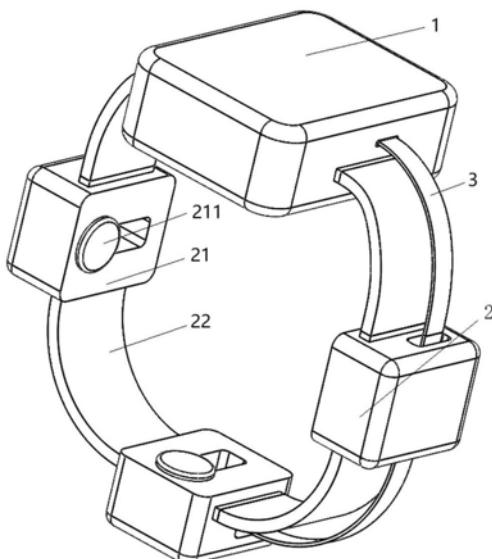
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种可穿戴式超声采集设备

(57)摘要

本发明公开了一种可穿戴式超声采集设备，涉及医用辅助器件技术领域，包括超声信号采集集成电路、超声换能器臂带、FPCB带、上位机，FPCB带连接于超声信号采集集成电路和超声换能器臂带，超声信号采集集成电路用于产生高压超声激励信号以激励超声换能器臂带，从而产生超声波并传播到人体手臂上，接收从被检测肌肉反射回来的超声回波信号，并将超声回波信号进行滤波、放大、模数转换等处理后，发送到上位机进行处理分析。本发明通过采集设备上的A型超声换能器的回波信号并进行分析，以获取肌肉的形态变化信息，进而识别手指的精细动作。具有体积小、可穿戴等特点，可以用于假肢手控制、设备遥操作控制、肌肉生理状况评估等场景。



1. 一种可穿戴式超声采集设备，其特征在于，包括超声信号采集集成电路、超声换能器臂带、FPCB带、上位机，所述FPCB带连接于所述超声信号采集集成电路和超声换能器臂带，所述超声信号采集集成电路用于产生高压超声激励信号以激励所述超声换能器臂带，从而产生超声波并传播到人体手臂上，接收从被检测肌肉反射回来的超声回波信号，并将所述超声回波信号进行滤波、放大、模数转换等处理后，发送到所述上位机进行处理分析。

2. 如权利要求1所述的可穿戴式超声采集设备，其特征在于，所述超声换能器臂带包括换能器模块、弹性尼龙带，所述换能器模块包括固定块、超声换能器，所述超声换能器被固定安装在所述固定块上，通过所述FPCB带连接到所述超声信号采集集成电路，所述换能器模块之间通过所述弹性尼龙带连接。

3. 如权利要求1所述的可穿戴式超声采集设备，其特征在于，所述超声信号采集集成电路包括电源管理电路、微处理器、超声信号激励模块、回波信号处理模块。

4. 如权利要求2所述的可穿戴式超声采集设备，其特征在于，所述换能器模块的数量至少为两个。

5. 如权利要求2所述的可穿戴式超声采集设备，其特征在于，所述FPCB带穿过各个所述换能器模块，用于把所述换能器模块中的所述超声换能器连接到所述超声信号采集集成电路。

6. 如权利要求3所述的可穿戴式超声采集设备，其特征在于，所述电源管理电路由电池供电，用于进行多种电压转化后，输出所述微处理器、超声信号激励模块、回波信号处理模块需要的供电电压；所述微处理器用于控制所述超声换能器的激励和回波信号接收，同时控制对所述超声回波信号的滤波、放大、模数转换，以及发送回波数据到所述上位机。

7. 如权利要求3所述的可穿戴式超声采集设备，其特征在于，所述超声信号激励模块包括波束形成电路、逻辑控制电路、高压脉冲发射/接收电路；所述波束形成电路用于产生一系列的低压激励信号对；所述逻辑控制电路包括若干数量的逻辑门芯片，对于所述波束形成电路产生的一系列低压激励信号，所述逻辑控制电路用于根据所述微处理器的控制指令，每次只把其中一对所述低压激励信号导入到所述高压脉冲发射/接收电路中，以激励其对应的一个所述超声换能器产生超声波；所述高压脉冲发射/接收电路用于把接收到的所述低压激励信号放大为所述高压超声激励信号，并把所述高压超声激励信号通过所述FPCB带输出给所述超声换能器，从而激励所述超声换能器内部的压电陶瓷振动以产生超声波，在输出所述高压超声激励信号后，所述高压脉冲发射/接收电路用于根据所述微处理器的指令，通过内部的电子开关从发射模式切换到接收模式以接收人体肌肉反射回来的所述超声回波信号，最后把接收到的所述超声回波信号输送给所述回波信号处理模块进行处理。

8. 如权利要求7所述的可穿戴式超声采集设备，其特征在于，所述回波信号处理模块包括滤波放大电路、模数转换电路、FIFO缓存电路、以太网/无线通信模块；所述滤波放大电路用于对所述高压脉冲发射/接收电路接收到的所述超声回波信号，进行滤波处理以消除噪声信号，并对所述超声回波信号进行放大处理；所述模数转换电路用于把经过所述滤波放大电路处理后的模拟信号转换成数字信号；所述FIFO缓存电路用于把经过所述模数转换电路处理后的数字信号缓存起来以供所述微处理器读取；所述以太网/无线通信模块用于接收所述微处理器从所述FIFO缓存电路中读取到的超声回波数据，然后把所述超声回波数据发送给所述上位机。

9. 如权利要求7所述的可穿戴式超声采集设备，其特征在于，所述低压激励信号为正方波信号，每两个所述低压激励信号组成所述低压激励信号对并用于激励一个所述超声换能器以产生超声波；所述低压激励信号对的数量与所述超声换能器的数量相对应；所述逻辑门芯片采用正或逻辑门，数量与所述超声换能器的数量对应。

10. 如权利要求8所述的可穿戴式超声采集设备，其特征在于，所述以太网/无线通信模块包括以太网通信电路和无线通信电路，并选择通信方式为以太网通信或无线通信。

## 一种可穿戴式超声采集设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医用辅助器件技术领域,尤其涉及一种可穿戴式超声采集设备。

### 背景技术

[0002] 基于对人体手臂肌肉进行运动检测来实现人机接口是生物信号应用的一个较新的领域,以无创伤方式对肌肉收缩进行检测有很好的应用前景,如假肢手控制、设备的遥操作控制、肌肉生理状况的评估等。最为常见的肌肉检测手段是通过采集生物表面的电位信号来获取被检测肌肉的收缩情况,比如EMG肌电信号、EEG脑电信号等。但是,表面肌电信号存在一些固有的缺点:信号非平稳、容易受到各种噪声的干扰、信噪比较低、无法检测深层肌肉的信息,所以基于表面肌电信号的人机接口易受肌肉疲劳、皮肤表面汗液分泌等影响。由于超声检测能够较好地检测肌肉的形变情况和获得深层肌肉运动信息,所以基于超声检测的人机接口能弥补表面肌电信号的人机接口的不足。通过检测肌肉组织与其他组织的分界面对超声信号的回波,分析这些回波的特征以获得肌肉运动的信息。

[0003] 在各种超声模式中,B超由于能够以图像形式实现对人体内部组织的可视化,所以B超常被用作人体内部组织变化的检查。然而,获取B超图像需要使用更多的超声传感探头,这就导致市面上的B超检查设备都有体积大、设备成本高、探头笨重、设备不可穿戴等缺点,这些缺点也限制了B超设备在超声人机接口中的应用。使用A超模式来进行人机接口的设计能够有效地避免这些不足。但是,目前市面上常见的A超设备都是为工业无损探伤设计的,基本没有用于检测肌肉收缩情况的A超设备,相应的A超探头设计也不适用于检测人体的肌肉运动。因此这些A超检测设备仍然较为笨重并且不可穿戴,还是不能满足超声人机接口的便携性要求,设备和探头的设计也不适用超声人机接口。

[0004] 因此,本领域的技术人员致力于开发一种可穿戴式超声采集设备,能被穿戴在手臂前臂,通过采集设备上的A型超声换能器的回波信号并进行分析,以获取肌肉的形态变化信息,进而识别手指的精细动作。具有体积小、可穿戴等特点,能够获取手臂肌肉的形变信息,可以用于假肢手控制、设备遥操作控制、肌肉生理状况评估等场景。

### 发明内容

[0005] 有鉴于现有技术的上述缺陷,本发明所要解决的技术问题是如何开发一种信号平稳、抗干扰、低信噪比的可穿戴式超声人机接口用来检测肌肉的形变情况和获得深层肌肉运动信息。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了一种可穿戴式超声采集设备,包括超声信号采集集成电路、超声换能器臂带、FPCB带、上位机,所述FPCB带连接于所述超声信号采集集成电路和超声换能器臂带,所述超声信号采集集成电路用于产生高压超声激励信号以激励所述超声换能器臂带,从而产生超声波并传播到人体手臂上,接收从被检测肌肉反射回来的超声回波信号,并将所述超声回波信号进行滤波、放大、模数转换等处理后,发送到所述上位机进行处理分析。

[0007] 进一步地，所述超声换能器臂带包括换能器模块、弹性尼龙带，所述换能器模块包括固定块、超声换能器，所述超声换能器被固定安装在所述固定块上，通过所述FPCB带连接到所述超声信号采集集成电路，所述换能器模块之间通过所述弹性尼龙带连接。

[0008] 进一步地，所述超声信号采集集成电路包括电源管理电路、微处理器、超声信号激励模块、回波信号处理模块。

[0009] 进一步地，所述换能器模块的数量至少为两个。

[0010] 进一步地，所述FPCB带穿过各个所述换能器模块，用于把所述换能器模块中的所述超声换能器连接到所述超声信号采集集成电路。

[0011] 进一步地，所述电源管理电路由电池供电，用于进行多种电压转化后，输出所述微处理器、超声信号激励模块、回波信号处理模块需要的供电电压；所述微处理器用于控制所述超声换能器的激励和回波信号接收，同时控制对所述超声回波信号的滤波、放大、模数转换，以及发送回波数据到所述上位机。

[0012] 进一步地，所述超声信号激励模块包括波束形成电路、逻辑控制电路、高压脉冲发射/接收电路；所述波束形成电路用于产生一系列的低压激励信号对；所述逻辑控制电路包括若干数量的逻辑门芯片，对于所述波束形成电路产生的一系列低压激励信号，所述逻辑控制电路用于根据所述微处理器的控制指令，每次只把其中一对所述低压激励信号导入到所述高压脉冲发射/接收电路中，以激励其对应的一个所述超声换能器产生超声波；所述高压脉冲发射/接收电路用于把接收到的所述低压激励信号放大为所述高压超声激励信号，并把所述高压超声激励信号通过所述FPCB带输出给所述超声换能器，从而激励所述超声换能器内部的压电陶瓷振动以产生超声波，在输出所述高压超声激励信号后，所述高压脉冲发射/接收电路用于根据所述微处理器的指令，通过内部的电子开关从发射模式切换到接收模式以接收人体肌肉反射回来的所述超声回波信号，最后把接收到的所述超声回波信号输送给所述回波信号处理模块进行处理。

[0013] 进一步地，所述回波信号处理模块包括滤波放大电路、模数转换电路、FIFO缓存电路、以太网/无线通信模块；所述滤波放大电路用于对所述高压脉冲发射/接收电路接收到的所述超声回波信号，进行滤波处理以消除噪声信号，并对所述超声回波信号进行放大处理；所述模数转换电路用于把经过所述滤波放大电路处理后的模拟信号转换成数字信号；所述FIFO缓存电路用于把经过所述模数转换电路处理后的数字信号缓存起来以供所述微处理器读取；所述以太网/无线通信模块用于接收所述微处理器从所述FIFO缓存电路中读取到的超声回波数据，然后把所述超声回波数据发送给所述上位机。

[0014] 进一步地，所述低压激励信号为正方波信号，每两个所述低压激励信号组成所述低压激励信号对并用于激励一个所述超声换能器以产生超声波；所述低压激励信号对的数量与所述超声换能器的数量相对应；所述逻辑门芯片采用正或逻辑门，数量与所述超声换能器的数量对应。

[0015] 进一步地，所述以太网/无线通信模块包括以太网通信电路和无线通信电路，并选择通信方式为以太网通信或无线通信。

[0016] 本发明设计的可穿戴式超声采集设备具有体积轻便、设备可穿戴的特点。本发明中的可穿戴式超声采集设备作为一个高度集成和经过小型化、可穿戴化设计的设备，能够获取手臂前臂肌肉在运动过程中的A型超声信号，对超声回波信号进行分析处理以实现手

指动作的精确识别。

[0017] 本发明的有益技术效果为：

[0018] 1、提供一种经过小型化设计、可穿戴化设计的一体化集成的超声人机接口设备。

[0019] 2、通过多通道A型超声检测人体肌肉，能够提取肌肉的运动信息、肌肉厚度、肌肉力等生理参数。

[0020] 3、能够获取肌肉的形变信息，并对这些信息进行分析处理以精确识别手指动作。

[0021] 4、具有可穿戴性、小型化的特点。

[0022] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明，以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

## 附图说明

[0023] 图1是本发明的一个较佳实施例的三维结构示意图；

[0024] 图2是本发明的一个较佳实施例的局部三维结构示意图；

[0025] 图3是本发明的一个较佳实施例的整体原理框图；

[0026] 图4是本发明的一个较佳实施例的低压激励信号波形图；

[0027] 图5是本发明的一个较佳实施例的高压超声激励信号波形图；

[0028] 图6是本发明的一个较佳实施例的工作时序图。

## 具体实施方式

[0029] 以下参考说明书附图介绍本发明的多个优选实施例，使其技术内容更加清楚和便于理解。本发明可以通过许多不同形式的实施例来得以体现，本发明的保护范围并非仅限于文中提到的实施例。

[0030] 如图1所示，一种可穿戴式超声采集设备，包括：超声信号采集集成电路1和超声换能器臂带2，以及连接两者的FPCB带3。如图2所示为超声换能器臂带2中的其中一个换能器模块，包括固定块21和超声换能器211，每个换能器模块通过弹性尼龙带22连接组成超声换能器臂带2。FPCB带3穿过各个换能器模块，把换能器模块中的超声换能器211连接到超声信号采集集成电路1。

[0031] 本发明中的可穿戴式超声采集设备是一个经过小型化和可穿戴化设计的一体化集成设备，与那些用多个独立设备搭建出的平台有着根本性的不同。本发明中的可穿戴式超声采集设备作为一个小型化的环形设备，可以被佩戴在人体手臂前臂上，用于监测手臂肌肉的运动。需要说明的是，图1中的超声换能器臂带2只展示了三个换能器模块，但并非是对本技术方案的限定，在实际应用中，可以根据检测需求来确定所使用的换能器模块的数目，而超声信号处理装置需要设置与换能器模块的数目相匹配的超声通道。为了解决现有技术的问题，在本实施例中，所述换能器模块的数目至少为两个。

[0032] 如图3所示为本发明中可穿戴式超声采集设备的整体原理框图，包括超声信号采集集成电路1、超声换能器臂带2和FPCB带3。其中：

[0033] 1、超声换能器臂带2包括两个以上的换能器模块，每个换能器模块中的超声换能器211被固定安装在相应的固定块21上，换能器模块之间通过弹性尼龙带22连接后，组成超声换能器臂带2。此外，每个超声换能器211通过FPCB带3连接到超声信号采集集成电路1。

[0034] 超声换能器臂带2能被佩戴在人体手臂上,作用是把超声换能器211固定放在待检测的手臂肌肉上,并采集对应肌肉的超声回波信号,通过FPCB带3把超声回波信号反馈给超声信号采集集成电路1。弹性尼龙带22使得设备能够适应不同人不同粗细的手臂。

[0035] 每个超声换能器211作为一个独立的超声通道,依次被超声信号激励模块13激励以产生超声波。每个超声通道都通过FPCB带3与高压脉冲发射/接收电路133连接。多个超声换能器211组成超声换能器阵列14。

[0036] 2、超声信号采集集成电路1的作用:产生高压超声激励信号以激励超声换能器211,从而产生超声波并传播到人体手臂上;接收从被检测肌肉反射回来的超声回波信号,并将超声回波信号进行滤波、放大、模数转换等处理后,发送到上位机进行处理分析。

[0037] 如图3所示,超声信号采集集成路由电源管理电路11、微处理器12、超声信号激励模块13、回波信号处理模块15等电路模块组合成。各个电路模块被集成在印刷电路板上。

[0038] (1)电源管理电路11的作用:由12V的小型锂电池供电,在电源管理电路11中进行多种电压转化后,输出其他各个电路模块中需要的供电电压。

[0039] (2)微处理器12能够控制多个超声通道的超声换能器的激励和回波信号接收,同时控制超声信号采集集成电路1对超声回波信号的滤波、放大、模数转换,以及发送回波数据到上位机。

[0040] (3)超声信号激励模块13包括:波束形成电路131、逻辑控制电路132、高压脉冲发射/接收电路133。

[0041] 波束形成电路131的作用是产生一系列的低压激励信号对,其中低压激励信号对的数量与超声换能器211的数量相对应。如图4所示,低压激励信号为正方波信号,每两个低压激励信号组成一对并用于激励一个超声换能器211产生超声波。在本实施例中,每一对低压激励信号中的正方波信号的占空比为50%、相位差为180°,这两个正方波信号所包含的周期数可以根据激励信号的波形要求对应调整,其频率与超声换能器211的谐振频率一致。

[0042] 逻辑控制电路132包括若干数量的逻辑门芯片,在本实施例中,逻辑门芯片采用正或逻辑门,数量与超声换能器211的数量对应。对于波束形成电路131产生的一系列低压激励信号,逻辑控制电路132根据微处理器12的控制指令,每次只把其中一对低压激励信号导入到高压脉冲发射/接收电路133中,以激励其对应的一个超声换能器211产生超声波。

[0043] 高压脉冲发射/接收电路133的作用:把接收到的低压激励信号通过内部的CMOS电路放大为高压超声激励信号,并把高压超声激励信号通过上述的FPCB带3输出给超声换能器211,从而激励超声换能器211内部的压电陶瓷振动以产生超声波。在输出高压超声激励信号后,高压脉冲发射/接收电路133根据微处理器12的指令,通过内部的电子开关从发射模式切换到接收模式以接收人体肌肉反射回来的超声回波信号,最后把接收到的超声回波信号输送给回波信号处理模块15进行处理。如图5所示,上述的高压超声激励信号为占空比50%、正负峰值为±50V的正负方波信号,其中±50V由电源管理电路11提供,并且可以通过电源管理电路11中的滑动变阻器调整高压超声激励信号的正负峰值大小。高压超声激励信号的频率与超声换能器211的谐振频率一致。

[0044] (4)回波信号处理模块15包括:滤波放大电路151、模数转换电路152、FIFO缓存电路153、以太网/无线通信模块154。

[0045] 滤波放大电路151:作用是对高压脉冲发射/接收电路133接收到的超声回波信号,

进行滤波处理以消除噪声信号，并对超声回波信号进行放大处理。滤波放大电路151包括滤波电路和放大电路。其中的滤波电路包括RC滤波电路和差分电路，用于消除超声回波信号中的输入干扰噪声和共模噪声，从而提高信噪比。其中的放大电路包括放大倍数控制芯片和可变增益放大芯片，微处理器12能够设置放大倍数控制芯片的输出电压，以调整可变增益放大芯片的放大倍数，实现对超声回波信号不同倍数的放大。

[0046] 模数转换电路152：作用是把经过滤波放大电路151处理后的模拟信号转换成数字信号。模数转换电路152包括ADC芯片和可调时钟发生器。其中的ADC芯片以一定的时钟频率对滤波放大电路151处理后的模拟信号进行采样并转换成数字信号。其中的可调时钟发生器可以产生一定频率的时钟信号输入给ADC芯片作为采样时钟信号，这个时钟信号的频率能够通过微处理器12设置，从而改变采样频率。

[0047] FIFO缓存电路153：作用是把经过模数转换电路152处理后的数字信号缓存起来以供微处理器12读取。FIFO缓存电路153包含先入先出缓存芯片(FIFO芯片)，微处理器12能以独立的时钟频率来读取缓存在FIFO芯片中的数字信号数据。这个独立的时钟频率与模数转换电路152中的ADC采样时钟频率不同，这种读取方法能够防止因ADC与微处理器12的时钟不同步而导致的数据错乱问题。

[0048] 以太网/无线通信模块154：包括以太网通信电路和无线通信电路，微处理器12把从FIFO缓存电路153中读取到的数据传送到以太网/无线通信模块154，并选择通信方式为以太网通信或者无线通信，以太网/无线通信模块154把这些超声回波数据发送给上位机。

[0049] 3、工作时序：

[0050] 如图6所述，可穿戴式超声采集设备中每个超声通道的工作分为三个阶段：发射高压超声激励信号301、接收超声回波信号302、信号传输与处理303。每个通道的超声换能器都经过以上三个工作阶段。在本实施例中，为了避免各个通道互相干扰，各个通道的超声换能器依次单独工作。每个通道的总体工作时间为12.5ms，其中激励时间为0.4μs、回波接收时间为50μs，对应检测人体前臂的肌肉厚度为39mm。通过设置单个通道的工作时间304来控制超声信号的频率，各个超声换能器的工作模式和时序参数可以根据实际应用需求进行调整，不局限于本实施例中的依次独立工作模式。

[0051] 本发明中超声换能器的个数可以根据实际应用的需求进行调整，本发明中的可穿戴式超声采集设备能够实现对多个通道的超声换能器激励、回波接收、信号处理分析等功能，能够结合分析多个通道的超声回波信号精确提取肌肉的运动信息、肌肉厚度、肌肉力等参数，并且能够提取多块肌肉的信息。

[0052] 本发明中的可穿戴式超声采集设备提取的肌肉参数(运动信息、肌肉厚度、肌肉力)能用于假肢手的控制、设备的遥操作、肌肉生理状况评估等。

[0053] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解，本领域的普通技术无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此，凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案，皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

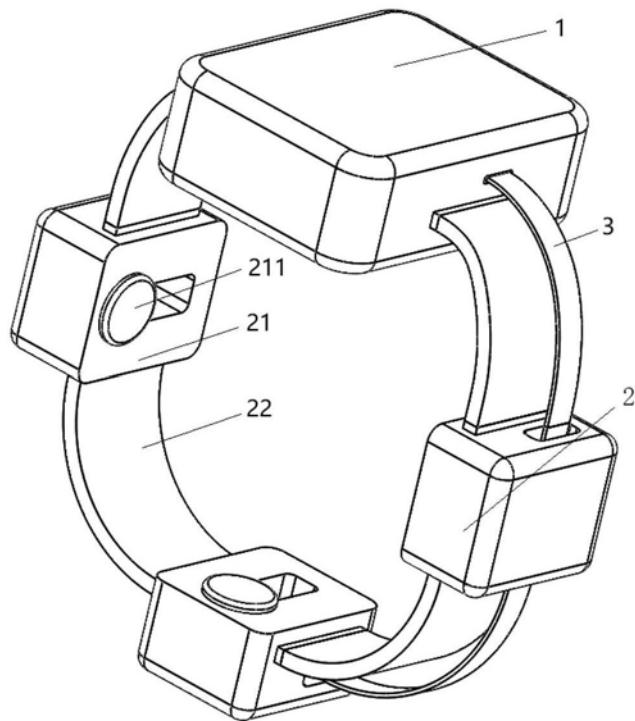


图1

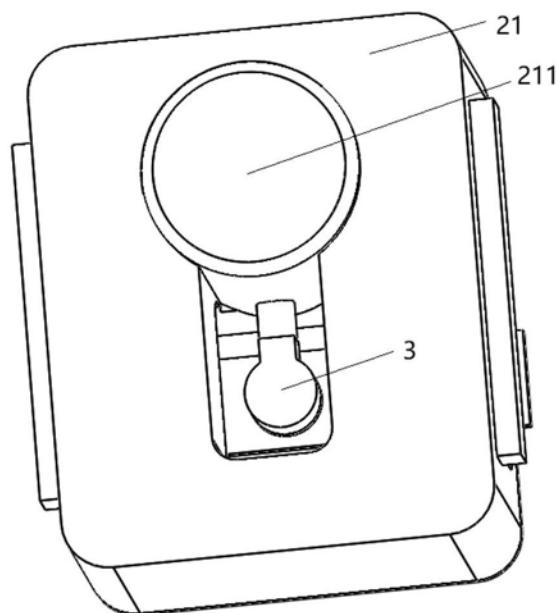


图2

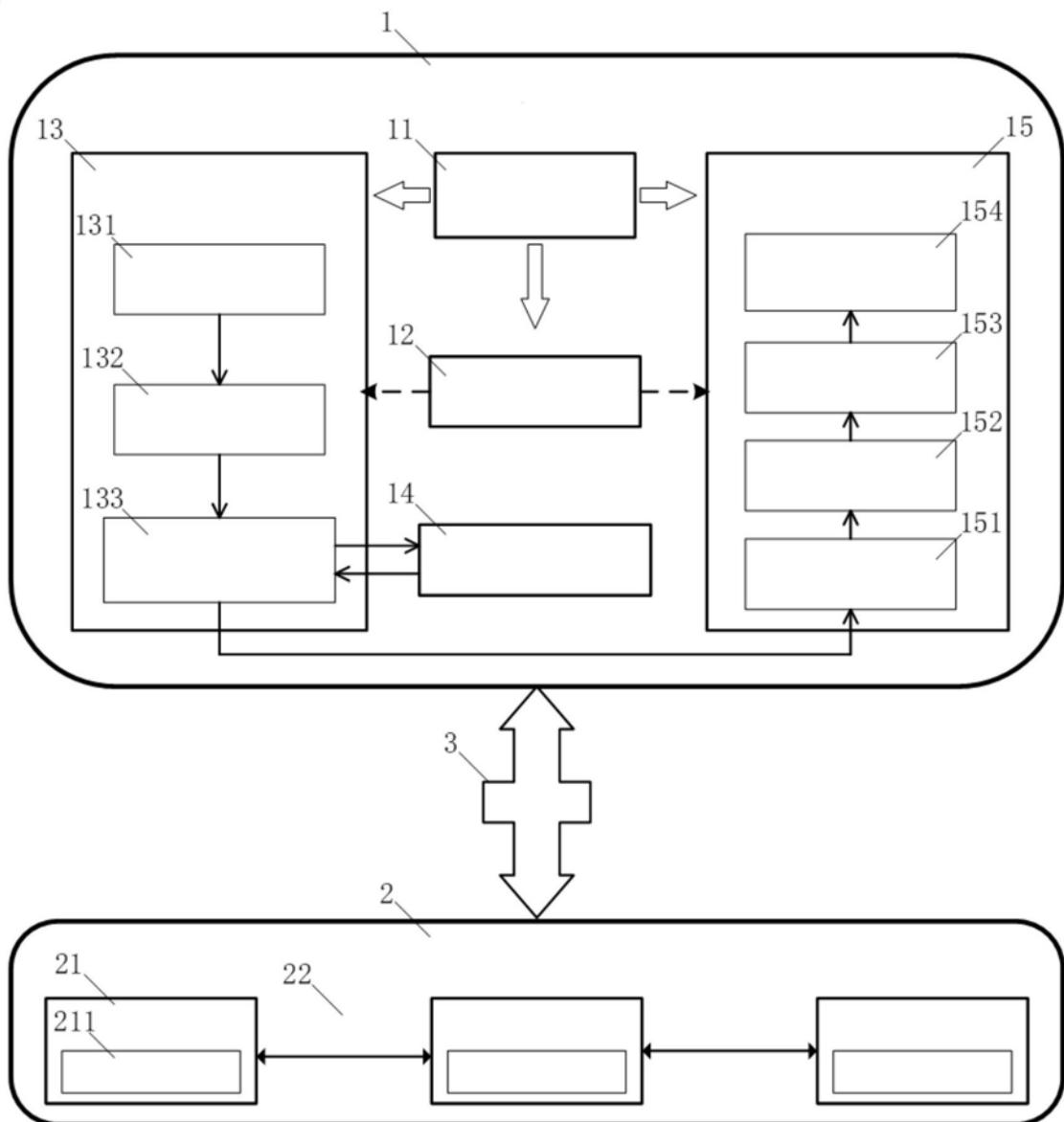


图3

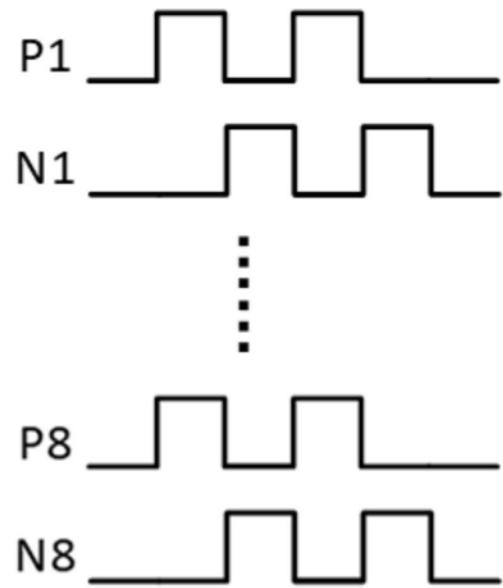


图4

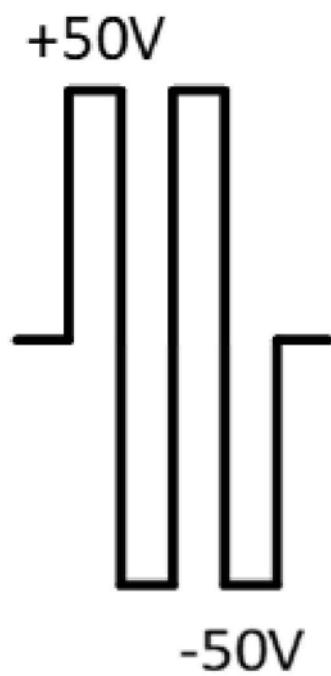


图5

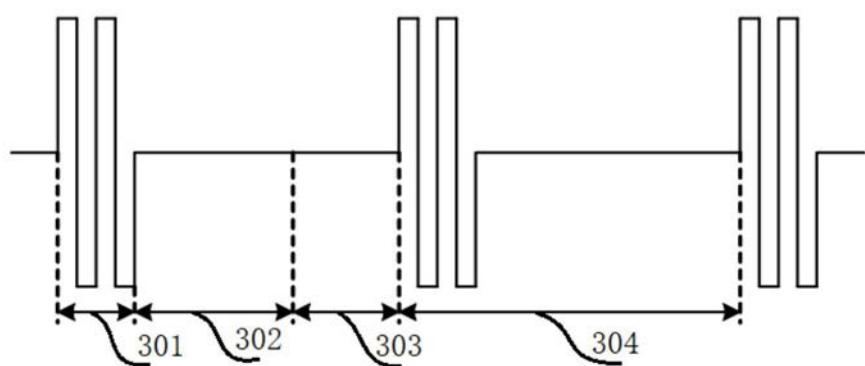


图6

专利名称(译)	一种可穿戴式超声采集设备		
公开(公告)号	<a href="#">CN110090042A</a>	公开(公告)日	2019-08-06
申请号	CN201910413991.9	申请日	2019-05-17
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
[标]发明人	刘洪海 杨兴晨 陈镇枫 闫纪朋 赵诣 王志永		
发明人	刘洪海 杨兴晨 陈镇枫 闫纪朋 赵诣 王志永		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/4227 A61B8/4427 A61B8/4494 A61B8/5207		
代理人(译)	郑立		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

## 摘要(译)

本发明公开了一种可穿戴式超声采集设备，涉及医用辅助器件技术领域，包括超声信号采集集成电路、超声换能器臂带、FPCB带、上位机，FPCB带连接于超声信号采集集成电路和超声换能器臂带，超声信号采集集成电路用于产生高压超声激励信号以激励超声换能器臂带，从而产生超声波并传播到人体手臂上，接收从被检测肌肉反射回来的超声回波信号，并将超声回波信号进行滤波、放大、模数转换等处理后，发送到上位机进行处理分析。本发明通过采集设备上的A型超声换能器的回波信号并进行分析，以获取肌肉的形态变化信息，进而识别手指的精细动作。具有体积小、可穿戴等特点，可以用于假肢手控制、设备遥操作控制、肌肉生理状况评估等场景。

