



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106419845 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(21)申请号 201610887369.8

(22)申请日 2016.10.11

(71)申请人 西北工业大学

地址 710068 陕西省西安市碑林区友谊西路127号

(72)发明人 倪红波 何明杰 李昊 徐国兴
周兴社 王柱

(74)专利代理机构 西安利泽明知识产权代理有限公司 61222

代理人 刘伟

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

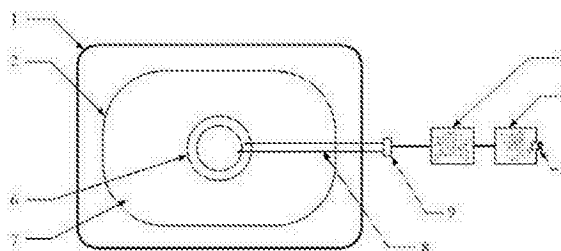
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置及方法

(57)摘要

本发明提供一种基于压电陶瓷传感器的枕式睡眠监测装置及方法,包括用连接线依次连接的睡眠信号采集装置、数据接口、信号处理装置、微控制器、终端设备,其特征在于:所述睡眠信号采集装置包括本体,所述本体内有空间,用于放置压电陶瓷传感器,所述压电陶瓷传感器通过传输导线与数据接口连接;所述数据传输装置上通过设置有USB接口与终端设备相连接。本发明所涉及的睡眠监测装置及睡眠监测方法,可以感知人在自然睡眠状态下的细微压力变化,实现对人在睡眠时的心率、呼吸、体动等生理状态的实时监测,监测效果好、准确率高、低成本、低负荷,并能够通过睡眠数据分析为用户提供健康辅助服务,适合一般家庭长期监测护理使用。



1. 一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置,包括用连接线依次连接的睡眠信号采集装置、数据接口(9)、信号处理装置(3)、微控制器(4)、终端设备,其特征在于:所述睡眠信号采集装置包括本体(1),所述本体(1)内有空间,用于放置压电陶瓷传感器(2),所述压电陶瓷传感器(2)通过传输导线(8)与数据接口(9)连接;所述数据传输装置(4)上通过设置有USB接口(5)与终端设备相连接。

2. 根据权利要求1所述的一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置,其特征在于:所述压电陶瓷传感器(2)包括压电陶瓷传感器壳体(7)、压电陶瓷片(6),所述压电陶瓷传感器壳体(7)内部设有空间,所述压电陶瓷片(6)设置于压电陶瓷传感器壳体(7)的内部空间内,所述压电陶瓷片(6)上下面与所述压电陶瓷传感器壳体(7)紧密接触。

3. 根据权利要求1所述的一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置,其特征在于:所述传输导线(8)包括正负两根传输导线,所述压电陶瓷片(6)并联在传输导线(8)上。

4. 根据权利要求1所述的一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置,其特征在于:所述压电陶瓷传感器(2)设置在本体(1)内部空间中的中心位置。

5. 根据权利要求1所述的一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置,其特征在于:所述的信号处理装置(3)包括滤波器、信号放大器;所述的微控制器(4)包括模数转换器。

6. 根据权利要求1所述的一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置,其特征在于:所述的压电陶瓷片(6)的数量为至少2个,均匀分布在压电陶瓷传感器壳体(7)内。

7. 根据权利要求1-6任一所述的一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置,其特征在于:所述的本体(1)为枕头。

8. 一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测方法,包括压电陶瓷传感器、信号处理模块、微控制器模块、终端设备;其特征在于,包括以下步骤:

S1:通过所述压电陶瓷传感器采集睡眠生理信号;

S2:通过信号处理模块对睡眠生理信号进行噪声过滤处理、放大处理;

S3:通过微控制器模块将处理后的睡眠生理信号转换成数字信号,发送给终端设备;

S4:通过终端设备对数字信号进行处理,实现生理信号的分离,将分离后的生理信息实时显示出来;

S5:通过终端设备与服务器互联,并通过服务器对睡眠数据进行存储、分析,提供相关健康辅助服务。

9. 根据权利要求8所述的一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测方法,其特征在于:所述的S4中分离的生理信号为心率、呼吸、体动;所述显示的生理信息为心率波形和数值、呼吸率波形和数值、体动次数。

10. 根据权利要求9所述的一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测方法,其特征在于:所述的S4中的终端设备对数字信号进行进一步处理,包括体动信号分离算法,采用滑动窗口阈值检测法;心率信号提取算法,采用小波变换分析法;呼吸信号提取算法,采用基于最小均方误差的有限冲激响应滤波器法。

一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于智能健康感知领域,尤其涉及一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置及方法。

背景技术

[0002] 目前社会正处在人口结构快速老化的趋势中,老年人的身心健康逐渐减弱,这将给他们的日常生活带来障碍,严重情况下甚至会丧失生活自理能力,老年人对日常生活辅助需求的扩大已经成为必然趋势。

[0003] 有研究发现,随着年龄增长,老年人睡眠质量下降,可诱发各种慢性疾病,而人的三分之一时间是在睡眠中度过的,在这种自然状态下以持续、非干扰的方式感知人体生理状态,对于提前发现、预测相关心脑血管疾病有着重要意义。

[0004] 在医学领域,心电感知器件从体表获取多种形式的电位变化得到心电图,从而实时地准确获得心率呼吸等信息,但需要患者粘附多个电极,影响其正常活动,医护人员操作起来十分复杂,患者需要承受的检测费用昂贵,患者的生理、心理负荷较大;在智能家居领域,现有的许多监测装置需要布置多种传感器,分别获取各种睡眠生理信号,成本较高,操作复杂,影响睡眠,并且大多数装置为离线监测方式,不能实现实时、可视化的监测。因此,实现一种低成本、低负荷、高准确率的,可以实时地、可视化地监测用户睡眠信息,并对用户提供健康辅助服务的装置和方法,是业内亟待解决的技术问题。

[0005]

发明内容

[0006] 针对以上缺陷,本发明提供一种可以实时地、可视化地监测用户睡眠信息,并对用户提供健康辅助服务的装置和方法。

[0007] 本发明提供一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置,包括用连接线依次连接的睡眠信号采集装置、数据接口、信号处理装置、微控制器、终端设备,其特征在于:所述睡眠信号采集装置包括本体,所述本体内有空间,用于放置压电陶瓷传感器,所述压电陶瓷传感器通过传输导线与数据接口连接;所述数据传输装置上通过设置有USB接口与终端设备相连接。

[0008] 进一步地,一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置中所述压电陶瓷传感器包括压电陶瓷传感器壳体、压电陶瓷片,所述压电陶瓷传感器壳体内部设有空间,所述压电陶瓷片设置于压电陶瓷传感器壳体的内部空间内,所述压电陶瓷片上下面与所述压电陶瓷传感器壳体紧密接触。

[0009] 进一步地,一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置中所述传输导线包括正负两根传输导线,所述压电陶瓷片并联在传输导线上。

[0010] 进一步地,一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置中所述压电陶瓷传感器设置在本体内部空间中的中心位置。

[0011] 进一步地,一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置中所述的信号处理装置包括滤波器、信号放大器;微控制器包括模数转换器。

[0012] 进一步地,一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置中所述的压电陶瓷片的数量为至少2个,均匀分布在压电陶瓷传感器壳体内。

[0013] 优选地,一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置中所述的本体为枕头。

[0014] 本发明还提供一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测方法,技术方案为:一种睡眠监测方法,包括压电陶瓷传感器、信号处理模块、微控制器模块、终端设备;包括以下步骤:

S1:通过所述压电陶瓷传感器集睡眠生理信号;

S2:通过所述信号处理模块对睡眠生理信号进行噪声过滤处理、放大处理;

S3:通过所述微控制器模块将处理后的睡眠生理信号转换成数字信号,发送给终端设备;

S4:通过终端设备对数字信号进行处理,实现生理信号的分离,将分离后的生理信息实时显示出来;

S5:通过终端设备与服务器互联,并通过服务器对睡眠数据进行存储、分析,提供疾病预测、睡眠分期、睡眠质量评估等健康辅助服务。

[0015] 进一步地,一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测方法中所述的S4中分离的生理信号为心率、呼吸、体动;所述显示的生理信息为心率波形和数值、呼吸率波形和数值、体动次数。

[0016] 进一步地,一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测方法中所述的S4中的终端设备对数字信号进行进一步处理,包括体动信号分离算法,采用滑动窗口阈值检测法;心率信号提取算法,采用小波变换分析法;呼吸信号提取算法,采用基于最小均方误差的有限冲激响应滤波器法。

[0017] 本发明所涉及的睡眠监测装置和睡眠监测方法,可以感知人在自然睡眠状态下的细微压力变化,并通过信号处理将处理后的信号传输到终端设备进行数据分析和结果显示,实现对人在睡眠时的心率、呼吸、体动等生理状态的实时地、可视化地监测,成本低、负荷低、监测效果好、准确率高,并能够通过睡眠数据分析为用户提供健康辅助服务,适合一般家庭长期监测护理使用。

附图说明

[0018] 图1是本发明一种实时睡眠监测装置的俯视结构示意图;

图2是本发明一种实时睡眠监测装置的剖面结构示意图;

图3是本发明一种实时睡眠监测装置的另一实施例俯视结构示意图;

图4是本发明一种实时睡眠监测方法的步骤流程示意图;

图5是本发明一种实时睡眠监测装置的硬件框图;

图6是本发明一种实时睡眠监测装置采集的睡眠生理原始信号图;

图7是本发明一种实时睡眠监测装置处理后的心率波形图和数值;

图8是本发明一种实时睡眠监测装置处理后的呼吸率波形图和数值;

其中1本体、2压电陶瓷传感器、3信号处理装置、4微控制器、5USB接口、6压电陶瓷片、7压电陶瓷传感器壳体、8传输导线、9数据接口。

具体实施方式

[0019] 下面将结合附图说明及具体实施方式对本发明作进一步的具体说明。

[0020] 下面结合图1、图2、图3具体来描述本发明提供的一种睡眠监测装置。

[0021] 实施例1：

参考图1、图2，一种睡眠监测装置，包括用连接线依次连接的睡眠信号采集装置、数据接口9、信号处理装置3、微控制器4、终端设备，所述睡眠信号采集装置包括本体1，所述本体1内有空间，用于放置压电陶瓷传感器2，所述压电陶瓷传感器2通过传输导线8与数据接口9连接；所述数据传输装置4上通过设置有USB接口5与终端设备相连接。所述压电陶瓷传感器2包括压电陶瓷传感器壳体7、压电陶瓷片6，所述压电陶瓷传感器壳体7内部设有空间，所述压电陶瓷片6设置于压电陶瓷传感器壳体7的内部空间内，所述压电陶瓷片7上下面与所述压电陶瓷传感器壳体7紧密接触。所述传输导线8包括正负两根传输导线，所述压电陶瓷片6并联在传输导线8上。所述的信号处理装置(3)包括滤波器、信号放大器。

[0022] 其中所述滤波器由低通滤波器和带通滤波器组成，用来滤除系统中的各种噪声；信号放大器模块将压电陶瓷片产生的微弱电压信号放大；模数转换器以一定频率对放大后的电压信号采样，并将电压信号转换成数字信号。

[0023] 当采集睡眠生理信号时，人在睡眠时细微压力变化从本体1上方传递到压电陶瓷传感器壳体7，再传递到内部的压电陶瓷片6，从而产生电压信号，然后进一步处理并显示在终端设备。

[0024] 为便于压电陶瓷传感器2均匀的感知来自于压电陶瓷传感器壳体7外部的压力，本装置的压电陶瓷传感器壳体7设计为扁平状；所述压电陶瓷传感器2设置在本体1内部空间中的中心位置；本装置中的压电陶瓷传感器壳体7的材质可以为塑料、塑胶海绵、人造棉、慢回弹棉、荞麦皮等材质。

[0025] 容易想到的，本装置的本体1为枕头，采集人睡眠时头部产生的细微压力变化。

[0026] 实施例2：

参考图1、图1，本实施例的技术方案大致与实施例1原理类似，对于较厚、体积较大的本体1，为增大受力面积和传感器感知灵敏度，在压电陶瓷传感器2中设置多个压电陶瓷片6，图3显示为4个压电陶瓷片6；

为了全方位采集睡眠信号，本装置将多个压电陶瓷片6均匀分布在压电陶瓷传感器2的压电陶瓷传感器壳体7的内部中空夹层之中，所述传输导线8包括正负两根，多个压电陶瓷片6并联在传输导线8之上。

[0027] 下面结合图4-图8来具体描述本发明一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测方法，包括以下步骤：

S1：通过压电陶瓷传感器集睡眠生理信号；

当某个使用者采用正常的睡眠姿势时，头部会对枕头产生一定压力，此时嵌入在睡眠感知枕头中的压电陶瓷传感器会采集到睡眠时产生的压力信号，并转换成微弱电压信号(<100mV)传输到信号处理模块。

[0028] S2：通过信号处理模块对睡眠生理信号进行噪声过滤处理、放大处理；

信号处理模块接收到上述微弱电压信号后，通过带通滤波器将人体生理信号频带

(0.1-2Hz)以外的噪声过滤除掉,然后通过信号放大器将睡眠生理信号放大到模数转换器的采样范围之内(2V左右),并传输到微控制器模块。

[0029] 本实施例中所述带通滤波器采用基于OP07集成运放的有源带通滤波器,信号放大器模块由基于OP07的同相比例放大器和电压跟随器组成。

[0030] S3:通过微控制器模块将处理后的睡眠生理信号转换成数字信号,发送给终端设备;微控制器模块在接收到放大后的电压信号后,单片机通过指令控制模数转换器将放大后的电压信号转换成数字信号,并控制通信模块通过串口将数据传输给终端设备。本实施例中所述单片机采用STM32F103ZET6,模数转换器采用单片机内部的12位转换器,输出信号为12位数字信号;所述通信模块由PL2303芯片将单片机的TTL串口信号转换为USB信号传输给终端设备。

[0031] S4:通过终端设备对数字信号进行进一步处理,实现生理信号的分离,将分离后的生理信息实时显示出来。图5为睡眠原始生理信号,本实施例中将生理信号分离为心率、呼吸、体动,相应的显示的生理信息为心率波形和数值、呼吸率波形和数值、体动次数。

[0032] S5:通过终端设备与服务器互联,并通过服务器对睡眠数据进行存储、分析,提供健康辅助服务;

终端设备将采集的睡眠生理信息数据上传至服务器,服务器结合医学标准和医疗级别的算法对睡眠生理信息进行分析,实现针对用户的疾病预测、睡眠分期、睡眠质量评估等健康辅助工作,并在终端设备的应用程序进行同步,用户可以在终端设备上直观地查看其所关心的健康辅助分析结果。

[0033] 本发明中微控制器模块的发送方式包括但不限于为串口、USB、蓝牙、WIFI等有线或无线通信方式;本发明中的终端设备包括但不限于为PC机、智能手机等具有数据处理功能的硬件设备,通过设计相应的程序、APP,可以方便的进行数据处理和结果显示。

[0034] 本实施例中所述体动信号分离算法采用滑动窗口阈值检测法,具体为:

- 1) 首先将原始信号进行分帧,帧长设置为10秒,相邻帧交叠5秒,令分得的帧数为N;
- 2) 然后计算每帧原始信号的标准差,记为 $\text{std_window}(i)$,其中 $i=1,2,\dots,N$,得到长度为N的标准差序列;
- 3) 计算该标准差序列的均值和标准差,记为 Mean_W 和 Std_W ;
- 4) 设定阈值进行判别:其中阈值为 $\text{ThreshoId}=\text{Mean_W}+0.2*\text{Std_W}$;
- 5) 最后判断:如果 $\text{std_window}(i)\leq\text{ThreshoId}$,将该帧对应区域的体动信号标记为0,表示无体动发生;剩余帧的对应区域的体动信号标记为1,表示有体动发生。并对体动次数计数,然后实时地显示出来。

[0035] 本实施例中所述心率信号提取算法采用小波变换分析法,具体为:

- 1) 首先提取初始心率波的带通滤波器的参数如下:通带截止频率为0.8-12HZ,阻带截止频率为0.7-12.5Hz,阶数为300;对初始心率波做小波分析,小波基选择db6,进行6尺度分解,并取最终心率波为第2层细节信号到第5层细节信号之和,即 $d5+d4+d3+d2$ 。

[0036] 2) 分离出心率波后,利用心跳间隔计算心率。对信号进行滑动窗口均值平滑,窗口长度为 $0.1*f_s$, f_s 为信号的采样频率;

- 3) 对数据进行分帧,帧长为10秒;

- 4) 求每帧的极大值,并设定初选峰点阈值为极大值的均值;大于该阈值的极大值点为

初选峰点,若初选峰点少于15个,则阈值降低50%:

5) 若峰点间隔小于心跳最小间隔,则去掉幅值小的峰点;

6) 若峰点幅度小于该段内9个最大峰点幅度均值的50%,则去掉该峰点;若峰点个数小于9,则取该段峰点的均值的50%;

7) 去掉绝对振幅较小的点:本算法定义峰点振幅为峰前谷点到峰点之间的幅度与峰后谷点到峰点的幅度的平均值。定义振幅阈值为该段9个最大峰点振幅的均值的50%,小于该阈值的峰点去掉;若峰点个数小于9,则取该段峰点的均值的50%;

8) 去掉斜率较小的峰点:峰点斜率定义为上升斜率和下降斜率的均值。斜率阈值为9个最大斜率的均值的50%,斜率小于该阈值的峰点去掉,若斜率个数小于9个,则阈值为斜率均值的50%;

9) 峰点间隔小于剩余峰点内9个最大峰点间隔的均值的60%,则去掉幅度小的峰点;

10) 对经过上述步骤处理后的心跳间隔序列,进行单位转换,获得心率,并将心率波形和数值实时地显示出来,见图7。

[0037] 本实施例中所述呼吸信号提取算法采用基于最小均方误差的有限冲激响应滤波器法,提取呼吸波的带通滤波器的参数设置如下:通带截止频率设置为0.1-0.5Hz,阻带截止频率为0.08-0.7Hz,阶数为300。分离出呼吸波后,利用呼吸周期计算呼吸率,具体实现步骤如下:

1) 计算呼吸波所有极大值及其位置,分别存入firstMax和firstMaxPosition;

2) 若极大值之间的间隔小于2秒,则去掉幅度较小的极值点,结果存入secondMax和secondMaxPosition中;

3) 求剩余极值点的左右斜率,并记该极值的斜率为左右斜率的平均值,结果存入sIope中;

4) 若sIope中的斜率值小于前后6个斜率均值的50%,则去掉该点对应的极值点,结果存入threeMax和threeMaxPosition中;

5) 求峰点间隔,若间隔大于前后20个间隔的平均值的20%,则去掉该点;

6) 对经过上述步骤处理后的呼吸间隔值,进行单位转换,获得呼吸率,并将呼吸率波形和数值实时地显示出来,见图8。

[0038] 本发明所涉及的睡眠监测装置及方法,通过压电陶瓷传感器感知人在自然睡眠状态下的细微压力变化,并通过所述信号处理与数据传输装置将处理后的信号传输到终端设备进行实时地数据分析和结果显示,实现对人在睡眠时的心率、呼吸、体动等生理状态的实时监测,监测效果好、准确率高,低成本、低负荷,操作简单,并能够通过睡眠数据分析为用户提供健康辅助服务,适合一般家庭长期监测护理使用。

[0039] 本文中所述的具体实施例仅仅是对本发明作举例说明。本发明所属领域的技术人员可以对所述的具体实施例做各种方式的修改、补充或采用类似替代,但并不会偏离本发明的精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

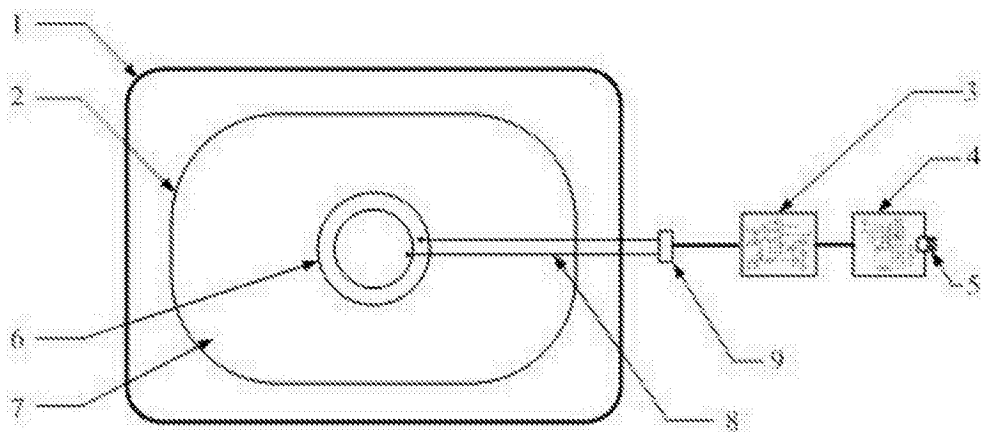


图1

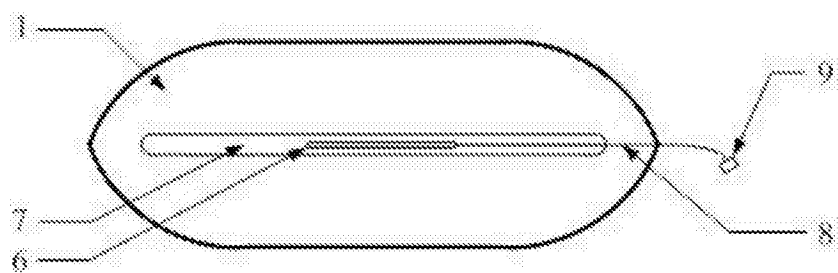


图2

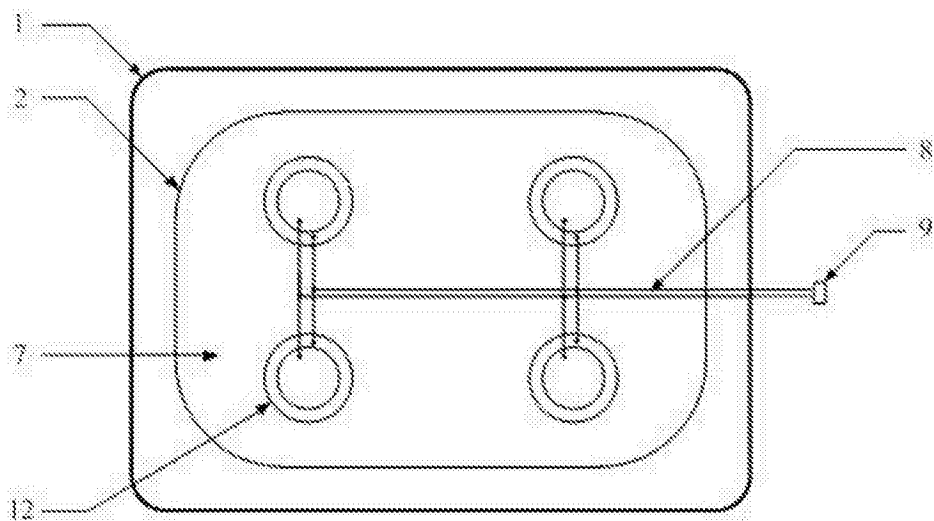


图3

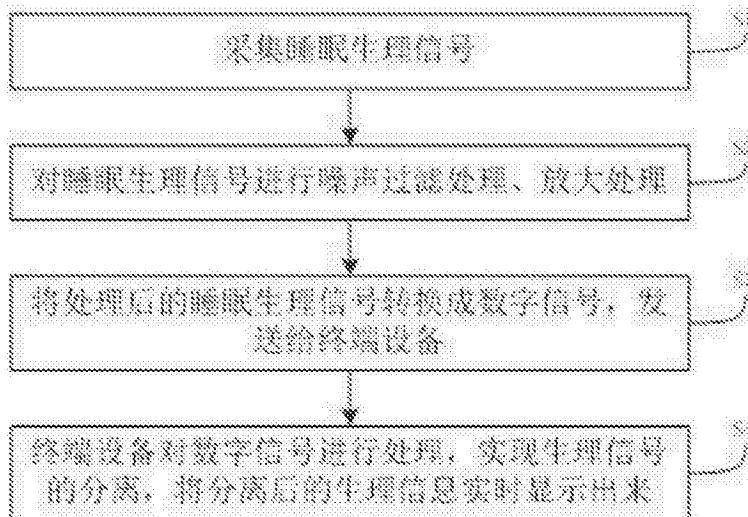


图4

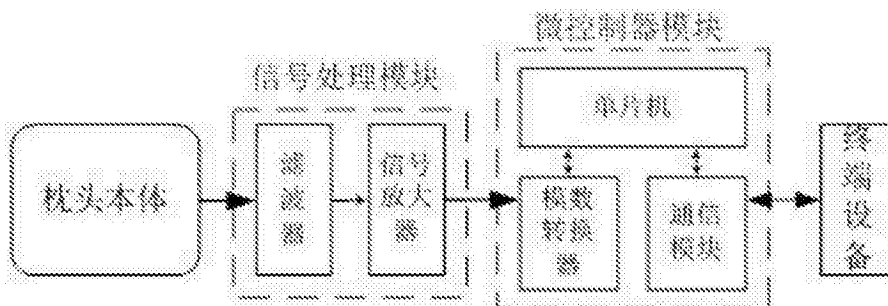


图5

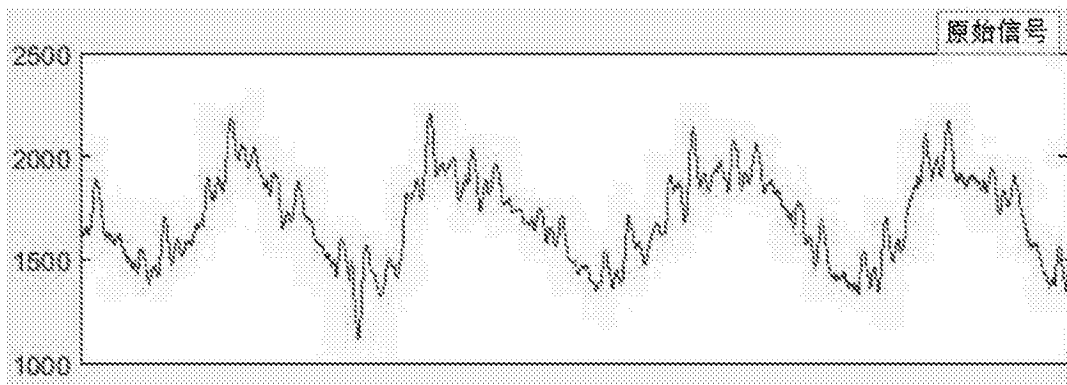


图6

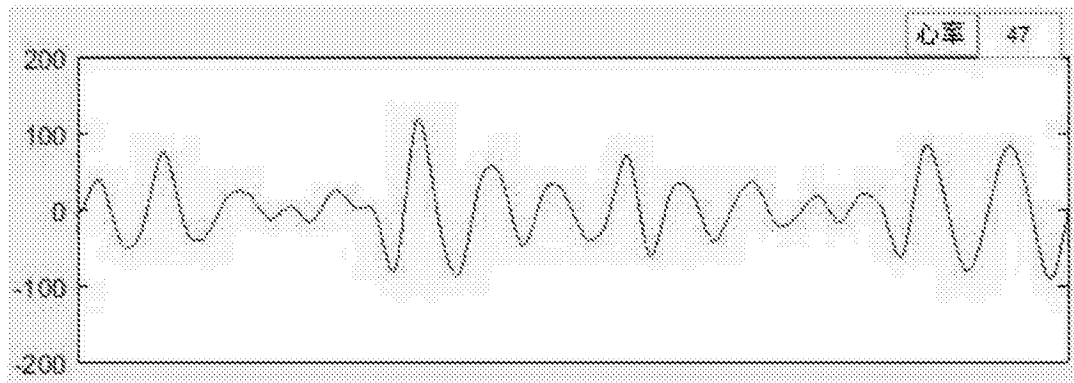


图7

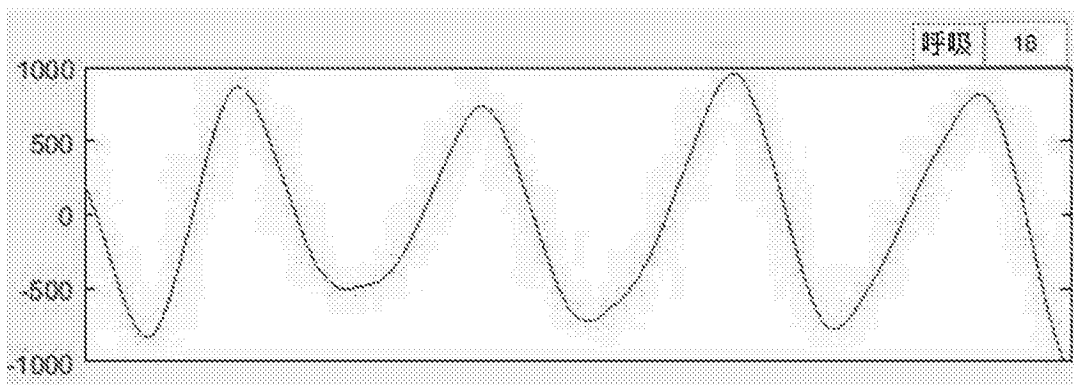


图8

专利名称(译)	一种基于压电陶瓷传感器的睡眠监测装置及方法		
公开(公告)号	CN106419845A	公开(公告)日	2017-02-22
申请号	CN201610887369.8	申请日	2016-10-11
[标]申请(专利权)人(译)	西北工业大学		
申请(专利权)人(译)	西北工业大学		
当前申请(专利权)人(译)	西北工业大学		
[标]发明人	倪红波 何明杰 李昊 徐国兴 周兴社 王柱		
发明人	倪红波 何明杰 李昊 徐国兴 周兴社 王柱		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0205 A61B5/11		
CPC分类号	A61B5/0205 A61B5/024 A61B5/08 A61B5/11 A61B5/4806 A61B5/4812 A61B5/4815 A61B5/6892 A61B5/72 A61B5/7253		
代理人(译)	刘伟		
其他公开文献	CN106419845B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种基于压电陶瓷传感器的枕式睡眠监测装置及方法，包括用连接线依次连接的睡眠信号采集装置、数据接口、信号处理装置、微控制器、终端设备，其特征在于：所述睡眠信号采集装置包括本体，所述本体内有空间，用于放置压电陶瓷传感器，所述压电陶瓷传感器通过传输导线与数据接口连接；所述数据传输装置上通过设置有USB接口与终端设备相连接。本发明所涉及的睡眠监测装置及睡眠监测方法，可以感知人在自然睡眠状态下的细微压力变化，实现对人在睡眠时的心率、呼吸、体动等生理状态的实时监测，监测效果好、准确率高、低成本、低负荷，并能够通过睡眠数据分析为用户提供健康辅助服务，适合一般家庭长期监测护理使用。

