



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105769200 A

(43)申请公布日 2016.07.20

(21)申请号 201610115268.9

(22)申请日 2016.03.01

(71)申请人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38号

(72)发明人 刘涛 林健 李庆国

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司
33200

代理人 邱启旺

(51) Int. Cl.

A61B 5/08(2006.01)

A61B 5/087(2006.01)

A61B 5/091(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

可穿戴人体呼吸测量系统及测量方法

(57)摘要

本发明涉及一种可穿戴人体呼吸测量系统及测量方法,包括:电源模块,用于为整个系统提供能源;流量信号采集模块,用于检测人体呼吸气流并采集气流所引起的流量变化信号;信号调理模块,用于对所述的流量变化信号进行处理,获取呼吸信号;蓝牙传输模块,用于实现无线传输所述的呼吸信号;呼吸信号分析模块,用于对所述的呼吸信号进行数据分析,以获得呼吸频率、呼吸流量等肺容量参数。采用该系统进行人体呼吸测量,可准确可靠地实时监测呼吸频率与流量;同时模块紧凑,体积小,可穿戴,不会对人体造成不适,成本低廉,具有较为广泛的应用范围。

1. 一种可穿戴人体呼吸测量系统,所述呼吸测量系统安装在口罩本体上,其特征在于,所述的系统包括:

电源模块,用于为整个系统提供能源;

流量信号采集模块,用于检测人体呼吸气流并采集气流所引起的流量变化信号;所述流量信号采集模块基于热式流量传感器芯片,该芯片输出电压信号;

信号调理模块,用于对所述的流量变化信号进行滤波处理,并过滤噪声,获取呼吸信号,以便于后续的信号分析;

蓝牙传输模块,用于实现无线传输所述的呼吸信号,有利于系统简化与数据分析;

呼吸信号分析模块,用于接收所述的呼吸信号,并进行数据分析以获得呼吸频率、呼吸流量等肺容量相关参数。

2. 根据权利要求1所述的可穿戴人体呼吸测量系统,其特征在于,所述的流量信号采集模块包括一块安装在口罩外壁的热式流量传感器芯片,热式流量传感器芯片中间布置有一个加热电阻,上下两侧对称分布有热偶堆,左右两端设置有采集点,采集点用于采集热式流量传感器芯片的输出电压信号,即流量变化信号。

3. 根据权利要求1所述的可穿戴人体呼吸测量系统,其特征在于,所述的信号调理模块为信号处理单元,所述的信号处理单元用以将所述的流量变化信号进行滤波放大处理,从而得到呼吸信号;它包括电阻R1-R4和运算放大器U1A;所述电阻R1的一端和电阻R3的一端均与运算放大器U1A的负极输入端相连;电阻R2的一端和电阻R4的一端均与运算放大器U1A的正极输入端相连;电阻R3的另一端和电阻R4的另一端均接地;电阻R1的另一端和电阻R2的另一端均与运算放大器U1A的输出端相连;所述流量变化信号输入到运算放大器U1A的负极输入端;所述运算放大器U1A的输出端输出呼吸信号。

4. 根据权利要求1所述的可穿戴人体呼吸测量系统,其特征在于,所述的蓝牙传输模块包括信号转化单元和信号传输单元,所述的信号转化单元用以将所述的呼吸信号采用A/D转换器转换成数字信号;所述的信号传输单元用于将所述的数字信号通过蓝牙进行传输。

5. 根据权利要求1所述的可穿戴人体呼吸测量系统,其特征在于,所述的呼吸信号分析模块通过对所述的呼吸信号进行累加分析以及峰值检测,获得呼吸频率、呼吸流量等肺容量相关参数。

6. 一种利用权利要求1所述的系统实现呼吸信号测量的方法,其特征在于,所述的方法包括以下步骤:

(1)所述流量信号采集模块的热式流量传感器芯片通过采集点实时获取热偶堆上下游的时变原始电压信号,即流量变化信号;

(2)所述信号调理模块对流量变化信号进行信号滤波和调理,获得调理后的呼吸信号 D_h ;

(3)根据呼吸信号 D_h 与呼吸流量 Q 的平方之间的关系,确定当前的实时呼吸流量: $Q = p_1 \cdot \sqrt{D_h - p_2}$,其中 p_1 与 p_2 均为标定实验所确定的系统参数;

(4)根据呼吸信号 D_h 的大小,可以判断呼吸过程;若 $D_h > 0$,则认为是呼气过程;若 $D_h < 0$,则认为是吸气过程;

(5)根据吸气流量曲线,取流量峰值作为采样点,计算采样点之间的时间差,利用周期

与频率间的关系： $f = \frac{60}{\Delta t}$ ，计算得到呼吸频率值 f_1 ；根据呼气流量曲线，取流量峰值作为采样点，计算采样点之间的时间差，计算得到呼吸频率值 f_2 ；综合可得，呼吸频率为

$$f = \frac{f_1 + f_2}{2};$$

(6)在吸气过程中对吸气流量进行累加处理，得到吸气总量 $Q_{in}(n)$ ；在呼气过程中对呼气流量进行累加处理，得到呼气总量 $Q_{out}(n)$ ；

(7)计算各类肺容量参数：比较吸气总量 $Q_{in}(n)$ 、呼气总量 $Q_{out}(n)$ 与预设呼吸差值 ΔQ 的关系，若满足 $|Q_{in}(n) - Q_{out}(n)| \leq \Delta Q$ ，则潮气量 $TV = Q_{in}(n)$ ；若满足 $Q_{in}(n) - Q_{out}(n) > \Delta Q$ ，则吸气容量 $IC = Q_{in}(n)$ ，补吸气量 $IRV = IC - TV$ ；若满足 $Q_{out}(n) - Q_{in}(n) > \Delta Q$ ，则补呼气量 $ERV = Q_{out}(n) - TV$ ；肺活量 $VC = TV + IRV + ERV$ ，每分通气量 $RMV = TV \cdot f$ 。

可穿戴人体呼吸测量系统及测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生物医学工程领域,尤其涉及一种可穿戴人体呼吸测量系统及测量方法。

背景技术

[0002] 人体呼吸系统的信号检测是医疗检测中的重要内容,具体包括呼吸的流量、频率等参数,可以为临床治疗,疾病诊断与检测提供重要的参考依据。同时,呼吸类疾病近年来已经成为导致人类死亡的主因之一。呼吸暂停综合症、哮喘和慢性阻塞性肺疾病(COPD)等疾病都对患者的健康带来了极大的威胁。而保持对患者呼吸情况的监测,对于相关疾病的治疗具有重要的意义。因此,亟待需要一种便捷有效的手段用于实现人体呼吸流量与频率的实时监测,为呼吸类疾病患者的初期诊断,监测及康复提供数据支持。目前,人体呼吸信号监测主要是通过高档呼吸机实现,对呼吸气流进行监测。使用呼吸机可以获得精确的呼吸参数,但是由于呼吸机价格昂贵难以普及,并且设备笨重不利于实时监测。此外,部分通过监测人体胸部或腹部运动实现呼吸频率测量的新型设备,装置便携,价格低廉,可以实现参数实时监测,但是由于只能测量呼吸频率,不能真正反映患者的呼吸状况,实际的医用价值较低。上述两类设备都无法同时完成呼吸信号的实时测量与便携测量。

发明内容

[0003] 本发明是在克服现有的主流呼吸机呼吸监测价格昂贵无法普及,设备笨重不利于实时监测,以及一般的呼吸频率测量设备测量精度不高,实际医用参考价值较低的问题,提供一种可穿戴人体呼吸测量系统及测量方法,该系统基于热式流量传感器芯片,结合标定与数据处理算法,用于准确有效的评估患者身体状态,实时监测人体呼吸流量与频率等呼吸参数,对生命体征的检测或是相关呼吸疾病的预防,诊疗及康复具有重要的意义。

[0004] 为了达到上述目的,本发明所采用的技术方案如下:一种可穿戴人体呼吸测量系统,所述呼吸测量系统安装在口罩本体上,所述的系统包括:

[0005] 电源模块,用于为整个系统提供能源;

[0006] 流量信号采集模块,用于检测人体呼吸气流并采集气流所引起的流量变化信号;所述流量信号采集模块基于热式流量传感器芯片,该芯片输出电压信号;

[0007] 信号调理模块,用于对所述的流量变化信号进行滤波处理,并过滤噪声,获取呼吸信号,以便于后续的信号分析;

[0008] 蓝牙传输模块,用于实现无线传输所述的呼吸信号,有利于系统简化与数据分析;

[0009] 呼吸信号分析模块,用于接收所述的呼吸信号,并进行数据分析以获得呼吸频率、呼吸流量等肺容量相关参数。

[0010] 进一步的,所述的流量信号采集模块包括一块安装在口罩外壁的热式流量传感器芯片,热式流量传感器芯片中间布置有一个加热电阻,上下两侧对称分布有热偶堆,左右两端设置有采集点,采集点用于采集热式流量传感器芯片的输出电压信号,即流量变化信号。

[0011] 进一步的,所述的信号调理模块为信号处理单元,所述的信号处理单元用以将所述的流量变化信号进行滤波放大处理,从而得到呼吸信号;它包括电阻R1-R4和运算放大器U1A;所述电阻R1的一端和电阻R3的一端均与运算放大器U1A的负极输入端相连;电阻R2的一端和电阻R4的一端均与运算放大器U1A的正极输入端相连;电阻R3的另一端和电阻R4的另一端均接地;电阻R1的另一端和电阻R2的另一端均与运算放大器U1A的输出端相连;所述流量变化信号输入到运算放大器U1A的负极输入端;所述运算放大器U1A的输出端输出呼吸信号。

[0012] 进一步的,所述的蓝牙传输模块包括信号转化单元和信号传输单元,所述的信号转化单元用以将所述的呼吸信号采用A/D转换器转换成数字信号;所述的信号传输单元用于将所述的数字信号通过蓝牙进行传输。

[0013] 进一步的,所述的呼吸信号分析模块通过对所述的呼吸信号进行累加分析以及峰值检测,获得呼吸频率、呼吸流量等肺容量相关参数。

[0014] 一种实现呼吸信号测量的方法,所述的方法包括以下步骤:

[0015] (1)所述流量信号采集模块的热式流量传感器芯片通过采集点实时获取热偶堆上下游的时变原始电压信号,即流量变化信号;

[0016] (2)所述信号调理模块对流量变化信号进行信号滤波和调理,获得调理后的呼吸信号 D_h ;

[0017] (3)根据呼吸信号 D_h 与呼吸流量 Q 的平方之间的关系,确定当前的实时呼吸流量:

$$Q = p_1 \cdot \sqrt{D_h - p_2}$$
,其中 p_1 与 p_2 均为标定实验所确定的系统参数;

[0018] (4)根据呼吸信号 D_h 的大小,可以判断呼吸过程;若 $D_h > 0$,则认为是呼气过程;若 $D_h < 0$,则认为是吸气过程;

[0019] (5)根据吸气流量曲线,取流量峰值作为采样点,计算采样点之间的时间差,利用周期与频率间的关系: $f = \frac{60}{\Delta t}$,计算得到呼吸频率值 f_1 ;根据呼气流量曲线,取流量峰值作为采样点,计算采样点之间的时间差,计算得到呼吸频率值 f_2 ;综合可得,呼吸频率为

$$f = \frac{f_1 + f_2}{2}$$
;

[0020] (6)在吸气过程中对吸气流量进行累加处理,得到吸气总量 $Q_{in}(n)$;在呼气过程中对呼气流量进行累加处理,得到呼气总量 $Q_{out}(n)$;

[0021] (7)计算各类肺容量参数:比较吸气总量 $Q_{in}(n)$ 、呼气总量 $Q_{out}(n)$ 与预设呼吸差值 ΔQ 的关系,若满足 $|Q_{in}(n) - Q_{out}(n)| \leq \Delta Q$,则潮气量 $TV = Q_{in}(n)$;若满足 $Q_{in}(n) - Q_{out}(n) > \Delta Q$,则吸气容量 $IC = Q_{in}(n)$,补吸气量 $IRV = IC - TV$;若满足 $Q_{out}(n) - Q_{in}(n) > \Delta Q$,则补呼气量 $ERV = Q_{out}(n) - TV$;肺活量 $VC = TV + IRV + ERV$,每分通气量 $RMV = TV \cdot f$ 。

[0022] 与现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0023] 1)为了实现呼吸信号的实时采集,设计了一款可穿戴人体呼吸测量系统,基于热式流量传感芯片,实现呼吸气体流量信号的实时监测。该系统可穿戴,不会对日常生活造成过多负担,同时低成本,有利于推广和普及,可为生命体征的检测或是相关疾病的诊断与监测提供准确便捷的数据支持。

[0024] 2)呼吸流量监测通过采集芯片输出的电压信号,然后根据电压与流量之间的关系

式确定呼吸流量,进而实现呼吸流量实时监测。

[0025] 3)根据呼气与吸气过程中流速变化的特点,分别以吸气与呼气过程中的流速峰值点作为采样点,计算呼吸频率,进而实现呼吸频率实时监测。

[0026] 4)通过对呼气流量以及吸气流量进行累加运算,得到潮气量、吸气容量、补吸气量、补呼气量、肺活量以及每分通气量等不同的肺容量参数。

附图说明

[0027] 图1为可穿戴人体呼吸测量系统的系统模块结构图;

[0028] 图2为可穿戴人体呼吸测量系统结构简图;

[0029] 图3为可穿戴人体呼吸测量系统信号调理模块的电路图;

[0030] 图4为可穿戴人体呼吸测量系统检测方法的实时流量与频率检测流程;

[0031] 图5为可穿戴人体呼吸测量系统肺容量参数计算流程;

[0032] 图中,口罩1、电源模块2、信号调理模块3、热式流量传感器芯片4、蓝牙传输模块5、外壳6。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图和实施例对发明进一步说明。

[0034] 本发明的可穿戴人体呼吸测量系统可以实时监测人体呼吸信号。根据热式流量芯片的特性以及流量与输出电压的关系,该呼吸测量系统的主要设计指标包括:呼吸流量测量范围0~10L/min,呼吸流速测量范围0~30m/s,工作温度范围-25~66℃,工作湿度范围0~90%RH,足以满足人体呼吸信号测量的相关需求。

[0035] 如图1所示,一种可穿戴人体呼吸测量系统,所述呼吸测量系统安装在口罩本体上,所述的系统包括:

[0036] 电源模块,用于为整个系统提供能源;所述电源模块可以采用松下公司CR2032型号的产品,但不限于此;

[0037] 流量信号采集模块,用于检测人体呼吸气流并采集气流所引起的流量变化信号;所述流量信号采集模块基于热式流量传感器芯片,该芯片输出电压信号;所述流量信号采集模块模块可以采用郑州炜盛电子科技有限公司F1031型号的产品,但不限于此;

[0038] 信号调理模块,用于对所述的流量变化信号进行滤波处理,并过滤噪声,获取呼吸信号,以便于后续的信号分析;

[0039] 蓝牙传输模块,用于实现无线传输所述的呼吸信号,有利于系统简化与数据分析;所述蓝牙传输模块可以采用RISYM公司CC2541型号的产品,但不限于此。

[0040] 呼吸信号分析模块,用于接收所述的呼吸信号,并进行数据分析以获得呼吸频率、呼吸流量等肺容量相关参数。

[0041] 如图2所示,所述的流量信号采集模块包括一块安装在口罩1外壁的热式流量传感器芯片4,热式流量传感器芯片中间布置有一个加热电阻,上下两侧对称分布有热偶堆,左右两端设置有采集点,采集点用于采集热式流量传感器芯片的输出电压信号,即流量变化信号。信号调理模块3、热式流量传感器芯片4和蓝牙传输模块5布置在同一块电路板上,该电路板与电源模块2一起被封装在外壳6中进行保护;外壳6对称布置在口罩1的两侧,以便

于人体呼吸流量信号的采集。

[0042] 如图3所示,所述的信号调理模块3为信号处理单元,所述的信号处理单元用以将所述的流量变化信号进行滤波放大处理,从而得到呼吸信号;它包括电阻R1-R4和运算放大器U1A;所述电阻R1的一端和电阻R3的一端均与运算放大器U1A的负极输入端相连;电阻R2的一端和电阻R4的一端均与运算放大器U1A的正极输入端相连;电阻R3的另一端和电阻R4的另一端均接地;电阻R1的另一端和电阻R2的另一端均与运算放大器U1A的输出端相连;所述流量变化信号输入到运算放大器U1A的负极输入端;所述运算放大器U1A的输出端输出呼吸信号。

[0043] 所述的蓝牙传输模块5包括信号转化单元和信号传输单元,所述的信号转化单元用以将所述的呼吸信号采用A/D转换器转换成数字信号;所述的信号传输单元用于将所述的数字信号通过蓝牙进行传输。

[0044] 所述的呼吸信号分析模块通过对所述的呼吸信号进行累加分析以及峰值检测,获得呼吸频率、呼吸流量等肺容量相关参数。

[0045] 如图4-5所示,一种实现呼吸信号测量的方法,所述的方法包括以下步骤:

[0046] (1)所述流量信号采集模块的热式流量传感器芯片通过采集点实时获取热偶堆上下游的时变原始电压信号,即流量变化信号;

[0047] (2)所述信号调理模块对流量变化信号进行信号滤波和调理,获得调理后的呼吸信号 D_h ;

[0048] (3)根据呼吸信号 D_h 与呼吸流量 Q 的平方之间的关系,确定当前的实时呼吸流量:

$Q = p_1 \cdot \sqrt{D_h - p_2}$,其中 p_1 与 p_2 均为标定实验所确定的系统参数;

[0049] (4)根据呼吸信号 D_h 的大小,可以判断呼吸过程;若 $D_h > 0$,则认为是呼气过程;若 $D_h < 0$,则认为是吸气过程;

[0050] (5)根据吸气流量曲线,取流量峰值作为采样点,计算采样点之间的时间差,利用周期与频率间的关系: $f = \frac{60}{\Delta t}$,计算得到呼吸频率值 f_1 ;根据呼气流量曲线,取流量峰值作为采样点,计算采样点之间的时间差,计算得到呼吸频率值 f_2 ;综合可得,呼吸频率为

$$f = \frac{f_1 + f_2}{2};$$

[0051] (6)在吸气过程中对吸气流量进行累加处理,得到吸气总量 $Q_{in}(n)$;在呼气过程中对呼气流量进行累加处理,得到呼气总量 $Q_{out}(n)$;

[0052] (7)计算各类肺容量参数:比较吸气总量 $Q_{in}(n)$ 、呼气总量 $Q_{out}(n)$ 与预设呼吸差值 ΔQ 的关系,若满足 $|Q_{in}(n) - Q_{out}(n)| \leq \Delta Q$,则潮气量 $TV = Q_{in}(n)$;若满足 $Q_{in}(n) - Q_{out}(n) > \Delta Q$,则吸气容量 $IC = Q_{in}(n)$,补吸气量 $IRV = IC - TV$;若满足 $Q_{out}(n) - Q_{in}(n) > \Delta Q$,则补呼气量 $ERV = Q_{out}(n) - TV$;肺活量 $VC = TV + IRV + ERV$,每分通气量 $RMV = TV \cdot f$ 。

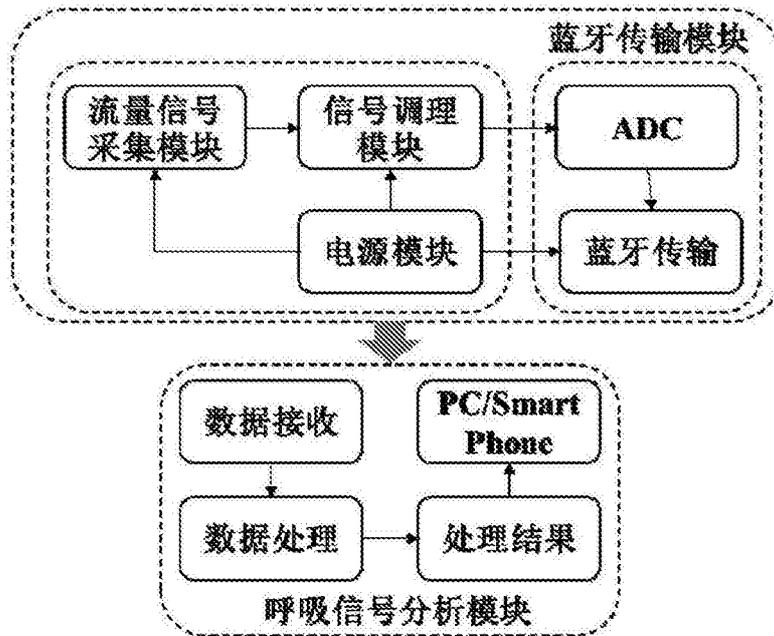


图1

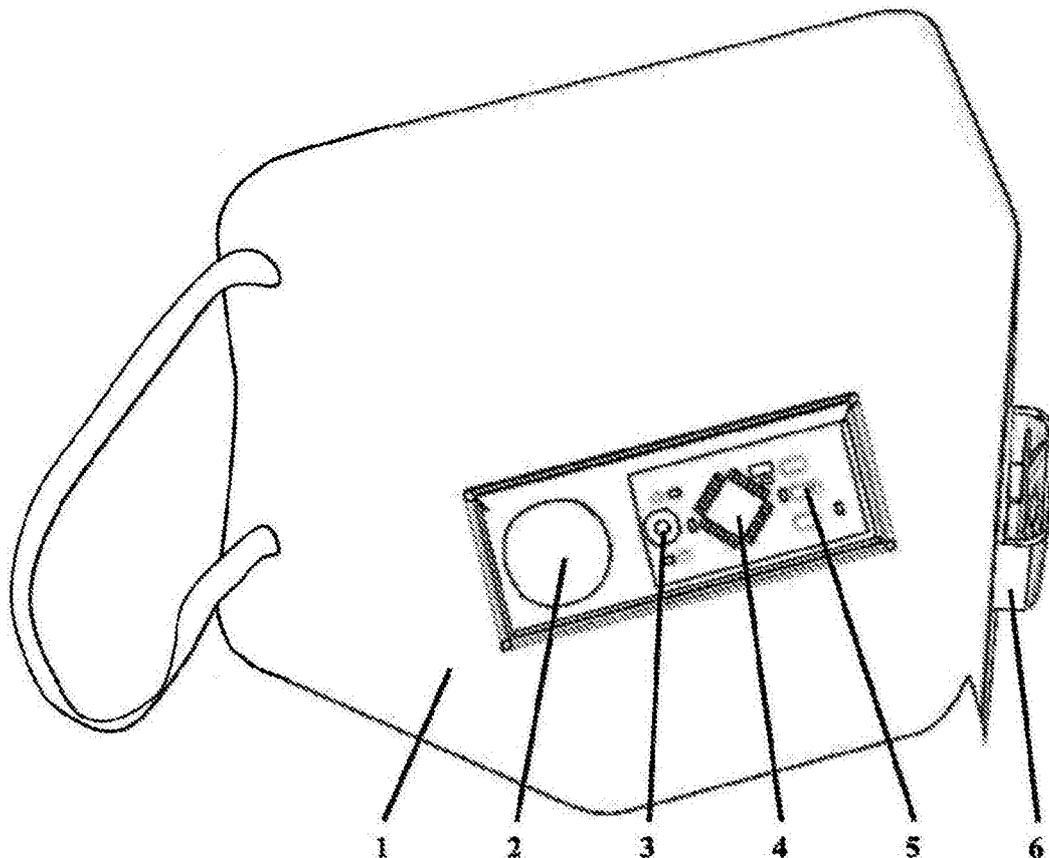


图2

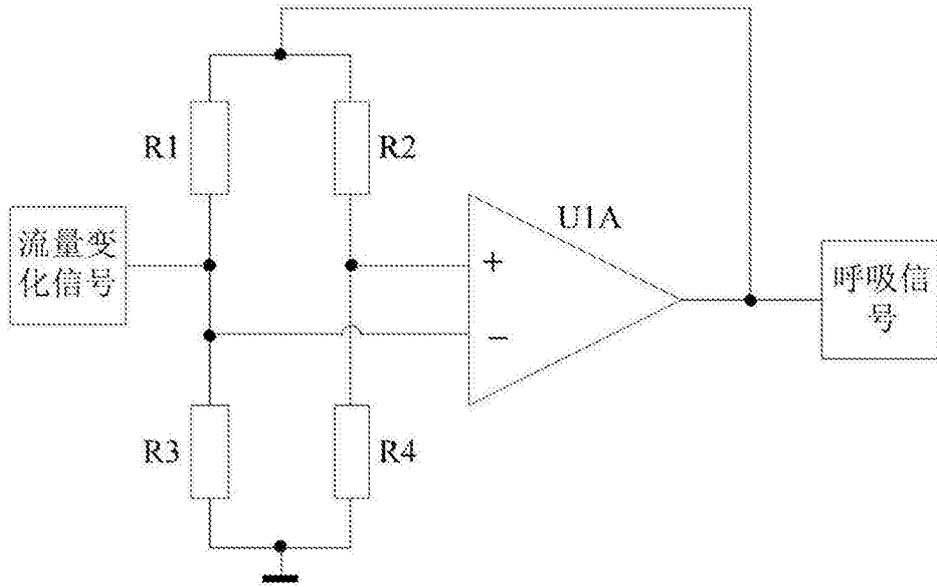


图3

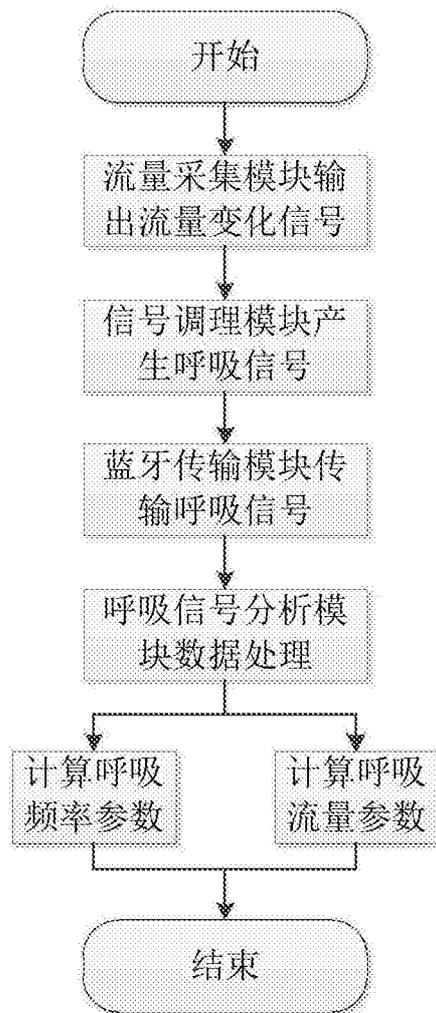


图4

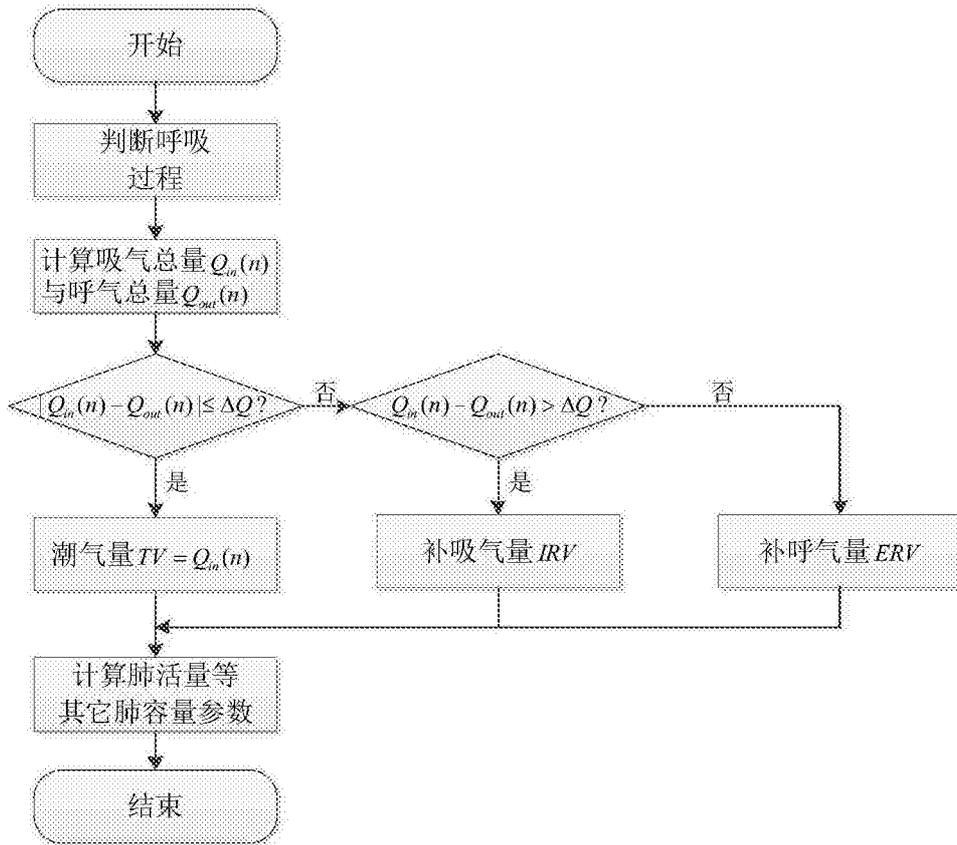


图5

专利名称(译)	可穿戴人体呼吸测量系统及测量方法		
公开(公告)号	CN105769200A	公开(公告)日	2016-07-20
申请号	CN201610115268.9	申请日	2016-03-01
[标]申请(专利权)人(译)	浙江大学		
申请(专利权)人(译)	浙江大学		
当前申请(专利权)人(译)	浙江大学		
[标]发明人	刘涛 林健 李庆国		
发明人	刘涛 林健 李庆国		
IPC分类号	A61B5/08 A61B5/087 A61B5/091 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/08 A61B5/0004 A61B5/0015 A61B5/0816 A61B5/087 A61B5/0871 A61B5/091 A61B5/6803 A61B5/7203		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种可穿戴人体呼吸测量系统及测量方法，包括：电源模块，用于为整个系统提供能源；流量信号采集模块，用于检测人体呼吸气流并采集气流所引起的流量变化信号；信号调理模块，用于对所述的流量变化信号进行处理，获取呼吸信号；蓝牙传输模块，用于实现无线传输所述的呼吸信号；呼吸信号分析模块，用于对所述的呼吸信号进行数据分析，以获得呼吸频率、呼吸流量等肺容量参数。采用该系统进行人体呼吸测量，可准确可靠地实时监测呼吸频率与流量；同时模块紧凑，体积小，可穿戴，不会对人体造成不适，成本低廉，具有较为广泛的应用范围。

