

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 5 月 26 日 (26.05.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/078084 A1

(51) 国际专利分类号:

A61B 5/08 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2014/091904

(22) 国际申请日:

2014 年 11 月 21 日 (21.11.2014)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(71) 申请人: 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司 (SHENZHEN MINDRAY BIO-MEDICAL ELECTRONICS CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园区科技南十二路迈瑞大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 余文翰 (YU, Wenhan); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园区科技南十二路迈瑞大厦, Guangdong 518057 (CN)。 于辉 (YU, Hui); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园区科技南十二路迈瑞大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 深圳鼎合诚知识产权代理有限公司 (DHC IP ATTORNEYS); 中国广东省深圳市福田区金田路与福华路交汇处现代商务大厦 2201, Guangdong 518048 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: RESPIRATORY MONITORING APPARATUS, METHOD AND DEVICE

(54) 发明名称: 一种呼吸监测设备、方法和装置

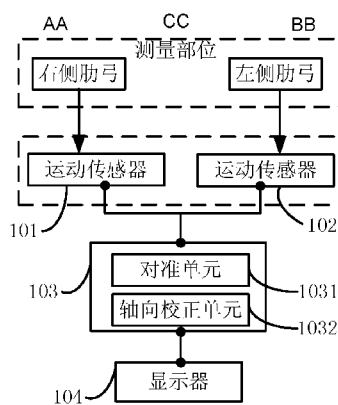


图 1 / Fig. 1

101, 102 Motion sensor
104 Display
1031 Alignment unit
1032 Axial correcting unit
AA Right arch of rib
BB Left arch of rib
CC Measured part

(57) Abstract: A respiratory monitoring apparatus, method and device; the respiratory monitoring apparatus comprises at least one motion sensor (101, 102) and a processing device (103); the motion sensor (101, 102) is at least used to sense an angular motion of a measured part capable of indicating a respiratory motion, and to output an angular velocity vector of the measured part; the processing device (103) is connected to the motion sensor (101, 102), and is used to extract a respiratory angular velocity from the angular velocity vector, and to acquire a respiratory wave according to the respiratory angular velocity. On the basis that the measured part has an angular velocity capable of indicating a respiratory motion, the respiratory monitoring apparatus, method and device acquire the angular velocity via the motion sensor (101, 102), output the angular velocity vector of the measured part, extract the respiratory angular velocity from the angular velocity vector, and acquire the respiratory wave according to the respiratory angular velocity.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2016/078084 A1



一种呼吸监测设备、方法和装置，呼吸监测设备包括至少一个运动传感器（101，102）和处理装置（103）。运动传感器（101，102）至少用于感应能够指示呼吸运动的测量部位的角运动，并输出测量部位的角速度矢量。处理装置（103）与运动传感器（101，102）连接，用于从角速度矢量中提取呼吸角速度，并根据呼吸角速度得到呼吸波。该呼吸监测设备、方法和装置，基于测量部位会出现能够指示呼吸运动的测量部位角速度，通过运动传感器（101，102）得到该角速度，并输出测量部位的角速度矢量，之后再从该角速度矢量中提取呼吸角速度，并根据呼吸角速度得到呼吸波。

一种呼吸监测设备、方法和装置

技术领域

本申请涉及医疗器械领域，具体涉及一种呼吸监测设备、方法和装置。

背景技术

目前，对人体进行呼吸运动监测的技术方案主要有以下几类：

(1) 气流式方案

该方案中，需要将设置有传感器的面罩戴于测量对象的面部，传感器用于感应测量对象呼吸时产生的气流，从而检测得到呼吸波。气流式方案的缺陷在于需在测量对象的面部放置设备，给测量对象的日常生活带来不便。

(2) 压电式方案

该方案中，在测量对象胸部绑定一个压电传感器，在测量对象呼吸时，由于胸廓的收缩与扩张，导致施加在压电传感器上的压力发生变化，从而检测得到呼吸波。压电式方案的缺陷在于，需要在测量对象的躯干使用系带将压电传感器进行固定，会给测量对象带来一定的不适感。

(3) 加速度方案

该方案中，在测量对象的前胸和后背各放置一个加速度传感器，在测量对象呼吸时，由于胸廓的收缩与扩张，导致加速度传感器敏感到的加速度发生变化，从而检测得到呼吸波。加速度方案的缺陷在于，对于测量对象身体运动的抗干扰性能较差，导致测量结果的准确性较差。

发明内容

根据本申请的第一方面，本申请提供了一种呼吸监测设备，包括：

至少一个运动传感器，所述运动传感器至少用于感应能够指示呼吸运动的测量部位的角运动，并输出测量部位的角速度矢量；

处理装置，其与运动传感器连接，用于从所述角速度矢量中提取呼吸角速度，并根据所述呼吸角速度得到呼吸波。

根据本申请的第二方面，本申请提供了一种呼吸监测方法，包括：

采用至少一个运动传感器感应能够指示呼吸运动的测量部位的角运动，并输出测量部位的角速度矢量；

从所述角速度矢量中提取呼吸角速度，并根据所述呼吸角速度得到呼吸波。

根据本申请的第三方面，本申请提供了一种呼吸监测装置，包括：

接收单元，用于接收运动传感器输出的测量对象测量部位的角速度矢量，所述角速度矢量为运动传感器感应到能够指示呼吸运动的测量部位的角运动后输出的；

计算单元，用于从所述角速度矢量中提取呼吸角速度以及根据所述呼吸角速度得到呼吸波。

本申请提供一种呼吸监测设备、方法和装置，基于测量部位会出现能够指示呼吸运动的测量部位角运动，通过运动传感器敏感到该角运动，输出测量部位的角速度矢量，之后再从该角速度矢量中提取呼吸角速度，并根据呼吸角速度得到呼吸波。

附图说明

图 1 为本申请一种实施例中呼吸监测设备的结构示意图；

图 2 为本申请一种实施例呼吸监测设备中两个运动传感器的安装示意图；

图 3 为本申请一种实施例呼吸监测设备中运动传感器的坐标系示意图；

图 4 为本申请一种实施例中呼吸监测方法的流程示意图；

图 5 为本申请一种实施例中呼吸监测装置的模块示意图。

具体实施方式

本申请的发明构思在于：胸部、腹部由于柔软程度不同，在人体呼吸时，会出现不同程度的起伏，因此，在胸、腹交界处，会出现能够指示呼吸运动的测量部位角运动，使用能够敏感到该角运动的运动传感器就可以测量呼吸运动。

下面通过具体实施方式结合附图对本申请作进一步详细说明。

请参考图 1，本实施例提供了一种呼吸监测设备，包括运动传感器 101、102 和处理装置 103。

运动传感器 101、102 至少用于感应能够指示呼吸运动的测量部位的角运动，并输出测量部位的角速度矢量。

处理装置 103 与运动传感器 101、102 连接，用于从角速度矢量中提取呼吸角速度，并根据呼吸角速度得到呼吸波。

在具体实施例中，呼吸监测设备还可以包括显示器 104，显示器 104 与处理装置 103 连接，用于对处理装置 103 得到的呼吸波进行显示。

本实施例中，优选的，运动传感器选择六自由度惯性传感器，六自由度惯性传感器集成有三轴角速度传感器和三轴加速度传感器，分别用于输出测量部位的角速度矢量和重力加速度矢量、运动加速度矢量，在其他实施例中，若不使用对准或轴向校正功能，则可以不需

感器。

本实施例中，六自由度惯性传感器集成的是三轴角速度传感器，在其他实施例中，如果增加部分限制条件，例如限制角速度传感器敏感轴的安装朝向，或者限制呼吸监测仅在人体静止时进行，则可以选择轴向数更少的角速度传感器，如单轴角速度传感器；在其他实例中，也可以选择三个单轴角速度传感器两两垂直安装，则可等效于一个三轴角速度传感器。也可以选择三个单轴加速度传感器两两垂直安装，则可等效于一个三轴加速度传感器。

优选的，运动传感器的数量选择两个，在其他实例中，如果增加部分限制条件，例如限制呼吸监测仅在人体静止时进行，则可以选择仅使用一个角速度传感器。

如图 2 所示，运动传感器 101 和运动传感器 102 分别放置在测量对象的右侧肋弓和左侧肋弓处，用于测量左侧肋弓和右侧肋弓处的角运动。肋弓是指第 8-10 对肋骨不直接与胸骨相连，而是借助肋软骨和上位肋骨连接形成的骨骼组织。人体呼吸时，肋弓处将会出现能够指示呼吸运动的测量部位角运动，因此，选择此处作为测量部位。

当然，本实施例中优选肋弓作为测量部位，用于安装运动传感器，是多种条件下（比如不同体型、不同呼吸方式等）均能够适用的安装位置。在其他实施例中，在增加部分限制条件的前提下，也可以选择其他部位作为测量部位，用于安装运动传感器，例如在测量胸式呼吸时，可选择胸部作为测量部位。

本实施例中，选择两个运动传感器进行测量可以起到降低人体运动干扰的作用，其降低运动干扰的原理如下。

请参考图 3，为运动传感器 101 的传感器坐标系示意图，虚线 301 为人体右侧肋弓的走向，由于运动传感器 101 内集成的是三轴角速度传感器，因此，其传感器坐标系包括 x、y、z 轴。运动传感器的敏感轴（x 轴）按照指定方向安装时，该指定方向为使得运动传感器感应到的角速度矢量与其敏感轴平行且同向的方向。人体呼吸时，肋弓处将会出现能够指示呼吸运动的测量部位角运动。在右侧肋弓处，呼吸角速度大致与运动传感器 101 的 x 轴平行且同向，其数值跟随呼吸而变化，并且可以为正数或负数；呼吸角速度在运动传感器 101 的传感器坐标系内的投影主要是在 x 轴上，在 y、z 轴上基本不存在投影；在左侧肋弓处，呼吸角速度具有相同的特性。然而，当右侧肋弓处呼吸角速度的数值为正时，左侧肋弓处呼吸角速度的数值为负；当右侧肋弓处呼吸角速度的数值为负时，左侧肋弓处呼吸角速度的数值为正。即，运动传感器 101、102 分别敏感到的呼吸角速度的投影满足以下对应关系：运动传感器 101 的

x 轴与运动传感器 102 的 x 轴所敏感到的呼吸角速度的投影数值大小相等、符号相反。

人体运动时，运动干扰角速度会同时被两只运动传感器所敏感到，运动传感器 101 和 102 的 x、y、z 轴分别敏感到运动干扰角速度在其传感器坐标系内的投影，且运动传感器 101、102 分别敏感到的干扰角速度投影之间满足以下对应关系：运动传感器 102 敏感的干扰角速度三维矢量在左乘一个三维方阵后，与运动传感器 101 敏感的干扰角速度三维矢量相等，该三维方阵即为运动传感器 102 的传感器坐标系至运动传感器 101 的传感器坐标系的姿态变换矩阵。

两只运动传感器所敏感到的呼吸角速度之间的对应关系和两只运动传感器所敏感到的干扰角速度之间的对应关系并不相同，可以据此建立矢量方程组并求解呼吸角速度，将其与干扰角速度分离开，即去除了运动干扰的影响，该矢量方程组如下：

$$\begin{cases} \omega^a = \omega_{RA}^a + \omega_M^a \\ \omega^b = \omega_{RB}^b + \omega_M^b \\ \omega_M^a = C_b^a \omega_M^b \\ \omega_{RA}^a = -\omega_{RB}^b \end{cases} \dots \dots \dots (1)$$

其中，

ω^a 为运动传感器 101 输出的角速度矢量；

ω^b 为运动传感器 102 输出的角速度矢量；

ω_{RA}^a 为运动传感器 101 所敏感到的呼吸角速度；

ω_{RB}^b 为运动传感器 102 所敏感到的呼吸角速度；

ω_M^a 为运动传感器 101 所敏感到的干扰角速度；

ω_M^b 为运动传感器 102 所敏感到的干扰角速度；

C_b^a 为运动传感器 102 坐标系至运动传感器 101 坐标系的姿态变换矩阵。

需要说明的是运动传感器输出的角速度矢量中包括真实的呼吸角速度和干扰角速度。

因此，呼吸角速度的解算结果如下：

$$\omega_{RA}^a = (I_3 + C_B^a)^{-1}(\omega^a - C_B^a \omega^b) \dots \dots \dots (2)$$

其中， I_3 为三维单位方阵。

通过式(2)可知，在呼吸角速度 ω_{RA}^a 的解算结果中已不存在干扰角速度，即去除了运动干扰的影响。当然，在其他实施例中，也可以解算呼吸角速度 ω_{RB}^b 。

需要说明的是，在某些实施例中，当测量对象处于静态或小幅度运动时，运动干扰较小，运动传感器可以只使用一个，例如使用一只角速度传感器。

通常，在安装运动传感器时，需要指定其角速度传感器坐标系的 x 轴大致平行或垂直于肋弓走向，在操作上更加繁琐，且人工操作也很难保证 x 轴指向的准确性，会给测量结果带来误差。

进一步的，在本实施例中，处理装置 103 还包括轴向校正单元 1032，用于对运动传感器 101、102 进行轴向校正。通过对运动传感器进行轴向校正，使得运动传感器在安装时，其安装轴向可以是任意指向，以保证操作的简易性。

由于本实施例中采用的运动传感器为集成有三轴加速度传感器的六自由度惯性传感器，因此，运动传感器 101、102 还用于输出测量部位的重力加速度矢量。

轴向校正单元 1032 对运动传感器 101、102 进行轴向校正时，具体为：轴向校正单元 1032 对运动传感器建立虚拟坐标系，并根据重力加速度矢量解算运动传感器的传感器坐标系与虚拟坐标系之间的对应关系。

处理装置 103 从角速度矢量中提取呼吸角速度时：根据该对应关系将角速度矢量投影到虚拟坐标系中，再根据该解算公式从其投影值中提取呼吸角速度。

对某个运动传感器建立虚拟坐标系时，使检测到的角速度矢量大致只投影到虚拟坐标系的 x 轴，虚拟坐标系的 z 轴与传感器坐标系的 z 轴平行或者重合，虚拟坐标系的 y 轴根据其 x、z 轴和右手定则确定。一般来说，虚拟坐标系的 x 轴大致平行于所在处的肋弓走向并指向斜上方。轴向校正单元 1032 再从集成在运动传感器上的加速度传感器获取测量部位的重力加速度投影值（即重力加速度矢量），并据此解算该传感器坐标系与其对应的虚拟坐标系之间的姿态变换矩阵。

在具体实施例中, 根据两个传感器坐标系之间姿态变换矩阵 C_b^a 、运动传感器 101 的传感器坐标系和与其对应的虚拟坐标系之间的姿态变换矩阵 $C_a^{a'}$ 、运动传感器 102 的传感器坐标系和与其对应的虚拟坐标系之间的姿态变换矩阵 $C_b^{b'}$, 计算两个虚拟坐标系之间的姿态变换矩阵 $C_{b'}^{a'}$ 。

对运动传感器进行轴向校正的算式如下:

$$\theta_a = \arctan\left(\frac{\overline{f_{ay}}}{\overline{f_{ax}}}\right) - \frac{\pi}{4} \quad \dots \dots \dots (6)$$

$$\theta_b = \arctan\left(\frac{\overline{f_{by}}}{\overline{f_{bx}}}\right) + \frac{\pi}{4} \quad \dots \dots \dots (7)$$

$$C_a^{a'} = \begin{pmatrix} \cos(\theta_a) & \sin(\theta_a) & 0 \\ -\sin(\theta_a) & \cos(\theta_a) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \dots \dots \dots (8)$$

$$C_b^{b'} = \begin{pmatrix} \cos(\theta_b) & \sin(\theta_b) & 0 \\ -\sin(\theta_b) & \cos(\theta_b) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \dots \dots \dots (9)$$

$$C_{b'}^{a'} = C_a^{a'} C_b^a (C_b^{b'})^T \quad \dots \dots \dots (10)$$

$$\omega^{a'} = C_a^{a'} \omega^a \quad \dots \dots \dots (11)$$

$$\omega^{b'} = C_b^{b'} \omega^b \quad \dots \dots \dots (12)$$

其中, $\overline{f_{ax}}$ 为轴向校正时间段内运动传感器 101 的加速度传感器在 x 轴输出的矢量均值, 依此类推;

θ_a 为运动传感器 101 的角速度传感器的轴向校正角度;

θ_b 为运动传感器 102 的角速度传感器的轴向校正角度;

$C_a^{a'}$ 为运动传感器 101 的角速度传感器的轴向校正矩阵，即运动传感器 101 的传感器坐标系和与其对应的虚拟坐标系之间的姿态变换矩阵；

$C_b^{b'}$ 为运动传感器 102 的角速度传感器的轴向校正矩阵，即运动传感器 102 的传感器坐标系和与其对应的虚拟坐标系之间的姿态变换矩阵；

$C_b^{a'}$ 为两个虚拟坐标系之间的姿态变换矩阵；

ω^a 为运动传感器 101 的传感器坐标系内的角速度投影；

ω^b 为运动传感器 102 的传感器坐标系内的角速度投影；

$\omega^{a'}$ 为运动传感器 101 的传感器坐标系对应的虚拟坐标系内的角速度投影；

$\omega^{b'}$ 为运动传感器 102 的传感器坐标系对应的虚拟坐标系内的角速度投影。

式(8)为传感器坐标系 101 和与其对应的虚拟坐标系之间的姿态变换矩阵，式(9)为传感器坐标系 102 和与其对应的虚拟坐标系之间的姿态变换矩阵，式(10)为传感器坐标系 101、102 分别对应的两个虚拟坐标系之间的姿态变换矩阵。

处理装置 103 在根据呼吸角速度得到呼吸波时，处理装置 103 分别根据式(11)、式(12)将角速度矢量投影到虚拟坐标系中，再根据式(2)从其投影值中提取呼吸角速度，再根据呼吸角速度得到呼吸波；此时式(2)中的 C_b^a 要用式(10)计算出的 $C_b^{a'}$ 代替、 ω^a 要用式(11)中计算出的 $\omega^{a'}$ 代替、 ω^b 要用式(12)中计算出的 $\omega^{b'}$ 代替。

为了计算两个传感器坐标系之间姿态变换矩阵 C_b^a ，本实施例中，处理装置 103 还包括对准单元 1031，用于对运动传感器进行对准。对运动传感器进行对准是指，根据运动传感器 101 和运动传感器 102 之间的实

际放置关系，计算姿态变换矩阵 C_B^a 。

由于本实施例中采用的运动传感器为集成有三轴加速度传感器的六自由度惯性传感器，因此，运动传感器 101、102 还用于输出测量部位的重力加速度矢量和/或运动加速度矢量，对准单元 1031 根据该重力加速度矢量和/或运动加速度矢量解算其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵。

需要说明的是，在测量对象静止时，可以采用重力加速度采样值来解算其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵；在测量对象运动时，可以采用加速度矢量来解算其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵。

在具体实施例中，对准算式如下：

$$F_a = \begin{bmatrix} f_{ax}(1) & \dots & f_{ax}(n) \\ f_{ay}(1) & \dots & f_{ay}(n) \\ f_{az}(1) & \dots & f_{az}(n) \end{bmatrix} \dots \dots \dots (3)$$

$$F_b = \begin{bmatrix} f_{bx}(1) & \dots & f_{bx}(n) \\ f_{by}(1) & \dots & f_{by}(n) \\ f_{bz}(1) & \dots & f_{bz}(n) \end{bmatrix} \dots \dots \dots (4)$$

$$C_B^a = (F_b^T F_b)^{-1} F_b^T F_a \dots \dots \dots (5)$$

其中， $f_{ax}(1)$ 为对准时间段内，运动传感器 101 的角速度传感器在第一个采样点的 x 轴输出，依此类推；

$f_{bx}(1)$ 为对准时间段内，运动传感器 102 的角速度传感器在第一个采样点的 x 轴输出，依此类推；

F_a 为对准时间段内运动传感器 101 的加速度传感器输出的矢量所构成的矩阵；

F_b 为对准时间段内运动传感器 102 的加速度传感器输出的矢量所构成的矩阵；

C_B^a 为运动传感器 102 的角速度传感器坐标系至运动传感器 101 的角速度传感器坐标系的姿态变换矩阵。

另外，在运动传感器的敏感轴不按指定方向安装时，也可以不对运动传感器进行对准，这时，两个运动传感器之间的姿态变换矩阵 $C_{\mathcal{S}}^{\mathcal{S}}$ 可以采用指定的常值矩阵替代。然而，由于在对运动传感器 101、102 的放置操作中，难以保证两者的位置关系与相应的姿态变换矩阵 $C_{\mathcal{S}}^{\mathcal{S}}$ 严格对应，因此，会给测量结果的准确性带来一定的影响。

由上可知，当运动传感器的敏感轴按指定方向安装时，处理装置 103 不对运动传感器进行轴向校正，采用式 (2) 从角速度矢量中提取呼吸角速度，式 (2) 中角速度均为传感器坐标系内的角速度，姿态变换矩阵为两个传感器坐标系之间的姿态变换矩阵；当运动传感器的敏感轴不按指定方向安装时，处理装置 103 需要对运动传感器进行轴向校正，采用式 (2) 从角速度矢量中提取呼吸角速度时，式 (2) 中角速度为传感器坐标系分别对应的虚拟坐标系内的角速度，姿态变换矩阵为两个虚拟坐标系之间的姿态变换矩阵。

在具体实施例中，呼吸监测设备可以选择在开机后的某个时间段内，例如持续半秒至数秒，对运动传感器进行对准和/或轴向校正，对准和轴向校正可以是一次性的，且可以同时进行的，但是在不同的实施例中，对准和轴向校正功能可以根据实际监测情况有选择的使用。

另需要说明的是，在对准和轴向校正过程中，由于需要运动传感器获取重力加速度矢量或运动加速度矢量，因此，在运动传感器安装在测量对象的测量部位后，通常需要测量对象处于站立或走动状态下，在对准和轴向校正结束后，进行呼吸监测时，测量对象则可以处于任意姿势，例如躺卧。

请参考图 4，对应于上述呼吸监测设备，本实施例还提供了一种呼吸监测方法，包括下面步骤：

步骤 401：采用至少一个运动传感器感应能够指示呼吸运动的测量部位的角运动，并输出测量部位的角速度矢量。在具体实施例中，由于后续对运动传感器进行对准和轴向校正的步骤需要用到测量部位的重力加速度矢量和/或运动加速度矢量，因此，优选的，步骤 401 中还采用运动传感器得到测量部位的重力加速度矢量和运动加速度矢量。进一步，运动传感器为六自由度惯性传感器，六自由度惯性传感器集成有角速度传感器和加速度传感器，分别用于得到测量部位的角速度矢量和重力加速度矢量、运动加速度矢量。

优选的，采用的运动传感器的数量为两个，分别用于测量左侧肋弓

和右侧肋弓处的角运动，在其他实例中，如果增加部分限制条件，例如限制呼吸监测仅在人体静止时进行，则可以选择仅使用一个角速度传感器。

步骤 402：对准步骤，具体为：根据重力加速度矢量和/或运动加速度矢量解算其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵。

步骤 403：轴向校正步骤，具体为：对两个运动传感器分别建立虚拟坐标系，并根据重力加速度矢量分别解算运动传感器的传感器坐标系与虚拟坐标系之间的对应关系。

步骤 404：从得到的角速度矢量中提取呼吸角速度。

由于本实施例中，运动传感器的数量为两个，当运动传感器的敏感轴按指定方向安装时，从角速度矢量中提取呼吸角速度的步骤，具体为：采用下面的解算公式提取呼吸角速度：

$$\omega_{RA}^a = (I_3 + C_b^a)^{-1}(\omega^a - C_b^a \omega^b)$$

其中， ω^a 为其中一个运动传感器输出的角速度矢量， ω^b 为另一个运动传感器输出的角速度矢量， ω_{RA}^a 为其中一个运动传感器所敏感到的呼吸角速度， C_b^a 为其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵， I_3 为三维单位方阵；指定方向为使得运动传感器感应到的角速度矢量与其敏感轴平行且同向的方向。

具体的，步骤 404 中， C_b^a 采用常值矩阵。

在运动传感器的敏感轴不按指定方向安装时，在执行轴向校正步骤的情况下，步骤 404 具体为：根据上述对应关系将角速度矢量投影到虚拟坐标系中，再根据上述解算公式从其投影值中提取呼吸角速度。

在执行对准步骤的情况下，步骤 404 具体为：根据解算出的其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵计算对应的其中一个运动传感器的虚拟坐标至另一个运动传感器的虚拟坐标的姿态变换矩阵，并进一步根据上述解算公式从呼吸角速度矢量中提取呼吸角速度。

步骤 405：根据呼吸角速度得到呼吸波。

根据呼吸角速度得到呼吸波的计算方法为：

1、对呼吸角速度进行积分

$$\Omega = \int \omega_{RA}^{ax} dt \dots \dots \dots (13)$$

式中, ω_{RA}^{ax} 为运动传感器 101 所敏感到的呼吸角速度的 x 轴的输出,

Ω 为呼吸角位置。

在其他实施例中, 若使用一个单轴或一个三轴角速度传感器在限定安装轴向的情况下进行静态呼吸监测, 则用该单轴角速度传感器输出或三轴角速度传感器的输出的 x 轴输出取代式 (13) 中的 ω_{RA}^{ax} 即可。

在其他实施例中, 若使用一个三轴角速度传感器在不限定安装轴向的情况下进行静态呼吸监测, 则对其进行轴向校正后, 用其虚拟坐标系内的 x 轴输出取代式 (13) 中的 ω_{RA}^{ax} 即可。

2、对呼吸角位置进行高、低通滤波, 得到滤除干扰后的呼吸角位置, 即呼吸波。

本实施例提供的呼吸监测方法与上述呼吸监测设备的原理一致, 此处不再进行赘述。

请参考图 5, 相应的, 本实施例还提供了一种呼吸监测装置, 包括接收单元 501、计算单元 502、对准单元 503 和轴向校正单元 504。

接收单元 501 用于接收运动传感器输出的测量对象测量部位的角速度矢量, 该角速度矢量为运动传感器感应到能够指示呼吸运动的测量部位的角运动后输出的。

计算单元 502 用于从角速度矢量中提取呼吸角速度以及根据该呼吸角速度得到呼吸波。

在具体实施例中, 两个运动传感器输出的角速度矢量分别为测量对象的左侧肋弓和右侧肋弓处的角运动的角速度矢量。当运动传感器的敏感轴按指定方向安装时, 计算单元采用下面的解算公式从角速度矢量中提取呼吸角速度:

$$\omega_{RA}^a = (I_3 + C_b^a)^{-1} (\omega^a - C_b^a \omega^b)$$

其中, ω^a 为其中一个运动传感器输出的角速度矢量, ω^b 为另一个运动传感器输出的角速度矢量, ω_{RA}^a 为其中一个运动传感器所敏感到的

呼吸角速度, C_{α}^{21} 为其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵, I_3 为三维单位方阵; 指定方向为使得运动传感器感应到的角速度矢量与其敏感轴平行且同向的方向。

在具体实施例中, 接收单元 501 还用于接收运动传感器输出的重力加速度矢量。呼吸监测装置还包括轴向校正单元 504, 用于对运动传感器进行轴向校正, 具体为: 轴向校正单元 504 对运动传感器建立虚拟坐标系, 并根据该重力加速度矢量解算运动传感器的传感器坐标系与虚拟坐标系之间的对应关系。

在运动传感器的敏感轴不按指定方向安装时, 计算单元 502 用于根据解算出的其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵计算对应的其中一个运动传感器的虚拟坐标系至另一个运动传感器的虚拟坐标系的姿态变换矩阵, 并进一步根据上述解算公式从呼吸角速度矢量中提取呼吸角速度。

在具体实施例中, 接收单元 501 还用于接收运动传感器输出的重力加速度矢量和/或运动加速度矢量。呼吸监测装置还包括对准单元 503, 用于对运动传感器进行对准, 具体为: 对准单元 503 根据该重力加速度矢量和/或运动加速度矢量解算其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵。

在运动传感器的敏感轴不按指定方向安装时, 计算单元 502 从角速度矢量中提取呼吸角速度时: 计算单元 502 根据上述对应关系将角速度矢量投影到虚拟坐标系中, 再根据上述解算公式从其投影值中提取呼吸角速度。

具体的, 计算单元 502 在根据上述解算公式从呼吸角速度矢量中提取呼吸角速度时, C_{α}^{21} 采用常值矩阵。

本实施例提供的呼吸监测装置与上述呼吸监测设备的原理一致, 此处不再进行赘述。

本申请实施例提供的呼吸监测设备、方法和装置, 一方面, 利用在人体呼吸时, 胸、腹交界处出现的能够指示呼吸运动的测量部位角运动, 通过运动传感器得到角速度矢量, 从而得到呼吸波。另一方面, 采用两个分别放置在测量对象的右侧肋弓和左侧肋弓处的运动传感器, 以降低运动干扰的影响。同时, 由于在测量过程中, 对运动传感器进行了对准和轴向校正, 使得运动传感器的安装更加方便, 测量结果更加准确。

本领域技术人员可以理解, 上述实施方式中各种方法的全部或部分

步骤可以通过程序来指令相关硬件完成，该程序可以存储于一计算机可读存储介质中，存储介质可以包括：只读存储器、随机存取存储器、磁盘或光盘等。

以上内容是结合具体的实施方式对本申请所作的进一步详细说明，不能认定本申请的具体实施只局限于这些说明。对于本申请所属技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请发明构思的前提下，还可以做出若干简单推演或替换。

权 利 要 求

1、一种呼吸监测设备，其特征在于，包括：

至少一个运动传感器，所述运动传感器至少用于感应能够指示呼吸运动的测量部位的角运动，并输出测量部位的角速度矢量；

处理装置，其与运动传感器连接，用于从所述角速度矢量中提取呼吸角速度，并根据所述呼吸角速度得到呼吸波。

2、如权利要求 1 所述的呼吸监测设备，其特征在于，所述运动传感器的数量为两个，分别用于测量左侧肋弓和右侧肋弓处的角运动。

3、如权利要求 2 所述的呼吸监测设备，其特征在于，当所述运动传感器的敏感轴按照指定方向安装时，处理装置从所述角速度矢量中提取呼吸角速度时，采用下面的解算公式从所述角速度矢量中提取呼吸角速度：

$$\omega_{RA}^a = (I_3 + C_b^a)^{-1}(\omega^a - C_b^a \omega^b)$$

其中， ω^a 为其中一个运动传感器输出的角速度矢量， ω^b 为另一个运动传感器输出的角速度矢量， ω_{RA}^a 为其中一个运动传感器所敏感到的呼吸角速度， C_b^a 为其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵， I_3 为三维单位方阵；所述指定方向为使得运动传感器感应到的角速度矢量与其敏感轴平行且同向的方向。

4、如权利要求 3 所述的呼吸监测设备，其特征在于，所述运动传感器还用于输出测量部位的重力加速度矢量；

所述处理装置还包括轴向校正单元，用于对所述运动传感器进行轴向校正，具体为：轴向校正单元对所述运动传感器建立虚拟坐标系，并根据所述重力加速度矢量解算运动传感器的传感器坐标系与虚拟坐标系之间的对应关系；

在所述运动传感器的敏感轴不按指定方向安装时，所述处理装置从所述角速度矢量中提取呼吸角速度时：根据所述对应关系将所述角速度矢量投影到虚拟坐标系中，再根据所述解算公式从其投影值中提取呼吸角速度。

5、如权利要求 3 或 4 所述的呼吸监测设备，其特征在于，所述运动传感器还用于输出测量部位的重力加速度矢量和/或运动加速度矢量；

所述处理装置包括对准单元，用于对运动传感器进行对准，具体为：

对准单元根据所述重力加速度矢量和/或运动加速度矢量解算其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵;

在所述运动传感器的敏感轴不按指定方向安装时,所述处理装置用于根据解算出的其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵计算对应的其中一个运动传感器的虚拟坐标系至另一个运动传感器的虚拟坐标系的姿态变换矩阵,并进一步根据所述解算公式从呼吸角速度矢量中提取呼吸角速度。

6、如权利要求1所述的呼吸监测设备,其特征在于,所述运动传感器为惯性传感器。

7、如权利要求3或4所述的呼吸监测设备,其特征在于,所述处理装置在根据所述解算公式从呼吸角速度矢量中提取呼吸角速度时,所述 C_b^a 采用常值矩阵。

8、一种呼吸监测方法,其特征在于,包括:

采用至少一个运动传感器感应能够指示呼吸运动的测量部位的角运动,并输出测量部位的角速度矢量;

从所述角速度矢量中提取呼吸角速度,并根据所述呼吸角速度得到呼吸波。

9、如权利要求8所述的呼吸监测方法,其特征在于,采用的运动传感器的数量为两个,分别用于测量左侧肋弓和右侧肋弓处的角运动。

10、如权利要求9所述的呼吸监测方法,其特征在于,当所述运动传感器的敏感轴按照指定方向安装时,所述从所述角速度矢量中提取呼吸角速度的步骤,具体为:采用下面的解算公式从所述角速度矢量中提取呼吸角速度:

$$\omega_{RA}^a = (I_3 + C_b^a)^{-1}(\omega^a - C_b^a \omega^b)$$

其中, ω^a 为其中一个运动传感器输出的角速度矢量, ω^b 为另一个运动传感器输出的角速度矢量, ω_{RA}^a 为其中一个运动传感器所敏感到的呼吸角速度, C_b^a 为其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵, I_3 为三维单位方阵;所述指定方向为使得运动传感器感应到的角速度矢量与其敏感轴平行且同向的方向。

11、如权利要求10所述的呼吸监测方法,其特征在于,还包括:

采用所述运动传感器输出测量部位的重力加速度矢量;

对所述运动传感器进行轴向校正的步骤,具体为:对所述运动传感

器建立虚拟坐标系，并根据所述重力加速度矢量解算运动传感器的传感器坐标系与虚拟坐标系之间的对应关系；

在所述运动传感器的敏感轴不按指定方向安装时，从所述角速度矢量中提取呼吸角速度的步骤，具体为：根据所述对应关系将所述角速度矢量投影到虚拟坐标系中，再根据所述解算公式从其投影值中提取呼吸角速度。

12、如权利要求 10 或 11 所述的呼吸监测方法，其特征在于，还包括：

采用所述运动传感器输出测量部位的重力加速度矢量和/或运动加速度矢量；

对运动传感器进行对准的步骤，具体为：根据所述重力加速度矢量和/或运动加速度矢量解算其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵；

在所述运动传感器的敏感轴不按指定方向安装时，从呼吸角速度矢量中提取呼吸角速度的步骤，具体为：根据解算出的其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵计算对应的其中一个运动传感器的虚拟坐标至另一个运动传感器的虚拟坐标的姿态变换矩阵，并进一步根据所述解算公式从呼吸角速度矢量中提取呼吸角速度。

13、如权利要求 8 所述的呼吸监测方法，其特征在于，所述运动传感器为惯性传感器。

14、一种呼吸监测装置，其特征在于，包括：

接收单元，用于接收运动传感器输出的测量对象测量部位的角速度矢量，所述角速度矢量为运动传感器感应到能够指示呼吸运动的测量部位的角运动后输出的；

计算单元，用于从所述角速度矢量中提取呼吸角速度，以及根据所述呼吸角速度得到呼吸波。

15、如权利要求 14 所述的呼吸监测装置，其特征在于，所述计算单元用于从两个运动传感器输出的角速度矢量中提取呼吸角速度，所述两个运动传感器输出的角速度矢量分别为测量对象的左侧肋弓和右侧肋弓处的角运动的角速度矢量。

16、如权利要求 15 所述的呼吸监测装置，其特征在于，当所述运动传感器的敏感轴按照指定方向安装时，计算单元从所述角速度矢量中提取呼吸角速度时，采用下面的解算公式从所述角速度矢量中提取呼吸角速度：

$$\omega_{RA}^a = (I_3 + C_b^a)^{-1}(\omega^a - C_b^a \omega^b)$$

其中, ω^a 为其中一个运动传感器输出的角速度矢量, ω^b 为另一个运动传感器输出的角速度矢量, ω_{RA}^a 为其中一个运动传感器所敏感到的呼吸角速度, C_b^a 为其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵, I_3 为三维单位方阵; 所述指定方向为使得运动传感器感应到的角速度矢量与其敏感轴平行且同向的方向。

17、如权利要求 16 所述的呼吸监测装置, 其特征在于, 所述接收单元还用于接收运动传感器输出的重力加速度矢量;

所述呼吸监测装置还包括轴向校正单元, 用于对所述运动传感器进行轴向校正, 具体为: 轴向校正单元对所述运动传感器建立虚拟坐标系, 并根据所述重力加速度矢量解算运动传感器的传感器坐标系与虚拟坐标系之间的对应关系;

在所述运动传感器的敏感轴不按指定方向安装时, 计算单元从所述角速度矢量中提取呼吸角速度时: 计算单元根据所述对应关系将所述角速度矢量投影到虚拟坐标系中, 再根据所述解算公式从其投影值中提取呼吸角速度。

18、如权利要求 16 或 17 所述的呼吸监测装置, 其特征在于, 所述接收单元还用于接收运动传感器输出的重力加速度矢量和/或运动加速度矢量;

所述呼吸监测装置还包括对准单元, 用于对运动传感器进行对准, 具体为: 对准单元根据所述重力加速度矢量和/或运动加速度矢量解算其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵;

在所述运动传感器的敏感轴不按指定方向安装时, 所述计算单元用于根据解算出的其中一个运动传感器的坐标系至另一个运动传感器的坐标系的姿态变换矩阵计算对应的其中一个运动传感器的虚拟坐标系至另一个运动传感器的虚拟坐标系的姿态变换矩阵, 并进一步根据所述解算公式从呼吸角速度矢量中提取呼吸角速度。

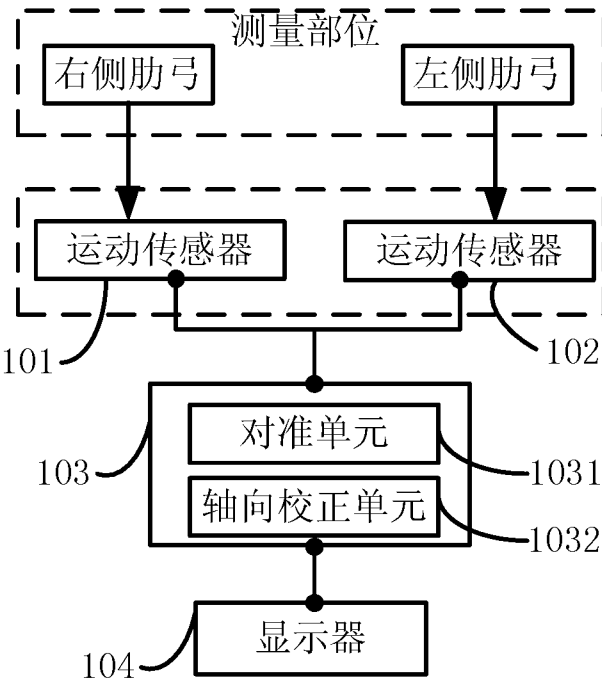


图 1

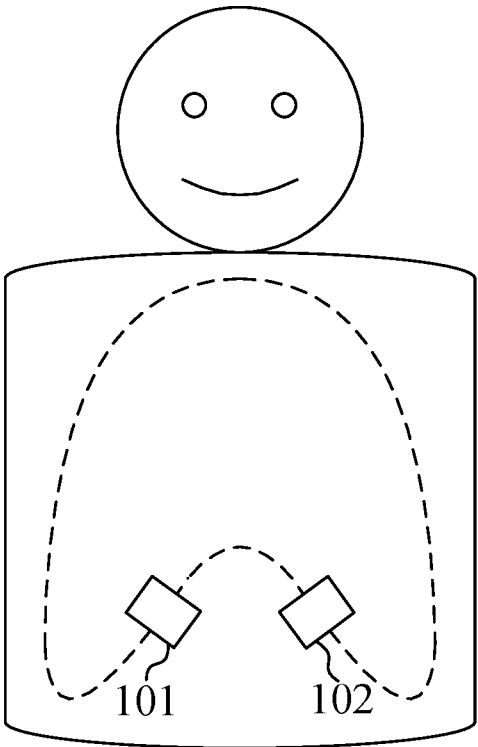


图 2

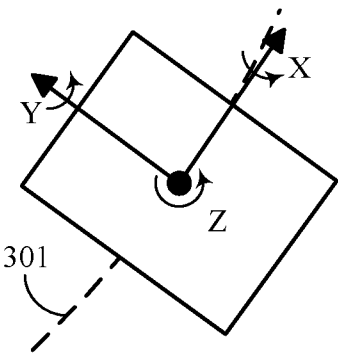


图 3

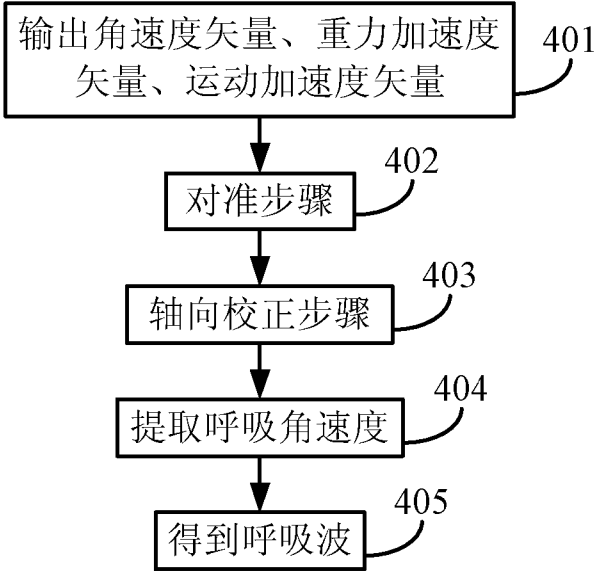


图 4

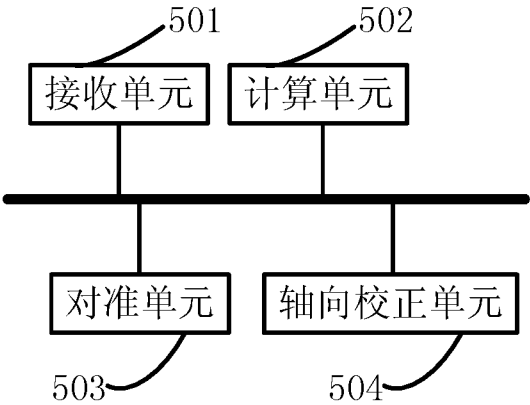


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/091904

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 5/08 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B 5

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, VEN, USTXT, WOTXT, EPTXT, CNKI: detect, monitoring, measure, angular velocity, costal arch, false rib, breath+, +spirat+, angular, velocity, speed, arc+, costa+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102946802 A (UNIVERSITY OF EDINBURGH REGENTS), 27 February 2013 (27.02.2013), description, paragraphs [0014]-[0023] and [0050]-[0089]	1, 2, 6, 8, 9, 13-15
A	US 6997882 B1 (BARRON ASSOCIATES INC.), 14 February 2006 (14.02.2006), the whole document	1-18
A	US 2009036790 A1 (LANDESBERG, A. et al.), 05 February 2009 (05.02.2009), the whole document	1-18
A	CN 103181759 A (WU, Zhiliang), 03 July 2013 (03.07.2013), the whole document	1-18
A	US 2011021928 A1 (BOARDS OF TRUSTEES OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY), 27 January 2011 (27.01.2011), the whole document	1-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
12 August 2015 (12.08.2015)

Date of mailing of the international search report
25 August 2015 (25.08.2015)

Name and mailing address of the ISA/CN:
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer
SHEN, Yanyan
Telephone No.: (86-10) **62085634**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2014/091904

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102946802 A	27 February 2013	GB 201009379 D0	21 July 2010
		WO 2011151634 A1	08 December 2011
		EP 2563218 A1	06 March 2013
		US 2013172769 A1	04 July 2013
US 6997882 B1	14 February 2006	None	
US 2009036790 A1	05 February 2009	US 8790270 B2	29 July 2014
		US 2014058274 A1	27 February 2014
		EP 1978871 A2	15 October 2008
		US 8226571 B2	24 July 2012
		EP 1978871 B1	06 May 2015
		WO 2007088539 A2	09 August 2007
CN 103181759 A	03 July 2013	US 2013172725 A1	04 July 2013
		TW 201325548 A	01 July 2013
US 2011021928 A1	27 January 2011	None	

A. 主题的分类 A61B 5/08(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) A61B 5 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS, CNTXT, VEN, USTXT, WOTXT, EPTXT, CNKI: 呼吸, 检测, 监测, 测量, 监护, 角速度, 肋弓, 弓肋, breath+, +spirat+, angular, velocity, speed, arc+, costa+		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 102946802 A (爱丁堡大学董事会) 2013年 2月 27日 (2013 - 02 - 27) 说明书第[0014]-[0023], [0050]-[0089]段	1, 2, 6, 8, 9, 13-15
A	US 6997882 B1 (BARRON ASSOCIATES INC) 2006年 2月 14日 (2006 - 02 - 14) 全文	1-18
A	US 2009036790 A1 (LANDESBURG AMIR 等) 2009年 2月 5日 (2009 - 02 - 05) 全文	1-18
A	CN 103181759 A (吴智良) 2013年 7月 3日 (2013 - 07 - 03) 全文	1-18
A	US 2011021928 A1 (BOARDS OF TRUSTEES OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY) 2011年 1月 27日 (2011 - 01 - 27) 全文	1-18
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2015年 8月 12日		国际检索报告邮寄日期 2015年 8月 25日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451		授权官员 沈研研 电话号码 (86-10)62085634

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/091904

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	102946802	A	2013年 2月 27日	GB	201009379	D0	2010年 7月 21日
				WO	2011151634	A1	2011年 12月 8日
				EP	2563218	A1	2013年 3月 6日
				US	2013172769	A1	2013年 7月 4日
US	6997882	B1	2006年 2月 14日	无			
US	2009036790	A1	2009年 2月 5日	US	8790270	B2	2014年 7月 29日
				US	2014058274	A1	2014年 2月 27日
				EP	1978871	A2	2008年 10月 15日
				US	8226571	B2	2012年 7月 24日
				EP	1978871	B1	2015年 5月 6日
				WO	2007088539	A2	2007年 8月 9日
CN	103181759	A	2013年 7月 3日	US	2013172725	A1	2013年 7月 4日
				TW	201325548	A	2013年 7月 1日
US	2011021928	A1	2011年 1月 27日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)