



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110650682 B

(45) 授权公告日 2023. 03. 28

(21) 申请号 201880031445.2

(22) 申请日 2018.05.15

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110650682 A

(43) 申请公布日 2020.01.03

(30) 优先权数据
10201703974R 2017.05.15 SG

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.11.12

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/SG2018/050238 2018.05.15

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/212715 EN 2018.11.22

(73) 专利权人 新加坡科技研究局

地址 新加坡新加坡城

(72) 发明人 马利尼·奥利沃
古尔普里特·辛格 毕人哲

(74) 专利代理机构 上海弼兴律师事务所 31283
专利代理师 薛琦

(51) Int.Cl.
A61B 5/113 (2006.01)
A61B 5/08 (2006.01)

审查员 郑亮

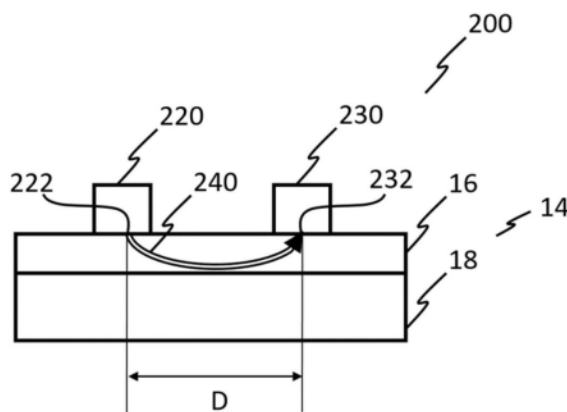
权利要求书2页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

用于呼吸测量的方法和系统

(57) 摘要

用于测量人或动物皮肤上的呼吸振动的方法和系统,包括在皮肤上的第一位置发射发射光并在皮肤上的第二位置接收来自发射光的散射光;存储振动信号,该振动信号包括随着时间的推移接收到的散射光的光强度;其中,振动信号对应于皮肤的机械振动,并从振动信号中提取呼吸参数。该系统包括用于执行该方法的发射器和接收器。该系统包括:电路,配置为存储与一段时间内接收到的漫射光的光强度相对应的振动信号;以及处理单元,配置为从振动信号中提取呼吸参数。还提供了一组传感器模块和皮肤粘合贴片。



1. 一种用于测量人或动物皮肤上的呼吸振动的方法,包括:
 - 由发射器在皮肤上的第一位置发射发射光;
 - 由接收器在皮肤上的第二位置接收来自所述发射光的漫射光,其中所述第二位置与所述第一位置相距一定距离;
 - 由电路存储振动信号,所述振动信号包括随时间接收到的所述漫射光的光强度;其中,所述振动信号对应于皮肤的真皮层的机械振动;和
 - 由处理单元从所述振动信号中提取呼吸参数;
 - 其中,所述发射器和所述接收器与皮肤直接接触。
2. 根据权利要求1所述的方法,还包括在所述振动信号上施加低通滤波器。
3. 根据权利要求1或2所述的方法,还包括从处于时域的振动信号生成处于频域的频谱。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,提取所述呼吸参数包括确定以下各项中的至少一项:呼吸周期计数、频率、速率、深度、吸气呼气比率(IER)、吸气时间、维持时间、呼气时间、保持时间、一致性、平滑度和过渡性。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中,提取所述呼吸参数包括确定一个或多个咳嗽事件。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中,提取所述呼吸参数包括确定一个或多个语音事件。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一位置和所述第二位置中的至少一个靠近或位于气管、颈部或胸部。
8. 一种用于执行根据权利要求1至7中任一项所述的方法的系统,包括:
 - 发射器,配置为在皮肤上的所述第一位置发射所述发射光;
 - 接收器,配置为在皮肤上的所述第二位置接收来自所述发射光的所述漫射光;
 - 其中所述第二位置与所述第一位置相距一定距离;
 - 电路,配置为存储与随时间接收的所述漫射光的所述光强度相对应的所述振动信号,所述振动信号对应于皮肤的真皮层的机械振动;
 - 处理单元,配置为从所述振动信号中提取所述呼吸参数;
 - 其中,所述发射器和所述接收器被配置为与皮肤直接接触。
9. 根据权利要求8所述的系统,其中,所述时间等于或长于至少一个呼吸周期。
10. 根据权利要求8或9所述的系统,其中,所述系统包括传感器模块,其中,所述传感器模块包括所述发射器和所述接收器。
11. 根据权利要求10所述的系统,其中,所述传感器模块是项链吊坠或项链。
12. 根据权利要求8所述的系统,其中,所述发射器和所述接收器相对于彼此定位成面向基本上相同的方向。
13. 根据权利要求10或11所述的系统,其中,所述传感器模块包括所述电路,并且可选地包括处理单元。
14. 根据权利要求8所述的系统,还包括远程设备,并且其中,所述电路和所述处理单元中的至少一个设置在所述远程设备中。
15. 根据权利要求8所述的系统,其中,所述电路和所述处理单元是同一微处理器电路

的组成部分。

16. 根据权利要求8所述的系统,其中,所述第一位置和所述第二位置中的至少一个靠近或位于气管、颈部或胸部。

17. 根据权利要求8所述的系统,其中,所述发射器包括发光二极管或发光激光二极管。

18. 根据权利要求8所述的系统,其中,所述接收器包括光电检测器。

19. 根据权利要求8所述的系统,其中,所述发射器和所述接收器中的至少一个包括各自的光导。

20. 根据权利要求8所述的系统,其中,所述发射光包括能够至少部分地通过皮肤扩散的波长。

21. 一组传感器模块和皮肤粘合贴片,

其中,所述皮肤粘合贴片包括能够放置在皮肤上的第一表面和能够与所述传感器模块配合以将所述传感器模块固定到所述贴片的第二表面;

其中,所述传感器模块包括:

发射器,配置为在皮肤上的第一位置发射发射光;

接收器,配置为在皮肤上的第二位置接收来自所述发射光的漫射光;

其中所述第二位置与所述第一位置相距一定距离;

电路,配置为存储与一段时间内接收到的所述漫射光的光强度相对应的振动信号,所述振动信号对应于皮肤的真皮层的机械振动;

其中,贴片包括窗口区域,所述窗口区域被配置为允许所述发射器与皮肤以及所述接收器与皮肤的光学耦合;和

其中,当所述皮肤粘合贴片的第一表面被放置在皮肤上时,所述发射器和所述接收器与皮肤直接接触。

用于呼吸测量的方法和系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2017年5月15日递交的新加坡申请No. 10201703974R的优先权,为了所有目的,其全部内容通过引用结合于此。

技术领域

[0003] 本申请的各方面涉及一种用于测量人或动物的皮肤上的呼吸振动的方法。本申请的各方面涉及一种用于执行用于测量人类或动物的皮肤上的呼吸振动的方法的系统。本申请的各方面涉及一组传感器模块和皮肤粘合贴片。

背景技术

[0004] 全世界的医疗机构仍然通过计数和计时胸部运动来手动测量呼吸。在本质上节奏快、患者容量大或需要更准确测量的临床部门(如急诊室和呼吸病房)中,手动计算呼吸的方法可能缓慢、费力且主观性高。尽管已经探索出了诸如心电图(ECG)和二氧化碳图(CPG),以更客观地监测呼吸,但由于设置时间长,它们不足以使患者和系统做好准备并且延长了与患者连接的时间。此外,这种基于ECG/CPG的解决方案可能会很昂贵,并且通常对于高依赖性单元中的患者来说是足够的,并且在远程环境中部署可能是不切实际的。可用于临床环境中测量呼吸的已经解决方案是那些基于电学、声学 and 二氧化碳浓度测量(二氧化碳分析)的解决方案。此类技术的主要瓶颈在于,一般来说,患者通常无法使用它们,尤其是在急诊等大型临床环境中,而且它们笨重且使用效率不高。它们需要很长的设置时间,并且患者的活动受到限制。

[0005] 因此,需要提供一种方便且准确的用于呼吸测量的方法和设备。

发明内容

[0006] 各种实施例可以提供一种用于测量人或动物皮肤上的呼吸振动的方法。该方法可以包括:在皮肤的第一位置发射发射光,并且在皮肤上的第二位置接收来自所述发射光的漫射光。所述第二位置与所述第一位置相距一定的距离。该方法可以包括存储振动信号,所述振动信号可以包括随时间推移接收到的所述漫射光的光强度。所述振动信号可以对应于皮肤的机械振动。所述方法可以包括从所述振动信号提取呼吸参数。

[0007] 各种实施例可以提供一种执行根据本公开的方法的系统。该系统可以包括发射器和接收器,所述发射器可以配置为在皮肤上的所述第一位置发射发射光。所述接收器可以配置为在皮肤上的所述第二位置接收来自所述发射光的漫射光。所述第二位置与所述第一位置相距一定距离。所述系统可以包括电路。所述电路可以配置为存储振动信号,所述振动信号对应于一段时间内接收到的所述漫射光的光强度。所述系统可以包括处理单元,所述处理单元可以配置为从所述振动信号提取呼吸参数。

[0008] 各种实施例可以提供一组传感器模块和皮肤粘合贴片。所述皮肤粘合贴片可以包括第一表面和第二表面,所述第一表面可放置在皮肤上,所述第二表面可与传感器模块配

合以将传感器模块固定到贴片。所述传感器模块可包括发射器和接收器。所述发射器可配置为在皮肤上的所述第一位置发射所述发射光。所述接收器可配置为在皮肤上的所述第二位置接收来自所述发射光的漫射光。所述第二位置与所述第一位置相距一定距离。所述传感器可包括电路。所述电路可配置为存储振动信号,所述振动信号对应于一段时间内接收到的所述漫射光的光强度。所述皮肤粘合贴片可包括窗口区域,窗口区域配置为允许发射器到皮肤的光耦合和接收器到皮肤的光耦合。

附图说明

[0009] 结合非限制性示例和附图考虑时,参照详细描述将更好地理解本发明,附图中:

[0010] 图1示出了根据各种实施例的方法100的流程图;

[0011] 图2为根据各种实施例的系统200和皮肤截面14的示意图,在该皮肤截面上放置有用于测量呼吸振动的发射器220和接收器230;

[0012] 图3为根据一些实施例的系统300的示意图,其中,光纤322和332在颈部区域20上接触皮肤10;

[0013] 图4A示出了利用如图3所示的系统300获取的接收器输出形式的随时间变化的振动信号410的曲线图;

[0014] 图4B示出了信号410的快速傅里叶变换(FFT)的频谱420;

[0015] 图5是根据一些实施例的位于颈部区域20周围的皮肤10上的系统500的示意图,其中光发射器和光接收器可以与皮肤紧密接触,因此不需要光纤;

[0016] 图6A示出了根据各种实施例的振动信号610的曲线图,该振动信号610以接收器的输出形式随时间变化,利用图5的系统500获取;

[0017] 图6B示出了信号610的快速傅立叶变换(FFT)的频谱620;

[0018] 图7A示出了表示区域710中的呼吸以及咳嗽事件720和730的振动信号700的曲线图。

[0019] 图7B示出了表示区域760中的由语音调节的呼吸的振动信号750的曲线图。

[0020] 图8A示出了根据各种实施例的应用于人的颈部20的传感器模块860和皮肤粘合贴片870的组装套件。

[0021] 图8B示出了图8A的传感器模块860和皮肤粘合贴片870的组装套件的近视图,其中,粘合保护层872被部分地去除。

[0022] 图8C示出了处于未组装状态的图8A和8B的皮肤粘合贴片870以及传感器模块860的近视图。

[0023] 图9A为传感器模块960和皮肤粘合贴片970的组装套件900的示意图。

[0024] 图9B为组装套件900的截面图A-A,用于示出窗口区域974的示例。

[0025] 图10示出了振动信号的上部曲线图1010以及下部曲线图1020,其中在3分钟的连续时间内可以看到呼吸频率。

[0026] 图11示出了根据各种实施例的在下部曲线中获取的呼吸速率信号与在上部曲线1110中使用不同技术利用商业产品获取的呼吸速率信号的比较。

[0027] 图12示出了根据各种实施例的传感器模块1200的电子部件的示意性布局的示例。

具体实施方式

[0028] 以下详细描述参考附图,该附图通过图示示出了可以实施本发明的具体细节和实施例。对这些实施例进行了足够详细的描述,以使本领域技术人员能够实施本发明。在不脱离本发明的范围的情况下,可以利用其它实施例,并且可以进行结构和逻辑上的改变。各种实施例不必互相排斥,因为一些实施例可以与一个或多个其它实施例结合以形成新的实施例。

[0029] 在方法的上下文中描述的实施例可以类似地对于系统有效,反之亦然。类似地,在系统的上下文中描述的实施例可以类似地对于一组传感器模块和皮肤粘合贴片有效,反之亦然。而且,在方法的上下文中描述的实施例可以类似地对于一组传感器模块和皮肤粘合贴片有效,反之亦然。

[0030] 在一个实施例的上下文中描述的特征可以相应地适用于其它实施例中相同或相似的特征。在实施例的上下文中描述的特征可以相应地适用于其它实施例,即使在其它实施例中并没有明确描述。此外,如在实施例的上下文中描述的用于特征的添加和/或组合和/或备选方案可相应地适用于其它实施例中的相同或相似特征。

[0031] 在各种实施例的上下文中,关于特征或元件使用的冠词“一”,“一个”和“该”包括对一个或多个特征或元件的引用。

[0032] 如本文所使用的,术语“和/或”包括一个或多个相关联的所列项目的任何和所有组合。

[0033] 各种实施例可以提供一种用于测量人类或动物皮肤上的呼吸振动的方法。根据各种实施例,术语“呼吸振动”可以表示由呼吸道在皮肤上(例如皮肤下表面)引起的机械振动。产生呼吸振动的一个例子是呼吸。

[0034] 根据各种实施例,该方法可以包括:在皮肤上的第一位置发射发射光,并且在皮肤上的第二位置接收来自该发射光的漫射光。第二位置与第一位置相距一定距离。该距离可以选自2mm至20mm,例如5mm至15mm。示例性的距离是5mm和10mm。该距离可以测量为发射器的一端(该端定位在皮肤的近端)的光发射中心与接收器的一端(该端定位在皮肤的近端)的光检测中心之间的距离。

[0035] 该方法可以包括存储与随时间接收的漫射光的光强度相对应的振动信号。

[0036] 根据各种实施例,术语“振动信号”可以表示对应于皮肤的机械振动的电子形式的接收信号,其中,皮肤的机械振动可以包括呼吸振动信号。随时间获得的多个光强度值可以包括或可以形成振动信号。例如,光强度可以由接收器(例如光电二极管)接收,来自光电二极管的随时间变化的电信号可以被认为是振动信号。在另一示例中,由接收器(例如,由光电检测器或光电二极管)接收的光强度可以从模拟形式转换为数字形式,并且可以进一步存储在存储器中。随时间以数字形式存储的多个光强度值可以形成数字形式的振动信号。

[0037] 令人惊讶的是,振动信号是由于机械振动引起的,例如,沿着颈部或围绕胸部的气管附近的机械振动,这些机械振动是由呼吸引起的。与其它基于光学的方法(如光电容积脉搏波描记法(PPG))相比,在各种实施例中获得的由于呼吸引起的振动信号实际上要强得多。PPG方法通常用于脉搏血氧仪和智能手表中,以测量人体的末端处的心率,并可间接推断呼吸速率。尽管也可以通过脉搏血氧仪推断出呼吸,但这种方法是间接的,对于临床工作并不准确。相应地,脉搏血氧仪设备被配置为在身体的末端使用,在身体的末端可以分别获

取PPG信号。相反,本公开的方法利用的事实是,呼吸时,气管区域的皮肤下方的膜膨胀和收缩。由于膨胀和收缩,光吸收改变,因此,携带振动信号的漫反射光信号(漫射光)也改变。振动信号带有与呼吸速率相对应的模式。实际上,已经发现可以从在接收器处测量的原始模拟信号观察到呼吸调制。与其它基于光学的方法相比,根据各种实施例的方法更直接并且可以更准确,因为它不一定需要任何形式的附加信号处理技术来观察呼吸频率(请注意,根据PPG计算呼吸速率是一种间接方法)。此外,它还可以远离肢体的测量,例如手臂、手指或其它区域,这些区域是测量基于PPG的呼吸速率的典型区域——其中一些领域可能值得关注,特别是在用户体验方面。需要注意的是,测量的振动信号不是PPG信号,而是皮肤机械振动产生的信号。

[0038] 令人惊讶的是,本文所使用的方法和系统可以以简单的方式获得非常准确的呼吸信息。

[0039] 根据各种实施例,该方法可以包括从振动信号提取呼吸参数。根据各种实施例,所述呼吸参数可以是:呼吸周期计数、频率或速率、深度、吸气呼气比率(IER)、吸气时间、维持时间、呼气时间、保持时间、一致性、平滑度和过渡性。例如,呼吸参数可以是呼吸频率或呼吸周期计数。相应地,提取呼吸参数可以包括确定呼吸频率和呼吸周期计数中的至少一项。呼吸参数可以是周期性信号的呼吸参数。例如,呼吸参数:呼吸周期计数、频率或速率、深度、吸气呼气比率(IER)、吸气时间、维持时间、呼气时间、保持时间、一致性、平滑度和过渡性可以是周期信号的呼吸参数。

[0040] 根据各种实施例,该方法可以进一步包括在振动信号上施加低通滤波器。低通滤波器可以施加在振动信号上,以便确定呼吸参数,特别是确定周期性信号的呼吸参数。低通滤波器可以是电子模拟滤波器,用于滤波模拟形式的振动信号,例如,在数字形式的转换之前。可替代地或另外,低通滤波器可以是数字滤波器,用于滤波数字形式的振动信号。例如,低通滤波器可以具有1Hz或0.8Hz的截止频率。截止频率可以是-3dB的半功率点。已经发现,使用低通滤波器,可以获得更好的信噪比,特别是对于确定呼吸参数。

[0041] 根据各种实施例,术语“呼吸”,例如在“呼吸周期计数”中,可以指空气进入肺部然后将其排出的循环。

[0042] 根据各种实施例,该方法可以包括从处于时域中的振动信号生成处于频域中的频谱。例如,可以将FFT变换应用于振动信号以获得频谱。在一个示例中,呼吸频率可以从对应于频谱中的峰值的频率获得。例如,对于人类呼吸,呼吸频率可以在0.15Hz和1Hz之间获得,例如在0.2和0.8Hz之间。呼吸速率可直接由呼吸频率计算。

[0043] 除了监测人的呼吸外,所提出的方法还可以用于监测人的咳嗽和/或语音。当人咳嗽时,可以从光电检测器的输出中观察到尖峰。类似地,当一个人语音时,呼吸信号被调制并且可以从光电检测器的输出中观察到。通过跟踪此类呼吸行为,可以使用所提出的方法来跟踪:1) 呼吸系统疾病,例如哮喘和慢性阻塞性肺疾病(COPD),2) 睡眠障碍,例如阻塞性睡眠呼吸暂停,3) 压力和健康,4) 语音交流和5) 健身表演。

[0044] 根据各种实施例,根据各种实施例的方法可以包括隔离频率范围在0.15Hz和1Hz之间(例如在0.2和0.8Hz之间)的信号。

[0045] 根据各种实施例,呼吸参数可以是咳嗽事件或咳嗽事件计数。相应地,提取呼吸参数可以包括确定一个或多个咳嗽事件。例如,咳嗽事件的特征在于其振幅比平均呼吸振幅

高,例如2倍或更高,并且持续时间比平均呼吸周期短,例如一半、三分之一或更少。发现咳嗽事件有很强的信号。因此,如果提供了低通滤波器,也可以从低通滤波器之前的振动信号检测咳嗽事件。

[0046] 根据各种实施例,呼吸参数可以是语音事件或与语音事件相关的信息。相应地,提取呼吸参数可包括确定一个或多个语音事件。可以通过语音滤波器从振动信号中过滤语音。语音滤波器可以是带通滤波器,例如带通在100Hz到17kHz之间。因此,语音可以容易地与其它呼吸参数区分开,特别是与周期性信号的呼吸参数区分开。

[0047] 各种实施例可以提供用于执行根据本公开的方法的系统。

[0048] 在本公开的上下文中,并且根据各种实施例,术语“系统”可指作为设备实现的系统。例如,作为用户可以佩戴的设备,例如在用户的颈部区域。

[0049] 根据各种实施例,发射器可以配置为在皮肤上的第一位置发射发射光。根据各种实施例,发射器可以包括发光器件,例如发光二极管或发光激光二极管。发射器可以包括光导,例如光纤。光纤可以光耦合到发光器件。发射器可以配置为发射具有选自600nm至1000nm的峰值波长的光,例如选自800nm至1000nm,例如选自800nm至900nm。相应地,发光器件可以配置为发射具有选自600nm至1000nm的峰值波长的光,例如选自800nm至1000nm,例如选自800nm至900nm。发光器件可以是例如激光二极管,例如垂直腔表面发射激光器(VCSEL)。在一示例中,发光器件可以是VCSEL850nm激光二极管。在另一示例中,发射器可以是耦合到光导的VCSEL850nm激光二极管。已经发现,使用激光二极管可以为振动信号获得良好的信噪比。还发现,振动信号在800nm至1000nm之间的波长范围内,包括800nm至900nm的波长范围内,更加强烈。

[0050] 根据各种实施例,接收器可配置为在皮肤上的第二位置处接收来自发射光的漫射光。根据各种实施例,接收器可以包括光检测器,例如光电检测器,诸如光电二极管或光电晶体管。光电检测器可以包括偏置和/或放大电路。接收器可以包括光导,例如光纤。光纤可以光耦合到光检测器。接收器可以被配置为感测在发射器的峰值波长处的光。在一个示例中,接收器可以是覆盖VIS-NIR的宽带光电二极管(例如,波长范围在600nm至1000nm之间)。在另一个示例中,接收器可以是覆盖与光导耦合的VIS-NIR(例如,波长范围在600至1000nm之间)的宽带光电二极管。在又一个示例中,接收器可以配置为对800nm到900nm的波长作出响应,并且在该范围之外可以具有更低的响应度或没有响应度。

[0051] 根据各种实施例,发射器和接收器可配置为使得当发射器和接收器位于皮肤上时,发射器布置为在皮肤上的第一位置发射发射光,并且接收器配置为在皮肤上的第二位置处接收来自发射光的漫射光。第二位置与第一位置相距一定距离。

[0052] 根据各种实施例,发射器和接收器可以与皮肤紧密接触,例如直接接触。相应地,发射器和接收器可以配置为与皮肤紧密接触,例如直接接触。“紧密接触”中的术语“紧密”可指发射器与皮肤和/或接收器与皮肤之间的间隔小于第一位置与第二位置之间的距离,例如小于距离的1/10或小于距离的1/20。例如,间隔可以在2到5mm之间,在另一示例中,间隔可以等于或小于5mm,在另一示例中,间隔可以小于2mm。

[0053] 根据各种实施例,发射光可以包括能够至少部分地通过皮肤扩散的波长。发射光的波长可以调节以能够测量皮肤中扩散路径长度。该波长可以在600nm至1000nm的范围内,例如800nm至1000nm,例如800nm至900nm。根据各种实施例,描述为从第一端点到第二端点

的范围可以包括第一端点和第二端点。

[0054] 根据各种实施例,发射器和接收器配置为相对于彼此定位,或者相对于彼此定位成面对基本相同的方向。在本文中,术语“面”是指光学上有效的接收器和发射器的侧面。例如,发射器能够沿发射器优先方向发射光,并且接收器能够从接收器优先方向接收光,发射器优先方向和接收器优先方向基本平行。例如,发射器和接收器可以基本上布置在同一平面中,并且背对该平面的同一侧。

[0055] 根据各种实施例,第一位置和第二位置中的至少一个靠近呼吸道,例如在气管附近,沿着颈部或胸部附近。发现在这些区域中振动信号具有更强的强度。

[0056] 根据各种实施例,该系统可以包括传感器模块,其中该传感器模块包括发射器和接收器。传感器模块可以包括壳体。发射器和接收器可以相对于传感器模块的壳体布置在固定位置。

[0057] 根据各种实施例,传感器模块可以是项链吊坠(necklace pendant)。替代地或附加地,传感器模块可以是项链。项链可以是,例如,可以缠绕在脖子上的带子、链子或绳索。项链吊坠可以是,例如,可以附接到,例如,悬挂在项链上的吊坠。

[0058] 根据各种实施例,传感器模块可包括通信接口,该通信接口配置为将振动信号传输到远程设备。

[0059] 根据各种实施例,时间可以等于或长于至少一个呼吸周期,例如时间可以是至少10秒,或者在另一示例中,至少5秒。

[0060] 根据各种实施例,该系统可以包括电路。电路可配置为存储与一段时间内接收到的漫散光的光强度相对应的振动信号。根据各种实施例,该系统可以包括处理单元。处理单元可以配置为从振动信号提取呼吸参数。

[0061] 根据各种实施例,该系统可以进一步包括远程设备。传感器模块可以配置为将振动信号传输到远程设备。远程设备可以配置为从传感器模块接收振动信号。在一些实施例中,处理单元可以设置在远程设备中。而且,处理单元可以设置在远程设备中。例如,远程设备可以是计算设备,例如:计算机、移动电话、电子平板电脑。

[0062] 根据各种实施例,电路和处理单元可以是同一微处理器的组成部分。例如,该电路和处理单元可以实现为微处理器的子电路和/或至少暂时存储在可包括在微处理器中的存储器中的编程部分。

[0063] 本公开涉及一种通过直接接触而直接测量呼吸(例如,人类呼吸)的光学方法。呼吸是一个信息密集的数据流:它具有许多组成部分,例如速率、深度、吸气呼气比率(IER)、吸气、维持、呼气和保持的持续时间、一致性、平滑度和过渡性等。图1示出了根据各种实施例的方法100的流程图。第一个步骤110可包括在皮肤上的第一位置发射发射光并且在皮肤上的第二位置接收来自发射光的漫射光。第二个步骤120可包括存储与随时间接收的漫射光的光强度相对应的振动信号。第三个步骤130可包括从振动信号提取呼吸参数。

[0064] 该方法背后的原理是光学漫反射。在这种方法中,光从发射器发出,被称为发射光或入射光(I_0)。发射光在第一位置撞击皮肤表面组织,并在路径长度为L的路径(请参见图2,路径240)上朝向第二位置的接收器扩散,该接收器收集漫射光(I_r)。漫射光也可以称为反射光。漫射光与发射光之间的关系由比尔-朗伯定律(Beer-Lambert Law)表示:

[0065] $I_r = I_0 e^{-\alpha L}$

[0066] 上述关系的重要部分是净路径系数 (Net Path Coefficient) 或 αL ($\alpha \times L$)，其中， α (α) 是路径损耗系数 (以 $1/\text{cm}$ 为单位)， L 是路径长度 (cm)。由于呼吸时的组织振动，在本文中也称为呼吸振动，净路径系数发生变化，导致漫射光 (I_r) 随时间发生变化和振荡。检测元件吸收的是这种散射光强度的变化，从而产生呼吸信号。

[0067] 图2是系统200和皮肤横截面14的示意图，其上放置有发射器220和接收器230以测量呼吸振动。发射器220可以配置为在皮肤上的第一位置222处发射发射光。接收器230可以配置为在皮肤232上的第二位置处接收来自发射光的漫射光。第二位置232与第一位置222相距距离D。光扩散路径由路径240示意性地示出。路径240的长度可以近似于距离D。光沿着皮肤穿过的路径的长度可以是例如10mm，在例如深达5mm的深度内。根据各种实施例，系统配置为使得从真皮层16接收光。在真皮层下方是皮下脂肪层18，血液浓度通常较高。根据各种实施例，振动信号可以是来自真皮层16的机械振动获得的信号，并且可以进一步排除来自下层 (例如层18) 的信号，以避免信号噪声的增加。可以相应地配置系统、发射器和/或接收器，以从真皮获得振动信号。在不受理论约束的情况下，人们认为真皮调制的光的振动信号可能与其它皮肤层的振动信号一样具有更高的信噪比。

[0068] 图3是根据一些实施例的位于颈部10周围的皮肤10上的系统300的示意图。该系统可以以光纤耦合设备的形式实现，该系统包括光纤 (322和332)，该光纤接触皮肤，例如，如图3所示，在位置326和336处。在图3的示例中，发射器包括光发射器324和作为光导的光纤322，并且接收器包括光接收器334和作为光导的光纤332。在根据图3的更具体的示例中，光纤322放置在颈部区域20上的第一位置326。光纤332放置在颈部区域20上的第二位置336。光纤322耦合到峰值发射波长为850nm的发光二极管324。光纤332耦合到硅雪崩光电二极管334。通过将电信号通过低通滤波器并计算快速傅里叶变换 (FFT)，对光电二极管上的光相互作用产生的电信号进行后处理。电信号的一个示例是光电二极管的光电流，另一个示例是相应的电压，例如，由于光电流流经电阻而产生的电压。可以根据需要包括从模拟信号到数字信号的转换，例如在FFT之前，或者低通滤波器是数字滤波器时，在低通滤波器之前。图4A和图4B示出了利用图3所示的系统获得的后处理结果。图4A示出了利用系统300获取的随时间变化的形式为接收器输出的振动信号410的曲线图，即时域振动信号，在该示例中，该时域振动信号在正常呼吸条件下包括清晰的呼吸信号。在呼吸信号中，可以看到呼吸速率的周期性强度调制。振动信号410的FFT 420在图4B中示出，其中看出在0.21Hz (峰值422) 的基本呼吸频率和在0.4Hz (峰值424) 的二次谐波。这正确地对应于大约4.76秒的呼吸周期和大约每分钟12.6次呼吸。根据各种实施例，可以使用低通滤波器来滤除二次谐波或更高次谐波，例如，如图4B所示的峰值424。

[0069] 图5是根据一些实施例的位于颈部20周围的皮肤10上的系统500的示意图。在图5的示例中，发射器520包括光发射器，并且接收器530包括光接收器。系统500可以实现为直接接触设备，例如，其中，光发射器和光接收器可以各自配置为与皮肤紧密接触，并且可以各自与皮肤紧密接触。

[0070] 图6A示出了利用图5的系统500获取的，随时间变化的接收器输出形式的振动信号610的曲线图，即时域振动信号的曲线图，在这种情况下，该时域振动信号包括清晰的呼吸信号。振动信号610的FFT 620在图6B中示出，其中可以在0.21Hz的峰值624处看到基本呼吸频率。使用VCSEL850nm激光二极管作为发射器和覆盖VIS-NIR (600-1000nm) 的宽带光电二

极管检测器作为接收器,获取图6A和6B的结果。850nm二极管与接收器之间的距离为10mm。

[0071] 在图7A中,在正常呼吸的情况下,在区域710中呈现振动信号700的示例,随后是2次咳嗽和3次咳嗽。使用根据图5的系统获取此后处理信号,但是可以使用根据各种实施例的任何其它系统(例如,根据图3的系统)获得类似的结果。在区域720的2次咳嗽中观察到两个明显的峰值,而在区域730的3个咳嗽中观察到三个明显的峰值。图7B示出了表示由“Hello World(你好世界)”和“Good morning(早上好)”的语音调制的呼吸的振动信号750的曲线图。

[0072] 根据各种实施例,该系统可以被实现为设备,例如可穿戴设备。该设备可以快速、轻松、准确地测量人体颈部周围的呼吸速率和呼吸模式。该设备的应用包括临床呼吸监测和一般消费者医疗保健,例如,通过呼吸模式测量压力水平。更多系统和设备的实施例和示例将结合图8A-8C示出。

[0073] 在图8A、8B、8C、9A、9B、10、11和12所示的示例中,使用了实现为装置的系统,例如,其中所有电子和光学组件都可以集成为可穿戴装置。

[0074] 图8A示出了根据各种实施例的传感器模块860和皮肤粘合贴片870的示例性套件,其以组装的形式施加到人的颈部20上。可以提供皮肤粘合贴片以将装置连接到受试者的颈部。传感器模块860可以通过适当的紧固装置,例如通过钩环紧固件,组装到皮肤粘合贴片870。在一个示例中,皮肤粘合贴片的一侧是粘附到对象颈部区域的粘性部分,皮肤粘合贴片的另一侧可以包括粘附到传感器模块的钩环紧固件。图8B示出了图8A的传感器模块860和皮肤粘合剂贴片870的组装套件的近视图,仍然移除了粘合保护层872。图8C示出了处于未组装状态的图8A和8B的皮肤粘合贴片870以及传感器模块860的近视图。皮肤粘合贴片870可以包括窗口区域窗口874,其配置为允许发射器到皮肤以及接收器到皮肤的光学耦合。窗口区域可以是例如透明窗口或切口,其允许来自传感器模块的发射光与被检体接触并检测漫射的光。皮肤粘合贴片可以是一次性的,因此可以在使用后丢弃。

[0075] 图8A突出了根据一些实施例的系统如何围绕颈部区域佩戴。在其它实施例中,传感器模块可以作为项链吊坠佩戴。

[0076] 图9A是传感器模块960和皮肤粘合贴片970的组装套件900的示意图。皮肤贴剂970可以包括粘合层972,粘合剂层972配置为用于将皮肤粘合贴片970粘附至皮肤。该套件可以包括用于将传感器模块960可移除地紧固到皮肤粘合贴片970的紧固装置976。紧固装置976可以是例如单层或超过一层,例如可以是钩环紧固件。

[0077] 图9B是组装套件900的截面图A-A,用于示出窗口区域974的示例。在示出的示例中,皮肤粘合贴片970包括用于提供窗口区域974的窗口,该窗口可以是切口或透明区域。窗口区域974也可以没有粘合层972并且可以没有紧固装置976。

[0078] 尽管图8A-9B结合传感器模块860和皮肤粘合贴片870的套件描述了各种实施例,但是要强调的是,根据各种实施例,特征的解释和描述也适用于系统,反之亦然,也适用于方法,反之亦然。

[0079] 在诊所或医院中测量呼吸的黄金标准是通过手动计数。通过进行研究,下表比较了根据各种实施方式的系统所测量的呼吸速率和手动计数的黄金标准。这项研究由年龄广泛的健康受试者组成。可以看出,偏差可以小于1bpm (bpm表示每分钟的呼吸)。

[0080]

受试者(年龄、性别、体重、肤色)	手动 (bpm)	设备 (bpm)
------------------	----------	----------

A (34、男性、正常、黑色)	9	8.5
B (27、男性、正常、白色)	7	6.5
C (64、女性、超重、白色)	10	10.5
D (59、男性、正常、白色)	10	10.2
E (31、男性、正常、白色)	14	13.4

[0081] 对重症监护病房的患者还进行了概念验证。在图10中示出了对黄金标准(手动计数)的结果与根据各种实施例的方法和系统的结果的比较的一个示例。图中示出了振动信号的上部曲线图1010以及下部曲线图1020,其中在3分钟的连续时间内可以看到呼吸频率。曲线1020示出了起落深度或呼吸深度。这被测量为电信号的最大值到最小值之间的位移。可以看出起落深度和呼吸方式在整个呼吸过程中都是一致的。图10示出了在3分钟的连续时间内的呼吸频率的示例性曲线图,并与以间隔1分钟进行的手动计数相比较。手动计数是在2分钟处标记的21个计数、在3分钟处标记的22个计数和在4分钟处标记的21个计数。在本研究中,对于重症患者,与手动计数和心电图导联的平均偏差分别为1.54bpm和1.21bpm。

[0082] 图11示出了根据各种实施例的在下部曲线1120中获取的呼吸速率信号,与在上部曲线1110中使用不同技术,利用商业产品(来自Medtronic公司的Zephyr Bioharness)获取的呼吸速率信号的比较。从图11可以看到,随时间变化的呼吸模式,可以很好地与商业产品匹配。

[0083] 图10和11的结果是用VCSEL 850nm激光二极管作为发射器,而覆盖VIS-NIR(600-1000nm)的宽带光电二极管检测器作为接收器的。850nm二极管与接收器之间的距离为10mm。

[0084] 传感器模块可以包括单个芯片,该芯片执行各种任务,例如,供电、开关模块、校准模块、光学感测、信号处理、信号传输、无线蓝牙传输或其组合中的至少一项。

[0085] 在一示例中,传感器模块包括如图12所示的几个组件。例如,在第一侧1210上,传感器模块1200可包括以下几项中的至少一项:电池1211(例如180mAh电池)、无线发射器1212(例如蓝牙发射器)、充电电路(例如USB充电连接器和/或电路1214)、用于调谐发射器的功率的电压调谐器1213。例如,在第二侧1220上,传感器模块1200可包括以下几项中的至少一项:发射器1221(例如LED或激光二极管)、接收器1222(例如集成的光电二极管)、微处理器1223(例如可编程微处理器)、存储器1224(例如32MB存储器)、开关1225(例如用于打开和关闭设备)。微处理器可以配置为执行所需的模数转换和信号处理。存储器可以配置为,例如,存储相关的启动软件数据和过去的历史。无线发射器,例如蓝牙发射器,可以配置为将数据无线地接收和发送到诸如计算机和移动电话的移动平台。

[0086] 尽管已经参考特定实施例具体示出和描述了本发明,但是本领域技术人员应当理解,可以在不脱离所附权利要求书所限定的本发明范围的情况下在其中进行形式和细节上的各种改变。因此,本发明的范围由所附权利要求书指示,并且因此,在权利要求书的等效性的含义和范围内的所有变化旨在包含其中。

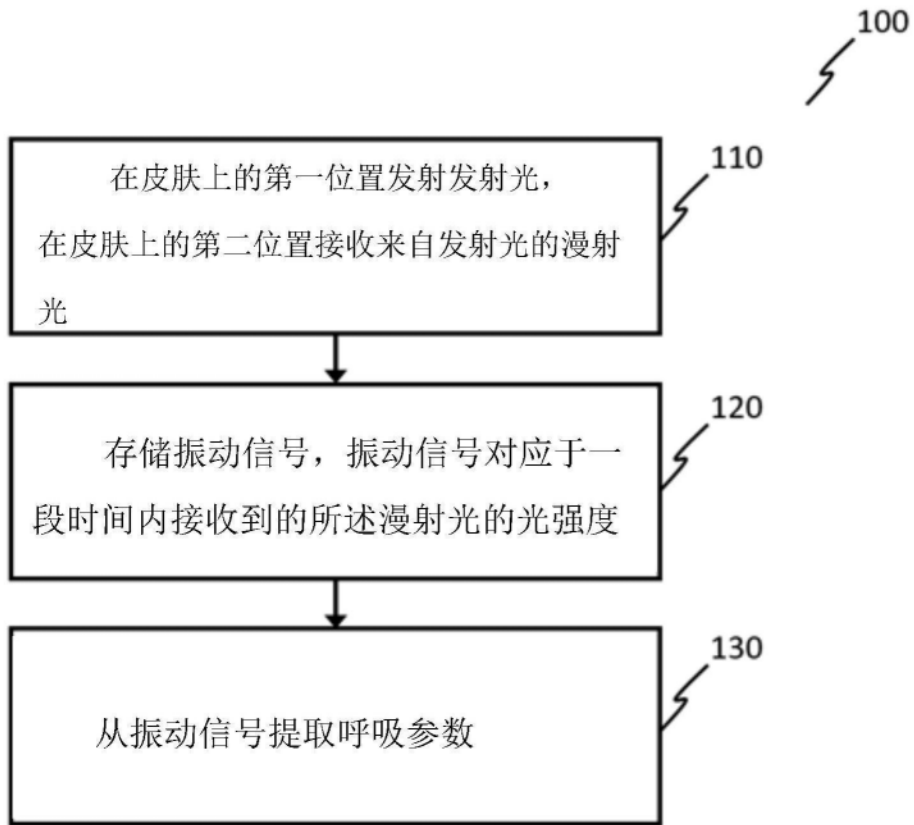


图1

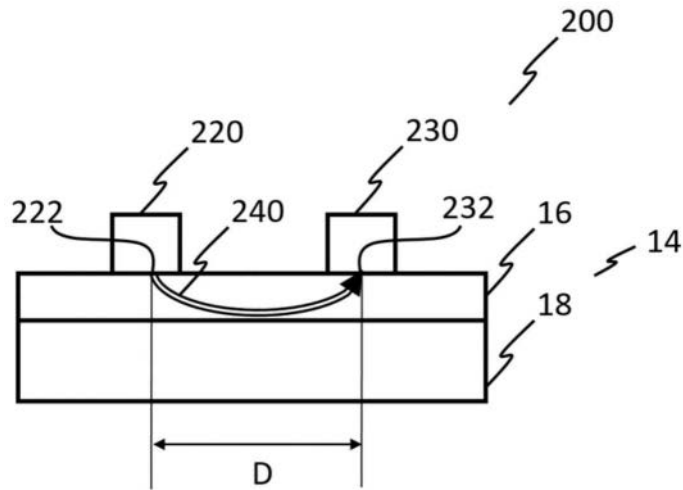


图2

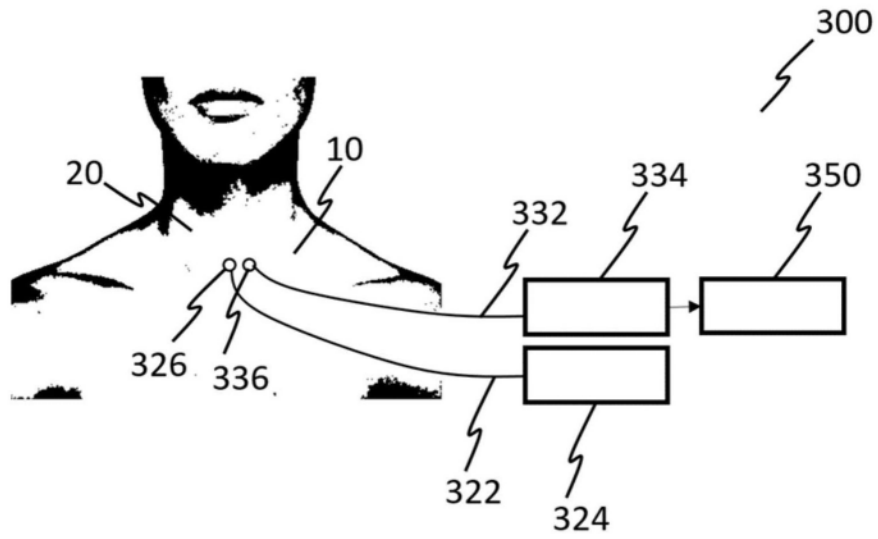


图3

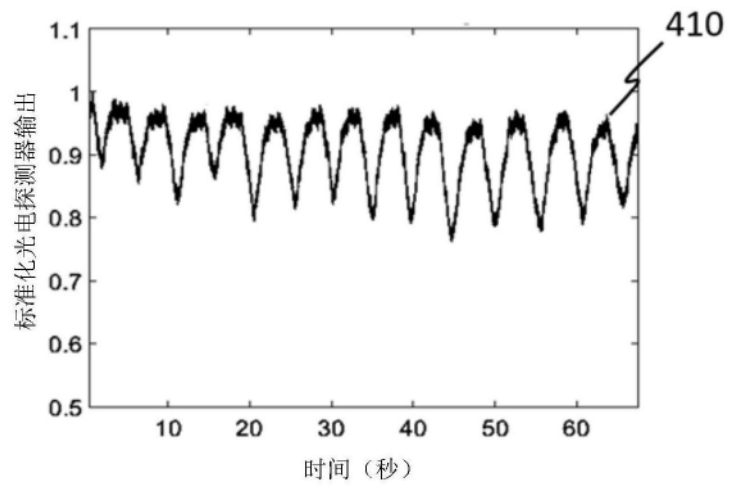


图4A

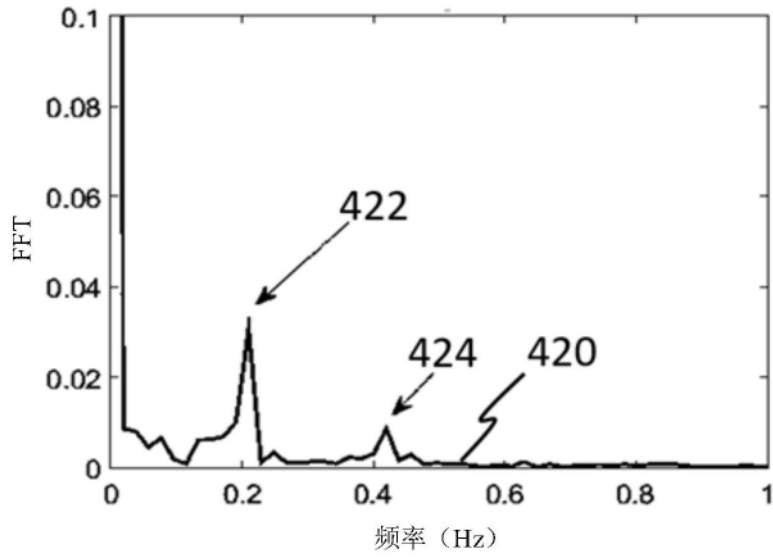


图4B

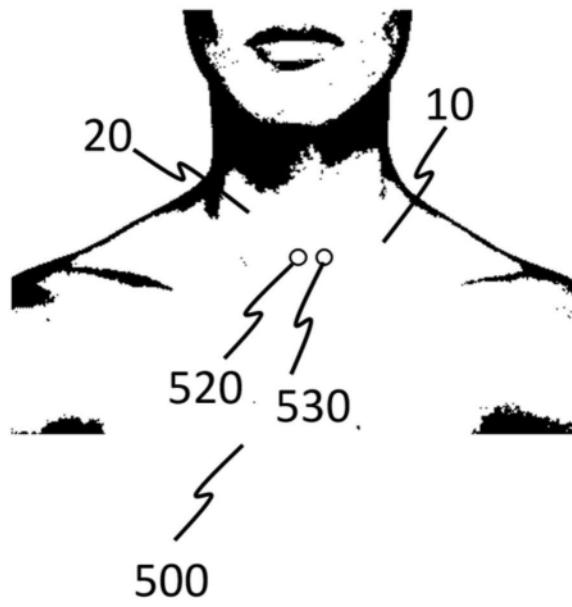


图5

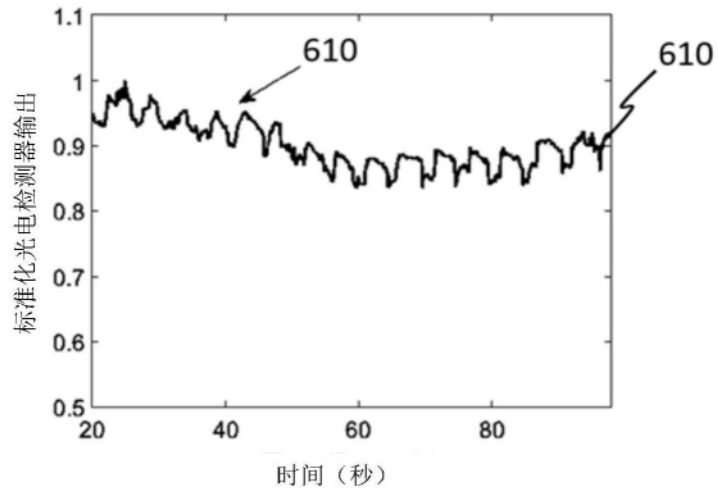


图6A

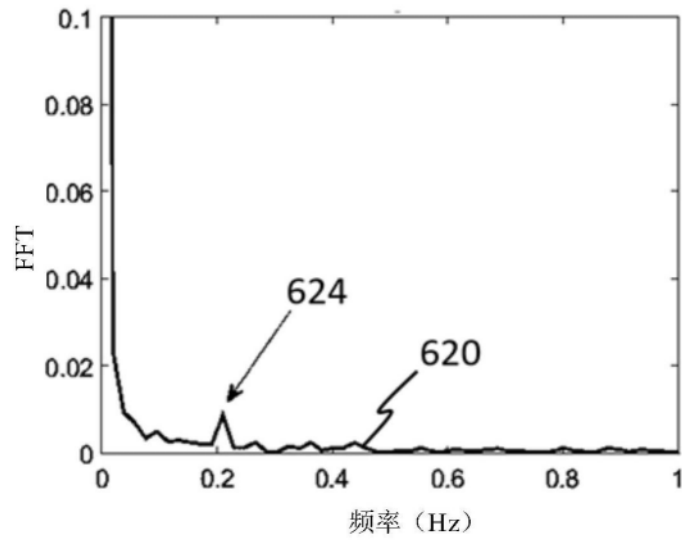


图6B

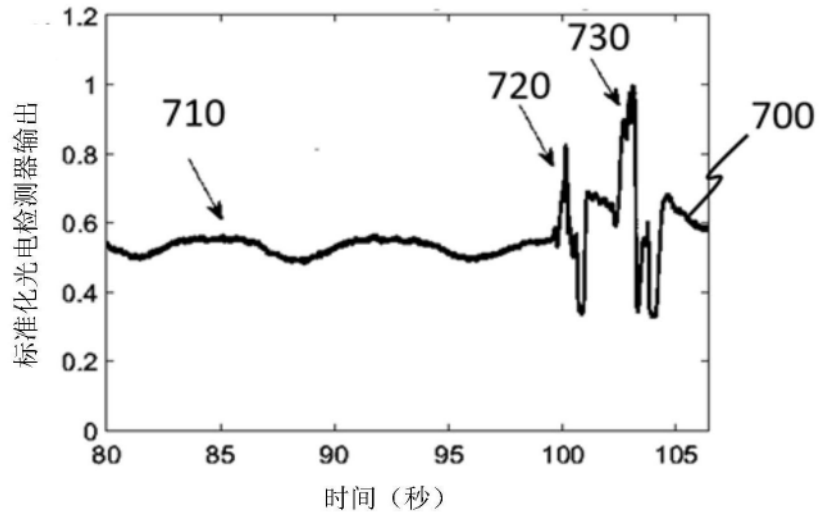


图7A

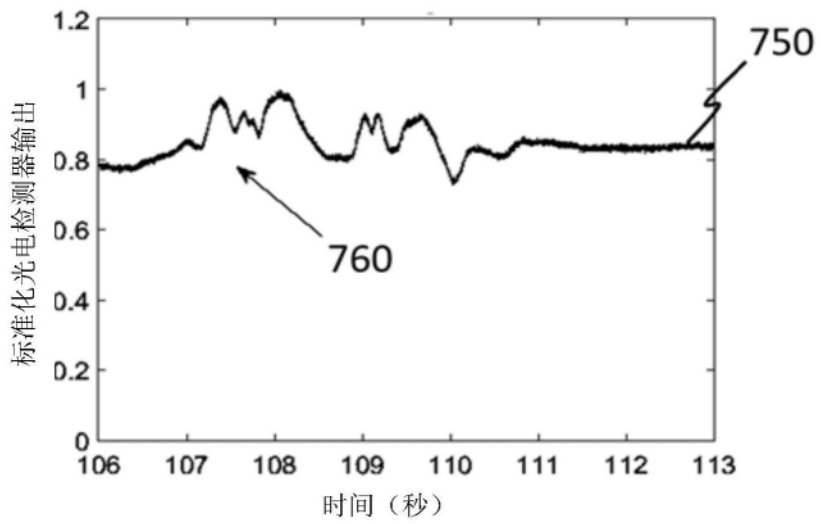


图7B

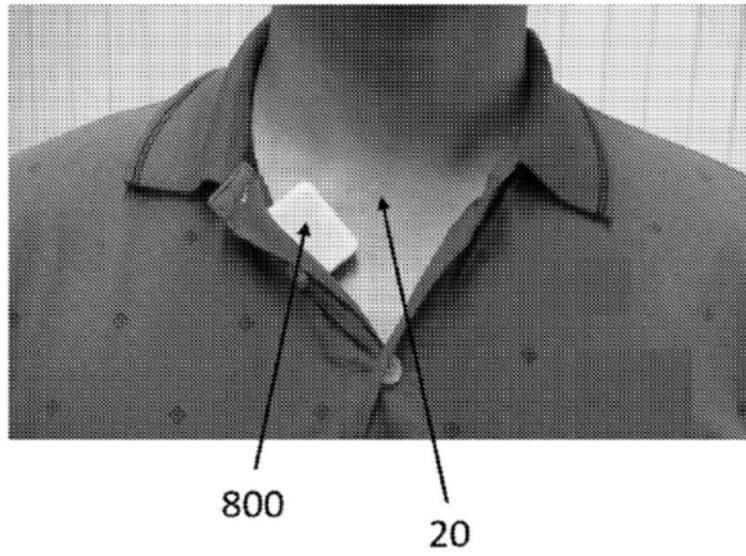


图8A

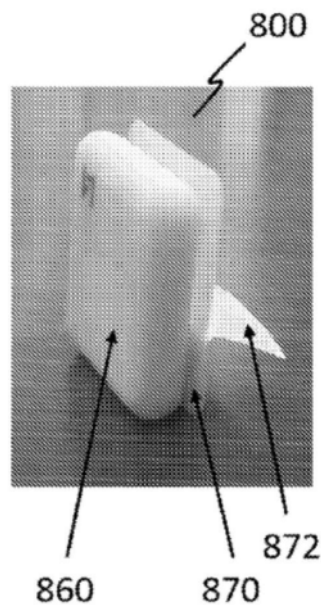


图8B

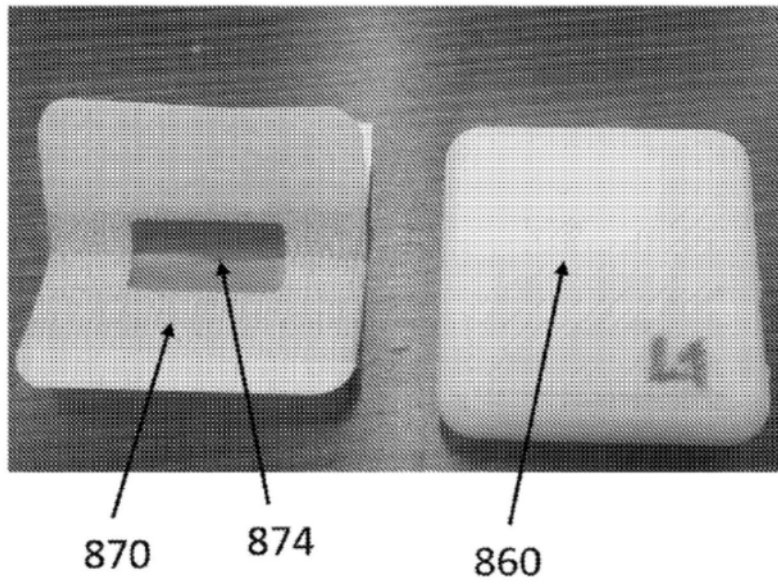


图8C

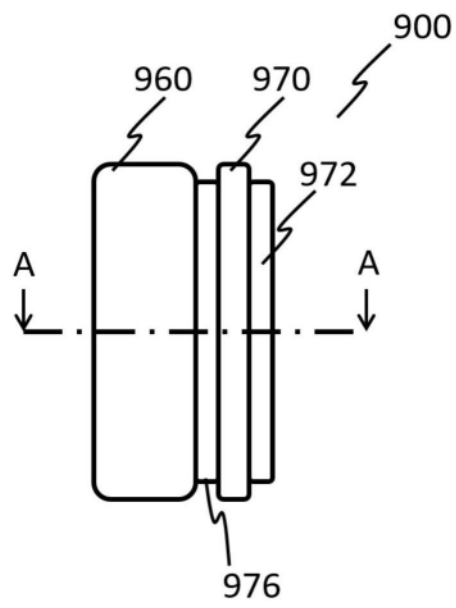


图9A

A-A

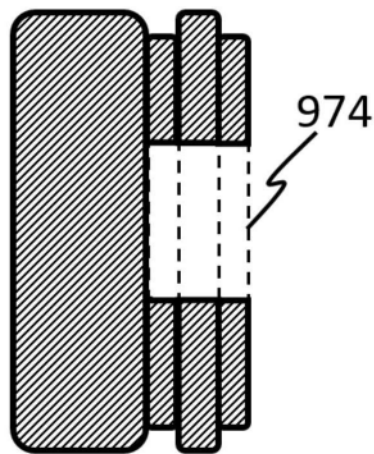


图9B

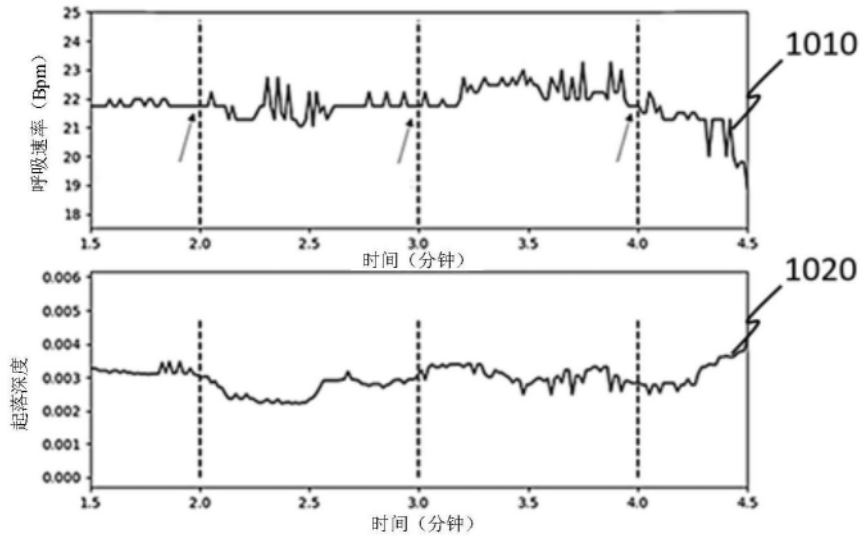


图10

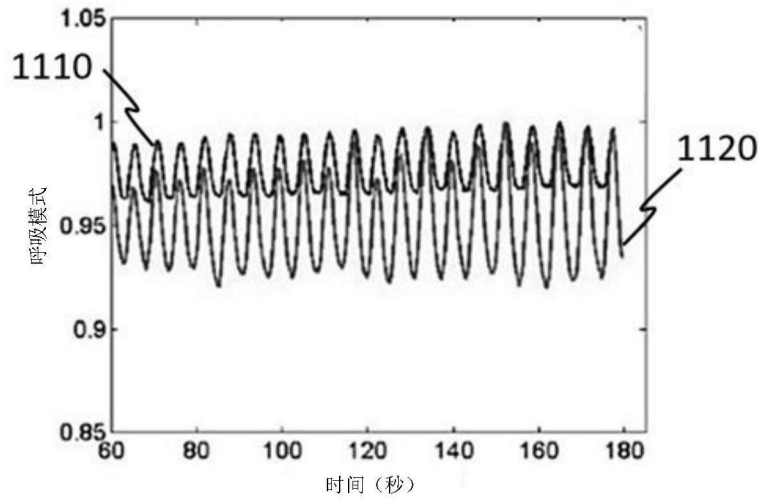


图11

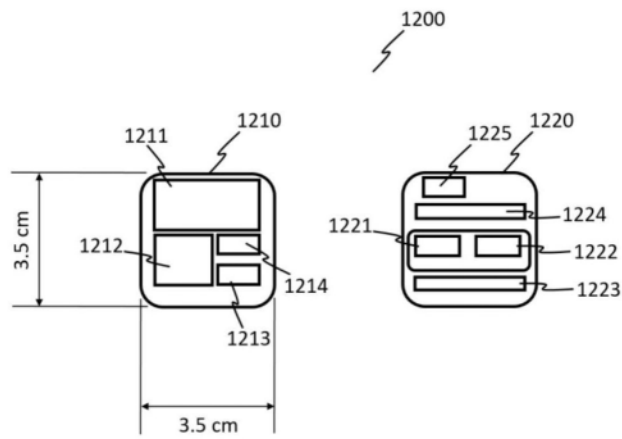


图12