



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110558957 A

(43)申请公布日 2019.12.13

(21)申请号 201910773678.6

(22)申请日 2019.08.21

(71)申请人 武汉凯锐普信息技术有限公司

地址 430000 湖北省武汉市东湖新技术开发区光谷软件园一期以西、南湖南路以南光谷软件园六期第5幢1层501-2号-4

(72)发明人 李政颖 黄国良 赵涛

(74)专利代理机构 武汉红观专利代理事务所  
(普通合伙) 42247

代理人 陈凯

(51)Int.Cl.

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

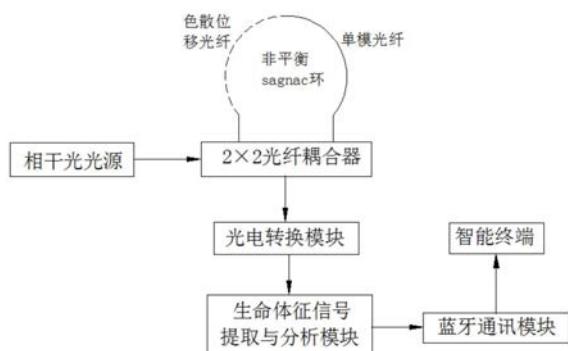
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种生命体征监测装置和方法

(57)摘要

本发明提出了一种生命体征监测装置和方法,利用非平衡sagnac环非平衡的结构,在无振动的情况下,环内的两路光相位差不为零,相当于预先抬高了非平衡sagnac环输出端的输出光功率,使相位差的变化更容易显现出来,有利于对振动信号的动态响应。当发生振动时,非平衡sagnac环腔的不平衡性进一步加大,导致两路相反传播的光信号的相移加大,通过耦合器干涉后,输出端输出由振动调制的信号,此时,非平衡sagnac环对小幅振动亦相当敏感,适用于生命体征检测。



1. 一种生命体征监测装置，其包括传感光纤模块，其特征在于：所述传感光纤模块包括 $2 \times 2$ 光纤耦合器和非平衡sagnac环， $2 \times 2$ 光纤耦合器通过光纤与非平衡sagnac环连接。

2. 如权利要求1所述的一种生命体征监测装置，其特征在于：所述非平衡sagnac环包括两段不同类型的光纤。

3. 如权利要求2所述的一种生命体征监测装置，其特征在于：所述不同类型的光纤包括但不限于单模光纤、不同芯径的多模、高双折射光纤、色散位移光纤或色散补偿光纤。

4. 如权利要求1所述的一种生命体征监测装置，其特征在于：还包括光源、光电转换模块，以及生命体征信号提取与分析模块，其特征在于：

光源，输出光信号，并发送给 $2 \times 2$ 光纤耦合器；

$2 \times 2$ 光纤耦合器，分别连接光源、非平衡sagnac环和光电转换模块，光信号经 $2 \times 2$ 光纤耦合器的输入端分成两路方向相反的光信号进入非平衡sagnac环，在非平衡sagnac环腔中，遇到外界扰动时，反向传输的两路光信号到达外界扰动作用点的时间不同，即受到了不同的调制，因而，两路光信号在非平衡腔中传输产生不同的相移，而后在 $2 \times 2$ 光纤耦合器处产生干涉，通过 $2 \times 2$ 光纤耦合器的输出端输出光信号给光电转换模块；

光电转换模块，连接生命体征信号提取与分析模块，将光信号转换为电信号；

生命体征信号提取与分析模块，从电信号中提取出生命体征信息。

5. 如权利要求4所述的一种生命体征监测装置，其特征在于：还包括蓝牙通讯模块和智能终端，所述蓝牙通讯模块分别连接生命体征信号提取与分析模块和智能终端，智能终端对生命体征信号提取与分析模块得到的生命体征信息进行显示，并在生命体征信息超过预设值时发送警示信息。

6. 如权利要求1所述的一种生命体征监测装置，其特征在于：所述生命体征信息包括呼吸频率和心率。

7. 如权利要求1所述的一种生命体征监测装置，其特征在于：所述 $2 \times 2$ 光纤耦合器包括但不限于3dB耦合器。

8. 如权利要求4所述的一种生命体征监测装置，其特征在于：所述体征监测装置内置于但不限于坐垫、床垫、鞋垫、枕头中。

9. 如权利要求1所述的一种生命体征监测装置，其特征在于：所述生命体征监测装置的监测方式包括但不限于非穿戴式和非侵入式。

10. 一种生命体征监测方法，其特征在于：包括以下步骤：

S1、将光源输入如权利要求1所述的生命体征监测装置中；

S2、设 $2 \times 2$ 光纤耦合器输入的光信号光强为 $I_0$ ， $2 \times 2$ 光纤耦合器输出的光信号光强为 $I$ ， $2 \times 2$ 光纤耦合器的分光比为 $\alpha$ ，光信号按分光比分成两路信号光，在非平衡sagnac环腔中表现为顺时针和逆时针的两路，分别记两路的光信号的强度为 $I_1$ 和 $I_2$ ，当非平衡sagnac环没有受到振动干扰时，两路光信号的相位差为 $\varphi_1(t)$ ，当非平衡sagnac环中有振动干扰时，两路光信号的相位差为 $\varphi_2(t)$ ，则有：

$$\text{无振动干扰时, } I = I_1 + I_2 + \sqrt{I_1 I_2} \cos(\varphi_1(t));$$

$$\text{有振动干扰时, } I = I_1 + I_2 + \sqrt{I_1 I_2} \cos(\varphi_2(t));$$

其中,  $I_1 = \alpha I_0$ ,  $I_2 = (1-\alpha) I_0$ ,  $t$  为时间。

## 一种生命体征监测装置和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及人体生命特征监测领域,尤其涉及一种生命体征监测装置和方法。

### 背景技术

[0002] 随着社会经济技术的发展及人们对生活质量要求的提高,人们对自身健康进行检测的需求不断增大。呼吸率和心率是最基本的人体生命体征,人体的病态体征往往会在异常的呼吸率和心率上反映出来,因此,实现呼吸率和心率的日常实时监测对人体健康评估和疾病预防有着重要意义。近年来,利用光学原理对生命体征信号的检测手段发展迅速,基于干涉原理的光纤sagnac环是用来检测振动信号的较好方法。由于心跳会引发人体全身动脉血管的微振动,这种微小的振动也会产生对传感光纤的挤压,使sagnac环中反向传输的光信号产生相位差的调制,在耦合器处干涉,使得耦合器输出端的信号强度变化,通过检测该信号可以得知人体生命体征信息。具体的检测方法为:光源由平衡sagnac环的输入端注入,光信号通过耦合器分成两路方向相反的光信号,同一束光分成的两路光信号通过了相同的路径,相位相同,在耦合器处产生干涉,信号由输入端全反射回去,输出端没有光功率输出;而当环腔中出现扰动的时候,两路光信号到达扰动点的时间稍有不同,导致了光程差,从而出现相位差,在耦合器处产生干涉后,输出端有较弱的信号输出,绝大部分光仍然反射回光源。此时光纤sagnac环对于不剧烈的振动产生的输出信号的信噪比很差,且其对低频信号不敏感,难以用于呼吸和心跳信号的检测。因此,为了解决上述问题,本发明提供一种生命体征监测装置和方法,可以放大耦合器输出端的光信号功率和相位差,使相位差的变化更容易显现出来,并提高该光信号的信噪比,使得该光信号易于被检测。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明提出了一种生命体征监测装置和方法,可以放大耦合器输出端的光信号功率和相位差,使相位差的变化更容易显现出来,并提高该光信号的信噪比,使得该光信号易于被检测。本发明的技术方案是这样实现的:一方面,本发明提供了一种生命体征监测装置,其包括传感光纤模块,传感光纤模块包括 $2\times 2$ 光纤耦合器和非平衡sagnac环, $2\times 2$ 光纤耦合器通过光纤与非平衡sagnac环连接。

[0004] 在以上技术方案基础上,优选的,非平衡sagnac环包括两段不同类型的光纤。

[0005] 进一步优选的,不同类型的光纤包括但不限于单模光纤、不同芯径的多模、高双折射光纤、色散位移光纤或色散补偿光纤。

[0006] 在以上技术方案基础上,优选的,还包括光源、光电转换模块,以及生命体征信号提取与分析模块;

[0007] 光源,输出相干光,并发送给 $2\times 2$ 光纤耦合器;

[0008]  $2\times 2$ 光纤耦合器,分别连接光源、非平衡sagnac环和光电转换模块,光源经 $2\times 2$ 光纤耦合器的输入端分成两路方向相反的光信号进入非平衡sagnac环,在非平衡sagnac环腔中,遇到外界扰动时,反向传输的光信号到达外界扰动作用点的时间不同,即受到了不同的

调制,因而,两路光信号在非平衡腔中传输产生不同的相移,而后在 $2\times 2$ 光纤耦合器处产生干涉,通过 $2\times 2$ 光纤耦合器的输出端输出光信号给光电转换模块;

[0009] 光电转换模块,连接生命体征信号提取与分析模块,将光信号转换为电信号;

[0010] 生命体征信号提取与分析模块,从电信号中提取出生命体征信息。

[0011] 进一步优选的,还包括蓝牙通讯模块和智能终端;

[0012] 蓝牙通讯模块分别连接生命体征信号提取与分析模块和智能终端,智能终端对生命体征信号提取与分析模块得到的生命体征信息进行显示,并在生命体征信息超过预设值时发送警示信息。

[0013] 进一步优选的,生命体征信息包括呼吸频率和心率。

[0014] 在以上技术方案基础上,优选的, $2\times 2$ 光纤耦合器包括但不限于3dB耦合器。

[0015] 在以上技术方案基础上,优选的,生命体征监测装置内置于但不限于坐垫、床垫、鞋垫、枕头中。

[0016] 在以上技术方案基础上,优选的,生命体征监测装置的监测方式包括但不限于非穿戴式和非侵入式。

[0017] 另一方面,本发明提供了一种生命体征监测方法,包括以下步骤:

[0018] S1、将相干光输入生命体征监测装置中;

[0019] S2、设 $2\times 2$ 光纤耦合器输入的光信号光强为 $I_0$ , $2\times 2$ 光纤耦合器输出的光信号光强为 $I$ , $2\times 2$ 光纤耦合器的分光比为 $\alpha$ ,光信号按分光比分成两路信号光,在非平衡sagnac环腔中表现为顺时针和逆时针的两路,分别记两路的光信号的强度为 $I_1$ 和 $I_2$ ,当非平衡sagnac环没有振动干扰时,两路光信号的相位差为 $\varphi_1(t)$ ,当非平衡sagnac环发生振动干扰时,两路光信号的相位差为 $\varphi_2(t)$ ,则有:

[0020] 无振动干扰时,  $I = I_1 + I_2 + \sqrt{I_1 I_2} \cos(\varphi_1(t))$ ;

[0021] 有振动干扰时,  $I = I_1 + I_2 + \sqrt{I_1 I_2} \cos(\varphi_2(t))$ ;

[0022] 其中,  $I_1 = \alpha I_0$ ,  $I_2 = (1-\alpha) I_0$ , t为时间。

[0023] 本发明的基于非平衡sagnac环的生命体征监测装置和方法相对现有技术具有以下有益效果:

[0024] (1) 利用非平衡sagnac环非平衡的结构,在无振动的情况下,环内的两路光信号相位差不为零,非平衡sagnac环输出端有光功率输出,相当于预先抬高了非平衡sagnac环输出端的输出光功率,使相位差的变化更容易显现出来,有利于对振动信号的动态响应。当发生振动时,非平衡sagnac环腔的不平衡性进一步加大,而原本就不平衡的环腔结构对反向传输的两路光产生的光程差又起到了放大的作用,导致两路相反传播的光信号的相移加大,通过耦合器干涉后,输出端输出由振动调制的信号,此时,非平衡sagnac环对小幅振动亦相当敏感,适用于呼吸和心跳检测;

[0025] (2) 结构简单,易于实现,制造成本低,运行可靠,灵敏度高,实时检测,信号易于解调等优点,可内置于坐垫、床垫、鞋垫或枕头等日用品中,便于使用者在日常工作生活中实时地监测自己的身体状况,并可在紧急情况下及时通知家属和医护人员,避免意外情况发生。

## 附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0027] 图1为本发明基于非平衡sagnac环的生命体征监测装置的结构图;

[0028] 图2为实施例1~实施例4采集的心跳信号和呼吸信号波形图。

## 具体实施方式

[0029] 下面将结合本发明实施方式,对本发明实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施方式仅仅是本发明一部分实施方式,而不是全部的实施方式。基于本发明中的实施方式,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本发明保护的范围。

[0030] 如图1所示,本实施例的生命体征监测装置,其包括光源、传感光纤模块、光电转换模块、蓝牙通讯模块、智能终端以及生命体征信号提取与分析模块。

[0031] 光源,产生光信号,可以是相干光,也可以是非相干光。

[0032] 传感光纤模块,将呼吸或者心跳对光纤的挤压转换成可测的光信号。在本实施例中,传感光纤模块包括 $2\times 2$ 光纤耦合器和非平衡sagnac环。

[0033] 非平衡sagnac环的环腔由两种不同类型的光纤组成不平衡结构,不同类型的光纤为任意类型光纤,优选的,不同类型的光纤可以是单模光纤、不同芯径的多模、高双折射光纤、色散位移光纤或色散补偿光纤等,非平衡sagnac环可以是上述类型光纤中不同的两两组合,传感光纤包括但不限于2段,且长度和比例没有限制,非平衡sagnac环的输入输出不限方向。

[0034]  $2\times 2$ 光纤耦合器,将光信号分成两路功率相同的光信号。在本实施例中, $2\times 2$ 光纤耦合器为3dB耦合器。

[0035] 在本实施例中,生命体征监测装置的连接关系为:光源输出光信号经 $2\times 2$ 光纤耦合器的输入端分成两路方向相反的光信号进入非平衡sagnac环,两路光信号在非平衡腔中传输产生不同的相移,而后在 $2\times 2$ 光纤耦合器处产生干涉,通过 $2\times 2$ 光纤耦合器的输出端输出光信号, $2\times 2$ 光纤耦合器的输出端与光电转换模块的输入端采用光纤连接,光电转换模块将接收到的光功率信号转化为电信号,并与生命体征信号提取与分析模块的输入端电性连接,生命体征信号提取与分析模块对接收到的电信号进行生命体征信号提取与分析,并与蓝牙通讯模块的输入端相连,蓝牙通讯模块与智能终端通信,智能终端接收蓝牙信号,并显示信息与报警。生命体征监测装置内置于但不限于坐垫、床垫、鞋垫、枕头中,并且其监测方式包括但不限于非穿戴式和非侵入式。

[0036] 传统基于平衡sagnac环的生命体征监测装置的检测原理为:光源由平衡sagnac环的输入端注入,光信号通过耦合器分成两路方向相反的光信号,同一束光分成的两路光信号通过了相同的路径,相位相同,在耦合器处产生干涉,信号由输入端全反射回去,耦合端没有光功率输出;而当环腔中出现振动扰动的时候,两路光信号到达扰动点的时间稍有不同,导致了光程差,从而出现相位差,在耦合器处产生干涉后,耦合端有较弱的信号输出,绝

大部分光仍然反射回光源,将耦合端输出的较弱信号进行光电转换,并检测电信号进行生命体征信号提取与分析。但是,此时光纤平衡sagnac环对于不剧烈的振动产生的输出信号的信噪比很差,且其对低频信号不敏感,难以用于呼吸和心跳信号的检测。

[0037] 本实施例中基于非平衡sagnac环的生命体征监测装置的检测原理为:利用两段不同类型的光纤连接,置于sagnac环腔中,预先将环腔置于不平衡的状态,使输入光经 $2\times 2$ 光纤耦合器分成两路信号光后经过非平衡环腔后产生相移,回到 $2\times 2$ 光纤耦合器后发生干涉,此时耦合端有光功率输出,相当于预先抬高了耦合端的输出光功率,使相位差的变化更容易显现出来,有利于对振动信号的动态响应,当非平衡环腔中检测到振动时,非平衡环腔的不平衡性进一步加大,而原本就不平衡的环腔结构对反向传输的两路光产生的光程差又起到了放大的作用,导致两路相反传播的光信号的相移加大,通过耦合器干涉后,耦合端输出由振动调制的信号。此时,非平衡sagnac环对小幅振动亦相当敏感,适用于生命体征检测。呼吸与心跳引起的挤压造成的微小振动会对非平衡sagnac环中两路的光信号的相位差进行调制,通过在 $2\times 2$ 光纤耦合器的干涉转化为光功率的调制,从而在非平衡sagnac环的输出端输出随呼吸和心跳相关性变化的光功率。输出的光功率经光电转换模块转换为电信号,再经生命体征信号提取与分析模块在不同的频带中将呼吸和心跳信号区分开来,就可以得到呼吸与心跳信号,最后由蓝牙通讯模块发送至智能终端显示与报警。

[0038] 本实施例相比传统的生命体征监测装置具有的有益效果为:利用非平衡sagnac环非平衡的结构,在无振动的情况下,环内的两路光相位差不为零,非平衡sagnac环输出端有光功率输出,相当于预先抬高了非平衡sagnac环输出端的输出光功率,使相位差的变化更容易显现出来,有利于对振动信号的动态响应。当发生振动时,非平衡sagnac环腔的不平衡性进一步加大,导致两路相反传播的光信号的相移加大,通过耦合器干涉后,输出端输出由振动调制的信号,此时,非平衡sagnac环对小幅振动亦相当敏感,适用于生命体征检测;结构简单,易于实现,制造成本低,运行可靠,灵敏度高,实时检测,信号易于解调等优点,可内置于坐垫、床垫、鞋垫或枕头等日用品中,便于使用者在日常工作生活中实时地监测自己的身体状况,并可在紧急情况下及时通知家属和医护人员,避免意外情况发生。

#### [0039] 实施例1

[0040] 本实施例提供一种基于光纤非平衡sagnac环的生命体征监测方法,包括以下步骤:

[0041] S1、将光信号输入生命体征监测装置中;

[0042] S2、设 $2\times 2$ 光纤耦合器输入的光信号光强为 $I_0$ , $2\times 2$ 光纤耦合器输出的光信号光强为 $I$ , $2\times 2$ 光纤耦合器的分光比为 $\alpha$ ,光信号按分光比分成两路信号光,在非平衡sagnac环腔中表现为顺时针和逆时针的两路,分别记两路的光信号的强度为 $I_1$ 和 $I_2$ ,当非平衡sagnac环没有受到振动干扰时,两路光信号的相位差为 $\varphi_1(t)$ ,当非平衡sagnac环中有振动干扰时,两路光信号的相位差为 $\varphi_2(t)$ ,则有:

[0043] 无振动干扰时, $I = I_1 + I_2 + \sqrt{I_1 I_2} \cos(\varphi_1(t))$ ;

[0044] 有振动干扰时, $I = I_1 + I_2 + \sqrt{I_1 I_2} \cos(\varphi_2(t))$ ;

[0045] 其中, $I_1 = \alpha I_0$ , $I_2 = (1-\alpha) I_0$ , $t$ 为时间。在本实施例中 $2\times 2$ 光纤耦合器为50:50的耦合器,因此 $\alpha$ 为0.5。

[0046] 在本实施中,传统基于平衡sagnac环的生命体征监测方法中,光源输出的相干光光强为 $I_0$ ,光电转换模块检测到的光信号光强为 $I$ , $2\times 2$ 光纤耦合器的分光比为 $\alpha$ ,光信号按分光比分成两路信号光,在平衡sagnac环腔中表现为顺时针和逆时针的两路,分别记两路的光信号的强度为 $I_1$ 和 $I_2$ ,平衡sagnac环腔中顺时针和逆时针的两路光信号的相位差为 $\varphi_a(t)$ ,则:

[0047]  $I = I_1 + I_2 + \sqrt{I_1 I_2} \cos(\varphi_a(t))$ ;

[0048]  $I_1 = \alpha I_0$ ;

[0049]  $I_2 = (1-\alpha) I_0$ ;

[0050] 当没有振动干扰时, $\varphi_a(t) = 0$ ;

[0051] 当发生振动干扰时,平衡sagnac环受到挤压,导致平衡sagnac环中反向传输的两路光信号因光程差产生相移,因此, $\varphi_a(t)$ 不等于0,但是此时光纤平衡sagnac环对于不剧烈的振动产生的输出信号的信噪比很差,相位变化不明显,且其对低频信号不敏感,难以用于呼吸和心跳信号的检测。

[0052] 如图2所示,传统基于平衡sagnac环的生命体征监测方法中心跳信号基本被噪声淹没,呼吸信号稍好。

#### [0053] 实施例2

[0054] 在实施例1的基础上,本实施例中,非平衡sagnac环由单模光纤和色散位移光纤拼接而成,且两种光纤长度和比例没有限制。

[0055] 本实施例中由于非平衡sagnac环非平衡的结构,因此,即使在无振动的情况下, $\varphi_1(t)$ 不为零,相当于预先抬高了非平衡sagnac环耦合端的输出光功率,使相位差的变化更容易显现出来,有利于对振动信号的动态响应,并且本实施例对 $\varphi_1(t)$ 的值不做限定。当发生振动时,非平衡sagnac环腔的不平衡性进一步加大,而原本就不平衡的环腔结构对反向传输的两路光产生的光程差又起到了放大的作用,导致两路相反传播的光信号的相移加大,通过耦合器干涉后,输出端输出由振动调制的信号,此时,非平衡sagnac环对小幅振动亦相当敏感,适用于生命体征检测。

[0056] 如图2所示,由单模光纤和色散位移光纤拼接而成的非平衡sagnac环对小幅振动相当敏感,心跳信号和呼吸信号都很清晰,适用于生命体征检测。

#### [0057] 实施例3

[0058] 在实施例1或实施例2的基础上,本实施例中,非平衡sagnac环由多模光纤和色散补偿光纤拼接而成,且两种光纤长度和比例没有限制。

[0059] 如图2所示,由多模光纤和色散补偿光纤拼接而成的非平衡sagnac环对小幅振动相当敏感,适用于生命体征检测。

#### [0060] 实施例4

[0061] 在实施例1的基础上,本实施例中,非平衡sagnac环由单模光纤、色散位移光纤和多模光纤拼接组成。

[0062] 如图2所示,由三种不同类型的光纤拼接组成的非平衡sagnac环对小幅振动亦相当敏感,适用于生命体征检测。综上,对于sagnac环检测小幅振动信号而言,非平衡sagnac

环明显优于平衡sagnac环,更适用于生命体征信号的检测。

[0063] 以上所述仅为本发明的较佳实施方式而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

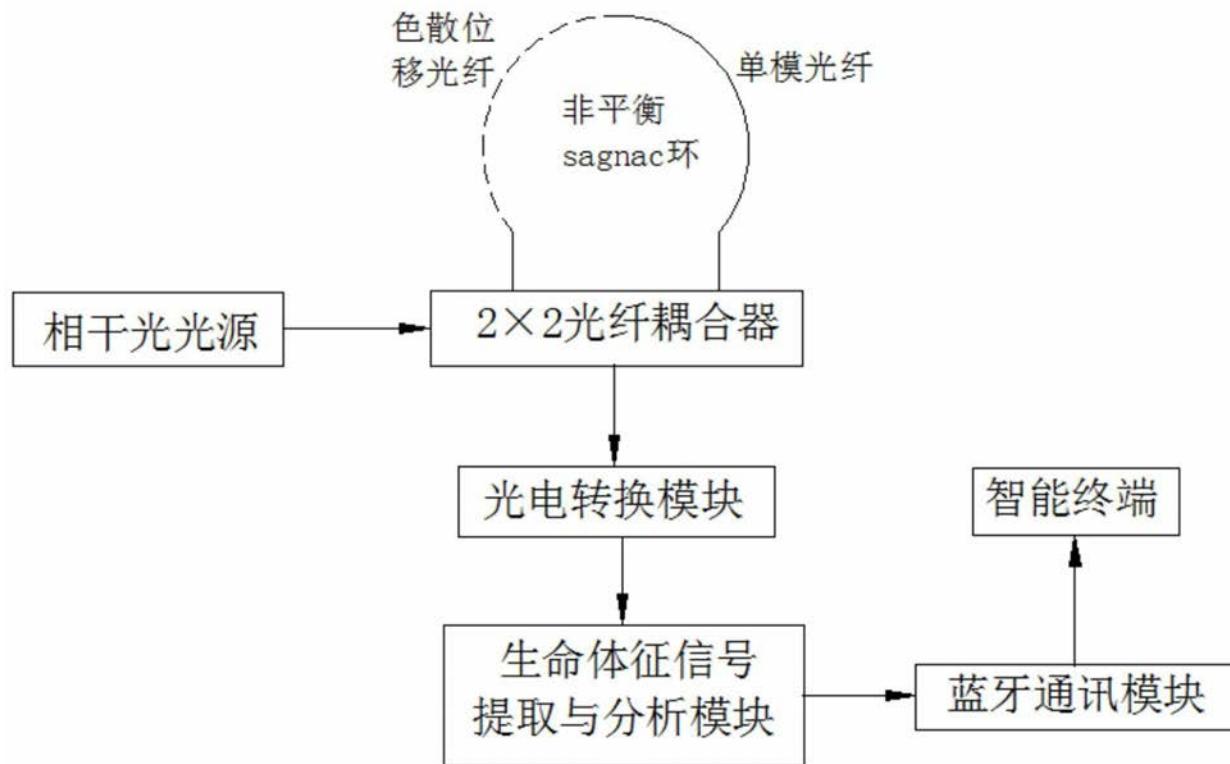


图1

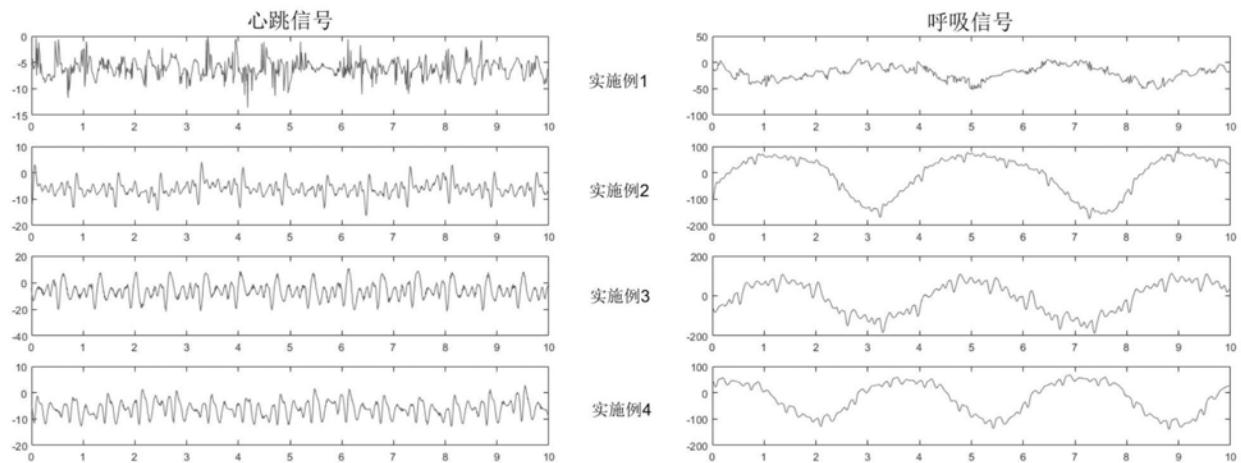


图2

专利名称(译)	一种生命体征监测装置和方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN110558957A</a>	公开(公告)日	2019-12-13
申请号	CN201910773678.6	申请日	2019-08-21
[标]发明人	李政颖 黄国良 赵涛		
发明人	李政颖 黄国良 赵涛		
IPC分类号	A61B5/0205 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0059 A61B5/0066 A61B5/0205 A61B5/02416 A61B5/02427 A61B5/0816		
代理人(译)	陈凯		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

**摘要(译)**

本发明提出了一种生命体征监测装置和方法，利用非平衡sagnac环非平衡的结构，在无振动的情况下，环内的两路光相位差不为零，相当于预先抬高了非平衡sagnac环输出端的输出光功率，使相位差的变化更容易显现出来，有利于对振动信号的动态响应。当发生振动时，非平衡sagnac环腔的不平衡性进一步加大，导致两路相反传播的光信号的相移加大，通过耦合器干涉后，输出端输出由振动调制的信号，此时，非平衡sagnac环对小幅振动亦相当敏感，适用于生命体征检测。

