



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102573615 B

(45) 授权公告日 2015.06.03

(21) 申请号 201080045035.7

(22) 申请日 2010.04.21

(30) 优先权数据

61/231,771 2009.08.06 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012.04.05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/SG2010/000162 2010.04.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/016778 EN 2011.02.10

(73) 专利权人 新加坡科技研究局

地址 新加坡新加坡市

(72) 发明人 陈智浩 张桦腾 杨秀峰

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理

有限责任公司 11204

代理人 余滕 施蕾

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006.01)

(56) 对比文件

US 5212379 A, 1993.05.18,

CN 1395680 A, 2003.02.05,

John W. Berthold III. Historical Review of Microbend Fiber-optic Sensors. 《JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY》. 1995, 第13卷(第7期),

审查员 刘珊珊

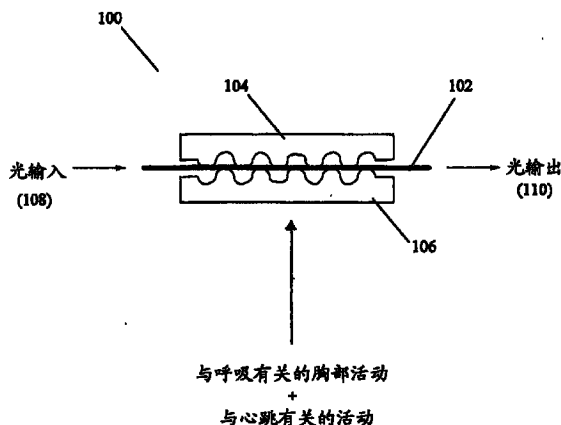
权利要求书3页 说明书11页 附图11页

(54) 发明名称

生命特征检测装置和用于检测生命特征的方法

(57) 摘要

提供一种生命特征检测装置和对于检测生命特征的方法。生命特征检测装置包括检测单元；多模光纤设置为连接到光源和检测单元；机械结构设置为用于接收因人体活动、人体呼吸行为和人体心跳行为中的一个或多个而通过人体施加的压力，并且在所施加的压力下使所述多模光纤产生微弯。其中，多模光纤基本在所施加的压力方向中设置在机械结构的第一和第二组微弯部件之间。



1. 生命特征检测装置,所述装置包括;

检测单元;

多模光纤,设置为连接到光源和所述检测单元上;以及

机械结构,所述机械结构的形式为垫,设置为布置在人体与支撑表面之间,以接收因人体活动、人体呼吸行为和人体心跳行为中的一个或多个而通过人体施加的压力,并且在所施加的压力下使所述多模光纤产生微弯和相关的弯曲损耗,所述机械结构包括具有第一组微弯部件的第一片层和具有第二组微弯部件的第二片层;

其中,所述多模光纤基本在所施加的压力方向中设置在所述机械结构的所述第一组微弯部件和所述第二组微弯部件之间,

所述检测单元适于,基于由所述微弯引发的弯曲损耗所引起的光强变化,来确定人体的活动、人体的呼吸行为和人体心跳行为中的一个或多个,以及

所述第一组微弯部件和所述第二组微弯部件均设置为具有网状结构。

2. 如权利要求 1 所述的装置,其中,所述光源为发光二极管。

3. 如权利要求 1 所述的装置,其中,所述机械结构与所述多模光纤交织,以使得所述第一组微弯部件设置在所述多模光纤的上表面,所述第二组微弯部件设置在所述多模光纤的下表面。

4. 如权利要求 1-3 中任一项所述的装置,还包括用于将光输入到所述多模光纤的光源,并且所述检测单元包括用于检测所述多模光纤中的光调制的光检测单元。

5. 如权利要求 4 所述的装置,还包括反射镜,在所述多模光纤的一个端处所述反射镜附接到所述多模光纤上,以将光反射到所述光纤的另一端。

6. 如权利要求 5 所述的装置,还包括 1×2 光纤耦合器,所述 1×2 光纤耦合器在所述光纤的所述另一端处,将所述光源和所述光检测单元连接到所述多模光纤。

7. 如权利要求 4 所述的装置,还包括在所述多模光纤的一端处连接至所述多模光纤的 1×2 光纤耦合器,所述 1×2 光纤耦合器配置为将光重新定向到所述光纤的另一端。

8. 如权利要求 7 所述的装置,还包括第二 1×2 光纤耦合器,以在所述光纤的所述另一端处,将所述光源和所述光检测单元连接至所述多模光纤。

9. 生命特征检测装置,所述装置包括;

检测单元;

多模光纤,设置为连接到光源和所述检测单元上;以及

机械结构,所述机械结构的形式为垫,设置为布置在人体和支撑表面之间,以接收由人体施加的压力且在所施加的压力下产生所述多模光纤的微弯,所述机械结构包括具有第一组微弯部件的第一片层和具有第二组微弯部件的第二片层,

其中,所述多模光纤基本在所施加的压力方向中设置在所述机械结构的所述第一组微弯部件和所述第二组微弯部件之间,

所述检测单元适于基于由所述微弯引发的弯曲损耗所产生的光强变化,至少来确定人的心率,以及

所述第一组微弯部件和所述第二组微弯部件均设置为具有网状结构。

10. 如权利要求 9 所述的装置,其中,所述检测单元包括信号处理单元,并且所述光源为发光二极管。

11. 如权利要求 10 所述的装置,其中,所述信号处理单元设置为提取心跳率、呼吸频率和身体活动的至少一个的信息。

12. 如权利要求 11 所述的装置,其中,基于在所述信号处理单元执行的信号偏离跟踪处理,来提取身体活动信息。

13. 如权利要求 11 所述的装置,其中,对于与呼吸有关的应用,基于信号滤波处理,以及基于峰值检测、谷值检测、振幅检测、快速傅里叶变换和小波分析中的至少一种处理,来提取所述呼吸频率信息,所述处理在所述信号处理单元中执行。

14. 如权利要求 11 所述的装置,其中,对于与心跳有关的应用,基于信号滤波处理,以及基于峰值检测、谷值检测、振幅检测、快速傅里叶变换和小波分析中的至少一种处理,来提取心跳率信息,所述处理在所述信号处理单元中执行。

15. 如权利要求 11-14 中任一项所述的装置,其中,所述信号处理单元包括显示功能,以显示所提取的信息。

16. 如权利要求 11-14 中任一项所述的装置,其中,所述信号处理单元具有在其上执行的报警功能,以基于所提取的信息启动报警。

17. 如权利要求 1-3 和 9-14 中任一项所述的装置,其中,使用时,所述多模光纤和所述机械结构用作光纤模式变换器。

18. 用于检测生命特征的方法,所述方法包括;

提供检测单元;

将多模光纤连接至光源和所述检测单元;

提供机械结构,所述机械结构的形式为垫,以设置在人体与支撑表面之间,以接收因人体活动、人体呼吸行为和人体心跳行为中的一个或多个而通过人体施加的压力,并且在所施加的压力下使所述多模光纤产生微弯和相关的弯曲损耗,所述机械结构包括具有第一组微弯部件的第一片层和具有第二组微弯部件的第二片层;以及

基于由所述微弯引发的弯曲损耗所引起的光强变化,来确定人体的活动、人体的呼吸行为和人体的心跳行为中的一个或多个,

其中,多模光纤基本在所施加的压力方向中设置在所述机械结构的所述第一组微弯部件和所述第二组微弯部件之间,以及

所述第一组微弯部件和所述第二组微弯部件均设置为具有网状结构。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其中,所述光源为发光二极管。

20. 如权利要求 18 所述的方法,其中,所述机械结构与所述多模光纤交织,以使得所述第一组微弯部件设置在所述多模光纤的上表面,所述第二组微弯部件设置在所述多模光纤的下表面。

21. 如权利要求 18-20 中的任一项所述的方法,还包括将光输入到所述多模光纤,以及检测在所述多模光纤中的光调制。

22. 如权利要求 21 所述的方法,还包括在所述多模光纤的一端处,将反射镜附接到所述多模光纤上,以将光反射到所述光纤的另一端。

23. 如权利要求 22 的方法,还包括使用 1×2 光纤耦合器,以在所述光纤的所述另一端处将所述光源和光检测单元连接到所述多模光纤。

24. 如权利要求 21 所述的方法,还包括在所述多模光纤的一端处,将 1×2 光纤耦合器

连接至所述多模光纤,所述  $1 \times 2$  光纤耦合器配置为将光重新定向到所述光纤的另一端。

25. 如权利要求 24 的方法,还包括使用  $1 \times 2$  光纤耦合器,以在所述光纤的所述另一端处,将所述光源和光检测单元连接到所述多模光纤。

26. 用于检测生命特征的方法,所述方法包括;

提供检测单元;

将多模光纤连接至光源和所述检测单元;

提供机械结构,所述机械结构的形式为垫,以设置在人体和支撑表面之间,以接收由人体施加的压力且在所施加的压力下产生所述多模光纤的微弯,所述机械结构包括具有第一组微弯部件的第一片层和具有第二组微弯部件的第二片层;以及

基于由所述微弯引发的弯曲损耗所产生的光强变化,至少来确定人的心率,

其中,所述多模光纤基本在所施加的压力方向中设置在所述机械结构的所述第一组微弯部件和所述第二组微弯部件之间,以及

所述第一组微弯部件和所述第二组微弯部件均设置为具有网状结构。

27. 如权利要求 26 所述的方法,其中,所述光源为发光二极管。

28. 如权利要求 26 所述的方法,其中,还包括从所述光强变化中提取心跳率、呼吸频率和身体活动的至少一个的信息。

29. 如权利要求 28 所述的方法,其中,基于信号偏离跟踪处理,提取所述身体活动信息。

30. 如权利要求 28 所述的方法,其中,对于与呼吸有关的应用,基于信号滤波处理,以及基于峰值检测、谷值检测、振幅检测、快速傅里叶变换和小波分析中的至少一种处理,来提取所述呼吸频率信息。

31. 如权利要求 28 所述的方法,其中,对于与心跳有关的应用,基于信号滤波处理,以及基于峰值检测、谷值检测、振幅检测、快速傅里叶变换和小波分析中的至少一种处理,来提取所述心跳率信息。

32. 如权利要求 28-31 中任一项所述的方法,还包括显示所提取的信息。

33. 如权利要求 28-31 中任一项所述的方法,还包括基于所提取的信息启动报警。

34. 如权利要求 18-20 和 26-31 中任一项所述的方法,其中,在所施加的压力下,所述多模光纤用作光纤模式变换器。

## 生命特征检测装置和用于检测生命特征的方法

### 技术领域

[0001] 本发明通常涉及生命特征检测装置和用于检测生命特征的方法。

### 背景技术

[0002] 呼吸频率 / 心跳率 / 身体活动是在患者临床监测中使用的典型生命特征参数。心脏和肺部疾病通常都会影响到呼吸频率 / 心跳率。还可能期望得知卧床患者在特定时段中的身体活动。因此,监测这些生命特征参数会是医疗护理计划中的一种有效诊断方法。

[0003] 通常使用电学传感器来监测这些参数。例如,US2007/0008156 中使用了压电传感器。但是,人们已经认识到,电学传感器例如在区分浅呼吸和没有呼吸时,不够敏感。此外,电学传感器通常易受电磁干扰 (EMI) 的影响,在某些临床检查 (例如磁共振成像 (MRI) 检查) 中,电磁干扰可能是一个很重要的问题。

[0004] 作为替代方案,已经开始研究使用光纤传感器。光纤传感器本身不受电磁干扰的影响并且不起化学作用。在“Optical fibre sensors embedded into medical textiles for healthcare monitoring(植入用于健康护理监测的医用纺织品中的光纤传感器)”, IEEE Sensor J. 8(7), 1215-1222, 2008 中, Grillet 等人使用了宏弯传感器。该传感器是用于测量呼吸频率的带形单模光纤。虽然问诊 (interrogation) 比较简单、所需成本低且所需部件紧凑,但是宏弯传感器通常灵敏度较低,因此即便该传感器装入床中,通常也很难检测到胸壁在呼吸期间活动。光纤中宏弯与微弯之间的区别已经确定。由于光纤轴宏观地偏离直线,因此宏弯通常使光从光纤中泄漏出来。另一方面,微弯通常是因为导致局部中断的光纤上的机械应力,这会使得光经由模式耦合从光纤纤芯泄漏到包层。在第 6,498,652 号美国专利中,虽然发现基于光学相位干涉测量的光纤传感器具有更高的灵敏度,但是使用的传感器系统较为复杂,导致成本增加,这会阻碍其实际实施。Grillet 等人还测试了基于光纤布拉格光栅 (FBG) 的传感器和基于光时域反射仪 (OTDR) 的传感器,以用于测量呼吸频率。但是,发现这两种传感系统太过复杂且非常昂贵。

[0005] 在“A smart bed for non-intrusive monitoring of patient physiological factors(用于患者生理参数的非插入监测的智能床)”, Meas. Sci. Technol. 15, 1614-1620, 2004 中, Spillman 等人建议使用光纤光统计模式 (STM) 传感器和高阶模式激励 (HOME) 传感器,以测量呼吸频率 / 心跳。但是,已经发现这些传感器需要高度相干的光源及体积庞大的高阶模式发电机。在“Application of long period grating sensors to respiratory function monitoring(长周期光栅传感器在呼吸功能监测中的应用)”, Proc. SPIE, 5588, 148-156, 2004 中, Allsop 等人使用基于长周期光栅的传感器,以监测呼吸频率。但是,他们发现这些系统太过复杂且非常昂贵。在“Monitoring of the Heartbeat Sounds using an Optical Fiber Bragg Grating Sensor(利用光纤光栅传感器监测心跳声)”, IEEE Sensor conference, pp 306-309, 2005 中, Gurkan 等人提出使用 FBG 传感器,以测量心跳。已经发现虽然基于 FBG 传感器的系统具有较好的灵敏度,但是该系统的成本非常高。

[0006] 因此,需要一种生命特征检测装置和用于检测生命特征的方法,以解决至少一个上述问题。

### 发明内容

[0007] 根据本发明的一方面,提供了一种生命特征检测装置,该装置包括检测单元、多模光纤和机械结构。多模光纤设置为连接到光源和检测单元。机械结构设置为用于接收因人体活动、人体呼吸行为和人体心跳行为中的一个或多个而通过人体施加的压力,并且在所施加的压力下使多模光纤产生微弯。其中,多模光纤基本在所施加的压力方向中设置在机械结构的第一和第二组微弯部件之间。

[0008] 第一组微弯部件可以包括在机械结构的第一层中,第二组微弯部件可以包括在第二层中,并且其中多模光纤可以设置第一层和第二层之间。

[0009] 第一和第二层的每个都可以包括网状结构。

[0010] 机械结构可以与多模光纤交织,因此第一组微弯部件可以设置在多模光纤的上表面,第二组微弯部件可以设置在多模光纤的下表面。

[0011] 机械结构可以包括网状结构。

[0012] 该装置还可以包括用于将光输入到多模光纤的光源,以及检测单元包括用于检测多模光纤中的光调制的光检测单元。

[0013] 该装置还可以包括反射镜,在多模光纤的一端处反射镜附接到多模光纤上,以将光反射到光纤的另一端。

[0014] 该装置还可以包括  $1 \times 2$  光纤耦合器, $1 \times 2$  光纤耦合器将光源和光检测单元在光纤的另一端处,连接到多模光纤。

[0015] 该装置还可以包括在多模光纤的一端处连接至多模光纤的  $1 \times 2$  光纤耦合器, $1 \times 2$  光纤耦合器配置为将光重新定向到光纤的另一端。

[0016] 该装置还可以包括第二  $1 \times 2$  光纤耦合器, $1 \times 2$  光纤耦合器将光源和光检测单元在光纤的另一端处,连接到多模光纤。

[0017] 根据本发明的另一方面,提供了一种生命特征检测装置,该装置包括检测单元,多模光纤和机械结构。多模光纤设置为连接到光源和检测单元。机械结构设置为接收由人体施加的压力,和在所施加的压力下使多模光纤产生微弯。以及其中,检测单元适于基于由微弯引发的弯曲损耗所产生的光强变化,至少来确定人的心率。

[0018] 检测单元可以包括信号处理单元。

[0019] 信号处理单元可以设置为提取心跳率、呼吸频率和身体活动的至少一个的信息。

[0020] 可以基于信号处理单元执行的信号偏离跟踪处理,来提取身体活动信息。

[0021] 对于与呼吸有关的应用,可以基于信号滤波处理,以及基于峰值检测、谷值检测、振幅检测、快速傅里叶变换和小波分析中的至少一种处理,来提取呼吸频率信息,处理可以在信号处理单元中执行。

[0022] 对于与心跳有关的应用,可以基于信号滤波处理,以及基于峰值检测、谷值检测、振幅检测、快速傅里叶变换和小波分析中的至少一种处理,来提取心跳率信息,该处理可以在信号处理单元中执行。

[0023] 信号处理单元可以包括显示功能,以显示所提取的信息。

- [0024] 信号处理单元可以具有在其上执行的报警功能,以基于所提取的信息启动报警。
- [0025] 使用时,多模光纤和机械结构可以用作光纤模式变换器。
- [0026] 根据本发明的另一方面,提供了一种用于检测生命特征的方法,该方法包括设置检测单元;将多模光纤连接至光源和检测单元;设置机械结构,以接收因人体活动、人体呼吸行为和人体心跳行为中的一个或多个而通过人体施加的压力,并且在所施加的压力下使多模光纤产生微弯。并且其中,多模光纤基本在所施加的压力方向中设置在机械结构的第一和第二组微弯部件之间。
- [0027] 第一组微弯部件可以包括在机械结构的第一层中,第二组微弯部件可以包括在第二层中,并且其中多模光纤可以设置第一层和第二层之间。
- [0028] 第一和第二层的每个都可以包括网状结构。
- [0029] 机械结构可以与多模光纤交织,因此第一组微弯部件可以设置在多模光纤的上表面,第二组微弯部件可以设置在多模光纤的下表面。
- [0030] 机械结构可以包括网状结构。
- [0031] 该方法还可以包括将光输入到多模光纤中并且检测在多模光纤中的光调制。
- [0032] 该方法还可以包括在多模光纤的一个端处将反射镜附接到多模光纤上,以将光反射到光纤的另一端。
- [0033] 该方法还可以包括使用第二  $1 \times 2$  光纤耦合器,以在光纤的另一端处,将光源和光检测单元连接到多模光纤。
- [0034] 该方法还可以包括将  $1 \times 2$  光纤耦合器在多模光纤的一端处连接至多模光纤  $1 \times 2$  光纤耦合器, $1 \times 2$  光纤耦合器配置为将光重新定向到光纤的另一端。
- [0035] 该方法还可以包括使用第二  $1 \times 2$  光纤耦合器,以在光纤的另一端处,将光源和光检测单元连接到多模光纤。
- [0036] 根据本发明的另一方面,提供了一种用于检测生命特征的方法,该方法包括设置检测单元;将多模光纤连接至光源和检测单元;设置机械结构,以接收由人体施加的压力,和在所施加的压力下使多模光纤产生微弯;以及基于由微弯引发的弯曲损耗所产生的光强变化,至少来确定人的心率。
- [0037] 该方法还包括提取从光强变化中提取心跳率、呼吸频率和身体活动的至少一个的信息。
- [0038] 可以基于信号偏离跟踪处理,来提取身体活动信息。
- [0039] 对于与呼吸有关的应用,可以基于信号滤波处理,以及基于峰值检测、谷值检测、振幅检测、快速傅里叶变换和小波分析中的至少一种处理,来提取呼吸频率信息。
- [0040] 对于与心跳有关的应用,可以基于信号滤波处理,以及基于峰值检测、谷值检测、振幅检测、快速傅里叶变换和小波分析中的至少一种处理,来提取心跳率信息。
- [0041] 该方法还可以包括显示所提取的信息。
- [0042] 该方法还可以包括基于所提取的信息启动报警。
- [0043] 在所施加的压力下,多模光纤可以用作光纤模式变换器。
- [0044] 根据本发明的另一方面,提供一种在其上存储有计算机代码的数据存储介质,以指示计算装置执行用于检测生命特征的方法,该方法包括:从多模光纤接收光信号;基于由机械结构引发的弯曲损耗所引起的光强变化,来至少确定人的心率,该机械结构设置为

接收由人体施加的压力和在所施加的压力下产生多模光纤的微弯。

[0045] 附图简要说明

[0046] 结合附图,从以下仅作为实施例的书面描述中,本领域普通技术人员将更好理解且易于明白本发明的实施方式言:

[0047] 图 1 是示出示例性实施方式中的传感器垫的示意图。

[0048] 图 2 是示出示例性实施方式中因变形而微弯的多模光纤的示意图。

[0049] 图 3 是示出示例性实施方式中的传感器系统的示意图。

[0050] 图 4 是示出示例性实施方式的传感器装置中调制后信号处理的示意性方框图。

[0051] 图 5 是示出示例性实施方式中传感装置的工作流程的示意流程图。

[0052] 图 6 是示出示例性实施方式中的传感器系统的示意图。

[0053] 图 7 是示出示例性实施方式中的传感器系统的示意图。

[0054] 图 8 是示出示例性实施方式中传感器垫的网状结构部分的实施例的俯视图。

[0055] 图 9(a) 是示出示例性实施方式中传感器系统的示意图。

[0056] 图 9(b) 是示出示例性实施方式中与多模光纤交织的聚酯纤维层的图像。

[0057] 图 10 是示出示例性实施方式中测量的呼吸信号的示例性频谱图。

[0058] 图 11 是示出示例性实施方式中测量的心跳信号的示例性频谱图。

[0059] 图 12 是示例性实施方式中第一人的心跳信号的频谱测量数据。

[0060] 图 13 是示例性实施方式中第二人的心跳信号的频谱测量数据。

[0061] 图 14 是示出示例性实施方式用于检测生命特征的方法的示意流程图。

[0062] 图 15 是示出示例性实施方式用于检测生命特征的方法的示意流程图。

[0063] 图 16 是用于执行示例性实施方式的方法和系统的计算机系统的示意图。

[0064] 图 17 是示出示例性实施方式用于检测生命特征的方法的示意流程图。

## 具体实施方式

[0065] 在示例性实施方式中,提供了一种生命特征检测/传感装置。该装置包括光纤传感器垫和问诊器(interrogator),以用于测量生命特征。设置传感器垫,以使上层和下层都包括聚酯纤维制成的大面积网状结构。传感器垫还包括一部分设置在顶层和底层之间的多模光纤。问诊器包括光源、检测器和信号处理单元。问诊器还包括显示器和报警功能,以将测量数据报告给使用者和/或提醒使用者。

[0066] 在示例性实施方式中,一部分多模光纤夹在两个具有大面积网状结构的聚酯纤维片之间。聚酯纤维网状结构保护多模光纤。此外,网状结构形成机械结构,以用于在多模光纤上产生微弯效果。机械结构可以接收由于人体活动、人体呼吸行为和人体心跳行为中的一个或多个而通过人体施加的压力,并且可以在所施加的压力下使多模光纤产生微弯。因此,在示例性实施方式中,多模光纤基本在施加压力的方向中设置在机械结构的第一组和第二组微弯部件之间。在该示例性实施方式中,第一组微弯部件被包括在传感器垫的上层,第二组微弯部件被包括在传感器垫的下层。在示例性实施方式中,使用所述传感器垫,呼吸频率的测量对身体活动不敏感,或者当传感器垫安装在运动中的汽车上时,呼吸频率的测量对汽车运动不敏感。

[0067] 在示例性实施方式中,可以检测因微弯效果而产生的弯曲损耗,以提取信息。此

外,该装置可以有利地适于确定心跳率。

[0068] 此外,通过将多模光纤设置在机械结构的第一组和第二组微弯部件之间,可以增大可达到的微弯效果。该结构与设置有仅在光纤一侧上作用的弯曲元件的结构(例如具有设置在一层微弯部件上的光纤的结构)相比,会具有很多优点。

[0069] 在微弯光纤传感器中,多模光纤波导的机械扰动使光纤中的光功率在模式之间重新分配。机械扰动或弯曲越剧烈,越多的光就被耦合到更高阶的模式乃至辐射模式并且消失。微弯光纤传感器是光强传感器,并且光强随机械弯曲而减小。

[0070] 图 1 是示出示例性实施方式中的传感器垫 100 的示意图。一部分多模光纤 102 夹在网状结构 104、106 之间。光射入(数字 108 处)多模光纤 102 的一端中,且从多模光纤 102 的另一端射出(数字 110 处)。网状结构 104、106 可以在这部分多模光纤 102 上产生微弯效果。当使用传感器垫 100 时,可以经由产生的微弯效果和由此产生的射出光(数字 110 处)来检测活动,例如与呼吸有关的胸部活动或与心跳有关的活动。因此,在示例性实施方式中,例如当存在施加至传感器垫 100 的呼吸/心跳时,经由微弯效果来调制光。

[0071] 应当理解,图 1 示出了使用者没有压在传感器垫上时的实施方式。使用时,例如当使用者压在传感器垫 100 上时,由于使用者压在传感器垫 100 上,所以网状结构 104、106 互相连接,并且该部分多模光纤 102 弯曲。因此,结构 104、106 和该部分多模光纤 102 的构造作为光纤模式变换器。光纤模式变换器可以通过使产生有效模式耦合的光纤 102 弯曲,而稳定在多模光纤 102 中传播的模式。在多模光纤 102 中传播多种模式,并且光纤 102 上的任何外部扰动都可能使模式功率重新分配。当多模光纤 102 被弯曲时,沿光纤 102 传送的光会减少。多模光纤 102 中的弯曲损耗可用于获取期望的信息。例如,当对多模光纤 102 施以曲率弯曲时,光损失随弯曲长度的数量而增加,且当弯曲半径减少时,光损失增加。

[0072] 图 2 是示出示例性实施方式中因变形而微弯的多模光纤 201 的示意图 200。微弯的多模光纤 201 包括包层 202 和缓冲层 204,缓冲层 204 包住包层 202。包层 202 包住光纤纤芯 206。在示例性实施方式中,基于用于阶跃折射率光纤的公式  $\Lambda = \frac{\sqrt{2}\pi a n_0}{NA}$  或者用于渐变

折射率光纤的公式  $\Lambda = \frac{2\pi a n_0}{NA}$ , 可以得到优化的传感器灵敏度,其中  $\Lambda$  是光纤变形的临界周

期数,  $n_0$  是纤芯的折射率,  $a$  是纤芯半径以及  $NA$  是数值孔径。

[0073] 图 3 是示出示例性实施方式中的传感器装置/系统 300 的示意图。系统 300 包括上部聚酯纤维层 302 和下部聚酯纤维层 304。每个层 302、304 都包括可以大面积伸长的网状结构。系统 300 还包括设置在层 302 与 304 之间的多模光纤部分 306。系统 300 还包括检测单元 307。在此实施方式中的检测单元包括光纤连接器或接合接头 308、310,以将部分 306 分别连接到光纤 312、314 上。每个光纤 312、314 都可以是多模光纤或单模光纤。光纤 312 连接到光源 316,光纤 314 连接到检测单元 307 的光检测器 318。光检测器 318 连接到放大器 319,放大器 319 接着连接至检测单元 307 的信号处理单元 320。信号处理单元 320 包括显示和报警功能,以报告生命特征参数。

[0074] 在示例性实施方式中,层 302、304 的网状结构形成用于在多模光纤部分 306 上产生微弯效果的机械结构。机械结构可以接收由于人体活动、人体呼吸活动和人体心跳活动中的一个或多个而通过人体施加的压力,并且可以在所施加的压力下使多模光纤产生微

弯。因此,在示例性实施方式中,多模光纤基本在施加压力的方向中设置在机械结构的第一组和第二组微弯部件之间。在示例性实施方式中,第一组微弯部件被包括在上层 302 中,第二组微弯部件被包括在下层 304 中。

[0075] 在示例性实施方式中,多模光纤部分 306 可以包括玻璃光纤、塑料光纤或其它类型的适用光纤。

[0076] 在示例性实施方式中,光源 316、光检测器 318、放大器 319 和信号处理单元 320 构成问诊单元 322。聚酯纤维层 302、304 和多模光纤部分 306 构成传感器垫 324。光源 316 发出的光可以通过光纤连接器 308 输入到传感器垫 324 的部分 306 中。光源 316 可以是激光器、发光二极管(LED)或其它任何宽带或窄带光源。光检测器 318 用于将从光纤 314 得到的光信号转换为电信号。然后,在放大器 319 中放大电信号。通过信号处理单元 320 进行数据采集与分析。

[0077] 使用时,通过患者所施加到传感器垫 324 上的周期压力差(例如因为呼吸和/或心跳)调制沿多模光纤部分 306 传播的光。例如,当患者的后背位于传感器垫 324 上时,根据患者的活动来调制光。可以通过提取和处理调制后的光来获取/检测与呼吸频率/心跳/身体活动有关的信息,光在光检测器 318 处提取,并且被传送到信号处理单元 320。

[0078] 在示例性实施方式中,通过每个聚酯纤维层 302、304 上的网状结构来产生微弯效果。传感器垫 324 的制造相对容易。传感器垫 324 可以放置在被单和床垫之间。也可以夹在被单或床垫中。对于座椅的使用,传感器垫 324 可以放在座椅后背中。

[0079] 应当理解,为了提供更加结实的保护,其他覆盖物也可以被分别添加到聚酯纤维层 302、304 上。

[0080] 图 4 是示出在示例性实施方式的传感器装置中处理调制后信号的示意性方框图。获取来自光检测器的放大的、提取的调制后信号(对照图 3 的光检测器 318 和放大器 319)。传送信号以进行方框 404 和 406 示意性示出的两种类型的滤波。滤波 404 用于消除附着在呼吸信号上的噪声,而滤波 406 用于消除附着在心跳信号上的噪声。可以通过处理来实现滤波 404,该处理例如但不局限于平均、平滑和低通滤波。可以通过处理来实现滤波 406,该处理例如但不局限于平均、平滑、减法、压缩和带通滤波。

[0081] 在根据从光检测器获得的信号提取身体活动模式之前,在方框 408 处进行偏离跟踪。方框 408 处的跟踪相对于最初获取的参考信号核对,以确定传感器装置的传感器垫上的使用者是否已经产生身体活动。

[0082] 在示例性实施方式中,对于条件信号,进行三种不同的提取,即方框 410 处的呼吸信息、方框 412 处的心跳信息和方框 414 处的身体活动信息(即由所示的方框 404、406 和 408 产生),以获取生命特征参数。例如,可以通过峰值/谷值/振幅检测、或通过快速傅里叶变换或小波分析来获取呼吸信息 410。可以通过峰值/谷值/振幅检测、或通过快速傅里叶变换或小波分析来获取心跳信息 412。随后,可以在方框 416 中进一步计算所提取的信息,以获取智能信息(例如速率变化、比较、报警等)。之后可以为了不同应用而传送该信息。对于仅与呼吸信息有关的应用,可以不包括方框 406、412、408 和 414。对于仅与心跳信息有关的应用,可以不包括方框 404、410、408 和 414。对于仅与身体活动信息有关的应用,可以不包括方框 406、412、404、410。

[0083] 例如,心率和呼吸频率可以显示在显示器中,以向观察者告知患者的生命特征。如

果已经停止呼吸,信号处理单元(对照图3的信号处理单元320)可以触发报警以提醒他人,以使得可以尽快进行治疗。

[0084] 此外,方框416处计算出的信息可以经由3G或无线保真(WIFI)网络实时地发送,以使得观察者能够知晓该信息,而患者能够位于安装传感器装置的世界任何部分。

[0085] 图5是示出示例性实施方式中传感装置的工作流程的示意图。例如可以使用由传感装置中的计算机处理器执行的计算机程序,来实施工作流程。

[0086] 在步骤502处,开始工作流程。在步骤504中,实施参考操作,以使传感装置的光检测器检测到的调制光的闲置(idling)特性存储在传感装置的存储器中。参考值或参考信号用于确定,使用者是否压在传感装置的传感器上。此外,参考信号还可用于确定,使用者是否已经离开传感器。

[0087] 在步骤506中,光检测器检测的信号用于核实使用者是否压在传感器上。当使用者没有压在传感器上时,不进行计算,因此传感装置大部分活动被关闭。一旦确认使用者压在传感器上,则由光检测器产生的信号不断地用于计算心率、呼吸频率和/或身体活动。

[0088] 在步骤508中,当检测到使用者压在传感器上,其中通过使用者而调制检测的光,进行用于检测身体活动的滤波和偏离跟踪,以获得模式。参照图4的方框404、406和408。

[0089] 在步骤510中,进行呼吸心跳/身体活动信息的提取,以获得有用信号。在步骤512中,计算来自光检测器的信号,以使得如果期望的话,可以触发更有用的应用,例如启动报警。这些应用可以包括:为了进一步的参考而存储有用的数据、经由3G/WIFI网络无线地发送信息、在显示器上显示对观察者有用的信息。参照图4的方框416。

[0090] 应当理解,已经检测到使用者压在传感器上之后,心跳率、呼吸频率和/或身体活动信息不会立刻显示在显示器上,因为没有进行充分采样以产生可靠的信息。在步骤514中,在间隔时间之后,计算后的呼吸频率、心跳率和/或身体活动信息可以显示在显示器面板上,用于使用者的观察。举例来说而非作为限定,该间隔时间的范围可以是几秒至约60秒。身体活动信息例如可以是运动模式、一段时间内的身体活动数量、报警识别或短期内的不规律活动。

[0091] 在步骤516中,使用来自步骤514的信息,以检测使用者是否有褥疮征兆。例如,如果检测到在例如2个小时的时间内,使用者从一个姿势没有进行任何活动或仅有轻微的活动,那么使用者就可能有产生褥疮的危险。如果检测到褥疮征兆,则在步骤518中,触发褥疮报警,以使得可以对使用者进行治疗。在步骤520中,使用来自步骤514的信息,以检测使用者是否有睡眠呼吸暂停的征兆。例如,如果检测到使用者的已经暂时停止呼吸,则使用者可能有睡眠呼吸暂停的危险。如果检测到睡眠呼吸暂停征兆,则在步骤522中,触发呼吸暂停报警,以使得可以对使用者进行治疗。应当理解,还可以根据需要执行其他功能。

[0092] 在步骤524中,不断地从光检测器读出信息且不断地进行计算,直到使用者已离开传感器。

[0093] 使用者离开传感器之后,工作流程返回至步骤506并且停止计算。当检测到使用者压在传感器上时,再次开始计算。

[0094] 图6是示出示例性实施方式中的传感器装置/系统600的示意图。系统600包括上部聚酯纤维层602和下部聚酯纤维层604。每个层602、604都包括可以大面积伸长的网状结构。系统600还包括多模光纤部分606和光纤连接器或接合接头608,多模光纤部分

606 设置在层 602 与 604 之间, 光纤连接器或接合接头 608 用于将部分 606 连接到光纤 610 上。系统还包括  $1 \times 2$  光纤耦合器 612。光纤耦合器 612 将光纤 610 连接到光纤 614 上, 还将光纤 610 连接到检测器 616 上。检测器 616 连接到放大器 617 上。每个光纤 610、614 可以是多模光纤或单模光纤。光纤 614 连接到光源 618 上。检测器 616 经由放大器 617 连接到信号处理单元 620 上。信号处理单元 620 包括显示和报警功能, 以报告生命特征参数。

[0095] 在示例性实施方式中, 系统 600 还包括连接 / 附接到部分 606 的反射镜 622, 用于将光源 618 发射的、在部分 606 中传播的光反射回检测器 616。

[0096] 在示例性实施方式中, 多模光纤部分 606 可以包括玻璃光纤、塑料光纤或其它类型的适用光纤。

[0097] 图 7 是示出示例性实施方式中的传感器装置 / 系统 700 的示意图。系统 700 包括上部聚酯纤维层 702 和下部聚酯纤维层 704。每个层 702、704 都包括可以大面积伸长的网状结构。系统 700 还包括多模光纤部分 706 和光纤连接器或接合接头 708, 多模光纤部分 706 设置在层 702 与 704 之间, 光纤连接器或接合接头 708 用于将部分 706 连接到光纤 710 上。系统还包括  $1 \times 2$  光纤耦合器 712。光纤耦合器 712 将光纤 710 连接到光纤 714 上, 还将光纤 710 连接到检测器 716 上。检测器 716 连接到放大器 717 上。每个光纤 710、714 可以是多模光纤或单模光纤。光纤 714 连接到光源 718 上。检测器 716 经由放大器 717 连接到信号处理单元 720 上。信号处理单元 720 包括显示和报警功能, 以报告生命特征参数。

[0098] 在示例性实施方式中, 系统 700 还包括连接至部分 706 的  $1 \times 2$  耦合器 722 ( 具有连接在一起的两个输出端 ), 用于将光源 718 发射的、在部分 706 中传播的光反射回检测器 716。

[0099] 在示例性实施方式中, 多模光纤部分 706 可以包括玻璃光纤、塑料光纤或其它类型的适用光纤。

[0100] 图 8 是示出示例性实施方式中传感器垫的网状结构部分的实施例的俯视图。网孔中的孔 802、804 可以是正方形、矩形或其他形状。网孔间距为几百微米至几毫米, 但是它可以更小或更大。优选地, 如果使用大面积网状结构, 可以使用具有较长长度的多模光纤, 以易于覆盖患者身体区域, 同时因为与患者相互作用的长度较长, 还可以提高传感器垫的灵敏度。

[0101] 图 9(a) 是示出示例性实施方式中传感器装置 / 系统 900 的示意图。系统 900 包括与多模光纤 904 交织的聚酯纤维层 902。系统 900 还包括光纤连接器或接合接头 906, 以将多模光纤 904 连接到光纤 908 上。系统还包括  $1 \times 2$  光纤耦合器 910。光纤耦合器 910 将光纤 908 连接到另一光纤 912 上, 还将光纤 908 连接到检测器 914 上。检测器 914 连接到放大器 915 上。每个光纤 908、912 可以是多模光纤或单模光纤。光纤 912 连接到光源 916 上。检测器 914 经由放大器 915 连接到信号处理单元 918 上。信号处理单元 918 包括显示和报警功能, 以报告生命特征参数。

[0102] 在示例性实施方式中, 系统 900 还包括连接至多模光纤 904 的反射镜 920, 用于将光源 916 发射的、在多模光纤 904 中传播的光反射回检测器 914。

[0103] 在示例性实施方式中, 纤维层 902 形成机械结构, 用于在多模光纤 904 上产生微弯效果。机械结构可以接收由于人体活动、人体呼吸行为和人体心跳行为中的一个或多个而通过人体施加的压力, 并且可以在所施加的压力下使多模光纤产生微弯。因此, 在具有与多

模光纤 904 交织的光纤层 902 的示例性实施方式中,多模光纤 904 基本在施加压力的方向中设置在机械结构的第一和第二组微弯部件之间。在示例性实施方式中,第一组微弯部件设置在多模光纤的上表面(参照图 9(b) 的数字 924),第二组微弯部件在多模光纤的下表面(参照图 9(b) 的数字 926、928)。

[0104] 在示例性实施方式中,多模光纤 904 可以包括玻璃光纤、塑料光纤或其它类型的适用光纤。

[0105] 使用时,与多模光纤 904 交织的聚酯纤维层 902 用作光纤模式变换器。

[0106] 图 9(b) 是示出示例性实施方式中与多模光纤交织的聚酯纤维层的图像。与多模光纤交织的聚酯纤维层形成光纤模式变换器(FMC)。在示例性实施方式中,一部分多模光纤 922 和聚酯纤维部分 924、926、928 编织在一起,以形成 FMC。例如而非限定,FMC 的间距可以约是 1 毫米到几毫米。多模光纤 922 可以包括玻璃光纤、塑料光纤或其他光纤。上层和下层的覆盖物可用于保护图 9(b) 的 FMC 结构,以通过使用传统的模具和密封方法来形成传感器垫。

[0107] FMC 是一种通过弯曲产生有效模式耦合的光纤 922、而稳定在多模光纤 922 中传播的模式。在多模光纤 922 中传播有多种模式,并且光纤 922 上的任何外部扰动都可能使模式功率重新分配。当多模光纤 922 被弯曲时,沿光纤 922 传送的光会减少。多模光纤 102 中的弯曲损耗可用于获取期望信息。

[0108] 例如,当对多模光纤 922 施以曲率弯曲时,光损失随弯曲长度的数量而增加,且当弯曲半径减少时,光损失增加。

[0109] 此外,通过将多模光纤设置在机械结构的第一组和第二组微弯部件之间,可以增大可达到的微弯效果。这与设置有仅在光纤一侧上作用的弯曲元件的结构(例如具有设置在一层微弯部件上的光纤的结构)相比,能够提供优点。

[0110] 图 10 是示出示例性实施方式中测量的呼吸信号的示例性频谱图。当使用者坐在椅子上且传感器垫放在使用者的背部时,测量使用者的呼吸信号。该图示出使用者的呼吸频率为 0.2Hz。换句话说,呼吸频率约为每分钟 12 次。

[0111] 图 11 是示出示例性实施方式中测量的心跳信号的示例性频谱图。当传感器垫放在使用者的背部时,计算使用者的心跳信号。该图示出心跳信号的频率约为 1.1-1.2Hz(约 1.17Hz)。换句话说,心跳率约为每分钟 70 次。

[0112] 图 12 是在示例性实施方式中第一人的心跳信号的频谱测量数据。图 13 是示例性实施方式中第二人的心跳信号的频谱测量数据。当二人坐在椅子上且传感器垫放在人的后背倚靠的靠背时,测量第一人和第二人的信号。可以看出,二人的心跳信号被准确地测量。根据图 12,具有所测峰值振幅的频率约为 1.03Hz。这约为每分钟 61.9587 次心跳(在图 12 中在数字 1202 处示出心跳率)。根据图 13,具有所测峰值振幅的频率约为 1.13Hz。这约为每分钟 67.9547 次心跳(在图 13 中在数字 1302 处示出心跳率)。

[0113] 图 14 是示出示例性实施方式中用于检测生命特征的方法的示意图 1400。在步骤 1402 中,设置检测单元。在步骤 1404 中,多模光纤连接到光源和检测单元。在步骤 1406 中,设置机械结构,以用于接收由于人体活动、人体呼吸行为和人体心跳行为中的一个或多个而通过人体施加的压力,并且在所施加的压力下使多模光纤产生微弯。在步骤 1408 中,多模光纤基本在施加压力的方向中设置在机械结构的第一组和第二组微弯部件之间。

[0114] 图 17 是示出示例性实施方式中用于检测生命特征的方法的示意图 1700。在步骤 1702 中,设置检测单元。在步骤 1704 中,多模光纤连接到光源和检测单元。在步骤 1706 中,设置机械结构,以用于接收由人体施加的压力,以及在所施加的压力下产生多模光纤的微弯。在步骤 1708 中,基于由微弯引发的弯曲损耗所引起的光强变化,来至少确定人的心率。

[0115] 图 15 是示出示例性实施方式中用于检测生命特征的方法的示意图 1500。可以通过计算装置执行该方法。在示例性实施方式中,使用存储计算机代码的数据存储介质,以指示计算装置执行该方法。在图 15 中,在步骤 1502 中,从多模光纤接收光信号。在步骤 1504 中,基于由机械结构导致的弯曲损耗所引起的光强变化,来至少确定人的心率,该机械结构设置为接收由人体施加的压力和在所施加的压力下产生多模光纤的微弯。

[0116] 在图 16 中示意性示出,可以使用计算机系统 1600 执行的示例性实施方式的方法和系统。例如,示例性实施方式的信号处理单元可以采用所述计算机系统的形式。该方法和系统可以实现为软件,例如在计算机系统 1600 中执行的计算机程序,并且指示计算机系统 1600 实施示例性实施方式的方法。

[0117] 计算机系统包括计算机模块 1602、输入模块(例如键盘 1604 和鼠标 1606)和多个输出装置(例如显示器 1608 和报警装置 1610)。

[0118] 计算机模块 1602 经由适当的收发装置 1614 连接到计算机网络 1612 上,以例如访问因特网或其他网络系统(例如局域网(LAN)或广域网(WAN))

[0119] 实施例中的计算机模块 1602 包括处理器 1618、随机存取存储器(RAM) 1620 和只读存储器(ROM) 1622。计算机模块 1602 还包括多个输入/输出(I/O)接口,例如至显示器 1608 的 I/O 接口 1624 和至键盘 1604 的 I/O 接口 1626。

[0120] 计算机模块 1602 的组件通常经由互连总线 1628 和本领域的技术人员在相关领域中熟知的方式进行通信。

[0121] 应用程序通常提供给计算机系统 1600 的使用者,编码到数据存储介质(例如 CD-ROM 或闪存载体)上并且利用数据存储介质 1630 的相应数据存储介质驱动读取。在执行应用程序时,通过处理器 1618 读取和控制应用程序。可以使用 RAM 实现程序数据的中间存储。

[0122] 上述示例性实施方式可以提供一种装置和方法,借此不需要在传感器座椅或床中使用电力。由上述示例性实施方式提供的测量是非侵入式的。此外,上述示例性实施方式可以提供一种等级与电学传感器类似的低成本方案。上述示例性实施方式与其它光纤光学系统相比,可以提供一种相对较为简单的信号问诊。此外,上述示例性实施方式与其他传感系统相比,可以提供一种较为简单的系统结构。此外,与使用粘贴式传感器等的系统相比,上述示例性实施方式能够更加简单,并且令使用者更加舒适。

[0123] 上述示例性实施方式可以提供检测位于床上或椅子上的人的生命特征参数的传感装置。可以容易地将该传感装置集成到可能在健康护理(例如睡眠监测、生命特征监测等)中使用的智能床/智能椅上、家庭自动化装置(例如用于智能家居的家用器具控制)中和例如降低高血压的非药物方案中。此外,上述示例性实施方式可以提供一种本质安全的传感装置和方法。

[0124] 在示例性实施方式中,传感器垫被描述为具有两层聚酯纤维。但是,应当理解,传

感器垫并不限于此,传感器垫可以包括在多模光纤上产生微弯效果的任何传感器部件。

[0125] 本领域的技术人员应当理解,在不背离本发明的精神或范围的情况下,如具体实施例所示,可以对本发明做出许多改变和 / 或修改。因此,从各个方面考虑,本发明的实施方式是示例性的与非限制性的。

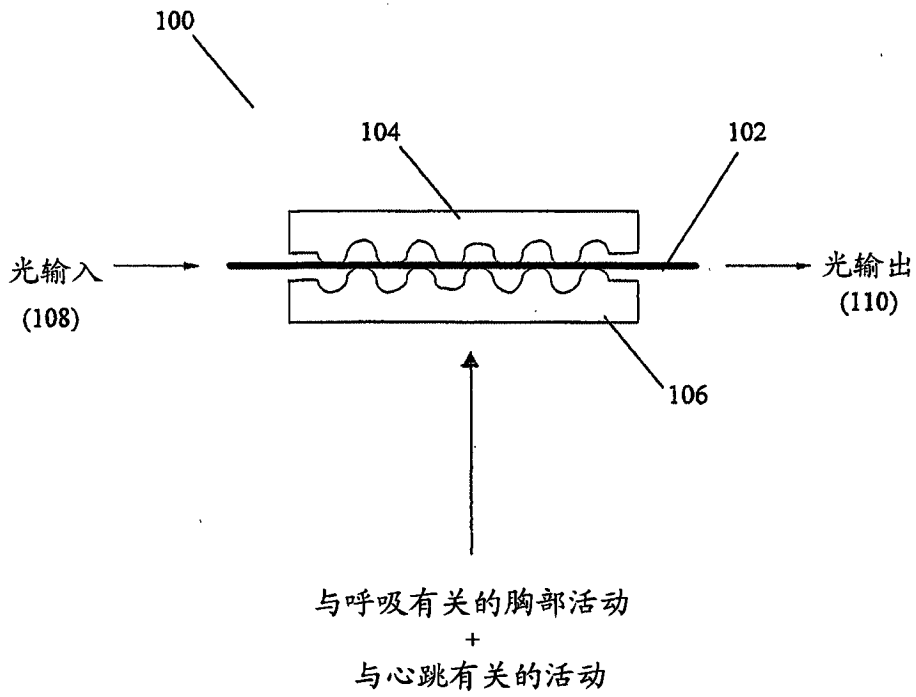


图 1

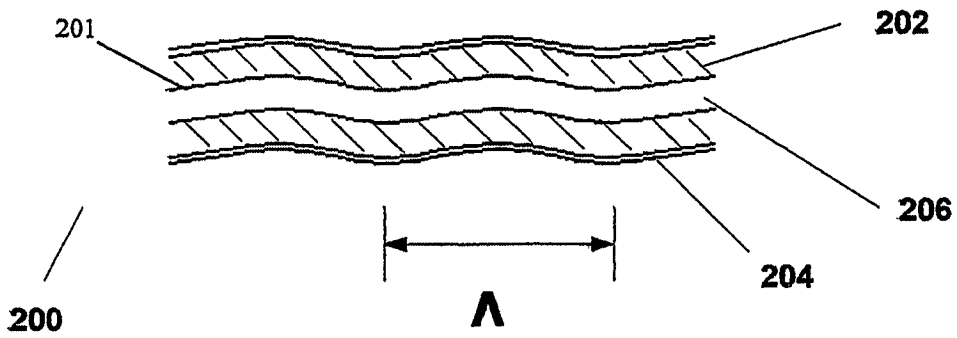


图 2

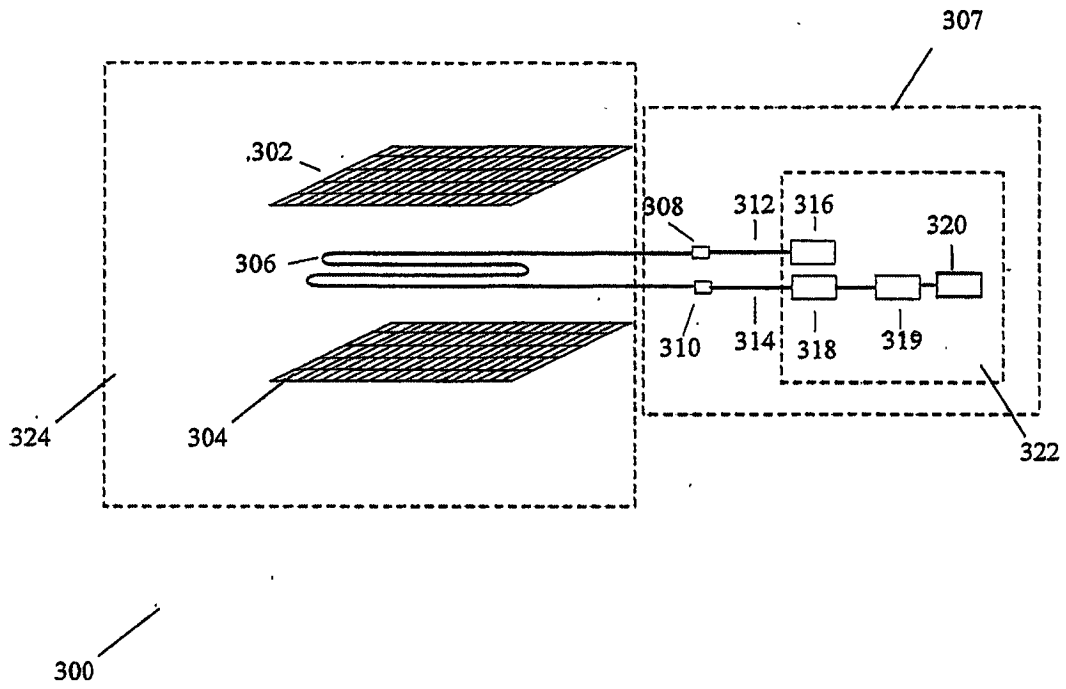


图 3

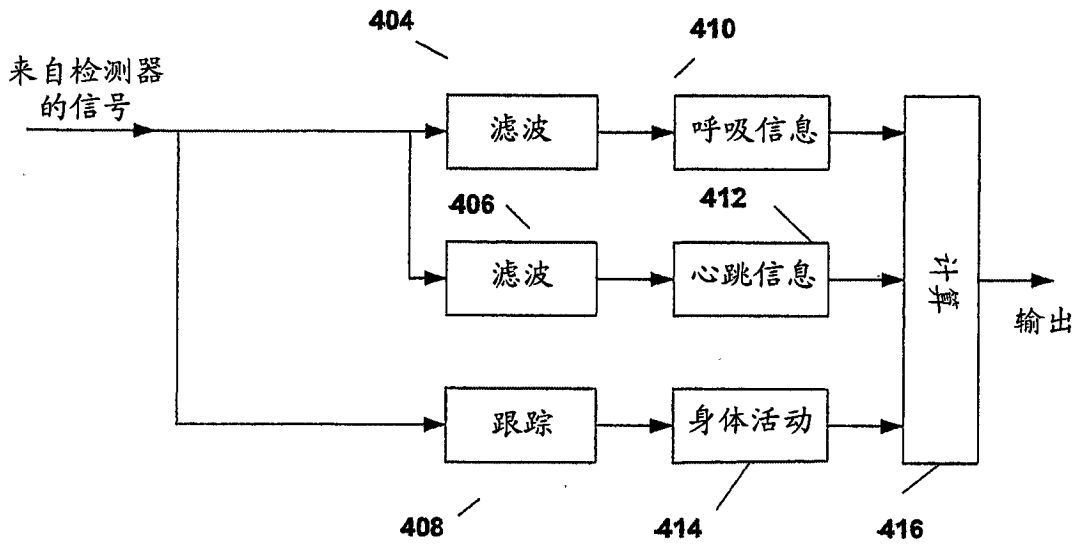


图 4

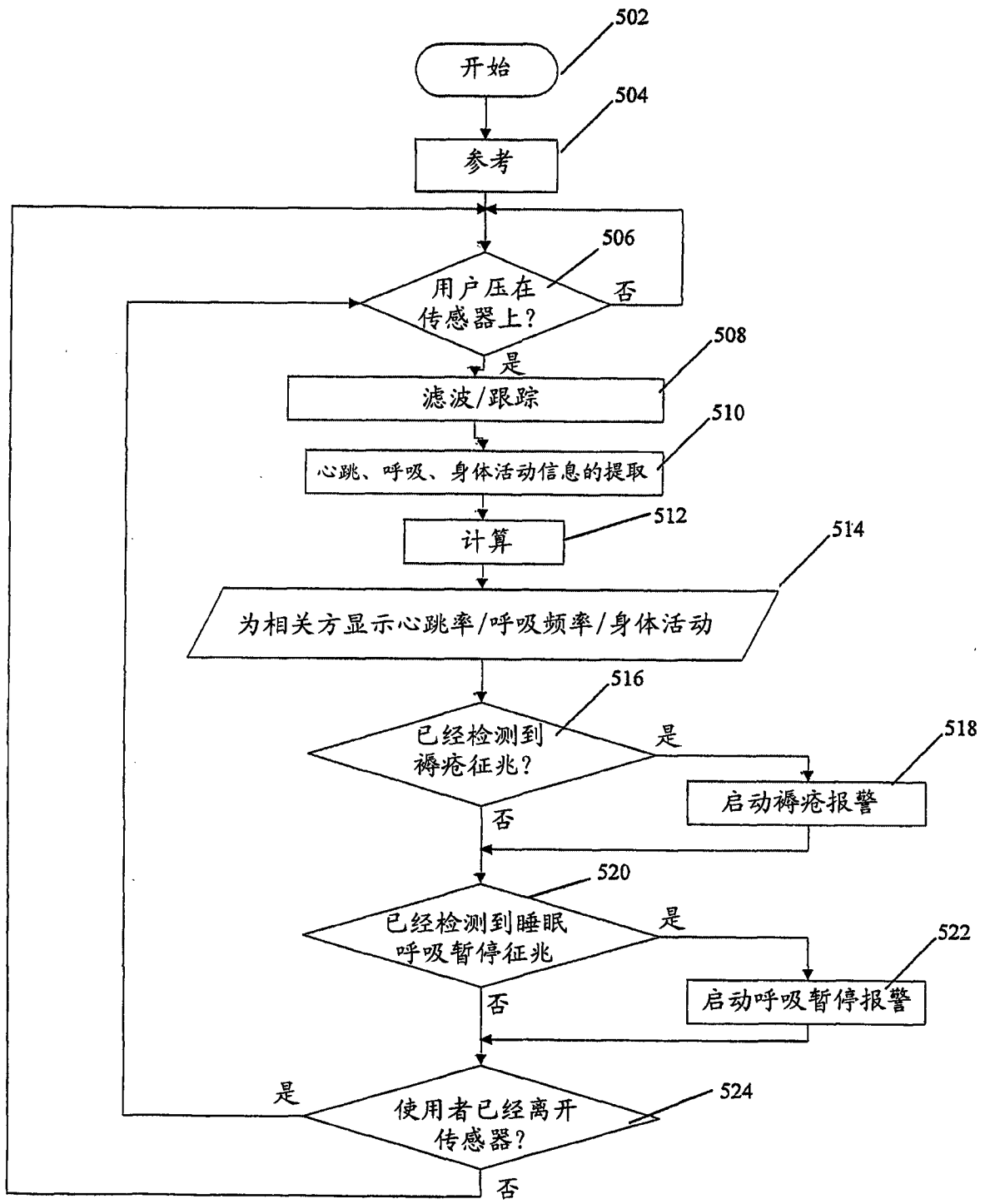


图 5

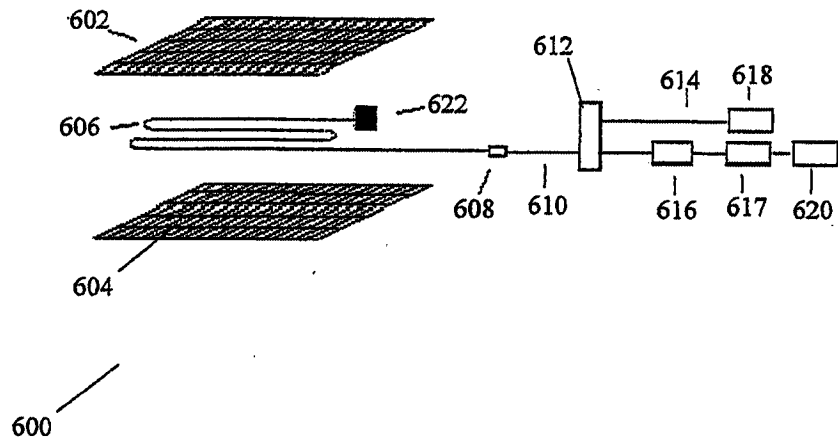


图 6

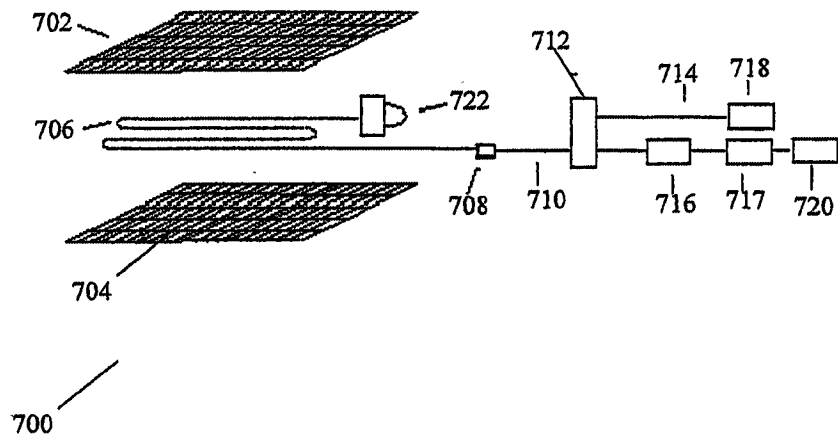


图 7

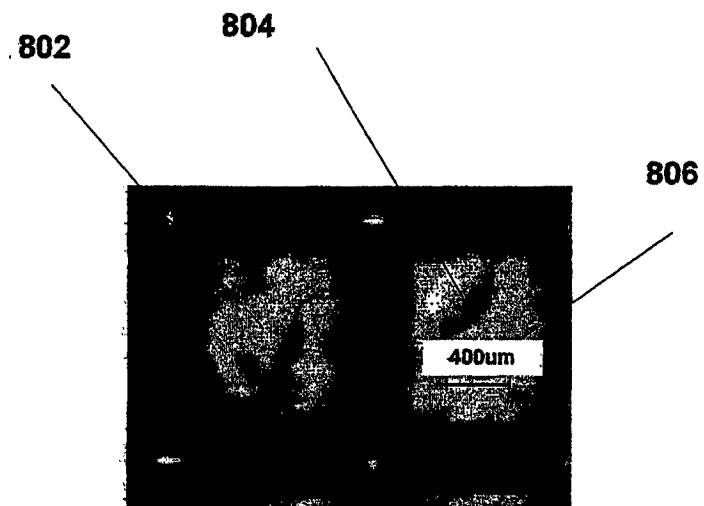


图 8

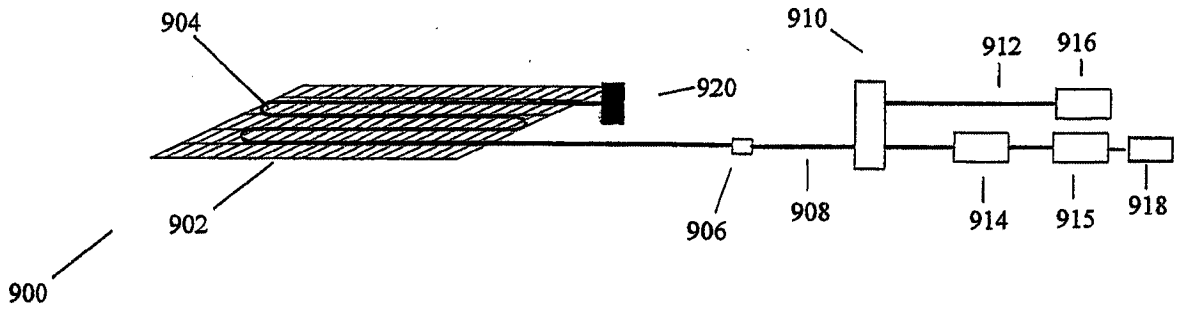


图 9(a)

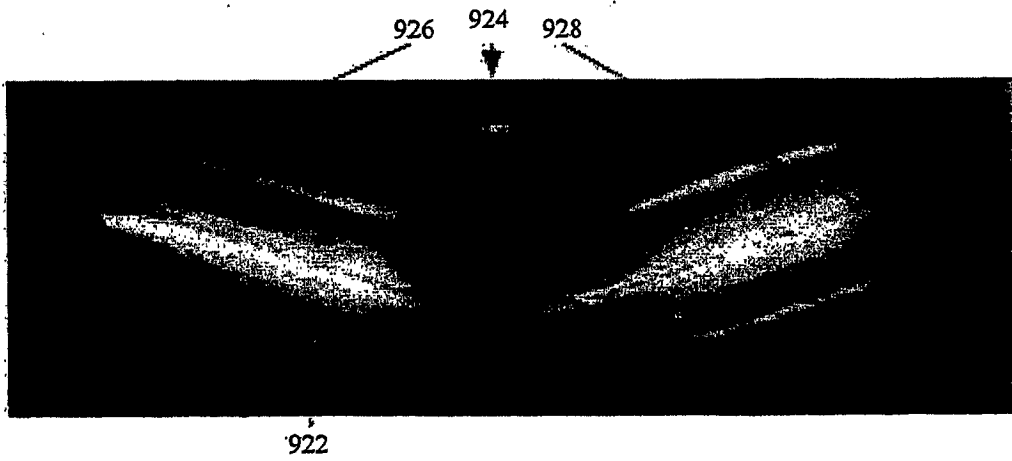


图 9(b)

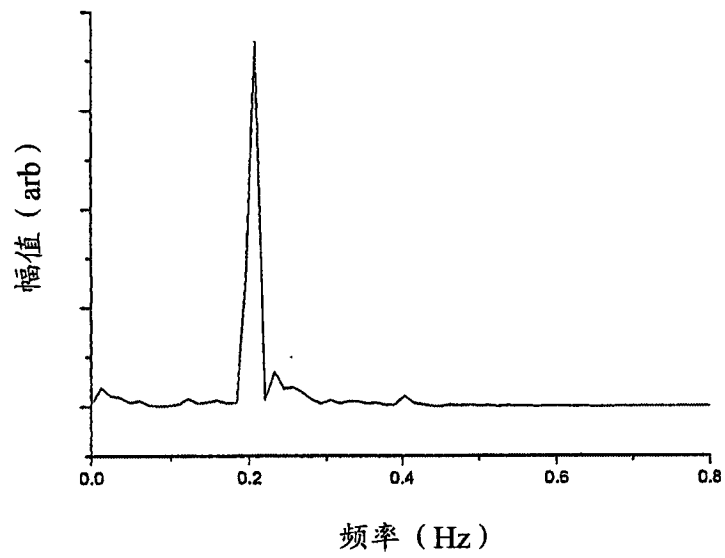


图 10

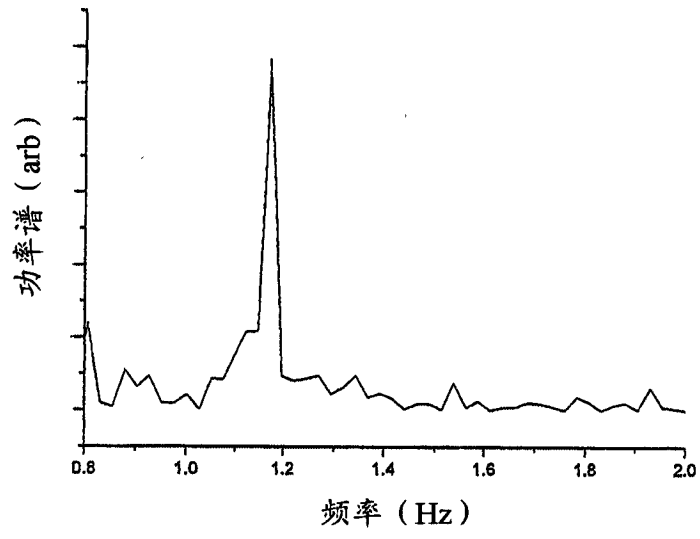


图 11

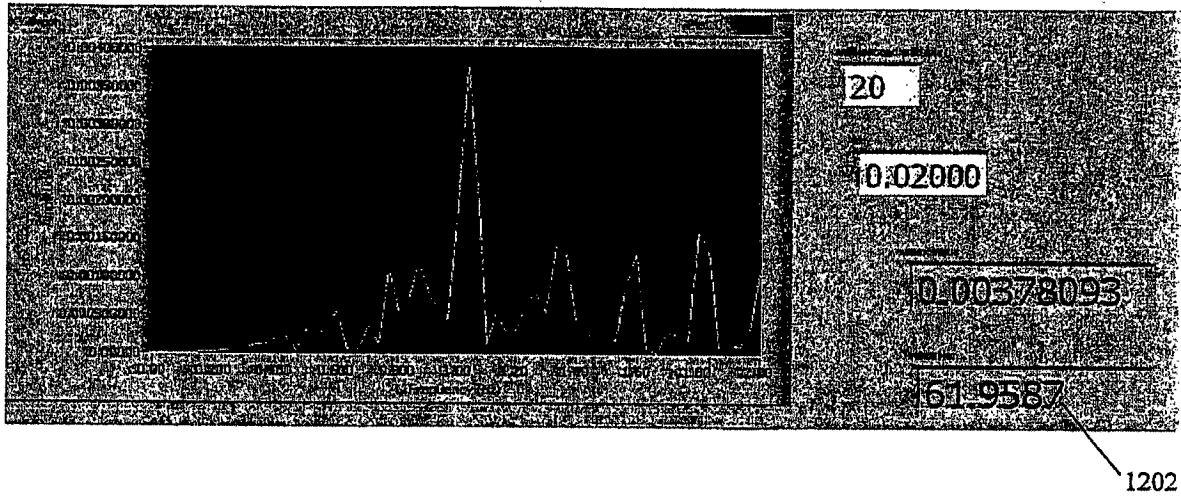


图 12

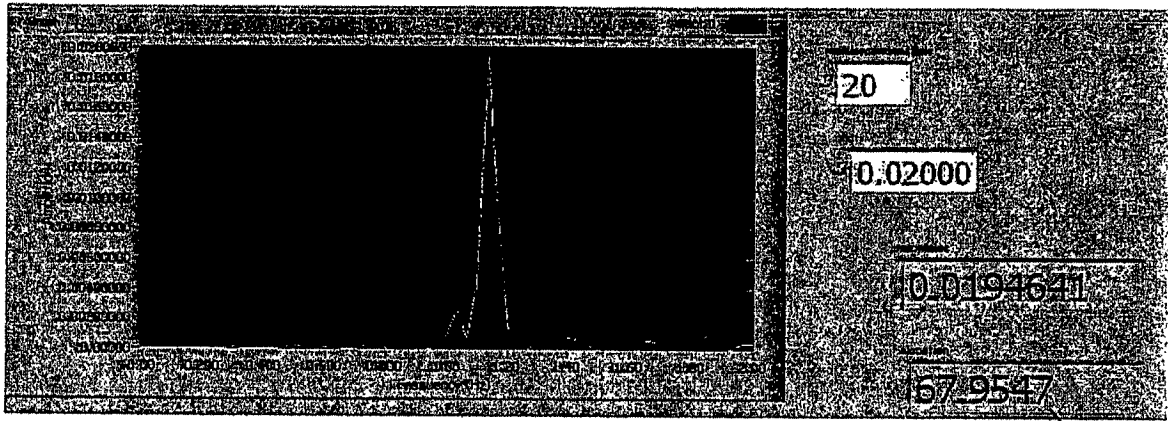


图 13

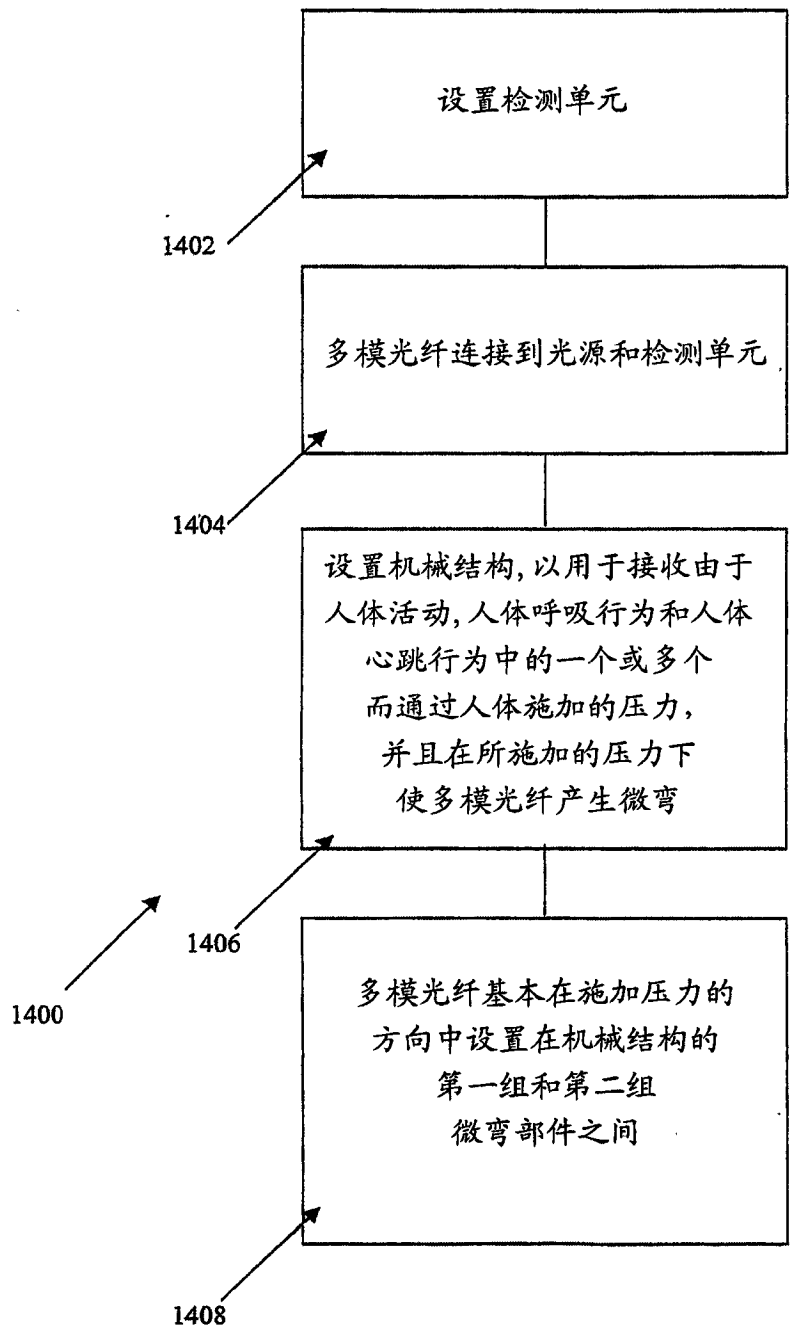


图 14

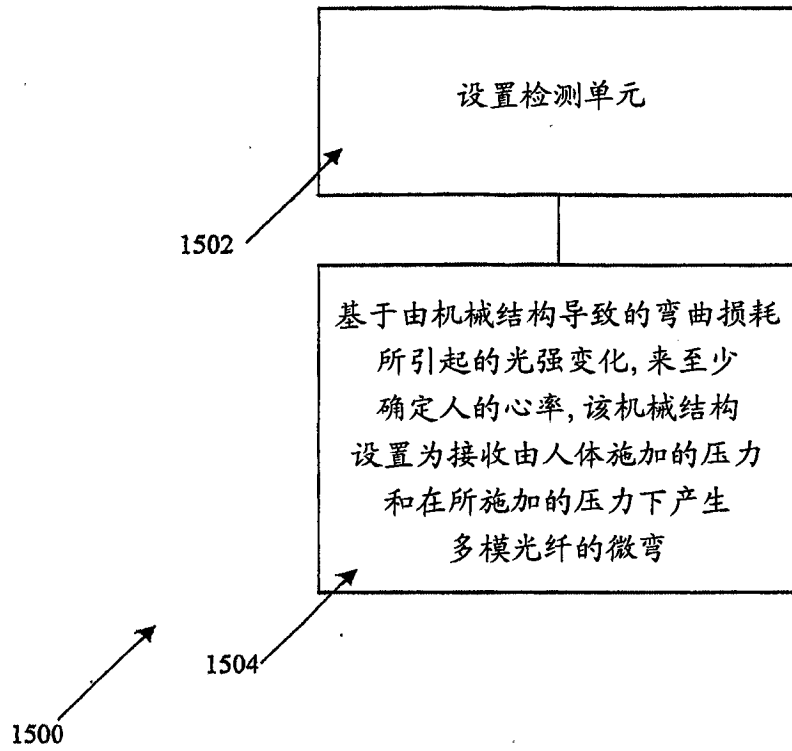


图 15

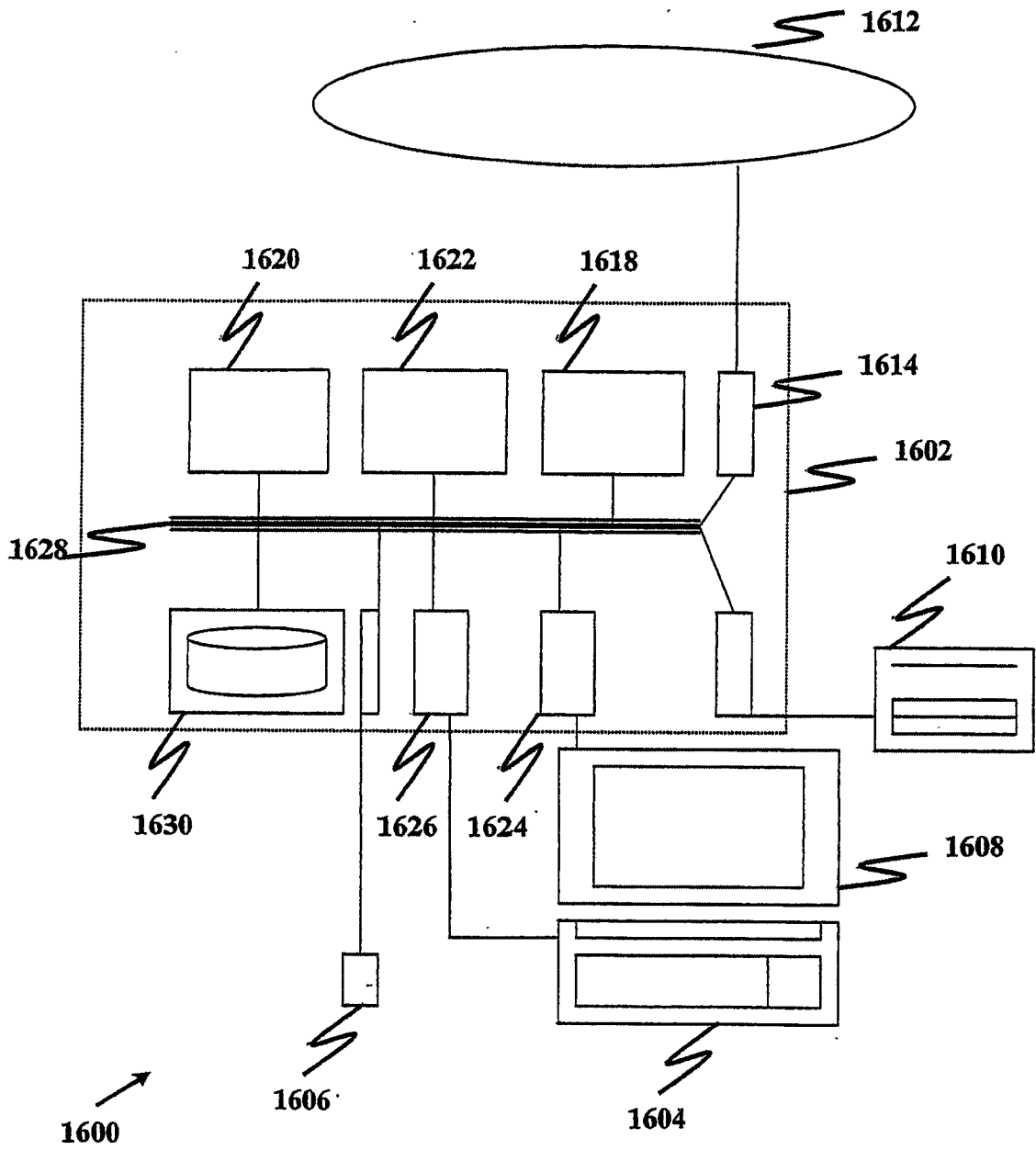


图 16

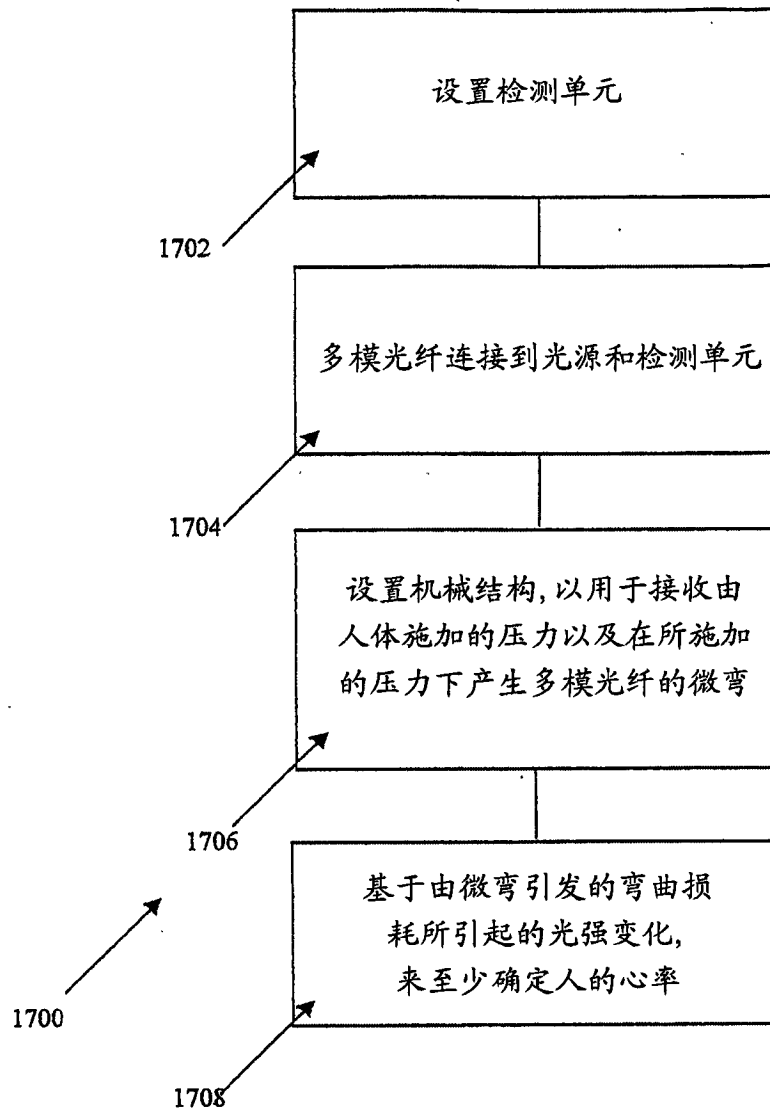


图 17

专利名称(译)	生命特征检测装置和用于检测生命特征的方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN102573615B</a>	公开(公告)日	2015-06-03
申请号	CN201080045035.7	申请日	2010-04-21
[标]申请(专利权)人(译)	新加坡科技研究局		
申请(专利权)人(译)	新加坡科技研究局		
当前申请(专利权)人(译)	新加坡科技研究局		
[标]发明人	陈智浩 张榉腾 杨秀峰		
发明人	陈智浩 张榉腾 杨秀峰		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/024 A61B5/1102 A61B5/1127 A61B5/113 A61B5/447 A61B5/6892 A61B5/7214 A61B5/7257 A61B2562/0266		
代理人(译)	施蕾		
审查员(译)	刘珊珊		
优先权	61/231771 2009-08-06 US		
其他公开文献	CN102573615A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

提供一种生命特征检测装置和对于检测生命特征的方法。生命特征检测装置包括检测单元；多模光纤设置为连接到光源和检测单元；机械结构设置为用于接收因人体活动、人体呼吸行为和人体心跳行为中的一个或多个而通过人体施加的压力，并且在所施加的压力下使所述多模光纤产生微弯。其中，多模光纤基本在所施加的压力方向中设置在机械结构的第一和第二组微弯部件之间。

