



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104257359 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201410471841. 0

(22) 申请日 2014. 09. 16

(73) 专利权人 苏州能斯达电子科技有限公司

地址 215123 江苏省苏州市工业园区若水路
398 号 C517

(72) 发明人 张珽 熊作平

(74) 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司
44202

代理人 郝传鑫

(51) Int. Cl.

A61B 5/02(2006. 01)

审查员 薛艳华

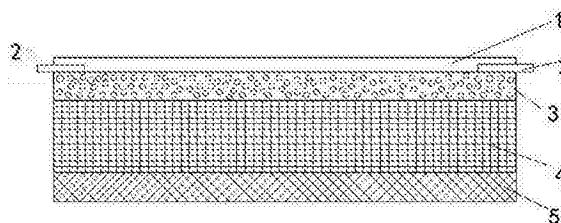
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及生理监测传感器领域,公开了一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器,包括织物物件;阻隔层,形成于织物物件上接触到手腕脉搏的区域内;敏感层,形成于阻隔层的上表面;电极层,包括至少两条从敏感层或敏感层的表面引出的电极;及亲肤层;其中,敏感层由三维孔状纳米敏感材料构成,亲肤层与阻隔层由柔性高分子聚合物构成且具有生物相容性,亲肤层与阻隔层共同包裹敏感层,本发明还公开了一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的制备方法及基于所述传感器的监测系统。本发明的传感器轻薄柔软,可以被加工成多种形状,可穿戴、贴附在手腕脉搏上监测脉搏信息。



1. 一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器,其特征在于,包括:

织物物件(5);

阻隔层(4),其形成于所述织物物件(5)上接触到手腕脉搏的区域内;

敏感层(3),其形成于所述阻隔层(4)的上表面;

电极层,包括至少两条从敏感层(3)或敏感层(3)的表面引出的电极(2);

及亲肤层(1),形成于敏感层(3)的上表面或敏感层(3)上表面及电极层位于敏感层(3)上表面的部分;

其中,所述敏感层(3)由三维孔状纳米敏感材料构成,所述亲肤层(1)与阻隔层(4)由柔性高分子聚合物构成且具有生物相容性,所述亲肤层(1)与阻隔层(4)共同包裹所述敏感层(3),

所述敏感层的三维孔状纳米敏感材料的孔的大小为 $0.2\sim 20\mu\text{m}$,且孔与孔之间的间隙为 $10\sim 200\mu\text{m}$,所述敏感层(3)由以下步骤制备得到:

S1、碳材料和可挥发性溶剂按质量比为 $1:1\sim 1:3$ 混合后进行超声处理 $30\sim 60\text{min}$,得浆液状混合物;

S2、在浆液状混合物中加入与碳材料质量比为 $1:1\sim 1:10$ 的柔性高分子聚合物,搅拌后得粘稠状混合物;

S3、将粘稠状混合物涂覆在阻隔层(4)上,然后在 $70\sim 80^\circ\text{C}$ 下加热固化,从而制得所述敏感层(3)。

2. 如权利要求1所述的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器,其特征在于,所述电极(2)探出敏感层(3)的一端不与所述阻隔层(4)和亲肤层(1)接触,或者,所述电极(2)探出敏感层(3)的一端连接无线发射器且所述电极(2)与无线发射器都被所述阻隔层(4)和亲肤层(1)共同包裹。

3. 如权利要求1或2所述的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器,其特征在于,所述阻隔层(4)为厚度范围为 $10\sim 300\mu\text{m}$ 的PDMS薄膜,或者阻隔层(4)的柔性高分子聚合物为乙烯-醋酸乙烯共聚物、聚乙烯醇、聚对苯二甲酸乙二酯、聚酰亚胺或聚乙烯中的任意一种;所述亲肤层(1)为厚度范围为 $5\sim 80\mu\text{m}$ 的PDMS薄膜,或者为厚度范围为 $5\sim 80\mu\text{m}$ 的PE薄膜或乙烯-醋酸乙烯共聚物薄膜;所述电极(2)包括导电无纺布、铜箔或漆包线。

4. 一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、在织物物件上接触到手腕脉搏的区域匀涂一层柔性高分子聚合物形成柔性薄膜,即为阻隔层;

S2、在所述阻隔层上涂三维孔状纳米敏感材料,得到敏感层,进一步包括:S21、碳材料和可挥发性溶剂按质量比为 $1:1\sim 1:3$ 混合后进行超声处理 $30\sim 60\text{min}$,得浆液状混合物;S22、在浆液状混合物中加入与碳材料质量比为 $1:1\sim 1:10$ 的柔性高分子聚合物,搅拌后得粘稠状混合物;S23、将粘稠状混合物涂覆在阻隔层上,然后在 $70\sim 80^\circ\text{C}$ 下加热固化,从而制得所述敏感层,所述三维孔状纳米敏感材料的孔的大小为 $0.2\sim 20\mu\text{m}$,且孔与孔之间的间隙为 $10\sim 200\mu\text{m}$;

S3、引出至少两条电极,所述电极的一端接触所述敏感层,另一端探出所述敏感层;

S4、在所述敏感层表面涂一层柔性高分子聚合物,形成覆盖所述敏感层并与所述阻隔层共同包裹所述敏感层的亲肤层。

5. 如权利要求4所述的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的制备方法,其特征在于,步骤S1中的阻隔层为厚度范围为10-300 μm 的PDMS薄膜,或者阻隔层的柔性高分子聚合物为乙烯-醋酸乙烯共聚物、聚乙烯醇、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚酰亚胺或聚乙烯中的任意一种;步骤S2中设置所述敏感层为一块或者是由一块分割成多个小块而构成的阵列;步骤S4中的亲肤层为厚度范围为5-80 μm 的PDMS薄膜,或者为厚度范围为5-80 μm 的PE薄膜或乙烯-醋酸乙烯共聚物薄膜。

6. 如权利要求4或5所述的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的制备方法,其特征在于,步骤S3中电极的材料包括导电无纺布、铜箔或漆包线,所述电极的材质还可以是金、铂、镍、银、钨、碳纳米管或石墨烯中的一种或多种组合;电极的引出方式为粘贴、印刷或物理切割。

7. 一种基于权利要求1所述的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的监测系统,其特征在于,包括以下模块:

信号采集模块,其包括如权利要求1所述的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器,用于采集人体脉搏变化的信号;

模数转换模块,其用于将信号采集模块采集到的信号转换为数字信号;

信号处理模块,其用于处理模数转换模块得到的数字信号,得出监测分析结果;

显示模块,其包括显示屏,用于显示所述信号处理模块输出的监测分析结果。

8. 如权利要求7所述的监测系统,其特征在于,还包括无线通信模块,其用于实现所述信号处理模块与模数转换模块之间信号的传输交互,或同时用于实现所述模数转换模块与信号采集模块之间信号的传输交互。

9. 如权利要求7或8所述的监测系统,其特征在于,所述信号处理模块与显示模块合成软件并载入客户端,所述信号处理模块还具有导出所述监测分析结果的功能。

一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生理监测领域,尤其涉及一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器及其制备方法,还涉及一种基于所述监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的监测系统。

背景技术

[0002] 脉象,即人体动脉跳动节律快慢、大小、强弱、浮沉、虚实等象征,人体脉象因蕴涵了丰富的健康状况信息而被中医视为生命的语言,因而越来越受到中外医学界的重视。脉搏波所呈现出的波形、波幅、波速和周期等综合信息在很大程度上反映出人体心血管系统中许多血流特征。

[0003] 目前国内外用于监测生理信号的可穿戴医疗织物也有一些报道,诸如美国VivoMetrics公司开发的“生命衫”,可以反映穿戴者的呼吸情况和记录人体的体位变化,但它穿戴性不好、操作复杂、不适合在日常生活和工作中使用;意大利Milior of Prado公司将纤维或纱线形式的智能传感器与织物技术等结合起来监测呼吸、体温,但价格高且在日常生活中穿戴的舒服性不好,影响其实用性;德国Fraunhofer IZM开发的具有传感功能的T恤衫可以实现对穿着者心电生理参数的检测,但长期与皮肤接触会引起皮肤溃烂。现有技术中其他用于脉搏检测的仪器同样存在操作复杂、成本高、携带不便、不能满足日常监测需求、生物相容性差、穿戴不舒服等问题。

[0004] 调研发现,目前用于采集手腕部桡动脉处脉搏信号的可穿戴式电子织物以及通过对桡动脉处脉搏信号的分析来判断人体生理健康的专业穿戴式织物很少,而能满足普通人日常随时随方便监测需求的几乎没有,因此开发一款智能化、大众化、科学化和便捷化的脉搏监测工具显得尤为重要。

发明内容

[0005] 为克服现有技术的不足,本发明目的是:提供一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器,将柔性传感器集成在与手腕接触的织物上采集脉搏的脉动数据,有效监测人体手腕脉搏跳动情况。

[0006] 为了解决背景技术中的技术问题,本发明提供了一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器,包括织物物件;阻隔层,其形成于所述织物物件上接触到手腕脉搏的区域内;敏感层,其形成于所述阻隔层的上表面;电极层,包括至少两条从敏感层或敏感层的表面引出的电极;及亲肤层,形成于敏感层的上表面或敏感层上表面及电极层位于敏感层上表面的部分;其中,所述敏感层由三维孔状纳米敏感材料构成,所述亲肤层与阻隔层由柔性高分子聚合物构成且具有生物相容性,所述亲肤层与阻隔层共同包裹所述敏感层。

[0007] 所述敏感层的三维孔状纳米敏感材料的孔的大小为0.2-20 μm ,且孔与孔之间的间隙为10-200 μm ,所述敏感层由以下步骤制备得到:S1、碳材料和挥发性溶剂按质量比为1:1~1:3混合后进行超声处理30~60min,得浆液状混合物;S2、在浆液状混合物中加入与碳材料质量比为1:1~1:10的柔性高分子聚合物,搅拌后得粘稠状混合物;S3、将粘稠状混合物

涂覆在阻隔层上,然后在70~80℃下加热固化,从而制得所述敏感层。

[0008] 所述电极探出敏感层的一端不与所述阻隔层和亲肤层接触,或者,所述电极探出敏感层的一端连接无线发射器且所述电极与无线发射器都被所述阻隔层和亲肤层共同包裹。

[0009] 所述阻隔层为厚度范围为10~300 μm 的PDMS薄膜,或者阻隔层的柔性高分子聚合物为乙烯-醋酸乙烯共聚物、聚乙烯醇、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚酰亚胺或聚乙烯中的任意一种;所述亲肤层为厚度范围为5~80 μm 的PDMS薄膜,或者为厚度范围为5~80 μm 的PE薄膜或乙烯-醋酸乙烯共聚物薄膜;所述电极包括导电无纺布、铜箔或漆包线。

[0010] 本发明还提供了一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的制备方法,包括以下步骤:S1、在织物物件上接触到手腕脉搏的区域涂一层柔性高分子聚合物形成柔性薄膜,即为阻隔层;S2、在所述阻隔层上涂三维孔状纳米敏感材料,得到敏感层;S3、引出至少两条电极,所述电极的一端接触所述敏感层,另一端探出所述敏感层;S4、在所述敏感层表面涂一层柔性高分子聚合物,形成覆盖所述敏感层并与所述阻隔层共同包裹所述敏感层的亲肤层。

[0011] 步骤S1中的阻隔层为厚度范围为10~300 μm 的PDMS薄膜,或者阻隔层的柔性高分子聚合物为乙烯-醋酸乙烯共聚物、聚乙烯醇、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚酰亚胺、聚乙烯中的任意一种;步骤S4中的亲肤层为厚度范围为5~80 μm 的PDMS薄膜,或者为厚度范围为5~80 μm 的PE薄膜或乙烯-醋酸乙烯共聚物薄膜。

[0012] 步骤S3中电极材料包括导电无纺布、铜箔或漆包线,所述电极的材质还可以是金、铂、镍、银、钨、碳纳米管、石墨烯或银纳米线中的一种或多种组合;电极的引出方式为粘贴、印刷或物理切割。

[0013] 本发明还提供了一种基于上述的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的监测系统,包括以下模块:

[0014] 信号采集模块,其包括如上所述的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器,用于采集人体脉搏变化的信号;模数转换模块,其用于将信号采集模块采集到的信号转换为数字信号;信号处理模块,其用于处理模数转换模块得到的数字信号,得出监测分析结果;显示模块,其包括显示屏,用于显示所述信号处理模块输出的监测分析结果。

[0015] 所述监测系统还包括无线通信模块,其用于实现所述信号处理模块与模数转换模块之间信号的传输交互,或同时用于实现所述模数转换模块与信号采集模块之间信号的传输交互。

[0016] 所述信号处理模块与显示模块合成软件并载入客户端,所述信号处理模块还具有导出所述监测分析结果的功能。

[0017] 本发明的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的原理是①采用三维孔状纳米材料制备传感器的敏感层,因气-固两相的存在而呈现类似蚂蚁窝的三维孔状结构,检测手腕脉搏波动信号时具有较高的灵敏度;②织物物件为由细小柔长物通过交叉,绕结或粘结构成的平软片块物件,阻隔层和亲肤层都具有生物相容性,使阻隔层可以较好地贴合在织物物件上,亲肤层接触皮肤的情况下不产生副作用;③阻隔层和亲肤层都采用柔性高分子聚合物,并且对敏感层进行保护性包裹,使敏感层在织物遇水时防水不会受到破坏;④柔性传感器的亲肤层具有生物相容性,可以贴附在手腕皮肤上;⑤所述传感器的阻隔层面积最小可

以做到 0.1mm^2 ,所述传感器在织物物件上凸起的厚度最小可以做到 $10\mu\text{m}$,所述织物物件穿戴手腕上不会产生不利于日常活动的感受;⑤一个柔性传感器中包括若干个阵列排布的敏感层,增强柔性传感器的检测灵敏度。

[0018] 本发明的基于所述监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的监测系统的原理是①在手腕接触织物时,柔性传感器可以监测手腕的脉搏跳动信号并通过传感器以电信号的形式输出;②电信号通过模数转换模块后通过对电信号放大、滤波、调制后进行A/D转换变成数字信号;③数字信号通过信号处理模块处理后,在显示模块上显示手腕脉动监测分析结果,如脉搏波所呈现出的波形、波幅、波速和周期等综合信息,利用时域分析法提取特征峰、谷的幅度、形态及时间参数等特征信息,通过分析经大量实验得到的这些参量及它们的变形参数去判断脉象类别;或将脉搏信号进行频谱分析,得到相应的脉搏频谱曲线,再提取分析如前次峰、第一主峰、第二主峰频率、谐波数、谱能比等参数,实现脉象分类;④信号处理模块与模数转换模块之间,或模数转换模块与信号采集模块之间通过无线通信模块或者有线方式连接传输信号;⑤若模数转换模块与信号采集模块之间通过无线通信模块进行信号传输,则柔性传感器的电极不接触敏感层的一端连接无线发射器,且所述无线发射器一同被包裹在阻隔层和亲肤层中间;⑥若模数转换模块与信号采集模块之间通过有线方式连接进行信号传输,则所述模数转换模块与传感器一同集成在织物上,同样不会产生任何不便于日常活动的感受。

[0019] 采用上述技术方案,本发明具有如下有益效果:①本发明中柔性传感器体积微小,可集成在可穿戴的接触手腕脉搏的织物物件上,如长袖衣物的袖口上、织物手环、手腕织物饰品或者袖套上,使用方便且为大众所能接受,不影响日常活动;②传感器的敏感材料由柔性高分子聚合物包裹,防水抗挤压;③该监测系统轻巧易带、实时性好,能及时客观地反馈手腕脉搏监测数据和显示分析结果。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,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它附图。

[0021] 图1是本发明实施例提供的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的结构示意图;

[0022] 图2是本发明实施例提供的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器附着在长袖衣物袖口上的结构示意图;

[0023] 图3是本发明实施例提供的基于所述监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器不接无线发射器的监测系统的系统框图;

[0024] 图4是本发明实施例提供的基于所述监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器接无线发射器的监测系统的系统框图;

[0025] 图5是本发明实施例提供的基于所述监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的监测系统的监测结果示意图。

[0026] 图中附图标记对应为:1-亲肤层,2-电极,3-敏感层,4-阻隔层,5-织物物件,51-长袖衣物,6-柔性传感器。

具体实施方式

[0027] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0028] 实施例一:

[0029] 图2为本发明实施例提供的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器附着在长袖衣物的袖口上的结构示意图,图1为图2中柔性传感器6的结构示意图,由图中可以清楚看到,本发明的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器包括:织物物件5;阻隔层4,其形成于所述织物物件5上接触手腕脉搏的区域内;敏感层3,其形成于所述阻隔层4的上表面;电极层,包括两条从敏感层3或敏感层3的表面引出的电极2;及亲肤层1,形成于敏感层3的上表面或敏感层3上表面及电极层位于敏感层3上表面的部分;其中,所述敏感层3由三维孔状纳米敏感材料构成,所述亲肤层1与阻隔层4由柔性高分子聚合物构成且具有生物相容性,所述亲肤层1与阻隔层4共同包裹所述敏感层3。

[0030] 其中,所述织物物件5为长袖衣物的袖口,阻隔层4形成于长袖衣物穿于人体时袖口上接触到手腕脉搏的区域内。

[0031] 优选地,所述敏感层的三维孔状纳米敏感材料具有 $0.2\sim 20\mu\text{m}$ 大小不一的孔,且孔与孔之间的间隙为 $10\sim 200\mu\text{m}$,所述敏感层3由以下步骤制备得到:S1、还原氧化石墨烯和乙醇按质量比为 $1:1\sim 1:3$ 混合后进行超声处理 $30\sim 60\text{min}$,得浆液状混合物;S2、在浆液状混合物中加入与还原氧化石墨烯质量比为 $1:1\sim 1:10$ 的PDMS,搅拌后得粘稠状混合物;S3、将粘稠状混合物涂覆在阻隔层4上,然后在 $70\sim 80^\circ\text{C}$ 下加热固化,从而制得所述敏感层3。

[0032] 所述电极2探出敏感层3的一端不与所述阻隔层4和亲肤层1接触,将电极2探出敏感层3的一端引出并连接到装有信号处理电路、无线发射器等电子元件的柔性电路板上。

[0033] 所述阻隔层4为厚度为 $80\mu\text{m}$ 的PDMS薄膜;所述亲肤层1为厚度为 $20\mu\text{m}$ 的PDMS薄膜;所述电极2包括导电无纺布。阻隔层4的柔性高分子聚合物或者为乙烯-醋酸乙烯共聚物、聚乙烯醇、聚对苯二甲酸乙二酯、聚酰亚胺或聚乙烯中的任意一种;所述亲肤层1的柔性高分子聚合物或者为PE或乙烯-醋酸乙烯共聚物;所述电极2或者可以包括铜箔或漆包线。

[0034] 本发明实施例还提供了一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的制备方法,包括以下步骤:

[0035] S1、在织物物件接触到手腕脉搏的区域匀涂一层柔性高分子聚合物形成柔性薄膜,即为阻隔层;

[0036] S2、在所述阻隔层上匀涂三维孔状纳米敏感材料,得到敏感层;

[0037] S3、引出两条电极,所述电极的一端接触所述敏感层,另一端探出所述敏感层;

[0038] S4、在所述敏感层表面匀涂一层柔性高分子聚合物,形成覆盖所述敏感层并与所述阻隔层共同包裹所述敏感层的亲肤层。

[0039] 具体地,步骤S1中先将衣物穿于人体时袖口上接触到手腕脉搏的区域进行表面清洁处理,在清洁区域均匀刷涂或旋涂一层厚度为 $80\mu\text{m}$ 的PDMS薄膜,此薄膜面积为 300mm^2 而小于清洁区域的面积,并在 70°C 的烘箱中加热固化两小时,使阻隔层和衣物融为一体。

[0040] 具体地,步骤S2中取适量的粘稠状液体敏感材料均匀旋涂一层厚度为60 μm 在上述阻隔层的中心区域,此敏感层面积为200 mm^2 ,并加热固化一段时间使敏感层聚合,和阻隔层融为一体。

[0041] 步骤S3中电极材料包括导电无纺布;电极的引出方式为粘贴。电极的材料或者可以包括铜箔或漆包线。

[0042] 具体地,步骤S4中在有电极的敏感层表面整体覆盖一层厚度为20 μm 的PDMS薄膜作为亲肤层,加热固化使电极和敏感层、阻隔层、长袖衣物的袖口融为一个整体。

[0043] 阻隔层4的柔性高分子聚合物或者为乙烯-醋酸乙烯共聚物、聚乙烯醇、聚对苯二甲酸乙二酯、聚酰亚胺或聚乙烯中的任意一种;所述亲肤层1的柔性高分子聚合物或者为PE或乙烯-醋酸乙烯共聚物。

[0044] 本发明实施例还提供了一种基于所述监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的监测系统,如图3所示,包括以下模块:

[0045] 信号采集模块,其包括上述的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器,用于采集人体手腕脉搏变化的信号;模数转换模块,用于将信号采集模块采集到的信号转换为数字信号;信号处理模块,用于处理模数转换模块得到的数字信号,得出监测分析结果;显示模块,其包括显示屏,用于显示所述信号处理模块输出的监测分析结果。

[0046] 所述模数转换模块将信号采集模块采集的信号放大、滤波、调制后进行A/D转换,提高输出信号的信噪比,将转换后的数字信号以无线传输的方式发送到信号处理模块。

[0047] 所述信号采集模块通过引出电极连接模数转换模块,即所述信号采集模块与模数转换模块是通过有线方式连接;所述监测系统还包括无线通信模块,其用于实现所述信号处理模块与模数转换模块之间信号的传输交互。无线通信模块的传输技术优选蓝牙无线传输,无线通信模块的传输技术还可以采用GPRS(General Packet Radio Service,通用分组无线服务技术)、GSM(Global System of Mobile communication,全球移动通讯系统)、WLAN(Wireless Local Area Networks,无线局域网)、CDMA(Code Division Multiple Access)、TDMA(Time Division Multiple Access,时分多址)、NFC(Near Field Communication,近场通信)、Wi-Fi(Wireless-Fidelity,无线保真)、红外无线技术、电视通信网络或其他远程通讯网络。

[0048] 所述显示模块用于显示运算分析处理后的监测分析结果,如图5所示,如脉搏波所呈现出的波形、波幅、波速和周期等综合信息,利用时域分析法提取特征峰、谷的幅度、形态及时间参数等特征信息。

[0049] 所述信号处理模块与显示模块合成软件并载入客户端,为防止监测数据的丢失,所述信号处理模块还具有导出所述监测分析结果数据的功能。所述客户端包括智能手机、平板电脑、笔记本电脑、多功能液晶显示腕表及示波器等。

[0050] 实施例二:

[0051] 本发明实施例提供的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器附着在织物手环或者手腕织物饰品上,图1为柔性传感器6的结构示意图,由图中可以清楚看到,本发明的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器包括:织物物件5;阻隔层4,其形成于所述织物物件5上接触到手腕脉搏的区域内;敏感层3,其形成于所述阻隔层4的上表面;电极层,包括八条从敏感层3或敏感层3的表面引出的电极2;及亲肤层1,形成于敏感层3的上表面或敏感层3上表面及电极

层位于敏感层3上表面的部分；其中，所述敏感层3由三维孔状纳米敏感材料构成，所述亲肤层1与阻隔层4由柔性高分子聚合物构成且具有生物相容性，所述亲肤层1与阻隔层4共同包裹所述敏感层3。

[0052] 其中，所述织物物件5为织物手环或者手腕织物饰品，阻隔层4形成于织物手环或者手腕织物饰品接触到手腕脉搏的区域内。

[0053] 优选地，所述敏感层的三维孔状纳米敏感材料具有0.2-20 μm 大小不一的孔，且孔与孔之间的间隙为10-200 μm ，所述敏感层3由以下步骤制备得到：S1、石墨烯和丙酮按质量比为1:1~1:3混合后进行超声处理30~60min，得浆液状混合物；S2、在浆液状混合物中加入与石墨烯质量比为1:1~1:10的PDMS，搅拌后得粘稠状混合物；S3、将粘稠状混合物涂覆在阻隔层4上，然后在70~80 $^{\circ}\text{C}$ 下加热固化，从而制得所述敏感层3。

[0054] 所述电极2探出敏感层3的一端连接无线发射器，所述电极2和无线发射器都被所述阻隔层4和亲肤层1共同包裹。

[0055] 所述阻隔层4为厚度250 μm 的乙烯-醋酸乙烯共聚物薄膜；所述亲肤层1为厚度70 μm 的乙烯-醋酸乙烯共聚物薄膜；所述电极2包括导电石墨烯。阻隔层4的柔性高分子聚合物或者为聚二甲基硅氧烷、聚乙烯醇、聚对苯二甲酸乙二酯、聚酰亚胺或聚乙烯中的任意一种；所述亲肤层1的柔性高分子聚合物或者为PE或聚二甲基硅氧烷。

[0056] 本发明实施例还提供了一种监测手腕脉搏的柔性传感器的制备方法，包括以下步骤：

[0057] S1、在织物物件接触到手腕脉搏的区域匀涂一层柔性高分子聚合物形成柔性薄膜，即为阻隔层；

[0058] S2、在所述阻隔层上匀涂三维孔状纳米敏感材料，得到敏感层；

[0059] S3、引出八条电极，所述电极的一端接触所述敏感层，另一端探出所述敏感层；

[0060] S4、在所述敏感层表面匀涂一层柔性高分子聚合物，形成覆盖所述敏感层并与所述阻隔层共同包裹所述敏感层的亲肤层。

[0061] 具体地，步骤S1中先将织物手环或者手腕织物饰品戴在手腕上能接触到脉搏的区域进行表面清洁处理，在清洁区域内均匀刷涂或旋涂一层厚度为250 μm 的乙烯-醋酸乙烯共聚物薄膜，此薄膜面积为300 mm^2 ，并加热固化一段时间，使阻隔层和织物手环或者手腕织物饰品融为一体。

[0062] 具体地，步骤S2中取适量的粘稠状液体敏感材料均匀旋涂一层厚度为100 μm 的敏感层在上述阻隔层的中心区域，所述敏感层面积为200 mm^2 ，并将所述敏感层分割成两行两列的阵列排布，并加热固化一段时间使敏感层聚合，和阻隔层融为一体。

[0063] 步骤S3中电极的制备材料包括导电石墨烯，电极的引出方式为物理切割。

[0064] 具体地，步骤S4中在有电极的敏感层表面整体覆盖一层厚度为70 μm 的乙烯-醋酸乙烯共聚物薄膜作为亲肤层，加热固化使电极和敏感层、阻隔层、织物手环或者手腕织物饰品融为一个整体。

[0065] 阻隔层4的柔性高分子聚合物或者为聚二甲基硅氧烷、聚乙烯醇、聚对苯二甲酸乙二酯、聚酰亚胺或聚乙烯中的任意一种；所述亲肤层1的柔性高分子聚合物或者为PE或聚二甲基硅氧烷。

[0066] 本发明实施例还提供了一种基于所述监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的监测

系统,如图4所示,包括以下模块:

[0067] 信号采集模块,其包括上述的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器,用于采集人体手腕脉搏变化的信号;模数转换模块,用于将信号采集模块采集到的信号转换为数字信号;信号处理模块,用于处理模数转换模块得到的数字信号,得出监测分析结果;显示模块,其包括显示屏,用于显示所述信号处理模块输出的监测分析结果。

[0068] 所述模数转换模块将信号采集模块采集的信号放大、滤波、调制后进行A/D转换,提高输出信号的信噪比,将转换后的数字信号以无线传输的方式发送到信号处理模块。

[0069] 所述监测系统还包括无线通信模块,其用于实现所述信号处理模块与模数转换模块之间信号的传输交互,及同时用于实现所述模数转换模块与信号采集模块之间信号的传输交互。无线通信模块的传输技术优选蓝牙无线传输,无线通信模块的传输技术还可以采用GPRS、GSM、WLAN、CDMA、TDMA、NFC、Wi-Fi、红外无线技术、电视通信网络或其他远程通讯网络。

[0070] 所述显示模块用于显示运算分析处理后的监测分析结果,如图5所示,如脉搏波所呈现出的波形、波幅、波速和周期等综合信息,利用时域分析法提取特征峰、谷的幅度、形态及时间参数等特征信息。

[0071] 所述信号处理模块与显示模块合成软件并载入客户端,为防止监测数据的丢失,所述信号处理模块还具有导出所述监测分析结果数据的功能。所述客户端包括智能手机、平板电脑、笔记本电脑、多功能液晶显示腕表及示波器等。

[0072] 实施例三:

[0073] 本发明实施例提供的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器附着在袖套上,图1为柔性传感器6的结构示意图,由图中可以清楚看到,本发明的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器包括:织物物件5;阻隔层4,其形成于所述织物物件5上接触到手腕脉搏的区域内;敏感层3,其形成于所述阻隔层4的上表面;电极层,包括两条从敏感层3或敏感层3的表面引出的电极2;及亲肤层1,形成于敏感层3的上表面或敏感层3上表面及电极层位于敏感层3上表面的部分;其中,所述敏感层3由三维孔状纳米敏感材料构成,所述亲肤层1与阻隔层4由柔性高分子聚合物构成且具有生物相容性,所述亲肤层1与阻隔层4共同包裹所述敏感层3。

[0074] 其中,所述织物物件5为袖套的袖口,阻隔层4形成于袖套戴于手臂时袖套口上接触到手腕脉搏的区域内。

[0075] 优选地,所述敏感层的三维孔状纳米敏感材料具有0.2-20 μm 大小不一的孔,且孔与孔之间的间隙为10-200 μm ,所述敏感层3由以下步骤制备得到:S1、碳纳米管和四氯化碳按质量比为1:1~1:3混合后进行超声处理30~60min,得浆液状混合物;S2、在浆液状混合物中加入与碳纳米管质量比为1:1~1:10的PDMS,搅拌后得粘稠状混合物;S3、将粘稠状混合物涂覆在阻隔层4上,然后在70~80 $^{\circ}\text{C}$ 下加热固化,从而制得所述敏感层3。

[0076] 所述电极2探出敏感层3的一端不与所述阻隔层4和亲肤层1接触,将电极2探出敏感层3的一端引出并连接到装有信号处理电路、无线发射器等电子元件的柔性电路板上。

[0077] 所述阻隔层4为厚度20 μm 的PDMS薄膜;所述亲肤层1为厚度12 μm 的PE薄膜;所述电极2包括银纳米线或碳纳米管。阻隔层4或者为厚度为20 μm 的乙烯-醋酸乙烯共聚物、聚乙烯醇、聚对苯二甲酸乙二酯、聚酰亚胺或聚乙烯中的任意一种薄膜;所述亲肤层1或者为厚度为12 μm 的乙烯-醋酸乙烯共聚物或PDMS薄膜。

[0078] 本发明实施例还提供了一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的制备方法,包括以下步骤:

[0079] S1、在织物物件接触到手腕脉搏的区域匀涂一层柔性高分子聚合物形成柔性薄膜,即为阻隔层;

[0080] S2、在所述阻隔层上匀涂一层三维孔状纳米敏感材料,得到敏感层;

[0081] S3、引出两条电极,所述电极的一端接触所述敏感层,另一端探出所述敏感层;

[0082] S4、在所述敏感层表面匀涂一层柔性高分子聚合物,形成覆盖所述敏感层并与所述阻隔层共同包裹所述敏感层的亲肤层。

[0083] 具体地,步骤S1中先将袖套戴于手臂时袖套口接触到手腕脉搏的区域进行表面清洁处理,在清洁区域均匀刷涂或旋涂一层厚度为 $20\mu\text{m}$ 的PDMS薄膜,此薄膜面积为 300mm^2 ,并加热固化一段时间,使阻隔层和长袖衣服的袖口融为一体。

[0084] 具体地,步骤S2中取适量的粘稠状液体敏感材料均匀旋涂一层厚度为 $80\mu\text{m}$ 在上述阻隔层的中心区域,此敏感层面积为 200mm^2 ,并加热固化一段时间使敏感层聚合,和阻隔层融为一体。

[0085] 步骤S3中电极材料包括银纳米线或碳纳米管;电极的引出方式为印刷。具体地,步骤S4中在有电极的敏感层表面整体覆盖一层厚度为 $12\mu\text{m}$ 的PE薄膜作为亲肤层,加热固化使电极和敏感层、阻隔层、衣服袖口融为一个整体。

[0086] 阻隔层4或者为厚度为 $20\mu\text{m}$ 的乙烯-醋酸乙烯共聚物、聚乙烯醇、聚对苯二甲酸乙二酯、聚酰亚胺或聚乙烯中的任意一种薄膜;所述亲肤层1或者为厚度为 $12\mu\text{m}$ 的乙烯-醋酸乙烯共聚物或聚二甲基硅氧烷薄膜。

[0087] 本发明实施例还提供了一种基于上述的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的监测系统,如图3所示,包括以下模块:

[0088] 信号采集模块,其包括上述的监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器,用于监测手腕脉搏变化的信号;模数转换模块,用于将信号采集模块采集到的信号转换为数字信号;信号处理模块,用于处理模数转换模块得到的数字信号,得出监测分析结果;显示模块,其包括显示屏,用于显示所述信号处理模块输出的监测分析结果。

[0089] 所述模数转换模块将信号采集模块采集的信号放大、滤波、调制后进行A/D转换,提高输出信号的信噪比,将转换后的数字信号以无线传输的方式发送到信号处理模块。

[0090] 所述信号采集模块通过引出电极连接信号处理模块,即所述信号采集模块与信号处理模块是通过有线方式连接;所述监测系统还包括无线通信模块,其用于实现所述信号处理模块与模数转换模块之间信号的传输交互。无线通信模块的传输技术优选蓝牙无线传输,无线通信模块的传输技术还可以采用GPRS、GSM、WLAN、CDMA、TDMA、NFC、Wi-Fi、红外无线技术、电视通信网络或其他远程通讯网络。

[0091] 所述显示模块用于显示运算分析处理后的监测分析结果,如图5所示,如脉搏波所呈现出的波形、波幅、波速和周期等综合信息,利用时域分析法提取特征峰、谷的幅度、形态及时间参数等特征信息。

[0092] 所述信号处理模块与显示模块合成软件并载入客户端,为防止监测数据的丢失,所述信号处理模块还具有导出所述监测分析结果数据的功能。所述客户端包括智能手机、平板电脑、笔记本电脑、多功能液晶显示腕表及示波器等。

[0093] 本发明将体积微小的柔性传感器集成在与手腕脉搏接触的织物上,传感器的敏感材料由柔性高分子聚合物包裹,轻巧易带、实时性好,可防水,能采集手腕脉搏数据,及时客观地反馈监测数据和显示分析结果。

[0094] 以上所揭露的仅为本发明的几种较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,因此依本发明权利要求所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。

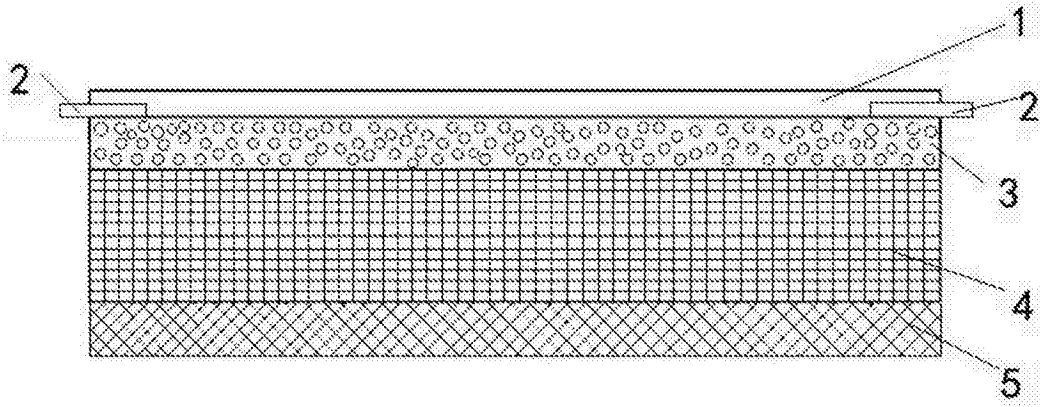


图1

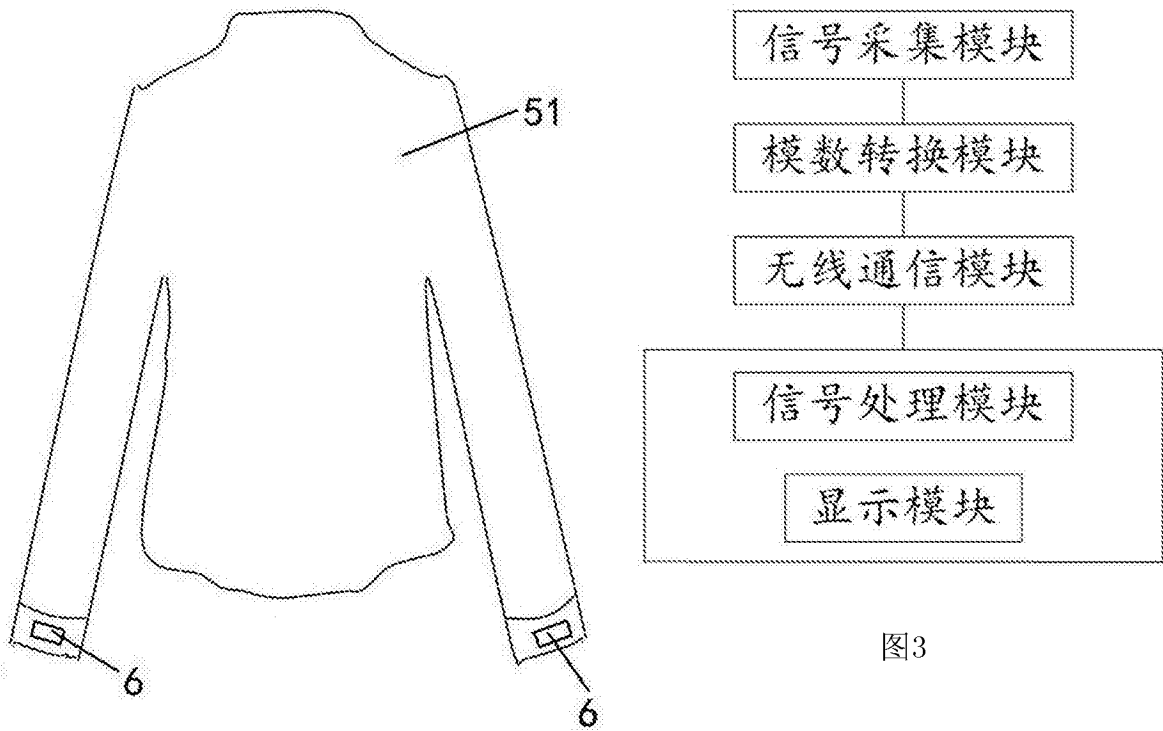


图3

图2

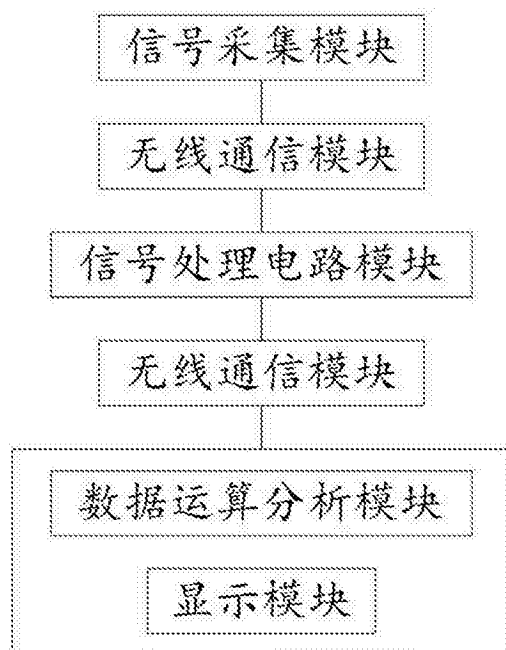


图4

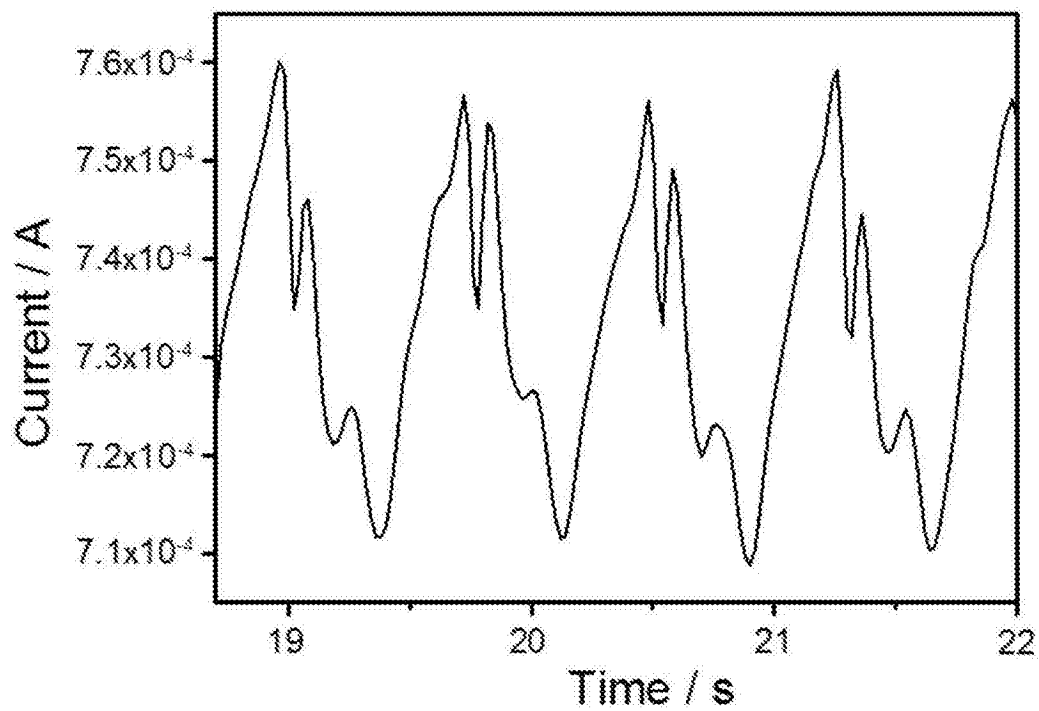


图5

专利名称(译)	一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器及其制备方法		
公开(公告)号	CN104257359B	公开(公告)日	2016-04-06
申请号	CN201410471841.0	申请日	2014-09-16
[标]申请(专利权)人(译)	苏州能斯达电子科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	苏州能斯达电子科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	苏州能斯达电子科技有限公司		
[标]发明人	张珽 熊作平		
发明人	张珽 熊作平		
IPC分类号	A61B5/02		
CPC分类号	A61B5/02 A61B5/6804 A61B5/681 A61B5/6824 A61B5/6831		
其他公开文献	CN104257359A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及生理监测传感器领域，公开了一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器，包括织物物件；阻隔层，形成于织物物件上接触到手腕脉搏的区域内；敏感层，形成于阻隔层的上表面；电极层，包括至少两条从敏感层或敏感层的表面引出的电极；及亲肤层；其中，敏感层由三维孔状纳米敏感材料构成，亲肤层与阻隔层由柔性高分子聚合物构成且具有生物相容性，亲肤层与阻隔层共同包裹敏感层，本发明还公开了一种监测手腕脉搏的可穿戴柔性传感器的制备方法及基于所述传感器的监测系统。本发明的传感器轻薄柔软，可以被加工成多种形状，可穿戴、贴附在手腕脉搏上监测脉搏信息。

