



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110448268 A

(43)申请公布日 2019.11.15

(21)申请号 201810431317.9

(22)申请日 2018.05.08

(71)申请人 南京大学

地址 210093 江苏省南京市鼓楼区汉口路
22号

(72)发明人 徐飞 陈烨 熊毅丰 李金洪
陆延青 胡伟

(74)专利代理机构 南京知识律师事务所 32207
代理人 李媛媛

(51)Int.Cl.
A61B 5/00(2006.01)

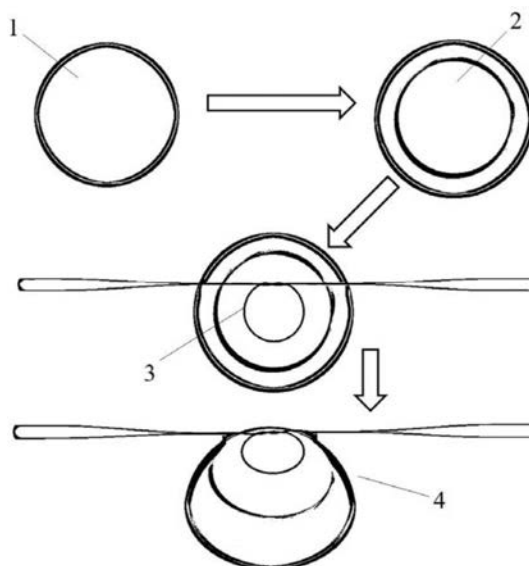
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

基于光学微光纤的健康监测传感器及制备方法和测量系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于光学微光纤的健康监测传感器及制备方法和测量系统。传感器包括透明柔性基底、微光纤、透明薄膜层和透明柔性封装层,微光纤形成单个或者多个级联的绕环光学谐振腔、环形结光学谐振腔或萨格纳克环的光学结构,并位于透明薄膜层的表面,透明薄膜层放置在透明柔性基底的表面,透明柔性封装层封装在上述结构的外部。将传感器放置在需要测量的部位,微光纤的一端尾纤接入光源,另一端尾纤接入便携式波长解调仪或光电探测器,所得信号经过计算机或手机软件分析得到实时的测量数据并保存。本发明的传感器具有测量灵敏度高、生物安全性好、对温度不敏感、抗电磁干扰等优点,适用于眼部和头部等精密脆弱人体器官的健康和医疗的测量。



1. 一种基于光学微光纤的健康监测传感器,包括透明柔性基底、微光纤、透明薄膜层和透明柔性封装层,其特征在于,所述微光纤形成单个或者多个级联的绕环光学谐振腔、环形结光学谐振腔或萨格纳克环的光学结构,光学结构位于透明薄膜层的表面,所述透明薄膜层放置在透明柔性基底的表面,所述透明柔性封装层封装在所述光学结构、透明薄膜层和透明柔性基底的外部形成封装结构。

2. 根据权利要求1所述的一种基于光学微光纤的健康监测传感器,其特征在于,所述透明柔性基底和透明柔性封装层均采用聚二甲基硅氧烷。

3. 根据权利要求1所述的一种基于光学微光纤的健康监测传感器,其特征在于,所述微光纤的腰部区域的直径为2-10微米,长度为0.5-3厘米;所述光学结构的环的直径为100-5000微米。

4. 根据权利要求1所述的一种基于光学微光纤的健康监测传感器,其特征在于,所述透明薄膜层的材料为石墨烯或者ITO。

5. 根据权利要求1所述的一种基于光学微光纤的健康监测传感器,其特征在于,所述透明柔性基底的厚度为100-600微米,所述透明柔性封装层的厚度为100-1000微米。

6. 根据权利要求1所述的一种基于光学微光纤的健康监测传感器,其特征在于,所述光学结构位于透明薄膜层的中央位置。

7. 一种基于光学微光纤的健康监测传感器的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 通过局部加热拉伸或者腐蚀的方法获得低损耗微光纤;

(2) 在精密电控位移台辅助下,将微光纤制备成单个或者多个级联的绕环光学谐振腔、环形结光学谐振腔或萨格纳克环的光学结构;

(3) 将铜基CVD石墨烯用三氯化铁溶液浸泡溶解去除铜衬底,得到石墨烯薄膜;

(4) 将PDMS的本体和固化剂均匀混合后,倒入模具中加热使其固化,制成透明柔性基底;

(5) 使用制成的透明柔性基底将步骤(3)漂浮在水面上的石墨烯薄膜捞出,并使其牢固地附着在基底的表面;

(6) 通过精密三维调解台将步骤(2)制备的光学结构放置到石墨烯薄膜的表面上,并将其固定;

(7) 对步骤(6)制备得到的结构进行封装固化后,裁剪成需要的形状,并打磨其边缘使其平滑,即可得到健康监测传感器。

8. 根据权利要求7所述的制备方法,其特征在于,所述步骤(3)中,石墨烯薄膜的层数为1-10层。

9. 利用如权利要求1所述一种基于光学微光纤的健康监测传感器的测量系统,其特征在于,所述传感器放置在人体需要测量的部位,并使传感器与待测部位紧密贴合;所述微光纤的一端尾纤接入光源,另一端尾纤接入便携式波长解调仪或光电探测器,所得信号经过计算机或者手机软件分析得到实时的测量数据并保存。

基于光学微光纤的健康监测传感器及制备方法和测量系统

技术领域

[0001] 本发明涉及光电子技术领域、柔性材料领域、健康监测领域,具体涉及光纤柔性传感器的研究、制备、封装与测量。更具体而言,涉及一种具有温度不敏感和生物安全的柔性透明健康监测微光纤传感器及其制备方法和测量系统。

背景技术

[0002] 微光纤由于其直径纤细、柔软易弯曲、强倏逝场、易功能化和电磁透明等优点,很适合制备成高灵敏度微型传感器件,如微光纤绕环光学谐振腔、微光纤环形结光学谐振腔或萨格纳克环等结构。同时,微光纤因其损耗小,价格低廉,易于大规模生产,因此广泛地应用在探测、医疗、通信等各个领域,发挥着不可或缺的作用。

[0003] 近年来,随着信息技术的发展,人们生活品质的提高,可穿戴的技术已经广泛地出现在人们的日常生活中,给人类健康的监测和疾病的预防提供了巨大的贡献,基于柔性材料的可穿戴设备在家庭健康与医疗监测方面也有越来越高的需求。其中眼部和头部等精密脆弱的人体器官,对传感系统提出了很高的要求。一方面,这些器官往往构造精细,生命活动复杂,待测参量如眼压、脉搏等也往往十分微弱,因此需要传感器有很小的体积和优良的灵敏度,以及较高时间空间分辨率;另一方面,出于生物安全的考虑,对所用传感器的安全性,如生物毒性和柔性,提出了较高的要求;最后,可穿戴消费市场对传感器及其测量系统的成本也非常的敏感。

[0004] 传统的电学传感器很容易受到生活中电磁环境的干扰,因此需要额外的电磁屏蔽,从而影响传感器的体积和信号可信度,另外,电学传感器带来的电磁辐射也很有可能对人体带来影响。电化学传感器和柔性电子传感器,涉及到的反应物质和材料往往具有生物毒性,会对人体造成伤害,并且在研发时需要大量的测试。

[0005] 微纳光纤传感器由于其电磁透明的特性,并不存在电磁干扰的问题,并且微光纤传感器的尺寸普遍较小,完全符合实际应用要求。但是普通的微光纤器件往往同时对温度和应力等多种环境变量敏感,因此在面对实际应用时首先需要解决的问题是温度等外界环境因素的干扰,提高传感的选择性和精确性。其次,利用微光纤进行健康医疗的传感,还需要解决生物兼容性和成本问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种基于光学微光纤的健康监测传感器及其测量系统,该传感器具有高灵敏度、对温度不敏感、生物安全性好、抗电磁干扰、低成本、制备方法简单、穿戴舒适、轻巧便携等优势,并且可以直接接触眼部和头部等精密脆弱的生物组织,进行高精度的测量监测。本发明的另外一个目的是提供该传感器的制备方法。

[0007] 本发明的传感器采用的方案是:

[0008] 一种基于光学微光纤的健康监测传感器,包括透明柔性基底、微光纤、透明薄膜层和透明柔性封装层,所述微光纤形成单个或者多个级联的绕环光学谐振腔、环形结光学谐

振腔或萨格纳克环的光学结构,光学结构位于透明薄膜层的表面,所述透明薄膜层放置在透明柔性基底表面,所述透明柔性封装层封装在所述光学结构、透明薄膜层和透明柔性基底的外部形成封装结构。

[0009] 进一步地,所述透明柔性基底和透明柔性封装层均采用聚二甲基硅氧烷。

[0010] 优选地,所述微光纤的腰部区域的直径为2-10微米,长度为0.5-3厘米;所述光学结构的环的直径为100-5000微米。

[0011] 优选地,所述透明薄膜层的材料为石墨烯或者ITO。

[0012] 优选地,所述透明柔性基底的厚度为100-600微米,所述透明柔性封装层的厚度为100-1000微米。

[0013] 优选地,所述光学结构位于透明薄膜层的中央位置。

[0014] 本发明制备上述基于光学微光纤的健康监测传感器的方法,包括如下步骤:

[0015] (1) 通过局部加热拉伸或者腐蚀的方法获得低损耗微光纤;

[0016] (2) 在精密电控位移台辅助下,将微光纤制备成单个或者多个级联的绕环光学谐振腔、环形结光学谐振腔或萨格纳克环的光学结构;

[0017] (3) 将铜基CVD石墨烯用三氯化铁溶液浸泡溶解去除铜衬底,得到石墨烯薄膜;石墨烯薄膜的层数为1-10层;

[0018] (4) 将PDMS的本体和固化剂均匀混合后,倒入模具中加热使其固化,制成透明柔性基底;

[0019] (5) 使用制成的透明柔性基底将步骤(3)漂浮在水面上的石墨烯薄膜捞出,并使其牢固地附着在基底的表面;

[0020] (6) 通过精密三维调解台将步骤(2)制备的光学结构放置到石墨烯薄膜的表面上,并将其固定;

[0021] (7) 对步骤(6)制备得到的结构进行封装固化后,裁剪成需要的形状,并打磨其边缘使其平滑,即可得到健康监测传感器。

[0022] 本发明利用上述基于光学微光纤的健康监测传感器的测量系统,所述传感器放置在人体需要测量的部位,并使传感器与待测部位紧密贴合;所述微光纤的一端尾纤接入光源,另一端尾纤接入便携式波长解调仪或光电探测器,所得信号经过计算机或者手机软件分析得到实时的测量数据并保存。

[0023] 本发明传感器的传感原理为:当外界压力变化时,柔性材料封装的微光纤形成的光学结构会受到应力而形变,导致微光纤透射率的改变,体现在谐振波谷的漂移。若将微光纤环形结光学谐振腔等光学结构贴放在石墨烯薄膜上后,微光纤中的横磁膜式与石墨烯表面等离基元相互作用形成杂化等离基元模式,当外界压力等物理量发生变化时,会导致与石墨烯表面等离基元发生作用的横磁膜式发生变化,从而改变微光纤结构的透射率可被光电探测器探测出来。

[0024] 本发明利用封装材料的特性,低成本地解决了微光纤传感器的温度干扰和生物安全问题,同时传感器件具有很好的柔性和透明度,拥有良好的舒适性。相比现有技术,本发明具有以下优势:本发明的传感器测量灵敏度高,生物安全性好,对温度不敏感,抗电磁干扰,穿戴舒适,小巧便携,适用于眼部和头部等精密脆弱人体器官的健康和医疗的测量;同时该传感器的制备方法简单,成本低廉,制备成品率高,适合大规模的工业生产。

附图说明

[0025] 图1是本发明传感器的制备过程示意图。

[0026] 图2是本发明制备的微光纤环形结谐振腔的结构显微图。

[0027] 图3是将本发明实施例的传感器制成隐形眼镜的形状,并佩戴于人的眼部进行测试的示意图。

[0028] 图4是本发明实施例具传感器的谐振光谱图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细的说明。

[0030] 图1是本发明具有温度不敏感和生物安全的柔性透明头部健康监测微光纤传感器的制备过程示意图。具体制备过程如下:

[0031] 将PDMS的本体和固化剂以体积比为10:1的比例均匀混合后,倒入模具中加热使其固化,制成透明柔性衬底1。将铜基CVD石墨烯用三氯化铁(FeCl_3)溶液浸泡溶解去除铜衬底,得到石墨烯薄膜2,并用去离子水清洗,得到漂浮在水面上的石墨烯薄膜2。将制成的PDMS柔性衬底斜插入水中,缓慢靠近漂浮在水面上的石墨烯薄膜2,最终使其附着在PDMS衬底的表面。将获得的样品从水中取出后,以50℃加热使石墨烯薄膜2与PDMS衬底牢固结合。通过局部加热拉伸或者腐蚀的方法获得低损耗微光纤,并在精密电控位移台辅助下制备单个环形结光学谐振腔的光学结构。通过精密三维调节台将微光纤环形结光学谐振腔3放置到石墨烯薄膜2上,并利用胶带将其固定。对制备得到的结构进行封装固化后,裁剪成需要的形状(如半球形),并打磨其边缘使其平滑,即可得到柔性头部健康监测传感器4。优选地,微光纤的腰部区域的直径为2-10微米,长度为0.5-3厘米;微光纤环形结光学谐振腔3的环的直径为100-5000微米;石墨烯薄膜2为1-10层,透明柔性衬底的厚度为100-600微米,封装层的厚度为100-1000微米。

[0032] 图3是本实施制备的传感器针对人体眼部眼压测量的测量光路,包括柔性透明头部健康监测传感器4、便携式波长解调仪5、计算机6(或者手机7)。便携式波长解调仪5提供光源,经过一条尾纤接入柔性透明头部健康监测传感器4,被测试者的眼压的变化引起传感器光学信号的变化,通过另一条尾纤接入便携式波长解调仪5,并将所得数据传输到计算机6或者手机7进行分析、保存。该传感器可以直接接触眼部和头部等精密脆弱的生物组织,测量压力、脉搏等理化参数,生物信号的读取也可以采用在眼镜上集成光源、解调器以及无线发射器的方式。

[0033] 图4是本实施例制备的传感器的谐振光谱图。当外界压力变化时,柔性材料封装的微光纤环形结光学谐振腔会受到应力而形变,从而改变微光纤结构的透射率,体现在谐振光谱波谷的漂移。

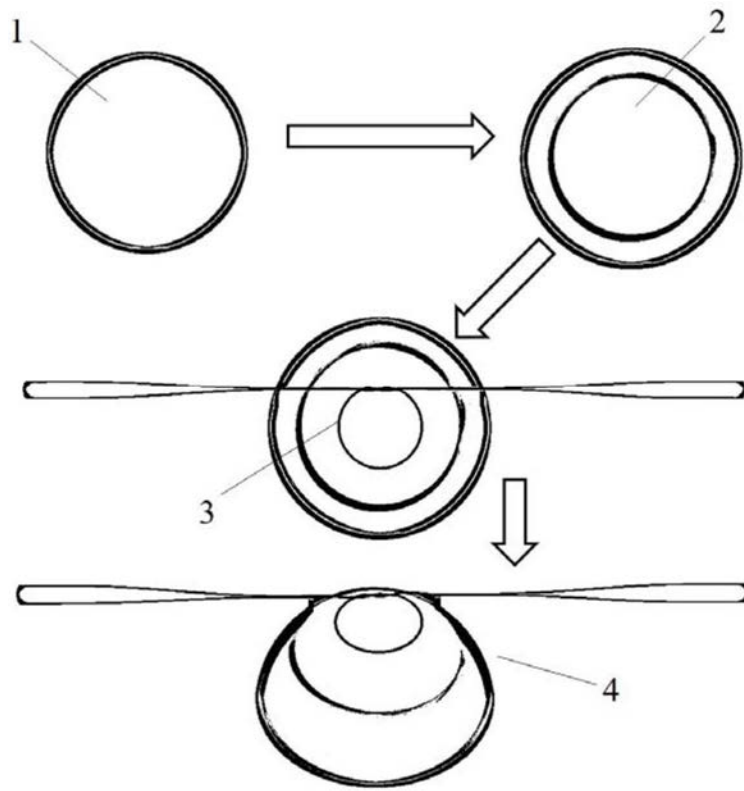


图1

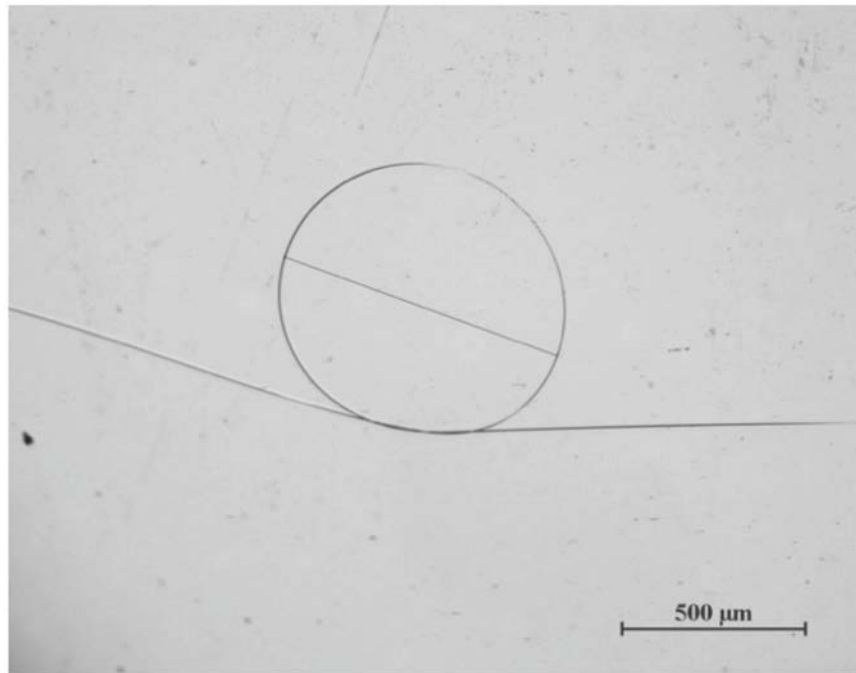


图2

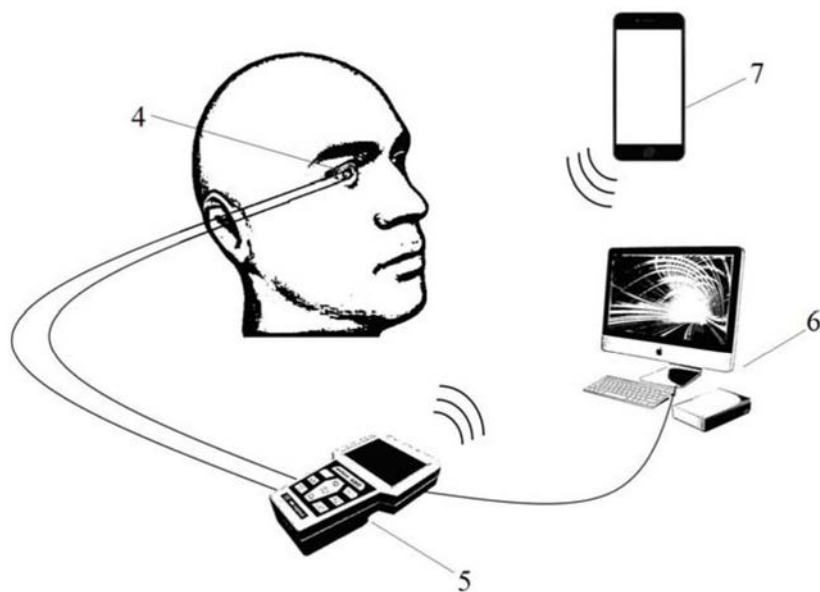


图3

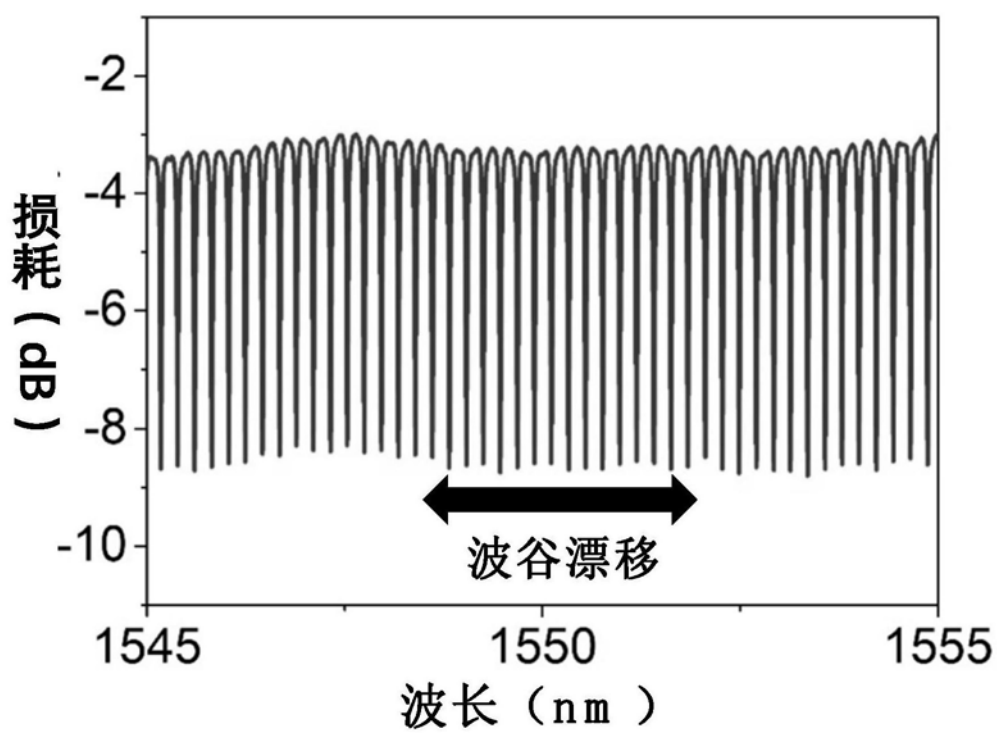


图4

专利名称(译)	基于光学微光纤的健康监测传感器及制备方法和测量系统		
公开(公告)号	CN110448268A	公开(公告)日	2019-11-15
申请号	CN201810431317.9	申请日	2018-05-08
[标]申请(专利权)人(译)	南京大学		
申请(专利权)人(译)	南京大学		
当前申请(专利权)人(译)	南京大学		
[标]发明人	徐飞 陈焱 李金洪 陆延青 胡伟		
发明人	徐飞 陈焱 熊毅丰 李金洪 陆延青 胡伟		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/6813 A61B2562/02 A61B2562/12		
代理人(译)	李媛媛		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于光学微光纤的健康监测传感器及制备方法和测量系统。传感器包括透明柔性基底、微光纤、透明薄膜层和透明柔性封装层，微光纤形成单个或者多个级联的绕环光学谐振腔、环形结光学谐振腔或萨格纳克环的光学结构，并位于透明薄膜层的表面，透明薄膜层放置在透明柔性基底的表面，透明柔性封装层封装在上述结构的外部。将传感器放置在需要测量的部位，微光纤的一端尾纤接入光源，另一端尾纤接入便携式波长解调仪或光电探测器，所得信号经过计算机或手机软件分析得到实时的测量数据并保存。本发明的传感器具有测量灵敏度高、生物安全性好、对温度不敏感、抗电磁干扰等优点，适用于眼部和头部等精密脆弱人体器官的健康和医疗的测量。

