



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110013232 A

(43)申请公布日 2019.07.16

(21)申请号 201910349801.1 *G23C 14/04*(2006.01)

(22)申请日 2019.04.28 *G23C 14/30*(2006.01)

(71)申请人 南京大学 *G23C 14/35*(2006.01)

地址 210093 江苏省南京市鼓楼区汉口路
22号 *G25D 5/02*(2006.01)

(72)发明人 徐飞 朱衡天 熊毅丰 陆延青
胡伟

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 柏尚春

(51)Int.Cl.

A61B 5/01(2006.01)

A61B 3/16(2006.01)

A61B 5/145(2006.01)

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

一种眼部传感器及制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种眼部传感器及制备方法，所述眼部传感器包括角膜接触镜及封装在角膜接触镜中的第一叉指电容、第二叉指电容、第一电感线圈、第二电感线圈和通道电阻。本发明所述的眼部传感器制备方法包括以下步骤：(a)金属基板上光刻石墨烯通道；(b)去除多余石墨烯；(c)石墨烯上固定葡萄糖氧化酶；(d)光刻电极图案；(e)制备电极；(f)重复上述步骤制得叉指电容和电感线圈的电极以及通道电阻；(g)电极上旋涂并固化柔性材料；(h)转移电极；(i)封装。本发明可实现24小时实时动态监测眼压、眼部温度和泪糖多个健康参数，并通过眼部温度矫正热膨胀系数，可获得更精确的眼压数据；结构简单、工艺成熟易行、制备成本低。

1. 一种眼部传感器,其特征在于:包括角膜接触镜(1)及封装在角膜接触镜(1)中的第一叉指电容(2)、第二叉指电容(3)、第一电感线圈(4)、第二电感线圈(5)和通道电阻(6);所述第一叉指电容(2)的电极沿所述角膜接触镜(1)的中心径向排布,两端分别连接在所述第一电感线圈(4)的两端;所述第二叉指电容(3)的电极沿所述角膜接触镜(1)的中心切向排布,两端分别连接在所述第二电感线圈(5)的两端;所述第一电感线圈(4)和所述第二电感线圈(5)为单圈线圈,以所述角膜接触镜(1)为中心呈螺旋形排布,所述第一电感线圈(4)位于所述第二电感线圈(5)的外边缘;所述通道电阻(6)位于所述第二电感线圈(5)上;所述角膜接触镜(1)用于患者佩戴时与角膜表面进行贴合。

2. 根据权利要求1所述的一种眼部传感器,其特征在于所述角膜接触镜(1)为柔性材料,厚度为50~250um。

3. 根据权利要求2所述的一种眼部传感器,其特征在于所述柔性材料包括PDMS或Ecoflex。

4. 根据权利要求1所述的一种眼部传感器,其特征在于所述电极由导电金属材料制作而成,厚度为0.3~5um。

5. 根据权利要求4所述的一种眼部传感器,其特征在于所述导电金属材料包括金、银或铜。

6. 根据权利要求1所述的一种眼部传感器,其特征在于所述通道电阻(6)的材料包括石墨烯和葡萄糖氧化酶。

7. 一种基于权利要求1所述的眼部传感器的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

(a) 在金属基板上转移石墨烯,光刻出石墨烯通道图案;

(b) 去除多余石墨烯;

(c) 石墨烯上固定葡萄糖氧化酶;

(d) 在石墨烯通道图案上光刻出电极图案;

(e) 利用镀膜工艺制备具有电极图案的电极;

(f) 重复上述步骤分别制得第一叉指电容(2)、第二叉指电容(3)、第一电感线圈(4)、第二电感线圈(5)的电极和通道电阻(6);

(g) 在电极上旋涂并固化柔性材料;

(h) 去除金属基板、转移电极;

(i) 将制备的各组件放置在角膜接触镜(1)模具中,使用柔性材料进行封装,制得眼部传感器。

8. 根据权利要求7所述的一种眼部传感器的制备方法,其特征在于所述金属基板为活泼金属基板。

9. 根据权利要求7所述的一种眼部传感器的制备方法,其特征在于所述镀膜工艺包括磁控溅射镀膜、电子束蒸发镀膜或电镀。

10. 根据权利要求7所述的一种眼部传感器的制备方法,其特征在于所述柔性材料包括PDMS或Ecoflex。

一种眼部传感器及制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种眼部传感器及制备方法,尤其涉及一种可以24小时实时监控眼压、眼部温度及泪糖的无线无源可穿戴眼部传感器及制备方法。

背景技术

[0002] 青光眼是导致人类失明的三大致盲眼病之一,总人群发病率为1%,45岁以后为2%。病理性眼压升高及24小时眼压波动是青光眼诊断和判断青光眼病情进展的主要途径。现有眼压计都是点式测量,在进行24小时眼压测量过程中,医生常要求患者分别在5、7、10、14、18、22点时测量一次眼压。该方法用于诊断青光眼时,无法获得患者睡眠时的准确的眼压波动数据,而恰恰大部分患者存在日间眼压正常、夜间眼压升高的状况,因此现有的检测方式极易导致漏诊、错诊。并且该检测方式要求患者一整日待在医院中,影响了正常的工作生活等日常活动,缺乏便捷性。

[0003] 在这种背景下,涌现出一批新型眼压传感器,新型眼压传感器可分为侵入式与非侵入式两种。侵入式眼压传感器虽然在发展过程中由硅基发展至柔性基底,由硬质发展为可折叠,但在侵入过程中不可避免对患者产生创伤,不易被患者所接受。而非侵入式眼压传感器最早由一家名为Sensimed的瑞士公司开发,通过实时检测软性角膜接触镜的应变监测眼压,规避了对患者的创伤,然而因其使用了硬质的微处理器芯片,存在引起角膜擦伤的风险,因此不适合穿戴,降低了用户使用的舒适度。

[0004] 此外,美国查特吉博士于2005年发现,眼泪中的糖分含量泪糖可以非常准确地反映出人体内的血糖水平。并且,当人体的血糖含量发生变化时,泪糖也会相应地改变。现有采集泪糖主要有棉棒刺激法和毛细管收集法等,这二种方法危险性大,患者无法自己完成,结果难以定量,同时需要昂贵的高精度液相色谱仪来检测,因此无法实现实时监测。

发明内容

[0005] 发明目的:本发明目的是提出一种无线无源可穿戴眼部传感器及制备方法,可实现24小时实时动态监测眼压、眼部温度和泪糖多个健康参数。

[0006] 技术方案:本发明所述的一种眼部传感器,包括角膜接触镜及封装在角膜接触镜中的第一叉指电容、第二叉指电容、第一电感线圈、第二电感线圈和通道电阻;所述第一叉指电容的电极沿所述角膜接触镜的中心径向排布,两端分别连接在所述第一电感线圈的两端;所述第二叉指电容的电极沿所述角膜接触镜的中心切向排布,两端分别连接在所述第二电感线圈的两端;所述第一电感线圈和所述第二电感线圈为单圈线圈,以所述角膜接触镜为中心呈螺旋形排布,所述第一电感线圈位于所述第二电感线圈的外边缘;所述通道电阻位于所述第二电感线圈上;所述角膜接触镜用于患者佩戴时与角膜表面进行贴合。

[0007] 其中,所述角膜接触镜为柔性材料,包括但不限于PDMS或Ecoflex,厚度为50~250um。所述电极由导电金属材料制备而成,包括但不限于金、银或铜等金属材料,厚度为0.3~5um,所述通道电阻6的材料包括石墨烯和葡萄糖氧化酶。

[0008] 本发明所述一种基于上述眼部传感器的制备方法,包括以下步骤:(a)在金属基板上转移石墨烯,光刻出石墨烯通道图案;(b)去除多余石墨烯;(c)石墨烯上固定葡萄糖氧化酶;(d)在石墨烯通道图案上光刻出电极图案;(e)利用镀膜工艺制备具有电极图案的电极;(f)重复上述步骤分别得到第一叉指电容、第二叉指电容、第一电感线圈和第二电感线圈的电极和通道电阻;(g)在电极上旋涂并固化柔性材料;(h)去除金属基板、转移电极;(i)将制备的各组件放置在角膜接触镜模具中,使用柔性材料进行封装,制得眼部传感器。

[0009] 其中,所述金属基板为活泼金属基板,优选铁或铝。所述镀膜工艺包括磁控溅射镀膜、电子束蒸发镀膜或电镀。所述柔性材料包括但不限于PDMS或Ecoflex。所述第一叉指电容和所述第二叉指电容仅有一层电极层,制备工艺简单,成本低。

[0010] 有益效果:本发明的无线无源可穿戴眼部传感器,可实现24小时实时动态监测眼压、眼部温度、泪糖多个健康参数,并通过眼部温度矫正热膨胀系数,可以获得更精确的眼压数据。该眼部传感器结构简单、工艺成熟易行、制备成本低。

附图说明

[0011] 图1是本发明一种眼部传感器的结构示意图;

[0012] 图2是本发明一种眼部传感器的测试示意图;

[0013] 图3是本发明一种眼部传感器的谐振频率图。

具体实施方式

[0014] 下面结合附图和实施例对本发明的技术方案作进一步的说明。

[0015] 如图1,本发明的无线无源可穿戴眼部传感器,包括角膜接触镜1及封装在角膜接触镜1中的第一叉指电容2、第二叉指电容3、第一电感线圈4、第二电感线圈5和通道电阻6;第一叉指电容2的电极沿角膜接触镜1的中心径向排布,两端分别连接在第一电感线圈4的两端;第二叉指电容3的电极沿角膜接触镜1的中心切向排布,两端分别连接在第二电感线圈5的两端。第一电感线圈4和第二电感线圈5为单圈线圈,以角膜接触镜1为中心呈螺旋形排布,用于射频电磁场能量耦合与信息传递;同时由于眼压引起的应变在角巩膜交界处最大,所以第一电感线圈4位于第二电感线圈5的外边缘,通过连接在第一电感线圈4上的第一叉指电容2的径向应变获得更准确的眼压数据。第一电感线圈4和第二电感线圈5的电极电阻低,有利于获得较高的品质因子,提高监测信号的信噪比。通道电阻6位于第二电感线圈5上。

[0016] 角膜接触镜1为柔性材料,优选PDMS,用于患者佩戴时与角膜表面进行贴合,并且对电学元件进行封装,隔离外界环境的干扰,厚度可以在50~250 μm 中选取任一范围。

[0017] 由于眼压导致角膜接触镜1的应变为径向应变,材料热膨胀导致角膜接触镜1的应变为径向应变和切向应变,而且对于不同几何构造的叉指电容,相同程度的径向应变、切向应变对电容的改变量不同,因此通过对第一叉指电容2径向设计和第二叉指电容3切向设计,检测它们各自的电容变化量,获得其谐振频率漂移值,通过拟合系数,可以恢复出眼压和温度数据。同时,通道电阻6由石墨烯、葡萄糖氧化酶等材料制作而成,由于眼泪中不同浓度的葡萄糖将在石墨烯上产生不同数量的电子空穴对,进而影响石墨烯通道的电阻值,实现电阻式泪糖传感器。

[0018] 该传感器第一叉指电容和第二叉指电容仅有一层电极层,同时由于单个叉指面积较小,易于和角膜接触镜柔性材料耦合集成,提高用户舒适度。电极由导电金属材料铜制备而成,厚度可以在0.3~5um中选取任一范围,电极层外用柔性材料对传感器进行封装。电极层分为两个独立的R-L-C谐振电路,其中电容分别是第一叉指电容2和第一叉指电极3构成,实现了眼压、眼部温度两个参数的监测,并且通过对眼部温度的检测,在后期信号处理中补偿了热膨胀对眼压检测的影响,获得更为精确的眼压数据;其中电阻为第一电感线圈4和第二电感线圈5的电阻和通道电阻6构成,通道电阻6远大于第一电感线圈4和第二电感线圈5的电阻,而且连接葡萄糖氧化酶,实现了泪糖监测。

[0019] 本发明一种基于上述眼部传感器的制备方法,包括以下步骤:(a)在活波金属基板上转移多层石墨烯,光刻出石墨烯通道图案,活波金属基板优选铁基板;(b)利用氧等离子体去除多余石墨烯;(c)石墨烯上固定葡萄糖氧化酶;(d)在石墨烯通道图案上光刻出电极图案;(e)利用镀膜工艺将导电金属材料蒸镀到(d)步骤的图案上制备电极,镀膜工艺优选磁控溅射镀膜工艺,导电金属材料优选铜;(f)重复上述步骤分别制得第一叉指电容2、第二叉指电容3、第一电感线圈4、第一电感线圈5的电极和通道电阻6;(g)在电极上旋涂并固化柔性材料,优选PDMS;(h)腐蚀法去除金属基板,转移电极;(i)将制备的各组件放置在角膜接触镜1的模具中,使用柔性材料进行封装,柔性材料优选PDMS,制得眼部传感器。

[0020] 如图2,本发明的无线无源可穿戴眼部传感器通过外部的矢量网络分析仪VNA7和第三电感线圈8以电磁场的方式进行能量的耦合,使用回波损耗S11参数进行传感器谐振频率的测量,使用HFSS仿真设计,通过同一个矢量网络分析仪VNA7和第三电感线圈8,同时得到两个R-L-C串联电路的谐振频率。

[0021] 如图3,S11曲线峰的横坐标反应R-L-C串联电路的谐振频率,谐振频率由电感值L、电容值C决定,在本发明的传感器中谐振频率主要受叉指电容C的影响;纵坐标幅度反应的是R-L-C串联电路的Q值,Q值由电感值L、电容值C、电阻值R共同决定,在本发明的传感器中幅度主要受通道电阻6的影响。左峰9为包含第一叉指电容2的R-L-C串联电路的S11曲线,右峰10为包含第二叉指电容3的R-L-C串联电路的S11曲线。通过获取它们各自的谐振频率,得到角膜接触镜1在径向、切向两个方向的应变,进而得到眼压、眼部温度的实时动态的变化数据,通过对眼部温度的检测,在后期信号处理中补偿热膨胀对眼压检测的影响,以获得更为精确的眼压数据;通过获取右峰10的谐振幅度,得到通道电阻6的阻值,进而获得泪糖的实时动态变化数据。

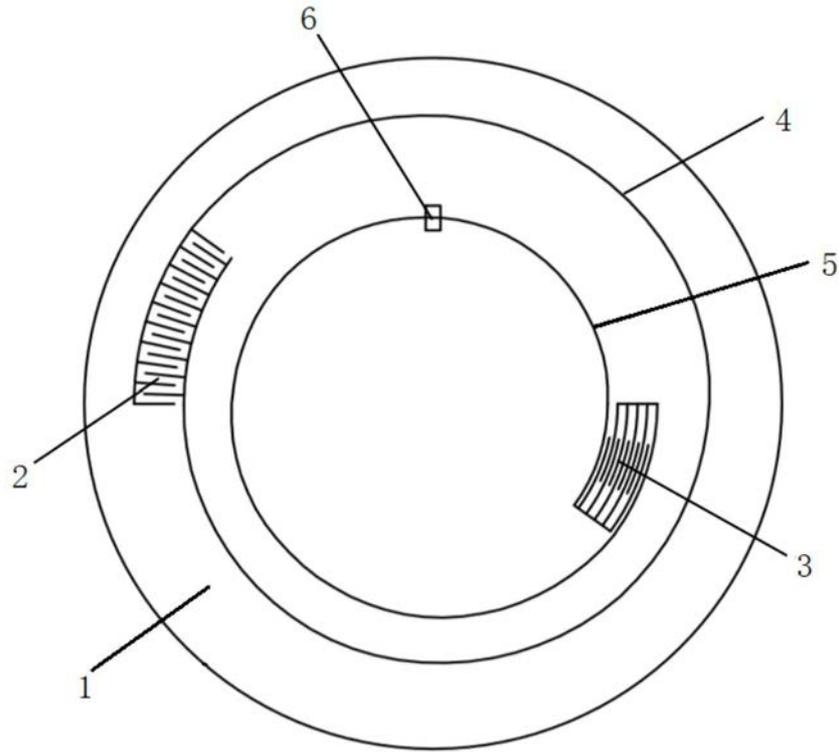


图1

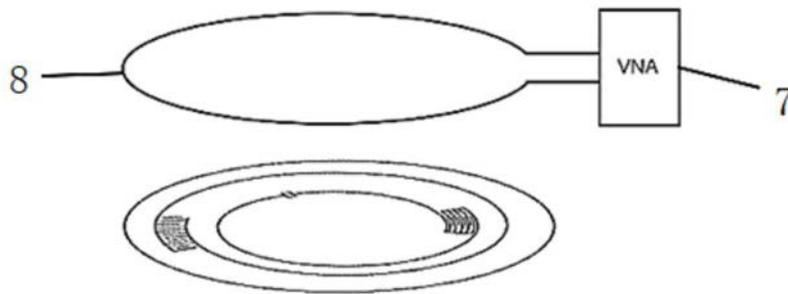


图2

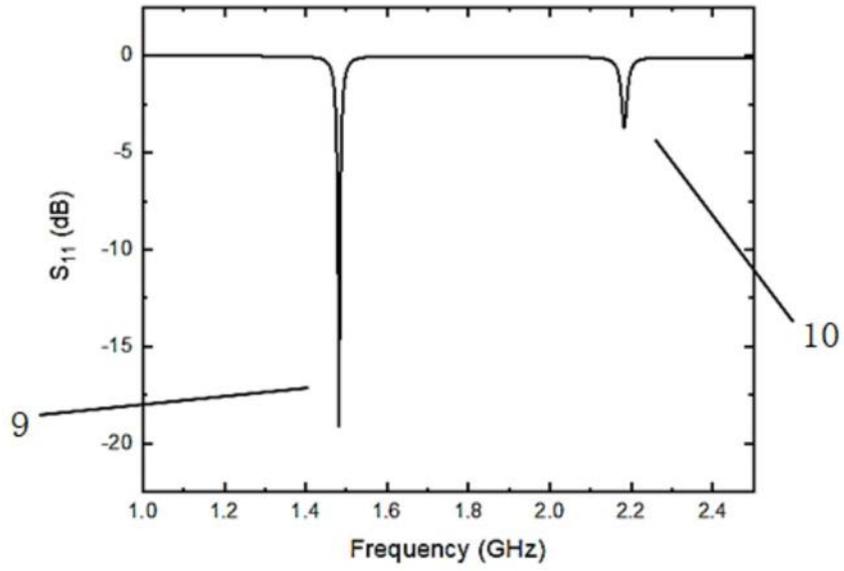


图3

专利名称(译)	一种眼部传感器及制备方法		
公开(公告)号	CN110013232A	公开(公告)日	2019-07-16
申请号	CN201910349801.1	申请日	2019-04-28
[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 陆延青 胡伟		
发明人	徐飞 朱衡天 熊毅丰 陆延青 胡伟		
IPC分类号	A61B5/01 A61B3/16 A61B5/145 A61B5/00 C23C14/04 C23C14/30 C23C14/35 C25D5/02		
CPC分类号	A61B3/16 A61B5/01 A61B5/14507 A61B5/14532 A61B5/6803 A61B5/6821 A61B2562/125 C23C14/042 C23C14/30 C23C14/35 C25D5/022		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种眼部传感器及制备方法，所述眼部传感器包括角膜接触镜及封装在角膜接触镜中的第一叉指电容、第二叉指电容、第一电感线圈、第二电感线圈和通道电阻。本发明所述的眼部传感器制备方法包括以下步骤：(a)金属基板上光刻石墨烯通道；(b)去除多余石墨烯；(c)石墨烯上固定葡萄糖氧化酶；(d)光刻电极图案；(e)制备电极；(f)重复上述步骤制得叉指电容和电感线圈的电极以及通道电阻；(g)电极上旋涂并固化柔性材料；(h)转移电极；(i)封装。本发明可实现24小时实时动态监测眼压、眼部温度和泪糖多个健康参数，并通过眼部温度矫正热膨胀系数，可获得更精确的眼压数据；结构简单、工艺成熟易行、制备成本低。

