



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116296025 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 23

(21) 申请号 202211622660.4

(22) 申请日 2022.12.16

(71) 申请人 浙江理工大学

地址 310000 浙江省杭州市江干区杭州经  
济开发区白杨街道

(72) 发明人 阮迪清 程琳 何永蔚 陈冠政  
刘爱萍

(74) 专利代理机构 杭州敦和专利代理事务所  
(普通合伙) 33296

专利代理师 姜术丹

(51) Int. Cl.

G01L 5/161 (2020.01)

A61B 5/00 (2006.01)

G06F 3/01 (2006.01)

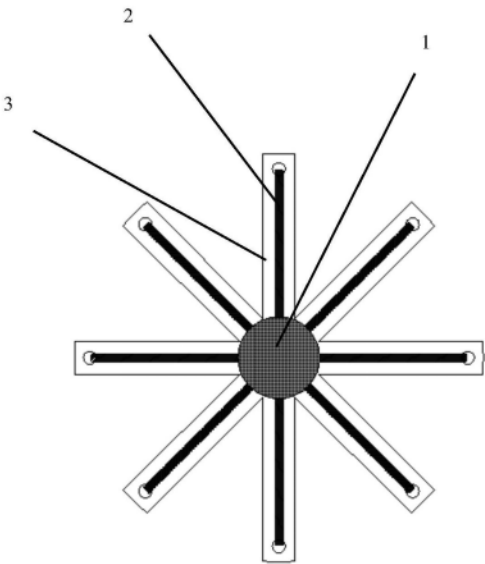
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种柔性触觉传感器

(57) 摘要

本发明公开了一种柔性触觉传感器,包括导电弹性体、激光诱导石墨烯敏感元件、柔性衬底、导线、柔性封装层,所述柔性衬底的上表面上嵌合设置有八个等间距环形分布的所述激光诱导石墨烯敏感元件,所述激光诱导石墨烯敏感元件的相互靠近的一端的上侧设置有导电弹性体,所述导电弹性体位于所述柔性衬底的中心,所述导线包括一根主线与八根分线,传感器柔性和生物相容性极佳,可以用于人体生理信号测量,服帖安装在人体表面各处,可以用于人手指的书写识别,具有反应灵敏、识别准确率高等优点。



1. 一种柔性触觉传感器,其特征在于:包括导电弹性体(1)、激光诱导石墨烯敏感元件(2)、柔性衬底(3)、导线、柔性封装层,所述柔性衬底(3)的上表面上嵌合设置有八个等间距环形分布的所述激光诱导石墨烯敏感元件(2),所述激光诱导石墨烯敏感元件(2)的相互靠近的一端的上侧设置有导电弹性体(1),所述导电弹性体(1)位于所述柔性衬底(3)的中心,所述导线包括一根主线与八根分线,所述主线与所述导电弹性体(1)的上表面电路连接,八根所述分线分别与所述激光诱导石墨烯敏感元件(2)的远离所述导电弹性体(1)的一端电路连接。

2. 根据权利要求1所述的一种柔性触觉传感器,其特征在于:所述导电弹性体(1)、所述激光诱导石墨烯敏感元件(2)及所述柔性衬底(3)从上到下以三明治结构组装,所述导电弹性体(1)和所述激光诱导石墨烯敏感元件(2)确定搭接后通过所述柔性封装层进行封装,保证整体电性连接,封装后整体厚度为15mm~20mm。

3. 根据权利要求2所述的一种柔性触觉传感器,其特征在于:所述导电弹性体(1)的制备方式:Ecoflex或PDMS掺杂质量分数为5%~15%的碳纳米管,搅拌均匀后填入直径8~12毫米、高4~7毫米的圆柱状模具,放入80℃烘箱烘烤60分钟成型获得。

4. 根据权利要求3所述的一种柔性触觉传感器,其特征在于:所述激光诱导石墨烯敏感元件(2)由激光诱导石墨烯转印制备,制备方式如下:在厚度300微米聚酰亚胺薄膜上用扫描速度15~22、频率80~130KHZ、功率15~21%的红外激光标刻出八条长17~21毫米、宽0.5~1.2毫米的激光诱导石墨烯细条,用未固化的Ecoflex或PDMS浇筑,并置于直径45~55毫米、高度3~7mm的圆形容器中,80℃烘箱中烘烤60分钟,获得所述激光诱导石墨烯敏感元件(2)及所述柔性衬底(3)。

5. 根据权利要求4所述的一种柔性触觉传感器,其特征在于:所述激光诱导石墨烯敏感元件(2)呈放射性均匀分布在所述柔性衬底(3)上,相邻的两条所述激光诱导石墨烯敏感元件(2)的夹角为45°,所述激光诱导石墨烯敏感元件(2)的边缘距离所述柔性衬底(3)边缘2毫米。

6. 根据权利要求5所述的一种柔性触觉传感器,其特征在于:八根所述分线与所述激光诱导石墨烯敏感元件(2)用导电银浆连接,所述主线与所述导电弹性体1的上表面之间用导电银浆连接。

7. 根据权利要求6所述的一种柔性触觉传感器,其特征在于:所述导电弹性体(1)、所述激光诱导石墨烯敏感元件(2)、所述导线与所述激光诱导石墨烯敏感元件(2)的搭接位置用未固化的Ecoflex封装,涂覆厚度2mm形成所述柔性封装层。

8. 根据权利要求7所述的一种柔性触觉传感器,其特征在于:使用时将与所述导电弹性体(1)上表面连接的所述主线接入单片机GND口,其他八根与所述激光诱导石墨烯敏感元件(2)连接的所述分线分别接入单片机八个I/O口,对物品进行触摸时,单片机接收的电信号发生变化,单片机记录实时电阻值传输到计算机,在计算机的MATLAB软件中进行动态时间规整算法计算,并交由神经网络进行判别,最终得出结果。

9. 根据权利要求8所述的一种柔性触觉传感器,其特征在于:所述柔性衬底(3)的形状由刀具冲压制得。

10. 根据权利要求9所述的一种柔性触觉传感器,其特征在于:使用时将所述导线接入单片机,所述导电弹性体(1)受到外力,所述导电弹性体(1)压缩,八条所述激光诱导石墨烯

敏感元件(2)各自形变,获得八个电信号,对八个电信号综合分析可以检测外力大小、方向、持续时间。

## 一种柔性触觉传感器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及传感器领域,尤其涉及到一种柔性触觉传感器。

### 背景技术

[0002] 人们为了从外界获取信息,必须借助于感觉器官。为加强研究自然现象和规律以及生产活动时的感知活动,创造了传感器。随着信息时代的到来,首先要解决的就是要获取准确可靠的信息,而传感器是获取自然和生产领域中信息的主要途径与手段。传感器早已渗透到诸如工业生产、宇宙开发、海洋探测、环境保护、资源调查、医学诊断、生物工程、甚至文物保护等等极其广泛的领域。可以毫不夸张地说,从茫茫的太空,到浩瀚的海洋,以至各种复杂的工程系统,几乎每一个现代化项目,都离不开各种各样的传感器。

[0003] 触觉传感器用于机器人中模仿触觉功能的传感器。

[0004] 柔性触觉传感器是集柔性电子学、器件物理和材料学的交叉前沿研究领域,在人体临床诊断、健康评估、健康监控、虚拟电子、柔性触摸屏、柔性电子皮肤,甚至工业机器人等领域拥有很大的应用潜力。

[0005] 触觉是人与外界环境直接接触时的重要感觉功能,研制满足机器人发展要求的触觉传感器是当下亟需解决的问题。

### 发明内容

[0006] 为了克服上述现有技术中的缺陷,本发明提供了一种柔性触觉传感器,仿生八爪鱼的身体结构和感知原理设计传感器,可以检测三维力,用于人手指的书写识别,具有反应灵敏、识别准确率高等优点。

[0007] 技术方案

[0008] 一种柔性触觉传感器,包括导电弹性体、激光诱导石墨烯敏感元件、柔性衬底、导线、柔性封装层,所述柔性衬底的上表面上嵌合设置有八个等间距环形分布的所述激光诱导石墨烯敏感元件,所述激光诱导石墨烯敏感元件的相互靠近的一端的上侧设置有导电弹性体,所述导电弹性体位于所述柔性衬底的中心,所述导线包括一根主线与八根分线,所述主线与所述导电弹性体的上表面电路连接,八根所述分线分别与所述激光诱导石墨烯敏感元件的远离所述导电弹性体的一端电路连接。

[0009] 进一步的,所述导电弹性体、所述激光诱导石墨烯敏感元件及所述柔性衬底从上到下以三明治结构组装,所述导电弹性体和所述激光诱导石墨烯敏感元件确定搭接后通过所述柔性封装层进行封装,保证整体电性连接,封装后整体厚度为15mm~20mm。

[0010] 进一步的,所述导电弹性体的制备方式:Ecoflex或PDMS掺杂质量分数为5%~15%的碳纳米管,搅拌均匀后填入直径8~12毫米、高4~7毫米的圆柱状模具,放入80℃烘箱烘烤60分钟成型获得。

[0011] 进一步的,所述激光诱导石墨烯敏感元件由激光诱导石墨烯转印制备,制备方式如下:在厚度300微米聚酰亚胺薄膜上用扫描速度15~22、频率80~130KHZ、功率15~21%

的红外激光标刻出八条长17~21毫米、宽0.5~1.2毫米的激光诱导石墨烯细条,用未固化的Ecoflex或PDMS浇筑,并置于直径45~55毫米、高度3~7mm的圆形容器中,80℃烘箱中烘烤60分钟,获得所述激光诱导石墨烯敏感元件及所述柔性衬底。

[0012] 进一步的,所述柔性衬底的形状由刀具冲压制得。

[0013] 进一步的,所述激光诱导石墨烯敏感元件呈放射性均匀分布在所述柔性衬底上,相邻的两条所述激光诱导石墨烯敏感元件的夹角为45°,所述激光诱导石墨烯敏感元件的边缘距离所述柔性衬底边缘2毫米。

[0014] 进一步的,八根所述分线与所述激光诱导石墨烯敏感元件用导电银浆连接,所述主线与所述导电弹性体的上表面之间用导电银浆连接。

[0015] 进一步的,所述导电弹性体、所述激光诱导石墨烯敏感元件、所述导线与所述激光诱导石墨烯敏感元件的搭接位置用未固化的Ecoflex封装,涂覆厚度2mm形成所述柔性封装层。

[0016] 进一步的,使用时将与所述导电弹性体上表面连接的所述主线接入单片机GND口,其他八根与所述激光诱导石墨烯敏感元件连接的所述分线分别接入单片机八个I/O口,对物品进行触摸时,单片机接收的电信号发生变化,单片机记录实时电阻值传输到计算机,在计算机的MATLAB软件中进行动态时间规整算法计算,并交由神经网络进行判别,最终得出结果。

[0017] 有益效果

[0018] 本发明与现有技术相比,具有以下有益效果:

[0019] 1、进行仿生设计,参考八爪鱼的身体结构和感知原理,可以检测三维力,以适应复杂的受力情况;

[0020] 2、传感器柔性和生物相容性极佳,可以用于人体生理信号测量,服帖安装在人体表面各处;

[0021] 3、用于人手指的手写识别,将传感器包覆在指尖,穿戴传感器的指尖在桌面书写时,不影响正常书写且可以通过单片机检测显示书写内容。

## 附图说明

[0022] 图1为本发明一种柔性触觉传感器的结构示意图;

[0023] 图2为本发明的爆炸图;

[0024] 图3为本发明进行阶梯正压的电阻变化图;

[0025] 图4为本发明在右方向上施加三维力的有限元分析仿真图;

[0026] 图5为本发明在手写识别中安装使用情况示意图。

[0027] 附图标记

[0028] 导电弹性体1、激光诱导石墨烯敏感元件2、柔性衬底3。

## 具体实施方式

[0029] 为更好地说明阐述本发明内容,下面结合附图和实施实例进行展开说明:

[0030] 有图1-图5所示,本发明公开了一种柔性触觉传感器,包括导电弹性体1、激光诱导石墨烯敏感元件2、柔性衬底3、导线、柔性封装层,所述柔性衬底3的上表面上嵌合设置有八

个等间距环形分布的所述激光诱导石墨烯敏感元件2,所述激光诱导石墨烯敏感元件2的相互靠近的一端的上侧设置有导电弹性体1,所述导电弹性体1位于所述柔性衬底3的中心,所述导线包括一根主线与八根分线,所述主线与所述导电弹性体1的上表面电路连接,八根所述分线分别与所述激光诱导石墨烯敏感元件2的远离所述导电弹性体1的一端电路连接,当受到外力产生形变时,通过测量所述导电弹性体1的电阻变化反应外力垂直分量大小,通过测量所述激光诱导石墨烯敏感元件2的电阻变化反应外力轴向分力的大小及方向,二者结合反映外力空间中的方向与大小。

[0031] 进一步的,所述导电弹性体1、所述激光诱导石墨烯敏感元件2及所述柔性衬底3从上到下以三明治结构组装,所述导电弹性体1和所述激光诱导石墨烯敏感元件2确定搭接后通过所述柔性封装层进行封装,保证整体电性连接,封装后整体厚度为15mm~20mm。

[0032] 进一步的,所述导电弹性体1的制备方式:Ecoflex或PDMS掺杂质量分数为5%~15%的碳纳米管,搅拌均匀后填入直径8~12毫米、高4~7毫米的圆柱状模具,放入80℃烘箱烘烤60分钟成型获得。

[0033] 进一步的,所述激光诱导石墨烯敏感元件2由激光诱导石墨烯转印制备,制备方式如下:在厚度300微米聚酰亚胺薄膜上用扫描速度15~22、频率80~130KHZ、功率15~21%的红外激光标刻出八条长17~21毫米、宽0.5~1.2毫米的激光诱导石墨烯细条,用未固化的Ecoflex或PDMS浇筑,并置于直径45~55毫米、高度3~7mm的圆形容器中,80℃烘箱中烘烤60分钟,获得所述激光诱导石墨烯敏感元件2及所述柔性衬底3。

[0034] 进一步的,所述柔性衬底3的形状由刀具冲压制得。

[0035] 进一步的,所述激光诱导石墨烯敏感元件2呈放射性均匀分布在所述柔性衬底3上,相邻的两条所述激光诱导石墨烯敏感元件2的夹角为45°,所述激光诱导石墨烯敏感元件2的边缘距离所述柔性衬底3边缘2毫米。

[0036] 进一步的,八根所述分线与所述激光诱导石墨烯敏感元件2用导电银浆连接,所述主线与所述导电弹性体1的上表面之间用导电银浆连接。

[0037] 进一步的,所述导电弹性体1、所述激光诱导石墨烯敏感元件2、所述导线与所述激光诱导石墨烯敏感元件2的搭接位置用未固化的Ecoflex封装,涂覆厚度2mm形成所述柔性封装层。

[0038] 进一步的,使用时将与所述导电弹性体1上表面连接的所述主线接入单片机GND口,其他八根与所述激光诱导石墨烯敏感元件2连接的所述分线分别接入单片机八个I/O口,对物品进行触摸时,单片机接收的电信号发生变化,单片机记录实时电阻值传输到计算机,在计算机的MATLAB软件中进行动态时间规整算法计算,并交由神经网络进行判别,最终得出结果。

[0039] 具体地,将传感器包覆食指指尖,八个激光诱导石墨烯敏感元件2结构部分包覆在食指表面并将末端固定,使用时将主线接入单片机GND口,其他八根分线分别接入单片机八个I/O口,在纸面上进行书写时,单片机接收的电信号发生变化,单片机记录实时电阻值传输到计算机,在计算机的MATLAB软件中进行动态时间规整算法计算,对不同笔画进行多次测试与计算,建立数据库,交由CNN神经网络进行判别,最终得出结果,具有识别准确率高、实时监测等优点,为可穿戴电子设备中的三维力敏感手写识别提供了另一种便携式解决方案。

[0040] 最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明技术方案进行了详细的说明，本领域的技术人员应当理解，其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行同等替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神与范围。

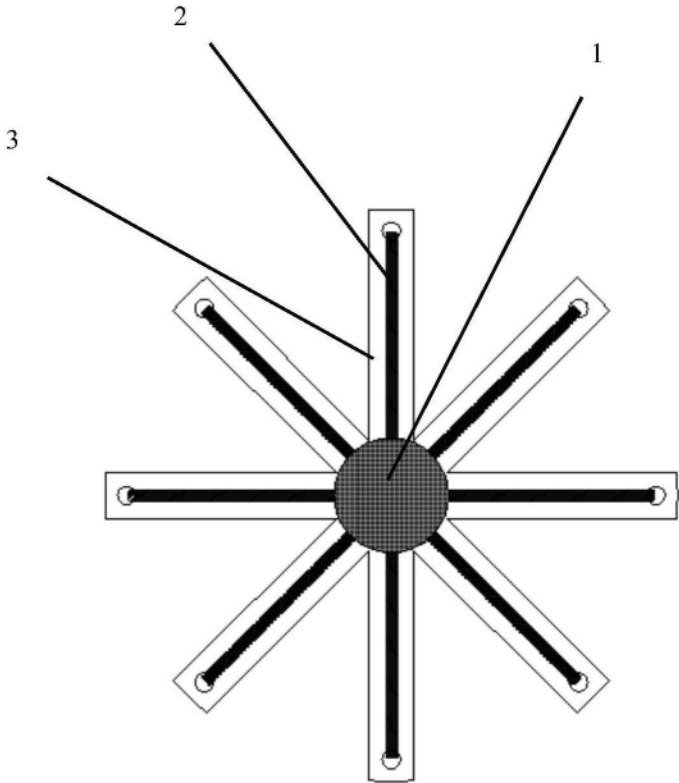


图1

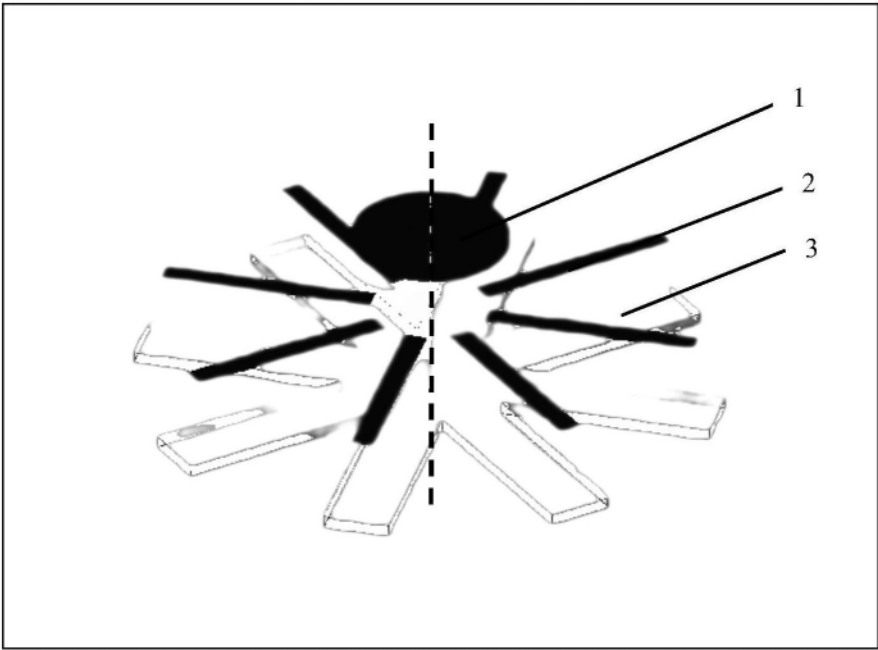


图2



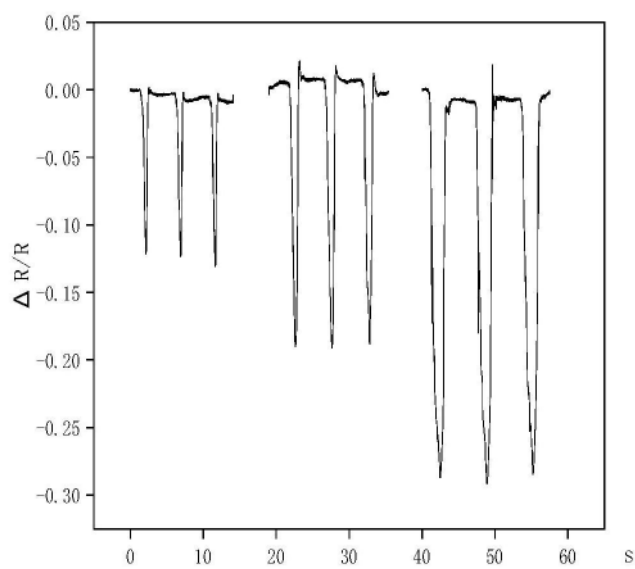


图3

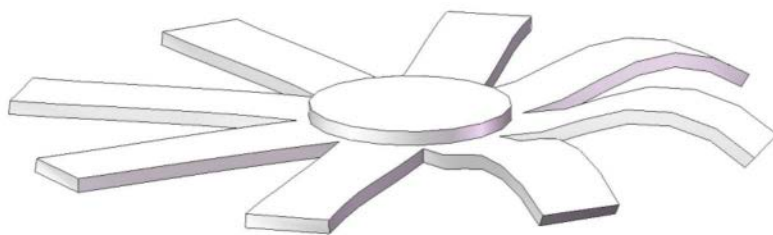


图4

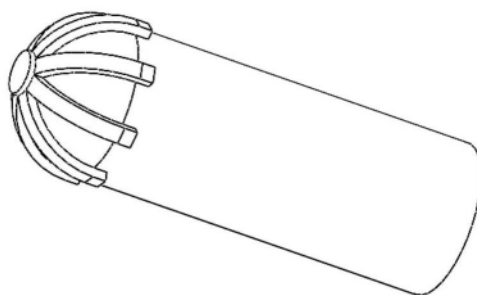


图5