



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115077372 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 20

(21) 申请号 202210660567.6

(22) 申请日 2022.06.13

(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 刘爱萍 房国庆 吕子寒 宋泽乾  
程琳

(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.

G01B 7/16 (2006.01)

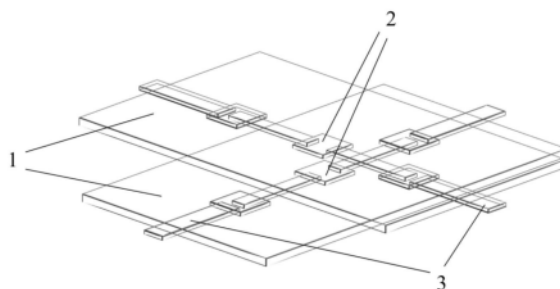
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

### (54) 发明名称

一种十字型结构的多维应变传感器及其制备方法

### (57) 摘要

本发明公开了一种十字型结构的多维应变传感器及其制备方法,利用双层激光诱导石墨烯构建双层十字型结构,其中激光诱导石墨烯由紫外激光烧蚀聚酰亚胺薄膜生成,衬底层为聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带,石墨烯电极两端通过导电铜箔接出引脚,所述石墨烯电极被设计为特定形状,并由聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带转印,所述导电铜箔由激光切割为特定形状,并贴到聚乙烯泡棉基底石墨烯电极上,双层聚乙烯泡棉基底石墨烯电极垂直相向贴合,构建双层十字型结构多维应变传感器,本发明能够通过测量传感器相邻电极引脚间的电阻,实现对多方向应变的监测。



1. 一种十字型结构的多维应变传感器,其特征在于:包括两层聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层(1),所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层(1)相向的一侧面上包含转印的激光诱导石墨烯电极层(2),所述激光诱导石墨烯电极层(2)的两端连接有导电铜箔引脚(3)。

2. 根据权利要求1所述的一种十字型结构的多维应变传感器,其特征在于:所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层(1)相互贴合且相互垂直,所述激光诱导石墨烯电极层(2)相互垂直且相向贴合,能够提供多方向应变传感能力。

3. 一种十字型结构的多维应变传感器的制备方法,其特征在于,具体步骤如下:

(1) 利用紫外激光(4)烧蚀聚酰亚胺薄膜(5),诱导制备图案化石墨烯电极(6);

(2) 使用聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层(1)转印所述聚酰亚胺薄膜(5)上的所述图案化石墨烯电极(6):将所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层(1)紧密贴合在所述图案化石墨烯电极(6)上,用力按压使其紧密贴合,揭开所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层(1)和所述聚酰亚胺薄膜(5),所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层(1)上的高粘度丙烯酸可将所述图案化石墨烯电极(6)完全剥离并转印,形成激光诱导石墨烯电极层(2);

(3) 通过切割导电铜箔胶带,制备特定形状的导电铜箔引脚(3),将导电铜箔引脚(3)不含胶的一面贴到所述激光诱导石墨烯电极层(2)的两端;

(4) 将两个步骤三中粘贴完所述导电铜箔引脚(3)的所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层(1)垂直贴合,同时使所述激光诱导石墨烯电极层(2)也相互垂直相向贴合,完成十字型结构的多维应变传感器的制备。

4. 根据权利要求3所述的一种十字型结构的多维应变传感器的制备方法,其特征在于:所述紫外激光(4)的参数设置为:扫描速度50mm/s,脉冲频率150kHz,脉冲宽度1 $\mu$ s,扫描间距0.02mm,焦距固定在所述聚酰亚胺薄膜(5)上方4mm处。

## 一种十字型结构的多维应变传感器及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及柔性传感领域,具体涉及到一种十字型结构的多维应变传感器及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 可穿戴式应变传感器作为一种稳健发展的柔性、可伸缩的器件,具有高效率、长周期寿命和优异的周期稳定性等多方面的优点,沟通了传统应变传感器与平面电子器件间的联系,加深传感与交互间的融合,在医疗诊断、运动检测、人机交互等领域得到普遍应用。而应变传感器根据所测量形变的维度又可以分为一维应变传感器、二维应变传感器和多维应变传感器,生活中的常见的力或形变大都是多维的,这使得人们对于多维应变传感器的研究不断增加。

[0003] 人类皮肤常常表现出多维的运动形式,为了感知人体不同位置皮肤应变条件下的相关信息,传感器需要具备多方向检测与传感的能力。然而目前大部分的柔性皮肤传感器只能检测单一方向的应变,所以它们只适用于我们身体的有限区域,这限制了人体各种复杂条件与环境下表面皮肤应变的定量监测研究。而多维应变传感器往往能够同时检测拉力、压力、剪切力、扭力等复杂合力,能够实时检测类似皮肤的多维应变,这为人体运动监测提供了好的解决办法。

[0004] 石墨烯材料由于具有电子迁移率高、比表面积大、机械强度高、化学稳定性好等优点被视为制备柔性传感器的理想材料之一,传统的石墨烯制备方法包括机械剥离法、化学气相沉积法、氧化还原法等,然而这些方法存在着成本高、污染严重、制备时间漫长等缺点。

### 发明内容

[0005] 为了克服上述现有技术中的缺陷,本发明提供了一种十字型结构的多维应变传感器及其制备方法,通过聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带转印激光诱导石墨烯,使传感器具备更强的拉伸与压缩形变性能,双层聚乙烯泡棉基底石墨烯电极构建十字型结构传感器,提供多方向应变传感能力。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:

[0007] 一种十字型结构的多维应变传感器,包括两层聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层,所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层相向的一侧面上包含转印的激光诱导石墨烯电极层,所述激光诱导石墨烯电极层的两端连接有导电铜箔引脚。

[0008] 进一步的,所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层相互贴合且相互垂直,所述激光诱导石墨烯电极层相互垂直且相向贴合,能够提供多方向应变传感能力。

[0009] 一种十字型结构的多维应变传感器的制备方法,具体步骤如下:

[0010] 1、利用紫外激光烧蚀聚酰亚胺薄膜,诱导制备图案化石墨烯电极;

[0011] 2、使用聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层转印所述聚酰亚胺薄膜上的所述图案化石墨烯电极:将所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层紧密贴合在所述图案化石墨烯电

极上,用力按压使其紧密贴合,揭开所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层和所述聚酰亚胺薄膜,所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层的高粘度丙烯酸可将所述图案化石墨烯电极完全剥离并转印,形成激光诱导石墨烯电极层;

[0012] 3、通过切割导电铜箔胶带,制备特定形状的导电铜箔引脚,将导电铜箔引脚3不含胶的一面贴到所述激光诱导石墨烯电极层的两端;

[0013] 4、将两个步骤三中粘贴完所述导电铜箔引脚的所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层相向垂直贴合,同时使所述激光诱导石墨烯电极层也相互垂直相向贴合,完成十字型结构的多维应变传感器的制备。

[0014] 进一步的,所述紫外激光的参数设置为:扫描速度50mm/s,脉冲频率150kHz,脉冲宽度1 $\mu$ s,扫描间距0.02mm,焦距固定在所述聚酰亚胺薄膜上方4mm处。

[0015] 有益效果

[0016] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0017] 1.采用激光诱导石墨烯作为电极,简化了材料制备过程,降低了材料制备过程造成的环境污染,同时降低了成本;

[0018] 2.利用聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带转印石墨烯电极,采用了简化流程的转印技术,提高了制造效率,同时聚乙烯泡棉基底大大提升了电极的应变性能;

[0019] 3.电极引脚采用激光切割导电铜箔胶带的方法制作,降低成本,提高效率;

[0020] 4.双层聚乙烯泡棉基底石墨烯电极垂直相向贴合,具有多方向应变传感能力;

[0021] 5、通过测量传感器相邻电极引脚间的电阻,实现对多方向应变的监测。

## 附图说明

[0022] 图1是本发明一种十字型结构的多维应变传感器的结构示意图;

[0023] 图2是紫外激光烧蚀聚酰亚胺制备图案化石墨烯电极的示意图;

[0024] 图3是聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层转印图案化石墨烯电极的示意图;

[0025] 图4是本发明一种十字型结构的多维应变传感器的单层电极示意图。

[0026] 附图标记

[0027] 1、聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层,2、激光诱导石墨烯电极层,3、导电铜箔引脚,4、紫外激光,5、聚酰亚胺薄膜,6、图案化石墨烯电极。

## 具体实施方式

[0028] 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:

[0029] 有图1-图4所示,本发明公开了一种十字型结构的多维应变传感器,包括两层聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层1,所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层1相向的一侧面上包含转印的激光诱导石墨烯电极层2,所述激光诱导石墨烯电极层2的两端连接有导电铜箔引脚3。

[0030] 进一步的,所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层1相互贴合且相互垂直,所述激光诱导石墨烯电极层2相互垂直且相向贴合,能够提供多方向应变传感能力。

[0031] 一种十字型结构的多维应变传感器的制备方法,具体步骤如下:

[0032] 1、利用紫外激光4烧蚀聚酰亚胺薄膜5,诱导制备图案化石墨烯电极6;

[0033] 2、使用聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层1转印所述聚酰亚胺薄膜5上的所述图案化石墨烯电极6:将所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层1紧密贴合在所述图案化石墨烯电极6上,用力按压使其紧密贴合,揭开所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层1和所述聚酰亚胺薄膜5,所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层1的高粘度丙烯酸可将所述图案化石墨烯电极6完全剥离并转印,形成激光诱导石墨烯电极层2;

[0034] 3、通过切割导电铜箔胶带,制备特定形状的导电铜箔引脚3,将导电铜箔引脚3不含胶的一面贴到所述激光诱导石墨烯电极层2的两端;

[0035] 4、将两个步骤三中粘贴完所述导电铜箔引脚3的所述聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层1相向垂直贴合,同时所述激光诱导石墨烯电极层2也相互垂直相向贴合,完成十字型结构的多维应变传感器的制备。

[0036] 进一步的,所述紫外激光4的参数设置为:扫描速度50mm/s,脉冲频率150kHz,脉冲宽度1 $\mu$ s,扫描间距0.02mm,焦距固定在所述聚酰亚胺薄膜5上方4mm处。

[0037] 具体地,十字型结构的多维应变传感器可以捕捉相互垂直的两个方向的拉伸应变,并捕捉垂直于两个激光诱导石墨烯电极层2方向上的压缩应变,激光诱导石墨烯提供了低成本、方便且无毒害制备图案化石墨烯电极6的方法,聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层1转印激光诱导石墨烯电极层2,大大简化了转印流程,且聚乙烯泡棉丙烯酸双面胶带衬底层1具有极强的应变性能,提高了传感器的灵敏度,双层激光诱导石墨烯电极层2垂直相向贴合,使得十字型结构的多维应变传感器具备多方向应变传感能力,丰富了十字型结构的多维应变传感器的应用场景。

[0038] 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。

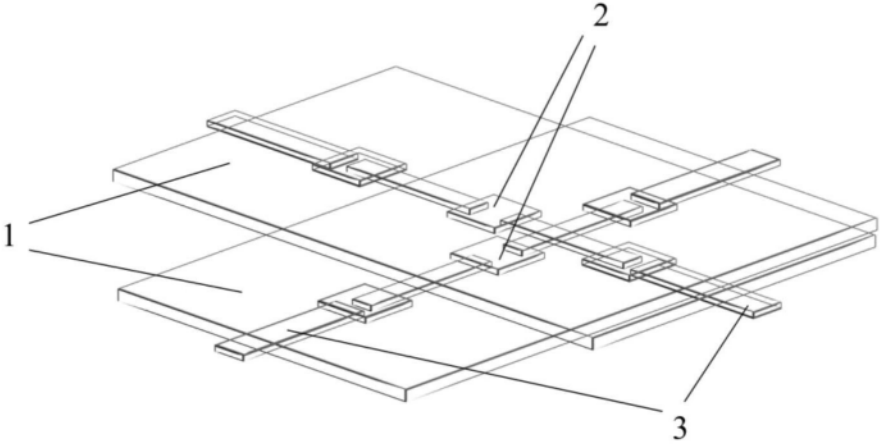


图1

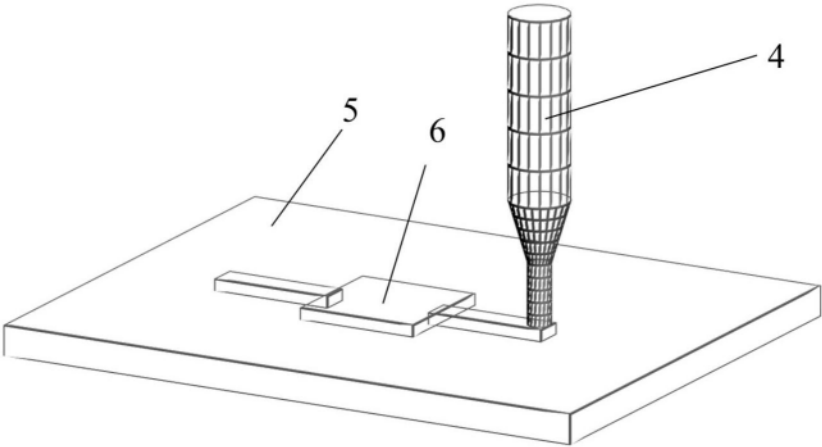


图2

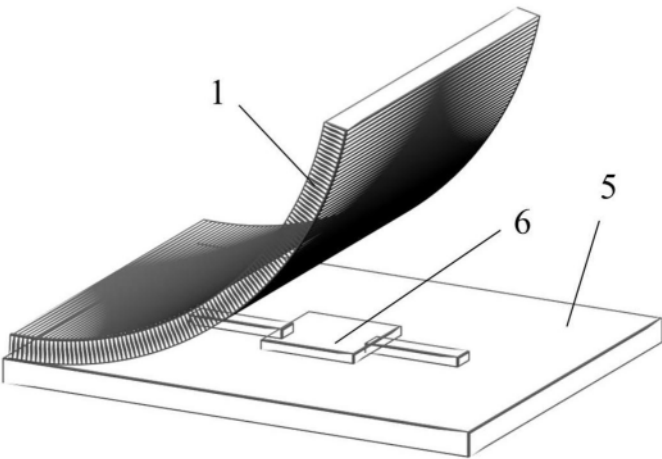


图3

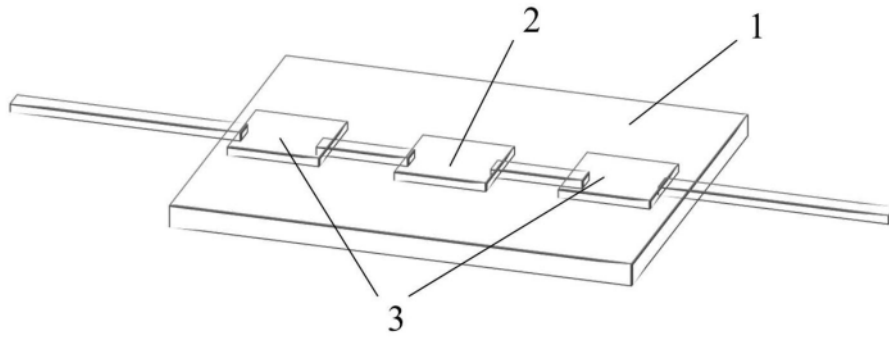


图4