



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119085470 A

(43) 申请公布日 2024. 12. 06

(21) 申请号 202411040173.6

(22) 申请日 2024.07.31

(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 程琳 刘爱萍 陈冠政 罗轩梓
张昕 阮迪清

(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 7/00 (2006.01)

G01B 7/16 (2006.01)

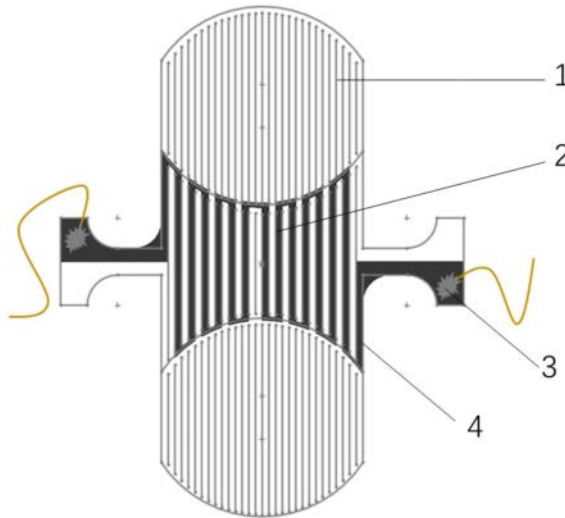
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种柔性剪纸结构薄膜传感器及其制作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种柔性剪纸结构薄膜传感器及其制作方法,包括PI主体结构、电阻应变层、导电引脚与封装层,所述PI主体结构为PI膜被紫外激光切割而成,所述电阻应变层为紫外激光诱导所述PI主体结构产生,所述导电引脚为铜导线连接在所述电阻应变层两端,所述封装层为PDMS涂抹至所述电阻应变层与所述导电引脚进行保护的封装结构,制备出一种柔性剪纸结构薄膜传感器,其利用中国传统剪纸技术,巧妙的实现形状的转变,便携且韧性高,制备出一种柔性剪纸结构薄膜传感器,其可利用单一抓手实现多功能夹取超软,超重,超薄物体。



1. 一种柔性剪纸结构薄膜传感器, 其特征在于: 包括PI主体结构(1)、电阻应变层(2)、导电引脚(3)与封装层(4), 所述PI主体结构(1)为PI膜被紫外激光切割而成, 所述电阻应变层(2)为紫外激光诱导所述PI主体结构(1)产生, 所述导电引脚(3)为铜导线连接在所述电阻应变层(2)两端, 所述封装层(4)为PDMS涂抹至所述电阻应变层(2)与所述导电引脚(3)进行保护的封装结构。

2. 根据权利要求1所述的一种柔性剪纸结构薄膜传感器, 其特征在于: 在外部应力的对柔性剪纸结构薄膜传感器左右两端的拉伸作用下, 柔性剪纸结构薄膜传感器的上下两端逐渐弯曲, 随着外部应力的增大, 另外两端相互靠近并逐渐闭合, 通过逐渐闭合靠近的两端可以夹取不同大小, 数倍于自身重量的物体、超薄的纸张以及表面张力较大液体。

3. 根据权利要求1所述的一种柔性剪纸结构薄膜传感器, 其特征在于: 夹取物体尺寸越大对应柔性剪纸结构薄膜传感器电阻阻值变化率越大。

4. 根据权利要求2所述的一种柔性剪纸结构薄膜传感器, 其特征在于: 所述PI主体结构(1)的应变过程是一个有规律的抓合轨迹, 能够实现高精度抓取。

5. 根据权利要求2所述的一种柔性剪纸结构薄膜传感器, 其特征在于: 柔性剪纸结构薄膜传感器应变过程中, 电阻应变层阻值发生变化, 通过分析电阻的相对变化可以实现对夹取物体尺寸的识别。

6. 一种柔性剪纸结构薄膜传感器设计的制作方法, 其特征在于:

①取一块PI薄膜, 用紫外激光切割机按照预设C4D图案进行裁剪, 激光加工参数为速度800mm/s, 电流1A, 频率50KHz, Q脉冲宽度2us, 得到剪纸结构PI主体结构(1);

②保持裁剪出的所述PI主体结构(1)位置不变, 改变紫外激光参数, 在速度50mm/s, 电流1A, 频率180KHz, Q脉冲宽度5us, 诱导间距0.02mm的参数下对其部分区域进行激光诱导制备石墨烯, 使得具有导电性, 得到电阻应变层(2);

③将一定长度的铜导线使用银浆固定至所述电阻应变层(2)两端, 再将调制好的PDMS涂抹至所述电阻应变层(2)以及所述电阻应变层(2)和所述导电引脚(3)连接处, 在100摄氏度的加热台上加热固化, 固化后得到具有封装保护层的柔性剪纸结构薄膜传感器。

一种柔性剪纸结构薄膜传感器及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及柔性剪纸传感领域,具体涉及到一种柔性剪纸结构薄膜传感器及其制作方法。

背景技术

[0002] 在过去的几十年里,设计从二维薄板到三维形状的形状编程材料由于其几何形状赋予的新材料特性而引起了广泛且日益增长的兴趣。利用折叠、弯曲,在不同材料和结构中实现了各种尺度的可编程形状转换。这些形状可编程的材料在可编程机器人和机器人抓取方面具有广泛应用。

[0003] 目前的机器人抓手还不能有效地完成高要求的任务,单一的机器人抓手对于处理超软、超薄、超重物体仍是具有挑战性的,而理想的机器人假肢需要柔软的机器人抓手,在灵巧性、精确性和承载能力方面配备与人手类似的能力,据此,本发明提出一种柔性剪纸结构薄膜传感器及其制作方法。

发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术中的缺陷,本发明提供了一种柔性剪纸结构薄膜传感器及其制作方法,巧妙的实现形状的转变,可利用单一抓手实现多功能夹取超软,超重,超薄物体,便携且韧性高,在剪纸结构薄膜上采用激光诱导产生电阻应变层,实现夹取物体时阻值的变化,通过分析电阻相对变化实现判断夹取物体尺寸。

[0005] 技术方案

[0006] 一种柔性剪纸结构薄膜传感器,包括PI主体结构、电阻应变层、导电引脚与封装层,所述PI主体结构为PI膜被紫外激光切割而成,所述电阻应变层为紫外激光诱导所述PI主体结构产生,所述导电引脚为铜导线连接在所述电阻应变层两端,所述封装层为PDMS涂抹至所述电阻应变层与所述导电引脚进行保护的封装结构。

[0007] 一种柔性剪纸结构薄膜传感器的制作方法,包括如下步骤:

[0008] (1) 取一块PI薄膜,用紫外激光切割机按照预设C4D图案进行特定形状的裁剪,激光加工参数为速度800mm/s,电流1A,频率50KHz,Q脉冲宽度2us,得到剪纸结构PI主体结构;;

[0009] (2) 保持裁剪出的所述PI主体结构位置不变,改变紫外激光参数,在速度50mm/s,电流1A,频率180KHz,Q脉冲宽度5us,诱导间距0.02mm的参数下对其部分区域进行激光诱导制备石墨烯,使得具有导电性,得到电阻应变层;

[0010] (3) 将一定长度的铜导线使用银浆固定至所述电阻应变层两端,再将调制好的PDMS涂抹至所述电阻应变层以及所述电阻应变层和所述导电引脚连接处,在100摄氏度的加热台上加热固化,固化后得到具有封装保护层的柔性剪纸结构薄膜传感器。

[0011] 进一步的,夹取物体尺寸越大对应柔性剪纸结构薄膜传感器电阻阻值变化率越大。

[0012] 进一步的,所述的柔性剪纸结构薄膜传感器由外部应力拉扯两端,实现2D到3D的转变。

[0013] 进一步的,在外部应力的对柔性剪纸结构薄膜传感器左右两端的拉伸作用下,柔性剪纸结构薄膜传感器的上下两端逐渐弯曲,随着外部应力的增大,另外两端相互靠近并逐渐闭合,通过逐渐闭合靠近的两端可以夹取不同大小,数倍于自身重量的物体、超薄的纸张以及表面张力较大液体。

[0014] 进一步的,在外力作用下,柔性剪纸结构薄膜传感器应变过程中,电阻应变层阻值发生变化,通过分析电阻的相对变化可以实现对夹取物体尺寸的识别。

[0015] 进一步的,所述PI主体结构1通过2D到3D的形变过程,类似于一个抓手,可抓取超薄,超细,远大于自身重量的物体以及表面张力大的液体。

[0016] 进一步的,所述PI主体结构1的应变过程是一个有规律的抓合轨迹,可以实现高精度抓取。

[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.柔性剪纸结构薄膜传感器利用中国传统剪纸技术,巧妙的实现形状的转变,便携且韧性高。

[0020] 2.可利用单一抓手实现多功能夹取超软,超重,超薄物体。

[0021] 3.在剪纸结构薄膜上采用激光诱导产生电阻应变层,实现夹取物体时阻值的变化,通过分析电阻相对变化实现判断夹取物体尺寸。

附图说明

[0022] 图1是本发明实施例1一种柔性剪纸结构薄膜传感器的整体结构示意图。

[0023] 图2是本发明实施例1用紫外激光切割机制作PI主体结构的C4D设计图案。

[0024] 图3是本发明实施例1用紫外激光切割机制作电阻应变层的C4D设计图案。

[0025] 图4是本发明实施例1用紫外激光切割机在PI主体结构上制作电阻应变层的示意图。

[0026] 图5是本发明实施例1中的柔性剪纸结构薄膜传感器在不同应变程度下电阻变化率图。

[0027] 图6是本发明实施例1中的柔性剪纸结构薄膜传感器不同应变程度下的循环稳定性测试图。

[0028] 图7是本发明实施例1中的柔性剪纸结构薄膜传感器在8%应变下的循环稳定性测试图。

[0029] 图8是本发明实施例1中的柔性剪纸结构薄膜传感器多次夹取橡胶小球的电信号变化实验数据图。

[0030] 图9是本发明实施例2中的柔性剪纸结构薄膜传感器不同应变程度下的循环稳定性测试图。

[0031] 图10是本发明实施例3用紫外激光切割机制作PI主体结构的C4D设计图案。

[0032] 附图标记

[0033] PI主体结构1,电阻应变层2,导电引脚3,封装层4。

具体实施方式

[0034] 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:

[0035] 实施例1

[0036] 如图1-8所示,本发明公开了一种柔性剪纸结构薄膜传感器,包括PI主体结构1、电阻应变层2、导电引脚3与封装层4(图1),所述PI主体结构1为PI膜被紫外激光切割而成,所述电阻应变层2为紫外激光诱导所述PI主体结构1产生,所述导电引脚3为铜导线连接在所述电阻应变层2两端,所述封装层4为PDMS涂抹至所述电阻应变层2与所述导电引脚3进行保护的封装结构。

[0037] 一种柔性剪纸结构薄膜传感器的制作方法,包括如下步骤:

[0038] (1) 取一块PI薄膜,用紫外激光切割机按照预设C4D图案(图2)进行裁剪,激光加工参数为速度800mm/s,电流1A,频率50KHz,Q脉冲宽度2us,得到剪纸结构PI主体结构1;

[0039] (2) 保持裁剪出的所述PI主体结构1位置不变,改变紫外激光参数,在速度50mm/s,电流1A,频率180KHz,Q脉冲宽度5us,诱导间距0.02mm的参数下对其部分区域进行激光S形诱导制备导电石墨烯,诱导线条间距为0.5mm,得到电阻应变层2(图3-4);

[0040] (3) 将一定长度的铜导线使用银浆固定至所述电阻应变层2两端,再将调制好的PDMS涂抹至所述电阻应变层2以及所述电阻应变层2和所述导电引脚3连接处,在100摄氏度的加热台上加热固化,制备出柔性剪纸结构薄膜传感器。

[0041] 进一步的,在外力作用下,柔性剪纸结构薄膜传感器应变过程中,电阻应变层阻值发生变化,通过分析电阻的相对变化可以实现对夹取物体尺寸的识别。

[0042] 进一步的,所述PI主体结构1通过2D到3D的形变过程,类似于一个抓手,可抓取超薄,超细,远大于自身重量的物体以及表面张力大的液体。

[0043] 进一步的,所述PI主体结构1的应变过程是一个有规律的抓合轨迹,可以实现高精度抓取。

[0044] 如图5所示,在外力作用下,柔性剪纸结构薄膜传感器发生拉伸应变,用吉时利2400对柔性剪纸结构薄膜传感器的阻值信号输出进行测量,图中可以观察到传感器在0-16%拉伸范围内,柔性剪纸结构薄膜传感器应变程度的变化对应着柔性剪纸结构薄膜传感器电阻的变化,应变程度越大,对应的电阻阻值变化越大;进而通过分析电阻的相对变化可以实现对夹取物体尺寸的识别;

[0045] 如图6所示,在万能试验机上对柔性剪纸结构薄膜传感器进行不同应变范围的重复性测试,实验结果表明传感器在不同应变范围下具有很好的信号稳定性,固定拉伸应变范围为8%;图7所示表明传感器具有较好的循环稳定性。

[0046] 进一步的,将制备的柔性剪纸结构薄膜传感器作为柔性抓手,抓取过程中所述PI主体结构1通过2D到3D的形变过程,传感器准确抓起一颗重量50g的橡皮球,图8进一步展示了柔性剪纸结构薄膜传感器在夹小球时明显的电信号变化,并且具于较好的测试稳定性,鉴于PI主体结构为PI材质,且剪裁结构赋予了传感器很好的结构稳定性,传感器夹起3个总克重为230g的钢球,传感器的质量为0.4g,因此该传感器能抓起超过自重575倍的物体,此外,传感器还能夹起表面张力大的液体,例如水银等,为机器人代替人类进行水银等的夹取和处理提供了很好的应用前景。

[0047] 实施例2

[0048] 如图9所示,本发明公开了一种柔性剪纸结构薄膜传感器,包括PI主体结构1、电阻应变层2、导电引脚3与封装层4,所述PI主体结构1为PI膜被紫外激光切割成特定形状,所述电阻应变层2为紫外激光诱导部分所述PI主体结构1产生,所述导电引脚3为铜导线连接在所述电阻应变层2两端,所述封装层4为PDMS涂抹至所述电阻应变层2与所述导电引脚3端部进行保护的封装层。

[0049] 一种柔性剪纸结构薄膜传感器的制作方法,包括如下步骤:

[0050] (1) 取一块PI薄膜,用紫外激光切割机按照预设C4D图案(图2)进行特定形状的裁剪,激光加工参数为速度800mm/s,电流1A,频率50KHz,Q脉冲宽度2us,得到剪纸结构PI主体结构1;

[0051] (2) 保持裁剪出的所述PI主体结构1位置不变,改变紫外激光参数,在速度50mm/s,电流1A,频率180KHz,Q脉冲宽度5us,诱导间距0.02mm的参数下对其部分区域进行S形激光诱导制备导电石墨烯(诱导线条间距为1mm),得到电阻应变层2;

[0052] (3) 将一定长度的铜导线使用银浆固定至所述电阻应变层2两端,再将调制好的PDMS涂抹至所述电阻应变层2和所述导电引脚3连接处,在100摄氏度的加热台上加热固化,制备出柔性剪纸结构薄膜传感器。

[0053] 如图9所示,在万能试验机上对柔性剪纸结构薄膜传感器进行不同应变范围的重复性测试,实验结果表明实施例2制备的传感器在不同应变范围下具有很好的信号稳定性,但是电阻信号变化率只有实施例1的一半,这与电阻应变层的诱导线条间距和诱导面积有关。

[0054] 实施例3

[0055] 如图10所示,本发明公开了一种柔性剪纸结构薄膜传感器,包括PI主体结构1、电阻应变层2、导电引脚3与封装层4,所述PI主体结构1为PI膜被紫外激光切割成特定形状,所述电阻应变层2为紫外激光诱导部分所述PI主体结构1产生,所述导电引脚3为铜导线连接在所述电阻应变层2两端,所述封装层4为PDMS涂抹至所述电阻应变层2与所述导电引脚3两端进行保护的封装层。

[0056] 一种柔性剪纸结构薄膜传感器的制作方法,包括如下步骤:

[0057] (1) 取一块PI薄膜,用紫外激光切割机按照预设C4D图案(图10)进行特定形状的裁剪,激光加工参数为速度800mm/s,电流1A,频率50KHz,Q脉冲宽度2us,得到两端为弧形的剪纸结构PI主体结构1;

[0058] (2) 保持裁剪出的所述PI主体结构1位置不变,改变紫外激光参数,在速度50mm/s,电流1A,频率180KHz,Q脉冲宽度5us,诱导间距0.02mm的参数下对其部分区域进行S形激光诱导制备导电石墨烯(诱导线条间距为0.5mm),得到电阻应变层2;

[0059] (3) 将一定长度的铜导线使用银浆固定至所述电阻应变层2两端,再将调制好的PDMS涂抹至所述电阻应变层2和所述导电引脚3连接处,在100摄氏度的加热台上加热固化,制备出柔性剪纸结构薄膜传感器。

[0060] 图10所示传感器的电阻应变层和实施例1中的保持一致,但是PI主体结构中夹取位置的形状有所改变,可以适宜于不同形状结构物体的夹取,同时本发明中的PI主体结构和电阻应变层的形状和结构都可以根据实际需求进行基于C4D的个性化的设计和快捷激光切割或者诱导制备。

[0061] 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。

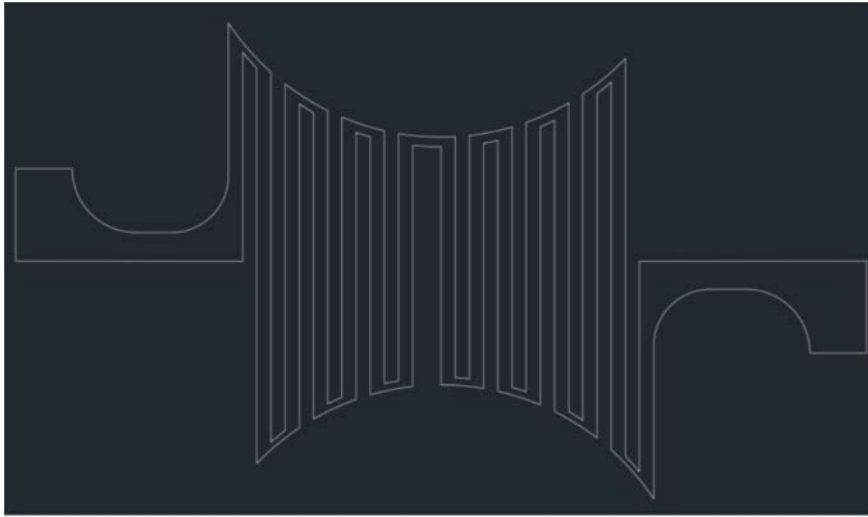


图3

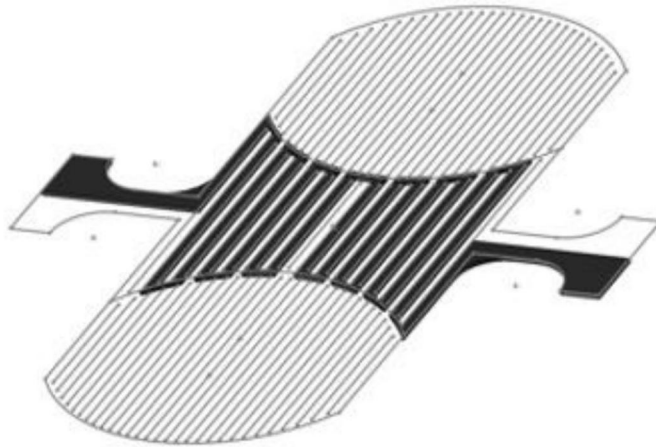


图4

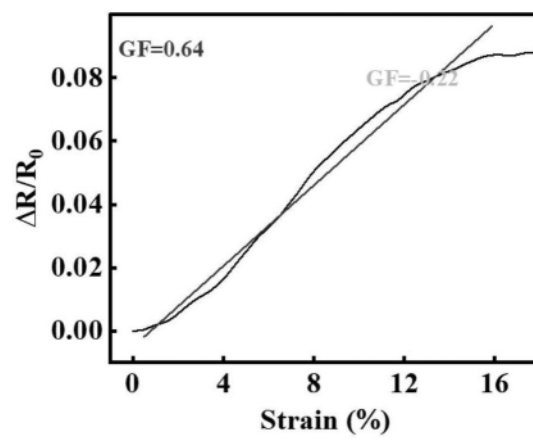


图5

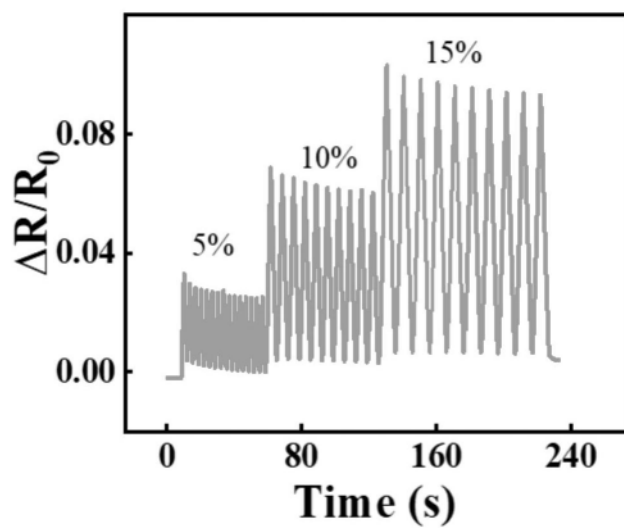


图6

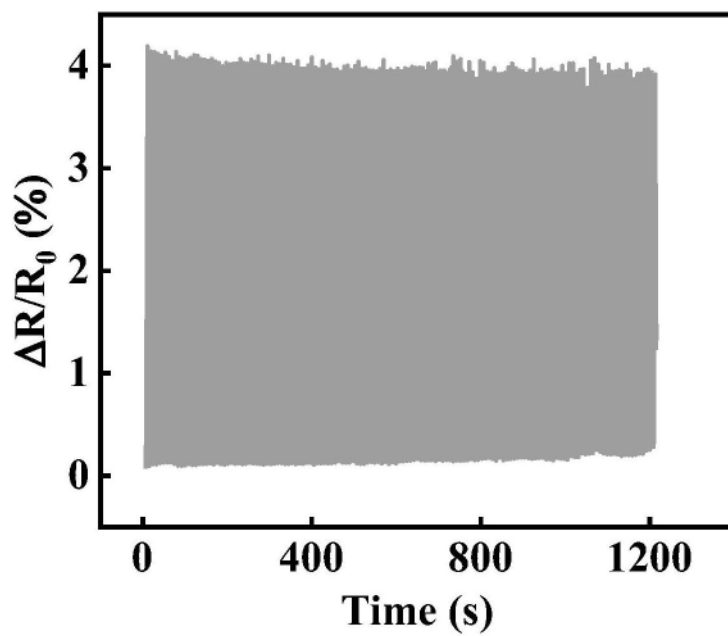


图7

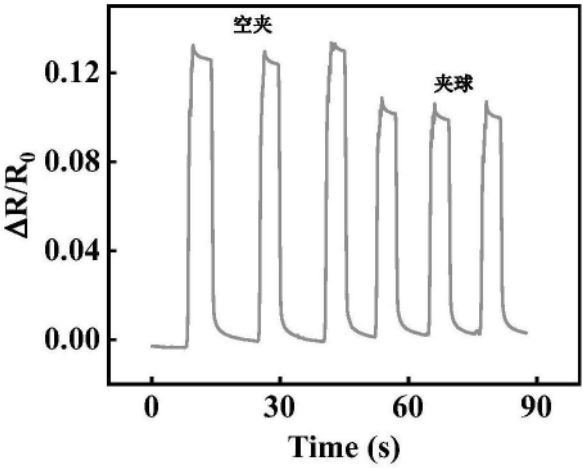


图8

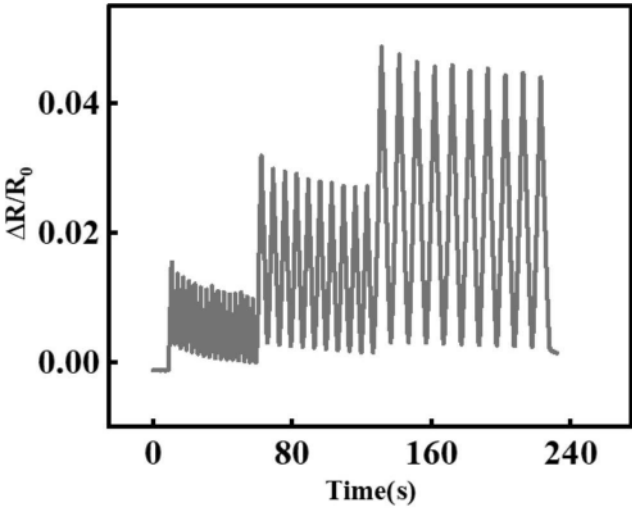


图9

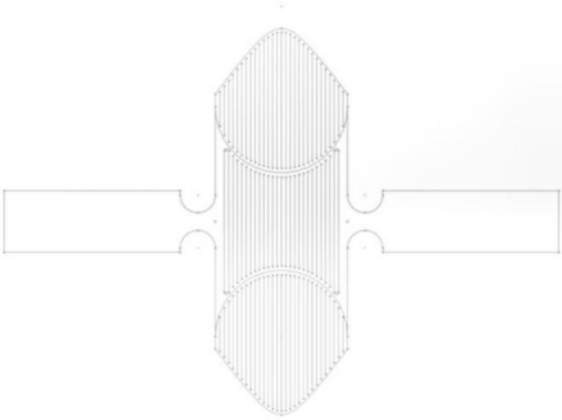


图10