



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110123336 A

(43)申请公布日 2019.08.16

(21)申请号 201910421907.8

(22)申请日 2019.05.21

(71)申请人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市屯溪路193号

(72)发明人 胡颖 黄马静 井壮 齐珂

杨露露 常龙飞 刘家琴 翟华

吴玉程

(74)专利代理机构 合肥国和专利代理事务所

(普通合伙) 34131

代理人 孙永刚

(51)Int.Cl.

A61B 5/11(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

D21H 17/70(2006.01)

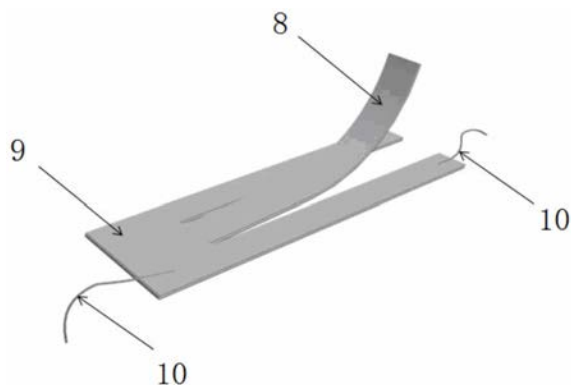
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种集传感与驱动为一体的非对称结构纸基石墨烯智能薄膜、制备方法及应用

(57)摘要

一种集传感与驱动为一体的非对称结构纸基石墨烯智能薄膜、制备方法及应用,涉及柔性智能驱动与传感材料技术领域。将纸浸渍在氧化石墨烯溶液中,干燥后重复浸渍,得到纸基氧化石墨烯薄膜;在氢碘酸中进行还原形成具有非对称结构的纸基石墨烯薄膜。本发明能够用于检测人类生理信号的智能可穿戴传感器及仿生花、温度传感器、仿生爬行机器人等,同时,能够制备成集合传感与驱动为一体的多功能智能穿戴器件,同时实现对于人体活动的感知以及光致变形等多种功能,在柔性智能仿生器件领域具有良好的应用前景。



1. 一种集传感与驱动为一体的纸基石墨烯智能薄膜,其特征在于:所述纸基石墨烯薄膜具有非对称结构。

2. 一种集传感与驱动为一体的纸基石墨烯智能薄膜的制备方法,其特征在于:步骤如下:

步骤1:将纸浸渍在氧化石墨烯分散液中一段时间后,在一定的温度下在玻璃基板上干燥后进行重复浸渍,在重复浸渍过程中纸基氧化石墨烯薄膜与玻璃基板接触面始终保持为同一侧,多次浸渍后得到纸基氧化石墨烯薄膜;

步骤2:将所得的纸基氧化石墨烯薄膜浸入氢碘酸(HI)溶液中避光还原,制得还原性纸基石墨烯薄膜,反复放置在去离子水和乙醇溶液中清洗,随后放置在加热平台上烘干,得到具有非对称结构的纸基石墨烯薄膜;

步骤3:将导电线通过导电胶粘接在纸基石墨烯薄膜的上侧或下侧;

步骤4:将纸基石墨烯薄膜与聚合物层进行粘合,将得到的复合薄膜上部分切割成可动窗口,作为驱动模块,其余部分作为传感模块。

3. 一种纸基石墨烯智能薄膜柔性传感器的制备方法,其特征在于:步骤如下:

步骤1:将纸浸渍在氧化石墨烯分散液中一段时间后,在一定的温度下在玻璃基板上干燥后进行重复浸渍,在重复浸渍过程中纸基氧化石墨烯薄膜与玻璃基板接触面始终保持为同一侧,多次浸渍后得到纸基氧化石墨烯薄膜;

步骤2:将所得的纸基氧化石墨烯薄膜浸入氢碘酸(HI)溶液中避光还原,制得还原性纸基石墨烯薄膜,反复放置在去离子水和乙醇溶液中清洗,随后放置在加热平台上烘干,得到具有非对称结构的纸基石墨烯薄膜;

步骤3:将导电线通过导电胶粘接在纸基石墨烯薄膜的上侧或下侧,并通过柔性聚合物对其封装,亦或者不进行封装,得到纸基石墨烯智能薄膜柔性传感器。

4. 一种纸基石墨烯智能薄膜柔性驱动器的制备方法,其特征在于:步骤如下:

步骤1:将纸浸渍在氧化石墨烯分散液中一段时间后,在一定的温度下在玻璃基板上干燥后进行重复浸渍,在重复浸渍过程中纸基氧化石墨烯薄膜与玻璃基板接触面始终保持为同一侧,多次浸渍后得到纸基氧化石墨烯薄膜;

步骤2:将所得的纸基氧化石墨烯薄膜浸入氢碘酸(HI)溶液中避光还原,制得还原性纸基石墨烯薄膜,反复放置在去离子水和乙醇溶液中清洗,随后放置在加热平台上烘干,得到具有非对称结构的纸基石墨烯薄膜;

步骤3:将纸基石墨烯薄膜与聚合物层进行粘合,得到纸基石墨烯智能薄膜柔性驱动器。

5. 如权利要求2或3或4所述的制备方法,其特征在于:步骤1中使用的氧化石墨烯分散液浓度为1~2mg/ml,使用的纸为商业打印纸,纸每次被浸渍在氧化石墨烯溶液中的时间为5min,总浸渍次数为15~35次,每次浸渍后干燥温度为20~50℃,干燥时间为1h。

6. 如权利要求2或3或4所述的制备方法,其特征在于:步骤2中纸基氧化石墨烯薄膜在氢碘酸中还原时间为1.5h,还原后烘干温度为20~50℃,烘干时间为1h,制得的纸基氧化石墨烯薄膜的厚度为80~85μm。

7. 如权利要求2或3或4所述的制备方法,其特征在于:步骤3或4中使用的聚合物是聚丙烯薄膜,聚乙烯薄膜,聚酰亚胺薄膜中的任何一种。

8.如权利要求2所述方法制备的集传感与驱动为一体的纸基石墨烯智能薄膜在制备具有自传感特性的柔性驱动器和具有光响应特性的柔性可穿戴传感器中的应用。

9.如权利要求3所述方法制备的纸基石墨烯智能薄膜柔性传感器在制备可穿戴传感器中的应用,可用于有效识别弯曲方向。

10.如权利要求4所述方法制备的纸基石墨烯智能薄膜柔性驱动器在制备仿生花、仿生智能腿、仿生智能爬行机器人中的应用。

一种集传感与驱动为一体的非对称结构纸基石墨烯智能薄膜、制备方法及应用

技术领域

[0001] 本发明涉及柔性智能驱动与传感材料技术领域,具体是涉及一种集传感与驱动为一体的非对称结构纸基石墨烯智能薄膜、制备方法及应用。

背景技术

[0002] 目前,智能材料在仿生领域的成为了研究的热点,其主要应用在柔性传感和仿生驱动两大领域,其可对外部刺激进行感知,并及时的做出反馈信号,是一种新型功能材料。与传统的传感与驱动方式不同,以智能材料为基础的新式仿生柔性器件具有简单的结构形式及能量转换方式,从而成为了仿生领域的研究热点。其中,具有传感与驱动特性为一体的多功能智能材料正成为研究重点,其在智能可穿戴系统及软体机器人等领域具有重要的研究价值和广泛的应用前景。

[0003] 要实现集成驱动与传感一体化材料的应用,其关键在于发展一种多功能材料,包括:同时具有传感与驱动特性、材料结构设计简单等。随着纳米技术的发展,包括石墨烯、碳纳米管、二硫化钼等纳米材料因其优异的各项性能受到关注。然而目前的较多的智能材料往往只具备单一的传感或驱动功能。在驱动方面:目前大多数驱动材料往往只能对一种刺激源进行响应,包括:光,电,热,湿度等。这种单一的刺激源会很大程度上限制智能材料的应用范围;在传感方面:目前大多数柔性智能传感器只具备单一的传感功能,且不具备弯曲方向识别特性,极大限制了柔性传感器的在智能可穿戴领域的应用。因此开发出一种集传感与驱动为一体的新型智能材料具有非常大的必要性,是一个具有很高研究价值的课题。

发明内容

[0004] 为解决现有柔性智能传感与柔性智能驱动的集成问题,本发明提出一种集传感与驱动为一体的非对称结构纸基石墨烯智能薄膜、制备方法及应用。

[0005] 为了实现上述目的,本发明所采用的技术方案为:一种集传感与驱动为一体的纸基石墨烯智能薄膜,所述纸基石墨烯薄膜具有非对称结构。

[0006] 一种集传感与驱动为一体的纸基石墨烯智能薄膜的制备方法,步骤如下:

[0007] 步骤1:将纸浸渍在氧化石墨烯分散液中一段时间后,在一定的温度下在玻璃基板上干燥后进行重复浸渍,在重复浸渍过程中纸基氧化石墨烯薄膜与玻璃基板接触面始终保持为同一侧,多次浸渍后得到纸基氧化石墨烯薄膜;

[0008] 步骤2:将所得的纸基氧化石墨烯薄膜浸入氢碘酸(HI)溶液中避光还原,制得还原性纸基石墨烯薄膜,反复放置在去离子水和乙醇溶液中清洗,随后放置在加热平台上烘干,得到具有非对称结构的纸基石墨烯薄膜;

[0009] 步骤3:将导电线通过导电胶粘接在纸基石墨烯薄膜的上侧或下侧;

[0010] 步骤4:将纸基石墨烯薄膜与聚合物层进行粘合,将得到的复合薄膜上部分切割成可动窗口,作为驱动模块,其余部分作为传感模块。

[0011] 作为本发明所提出的第二项技术方案,一种纸基石墨烯智能薄膜柔性传感器的制备方法,步骤如下:

[0012] 步骤1:将纸浸渍在氧化石墨烯分散液中一段时间后,在一定的温度下在玻璃基板上干燥后进行重复浸渍,在重复浸渍过程中纸基氧化石墨烯薄膜与玻璃基板接触面始终保持为同一侧,多次浸渍后得到纸基氧化石墨烯薄膜;

[0013] 步骤2:将所得的纸基氧化石墨烯薄膜浸入氢碘酸(HI)溶液中避光还原,制得还原性纸基石墨烯薄膜,反复放置在去离子水和乙醇溶液中清洗,随后放置在加热平台上烘干,得到具有非对称结构的纸基石墨烯薄膜;

[0014] 步骤3:将导电线通过导电胶粘接在纸基石墨烯薄膜的上侧或下侧,并通过柔性聚合物对其封装,亦或者不进行封装,得到纸基石墨烯智能薄膜柔性传感器。

[0015] 作为本发明所提出的第三项技术方案,一种纸基石墨烯智能薄膜柔性驱动器的制备方法,步骤如下:

[0016] 步骤1:将纸浸渍在氧化石墨烯分散液中一段时间后,在一定的温度下在玻璃基板上干燥后进行重复浸渍,在重复浸渍过程中纸基氧化石墨烯薄膜与玻璃基板接触面始终保持为同一侧,多次浸渍后得到纸基氧化石墨烯薄膜;

[0017] 步骤2:将所得的纸基氧化石墨烯薄膜浸入氢碘酸(HI)溶液中避光还原,制得还原性纸基石墨烯薄膜,反复放置在去离子水和乙醇溶液中清洗,随后放置在加热平台上烘干,得到具有非对称结构的纸基石墨烯薄膜;

[0018] 步骤3:将纸基石墨烯薄膜与聚合物层进行粘合,得到纸基石墨烯智能薄膜柔性驱动器。

[0019] 作为上述各个制备方法的优选技术方案:

[0020] 步骤1中使用的氧化石墨烯分散液浓度为1~2mg/ml,使用的纸为商业打印纸,纸每次被浸渍在氧化石墨烯溶液中的时间为5min,总浸渍次数为15~35次,每次浸渍后干燥温度为20~50℃,干燥时间为1h。

[0021] 步骤2中纸基氧化石墨烯薄膜在氢碘酸中还原时间为1.5h,还原后烘干温度为20~50℃,烘干时间为1h,制得的纸基氧化石墨烯薄膜的厚度为80~85μm。

[0022] 步骤3或4中使用的聚合物是聚丙烯薄膜,聚乙烯薄膜,聚酰亚胺薄膜中的任何一种。

[0023] 本发明既可应用于驱动领域,对不同外部刺激进行响应;也可应用于柔性可穿戴传感领域,检测人类生理活动;同时,可应用于传感驱动一体化领域,实现自传感驱动及光响应柔性可穿戴传感器。其能够用于检测人类生理信号的智能可穿戴传感器及仿生花、温度传感器、仿生爬行机器人等,同时,能够有效识别弯曲方向,能够感知太阳光,能够集传感与驱动为一体,实现自传感驱动和光响应可穿戴传感变形等功能,在柔性智能仿生器件领域具有良好的应用前景。

附图说明

[0024] 以下结合实施例和附图对本发明的作进一步的详述。

[0025] 图1是实施例1制备得到的纸基石墨烯薄膜柔性驱动器的结构示意图。

[0026] 图2是实施例1制备得到的纸基石墨烯薄膜柔性驱动器的驱动原理示意图。

[0027] 图3是实施例2制备得到的纸基石墨烯薄膜柔性传感器的结构示意图。

[0028] 图4是实施例3制备得到的具有光致形变功能的可穿戴传感器的结构示意图。

具体实施方式

[0029] 实施例1

[0030] 一种纸基石墨烯薄膜应用于柔性驱动器时的制备方法,包括以下步骤:

[0031] 首先,将商业打印纸,纸切成尺寸为75mm×25mm(长×宽)的矩形,并浸入含有氧化石墨烯的水溶液(1.5mg/ml,40mL)的培养皿中5min。浸渍后,其置于玻璃基板上,在40℃下加热1h使其干燥。然后将干燥后的纸重复浸入氧化石墨烯溶液重复上述干燥过程,在浸渍15次后得到具有非对称结构的纸基氧化石墨烯薄膜。

[0032] 然后,将该薄膜进一步放入氢碘酸(HI)溶液中避光还原1.5h,然后依次用乙醇和水洗涤,然后置于30℃的加热平台上1h,得到非对称的纸基氧化石墨烯薄膜。

[0033] 最后,将其与带有粘性的聚乙烯薄膜进行粘合,制备成柔性驱动器。

[0034] 请参考图1,本实施例制得的一种纸基石墨烯薄膜柔性驱动器1,其结构包括:纸基石墨烯薄膜2和聚合物层3,该驱动器能够在外部光刺激和湿度刺激下变形,并在外部刺激撤除后自动恢复到原始形状。所述光驱动一般为激光或太阳光或模拟太阳光等。

[0035] 请参考图2,实施例1制备的柔性纸基石墨烯薄膜驱动器在外部光刺激及外部湿度刺激下均产生变形。在280mW/cm²模拟太阳光刺激下时,在8s的时间内可产生73.8°的角度变化,并在10s后恢复到原始状态;在环境湿度变化为10%的刺激下时,在40s时间内可产生40°的角度变化,在湿度撤出100s后恢复到其原始状态。

[0036] 本实施例制备的纸基石墨烯薄膜柔性驱动器,在施加光照刺激的情况下,能够产生弯曲形变,并在光照撤除后自动恢复到初始状态。在施加湿度刺激的情况下,能够产生弯曲形变,并在适度撤除后自动恢复到初始状态。

[0037] 基于所述柔性驱动器所展现的光驱动行为,该纸基石墨烯薄膜柔性驱动器的用途主要有:

[0038] 可被用来制备智能仿生器件:仿生花在外光照刺激下,其由初始的开放状态变为聚拢状态。

[0039] 可被用来制备仿生智能腿:在光照条件下,智能腿形变与小球接触,并通过一段时间的能量积累,当能量足够大时,智能腿踢动小球。

[0040] 可被用来制备智能爬行机器人:它由身体,前腿和后腿组成,其中身体由双层致动器制成,两条腿由纸制成;两条腿具有不同的形状,使得爬行机器人的结构不对称;当爬行机器人被模拟太阳光照射时,爬行机器人的身体部分向上拱起,使后腿向前移动;在关闭光刺激之后,身体部分恢复,导致前腿向前移动;因此,机器人由于来自两条腿的不对称运动而向前爬行。

[0041] 实施例2

[0042] 一种纸基石墨烯薄膜应用于柔性传感器时的制备方法,包括以下步骤:

[0043] 首先,将商业打印纸,纸切成尺寸为75mm×25mm(长×宽)的矩形,并浸入含有氧化石墨烯的水溶液(1mg/ml,40mL)的培养皿中5min。浸渍后,其置于玻璃基板上,在40℃下加热1h使其干燥。然后将干燥后的纸重复浸入氧化石墨烯溶液重复上述干燥过程,在浸渍35

次后得到具有非对称结构的纸基氧化石墨烯薄膜。

[0044] 然后,将该薄膜进一步放入氢碘酸(HI)溶液中避光还原1.5h,然后依次用乙醇和水洗涤,然后置于50℃的加热平台上1h,得到非对称的纸基氧化石墨烯薄膜。

[0045] 接着,用导电银胶将导电铜箔粘结在纸基石墨烯上表面,最后用聚酰亚胺进行封装(可起到防护作用)。

[0046] 请参考图3,实施例2制备的柔性纸基石墨烯薄膜传感器包括:上表面4,中间纸基石墨烯薄膜5,下表面6以及导电铜箔7。上述柔性传感器能够检测人类的生理或运动信号,可应用于柔性可穿戴传感器领域,主要表现在:

[0047] 该传感器可用于检测人体脉搏跳动。将传感器粘附到手腕上时,记录传感器的电阻变化,其中可以容易地读取脉搏波的幅度和频率。

[0048] 该传感器还可以用来检测人类的手腕运动,并进一步识别手腕的弯曲方向。传感器粘附在橡胶手套的手腕部分上。传感器可以检测从手腕从平坦状态到向下弯曲和向上弯曲的循环腕关节弯曲运动。

[0049] 实施例3

[0050] 一种集传感与驱动为一体的纸基石墨烯薄膜的制备方法,包括以下步骤:

[0051] 首先,将商业打印纸,纸切成尺寸为75mm×25mm(长×宽)的矩形,并浸入含有氧化石墨烯的水溶液(2mg/ml,40mL)的培养皿中5min。浸渍后,其置于玻璃基板上,在40℃下加热1h使其干燥。然后将干燥后的纸重复浸入氧化石墨烯溶液重复上述干燥过程,在浸渍25次后得到具有非对称结构的纸基氧化石墨烯薄膜。

[0052] 然后,将该薄膜进一步放入氢碘酸(HI)溶液中避光还原1.5h,然后依次用乙醇和水洗涤,然后置于40℃的加热平台上1h,得到非对称的纸基氧化石墨烯薄膜。

[0053] 接着,用导电银胶将导电铜箔粘结在纸基石墨烯上表面,后在其上黏贴聚丙烯薄膜。

[0054] 最后,将复合薄膜制备成驱动模块和传感模块:部分切割成可动窗口,作为驱动模块,其余部分作为传感模块。

[0055] 请参考图4,实施例3制备的集传感与驱动为一体的纸基石墨烯薄膜主要结构为:其中一部分是用作驱动模块8的可移动“窗口”部分,其余部分用作传感模块9以及导电铜箔10。

[0056] 本实施例制备的集传感与驱动为一体的纸基石墨烯薄膜具有光致形变功能,可应用于可穿戴传感器,该传感器附着在人的食指上,通过测量电阻的变化,可以检测到重复的食指从弯曲状态到伸展状态的运动。

[0057] 该可穿戴传感器还显示了光响应特性,当置于光照射下时,在食指上的可穿戴传感器的可移动部分开始向下弯曲,并且在光照射关闭后几秒钟内恢复。

[0058] 该可穿戴传感器还可以用来检测周围环境温度的变化,当周边温度升高时,传感器的移动部分发生形变。

[0059] 综上所述,本发明所制备的纸基石墨烯薄膜能够既作为传感材料,也能够作为驱动材料,并且可以同时集成两种特性。当作为驱动材料时,其可与柔性聚合物结合制备柔性驱动器,该驱动器可同时湿度、光进行响应。当作为传感材料时,其可用于有效识别弯曲方向。并且可集成传感与驱动为一体化,制备具有自传感特性的柔性驱动器和具有光响应特

性的柔性可穿戴传感器。

[0060] 以上内容仅仅是对本发明的构思所作的举例和说明,所属本技术领域的技术人员对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,只要不偏离发明的构思或者超越本权利要求书所定义的范围,均应属于本发明的保护范围。

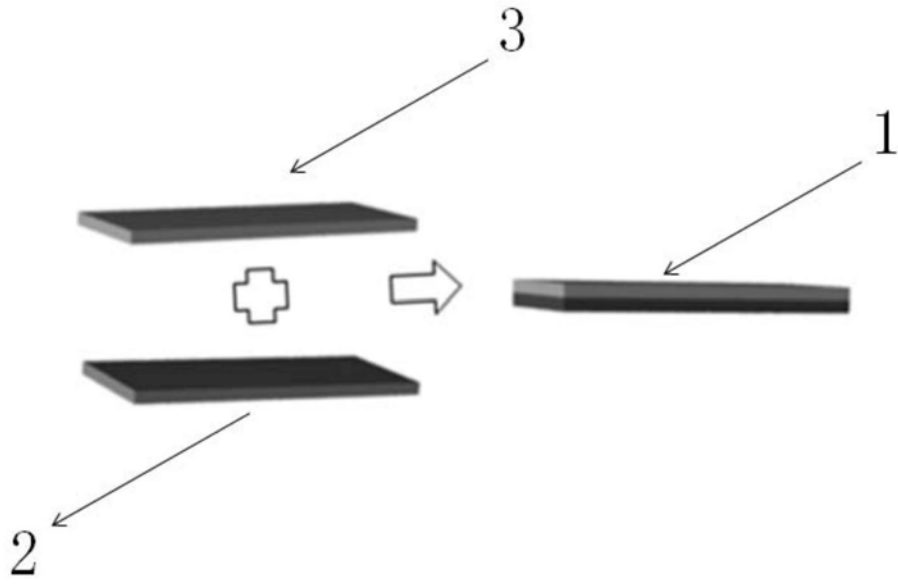


图1

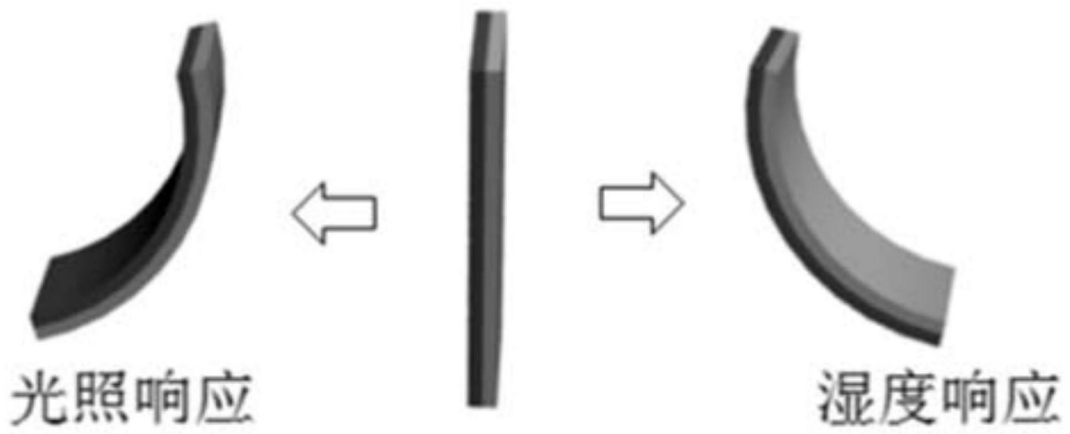


图2

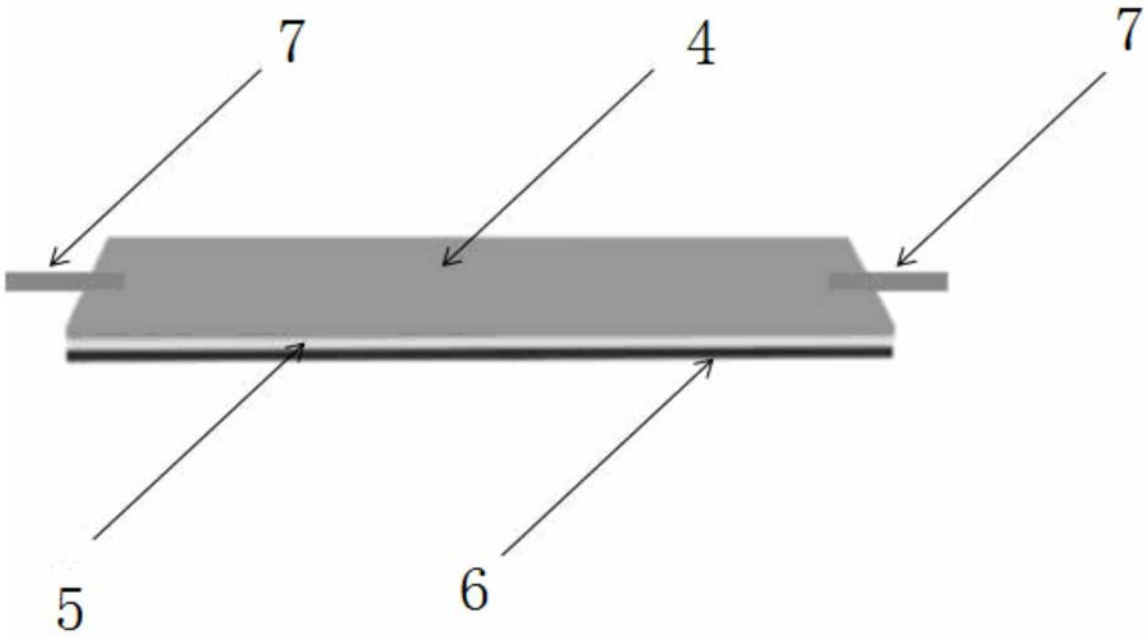


图3

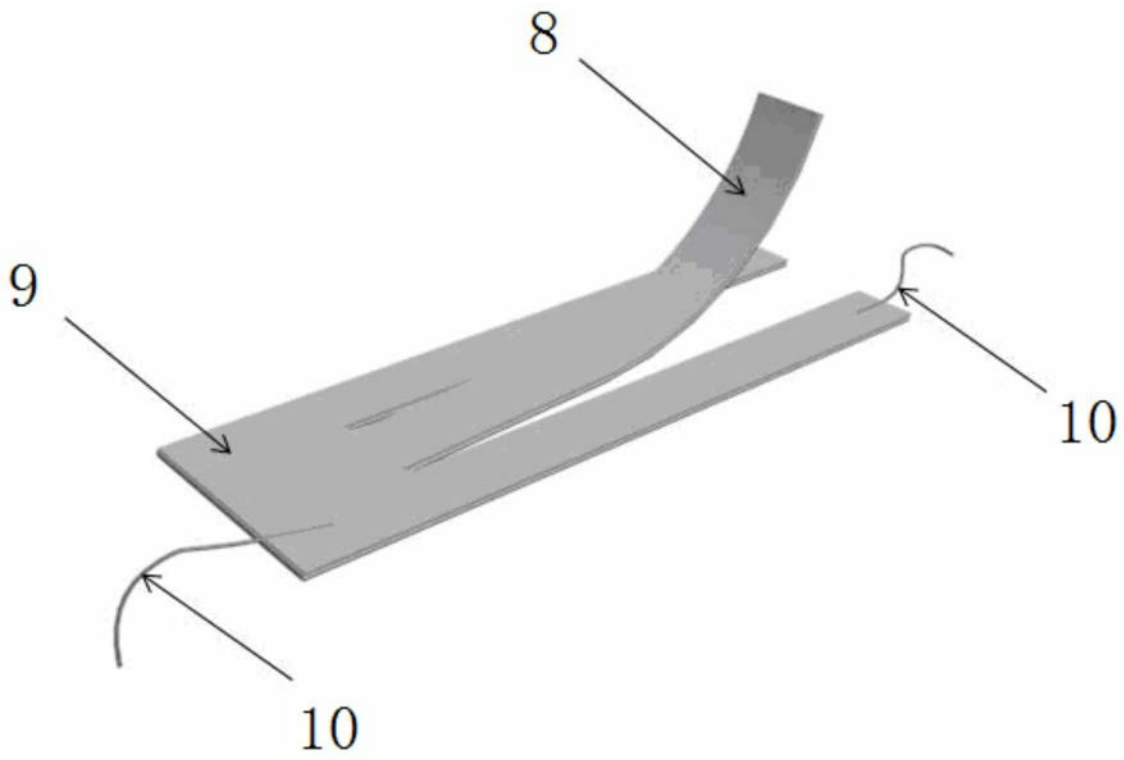


图4

专利名称(译)	一种集传感与驱动为一体的非对称结构纸基石墨烯智能薄膜、制备方法及应用		
公开(公告)号	CN110123336A	公开(公告)日	2019-08-16
申请号	CN201910421907.8	申请日	2019-05-21
[标]申请(专利权)人(译)	合肥工业大学		
申请(专利权)人(译)	合肥工业大学		
当前申请(专利权)人(译)	合肥工业大学		
[标]发明人	胡颖 齐珂 杨露露 常龙飞 刘家琴 翟华 吴玉程		
发明人	胡颖 黄马静 井壮 齐珂 杨露露 常龙飞 刘家琴 翟华 吴玉程		
IPC分类号	A61B5/11 A61B5/00 D21H17/70		
CPC分类号	A61B5/1118 A61B5/6801 D21H17/70		
代理人(译)	孙永刚		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种集传感与驱动为一体的非对称结构纸基石墨烯智能薄膜、制备方法及应用，涉及柔性智能驱动与传感材料技术领域。将纸浸渍在氧化石墨烯溶液中，干燥后重复浸渍，得到纸基氧化石墨烯薄膜；在氢碘酸中进行还原形成具有非对称结构的纸基石墨烯薄膜。本发明能够用于检测人类生理信号的智能可穿戴传感器及仿生花、温度传感器、仿生爬行机器人等，同时，能够制备成集合传感与驱动为一体的多功能智能穿戴器件，同时实现对于人体活动的感知以及光致变形等多种功能，在柔性智能仿生器件领域具有良好的应用前景。

