



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108469319 A

(43)申请公布日 2018.08.31

(21)申请号 201810229752.3

(22)申请日 2018.03.20

(71)申请人 西南交通大学

地址 610000 四川省成都市金牛区二环路
北一段

(72)发明人 邓维礼 杨维清 翟福琪 杨涛
赵凡漪 朱婷 蔡万源 李兆峰
熊达 田果

(74)专利代理机构 成都超凡明远知识产权代理
有限公司 51258

代理人 刘哲源

(51)Int.Cl.

G01L 1/22(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

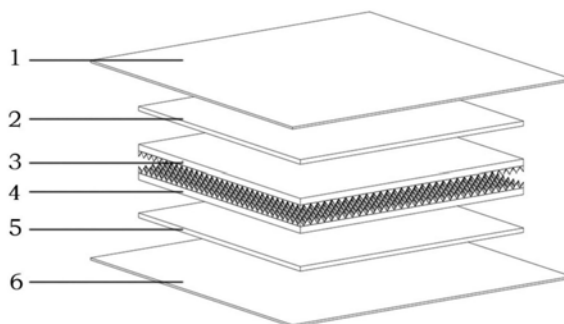
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种柔性力敏传感器及其制备方法、阵列器件和应用

(57)摘要

一种柔性力敏传感器及其制备方法、阵列器件和应用,其主要涉及传感器制备技术领域。通过选用PDMS制作微结构化的薄膜,使得PDMS的低杨氏模量提高了结构弹性,增强了柔性力敏传感器的可穿戴性和灵敏度;利用表面仿生的随机多层微结构,大幅增加了力敏传感器的灵敏度,增强了其对微小应力的传感能力,从而有助于将压阻式柔性力敏传感器应用到医疗监测等健康领域,使其能够实时监测诸如脉搏、呼吸等多种人体信号;另外,上述柔性力敏传感器的制备方法不但具有良好的工艺性与较低的成本,适合大规模生产,而且通过该方法可获得具有不同形貌、不同层次、不同尺度、不同维数、不同功能的仿生表面。



1. 一种柔性力敏传感器的制备方法,其特征在于,其包括以下步骤:

将PDMS基底与固化剂按5:1的重量比混合,得到PDMS预聚物;对所述PDMS预聚物进行一次搅拌后,加入炭黑并进行二次搅拌,得到炭黑/PDMS油墨初产物;所述二次搅拌结束后,在真空条件下除去所述炭黑/PDMS油墨初产物的气泡,得到炭黑/PDMS油墨;

将所述炭黑/PDMS油墨旋涂于表面具有微结构的毛玻璃片模具上,并进行固化处理,进而再将固化后的炭黑/PDMS油墨从所述毛玻璃片模具上剥离出来,得到表面微图案化的炭黑/PDMS薄膜;

在所述炭黑/PDMS薄膜无所述微图案的一侧表面上设置金属电极,得到传感器柔性薄膜电极;

将所述传感器柔性薄膜电极进行切割后,将切割得到的两片传感器柔性薄膜电极片叠放,进而引出导线并进行封装;其中,两片所述传感器柔性薄膜电极片具有所述微图案的表面相对地贴合在一起。

2. 根据权利要求1所述的柔性力敏传感器的制备方法,其特征在于,所述一次搅拌和所述二次搅拌均为机械搅拌方式;其中,所述一次搅拌的时间为5-8min;所述二次搅拌的时间为30-40min。

3. 根据权利要求1所述的柔性力敏传感器的制备方法,其特征在于,在将所述炭黑/PDMS油墨旋涂于所述毛玻璃片模具上时,旋涂速度为每分钟600-610转。

4. 根据权利要求1所述的柔性力敏传感器的制备方法,其特征在于,进行所述固化处理时,固化条件为70℃下固化2小时。

5. 根据权利要求1所述的柔性力敏传感器的制备方法,其特征在于,设置所述金属电极时,采用MEMS磁控溅射或蒸镀工艺。

6. 根据权利要求1所述的柔性力敏传感器的制备方法,其特征在于,进行所述封装时采用Kapton胶带。

7. 根据权利要求1-6任意一项所述的柔性力敏传感器的制备方法,其特征在于,得到所述炭黑/PDMS油墨初产物的过程中,所述PDMS预聚物与所述炭黑的质量比为15:1。

8. 一种柔性力敏传感器,其特征在于,所述柔性力敏传感器根据权利要求1-7任意一项所述的柔性力敏传感器的制备方法制得。

9. 一种如权利要求8所述的柔性力敏传感器的应用,其特征在于,所述柔性力敏传感器应用于电子皮肤中。

10. 一种柔性力敏传感器阵列器件,其特征在于,所述柔性力敏传感器阵列器件是通过将多个权利要求8中所述的柔性力敏传感器进行整体封装并引出导线后得到的。

一种柔性力敏传感器及其制备方法、阵列器件和应用

技术领域

[0001] 本发明涉及传感器制备技术领域,具体而言,涉及一种柔性力敏传感器及其制备方法、阵列器件和应用。

背景技术

[0002] 电子皮肤即新型可穿戴柔性仿生触觉传感器,是一种用于实现仿人类触觉感知功能的人造柔性电子器件。利用传感器技术、微机电技术和新材料技术制作的能够模仿人体皮肤保护、感知、调节等功能的电子装置或电子系统。电子皮肤通过在柔性衬底上制作敏感电子器件,模拟人类皮肤的传感功能,以期达到甚至超越皮肤的传感性能,从而在机器人、人工义肢、医疗检测和诊断等方面展现应用前景。触觉感知是人体皮肤的主要功能之一,畅通传导触觉信号是电子皮肤需要实现的基本功能,柔性力敏传感器是实现触觉传感的有效器件。压阻式柔性力敏传感器因其优良的特性和良好的贴附性,被认为是未来可穿戴电子设备的重要组成部分。

[0003] 然而,由于目前昂贵的成本、复杂的制造技术以及较低的稳定性限制了压阻式力敏传感器的实际应用。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种柔性力敏传感器,其具有较佳的性能稳定性、柔弹性和灵敏度。

[0005] 本发明的另一目的在于提供一种柔性力敏传感器的制备方法,其制备工艺简单、成本低,并且能够大规模生产。

[0006] 本发明的另一目的在于提供一种柔性力敏传感器的应用,其具有上述的柔性力敏传感器的各项优点。

[0007] 本发明的另一目的在于提供一种柔性力敏传感器阵列器件,其具有上述柔性力敏传感器的各项优点。

[0008] 本发明解决其技术问题是采用以下技术方案来实现。

[0009] 本发明提出一种柔性力敏传感器的制备方法,其包括以下步骤:

[0010] 将PDMS基底与固化剂按5:1的重量比混合,得到PDMS预聚物;对PDMS预聚物进行一次搅拌后,加入炭黑并进行二次搅拌,得到炭黑/PDMS油墨初产物;二次搅拌结束后,在真空条件下除去炭黑/PDMS油墨初产物的气泡,得到炭黑/PDMS油墨;将炭黑/PDMS油墨旋涂于表面具有微结构的毛玻璃片模具上,并进行固化处理,进而再将固化后的炭黑/PDMS油墨从毛玻璃片模具上剥离出来,得到表面微图案化的炭黑/PDMS薄膜;在炭黑/PDMS薄膜无微图案的一侧表面上设置金属电极,得到传感器柔性薄膜电极;传感器柔性薄膜电极进行切割后,将切割得到的两片传感器柔性薄膜电极片叠放,进而引出导线并进行封装;其中,两片传感器柔性薄膜电极片具有微图案的表面相对地贴合在一起。

[0011] 本发明还提出一种柔性力敏传感器,该柔性力敏传感器根据上述的柔性力敏传感

器的制备方法制得。

[0012] 本发明还提出一种如上述的柔性力敏传感器的应用,具体地,该柔性力敏传感器应用于电子皮肤中。

[0013] 本发明还提出一种柔性力敏传感器阵列器件,该柔性力敏传感器阵列器件是通过将多个上述的柔性力敏传感器进行整体封装并引出导线后得到的。

[0014] 本发明实施例的柔性力敏传感器及其制备方法、阵列器件和应用的有益效果是:本发明实施例通过选用PDMS制作微结构化的薄膜,使得PDMS的低杨氏模量提高了结构弹性,增强了柔性力敏传感器的可穿戴性和灵敏度;利用表面仿生的随机多层微结构(如毛玻璃片表面微结构、利用激光雕刻产生的多层表面微结构等物理结构,以及具有微米双层次结构的荷叶表面,仿鲨鱼皮的肋条状表面结构、水龟的腿表面、蝴蝶的翅膀表面等仿生结构等),大幅增加力敏传感器的灵敏度,增强对微小应力的传感能力,从而将压阻式柔性力敏传感器应用到医疗监测等健康领域,使其能够实时监测诸如脉搏、呼吸等多种人体信号。同时,本发明实施例提供的柔性力敏传感器的制备方法具有良好的工艺性与较低的成本,适合大规模生产,该方法亦可获得具有不同形貌、不同层次、不同尺度、不同维数、不同功能的仿生表面。

附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0016] 图1为试验例中柔性力敏传感器结构图;

[0017] 图2为试验例中柔性力敏传感器的剖视图;

[0018] 图3为试验例中倒金字塔微结构;

[0019] 图4为试验例中的毛玻璃微结构;

[0020] 图5为试验例中柔性力敏传感器的R-t测试曲线。

[0021] 图中:1-封装层;2-电极层;3-微结构化的炭黑/PDMS薄膜;4-炭黑/PDMS薄膜上的微结构;5-电极层;6-封装层。

具体实施方式

[0022] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市售购买获得的常规产品。

[0023] 下面对本发明实施例的柔性力敏传感器及其制备方法、阵列器件和应用进行具体说明。

[0024] 本发明实施例提供一种柔性力敏传感器的制备方法,其包括以下步骤:

[0025] S1、将PDMS基底与固化剂按5:1的重量比混合,得到PDMS预聚物;对PDMS预聚物进行一次搅拌后,加入炭黑并进行二次搅拌,得到炭黑/PDMS油墨初产物;二次搅拌结束后,在

真空条件下除去炭黑/PDMS油墨初产物的气泡,得到炭黑/PDMS油墨。

[0026] 需要说明的是,为了保证混合的更加充分和混合物中各组分的良好分散性,本发明实施例中一次搅拌和二次搅拌均为机械搅拌方式。其中,一次搅拌的时间为5-8min;二次搅拌的时间为30-40min。优选地,一次搅拌的时间为5min;二次搅拌的时间为30min。另外,进行二次搅拌时,在常温常压下进行即可。

[0027] 进一步地,为了保证炭黑/PDMS油墨的质量,使其满足最终柔性力敏传感器的性能要求,本发明实施例在得到炭黑/PDMS油墨初产物的过程中,PDMS预聚物与炭黑的混合质量比为15:1。

[0028] S2、将炭黑/PDMS油墨旋涂于表面具有微结构的毛玻璃片模具上,并进行固化处理,进而再将固化后的炭黑/PDMS油墨从毛玻璃片模具上剥离出来,得到表面微图案化的炭黑/PDMS薄膜。

[0029] 进一步地,为了保证炭黑/PDMS油墨的旋涂均匀性、稳定性以及最终炭黑/PDMS薄膜的目标厚度,本发明实施例中在将炭黑/PDMS油墨旋涂于毛玻璃片模具上时,旋涂速度为每分钟600-610转,并且优选地旋涂速度为每分钟600转。

[0030] 进一步地,为了保证炭黑/PDMS油墨的固化效果和炭黑/PDMS薄膜的质量,本发明实施例中,在进行固化处理时,固化条件为70℃下固化2小时。

[0031] 需要说明的是,本实施例中的表面具有微结构的毛玻璃片模具只是表面具有仿生微结构的其中一种,在其它实施例中,还可以是其它仿生微结构,如利用激光雕刻产生的多层表面微结构等物理结构,以及具有微米双层次结构的荷叶表面,仿鲨鱼皮的肋条状表面结构、水黾的腿表面、蝴蝶的翅膀表面等仿生结构等。需要强调的是,这些特殊的微结构能够大幅增加柔性力敏传感器的灵敏度,增强其对与微小应力的传感能力,从而将压阻式柔性力敏传感器应用到医疗监测等健康领域,使其能够实时监测诸如脉搏、呼吸等多种人体信号。

[0032] S3、在炭黑/PDMS薄膜无微图案的一侧表面上设置金属电极,得到传感器柔性薄膜电极。

[0033] 进一步地,为了保证设置金属电极的低成本和工艺的优异性,本发明实施例在设置金属电极时,采用MEMS磁控溅射或蒸镀工艺。

[0034] S4、传感器柔性薄膜电极进行切割后,将切割得到的两片传感器柔性薄膜电极片叠放,进而引出导线并进行封装;其中,两片传感器柔性薄膜电极片具有微图案的表面相对地贴合在一起。

[0035] 进一步地,为了保证封装效果,本发明实施例优先地,在进行封装时采用Kapton胶带进行封装。

[0036] 本发明实施例还提供一种柔性力敏传感器。需要说明的是,本发明实施例提供的柔性力敏传感器是根据本发明实施例上述提供的柔性力敏传感器的制备方法制得,其具有较佳的性能稳定性、柔弹性、灵敏度和可穿戴性。

[0037] 本发明实施例还提供一种如上述的柔性力敏传感器的应用,具体地,该柔性力敏传感器应用于电子皮肤中。需要说明的是,由该柔性力敏传感器制备的电子皮肤具有较佳的性能稳定性、柔弹性、灵敏度和可穿戴性,故其具有重要的推广应用价值。

[0038] 本发明实施例还提供一种柔性力敏传感器阵列器件,该柔性力敏传感器阵列器件

是通过将多个上述的柔性力敏传感器进行整体封装并引出导线后得到的。需要说明的是，本发明实施例提供的柔性力敏传感器阵列器件具体上述柔性力敏传感器的各项优点。

[0039] 以下结合实施例对本发明的特征和性能作进一步的详细描述。

[0040] 实施例1

[0041] 本实施例提出一种柔性力敏传感器的制备方法，其包括以下步骤：

[0042] 首先，将PDMS基底与固化剂按5:1的重量比混合，得到PDMS预聚物；用机械搅拌器对PDMS预聚物进行一次搅拌后，在常温常压下，加入炭黑并进行二次搅拌，得到炭黑/PDMS油墨初产物；二次搅拌结束后，在真空条件下除去炭黑/PDMS油墨初产物的气泡，得到炭黑/PDMS油墨。其中，一次搅拌时间为5min，二次搅拌的时间为30min。

[0043] 其次，利用旋涂机将炭黑/PDMS油墨以每分钟600转的速度旋涂于表面具有微结构的毛玻璃片模具上，并在70℃下进行2小时的固化处理，进而再将固化后的炭黑/PDMS油墨从毛玻璃片模具上剥离出来，得到表面微图案化的炭黑/PDMS薄膜。

[0044] 进一步地，在炭黑/PDMS薄膜无微图案的一侧表面上采用MEMS磁控溅射或蒸镀工艺来设置金属电极，得到传感器柔性薄膜电极。

[0045] 最后，将传感器柔性薄膜电极按照目标合适的大小进行切割，并将切割得到的两片传感器柔性薄膜电极片叠放，进而再引出导线并进行封装。其中，两片传感器柔性薄膜电极片具有微图案的表面相对地贴合在一起，并且封装时采用Kapton胶带进行封装。

[0046] 本实施例还提供一种柔性力敏传感器，该柔性力敏传感器根据上述的柔性力敏传感器的制备方法制得，该柔性力敏传感器为柔性的压阻式力敏传感器。

[0047] 本实施例还提供一种如上述的柔性力敏传感器的应用，具体地，该柔性力敏传感器应用于电子皮肤中。

[0048] 本实施例还提供一种柔性力敏传感器阵列器件，该柔性力敏传感器阵列器件是通过将多个上述的柔性力敏传感器进行整体封装并引出导线后得到。

[0049] 试验例

[0050] 为了对本发明实施例中的柔性力敏传感器的性能进行测试，本试验例选取实施例1作为样本进行相关的说明和测试表征分析。

[0051] 具体地，测试时的柔性力敏传感器的结构特征及其微观结构特征如图1、图2和图3所示，其中，图1是柔性力敏传感器结构图，图2是柔性力敏传感器的剖视图（对应地，图1和图2中的柔性力敏传感器包括封装层1和封装层6、电极层2和电极层5、微结构化的炭黑/PDMS薄膜3以及炭黑/PDMS薄膜上的微结构4），图3是倒金字塔微结构。另外，为了辅助说明微结构的特征，图4还给出了毛玻璃的微结构图。

[0052] 进一步地，在进行电学性能测试时，试验例中具体测试了柔性力敏传感器在一周期性作用力下电阻值的变化曲线，结果如图5所示。从图5可以看出，该柔性力敏传感器的电阻随应力的作用而减小，而且该传感器具有很高的灵敏度，较快的响应速度和良好的稳定性，适合应用于人体信号监测等领域。另外，通过实验还测得，该柔性力敏传感器亦可以用于弯曲等形变的测量。

[0053] 综上所述，本发明实施例通过选用PDMS制作微结构化的薄膜，使得PDMS的低杨氏模量提高了结构弹性，增强了柔性力敏传感器的可穿戴性和灵敏度；利用表面仿生的随机多层微结构（如毛玻璃片表面微结构、利用激光雕刻产生的多层表面微结构等物理结构，以

及具有微米双层次结构的荷叶表面,仿鲨鱼皮的肋条状表面结构、水龟的腿表面、蝴蝶的翅膀表面等仿生结构等),大幅增加力敏传感器的灵敏度,增强对微小应力的传感能力,从而有助于将压阻式柔性力敏传感器应用到医疗监测等健康领域,使其能够实时监测诸如脉搏、呼吸等多种人体信号。同时,本发明实施例提供的柔性力敏传感器的制备方法具有良好的工艺性与较低的成本,适合大规模生产,该方法亦可获得具有不同形貌、不同层次、不同尺度、不同维数、不同功能的仿生表面。

[0054] 以上所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

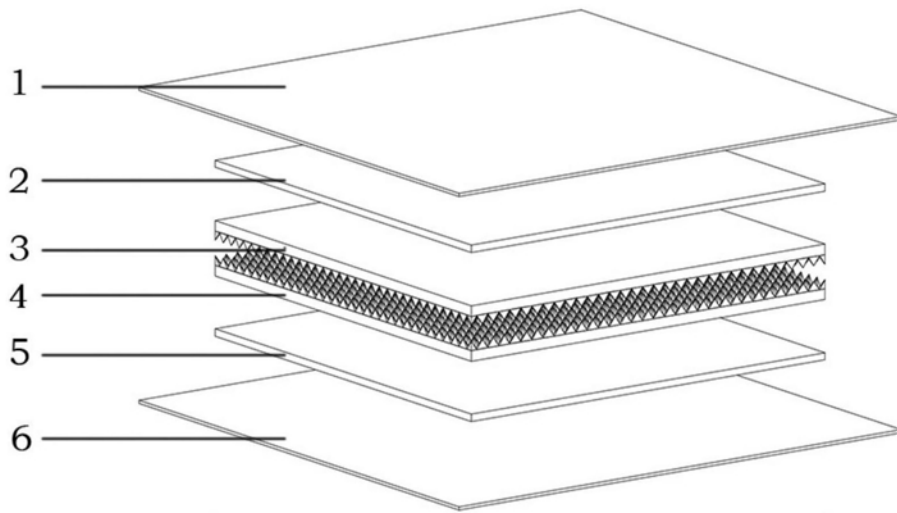


图1

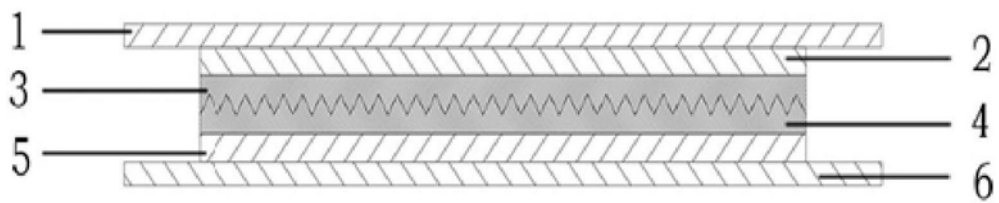


图2

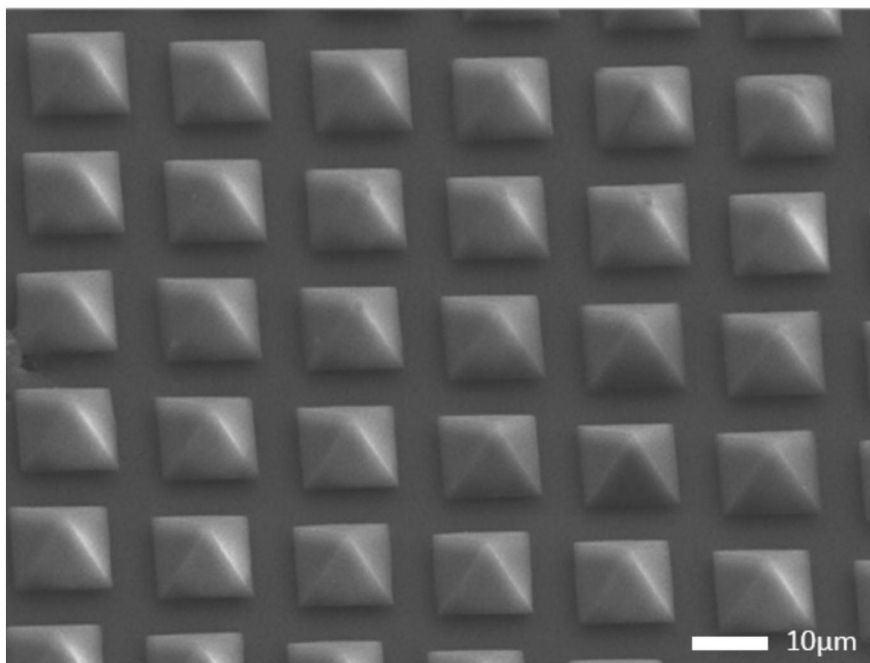


图3

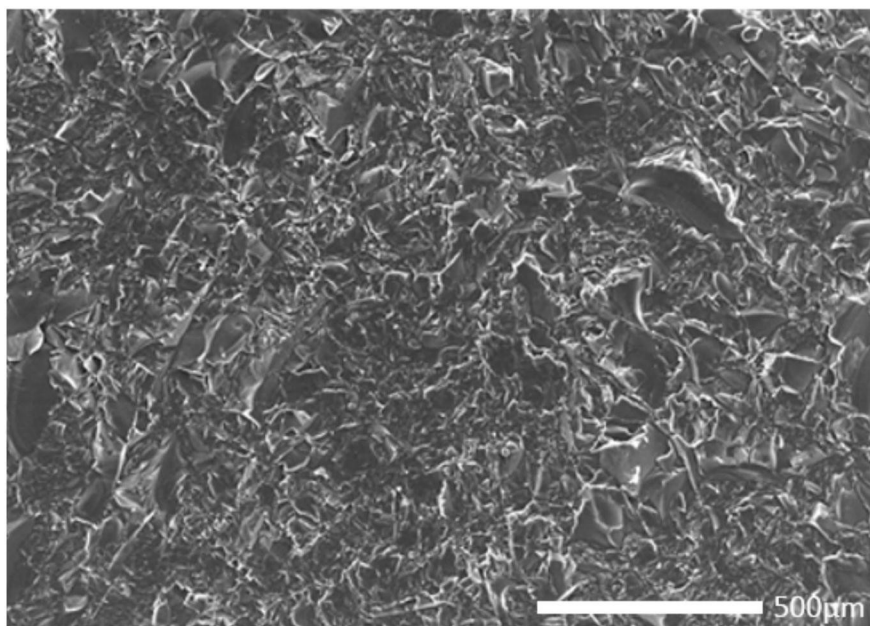


图4

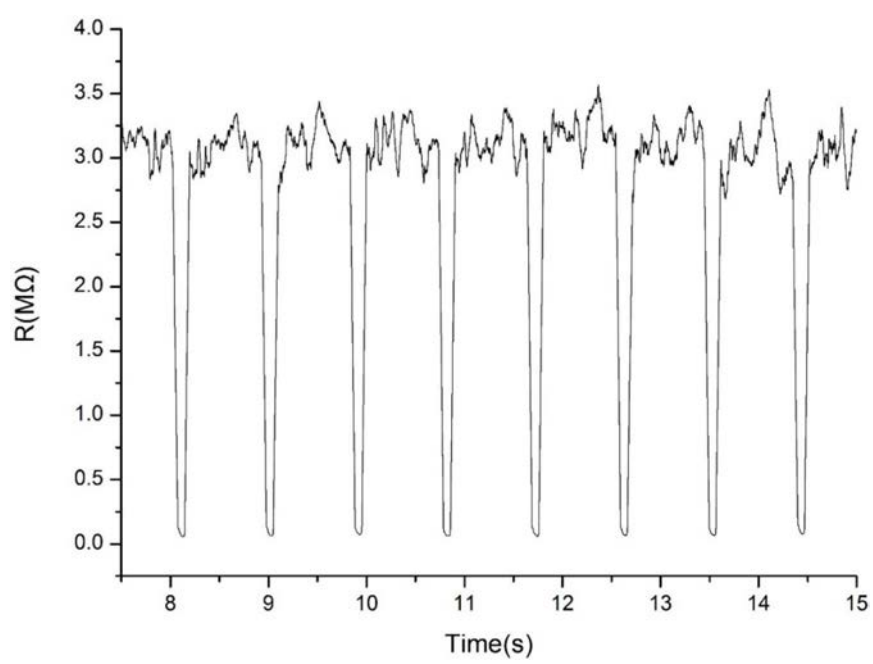


图5

专利名称(译)	一种柔性力敏传感器及其制备方法、阵列器件和应用		
公开(公告)号	CN108469319A	公开(公告)日	2018-08-31
申请号	CN201810229752.3	申请日	2018-03-20
[标]申请(专利权)人(译)	西南交通大学		
申请(专利权)人(译)	西南交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	西南交通大学		
[标]发明人	邓维礼 杨维清 翟福琪 杨涛 赵凡漪 朱婷 蔡万源 李兆峰 熊达 田果		
发明人	邓维礼 杨维清 翟福琪 杨涛 赵凡漪 朱婷 蔡万源 李兆峰 熊达 田果		
IPC分类号	G01L1/22 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/6843 G01L1/22		
代理人(译)	刘哲源		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种柔性力敏传感器及其制备方法、阵列器件和应用，其主要涉及传感器制备技术领域。通过选用PDMS制作微结构化的薄膜，使得PDMS的低杨氏模量提高了结构弹性，增强了柔性力敏传感器的可穿戴性和灵敏度；利用表面仿生的随机多层微结构，大幅增加了力敏传感器的灵敏度，增强了其对微小应力的传感能力，从而有助于将压阻式柔性力敏传感器应用到医疗监测等健康领域，使其能够实时监测诸如脉搏、呼吸等多种人体信号；另外，上述柔性力敏传感器的制备方法不但具有良好的工艺性与较低的成本，适合大规模生产，而且通过该方法可获得具有不同形貌、不同层次、不同尺度、不同维数、不同功能的仿生表面。

