



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110696540 A
(43)申请公布日 2020.01.17

(21)申请号 201910932690.7

(22)申请日 2019.09.29

(71)申请人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市玄武区四牌楼2号

(72)发明人 徐华 安远 刘世念 顾忠泽

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 沈进

(51) Int. Cl.

B44C 5/00(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/08(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

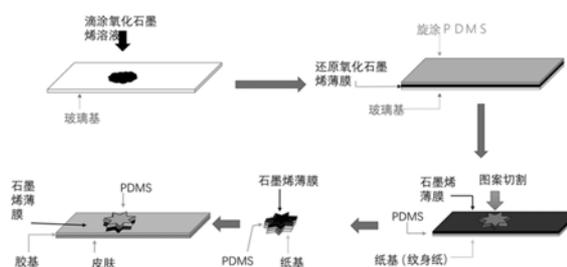
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤及其制备方法

(57)摘要

本发明提供了一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤及其制备方法。该电子纹身皮肤主要由三层组成：上层为PDMS层，中间为石墨烯层，下层为胶基层。使用时通过胶基层(背胶)转移到人体皮肤，实现电子纹身皮肤直接贴在人体皮肤表面。除了具有美观装饰的作用，还可通过中间层石墨烯的电信号变化可以检测人体运动及脉搏、呼气频率等健康数据。和目前报道的电子纹身皮肤相比，本发明的基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤具有制备简单、快速、低成本等特点，制备的电子纹身皮肤具有皮肤贴附性好、柔韧性、机械稳定性和导电性高，实现美观装饰的同时，实现对人体运动及健康状况的监测。



1. 一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤,其特征在于:该电子纹身皮肤由三层组成:上层为PDMS层,中间层为还原氧化石墨烯薄膜,下层为胶基层。

2. 根据权利要求1所述的一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤,其特征在于:所述PDMS层上还设有表面等离子处理后的纸基层。

3. 一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤的制备方法,其特征在于,该制备方法包括以下步骤:

(1) 使用滴涂法在表面等离子处理过的固体基底表面滴涂氧化石墨烯溶液,并烘干得到氧化石墨烯薄膜;将氧化石墨烯薄膜在抗坏血酸溶液中加热还原,得到还原氧化石墨烯薄膜;

(2) 在还原氧化石墨烯薄膜表面制备一层PDMS,得到PDMS/还原氧化石墨烯薄膜;

(3) 将固体基底上的PDMS/还原氧化石墨烯薄膜转移到表面等离子处理后的纸基上;并在其表面覆盖图案化模版,通过印花切割机器进行切割,得到图案化的PDMS/还原氧化石墨烯薄膜,并在还原氧化石墨烯薄膜表面引出电极;

(4) 将胶基层贴附于还原氧化石墨烯薄膜表面,即可得到电子纹身皮肤。

4. 根据权利要求3所述的一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤的制备方法,其特征在于,所述的步骤(1)中氧化石墨烯溶液的浓度为0.2mg/ml-3mg/ml,烘干温度为50~100℃,时间为2 ~ 6h。

5. 根据权利要求3所述的一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤的制备方法,其特征在于,所述的步骤(1)中制备的氧化石墨烯薄膜的厚度为100nm-50um。

6. 根据权利要求3所述的一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤的制备方法,其特征在于,所述的步骤(1)的氧化石墨烯薄膜在抗坏血酸溶液加热还原得到导电的还原氧化石墨烯,加热还原的温度为在50~150℃,反应1~5h,抗坏血酸溶液的浓度为0.5~10mg/ml。

7. 根据权利要求3所述的一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤的制备方法,其特征在于,所述的步骤(2)中在制备的石墨烯表面旋涂PDMS预聚体和固化剂的混合液,烘干得到PDMS/还原氧化石墨烯薄膜,PDMS预聚体和固化剂的质量比为10:1,固化温度为40~95℃。

8. 根据权利要求3所述的一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤的制备方法,其特征在于,所述的步骤(2)中还原石墨烯薄膜上的PDMS厚度在100nm-50um。

一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤及其制备方法

[0001]

技术领域

[0002] 本发明属于电子纹身皮肤技术领域,特别是涉及一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤及其制备方法。

背景技术

[0003] 电子皮肤是一种利用传感器技术、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,实现仿人类触觉感知功能的人造柔性电子器件。电子纹身皮肤是指一个厚度仅相当于一张薄纸,具有一定图案的超薄电路,它可以直接贴在人体表面,用于显示用户身份、人体健康监护等功能,并将多种身体健康信息传输到终端。和目前许多健康管理的可穿戴设备相比,电子纹身皮肤具有更高的灵敏性,更快的响应速度,更薄的结构,更好的皮肤贴合度等许多优异的特点,其无论在医疗还是人机交互领域都有极大前景,也被认为是可穿戴设备的终极传感器形态。石墨烯材料由于其良好的机械柔韧性、优异的电学性能和力学特性,已成为构建电子纹身皮肤理想的传感材料。其中基于图案化石墨烯薄膜的电子纹身皮肤不仅可以实现模拟人类皮肤高灵敏的感知功能,同时还具有美观、装饰的功能,已成为目前电子纹身皮肤的研究热点。

[0004] 光刻和离子刻蚀技术是最先被用来刻蚀气相沉积(CVD)生长的石墨烯膜来制备图案化的石墨烯薄膜。但由于刻蚀CVD生长的石墨烯制备图案化石墨烯工艺复杂,制备环境苛刻、成本高,而转移剥离的石墨烯膜制备图案化石墨烯工艺繁琐、耗时长、产量低且对转移的柔性基底要求苛刻,这些都能严重限制了图案化石墨烯及电子纹身皮肤的大规模制备及应用研究。为此,化学法制备的氧化石墨烯(GO)也被用于图案化石墨烯的构建。利用GO溶液作为墨水,通过喷墨打印技术可以在柔性基底上实现不同图案化石墨烯的构建,并用于高性能电子皮肤研究;Ren等人也提出了利用激光直写GO膜来制备图案化的rGO薄膜。GO薄膜被激光照射的地方会被还原为rGO,而没有被激光照射的GO膜可以通过水洗掉,得到图案化的rGO薄膜。化学法制备的rGO材料由于具有制备简单,成本低、可大规模量产等特点已逐渐成为目前石墨烯电子皮肤构建的热点材料。尽管激光直写GO膜和喷墨打印石墨烯溶液来以被用来制备图案化石墨烯,其仍然存在着制备工艺复杂,耗时长、产量低、成本高且难以大面积制备等问题,限制图案化石墨烯及高性能电子纹身皮肤的大规模制备及开发研究。

发明内容

[0005] 为了克服现有制备技术中制备图案化石墨烯材料制备中存在的问题,本发明提供一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤及其制备方法。该方法制备简单,操作方便,对设备、工艺要求简单,成本低,可实现大规模工业化生产。制备的石墨烯薄膜的图案可以通过模板的图案来控制,制备得到的基于图案化石墨烯薄膜的电子纹身皮肤具有皮肤贴肤性好、柔韧性及导电性高,除了具有美观装饰的作用,还可通实现对人体运动及脉搏、呼气频

率等健康状况的监测。

[0006] 本发明提供一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤,该电子纹身皮肤由三层组成:上层为PDMS层,中间层为还原氧化石墨烯薄膜,下层为胶基层。

[0007] 进一步,所述PDMS层上还设有表面等离子处理后的纸基层。

[0008] 本发明提供了一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤的制备方法,该制备方法包括以下步骤:

(1) 使用滴涂法在表面等离子处理过的固体基底表面滴涂氧化石墨烯溶液,并烘干得到氧化石墨烯薄膜;将氧化石墨烯薄膜在抗坏血酸溶液中加热还原,得到还原氧化石墨烯薄膜;

(2) 在还原氧化石墨烯薄膜表面制备一层PDMS,得到PDMS/还原氧化石墨烯薄膜;

(3) 将固体基底上的PDMS/还原氧化石墨烯薄膜转移到表面等离子处理后的纸基上;并在其表面覆盖图案化模版,通过印花切割机器进行切割,得到图案化的PDMS/还原氧化石墨烯薄膜,并在还原氧化石墨烯薄膜表面引出电极;

(4) 将胶基层贴附于还原氧化石墨烯薄膜表面,即可得到电子纹身皮肤。

[0009] 进一步,所述的步骤(1)中氧化石墨烯溶液的浓度为0.2mg/ml-3mg/ml,烘干温度为50~100℃,时间为2~6h。

[0010] 进一步,所述的步骤(1)中制备的氧化石墨烯薄膜的厚度为100nm-50um。

[0011] 进一步,所述的步骤(1)的氧化石墨烯薄膜在抗坏血酸溶液加热还原得到导电的还原氧化石墨烯,加热还原的温度为在50~150℃,反应1~5h,抗坏血酸溶液的浓度为0.5~10mg/ml。

[0012] 进一步,所述的步骤(2)中在制备的石墨烯表面旋涂PDMS预聚体和固化剂的混合液,烘干得到PDMS/还原氧化石墨烯薄膜,PDMS预聚体和固化剂的质量比为10:1,固化温度为40~95℃。

[0013] 进一步,所述的步骤(2)中还原石墨烯薄膜上的PDMS厚度在100nm-50um。

[0014] 有益效果:本发明所述的图案化石墨烯薄膜的电子纹身皮肤的制备方法具有如下优点:(1)将石墨烯薄膜和纸基结合起来,通过印花切割技术来制备图案化的石墨烯薄膜,具有简单快速、易操作、成本低等优点。(2)通过调控模版的图案可实现多种不同的图案化石墨烯薄膜的制备用于电子纹身皮肤;(3)在石墨烯薄膜一面旋涂PDMS,可有效提高了石墨烯薄膜的稳定性;在石墨烯薄膜另一面结合背胶,可增强石墨烯在皮肤的贴附性,提高了传感器的精确度;(4)本发明制备的一种基于图案化石墨烯薄膜的电子纹身皮肤具有皮肤贴附性和柔韧性好、导电性高,可贴附在皮肤作为装饰品,同时实现人体健康信号的获取。

[0015]

附图说明

[0016] 图1为实施例1制备的藤花型电子纹身皮肤的示意图。

[0017] 图2为实施例1制备的电子纹身皮肤贴附在手指的示意图。

[0018] 图3为本发明的电子纹身皮肤的制备流程示意图。

[0019] 图4为实施例1制备的电子纹身皮肤贴附在左手拇指关节处随关节运动的电学响应性的变化图。

[0020]

具体实施方式

[0021] 下面通过实施例进一步描述本发明的特征,但本发明并不局限于下述实例。依据本发明公开的技术,对于本领域中的普通技术人员来说,结合已有技术完全可以一种基于图案化石墨烯薄膜的电子纹身皮肤的制备。以下实施例中所用的PDMS的制备原料(PDMS预聚体和固化剂)分别是elastomeric base 和curing agent,均为本领域中常用的制备PDMS的材料。

[0022] 实施例1:一种藤花型图案的电子纹身皮肤的制备

(1) 在表面等离子处理过的玻璃基底表面滴涂2mg/ml的氧化石墨烯溶液,并烘干得到氧化石墨烯薄膜;将氧化石墨烯薄膜在抗坏血酸溶液中,其抗坏血酸溶液浓度优选范围为0.5~10mg/ml,在90摄氏度油浴中加热2 h,得到还原氧化石墨烯薄膜,经检测还原氧化石墨烯薄膜的电导率为 3.5×10^4 S/m;

(2) 在还原石墨烯表面旋涂PDMS预聚体和固化剂质量比为10:1的混合液,并在65度下干燥3 h,得到PDMS/还原氧化石墨烯薄膜。

[0023] (3) 将制备的PDMS/还原氧化石墨烯薄膜转移到表面等离子处理后的纸基上,纸基贴附于PDMS表面上;并在其表面覆盖藤花型图案模版,通过印花切割机器进行切割,得到藤花型图案化的PDMS/还原氧化石墨烯薄膜,在还原氧化石墨烯薄膜表面引出电极(即将导电铜箔作为电极粘在还原氧化石墨烯薄膜表面上)。

[0024] (4) 将胶基层(背胶)贴附于还原氧化石墨烯薄膜表面,即可得到藤花型图案化的电子纹身皮肤,如图1所示。

[0025] (5) 待电子纹身皮肤贴于人体待测量部位(左手拇指关节处)后,加水浸润后剥离纸基即可完成贴附,将电极与半导体测试仪连接,通过半导体测试仪检测左手拇指运动过程中所发出的信号,从而得到电子纹身皮肤贴附在左手拇指关节处随关节运动的电学响应性,如图4所示,从图中可以看出通过石墨烯电学信号变化可以检测人体手指关节运动。

[0026] 实施例2:一种蝴蝶型图案的电子纹身皮肤的制备

(1) 在表面等离子处理过的PI基底表面滴涂1mg/ml的氧化石墨烯溶液,并烘干得到氧化石墨烯薄膜;将氧化石墨烯薄膜在抗坏血酸溶液中,其抗坏血酸溶液浓度优选范围为0.5~10mg/ml,在65摄氏度油浴中加热4 h,得到还原氧化石墨烯薄膜,经检测还原氧化石墨烯薄膜的电导率为 5×10^4 S/m;

(2) 在还原石墨烯表面旋涂PDMS预聚体和固化剂质量比为10:1的混合液,并在80度下干燥2h,得到PDMS/还原氧化石墨烯薄膜。

[0027] (3) 将制备的PDMS/还原氧化石墨烯薄膜转移到表面等离子处理后的纸基上;并在其表面覆盖条蝴蝶型图案模版,通过印花切割机器进行切割,得到蝴蝶型图案化的PDMS/还原氧化石墨烯薄膜,在还原氧化石墨烯薄膜表面引出电极。

[0028] (4) 将胶基层(背胶)贴附于还原氧化石墨烯薄膜表面,即可得到蝴蝶型图案化的电子纹身皮肤。

[0029] 实施例3:一种老鹰型图案的电子纹身皮肤的制备

(1) 在表面等离子处理过的硅片基底表面滴涂2mg/ml的氧化石墨烯溶液,并烘干得到

氧化石墨烯薄膜;将氧化石墨烯薄膜在抗坏血酸溶液中,其抗坏血酸溶液浓度优选范围为0.5~10mg/ml,在100摄氏度油浴中加热2 h,得到还原氧化石墨烯薄膜,经检测还原氧化石墨烯薄膜的电导率为 $2.5 \times 10^4 \text{S/m}$;

(2) 在还原石墨烯表面旋涂PDMS预聚体和固化剂质量比为10:1的混合液,并在50度下干燥4h,得到PDMS/还原氧化石墨烯薄膜。

[0030] (3) 将制备的PDMS/还原氧化石墨烯薄膜转移到表面等离子处理后的纸基上;并在其表面覆盖老鹰型图案模版,通过印花切割机器进行切割,得到老鹰型图案化的PDMS/还原氧化石墨烯薄膜,在还原氧化石墨烯薄膜表面引出电极。

[0031] 将胶基层(背胶)贴附于还原氧化石墨烯薄膜表面,即可得到老鹰型图案化的电子纹身皮肤。



图1



图2

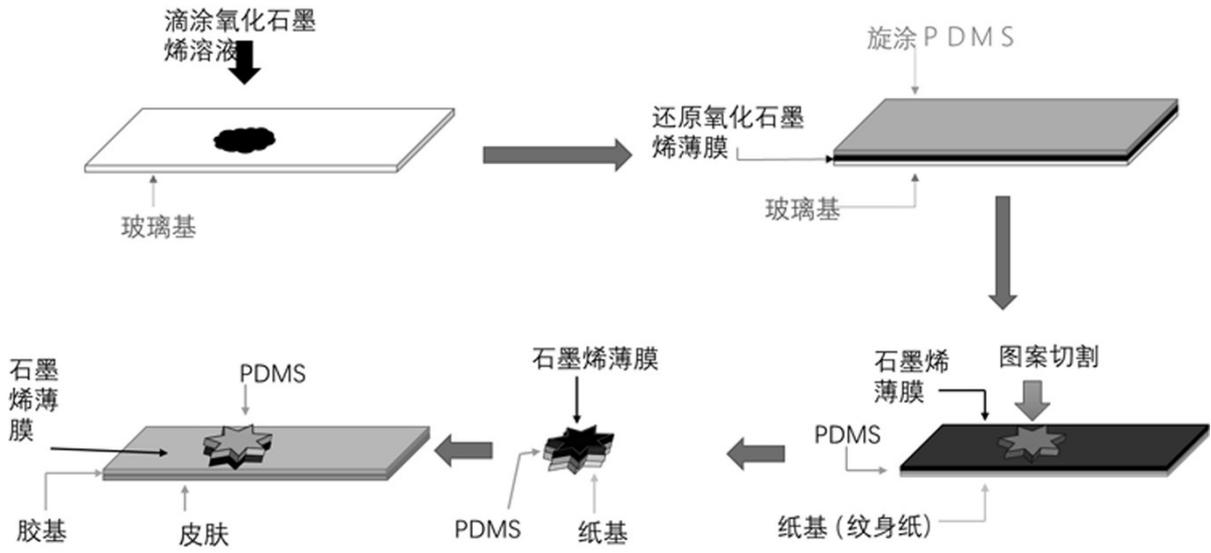


图3

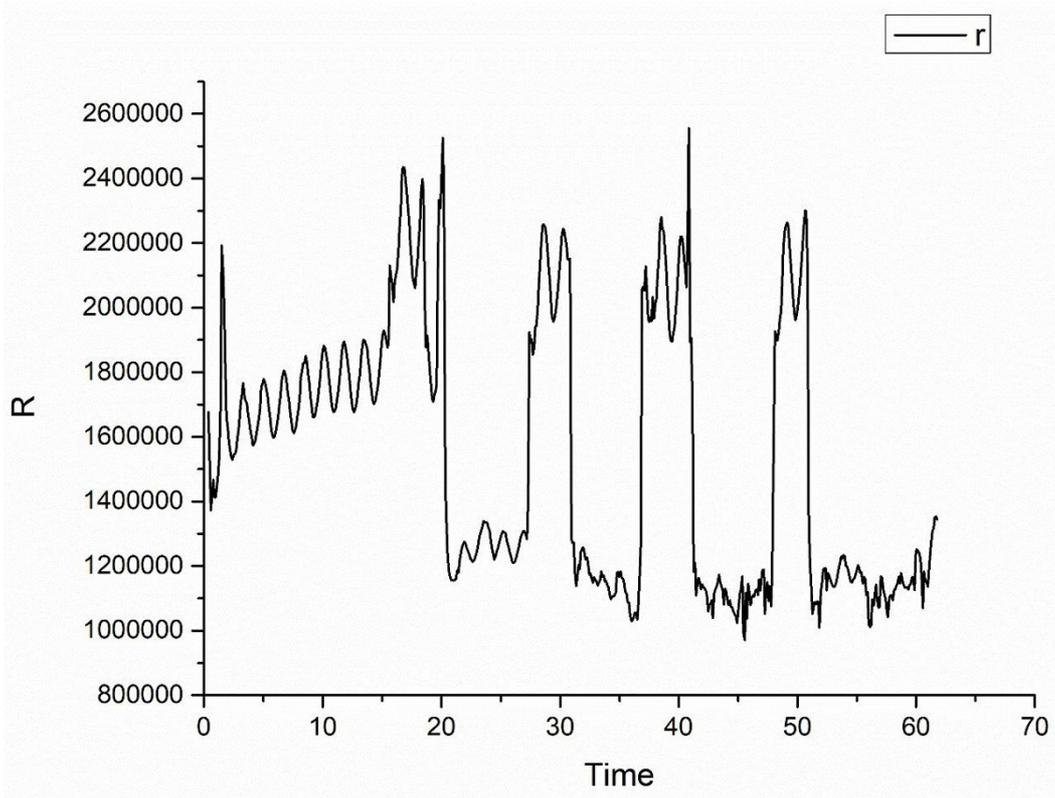


图4

专利名称(译)	一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤及其制备方法		
公开(公告)号	CN110696540A	公开(公告)日	2020-01-17
申请号	CN201910932690.7	申请日	2019-09-29
[标]申请(专利权)人(译)	东南大学		
申请(专利权)人(译)	东南大学		
当前申请(专利权)人(译)	东南大学		
[标]发明人	徐华 安远 刘世念 顾忠泽		
发明人	徐华 安远 刘世念 顾忠泽		
IPC分类号	B44C5/00 A61B5/00 A61B5/0205 A61B5/08 A61B5/11		
CPC分类号	A61B5/0205 A61B5/0816 A61B5/1118 A61B5/6813 A61B5/6826 B44C5/00		
代理人(译)	沉进		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤及其制备方法。该电子纹身皮肤主要由三层组成：上层为PDMS层，中间为石墨烯层，下层为胶基层。使用时通过胶基层（背胶）转移到人体皮肤，实现电子纹身皮肤直接贴在人体皮肤表面。除了具有美观装饰的作用，还可通过中间层石墨烯的电信号变化可以检测人体运动及脉搏、呼气频率等健康数据。和目前报道的电子纹身皮肤相比，本发明的基于图案化石墨烯的电子纹身皮肤具有制备简单、快速、低成本等特点，制备的电子纹身皮肤具有皮肤贴附性好、柔韧性、机械稳定性和导电性高，实现美观装饰的同时，实现对人体运动及健康状况的监测。

