



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114279312 B

(45) 授权公告日 2023.01.31

(21) 申请号 202111656409.5

(22) 申请日 2021.12.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114279312 A

(43) 申请公布日 2022.04.05

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 苏业旺 李居曜

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390
专利代理师 焦海峰

(51) Int. Cl.
G01B 7/16 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/02 (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01)
A41D 27/00 (2006.01)

(56) 对比文件
WO 2018047718 A1, 2018.03.15
CA 2608976 A1, 2006.12.14

(54) 发明名称
一种高灵敏度编织应变传感器及其制备方法

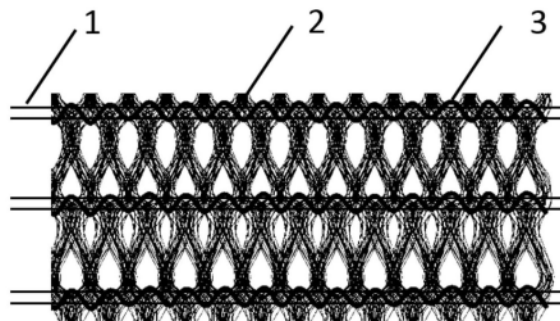
(57) 摘要
本发明公开了一种高灵敏度编织应变传感器,包括弹性织物基底、导电纤维与织物纤维,所述弹性织物基底包括数根乳胶丝,所述导电纤维往复编织在数根所述乳胶丝上并形成网状结构,所述导电纤维与乳胶丝的缠绕连接处通过织物纤维捆绑固定以使导电纤维与乳胶丝之间限位固定,相邻所述两股导电纤维在乳胶丝的拉动下相互接触或分离以引起电阻变化来实现对应变的测量。该编织应变传感器具有测量范围广、灵敏度高的特点,可以对人体运动信号进行全范围测量,如脉搏跳动、肌肉运动以及人体关节处的

US 2007171024 A1, 2007.07.26
WO 2021081887 A1, 2021.05.06
US 2019072440 A1, 2019.03.07
TW 201243119 A, 2012.11.01
CN 110926661 A, 2020.03.27
JP 2006073789 A, 2006.03.16
JP 2000328400 A, 2000.11.28
CN 113417157 A, 2021.09.21
WO 2018079741 A1, 2018.05.03
JP 2020190535 A, 2020.11.26
JP 2019215291 A, 2019.12.19
CN 107109723 A, 2017.08.29
CN 113782261 A, 2021.12.10
CN 110421933 A, 2019.11.08
CN 207280367 U, 2018.04.27
CN 102564332 A, 2012.07.11
CN 108035032 A, 2018.05.15
CN 110085358 A, 2019.08.02
CN 109716082 A, 2019.05.03
CN 110864827 A, 2020.03.06
CN 106894133 A, 2017.06.27 (续)

审查员 罗亚梅

权利要求书1页 说明书5页 附图3页

运动等;性能稳定、重复性好,经过3000次的循环加载,信号没有明显差异;该编织应变传感器可水洗;采用传统编织工艺,可以实现大批量生产。



CN 114279312 B

[接上页]

(56) 对比文件

研究进展.《产业用纺织品》.2021,第39卷

魏雅斐等.高性能纤维编织绳应变测试方法

1. 一种高灵敏度编织应变传感器,其特征在于,包括弹性织物基底、导电纤维(2)与织物纤维(3),所述弹性织物基底包括数根乳胶丝(1),所述导电纤维(2)往复编织在数根所述乳胶丝(1)上并形成网状结构,所述导电纤维(2)与乳胶丝(1)的交接处通过织物纤维(3)捆绑固定以使导电纤维(2)与乳胶丝(1)之间限位固定,相邻两股导电纤维(2)在乳胶丝(1)的拉动下相互接触或分离以引起电阻变化来实现对应变的测量。

2. 根据权利要求1所述的一种高灵敏度编织应变传感器,其特征在于:数根所述乳胶丝(1)之间相互平行设置。

3. 根据权利要求1所述的一种高灵敏度编织应变传感器,其特征在于:所述导电纤维(2)与数根所述乳胶丝(1)往复编织以形成田字形网状结构。

4. 根据权利要求3所述的一种高灵敏度编织应变传感器,其特征在于:所述导电纤维(2)编织在有预应变的所述乳胶丝(1)上。

5. 根据权利要求4所述的一种高灵敏度编织应变传感器,其特征在于:所述导电纤维(2)编织在有预应变的所述乳胶丝(1)后,再用普通织物纤维(3)将所述导电纤维(2)和所述乳胶丝(1)在交接处捆绑到一起,避免导电纤维(2)和所述乳胶丝(1)之间的相对滑移。

6. 根据权利要求5所述的一种高灵敏度编织应变传感器,其特征在于:编织结束后,释放所述乳胶丝(1)的预应变,使所述导电纤维(2)之间相互接触。

7. 根据权利要求1所述的一种高灵敏度编织应变传感器,其特征在于:所述导电纤维(2)可选择以下导电材料的任何一种但不限于以下导电材料:银纤维、铜纤维、碳纤维、金纤维。

8. 根据权利要求1所述的一种高灵敏度编织应变传感器,其特征在于:所述织物纤维(3)选择以下材料的任何一种制成但不限于以下材料:涤纶丝、尼龙丝、丙纶丝。

9. 根据权利要求1所述的一种高灵敏度编织应变传感器,其特征在于:所述传感器具有50%以上的应变测量范围、具有100以上的应变灵敏系数。

10. 根据权利要求1-6任意一项所述的一种高灵敏度编织应变传感器的制备方法,其特征在于:所述制备方法包括:

S1:将多根平行设置的乳胶丝(1)拉伸至自身弹性的极限;

S2:将一股导电纤维(2)往复编织到乳胶丝(1)上,以形成网状结构;

S3:将导电纤维(2)与乳胶丝(1)的交接处用织物纤维(3)采用针织的方法捆绑,使导电纤维(2)限位固定在乳胶丝(1)上;

S4:释放整体结构的预应变,导电纤维(2)和乳胶丝(1)之间形成的网状结构发生收缩,导致相邻两股导电纤维相互接触。

一种高灵敏度编织应变传感器及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及织物应变传感器技术领域,具体涉及一种高灵敏度编织应变传感器及其制备方法。

背景技术

[0002] 近年来,柔性电子技术的出现与发展引起了全球广泛关注。其中柔性大应变传感器作为柔性电子器件中的重要分支在智能穿戴、医疗康复以及智能机器人等方面具有重要的应用价值。

[0003] 目前,一种常见的柔性大应变传感器是柔性聚合物基底(如PDMS等)与微纳米导电材料(如碳纳米管、银纳米线、氧化石墨烯等)复合的结构。这种应变传感器可以实现高灵敏度($GF > 100$)以及大测量范围(应变100%甚至更高),但是这种应变传感器存在一些缺点:透气性差、散热性差、长期与人体接触导致舒适度差等。而编织应变传感器具有较好的舒适性,并且更易于与衣物整合到一起,这就更有利于其在智能服装中的应用。但是现在的编织应变传感器由于制备工艺的原因导致其灵敏度低、测量范围较小、稳定性差、不可水洗等缺点。

[0004] 因此为了解决上述的问题,现设计出一种高灵敏度编织应变传感器。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种高灵敏度编织应变传感器及其制备方法,以解决现有技术中透气性差、散热性差、长期与人体接触导致舒适度差以及同类织物应变传感器灵敏度低、测量范围小的技术问题。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明具体提供下述技术方案:

[0007] 一种高灵敏度编织应变传感器,包括弹性织物基底、导电纤维与织物纤维,所述弹性织物基底包括数根乳胶丝,所述导电纤维往复编织在数根所述乳胶丝上并形成网状结构,所述导电纤维与乳胶丝的连接处通过织物纤维捆绑固定以使导电纤维与乳胶丝之间限位固定,相邻所述两股导电纤维在乳胶丝的拉动下相互接触或远离以引起电阻变化来实现对应变的感知和测量。

[0008] 作为本发明的一种优选方案,数根所述乳胶丝之间相互平行设置。

[0009] 作为本发明的一种优选方案,所述导电纤维与数根所述乳胶丝往复编织以形成田字形网状结构。

[0010] 作为本发明的一种优选方案,所述导电纤维编织在有预应变的所述乳胶丝上。

[0011] 作为本发明的一种优选方案,所述导电纤维编织在有预应变的所述乳胶丝后,再用所述普通织物纤维将所述导线纤维和所述乳胶丝在交接处捆绑到一起,避免导线纤维和所述乳胶丝之间的相对滑移。

[0012] 作为本发明的一种优选方案,编织结束后,释放所述乳胶丝的预应变,使所述导电纤维之间相互接触。

[0013] 作为本发明的一种优选方案,所述导电纤维可选择以下导电材料的任何一种但不限于以下导电材料:银限位、铜纤维、碳纤维、金纤维。

[0014] 作为本发明的一种优选方案,所述织物纤维选择以下材料的任何一种制成但不限于以下材料:涤纶丝、尼龙丝、丙纶丝。

[0015] 作为本发明的一种优选方案,所述传感器具有50%以上的可测应变、具有100甚至更高的应变灵敏系数。

[0016] 作为本发明的一种优选方案,所述制备方法包括:

[0017] S1:将多根平行设置的乳胶丝拉伸至自身弹性的极限;

[0018] S2:将一股导电纤维往复编织到乳胶丝上,以形成网状结构;

[0019] S3:将导线纤维与乳胶丝的交接处用织物纤维采用针织的方法捆绑,使导线纤维限位固定在乳胶丝上;

[0020] S4:释放整体结构的预应变,导电纤维和乳胶丝之间形成的网状结构发生收缩,导致相邻两股导电纤维相互接触。

[0021] 为解决上述技术问题,本发明还进一步提供下述技术方案:

[0022] 本发明与现有技术相比较具有如下有益效果:

[0023] 相比于有聚合物基底的大应变传感器,本发明的应变传感器具有透气性好、散热性好、舒适性好以及更便于与衣物整合,这有利于应变传感器在智能服饰方面的应用。与现有的编织应变传感器相比,本发明的编织应变传感器具有高灵敏度(灵敏系数GF可达到100甚至更高),可以对人体运动信号进行全范围测量,如脉搏跳动、肌肉运动以及人体关节处的运动等;性能稳定、重复性好,经过3000次的循环加载,信号没有明显差异;该编织应变传感器可水洗;采用传统编织工艺,可以实现大批量生产;测量范围广(可测量应变范围在50%以上),能够测量人体关节处较大的运动变形;性能稳定、重复性好,经过3000次的循环加载,信号没有明显差异;该编织应变传感器可水洗;采用传统编织工艺,可以实现大批量生产。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明的实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是示例性的,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,还可以根据提供的附图引伸获得其它的实施附图。

[0025] 本说明书所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本发明可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本发明所揭示的技术内容得能涵盖的范围内。

[0026] 图1为本发明提供的编织应变传感器示意图;

[0027] 图2为本发明提供的不同尺寸银纤维编织的应变传感器电阻随应变的变化;

[0028] 图3为本发明提供的不同宽度的应变传感器电阻随应变的变化;

[0029] 图4为本发明提供的编织应变传感器重复加卸载3000次电阻变化(50%应变工况下);

- [0030] 图5为本发明提供的编织应变传感器实物图；
[0031] 图中的标号分别表示如下：
[0032] 1、乳胶丝；2、导电纤维；3、织物纤维。

具体实施方式

[0033] 以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式，熟悉此技术的人士可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点及功效，显然，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。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做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。

[0034] 如图1与图5所示，本发明提供了一种高灵敏度编织应变传感器，包括弹性织物基底、导电纤维2与织物纤维3，弹性织物基底包括数根乳胶丝1，导电纤维2往复编织在数根乳胶丝1上并形成网状结构，导电纤维2与乳胶丝1的交接处通过织物纤维3捆绑固定以使导电纤维2与乳胶丝1之间限位固定，相邻两股导电纤维2在乳胶丝1的拉动下相互接触或分离以引起电阻变化来实现对应变的测量。

[0035] 当编织应变传感器受到拉伸变形时，相互接触的导电纤维发生分离，从而导致整体结构的电阻变化，这样就将应变转换为电学信号，通过测量结构电阻变化就可以得到被测物体的应变，本发明的应变传感器具有透气性好、散热性好、舒适性好以及更便于与衣物整合，这有利于应变传感器在智能服饰方面的应用。

[0036] 为了保证乳胶丝之间的回弹沿着相平行的方向进行，缠绕在其上的导电纤维能够相互贴合接触。

[0037] 如图1与图5所示，数根乳胶丝1之间相互平行设置。

[0038] 进一步的，如图1与图5所示，导电纤维2与数根乳胶丝1往复编织以形成田字形网状结构，这样便于了导电纤维2与乳胶丝1之间的弹性连接，使导电限位2与乳胶丝1之间形成完整的回路，进而便于应变传感器中的电阻变化。

[0039] 更进一步的，如图1与图5所示，导电纤维2编织在有预应变的乳胶丝1上，导电纤维2编织在有预应变的乳胶丝1后，再用普通织物纤维3将导线纤维2和乳胶丝1在交接处捆绑到一起，避免导线纤维2和乳胶丝1之间的相对滑移，这样便于相邻两股导电纤维2在乳胶丝1的拉动下沿着相互平行的方向运动，从而便于了相邻两股导电纤维2的贴合，这样可以很大程度上避免应变传感器的松弛。

[0040] 具体地，如图3所示，传感器具有50%以上的可测应变、具有100-1160的应变灵敏度，可以对人体运动信号进行全范围测量，如脉搏跳动、肌肉运动以及人体关节处的运动等；性能稳定、重复性好，经过3000次的循环加载，信号没有明显差异(如图4)。

[0041] 制备方法包括：

[0042] S1:将多根平行设置的乳胶丝1拉伸至自身弹性的极限；

[0043] S2:将一股导电纤维2往复编织到乳胶丝1上，以形成网状结构；

[0044] S3:将缠绕在一起的导线纤维2与乳胶丝1的连接处用织物纤维3采用针织的方法捆绑，使导线纤维2限位固定在乳胶丝1上；

[0045] S4:释放整体结构的预应变，导电纤维2和乳胶丝1之间形成的网状结构发生收缩，导致相邻两股导电纤维相互接触。

[0046] 实施例一

[0047] 如图5所示,平行放置7根乳胶丝,乳胶丝之间间距1.4mm,乳胶丝的直径为0.5mm,乳胶丝被拉伸至弹性极限(约130%)。导电纤维采用210D(D:Denier纤维尺寸的度量单位)的银纤维(每股银纤维含有24根),将导电纤维往复编织到预拉伸的乳胶丝上,同时用150D的氨纶丝通过类似针织方法将银纤维和乳胶丝紧密捆绑到一起,编织结束后释放整体结构的预应变即可形成编织应变传感器。该应变传感器的灵敏系数(GF)可达到100,应变测量范围可达50%。

[0048] 本实施例中的导电纤维可以根据需求的不同采用其他导电材料,如:银纤维、铜纤维、碳纤维、金纤维等;织物纤维也可采用其他材料,如:涤纶丝、尼龙丝、丙纶丝等。

[0049] 实施例二

[0050] 如图5所示,平行放置7根乳胶丝,乳胶丝之间间距1.4mm,乳胶丝的直径为0.5mm,乳胶丝被拉伸至弹性极限(约130%)。导电纤维采用70D(D:Denier纤维尺寸的度量单位)的银纤维(每股银纤维含有8根),将导电纤维往复编织到预拉伸的乳胶丝上,同时用150D的氨纶丝通过类似针织方法将银纤维和乳胶丝紧密捆绑到一起,编织结束后释放整体结构的预应变即可形成编织应变传感器。该应变传感器的灵敏系数(GF)可达到50,应变测量范围可达100%。

[0051] 本实施例中的导电纤维可以根据需求的不同采用其他导电材料,如:银纤维、铜纤维、碳纤维、金纤维等;织物纤维也可采用其他材料,如:涤纶丝、尼龙丝、丙纶丝等。

[0052] 实施例三

[0053] 如图5所示,平行放置7根乳胶丝,乳胶丝之间间距1.4mm,乳胶丝的直径为0.5mm,乳胶丝被拉伸至弹性极限(约130%)。导电纤维采用140D(D:Denier纤维尺寸的度量单位)的银纤维(每股银纤维含有16根),将导电纤维往复编织到预拉伸的乳胶丝上,同时用150D的氨纶丝通过类似针织方法将银纤维和乳胶丝紧密捆绑到一起,编织结束后释放整体结构的预应变即可形成编织应变传感器,该应变传感器的灵敏系数(GF)可达到100,应变测量范围可达60%。

[0054] 实施例四

[0055] 如图5所示,平行放置25根乳胶丝,乳胶丝之间间距1.4mm,乳胶丝的直径为0.5mm,乳胶丝被拉伸至弹性极限(约130%)。导电纤维采用240D(D:Denier纤维尺寸的度量单位)的银纤维(每股银纤维含有24根),将导电纤维往复编织到预拉伸的乳胶丝上,同时用150D的氨纶丝通过类似针织方法将银纤维和乳胶丝紧密捆绑到一起,编织结束后释放整体结构的预应变即可形成编织应变传感器。该应变传感器的灵敏系数(GF)可达到1160,应变测量范围可达50%。

[0056] 本实施例中的导电纤维可以根据需求的不同采用其他导电材料,如:银纤维、铜纤维、碳纤维、金纤维等;织物纤维也可采用其他材料,如:涤纶丝、尼龙丝、丙纶丝等。

[0057] 如图2所示,通过实施例一、实施例二与实施例三表明导电纤维的尺寸大小影响应变传感器的灵敏系数与应变测量范围,具体的关系为,导电纤维的尺寸越大,应变传感器的灵敏系数也会相应的增大;导电纤维的尺寸越大,应变传感器的应变测量范围将相应降低。此外,如图3,通过实施例一和实施例四传感器宽度的对比,在其他参数不变的情况下,编织应变传感器越宽其灵敏度越高。

[0058] 以上实施例仅为本申请的示例性实施例,不用于限制本申请,本申请的保护范围由权利要求书限定。本领域技术人员可以在本申请的实质和保护范围内,对本申请做出各种修改或等同替换,这种修改或等同替换也应视为落在本申请的保护范围内。

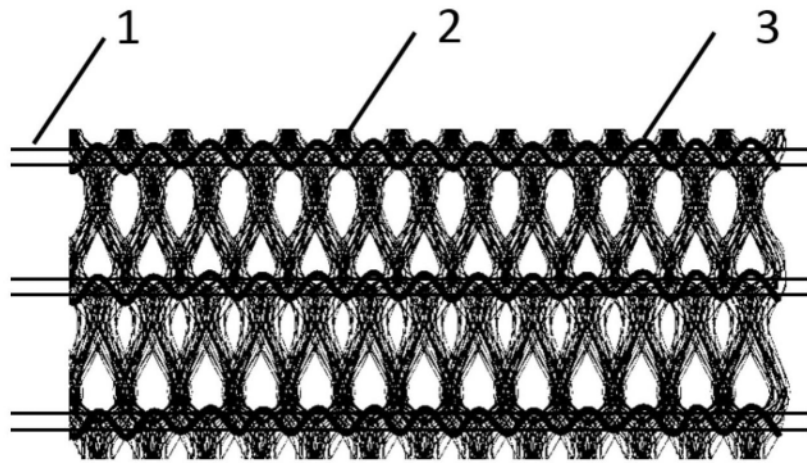


图1

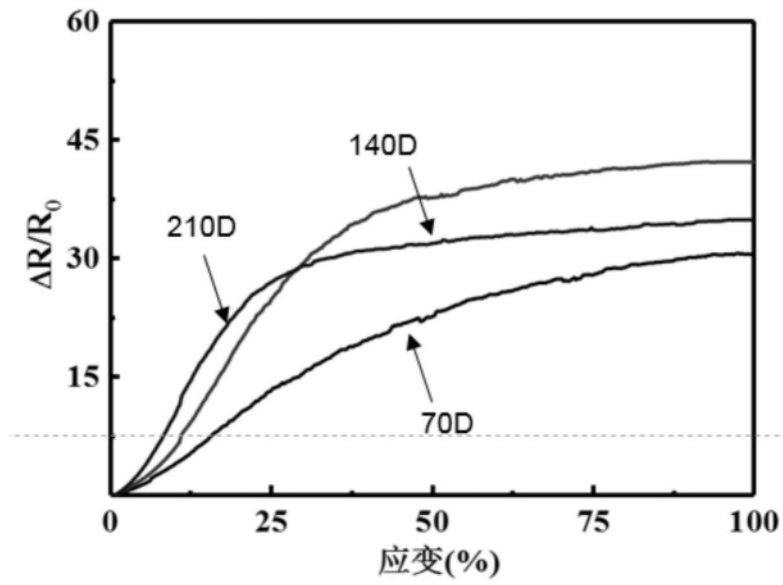


图2

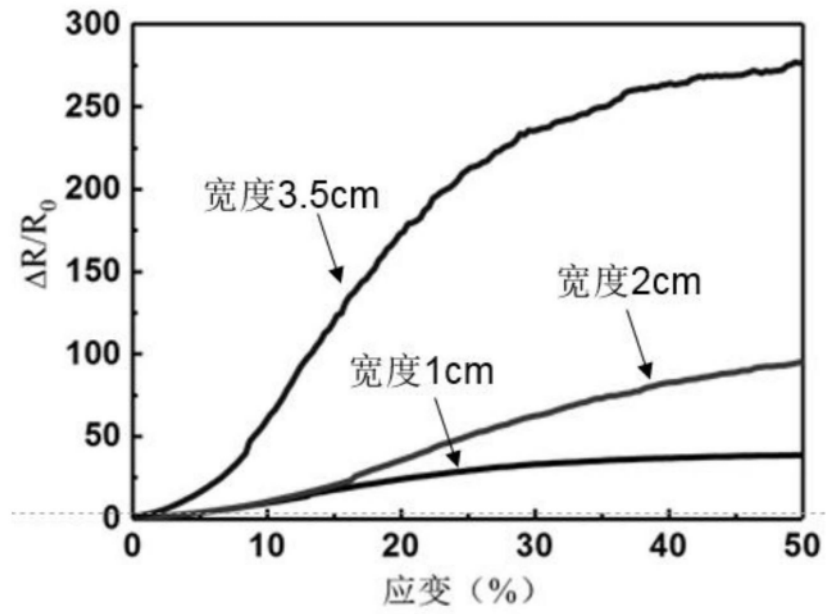


图3

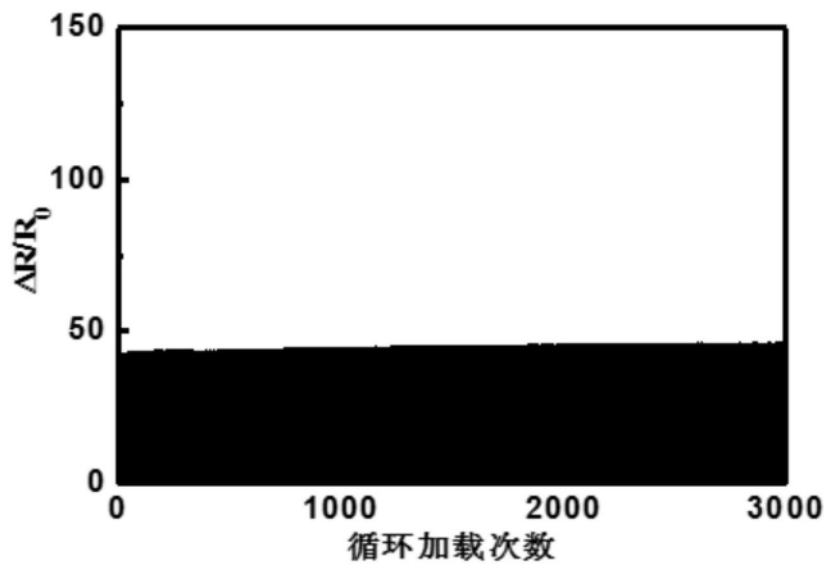


图4

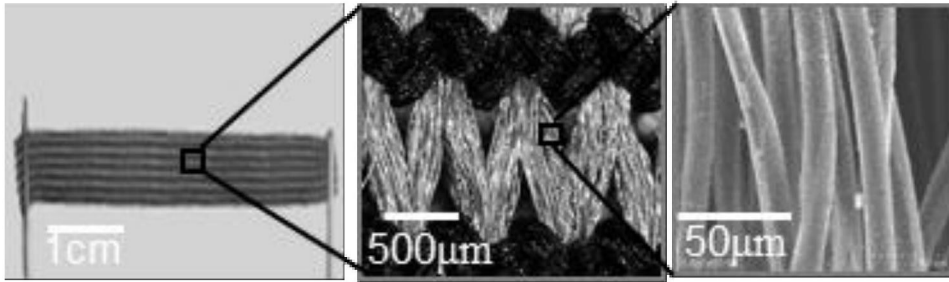


图5