

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2018 年 6 月 14 日 (14.06.2018)



(10) 国际公布号  
**WO 2018/103552 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
**D06C 7/04** (2006.01) **D06N 3/10** (2006.01)  
**D04B 1/14** (2006.01) **D06N 3/12** (2006.01)  
**D06N 3/00** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/113116
- (22) 国际申请日: 2017 年 11 月 27 日 (27.11.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201611131290.9 2016 年 12 月 9 日 (09.12.2016) CN
- (71) 申请人: 清华大学(TSINGHUA UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园 1 号, Beijing 100084 (CN)。
- (72) 发明人: 张莹莹(ZHANG, Yingying); 中国北京市海淀区清华园 1 号, Beijing 100084 (CN)。  
王春雅(WANG, Chunya); 中国北京市海淀区清华园 1 号, Beijing 100084 (CN)。 张明超

(ZHANG, Mingchao); 中国北京市海淀区清华园 1 号, Beijing 100084 (CN)。

(74) 代理人: 北京华睿卓成知识产权代理事务所(普通合伙)(CHENG & PENG INTELLECTUAL PROPERTY LAW OFFICE); 中国北京市东城区广渠门内大街 90 号楼新裕商务大厦 B 座 704, Beijing 100062 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,

(54) Title: MODAL KNITTED FABRIC-BASED STRETCHABLE ELECTRICALLY CONDUCTIVE MATERIAL AND APPLICATION THEREOF

(54) 发明名称: 一种基于莫代尔针织织物的可拉伸导电材料及其用途

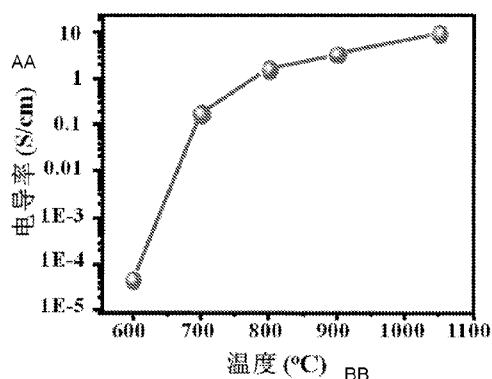


图 5

AA CONDUCTIVITY

BB TEMPERATURE

(57) Abstract: The invention discloses a carbonized Modal knitted fabric-based stretchable electrically conductive material. The material is characterized in that the carbonized knitted fabric is obtained by performing a high-temperature carbonization treatment on an initial knitted fabric. After the high-temperature carbonization treatment, the carbonized Modal knitted fabric maintains a knitted structure, has flexibility, stretchability and electrical conductivity, and can be directly used as a stretchable electrically conductive material or can be used as a stretchable electrically conductive material after forming a compound with other substances. The stretchable conductive material has features of favorable electrical conductivity, favorable stretchability, and being environmental friendly, easy to manufacture, and low in costs, having wide application prospect.

(57) 摘要: 本发明公开了一种基于碳化莫代尔针织织物的可拉伸导电材料, 其特征在于, 所述碳化针织织物通过对起始针织织物进行高温碳化处理而获得。该碳化莫代尔针织织物在高温碳化处理后保持其针织结构, 并且具有柔性、可拉伸性及导电性, 可直接用作可拉伸导电材料或与其他物质复合后用作可拉伸导电材料。该可拉伸导电材料具备导电性好、可拉伸性好、绿色环保、制备简便、低成本等特点, 具有广阔的应用前景。

NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明：

- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则4.17(ii))

本国际公布：

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

## 一种基于莫代尔针织织物的可拉伸导电材料及其用途

### 技术领域

本发明涉及可穿戴电子器件技术领域，具体涉及一种基于针织织物的可拉伸导体及其制备工艺与用途。

### 背景技术

近年来，可穿戴电子器件发展快速，对可拉伸导电材料提出巨大需求。可拉伸导电材料指在承受不同机械变形情况下仍能保持其高导电性的导电材料。目前报道的可拉伸导电材料主要由具有本征柔性、导电性的纳米材料如导电聚合物材料、金属纳米材料、碳纳米材料构成。和碳纳米材料相比，导电聚合物和金属纳米材料分别存在着导电性差、化学稳定性差的问题，所以碳材料被广泛研究用于可拉伸导电材料，其主要涉及三种制备策略：1. 将导电材料分散于弹性聚合物基体；2. 在弹性聚合物基表面形成具有波浪或屈曲结构的导电材料；3. 将导电材料负载到柔性织物基底。但碳纳米材料基可拉伸导电材料仍存在着材料制备过程复杂、价格相对较高、随拉伸应变施加电阻增大等缺点。因此，如何研发制备过程绿色、简便、低成本、低能耗、可大规模生产同时具有优异性能的可拉伸导体材料为其产业化应用面临的重要挑战。

### 发明内容

本发明提供了一种基于碳化莫代尔(Modal)针织织物的可拉伸导电材料，其特征在于，所述碳化针织织物通过对起始莫代尔针织织物进行高温碳化处理而获得。

在一些实施方案中，所述莫代尔针织织物为纬编莫代尔针织织物。

在一些实施方案中，所述碳化莫代尔针织织物的生产工艺流程包括：在惰性气体气氛或惰性气体为主的气氛或真空气氛下，高温处理所述起始莫代尔针织织物，从而得到所述碳化莫代尔针织织物；

其中所述高温处理包括：升温阶段、温度保持阶段和降温阶段；

其中所述温度保持阶段的温度为 200℃至 3000℃，优选 600℃至 1200℃，特别是 900℃至 1100℃；持续时间为不低于 5 min。

在一些实施方案中，所述碳化针织织物进一步与其他材料复合。

优选地，所述其他材料包括：硅基聚合物、橡胶、热塑性聚合物。

在一些实施方案中，所述惰性气体为氮气、氩气、氦气或其任意组合。

例如,所述惰性气体为主的气氛可以为惰性气体和氢气的混合气体,其中惰性气体和氢气的比例大于 1:1,例如大于 5:1,优选大于 10:1,所述惰性气体可以例如为氩气。

本发明还提供了本发明的可拉伸导电材料作为柔性或可拉伸电子器件的活性组件的应用,或者作为柔性或可拉伸电子器件的导线的应用。

例如,所述可拉伸导电材料可以作为可拉伸超级电容器的电极材料,或应用于可穿戴能源器件,或作为可拉伸加热器的加热主体材料,或应用于可穿戴热疗器件。

本发明还提供了一种可拉伸超级电容器,其特征在于其电极材料中包含本发明的可拉伸导电材料。

本发明还提供了一种可拉伸加热器,其特征在于其加热主体材料中包含本发明的可拉伸导电材料,工作电压范围不低于 0.1 V,加热温度范围不低于 30℃。

本发明碳化莫代尔针织织物在高温碳化处理后保持其针织结构,并且具有柔性、可拉伸性及导电性,可直接用作可拉伸导电材料或与其他物质复合后用作可拉伸导电材料。该可拉伸导电材料具备导电性好、可拉伸性好、绿色环保、制备简便、低成本等特点,具有广阔的应用前景。

## 附图说明

图 1 为本发明所述基于针织织物的可拉伸导电材料的简单生产工艺流程图。

图 2 为本发明所述以莫代尔纬编针织织物为原材料的可拉伸导电材料的柔性、可拉伸性展示图。(a, c) 碳化莫代尔针织织物; (b, d) 聚合物封装的碳化莫代尔针织织物。

图 3 为本发明所述以莫代尔纬编针织织物为原材料高温(1050℃)热处理所得碳化针织织物的扫描电子显微镜图。

图 4 为本发明所述以莫代尔纬编针织织物为原材料高温(1050℃)热处理所得碳化针织织物的微观结构表征图(透射电子显微镜图)。

图 5 为本发明所述以莫代尔纬编针织织物为原材料高温热处理所得可拉伸导电材料的电导率随不同热处理温度的变化。

图 6 为(a)本发明所述以莫代尔纬编针织织物为原材料高温(1050℃)热处理所得碳化针织织物可拉伸导电材料的电阻随拉伸应变的变化; (b) 本发明所述与弹性聚合物复合的以莫代尔纬编针织织物为原材料高温(1050℃)热处理所得碳化针织织物可拉伸导电材料。

图 7 为(a)本发明所述以莫代尔纬编针织织物为原材料高温(1050℃)热处理所得碳化针织织物可拉伸导电材料在 50%应变循环加载下的电阻变化稳定性;

(b) 本发明所述与弹性聚合物复合的以莫代尔纬编针织织物为原材料高温(1050℃)热处理所得碳化针织织物可拉伸导电材料在 50%应变循环加载下的电阻变化稳定性。

图 8 为本发明所述应用举例一, 针织织物可拉伸导电材料作电极材料的可拉伸超级电容器示意图及不同拉伸应变下循环伏安曲线图。(a)可拉伸超级电容器示意图;(b)碳化针织织物作电极材料的可拉伸超级电容器的循环伏安曲线图;(c)碳化针织织物作电极材料的可拉伸超级电容器的不同拉伸应变下循环伏安曲线图;(d)聚苯胺复合碳化针织织物作电极材料的可拉伸超级电容器循环伏安曲线图;(e) 聚苯胺复合碳化针织织物作电极材料的可拉伸超级电容器不同拉伸应变下循环伏安曲线图。

图 9 为本发明所述应用举例二, 针织织物可拉伸导电材料可拉伸加热器示意图及其基本电加热性能。

图 10 为本发明所述应用举例二, 针织织物可拉伸导电材料可拉伸加热器电加热温度随拉伸应变的变化。

图 11 为本发明所述应用举例二, 针织织物可拉伸导电材料可拉伸加热器电加热性能的循环稳定性。(a) 在 2.5 V 直流电循环开关加载下的电加热循环稳定性;(b) 在 1.5 V 直流电压下, 加载不同次数循环拉伸应变, 该加热器的电加热稳定性。

图 12 为本发明所述应用举例二, 针织织物可拉伸导电材料可拉伸加热器可穿戴应用展示。

## 具体实施方式

莫代尔(Modal)是一种常见的人造纤维, 在服装工业特别是内衣制造方面具有广泛应用。莫代尔具有很好的柔软性和优良的吸湿性, 但其织物挺括性较差。

发明人意外地发现, 通过对莫代尔针织织物进行高温碳化处理而获得的碳化莫代尔针织织物, 其针织结构得以保持, 并且具有特别优越的可拉伸性及导电性, 可直接用作可拉伸导电材料或与其他物质复合后用作可拉伸导电材料。

例如, 在本发明的一些实施方案中, 1050℃碳化莫代尔纬编针织织物可拉伸导电材料能在 70%的拉伸应变范围内保持电阻基本不变, Ecoflex 封装的 1050℃碳化莫代尔纬编针织织物可拉伸导电材料能在 125%的应变范围内保持电阻基本不变。

本发明一方面提供了一种基于碳化莫代尔针织织物的可拉伸导电材料, 其特征在于, 所述碳化莫代尔针织织物通过对起始莫代尔针织织物进行高温碳化处理而获得。

本文所用的术语“针织织物”具有本领域公知的含义, 是指用织针将纱线构

成线圈，再把线圈相互串套而成的织物，其具有能在各个方向延伸，弹性好的特点。

常见的针织织物包括：例如棉针织织物、莫代尔针织织物等。

本发明的针织织物并不局限于特定的编织方法。例如，纬编针织织物或者经编针织织物均可用于本发明。本文所用的术语“起始针织织物”是指作为高温碳化处理工艺的原材料的针织织物，例如棉针织织物或莫代尔针织织物。在本发明的一些具体实施方案中，纬编针织织物是特别合适的。

本文所用的术语“可拉伸导电材料”是指该导电材料在拉伸状态下仍能保持其导电性能。可拉伸导电材料特别适用于柔性、可拉伸器件，例如可穿戴设备、柔性机器人等。

本发明的碳化针织织物的生产工艺流程包括：在惰性气体气氛或惰性气体为主的气氛或真空气氛下，高温处理所述起始针织织物，从而得到所述碳化针织织物。

此处的高温碳化处理的温度通常为 200℃至 3000℃（例如 200℃、250℃、300℃、350℃、400℃、450℃、500℃、550℃、600℃、650℃、700℃、750℃、800℃、850℃、900℃、950℃、1000℃、1050℃、1100℃、1150℃、1200℃、1250℃、1300℃、1350℃、1400℃、1450℃、1500℃），尤其是 600 至 1050℃；所述温度保持阶段的持续时间不低于 5 min，例如 100-500 分钟，优选 150-300 分钟，特别是 200 分钟。

本文所用的术语“惰性气体气氛”与“惰性气氛”可互换使用，是指惰性气体占比超过 80%、甚至例如 90%的气氛。

本文所用的术语“惰性气体为主的气氛”是指惰性气体和其他气体的比例大于 1:1，例如大于 5:1，优选大于 10:1。例如，在本发明的一个实施例中，所述惰性气体为主的气氛中，氩气：氢气的比例为 10:1。

本文所用的术语“真空气氛”是指压强低于一个大气压的气氛。本发明的一些实施方案中提供了一种制备可拉伸导电材料的方法，包含：以针织织物（包括天然植物纤维织物如棉、麻织物，天然动物纤维织物如毛类、桑蚕丝类织物，人造纤维织物如再生纤维素纤维织物、纤维素酯纤维织物、再生蛋白质纤维织物，合成纤维织物以及任意组合纤维织物）为原材料，经过惰性气氛或惰性气体为主的气氛或真空气氛下的高温热处理过程得到保持原针织织物主要结构特征并具有柔性、可拉伸性及导电性的碳化针织织物，该碳化针织织物可直接用作可拉伸导电材料或与其他物质复合后用作可拉伸导电材料。

本发明的一些实施方案中提供了该基于碳化针织织物的可拉伸导电材料作为柔性或可拉伸电子器件的活性组件或作为柔性或可拉伸电子器件的导线的应

用。例如作为可拉伸超级电容器的电极材料，用于可穿戴能源器件；再如作为可拉伸加热器的加热主体材料，用于可穿戴热疗器件。

在一些实施方案中，本发明的基于碳化针织织物的可拉伸导电材料的生产工艺流程为：

(1) 利用起始针织织物为原材料，起始针织织物所采用的纤维为天然纤维、人造纤维、合成纤维或任意组合纤维；

(2) 经过惰性气氛或惰性气体为主的气氛或真空气氛下的高温热处理过程得到具有柔性、可拉伸性及导电性的碳化针织织物；

(3) 步骤 2) 得到的可拉伸、导电的碳化针织织物直接用作可拉伸导电材料或与其他物质复合后用作可拉伸导电材料。

织物所采用的纤维原材料可以为天然纤维包括天然植物纤维如棉、麻，天然动物纤维如毛类、桑蚕丝类；人造纤维如再生纤维素纤维、纤维素酯纤维、再生蛋白质纤维；合成纤维；或任意组合纤维。

织物原材料经过惰性气氛或惰性气体为主的气氛或真空气氛下的高温热处理得到具有柔性、可拉伸性及导电性的碳化针织织物，其中的惰性气为氮气、氩气、氦气或任意组合，其中的真空气氛为指压强低于一个大气压力的任意气氛，其中的高温热处理温度为 200-3000℃，其中的柔性、可拉伸性及导电性碳化针织织物保留原织物的主要结构特征。

可以与本发明的可拉伸导电材料复合的其他物质包括弹性聚合物或织物。其中弹性聚合物是指具有一定柔性或可拉伸性的聚合物，例如硅基弹性聚合物、橡胶、热塑性聚合物。

本发明的可拉伸导电材料可以用作柔性或可拉伸电子器件的活性组件（例如作为可拉伸超级电容器的电极材料，用于可穿戴能源器件；例如作为可拉伸加热器的加热主体材料，用于可穿戴热疗器件）或用作柔性或可拉伸电子器件的导线。

本发明的可拉伸导电材料可以直接用作超级电容器的电极材料或与其他电化学活性材料复合后用作电极材料。电化学活性材料指可以改善超级电容器电化学性能的材料，例如聚苯胺、聚吡咯、二氧化锰均属于此类材料。

在本发明的优选实施例中，本发明的可拉伸导电材料与现有的可拉伸导电材料相比，可以具有以下一个或多个优点：

(1) 所采用的织物原材料来源广泛、价格低廉；

(2) 所采用的制备工艺简单、绿色环保；

(3) 本发明的可拉伸导电材料表现出优异的性能，即在不同的变形下，其导电性几乎不发生变化。

(4) 本发明的可拉伸导电材料在柔性或可拉伸电子器件领域表现出广阔的

应用前景。

为了更清楚地展现本发明，以下结合实施例及附图对本发明进行进一步的描述。此处所述的实施例不用于限定本发明而只是对本发明进行更直观的解释说明。

### 实施例1：以莫代尔纬编针织织物为原材料制备可拉伸导电材料

将具有纬编针织结构的莫代尔织物（ROSILY 莫代尔纯色平角裤）在以氩气为主的氩气氢气（氩气氢气流量比例 10:1）混合气氛下或氮气氛围下，不同温度下（600℃、700℃、800℃、900℃、1050℃）高温热处理得到保持其纬编针织结构的碳化织物（具体升温程序为以 3℃/min 的升温速率升到目标温度保持 200 min，然后自然降温至室温），该升温程序下得到的碳化针织织物可直接用作可拉伸导电材料，也可与弹性聚合物（具体为 Ecoflex，一种硅胶）复合后用作可拉伸导电材料，制备工艺流程见附图 1。所得到的碳化针织织物可拉伸导电材料或弹性聚合物复合碳化针织织物可拉伸导电材料均表现出优异的柔性及可拉伸性（见附图 2），具体而言，该碳化针织织物或弹性聚合物封装碳化针织织物能够承受打结、扭转变形证明其优异的柔性，而且其能够分别承受 75% 和 100% 的拉伸应变证明其优异的可拉伸性。值得提出的是，经过高温热处理得到的碳化针织织物仍保留原织物的纬编针织结构（见附图 3），且该碳化织物的透射电子显微图展示类石墨的晶格条纹结构及多晶衍射环说明其具有微晶石墨的微观结构（见附图 4），这是其能够具有高导电性的原因。另外，高温热处理得到的碳化针织织物的导电性随热处理温度的提高而提高，（见附图 5），例如，具体而言 1050℃ 的温度下热处理所得碳化针织织物的电导率高达 15.1 S/cm，而 600℃、700℃、800℃、900℃ 温度下所得碳化针织织物的电导率则分别为 5.75E-5 S/cm、0.26 S/cm、2.48 S/cm、5.28 S/cm。由此可见，其导电性随热处理温度的升高而增大。

### 实施例2：碳化莫代尔纬编针织织物可拉伸导电材料的电阻随拉伸应变变化

实施例 1 中所述的 1050℃ 碳化莫代尔纬编针织织物可拉伸导电材料及 Ecoflex 封装的 1050℃ 碳化莫代尔纬编针织织物可拉伸导电材料在拉伸应变下，其电阻基本不发生变化（见附图 6）。例如对于碳化针织织物可拉伸导电材料其能在 70% 的拉伸应变范围内保持电阻基本不变（见附图 6a），弹性聚合物封装的碳化针织织物可拉伸导电材料能在 125% 的应变范围内保持电阻基本不变（见附图 6b），这表明了两种可拉伸导电材料优异的性能。

### 实施例3：碳化莫代尔纬编针织织物可拉伸导电材料在循环拉伸应变下的稳定性

实施列 1 中所述的 1050℃碳化莫代尔纬编针织织物可拉伸导电材料及 Ecoflex 封装的 1050℃碳化莫代尔纬编针织织物可拉伸导电材料在 50%循环拉伸应变下，其电阻保持优异的循环稳定性（见附图 7）。

#### 实施例4：碳化莫代尔纬编针织织物作可拉伸超级电容器电极

碳化莫代尔纬编针织织物用作超级电容器的电极材料，与 PVA-H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 凝胶电解质组装形成可拉伸超级电容器，其结构示意图见附图 8(a)，具体而言，该超级电容器的结构是由两层碳化莫代尔纬编针织织物作电极（织物上通过导电银胶连接铜片作测试电极）中间夹有凝胶电解质形成的三明治结构。该超级电容器表现出优异的电化学性能（见附图 8b），具体而言，在 10 mV/s 的扫描速率下，该超级电容器的面积比电容达 7.5 mF/cm<sup>2</sup>。在不同的拉伸应变下，该超级电容器的电化学循环伏安曲线几乎不发生变化（见附图 8c），表明其电化学性能在拉伸应变下保持不变。另外，通过电化学聚合沉积方法在碳化莫代尔纬编针织织物上负载聚苯胺 5 min（具体负载方法可参见文献 Graphene/polyaniline woven fabric composite films as flexible supercapacitor electrodes. *Nanoscale*, 2015, 7, 7318–7322），然后将其用作超级电容器电极材料，该超级电容器表现出较碳化针织织物明显提高的电化学性能（见附图 8d）。具体而言，在 10 mV/s 的扫描速率下，该超级电容器的面积比电容达 246.3 mF/cm<sup>2</sup>，为碳化莫代尔纬编针织织物的~33 倍。而且在不同的拉伸应变下，该超级电容器的电化学循环伏安曲线几乎不发生变化（见附图 8e），表明其可拉伸性。

#### 实施例5：弹性聚合物封装碳化莫代尔纬编针织织物作可穿戴加热器

通过将实施例 1 中所述 1050℃处理所得碳化莫代尔纬编针织织物两端通过导电银胶连接铜片作电极然后利用 Ecoflex 聚合物进行封装，得聚合物封装的碳化针织织物加热元件，然后可通过将其负载到带有绑带结构的弹性织物基底上即得可穿戴加热器件如附图 9a 所示，可用于热敷、热疗等。通过对该加热器进行性能测试发现该加热器表现优异的电加热性能，随着对其施加电压的增大其能够加热的温度逐渐增加，而且当只施加 3.5 V 的直流电压时，其电加热温度能在数秒内达到~150℃（见附图 9b）。另外，在 3.0 V 的直流电压下，当对该加热器施加拉伸应变时，随着施加的拉伸应变不断增大，该加热器的电加热温度逐渐缓慢升高（见附图 10），表明其在拉伸状态下仍能保持优异的电加热性能，说明其可在拉伸状态下工作另外，该加热器表现出稳定的电加热-冷却循环稳定性，具体如附图 11a 所示，当对施加在该加热器上的 2.5 V 直流电进行开关循环时，该加热器表现出稳定的温度加热-冷却循环稳定性。而且，该加热器在承受循环的拉伸应变加载时，其电加热性能几乎保持不变（见附图 11b），1 两者均说明了该可

拉伸加热器的高稳定性。

由于该加热器的柔性、拉伸性，其可用于可穿戴热疗器件。例如，当将该加热器绑到膝盖上，在膝盖弯曲时，该加热器表现出优于膝盖伸直时的加热性能(见附图 12)，证明了其作为可穿戴加热器用于热疗的潜力。

## 权 利 要 求 书

1. 一种基于碳化莫代尔针织织物的可拉伸导电材料，其特征在于，所述碳化针织织物通过对起始莫代尔针织织物进行高温碳化处理而获得。

2. 权利要求 1 的可拉伸导电材料，其中所述莫代尔针织织物为纬编莫代尔针织织物。

3. 权利要求 1-2 之任一项的可拉伸导电材料，其中所述碳化莫代尔针织织物的生产工艺流程包括：在惰性气体气氛或惰性气体为主的气氛或真空气氛下，高温处理所述起始莫代尔针织织物，从而得到所述碳化莫代尔针织织物；

其中所述高温处理包括：升温阶段、温度保持阶段和降温阶段；

其中所述温度保持阶段的温度为 200℃至 3000℃，持续时间为不低于 5 min。

4. 权利要求 1-3 之任一项的可拉伸导电材料，其中所述碳化针织织物进一步与其他材料复合。

5. 权利要求 4 的可拉伸导电材料，其中所述其他材料包括：硅基聚合物、橡胶、热塑性聚合物。

6. 权利要求 1-5 之任一项的可拉伸导电材料作为柔性或可拉伸电子器件的活性组件的应用，或者作为柔性或可拉伸电子器件的导线的应用。

7. 权利要求 6 的应用，其中所述可拉伸导电材料作为可拉伸超级电容器的电极材料，或应用于可穿戴能源器件，或作为可拉伸加热器的加热主体材料，或应用于可穿戴热疗器件。

8. 一种可拉伸超级电容器，其特征在于其电极材料中包含权利要求 1-5 之任一项的可拉伸导电材料。

9. 一种可拉伸加热器，其特征在于其加热主体材料中包含权利要求 1-5 之任一项的可拉伸导电材料，工作电压范围不低于 0.1 V，加热温度范围不低于 30℃。

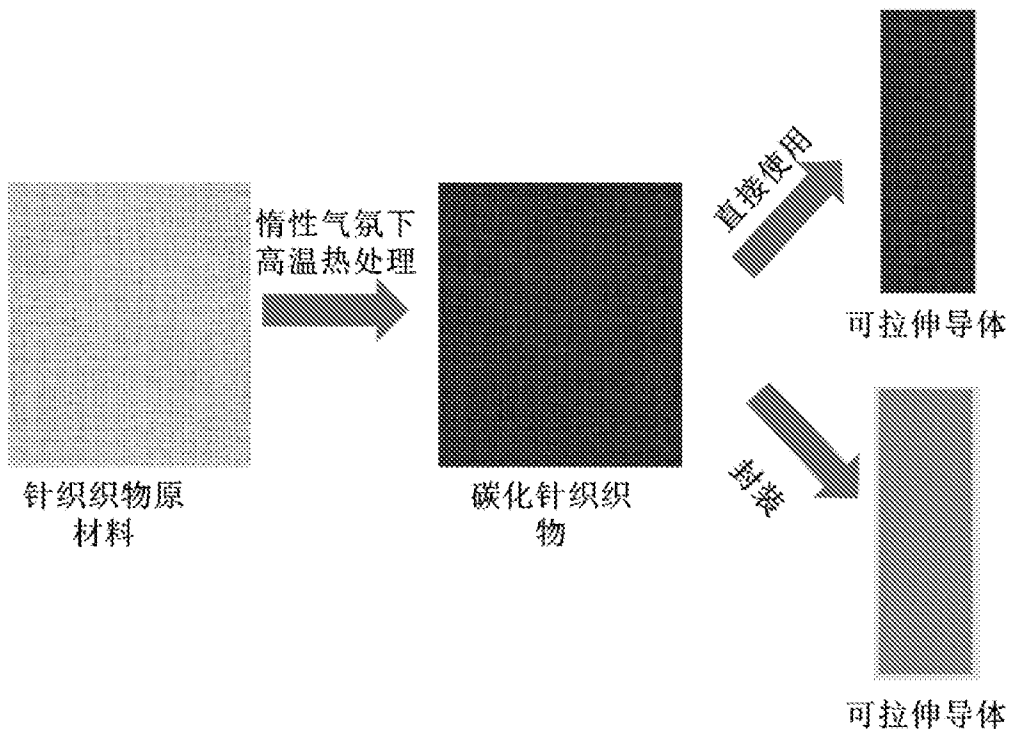


图 1

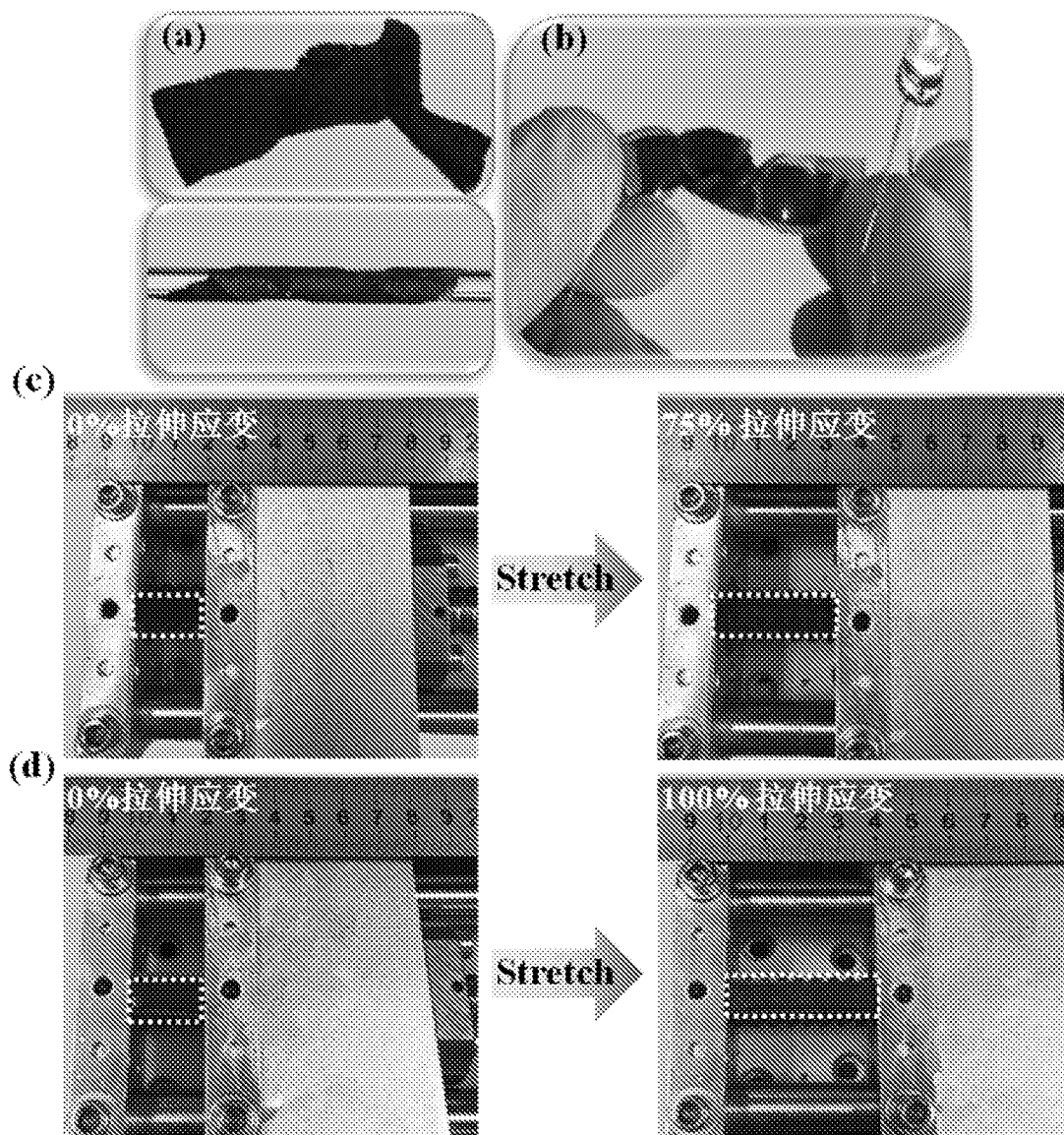


图 2

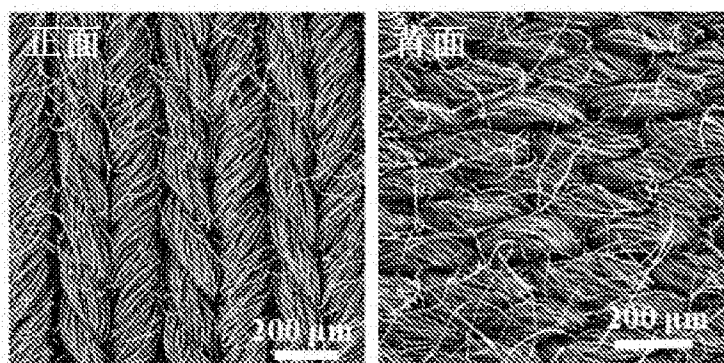


图 3

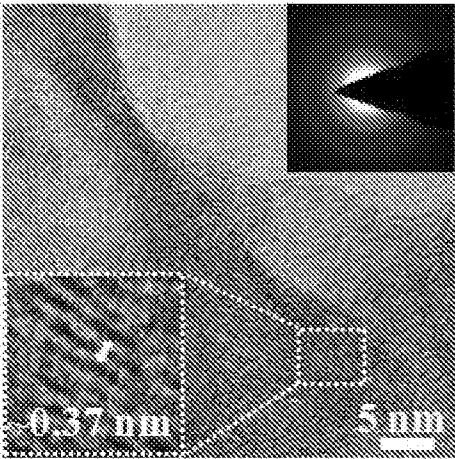


图 4

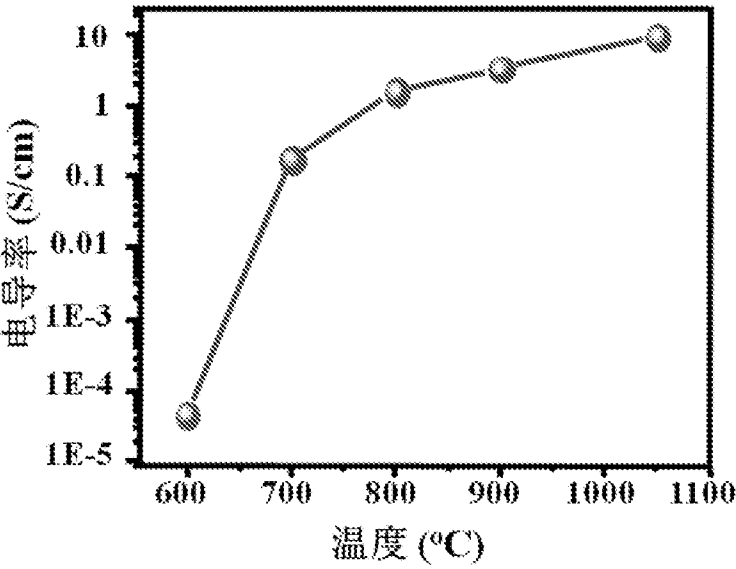


图 5

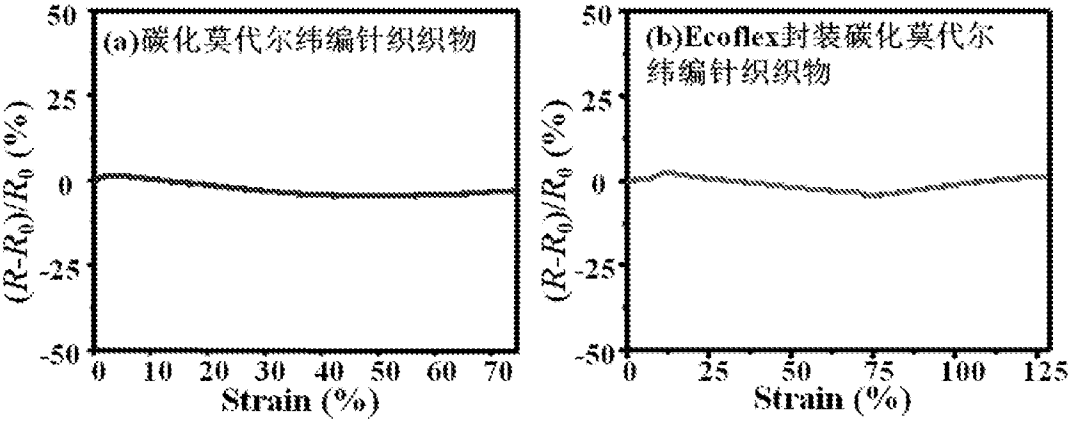


图 6

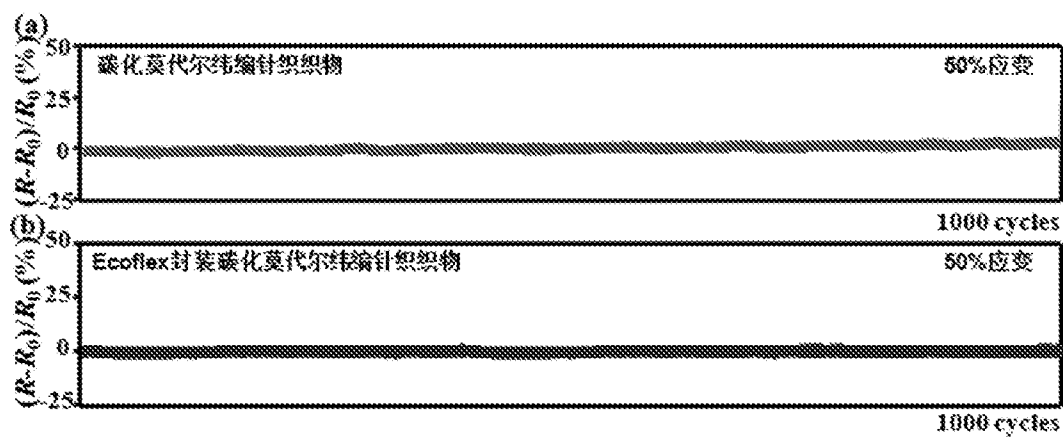


图 7

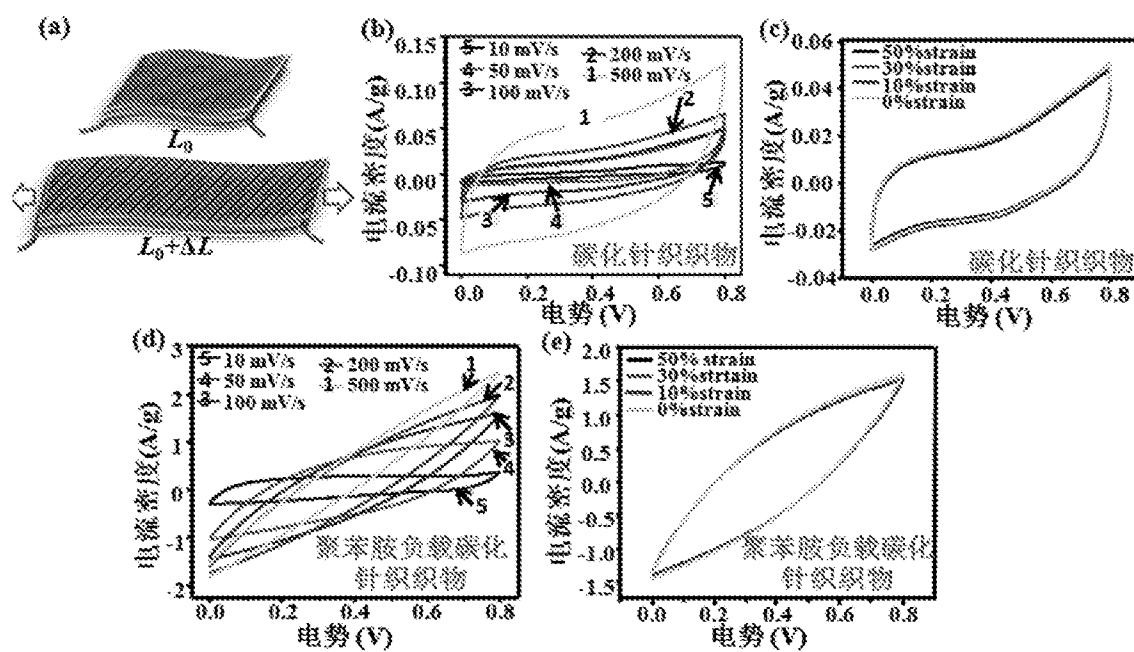


图 8

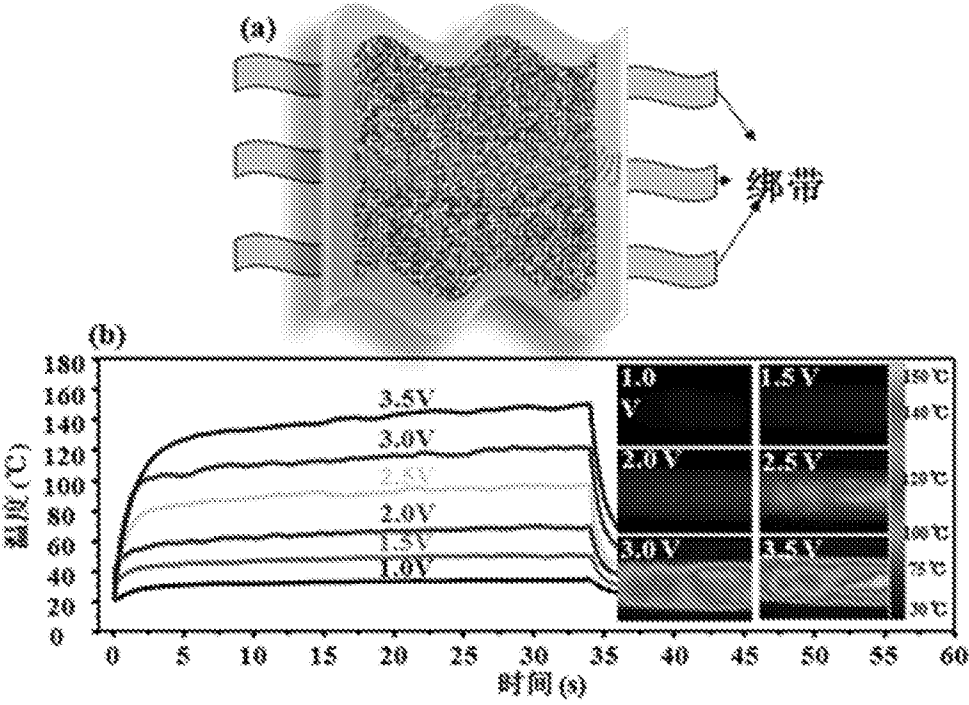


图 9

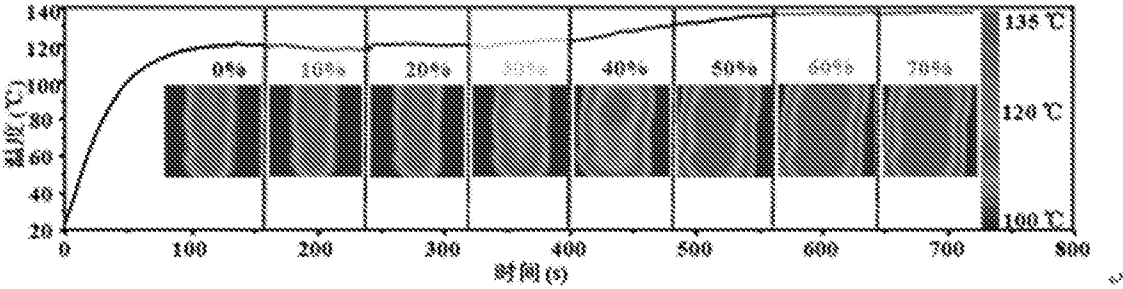


图 10

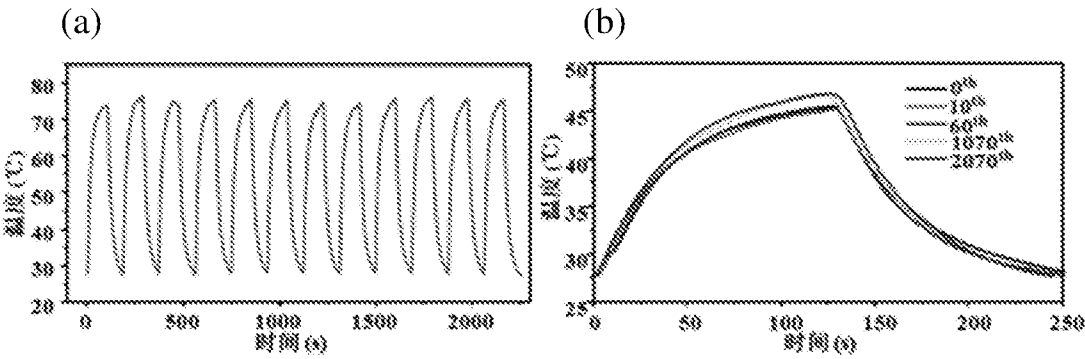


图 11

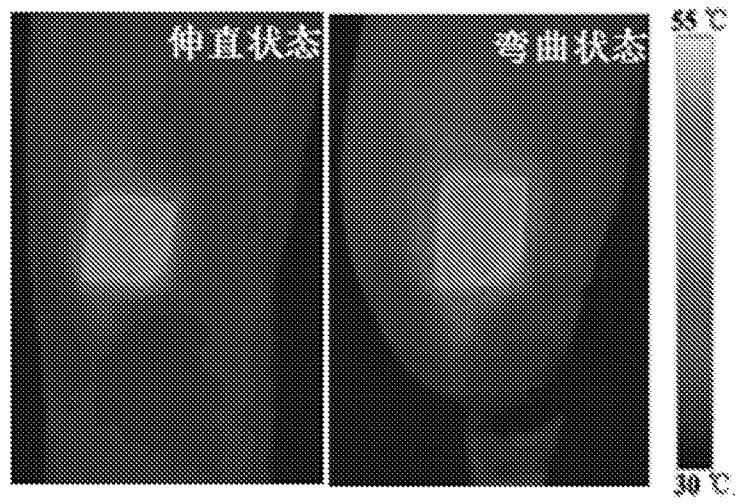


图 12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2017/113116

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

D06C 7/04 (2006.01) i; D04B 1/14 (2006.01) i; D06N 3/00 (2006.01) i; D06N 3/10 (2006.01) i; D06N 3/12 (2006.01) i  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

D06C, D06N, D04B, A61B, G01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC, ISI WEB OF SCIENCE: 莫代尔, 粘胶, 碳化, 炭化, 织物, 针织, 纬编, 柔性, 拉伸, 导电, 可穿戴, 电极, model, cellulose, rayon, carboniz+, knitting

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | CN 105841601 A (TSINGHUA UNIVERSITY), 10 August 2016 (10.08.2016), description, paragraphs 0004-0011, and embodiment 3 | 1-9                   |
| A         | JP 4383260 B2 (KADOKAMI, Y. et al.), 16 December 2009 (16.12.2009), entire document                                    | 1-9                   |
| A         | CN 105444928 A (CHONGQING UNIVERSITY), 30 March 2016 (30.03.2016), entire document                                     | 1-9                   |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                                              |
| “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                                                                     |
| “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | “&” document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                               |                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Date of the actual completion of the international search<br>10 January 2018                                                                                                                                  | Date of mailing of the international search report<br>16 January 2018 |
| Name and mailing address of the ISA<br>State Intellectual Property Office of the P. R. China<br>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao<br>Haidian District, Beijing 100088, China<br>Facsimile No. (86-10) 62019451 | Authorized officer<br>WAN, Li'na<br>Telephone No. (86-10) 62084563    |

International application No.  
PCT/CN2017/113116

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/113116

## A. 主题的分类

D06C 7/04(2006.01)i; D04B 1/14(2006.01)i; D06N 3/00(2006.01)i; D06N 3/10(2006.01)i; D06N 3/12(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

## B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

D06C; D06N; D04B; A61B; G01B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNKI, CNPAT, WPI, EPDOC, ISI WEB OF SCIENCE: 莫代尔, 粘胶, 碳化, 炭化, 织物, 针织, 纬编, 柔性, 拉伸, 导电, 可穿戴, 电极, model, cellulose, rayon, carboniz+, knitting

## C. 相关文件

| 类 型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                           | 相关的权利要求 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| X    | CN 105841601 A (清华大学) 2016年 8月 10日 (2016 - 08 - 10)<br>说明书第0004-0011段, 实施例3 | 1-9     |
| A    | JP 4383260 B2 (KADOKAMI Y等) 2009年 12月 16日 (2009 - 12 - 16)<br>全文            | 1-9     |
| A    | CN 105444928 A (重庆大学) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30)<br>全文                   | 1-9     |

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

\* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&amp;” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2018年 1月 10日

国际检索报告邮寄日期

2018年 1月 16日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)  
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

王丽娜

传真号 (86-10)62019451

电话号码 (86-10)62084563

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/113116

| 检索报告引用的专利文件 |           |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 |            |   | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|-----------|----|----------------|------|------------|---|----------------|
| CN          | 105841601 | A  | 2016年 8月 10日   | 无    |            |   |                |
| JP          | 4383260   | B2 | 2009年 12月 16日  | JP   | 2005350816 | A | 2005年 12月 22日  |
| CN          | 105444928 | A  | 2016年 3月 30日   | 无    |            |   |                |