



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115262237 B

(45) 授权公告日 2023.05.26

(21) 申请号 202210930820.5

C02F 1/04 (2006.01)

(22) 申请日 2022.08.04

C02F 1/14 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115262237 A

(56) 对比文件
CN 108221115 A, 2018.06.29

(43) 申请公布日 2022.11.01

审查员 冯春辉

(73) 专利权人 安徽工程大学
地址 241000 安徽省芜湖市北京中路8号

(72) 发明人 王洪杰 王赫 阮芳涛 姚岚
徐珍珍 倪庆清

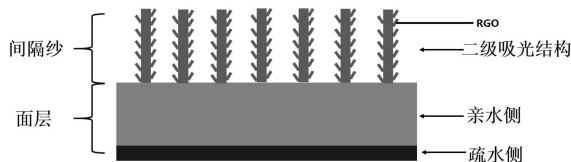
(74) 专利代理机构 北京东方盛凡知识产权代理
有限公司 11562
专利代理师 李哲

(51) Int. Cl.
D06N 3/00 (2006.01)
D06N 3/12 (2006.01)

权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称
一种单向导水间隔织物及其制备方法与应
用

(57) 摘要
本发明公开了一种单向导水间隔织物及其制备方法与应用,属于光热转换材料技术领域。该单向导水间隔织物包括面层和二级吸光结构,所述二级吸光结构位于所述面层亲水侧上方,由间隔纱和吸光材料组成,利用间隔织物的I型结构,并通过亲疏水梯度设计赋予间隔织物面层单向导水性能,在间隔纱表面构造二级吸光结构以减少太阳光能量损失,最终得到可用于界面光热转换的单向导水间隔织物,可用于太阳光下的界面光热水蒸发,以实现水源的界面蒸馏。



1. 一种单向导水间隔织物,其特征在於,包括面层和二级吸光结构,所述面层为平纹结构,厚度为0.3~0.5mm,一侧为疏水侧,另一侧为亲水侧,所述二级吸光结构位于所述面层亲水侧上方,由间隔纱和吸光材料组成,所述间隔纱的排列形式为I型,高度为5mm;

所述的单向导水间隔织物的制备方法,包括以下步骤:

(1) 待处理的间隔织物的制备:将涤纶纱线纺制成织物,将纺制好的织物其中的一层面层移除得到待处理的间隔织物;

(2) 间隔织物预处理:将步骤(1)制备得到的待处理的间隔织物在氢氧化钠溶液中煮沸,用去离子水洗涤,晾干,之后浸泡在三羟甲基氨基甲烷溶液中,并滴加盐酸多巴胺溶液摇晃,然后用去离子水洗涤,晾干得到预处理的间隔织物;

(3) 间隔织物二级吸光结构的构建:将吸光材料负载在间隔纱上得到具有二级吸光结构的间隔织物;

(4) 单向导水处理:将疏水助剂喷涂在步骤(3)制备的具有二级吸光结构的间隔织物的面层,之后烘干得到所述单向导水间隔织物;

步骤(4)中,所述疏水助剂为十三氟烷基三乙氧基硅烷,所述烘干的温度为130℃,时间为1h;

所述吸光材料为还原氧化石墨烯。

2. 根据权利要求1所述的单向导水间隔织物,其特征在於,步骤(1)中所述涤纶纱线的直径为0.2mm,截面为十字形、圆形、三角形或Y形。

3. 根据权利要求1所述的单向导水间隔织物,其特征在於,步骤(2)中所述氢氧化钠溶液的浓度为10g/L,所述待处理的间隔织物与氢氧化钠溶液的料液比为1g:400mL,所述煮沸的时间为1h。

4. 根据权利要求1所述的单向导水间隔织物,其特征在於,步骤(2)中所述三羟甲基氨基甲烷溶液的浓度为1.2g/L,pH为8.5,所述盐酸多巴胺溶液的浓度为2.5g/L,所述摇晃的时间为12h,所述三羟甲基氨基甲烷溶液与盐酸多巴胺溶液的体积比为10:(1~3)。

5. 根据权利要求1所述的单向导水间隔织物,其特征在於,步骤(4)中所述疏水助剂体积浓度为10%,所述喷涂时间为0.5h,喷涂流量为0.2~0.5mL/min。

6. 权利要求1-5任一项所述的单向导水间隔织物在太阳光界面光热转换中的应用。

一种单向导水间隔织物及其制备方法与应用

技术领域

[0001] 本发明涉及一种单向导水间隔织物及其制备方法与应用,属于光热转换材料技术领域。

背景技术

[0002] 太阳能(solar energy)是由太阳内部氢原子发生氢氦聚变释放出巨大核能而产生的,来自太阳的辐射能量,主要表现为常说的太阳光线。太阳能作为一种人类取之不尽、用之不竭的清洁能源,在现代一般用作发电或者为热水器提供能源,其利用方式包括光热转换和光电转换,其中光热转换作为最直接、最有效的方法被推广,而光热转换材料作为实现光热转换的载体,其性能对提高太阳能的利用效率尤为重要。

[0003] 然而目前用于界面光热转换进行水蒸馏的材料,大多为双层结构:靠近太阳光的一侧为吸光层,通过吸收太阳光的能量发热,致使水蒸发;而靠近水的一侧为亲水层,主要起水传输作用。其中吸光层大多为疏水表面,其表面平整或经过功能涂层整理后有凸起结构,太阳光照射到吸光层表面上时,有部分太阳光被反射,吸光层对太阳光的吸收应用率较低。所以针对现有的光热转换材料大部分由于其光热损耗大,具有效率低、制备方案复杂、使用过程过于复杂等问题,本发明提出了一种单向导水间隔织物。

发明内容

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明提出了一种单向导水间隔织物及其制备方法与应用,利用间隔织物的特殊结构,赋予面层单向导水性能,并在间隔纱表面构造二级吸光结构以减少太阳光能量损失,最终得到可用于界面光热转换的单向导水间隔织物,可用于太阳光下的界面光热水蒸发,以实现水源的界面蒸馏。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0006] 本发明提供了一种单向导水间隔织物,包括面层和二级吸光结构,所述面层为平纹结构,厚度为0.3~0.5mm,一侧为疏水侧,另一侧为亲水侧,所述二级吸光结构位于所述面层亲水侧上方,由间隔纱和吸光材料组成,所述间隔纱的排列形式为I型,高度为5mm。

[0007] 本发明还提供了一种上述的单向导水间隔织物的制备方法,包括以下步骤:

[0008] (1)待处理的间隔织物的制备:将涤纶纱线纺制成织物,将纺制好的织物其中的一层面层移除得到待处理的间隔织物;

[0009] (2)间隔织物预处理:将步骤(1)制备得到的待处理的间隔织物在氢氧化钠溶液中煮沸,用去离子水洗涤,晾干,之后浸泡在三羟甲基氨基甲烷(Tris)溶液中,并滴加盐酸多巴胺溶液摇晃,然后用去离子水洗涤,晾干得到预处理的间隔织物;

[0010] (3)间隔织物二级吸光结构的构建:将吸光材料负载在间隔纱上得到具有二级吸光结构的间隔织物;

[0011] (4)单向导水处理:将疏水助剂喷涂在步骤(3)制备的具有二级吸光结构的间隔织物的面层,之后烘干得到所述单向导水间隔织物。

[0012] 进一步地,步骤(1)中所述涤纶纱线的直径为0.2mm,截面为十字形、圆形、三角形或Y形。

[0013] 进一步地,步骤(2)中所述氢氧化钠溶液的浓度为10g/L,所述待处理的间隔织物与氢氧化钠溶液的料液比为1:400(g:mL),所述煮沸的时间为1h,以对其进行水解和刻蚀。

[0014] 进一步地,步骤(2)中用去离子水洗涤至中性。

[0015] 进一步地,步骤(2)中所述(Tris)溶液的浓度为1.2g/L,pH为8.5,所述盐酸多巴胺溶液的浓度为2.5g/L,滴加过程为缓慢滴加,滴加速度为10mL/h,之后暴露于空气中在摇床上缓慢摇晃,所述摇晃的时间为12h。

[0016] 进一步地,(Tris)溶液与盐酸多巴胺溶液的体积比为10:(1~3)。

[0017] 进一步地,步骤(4)中所述疏水助剂体积浓度为10%,所述喷涂时间为0.5h,喷涂流量为0.2~0.5mL/min。

[0018] 进一步地,步骤(4)中所述烘干的温度为130℃,时间为1h。

[0019] 本发明还提供了上述的单向导水间隔织物在太阳光界面光热转换中的应用,以实现水源的界面蒸馏,充分发挥太阳能资源的作用。

[0020] 本发明中的术语“间隔织物”是指由若干组纱线形成两层或两层以上的织物,并由另一组纱线将各层织物连接起来而形成的织物。

[0021] 本发明中的术语“I型”是指间隔纱的排列方向与经编织物层垂直。

[0022] 本发明公开了以下技术效果:

[0023] 1)本发明提供了一种具有二级吸光结构并且具有单向导水作用的间隔织物,吸光材料负载在间隔纱上,利用间隔纱的I型结构,与间隔纱形成二级结构,增加太阳光在负载有吸光材料的间隔纱内部的反射,提高太阳光能量利用率,减少太阳光的能量损失。

[0024] 2)通过亲疏水梯度设计赋予间隔织物面层单向导水性能,一侧为亲水侧,一侧为疏水侧,使间隔织物漂浮在水面上,可将水自下通过毛细作用传输至间隔纱上,通过吸光材料的作用,使间隔纱内部的水蒸发,实现界面光热转换过程中的单向水传输。

[0025] 3)本发明的单向导水间隔织物制备方法简单,可用于太阳光下的界面光热水蒸发,以实现水源的界面蒸馏,充分发挥太阳能资源的作用。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0027] 图1为本发明实施例1所用的涤纶纱线的截面形状图;

[0028] 图2为本发明实施例1制备得到的单向导水间隔织物的结构示意图;

[0029] 图3为本发明实施例1制备得到的单向导水间隔织物的单向导水示意图;

[0030] 图4为本发明实施例1制备的单向导水间隔织物的扫描电镜图,其中,a为放大倍数500倍,b为放大倍数1000倍;

[0031] 图5为本发明实施例2所用的涤纶纱线的截面形状图;

[0032] 图6为本发明实施例3所用的涤纶纱线的截面形状图;

[0033] 图7为原间隔织物与实施例1制备得到的单向导水间隔织物(整理后间隔织物),在一个太阳光下所产生的水的重量损失作比较图。

具体实施方式

[0034] 现详细说明本发明的多种示例性实施方式,该详细说明不应认为是对本发明的限制,而应理解为是对本发明的某些方面、特性和实施方案的更详细的描述。

[0035] 应理解本发明中所述的术语仅仅是为描述特别的实施方式,并非用于限制本发明。另外,对于本发明中的数值范围,应理解为还具体公开了该范围的上限和下限之间的每个中间值。在任何陈述值或陈述范围内的中间值以及任何其他陈述值或在所述范围内的中间值之间的每个较小的范围也包括在本发明内。这些较小范围的上限和下限可独立地包括或排除在范围内。

[0036] 除非另有说明,否则本文使用的所有技术和科学术语具有本发明所述领域的常规技术人员通常理解的含义。虽然本发明仅描述了优选的方法和材料,但是在本发明的实施或测试中也可以使用与本文所述相似或等同的任何方法和材料。本说明书中提到的所有文献通过引用并入,用以公开和描述与本发明所述文献相关的方法和/或材料。在与任何并入的文献冲突时,以本说明书的内容为准。

[0037] 在不背离本发明的范围或精神的情况下,可对本发明说明书的具体实施方式做多种改进和变化,这对本领域技术人员而言是显而易见的。由本发明的说明书得到的其他实施方式对技术人员而言是显而易见的。本发明说明书和实施例仅是示例性的。

[0038] 关于本文中所使用的“包含”、“包括”、“具有”、“含有”等等,均为开放性的用语,即意指包含但不限于。

[0039] 本发明所用疏水助剂没有特别限制,凡是对织物能够进行疏水处理的助剂都可以,在实施例中所用疏水助剂为十三氟烷基三乙氧基硅烷。

[0040] 本发明实施例所用涤纶纱线、氢氧化钠溶液、三羟甲基氨基甲烷(Tris)溶液、盐酸多巴胺溶液、疏水助剂十三氟烷基三乙氧基硅烷均可通过市售购买得到。

[0041] 本发明对吸光材料的种类没有限制,只要具备吸光能力即可,在本发明实施例中优选还原氧化石墨烯。

[0042] 本发明对还原氧化石墨烯负载在间隔纱上的方法没有限制,只要能构建二级吸光结构即可,在本发明实施例中采用喷雾的方式,喷雾为旋转喷雾,转速为500rpm。

[0043] 本发明实施例所述的纺制成织物的方法、旋转喷雾的方法、激光切割移除面层的方法均为本领域的常规技术手段,且并非发明要点,在此不做赘述。

[0044] 本发明实施例所述“I型”是指间隔纱的排列方向与经编织物层垂直。

[0045] 经编间隔织物由两层经编织物层和中间的间隔纱组成,所以本发明实施例中所述的面层是指经编织物层。

[0046] 以下通过实施例对本发明的技术方案做进一步说明。

[0047] 实施例1

[0048] 本实施例的单向导水间隔织物的制备方法,包括以下步骤:

[0049] (1)待处理的间隔织物的制备:将直径为0.2mm,截面为圆形(见图1)的涤纶纱线纺制成面层为平纹结构层厚度为0.5mm,间隔纱的排列形式为I型、高度为5mm的织物,将纺织

好的织物其中的一层面层用激光切割移除得到待处理的间隔织物；

[0050] (2) 间隔织物预处理：将步骤(1)制备得到的待处理的间隔织物按照料液比为1:400(g:mL)加入浓度为10g/L氢氧化钠溶液中，煮沸1h，用去离子水洗涤至中性，晾干，之后按照1:100(g:mL)料液比浸泡在浓度为1.2g/L、pH为8.5的三羟甲基氨基甲烷(Tris)溶液中，并以10mL/h的速度缓慢滴加浓度为2.5g/L的盐酸多巴胺溶液，三羟甲基氨基甲烷(Tris)溶液与盐酸多巴胺溶液的体积比为10:1，之后暴露于空气中在摇床上缓慢摇晃12h，然后用去离子水洗涤至中性，晾干得到预处理的间隔织物；

[0051] (3) 间隔织物二级吸光结构的构建：将还原氧化石墨烯采用旋转喷雾的方式嵌插在间隔纱上，转速为500rpm得到具有二级吸光结构的间隔织物；

[0052] (4) 单向导水处理：将体积浓度为10%的疏水助剂十三氟烷基三乙氧基硅烷喷涂在步骤(3)制备的具有二级吸光结构的间隔织物的面层，喷涂0.5h，喷涂流量为0.3mL/min，之后在130℃烘干1h得到单向导水间隔织物，其结构示意图见图2(二级吸光结构只显示了一部分，以更清楚表示间隔纱和RGO的结构)，由图2可见该单向导水间隔织物包括面层和二级吸光结构，面层的一侧为疏水侧，另一侧为亲水侧，二级吸光结构位于所述面层亲水侧上方，间隔纱上嵌插负载有还原氧化石墨烯，单向导水示意图见图3，其中a为水滴透过疏水侧的过程，b为水滴不能透过亲水侧的过程。

[0053] 实施例1制备的单向导水间隔织物的扫描电镜图见图4，其中，a为放大倍数500倍，b为放大倍数1000倍，由图4中可以看出，实施例1制备的单向导水间隔织物的间隔纱为二级吸光结构，间隔纱本身与经编织物层垂直，为第一级结构，其表面负载的吸光材料构成有突起的二级结构。

[0054] 实施例2

[0055] 本实施例的单向导水间隔织物的制备方法，包括以下步骤：

[0056] (1) 待处理的间隔织物的制备：将直径为0.2mm，截面为三角形(见图5)的涤纶纱线纺制成面层为平纹结构层厚度为0.3mm，间隔纱的排列形式为I型、高度为5mm的织物，将纺织好的织物其中的一层面层用激光切割移除得到待处理的间隔织物；

[0057] (2) 间隔织物预处理：将步骤(1)制备得到的待处理的间隔织物按照料液比为1:400(g:mL)加入浓度为10g/L氢氧化钠溶液中，煮沸1h，用去离子水洗涤至中性，晾干，之后按照1:100(g:mL)料液比浸泡在浓度为1.2g/L、pH为8.5的三羟甲基氨基甲烷(Tris)溶液中，并以10mL/h速度缓慢滴加浓度为2.5g/L的盐酸多巴胺溶液，三羟甲基氨基甲烷(Tris)溶液与盐酸多巴胺溶液的体积比为10:2，之后暴露于空气中在摇床上缓慢摇晃12h，然后用去离子水洗涤至中性，晾干得到预处理的间隔织物；

[0058] (3) 间隔织物二级吸光结构的构建：将还原氧化石墨烯采用旋转喷雾的方式嵌插在间隔纱上，转速为500rpm得到具有二级吸光结构的间隔织物；

[0059] (4) 单向导水处理：将体积浓度为10%的疏水助剂十三氟烷基三乙氧基硅烷喷涂在步骤(3)制备的具有二级吸光结构的间隔织物的面层，喷涂0.5h，喷涂流量为0.2mL/min，之后在130℃烘干1h得到单向导水间隔织物。

[0060] 实施例3

[0061] 本实施例的单向导水间隔织物的制备方法，包括以下步骤：

[0062] (1) 待处理的间隔织物的制备：将直径为0.2mm，截面为十字形(见图6)的涤纶纱线

纺制成面层为平纹结构层厚度为0.4mm,间隔纱的排列形式为I型、高度为5mm的织物,将纺织好的织物其中的一层面层用激光切割移除得到待处理的间隔织物;

[0063] (2) 间隔织物预处理:将步骤(1)制备得到的待处理的间隔织物按照料液比为1:400(g:mL)加入浓度为10g/L氢氧化钠溶液中,煮沸1h,用去离子水洗涤至中性,晾干,之后按照1:100(g:mL)料液比浸泡在浓度为1.2g/L、pH为8.5的三羟甲基氨基甲烷(Tris)溶液中,并以10mL/h速度缓慢滴加浓度为2.5g/L的盐酸多巴胺溶液,三羟甲基氨基甲烷(Tris)溶液、盐酸多巴胺溶液体积比为10:3,之后暴露于空气中在摇床上缓慢摇晃12h,然后用去离子水洗涤至中性,晾干得到预处理的间隔织物;

[0064] (3) 间隔织物二级吸光结构的构建:将还原氧化石墨烯采用旋转喷雾的方式嵌插在间隔纱上,转速为500rpm得到具有二级吸光结构的间隔织物;

[0065] (4) 单向导水处理:将体积浓度为10%的疏水助剂十三氟烷基三乙氧基硅烷喷涂在步骤(3)制备的具有二级吸光结构的间隔织物的面层,喷涂0.5h,喷涂流量为0.5ml/min,之后在130℃烘干1h得到单向导水间隔织物。

[0066] 实施例4

[0067] 同实施例1,区别仅在于,涤纶纱线的截面为Y形。

[0068] 对比例1

[0069] 同实施例1,区别仅在于,省略步骤(3),直接将步骤(2)得到的预处理的间隔织物进行单向导水处理。

[0070] 对比例2

[0071] 同实施例1,区别仅在于,省略步骤(4)。

[0072] 对比例3

[0073] 同实施例1,区别仅在于,步骤(2)具体为:将步骤(1)制备得到的待处理的间隔织物按照料液比为1:400(g:mL)加入浓度为10g/L氢氧化钠溶液中,煮沸1h,用去离子水洗涤至中性,晾干得到预处理的间隔织物。

[0074] 对比例4

[0075] 同实施例1,区别仅在于,三羟甲基氨基甲烷(Tris)溶液、盐酸多巴胺溶液的体积比为10:4。

[0076] 对比例5

[0077] 同实施例1,区别仅在于,80℃烘干2h。

[0078] 性能测试

[0079] 采用模拟太阳光的方式测试织物的界面光热转换性能:首先获得30mL的废水将其置于50mL的烧杯中备用;然后在烧杯中放入与其直径相近的聚苯乙烯海绵片,分别将实施例1-4与对比例1-5制备得到的间隔织物裁剪成与烧杯直径相同的尺寸,之后置于海绵片上,使具有吸光性能的间隔纱朝向模拟太阳光,在一个模拟太阳光下持续光照一小时,采用电子天平计数,每隔1min记录烧杯中的重量损失,并计算织物的光热转换效率和水蒸发能力:

[0080] 光热转换效率的计算公式:

$$[0081] \quad \eta = \frac{(m_0 - m_1) h_{lv}}{C_{opt} P_0} \times 100\%$$

[0082] 式中, η 为转换效率, m_0 为一个太阳光下的水蒸发速率, 单位为 $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$, m_1 为没有光照的条件下样品的水蒸发速率; h_{lv} 是从液相转变为气相所需的能量总焓 ($2256\text{kJ}/\text{kg}$); C_{opt} 为光学浓度, 在 n 个太阳光下即为 n , 此处为1; P_0 为标准太阳光强度 ($1\text{kW}/\text{m}^2$);

[0083] 水蒸发能力计算方法:

[0084] 太阳光照射1h后水重量损失除以织物的面积, 单位为 kg/m^2 。

[0085] 结果见表1, 另外, 以原间隔织物(只经过实施例1中步骤(1)得到的)作为对照组, 与实施例1制备得到的单向导水间隔织物(整理后间隔织物), 在一个太阳光下所产生的水的重量损失作比较, 结果见图7。

[0086] 表1光热转换性能测试结果

[0087]

	水蒸发速率/ $\text{kg m}^{-2}\text{h}^{-1}$	光热转换效率/%
实施例1	1.539	87.4%
实施例2	1.617	92.2%
实施例3	1.713	98.2%
实施例4	1.672	95.7%
对比例1	1.104	60.2%
对比例2	1.406	79.0%
对比例3	1.462	82.6%
对比例4	1.526	86.5%
对比例5	1.432	80.7%

[0088] 由表1的数据可以看出, 当其他处理条件不变时, 纱线截面形状对间隔织物的水蒸发速率和光热转换效率影响较大, 其中圆形截面的纱线所得的间隔织物的水蒸发速率和光热转换效率最低, 三角形截面次之, 十字截面最高。这是由于十字截面比圆形和三角形截面的纱线具有更高的表面积, 毛细作用最强, 实施例4中的纱线截面为Y形截面, 纱线表面积和毛细作用介于三角形截面和十字截面的纱线之间, 因此在相同处理工艺下, 所得织物的水蒸发速率和光热转换效率介于圆形截面纱线和三角形截面纱线所得的间隔织物之间。与实施例1相比较, 对比例1没有负载吸光层, 织物的水蒸发速率和光热转换效率最低; 对比例2所得间隔织物没有单向导水功能, 在一定程度上影响了水在纱线内部的传输速度, 因此织物的水蒸发速率和光热转换效率有所降低; 对比例3无聚多巴胺涂层, 还原氧化石墨烯在间隔纱上的负载不牢固, 因此与实施例1相比, 织物的水蒸发速率和光热转换效率降低; 对比例4所采用的三羟甲基氨基甲烷(Tris)溶液、盐酸多巴胺溶液的体积比与实施例1不同, 因此织物的水蒸发速率和光热转换效率有所不同但差别不大; 对比例5在经过十三氟烷基三乙氧基硅烷整理后采用 80°C 烘干, 但该温度不足以让十三氟烷基三乙氧基硅烷以脱水缩合的方式牢固地结合在纤维表面, 因此织物的水蒸发速率和光热转换效率降低。

[0089] 图7以实施例1为例, 对比了不经过任何功能整理的原间隔织物, 与经过功能整理的间隔织物在一个太阳光下, 在一小时内水的重量损失随时间的变化。

[0090] 以上所述的实施例仅是对本发明的优选方式进行描述, 并非对本发明的范围进行

限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。



圆形截面

图1

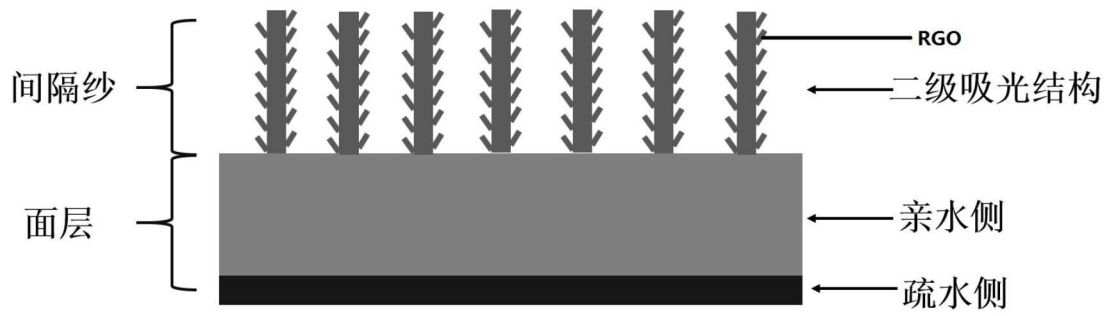


图2

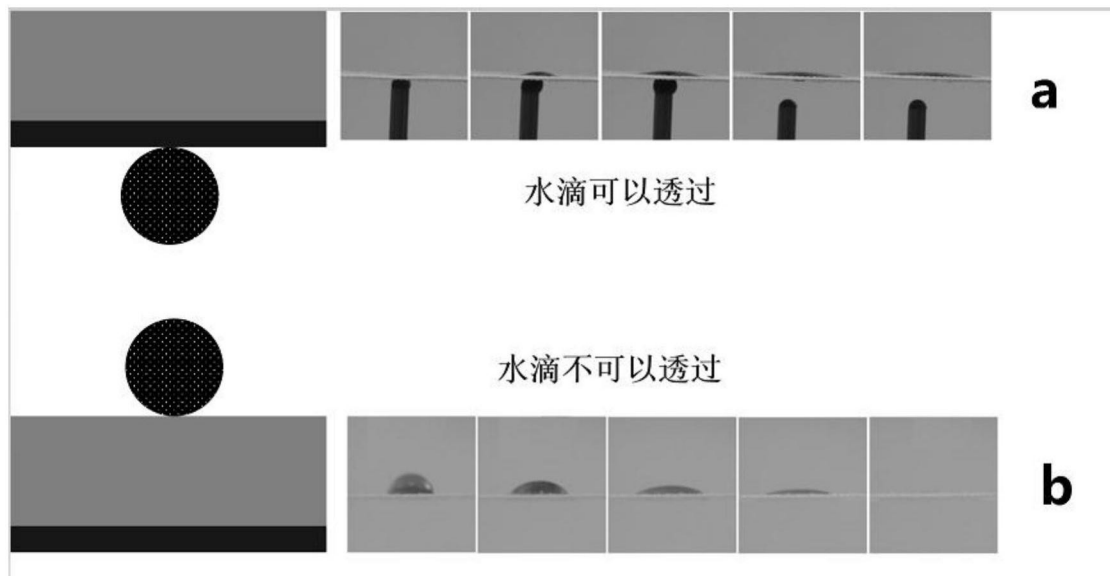


图3

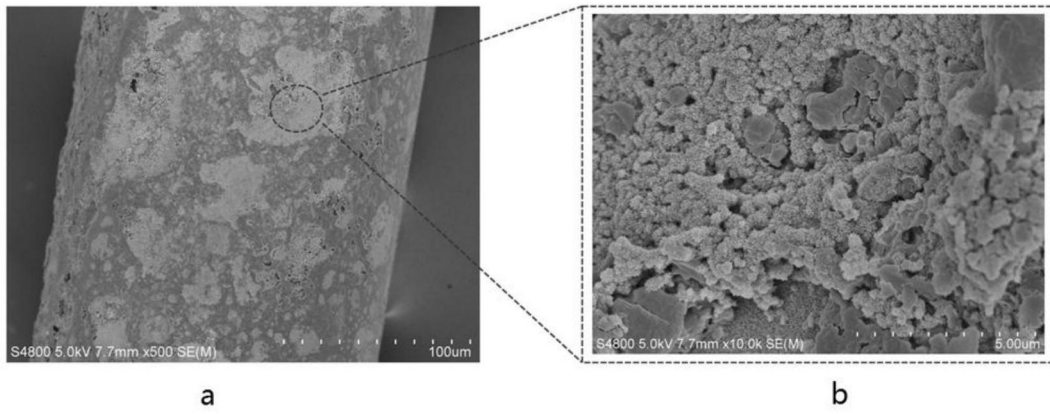


图4



三角形截面

图5



十字形截面

图6

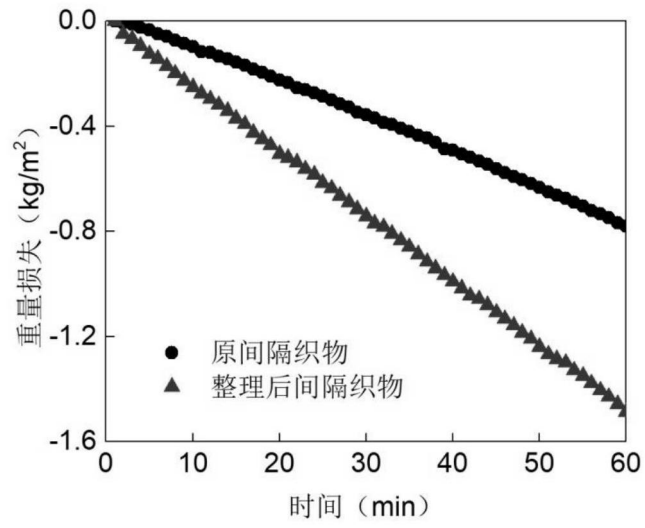


图7