



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109652894 A

(43)申请公布日 2019.04.19

(21)申请号 201910113752.1

(22)申请日 2019.02.13

(71)申请人 南开大学

地址 300071 天津市南开区卫津路94号

(72)发明人 刘遵峰 贾天娇 陈萌萌 于凯晴

何文倩

(74)专利代理机构 天津耀达律师事务所 12223

代理人 侯力

(51)Int.Cl.

D03D 15/00(2006.01)

D01C 3/02(2006.01)

D06C 7/02(2006.01)

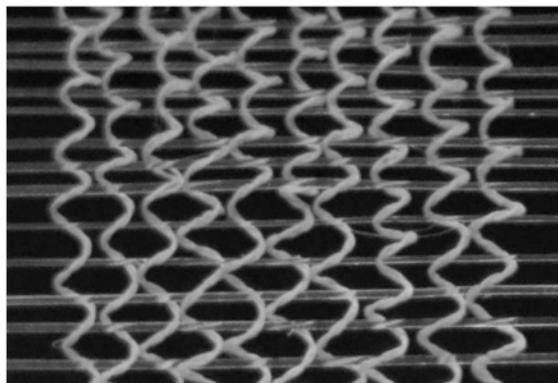
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

基于蚕丝人工肌肉的智能织物的制备方法

(57)摘要

基于蚕丝人工肌肉的智能织物的制备方法,利用蚕丝的吸湿性将其制成湿度敏感的蚕丝人工肌肉并编织到织物中实现智能功能。包括蚕丝纱线的制备、蚕丝人工肌肉的制备、热定型等过程,最后将得到的蚕丝人工肌肉与蚕丝纱线进行平纹编织得到智能织物,其中,经纱为蚕丝人工肌肉排纱,纬纱为脱胶蚕丝排纱。该蚕丝人工肌肉对环境湿度敏感,能自发感应湿度变化并做出反应,在较为潮湿的环境中能吸收水分并引起长度收缩,在干燥环境中长度回复。所以用该人工肌肉制成的织物能够在人体出汗量大,需要及时排汗的情况下,能够感应汗水并通过长度收缩以便于人体排汗,实现人体的湿度和热管理;排汗完成后,人体较为干燥时,织物长度回复,提供给穿着者更多舒适。



1. 基于蚕丝人工肌肉的智能织物的制备方法,包括以下步骤:

步骤1:将商业购买的茧丝浸泡在氢氧化钠溶液中脱胶;

步骤2:将所述步骤1中得到的脱胶蚕丝用去离子水清洗,室温干燥;

步骤3:制备蚕丝纱线

将所述步骤2中的脱胶蚕丝进行纺纱,捻向为“Z”捻或“S”捻;

步骤4:将所述步骤3中纱线从中间挂一重物,使其对折得到自平衡的对折纱线;

步骤5:将所述步骤4中得到的对折纱线围绕芯轴卷绕,卷绕方向与纺纱捻向相同;

步骤6:将所述步骤5中得到的人工肌肉连同芯轴一起放入干燥箱内进行热定型;

步骤7:将所述步骤6中经过热定型的对折纱线从芯轴上绕制下来,即得到线圈状的湿度敏感的蚕丝人工肌肉;

步骤8:制备智能织物

将所述步骤7得到的蚕丝人工肌肉与蚕丝进行平纹编织得到智能织物,其中,所述智能织物的经纱为所述蚕丝人工肌肉排纱,所述智能织物的纬纱为所述步骤2中得到的脱胶蚕丝。

2. 根据权利要求1所述的基于蚕丝人工肌肉的智能织物的制备方法,其特征在于,步骤1中所述氢氧化钠溶液的浓度为0.1-0.5mol/L,浸泡时间为12-36h。

3. 根据权利要求1或2所述的基于蚕丝人工肌肉的智能织物的制备方法,其特征在于,步骤6中所述热定型的温度为100-130℃,时间为10-60分钟。

## 基于蚕丝人工肌肉的智能织物的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于智能织物技术领域,涉及一种湿度敏感的智能织物,特别涉及基于蚕丝人工肌肉的智能织物的制备方法。

### 背景技术

[0002] 智能织物一直以来都是科研和纺织界研究的重要领域之一,引领第四次纺织工业革命。到2025年,全球智能纺织业的价值估计将超过1300亿美元。通过对环境刺激敏感的人工肌肉整合到织物中可以实现织物的多种功能性,包括提供能量存储、能量收集、自清洁、颜色变化、发光,管理人体温度和湿度调节等。尤其是对水分敏感的纺织品,可以通过感应汗水、雨水来调节织物的宏观长度或孔隙率来实现人体的湿度和热管理,以便为穿着者提供更多的舒适。

[0003] 目前报道的对水敏感的人工肌肉材料包括碳纳米管、石墨烯、聚合物等。这些材料价格昂贵、制备复杂、不可广泛获得,并且作为织物穿着极不舒适,造成智能织物难以真正进入实用化和产业化。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是为了解决以上材料制备复杂、成本高等问题,提供一种基于蚕丝人工肌肉的智能织物的制备方法。

[0005] 本发明利用蚕丝吸湿的性质,通过加捻、对折、绕棒、热定型的方式将蚕丝制成湿度敏感的蚕丝人工肌肉。该蚕丝人工肌肉在潮湿环境下吸收水分引起体积膨胀,使得蚕丝纱线发生解捻,蚕丝人工肌肉整体长度收缩变短;环境干燥时,该蚕丝人工肌肉发生失水,长度回复。该蚕丝人工肌肉可以自发地感应不同的湿度并做出反应,环境湿度不同,蚕丝人工肌肉的收缩程度也不同。将该蚕丝人工肌肉作为经纱编织到织物中,纬纱使用脱胶蚕丝就可以得到对湿度敏感的智能织物。该织物与人体接触,人体出汗时,作为经纱的蚕丝人工肌肉能够迅速感应到汗水,吸收一部分汗水的同时长度缩短带动整个织物长度变短,将部分人体皮肤直接暴露在环境中,使得汗水不断地被排出;人体汗水排出之后,蚕丝人工肌肉里面的水分也会被蒸发到外界空气中,蚕丝人工肌肉和织物的长度回复,实现人体的湿度和热管理,为穿着者提供更多的舒适。

[0006] 本发明的技术方案

[0007] 基于蚕丝人工肌肉的智能织物的制备方法,具体实施步骤如下:

[0008] 步骤1:将商业购买的茧丝浸泡在氢氧化钠溶液中脱胶;

[0009] 步骤2:将所述步骤1中得到的脱胶蚕丝用去离子水清洗,室温干燥;

[0010] 步骤3:制备蚕丝纱线

[0011] 将所述步骤2中的脱胶蚕丝进行纺纱,捻向为“Z”捻或“S”捻;

[0012] 步骤4:将所述步骤3中纱线从中间挂一重物,使其对折得到自平衡的对折纱线;

[0013] 步骤5:将所述步骤4中得到的对折纱线围绕芯轴卷绕,卷绕方向与纺纱捻向相同;

- [0014] 步骤6:将所述步骤5中得到的人工肌肉连同芯轴一起放入干燥箱内进行热定型;
- [0015] 步骤7:将所述步骤6中经过热定型的对折纱线从芯轴上绕制下来,即得到线圈状的湿度敏感的蚕丝人工肌肉;当环境湿度较大时,该蚕丝人工肌肉可从环境中吸收水分并引起长度收缩,环境干燥时长度回复,且在不同湿度下收缩程度不同;
- [0016] 步骤8:制备智能织物
- [0017] 将所述步骤7得到的蚕丝人工肌肉与蚕丝进行平纹编织得到智能织物,其中,所述智能织物的经纱为所述蚕丝人工肌肉排纱,所述智能织物的纬纱为所述步骤2中得到的脱胶蚕丝排纱;该织物能够感应环境湿度并且在潮湿环境中沿经纱方向收缩,干燥环境中长度回复,且在不同湿度下收缩程度不同。
- [0018] 优选的,在步骤1中所述氢氧化钠溶液的浓度为0.1-0.5mol/L。
- [0019] 优选的,在步骤1中所述浸泡时间为12-36h。
- [0020] 优选的:在步骤6中,所述热定型的温度为100-130℃,时间为10-60分钟。
- [0021] 本发明的优点和有益效果:
- [0022] 本发明利用加捻技术将对湿度敏感的蚕丝制成人工肌肉,赋予蚕丝新的功能——湿度驱动蚕丝人工肌肉长度变化,并且利用人工肌肉作为经纱编织到织物里来实现织物的智能性。在人体出汗量大,需要及时排汗的情况下,该智能织物通过长度收缩实现人体的湿度和热管理;排汗完成后,人体较为干燥时,织物长度回复,提供给穿着者更多舒适。

#### 附图说明

- [0023] 图1为本发明的蚕丝人工肌肉示意图。
- [0024] 图2为本发明的智能织物结构示意图。
- [0025] 图3为本发明的蚕丝人工肌肉在不同湿度下的长度收缩率图。
- [0026] 图4为本发明的蚕丝人工肌肉在不同湿度下的长度收缩率图。

#### 具体实施方式

- [0027] 下面结合实施例对本发明作进一步的说明。
- [0028] 实施例1
- [0029] 所述的蚕丝人工肌肉的制备方法,包括以下步骤:
- [0030] 步骤1:将商业购买的茧丝浸泡在0.1mol/L的氢氧化钠溶液中脱胶,浸泡时间为36h;
- [0031] 步骤2:将所述步骤1中得到的脱胶蚕丝用去离子水清洗,室温干燥;
- [0032] 步骤3:制备蚕丝纱线
- [0033] 将所述步骤2中的5根脱胶蚕丝进行纺纱,捻向为“Z”捻,捻度为6000转/米,纱线直径为50 $\mu$ m;
- [0034] 步骤4:将所述步骤3中纱线从中间挂一3g重物,使其对折得到自平衡的对折纱线;
- [0035] 步骤5:将所述步骤4中得到的对折纱线围绕0.5mm芯轴卷绕,线圈间距为1.5mm,卷绕方向与纺纱捻向相同;
- [0036] 步骤6:将所述步骤5中得到的人工肌肉连同芯轴一起放入干燥箱内进行热定型,定型温度为130℃,时间为10分钟;

[0037] 步骤7:将所述步骤6中经过热定型的对折纱线从芯轴上绕制下来,即得到湿度敏感的蚕丝人工肌肉;

[0038] 该蚕丝人工肌肉在不同湿度下的收缩程度不同,结果如图3所示,当环境湿度从20%变化到60%,该蚕丝人工肌肉收缩13%;当环境湿度从20%变化到70%,该蚕丝人工肌肉收缩20%;当环境湿度从20%变化到80%,该蚕丝人工肌肉收缩47%;当环境湿度从20%变化到90%,该蚕丝人工肌肉收缩65%,且长度变化过程是完全可逆的。

[0039] 实施例2

[0040] 所述的蚕丝人工肌肉的制备方法,包括以下步骤:

[0041] 步骤1:将商业购买的茧丝浸泡在0.5mol/L的氢氧化钠溶液中脱胶,浸泡时间为12h;

[0042] 步骤2:将所述步骤1中得到的脱胶蚕丝用去离子水清洗,室温干燥;

[0043] 步骤3:制备蚕丝纱线

[0044] 将所述步骤2中的5根脱胶蚕丝进行纺纱,捻向为“Z”捻,捻度为6000转/米,纱线直径为50 $\mu$ m;

[0045] 步骤4:将所述步骤3中纱线从中间挂一3g重物,使其对折得到自平衡的对折纱线;

[0046] 步骤5:将所述步骤4中得到的对折纱线围绕3mm芯轴卷绕,线圈间距为6mm,卷绕方向与纺纱捻向相同;

[0047] 步骤6:将所述步骤5中得到的人工肌肉连同芯轴一起放入干燥箱内进行热定型,定型温度为100 $^{\circ}$ C,时间为60分钟;

[0048] 步骤7:将所述步骤6中经过热定型的对折纱线从芯轴上绕制下来,即得到湿度敏感的蚕丝人工肌肉;

[0049] 该蚕丝人工肌肉在不同湿度下的收缩程度不同,结果如图4所示,当环境湿度从20%变化到60%,该蚕丝人工肌肉收缩18%;当环境湿度从20%变化到70%,该蚕丝人工肌肉收缩32%;当环境湿度从20%变化到80%,该蚕丝人工肌肉收缩65%,且长度变化过程是完全可逆的。

[0050] 实施例3

[0051] 所述的蚕丝智能织物的制备方法,包括以下步骤:

[0052] 步骤1:将商业购买的茧丝浸泡在0.2mol/L的氢氧化钠溶液中脱胶,浸泡时间为30h;

[0053] 步骤2:将所述步骤1中得到的脱胶蚕丝用去离子水清洗,室温干燥;

[0054] 步骤3:制备蚕丝纱线

[0055] 将所述步骤2中的20根脱胶蚕丝进行纺纱,捻向为“Z”捻,捻度为2500转/米,纱线直径为200 $\mu$ m;

[0056] 步骤4:将所述步骤3中纱线从中间挂一10g重物,使其对折得到自平衡的对折纱线;

[0057] 步骤5:将所述步骤4中得到的对折纱线围绕1mm芯轴卷绕,线圈间距为2mm,卷绕方向与纺纱捻向相同;

[0058] 步骤6:将所述步骤5中得到的人工肌肉连同芯轴一起放入干燥箱内进行热定型,定型温度为110 $^{\circ}$ C,时间为50分钟;

[0059] 步骤7:将所述步骤6中经过热定型的对折纱线从芯轴上绕制下来,即得到湿度敏感的蚕丝人工肌肉;

[0060] 步骤8:制备智能织物

[0061] 将所述步骤7得到的蚕丝人工肌肉与蚕丝进行平纹编织得到智能织物,其中,所述智能织物的经纱为所述蚕丝人工肌肉排纱,所述智能织物的纬纱为所述步骤2中得到的脱胶蚕丝排纱;

[0062] 穿着该智能织物时,身体在出汗情况下,织物沿经纱方向收缩,长度缩短约45%,有利于人体排汗及散热;汗水蒸发完后,身体较为干燥,织物长度回复。

[0063] 实施例4

[0064] 所述的蚕丝智能织物的制备方法,包括以下步骤:

[0065] 步骤1:将商业购买的茧丝浸泡在0.3mol/L的氢氧化钠溶液中脱胶,浸泡时间为24h;

[0066] 步骤2:将所述步骤1中得到的脱胶丝用去离子水清洗,室温干燥;

[0067] 步骤3:制备蚕丝纱线

[0068] 将所述步骤2中的30根脱胶蚕丝进行纺纱,捻向为“Z”捻,捻度为2000转/米,纱线直径为300 $\mu$ m;

[0069] 步骤4:将所述步骤3中纱线从中间挂一15g重物,使其对折得到自平衡的对折纱线;

[0070] 步骤5:将所述步骤4中得到的对折纱线围绕2mm芯轴卷绕,线圈间距为5mm,卷绕方向与纺纱捻向相同;

[0071] 步骤6:将所述步骤5中得到的人工肌肉连同芯轴一起放入干燥箱内进行热定型,定型温度为120 $^{\circ}$ C,时间为30分钟;

[0072] 步骤7:将所述步骤6中经过热定型的对折纱线从芯轴上绕制下来,即得到湿度敏感的蚕丝人工肌肉;

[0073] 步骤8:制备智能织物

[0074] 将所述步骤7得到的蚕丝人工肌肉与蚕丝进行平纹编织得到智能织物,其中,所述智能织物的经纱为所述蚕丝人工肌肉排纱,所述智能织物的纬纱为所述步骤2中得到的脱胶蚕丝排纱;

[0075] 穿着该智能织物时,身体在出汗情况下,织物沿经纱方向收缩,长度缩短约38%,有利于人体排汗及散热;汗水蒸发完后,身体较为干燥,织物长度回复。

[0076] 实施例5

[0077] 所述的蚕丝智能织物的制备方法,包括以下步骤:

[0078] 步骤1:将商业购买的茧丝浸泡在0.4mol/L的氢氧化钠溶液中脱胶,浸泡时间为18h;

[0079] 步骤2:将所述步骤1中得到的脱胶丝用去离子水清洗,室温干燥;

[0080] 步骤3:制备蚕丝纱线

[0081] 将所述步骤2中的30根脱胶蚕丝进行纺纱,捻向为“Z”捻,捻度为2000转/米,纱线直径为300 $\mu$ m;

[0082] 步骤4:将所述步骤3中纱线从中间挂一15g重物,使其对折得到自平衡的对折纱

线;

[0083] 步骤5:将所述步骤4中得到的对折纱线围绕4mm芯轴卷绕,线圈间距为8mm,卷绕方向与纺纱捻向相同;

[0084] 步骤6:将所述步骤5中得到的人工肌肉连同芯轴一起放入干燥箱内进行热定型,定型温度为130℃,时间为10分钟;

[0085] 步骤7:将所述步骤6中经过热定型的对折纱线从芯轴上绕制下来,即得到湿度敏感的蚕丝人工肌肉;

[0086] 步骤8:制备智能织物

[0087] 将所述步骤7得到的蚕丝人工肌肉与蚕丝进行平纹编织得到智能织物,其中,所述智能织物的经纱为所述蚕丝人工肌肉排纱,所述智能织物的纬纱为所述步骤2中得到的脱胶蚕丝排纱;

[0088] 穿着该智能织物时,身体在出汗情况下,织物沿经纱方向收缩,长度缩短约50%,有利于人体排汗及散热;汗水蒸发完后,身体较为干燥,织物长度回复。

[0089] 实施例6

[0090] 所述的蚕丝智能织物的制备方法,包括以下步骤:

[0091] 步骤1:将商业购买的茧丝浸泡在0.5mol/L的氢氧化钠溶液中脱胶,浸泡时间为12h;

[0092] 步骤2:将所述步骤1中得到的脱胶丝用去离子水清洗,室温干燥;

[0093] 步骤3:制备蚕丝纱线

[0094] 将所述步骤2中的30根脱胶蚕丝进行纺纱,捻向为“S”捻,捻度为2000转/米,纱线直径为300μm;

[0095] 步骤4:将所述步骤3中纱线从中间挂一15g重物,使其对折得到自平衡的对折纱线;

[0096] 步骤5:将所述步骤4中得到的对折纱线围绕5mm芯轴卷绕,线圈间距为10mm,卷绕方向与纺纱捻向相同;

[0097] 步骤6:将所述步骤5中得到的人工肌肉连同芯轴一起放入干燥箱内进行热定型,定型温度为100℃,时间为60分钟;

[0098] 步骤7:将所述步骤6中经过热定型的对折纱线从芯轴上绕制下来,即得到湿度敏感的蚕丝人工肌肉;

[0099] 步骤8:制备智能织物

[0100] 将所述步骤7得到的蚕丝人工肌肉与蚕丝进行平纹编织得到智能织物,其中,所述智能织物的经纱为所述蚕丝人工肌肉排纱,所述智能织物的纬纱为所述步骤2中得到的脱胶蚕丝排纱;

[0101] 穿着该智能织物时,身体在出汗情况下,织物沿经纱方向收缩,长度缩短约50%,有利于人体排汗及散热;汗水蒸发完后,身体较为干燥,织物长度回复。

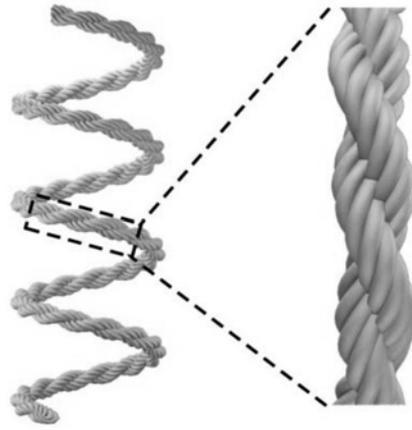


图1

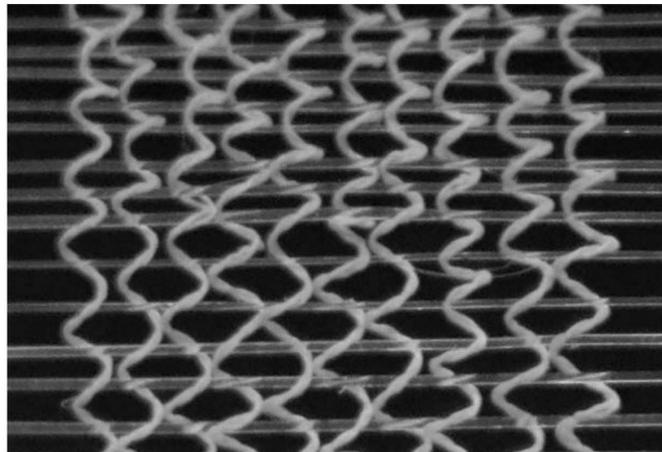


图2

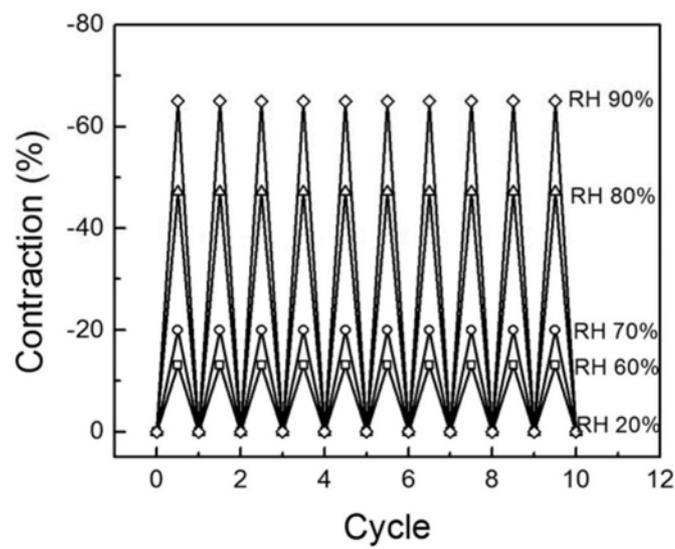


图3

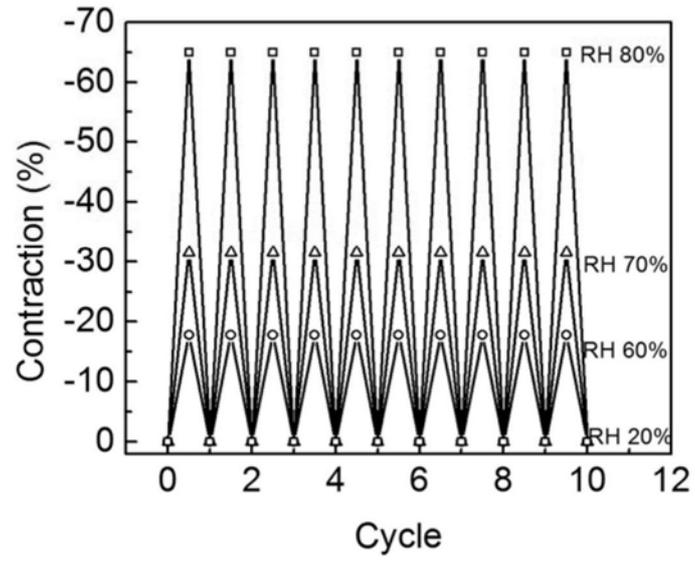


图4