



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109942746 B

(45) 授权公告日 2021.03.16

(21) 申请号 201910237164.9

(22) 申请日 2019.03.27

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109942746 A

(43) 申请公布日 2019.06.28

(73) 专利权人 浙江理工大学

地址 310000 浙江省杭州市江干区杭州经济开发区白杨街道

(72) 发明人 刘爱萍 刘舰 姚游星 吴化平
许为中

(74) 专利代理机构 杭州敦和专利代理事务所
(普通合伙) 33296

代理人 姜术丹

(51) Int.Cl.

C08F 220/54 (2006.01)

C08F 222/38 (2006.01)

C08J 9/28 (2006.01)

C08L 33/24 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103408693 A, 2013.11.27

CN 103223173 A, 2013.07.31

CN 103408683 A, 2013.11.27

CN 1440444 A, 2003.09.03

CN 103126975 A, 2013.06.05

CN 103638553 A, 2014.03.19

US 2010062054 A1, 2010.03.11

US 5484610 A, 1996.01.16

CN 108727622 A, 2018.11.02

CN 105017496 A, 2015.11.04

US 2004195095 A1, 2004.10.07

Yun Tan 等. A gradient Laponite-crosslinked nanocomposite hydrogel with anisotropic stress and thermo-response. 《Applied Clay Science》. 2017, 第148卷第77-82页.

审查员 王亚龙

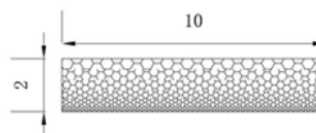
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54) 发明名称

一种温敏光导阀门及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种温敏光导阀门及其制备方法, 包括核心组件(3), 核心组件(3)为具有梯度孔结构的水凝胶, 其制备方法, 步骤如下: 1) 将核心组件(3)切割成长条; 2) 将核心组件(3)一端用夹具(2)固定, 并将其完全浸入储水的透明器皿(1)中, 核心组件(3)底端与透明器皿(1)底部保持距离; 3) 将激光器(4)贴于透明器皿(1)外壁, 当透明器皿(1)中水温低于LCST时, 核心组件(3)保持垂直状态, 当透明器皿(1)中水温高于LCST时, 核心组件(3)将产生弯曲, 至此制得温敏光导阀门, 本发明提供的一种温敏光导阀门及其制备方法, 制备方法简单易行, 成本低廉, 且温敏光导阀门能实现自动开关。



1. 一种温敏光导阀门的制备方法, 其特征在于, 所述一种温敏光导阀门包括核心组件(3), 所述核心组件(3)为具有梯度孔结构的水凝胶; 所述核心组件(3)的长宽高为 $50\text{mm} \times 10\text{mm} \times 2\text{mm}$;

所述的一种温敏光导阀门的制备方法, 步骤如下:

1) 将所述核心组件(3)切割成长条;

2) 将所述核心组件(3)一端用夹具(2)固定, 并将其完全浸入储水的透明器皿(1)中, 所述核心组件(3)底端与所述透明器皿(1)底部保持距离;

3) 将激光器(4)贴于所述透明器皿(1)外壁, 当所述透明器皿(1)中水温低于LCST时, 所述核心组件(3)保持垂直状态, 当所述透明器皿(1)中水温高于LCST时, 所述核心组件(3)将产生弯曲, 至此制得温敏光导阀门。

2. 根据权利要求1所述的一种温敏光导阀门的制备方法, 其特征在于: 所述核心组件(3)与所述透明器皿(1)保持平行, 所述核心组件(3)底端与所述透明器皿(1)底部保持其自身总长的 $1/5$ 的距离。

3. 根据权利要求2所述的温敏光导阀门的制备方法, 其特征在于: 所述LCST=33℃。

一种温敏光导阀门及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及温敏光导阀门技术领域,尤其涉及一种温敏光导阀门的制备方法。

背景技术

[0002] 水凝胶具有多种刺激响应性质,与生物软组织具有类似的含水量。因此,水凝胶在生物医学和软体机器人领域具有广泛的潜在应用价值。水凝胶在外界刺激下能产生可逆形变,例如失水收缩和吸水膨胀,但这些形变往往是无差别不可控的。因此需要对水凝胶进行结构设计,使其具有各向异性结构,从而变形可控。

[0003] 水凝胶致动器异质结构的设计和控制对于操纵它们的致动行为至关重要。传统策略是被动聚合物水凝胶和主动聚合物水凝胶的逐步聚合,形成双层结构。通常,这种双层结构表现出缓慢的弯曲/伸直变形,并且在大量重复致动之后,特别是在大规模弯曲的情况下,倾向于沿着弱界面分层。并且常规水凝胶致动常常与水的吸收和释放相关,而这种响应是缓慢的、尺度小的,表现出缓慢的宏观响应,大小为几分钟到几小时。

[0004] 现有的基于水凝胶的温敏光导阀门制造成本高昂,且不能实现自动开关,因此市场上亟需一种制备方法简单易行,成本低廉,且能实现自动开关的温敏光导阀门。

发明内容

[0005] 针对上述现有技术的现状,本发明所要解决的技术问题在于提供一种温敏光导阀门及其制备方法,该制备方法简单易行,成本低廉,且温敏光导阀门能实现自动开关。

[0006] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为:

[0007] 一种温敏光导阀门,包括核心组件,核心组件为具有梯度孔结构的水凝胶;核心组件的长宽高为 $50\text{mm} \times 10\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

[0008] 进一步的,温敏光导阀门的制备方法,步骤如下:

[0009] 1) 将核心组件切割成长条;

[0010] 2) 将核心组件一端用夹具固定,并将其完全浸入储水的透明器皿中,核心组件底端与透明器皿底部保持距离;

[0011] 3) 将激光器贴于透明器皿外壁,当透明器皿中水温低于LCST时,核心组件保持垂直状态,当透明器皿中水温高于LCST时,核心组件将产生弯曲,至此制得温敏光导阀门。

[0012] 进一步的,核心组件与透明器皿保持平行,核心组件底端与透明器皿底部保持其自身总长的 $1/5$ 的距离。

[0013] 进一步的,LCST=33℃。

[0014] 有益效果:

[0015] 通过本发明所述方法制备得到的温敏光导阀门,由于基于很好的水凝胶的梯度结构,因此,在水温低于水凝胶的相转变温度时,激光束被水凝胶遮挡,水温达到相转变温度时,具有各向异性结构的水凝胶膜会收缩产生定向形变,导致该光导阀门弯曲,使激光通过,因此实现了温敏光导阀门的自动关/开状态;且此种制备方法简单易行,成本低廉。

附图说明

- [0016] 图1为自然状态下的洗涤剂起泡；
[0017] 图2为水凝胶融冰并洗除残留洗涤剂后得到的膜；
[0018] 图3为水凝胶的纵截面SEM图；
[0019] 图4为核心组件2mm厚度方向结构示意图；
[0020] 图5是温敏光导阀门的关闭状态；
[0021] 图6是温敏光导阀门的开启状态。
[0022] 其中，透明器皿1，夹具2，核心组件3，激光器4。

具体实施方式

[0023] 为使对本发明的结构特征及所达成的功效有更进一步的了解和认识，用以较佳的实施例及附图配合详细的说明，说明如下：

[0024] 实施例1

[0025] 1) 取10ml市售洗涤剂与去离子水质量比1:10的溶液于直径约10cm的不锈钢杯中，称取2.03g异丙基丙烯酰胺单体和0.002g N,N'-亚甲基双丙烯酰胺于洗涤剂溶液中，搅拌30min使其充分溶解；

[0026] 2) 往溶液中通入高纯氮气鼓泡3min，除去溶液中含有的氧气；

[0027] 3) 向其中加入事先配置好的浓度为7.75mg/ml四甲基乙二胺水溶液1.19ml和浓度为10mg/ml的过硫酸钾1.49ml，在冰水浴中搅拌1min，使其分散均匀。

[0028] 4) 用手持式搅拌器剧烈搅拌不锈钢杯中的溶液，使之发泡到2-5cm左右的高度，由于表面活性剂的存在可以使水的表面张力大大降低，这就一定程度上保证了泡沫的稳定性，因而这些泡沫轻易不会破裂，而体积较大的气泡密度小于体积小的气泡，所以杯中气泡会呈现如图1所示的由下而上越来越大的梯度分布；

[0029] 5) 将不锈钢杯转移到-90℃冷冻浴的铜柱上3-5min，使气泡迅速自下而上定向冻结定型，随后将其转移到低温冰箱中静置7天以上；

[0030] 6) 将交联好的水凝胶从冰箱中取出，缓慢融化后用去离子水洗除未交联的水凝胶单体和洗涤剂，原先冻结成块的多孔水凝胶塌下，得到如图2所示的水凝胶膜，膜厚约1.5mm，该膜冷冻干燥后纵切面结构如图3放大100倍扫描电镜所示，其具有很好的定向梯度孔结构。

[0031] 7) 将得到的水凝胶膜切割成长宽高为50mm×10mm×2mm的长条，即得到温敏光导阀门的核心组件3。

[0032] 8) 将核心组件3一端用夹具2固定，并将其完全垂直浸入储水的透明器皿1中，透明器皿1可以为方形玻璃器皿，核心组件3与透明器皿1的外壁保持平行，核心组件3底端与透明器皿1底部保持核心组件3总长的1/5的距离。

[0033] 9) 激光器4贴于透明器皿1外壁，并将激光束照射在核心组件3的下方2/5位置处。水凝胶的低临界转变温度(LCST)为33℃，当透明器皿1中水温低于低临界转变温度(LCST)时，由于水凝胶一直保持在亲水态，其体积不会收缩，因此核心组件3保持垂直状态，挡住激光，即温敏光导阀门处于关闭状态；当透明器皿1中水温高于或等于低临界转变温度(LCST)时，水凝胶会开始从亲水态转变为疏水态，由此水凝胶孔中的水大量流出，导致其体积收

缩,如图4所示,核心组件3在2mm的厚度方向孔结构具有很大的梯度落差,所以两面在体积收缩的程度具有差异性,从而使核心组件3将产生弯曲,使激光从下方穿过,即温敏光导阀门处于打开状态。

[0034] 典型地,市售洗涤剂可以采用市售“白猫”洗涤剂。

[0035] 实施例2

[0036] 1) 取10ml市售洗涤剂与去离子水质量比1:10的溶液于直径约10cm的不锈钢杯中,称取2.03g异丙基丙烯酰胺单体和0.002g N,N'-亚甲基双丙烯酰胺于洗涤剂溶液中,搅拌30min使其充分溶解;

[0037] 2) 往溶液中通入高纯氮气鼓泡3min,除去溶液中含有的氧气;

[0038] 3) 向其中加入事先配置好的浓度为7.75mg/ml的四甲基乙二胺水溶液1.19ml和浓度为10mg/ml的过硫酸钾1.49ml,在冰水浴中搅拌1min,使其分散均匀。

[0039] 4) 用手持式搅拌器剧烈搅拌不锈钢杯中的溶液,使之发泡到2-5cm左右的高度,由于表面活性剂的存在可以使水的表面张力大大降低,这就一定程度上保证了泡沫的稳定性,因而这些泡沫轻易不会破裂,而体积较大的气泡密度小于体积小的气泡,所以杯中气泡会呈现如图1所示的上大下小的梯度状态;

[0040] 5) 将不锈钢杯转移到液氮冷冻浴的铜柱上3-5min,液氮冷冻浴温度为-196℃,使气泡迅速自下而上定向冻结定型,随后将其转移到低温冰箱中静置7天以上;

[0041] 6) 将交联好的水凝胶从冰箱中取出,缓慢融化后用去离子水洗除未交联的水凝胶单体和洗涤剂,原先冻结成块的多孔水凝胶塌下,得到水凝胶膜,该膜冷冻干燥后纵切面结构如图4放大100倍扫描电镜所示,其亦具有很好的梯度孔结构,融冰后得到的膜厚约1.5mm。

[0042] 7) 将得到的水凝胶膜切割成长宽高为50mm×10mm×2mm的长条,即得到温敏光导阀门的核心组件3。

[0043] 8) 将核心组件3一端用夹具2固定,并将其完全垂直浸入储水的透明器皿1中,透明器皿1可以为方形玻璃器皿,核心组件3与透明器皿1的外壁保持平行,核心组件3底端与透明器皿1底部保持其总长的1/5的距离。

[0044] 9) 激光器4贴于透明器皿1外壁,并将激光束照射在核心组件3的下方2/5位置处。水凝胶的低临界转变温度(LCST)为33℃,当透明器皿1中水温低于低临界转变温度(LCST)时,由于水凝胶一直保持在亲水态,其体积不会收缩,因此核心组件3保持垂直状态,挡住激光,即温敏光导阀门处于关闭状态;当透明器皿1中水温高于或等于低临界转变温度(LCST)时,水凝胶会开始从亲水态转变为疏水态,由此水凝胶孔中的水大量流出,导致其体积收缩,如图4所示,核心组件3在2mm的厚度方向孔结构具有很大的梯度落差,所以两面在体积收缩的程度具有差异性,从而使核心组件3将产生弯曲,使激光从下方穿过,即温敏光导阀门处于打开状态。

[0045] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的技术人员应当理解,其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行同等替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神与范围。



图1



图2

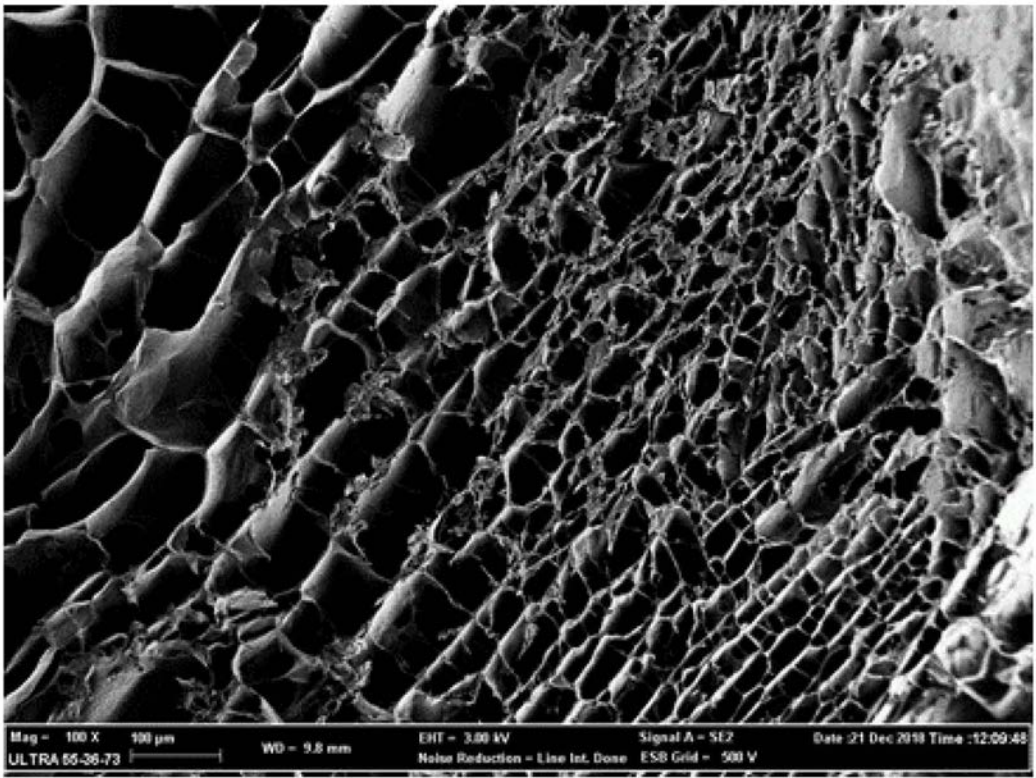


图3

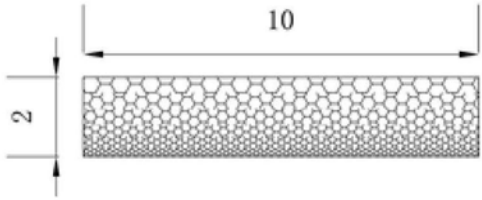


图4

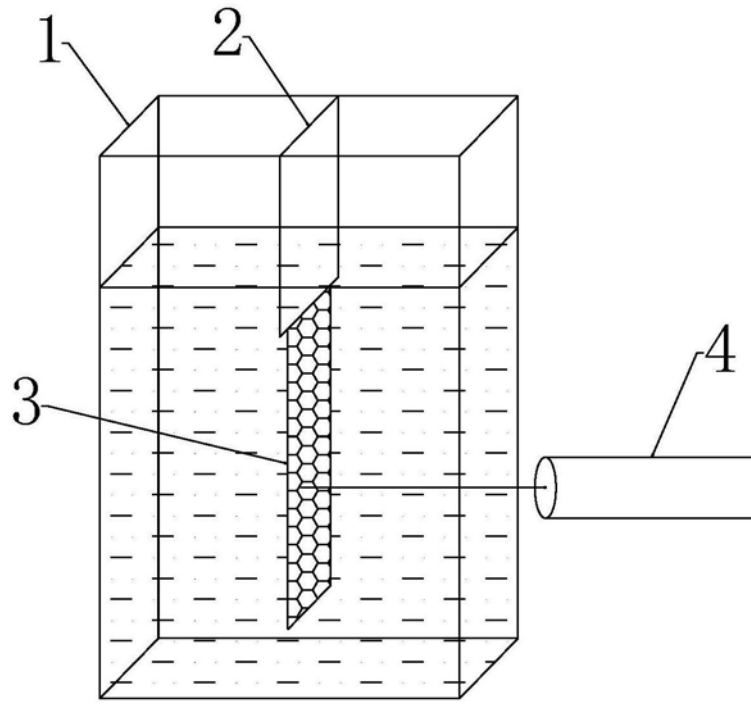


图5

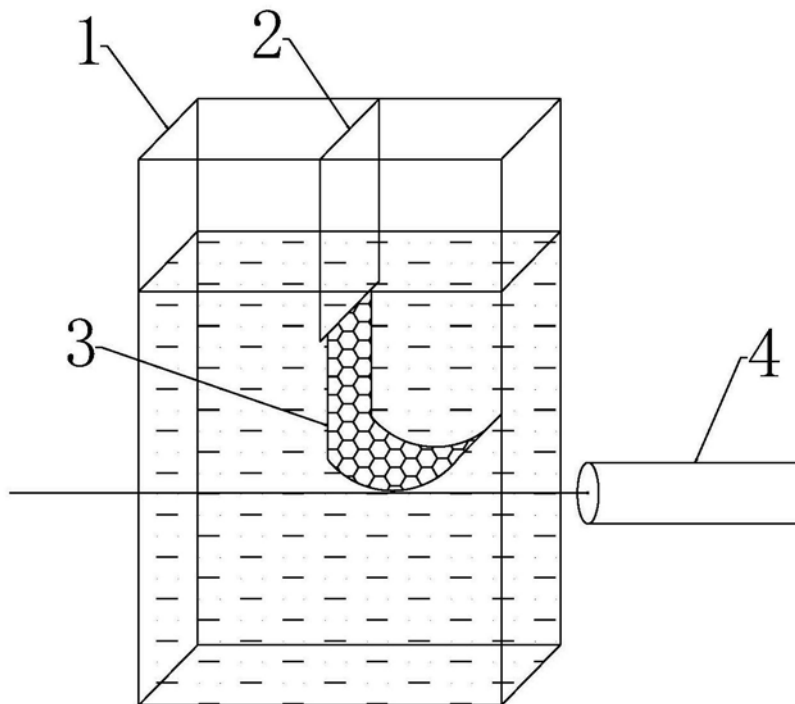


图6