



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106930007 B

(45)授权公告日 2019.06.25

(21)申请号 201710094417.2

*D06M 15/61*(2006.01)

(22)申请日 2017.02.21

*D06M 101/20*(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

*D06M 101/32*(2006.01)

申请公布号 CN 106930007 A

审查员 万敏

(43)申请公布日 2017.07.07

(73)专利权人 东华大学

地址 200050 上海市长宁区延安西路1882号

(72)发明人 王先锋 缪东洋 丁彬 俞建勇

(74)专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司

31001

代理人 翁若莹 王文颖

(51)Int.Cl.

*D04H 13/00*(2006.01)

*D04H 1/728*(2012.01)

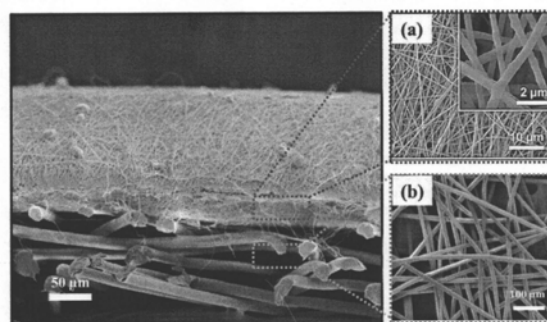
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,将盐酸多巴胺溶解于三羟甲基氨基甲烷缓冲溶液中制得多巴胺溶液;将非织造布浸入上述多巴胺溶液中,室温下浸渍使其在纤维表面形成一聚多巴胺薄膜,制得聚多巴胺预处理非织造布;将亲水型纳米材料溶于溶剂中,超声使得纳米材料均匀分散,将亲水型聚合物溶解于上述所得均匀溶液中,通过静电纺丝方法在聚多巴胺预处理非织造布上制备亲水型纤维层,从而获得所述具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜。本发明制得的微纳米纤维复合膜具有高效水分单向传导能力,即对液态水与气态水同时具有单向传导能力,达到导湿快干的效果,可用于服装或医卫等领域。



1. 一种具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

第一步:选择一未经处理的非织造布;

第二步:用三羟甲基氨基甲烷和盐酸配制三羟甲基氨基甲烷盐酸盐缓冲溶液,将盐酸多巴胺溶解于三羟甲基氨基甲烷盐酸盐缓冲溶液中制得多巴胺溶液;

第三步:将非织造布浸入第二步制得的多巴胺溶液中,室温下浸渍使其在纤维表面形成聚多巴胺薄膜,制得聚多巴胺预处理非织造布;

第四步:将亲水型纳米材料溶于溶剂中,超声使得纳米材料均匀分散,将亲水型聚合物溶于溶剂中,得到纺丝溶液,通过静电纺丝方法在聚多巴胺预处理非织造布上沉积一层亲水型纳米纤维膜,从而获得所述具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜。

2. 如权利要求1所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,所述第一步中的非织造布为聚酯纺粘法非织造布、聚丙烯纺粘法非织造布、聚乙烯纺粘法非织造布、聚酯熔喷法非织造布、聚丙烯熔喷法非织造布和聚乙烯熔喷法非织造布中的任意一种或几种。

3. 如权利要求1或2所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,所述第一步中的非织造布的纤维直径为5~20 $\mu\text{m}$ ,厚度为50~200 $\mu\text{m}$ 。

4. 如权利要求1所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,所述第二步中的三羟甲基氨基甲烷盐酸盐缓冲溶液的浓度为0.005~0.05mol/L, pH值为7~9。

5. 如权利要求1或4所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,所述第二步中的多巴胺溶液浓度为0.2~2g/L。

6. 如权利要求1所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,所述第三步中的浸渍时间为15~120min。

7. 如权利要求1所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,所述第四步中的亲水型纳米材料为碳纳米管、二氧化硅纳米颗粒、纳米碳酸钙、金属纳米颗粒或金属氧化物纳米颗粒中的任意一种或几种。

8. 如权利要求7所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,所述金属纳米颗粒为纳米银;所述金属氧化物纳米颗粒为二氧化钛纳米颗粒、氧化锌纳米颗粒和氧化锆纳米颗粒中的任意一种或几种。

9. 如权利要求1或7所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,所述第四步中的纺丝溶液中亲水型纳米材料的质量分数为0%~5%。

10. 如权利要求1所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,所述第四步中的亲水型聚合物为水溶性聚合物或非水溶性聚合物;所述水溶性聚合物为聚乙烯醇、聚丙烯酸钠和聚丙烯酰胺中的任意一种或几种,在制备该类聚合物电纺溶液时,须向溶液中加入交联剂;非水溶性聚合物为醋酸纤维素、壳聚糖、聚丙烯腈、乙烯/乙醇共聚物、聚酰胺和聚酰亚胺中的任意一种或几种。

11. 如权利要求10所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,所述第四步中的水溶性聚合物为聚乙烯醇时,交联剂为戊二醛、顺丁烯二酸酐和二缩三乙二醇中的任意一种或几种;所述第四步中的水溶性聚合物为聚丙烯酸钠时,交联

剂为甲基丙烯酸羟乙酯、N,N-亚甲基双丙烯酰胺和聚乙二醇双丙烯酸酯中的任意一种或几种;所述第四步中的水溶性聚合物为聚丙烯酰胺时,交联剂为戊二醛、N,N-亚甲基双丙烯酰胺和聚乙醇二丙烯酸酯中的任意一种或几种。

12. 如权利要求1所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,所述第四步中的溶剂为去离子水、丙酮、乙酸、N,N-二甲基甲酰胺、N,N-二甲基乙酰胺、异丙醇、四氢呋喃、甲酸、乙二醇、丙三醇、二氯甲烷、四氯化碳和二甲基亚砷中的任意一种或几种。

13. 如权利要求1所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,所述第四步中的纺丝溶液中亲水型聚合物的质量浓度为5~30%。

14. 如权利要求1所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,所述第四步中的静电纺丝的电压为10~50kV,接收距离为10~30cm,纺丝溶液的灌注速度为0.2~5mL/h,所得纤维直径为50nm~2 $\mu$ m,纤维膜厚度为10~150 $\mu$ m。

15. 一种采用权利要求1-14任意一项所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法制得的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜。

16. 如权利要求15所述的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,其特征在于,所述复合膜能单向传导液态水或/和气态水。

## 具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于功能性微纳米复合纤维材料技术领域,特别涉及一种具有水分单向传导能力的非织造布和静电纺丝纤维复合膜及其制备方法,所制得的复合材料能同时实现对液态水与气态水的单向传导。

### 背景技术

[0002] 润湿性是固体表面的重要性质之一,其由表面化学组成和表面粗糙度共同决定,利用化学梯度修饰或构筑表面结构梯度等方法可获得具有润湿性梯度的材料,从疏水性区域向亲水性区域产生附加压力差,水滴由材料的疏水面传递到亲水面,从而实现液体的定向驱动。通常,这种材料可用作服装面料,面料内层为疏水层,外层为亲水层。汗液在润湿梯度效应或差动毛细效应的作用下传递到面料外层并迅速挥发,从而达到吸湿速干的效果。目前,对于单向导水功能性微纳米复合纤维材料的制备和应用,国内外早已进行了大量的研究,相关的专利技术包括:一种超疏水及超亲水静电纺丝纳米纤维复合膜的制备方法(CN102605554A)、一种具有单向透水性能的复合纤维膜及其制备方法(CN102691175A)、一种具有单向导水功能的水刺非织造材料及其制备方法和应用(CN103938368A)、一种可控液体单向透过范围的复合膜及其制备方法(CN105664730A)等,其研究方向主要集中在单向导水性能方面,对于具有单向导湿功能的微纳米纤维复合膜的制备和研究相对较少,而设计一种多功能型、实用型的水分单向传导复合材料对于单向导湿理论研究与实际应用具有重要意义。

[0003] 静电纺丝技术是一种能够直接、连续制备聚合物纳米纤维的方法,结合亲水改性或材料掺杂可有效的调控纤维的亲疏水性和微细结构,获得具有超亲水性能的材料。与传统吸湿快干面料相比,静电纺纳米纤维膜比表面积大,芯吸作用强,制得的微纳米纤维复合膜具备优异的单向导水、导湿和快干性能。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的问题是提供一种具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,通过该方法制备的复合膜同时具备对液态水与气态水的单向传导能力。

[0005] 为了解决上述问题,本发明提供了一种具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0006] 第一步:选择一未经处理的非织造布;

[0007] 第二步:用三羟甲基氨基甲烷和盐酸配制三羟甲基氨基甲烷盐酸盐(Tris-HCl)缓冲溶液,将盐酸多巴胺溶解于三羟甲基氨基甲烷缓冲溶液中制得多巴胺溶液;

[0008] 第三步:将非织造布浸入第二步制得的多巴胺溶液中,室温下浸渍使其在纤维表面形成聚多巴胺薄膜,制得聚多巴胺预处理非织造布;

[0009] 第四步:将亲水型纳米材料溶于溶剂中,超声使得纳米材料均匀分散,将亲水型聚合物溶于溶剂中,得到纺丝溶液,通过静电纺丝方法在聚多巴胺预处理非织造布上沉积一

层亲水型纳米纤维膜,从而获得所述具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜。

[0010] 优选地,所述第一步中的非织造布为聚酯纺粘法非织造布、聚丙烯纺粘法非织造布、聚乙烯纺粘法非织造布、聚酯熔喷法非织造布、聚丙烯熔喷法非织造布和聚乙烯熔喷法非织造布中的任意一种或几种。

[0011] 优选地,所述第一步中的非织造材料纤维直径为5~20 $\mu\text{m}$ ,厚度为50~200 $\mu\text{m}$ 。

[0012] 优选地,所述第二步中的Tris-HCl缓冲溶液的浓度为0.005~0.05mol/L,pH值为7~9。

[0013] 优选地,所述第二步中的多巴胺溶液浓度为0.2~2g/L。

[0014] 优选地,所述第三步中的浸渍时间为15~120min。

[0015] 优选地,所述第四步中的亲水型纳米材料为碳纳米管、二氧化硅纳米颗粒、纳米碳酸钙、金属和金属氧化物纳米颗粒中的任意一种或几种。

[0016] 更优选地,所述金属纳米颗粒为纳米银;所述金属氧化物纳米颗粒为二氧化钛纳米颗粒、氧化锌纳米颗粒和氧化锆纳米颗粒中的任意一种或几种。

[0017] 优选地,所述第四步中的纺丝溶液中亲水型纳米颗粒的质量分数为0%~5%。

[0018] 优选地,所述第四步中的亲水型聚合物为水溶性聚合物或非水溶性聚合物;所述水溶性聚合物为聚乙烯醇、聚丙烯酸钠和聚丙烯酰胺中的任意一种或几种,在制备该类聚合物电纺溶液时,须向溶液中加入交联剂;非水溶性聚合物为醋酸纤维素、壳聚糖、聚丙烯腈、乙烯/乙醇共聚物、聚酰胺和聚酰亚胺中的任意一种或几种。

[0019] 更优选地,所述第四步中的水溶性聚合物为聚乙烯醇时,交联剂为戊二醛、顺丁烯二酸酐和二缩三乙二醇中的任意一种或几种;所述第四步中的水溶性聚合物为聚丙烯酸钠时,交联剂为甲基丙烯酸羟乙酯、N,N-亚甲基双丙烯酰胺和聚乙二醇双丙烯酸酯中的任意一种或几种;所述第四步中的水溶性聚合物为聚丙烯酰胺时,交联剂为戊二醛、N,N-亚甲基双丙烯酰胺和聚乙二醇二丙烯酸酯中的任意一种或几种。

[0020] 优选地,所述第四步中的溶剂为去离子水、丙酮、乙酸、N,N-二甲基甲酰胺、N,N-二甲基乙酰胺、异丙醇、四氢呋喃、甲酸、乙二醇、丙三醇、二氯甲烷、四氯化碳和二甲基亚砷中的任意一种或几种。

[0021] 优选地,所述第四步中的纺丝溶液中亲水型聚合物的质量浓度为5~30%。

[0022] 优选地,所述第四步中的静电纺丝的电压为10~50kV,接收距离为10~30cm,纺丝溶液的灌注速度为0.2~5mL/h,所得纤维直径为50nm~2 $\mu\text{m}$ ,纤维膜厚度为10~150 $\mu\text{m}$ 。

[0023] 本发明还提供了一种采用上述具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜的制备方法制得的具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜。

[0024] 优选地,所述复合膜能单向传导液态水或/和气态水。

[0025] 本发明制得的微纳米纤维复合膜包括亲水层和疏水层,亲水层为静电纺纳米纤维膜,疏水层为多巴胺改性非织造布。该复合膜在垂直于膜平面方向上的润湿梯度差可通过改变第二步中Tris-HCl缓冲溶液的pH值、盐酸多巴胺的浓度、第三步中的处理时间以及第四步中亲水性聚合物里掺杂的亲水型纳米颗粒的比例得以调控,以此可以获得优异的水分单向传导性能。

[0026] 本发明制得的微纳米纤维复合膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的透湿量 $\geq 10000\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ,单向传递指数 $\geq 1000$ ,液态水动态传递综合指数 $\geq 0.95$ ,沿静电纺纳米纤

维膜面向非织造布面的透湿量 $\leq 4000\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ,单向传递指数 $\leq -500$ ,液态水动态传递综合指数 $\leq 0.4$ 。

[0027] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:

[0028] (1) 本发明的复合膜中的多巴胺改性非织造布层和静电纺纳米纤维膜层分别采用原位聚合和静电纺丝工艺制备。方法简单,结合亲水改性和纳米材料掺杂可有效的调控纤维的亲疏水性和微细结构,获得具有超亲水性能的材料;

[0029] (2) 本发明的复合膜中疏水层由疏水性的非织造布组成,选用的非织造材料本身是疏水的,纤维吸湿性差,在此基础上进行多巴胺改性,使纤维表面形成一层亲水性的聚多巴胺薄膜,纤维内部的化学性质并没有发生改变,仍保持着一定的疏水性,因而在毛细效应的作用下,疏水层材料的导水性能有所增强,而吸湿性没有发生变化;

[0030] (3) 本发明的复合膜中亲水层由亲水性纳米纤维膜组成,通过掺杂亲水性纳米材料进一步提高纤维膜的亲水性,并赋予纤维膜微/纳米结构双尺寸粗糙度,从而实现了超亲水。相比传统纤维,静电纺纤维直径更细,比表面积大,当水分由疏水面传递到亲水面时,可以快速蒸发,从而实现优异的单向导水、导湿和快干性能。

## 附图说明

[0031] 图1为实施例1制得的微纳米纤维复合膜的电镜图。

## 具体实施方式

[0032] 为使本发明更明显易懂,兹以优选实施例,并配合附图作详细说明如下。

[0033] 实施例1~8中所用的聚乙烯醇的重均分子量为11~13W、聚丙烯酸钠的重均分子量为5000、聚丙烯酰胺的重均分子量为100W、醋酸纤维素的重均分子量为10W、壳聚糖的重均分子量为30W、聚丙烯腈的重均分子量为10W、乙烯/乙醇共聚物的重均分子量为5W、聚酰胺的重均分子量为3W和聚酰亚胺的重均分子量为5W。溶剂去离子水、丙酮、乙酸、N,N-二甲基甲酰胺、N,N-二甲基乙酰胺、异丙醇、四氢呋喃、甲酸、乙二醇、丙三醇、二氯甲烷、四氯化碳和二甲基亚砷均由上海晶纯试剂有限公司生产。高压电源选用天津东文高压电源厂生产的DW-P303-1ACD8型。

[0034] 实施例1

[0035] 如图1所示,一种具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜由超亲水层(a)和疏水层(b)组成,其制备方法为:

[0036] 第一步:提供一纤维直径为 $10\mu\text{m}$ ,厚度为 $100\mu\text{m}$ 的聚丙烯纺粘法非织造布;

[0037] 第二步:用三羟甲基氨基甲烷和盐酸配制pH值为7的 $0.005\text{mol}/\text{L}$ 的三羟甲基氨基甲烷盐酸盐(Tris-HCl)缓冲溶液,溶液的pH值可由盐酸来调节。称取1g的盐酸多巴胺溶解于1L的三羟甲基氨基甲烷缓冲溶液中制得多巴胺溶液,溶液即配即用;

[0038] 第三步:将聚丙烯纺粘法非织造布浸入上述多巴胺溶液中,室温下浸渍1h使其在纤维表面形成一聚多巴胺薄膜,用蒸馏水洗净 $60^\circ\text{C}$ 烘干,制得聚多巴胺预处理非织造布;

[0039] 第四步:将亲水型二氧化硅纳米颗粒溶于水中,超声使得纳米颗粒均匀分散,制得质量分数为2%的二氧化硅溶液;将聚乙烯醇溶于上述所制溶液中配制质量分数为15%的聚乙烯醇电纺溶液,并加入戊二醛作为交联剂,戊二醛占聚乙烯醇的质量分数为5%,搅拌

均匀得到纺丝溶液,通过静电纺丝方法在聚多巴胺预处理非织造布上沉积一层亲水性纳米纤维膜,纺丝电压为40kV,接收距离20cm,纺丝溶液的灌注速度为2mL/h,所得纤维直径为300nm,纤维膜厚度为30 $\mu$ m。从而获得所述具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,依据国标GB/T21655.2-2009测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的单向传递指数为1050,液态水动态传递综合指数为0.96;依据国标GB/T12704.2-2009正杯法测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的透湿量为11200g/m<sup>2</sup>/d;沿静电纺纳米纤维膜面向非织造布面的透湿量为4700g/m<sup>2</sup>/d,单向传递指数为-470,液态水动态传递综合指数为0.35。

#### [0040] 实施例2

[0041] 一种具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,由超亲水层和疏水层组成,其制备方法为:

[0042] 第一步:提供一纤维直径为7 $\mu$ m,厚度为80 $\mu$ m的聚酯纺粘法非织造布;

[0043] 第二步:用三羟甲基氨基甲烷和盐酸配制pH值为8的0.01mol/L的三羟甲基氨基甲烷盐酸盐(Tris-HCl)缓冲溶液,溶液的pH值可由盐酸来调节。称取2g的盐酸多巴胺溶解于1L的三羟甲基氨基甲烷缓冲溶液中制得多巴胺溶液,溶液即配即用;

[0044] 第三步:将聚酯纺粘法非织造布浸入上述多巴胺溶液中,室温下浸渍0.5h使其在纤维表面形成一聚多巴胺薄膜,用蒸馏水洗净60 $^{\circ}$ C烘干,制得聚多巴胺预处理非织造布;

[0045] 第四步:将亲水型二氧化钛纳米颗粒溶于水中,超声使得纳米颗粒均匀分散,制得质量分数为1%的二氧化钛溶液;将聚丙烯酸钠溶于上述所制溶液中配制质量分数为20%的聚丙烯酸钠电纺溶液,并加入甲基丙烯酸羟乙酯作为交联剂,甲基丙烯酸羟乙酯占聚丙烯酸钠的质量分数为5%,搅拌均匀得到纺丝溶液,通过静电纺丝方法在聚多巴胺预处理非织造布上沉积一层亲水性纳米纤维膜,纺丝电压为30kV,接收距离20cm,纺丝溶液的灌注速度为1mL/h,所得纤维直径为200nm,纤维膜厚度为40 $\mu$ m。从而获得所述具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,依据国标GB/T21655.2-2009测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的单向传递指数为1120,液态水动态传递综合指数为0.97;依据国标GB/T12704.2-2009正杯法测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的透湿量为12100g/m<sup>2</sup>/d;沿静电纺纳米纤维膜面向非织造布面的透湿量为3700g/m<sup>2</sup>/d,单向传递指数为-380,液态水动态传递综合指数为0.32。

#### [0046] 实施例3

[0047] 一种具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,由超亲水层和疏水层组成,其制备方法为:

[0048] 第一步:提供一纤维直径为5 $\mu$ m,厚度为80 $\mu$ m的聚乙烯纺粘法非织造布;

[0049] 第二步:用三羟甲基氨基甲烷和盐酸配制pH值为8.5的0.02mol/L的三羟甲基氨基甲烷盐酸盐(Tris-HCl)缓冲溶液,溶液的pH值可由盐酸来调节。称取1g的盐酸多巴胺溶解于1L的三羟甲基氨基甲烷缓冲溶液中制得多巴胺溶液,溶液即配即用;

[0050] 第三步:将聚乙烯纺粘法非织造布浸入上述多巴胺溶液中,室温下浸渍2h使其在纤维表面形成一聚多巴胺薄膜,用蒸馏水洗净60 $^{\circ}$ C烘干,制得聚多巴胺预处理非织造布;

[0051] 第四步:将亲水型的碳纳米管溶于丙酮中,超声使得纳米材料均匀分散,制得质量分数为4%的碳纳米管溶液;将醋酸纤维素溶于上述所制溶液中配制质量分数为30%的醋酸纤维素电纺溶液,搅拌均匀得到纺丝溶液,通过静电纺丝方法在聚多巴胺预处理非织造

布上沉积一层亲水性纳米纤维膜,纺丝电压为50kV,接收距离25cm,纺丝溶液的灌注速度为2mL/h,所得纤维直径为300nm,纤维膜厚度为80 $\mu$ m。从而获得所述具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,依据国标GB/T21655.2-2009测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的单向传递指数为1310,液态水动态传递综合指数为0.99;依据国标GB/T12704.2-2009正杯法测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的透湿量为14300g/m<sup>2</sup>/d;沿静电纺纳米纤维膜面向非织造布面的透湿量为3200g/m<sup>2</sup>/d,单向传递指数为-650,液态水动态传递综合指数为0.34。

#### [0052] 实施例4

[0053] 一种具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,由超亲水层和疏水层组成,其制备方法为:

[0054] 第一步:提供一纤维直径为8 $\mu$ m,厚度为100 $\mu$ m的聚酯纺粘法非织造布;

[0055] 第二步:用三羟甲基氨基甲烷和盐酸配制pH值为8.5的0.03mol/L的三羟甲基氨基甲烷盐酸盐(Tris-HCl)缓冲溶液,溶液的pH值可由盐酸来调节。称取1.5g的盐酸多巴胺溶解于1L的三羟甲基氨基甲烷缓冲溶液中制得多巴胺溶液,溶液即配即用;

[0056] 第三步:将聚酯纺粘法非织造布浸入上述多巴胺溶液中,室温下浸渍1.5h使其在纤维表面形成一聚多巴胺薄膜,用蒸馏水洗净60 $^{\circ}$ C烘干,制得聚多巴胺预处理非织造布;

[0057] 第四步:将亲水型纳米碳酸钙溶于乙酸中,超声使得纳米颗粒均匀分散,制得质量分数为3%的碳酸钙溶液;将壳聚糖溶于上述所制溶液中配制质量分数为20%的壳聚糖电纺溶液,通过静电纺丝方法在聚多巴胺预处理非织造布上沉积一层亲水性纳米纤维膜,纺丝电压为30kV,接收距离25cm,纺丝溶液的灌注速度为2mL/h,所得纤维直径为350nm,纤维膜厚度为50 $\mu$ m。从而获得所述具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,依据国标GB/T21655.2-2009测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的单向传递指数为1120,液态水动态传递综合指数为0.98;依据国标GB/T12704.2-2009正杯法测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的透湿量为12700g/m<sup>2</sup>/d;沿静电纺纳米纤维膜面向非织造布面的透湿量为4500g/m<sup>2</sup>/d,单向传递指数为-360,液态水动态传递综合指数为0.39。

#### [0058] 实施例5

[0059] 一种具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,由超亲水层和疏水层组成,其制备方法为:

[0060] 第一步:提供一纤维直径为4 $\mu$ m,厚度为50 $\mu$ m的聚丙烯熔喷法非织造布;

[0061] 第二步:用三羟甲基氨基甲烷和盐酸配制pH值为8.5的0.02mol/L的三羟甲基氨基甲烷盐酸盐(Tris-HCl)缓冲溶液,溶液的pH值可由盐酸来调节。称取2g的盐酸多巴胺溶解于1L的三羟甲基氨基甲烷缓冲溶液中制得多巴胺溶液,溶液即配即用;

[0062] 第三步:将聚丙烯熔喷法非织造布浸入上述多巴胺溶液中,室温下浸渍2h使其在纤维表面形成一聚多巴胺薄膜,用蒸馏水洗净60 $^{\circ}$ C烘干,制得聚多巴胺预处理非织造布;

[0063] 第四步:将亲水型的氧化锌纳米颗粒溶于水中,超声使得纳米颗粒均匀分散,制得质量分数为5%的氧化锌溶液;将聚丙烯腈溶于上述所制溶液中配制质量分数为18%的聚丙烯腈电纺溶液,通过静电纺丝方法在聚多巴胺预处理非织造布上沉积一层亲水性纳米纤维膜,纺丝电压为35kV,接收距离25cm,纺丝溶液的灌注速度为1.5mL/h,所得纤维直径为350nm,纤维膜厚度为100 $\mu$ m。从而获得所述具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,依

据国标GB/T21655.2-2009测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的单向传递指数为1350,液态水动态传递综合指数为0.99;依据国标GB/T12704.2-2009正杯法测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的透湿量为14100g/m<sup>2</sup>/d,沿静电纺纳米纤维膜面向非织造布面的透湿量为2900g/m<sup>2</sup>/d,单向传递指数为-550,液态水动态传递综合指数为0.37。

#### [0064] 实施例6

[0065] 一种具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,由超亲水层和疏水层组成,其制备方法为:

[0066] 第一步:提供一纤维直径为5 $\mu$ m,厚度为80 $\mu$ m的聚酯熔喷法非织造布;

[0067] 第二步:用三羟甲基氨基甲烷和盐酸配制pH值为8.5的0.05mol/L的三羟甲基氨基甲烷盐酸盐(Tris-HCl)缓冲溶液,溶液的pH值可由盐酸来调节。称取0.5g的盐酸多巴胺溶解于1L的三羟甲基氨基甲烷缓冲溶液中制得多巴胺溶液,溶液即配即用;

[0068] 第三步:将聚酯熔喷法非织造布浸入上述多巴胺溶液中,室温下浸渍1h使其在纤维表面形成一聚多巴胺薄膜,用蒸馏水洗净60 $^{\circ}$ C烘干,制得聚多巴胺预处理非织造布;

[0069] 第四步:将亲水型的氧化锆纳米颗粒溶于异丙醇中,超声使得纳米颗粒均匀分散,制得质量分数为5%的氧化锆溶液;将乙烯/乙烯醇共聚物溶于上述所制溶液中配制质量分数为10%的乙烯/乙烯醇共聚物电纺溶液,通过静电纺丝方法在聚多巴胺预处理非织造布上沉积一层亲水性纳米纤维膜,纺丝电压为30kV,接收距离20cm,纺丝溶液的灌注速度为1mL/h,所得纤维直径为300nm,纤维膜厚度为40 $\mu$ m。从而获得所述具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,依据国标GB/T21655.2-2009测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的单向传递指数为1150,液态水动态传递综合指数为0.96;依据国标GB/T12704.2-2009正杯法测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的透湿量为10500g/m<sup>2</sup>/d,沿静电纺纳米纤维膜面向非织造布面的透湿量为3500g/m<sup>2</sup>/d,单向传递指数为-560,液态水动态传递综合指数为0.36。

#### [0070] 实施例7

[0071] 一种具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,由超亲水层和疏水层组成,其制备方法为:

[0072] 第一步:提供一纤维直径为4 $\mu$ m,厚度为70 $\mu$ m的聚乙烯熔喷法非织造布;

[0073] 第二步:用三羟甲基氨基甲烷和盐酸配制pH值为7的0.07mol/L的三羟甲基氨基甲烷盐酸盐(Tris-HCl)缓冲溶液,溶液的pH值可由盐酸来调节。称取1g的盐酸多巴胺溶解于1L的三羟甲基氨基甲烷缓冲溶液中制得多巴胺溶液,溶液即配即用;

[0074] 第三步:将聚乙烯熔喷法非织造布浸入上述多巴胺溶液中,室温下浸渍1h使其在纤维表面形成一聚多巴胺薄膜,用蒸馏水洗净60 $^{\circ}$ C烘干,制得聚多巴胺预处理非织造布;

[0075] 第四步:将亲水型的二氧化硅纳米颗粒溶于甲酸中,超声使得纳米颗粒均匀分散,制得质量分数为5%的二氧化硅溶液;将聚酰胺溶于上述所制溶液中配制质量分数为15%的聚酰胺电纺溶液,通过静电纺丝方法在聚多巴胺预处理非织造布上沉积一层亲水性纳米纤维膜,纺丝电压为30kV,接收距离20cm,纺丝溶液的灌注速度为1mL/h,所得纤维直径为100nm,纤维膜厚度为30 $\mu$ m。从而获得所述具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,依据国标GB/T21655.2-2009测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的单向传递指数为1180,液态水动态传递综合指数为0.97;依据国标GB/T12704.2-2009正杯法测试该膜沿

非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的透湿量为11200g/m<sup>2</sup>/d,沿静电纺纳米纤维膜面向非织造布面的透湿量为3200g/m<sup>2</sup>/d,单向传递指数为-580,液态水动态传递综合指数为0.34。

[0076] 实施例8

[0077] 一种具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,由超亲水层和疏水层组成,其制备方法为:

[0078] 第一步:提供一纤维直径为5 $\mu$ m,厚度为80 $\mu$ m的聚丙烯熔喷法非织造布;

[0079] 第二步:用三羟甲基氨基甲烷和盐酸配制pH值为8.5的0.01mol/L的三羟甲基氨基甲烷盐酸盐(Tris-HCl)缓冲溶液,溶液的pH值可由盐酸来调节。称取2g的盐酸多巴胺溶解于1L的三羟甲基氨基甲烷缓冲溶液中制得多巴胺溶液,溶液即配即用;

[0080] 第三步:将聚丙烯熔喷法非织造布浸入上述多巴胺溶液中,室温下浸渍2h使其在纤维表面形成一聚多巴胺薄膜,用蒸馏水洗净60 $^{\circ}$ C烘干,制得聚多巴胺预处理非织造布;

[0081] 第四步:将亲水型的二氧化钛纳米颗粒溶于N-N二甲基甲酰胺中,超声使得纳米颗粒均匀分散,制得质量分数为5%的二氧化钛溶液;将聚酰亚胺溶于上述所制溶液中配制质量分数为20%的聚酰亚胺电纺溶液,通过静电纺丝方法在聚多巴胺预处理非织造布上沉积一层亲水性纳米纤维膜,纺丝电压为30kV,接收距离25cm,纺丝溶液的灌注速度为2mL/h,所得纤维直径为200nm,纤维膜厚度为50 $\mu$ m。从而获得所述具有水分单向传导能力的微纳米纤维复合膜,依据国标GB/T 21655.2-2009测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的单向传递指数为1290,液态水动态传递综合指数为0.99;依据国标GB/T12704.2-2009正杯法测试该膜沿非织造布面向静电纺纳米纤维膜面的透湿量为12400g/m<sup>2</sup>/d,沿静电纺纳米纤维膜面向非织造布面的透湿量为3600g/m<sup>2</sup>/d,单向传递指数为-620,液态水动态传递综合指数为0.35。

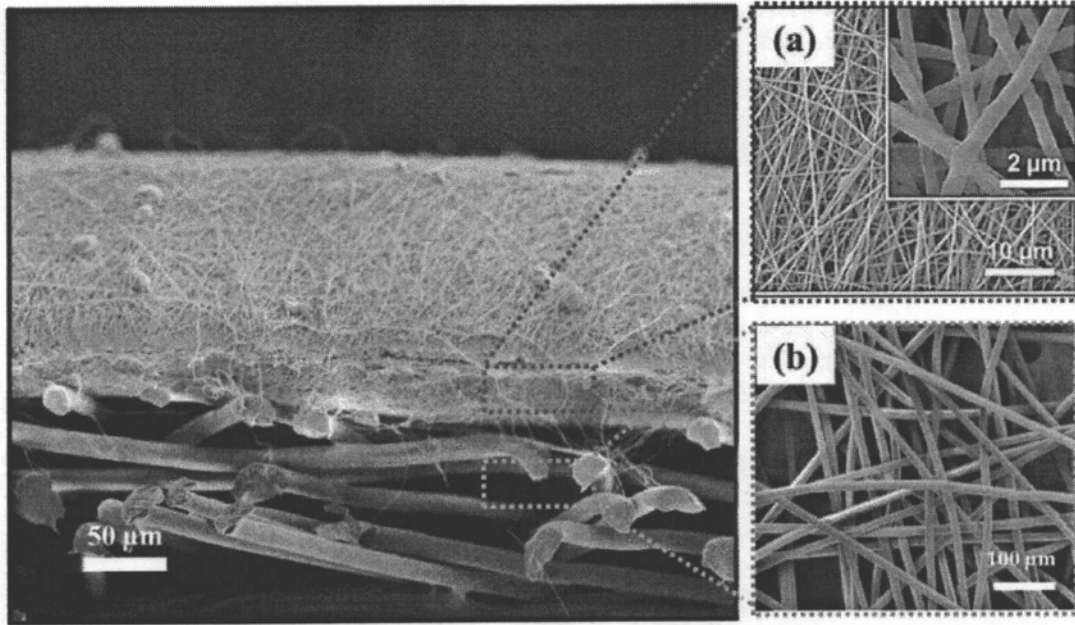


图1