



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105080365 B

(45)授权公告日 2017.05.10

(21)申请号 201510556423.6

*B01D 67/00*(2006.01)

(22)申请日 2015.09.02

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105080365 A

CN 104474911 A,2015.04.01,

CN 104555900 A,2015.04.29,

CN 101422701 A,2009.05.06,

(43)申请公布日 2015.11.25

CN 102500245 A,2012.06.20,

(73)专利权人 西安建筑科技大学

CN 102350094 A,2012.02.15,

地址 710055 陕西省西安市雁塔路13号

CN 103263787 A,2013.08.28,

(72)发明人 叶向东 张学锋 阮晓光 蔡安江

US 2014216258 A1,2014.08.07,

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200

WO 2007137821 A1,2007.12.06,

代理人 徐文权

审查员 徐习岭

(51)Int.Cl.

*B01D 71/40*(2006.01)

*B01D 71/70*(2006.01)

*B01D 69/10*(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页

(54)发明名称

一体式微纳过滤膜及其制造方法

(57)摘要

本发明公开一体式微纳过滤膜及其制备方法,所述微纳过滤膜为一体式两层膜结构,包括底层的多孔支撑膜和溶敷于多孔支撑膜上具有微纳直通孔的滤芯膜;所述多孔支撑膜上具有微米级第一孔洞阵列;所述滤芯膜上具有第二孔洞阵列;所述第二孔洞阵列中的孔洞设置于第一孔洞阵列中对应的孔洞中;所述第二孔洞阵列的孔洞直径小于第一孔洞阵列的孔洞直径。本发明利用利用底层多孔支撑膜的孔洞以及外加的扰动来进行微纳过滤膜成形加工,使过滤膜具有尺寸可控的微米或纳米过滤直通孔;所制备的过滤膜可方便地过滤微米级或纳米级的各种颗粒。

1. 一体式微纳过滤膜,其特征在于,为一体式两层膜结构,包括底层的多孔支撑膜和溶敷于多孔支撑膜上具有微纳直通孔的滤芯膜;所述多孔支撑膜上具有微米级第一孔洞阵列;所述滤芯膜上具有第二孔洞阵列;所述第二孔洞阵列中的孔洞位于第一孔洞阵列中对应的孔洞中;所述第二孔洞阵列的孔洞直径小于第一孔洞阵列的孔洞直径;所述一体式微纳过滤膜通过以下步骤制备获得:

(1) 将具有微米级孔洞阵列的多孔支撑膜的表面及孔洞内清洁干净;

(2) 将聚合物树脂溶液涂敷到多孔支撑膜表面,并在多孔支撑膜的孔洞内形成均匀的聚合物树脂液膜;

(3) 采用外加扰动,使得多孔支撑膜的孔洞内的聚合物树脂液膜破裂;

(4) 破裂的聚合物树脂液膜在表面张力的作用下进一步收缩,最终在液膜中心形成微米或纳米尺度的孔洞;

(5) 重复进行步骤(2) — (4),不断缩小聚合物树脂液膜的孔洞尺寸,直到符合滤膜孔洞的尺寸要求,此时得到的聚合物树脂液膜即为滤芯膜;

(6) 使具有微米或纳米尺度孔洞的滤芯膜固化并与多孔支撑膜成为一体,得到一体式微纳过滤膜;

聚合物树脂为液态,在25℃下其粘度可为5mPa.S—50000mPa.S;

所述扰动为振动或吹风。

2. 根据权利要求1所述的一体式微纳过滤膜,其特征在于,所述第一孔洞阵列的孔洞直径为10um—500um;第二孔洞阵列的孔洞直径为0.1um—2.0um。

3. 一体式微纳过滤膜的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 将具有微米级孔洞阵列的多孔支撑膜的表面及孔洞内清洁干净;

(2) 将聚合物树脂溶液涂敷到多孔支撑膜表面,并在多孔支撑膜的孔洞内形成均匀的聚合物树脂液膜;

(3) 采用外加扰动,使得多孔支撑膜的孔洞内的聚合物树脂液膜破裂;

(4) 破裂的聚合物树脂液膜在表面张力的作用下进一步收缩,最终在液膜中心形成微米或纳米尺度的孔洞;

(5) 重复进行步骤(2) — (4),不断缩小聚合物树脂液膜的孔洞尺寸,直到符合滤膜孔洞的尺寸要求,此时得到的聚合物树脂液膜即为滤芯膜;

(6) 使具有微米或纳米尺度孔洞的滤芯膜固化并与多孔支撑膜成为一体,得到一体式微纳过滤膜;

所述多孔支撑膜上具有微米级第一孔洞阵列;所述滤芯膜上具有第二孔洞阵列;所述第二孔洞阵列中的孔洞设置于第一孔洞阵列中对应的孔洞中;所述第二孔洞阵列的孔洞直径小于第一孔洞阵列的孔洞直径;

所述第一孔洞阵列的孔洞直径为10um—500um;第二孔洞阵列的孔洞直径为0.1um—2.0um;

聚合物树脂为液态,在25℃下其粘度可为5mPa.S—50000mPa.S;

所述扰动为振动或吹风。

## 一体式微纳过滤膜及其制造方法

### 【技术领域】

[0001] 本发明属于微纳加工技术领域,特别涉及一种一体式微纳过滤膜及其制造方法。

### 【背景技术】

[0002] 全球日益严重的环境污染如空气污染、水源污染等,使人们对各种过滤膜的需要越来越大,尤其是能够过滤微米至纳米尺度颗粒的过滤膜。目前的各种过滤膜存在的主要问题是,由于滤膜的过滤孔不是直通孔而严重降低了滤膜的过滤通量。

### 【发明内容】

[0003] 本发明的目的在于提供一种一体式微纳过滤膜及其制造方法,该过滤膜为一体式两层膜结构,包括底层的多孔支撑膜和溶敷于其上具有微纳直通孔的滤芯膜。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采取如下的技术方案:

[0005] 一体式微纳过滤膜,为一体式两层膜结构,包括底层的多孔支撑膜和溶敷于多孔支撑膜上具有微纳直通孔的滤芯膜;所述多孔支撑膜上具有微米级第一孔洞阵列;所述滤芯膜上具有第二孔洞阵列;所述第二孔洞阵列中的孔洞设置于第一孔洞阵列中对应的孔洞中;所述第二孔洞阵列的孔洞直径小于第一孔洞阵列的孔洞直径。

[0006] 进一步的,所述第一孔洞阵列的孔洞直径为10um—500um。

[0007] 进一步的,第二孔洞阵列的孔洞直径为0.1um—2.0um。

[0008] 进一步的,滤芯膜的材质为聚合物树脂。

[0009] 进一步的,所述聚合物树脂为常温下为液态的热固化型树脂或光固化型树脂。

[0010] 进一步的,所述聚合物树脂为热固化型聚酰亚胺、硅橡胶或紫外光固化型聚酰亚胺。

[0011] 进一步的,多孔支撑膜为聚丙烯无纺布、尼龙或不锈钢多孔网。

[0012] 进一步的,多孔支撑膜的材质为聚合物、无机金属或非金属。

[0013] 进一步的,将聚合物树脂溶液涂敷到多孔支撑膜表面的方法采用浸没提拉法涂胶、离心铺胶、喷胶或丝网印刷方法。

[0014] 进一步的,聚合物树脂为热固化型聚酰亚胺PI、硅橡胶PDMS或紫外光固化型聚酰亚胺PI。

[0015] 一体式微纳过滤膜的制备方法,包括以下步骤:

[0016] (1) 将具有微米级孔洞阵列的多孔支撑膜的表面及孔洞内清洁干净;

[0017] (2) 将聚合物树脂溶液涂敷到多孔支撑膜表面,并在多孔支撑膜的孔洞内形成均匀的聚合物树脂液膜;

[0018] (3) 采用外加扰动,使得多孔支撑膜的孔洞内的聚合物树脂液膜破裂;

[0019] (4) 破裂的聚合物树脂液膜在表面张力的作用下进一步收缩,最终在液膜中心形成微米或纳米尺度的孔洞;

[0020] (5) 重复进行步骤(2)—(4),不断缩小聚合物树脂液膜的孔洞尺寸,直到符合滤膜

孔洞的尺寸要求,此时得到的聚合物树脂液膜即为滤芯膜;

[0021] (6) 使具有微米或纳米尺度孔洞的滤芯膜固化并与多孔支撑膜成为一体,得到一体式微纳过滤膜。

[0022] 进一步的,所述多孔支撑膜上具有微米级第一孔洞阵列;所述滤芯膜上具有第二孔洞阵列;所述第二孔洞阵列中的孔洞设置于第一孔洞阵列中对应的孔洞中;所述第二孔洞阵列的孔洞直径小于第一孔洞阵列的孔洞直径。

[0023] 进一步的,所述第一孔洞阵列的孔洞直径为10 $\mu\text{m}$ —500 $\mu\text{m}$ ;第二孔洞阵列的孔洞直径为0.1 $\mu\text{m}$ —2.0 $\mu\text{m}$ 。

[0024] 进一步的,聚合物树脂为液态,在25 $^{\circ}\text{C}$ 下其粘度可为5 $\text{mPa}\cdot\text{S}$ —50000 $\text{mPa}\cdot\text{S}$ 。

[0025] 进一步的,所述扰动为振动或吹风。

[0026] 进一步的,振动幅度为1 $\text{mm}$ —5 $\text{mm}$ ,时间5 $\text{min}$ —30 $\text{min}$ ;吹气的风速为0.01 $\text{m}/\text{S}$ —10 $\text{m}/\text{S}$ ,时间5 $\text{S}$ —60 $\text{S}$ 。

[0027] 相对于现有技术,本发明具有以下有益效果:

[0028] 本发明提出了一体式微纳过滤膜及其制造方法,利用利用底层多孔支撑膜的孔洞以及外加的扰动来进行微纳过滤膜成形加工,使过滤膜具有尺寸可控的微米或纳米过滤直通孔;所制备的过滤膜可方便地过滤微米级或纳米级的各种颗粒。

### 【具体实施方式】

[0029] 本发明一种一体式微纳过滤膜,为两层膜结构,包括底层的多孔支撑膜和溶敷于其上具有微纳直通孔的滤芯膜。制备方法包括以下步骤:

[0030] (1) 将具有微米级孔洞阵列的多孔支撑膜(如市售的聚丙烯无纺布、尼龙或不锈钢多孔网,其材料可为聚合物、无机金属或非金属,孔洞直径可为10 $\mu\text{m}$ —500 $\mu\text{m}$ )依次放入丙酮、乙醇、去离子水(均为市售)等溶液中,通过超声的方式(市售的超声清洗机)对其进行清洗,每次清洗约10 $\text{min}$ ,使该支撑膜表面及孔洞内洁净;

[0031] (2) 采用浸没提拉法涂胶、离心铺胶、喷胶或丝网印刷方法将聚合物树脂溶液(如市售的热固化型聚酰亚胺PI、硅橡胶PDMS或紫外光固化型聚酰亚胺PI;针对不同的滤膜孔洞的尺寸要求,采用的聚合物树脂为常温下为液态的热固化型树脂或光固化型树脂,在25 $^{\circ}\text{C}$ 下其粘度可为5 $\text{mPa}\cdot\text{S}$ —50000 $\text{mPa}\cdot\text{S}$ ;多孔支撑膜的孔洞直径越大,所采用的聚合物树脂的粘度越大)涂敷到多孔支撑膜(如聚丙烯无纺布、尼龙或不锈钢多孔网)表面,并在多孔支撑膜的孔洞内形成均匀的聚合物树脂液膜;

[0032] (3) 采用外加扰动,如振动(如市售的振动台,振动幅度可为1 $\text{mm}$ —5 $\text{mm}$ ,时间5 $\text{min}$ —30 $\text{min}$ )或吹风(如市售的吹风机,风速可为0.01 $\text{m}/\text{S}$ —10 $\text{m}/\text{S}$ ,时间5 $\text{S}$ —60 $\text{S}$ )等方式,使得多孔支撑膜的孔洞内的聚合物树脂液膜破裂。

[0033] (4) 破裂的聚合物树脂液膜在表面张力的作用下进一步收缩,最终在液膜中心形成微米或纳米尺度(孔径可为0.5 $\mu\text{m}$ —2.5 $\mu\text{m}$ )的孔洞。

[0034] (5) 重复进行步骤(2)—(4),可不断缩小聚合物树脂液膜的孔洞尺寸,使其符合滤膜孔洞的尺寸要求(孔径可为0.1 $\mu\text{m}$ —2.0 $\mu\text{m}$ ),此时得到的聚合物树脂液膜即为滤芯膜。

[0035] (6) 采用加热(热固化型聚酰亚胺PI,加热温度为180 $^{\circ}\text{C}$ ,时间40 $\text{min}$ ;硅橡胶PDMS加热温度为150 $^{\circ}\text{C}$ ,时间90 $\text{min}$ )或紫外光照(紫外光固化型聚酰亚胺PI,紫外光波长300 $\text{nm}$ —

365nm,时间1min—3min)等方式,使具有微米或纳米尺度孔洞的滤芯膜固化并与多孔支撑膜成为一体。由此可在支撑膜上形成符合滤膜孔洞尺寸要求的微米或纳米孔洞阵列,从而完成一体式微纳滤膜的制作。