



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115069098 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 20

(21) 申请号 202211011930.8

(22) 申请日 2022.08.23

(71) 申请人 佛山(华南)新材料研究院
地址 528200 广东省佛山市南海区大沥镇
盐步穗盐路河西路段92号-203号房

(72) 发明人 陈善良 李顺 罗睿杰 张双猛
刘勇

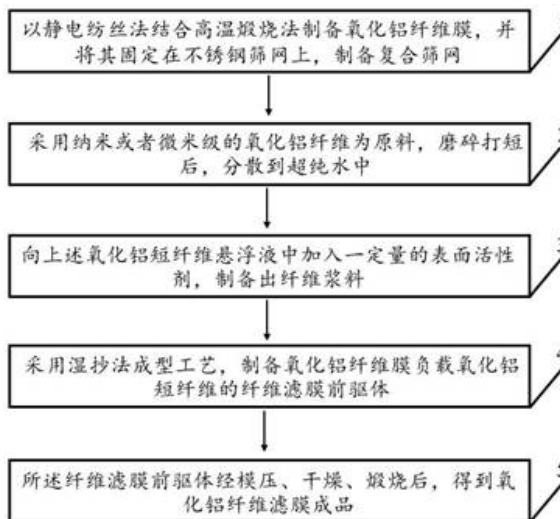
(74) 专利代理机构 佛山信智汇知识产权代理事
务所(特殊普通合伙) 44629
专利代理师 王宇

(51) Int. Cl.
B01D 71/02 (2006.01)
B01D 46/54 (2006.01)
B01D 67/00 (2006.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称
一种氧化铝纤维滤膜及其制备方法

(57) 摘要
本发明公开了一种氧化铝纤维滤膜及其制备方法,属于纤维滤膜领域,氧化铝纤维滤膜包括筛网、固定于筛网上的氧化铝纤维膜以及负载于氧化铝纤维膜上的氧化铝短纤维,且氧化铝短纤维的单丝直径为200nm~6 μ m,氧化铝短纤维的长度为5 μ m~70 μ m。本发明制备的氧化铝纤维滤膜在未添加胶粘剂的前提下依然具有优异的强度;另外,本申请的氧化铝纤维滤膜具有高空隙率、通量大、耐腐蚀性、耐高温以及极其有效的粒子保留能力,整体可耐受温度达1800℃以上,本底值低于0.00018 μ g/0.15g,0.3 μ m颗粒物捕集效率>99.95%,过滤精度为0.3 μ m,用于持久性有机污染物等污染源的空气采样、吸附与分离,满足环境检测与治理的技术需求。



1. 一种氧化铝纤维滤膜,其特征在于,所述氧化铝纤维滤膜包括筛网、固定于所述筛网上的氧化铝纤维膜以及负载于所述氧化铝纤维膜上的氧化铝短纤维;其中,按照重量份计,所述氧化铝纤维膜30份~70份、所述氧化铝短纤维30份~70份,总重量份为100份;

所述氧化铝短纤维的单丝直径为200nm~6 μ m,所述氧化铝短纤维的长度为5 μ m~70 μ m。

2. 根据权利要求1所述的氧化铝纤维滤膜,其特征在于,所述氧化铝短纤维包括长度为5 μ m~20 μ m的混合氧化铝短纤维和长度为20 μ m~50 μ m的混合氧化铝短纤维,且长度为5 μ m~20 μ m的混合氧化铝短纤维和长度为20 μ m~50 μ m的混合氧化铝短纤维的重量比为2-5:5-8。

3. 一种如权利要求1或2所述的氧化铝纤维滤膜的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1. 以静电纺丝法结合高温煅烧法制备氧化铝纤维膜,并将所述氧化铝纤维膜固定在筛网上,制备得到复合筛网;

S2. 将氧化铝纤维磨碎打短后,分散到超纯水中,然后加入表面活性剂,并持续搅拌一段时间,制备得到氧化铝短纤维浆料;

S3. 以所述复合筛网为抄网,以所述氧化铝短纤维浆料为原料,将复合筛网中的氧化铝纤维膜面与所述氧化铝短纤维浆料接触,采用湿抄法成型工艺,制备得到纤维滤膜前驱体;

S4. 将所述纤维滤膜前驱体经过模压处理、干燥处理、煅烧处理后,制备得到氧化铝纤维滤膜。

4. 根据权利要求3所述的制备方法,其特征在于,所述静电纺丝法中的纺丝液包括以下重量份的原料:20份~50份铝源、5份~15份增稠剂、1份~5份催化剂以及30份~74份溶剂。

5. 根据权利要求3所述的制备方法,其特征在于,所述静电纺丝法的条件为:电压为5kV~25kV,进样速度为0.5 mL/h~4mL/h,环境湿度为15%~40%,环境温度为20 $^{\circ}$ C~40 $^{\circ}$ C。

6. 根据权利要求3所述的制备方法,其特征在于,步骤S1中所述高温煅烧包括第一阶段以及第二阶段,所述第一阶段以1 $^{\circ}$ C/min~3 $^{\circ}$ C/min的升温速度升温至500 $^{\circ}$ C~700 $^{\circ}$ C,并保温1h~5h;所述第二阶段以5 $^{\circ}$ C/min~10 $^{\circ}$ C/min的升温速度升温至700 $^{\circ}$ C~1800 $^{\circ}$ C,并保温1h~5h。

7. 根据权利要求3所述的制备方法,其特征在于,所述筛网为300目~1400目的不锈钢筛网。

8. 根据权利要求4所述的制备方法,其特征在于,所述氧化铝纤维膜中的纤维单丝直径为100nm~1500nm。

9. 根据权利要求3所述的制备方法,其特征在于,所述表面活性剂为十二烷基苯磺酸钠、脂肪酸磺烷基酯、烷基甘油醚磺酸盐、硬脂酸钠、阴离子聚丙烯酰胺中的一种或几种。

10. 根据权利要求3所述的制备方法,其特征在于,所述模压处理的压力为0.2 MPa~2 MPa,温度为20 $^{\circ}$ C~80 $^{\circ}$ C,时间为10min~120min。

一种氧化铝纤维滤膜及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及纤维滤膜制备领域,具体而言,涉及一种氧化铝纤维滤膜及其制备方法。

背景技术

[0002] 传统的玻璃纤维滤膜由于玻璃纤维的强度不够,存在强度低、在高压力下存在着易破损、易脱落等缺点,并且玻璃纤维滤膜也存在着纯度低的缺点,在环境采样、检测过程中,容易出现玻璃纤维干扰检测结果的现象。此外,传统的玻璃纤维滤膜可耐受温度仅为300℃,并不能满足高温环境下(如烟卤采样等)环境采样、治理的需求。现有技术中也有氧化铝纤维滤膜的制备,但普遍需要通过添加胶粘剂来增强纤维滤膜的强度,制备得到的氧化铝纤维滤膜会干扰环境检测结果,因此,对氧化铝纤维滤膜做进一步研究具有及其重要的意义。

发明内容

[0003] 基于此,为了解决现有技术通过添加胶粘剂来增强纤维滤膜的强度,制备得到的氧化铝纤维滤膜会干扰环境检测结果,不能高温采样的问题,本发明提供了一种氧化铝纤维滤膜,具体技术方案如下:

一种氧化铝纤维滤膜,所述氧化铝纤维滤膜包括筛网、固定于所述筛网上的氧化铝纤维膜以及负载于所述氧化铝纤维膜上的氧化铝短纤维;其中,按照重量份计,所述氧化铝纤维膜30份~70份、所述氧化铝短纤维30份~70份,总重量份为100份;

所述氧化铝短纤维的单丝直径为200nm~6μm,所述氧化铝短纤维的长度为5μm~70μm。

[0004] 优选地,所述氧化铝短纤维包括长度为5μm~20μm的混合氧化铝短纤维和长度为20μm~50μm的混合氧化铝短纤维,且长度为5μm~20μm的混合氧化铝短纤维和长度为20μm~50μm的混合氧化铝短纤维的重量比为2-5:5-8。

[0005] 另外,本发明还提供一种氧化铝纤维滤膜的制备方法,包括以下步骤:

S1.以静电纺丝法结合高温煅烧法制备氧化铝纤维膜,并将所述氧化铝纤维膜固定在筛网上,制备得到复合筛网;

S2.将氧化铝纤维磨碎打短后,分散到超纯水中,然后加入表面活性剂,并持续搅拌一段时间,制备得到氧化铝短纤维浆料;

S3.以所述复合筛网为抄网,以所述氧化铝短纤维浆料为原料,将复合筛网中的氧化铝纤维膜面与所述氧化铝短纤维浆料接触,采用湿抄法成型工艺,制备得到纤维滤膜前驱体;

S4.将所述纤维滤膜前驱体经过模压处理、干燥处理、煅烧处理后,制备得到氧化铝纤维滤膜。

[0006] 优选地,所述静电纺丝法中的纺丝液包括以下重量份的原料:20份~50份铝源、5份

~15份增稠剂、1份~5份催化剂以及30份~74份溶剂。

[0007] 优选地,所述静电纺丝法的条件为:电压为5 kV~25kV,进样速度为0.5 mL/h~4mL/h,环境湿度为15%~40%,环境温度为20℃~40℃。

[0008] 优选地,步骤S1中所述高温煅烧包括第一阶段以及第二阶段,所述第一阶段以1℃/min~3℃/min的升温速度升温至500℃~700℃,并保温1h~5h;所述第二阶段以5℃/min~10℃/min的升温速度升温至700℃~1800℃,并保温1h~5h。

[0009] 优选地,所述筛网为300目~1400目的不锈钢筛网。

[0010] 优选地,所述氧化铝纤维膜中的纤维单丝直径为100nm~1500nm。

[0011] 优选地,所述表面活性剂为十二烷基苯磺酸钠、脂肪酸磺烷基酯、烷基甘油醚磺酸盐、硬脂酸钠、阴离子聚丙烯酰胺中的一种或几种。

[0012] 优选地,所述模压处理的压力为0.2 MPa~2 MPa,温度为20℃~80℃,时间为10min~120min。

[0013] 上述方案中提供一种氧化铝纤维滤膜,优化工艺以及成分、成分配比后,制备的氧化铝纤维滤膜中的氧化铝纤维膜采用较长纤维作为骨架,再将不同长度的氧化铝短纤维填充至所述氧化铝纤维膜中,未添加胶粘剂的前提下依然具有优异的强度,进而具有更优异的检测效果;另外,本申请的氧化铝纤维滤膜具有高空隙率、通量大、耐腐蚀性、耐高温以及极其有效的粒子保留能力,整体可耐受温度达1800℃以上,本底值低于0.00018 μg/0.15g,0.3μm颗粒物捕集效率>99.95%,过滤精度为0.3μm,用于持久性有机污染物等污染源的空气采样、吸附与分离,满足环境检测与治理的技术需求。

附图说明

[0014] 图1为本发明的工艺流程示意图;

图2为本发明实施例1制备的氧化铝纤维滤膜的SEM图;

图3为本发明实施例1制备的氧化铝纤维滤膜的本底值测试数据;

图4为本发明实施例2制备的氧化铝纤维滤膜的本底值测试数据。

具体实施方式

[0015] 为了使得本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合其实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用以解释本发明,并不限定本发明的保护范围。

[0016] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施方式的目的,不是旨在于限制本发明。本文所使用的术语“及/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0017] 本发明一实施例中的一种氧化铝纤维滤膜,所述氧化铝纤维滤膜包括筛网、固定于所述筛网上的氧化铝纤维膜以及负载于所述氧化铝纤维膜上的氧化铝短纤维;其中,按照重量份计,所述氧化铝纤维膜30份~70份、所述氧化铝短纤维30份~70份,总重量份为100份;

所述氧化铝短纤维的单丝直径为200nm~6μm,所述氧化铝短纤维的长度为5μm~70μ

m。

[0018] 在其中一个实施例中,按照重量份计,所述氧化铝纤维膜45份~55份、所述氧化铝短纤维45份~55份,总重量份为100份。

[0019] 在其中一个实施例中,所述氧化铝短纤维包括长度为 $5\mu\text{m}$ ~ $20\mu\text{m}$ 的混合氧化铝短纤维和长度为 $20\mu\text{m}$ ~ $50\mu\text{m}$ 的混合氧化铝短纤维,且长度为 $5\mu\text{m}$ ~ $20\mu\text{m}$ 的混合氧化铝短纤维和长度为 $20\mu\text{m}$ ~ $50\mu\text{m}$ 的混合氧化铝短纤维的重量比为2-5:5-8。

[0020] 另外,本发明还提供一种氧化铝纤维滤膜的制备方法,包括以下步骤:

S1.以静电纺丝法结合高温煅烧法制备氧化铝纤维膜,并将所述氧化铝纤维膜固定在筛网上,制备得到复合筛网;

S2.将氧化铝纤维磨碎打短后,分散到超纯水中,然后加入表面活性剂,并持续搅拌一段时间,制备得到氧化铝短纤维浆料;

S3.以所述复合筛网为抄网,以所述氧化铝短纤维浆料为原料,将复合筛网中的氧化铝纤维膜面与所述氧化铝短纤维浆料接触,采用湿抄法成型工艺,制备得到纤维滤膜前驱体;

S4.将所述纤维滤膜前驱体经过模压处理、干燥处理、煅烧处理后,制备得到氧化铝纤维滤膜。

[0021] 在其中一个实施例中,所述静电纺丝法中的纺丝液包括以下重量份的原料:20份~50份铝源、5份~15份增稠剂、1份~5份催化剂以及30份~74份溶剂。

[0022] 在其中一个实施例中,所述铝源为异丙醇铝、纳米氧化铝中的一种或两种的混合。

[0023] 在其中一个实施例中,所述增稠剂为PVA、PVP、PTFE、PVDF中的一种或几种的混合。

[0024] 在其中一个实施例中,所述催化剂为硝酸、甲酸、乙酸、盐酸、硫酸或几种的混合。

[0025] 在其中一个实施例中,所述溶剂为甲醇、乙醇、异丙醇、去离子水中的一种或几个的混合。

[0026] 在其中一个实施例中,所述静电纺丝法的条件为:电压为5 kV ~25kV,进样速度为0.5 mL/h~4mL/h,环境湿度为15%~40%,环境温度为 20°C ~ 40°C 。

[0027] 在其中一个实施例中,步骤S1中所述高温煅烧包括第一阶段以及第二阶段,所述第一阶段以 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ~ $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速度升温至 500°C ~ 700°C ,并保温1h~5h;所述第二阶段以 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ~ $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速度升温至 700°C ~ 1800°C ,并保温1h~5h。

[0028] 在其中一个实施例中,所述筛网为300目~1400目的不锈钢筛网。

[0029] 在其中一个实施例中,所述氧化铝纤维膜中的纤维单丝直径为100nm~1500nm。

[0030] 在其中一个实施例中,所述步骤S2中,将氧化铝纤维磨碎打短后,分散到超纯水中,形成浓度为0.01t%-0.1wt%的浆料。

[0031] 在其中一个实施例中,所述表面活性剂为十二烷基苯磺酸钠、脂肪酸磺烷基酯、烷基甘油醚磺酸盐、硬脂酸钠、阴离子聚丙烯酰胺中的一种或几种。

[0032] 在其中一个实施例中,按照质量比,所述表面活性剂的添加量为氧化铝短纤维浆料0.0002%~0.05%。

[0033] 在其中一个实施例中,所述模压处理的压力为0.2MPa~2MPa,温度为 20°C ~ 80°C ,时间为10min~120min。

[0034] 在其中一个实施例中,所述步骤S4中的煅烧处理以 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ~ $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速

度升温至500℃~1100℃,并保温2h~5h。

[0035] 上述方案中提供一种氧化铝纤维滤膜中氧化铝纤维膜采用较长纤维作为骨架,再将不同长度的氧化铝短纤维填充至所述氧化铝纤维膜中,未添加胶粘剂的前提下依然具有优异的强度,进而具有更优异的检测效果;另外,本申请的氧化铝纤维滤膜具有高空隙率、通量大、耐腐蚀性、耐高温以及极其有效的粒子保留能力,整体可耐受温度达1800℃以上,本底值低于0.00018 μg/0.15g,0.3μm颗粒物捕集效率>99.95%,过滤精度为0.3μm,用于持久性有机污染物等污染源的空气采样、吸附与分离,满足环境检测与治理的技术需求。

[0036] 下面将结合具体实施例对本发明的实施方案进行详细描述。

[0037] 实施例1:

按质量份,将35份异丙醇铝为铝源,12份PVA为增稠剂,2份硝酸为催化剂以及51份去离子水为溶剂,制备纺丝液;然后采用静电纺丝法制备氧化铝纤维膜前驱体,其中静电纺丝电压为18.5V,进样速度为1.2mL/h,环境湿度为19%,环境温度为30℃;将氧化铝纤维膜前驱体在550℃马弗炉中保温2h,升温速度为1.2℃/min,然后从550℃升温至1200℃,并保温2h,升温速度为8℃/min,制备得到氧化铝纤维膜;且所述氧化铝纤维膜中纤维单丝直径为600nm~650nm;

取面积为200mm*230mm(重量为3.3g)的所述氧化铝纤维膜固定在相同面积且目数为600目的不锈钢筛网上,制备出复合筛网,备用;

取3g单丝直径为600nm的氧化铝纤维和3g单丝直径为2.0 μm的氧化铝纤维,经磨碎处理后,取1.2g长度为5μm~20μm的混合纤维和1.8g长度为20μm~50μm的混合纤维分散在去离子水中,制备出质量浓度为0.03%的浆料,然后加入占所述氧化铝短纤维浆料质量0.0007%的硬脂酸钠,搅拌均匀后,得到氧化铝短纤维浆料,备用;

将所述复合筛网固定在抄片器上,并将氧化铝纤维膜朝上,随后将所述氧化铝短纤维浆料加入至抄片器中,抽滤抄片成型,制备得到纤维滤膜前驱体;

在1.0MPa的压力,30℃的温度条件下压制60min;然后于70℃的烘箱中烘干,再于马弗炉中于以4℃/min的升温速度升温至700℃,并在700℃条件下保温2h,制备得到氧化铝纤维滤膜。

[0038] 对实施例1中制备氧化铝纤维滤膜进行电镜扫描,电镜示意图如图2所示,从图2中可以看出,氧化铝短纤维均匀的穿插分散在氧化铝纤维膜中的长纤维膜空隙中,能有效增加氧化铝纤维滤膜对颗粒物的捕集率。

[0039] 此外,对实施例1中制备的氧化铝纤维滤膜进行测试时发现,所述氧化铝纤维滤膜的可耐受温度为1800℃,本底值低于0.00018μg/0.15g(如图3所示),0.3μm颗粒物捕集效率为99.99%,强度为361MPa,在40L/min的采样流量下,阻力为3.71KPa,能满足POPs空气采样的需求并获得优异的检测效果。

[0040] 实施例2:

按重量份计,以30份异丙醇铝为铝源,13份PVP为增稠剂,2份硝酸为催化剂以及55份去离子水为溶剂,制备纺丝液;然后采用静电纺丝法制备氧化铝纤维膜前驱体,其中静电纺丝电压为17kV,进样速度为1.0 mL/h,环境湿度为25%,环境温度为30℃,再将氧化铝纤维膜前驱体放置马弗炉中,以升温速度为1.5℃/min升温至550℃,并在550℃的温度下保温3h;以升温速度为10℃/min升温至1400℃,并在1400℃条件下保温2h,制备得到氧化铝纤维

膜;且所述氧化铝纤维膜中纤维单丝直径为800nm~850nm;

取面积为200mm*230mm(重量为3.1g)的所述氧化铝纤维膜固定在相同面积且筛网目数为800目的不锈钢筛网上,制备得到复合筛网,备用;

取2g单丝直径为600nm的氧化铝纤维和3g单丝直径为3.0 μm的氧化铝纤维,经磨碎处理后,取0.9g长度为5μm~20μm的混合纤维和2.1g长度为20μm~50μm的混合纤维分散在去离子水中,制备出质量浓度为0.04%的浆料,然后加入占氧化铝短纤维浆料质量0.0006%的十二烷基苯磺酸钠,搅拌均匀后,得到氧化铝短纤维浆料,备用;

将所述复合筛网固定在抄片器上,并将氧化铝纤维膜朝上,然后将所述氧化铝短纤维浆料加入至抄片器中,抽滤抄片制备得到氧化铝纤维滤膜前驱体;

在1.2 MPa的压力,50℃的温度条件下压制60min,然后于80℃的烘箱中烘干,再于马弗炉中5℃/min的升温速度升温至1100℃,并于1100℃条件下保温2h,制备得到氧化铝纤维滤膜。

[0041] 对实施例2中制备的氧化铝纤维滤膜进行测试时发现,实施例2中制备的氧化铝纤维滤膜可耐受温度为1800℃,本底值低于0.00018μg/0.15g(如图4所示),0.3μm颗粒物捕集效率为99.97%,强度为347MPa,在40L/min的采样流量下,阻力为3.79KPa,能满足POPs空气采样的需求并获得优异的检测效果。

[0042] 对比例1:

按照重量份比,以35份异丙醇铝为铝源,12份PVA为增稠剂,2份硝酸为催化剂以及51份去离子水为溶剂,制备纺丝液;然后采用静电纺丝法制备氧化铝纤维膜前驱体,其中静电纺丝电压为18.5kV,进样速度为1.2mL/h,环境湿度为19%,环境温度为30℃,再将氧化铝纤维膜前驱体置于马弗炉中,以1.2℃/min的升温速度升温至550℃,并在550℃条件下保温2h,然后以8℃/min的升温速度升温至1200℃,并在1200℃条件下保温2h,制备得到的氧化铝纤维滤膜。

[0043] 对比例1中制备氧化铝纤维滤膜本底值低于0.00018μg/0.15g,0.3μm颗粒物捕集效率为37%,强度为218MPa。

[0044] 对比例2:

本对比例与实施例1的区别在于,未加入所述表面活性剂,而是加入相同质量的硅酸钠作为粘结剂,其余均与实施1相同。

[0045] 对比例2中制备的氧化铝纤维滤膜进行测试时发现,对比例2中的氧化铝纤维滤膜本底值中部分元素的含量高达0.037μg/0.15g,强度297MPa,当其应用于POPs空气采样时,较高的本底值会严重干扰测试结果。

[0046] 对比例3:

对比例3与实施例1的区别在于,未添加表面活性剂,其余均与实施1相同。

[0047] 对比例3中制备的氧化铝纤维滤膜进行测试时发现,对比例3中制备的氧化铝纤维滤膜的本底值低于0.00018μg/0.15g,0.3μm颗粒物捕集效率为87.8%,强度为241MPa,氧化铝纤维滤膜的表面粗糙蓬松,强度低,容易破裂,不能满足POPs空气采样的需求。

[0048] 对比例4:

本对比例采用玻璃纤维为短纤维浆料的原料,采用实施例1的成型工艺,制备陶瓷纤维滤膜。

[0049] 对比例4中制备的陶瓷纤维滤膜可耐受温度不超过500℃,部分元素本底值高达8.21μg/0.15g,0.3μm颗粒物捕集效率为76.4%,强度为252MPa,不能满足POPs空气采样的需求。

[0050] 对比例5:

与实施例1区别在于,所述氧化铝短纤维的长度为100μm,其它与实施例1相同,制备得到氧化铝纤维滤膜。

[0051] 对比例5制备的氧化铝纤维滤膜进行测试时发现,所述氧化铝纤维滤膜的可耐受温度为1800℃,本底值低于0.00018μg/0.15g,强度为317MPa,但0.3μm颗粒物捕集效率仅为49.3%,不能满足POPs空气采样的需求。

[0052] 对比例6:

与实施例1区别在于,所述氧化铝短纤维的长度为1μm,其它与实施例1相同,制备得到氧化铝纤维滤膜。

[0053] 对比例6备的氧化铝纤维滤膜进行测试时发现,所述氧化铝纤维滤膜的可耐受温度为1800℃,本底值低于0.00018μg/0.15g,强度为236MPa,0.3μm颗粒物捕集效率仅为42.7%,其原因在于,短纤维太短,大量短纤维从氧化铝纤维滤膜的空隙中流失所致。因此,本对比例制备的氧化铝纤维滤膜不能满足POPs空气采样的需求。

[0054] 对比例7:

与实施例1区别在于,高温煅烧的工艺为:以10℃/min的升温速度升温至2000℃,并在2000℃条件下保温4h,其它与实施例1相同,制备得到氧化铝纤维滤膜。

[0055] 对比例7备的氧化铝纤维滤膜进行测试时发现,所述氧化铝纤维滤膜的可耐受温度为1800℃,本底值低于0.00018μg/0.15g,强度仅为68MPa,易脆、易碎,不能满足POPs空气采样的需求。

[0056] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0057] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

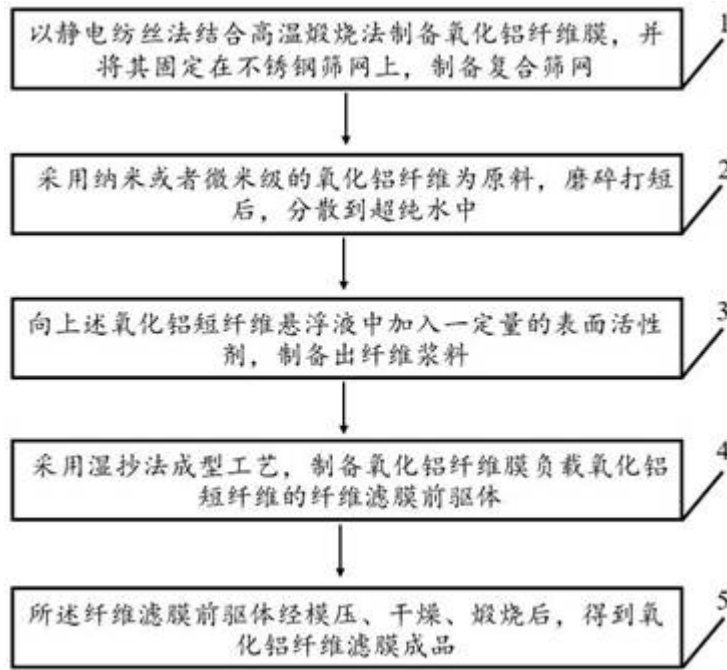


图1

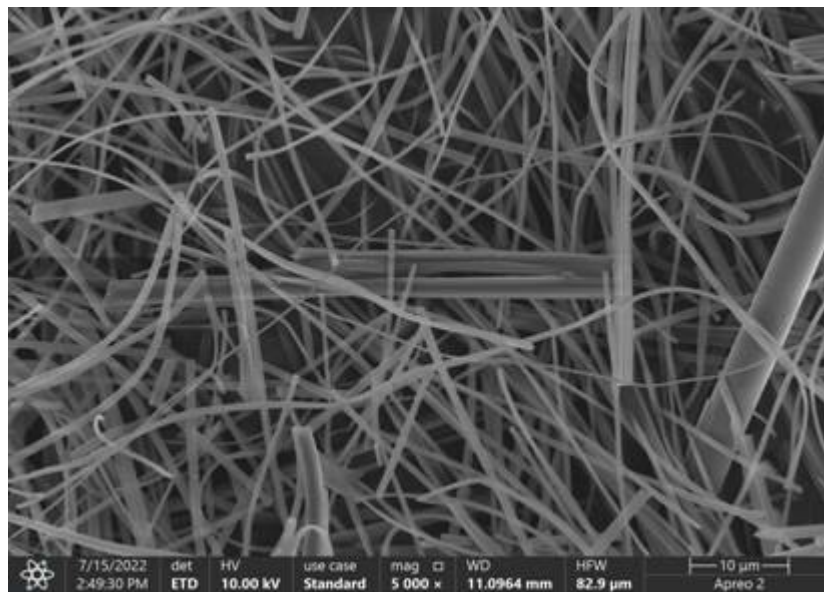


图2

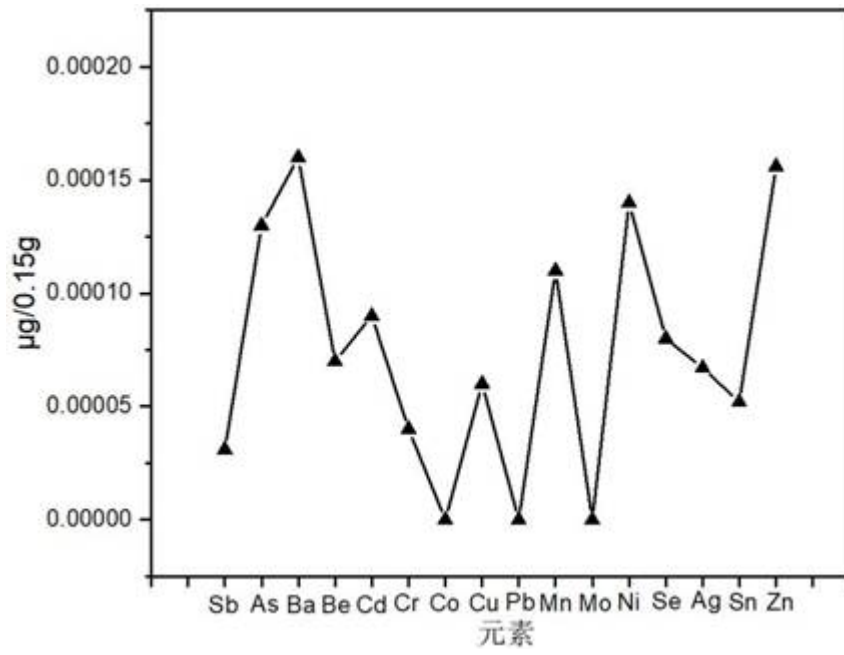


图3

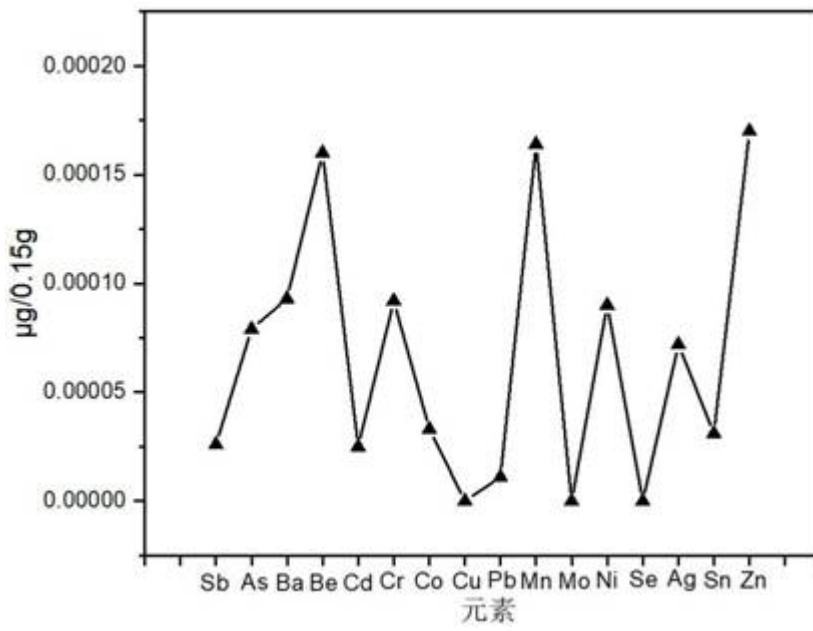


图4