



(21) 申请号 202010635868.4

(22) 申请日 2020.07.03

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113877438 A

(43) 申请公布日 2022.01.04

(73) 专利权人 杭州科百特科技有限公司
地址 310000 浙江省杭州市萧山区闻堰街
道长安村王家里368号

(72) 发明人 贾建东

(51) Int. Cl.

B01D 69/02 (2006.01)

B01D 67/00 (2006.01)

B01D 61/14 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

C02F 103/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101227965 A, 2008.07.23

CN 103146018 A, 2013.06.12

US 4900449 A, 1990.02.13

US 6045899 A, 2000.04.04

WO 0205937 A2, 2002.01.24

审查员 吴夏晴

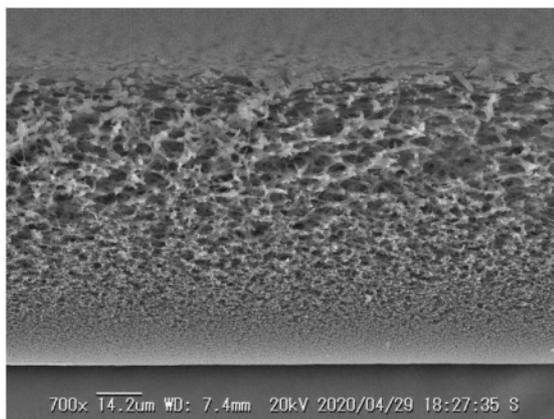
权利要求书2页 说明书16页 附图7页

(54) 发明名称

一种纳米级聚合物过滤膜及其制备方法与用途

(57) 摘要

本发明提供了一种纳米级聚合物过滤膜及其制备方法与用途,该滤膜包括纤维区和颗粒区,其中颗粒区是指膜主体内由若干个类颗粒物质以较致密的方式堆积在一起的区域,从而提高了滤膜的吸附作用,截留效率大大提高;纤维区的一侧表面区域形成第一多孔表面,颗粒区背离第一多孔表面的一侧表面区域形成第二多孔表面;所述第一多孔表面的平均孔径为1500-7000nm;所述第二多孔表面的平均孔径为20-70nm;滤膜不仅具有较大的流速,过滤时间较短,同时还具有较高的过滤精度,对粒径为0.8-200nm的杂质颗粒有很强的截留作用,特别适用于油墨领域和半导体领域中的超纯水过滤;此外本发明还提供该滤膜的制备方法,该制备方法方便,快速有效,操作简单,绿色环保,适合大规模推广。



1. 一种纳米级聚合物过滤膜,包括主体;所述主体内具有非定向曲折通路,其特征在于:所述主体包括纤维区和颗粒区,所述纤维区的一侧表面区域形成第一多孔表面,所述颗粒区背离第一多孔表面的一侧表面区域形成第二多孔表面;

所述第一多孔表面的平均孔径为1500-7000nm;

所述第二多孔表面的平均孔径为20-70nm;

所述纤维区的平均纤维直径为500-3500nm;所述颗粒区的平均颗粒粒径为30-90nm。

2. 根据权利要求1所述的一种纳米级聚合物过滤膜,其特征在于:所述滤膜的比表面积为6-20m²/g。

3. 根据权利要求2所述的一种纳米级聚合物过滤膜,其特征在于:所述颗粒区的比表面积为40-90m²/g。

4. 根据权利要求1所述的一种纳米级聚合物过滤膜,其特征在于:所述纤维区中靠近第一多孔表面一侧区域的平均孔径大于靠近第二多孔表面的一侧区域的平均孔径,所述纤维区中靠近第一多孔表面一侧区域的平均纤维直径大于靠近第二多孔表面的一侧区域的平均纤维直径;和/或,所述颗粒区中靠近第二多孔表面一侧区域的平均孔径小于靠近第一多孔表面一侧区域的平均孔径,所述颗粒区中靠近第二多孔表面一侧区域的颗粒平均粒径小于靠近第一多孔表面一侧区域的颗粒平均粒径。

5. 根据权利要求1所述的一种纳米级聚合物过滤膜,其特征在于:所述纤维区的平均孔径为300-1300nm;所述颗粒区的平均孔径为40-130nm。

6. 根据权利要求1所述的一种纳米级聚合物过滤膜,其特征在于:所述滤膜的厚度为50-110μm;孔隙率为50-80%。

7. 根据权利要求1所述的一种纳米级聚合物过滤膜,其特征在于:所述颗粒区的厚度为10-25μm,所述纤维区厚度至少比颗粒区厚度大35μm。

8. 根据权利要求6所述的一种纳米级聚合物过滤膜,其特征在于:所述纤维区的孔隙率为60-85%;所述颗粒区的孔隙率为30-65%。

9. 根据权利要求1所述的一种纳米级聚合物过滤膜,其特征在于:所述第一多孔表面包括孔径为0.5-15μm的第一孔洞,其孔密度为15-40个/1000μm²;所述第二多孔表面包括孔径为15-120nm的第二孔洞,其孔密度为30-140个/10⁶nm²。

10. 根据权利要求9所述的一种纳米级聚合物过滤膜,其特征在于:所述第一多孔表面的孔面积率为10-25%,所述第二多孔表面的孔面积率为3-15%。

11. 根据权利要求1所述的一种纳米级聚合物过滤膜,其特征在于:所述滤膜的IPA起泡点泡压为200-300KPa;

所述滤膜对粒径为60nm以上颗粒的截留效率大于99%;

在压力为-0.03MPa,温度为20℃的条件下,50ml水通过直径为47mm滤膜所需要的时间为25-300s。

12. 根据权利要求1至11任意一项所述的一种纳米级聚合物过滤膜的制备方法,其特征在于:包括以下步骤:

S1:制备粘度3000-8000mPa·s的铸膜液,并将其流延到载体上形成液膜;所述铸膜液包括下列重量份物质组成:有机聚合物6-15份;极性溶剂60-85份和添加剂5-20份;

所述有机聚合物为聚醚砜,双酚A型聚砜,聚芳砜中的任意一种;

所述极性溶剂为乳酸丁酯、二甲亚砜、二甲基甲酰胺、己内酰胺、乙酸甲酯、乙酸乙酯、N-乙基吡咯烷酮、二甲基乙酰胺和N-甲基吡咯烷酮中的至少一种；

所述添加剂为全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其质量比为1:1:2；

S2: 诱导所述液膜进行分相,在温度为30-50℃的环境下,将绝对湿度为10gH₂O/kg~40gH₂O/kg的气流吹到所述液膜表面进行处理,气流与液膜之间的相对速度不大于3m/min,持续时间不大于60s；

S3: 然后液膜浸入温度为0-10℃的水中固化,持续时间至少为20s,进而固化形成固态膜。

13. 如权利要求1至11任意一项所述的一种纳米级聚合物过滤膜的用途,其特征在于:所述滤膜用于油墨领域和半导体行业的超纯过滤。

一种纳米级聚合物过滤膜及其制备方法与用途

技术领域

[0001] 本发明涉及膜材料技术领域,更具体的说是涉及一种纳米级聚合物过滤膜及其制备方法与用途。

背景技术

[0002] 膜技术是当代高效分离的新技术,与传统的蒸馏、精馏等技术相比,它具有分离效率高,能耗低,占地面积小等优点,膜分离技术的核心就是分离膜。其中聚合物滤膜是一类以有机高分子聚合物为原材料,根据一定工艺制成的分离膜;随着石油工业和科技的发展,聚合物滤膜的应用领域不断扩大,目前已应用的领域有气体分离、海水淡化、超纯水制备、污废处理、人工脏器的制造、医药、食品、农业、化工等各方面。

[0003] 根据高分子聚合物种类的不同,聚合物滤膜可以细分为纤维素类聚合物滤膜,聚酰胺类聚合物滤膜,矾类聚合物滤膜,聚四氟乙烯类聚合物滤膜等;此外,也可以根据膜的孔径大小可以分为微滤膜、超滤膜、纳滤膜及反渗透膜。其中微滤膜是指过滤孔径在0.05-10微米之间的过滤膜,目前市面上的微滤膜大多都具有不错的过滤速率,适合过滤直径为0.1-10微米的杂质;但油墨领域,半导体领域中杂质颗粒的粒径都很小,粒径一般为50-200nm,此时微滤膜就无法起到有效的过滤,即无法对不希望的物质起到充分的截留作用;而超滤膜的孔径一般为1-100nm,这样就可以对油墨领域,半导体领域中的杂质进行充分的截留,起到有效的过滤,但由于孔径过小,目前市面上超滤膜的流速均较小,过滤时间较长,从而导致了过滤时间成本过高,这大大限制超滤膜的应用。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在的不足,本发明的目的在于提供一种纳米级聚合物过滤膜及其制备方法与用途,该滤膜是一种超滤膜,能够截留纳米级的杂质颗粒,截留效率高,同时还具有较大的流速,过滤时间较短;同时该滤膜还具有较大的比表面积,能够对微小杂质颗粒起到较强的吸附作用,进一步提高过滤精度和截留效率,能够截留粒径为0.8-200nm的杂质颗粒,特别适用于油墨领域和半导体领域。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了如下技术方案:一种纳米级聚合物过滤膜,包括主体;所述主体内具有非定向曲折通路,所述主体包括纤维区和颗粒区,所述纤维区的一侧表面区域形成第一多孔表面,所述颗粒区背离第一多孔表面的一侧表面区域形成第二多孔表面;所述第一多孔表面的平均孔径为1500-7000nm;所述第二多孔表面的平均孔径为20-70nm。

[0006] 在本发明所提供的纳米级聚合物过滤膜的膜主体结构中,可以清楚的看到整个滤膜主体在厚度方向上主要分为两个区域,其中一个区域内,包含着较多的纤维,纤维与纤维之间相互连接,从而形成了多孔的网络状结构,多孔结构便于流体通过;且该区域内的孔径较大,孔隙率也较大,从而使得滤膜具有较大的流速,在本申请中该区域被称为纤维区;在另一个区域内,若干颗粒状的聚合物颗粒较密集地堆积在一起,使得该区域的孔径较小,孔

隙率也较小,从而使得滤膜具有较高的过滤精度,能够过滤纳米级的杂质颗粒,在本申请中该区域被称为颗粒区;纤维区的一侧表面区域为第一多孔表面,颗粒区的一侧表面区域为第二多孔表面,第一多孔表面和第二多孔表面也正是滤膜的两个外表面;其中第二多孔表面的平均孔径为20-70nm,说明了本发明的聚合物过滤膜是一种纳米级滤膜,即是一种超滤膜,能够对粒径为纳米级(如50-200nm)的杂质颗粒起到截留作用,进行有效的过滤作用;而第一多孔表面的平均孔径为1500-7000nm,即1.5-7 μm ,远远大于第二多孔表面的平均孔径,同时也说明了位于第一多孔表面的孔洞大多是微米级的孔洞,而不是纳米级的孔洞;在一定条件下,滤膜的平均孔径越大,其流速也越大;虽然第二多孔表面的平均孔径较小,会影响流速,但因为第一多孔表面的平均孔径较大,会大大提高滤膜的流速,使得滤膜具有较大的流速;因此,本发明滤膜不仅能够对纳米级的杂质颗粒起到有效的截留作用,还具有较大的流速,过滤时间短;此外,由于本发明颗粒区中含有较多的颗粒,相较于纤维,颗粒的比表面积会更大,从而使得滤膜具有更大的比表面积;在一定条件下,滤膜的比表面积越大,其吸附性能也越强;在一般情况下,只要杂质颗粒的粒径比第二多孔表面的孔径小,那么滤膜就无法起到过滤作用;而由于本发明的滤膜具有较强的吸附性,一些粒径比第二多孔表面孔径还小的杂质颗粒也会被滤膜所吸附,滤膜进行更加有效的过滤,从而进一步提高滤膜对微小杂质颗粒的截留效率,继而能够有效截留粒径为0.8-200nm的杂质颗粒,特别适用于油墨领域和半导体领域的超纯过滤。

[0007] 膜表面平均孔径的测量方式可以通过使用扫描电子显微镜对膜结构进行形貌表征后,再利用计算机软件(如Matlab、NIS-Elements等)或手工进行测量,并进行相应计算;在膜的制备过程中,在垂直于膜厚度方向上(如果膜是平板膜形态,则该方向是平面方向;如果膜是中空纤维膜形态,则该方向是垂直于半径方向),其各项特征如孔径分布是大致均匀的,基本保持一致;所以可以通过在相应平面上部分区域的平均孔径大小,来反映该平面上整体的平均孔径大小。在实际进行测量时,可以先用电子显微镜对膜表面进行表征,获得相应的SEM图,而由于膜表面孔洞大致是均匀的,因此可以选取一定的面积,例如1000 μm^2 (40 μm 乘以25 μm)或者10000 μm^2 (100 μm 乘以100 μm),具体面积大小视实际情况而定,再用相应计算机软件或者手工测出该面积上所有孔洞的孔径,然后进行计算,获得该表面的平均孔径;当然本领域技术人员也可以通过其他测量手段获得上述参数,上述测量手段仅供参考。

[0008] 作为本发明的进一步改进,所述滤膜的比表面积为6-20 m^2/g 。

[0009] 作为本发明的进一步改进,所述颗粒区的比表面积为40-90 m^2/g 。

[0010] 比表面积是物质所有能够接触待过滤液体的表面积之和,是外部表面积和内部孔的表面积之和,其国标单位为 m^2/g ;膜比表面积的测试方法可以通过BET测试法(BET比表面积测试法的简称)或者其他测试方法获得;比表面积越大,其吸附性能就越强,越容易吸附微小颗粒物质,本发明滤膜的比表面积为6-20 m^2/g ,而颗粒区的比表面积为40-90 m^2/g ,说明了本发明滤膜具有较强的吸附作用,特别是滤膜中的颗粒区具有很强的吸附作用,能够吸附那些微小颗粒杂质,即使颗粒杂质的粒径小于第二多孔表面的孔径,依然会被吸附在滤膜的颗粒区上,从而进一步提高了滤膜的截留效率,使得滤膜能够截留粒径为0.8-200nm的杂质颗粒。

[0011] 作为本发明的进一步改进,所述纤维区内的平均纤维直径为500-3500nm;所述颗

粒区内的平均颗粒粒径为30-90nm。

[0012] 在本发明滤膜的纤维区中,纤维截面的粗细程度可以被认为是其纤维的直径,平均纤维直径就是该区域内纤维直径的平均值;在滤膜的颗粒区中,颗粒截面的直径大小可以被认为是该颗粒的粒径大小,平均颗粒粒径就是该区域内颗粒粒径的平均值。本发明中平均纤维直径,平均颗粒粒径均可以通过使用扫描电子显微镜对膜结构进行形貌表征后,再利用计算机软件(如Matlab、NIS-Elements等)或手工进行测量后计算平均值;当然可以理解的是,本领域技术人员还可以通过其他测量手段获得上述参数。

[0013] 纤维区内纤维直径的大小会影响滤膜的机械性能,本发明滤膜纤维区内的平均纤维直径为500-3500nm,即0.5-3.5 μm ,继而说明了滤膜具有不错的机械性能,其拉伸强度和断裂伸长率都较大,能够满足实际应用的需求;颗粒区内颗粒粒径的大小会影响滤膜的比表面积,本发明滤膜颗粒区的平均颗粒粒径为30-90nm,继而说明了滤膜具有不错的比表面积,其吸附作用较强。

[0014] 作为本发明的进一步改进,所述纤维区中靠近第一多孔表面一侧区域的平均孔径大于靠近第二多孔表面的一侧区域的平均孔径,所述纤维区中靠近第一多孔表面一侧区域的平均纤维直径大于靠近第二多孔表面的一侧区域的平均纤维直径;和/或,所述颗粒区中靠近第二多孔表面一侧区域的平均孔径小于靠近第一多孔表面一侧区域的平均孔径,所述颗粒区中靠近第二多孔表面一侧区域的颗粒平均粒径小于靠近第一多孔表面一侧区域的颗粒平均粒径。

[0015] 本发明滤膜在厚度方向上孔径具有不对称结构,其中第一多孔表面为进液面,第二多孔表面为出液面,流体在进行过滤时先经过纤维区,再经过颗粒区;在纤维区内,靠近进液面一侧区域的平均孔径大于靠近出液面一侧区域的平均孔径,滤膜对流体进行过滤时,在纤维区内,大颗粒物质先被截留,中小颗粒物质再被截留;而更小颗粒物质会进入到颗粒区后才被截留;这样保证了滤膜能够对杂质颗粒起到非常有效的过滤,截留率高;此外,通过颗粒区内颗粒对极小颗粒杂质的吸附作用,进一步保证了滤膜的过滤效率。

[0016] 作为本发明的进一步改进,所述纤维区的平均孔径为300-1300nm;所述颗粒区的平均孔径为40-130nm。

[0017] 纤维区的平均孔径,颗粒区的平均孔径均可以通过PMI孔径分布仪测得,也可以通过泡点法,压汞法或其他测量方法测得;本发明颗粒区的平均孔径为40-130nm,进一步说明本发明滤膜是一种超滤膜,能够对纳米级杂质颗粒起到有效的截留作用,特别适用于油墨领域,用于半导体行业内制备超纯水;而纤维区的平均孔径为300-1300nm,即0.3-1.3 μm ,远远大于颗粒区的平均孔径;孔径越大,滤膜的流速也越大,即滤膜对流体进行过滤时,流体通过滤膜的时间较短,时间成本较低。

[0018] 作为本发明的进一步改进,所述滤膜的厚度为50-110 μm ;孔隙率为50-80%。

[0019] 作为优选,滤膜的厚度为65-100 μm ,孔隙率为55-75%;

[0020] 滤膜的厚度可以通过使用扫描电子显微镜对膜结构进行形貌表征后,再利用计算机软件(如Matlab、NIS-Elements等)或手工进行测量后计算测得;滤膜的孔隙率是指滤膜的膜孔体积占总体积的比例,膜孔包括开孔和闭孔两类;常用的孔隙率测试方法有压汞法,密度法和干湿膜称重法;当然本领域技术人员也可以通过其他测量手段获得上述参数,上述测量手段仅供参考。

[0021] 当滤膜的厚度过小时,其膜的机械强度就会较低;同时由于过滤时间短,无法进行有效的过滤;当聚合物滤膜的厚度过大时,其过滤时间就会过长,时间成本过大。本发明滤膜的厚度为50-110 μm ,保证了本发明滤膜不仅具有较高的机械强度,而且能够进行有效的过滤且过滤效率较高。本发明滤膜的孔隙率为50-80%,说明了滤膜具有较高的纳污量,能够截留较多的杂质颗粒,使用寿命较长。

[0022] 作为本发明的进一步改进,所述颗粒区的厚度为10-25 μm ,所述纤维区厚度至少比颗粒区厚度大35 μm 。

[0023] 作为优选,所述纤维区厚度至少比颗粒区厚度大45 μm ;

[0024] 在本发明滤膜的主体结构中,纤维区的厚度要远大于颗粒区的厚度;纤维区的厚度较大,孔径也较大,当流体经过纤维区时,大颗粒物质都会被截留,且流速快,过滤时间短;流体通过纤维区后,在进入到颗粒区中,这样小颗粒物质也会被截留,更小的颗粒物质则会因为吸附作用被吸附在滤膜上,保证了滤膜具有较高的截留率,适用于油墨领域和半导体超纯过滤中;本发明中颗粒区的厚度为10-25 μm ,在这样的厚度下,一方面保证了颗粒区能够对流体进行充分的过滤,对细小颗粒杂质进行有效的截留;另一方面由于颗粒区的厚度较小,虽然流体在颗粒区内的流速不大,但过滤时间依然较短;最终确保流体经过整个滤膜的时间也较短,时间成本较低;即本发明滤膜既有较高的过滤精度,又有较大的过滤速率,过滤时间较短。

[0025] 作为本发明的进一步改进,所述纤维区的孔隙率为60-85%;所述颗粒区的孔隙率为30-65%。

[0026] 本发明中纤维区的孔隙率较大,进一步说明了流体在纤维区内的流速较快,即滤膜纤维区的过滤速度较大,过滤时间较短,同时也具有较高的纳污量;从而提高滤膜的使用寿命,而颗粒区的孔隙率相对较低,也进一步说明了颗粒区内颗粒相互堆积在一起,相对较致密,这也使得颗粒区内的平均孔径较小,继而滤膜具有较高的过滤精度。

[0027] 作为本发明的进一步改进,所述第一多孔表面包括孔径为0.5-15 μm 的第一孔洞,其孔密度为15-40个/1000 μm^2 ;所述第二多孔表面包括孔径为15-120nm的第二孔洞,其孔密度为30-140个/10⁶nm²。

[0028] 作为本发明的进一步改进,所述第一多孔表面的孔面积率为10-25%,所述第二多孔表面的孔面积率为3-15%。

[0029] 孔洞的孔径大小可以通过使用扫描电子显微镜对膜结构进行形貌表征后,再利用计算机软件(如Matlab、NIS-Elements等)或手工进行测量;也可以通过泡压法来测量孔洞的孔径;孔密度是指单位面积上孔的数量,孔面积率是指单位面积上孔洞的面积与单位面积之间的比值;由于第一多孔表面和第二多孔表面上孔洞分布大致是均匀的,因此可以通过例如观察膜表面一定面积的扫描电子显微镜图,并计算在该给定面积内的孔数,孔面积,从而可以确定该给定面积上的孔密度以及孔面积率,从而近似认为是膜该表面上的孔密度以及孔面积率;

[0030] 本发明中第一多孔表面上第一孔洞的孔径相对较大,孔的面积率也较大,使得滤膜具有较大的流速,便于流体快速得通过聚合物滤膜,缩短过滤时间;同时也增大了滤膜的纳污量;第二多孔表面上第二孔洞的孔径较小,为纳米级,从而保证了滤膜的过滤精度,起到足够的对不希望物质起到的保留作用,继而说明本发明滤膜适用于油墨领域,半导体行

业内的超纯过滤。

[0031] 作为本发明的进一步改进,所述滤膜的IPA起泡点泡压为200-300KPa;

[0032] 所述滤膜对粒径为60nm以上颗粒的截留效率大于99%;

[0033] 在压力为-0.03MPa,温度为20°C的条件下,50ml水通过直径为47mm滤膜所需要的时间为25-300s。作为优选,50ml水通过直径为47mm滤膜所需要的时间为45-250s。

[0034] 滤膜其中一个重要的性能特征就是泡点,泡点的高低大大影响着滤膜的应用范围;泡点的测试方法在本领域中是公知的,例如在ASTM F316-70和ANS/ASTM F316-70(1976年重新批准)中详细解释了这些测试的程序,这些文献在此引入作为参考。本发明所用的测试液为IPA(异丙醇);本发明中滤膜的IPA起泡点泡压为200-300KPa;其泡点很大,也说明了本发明滤膜具有较大的应用;特别适合应用于油墨领域和半导体领域的超纯过滤;

[0035] 此外,通过截留效率测试和流速测试说明了本发明滤膜不仅具有很大的截留效率,还具有很大的流速,过滤时间短。

[0036] 另一方面,本发明还提供了一种纳米级聚合物过滤膜的制备方法,包括以下步骤:

[0037] S1:制备粘度3000-8000mPa·s的铸膜液,并将其流延到载体上形成液膜;其中所述铸膜液包括有机聚合物、极性溶剂和添加剂;所述有机聚合物为聚醚砜,双酚A型聚砜,聚芳砜中的任意一种;所述极性溶剂为乳酸丁酯、二甲亚砜、二甲基甲酰胺、己内酰胺、乙酸甲酯、乙酸乙酯、N-乙基吡咯烷酮、二甲基乙酰胺和N-甲基吡咯烷酮中的至少一种;

[0038] S2:诱导所述液膜进行分相,在温度为30-50°C的环境下,将绝对湿度为10g H₂O/kg ~ 40g H₂O/kg的气流吹到所述液膜表面进行处理,气流与液膜之间的相对速度不大于3m/min,持续时间不大于60s;

[0039] S3:然后液膜浸入温度为0-10°C的水中固化,持续时间至少为20s,进而固化形成固态膜。

[0040] 在上述方法中,先配置铸膜液,铸膜液包括下列重量份物质组成:有机聚合物6-15份;极性溶剂60-85份和亲水添加剂5-20份;其中有机聚合物为聚醚砜,双酚A型聚砜,聚芳砜中的任意一种,最终制得的滤膜为砜类聚合物滤膜;配置好的铸膜液粘度为3000-8000mPa·s,铸膜液粘度会对最终形成的滤膜的结构以及性能均有较大的影响,例如影响滤膜的孔径,厚度,流速等;这样的粘度设置保证了最终制得的滤膜具有合适的厚度;铸膜液粘度可以用粘度计直接获得;接着将铸膜液流延到载体上,形成液膜;本发明铸膜液可以手动流延(例如,通过手倾倒、流延或铺展在流延用表面上)或自动流延(例如倾倒或另外流延在移动床上);多种在本领域已知的设备可以用于流延。流延设备包括,例如机械涂布器,其包括涂刀、刮刀或喷涂/增压体系。在本领域已知的,多种流延速度都是合适的,例如流延速度为约2英尺/分钟(fpm)等。

[0041] 然后将液膜放置在温度为30-50°C(温度较高)的环境下,并用绝对湿度为10g H₂O/kg ~ 40g H₂O/kg的气流吹到所述液膜表面进行处理,诱导液膜进行分相;但气流与液膜之间的相对速度不大于3m/min,作为优选,相对速度不大于为2m/min,且持续时间不大于60s;在吹风的时候,风向可以和载体带动液膜运动的方向相反,也可以是相同,或者成一定夹角,当然,也可以不吹风,载体带动液膜运动以形成相对气流;气流与液膜之间的相对速度会对最终形成的滤膜的孔径造成一定的影响,特别是对于滤膜中靠近气流一侧区域的孔径影响较大;在一定条件下,气流与液膜表面的相对速度越大,最终形成的滤膜上的孔径也

越大;而滤膜朝向气流一侧区域最终形成了液膜的颗粒区,该区域的孔径很小,为纳米级;因此要求气流与液膜之间的相对速度较小;本发明中气流与液膜之间的相对速度不大于3m/min,既保证了最终形成的滤膜颗粒区的孔径为纳米级孔径,能够对粒径为0.8-200nm的杂质颗粒起到很好的截留作用,又加快了液膜表面的分相作用,缩短分相时间,利于液膜表面先分相形成颗粒区;然后将液膜浸入温度为0-15℃的水中固化,持续时间至少为20s,作为优选,持续时间至少为30s;之前的环境温度为30℃-50℃,而现在的环境温度为0-10℃,环境温度有较大的变化,从而使得液膜在水中固化形成滤膜的过程中,形成的内部结构与之前具有较大的区别,这也是最终形成的滤膜包含纤维区和颗粒区两个区域的原因,此外由于温度变化是骤变,没有一定的缓冲,这也通过滤膜的SEM图可验证,在纤维区和颗粒区几乎之间没有缓冲区,这就是温度骤变所导致的。固化结束后接着风干,就形成了固态膜,即所需要的聚合物滤膜。此风干,可以是自然风干,也可以用电风扇等机器进行风干。该制备方法简单,快速,有效,成本低,绿色环保,适合工业化应用。

[0042] 作为本发明的进一步改进,所述添加剂为全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其质量比为1:1:2。

[0043] 为了改善滤膜的结构形态和性能,本发明在配方中加入了添加剂,在添加剂选择全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其中聚乙烯醇是一种高分子添加剂,而全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷是小分子添加剂,聚乙烯醇的加入能够提高体系的粘度,抑制液膜在分相过程中形成大孔,还能有效提高滤膜的耐磨性以及膜通量的稳定性;而全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷这两种小分子的物质的加入有利于提高滤膜的机械强度;此外,在这三种物质的协同作用,能够改善极性溶剂的亲水性,在分相的时候让极性溶剂更容易被水溶解,从而使得有机聚合物更容易析出;同时还提高滤膜的流速,使得滤膜具有较大的过滤速度。

[0044] 另一方面,本发明还提供了一种纳米级聚合物过滤膜的用途,所述滤膜用于油墨领域;用于半导体行业的超纯过滤。

[0045] 油墨在配置好后会混有结皮,研磨介质(玻璃珠)等杂质,所以在得到最终的成品前,必须要经过过滤;本发明的滤膜能够很好的过滤掉这些杂质颗粒,有效的控制油墨的粒径,从而得到高质量的油墨;超纯水又称UP水,这种水中除了水分子外,几乎没有什么杂质,更没有细菌、病毒、含氯二噁英等有机物,当然也没有人体所需的矿物质微量元素,也就是几乎去除氧和氢以外所有原子的水。超纯水主要是为了研制半导体原件材料应用蒸馏、去离子化、反渗透技术或其它适当的超临界精细技术生产出来的水;因此过滤时制备超纯水必不可少的一个环节,本发明的滤膜能够除去较多的颗粒杂质,利于最终得到高质量的超纯水。

[0046] 本发明的有益效果:本发明提供的纳米级聚合物过滤膜,包括纤维区和颗粒区,其中颗粒区是指膜主体内由若干个类颗粒物质以较致密的方式堆积在一起的区域,从而提高了滤膜的吸附作用,截留效率大大提高;滤膜不仅具有较大的流速,过滤时间较短,同时还具有较高的过滤精度,能够对粒径为0.8-200nm的杂质颗粒有很强的截留作用,特别适用于油墨领域和半导体领域中的超纯水过滤;此外本发明还提供该滤膜的制备方法,该制备方法方便,快速有效,操作简单,绿色环保,适合大规模推广。

附图说明

[0047] 图1为实施例1制备获得的纳米级聚合物过滤膜纵截面的扫描电镜 (SEM) 图,其中放大倍率为700×;

[0048] 图2为实施例1制备获得的纳米级聚合物过滤膜纵截面进一步放大的扫描电镜 (SEM) 图,其中放大倍率为20000×

[0049] 图3为实施例1制备获得的纳米级聚合物过滤膜中第一多孔表面的扫描电镜 (SEM) 图,其中放大倍率为2000×;

[0050] 图4为实施例1制备获得的纳米级聚合物过滤膜中第二多孔表面的的扫描电镜 (SEM) 图,其中放大倍率为100000×;

[0051] 图5为实施例11制备获得的纳米级聚合物过滤膜纵截面的扫描电镜 (SEM) 图,其中放大倍率为700×;

[0052] 图6为实施例11制备获得的纳米级聚合物过滤膜纵截面进一步放大的扫描电镜 (SEM) 图,其中放大倍率为20000×;

[0053] 图7为实施例11制备获得的纳米级聚合物过滤膜纵截面更加一步放大的扫描电镜 (SEM) 图,其中放大倍率为50000×;

[0054] 图8为实施例11制备获得的纳米级聚合物过滤膜中第一多孔表面的扫描电镜 (SEM) 图,其中放大倍率为2000×;

[0055] 图9为实施例11制备获得的纳米级聚合物过滤膜中第二多孔表面的的扫描电镜 (SEM) 图,其中放大倍率为100000×;

[0056] 图10为本发明纳米级聚合物过滤膜IPA起泡点测试装置的示意图;

[0057] 图11为本发明纳米级聚合物过滤膜流速测试装置的示意图;

[0058] 图12为本发明纳米级聚合物过滤膜过滤精度测试装置的示意图;

[0059] 图13为本发明纳米级聚合物过滤膜使用寿命测试装置的示意图;

[0060] 图14为本发明纳米级聚合物过滤膜用于油墨领域,半导体领域中的超纯水过滤时的结构示意图;

[0061] 图15为本发明纳米级聚合物过滤膜用于油墨领域,半导体领域中的超纯水过滤时的另一种结构示意图。

具体实施方式

[0062] 为了更清楚的阐释本申请的整体构思,下面以实施例的方式进行详细说明。如未特殊说明,在下述实施例中,制备滤膜所用的原料及设备均可通过商业途径购得。其中,采用日立公司提供的型号为S-5500的扫描电镜对滤膜的结构形貌进行表征。

[0063] 实施例1

[0064] 实施例1提供了一种纳米级聚合物过滤膜,采用以下方法制备:包括以下步骤:

[0065] S1:制备粘度6000mPa·s的铸膜液,并将其流延到载体上形成液膜;所述铸膜液包括下列重量份物质组成:有机聚合物10份;极性溶剂75份;添加剂15份;其中有机聚合物为聚醚砜;所述极性溶剂为二甲基甲酰胺;所述添加剂为全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其质量比为1:1:2;

[0066] S2:诱导所述液膜进行分相,在温度为40℃的环境下,将绝对湿度为25g H₂O/kg的

气流吹到所述液膜表面进行处理,气流与液膜之间的相对速度为1.5m/min,持续时间为30s;

[0067] S3:然后液膜浸入温度为5℃的水中固化,持续时间为50s,进而固化形成固态膜。

[0068] 实施例2

[0069] 实施例2提供了一种纳米级聚合物过滤膜,采用以下方法制备:包括以下步骤:

[0070] S1:制备粘度5000mPa·s的铸膜液,并将其流延到载体上形成液膜;所述铸膜液包括下列重量份物质组成:有机聚合物8份;极性溶剂70份;添加剂10份;其中有机聚合物为聚醚砜;所述极性溶剂为己内酰胺;所述添加剂为全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其质量比为1:1:2;

[0071] S2:诱导所述液膜进行分相,在温度为45℃的环境下,将绝对湿度为20g H₂O/kg的气流吹到所述液膜表面进行处理,气流与液膜之间的相对速度为1.0m/min,持续时间为40s;

[0072] S3:然后液膜浸入温度为8℃的水中固化,持续时间为55s,进而固化形成固态膜。

[0073] 实施例3

[0074] 实施例3提供了一种纳米级聚合物过滤膜,采用以下方法制备:包括以下步骤:

[0075] S1:制备粘度3000mPa·s的铸膜液,并将其流延到载体上形成液膜;所述铸膜液包括下列重量份物质组成:有机聚合物6份;极性溶剂60份;添加剂5份;其中有机聚合物为聚醚砜;所述极性溶剂为二甲基甲酰胺;所述添加剂为全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其质量比为1:1:2;

[0076] S2:诱导所述液膜进行分相,在温度为30℃的环境下,将绝对湿度为35g H₂O/kg的气流吹到所述液膜表面进行处理,气流与液膜之间的相对速度为0.2m/min,持续时间为55s;

[0077] S3:然后液膜浸入温度为0℃的水中固化,持续时间为45s,进而固化形成固态膜。

[0078] 实施例4

[0079] 实施例4提供了一种纳米级聚合物过滤膜,采用以下方法制备:包括以下步骤:

[0080] S1:制备粘度7500mPa·s的铸膜液,并将其流延到载体上形成液膜;所述铸膜液包括下列重量份物质组成:有机聚合物14份;极性溶剂85份;添加剂16份;其中有机聚合物为聚醚砜;所述极性溶剂为己内酰胺;所述添加剂为全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其质量比为1:1:2;

[0081] S2:诱导所述液膜进行分相,在温度为50℃的环境下,将绝对湿度为15g H₂O/kg的气流吹到所述液膜表面进行处理,气流与液膜之间的相对速度为2m/min,持续时间为30s;

[0082] S3:然后液膜浸入温度为15℃的水中固化,持续时间为60s,进而固化形成固态膜。

[0083] 实施例5

[0084] 实施例5提供了一种纳米级聚合物过滤膜,采用以下方法制备:包括以下步骤:

[0085] S1:制备粘度5500mPa·s的铸膜液,并将其流延到载体上形成液膜;所述铸膜液包括下列重量份物质组成:有机聚合物10份;极性溶剂77份;添加剂13份;其中有机聚合物为双酚A型聚砜;所述极性溶剂为二甲亚砜;所述添加剂为全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其质量比为1:1:2;

[0086] S2:诱导所述液膜进行分相,在温度为40℃的环境下,将绝对湿度为25g H₂O/kg的

气流吹到所述液膜表面进行处理,气流与液膜之间的相对速度为1.5m/min,持续时间为30s;

[0087] S3:然后液膜浸入温度为5℃的水中固化,持续时间为50s,进而固化形成固态膜。

[0088] 实施例6

[0089] 实施例6提供了一种纳米级聚合物过滤膜,采用以下方法制备:包括以下步骤:

[0090] S1:制备粘度4600mPa·s的铸膜液,并将其流延到载体上形成液膜;所述铸膜液包括下列重量份物质组成:有机聚合物8份;极性溶剂80份;添加剂10份;其中有机聚合物为双酚A型聚砜;所述极性溶剂为N-乙基吡咯烷酮;所述添加剂为全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其质量比为1:1:2;

[0091] S2:诱导所述液膜进行分相,在温度为45℃的环境下,将绝对湿度为20g H₂O/kg的气流吹到所述液膜表面进行处理,气流与液膜之间的相对速度为1.0m/min,持续时间为40s;

[0092] S3:然后液膜浸入温度为8℃的水中固化,持续时间为55s,进而固化形成固态膜。

[0093] 实施例7

[0094] 实施例7提供了一种纳米级聚合物过滤膜,采用以下方法制备:包括以下步骤:

[0095] S1:制备粘度3500mPa·s的铸膜液,并将其流延到载体上形成液膜;所述铸膜液包括下列重量份物质组成:有机聚合物7份;极性溶剂60份;添加剂8份;其中有机聚合物为双酚A型聚砜;所述极性溶剂为N-甲基吡咯烷酮;所述添加剂为全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其质量比为1:1:2;

[0096] S2:诱导所述液膜进行分相,在温度为30℃的环境下,将绝对湿度为35g H₂O/kg的气流吹到所述液膜表面进行处理,气流与液膜之间的相对速度为0.2m/min,持续时间为55s;

[0097] S3:然后液膜浸入温度为0℃的水中固化,持续时间为45s,进而固化形成固态膜。

[0098] 实施例8

[0099] 实施例8提供了一种纳米级聚合物过滤膜,采用以下方法制备:包括以下步骤:

[0100] S1:制备粘度8000mPa·s的铸膜液,并将其流延到载体上形成液膜;所述铸膜液包括下列重量份物质组成:有机聚合物15份;极性溶剂85份;添加剂20份;其中有机聚合物为双酚A型聚砜;所述极性溶剂为二甲基甲酰胺;所述添加剂为全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其质量比为1:1:2;

[0101] S2:诱导所述液膜进行分相,在温度为50℃的环境下,将绝对湿度为15g H₂O/kg的气流吹到所述液膜表面进行处理,气流与液膜之间的相对速度为2m/min,持续时间为30s;

[0102] S3:然后液膜浸入温度为15℃的水中固化,持续时间为60s,进而固化形成固态膜。

[0103] 实施例9

[0104] 实施例9提供了一种纳米级聚合物过滤膜,采用以下方法制备:包括以下步骤:

[0105] S1:制备粘度6000mPa·s的铸膜液,并将其流延到载体上形成液膜;所述铸膜液包括下列重量份物质组成:有机聚合物11份;极性溶剂75份;添加剂14份;其中有机聚合物为聚芳砜;所述极性溶剂为二甲基甲酰胺;所述添加剂为全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其质量比为1:1:2;

[0106] S2:诱导所述液膜进行分相,在温度为40℃的环境下,将绝对湿度为25g H₂O/kg的

气流吹到所述液膜表面进行处理,气流与液膜之间的相对速度为1.5m/min,持续时间为30s;

[0107] S3:然后液膜浸入温度为5℃的水中固化,持续时间为50s,进而固化形成固态膜。

[0108] 实施例10

[0109] 实施例10提供了一种纳米级聚合物过滤膜,采用以下方法制备:包括以下步骤:

[0110] S1:制备粘度5200mPa·s的铸膜液,并将其流延到载体上形成液膜;所述铸膜液包括下列重量份物质组成:有机聚合物8份;极性溶剂70份;添加剂12份;其中有机聚合物为聚芳砜;所述极性溶剂为乳酸丁酯;所述添加剂为全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其质量比为1:1:2;

[0111] S2:诱导所述液膜进行分相,在温度为45℃的环境下,将绝对湿度为20g H₂O/kg的气流吹到所述液膜表面进行处理,气流与液膜之间的相对速度为1.0m/min,持续时间为40s;

[0112] S3:然后液膜浸入温度为8℃的水中固化,持续时间为55s,进而固化形成固态膜。

[0113] 实施例11

[0114] 实施例11提供了一种纳米级聚合物过滤膜,采用以下方法制备:包括以下步骤:

[0115] S1:制备粘度3000mPa·s的铸膜液,并将其流延到载体上形成液膜;所述铸膜液包括下列重量份物质组成:有机聚合物6份;极性溶剂60份;添加剂8份;其中有机聚合物为聚芳砜;所述极性溶剂为乙酸乙酯;所述添加剂为全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其质量比为1:1:2;

[0116] S2:诱导所述液膜进行分相,在温度为30℃的环境下,将绝对湿度为35g H₂O/kg的气流吹到所述液膜表面进行处理,气流与液膜之间的相对速度为0.2m/min,持续时间为55s;

[0117] S3:然后液膜浸入温度为0℃的水中固化,持续时间为45s,进而固化形成固态膜。

[0118] 实施例12

[0119] 实施例12提供了一种纳米级聚合物过滤膜,采用以下方法制备:包括以下步骤:

[0120] S1:制备粘度7800mPa·s的铸膜液,并将其流延到载体上形成液膜;所述铸膜液包括下列重量份物质组成:有机聚合物15份;极性溶剂85份;添加剂19份;其中有机聚合物为聚芳砜;所述极性溶剂为、N-乙基吡咯烷酮;所述添加剂为全氟三乙胺、2-(3,4-环氧环己烷)乙基三甲氧基硅烷和聚乙烯醇的混合物,其质量比为1:1:2;

[0121] S2:诱导所述液膜进行分相,在温度为48℃的环境下,将绝对湿度为15g H₂O/kg的气流吹到所述液膜表面进行处理,气流与液膜之间的相对速度为2m/min,持续时间为30s;

[0122] S3:然后液膜浸入温度为15℃的水中固化,持续时间为55s,进而固化形成固态膜。

[0123] 一:结构表征

[0124] 用扫描电镜对各实施例所获得的纳米级聚合物过滤膜的膜结构进行形貌表征,然后获得所需数据;具体结果如下表:

[0125] 厚度单位:μm;

[0126] 平均孔径单位:nm;

[0127]

	膜主体		纤维区			颗粒区		
	厚度	孔隙率/%	厚度	平均孔径	孔隙率	厚度	平均孔径	孔隙率
实施例1	92	70	71	680	78	21	71	57
实施例2	75	62	58	748	70	17	75	41
实施例3	58	53	46	436	63	12	51	35
实施例4	101	72	77	923	78	24	87	53
实施例5	89	68	70	810	76	19	64	50
实施例6	73	69	57	730	75	16	68	54
实施例7	54	60	42	487	69	12	48	38
实施例8	107	75	84	982	81	23	95	63
实施例9	85	64	67	570	71	18	66	42
实施例10	70	60	56	632	68	14	72	43
实施例11	61	58	44	464	67	17	50	32
实施例12	98	77	76	956	83	22	93	64

[0128] 由上表可知,本发明的滤膜厚度均在50-110 μm ,这样既保证了滤膜有一个较好的机械强度,同时又能进行充分的过滤,对杂质进行充分的截留;而根据图1-9和上表,可以清楚的看到滤膜主体分为纤维区和颗粒区,纤维区的平均孔径远大于颗粒区的平均孔径,保证了滤膜具有较大的流速,同时较好的过滤精度;此外,颗粒区的厚度很小,均在10-25 μm 之间,这样既保证了对杂质的充分截留,又不会影响过滤时间,时间成本依然较低。

[0129] 平均纤维直径单位:nm;

[0130] 平均颗粒直径单位:nm;

[0131] 颗粒区比表面积: m^2/g ;

[0132] 膜比表面积: m^2/g ;

[0133]

	纤维区平均纤维直径	颗粒区平均颗粒直径	颗粒区比表面积	膜比表面积
实施例1	1662	56	74	14.8
实施例2	1751	63	52	10.5
实施例3	1329	42	48	7.3
实施例4	1913	78	65	13.6
实施例5	1456	72	62	13.2
实施例6	1236	63	57	12.8
实施例7	890	38	66	13.8
实施例8	1150	81	61	13.0
实施例9	2185	65	53	11.2
实施例10	1684	68	82	18.2
实施例11	1478	40	72	14.6
实施例12	2876	84	68	13.7

[0134] 由上表可知,由于颗粒区中,类颗粒物质较致密的堆积在一起,大大增加了颗粒区的比表面积,使得颗粒区的比表面积为40-90m²/g;比表面积越大,吸附作用越强,从而使得颗粒区对微小杂质颗粒有很大的吸附作用,进一步提高了滤膜的过滤效率。

[0135] 平均孔径单位:nm;

[0136] 第一多孔表面上的孔密度是指第一多孔表面上孔径为0.5-15 μ m的第一孔洞的孔密度,单位:个/1000 μ m²;第二多孔表面上的孔密度是指第二多孔表面上孔径为15-120nm的第二孔洞的孔密度,单位:个/10⁶nm²;

[0137] 孔面积率单位:%;

[0138]

	第一多孔表面			第二多孔表面		
	平均孔径	孔密度	孔面积率	平均孔径	孔密度	孔面积率
实施例1	2770	25	14.6	38	52	6.1

[0139]	实施例2	3200	22	17.2	36	65	7.3
	实施例3	2900	36	22.5	24	90	4.5
	实施例4	4300	18	24.8	41	38	5.7
	实施例5	2660	24	13.4	37	63	6.6
	实施例6	2400	28	12.9	32	75	6.2
	实施例7	2300	30	12.2	28	98	6.1
	实施例8	4100	19	24.2	50	36	7.3
	实施例9	2900	24	15.3	42	76	9.6
	实施例10	2600	20	11.2	46	62	9.1
	实施例11	2150	38	13.7	26	88	5.3
	实施例12	4700	15	24.7	48	34	6.9

[0140] 总结:

[0141] IPA起泡点测试(测试装置如图10)

[0142] 实验步骤:

[0143] 步骤一:关闭空气压力调节器2,打开空气压力调节器1,使压力高于所测试压力,取出已润湿好的待测滤膜,安装在过滤装置上。

[0144] 步骤二:储液槽内注满80%的试验液(IPA),增加气压,当到达泡点的80%左右时停止加压。需要确认此时储液槽内的滤膜还未出泡。

[0145] 步骤三:缓慢升压,当滤膜开始出泡时,读取此时的压力,作为IPA起泡点泡压;注意:通常气泡从滤膜的中心附近冒出。

[0146] 水流速测试(测试装置如图11)

[0147] 实验步骤

[0148] 步骤一:将待测滤膜装在减压过滤用支架上,关闭减压过滤架上的阀门2,打开阀门1,启动真空泵,调整压力至测试压力-0.03MPa后,关闭阀门1。

[0149] 步骤二:将50ml试验液(水)装入减压过滤用支架的塑料量筒中,打开阀门2,从某一刻度开始计时,到另一刻度计时停止;

[0150] 步骤三:测试完毕,记录秒表显示的数值,当全部试验液都通过滤膜时,关闭支架上的阀门2,取出滤膜。

[0151] 注:测试温度为20℃,待测滤膜直径为47mm;

	IPA起泡点 (KPa)	流速 (s)
实施例1	256	178
实施例2	260	190
实施例3	290	122
实施例4	230	203
实施例5	258	185
[0152] 实施例6	265	169
实施例7	278	97
实施例8	203	216
实施例9	220	192
实施例10	218	156
实施例11	282	114
实施例12	208	238

[0153] 由上表可知,本发明的纳米级聚合物滤膜不仅具有很高的IPA起泡点,还具有较大的流速,过滤时间短,特别适用于油墨领域,半导体领域中超纯水过滤。过滤精度测试:对各示例所得滤膜进行拦截效率的测试。

[0154] 实验准备:按图12组装实验装置,确保装置清洁,使用超纯水对装置进行冲洗。取直径47mm的滤膜,装于蝶形过滤器中,确保组装好的过滤器气密性良好。

[0155] 实验步骤:

[0156] 将挑战液倒入到储罐中,注意蝶形过滤器的排气,加压至10kPa,使用洁净的瓶子接管下游滤液。

[0157] 用颗粒计数器测试滤液和原液中的颗粒数。

[0158] 拦截效率: $\eta = (1 - \frac{n_1}{n_0}) \times 100\%$

[0159] 式中: η ——拦截效率,%; n_0 ——原液中的颗粒数,5组计数的平均值,个; n_1 ——滤液中的颗粒数,5组计数的平均值,个。

	拦截效率			
	30nm	40nm	50nm	60nm
实施例1	-	-	≥99.0%	-
实施例2	-	≥99.0%	-	-
实施例3	≥99.0%-	-	-	-
实施例4	-	-	-	≥99.0%
实施例5	-	-	≥99.0%	-
实施例6	-	≥99.0%	-	-
实施例7	≥99.0%	-	-	-
实施例8	-	-	-	≥99.0%
实施例9	-	-	≥99.0%	-
实施例10	-	-	≥99.0%	-
实施例11	≥99.0%	-	-	-
实施例12	-	-	-	≥99.0%

[0161] 由上表可知,本发明的滤膜对粒径为60nm以上的杂质颗粒的截留效率大于99%,过滤精度和过滤效率均较高

[0162] 使用寿命(纳污量)测试:实验准备:按图13组装实验装置。

[0163] 取直径47mm的滤膜,封装于蝶形过滤器中,确保组装好的过滤器气密性良好。

[0164] 实验步骤:将储水罐注满杭州市政自来水,确保罐体中无空气;注意蝶形过滤器的排气,当排气完成时,将罐体注满水,安装压力表。在0.1MPa的条件下测量蝶形过滤器下游的初始水流速;终点判定:在0.2MPa的条件下测量蝶形过滤器下游的水流速,当流速小于初始水流速的1/10时判定为终点。

[0165] 计算从初始到终点这段时间内过水量。

	过水量/L
实施例1	110
实施例2	100
实施例3	80
实施例4	140
实施例5	98
实施例6	105
实施例7	75
实施例8	130
实施例9	120
实施例10	125
实施例11	85
实施例12	160

[0167] 由上表可知,本发明滤膜具有较长的使用寿命,即纳污量较大,该滤膜带来的经济

效益较高。

[0168] 将本发明滤膜应用到油墨领域时,不仅能够过滤掉这些油墨中较大的颗粒,有效的控制油墨的粒径,确保油墨能够达到上机喷印的要求,顺利的从喷嘴中喷出,不至于堵塞喷头。在将本发明滤膜应用到半导体行业的超纯过滤时,不仅能够除去水中的大颗粒杂质,也能除去水中病毒、细菌、藻类等物质,还能除去水中的大分子、胶体,利于最终得到高质量的超纯水。由图14可知,本发明滤膜可以做成折叠膜的形状,应用于油墨领域以及半导体行业的超纯过滤;由图15可知,本发明滤膜也可以做成卷绕式的形状应用于油墨领域以及半导体行业的超纯过滤。

[0169] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不仅限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

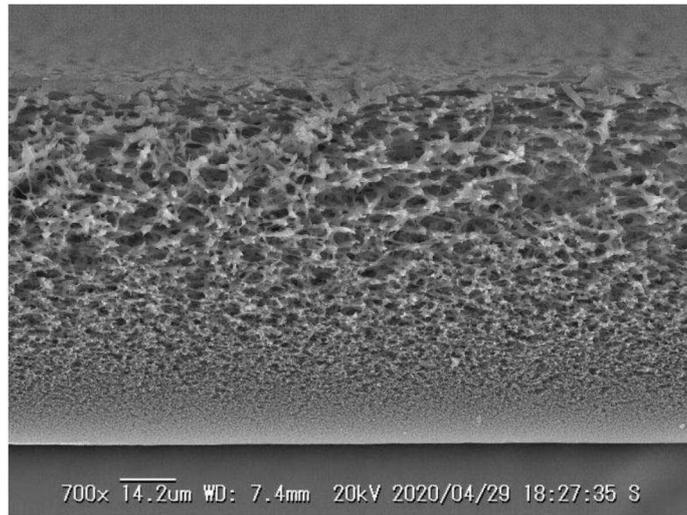


图1

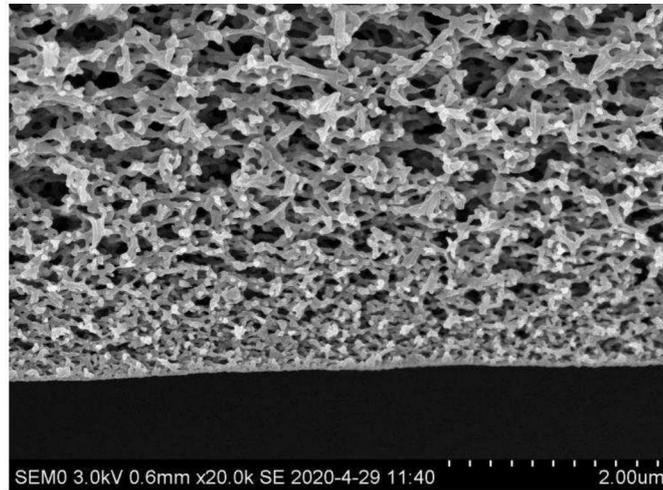


图2

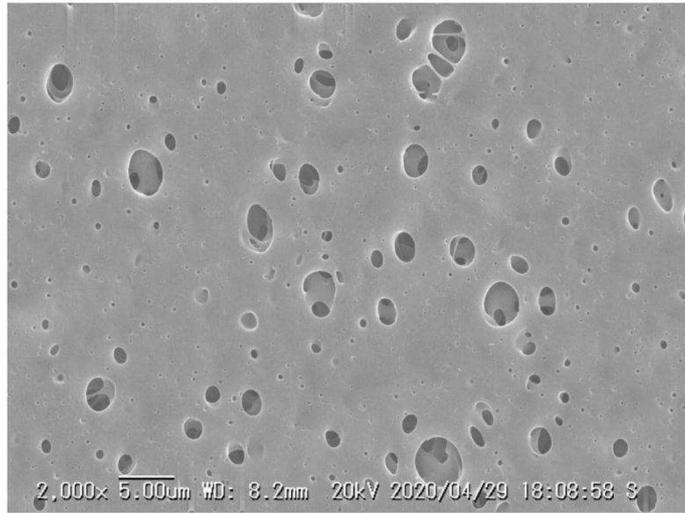


图3

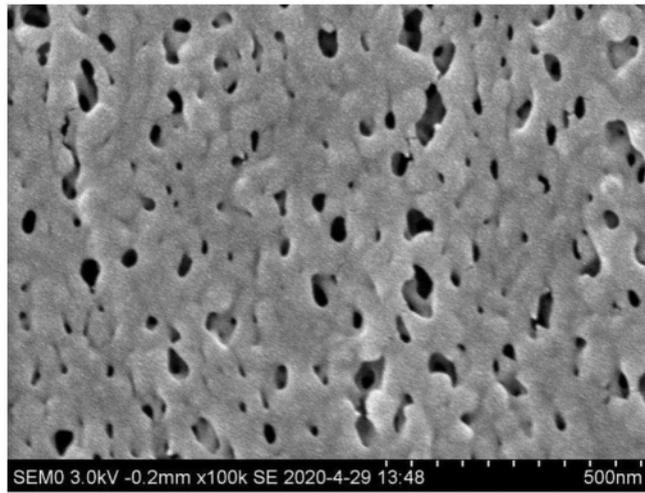


图4

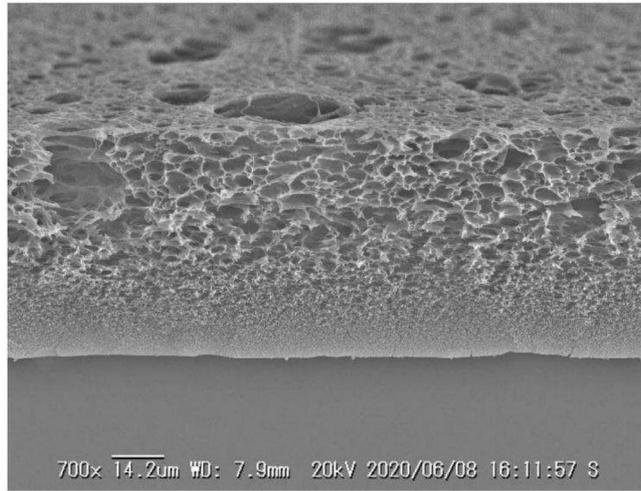


图5

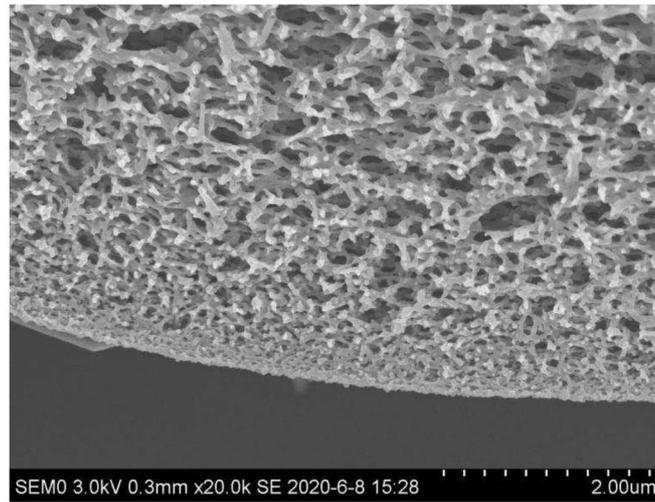


图6

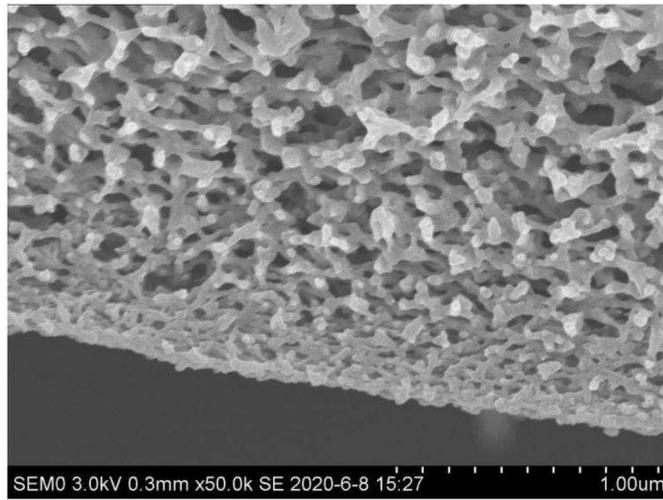


图7

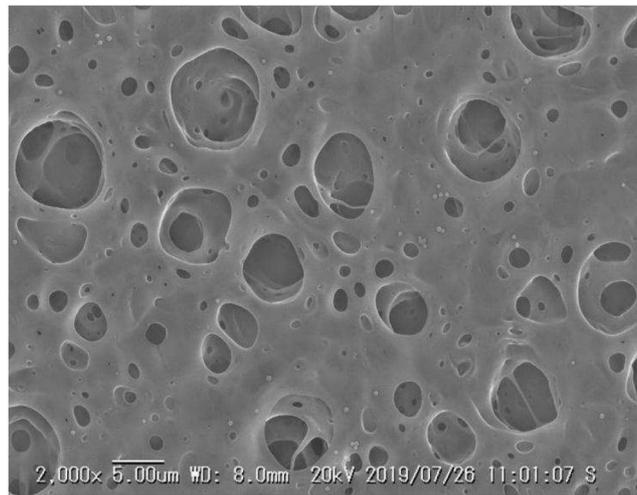


图8

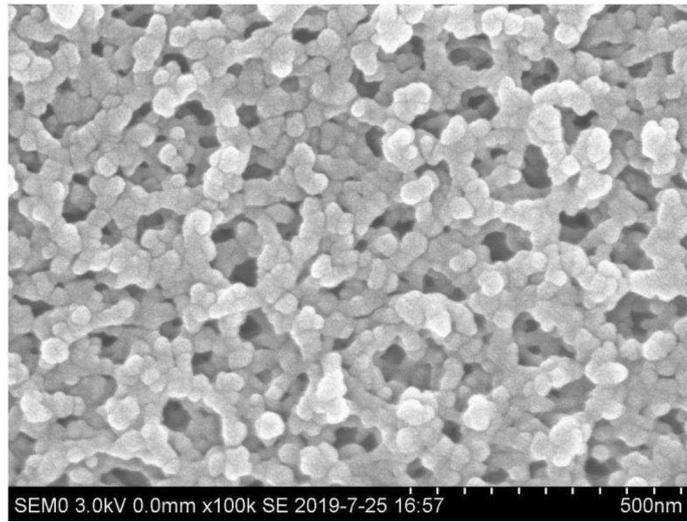


图9

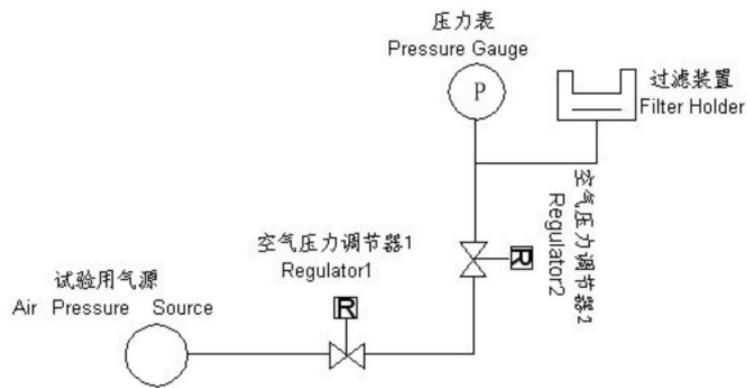


图10

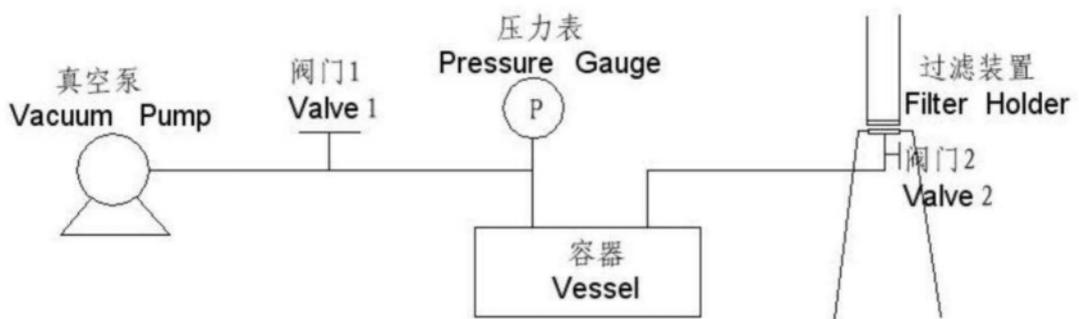


图11

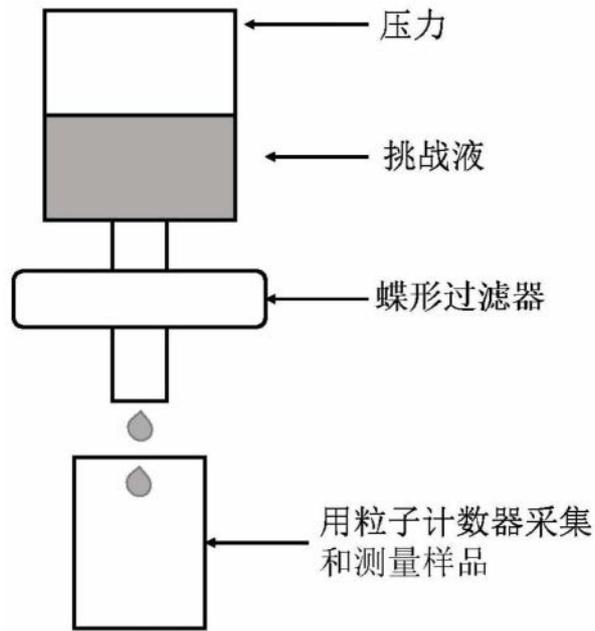


图12

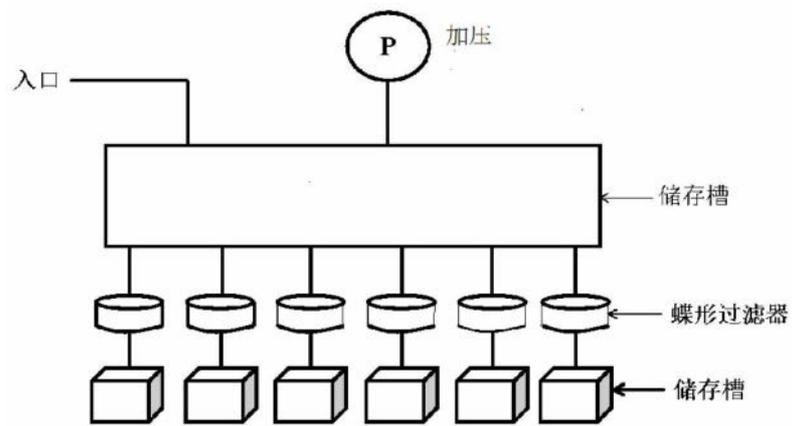


图13

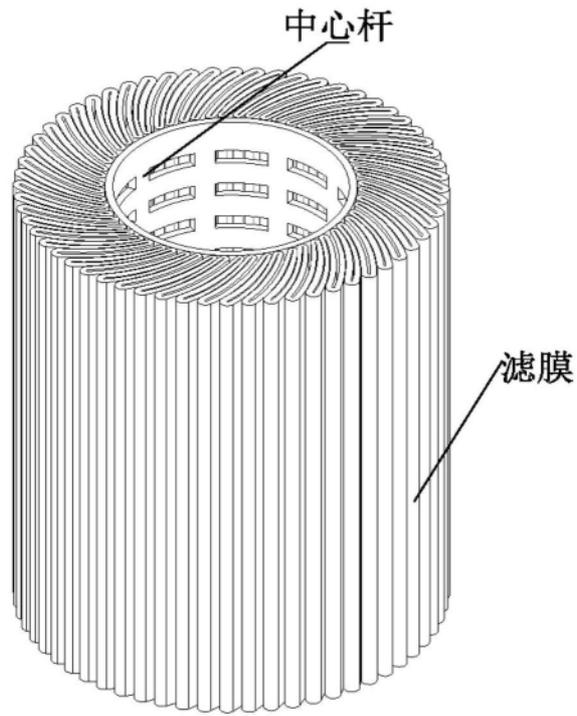


图14

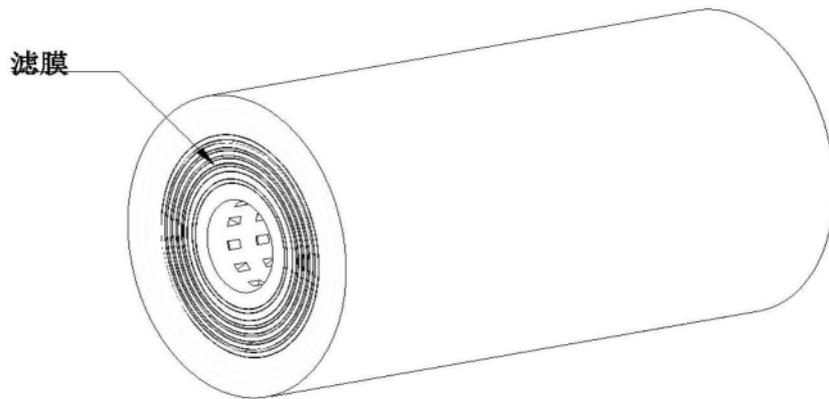


图15