(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年5月24日(24.05.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/092516 A1

(51) 国際特許分類:
B01D 69/02 (2006.01)　*B01D 71/38* (2006.01)
B01D 63/02 (2006.01)　*C02F 1/44* (2006.01)
B01D 69/08 (2006.01)　*C02F 3/12* (2006.01)
B01D 69/12 (2006.01)　*D01F 6/00* (2006.01)
B01D 71/26 (2006.01)　*D01F 6/12* (2006.01)
B01D 71/36 (2006.01)　*D06M 15/333* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2017/038111

(22) 国際出願日：　2017年10月23日(23.10.2017)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(30) 優先権データ：
特願 2016-224141　2016年11月17日(17.11.2016) JP

(71) 出願人：住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]；〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

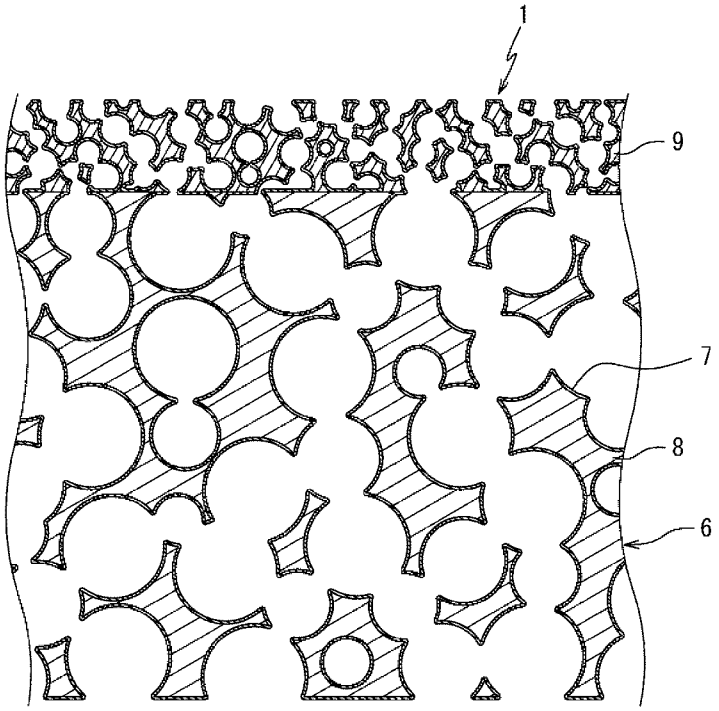
(72) 発明者：宮田 大輝(MIYATA Hiroki)；〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号 住友電気工業株式会社大阪製作所内 Osaka (JP).

(74) 代理人：中田 元己，外(NAKATA Motomi et al.)；〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** HOLLOW-FIBER MEMBRANE, FILTRATION MODULE, AND WASTEWATER TREATMENT DEVICE

(54) 発明の名称： 中空糸膜、濾過モジュール及び排水処理装置



(57) **Abstract:** The hollow-fiber membrane according to an embodiment of the present invention comprises: a cylindrical framework material which comprises polytetrafluoroethylene as the main component and has porosity; and a resinous coating film which has hydrophilicity and covers the outer surface and inner pore surfaces of the framework material. The hollow-fiber membrane has a peripheral surface which has a contact angle with pure water of 40-80° and which, in water, has a contact angle with heavy oil C of 110-150°.

WO 2018/092516 A1

［続葉有］

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本発明の一態様に係る中空糸膜は、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とし、多孔性を有する筒状の骨材と、親水性を有し、上記骨材の外表面及び空孔内面を被覆する樹脂皮膜とを備え、外周面の純水接触角が４０°以上８０°以下であり、外周面の水中でのＣ重油接触角が１１０°以上１５０°以下である。

明　細　書

発明の名称 ： 中空糸膜、濾過モジュール及び排水処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、中空糸膜、濾過モジュール及び排水処理装置に関する。本出願は、２０１６年１１月１７日出願の日本出願第２０１６－２２４１４１号に基づく優先権を主張し、上記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 例えば排水処理等の多様な目的で、被処理水を濾過して固形物を除去する濾過膜の一種として、多孔質体を比較的径が小さい筒状に形成した中空糸膜が用いられることがある。このような中空糸膜の材質としては、機械的強度及び化学的安定性に比較的優れるポリテトラフルオロエチレンを主成分とするものが知られている。

[0003] ポリテトラフルオロエチレンは、比較的大きい疎水性を有するため、透水性が小さくなりやすく、特に中空糸膜の空孔径が小さい場合には濾過能力が不十分となりやすい。また、中空糸膜が比較的大きい疎水性を有する場合、被処理水中の油分等の疎水性ファウラントが中空糸膜の表面に付着して目詰まりを生じるファウリングと呼ばれる現象が発生しやすくなるという不都合もある。

[0004] そこで、ポリテトラフルオロエチレンから形成される多孔質膜に親水性材料の水溶液を含浸し、親水性材料を架橋することにより不溶化して多孔質膜の空孔内面に固定することで多孔質膜を親水化処理することが提案されている（国際公開第２０１０／０９２９３８号公報参照）。このように多孔質膜を親水化することによって、透水性が向上して濾過能力が増大すると共に、疎水性ファウラントの付着が抑制されるのでファウリングが発生し難くなる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第２０１０／０９２９３８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記公報に記載される親水化処理は、親水性材料の水溶液と相溶性を有するイソプロピルアルコールに多孔質膜を浸漬する工程と、空孔内にイソプロピルアルコールを含んだ多孔質膜を疎水性材料の水溶液に浸漬して多孔質膜の空孔内に親水性材料を導入する工程と、空孔内の親水性材料を架橋して空孔内面に固定する工程とを行う必要がある。このように複雑な親水化処理は、濾過膜の価格を上昇させる。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様に係る中空糸膜は、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とし、多孔性を有する筒状の骨材と、親水性を有し、上記骨材の外表面及び空孔内面を被覆する樹脂皮膜とを備え、外周面の純水接触角が４０°以上８０°以下であり、外周面の水中でのＣ重油接触角が１１０°以上１５０°以下である中空糸膜である。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図１は、本発明の一実施形態の排水処理装置の構成を示す模式図である。

[図2]図２は、図１の排水処理装置の濾過モジュールの模式的断面図である。

[図3]図３は、図２の濾過モジュールの中空糸膜の模式的部分断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] [本開示が解決しようとする課題]

本発明は、上述のような事情に基づいてなされたものであり、比較的安価で、処理能力が大きく、かつファウリングが生じ難い中空糸膜、濾過モジュール及び排水処理装置を提供することを課題とする。

[0010] [発明の効果]

本発明の一態様に係る中空糸膜は、比較的安価で、処理能力が大きく、かつファウリングが生じ難い。

[0011] ［本発明の実施形態の説明］

本発明の一態様に係る中空糸膜は、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とし、多孔性を有する筒状の骨材と、親水性を有し、上記骨材の外表面及び空孔内面を被覆する樹脂皮膜とを備え、外周面の純水接触角が４０°以上８０°以下であり、外周面の水中でのＣ重油接触角が１１０°以上１５０°以下である。

[0012] 当該中空糸膜は、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とし、多孔性を有する筒状の骨材の外表面及び空孔内面を樹脂皮膜により被覆したことによって親水化されているので、透水性が向上して処理能力が比較的大きく、かつファウリングが比較的生じ難い。また、当該中空糸膜は、外周面の純水接触角及び水中でのＣ重油接触角を上記範囲内としたことによって、樹脂皮膜の形成材料として適度な親水性を有する材料を使用することになる。これにより樹脂皮膜形成材料の水溶液を骨材に含浸して乾燥させるだけで骨材の外表面及び空孔内面を被覆する樹脂皮膜を容易に形成することができる。このため、当該中空糸膜は、比較的安価でありながら、処理能力が大きく、かつファウリングが生じ難い。

[0013] 上記樹脂皮膜の主成分がエチレン－ビニルアルコール共重合体であるとよく、上記エチレン－ビニルアルコール共重合体におけるエチレンの共重合比としては２０ｍｏｌ％以上６０ｍｏｌ％以下が好ましい。このように、上記樹脂皮膜の主成分がエチレン－ビニルアルコール共重合体であり、上記エチレン－ビニルアルコール共重合体におけるエチレンの共重合比が上記範囲内であることによって、比較的大きい透水性を付与すると共にファウリングを防止できる樹脂皮膜を比較的容易かつ確実に形成することができる。

[0014] 上記骨材が、筒状の支持層と、この支持層の外周面に積層される濾過層とを有するとよい。上記支持層の平均厚さとしては０．３ｍｍ以上１．０ｍ以下が好ましく、上記支持層の平均孔径としては１μｍ以上３μｍ以下が好ま

しく、上記支持層の気孔率としては４０％以上９０％以下が好ましい。上記濾過層の平均厚さとしては１０μｍ以上１００μｍ以下が好ましく、上記濾過層の平均孔径としては０．０１μｍ以上０．４５μｍ以下が好ましく、上記樹脂皮膜の平均厚さとしては５０ｎｍ以下が好ましい。このように、上記骨材が、筒状の支持層と、この支持層の外周面に積層される濾過層とを有することによって、当該中空糸膜を、比較的製造が容易でありながら、比較的強度が大きく、かつ被処理水から比較的小さい不純物を除去できるものとすることができる。また、上記支持層の平均厚さ、平均孔径及び気孔率、上記濾過層の平均厚さ及び平均孔径並びに上記樹脂皮膜の平均厚さをそれぞれ上記範囲内とすることによって、製造がより容易となり、かつ処理能力の低下を防止することができる。

[0015] バブルポイントとしては、６０ｋＰａ以上２００ｋＰａ以下が好ましい。このように、バブルポイントが上記範囲内であることによって、透水性が比較的大きく、かつ比較的小さい不純物を除去できるものとなる。

[0016] 本発明の別の態様に係る濾過モジュールは、一方向に引き揃えられた状態で保持される複数本の当該中空糸膜と、この複数本の中空糸膜の両端部を固定する一対の保持部材とを備える。

[0017] 当該濾過モジュールは、当該中空糸膜を用いるため、比較的安価で、処理能力が大きく、ファウリングが生じ難い。また、当該濾過モジュールは、複数本の中空糸膜の両端部を固定する一対の保持部材を備えることによって、被処理水中に浸漬することで複数本の中空糸膜を容易かつ確実に同時に使用することができるため、被処理水を比較的容易かつ迅速に濾過することができる。

[0018] 本発明の別の態様に係る排水処理装置は、活性汚泥を含む被処理水を貯留する処理水槽と、この処理水槽内に配設される当該濾過モジュールとを備える。

[0019] 当該排水処理装置は、処理水槽に貯留され、活性汚泥を含む被処理水を当該濾過モジュールによって濾過する。これにより当該排水処理装置は比較的

安価で処理能力が大きく、ファウリングが生じ難いため、比較的低コストで、排水を比較的確実に処理することができる。

[0020] ここで、「主成分」とは質量含有率が最も大きい成分を意味し、好ましくは９０質量％以上含有する成分とされる。「純水接触角」とは、ＪＩＳ－Ｒ３２５７（１９９９）に規定される「静滴法」により測定される値である。また、「水中でのＣ重油接触角」とは、純水中に測定面を下向き水平に配置し、測定対象物の下面にＣ重油の油滴を静置した場合にＪＩＳ－Ｒ３２５７（１９９９）に規定される「接触角」と同様に測定される測定面と油滴との間の角度である。また、「平均孔径」とは、米国ＰＭＩ社の細孔直径分布測定装置（パームポロメーター）を用いて測定される値である。また、「気孔率」とは、ＡＳＴＭ　Ｄ７９２に準拠してされる値である。また、「バブルポイント」とは、イソプロピルアルコールを用い、ＡＳＴＭ－Ｆ３１６－８６に準拠して測定される値である。

[0021] ［本発明の実施形態の詳細］

以下、本発明の各実施形態について図面を参照しつつ詳説する。

[0022] ［排水処理装置］

図１に示す本発明の一実施形態の排水処理装置は、活性汚泥を含む被処理水を貯留する処理水槽Ｔと、この処理水槽Ｔ内に配設される１又は複数の濾過モジュール１とを備える。また、当該排水処理装置は、濾過モジュール１を通して処理水槽Ｔ内の被処理水を吸い出す濾過ポンプ２をさらに備える。

[0023] また、当該排水処理装置は、図示しないが、活性汚泥に空気（酸素）を供給するための曝気装置、活性汚泥が高濃度に付着する担体、濾過モジュール１を洗浄するための気泡を供給するバブリング装置、過剰な活性汚泥を排出する汚泥引き抜き装置、処理水槽Ｔ中に他の構成要素を支持するためのフレーム、制御装置等を有してもよい。

[0024] 当該排水処理装置は、例えば生活排水、汚水、工場排水等の被処理水中の有機物を好気性の微生物である活性汚泥を用いて分解し、濾過モジュール１を用いて不純物を分離して排出する。つまり、当該排水処理装置は、膜分離

活性汚泥法により排水を処理する装置である。

[0025] 〔処理水槽〕

処理水槽Ｔは、濾過モジュール１を浸漬できるよう、被処理水を貯留する。処理水槽Ｔの材質としては、例えば樹脂、金属、コンクリート等を用いることができる。

[0026] 〔濾過モジュール〕

濾過モジュール１は、それ自体が本発明の一実施形態である。

[0027] 濾過モジュール１は、図２に示すように、一方向（上下方向）に引き揃えられた状態で保持される複数本の中空糸膜３と、この複数本の中空糸膜３の両端部をそれぞれ固定する一対の保持部材（第１保持部材４及び第２保持部材５）とを備える。

[0028] ＜中空糸膜＞

中空糸膜３は、それ自体が本発明の一実施形態である。

[0029] 当該中空糸膜３は、図３に示すように、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とし、多孔性を有する筒状の骨材６と、親水性を有し、上記骨材の外表面及び空孔内面を被覆する樹脂皮膜７とを備える。

[0030] 当該中空糸膜３の外周面の純水接触角の下限としては、４０°であり、４５°が好ましく、５０°がさらに好ましい。一方、当該中空糸膜３の外周面の純水接触角の上限としては、８０°であり、７５°が好ましく、７０°がさらに好ましい。当該中空糸膜３の外周面の純水接触角が上記下限に満たない場合、当該中空糸膜３の透水量が不十分となるおそれや、ファウリングの発生を防止できないおそれがある。逆に、当該中空糸膜３の外周面の純水接触角が上記上限を超える場合、樹脂皮膜７の形成が容易でなくなることで当該中空糸膜３の製造コストが増大するおそれがある。

[0031] 当該中空糸膜３の外周面の水中でのＣ重油接触角の下限としては、１１０°であり、１１５°が好ましく、１２０°がさらに好ましい。一方、当該中空糸膜３の外周面の水中でのＣ重油接触角の上限としては、１５０°であり、１４５°が好ましく、１４０°がさらに好ましい。当該中空糸膜３の外周

面の水中でのＣ重油接触角が上記下限に満たない場合、樹脂皮膜７の形成が容易でなくなることで製造コストが増大するおそれがある。逆に、当該中空糸膜３の外周面の水中でのＣ重油接触角が上記上限を超える場合、当該中空糸膜３の透水量が不十分となるおそれや、ファウリングの発生を防止できないおそれがある。

[0032] 当該中空糸膜３のバブルポイントの下限としては、６０ｋＰａが好ましく、８０ｋＰａがより好ましい。一方、当該中空糸膜３のバブルポイントの上限としては、２００ｋＰａが好ましく、１８０ｋＰａがより好ましい。バブルポイントが上記下限に満たない場合、当該中空糸膜３が不純物を十分に分離できないおそれがある。逆に、バブルポイントが上記上限を超える場合、当該中空糸膜３の透水量が不十分となるおそれがある。

[0033] 当該中空糸膜３の平均外径の下限としては、１ｍｍが好ましく、１．５ｍｍがより好ましく、２ｍｍがさらに好ましい。一方、当該中空糸膜３の平均外径の上限としては、６ｍｍが好ましく、５ｍｍがより好ましく、４ｍｍがさらに好ましい。当該中空糸膜３の平均外径が上記下限に満たない場合、当該中空糸膜３の機械的強度が不十分となるおそれがある。逆に、当該中空糸膜３の平均外径が上記上限を超える場合、当該中空糸膜３の断面積に対する表面積の比が小さくなって当該中空糸膜３の濾過効率が低下するおそれがある。

[0034] 当該中空糸膜３の平均内径の下限としては、０．３ｍｍが好ましく、０．５ｍｍがより好ましく、０．９ｍｍがさらに好ましい。一方、当該中空糸膜３の平均内径の上限としては、４ｍｍが好ましく、３ｍｍがより好ましい。当該中空糸膜３の平均内径が上記下限に満たない場合、当該中空糸膜３内の処理済水を排出するときの圧損が大きくなるおそれがある。逆に、当該中空糸膜３の平均内径が上記上限を超える場合、当該中空糸膜３の厚さが小さくなって、当該中空糸膜３の機械的強度及び不純物の透過阻止効果が不十分となるおそれがある。

[0035] 当該中空糸膜３の平均外径に対する平均内径の比の下限としては、３／１

０が好ましく、２／５がより好ましい。一方、当該中空糸膜３の平均外径に対する平均内径の比の上限としては、４／５が好ましく、３／５がより好ましい。当該中空糸膜３の平均外径に対する平均内径の比が上記下限に満たない場合、当該中空糸膜３の厚さが必要以上に大きくなって当該中空糸膜３の透水性が低下するおそれがある。逆に、当該中空糸膜３の平均外径に対する平均内径の比が上記上限を超える場合、当該中空糸膜３の厚さが小さくなって、当該中空糸膜３の機械的強度及び不純物の透過阻止効果が不十分となるおそれがある。

[0036] 当該濾過モジュール１において、当該中空糸膜３の中心軸に沿う平均有効長さの下限としては、１ｍが好ましく、２ｍがより好ましい。一方、当該中空糸膜３の平均有効長さの上限としては、８ｍが好ましく、７ｍがより好ましい。当該中空糸膜３の平均有効長さが上記下限に満たない場合、当該濾過モジュール１の体積効率が小さくなるおそれがある。逆に、当該中空糸膜３の平均有効長さが上記上限を超える場合、当該中空糸膜３の自重によって当該中空糸膜３の撓みが大きくなり過ぎるおそれや、濾過モジュール１の設置時等における取り扱い性が低下するおそれがある。

[0037] （骨材）

骨材６は、当該中空糸膜３の形状及び機械的特性を担保し、樹脂皮膜７によって表面（外表面及び空孔内面）の特性が改質される。

[0038] この骨材６は、比較的強度、耐薬品性及び空孔形成容易性に優れるポリテトラフルオロエチレンを主成分とする。

[0039] また、骨材６は、筒状の支持層８と、この支持層８の外周面に積層される濾過層９とを有する構成とすることができる。このように骨材６の強度を担保する支持層８と不純物の透過を阻止する濾過層９とを有する多層構造とすることによって、強度を向上しつつ、実効的な空孔径が小さい骨材６を比較的容易に製造可能とすることができる。

[0040] 支持層８の平均厚さの下限としては、０．３ｍｍが好ましく、０．５ｍｍがより好ましい。一方、支持層８の平均厚さの上限としては、１．０ｍｍが

好ましく、０．８ｍｍがより好ましい。支持層８の平均厚さが上記下限に満たない場合、骨材６ひいては当該中空糸膜３の強度が不十分となるおそれがある。逆に、支持層８の平均厚さが上記上限を超える場合、当該中空糸膜３の内腔径が小さくなって処理済水を排出するときの圧損が大きくなるおそれがある。

[0041] 支持層８の平均孔径の下限としては、１μｍが好ましく、１．５μｍがより好ましい。一方、支持層８の平均孔径の上限としては、３μｍが好ましく、２．５μｍがより好ましい。支持層８の平均孔径が上記下限に満たない場合、当該中空糸膜３の透水性が不十分となるおそれがある。逆に、支持層８の平均孔径が上記上限を超える場合、当該中空糸膜３が不純物の透過を十分に阻止できないおそれがある。

[0042] 支持層８の気孔率の下限としては、４０％が好ましく、５０％がより好ましい。一方、支持層８の気孔率の上限としては、９０％が好ましく、８５％がより好ましい。支持層８の気孔率が上記下限に満たない場合、当該中空糸膜３の透水性が不十分となるおそれがある。逆に、支持層８の気孔率が上記上限を超える場合、支持層８ひいては当該中空糸膜３の強度が不十分となるおそれがある。

[0043] 濾過層９の平均厚さの下限としては、１０μｍが好ましく、１２μｍがより好ましい。一方、濾過層９の平均厚さの上限としては、１００μｍが好ましく、８０μｍがより好ましい。濾過層９の平均厚さが上記下限に満たない場合、当該中空糸膜３が不純物の透過を十分に阻止できないおそれがある。逆に、濾過層９の平均厚さが上記上限を超える場合、当該中空糸膜３の透水性が不十分となるおそれがある。

[0044] 濾過層９の平均孔径の下限としては、０．０１μｍが好ましく、０．０５μｍがより好ましい。一方、濾過層９の平均孔径の上限としては、０．４５μｍが好ましく、０．３μｍがより好ましい。濾過層９の平均孔径が上記下限に満たない場合、当該中空糸膜３の透水性が不十分となるおそれがある。逆に、濾過層９の平均孔径が上記上限を超える場合、当該中空糸膜３が不純

物の透過を十分に阻止できないおそれがある。

[0045] 濾過層９の気孔率の下限としては、４０％が好ましく、５０％がより好ましい。一方、濾過層９の気孔率の上限としては、８０％が好ましく、７０％がより好ましい。濾過層９の気孔率が上記下限に満たない場合、当該中空糸膜３の透水性が不十分となるおそれがある。逆に、濾過層９の気孔率が上記上限を超える場合、当該中空糸膜３の孔径が不均一になるおそれがある。

[0046] （樹脂皮膜）

樹脂皮膜７は、骨材６の外表面及び空孔内面を被覆し、当該中空糸膜３に親水性を付与する。

[0047] 樹脂皮膜７の主成分としては、親水性の部分と疎水性の部分とを有する高分子が用いられる。樹脂皮膜７が親水性の部分と疎水性の部分とを有する高分子を主成分とすることによって、高分子の疎水性の部分が骨材６に対する密着性を有し、高分子の親水性の部分が当該中空糸膜３の透水性を向上すると共にファウリングを抑制する。なお、樹脂皮膜７は、主成分とされる親水性の部分と疎水性の部分とを有する高分子以外に、例えば添加剤、反応残渣等の不純物を含んでもよい。

[0048] 樹脂皮膜７の主成分とされる親水性の部分と疎水性の部分とを有する高分子としては、例えばエチレン－ビニルアルコール共重合体、ポリビニルフォルマール、フェノール系高分子等を用いることができ、中でもエチレン－ビニルアルコール共重合体を好適に用いることができる。エチレン－ビニルアルコール共重合体は、エチレン部分が疎水性を発現し、ビニルアルコール部分（特にそのヒドロキシ基）が親水性を発現する。

[0049] 樹脂皮膜７の主成分とされるエチレン－ビニルアルコール共重合体におけるエチレンの共重合比の下限としては、２０ｍｏｌ％が好ましく、２２ｍｏｌ％がより好ましく、２４ｍｏｌ％がさらに好ましい。一方、樹脂皮膜７の主成分とされるエチレン－ビニルアルコール共重合体におけるエチレンの共重合比の上限としては、６０ｍｏｌ％が好ましく、５５ｍｏｌ％がより好ましく、５０ｍｏｌ％がさらに好ましい。樹脂皮膜７の主成分とされるエチレ

ン－ビニルアルコール共重合体におけるエチレンの共重合比が上記下限に満たない場合、骨材６に対する密着性が不十分となり、骨材６の表面を均一に被覆することが容易でなくなるおそれがある。逆に、樹脂皮膜７の主成分とされるエチレン－ビニルアルコール共重合体におけるエチレンの共重合比が上記上限を超える場合、親水性が小さくなることで当該中空糸膜３の透水性が不十分となるおそれがある。

[0050] 樹脂皮膜７の主成分とされるエチレン－ビニルアルコール共重合体の平均分子量の下限としては、５，０００が好ましく、１０，０００がより好ましい。一方、樹脂皮膜７の主成分とされるエチレン－ビニルアルコール共重合体の平均分子量の上限としては、１００，０００が好ましく、５０，０００がより好ましい。樹脂皮膜７の主成分とされるエチレン－ビニルアルコール共重合体の平均分子量が上記下限に満たない場合、樹脂皮膜７が剥離し易くなるおそれがある。逆に、樹脂皮膜７の主成分とされるエチレン－ビニルアルコール共重合体の平均分子量が上記上限を超える場合、樹脂皮膜７の形成が容易でなくなることで当該中空糸膜３の製造コストが上昇するおそれがある。なお、「平均分子量」とは、ＪＩＳ－Ｋ７２５２－１（２００８）「プラスチック－サイズ排除クロマトグラフィーによる高分子の平均分子量及び分子量分布の求め方－第１部：通則」に準拠して、ゲル浸透クロマトグラフィー（ＧＰＣ）を用いて測定される質量平均分子量を指す。

[0051] 樹脂皮膜７の平均厚さの下限としては、２ｎｍが好ましく、５ｎｍがより好ましい。一方、樹脂皮膜７の平均厚さの上限としては、５０ｎｍが好ましく、３０ｎｍがより好ましい。樹脂皮膜７の平均厚さが上記下限に満たない場合、骨材６を連続的に被覆することができず、当該中空糸膜３の透水性及び耐ファウリング性を十分に向上できないおそれがある。逆に、樹脂皮膜７の平均厚さが上記上限を超える場合、当該中空糸膜３の気孔率が低下することにより透水性が不十分となるおそれがある。

[0052] 当該中空糸膜３における樹脂皮膜７の量の下限としては、０．１質量％が好ましく、０．２質量％がより好ましい。一方、当該中空糸膜３における樹

脂皮膜７の量の上限としては、２質量％が好ましく、１質量％がより好ましい。当該中空糸膜３における樹脂皮膜７の量が上記下限に満たない場合、骨材６を連続的に被覆することができず、当該中空糸膜３の透水性及び耐ファウリング性を十分に向上できないおそれがある。逆に、当該中空糸膜３における樹脂皮膜７の量が上記上限を超える場合、当該中空糸膜３の気孔率が低下することにより透水性が不十分となるおそれがある。

[0053] （中空糸膜の製造方法）

当該中空糸膜３は、骨材６に溶媒を含浸させる工程と、溶媒を含浸した骨材６に樹脂皮膜７を形成する材料（樹脂皮膜形成材料）の水溶液を導入する工程と、樹脂皮膜形成材料の水溶液を含んだ骨材６を乾燥する工程とを備える工程により製造することができる。

[0054] 上記含浸工程で用いる溶媒としては、ポリテトラフルオロエチレンの濡れ性が高く、水との親和性が高いものであればよく、例えばイソプロピルアルコール等を用いることができる。

[0055] 上記導入工程では、例えば樹脂皮膜形成材料の水溶液に骨材６を浸漬することで、骨材６の空孔内に樹脂皮膜形成材料の水溶液を導入する。ここで、骨材６の空孔内に樹脂皮膜形成材料の水溶液との相溶性が高い溶媒が充填されていることにより、樹脂皮膜形成材料の水溶液の表面張力が緩和され、比較的容易に樹脂皮膜形成材料の水溶液を骨材６の空孔内に導入することができる。

[0056] 樹脂皮膜形成材料の水溶液に骨材６を浸漬する時間の下限としては、例えば樹脂皮膜形成材料野種類、水溶液の濃度、温度等の条件によもよるが、５分が好ましく、３０分がより好ましい。一方、樹脂皮膜形成材料の水溶液に骨材６を浸漬する時間の上限としては、６時間が好ましく、９時間がより好ましい。樹脂皮膜形成材料の水溶液に骨材６を浸漬する時間が上記下限に満たない場合、骨材６の空孔内に樹脂皮膜形成材料を十分に導入できないおそれがある。逆に、樹脂皮膜形成材料の水溶液に骨材６を浸漬する時間が上記上限を超える場合、樹脂の付きすぎによる骨材６の気孔率の低下のおそれが

ある。

[0057] 上記水溶液中の樹脂皮膜形成材料含有量（固形分含有量）の下限としては、０．１質量％が好ましく、０．２質量％がより好ましい。一方、上記水溶液中の樹脂皮膜形成材料含有量の上限としては、２質量％が好ましく、１質量％がより好ましい。上記水溶液中の樹脂皮膜形成材料含有量が上記下限に満たない場合、骨材６の表面を連続して被覆する樹脂皮膜７を形成できないおそれがある。逆に、上記水溶液中の樹脂皮膜形成材料含有量が上記上限を超える場合、水溶液を骨材６の空孔内に含浸できないおそれや、骨材６の空孔を閉塞させるおそれがある。

[0058] 上記乾燥工程では、骨材６の空孔内の上記水溶液中の溶剤を蒸発させることにより、樹脂皮膜形成材料を骨材６の外表面及び空孔内面に膜状に付着させる。

[0059] この乾燥工程における乾燥温度（雰囲気温度）としては、例えば０℃以上６０℃以下、典型的には常温とすることができる。また、この乾燥工程における乾燥時間としては、例えば５分以上２４時間以下とすることができる。

[0060] ＜上側保持部材＞

第１保持部材４は、複数の当該中空糸膜３の上端を保持する。この第１保持部材４は、保持する当該中空糸膜３の内腔と連通する内部空間を形成し、この内部空間から当該中空糸膜３によって濾過された処理済水を排出する排水ノズル１０を有する。つまり、第１保持部材４の排水ノズル１０に濾過ポンプ２が接続される。

[0061] ＜下側保持部材＞

第２保持部材５は、複数の当該中空糸膜３の下端を保持する。第２保持部材５は、上記第１保持部材４と同様に内部空間を形成してもよく、当該中空糸膜３の開口を閉塞するような方法で当該中空糸膜３の下端を保持してもよい。第２保持部材５は、当該中空糸膜３を折り返す部材であってもよい。つまり、当該濾過モジュール１において、隣接する当該中空糸膜３は下端が接続されていてもよい。

[0062] 〔利点〕

当該中空糸膜３は、外周面の純水接触角及び水中でのＣ重油接触角を一定の範囲内としたことによって、上述のように、一定の疎水性を有する樹脂皮膜形成材料を用いて樹脂皮膜７を形成することになるので、疎水性の骨材６の外表面及び空孔内面に樹脂皮膜形成材料を比較的容易に密着させられる。このため、当該中空糸膜３は、樹脂皮膜形成材料を骨材６の空孔内で化学反応させることなく、上記浸漬工程及び乾燥工程によって処理能力（透水性）及び耐ファウリング性を向上する樹脂皮膜７を比較的一定の品質で、比較的安価に形成することができる。また、当該濾過ユニット及び排水処理装置は、当該中空糸膜３を用いるため、比較的安価で、処理能力が大きく、かつファウリングが生じ難い。

[0063] ［その他の実施形態］

今回開示された実施の形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記実施形態の構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

[0064] 当該濾過モジュールは、内周面側の負圧により被処理水を内周面側に透過する浸漬式のものに限られず、例えば中空糸膜の外周面側を高圧にして被処理水を中空糸膜の内周面側に透過する外圧式、中空糸膜の内周面側を高圧にして被処理水を中空糸膜の外周面側に透過する内圧式等、任意の形式のものとすることができる。

[0065] 当該濾過モジュールは、活性汚泥を含む水以外の被処理水を濾過するために使用されてもよい。

[0066] 当該排水処理装置は、当該濾過モジュールが配設される処理水槽以外に、被処理水中の浮遊物質を沈殿させる水槽、専ら活性汚泥により有機物の分解を行う水槽等をさらに備えてもよい。

実施例

[0067] 以下、実施例に基づき本発明を詳述するが、この実施例の記載に基づいて

本発明が限定的に解釈されるものではない。

[0068] ＜中空糸膜＞

ポリテトラフルオロエチレンから形成され、平均厚さ６００μｍ、平均孔径２μｍ、気孔率８０％の支持層と、平均厚さ１５μｍ、平均孔径０．３μｍ、気孔率６０％の濾過層とを有する平均外径２．３ｍｍの筒状の骨材の外表面及び空孔内面に、エチレン－ビニルアルコール共重合体により平均厚さ２０ｎｍの樹脂皮膜を形成した中空糸膜の試作例１～３を作成した。

[0069] 中空糸膜の試作例１は、エチレン－ビニルアルコール共重合体におけるエチレンの共重合比を２７ｍｏｌ％とした。中空糸膜の試作例２は、エチレン－ビニルアルコール共重合体におけるエチレンの共重合比を３２ｍｏｌ％とした。中空糸膜の試作例３は、エチレン－ビニルアルコール共重合体におけるエチレンの共重合比を４４ｍｏｌ％とした。

[0070] 樹脂皮膜の形成は、先ず、骨材をイソプロピルアルコールに１時間浸漬し、次に、上記エチレン－ビニルアルコール共重合体の０．４質量％濃度の水溶液に６時間浸漬したものを室温で３時間乾燥させることによって行った。

[0071] これらの中空糸膜の試作例１～３について、中空糸膜を切り開いて平面状とし、外周面の純水接触角及び水中でのＣ重油接触角を測定した。なお、「純水接触角」は、ＪＩＳ－Ｒ３２５７（１９９９）規定される「静滴法」により測定した。また、「水中でのＣ重油接触角」は、純水中に切り開いた中空糸膜の外周面を下向き水平に配置し、中空糸膜の外周面にＣ重油の油滴を静置して、ＪＩＳ－Ｒ３２５７（１９９９）に規定される「接触角」と同様に中空糸膜の外周面と油滴との間の角度として測定した。

[0072] また、中空糸膜の試作例１～３を用いて、有効長４０ｃｍの中空糸膜を４８本備える濾過モジュールを作成し、透水量を測定した。透水量は、純水中に濾過モジュールを浸漬し、中空糸膜の内腔を吸引して中空糸膜の内外の差圧を２０ｋＰａとして吸引される水量を測定した。

[0073] 次の表１に、中空糸膜の試作例１～３の外周面の純水接触角及び水中でのＣ重油接触角並びに濾過モジュールの透水量の測定結果を示す。

[0074] [表1]

試作例	エチレン共重合比 (mol%)	純水接触角 (deg)	水中Ｃ重油接触角 (deg)	透水量 (mL/min)
No. 1	27	68	124	160. 6
No. 2	32	76	117	77. 7
No. 3	44	81	110	17

[0075] さらに、中空糸膜の試作例１～３を用いた濾過モジュールによって活性汚泥水を５日間濾過した後にその外観を確認したところ、いずれも、ファウリングは見られなかった。

[0076] 以上のように、中空糸膜の外周面の純水接触角及び水中でのＣ重油接触角を一定の範囲内とすることによって、比較的安価に製造可能でありながら、透水量が比較的大きく、ファウリングを効果的に防止できることが確認された。

符号の説明

[0077] １　濾過モジュール

２　濾過ポンプ

３　中空糸膜

４　第１保持部材

５　第２保持部材

６　骨材

７　樹脂皮膜

８　支持層

９　濾過層

１０　排水ノズル

Ｔ　処理水槽

請求の範囲

[請求項1] ポリテトラフルオロエチレンを主成分とし、多孔性を有する筒状の骨材と、

親水性を有し、上記骨材の外表面及び空孔内面を被覆する樹脂皮膜と

を備え、

外周面の純水接触角が４０°以上８０°以下であり、

外周面の水中でのＣ重油接触角が１１０°以上１５０°以下である中空糸膜。

[請求項2] 上記樹脂皮膜の主成分がエチレン－ビニルアルコール共重合体であり、

上記エチレン－ビニルアルコール共重合体におけるエチレンの共重合比が２０ｍｏｌ％以上６０ｍｏｌ％以下である請求項１に記載の中空糸膜。

[請求項3] 上記骨材が、筒状の支持層と、この支持層の外周面に積層される濾過層とを有し、

上記支持層の平均厚さが０．３ｍｍ以上１．０ｍ以下であり、

上記支持層の平均孔径が１μｍ以上３μｍ以下であり、

上記支持層の気孔率が４０％以上９０％以下であり、

上記濾過層の平均厚さが１０μｍ以上１００μｍ以下であり、

上記濾過層の平均孔径が０．０１μｍ以上０．４５μｍ以下であり、

上記樹脂皮膜の平均厚さが５０ｎｍ以下である請求項１又は請求項２に記載の中空糸膜。

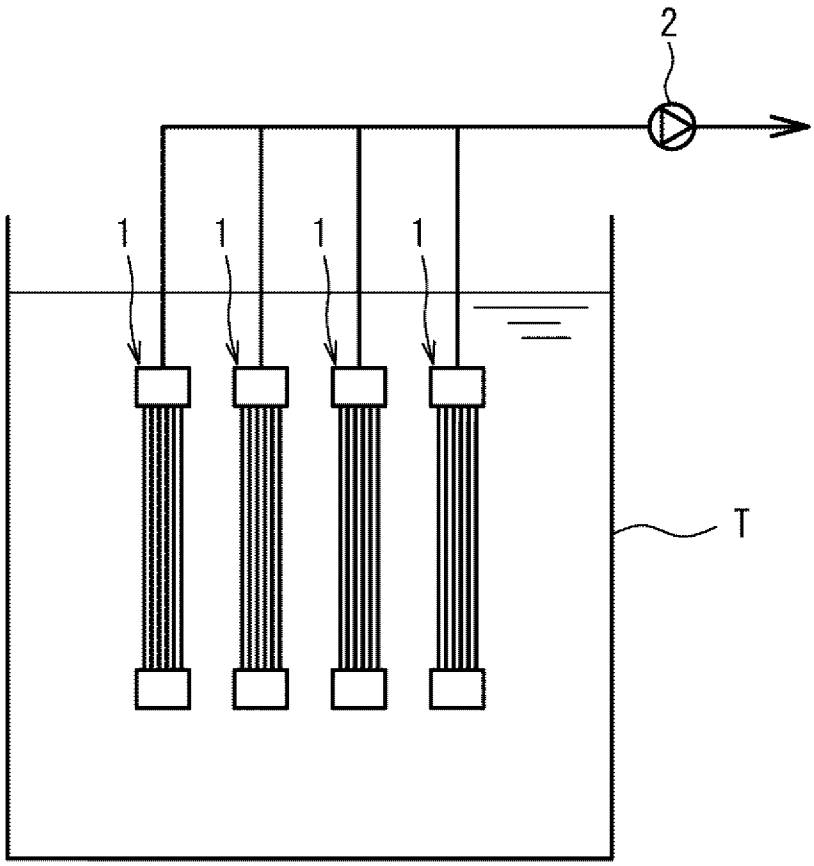
[請求項4] バブルポイントが６０ｋＰａ以上２００ｋＰａ以下である請求項１、請求項２又は請求項３に記載の中空糸膜。

[請求項5] 一方向に引き揃えられた状態で保持される複数本の請求項１に記載の中空糸膜と、この複数本の中空糸膜の両端部を固定する一対の保持

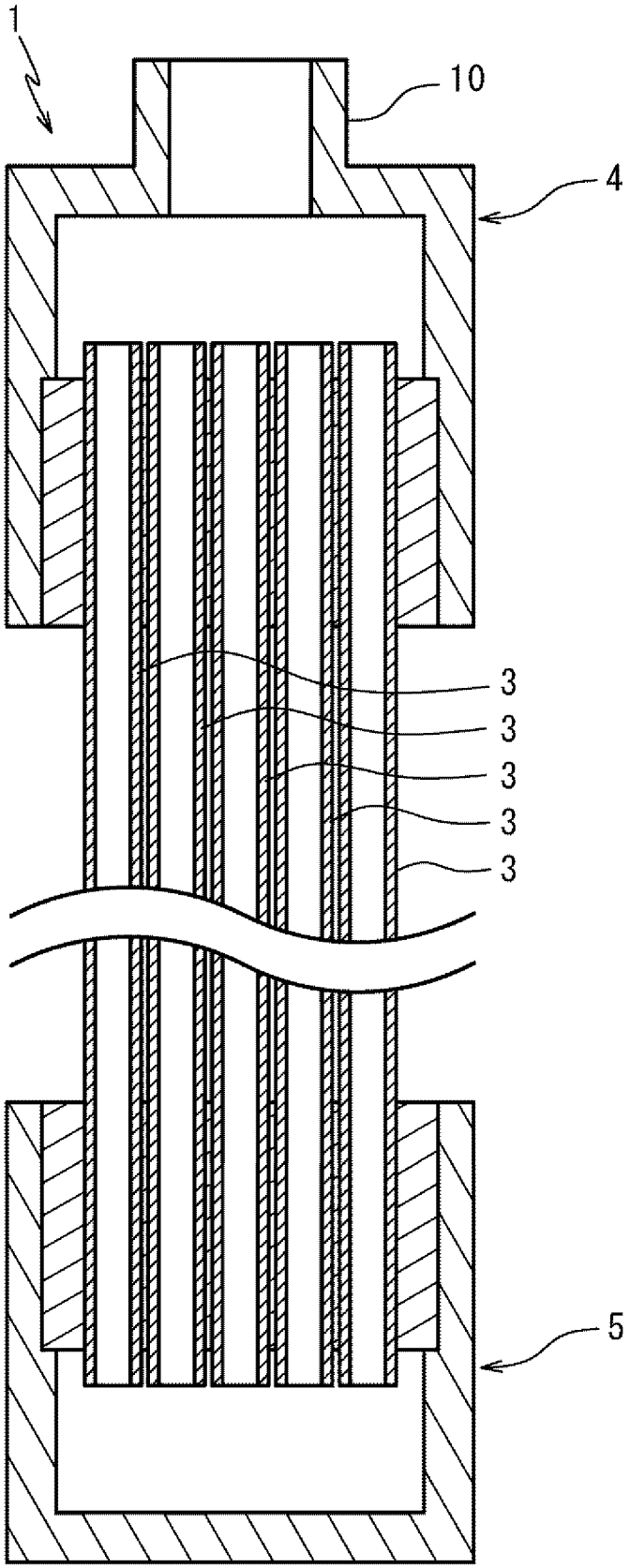
部材とを備える濾過モジュール。

[請求項6] 活性汚泥を含む被処理水を貯留する処理水槽と、この処理水槽内に配設される請求項５に記載の濾過モジュールとを備える排水処理装置。

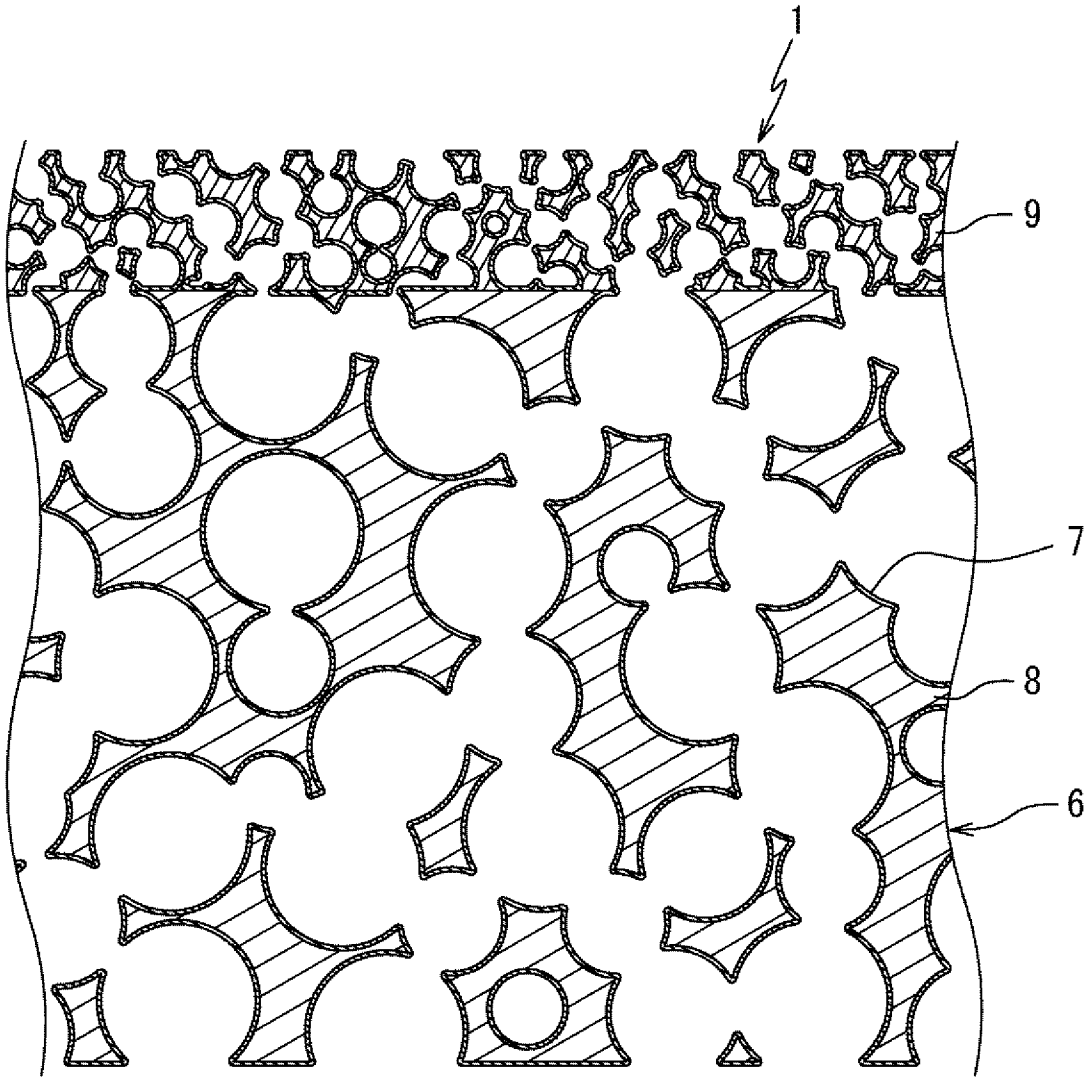
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/038111

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B01069/02(2006.01)i, B01063/02(2006.01)i, B01D69/08(2006.01)i, B01069/12(2006.01)i, B01071/26(2006.01)i, B01071/36(2006.01)i, B01D71/38(2006.01)i, C02F1/44(2006.01)i, C02F3/12(2006.01)i, D01F6/00(2006.01)i, D01F6/12(2006.01)i, D06M15/333(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. B01D61/00-71/82, C02F1/44, C02F3/12, D01F6/00, D01F6/12, D06M15/333

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2015-502840 A (W.L. GORE & ASSOCIATES, INC.) 29 January 2015, claims, paragraphs [0005]-[0006], [0010]-[0016], [0022], [0034], [0041]-[0042], fig. 5 & US 2013/0112621 A1, fig. 5, paragraphs [0010]-[0016], [0022], [0042], [0049]-[0050], claims & WO 2013/066932 A1	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 15 November 2017 (15.11.2017)	Date of mailing of the international search report 28 November 2017 (28.11.2017)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/038111

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-142902 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 06 August 2015, claims (Family: none)	1-6
A	WO 2010/092938 A1 (SUMITOMO ELECTRIC FINE POLYMER, INC.) 19 August 2010, claims & US 2011/0052900 A1, claims & EP 2397217 A1 & CN 102006925 A & TW 201034743 A & KR 10-2011-0120202 A	1-6

<Subject of examination>

Claim 1 sets forth a hollow fiber membrane in which "the pure contact angle on the outer circumferential surface is 40-80°" and "the contact angle of C heavy oil on the outer circumferential surface in water is 110-150°".

Meanwhile, examples in the description of the present application indicate that the feature pertaining to the contact angle can be achieved only by a hollow fiber membrane (prototype examples 1 and 2) obtained by coating the outer surface of a porous cylindrical aggregate containing polytetrafluoroethylene as a main component, and the inner surfaces of pores with an ethylene-vinyl alcohol copolymer having an ethylene copolymerization ratio of 27-32 mol%. However, other than in prototype examples 1 and 2, the description of the present application does not provide any specific explanation about how to achieve the feature pertaining to the contact angle.

In addition, considering that it was common technical knowledge at the time of filing that the present invention relates to a technical field in which it is relatively difficult to anticipate the particular effects of a chemical substance, it goes without saying that it was common technical knowledge at the time of filing that specifically guessing the material that was selected as the material of a substrate for which the contact angle was measured is difficult even if the value of the contact angle is specified with respect to only a specific liquid.

Therefore, it is impossible to specify the material that should be selected as a "resin coating which has hydrophilicity and covers the outer surface of the aggregate and the inner surfaces of pores" to achieve the feature pertaining to the contact angle.

Thus, within the meaning of PCT Article 5, only the hollow fiber membrane obtained by coating the outer surface of a porous cylindrical aggregate containing polytetrafluoroethylene as a main component, and the inner surfaces of pores with an ethylene-vinyl alcohol copolymer having an ethylene copolymerization ratio of 27-32 mol% is disclosed as a hollow fiber membrane in which "the pure contact angle on the outer circumferential surface is 40-80°" and "the contact angle of C heavy oil on the outer circumferential surface in water is 110-150°", and the hollow fiber membrane lacks support within the meaning of PCT Article 6.

Therefore, the examination was carried out within the above-mentioned scope, that is, for the hollow fiber membrane, set forth in claim 1, which is obtained by coating the outer surface of a porous cylindrical aggregate containing polytetrafluoroethylene as a main component, and the inner surfaces of pores with an ethylene-vinyl alcohol copolymer having an ethylene copolymerization ratio of 27-32 mol%, wherein "the pure contact angle on the outer circumferential surface is 40-80°" and "the contact angle of C heavy oil on the outer circumferential surface in water is 110-150°".

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０３８１１１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B01D69/02(2006.01)i, B01D63/02(2006.01)i, B01D69/08(2006.01)i, B01D69/12(2006.01)i, B01D71/26(2006.01)i, B01D71/36(2006.01)i, B01D71/38(2006.01)i, C02F1/44(2006.01)i, C02F3/12(2006.01)i, D01F6/00(2006.01)i, D01F6/12(2006.01)i, D06M15/333(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B01D61/00-71/82, C02F1/44, C02F3/12, D01F6/00, D01F6/12, D06M15/333

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2015-502840 A（ダブリュ．エル．ゴア　アンド　アソシエイツ，インコーポレイティド） 2015.01.29, [特許請求の範囲], [0005]－[0006], [0010]－[0016], [0022], [0034], [0041]－[0042], 図５ & US 2013/0112621 A1, FIG.5, [0010]-[0016], [0022], [0042], [0049]-[0050], Claims & WO 2013/066932 A1	1-6

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１５．１１．２０１７	２８．１１．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｑ　３７０８
河野　隆一朗
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６８

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2015-142902 A (住友電気工業株式会社) 2015.08.06, [特許請求の範囲] （ファミリーなし）	1-6
A	WO 2010/092938 A1 (住友電工ファインポリマー株式会社) 2010.08.19, 請求の範囲 & US 2011/0052900 A1, Claims & EP 2397217 A1 & CN 102006925 A & TW 201034743 A & KR 10-2011-0120202 A	1-6

＜調査の対象について＞

請求項１には、中空糸膜の「外周面の純粋接触角が４０°以上８０°以下」、及び、中空糸膜の「外周面の水中でのＣ重油接触角が１１０°以上１５０°以下」という記載がされている。

一方、本願明細書の実施例には、ポリテトラフルオロエチレンを主成分として多孔性を有する筒状の骨材の外表面及び空孔内面をエチレン共重合比が２７ｍｏｌ％～３２ｍｏｌ％のエチレン－ビニルアルコール共重合体によって被覆してなる中空糸膜（試作例Ｎｏ．１，Ｎｏ．２）のみによって、前記接触角に関する特性を備え得ることが説明されているが、本願明細書には、前記試作例Ｎｏ．１，Ｎｏ．２以外では、どのようにして前記接触角に関する特性を備え得ることができるのかについて、何ら具体的な説明がされていない。

そして、化学物質特有の作用効果を予測することが比較的困難な技術分野であるという出願時の技術常識を考慮すると、一般的に特定液体に対する接触角の値のみを限定しても、前記接触角の測定対象となる基材の材質としてどのような材料が選択されるかを具体的に推測することは困難であることが、出願時の技術常識であることは言うまでもない。

ゆえに、「親水性を有し、上記骨材の外表面及び空孔内面を被覆する樹脂被膜」として、どのような材料を選択すれば前記接触角に関する特性を備え得ることになるのか、特定することができない。

してみると、ＰＣＴ第５条の意味において「外周面の純粋接触角が４０°以上８０°以下」、及び、「外周面の水中でのＣ重油接触角が１１０°以上１５０°以下」である中空糸膜として開示されているのは、ポリテトラフルオロエチレンを主成分として多孔性を有する筒状の骨材の外表面及び空孔内面をエチレン共重合比が２７ｍｏｌ％～３２ｍｏｌ％のエチレン－ビニルアルコール共重合体によって被覆してなる中空糸膜のみであり、ＰＣＴ第６条の意味での裏付けを欠いている。

したがって、本件の調査は上記裏付けられた範囲、すなわち、請求項１に記載されている「外周面の純粋接触角が４０°以上８０°以下」、及び、中空糸膜の「外周面の水中でのＣ重油接触角が１１０°以上１５０°以下」である中空糸膜が、ポリテトラフルオロエチレンを主成分として多孔性を有する筒状の骨材の外表面及び空孔内面をエチレン共重合比が２７ｍｏｌ％～３２ｍｏｌ％のエチレン－ビニルアルコール共重合体によって被覆してなる中空糸膜に対して行った。