

(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
2022年6月2日(02.06.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/114222 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 61/14 (2006.01) *B01D 69/08* (2006.01)
B01D 63/02 (2006.01) *C02F 1/44* (2006.01)
B01D 65/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/043885
- (22) 国際出願日: 2021年11月30日(30.11.2021)
- (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 2020-198493 2020年11月30日(30.11.2020) JP
特願 2021-008651 2021年1月22日(22.01.2021) JP
- (71) 出願人: 旭化成株式会社 (ASAHI KASEI
KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1000006 東京
都千代田区有楽町一丁目1番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岡村 大祐 (OKAMURA, Daisuke);
〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目1

番2号 旭化成株式会社内 Tokyo (JP). 五
條 豊(GOJO, Yutaka); 〒1000006 東京都千代
田区有楽町一丁目1番2号 旭化成株式会
社内 Tokyo (JP). 木村 勇司(KIMURA, Yuji);
〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目1番
2号 旭化成株式会社内 Tokyo (JP).

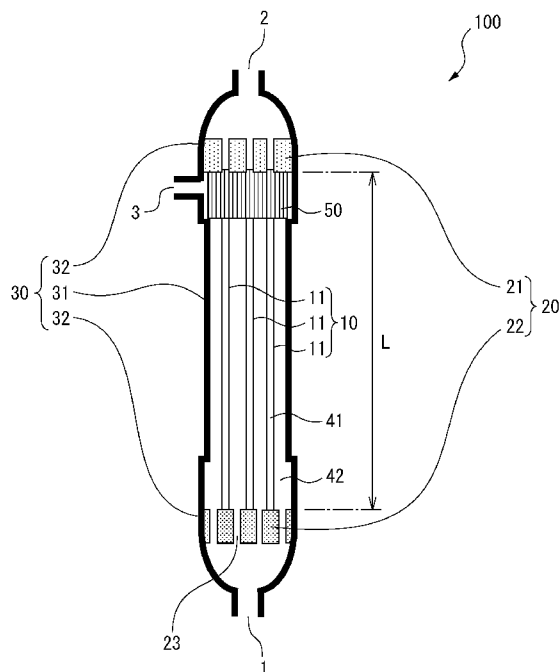
(74) 代理人: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.);
〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目2 3
番1号 虎ノ門ヒルズ森タワー 青和特
許法律事務所 Tokyo (JP).

(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, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: METHOD FOR WASHING HOLLOW FIBER MEMBRANE MODULE

(54) 発明の名称: 中空糸膜モジュールの洗浄方法

図1



(57) Abstract: Provided is a method for washing a hollow fiber membrane module which comprises a hollow fiber membrane for filtering raw water containing a suspended component, said method comprising, in the following order, a first washing step for removing a suspended component that is accumulated on the hollow fiber membrane and a second washing step for carrying out an air scrubbing process in which gas is caused to pass through at least to the raw water side of the hollow fiber membrane, wherein, out of water that existed in the hollow fiber membrane module before washing, water in an amount corresponding to not less than 50 vol% of the capacity of the hollow fiber membrane module is removed in the first washing step.

(57) 要約: 濁質成分を含む原水をろ過するための中空糸膜を含む中空糸膜モジュールの洗浄方法であって、前記中空糸膜に堆積した濁質成分を除去する、第1洗浄工程と、少なくとも、前記中空糸膜の原水側に気体を通過させる、エアスクラビング処理を行う、第2洗浄工程とをこの順に含み、前記第1洗浄工程において、洗浄前に前記中空糸膜モジュール内に存貯していた水のうち、前記中空糸膜モジュール容量の50体積%以上が除去される、中空糸膜モジュールの洗浄方法。

WO 2022/114222 A1

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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))

明 細 書

発明の名称：中空糸膜モジュールの洗浄方法

技術分野

[0001] 本発明は、濁質成分を含む原水をろ過するために用いられる、中空糸膜モジュールの洗浄方法に関する。

背景技術

[0002] 懸濁水である河川水、湖沼水、伏流水、工業用水原水、下水、下水二次処理水、工業排水、家庭排水、尿尿、海水等の原水を処理する工程において、膜ろ過が利用されることが多い。

[0003] 膜ろ過法の利点は、

(1) 得られる水質の除濁レベルが高く、かつ安定しており、したがって、得られる水の安全性が高いこと、

(2) ろ過装置の設置スペースが小さくてすむこと、

(3) 自動運転が容易であること、

等である。

[0004] 膜ろ過による除濁操作には、主として中空糸状の限外ろ過膜、精密ろ過膜（平均細孔径数 $n\text{ m}$ から数百 $n\text{ m}$ の範囲）等が用いられている。

中空糸膜としては、合成樹脂から成る多孔質有機膜が多用されている。例えば、特許文献1には、ポリフッ化ビニリデン系多孔質膜が記載されており、これを中空糸膜として用いることが開示されている。

[0005] 上記のような原水を膜ろ過すると、原水に含まれる濁質成分（無機物及び有機物）は、ろ過膜で阻止されて、除去される。このような原水のろ過を継続すると、ろ過膜には、原水中の濁質成分が堆積し、濃度分極、ケーキ層を形成し、或いは膜の目詰まりが発生する。その結果、ろ過の継続に伴って、透過流速は低下して行く。

そのため、原水の膜ろ過処理においては、膜を定期的に洗浄することが行われている。

[0006] ろ過中空糸膜モジュールの洗浄方法として、例えば、中空糸膜のろ過水側から原子側に液体を流す、逆流洗浄（逆洗）が知られている。或いは、液体で満たされた状態の中空糸膜モジュールの下方から上方へ圧縮気体を供給して、中空糸を揺り動かして、中空糸間に堆積した濁質成分を除去する、エアスクラビングが知られている。

また、特許文献2には、モジュールのケーシング内の中空糸膜の側方又は下方に気泡ノズルを配置して、逆洗とノズルからの気体噴出とを同時に行う洗浄方法が開示されている。

更に、特許文献3には、モジュールの原水側から気体を導入すると同時に、中空糸膜のろ過水側から原水側に気体又は液体を通過させる洗浄方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2011-168741号公報

特許文献2：特開昭60-19002号公報

特許文献3：特許第3948593号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献2及び3の技術は、中空糸膜に堆積した濁質成分を除去するために、有効な手法であり、中空糸膜モジュールを用いる原水ろ過の安定運転に資するものである。

しかしながら、特許文献2及び3に代表される従来技術の洗浄方法は、中空糸膜モジュールを長期間使用する場合のプロセス設計の観点から見た場合、洗浄効率が未だ不十分である。

[0009] すなわち、中空糸膜モジュールの寿命を10年と想定した場合、ろ過プラントの規模は、10年後の中空糸膜モジュールのろ過性能を基準として設定される。例えば、中空糸膜モジュールの10年後の性能が、初期性能の60

%であれば、必要なる過量を60%のろ過性能で割り付けて、中空糸膜モジュールの数が決定されることになる。この場合、当該ろ過プラントの初期性能は、必要量の167% ($=100/0.6$) となり、67%相当分が過剰な設備設計となってしまう。

ここで、洗浄効率を向上して、中空糸膜モジュールの10年後の性能を、例えば初期性能の90%に向上できれば、ろ過プラントの初期性能を、必要量の111% ($=100/0.9$) に抑制でき、設備設計の過剰分を11%に抑えることが可能となる。

[0010] そこで、本発明の目的は、第1に、中空糸膜モジュールを長期間使用した場合のろ過性能の低下が極めて抑制された、中空糸膜モジュールの洗浄方法を提供することである。

[0011] また、多孔質膜を用いて、洗浄工程を伴うろ過運転を行うと、経時的にろ過性能が減少し、或いは、中空糸膜の寿命に影響を及ぼすという問題がある。

そこで、本発明の目的は、第2に、多孔質中空糸膜を用いるろ過運転が、洗浄工程を伴う場合に、洗浄効率に優れ、ろ過性能の経時的劣化が抑制され、かつ、中空糸膜及びこれを含むモジュールの寿命を損なわない、中空糸膜モジュールを提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明は、以下のとおりである。

《態様1》濁質成分を含む原水をろ過するための中空糸膜を含む中空糸膜モジュールの洗浄方法であって、

前記中空糸膜に堆積した濁質成分を除去する、第1洗浄工程と、

少なくとも、前記中空糸膜の原水側に気体を通過させる、エアスクラビング処理を行う、第2洗浄工程と

をこの順に含み、

前記第1洗浄工程において、洗浄前に前記中空糸膜モジュール内に存留していた水のうち、前記中空糸膜モジュール容量の50体積%以上が除去され

る、

中空糸膜モジュールの洗浄方法。

《態様2》前記第1洗浄工程が、以下の(A1)～(A3)のうちの少なくとも1つの処理を行う工程である、態様1に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法：

(A1) 前記中空糸膜のろ過水側から原水側に水を通過させる、逆流洗浄処理；

(A2) 前記中空糸膜の原水側に水を通過させる、フラッシング処理；
及び

(A3) 中空糸膜モジュール内の液体を排出させる、ドレイン処理。

《態様3》前記第1洗浄工程において、前記中空糸膜に堆積した濁質成分の7質量%以上を除去する、態様1又は2に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法。

《態様4》前記第2洗浄工程が、以下6(B1)～(B3)のいずれかを行う工程である、態様1又は2に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法：

(B1) 前記中空糸膜の原水側に気体を通過させる、エアスクラビング処理のみを行う工程；

(B2) 前記中空糸膜の原水側に気体を通過させる、エアスクラビング処理と、前記中空糸膜のろ過水側から原水側に水を通過させる、逆流洗浄処理とを同時に行う工程；及び

(B3) 前記中空糸膜の原水側に気体を通過させる、エアスクラビング処理と、前記中空糸膜の原水側に水を通過させる、フラッシング処理とを同時に行う工程。

《態様5》前記第1洗浄工程及び前記第2洗浄工程の後に、

前記濁質成分を前記中空糸膜モジュールの外部に排出させる第3洗浄工程を更に含む、

態様1～4のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法。

《態様6》 前記第3洗浄工程が、以下の(C1)及び(C2)のうちの

少なくとも1つの処理を行う工程である、態様5に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法：

(C1) 前記中空糸膜の原水側に水を通過させる、フラッシング処理；
及び

(C2) 前記中空糸膜のろ過水側から原水側に水を通過させる、逆流洗浄処理。

《態様7》前記中空糸膜モジュールが、
複数本の中空糸膜から成る中空糸膜束と、
前記中空糸膜束が収納されたハウジングと、
前記中空糸膜束の両端部と前記ハウジングとを接着固定する、接着固定部と、
前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の外側空間とを連通する導入口と、
前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の内側空間とを連通するろ過水口と、
前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の外側空間とを連通する洗浄用排出口と
を備えている、態様1～6のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法。

《態様8》前記中空糸膜が、精密ろ過(MF)膜又は限外ろ過(UF)膜である、態様7に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法。

《態様9》前記接着固定部が、
前記中空糸膜の一方の端部において、前記中空糸膜同士、及び前記中空糸膜束と前記ハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第1接着固定層と、
前記中空糸膜の他方の端部において、前記中空糸膜同士及び前記中空糸膜束と前記ハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第2接着固定層と

を備えている、

態様 7 又は 8 に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法。

《態様 10》複数本の中空糸膜から成る中空糸膜束と、

前記中空糸膜束が収納されたハウジングと、

前記中空糸膜束の両端部と前記ハウジングとを接着固定する、接着固定部と

を備えた中空糸膜モジュールであって、

前記中空糸膜は、精密ろ過（MF）膜又は限外ろ過（UF）膜であり、

前記接着固定部は、

前記中空糸膜の一方の端部において、前記中空糸膜同士、及び前記中空糸膜束と前記ハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第 1 接着固定層と、

前記中空糸膜の他方の端部において、前記中空糸膜同士及び前記中空糸膜束と前記ハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第 2 接着固定層と

を備え、

前記中空糸膜モジュールは、

前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の外側の空間とを連通する導入口、

前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の内側の空間とを連通するろ過水口、及び

前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の外側の空間とを連通する洗浄用排出口

を備え、

以下の条件（A）、（B）、及び（C）：

（A）前記中空糸膜の断面積の合計が、前記ハウジングの内部断面積に占める割合として表される、中空糸膜の充填率が、38%以下であること；

（B）前記中空糸膜の外径が、1.1mm以下であること；及び

(C) 前記中空糸膜の合計膜面積が、70 m²以上であること；
のすべてを満たす、中空糸膜モジュール。

《態様11》前記中空糸膜の有効長が1.6 m以上である、態様10に記載の中空糸膜モジュール。

《態様12》前記中空糸膜モジュールの前記接着固定部に、中空糸膜の配置を規制するための規制部材がない、態様10又は11に記載の中空糸膜モジュール。

《態様13》前記第1接着固定層において、前記中空糸膜の中空部が開口しており、

前記第2接着固定層において、前記中空糸膜の中空部が封止されている、態様12に記載の中空糸膜モジュール。

《態様14》前記第2接着固定層が、前記第2接着固定層を貫通する孔を有する、態様10～13のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュール。

《態様15》前記態様10～14のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールを用いて、原水をろ過する、ろ過方法であって、

前記ろ過方法は、

外圧ろ過により、前記中空糸膜に原水を通過させてろ過してろ過水を得る、ろ過工程；及び

前記ろ過工程の後に行われる、洗浄工程を含み、

前記洗浄工程が、態様1～6のいずれか一項に記載の洗浄方法である、ろ過方法。

《態様16》前記態様10～14のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールを用いて、原水をろ過する、ろ過方法であって、

前記ろ過方法は、

外圧ろ過により、前記中空糸膜に原水を通過させてろ過してろ過水を得る、ろ過工程；及び

前記ろ過工程の後に行われる、洗浄工程

を含み、

前記洗浄工程は、

逆流洗浄又はフラッシングを行う第1洗浄工程、及び第2洗浄工程をこの順に含み、

前記第2洗浄工程は、

前記中空糸膜の内側から外側に、前記ろ過水を通過させる逆流洗浄、又は原水を前記導入口から導入し、前記洗浄用排出口から排出するフラッシングと、

気泡を含む原水を前記導入口から導入し、前記洗浄用排出口から排出して、前記気泡によって中空糸膜を揺らす、エアスクラビングとを組み合わせて行って、前記中空糸膜の外側表面を洗浄する、逆流洗浄－エアスクラビング同時洗浄、又はフラッシング－エアスクラビング同時洗浄を行う、ろ過方法。

《態様17》

前記第1洗浄工程及び第2洗浄工程の後に、第3洗浄工程を更に含み、

前記第3洗浄工程が、以下の(C1)及び(C2)のうちの少なくとも1つの処理を行う工程である、態様16に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法：

(C1) 前記中空糸膜の原水側に水を通過させる、フラッシング処理；及び

(C2) 前記中空糸膜のろ過水側から原水側に水を通過させる、逆流洗浄処理。

《態様18》

前記洗浄工程の後に、前記導入口又は前記洗浄用排出口から前記中空糸膜の外側及び中空部の洗浄排液を排出する、排出工程を含む、態様16又は17に記載のろ過方法。

《態様19》

前記排出工程は、前記導入口又は前記洗浄用排出口に圧縮空気を導入して、前記洗浄排液を強制的に排出する工程である、態様18に記載のろ過方法。

《態様20》

前記原水の平均濁度が10度以上である、態様16～19のいずれか一項に記載のろ過方法。

発明の効果

[0013] 本発明によると、中空糸膜モジュールを長期間使用した場合のろ過性能の低下が極めて抑制された、中空糸膜モジュールの洗浄方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の中空糸膜モジュールの洗浄方法が適用される中空糸膜モジュールの構造の一例を示す模式断面図である。

[図2]本発明の中空糸膜モジュールの洗浄方法を実施するための、ろ過システムの一例のフロー図である。

発明を実施するための形態

[0015] 本発明の中空糸膜モジュールの洗浄方法は、

濁質成分を含む原水をろ過するための中空糸膜を含む中空糸膜モジュールの洗浄方法であって、

前記中空糸膜に堆積した濁質成分を除去する、第1洗浄工程と、

少なくとも、前記中空糸膜の原水側に気体を通過させる、エアスクラビング処理を行う、第2洗浄工程とをこの順に含み、

前記第1洗浄工程において、洗浄前に前記中空糸膜モジュール内に存際していた水のうち、前記中空糸膜モジュール容量の50体積%以上が除去される、

中空糸膜モジュールの洗浄方法である。

[0016] 《中空糸膜モジュール》

原水の膜ろ過では、単位容積当たりの膜面積が大きく、ろ過効率が高いこ

とから、複数本の中空糸をケーシング内に充填した、中空糸膜モジュールが好ましく使用されている。

中空糸膜モジュールには、原水を中空糸膜の外表面側に供給して内表面側に通過させてろ過する外圧式ろ過中空糸膜モジュールと、原水を中空糸膜の内表面側に供給して外表面側に通過させてろ過する内圧式ろ過中空糸膜モジュールとが知られている。このうち、外圧式ろ過中空糸膜モジュールは、内圧式ろ過中空糸膜モジュールに比べて、単位容積当たりの有効膜面積が大きいため、造水コストの削減が求められる分野、例えば浄水製造の過程で利用されている。

[0017] 本発明の中空糸膜モジュールの洗浄方法は、外圧式ろ過中空糸膜モジュールに適用したときに、本発明が所期する有利な効果が、最大限に発揮される。

本発明の洗浄方法が適用される中空糸膜モジュールは、
複数本の中空糸膜から成る中空糸膜束と、
中空糸膜束が収納されたハウジングと、
中空糸膜束の両端部とハウジングとを接着固定する、接着固定部と、
中空糸膜モジュールの外部と中空糸膜の外側空間とを連通する導入口と、
中空糸膜モジュールの外部と中空糸膜の内側空間とを連通するろ過水口と、
中空糸膜モジュールの外部と中空糸膜の外側空間とを連通する洗浄用排出口と
を備えている、
中空糸膜モジュールであることが好ましい。

[0018] 上記の接着固定部は、
中空糸膜の一方の端部において、中空糸膜同士、及び中空糸膜束とハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第1接着固定層と、
中空糸膜の他方の端部において、中空糸膜同士及び中空糸膜束とハウジ

ングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第2接着固定層とを備えていてよい。

[0019] 本発明の洗浄方法が適用される中空糸膜モジュールは、好ましくは、複数本の中空糸膜から成る中空糸膜束と、中空糸膜束が収納されたハウジングと、中空糸膜束の両端部とハウジングとを接着固定する、接着固定部とを備えた中空糸膜モジュールであって、中空糸膜は、精密ろ過（MF）膜又は限外ろ過（UF）膜であり、接着固定部は、

中空糸膜の一方の端部において、中空糸膜同士、及び中空糸膜束とハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第1接着固定層と、

中空糸膜の他方の端部において、中空糸膜同士及び中空糸膜束とハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第2接着固定層とを備え、

中空糸膜モジュールは、

中空糸膜モジュールの外部と中空糸膜の外側の空間とを連通する導入口

、

中空糸膜モジュールの外部と中空糸膜の内側の空間とを連通するろ過水口、及び

中空糸膜モジュールの外部と中空糸膜の外側の空間とを連通する洗浄用排出口

を備えている、中空糸膜モジュールである。

[0020] 本実施形態の洗浄方法が適用される中空糸膜モジュールは、以下の条件（A）、（B）、及び（C）：

（A）中空糸膜の断面積の合計が、ハウジングの内部断面積に占める割合として表される、中空糸膜の充填率が、38%以下であること；

（B）中空糸膜の外径が、1.1mm以下であること；及び

（C）中空糸膜の合計膜面積が、70m²以上であること；

のすべてを満たすことが、特に好ましい。条件（A）、（B）、及び（C）のすべてを満たす中空糸膜モジュールは、洗浄工程において第1洗浄工程を行わなくてもよく、第1洗浄工程を行わなくても高い洗浄効果が得られる。

[0021] 〈中空糸膜束〉

本実施形態の中空糸膜モジュールにおける中空糸膜束は、複数本の中空糸膜から成り、ハウジングに収納されて使用される。

中空糸膜束中の中空糸膜の本数は、ハウジングに収納されたときに、所定の充填率を満たすように適宜設定されることが好ましい。中空糸膜束中の中空糸膜の本数は、例えば、1,000本以上100,000本以下であり、2,000本以上50,000本以下、3,000本以上40,000本以下、又は5,000本以上30,000本以下であってもよい。

[0022] (中空糸膜)

本実施形態の中空糸膜モジュールにおける中空糸膜は、精密ろ過（MF）膜又は限外ろ過（UF）膜である。

したがって、中空糸膜の平均細孔径は、1nm（0.001 μ m）以上10 μ m以下であり、10nm（0.01 μ m）以上700nm（0.7 μ m）以下であることが好ましく、20nm（0.02 μ m）以上600nm（0.6 μ m）以下がより好ましい。平均細孔径が30nm（0.03 μ m）以上400nm（0.4 μ m）以下であれば、分離性能は十分であり、孔の連通性も確保できる。

中空糸膜の平均細孔径は、ASTM:F316-86に規定されている平均孔径（mean flow pore size）の測定方法（別称：ハーフドライ法）により、測定できる。

[0023] 中空糸膜の表面開口率は25～60%であることが好ましく、より好ましくは25～50%であり、更に好ましくは25～45%である。この表面開口率は、中空糸膜の面のうちの、原水を接触する側の面（好ましくは、中空糸膜の外側面）の表面開口率である。中空糸膜において、原水と接触する側の面の表面開口率が25%以上であれば、膜の目詰まり、及び膜の表面が擦

過されることによる透水性能の劣化を抑制できるため、ろ過安定性を高めることができる。他方、表面開口率が高すぎると、要求される分離性能を発揮できないおそれがある。

中空糸膜の表面開口率は、中空糸膜の外側表面の電子顕微鏡写真から求めることができる。

具体的には、中空糸膜表面の電子顕微鏡写真を、表面に開口している孔部分と、非孔部分とに、黑白2値化して各部分の面積を求め、得られた各部分の面積を下記数式に代入することにより、求めることができる。

開口率 [%] = $100 \times (\text{孔部分面積}) / \{ (\text{孔部分面積}) + (\text{非孔部分面積}) \}$

表面開口率の算出に用いる電子顕微鏡写真の倍率は、中空糸膜の外側表面に開口する孔の形状が、明確に認識できる程度に大きくすることが好ましい。一方で、視野面積をできるだけ大きくして、できるだけ平均化された表面開口率を知る観点からは、過度に大きい倍率は不適當である。

これらの観点から、電子顕微鏡写真の倍率は、中空糸膜の外側表面に開口する孔の累積中位径（面積累積値50%に相当する孔径）に応じて、例えば以下のように設定することができる：

累積中位径が1～10 μm程度のとき 倍率1,000～5,000倍

累積中位径が0.1～1 μm程度のとき 5,000～20,000倍

累積中位径が0.03～0.1 μm程度のとき 10,000～50,000倍である。

黑白2値化処理は、電子顕微鏡写真又はそのコピーを用いて、市販の画像解析システムによって行ってもよい。

[0024] 中空糸膜の空孔率は、好ましくは50～80%であり、より好ましくは55～65%である。この空孔率が50%以上であることにより、透水性能が高く、他方、80%以下であることにより、機械的強度を高くすることができる。

中空糸膜の内径は、好ましくは0.10～1.00 mmであり、より好ま

しくは0.30~0.80mmである。

中空糸膜の外径は、1.10mm以下であり、好ましくは0.3~1.05mmであり、より好ましくは0.5~1.00mmである。

中空糸膜の膜厚は、好ましくは80~1,000 μ mであり、より好ましくは100~300 μ mである。膜厚が80 μ m以上であれば、膜の強度が確保でき、他方、1000 μ m以下であれば、膜抵抗による圧損を抑制できる。

[0025] (中空糸膜の素材(材質))

本実施形態の中空糸膜モジュールにおける中空糸膜は、合成樹脂製の多孔質膜から成ることが好ましい。

本実施形態における中空糸膜を構成する樹脂は、好ましくは熱可塑性樹脂であり、ポリオレフィンがより好ましい。

ポリオレフィンとしては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリビニルアルコール、エチレン-ビニルアルコール共重合体、及びフッ素樹脂、並びにこれらの混合物が挙げられる。上記フッ素樹脂としては、フッ化ビニリデン樹脂(PVDF)、クロロトリフルオロエチレン樹脂、テトラフルオロエチレン樹脂、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体(ETFE)、エチレン-モノクロロトリフルオロエチレン共重合体(ECTFE)、エチレン-クロロトリフルオロエチレン共重合体、ポリフッ化ビニリデン(ヘキサフルオロプロピレンのドメインを含んでもよい)、及びヘキサフルオロプロピレン樹脂、並びにこれら樹脂の混合物から成る群から選ばれるものが挙げられる。

本実施形態における中空糸膜を構成する樹脂としては、ポリオレフィンの中でも、フッ素樹脂が特に好ましい。

[0026] これらの樹脂は、取り扱い性に優れ、かつ強靱であるため、中空糸膜の素材として優れる。これらの中でも、フッ化ビニリデン、テトラフルオロエチレン、ヘキサフルオロプロピレン、エチレン、テトラフルオロエチレン、及びクロロトリフルオロエチレンから成る群から選択される1種のホモポリマ

一、若しくは前記群から選択される2種以上のコポリマー、又は、前記ホモポリマーと前記コポリマーとの混合物は、機械的強度、化学的強度（耐薬品性）に優れ、かつ成形性が良好であるために好ましい。より具体的には、ポリフッ化ビニリデン、フッ化ビニリデン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体、エチレン-クロロトリフルオロエチレン共重合体等のフッ素樹脂が好ましい。

[0027] また、本実施形態における中空糸膜を構成する熱可塑性樹脂は、球晶構造ではなく、3次元網目構造を有していることが好ましい。中空糸膜が、3次元網目構造を有する熱可塑性樹脂によって構成されていることにより、中空糸膜の内表面から外表面までの細孔の連通性を、より良好にすることができる。

[0028] （中空糸膜の物性）

中空糸膜の引張破断伸度の初期値は、60%以上であることが好ましく、より好ましくは80%以上であり、更に好ましくは100%以上であり、特に好ましくは120%以上である。

中空糸膜の圧縮強度は0.2MPa以上であることが好ましく、より好ましくは0.3~1.0MPaであり、更に好ましくは0.4~1.0MPaである。

[0029] （中空糸膜の製造方法）

本実施形態における中空糸膜は、公知の方法、又はこれに当業者による適宜の変更を加えた方法により、製造することができる。

本実施形態における中空糸膜は、例えば、原料の熱可塑性樹脂を含む熔融混練物の押出成形によって製造することができる。

[0030] 〈ハウジング〉

本実施形態の中空糸膜モジュールにおけるハウジングは、中空糸膜束を収納する。

ハウジングと、中空糸膜束とが、後述の接着固定部によって固定されて、中空糸膜モジュールとなった後、モジュール内は中空糸膜の外側空間と中空

糸膜の内側空間とに分割され、これらの空間が中空糸膜を介して接する構造を有することになる。

[0031] 本実施形態におけるハウジングは、導入口、ろ過水口、及び洗浄用排出口を備える。これらの導入口、ろ過水口、及び洗浄用排出口は、後述の接着固定部によってハウジングと中空糸膜束とが固定された後、中空糸膜モジュールの導入口、ろ過水口、及び洗浄用排出口として、それぞれ、以下の機能を有することになる。

導入口：モジュールの外部と中空糸膜の外側空間とを連通する機能

ろ過水口：モジュールの外部と中空糸膜の内側空間とを連通する機能

洗浄用排出口：モジュールの外部と中空糸膜の外側空間とを連通する機能

[0032] ハウジングは、中空糸膜束を収納するための第1筒状部材と、接着固定部を配置するための第2筒状部材とを有してよい。第2筒状部材は、好ましくは第1筒状部材の両端に配置される。

第2筒状部材は、上記の導入口、ろ過水口、及び洗浄用排出口を有してよい。

第2筒状部材は、好ましくは、中空糸膜モジュールのろ過液を取り出す側に配置され、ろ過水口及び洗浄用排出口を有する第2筒状部材Aと、中空糸膜モジュールの原水を導入する側に配置され、導入口を有する第2筒状部材Bとから成ってよい。

ハウジングの第1筒状部材の内径は、好ましくは170mm以上であり、より好ましくは190mm以上であり、好ましくは250mm以下であり、より好ましくは230mm以下である。第1筒状部材の外径は、例えば、170mm以上300mm以下であってよい。第1筒状部材の長さは、中空糸膜の所望の有効長に応じて適宜設定されてよく、例えば、1.0m以上3.0m以下であってよく、1.5m以上2.0m以下が好ましい。

ハウジングの第2筒状部材の内径は、第1筒状部材の内径よりも太くてよく、好ましくは180mm以上であり、より好ましくは200mm以上であ

り、好ましくは280mm以下であり、より好ましくは250mm以下である。第2筒状部材の外径は、例えば、180mm以上330mm以下であってよい。第2筒状部材の長さは、適宜に設定されてよく、例えば、0.2m以上1.0m以下であってよい。

[0033] ハウジングの材質は、成形性、コスト、機械的耐久性、化学的耐久性等の観点から適宜に設定されてよく、例えば、ステンレス、ABS、PVC、ナイロン、PSF、PE、PP、PPE等から選択される材料から成ることが好ましい。

[0034] 〈中空糸膜束とハウジングとの固定〉

本実施形態の中空糸膜モジュールにおいて、中空糸膜束とハウジングとは、接着固定部によって固定される。

[0035] 〈接着固定部〉

本実施形態の中空糸膜モジュールにおける接着固定部は、中空糸膜束の両端部とハウジングとを接着固定する機能を有する。

この接着固定部は、

中空糸膜の一方の端部において、中空糸膜同士、及び中空糸膜束とハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第1接着固定層と、

中空糸膜の他方の端部において、中空糸膜同士及び中空糸膜束とハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第2接着固定層とを備える。

[0036] 接着工程部の第1接着固定層及び第2接着固定層を構成する材料は、樹脂材である。この樹脂材としては、例えば、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコーン樹脂等が例示できる。

[0037] 中空糸膜モジュールの接着固定部内に、中空糸膜の配置を規制するための規制部材を設けてもよい。しかしながら、接着固定部内には、規制部材がない方が、中空糸膜の実質的な存在密度が小さくなり、原水中の濁質を排出し易くなるため、好ましい。

[0038] (第1接着固定層)

第1接着固定層は、中空糸膜の一方の端部において、前記中空糸膜同士、及び前記中空糸膜束と前記ハウジングの内壁とを接着固定する機能を有する。

第1接着固定層は、第2筒状部材Aの内部に配置されてよい。好ましくは、第1接着固定層は、第2筒状部材Aの内部において、ろ水口と洗浄用排出口とを遮断するように配置され、第2筒状部材Aの内部を、ろ水口側の空間と、洗浄用排出口の空間とに分割している。

そして、第1接着固定層では、中空糸膜の中空部が開口していることが好ましい。

以上のことによって、

中空糸膜の内側空間は、第2筒状部材Aの内部のろ水口側の空間を介して、中空糸膜モジュールの外部に連通し、かつ、

中空糸膜の外側空間は、第2筒状部材Aの内部の洗浄用排出口側の空間を介して、中空糸膜モジュールの外部に連通することになる。したがって、中空糸膜の外側空間内の洗浄排液等、及び中空糸膜の内側空間内のろ過水を、それぞれ別個に、中空糸膜モジュールの外部に取り出すことができることになる。

[0039] (第2接着固定層)

第2接着固定層は、中空糸膜の他方の端部（第1接着固定層と逆側の端部）において、中空糸膜同士、及び中空糸膜束とハウジングの内壁とを接着固定する機能を有する。

第2接着固定層は、第2筒状部材Bの内部に配置されてよい。

第2接着固定層は、第2接着固定層を貫通する孔を有することが好ましい。

そして、第2接着固定層では、中空糸膜の中空部が封止されていることが好ましい。

以上のことによって、中空糸膜の外側空間は、第2筒状部材Bの内部の空間、及び第2接着固定層を貫通する孔を介して、中空糸膜モジュールの外部

に連通することになる。したがって、中空糸膜モジュールの外部から、中空糸膜の外側に、原水等を導入することが可能になる。

第2接着固定層が有する孔の直径は、好ましくは5以上30mm以下であり、孔の個数は、好ましくは5以上100個以下である。孔の形状としては、例えば、円形、楕円形、矩形、多角形等、及びこれらの組合せから選択できる他、不定形でもよい。

[0040] (中空糸膜モジュールの形態)

本実施形態の中空糸膜モジュールは、以下の条件(A)、(B)、及び(C)：

(A) 中空糸膜の断面積の合計が、ハウジングの内部断面積に占める割合として表される、中空糸膜の充填率が、38%以下であること；

(B) 中空糸膜の外径が、1.1mm以下であること；及び

(C) 中空糸膜モジュールの膜面積が、70m²以上であること；

のすべてを満たすことが好ましい。

[0041] 上記において、「中空糸膜の充填率」とは「全中空糸膜断面積／ハウジング内断面積」によって算出される中空糸膜断面積の割合のことであり、ここでの中空糸膜断面積とは、膜の中空部を含む断面積の総和を指す。また、ハウジングが、第1筒状部材と第2筒状部材とから成る場合には、「ハウジング内断面積」とは、中空糸膜束を収納する第1筒状部材の内側の断面積を指す。

[0042] 本実施形態の中空糸膜モジュールでは、外径が1.1mm以下の比較的細い中空糸膜を用いることが好ましい。このことにより、中空糸膜の充填率を38%と低くしても、中空糸膜束の合計の膜面積を大きくできる。また、中空糸膜の充填率を38%以下と低くすることにより、濁質の排出性が向上され、大きな膜面積が確保できる点で、有利である。

[0043] 中空糸膜の充填率は、濁質排出性の観点から、38%以下であることが好ましく、より好ましくは37%以下である。中空糸膜の充填率は、好ましくは30%以上であり、より好ましくは35%以上である。

中空糸膜の有効長としては、ろ過効率の観点から、好ましくは1.5 m以上であり、より好ましくは1.6 m以上であり、更に好ましくは1.7 m以上であり、特に好ましくは1.8 m以上である。中空糸膜の有効長とは、ろ過に寄与する中空糸膜の長さをいい、中空糸膜のうちの、第1接着固定層と第2接着固定層との間に露出している長さの平均値を意味する。

中空糸膜の合計膜面積は、70 m²以上であることが好ましく、より好ましくは80 m²以上であり、更に好ましくは90 m²以上である。本実施形態の中空糸膜モジュールは、中空糸膜の合計膜面積が大きいので、ろ過効率が高い利点を有する。中空糸膜の合計膜面積とは、ろ過に寄与する中空糸膜の膜面積（有効膜面積）の合計をいい、中空糸膜のうちの、第1接着固定層と第2接着固定層との間に露出している部分の外側面積の合計をいう。

[0044] 本実施形態の中空糸膜モジュールは、フットプリントが大きい。

本明細書において、「フットプリント」とは、中空糸膜の合計膜面積を、モジュールの第1筒状部材の断面積で割り付けた値として定義される。

このフットプリントが大きい中空糸膜モジュールは、少ない設置面積で大容量の水を処理できることになり、好ましい。

本実施形態の中空糸膜モジュールのフットプリントは、好ましくは2,500 m²/m²以上であり、より好ましくは2,600 m²/m²以上であり、更に好ましくは2,700 m²/m²以上であり、特に2,800 m²/m²以上であり、2,900 m²/m²以上又は3,000 m²/m²以上であってもよい。

しかしながら、中空糸膜の充填率を所定の範囲内とすべき要請を満たすため、フットプリントは、好ましくは5,000 m²/m²以下であり、より好ましくは4,500 m²/m²以下であり、更に好ましくは4,000 m²/m²以下であり、特に3,500 m²/m²以下であってもよい。

[0045] 〈中空糸膜モジュールの製造方法〉

本実施形態の中空糸膜モジュールは、例えば、以下のような方法によって製造することができる。

先ず、所定の本数の中空糸膜を束として整え、中空糸膜束を作製する。続いて、中空糸膜束を垂直に吊るし、下側端部を切りそろえる。更に、周長を規定するために、中空糸膜束の外周をテープで固定する。その後、中空糸膜その下側端面に、接着剤、例えばウレタン樹脂を含浸させて硬化させ、中空糸膜束を、所定の直径にて固定するとともに、下側端面の中空部を封止する。

[0046] 次に、中空糸膜束が挿入された第1筒状部材の両端に、第2筒状部材A及び第2筒状部材Bを接合することにより、ハウジングが形成されるとともに、その内部に中空糸膜束が収納される。このとき、中空糸膜束の中空部が封止された側が、第2筒状部材A側に位置するように挿入される。

第1筒状部材に第2筒状部材Aを接合するとき、第2筒状部材Aの内部に、整流筒を設置してもよい。

また、中空糸膜束の端部のうち、第2接着固定層の形成が予定される位置に、第2接着固定層を貫通する孔を形成するための柱状部材が挿入される。柱状部材の直径及び数は、孔の所望の直径及び数に応じて設定される。

[0047] 次いで、ハウジングの両端に、それぞれ、ポッティング材（例えばウレタン樹脂）を注入する。そして、ポッティング材が注入されたハウジングを、水平方向に回転させて遠心接着を行って、接着固定部（第1接着固定層及び第2接着固定層）を形成する。

接着固定部が形成された後に、孔を形成するための柱状部材を取り除いて、貫通孔を形成する。

そして、第1接着固定層の端部を切断して、中空糸膜束のろ過水口側の端部を開口させることにより、本実施形態の中空糸膜モジュールを得ることができる。

[0048] 図1に、本実施形態の中空糸膜モジュールの洗浄方法が好適に適用される、外圧式ろ過中空糸膜モジュールの構造の一例を、模式断面図として示した。

図1の中空糸膜モジュール（100）は、

複数本の中空糸膜（１１）から成る中空糸膜束（１０）と、
中空糸膜束（１０）が収納されたハウジング（３０）と、
中空糸膜束（１０）の両端部とハウジング（３０）とを接着固定する、
接着固定部（２０）と、

中空糸膜モジュール（１００）の外部と中空糸膜（１１）の外側空間（
４２）とを連通する導入口（１）と、

中空糸膜モジュール（１００）の外部と中空糸膜（１１）の内側空間（
４１）とを連通するろ過水口（２）と、

中空糸膜モジュール（１００）の外部と中空糸膜（１１）の外側空間（
４２）とを連通する洗浄用排出口（３）と
を備えている。

[0049] ハウジング（３０）は、中空糸膜束（１０）を収納するための第１筒状部材（３１）と、接着固定部（２０）を配置するための２つの第２筒状部材（３２Ａ、３２Ｂ）とを有しており、これら２つの第２筒状部材は、第１筒状部材（３１）の両端に配置されている。

第２筒状部材は、

中空糸膜モジュール（１００）のろ過水を取り出す側に配置され、ろ過水口（２）及び洗浄用排出口（３）を有する第２筒状部材Ａ（３２Ａ）と、

中空糸膜モジュール（１００）の原水を導入する側に配置され、導入口（１）を有する第２筒状部材Ｂ（３２Ｂ）と
から成っている。しかしながら、導入口（１）、ろ過水口（２）、及び洗浄用排出口（３）の配置位置は、この態様に限られない。

[0050] 接着固定部（２０）は、

中空糸膜（１１）の一方の端部において、中空糸膜（１１）同士、及び中空糸膜束（１０）とハウジング（３０）の第２筒状部材Ａ（３２Ａ）の内壁とを樹脂材によって接着固定する第１接着固定層（２１）と、

中空糸膜（１１）の他方の端部において、中空糸膜（１１）同士及び中空糸膜束（１０）とハウジング（３０）の第２筒状部材Ｂ（３２Ｂ）の内壁

とを樹脂材によって接着固定する第2接着固定層(22)とを備えている。

[0051] 第1接着固定層(21)は、第2筒状部材A(32A)の内部に、ろ過水口(2)と洗浄用排出口(3)とを遮断するように配置され、第2筒状部材A(32A)の内部を、ろ過水口(2)側の空間と、洗浄用排出口(3)側の空間とに分割している。

そして、第1接着固定層(21)では、中空糸膜(11)の中空部が開口している。

以上のことによって、

中空糸膜(11)の内側空間は、第2筒状部材A(32A)内部のろ過水口(2)側の空間を介して、中空糸膜モジュール(100)の外部に連通し、かつ、

中空糸膜(11)の外側空間は、第2筒状部材A(32A)内部の洗浄用排出口(3)側の空間を介して、中空糸膜モジュール(100)の外部に連通することになる。したがって、中空糸膜(11)の外側空間内の洗浄排液等、及び中空糸膜(11)の内側空間内のろ過水を、それぞれ別個に、中空糸膜モジュール(100)の外部に取り出すことができることになる。

[0052] 第2接着固定層(22)は、第2筒状部材B(32B)の内部に配置されている。

第2接着固定層(22)は、第2接着固定層(22)を貫通する孔を有している。

そして、第2接着固定層(22)では、中空糸膜(11)の中空部が封止されている。

以上のことによって、中空糸膜(11)の外側空間は、第2筒状部材B(32B)の内部の空間、及び第2接着固定層(22)を貫通する孔を介して、中空糸膜モジュール(100)の外部に連通することになる。したがって、中空糸膜モジュール(100)の外部から、中空糸膜(11)の外側に、原水等を導入することが可能になる。

[0053] 図1の中空糸膜モジュール(100)は、ハウジング(30)のうちの第2筒状部材Aの内部に、任意的な部材である整流筒(50)を、更に有している。

なお、図1において、中空糸膜(11)の有効長を規定する、第1接着固定層(21)と第2接着固定層(22)との間の距離は、符号「L」で示されている。

[0054] 《中空糸膜モジュールの洗浄方法》

本発明の中空糸膜モジュールの洗浄方法は、

濁質成分を含む原水をろ過するための中空糸膜を含む中空糸膜モジュールの洗浄方法であって、

中空糸膜に堆積した濁質成分を除去する、第1洗浄工程と、

少なくとも、中空糸膜の原水側に気体を通過させる、エアスクラビング処理を行う、第2洗浄工程とをこの順に含む。

[0055] 第1洗浄工程は、以下の(A1)～(A3)のうちの少なくとも1つの処理を行う工程であることが好ましい。

(A1) 中空糸膜のろ過水側から原水側に水を通過させる、逆流洗浄(逆洗)処理；

(A2) 中空糸膜の原水側に水を通過させる、フラッシング処理；及び

(A3) 中空糸膜モジュール内の液体を排出させる、ドレイン処理。

[0056] 第2洗浄工程は、第1洗浄工程による、中空糸膜からの濁質成分の除去の完璧を期し、好ましくはモジュール外に除去する工程である。

第2洗浄工程では、少なくとも、エアスクラビング処理が行われる。

第2洗浄工程は、以下の(B1)～(B3)のいずれかを行う工程であることが好ましい。

(B1) エアスクラビング処理のみを行う工程；

(B2) エアスクラビング処理と逆流洗浄(逆洗)処理とを同時に行う工程；及び

(B3) エアスクラビング処理とフラッシング処理とを同時に行う工程

。

[0057] 第1洗浄工程及び第2洗浄工程の後に、第1洗浄工程及び第2洗浄工程で除去された濁質を、中空糸膜モジュール内の外に排出させる、第3洗浄工程を更に含んでもよい。

[0058] 本発明の中空糸膜モジュールの洗浄方法は、当該中空糸膜モジュールによって原水をろ過する、ろ過工程に引き続いて行われることが予定されている。好ましくは、ろ過工程と、本発明の中空糸膜モジュールの洗浄方法の各洗浄工程とを、繰り返して行うことにより、中空糸膜モジュールを長期間連続的に運転することが予定されている。

ろ過工程を停止して洗浄工程を開始するタイミングは、適宜に設定されてよい。例えば、ろ過工程を開始または再開した後、予め定められた所定の時間が経過したときに、ろ過工程を停止して、洗浄工程を開始してよい。或いは、ろ過工程の透水性能が予め設定された所定の値に達したときに、ろ過工程を停止して、洗浄工程を開始してよい。

[0059] 以下、先ず、ろ過工程、及び本発明の中空糸膜モジュールの洗浄方法の第1～第3洗浄工程で行われる、逆流洗浄（逆洗）処理、フラッシング処理、及びエアスクラビング処理のそれぞれについて説明し、次いで、本発明の中空糸膜モジュールの洗浄方法における第1～第3洗浄工程について説明する。

。

[0060] なお、本明細書では、逆洗を「BW」、フラッシングを「FL」、ドレインを「DL」、エアスクラビングを「AS」、逆洗とエアスクラビングとの同時実施（逆洗－エアスクラビング同時洗浄）を「ASBW」、フラッシングとエアスクラビングとの同時実施（フラッシング－エアスクラビング同時洗浄）を「ASFL」として参照することがある。

[0061] 〈ろ過工程〉

ろ過工程は、中空糸膜の原水側に原水を提供し、中空糸膜により原水中の不溶分を捕捉し、中空糸膜のろ過水側にろ過水を浸みださせて、ろ過水を得

る、工程である。中空糸膜モジュールが外圧式ろ過中空糸膜モジュールである場合、中空糸膜の外側から原水を提供して、外圧ろ過によって中空糸膜に原水を通過させて、ろ過水を得る。本実施形態の中空糸膜モジュールでは、モジュールの下側から原水を導入して外圧ろ過をする方式による方が、濁質を排出し易いので好ましい。

[0062] ろ過工程における原水としては、特に制限はなく、典型的には、ろ過工程によって除去し得る懸濁物質を含む水であり、例えば、自然水、廃水、工程プロセス液等、及びこれらの処理水が挙げられる。

自然水としては、河川水、湖沼水、地下水、海水が例として挙げられる。廃水としては下水、工場廃水である。工程プロセス液とは、食品、医薬品、半導体製造等の分野において、有価物と非有価物とを分離する前の混合液を指す。これらの原水には、 μm オーダー、又はこれ以下の微細な有機物及び無機物、並びに有機無機混合物の1種以上から成る濁質（腐植コロイド、有機質コロイド、粘土、細菌等）、細菌・藻類由来の高分子物質等が含まれていてよい。

[0063] 原水の水質は、濁度及び／又は有機物濃度によって規定できる。濁度及び有機物濃度は、いずれも、瞬間値ではなく、平均値として評価される。

濁度を基準とすると、原水は、濁度1未満の低濁水、濁度1以上10未満の中濁水、濁度10以上50未満の高濁水、濁度50以上の超高濁水等に区分される。

有機物濃度（全有機炭素濃度（Total Organic Carbon (TOC)）： mg/L ）を基準とすると、原水は、1未満の低TOC水、1以上4未満の中TOC水、4以上8未満の高TOC水、8以上の超高TOC水等に区分される。

一般的には、濁度及び／又はTOCの高い水ほど、多孔質ろ過膜を目詰まりさせ易い。そのため、本実施形態におけるろ過工程に供給される原水の平均濁度が10度以上である方が、本実施形態の中空糸膜モジュールの性能を好適に発揮できるため、好ましい。

[0064] 中空糸膜モジュールが外圧式ろ過中空糸膜モジュールである場合、本実施形態のろ過工程は、例えば、原水を、中空糸膜モジュールの導入口から中空糸膜の外側空間に導入し、中空糸膜の肉厚部分を通過させたろ過液として、中空糸膜の内側表面から染み出させ、中空糸膜の内側空間のろ過液を、中空糸膜モジュールの排出口から取り出すことによって行われることが好ましい。

ろ過液の流量は、膜面積 1 m^2 あたり、1 時間当たりの流量 (L) で表される透過流速 (LMH、又は $L / [\text{m}^2 \cdot \text{h}]$) として、 $10 \sim 500 \text{ LMH}$ とすることが好ましく、より好ましくは 20 LMH 以上、 40 LMH 以上、又は 50 LMH 以上 200 LMH 以下であり、更に好ましくは 40 LMH 以上、 50 LMH 以上、又は 75 LMH 以上 150 LMH 以下である。

[0065] 〈逆流洗浄処理：BW〉

逆流洗浄（逆洗）処理は、中空糸膜のろ過水側から原水側に水を通過させる洗浄である。中空糸膜モジュールが外圧式ろ過中空糸膜モジュールである場合、中空糸膜の内側から外側に水を通過させる。

逆洗処理によって、中空糸膜の肉厚部の細孔内に堆積した懸濁物質を、中空糸膜の原水側（外圧式ろ過中空糸膜モジュールの場合、中空糸膜の外側）に押し出すことができる。

中空糸膜のろ過水側から原水側に通過させる水は、例えば、ろ過水であってよい。

逆洗処理を行うときの水（好ましくはろ過水）の流量は、透過流速として、ろ過工程の透過流速の $0.1 \sim 3$ 倍が好ましく、より好ましくは $0.3 \sim 3$ 倍であり、更に好ましくは $0.5 \sim 3$ 倍であり、特に $0.7 \sim 3$ 倍が好ましい。

[0066] 〈フラッシング処理：FL〉

フラッシング処理は、中空糸膜の原水側に水を通過させる洗浄方法である。中空糸膜モジュールが外圧式ろ過中空糸膜モジュールである場合、中空糸膜の外側表面上に水を通過させる。

このフラッシング処理によって、中空糸膜の原水側表面に付着している懸濁物質を、押し流すことができる。

フラッシング処理において中空糸膜の原水側に通過させる水の量は、中空糸膜モジュール内に入る水の量に対して、0.3～3倍の量とすることが好ましく、0.5～2倍の量とすることがより好ましい。

[0067] 〈ドレイン処理：DL〉

ドレイン処理は、中空糸膜モジュールの内部に残存する洗浄排液を排出する工程である。

ドレイン処理を行うことにより、中空糸膜モジュール内の懸濁物質を、効果的に除去できる。

ドレイン処理は、例えば、中空糸膜モジュールの洗浄用排出口から圧縮空気を導入することによって、行うことができる。これにより、中空糸膜モジュール内部に残存する洗浄排液を、モジュールの下部から強制的に排出させることができる。

ドレイン処理後に中空糸膜モジュール内部に残存する水の量は、中空糸膜モジュール内に入る水の量に対して、0.7倍以下の量とすることが好ましく、より好ましくは0.5倍以下の量とすることであり、更に好ましくは0.3倍以下の量とすることである。

[0068] 〈エアスクラビング処理：AS〉

エアスクラビング処理は、圧縮空気を、中空糸膜モジュールの導入口から導入し、洗浄用排出口から排出して、空気（気泡）によって中空糸膜を揺らす洗浄方法である。

エアスクラビング処理の際に、中空糸膜モジュールに導入される圧縮空気の量は、中空糸膜モジュールのハウジングの断面積1m²当たり、0.001～0.1015～1000Nm³/hであることが好ましく、より好ましくは75～500Nm³/hであり、更に好ましくは150～400Nm³/hであり、特に好ましくは170～400Nm³/hであり、更に、200～350Nm³/h、又は200～300Nm³/hであってもよい。

[0069] 〈第1洗浄工程〉

第1洗浄工程では、中空糸膜に堆積した濁質成分を除去する。

第1洗浄工程では、上記したとおり、(A1)逆洗処理、(A2)フラッシング処理、及び(A3)ドレイン処理のうちの少なくとも1つの処理が行われることが好ましい。

第1洗浄工程が(A1)逆洗処理によって行われるとき、その実施時間は、例えば10～120秒であり、好ましくは15～60秒である。

第1洗浄工程が(A2)フラッシング処理によって行われるとき、その実施時間は、例えば10～120秒であり、好ましくは15～60秒である。

第1洗浄工程が(A3)ドレイン処理によって行われるとき、(A3)ドレイン処理は、中空糸膜モジュール内の水の量が、上述の量に減るまで行われることが好ましい。

[0070] この第1洗浄工程では、中空糸膜に堆積した濁質成分(SS)の除去率は、7質量%以上が好ましく、8質量%以上がより好ましく、10質量%以上が更に好ましく、12質量%以上、15質量%以上、18質量%以上、又は20質量%以上であってもよい。

濁質成分の除去率は、ろ過工程において中空糸膜モジュールに持ち込まれた濁質分量(持ち込みSS量)に対する、第1洗浄工程によって除去されたSS量の比(百分率)として表される。持ち込みSS量は、原水に含まれる濁質分量と、ろ過水に含まれる濁質分量との差分、及びろ過工程の実施時間から算出することができる。

[0071] 〈第2洗浄工程〉

第2洗浄工程は、第1洗浄工程による、中空糸膜からの濁質成分の除去の完璧を期し、好ましくはモジュール外に除去する工程である。

第2洗浄工程では、少なくとも、エアスクラビング処理が行われる。

第2洗浄工程は、以下の(B1)～(B3)のいずれかを行う工程であることが好ましい。

(B1) エアスクラビング処理のみを行う工程(AS)；

(B2) エアスクラビング処理と逆洗処理とを同時に行う工程 (ASBW) ; 及び

(B3) エアスクラビング処理とフラッシング処理とを同時に行う工程 (ASFL) 。

[0072] 第2洗浄工程が、(B1) エアスクラビング処理のみを行う工程 (AS) であるとき、その実施時間は、例えば10～120秒であり、好ましくは15～60秒である。

第2洗浄工程が、(B2) エアスクラビング処理と逆洗処理とを同時に行う工程 (ASBW) であるとき、その実施時間は、例えば10～120秒であり、好ましくは15～60秒である。

第2洗浄工程が、(B3) エアスクラビング処理とフラッシング処理とを同時に行う工程 (ASFL) であるとき、その実施時間は、例えば10～120秒であり、好ましくは15～60秒である。

[0073] <第3洗浄工程>

第3洗浄工程は、第1洗浄工程及び第2洗浄工程の後に、任意的に行われる工程である。

この第3洗浄工程は、第1洗浄工程及び第2洗浄工程で除去された濁質成分を、中空糸膜モジュールの外部に排出する工程である。

第3洗浄工程では、以下の(C1)及び(C2)のうちの少なくとも1つの処理が行われる：

(C1) 前記中空糸膜の原水側に水を通過させる、フラッシング処理；
及び

(C2) 前記中空糸膜のろ過水側から原水側に水を通過させる、逆洗処理。

[0074] 第3洗浄工程において、(C1) フラッシング処理を行う場合、中空糸膜の原水側に通過させる水の量は、中空糸膜モジュール内に入る水の量に対して、0.3～3倍の量とすることが好ましく、0.5～2倍の量とすることがより好ましい。

第3洗浄工程において、(C2)逆洗処理を行う場合の水量は、透過流速として、ろ過工程の透過流速の0.1~3倍が好ましく、より好ましくは0.3~3倍である。

第3洗浄工程を行う場合、その実施時間は、好ましくは10~120秒であり、より好ましくは15~60秒である。

[0075] (排出工程)

本実施形態のろ過方法では、洗浄工程の後に、中空糸膜モジュールの内部に残存する洗浄排液を排出する、排出工程を実施してもよく、そうすることが好ましい。

洗浄工程の後に、排出工程を行うことにより、中空糸膜モジュール内の懸濁物質を、より効果的に排出できる。

排出工程は、例えば、中空糸膜モジュールの洗浄用排出口から圧縮空気を導入することによって、行うことができる。これにより、中空糸膜モジュール内部に残存する洗浄排液を、モジュールの下部から強制的に排出させることができる。

排出工程後に、中空糸膜モジュールの重量は、当該中空糸膜モジュールの初期乾燥重量の1.70倍以下であることが好ましく、より好ましくは1.60倍以下であり、更に好ましくは1.55倍以下である。

[0076] 《有利な効果》

本実施形態のろ過方法では、所定のろ過工程、及び洗浄工程、並びに好ましくは排出工程から成るサイクルを、2万回繰り返した後の中空糸膜の糸切れの本数を、中空糸膜モジュール内部の全中空糸膜の本数の、0.5%以下に留めることができる。本実施形態の好ましい態様では、上記のサイクルを、10万回、又は20万回繰り返しても、中空糸膜の糸切れの本数が、全中空糸膜の本数の0.5%以下とすることができる。

[0077] (透水性能の維持性)

本実施形態の中空糸膜モジュールは、所定のろ過工程、及び洗浄工程、並びに好ましくは記排出工程から成るサイクルをn-1回繰り返し、n回目の

ろ過工程を行った後の中空糸膜モジュールの透水性能 L_n と、その直後に n 回目の洗浄工程を行い、更に $n+1$ 回目のろ過工程を行った後の中空糸膜モジュールの透水性能 L_{n+1} とが、下記数式：

$$105\% \geq (L_{n+1} / L_n) \times 100 \geq 80\%$$

の関係を満たすことが好ましい。

本明細書において、透水性能とは、ろ過フラックス [LMH] をその時の圧力 [kPa] で除した値 [LMH/kPa] である。

[0078] 《中空糸膜モジュールの洗浄方法の実施態様》

本発明の中空糸膜モジュールの洗浄方法は、適当なろ過システムに組み込まれた上述の中空糸膜モジュールに対して、好ましくはろ過工程に引き続いて行うことができる。

図2に、本発明の中空糸膜モジュールの洗浄方法を実施するための、ろ過システムの一例のフロー図を示した。

[0079] 図2のろ過システム(1000)は、本実施形態の中空糸膜モジュール(100)、原液タンク(200)、ストレイナー(210)、原水タンク(300)、ろ過水タンク(400)、及びコンプレッサ(500)が、バルブが適宜に配置された配管によって接続された構成を有する。図2では、送液のためのポンプ、各タンクに通常設置されるドレイン配管、薬液洗浄用の薬液タンク及びこれに伴う配管、運転状況チェックのためのセンサ等は省略されている。

図2のろ過システム(1000)を用いて、所定のろ過工程及び洗浄工程を含む、本実施形態のろ過方法を、例えば、以下のように行うことができる。

[0080] 《ろ過工程(F)》

ろ過工程では、中空糸膜モジュール中の中空糸膜に、原水を通過させてろ過して、ろ過水を得る。

図2のろ過システム(1000)では、懸濁水、工程プロセス液等の原液を、一旦、原液タンク(200)に貯蔵した後、ストレイナー(210)に

て粗ろ過したろ過水を、本実施形態のろ過方法における原水として用いている。原水は、原水タンク（300）に貯蔵される。

原水タンク（300）中の原水は、原水送液バルブ（V1）を介して、導入口（1）から中空糸膜モジュール（100）に導入され、中空糸膜の外側から中空糸膜の肉厚部分を通過してろ過され、中空糸膜の内側空間に、ろ過水として浸み出す。中空糸膜の内側空間に浸み出したろ過水は、ろ過水口（2）及びろ過水送液バルブ（V2）を介して、ろ過水タンク（400）に貯蔵される。

[0081] 《洗浄工程》

洗浄工程では、第1洗浄工程及び第2洗浄工程がこの順に行われ、任意的に更に第3洗浄工程が行ってよい。

第1洗浄工程では、（A1）逆洗処理（BW）、（A2）フラッシング処理（FL）、及び（A3）ドレイン処理（DL）のうちの少なくとも1つの処理が行われる。

第2洗浄工程では、（B1）エアスクラビング処理（AS）、（B2）逆洗－エアスクラビング同時洗浄（ASBW）、又は（B3）フラッシング－エアスクラビング同時洗浄（ASFL）が行われる。

任意的な第3洗浄工程では、（C1）フラッシング処理（FL）及び（C2）逆洗処理（BW）のうちの少なくとも1つの処理が行われる。

以下、図2のろ過システム（1000）を用いて、逆洗（BW）、フラッシング処理（FL）、ドレイン処理（DL）、エアスクラビング処理（AS）、逆洗－エアスクラビング同時洗浄（ASBW）、及びフラッシング－エアスクラビング同時洗浄（ASFL）を実施する方法について説明する。

[0082] 〈逆洗（BW）〉

BWでは、中空糸膜モジュール中の中空糸膜の内側から外側に、ろ過水を通過させる。

この場合、ろ過水タンク（400）内のろ過水が、逆洗用バルブ（V3）を介して、ろ過水口（2）から中空糸膜モジュール（100）に導入され、

中空膜の内側から中空糸膜の肉厚部分を通過して、中空糸膜の外側空間に浸み出す。この過程で、中空糸膜の肉厚部の細孔内に堆積した懸濁物質は、中空糸膜の外側に押し出されることにより、中空糸膜の洗浄が行われる。

中空糸膜の外側空間に浸み出したろ過水は、下記のいずれかの方法で排出することができる：

洗浄用排出口（３）及び洗浄用排出バルブ（Ｖ５）を介して、系外に排出する方法；

導入口（１）及び洗浄排液ドレインバルブ（Ｖ４）を介して、系外に排出する方法；並びに

洗浄用排出口（３）及び洗浄用排出バルブ（Ｖ５）を介して系外に排出するとともに、導入口（１）及び洗浄排液ドレインバルブ（Ｖ４）を介して系外に排出する方法。

[0083] 〈フラッシング処理（ＦＬ）〉

ＦＬでは、中空糸膜の外側に原水を通過させて、中空糸膜の外側表面に付着している懸濁物質を押し流して洗浄する。

ＦＬでは、原水タンク（３００）内の原水は、原水送液バルブ（Ｖ１）を介して導入口（１）から中空糸膜モジュール（１００）に導入された後、中空糸膜の外側空間を通過して、洗浄用排出口（３）及び洗浄排液排出バルブ（Ｖ５）を介して、系外に排出される。

[0084] 〈ドレイン処理（ＤＬ）〉

ＤＬでは、中空糸膜モジュールの内部に残存する洗浄排液を排出する。

このＤＬは、下記のいずれかの方法で行うことができる：

ドレイン処理用圧縮空気バルブ（Ｖ７）を介して、中空糸膜モジュール（１００）の洗浄用排出口（３）から導入した圧縮空気を、中空糸膜モジュールの内部に残存する洗浄排液とともに、導入口（１）及び洗浄排液ドレインバルブ（Ｖ４）を介して、系外に排出する方法；並びに

中空糸膜モジュールの内部に残存する洗浄排液を、自重により、洗浄排液ドレインバルブ（Ｖ４）を介して、系外に排出する方法。

[0085] 〈エアスクラビング処理（AS）〉

ASでは、圧縮空気を導入口から導入し洗浄用排出口から排出して、中空糸膜の外側を通過する空気（気泡）によって中空糸膜を揺らす。

ASでは、コンプレッサ（500）によって圧縮された空気が、AS用バルブ（V6）を介して導入口（1）から中空糸膜モジュール（100）に導入され、中空糸膜の外側空間を通過して、洗浄用排出口（3）及び洗浄排液排出バルブ（V5）を介して、系外に排出される。

[0086] 〈逆洗－エアスクラビング同時洗浄（ASBW）〉

ASBWでは、上述のBWとASとを同時に行う。すなわち、ろ過水タンク（400）内のろ過水が、逆洗用バルブ（V3）を介してろ過水口（2）から中空糸膜モジュール（100）に導入され、導入口（1）及び洗浄排液ドレインバルブ（V4）を介して、系外に排出されるとともに、コンプレッサ（500）による圧縮空気が、AS用バルブ（V6）を介して導入口（1）から中空糸膜モジュール（100）に導入され、洗浄用排出口（3）及び洗浄排液排出バルブ（V5）を介して、系外に排出される。

[0087] 〈フラッシング－エアスクラビング同時洗浄（ASFL）〉

ASFLでは、上述のFLとASとを同時に行う。すなわち、原水タンク（300）内の被処理液が、原水送液バルブ（V1）を介して導入口（1）から中空糸膜モジュール（100）に導入された後、洗浄用排出口（3）及び洗浄排液排出バルブ（V5）を介して、系外に排出されるとともに、コンプレッサ（500）による圧縮空気が、AS用バルブ（V6）を介して導入口（1）から中空糸膜モジュール（100）に導入され、洗浄用排出口（3）及び洗浄排液排出バルブ（V5）を介して、系外に排出される。

[0088] 《排出工程》

本発明の中空糸膜モジュールの洗浄方法では、洗浄工程の後に、中空糸膜モジュールの内部に残存する洗浄排液を排出する、排出工程を行ってもよい。

図2のろ過システム（1000）を用いる場合、排出工程は、排出工程用

圧縮空気バルブ（V7）を介して、中空糸膜モジュール（100）の洗浄用排出口（3）から導入した圧縮空気を、中空糸膜モジュールの内部に残存する洗浄排液とともに、導入口（1）及び洗浄排液ドレインバルブ（V4）を介して、系外に排出することにより、行うことができる。

[0089] 《中空糸膜モジュール》

本発明の別の観点によると、多孔質中空糸膜を用いるろ過運転が、洗浄工程を伴う場合に、洗浄効率に優れ、ろ過性能の経時的劣化が抑制され、かつ、中空糸膜及びこれを含むモジュールの寿命を損なわない、中空糸膜モジュールが提供される。

[0090] このような中空糸膜モジュールは、

複数本の中空糸膜から成る中空糸膜束と、

前記中空糸膜束が収納されたハウジングと、

前記中空糸膜束の両端部と前記ハウジングとを接着固定する、接着固定部と

を備えた中空糸膜モジュールであって、

前記中空糸膜は、精密ろ過（MF）膜又は限外ろ過（UF）膜であり、

前記接着固定部は、

前記中空糸膜の一方の端部において、前記中空糸膜同士、及び前記中空糸膜束と前記ハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第1接着固定層と、

前記中空糸膜の他方の端部において、前記中空糸膜同士及び前記中空糸膜束と前記ハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第2接着固定層と

を備え、

前記中空糸膜モジュールは、

前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の外側の空間とを連通する導入口、

前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の内側の空間とを連通す

るろ過水口、及び

前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の外側の空間とを連通する洗浄用排出口

を備え、

以下の条件（A）、（B）、及び（C）：

（A）前記中空糸膜の断面積の合計が、前記ハウジングの内部断面積に占める割合として表される、中空糸膜の充填率が、38%以下であること；

（B）前記中空糸膜の外径が、1.1mm以下であること；及び

（C）前記中空糸膜の合計膜面積が、70m²以上であること；

のすべてを満たす、中空糸膜モジュールである。

[0091] この中空糸膜モジュールにおける中空糸膜の有効長は、1.6m以上であることが好ましい。

中空糸膜モジュールの接着固定部には、中空糸膜の配置を規制するための規制部材がないことが好ましい。

また、第1接着固定層では中空糸膜の中空部が開口しており、第2接着固定層では中空糸膜の中空部が封止されていることが好ましい。

更に、第2接着固定層が、第2接着固定層を貫通する孔を有することが好ましい。

上記の中空糸膜モジュールのその他の態様については、本発明の洗浄方法が適用される中空糸膜モジュールの説明として上記した記載を援用できる。

[0092] 《ろ過方法》

本発明の更に別の観点によると、上記の中空糸膜モジュールを用いて行うろ過方法が提供される。

このろ過方法は、

上記の中空糸膜モジュールを用いて、原水をろ過する、ろ過方法であって、

、

前記ろ過方法は、

外圧ろ過により、前記中空糸膜に原水を通過させてろ過してろ過水を得

る、ろ過工程；及び

前記ろ過工程の後に行われる、洗浄工程
を含み、

前記洗浄工程は、

逆流洗浄又はフラッシングを行う第1洗浄工程、及び第2洗浄工程をこの
順に含み、

前記第2洗浄工程は、

前記中空糸膜の内側から外側に、前記ろ過水を通させる逆流洗浄、又は
原水を前記導入口から導入し、前記洗浄用排出口から排出するフラッシン
グと、

気泡を含む原水を前記導入口から導入し、前記洗浄用排出口から排出し
て、前記気泡によって中空糸膜を揺らす、エアスクラビングと
を組み合わせて行って、前記中空糸膜の外側表面を洗浄する、逆流洗浄－エ
アスクラビング同時洗浄、又はフラッシング－エアスクラビング同時洗浄
を行う、

ろ過方法である。このろ過方法では、洗浄工程において第1洗浄工程を行わ
なくてもよく、第1洗浄工程を行わなくても高い洗浄効果が得られる。

[0093] 上記ろ過方法において、第1洗浄工程及び第2洗浄工程の後に、第3洗浄
工程を更に含んでいてよい。

この第3洗浄工程は、以下の(C1)及び(C2)のうちの少なくとも1
つの処理を行う工程であってよい：

(C1) 中空糸膜の原水側に水を通させる、フラッシング処理；及び

(C2) 中空糸膜のろ過水側から原水側に水を通させる、逆流洗浄処
理。

[0094] 上記ろ過方法では、洗浄工程の後に、導入口又は洗浄用排出口から中空糸
膜の外側及び中空部の洗浄排液を排出する、排出工程を含むことが好ましい
。

この排出工程は、導入口又は洗浄用排出口に圧縮空気を導入して、洗浄排

液を強制的に排出する工程であることが好ましい。

そして、上記の中空糸膜モジュールによつてろ過される原水の平均濁度は、10度以上であることが、中空糸膜モジュールの性能を好適に発揮できるため、好ましい。

実施例

[0095] 《中空糸膜モジュール》

以下の実施例及び比較例では、旭化成（株）製の中空糸状のろ過膜（限外ろ過膜、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）製、外径1.2mm、内径0.7mm、長さ2m、膜の平均孔径0.08 μ m）6,600本を束ねて、ABS製のケーシング（長さ2m、直径6インチ、円筒形）に収納して作製された、外圧式中空糸膜モジュール（合計膜面積50m²）を用いた。

[0096] 《試験方法》

原水として、濁質成分として浮遊物質（SS）を含む河川表流水を用いた。この河川表流水のSS量は0.024g/L、TOC（全有機炭素量）は0.003g/Lであった。

中空糸膜モジュールの中空糸膜外側空間に、原水を、膜面積1m²当たり、1日当たりの流量として、2.4m³/m²/日（=5,000L/hr）にて供給し、かつ排水側に原水を流さない、定流量外圧全量ろ過方式で、30分間のろ過運転を行った。

次いで、各実施例又は比較例所定の洗浄を行った。

以上の30分間のろ過運転、及び所定の洗浄から成るサイクルを繰り返して、12か月間の運転を行った。

[0097] 12か月後、膜間差圧を測定し、リーク検査を行った。

更に、次亜塩素酸ナトリウムと水酸化ナトリウムとの混合水溶液、及びクエン酸水溶液を順次に用いて、12か月運転後の中空糸膜モジュールの薬品洗浄を行った後に、透水量を測定し、未使用の中空糸膜モジュールの透水量と比較した。

なお、比較例4及び5については、12か月間の安定運転が行えなかった

ため、安定運転が不可能になった時点で運転を停止して、その時点における膜間差圧を測定した。

また、実施例及び第1洗浄工程を行った比較例については、運転開始後第1回目洗浄時の第1洗浄工程によって除去されたSS量を測定し、持ち込みSS量に対する除去率（質量％）を算出した。30分のろ過運転の間に、原水から中空糸膜モジュールに持ち込まれるSS量は、 60 g である（ $5,000\text{ L/hr} \times 0.5\text{ hr} \times 0.024\text{ g/L} = 60\text{ g}$ ）

[0098] 《実施例A1》

実施例A1では、

第1洗浄工程として、ろ過水による逆流洗浄処理を行い、

次いで、第2洗浄工程として、ろ過水による逆流洗浄処理と、空気によるエアスクラビング処理とを、同時に行い、

その後、第3洗浄工程として、原水によるフラッシング処理を行う方法により、洗浄した。各工程の洗浄条件は、以下のとおりである。

〈第1洗浄工程〉

逆流洗浄処理：ろ過水側から原水側へ、ろ過水を $2,000\text{ L/hr}$ の流量で通過させる処理

第1洗浄工程実施時間：30秒間

〈第2洗浄工程〉

逆流洗浄処理：ろ過水側から原水側へ、ろ過水を $2,000\text{ L/hr}$ の流量で通過させる処理

エアスクラビング：原水側に、空気を $5\text{ Nm}^3/\text{hr}$ の流量で通過させる処理

第2洗浄工程実施時間：1分間

〈第3洗浄工程〉

フラッシング処理：原水側に、原水を $3\text{ m}^3/\text{hr}$ の流量にて通過させる処理

第3洗浄工程実施時間：1分間

実施例 A 1 の第 1 洗浄工程では、洗浄前に中空糸膜モジュール内に存在した水のうち、当該モジュールの容量（ホールドアップ量）の 50 体積%が、ろ過水によって置換された。

[0099] 《実施例 A 2》

実施例 A 2 では、第 1 洗浄工程として、原水によるフラッシングを行い、その後、実施例 A 1 と同じ条件にて、第 2 洗浄工程及び第 3 洗浄工程を行う方法により、洗浄した。第 1 洗浄工程の洗浄条件は、以下のとおりである。

〈第 1 洗浄工程〉

フラッシング処理：原水側に、原水を 3, 000 L / h r の流量で通過させる処理

第 1 洗浄工程実施時間：30 秒間

実施例 A 2 の第 1 洗浄工程では、洗浄前に中空糸膜モジュール内に存在した水のうち、当該モジュールの容量（ホールドアップ量）の 70 体積%が、原水によって置換された。

[0100] 《実施例 A 3》

実施例 A 3 では、第 1 洗浄工程として、空気によるドレイン処理を 30 秒間行い、その後、実施例 A 1 と同じ条件にて、第 2 洗浄工程及び第 3 洗浄工程を行う方法により、洗浄した。第 1 洗浄工程の洗浄条件は、以下のとおりである。

〈濁質除去工程〉

ドレイン処理：中空糸膜モジュール内の水のうち、当該モジュールの容量（ホールドアップ量）の 50 体積%を排出する処理

[0101] 《実施例 A 4》

実施例 A 4 では、第 1 洗浄工程として、ろ過水による逆流洗浄処理を行い、次いで、第 2 洗浄工程として、空気によるエアスクラビング処理を行い、その後、実施例 A 1 と同じ条件にて、第 3 洗浄工程を行う方法により、洗浄した。第 1 洗浄工程及び第 2 洗浄工程の洗浄条件は、以下のとおりである。

〈第 1 洗浄工程〉

逆流洗浄処理：ろ過水側から原水側へ、ろ過水を2,000L/h rの流量で通過させる処理

第1洗浄工程実施時間：30秒間

〈第2洗浄工程〉

エアスクラビング処理：原水側に、空気を5Nm³/h rの流量で通過させる処理

第2洗浄工程実施時間：1分間

実施例A4の第1洗浄工程では、洗浄前に中空糸膜モジュール内に存在した水のうち、当該モジュールの容量（ホールドアップ量）の50体積%が、ろ過水によって置換された。

[0102] 《実施例A5》

実施例A5では、第1洗浄工程として、ろ過水による逆流洗浄を行い、次いで、第2洗浄工程として、原水によるフラッシング処理と、空気によるエアスクラビング処理とを同時に行い、その後実施例A1と同じ条件にて、第3洗浄工程を行う方法により、洗浄した。第1洗浄工程及び第2洗浄工程の洗浄条件は、以下のとおりである。

〈第1洗浄工程〉

逆流洗浄処理：ろ過水側から原水側へ、ろ過水を2,000L/h rの流量で通過させる処理

第1洗浄工程実施時間：30秒間

〈第2洗浄工程〉

原水フラッシング処理：原水側に、原水を3,000L/h rの流量で通過させる処理

エアスクラビング処理：原水側に、空気を5Nm³/h rの流量で通過させる処理

第2洗浄工程実施時間：1分間

実施例A5の第1洗浄工程では、洗浄前に中空糸膜モジュール内に存在した水のうち、当該モジュールの容量（ホールドアップ量）の50体積%が、

ろ過水によって置換された。

[0103] 《比較例 A 1》

比較例 A 1 では、第 1 洗浄工程及び第 2 洗浄工程の条件を、それぞれ、以下のように変更した他は、実施例 A 2 と同様にして、洗浄を行った。第 1 洗浄工程及び第 2 洗浄工程の洗浄条件は、以下のとおりである。

〈第 1 洗浄工程〉

フラッシング処理：原水側に、原水を 3, 000 L / h r の流量で通過させる処理

第 1 洗浄工程実施時間：10 秒間

〈第 2 洗浄工程〉

逆流洗浄処理：ろ過水側から原水側へ、ろ過水を 2, 000 L / h r の流量で通過させる処理

エアスクラビング：原水側に、空気を 5 N m³ / h r の流量で通過させる処理

第 2 洗浄工程実施時間：1 分間

比較例 A 1 の第 1 洗浄工程では、洗浄前に中空糸膜モジュール内に存在した水のうち、当該モジュールの容量（ホールドアップ量）の 30 体積%が、原水によって置換された。

[0104] 《比較例 A 2》

比較例 A 2 では、第 1 洗浄工程及び第 2 洗浄工程の条件を、それぞれ、以下のように変更した他は、実施例 A 2 と同様にして、洗浄を行った。第 1 洗浄工程及び第 2 洗浄工程の洗浄条件は、以下のとおりである。

〈第 1 洗浄工程〉

フラッシング処理：原水側に、原水を 3, 000 L / h r の流量で通過させる処理

第 1 洗浄工程実施時間：15 秒間

〈第 2 洗浄工程〉

逆流洗浄処理：ろ過水側から原水側へ、ろ過水を 2, 000 L / h r の

流量で通過させる処理

エアスクラビング処理：原水側に、空気を $5 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ の流量で通過させる処理

第2洗浄工程実施時間：1分間

比較例A2の第1洗浄工程では、洗浄前に中空糸膜モジュール内に存在した水のうち、当該モジュールの容量（ホールドアップ量）の40体積%が、原水によって置換された。

[0105] 《比較例A3》

比較例A3では、

第1洗浄工程を行わず、

第2洗浄工程として、空気によるエアスクラビング処理を行い、

その後、第3洗浄工程として、原水によるフラッシング処理を行う

方法により、洗浄した。各工程の洗浄条件は、以下のとおりである。

〈第2洗浄工程〉

エアスクラビング処理：原水側に、空気を $5 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ の流量で通過させる処理

第2洗浄工程実施時間：1分間

〈第3洗浄工程〉

フラッシング処理：原水側に、原水を $3 \text{ m}^3/\text{hr}$ の流量にて通過させる処理

第3洗浄工程実施時間：1分間

[0106] 《比較例A4》

比較例A4では、第1洗浄工程を行わず、実施例A1と同じ条件にて第2洗浄工程及び第3洗浄工程のみを行う方法により、洗浄した。

[0107] 《比較例A5》

比較例A5では、第1洗浄工程を行わず、実施例A5と同じ条件にて第2洗浄工程及び第3洗浄工程のみを行う方法により、洗浄した。

[0108] 《比較例A6》

比較例 A 6 では、以下の条件にて第 1 洗浄工程及び第 3 洗浄工程のみを行い、第 2 洗浄工程を行わない方法により、洗浄した。第 1 洗浄工程及び第 3 洗浄工程の洗浄条件は、以下のとおりである。

〈第 1 洗浄工程〉

逆流洗浄処理：ろ過水側から原水側へ、ろ過水を $1,000\text{L}/\text{hr}$ の流量で通過させる処理

第 1 洗浄工程実施時間：1 分間

〈第 3 洗浄工程〉

フラッシング処理：原水側に、原水を $3\text{Nm}^3/\text{hr}$ の流量にて通過させる処理

第 3 洗浄工程実施時間：1 分間

この第 1 洗浄工程の逆流洗浄処理により、洗浄前に中空糸膜モジュール内に存在した水のうち、当該モジュールの容量（ホールドアップ量）の 70 体積％が、ろ過水によって置換された。

しかしながら、この比較例 A 6 では、本発明所定の第 2 洗浄工程を行っていない点に留意されたい。

[0109] 《比較例 A 7》

比較例 A 7 では、以下の条件にて第 1 洗浄工程のみを行い、第 2 洗浄工程及び第 3 洗浄工程を行わない方法により、洗浄した。第 1 洗浄工程の洗浄条件は、以下のとおりである。

〈第 1 洗浄工程〉

フラッシング処理：原水側に、原水を $1.2\text{m}^3/\text{hr}$ の流量にて通過させる処理

第 1 洗浄工程実施時間：1 分間

この第 1 洗浄工程の原水フラッシング処理により、洗浄前に中空糸膜モジュール内に存在した水のうち、当該モジュールの容量（ホールドアップ量）の 80 体積％が、原水によって置換された。

しかしながら、この比較例 A 7 では、本発明所定の第 2 洗浄工程を行って

いない点に留意されたい。

[0110] 上記実施例及び比較例の結果を、表 1 に示した。

表 1 では、逆流洗浄処理を「BW」、原水によるフラッシング処理を「FL」、ドレイン処理を「DL」、エアスクラビング処理を「AS」、逆洗とエアスクラビングとの同時実施（逆洗－エアスクラビング同時洗浄）を「ASBW」、フラッシングとエアスクラビングとの同時実施（フラッシング－エアスクラビング同時洗浄）を「ASFL」と表記した。

[0111]

[表1]

表1.

	第1洗浄工程						第2洗浄工程		第3洗浄工程		運転期間	運転停止後 膜間差圧	薬品洗浄後 透過量 回復率
	洗浄 方法	洗浄 時間	モジュール内の水 の置換・排出量	SS除去量	SS除去率	洗浄 方法	洗浄 時間	洗浄 方法	洗浄 時間				
実施例 A1	BW	30秒間	50 vol%	5.4 g	9 wt%	ASBW	1分間	FL	1分間	12か月	1.90 kPa	98%	
実施例 A2	FL	30秒間	70 vol%	7.2 g	12 wt%	ASBW	1分間	FL	1分間	12か月	1.95 kPa	96%	
実施例 A3	DL	30秒間	50 vol%	13 g	22 wt%	ASBW	1分間	FL	1分間	12か月	1.93 kPa	97%	
実施例 A4	BW	30秒間	50 vol%	4.2 g	7 wt%	AS	1分間	FL	1分間	12か月	1.90 kPa	93%	
実施例 A5	BW	30秒間	50 vol%	5.4 g	9 wt%	ASFL	1分間	FL	1分間	12か月	1.90 kPa	94%	
比較例 A1	FL	10秒間	30 vol%	1.8 g	3 wt%	ASBW	1分間	FL	1分間	12か月	1.95 kPa	80%	
比較例 A2	FL	15秒間	40 vol%	3.0 g	5 wt%	ASBW	1分間	FL	1分間	12か月	1.95 kPa	82%	
比較例 A3	-	-	-	-	-	AS	1分間	FL	1分間	12か月	2.20 kPa	75%	
比較例 A4	-	-	-	-	-	ASBW	1分間	FL	1分間	12か月	2.10 kPa	85%	
比較例 A5	-	-	-	-	-	ASFL	1分間	FL	1分間	12か月	2.10 kPa	80%	
比較例 A6	BW	1分間	70 vol%	7.2 g	12 wt%	-	-	FL	1分間	4か月	2.10 kPa	-	
比較例 A7	FL	1分間	80 vol%	8.4 g	14 wt%	-	-	-	-	2か月	2.10 kPa	-	

[0112] 以下の実施例及び比較例における評価は、以下の手法により行った。

<濁質排出性試験>

濁質排出性試験では、ろ過工程において中空糸膜モジュールに持ち込まれた濁質成分の総和（原水中の濁度×ろ過液量）が、洗浄工程においてどれだけ排出されたかを調べた。

例えば、運転シーケンスを、F（28.5分）－ASBW（1分）－FL（0.5分）とし、原水の濁度を10NTU、ろ過液量を10m³/hr、逆洗水量を10m³/hr、FL水量を10m³/hrとして運転したときに、ASBW時の排出水の平均濁度が200NTU、FL時の排出水の平均濁度が50NTUであった場合、濁質排出性は、以下のように算出される。

$$[\{ (1 \times 200 \times 10) + (0.5 \times 50 \times 10) \} / (28.5 \times 10 \times 10)] \times 100 = 79\%$$

[0113] <擦過耐久性試験>

中空糸膜に濁質が堆積した状態でエアスクラビングを実施すると、濁質とともに中空糸膜同士が擦れて、中空糸膜の細孔が閉塞して、透水量が減少する可能性がある。そこで、洗浄工程にエアスクラビングを含むろ過運転の加速試験を行い、透水量の保持率を調べ、擦過耐久性の指標とした。

原水濁度を10NTUに設定し、運転シーケンスの1サイクルを、F（1分）－ASBW（1分）－FL（0.5分）の加速運転条件として、10,000サイクルのろ過運転実施前後の中空糸膜モジュールの純水透水量の保持率を算出した。

[0114] <回収率>

回収率は、ろ過工程で得たろ過水量から洗浄工程で消費されたろ過水量を差し引き、1サイクルで設定したろ過FLUX（透過流速）の何%がろ過水として確保できたかを示す指標である。

例えば、運転シーケンスの1サイクルを、F（28.5分）－ASBW（1分）－FL（0.5分）とし、ろ過FLUXを10m³/hr、逆洗水量を8m³/hrとしたとき、回収率は、以下のように算出される。

$$[\{ (2 8 . 5 \times 1 0 \div 6 0) - (1 \times 8 \div 6 0) \} \div (3 0 \times 1 0 \div 6 0)] \times 1 0 0 = 9 2 \%$$

[0115] (実施例B1：参考例)

PVDF（ポリフッ化ビリニデン）製中空糸膜（旭化成（株）製）16,500本を2.3mの長さで束ね、垂直に吊るし、下側端面を切断することによって面をそろえた。次に周長が170mmになるように、メンディングテープで膜束の円周に全周に渡って貼付した。さらにウレタン樹脂300gを混合吐出機で測り取り、膜束の下面に30秒浸漬させて、すぐに離した。この後、4時間室温放置して膜束の下面に含浸したウレタン樹脂を硬化させ、中空部を封止した。こうしてできた膜束を、中空糸膜束を収納するための第1筒状部材（パイプ内径200mm）、及び内径216mmの整流筒が内側に装着された第2筒状部材（パイプ内径218mm）を有する、ハウジング内に挿入した。

ここで用いた中空糸膜は、平均細孔径0.1 μ m、内径0.6mm、外径0.95mmである。

[0116] 次に、第1筒状部材側の中空糸膜束の端部（第1接着固定層）における、貫通孔形成予定位置に、柱状部材（直径11mm）40本を挿入した。

[0117] 次に、ポッティング材導入用チューブを取り付けた接着固定部形成用容器をハウジングの両端に固定した状態で、回転させながら、ポッティング材をハウジングの第1筒状部材内及び第2筒状部材内に注入した。ポッティング材としては、2液性熱硬化型ウレタン樹脂（サンユレック（株）製、SA-6330A2/SA-6330B5（商品名））を用いた。ポッティング材の硬化反応が進行して流動化が停止した時点で遠心機の回転を停止して、ハウジングを取り出し、オープン中で50 $^{\circ}$ Cに加熱して、ウレタン樹脂をキュアした。

[0118] その後、ハウジングの第2筒状部材側の膜束端部を切断して、接着前の段階で封止した側の中空糸膜の中空部を開口させた。一方、第1筒状部材側の第1接着固定部から柱状部材を取り除いて複数の貫通孔を形成した。なお、

本中空糸膜モジュールの膜有効長は2.0mである。

[0119] 製造した中空糸膜モジュールの充填率は、37.2%であった。

[0120] 製造した中空糸膜モジュールの端面における接着固定部について、JIS K 7215に準拠して測定したD硬度は、55Dであった。なお、接着固定部のD硬度測定は、荷重保持時間を10秒とし、硬度の値は、端面の接着固定部から無作為に選んだ5点の平均値である。

[0121] 次いで、図2に示したろ過システムに、上記で得られた中空糸膜モジュールを、中空糸膜の中空部が開口した側を上にして取り付け、濁質排出性試験、及び擦過耐久性試験を行った。

[0122] 濁質排出性は、以下の設定の運転によって調べた。

運転シーケンス：F（28.5分）－ASBW（1分）－FL（0.5分）を、この順に設定

原水の濁度：10NTU

ろ過FLUX：100LMH

逆洗FLUX：80LMH

FL流量：3m³/hr

その結果、ASBW時の排出水の平均濁度は250NTUであり、FL時の排出水の平均濁度は180NTUであった。また、モジュールに持込まれた濁質のうち、排除された濁質の質量割合（濁質排除率）は、80質量%であった。

[0123] 擦過耐久性は、以下の設定の運転によって調べた。

運転シーケンス：F（1分）－ASBW（1分）－FL（0.5分）を、この順に設定

原水濁度：120NTU

ろ過FLUX：100LMH

逆洗FLUX：80LMH

FL流量：3m³/hr

上記条件下で10,000サイクル運転後の中空糸膜モジュールの純水透

水量と、初期の純水透水量とを比較して、透水量保持率を求めたところ、透水量保持率は80%であった。

[0124] なお、表2中の「フットプリント」は、「SS除去率」は、運転開始後第1回目洗浄時の第1洗浄工程によって除去されたSS量を測定し、持ち込みSS量に対する除去率（質量%）を示す値である。また、「回収率」とは、ろ過FLUXのうち、ろ過水として確保できた液量の占める割合を、質量%単位で示した値である。

[0125] （実施例B2～B8及び比較例B1～B7）

膜モジュールの仕様、及び試験条件を、それぞれ、表2のとおりとした他は、実施例B1と同様にして、膜モジュールを作製して、濁質排出性試験、及び擦過耐久性試験を行った。

なお、実施例B2及びB3は、参考例である。

結果を、表2にまとめた。

[0126] 上記の実施例及び比較例において、原水としては、浄水場の砂ろ過逆洗排水を希釈して、表2に示した濁度に調整したものをを用いた。

[0127]

[表2]

表2.

		実施例 B1	実施例 B2	実施例 B3	実施例 B4
中空糸膜					
	糸外径(mm)	0.95	0.95	0.95	0.95
	糸内径(mm)	0.6	0.6	0.6	0.6
	糸本数(本)	16500	13500	16500	16500
	膜面積(m ²)	98	81	98	98
	有効長(m)	2.0	2.0	2.0	2.0
モジュール、第1筒状部材					
	パイプ部内径(mm)	200	182	200	200
	中空糸膜の充填率(%)	37	37	37	37
	フットプリント(m ² /m ²)	3135	3097	3135	3135
運転シーケンス		F-ASBW-FL	F-ASBW-FL	F-ASFL	F-BW-ASBW-FL
運転条件					
F	時間 [min]				
	濁質排出性試験時 擦過耐久性試験時	28.5 1.0	28.5 1.0	28.5 1.0	28.5 1.0
	Flux [LMH]	100	100	100	100
BW	時間 [min]	—	—	—	0.5
	BW Flux [LMH]	—	—	—	80
FL	時間 [min]	—	—	—	—
	流量 [m ³ /h]	—	—	—	—
ASBW	時間 [min]	1.0	1.0	—	1.0
	BW Flux [LMH]	80	80	—	80
	AS流量 [Nm ³ /h]	7	6	—	7
ASFL	時間 [min]	—	—	1.5	—
	流量 [m ³ /h]	—	—	8.0	—
	AS流量 [Nm ³ /h]	—	—	7	—
FL	時間 [min]	0.5	0.5	—	0.5
	流量 [m ³ /h]	3	3	—	3
被ろ過液濁度 [NTU]					
	濁質排出性試験時 擦過耐久性試験時	10 120	10 120	10 120	10 120
評価結果					
第1洗浄工程					
	水の置換・排出量	—	—	—	50vol%以上
	SS除去率	—	—	—	7%以上
濁質排除率(質量%)		80	85	80	80
擦過後透水保持率		80	80	80	90
回収率(質量%)		92	92	95	92

(表2. つづきあり)

[表3]

表2. (つづき)

		実施例 B5	実施例 B6	実施例 B7	実施例 B8	
中空糸膜						
	糸外径(mm)	0.95	0.95	1.05	0.85	
	糸内径(mm)	0.6	0.6	0.7	0.7	
	糸本数(本)	16500	16500	11000	18000	
	膜面積(m ²)	98	84	73	96	
	有効長(m)	2.0	1.7	2.0	2.0	
モジュール、第1筒状部材						
	パイプ部内径(mm)	200	200	182	200	
	中空糸膜の充填率(%)	37	37	37	33	
	フットプリント(m ² /m ²)	3135	2665	2790	3060	
運転シーケンス		F-FL-ASFL	F-BW-ASFL	F-BW-ASFL	F-BW-ASFL	
運転条件						
F	時間 [min]					
		濁質排出性試験時	28.5	28.5	28.5	28.5
		擦過耐久性試験時	1.0	1.0	1.0	1.0
	Flux [LMH]	100	100	100	100	
	BW	時間 [min]	—	0.5	0.5	0.5
		BW Flux [LMH]	—	80	80	80
	FL	時間 [min]	0.5	—	—	—
		流量 [m ³ /h]	8	—	—	—
	ASBW	時間 [min]	—	—	—	—
		BW Flux [LMH]	—	—	—	—
		AS流量 [Nm ³ /h]	—	—	—	—
	ASFL	時間 [min]	1.0	1.0	1.0	1.0
		流量 [m ³ /h]	8.0	8.0	8.0	8.0
		AS流量 [Nm ³ /h]	7	7	6	6
	FL	時間 [min]	—	—	—	—
		流量 [m ³ /h]	—	—	—	—
	被る過液濁度 [NTU]					
		濁質排出性試験時	10	10	10	10
		擦過耐久性試験時	120	120	120	120
評価結果						
第1洗浄工程	水の置換・排出量	50vol%以上	50vol%以上	50vol%以上	50vol%以上	
		SS除去率	7%以上	7%以上	7%以上	7%以上
	濁質排除率(質量%)	80	85	85	85	
	擦過後透水保持率	90	90	90	90	
	回収率(質量%)	95	94	94	94	

(表2. つづきあり)

[表4]

表2. (つづき)

		比較例 B1	比較例 B2	比較例 B3	比較例 B4	
中空糸膜						
	糸外径(mm)	0.95	1.22	1.10	0.95	
	糸内径(mm)	0.6	0.8	0.7	0.8	
	糸本数(本)	18500	10000	13000	11000	
	膜面積(m ²)	110	77	90	66	
	有効長(m)	2.0	2.0	2.0	2.0	
モジュール、第1筒状部材						
	パイプ部内径(mm)	200	200	200	200	
	中空糸膜の充填率(%)	42	37	39	42	
	フットプリント(m ² /m ²)	3515	2440	2860	3525	
運転シーケンス		F-ASBW-FL	F-ASBW-FL	F-ASBW-FL	F-BW-ASBW-FL	
運転条件						
F	時間 [min]	濁質排出性試験時	28.5	28.5	28.5	28.5
		擦過耐久性試験時	1.0	1.0	1.0	1.0
		Flux [LMH]	100	100	100	100
	BW	時間 [min]	—	—	—	0.5
		BW Flux [LMH]	—	—	—	80
	FL	時間 [min]	—	—	—	—
		流量 [m ³ /h]	—	—	—	—
	ASBW	時間 [min]	1.0	1.0	1.0	1.0
		BW Flux [LMH]	80	80	80	80
		AS流量 [Nm ³ /h]	7	7	7	7
	ASFL	時間 [min]	—	—	—	—
		流量 [m ³ /h]	—	—	—	—
		AS流量 [Nm ³ /h]	—	—	—	—
	FL	時間 [min]	0.5	0.5	0.5	0.5
		流量 [m ³ /h]	3	3	3	3
	被る過液濁度 [NTU]					
		濁質排出性試験時	10	10	10	10
		擦過耐久性試験時	120	120	120	120
	評価結果					
	第1洗浄工程	水の置換・排出量	—	—	—	50vol%以上
SS除去率		—	—	—	7%以上	
濁質排除率(質量%)		65	80	70	80	
擦過後透水保持率		80	70	70	80	
回収率(質量%)		92	92	92	92	

(表2. つづきあり)

[表5]

表2. (つづき)

		比較例 B5	比較例 B6	比較例 B7	
中空糸膜					
	糸外径(mm)	1.20	0.95	1.2	
	糸内径(mm)	0.8	0.8	0.8	
	糸本数(本)	13000	11000	13000	
	膜面積(m ²)	216	182	230	
	有効長(m)	2.0	2.0	2.0	
モジュール、第1筒状部材					
	パイプ部内径(mm)	200	200	200	
	中空糸膜の充填率(%)	40	30	35	
	フットプリント(m ² /m ²)	2675	2524	2359	
運転シーケンス		F-BW-ASBW-FL	F-BW-ASBW-FL	F-BW-ASBW-FL	
運転条件					
F	時間 [min]				
		濁質排出性試験時	28.5	28.5	28.5
		擦過耐久性試験時	1.0	1.0	1.0
	Flux [LMH]	100	100	100	
	BW	時間 [min]	0.5	0.5	0.5
		BW Flux [LMH]	80	80	80
	FL	時間 [min]	—	—	—
		流量 [m ³ /h]	—	—	—
	ASBW	時間 [min]	1.0	1.0	1.0
		BW Flux [LMH]	80	80	80
		AS流量 [Nm ³ /h]	7	7	7
	ASFL	時間 [min]	—	—	—
		流量 [m ³ /h]	—	—	—
		AS流量 [Nm ³ /h]	—	—	—
	FL	時間 [min]	0.5	0.5	0.5
		流量 [m ³ /h]	3	3	3
	被ろ過液濁度 [NTU]				
		濁質排出性試験時	10	10	10
		擦過耐久性試験時	120	120	120
	評価結果				
第1洗浄工程					
	水の置換・排出量	50vol%以上	50vol%以上	50vol%以上	
	SS除去率	7%以上	7%以上	7%以上	
濁質排除率(質量%)		60	80	80	
擦過後透水保持率		60	80	80	
回収率(質量%)		92	92	92	

(表2. おわり)

符号の説明

[0131]	1	導入口
	2	ろ過水口
	3	洗浄用排出口
	10	中空糸膜束
	11	中空糸膜
	20	接着固定部
	21	第1接着固定層
	22	第2接着固定層
	30	ハウジング
	31	第1筒状部材
	32A	第2筒状部材A
	32B	第2筒状部材B
	41	中空糸の内側空間
	42	中空糸の外側空間
	50	整流筒
	100	中空糸膜モジュール
	200	原液タンク
	210	ストレイナー
	300	原水タンク
	400	ろ過水タンク
	500	コンプレッサ
	1000	ろ過システム
	V1	原水送液バルブ
	V2	ろ過水送液バルブ
	V3	逆洗用バルブ
	V4	洗浄排液ドレインバルブ
	V5	洗浄排液排出バルブ

- V 6 エアスクラビング用バルブ
- V 7 ドレイン処理用圧縮空気バルブ

請求の範囲

- [請求項1] 濁質成分を含む原水をろ過するための中空糸膜を含む中空糸膜モジュールの洗浄方法であって、
- 前記中空糸膜に堆積した濁質成分を除去する、第1洗浄工程と、
- 少なくとも、前記中空糸膜の原水側に気体を通過させる、エアスクラビング処理を行う、第2洗浄工程と
- をこの順に含み、
- 前記第1洗浄工程において、洗浄前に前記中空糸膜モジュール内に存際していた水のうち、前記中空糸膜モジュール容量の50体積%以上が除去される、
- 中空糸膜モジュールの洗浄方法。
- [請求項2] 前記第1洗浄工程が、以下の(A1)～(A3)のうちの少なくとも1つの処理を行う工程である、請求項1に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法：
- (A1) 前記中空糸膜のろ過水側から原水側に水を通過させる、逆流洗浄処理；
- (A2) 前記中空糸膜の原水側に水を通過させる、フラッシング処理；及び
- (A3) 中空糸膜モジュール内の液体を排出させる、ドレイン処理。
- [請求項3] 前記第1洗浄工程において、前記中空糸膜に堆積した濁質成分の7質量%以上を除去する、請求項1又は2に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法。
- [請求項4] 前記第2洗浄工程が、以下6(B1)～(B3)のいずれかを行う工程である、請求項1又は2に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法：
- (B1) 前記中空糸膜の原水側に気体を通過させる、エアスクラビング処理のみを行う工程；

(B 2) 前記中空糸膜の原水側に気体を通過させる、エアスクラビング処理と、前記中空糸膜のろ過水側から原水側に水を通過させる、逆流洗浄処理とを同時に行う工程；及び

(B 3) 前記中空糸膜の原水側に気体を通過させる、エアスクラビング処理と、前記中空糸膜の原水側に水を通過させる、フラッシング処理とを同時に行う工程。

[請求項5]

前記第1洗浄工程及び前記第2洗浄工程の後に、

前記濁質成分を前記中空糸膜モジュールの外部に排出させる第3洗浄工程を更に含む、

請求項1～4のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法。

[請求項6]

前記第3洗浄工程が、以下の(C 1)及び(C 2)のうちの少なくとも1つの処理を行う工程である、請求項5に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法：

(C 1) 前記中空糸膜の原水側に水を通過させる、フラッシング処理；及び

(C 2) 前記中空糸膜のろ過水側から原水側に水を通過させる、逆流洗浄処理。

[請求項7]

前記中空糸膜モジュールが、

複数本の中空糸膜から成る中空糸膜束と、

前記中空糸膜束が収納されたハウジングと、

前記中空糸膜束の両端部と前記ハウジングとを接着固定する、接着固定部と、

前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の外側空間とを連通する導入口と、

前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の内側空間とを連通するろ過水口と、

前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の外側空間とを連

通する洗浄用排出口と

を備えている、請求項1～6のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法。

[請求項8] 前記中空糸膜が、精密ろ過（MF）膜又は限外ろ過（UF）膜である、請求項7に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法。

[請求項9] 前記接着固定部が、

前記中空糸膜の一方の端部において、前記中空糸膜同士、及び前記中空糸膜束と前記ハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第1接着固定層と、

前記中空糸膜の他方の端部において、前記中空糸膜同士及び前記中空糸膜束と前記ハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第2接着固定層と

を備えている、

請求項7又は8に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法。

[請求項10] 複数本の中空糸膜から成る中空糸膜束と、

前記中空糸膜束が収納されたハウジングと、

前記中空糸膜束の両端部と前記ハウジングとを接着固定する、接着固定部と

を備えた中空糸膜モジュールであって、

前記中空糸膜は、精密ろ過（MF）膜又は限外ろ過（UF）膜であり、

前記接着固定部は、

前記中空糸膜の一方の端部において、前記中空糸膜同士、及び前記中空糸膜束と前記ハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第1接着固定層と、

前記中空糸膜の他方の端部において、前記中空糸膜同士及び前記中空糸膜束と前記ハウジングの内壁とを樹脂材によって接着固定する第2接着固定層と

を備え、

前記中空糸膜モジュールは、

前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の外側の空間とを
連通する導入口、

前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の内側の空間とを
連通するろ過水口、及び

前記中空糸膜モジュールの外部と前記中空糸膜の外側の空間とを
連通する洗浄用排出口

を備え、

以下の条件（A）、（B）、及び（C）：

（A）前記中空糸膜の断面積の合計が、前記ハウジングの内部断
面積に占める割合として表される、中空糸膜の充填率が、38%以下
であること；

（B）前記中空糸膜の外径が、1.1mm以下であること；及び

（C）前記中空糸膜の合計膜面積が、70m²以上であること；

のすべてを満たす、中空糸膜モジュール。

[請求項11] 前記中空糸膜の有効長が1.6m以上である、請求項10に記載の
中空糸膜モジュール。

[請求項12] 前記中空糸膜モジュールの前記接着固定部に、中空糸膜の配置を規
制するための規制部材がない、請求項10又は11に記載の中空糸膜
モジュール。

[請求項13] 前記第1接着固定層において、前記中空糸膜の中空部が開口してお
り、

前記第2接着固定層において、前記中空糸膜の中空部が封止されて
いる、

請求項12に記載の中空糸膜モジュール。

[請求項14] 前記第2接着固定層が、前記第2接着固定層を貫通する孔を有する
、請求項10～13のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュール。

- [請求項15] 前記請求項10～14のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールを用いて、被ろ過液をろ過する、ろ過方法であって、
前記ろ過方法は、
外圧ろ過により、前記中空糸膜に被ろ過液を通過させてろ過してろ過水を得る、ろ過工程；及び
前記ろ過工程の後に行われる、洗浄工程を含み、
前記洗浄工程が、請求項1～6のいずれか一項に記載の洗浄方法である、
ろ過方法。
- [請求項16] 前記請求項10～14のいずれか一項に記載の中空糸膜モジュールを用いて、被ろ過液をろ過する、ろ過方法であって、
前記ろ過方法は、
外圧ろ過により、前記中空糸膜に被ろ過液を通過させてろ過してろ過水を得る、ろ過工程；及び
前記ろ過工程の後に行われる、洗浄工程を含み、
前記洗浄工程は、
逆流洗浄又はフラッシングを行う第1洗浄工程、及び第2洗浄工程をこの順に含み、
前記第2洗浄工程は、
前記中空糸膜の内側から外側に、前記ろ過水を通過させる逆流洗浄、又は被ろ過液を前記導入口から導入し、前記洗浄用排出口から排出するフラッシングと、
気泡を含む被ろ過液を前記導入口から導入し、前記洗浄用排出口から排出して、前記気泡によって中空糸膜を揺らす、エアスクラビングと
を組み合わせて行って、前記中空糸膜の外側表面を洗浄する、逆流洗

浄-エアスクラビング同時洗浄、又はフラッシング-エアスクラビング同時洗浄
を行う、
ろ過方法。

[請求項17] 前記第1洗浄工程及び第2洗浄工程の後に、第3洗浄工程を更に含み、

前記第3洗浄工程が、以下の(C1)及び(C2)のうちの少なくとも1つの処理を行う工程である、請求項16に記載の中空糸膜モジュールの洗浄方法：

(C1) 前記中空糸膜の原水側に水を通過させる、フラッシング処理；及び

(C2) 前記中空糸膜のろ過水側から原水側に水を通過させる、逆流洗浄処理。

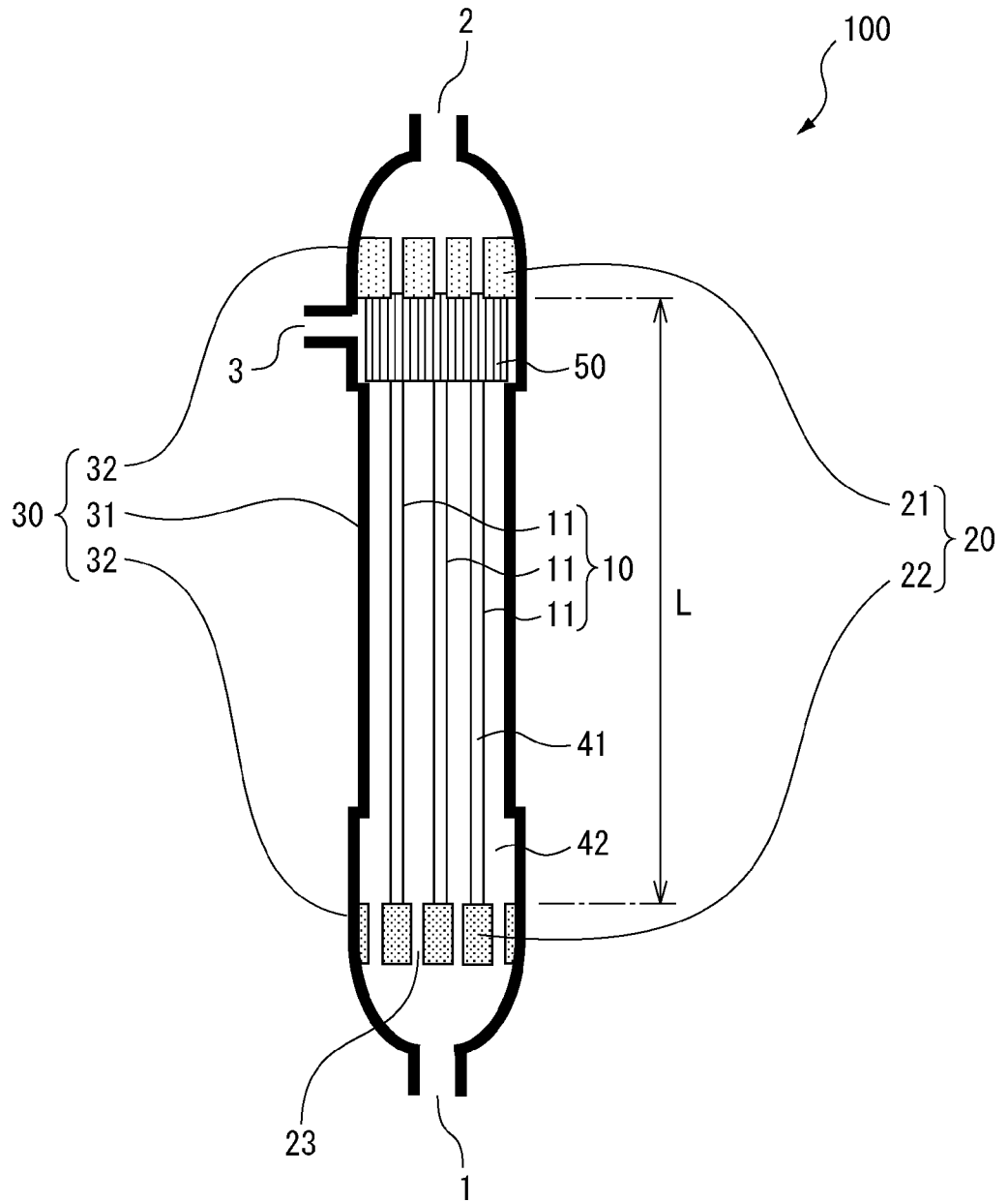
[請求項18] 前記洗浄工程の後に、前記導入口又は前記洗浄用排出口から前記中空糸膜の外側及び中空部の洗浄排液を排出する、排出工程を含む、請求項16又は17に記載のろ過方法。

[請求項19] 前記排出工程は、前記導入口又は前記洗浄用排出口に圧縮空気を導入して、前記洗浄排液を強制的に排出する工程である、請求項18に記載のろ過方法。

[請求項20] 前記被ろ過液の平均濁度が10度以上である、請求項16～19のいずれか一項に記載のろ過方法。

[図1]

図1



[圖2]

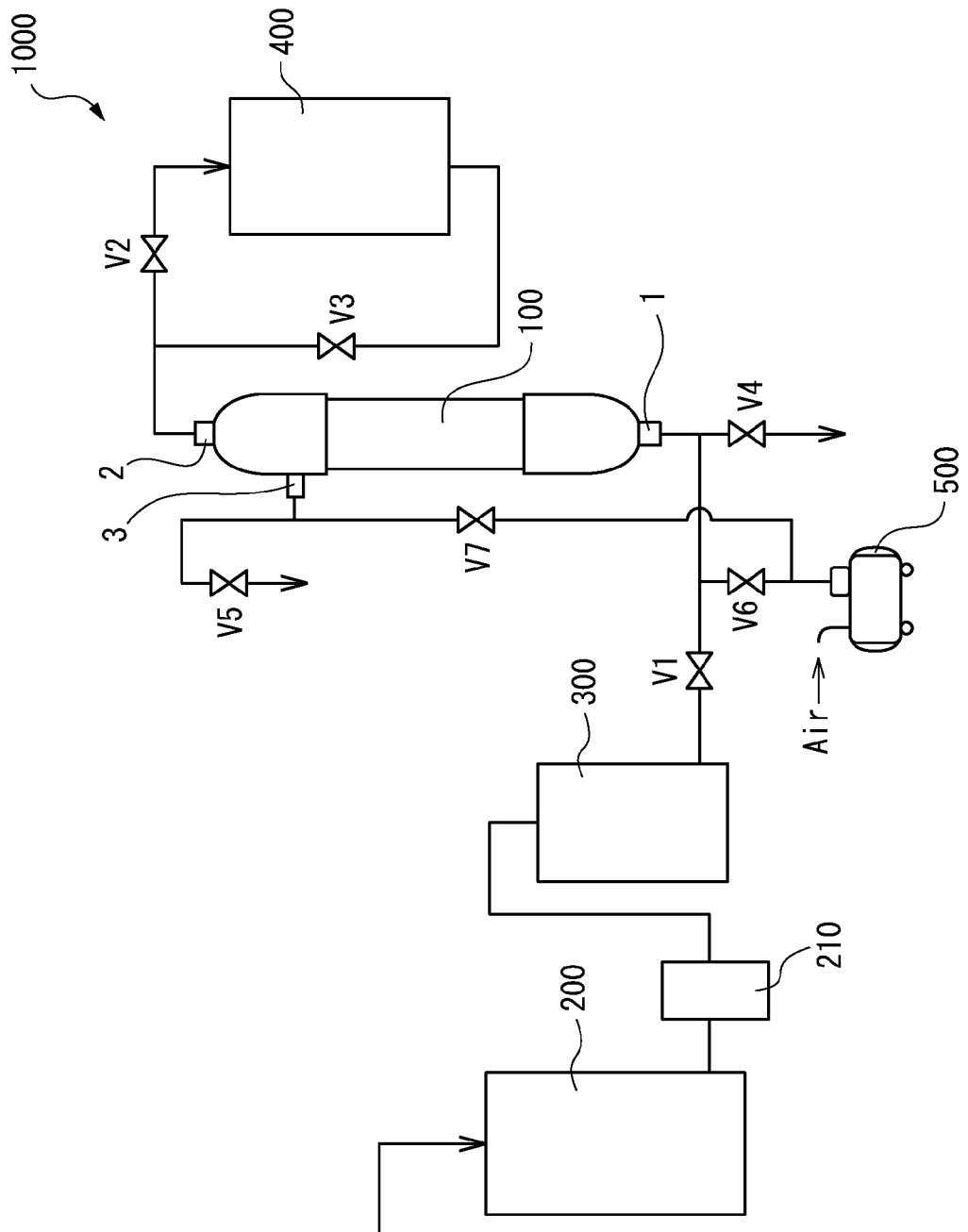


圖2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/043885

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B01D 61/14</i> (2006.01)i; <i>B01D 63/02</i> (2006.01)i; <i>B01D 65/02</i> (2006.01)i; <i>B01D 69/08</i> (2006.01)i; <i>C02F 1/44</i> (2006.01)i FI: B01D63/02; B01D61/14; B01D65/02; B01D65/02 520; B01D65/02 530; B01D69/08; C02F1/44 A; C02F1/44 D; C02F1/44 G		
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) B01D61/00-71/82; C02F1/44		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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 2007-289940 A (TORAY IND., INC.) 08 November 2007 (2007-11-08) paragraphs [0015], [0017], [0018], [0040], [0041], fig. 1	1-5, 7-9
Y		1-20
X	WO 2017/115769 A1 (TORAY IND., INC.) 06 July 2017 (2017-07-06) paragraphs [0019]-[0043], [0269]-[0398], fig. 1, 6	1-5, 7-16, 18, 20
Y		6-20
X	JP 3948593 B2 (ASAHI KASEI CORP.) 25 July 2007 (2007-07-25) claim 1, paragraphs [0009], [0011], [0019], [0029], [0030]	1-9
Y		1-20
Y	JP 2015-83309 A (DAIKI ATAKA ENGINEERING CO., LTD.) 30 April 2015 (2015-04-30) paragraph [0051]	6-9, 17-20
Y	JP 2011-56340 A (TOSHIBA CORP.) 24 March 2011 (2011-03-24) paragraphs [0039], [0040]	19-20
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 31 January 2022		Date of mailing of the international search report 22 February 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Invention 1: Claims 1-9

Document 1 indicates in fig. 1 that a feeding pump 2 feeds to a space 3A in a membrane module 3 on the membrane primary side, inside of the membrane module is divided into a space 3A on the membrane primary side and a space 3B on the membrane secondary side by means of a hollow fiber membrane and an adhesion fixation part thereof (corresponding to the "adhesion fixation layer" in claim 7, the "first adhesion fixation layer" and the "second adhesion fixation layer" in claim 9), the hollow fiber membrane having an open end part being fixed inside the membrane module 3 with an adhesive, raw water is filtered through the hollow fiber membrane in the membrane module and filtered water is transferred from the membrane secondary side to a filtered water storage tank 5 via a flow path and a filtered water valve 4 (paragraph [0015]), in example 1, an external pressure PVDF precision hollow fiber membrane module was used to filter raw water for 30 minutes, then an air vent valve 10 and a drain valve 8 were opened to drain all water in the module on the membrane primary side (corresponding to the "first cleaning step" in claim 1 and "A3" in claim 2), the drain valve 8 was then closed, countercurrent cleaning and air cleaning were simultaneously carried out for 30 seconds (corresponding to the "second cleaning step" in claim 1 and "B2" in claim 4), all water in the module on the membrane primary side was then again drained (corresponding to the "third cleaning step" in claim 5), the membrane primary side in the module was filled with raw water and filtration was started again (paragraphs [0040] and [0041]), it is important to, before simultaneously carrying out countercurrent cleaning and air cleaning, all liquid in the hollow fiber membrane module is drained, draining of raw water from the membrane module allows attachment of hollow fiber membranes that have by then floated discretely in water and when being attached, detachment of dirt components on the surface of the membrane is facilitated (paragraph [0018]) and air cleaning is a cleaning method in which air is fed to the membrane primary side and the membrane is vibrated (paragraph [0017]).

In the step for draining all water in the module on the membrane primary side in document 1, "all" water is drained, and thus it is considered that the step fulfils the amount (50% by volume or more) of water (water present in the module before cleaning) removed in claim 1.

Claim 3

Example A3 in table 1 of the present description describes that in the first cleaning step by draining treatment (DL), the amount of suspended component (SS) removed was 22% by mass when the amount of water removed was 50% by volume (paragraph [0111]).

In document 1, a higher amount of water is drained than the amount (50% by volume) of water removed in example A3. Therefore, it is highly possible that a higher amount of suspended component is removed than the amount of (22% by mass) suspended component removed in example A3, namely document 1 fulfils the amount of (7% by mass or more) suspended component removed in claim 3.

Thus, the invention as in claims 1-5 and 7-9 is disclosed in document 1.

As stated above, claims 1-5 and 7-9 lack novelty in light of document 1, and thus do not have a special technical feature.

Claim 6 dependent on claim 1 has the special technical feature wherein "the third cleaning step is a step for carrying out at least one of (C1) flushing treatment in which water is allowed to run through the raw water side of the hollow fiber membrane and (C2) countercurrent cleaning treatment in which water is allowed to run from the filtered water side of the hollow fiber membrane to the raw water side", and thus claims 1-9 are classified as invention 1.

Invention 2: Claims 10-20

Claims 10-20 cannot be said to share a same or corresponding special technical feature with claim 6 classified as invention 1.

In addition, claims 10-20 are not dependent on claim 1. Further, claims 10-20 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Therefore, claims 10-20 cannot be classified as invention 1.

Therefore, claims 10-20 are classified as invention 2.

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

- Remark on Protest**
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
 - The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
 - No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/043885

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2007-289940	A	08 November 2007	(Family: none)	
WO	2017/115769	A1	06 July 2017	US 2019/0015786 A1	
				paragraphs [0061]-[0087],	
				[0350]-[0521], fig. 1, 6	
				EP 3398674 A1	
				CN 108430610 A	
				KR 10-2018-0098269 A	
JP	3948593	B2	25 July 2007	(Family: none)	
JP	2015-83309	A	30 April 2015	JP 2015-61718 A	
				WO 2015/025534 A1	
JP	2011-56340	A	24 March 2011	(Family: none)	
JP	2006-231264	A	07 September 2006	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>B01D 61/14(2006.01)i; B01D 63/02(2006.01)i; B01D 65/02(2006.01)i; B01D 69/08(2006.01)i; C02F 1/44(2006.01)i FI: B01D63/02; B01D61/14; B01D65/02; B01D65/02 520; B01D65/02 530; B01D69/08; C02F1/44 A; C02F1/44 D; C02F1/44 G</p>																										
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>B01D61/00-71/82; C02F1/44</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年																
日本国実用新案公報	1922-1996年																									
日本国公開実用新案公報	1971-2022年																									
日本国実用新案登録公報	1996-2022年																									
日本国登録実用新案公報	1994-2022年																									
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 2007-289940 A（東レ株式会社）08.11.2007（2007-11-08） [0015]、[0017] - [0018]、[0040] - [0041]、図 1</td> <td>1-5, 7-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>WO 2017/115769 A1（東レ株式会社）06.07.2017（2017-07-06） [0019]-[0043]、[0269]-[0398]、図1、6</td> <td>1-5, 7-16, 18, 20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>6-20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 3948593 B2（旭化成ケミカルズ株式会社）25.07.2007（2007-07-25） 請求項1、[0009]、[0011]、[0019]、[0029] - [00 30]</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2015-83309 A（アタカ大機株式会社）30.04.2015（2015-04-30） [0051]</td> <td>6-9, 17-20</td> </tr> </tbody> </table>			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 2007-289940 A（東レ株式会社）08.11.2007（2007-11-08） [0015]、[0017] - [0018]、[0040] - [0041]、図 1	1-5, 7-9	Y		1-20	X	WO 2017/115769 A1（東レ株式会社）06.07.2017（2017-07-06） [0019]-[0043]、[0269]-[0398]、図1、6	1-5, 7-16, 18, 20	Y		6-20	X	JP 3948593 B2（旭化成ケミカルズ株式会社）25.07.2007（2007-07-25） 請求項1、[0009]、[0011]、[0019]、[0029] - [00 30]	1-9	Y		1-20	Y	JP 2015-83309 A（アタカ大機株式会社）30.04.2015（2015-04-30） [0051]	6-9, 17-20
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 2007-289940 A（東レ株式会社）08.11.2007（2007-11-08） [0015]、[0017] - [0018]、[0040] - [0041]、図 1	1-5, 7-9																								
Y		1-20																								
X	WO 2017/115769 A1（東レ株式会社）06.07.2017（2017-07-06） [0019]-[0043]、[0269]-[0398]、図1、6	1-5, 7-16, 18, 20																								
Y		6-20																								
X	JP 3948593 B2（旭化成ケミカルズ株式会社）25.07.2007（2007-07-25） 請求項1、[0009]、[0011]、[0019]、[0029] - [00 30]	1-9																								
Y		1-20																								
Y	JP 2015-83309 A（アタカ大機株式会社）30.04.2015（2015-04-30） [0051]	6-9, 17-20																								
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>																										
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	"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	"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	"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	"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	"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）	"&" 同一パテントファミリー文献	"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													
* 引用文献のカテゴリー	"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの																									
"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	"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																									
"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	"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																									
"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）	"&" 同一パテントファミリー文献																									
"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																										
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日																									
31.01.2022	22.02.2022																									
名称及びあて先	権限のある職員（特許庁審査官）																									
日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	片山 真紀 4D 4505																									
	電話番号 03-3581-1101 内線 3421																									

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
Y	JP 2011-56340 A (株式会社東芝) 24.03.2011 (2011 - 03 - 24) [0039]-[0040]	19-20
Y	JP 2006-231264 A (有限会社アクアシステムズ) 07.09.2006 (2006 - 09 - 07) [0013] - [0014]	1-9

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

（発明1）請求項1-9

文献1には、図1において、供給ポンプ2により膜モジュール3内の膜1次側の空間3Aに供給すること、膜モジュール3の内部に接着剤によって開孔端部が固定された中空糸膜及びその接着固定部（請求項7の「接着固定層」、請求項9の「第1接着固定層」、「第2接着固定層」に相当）によって、膜モジュールの内部は、膜1次側の空間3Aと膜2次側の空間3Bとに区分されていること、膜モジュール内で、原水は中空糸膜によってろ過され、ろ過水は膜2次側から流路及びろ過水弁4を経てろ過水貯留槽5へと移送されること（[0015]）、実施例1において、外圧式PVDF精密中空糸膜モジュールを使用して、原水のろ過を30分間行った後、エア抜き弁10と排水弁8を開け、モジュール内膜1次側の水を全量排出し（請求項1の「第1洗浄工程」、請求項2の「A3」に相当）、その後、排水弁8を閉めた後、逆流洗浄と空気洗浄を同時に30秒間実施し（請求項1の「第2洗浄工程」、請求項4の「B2」に相当）、その後、モジュール内の膜1次側の水を再び全量排出した後（請求項5の「第3洗浄工程」に相当）、モジュール内の膜1次側を原水で満水とし、再びろ過を開始したこと（[0040]-[0041]）、逆流洗浄と空気洗浄を同時に行う前に、まず中空糸膜モジュール内の液体の全部を排出することが重要であること、膜モジュールから原水を排出すると、それまで水中でばらばらに浮かんでいた中空糸膜同士がくっつき、その際に膜面上の汚れ成分が剥がれやすくなること（[0018]）、空気洗浄とは、エアを膜1次側に送り込み、膜を振動させることによって洗浄する方法であること（[0017]）が記載されている。

文献1のモジュール内膜1次側の水を全量排出する工程では、当該水の「全量」が排出されることから、請求項1の水（洗浄前にモジュール内に存在していた水）の除去量（50体積%以上）を満たすものと認められる。

請求項3について

本願明細書の表1の実施例A3には、ドレイン処理(DL)による第1洗浄工程において、水の除去量を50体積%としたとき、懸濁成分(SS)の除去量が22質量%であったことが記載されている（[0111]）。

文献1は、実施例A3の水の除去量（50体積%）よりも多い量の水を排出するものであるから、実施例A3の懸濁成分の除去量（22質量%）よりも多い量の懸濁成分が除去される、すなわち、請求項3の懸濁成分の除去量（7質量%以上）を満たす蓋然性が高い。

したがって、請求項1-5、7-9に係る発明は文献1に記載されている。

上記で述べたとおり、請求項1-5、7-9は、文献1により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。

請求項1の従属請求項である請求項6は「前記第3洗浄工程が、(C1)前記中空糸膜の原水側に水を通過させる、フラッシング処理、及び、(C2)前記中空糸膜のろ過水側から原水側に水を通過させる、逆流洗浄処理、のうちの少なくとも1つの処理を行う工程である」という特別な技術的特徴を有するものであるから、請求項1-9を発明1に区分する。

（発明2）請求項10-20

請求項10-20は、発明1に区分された請求項6と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。

また、請求項10-20は、請求項1の従属請求項ではない。さらに、請求項10-20は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項10-20は発明1に区分できない。

よって、請求項10-20は、発明2に区分する。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の
申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/043885

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2007-289940 A	08.11.2007	(ファミリーなし)	
WO 2017/115769 A1	06.07.2017	US 2019/0015786 A1 [0061]-[0087]、 [0350]-[0521]、 図1、6 EP 3398674 A1 CN 108430610 A KR 10-2018-0098269 A	
JP 3948593 B2	25.07.2007	(ファミリーなし)	
JP 2015-83309 A	30.04.2015	JP 2015-61718 A WO 2015/025534 A1	
JP 2011-56340 A	24.03.2011	(ファミリーなし)	
JP 2006-231264 A	07.09.2006	(ファミリーなし)	