

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2009 年 1 月 15 日 (15.01.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/008463 A1

- (51) 国際特許分類:
C02F 1/44 (2006.01) B01D 63/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/062446
- (22) 国際出願日: 2008 年 7 月 10 日 (10.07.2008)
- (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2007-182894 2007 年 7 月 12 日 (12.07.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東レ株式会社 (TORAY INDUSTRIES, INC.) [JP/JP]; 〒1038666 東京都中央区日本橋室町 2 丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鈴木 啓伸 (SUZUKI, Hironobu) [JP/JP]; 〒5208558 滋賀県大津市園山 1 丁目 1 番 1 号 東レ株式会社 滋賀事業場内 Shiga (JP). 久保 広明 (KUBO, Hiroaki) [JP/JP]; 〒5208558 滋賀県大津市園山 1 丁目 1 番 1 号 東レ株式会社 滋賀事業場内 Shiga (JP).

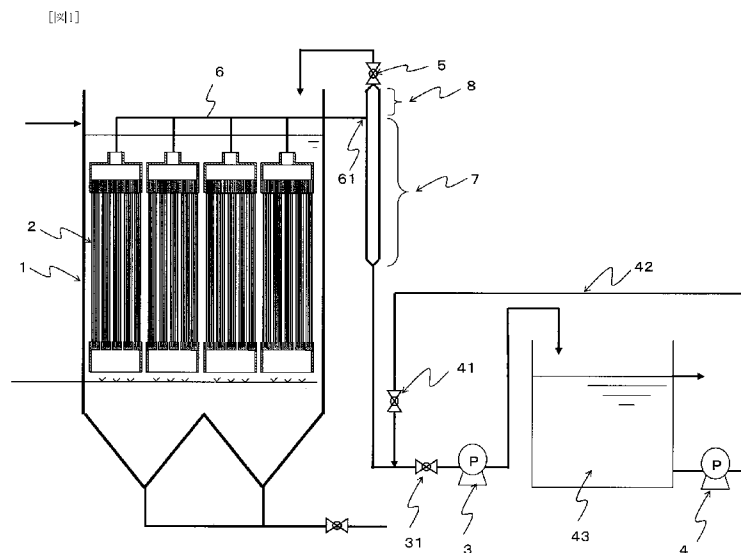
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MEMBRANE SEPARATION APPARATUS AND METHOD FOR FILTRATION TREATMENT

(54) 発明の名称: 膜分離装置及びろ過処理方法



(57) Abstract: This invention provides a membrane separation apparatus which can reliably discharge air, which stays within a filtered water pipe and becomes an obstacle to stable membrane filtration operation, at the start of back washing from the filtered water pipe, and further can significantly reduce the waste of washing water in the discharge of air within the pipe. The membrane separation apparatus comprises a plurality of immersion-type membrane modules immersed in a treatment tank and a filtered water pipe extended from a filtered water take-out port in the membrane module. In the midway of the filtered water pipe, a stem pipe for putting together filtered water pipes extended from individual immersion-type membrane modules is provided. An upward branch pipe for evacuation and means for evacuation are provided in the stem pipe. A vertically extended thick pipe part, which has a larger inner diameter than the other filtered water pipes, is provided in the stem pipe on the downstream side of the evacuation means.

[続葉有]



添付公開書類：
— 国際調査報告書

(57) 要約： 安定な膜ろ過運転を行う際の障害となるろ過水配管内に滞留する空気を、逆洗開始時に確実にろ過水配管から排出することができ、さらに、配管内の空気排出時における洗浄水の浪費を大幅に減少させることができる膜分離装置を提供することを目的とし、処理槽内に浸漬させる複数本の浸漬型膜モジュールと、該膜モジュールのろ過水取出口から延びるろ過水配管とを備えてなる膜分離装置において、前記ろ過水配管の途中には、各々の浸漬型膜モジュールから延びるろ過水配管をまとめた幹配管を設け、該幹配管に排気用の上向き分岐管と排気手段を設けるとともに、該排気手段の下方側の前記幹配管に、上下方向に延びた、その他のろ過水配管の部分より内径が太い太配管の部分設ける。

明 細 書

膜分離装置及びろ過処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、浸漬型膜モジュールを用いて水をろ過処理する装置に関するものである。さらに詳しくは、ろ過時における膜間差圧の上昇を抑制するために有効な膜分離装置に関するものである。

背景技術

[0002] 膜分離法は、省エネルギー、省スペース、省力化および製品の品質向上等の特徴を有するため、様々な分野での使用が拡大している。例えば、精密ろ過膜や限外ろ過膜は、河川水や地下水、下水処理水から、工業用水や水道水を製造する浄水プロセスへの適用があげられる。

[0003] また、膜モジュールには、大きく分けて、加圧型膜モジュールと浸漬型膜モジュールが存在する。加圧型膜モジュールは、加圧した原水をモジュール内に導入し、膜面によってろ過を行うタイプの膜モジュールである。一方、浸漬型膜モジュールは、大気開放された処理槽内の原水中に膜モジュールを浸漬させ、ろ過水側を吸引等してろ過を行うタイプの膜モジュールである。

[0004] 加圧型膜モジュールは、浸漬型に比べろ過圧力をより大きく設定できることから、膜面積あたりの処理量が増加し、そのため処理に必要な膜モジュール本数を減らせる、設置面積を小さくできる等の長所を持つ。一方、浸漬型膜モジュールは、耐圧性の筒状ケースが無く処理原水中に膜を浸漬させて使用されることから、膜間に詰まる濁質の排出性に優れ、高濁質の原水でも膜ろ過が行えるという長所がある。また、ろ過方法が単純であり、付帯配管も少ないことから、設備費を低減できる長所もある。

[0005] 浸漬型膜モジュールは前述したとおり、大気開放された処理槽内の原水中に膜モジュールを浸漬させ、ろ過水側を吸引等してろ過を行う。吸引ろ過の場合、浸漬型膜モジュールのろ過水出口から、膜モジュールのろ過水側を吸引する吸引手段(吸引ポンプなど)までの間のろ過水配管内は、ろ過工程中に、吸引されることにより負圧状態、ないしはそれに近い状態となる。よって、大気圧下の原水中では水に溶存して

いた空気が、負圧状態となるろ過水配管内で一部気化して気体となり、ろ過水配管内で空気が滞留する。

[0006] また、浸漬型膜モジュールを用いて原水を膜ろ過すると、原水中に含まれる濁質や有機物等の除去対象物が膜面に蓄積し、膜の閉塞現象が起こるため、膜のろ過抵抗が上昇し、やがてろ過を行うことができなくなる。そこで、膜ろ過性能を維持するため、定期的に膜ろ過を停止し、物理洗浄を行うのが一般的である。通常、前述のろ過工程と物理洗浄工程は、自動的に繰り返して実施される。

[0007] 物理洗浄には、膜モジュール下部に空気を吹き込んで膜を水中で振動させることにより、膜面に付着した汚染物質を震い落とす空気洗浄(空洗)や、膜モジュールのろ過方向とは逆方向、つまりろ過水側から供給水側に膜ろ過水などの水(洗浄水)を圧力で押し込み、膜などに付着した汚染物質を排除する逆圧水洗浄(逆洗)などがある。

[0008] この逆洗を行う時には、ろ過水側から供給する洗浄水が膜モジュールの膜面を通過できる程度の圧力で洗浄水を逆流方向に圧入させている。この一般的な逆洗の圧力水準では、ろ過水配管中に空気が滞留していると、膜モジュールの膜面にて洗浄水のみが膜の内側から外側に向かって膜を透過し、ろ過水配管中に滞留していた空気は膜を透過できない。よって、膜モジュール内のろ過水側に空気が蓄積していき、空気が蓄積した部分では洗浄水が透過せずに逆洗されないので、逆洗による膜面清浄ができない膜面積が生じ広がっていく。このため、物理洗浄効率が低下し、膜ろ過差圧の上昇速度が速くなるという問題がある。

[0009] この問題を回避し、膜モジュールの安定運転性を維持するため、洗浄水による逆洗を行う前に、ろ過水配管内や膜モジュール内のろ過水側に滞留している空気をろ過水配管外に排出することが有効である。その具体的手段として、特許文献1では膜モジュールの吸引口の上端に連通させて排気手段と空気抜きバルブを設け、逆洗をおこなう前に空気抜きバルブを開け、膜モジュールのろ過水流路内に滞留している気体を系外へ排出することが提案されている。

[0010] しかしながら、特許文献1の装置は、空気抜きバルブを開けるだけで滞留している空気全てを系外へ排出することが難しい。もちろん、逆洗開始後に空気抜きバルブ

を開としておくことで、ろ過水配管内の空気を洗浄液で押し出し、系外に排出することもできる。しかしながら、特許文献1に記載の装置では、複数の膜エレメントが鉛直方向に配列され、それら膜エレメントから得られるろ過水が側方で集水されているため、下方に配置されている膜エレメントから得られるろ過水に混入している空気は上方に溜まりにくく、ろ過水配管内に分散して存在することとなり易い。そのため、ろ過水配管内の空気を排出させるためにはかなりの時間を要し、その間の洗浄水が空気抜きバルブを通して系外に排出され浪費されてしまう。この結果として、洗浄水の供給量が増加してしまうという問題があった。

[0011] 加えて、特許文献1に記載の装置は、鉛直方向に配列された複数の膜エレメントから得られるろ過水が側方で集水されるため、ろ過工程中に溜まる空気によって、上方に位置する膜エレメントがろ過に用いられなくなる場合がある。そして、その場合には、一部の膜エレメントのみが膜分離に用いられることとなり、効率的で安定な膜ろ過運転を行えなくなるという問題がある。

[0012] そこで、特許文献1における問題の1つである洗浄水の浪費を避けるため、特許文献2では、逆洗工程に入る前にエア抜き工程を設け、ろ過配管内の空気を空気抜き用の配管に溜め、その後の逆洗工程で系外に排出することが提案されている。

[0013] しかしながら、特許文献2の装置は、エア抜き工程で洗浄水を逆洗水配管を通じてろ過膜内に送り込み、ろ過水配管を通じてろ過水槽に循環する流れを形成させ、その際に配管内の空気をこの水の流れに同伴させて、ろ過配管から空気抜き弁に連通する空気抜き配管内に集め、その後の逆洗工程にて空気抜き配管に集められた空気を系外に放出させるものである。すなわち、エア抜き工程を設けることで、運転全体の稼働率を低下させるとともに、特許文献1と同様、洗浄水も空気と共に系外に放出するため、結果として洗浄水の供給量が増加してしまうという問題があった。

[0014] 一方、特許文献3では、ろ過水配管にT字管を設け、T字管の下部方向をろ過水槽につなげ、T字管の上部方向を浸漬槽水面より上方に突出させ、ろ過水に混入する空気を系外に排出することが提案されている。特許文献3の装置は、ろ過工程中に、ろ過水配管中のT字管部分でろ過水中に混入した空気を分離することが可能となる。しかしながら、ろ過水配管の径がすべて同じであるため、ろ過水配管内の流速によ

っては、ろ過水槽につながるろ過水配管側に空気が混入したり、T字管の上部方向に接続された排気管内が空気で満たされ、ろ過水槽につながるろ過水配管側に空気が滞留したりするという問題があった。

- [0015] また、特許文献4では、ろ過水配管に立下り部を設け、その立下り部を鉛直線に対して傾斜させることで空気溜まり部を備え、空気溜まり部から吸引ポンプによって配管内の空気を抜き取ることで系外に排出することが提案されている。特許文献4の装置においては、ろ過水配管の立下り部を傾斜させることにより、ろ過水に混入している空気が立下り管の上側壁面に集まり、それが溜まることにより大きな気泡となって、立下り管の上側壁面に沿って上昇していき空気溜まり部に向かうことで立下り管での空気の滞留が防止されることになる。しかしながら、空気溜まり部に溜まった空気を吸引ポンプにて吸引する際に、ろ過水配管内のろ過水も一緒に吸引してしまう可能性があり、ろ過水も空気とともに系外に排出されてしまう問題があった。また、ろ過水配管内のろ過水を系外に排出しないように吸引ポンプを作動させた場合、ろ過水配管内の空気をすべて排出できないといった可能性も有しており、それが効率的なろ過運転の妨げになるといった問題もあった。

特許文献1:特開平8-332354号公報

特許文献2:特開平11-207332号公報

特許文献3:特開2005-161218号公報

特許文献4:特開2002-248303号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0016] 本発明は、処理槽内に浸漬型膜モジュールを設置してろ過水を取り出す膜分離装置において、安定な膜ろ過運転を行う際の障害となるろ過水配管内に滞留する空気を、逆洗開始時に確実にろ過水配管から排出することができ、さらに、配管内の空気排出時における洗浄水の浪費を大幅に減少させることができる膜分離装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0017] 上記目的を達成するための本発明は、以下の構成からなる。

(1)処理槽内に浸漬させる複数本の浸漬型膜モジュールと、該膜モジュールのろ過水取出口から延びるろ過水配管とを備えてなる膜分離装置であって、前記ろ過水配管の途中には、各々の浸漬型膜モジュールから延びるろ過水配管をまとめた幹配管を備え、該幹配管に排気用の上向き分岐管と排気手段が設けられるとともに、該排気手段の下方側の前記幹配管に、上下方向に延びた、その他のろ過水配管の部分より内径が太い太配管の部分が設けられている膜分離装置。

(2)前記上向き分岐管における排気手段より下方の部分が太配管である、前記(1)に記載の膜分離装置。

(3)前記上下方向に延びた太配管の配管長さが全長0.2m以上である、前記(1)または(2)に記載の膜分離装置。

(4)前記上下方向に延びた太配管の内径は、ろ過時に該太配管の部分を通ずるろ過水の線速度が0.2m/s以下となる内径である、前記(1)～(3)のいずれかに記載の膜分離装置。

(5)前記浸漬型膜モジュールは、膜面が上下方向となるように配置されてなる、前記(1)～(4)のいずれかに記載の膜分離装置。

(6)さらに前記浸漬型膜モジュールの内部のろ過水側を吸引する吸引手段と、ろ過時の通液方向とは逆方向に洗浄水を前記膜モジュール内に圧入する送水手段とを備えている、前記(1)～(5)のいずれかに記載の膜分離装置。

(7)前記(1)～(6)のいずれかに記載の膜分離装置によって水をろ過処理する方法であって、前記上下方向に延びる太配管の部分を通ずるろ過水の線速度が0.2m/s以下となるようにろ過を行うろ過処理方法。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、ろ過水配管内に滞留する空気を、短時間で逆洗開始時に確実にろ過水配管から排出することができ、かつ、配管内の空気排出時における洗浄水の浪費を大幅に減少させることができる。このため、長期間にわたり安定運転可能で経済的な膜分離装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の膜分離装置の一実施様態を示す概略構成図である。

[図2]本発明の膜分離装置の別の一実施様態を示す概略構成図である。

[図3]本発明外の膜分離装置(太配管の部分がない装置)の一実施様態を示す概略構成図である。

符号の説明

- [0020]
- 1 処理槽
 - 2 膜モジュール
 - 3 吸引手段(吸引ポンプ)
 - 4 送水手段(逆洗ポンプ)
 - 5 排気手段(開閉弁、排気バルブ)
 - 6 ろ過水配管
 - 7 幹配管における太配管の部分
 - 8 上向き分岐管
 - 31 ろ過水バルブ
 - 41 逆洗バルブ
 - 42 洗浄水配管
 - 43 ろ過水貯槽

発明を実施するための最良の形態

- [0021] 本発明の膜分離装置は、例えば、処理槽内に浸漬させた複数本の浸漬型膜モジュールと、該膜モジュールの内部のろ過水側を吸引する吸引手段と、ろ過時の通液方向とは逆方向に洗浄水を膜モジュール内に圧入する送水手段と、前記膜モジュールのろ過水出口と前記吸引手段との間を連通させるろ過水配管とを備えている。前記ろ過水配管は、途中に、各々の浸漬型モジュールから延びるろ過水配管をまとめた幹配管を備え、その幹配管に排気用の上向き分岐管と排気手段(開閉弁等)が設けられている。さらに、この排気手段の下方側の幹配管には、上下方向に延びた太配管等の部分が設けられている。この太配管の部分は、その他のろ過水配管の部分よりもろ過水の線速度が低流速となるような配管部分である。通常、ろ過水配管の配管径(内径)は、ろ過時のろ過水の線速度が 1.0m/s 程度になるよう設計されるが、本発明における該太配管の部分は、ろ過時において該太配管の部分を通過するろ

過水の線速度が0.2m/s以下の低流速となるような管内径に設計される。このような太配管としては、その他のろ過水配管の部分の配管径(内径)に比べて明らかに太い配管径(内径)とすることが好ましい。

[0022] 以下、本発明に係る膜分離装置について、その一実施形態の膜分離装置を模式的に示す図1及び図2を参照しながら説明する。ただし、本発明の装置はこれらの実施形態に限られるものではない。

[0023] 図1は本発明に係る膜分離装置の一実施様態を示す概略構成図であり、また、図2は、本発明にかかる膜分離装置の別の一実施様態を示す概略構成図である。図1と図2とでは、後述する上向き分岐管8の、排気手段より下方の部分が、太配管か否かという違いがあるが、その他の構成は同じである。また、図3は、比較のために示す本発明外の膜分離装置の一実施様態を示す概略構成図である。

[0024] 本発明における浸漬型膜モジュール2は、大気開放された処理槽1中に浸漬させて設置され、ろ過水側を吸引することによって、または水位差によってろ過するタイプの膜モジュールであり、1つの処理槽内に膜モジュールが複数本(例えば2～数百本)設置される。

[0025] この膜モジュールに適用できる分離膜は、精密ろ過膜又は限外ろ過膜であり、その形状は特に限定されず、平膜、中空糸膜、管状型膜、その他いかなる形状のものも適宜用いることができる。しかしながら、逆洗の際に膜破損が起こりにくく、かつ単位体積あたりの膜面積が高いことから、中空糸膜を用いることが好ましい。

[0026] 精密ろ過膜や限外ろ過膜に使用される膜の素材は、特に限定しないが、ポリアクリロニトリル、ポリフェニレンスルホン、ポリフェニレンスルフィドスルホン、ポリフッ化ビニリデン、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスルホン、ポリビニルアルコール、酢酸セルロースやセラミック等の無機素材からなる群から選ばれる少なくとも1種を含んでいると好ましい。さらに膜強度、耐薬品性の点から、ポリフッ化ビニリデンを主成分とする樹脂膜であることがより好ましい。

[0027] 膜表面の細孔径についても特に限定されないが、0.001 μm ～1 μm の範囲内で適宜選択することができる。

[0028] 中空糸膜モジュールは、数百本から数万本の中空糸膜を束ねた中空糸膜束の端

部を接着してなる構造の膜モジュールであり、大きくは次の2タイプに分けられる。一つは、一方の端部において各中空糸膜の端面を開口した状態で中空糸膜同士を接着し、他方の端部において各中空糸膜の端面を閉塞した状態で中空糸膜同士を接着したタイプである。もう一つは、両端共に各中空糸膜の端面を開口した状態で中空糸膜同士を接着したタイプである。本発明においてはいずれのタイプのモジュールであってもよい。なお、図1に示す浸漬型膜モジュール2は、一方の端部(図における上端側)において各中空糸膜端面を開口した状態で中空糸膜同士を接着固定し、もう一方の端部(図における下端側)において各中空糸膜端面を閉塞した状態で接着したタイプである。さらに、図1に示す態様においては、モジュール下端側において、全中空糸膜を一体的に接着するのではなく、中空糸膜を複数の小束に分割し、それらを互いに分離しつつ、小束ごとに接着している。このように構成することで、ろ過処理時には中空糸膜が上下左右に適度に揺れ、膜表面への懸濁物質の付着を抑制できるとともに、洗浄時には膜表面から剥離した懸濁物質の除去性能を向上することができる。

[0029] 中空糸膜束の両側端部を接着剤で接着固定する際の接着剤については、特に限定されないが、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂などの熱硬化性樹脂が一般的に用いられる。

[0030] また、中空糸膜束の両端にそれぞれ形成された接着固定部同士は、その間に存在する多数本の中空糸膜部分を介して繋がっており、その多数本の中空糸膜部分では中空糸膜が並列に引き揃えられた状態にあり、この部分で膜ろ過機能が発揮される。この多数本の中空糸膜束は、特に補強部材を介在させない構造であってもよいし、また、補強手段を介在させた構造であってもよい。その補強手段を介在させた構造としては、例えば円筒形のステー(金属棒等)を1〜30本程度、中空糸膜束の外周や内部に配置し、接着固定部同士がステーによっても連結している構造が挙げられる。またネット等の多孔板状素材を中空糸膜束の外周を覆うように設置しても構わない。

[0031] また、浸漬型膜モジュールは、縦置き、つまり膜面が上下方向(中空糸膜モジュールの場合は中空糸膜の長手方向が略上下方向)になるよう配置して膜ろ過運転を行

ってもよいし、横置き、つまり膜面が水平方向(中空糸膜モジュールの場合は中空糸膜の長手方向が略水平方向)になるよう配置して膜ろ過運転を行っても構わない。しかしながら、空気洗浄(空洗)に必要なエア量を少なくできるという点で、膜モジュールを縦置きし、ろ過水取出し口が上となるように設置することが好ましい。

[0032] 上記のような浸漬型膜モジュール2には、そのモジュール内のろ過水側を吸引するため、吸引手段3が接続される。吸引手段3としては一般的に吸引ポンプが用いられる。また、浸漬型膜モジュール2を逆洗するために、ろ過時の通液方向とは逆方向に膜モジュール内に洗浄水を圧入するための送水手段4も設けられる。送水手段4としては、一般的に逆洗ポンプが用いられる。

[0033] 吸引手段3は、ろ過水配管6によって、膜モジュール2のろ過水側に連通するように接続される。ろ過水配管6は、浸漬型膜モジュール2のろ過水取出口に接続されており、各々の膜モジュールから延びるろ過水配管をまとめる幹配管が含まれている。そして、この幹配管には、ろ過水配管6内に滞留している気体を逆洗開始時に配管系外へと排出させるための、上向き分岐管と排気手段5(開閉弁、排気バルブ)が接続されており、かつ、該排気手段5の下方の幹配管には、上下方向に延びた太配管の部分7が設けられている。なお、本発明において上下方向とは、完全な垂直(鉛直)上下方向のほか、多少傾斜した上下方向(略上下方向)も含むものとする。なお、この時の傾斜角度は、最大で45度までが好ましい。これ以上の傾斜角度で配管を設けると、太配管の部分7でろ過水から分離され上向き分岐管8に向かう空気の動きが妨げられるため、太配管の部分7でのろ過水と空気の分離が効率的に進行しない。また、太配管の部分とは、ろ過水配管の中で相対的に内径が大きい部分をいう。

[0034] 排気手段5として設けられる開閉弁、排気バルブは、逆洗を行うために洗浄水を逆流方向に圧入させ始める逆洗開始時から、ある一定時間のみ開とする。排気手段5としては、開閉弁、排気バルブの代わりに、加圧時に空気のみを排出する排気手段でも構わない。加圧時に空気のみを排出する排気手段としては、例えば、管内が減圧時には閉止し管内が加圧時には開口し空気のみを排出する逆止弁や疎水性の膜が挙げられる。しかしながら、空気排出時の圧力損失が高いと、逆洗開始時にろ過水配管に滞留している空気が膜モジュール側に流れ易くなるため、排気手段としては

空気排出時の圧力損失が低い開閉弁が好ましい。

[0035] ろ過工程中にろ過水配管内が負圧となることによって発生した空気は、逆先開始時にろ過水配管内に滞留しているので、逆洗開始時に洗浄水を逆流方向に圧入させると、洗浄水の圧入によって、分岐部から上向き分岐管8内へと押し出され、排気手段5を介して排出される。

[0036] ここで、図3に示す従来の浸漬型膜ろ過装置(太配管の部分がない場合)では、ろ過水配管内に滞留していた空気がろ過水の流れに合わせて移動し、ろ過水配管全体に拡散して滞留する。そのため、逆洗工程開始時に、ろ過水配管内の大部分の空気を、上向き分岐管8及び排気手段5を介してろ過水配管6から排出するには、排気手段5をかなりの時間(例えば、10秒程度)開としておく必要がある。さらにこの排気手段5が開の時には空気と同時に洗浄水も排気手段5から排出されるため、この時に圧入した洗浄水は、膜モジュールの洗浄には寄与せず、浪費される。この結果として、浸漬型膜モジュール2を洗浄するためには、多量の洗浄水を必要としてしまう。

[0037] 一方、図1や図2に示す本発明の浸漬型膜ろ過装置では、排気手段5の下方側の、略上下方向に延びる幹配管に、太配管の部分7を設けている。図1の場合には、さらに、排気手段5下方の上向き分岐管8も太配管としている。この太配管は、幹配管に設けられた太配管の部分7と同様、その他のろ過水配管の配管径(内径)に比べ太い配管径(内径)を有するものである。

[0038] このような構成の本発明の膜ろ過装置では、ろ過工程中に管内の負圧によって発生した空気が、ろ過水配管6中をろ過水の流れに合わせて移動するが、太配管の部分7を通過する際に一時的に管内流速が低下し、空気とろ過水が上下方向に分離され、管内の気体の大部分が排気手段5の下方の上向き分岐管8内に集まり滞留する。よって、逆洗工程開始時に排気手段5を開とし、洗浄水を圧入させ始めると、ろ過水配管内の滞留空気は速やかにろ過水配管から排出されるので、排気手段5を開としておく時間を大幅に短縮できる。またこの際、空気とろ過水が分離されていて、排気手段5の近傍に空気が集中しているため、排気手段5からは空気が率先して排出され、空気排出に続く洗浄水の排出を最小限に抑えることができる。

[0039] なお、太配管の部分7が上下方向に延びる配管でない場合、即ち、水平方向やそ

れに近い斜め方向である場合には、ろ過工程時に、太配管の部分7を流れるろ過水が、配管内で上下方向にろ過水と空気とが分離しても、分離した空気が排気手段5の下方の上向き分岐管8内に集中し難くなる。そのため、排気手段5を開にして空気を排出させる際の所要時間を十分に短縮できず、結果として、排気手段5を介して流出する洗浄水の量も多くなり易い。

[0040] さらに、図1、図2に示す態様においては、排出された洗浄水を処理槽に戻す構成になっている。このような構成により、膜モジュールを洗浄するために圧入する洗浄水が系外に排出されることを防ぎ、浪費される洗浄水の量を大幅に削減することができる。

[0041] また、図1、図2に示す浸漬型膜ろ過装置では、太配管の部分7でろ過水と空気が上下方向に分離され、分離された空気が、ろ過工程中に上向き分岐管8に溜まる。このとき、分離された空気の容積が上向き分岐管8内の配管内容積を超えた場合、太配管の部分7に空気が滞留し、幹配管全体に拡散することになる。そのため、図1に示すように、排気手段5より下方の上向き分岐管8も太配管とすることが好ましい。上向き分岐管8にも太配管の部分7を設けることで、太配管の部分7で分離された空気が溜まる容積が十分に確保され、太配管の部分7に空気が滞留することを防ぐことができる。なお、この場合には、ろ過水配管の太配管部分7と上向き分岐管8とは連続した太配管とすればよい。

[0042] 上記作用効果は、ろ過時にろ過水が流下する幹配管の太配管の部分7において奏される。この作用効果のためには、太配管の部分7が略上下方向に0.2m未満の距離の途中で水平向へ折れることなく、延びていることが好ましい。すなわち、上下方向に延びる太配管の部分7の長さは、配管方向の長さで連続的に0.2m以上、さらには0.5m以上であることが好ましい。

[0043] 確かに、太配管の部分7の長さが0.2m未満と短い場合、あるいは0.2m未満の長さで配管が水平方向に折れている場合でも、太配管の部分7でろ過水と空気とを分離することは可能である。しかしながら、造水コストを低減するためには、ろ過流束を大きくすることが求められ、ろ過流束が大きくなると、ろ過水の流れに随伴されて空気も移動し易くなる。そのため、空気とろ過水とを完全に分離させることが難しくなり、幹

配管全体に空気が移動し、配管内の空気を十分に集めることが難しくなる。そこで本発明においては、ろ過流束が大きいような運転においても十分に上記作用効果を奏するために、太配管の部分7の長さを0.2m以上、さらには0.5m以上とすることが好ましい。なお、太配管の部分7におけるろ過工程時のろ過水の線速度が0.2m/sよりも速い場合も同様である。

[0044] 一方、ろ過水配管6における分岐点(上向き分岐管が分岐する位置)から下側で上下方向に延びる部分全てを太配管とし、ろ過工程中に負圧によって発生した空気をろ過水と上下方向に分離させてもよい。しかし、上下方向の太配管の部分はその系において必要な長さがあれば十分であるので、必要以上の長さを太配管とする場合は、配管を太くすることによる設備コストの増加というデメリットがある。したがって、上限としては、2m以下であることが好ましい。

[0045] なお、本発明では、排気手段5の下方側のろ過水配管に上下方向の太配管の部分7が設けられればよいので、その上下方向の太配管の部分に続いて、横方向に延びる太配管があってもよいし、また、横方向や上下方向に延びる通常径の配管が配設されてもよい。但し、前述のように、ろ過水と空気を分離するために配設される太配管の部分7以外の部分を太配管にすると、配管を太くすることによる設備コストの増加というデメリットがあるため、通常径の配管を配設することの方が好ましい。

[0046] 一方、上向き分岐管8の上下方向の配管長さは、0.15m以上0.5m以下が好ましい。上向き分岐管8の長さが0.15m未満と短い場合、太配管の部分7でろ過水から分離された空気が溜まる容積を十分に確保することができず、太配管の部分7に空気が混入し、幹配管全体に拡散、滞留することになる。また、上向き分岐管8の長さを0.5mより長くすると、太配管の部分7でろ過水から分離された空気が溜まる容積を十分に確保することはできるが、逆洗工程開始時に排気手段5を開とし、洗浄水を圧入させ始めた際に、配管内にかかっているヘッド圧力の分だけ排気手段5から空気を排出するための余分な圧力が必要になってくる。さらには、上向き分岐管8の長さを0.5m以上にすることで、逆洗工程開始時に排気手段5を開とし、洗浄水を圧入させ始め、ろ過工程時に上向き分岐管8に溜まった空気を排気手段5を通じて排出するための距離が長くなり、空気を排出するための洗浄水を余分に使用することになり

、規定時間内に膜の十分な洗浄ができないことになる。

[0047] また、図1のように上向き分岐管8も太配管にし、太配管の部分7と連続させたときの配管方向の合計長さ(上向き分岐管8+太配管の部分7の長さ)は、0.35m以上が好ましく、さらには0.65m以上が好ましい。なお、それら太配管の内径は、ろ過時において太配管の部分7を通過するろ過水の線速度が0.2m/s以下となる径であることが好ましい。

[0048] さらに、太配管の部分7にて確実に空気とろ過水とが分離されていることを目視するため、太配管の部分7の一部または全部を透明な素材で構成し、配管内の流れを外部から視認できるようにすることが好ましい。透明な部材としては、透明樹脂や透明ガラスが例示される。また排気手段5の下方の上向き分岐管8も透明な素材で構成されるほうが好ましい。

[0049] 次に、本発明の膜分離装置において、ろ過を行い、続いて逆洗を行う方法を、図1の膜分離装置による場合を例にとって、説明する。

[0050] ろ過工程においては、ろ過水バルブ31を開とし、吸引手段3による吸引作用により、膜モジュール2からろ過水が取出され、ろ過水配管6を通してろ過水貯槽43へと送水される。ここで、本発明における装置においては、幹配管中の太配管の部分7をろ過水が通過する際、ろ過水の線速度が低流速となる。そのため、ろ過水中に混入していた空気は、ろ過水の下向き流と分離されて上昇し、排気手段5の下方の上向き分岐管8へと移動する。この結果、空気は、排気手段5の下方の上向き分岐管8内に集中して滞留する。

[0051] ろ過を停止させるためには、吸引手段3を停止し、ろ過水バルブ31を閉とする。

[0052] 続いて、排気手段5を開にし、同時に、洗浄水配管42の途中の逆洗バルブ41を開とし、送水手段4を作動させて洗浄水を逆流方向に圧送させる。この洗浄水の圧送により、排気手段5の下方の上向き分岐管8内に集中していた空気は、排気手段5を介してろ過水配管から排出される。よって、排気手段5を開としている時間を大幅に短縮でき(例えば3秒程度と短縮化でき)、さらに排気手段5を介して最初に排出されるもののほとんどが空気となる。加えて、排気手段5下方の上向き分岐管8が透明であれば空気が排気手段5から抜けきった時点を管外から視認できるので、排気手段5を

速やかに閉とすることが可能であり、排気手段5から全く洗浄水を排出しない運転も可能となる。また、上向き分岐管8の先端部が処理槽の上方にて開口しているので、ろ過水配管から排出された洗浄水は処理槽内に供給される。なお、配管内の空気を排出させることができる時間が経過した後に排気手段5を閉とすると、洗浄液は膜モジュールのろ過水側へと送水され、膜モジュール内の逆洗が行なわれる。

実施例

[0053] 本発明を以下の実施例を用いて詳細に説明する。なお、実施例1～4においては、図1に示す上向き分岐管8も太配管にした膜分離装置を用いた。一方、比較例1においては、図3に示す膜分離装置を用いた。なお、いずれの膜分離装置も、下記構造の浸漬型膜モジュール(有効膜長1m、有効膜面積 25m^2)を処理槽に5本直列に連結・浸漬して構成した。

[0054] 浸漬型膜モジュール:

- ・外径1.0mm、公称孔径0.01mmのポリフッ化ビニリデン製中空糸膜
- ・中空糸膜8000本を、上端部ではまとめてモジュール構成部材に接着固定し、下端部では複数の小束に分割し、それらを互いに分離しつつ、小束ごとに接着
- ・各中空糸膜は上接着端側が開口、下接着端側が封止状態
- ・上側の接着部の上に、透過水出口のあるモジュールキャップを配置

〈実施例1〉

図1に示す膜分離装置の太配管の部分7(内径:その他のろ過水配管6の部分の内径の2.5倍)の長さを0.1mとした膜分離装置を用いて、浸漬型膜モジュールのろ過運転をろ過流速 $0.5\text{m}/\text{d}$ にておこなった。その結果、幹配管(ろ過水配管6の太配管の部分7よりも上流側の部分)内のろ過水の線速度は $1.2\text{m}/\text{s}$ であったが、太配管の部分7に流れ込んだ時点でろ過水の線速度は $0.08\text{m}/\text{s}$ になった。また、ろ過水および空気の流れを目視で確認した結果、ろ過水中に溶存していた空気は太配管の部分7にて分離され、上向き分岐管8に溜まっていた。そのため、逆洗開始時に洗浄水を逆流方向に圧入させると、洗浄水の圧入によって、上向き分岐管8に溜まっていた空気を排出できることがわかる。ただし、ろ過水と空気の分離がおこなわれるための太配管の部分7の配管長が短かったため、ろ過水に随伴されて下流側へ流れ

た空気があり、それが下流側の配管内に分散・滞留していた。

[0055] 〈実施例2〉

太配管の部分7の長さを0.2mとした以外は実施例1と同様にしておろ過運転をおこなった。その結果、幹配管内のおろ過水の線速度は1.2m/sであったが、太配管の部分7に流れ込んだ時点でろ過水の線速度は0.08m/sになった。また、ろ過水および空気の流れを目視で確認した結果、ろ過水中に溶存していた空気は太配管の部分7にて(分離され、上向き分岐管8に溜まっていた。一方、下流側の配管内に分散・滞留している空気は見られなかった。したがって、逆洗開始時に洗浄水を逆流方向に圧入させると、洗浄水の圧入によって、上向き分岐管8に溜まっていた空気を効率的に排出できることがわかる。

[0056] そして、ろ過水中に溶存していた空気が太配管の部分7にて分離され、上向き分岐管8のみに溜まっていたことから、ろ過流束が0.5m/dであっても、太配管の部分7が少なくとも0.2mあれば、ろ過水と空気の分離が確実におこなわれることがわかった。

[0057] 〈実施例3〉

太配管の部分7(内径:その他のろ過水配管6の部分の内径の2.5倍)の長さを0.3mとし、ろ過流束を1.0m/dとした以外は実施例1と同様にしておろ過運転をおこなった。その結果、幹配管内のおろ過水の線速度は2.42m/sであったが、太配管の部分7に流れ込んだ時点でろ過水の線速度は0.17m/sになった。また、ろ過水および空気の流れを目視で確認した結果、ろ過水中に溶存していた空気は太配管の部分7にて分離され、上向き分岐管8に溜まっていた。そのため、逆洗開始時に洗浄水を逆流方向に圧入させると、洗浄水の圧入によって、上向き分岐管8に溜まっていた空気を排出できることがわかる。ただし、ろ過水と空気の分離がおこなわれるための太配管の部分7の配管長が短かったため、ろ過水に随伴されて下流側に流れた空気があり、それが下流側の配管内に分散・滞留していた。

[0058] 〈実施例4〉

太配管の部分7の長さを0.5mとした以外は実施例3と同様にしておろ過運転をおこなった。その結果、幹配管内のおろ過水の線速度は2.42m/sであったが、太配管の

部分7に流れ込んだ時点でろ過水の線速度は 0.17m/s になった。また、ろ過水および空気の流れを目視で確認した結果、ろ過水中に溶存していた空気は太配管の部分7にて分離され、上向き分岐管8に溜まっていた。一方、下流側の配管内に分散・滞留している空気は見られなかった。したがって、逆洗開始時に洗浄水を逆流方向に圧入させると、洗浄水の圧入によって、上向き分岐管8に溜まっていた空気を効率的に排出できることがわかる。

[0059] そして、ろ過水中に溶存していた空気が太配管の部分7にて分離され、上向き分岐管8のみに溜まっていたことから、ろ過流速が 1.0m/d であっても、太配管の部分7が少なくとも 0.5m あれば、ろ過水と空気の分離が確実におこなわれることがわかった。

[0060] 〈比較例1〉

太配管の部分がない図3に示す膜分離装置を用いて、浸漬型膜モジュールのろ過運転をろ過流速 0.5m/d にておこなった。その結果、ろ過水配管6内のろ過水の線速度は 1.2m/s で一定であった。また、ろ過水および空気の流れを目視で確認した結果、ろ過水中に溶存していた空気は、上向き分岐管8にごく一部が溜まったが、ろ過水配管中でろ過水と空気の分離がおこなわれず、大部分の空気がろ過水に随伴されて下流側に流れていき、下流側の配管内に分散、滞留していた。したがって、逆洗開始時に洗浄水を逆流方向に圧入させても、空気を効率的に排出することができず、逆洗による膜面清浄が十分に行われず安定なろ過運転が難しくなることがわかる。

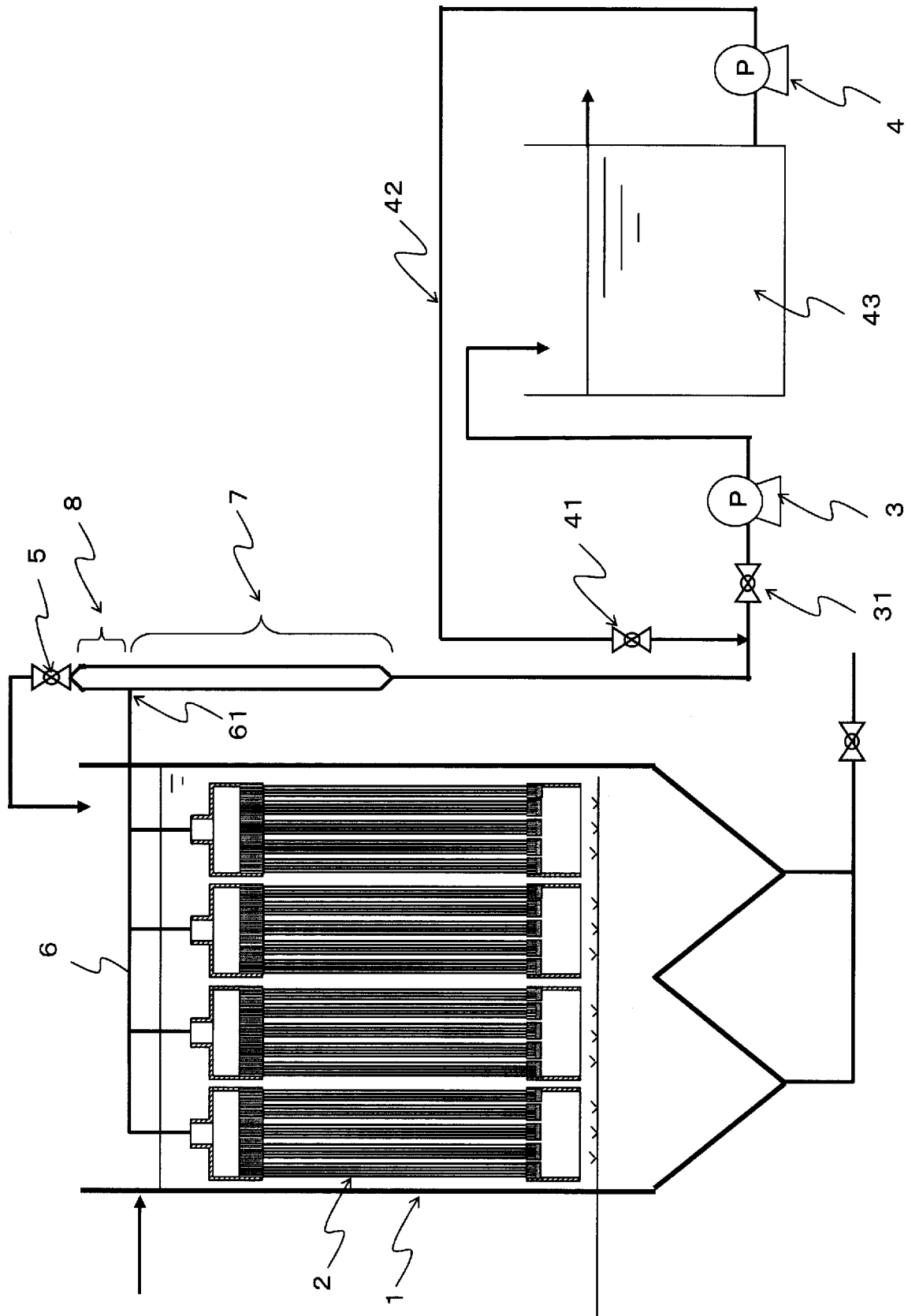
産業上の利用可能性

[0061] 本発明の、浸漬型膜モジュールを設置した膜分離装置は、上水処理、下水処理、海水淡水化の前処理、産業排水処理などに適用することができる。その適用範囲はこれらに限られるものではない。

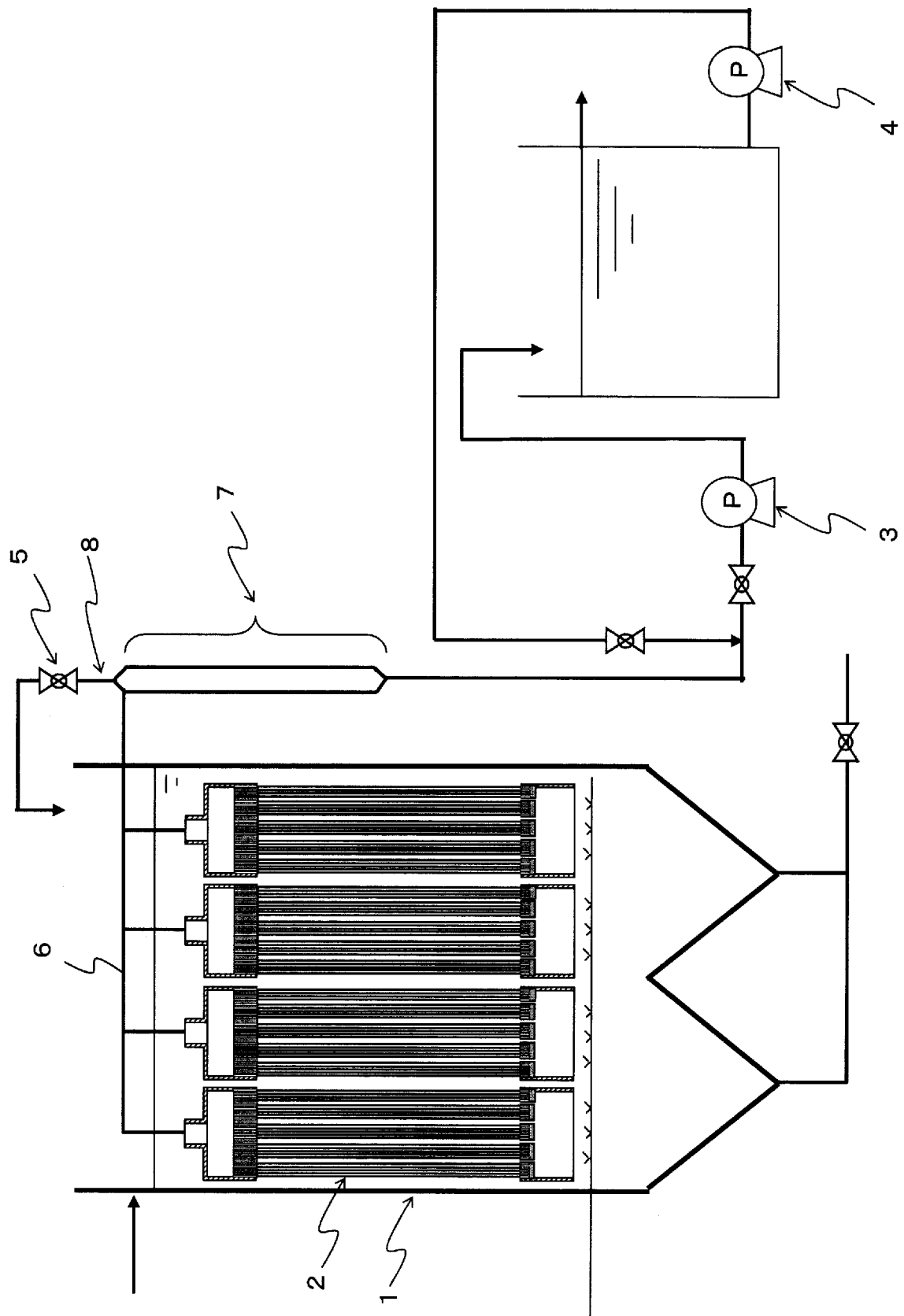
請求の範囲

- [1] 処理槽内に浸漬させる複数本の浸漬型膜モジュールと、該膜モジュールのろ過水取出口から延びるろ過水配管とを備えてなる膜分離装置であって、前記ろ過水配管の途中には、各々の浸漬型膜モジュールから延びるろ過水配管をまとめた幹配管を備え、該幹配管に排気用の上向き分岐管と排気手段が設けられるとともに、該排気手段の下方側の前記幹配管に、上下方向に延びた、その他のろ過水配管の部分より内径が太い太配管の部分が設けられている膜分離装置。
- [2] 前記上向き分岐管における排気手段より下方の部分が太配管である、請求項1に記載の膜分離装置。
- [3] 前記上下方向に延びた太配管の配管長さが全長0.2m以上である、請求項1または2に記載の膜分離装置。
- [4] 前記上下方向に延びた太配管の内径は、ろ過時に該太配管の部分を通過するろ過水の線速度が0.2m/s以下となる内径である、請求項1～3のいずれかに記載の膜分離装置。
- [5] 前記浸漬型膜モジュールは、膜面が上下方向となるように配置されてなる、請求項1～4のいずれかに記載の膜分離装置。
- [6] さらに前記浸漬型膜モジュールの内部のろ過水側を吸引する吸引手段と、ろ過時の通液方向とは逆方向に洗浄水を前記膜モジュール内に圧入する送水手段とを備えている、請求項1～5のいずれかに記載の膜分離装置。
- [7] 請求項1～6のいずれかに記載の膜分離装置によって水をろ過処理する方法であって、前記上下方向に延びる太配管の部分を通過するろ過水の線速度が0.2m/s以下となるようにろ過を行うろ過処理方法。

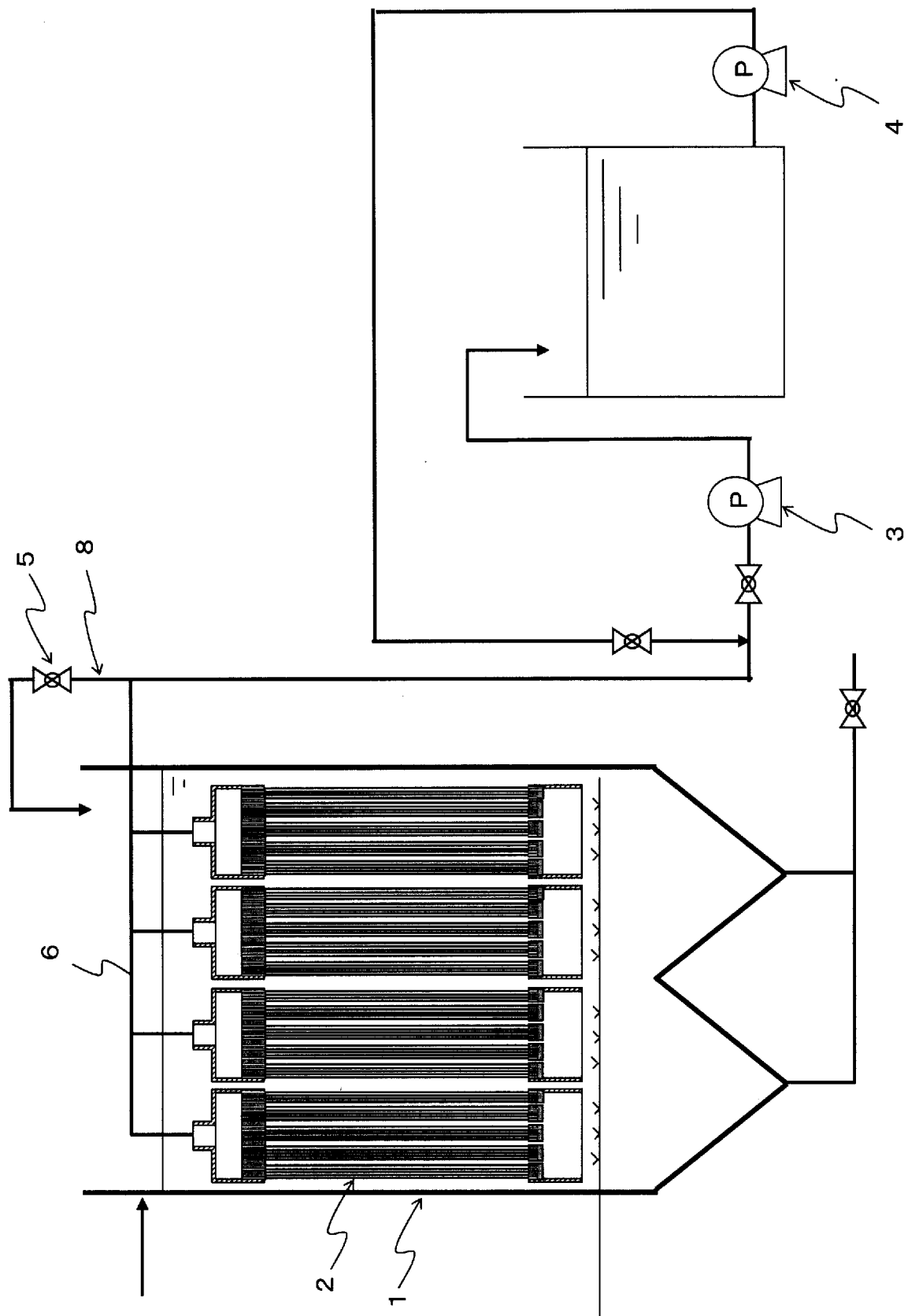
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/062446

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F1/44 (2006.01) i, B01D63/02 (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)

C02F1/44, B01D63/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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.
Y	JP 2002-248303 A (Katsumi SUGIMOTO), 03 September, 2002 (03.09.02), Claims 1, 2; Par. Nos. [0010] to [0015], [0017] to [0035]; Figs. 1, 2, 7 (Family: none)	1-7
Y	JP 2001-070938 A (Kubota Corp.), 21 March, 2001 (21.03.01), Claims 1, 2; Par. Nos. [0012], [0017] (Family: none)	1-7
Y	JP 11-114590 A (Hitachi, Ltd.), 27 April, 1999 (27.04.99), Par. Nos. [0037] to [0044] (Family: none)	1-7

☒ 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
30 July, 2008 (30.07.08)

Date of mailing of the international search report
12 August, 2008 (12.08.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/062446

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 2005-161218 A (Toyota Auto Body Co., Ltd.), 23 June, 2005 (23.06.05), Claim 1; Par. No. [0027]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-7
A	JP 2005-270711 A (Toray Industries, Inc.), 06 October, 2005 (06.10.05), Claims 1 to 8 (Family: none)	1-7
A	JP 06-327948 A (Kubota Corp.), 29 November, 1994 (29.11.94), Claim 1; Par. Nos. [0009], [0010] (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C02F1/44(2006.01)i, B01D63/02(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（I P C））

Int.Cl. C02F1/44, B01D63/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-248303 A (杉本 克美) 2002.09.03, 【請求項1】, 【請求項2】, 段落【0010】-【0015】, 【0017】-【0035】, 第1図, 第2図, 第7図 (ファミリーなし)	1 - 7
Y	JP 2001-070938 A (株式会社クボタ) 2001.03.21, 【請求項1】, 【請求項2】, 段落【0012】, 【0017】 (ファミリーなし)	1 - 7

☒ 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

3 0 . 0 7 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 8 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

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）

大島 忠宏

4 Q

3 9 6 6

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 請求の範囲の番号
Y	JP 11-114590 A (株式会社日立製作所) 1999. 04. 27, 段落【0037】－【0044】 (ファミリーなし)	1－7
A	JP 2005-161218 A (トヨタ車体株式会社) 2005. 06. 23, 【請求項1】, 段落【0027】, 第1図－第5図 (ファミリーなし)	1－7
A	JP 2005-270711 A (東レ株式会社) 2005. 10. 06, 【請求項1】－【請求項8】 (ファミリーなし)	1－7
A	JP 06-327948 A (株式会社クボタ) 1994. 11. 29, 【請求項1】, 段落【0009】, 【0010】 (ファミリーなし)	1－7