

(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
2010 年 12 月 29 日(29.12.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/150405 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 61/22 (2006.01) B01D 65/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/061753
- (22) 国際出願日: 2009 年 6 月 26 日(26.06.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 旭化成ケミカルズ株式会社(ASAHI KASEI CHEMICALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1018101 東京都千代田区神田神保町一丁目 1 0 5 番地 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 慶太郎(SUZUMURA Keitaro) [JP/JP]; 〒1018101 東京都千代田区神田神保町一丁目 1 0 5 番地 Tokyo (JP). 塚原 隆史(TSUKAHARA Takashi) [JP/JP]; 〒1018101 東京都千代田区神田神保町一丁目 1 0 5 番地 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA, Yoshiaki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号 丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビ

ル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

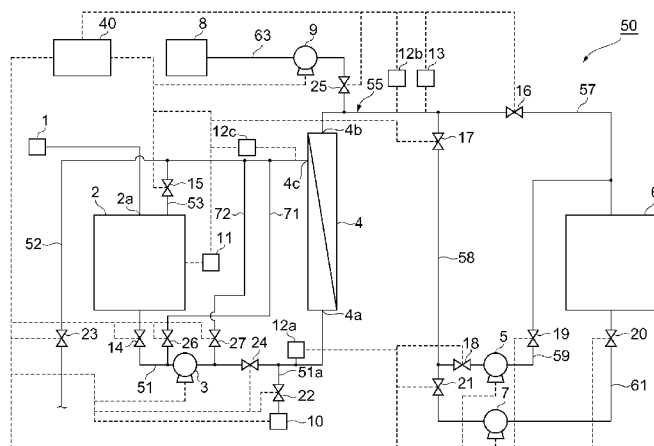
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, 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, MK, 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: FILTERING METHOD, AND MEMBRANE-FILTERING APPARATUS

(54) 発明の名称: ろ過方法及び膜ろ過装置

[図1]



(57) Abstract: Provided is a filtering method for filtering raw water to produce filtered water, by subjecting a membrane module to a filtering operation using a pressure as a drive force. The filtering operation is composed of three modes of a raw water-side pressure filtration, a filtered water-side vacuum filtration, and a composite filtration combining the raw water-side pressure filtration and the filtered water-side vacuum filtration. The filtering method is characterized in that at least one of the raw water-side water quality, the membrane filtration flux and the membrane difference pressure is measured to switch one of the filtrations among the three modes to another filtration in accordance with the measured value.

(57) 要約: 膜モジュールに対して圧力を駆動力とするろ過運転を実行することにより、原水をろ過してろ過水を得るろ過方法であって、前記ろ過運転は、原水側加圧ろ過と、ろ過水側減圧ろ過と、前記原水側加圧ろ過及び前記ろ過水側減圧ろ過を組み合わせた複合ろ過との三態様からなり、原水側水質、膜ろ過流速、膜差圧の少なくとも一つを測定し、測定値に応じて、前記三態様のうちのいずれか一のろ過から他のろ過に切り替えることを特徴とするろ過方法。

WO 2010/150405 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：ろ過方法及び膜ろ過装置

技術分野

[0001] 本発明は、上水、工業用水、河川水、湖沼水、地下水、貯水、下水二次処理水、下水、排水等を処理する圧力を駆動力として膜モジュールを用いてろ過するろ過方法及び膜ろ過装置に関する。

背景技術

[0002] 圧力を駆動力とする液体の膜ろ過には原水側加圧ろ過とろ過水側減圧ろ過の2つがある。原水側加圧ろ過は膜の原水側を加圧し、ろ過水側を通常大気圧に開放することで膜の原水側とろ過水側に圧力差（膜差圧）を生じさせてろ過する方法である。他方、ろ過水側減圧ろ過は膜の原水側を通常は大気圧に開放し、ろ過水側を減圧することで膜差圧を生じさせてろ過する方法である。

[0003] 上記のような方法で、原水を膜でろ過すると、原水中の懸濁物質や使用する膜の細孔径以上の大きさの物質が膜で阻止されて濃度分極やケーキ層を形成すると同時に、細孔を閉塞させろ過抵抗を増大させる（以下、「膜汚染する」と記し、膜汚染の原因となる物質を、「膜汚染原因物質」と記す。）ため、一定の膜ろ過流量（膜ろ過流束）の運転を継続するうちに膜差圧が上昇していく。膜差圧が上昇すると薬品洗浄が必要になるが、薬品洗浄の回数はコスト、環境負荷の双方を鑑みて少ないことが好ましい。つまり膜ろ過運転の継続に当たり、膜ろ過流束を長期間一定量に確保したまま、膜差圧の上昇を抑制することが望ましい。

[0004] 膜差圧の上昇を抑制する手段として、膜間流路内に供給される液を循環ポンプの圧力で循環して膜洗浄すると共に、該液を、吸引ポンプを用いてろ過膜を介してろ過水を取り出す膜処理方法が、特開平 11-300168 号公報に記載されている。

特許文献1：特開平 11-300168 号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特開平 1 1 - 3 0 0 1 6 8 号公報に記載の従来の膜処理方法では、ろ液を取り出す動力が吸引ポンプの吸引力に依存し、循環ポンプの圧力に実質的に依存しないため、膜汚染により膜差圧上昇が起こった場合、設計のろ過流束を確保できない虞があった。

[0006] 本発明は、設計した膜ろ過流束を確保したまま、膜差圧の上昇を抑制し、長時間安定したろ過運転を継続できるろ過方法及び膜ろ過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

[0007] 前記目的を達成するため、本発明は、

(1) 膜モジュールに対して圧力を駆動力とするろ過運転を実行することにより、原水をろ過してろ過水を得るろ過方法であって、前記ろ過運転は、原水側加圧ろ過と、ろ過水側減圧ろ過と、前記原水側加圧ろ過及び前記ろ過水側減圧ろ過を組み合わせた複合ろ過との三態様からなり、原水側水質、膜ろ過流束、膜差圧の少なくとも一つを測定し、測定値に応じて、前記三態様のうちのいずれか一のろ過から他のろ過に切り替えることを特徴とするろ過方法。

(2) 前記測定値は、前記原水側水質から算出される膜汚染原因物質の濃度を表す特性値 X であり、前記特性値 X が、予め設定した閾値を下回る場合には前記原水側加圧ろ過を行い、前記特性値 X が前記閾値を上回る場合には、前記原水側加圧ろ過から前記複合ろ過に切り替えることを特徴とする上記 (1) のろ過方法。

(3) 前記特性値 X は、原水側濁度 A (度) 及び原水側全有機炭素量 (mg/L) の少なくとも一方から算出されることを特徴とする上記 (2) のろ過方法。

(4) 前記原水側濁度が A (度)、原水側全有機炭素量が B (mg/L) である場合に、前記特性値 X は、 $X = A + B$ で算出されることを特徴とする上

記（３）のろ過方法。

（５）前記測定値は膜ろ過流束であり、前記ろ過水側減圧ろ過による設計流量での定流量ろ過運転中に、前記測定値が予め設定された膜ろ過流束を下回った場合に、前記ろ過水側減圧ろ過から、前記原水側加圧ろ過または前記複合ろ過に切り替えることを特徴とする上記（１）のろ過方法。

（６）前記測定値は前記膜差圧に対応する前記ろ過水側の吸い込み揚程であり、

前記ろ過水側減圧ろ過による設計流量での定流量ろ過運転中に、前記ろ過水側の吸い込み揚程が有効NPSHに達した場合に、前記ろ過水側減圧ろ過から、前記原水側加圧ろ過または前記複合ろ過に切り替えることを特徴とする上記（１）のろ過方法。

（７）前記ろ過運転と、前記膜モジュールのろ過水側から原水側へ送液する逆洗と前記膜モジュールに対する気体洗浄とを同時に行う逆洗運転とを交互に繰り返すことを特徴とする上記（１）～（６）のいずれか一のろ過方法。

（８）逆洗運転を行う場合には、ろ過水側から加圧した加圧逆洗を行うことを特徴とする上記（７）のろ過方法。

（９）逆洗運転を行う場合には、原水側を減圧した減圧逆洗を行うことを特徴とする上記（７）のろ過方法。

（１０）逆洗運転を行う場合には、ろ過水側から加圧した加圧逆洗と原水側を減圧した減圧逆洗とを組み合わせた複合逆洗を行うことを特徴とする上記（７）のろ過方法。

（１１）ろ過水側から加圧した加圧逆洗と、原水側を減圧した減圧逆洗と、ろ過水側から加圧した加圧逆洗と原水側を減圧した減圧逆洗とを組み合わせた複合逆洗とのいずれか一の逆洗を選択可能であり、逆洗運転を行う場合には、加圧逆洗と、減圧逆洗と、複合逆洗のいずれか一の逆洗を選択することを特徴とする上記（７）のろ過方法。

（１２）圧力を駆動力とする膜モジュールを備えた膜ろ過装置であって、前記膜モジュールの原水側圧力を調整する第１の調圧手段と、前記膜モジュー

ろ過水側圧力を調整する第２の調圧手段と、前記膜モジュールの原水側の水質を測定する測定手段と、前記測定手段で測定された測定値に基づいて、前記第１の調圧手段及び前記第２の調圧手段の少なくとも一方を駆動制御する制御手段と、を備え、前記制御手段は、原水側加圧ろ過と、ろ過水側減圧ろ過と、前記原水側加圧ろ過及びろ過水側減圧ろ過の複合ろ過との三態様のうち、一のろ過から他のろ過に切り替えることを特徴とする。

（１３）前記第２の調圧手段は減圧ポンプであり、前記測定手段は濁度計及び全有機炭素量測定器の少なくとも一方であることを特徴とする上記（１２）の膜ろ過装置。

（１４）前記制御手段は、前記第１の調圧手段及び前記第２の調圧手段の少なくとも一方を駆動制御して、ろ過水側を加圧した加圧逆洗と、原水側を減圧した減圧逆洗と、ろ過水側を加圧した加圧逆洗及び原水側を減圧した減圧逆洗を組み合わせた複合逆洗とのいずれか一の逆洗を行うことを特徴とする上記（１２）または（１３）の膜ろ過装置。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、設計した膜ろ過流束を確保したまま、膜差圧の上昇を抑制し、長時間安定したろ過運転を継続することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0009] [図１]図１は、本発明の実施形態に係り、原水側加圧ろ過と、ろ過水側減圧ろ過と、複合ろ過とを切り替え可能な膜ろ過装置の概略的な構成を示す説明図である。

[図２]図２は、本実施形態に係る膜ろ過装置における原水側加圧ろ過のろ過工程における流体の流れを示す説明図である。

[図３]図３は、ろ過水側減圧ろ過のろ過工程または複合ろ過のろ過工程における流体の流れを示す説明図である。

[図４]図４は、ろ過水側加圧逆洗に係り、逆洗と気体洗浄とを同時に実施する洗浄工程における流体の流れを示す説明図である。

[図５]図５は、原水側減圧逆洗または複合逆洗に係り、逆洗と気体洗浄とを同

時に実施する洗浄工程における流体の流れを示す説明図である。

[図6] 図6は、剥離した除去対象物質を膜モジュールから排出する排出工程における流体の流れを示す説明図である。

[図7] 図7は、実施例1、比較例1、比較例2における膜差圧変化特性を示した図である。

[図8] 図8は、実施例1、比較例1、比較例2における濁度変化特性を示した図である。

[図9] 図9は、実施例1、比較例1、比較例2における膜ろ過流束変化特性を示した図である。

[図10] 図10は、実施例2、比較例3における膜差圧変化特性を示した図である。

[図11] 図11は、実施例3、比較例4、比較例5における膜差圧変化特性を示した図である。

[図12] 図12は、実施例3、比較例4、比較例5における膜ろ過流束変化特性を示した図である。

[図13] 図13は、実施例4、比較例6、比較例7における膜差圧変化特性を示した図である。

[図14] 図14は、実施例4、比較例6、比較例7における膜ろ過流束変化特性を示した図である。

符号の説明

[0010] 1…原水、3…調圧ろ過ポンプ（第2の調整手段）、5…減圧ろ過ポンプ（第1の調整手段）、4…膜モジュール、11…水質測定器（測定手段）、40…制御ユニット（制御手段）、50…膜ろ過装置。

発明を実施するための最良の形態

[0011] 本発明に係る膜ろ過装置の実施形態を、図面を参照して具体的に説明する。

[0012] 図1に示されるように、本実施形態に係る膜ろ過装置50は、固液分離膜（以下「膜」という）がケース内に收容された膜モジュール4を備えている

。膜ろ過装置50は、圧力を駆動力として、膜モジュール4によって原水1から懸濁物質や膜の細孔径以上の大きさの物質を分離除去してろ過水を得るための設備である。

[0013] 本実施形態に係る膜は、内径が0.7mmφ、外径が1.2mmφ、平均孔径0.1μmのポリフッ化ビニリデン（PVDF）製中空糸状精密ろ過（MF）膜であり、中空糸の外表面積から出した膜モジュール4の有効膜面積が7.4m²である。また、膜モジュール4は、1m長、84mm径のポリ塩化ビニル（PVC）ケーシングに納めた外圧原水側加圧ろ過式モジュールである。

[0014] また、膜の素材は特に限定されないが、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブテン等のポリオレフィン；テトラフルオロエチレンーパーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA）、テトラフルオロエチレンーヘキサフルオロプロピレン共重合体（FEP）、テトラフルオロエチレンーヘキサフルオロプロピレンーパーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（EPE）、テトラフルオロエチレンーエチレン共重合体（ETFE）、ポリクロロトリフルオロエチレン（PCTFE）、クロロトリフルオロエチレンーエチレン共重合体（ECTFE）、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）等のフッ素系樹脂；ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド等のスーパーエンジニアリングプラスチック；酢酸セルロース、エチルセルロース等のセルロース類；ポリアクリロニトリル；ポリビニルアルコールの単独およびこれらの混合物が挙げられる。

[0015] また、膜の形状としては、中空糸状、平膜状、プリーツ状、スパイラル状、チューブラー状など任意の形状を用いることができる。逆洗の効果が高いので中空糸状が特に好ましい。

[0016] また、本実施形態に係る膜モジュールとしては、多数の中空糸分離膜からなる膜束の両端部あるいはどちらか一方の端部が接着固定され、どちらか一方、もしくは両方の端部の中空糸膜端が開口されたものが好適に用いられる。

。接着固定される端部の断面形状としては、円形その他、三角形、四角形、六角形、楕円形等であってもよい。なお、本実施形態に係る膜及び該膜を備えた膜モジュール4は、本発明の説明のための一例である。

[0017] また、膜ろ過装置50は、原水1を受け入れる原水タンク2、膜モジュール4を透過したろ過水を貯留するろ過水タンク6、膜モジュール4の原水側入口4aと原水タンク2とを連絡する原水導入管路51及び膜モジュール4の排水側出口4cからの排水を原水タンク2に戻すための原水循環管53を備えている。

[0018] 原水導入管路51には、原水タンク2内に貯留された原水1を膜モジュール4に圧送する調圧ろ過ポンプ3が配置され、調圧ろ過ポンプ3よりも上流側及び下流側には、それぞれバルブ14、24が設けられている。調圧ろ過ポンプ3よりも下流側のバルブ24と膜モジュール4との間には空気導入管51aが接続されている。空気導入管51aは、膜モジュール4の膜に対して気体洗浄を行う空気を供給するコンプレッサー10に接続されており、空気導入管51aには、バルブ22が設けられている。また、排水排出管路52には、排水の排出時に管路を開くバルブ23が設けられている。調圧ろ過ポンプ3は、原水側圧力を調整する第1の調圧手段に相当する。

[0019] なお、原水導入管路51には、原水循環管53に連絡して逆洗水が流動する第1逆洗水管路71及び第2逆洗水管路72が接続されている。第1逆洗水管路71及び第2逆洗水管路72は、調圧ろ過ポンプ3の駆動によって膜モジュール4口の排水側出口4cから排水を引き入れて排水排出管路52に送液するための管路であり、第1逆洗水管路71及び第2逆洗水管路72には、それぞれバルブ26、27が設けられている。

[0020] 原水タンク2には、原水1の受入口2aが設けられ、さらに、膜モジュール4の排水側出口4cに連絡する原水循環管53が接続されている。原水循環管53にはバルブ15が設けられている。さらに、原水タンク2には、原水側の水質を測定する水質測定器11が設けられている。水質測定器11は、濁度計及び全有機炭素量測定器の少なくとも一方である。水質測定器11

は、原水側の水質を測定する測定手段に相当する。

[0021] また、膜ろ過装置 50 は、膜モジュール 4 のろ過水側出口 4b とろ過水タンク 6 とを連絡するろ過水管路 55 を備えている。ろ過水管路 55 は、途中で二方向に分岐し、一方側は減圧しない状態でろ過水をろ過水タンク 6 に送り込む第 1 管路 57 となり、他方側は減圧することによってろ過水を膜モジュール 4 からろ過水タンク 6 に送り込む第 2 管路 58 となる。第 1 管路 57 の入り口にはバルブ 16 が設けられ、第 2 管路 58 の入り口にはバルブ 17 が設けられている。さらに、膜ろ過装置 50 は、原水導入管路 51 に配置された原水入口圧力測定器 12a、ろ過水管路 55 に配置されたろ過水側圧力測定器 12b、原水循環管 53 に配置された原水出口圧力測定器 12c 及び膜ろ過流束測定器 13 を備えている。原水入口圧力測定器 12a、原水出口圧力測定器 12c 及びろ過水側圧力測定器 12b は、それぞれの位置における圧力を測定する機器であり、膜ろ過流束測定器 13 は第 1 管路 57 を流れるろ過水の膜ろ過流束を測定する機器である。

なお、原水入口圧力測定器 12a で測定された圧力を P_i 、原水出口圧力測定器 12c で測定された圧力を P_p 、ろ過水側圧力測定器 12b で測定された圧力を P_o とした時、膜差圧 P_d は、以下の式によって算出される。

$$P_d = (P_i + P_o) / 2 - P_p \cdots \cdots \text{(式)}$$

[0022] 第 2 管路 58 は途中で二方向に分岐し、一方側はろ過側管路 59 となり、他方側は逆洗側管路 61 となる。ろ過側管路 59 には、減圧ろ過ポンプ 5 が設けられており、減圧ろ過ポンプ 5 を挟むようにして上流側及び下流側には、それぞれバルブ 18、19 が設けられている。また、逆洗側管路 61 には、加圧逆洗ポンプ 7 が設けられており、逆洗水の流れ方向を基準にして加圧逆洗ポンプ 7 よりも下流側及び上流側のそれぞれには、バルブ 21 及びバルブ 20 が設けられている。減圧ろ過ポンプ 5 は、ろ過水側圧力を調整する第 2 の調圧手段に相当する。

[0023] 本実施形態では、膜モジュール 4 の原水側に調圧ろ過ポンプ 3、ろ過水側に減圧ろ過ポンプ 5 となるように、調圧ろ過ポンプ 3 と減圧ろ過ポンプ 5 と

を直列に接続し、調圧ろ過ポンプ3と減圧ろ過ポンプ5とを独立してオンオフできるように配置しているために好適であるが、この態様以外の配置とすることも可能である。

[0024] また、膜ろ過装置50は、薬液としての酸化剤を貯留する酸化剤タンク8と、酸化剤タンク8に貯留された酸化剤を膜モジュール4に供給するための薬液供給管路63とを備えている。薬液供給管路63には酸化剤送液ポンプ9が設けられ、さらに酸化剤送液ポンプ9よりも下流側にはバルブ25が設けられている。薬液供給管路63の下流端は、第1管路57と第2管路58との分岐点よりも上流側となる位置でろ過水管路55に接続されている。

[0025] また、膜ろ過装置50は、膜モジュール4を用いて原水1をろ過するろ過運転及び膜モジュール4にろ過水を透過させる逆洗と膜モジュール4に対する気体洗浄とを同時に行う逆洗運転を制御する制御ユニット40を備えている。制御ユニット40は、各ポンプ3, 5, 7, 9及びコンプレッサー10に制御信号を送受信可能に接続されている。また、制御ユニット40は、各バルブ14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27に制御信号を送受信可能に接続されている。また、制御ユニット40は、水質測定器11で測定された原水1の水質に関する測定値データを受信可能に接続されており、さらに原水入口圧力測定器12a、ろ過水側圧力測定器12b及び原水出口圧力測定器12cで測定された膜差圧に関する測定値データを受信可能に接続されており、さらに膜ろ過流束測定器13で測定された膜ろ過流束に関する測定値データを受信可能に接続されている。

[0026] 制御ユニット40は、中央処理装置を備え、中央処理装置は、ハードウェア構成としてCPU、RAM、ROMなどを有し、機能的構成として制御部、演算部及び記憶部を有する。さらに、制御ユニット40は、所定の設定値、例えば、原水側水質から算出される膜汚染原因物質の濃度を表す特性値Xを評価するために予め設定される閾値、膜ろ過流束を評価するために予め設定されて基準となる膜ろ過流束または有効NPSH (available net positiv

e suction head) などの情報やデータを取り込むための入力装置、各種情報
を出力するモニタなどの出力装置等を備えている。

[0027] 制御ユニット40は、各ポンプ3, 5, 7, 9及びコンプレッサー10に
対して制御信号を送信して駆動し、また、駆動の停止を行ことで各ポンプ3
, 5, 7, 9及びコンプレッサー10の駆動制御を行う。また、制御ユニッ
ト40は、各バルブ14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27に制御信号を送信することで、各バルブ14,
15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27の開閉制御を行う。また、制御ユニット40は、水質測定器11で測定さ
れた原水1の水質に関する測定値、原水入口圧力測定器12a、ろ過水側圧
力測定器12b及び原水出口圧力測定器12cで測定された膜差圧に関する
測定値及び膜ろ過流束測定器13で測定された膜ろ過流束に関する測定値を
監視しており、さらに、減圧ろ過ポンプ5での吸い込み揚程を監視している
。

[0028] 本実施形態に係る膜ろ過装置50の制御ユニット40は、膜モジュール4
に対して圧力を駆動力とするろ過運転を実行する。また、制御ユニット40
は、膜モジュール4のろ過水側から原水側へろ過水及び酸化剤の混合液体を
送液する逆洗と膜モジュール4の膜に対する気体洗浄とを同時に行う逆洗運
転を実行する。制御ユニット40は、ろ過運転と逆洗運転とを交互に繰り返
し実行することにより、膜の閉塞を効果的に抑止する。

[ろ過運転]

[0029] まず、制御ユニット40によって実行されるろ過運転について説明する。
制御ユニット40によって実行されるろ過運転には、原水側加圧ろ過と、ろ
過水側減圧ろ過と、原水側加圧ろ過及びろ過水側減圧ろ過を組み合わせた複
合ろ過と、の三態様がある。

(原水側加圧ろ過)

[0030] 図2に示されるように、原水側加圧ろ過を行う場合、制御ユニット40は
、原水導入管路51に設けられたバルブ14, 24及びろ過水管路55の第

1管路57に設けられたバルブ16を開放し、気体洗浄用の空気を供給するためのバルブ22、酸化剤を供給するためのバルブ25およびろ過管路55の第2管路58に設けられたバルブ17を閉じる。その結果、原水側加圧ろ過用の流体流路が形成される。

[0031] 次に、制御ユニット40は、調圧ろ過ポンプ3を駆動する。図2に示されるように、調圧ろ過ポンプ3の駆動により、原水1は、原水タンク2を經由して膜モジュール4に圧送される。膜モジュール4を透過したろ過水は、ろ過管路55の第1管路57を通過してろ過水タンク6に送られる。

また、原水循環管53に設けられたバルブ15を閉じてろ過すると全量ろ過方式、バルブ15の開度を調節して開放すると循環ろ過方式となる。

(ろ過水側減圧ろ過)

[0032] 図3に示されるように、ろ過水側減圧ろ過を行う場合、制御ユニット40は、原水導入管路51に設けられたバルブ14、24、ろ過管路55の第2管路58に設けられたバルブ17及び第2管路58のろ過側管路59に設けられたバルブ18、19を開放する。また、気体洗浄用の空気を供給するためのバルブ22、酸化剤を供給するためのバルブ25及びろ過管路55の第1管路57に設けられたバルブ16を閉じる。その結果、ろ過水側減圧ろ過用の流体流路が形成される。なお、ろ過水側減圧ろ過用の流体流路と複合ろ過の流体流路とは同一である。

[0033] 次に、制御ユニット40は、調圧ろ過ポンプ3及び減圧ろ過ポンプ5を駆動制御する。制御ユニット40の駆動制御によって、原水1は原水タンク2を経て調圧ろ過ポンプ3により膜モジュール4に送液され、膜モジュール4のろ過水側に接続された減圧ろ過ポンプ5にて減圧することでろ過水が得られる。本実施形態に係るろ過水側減圧ろ過では、制御ユニット40は、膜モジュール4に原水1を供給できる最低限の加圧となるように調圧ろ過ポンプ3を駆動制御し、従って、ろ過水を得るための駆動力は実質的に減圧ろ過ポンプ5のみによって与えられる。なお、調圧ろ過ポンプ3を駆動させず、調圧ろ過ポンプ3をバイパスする配管をもうけてバルブで切り替えるようにし

てもよい。

(複合ろ過)

[0034] 図3に示されるように、複合ろ過を行う場合、制御ユニット40は、ろ過水側減圧ろ過用の流体流路と同一の流体流路を形成する。次に、制御ユニット40は、原水供給の役割を兼ねる調圧ろ過ポンプ3と減圧ろ過ポンプ5とを駆動する。その結果、原水1は、調圧ろ過ポンプ3によって原水タンク2bを経て膜モジュール4に圧送され、さらに減圧ろ過ポンプ5でろ過水側を減圧することによって、加圧と減圧との双方を同時に行う方法によってろ過水が得られる。得られたろ過水は、逆洗タンクを兼用するろ過水タンク6に貯められる。

[逆洗運転]

[0035] また、ろ過運転を継続して膜差圧が上昇した場合には、逆洗や気体洗浄等の物理洗浄を行う事が好ましい。逆洗とは、膜モジュール4の膜のろ過水側から原水側にろ過水を透過させることにより、膜の細孔内や原水側に付着した膜汚染原因物質を除去する方法である。また、気体洗浄とは、空気等の気体を膜の原水側に気泡として導入することで膜を動揺させて、膜の原水側に堆積した膜汚染原因物質を除去する方法である。原水側に実際にかかる圧力が低く、膜汚染原因物質の圧縮が抑制されている場合には、物理洗浄によって膜汚染原因物質を除去しやすくなるものと考えられる。

[0036] 本実施形態に係る膜ろ過装置50は、上記のろ過運転と逆洗運転とを交互に繰り返し実行する。ここで、膜ろ過装置50の制御ユニット40によって実行される逆洗運転について説明する。本実施形態に係る逆洗運転には、ろ過水側加圧逆洗と、原水側減圧逆洗と、ろ過水側加圧逆洗及び原水側減圧逆洗を組み合わせた複合逆洗と、の三態様がある。

(ろ過水側加圧逆洗)

[0037] 図4に示されるように、ろ過水側加圧逆洗では逆洗工程と排液工程とが行われる。まず、制御ユニット40は、ろ過水管路55の第2管路58に設けられたバルブ17及び逆洗側管路61に設けられたバルブ20、21を開放

し、さらに、排水排出管路 5 2 に設けられたバルブ 2 3 を開放する。一方で、ろ過側管路 5 9 に設けられたバルブ 1 8 及び原水導入管路 5 1 に設けられたバルブ 2 4 を閉じる。その結果として、逆洗用の流体流路が形成される。なお、逆洗用の流体流路の形成に伴い、酸化剤を膜モジュール 4 に供給するために、薬液供給管路 6 3 に設けられたバルブ 2 5 が開放され、さらに、気体洗浄用の空気を膜モジュール 4 に供給するために、空気導入管 5 1 a に設けられたバルブ 2 2 を開放する。

[0038] 次に、制御ユニット 4 0 は、加圧逆洗ポンプ 7 を駆動し、逆洗タンクを兼用するろ過水タンク 6 に貯められているろ過水を膜モジュール 4 へ圧送する。さらに、制御ユニット 4 0 は、酸化剤送液ポンプ 9 が駆動し、薬液供給管路 6 3 を介して逆洗用のろ過水に酸化剤を供給して混合液体を生成し、混合液体を膜モジュール 4 のろ過水側から原水側に送液して逆洗を行う。さらに、制御ユニット 4 0 は、コンプレッサー 1 0 を駆動し、空気導入管 5 1 a を介して圧縮空気を膜モジュール 4 の原水 1 側に供給して膜の気体洗浄を行う。

[0039] 上記の逆洗工程の後、制御ユニット 4 0 は、排液工程を実行する。図 6 に示されるように、排液工程は、逆洗工程において膜から剥離した除去対象物質を排出する工程である。排液工程において制御ユニット 4 0 は、原水導入管路 5 1 のバルブ 1 4, 2 4 及び排水排出管路 5 2 のバルブ 2 3 を開放し、その他のバルブ 1 6, 1 7, 2 2, 2 5 等を閉じて排液用の流体流路を形成する。

[0040] 次に、制御ユニット 4 0 は、調圧ろ過ポンプ 3 を駆動し、原水 1 を膜モジュール 4 に供給する。ここで、膜モジュール 4 の原水 1 側に溜る除去対象物質は、原水 1 と一緒に膜モジュール 4 の排水側出口 4 c を通って排水排出管路 5 2 に排出される。

(原水側減圧逆洗)

[0041] 図 5 に示されるように、原水側減圧逆洗では逆洗工程と排液工程とが行われる。逆洗工程において制御ユニット 4 0 は、ろ過水管路 5 5 の第 2 管路 5

8に設けられたバルブ17及び逆洗側管路61に設けられたバルブ20, 21を開放し、さらに、排水排出管路52に設けられたバルブ23を開放し、調圧ろ過ポンプ3に連絡する第1逆洗水管路71及び第2逆洗水管路72に設けられたバルブ26, 27を開放する。一方で、ろ過側管路59に設けられたバルブ18及び原水導入管路51に設けられたバルブ14, 24を閉じる。その結果として、逆洗用の流体流路が形成される。さらに、気体洗浄用の空気を供給するためのバルブ22及び酸化剤を供給するためのバルブ25を開放する。

[0042] 次に、制御ユニット40は、調圧ろ過ポンプ3で膜モジュール4の原水側を減圧するように駆動制御し、さらに、加圧逆洗ポンプ7を駆動制御する。制御ユニット40の駆動制御によって、逆洗タンクを兼用するろ過水タンク6に貯められているろ過水は膜モジュール4に送液され、膜モジュール4の原水側に接続された調圧ろ過ポンプ3にて減圧することで逆洗が行われる。本実施形態に係る原水側減圧逆洗では、制御ユニット40は、膜モジュール4にろ過水を供給できる最低限の加圧となるように加圧逆洗ポンプ7を駆動制御し、従って、逆洗のための駆動力は実質的に調圧ろ過ポンプ3のみによって与えられる。なお、加圧逆洗ポンプ7を駆動させず、加圧逆洗ポンプ7をバイパスする配管をもうけてバルブで切り替えるようにしてもよい。

[0043] 上記の逆洗工程の後、制御ユニット40は、ろ過水側加圧逆洗の排液工程と同様の排液工程を実行する（図6参照）。

（複合逆洗）

[0044] 図5に示されるように、複合逆洗では逆洗工程と排液工程とが行われる。逆洗工程において制御ユニット40は、原水側減圧逆洗と同様に逆洗用の流体流路を形成し、さらに、気体洗浄用の空気を供給するためのバルブ22及び酸化剤を供給するためのバルブ25を開放する。

[0045] 次に、制御ユニット40は、調圧ろ過ポンプ3で膜モジュール4の原水側を減圧するように駆動制御し、さらに、加圧逆洗ポンプ7を駆動制御する。制御ユニット40の駆動制御によって、逆洗タンクを兼用するろ過水タンク

6に貯められているろ過水は加圧逆洗ポンプ7によって膜モジュール4に圧送され、さらに調圧ろ過ポンプ3で原水側を減圧することによって、加圧と減圧との双方を同時に行う方法によって逆洗が行われる。

[0046] 上記の逆洗工程の後、制御ユニット40は、ろ過水側加圧逆洗の排液工程と同様の排液工程を実行する（図6参照）。

[切り替え制御]

[0047] 制御ユニット40は、水質測定器11で測定された原水側水質、膜差圧測定器12で測定された膜差圧及び膜ろ過流束測定器13で測定された膜ろ過流束を全て監視している。そして、制御ユニット40は、各測定値の少なくとも一つに応じて、上記三態様のろ過のうちのいずれか一のろ過から他のろ過に切り替える制御を行う。制御ユニット40によって行われる切り替え制御について説明する。

[0048] 切り替え制御としては、例えば、制御ユニット4が測定値として原水側水質を取得し、取得した測定値から膜汚染原因物質の濃度を表す特性値Xを算出し、その特性値Xが、予め設定した閾値を下回る場合には原水側加圧ろ過を行い、その特性値Xが閾値を上回る場合には、原水側加圧ろ過から複合ろ過に切り替えるようにしてもよい。

[0049] 特性値Xは原水側水質から算出される。原水側水質の項目としては、濁度（度）、TOC（mg/L）、CODMn（mg/L）、CODCr（mg/L）、BOD（mg/L）、或いは以下に記す金属濃度、Fe（mg/L）、Mn（mg/L）、Al（mg/L）、Si（mg/L）、Ca（mg/L）、Mg（mg/L）が挙げられ、対応する水質測定機器を設置してそれぞれの水質測定値を、膜汚染原因物質を表す特性値Xとして用いることができる。本実施形態に係る水質測定器11は、濁度（度）及びTOC（mg/L）の少なくとも一方を取得して、各測定値から特性値Xを算出するようにしている。例えば、特性値Xは濁度（度）のみ、または、TOC（mg/L）のみから算出してもよいし、濁度（度）及びTOC（mg/L）から算出してもよい。特性値Xを濁度（度）及びTOC（mg/L）から算出する

場合、濁度がA（度）、TOCがB（mg/L）として、 $X = A + B$ の値として算出することができる。なお、TOC（mg/L）は、全有機炭素量である。

[0050] また、特性値Xとして濁度を用いる場合には、閾値は濁度0.01度～1000度に閾値を定めることが好ましく、1度～100度に定めることがより好ましい。特性値XとしてTOCを用いる場合には、閾値はTOC0.01mg/L～1000mg/Lに閾値を定めることが好ましく、1mg/L～100mg/Lに定めることがより好ましい。特性値Xとして濁度及びTOC（ $A + B$ ）を用いる場合には、閾値は $A + B$ の値が0.01～1000に閾値を定めることが好ましく、 $A + B$ の値が1～100に閾値を定めることがより好ましい。

[0051] また、切り替え制御の他の態様として、例えば、制御ユニット4が測定値として膜ろ過流束を取得し、ろ過水側減圧ろ過による設計流量での定流量ろ過運転中に、取得した測定値が予め設定された膜ろ過流束を下回った場合に、ろ過水側減圧ろ過から、原水側加圧ろ過または複合ろ過に切り替えるようにしてもよい。

[0052] また、切り替え制御の他の態様として、例えば、制御ユニット4が測定値として膜差圧に対応するろ過水側の吸い込み揚程を取得し、ろ過水側減圧ろ過による設計流量での定流量ろ過運転中に、ろ過水側の吸い込み揚程が有効NPSHに達した場合に、ろ過水側減圧ろ過から、原水側加圧ろ過または複合ろ過に切り替えるようにしてもよい。

[0053] 切り替えのタイミングや切り替え制御の態様については、上記の他に様々な態様が考えられる。次に、制御ユニット40による切り替え制御の作用、効果について説明する。

[0054] 本実施形態における被処理水としての好ましい原水は、上水、工業用水、河川水、湖沼水、地下水、貯水、下水二次処理水、排水、あるいは下水などである。この種の原水1を膜でろ過すると、原水1中の膜汚染原因物質によってケーキ層の形成および細孔の閉塞によりろ過抵抗を増大させる膜汚染が

起こるため、定流量運転を継続するうちに膜差圧が上昇していく。

[0055] 本発明者は、膜汚染原因物質が多く、濁度およびT O C（全有機炭素量）の少なくとも一方が高い原水について、膜差圧が大気圧未満になる同等の膜ろ過流束で定流量ろ過運転した場合、ろ過水側減圧ろ過と比較して、原水側加圧ろ過の方が膜差圧の上昇が早いことを見出した。

[0056] また、上記の原水1では水質に変動が起こることが一般的であり、膜汚染原因物質の量も変動する。本発明者は、原水1中の膜汚染原因物質が急激に上昇すると膜汚染が急激に進行することになるが、この際、特に原水側加圧ろ過と比較してろ過水側減圧ろ過の方が膜差圧の上昇を抑制できることを見出した。

[0057] 以上のような原水側加圧ろ過とろ過水側減圧ろ過との差異は、膜汚染原因物質が存在する膜の原水側に実際にかかる圧力の差が原因で生じると考えられる。すなわち、原水側加圧ろ過では原水側に実際にかかる圧力は大气圧と膜差圧の和であり、一方で、ろ過水側減圧ろ過では原水側に実際にかかる圧力は大气圧となり、原水側に実際にかかる圧力は膜差圧分だけ原水側加圧ろ過の方が高いことになる。

[0058] 原水側加圧ろ過であっても、ろ過水側減圧ろ過であっても、等しい膜ろ過流束で運転した場合、初期にかかる膜差圧は等しく、原水1中の膜汚染原因物質に対して、膜と垂直方向にかかる力は等しい。しかし、膜汚染原因物質が堆積する膜表面における実圧力はろ過水側減圧ろ過と比較して、原水側加圧ろ過の方が大气圧の分だけ高い。したがって、原水側加圧ろ過では膜汚染原因物質の粒子がより圧縮されて形態が変化し、膜表面に形成されるケーキ層はより緻密なものになると考えられる。この状態で、逆洗と気体洗浄とを同時に行うと、ケーキ層が緻密になっている原水側加圧ろ過では逆洗の効果が低くなると考えられる。ゆえに、長期間のろ過運転を継続すると、同じ膜ろ過流束で運転する原水側加圧ろ過はろ過水側減圧ろ過に比べて圧力の上昇が早くなる。その差異は原水中に含まれる膜汚染原因物質の量が少なければ無視できるほど小さいが、膜汚染原因物質の量がある一定の値を超えると顕

著になる。従って、逆洗等の効果のみを基準に考えると、原水側加圧ろ過よりもろ過水側減圧ろ過の方が有利であると考えられる。

[0059] しかしながら、ろ過水側減圧ろ過では、得られる膜差圧は最大で大気圧分であるため、膜差圧が大気圧以上になる条件においては、ろ過水側減圧ろ過単独で運転することはできず、設計の膜ろ過流束を確保することができない。すなわち、膜汚染原因物質が少ない原水の場合、高膜ろ過流束で運転されることが一般的であり、安定運転時の膜差圧が高い値となるため、ろ過水側減圧ろ過単独でろ過運転することはできない。従って、原水側加圧ろ過、あるいは複合ろ過が必要となる。

[0060] ここで、原水中の膜汚染原因物質の量が多い場合には、膜の原水側に実際にかかる圧力を低減するため、複合ろ過を選択し、ろ過水を取り出す駆動力としてろ過水側減圧ろ過の寄与を可能な限り大きくし、膜ろ過流束が不足している分を原水側加圧ろ過によって補うことがより好ましい。一方、原水中の膜汚染原因物質の量が少ない場合には、原水側加圧ろ過のみで運転することがエネルギー効率を鑑みて有利となり、かつろ過水側減圧ポンプの使用頻度及び期間を最小限に抑えることでポンプの寿命を長期化することができる。

[0061] すなわち、膜ろ過装置 50 及び膜ろ過装置 50 によって実行されるろ過方法によれば、原水 1 の水質変動、膜ろ過流束や膜差圧の変化に応じて最適なろ過運転となるようにろ過の態様を切り替えるので、原水水質に変動がある場合においても高い膜ろ過流束で、膜差圧の上昇を抑制して薬品洗浄の回数を削減し、かつエネルギー消費が最小限でポンプを長寿命化することが可能になる。その結果として、設計した膜ろ過流束を確保したまま、膜差圧の上昇を抑制し、長時間安定したろ過運転を継続することが可能になる。

[0062] また、膜ろ過装置 50 及び膜ろ過装置 50 によって実行されるろ過方法では、ろ過水側加圧逆洗、原水側減圧逆洗及び複合逆洗のいずれか一つの逆洗を選択して実行することにより、効果的な逆洗を可能にする。

[0063] 例えば、原水側減圧逆洗では、ろ過水側加圧逆洗と比べて、膜汚染原因物

質が堆積している膜表面における実圧力が大気圧分だけ小さくなる。したがって、膜表面に堆積した膜汚染原因物質の圧縮が緩和されて、逆洗効果は高いと考えられる。一方で、ろ過方法と同様に、原水側減圧逆洗のみでは設計の逆洗流束を確保できない場合もあると考えられ、この場合には、複合逆洗とし、逆洗水を取り出す駆動力として原水側減圧逆洗の寄与を可能な限り大きくし、不足している分をろ過水側加圧逆洗によって補うようにすることで好適な逆洗が可能になる。

[0064] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記の実施形態のみに限定されない。例えば、原水側加圧ろ過、ろ過水側減圧ろ過、複合ろ過、ろ過水側加圧逆洗、原水側減圧逆洗及び複合逆洗を行うための第1及び第2の調圧手段に関して、加圧手段としては加圧ポンプ、調圧ポンプ、高圧気体、水頭差などが挙げられ、減圧手段としては吸引ポンプ、真空ポンプなどが挙げられる。

実施例

[0065] [実施例1]

原水として平均濁度1度の河川表流水を用いた。上記の膜ろ過装置50に対応する装置を用いてろ過運転及び逆洗運転を行った。このろ過運転は、原水側加圧ろ過で開始した。水質測定器11からの信号は制御ユニット40に送られ、測定値が5度に達した時点から制御ユニット40により複合ろ過に自動的に切り替えた。

[0066] 原水側加圧ろ過は膜モジュール4に調圧ろ過ポンプ3を用いて原水1を一定流量（膜ろ過流束 $2.5\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、1日で膜面積 1 m^2 あたり 2.5 m^3 のろ過水が得られる流量）で供給する定流量ろ過とし、全量ろ過方式にて行った。

[0067] 複合ろ過では、膜モジュール4に調圧ろ過ポンプ3を用いて原水1を一定流量（膜ろ過流束 $2.5\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、1日で膜面積 1 m^2 あたり 2.5 m^3 のろ過水が得られる流量）で供給し、同時に減圧ろ過ポンプ5で減圧する定流量ろ過とし、全量ろ過方式にて行った。複合ろ過における減圧ろ過ポンプ

5の回転数は、ポンプの最大回転数である50ヘルツで運転した。

[0068] 本実施例では、原水側加圧ろ過または複合ろ過と洗浄運転とを交互に繰り返し行い、運転条件としては、ろ過運転を29分、逆洗運転として逆洗同時気体洗浄を1分、排出を30秒の繰返しで行った。逆洗運転は $3.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ で行い、同時に酸化剤送液ポンプ9を用いて酸化剤タンク8中の次亜塩素酸ナトリウムを供給し、逆洗水の残留塩素濃度が $3 \text{ mg}/\text{リットル}$ となるようにした。気体洗浄用の気体はコンプレッサー10により圧縮した空気を用いて行い、空気流量は $1.5 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ として行った。

[0069] 上記運転条件にて原水側加圧ろ過法から連続運転を開始したところ、約1000時間後に濁度が5度を超えて17度に到達した（図8参照）ため、複合ろ過に自動的に切り替えた。膜差圧は最大 163 kPa まで上昇し、3000時間後は 145 kPa だった（図7参照）。3000時間まで所定の膜ろ過流束 $2.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ を保持したまま連続運転することができた（図9参照）。

[0070] [比較例1]

原水として平均濁度1度の河川表流水を用いた。制御ユニット40を除いて実施例1と同様の構成を備えた装置を用いてろ過運転及び逆洗運転を行い、ろ過運転は原水側加圧ろ過で実施例1と同時に並行して行った。膜モジュール4に調圧ろ過ポンプ3を用いて原水1を一定流量（膜ろ過流束 $2.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、1日で膜面積 1 m^2 あたり 2.5 m^3 のろ過水が得られる流量）で供給する定流量ろ過とし、全量ろ過方式にて行った。

[0071] 比較例1の運転条件としては、ろ過運転を29分、逆洗運転として逆洗同時気体洗浄を1分、排出を30秒の繰返しで行った。逆洗運転は $3.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ で行い、同時に酸化剤送液ポンプ9を用いて酸化剤タンク8中の次亜塩素酸ナトリウムを供給し、逆洗水の残留塩素濃度が $3 \text{ mg}/\text{リットル}$ となるようにした。気体洗浄用の気体はコンプレッサー10により圧縮した空気を用いて行い、空気流量は $1.5 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ として行った。上記運転条件にて連続運転したところ、約1050時間後に膜差圧が薬品洗浄の必要な20

0 k P a となったため、装置停止した（図 7 参照）。

[0072] [比較例 2]

原水として平均濁度 1 度の河川表流水を用いた。比較例 1 と同様の構成を備えた装置を用いてろ過運転及び逆洗運転を行い、ろ過運転はろ過水側減圧ろ過で実施例 1 と同時に並行して行った。膜モジュール 4 に調圧ろ過ポンプ 3 を用いて原水 1 を一定流量（膜ろ過流束 2.5 m³/m²/日、1 日で膜面積 1 m²あたり 2.5 m³のろ過水が得られる流量）で供給する定流量ろ過とし、全量ろ過方式にて行った。

[0073] 比較例 2 の運転条件としては、ろ過運転を 29 分、逆洗運転として逆洗同時気体洗浄を 1 分、排出を 30 秒の繰返しで行った。逆洗運転は 3.0 m³/m²/日で行い、同時に酸化剤送液ポンプ 9 を用いて酸化剤タンク 8 中の次亜塩素酸ナトリウムを供給し、逆洗水の残留塩素濃度が 3 mg/リットルとなるようにした。気体洗浄用の気体はコンプレッサー 10 により圧縮した空気を用いて行い、空気流量は 1.5 Nm³/h r として行った。上記運転条件にて連続運転したところ、1000 時間後に設計膜ろ過流束の 2.5 m³/m²/日を下回り、最低で 1.5 m³/m²/日となった（図 9 参照）。

[0074] [実施例 2]

原水として平均濁度 0.1 度の河川表流水を用いた。実施例 1 と同様の構成を備えた装置を用いてろ過運転及び逆洗運転を行い、ろ過運転はろ過水側減圧ろ過で開始し、膜差圧測定器 12 での測定値が 80 k P a に達した時点から原水側加圧ろ過とろ過水側減圧ろ過を組み合わせたろ過方法に自動的に切り替えた。原水側加圧ろ過とろ過水側減圧ろ過を組み合わせたろ過方法の減圧ろ過ポンプ 5 の回転数は、ろ過水側減圧ろ過を続けて膜差圧が 80 k P a に達した時点の値で運転した。複合ろ過では、膜モジュール 4 に調圧ろ過ポンプ 3 を用いて原水 1 を一定流量（膜ろ過流束 5.0 m³/m²/日、1 日で膜面積 1 m²あたり 5.0 m³のろ過水が得られる流量）で供給し、同時に減圧ろ過ポンプ 5 で減圧する定流量ろ過とし、全量ろ過方式にて行った。

[0075] 実施例 2 の運転条件としては、ろ過運転を 29 分、逆洗運転として逆洗同

時気体洗浄を1分、排出を30秒の繰返しで行った。逆洗運転は $3.8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ で行い、同時に酸化剤送液ポンプ9を用いて酸化剤タンク8中の次亜塩素酸ナトリウムを供給し、逆洗水の残留塩素濃度が $3 \text{ mg}/\text{リットル}$ となるようにした。気体洗浄用の気体はコンプレッサー10により圧縮した空気を用いて行い、空気流量は $1.5 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ として行った。上記運転条件にてろ過水側減圧ろ過法から連続運転を開始したところ、約400時間後に膜差圧が 80 kPa に達したため、複合ろ過に切り替えた。約2000時間まで安定なろ過を続け約2500時間後に膜差圧が薬品洗浄の必要な 200 kPa となった(図10参照)。

[0076] [比較例3]

原水として平均濁度 0.1 度の河川表流水を用いた。比較例1と同様の構成を備えた装置を用いてろ過運転及び逆洗運転を行い、ろ過運転は原水側加圧ろ過で行った。膜モジュール4に調圧ろ過ポンプ3を用いて原水1を一定流量(膜ろ過流束 $5.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、1日で膜面積 1 m^2 あたり 5.0 m^3 のろ過水が得られる流量)で供給する定流量ろ過とし、全量ろ過方式にて行った。

[0077] 比較例3の運転条件としては、ろ過運転を29分、逆洗運転として逆洗同時気体洗浄を1分、排出を30秒の繰返しで行った。逆洗運転は $3.8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ で行い、同時に酸化剤送液ポンプ9を用いて酸化剤タンク8中の次亜塩素酸ナトリウムを供給し、逆洗水の残留塩素濃度が $3 \text{ mg}/\text{リットル}$ となるようにした。気体洗浄用の気体はコンプレッサー10により圧縮した空気を用いて行い、空気流量は $1.5 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ として行った。上記運転条件にて連続運転したところ、安定な運転時間は短く、約1900時間後に膜差圧が薬品洗浄の必要な 200 kPa となった(図10参照)。

[0078] [実施例3]

原水として平均濁度は 100 度の河川水砂ろ過機の逆洗排水を用いた。実施例1と同様の構成を備えた装置を用いてろ過運転及び逆洗運転を行い、ろ過運転はろ過水側減圧ろ過で開始し、膜ろ過流束測定器13の測定値が設計

膜ろ過流束の $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ を下回った時点から複合ろ過に自動的に切り替えた。複合ろ過の減圧ろ過ポンプ5の回転数は、最大回転数の50ヘルツで運転した。複合ろ過では、膜モジュール4に調圧ろ過ポンプ3を用いて原水1を一定流量（膜ろ過流束 $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、1日で膜面積 1 m^2 あたり 1.0 m^3 のろ過水が得られる流量）で供給し、同時減圧ろ過ポンプ5で減圧する定流量ろ過とし、全量ろ過方式にて行った。

[0079] 実施例3の運転条件としては、ろ過運転を29分、逆洗運転として逆洗同時気体洗浄を1分、排出を30秒の繰返しで行った。逆洗運転は $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ で行い、同時に酸化剤送液ポンプ9を用いて酸化剤タンク8中の次亜塩素酸ナトリウムを供給し、逆洗水の残留塩素濃度が $3 \text{ mg}/\text{リットル}$ となるようにした。気体洗浄用の気体はコンプレッサー10により圧縮した空気を用いて行い、空気流量は $1.5 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ として行った。上記運転条件にてろ過水側減圧ろ過法から連続運転を開始したところ、約2250時間後に膜ろ過流束測定器13の測定値が設計膜ろ過流束の $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ を下回ったため、複合ろ過に自動的に切り替えた。約3000時間後に膜差圧が薬品洗浄の必要な 200 kPa となり（図11参照）、設計膜ろ過流束の $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ で約3000時間運転できた（図12参照）。

[0080] [比較例4]

原水として平均濁度100度の河川水砂ろ過機の逆洗排水を用いた。比較例1と同様の構成を備えた装置を用いてろ過運転及び逆洗運転を行い、ろ過運転はろ過水側減圧ろ過で行った。膜モジュール4に調圧ろ過ポンプ3を用いて原水1を一定流量（膜ろ過流束 $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、1日で膜面積 1 m^2 あたり 1.0 m^3 のろ過水が得られる流量）で供給し、減圧ろ過ポンプ5で減圧する定流量ろ過とし、全量ろ過方式にて行った。

[0081] 比較例4の運転条件としては、ろ過運転を29分、逆洗運転として逆洗同時気体洗浄を1分、排出を30秒の繰返しで行った。逆洗運転は $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ で行い、同時に酸化剤送液ポンプ9を用いて酸化剤タンク8中の次亜塩素酸ナトリウムを供給し、逆洗水の残留塩素濃度が $3 \text{ mg}/\text{リットル}$ とな

るようにした。気体洗浄用の気体はコンプレッサー 10 により圧縮し空気を用いて行い、空気流量は $1.5 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ として行った。上記運転条件にて連続運転したところ、膜ろ過流束が約 2300 時間後に設計膜ろ過流束の $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ を下回り、約 3000 時間後には $0.45 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ となった（図 12）。

[0082] [比較例 5]

原水として平均濁度 100 度の河川水砂ろ過機の逆洗排水を用いた。比較例 1 と同様の構成を備えた装置を用いてろ過運転及び逆洗運転を行い、ろ過運転は原水側加圧ろ過で行った。膜モジュール 4 に調圧ろ過ポンプ 3 を用いて原水 1 を一定流量（膜ろ過流束 $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、1 日で膜面積 1 m^2 あたり 1.0 m^3 のろ過水が得られる流量）で供給する定流量ろ過とし、全量ろ過方式にて行った。

[0083] 比較例 5 の運転条件としては、ろ過運転を 29 分、逆洗運転として逆洗同時気体洗浄を 1 分、排出を 30 秒の繰返しで行った。逆洗運転は $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ で行い、同時に酸化剤送液ポンプ 9 を用いて酸化剤タンク 8 中の次亜塩素酸ナトリウムを供給し、逆洗水の残留塩素濃度が $3 \text{ mg}/\text{リットル}$ となるようにした。気体洗浄用の気体はコンプレッサー 10 により圧縮し空気を用いて行い、空気流量は $1.5 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ として行った。上記運転条件にて連続運転したところ、約 1950 時間後に膜差圧が薬品洗浄の必要な 200 kPa となった（図 11 参照）。

[0084] [実施例 4]

原水として平均濁度 2 度の河川表流水を用いた。実施例 1 と同様の構成を備えた装置を用いてろ過運転及び逆洗運転を行い、ろ過運転はろ過水側減圧ろ過で開始し、膜差圧測定器 12 での測定値が 80 kPa に達した時点から複合ろ過に自動的に切り替えた。複合ろ過の減圧ろ過ポンプ 5 の回転数は、ろ過水側減圧ろ過を続けて膜差圧が 80 kPa に達した時点の値で運転した。複合ろ過では、膜モジュール 4 に調圧ろ過ポンプ 3 を用いて原水 1 を一定流量（膜ろ過流束 $1.7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、1 日で膜面積 1 m^2 あたり 1.7 m^3 の

ろ過水が得られる流量)で供給し、同時に減圧ろ過ポンプ5で減圧する定流量ろ過とし、全量ろ過方式にて行った。

- [0085] 実施例4の運転条件としては、ろ過運転を29分、逆洗運転として逆洗同時気体洗浄を1分、排出を30秒の繰返しで行った。逆洗運転は $1.7\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ で行い、同時に酸化剤送液ポンプ9を用いて酸化剤タンク8中の次亜塩素酸ナトリウムを供給し、逆洗水の残留塩素濃度が $3\text{ mg}/\text{リットル}$ となるようにした。気体洗浄用の気体はコンプレッサー10により圧縮した空気を用いて行い、空気流量は $1.5\text{ Nm}^3/\text{hr}$ として行った。上記運転条件にてろ過水側減圧ろ過法から連続運転を開始したところ100時間後に膜差圧が 43 kPa となった。100時間後に濁質を添加し、濁度を約100度としたところ、膜差圧は最大で 73 kPa まで上昇しその後低下した。250時間後に再び濁質を添加して100度としたところ、約260時間後(濁質を添加してから約10時間後)に膜差圧が 80 kPa に達したため、複合ろ過に自動的に切り替えた。膜差圧は最大で 140 kPa まで上昇し、その後低下して500時間後に 63 kPa となった(図13参照)。設計膜ろ過流束の $1.7\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ で500時間運転できた(図14参照)。

- [0086] [実施例6]

原水として平均濁度2度の河川表流水を用いた。実施例1と同様の構成を備えた装置を用いてろ過運転及び逆洗運転を行い、ろ過運転はろ過水側減圧ろ過で行った。膜モジュール4に調圧ろ過ポンプ3を用いて原水1を一定流量(膜ろ過流束 $1.7\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、1日で膜面積 1 m^2 あたり 1.0 m^3 のろ過水が得られる流量)で供給し、減圧ろ過ポンプ5で減圧する定流量ろ過とし、全量ろ過方式にて行った。

- [0087] 実施例6の運転条件としては、ろ過運転を29分、逆洗運転として逆洗同時気体洗浄を1分、排出を30秒の繰返しで行った。逆洗運転は $1.7\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ で行い、同時に酸化剤送液ポンプ9を用いて酸化剤タンク8中の次亜塩素酸ナトリウムを供給し、逆洗水の残留塩素濃度が $3\text{ mg}/\text{リットル}$ となるようにした。気体洗浄用の気体はコンプレッサー10により圧縮し空気を

用いて行い、空気流量は $1.5 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ として行った。上記運転条件にて連続運転したところ100時間後に膜差圧が 45 kPa となった。100時間後に濁質を添加し、濁度を約100度としたところ、膜差圧は最大で 69 kPa まで上昇しその後低下した（図11参照）。250時間後に再び濁質を添加して100度としたところ、約260時間後（濁質を添加してから約10時間後）に膜ろ過流束が設計膜ろ過流束の $1.7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ を下回り、最低で $0.82 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ となった（図14参照）。

[0088] [比較例7]

原水として平均濁度2度の河川表流水を用いた。比較例1と同様の構成を備えた装置を用いてろ過運転及び逆洗運転を行い、ろ過運転は原水側加圧ろ過で行った。膜モジュール4に調圧ろ過ポンプ3を用いて原水1を一定流量（膜ろ過流束 $1.7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、1日で膜面積 1 m^2 あたり 1.7 m^3 のろ過水が得られる流量）で供給する定流量ろ過とし、全量ろ過方式にて行った。

[0089] 比較例7の運転条件としては、ろ過運転を29分、逆洗運転として逆洗同時気体洗浄を1分、排出を30秒の繰返しで行った。逆洗運転は $1.7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ で行い、同時に酸化剤送液ポンプ9を用いて酸化剤タンク8中の次亜塩素酸ナトリウムを供給し、逆洗水の残留塩素濃度が $3 \text{ mg}/\text{リットル}$ となるようにした。気体洗浄用の気体はコンプレッサー10により圧縮した空気を用いて行い、空気流量は $1.5 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ として行った。上記運転条件にて連続運転したところ100時間後に膜差圧が 45 kPa となった。100時間後に濁質を添加し、濁度を約100度としたところ、膜差圧は最大で 113 kPa まで上昇しその後低下した（図13参照）。250時間後に再び濁質を添加して100度としたところ、約265時間後（濁質を添加してから約15時間後）に膜差圧が薬品洗浄の必要な 200 kPa となった（図13参照）。

産業上の利用可能性

[0090] 上水、工業用水、河川水、湖沼水、地下水、貯水、下水二次処理水、排水、下水等を原水として膜ろ過に適用する、または有価物の分離、あるいは濃

縮のために膜ろ過を適用する分野で好適に利用できる。

請求の範囲

- [請求項1] 膜モジュールに対して圧力を駆動力とするろ過運転を実行することにより、原水をろ過してろ過水を得るろ過方法であって、
- 前記ろ過運転は、原水側加圧ろ過と、ろ過水側減圧ろ過と、前記原水側加圧ろ過及び前記ろ過水側減圧ろ過を組み合わせた複合ろ過との三態様からなり、
- 原水側水質、膜ろ過流束、膜差圧の少なくとも一つを測定し、測定値に応じて、前記三態様のうちのいずれか一のろ過から他のろ過に切り替えることを特徴とするろ過方法。
- [請求項2] 前記測定値は、前記原水側水質から算出される膜汚染原因物質の濃度を表す特性値 X であり、前記特性値 X が、予め設定した閾値を下回る場合には前記原水側加圧ろ過を行い、前記特性値 X が前記閾値を上回る場合には、前記原水側加圧ろ過から前記複合ろ過に切り替えることを特徴とする請求項1記載のろ過方法。
- [請求項3] 前記特性値 X は、原水側濁度 A （度）及び原水側全有機炭素量（ mg/L ）の少なくとも一方から算出されることを特徴とする請求項2記載のろ過方法。
- [請求項4] 前記原水側濁度が A （度）、原水側全有機炭素量が B （ mg/L ）である場合に、前記特性値 X は、 $X = A + B$ で算出されることを特徴とする請求項3記載のろ過方法。
- [請求項5] 前記測定値は膜ろ過流束であり、前記ろ過水側減圧ろ過による設計流量での定流量ろ過運転中に、前記測定値が予め設定された膜ろ過流束を下回った場合に、前記ろ過水側減圧ろ過から、前記原水側加圧ろ過または前記複合ろ過に切り替えることを特徴とする請求項1記載のろ過方法。
- [請求項6] 前記測定値は前記膜差圧に対応する前記ろ過水側の吸い込み揚程であり、
- 前記ろ過水側減圧ろ過による設計流量での定流量ろ過運転中に、前

記ろ過水側の吸い込み揚程が有効N P S Hに達した場合に、前記ろ過水側減圧ろ過から、前記原水側加圧ろ過または前記複合ろ過に切り替えることを特徴とする請求項 1 に記載のろ過方法。

[請求項7] 前記ろ過運転と、前記膜モジュールのろ過水側から原水側へ送液する逆洗と前記膜モジュールに対する気体洗浄とを同時に行う逆洗運転とを交互に繰り返すことを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一項記載のろ過方法。

[請求項8] 前記逆洗運転を行う場合には、ろ過水側から加圧した加圧逆洗を行うことを特徴とする請求項 7 記載のろ過方法。

[請求項9] 前記逆洗運転を行う場合には、原水側を減圧した減圧逆洗を行うことを特徴とする請求項 7 記載のろ過方法。

[請求項10] 前記逆洗運転を行う場合には、ろ過水側から加圧した加圧逆洗と原水側を減圧した減圧逆洗とを組み合わせた複合逆洗を行うことを特徴とする請求項 7 記載のろ過方法。

[請求項11] ろ過水側から加圧した加圧逆洗と、原水側を減圧した減圧逆洗と、ろ過水側から加圧した加圧逆洗と原水側を減圧した減圧逆洗とを組み合わせた複合逆洗とのいずれか一の逆洗を選択可能であり、

前記逆洗運転を行う場合には、前記加圧逆洗と、前記減圧逆洗と、前記複合逆洗のいずれか一の逆洗を選択することを特徴とする請求項 7 記載のろ過方法。

[請求項12] 圧力を駆動力とする膜モジュールを備えた膜ろ過装置であって、
前記膜モジュールの原水側圧力を調整する第 1 の調圧手段と、
前記膜モジュールのろ過水側圧力を調整する第 2 の調圧手段と、
前記膜モジュールの原水側の水質を測定する測定手段と、
前記測定手段で測定された測定値に基づいて、前記第 1 の調圧手段及び前記第 2 の調圧手段の少なくとも一方を駆動制御する制御手段と、
を備え、

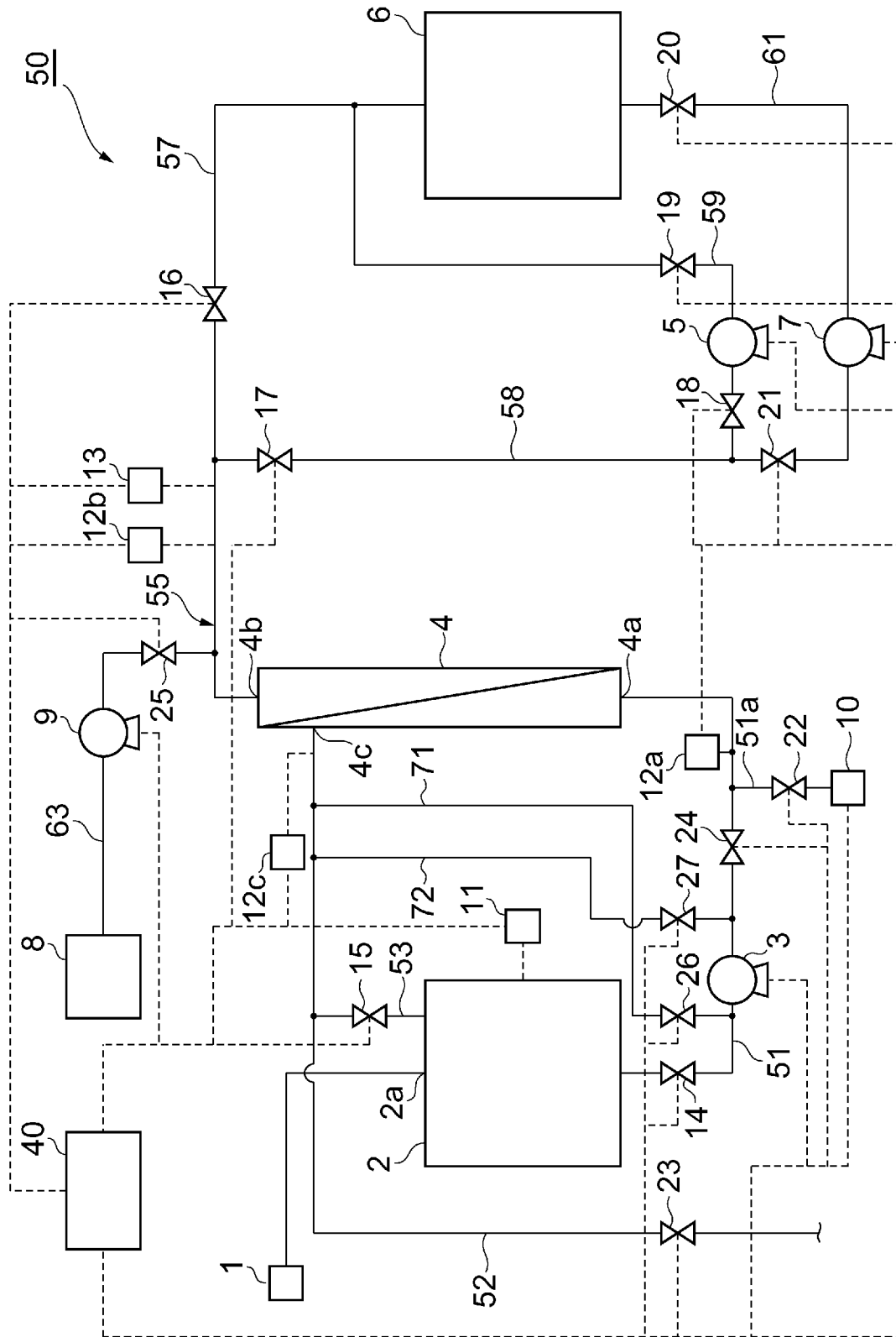
前記制御手段は、原水側加圧ろ過と、ろ過水側減圧ろ過と、前記原

水側加圧ろ過及びろ過水側減圧ろ過の複合ろ過との三態様のうち、一のろ過から他のろ過に切り替えることを特徴とする膜ろ過装置。

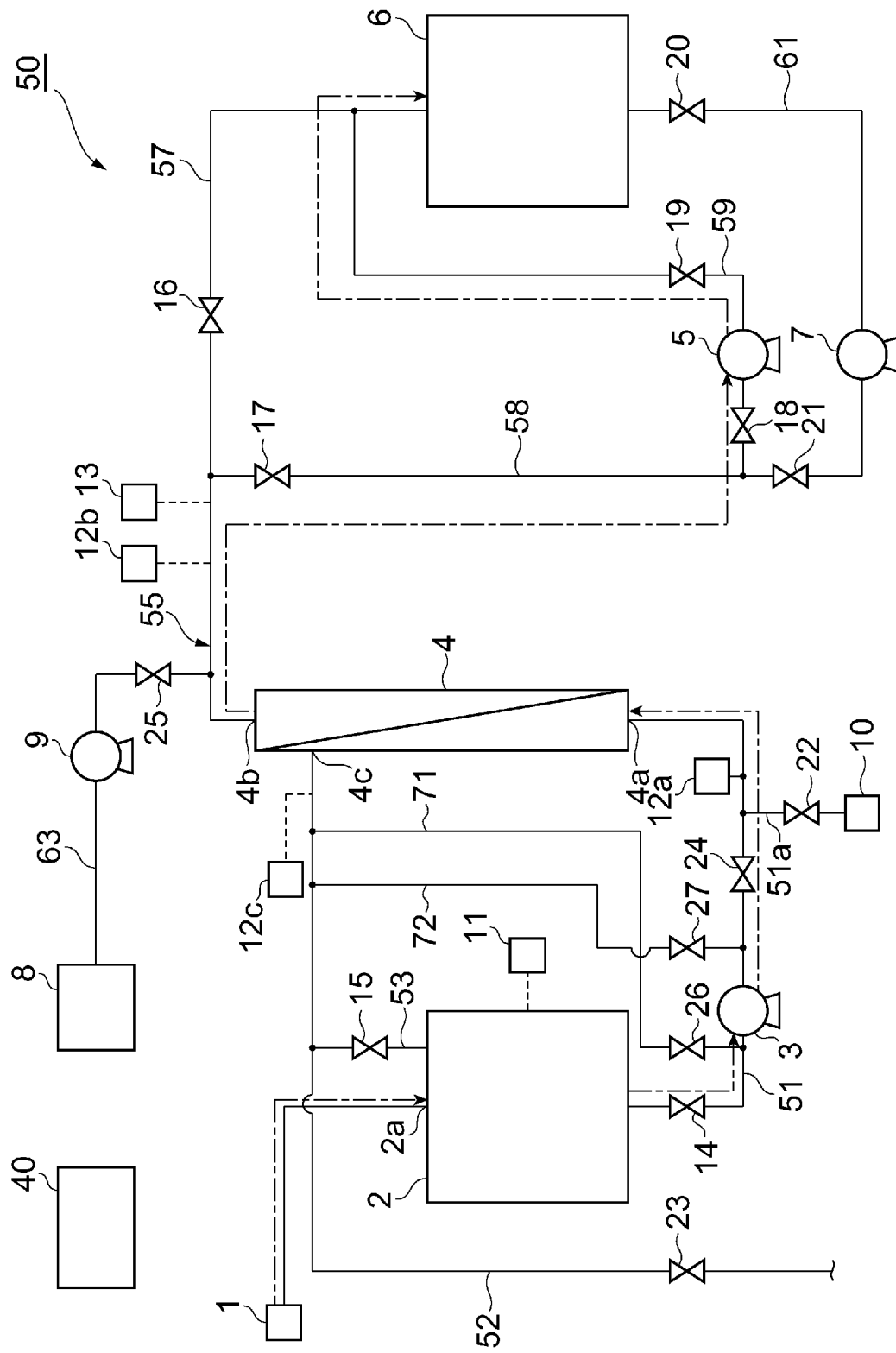
[請求項13] 前記第2の調圧手段は減圧ポンプであり、前記測定手段は濁度計及び全有機炭素量測定器の少なくとも一方であることを特徴とする請求項12記載の膜ろ過装置。

[請求項14] 前記制御手段は、前記第1の調圧手段及び前記第2の調圧手段の少なくとも一方を駆動制御して、ろ過水側を加圧した加圧逆洗と、原水側を減圧した減圧逆洗と、ろ過水側を加圧した加圧逆洗及び原水側を減圧した減圧逆洗を組み合わせた複合逆洗とのいずれか一の逆洗を行うことを特徴とする請求項12または13記載の膜ろ過装置。

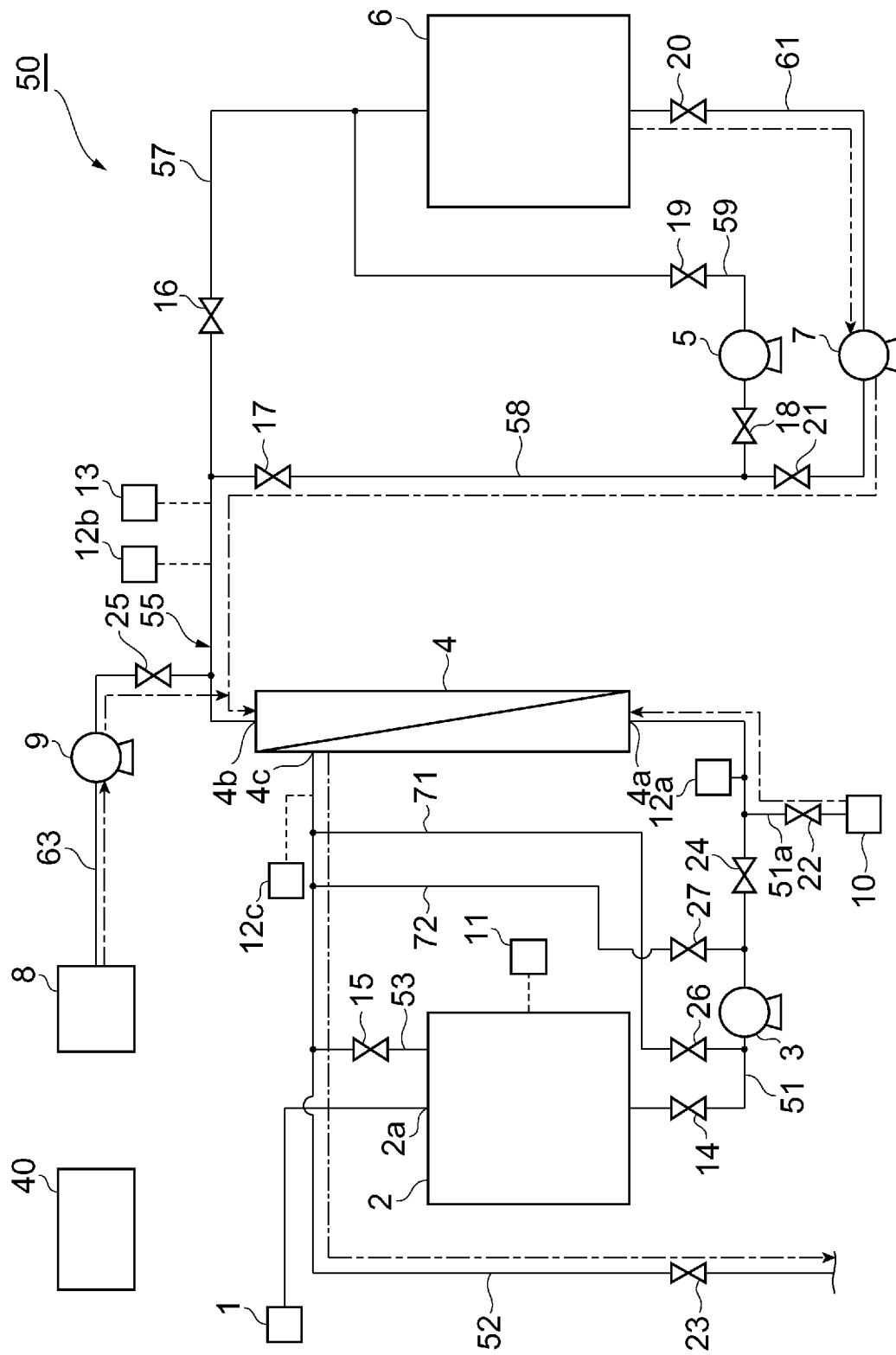
[図1]



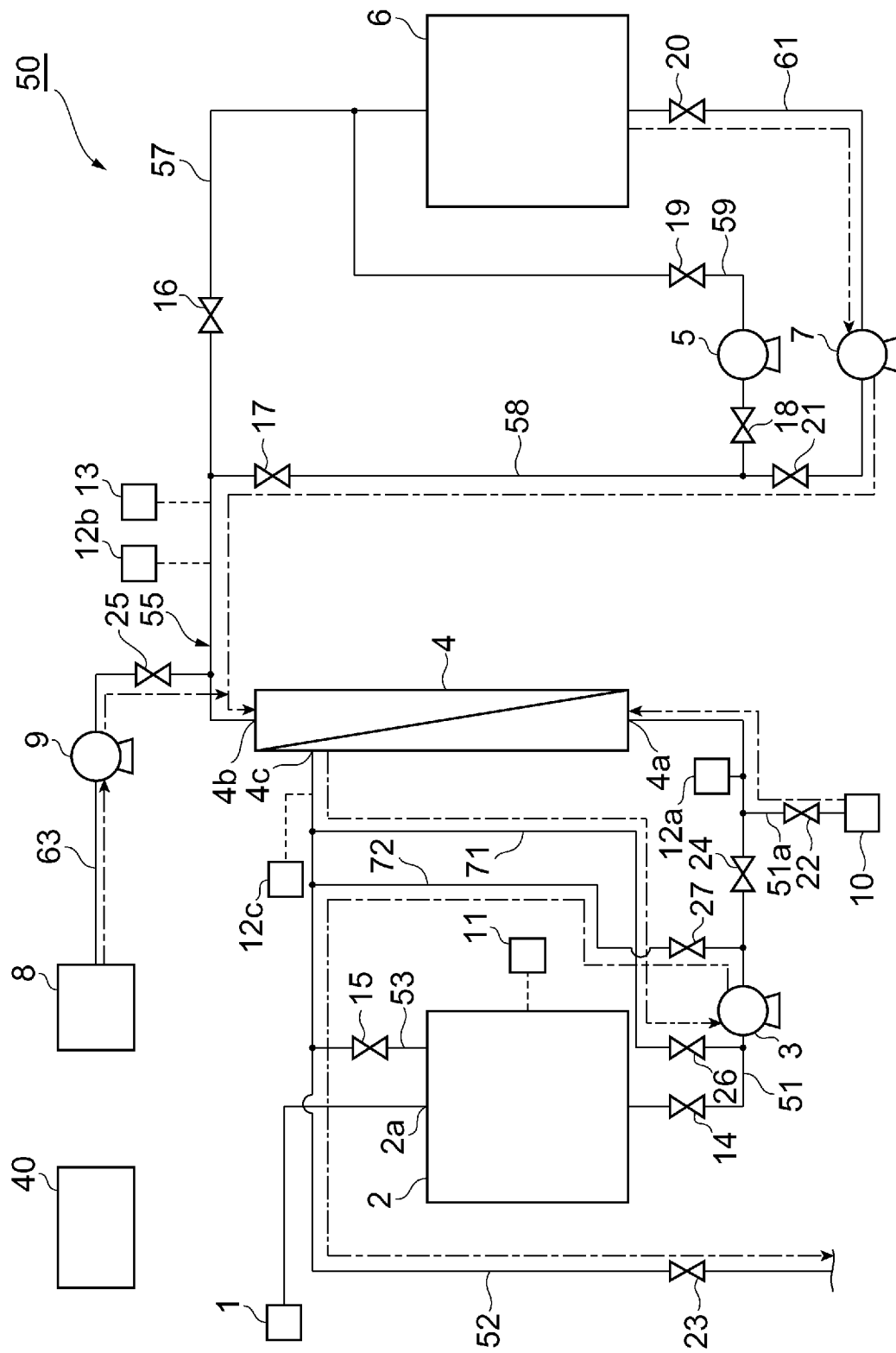
[図3]



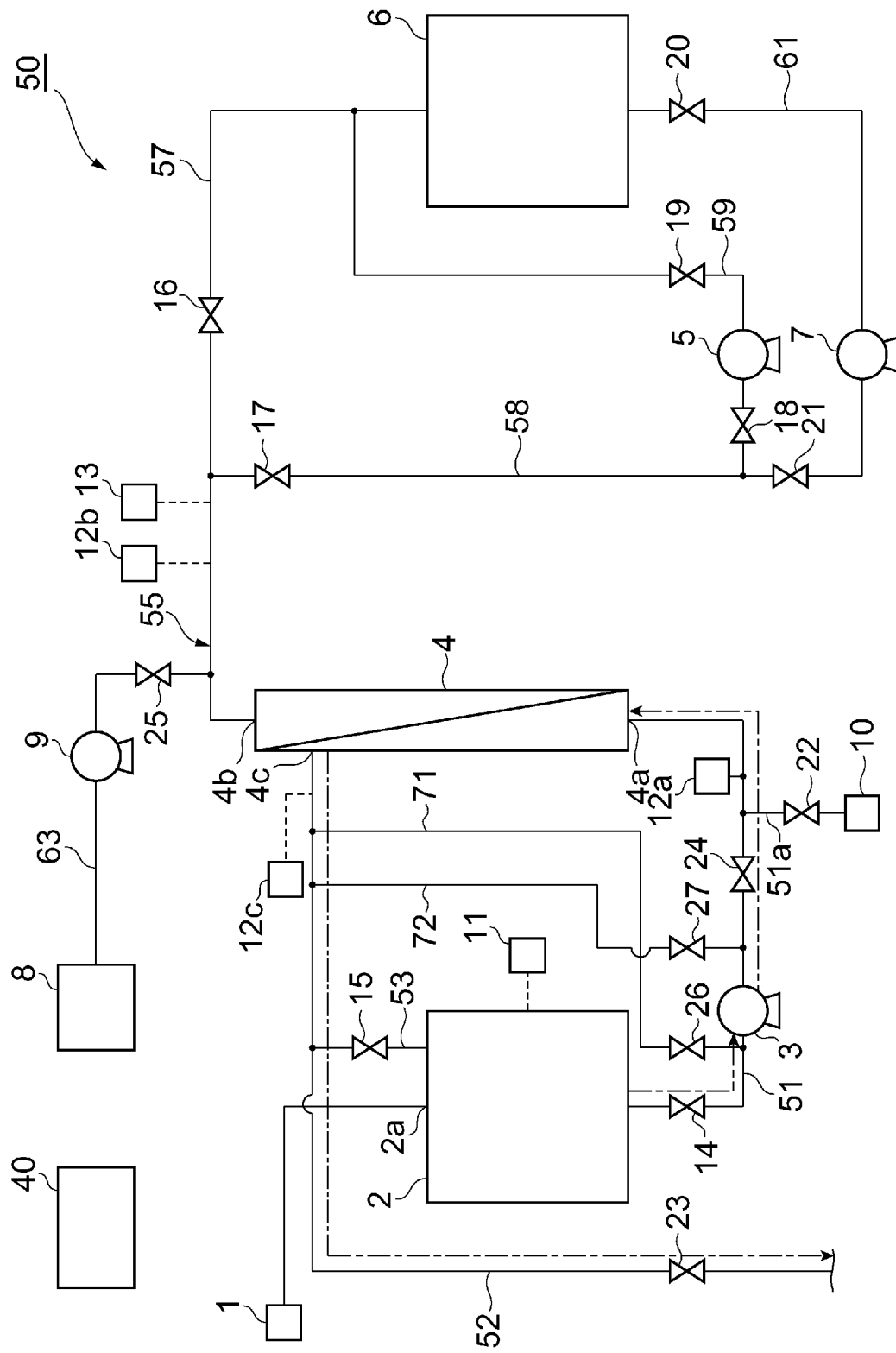
[図4]



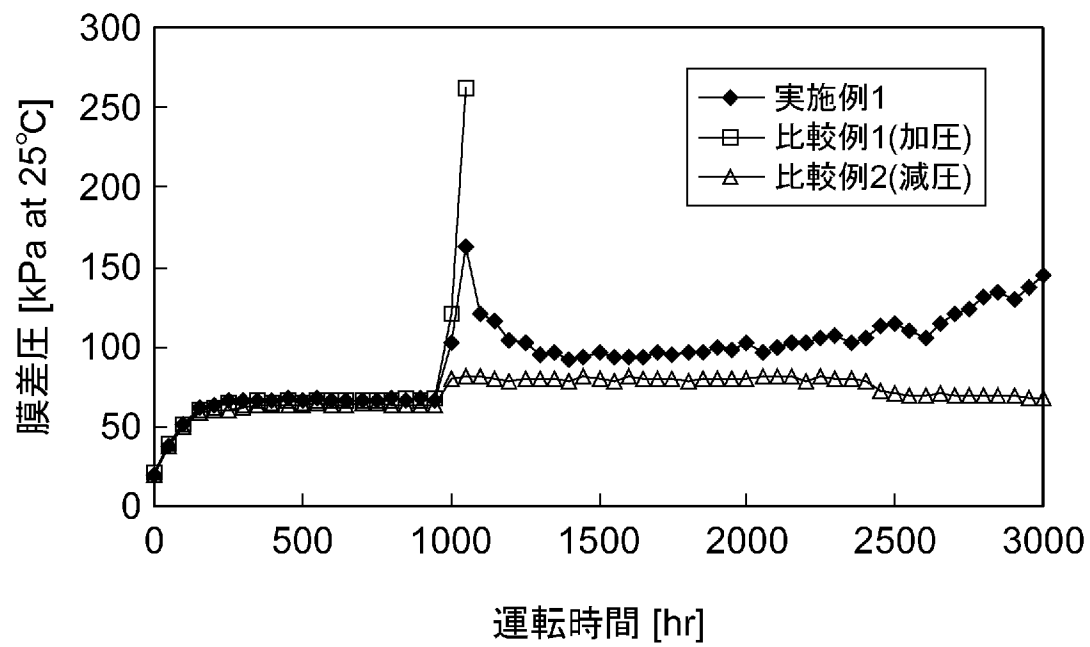
[図5]



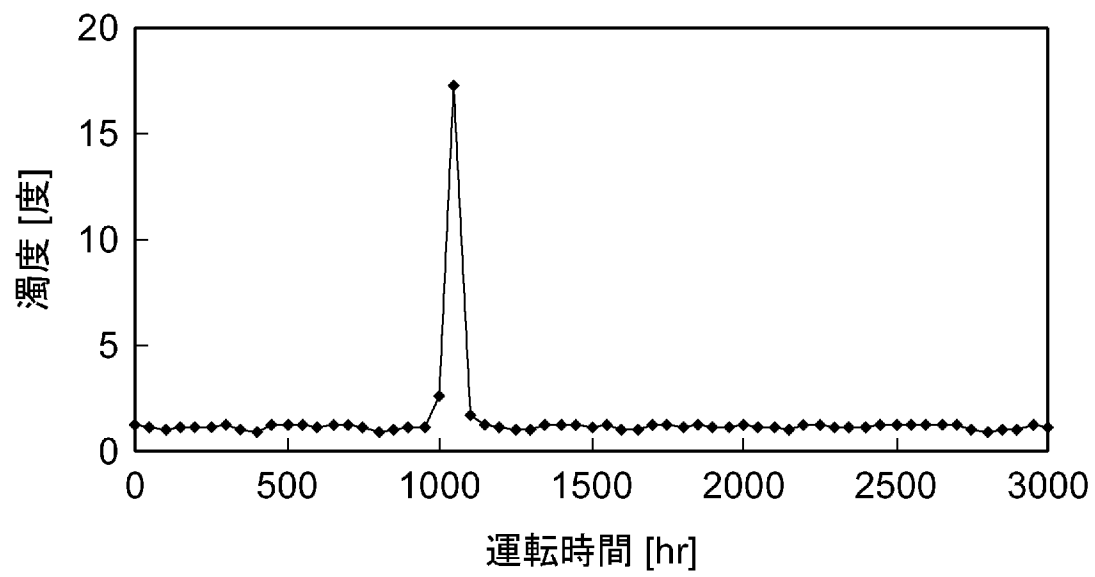
[図6]



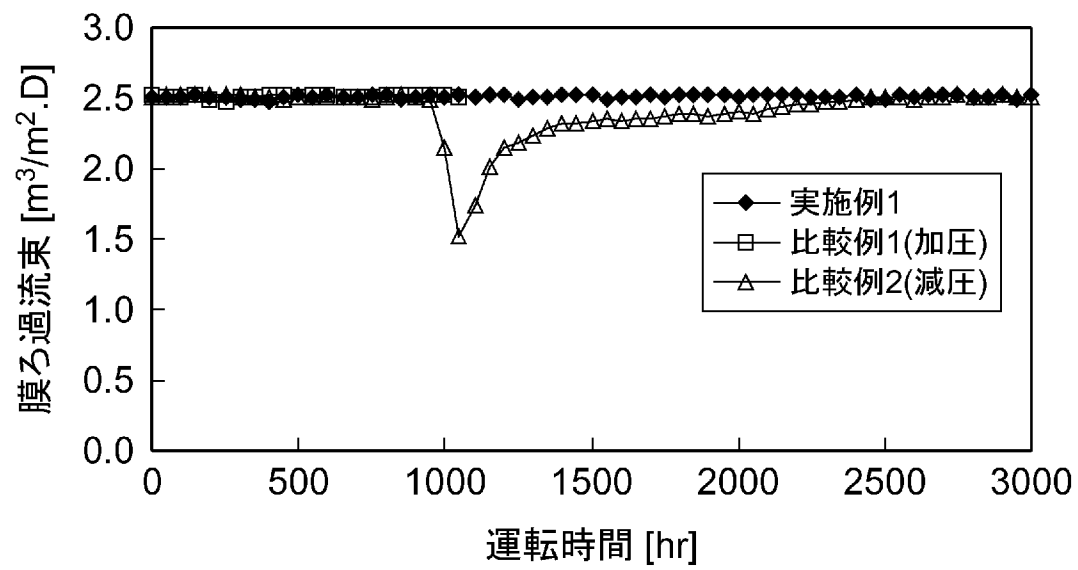
[図7]



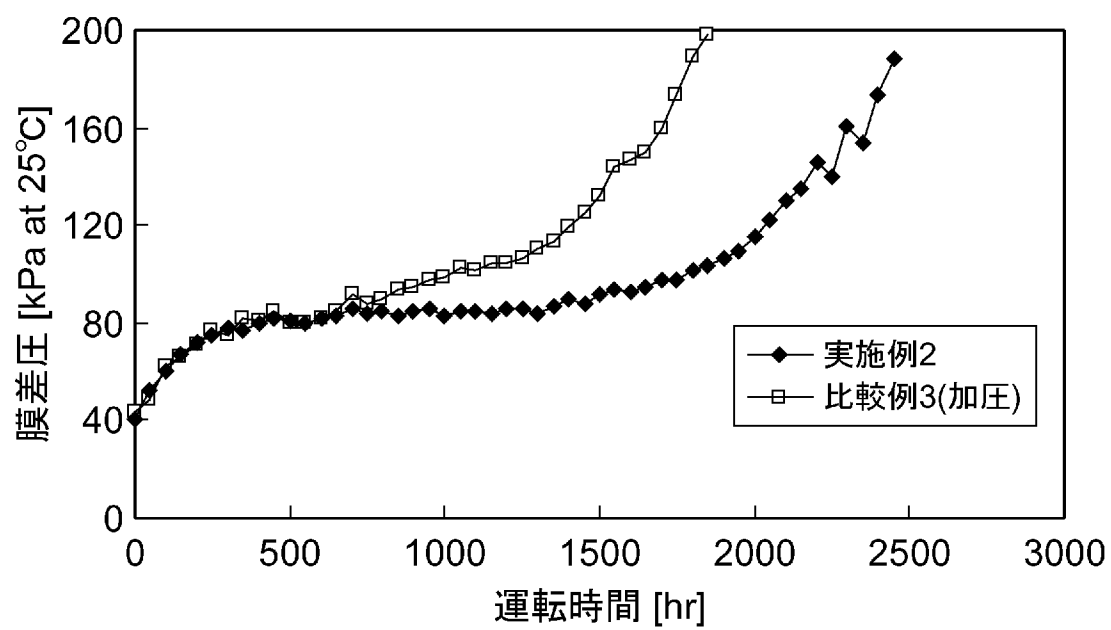
[図8]



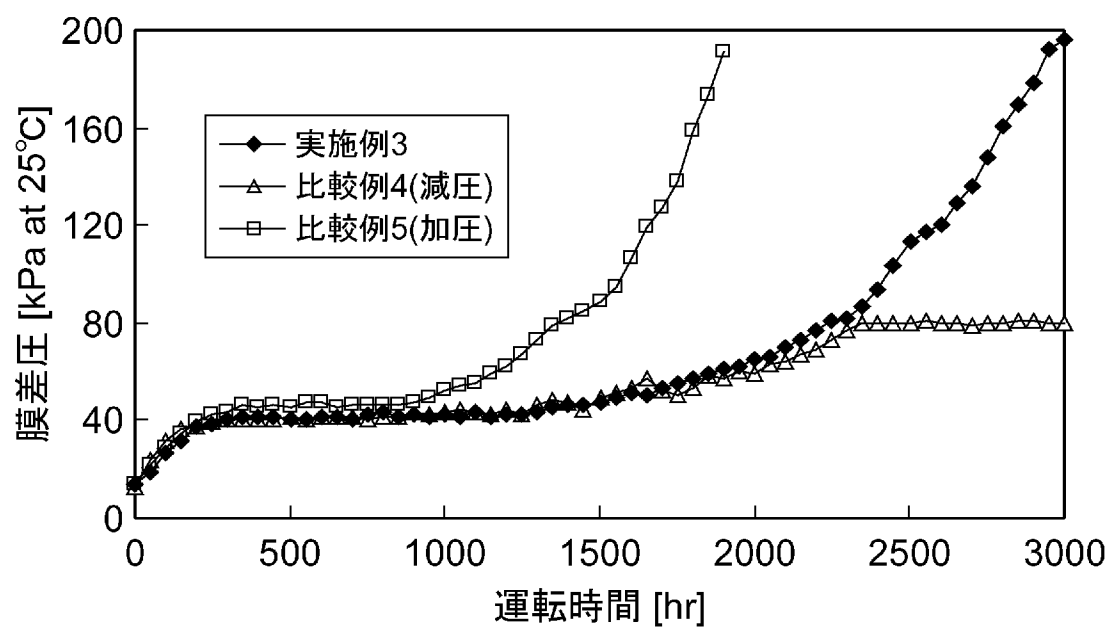
[図9]



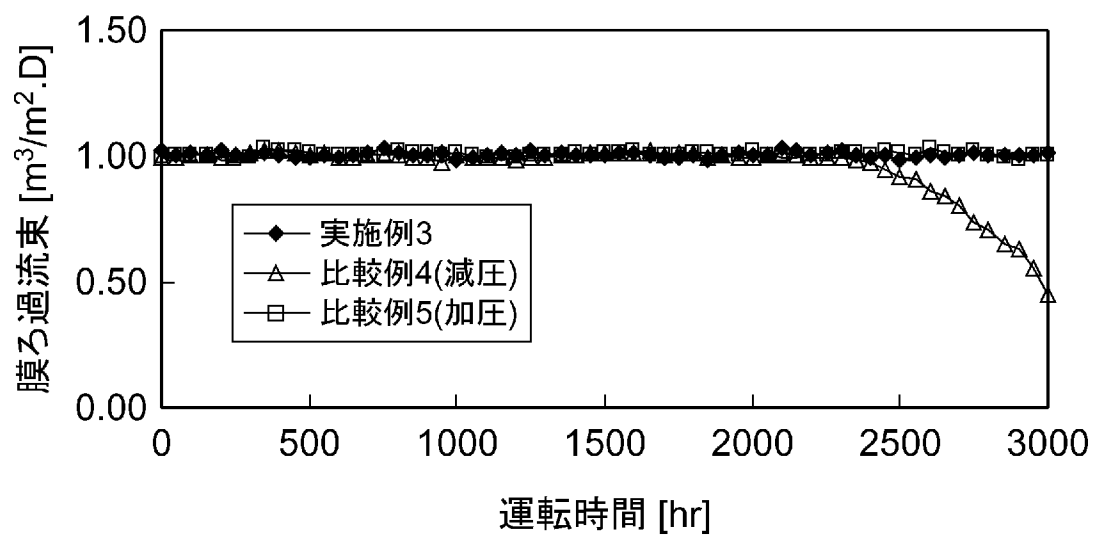
[図10]



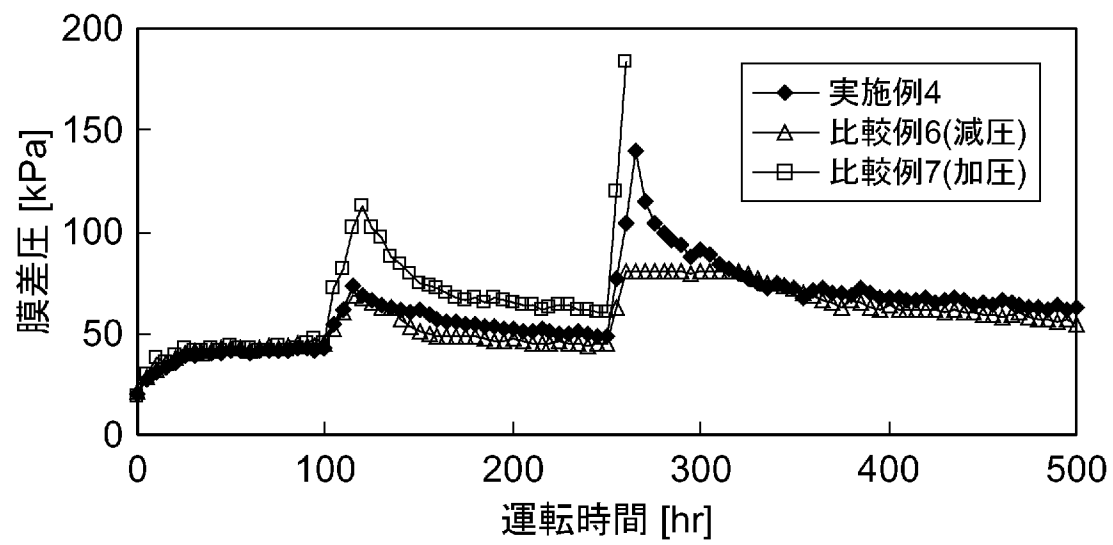
[図11]



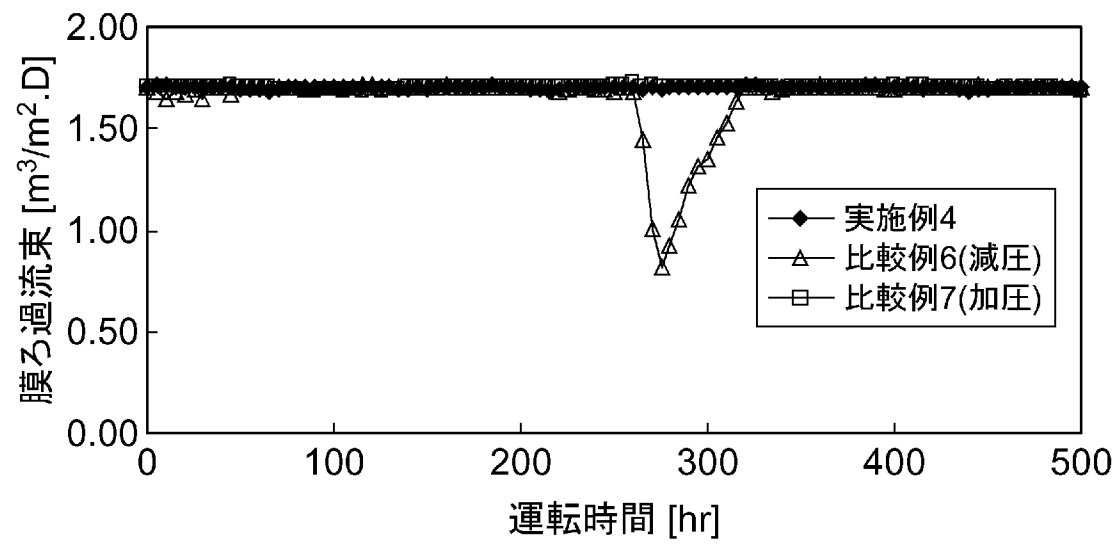
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/061753

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D61/22(2006.01) i, B01D65/02(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)

B01D61/00-71/82, C02F1/44

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 A	JP 2009-095806 A (Touei Aqua-Tech Co., Ltd.), 07 May, 2009 (07.05.09), Claims; Par. Nos. [0036] to [0039]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1 2-14
A	JP 11-300168 A (Mitsui Zosen Enjiniaringu Kabushiki Kaisha), 02 November, 1999 (02.11.99), Claims; Figs. 1 to 2 & CN 1239007 A & EP 951933 A2 & TW 422736 B & US 6224766 B1	1-14
A	JP 7-328622 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 19 December, 1995 (19.12.95), Claims; Fig. 1 (Family: none)	1-14

☒ 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
21 July, 2009 (21.07.09)

Date of mailing of the international search report
04 August, 2009 (04.08.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/061753

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 64-011610 A (Sasakura Engineering Co., Ltd.), 17 January, 1989 (17.01.89), Claims; Fig. 2 (Family: none)	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/061753

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

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:

It is admitted that this international patent application contains the following two inventions which do not comply with the requirement of unity of invention.

Main invention: claims 1 - 4 and 12 - 14, and

Second invention: claims 5 - 11.

The technical feature of the invention of claim 1 is disclosed as the prior art in Document JP 2009-095806 A (Touei Aqua-Tech Co., Ltd.), 7 May, 2009 (07.05.09).

(continued to extra 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

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, 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

International application No.

PCT/JP2009/061753

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Therefore, the aforementioned main invention and the second invention are not considered so relative to each other as to form a single general inventive concept, since the aforementioned main invention and second invention are not so technically related as to involve the same or corresponding special technical features.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B01D61/22 (2006.01)i, B01D65/02 (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. B01D61/00-71/82, C02F1/44

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 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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 A	JP 2009-095806 A (東栄アクアテック株式会社) 2009.05.07, 特許請求の範囲、段落 0036~0039、図 1~2 (ファミリーなし)	1 2-14
A	JP 11-300168 A (三井造船エンジニアリング株式会社) 1999.11.02, 特許請求の範囲、図 1~2 & CN 1239007 A & EP 951933 A2 & TW 422736 B & US 6224766 B1	1-14

☒ 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

2 1 . 0 7 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 8 . 2 0 0 9

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

4 D

9 6 3 0

目代 博茂

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 1

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 7-328622 A (三菱レイヨン株式会社) 1995. 12. 19, 特許請求の範囲、図 1 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 64-011610 A (株式会社笹倉機械製作所) 1989. 01. 17, 特許請求の範囲、図 2 (ファミリーなし)	1-14

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

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その国際調査機関は認めた。

この国際出願は、発明の単一性を満たさない以下の2つの発明を含んでいると認められる。

主発明：請求項1～4、12～14

第2発明：請求項5～11

請求項1に記載された発明の技術的特徴は、先行技術として、文献JP 2009-095806 A（東栄アクアテック株式会社）2009.05.07に開示されている。

そうすると、上記の主発明及び第2発明の間には、同一の又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係が存在しないので、上記の主発明及び第2発明は、相互に単一の一般的発明概念を形成するように連関している一群の発明であるとは認められない。

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。