

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4454922号
(P4454922)

(45) 発行日 平成22年4月21日 (2010. 4. 21)

(24) 登録日 平成22年2月12日 (2010. 2. 12)

(51) Int. Cl.

F 1

B O 1 D 61/22 (2006. 01)

B O 1 D 61/22

B O 1 D 63/04 (2006. 01)

B O 1 D 63/04

B O 1 D 65/02 (2006. 01)

B O 1 D 65/02 5 2 0

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2002-297022 (P2002-297022)
 (22) 出願日 平成14年10月10日 (2002. 10. 10)
 (65) 公開番号 特開2004-130211 (P2004-130211A)
 (43) 公開日 平成16年4月30日 (2004. 4. 30)
 審査請求日 平成17年10月11日 (2005. 10. 11)

(73) 特許権者 390002381
 株式会社キッツ
 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 1 〇 番 1
 (74) 代理人 100081293
 弁理士 小林 哲男
 (72) 発明者 木村 優仁
 愛知県海部郡大治町西条大門先 3 7
 (72) 発明者 渡辺 正春
 山梨県北巨摩郡長坂町長坂上条 2 〇 4 〇 番
 地 株式会社キッツ長坂工場内
 (72) 発明者 石井 友晴
 山梨県北巨摩郡長坂町長坂上条 2 〇 4 〇 番
 地 株式会社キッツ長坂工場内

審査官 川合 理恵

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中空糸型分離膜を用いた濾過装置の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原水流入口を有する濾過モジュール本体に 2 つの濾液流出口を設け、多数の中空糸膜を結束して U 字型に屈曲させ、かつ、ポッティング材を介して開口側を結束封止した一方の濾過エレメントを前記濾過モジュール本体内の一侧に屈曲側を濾過モジュール本体の内部側に向けて液密に固定し、この屈曲側同士を対向させて他方の濾過エレメントを濾過モジュール本体の他側に固定して前記濾液流出口にそれぞれの濾過エレメントの開口側を連通させ、前記濾液流出口の一方側を自動開閉弁で閉止した状態で、原水を原水流出口より供給して前記閉止側の濾過エレメントを圧力的無負荷状態にすると共に、開放側の濾液流出口に連通した濾過エレメントを濾過運転しながら前記閉止側の濾過エレメントを揺動させ、次いで、閉止側の濾液流出口を自動開閉弁を介して開放し、一方、開放側の濾液流出口を自動開閉弁を介して閉止することにより、他方の濾過エレメントを順次揺動させ、これを繰り返して濾過運転を継続しながら、膜の目詰まりを解消するようにしたことを特徴とする中空糸型分離膜を用いた濾過装置の制御方法。

【請求項 2】

前記濾過モジュール本体に設けた濾液流出口にそれぞれ複数個の濾過エレメントを並列して液密に固定した請求項 1 に記載の中空糸型分離膜を用いた濾過装置の制御方法。

【請求項 3】

前記閉止状態の濾液流出口を自動開閉弁を介して開放し、次いで、この濾液流出口より濾過エレメント側を逆洗するようにした請求項 1 又は 2 に記載の中空糸型分離膜を用いた

濾過装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、工業用水、飲料用水などを造水する造水工程や、或は、生活排水、産業排水などの排水処理、および上下水道など比較的大量の液体を浄化処理する浄化工程のためなどに使用される中空糸型分離膜を用いた濾過装置の制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

選択透過性を有する分離膜を用いた分離精製方法は、遠心分離、吸着、蒸留、抽出、及び凝集法などの他の精製方法と比較した場合、駆動力が圧力だけであるため操作が単純であり、また、装置がコンパクトであるため、省エネ、省スペース、及び維持管理などの点で種々のメリットがあり、このため、分離膜は多くの分野に応用され、例えば、分離膜を用いた分離精製方法として、注射液の製造、電子工業用水の製造、食品や飲料工業における用水処理、及び医薬・医療関係の用水処理などに用いられている。

10

【0003】

このように選択透過性を有する分離膜は、その原水処理量が比較的中少量であり、付加価値の高いとされる液体に適用されているため、ランニングコスト等の点で大きな問題となることはなく、これまでは、基本的に使い捨てられてきた。

【0004】

20

ところで、近年においては分離膜の使用用途が拡大し、特に、飲料水や生活排水、及び産業排水等の比較付加価値の低いといえる液体を処理する必要性なども高まってきている。これらの液体は特に大量に処理することが多くなっているが、処理後の液体の価値が低いためランニングコストが高いという問題がある。従って、これらの液体を処理する場合にはランニングコストの大幅な削減が求められており、種々の分離膜の性能回復方法が検討されてきている。

【0005】

逆浸透膜、限外濾過膜、微細多孔性膜などの分離膜を用いて継続的に大量の液体を処理する場合、これらの未処理の原液を直接分離膜で処理する場合があるが、一般的には、懸濁物質や溶解物質などが膜面に捕捉されて堆積、または付着して短期に閉塞するおそれがある。

30

従って、以下のように分離膜の負荷を低減させるようにしてコスト低減等に寄与するようにしている。

【0006】

分離膜の負荷を低減させる方法としては、(1)砂濾過やカートリッジ型の粗濾過を分離膜の前段に設けて分離膜の負荷を低減する方法、(2)凝集剤や酸化剤を用いて原液中の懸濁物質や溶解物質の粒子径を大きくし、砂濾過やカートリッジ型粗濾過などの前段における懸濁物質や溶解物質の捕捉量を増やして分離膜の負荷を軽減する方法、(3)分離膜の表面に対して平行の向きに液体や気体の流れを作り、分離膜表面にせん断応力を与え、膜面捕捉物や堆積物を剥離することによって分離膜の負荷を低減する方法、(4)分離膜の二次側から一次側に液体や気体を逆流させて物理的に分離膜表面に付着した捕捉物質や堆積物質を排除することにより分離膜の負荷を低減させる方法、(5)洗剤、酸、またはアルカリなどの薬剤を用いて化学的に分離膜表面に付着した捕捉物や堆積物質を溶解して分離膜の汚染を除去する方法などがある。

40

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、捕捉物は、分離膜の表面または内部に徐々に付着または堆積して、長期に渡る使用などの理由によって強固に付着して次第に蓄積し、分離膜の透過流速を不可逆に低下させる結果となっている。従って、分離膜の性能回復は一般的に困難となり、前述した(1)～(4)の延命処理を行ったとしても、次第に回復率が大きく低下してしまうという

50

問題が生じていた。

【0008】

また、(5)の方法は、特開2002-28454号公報、又は特開2000-288543号公報に開示されているように、分離膜の透水性能をある程度回復させることは可能であるが、この処理過程においては、濾過装置全体の運転を停止するか、または、濾過装置から分離膜を一旦外してオフラインで処理する必要があるため、装置を自動運転することが出来ず、効率的ではなかった。

更に、洗剤、酸、およびアルカリなどの洗浄廃液、およびリンス廃液の問題、分離膜の化学的浸襲により、分離膜物性が劣化するなどの問題もあった。

【0009】

本発明は、上記問題点を解決するために開発したものであり、その目的とするところは、原水を大量に濾過処理する場合でも分離膜の濾過性能を常に高く維持するものであり、分離膜の性能回復の処理中において、濾過装置を連続して運転でき、装置の自動運転化が可能な分離膜を用いた濾過ユニットを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、請求項1に係る発明は、原水流入口を有する濾過モジュール本体に2つの濾液流出口を設け、多数の中空糸膜を結束してU字型に屈曲させ、かつ、ポッティング材を介して開口側を結束封止した一方の濾過エレメントを前記濾過モジュール本体内の一侧に屈曲側を濾過モジュール本体の内部側に向けて液密に固定し、この屈曲側同士を対向させて他方の濾過エレメントを濾過モジュール本体の他側に固定して前記濾液流出口にそれぞれの濾過エレメントの開口側を連通させ、前記濾液流出口の一方側を自動開閉弁で閉止した状態で、原水を原水流出口より供給して前記閉止側の濾過エレメントを圧力的無負荷状態にすると共に、開放側の濾液流出口に連通した濾過エレメントを濾過運転しながら前記閉止側の濾過エレメントを揺動させ、次いで、閉止側の濾液流出口を自動開閉弁を介して開放し、一方、開放側の濾液流出口を自動開閉弁を介して閉止することにより、他方の濾過エレメントを順次揺動させ、これを繰り返して濾過運転を継続しながら、膜の目詰まりを解消するようにした中空糸型分離膜を用いた濾過装置の制御方法である。

【0011】

請求項2に係る発明は、濾過モジュール本体に設けた濾液流出口にそれぞれ複数個の濾過エレメントを並列して液密に固定した中空糸型分離膜を用いた濾過装置の制御方法である。

【0012】

請求項3に係る発明は、閉止状態の濾液流出口を自動開閉弁を介して開放し、次いで、この濾液流出口より濾過エレメント側を逆洗するようにした中空糸型分離膜を用いた濾過装置の制御方法である。

【0013】

以上の手段によって、濾過装置の運転を実質的に停止することなく、この膜洗浄によって透水性能回復を効率的に行うことが可能になり、濾過装置の運転を休止すること無くこの膜洗浄を行うようにした。

【0014】

管路自動開閉手段により管路を切替える所定期間とは、原水水質または運用に応じて所定時間、もしくは濾過運転時に分離膜に生じる濾過差圧が所定値に、または所定変化量に達した時期であり、濾過効率と膜洗浄効果のバランスにより決めるようにした。

【0015】

このように本発明は、洗剤、酸、またはアルカリなどの薬剤を用いて化学的に分離膜表面に付着した捕捉物や堆積物質を溶解して分離膜の汚染を除去する膜洗浄方法に着目し、この洗浄方法の欠点である濾過装置の運転休止によるロス、薬品廃液の処理問題、オフライン洗浄を行うために生じる濾過モジュール交換の際の煩雑作業などの問題解決を図る

10

20

30

40

50

ことができる。

【0016】

また、大幅な分離膜の性能回復を回復する膜洗浄方法について鋭意検討を行った結果、選択透過性を有する分離膜における閉塞物質や堆積物質は酸、アルカリ、または洗剤などを用いなくても、分離膜の圧力的な無負荷状態を継続することにより、時間の経過と共にこれらの物質の拡散による駆動力によって次第に脱離ないしは剥離が進み、透水性能を回復させることが可能となる。

【0017】

分離膜の回復は、分離膜が揺動状態にある場合に更に顕著になるため、中空糸型分離膜を用いて特に良好な結果を得るものとし、微細粒子が分離膜の内部にまで入り込むため、従来は酸、アルカリ、または洗剤などを用いなければ困難であった微細多孔性膜においても分離膜が閉塞しようとする初期の段階に圧力の無負荷状態を作ることによって効果的な回復を図るようにしている。

また、この膜洗浄は、一定期間の圧力的無負荷状態後にオンラインの逆洗を併用することにより、更に顕著なものとするができる。

【0018】

また、従来技術の問題点である膜洗浄時に濾過装置の運転を休止することにより生じるロスに加え、酸、アルカリ、及び洗剤などを用いて洗浄する際に予め代替の分離膜濾過モジュールを準備してオフラインで洗浄する煩雑さの回避、洗浄廃液の処理問題を解決するものとした。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明における中空糸型分離膜濾過モジュール及び濾過装置の好ましい制御方法の実施形態を図面に基づいて詳述する。

本発明は、選択透過性分離膜のうち、限外濾過膜や微細多孔性膜などによる濾過モジュールを用いて、特に、繰り返し逆洗を行うことによって長期間に渡り大量の液体を対象に処理を行うようにした。これらの限外濾過膜や微細多孔性膜の材質や形状に制限は無いが、膜の二次側から一次側に濾液や圧縮空気などの流体を所定期間に逆流させて膜の目詰まりを回復させる操作と複合させる組合せが容易であること、また、分離膜の圧力的無負荷状態において揺動すると相乗効果が高いことなどから、分離膜の形状としては、耐逆圧性の高い中空糸型が好ましく、材質的には揺動しやすい高分子材質ならいずれも適用できるが、揺動により容易に破損し難いポリプロピレンやポリエチレンなどのオレフィン系高分子が好ましい。

【0020】

また、一般的な分離膜の材質であるポリスルホンやセルロース系でも適用可能であり、これらの選択透過性分離膜を適宜一次側と二次側を短絡しないように組み立てたものを濾過エレメントとする。

【0021】

本発明の実施形態としては、少なくとも1つ以上の原水流入口と複数の濾液流出口を有するハウジング内に、それぞれの濾液流出口に対して固有となる当該濾過エレメントを少なくとも2つ以上有する濾過モジュールと、その濾過モジュールの原水流入口と濾液流出口の何れか一方、又は双方に自動開閉弁などの管路自動開閉手段を組み合わせた濾過ユニットにおいて、所定期間に、一部の濾過エレメントが濾過運転もしくは逆洗運転の状態において、一部の濾過エレメントが休止状態になることで分離膜を圧力的無負荷状態にすることが可能な濾過ユニットとした。

【0022】

この中空糸型分離膜は、最大孔径0.01～10 μmの範囲にある微細多孔性膜であることが好ましい。

【0023】

また、この濾過エレメントを複数収納した濾過モジュールを利用した濾過装置において

、少なくとも1つ以上の原水流入口と複数の濾液流出口を設け、原水流入口、または濾液流出口の少なくとも一方の管路に管路自動開閉手段を具備するようにして同一濾過モジュール内において一部の濾過エレメントを運転状態に、他の濾過エレメントを分離膜の目詰まり回復を目的として休止状態にするようにしている。

【0024】

このとき、休止状態の濾過エレメントに用いられている分離膜は圧力的無負荷状態となり、この休止状態の濾過エレメントを管路自動開閉手段を切替えることによって順次一部の濾過エレメントを休止状態にしている。

【0025】

また、複数の濾過ユニットにより構成する濾過装置において、原水流入口および濾液流出口の少なくとも一方に設けた自動開閉手段を用い、濾過装置が運転状態に有っても膜の目詰まり回復を目的として一部濾過ユニットを休止状態にして、所定期間に管路自動開閉手段を切替えて一部濾過ユニットの休止部分を順次切替えるようにしてもよい。

【0026】

更に、圧力的無負荷状態にして所定時間経過後に、濾液槽内に蓄積された濾液を濾過モジュールに逆流して、もしくは圧縮空気により逆洗を行うようにしたものである。

【0027】

濾過モジュール内に収納する濾過エレメントは、多数本により構成される中空糸膜束をU字型に屈曲し、その中空糸膜束屈曲部と反対側を中空糸の開口を維持したまま固定した濾過エレメントを、中空糸膜固定部を濾過モジュール外観を構成するハウジング内の濾液流出口側として設ける以外にも、濾過ユニットを複数ユニット並列に連結し、原水流入口及び濾液流出口に自動操作弁などの管路自動開閉手段を設けて管路を切り替えることにより、一部の濾過ユニットを運転状態、一部の濾過ユニットを休止状態にする濾過装置とその制御方法を行う。

【0028】

分離膜を圧力的無負荷状態にて揺動させるためには、前述したように複数の濾液流出口を有する濾過モジュールの方が好ましい。

【0029】

【実施例】

以下、図を用いて本発明における中空糸型分離膜を用いた濾過装置の制御方法の実施例を説明する。

濾過モジュールに使用する中空糸型分離膜1としては、外形 $360\mu\text{m}$ 、膜厚 $40\mu\text{m}$ 、及び最大孔径 $0.1\mu\text{m}$ の延伸法により製膜したポリプロピレン製微細多孔質膜を用いて、約 8m^2 の濾過エレメント4を作成した。

【0030】

濾過に用いた原水としては、市水を逆浸透膜、イオン交換筒を通して得た比抵抗 $1\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ の純水を孔径 $0.1\mu\text{m}$ のセルロースアセテート製カートリッジ式精密フィルターで濾過した後、カオリン $50\text{mg}/\text{リットル}$ 、フミン酸ナトリウム $100\text{mg}/\text{リットル}$ となる様調整したものを使用した。

また、濾過装置の運転中の条件としては、休止中の濾過エレメントを除いた濾過エレメントの有効膜面積に対して、濾過モジュールの濾液流出口の流量を $1\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{m}^2$ とした。また、逆洗は、20分に一回所定量の濾過水を用いて1分間行った。

【0031】

図1及び図2は、本発明における濾過モジュールの例を示している。図1は、本発明を実施するために必要最小限の4a、4bからなる濾過エレメント4を2つ内蔵した濾過モジュールを示している。濾過モジュール本体10は、複数本の中空糸膜である分離膜1をU字型に屈曲させて濾過エレメント4とし、この濾過エレメント4を5a、5bからなる原水流入口5を備えた硬質塩化ビニル樹脂製円筒による保護筒3の片端に一束を、他端にもう一束をポリウレタン等のポッティング材23aにて対向させて結束封止した後、7a、7bからなる濾液流出口7をハウジング22に液密に接続して濾過モジュール本体10

10

20

30

40

50

を形成する。

【0032】

図2は、濾過エレメント4を複数用いて結束した実施形態を示したものであり、濾過エレメント4a、4bは、ハウジング22に設けた錨状のエレメント支持板8a、8bに予め液密に固定し、また、25a、25bからなる原水流入口25を有するハウジング23に対して濾過エレメント4a、4bのU字屈曲側を対向させて配置し、6a、6bからなる濾液収液室6を有する濾液流出口27a、27bを接合して濾過モジュール本体30を構成し、この濾液流出口27a、27bの何れか一方又は両方の真近の管路には、後述する自動開閉手段となる濾液流出口弁を接続した。

【0033】

図3、図11は、濾過モジュール本体10、30を用いた濾過装置の回路図を示したものであり、その制御方法を説明する。図3における濾過装置本体25は、本発明を実施するにあたり必要最小限の構成の濾過装置を示しており、図1に示した濾過モジュール本体10を1基用いたものである。

濾過装置本体25において、まず、原水入口弁12、排水弁17、濾過モジュール出口弁14a、14b及び逆洗弁15を閉止とし、濾過水出口弁64及び濾過水回収弁16は逆洗水タンク20の液位により開閉が選択される。つまり、逆洗水タンク20において、後の逆洗工程に必要な水量が確保されていない場合は濾過水出口弁64が閉止し、濾過水回収弁16が開となり、また逆洗工程に必要な水量が確保できている場合は濾過水出口弁64が開し、濾過水回収弁が閉止する。次に、原水ポンプ11を起動し、原水入口弁12及び濾過モジュール出口弁14a、14bを開すると、原水タンク9より濾過モジュール本体10へ原水流入口5aから原水が導水され、濾過エレメント4a及び4bにより濾過され、次いで、濾液収液室6a及び6b、濾液流出口7a及び7bをそれぞれ通過し、濾過水出口、濾過水移送先に至るか、もしくは逆洗水タンク20に貯留される。

【0034】

このとき、濾過モジュール本体10内を通過した濾液が濾液流出口7より流出開始した時点で一方の濾過モジュール出口弁14aを閉止し、濾過モジュール本体10のおよそ半数の濾過能力を有する濾過エレメント4aを圧力的無負荷状態として濾過を休止させるようにした。ここで圧力的無負荷状態とは、分離膜の原水側と濾液側とでは差圧がほとんどなく、一定の水圧下において、分離膜の表面や膜の肉厚部の孔に付着・残留している異物が、液体の圧力差ではなく濃度の差によって、膜の外方へ拡散し得る状態をいう。

【0035】

次に、膜洗浄方法としては、所定期間に、原水入口弁12、濾過水出口弁64及び濾過水回収弁16を閉止し、濾過モジュール出口弁14aを開とした後、逆洗ポンプ18を起動し、逆洗弁15及び排水弁17を開とし逆洗タンク20に蓄積した濾液を逆洗ポンプ18により濾過モジュール本体10内に逆流させ、濾過エレメント4a、4bの逆洗を行う。その後、モジュール本体内の原水は濾過モジュール本体10に接続された排水弁17を経て、排水タンク（図示しない）へ流出する。逆洗が終了したら逆洗ポンプ18を停止し、逆洗弁15、排水弁17、濾過モジュール出口弁14aを閉止し、原水入口弁12を開し、濾過水出口弁64もしくは濾過水回収弁16の何れかを逆洗水タンク20の液位に応じて開する。これら濾過から洗浄の運転を1サイクルとし、濾過モジュール出口弁14aを開、濾過モジュール出口弁14bを閉に切り替えて同様に運転サイクルを継続することによって、同一濾過モジュール本体10内の濾過エレメント4a、4bのうち何れか一方を休止、残りの一方を運転状態とし、この運転サイクルを濾過エレメント4a、4bに対して交互に行うことにより実質的に連続運転が可能となる。

【0036】

濾過モジュール出口弁14aを閉止し、濾過モジュール本体10における半数（この場合、モジュール下方側）の濾過エレメント4aを圧力的無負荷状態として濾過を休止させると、濾過エレメント4aの分離膜1の表面や膜の肉厚部の孔に付着・残留している異物は、原則として異物濃度の濃い側から薄い側へ、すなわち原水側（原水流入口5a側）へ

10

20

30

40

50

拡散することにより、膜の目詰まりが解消し、濾過性能が回復する。

【0037】

一方、濾過モジュール出口弁14bは、開放されたままであるので、他の半数（モジュール上方側）の濾過エレメント4bでは濾過運転が継続される。この濾過運転による濾過モジュール本体10内の原水の流れより、圧力的無負荷状態に置かれている濾過モジュール本体10の下方の濾過エレメント4aの中空糸膜のポッティング面と反対側である非拘束側が揺動する。従って、本発明によれば、逆洗運転時を除き濾過モジュール本体10で濾過作用が継続できると共に、圧力的無負荷状態に置かれている側の濾過エレメントが揺動することにより、異物が膜から振り落されて膜の回復は更に促進される。

【0038】

また、圧力的無負荷状態によって、分離膜1の表面や肉厚部に浮き出た異物を逆洗ポンプ18の運転によって勢い良く吹き飛ばすことにより膜の回復をより効率的に行うことができる。また、このとき圧力的無負荷状態によって膜の内側（濾過水側）に拡散した異物を、原水側に押し戻す作用も働いている。

【0039】

この逆洗運転は、例えば、約20分に1回行う等、休止・運転時間に比べて短い時間で行っても、濾過エレメント4a、4bの双方を同時に行うことができる。逆洗後には、上述したように再び濾過エレメント4aを圧力的無負荷状態に、濾過エレメント4bでは濾過運転が再開される。このように、回復側の濾過エレメント4aについて、圧力的無負荷状態と逆洗を繰り返すことにより、異物を浮かせて吹き飛ばす作用を波状的に分離膜1に与え、異物の除去・膜の回復を促進することができる。

なお、圧力的無負荷状態とする時間としては、例えば、2～6時間、或は休止と運転との兼ね合いで数日～数週間単位に行っても良く、処理原水の種類等に応じて適宜決定するようにすればよい。なお、図4は、図3や図11の濾過装置の運転（制御）例を表したものであり、図5～図10は、図4の各運転モードにおける流体の流れを表したものである。

【0040】

図11は、図2に示した濾過モジュール本体30を1基用いた濾過装置本体26を示したものであり、図3の濾過装置本体25と同様の制御方法によって制御を可能としている。

また、図12において、ハウジング24内に分離膜1を収納した分離膜濾過モジュール本体40を複数並列するようにして構成した濾過装置本体27を示した。濾過装置本体27においては、前述の説明と同様にして濾過モジュール本体40の濾過モジュール出口弁14a、14b、14c、14dのうち、何れかの1～3個を閉止、残りの濾過モジュール出口弁を開放することによって、濾過モジュール本体40内の濾過エレメント4a、4b、4c或は4dの何れかを交互に圧力的無負荷状態かつ揺動状態にすることができる。また、この濾過装置本体27は、一方の濾過モジュール本体40aを逆洗運転状態としても、他方の濾過モジュール本体40bは濾過運転を継続することができるので、装置本体として濾過作用を継続することができる。

【0041】

図14は、濾過モジュール30を用いて、一部の濾過エレメントにて濾過運転をしながら、他の濾過エレメントにて逆洗運転が行えるように、濾過モジュール出口弁14及び逆洗弁15を各濾液流出口に対して設けた濾過装置の例を示したものである。この濾過装置における運転制御方法は、基本的には図11の濾過装置と同様であるが、一部の濾過エレメントを濾過運転しながら、他の濾過エレメントにて逆洗運転するためには、原水ポンプ11及び逆洗ポンプ18を起動した状態で、原水入口弁12、濾過モジュール出口弁14a、逆洗弁15b及び排水弁17を開とし、濾過水出口弁64または濾過水回収弁16は逆洗水タンク20の液位により開閉が選択され、残りの弁は閉止することにより、濾過エレメント4aは濾過運転を、また濾過エレメント4bは逆洗運転の状態となる。濾過エレメント4bを濾過運転に、また濾過エレメント4aを逆洗状態にするには、前述の濾過モ

10

20

30

40

50

ジュール出口弁 1 4 a を閉止して 1 4 b を開し、また逆洗弁 1 5 b を閉止して 1 5 a を開とすることで可能である。図 1 5 は、図 1 4 の濾過装置の運転（制御）例を表したものであり、図 1 6 ～図 2 3 は、図 1 5 の各運転モードにおける流体の流れを表したものである。

【 0 0 4 2 】

なお、このように一つの濾過ユニットにて濾過運転と逆洗運転を同時に行う場合は、原水を供給しながら排水も行うため、一部の原水はそのまま排水される。しかし、一つの濾過ユニットにて濾過水の供給を絶やさずに運転することが可能である。

【 0 0 4 3 】

濾過装置本体の膜洗浄を行わない場合の運転をそれぞれ制御 A、B、濾過モジュール本体 5 0 への流路開閉を切替えて各濾過モジュール本体の濾過と膜洗浄を一定時間毎に行なった場合を運転・停止エレメント数、及び運転・停止時間の違いに合わせてそれぞれ制御 C、D、E、及び F とし、図 3 における同一濾過モジュール本体 1 0 に複数の濾過エレメント 4 a、4 b を収納し、各濾過エレメント 4 a、4 b 毎に濾過と膜洗浄を行なった運転を制御 G とし、図 1 1 における濾過装置本体 2 6 の運転をそれぞれ制御 H、I、また、図 1 2 における濾過装置本体 2 7 の運転において、3 時間間隔でバルブ 1 4 a、1 4 c、1 4 b、1 4 d、1 4 a の順で閉止し、2 0 ～ 3 0 分間隔における逆洗時には開放した運転を制御 J、6 時間毎に 1 4 a と 1 4 c か 1 4 b と 1 4 d を閉止し、2 0 ～ 3 0 分間隔の逆洗時に全てを開放した運転を制御 K とし、運転膜差圧が 1 0 0 K P a 以下に回復できなくなった時点の膜単位面積当たりの総濾過量を濾過モジュールの性能限界として下記の表に示す。

【 0 0 4 4 】

【表 1】

制 御	エレメント数			サイクル 休止時間 (時間)	サイクル 運転時間 (時間)	膜単位面積 当り総濾過量 (トン)
	総数	休止数	運転数			
A	2	0	2	0		6. 1
B	4	0	4	0		6. 2
C	2	1	1	3	3	9. 6
D	4	1	3	3	9	7. 8
E	4	2	2	6	6	8. 8
F	4	3	1	9	3	1 3. 5
G	2	1	1	6	6	8. 7
H	6	3	3	6	6	9. 9
I	6	3	3	3	3	8. 7
J	2 4	6	1 8	3	9	9. 6
K	2 4	1 2	1 2	6	6	1 0. 3

【 0 0 4 5 】

いずれの場合も膜洗浄を行わない場合（A、B）に比べて分離膜閉塞までの寿命は 1 3

0～200%と大幅に延長した。

運転時間と休止時間の関係は、原水の水質により異なり、一義的に決定できないが、概ね休止時間は運転時間以上確保した方がよく、また、運転差圧が変化する変極点に達する以前、好ましくは75%以内で休止するのが良い。

なお、膜単位面積当りの総濾過量は、サイクル休止時間、サイクル運転時間、逆洗条件及び膜の材質、孔径及び水質などにより決まる実験値で、絶対値ではなく相対値である。

【0046】

【発明の効果】

以上のことから明らかなように、本発明によると、分離膜の膜洗浄を効果的に行って分離膜の濾過性能を常に高く維持でき、しかも、分離膜の膜洗浄時における濾過装置の運転を停止したり、或は分離膜を外してオフラインで処理する必要がなく自動運転が可能な濾過ユニットであり、濾過モジュール本体の出口弁である自動開閉弁が開放された側の濾過エレメントで濾過運転を休止することなく継続して濾過することが可能となり、一方、圧力的無負荷状態の濾過エレメントが揺動することにより、圧力的無負荷状態の濾過エレメントの表面や膜の内面側の孔に付着している異物が原水側へ拡散して膜の目詰まりが解消し、膜の回復は、濾過運転を継続させながら、更に促進され、長期間にわたって使用可能な濾過装置の制御方法を提供することができる。

10

【0047】

濾過ユニットの分離膜によって微細な懸濁物質を濾過でき、また、濾過装置の操作を単純にして装置全体をコンパクト化することができ、更に、ランニングコストを抑えることが可能な濾過ユニットである。

20

【0048】

濾過装置の運転を停止することなく各濾過ユニットにおける濾過モジュール内の濾過エレメントの目詰まりを交互に回復させることができる濾過装置であり、また、膜洗浄を効果的に行って、濾過エレメントの目詰まり等から大きく性能回復させ、長期間に渡って濾過エレメントを使用することのできる濾過装置の制御方法である。

【0049】

多数の濾過モジュールを用いて大量の原水を濾過処理した場合でも、濾過処理を継続しながら濾過モジュールの寿命を延ばすことが可能な濾過装置の制御方法である。

【0050】

分離膜の表面や肉厚部に浮き出た異物を勢いよく吹き飛ばし、膜の回復をより効率的に行うことが可能となる。

30

【0051】

同一の濾過モジュール内において、一部の濾過エレメントの逆洗運転を行いながら、他の一部の濾過エレメントにて濾過運転を継続することで、濾過装置の運転中に止めることなく濾液が得られる濾過装置の制御方法である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明における分離膜濾過モジュールを示した断面図である。

【図2】 本発明における分離膜濾過モジュールを示した断面図である。

【図3】 濾過モジュールを用いた濾過装置の回路図を示した概略図である。

40

【図4】 図3の濾過装置の運転モードを示す説明図である。

【図5】 図4の運転モード(2)における流体の流れ説明図である。

【図6】 図4の運転モード(3)における流体の流れ説明図である。

【図7】 図4の運転モード(4)における流体の流れ説明図である。

【図8】 図4の運転モード(5)における流体の流れ説明図である。

【図9】 図4の運転モード(6)における流体の流れ説明図である。

【図10】 図4の運転モード(7)における流体の流れ説明図である。

【図11】 濾過モジュールを用いた濾過装置の回路図を示した概略図である。

【図12】 濾過モジュールを用いた濾過装置の回路図を示した概略図である。

【図13】 分離膜濾過モジュールの他の形態を示した断面図である。

50

【図 1 4】 図 2 の濾過モジュールを用いた他の濾過装置の回路図を示した概略図である。

【図 1 5】 図 1 4 の濾過装置の運転モードを示す説明図である。

【図 1 6】 図 1 5 の運転モード (2) における流体の流れ説明図である。

【図 1 7】 図 1 5 の運転モード (3) における流体の流れ説明図である。

【図 1 8】 図 1 5 の運転モード (4) における流体の流れ説明図である。

【図 1 9】 図 1 5 の運転モード (5) における流体の流れ説明図である。

【図 2 0】 図 1 5 の運転モード (6) における流体の流れ説明図である。

【図 2 1】 図 1 5 の運転モード (7) における流体の流れ説明図である。

【図 2 2】 図 1 5 の運転モード (8) における流体の流れ説明図である。

【図 2 3】 図 1 5 の運転モード (9) における流体の流れ説明図である。

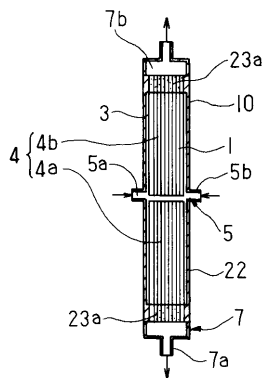
【符号の説明】

- 1 中空糸膜型分離膜
- 4 濾過エレメント
- 5 原水流入口
- 7 濾液流出口
- 10 濾過モジュール本体
- 14 自動開閉弁
- 22ハウジング
- 25 濾過装置本体

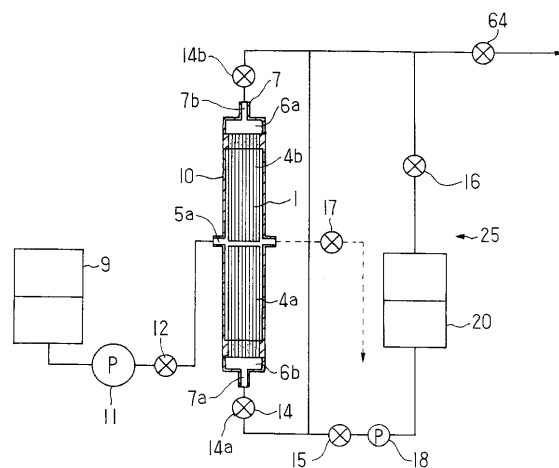
10

20

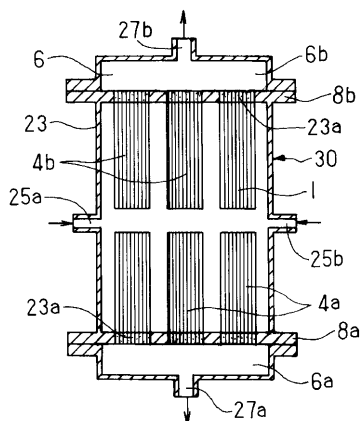
【図 1】



【図 3】



【図 2】



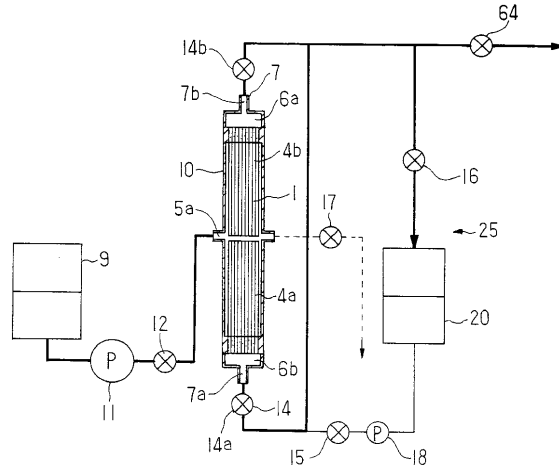
【図 4】

運転モード	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
A系運転状態	休止	濾過	逆洗	濾過	逆洗	休止	休止
B系運転状態	休止	濾過	逆洗	休止	休止	濾過	逆洗
11 原水ポンプ							
12 原水入口弁							
14a 濾過モジュール出口弁							
14b 濾過モジュール出口弁							
16 濾過水回収弁							
64 濾過水出口弁							
17 排水弁							
18 逆洗ポンプ							
15 逆洗弁							

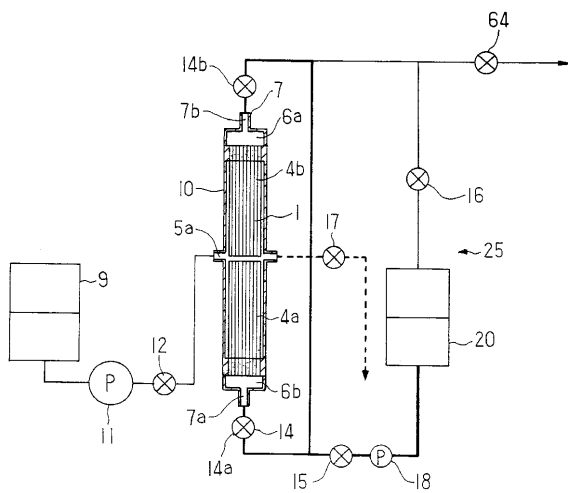
<凡例>

■ は、起動（ポンプ）または開（弁）状態を示す。
 ▨ は、状況に応じて開または閉となる状態を示す。

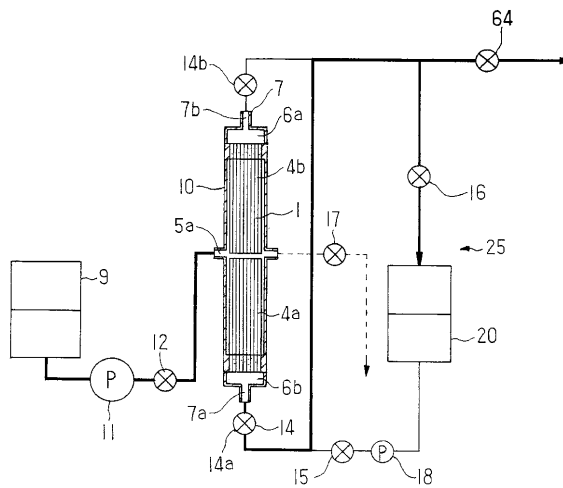
【図 5】



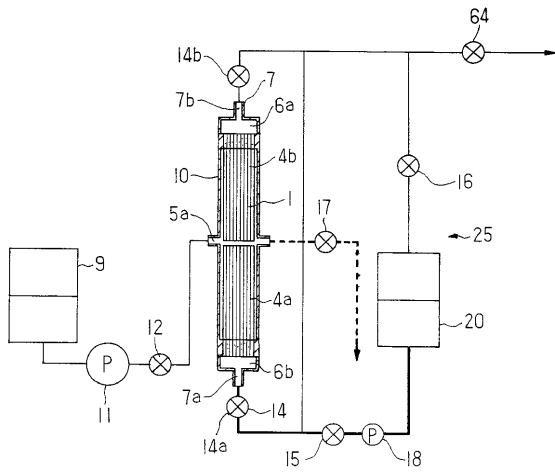
【図 6】



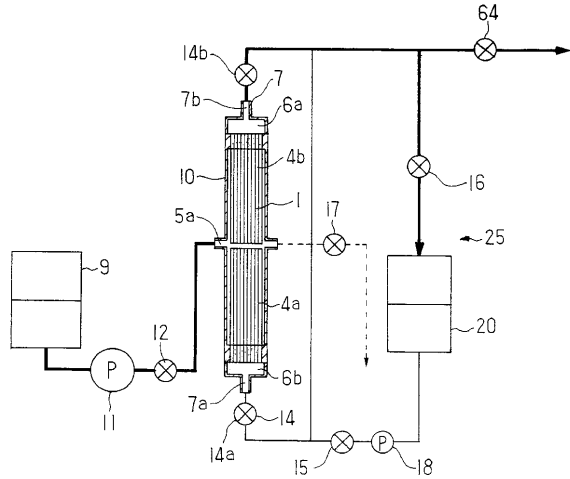
【図 7】



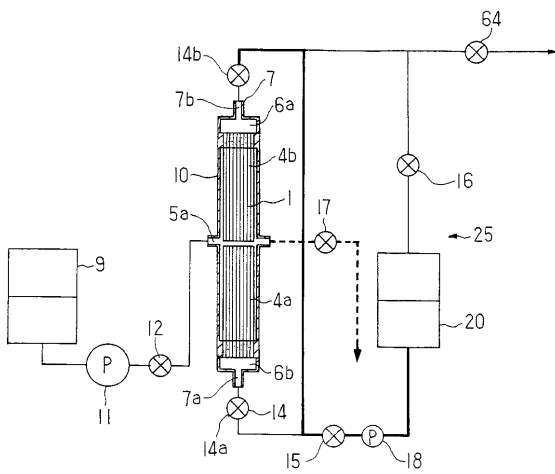
【図 8】



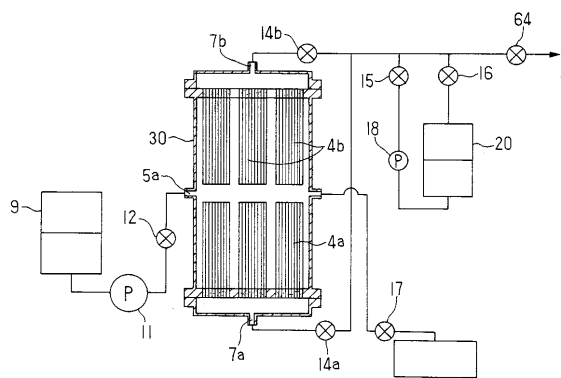
【図 9】



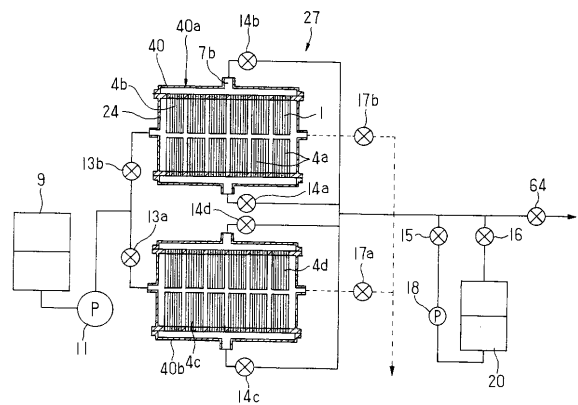
【図 10】



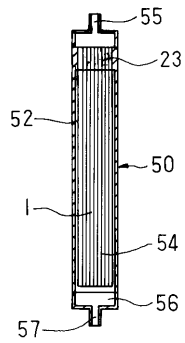
【図 11】



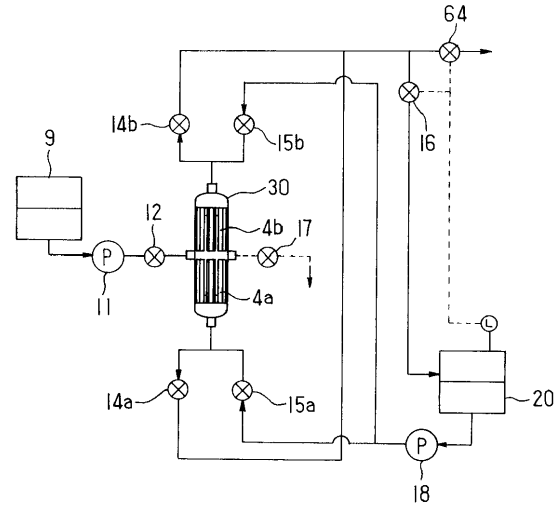
【図 12】



【図 13】



【図 14】



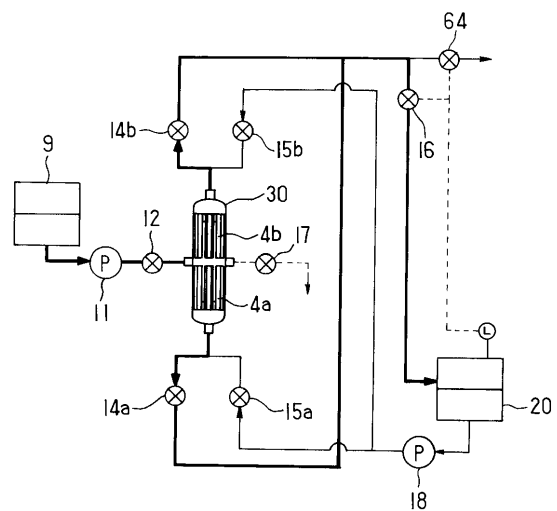
【図 15】

	運 転 モ ー ド	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
	A 系 運 転 状 態	休止	濾過	逆洗	濾過	逆洗	休止	休止	濾過	逆洗
	B 系 運 転 状 態	休止	濾過	逆洗	休止	休止	濾過	逆洗	逆洗	濾過
11	原水ポンプ									
12	原水入口弁		■		■		■		■	■
14a	濾過モジュール出口弁		■		■				■	
14b	濾過モジュール出口弁		■							■
16	濾過水回収弁	■	■		■		■		■	■
64	濾過水出口弁	■	■		■		■		■	■
17	排 水 弁			■		■		■	■	■
18	逆洗ポンプ			■		■		■	■	■
15a	逆 洗 弁			■		■				■
15b	逆 洗 弁			■				■	■	

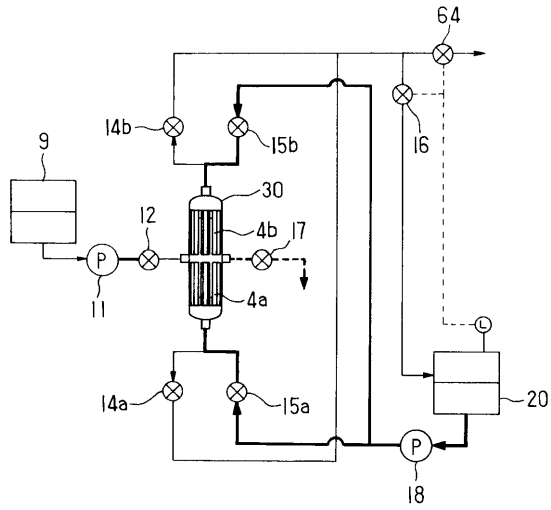
<凡例>

■ は、起動（ポンプ）または開（弁）状態を示す。
 ■ は、状況に応じて開または閉となる状態を示す。

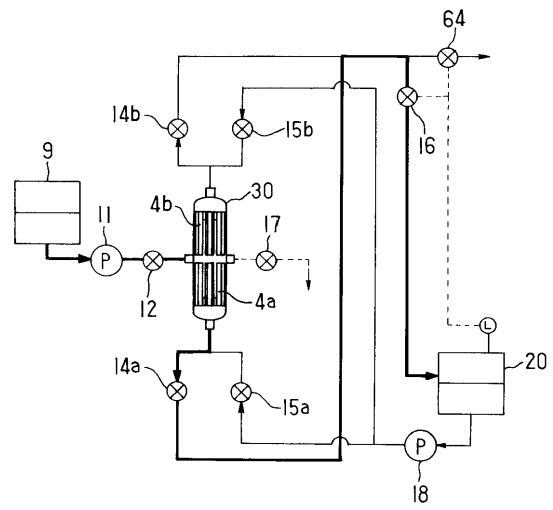
【図 16】



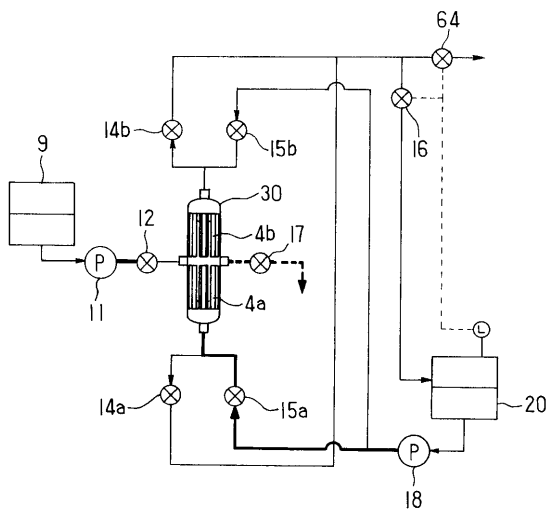
【図 17】



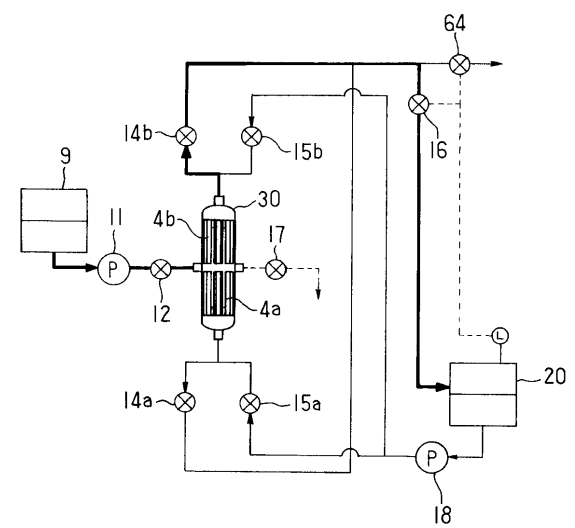
【図 18】



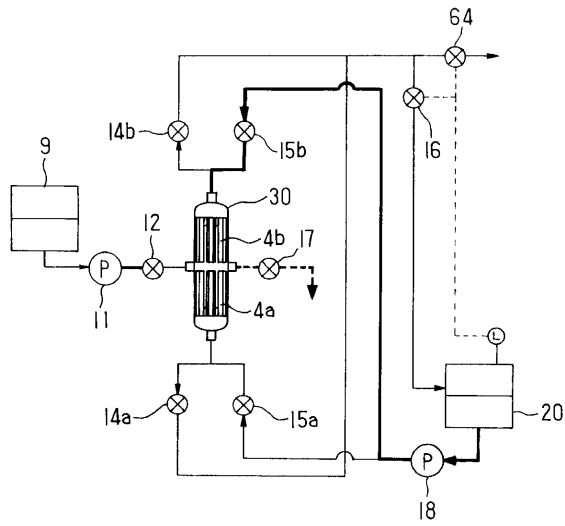
【図 19】



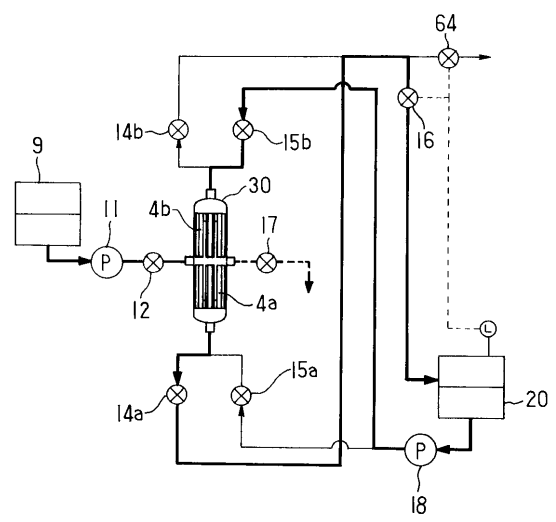
【図 20】



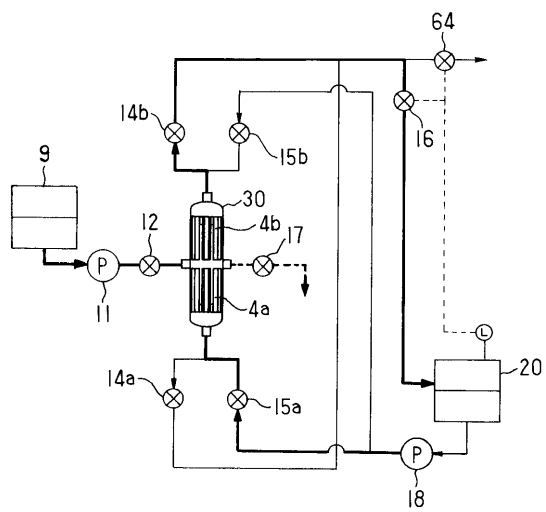
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭62-180705 (JP, A)
特開昭63-274406 (JP, A)
特開平04-247225 (JP, A)
特開2002-253934 (JP, A)
特開平09-085066 (JP, A)
特開昭60-244305 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B01D 61/00-71/82