

明 細 書

発明の名称： 造水システムおよびその運転方法

技術分野

[0001] 本発明は、複合的な水処理技術を利用した造水システムおよびその運転方法に関するものであり、複数種の原水から淡水を製造する造水システムおよびその運転方法に関するものである。さらに詳しくは、上水道における浄水処理分野や、工業用水、食品・医療プロセス用水、農業用水、半導体関連洗浄用水といった産業用水製造分野に適用可能な淡水製造システムに関するものである。

背景技術

[0002] 近年、分離膜に関する技術開発が進み、省スペース、省力化およびろ過水質向上等の特長を有するため、水処理をはじめ様々な用途での使用が拡大している。例えば、精密ろ過膜（MF膜）や限外ろ過膜（UF膜）は、河川水や地下水や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や、海水淡水化逆浸透膜処理工程における前処理、膜分離活性汚泥法への適用が挙げられる。ナノろ過膜（NF膜）や逆浸透膜（RO膜）は、イオン類の除去や、海水淡水化、廃水再利用プロセスへの適用が挙げられる。

[0003] 現在、下廃水を再利用する方法として、例えば、従来、活性汚泥法で処理されていた下水や産業廃水を、活性汚泥槽に直接浸漬させたMF膜／UF膜で処理する「膜分離活性汚泥法（Membrane Bioreactor；MBR）」と呼ばれる処理を行い、その後段に設置したNF膜／RO膜でろ過を行い、生産水として純水を入手する方法がある。

[0004] また、海水あるいはかん水から淡水を生産するシステムとしては、例えば、従前の浄水化技術である砂ろ過による前処理を実施した後、NF膜／RO膜でろ過する技術の他に、前述のように海水あるいはかん水をMF膜／UF膜を用いて前処理した後にNF膜／RO膜でろ過する方法が挙げられる。このシステムでは前処理で海水中の塩分を除去することができないため、塩分

除去はすべて後段のNF膜／RO膜での処理に依存することになる。

[0005] NF膜／RO膜による膜分離法では、浸透圧より高い供給圧力を必要とするため、NF膜／RO膜に原水を供給する際に「昇圧ポンプ」と呼ばれるポンプで加圧しなければならない。つまり、NF膜／RO膜に供給される原水の塩濃度が高いほど浸透圧が高くなるため、昇圧ポンプによってより高く加圧する必要性が出てくることになり、昇圧ポンプを稼働させるために多くのエネルギーが必要になってくる。

[0006] そのため、造水プラントでは、下廃水再利用プロセスか海水淡水化プロセスのどちらか一方のみを行うことが一般的であるが、近年、下水の高度処理プロセスと海水淡水化プロセスを統合した膜処理システムが開発されている（特許文献1、非特許文献1、非特許文献2）。この技術によると、MBRで下水を処理した後、RO膜を用いて淡水を生産し、さらに、このRO膜分離の際に副生する濃縮水を海水に合流させているため、供給する海水中の塩濃度が低下し、海水淡水化に使用されるRO膜分離の運転における昇圧ポンプの仕様を従来よりも低く抑えることができるようになり、より省エネルギーなシステムとなる。

[0007] ところで、このような複数種の原水を用いる統合膜処理システムでは、原水として、例えば、供給源の異なる下廃水と海水とを使用するため、それら供給水量が時間によって大きく変動することがある。特に、下廃水は人の活動時間や工場稼働時間などによって変動しやすい。原水それぞれの供給水量が変動すると、下水処理ラインから副生するRO膜濃縮水と海水との混合割合が変動することになるため、海水処理ライン側のRO膜に供給する海水中の塩濃度（浸透圧）は変動してしまう。

[0008] また、必要な生産水量が決まっているものの、下廃水量の変動が大きく、海水取水量で生産水量確保に対応するケースでは、混合後の塩濃度が大きく変動する場合があるため、海水処理ライン側の昇圧ポンプは高圧から低圧にまで対応できるものを設置しておかななくてはならない。容量の大きい昇圧ポンプをインバーターなどで制御して運転すると、低圧時には効率が悪く、省

エネルギー効果が小さくなってしまう。また、海水の混合割合が多くなりすぎると、海水に対する下水ＲＯ膜濃縮水の希釈効果が小さくなり、塩濃度があまり低くならないため、統合膜処理システムのメリットがほとんど無くなってしまう問題がある。さらに、混合割合を一定にする場合では、下廃水の供給水量が小さくなったときに、必然的に下水ＲＯ膜濃縮水が少なくなるため、混合する海水も少なくなり、海水処理ライン側のＲＯ膜への供給水が少なくなることから、必要な生産水量を得ることができなくなってしまう問題もある。

[0009] また、下水処理場や工場は施設ごとに下水の流入量や廃水の排出量は概ね決まっており、これら下廃水を原水とし、ＲＯ膜プロセスの回収率および混合比率を画一的に決める場合は、自ずとシステムの生産水量が確定してしまい、それが必ずしもユーザーのニーズと合致しないことがある。下廃水量は少ないが、必要生産水量が多い場合、特許文献１、非特許文献１、非特許文献２のシステムでは、下廃水ＲＯ膜プロセスの濃縮水量が少なくなり、設計段階で海水取水量を多くすると、省エネルギー効果が小さいシステムになってしまう問題がある。

[0010] 一方、下水の高度処理と海水淡水化を１つの造水プラントで行う例として、海水あるいはかん水よりも塩濃度の低い下廃水が供給水として存在する場合は下廃水を、乾季や工場停機などによって下廃水が供給できない場合は海水あるいはかん水を供給する方法が知られている（特許文献２や非特許文献３）。この技術によると、供給水として下廃水を用いているため、海水あるいはかん水のための海水淡水化よりも省エネルギーとなり、かつ、確実に一定流量の生産水を手に入れることができる。

[0011] ところで、特許文献２や非特許文献３のような下廃水と海水あるいはかん水といった塩濃度（浸透圧）の異なる原水を切り換えることによって同一のＲＯ膜でろ過するシステムでは、水量の決まっている下廃水量に合わせてシステムを決定することが多い。

[0012] 近年、中東などの渇水地域では逆浸透膜による海水淡水化が採用されてお

り、造水量が10万m³/dを超す大型逆浸透膜設備も数多く存在する。今後
も、必要造水量は多くなり、大型逆浸透膜設備は増えていくと予想される。

- [0013] 下廃水量は、大型の下水処理場や大規模な工場の近隣に設備を造れば、それなりの量を確保することができるが、小規模な下水処理場や分散型の下水処理場、中小規模の工場では下廃水量を多く確保することは難しい。このことから、特許文献2や非特許文献3のシステムでは必要造水量が多い場合もしくは下廃水量が少ない場合に、システム大型化に対応しきれない問題がある。

先行技術文献

特許文献

- [0014] 特許文献1：国際公開WO2010-61879号パンフレット

特許文献2：特許第3957081号公報

非特許文献

- [0015] 非特許文献1：“神鋼環境ソラ4者 経産省のモデル事業 周南市で実証実験”、[online]、平成21年3月5日、日本水道新聞、[平成21年7月2日検索]、インターネット<URL：http://www.suido-gesuido.co.jp/blog/suido/2009/03/post_2780.html>

非特許文献2：“「低炭素社会に向けた技術シーズ発掘・社会システム実証モデル事業」の採択について”、[online]、平成21年3月2日、東レ株式会社プレスリリース、[平成21年7月2日検索]、インターネット<<http://www.toray.co.jp/news/water/nr090302.html>>

非特許文献3：IDA World Congress-Atlantis, The Palm-Dubai, UAE November 7-12, 2009、PEF：IDAWC/DB09-033

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0016] 本発明の目的は、半透膜を用いた膜ユニットを複数配置した複合的水処理

技術を利用し、複数種の原水から淡水を生産する造水システムにおいて、原水の取水量変動に対応しながら、必要造水量を確保し、かつ、システムの大規模化に対応しうる造水システムおよびその運転方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0017] 上記目的を達成するために、本発明における造水システムおよびその運転方法は、以下の構成のいずれかからなる。

[0018] (1) 少なくとも、半透膜処理プロセスAと半透膜処理プロセスBと半透膜処理プロセスCを備えた造水システムであって、半透膜処理プロセスAは、被処理水Aを半透膜処理し、膜透過水Aおよび濃縮水Aを生成するための半透膜処理工程Aと、被処理水Aを半透膜処理工程Aに送液するための被処理水A送液手段とを備え、半透膜処理プロセスBは、被処理水Bを2以上に分岐させる被処理水B分岐手段と、被処理水Bを半透膜処理し、膜透過水Bおよび濃縮水Bを生成するための半透膜処理工程Bと、被処理水B分岐手段によって分岐した一方の被処理水Bを被処理水として半透膜処理工程Bに送液するための第1被処理水B送液手段とを備え、半透膜処理プロセスCは、被処理水を半透膜処理し、膜透過水Cおよび濃縮水Cを生成するための半透膜処理工程Cと、被処理水B分岐手段によって分岐した他方の被処理水Bと半透膜処理工程Aで生成された濃縮水Aの少なくとも一部とを混合する第1水混合手段と、第1水混合手段による混合水を被処理水として半透膜処理工程Cに送液するための混合水送液手段と、被処理水B分岐手段によって分岐した他方の被処理水Bを被処理水として第1水混合手段に送液するための第2被処理水B送液手段とを備えることを特徴とする造水システム。

[0019] (2) 半透膜処理工程Bおよび半透膜処理工程Cが、それぞれ1以上の半透膜処理装置を備え、半透膜処理工程Bおよび半透膜処理工程Cからなる半透膜処理装置群の中から選ばれる少なくとも1つの半透膜処理装置が被処理水Bおよび混合水の両方を半透膜処理する半透膜処理装置Xであり、かつ、半透膜処理装置Xに被処理水Bと混合水の両方が送液可能となるように半透膜処理装置Xに送液する被処理水を切り替える被処理水切換手段を備える

ことを特徴とする（１）に記載の造水システム。

[0020] （３） 半透膜処理装置 X が、一時に被処理水 B または混合水の一方のみを半透膜処理することを特徴とする（２）に記載の造水システム。

[0021] （４） 半透膜処理装置 X が、第 1 被処理水 B 送液手段および混合水送液手段の両方の送液手段と連通していることを特徴とする（２）または（３）に記載の造水システム。

[0022] （５） 第 1 被処理水 B 送液手段および混合水送液手段からなる群の中から選ばれる少なくとも 1 つの送液手段が、被処理水 B と混合水の両方を送液可能である送液手段 Y であることを特徴とする（２）～（４）のいずれかに記載の造水システム。

[0023] （６） 送液手段 Y が、一時に被処理水 B または混合水の一方のみを送液することを特徴とする（５）に記載の造水システム。

[0024] （７） 被処理水 A と濃縮水 A または被処理水 B または混合水とを混合する第 2 水混合手段と、被処理水 A を第 2 水混合手段に送液するための被処理水 A バイパス送液手段とを備えていることを特徴とする（１）～（６）のいずれかに記載の造水システム。

[0025] （８） 第 1 水混合手段と第 2 水混合手段とが同一の水混合手段である（７）に記載の造水システム。

[0026] （９） 有機成分含有水を生物処理することによって生物処理水を得る生物処理装置と、生物処理水を精密ろ過膜あるいは限外ろ過膜で処理することで膜処理水 A を得る膜処理装置 A とを備え、膜処理水 A を被処理水 A とすることを特徴とする（１）～（８）のいずれかに記載の造水システム。

[0027] （１０） 塩含有水を取水する取水手段と、取水手段によって取水された塩含有水を精密ろ過膜あるいは限外ろ過膜で処理することで膜処理水 B を得る膜処理装置 B とを備え、膜処理水 B を被処理水 B とすることを特徴とする（１）～（９）のいずれかに記載の造水システム。

[0028] （１１） 膜処理水 B を貯留する膜処理水 B 貯留槽と、膜処理水 B を膜処理水 B 貯留槽に送液する第 1 膜処理水 B 送液手段と、混合水を貯留する混合

水貯留槽と、膜処理水B貯留槽の膜処理水Bを混合水貯留槽に送液する第2膜処理水B送液手段と、濃縮水Aを混合水貯留槽に送液する濃縮水A送液手段とを備え、第1被処理水B送液手段が、膜処理水B貯留槽に貯留された膜処理水Bを半透膜処理工程Bに送液する送液手段であって、かつ、混合水送液手段が、混合水貯留槽に貯留された混合水を半透膜処理工程Cに送液する送液手段であることを特徴とする(10)に記載の造水システム。

[0029] (12) 被処理水Aまたは濃縮水Aの流量を測定する第1流量測定手段を備えた(2)～(11)のいずれかに記載の造水システムにおいて、第1流量測定手段の測定値に基づいて、被処理水切換手段によって、1以上の半透膜処理装置Xの被処理水を切り替えることを特徴とする造水システムの運転方法。

[0030] (13) (2)～(11)のいずれかに記載の造水システムにおいて、1以上の半透膜処理装置Xの累積膜透過水量の所定値あるいは処理時間の所定値に基づいて、半透膜処理装置Xの被処理水を切り替えることを特徴とする造水システムの運転方法。

[0031] (14) 被処理水Aバイパス送液手段で送液される被処理水Aの流量を測定する第2流量測定手段を備えた(7)～(11)のいずれかに記載の造水システムにおいて、第2流量測定手段の測定値に基づいて、被処理水切換手段によって、1以上の半透膜処理装置Xの被処理水を切り替えることを特徴とする造水システムの運転方法。

[0032] (15) 複数の異なる被処理水を半透膜処理する半透膜処理装置と、半透膜処理装置に被処理水を送液するための被処理水送液手段とを備えた造水システムであって、
半透膜処理装置が、並列した複数の半透膜処理装置で構成され、
複数の半透膜処理装置から選ばれる1以上の半透膜処理装置が、複数の異なる被処理水から選ばれる2種以上の被処理水を半透膜処理する半透膜処理装置Xとなるように半透膜処理装置Xに送液する被処理水を切り替える被処理水切換手段を備えていることを特徴とする造水システム。

- [0033] (16) 半透膜処理装置 X が、一時に複数の異なる被処理水から選ばれる 1 種の被処理水のみを半透膜処理することを特徴とする (15) に記載の造水システム。
- [0034] (17) 半透膜処理装置 X が、複数の被処理水送液手段と連通していることを特徴とする (15) または (16) に記載の造水システム。
- [0035] (18) 1 以上の被処理水送液手段が、被処理水切換手段によって送液する被処理水の種類を切り替えることによって、複数種の被処理水を半透膜処理装置 X に送液する被処理水送液手段であることを特徴とする (15) ~ (17) のいずれかに記載の造水システム。
- [0036] (19) 複数の異なる被処理水から選ばれる 1 種の被処理水の流量を測定する流量測定手段を備えた (15) ~ (18) のいずれかに記載の造水システムにおいて、
流量測定手段の測定値に基づいて、1 以上の系列の半透膜処理装置 X に送液する被処理水の種類を切り替えることを特徴とする造水システムの運転方法。
- [0037] (20) (15) ~ (19) のいずれかに記載の造水システムにおいて、
1 以上の系列の半透膜処理装置 X の累積膜透過水量の所定値あるいは処理時間の所定値に基づいて、被処理水切換手段によって、半透膜処理装置 X に送液する被処理水の種類を切り替えることを特徴とする造水システムの運転方法。

発明の効果

- [0038] 本発明により得られる効果は以下の通りである。
- [0039] 請求項 1 の発明では、被処理水 A を半透膜処理する半透膜処理プロセス A と、被処理水 B を半透膜処理する半透膜処理プロセス B と、濃縮水 A の一部と被処理水 B の一部とを混合した混合水を半透膜処理する半透膜処理プロセス C とを備えているため、例えば、被処理水 A が下廃水で、被処理水 B がかん水や海水などの塩含有水である場合、海水淡水化を行う半透膜処理工程 B は、システム全体で必要な生産水量に対して半透膜処理工程 A および半透膜

処理工程Cから生成される合計の処理水量で不足する分または不足すると想定される分を処理できるように設計し、下廃水取水量の変動に対応して半透膜処理工程Bの処理水量を増減させることによって、必要な生産水量を確保することができる。少なくとも、被処理水Aの供給停止や、半透膜処理工程Aが停機した際には、半透膜処理工程Bによって最低限の生産水が得られる。また、下廃水取水量が少ない場合は、海水淡水化を行う半透膜処理工程Bを大きく設計すれば、大型の造水システムとなる。

[0040] また、下廃水は海水よりも浸透圧が低いことから、下廃水半透膜処理プロセスは海水半透膜処理プロセスよりも低エネルギーで運転できる。そのため、可能な限り高い回収率で下廃水半透膜処理プロセスを稼働させたいが、回収率が高い分、発生する濃縮水は少なくなる。特許文献1、非特許文献1、非特許文献2のような従来の造水システムでは、発生する濃縮水が少なく、必要生産水量が多い場合は、濃縮水に対して多くの海水を混合することで必要量の混合水を生成し、その混合水を半透膜処理し、生産水量を得ることになる。ここで、下廃水由来の濃縮水は有機物などの汚れ成分が濃縮されているため、混合水は海水よりも膜の目詰まりやバイオフィアリングが発生しやすくなり、薬品洗浄を頻繁に行わなければならないことがある。本発明の造水システムでは、濃縮水と海水を希釈効果による省エネルギー効果が生じる範囲で混合し、その混合水を半透膜処理工程Cで半透膜処理し、残る海水を半透膜処理工程Bで半透膜処理するため、従来の造水システムより下廃水由来の濃縮水が入った供給水は少なくなり、膜の目詰まりやバイオフィアリングに対する薬品洗浄を行う回数が半透膜処理工程Bに供給される海水の分だけ少なくなる。さらに、必要生産水量が減少した場合は、昇圧ポンプの動力が大きい海水淡水化を行う半透膜処理工程Bの処理水量を減らすことによって、生産水量を調整することもできる。

[0041] 請求項2～6の発明では、並列した複数系列の半透膜処理装置を備え、被処理水切換手段によって被処理水Bおよび混合水を適宜選択もしくは混合して半透膜処理することができる。そのため、例えば、被処理水Aが下廃水で

、被処理水Bがかん水や海水などの塩含有水の場合、被処理水Aの水量が多く、濃縮水Aの水量が多い場合は、混合水が多くなるため、被処理水切換手段によって、省エネルギーとなる混合水半透膜処理プロセスでの処理水量をより多くし、多くのエネルギーを要する海水半透膜処理プロセスを減らすことができる。また、被処理水Aの水量が少ない場合は、混合水が少なくなるため、被処理水Bの取水量を増やし、被処理水切換手段によって被処理水Bの処理水量を増やす、つまり海水半透膜処理プロセスを増やすことで、必要生産水量を確保することができる。また、必要生産水量が変動しない、もしくは、被処理水Aの水量がほとんど変動しない場合でも、被処理水切換手段によって被処理水Bと混合水の処理比率を定期的に切り換えることで、被処理水Bと混合水の塩濃度や膜汚染物質濃度等の水質の違いによる半透膜にかかる負荷が均一化され、膜の延命化や、膜交換や薬品洗浄などのメンテナンスの簡易化に寄与し、処理コストおよび処理エネルギーが低減される。

[0042] 請求項7と8の発明では、被処理水Aを濃縮水Aまたは被処理水Bまたは混合水に混合するための被処理水Aバイパス送液手段を備えているため、例えば、半透膜処理装置Aに問題が生じて半透膜処理ができなくなった場合や被処理水Aの流量が増加した場合でも、被処理水Aを半透膜処理工程Bもしくは半透膜処理工程Cの原水に混合し塩濃度を下げて供給することによって、昇圧ポンプの圧力が低減し、省エネルギーになる。

[0043] 請求項9の発明では、被処理水Aが有機成分含有水から生じた水の場合、生物処理後にMF膜／UF膜で処理すると、半透膜に対する有機成分の影響が小さくなり、安定した運転が可能となる。

[0044] 請求項10の発明では、被処理水Bが塩含有水から生じた水の場合、取水後にMF膜／UF膜処理すると、濁質や有機成分が除去され、後段の半透膜は安定した運転が可能となる。

[0045] 請求項11の発明では、膜処理水B貯留槽と混合水貯留槽を備えているため、MF膜／UF膜の洗浄工程時など膜処理水Bが一時的に取得できない際でも、膜処理水B貯留槽にて貯留した被処理水Bを常時混合水貯留槽や半透

膜処理装置Bに送液可能となり、また、半透膜処理装置Aなど混合水貯留槽よりも上流側の工程が停機するなどして、濃縮水Aが一時的に取得できない場合でも、半透膜処理工程Cへ混合水が供給可能となる。また、被処理水Bと濃縮水Aの混合比を精度良く調整可能となる。

[0046] 請求項12～14の発明では、被処理水Aもしくは濃縮水Aの流量、または、半透膜処理装置Xの累積膜透過水量あるいは処理時間を測定し、この測定値によって、半透膜処理装置Xに送液する被処理水の切り換えを自動で行うことにより、半透膜処理装置を合理的に延命化し、かつ、運転管理を容易とすることが可能となる。

[0047] 請求項15の発明では、並列した複数系列の半透膜処理装置を備え、被処理水切換手段によって被処理水Aおよび被処理水Bを適宜選択もしくは混合して半透膜処理することができる。下廃水は海水よりも浸透圧が低いため、下廃水半透膜処理プロセスは海水半透膜処理プロセスよりも低エネルギーで運転できることから、例えば、被処理水Aが下廃水で、被処理水Bがかん水や海水などの塩含有水の場合、被処理水Aの水量が多い場合は、被処理水切換手段によって、省エネルギーとなる下廃水半透膜プロセスでの処理水量をより多くし、多くのエネルギーを要する海水半透膜処理プロセスを減らすことができる。また、被処理水Aの水量が少ない場合は、被処理水Bの取水量を増やし、被処理水切換手段によって被処理水Bの処理水量を増やす、つまり海水半透膜処理プロセスを増やすことで、必要な生産水量を確保することができる。また、必要な生産水量が変動しない、もしくは、被処理水Aの水量がほとんど変動しない場合でも、被処理水切換手段によって被処理水Aと被処理水Bの処理比率を定期的に切り換えることで、被処理水Aと被処理水Bの塩濃度や膜汚染物質濃度等の水質の違いによる半透膜にかかる負荷が均一化され、膜の延命化や、膜交換や薬品洗浄などのメンテナンスの簡易化に寄与し、処理コストおよび処理エネルギーが低減される。

[0048] 請求項16の発明では、半透膜処理装置Xを一時に複数の異なる被処理水から選ばれる1種の被処理水のみを半透膜処理できるようにすることで、例

えば、一方の被処理水が、前処理装置の故障やメンテナンス、原水源の枯渇などで供給されない場合に、他方の被処理水のみで半透膜処理することで、必要な生産水量を確実に得ることができる。

[0049] 請求項 17 の発明では、半透膜処理装置 X を複数の被処理水送液手段と連通させることで、被処理水の切り替え経路を考慮せずに、それぞれの半透膜処理装置に対して、容易に被処理水の切り替えを行うことができる。

[0050] 請求項 18 の発明では、それぞれの半透膜もしくは半透膜ユニットに被処理水を供給する被処理水送液手段を設け、被処理水送液手段に供給する被処理水の種類を被処理水切換手段によって切り替える。被処理水送液手段が他の半透膜もしくは半透膜ユニットと連通していないため、それぞれの半透膜もしくは半透膜ユニットに適した流量、回収率、圧力を被処理水送液手段によって容易に制御することができる。また、メンテナンスによる停機や異常時停機などを行う場合は、被処理水送液手段を停止することによって容易に行うことができる。

[0051] 請求項 19 の発明では、複数の異なる被処理水から、例えば、浸透圧が低い被処理水の流量を測定することとし、その流量測定値が大きくなった場合に、浸透圧が低い被処理水の半透膜処理装置 X への送液量を被処理水切換手段によって増加させ、他方の浸透圧が高い被処理水の送液を減らすことによって、より処理エネルギーが低減される。

[0052] 請求項 20 の発明では、半透膜処理装置 X の累積膜透過水量の所定値あるいは処理時間の所定値に基づいて、被処理水切換手段によって、半透膜処理装置 X に送液する被処理水の種類を切り替えることで、被処理水 A と被処理水 B の処理比率を定期的に切り換えることになり、被処理水 A と被処理水 B の塩濃度や膜汚染物質濃度等の水質の違いによる半透膜にかかる負荷が均一化され、膜の延命化や、膜交換や薬品洗浄などのメンテナンスの簡易化に寄与し、処理コストおよび処理エネルギーが低減される。

図面の簡単な説明

[0053] [図1]本発明の造水システムの一実施態様を示すフロー図である。

[図2] 本発明の造水システムの別の一態様を示すフロ－図である。

[図3] 本発明の造水システムのさらに別の態様を示すフロ－図である。

[図4] 本発明の造水システムのさらに別の態様を示すフロ－図である。

[図5] 本発明の造水システムのさらに別の態様を示すフロ－図である。

[図6] 本発明の造水システムのさらに別の態様を示すフロ－図である。

[図7] 本発明の造水システムのさらに別の態様を示すフロ－図である。

[図8] 本発明の造水システムのさらに別の態様を示すフロ－図である。

[図9] 本発明の造水システムのさらに別の態様を示すフロ－図である。

[図10] 本発明の造水システムのさらに別の態様を示すフロ－図である。

[図11] 本発明の造水システムのさらに別の態様を示すフロ－図である。

[図12] 本発明の造水システムのさらに別の態様を示すフロ－図である。

発明を実施するための形態

[0054] 以下、本発明の望ましい実施の形態を、図面を用いて説明する。ただし、

本発明の範囲がこれらに限られるものではない。

[0055] 図1は本発明を適用した造水システムの一実施態様のフロ－を示す図であ

る。この造水システムは、被処理水A1を半透膜処理装置A101で半透膜

処理する半透膜処理プロセッサA100と、被処理水B2を半透膜処理装置B

201で半透膜処理する半透膜処理プロセッサB200と、混合水を半透膜処

理装置C301で半透膜処理する半透膜処理プロセッサC300とを具備する

。

[0056] この半透膜処理プロセッサA100では、被処理水A1を収容する被処理水

A槽21と、被処理水A1を半透膜処理装置A101に供給するための被処

理水A送液配管1aと、被処理水A送液配管1aに設置する被処理水A1を

被処理水A槽21から半透膜処理装置A101に供給するための昇圧ポンプ

11と、被処理水A1を半透膜処理するための半透膜処理装置A101とを

備えている。

[0057] また、半透膜処理プロセッサB200では、被処理水B2を収容する被処理

水B槽22と、被処理水B2を半透膜処理装置B201に供給するための被

処理水B送液配管2aと、被処理水B送液配管2aに設置する半透膜処理装置B201に被処理水B2を供給するための昇圧ポンプ12と、被処理水B2を半透膜処理するための半透膜処理装置B201と、被処理水B槽22から被処理水B2を混合水槽23に供給するための被処理水B送液配管2bと、被処理水B送液配管2bに設置する混合水槽23に被処理水B2を供給するためのポンプ15とを備えている。

[0058] 半透膜処理プロセスC300では、半透膜処理装置A101の1次側（被処理水側）に連通し、半透膜処理装置A101の濃縮水Aを混合水槽23に供給するための濃縮水A送液配管4aと、被処理水B送液配管2bと濃縮水A送液配管4aとに連通し被処理水B2と濃縮水Aを混合した混合水をつくるための混合水槽23と、混合水を半透膜処理装置C301に供給するための混合水送液配管9と、混合水送液配管9に設置し、半透膜処理装置C301に混合水を供給するための昇圧ポンプ13と、混合水を半透膜処理するための半透膜処理装置C301とを備えている。

[0059] 入手した膜透過水A3、膜透過水B5、膜透過水C7は膜透過水槽に収容し、システム外に放流するか、工業用水や修景用水、農業用水などで再利用することができる。

[0060] ここにおいて、被処理水A1は、半透膜処理装置A101に供給されるための供給水を指す。また被処理水A1の性状・成分は、特に限定されるものではなく、例えば、下水、工場廃水、海水、かん水、湖沼水、河川水、地下水などであり、また、これらの原水に対し、活性汚泥処理、プレフィルタ、精密ろ過膜処理、限外ろ過膜処理、活性炭処理、オゾン処理、紫外線照射処理などの生物学的および／または物理的および／または化学的な前処理を施したものを被処理水A1とし、半透膜処理装置A101で発生するファウリングを低減させても良い。

[0061] 被処理水B2についても、その性状・成分は被処理水A1と同様であるが、濃縮水Aの浸透圧と被処理水Bの浸透圧とが、次式の関係（濃縮水Aの浸透圧）＜（被処理水Bの浸透圧）

を満足するように、原水を組合せれば、半透膜処理工程Cにおいて、半透膜処理装置C301に供給されるための供給水である混合水は被処理水B2よりも浸透圧が低下し、半透膜処理装置C301に供給する水の昇圧水準を被処理水B2より抑えることができる。これによって、被処理水A1と被処理水B2でそれぞれ造水するよりは、被処理水A1と被処理水B2、混合水でそれぞれ造水した方が被処理水B2での造水量を減少させた分、省エネルギー、省コストとなる。

[0062] ここで、浸透圧とは、半透膜を隔てて溶媒と溶液を接したとき、溶媒側から溶液側への溶媒の進入を止めるために溶液側にかかるべき圧力のことを指す。本発明においては、濃縮水Aの浸透圧と被処理水Bの浸透圧との大小が重要であるので、半透膜を隔てて濃縮水Aと被処理水Bを接することによって、溶媒の進入を止めるために圧力をかける側の浸透圧が高いと判断することができる。

[0063] このような浸透圧の関係とするためには、被処理水A1として浸透圧の低い原水を用い、被処理水B2として、浸透圧の高い原水を用いればよい。浸透圧の低い原水としては、塩分濃度が低い水を用い、浸透圧の高い原水としては、塩分濃度が高い水を用いることが好ましい。塩分濃度が低い水としては、一般的に、下水、産業廃水、河川水、あるいはこれらを前処理した後の処理水が挙げられる。また、塩分濃度が高い水としては、一般的に、海水、塩湖水、かん水が挙げられる。具体的には、被処理水A1として下廃水を膜分離活性汚泥法で処理した2次処理水、被処理水Bとして海水とする組合せなどが例示される。

[0064] また、上記の各種配管の途中に、活性汚泥処理、プレフィルタ、精密ろ過膜処理、限外ろ過膜処理、活性炭処理、オゾン処理、紫外線照射処理、薬液注入などの生物学的および／または物理的および／または化学的な処理や中間タンクなどを設けてもよい。

[0065] また、半透膜処理装置A101、半透膜処理装置B201、半透膜処理装置C301は、装置内に備えた半透膜によって、透過水と濃縮水とに分離す

る機能を有すものであれば、特に形状および素材は限定されない。原水が下水や産業廃水のようにファウリング物質を多く含む水の場合は、低ファウリング性半透膜を使用することが好ましい。

[0066] ここで、半透膜とは、被処理水中の一部の成分を透過させない半透性の膜であり、例えば溶媒を透過させ溶質を透過させない半透性の膜が挙げられる。水処理技術で使用される半透膜の一例としては、NF膜やRO膜が挙げられる。NF膜あるいはRO膜は、被処理水中に含まれる溶質を再生水として利用可能な濃度まで低減することができる性能を有していることが要求される。具体的には、塩分やミネラル成分等、多種のイオン、例えばカルシウムイオン、マグネシウムイオン、硫酸イオンのような二価イオンや、ナトリウムイオン、カリウムイオン、塩素イオンのような一価イオン、また、フミン酸（分子量 $M_w \geq 100,000$ ）、フルボ酸（分子量 $M_w = 100 \sim 1,000$ ）、アルコール、エーテル、糖類などをはじめとする溶解性有機物を阻止する性能を有することが求められる。NF膜とは、操作圧力が1.5 MPa以下で、分画分子量が200～1,000で、塩化ナトリウム阻止率90%以下のRO膜と定義されており、それよりも分画分子量の小さく、高い阻止性能を有するものをRO膜という。また、RO膜でもNF膜に近いものはルースRO膜とも呼ばれる。

[0067] NF膜やRO膜は、中空糸膜や平膜の形状があり、いずれも本発明において適用することができる。また、取り扱いを容易にするため中空糸膜や平膜を筐体に収めて流体分離素子（エレメント）としたものを用いることができる。この流体分離素子は、NF膜やRO膜として平膜状のものを用いる場合、例えば、多数の孔を穿設した筒状の中心パイプの周囲に、NF膜あるいはRO膜とトリコットなどの透過水流路材と、プラスチックネットなどの供給水流路材とを含む膜ユニットを巻回し、これらを円筒状の筐体に収めた構造とするのが好ましい。複数の流体分離素子を直列あるいは並列に接続して分離膜モジュールとすることも好ましい。この流体分離素子において、供給水は一方の端部からユニット内に供給され、他方の端部に到達するまでの間に

NF膜あるいはRO膜を透過した透過水が、中心パイプへと流れ、他方の端部において中心パイプから取り出される。一方、NF膜あるいはRO膜を透過しなかった供給水は、他方の端部において濃縮水として取り出される。

[0068] これらNF膜あるいはRO膜の膜素材としては、酢酸セルロース、セルロース系のポリマー、ポリアミド、及びビニルポリマーなどの高分子材料を用いることができる。代表的なNF膜／RO膜としては、酢酸セルロース系またはポリアミド系の非対称膜、及び、ポリアミド系またはポリ尿素系の活性層を有する複合膜を挙げることができる。

[0069] また、被処理水A送液配管1a、被処理水B送液配管2a、被処理水B送液配管2b、濃縮水A送液配管4a、混合水送液配管9の各配管は、液体を移送する機能を有する素材・形状であれば特に限定するものではないが、移送する液体の性状、注入する薬品の性状、加える圧力に耐性のあるものが好ましい。

[0070] 昇圧ポンプ11、昇圧ポンプ12、昇圧ポンプ13は、それぞれ被処理水A1、被処理水B2、混合水を加圧し、それぞれ半透膜処理装置A101、半透膜処理装置B201、半透膜処理装置C301に液体を供給・分離するための昇圧機能を有しているポンプである。ここで、昇圧ポンプ11、昇圧ポンプ12、昇圧ポンプ13は、それぞれ、被処理水A送液手段が被処理水A1を半透膜処理工程Aに送液する被処理水A送液手段、第1被処理水B送液手段が被処理水B2を半透膜処理工程Bに送液する第1被処理水B送液手段、混合水送液手段が混合水を半透膜処理工程Cに送液する混合水送液手段の具体的な一態様を示したものであり、それらはいずれも昇圧ポンプの形態には限定されない。対象水の浸透圧が低い場合は、対象水を供給することにより加圧する供給ポンプを設置し、また、対象水の浸透圧が高い場合は、対象水を送液するポンプと、膜透過を実施するために対象水を昇圧して半透膜処理装置に供給するための昇圧ポンプとを設置することが好ましい。

[0071] 第1水混合手段は、被処理水Bと濃縮水Aとを混合する機能を有するものであれば、その方法、形式は特に限定しない。前記の混合水槽23による方

法、ラインミキサーによる方法、送液ポンプを利用する方法などが例示される。被処理水A槽21、被処理水B槽22、混合水槽23としては、混合水を貯えることができ、殺菌剤や中和剤などの薬液に劣化しなければ特に制限されるものではなく、コンクリート槽、繊維強化プラスチック槽、プラスチック槽などが用いられる。槽内攪拌のための攪拌機を設けてもよい。

[0072] 被処理水Bを被処理水B槽22から混合水槽23に送液する第2被処理水B送液手段は、被処理水Bを被処理水B槽22から混合水槽23に移送する機能を有しているものであれば、その方法、形式は特に限定しない。前記のポンプ15による方法、水頭差による方法、オーバーフローを利用する方法などが例示される。

[0073] ここで、不純物を多く含む水を原水として用いる場合には、図2のように、前処理設備によって不純物を除外した前処理水を被処理水Aや被処理水Bとして用いることが好ましい。特に、ここで、前処理設備としては、活性汚泥処理設備や、活性汚泥処理と精密ろ過／限外ろ過膜（MF／UF膜）あるいは砂ろ過との二段処理設備、膜分離活性汚泥法（MBR）設備、MF／UF膜ろ過処理設備あるいは砂ろ過処理設備、などが使用できる。

[0074] 図2では、前処理設備として、半透膜処理プロセスA100において、被処理水A1を生物処理するための生物処理槽102と、生物処理槽102で生物処理された生物処理水を分離膜装置103に供給するための生物処理水送液配管1bと、生物処理水送液配管1bに連通する分離膜装置103と、分離膜装置103の2次側（膜透過水側）に連通する膜処理水A送液配管1cと、膜処理水A送液配管1cに設置し、分離膜装置103に生物処理水を供給するためのポンプ16とを備え、半透膜処理プロセスB200において、被処理水B2を分離膜装置202に供給するためのポンプ14と、被処理水B2を分離処理するための分離膜装置202と、分離膜装置202の2次側（膜透過水側）に連通する膜処理水B送液配管2cとを備えている。なお、分離膜装置103と膜分離装置202の前段に流量調整のための槽を設けてもよい。

- [0075] ここにおいて、被処理水A 1は、生物処理槽102内にある液中の微生物の基質となる物質を含む液体であり、例えば、家庭廃水、都市下水、工場廃水などの有機性廃水が挙げられる。また、被処理水A 1を生物処理槽102に供給する手段としては、例えば、被処理水槽や湖沼などから吸引ポンプにより供給する吸引手段や、被処理水A 1と生物処理槽の液面との水頭差を利用して供給する手段でもよい。また、分離膜装置103は生物処理槽102の液中に浸漬しても槽外に設置してもよく、膜分離方式は、浸漬膜方式、外部膜分離方式、回転平膜方式など特に問わない。
- [0076] また、ここにおいて、被処理水B 2は、有機物は生物処理を必要とするほど多くは含まないが、濁質や不純物など半透膜をファウリングさせる物質を含む水であり、例えば、海水、かん水、工場廃水などの水が挙げられる。分離膜装置202によって濁質などが分離され、半透膜処理装置201のファウリングを抑制することができるため、半透膜処理装置の前段には分離膜装置を設置することが好ましい。
- [0077] ここで、分離膜装置の膜構造としては、多孔質膜や、多孔質膜に機能層を複合化した複合膜などが挙げられるが、特に限定されるものではない。これらの膜の具体例としては、ポリアクリロニトリル多孔質膜、ポリイミド多孔質膜、ポリエーテルスルホン多孔質膜、ポリフェニレンスルフィドスルフォン多孔質膜、ポリテトラフルオロエチレン多孔質膜、ポリフッ化ビニリデン多孔質膜、ポリプロピレン多孔質膜、ポリエチレン多孔質膜等の多孔質膜などが挙げられるが、ポリフッ化ビニリデン多孔質膜やポリテトラフルオロエチレン多孔質膜は耐薬品性が高いため、特に好ましい。さらに、これら多孔質膜に機能層として架橋型シリコーン、ポリブタジエン、ポリアクリロニトリルブタジエン、エチレンプロピレンラバー、ネオプレンゴム等のゴム状高分子を複合化した複合膜を挙げることができる。
- [0078] また、分離膜装置の膜孔径は、活性汚泥や濁質含有水を固形成分と溶解成分とに固液分離できる程度の孔径であることが好ましい。膜孔径が大きければ、膜透水性が向上するが、膜処理水に固形成分が含有する可能性が高くな

る傾向がある。一方、膜孔径が小さければ、膜処理水に固形成分が含有する可能性が小さくなるが、膜透水性が低下する傾向がある。具体的には、 $0.01\ \mu\text{m}$ 以上 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下とすることが好ましく、 $0.05\ \mu\text{m}$ 以上 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下とすることがさらに好ましい。

[0079] 分離膜装置の形態には中空糸膜、管状膜、平膜などが存在するが、いずれの形態のものでも本発明に用いることができる。ここで、中空糸膜とは外径 2mm 未満の円管状の分離膜、管状膜とは外径 2mm 以上の円管状の分離膜である。そしてこれらの分離膜は、中空糸膜の場合は中空糸膜をU字状やI字状に束ねてケースに収納した中空糸膜エレメントに、管状膜の場合はチューブラー型エレメントに、平膜の場合はスパイラル型エレメントやプレート・アンド・フレーム型エレメントにし、単独、あるいは複数個を組み合わせでモジュール化することが好ましい。

[0080] また、半透膜処理装置A101に問題が生じて半透膜処理ができなくなった場合、被処理水A1を半透膜処理プロセスB200もしくは半透膜処理プロセスC300の原水に混合し、塩濃度を下げて半透膜処理装置B201もしくは半透膜処理装置C301に供給することが好ましい。被処理水A1を濃縮水Aあるいは被処理水B2あるいは混合水に移送し混合する手段としては、その方法、形式は特に限定しないが、半透膜処理装置B201もしくは半透膜処理装置C301よりも上流で混合すればよく、図3のように、被処理水Aバイパス送液配管30を、被処理水A槽21と濃縮水A送液配管とに連通、あるいは、被処理水A槽21と混合水槽23とに連通、あるいは、被処理水A槽21と膜処理水B送液配管2cとに連通、あるいは、被処理水A槽21と被処理水B槽22とに連通、あるいは、被処理水A槽21と被処理水B送液配管2aとに連通、あるいは、被処理水A槽21と被処理水B送液配管2bとに連通するように設けることが好ましい。被処理水Aバイパス送液配管30にバルブを設け、通常運転時には該バルブを閉にし、半透膜処理装置A101に問題が生じた場合に該バルブを開にすることが好ましい。該バルブの自動開閉制御は、半透膜処理装置A101の濃縮水A流量による制

御、もしくは、半透膜処理装置 A 1 0 1 が停止した際の信号による制御などが好ましい。また、被処理水 A 槽 2 1 から被処理水 A バイパス送液配管 3 0 を通じて被処理水 A 1 を送液する手段として、被処理水 A 槽 2 1 に水中ポンプを設置する方法や、水頭差による方法、オーバーフローを利用する方法などが例示される。

[0081] ここで、第 1 水混合手段と第 2 水混合手段とが同一、つまり、被処理水 A バイパス送液配管 3 0 を被処理水 A 槽 2 1 と混合水槽 2 3 とに連通するように設けると、半透膜処理装置 B 2 0 1 に供給する塩濃度が大きく変化せず、昇圧ポンプ 1 2 の供給圧を変動させるインバーターをつける必要がなくなり、また、配管へ連通する場合に発生する配管接合部での合流圧損がないため、好ましい。

[0082] また、図 4～9 では、並列した複数系列の半透膜処理装置を備え、弁 4 0 によって被処理水 B および混合水を適宜選択もしくは混合して半透膜処理することができる実施態様の例を示す。

[0083] 図 4、5 に示す態様では、被処理水 B 送液配管 2 a と混合水送液配管 9 とを連通するように配管 3 1 を備え、配管 3 1 に弁 4 0 を設ける。弁 4 0 を開閉することで、半透膜処理装置 X 4 0 1 が配管 3 1 を介して混合水送液配管 9 あるいは被処理水 B 送液配管 2 a あるいは混合水送液配管 9 と被処理水 B 送液配管 2 a との両配管に連通し、混合水あるいは被処理水 B 2 を選択的に半透膜処理することができる。

[0084] 被処理水 A 1 の減少や半透膜処理装置 A 1 0 1 の停機、薬液洗浄などによる濃縮水 A の減少によって、混合水量が減少した場合は、混合水を半透膜処理する半透膜処理装置の本数もしくはユニット数を減らし、この半透膜処理装置に被処理水 B 2 を送液するように弁 4 0 を制御することによって、生産水量を大幅に減少させることなく、確保することができる。あるいは、混合水と被処理水 B 2 との境界になっている弁 4 0 を微開ないし開にすることによって、浸透圧が高いために高圧に加圧している被処理水 B 2 が混合水の方に流れ込み、弁 4 0 の開閉具合で圧力と流量とを調整しながら被処理水 B を

混合水に補填し、混合水送液配管 9 に連通している半透膜処理装置に必要な供給水量分を供給することができる。

[0085] また、混合水量が 0 になった場合は、昇圧ポンプ 13 を停止し、全ての半透膜処理装置 X 401 に被処理水 B2 を送液するように弁 40 を制御にすることによって、半透膜処理装置 X 401 を半透膜処理装置 B として稼働させ、生産水量を大幅に減少させることなく、確保することができる。

[0086] 混合水量が増加した場合は、昇圧ポンプ 12 を停止し、全ての半透膜処理装置 X 401 を混合水送液配管 9 に連通させるように弁 40 を制御にする、あるいは、昇圧ポンプ 12 を調整し、混合水送液配管 9 に連通する半透膜処理装置 X 401 を増やすように弁 40 を制御することによって、被処理水 B2 よりも低圧で半透膜処理できる混合水の処理水量が増えるため、省エネルギー、省コストとなる。

[0087] ここで、半透膜処理装置 X 401 が一時に被処理水 B または混合水の一方のみを処理する、つまり、被処理水 B と混合水 C とが混合しないように弁 40 を制御にして運転すると、供給圧の高い昇圧ポンプ側から圧力の低い方への液の移動が少なくなり、浸透圧が安定した運転ができるため、好ましい。

[0088] また、被処理水 B 送液配管 2a と混合水送液配管 9 とを連通するように配管 31 を備え、配管 31 からそれぞれの半透膜処理装置に連通するように送液配管を設置すると、被処理水 B 送液配管 2a または混合水送液配管 9 からそれぞれの半透膜処理装置に連通するように送液配管を設置するよりも、配管や弁の数を少なくできるため、好ましい。

[0089] また、図 6、7 に示す態様のように、被処理水 B および混合水の最低取水量分を半透膜処理できるように半透膜処理装置 B および半透膜処理装置 C を設置すると、弁の数が減るため、好ましい。

[0090] 大規模な施設で半透膜処理装置が多数ある場合は、図 8、9 に示す態様のように、昇圧ポンプを半透膜処理装置ユニットもしくは半透膜処理装置ごとに設置することで、各半透膜処理装置が確実に昇圧することができ、また、流量調整もしやすいため、好ましい。

- [0091] ここで、混合水は被処理水Bよりも塩濃度が低いため、図8のように混合水と被処理水Bの送液配管を同一としないことで、混合水送液配管側の配管や弁を耐腐食性の高いものとする必要性がなくなり、好ましい。
- [0092] また、図9のように、昇圧ポンプよりも上流側で被処理水の切り替えを行い、昇圧ポンプよりも下流側の配管の数を少なくすることによって、昇圧ポンプよりも下流の高圧用配管の領域を少なくすることができるため、好ましい。
- [0093] また、半透膜処理装置Xの膜の型式を同一のものにすると、より多くの流量変動への対応ができるようになり、また、被処理水を切り換えることで、塩濃度やpHなどの違いによるケミカルファウリングやバイオフィファウリング等の抑制ができるため、好ましい。
- [0094] 図10は、本発明を適用した造水システムのさらに別の一実施態様のフローを示す図である。この造水システムは、被処理水A1を収容する被処理水A槽21と、被処理水A1を半透膜処理装置に供給するための被処理水A送液配管1aと、被処理水A1を被処理水A槽21から半透膜処理装置に供給するための昇圧ポンプ11と、被処理水B2を収容する被処理水B槽22と、被処理水B2を半透膜処理装置に供給するための被処理水B送液配管2aと、被処理水B2を被処理水B槽22から半透膜処理装置に供給するための昇圧ポンプ12と、昇圧ポンプ11及び昇圧ポンプ12の下流側で、被処理水A送液配管1aと被処理水B送液配管2aとを連通する配管31と、半透膜処理装置に供給する供給水の種類、混合比を変更するために配管31に設ける弁40と、被処理水A1を半透膜処理する半透膜処理装置A101と、被処理水B2を半透膜処理する半透膜処理装置B201と、被処理水A1もしくは被処理水B2もしくは被処理水A1と被処理水B2との混合水を半透膜処理する半透膜処理装置X401とを備えている。
- [0095] ここで、弁40を開閉することで、半透膜処理装置X401が配管31を介して被処理水A送液配管1aあるいは被処理水B送液配管2aあるいは被処理水A送液配管1aと被処理水B送液配管2aとの両配管に連通し、被処

理水 A 1 あるいは被処理水 B 2 あるいは被処理水 A 1 と被処理水 B 2 との混合水を選択的に半透膜処理することができる。

[0096] 被処理水 A 1 が減少した場合は、被処理水 A 1 を半透膜処理する半透膜処理装置の本数もしくはユニット数を減らし、この半透膜処理装置に被処理水 B 2 を送液するように弁 4 0 を制御することによって、生産水量を大幅に減少させることなく、確保することができる。あるいは、被処理水 A 1 と被処理水 B 2 との境界になっている弁 4 0 を微開ないし開にすることによって、浸透圧が高いために高圧に加圧している被処理水 B 2 が被処理水 A 1 の方に流れ込み、弁 4 0 の開閉具合で圧力と流量とを調整しながら被処理水 B 2 を被処理水 A 1 に補填し、被処理水 A 送液配管 1 a に連通している半透膜処理装置に必要供給水量分を供給することができる。

[0097] また、被処理水 A 1 水量が 0 になった場合は、昇圧ポンプ 1 1 を停止し、全ての半透膜処理装置に被処理水 B 2 を送液するように弁 4 0 を制御することによって、全ての半透膜処理装置を半透膜処理装置 B として稼働させ、生産水量を大幅に減少させることなく、確保することができる。

[0098] 被処理水 A 1 が増加した場合は、昇圧ポンプ 1 2 を停止し、全ての半透膜処理装置を被処理水 A 送液配管 1 a に連通させるように弁 4 0 を制御にする、あるいは、昇圧ポンプ 1 2 を調整し、被処理水 A 送液配管 1 a に連通する半透膜処理装置を増やすように弁 4 0 を制御することによって、被処理水 B 2 よりも低圧で半透膜処理できる被処理水 A 1 の処理水量が増えるため、省エネルギー、省コストとなる。

[0099] ここで、半透膜処理装置が一時に被処理水 A 1 または被処理水 B 2 の一方のみを処理する、つまり、被処理水 A 1 と被処理水 B 2 とが混合しないように弁 4 0 を制御にして運転すると、供給圧の高い昇圧ポンプ側から圧力の低い方への液の移動が少なくなり、浸透圧が安定した運転ができるため、好ましい。

[0100] また、被処理水 A 送液配管 1 a と被処理水 B 送液配管 2 a とに連通するように配管 3 1 を備え、配管 3 1 からそれぞれの半透膜処理装置に連通するよ

うに送液配管を設置すると、被処理水A送液配管1aまたは被処理水B送液配管2aからそれぞれの半透膜処理装置に連通するように送液配管を設置するよりも、配管や弁の数を少なくできるため、好ましい。

[0101] また、被処理水A1と被処理水B2の最低取水量分を半透膜処理できるように半透膜処理装置A101および半透膜処理装置B201を設置すると、弁の数が減るため、好ましい。

[0102] 大規模な施設で半透膜処理装置が多数ある場合は、図11、12に示す態様のように、昇圧ポンプを半透膜処理装置ユニットもしくは半透膜処理装置ごとに設置することで、各半透膜処理装置が確実に昇圧することができ、また、流量調整もしやすいため、好ましい。

[0103] ここで、被処理水A1は被処理水B2よりも塩濃度が低いため、図11のように被処理水A1と被処理水B2の送液配管を同一としないことで、被処理水A送液配管側の配管や弁を耐腐食性の高いものとする必要性がなくなり、好ましい。

[0104] また、図12のように、昇圧ポンプよりも上流側で被処理水の切り替えを行い、昇圧ポンプよりも下流側の配管の数を少なくすることによって、昇圧ポンプよりも下流の高圧用配管の領域を少なくすることができるため、好ましい。

[0105] また、半透膜処理装置Xの膜の型式を同一のものにすると、より多くの流量変動への対応ができるようになり、また、被処理水を切り換えることで、塩濃度やpHなどの違いによるケミカルファウリングやバイオフィアウリング等の抑制ができるため、好ましい。

産業上の利用可能性

[0106] 本発明は、半透膜を用いた膜ユニットを複数配置した複合的な水処理技術を利用した造水システムおよびその運転方法であって、下水と海水のように浸透圧が異なる複数の被処理水A、Bを原水とし、淡水化技術により淡水を製造する場合に好適に適用することができる。さらに詳しくは、上水道における浄水処理分野や、工業用水、食品・医療プロセス用水、半導体関連洗浄

用水といった産業用水製造分野などの造水装置として適用可能であって、省エネルギーかつ効率的に淡水を生産することができる。

符号の説明

- [0107] 1 : 被処理水 A
- 1 a : 被処理水 A 送液配管
- 1 b : 生物処理水送液配管
- 1 c : 膜処理水 A 送液配管
- 2 : 被処理水 B
- 2 a : 被処理水 B 送液配管
- 2 b : 被処理水 B 送液配管
- 2 c : 膜処理水 B 送液配管
- 3 : 膜透過水 A
- 4 : 濃縮水 A
- 4 a : 濃縮水 A 送液配管
- 5 : 膜透過水 B
- 6 : 濃縮水 B
- 7 : 膜透過水 C
- 8 : 濃縮水 C
- 9 : 混合水送液配管
- 1 1 : 昇圧ポンプ
- 1 2 : 昇圧ポンプ
- 1 3 : 昇圧ポンプ
- 1 4 : ポンプ
- 1 5 : ポンプ
- 1 6 : ポンプ
- 2 1 : 被処理水 A 槽
- 2 2 : 被処理水 B 槽
- 2 3 : 混合水槽

3 0 : 被処理水 A バイパス送液配管

3 1 : 配管

3 2 : 配管

3 3 : 配管

4 0 : 弁

1 0 0 : 半透膜処理プロセス A

1 0 1 : 半透膜処理装置 A

1 0 2 : 生物処理槽

1 0 3 : 分離膜装置

2 0 0 : 半透膜処理プロセス B

2 0 1 : 半透膜処理装置 B

2 0 2 : 分離膜装置

3 0 0 : 半透膜処理プロセス C

3 0 1 : 半透膜処理装置 C

4 0 1 : 半透膜処理装置 X

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも、半透膜処理プロセスAと半透膜処理プロセスBと半透膜処理プロセスCを備えた造水システムであって、
- 半透膜処理プロセスAは、被処理水Aを半透膜処理し、膜透過水Aおよび濃縮水Aを生成するための半透膜処理工程Aと、被処理水Aを半透膜処理工程Aに送液するための被処理水A送液手段とを備え、
- 半透膜処理プロセスBは、被処理水Bを2以上に分岐させる被処理水B分岐手段と、被処理水Bを半透膜処理し、膜透過水Bおよび濃縮水Bを生成するための半透膜処理工程Bと、被処理水B分岐手段によって分岐した一方の被処理水Bを被処理水として半透膜処理工程Bに送液するための第1被処理水B送液手段とを備え、
- 半透膜処理プロセスCは、被処理水を半透膜処理し、膜透過水Cおよび濃縮水Cを生成するための半透膜処理工程Cと、被処理水B分岐手段によって分岐した他方の被処理水Bと半透膜処理工程Aで生成された濃縮水Aの少なくとも一部とを混合する第1水混合手段と、第1水混合手段による混合水を被処理水として半透膜処理工程Cに送液するための混合水送液手段と、被処理水B分岐手段によって分岐した他方の被処理水Bを被処理水として第1水混合手段に送液するための第2被処理水B送液手段とを備えることを特徴とする造水システム。
- [請求項2] 半透膜処理工程Bおよび半透膜処理工程Cが、それぞれ1以上の半透膜処理装置を備え、半透膜処理工程Bおよび半透膜処理工程Cからなる半透膜処理装置群の中から選ばれる少なくとも1つの半透膜処理装置が被処理水Bおよび混合水の両方を半透膜処理する半透膜処理装置Xであり、かつ、半透膜処理装置Xに被処理水Bと混合水の両方が送液可能となるように半透膜処理装置Xに送液する被処理水を切り替える被処理水切換手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の造水システム。
- [請求項3] 半透膜処理装置Xが、一時に被処理水Bまたは混合水の一方のみを半

透膜処理することを特徴とする請求項 2 に記載の造水システム。

[請求項 4] 半透膜処理装置 X が、第 1 被処理水 B 送液手段および混合水送液手段の両方の送液手段と連通していることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の造水システム。

[請求項 5] 第 1 被処理水 B 送液手段および混合水送液手段からなる群の中から選ばれる少なくとも 1 つの送液手段が、被処理水 B と混合水の両方を送液可能である送液手段 Y であることを特徴とする請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載の造水システム。

[請求項 6] 送液手段 Y が、一時に被処理水 B または混合水の一方のみを送液することを特徴とする請求項 5 に記載の造水システム。

[請求項 7] 被処理水 A と濃縮水 A または被処理水 B または混合水とを混合する第 2 水混合手段と、被処理水 A を第 2 水混合手段に送液するための被処理水 A バイパス送液手段とを備えていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の造水システム。

[請求項 8] 第 1 水混合手段と第 2 水混合手段とが同一の水混合手段である請求項 7 に記載の造水システム。

[請求項 9] 有機成分含有水を生物処理することによって生物処理水を得る生物処理装置と、生物処理水を精密ろ過膜あるいは限外ろ過膜で処理することで膜処理水 A を得る膜処理装置 A とを備え、膜処理水 A を被処理水 A とすることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の造水システム。

[請求項 10] 塩含有水を取水する取水手段と、取水手段によって取水された塩含有水を精密ろ過膜あるいは限外ろ過膜で処理することで膜処理水 B を得る膜処理装置 B とを備え、膜処理水 B を被処理水 B とすることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の造水システム。

[請求項 11] 膜処理水 B を貯留する膜処理水 B 貯留槽と、
膜処理水 B を膜処理水 B 貯留槽に送液する第 1 膜処理水 B 送液手段と、

混合水を貯留する混合水貯留槽と、
膜処理水B貯留槽の膜処理水Bを混合水貯留槽に送液する第2膜処理水B送液手段と、
濃縮水Aを混合水貯留槽に送液する濃縮水A送液手段とを備え、
第1被処理水B送液手段が、膜処理水B貯留槽に貯留された膜処理水Bを半透膜処理工程Bに送液する送液手段であって、かつ、
混合水送液手段が、混合水貯留槽に貯留された混合水を半透膜処理工程Cに送液する送液手段であることを特徴とする請求項10に記載の造水システム。

[請求項12] 被処理水Aまたは濃縮水Aの流量を測定する第1流量測定手段を備えた請求項2～11のいずれかに記載の造水システムにおいて、第1流量測定手段の測定値に基づいて、被処理水切換手段によって、1以上の半透膜処理装置Xの被処理水を切り替えることを特徴とする造水システムの運転方法。

[請求項13] 請求項2～11のいずれかに記載の造水システムにおいて、1以上の半透膜処理装置Xの累積膜透過水量の所定値あるいは処理時間の所定値に基づいて、半透膜処理装置Xの被処理水を切り替えることを特徴とする造水システムの運転方法。

[請求項14] 被処理水Aバイパス送液手段で送液される被処理水Aの流量を測定する第2流量測定手段を備えた請求項7～11のいずれかに記載の造水システムにおいて、第2流量測定手段の測定値に基づいて、被処理水切換手段によって、1以上の半透膜処理装置Xの被処理水を切り替えることを特徴とする造水システムの運転方法。

[請求項15] 複数の異なる被処理水を半透膜処理する半透膜処理装置と、半透膜処理装置に被処理水を送液するための被処理水送液手段とを備えた造水システムであって、
半透膜処理装置が、並列した複数の半透膜処理装置で構成され、
複数の半透膜処理装置から選ばれる1以上の半透膜処理装置が、複数

の異なる被処理水から選ばれる２種以上の被処理水を半透膜処理する半透膜処理装置×となるように半透膜処理装置×に送液する被処理水を切り替える被処理水切換手段を備えていることを特徴とする造水システム。

[請求項16] 半透膜処理装置×が、一時に複数の異なる被処理水から選ばれる１種の被処理水のみを半透膜処理することを特徴とする請求項１５に記載の造水システム。

[請求項17] 半透膜処理装置×が、複数の被処理水送液手段と連通していることを特徴とする請求項１５または１６に記載の造水システム。

[請求項18] １以上の被処理水送液手段が、被処理水切換手段によって送液する被処理水の種類を切り替えることによって、複数種の被処理水を半透膜処理装置×に送液する被処理水送液手段であることを特徴とする請求項１５～１７のいずれかに記載の造水システム。

[請求項19] 複数の異なる被処理水から選ばれる１種の被処理水の流量を測定する流量測定手段を備えた請求項１５～１８のいずれかに記載の造水システムにおいて、
流量測定手段の測定値に基づいて、１以上の系列の半透膜処理装置×に送液する被処理水の種類を切り替えることを特徴とする造水システムの運転方法。

[請求項20] 請求項１５～１９のいずれかに記載の造水システムにおいて、１以上の系列の半透膜処理装置×の累積膜透過水量の所定値あるいは処理時間の所定値に基づいて、被処理水切換手段によって、半透膜処理装置×に送液する被処理水の種類を切り替えることを特徴とする造水システムの運転方法。