

明 細 書

発明の名称： 海水の前処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、海水中の塩分を膜ろ過により除去し、又は濃縮させることによって淡水を製造する装置に供給する海水の前処理装置の技術分野に関する。

背景技術

[0002] 淡水は産業上や生活上をはじめとする幅広い用途で必要とされており、その需要量は増加をたどっている。このような淡水の供給源として、豊富に存在する海水を利用して淡水を得る大規模な海水淡水化システムの構築が進められている。この種の海水淡水化システムでは、逆浸透膜、NF膜、電気透析膜などのろ過装置によって海水中に含まれる塩分を分離する際に、前処理として、懸濁物や微生物の除去などを行う必要がある。

[0003] 従来、この種の前処理としては、滅菌剤として塩素（Cl）、凝集剤として塩化第2鉄（FeCl₃）、pH調整用の硫酸（H₂SO₄）等の化学薬品を投入することで行われてきた。しかしながら、化学薬品を用いた前処理はランニングコストを含む造水コストが高くなるという問題点がある。そこで、例えば特許文献1では、前処理として、生物膜が砂表面において成長・維持される砂ろ過器を用いて、海水中に含まれる微粒子の他に、膜面を汚損するSDI（Silt Density Index：汚れ指数）成分（微粒子やコロイド粒子）やバイオフィアリングの原因となるBOD成分を除去することで、化学薬品の使用を回避し、ランニングコストを安価にする技術が開示されている。

[0004] 図11は、特許文献1に開示された海水の前処理装置10の概略構成を示す図である。前処理装置10は、海水中の塩分を膜ろ過により除去し、又は濃縮させる装置14によって淡水を分離する際に、前処理を行う装置であって複数の砂ろ過器16を備えている。各砂ろ過器16は、粒子状ろ材である砂18によって海水中に含まれる微粒子を除去すると共に、その表面に成長

・維持される生物膜 20 によって S D I 成分や B O D 成分を除去する。特許文献 1 では特に、このような砂ろ過器 16 を複数用意し（一次砂ろ過器 16 a、二次砂ろ過器 16 b）、海水の流路に対して直列接続されている。

[0005] 尚、前処理装置 10 には、ろ過器の差圧が上昇した場合にろ材を洗浄するために逆流洗浄を行う逆洗ポンプ 15 が、各砂ろ過器 16 に設けられている。このように前処理装置 10 を通過した海水は、海水中の塩分を膜ろ過により除去し、又は濃縮させる装置 14 によって濃縮海水と分離して淡水化される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献 1：特開 2013-111559 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、砂ろ過器 16 が有する生物膜 20 に存在する微生物の成長・維持には、酸素の他に、海水に含まれる栄養成分（例えば、炭素（C）、窒素（N）、リン（P）等）が必要である。図 11 に示すように、生物膜 20 を有する砂ろ過器 16 を流路に対して直列に設けた場合、上流側の一次砂ろ過器 16 a には十分な栄養成分が供給されるものの、その下流側の二次砂ろ過器 16 b には一次砂ろ過器 16 a で栄養成分が消費された後の海水が供給されるため、生物膜 20 の成長・維持に必要な栄養成分が不足してしまい、砂ろ過器 16 のろ過性能が低下してしまうおそれがある。

[0008] 本発明は上述の問題点に鑑みなされたものであり、直列接続された複数のろ過器に対して栄養成分を適切に供給することで、各ろ過器における生物膜を良好に成長・維持可能な海水の前処理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

[0009] 本発明の一態様に係る海水の前処理装置は上記課題を解決するために、海水中的の塩分を膜ろ過により除去し、又は濃縮させる装置に供給する海水の前

処理装置であって、前記海水を供給する供給管と、前記供給管から供給された海水から微粒子を分離する粒子状ろ材、及び、前記粒子状ろ材の表面に形成される生物膜とを有する複数のろ過器と、前記複数のろ過器を直列接続する接続管と、前記複数のろ過器の各々を前記供給管に接続する複数のバイパス管と、前記複数のバイパス管の各々に流量を調整するために設けられた複数の調整バルブとを備えることを特徴とする。

[0010] 本態様によれば、互いに直列接続された複数のろ過器の各々を、バイパス管を介して供給管に接続することにより、調整バルブの開度に応じて、各ろ過器について十分な栄養成分を含む海水を供給することができる。これにより、栄養成分が不足しがちな下流側に位置するろ過器においても生物膜を良好に成長・維持することができる。

[0011] 前記複数のろ過器のうち少なくとも1つのろ過器の出口部に設置された水質検知部と、前記水質検知部の検知値に基づいて前記調整バルブの開度を制御するバルブ制御部とを備えてもよい。

本態様によれば、ろ過器の出口部に水質検知部を設けることによって、ろ過器が有する生物膜の状態を水質を介して把握し、その結果に応じて調整バルブの開度を調整することで、バイパス管を介して適切な量の海水を供給管から供給することができる。

[0012] この場合、前記水質検知部は、前記複数のろ過器のうち最下流に位置するろ過器の出口部に設置されており、前記バルブ制御部は、前記複数の調整バルブを開状態に制御した後、前記水質検知部の検知値が予め設定された第1基準値を超えた場合、前記複数の調整バルブを下流側から順に閉状態に制御するようにしてもよい。

本態様によれば、水質検知部を最下流に位置するろ過器の出口部に設置することで、前処理装置の最終的な出水の水質に応じた調整バルブの開度制御を行うことができる。また、水質検知値が第1基準値を超えることによって水質低下が検知された際に、調整バルブを閉制御する場合には、最終的な出水の水質に影響の大きい下流側から順に閉じる。これにより、水質低下を抑

制しながら、各ろ過器に対して十分な栄養成分を供給することで、生物膜の成長・維持を図ることができる。

- [0013] また、前記バルブ制御部は、前記調整バルブを閉制御した後、前記水質検知部の検知値が前記第1基準値より小さく予め設定された第2基準値以下になった場合、前記調整バルブを開制御するようにしてもよい。

本態様によれば、水質検知値が第1基準値を超えることによって水質低下を抑制すべく調整バルブを閉制御した後に、水質検知値が第2基準値以下になることで水質改善が確認できた場合には、調整バルブを開制御することで、バイパス管を介した海水の供給を再開する。これにより、ろ過器の水質低下を回避しながら、各ろ過器に対してバイパス管を介した栄養成分を効率的に供給することができる。

- [0014] 前記複数のろ過器の少なくとも一つへの供給水に含まれる栄養成分を検知する栄養成分検知部と、前記栄養成分検知部の検知値に基づいて、前記調整バルブの開度を制御するバルブ制御部とを備えてもよい。

本態様によれば、ろ過器の入口部における海水中に含まれる栄養成分を検知し、その検知値に応じて調整バルブの開度を制御する。これにより、各ろ過器に対して生物膜の成長・維持に必要な栄養成分がいきわたるように、バイパス管からの供給量を制御することができる。

- [0015] この場合、前記栄養成分検知部は、前記複数のろ過器の入口部に設けられており、前記バルブ制御部は、前記栄養成分検知部の各々の検知値が、所定基準値以上になるように前記調整バルブの開度を制御するようにしてもよい。

本態様によれば、各ろ過器に栄養成分検知部を設けることで、複数のろ過器の各々に供給される栄養成分を検知して調整バルブの開度を制御する。これにより、各ろ過器に対して十分な栄養成分が供給されるように、複数のバイパス管から各ろ過器への海水の供給量を個別に制御することができる。

- [0016] また、前記複数のろ過器の少なくとも一つに設けられ、該ろ過器が有する前記生物膜の活性度を検知する活性度検知部と、前記活性度検知部の検知値

に基づいて、前記調整バルブの開度を制御する前記バルブ制御手段とを備え、前記バルブ制御手段は、前記活性度検知部の検知値が所定基準値以上になるように、前記調整バルブの開度を制御するようにしてもよい。

本態様によれば、活性度検知部によってろ過器が有する生物膜の活性度を直接的に検知した結果に基づいて、調整バルブの開度制御を行うことで、バイパス管を介した各ろ過器への海水の供給量を適切に制御することができる。

[0017] 前記活性度検知部は前記ろ過器の入口部及び出口部間の酸素濃度の差に基づいて前記活性度を検知するようにしてもよい。

この場合、生物膜の活性度はろ過器の入口部及び出口部間の酸素濃度の差に基づいて検知するとよい。

[0018] 本発明の一態様に係る海水の前処理方法は上記課題を解決するために、海水中の塩分を膜ろ過により除去し、又は濃縮させる装置に供給する海水を、微粒子を分離する粒子状ろ材、及び、前記粒子状ろ材の表面に形成される生物膜を有する互いに直列接続された複数のろ過器で前処理する海水の前処理方法であって、前記複数のろ過器のうち少なくとも1つのろ過器の出口部における水質を検知する工程と、前記検知された水質に基づいて、前記複数のろ過器の各々に対して海水を直接供給する工程とを備えることを特徴とする。

[0019] この態様に係る方法は、上述の海水の前処理装置（上記各種態様を含む）によって好適に実施することができる。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、互いに直列接続された複数のろ過器の各々を、バイパス管を介して供給管に接続することにより、調整バルブの開度に応じて、各ろ過器について十分な栄養成分を含む海水を供給することができる。これにより、栄養成分が不足しがちな下流側に位置するろ過器においても生物膜を良好に成長・維持することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]第1実施形態に係る海水の前処理装置を含む海水淡水化システムの構成を示す図である。

[図2]第2実施形態に係る海水の前処理装置を含む海水淡水化システムの全体構成を示す図である。

[図3]第2実施形態に係る海水の前処理装置の制御方法を示すフローチャートである。

[図4]第3実施形態に係る海水の前処理装置の制御方法を示すフローチャートである。

[図5]第4実施形態に係る海水の前処理装置を含む海水淡水化システムの全体構成を示す図である。

[図6]第4実施形態に係る海水の前処理装置の制御方法を示すフローチャートである。

[図7]第5実施形態に係る海水の前処理装置を含む海水淡水化システムの全体構成を示す図である。

[図8]第5実施形態に係る海水の前処理装置の制御方法を示すフローチャートである。

[図9]第6実施形態に係る海水の前処理装置を含む海水淡水化システムの全体構成を示す図である。

[図10]第6実施形態に係る前処理装置の制御方法を示すフローチャートである。

[図11]背景技術に係る海水の前処理装置の概略構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、以下に説明する本実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

[0023] (第1実施形態)

図1は第1実施形態に係る海水の前処理装置10を含む海水淡水化システ

ムの構成を示す図である。

海水淡水化システムは、供給水タンク 11 に貯留された海水を前処理装置 10 によって処理することにより、海水中に含まれる微粒子、膜面を汚損する S D I 成分、バイオフィアリングの原因となる B O D 成分などを除去した後、逆浸透膜 14 で海水から塩分を除去することで淡水を生成する。尚、本実施形態では塩分の除去を行う手段として逆浸透膜 14 を例示しているが、これに代えて、N F 膜、電気透析膜などを用いてもよい。

[0024] 前処理装置 10 は、互いに同じ構成を有する 3 つの砂ろ過器 16（以下、それぞれの砂ろ過器及びそれに対応する各種構成を区別して示す場合は、添え字 a、b、c を付すこととする）を備えている。各砂ろ過器 16 は、海水に含まれる微粒子を除去する粒子状ろ材である砂 18 と、該砂 18 の表面に形成され、S D I 成分及び B O D 成分を除去する生物膜 20 とを有している。

[0025] 前処理装置 12 は、供給水タンク 11 に貯留された海水を砂ろ過器 16 に供給するための給水管 21 を備えている。供給管 21 を流れる海水に含まれる酸素によって、砂ろ過器 16 が有する生物膜 20 が成長・維持される。

[0026] 3 つの砂ろ過器 16 a、16 b、16 c が上流側から順に直列に設けられており、互いに接続管 23 a 及び 23 b によって接続されている。最下流に位置する砂ろ過器 16 c は出水管 25 に接続されており、該出水管 25 に設けられた高圧ポンプ 17 で電気透析膜 14 に送られて淡水化される。このように得られた淡水は、かん水タンク 19 に貯留される。

[0027] 尚、各砂ろ過器 16 には、ろ過性能が低下した場合にリフレッシュするために逆流洗浄を行う逆洗ポンプ 15 がそれぞれ設けられている。また、本実施形態では 3 つの砂ろ過器 16 を直列接続した場合を例示しているが、設置数や接続形態の異なる前処理装置においても、以下に説明する技術的思想を適用可能である。

[0028] 砂ろ過器 16 b 及び 16 c には、供給管 21 にバイパス接続するための複数のバイパス管 24 b 及び 24 c が設けられている。バイパス管 24 b 及び

24cは開度が可変に調整可能な調整バルブ26b及びcを有しており、手動により開度を調整可能に構成されている。これにより、バイパス管24b及び24cを介して、供給管21から栄養成分が豊富な海水を下流側の砂ろ過器16b及び16cに直接供給することができるので、上流側の砂ろ過器16aで消費されることにより下流側の砂ろ過器16b及び16cで不足しがちな栄養成分を効果的に補うことができ、各砂ろ過器16が有する生物膜20を良好に成長・維持することができる。

[0029] 尚、調整バルブ26の開度の調整方法については、砂ろ過器16から出水される海水の水質、及び、砂ろ過器16に供給される海水に含まれる栄養分量を考慮して、適宜調整するとよい。より好ましくは、第2実施形態以降に記載する調整バルブ26の開度の電子制御の例に倣って行うとよい。

[0030] 以上説明したように、本実施形態によれば、砂ろ過器16b及び16cに対して、バイパス管24b及び24cを介して供給管21から海水を直接供給することで、各ろ過器16に十分な栄養成分を与え、生物膜20を良好に成長・維持することができる。

[0031] (第2実施形態)

図2は第2実施形態に係る海水の前処理装置10を含む海水淡水化システムの全体構成を示す図である。尚、本実施形態では上記実施形態と共通する箇所に関しては共通の符号を付すこととし、重複する説明は適宜省略することとする。

[0032] 前処理装置10は、水質検知センサ28と、該水質検知センサ28の検知値に基づいて調整バルブ26の開度を電子的に制御するための制御装置30を備える点において、上記実施形態と異なる。水質検知センサ28は、砂ろ過器16b及び26cの出口部に設けられており、それぞれ砂ろ過器16b及び16cで処理された後の海水の水質を検知できるようになっている。水質検知センサ28は、本実施形態では水質の一例としてSDI値を検知するSDI計を使用するが、その他の水質指標を検知するデバイスを用いてもよい。

[0033] 図3は第2実施形態に係る海水の前処理装置の制御方法を示すフローチャートである。

まず、前処理装置10の運転を開始すると（ステップS101）、制御装置30は調整バルブ26b及び26cを開状態に設定することで、各砂ろ過器16b及び16cに対してバイパス管24b及び24cを介して給水し、栄養成分を豊富に含む海水を供給する（ステップS102）。これにより、下流側にある砂ろ過器16b及び16cにおいても、生物膜に必要な栄養成分が十分供給される。

[0034] 一方で、バイパス管24から供給される海水は、砂ろ過器16を通過する前の海水であるため、過剰な供給は水質低下の原因となる。そこで、制御装置30は、水質検知センサ28cの検知値に基づいて、砂ろ過器16cから出水される海水の水質を監視し（ステップS103）、その検知値が予め設定された第1基準値Q1以内であるか否かを判定する（ステップS104）。その結果、検知値が第1基準値Q1以内である場合（ステップS104：YES）、バイパス管24からの給水による水質低下がないと判断し、制御装置30は処理をステップS103に戻して、現状を維持する。

[0035] 一方、検知値が第1基準値Q1を超えた場合（ステップS104：NO）、バイパス管24を介した給水による水質低下が発生していると判断し、制御装置30は最下流に位置する砂ろ過器16cに対応する調節バルブ26cを閉じる（ステップS105）。最下流に位置する砂ろ過器16cは最終的に前処理装置12からの出水される水質に最も影響が大きいいため、ここでは、調節バルブ26cを閉じることで、前処理装置10からの出水される海水の水質低下を迅速かつ効果的に防止できる。

[0036] その後、制御装置30はステップS104と同様に、制御装置30は、水質検知センサ28cの検知値が第1基準値Q1以内であるか否かを判定する（ステップS106）。その結果、検知値が第1基準値Q1以内である場合（ステップS106：YES）、バイパス管24を介した給水による水質低下がないと判断し、制御装置30は処理をステップS103に戻して現状を

維持する。

[0037] 一方、検知値が第1基準値Q1を超えた場合（ステップS106：NO）、バイパス管24からの給水によって水質低下が発生していると判断し、制御装置30はステップS105で閉じられた調整バルブ26cの1つ上流側の調節バルブ26bを閉じる（ステップS107）。砂ろ過器16bは砂ろ過器16cに次いで下流側に位置するため、前処理装置12からの出水される水質への影響も砂ろ過器16cに次いで大きい。そのため、このように最下流に位置する砂ろ過器16cに対応する調節バルブ26cを閉じてもなお水質低下が検知された場合には、調整バルブ26bも閉じることで、更なる水質低下を防止することができる。

[0038] その後、ステップS104及びS106と同様に、制御装置30は、水質検知センサ28cの検知値が第1基準値Q1以内であるか否かを判定する（ステップS108）。その結果、検知値が第1基準値Q1以内である場合（ステップS108：YES）、バイパス管24を介した給水による水質低下がないと判断し、制御装置30は処理をステップS103に戻し、現状を維持する。

一方、検知値が第1基準値Q1を超えた場合（ステップS108：NO）、依然としてバイパス管24を介した給水による水質低下が発生していると判断し、制御装置30は給水停止を行う（ステップS109）。この場合、給水停止に加えて、逆洗ポンプ15によって各砂ろ過器16を自動的にリフレッシュすることで、水質改善を図るようにしてもよい。

[0039] 尚、本実施形態では水質検知センサ28cの検知値に基づいた調整バルブ26の開度制御を例示したが、水質検知センサ28bの検知値に基づいて、中間に位置する砂ろ過器16bのろ過性能を評価した結果に基づいて、同様の思想に基づいた開度制御を行ってもよい。

[0040] 以上説明したように、本実施形態によれば、砂ろ過器16から出水される海水の水質に基づいて各調整バルブ26の開度制御を行うことで、水質の維持を図りながら、各砂ろ過器16への栄養成分の供給を行うことができる。

[0041] (第3実施形態)

図4は第3実施形態に係る海水の前処理装置10の制御方法を示すフローチャートである。

尚、本実施形態に係る海水のろ過装置は上記第2実施形態と同様のハードウェア構成を有しており、図4において共通するステップには共通する符号を付すこととし、重複する説明は省略することとする。

[0042] 本実施形態における制御方法は基本的に第2実施形態と同様であるが、ステップS104、S106及びS108において、水質の検知値が第1基準値Q1を超えていると判断された場合、制御装置30は更に、水質検知センサ28cの検知値が第1基準値Q1より小さく設定された第2基準値Q2以内であるか否かを判断する(ステップS110)。水質SDIが第2基準値Q2以内である場合(ステップS110: YES)、上述した調整バルブ26の制御によって水質が改善と判断し、ステップS102に処理を戻すことによって、砂ろ過器16b及び16cへのバイパス管24b及び24cを介した給水を自動的に再開する。このように、調整バルブ26を閉じることで水質低下が改善したことが確認できた場合には、調整バルブ26b及び26cを再び開制御することによって、バイパス管24b及び24cを介した栄養成分に富んだ海水の供給を再開できる。

[0043] 一方、水質SDIが第2基準値Q2を超えている場合(ステップS110: NO)、上述した調整バルブ26の制御による水質改善が不十分と判断し、処理をステップS103に戻す。

[0044] 以上説明したように、本実施形態によれば水質低下を防止するために調整バルブ26の閉制御を行った場合に、水質改善の確認を行って調整バルブ26を自動的に開制御することで、自動的に復旧を行うことができる。

[0045] (第4実施形態)

図5は第4実施形態に係る海水の前処理装置10を含む海水淡水化システムの全体構成を示す図である。尚、本実施形態では上記実施形態と共通する箇所に関しては共通の符号を付すこととし、重複する説明は適宜省略するこ

とする。

[0046] 前処理装置 10 は、栄養成分検知センサ 32 と、該栄養成分検知センサ 32 の検知値に基づいて調整バルブ 26 の開度を電子的に制御するための制御装置 30 とを備える点において、上記実施形態と異なる。栄養成分検知センサ 32 b 及び 32 c は、砂ろ過器 16 b 及び 16 c の入口部に設けられることによって、砂ろ過器 16 b 及び 16 c に供給される海水に含まれる栄養成分を検知する。栄養成分検知センサ 32 は、本実施形態では栄養成分として炭素（C）、窒素（N）、リン（P）を検知する場合を例に説明するが、その他の栄養成分を検知するデバイスを用いてもよい。

[0047] 図 6 は第 4 実施形態に係る海水の前処理装置 10 の制御方法を示すフローチャートである。

まず、前処理装置 10 の運転を開始すると（ステップ S201）、まず制御装置 30 は調整バルブ 26 b 及び 26 c を予め設定された所定開度になるように開制御し、砂ろ過器 16 b 及び 16 c に対してバイパス管 24 b 及び 24 c を介して海水を給水する（ステップ S202）。

[0048] ここで栄養成分検知センサ 32 b 及び 32 c は、砂ろ過器 16 b 及び 16 c に供給される海水に含まれる栄養成分を入口部にて検知し（ステップ S203）、制御装置 30 は、その検知結果が予め設定された基準値 N1 以上であるか否かを判定する（ステップ S204）。栄養成分検知センサ 32 b 及び 32 c の検知値が基準値 N1 以上である場合（ステップ S204：YES）、砂ろ過器 16 b 及び 16 c には十分な栄養成分が含まれているため、制御装置 30 は処理をステップ S203 に戻し、現状を維持する。

[0049] 一方、栄養成分検知センサ 32 b 及び 32 c の検知値が基準値 N1 未満である場合（ステップ S204：NO）、調整バルブ 26 b 及び 26 c の開度を増加させる（ステップ S205）。この場合、栄養成分が基準値 N1 に足りていないため、バルブ開度を増加させることでバイパス管 24 を介した供給量を増やし、不足している栄養成分を補うことができる。より好ましくは、調整バルブ 26 b 及び 26 c の開度制御量は、対応する栄養成分検知セン

サ 3 2 b 及び 3 2 c の検知値に基づいて個別に設定するとよい。

[0050] 続いて、ステップ S 2 0 3 と同様に、栄養成分検知センサ 3 2 b 及び 3 2 c によって砂ろ過器 1 6 b 及び 1 6 c に供給される海水の栄養成分を検知し（ステップ S 2 0 6）、制御装置 3 0 は、その検知値が基準値 N 1 以上であるか否かを再判定する（ステップ S 2 0 7）。その結果、検知値が基準値 N 1 以上である場合（ステップ S 2 0 7 : Y E S）、対応する調整バルブ 2 6 の開度を減少させることにより、バイパス管 2 4 からの給水が過剰になることによって水質が低下することを防止する（ステップ S 2 0 8）。一方、栄養成分検知センサ 3 2 の検知値が所定基準値 N 1 未満である場合（ステップ S 2 0 7 : N O）、制御装置 3 0 は処理をステップ S 2 0 5 に戻す。

[0051] 尚、上記説明では、栄養成分検知センサ 3 2 b 及び 3 2 c は砂ろ過器 1 6 b 及び 1 6 c の入口部に設置するとしたが、これに代えて、砂ろ過器 1 6 a 及び 1 6 b の出口部に設置してもよい。

[0052] 以上説明したように、本実施形態によれば、各砂ろ過器 1 6 に供給される栄養成分を検知することにより、その過不足に応じた調整バルブ 2 6 の開度制御を行うことで、水質低下を防止しながら各砂ろ過器 1 6 への栄養成分を補給して良好な性能を得ることができる。

[0053] （第 5 実施形態）

図 7 は第 5 実施形態に係る海水の前処理装置 1 0 を含む海水淡水化システムの全体構成を示す図である。本実施形態に係る前処理装置 1 0 は、上述した水質検知センサ 2 8 及び栄養成分検知センサ 3 2 の双方を備え、制御装置 3 0 が両者の検知値に基づいて各種制御を実施することを特徴としている。

尚、本実施形態では上記実施形態と共通する箇所に関しては共通の符号を付すこととし、重複する説明は適宜省略することとする。

[0054] 図 8 は第 5 実施形態に係る海水の前処理装置 1 0 の制御方法を示すフローチャートである。

まず前処理装置 1 0 の運転を開始すると（ステップ S 3 0 1）、調整バルブ 2 6 b 及び 2 6 c を所定開度を開制御することで、砂ろ過器 1 6 b 及び 1

6 c に対してバイパス管 2 4 b 及び 2 4 c から栄養成分を含む海水を供給する（ステップ S 3 0 2）。

[0055] その後、水質検知センサ 2 8 c によって最下流の砂ろ過器 1 6 c の出口部の水質を検知すると共に、栄養成分検知センサ 3 2 によって各砂ろ過器 1 6 の入口部における栄養成分を検知し（ステップ S 3 0 3）、それぞれ対応する基準値と比較する（ステップ S 3 0 4 & S 3 0 5）。まず、水質が基準値 Q 1 未満である場合（ステップ S 3 0 4 : NO）、制御装置 3 0 は最下流の調整バルブ 2 6 c を閉制御した後（ステップ S 3 0 6）、水質を再検知して基準値 Q 1 と比較する（ステップ S 3 0 7）。そして、水質が基準値 Q 1 を超えている場合（ステップ S 3 0 7 : NO）、制御装置 3 0 は調整バルブ 2 6 c の 1 つ上流側に位置する調整バルブ 2 6 b を閉じ（ステップ S 3 0 8）、再び水質が基準値 Q 1 以内であるかを判定する（ステップ S 3 0 9）。その結果、水質が基準値 Q 1 以内である場合（ステップ S 3 0 9 : NO）、制御装置 3 0 は処理をステップ S 3 0 3 に戻す。一方、水質が基準値 Q 1 を超えている場合（ステップ S 3 0 9 : NO）、制御装置 3 0 は給水を停止する（ステップ S 3 0 1 0）。

[0056] 続いて、水質が基準値以上である場合（ステップ S 3 0 4 : YES）、更に栄養成分が基準値 N 1 以上であるかを判定する（ステップ S 3 0 5）。その結果、栄養成分が基準値以上である場合には（ステップ S 3 0 5 : YES）、制御装置 3 0 は処理をステップ S 3 0 3 に戻して、上記処理を繰り返す。一方、栄養成分が基準値 N 1 未満である場合には（ステップ S 3 0 5 : NO）、各調整バルブ 2 6 の開度を増加するように調整し（ステップ S 3 1 1）、バイパス管 2 4 からの海水の供給量を増加させる。これにより、不足している栄養成分を各砂ろ過器 1 6 b 及び 1 6 c に供給できる。

[0057] 続いて制御装置 3 0 は、再度、水質が基準値 Q 1 以上であるか否かを判定する（ステップ S 3 1 2）。その結果、水質が基準値 Q 1 未満である場合（ステップ S 3 1 2 : NO）、制御装置 3 0 は処理をステップ S 3 0 6 に移動し、その後、上述した処理に従って進める。一方、水質が基準値 Q 1 以上で

ある場合（ステップS 3 1 2：YES）、制御装置30は栄養成分検知センサ32b及び32cによって検知を行い（ステップS 3 1 3）、その検知値が基準値N 1以上であるか再度判定を行う（ステップS 3 1 4）。その結果、検知値が基準値N 1以上である場合（ステップS 3 1 4：YES）、各調整バルブ26b及び26cの開度を減少させることで、バイパス管24b及び24cからの過剰な海水供給を防止する（ステップS 3 1 4）。一方、検知値が基準値N 1未満である場合（ステップS 3 1 2：NO）、制御装置30は処理をステップS 3 1 1に移動し、上述の処理を繰り返す。

[0058] 以上説明したように、本実施形態によれば、水質及び栄養成分の双方を検知することで、水質低下が生じない範囲で、各砂ろ過器に対して必要十分な栄養成分を供給することで良好な性能を得ることができる。

[0059] （第6実施形態）

図9は第6実施形態に係る海水の前処理装置10を含む海水淡水化システムの全体構成を示す図である。上記実施形態では水質や栄養成分に基づいた調整バルブの開度制御について説明したが、本実施形態では、各砂ろ過器16における活性度に基づいて調整バルブ26の開度制御を行うことに特徴がある。

尚、本実施形態を、上述した水質や栄養成分に基づいた調整バルブの開度制御と組み合わせてもよいことは言うまでもない。

[0060] 本実施形態では、各砂ろ過器16b及び16cの活性度を評価するために、複数の酸素濃度センサ34a、34b、34cを備えている。これらの酸素濃度センサ34a、34b、34cは、砂ろ過器16b及び16cの入口部及び出口部にそれぞれ設けられている（図9では特に、砂ろ過器16bの出口部と砂ろ過器16cの入口部が共有されているので、ここには1つの酸素濃度センサが設置されている）。制御装置30は酸素濃度センサ34a、34b、34cに基づいて、各砂ろ過器16b及び16cの入口部及び出口部の検知値の差分を求めることによって、砂ろ過器16b及び16c内の微生物による酸素消費量を算出し、活性度を求める。

[0061] 図10は第6実施形態に係る前処理装置10の制御方法を示すフローチャートである。

まず制御装置30は前処理装置10の運転を開始すると（ステップS401）、各調整バルブ26b及び26cを所定の開度に制御する（ステップS402）。これにより、各砂ろ過器16b及び16cにはバイパス管24b及び24cを介して栄養成分を含む海水が供給管21から供給される。その後、制御装置30は、上述した方法によって酸素濃度センサ34a、34b、34cの検知値から各砂ろ過器16b及び16cの活性度を検知する（ステップS403）。

[0062] そして制御装置30は、砂ろ過器16b及び16cの活性度が予め設定された基準値B1以上か否かを判定する（ステップS404）。活性度が基準値B1以上である場合（ステップS404：YES）、バイパス管24を介して十分な栄養成分が各砂ろ過器16に供給されているとして、処理をステップS403に戻し、現状維持を図る。一方、活性度が基準値B1未満である場合（ステップS404：NO）、制御装置30は各砂ろ過器16b及び16cへの栄養成分が不足することによって活性度が低下していると判断し、各調整バルブ26b及び26cの開度を増加する（ステップS405）。これにより、バイパス管24b及び24cを介した海水の供給量を増加し、不足している栄養成分を補うことができる。

[0063] その後、制御装置30はステップS404と同様に、各砂ろ過器16b及び16cの活性度を再度検知し（ステップS406）、基準値B1と比較する（ステップS407）。その結果、活性度が基準値B1以上である場合（ステップS407：YES）、各砂ろ過器16b及び16cへの栄養成分の供給が過剰になっていると判断し、各調整バルブ26b及び26cの開度を減少させる（ステップS408）。これにより、各砂ろ過器16b及び16cへのバイパス管24b及び24cを介した海水供給量を適切に調整し、過剰供給による水質低下を防止することができる。

一方、活性度が基準値B1未満である場合（ステップS407：NO）、

制御装置 30 は処理をステップ S405 に戻すことにより上記処理を繰り返す。

[0064] 以上説明したように本実施形態によれば、各砂ろ過器 16 の活性度を直接的に評価することにより、各砂ろ過器にバイパス管を介して栄養成分を含んだ海水を過不足なく供給して良好なろ過性能を得ることができる。

産業上の利用可能性

[0065] 本発明は、海水中の塩分を膜ろ過により除去し、又は濃縮させることによって淡水を製造する装置に供給する海水の前処理装置の技術分野に関する。

符号の説明

- [0066]
- 10 前処理装置
 - 11 供給水タンク
 - 14 電気透析膜
 - 15 逆洗ポンプ
 - 16 砂ろ過器
 - 17 高圧ポンプ
 - 19 かん水タンク
 - 21 供給管
 - 24 バイパス管
 - 26 調整バルブ
 - 28 水質検知センサ
 - 30 制御装置
 - 32 栄養成分検知センサ
 - 34 酸素濃度センサ

請求の範囲

- [請求項1] 海水中の塩分を膜ろ過により除去し、又は濃縮させる装置に供給する海水の前処理装置であって、
- 前記海水を供給する供給管と、
- 前記供給管から供給された海水から微粒子を分離する粒子状ろ材、及び、前記粒子状ろ材の表面に形成される生物膜とを有する複数のろ過器と、
- 前記複数のろ過器を直列接続する接続管と、
- 前記複数のろ過器の各々を前記供給管に接続する複数のバイパス管と、
- 前記複数のバイパス管の各々に流量を調整するために設けられた複数の調整バルブと
- を備えることを特徴とする海水の前処理装置。
- [請求項2] 前記複数のろ過器のうち少なくとも1つのろ過器の出口部に設置された水質検知部と、
- 前記水質検知部の検知値に基づいて前記調整バルブの開度を制御するバルブ制御部と
- を備えることを特徴とする請求項1に記載の海水の前処理装置。
- [請求項3] 前記水質検知部は、前記複数のろ過器のうち最下流に位置するろ過器の出口部に設置されており、
- 前記バルブ制御部は、前記複数の調整バルブを開状態に制御した後、前記水質検知部の検知値が予め設定された第1基準値を超えた場合、前記複数の調整バルブを下流側から順に閉状態に制御することを特徴とする請求項2に記載の海水の前処理装置。
- [請求項4] 前記バルブ制御部は、前記調整バルブを閉制御した後、前記水質検知部の検知値が前記第1基準値より小さく予め設定された第2基準値以下になった場合、前記調整バルブを開制御することを特徴とする請求項3に記載の海水の前処理装置。

- [請求項5] 前記複数のろ過器の少なくとも一つへの供給水に含まれる栄養成分を検知する栄養成分検知部と、
前記栄養成分検知部の検知値に基づいて、前記調整バルブの開度を制御するバルブ制御部と
を備えることを特徴とする請求項1に記載の海水の前処理装置。
- [請求項6] 前記栄養成分検知部は、前記複数のろ過器の入口部に設けられており、
前記バルブ制御部は、前記栄養成分検知部の各々の検知値が、所定基準値以上になるように前記調整バルブの開度を制御することを特徴とする請求項5に記載の海水の前処理装置。
- [請求項7] 前記複数のろ過器の少なくとも一つに設けられ、該ろ過器が有する前記生物膜の活性度を検知する活性度検知部と、
前記活性度検知部の検知値に基づいて、前記調整バルブの開度を制御する前記バルブ制御手段と
を備え、
前記バルブ制御手段は、前記活性度検知部の検知値が所定基準値以上になるように、前記調整バルブの開度を制御することを特徴とする請求項1に記載の海水の前処理装置。
- [請求項8] 前記活性度検知部は前記ろ過器の入口部及び出口部間の酸素濃度の差に基づいて前記活性度を検知することを特徴とする請求項7に記載の海水の前処理装置。
- [請求項9] 海水中の塩分を膜ろ過により除去し、又は濃縮させる装置に供給する海水を、微粒子を分離する粒子状ろ材、及び、前記粒子状ろ材の表面に形成される生物膜を有する互いに直列接続された複数のろ過器で前処理する海水の前処理方法であって、
前記複数のろ過器のうち少なくとも一つのろ過器の出口部における水質を検知する工程と、
前記検知された水質に基づいて、前記複数のろ過器の各々に対して

海水を直接供給する工程と
を備えることを特徴とする海水の前処理方法。