明　細　書

発明の名称 ： 海水淡水化システム及び海水淡水化方法

技術分野

[0001] 本発明は、海水淡水化システム及び海水淡水化方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より、海水を膜分離処理することで、淡水を生成する海水淡水化装置が知られている。この海水淡水化装置は、膜分離処理するのに海水を加圧してポンプ等で逆浸透膜ユニットに圧送するため、海水の塩分濃度が高いほど多大なエネルギーが必要となる。

[0003] そこで、海水よりも塩分濃度が低い下水を膜分離処理し透過水と濃縮水とに分離する第１処理部と、第１処理部にて生成した濃縮水を希釈用として海水に混合して混合水とし、該混合水を膜分離処理し透過水と濃縮水とに分離する第２処理部とを備え、下水の流入量に基づき第１処理部及び第２処理部を制御する海水淡水化システムが提案されている（特許文献１参照）。

特許文献１の海水淡水化システムによれば、下水の濃縮水を海水に混合した混合水を膜分離処理することで、下水の流入量が増えれば混合水の塩分濃度を低下させることができるので、海水を膜分離処理する場合に比べて、淡水を生成するためのエネルギーを低減できる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第４４９９８３５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献１に記載の海水淡水化システムは、下水の流入量に基づき第１処理部及び第２処理部を制御するので、生成される淡水の水質が下水の流入量に依存することとなる。ここで、下水は、有機物を含有する有機性廃水や製造工場等の無機性廃水等が濾過処理等された後に排水された

ものであるので、その水質や水量が安定して供給されるものではない。このため、特許文献１に記載の海水淡水化システムは、生成する淡水において水質を確保するのが困難である。

[0006] 本発明は、淡水を生成するためのエネルギーを低減できるとともに、生成する淡水において水質を確保できる海水淡水化システム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] （１） 下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する下水系逆浸透膜処理手段と、前記下水系濃縮水と取水した海水との混合水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成し、前記海水系透過水の塩分濃度を測定する塩分濃度測定手段を有する海水系逆浸透膜処理手段と、を備え、前記塩分濃度測定手段で測定した前記海水系透過水の塩分濃度に応じて前記海水系透過水を前記下水系逆浸透膜処理手段に供給することを特徴とする海水淡水化システム。

[0008] （１）の発明によれば、下水系逆浸透膜処理手段は、下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する。海水系逆浸透膜処理手段は、下水系濃縮水と取水した海水との混合水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成し、海水系透過水の塩分濃度を測定する塩分濃度測定手段を有する。海水系透過水の塩分濃度に応じて海水系透過水を下水系逆浸透膜処理手段に供給する。

[0009] これにより、海水系逆浸透膜処理手段において、海水より塩分濃度が低い下水系濃縮水と海水の混合水を膜分離処理し淡水である海水系透過水を生成するので、混合水より塩分濃度が高い海水を膜分離処理して淡水を生成する場合に比べて、淡水を生成するためのエネルギーを低減できる。

また、例えば、下水の水量が低下し下水系逆浸透膜処理手段で生成された下水系透過水と下水系濃縮水の水量が低下し、海水系透過水の塩分濃度が上昇した場合であっても、稼働率が低下した下水系逆浸透膜処理手段を利用して、当該塩分濃度が上昇した海水系透過水を膜分離処理することで、塩分濃

度が所定の基準値である海水系透過水を確保できる。

したがって、淡水を生成するためのエネルギーを低減できるとともに、生成する淡水において水質を確保できる海水淡水化システムを提供できる。

[0010] （２） 下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する下水系逆浸透膜処理手段を有する海水淡水化システムであって、前記下水系濃縮水と取水した海水との混合水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成し、前記海水系透過水の塩分濃度を測定する塩分濃度測定手段を有する海水系逆浸透膜処理手段と、前記塩分濃度測定手段で測定した前記海水系透過水の塩分濃度に応じて、前記下水系逆浸透膜処理手段及び前記海水系逆浸透膜処理手段の駆動を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする海水淡水化システム。

[0011] （２）の発明によれば、下水系逆浸透膜処理手段は、下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する。海水系逆浸透膜処理手段は、下水系濃縮水と海水との混合水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成し、この海水系透過水の塩分濃度を測定する塩分濃度測定手段を有する。制御手段は、海水系透過水の塩分濃度に応じて、下水系逆浸透膜処理手段及び海水系逆浸透膜処理手段を制御する。

[0012] これにより、海水系逆浸透膜処理手段において、海水より塩分濃度が低い下水系濃縮水と海水の混合水を膜分離処理し淡水である海水系透過水を生成するので、混合水より塩分濃度が高い海水を膜分離処理して淡水を生成する場合に比べて、淡水を生成するためのエネルギーを低減できる。

また、生成した淡水である海水系透過水の塩分濃度に応じて、下水系逆浸透膜処理手段及び海水系逆浸透膜処理手段を制御するので、例えば、海水系透過水の塩分濃度が所定の基準値より高ければ、海水系逆浸透膜処理手段の駆動を抑制し海水系透過水の塩分濃度を所定の基準値に戻すことができる。

したがって、淡水を生成するためのエネルギーを低減できるとともに、生成する淡水において水質を確保できる海水淡水化システムを提供できる。

[0013] （３） 前記海水系透過水を膜分離処理する第２の海水系逆浸透膜処理手

段を更に備え、前記制御手段は、前記塩分濃度測定手段で測定した前記海水系透過水の塩分濃度に応じて前記海水系透過水を前記第２の海水系逆浸透膜処理手段に供給することを特徴とする（２）に記載の海水淡水化システム。

[0014] （３）の発明によれば、海水系透過水を膜分離処理する第２の海水系逆浸透膜処理手段を更に備えた。

これにより、例えば、下水の水量が低下し下水系逆浸透膜処理手段で生成された下水系透過水と下水系濃縮水の水量が低下し、海水系透過水の塩分濃度が上昇した場合であっても、第２の海水系逆浸透膜処理手段で当該塩分濃度が上昇した海水系透過水を膜分離処理することで、塩分濃度が所定の基準値である海水系透過水を供給できる。

[0015] （４） 前記制御手段は、前記塩分濃度測定手段で測定した海水系透過水の塩分濃度に応じて、前記海水系透過水を前記下水系逆浸透膜処理手段に供給し、前記下水系逆浸透膜処理手段は、前記海水系逆浸透膜処理手段から供給された前記海水系透過水と下水との混合水を膜分離処理することを特徴とする（２）に記載の海水淡水化システム。

[0016] （４）の発明によれば、海水系透過水の塩分濃度に応じて、当該海水系透過水を下水系逆浸透膜処理手段で膜分離処理する。

これにより、例えば、下水の水量が低下し下水系逆浸透膜処理手段で生成された下水系透過水と下水系濃縮水の水量が低下し、海水系透過水の塩分濃度が上昇した場合であっても、稼働率が低下した下水系逆浸透膜処理手段を利用して、当該塩分濃度が上昇した海水系透過水を膜分離処理することで、塩分濃度が所定の基準値である海水系透過水を供給できる。

[0017] （５） 前記海水系逆浸透膜処理手段が備える逆浸透膜は、前記下水系逆浸透膜処理手段に流入する下水の流入量及び塩分濃度、前記海水系逆浸透膜処理手段に流入する海水の流入量及び塩分濃度、予め設定される前記海水系逆浸透膜処理手段が生成する海水系透過水の水量及び塩分濃度に基づき選択された、好適な脱塩率の逆浸透膜であることを特徴とする（２）から（４）のいずれかに記載の海水淡水化システム。

[0018] ここで、逆浸透膜は、脱塩率が略５５％から略９９％と様々な膜がある。逆浸透膜処理手段では、一般的に逆浸透膜の脱塩率が高いほど、揚程の能力がより高くより多くのエネルギーを必要とするポンプが必要になる。

（５）の発明によれば、下水系及び海水系の逆浸透膜処理手段の流入量及び塩分濃度、予め設定される海水系逆浸透膜処理手段が生成する海水系透過水の水量及び塩分濃度から、好適な脱塩率の逆浸透膜を選択することで、エネルギー効率が好適なポンプを用いることが可能となり、淡水を生成するためのエネルギーをより低減できる。

[0019] （６） 下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する下水系逆浸透膜処理手段と、海水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成する海水系逆浸透膜処理手段と、前記下水系透過水と前記海水系透過水とが混合された混合透過水を貯留する貯留槽及び当該貯留槽に貯留された混合透過水の水位を計測する水位計を有する貯留システムと、を備え、前記貯留システムは、前記水位計で計測した水位に応じて前記海水系逆浸透膜処理手段を、起動又は停止することを特徴とする海水淡水化システム。

[0020] （６）の発明によれば、下水系逆浸透膜処理手段は、下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する。海水系逆浸透膜処理手段は、海水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成する。貯留システムは、下水系透過水と海水系透過水とが混合された混合透過水を貯留する貯留槽及び当該貯留槽に貯留された混合透過水の水位を計測する水位計を有する。そして、貯留システムは、水位計で計測した混合透過水の水位に応じて海水系逆浸透膜処理手段を、起動又は停止する。

[0021] これにより、海水系逆浸透膜処理手段において、海水より塩分濃度が低い下水系濃縮水と海水の混合水を膜分離処理し淡水である海水系透過水を生成するので、混合水より塩分濃度が高い海水を膜分離処理して淡水を生成する場合に比べて、淡水を生成するためのエネルギーを低減できる。

また、生成した淡水である下水系透過水と海水系透過水とが混合された混

合透過水の貯留槽における水位に応じて海水系逆浸透膜処理手段を、起動又は停止するので、例えば、下水系透過水が十分に生成され、所望の水量が確保できている場合に、下水系逆浸透膜処理手段に比べ多くのエネルギーを必要とする海水系逆浸透膜処理手段を停止できる。

したがって、淡水を生成するためのエネルギーを低減できるとともに、生成する淡水において所望の水量を確保できる海水淡水化システムを提供できる。

[0022] （７） 前記貯留システムは、前記貯留槽に貯留された混合透過水の塩分濃度を測定する第１の塩分濃度測定手段を有し、前記下水系逆浸透膜処理手段は、生成した下水系透過水の塩分濃度を測定する第２の塩分濃度測定手段を有し、前記海水系逆浸透膜処理手段は、生成した海水系透過水の塩分濃度を測定する第３の塩分濃度測定手段を有し、前記海水系透過水の塩分濃度、前記下水系透過水の塩分濃度及び前記混合透過水の塩分濃度に応じて、起動又は停止することを特徴とする（６）に記載の海水淡水化システム。

[0023] （７）の発明によれば、海水系逆浸透膜処理手段は、海水系透過水の塩分濃度、下水系透過水の塩分濃度及び混合透過水の塩分濃度に応じて、起動又は停止するので、例えば、下水系透過水の塩分濃度及び混合透過水の塩分濃度のいずれかが所定の基準値より高ければ、海水系逆浸透膜処理手段を停止することで、生成した淡水である混合透過水の塩分濃度を所定の基準値以内に戻すことができる。

したがって、淡水を生成するためのエネルギーを低減できるとともに、生成する淡水において水質を確保できる海水淡水化システムを提供できる。

[0024] （８） 下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する下水系逆浸透膜処理工程と、前記下水系濃縮水と取水した海水との混合水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成する海水系逆浸透膜処理工程と、前記海水系透過水の塩分濃度を測定する塩分濃度測定工程と、前記海水系透過水の塩分濃度に応じて前記海水系透過水を前記下水系逆浸透膜処理工程に戻す海水系透過水循環工程と、を備えることを特徴

とする海水淡水化方法。

（８）の発明によれば、（１）の発明と同様の作用効果を奏する。

[0025] （９） 下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する下水系逆浸透膜処理工程を有する海水淡水化方法であって、前記下水系濃縮水と取水した海水との混合水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成する海水系逆浸透膜処理工程と、前記海水系透過水の塩分濃度を測定する塩分濃度測定工程と、前記海水系透過水の塩分濃度に応じて、前記下水系逆浸透膜処理工程及び前記海水系逆浸透膜処理工程の継続を決定する継続決定工程と、を備えることを特徴とする海水淡水化方法。

（９）の発明によれば、（２）の発明と同様の作用効果を奏する。

[0026] （１０） 前記海水系透過水を膜分離処理する第２の海水系逆浸透膜処理工程を更に備え、前記塩分濃度測定工程で測定した前記海水系透過水の塩分濃度に応じて前記海水系透過水を前記第２の海水系逆浸透膜処理工程で処理することを特徴とする（９）に記載の海水淡水化方法。

（１０）の発明によれば、（３）の発明と同様の作用効果を奏する。

[0027] （１１） 前記塩分濃度測定工程で測定した海水系透過水の塩分濃度に応じて、前記海水系透過水を前記下水系逆浸透膜処理工程に戻す海水系透過水循環工程と、を備え、前記下水系逆浸透膜処理工程は、前記海水系透過水循環工程において戻された前記海水系透過水と下水との混合水を膜分離処理することを特徴とする（９）に記載の海水淡水化方法。

（１１）の発明によれば、（４）の発明と同様の作用効果を奏する。

[0028] （１２） 下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する下水系逆浸透膜処理工程と、海水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成する海水系逆浸透膜処理工程と、前記下水系透過水と前記海水系透過水とが混合された混合透過水を貯留槽に貯留する貯留工程と、当該貯留槽に貯留された混合透過水の水位を計測する水位計測工程と、前記水位計測工程で計測した水位に応じて前記海水系逆浸透膜処理工程を、行うか否かを決定する決定工程と、を備えることを特徴とする海水淡水

化方法。

（１２）の発明によれば、（６）の発明と同様の作用効果を奏する。

[0029] （１３） 前記貯留槽に貯留された混合透過水の塩分濃度を測定する第１の塩分濃度測定工程と、前記下水系逆浸透膜処理工程において生成した下水系透過水の塩分濃度を測定する第２の塩分濃度測定工程と、前記海水系逆浸透膜処理工程において生成した海水系透過水の塩分濃度を測定する第３の塩分濃度測定工程と、を更に備え、前記決定工程は、前記海水系透過水の塩分濃度、前記下水系透過水の塩分濃度及び前記混合透過水の塩分濃度に応じて前記海水系逆浸透膜処理工程を、行うか否かを決定することを特徴とする（１２）に記載の海水淡水化方法。

（１３）の発明によれば、（７）の発明と同様の作用効果を奏する。

発明の効果

[0030] 本発明によれば、淡水を生成するためのエネルギーを低減できるとともに、生成する淡水において水質を確保できる海水淡水化システム及び海水淡水化方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]本発明の第１実施形態の海水淡水化システムを示す概略構成図である。

[図2]本発明の第２実施形態の海水淡水化システムを示す概略構成図である。

[図3]本発明の第３実施形態の海水淡水化システムを示す概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0032] ＜第１実施形態＞

図１を参照して、本発明の第１実施形態の海水淡水化システム１Ａについて説明する。図１は、本発明の第１実施形態の海水淡水化システム１Ａを示す概略構成図である。

[0033] 図１に示すように、第１実施形態の海水淡水化システム１Ａは、下水系逆浸透膜処理手段１０Ａと、海水系逆浸透膜処理手段２０Ａと、制御手段１００Ａと、を備えており、下水Ｗ１０及び海水Ｗ２０を膜分離処理し、淡水である下水系透過水Ｗ１１及び海水系透過水Ｗ２１を生成する装置である。本

明細書における海水Ｗ２０は、海、湖、沼、池等に存在する水であって、塩分濃度が略１．０質量％以上略４．０質量％以下の水である。また、本明細書における下水Ｗ１０は、有機物を含有する有機性廃水や製造工場等の無機性廃水等が濾過処理等された後に排水されたものであって、塩分濃度が海水Ｗ２０よりも低い水である。また、本明細書における淡水とは、塩分濃度が低い水である。

[0034] 海水淡水化システム１Ａは、下水Ｗ１０を膜分離処理することで下水系透過水Ｗ１１と下水系濃縮水Ｗ１２とを生成する下水系逆浸透膜処理手段１０Ａと、下水系濃縮水Ｗ１２と取水した海水Ｗ２０との混合水を膜分離処理することで海水系透過水Ｗ２１と海水系濃縮水Ｗ２２とを生成し、この海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度を測定する導電率計(以下、ＥＣ計と称する)２３０を有する海水系逆浸透膜処理手段２０Ａと、海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度に応じて、下水系逆浸透膜処理手段１０及び海水系逆浸透膜処理手段２０Ａの駆動を制御する制御手段１００Ａと、を備える。

[0035] 海水淡水化システム１Ａは、海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が、透過水を使用する供給系（図示無し）へ流出できる基準を満たしていれば海水系透過水Ｗ２１を供給系へ流出し、供給系へ流出できる基準を満たしていない場合には海水系透過水Ｗ２１を下水系逆浸透膜処理手段１０Ａに循環させる。以下、海水淡水化システム１Ａの各構成について詳細に説明する。

[0036] 下水系逆浸透膜処理手段１０Ａは、系外から下水Ｗ１０を供給する下水ラインＬ１０と、下水ラインＬ１０に設けられ、下水Ｗ１０に含まれる汚泥を濾過する下水系前処理モジュール１１と、下水ラインＬ１０に接続され、下水Ｗ１０を膜分離処理し、下水系透過水Ｗ１１及び下水系濃縮水Ｗ１２を生成する下水系逆浸透膜モジュール１２と、下水ラインＬ１０において、下水系逆浸透膜モジュール１２より上流側に設けられた加圧ポンプ１３と、下水系逆浸透膜モジュール１２に接続された下水系透過水ラインＬ１１Ａと、下水系逆浸透膜モジュール１２に接続された下水系濃縮水ラインＬ１２と、を最低限備える。なお、本明細書でいう「ライン」とは、流体の流通が可能な

ラインであり、流路、経路、管路等が含まれる。

[0037] 下水ラインＬ１０は、海水淡水化システム１Ａの系外から延びて下水系前処理モジュール１１を介して下水系逆浸透膜モジュール１２に接続されており、下水系前処理モジュール１１により汚泥が除去された下水Ｗ１０を下水系逆浸透膜モジュール１２に導入する。

[0038] 下水系前処理モジュール１１は、下水ラインＬ１０において下水系逆浸透膜モジュール１２の上流側に設けられ、膜分離活性汚泥法により下水Ｗ１０に含まれる汚泥を濾過し除去する。本実施形態において下水系前処理モジュール１１は、濾過媒体としての精密濾過膜あるいは限外濾過膜（図示せず）を備える。なお、下水系前処理モジュール１１は、本実施形態において、精密濾過膜あるいは限外濾過膜を用いているが、これに限らず、下水Ｗ１０に含まれる汚泥を除去する他の濾過装置を用いることもできる。

[0039] 下水系逆浸透膜モジュール１２は、下水ラインＬ１０の下流側の端部に接続されている。下水系逆浸透膜モジュール１２は、下水系前処理モジュール１１により汚泥が除去された下水Ｗ１０を逆浸透膜（以下、「ＲＯ膜」ともいう）により膜分離処理し、下水系透過水Ｗ１１及び下水系濃縮水Ｗ１２を生成する。下水系逆浸透膜モジュール１２は、単一又は複数のＲＯ膜エレメント（図示せず）を備えており、これらのＲＯ膜エレメントにより水中の溶存塩類を除去する。ＲＯ膜エレメントは、下水系逆浸透膜処理手段１０Ａに流入する下水Ｗ１０の流入量及び塩分濃度に基づき好適な脱塩率の膜が選択される。加圧ポンプ１３は、下水ラインＬ１０に設けられており、下水Ｗ１０を加圧し、下水系逆浸透膜モジュール１２に送出する。

[0040] 下水系透過水ラインＬ１１Ａ及び下水系濃縮水ラインＬ１２は、下水系逆浸透膜モジュール１２の下流側に接続されている。下水系透過水ラインＬ１１Ａは、ＲＯ膜を透過した下水系透過水Ｗ１１が流通し、下水系透過水Ｗ１１を系外へ排水するラインである。下水系濃縮水ラインＬ１２は、ＲＯ膜を透過しなかった下水系濃縮水Ｗ１２が流通するラインである。下水系濃縮水ラインＬ１２は、海水系逆浸透膜処理手段２０に接続され、海水系逆浸透膜

処理手段２０に下水系濃縮水Ｗ１２を供給する。

[0041] 海水系逆浸透膜処理手段２０Ａは、系外から海水Ｗ２０を供給する海水ラインＬ２０Ａと、海水ラインＬ２０Ａに設けられ、海水Ｗ２０に含まれる浮遊細菌等（以下、「細菌、ウィルス、ＳＳ（浮遊物質）等」ともいう）を濾過する砂濾過やＶＦ（限外濾過膜）等の海水系前処理モジュール２１と、海水ラインＬ２０Ａに接続され、海水Ｗ２０を膜分離処理し、海水系透過水Ｗ２１及び海水系濃縮水Ｗ２２を生成する海水系逆浸透膜モジュール２２と、海水ラインＬ２０Ａにおいて、海水系逆浸透膜モジュール２２より上流側に設けられた加圧ポンプ２３と、海水系逆浸透膜モジュール２２に接続された海水系透過水ラインＬ２１Ａと、海水系逆浸透膜モジュール２２に接続された海水系濃縮水ラインＬ２２と、海水系透過水ラインＬ２１から分岐する海水系塩分濃度測定ラインＬ２３と、海水系塩分濃度測定ラインＬ２３を介して、海水系透過水ラインＬ２１に送出された海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度を測定するＥＣ計２３０と、海水系透過水ラインＬ２１から分岐する海水系透過水排水ラインＬ２４と、海水系透過水ラインＬ２１から分岐する海水系透過水循環ラインＬ２５と、を備える。

[0042] 海水ラインＬ２０Ａは、海水淡水化システム１Ａの系外から延びて海水系前処理モジュール２１を介して海水系逆浸透膜モジュール２２に接続されている。また、海水ラインＬ２０Ａは、海水系前処理モジュール２１と海水系逆浸透膜モジュール２２との間の下水系濃縮水ライン接続点Ｊ１２で下水系濃縮水ラインＬ１２が接続されている。加圧ポンプ２３は、海水ラインＬ２０Ａに設けられており、海水系前処理モジュール２１により細菌、ＳＳ等が除去された海水Ｗ２０と下水系逆浸透膜処理手段１０Ａから供給された下水系濃縮水Ｗ１２との混合水を加圧し、海水系逆浸透膜モジュール２２に送出する。

[0043] 海水系前処理モジュール２１は、海水ラインＬ２０Ａにおいて海水系逆浸透膜モジュール２２の上流側に設けられ、膜分離処理により海水Ｗ２０に含まれる細菌、ウィルス、ＳＳ等を濾過し除去する。本実施形態において海水

系前処理モジュール２１は、海水Ｗ２０を砂濾過した後、限外濾過膜（図示せず）により膜分離処理する。なお、海水系前処理モジュール２１は、本実施形態において、限外濾過膜を用いているが、これに限らず、海水Ｗ２０に含まれる細菌、ＳＳやウィルスＳＳを除去する精密濾過膜等の他の濾過膜を用いることもできる。

[0044] 海水系逆浸透膜モジュール２２は、海水ラインＬ２０Ａの下流側に接続されている。海水系逆浸透膜モジュール２２は、海水系前処理モジュール２１により細菌、ウィルス、ＳＳ等が除去された海水Ｗ２０と下水系逆浸透膜処理手段１０から供給された下水系濃縮水Ｗ１２との混合水を逆浸透膜により膜分離処理し、海水系透過水Ｗ２１及び海水系濃縮水Ｗ２２を生成する。海水系逆浸透膜モジュール２２は、単一又は複数のＲＯ膜エレメント（図示せず）を備えており、これらのＲＯ膜エレメントにより水中の溶存塩類を除去する。ＲＯ膜エレメントは、海水系逆浸透膜処理手段２０に流入する海水Ｗ２０の流入量及び塩分濃度、予め設定されている海水系逆浸透膜処理手段２０が生成する海水系透過水Ｗ２１の水量及び塩分濃度に基づき好適な脱塩率の膜が選択される。

[0045] 海水系透過水ラインＬ２１Ａ及び海水系濃縮水ラインＬ２２は、海水系逆浸透膜モジュール２２の下流側に接続されている。海水系透過水ラインＬ２１Ａは、ＲＯ膜を透過した海水系透過水Ｗ２１が流通するラインである。海水系透過水ラインＬ２１Ａには、海水系塩分濃度測定ラインＬ２３、海水系透過水排水ラインＬ２４が上流側から順に接続されている。また、海水系透過水ラインＬ２１Ａには、下流側端部に海水系透過水循環バルブ２５０が設けられている。海水系透過水ラインＬ２１Ａは、海水系透過水循環バルブ２５０を介して、海水系透過水循環ラインＬ２５に接続され、下水系逆浸透膜処理手段１０Ａに海水系透過水Ｗ２１を循環させる。

[0046] 海水系濃縮水ラインＬ２２は、ＲＯ膜を透過しなかった海水系濃縮水Ｗ２２が流通し、海水系濃縮水Ｗ２２を系外へ排水するラインである。海水系塩分濃度測定ラインＬ２３は、海水系透過水ラインＬ２１から塩分濃度測定ラ

イン分岐点Ｊ２３において分岐し、海水系透過水Ｗ２１が流通し、塩分濃度測定手段としての海水系透過水ＥＣ計２３０に接続されている。海水系透過水ＥＣ計２３０は、塩分濃度測定工程として、海水系塩分濃度測定ラインＬ２３を流通する海水系透過水Ｗ２１の導電率を測定し、塩分濃度に換算する。海水系透過水ＥＣ計２３０は、制御手段１００Ａに接続され、測定した海水系透過水Ｗ２１の導電率又は換算した塩分濃度を制御手段１００Ａに送信する。

[0047] 海水系透過水排水ラインＬ２４は、海水系透過水ラインＬ２１から海水系透過水排水ライン分岐点Ｊ２４において分岐し、海水系透過水排水バルブ２４０を介して、海水系透過水Ｗ２１を供給系（図示無し）へ流出するラインである。海水系透過水排水バルブ２４０は、電磁弁又は電動弁からなり、制御手段１００Ａの制御により、海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が供給系へ流出できる基準を満たしていれば、海水系透過水Ｗ２１を供給系へ流出するように構成され、海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が供給系へ流出できる基準を満たしていない場合に、海水系透過水Ｗ２１を供給系へ流出するのを止めるように構成されている。

[0048] 海水系透過水循環ラインＬ２５は、海水系透過水循環バルブ２５０から延びて、下水ラインＬ１０の海水系透過水循環ライン接続点Ｊ２５に接続されている。海水系透過水循環ラインＬ２５は、海水系透過水Ｗ２１を下水系逆浸透膜処理手段１０Ａに循環させるラインである。海水系透過水循環バルブ２５０は、電磁弁又は電動弁からなり、制御手段１００Ａの制御により、海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が供給系（図示無し）へ流出できる基準を満たしていれば海水系透過水Ｗ２１を下水系逆浸透膜処理手段１０Ａに循環させないように構成され、海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が供給系へ流出できる基準を満たしていない場合には海水系透過水Ｗ２１を下水系逆浸透膜処理手段１０Ａに循環させるように構成されている。

[0049] 制御手段１００Ａは、海水淡水化システム１Ａを構成する各要素のうち、制御が行われる要素に電気的に接続される。詳細には、制御手段１００Ａは

、海水系透過水ＥＣ計２３０で測定された海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度に応じて、加圧ポンプ１３、加圧ポンプ２３、海水系透過水排水バルブ２４０及び海水系透過水循環バルブ２５０を制御する。

[0050] 次に、海水淡水化システム１Ａの動作について説明する。まず、制御手段１００Ａは、加圧ポンプ１３及び加圧ポンプ２３を駆動させる制御を行う。これにより、下水系逆浸透膜処理手段１０Ａが駆動し、系外から供給され下水系前処理モジュール１１により汚泥が除去された下水Ｗ１０は、下水系逆浸透膜モジュール１２に導入される。下水系逆浸透膜モジュール１２に導入された下水Ｗ１０は膜分離処理され、下水系透過水Ｗ１１及び下水系濃縮水Ｗ１２が生成される。下水系透過水Ｗ１１は系外に排水され、下水系濃縮水Ｗ１２は海水系逆浸透膜処理手段２０Ａに供給される。

また、海水系逆浸透膜処理手段２０Ａが駆動し、系外から供給され海水系前処理モジュール２１により細菌、ウィルス、ＳＳ等が除去された海水Ｗ２０は、下水系逆浸透膜処理手段１０Ａから供給された下水系濃縮水Ｗ１２と混合され、海水系逆浸透膜モジュール２２に導入される。海水系逆浸透膜モジュール２２に導入された海水Ｗ２０と下水系濃縮水Ｗ１２との混合水は膜分離処理され、海水系透過水Ｗ２１及び海水系濃縮水Ｗ２２が生成される。海水系透過水Ｗ２１は海水系透過水ラインＬ２１Ａに流出され、海水系濃縮水Ｗ２２は系外に排水される。

[0051] そして、海水系透過水ＥＣ計２３０は、海水系透過水ラインＬ２１Ａに流出された海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度を測定し制御手段１００に送信する。制御手段１００Ａは、継続決定工程として以下の処理を行う。制御手段１００Ａは、海水系透過水ＥＣ計２３０から送信された海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が供給系（図示無し）へ流出できる基準を満たしている場合には、海水系透過水排水バルブ２４０を開栓し、海水系透過水循環バルブ２５０を閉栓する制御を行う。これにより、海水系透過水Ｗ２１は、供給系へ流出される。

[0052] また、制御手段１００Ａは、海水系透過水ＥＣ計２３０から送信された海

水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が供給系へ流出できる基準を満たしていない場合には、海水系透過水循環工程として、海水系透過水循環バルブ２５０を開栓し、海水系透過水排水バルブ２４０を閉栓するとともに、加圧ポンプ２３の出力を下げることにより流量を下げる制御を行う。これにより、海水系透過水Ｗ２１は、海水系透過水循環ラインＬ２５を介して、下水系逆浸透膜処理手段１０Ａに循環され、再度、下水系逆浸透膜処理手段１０Ａ及び海水系逆浸透膜処理手段２０Ａにより膜分離処理される。また、海水系逆浸透膜処理手段２０において海水Ｗ２０を取水する量が減少する。

[0053] 第１実施形態の海水淡水化システム１Ａによれば、以下の効果を奏する。

海水系逆浸透膜処理手段２０Ａにおいて、海水Ｗ２０より塩分濃度が低い下水系濃縮水Ｗ１２と海水Ｗ２０の混合水を膜分離処理し淡水である海水系透過水Ｗ２１を生成するので、混合水より塩分濃度が高い海水Ｗ２０を膜分離処理して淡水を生成する場合に比べて、淡水を生成するためのエネルギーを低減できる。また、例えば、下水Ｗ１０の水量が低下し下水系逆浸透膜処理手段１０Ａで生成された下水系透過水Ｗ１１と下水系濃縮水Ｗ１２の水量が低下し、海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が上昇した場合であっても、稼働率が低下した下水系逆浸透膜処理手段１０Ａを利用して、当該塩分濃度が上昇した海水系透過水Ｗ２１を膜分離処理することで、塩分濃度が所定の濃度の海水系透過水Ｗ２１を供給できる。したがって、淡水を生成するためのエネルギーを低減できるとともに、生成する淡水において水質を確保できる海水淡水化システム１Ａを提供できる。

[0054] また、生成した淡水である海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度に応じて、下水系逆浸透膜処理手段１０Ａ及び海水系逆浸透膜処理手段２０Ａを制御するので、例えば、海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が供給系へ流出できる基準を満たしていない場合には、海水系逆浸透膜処理手段２０Ａの駆動を抑制し海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度を所定の濃度に戻すことができる。

[0055] また、下水系逆浸透膜処理手段１０Ａ及び海水系逆浸透膜処理手段２０Ａの流入量及び塩分濃度、予め設定される海水系逆浸透膜処理手段２０Ａが生

成する海水系透過水Ｗ２１の水量及び塩分濃度から、好適な脱塩率の逆浸透膜を選択することで、エネルギー効率が好適なポンプ１３，２３を用いることが可能となり、淡水を生成するためのエネルギーをより低減できる。

[0056] ＜第２実施形態＞

次に、本発明の第２実施形態について説明する。第２実施形態については、主として、第１実施形態とは異なる点を中心に説明し、第１実施形態と同様の構成については、同じ符号を付し、詳細な説明を省略する。第２実施形態において特に説明しない点は、第１実施形態についての説明が適宜適用される。

[0057] 図２を参照して、第２実施形態の海水淡水化システム１Ｂについて説明する。図２は、本発明の第２実施形態の海水淡水化システム１Ｂを示す概略構成図である。第２実施形態の海水淡水化システム１Ｂは、第１実施形態の海水淡水化システム１Ａとは、海水系逆浸透膜処理手段の海水ライン、海水系透過水ライン及び制御手段の構成が異なる。また、第２実施形態の海水淡水化システム１Ｂは、第１実施形態の海水淡水化システム１Ａが備えない第２海水系逆浸透膜処理手段３０を備える。海水淡水化システム１Ｂは、海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が、供給系（図示無し）へ流出できる基準を満たしている場合には海水系透過水Ｗ２１を供給系へ流出し、供給系へ流出できる基準を満たしていない場合は海水系透過水Ｗ２１を更に第２海水系逆浸透膜処理手段３０において膜分離処理する。

[0058] 海水系逆浸透膜処理手段（第１海水系逆浸透膜処理手段）２０Ｂの海水ラインＬ２０Ｂは、海水淡水化システム１Ｂの系外から延びて海水系前処理モジュール２１を介して海水系逆浸透膜モジュール（第１海水系逆浸透膜モジュール）２２に接続されている。また、海水ラインＬ２０Ｂには、海水系前処理モジュール２１と海水系逆浸透膜モジュール２２との間の下水系濃縮水ライン接続点Ｊ１２で下水系濃縮水ラインＬ１２が接続され、下水系濃縮水ライン接続点Ｊ１２と海水系逆浸透膜モジュール２２との間の海水系再濃縮水ライン接続点Ｊ３２で海水系再濃縮水ラインＬ３２が接続されている。

[0059] 海水系逆浸透膜処理手段２０Ｂの海水系透過水ラインＬ２１Ｂは、海水系逆浸透膜モジュール２２の下流側に接続されている。海水系透過水ラインＬ２１Ｂは、ＲＯ膜を透過した海水系透過水Ｗ２１が流通するラインである。海水系透過水ラインＬ２１Ｂには、海水系塩分濃度測定ラインＬ２３、海水系透過水排水ラインＬ２４が上流側から順に接続されている。また、海水系透過水ラインＬ２１Ｂには、下流側端部に海水系バルブ２１０が設けられている。海水系透過水ラインＬ２１Ｂは、海水系バルブ２１０を介して、第２海水系逆浸透膜処理手段３０に接続され、第２海水系逆浸透膜処理手段３０に海水系透過水Ｗ２１を供給する。

[0060] 海水系バルブ２１０は、電磁弁又は電動弁からなり、制御手段１００Ｂの制御により、海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が供給系へ流出できる基準を満たしていない場合には、海水系透過水Ｗ２１を第２海水系逆浸透膜処理手段３０に供給するように構成され、海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が供給系へ流出できる基準を満たしている場合には、海水系透過水Ｗ２１を供給系へ流出するように構成されている。

[0061] 第２海水系逆浸透膜処理手段３０は、海水系逆浸透膜処理手段２０Ｂから海水系透過水Ｗ２１を供給する海水系透過水供給ラインＬ３０と、海水系透過水供給ラインＬ３０に接続され、海水系透過水Ｗ２１を更に膜分離処理し、海水系再透過水Ｗ３１及び海水系再濃縮水Ｗ３２を生成する第２海水系逆浸透膜モジュール３２と、海水系透過水供給ラインＬ３０において、第２海水系逆浸透膜モジュール３２より上流側に設けられた加圧ポンプ３３と、第２海水系逆浸透膜モジュール３２に接続された海水系再透過水ラインＬ３１と、第２海水系逆浸透膜モジュール３２に接続された海水系再濃縮水ラインＬ３２と、を備える。

[0062] 海水系透過水供給ラインＬ３０は、海水系逆浸透膜処理手段２０Ｂの海水系バルブ２１０から延び第２海水系逆浸透膜モジュール３２に接続されており、海水系透過水Ｗ２１を第２海水系逆浸透膜モジュール３２に導入する。

[0063] 第２海水系逆浸透膜モジュール３２は、海水系透過水供給ラインＬ３０の

下流側に接続されている。第２海水系逆浸透膜モジュール３２は、塩分濃度が所定の基準値を超えている海水系透過水Ｗ２１を逆浸透膜により膜分離処理し、海水系再透過水Ｗ３１及び海水系再濃縮水Ｗ３２を生成する。第２海水系逆浸透膜モジュール３２は、単一又は複数のＲＯ膜エレメント（図示せず）を備えており、これらのＲＯ膜エレメントにより水中の溶存塩類を除去する。ＲＯ膜エレメントは、第２海水系逆浸透膜処理手段３０に流入する海水系透過水Ｗ２１の流入量及び塩分濃度、予め設定されている第２海水系逆浸透膜処理手段３０が生成する海水系再透過水Ｗ３１の水量及び塩分濃度に基づき好適な脱塩率の膜が選択される。加圧ポンプ３３は、海水系透過水供給ラインＬ３０に設けられており、海水系透過水Ｗ２１を加圧し、第２海水系逆浸透膜モジュール３２に送出する。

[0064] 海水系再透過水ラインＬ３１及び海水系再濃縮水ラインＬ３２は、第２海水系逆浸透膜モジュール３２の下流側に接続されている。海水系再透過水ラインＬ３１は、ＲＯ膜を透過した海水系再透過水Ｗ３１が流通し、海水系再透過水Ｗ３１を供給系（図示無し）へ流出するラインである。海水系再濃縮水ラインＬ３２は、ＲＯ膜を透過しなかった海水系再濃縮水Ｗ３２が流通するラインである。海水系再濃縮水ラインＬ３２は、海水系逆浸透膜処理手段２０Ｂに接続され、海水系逆浸透膜処理手段２０Ｂに海水系再濃縮水Ｗ３２を供給する。

[0065] 制御手段１００Ｂは、海水淡水化システム１Ｂを構成する各要素のうち、制御が行われる要素に電気的に接続される。詳細には、制御手段１００Ｂは、海水系透過水ＥＣ計２３０で測定された海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度に応じて、加圧ポンプ１３、加圧ポンプ２３、加圧ポンプ３３、海水系バルブ２１０及び海水系透過水排水バルブ２４０を制御する。

[0066] 次に、海水淡水化システム１Ｂの動作について説明する。海水淡水化システム１Ｂにおける下水系透過水Ｗ１１及び海水系透過水Ｗ２１が生成されるまでの動作は、第１実施形態の海水淡水化システム１Ａと同様であるので説明を省略する。

[0067] 海水系透過水ＥＣ計２３０は、海水系透過水ラインＬ２１Ｂに流出された海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度を測定し制御手段１００Ｂに送信する。制御手段１００Ｂは、継続決定工程として以下の処理を行う。制御手段１００Ｂは、海水系透過水ＥＣ計２３０から送信された海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が供給系へ流出できる基準を満たしている場合には、海水系透過水排水バルブ２４０を開栓し、海水系バルブ２１０を閉栓する制御を行う。これにより、海水系透過水Ｗ２１は、供給系へ流出される。

[0068] また、制御手段１００Ｂは、海水系透過水ＥＣ計２３０から送信された海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が供給系へ流出できる基準を満たしていない場合には、第２の海水系逆浸透膜処理工程として、海水系バルブ２１０を開栓するとともに、加圧ポンプ３３を駆動させ第２海水系逆浸透膜処理手段３０を駆動する制御を行う。これにより、海水系透過水Ｗ２１は、第２海水系逆浸透膜処理手段３０に供給される。供給された海水系透過水Ｗ２１は第２海水系逆浸透膜モジュール３２に導入され膜分離処理され、海水系再透過水Ｗ３１及び海水系再濃縮水Ｗ３２が生成される。海水系再透過水Ｗ３１は、供給系へ流出される。海水系再濃縮水Ｗ３２は、海水系濃縮水Ｗ２２と比べて塩分濃度が低いので、系外へ排水されず、海水系逆浸透膜処理手段２０Ｂに戻される。

[0069] 第２実施形態の海水淡水化システム１Ｂによれば、以下の効果を奏する。

例えば、下水Ｗ１０の水量が低下し下水系逆浸透膜処理手段１０Ａで生成された下水系透過水Ｗ１１と下水系濃縮水Ｗ１２の水量が低下し、海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度が上昇した場合であっても、第２海水系逆浸透膜処理手段３０で当該塩分濃度が上昇した海水系透過水Ｗ２１を膜分離処理することで、塩分濃度が基準を満たす海水系透過水Ｗ２１を供給できる。

[0070] ＜第３実施形態＞

次に、本発明の第３実施形態について説明する。第３実施形態については、主として、第１実施形態とは異なる点を中心に説明し、第１実施形態と同様の構成については、同じ符号を付し、詳細な説明を省略する。第３実施形

態において特に説明しない点は、第１実施形態についての説明が適宜適用される。

[0071] 図３を参照して、第３実施形態の海水淡水化システム１Ｃについて説明する。図３は、本発明の第３実施形態の海水淡水化システム１Ｃを示す概略構成図である。第３実施形態の海水淡水化システム１Ｃは、第１実施形態の海水淡水化システム１Ａとは、下水系逆浸透膜処理手段の下水系透過水ライン、海水系逆浸透膜処理手段の海水系透過水ライン及び制御手段の構成が異なる。また、第３実施形態の海水淡水化システム１Ｃは、第１実施形態の海水淡水化システム１Ａが備えない貯留システム４０を備える。

[0072] 下水系逆浸透膜処理手段１０Ｃの下水系透過水ラインＬ１１Ｃは、下水系逆浸透膜モジュール１２の下流側に接続されている。下水系透過水ラインＬ１１Ｃは、ＲＯ膜を透過した下水系透過水Ｗ１１が流通するラインである。下水系透過水ラインＬ１１Ｃには、下水系塩分濃度測定ラインＬ１３及び貯留システム４０が上流側から順に接続され、貯留システム４０に下水系透過水Ｗ１１を供給する。下水系塩分濃度測定ラインＬ１３は、下水系透過水ラインＬ１１Ａから塩分濃度測定ライン分岐点Ｊ１３において分岐し、下水系透過水Ｗ１１が流通し、第２の塩分濃度測定手段としての下水系透過水ＥＣ計１３０に接続されている。下水系透過水ＥＣ計１３０は、第２の塩分濃度測定工程として、下水系塩分濃度測定ラインＬ１３を流通する下水系透過水Ｗ１１の導電率を測定し、塩分濃度に換算する。下水系透過水ＥＣ計１３０は、制御手段１００Ｃに接続され、測定した下水系透過水Ｗ１１の導電率又は換算した塩分濃度を制御手段１００Ｃに送信する。

[0073] 海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃの海水系透過水ラインＬ２１Ｃは、海水系逆浸透膜モジュール２２の下流側に接続されている。海水系透過水ラインＬ２１Ｃは、ＲＯ膜を透過した海水系透過水Ｗ２１が流通するラインである。海水系透過水ラインＬ２１Ｃには、海水系塩分濃度測定ラインＬ２３及び貯留システム４０が上流側から順に接続され、貯留システム４０に海水系透過水Ｗ２１を供給する。海水系塩分濃度測定ラインＬ２３は、海水系透過水ラ

インＬ２１Ｃから塩分濃度測定ライン分岐点Ｊ２３において分岐し、海水系透過水Ｗ２１が流通し、第３の塩分濃度測定手段としての海水系透過水ＥＣ計２３０に接続されている。海水系透過水ＥＣ計２３０は、第３の塩分濃度測定工程として、海水系塩分濃度測定ラインＬ２３を流通する海水系透過水Ｗ２１の導電率を測定し、塩分濃度に換算する。海水系透過水ＥＣ計２３０は、制御手段１００Ｃに接続され、測定した海水系透過水Ｗ２１の導電率又は換算した塩分濃度を制御手段１００Ｃに送信する。

[0074] 貯留システム４０は、下水系逆浸透膜処理手段１０Ｃの下水系透過水ラインＬ１１Ｃ及び海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃの海水系透過水ラインＬ２１Ｃに接続された貯留槽４１と、貯留槽４１に接続された貯留槽排水ラインＬ４１と、貯留槽４１の水位を計測する水位計４２と、貯留槽４１に接続された貯留槽塩分濃度測定ラインＬ４３と、貯留槽塩分濃度測定ラインＬ４３に接続された第１の塩分濃度測定手段としての貯留槽ＥＣ計４３０と、を備える。

[0075] 貯留槽４１は、下水系逆浸透膜処理手段１０Ｃから供給された下水系透過水Ｗ１１と海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃから供給された海水系透過水Ｗ２１とが混合された混合透過水Ｗ４０を貯留する。貯留槽排水ラインＬ４１は、貯留槽４１の底部に接続され、混合透過水Ｗ４０を供給系（図示無し）へ流出するラインである。水位計４２は、貯留槽４１に貯留された混合透過水Ｗ４１の水位を計測する。水位計４２は、制御手段１００Ｃに接続され、計測した混合透過水Ｗ４０の水位を制御手段１００Ｃに送信する。水位計４２は、貯留槽４１の底部に配置され水圧を検出する圧力センサを備え、水圧の変化から水位を測定する圧力式水位計であるが、これに限らず、光学式水位計や超音波式水位計を用いることができる。

[0076] 貯留槽塩分濃度測定ラインＬ４３は、貯留槽４１の底部の近傍まで延び、混合透過水Ｗ４０が流通し、貯留槽ＥＣ計４３０に接続されている。貯留槽ＥＣ計４３０は、第１の塩分濃度測定工程として、貯留槽塩分濃度測定ラインＬ４３を流通する混合透過水Ｗ４０の導電率を測定し、塩分濃度に換算す

る。貯留槽ＥＣ計４３０は、制御手段１００Ｃに接続され、測定した混合透過水Ｗ４０の導電率又は換算した塩分濃度を制御手段１００Ｃに送信する。

[0077] 制御手段１００Ｃは、海水淡水化システム１Ｃを構成する各要素のうち、制御が行われる要素に電気的に接続される。詳細には、制御手段１００Ｃは、水位計４２で計測された混合透過水Ｗ４０の水位、下水系透過水ＥＣ計１３０で測定された下水系透過水Ｗ１１の塩分濃度、海水系透過水ＥＣ計２３０で測定された海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度又は貯留槽ＥＣ計４３０で測定された混合透過水Ｗ４０の塩分濃度に応じて、加圧ポンプ１３又は加圧ポンプ２３を制御する。

[0078] 次に、海水淡水化システム１Ｃの動作について説明する。海水淡水化システム１Ｃにおける下水系透過水Ｗ１１及び海水系透過水Ｗ２１が生成されるまでの動作は、第１実施形態の海水淡水化システム１Ａと同様であるので説明を省略する。下水系逆浸透膜処理手段１０Ｃで生成された下水系透過水Ｗ１１及び海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃで生成された海水系透過水Ｗ２１は、混合され混合透過水Ｗ４０となって貯留システム４０の貯留槽４１に貯留される。貯留槽４１に貯留された混合透過水Ｗ４０は貯留槽排水ラインＬ４１より供給系へ流出されるが、下水系透過水Ｗ１１及び海水系透過水Ｗ２１の生成量（混合透過水Ｗ４０の生成量）が混合透過水Ｗ４０の排水量より大きい場合、貯留槽４１に混合透過水Ｗ４０が貯留される。そして、水位計４２は、貯留槽４１に貯留された混合透過水Ｗ４０の水位を測定し制御手段１００Ｃに送信する。

[0079] 制御手段１００Ｃは、決定工程として、以下の処理を行う。

制御手段１００Ｃは、水位計４２から送信された混合透過水Ｗ４０の水位が所定の海水系逆浸透膜処理手段停止水位に達した場合には、加圧ポンプ２３を停止し海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃの駆動を停止する。これにより、海水淡水化システム１Ｃは、下水系逆浸透膜処理手段１０Ｃのみが駆動している状態となり、貯留槽４１には下水系透過水Ｗ１１のみが供給されることとなる。

[0080] そして、例えば、下水系透過水Ｗ１１の生成量（混合透過水Ｗ４０の生成量）が混合透過水Ｗ４０の排水量より小さくなった場合、貯留槽４１における混合透過水Ｗ４０の水位は降下する。制御手段１００Ｃは、水位計４２から送信された混合透過水Ｗ４０の水位が所定の海水系逆浸透膜処理手段開始水位に達した場合には、加圧ポンプ２３を駆動し海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃを起動する。なお、所定の海水系逆浸透膜処理手段開始水位は、所定の海水系逆浸透膜処理手段停止水位より低い位置に設定されている。これにより、海水淡水化システム１Ｃは、再び下水系逆浸透膜処理手段１０Ｃ及び海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃが駆動している状態となり、貯留槽４１には下水系透過水Ｗ１１及び海水系透過水Ｗ２１が供給されることとなる。

[0081] 一方、例えば、下水系透過水Ｗ１１の生成量（混合透過水Ｗ４０の生成量）が混合透過水Ｗ４０の排水量より大きい場合、貯留槽４１における混合透過水Ｗ４０の水位は更に上昇する。制御手段１００Ｃは、水位計４２から送信された混合透過水Ｗ４０の水位が所定の全逆浸透膜処理手段停止水位に達した場合には、加圧ポンプ１３及び加圧ポンプ２３を停止し下水系逆浸透膜処理手段１０Ａ及び海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃの駆動を停止する。なお、全逆浸透膜処理手段停止水位は、所定の海水系逆浸透膜処理手段停止水位より高い位置に設定されている。これにより、海水淡水化システム１Ｃは、下水系逆浸透膜処理手段１０Ｃ及び海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃの双方が停止した全停止状態となり、貯留槽４１がオーバーフローするのを防止できる。そして、この全停止状態において、制御手段１００Ｃは、水位計４２から送信された混合透過水Ｗ４０の水位が降下し所定の海水系逆浸透膜処理手段停止水位に達した場合には、加圧ポンプ１３の駆動を再開し下水系逆浸透膜処理手段１０Ｃを起動する。

[0082] また、制御手段１００Ｃは、下水系透過水ＥＣ計１３０で測定された下水系透過水Ｗ１１の塩分濃度、海水系透過水ＥＣ計２３０で測定された海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度又は貯留槽ＥＣ計４３０で測定された混合透過水Ｗ４０の塩分濃度のいずれかが供給系へ流出できる基準を満たしていない場合

には、加圧ポンプ２３を停止させ海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃを停止する制御を行う。これにより、海水淡水化システム１Ｃは、下水系逆浸透膜処理手段１０Ｃのみが駆動している状態となり、貯留槽４１には下水系透過水Ｗ１１のみが供給されることとなる。

[0083] 第３実施形態の海水淡水化システム１Ｃによれば、以下の効果を奏する。

海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃにおいて、海水Ｗ２０より塩分濃度が低い下水系濃縮水Ｗ１２と海水Ｗ２０の混合水を膜分離処理し淡水である海水系透過水Ｗ２１を生成するので、混合水より塩分濃度が高い海水Ｗ２０を膜分離処理して淡水を生成する場合に比べて、淡水を生成するためのエネルギーを低減できる。また、生成した淡水である下水系透過水Ｗ１１と海水系透過水Ｗ２１とが混合された混合透過水Ｗ４０の貯留槽４１における水位に応じて海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃを、起動又は停止するので、例えば、下水系透過水Ｗ１１が十分に生成され、所望の水量が確保できている場合に、下水系逆浸透膜処理手段１０Ｃに比べ多くのエネルギーを必要とする海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃを停止できる。したがって、淡水を生成するためのエネルギーを低減できるとともに、生成する淡水において所望の水量を確保できる海水淡水化システム１Ｃを提供できる。

[0084] また、海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃは、海水系透過水Ｗ２１の塩分濃度、下水系透過水Ｗ１１の塩分濃度及び混合透過水Ｗ４０の塩分濃度に応じて、起動又は停止するので、例えば、下水系透過水Ｗ１１の塩分濃度及び混合透過水Ｗ４０の塩分濃度のいずれかが所定の基準値より高ければ、海水系逆浸透膜処理手段２０Ｃを停止することで、生成した淡水である混合透過水Ｗ４０の塩分濃度を基準に戻すことができる。したがって、淡水を生成するためのエネルギーを低減できるとともに、生成する淡水において水質を確保できる海水淡水化システム１Ｃを提供できる。

[0085] 本発明は、上述した実施の形態に限らず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形可能である。

符号の説明

[0086] １Ａ，１Ｂ，１Ｃ　海水淡水化システム

１０Ａ，１０Ｃ　下水系逆浸透膜処理手段

２０Ａ，２０Ｂ，２０Ｃ　海水系逆浸透膜処理手段

１００Ａ，１００Ｂ，１００Ｃ　制御手段

２３０　海水系透過水ＥＣ計

Ｗ１０　下水

Ｗ１１　下水系透過水

Ｗ１２　下水系濃縮水

Ｗ２０　海水

Ｗ２１　海水系透過水

Ｗ２２　海水系濃縮水

請求の範囲

[請求項1] 下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する下水系逆浸透膜処理手段と、

前記下水系濃縮水と取水した海水との混合水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成し、前記海水系透過水の塩分濃度を測定する塩分濃度測定手段を有する海水系逆浸透膜処理手段と、を備え、

前記塩分濃度測定手段で測定した前記海水系透過水の塩分濃度に応じて前記海水系透過水を前記下水系逆浸透膜処理手段に供給する

ことを特徴とする海水淡水化システム。

[請求項2] 下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する下水系逆浸透膜処理手段を有する海水淡水化システムであって、

前記下水系濃縮水と取水した海水との混合水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成し、前記海水系透過水の塩分濃度を測定する塩分濃度測定手段を有する海水系逆浸透膜処理手段と、

前記塩分濃度測定手段で測定した前記海水系透過水の塩分濃度に応じて、前記下水系逆浸透膜処理手段及び前記海水系逆浸透膜処理手段の駆動を制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする海水淡水化システム。

[請求項3] 前記海水系透過水を膜分離処理する第２の海水系逆浸透膜処理手段を更に備え、

前記制御手段は、前記塩分濃度測定手段で測定した前記海水系透過水の塩分濃度に応じて前記海水系透過水を前記第２の海水系逆浸透膜処理手段に供給する

ことを特徴とする請求項２に記載の海水淡水化システム。

[請求項4] 前記制御手段は、前記塩分濃度測定手段で測定した海水系透過水の塩分濃度に応じて、前記海水系透過水を前記下水系逆浸透膜処理手段

に供給し、

前記下水系逆浸透膜処理手段は、前記海水系逆浸透膜処理手段から供給された前記海水系透過水と下水との混合水を膜分離処理する

ことを特徴とする請求項２に記載の海水淡水化システム。

[請求項5] 前記海水系逆浸透膜処理手段が備える逆浸透膜は、前記下水系逆浸透膜処理手段に流入する下水の流入量及び塩分濃度、前記海水系逆浸透膜処理手段に流入する海水の流入量及び塩分濃度、予め設定される前記海水系逆浸透膜処理手段が生成する海水系透過水の水量及び塩分濃度に基づき選択された、好適な脱塩率の逆浸透膜である

ことを特徴とする請求項２から請求項４のいずれか一項に記載の海水淡水化システム。

[請求項6] 下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する下水系逆浸透膜処理手段と、

海水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成する海水系逆浸透膜処理手段と、

前記下水系透過水と前記海水系透過水とが混合された混合透過水を貯留する貯留槽及び当該貯留槽に貯留された混合透過水の水位を計測する水位計を有する貯留システムと、を備え、

前記貯留システムは、前記水位計で計測した水位に応じて前記海水系逆浸透膜処理手段を、起動又は停止する

ことを特徴とする海水淡水化システム。

[請求項7] 前記貯留システムは、前記貯留槽に貯留された混合透過水の塩分濃度を測定する第１の塩分濃度測定手段を有し、

前記下水系逆浸透膜処理手段は、生成した下水系透過水の塩分濃度を測定する第２の塩分濃度測定手段を有し、

前記海水系逆浸透膜処理手段は、生成した海水系透過水の塩分濃度を測定する第３の塩分濃度測定手段を有し、前記海水系透過水の塩分濃度、前記下水系透過水の塩分濃度及び前記混合透過水の塩分濃度に

応じて、起動又は停止する

ことを特徴とする請求項６に記載の海水淡水化システム。

[請求項8] 下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する下水系逆浸透膜処理工程と、

前記下水系濃縮水と取水した海水との混合水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成する海水系逆浸透膜処理工程と、

前記海水系透過水の塩分濃度を測定する塩分濃度測定工程と、

前記海水系透過水の塩分濃度に応じて前記海水系透過水を前記下水系逆浸透膜処理工程に戻す海水系透過水循環工程と、

を備えることを特徴とする海水淡水化方法。

[請求項9] 下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する下水系逆浸透膜処理工程を有する海水淡水化方法であって、

前記下水系濃縮水と取水した海水との混合水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成する海水系逆浸透膜処理工程と、

前記海水系透過水の塩分濃度を測定する塩分濃度測定工程と、

前記海水系透過水の塩分濃度に応じて、前記下水系逆浸透膜処理工程及び前記海水系逆浸透膜処理工程の継続を決定する継続決定工程と、

を備えることを特徴とする海水淡水化方法。

[請求項10] 前記海水系透過水を膜分離処理する第２の海水系逆浸透膜処理工程を更に備え、

前記塩分濃度測定工程で測定した前記海水系透過水の塩分濃度に応じて前記海水系透過水を前記第２の海水系逆浸透膜処理工程で処理する

ことを特徴とする請求項９に記載の海水淡水化方法。

[請求項11] 前記塩分濃度測定工程で測定した海水系透過水の塩分濃度に応じて

、前記海水系透過水を前記下水系逆浸透膜処理工程に戻す海水系透過水循環工程と、を備え、

前記下水系逆浸透膜処理工程は、前記海水系透過水循環工程において戻された前記海水系透過水と下水との混合水を膜分離処理する

ことを特徴とする請求項９に記載の海水淡水化方法。

[請求項12] 下水を膜分離処理することで下水系透過水と下水系濃縮水とを生成する下水系逆浸透膜処理工程と、

海水を膜分離処理することで海水系透過水と海水系濃縮水とを生成する海水系逆浸透膜処理工程と、

前記下水系透過水と前記海水系透過水とが混合された混合透過水を貯留槽に貯留する貯留工程と、

当該貯留槽に貯留された混合透過水の水位を計測する水位計測工程と、

前記水位計測工程で計測した水位に応じて前記海水系逆浸透膜処理工程を、行うか否かを決定する決定工程と、

を備えることを特徴とする海水淡水化方法。

[請求項13] 前記貯留槽に貯留された混合透過水の塩分濃度を測定する第１の塩分濃度測定工程と、

前記下水系逆浸透膜処理工程において生成した下水系透過水の塩分濃度を測定する第２の塩分濃度測定工程と、

前記海水系逆浸透膜処理工程において生成した海水系透過水の塩分濃度を測定する第３の塩分濃度測定工程と、

を更に備え、

前記決定工程は、前記海水系透過水の塩分濃度、前記下水系透過水の塩分濃度及び前記混合透過水の塩分濃度に応じて前記海水系逆浸透膜処理工程を行うか否かを決定する

ことを特徴とする請求項１２に記載の海水淡水化方法。