

明 細 書

発明の名称：海水淡水化システムおよび海水淡水化方法

技術分野

[0001] 本発明は、海水と下水とを淡水化する海水淡水化システムおよび海水淡水化方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、世界的な人口増や新興国を含む広域な産業の進展から、砂漠地域などでの飲料水や工業用水の造水需要が顕在化している。

従来、海水、下水を淡水化するシステムとして、図5に示す淡水化システムS100がある。

[0003] 淡水化システムS100における下水を用いた生産水s101(工業用水)の生産は以下のように遂行される。なお、下水の塩分濃度は、0.1%程度である。

下水は、ポンプp101によりMBR(Membrane Bioreactor)101に送水され、MBR101で下水中の固形分の活性汚泥などが除去され、MBR101を透過したMBR透過水が、ポンプp102により低圧RO膜(Reverse Osmosis Membrane)102に送水される。

[0004] なお、MBR101を透過したMBR透過水は、塩分濃度0.1%程度であり低いので、RO膜は、低圧の約1～2MPa(メガパスカル)のRO膜(逆浸透膜)である低圧RO膜102が使用される。

ポンプp102により送水されたMBR透過水は、低圧RO膜102を透過することで塩分などの不純物を含む濃縮水s104がほぼ半分除去され淡水化され、残り半分の生産水s101の工業用水が生産される。

[0005] 一方、低圧RO膜102で除去された塩分などの不純物を含む塩分濃度0.2%程度に濃縮された下水の約1/2の容量の濃縮水s104は低圧RO膜102から攪拌槽104に送水される。

淡水化システムS100における海水からの生産水s102である工業用

水の生産は以下のように遂行される。なお、海水の塩分濃度は、3～4%程度である。

[0006] 海水は、ポンプ p 1 0 3 により、U F 膜 1 0 3 に送水され、U F 膜 1 0 3 で粒子が除去され攪拌槽 1 0 4 に送水される。攪拌槽 1 0 4 では、この U F 膜 1 0 3 を透過した U F 膜透過海水と、前記した低圧 R O 膜 1 0 2 で下水から濃縮された下水の 1 / 2 程度の容量の濃縮水 s 1 0 4 とが攪拌された後、ポンプ p 1 0 4 により、中圧 R O 膜 1 0 5 に送水される。

[0007] U F 膜 1 0 3 を透過した U F 膜透過海水は、3～4%の塩分濃度であるが、塩分濃度 0. 2 %の濃縮水 s 1 0 4 で希釈されるので、中圧の約 3 ～ 5 M P a の R O 膜(逆浸透膜)の中圧 R O 膜 1 0 5 が使用される。

攪拌槽 1 0 4 からポンプ p 1 0 4 により中圧 R O 膜 1 0 5 に送水された混合水 s 1 0 3 は、中圧 R O 膜 1 0 5 を透過することで、1 / 2 程度が塩分などの不純物を含むブライン s 1 0 5 として除去され、残り 1 / 2 程度が淡水化された生産水 s 1 0 2 (工業用水)として生産される。つまり、生産水 s 1 0 2 の工業用水は、海水の 1 / 2 プラス下水の 1 / 4 程度の容量をもって生産される。

[0008] 一方、中圧 R O 膜 1 0 5 で除去された塩分などの不純物を含む塩分濃度が混合水 s 1 0 3 の 2 倍程度に濃縮されたブライン s 1 0 5 が、中圧 R O 膜 1 0 5 から除去される。つまり、ブライン s 1 0 5 は、海水の 1 / 2 プラス下水の 1 / 4 程度の容量をもって排水される。

なお、ブライン s 1 0 5 の圧力エネルギーは、動力回収装置 1 0 6 で回転エネルギーとして回収され、ポンプ p 1 0 4 を迂回した一部の混合水 s 1 0 3 の中圧 R O 膜 1 0 5 への送水の動力源(エネルギー)として用いられる。

[0009] 従来のその他の淡水化システムとして、図 6 に示す淡水化システム S 2 0 0 がある。

淡水化システム S 2 0 0 は、図 5 の淡水化システム S 1 0 0 における下水の濃縮水 s 1 0 4 を、攪拌槽 2 0 4 に送水せず、下水の淡水化と海水の淡水化とを独立して構成したものである。

[0010] 淡水化システム S 2 0 0 においては、攪拌槽 2 0 4 で塩分濃度が高い海水が下水からの送水(図 5 の下水の濃縮水 s 1 0 4)で希釈されないため、塩分濃度が約 3 ~ 4 % と高く高圧の約 6 ~ 8 M P a の高圧 R O 膜 2 0 5 を用いている。

その他の構成は、図 5 の淡水化システム S 1 0 0 と同様であるから、淡水化システム S 1 0 0 の構成要素に 2 0 0 番台の符号を付して示し、詳細な説明は省略する。

[0011] 淡水化システム S 2 0 0 は、下水が低圧 R O 膜 2 0 2 を透過して淡水化され、下水の約半分の生産水 s 2 0 1 の工業用水が得られる。一方、海水が高圧 R O 膜 2 0 5 を透過して淡水化され、海水の 1 / 2 の量の生産水 s 2 0 2 の飲料水が得られる。

従来の淡水化システム S 1 0 0 (図 5 参照)は、淡水化システム S 2 0 0 (図 6 参照)に比較し、次のメリットがある。

[0012] 第 1 に、図 5 の淡水化システム S 1 0 0 では、下水から生産水 s 1 0 1 を造水する過程で除去された排水(濃縮水 s 1 0 4)を、海水から生産水 s 1 0 2 を造水する過程に用いるため、海水からの生産水の生産量が高められるメリットがある。

具体的には、下水からの排水(濃縮水 s 1 0 4)を用いない場合には、海水からの生産水は海水の 1 / 2 程度の容量であったものが、下水の 1 / 2 程度の容量増水した分、生産水 s 1 0 2 の工業用水を多く取水できる。

[0013] 第 2 に、海水(塩分濃度 3 ~ 4 % 程度)が、下水の低圧 R O 膜 1 0 2 での濃縮水 s 1 0 4 (塩分濃度 0 . 2 % 程度)が加えられるため、海水が希釈され塩分濃度が低下する。そのため、下水からの排水(濃縮水 s 1 0 4)を用いない場合には、海水は塩分濃度が高いため、高圧 R O 膜が必要であったのが、濃縮水 s 1 0 4 で希釈されるため、中圧 R O 膜 1 0 5 で済み、ポンプ p 1 0 4 の動力を高圧 R O 膜の場合に比較し低下させることができる。

[0014] なお、中圧 R O 膜の透過圧力は、約 3 ~ 5 M P a であるのに対し、高圧 R O 膜の透過圧力は約 6 ~ 8 M P a であり、高圧 R O 膜を透過させるためには

、中圧ＲＯ膜より大きな動力(エネルギー)を必要とする。

なお、本願に係る先行技術文献として特許文献１がある。

先行技術文献

特許文献

[0015] 特許文献１：特許第４４８１３４５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0016] ところで、従来の図５に示す淡水化システムＳ１００においては、以下の問題がある。

第１に、一般に飲料水の需要が大きいものの、海水を淡水化する過程で下水の一部(濃縮水ｓ１０４)を混合させるために、海水から飲料水を造水することができない。

第２に、通常、海水の供給量が下水の供給量に比較し大きい場合が多いにも拘らず、海水の供給量が大きい場合には、海水を淡水化する過程に下水を加える効果が低減する。

[0017] 具体的には、海水の供給量が大きい場合、下水の一部を、海水を淡水化する過程に加えても、海水に対する相対量が小さいため、塩分濃度がさして低下せず、淡水化するためのＲＯ膜(図５の中圧ＲＯ膜１０５に相当)への透過圧力の削減効果が低下する。結果として、ＲＯ膜の透過圧力を得るための動力(エネルギー)削減効果が低下する。加えて、生産水ｓ１０２の増水効果も低下する。

[0018] 第３に、動力回収装置１０６は高圧の方が効率は高いが、中圧ＲＯ膜１０５を使用するので、動力回収装置１０６を効率が高いところで稼働できない。そのため、高いエネルギー回収率を得ることが困難である。

[0019] 第４に、低圧ＲＯ膜１０２と中圧ＲＯ膜１０５との異なる逆浸透膜を使用するので、メンテナンス性が良好とはいえない。

本発明は上記実状に鑑み、海水から飲料水を生産できるとともに工業用水

を増水でき、造水コストが低廉な海水淡水化システムおよび海水淡水化方法の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0020] 上記目的を達成すべく、請求項1の海水淡水化システムは、海水と下水とから工業用水と飲料水とを得るための海水淡水化システムであって、前記下水を透過させて活性汚泥を除去し浄化する浄化装置と、前記浄化装置を透過した透過水を透過させ、その塩分が第1の濃縮水に含まれ除去されるとともに工業用水を生成する第1のRO膜と、前記海水を透過させて当該海水中の粒子を除去するUF膜と、前記UF膜を透過した処理水を透過させ、当該処理水の塩分が第2の濃縮水に含まれ除去されるとともに飲料水を生成する第2のRO膜と、前記第2のRO膜で除去された前記第2の濃縮水と前記第1のRO膜で除去された第1の濃縮水とが送られ攪拌される攪拌装置と、前記攪拌装置で攪拌された混合液を透過させ、その塩分が第3の濃縮水に含まれ除去されるとともに工業用水を生成する第3のRO膜とを具備している。

請求項5の海水淡水化方法は、請求項1の海水淡水化システムを実現する方法である。

[0021] 請求項3の海水淡水化システムは、海水と下水とから工業用水と飲料水とを得るための海水淡水化システムであって、前記下水を透過させて活性汚泥を除去し浄化する浄化装置と、前記海水を透過させて当該海水中の粒子を除去するUF膜と、前記UF膜を透過した処理水を透過させ、当該処理水の塩分が第1の濃縮水に含まれ除去されるとともに飲料水を生成する第1のRO膜と、前記第1のRO膜で除去された前記第1の濃縮水と前記浄化装置を透過した処理水とが送られ攪拌される攪拌装置と、前記攪拌装置で攪拌された混合液を透過させ、その塩分が第2の濃縮水に含まれ除去されるとともに工業用水を生成する第2のRO膜とを具備している。

請求項7の海水淡水化方法は、請求項3の海水淡水化システムを実現する方法である。

発明の効果

[0022] 本発明の海水淡水化システムおよび海水淡水化方法によれば、海水から飲料水を生産できるとともに工業用水を増水でき、造水コストが低廉な海水淡水化システムおよび海水淡水化方法を実現できる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明に係る実施形態1の淡水化システムの概念的構成図である。

[図2]実施形態2の淡水化システムを示す概念的構成図である。

[図3]変形形態1の淡水化システムを示す概念的構成図である。

[図4]変形形態2の淡水化システムを示す概念的構成図である。

[図5]従来の淡水化システムを示す概念的構成図である。

[図6]従来のその他の淡水化システムを示す概念的構成図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明の実施形態について添付図面を参照して説明する。

<<実施形態1>>

図1は、本発明に係る実施形態1の淡水化システムの概念的構成図である。

実施形態1の淡水化システムSは、下水から工業用水s1を造水するために、下水から活性汚泥などを除去し浄化するMBR(Membrane Bioreactor)1と、下水に含有される塩分やイオンなどの不純物を除去し淡水化する低圧RO膜(Reverse Osmosis Membrane)2とを具備している。

[0025] MBR1は、固液分離を行い、下水から活性汚泥など(固形分や細菌など)を除去し浄化する。

RO膜(逆浸透膜)は、水は通すが塩分などの低分子物質やイオンを通しにくい半透膜である。低圧RO膜2は、下水の塩分濃度が0.1%程度で低いので、比較的低い透過圧約1~2MPa(メガパスカル)で塩分などを除去する低圧のRO膜である。

[0026] また、淡水化システムSは、海水から飲料水s2を造水するために、海水に含有される粒子を除去するUF膜(Ultrafiltration Membrane)3と、海水に含有される塩分やイオンなどの不純物を除去し淡水化する高圧RO膜4と

を具備している。

UF膜(限外ろ過膜)3は、膜の孔径と海水中の除去対象物質の分子の大きさによって分子レベルのふるい分けを行い、除去対象である粒子を除去する。

高圧RO膜4は、海水の塩分濃度が3～4%程度であるので、比較的高い透過圧、約6～8MPa(メガパスカル)で塩分などを除去する高圧のRO膜である。

[0027] さらに、淡水化システムSは、海水から工業用水s3を造水するために、前記したUF膜3、高圧RO膜4に加えて、高圧RO膜4から除去された塩分やイオンなどの不純物を含む海水濃縮水s7と、低圧RO膜2から除去された塩分やイオンなどの不純物を含む下水濃縮水s6とを攪拌する攪拌槽5と、攪拌槽5からの混合液に含有される塩分やイオンなどの不純物を除去して淡水化する高圧RO膜6とを具備している。

[0028] 高圧RO膜6は、海水のほぼ2倍の塩分濃度(約6～8%の塩分濃度)の海水濃縮水s7と、下水のほぼ2倍の塩分濃度(約0.2%の塩分濃度)の下水濃縮水s6との混合液を淡水化するため、比較的高い透過圧、約6～8MPa(メガパスカル)で塩分などを除去する高圧のRO膜である。なお、海水のほぼ2倍の塩分濃度約6～8%の海水濃縮水s7は、下水濃縮水s6(約0.2%の塩分濃度)が加えられ希釈され、塩分濃度が低下される。

[0029] 次に、淡水化システムSにおいて、下水から工業用水s1を造水する過程について説明する。

下水は、ポンプp1により、MBR1に送水され、MBR1を透過して下水から活性汚泥フロックや細菌などが除去される。MBR1を透過した下水のMBR透過水s5aは、ポンプp2により、低圧RO膜2に送水され、低圧RO膜2を透過することで、塩分やイオンなどの不純物を含む下水濃縮水s6が除去され淡水化され、工業用水s1が生産される。

[0030] 工業用水s1は、下水の1/2程度得られる一方、下水の残余の分、すなわち下水の1/2程度が塩分やイオンなどの不純物を含む下水濃縮水s6と

して除去される。

低圧RO膜2で除去された塩分やイオンなどの不純物を含む塩分濃度0.2%程度に濃縮された下水濃縮水s6は、低圧RO膜2から攪拌槽5に送水される。

[0031] 次に、淡水化システムSにおいて、海水から生産水である飲料水s2および工業用水s3を造水する過程について説明する。

海水は、ポンプp3により、UF膜3に送水され、UF膜3を透過して海水中の粒子が除去される。そして、UF膜3で粒子が除去された海水のUF膜透過海水s5bは、ポンプp4により、高圧RO膜4に送水される。UF膜3を透過したUF膜透過海水s5bは、高圧RO膜4を透過することで、ほぼ半分が塩分やイオンなどの不純物を含む海水濃縮水s7として除去され、残りの半分が淡水化された飲料水s2として生産される。

[0032] 一方、高圧RO膜4で除去された海水の1/2程度の容量の塩分濃度6~8%程度の海水濃縮水s7は、攪拌槽5で、低圧RO膜2で除去された下水の1/2程度の容量の下水濃縮水s6(塩分濃度0.2%程度)と攪拌され希釈されることで、約6~8%の塩分濃度が低下する。

[0033] 海水濃縮水s7と下水濃縮水s6との塩分濃度が低下した混合液は、ポンプp5により、高圧RO膜6に送水される。

攪拌槽5からの下水濃縮水s6と海水濃縮水s7との混合液は、高圧RO膜6を透過することで、ほぼ半分が塩分やイオンなどの不純物を含むブラインs9として除去され、残りの半分が淡水化された工業用水s3として生産される。

[0034] 実施形態1の淡水化システムSによれば、以下の効果を奏する。

1. 海水を淡水化する経路に下水を混合させないため、需要が大きい飲料水s2が生産できる。

[0035] 2. 下水の淡水化の過程で除去されたブラインの下水濃縮水s6が、海水の淡水化の過程で除去されたブラインの海水濃縮水s7に加えられ、工業用水s3が造水されるので、淡水化システムS全体の工業用水の造水量を増加す

ることができる。

[0036] 例えば、実施形態 1 の淡水化システム S で量 2 (容量 2) の下水と、量 2 (容量 2) の海水とを淡水化するとする。

量 2 の下水からは、低圧 RO 膜 2 を透過させることで量 1 の工業用水 s 1 が得られる。一方、量 2 の海水からは高圧 RO 膜 4 を透過させることで量 1 の飲料水 s 2 を生産できる。さらに、高圧 RO 膜 4 で除去された量 1 の海水濃縮水 s 7 と、低圧 RO 膜 2 で除去された量 1 の下水濃縮水 s 6 とを攪拌して高圧 RO 膜 6 を透過させることで、量 1 の工業用水 s 3 が取水される。

結果的に、実施形態 1 の淡水化システム S では、量 2 の下水と量 2 の海水とから、量 1 の飲料水 s 2 と量 2 の工業用水 s 1、s 3 が得られる。

[0037] 同一条件の量 2 の下水と量 2 の海水を、図 5 に示す従来例 1 の淡水化システム S 100 によって淡水化する場合、以下ようになる。

図 5 に示すように、量 2 の下水は、低圧 RO 膜 102 により淡水化され量 1 の工業用水(生産水 s 101)が生産される。また、量 2 の海水には、攪拌槽 104 で量 1 の下水の濃縮水 s 104 が加えられるので、中圧 RO 膜 105 を透過することで、量 2 の海水と量 1 の下水の濃縮水 s 104 の $1/2$ の 1.5 の量の工業用水(生産水 s 102)が生産される。

従って、従来例 1 の淡水化システム S 100 では、量 1 の生産水 s 101 と量 1.5 の生産水 s 102 とを合計し、量 2.5 の工業用水が得られることになる。

[0038] よって、実施形態 1 の淡水化システム S と、従来例 1 の淡水化システム S 100 とを比較すると、実施形態 1 の淡水化システム S が量 0.5 の飲料水を多く得ることができる。なお、図 5 の淡水化システム S 100 では、量 2.5 の工業用水しか得られないが、実施形態 1 の淡水化システム S は、量 2 の工業用水に加えて、量 1 の飲料水が得られるメリットがある。

[0039] また、同一条件の量 2 の下水と量 2 の海水とで、従来例 2 の図 6 に示す淡水化システム S 200 によって淡水化する場合、以下ようになる。

量 2 の下水は、図 6 に示すように、低圧 RO 膜 202 を透過させることで

淡水化され、量 1 の工業用水(生産水 s 2 0 1)が得られる。一方、量 2 の海水は高圧 R O 膜 2 0 5 を透過させることで淡水化され、量 1 の飲料水(生産水 s 2 0 2)が得られる。

[0040] 従って、量 2 の下水と量 2 の海水を使用する場合、実施形態 1 の淡水化システム S と、従来例 2 の淡水化システム S 2 0 0 とを比較すると、実施形態 1 の淡水化システム S が量 1 の工業用水を多く得ることができる。

[0041] 3. 淡水化システム S (図 1 参照)では、例えば、下水濃縮水 s 6 の利用を停止したり調整することで、工業用水の需要の変動に柔軟に対応できる。そのため、必要に応じて、工業用水を造水することができ、工業用水の需要変動に対応できる。

[0042] 4. 淡水化システム S では、攪拌槽 5 で塩分濃度 6 ～ 8 % 程度の海水濃縮水 s 7 を、塩分濃度 0. 2 % 程度の下水濃縮水 s 6 で希釈するので、塩分濃度が低下する。そのため、海水濃縮水 s 7 の下流側で高圧 R O 膜 4 と同タイプの高圧 R O 膜 6 を使用することが可能である。

[0043] 塩分濃度が高いほど、高圧な R O 膜を使用する必要があることから、塩分濃度が高いほど高圧な動力源が必要となる。そのため、塩分濃度 6 ～ 8 % 程度の海水濃縮水 s 7 の場合には超高压な R O 膜を使用する必要があり、超高压を出力する動力源が必要なところ、実施形態 1 の淡水化システム S では、塩分濃度 6 ～ 8 % 程度の海水濃縮水 s 7 を塩分濃度 0. 2 % 程度の下水濃縮水 s 6 で希釈するので高圧 R O 膜を使用でき、動力の削減が可能となる。

[0044] 5. また、高圧 R O 膜 4、6 が同タイプなので、メンテナンスが容易でメンテナンス性が良好である。よって、淡水化システム S の維持管理上のメリットが大である。

[0045] <<実施形態 2>>

図 2 は、実施形態 2 の淡水化システムを示す概念的構成図である。

実施形態 2 の淡水化システム 2 S は、実施形態 1 の淡水化システム S の低圧 R O 膜 2 を省略した(設置しないで)構成としたものである。その他の構成は、実施形態 1 の淡水化システム S と同様な構成であるから、同一の構成要

素には同一の符号を付して示し、詳細な説明は省略する。

[0046] 淡水化システム 2 S においては、下水は、ポンプ p 1 により、MBR 1 に送水され、MBR 1 を透過して下水から活性汚泥フロックや細菌などが除去される。そして、MBR 1 を透過した MBR 透過水 s 2 2 は、攪拌槽 5 に送水される。攪拌槽 5 では、UF 膜 3 を透過するとともに高圧 RO 膜 4 で除去された海水濃縮水 s 7 と MBR 透過水 s 2 2 とが攪拌された後、ポンプ p 5 により、高圧 RO 膜 6 に送水される。

[0047] ここで、塩分濃度約 6 ～ 8 % の海水濃縮水 s 7 は、攪拌槽 5 において、塩分濃度約 0.1 % の MBR 透過水 s 2 2 が加えられ希釈され、塩分濃度が低下される。

海水濃縮水 s 7 と MBR 透過水 s 2 2 との混合液は、ポンプ p 5 によって加圧され、高圧 RO 膜 6 を透過することで、半分が塩分やイオンなどの不純物を含むブライン s 2 3 として除去され、残り半分が淡水化された工業用水 s 2 1 として生産される。

[0048] 実施形態 2 によれば、実施形態 1 の低圧 RO 膜 2 を設置しないので、低圧 RO 膜 2 の製造、設置費用がかからず、コスト削減が可能である。

また、RO 膜(逆浸透膜)が、同一種類の高圧 RO 膜 4、6 となるので、メンテナンスが容易でさらにメンテナンス性が向上する。よって、維持管理性がより良好となる。

なお、実施形態 1 の淡水化システム S の作用効果は同様に奏する。

[0049] <<変形形態 1>>

図 3 は、変形形態 1 の淡水化システムを示す概念的構成図である。

変形形態 1 の淡水化システム 3 S は、実施形態 1 の淡水化システム S の高圧 RO 膜 4、6 の除去流の下流にそれぞれ動力回収装置 3 4、3 6 を設けて動力を再利用する構成としたものである。

これ以外の構成は、実施形態 1 の淡水化システム S の構成と同様であるから、同一の構成要素には、同一の符号を付して示し、詳細な説明は省略する。

[0050] 淡水化システム 3 S において、高圧 RO 膜 4 で除去された海水濃縮水 s 7 はポンプ p 4 により高圧に加圧されているため、高い圧力エネルギーを有している。

そこで、淡水化システム 3 S では、高圧 RO 膜 4 からの海水濃縮水 s 7 の流路に動力回収装置 3 4 を設けている。

[0051] 動力回収装置 3 4 は、高圧 RO 膜 4 で除去された海水濃縮水 s 7 の圧力エネルギーを回転エネルギーとして回収し、UF 膜 3 を透過した後にポンプ p 4 を迂回して流れる UF 膜透過海水 s 3 1 に動力として付与し、UF 膜透過海水 s 3 1 を高圧 RO 膜 4 へ圧送する動力として用いている。

[0052] 同様に、高圧 RO 膜 6 で除去されたブライン(海水濃縮水) s 9 はポンプ p 5 により高圧に加圧されているため、高い圧力エネルギーを有している。

そこで、淡水化システム 3 S では、高圧 RO 膜 6 からのブライン(海水濃縮水) s 9 の流路に動力回収装置 3 6 を設けている。

[0053] 動力回収装置 3 6 は、ブライン(海水濃縮水) s 9 の圧力エネルギーを回転エネルギーとして回収し、攪拌槽 5 で混合された後にポンプ p 5 を迂回して流れる攪拌槽通過水 s 3 2 に動力として付与し、攪拌槽通過水 s 3 2 を高圧 RO 膜 6 へ圧送する動力として用いている。

[0054] 変形形態 1 の淡水化システム 3 S によれば、高圧 RO 膜 4 からの除去流の高圧の海水濃縮水 s 7 の下流の流路に動力回収装置 3 4 を設けるとともに、高圧 RO 膜 6 からの除去流の高圧のブライン(海水濃縮水) s 9 の下流の流路に動力回収装置 3 6 を設けている。

動力回収装置 3 4、3 6 は、それぞれ高圧の海水濃縮水 s 7、ブライン s 9 の圧力エネルギーを回転エネルギーとして回収できるので、効率が高い状態で使用することが可能である。従って、実施形態 1 の淡水化システム S の動力(エネルギー)の削減が可能であり、省エネルギー化を図ることが可能である。

[0055] <<変形形態 2>>

図 4 は、変形形態 2 の淡水化システムを示す概念的構成図である。

変形形態 2 の淡水化システム 4 S は、実施形態 2 の淡水化システム 2 S に

、変形形態１と同様に、高圧ＲＯ膜４、６の除去流（ｓ４１、ｓ４２）の下流に動力回収装置４４、４６を設けたものである。

その他の構成は、実施形態２の淡水化システム２Ｓと同様であるから、同一の構成要素には同一の符号を付して示し、詳細な説明は省略する。

[0056] 変形形態２の淡水化システム４Ｓでは、動力回収装置４４、４６でそれぞれ海水濃縮水ｓ７、ブライン２３の圧力エネルギーを回転エネルギーとして回収し、それぞれＵＦ膜透過海水ｓ４１、攪拌槽通過水ｓ４２の圧送力を得ることができる。

[0057] 変形形態２の淡水化システム３Ｓによれば、実施形態２の淡水化システム２Ｓの動力（エネルギー）の削減が可能であり、省エネルギー化を図ることができる。

[0058] <<その他の実施形態>>

なお、変形形態１では、動力回収装置３４、３６の両方を設けた場合を例示したが、動力回収装置３４、３６のうちの何れかを設けるように構成してもよい。同様に、変形形態２では、動力回収装置４４、４６の両方を設けた場合を例示したが、動力回収装置４４、４６のうちの何れかを設けるように構成してもよい。

[0059] また、変形形態１において、動力回収装置３４、３６で回収した動力を、それぞれＵＦ膜透過海水ｓ３１、攪拌槽通過水ｓ３２の圧送力とした場合を例示したが、これ以外の動力として利用してもよい。同様に、変形形態２において、動力回収装置４４、４６で回収した動力を、それぞれＵＦ膜透過海水ｓ４１、攪拌槽通過水ｓ４２の圧送力とした場合を例示したが、例示したものとは異なる動力として利用してもよい。

なお、前記の実施形態、変形形態では、下水から活性汚泥を除去し浄化する浄化装置として、ＭＢＲを例示したが、自然沈殿法、砂ろ過、消毒などＭＢＲ以外の浄化装置を適用しても構わない。

また、前記の実施形態、変形形態の説明で使用した数値は一例を示したものであり、これらの数値に限定されるものではない。

符号の説明

[0060]	1	MBR (浄化装置)
	2	低圧RO膜 (第1のRO膜)
	3	UF膜
	4	高圧RO膜 (第2のO膜、第1のRO膜)
	5	攪拌槽 (攪拌装置)
	6	高圧RO膜 (第3のRO膜、第2のRO膜)
	34	動力回収装置 (第1の動力回収装置)
	36	動力回収装置 (第2の動力回収装置)
	44	動力回収装置 (第1の動力回収装置)
	46	動力回収装置 (第2の動力回収装置)
	S	淡水化システム (海水淡水化システム)
	s1、s3	工業用水
	s2	飲料水
	s3	工業用水
	s5b	UF膜透過海水 (処理水)
	s6	下水濃縮水 (第1の濃縮水)
	s7	海水濃縮水 (第2の濃縮水、第1の濃縮水)
	s9	ブライン (第3の濃縮水)
	s21	工業用水
	s22	MBR透過水 (処理水)
	s23	ブライン (第2の濃縮水)

請求の範囲

- [請求項1] 海水と下水とから工業用水と飲料水とを得るための海水淡水化システムであって、
- 前記下水を透過させて活性汚泥を除去し浄化する浄化装置と、
- 前記浄化装置を透過した透過水を透過させ、その塩分が第1の濃縮水に含まれ除去されるとともに工業用水を生成する第1のRO膜と、
- 前記海水を透過させて当該海水中の粒子を除去するUF膜と、
- 前記UF膜を透過した処理水を透過させ、当該処理水の塩分が第2の濃縮水に含まれ除去されるとともに飲料水を生成する第2のRO膜と、
- 前記第2のRO膜で除去された前記第2の濃縮水と前記第1のRO膜で除去された第1の濃縮水とが送られ攪拌される攪拌装置と、
- 前記攪拌装置で攪拌された混合液を透過させ、その塩分が第3の濃縮水に含まれ除去されるとともに工業用水を生成する第3のRO膜とを
- 具備することを特徴とする海水淡水化システム。
- [請求項2] 前記第2の濃縮水の圧力エネルギーを回収する第1の動力回収装置および前記第3の濃縮水の圧力エネルギーを回収する第2の動力回収装置のうちの少なくとも何れかを備えた
- ことを特徴とする請求項1に記載の海水淡水化システム。
- [請求項3] 海水と下水とから工業用水と飲料水とを得るための海水淡水化システムであって、
- 前記下水を透過させて活性汚泥を除去し浄化する浄化装置と、
- 前記海水を透過させて当該海水中の粒子を除去するUF膜と、
- 前記UF膜を透過した処理水を透過させ、当該処理水の塩分が第1の濃縮水に含まれ除去されるとともに飲料水を生成する第1のRO膜と、
- 前記第1のRO膜で除去された前記第1の濃縮水と前記浄化装置を

透過した処理水とが送られ攪拌される攪拌装置と、

前記攪拌装置で攪拌された混合液を透過させ、その塩分が第2の濃縮水に含まれ除去されるとともに工業用水を生成する第2のRO膜とを

具備することを特徴とする海水淡水化システム。

[請求項4] 前記第1の濃縮水の圧力エネルギーを回収する第1の動力回収装置および前記第2の濃縮水の圧力エネルギーを回収する第2の動力回収装置のうちの少なくとも何れかを備えた

ことを特徴とする請求項3に記載の海水淡水化システム。

[請求項5] 海水と下水とから工業用水と飲料水とを得るための海水淡水化方法であって、

前記下水を、浄化装置と第1のRO膜とを透過させて工業用水を生成し、

前記海水を、UF膜と第2のRO膜とを透過させて飲料水を生成し、

前記第1のRO膜で除去された第1の濃縮水と前記第2のRO膜で除去された前記第2の濃縮水とを混合した混合液を、第3のRO膜を透過させて工業用水を生成する

ことを特徴とする海水淡水化方法。

[請求項6] 前記第2のRO膜で除去された第2の濃縮水の圧力エネルギーおよび前記第3のRO膜で除去された第3の濃縮水の圧力エネルギーのうちの少なくとも何れかを回収する

ことを特徴とする請求項5に記載の海水淡水化方法。

[請求項7] 海水と下水とから工業用水と飲料水とを得るための海水淡水化方法であって、

前記下水を浄化装置に透過させて活性汚泥を除去して浄化し、

前記海水を、UF膜と第1のRO膜とを透過させて飲料水を生成し、

前記第 1 の R O 膜で除去された第 1 の濃縮水と前記浄化装置を透過した処理水とが混合された混合液を第 2 の R O 膜に透過させて工業用水を生成する

ことを特徴とする海水淡水化方法。

[請求項 8]

前記第 1 の濃縮水の圧力エネルギーおよび前記第 2 の R O 膜で除去された第 2 の濃縮水の圧力エネルギーのうちの少なくとも何れかを回収する

ことを特徴とする請求項 7 に記載の海水淡水化方法。