

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-169511

(P2013-169511A)

(43) 公開日 平成25年9月2日(2013.9.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 2 F 1/44 (2006.01)	C O 2 F 1/44 C	4 D 0 0 6
B O 1 D 61/10 (2006.01)	B O 1 D 61/10	4 D 0 3 4
B O 1 D 65/02 (2006.01)	B O 1 D 65/02	4 D 0 6 1
C O 2 F 1/46 (2006.01)	C O 2 F 1/46 Z	
B O 1 D 61/58 (2006.01)	B O 1 D 61/58	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2012-35016 (P2012-35016)
 (22) 出願日 平成24年2月21日 (2012.2.21)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100159651
 弁理士 高倉 成男
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 膜ろ過システム

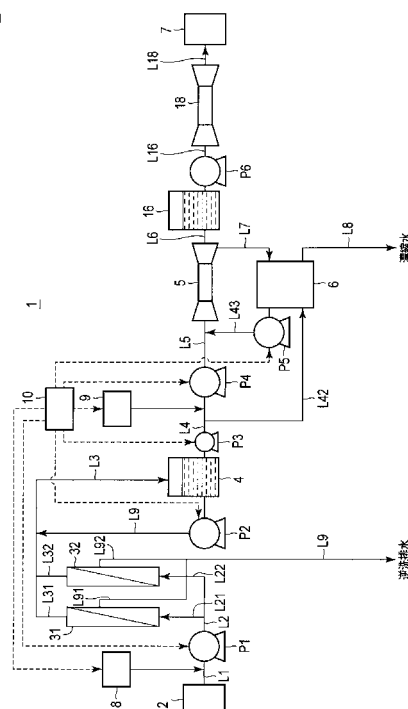
(57) 【要約】

【課題】RO膜モジュールの前段に設ける前処理膜モジュールの目詰まりを抑制することで膜モジュールの数を低減でき、システム全体をコンパクトにすることができる膜ろ過システムを提供する。

【解決手段】耐アルカリ性のろ過膜を有し、溶質および不溶性成分を含む原水をろ過して、原水から不溶性成分を除去する前処理膜モジュール31,32と、前処理膜モジュールからの前処理水をろ過して、前処理水から溶質を除去する逆浸透膜モジュール5と、前処理膜モジュールに供給される原水にアルカリ剤を注入するアルカリ剤注入装置8と、逆浸透膜モジュールに供給される前処理水にスケール抑制剤を注入するスケール抑制剤注入装置9と、を有する。

【選択図】 図1

図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

耐アルカリ性のろ過膜を有し、溶質および不溶解性成分を含む原水をろ過して、前記原水から前記不溶解性成分を除去する前処理膜モジュールと、

前記前処理膜モジュールからの前処理水をろ過して、前記前処理水から前記溶質を除去する逆浸透膜モジュールと、

前記前処理膜モジュールに供給される原水にアルカリ剤を注入するアルカリ剤注入装置と、

前記逆浸透膜モジュールに供給される前処理水にスケール抑制剤を注入するスケール抑制剤注入装置と、

を具備することを特徴とする膜ろ過システム。

10

【請求項 2】

前記逆浸透膜モジュールの膜を透過した生産水を一時的に貯留する生産水調整水槽と、

前記生産水調整水槽内の生産水を加温する加温設備と、

前記逆浸透膜モジュールから前記生産水調整水槽に生産水を供給するためのポンプを有する生産水利用ラインと、

前記前処理膜モジュールのろ過膜に付着した不溶解性成分を該ろ過膜から離脱させるために、前記加温設備により温められた生産水を前記生産水調整水槽から前記ろ過膜に供給するためのポンプを有する逆洗浄水供給ラインと、

をさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の膜ろ過システム。

20

【請求項 3】

前記逆浸透膜モジュールの膜を透過しない濃縮水を一時的に貯留する濃縮水調整水槽と、

、

前記濃縮水調整水槽内の濃縮水を加温する加温設備と、

前記動力回収装置から前記濃縮水調整水槽に供給される濃縮水が通流する濃縮水利用ラインと、

前記前処理膜モジュールのろ過膜に付着した不溶解性成分を該ろ過膜から離脱させるために、前記加温設備により温められた濃縮水を前記濃縮水調整水槽から前記ろ過膜に供給するためのポンプを有する逆洗浄水供給ラインと、

をさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の膜ろ過システム。

30

【請求項 4】

屋外に配置され、前記逆浸透膜モジュールの膜を透過しない濃縮水を一時的に貯留する屋外集熱槽と、

前記屋外集熱槽に取り付けられ、太陽光エネルギーを利用して前記屋外集熱槽内の濃縮水を加熱する太陽熱加熱器と、

前記動力回収装置から前記屋外集熱槽に供給される濃縮水が通流する濃縮水利用ラインと、

前記前処理膜モジュールのろ過膜に付着した不溶解性成分を該ろ過膜から離脱させるために、前記太陽熱加熱器により温められた濃縮水を前記屋外集熱槽から前記ろ過膜に供給するためのポンプを有する逆洗浄水供給ラインと、

をさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の膜ろ過システム。

40

【請求項 5】

前記前処理膜モジュールの物理洗浄に用いる手段として、前記逆浸透膜モジュールから排出される濃縮水を前記前処理膜モジュールに供給するための濃縮水供給ラインと、前記濃縮水供給ラインに設けられ、濃縮水の状態を調整する調整水槽と、をさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の膜ろ過システム。

【請求項 6】

前記前処理膜モジュールの膜によりろ過された前処理水を一時的に貯留する前処理水タンクと、

前記前処理膜モジュールから前記前処理水タンクに連通する第 1 の前処理水ラインを遮

50

断する第 1 の遮断弁と、

前記前処理水タンクから前記逆浸透膜モジュールに連通する第 2 の前処理水ラインを遮断する第 2 の遮断弁と、

前処理膜モジュールの出口に連通し、前記第 2 の遮断弁よりも下流側で前記第 1 の前処理水ラインと合流し、前処理膜モジュールからの前処理水を前記前処理水タンクを経由することなく前記逆浸透膜モジュールへ直送する直送ラインと、
を有することを特徴とする請求項 3 記載の膜ろ過システム。

【請求項 7】

前記前処理膜モジュールから排出される逆洗浄排水を受け、遠心分離作用を利用して前記逆洗浄排水に含まれる不溶性成分を沈殿させ、前記逆洗浄排水から不溶性成分を除去する高効率沈殿器と、

前記前処理膜モジュールから排出される逆洗浄排水を前記高効率沈殿器に送るための逆洗浄水調排出ラインと、

不溶性成分が除去された前記逆洗浄排水を原水ラインに戻すリターンラインと、
をさらに有することを特徴とする請求項 5 記載の膜ろ過システム。

【請求項 8】

前記逆浸透膜モジュールから排出される濃縮水からアルカリ剤を合成する電解処理装置と、

前記逆浸透膜モジュールから排出される濃縮水を前記電解処理装置に送水する濃縮水利用ラインと、

前記電解処理装置で合成されたアルカリ剤を前記電解処理装置から前記アルカリ剤注入装置に送るポンプを有するアルカリ剤供給ラインと、
をさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の膜ろ過システム。

【請求項 9】

溶質および不溶性成分を含む原水を収容する原水槽と、

前記原水槽からの原水をろ過し、前記原水から前記不溶性成分を除去するための耐アルカリ性のろ過膜を有する前処理膜モジュールと、

前記原水槽から前記前処理膜モジュールまでに設けられ、前記原水槽から前記前処理膜モジュールへ向けて原水を供給するためのポンプを有する原水ラインと、

前記前処理膜モジュールからの前処理水をろ過し、前記前処理水から前記溶質を除去するための逆浸透膜を有する逆浸透膜モジュールと、

前記前処理膜モジュールと前記逆浸透膜モジュールとの間に設けられ、前記前処理膜モジュールからの前処理水を一時的に溜めておく前処理水タンクと、

前記前処理膜モジュールから前記前処理水タンクまでに設けられ、前記前処理膜モジュールから前記前処理水タンクへ向けて前処理水を通流させる第 1 の前処理水ラインと、

前記前処理水タンクから前記逆浸透膜モジュールまでに設けられ、前記前処理水タンクから前記逆浸透膜モジュールへ向けて前処理水を供給するためのポンプを有する第 2 の前処理水ラインと、

前記逆浸透膜モジュールの逆浸透膜を透過した生産水を収容する生産水貯槽と、

前記逆浸透膜モジュールから前記生産水貯槽までに設けられ、前記逆浸透膜モジュールから前記生産水貯槽へ向けて生産水を通流させる生産水ラインと、

前記原水ラインを通流する原水にアルカリ剤を注入するアルカリ剤注入装置と、

前記第 2 の前処理水ラインを通流する前処理水にスケール抑制剤を注入するスケール抑制剤注入装置と、

前記前処理膜モジュールに洗浄水を供給するための逆洗浄水供給ラインと、

前記ろ過膜を洗浄した洗浄水を前記前処理膜モジュールから排出するための逆洗浄水排出ラインと、

を具備することを特徴とする膜ろ過システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

ここに記載する実施の形態は、イオンや塩類などの溶質を含む汽水、海水、地下水又は埋立地浸出水、産業廃水、などの水処理に適した膜ろ過システムに関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

イオンや塩類などの溶質を含む汽水、海水、地下水又は埋立地浸出水、産業廃水などから生活用水、工業用水、農業用水を得ることを目的として、これらの原水を逆浸透膜（ＲＯ膜）を用いてろ過する水処理が行なわれている。このような水処理を行なうために、ＲＯ膜モジュールを備えた膜ろ過システムが種々提案されている。

【 0 0 0 3 】

ＲＯ膜モジュールを備えた膜ろ過システムでは、例えば、海水をＲＯ膜モジュールに通して脱塩する前に、取水した海水中に含まれる濁質（砂、シルト、粘土など）、藻類、微生物、金属酸化物などの不溶解性成分を除去するために前処理を行う。前処理を行うことで、ＲＯ膜への汚濁負荷を低減し、ＲＯ膜の薬品洗浄頻度を長くし、長期間の安定的な運転が可能となる。

【 0 0 0 4 】

このような前処理として、精密ろ過膜（ＭＦ膜）及び限外ろ過膜（ＵＦ膜）などの膜モジュールを採用することが近時増加してきている。しかし、海水中の濁質、溶存有機物、微生物、微生物が放出する粘性の高い有機物、無機イオンなどが原因で膜表面や内部に汚れが蓄積し、膜の入口と出口の圧力差が徐々に増大し、処理流量の低下または原水供給ポンプの出力増大が生じる。こうした汚れの蓄積を回避するために、処理量を低く抑えたと、必要な膜モジュール数が増加して、システム全体に占める前処理機器のコストが高くなり、それに伴い建設コストも高くなるという問題がある。

【 0 0 0 5 】

そこで、コスト低減を図るために、可搬式のコンテナのなかにＲＯ膜モジュールと前処理膜モジュールを共に収容することが提案されている。これにより、２つの膜モジュールを限られた設置スペースに設置することが可能になる。

【 0 0 0 6 】

また、多孔板からなるオリフィスを有する膜ろ過装置を前処理装置としてＲＯ膜モジュールの前段に設けることで、凝集剤を注入する薬注ノズルの上流側および下流側にある混合撹拌槽を省略し、前処理装置の小型化を図ることが提案されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開2002-273423号公報

【 特許文献 2 】 特開2008-284452号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

しかし、原水中の濁質、溶存有機物、微生物、微生物が放出する粘性の高い有機物、無機イオンなどの濃度が高い場合には、短期間の運転で前処理膜モジュールが閉塞（目詰まり）するため、ろ過膜の逆洗浄や交換を頻繁に行なわなければならない、十分な生産水量を確保することができない。このため、従来のシステムでは消毒・殺菌および膜の目詰まり抑制を目的として次亜塩素酸ナトリウムを原水に注入するようにしているが、この次亜塩素酸ナトリウムはＲＯ膜を劣化させるため、高圧が負荷されるＲＯ膜が損傷する（最悪の場合は膜が破れる）おそれがある。このＲＯ膜の劣化・破壊防止のために、従来システムではＲＯ膜モジュールの直前に亜硫酸水素ナトリウムを注入し、亜硫酸水素ナトリウムにより次亜塩素酸ナトリウムを還元・中和するようにしている。このように従来システムにおいては多くの薬剤を添加することから、運転コストが増加するという問題がある。

【 0 0 0 9 】

また、原水が海水である場合は、海水からホウ素を十分に除去することを目的として、複数のＲＯ膜モジュールを直列に接続してなる多段ＲＯ膜システムを構築するため、単一の可搬式コンテナ内にＲＯ膜モジュールおよび前処理膜モジュールを収容することができず、システムが長大化するという問題がある。

【００１０】

本発明は上記の課題を解決するためになされたものであり、ＲＯ膜モジュールの前段に設ける前処理膜モジュールの目詰まりを抑制することで膜モジュールの数を低減でき、システムをコンパクトにすることができる膜ろ過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】

【００１１】

10

本発明に係る膜ろ過システムは、耐アルカリ性のろ過膜を有し、溶質および不溶解性成分を含む原水をろ過して、前記原水から前記不溶解性成分を除去する前処理膜モジュールと、前記前処理膜モジュールからの前処理水をろ過して、前記前処理水から前記溶質を除去する第１の逆浸透膜モジュールと、前記第１の逆浸透膜モジュールからの透過水をろ過して、前記透過水から前記溶質をさらに除去する第２の逆浸透膜モジュールと、前記前処理膜モジュールに供給される原水にアルカリ剤を注入するアルカリ剤注入装置と、前記第１の逆浸透膜モジュールに供給される前処理水にスケール抑制剤を注入するスケール抑制剤注入装置と、を具備することを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

20

【図１】第１の実施形態の膜ろ過システムを示す構成ブロック図。

【図２】膜圧力の経時変化を示す特性線図。

【図３】第２の実施形態の膜ろ過システムを示す構成ブロック図。

【図４】第３の実施形態の膜ろ過システムを示す構成ブロック図。

【図５】第４の実施形態の膜ろ過システムを示す構成ブロック図。

【図６】第５実施形態の膜ろ過システムを示す構成ブロック図。

【図７】第６の実施形態の膜ろ過システムを示す構成ブロック図。

【図８】第７の実施形態の膜ろ過システムを示す構成ブロック図。

【図９】第８の実施形態の膜ろ過システムを示す構成ブロック図。

【図１０】比較例の膜ろ過システムを示す構成ブロック図。

30

【発明を実施するための形態】

【００１３】

以下に種々の好ましい実施の形態を説明する。

【００１４】

(１)実施形態の膜ろ過システムは、耐アルカリ性のろ過膜を有し、溶質および不溶解性成分を含む原水をろ過して、前記原水から前記不溶解性成分を除去する前処理膜モジュール31,32と、前記前処理膜モジュールからの前処理水をろ過して、前記前処理水から前記溶質を除去する逆浸透膜モジュール5と、前記前処理膜モジュールに供給される原水にアルカリ剤を注入するアルカリ剤注入装置8と、前記逆浸透膜モジュールに供給される前処理水にスケール抑制剤を注入するスケール抑制剤注入装置9と、を有する。

40

【００１５】

上記システムでは、前処理ろ過膜モジュールにより原水から濁質（砂、シルト、粘土など）、藻類、微生物、金属酸化物などの不溶解性成分を除去する。膜ろ過による前処理を行うことで、後段のＲＯ膜にかかる汚濁負荷が軽減され、ＲＯ膜の薬品洗浄頻度が少なくなり、長期間の安定的な運転が可能となる。ここで、前処理膜モジュールに供給される直前の原水にアルカリ剤を注入し、前処理ろ過膜の目詰まりを抑制する。このアルカリ剤は、消毒・殺菌剤である次亜塩素酸ナトリウムの代用機能を有するため、従来の薬品使用量を削減することができる。また、原水にアルカリ剤を注入することにより、後段のＲＯ膜でホウ素などの溶質をろ過除去しやすくなり、ＲＯ膜による除去効率をさらに向上させることができる。アルカリ剤として、水酸化ナトリウム（NaOH）、水酸化カルシウム（Ca(O

50

H)₂)、炭酸ナトリウム (N₂CO₃) のいずれか又はこれらの 2 以上を組合せて用いることができる。

【 0 0 1 6 】

また、上記システムでは、逆浸透膜モジュールに供給される直前の前処理水にスケール抑制剤を注入し、炭酸カルシウム、硫酸カルシウム、炭酸マグネシウム、硫酸マグネシウムなどの無機物スケールが RO 膜に付着堆積するのを有効に抑制することができる。スケール抑制剤として、フロコン (BWA Water Additives社の製品名称Flocon) を用いることが好ましい。フロコンは、カルボン酸重合体を含み、膜表面に付着した炭酸カルシウム、硫酸カルシウム、硫酸バリウム、硫酸ストロンチウム、フッ化カルシウム等の無機化合物スケールを RO 膜から除去し、スケールの付着による RO 膜の劣化を有効に防止するスケール抑制剤である。RO 膜のプロセス条件や使用環境に応じてフロコン135、フロコン220、フロコン260、フロコン285、フロコン295Nなど種々のスケール抑制剤を用いることができる。

10

【 0 0 1 7 】

また、前処理膜モジュールに用いる耐アルカリ性のろ過膜としてポリテトラフルオロエチレン (PTFE) やポリエーテルスルホン (PES) などの材料を用いた MF 膜又は UF 膜を用いることができる。

【 0 0 1 8 】

このように本実施形態の膜ろ過システムでは、アルカリ剤の注入とスケール抑制剤の注入とを組み合わせることで、ろ過効率の向上を図るとともに、トータルでの前処理ろ過および RO 膜の寿命延長を図ることができる。

20

【 0 0 1 9 】

(2) 上記 (1) の膜ろ過システムにおいて、前記逆浸透膜モジュールの膜を透過した生産水を一時的に貯留する生産水調整水槽11と、前記生産水調整水槽内の生産水を加温する加温設備11hと、前記逆浸透膜モジュールから前記生産水調整水槽に生産水を供給するためのポンプP7を有する生産水利用ラインL10と、前記前処理膜モジュールのろ過膜に付着した不溶性成分を該ろ過膜から離脱させるために、前記加温設備により温められた生産水を前記生産水調整水槽から前記ろ過膜の表面に供給するためのポンプP8を有する逆洗浄水供給ラインL11,L31,L32と、をさらに有することが好ましい (図 3) 。

【 0 0 2 0 】

30

加温設備11hとしてヒートポンプを用いることが望ましい。ヒートポンプにより生産水調整水槽内の生産水を 3 9 以上に加温することが好ましく、さらに 6 0 以上 7 0 以下の範囲に加温することがより好ましい。3 9 以上に加温した生産水をろ過膜の表面に供給することで、不溶性成分をろ過膜から離脱させる効果は得られるが、6 0 以上 7 0 以下に加温した生産水をろ過膜の表面に供給すると、さらに殺菌効果が得られる。なお、温水の温度は高ければ高いほど殺菌効果が増すが、ろ過膜が受ける熱損傷を少なくするために上限値を 7 0 とする。

【 0 0 2 1 】

(3) 上記 (1) の膜ろ過システムにおいて、前記逆浸透膜モジュールの膜を透過しない濃縮水を一時的に貯留する濃縮水調整水槽12と、前記濃縮水調整水槽内の濃縮水を加温する加温設備12hと、前記動力回収装置6から前記濃縮水調整水槽に供給される濃縮水が通流する濃縮水利用ラインL8と、前記前処理膜モジュールのろ過膜の表面に付着した不溶性成分を該ろ過膜から離脱させるために、前記加温設備により温められた濃縮水を前記濃縮水調整水槽から前記ろ過膜に供給するためのポンプP9を有する逆洗浄水供給ラインL12,L31,L32と、をさらに有することが好ましい (図 4) 。

40

【 0 0 2 2 】

この実施形態でも、加温設備12hとしてヒートポンプを用いることが望ましい。ヒートポンプにより濃縮水調整水槽内の濃縮水を 3 9 以上に加温することが好ましく、さらに 6 0 以上に加温することがより好ましい。これにより上記と同様の効果が得られる。

【 0 0 2 3 】

50

(4) 上記(1)の膜ろ過システムにおいて、屋外に配置され、前記逆浸透膜モジュールの膜を透過しない濃縮水を一時的に貯留する屋外集熱槽12と、前記屋外集熱槽に取り付けられ、太陽光エネルギーを利用して前記屋外集熱槽内の濃縮水を加熱する太陽熱加熱器12sと、前記動力回収装置6から前記屋外集熱槽に供給される濃縮水が通流する濃縮水利用ラインL8と、前記前処理膜モジュールのろ過膜に付着した不溶性成分を該ろ過膜から離脱させるために、前記太陽熱加熱器により温められた濃縮水を前記屋外集熱槽から前記ろ過膜に供給するためのポンプP9を有する逆洗浄水供給ラインL12,L31,L32と、をさらに有することが好ましい(図5)。

【0024】

太陽熱加熱器12sは、太陽光エネルギーを利用する加熱機器であり、太陽光を受ける熱媒体と濃縮水を熱交換する熱交換方式の太陽熱温水器であってもよいし、太陽電池で発電した電気をを用いて濃縮水を加熱するヒータ加熱方式の太陽電池温水器であってもよい。室温より高い温度(39 以上、好ましくは60 以上70 以下)の温水(濃縮水)を用いてろ過膜を逆洗浄することにより、ろ過膜の表面に付着した不溶性成分付着物を効率よく剥離・除去することができる。

【0025】

(5) 上記(1)の膜ろ過システムにおいて、前記前処理膜モジュールの物理洗浄に用いる手段として、前記逆浸透膜モジュールから排出される濃縮水を前記前処理膜モジュールに供給するための濃縮水供給ラインと、前記濃縮水供給ラインに設けられ、濃縮水の状態を調整する調整水槽と、をさらに有することが好ましい(図6)。

【0026】

本実施形態によれば、調整水槽13において濃縮水を室温以上の温度(好ましくは39 以上、より好ましくは60 以上)に加温し、加温した濃縮水を前処理膜モジュールに供給してろ過膜を高効率で洗浄することができる。

【0027】

(6) 上記(3)の膜ろ過システムにおいて、前記前処理膜モジュールの膜によりろ過された前処理水を一時的に貯留する前処理水タンク4と、前記前処理膜モジュールから前記前処理水タンクに連通する第1の前処理水ラインL3を遮断する第1の遮断弁V1と、前記前処理水タンクから前記逆浸透膜モジュールに連通する第2の前処理水ラインL4を遮断する第2の遮断弁V2と、前処理膜モジュールの出口に連通し、前記第2の遮断弁V2よりも下流側で前記第2の前処理水ラインL4と合流し、前処理膜モジュールからの前処理水を前記前処理水タンク4を経由することなく前記逆浸透膜モジュール5へ直送する直送ラインL33と、をさらに有することが好ましい(図7)。

【0028】

上記システムでは、第1の遮断弁V1で第1の前処理水ラインL3を遮断するとともに、第2の遮断弁V2で第2の前処理水ラインL4を遮断し、前処理水タンク4を経由することなく直送ラインL33を介して前処理水を逆浸透膜モジュール5へ直送できるようにしている。直送ラインL33を設けることにより、前処理水タンク4の容量を小さくすることができる。さらに前処理水タンク4そのものを省略することも可能である。

【0029】

(7) 上記(5)の膜ろ過システムにおいて、前記前処理膜モジュールから排出される逆洗浄排水を受け、遠心分離作用を利用して前記逆洗浄排水に含まれる不溶性成分を沈殿させ、前記逆洗浄排水から不溶性成分を除去する高効率沈殿器14と、前記前処理膜モジュールから排出される逆洗浄排水を前記高効率沈殿器に送るための逆洗浄水調排出ラインL9と、不溶性成分が除去された前記逆洗浄排水を原水ラインL1に戻すリターンラインL14と、をさらに有することが好ましい(図8)。

【0030】

ろ過膜を逆洗浄した逆洗浄排水中には、多種多様な多量の不溶性成分が含まれている。このため、従来のシステムでは、逆洗浄排水を沈殿槽に長期間貯留し、不溶性成分を時間をかけて沈殿させている。しかし、本実施形態の膜ろ過システムでは、前処理ろ過膜

10

20

30

40

50

モジュールから逆洗浄排水を高効率沈殿器14へ送り、高効率沈殿器14において逆洗浄排水から不溶性成分を短時間のうちに効率良く固液分離し、不溶性成分を除去した逆洗浄排水をリターンラインL14を介して原水ラインL1に戻して、原水とともに前処理膜モジュールへ送り、膜ろ過するようにしている。このように高効率沈殿器14において時間を掛けずに迅速に逆洗浄排水を固液分離することが可能になる。なお、高効率沈殿器14として液体サイクロンを用いることができる。

【0031】

(8) 上記(1)の膜ろ過システムにおいて、前記第1の逆浸透膜モジュールから排出される濃縮水からアルカリ剤を合成する電解処理装置15と、前記第1の逆浸透膜モジュールから排出される濃縮水を前記電解処理装置に送水する濃縮水利用ラインL8と、前記電解処理装置で合成されたアルカリ剤を前記電解処理装置15から前記アルカリ剤注入装置8に送るポンプP11を有するアルカリ剤供給ラインL15と、をさらに有することが好ましい(図9)。

10

【0032】

上記システムでは、RO膜モジュールから排出される濃縮水を電解処理装置15により電気分解し、 Na^+ や Ca^+ のような陽イオンを含むアルカリ溶液を生成する。このようにして生成したアルカリ溶液をアルカリ剤としてアルカリ剤供給ラインL15を介してアルカリ剤注入装置へ送る。そして、このアルカリ剤をアルカリ剤注入装置から原水ラインL1を流れる原水に注入し、ろ過膜のファウリング抑制および消毒・殺菌を行なうことができる。

【0033】

20

(9) 実施形態の膜ろ過システムは、(a)溶質および不溶性成分を含む原水を収容する原水槽2と、(b)前記原水槽からの原水をろ過し、前記原水から前記不溶性成分を除去するための耐アルカリ性のろ過膜を有する前処理膜モジュール31,32と、(c)前記原水槽から前記前処理膜モジュールまでに設けられ、前記原水槽から前記前処理膜モジュールへ向けて原水を供給するためのポンプP1を有する原水ラインL1,L2,L21,L22と、(d)前記前処理膜モジュールからの前処理水をろ過し、前記前処理水から前記溶質を除去するための逆浸透膜を有する逆浸透膜モジュール5と、(e)前記前処理膜モジュールと前記逆浸透膜モジュールとの間に設けられ、前記前処理膜モジュールからの前処理水を一時的に溜めておく前処理水タンク4と、(f)前記前処理膜モジュールから前記前処理水タンクまでに設けられ、前記前処理膜モジュールから前記前処理水タンクへ向けて前処理水を通流させる第1の前処理水ラインL31,L32,L3と、(g)前記前処理水タンクから前記逆浸透膜モジュールまでに設けられ、前記前処理水タンクから前記逆浸透膜モジュールへ向けて前処理水を供給するためのポンプP3を有する第2の前処理水ラインL4,L5と、(h)前記逆浸透膜モジュールの逆浸透膜を透過した生産水を収容する生産水貯槽7と、(i)前記逆浸透膜モジュールから前記生産水貯槽までに設けられ、前記逆浸透膜モジュールから前記生産水貯槽へ向けて生産水を通流させる生産水ラインL6と、(j)前記原水ラインを通流する原水にアルカリ剤を注入するアルカリ剤注入装置8と、(k)前記第2の前処理水ラインを通流する前処理水にスケール抑制剤を注入するスケール抑制剤注入装置9と、(l)前記前処理膜モジュールに洗浄水を供給するための逆洗浄水供給ラインL9と、(m)前記ろ過膜を洗浄した洗浄水を前記前処理膜モジュールから排出するための逆洗浄水排出ラインL91,L92,L93と、を有する。

30

40

【0034】

本実施形態の膜ろ過システムでは、アルカリ剤の注入とスケール抑制剤の注入とを組み合わせることで、ろ過効率の向上を図ることができ、前処理用ろ過膜および逆浸透膜ともに寿命を延長させることができる。

【0035】

以下、添付の図面を参照して種々の好ましい実施の形態を説明する。

【0036】

(第1の実施形態)

図1に示すように、第1の実施形態の膜ろ過システム1は、原水槽2、原水ポンプP1、2つの前処理膜モジュール31,32、前処理水タンク4、送水ポンプP3、高圧ポンプP

50

4、高圧逆浸透膜モジュール5、調整水槽16、加圧ポンプP6、低圧逆浸透膜モジュール18および生産水貯槽7を備えている。これらの装置や機器は、主要ラインL1～L6に沿って上流側から順に直列に配置されている。

【0037】

さらに、膜ろ過システム1は、周辺付帯設備としてアルカリ剤注入装置8、スケール抑制剤注入装置9、洗浄ポンプP2、動力回収装置6、ブースターポンプP5、制御器10および各種のバルブ、センサ、ヒータ（図示せず）を備えている。

【0038】

制御器10は、図示しない各種センサから入力される検出信号とデータベースから随時呼び出すプロセスデータとに基づいて必要な制御量を求め、求めた制御量に対応する制御信号を各種の注入装置8,9、ポンプP1-P6、バルブ、ヒータの電源回路にそれぞれ送ることにより、膜ろ過システム1の全体を統括的に制御するようになっている。

10

【0039】

原水槽2は、図示しない海中に延び出すラインを介して揚水ポンプ（図示せず）の駆動により海中から汲み上げられた海水を原水として収容している。原水槽2にはポンプP1を有する原水ラインL1, L2が接続され、原水ポンプP1の駆動によりラインL1, L2を通して原水槽2から2つの前処理膜モジュール31,32に原水が所定の圧力で圧送されるようになっている。

【0040】

2つの前処理膜モジュール31,32は、入口がラインL2から分岐する並列ラインL21,L22にそれぞれ接続され、出口がラインL3に合流する並列ラインL31,L32にそれぞれ接続されている。前処理膜モジュール31,32の各々は、内部を一次側（入口側）と二次側（出口側）とに仕切る複数の中空系で構成される精密ろ過膜（MF膜）または限外ろ過膜（UF膜）を内蔵している。本実施形態では、耐アルカリ性の前処理膜として、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）又はポリエーテルスルホン（PES）からなるMF膜又はUF膜を用いた。

20

【0041】

前処理膜モジュール31,32の一次側には原水ラインL21,L22および逆洗浄水調排出ラインL91,L92がそれぞれ連通している。原水は、原水ラインL21,L22を通して前処理膜モジュール31,32内にそれぞれ導入され、MF膜またはUF膜を透過し、砂、シルト、粘土、藻類、微生物、金属酸化物などの不溶解性成分が除去された前処理水として前処理水ラインL31,L32を通して前処理水タンク4に送られるようになっている。

30

【0042】

また、前処理膜モジュール31,32の二次側には、前処理水ラインL31,L32および逆洗浄水供給ラインL9がそれぞれ連通している。逆洗浄水供給ラインL9は、洗浄ポンプP2を介して前処理水タンク4に接続されている。洗浄ポンプP2の駆動により前処理水タンク4からの前処理水がラインL9→L31,L32を通して各前処理膜モジュール31,32の二次側に供給され、MF膜またはUF膜が逆洗浄され、逆洗浄水調排出ラインL91,L92→L9を通して排出されるようになっている。

【0043】

アルカリ剤注入装置8は、水酸化ナトリウム（NaOH）のようなアルカリ剤を収容する容器と、この容器の出口に接続され、原水ポンプP1よりも上流側の原水ラインL1に連通する注入流路と、この注入流路に設けられた流量制御弁とを備えている。アルカリ剤注入装置8の流量制御弁は、制御器10により動作が制御されるようになっている。

40

【0044】

前処理水タンク4は、前処理膜モジュール3で膜ろ過された前処理水を収容するための貯水槽である。前処理水タンク4の出口は、ポンプP3を有する送水ラインL4に接続されている。

【0045】

高圧ポンプP4は、前処理水タンク4からの前処理水を所定の高圧力（例えば6 MPa）で高圧RO膜モジュール5に供給するために高圧ラインL5に取り付けられている。高圧

50

ポンプ P 4 には往復ポンプや渦巻きポンプなど各種タイプのポンプを用いることができる。

【 0 0 4 6 】

スケール抑制剤注入装置 9 は、スケール抑制剤を収容する容器と、この容器の出口に接続され、送水ポンプ P 3 と高圧ポンプ P 4 との間のライン L 4 に連通する注入流路と、この注入流路に設けられた流量制御弁とを備えている。スケール抑制剤注入装置 9 の流量制御弁は、制御器 1 0 により動作が制御されるようになっている。なお、本実施形態ではスケール抑制剤としてフロコン135 (BWA Water Additives社の製品名称) を使用した。

【 0 0 4 7 】

制御器 1 0 は、図示しないセンサから検出信号が入力されると、データベースから必要なプロセスデータと呼び出し、呼び出したプロセスデータと入力信号とに基づいてアルカリ剤注入量およびスケール抑制剤注入量をそれぞれ求め、求めたアルカリ剤注入量およびスケール抑制剤注入量に対応する制御信号をアルカリ剤注入装置 8 およびスケール抑制剤注入装置 9 の駆動電源回路にそれぞれ送るようになっている。すなわち、制御器 1 0 がアルカリ剤注入装置 8 の流量制御弁の駆動電源回路に制御信号を送ると、弁体の開度が調整され、所望量のアルカリ剤が原水ポンプ P 1 の吸い込み側のライン L 1 に注入されるようになっている。また、制御器 1 0 がスケール抑制剤注入装置 9 の流量制御弁の駆動電源回路に制御信号を送ると、弁体の開度が調整され、所望量のスケール抑制剤が高圧ポンプ P 4 の吸い込み側のライン L 4 に注入されるようになっている。

10

【 0 0 4 8 】

高圧 R O 膜モジュール 5 は、内部を一次側と二次側とに仕切る R O 膜を内蔵している。本実施形態では、R O 膜としてポリアミド系の逆浸透膜を用いた。

20

【 0 0 4 9 】

高圧 R O 膜モジュール 5 の一次側には、高圧ライン L 5 およびブライン排出ライン L 7 がそれぞれ接続されている。高圧 R O 膜モジュール 5 の二次側には、透過水ライン L 6 が接続されている。

【 0 0 5 0 】

送水ライン L 4 は 2 つに分岐している。すなわち、高圧ポンプ P 4 を経由して高圧ライン L 5 に直接連通する主要ライン L 4 と、主要ライン L 4 から分岐して動力回収装置 6 およびブースターポンプ P 5 を経由して高圧ライン L 5 に迂回して連通する圧力伝達ライン L42,L43とに分岐している。この圧力伝達ライン L42,L43は、動力回収装置 7 の容積式ポンプのチャンバに連通しており、図示しないピストンに前処理水からの圧力を伝達するためのラインである。下流側の圧力伝達ライン L43は、高圧 R O 膜モジュール 5 の一次側に動力回収装置 6 からの回収圧力を伝達するために、高圧ライン L 5 に合流している。この下流側の圧力伝達ライン L43にはブースターポンプ P 5 が設けられている。ブースターポンプ P 5 は、動力回収装置 6 による回収圧力の不足分の圧力を補うものであり、動力回収装置 6 で必要十分な圧力を回収できる場合は省略してもよい任意の機器である。

30

【 0 0 5 1 】

高圧 R O 膜モジュール 5 の一次側からの濃縮水排出ライン L 7 が動力回収装置 6 の 4 ポート切替弁 (図示せず) に連通している。この濃縮水排出ライン L 7 は、高圧 R O 膜モジュール 5 の一次側から排出される濃縮水 (ブライン) を動力回収装置 6 に導き、ブラインが保有する高い圧力 (約 5.8 MPa) が動力回収装置 7 の容積式ポンプのピストンに伝達されるようになっている。

40

【 0 0 5 2 】

調整水槽 16 は、高圧 R O 膜モジュール 5 からの透過水を一時的に溜めておき、必要に応じて加圧ポンプ P 6 の駆動により透過水を低圧 R O 膜モジュール 18 に送るものである。

【 0 0 5 3 】

低圧 R O 膜モジュール 18 は、内部を一次側と二次側とに仕切る R O 膜を内蔵している。低圧 R O 膜モジュール 18 の一次側は、加圧ポンプ P 6 を有する圧送ライン L16 を介して調整水槽 16 に接続されるとともに、図示しない濃縮水排出ラインにも接続されている。また

50

、低圧RO膜モジュール18の二次側は、生産水ラインL18を介して生産水貯槽7に接続されている。

【0054】

生産水貯槽7は、低圧RO膜モジュール18のRO膜を透過してホウ素などの溶質が除去された生産水を一時的に貯留しておくための貯槽である。生産水貯槽7の出口は、図示しない後工程のラインや機器に接続されている。

【0055】

次に、本実施形態の作用を説明する。

【0056】

原水ポンプP1の駆動により前処理膜装置31,32に同時に又は交互に原水（海水）を供給し、ろ過膜により原水から不溶解性成分を除去する前処理を行なう。得た前処理水を前処理水タンク4に一時的に貯留する。その後、送水ポンプP3と高圧ポンプP4をそれぞれ起動し、これらのポンプ駆動により前処理水を高圧な状態（6MPa程度）まで昇圧して高圧RO膜モジュール5の一次側へ押し込む。高圧RO膜モジュール5のRO膜により原水に含まれるイオンや塩類などの溶質を除去する。高圧RO膜モジュール5で分離した溶質は濃縮水とともに排水される。この排出濃縮水は高圧（5.8 MPa程度）であるので、その圧力エネルギーの一部を動力回収装置6により回収し、回収圧力エネルギーを前処理水の圧送に利用する。

10

【0057】

高圧RO膜モジュール5を透過した前段透過水を調整水槽16に溜め、調整水槽16内の水位が所定の高さを超えると、加圧ポンプP6を起動し、ポンプ駆動により調整水槽16から低圧RO膜モジュール18に前段透過水を圧送する。低圧RO膜モジュール18のRO膜により前段透過水に含まれるホウ素などの溶質を除去する。低圧RO膜モジュール18のRO膜を透過した後段透過水、すなわち生産水をラインL18を介して生産水貯槽7に送る。このようにして飲料可能な程度に溶質が除去された淡水を生産水として得ることができる。

20

【0058】

ところで、本実施形態の膜ろ過システムを運転し続けると、前処理膜モジュール31,32のろ過膜（MF膜またはUF膜）に種々の異物が付着して目詰まりを生じるため、ろ過膜を逆洗浄して付着物を除去する必要がある。すなわち、使用開始の初期の段階では低いポンプ供給圧力（膜圧力）で原水がろ過膜を透過することができるが、時間の経過とともに原水からの不溶解性成分の除去効率が低下し、徐々に原水がろ過膜を透過しうる膜圧力が増加していき、ろ過膜が耐えられる耐用圧力に徐々に接近していく。もし膜圧力が耐用圧力を超えとろ過膜が損傷する（破れる）ので、耐用圧力よりも低い運転圧力を設定し、その設定運転圧力で膜ろ過処理を管理する必要がある。しかし、オンラインで膜圧力をリアルタイムに検出することは可能ではあるが、圧力の検出を長期間にわたり高精度に行なうことは運転コストを増加させてしまうため実用的ではない。

30

【0059】

そこで、例えば図2に示すように、N回の膜ろ過処理ごとに1回逆洗浄処理することを予め決めておき、入口（供給側）と出口（生産水側）との膜差圧Pがろ過膜の耐用圧力を超えないように運転を管理するようにする。ここでN回は、経験的に導き出された経験値またはコンピュータシミュレーションを用いて導き出される模擬試験値である。例えばNを30と設定し、30回の膜ろ過処理ごとに1回の逆洗浄処理を実施することができる。なお、処理回数を閾値とする代わりに、処理開始からの経過時間を閾値として逆洗浄処理を行うようにしてもよい。例えば図2に示すように処理開始から経過した時間が所定の時間t1を超えたときに逆洗浄処理を行う。

40

【0060】

前処理膜モジュール31,32のろ過膜を逆洗浄する時には、逆洗浄ポンプP2の駆動により前処理水タンク4から逆洗浄水供給ラインL9を介して前処理水を前処理膜モジュール31,32へ送り、前処理水によりろ過膜の表面に付着した不溶解性成分を離脱させる。この逆洗浄プロセスにおいてろ過膜から離脱した不溶解性成分は逆洗浄排水としてラインL91,L9

50

2を通過して排出される。

【0061】

以下に本実施形態の効果を述べる。

【0062】

従来のシステムでは、消毒・殺菌および膜の目詰まり抑制を目的として次亜塩素酸ナトリウムを注入しているが、次亜塩素酸ナトリウムはRO膜を劣化させる（膜の強度を低下させて膜が破れやすくなる）ことから、RO膜モジュールの直前において次亜塩素酸ナトリウムを還元するために亜硫酸水素ナトリウムを注入する。すなわち、従来システムではRO膜の上流側ラインにおいて被処理水に2種類の薬剤を注入している。

【0063】

これに対して本実施形態のシステムでは、前処理膜モジュールに耐アルカリ性のろ過膜を用いることで、前処理膜モジュールの上流側ラインにおいて被処理水に消毒・殺菌剤として（次亜塩素酸ナトリウムの代わりに）アルカリ剤のみを注入する。これにより還元剤である亜硫酸水素ナトリウムの注入を不要とし、薬品コストを低減することができる。

【0064】

さらに本実施形態では、原水にアルカリ剤を注入することにより、1段目のRO膜モジュールでホウ素を除去することも可能になることから、通常2段のRO膜モジュールで構成していたシステムを1段のRO膜モジュールで構成するシステムにする可能性が示唆され、装置コストおよびランニングコストをさらに低減できる可能性があることを見出した。また、アルカリ剤の注入と併せてスケール抑制剤を注入することで、カルシウム系やマグネシウム系などのスケールの発生を抑制することができる。

【0065】

本実施形態によれば、システムの小型化が可能となり、機器コストや建設コストなどのイニシャルコストを低減することができる。

【0066】

（比較例）

図10を参照して比較例として従来の膜ろ過システムを説明する。なお、比較例の従来システムが上記実施形態のシステムと共通する部分の説明は省略する。

【0067】

比較例の膜ろ過システム100は、消毒剤注入装置21、凝集剤注入装置22、酸注入装置23、還元剤注入装置24、およびアルカリ剤注入装置25のように多くの薬剤注入装置を備えている。

【0068】

このように比較例の膜ろ過システム100では、付帯設備として多数の薬剤注入装置を備えているので、薬剤コストがかさみ、運転コストが増大する。

【0069】

（第2の実施形態）

図3を参照して第2の実施形態に係る膜ろ過システムを説明する。なお、本実施形態が上記の実施形態と重複する部分の説明は省略する。

【0070】

本実施形態の膜ろ過システム1Aでは、前処理膜モジュールのろ過膜の物理洗浄（逆洗浄）に用いる洗浄水として、前処理水に代えて生産水を用いる点が異なる。ここで生産水とは、RO膜により溶質が除去された透過水のことをいう。膜ろ過システム1Aは、生産水調整水槽11、ヒートポンプ11h、生産水利用ラインL10および逆洗浄水供給ラインL11をさらに備えている。

【0071】

生産水調整水槽11は、高圧RO膜モジュール5からの生産水の一部を一時的に溜めておくための貯槽である。この生産水調整水槽11には加温設備としてのヒートポンプ11hが設けられ、貯留した生産水を所望の温度（例えば35 以上あるいは60 以上）に加熱するようになっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

生産水利用ラインL10は、ポンプP7を有し、切替弁（図示せず）により生産水ラインL6から分岐され、生産水調整水槽11に接続されている。切替弁を切り替え、ポンプP7を駆動させると、高圧RO膜モジュール5からの生産水がラインL6,L10を通して生産水調整水槽11に流入するようになっている。

【 0 0 7 3 】

逆洗浄水供給ラインL11は、ポンプP8を有し、逆洗浄水供給ラインL9に接続され、さらに前処理膜モジュール31,32の二次側に連通している。ポンプP8を駆動させると、生産水調整水槽11からの生産水がラインL11から逆洗浄水供給ラインL9に流入し、前処理膜モジュール31,32の二次側に流れ込み、ろ過膜を逆洗浄した後に逆洗浄水調排出ラインL91,L92,L93を通して各モジュール31,32から排出されるようになっている。 10

【 0 0 7 4 】

次に、本実施形態の作用を説明する。

【 0 0 7 5 】

原水から生産水を製造するときの定常運転（膜ろ過処理のための運転）については上述したので、ここではろ過膜を逆洗浄するときの非定常運転（逆洗浄処理のための運転）に限定して説明することとする。

【 0 0 7 6 】

制御器10は、図示しないセンサから入力される検出信号とデータベースから随時呼び出すプロセスデータとに基づいて各ポンプ、バルブ、ヒータに信号を送り、それらの動作をそれぞれ制御する。制御器10は、図示しない切替弁を切り替えてラインL10をラインL6に連通させ、ポンプP7を駆動させると、高圧RO膜モジュール5からの生産水がラインL6,L10を通して生産水調整水槽11に流入し、所定量の生産水が生産水調整水槽11内に貯留される。ポンプP7の駆動による生産水調整水槽11への生産水の送水は、生産水調整水槽11内の生産水の貯留量が所定の閾値に到達するまで続けられる。 20

【 0 0 7 7 】

一方、制御器10は、膜ろ過処理の処理回数をカウントし、そのカウント数Nが30回となったときに、ポンプP1,P2,P3,P4,P5の駆動をすべて停止させ、逆洗浄ポンプP8を起動させる。ポンプP8を駆動させると、ヒートパイプ11hで加温された生産水が生産水調整水槽11からラインL11を通して逆洗浄水供給ラインL9に流入し、さらに前処理膜モジュール31,32の二次側に流れ込み、ろ過膜を逆洗浄した後に逆洗浄水調排出ラインL91,L92,L93を通して各モジュール31,32から排出される。この逆洗浄処理の所要時間 t_1-t_2 は約30秒から1分間までである。ポンプP8を停止し、逆洗浄処理を終了させた後に、ポンプP1,P2,P3,P4,P5をそれぞれのタイミングで起動し、膜ろ過処理のための定常運転を再開する。 30

【 0 0 7 8 】

以下に本実施形態の効果を述べる。

【 0 0 7 9 】

本実施形態によれば、加温した温水（生産水）を用いてろ過膜を逆洗浄することにより、洗浄効率が向上し、膜の差圧上昇を抑えることが可能となる。このため、従来システムと比べて膜ろ過処理の処理速度を向上させることができる。 40

【 0 0 8 0 】

また、本実施形態によれば、従来システム100と比べて前処理用のろ過膜の面積を低減でき、中空糸ろ過膜の本数を削減することが可能となる。さらに、本実施形態によれば、薬品コストを低減することが可能となる。

【 0 0 8 1 】

（第3の実施形態）

図4を参照して第3の実施形態に係る膜ろ過システムを説明する。なお、本実施形態が上記の実施形態と重複する部分の説明は省略する。

【 0 0 8 2 】

本実施形態の膜ろ過システム1Bでは、前処理膜モジュールのろ過膜の物理洗浄（逆洗 50

浄)に用いる洗浄水として、前処理水や生産水に代えて濃縮水を用いる点異なる。膜ろ過システム1Bは、濃縮水調整水槽12、ヒートポンプ12h、濃縮水利用ラインL8および逆洗浄水供給ラインL12をさらに備えている。

【0083】

濃縮水調整水槽12は、動力回収装置6からの排出濃縮水を一時的に溜めておくための貯槽である。この濃縮水調整水槽12には加温設備としてのヒートポンプ12hが設けられ、貯留した濃縮水を所望の温度(例えば35以上あるいは60以上)に加熱するようになっている。

【0084】

濃縮水利用ラインL8は、動力回収装置6から動力回収後の濃縮水が排出されるラインを兼ねており、濃縮水調整水槽12に接続されている。濃縮水は、ポンプ駆動に依存することなく、動力回収装置6からの排出圧力のみで濃縮水調整水槽12へ送られるようになっている。

10

【0085】

逆洗浄水供給ラインL12は、ポンプP9を有し、逆洗浄水供給ラインL9に接続され、さらに前処理膜モジュール31,32の二次側に連通している。ポンプP9を駆動させると、濃縮水調整水槽12からの濃縮水がラインL12から逆洗浄水供給ラインL9に流入し、前処理膜モジュール31,32の二次側に流れ込み、ろ過膜を逆洗浄した後に逆洗浄水調排出ラインL91,L92,L93を通して各モジュール31,32から排出されるようになっている。

【0086】

20

次に、本実施形態の作用を説明する。

【0087】

制御器10は、膜ろ過処理の処理回数をカウントし、そのカウント数Nが30回となったときに、ポンプP1,P2,P3,P4,P5の駆動をすべて停止させ、逆洗浄ポンプP9を起動させる。ポンプP9を駆動させると、ヒートパイプ12hで加温された濃縮水が濃縮水調整水槽12からラインL12を通して逆洗浄水供給ラインL9に流入し、さらに前処理膜モジュール31,32の二次側に流れ込み、ろ過膜を逆洗浄した後に逆洗浄水調排出ラインL91,L92,L93を通して各モジュール31,32から排出される。さらに、制御器10は、ポンプP9を停止し、逆洗浄処理を終了させた後に、ポンプP1,P2,P3,P4,P5をそれぞれのタイミングで起動し、膜ろ過処理のための定常運転を再開する。

30

【0088】

以下に本実施形態の効果を述べる。

【0089】

本実施形態の膜ろ過システムは、加温した温水(濃縮水)を用いてろ過膜を逆洗浄することにより、洗浄効率が向上し、膜の差圧上昇を抑えることが可能となる。このため、従来システムと比べて膜ろ過処理の処理速度を向上させることができる。

【0090】

また、本実施形態によれば、従来システム100では系外排出していた濃縮水を系内で再利用することにより、濃縮水の系外排出量を削減できる。

【0091】

40

(第4の実施形態)

図5を参照して第4の実施形態に係る膜ろ過システムを説明する。なお、本実施形態が上記の実施形態と重複する部分の説明は省略する。

【0092】

本実施形態の膜ろ過システム1Cでは、前処理膜モジュールのろ過膜の物理洗浄に用いる洗浄水として濃縮水を貯留するために屋外集熱槽12を用いる点と、貯留した濃縮水を加温する加温設備として太陽熱加熱器12sを用いる点とが異なる。膜ろ過システム1Cは、屋外集熱槽12、太陽熱加熱器12s、濃縮水利用ラインL8および逆洗浄水供給ラインL12をさらに備えている。屋外集熱槽12は、日当たりの良い屋外に配置され、動力回収装置6からの排出濃縮水を一時的に溜めておくための貯槽である。この屋外集熱槽12の上部には加温

50

設備としての太陽熱加熱器12sが取り付けられ、貯留した濃縮水を所望の温度（例えば35以上あるいは60以上）に加熱するようになっている。太陽熱加熱器12sは、太陽光エネルギーを利用する加熱機器であり、太陽光を受ける熱媒体と濃縮水を熱交換する熱交換方式の太陽熱温水器であってもよいし、太陽電池で発電した電気をを用いて濃縮水を加熱するヒータ加熱方式の太陽電池温水器であってもよい。

【0093】

次に、本実施形態の作用を説明する。

【0094】

制御器10は、膜ろ過処理の処理回数をカウントし、そのカウント数Nが30回となったときに、ポンプP1,P2,P3,P4,P5の駆動をすべて停止させ、逆洗浄ポンプP9を起動させる。ポンプP9を駆動させると、太陽熱加熱器12sで加温された濃縮水が屋外集熱槽12からラインL12を通過して逆洗浄水供給ラインL9に流入し、さらに前処理膜モジュール31,32の二次側に流れ込み、ろ過膜を逆洗浄した後に逆洗浄水調排出ラインL91,L92,L93を通過して各モジュール31,32から排出される。さらに、制御器10は、ポンプP9を停止し、逆洗浄処理を終了させた後に、ポンプP1,P2,P3,P4,P5をそれぞれのタイミングで起動し、膜ろ過処理のための定常運転を再開する。

10

【0095】

以下に本実施形態の効果を述べる。

【0096】

本実施形態によれば、洗浄水を加温するための熱源として太陽光という自然エネルギーを利用する屋外集熱槽を用いるため、従来システム100に比べてランニングコストの低減が可能となる。

20

【0097】

（第5の実施形態）

図6を参照して第5の実施形態に係る膜ろ過システムを説明する。なお、本実施形態が上記の実施形態と重複する部分の説明は省略する。

【0098】

本実施形態の膜ろ過システム1Dでは、逆浸透膜モジュール5から排水された濃縮水を前処理膜モジュール31,32の出口側に送水するための逆洗浄水供給ラインL13と、濃縮水を貯蔵するための調整水槽13と、調整水槽13から前処理膜モジュール出口へ濃縮水を送水するための濃縮水送水ポンプP9とを有する点が異なる。この調整水槽13は、濃縮水を室温以上の温度（例えば39～60）に加温するヒータ機能を内蔵している。

30

【0099】

次に、本実施形態の作用を説明する。

【0100】

制御器10は、膜ろ過処理の処理回数をカウントし、そのカウント数Nが30回となったときに、ポンプP1,P2,P3,P4,P5の駆動をすべて停止させ、逆洗浄ポンプP9を起動させる。ポンプP9を駆動させると、濃縮水が調整水槽13からラインL13を通過して逆洗浄水供給ラインL9に流入し、さらに前処理膜モジュール31,32の二次側に流れ込み、ろ過膜を逆洗浄した後に逆洗浄水調排出ラインL91,L92,L93を通過して各モジュール31,32から排出される。さらに、制御器10は、ポンプP9を停止し、逆洗浄処理を終了させた後に、ポンプP1,P2,P3,P4,P5をそれぞれのタイミングで起動し、膜ろ過処理のための定常運転を再開する。

40

【0101】

以下に本実施形態の効果を述べる。

【0102】

本実施形態によれば、従来システム100では逆浸透膜モジュールから生じた濃縮水を排水として捨てていたが、これを洗浄水として再利用することで排水される濃縮水量が削減できる。

【0103】

また、洗浄水に室温以上の温度に加温した濃縮水を利用するため、洗浄効率がさらに向

50

上する。また、前処理回収率を100%とすることが可能となり、イニシャルコストを削減できる。

【0104】

(第6の実施形態)

図7を参照して第6の実施形態に係る膜ろ過システムを説明する。なお、本実施形態が上記の実施形態と重複する部分の説明は省略する。

【0105】

本実施形態の膜ろ過システム1Eでは、前処理水タンク4の入口側ラインL3に設けた第1のバルブV1と、前処理水タンク4の出口側ラインL4に設けた第2のバルブV2と、前処理水タンク4を経由することなく前処理膜モジュール31,32の出口から高圧ポンプP4の直ぐ上流に前処理水を直送する直送ラインL33と、を有する点が上記の実施形態と異なる。

10

【0106】

前処理膜モジュール31,32から高圧ポンプP4の吸込み側までの間に直送ラインL33が設けられている。直送ラインL33は、第1及び第2の前処理膜モジュール31,32から出てくる前処理水を集め、高圧ポンプP4の上流ラインL4においてバルブV2より下流で、かつ上流ラインL4から圧力伝達ラインL42が分岐する分岐点より上流のところに前処理水を直送するものである。すなわち、第1及び第2のバルブV1, V2を閉じた状態として前処理水タンク4を通ることなく、前処理水を前処理膜モジュール31,32から直送ラインL33を介して高圧ポンプP4の上流ラインL4に直送するようになっている。

20

【0107】

次に、本実施形態の作用を説明する。

【0108】

制御器10は、第1及び第2のバルブV1, V2をとともに閉じさせ、ポンプP1を起動させ、原水槽2から前処理膜モジュール31,32に向けて原水を供給させ、原水ラインL1を流れる原水に対してアルカリ剤供給装置8から適量のアルカリ剤を注入させる。アルカリ剤が注入された原水は、前処理膜モジュール31,32により不溶解性成分が分離除去されて前処理水となる。この前処理水は、前処理水タンク4を通ることなく、前処理膜モジュール31,32から直送ラインL33を通して高圧ポンプP4の上流ラインL4に直送される。

【0109】

以下に本実施形態の効果を述べる。

30

【0110】

本実施形態によれば、前処理膜モジュールから高圧ポンプP4の上流ラインL4の上流ラインL4へ前処理水を直送できるため、前処理水タンク4の容量を小さくするか、または前処理水タンク4を省略して無くすることができ、従来システム100と比べてイニシャルコストを低減することが可能となる。

【0111】

(第7の実施形態)

図8を参照して第7の実施形態に係る膜ろ過システムを説明する。なお、本実施形態が上記の実施形態と重複する部分の説明は省略する。

40

【0112】

実施形態の膜ろ過システム1Fでは、逆洗浄排水から不溶解性成分を迅速に分離除去する高効率沈殿器14と、高効率沈殿器14で不溶解性成分が除去された水を原水ラインL1へ戻すためポンプP10を有するリターンライン(逆洗浄排水戻しライン)L14とをさらに有する点が異なる。

【0113】

高効率沈殿器14として液体サイクロンを用いることができる。液体サイクロンは、固液混合流体を回転流動させ、遠心力の作用により固形分と液体とに分離することができる固液分離装置である。液体サイクロンは、重力の作用によって固形分を沈降・沈殿させる沈殿槽に比べて短時間のうちに高効率に固液分離できるという利点がある。高効率沈殿器14

50

の底部開口はスラリー状の濃縮汚泥を排出するための排出ラインに連通している。高効率沈殿器14の上部開口はリターンラインL14に連通している。リターンラインL14は、高効率沈殿器14の上部開口から原水ラインL1までに設けられている。

【0114】

次に、本実施形態の作用を説明する。

【0115】

前処理膜モジュール31,32からの逆洗浄排水をラインL91,L92,L93を介して高効率沈殿器14内に導入し、高効率沈殿器14によって固形分と液体に遠心分離する。分離された液体分はポンプP10の駆動により高効率沈殿器14からリターンラインL14を通して原水ラインL1の原水に合流し、前処理膜モジュール31,32により再度処理される。

10

【0116】

以下に本実施形態の効果を述べる。

【0117】

本実施形態によれば、高効率沈殿器で固液分離するため、逆洗浄排水中に含まれる排出汚泥量を大幅に削減することができ、汚泥処理設備の低減が可能となる。

【0118】

(第8の実施形態)

図9を参照して第8の実施形態に係る膜ろ過システムを説明する。なお、本実施形態が上記の実施形態と重複する部分の説明は省略する。

【0119】

本実施形態の膜ろ過システム1Gでは、電解処理装置15および電解処理水ラインL15をさらに有する点異なる。

20

【0120】

電解処理装置15には濃縮水利用ラインL8が接続され、動力回収装置6から排出される濃縮水が電解処理装置15に送られるようになっている。電解処理装置15は、一対の電極および電源を有する電気分解装置である。電解処理水ラインL15は、ポンプP11を有し、電解処理装置15からアルカリ剤注入装置8までに設けられ、生成されたアルカリ剤を電解処理装置15からアルカリ剤注入装置8に送るためのラインである。

【0121】

次に、本実施形態の作用を説明する。

30

【0122】

動力回収装置6から排出される濃縮水を電解処理装置15に送り、電解処理装置15により濃縮水を電気分解して水酸化ナトリウムを生成する。生成した水酸化ナトリウムはポンプP11の駆動により電解処理水ラインL15を通してアルカリ剤注入装置8へ送られ、アルカリ剤として利用される。

【0123】

以下に本実施形態の効果を述べる。

【0124】

本実施形態によれば、アルカリ剤をシステム内で生成することにより、従来システム100に比べて薬品費の低減が可能となる。

40

【符号の説明】

【0125】

1,1A,1B,1C,1D,1E,1F,1G... 膜ろ過システム、2... 原水槽、31,32... 前処理膜モジュール

、

4... 前処理水タンク、5... 高圧RO膜モジュール、

6... 動力回収装置、7... 生産水貯槽、

8... アルカリ剤注入装置、9... スケール抑制剤注入装置、10... 制御器、

11... 生産水調整水槽、11h... 加温設備(ヒートポンプ)、

12... 濃縮水槽(屋外集熱槽)、12h... 加温設備(ヒートポンプ)、12s... 屋外集熱装置(太陽熱加熱器)、

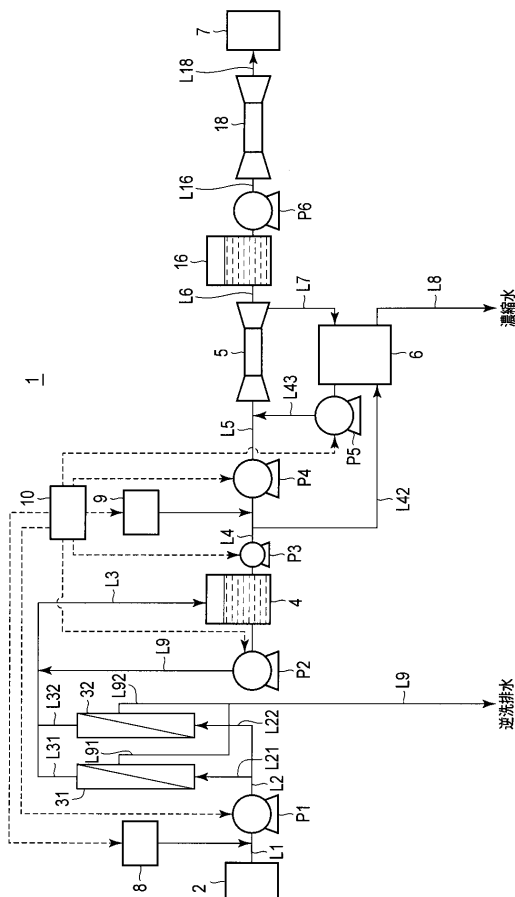
50

1 3 ... 濃縮水調整水槽、
 1 4 ... 高効率沈殿器（液体サイクロン）、
 1 5 ... 電解処理装置、
 1 6 ... 調整水槽、 1 8 ... 低圧ＲＯ膜モジュール、
 2 1 ... 消毒剤注入装置、 2 2 ... 凝集剤注入装置、 2 3 ... 酸注入装置、 2 4 ... 還元剤注入装置、 2 5 ... アルカリ剤注入装置、
 P 1 ... 原水ポンプ、 P 2 ... 逆洗浄ポンプ、 P 3 ... 送水ポンプ、 P 4 ... 高圧ポンプ、 P 5 ... ブースターポンプ、 P 6 ... 低圧ポンプ、 P 7 ... 生産水ポンプ、 P 8 ... 逆洗浄ポンプ、 P 9 ... 濃縮水ポンプ、 P 1 0 ... 逆洗浄水戻しポンプ、 P 1 1 ... 電解処理水ポンプ、
 V 1 , V 2 ... 遮断弁、
 L1,L2,L21,L22... 原水ライン、
 L3,L31,L32... 前処理水ライン、 L33... 直送ライン、
 L4... 前処理水ライン、 L42,L43... 圧力伝達ライン（前処理水ライン）、 L5... 高圧ライン、
 L6... 生産水ライン（透過水ライン）、 L7,L8... 圧力伝達ライン（濃縮水利用ライン）、
 L9... 逆洗浄水供給ライン、 L91,L92,L93... 逆洗浄水排出ライン、 L10... 生産水利用ライン、
 L11,L12,L13... 濃縮水利用ライン（逆洗浄水供給ライン）、 L14... 逆洗浄排水戻しライン、
 L15... 電解処理水ライン、 L16... 低圧ライン、 L18... 生産水ライン（透過水ライン）。

10

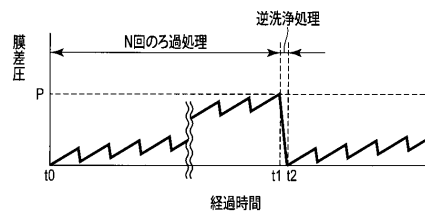
【 図 1 】

図 1



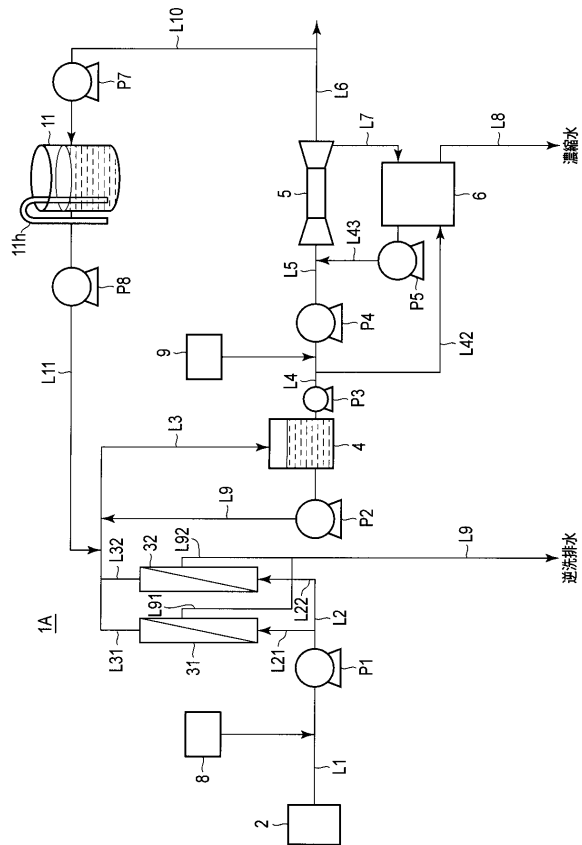
【 図 2 】

図 2



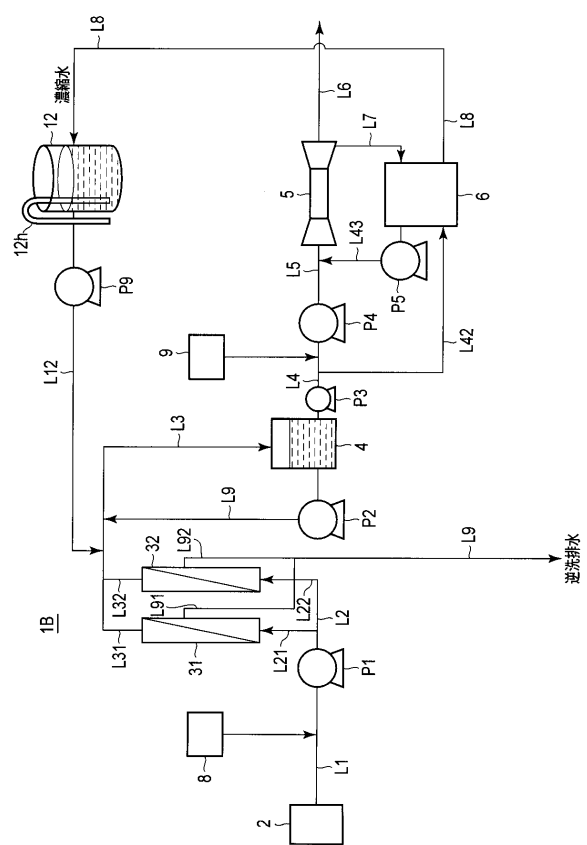
【 図 3 】

図 3



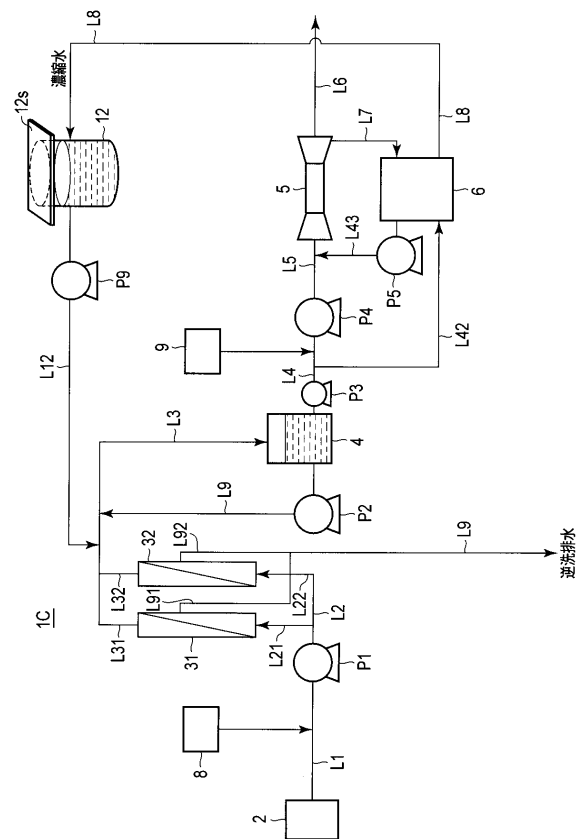
【 図 4 】

图 4



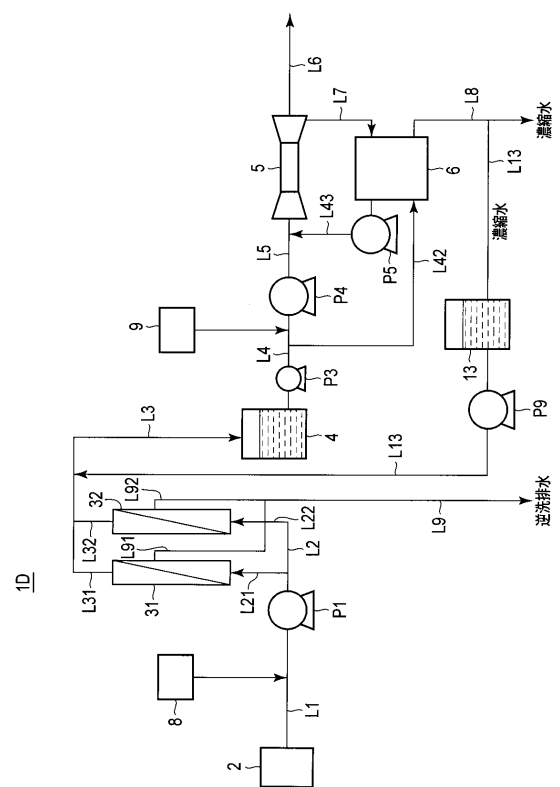
【 図 5 】

图 5



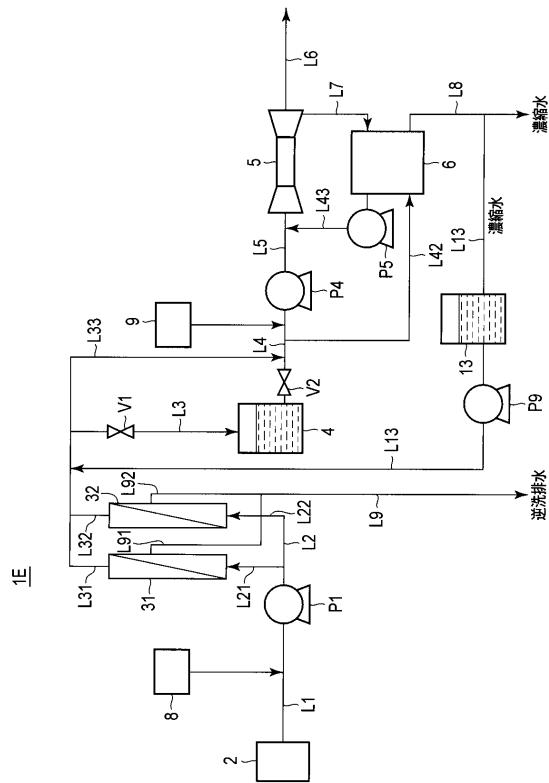
【 図 6 】

图 6



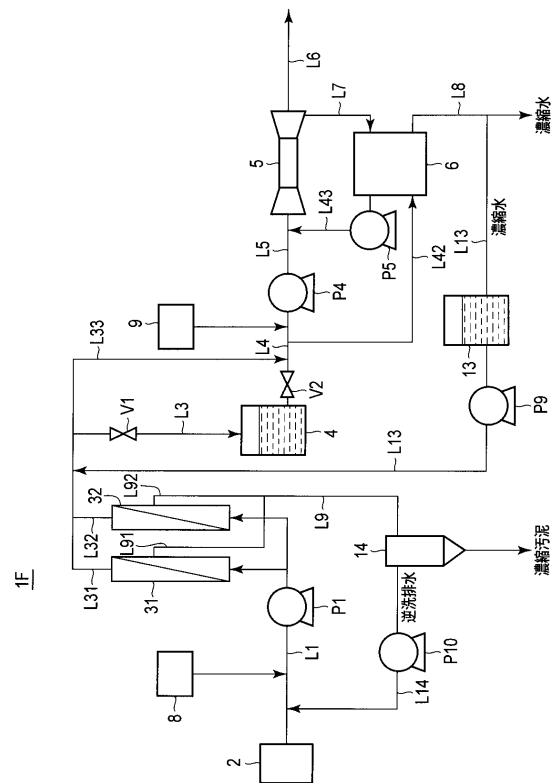
【 圖 7 】

図 7



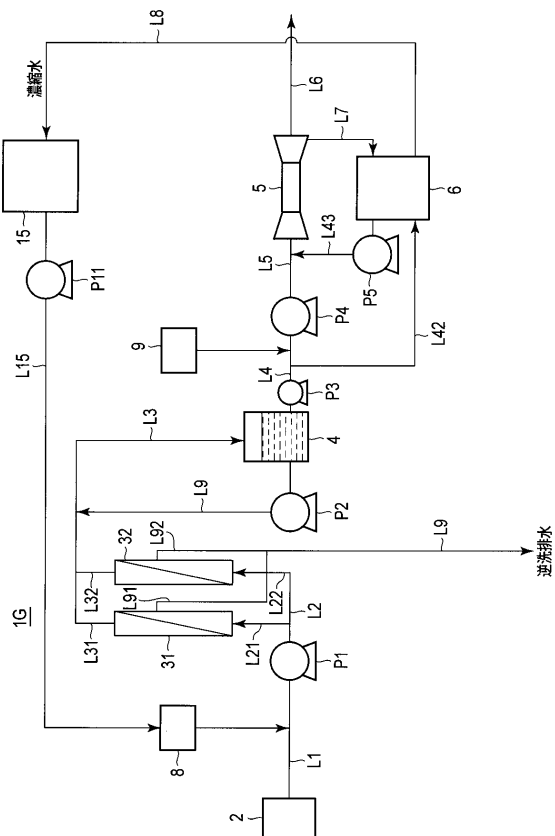
【 図 8 】

图 8



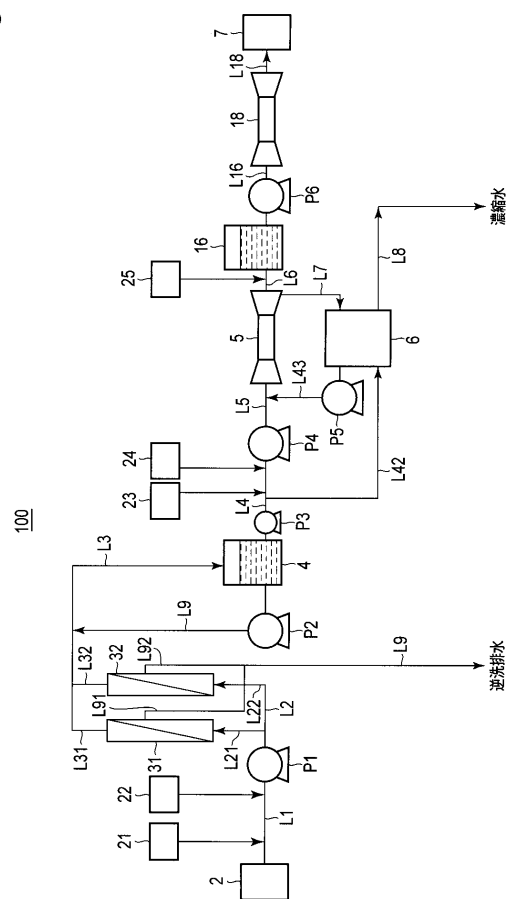
【 図 9 】

图 9



【 ㄨ 1 0 】

图 10



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
C 0 2 F	1/14	(2006.01)	C 0 2 F	1/14
B 0 1 D	61/16	(2006.01)	B 0 1 D	61/16

(74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久

(74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎

(74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹

(74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克

(74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三

(74)代理人 100172580
弁理士 赤穂 隆雄

(74)代理人 100179062
弁理士 井上 正

(74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子

(74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓

(72)発明者 石塚 美和
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 松代 武士
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 仕入 英武
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 有村 良一
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 山形 英顕
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 平賀 夕佳
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

F ターム(参考) 4D006 GA03 GA05 GA06 GA07 JA56Z JA57Z JA58Z KA03 KA52 KA53
KA55 KA56 KA57 KA64 KA66 KA67 KA72 KB01 KB13 KB14
KB20 KB30 KC03 KC13 KC15 KC20 KC21 KD17 KD30 MB12
MC30 MC63 PA01 PB02 PB03 PB05 PB08 PB70
4D034 AA01 AA11 CA01 DA01
4D061 DA02 DA03 DA04 DA08 DB09 EA02 EB01 EB04 FA01 FA09

FA11 FA13 FA14