

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5768626号
(P5768626)

(45) 発行日 平成27年8月26日 (2015. 8. 26)

(24) 登録日 平成27年7月3日 (2015. 7. 3)

(51) Int. Cl.

F I

C O 2 F 1/44 (2006. 01)

C O 2 F 1/44 A

B O 1 D 61/12 (2006. 01)

B O 1 D 61/12

B O 1 D 61/04 (2006. 01)

B O 1 D 61/04

B O 1 D 65/02 (2006. 01)

B O 1 D 65/02 5 3 0

C O 2 F 1/42 (2006. 01)

C O 2 F 1/42 A

請求項の数 3 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2011-210319 (P2011-210319)
 (22) 出願日 平成23年9月27日 (2011. 9. 27)
 (65) 公開番号 特開2013-71032 (P2013-71032A)
 (43) 公開日 平成25年4月22日 (2013. 4. 22)
 審査請求日 平成26年6月24日 (2014. 6. 24)

(73) 特許権者 000175272
 三浦工業株式会社
 愛媛県松山市堀江町7番地
 (74) 代理人 100126000
 弁理士 岩池 満
 (74) 代理人 100145713
 弁理士 加藤 電太
 (72) 発明者 真鍋 敦行
 愛媛県松山市堀江町7番地 三浦工業株式
 会社内
 (72) 発明者 渡邊 隼人
 愛媛県松山市堀江町7番地 三浦工業株式
 会社内
 審査官 富永 正史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水処理システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原水から前処理水を製造する前処理ユニットと、
 前処理水を透過水と濃縮水とに分離する膜分離装置と、
 透過水を貯留する貯留タンクと、
 前処理水の水質を検知する水質検知手段と、
 前記貯留タンクの水位を検出する水位検出手段と、
 入力された駆動周波数に応じた回転速度で駆動され、前処理水を吸入して前記膜分離装置に向けて吐出する加圧ポンプと、

系内の物理量を用いて演算された前記加圧ポンプの駆動周波数の演算値に対応する演算値信号が入力され、入力された当該演算値信号に対応する駆動周波数を前記加圧ポンプに出力するインバータと、

前記膜分離装置から排出する濃縮水の排水流量が第1排水流量又は当該第1排水流量よりも少ない第2排水流量となるように調節可能な排水弁と、

透過水の流量が予め設定された第1目標流量値又は当該第1目標流量値よりも少ない第2目標流量値となるように、系内の物理量を用いて前記加圧ポンプの駆動周波数を演算し、当該駆動周波数の演算値に対応する演算値信号を前記インバータに出力する駆動制御部と、

前記水質検知手段の検知水質が予め設定された許容水質値超過の場合に、(i) 前記水位検出手段の検出水位が予め設定された基準水位未満であれば、透過水の流量を前記第1

10

20

目標流量値に設定すると共に、濃縮水の実際排水流量が前記第 1 排水流量となるように前記排水弁を制御し、(i i) 前記水位検出手段の検出水位が予め設定された基準水位以上であれば、透過水の流量を前記第 2 目標流量値に設定すると共に、濃縮水の実際排水流量が前記第 2 排水流量となるよう前記排水弁を制御する流量制御部と、
を備える水処理システム。

【請求項 2】

前記流量制御部は、前記水位検出手段の検出水位が予め設定された基準貯留水位以上であれば、前記膜分離装置への前処理水の供給を停止するように前記駆動制御部を制御し、前記水質検知手段の検知水質が予め設定された許容水質値超過となる状態が予め設定された時間以上継続する場合に、前記水位検出手段の検出水位が予め設定された基準貯留水位以上であれば、前記膜分離装置への前処理水の供給を停止するように前記駆動制御部を制御した後、前記膜分離装置の一次側を洗浄するためのフラッシング運転を実行する、
請求項 1 に記載の水処理システム。

10

【請求項 3】

前記流量制御部は、前記水質検知手段として機能する場合において、前記前処理ユニットで処理能力の回復動作が実行できないこと又は処理能力の回復動作に必要な条件が満たされないことが検知されたときに、前処理水の水質が予め設定された許容水質値超過であると判定する、
請求項 1 又は 2 に記載の水処理システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、前処理ユニットにより製造された前処理水を透過水と濃縮水とに分離する膜分離装置を備えた水処理システムに関する。

【背景技術】

【0002】

半導体製造工程や電子部品の洗浄、医療器具の洗浄等においては、不純物を含まない高純度の純水が使用される。この種の純水は、一般に、地下水や水道水等の原水を膜分離装置（以下、「RO 膜モジュール」ともいう）で処理することにより製造される。

【0003】

RO 膜（逆浸透膜）に代表される半透膜は、原水の温度や膜の状態（細孔の閉塞や材質の酸化劣化）により水透過係数が変化する。そこで、原水の温度や膜の状態にかかわらず、透過水の流量を常に一定に保つために、流量フィードバック水量制御を行う水質改質システムが提案されている（特許文献 1 参照）。また、RO 膜モジュールの透水能力を維持するために、透過水の回収率を調整して、膜面へのスケールの析出やファウリング（膜面汚れ）を防止しながら運転する純水製造装置が提案されている（特許文献 2 参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2005 - 296945 号公報

40

【特許文献 2】特開 2001 - 129550 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に、原水は、RO 膜モジュールで処理される前に、濾過装置や硬水軟化装置等の前処理ユニットにおいて不要な物質が除去され、前処理水として RO 膜モジュールに供給される。これらの前処理ユニットは、長期間の使用により次第に処理能力が低下する。この処理能力の低下が限界を超えると、除去対象となる物質が前処理水にリークし、水質が悪化する。

【0006】

50

この場合、ＲＯ膜モジュールの膜面へのスケールの析出やファウリングを抑制するため、回収率を下げる必要がある。しかし、ＲＯ膜モジュールへ供給する前処理水の流量を一定に保ったまま回収率を下げると、透過水の流量が減少するため、需要箇所への供給量が不足する。一方、透過水の流量を一定に保ったまま回収率を下げるには、ＲＯ膜モジュールへ供給する前処理水の流量を増やす必要がある。しかし、前処理水の流量を増やすと、前処理ユニットの負荷が増大し、更なる水質の悪化を招くことになる。

【０００７】

従って、本発明は、前処理ユニットの負荷を増大させることなしに、膜分離装置の膜面へのスケールの析出やファウリングを抑制することができる水処理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】

【０００８】

本発明は、原水から前処理水を製造する前処理ユニットと、前処理水を透過水と濃縮水とに分離する膜分離装置と、透過水を貯留する貯留タンクと、前処理水の水質を検知する水質検知手段と、前記貯留タンクの水位を検出する水位検出手段と、入力された駆動周波数に応じた回転速度で駆動され、前処理水を吸入して前記膜分離装置に向けて吐出する加圧ポンプと、系内の物理量を用いて演算された前記加圧ポンプの駆動周波数の演算値に対応する演算値信号が入力され、入力された当該演算値信号に対応する駆動周波数を前記加圧ポンプに出力するインバータと、前記膜分離装置から排出する濃縮水の排水流量が第１排水流量又は当該第１排水流量よりも少ない第２排水流量となるように調節可能な排水弁と、透過水の流量が予め設定された第１目標流量値又は当該第１目標流量値よりも少ない第２目標流量値となるように、系内の物理量を用いて前記加圧ポンプの駆動周波数を演算し、当該駆動周波数の演算値に対応する演算値信号を前記インバータに出力する駆動制御部と、前記水質検知手段の検知水質が予め設定された許容水質値超過の場合に、（ｉ）前記水位検出手段の検出水位が予め設定された基準水位未満であれば、透過水の流量を前記第１目標流量値に設定すると共に、濃縮水の実際排水流量が前記第１排水流量となるように前記排水弁を制御し、（ｉｉ）前記水位検出手段の検出水位が予め設定された基準水位以上であれば、透過水の流量を前記第２目標流量値に設定すると共に、濃縮水の実際排水流量が前記第２排水流量となるよう前記排水弁を制御する流量制御部と、を備える水処理システムに関する。

【０００９】

また、前記流量制御部は、前記水位検出手段の検出水位が予め設定された基準貯留水位以上であれば、前記膜分離装置への前処理水の供給を停止するように前記駆動制御部を制御し、前記水質検知手段の検知水質が予め設定された許容水質値超過となる状態が予め設定された時間以上継続する場合に、前記水位検出手段の検出水位が予め設定された基準貯留水位以上であれば、膜分離装置への前処理水の供給を停止するように前記駆動制御部を制御した後、前記膜分離装置の一次側を洗浄するためのフラッシング運転を実行することが好ましい。

【００１０】

また、前記流量制御部は、前記水質検知手段として機能する場合において、前記前処理ユニットで処理能力の回復動作が実行できないこと又は処理能力の回復動作に必要な条件が満たされないことが検知されたときに、前処理水の水質が予め設定された許容水質値超過であると判定することが好ましい。

【発明の効果】

【００１１】

本発明によれば、前処理ユニットの負荷を増大させることなしに、膜分離装置の膜面へのスケールの析出やファウリングを抑制することができる水処理システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

【図 1】実施形態に係る水処理システム 1 の全体構成図である。

【図 2】給水タンク 9 における検出水位値と目標流量値との関係を示す説明図である。

【図 3】制御部 10 において目標流量値及び回収率を設定する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 4】制御部 10 において流量フィードバック水量制御を実行する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 5】制御部 10 において R O 膜モジュール 7 の回収率制御を実行する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 6】制御部 10 においてフラッシング運転を実行する場合の処理手順を示すフローチャートである。

10

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態に係る水処理システム 1 について、図面を参照しながら説明する。水処理システム 1 は、例えば、淡水から純水を製造する純水製造システムに適用される。

【0014】

図 1 は、本実施形態に係る水処理システム 1 の全体構成図である。図 2 は、給水タンク 9 における検出水位値と目標流量値との関係を示す説明図である。

【0015】

図 1 に示すように、本実施形態に係る水処理システム 1 は、原水ポンプ 2 と、前処理ユニットとしての硬水軟化装置 3 と、塩水タンク 4 と、加圧ポンプ 5 と、インバータ 6 と、膜分離装置としての R O 膜モジュール 7 と、透過水弁 8 と、貯留タンクとしての給水タンク 9 と、を備える。また、水処理システム 1 は、駆動制御部及び流量制御部としての制御部 10 と、第 1 排水弁 11 ~ 第 3 排水弁 13 と、水質検知手段としての硬度センサ 14 と、流量センサ 15 と、濃縮水還流弁 16 と、安全弁 17 と、水位検出手段としての水位センサ 18 と、を備える。図 1 では、電気的な接続の経路を破線で示す。

20

【0016】

また、水処理システム 1 は、原水ライン L 1 と、軟水ライン L 2 と、塩水ライン L 3 と、排水ライン L 4 と、透過水ライン L 5 と、濃縮水ライン L 6 と、濃縮水排出ライン L 7 と、濃縮水還流ライン L 8 と、透過水返送ライン L 9 と、給水ライン L 10 と、を備える。本明細書における「ライン」とは、流路、径路、管路等の流体の流通が可能なラインの総称である。

30

【0017】

原水ライン L 1 の上流側の端部は、原水 W 1 の供給源（不図示）に接続されている。一方、原水ライン L 1 の下流側の端部は、硬水軟化装置 3 のプロセス制御バルブ 32（後述）に接続されている。

【0018】

原水ポンプ 2 は、原水ライン L 1 に設けられている。原水ポンプ 2 は、供給源から供給された水道水や地下水等の原水 W 1 を吸引し、硬水軟化装置 3 に向けて吐出する装置である。原水ポンプ 2 は、制御部 10 と電気的に接続されている。原水ポンプ 2 の運転（駆動及び停止）は、制御部 10 により制御される。

40

【0019】

硬水軟化装置 3 は、原水 W 1 に含まれる硬度成分（カルシウムイオン及びマグネシウムイオン）を、陽イオン交換樹脂床（不図示）においてナトリウムイオン（又はカリウムイオン）に置換して、前処理水としての軟水 W 2 を製造する設備である。硬水軟化装置 3 は、圧力タンク 31 と、プロセス制御バルブ 32 と、を主体に構成されている。

【0020】

圧力タンク 31 は、上部に開口部を有する有底の筒状体である。圧力タンク 31 は、開口部が蓋部材で密閉されている。圧力タンク 31 の内部には、陽イオン交換樹脂ビーズからなる陽イオン交換樹脂床及び濾過砂利からなる支持床（いずれも不図示）が収容されて

50

いる。

【 0 0 2 1 】

プロセス制御バルブ 3 2 は、その内部に、各種のライン、弁等を備える。制御部 1 0 (後述) は、プロセス制御バルブ 3 2 の流路を切り換えることにより、一例として、以下に示すような軟化プロセス S T 1 ~ 補水プロセス S T 6 の運転を実施する。

(S T 1) 原水 W 1 を陽イオン交換樹脂床の全体に対して上から下へ通過させる軟化プロセス

(S T 2) 洗浄水としての原水 W 1 を陽イオン交換樹脂床の全体に対して下から上へ通過させる逆洗浄プロセス

(S T 3) 再生液としての塩水 W 3 を陽イオン交換樹脂床に対して上から下へ通過させると共に、原水 W 1 を陽イオン交換樹脂床の主に下側領域に対して下から上へ通過させる再生プロセス

(S T 4) 押出水としての原水 W 1 を陽イオン交換樹脂床に対して上から下へ通過させると共に、原水 W 1 を陽イオン交換樹脂床の主に下側領域に対して下から上へ通過させる押出プロセス

(S T 5) 濯ぎ水としての原水 W 1 を陽イオン交換樹脂床の全体に対して上から下へ通過させるリンス・プロセス

(S T 6) 補給水としての原水 W 1 を塩水タンク 4 へ供給する補水プロセス

【 0 0 2 2 】

プロセス制御バルブ 3 2 には、排水ライン L 4 の上流側の端部が接続されている。排水ライン L 4 からは、再生プロセス S T 3 や押出プロセス S T 4 等において使用された塩水 W 3 や原水 W 1 が排水 W 4 として排出される。

【 0 0 2 3 】

また、プロセス制御バルブ 3 2 において、内部に備えられた弁体の駆動部 (不図示) は、制御部 1 0 と電氣的に接続されている。プロセス制御バルブ 3 2 における弁体の切り換えは、制御部 1 0 により制御される。

【 0 0 2 4 】

塩水タンク 4 は、圧力タンク 3 1 に収容された陽イオン交換樹脂床を再生する塩水 W 3 を貯留する。塩水タンク 4 には、塩水ライン L 3 の上流側の端部が接続されている。塩水ライン L 3 の下流側の端部は、プロセス制御バルブ 3 2 と連通し、プロセス制御バルブ 3 2 を構成する各種ラインとそれぞれ接続されている。

【 0 0 2 5 】

また、塩水タンク 4 は、制御部 1 0 と電氣的に接続されている。塩水タンク 4 に貯留された塩水 W 3 の量や塩分濃度は、塩水タンク 4 に設けられた水位センサや塩分濃度センサ (いずれも不図示) により検知され、制御部 1 0 へ検知信号として送信される。

【 0 0 2 6 】

塩水ライン L 3 には、塩水弁 (不図示) が設けられている。塩水弁は、塩水ライン L 3 を開閉する。塩水弁は、プロセス制御バルブ 3 2 に組み込まれている。塩水弁において、弁体の駆動部は、制御部 1 0 と不図示の電氣的に接続されている。塩水弁における弁体の開閉は、制御部 1 0 により制御される。塩水タンク 4 は、上述した再生プロセス S T 3 において、陽イオン交換樹脂床を再生する塩水 W 3 を圧力タンク 3 1 へ送出する。

【 0 0 2 7 】

硬度センサ 1 4 は、軟水ライン L 2 を流通する軟水 W 2 のカルシウム硬度 (硬度リーク量 : 炭酸カルシウム換算値) を測定する機器である。硬度センサ 1 4 は、接続部 J 3 において軟水ライン L 2 に接続されている。接続部 J 3 は、硬水軟化装置 3 と加圧ポンプ 5 との間 (接続部 J 2 と加圧ポンプ 5 との間) に配置されている。硬度センサ 1 4 は、制御部 1 0 と電氣的に接続されている。硬度センサ 1 4 で測定された軟水 W 2 のカルシウム硬度 (以下、「測定硬度値」ともいう) は、制御部 1 0 へ検出信号として送信される。

【 0 0 2 8 】

加圧ポンプ 5 は、硬水軟化装置 3 から送出された軟水 W 2 を吸入し、R O 膜モジュール

10

20

30

40

50

7に向けて吐出する装置である。加圧ポンプ5は、インバータ6（後述）と電氣的に接続されている。加圧ポンプ5には、インバータ6から周波数が変換された駆動電力が供給される。加圧ポンプ5は、供給された駆動電力の周波数（以下、「駆動周波数」ともいう）に応じた回転速度で駆動される。

【0029】

インバータ6は、加圧ポンプ5に、周波数が変換された駆動電力を供給する電気回路である。インバータ6は、制御部10と電氣的に接続されている。インバータ6には、制御部10から電流値信号が入力される。インバータ6は、入力された電流値信号に対応する駆動周波数の駆動電力を加圧ポンプ5に出力する。

【0030】

RO膜モジュール7は、硬水軟化装置3により製造された軟水W2を、溶存塩類が除去された透過水W5と、溶存塩類が濃縮された濃縮水W6とに膜分離処理する設備である。RO膜モジュール7は、単一又は複数のRO膜エレメント（不図示）を備える。RO膜モジュール7は、これらRO膜エレメントにより軟水W2を膜分離処理し、透過水W5及び濃縮水W6を製造する。RO膜モジュール7の一次側入口ポートは、軟水ラインL2を介して硬水軟化装置3（プロセス制御バルブ32）の下流側に接続されている。RO膜モジュール7の二次側ポートには、透過水ラインL5の上流側の端部が接続されている。

【0031】

透過水ラインL5は、RO膜モジュール7で製造された透過水W5を、給水タンク9へ送出するラインである。透過水ラインL5の下流側の端部は、給水タンク9（後述）に接続されている。

【0032】

流量センサ15は、透過水ラインL5を流通する透過水W5の流量を検出する機器である。流量センサ15は、接続部J4において透過水ラインL5に接続されている。接続部J4は、RO膜モジュール7と透過水弁8との間に配置されている。流量センサ15は、制御部10と電氣的に接続されている。流量センサ15で検出された透過水W5の流量（以下、「検出流量値」ともいう）は、制御部10へ検出信号として送信される。

【0033】

透過水弁8は、透過水ラインL5を開閉する装置である。透過水弁8は、制御部10と電氣的に接続されている。透過水弁8における弁体の開閉は、制御部10からの駆動信号により制御される。透過水弁8は、例えば、RO膜モジュール7を高回収率（80%）及び低回収率（60%）で運転する場合には、開状態に制御される。また、透過水弁8は、RO膜モジュール7をフラッシング運転（後述）する場合には、閉状態に制御される。

【0034】

なお、本実施形態では、後述するように、軟水W2の検知水質が許容水質値未満の場合には高回収率（80%）に設定され、軟水W2の検知水質が許容水質値超過の場合には低回収率（60%）に設定される。

【0035】

一方、RO膜モジュール7の一次側出口ポートには、濃縮水ラインL6の上流側の端部が接続されている。濃縮水ラインL6は、濃縮水W6をRO膜モジュール7の外に送出するラインである。濃縮水ラインL6の下流側は、分岐部J6において、濃縮水排出ラインL7及び濃縮水還流ラインL8に分岐している。

【0036】

濃縮水排出ラインL7は、濃縮水ラインL6を流通する濃縮水W6の一部を装置外へ排出するラインである。濃縮水排出ラインL7の下流側は、分岐部J7及びJ8において、第1排水ラインL11、第2排水ラインL12及び第3排水ラインL13に分岐している。

【0037】

第1排水ラインL11には、第1排水弁11が設けられている。第2排水ラインL12には、第2排水弁12が設けられている。第3排水ラインL13には、第3排水弁13が

10

20

30

40

50

設けられている。

【 0 0 3 8 】

第 1 排水弁 1 1 ~ 第 3 排水弁 1 3 は、濃縮水ライン L 6 から送出された濃縮水 W 6 の排水流量を調節する弁である。第 1 排水弁 1 1 は、第 1 排水ライン L 1 1 を開閉することができる。第 2 排水弁 1 2 は、第 2 排水ライン L 1 2 を開閉することができる。第 3 排水弁 1 3 は、第 3 排水ライン L 1 3 を開閉することができる。

【 0 0 3 9 】

第 1 排水弁 1 1 ~ 第 3 排水弁 1 3 は、それぞれ定流量弁機構（不図示）を備える。定流量弁機構は、第 1 排水弁 1 1 ~ 第 3 排水弁 1 3 において、それぞれ異なる流量値に設定されている。例えば、第 1 排水弁 1 1 は、開状態において、RO 膜モジュール 7 の回収率が 8 0 % となるように排水流量が設定されている。第 2 排水弁 1 2 は、開状態において、RO 膜モジュール 7 の回収率が 7 5 % となるように排水流量が設定されている。第 3 排水弁 1 3 は、開状態において、RO 膜モジュール 7 の回収率が 7 0 % となるように排水流量が設定されている。

【 0 0 4 0 】

濃縮水ライン L 6 から排出される濃縮水 W 6 の排水流量は、第 1 排水弁 1 1 ~ 第 3 排水弁 1 3 を選択的に開閉することにより、段階的に調節できる。例えば、第 2 排水弁 1 2 のみを開状態とし、第 1 排水弁 1 1 及び第 3 排水弁 1 3 を閉状態とする。この場合には、RO 膜モジュール 7 の回収率を 7 5 % とすることができる。また、第 1 排水弁 1 1 及び第 2 排水弁 1 2 を開状態とし、第 3 排水弁 1 3 のみを閉状態とする。この場合には、RO 膜モジュール 7 の回収率を 7 0 % とすることができる。従って、本実施形態において、濃縮水 W 6 の排水流量は、第 1 排水弁 1 1 ~ 第 3 排水弁 1 3 を選択的に開閉することにより、RO 膜モジュール 7 の回収率を 5 0 % ~ 8 0 % までの間で、5 % 毎に段階的に調節することができる。

【 0 0 4 1 】

なお、本実施形態において、RO 膜モジュール 7 の回収率は、高回収率（8 0 %）又は低回収率（6 0 %）のいずれかに設定される。上述したように、濃縮水 W 6 の排水流量は、段階的に調節できる。このため、高回収率及び低回収率における回収率は、5 0 % ~ 8 0 % までの間で適宜に選択することができる。例えば、高回収率を 7 5 %、低回収率を 5 5 % に設定してもよい。

【 0 0 4 2 】

第 1 排水弁 1 1 ~ 第 3 排水弁 1 3 は、それぞれ制御部 1 0 と電氣的に接続されている。第 1 排水弁 1 1 ~ 第 3 排水弁 1 3 における弁体の開閉は、制御部 1 0 からの駆動信号により制御される。

【 0 0 4 3 】

濃縮水還流ライン L 8 は、濃縮水ライン L 6 を流通する濃縮水 W 6 の残部を、軟水ライン L 2 における加圧ポンプ 5 よりも上流側に還流させるラインである。濃縮水還流ライン L 8 の上流側の端部は、分岐部 J 6 において濃縮水ライン L 6 に接続されている。分岐部 J 6 は、RO 膜モジュール 7 の一次側出口ポートと分岐部 J 7 との間に配置されている。また、濃縮水還流ライン L 8 の下流側の端部は、接続部 J 1 において、軟水ライン L 2 に接続されている。接続部 J 1 は、硬水軟化装置 3 と加圧ポンプ 5 との間（硬水軟化装置 3 と接続部 J 2 との間）に配置されている。

【 0 0 4 4 】

濃縮水還流弁 1 6 は、濃縮水還流ライン L 8 の流通量を調節する装置である。濃縮水還流弁 1 6 は、制御部 1 0 と電氣的に接続されている。濃縮水還流弁 1 6 における弁体の開度は、制御部 1 0 からの駆動信号により制御される。濃縮水還流弁 1 6 は、RO 膜モジュール 7 を高回収率（8 0 %）で運転する場合には、所定の開度に制御される。また、濃縮水還流弁 1 6 の弁体は、RO 膜モジュール 7 を低回収率（6 0 %）で運転する場合及びフラッシング運転（後述）する場合は、閉状態（開度 0 %）に制御される。

【 0 0 4 5 】

透過水返送ライン L 9 は、R O 膜モジュール 7 をフラッシング運転する場合において、透過水ライン L 5 に送出された透過水 W 5 を、原水ライン L 1 における加圧ポンプ 5 よりも上流側に返送させるラインである。透過水返送ライン L 9 の上流側の端部は、接続部 J 5 において透過水ライン L 5 に接続されている。接続部 J 5 は、R O 膜モジュール 7 の二次側ポートと透過水弁 8 との間に配置されている。また、透過水返送ライン L 9 の下流側の端部は、接続部 J 2 において軟水ライン L 2 に接続されている。接続部 J 2 は、硬水軟化装置 3 と加圧ポンプ 5 との間（接続部 J 1 と接続部 J 3 との間）に配置されている。また、透過水返送ライン L 9 には、安全弁 1 7 が設けられている。

【 0 0 4 6 】

安全弁 1 7 は、フラッシング運転において、透過水ライン L 5 の管内圧力が予め設定された圧力以上となった場合に開弁して、透過水 W 5 を透過水返送ライン L 9 に流通させる弁である。すなわち、安全弁 1 7 は、予め設定された圧力以上の透過水 W 5 を、透過水返送ライン L 9 を介して軟水ライン L 2 に戻すことにより、R O 膜モジュール 7 の二次側に過剰な背圧が発生するのを防止する。

【 0 0 4 7 】

なお、R O 膜モジュール 7 を高回収率及び低回収率で運転する場合には、透過水弁 8 が開状態に制御されるため、透過水ライン L 5 の管内圧力は、予め設定された圧力未満となる。そのため、高回収率及び低回収率で運転する場合は、安全弁 1 7 が閉弁した状態で、透過水 W 5 が給水タンク 9 へ送出される。

【 0 0 4 8 】

給水タンク 9 は、透過水 W 5 を貯留するタンクである。給水タンク 9 には、透過水ライン L 5 の下流側の端部が接続されている。R O 膜モジュール 7 の二次側ポートから送出された透過水 W 5 は、透過水ライン L 5 を介して給水タンク 9 に補給される。また、給水タンク 9 は、給水ライン L 1 0 を介して需要箇所等に接続されている。給水タンク 9 に貯留された透過水 W 5 は、給水ライン L 1 0 を介して、純水 W 7 として需要箇所等に供給される。

【 0 0 4 9 】

水位センサ 1 8 は、給水タンク 9 に貯留された透過水 W 5 の水位を検出する機器である。水位センサ 1 8 は、検出ライン（符号略）を介して給水タンク 9 に接続されている。また、水位センサ 1 8 は、制御部 1 0 と電氣的に接続されている。水位センサ 1 8 で検出された給水タンク 9 の水位（以下、「検出水位値」ともいう）は、制御部 1 0 へ検出信号として送信される。

【 0 0 5 0 】

制御部 1 0 は、C P U 及びメモリ含むマイクロプロセッサ（不図示）により構成される。制御部 1 0 は、軟水流量センサ及び塩水流量センサ（いずれも不図示）から入力された検出信号等に基づいて、プロセス制御バルブ 3 2 の動作を制御する。制御部 1 0 のメモリには、硬水軟化装置 3 の運転を実施する制御プログラムが予め記憶されている。制御部 1 0 の C P U は、メモリに記憶された制御プログラムに従って、上述した軟化プロセス S T 1 ～補水プロセス S T 6 を順に切り換えるように、プロセス制御バルブ 3 2 を制御する。

【 0 0 5 1 】

また、駆動制御部としての制御部 1 0 は、流量フィードバック水量制御として、流量センサ 1 5 の検出流量値が、予め設定された第 1 目標流量値、第 2 目標流量値又は第 3 目標流量値（いずれも後述）となるように、系内の物理量を用いて速度形デジタル P I D アルゴリズムにより、加圧ポンプ 5 を駆動するための駆動周波数を演算し、当該駆動周波数の演算値に対応する電流値信号をインバータ 6 に出力する。制御部 1 0 による流量フィードバック水量制御については後述する。

【 0 0 5 2 】

また、流量制御部としての制御部 1 0 は、硬度センサ 1 4 の測定硬度値が予め設定された許容硬度値超過の場合に、（ i ）水位センサ 1 8 の検出水位値が予め設定された水位 M（後述する基準水位）未満であれば、透過水 W 5 の流量を第 1 目標流量値に設定すると共

10

20

30

40

50

に、濃縮水W 6 の実際排水流量が第 1 排水流量値（後述）となるように第 1 排水弁 1 1 ～第 3 排水弁 1 3 を制御し、（ i i ）水位センサ 1 8 の検出水位値が予め設定された水位 M 以上～水位 H（後述する基準貯留水位）未満の範囲であれば、透過水 W 5 の流量を第 2 目標流量値に設定すると共に、濃縮水 W 6 の実際排水流量が第 2 排水流量（後述）となるように第 1 排水弁 1 1 ～第 3 排水弁 1 3 を制御する。

【 0 0 5 3 】

ここで、給水タンク 9 における基準水位と目標流量値及び排水流量との関係を、図 2 を用いて説明する。図 2 に示すように、本実施形態において、給水タンク 9 の水位は、低い方から高い方に向けて順に、L、M、H の 3 段階に区分される。水位 L は、透過水 W 5 の供給開始水位である。水位 M は、透過水 W 5 の基準水位である。水位 H は、透過水 W 5 の基準貯留水位である。

10

【 0 0 5 4 】

流量制御部としての制御部 1 0 は、水位センサ 1 8 の検出水位値が水位 M（基準水位）未満の範囲であれば、透過水 W 5 の流量を第 1 目標流量値に設定する。この第 1 目標流量値を、予め設定された目標流量値の 1 0 0 % 流量とする。

【 0 0 5 5 】

また、流量制御部としての制御部 1 0 は、水位センサ 1 8 の検出水位値が水位 M（基準水位）未満であると判定した場合には、透過水 W 5 の回収率を 8 0 % に設定すると共に、設定した回収率に基づいて濃縮水 W 6 の排水流量（第 1 排水流量）を演算する。そして、制御部 1 0 は、RO 膜モジュール 7 における濃縮水 W 6 の実際排水流量が第 1 排水流量となるように、第 1 排水弁 1 1 ～第 3 排水弁 1 3 を制御する。

20

【 0 0 5 6 】

流量制御部としての制御部 1 0 は、水位センサ 1 8 の検出水位値が水位 M 以上～水位 H 未満の範囲であれば、透過水 W 5 の流量を第 2 目標流量値に設定する。第 2 目標流量値は、第 1 目標流量値よりも少ない流量である。この第 2 目標流量値は、第 1 目標流量値の 5 0 % 流量である。

【 0 0 5 7 】

また、流量制御部としての制御部 1 0 は、水位センサ 1 8 の検出水位値が水位 M 以上～水位 H 未満の範囲であると判定した場合には、透過水 W 5 の回収率を 6 0 % に設定すると共に、設定した回収率に基づいて濃縮水 W 6 の排水流量（第 2 排水流量）を演算する。そして、制御部 1 0 は、RO 膜モジュール 7 における濃縮水 W 6 の実際排水流量が第 2 排水流量となるように、第 1 排水弁 1 1 ～第 3 排水弁 1 3 を制御する。

30

【 0 0 5 8 】

なお、流量制御部としての制御部 1 0 は、設定された回収率 R 及び目標流量値 Q_p' （第 1 目標流量値又は第 2 目標流量値）に基づいて、濃縮水 W 6 の排水流量 Q_c を、下記の式（ 1 ）により演算する。

$$Q_c = Q_p' / R - Q_p' \quad (1)$$

【 0 0 5 9 】

流量制御部としての制御部 1 0 は、水位センサ 1 8 の検出水位値が水位 H（基準貯留水位）以上であると判定した場合には、透過水 W 5 の流量を第 3 目標流量値に設定する。この第 3 目標流量値は、第 1 目標流量値の 0 % 流量である。この場合、制御部 1 0 は、加圧ポンプ 5 の運転を停止して、給水タンク 9 への透過水 W 5 の補給を停止させる。また、制御部 1 0 が透過水 W 5 の流量を第 3 目標流量値に設定した場合、第 1 排水弁 1 1 ～第 3 排水弁 1 3 の制御は行われない。

40

【 0 0 6 0 】

また、流量制御部としての制御部 1 0 は、硬度センサ 1 4 の測定硬度値について、許容硬度値超過となる状態が予め設定された時間 T_d 以上継続する場合に、水位センサ 1 8 の検出水位値が基準貯留水位（水位 H）以上であれば、RO 膜モジュール 7 への軟水 W 2 の供給を停止するように加圧ポンプ 5 を制御した後、RO 膜モジュール 7 の一次側を洗浄するためのフラッシング運転を実行する。

50

【 0 0 6 1 】

なお、図 2 において、水位 L 未満は、警戒水位である。制御部 10 は、給水タンク 9 の水位が水位 L 未満の水位 LL（不図示）に到達した場合には、透過水 W5 の流量を第 1 目標流量値に設定すると共に、警報器（不図示）を介して警報を発したり、ユーザインターフェース（不図示）を介してシステム管理者に警戒メッセージ等を通知したりする。

【 0 0 6 2 】

次に、制御部 10 による目標流量値及び回収率の設定について説明する。図 3 は、制御部 10 において目標流量値及び回収率を設定する場合の処理手順を示すフローチャートである。図 3 に示すフローチャートの処理は、水処理システム 1 の運転中において、繰り返し実行される。

10

【 0 0 6 3 】

図 3 に示すステップ ST101 において、制御部 10 は、硬度センサ 14 で測定された軟水 W2 の測定硬度値 C_c を取得する。

【 0 0 6 4 】

ステップ ST102 において、制御部 10 は、測定硬度値 C_c が予め設定された許容硬度値 C_s を超過しているか否かを判定する。このステップ ST102 において、制御部 10 により、測定硬度値 $C_c > \text{許容硬度値 } C_s$ である（YES）と判定された場合に、処理はステップ ST103 へ移行する。また、ステップ ST102 において、制御部 10 により、測定硬度値 $C_c \leq \text{許容硬度値 } C_s$ である（NO）と判定された場合に、処理はステップ ST109 へ移行する。

20

【 0 0 6 5 】

ステップ ST103（ステップ ST102：YES 判定）において、制御部 10 は、内部タイマ（不図示）による計時 T_c のカウントがスタートしていなければ、計時 T_c をスタートさせる。

【 0 0 6 6 】

ステップ ST104 において、制御部 10 は、水位センサ 18 で検出された検出水位値 W を取得する。

【 0 0 6 7 】

ステップ ST105 において、制御部 10 は、検出水位値 W が水位 M（基準水位）未満か否かを判定する。このステップ ST105 において、制御部 10 により、検出水位値 $W < \text{水位 } M$ である（YES）と判定された場合に、処理はステップ ST106 へ移行する。また、ステップ ST105 において、制御部 10 により、検出水位値 $W \geq \text{水位 } M$ である（NO）と判定された場合に、処理はステップ ST109 へ移行する。

30

【 0 0 6 8 】

ステップ ST106（ステップ ST105：YES 判定）において、制御部 10 は、透過水 W5 の流量を第 1 目標流量値に設定する。検出水位値 W が水位 M（基準水位）未満の場合には、給水タンク 9 の貯水量を上げるためである。

【 0 0 6 9 】

ステップ ST107 において、制御部 10 は、RO 膜モジュール 7 の回収率を 80% に設定する。これにより、本フローチャートの処理は終了する（ステップ ST101 へリターンする）。

40

【 0 0 7 0 】

ステップ ST108（ステップ ST102：NO 判定）において、制御部 10 は、内部タイマによる計時 T_c のカウントがスタートとしている場合には、計時 T_c をリセットする。これにより、本フローチャートの処理は終了する（ステップ ST101 へリターンする）。軟水 W2 の測定硬度値 C_c が許容硬度値 C_s 以下であれば、計時 T_c のカウントは不要であり、また回収率を下げる必要がないためである。

【 0 0 7 1 】

一方、ステップ ST109（ステップ ST105：NO 判定）において、制御部 10 は、検出水位値 W が水位 M（基準水位）以上且つ水位 H（基準貯留水位）未満か否かを判定

50

する。このステップ S T 1 0 9 において、制御部 1 0 により、水位 H > 検出水位値 W 水位 M である (Y E S) と判定された場合に、処理はステップ S T 1 1 0 へ移行する。また、ステップ S T 1 0 9 において、制御部 1 0 により、水位 H > 検出水位値 W 水位 M でない (N O) と判定された場合に、処理はステップ S T 1 1 2 へ移行する。

【 0 0 7 2 】

ステップ S T 1 1 0 (ステップ S T 1 0 9 : Y E S 判定) において、制御部 1 0 は、透過水 W 5 の流量を第 2 目標流量値に設定する。検出水位値 W が水位 M (基準水位) 以上且つ水位 H (基準貯留水位) 未満であれば、純水 W 7 の貯水量がある程度確保されているため、回収率を下げて、R O 膜モジュール 7 の膜面へのスケールの析出やファウリングを抑制するためである。

10

【 0 0 7 3 】

ステップ S T 1 1 1 において、制御部 1 0 は、R O 膜モジュール 7 の回収率を 6 0 % に設定する。これにより、本フローチャートの処理は終了する (ステップ S T 1 0 1 へリターンする)。

【 0 0 7 4 】

一方、ステップ S T 1 1 2 (ステップ S T 1 0 9 : N O 判定) へ移行した場合において、制御部 1 0 は、検出水位値 W が水位 H (基準貯留水位) 以上であると判定し、透過水 W 5 の流量を第 3 目標流量値に設定する。純水 W 7 が基準貯留水位以上あれば、十分な貯水量が確保されているため、透過水 W 5 の供給を停止するためである。

【 0 0 7 5 】

20

ステップ S T 1 1 3 において、制御部 1 0 は、内部タイマがカウントする計時 T_c が予め設定された時間 T_d に達したか否かを判定する。軟水 W 2 の測定硬度値 C_c が許容硬度値 C_s を超過する状態が継続する場合、回収率を下げて運転しても、R O 膜モジュール 7 の膜面へのスケールの析出やファウリングが懸念される。このため、内部タイマがカウントする計時 T_c が時間 T_d に達した場合には、フラッシング運転を実行するためである。

【 0 0 7 6 】

このステップ S T 1 1 3 において、制御部 1 0 により、計時 T_c が時間 T_d に達した (Y E S) と判定された場合に、処理はステップ S T 1 1 4 へ移行する。また、ステップ S T 1 1 3 において、制御部 1 0 により、計時 T_c が時間 T_d に達していない (N O) と判定された場合に、本フローチャートの処理は終了する (ステップ S T 1 0 1 へリターンする)。

30

【 0 0 7 7 】

ステップ S T 1 1 4 (ステップ S T 1 1 3 : Y E S 判定) において、制御部 1 0 は、内部タイマによる計時 T_c をリセットする。

【 0 0 7 8 】

ステップ S T 1 1 5 において、制御部 1 0 は、フラッシング運転を実行する。フラッシング運転については後述する。これにより、本フローチャートの処理は終了する (ステップ S T 1 0 1 へリターンする)。

【 0 0 7 9 】

次に、制御部 1 0 による流量フィードバック水量制御について説明する。図 4 は、制御部 1 0 において流量フィードバック水量制御を実行する場合の処理手順を示すフローチャートである。図 4 に示すフローチャートの処理は、水処理システム 1 の運転中において、繰り返し実行される。

40

【 0 0 8 0 】

図 4 に示すステップ S T 2 0 1 において、制御部 1 0 は、透過水 W 5 の目標流量値 Q_p ' を取得する。この目標流量値 Q_p ' は、図 3 に示すフローチャートのステップ S T 1 0 6、ステップ S T 1 1 0 又はステップ S T 1 1 2 において設定された目標流量値である。

【 0 0 8 1 】

ステップ S T 2 0 2 において、制御部 1 0 は、内部タイマ (不図示) による計時 T_s が制御周期である 1 0 0 m s に達したか否かを判定する。このステップ S T 2 0 2 において

50

、制御部 10 により、タイマによる計時 T_s が 100ms に達したと (YES) 判定された場合に、処理はステップ ST 203 へ移行する。また、ステップ ST 202 において、制御部 10 により、内部タイマによる計時 T_s が 100ms に達していない (NO) と判定された場合に、処理はステップ ST 202 へ戻る。

【0082】

ステップ ST 203 (ステップ ST 202 : YES 判定) において、制御部 10 は、流量センサ 15 で検出された透過水 W5 の検出流量値 Q_p を取得する。

【0083】

ステップ ST 204 において、制御部 10 は、ステップ ST 203 で取得した検出流量値 (フィードバック値) Q_p とステップ ST 201 で取得した目標流量値 Q_p' との偏差がゼロとなるように、速度形デジタル PID アルゴリズムにより操作量 U を演算する。なお、速度形デジタル PID アルゴリズムでは、制御周期 (100ms) 毎に操作量の変化分を演算し、これを前回の操作量に加算することで今回の操作量を決定する。

10

【0084】

ステップ ST 205 において、制御部 10 は、操作量 U 、目標流量値 Q_p' 及び加圧ポンプ 5 の最大駆動周波数 (50Hz 又は 60Hz の設定値) に基づいて、加圧ポンプ 5 の駆動周波数 F を演算する。

【0085】

ステップ ST 206 において、制御部 10 は、駆動周波数 F の演算値を、対応する電流値信号 ($4 \sim 20\text{mA}$) に変換する。

20

【0086】

ステップ ST 207 において、制御部 10 は、変換した電流値信号をインバータ 6 に出力する。これにより本フローチャートの処理は終了する (ステップ ST 201 へリターンする)。

【0087】

次に、制御部 10 による RO 膜モジュール 7 の回収率制御について説明する。図 5 は、制御部 10 において RO 膜モジュール 7 の回収率制御を実行する場合の処理手順を示すフローチャートである。図 5 に示すフローチャートの処理は、水処理システム 1 の運転中において、繰り返し実行される。

【0088】

30

図 5 に示すステップ ST 301 において、制御部 10 は、透過水 W5 の目標流量値 Q_p' を設定する。この目標流量値 Q_p' は、図 3 に示すフローチャートのステップ ST 106、ステップ ST 110 又はステップ ST 112 において設定された目標流量値である。

【0089】

ステップ ST 302 において、制御部 10 は、RO 膜モジュール 7 の回収率 R を設定する。この回収率 R は、図 3 に示すフローチャートのステップ ST 107 又はステップ ST 111 において設定された回収率である。

【0090】

ステップ ST 303 において、制御部 10 は、ステップ ST 301 で設定した目標流量値 Q_p' 及びステップ ST 302 で設定した回収率 R に基づいて、濃縮水 W6 の排水流量 Q_c を、式 (1) により演算する。

40

【0091】

ステップ ST 304 において、制御部 10 は、濃縮水 W6 の実際排水流量 Q_d がステップ ST 303 で演算した排水流量 Q_c となるように第 1 排水弁 11 ~ 第 3 排水弁 13 を制御する。これにより、本フローチャートの処理は終了する (ステップ ST 301 へリターンする)。

【0092】

次に、制御部 10 によるフラッシング運転について説明する。図 6 は、制御部 10 においてフラッシング運転を実行する場合の処理手順を示すフローチャートである。図 6 に示すフローチャートの処理は、図 3 に示すフローチャート (ステップ ST 115) のサブル

50

ーチンとして実行される。

【 0 0 9 3 】

図 6 に示すステップ S T 4 0 1 において、制御部 1 0 は、透過水弁 8 を閉状態に制御する。

ステップ S T 4 0 2 において、制御部 1 0 は、濃縮水還流弁 1 6 を閉状態に制御する。

【 0 0 9 4 】

ステップ S T 4 0 3 において、制御部 1 0 は、第 1 排水弁 1 1 ~ 第 3 排水弁 1 3 のうち、所定の弁を開状態に制御する。開状態に制御する排水弁の数は、効果的なフラッシングを行うのに必要な軟水 W 2 の流量に基づいて、予め決定される。

【 0 0 9 5 】

ステップ S T 4 0 4 において、制御部 1 0 は、フラッシング運転における駆動周波数 F_f を取得する。この駆動周波数 F_f は、例えば、予めメモリに記憶された設定値である。

【 0 0 9 6 】

ステップ S T 4 0 5 において、制御部 1 0 は、駆動周波数 F_f の値を、対応する電流値信号 (4 ~ 2 0 m A) に変換する。

【 0 0 9 7 】

ステップ S T 4 0 6 において、制御部 1 0 は、変換した電流値信号をインバータ 6 に出力する。これにより、本フローチャートの処理は終了する。なお、インバータ 6 は、入力された電流値信号に対応する周波数に変換された駆動電力を加圧ポンプ 5 に供給する。その結果、加圧ポンプ 5 は、インバータ 6 から入力された駆動周波数に応じた回転速度で駆動される。

【 0 0 9 8 】

上述した透過水弁 8、濃縮水還流弁 1 6、第 1 排水弁 1 1 ~ 第 3 排水弁 1 3 及び加圧ポンプ 5 の制御により、R O 膜モジュール 7 の一次側に供給された軟水 W 2 は、R O 膜の表面を流れ、フラッシング洗浄排水として濃縮水排出ライン L 7 から排出される。また、R O 膜モジュール 7 の二次側ポートから送出された透過水 W 5 は、安全弁 1 7 の開弁動作により透過水返送ライン L 9 を流通して軟水ライン L 2 に返送される。

【 0 0 9 9 】

なお、フラッシング運転は、濃縮水排出ライン L 7 から排出される洗浄排水の電気伝導率又はシリカ濃度が、軟水 W 2 の 1 . 1 倍以下となるまで継続する。

【 0 1 0 0 】

上述した実施形態に係る水処理システム 1 によれば、例えば、以下のような効果が得られる。

本実施形態に係る水処理システム 1 において、制御部 1 0 は、軟水 W 2 の測定硬度値 C_c (検知水質) が許容硬度値 C_s (許容水質値) 超過の場合に、給水タンク 9 が基準水位 M 以上 ~ 基準貯留水位 H 未満の範囲であれば、透過水 W 5 の流量を第 2 目標流量値 (< 第 1 目標流量値) に設定すると共に、濃縮水 W 6 が第 2 排水流量 (> 第 1 排水流量) となるように第 1 排水弁 1 1 ~ 第 3 排水弁 1 3 を制御する。

【 0 1 0 1 】

これによれば、軟水 W 2 の水質が悪化した場合に、透過水 W 5 の流量を減らしても、給水タンク 9 から需要箇所への純水 W 7 の供給を維持することができる。このため、透過水 W 5 の流量を減らすと共に、R O 膜モジュール 7 の回収率を下げた状態で運転することができる。従って、前処理ユニットとしての硬水軟化装置 3 の負荷を増大させることなしに、R O 膜モジュール 7 の膜面へのスケールの析出やファウリングを抑制することができる。

【 0 1 0 2 】

また、制御部 1 0 は、軟水 W 2 の測定硬度値 C_c が許容硬度値 C_s 超過の場合であっても、給水タンク 9 が基準水位 M 未満でなければ、透過水 W 5 の流量を減らすことがない。このため、需要箇所において純水 W 7 の消費量が多い場合に、給水タンク 9 から需要箇所へ純水 W 7 をより確実に供給することができる。

10

20

30

40

50

【0103】

また、制御部10は、軟水W2の測定硬度値 C_c が許容硬度値 C_s 超過の状態が、予め設定された時間 T_d 以上継続する場合に、給水タンク9が基準貯留水位H以上あれば、RO膜モジュール7への軟水W2の供給を停止した後、フラッシング運転を実行する。フラッシング運転では、RO膜モジュール7内における濃縮水W6が軟水W2で置換されながら、膜表面が洗浄される。従って、需要箇所への純水W7の供給を維持しつつ、膜表面を清浄な状態に復帰させることができる。

【0104】

また、制御部10は、RO膜モジュール7の運転中において、流量フィードバック水量制御を実行する。このため、回収率を下げた状態でも、安定した流量の透過水W5を給水タンク9へ補給することができる。

10

【0105】

また、本実施形態に係る水処理システム1において、透過水返送ラインL9には、安全弁17が設けられている。このため、フラッシング運転において、透過水返送ラインL9の管内圧力が設定された圧力以上となった場合に、安全弁17を介して高圧の透過水W5を低圧側（加圧ポンプ5の一次側）に逃がすことができる。従って、過剰な背圧によるRO膜の破損を防止することができる。

【0106】

また、本実施形態に係る水処理システム1において、制御部10は、フラッシング運転を実行する際に、濃縮水還流ラインL8を濃縮水W6が流通しないように濃縮水還流弁16を閉状態に制御し、且つ透過水ラインL5を透過水W5が流通しないように透過水弁8を閉状態に制御する。このため、軟水W2の濃縮を抑制しながら、軟水W2を洗浄水として有効利用することができる。

20

【0107】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明した。しかし、本発明は、上述した実施形態に限定されることなく、種々の形態で実施することができる。

【0108】

例えば、本実施形態では、前処理ユニットとして硬水軟化装置3を用い、製造された前処理水の水質を硬度により判定する例について説明した。これに限らず、前処理ユニットは、砂濾過装置、除鉄除マンガン装置、活性炭濾過装置、硬水軟化装置等を単独で、或いはこれらの装置を組み合わせて用いることができる。砂濾過装置、除鉄除マンガン装置、活性炭濾過装置で製造される前処理水の水質項目としては、それぞれ濁度、鉄分濃度、残留塩素濃度を例示することができ、これらの水質項目に基づいて前処理水の水質を判定することができる。また、前処理水の水質は、上述した複数の項目のうちの1つの項目だけでなく、複数の項目を組み合わせで判定してもよい。

30

【0109】

本実施形態では、給水タンク9の水位を、L、M、Hの3段階に区分した例について説明した。しかし、給水タンク9の水位は、少なくとも2段階に区分されていればよい。また、給水タンク9の水位は、4段階以上に区分されていてもよい。いずれの場合でも、上位区分に対する透過水W5の目標流量が、下位区分に対する透過水W5の目標流量よりも小さくなるように設定することで、前処理水の水質が悪化した場合に、前処理水の負荷を増加させることなく、回収率を下げて運転することができる。

40

【0110】

本実施形態では、前処理水における水質の悪化を、硬度センサ14により直接的に検知する例について説明した。これに限らず、制御部10を水質検知手段として機能させることにより、前処理水における水質の悪化を間接的に検知することもできる。

【0111】

例えば、硬水軟化装置3のプロセス制御バルブ32が故障して、再生プロセスの実行ができなくなった場合には、軟水W2の水質が悪化することが予想される。また、塩水タンク4に貯留された塩水W3の量が規定量未満の場合や、塩水W3の塩分濃度が規定値未満

50

となった場合には、再生プロセス S T 3 において再生不良となり、早期に硬度成分のリークが発生することが予想される。このため、制御部 10 において、プロセス制御バルブ 3 2 の故障や塩水 W 3 の異常を検知した場合には、前処理水の水質が悪化したと判定することができる。また、前処理水における水質の悪化は、上述した間接的な検知と、センサによる直接的な検知とを組み合わせることで判定してもよい。

【 0 1 1 2 】

本実施形態に係る水処理システム 1 において、軟水 W 2 にアルカリ剤 (N a O H , K O H 等) を添加して、軟水 W 2 が p H 8 以上となるように構成してもよい。これにより、軟水 W 2 に含まれる遊離炭酸がイオン化し、炭酸水素イオンや炭酸イオンに変化する。このため、後段に設けられた R O 膜モジュール 7 において、イオン化した遊離炭酸 (炭酸水素イオンや炭酸イオン) を除去することができる。従って、更に純度の高い純水 W 7 を製造することができる。

10

【 0 1 1 3 】

また、軟水 W 2 にアルカリ剤を添加する構成において、更に、給水タンク 9 の下流側に電気再生式イオン交換装置 (E D I) を設けた構成としてもよい。軟水 W 2 へのアルカリ剤の添加不良が発生した場合に、R O 膜モジュール 7 で除去できない遊離炭酸がリークするおそれがある。しかし、電気再生式イオン交換装置において、(i) E D I モジュールに通電する電流値を上げる、及び / 又は、(i i) 脱塩室への通水流量を減少させることにより、リークした遊離炭酸を除去することができる。

20

【 0 1 1 4 】

また、軟水 W 2 にアルカリ剤を添加する構成において、アルカリ剤を添加した軟水 W 2 の p H 値を測定する p H 測定センサを設けた構成としてもよい。この場合、制御部 10 は、軟水 W 2 の p H 値を監視して、p H 8 未満となった場合には、アルカリ剤の添加不良が発生したと判断して、上記 (i) 及び / 又は (i i) を実行する。また、制御部 10 は、p H 8 以上となった場合には、E D I モジュールに通電する電流値や脱塩室への通水流量を通常値に戻すように制御する。

【 0 1 1 5 】

また、軟水 W 2 にアルカリ剤を添加する構成において、軟水ライン L 2 (図 1 参照) にアルカリ剤を送出する薬剤供給ライン (不図示) に、フローチェッカを設けた構成としてもよい。フローチェッカは、薬剤供給ラインにおける薬剤 (アルカリ剤) の流通を検知する装置である。この場合、制御部 10 は、フローチェッカにおいて薬剤の流通が検知されない場合には、アルカリ剤の添加不良が発生したと判断して、上記 (i) 及び / 又は (i i) を実行する。また、制御部 10 は、フローチェッカにおいて薬剤の流通が検知された場合には、E D I モジュールに通電する電流値や脱塩室への通水流量を通常値に戻すように制御する。

30

【 0 1 1 6 】

また、本実施形態に係る水処理システム 1 では、回収率制御において、第 1 排水弁 1 1 ~ 第 3 排水弁 1 3 を選択的に開閉することにより、濃縮水 W 6 の排水流量を段階的に調節する例について説明した。これに限らず、濃縮水排出ライン L 7 を分岐させずに、当該濃縮水排出ライン L 7 に比例制御弁を設けた構成としてもよい。この場合、制御部 10 から電流値信号 (例えば、4 ~ 20 m A) を比例制御弁に送信して弁開度を制御することにより、濃縮水 W 6 の排水流量を調節することができる。

40

【 0 1 1 7 】

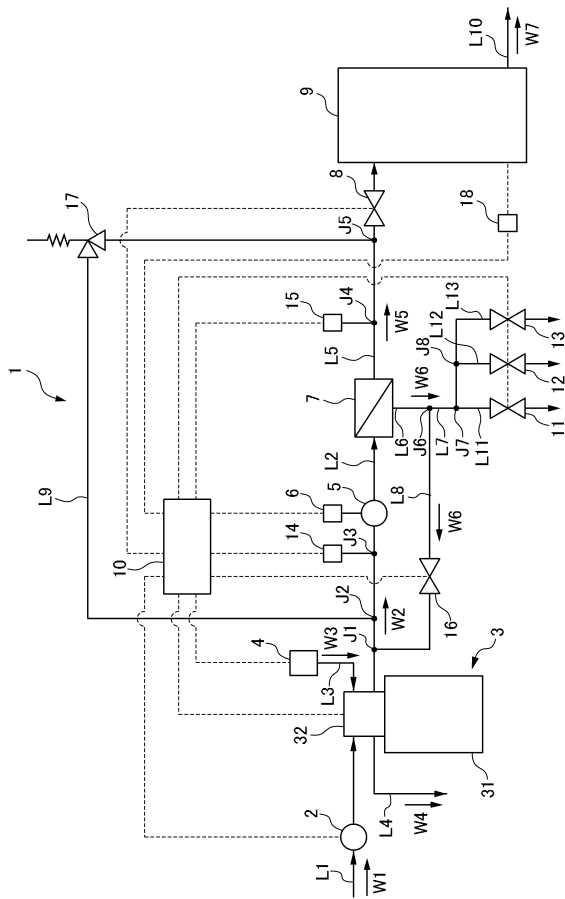
また、比例制御弁を設けた構成において、濃縮水排出ライン L 7 に流量センサを設けた構成としてもよい。この場合は、流量センサで検出された流量値を、制御部 10 にフィードバック値として入力する。これにより、濃縮水 W 6 の実際排水流量をより正確に制御することができる。

【 符号の説明 】

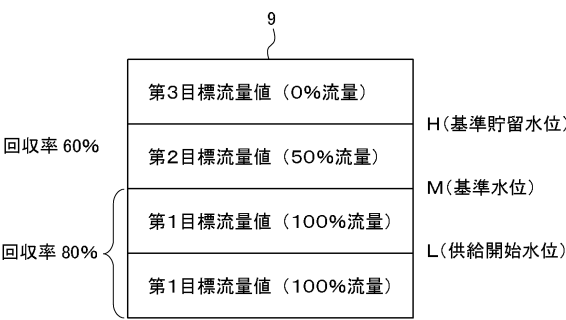
【 0 1 1 8 】

3	硬水軟化装置（前処理ユニット）	
4	塩水タンク	
5	加圧ポンプ	
6	インバータ	
7	RO膜モジュール（膜分離装置）	
9	給水タンク（貯留タンク）	
10	制御部	
11	第1排水弁（排水弁）	
12	第2排水弁（排水弁）	
13	第3排水弁（排水弁）	10
14	硬度センサ（水質検知手段）	
15	流量センサ	
18	水位センサ（水位検出手段）	
L1	原水ライン	
L2	軟水ライン	
L3	塩水ライン	
L4	排水ライン	
L5	透過水ライン	
L6	濃縮水ライン	
L7	濃縮水排出ライン	20
L8	濃縮水還流ライン	
L9	透過水返送ライン	
L10	給水ライン	
W1	原水	
W2	軟水（前処理水）	
W3	塩水	
W4	排水	
W5	透過水	
W6	濃縮水	
W7	純水	30

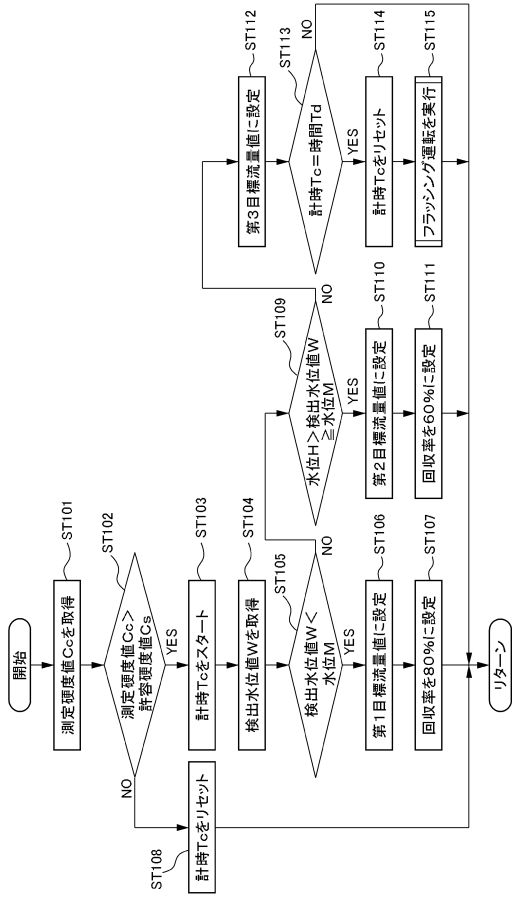
【図 1】



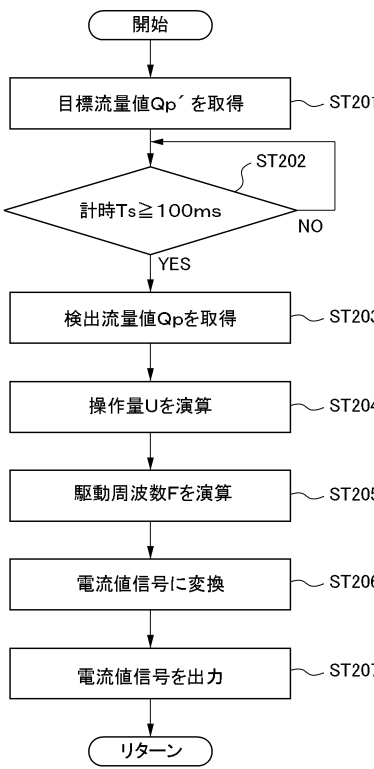
【図 2】



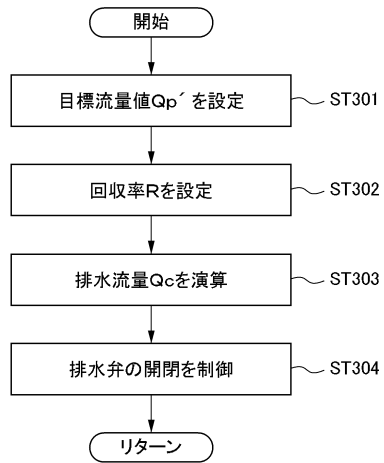
【図 3】



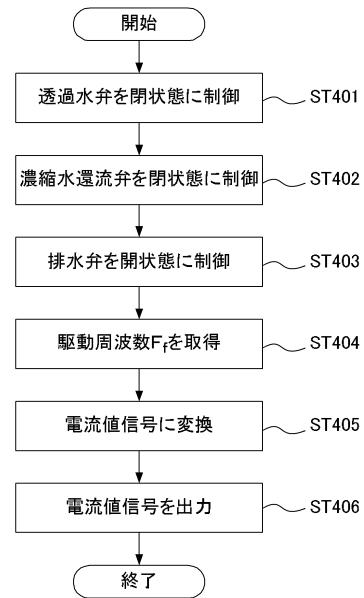
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-131578(JP,A)
特開2010-162500(JP,A)
特開2008-000658(JP,A)
特開2006-007131(JP,A)
特開2000-189964(JP,A)
特開2009-125637(JP,A)
特開2008-237979(JP,A)
特開平10-180254(JP,A)
特開平09-057271(JP,A)
特開昭60-129103(JP,A)
特開2008-126119(JP,A)
登録実用新案第3118664(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 61/00-71/82
C02F 1/44
C02F 1/42