(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2017-209624
(P2017-209624A)
(43)公開日　平成29年11月30日(2017.11.30)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
C02F 1/44	(2006.01)	C02F	1/44	J	4D006
B01D 61/12	(2006.01)	B01D	61/12		4D025
C02F 1/42	(2006.01)	C02F	1/42	B	
C02F 5/00	(2006.01)	C02F	5/00	620B	
		C02F	5/00	610C	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 14 頁）

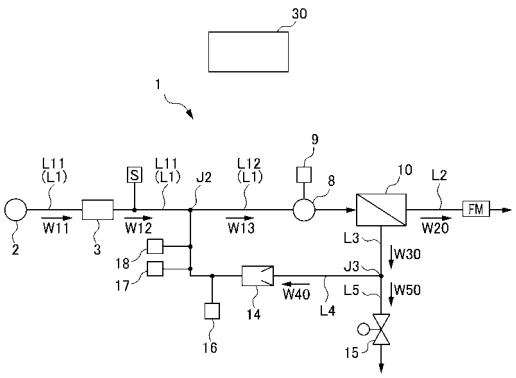
(21)出願番号　特願2016-104374 (P2016-104374)
(22)出願日　平成28年5月25日 (2016.5.25)

(71)出願人　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　竜太
(72)発明者　二宮　隆
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　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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】水処理システム

(57)【要約】
【課題】連続的に供給水の水質を検出することにより硬度漏れをすばやく検知することで、スケール析出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。
【解決手段】水処理システム１は、硬水軟化装置３と、逆浸透膜モジュール１０と、供給水Ｗ１３を逆浸透膜モジュール１０に供給する供給水ラインＬ１と、逆浸透膜モジュール１０に接続され、濃縮水Ｗ３０が流通する濃縮水ラインＬ３と、濃縮水（濃縮排水Ｗ５０）を濃縮水ラインＬ３から系外に排出する濃縮排水ラインＬ５と、供給水（循環水Ｗ４０）を濃縮水ラインＬ３から供給水ラインＬ１に返送する循環水ラインＬ４と、逆浸透膜モジュール１０へ供給される供給水Ｗ１３の回収率を調整可能な回収率調整手段１５と、硬度検出手段Ｓが検出する硬度及び腐食速度検出手段１６が検出する腐食速度に基づいて、回収率調整手段１５を制御する回収率制御部３０と、を備える。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
原水から供給水としての軟水を製造する硬水軟化装置と、
供給水を透過水と濃縮水とに分離する逆浸透膜モジュールと、
供給水を前記硬水軟化装置から前記逆浸透膜モジュールに向けて供給する供給水ラインと、
前記逆浸透膜モジュールで分離された濃縮水が流通する濃縮水ラインと、
前記濃縮水ラインに接続され、濃縮排水としての濃縮水を系外へ排出する濃縮排水ラインと、
前記濃縮水ラインに接続され、供給水としての濃縮水を前記供給水ラインに返送する循環水ラインと、
供給水の硬度を検出する硬度検出手段と、
前記逆浸透膜モジュールへ供給される供給水の流量に対する透過水の流量の比率である回収率を調整可能な回収率調整手段と、
前記供給水ライン、前記濃縮水ライン、前記濃縮排水ライン及び前記循環水ラインのうちの一つ以上のラインの腐食速度を分極抵抗法で検出する腐食速度検出手段と、
前記硬度検出手段で検出される硬度及び前記腐食速度検出手段で検出される腐食速度に基づいて回収率を調整するように、前記回収率調整手段を制御する回収率制御部と、を備える、水処理システム。
【請求項２】
前記回収率制御部は、前記硬度検出手段で検出される硬度及び前記腐食速度検出手段で検出される腐食速度に基づいて回収率を調整するために、濃縮水の流量を調整するように前記回収率調整手段を制御する、請求項１に記載の水処理システム。
【請求項３】
前記腐食速度検出手段は、前記濃縮水ライン、前記濃縮排水ライン又は前記循環水ラインの腐食速度を検出する、請求項１又は２に記載の水処理システム。
【請求項４】
前記硬度検出手段は、前記供給水ラインを流通する供給水としての軟水の硬度を検出する、請求項１～３のいずれかに記載の水処理システム。
【請求項５】
前記回収率制御部は、前記腐食速度検出手段で検出される腐食速度が所定の腐食速度閾値を下回る場合には、前記硬度検出手段が供給水の硬度を検出するように前記硬度検出手段を制御し、前記硬度検出手段で検出される硬度が所定の硬度閾値を上回る場合には、供給水の回収率を調整するように前記回収率調整手段を制御する、請求項１～４のいずれかに記載の水処理システム。
【請求項６】
前記回収率制御部は、前記硬度検出手段で検出される硬度と、前記腐食速度検出手段で検出される腐食速度と、シリカ濃度と、に基づいて回収率を調整するように、前記回収率調整手段を制御する請求項１～５のいずれかに記載の水処理システム。
【請求項７】
供給水又は濃縮排水のシリカ濃度を定期的に自動検出するシリカ濃度検出手段を更に備え、
前記回収率制御部は、前記硬度検出手段で検出される硬度と、前記腐食速度検出手段で検出される腐食速度と、前記シリカ濃度検出手段で検出されるシリカ濃度と、に基づいて回収率を調整するように、前記回収率調整手段を制御する請求項６に記載の水処理システム。
【請求項８】
供給水又は濃縮排水の水温を検出する水温検出手段を更に備え、
前記回収率制御部は、前記硬度検出手段で検出される硬度と、前記腐食速度検出手段で検出される腐食速度と、前記水温検出手段で検出される水温とに基づいて回収率を調整す

るように、前記回収率調整手段を制御する請求項１～５のいずれかに記載の水処理システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、回収率を調整可能な回収率調整手段を備える水処理システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
半導体の製造工程、電子部品や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、逆浸透膜モジュール（以下、「ＲＯ膜モジュール」ともいう）で純水と濃縮水に逆浸透膜分離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の水透過係数は、原水（供給水）の温度や膜の状態（細孔の閉塞や材質の酸化劣化）により変化する。そこで、ＲＯ膜におけるシリカ系スケールの析出やファウリングの発生を抑制しつつ、供給水として劣悪な水質の硬水を用いた場合においても、炭酸カルシウム系スケールの析出を安定して抑制できる水処理システムが提案されている（例えば、特許文献１参照）。
【０００４】
特許文献１に提案された水処理システムにおいて、硬水軟化装置は、陽イオン交換樹脂床により、原水中の硬度成分（カルシウムイオン及びマグネシウムイオン）を除去し、軟水を製造している。また、ＲＯ膜モジュールは、硬水軟化装置の下流側の軟水ラインに接続されている。そして、ＲＯ膜モジュールは、硬水軟化装置によって製造された軟水を供給水として、透過水（純水）を製造している。
【０００５】
しかし、このような水処理システムにおいて、例えば原水に含まれる硬度成分の量が増える場合や、硬水軟化装置の陽イオン交換樹脂床が劣化している場合には、陽イオン交換樹脂床が飽和状態になって軟水化処理能力が低下し、硬水軟化装置から原水中の硬度成分（カルシウムイオン及びマグネシウムイオン）が漏れる現象（以下「硬度漏れ」ともいう）が起きる場合がある。
【０００６】
一方で、硬度測定用試薬を用いた水の硬度の測定方法が知られている（例えば、特許文献２参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】特開２０１３－２７８０２号公報
【特許文献２】特開２０１１－１７４７８６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
しかしながら、特許文献２に記載の硬度測定方法を単独で用いる場合、測定用試薬の使用量が膨大とならないよう、ある時間間隔を空けての間欠測定となる。そのため、硬度漏れの発生から検知までにタイムラグが生じ、その間にスケールが析出する恐れがある。
【０００９】
従って、連続的に供給水の水質を検出することにより硬度漏れをすばやく検知することで、スケール析出を抑制することができる水処理システムが望まれている。
【００１０】
本発明は、連続的に供給水の水質を検出することにより硬度漏れをすばやく検知することで、スケール析出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】
【００１１】
本発明は、原水から供給水としての軟水を製造する硬水軟化装置と、供給水を透過水と濃縮水とに分離する逆浸透膜モジュールと、供給水を前記硬水軟化装置から前記逆浸透膜モジュールに向けて供給する供給水ラインと、前記逆浸透膜モジュールで分離された濃縮水が流通する濃縮水ラインと、前記濃縮水ラインに接続され、濃縮排水としての濃縮水を系外へ排出する濃縮排水ラインと、前記濃縮水ラインに接続され、供給水としての濃縮水を前記供給水ラインに返送する循環水ラインと、供給水の硬度を検出する硬度検出手段と、前記逆浸透膜モジュールへ供給される供給水の流量に対する透過水の流量の比率である回収率を調整可能な回収率調整手段と、前記供給水ライン、前記濃縮水ライン、前記濃縮排水ライン及び前記循環水ラインのうちの一つ以上のラインの腐食速度を分極抵抗法で検出する腐食速度検出手段と、前記硬度検出手段で検出される硬度及び前記腐食速度検出手段で検出される腐食速度に基づいて回収率を調整するように、前記回収率調整手段を制御する回収率制御部と、を備える、水処理システムに関する。
【００１２】
また、前記回収率制御部は、前記硬度検出手段で検出される硬度及び前記腐食速度検出手段で検出される腐食速度に基づいて回収率を調整するために、濃縮水の流量を調整するように前記回収率調整手段を制御することが好ましい。
【００１３】
また、前記腐食速度検出手段は、前記濃縮水ライン、前記濃縮排水ライン又は前記循環水ラインの腐食速度を検出することが好ましい。
【００１４】
また、前記硬度検出手段は、前記供給水ラインを流通する供給水としての軟水の硬度を検出することが好ましい。
【００１５】
また、前記回収率制御部は、前記腐食速度検出手段で検出される腐食速度が所定の腐食速度閾値を下回る場合には、前記硬度検出手段が供給水の硬度を検出するように前記硬度検出手段を制御し、前記硬度検出手段で検出される硬度が所定の硬度閾値を上回る場合には、供給水の回収率を調整するように前記回収率調整手段を制御することが好ましい。
【００１６】
また、前記回収率制御部は、前記硬度検出手段で検出される硬度と、前記腐食速度検出手段で検出される腐食速度と、シリカ濃度と、に基づいて回収率を調整するように、前記回収率調整手段を制御することが好ましい。
【００１７】
また、供給水又は濃縮排水のシリカ濃度を定期的に自動検出するシリカ濃度検出手段を更に備え、前記回収率制御部は、前記硬度検出手段で検出される硬度と、前記腐食速度検出手段で検出される腐食速度と、前記シリカ濃度検出手段で検出されるシリカ濃度と、に基づいて回収率を調整するように、前記回収率調整手段を制御することが好ましい。
【００１８】
また、供給水又は濃縮排水の水温を検出する水温検出手段を更に備え、
前記回収率制御部は、前記硬度検出手段で検出される硬度と、前記腐食速度検出手段で検出される腐食速度と、前記水温検出手段で検出される水温とに基づいて回収率を調整するように、前記回収率調整手段を制御することが好ましい。
【発明の効果】
【００１９】
本発明によれば、連続的に供給水の水質を検出することにより硬度漏れをすばやく検知することで、スケール析出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】

【００２０】
【図１】本発明の一実施形態に係る水処理システムの全体構成図である。
【図２】本実施形態の制御部が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。
【発明を実施するための形態】
【００２１】
以下、本発明の水処理システム１の一実施形態について、図面を参照しながら説明する。図１は、本発明の水処理システム１の全体構成図である。
【００２２】
図１に示すように、水処理システム１は、水源２と、硬水軟化装置３と、硬度検出手段としての硬度センサＳと、加圧ポンプ８と、インバータ９と、逆浸透膜モジュールとしてのＲＯ膜モジュール１０と、定流量弁１４と、比例制御排水弁１５と、腐食速度検出手段としての腐食速度センサ１６と、シリカ濃度検出手段としてのシリカ濃度センサ１７と、水温検出手段としての水温計１８と、流量センサＦＭと、制御部３０と、を備える。なお、制御部３０と被制御対象機器との電気的接続線の図示については、省略している。
【００２３】
水処理システム１は、供給水ラインＬ１と、透過水ラインＬ２と、濃縮水ラインＬ３と、循環水ラインＬ４と、濃縮排水ラインＬ５と、を備える。「ライン」とは、流路、経路、管路等の流体の流通が可能なラインの総称である。また、その由来（出所）やその水質によらず、供給水ラインＬ１、濃縮水ラインＬ３又は循環水ラインＬ４を流通する水を、「供給水」ともいい、濃縮水ラインＬ３、循環水ラインＬ４又は濃縮排水ラインＬ５を流通する水を、「濃縮水」ともいう。
【００２４】
供給水ラインＬ１は、供給水Ｗ１３を硬水軟化装置３からＲＯ膜モジュール１０に向けて供給するラインである。供給水ラインＬ１は、上流側から下流側に向けて、第１供給水ラインＬ１１と、第２供給水ラインＬ１２とを有する。
【００２５】
第１供給水ラインＬ１１の上流側の端部は、原水Ｗ１１の水源２に接続されている。第１供給水ラインＬ１１の下流側の端部は、接続部Ｊ２において、第２供給水ラインＬ１２及び循環水ラインＬ４に接続されている。第１供給水ラインＬ１１には、上流側から下流側に向けて、硬水軟化装置３と、硬度センサＳとが設けられる。
【００２６】
硬水軟化装置３は、原水Ｗ１１から供給水としての軟水Ｗ１２を製造する装置である。詳細には、硬水軟化装置３は、原水Ｗ１１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（図示しない）においてナトリウムイオン（又はカリウムイオン）に置換して軟水Ｗ１２を製造する設備である。硬水軟化装置３は、第１供給水ラインＬ１１に設けられる。第１供給水ラインＬ１１における硬水軟化装置３の上流側には、原水Ｗ１１が流通し、第１供給水ラインＬ１１における硬水軟化装置３の下流側には、軟水Ｗ１２が流通する。なお、その由来（出所）やその水質（ナトリウムイオン濃度等）によらず、硬水軟化装置３よりも下流側の供給水ラインＬ１を流通する水を「軟水Ｗ１２」ともいう。
【００２７】
硬度検出手段としての硬度センサＳは、供給水の硬度を検出する装置である。詳細には、硬度センサＳは、硬水軟化装置３よりも下流側の第１供給水ラインＬ１１を流通する軟水Ｗ１２の硬度（例えば、前段に設置された硬水軟化装置３の硬度リーク量）を検出硬度として検出する装置である。より詳細には、硬度センサＳは、第１供給水ラインＬ１１において、硬水軟化装置３よりも下流側を流通する軟水Ｗ１２の硬度を測定する。硬度センサＳは、制御部３０と電気的に接続されている。硬度センサＳで測定（検出）された軟水Ｗ１２の硬度は、制御部３０へ検出信号として送信される。
【００２８】

第２供給水ラインＬ１２の上流側の端部は、接続部Ｊ２に接続されている。第２供給水ラインＬ１２の下流側の端部は、ＲＯ膜モジュール１０の一次側入口ポートに接続されている。第２供給水ラインＬ１２には、加圧ポンプ８が設けられる。

【００２９】

加圧ポンプ８は、供給水Ｗ１３を吸入し、ＲＯ膜モジュール１０に向けて圧送（吐出）する装置である。加圧ポンプ８には、インバータ９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８は、供給（入力）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。

【００３０】

供給水Ｗ１３は、加圧ポンプ８を介してＲＯ膜モジュール１０に供給される。また、供給水Ｗ１３は、軟水Ｗ１２及び循環水Ｗ４０（後述）からなる。なお、第２供給水ラインＬ１２を流通してＲＯ膜モジュール１０に供給される水を「供給水Ｗ１３」ともいう。

【００３１】

インバータ９は、加圧ポンプ８に、周波数が変換された駆動電力を供給する電気回路（又はその回路を持つ装置）である。インバータ９は、制御部３０と電気的に接続されている。インバータ９には、制御部３０から指令信号が入力される。インバータ９は、制御部３０により入力された指令信号（電流値信号又は電圧値信号）に対応する駆動周波数の駆動電力を加圧ポンプ８に出力する。

【００３２】

逆浸透膜モジュールとしてのＲＯ膜モジュール１０は、供給水Ｗ１３を透過水Ｗ２０と濃縮水Ｗ３０とに分離する設備である。詳細には、ＲＯ膜モジュール１０は、加圧ポンプ８から吐出された供給水Ｗ１３を、溶存塩類が除去された透過水Ｗ２０と、溶存塩類が濃縮された濃縮水Ｗ３０とに膜分離処理する設備である。ＲＯ膜モジュール１０は、単一又は複数のＲＯ膜エレメント（図示せず）を備える。ＲＯ膜モジュール１０は、これらＲＯ膜エレメントにより供給水Ｗ１３を膜分離処理し、透過水Ｗ２０と濃縮水Ｗ３０とを製造する。

【００３３】

透過水ラインＬ２は、ＲＯ膜モジュール１０で分離された透過水Ｗ２０を送出するラインである。透過水ラインＬ２の上流側の端部は、ＲＯ膜モジュール１０の二次側ポートに接続されている。透過水ラインＬ２の下流側の端部は、貯留タンク（図示せず）に接続されている。透過水ラインＬ２には、流量センサＦＭが設けられる。

【００３４】

流量センサＦＭは、透過水ラインＬ２を流通する透過水Ｗ２０の流量を検出する機器である。流量センサＦＭは、制御部３０と電気的に接続されている。流量センサＦＭで検出された透過水Ｗ２０の流量（以下、「検出流量値」ともいう）は、制御部３０にパルス信号として送信される。

【００３５】

濃縮水ラインＬ３は、ＲＯ膜モジュール１０で分離された濃縮水Ｗ３０が流通するラインである。濃縮水ラインＬ３の上流側の端部は、ＲＯ膜モジュール１０の一次側出口ポートに接続されている。また、濃縮水ラインＬ３の下流側は、接続部Ｊ３において、循環水ラインＬ４及び濃縮排水ラインＬ５に分岐している。

【００３６】

循環水ラインＬ４は、濃縮水ラインＬ３に接続され、供給水としての濃縮水（循環水Ｗ４０）を供給水ラインＬ１に返送するラインである。本実施形態においては、循環水ラインＬ４は、濃縮水ラインＬ３を流通する濃縮水Ｗ３０を循環水Ｗ４０として、供給水ラインＬ１における加圧ポンプ８よりも上流側に返送（循環）させるラインである。循環水ラインＬ４の上流側の端部は、接続部Ｊ３において濃縮水ラインＬ３に接続されている。また、循環水ラインＬ４の下流側の端部は、接続部Ｊ２において、供給水ラインＬ１に接続されている。接続部Ｊ２は、供給水ラインＬ１における加圧ポンプ８よりも上流側に配置されている。循環水ラインＬ４には、上流側から下流側に向けて、定流量弁１４と、腐食

速度センサ１６と、シリカ濃度センサ１７と、水温計１８と、が設けられる。

【００３７】

定流量弁１４は、循環水ラインＬ４を流通する循環水Ｗ４０の流量を所定の一定流量値に保持するように調節する機器である。定流量弁１４において保持される「一定流量値」とは、一定流量値に幅がある概念であり、定流量弁における目標流量値のみに限られない。例えば、定流量機構の特性（例えば、材質や構造に起因する温度特性等）を考慮して、定流量弁における目標流量値に対して、±１０％程度の調節誤差を有するものを含む。定流量弁１４は、補助動力や外部操作を必要とせずに一定流量値を保持するものであり、例えば、水ガバナの名称で呼ばれるものが挙げられる。なお、定流量弁１４は、補助動力や外部操作により動作して、一定流量値を保持するものでもよい。

【００３８】

腐食速度検出手段としての腐食速度センサ１６は、供給水ラインＬ１、濃縮水ラインＬ３、循環水ラインＬ４及び濃縮排水ラインＬ５のうちの一つ以上のラインの腐食速度を分極抵抗法で検出する機器である。本実施形態においては、腐食速度センサ１６は、循環水ラインＬ４の腐食速度を検出する。腐食速度センサ１６が循環水ラインＬ４の腐食速度を分極抵抗法で検出することにより、ラインの腐食速度は連続的に検出される。腐食速度センサ１６は、制御部３０と電気的に接続されている。後述するように、制御部３０は、腐食速度センサ１６で連続的に検出される腐食速度に基づいて、回収率制御を実行する。

【００３９】

腐食速度センサ１６は、所定の間隔を空けて設置されている一対の電極（図示せず）を備えている。本実施形態においては、一対の電極は、鉄（Ｆｅ）製の電極である。腐食速度センサ１６は、ラインを流通する水（本実施形態においては、循環水ラインＬ４を流通する循環水Ｗ４０）に一対の電極を浸し、電極間に電圧を印加することで、分極抵抗（腐食反応抵抗、電荷移動抵抗）を測定し、ライン（配管）の腐食速度を算出する。

【００４０】

腐食速度センサ１６が検出するライン（配管）の腐食速度と供給水に含まれるスケール成分との関係について説明する。一般に、スケールの要因となる硬度やシリカ等のスケール成分が多くなり、金属表面のスケール化が進行すると、腐食は抑制されていく傾向がある。このことから、腐食速度が低下した場合には、水質がスケール傾向のある水質へと変化したことを意味することが多い。反対に、腐食速度が増加した場合には、水質がスケール傾向の低い水質に変化したことを意味することが多い。そのため、腐食速度センサ１６の検出する腐食速度は、供給水のスケール傾向を推定する指標となる。

【００４１】

シリカ濃度センサ１７は、供給水又は濃縮排水のシリカ濃度を検出する機器である。本実施形態においては、シリカ濃度センサ１７は、供給水としての循環水Ｗ４０のシリカ濃度を定期的に自動検出する。シリカ濃度の測定においては、定期的に供給水を採取して水分析を行ってもよいが、省力化及び迅速な水質管理のため、例えば公開特許公報２０１５－８３９４５記載のシリカ濃度測定装置にて、定期的に自動測定することがより望ましい。

【００４２】

水温計１８は、供給水又は濃縮排水の水温を検出する機器である。本実施形態においては、水温計１８は、供給水としての循環水Ｗ４０の水温を定期的に自動検出する。

【００４３】

濃縮排水ラインＬ５は、濃縮水ラインＬ３に接続され、濃縮排水Ｗ５０としての濃縮水を系外へ排出するラインである。本実施形態においては、濃縮排水ラインＬ５は、接続部Ｊ３において濃縮水ラインＬ３に接続され、ＲＯ膜モジュール１０で分離された濃縮水Ｗ３０を、濃縮排水Ｗ５０として装置外（系外）に排出するラインである。濃縮排水ラインＬ５には、比例制御排水弁１５が設けられる。

【００４４】

本実施形態においては、比例制御排水弁１５は、回収率（ＲＯ膜モジュール１０へ供給

される供給水Ｗ１３の流量に対する透過水Ｗ２０の流量の比率）を調整可能な回収率制御手段として機能する。比例制御排水弁１５は、制御部３０と電気的に接続されている。比例制御排水弁１５の弁開度は、制御部３０から送信される駆動信号により制御される。制御部３０から電流値信号（例えば、４～２０ｍＡ）を比例制御排水弁１５に送信して、弁開度を制御することにより、濃縮排水Ｗ５０の排水流量を調節することができる。本実施形態においては、濃縮水（濃縮排水Ｗ５０）の排出流量が調整（増加又は減少）されることにより、供給水Ｗ１３の流量に対する透過水Ｗ２０の流量が調整（減少又は増加）される。つまり、濃縮水（濃縮排水Ｗ５０）の排出流量が調整（増加又は減少）されることにより、回収率が調整（減少又は増加）される。

【００４５】

制御部３０は、ＣＰＵ及びメモリを含むマイクロプロセッサ（図示せず）により構成される。制御部３０において、マイクロプロセッサのＣＰＵは、メモリから読み出した所定のプログラムに従って、水処理システム１に係る各種の制御を実行する。以下、制御部３０の機能の一部について説明する。

【００４６】

制御部３０は、透過水Ｗ２０の流量が予め設定された目標流量値となるように、透過水Ｗ２０の検出流量値（系内の物理量）をフィードバック値として、加圧ポンプ８を駆動するための駆動周波数を演算し、駆動周波数の演算値に対応する指令信号（電流値信号又は電圧値信号）をインバータ９に出力する（以下、「流量フィードバック水量制御」ともいう）流量制御部として機能する。なお、流量フィードバック水量制御における駆動周波数の演算には、例えば、速度形デジタルＰＩＤアルゴリズムを用いることができる。

【００４７】

また、制御部３０は、硬度センサＳで検出される硬度及び腐食速度センサ１６で検出される腐食速度等に基づいて回収率を調整するように、回収率調整手段としての比例制御排水弁１５を制御する回収率制御部として機能する（以下、制御部３０が、腐食速度センサ１６で検出される腐食速度等に基づいて、回収率を調整するように比例制御排水弁１５を制御することを「回収率制御」ともいう）。

【００４８】

例えば、回収率制御部としての制御部３０は、下記の（１）～（３）のいずれかに基づいて回収率を調整するように、回収率調整手段としての比例制御排水弁１５を制御する。

（１）硬度センサＳで検出される硬度及び腐食速度センサ１６で検出される腐食速度

（２）硬度センサＳで検出される硬度と、腐食速度センサ１６で検出される腐食速度と、シリカ濃度

（３）硬度センサＳで検出される硬度と、腐食速度センサ１６で検出される腐食速度と、水温計１８で検出される水温

【００４９】

回収率制御部としての制御部３０が硬度センサＳで検出される硬度及び腐食速度センサ１６で検出される腐食速度に基づいて回収率を調整するように比例制御排水弁１５を制御する一例について説明する。図２は、制御部３０が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２に示すフローチャートによる制御においては、ＲＯ膜モジュール１０は、供給水Ｗ１３を透過水Ｗ２０及び濃縮水Ｗ３０に分離する動作を実行している。

【００５０】

図２に示すステップＳＴ１０１において、制御部３０は、腐食速度検出手段としての腐食速度センサ１６で検出された循環水ラインＬ４の腐食速度（以下「腐食速度値ＣＲ」ともいう）を取得する。本実施形態においては、制御部３０は、連続的に検出された腐食速度値ＣＲのうち最新の腐食速度値ＣＲを取得する。

【００５１】

ステップＳＴ１０２において、制御部３０は、硬度センサＳによって検出硬度を取得するか否かを判定する。具体的には、制御部３０は、腐食速度値ＣＲが腐食速度閾値ＴＣＲ

を下回る（腐食速度値ＣＲ≦腐食速度閾値ＴＣＲ）か否かを判定する。

【００５２】

腐食速度閾値ＴＣＲは、硬度センサＳによって検出硬度を取得するか否かを判定するための閾値として、制御部３０のメモリに記録されている。腐食速度閾値ＴＣＲは、腐食速度センサ１６が設置されるラインを流通する液体の水質等によって適宜に設定されてもよい。腐食速度閾値ＴＣＲは、０～２２ｍｄｄの範囲で設定されることが好ましい。更に、腐食速度閾値ＴＣＲは、０～１０ｍｄｄの範囲で設定されることがより好ましい。本実施形態においては、ノイズが０．０～０．８ｍｄｄの範囲で発生するため、腐食速度閾値ＴＣＲは、１．０ｍｄｄに設定されている。

【００５３】

ステップＳＴ１０２において、腐食速度値ＣＲ≦腐食速度閾値ＴＣＲである（ＹＥＳ）場合には、処理は、ステップＳＴ１０３に移行する。腐食速度値ＣＲ＞腐食速度閾値ＴＣＲである（ＮＯ）場合には、処理はステップＳＴ１０１に戻る。

【００５４】

ステップＳＴ１０３において、回収率制御部としての制御部３０は、硬度センサＳが検出硬度（以下、「硬度値Ｍ」ともいう）を取得するように硬度センサＳを制御する。

【００５５】

ステップＳＴ１０４において、制御部３０は、硬度値Ｍに基づいて、供給水（例えば、軟水Ｗ１２）がスケール生成傾向範囲内か否かを判定する。具体的には、制御部３０は、硬度値Ｍが硬度閾値ＴＭを上回る（硬度値Ｍ≧硬度閾値ＴＭ）か否かを判定する。この硬度閾値ＴＭは、供給水（例えば、軟水Ｗ１２）がスケール生成傾向範囲内か否かを判定するための閾値として、制御部３０のメモリに記録されている。

【００５６】

ステップＳＴ１０４において、硬度値Ｍ≧硬度閾値ＴＭである（ＹＥＳ）場合には、処理は、ステップＳＴ１０５へ移行する。硬度値Ｍ＜硬度閾値ＴＭである（ＮＯ）場合には、処理はステップＳＴ１０１に戻る。

【００５７】

ステップＳＴ１０５において、回収率制御部としての制御部３０は、腐食速度値ＣＲに基づいて回収率を調整するように、回収率調整手段としての比例制御排水弁１５を制御する。本実施形態においては、制御部３０は、回収率が減少するように、比例制御排水弁１５の弁開度が全開（弁開度が１００％の状態）となるように、比例制御排水弁１５を制御する。回収率が調整されることにより、本フローチャートの処理は、終了する。

【００５８】

本実施形態の水処理システム１によれば、例えば、以下に示す効果が奏される。

水処理システム１は、原水Ｗ１１から供給水としての軟水Ｗ１２を製造する硬水軟化装置３と、供給水Ｗ１３を透過水Ｗ２０と濃縮水Ｗ３０とに分離する逆浸透膜モジュールとしてのＲＯ膜モジュール１０と、供給水Ｗ１３を硬水軟化装置３からＲＯ膜モジュール１０に向けて供給する供給水ラインＬ１と、ＲＯ膜モジュール１０で分離された濃縮水Ｗ３０が流通する濃縮水ラインＬ３と、濃縮水ラインＬ３に接続され、濃縮排水Ｗ５０としての濃縮水を系外へ排出する濃縮排水ラインＬ５と、濃縮水ラインＬ３に接続され、供給水としての濃縮水（循環水Ｗ４０）を供給水ラインＬ１に返送する循環水ラインＬ４と、供給水の硬度を検出する硬度検出手段としての硬度センサＳと、ＲＯ膜モジュール１０へ供給される供給水Ｗ１３の流量に対する透過水Ｗ２０の流量の比率である回収率を調整可能な回収率調整手段としての比例制御排水弁１５と、供給水ラインＬ１、濃縮水ラインＬ３、循環水ラインＬ４及び濃縮排水ラインＬ５のうちの一つ以上のラインの腐食速度を分極抵抗法で検出する腐食速度検出手段としての腐食速度センサ１６と、硬度センサＳで検出される硬度及び腐食速度センサ１６で検出される腐食速度に基づいて、回収率を調整するように比例制御排水弁１５を制御する回収率制御部としての制御部３０と、を備える。

【００５９】

そのため、回収率制御部としての制御部３０は、分極抵抗法によって連続的に検出され

る腐食速度値ＣＲに基づいて、硬度漏れをすばやく検知し、回収率を調整するように回収率調整手段としての比例制御排水弁１５を制御できる。これによれば、連続的に供給水の水質を検出し、スケール析出を抑制することができる。

【００６０】

また、回収率制御部としての制御部３０は、硬度センサＳで検出される硬度及び腐食速度センサ１６で検出される腐食速度に基づいて回収率を調整するために、濃縮水（濃縮排水Ｗ５０）の流量を調整するように、回収率調整手段としての比例制御排水弁１５を制御する。濃縮水（濃縮排水Ｗ５０）の流量調整により、常に一定の処理水量（透過水Ｗ２０の流量）を得ることができる。

【００６１】

また、腐食速度検出手段としての腐食速度センサ１６は、濃縮水ラインＬ３、循環水ラインＬ４又は濃縮排水ラインＬ５の腐食速度を検出する。濃縮水ラインＬ３、循環水ラインＬ４又は濃縮排水ラインＬ５には、ＲＯ膜モジュール１０によって分離された濃縮水（濃縮水Ｗ３０、循環水Ｗ４０、濃縮排水Ｗ５０）が流通するため、供給水ラインＬ１と比較して、濃縮水ラインＬ３、循環水ラインＬ４又は濃縮排水ラインＬ５のスケールリスクは、高くなる。腐食速度センサ１６は、スケールリスクが高いラインについて腐食速度を検出するため、水処理システム１全体としてのスケールリスクをより正確に検出できる。

【００６２】

また、硬度検出手段としての硬度センサＳは、供給水ラインＬ１を流通する供給水としての軟水Ｗ１２の硬度を検出する。そのため、硬度センサＳは、軟水Ｗ１２の硬度の変化をより正確に検出できる。

【００６３】

また、回収率制御部としての制御部３０は、腐食速度センサ１６で検出される腐食速度が所定の腐食速度閾値を下回る場合には、硬度センサＳが供給水（例えば、軟水Ｗ１２）の硬度を検出するように硬度センサＳを制御し、硬度センサＳで検出される硬度が所定の硬度閾値を上回る場合には、供給水の回収率を調整するように比例制御排水弁１５を制御する。腐食速度センサ１６によって連続的に腐食速度が検出されることにより、連続的に供給水の水質を検出することが容易になる。すなわち、万一硬度漏れが起こった際に迅速な一次検知ができる。

【００６４】

そのため、硬度センサＳとして、試薬を添加して比色で硬度を定量するタイプの硬度センサを用いた場合であっても、１次スクリーニングとして腐食速度センサ１６で連続的に水質を検出することで、硬度センサＳの測定頻度を（本実施形態においては、例えば、腐食速度値ＣＲが低くなったときだけに）落とすことができる。これによれば、硬度センサＳ単独で水質を検出する場合と比べて、腐食速度センサ１６を併用することによって経済的に硬度漏れを検出する管理を実現できる。

【００６５】

また、回収率制御部としての制御部３０は、硬度センサＳで検出される硬度と、腐食速度センサ１６で検出される腐食速度と、シリカ濃度とに基づいて回収率を調整するように、回収率調整手段としての比例制御排水弁１５を制御する。腐食速度センサ１６により、硬度やシリカ濃度といった全てのスケールの析出傾向の合算値として腐食速度が検出される。また、腐食速度及びシリカ濃度が検出されることで、シリカ系のスケールの析出傾向と、それ以外（主に炭酸カルシウム系のスケール）の析出傾向とを区別できる。シリカ系のスケールの析出傾向と、それ以外（主に炭酸カルシウム系のスケール）の析出傾向とを別々に管理することにより、精度良くスケール析出を抑制できる。

【００６６】

また、水処理システム１は、供給水又は濃縮排水Ｗ５０のシリカ濃度を定期的に自動検出するシリカ濃度センサ１７を更に備え、回収率制御部としての制御部３０は、硬度センサＳで検出される硬度と、腐食速度センサ１６で検出される腐食速度と、シリカ濃度センサ１７で検出されるシリカ濃度とに基づいて回収率を調整するように、回収率調整手段と

しての比例制御排水弁１５を制御する。そのため、省力化及び迅速な水質管理により、精度よくスケール析出を抑制することができる。

【００６７】

また、水処理システム１は、供給水又は濃縮排水Ｗ５０の水温を検出する水温計１８を更に備え、回収率制御部としての制御部３０は、硬度センサＳで検出される硬度と、腐食速度センサ１６で検出される腐食速度と、水温計１８で検出される水温とに基づいて回収率を調整するように、回収率調整手段としての比例制御排水弁１５を制御する。硬度やシリカといった多くのスケール成分において、スケール成分の水溶解度は水温によって大きく影響を受ける。そのため、硬度センサＳで検出される硬度と、腐食速度センサ１６で検出される腐食速度と、水温とに基づいて、精度よくスケール析出を抑制することができる。

【００６８】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は、前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。

【００６９】

例えば、硬度センサＳが、供給水ラインＬ１（第１供給水ラインＬ１１）の軟水Ｗ１２の硬度を検出する例について説明したが、これに限定されない。例えば、硬度センサＳが硬度を検出するラインは、第２供給水ラインＬ１２、濃縮水ラインＬ３、循環水ラインＬ４又は濃縮排水ラインＬ５のいずれか一つ、又は、第１供給水ラインＬ１１及びこれらのラインの二つ以上であってもよい。

【００７０】

また、回収率制御部としての制御部３０は、濃縮排水ラインＬ５に設けられる比例制御排水弁１５を制御することで回収率を調整する例について説明したが、これに限定されない。例えば、制御部３０は、比例制御排水弁１５を制御せずに、その代わりに、濃縮排水Ｗ４０の流量を濃縮排水ラインＬ５に設けた定流量弁で一定にしておき、制御部３０が、インバータ９にて加圧ポンプ８を制御し、透過水Ｗ２０の流量を調整することで、回収率を調整してもよい。

【００７１】

また、腐食速度センサ１６が、循環水ラインＬ４の腐食速度を分極抵抗法で検出する例について説明したが、これに限定されない。例えば、腐食速度センサ１６が腐食速度を検出するラインは、供給水ラインＬ１、濃縮水ラインＬ３又は濃縮排水ラインＬ５であってもよい。更に、腐食速度センサ１６が腐食速度を検出するラインは、供給水ラインＬ１、濃縮水ラインＬ３、循環水ラインＬ４及び濃縮排水ラインＬ５のうちの二つ以上のラインであってもよい。

【００７２】

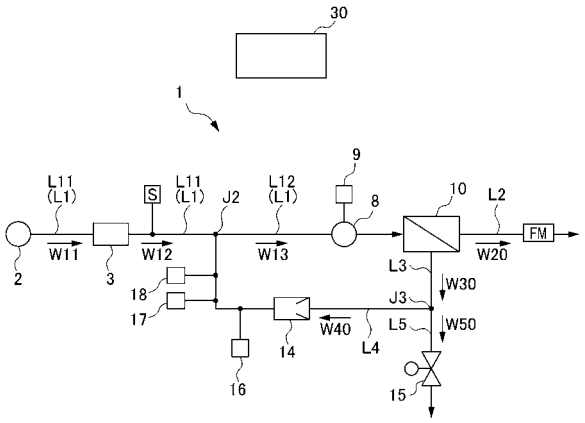
また、回収率制御部としての制御部３０は、腐食速度値ＣＲが、腐食速度閾値ＴＣＲ以下である（腐食速度値ＣＲ≦腐食速度閾値ＴＣＲ）場合に、硬度センサＳが検出硬度を取得するように、硬度センサＳを制御する例について説明した。しかし、制御部３０が検出硬度を取得するのは、腐食速度値ＣＲが、腐食速度閾値ＴＣＲ以下である（腐食速度値ＣＲ≦腐食速度閾値ＴＣＲ）場合に限定されない。腐食速度値ＣＲが腐食速度閾値ＴＣＲ以上の場合であっても、制御部３０は、検出硬度を取得してもよい。例えば、さまざまな水質値（例えば、水温、シリカ濃度等）に基づいて決定される閾値Ｔと、対応する回収率のテーブルを用意し、このテーブルに従って腐食速度閾値ＴＣＲや目標とする回収率を適宜選択しながら制御を行ってもよい。

【００７３】

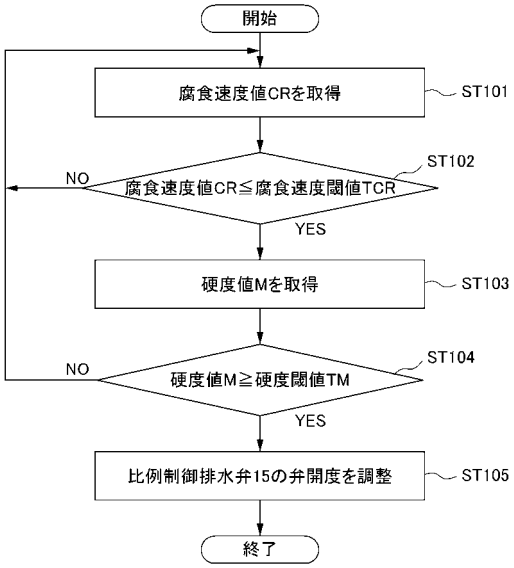
また、比例制御排水弁１５の弁開度を制御することにより、濃縮排水Ｗ５０の排水流量を調節する例について説明した。これに限らず、複数の排水バルブを並列に設けた構成とし、排水バルブの開弁数を増減することにより、濃縮排水Ｗ５０の排水流量を段階的に調節するように制御してもよい。これによれば、濃縮排水Ｗ５０の排水流量を調節することができる。

【００７４】
　また、腐食速度センサ１６に備えられる一対の電極は、鉄（Ｆｅ）製の電極である例について説明したが、これに限定されない。例えば、腐食速度センサ１６に備えられる一対の電極は、銅（Ｃｕ）製の電極であってもよい。鉄（Ｆｅ）製の一対の電極又は銅（Ｃｕ）製の一対の電極が、適宜に選択されて用いられることが望ましく、より詳細には、供給水の水質に合わせて適宜に選択されて用いられることが望ましい。
【００７５】
　また、銅（Ｃｕ）製の一対の電極を備えた腐食速度センサと、鉄（Ｆｅ）製の一対の電極を備えた腐食速度センサとが併用して用いられてもよい。この場合、制御部３０は、銅（Ｃｕ）製の腐食速度センサによって検出される銅センサ腐食速度と、鉄（Ｆｅ）製の腐食速度センサによって検出される鉄センサ腐食速度のうち、低い値を示した腐食速度に基づいて、回収率制御を実行してもよい。
【符号の説明】
【００７６】
１　水処理システム
３　硬水軟化装置
１０　ＲＯ膜モジュール（逆浸透膜モジュール）
１５　比例制御排水弁（回収率調整手段）
１６　腐食速度センサ（腐食速度検出手段）
１７　シリカ濃度センサ（シリカ濃度検出手段）
１８　水温計（水温検出手段）
３０　制御部（回収率制御部）
Ｓ　硬度センサ（硬度検出手段）
Ｌ１　供給水ライン（供給水が流通するライン）
Ｌ２　透過水ライン
Ｌ３　濃縮水ライン（供給水が流通するライン）
Ｌ４　循環水ライン（供給水が流通するライン）
Ｌ５　濃縮排水ライン
Ｗ１１　原水
Ｗ１２　軟水（供給水）
Ｗ１３　供給水
Ｗ２０　透過水
Ｗ３０　濃縮水
Ｗ４０　循環水（濃縮水、供給水）
Ｗ５０　濃縮排水（濃縮水）

【図１】


30
1
L11
(L1)
S
L11
(L1)
J2
L12
(L1)
9
8
10
L2
FM
W11
W12
W13
W20
2
3
18
17
14
16
L3
W30
J3
W40
L5
W50
L4
15

【図２】


開始
腐食速度値CRを取得
ST101
腐食速度値CR≦腐食速度閾値TCR
ST102
NO
YES
硬度値Mを取得
ST103
硬度値M≧硬度閾値TM
ST104
NO
YES
比例制御排水弁15の弁開度を調整
ST105
終了

フロントページの続き

(72)発明者　光本　洋幸
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　菊池　陽介
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　小田　英貴
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　横山　大輔
愛媛県松山市堀江町７番地　三浦工業株式会社内

Ｆターム(参考) 4D006 GA03 JA53Z JA57Z JA63Z JA64Z KA01 KA41 KB11 KE03P KE03Q
KE04Q KE12P KE16P KE30P KE30Q PA01 PB05 PB06 PC01
4D025 AA02 AB19 BA08 BB19 CA01 CA02 CA06 CA08 CA10 DA05