

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5838642号
(P5838642)

(45) 発行日 平成28年1月6日 (2016.1.6)

(24) 登録日 平成27年11月20日 (2015.11.20)

(51) Int.Cl.

F I

CO2F 1/44 (2006.01)

CO2F 1/44 J

BO1D 61/12 (2006.01)

BO1D 61/12

請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2011-171624 (P2011-171624)	(73) 特許権者	000175272
(22) 出願日	平成23年8月5日 (2011.8.5)		三浦工業株式会社
(65) 公開番号	特開2013-34925 (P2013-34925A)		愛媛県松山市堀江町7番地
(43) 公開日	平成25年2月21日 (2013.2.21)	(74) 代理人	100126000
審査請求日	平成26年5月26日 (2014.5.26)		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	宮部 裕一
			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部と、前処理水から透過水を製造する膜分離部と、を含み、

前記前処理部は、原水が供給される少なくとも一つの前処理ユニットと、
入力された第1駆動周波数に応じた回転速度で駆動され、原水を前記前処理ユニットに向けて供給する原水ポンプと、

入力された第1の演算値信号に対応する第1駆動周波数を前記原水ポンプに出力する第1インバータと、

前処理水の圧力を検出する圧力検出手段と、

前記圧力検出手段の検出圧力値が予め設定された目標圧力値となるように、PIDアルゴリズムにより前記原水ポンプの第1駆動周波数を演算し、当該第1駆動周波数の演算値に対応する前記第1の演算値信号を前記第1インバータに出力する第1制御部と、を備え、

前記膜分離部は、供給された前処理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、

入力された第2駆動周波数に応じた回転速度で駆動され、前処理水を前記逆浸透膜モジュールに向けて供給する加圧ポンプと、

入力された第2の演算値信号に対応する第2駆動周波数を前記加圧ポンプに出力する第2インバータと、

透過水の流量を検出する流量検出手段と、

前記流量検出手段の検出流量値が予め設定された目標流量値となるように、P I D アルゴリズムにより前記加圧ポンプの第 2 駆動周波数を演算し、当該第 2 駆動周波数の演算値に対応する前記第 2 の演算値信号を前記第 2 インバータに出力する第 2 制御部と、を備える水処理システムであって、

水処理システムは、

原水を前記前処理ユニットに供給する原水ラインと、

前記前処理ユニットにより製造された前処理水を前記逆浸透膜モジュールに供給する前処理水ラインと、

透過水を前記逆浸透膜モジュールから送出する透過水ラインと、

濃縮水を前記逆浸透膜モジュールから送出する濃縮水ラインと、

上流側が前記濃縮水ラインに接続されると共に下流側が前記前処理水ラインに接続され、前記濃縮水ラインを流通する濃縮水の一部を前記前処理水ラインにおける前記加圧ポンプよりも上流側に還流させる濃縮水循環ラインと、

前記濃縮水ラインを流通する濃縮水の残部を装置外に排出する濃縮水排水ラインと、を備え、

前記圧力検出手段は、前記前処理水ラインにおける前記濃縮水循環ラインの接続位置よりも上流側を流通する前処理水の圧力を検出する水処理システム。

【請求項 2】

前記前処理部は、外部に情報を伝達する情報伝達部を備え、

前記第 1 制御部は、前記第 1 インバータから前記原水ポンプに第 1 駆動周波数を出力したときに、前記圧力検出手段の検出圧力値が、予め設定された第 1 駆動周波数に対応する圧力範囲を外れる場合には、前記情報伝達部を制御して外部に異常を示す情報を伝達させる、

請求項 1 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、前処理部と膜分離部とを備えた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、濾過装置や硬水軟化装置等の前処理ユニットで前処理した後、逆浸透膜モジュール（以下、「RO 膜モジュール」ともいう）で逆浸透膜分離処理することにより製造される。

【0003】

高分子材料からなる逆浸透膜は、温度により水透過係数が変化する特性を持つ。具体的には、RO 膜モジュールの水透過係数は、前処理された水（以下、「前処理水」ともいう）の温度が低ければ小さくなり、前処理水の温度が高ければ大きくなる。

【0004】

RO 膜モジュールに前処理水を送り出す加圧ポンプを一定の運転圧力で運転した場合、前処理水の温度が基準温度よりも低くなると、要求される生産水量に対して製造される透過水（純水）の水量が少なくなる。この場合、需要箇所への供給量が不足する。また、前処理水の温度が基準温度よりも高くなると、要求される生産水量に対して透過水の水量が多くなる。この場合は、前処理ユニットの早期能力低下や RO 膜モジュールの一次側膜表面での過濃縮に繋がる。

【0005】

そこで、前処理水の温度に関わらず、RO 膜モジュールにおける透過水の流量を一定に保つため、流量フィードバック制御を行う水質改質システムが提案されている。この流量

10

20

30

40

50

フィードバック制御では、ＲＯ膜モジュールで製造される透過水の流量が目標値となるように、ＲＯ膜モジュールに前処理水を送出する加圧ポンプの駆動周波数がインバータにより制御される（特許文献１参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】特開２００５－２９６９４５号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

10

上述した前処理ユニットにおいて、例えば、濾材床に懸濁物質等が蓄積すると、通水抵抗が増加する。前処理ユニットにおいて、通水抵抗が増加すると、加圧ポンプの一次側に供給される前処理水の圧力が低下する。そのため、従来は、前処理ユニットに原水を供給する原水ポンプの運転圧力を、前処理ユニットから送出される前処理水の圧力が低下する分を見込んで高めに設定していた。

【０００８】

一方、特許文献１に記載された水質改質システムにおいて、ＲＯ膜モジュールで製造された濃縮水は、ＲＯ膜モジュールの一次側出口ポートに接続された濃縮水ラインから流出する。その濃縮水ラインには、濃縮水の一部を加圧ポンプの上流側における前処理水ラインに還流させる濃縮水循環ラインと、濃縮水の残部を系外へ排出する濃縮水排水ラインが

20

【０００９】

濃縮水循環ラインに濃縮水を流通させるには、濃縮水循環ラインの一次側（濃縮水ライン側）と二次側（前処理水ライン側）との間に圧力差が必要となる。特に、濃縮水循環ラインに定流量弁を設けた場合には、定流量弁を動作させるために、所定の圧力差が必要となる。そのため、従来は、濃縮水循環ラインが合流する位置よりも上流側の前処理水ラインに減圧弁を設け、濃縮水循環ラインの二次側において、前処理水の圧力を下げていた。

【００１０】

このように、従来の水処理システムにおいては、前処理ユニットの下流側で前処理水を減圧するにもかかわらず、前処理ユニットの上流側に設けられた原水ポンプの運転圧力を

30

本来必要な圧力よりも高く設定していた。このため、原水ポンプにおける消費電力の抑制が課題となっていた。

【００１１】

従って、本発明は、原水ポンプの消費電力を抑制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】

【００１２】

本発明は、原水から前処理水を製造する前処理部と、前処理水から透過水を製造する膜分離部と、を含み、前記前処理部は、原水が供給される少なくとも一つの前処理ユニットと、入力された第１駆動周波数に応じた回転速度で駆動され、原水を前記前処理ユニットに向けて供給する原水ポンプと、入力された第１の演算値信号に対応する第１駆動周波数を前記原水ポンプに出力する第１インバータと、前処理水の圧力を検出する圧力検出手段と、前記圧力検出手段の検出圧力値が予め設定された目標圧力値となるように、ＰＩＤアルゴリズムにより前記原水ポンプの第１駆動周波数を演算し、当該第１駆動周波数の演算値に対応する前記第１の演算値信号を前記第１インバータに出力する第１制御部と、を備え、前記膜分離部は、供給された前処理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、入力された第２駆動周波数に応じた回転速度で駆動され、前処理水を前記逆浸透膜モジュールに向けて供給する加圧ポンプと、入力された第２の演算値信号に対応する第２駆動周波数を前記加圧ポンプに出力する第２インバータと、透過水の流量を検出する流量検出手段と、前記流量検出手段の検出流量値が予め設定された目標流量値となるように

40

50

、PIDアルゴリズムにより前記加圧ポンプの第2駆動周波数を演算し、当該第2駆動周波数の演算値に対応する前記第2の演算値信号を前記第2インバータに出力する第2制御部と、を備える水処理システムであって、水処理システムは、原水を前記前処理ユニットに供給する原水ラインと、前記前処理ユニットにより製造された前処理水を前記逆浸透膜モジュールに供給する前処理水ラインと、透過水を前記逆浸透膜モジュールから送出する透過水ラインと、濃縮水を前記逆浸透膜モジュールから送出する濃縮水ラインと、上流側が前記濃縮水ラインに接続されると共に下流側が前記前処理水ラインに接続され、前記濃縮水ラインを流通する濃縮水の一部を前記前処理水ラインにおける前記加圧ポンプよりも上流側に還流させる濃縮水循環ラインと、前記濃縮水ラインを流通する濃縮水の残部を装置外に排出する濃縮水排水ラインと、を備え、前記圧力検出手段は、前記前処理水ラインにおける前記濃縮水循環ラインの接続位置よりも上流側を流通する前処理水の圧力を検出する水処理システムに関する。

10

【0013】

また、前記前処理部は、外部に情報を伝達する情報伝達部を備え、前記第1制御部は、前記第1インバータから前記原水ポンプに第1駆動周波数を出力したときに、前記圧力検出手段の検出圧力値が、予め設定された第1駆動周波数に対応する圧力範囲を外れる場合には、前記情報伝達部を制御して外部に異常を示す情報を伝達させることが好ましい。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、原水ポンプの消費電力を抑制できる水処理システムを提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0015】

【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】第1制御部17が圧力フィードバック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3】第2制御部29が流量フィードバック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】

【0016】

30

以下、本発明に係る水処理システムについて、図面を参照しながら説明する。本実施形態の水処理システム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。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、第1制御部17が圧力フィードバック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3は、第2制御部29が流量フィードバック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。

【0017】

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、前処理部10と、膜分離部20と、を備える。前処理部10は、原水W1から前処理水W2を製造する設備である。膜分離部20は、前処理水W2から透過水W3と濃縮水W4とを製造する設備である。

40

【0018】

また、水処理システム1は、原水ラインL1と、前処理水ラインL2と、透過水ラインL3と、濃縮水ラインL4と、濃縮水循環ラインL5と、濃縮水排水ライン（第1濃縮水排水ラインL6、第2濃縮水排水ラインL7及び第3濃縮水排水ラインL8）と、を備える。本明細書における「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、図1では、電気的な接続の経路を破線で示す。

【0019】

まず、前処理部10の構成について説明する。

前処理部10は、原水ポンプ11と、第1インバータ12と、活性炭濾過装置13と、硬水軟化装置14と、プレフィルタ装置15と、を備える。また、前処理部10は、圧力

50

検出手段としての圧力センサ 16 と、第 1 制御部 17 と、情報伝達部としての警報部 18 と、を備える。このうち、活性炭濾過装置 13、硬水軟化装置 14 及びプレフィルタ装置 15 は、それぞれ前処理ユニットとして機能する。

【0020】

原水ライン L1 の上流側の端部は、原水 W1 の供給源（不図示）に接続されている。一方、原水ライン L1 の下流側の端部は、活性炭濾過装置 13 に接続されている。

【0021】

原水ポンプ 11 は、供給源から供給された水道水や地下水等の原水 W1 を吸入し、活性炭濾過装置 13 に向けて吐出する装置である。原水ポンプ 11 は、原水ライン L1 に設けられている。原水ポンプ 11 は、第 1 インバータ 12（後述）と電氣的に接続されている。原水ポンプ 11 には、第 1 インバータ 12 から周波数が変換された駆動電力が供給される。原水ポンプ 11 は、入力された駆動周波数に応じた回転速度で駆動される。

10

【0022】

第 1 インバータ 12 は、原水ポンプ 11 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。第 1 インバータ 12 は、第 1 制御部 17 と電氣的に接続されている。第 1 インバータ 12 には、第 1 制御部 17 から電流値信号が入力される。第 1 インバータ 12 は、入力された電流値信号に対応する駆動周波数を原水ポンプ 11 に出力する。

【0023】

活性炭濾過装置 13、硬水軟化装置 14 及びプレフィルタ装置 15 からなる前処理ユニット群は、原水 W1 から前処理水 W2 を製造する設備である。

20

活性炭濾過装置 13 は、原水 W1 に含まれる残留塩素を、粒状の活性炭からなる濾材床において除去する。

硬水軟化装置 14 は、原水 W1 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）に置換する。

プレフィルタ装置 15 は、活性炭濾過装置 13 及び硬水軟化装置 14 で除去できない微細な懸濁物質を、windフィルタ等で捕集する。

【0024】

圧力センサ 16 は、プレフィルタ装置 15 の下流側において、前処理水 W2 の圧力を検出する機器である。圧力センサ 16 は、接続部 J1 において、前処理水ライン L2 に接続されている。圧力センサ 16 は、第 1 制御部 17 と電氣的に接続されている。圧力センサ 16 で検出された前処理水 W2 の圧力（以下、「検出圧力値」ともいう）は、第 1 制御部 17 へ検出信号として送信される。

30

【0025】

第 1 制御部 17 は、CPU 及びメモリを含むマイクロプロセッサ（不図示）により構成される。第 1 制御部 17 は、圧力センサ 16 の検出圧力値が予め設定された目標圧力値となるように、原水ポンプ 11 を駆動するための第 1 駆動周波数を演算し、当該第 1 駆動周波数の演算値に対応する電流値信号を第 1 インバータ 12 に出力する（以下、「圧力フィードバック制御」ともいう）。第 1 制御部 17 による圧力フィードバック制御については後述する。

40

【0026】

また、第 1 制御部 17 は、第 1 インバータ 12 から原水ポンプ 11 に第 1 駆動周波数を出力したときに、圧力センサ 16 の検出圧力値が、予め設定された第 1 駆動周波数に対応する圧力範囲を外れる場合には、警報部 18（後述）を制御して警報音を発生させる。

【0027】

警報部 18 は、システムの管理者に対し異常を警報音により通知する設備である。警報部 18 は、第 1 制御部 17 と電氣的に接続されている。警報部 18 は、第 1 制御部 17 から送信された警報制御信号により警報音を発生する。

【0028】

ここで、前処理部 10 の第 1 制御部 17 による圧力フィードバック制御を、図 2 を参照

50

して説明する。図 2 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。

【 0 0 2 9 】

図 2 に示すステップ S T 1 0 1 において、第 1 制御部 1 7 は、前処理水 W 2 の目標圧力値 P' を取得する。この目標圧力値 P' は、例えば、システムの管理者がユーザーインターフェース（不図示）を介して第 1 制御部 1 7 のメモリに入力した設定値である。

【 0 0 3 0 】

ステップ S T 1 0 2 において、第 1 制御部 1 7 は、内部のタイマ（不図示）による計時 t 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 1 0 2 において、第 1 制御部 1 7 により、タイマによる計時が 1 0 0 m s 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 0 3 へ移行する。また、ステップ S T 1 0 2 において、第 1 制御部 1 7 により、タイマによる計時が 1 0 0 m s に達していない（N O）と判定された場合に、処理はステップ S T 1 0 2 へ戻る。

【 0 0 3 1 】

ステップ S T 1 0 3（ステップ S T 1 0 2：Y E S 判定）において、第 1 制御部 1 7 は、圧力センサ 1 6 で検出された前処理水 W 2 の検出圧力値 P を取得する。

【 0 0 3 2 】

ステップ S T 1 0 4 において、第 1 制御部 1 7 は、ステップ S T 1 0 3 で取得した検出圧力値（フィードバック値） P とステップ S T 1 0 1 で取得した目標圧力値 P' との偏差がゼロとなるように、速度形デジタル P I D アルゴリズムにより操作量 U_1 を演算する。なお、速度形デジタル P I D アルゴリズムでは、制御周期（1 0 0 m s）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。

【 0 0 3 3 】

ステップ S T 1 0 5 において、第 1 制御部 1 7 は、操作量 U_1 、目標圧力値 P' 及び原水ポンプ 1 1 の最大駆動周波数（5 0 H z 又は 6 0 H z の設定値）に基づいて、原水ポンプ 1 1 の駆動周波数 F_1 を演算する。

ステップ S T 1 0 6 において、第 1 制御部 1 7 は、駆動周波数 F_1 の演算値を、対応する電流値信号（4 ~ 2 0 m A）に変換する。

【 0 0 3 4 】

ステップ S T 1 0 7 において、第 1 制御部 1 7 は、変換した電流値信号を第 1 インバータ 1 2 に出力する。なお、ステップ S T 1 0 7 において、第 1 制御部 1 7 が電流値信号を第 1 インバータ 1 2 へ出力すると、第 1 インバータ 1 2 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原水ポンプ 1 1 に供給する。その結果、原水ポンプ 1 1 は、第 1 インバータ 1 2 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 3 5 】

ステップ S T 1 0 8 において、第 1 制御部 1 7 は、ステップ S T 1 0 3 で取得した検出圧力値 P が、予め設定された第 1 駆動周波数に対応する圧力範囲（以下、「基準圧力範囲」ともいう）を外れるか否かを判定する。このステップ S T 1 0 8 において、第 1 制御部 1 7 により、検出圧力値が基準圧力範囲を外れる（Y E S）と判定された場合に、処理はステップ S T 1 0 9 へ移行する。また、ステップ S T 1 0 8 において、第 1 制御部 1 7 により、検出圧力値が基準圧力範囲内である（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）。

【 0 0 3 6 】

ステップ S T 1 0 9 において、第 1 制御部 1 7 は、警報部 1 8 に警報制御信号を送信して、警報音を発生させる。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 3 7 】

次に、膜分離部 2 0 の構成について説明する。

図 1 に示すように、膜分離部 2 0 は、加圧ポンプ 2 1 と、第 2 インバータ 2 2 と、逆浸透膜モジュールとしての R O 膜モジュール 2 3 と、を備える。また、膜分離部 2 0 は、流

10

20

30

40

50

量検出手段としての流量センサ 2 4 と、複数個の排水弁（第 1 排水弁 2 5、第 2 排水弁 2 6 及び第 3 排水弁 2 7）と、定流量弁 2 8 と、第 2 制御部 2 9 と、を備える。

【 0 0 3 8 】

加圧ポンプ 2 1 は、前処理部 1 0 から送出された前処理水 W 2 を吸入し、R O 膜モジュール 2 3 に向けて吐出する装置である。加圧ポンプ 2 1 は、第 2 インバータ 2 2（後述）と電氣的に接続されている。加圧ポンプ 2 1 には、第 2 インバータ 2 2 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 2 1 は、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 3 9 】

第 2 インバータ 2 2 は、加圧ポンプ 2 1 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。第 2 インバータ 2 2 は、第 2 制御部 2 9 と電氣的に接続されている。第 2 インバータ 2 2 には、第 2 制御部 2 9 から電流値信号が入力される。第 2 インバータ 2 2 は、入力された電流値信号に対応する駆動周波数を加圧ポンプ 2 1 に出力する。

【 0 0 4 0 】

R O 膜モジュール 2 3 は、前処理水 W 2 を、溶存塩類が除去された透過水 W 3 と、溶存塩類が濃縮された濃縮水 W 4 とに膜分離処理する設備である。R O 膜モジュール 2 3 は、単一又は複数の R O 膜エレメント（不図示）を備える。R O 膜モジュール 2 3 は、これら R O 膜エレメントにより前処理水 W 2 を膜分離処理し、透過水 W 3 及び濃縮水 W 4 を製造する。R O 膜モジュール 2 3 の一次側入口ポートは、前処理水ライン L 2 を介して加圧ポンプ 2 1 の下流側に接続されている。

【 0 0 4 1 】

R O 膜モジュール 2 3 の二次側ポートには、透過水ライン L 3 の上流側の端部が接続されている。R O 膜モジュール 2 3 で製造された透過水 W 3 は、透過水ライン L 3 を介して需要箇所等に純水として送出される。また、R O 膜モジュール 2 3 の一次側出口ポートには、濃縮水ライン L 4 の上流側の端部が接続されている。R O 膜モジュール 2 3 で製造された濃縮水 W 4 は、濃縮水ライン L 4 を介して、R O 膜モジュール 2 3 の外に排出される。

【 0 0 4 2 】

濃縮水循環ライン L 5 は、R O 膜モジュール 2 3 から排出された濃縮水 W 4 の一部を、前処理水ライン L 2 における加圧ポンプ 2 1 よりも上流側に還流させるラインである。濃縮水循環ライン L 5 の上流側の端部は、接続部 J 3 において、濃縮水ライン L 4 に接続されている。また、濃縮水循環ライン L 5 の下流側の端部は、接続部 J 4 において、前処理水ライン L 2 に接続されている。

【 0 0 4 3 】

濃縮水排水ライン（第 1 濃縮水排水ライン L 6、第 2 濃縮水排水ライン L 7 及び第 3 濃縮水排水ライン L 8）は、R O 膜モジュール 2 3 から排出された濃縮水 W 4 の残部を系外に排出するラインである。第 1 濃縮水排水ライン L 6 ~ 第 3 濃縮水排水ライン L 8 の上流側の端部は、接続部 J 5 及び J 6 において、濃縮水ライン L 4 に接続されている。

【 0 0 4 4 】

流量センサ 2 4 は、透過水ライン L 3 を流通する透過水 W 3 の流量を検出する機器である。流量センサ 2 4 は、接続部 J 2 において、透過水ライン L 3 に接続されている。流量センサ 2 4 は、第 2 制御部 2 9 と電氣的に接続されている。流量センサ 2 4 で検出された透過水 W 3 の流量（以下、「検出流量値」ともいう）は、第 2 制御部 2 9 へ検出信号として送信される。

【 0 0 4 5 】

第 1 濃縮水排水ライン L 6、第 2 濃縮水排水ライン L 7 及び第 3 濃縮水排水ライン L 8 には、それぞれ第 1 排水弁 2 5、第 2 排水弁 2 6 及び第 3 排水弁 2 7 が設けられている。第 1 排水弁 2 5 ~ 第 3 排水弁 2 7 は、第 1 濃縮水排水ライン L 6 ~ 第 3 濃縮水排水ライン L 8 を個別に開閉することにより、濃縮水 W 4 の排水流量を調節し、膜分離部 2 0 における透過水 W 3 の回収率を所望の値に設定することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

第 1 排水弁 2 5 ~ 第 3 排水弁 2 7 は、それぞれ第 2 制御部 2 9 と電氣的に接続されている。第 1 排水弁 2 5 ~ 第 3 排水弁 2 7 における弁体の開閉は、第 2 制御部 2 9 から送信される駆動信号により制御される。

【 0 0 4 7 】

定流量弁 2 8 は、濃縮水ライン L 4 から濃縮水循環ライン L 5 に流通する濃縮水 W 4 の流量を一定に保つための機器である。定流量弁 2 8 は、濃縮水循環ライン L 5 に設けられている。

【 0 0 4 8 】

第 2 制御部 2 9 は、C P U 及びメモリを含むマイクロプロセッサ（不図示）により構成される。第 2 制御部 2 9 は、流量センサ 2 4 の検出流量値が予め設定された目標流量値となるように、加圧ポンプ 2 1 を駆動するための第 2 駆動周波数を演算し、当該第 2 駆動周波数の演算値に対応する電流値信号を第 2 インバータ 2 2 に出力する（以下、「流量フィードバック制御」ともいう）。第 2 制御部 2 9 による流量フィードバック制御については後述する。

10

【 0 0 4 9 】

次に、膜分離部 2 0 の第 2 制御部 2 9 による流量フィードバック制御を、図 3 を参照して説明する。図 3 に示すフローチャートの処理は、水处理システム 1 の運転中において、繰り返し実行される。

【 0 0 5 0 】

20

図 3 に示すステップ S T 2 0 1 において、第 2 制御部 2 9 は、透過水 W 3 の目標流量値 Q' を取得する。この目標流量値 Q' は、例えば、システムの管理者がユーザーインターフェース（不図示）を介して第 2 制御部 2 9 のメモリに入力した設定値である。

【 0 0 5 1 】

ステップ S T 2 0 2 において、第 2 制御部 2 9 は、内部のタイマ（不図示）による計時 t が制御周期である 100ms 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、第 2 制御部 2 9 により、タイマによる計時が 100ms 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 2 0 3 へ移行する。また、ステップ S T 2 0 2 において、第 2 制御部 2 9 により、タイマによる計時が 100ms に達していない（N O）と判定された場合に、処理はステップ S T 2 0 2 へ戻る。

30

【 0 0 5 2 】

ステップ S T 2 0 3（ステップ S T 2 0 2：Y E S 判定）において、第 2 制御部 2 9 は、流量センサ 2 4 で検出された透過水 W 3 の検出流量値 Q を取得する。

【 0 0 5 3 】

ステップ S T 2 0 4 において、第 2 制御部 2 9 は、ステップ S T 2 0 3 で取得した検出流量値（フィードバック値） Q とステップ S T 2 0 1 で取得した目標流量値 Q との偏差がゼロとなるように、速度形デジタル P I D アルゴリズムにより操作量 U_2 を演算する。なお、速度形デジタル P I D 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。

【 0 0 5 4 】

40

ステップ S T 2 0 5 において、第 2 制御部 2 9 は、操作量 U_2 、目標流量値 Q' 及び加圧ポンプ 2 1 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 2 1 の駆動周波数 F_2 を演算する。

ステップ S T 2 0 6 において、第 2 制御部 2 9 は、駆動周波数 F_2 の演算値を、対応する電流値信号（ $4 \sim 20\text{mA}$ ）に変換する。

【 0 0 5 5 】

ステップ S T 2 0 7 において、第 2 制御部 2 9 は、変換した電流値信号を第 2 インバータ 2 2 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 S T 2 0 1 へリターンする）。

【 0 0 5 6 】

50

なお、ステップ S T 2 0 7 において、第 2 制御部 2 9 が電流値信号を第 2 インバータ 2 2 へ出力すると、第 2 インバータ 2 2 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 2 1 に供給する。その結果、加圧ポンプ 2 1 は、第 2 インバータ 2 2 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 5 7 】

上述した本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。

【 0 0 5 8 】

本実施形態に係る水処理システム 1 において、第 1 制御部 1 7 は、前処理水 W 2 の検出圧力値に基づいて圧力フィードバック制御を実行する。これによれば、前処理部 1 0 において、濾材床に懸濁物質等が蓄積して通水抵抗が増加しても、前処理水 W 2 の圧力をほぼ目標圧力値に保つことができる。従って、前処理部 1 0 の原水ポンプ 1 1 において、前処理水 W 2 の圧力が低下する分を見込んだ高い運転圧力を設定する必要がない。そのため、原水ポンプ 1 1 の消費電力を抑制することができる。

10

【 0 0 5 9 】

また、前処理水 W 2 の目標圧力値を必要な圧力値に設定できるので、加圧ポンプ 2 1 の上流側における前処理水ライン L 2 に減圧弁を設けることなしに、濃縮水循環ライン L 5 の二次側の圧力を低く調節できる。そのため、濃縮水循環ライン L 5 に定流量弁 2 8 を設けた場合でも、定流量弁 2 8 の動作に必要な圧力差を確保することができる。

【 0 0 6 0 】

20

従って、本実施形態に係る水処理システム 1 においては、原水ポンプ 1 1 の運転圧力を、本来必要な圧力よりも高く設定する必要がないので、原水ポンプの消費電力を抑制することができる。

【 0 0 6 1 】

また、本実施形態に係る水処理システム 1 において、第 1 制御部 1 7 は、圧力センサ 1 6 の検出圧力値が、予め設定された第 1 駆動周波数に対応する圧力範囲を外れる場合には、警報部 1 8 を制御して警報音を発生させる。そのため、システムの管理者は、原水ポンプ 1 1 の故障や前処理ユニットの異常に対して、速やかに対応することができる。

【 0 0 6 2 】

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。

30

【 0 0 6 3 】

例えば、本実施形態では、前処理部 1 0 として、活性炭濾過装置 1 3、硬水軟化装置 1 4 及びプレフィルタ装置 1 5 を備えた構成について説明した。これに限らず、更に他の装置を備えた構成としてもよい。また、前処理部 1 0 は、活性炭濾過装置 1 3 及びプレフィルタ装置 1 5 を備えた構成、又は硬水軟化装置 1 4 及びプレフィルタ装置 1 5 を備えた構成であってもよい。すなわち、前処理部 1 0 は、少なくともプレフィルタ装置 1 5 を備えた構成であればよい。

【 0 0 6 4 】

また、本実施形態では、第 1 濃縮水排水ライン L 6 ~ 第 3 濃縮水排水ライン L 8 に、第 1 排水弁 2 5 ~ 第 3 排水弁 2 7 を設けた構成について説明した。これに限らず、濃縮水排水ラインを分岐せずに 1 本とし、このラインに比例制御バルブを設けた構成としてもよい。その場合には、第 2 制御部 2 9 から電流値信号（例えば、4 ~ 2 0 m A）を比例制御バルブに送信して弁開度を制御することにより、濃縮水 W 4 の排水流量を調節できる。

40

【 0 0 6 5 】

また、比例制御バルブを設けた構成において、濃縮水排水ラインに流量センサを設けた構成としてもよい。流量センサで検出された流量値を、第 2 制御部 2 9 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 4 の排水流量をより正確に制御できる。

【 0 0 6 6 】

また、本実施形態では、情報伝達部としての警報部 1 8 において、システムの管理者に

50

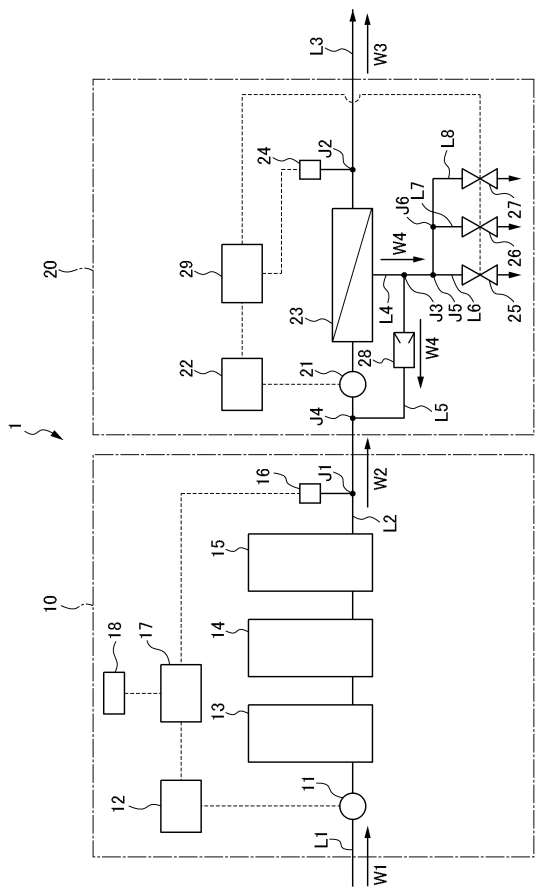
対し異常を警報音により通知する例について説明した。これに限らず、システムの管理者に対し異常をランプ等の点滅や点灯により通知してもよいし、音声により通知してもよい。或いは、システムの管理者が操作する端末又は制御盤上のモニタに、異常を知らせるメッセージを表示してもよい。

【符号の説明】

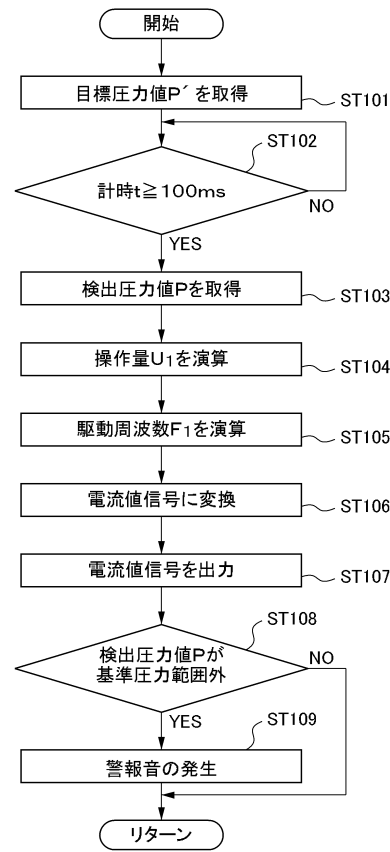
【 0 0 6 7 】

1	水処理システム	
1 0	前処理部	
1 1	原水ポンプ	
1 2	第 1 インバータ	10
1 3	活性炭濾過装置（前処理ユニット）	
1 4	硬水軟化装置（前処理ユニット）	
1 5	プレフィルタ装置（前処理ユニット）	
1 6	圧力センサ（圧力検出手段）	
1 7	第 1 制御部	
1 8	警報部（情報伝達部）	
2 0	膜分離部	
2 1	加圧ポンプ	
2 2	第 2 インバータ	
2 3	R O 膜モジュール（逆浸透膜モジュール）	20
2 4	流量センサ（流量検出手段）	
2 5	第 1 排水弁	
2 6	第 2 排水弁	
2 7	第 3 排水弁	
2 8	定流量弁	
2 9	第 2 制御部	
L 1	原水ライン	
L 2	前処理水ライン	
L 3	透過水ライン	
L 4	濃縮水ライン	30
L 5	濃縮水循環ライン	
L 6	第 1 濃縮水排水ライン	
L 7	第 2 濃縮水排水ライン	
L 8	第 3 濃縮水排水ライン	
W 1	原水	
W 2	前処理水	
W 3	透過水	
W 4	濃縮水	

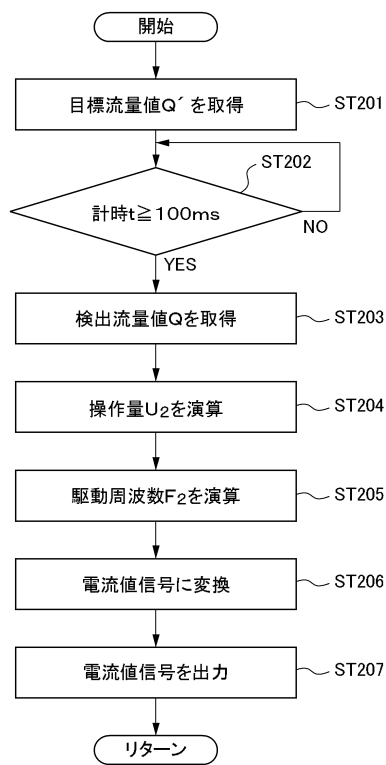
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-296945(JP,A)
特開2005-095812(JP,A)
特開2009-226407(JP,A)
特開2008-221063(JP,A)
特開2008-188541(JP,A)
国際公開第2010/084962(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C02F 1/44
B01D 61/12