

(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2014-104403

(P2014-104403A)

(43) 公開日 平成26年6月9日(2014.6.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
CO2F 1/44 (2006.01)	CO2F 1/44 J	4D006
BO1D 61/12 (2006.01)	BO1D 61/12	4D061
BO1D 61/48 (2006.01)	BO1D 61/48	
BO1D 61/58 (2006.01)	BO1D 61/58	
CO2F 1/469 (2006.01)	CO2F 1/46 103	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2012-258037 (P2012-258037)
(22) 出願日 平成24年11月26日 (2012.11.26)

(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 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

最終頁に続く

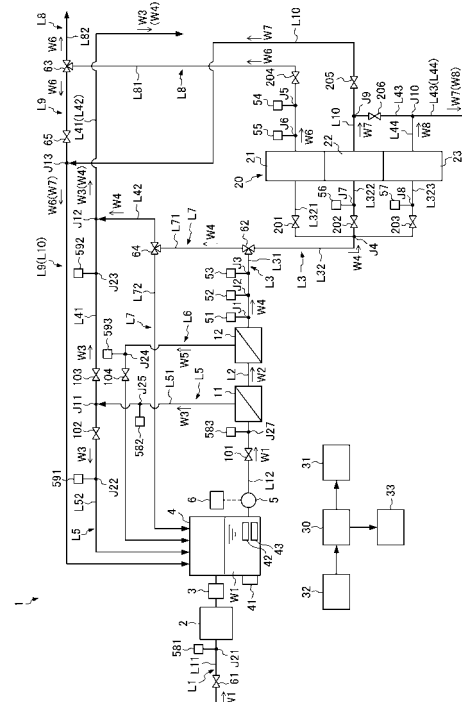
(54) 【発明の名称】 純水製造装置

(57) 【要約】

【課題】加圧ポンプの動作において省エネを図ることができる純水製造装置を提供すること。

【解決手段】純水製造装置1では、逆浸透膜モジュール11、12により分離された透過水W2、W4の流量に対する濃縮水W3、W5の流量の比率を逆浸透膜モジュール11、12における循環比としたときに、複数の逆浸透膜モジュールの最前段の逆浸透膜モジュール11における循環比R1に対する、複数の逆浸透膜モジュールの最後段の逆浸透膜モジュール12における循環比R2の比率 $R2/R1$ が $0.08 \leq R2/R1 \leq 0.12$ の範囲となるように、供給水W1の流量、透過水W2、W4の流量、及び濃縮水W3、W5の流量のうちの少なくとも一つが設定される。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

供給水を透過水と濃縮水とに分離する複数の逆浸透膜モジュールであって、一の逆浸透膜モジュールにより分離された透過水を他の逆浸透膜モジュールにより透過水と濃縮水とに分離可能に直列に接続された複数の逆浸透膜モジュールと、

直列に接続された前記複数の逆浸透膜モジュールの最前段の前記に向けて供給水を吐出する加圧ポンプと、を備え、

前記逆浸透膜モジュールにより分離された透過水の流量に対する濃縮水の流量の比率を前記逆浸透膜モジュールにおける循環比としたときに、最前段に位置する前記逆浸透膜モジュールにおける循環比 R_1 に対する、最後段に位置する前記逆浸透膜モジュールにおける循環比 R_2 の比率 R_2 / R_1 が、 $0.08 \leq R_2 / R_1 \leq 0.12$ の範囲となるように、供給水の流量、透過水の流量、及び濃縮水の流量のうちの少なくとも一つが設定される純水製造装置。

10

【請求項 2】

前記複数の逆浸透膜モジュールからの透過水を脱塩処理して脱塩水を得る電気脱イオンスタックを備える請求項 1 に記載の純水製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、供給水から透過水を分離する逆浸透膜モジュールと、透過水を脱塩処理して脱塩水を得る電気脱イオンスタックと、を備える純水製造装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

半導体の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。この種の純水を製造する場合には、純水製造装置が用いられることがある。純水製造装置として、供給水から透過水を分離する逆浸透膜モジュール（以下、「RO 膜モジュール」ともいう）と、逆浸透膜モジュールで分離された透過水を脱塩処理して脱塩水を得る電気脱イオンスタック（以下、「EDI スタック」ともいう）と、を備えるものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。このような純水製造装置においては、一般に、地下水や水道水等の原水を、逆浸透膜を用いた RO 膜モジュールで多段処理することにより、原水から溶存塩類の大部分が除去された透過水を分離する。その後、透過水を EDI スタックで精製することにより、更に純度を高めている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2001-259376 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、スパイラル型エレメントを用いる RO 膜モジュールでは、有機成分や懸濁物質による膜面の閉塞を防止するため、通常、クロスフロー方式による分離操作が採用されている。このクロスフロー方式では、加圧ポンプにより、透過水の流量に比して 5 倍以上の流量で供給水を循環させながら、膜の一次側に供給水の浸透圧以上の圧力を加えて分離操作を行う。このとき、RO 膜モジュールから流出する供給水は、濃縮水となっているので、透過水の流量に対する濃縮水の流量の比率で定義される循環比は、5 以上に維持される。

40

【0005】

RO 膜モジュールの多段処理において、各段の循環比を 5 以上に維持するためには、吐出量及び吐出圧力の非常に大きな加圧ポンプを備える必要があるが、このような加圧ポンプは、大容量のモータを駆動することから消費電力が大きい。ここで、前述の循環比の条

50

件は、供給水に懸濁物質が含まれることを前提として設定されている。そのため、前段のＲＯ膜モジュールで得られた透過水が清浄であれば、後段のＲＯ膜モジュールでは循環比を低減することができ、ひいては加圧ポンプの消費電力を抑制することができると考えられる。本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、加圧ポンプの動作において省エネを図ることができる純水製造装置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】

【０００６】

本発明は、供給水を透過水と濃縮水とに分離する複数の逆浸透膜モジュールであって、一の逆浸透膜モジュールにより分離された透過水を他の逆浸透膜モジュールにより透過水と濃縮水とに分離可能に直列に接続された複数の逆浸透膜モジュールと、直列に接続された前記複数の逆浸透膜モジュールの最前段の前記に向けて供給水を吐出する加圧ポンプと、を備え、前記逆浸透膜モジュールにより分離された透過水の流量に対する濃縮水の流量の比率を前記逆浸透膜モジュールにおける循環比としたときに、最前段に位置する前記逆浸透膜モジュールにおける循環比 R_1 に対する、最後段に位置する前記逆浸透膜モジュールにおける循環比 R_2 の比率 R_2 / R_1 が、 $0.08 \leq R_2 / R_1 \leq 0.12$ の範囲となるように、供給水の流量、透過水の流量、及び濃縮水の流量のうちの少なくとも一つが設定される純水製造装置に関する。

10

【０００７】

また、前記複数の逆浸透膜モジュールからの透過水を脱塩処理して脱塩水を得る電気脱イオンスタックを備えることが好ましい。

20

【発明の効果】

【０００８】

本発明によれば、加圧ポンプの動作において省エネを図ることができる純水製造装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】一実施形態に係る純水製造装置１の全体構成図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

本発明の一実施形態に係る純水製造装置１について、図面を参照しながら説明する。図１は、一実施形態に係る純水製造装置１の全体構成図である。純水製造装置１は、例えば、原水（例えば、水道水）から脱塩水を製造する純水製造装置に適用される。純水製造装置で製造された脱塩水は、純水として、需要箇所等へ送出される。なお、純水製造装置において、需要箇所等へ純水を供給することを「採水」ともいう。

30

【００１１】

図１に示すように、純水製造装置１は、活性炭濾過器２と、安全フィルタ３と、供給水貯留タンクとしての原水タンク４と、加圧ポンプ５と、インバータ６と、逆浸透膜モジュールとしての第１ＲＯ膜モジュール１１及び第２ＲＯ膜モジュール１２と、電気脱イオンスタックとしてのＥＤＩスタック２０と、制御部３０と、報知部３１と、入力操作部３２と、直流電源装置３３とを備える。

40

【００１２】

また、純水製造装置１は、原水補給弁６１と、第１流路切換弁６２と、第２流路切換弁６３と、第３流路切換弁６４と、脱塩水リターン弁６５と、第１ＲＯ弁１０１～第４ＲＯ弁１０４と、第１ＥＤＩ弁２０１～第６ＥＤＩ弁２０６と、水位センサ４１と、タンク内電気伝導率センサ４２と、タンク内温度センサ４３と、第１電気伝導率センサ５１と、圧力センサ５２と、第１流量センサ５３と、第２流量センサ５４と、第２電気伝導率センサ５５と、第３流量センサ５６と、第４流量センサ５７と、第１原水圧力センサ５８１と、濃縮水圧力センサ５８２と、第２原水圧力センサ５８３と、第１濃縮水流量センサ５９１と、第２濃縮水流量センサ５９２と、第３濃縮水流量センサ５９３とを備える。

【００１３】

50

図 1 では、電氣的な接続の経路を省略するが、制御部 30 は、原水補給弁 61、第 1 流路切換弁 62、第 2 流路切換弁 63、水位センサ 41、タンク内電気伝導率センサ 42、タンク内温度センサ 43、第 1 電気伝導率センサ 51、第 2 電気伝導率センサ 55、圧力センサ 52、第 1 流量センサ 53、第 2 流量センサ 54、第 3 流量センサ 56、第 4 流量センサ 57、第 1 原水圧力センサ 581、濃縮水圧力センサ 582、第 2 原水圧力センサ 583 と、第 1 濃縮水流量センサ 591、第 2 濃縮水流量センサ 592、及び第 3 濃縮水流量センサ 593 と電氣的に接続される。また、本実施形態においては、第 3 流路切換弁 64、脱塩水リターン弁 65、第 1 RO 弁 101 ~ 第 4 RO 弁 104、及び第 1 EDI 弁 201 ~ 第 6 EDI 弁 206 は、手動により開閉状態を切り換えたり、弁開度を調整したりすることが可能な弁である。

10

【0014】

また、純水製造装置 1 は、原水ライン L1 と、第 1 透過水ライン L2 と、第 2 透過水ライン L3 と、第 1 RO 濃縮水リターンライン L5 と、第 1 RO 濃縮水排出ライン L41 と、第 2 RO 濃縮水リターンライン L6 と、第 2 RO 透過水リターンライン L7 と、第 2 RO 透過水排出ライン L42 と、脱塩水ライン L8 と、脱塩水リターンライン L9 と、EDI 濃縮水リターンライン L10 と、EDI 濃縮水排出ライン L43 と、EDI 電極水排出ライン L44 と、を備える。なお、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。

【0015】

原水ライン L1 には、原水 W1（供給水）が流通する。原水ライン L1 は、原水 W1 を、第 1 RO 膜モジュール 11 へ流通させるラインである。原水ライン L1 は、第 1 原水ライン L11 と、第 2 原水ライン L12 と、を有する。

20

【0016】

第 1 原水ライン L11 は、原水 W1 の供給源（不図示）と原水タンク 4 とをつなぐラインである。第 1 原水ライン L11 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。また、第 1 原水ライン L11 の下流側の端部は、原水タンク 4 に接続されている。

【0017】

第 1 原水ライン L11 には、上流側から順に、原水補給弁 61、第 1 原水圧力センサ 581、活性炭濾過器 2、安全フィルタ 3、及び原水タンク 4 が設けられている。原水補給弁 61 は、第 1 原水ライン L11 を開閉可能な弁である。原水補給弁 61 は、制御部 30 と電氣的に接続されている。原水補給弁 61 の開閉動作は、制御部 30 からの流路開閉信号により制御される。

30

【0018】

活性炭濾過器 2 は、原水 W1 に含まれる塩素成分（主として遊離塩素）を除去する機器である。活性炭濾過器 2 は、圧力タンク内に活性炭からなる濾材床を有している。活性炭濾過器 2 は、原水 W1 に含まれる塩素成分を分解除去するほか、有機成分を吸着除去したり、懸濁物質を捕捉したりして原水 W1 を浄化する。活性炭濾過器 2 は、後述する RO 膜モジュールにおいて膜面の閉塞を引き起こす原因となる有機成分や懸濁物質を確実に除去するため、濾材床の高さ H は、250 mm $\leq$ H $\leq$ 1000 mm の範囲に設定されている。また、同様の理由にて、濾過操作における原水 W1 の空間速度 SV（Space Velocity）は、 $50 \text{ h}^{-1} \leq \text{SV} \leq 60 \text{ h}^{-1}$ の範囲に設定される。

40

【0019】

安全フィルタ 3 は、活性炭濾過器 2 により濾過された原水 W1 に含まれる微粒子を除去するフィルタである。安全フィルタ 3 は、ハウジング内にフィルタエレメントが収容されて構成される。フィルタエレメントとしては、例えば、濾過精度が $1 \sim 50 \mu\text{m}$ の不織布フィルタエレメントや糸巻きフィルタエレメント等が用いられる。原水タンク 4 は、活性炭濾過器 2 及び安全フィルタ 3 を経て浄化された原水 W1 を供給水として貯留し、加圧ポンプ 5 へ原水 W1 を供給するタンクである。

【0020】

50

ここで、活性炭濾過器 2 に供給する原水 W 1 は、水道法第 4 条に基づく「水質基準に関する省令」（平成 15 年 5 月 30 日厚生労働省令第 101 号）で規定する水質基準を満足していることが望ましい。このような水質基準を満たす水道水は、有機物（TOC 量）や濁度等が予め所定値以下に抑制されている。そのため、活性炭濾過器 2 及び安全フィルタ 3 を経て浄化された水道水は、有機成分や懸濁物質をほとんど含まず、RO 膜モジュールにおいて膜面の閉塞を起し難い。

【0021】

第 2 原水ライン L 12 は、原水タンク 4 と第 1 RO 膜モジュール 11 とをつなぐラインである。第 2 原水ライン L 12 の上流側の端部は、原水タンク 4 に接続されている。また、第 2 原水ライン L 12 の下流側の端部は、第 1 RO 膜モジュール 11 の一次側入口ポート（原水 W 1 の入口）に接続されている。第 2 原水ライン L 12 は、供給水としての原水 W 1 を第 1 RO 膜モジュール 11 に流通させる。

10

【0022】

第 2 原水ライン L 12 には、上流側から順に、加圧ポンプ 5、第 1 RO 弁 101、第 2 原水圧力センサ 583、及び第 1 RO 膜モジュール 11 が設けられている。第 1 RO 弁 101 は、第 2 原水ライン L 12 における加圧ポンプ 5 と第 1 RO 膜モジュール 11 との間に設けられている。第 1 RO 弁 101 は、第 2 原水ライン L 12 を流通する原水 W 1 の流量を調整可能な弁である。

【0023】

加圧ポンプ 5 は、第 2 原水ライン L 12 を流通する供給水としての原水 W 1 を吸入し、第 1 RO 膜モジュール 11 へ向けて吐出して圧送する装置である。加圧ポンプ 5 には、インバータ 6 から周波数（又は電圧）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）、又は駆動電力の電圧（以下、「駆動電圧」ともいう）に応じた回転速度で駆動される。

20

【0024】

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（又はその回路を持つ装置）である。インバータ 6 は、制御部 30 と電氣的に接続されている。インバータ 6 には、制御部 30 から指令信号が入力される。インバータ 6 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（又は駆動電圧）の駆動電力を加圧ポンプ 5 に出力して加圧ポンプ 5 を駆動する。即ち、制御部 30 は、インバータ 6 から出力される駆動周波数又は駆動電圧を制御可能である。

30

【0025】

最前段の逆浸透膜モジュールとしての第 1 RO 膜モジュール 11 は、加圧ポンプ 5 により圧送された原水 W 1 を、溶存塩類が除去された第 1 透過水 W 2 と、溶存塩類が濃縮された第 1 濃縮水 W 3 と、に分離する。第 1 RO 膜モジュール 11 は、単一又は複数のスパイラル型 RO 膜エレメントを圧力容器（ベッセル）に収容して構成される。当該 RO 膜エレメントに使用される RO 膜としては、架橋芳香族ポリアミド系複合膜などが例示される。架橋芳香族ポリアミド系複合膜からなる RO 膜エレメントとしては、東レ社製：型式名「TMG20-400」、ウンジン・ケミカル社製：型式名「RE8040-BLF」、日東電工社製：型式名「ESPA1」等が市販されており、これらのエレメントを好適に用いることができる。

40

【0026】

第 1 RO 濃縮水リターンライン L 5 は、第 1 RO 膜モジュール 11 で分離された第 1 濃縮水 W 3 の一部を原水タンク 4 へ流通させて返送するラインである。第 1 RO 濃縮水リターンライン L 5 は、上流側第 1 RO 濃縮水リターンライン L 51 と、下流側第 1 RO 濃縮水リターンライン L 52 と、を有する。

【0027】

上流側第 1 RO 濃縮水リターンライン L 51 の上流側の端部は、第 1 RO 膜モジュール 11 の一次側出口ポート（第 1 濃縮水 W 3 の出口）に接続されている。上流側第 1 RO 濃縮水リターンライン L 51 の下流側の端部は、分岐部 J 11 において、下流側第 1 RO 濃

50

縮水リターンライン L 5 2 及び第 1 R O 濃縮水排出ライン L 4 1 に分岐されている。

【 0 0 2 8 】

下流側第 1 R O 濃縮水リターンライン L 5 2 の上流側の端部は、分岐部 J 1 1 に接続されている。下流側第 1 R O 濃縮水リターンライン L 5 2 の下流側の端部は、原水タンク 4 に接続されている。下流側第 1 R O 濃縮水リターンライン L 5 2 には、第 2 R O 弁 1 0 2 が設けられている。第 2 R O 弁 1 0 2 は、下流側第 1 R O 濃縮水リターンライン L 5 2 を流通する第 1 濃縮水 W 3 の流量を調整可能な弁である。

【 0 0 2 9 】

第 1 R O 濃縮水排出ライン L 4 1 は、第 1 R O 膜モジュール 1 1 で分離された第 1 濃縮水 W 3 の残部を、第 1 R O 濃縮水リターンライン L 5 の途中から装置の外へ排出するように流通させるラインである。第 1 R O 濃縮水排出ライン L 4 1 の上流側の端部は、分岐部 J 1 1 に接続されている。第 1 R O 濃縮水排出ライン L 4 1 の下流側は、例えば、排水ピット（不図示）に接続又は開口している。第 1 R O 濃縮水排出ライン L 4 1 には、第 3 R O 弁 1 0 3 が設けられている。第 3 R O 弁 1 0 3 は、第 1 R O 濃縮水排出ライン L 4 1 を介して装置の外へ排出される第 1 濃縮水 W 3 の排水流量を調整可能な弁である。

10

【 0 0 3 0 】

第 1 透過水ライン L 2 は、第 1 R O 膜モジュール 1 1 と第 2 R O 膜モジュール 1 2 とを直列に接続し、第 1 R O 膜モジュール 1 1 で分離された第 1 透過水 W 2 を第 2 R O 膜モジュール 1 2 に流通させるラインである。第 1 透過水ライン L 2 の上流側の端部は、第 1 R O 膜モジュール 1 1 の二次側ポート（第 1 透過水 W 2 の出口）に接続されている。第 1 透過水ライン L 2 の下流側の端部は、第 2 R O 膜モジュール 1 2 の一次側入口ポート（第 1 透過水 W 2 の入口）に接続されている。

20

【 0 0 3 1 】

最後段の逆浸透膜モジュールとしての第 2 R O 膜モジュール 1 2 は、第 1 R O 膜モジュール 1 1 で分離されて加圧ポンプ 5 により圧送された第 1 透過水 W 2 を、第 1 透過水 W 2 よりも溶存塩類が除去された第 2 透過水 W 4 と、溶存塩類が濃縮された第 2 濃縮水 W 5 と、に分離する。第 2 R O 膜モジュール 1 2 は、単一又は複数のスパイラル型 R O 膜エレメントを圧力容器（ベッセル）に収容して構成される。第 1 R O 膜モジュール 1 1 においても、第 2 R O 膜モジュール 1 2 と同様の R O 膜エレメントを使用することができる。

30

【 0 0 3 2 】

第 2 R O 濃縮水リターンライン L 6 は、第 2 R O 膜モジュール 1 2 で分離された第 2 濃縮水 W 5 を原水タンク 4 へ流通させて返送するラインである。第 2 R O 濃縮水リターンライン L 6 の上流側の端部は、第 2 R O 膜モジュール 1 2 の一次側出口ポート（第 2 濃縮水 W 5 の出口）に接続されている。第 2 R O 濃縮水リターンライン L 6 の下流側の端部は、原水タンク 4 に接続されている。第 2 R O 濃縮水リターンライン L 6 には、第 4 R O 弁 1 0 4 が設けられている。第 4 R O 弁 1 0 4 は、第 2 R O 濃縮水リターンライン L 6 を流通する第 2 濃縮水 W 5 の流量を調整可能な弁である。

【 0 0 3 3 】

第 2 透過水ライン L 3 は、第 2 R O 膜モジュール 1 2 で分離された第 2 透過水 W 4 を E D I スタック 2 0 に流通させるラインである。第 2 透過水ライン L 3 は、前段側透過水ライン L 3 1 と、中段側透過水ライン L 3 2 と、脱塩室流入ライン L 3 2 1 と、濃縮室流入ライン L 3 2 2 と、電極室流入ライン L 3 2 3 と、を有する。

40

【 0 0 3 4 】

前段側透過水ライン L 3 1 の上流側の端部は、第 2 R O 膜モジュール 1 2 の二次側ポート（第 2 透過水 W 4 の出口）に接続されている。前段側透過水ライン L 3 1 の下流側の端部は、第 1 流路切換弁 6 2 を介して、中段側透過水ライン L 3 2 及び第 2 R O 透過水リターンライン L 7 に接続されている。

【 0 0 3 5 】

第 1 流路切換弁 6 2 は、第 2 R O 膜モジュール 1 2 で分離された第 2 透過水 W 4 を、中段側透過水ライン L 3 2 を介して E D I スタック 2 0 へ向けて流通させる流路（採水側流

50

路)、又は、第2RO透過水リターンラインL7を介して第3流路切換弁64へ向けて流通させる流路(循環側流路及び排水側流路)に切り換え可能な弁である。第1流路切換弁62は、例えば、電動式や電磁式の三方弁により構成される。第1流路切換弁62は、制御部30と電氣的に接続されている。第1流路切換弁62における流路の切り換えは、制御部30からの流路切換信号により制御される。

【0036】

第2RO透過水リターンラインL7は、第2RO膜モジュール12で分離された第2透過水W4を、第1RO膜モジュール11の上流側の原水タンク4へ返送するラインである。第2RO透過水リターンラインL7は、上流側第2RO透過水リターンラインL71と、下流側第2RO透過水リターンラインL72と、を有する。

10

【0037】

上流側第2RO透過水リターンラインL71の上流側の端部は、第1流路切換弁62に接続されている。上流側第2RO透過水リターンラインL71の下流側の端部は、第3流路切換弁64に接続されている。

【0038】

第3流路切換弁64は、上流側第2RO透過水リターンラインL71を流通される第2透過水W4を、下流側第2RO透過水リターンラインL72を介して原水タンク4へ向けて流通させる流路(循環側流路)、又は、第2RO透過水排出ラインL42を介して装置の外へ向けて排出させるように流通させる流路(排水側流路)に切り換え可能な弁である。第3流路切換弁64は、手動により開閉状態を切り換え可能な弁である。

20

【0039】

下流側第2RO透過水リターンラインL72の上流側の端部は、第3流路切換弁64に接続されている。下流側第2RO透過水リターンラインL72の下流側の端部は、原水タンク4に接続されている。

【0040】

第2RO透過水排出ラインL42は、第2RO膜モジュール12で分離された第2透過水W4を、第2RO透過水リターンラインL7に合流させて装置の外へ排出するように流通させるラインである。第2RO透過水排出ラインL42の上流側の端部は、第3流路切換弁64に接続されている。第3流路切換弁64の下流側は、例えば、排水ピット(不図示)に接続又は開口している。

30

【0041】

第2RO透過水排出ラインL42は、接続部J12において、第1RO濃縮水排出ラインL41に合流されている。接続部J12は、第1RO濃縮水排出ラインL41における第3RO弁103よりも下流側に配置されている。第2RO透過水排出ラインL42における接続部J12よりも下流側の部分は、第1RO濃縮水排出ラインL41における接続部J12よりも下流側の部分と共通する。

【0042】

中段側透過水ラインL32の上流側の端部は、第1流路切換弁62に接続されている。中段側透過水ラインL32の下流側の端部は、分岐部J4において、脱塩室流入ラインL321、濃縮室流入ラインL322及び電極室流入ラインL323に分岐されている。

40

【0043】

脱塩室流入ラインL321、濃縮室流入ラインL322及び電極室流入ラインL323の下流側の端部は、EDIスタック20の一次側ポート(脱塩室21、濃縮室22及び電極室23の各入口側)に接続されている。

【0044】

EDIスタック20は、第2RO膜モジュール12で第1透過水W2から分離された第2透過水W4を脱塩処理して、脱塩水W6と濃縮水W7と電極水W8とを得る水処理機器である。EDIスタック20は、直流電源装置33と電氣的に接続されている。EDIスタック20には、直流電源装置33から直流電圧が入力される。EDIスタック20は、直流電源装置33から入力された直流電圧により、通電され、動作される。

50

【 0 0 4 5 】

直流電源装置 3 3 は、直流電圧を E D I スタック 2 0 の一対の電極間に印加する。直流電源装置 3 3 は、制御部 3 0 と電氣的に接続されている。直流電源装置 3 3 は、制御部 3 0 により入力された指令信号に応答して、直流電圧を E D I スタック 2 0 に出力する。

【 0 0 4 6 】

E D I スタック 2 0 は、一対の電極間に、陽イオン交換膜及び陰イオン交換膜（不図示）が交互に配置される。E D I スタック 2 0 の内部は、これらイオン交換膜により、脱塩室 2 1、濃縮室 2 2 及び電極室 2 3 に区画される。脱塩室 2 1 には、イオン交換体（不図示）が充填される。脱塩室 2 1 に充填されるイオン交換体としては、例えば、イオン交換樹脂やイオン交換繊維等が用いられる。なお、図 1 では、E D I スタック 2 0 の内部に区画された複数の脱塩室 2 1、濃縮室 2 2、及び電極室 2 3 を模式的に示す。

10

【 0 0 4 7 】

脱塩室 2 1 の入口側には、第 2 透過水 W 4 を流入させる脱塩室流入ライン L 3 2 1 が接続されている。脱塩室 2 1 の出口側には、脱塩室 2 1 においてイオンが除去されて排出された脱塩水 W 6 を流通させる脱塩水ライン L 8 が接続されている。濃縮室 2 2 の入口側には、第 2 透過水 W 4 を流入させる濃縮室流入ライン L 3 2 2 が接続されている。濃縮室 2 2 の出口側には、イオンが濃縮されて排出された濃縮水 W 7 を流通させる E D I 濃縮水リターンライン L 1 0 が接続されている。電極室 2 3 の入口側には、第 2 透過水 W 4 を流入させる電極室流入ライン L 3 2 3 が接続されている。電極室 2 3 の出口側には、電極水 W 8 を流通させる電極水排出ライン L 4 4 が接続されている。

20

【 0 0 4 8 】

脱塩室流入ライン L 3 2 1 には、第 1 E D I 弁 2 0 1 が設けられている。濃縮室流入ライン L 3 2 2 には、第 2 E D I 弁 2 0 2 が設けられている。電極室流入ライン L 3 2 3 には、第 3 E D I 弁 2 0 3 が設けられている。第 1 E D I 弁 2 0 1 は、脱塩室流入ライン L 3 2 1 を流通する第 2 透過水 W 4 の流量（即ち、脱塩室 2 1 を流通する脱塩水 W 6 の流量）を調整可能な弁である。第 2 E D I 弁 2 0 2 は、濃縮室流入ライン L 3 2 2 を流通する第 2 透過水 W 4 の流量（即ち、濃縮室 2 2 を流通する濃縮水 W 7 の流量）を調整可能な弁である。第 3 E D I 弁 2 0 3 は、電極室流入ライン L 3 2 3 を流通する第 2 透過水 W 4 の流量（即ち、電極室 2 3 を流通する電極水 W 8 の流量）を調整可能な弁である。

【 0 0 4 9 】

30

脱塩室 2 1、濃縮室 2 2 及び電極室 2 3 それぞれには、第 2 透過水ライン L 3 を流通する第 2 透過水 W 4 が流入される。第 2 透過水 W 4 に含まれる残留イオンは、脱塩室 2 1 内に充填されたイオン交換体（不図示）により捕捉され、脱塩水 W 6 となる。脱塩水 W 6 は、脱塩水ライン L 8（後述）を介して需要箇所へ送出される。また、脱塩室 2 1 内のイオン交換体に捕捉された残留イオンは、付与された電気エネルギーにより濃縮室 2 2 に移動する。そして、残留イオンを含む水は、濃縮室 2 2 から E D I 濃縮水リターンライン L 1 0 及び E D I 濃縮水排出ライン L 4 3（後述）を介して濃縮水 W 7 として排出される。また、電極室 2 3 に流入された第 2 透過水 W 4 は、電極室 2 3 から E D I 電極水排出ライン L 4 4 を介して電極水 W 8 として装置の外へ排出される。

【 0 0 5 0 】

40

脱塩水ライン L 8 は、E D I スタック 2 0 で得られた脱塩水 W 6 を純水として需要箇所に向けて送出するラインである。脱塩水ライン L 8 は、上流側脱塩水ライン L 8 1 と、下流側脱塩水ライン L 8 2 と、を有する。

【 0 0 5 1 】

上流側脱塩水ライン L 8 1 の上流側の端部は、E D I スタック 2 0 の二次側ポート（脱塩室 2 1 の出口側）に接続されている。上流側脱塩水ライン L 8 1 の下流側の端部は、第 2 流路切換弁 6 3 を介して、下流側脱塩水ライン L 8 2 及び脱塩水リターンライン L 9（後述）に接続されている。

【 0 0 5 2 】

第 2 流路切換弁 6 3 は、E D I スタック 2 0 の脱塩室 2 1 で得られた脱塩水 W 6 を、下

50

流側脱塩水ラインＬ８２を介して需要箇所に向けて送出させる流路（採水側流路）、又は、脱塩水リターンラインＬ９を介して原水タンク４に向けて流通させる流路（循環側流路）に切り換え可能な弁である。第２流路切換弁６３は、例えば、電動式や電磁式の三方弁により構成される。第２流路切換弁６３は、制御部３０と電氣的に接続されている。第２流路切換弁６３における流路の切り換えは、制御部３０からの流路切換信号により制御される。

【００５３】

第２流路切換弁６３は、制御部３０により採水側流路に切り換えられることにより、ＥＤＩスタック２０で得られた脱塩水Ｗ６を脱塩水ラインＬ８から需要箇所に供給するように送り出す処理を実行可能な送出手段として機能する。

10

【００５４】

下流側脱塩水ラインＬ８２の上流側の端部は、第２流路切換弁６３に接続されている。下流側脱塩水ラインＬ８２の下流側の端部は、需要箇所の装置等（不図示）に接続されている。

【００５５】

脱塩水リターンラインＬ９は、ＥＤＩスタック２０の脱塩室２１で得られた脱塩水Ｗ６を、脱塩水ラインＬ８の途中から、第１ＲＯ膜モジュール１１の上流側の原水タンク４へ返送するラインである。本実施形態においては、脱塩水リターンラインＬ９の上流側の端部は、第２流路切換弁６３に接続されている。脱塩水リターンラインＬ９の下流側の端部は、原水タンク４に接続されている。脱塩水リターンラインＬ９は、ＥＤＩスタック２０の脱塩室２１で得られた脱塩水Ｗ６を原水タンク４へ返送する。脱塩水リターンラインＬ９には、脱塩水リターン弁６５が設けられている。

20

【００５６】

ＥＤＩ濃縮水リターンラインＬ１０は、ＥＤＩスタック２０の濃縮室２２から排出された濃縮水Ｗ７を、脱塩水リターンラインＬ９に合流させて原水タンク４に返送するラインである。ＥＤＩ濃縮水リターンラインＬ１０の上流側の端部は、ＥＤＩスタック２０の二次側ポート（濃縮室２２の出口側）に接続されている。ＥＤＩ濃縮水リターンラインＬ１０の下流側の端部は、原水タンク４に接続されている。

【００５７】

ＥＤＩ濃縮水リターンラインＬ１０は、接続部Ｊ１３において、脱塩水リターンラインＬ９に合流されている。接続部Ｊ１３は、脱塩水リターンラインＬ９における原水タンク４と脱塩水リターン弁６５との間に配置されている。ＥＤＩ濃縮水リターンラインＬ１０における接続部Ｊ１３よりも下流側の部分は、脱塩水リターンラインＬ９における接続部Ｊ１３から原水タンク４までの部分と共通する。ＥＤＩ濃縮水リターンラインＬ１０における接続部Ｊ１３よりも上流側には、第５ＥＤＩ弁２０５が設けられている。

30

【００５８】

ＥＤＩ濃縮水排出ラインＬ４３は、ＥＤＩスタック２０の濃縮室２２から排出された濃縮水Ｗ７を、ＥＤＩ濃縮水リターンラインＬ１０の途中から装置の外に排出するように流通させるラインである。ＥＤＩ濃縮水排出ラインＬ４３の上流側の端部は、接続部Ｊ９に接続されている。接続部Ｊ９は、ＥＤＩ濃縮水リターンラインＬ１０における濃縮室２２と第５ＥＤＩ弁２０５と間に配置されている。ＥＤＩ濃縮水排出ラインＬ４３の下流側は、例えば、排水ピット（不図示）に接続又は開口している。ＥＤＩ濃縮水排出ラインＬ４３には、第６ＥＤＩ弁２０６が設けられている。

40

【００５９】

電極水排出ラインＬ４４は、ＥＤＩスタック２０の電極室２３から排出された電極水Ｗ８を装置の外に排出するように流通させるラインである。電極水排出ラインＬ４４の上流側の端部は、ＥＤＩスタック２０の電極室２３に接続されている。電極水排出ラインＬ４４は、接続部Ｊ１０において、ＥＤＩ濃縮水排出ラインＬ４３に合流されている。接続部Ｊ１０は、ＥＤＩ濃縮水排出ラインＬ４３における第６ＥＤＩ弁２０６よりも下流側に配置されている。電極水排出ラインＬ４４における接続部Ｊ１０よりも下流側の部分は、Ｅ

50

D I 濃縮水排出ライン L 4 3 における接続部 J 1 0 よりも下流側の部分と共通する。

【 0 0 6 0 】

水位センサ 4 1 は、原水タンク 4 に貯留される原水 W 1 の水位を測定する機器である。水位センサ 4 1 は、原水タンク 4 の内部の下方側に配置されている。また、水位センサ 4 1 は、制御部 3 0 と電氣的に接続されている。水位センサ 4 1 で測定された原水タンク 4 の水位は、制御部 3 0 へ検出信号として送信される。本実施形態においては、水位センサ 4 1 は、連続式レベルセンサであり、例えば、静電容量式センサ、圧力式センサ、超音波式センサ等が用いられる。図 1 では、水位センサ 4 1 として、原水タンク 4 の底部に近い外壁面に圧力式センサを設けた例を示す。なお、水位センサ 4 1 は、連続式レベルセンサには制限されず、例えば、レベルスイッチであってもよい。レベルスイッチは、予め設定された液面位置の検出器であり、例えば、複数の液面位置を検出するように構成されている。レベルスイッチとしては、例えば、フロート式や電極式のものが用いられる。

10

【 0 0 6 1 】

タンク内電気伝導率センサ 4 2 は、原水タンク 4 に貯留される原水 W 1 の電気伝導率を測定する機器である。タンク内電気伝導率センサ 4 2 は、原水タンク 4 の内部の下方側に配置されている。

【 0 0 6 2 】

第 1 電気伝導率センサ 5 1 は、第 2 透過水ライン L 3 を流通する第 2 透過水 W 4 の電気伝導率を測定する機器である。第 1 電気伝導率センサ 5 1 は、接続部 J 1 において、第 2 透過水ライン L 3 に接続されている。接続部 J 1 は、第 2 透過水ライン L 3 における第 2 R O 膜モジュール 1 2 と第 1 流路切換弁 6 2 との間に配置されている。第 2 電気伝導率センサ 5 5 は、脱塩水ライン L 8 を流通する脱塩水 W 6 の電気伝導率を測定する機器である。第 2 電気伝導率センサ 5 5 は、接続部 J 6 において、脱塩水ライン L 8 に接続されている。接続部 J 6 は、脱塩水ライン L 8 における E D I スタック 2 0 と第 4 E D I 弁 2 0 4 との間に配置されている。

20

【 0 0 6 3 】

タンク内電気伝導率センサ 4 2 、第 1 電気伝導率センサ 5 1 及び第 2 電気伝導率センサ 5 5 は、制御部 3 0 と電氣的に接続されている。タンク内電気伝導率センサ 4 2 で測定された原水 W 1 の電気伝導率、第 1 電気伝導率センサ 5 1 で測定された第 2 透過水 W 4 の電気伝導率及び第 2 電気伝導率センサ 5 5 で測定された脱塩水 W 6 の電気伝導率は、制御部 3 0 へ検出信号として送信される。

30

【 0 0 6 4 】

タンク内温度センサ 4 3 は、原水タンク 4 に貯留された供給水としての原水 W 1 の温度を測定する機器である。タンク内温度センサ 4 3 は、原水タンク 4 の下方側に配置されている。タンク内温度センサ 4 3 は、制御部 3 0 と電氣的に接続されている。タンク内温度センサ 4 3 で測定された原水 W 1 の温度は、制御部 3 0 へ検出信号として送信される。

【 0 0 6 5 】

第 1 流量センサ 5 3 は、第 2 透過水ライン L 3 を流通する第 2 透過水 W 4 の流量を測定する機器である。第 1 流量センサ 5 3 は、接続部 J 3 において、第 2 透過水ライン L 3 に接続されている。接続部 J 3 は、第 2 透過水ライン L 3 における第 2 R O 膜モジュール 1 2 と第 1 流路切換弁 6 2 との間に配置されている。第 2 流量センサ 5 4 は、脱塩水ライン L 8 を流通する脱塩水 W 6 の流量を測定する機器である。第 2 流量センサ 5 4 は、脱塩水ライン L 8 を流通する脱塩水 W 6 の流量を測定することにより、脱塩室 2 1 を流通する水の流量を測定する。第 2 流量センサ 5 4 は、接続部 J 5 において、脱塩水ライン L 8 に接続されている。接続部 J 5 は、脱塩水ライン L 8 における E D I スタック 2 0 と第 4 E D I 弁 2 0 4 との間に配置されている。

40

【 0 0 6 6 】

第 3 流量センサ 5 6 は、濃縮室流入ライン L 3 2 2 を流通する第 2 透過水 W 4 の流量を測定する機器である。第 3 流量センサ 5 6 は、濃縮室流入ライン L 3 2 2 を流通する第 2 透過水 W 4 の流量を測定することにより、濃縮室 2 2 を流通する水の流量を測定する。第

50

3 流量センサ 56 は、接続部 J7 において、濃縮室流入ライン L322 に接続されている。接続部 J7 は、濃縮室流入ライン L322 における EDI スタック 20 と第 2 EDI 弁 202 との間に配置されている。第 4 流量センサ 57 は、電極室流入ライン L323 を流通する第 2 透過水 W4 の流量を測定する機器である。第 4 流量センサ 57 は、電極室流入ライン L323 を流通する第 2 透過水 W4 の流量を測定することにより、電極室 23 を流通する水の流量を測定する。第 4 流量センサ 57 は、接続部 J8 において、電極室流入ライン L323 に接続されている。接続部 J8 は、電極室流入ライン L323 における EDI スタック 20 の電極室 23 と第 3 EDI 弁 203 との間に配置されている。

【0067】

第 1 濃縮水流量センサ 591 は、下流側第 1 RO 濃縮水リターンライン L52 を流通する第 1 濃縮水 W3 の流量を測定する機器である。第 1 濃縮水流量センサ 591 は、接続部 J22 において、下流側第 1 RO 濃縮水リターンライン L52 に接続されている。接続部 J22 は、下流側第 1 RO 濃縮水リターンライン L52 における第 2 RO 弁 102 と、原水タンク 4 との間に配置されている。第 2 濃縮水流量センサ 592 は、第 1 RO 濃縮水排出ライン L41 を流通する第 1 濃縮水 W3 の流量を測定する機器である。第 2 濃縮水流量センサ 592 は、接続部 J23 において、第 1 RO 濃縮水排出ライン L41 に接続されている。接続部 J23 は、第 1 RO 濃縮水排出ライン L41 における第 3 RO 弁 103 と、接続部 J12 との間に配置されている。第 3 濃縮水流量センサ 593 は、第 2 RO 濃縮水リターンライン L6 を流通する第 2 濃縮水 W5 の流量を測定する機器である。第 3 濃縮水流量センサ 593 は、接続部 J24 において、第 2 RO 濃縮水リターンライン L6 に接続されている。接続部 J24 は、第 2 RO 濃縮水リターンライン L6 における第 4 RO 弁 104 と、第 2 RO 膜モジュール 12 との間に配置されている。

【0068】

第 1 流量センサ 53、第 2 流量センサ 54、第 3 流量センサ 56、第 4 流量センサ 57、第 1 濃縮水流量センサ 591、第 2 濃縮水流量センサ 592、及び第 3 濃縮水流量センサ 593 は、制御部 30 と電氣的に接続されている。第 1 流量センサ 53 で測定された第 2 透過水 W4 の流量、第 2 流量センサ 54 で測定された脱塩水 W6 の流量、第 3 流量センサ 56 で測定された第 2 透過水 W4 の流量、第 4 流量センサ 57 で測定された第 2 透過水 W4 の流量、第 1 濃縮水流量センサ 591 で測定された第 1 濃縮水 W3 の返送流量、第 2 濃縮水流量センサ 592 で測定された第 1 濃縮水 W3 の排出流量、及び第 3 濃縮水流量センサ 593 で測定された第 2 濃縮水 W5 の返送流量は、制御部 30 へ検出信号として送信される。

【0069】

圧力センサ 52 は、第 2 透過水ライン L3 を流通する第 2 透過水 W4 の圧力を測定する機器である。圧力センサ 52 は、接続部 J2 において、第 2 透過水ライン L3 に接続されている。圧力センサ 52 は、制御部 30 と電氣的に接続されている。接続部 J2 は、第 2 RO 膜モジュール 12 と第 1 流路切換弁 62 との間に配置されている。圧力センサ 52 で測定された第 2 透過水 W4 の圧力は、制御部 30 へ検出信号として送信される。

【0070】

第 1 原水圧力センサ 581 は、第 1 原水ライン L11 を流通する原水 W1 の圧力を測定する機器である。第 1 原水圧力センサ 581 は、接続部 J21 において、第 1 原水ライン L11 に接続されている。第 1 原水圧力センサ 581 は、制御部 30 と電氣的に接続されている。接続部 J21 は、原水補給弁 61 と活性炭濾過器 2 との間に配置されている。第 1 原水圧力センサ 581 で測定された原水 W1 の圧力は、制御部 30 へ検出信号として送信される。

【0071】

濃縮水圧力センサ 582 は、上流側第 1 RO 濃縮水リターンライン L51 を流通する第 1 濃縮水 W3 の圧力を測定する機器である。濃縮水圧力センサ 582 は、接続部 J25 において、上流側第 1 RO 濃縮水リターンライン L51 に接続されている。濃縮水圧力センサ 582 は、制御部 30 と電氣的に接続されている。接続部 J25 は、第 1 RO 膜モジュ

ール 1 1 と分岐部 J 1 1 との間に配置されている。濃縮水圧力センサ 5 8 2 で測定された第 1 濃縮水 W 3 の圧力は、制御部 3 0 へ検出信号として送信される。

【 0 0 7 2 】

第 2 原水圧力センサ 5 8 3 は、第 2 原水ライン L 1 2 を流通する原水 W 1 の圧力を測定する機器である。接続部 J 2 7 において、第 2 原水ライン L 1 2 に接続されている。第 2 原水圧力センサ 5 8 3 は、制御部 3 0 と電氣的に接続されている。接続部 J 2 7 は、第 1 R O 弁 1 0 1 と第 1 R O 膜モジュール 1 1 との間に配置されている。第 2 原水圧力センサ 5 8 3 で測定された原水 W 1 の圧力は、制御部 3 0 へ検出信号として送信される。

【 0 0 7 3 】

報知部 3 1 は、所定の警報を報知する。報知部 3 1 は、制御部 3 0 に電氣的に接続されている。報知は、例えば、表示、音声、発光などのうちの一つ以上である。つまり、報知部 3 1 は、表示器（液晶ディスプレイ等）、ブザーやスピーカー、ランプなどのうちの一つ以上から構成される。

10

【 0 0 7 4 】

入力操作部 3 2 は、装置の運転モードに係る選択（例えば、運転 / 停止の選択、警報の解除など）や、装置の運転条件に係る各種設定について、ユーザーや管理者の入力操作を受け付ける入力インターフェースである。この入力操作部 3 2 は、ディスプレイとボタンスイッチを組み合わせた操作パネルや、ディスプレイ上で直接操作するタッチパネル等により構成される。入力操作部 3 2 は、制御部 3 0 と電氣的に接続されている。入力操作部 3 2 から入力された情報は、制御部 3 0 に送信される。

20

【 0 0 7 5 】

制御部 3 0 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。制御部 3 0 において、マイクロプロセッサのメモリには、純水製造装置 1 を制御するための各種プログラムが記憶される。また、マイクロプロセッサのメモリには、例えば、第 2 透過水 W 4 及び脱塩水 W 6 の電気伝導率の閾値や、E D I スタック 2 0 から排出される脱塩水 W 6、濃縮水 W 7 及び電極水 W 8 の流量の閾値に関するデータ等が記憶される。

【 0 0 7 6 】

制御部 3 0 において、マイクロプロセッサの C P U は、メモリから読み出した所定のプログラムに従って、タッチパネルにおける表示等の各種の制御を実行する。また、制御部 3 0 において、マイクロプロセッサには、時間の計時等を管理するインテグレートドタイマユニットが組み込まれている。

30

【 0 0 7 7 】

次に、本実施形態に係る純水製造装置 1 の運転時の流量設定について説明する。まず、最前段に位置する逆浸透膜モジュール、即ち第 1 R O 膜モジュール 1 1 について、当該第 1 R O 膜モジュール 1 1 により分離された第 1 透過水 W 2 の流量に対する第 1 濃縮水 W 3 の流量の比率を、第 1 R O 膜モジュール 1 1 における循環比 R 1 と定義する。また、最後段に位置する逆浸透膜モジュール、即ち第 2 R O 膜モジュール 1 2 について、当該第 2 R O 膜モジュール 1 2 により分離された第 2 透過水 W 4 の流量に対する第 2 濃縮水 W 5 の流量の比率を、第 2 R O 膜モジュール 1 2 における循環比 R 2 と定義する。

【 0 0 7 8 】

40

なお、最前段に位置する逆浸透膜モジュールは、複数のモジュールで構成されていてもよい。即ち、モジュールの一次側（原水 W 1 及び第 1 濃縮水 W 3 の流通側）が直列接続され、且つモジュールの二次側（第 1 透過水 W 2 の流通側）が並列接続された複数のモジュールから構成されていてもよい。この場合、一次側膜表面での流速が最も低くなる最下流のモジュールから流出する第 1 透過水 W 2 と第 1 濃縮水 W 3 の各流量を用いて、最前段に位置する逆浸透膜モジュールの循環比 R 1 を定義する。

【 0 0 7 9 】

同様に、最後段に位置する逆浸透膜モジュールも、複数のモジュールで構成されていてもよい。即ち、モジュールの一次側（第 1 透過水及び第 2 濃縮水の流通側）が直列接続され、且つモジュールの二次側（第 2 透過水 W 4 の流通側）が並列接続された複数のモジュ

50

ールから構成されていてもよい。この場合、一次側膜表面での流速が最も低くなる最下流のモジュールから流出する第2透過水W4と第2濃縮水W5の各流量を用いて、最後段に位置する逆浸透膜モジュールの循環比R2を定義する。

【0080】

続いて、循環比R1に対する循環比R2の比率 $R2/R1$ が $0.08 \leq R2/R1 \leq 0.12$ の範囲となるように、原水W1（供給水）の流量、第1透過水W2の流量、第1濃縮水W3の流量、第2透過水W4の流量、及び第2濃縮水W5の流量が設定される。具体的には、第1流量センサ53、第1濃縮水流量センサ591、第2濃縮水流量センサ592、及び第3濃縮水流量センサ593による流量の検出に基づいて、第1RO弁101、第2RO弁102、第3RO弁103、及び第4RO弁104が調整されると共に、加圧ポンプ5の回転速度が調整されることにより、各流量が設定される。

10

【0081】

例えば、この設定により、第1RO膜モジュール11に吐出される原水W1の流量が $6.4 \text{ m}^3/\text{h}$ とされる。また、第1RO膜モジュール11により分離されて、第2RO膜モジュール12に流通される第1透過水W2の流量が $2.0 \text{ m}^3/\text{h}$ とされる。更に、第1RO膜モジュール11により分離された第1濃縮水W3の流量が $4.4 \text{ m}^3/\text{h}$ とされる。この設定例では、第1RO膜モジュール11における循環比R1は、 $4.4/2.0 = 2.2$ である。

【0082】

一方、第2RO膜モジュール12により分離されて、EDIスタック20に流通される第2透過水W4の流量が $1.6 \text{ m}^3/\text{h}$ とされる。また、第2RO膜モジュール12により分離された第2濃縮水W5の流量が $0.4 \text{ m}^3/\text{h}$ とされる。この設定例では、第2RO膜モジュール12における循環比R2は、 $0.4/1.6 = 0.25$ である。従って、比率 $R2/R1$ の値は、 $0.25/2.2 = 0.11$ となる。

20

【0083】

上述した本実施形態に係る純水製造装置1によれば、例えば、以下のような効果が奏される。純水製造装置1では、複数の逆浸透膜モジュールの最前段に位置する第1RO膜モジュール11により分離された第1透過水W2の流量に対する第1濃縮水W3の流量の比率を、第1RO膜モジュール11における循環比R1と定義する。また、複数の逆浸透膜モジュールの最後段に位置する第2RO膜モジュール12により分離された第2透過水W4の流量に対する第2濃縮水W5の流量の比率を、第2RO膜モジュール12における循環比R2と定義する。そして、比率 $R2/R1$ が $0.08 \leq R2/R1 \leq 0.12$ の範囲となるように、原水W1（供給水）の流量、第1透過水W2の流量、第1濃縮水W3の流量、第2透過水W4の流量、及び第2濃縮水W5の流量が設定される。このため、最後段の循環比R2を、最前段の循環比R1の8～12%に抑制しながら加圧ポンプ5を駆動させることにより、2つの循環比R1、R2を同水準に維持する場合に比べて、加圧ポンプ5の駆動電力を抑制することができる。この結果、加圧ポンプ5駆動時の省エネを図ることができる。

30

【0084】

また、純水製造装置1は、第1RO膜モジュール11及び第2RO膜モジュール12よりなる複数の逆浸透膜モジュールからの第2透過水W4を脱塩処理して脱塩水W6を得るEDIスタック20を備える。このため、加圧ポンプ5駆動時の省エネを図りつつ、より高純度の純水を製造することができる。

40

【0085】

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。例えば、原水W1（供給水）の流量、第1透過水W2の流量、第1濃縮水W3の流量、第2透過水W4の流量、及び第2濃縮水W5の流量の値は、上述の実施形態における流量の値に限定されない。即ち、循環比R1に対する循環比R2の比率 $R2/R1$ が $0.08 \leq R2/R1 \leq 0.12$ の範囲となるように、各流量が設定されればよい。

50

【 0 0 8 6 】

また、実施形態においては、原水W 1（供給水）、第 1 透過水W 2 の流量、第 1 濃縮水W 3 の流量、第 2 透過水W 4 の流量、及び第 2 濃縮水W 5 の流量を同時に設定する場合について説明したが、これに限定されない。即ち、これら 5 つの流量全てが設定されなくてもよく、原水W 1（供給水）、第 1 透過水W 2 の流量、第 1 濃縮水W 3 の流量、第 2 透過水W 4 の流量、及び第 2 濃縮水W 5 の流量のうちの少なくとも一つが設定されればよい。

【 0 0 8 7 】

また、純水製造装置 1 は E D I スタック 2 0 を備えていたが、これに限定されない。純水製造装置 1 は、E D I スタック 2 0 を備えていなくてもよい。

【 0 0 8 8 】

また、実施形態においては、純水製造装置 1 は、前段の透過水が後段の供給水となるように、第 1 R O 膜モジュール 1 1 及び第 2 R O 膜モジュール 1 2 が直列に 2 段で配置された構成とされたが、これに制限されない。例えば、純水製造装置 1 は、逆浸透膜モジュールが直列に 3 段以上接続された構成とされてもよい。

【 符号の説明 】

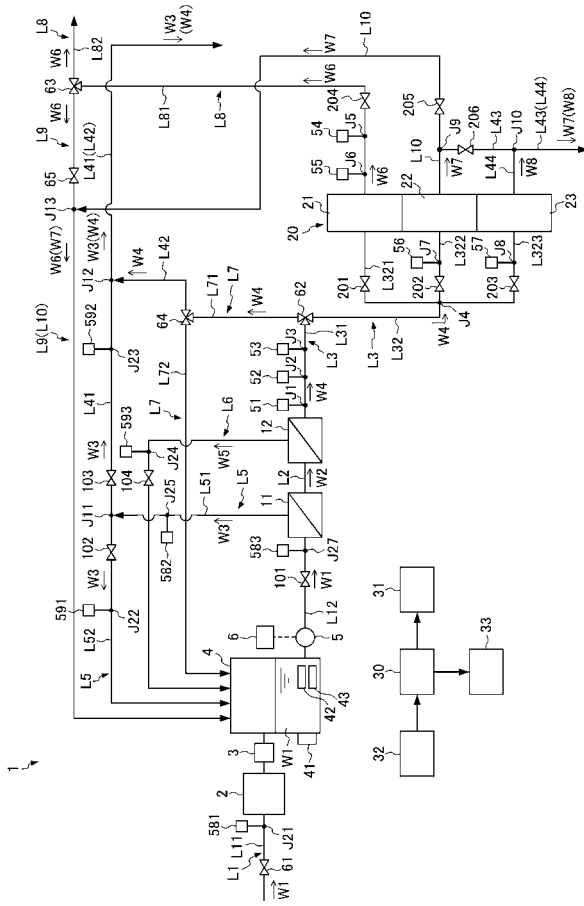
【 0 0 8 9 】

- 1 純水製造装置
- 5 加圧ポンプ
- 1 1 第 1 R O 膜モジュール（逆浸透膜モジュール）
- 1 2 第 2 R O 膜モジュール（逆浸透膜モジュール）
- 2 0 E D I スタック（電気脱イオンスタック）
- W 1 原水（供給水）
- W 2 第 1 透過水
- W 3 第 1 濃縮水
- W 4 第 2 透過水
- W 5 第 2 濃縮水
- W 6 脱塩水

10

20

【図 1】



フロントページの続き

(72)発明者 泉 修平

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 高島 悠司

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 GA18 HA61 JA30C JA53A JA57A JA63A KA02 KA53 KA55
KA56 KA57 KA63 KB12 KB14 KE02Q KE03P KE03Q KE04P KE07P
KE08P KE16P KE19P KE21P KE22Q KE23Q MA03 MA06 MA13 MA14
MC54 PA01 PB06 PC02
4D061 DA03 DB13 EA09 EB04 EB13 EB16 EB19 EB37 EB38 EB39
FA06 FA08 FA09 FA13 GA02 GA06 GA19 GA21 GB30 GC02