(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6340620号
(P6340620)
(45)発行日　平成30年6月13日(2018.6.13)　(24)登録日　平成30年5月25日(2018.5.25)

(51)Int.Cl.		F I		
B01D 65/02	(2006.01)	B01D	65/02	
B01D 61/00	(2006.01)	B01D	61/00	500
F03B 17/06	(2006.01)	F03B	17/06	
F03G 7/00	(2006.01)	F03G	7/00	G

請求項の数 17　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2016-517712 (P2016-517712)
(86)(22)出願日　平成26年6月2日(2014.6.2)
(65)公表番号　特表2016-525938 (P2016-525938A)
(43)公表日　平成28年9月1日(2016.9.1)
(86)国際出願番号　PCT/IB2014/061898
(87)国際公開番号　WO2014/195854
(87)国際公開日　平成26年12月11日(2014.12.11)
審査請求日　平成28年11月2日(2016.11.2)
(31)優先権主張番号　1309873.6
(32)優先日　平成25年6月3日(2013.6.3)
(33)優先権主張国　英国(GB)

(73)特許権者　507283023
アイ・ディ・イー・テクノロジーズ・リミテッド
イスラエル・６０９２０・カディマ・ハシャロン・インダストリアル・パーク・ピー・オー・ボックス・５０１６・ハマテチェット・ストリート・(番地なし)
(74)代理人　100111202
弁理士　北村　周彦
(72)発明者　リーベルマン，ボリス
イスラエル国　４０５００　エヴァン　ヤフェダ，オファリム　ストリート　１６／４

審査官　向井　佑

最終頁に続く

(54)【発明の名称】圧力遅延浸透プラントの運転方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
圧力遅延浸透プラントの操作方法であって、
前記プラントは、半透膜を有する少なくとも１つの浸透エレメントを含み、前記半透膜は前記浸透エレメントの供給側と透過側とを規定し、
前記方法は、
第１の動作モードにおいて、
クロスフロー構成において入口を介して前記供給側へ高濃度の溶質を有する供給流を供給するために供給流入口弁を開放する工程と、
デッドエンドフロー構成において前記透過側の入口を介して低濃度の溶質を有する透過流を供給するために透過流入口弁を開放する工程と、
出口を介して前記供給側から供給出口流を受けるために供給流出口弁を開放し、透過液が前記透過側から前記半透膜を介して前記供給側に流れる工程と、を含み、
第２の動作モードにおいて、前記半透膜を通過する水流方向が前記第１の動作モードと逆になるように、
前記浸透エレメントの前記供給側に前記入口を介して低濃度の逆洗流を供給するように前記供給流入口弁を閉止すると共に逆洗流供給弁を開放する工程と、
前記透過側の前記入口を介して透過液出口流を受けるために前記透過流入口弁を閉止すると共に透過流出口弁を開放する工程と、を含み、
前記方法は、

製造工程を実行するための前記第１の動作モードと、半透膜の汚染を低減するための前記第２の動作モードと、を交互に実行する工程をさらに含む圧力遅延浸透プラントの操作方法。

【請求項２】

前記第２の動作モードでは、前記供給側への比較的低濃度の逆洗流の供給は、比較的低濃度の希釈流と比較的高濃度の供給流とを混合し、低濃度の逆洗流を生成することを含む、請求項１に記載の方法。

【請求項３】

前記第２の動作モードで前記供給流出口弁を閉止する工程を含む、請求項１又は２に記載の方法。

【請求項４】

前記逆洗流は、前記供給側の前記入口と前記出口の１つ又は両方から供給されることを特徴とする請求項１又は２に記載の方法。

【請求項５】

前記第１の動作モードは、１００秒から５００秒の範囲の持続時間を有することを特徴とする請求項１又は２に記載の方法。

【請求項６】

前記第１の動作モードは、２００秒から３００秒の範囲の持続時間を有することを特徴とする請求項５に記載の方法。

【請求項７】

前記第２の動作モードは、１０秒から６０秒の範囲の持続時間を有する請求項１又は２に記載の前記方法。

【請求項８】

前記第２の動作モードは、２０秒から３０秒の範囲の持続時間を有することを特徴とする請求項７に記載の方法。

【請求項９】

前記供給流のゲージ圧と前記逆洗流のゲージ圧とがほぼ等しいことを特徴とする請求項１又は２に記載の方法。

【請求項１０】

前記供給流のゲージ圧と前記供給流の浸透圧とがほぼ等しいことを特徴とする請求項１又は２に記載の方法。

【請求項１１】

前記プラントが複数の浸透エレメントを含み、第１のエレメントの前記供給側の出口が第２のエレメントの供給側の入口に接続されていることを特徴とする請求項１又は２に記載の方法。

【請求項１２】

別個の透過流を前記複数の浸透エレメントの少なくとも２つに供給する工程を含む請求項１１に記載の方法。

【請求項１３】

前記別個の透過流のゲージ圧が異なっていることを特徴とする請求項１２に記載の方法。

【請求項１４】

前記複数の浸透エレメントが圧力容器内に配置されることを特徴とする請求項１１に記載の方法。

【請求項１５】

前記プラントが複数の圧力容器を備え、前記方法が、前記圧力容器の一部が前記第１の動作モードで動作し、前記圧力容器の一部が前記第２のモードで動作しているように前記プラントを操作する工程を含むことを特徴とする請求項１４に記載の方法。

【請求項１６】

前記浸透エレメントがタービンへの前記第１の動作モードにあるとき前記供給出口から

供給出口流を供給することにより発電する工程をさらに含む請求項１又は２に記載の方法。

【請求項１７】

圧力遅延浸透プラントであって、

前記プラントは、

半透膜を有する少なくとも１つの浸透エレメントを備え、前記半透膜は前記浸透エレメントの供給側と透過側とを規定し、前記供給側は、入口に対して操作可能な供給流入口弁及び逆洗流供給弁と、出口に対して操作可能な供給流出口弁と、を有し、前記透過側は、該透過側の入口に対して操作可能な透過流入口弁及び透過流出口弁を有し、

前記浸透プラントは、第１の動作モード及び第２の動作モードを有し、

第１の動作モードにおいて、

クロスフロー構成において前記入口を介して前記供給側へ高濃度の溶質を有する供給流を供給するために前記供給流入口弁を開放し、

デッドエンドフロー構成において前記透過側の前記入口を介して低濃度の溶質を有する透過流を供給するために前記透過流入口弁を開放し、

前記出口を介して前記供給側から供給出口流を受けるために前記供給流出口弁を開放し、透過液が前記透過側から前記半透膜を介して前記供給側に流れ、

第２の動作モードにおいて、前記半透膜を通過する水流方向が前記第１の動作モードと逆になるように、

前記浸透エレメントの前記供給側に前記入口を介して低濃度の逆洗流を供給するように前記供給流入口弁を閉止すると共に前記逆洗流供給弁を開放し、

前記透過側の前記入口を介して透過液出口流を受けるために前記透過流入口弁を閉止すると共に前記透過流出口弁を開放し、

前記第１の動作モードにおける前記プラントは製造工程を実行し、前記第２の動作モードにおける前記プラントは半透膜の汚染を低減する圧力遅延浸透プラント。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、発電の使用に特に限定されないが、圧力遅延浸透プラントの運転方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

浸透は、水が低濃度溶液と高濃度溶液との間の半透膜を通過する既知の現象である。溶液の油圧差がゼロである正浸透（ＦＯ）において、水は低濃度溶液から高濃度溶液に移動する。ゼロより大きく溶液の浸透圧の差よりも小さい量で油圧が高濃度溶液に印加される圧力遅延浸透（ＰＲＯ）では、水フラックスの速度を低減することができる。溶液の浸透圧の差よりも大きい十分な圧力が高濃度側に印加された場合、浸透性の水流を逆にすることができ、逆浸透（ＲＯ）と呼ばれ、水は半透膜を通過して高濃度溶液から低濃度溶液（フラックス反転点）に移動させられる。これらの技術は、水処理や脱塩を含む多くの分野で使用が見られている。圧力遅延浸透は、海水又は濃縮塩水及び淡水の間の浸透圧の差が塩水液中の静水圧に変換され、増加した静水圧がタービンを駆動するために用いられる発電にも適用されている。ＦＯ，ＲＯ，及びＰＲＯにおける浸透圧駆動膜プロセスにおける水フラックスを記載する一般式は$J_w = A(\sigma \Delta \pi - \Delta P)$であり、式中、Ｊｗは水フラックスであり、Ａは膜の水透過係数であり、σは反射係数であり、ΔＰは印加される圧力である。ＦＯの場合、ΔＰはゼロであり、ＲＯの場合、$\Delta P > \Delta \pi$であり、ＰＲＯの場合、$\Delta \pi > \Delta P$である。

【０００３】

上記すべての浸透技術の一つの共通の要素は、水を通過させるがほとんどの溶質分子又はイオンを拒絶する半透膜の使用である。公知の浸透システムに伴う永続的な問題は、半透膜の汚染の問題である。膜汚染とは、膜表面上の供給流中の成分の潜在的な沈着及び蓄

積をいい、通常４つの主要なタイプ：コロイド状の汚染、有機汚染、無機汚染／スケーリング及び生物付着に分類される。膜汚染は、膜の作動流量を制限する電力消費量を増加させ、定期的な膜クリーニング・イン・プレース（ＣＩＰ）手順を必要とする世界的な問題である。これは、有効性の低下及び高コストにつながる虞があり、ＣＩＰ薬液処分に関連する環境問題を付加する。様々な予防及び清掃戦略が汚染プロセスに影響を与えるさまざまな要因の理解に基づいて開発されている。膜洗浄は汚染物質を除去し、膜性能を維持するための長期的な解決策であるというコンセンサスがある。洗浄方法は、化学的及び物理的方法を含む。化学洗浄がより広く用いられているが、製造を停止させるシステムダウン時間、高コスト、化学廃棄物処理に関連する環境問題による巨大な欠点を有し、膜の寿命を低下させる。

【０００４】

過去数十年間、ＲＯなどの圧力駆動プロセスが支配的である。ＦＯに基づくいくつかの新しい用途は、経済的、環境的両面でＲＯを凌ぐかもしれない。これらのうち、ＰＲＯは、ＦＯの派生プロセスであり、クリーンで再生可能なエネルギー源を提供することができる。ＦＯは、膜を通る水の輸送を駆動する浸透圧勾配（Δπ）を用いる。実際には、膜を通過する有効Δπは、膜の配向性と膜結合輸送現象－外部及び内部濃度分極によるバルク浸透圧の差よりはるかに低い。外部濃度分極（ＥＣＰ）は、圧力駆動膜プロセスにおいて単一成分を有し、集中的ＥＣＰと呼ばれ、活性層の供給側に位置している。浸透駆動膜プロセスの間に、集中的ＥＣＰの後希釈ＥＣＰを行う。集中的及び希釈化ＥＣＰ現象の両方は、効果的な正味の浸透駆動力を低減させる。ＦＯは、比較的低い透過流を特徴としているので、外部偏光の影響は比較的小さい。

【０００５】

半透膜は、非対称であり、多孔質層によって支持され、凝縮活性イオン拒絶層を有する。誘導液が活性層と反対側に配置される場合にのみＥＣＰが発生する。しかし、誘導液が多孔質支持層と反対側に配置されるとき希釈内部濃度分極（ＩＣＰ）が発生する。誘導液が活性層と反対側に配置され、フィード溶液が多孔質支持層と反対側に配置される逆膜配向のとき、集中的ＩＰＣが発生する。ＩＣＰの影響は有害であり、２つの溶液間の効果的な正味の駆動力を低減させる。

【０００６】

上述のとおり、汚染プロセスは多因子プロセスである。膜プロセスのフロー構成は、汚染処理に影響を与える虞がある。膜プロセスの二つの主なフロー構成：クロスフロー濾過及びデッドエンド濾過がある。クロスフローろ過では、供給流は膜の表面に対して接線方向であり、一方透過液は膜表面に垂直に向けられている。デッドエンド濾過では流体の流れの方向が膜面に対して垂直である。デッドエンド濾過は通常バッチ式のプロセスであり、すべてのろ過溶液が膜装置に供給され、駆動力を受けたいくつかの粒子の通過を可能にする。デッドエンドろ過の主な欠点は、大規模な膜汚染や濃度分極である。汚染は通常より速く、より高い駆動力と水フラックスで誘導される。デッドエンド濾過の一方向の特徴は、任意の内部膜洗浄効果を欠き、膜が一旦完全に詰まると完全に停止する。接線流装置は、高コストで労働集約的であるが、通過流の洗浄効果と高い剪断速度により汚れの影響を受けにくい。ＲＯプロセスではフィードはクロスフローを通過し、一方ＦＯとＰＲＯでは誘導液はクロスフロー構成を通過し、供給溶液はデッドエンド濾過を通過する。このように、高い供給流では、ＰＲＯシステムはデッドエンド汚染影響を非常に受けやすく、洗浄条件によりダウンタイム延長に伴うバッチで作業する必要がある。

【０００７】

リーベルマンへの米国特許第７６５８８５２号は、公知のＣＩＰプロセスへのより良い代替手段として、ＲＯシステムにおける給水の流れに沿って高塩分溶液（ＤＯ－ＨＳ）のパルスを放電することによって、オンラインの直接浸透洗浄波を教示する。ＤＯ－ＨＳクリーニングは、システムの運用プロセスを中断しない。クリーニング波はＲＯプロセスを局所的にＦＯプロセスに転換し、約２０秒の短時間内に４つの相乗洗浄効果：（１）汚染リフティング；（２）掃引汚染；（３）バイオ浸透圧ショック；（４）塩溶解ショック、

を効果的に活性化する。クリーニング波が瞬時にクロスフローをデッドエンドフローに切り替えることにより、膜を通って逆洗流の局所的な効果を奏する。この局所的な効果は、膜全体が洗浄されるように、膜に沿って波形状に伝播する。
【０００８】
フォアマンへの米国特許第４０３３８７８号及びヘロンへの米国特許第８３５４０２６号は、独自の膜構造及びシステム設計を使用するＰＲＯシステムを教示する。とりわけ、これらの特許は誘導液及び供給溶液両方のクロスフロー構成を可能にするシステムを教示している。また、特殊な螺旋膜の設計は、標準的なＲＯ螺旋膜構造がＦＯにおいて供給溶液がエンベロープ内に流入することができないため、ＦＯが行われるようにすることが必要となる。これらの特許は、洗浄効果を何ら教示していないため、清掃やメンテナンスのためのシステムダウンタイムの影響を受けやすい。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００９】
標準スパイラル膜を実施することができ、ダウンタイム期間を最小限に抑え、効率を最大化するために信頼性のある内部洗浄工程に基づいて、最小限の中断で連続的に動作することができるＰＲＯシステムを開発する必要がある。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
本発明によれば、圧力遅延浸透プラントの操作方法であって、前記プラントは半透膜を有する少なくとも１つの浸透エレメントを含み、前記半透膜は前記浸透エレメントの供給側と透過側とを規定し、前記方法は、第１の動作モードにおいて、前記供給側へ比較的高濃度の溶質を有する供給流を供給する工程と、前記透過側の少なくとも１つの入口へ比較的低濃度の溶質を有する透過流を供給する工程と、前記供給側から供給出口流を受ける工程と、を含み、透過液が前記半透膜を介して前記透過側から前記供給側に通過し、第２の動作モードにおいて、前記半透膜を通過する水流方向が逆転し前記半透膜を介して前記透過側から前記供給側に通過するようにクロスフロー構成において前記浸透エレメントの前記供給側に比較的低濃度の逆洗流を供給する工程と、前記透過側の出口から透過液出口流を受ける工程と、を含み、前記方法は、製造工程を実行するための前記第１の動作モードと、半透膜の汚染を低減するための前記第２の動作モードとを交互に実行する工程と、を含む圧力遅延浸透プラントの操作方法が提供される。
【００１１】
前記第２の動作モードでは、前記供給側への比較的低濃度の逆洗流の供給は、比較的低濃度の希釈流と比較的高濃度の供給流とを混合し、低濃度の逆洗流を生成することを含んでもよい。
【００１２】
前記方法は、前記第２の動作モードで前記供給出口を閉止する工程を含んでもよい。
【００１３】
前記逆洗流は、前記供給口及び前記供給口の１つ又は両方から供給されてもよい。
【００１４】
前記第１の動作モードは、２００秒から３００秒の範囲の持続時間を有していてもよく、前記第２の動作モードは、２０秒から３０秒の範囲の持続時間を有していてもよい。
【００１５】
前記供給流のゲージ圧と前記逆洗流のゲージ圧とがほぼ等しくてもよい。
【００１６】
前記供給流のゲージ圧と前記供給流の浸透圧がほぼ等しくてもよい。
【００１７】
前記供給流のゲージ圧は膜の機械的完全性を確保するために前記透過流のゲージ圧より高くてもよい。
【００１８】

前記プラントが複数の浸透エレメントを含んでもよい。
【００１９】
第１のエレメントの前記供給出口が第２のエレメントの供給入口に接続されていてもよい。
【００２０】
別個の透過流を前記エレメントの少なくとも２つに供給する工程を含んでもよい。
【００２１】
前記別個の透過流のゲージ圧が異なっていてもよい。
【００２２】
前記複数の浸透エレメントが圧力容器内に配置されてもよい。
【００２３】
前記プラントが複数の圧力容器を備え、前記方法が、前記圧力容器の一部が前記第１の動作モードで動作し、前記圧力容器の一部が前記第２のモードで動作しているように前記プラントを操作する工程を含んでもよい。
【００２４】
前記浸透エレメントがタービンへの前記第１の動作モードにあるとき前記供給出口から供給出口流を供給することにより発電する工程をさらに含んでもよい。
【図面の簡単な説明】
【００２５】
本発明の実施形態を、添付の図面を参照して実施例のみにより説明する。
【図１】ＰＲＯ発電プラントの概略図である。
【図２】本発明を具体化した浸透エレメントの概略図である。
【図３】第１の動作モードにおける図２の浸透エレメントの概略図である。
【図４】第２の動作モードにおける図２の浸透エレメントの概略図である。
【図５】代替的な第２の動作モードにおける図２の浸透エレメントの概略図である。
【図６】一般的な圧力容器における図２の複数の浸透エレメントの概略図である。
【図７】代替透過液供給を伴う図６と類似の実施形態である。
【図８】図６の２つの連結エレメントの概略図である。
【図９】さらに別の透過液供給を伴う図６と同様の実施形態である。
【図９ａ】さらに別の代替透過液供給を伴う図６と同様の実施形態である。
【図１０】図６の圧力容器を複数備えたプラントの概略図である。
【発明を実施するための形態】
【００２６】
詳細に図面を具体的に参照すると、示される項目は実施例により、本発明の好適な実施形態の例示的な議論のためのものであるのみであり、本発明の原理及び概念的態様の最も有用かつ容易に理解される説明であると思料されるものを提供するために提示されていることが強調される。この点において、本発明の基本的な理解のために必要である以上に詳細に本発明の構造的詳細を示すいかなる試みもなされておらず、詳細な説明は当業者が本発明の方法のいくつかの形態が実際にどのように具体化されるかを明らかにする図面が参照される。
【００２７】
本発明の少なくとも一つの実施形態を説明する前に、本発明は、以下の詳細な説明に記載され又は図面に表された構造及び構成エレメントの配置の詳細への適用に限定されないことを理解すべきである。本発明は、他の実施形態又は様々な方法で実施又は実行されることに適用可能である。また、本明細書中で用いられる表現及び用語は説明のためであり、限定とみなされるべきではないことを理解されたい。
【００２８】
図１を参照して、従来技術であるＰＲＯ発電プラントの概略図が１０で示される。淡水及び海水はフィード１１、１２にそれぞれ導入され、適切な前処理エレメント１３、１４において前処理される。前処理された海水と淡水を浸透エレメント１５に供給し、浸透エ

レメント１５で淡水流からの水は膜１６を通過し海水流に入り、海水流中の過剰な油圧が増加する。加圧された海水流の約３分の１はタービン１７に供給され、約３分の２が圧力交換器１９への接続１８によって示されるように戻り、タービン１７で入力された海水フィードが加圧される。得られた半塩水は２０で示されるように排出される。

【００２９】

図２を参照し、浸透エレメントは一般に１５でより詳細に示される。一般的に１６で示される半透膜は、浸透エレメントを二つの側、供給側２１と透過側２２とに分割する。なお、図２は厳密に図示されている。実際には、浸透エレメント１５は螺旋ラップ（ｓｐｉｒａｌ－ｗｒａｐｐｅｄ）エレメントを備え、螺旋ラップエレメントにおいて例えば上記のように多層半透膜は中空の中央管に巻き付いており、圧力容器内に収容される。このシステムは本発明の本質的な機能を説明する際に、明確化のため図２に非常に簡単な形で提示される。

【００３０】

供給側２１を供給するために、供給流は一般的に２３ａで示され、供給側入口２３ｂとの接続のために２３で概略的な弁接続によって示されているように制御可能である。逆洗供給流は弁２５により制御可能な２４で一般的に示される。供給出口弁は供給出口流２７を生成するために２６で示される。従来、入口及び出口は、供給された供給水が浸透エレメントの長さに沿って通過するように浸透エレメント１５の両端に配置される。浸透エレメント１５の透過側２２に透過液を供給するため、透過流は、透過液入口３０を供給するための弁２９によって制御可能な２８で一般的に示される。透過液出口を提供するために、出口弁は一般に３１で示される。好ましくは、圧力センサは、浸透エレメント１５内に圧力を監視するために設けられる。供給流は海水を含んでもよく、透過流は淡水を含んでもよい。

【００３１】

透過膜を横切る流れの方向は、ゲージ圧と膜の両側の浸透圧のバランスに依存し、圧力のバランス、正味駆動圧（ＮＤＰ）は

ＮＤＰ＝ＰＧ$_{F}$－ＰＯ$_{F}$－ＰＧ$_{P}$＋ＰＯ$_{P}$

で与えられ、

式中、ＰＧ$_{F}$は供給溶液のゲージ圧であり、ＰＯ$_{F}$は供給溶液の浸透圧であり、ＰＧ$_{P}$は透過フィードのゲージ圧であり、ＰＯ$_{P}$は透過フィードの浸透圧である。ＮＤＰが正の場合、逆浸透が発生し透過液が供給側２１から透過側２２に通過する。浸透ＮＤＰが負の場合、正浸透が発生し、透過液が透過側２２から半透膜１６を介して供給側２１へ通過する。

【００３２】

浸透エレメントは、２つの動作モードで動作させることができる。図３に示すように、第１の動作モードで、製造工程とも呼はれ、正浸透又は減圧浸透が発生し、発電に用いられる圧力が上昇する。フィードがクロスフロー構成で流れ、弁２５が閉じるように、弁２３と２６とが開いている。従って、供給流は、クロスフロー構成の浸透エレメント１５の長さに沿って通過し、供給口２６ａ及び弁２６を通って出るように、比較的高濃度の溶解した固体を有する供給原料を供給側２１に供給する。透過液は、比較的低濃度の溶液を含み、透過流２８から開放弁２９を介して入口３０に供給される。透過側２２からの出口は存在せず、その結果デッドエンドフロー構成において供給側２２に供給された全ての透過液が半透膜１６を通って供給側２１に通過することは明らかである。したがって、高圧での濃度が減少した溶液を含む流れは、供給口２６ａから供給され、上述のように、電力生成のために用いることができる。理想的には、フィードゲージと浸透圧とはほぼ等しく、ＰＧ$_{F}$　ＰＯ$_{F}$となるよう保たれなければならない。膜上の機械的応力を回避し、その完全性を維持するために、膜の供給側のゲージ圧は、膜の透過側のゲージ圧よりも高く、すなわちＰＧ$_{F}$＞ＰＧ$_{P}$とする必要がある。

【００３３】

このモードでは、半透膜１６が徐々に外部及び内部濃度分極により汚染されるので、膜

を通過する浸透圧のバランスは減少し、よって正味の駆動圧力及び水フラックスが減少する。第１の動作モードが十分長く行われた場合、最終的に、透過流構成とその関連する濃度分極効果のデッドエンド特性のため、半透膜１６を通過する水の拡散が停止する。いつＮＤＰが半透膜１６の汚染を示す閾値レベルまで低下したかを検出するため浸透エレメント１５内の圧力を監視することができ、浸透エレメントが第２の動作モードに切り替わる。

【００３４】

　したがって、この問題を克服するために、逆洗工程である第２の動作モードは、図４に示すように行われる。弁２３が閉じられ、弁２５が開かれる。この実施例では、弁２６も開放され、弁３１が開かれる。弁２８が閉じられる。従って、この弁の構成に基づいて、逆洗供給流２４は、この実施例においてクロスフロー構成で浸透エレメント１５の供給側２１に、供給流２３ａに比べて比較的低濃度の加圧された食塩水の流れを供給する。弁２８が閉じられているので、透過液は透過側２２に供給されない。透過液が現在出口として動作する入口３０を通って透過側２２から排水することができるように、弁３１が開放される。この動作モードでＮＤＰを参照すると、

$$ＮＤＰ＝ＰＧ_{B}－ＰＯ_{B}－ＰＧ_{B}＋ＰＯ_{P}$$

式中、$ＰＧ_{B}$は逆洗フィードのゲージ圧であり、$ＰＯ_{B}$は逆洗フィードの浸透圧である。第１及び第２の動作モードの間の移行を簡単にするために、好ましくは$ＰＧ_{F}$　$ＰＧ_{B}$である。$ＰＯ_{B}$は第１の動作モードで$ＰＯ_{P}$以下であってもよい。透過液が透過側に供給されず、出口３０と開放弁３１を介して排出されるのみであるため、$ＰＧ_{P}$もずっと低くなる。$ＰＯ_{P}$は効果的に汚れや強力な濃度分極の結果として比較的高くてもよい。

【００３５】

　したがって、この第二の逆洗工程において、膜を通過する水の流れが逆になり、比較的低濃度の逆洗供給側から半透膜１６を介して透過側２２に流れる。半透膜１６を介する水の逆流した流れは、洗浄又は他の方法で、半透膜及びその表面に捕捉された溶質イオン及び他の汚染物質を除去し、得られる透過液は、弁３１及び出口３３を通過する。入口２３ａから出口２６ａへの逆洗フィード２４のクロスフローは乱流及び剪断力によって半透膜１６の供給側表面から溶質イオンを除去する。透過側２２上のゲージ圧が供給側２１のゲージ圧よりも低いので、逆洗食塩水の浸透圧と透過液の浸透圧とがほぼ等しくても半透膜を介して逆方向に浸透がさらに発生し、膜洗浄機構を活性化させる。浸透エレメント１５内の圧力を監視することができ、透過側での浸透圧が所望のレベルまで低下すると第２の動作モードは終了する。前述のように弁が開いて供給流と透過流とを浸透エレメントに供給することができ、第１の動作モードを再開する。第２の動作モードの動作を最適化するために、必要に応じて、逆洗流のゲージ圧及び／又は浸透圧を変化させることができる。

【００３６】

　図５に示すように動作する別の第２のモードでは、逆洗供給２４のいずれも供給口２６ａを通過することができないように、弁２６も閉じられる。この代替モードでは、逆洗供給２４の全てはデッドエンドフロー構成において半透膜１６を介して透過側２２へ通過しなければならず、よって半透膜１６の透過側２２で半透膜からイオンを除去する。この代替モードは、例えば、以下に説明するように浸透エレメント１５が浸透エレメント列の最後である場合では望ましいかもしれない。

【００３７】

　さらなる代替モードでは、弁２３及び２５は、供給流及び逆洗供給流２４が両者とも供給面２１に供給され、その結果、供給流２３ａよりも低い濃度を有する供給流になるように、供給流２１に供給される。さらに別の代替モードとして、逆洗流を供給側２１の入口と出口の両方に供給してもよい。逆洗流は透過流と実質的に同じであってもよい。

【００３８】

　必要に応じて、半透膜１６の洗浄やその他のメンテナンスを改善するために、他の洗浄剤が逆洗フィード２４に含まれてもよい。

【００３９】

図６を参照し、複数の浸透エレメントを含むグループが４０で示される。グループ４０は浸透エレメント１５を複数搭載した圧力容器４１を有する。グループ４０は、浸透エレメント１５の各々を供給するために、弁２３、２５、２６、２８、３１の共通のセットを有する。浸透エレメント１５は直列に接続され、システム全体として図２－５を参照して上述したように動作させることができる。図７において４０‘で示す別の構成において、透過供給３２は各浸透エレメント１５に別々に接続され、各エレメント１５で透過流の圧力は各連続する浸透エレメント１５における異なる浸透圧の供給流を収容するために別々に制御可能であってもよい。図６のグループ４０の組み合わせは図８に組み合わせて示され、一つのグループの供給口２６ａは第２グループ４０の供給側注入口２３ｂに接続されている。独立した透過液Ｐ$_{I}$Ｐ$_{2}$は、浸透液が異なるグループ４０に異なる圧力又は濃度で供給されることを可能にする。

【００４０】

さらに代替的に、図９に示すように、圧力容器４１は、透過ストッパー６０によって2つのサブグループ４２ａ、４２ｂに分割され、それぞれが弁２９ａ、２９ｂそれぞれを介して、しかし共通の供給流２３ａとともに制御可能な別個の透過流２８ａ，２８ｂを有する。このように、異なる圧力及び／又は濃度での透過液は、各浸透エレメント１５の供給側２２上の異なる浸透圧に応じて上流側及び下流側のグループ４２ａ、４２ｂに供給することができる。更なる代替モードは図９ａに示され、圧力容器４１’は、透過ストッパー６１によって分離される４２’ａ、４２’ｂ、４２’ｃ及び４２’ｃを含む。各サブグループは、関連する弁は２９’ａ－ｄと３１’ａ－ｄとを有する分離した入口３０’ａ、３０’ｂ、３０’ｃ、３０’ｄを有する。したがって、各サブグループ４２’ａ－ｄは、上記のように動作し、異なる圧力での透過流が供給されてもよい（例えば各バー２、４、６、８）。

【００４１】

図１０に示すように、このような複数のシステム４０は、一般的な供給流源５１及び逆洗流電源５２から供給された一般的なプラント５０で組み合わせることができる。図１０に示す構成は、システム４０が異なるモードで動作することができる点において特に有利である。例えば、エレメント４０ａは、汚れを洗浄するために、第２の動作モードで動作させてもよく、一方、エレメント４０ｂ、４０ｃは、操作の第１の生産モードで動作させてもよい。エレメント４０を十分な数提供し、プラントエレメント４０の動作モードを順に交互にすることで、汚れとシステムダウンタイムとに関連する問題を回避しつつ、生産のほぼ一定のレベルをシステム５０から維持され得ることは明らかである。第１の動作モードの動作時間は約１００から５００秒であり、好ましくは２００秒から３００秒の範囲である。除染し、第２の動作モードでの半透膜１６を回復するのに要する時間は１０秒から６０秒程度の範囲で、より好ましくは２０秒から３０秒の範囲である。従って、比較的一定の出力のために、１０のグループすべてのうちの一つのシステム４０が、所与の時点での動作の第二のクリーニングモードにある必要があることが分かる。

【００４２】

本明細書に記載される方法は、特にＰＲＯ発電を参照して説明してきたが、それは浸透を提供したり、浸透操作を逆にする半透膜を用いてプラント又はシステムの任意の他のタイプに適用可能であることは明らかであろう。

【００４３】

上記の説明において、実施形態は、本発明の実施例又は実施である。「一実施形態」、「実施形態」又は「いくつかの実施形態」の種々の表現は、すべて同じ実施形態を指す必要はない。

【００４４】

本発明の様々な特徴が単一の実施形態の文脈で説明することができるが、特徴はまた、別々に又は任意の適切な組み合わせで提供されてもよい。逆に、本発明は、明確にするため、別々の文脈において本明細書に記載されてもよい。本発明は単一の実施形態で実現されてもよい。

【００４５】
　さらに、本発明は様々な方法で実行又は実施することができ、本発明は、上記の説明で概説したもの以外の態様で実行又は実施することができることを理解すべきである。
【００４６】
　本明細書で使用される技術用語及び科学用語の意味は、他に定義されない限り、本発明が属する当業者によって一般的に理解される。

【図１】

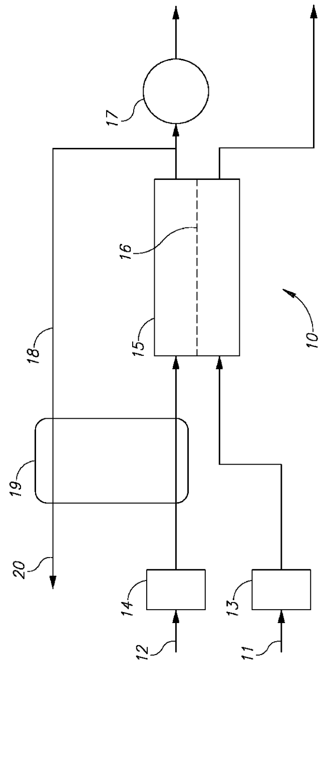

FIG.1
(PRIOR ART)

【図２】

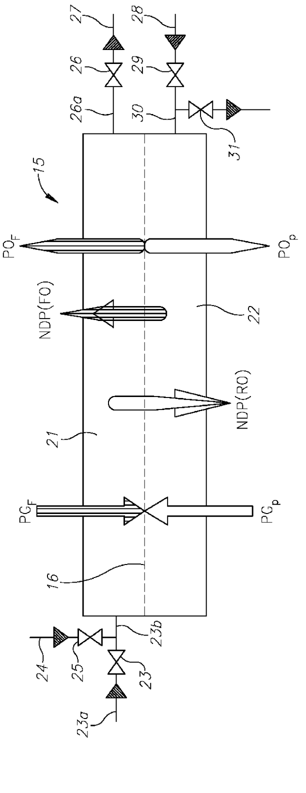

FIG.2

【図３】

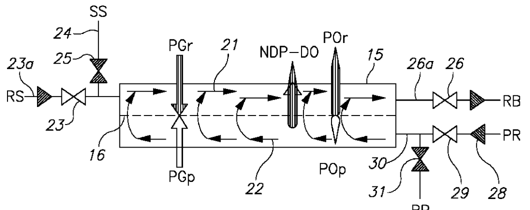

FIG.3

【図４】

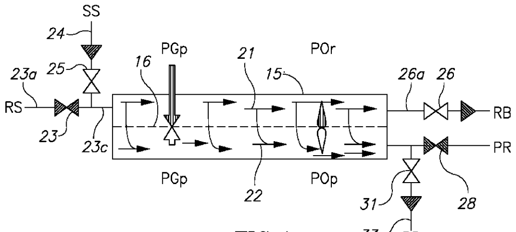

FIG.4

【図５】

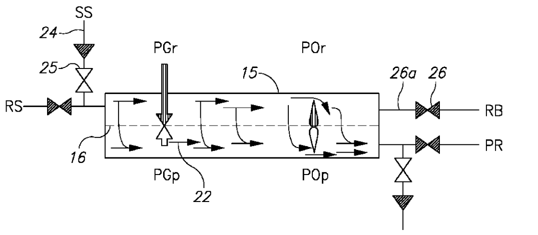

FIG.5

【図６】

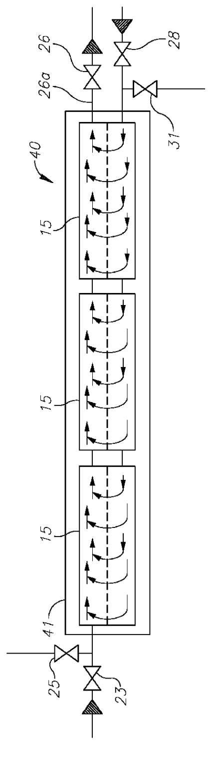

FIG.6

【図７】

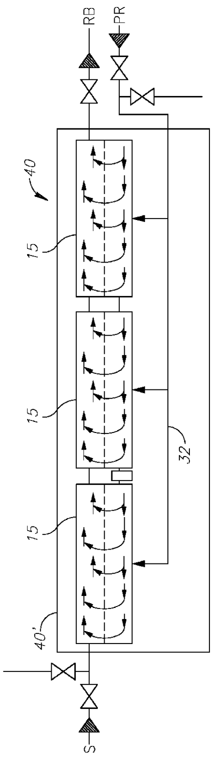

FIG.7

【図８】

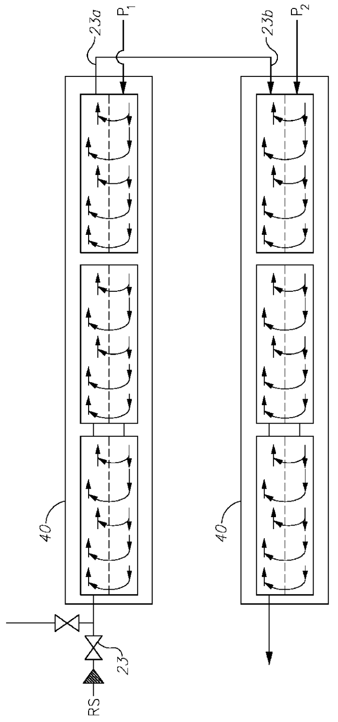

FIG.8

【図９】

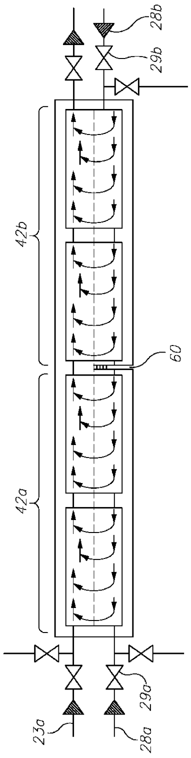

FIG.9

【図９Ａ】

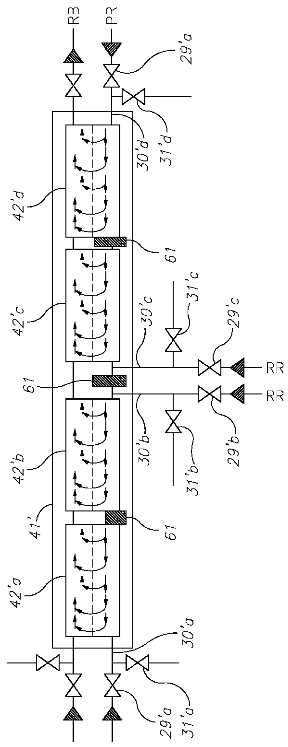

FIG.9A

【図１０】

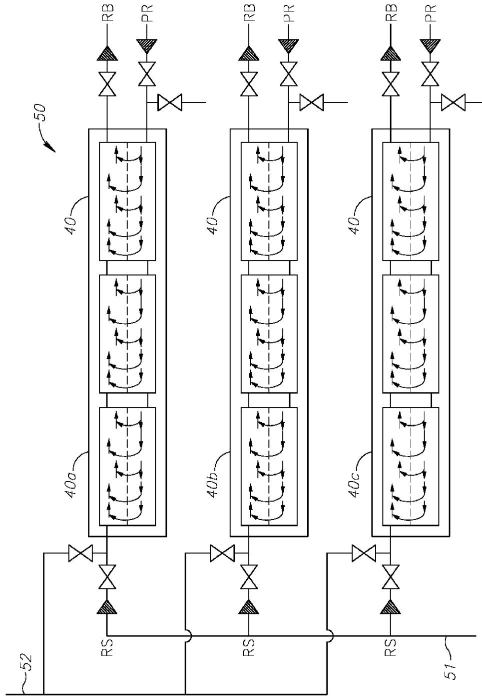

FIG.10

フロントページの続き

(56)参考文献　特表２００９－５２１３０６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
ＢＰ０１Ｄ　５３／２２
ＢＰ０１Ｄ　６１／００－７１／８２
ＣＰ０２Ｆ　　１／４４
ＦＰ０３Ｂ　１３／００－１３／２６
ＦＰ０３Ｂ　１７／００－１７／０６
ＦＰ０３Ｇ　　１／００－　７／１０