(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7525067号
(P7525067)

(45)発行日　令和6年7月30日(2024.7.30)

(24)登録日　令和6年7月22日(2024.7.22)

(51)国際特許分類

Ｂ０１Ｄ　61/58　(2006.01)		Ｂ０１Ｄ	61/58
Ｂ０１Ｄ　61/12　(2006.01)		Ｂ０１Ｄ	61/12
Ｂ０１Ｄ　65/06　(2006.01)		Ｂ０１Ｄ	65/06

ＦＩ

請求項の数　7　（全14頁）

(21)出願番号　特願2023-530576(P2023-530576)
(86)(22)出願日　令和5年3月30日(2023.3.30)
(86)国際出願番号　PCT/JP2023/013144
(87)国際公開番号　WO2023/190850
(87)国際公開日　令和5年10月5日(2023.10.5)
審査請求日　令和6年2月5日(2024.2.5)
(31)優先権主張番号　特願2022-58040(P2022-58040)
(32)優先日　令和4年3月31日(2022.3.31)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)
早期審査対象出願

(73)特許権者　000003159
東レ株式会社
東京都中央区日本橋室町２丁目１番１号
(72)発明者　三好 俊郎
滋賀県大津市園山１丁目１番１号 東レ株式会社滋賀事業場内
審査官　伊藤 真明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　逆浸透膜装置および逆浸透膜装置の運転方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

逆浸透膜処理手段で処理して得られた透過液をさらに他の逆浸透膜処理手段で処理する透過液複数段処理を行うことができる逆浸透膜装置であって、

前記逆浸透膜処理手段および前記他の逆浸透膜処理手段のそれぞれが供給液管路、透過液管路と濃縮液管路を有し、

以下の（１）、（２）いずれかの接続状態とするために前記供給液管路および前記透過液管路をそれぞれを切り替える切替手段と、前記切替手段を制御する切替制御手段とを備えることを特徴とする逆浸透膜装置。

（１）前記逆浸透膜処理手段について、前記逆浸透膜処理手段の供給液管路が原液側に接続され、前記逆浸透膜処理手段の透過液管路が前記他の逆浸透膜処理手段の供給液管路側に接続される。

（２）前記他の逆浸透膜処理手段について、前記他の逆浸透膜処理手段の供給液管路が原液側に接続され、前記他の逆浸透処理手段の透過液管路が前記逆浸透膜処理手段の供給液管路側に接続される。

【請求項２】

前段の逆浸透膜処理手段と後段の逆浸透膜処理手段を有する透過液複数段処理を行う逆浸透膜装置であって、原液供給部と透過液槽とを少なくとも有し、前記前段の逆浸透膜処理手段および前記後段の逆浸透膜処理手段には供給液管路、透過液管路と濃縮液管路をそれぞれ備え、前記供給液管路および前記透過液管路の流路をそれぞれ切り替える切替手段を

備え、以下の（１）または（２）の接続状態とすることにより前段と後段の逆浸透膜処理手段を切り替えることを特徴とする逆浸透膜装置。
（１）前段の逆浸透膜処理手段は前段の供給液管路によって原液供給部側に接続され、前段の透過液管路によって透過液槽側に接続されており、後段の逆浸透膜処理手段は後段の供給液管路によって前記透過液槽側に接続される。
（２）後段の逆浸透膜処理手段は後段の供給液管路によって原液供給部側に接続され、後段の透過液管路によって透過液槽側に接続されており、前段の逆浸透膜処理手段は前段の供給液管路によって透過液槽側に接続される。
【請求項３】
前記逆浸透膜処理手段または前記前段の逆浸透膜処理手段は、１以上の整数であるｎで分割されたｎ個の逆浸透膜処理部を備え、前記他の逆浸透膜処理手段または前記後段の逆浸透膜処理手段は、１以上の整数であるｍで分割されたｍ個の逆浸透膜処理部を備え、それぞれの逆浸透膜処理部に被処理液供給口と透過液排出口を有し、被処理液供給口と透過液排出口は前記供給液管路または前記透過液管路に逆浸透膜処理部毎に個別に連通されており、前記切替手段によってそれぞれの逆浸透膜処理部毎に切り替えられることを特徴とする、請求項１または２に記載の逆浸透膜装置。
【請求項４】
前記前段のｎ個の逆浸透膜処理部と前記後段のｍ個の逆浸透膜処理部において、各逆浸透膜処理部には複数本の逆浸透膜エレメントを有し、ｎがｍ以上であって、前段のｎ個のうちの逆浸透膜処理部の一つと、後段のｍ個のうちの逆浸透膜処理部の一つに装填される逆浸透膜エレメントの本数が同じである、請求項３に記載の逆浸透膜装置。
【請求項５】
前記供給液管路および前記透過液管路をそれぞれを切り替える切替手段が、回転可能なＬの字型配管と、Ｌの字型をした配管の両端に設けられた接続手段とである請求項１または２に記載の逆浸透膜装置。
【請求項６】
前記供給液管路および前記透過液管路をそれぞれを切り替える切替手段が、前記他の逆浸透膜処理手段または後段の逆浸透膜処理手段への供給液管路が逆浸透膜の濃縮側に、濃縮液管路が逆浸透膜処理手段の供給側に接続され、逆浸透膜処理手段の通液方向を逆方向にすることができる、請求項１または２に記載の逆浸透膜装置。
【請求項７】
前記逆浸透膜処理手段または前記前段の逆浸透膜処理手段は、１以上の整数であるｎで分割されたｎ個の逆浸透膜処理部を備え、前記他の逆浸透膜処理手段または前記後段の逆浸透膜処理手段１以上の整数であるｍで分割されたｍ個の逆浸透膜処理部を備え、前記逆浸透膜処理部に用いる逆浸透膜エレメントが同一である請求項３に記載の逆浸透膜装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、透過液複数段の逆浸透膜装置および逆浸透膜装置の運転方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
一般に有価物を含有する原液から、溶解した物質もしくは不純物を除去して回収する方法としては蒸留塔により液相と気相で分離して濃縮もしくはする方法や分離膜によりろ過、逆浸透を行う方法がある。蒸溜塔を用いる方法は、高濃度まで有価物の濃縮が可能であるが、液体を気体に変化させる必要があり、物質の潜熱のために多量の熱エネルギーを消費する。膜分離は相変化を伴わないため、蒸留塔より運転コストの低いプロセスであるが、膜の運転圧力の上限から蒸留塔のように高濃度まで濃縮できない。膜分離によりろ過することで、蒸留塔の前処理として有価物の濃度を上げる事ができ、気化させる液体の量を大きく減らすことができるため、膜分離と蒸留塔を併用した回収システムで効率を高める

ことが求められている。
【０００３】
一方、逆浸透膜を利用した膜分離の場合の運転コストは、浸透圧以上に圧力を掛けるためのポンプの電力費と、運転により劣化した逆浸透膜エレメントの交換費が大半を占め、膜分離による回収システムの効率化にはこれらのコスト削減が必要である。
【０００４】
回収する液体の濃度は、高ければ高いほど蒸留塔で蒸発させる液体が減るため、高度に濃縮することが求められ、それに伴い透過液の濃度も高くなる。透過液は水であれば再利用や放流のために透過水の濃度を下げる必要があり、透過液も回収して再利用する場合も、純度を高める必要がある。そのため図４に示すように、透過液を再度逆浸透膜に掛ける透過液複数段の設備を設置することが多い。
【０００５】
透過液に複数段の逆浸透膜設備を使用するために、逆浸透膜エレメントの使用本数はより多くなるため、逆浸透膜エレメントの交換本数を減らすことは運転コストの削減の観点では非常に有効である。
【０００６】
特許文献１には、回収における透過液複数段の逆浸透膜設備の膜の有効利用として、使用済みの逆浸透膜エレメント取り外し、別の装置に再利用することにより運転コストを削減すること開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【文献】特開２００３－２９９９３６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
透過液複数段の逆浸透膜設備に置いて、逆浸透膜エレメントの寿命は原液が高濃度になる１段目（前段ともいう）は数ヶ月～１年程度、低濃度になる２段目以降（後段ともいう）は１年～３年程度となることが多く、一般的に5年程度とされる海水淡水化や純水設備の膜寿命に比べ非常に短くなる。そのため、この膜交換費用、具体的に逆浸透膜エレメントを交換する数量を削減することが求められている。
特許文献１の交換した逆浸透膜エレメントの有効利用においては、再利用膜エレメントの利用先が問題となる。初期の使用先と再利用先の膜エレメントの使用数の不整合や、再利用膜エレメントを使用することによって起こる膜面への付着物の流入、再利用膜エレメントの利用に対する抵抗感などがあり、再利用は難しかった。
【０００９】
すなわち、透過液を多段に透過させる透過液複数段逆浸透設備において、逆浸透膜エレメントの交換数を削減し、より少ない逆浸透膜エレメント数で有効な有価物の膜分離を持続運転できないという課題があった。本発明の目的は、逆浸透膜エレメントの交換数が削減される逆浸透膜装置およびその運転方法を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
上記課題を解決するため、逆浸透膜処理手段で処理して得られた透過液をさらに逆浸透膜処理手段で処理する透過液複数段処理を行う逆浸透膜装置において、使用した前段の逆浸透膜処理手段の逆浸透膜エレメントを交換する際に、使用していた後段の逆浸透膜エレメントを前段の逆浸透膜処理手段として利用することで、分離膜エレメントや膜の交換数を削減することができ、有効な有価物の膜分離を持続運転できる逆浸透膜装置を提供する。本発明の逆浸透膜装置は次の構成を有する。
【００１１】
逆浸透膜処理手段で処理して得られた透過液をさらに他の逆浸透膜処理手段で処理する

透過液複数段処理を行うことができる逆浸透膜装置であって、前記逆浸透膜処理手段および前記他の逆浸透膜処理手段のそれぞれが供給液管路、透過液管路と濃縮液管路を有し、以下の（１）、（２）いずれかの接続状態とするために前記供給液管路および前記透過液管路をそれぞれを切り替える切替手段と、前記切替手段を制御する切替制御手段とを備えることを特徴とする逆浸透膜装置である。
（１）前記逆浸透膜処理手段について、前記逆浸透膜処理手段の供給液管路が原液側に接続され、前記逆浸透膜処理手段の透過液管路が前記他の逆浸透膜処理手段の供給液管路側に接続される。
（２）前記他の逆浸透膜処理手段について、前記他の逆浸透膜処理手段の供給液管路が原液側に接続され、前記他の逆浸透処理手段の透過液管路が前記逆浸透膜処理手段の供給液管路側に接続される。

【００１２】

また、前段の逆浸透膜処理手段と後段の逆浸透膜処理手段を有する透過液複数段処理を行う逆浸透膜装置であって、原液供給部と透過液槽とを少なくとも有し、前記前段の逆浸透膜処理手段および前記後段の逆浸透膜処理手段には供給液管路、透過液管路と濃縮液管路をそれぞれ備え、前記供給液管路および前記透過液管路の流路をそれぞれ切り替える切替手段を備え、以下の（１）または（２）の接続状態とすることにより前段と後段の逆浸透膜処理手段を切り替えることを特徴とする逆浸透膜装置である。
（１）前段の逆浸透膜処理手段は前段の供給液管路によって原液供給部側に接続され、前段の透過液管路によって透過液槽側に接続されており、後段の逆浸透膜処理手段は後段の供給液管路によって前記透過液槽側に接続される。
（２）後段の逆浸透膜処理手段は後段の供給液管路によって原液供給部側に接続され、後段の透過液管路によって透過液槽側に接続されており、前段の逆浸透膜処理手段は前段の供給液管路によって透過液槽側に接続される。

【００１３】

また、前記逆浸透膜処理手段または前記前段の逆浸透膜処理手段は、１以上の整数であるｎで分割されたｎ個の逆浸透膜処理部を備え、前記他の逆浸透膜処理手段または前記後段の逆浸透膜処理手段は、１以上の整数であるｍで分割されたｍ個の逆浸透膜処理部を備え、それぞれの複数の逆浸透膜処理部に被非処理液供給口と透過液排出口を有し、被処理液供給口と透過液排出口は前記供給液管路または前記透過液管路に逆浸透膜処理部毎に個別に連通されており、前記切替手段によってそれぞれの逆浸透膜処理部毎に切り替えることが可能な逆浸透膜装置を提供する。

【００１４】

さらに、前記前段のｎ個の逆浸透膜処理部と前記後段のｍ個の逆浸透膜処理部において、各逆浸透膜処理部には複数本の逆浸透膜エレメントを有し、ｎがｍ以上であって、前段のｎ個のうちの逆浸透膜処理部の一つと、後段のｍ個のうちの逆浸透膜処理部の一つに装填される逆浸透膜エレメントの本数が同じである逆浸透膜装置を提供する。

【００１５】

本発明の一形態は、前段の逆浸透膜処理手段と後段の逆浸透膜処理手段を少なくとも有し、前記前段の逆浸透膜処理手段で処理して得られた透過液をさらに前記後段の逆浸透膜処理手段で処理する透過液複数段処理を行う逆浸透膜装置の運転方法であって、使用済みの前段の逆浸透膜処理手段の逆浸透膜エレメントを交換する際に、取り外す前記前段の逆浸透膜エレメントの代わりに、使用開始済みの前記後段以降の逆浸透膜エレメントを前記前段の逆浸透膜エレメントとして再利用することで前段と後段を切替え、使用開始済みの後段以降の逆浸透膜処理手段の逆浸透膜エレメントの少なくとも一部を前記前段の逆浸透膜エレメントとして使用し、前記前段の逆浸透膜エレメントが後段の逆浸透膜エレメントより数が多い場合は未使用の逆浸透膜エレメントを追加し、前記後段以降は新しい逆浸透膜エレメント、もしくはより後段の使用開始済みの逆浸透膜エレメントと新しい逆浸透膜エレメントを使用する逆浸透膜装置の運転方法である。そのためには、前段の逆浸透膜処理手段と後段の逆浸透膜処理手段の配管路を切り替えて、後段の逆浸透膜処理手段を前段

の逆浸透膜処理手段に簡便に切替可能な透過液複数段処理を行う逆浸透膜装置を提供する。
【００１７】
本発明の一形態は、被処理液が有機溶剤を含む液体であり、前記逆浸透膜装置は前記被処理液中の有機溶剤を濃縮し、透過液から前記有機溶剤を取り除く処理を行うものである逆浸透膜装置の運転方法である。
【発明の効果】
【００１８】
本発明によれば、透過液を多段に透過させる透過液複数段逆浸透設備において、逆浸透膜エレメントの交換数を減らし、運転コストを削減することができる。つまり、より少ない逆浸透膜エレメント数で膜分離を持続運転することができる。特に、逆浸透膜エレメントの交換頻度が高くなる有価物の回収において、膜の交換本数を減らしてランニングコストを削減することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１９】
【図１】本発明の透過液複数段処理における１段目（前段）と２段目（後段）の膜面積の比が２：１である場合の透過液複数段処理設備の一例を示す工程図である。
【図２】本発明の透過液複数段処理における１段目（前段）と２段目（後段）の膜面積の比が３：２である場合の透過液複数段処理設備の一例を示す工程図である。
【図３】本発明の透過液複数段処理における３段処理であって１段目（前段）と２段目（後段）、３段目（後段）の膜面積の比が３：２：１である場合の透過液複数段処理設備の一例を示す工程図である。
【図４】一般的な透過液２段の逆浸透膜処理装置の一例を示す工程図である。
【図５】本発明の透過液複数断処理における1段目と2段目を切替る時に逆浸透膜処理手段の供給側と濃縮側を入替る場合の工程図である。
【発明を実施するための形態】
【００２０】
本発明を実施する場合は一般的に、有機溶剤等の有価物回収や、汚れの多い排水再利用等で使用する事がより有効である。それらの設備での1段目の膜の交換頻度は半年から1年程度、長くても2年程度までが一般的である。すなわち、逆浸透膜処理装置は頻繁に膜を交換する必要があるが、本発明者らは後段（２段目以降）の逆浸透膜エレメントは前段の透過液をさらに処理するので、前段（１段目）と比較して膜を長時間使用することができ、使用開始済みの後段の逆浸透膜エレメントを前段として使用できることを見出した。しかしながら、逆浸透膜処理手段は圧力容器の中に逆浸透膜エレメントが複数の膜で構成されており、取り外して別の圧力容器内に構成することは困難である。そこで、本発明の透過液複数段の逆浸透膜装置は、前段と後段の逆浸透膜処理手段の供給液管路および前記透過液管路をそれぞれを切り替える切替手段を有する装置を提供する。これにより、後段であった逆浸透膜処理手段を前段としても使用可能な装置を提供する。
【００２１】
本発明の逆浸透膜装置について、図１を参照しつつ詳細を説明する。なお、本発明において「前段の逆浸透膜処理手段」とは、複数段の透過液処理を行う逆浸透膜装置において、装置導入時に第１段目の処理工程であるものをいう。図中の逆浸透膜１０３ａ～ｆは個々の逆浸透膜処理手段を示している。逆浸透膜処理手段の中には逆浸透膜エレメントを複数または1本装填した圧力容器があり、圧力容器は複数並列、さらにその並列の並びが直列に配置されている場合もあれば、圧力容器1本が直列に複数、もしくは圧力容器が並列に並び直列の設置は無い場合もある。第１段目の逆浸透膜処理手段は原液供給部から原液が最初に供給され膜透過液と濃縮液に分離される。前段は最初の1段目である。
【００２２】
本発明において「後段の逆浸透膜処理手段」とは、複数段の透過液処理を行う逆浸透膜装置において、装置導入時に第２段目以降の処理工程であるものをいう。後段は、２段でも３段でもよく処理に応じて多段で構成される。なお、逆浸透膜装置は、後付けで他の逆

浸透膜装置を配置し接続することで、複数段処理が可能な逆浸透膜装置となり得る。この場合は、最初の逆浸透膜処理を行う装置を「逆浸透膜処理手段」と表し、得られた透過液をさらに他の装置で２段目以降の逆浸透膜処理を行う装置を「他の逆浸透膜処理手段」と表す。

【００２３】

図１（ａ）において、逆浸透膜処理手段は逆浸透膜１０３a、１０３ｂ、１０３ｃで示される。逆浸透膜１０３ａは、図示しない原液供給部から膜分離を行う被処理液である原液が１段目のポンプ１０２によって通液される。逆浸透膜１０３ａには、逆浸透膜供給液管路１０２ａ（単に、供給液管路ともいう）と逆浸透膜透過液管路１０４ａ（単に、透過液管路ともいう）と逆浸透膜濃縮液管路１０５ａ（単に、濃縮液管路ともいう）が接続されている。逆浸透膜には、原液供給部側から供給液管路で被処理液が送られ、逆浸透膜にて処理されて、透過液管路１０４ａと濃縮液管路１０５ａから流れ出る。つまり、逆浸透膜１０３ａは本発明において前段（１段目）の逆浸透膜処理手段となっている。透過液管路１０４ａは透過液を１段目透過液槽（２段目供給液槽）１０６に接続されており、前段（１段目）で処理され透過液は液槽に貯められる。逆浸透膜１０３ｂは、逆浸透膜１０３ａと同様に接続されている。逆浸透膜１０３ｂも前段（１段目）を構成している。図１（ａ）において、複数段の処理の後段の逆浸透膜は逆浸透膜１０３ｃであり、１段目透過液槽１０６から２段目高圧ポンプ２０６により逆浸透膜１０３ｃへ送液される。逆浸透膜１０３ｃには、供給液管路１０２ｃと透過液管路１０４ｃと濃縮液管路１０５ｃが接続されている。

【００２４】

図１の逆浸透膜装置は、原液供給部から原液が送られる前段は２つの逆浸透膜１０３ａと１０３ｂにより構成され、前段で透過された透過液を処理する後段は１つの逆浸透膜１０ｃで構成されている。この装置は、前段（１段目）と後段（２段目）の膜面積の比が２：１であり、前段の分割数：ｎは２、後段の分割数：ｍは１と表される。各逆浸透膜１０３ａ～ｃは、それぞれ圧力容器に封入されており、逆浸透膜は、複数本もしくは1本の逆浸透膜エレメントが直列に圧力容器に封入され、その圧力容器が１本の場合もあれば、圧力容器が直列に並ぶ場合もあり、また、圧力容器が並列にならび、さらに直列に配置されている場合もある。直列に配置されている場合は下流の方が圧力容器の数が少なくなっていく事が一般的ではあるが、同じ本数の場合もある。逆浸透膜１０３ａ～ｃは、使用後に、構成要素の逆浸透膜エレメントを交換することで、新しい逆浸透膜１０３ａ～ｃに更新される。

【００２５】

本発明の逆浸透膜装置は、逆浸透膜処理手段が、それぞれの複数の逆浸透膜処理部である逆浸透膜１０３ａ、１０３ｂ、１０３ｃで構成され、それぞれの逆浸透膜処理部は、被非処理液供給口と透過液排出口を有し、被処理液供給口と透過液排出口は前記供給液管路または前記透過液管路に逆浸透膜処理部毎に個別に連通するように接続されている。ここで、本発明の逆浸透膜装置は、逆浸透膜処理部毎に通路を切り替えることが可能となっており、たとえば前段を構成する１０３ａと１０３ｂが別々に通路を変更することができる。

【００２６】

続いて、逆浸透膜装置を運転後で、前段の逆浸透膜１０３ａと１０３ｂを交換した後について、図１（ｃ）を用いて説明する。なお、逆浸透膜１０３ｃの逆浸透膜エレメントは交換しておらず、後段として使用後のものである。最初に後段であった逆浸透膜１０３ｃは、図示しない原液供給部から膜分離を行う被処理液である原液が１段目のポンプ１０２によって通液される。図１の実施態様では前段の逆浸透膜処理部が２つ必要であるので、逆浸透膜エレメントを交換した逆浸透膜１０３ｂについても、原液供給部から膜分離を行う被処理液である原液が１段目のポンプ１０２によって通液される。後段であった逆浸透膜１０３ｃは、原液供給部側から供給液管路１０２ｃで被処理液が送られ、逆浸透膜１０３ｃにて処理されて、透過液管路１０４ｃと濃縮液管路１０５ｃから流れ出る。そして、１段目透過液槽１０６から２段目高圧ポンプ２０６により逆浸透膜１０３ａへ送液される

。前段の逆浸透膜１０３ａは前段の供給液管路１０２ａによって透過液槽側に接続される。
【００２７】
つまり、本発明の逆浸透膜装置は、次の（１）と（２）を切替え可能となっており。（１）と（２）を切替えることで、前段と後段の逆浸透膜処理手段を入れ替えることができる
（１）前記逆浸透膜処理手段について、前記逆浸透膜処理手段の供給液管路が原液側に接続され、前記逆浸透膜処理手段の透過液管路が前記他の逆浸透膜処理手段の供給液管路側に接続される。
（２）逆浸透膜処理手段は、後段の逆浸透膜処理手段は後段の供給液管路を切り替えることによって原液供給部側に接続され、後段の透過液管路によって透過液槽側に接続されており、前段の逆浸透膜処理手段は前段の供給液管路によって透過液槽側に接続される。
【００２８】
また、本発明を実施する場合、前段と後段で使用する逆浸透膜エレメントは同一の品種を使用する事が一般的ではあるが、同一の運転圧、供給水濃度における透過性能、除去性能が±３０％程度の近い性能の膜であれば異なる品種であっても適応可能であり、逆浸透膜エレメントの使用品種が廃番などで複数の逆浸透膜エレメントの品種が混在しても特に問題は無い。
【００２９】
透過液複数段処理を行う逆浸透膜装置で、複数段の逆浸透膜エレメントの１段目とそれ以降の少なくとも１つの段において使用する逆浸透膜エレメントが同種の物であり、１段目の逆浸透膜エレメントの寿命が通常に比べて非常に短い場合、１段目の逆浸透膜エレメントを交換する際に、複数段１段目に使用していた逆浸透膜エレメントを除去し、代わりに２段目以降に使用していた逆浸透膜エレメントを１段目に使用し、２段目以降に新しい逆浸透膜エレメントを使用する。ここで同種のエレメントとは、同一の原水水質、水温、運転圧、回収率において、透過水の水量が最大のものに対して８０％以上、もしくは最小のものに対して１２５％まで、脱塩率が最大のものに対して９９％以上、もしくは最小のものに対して１０１％までである逆浸透膜エレメントのことである。１段目の膜エレメントの本数が不足する場合は、新しい膜エレメントも１段目に追加する。これは２段目以降の逆浸透膜エレメントを圧力容器から取り外して１段目の逆浸透膜エレメントの圧力容器に装填してもよいし、逆浸透膜エレメントの入替を行わず、弁の切替や配管、ホースのつなぎ替えで切替る設備としてもよいが、弁の切替や配管、ホースのつなぎ替えで切替ることが好ましい。
【００３０】
透過液複数段逆浸透処理において、段数が２段よりも多い場合、例えば３段処理の場合に、２段目及び３段目の逆浸透膜エレメントを１段目に再使用しても良いし、３段目の膜エレメントは２段目で再使用して２段目の膜エレメントのみを１段目で再使用しても良い。上記の交換を実現にするために、図１（ａ）～（ｃ）の様に、透過液２段の逆浸透膜設備において、管路を切替る弁を設けるか、配管やホースをつなぎ替えるなどして切替る設備を透過液複数段逆浸透設備として設けることができる。
【００３１】
また、逆浸透膜処理手段や他の逆浸透膜処理手段の透過水供給口を被処理液供給口に連通させることは、直接管路を接続しても良いし、図１～図３のように、１段目透過液槽１０６や２段目透過液槽２０６のような槽を介して接続することとしても良い。
【００３２】
以下、本発明の逆浸透膜装置の運転方法について実施態様の例を手順を沿って説明する。図１（ａ）～（ｃ）は１段目と２段目の膜面積の比率が２：１である場合の設備の一例である。図１（ａ）では、１段目はｎ分割、ここでは２個に分割されており、２段目はｍ分割、ここでは１個に分割されており、初期の装填時には１０３ａ～ｅにはいずれも新品の逆浸透膜エレメントを装填する。図１（ａ）はこの初期のフローを示す。この時、濃縮液の管路については特に制限は無いが、一般的に図１（ａ）において管路１０５ａ～ｂは濃縮液の払い出しを行う様に接続され、濃縮液の管路１０５ｃは１０１の高圧ポンプの上

流に有る槽もしくは管路に供給される。
【００３３】
ここで、図１の前段に当たる逆浸透膜処理手段は１０３ａ～ｂの２分割されており、後段に当たる逆浸透膜処理手段は１０３ｃで分割されていないが、１分割と表現できる。そして、それぞれの分割された逆浸透膜処理手段は同じ数の逆浸透膜エレメントを装填する様に圧力容器が配されている。
【００３４】
運転開始後、１０３ａ～ｂの膜エレメントが寿命となり交換する時には、１０３ａ～ｂの膜エレメントを取り外し、新しい膜エレメントを装填する。この時、図１（ｂ）のように以下の管路の切替を行う。
【００３５】
膜エレメントの交換を行った後に、逆浸透膜１０３ｂに接続された供給液管路１０２ｂの管路の入口を、１段目高圧ポンプ１０１から２段目高圧ポンプ２０１側に切替る。同時に逆浸透膜１０３ｃに接続された供給液管路１０２ｃの管路の入口を２段目高圧ポンプ２０１のから、１段目高圧ポンプ１０１側に切替る。透過液の管路については、透過液管路１０４ｂの管路を１段目透過液槽１０６から排出に切替、透過液管路１０４ｃの管路を排出から１段目透過液槽１０６に切替る。
【００３６】
濃縮液の管路については特に制限は無いが、一般的に図１（ｂ）では濃縮液管路１０５ａ及び濃縮液１０５ｃは濃縮液の払い出しを行う様に切替られ、濃縮液管路１０５ｂは１０１の高圧ポンプの上流に有る槽もしくは管路に供給されるように切り替えられる。
【００３７】
逆浸透膜処理手段の分割数については、図３を参照すると、前段に当たる逆浸透膜処理手段は逆浸透膜１０３ａ～ｃの３分割されており、後段に当たる逆浸透膜処理手段は１０３ｄ～ｅの２分割されている。さらに、それぞれの分割された逆浸透膜処理手段は同じ数の逆浸透膜エレメントを装填するように圧力容器が配されている。
【００３８】
図１（ｂ）の１０３ａと１０３ｃの１段目に使用されている逆浸透膜エレメントが劣化し、さらに次の交換を行う時には、１０３ａと１０３ｃの逆浸透膜エレメントを取り外し、新しい膜エレメントを装填する。管路は図１（ｃ）のように以下の切替を行う。膜エレメントの交換を行った後に、逆浸透膜１０３ａに接続された供給液管路１０２ａの管路の入口を、１段目高圧ポンプ１０１のから２段目高圧ポンプ２０１に切替る。同時に、逆浸透膜１０３ｂに接続された供給液管路１０２ｂの管路の入口を２段目高圧ポンプ２０１側のから、１段目高圧ポンプ１０１側に切替る。透過液の管路については、透過液管路１０４ａの管路の入口を１段目透過液槽１０６のから排出に切替え、透過液管路１０４ｂの管路を排出から１段目透過液槽１０６側に切替る。
【００３９】
濃縮液の管路については特に制限は無いが、一般的に１０５ａの管路は払い出しから１０１の高圧ポンプの上流に有る槽もしくは管路に、管路１０５ｂは１０１の高圧ポンプの上流に有る槽もしくは管路から濃縮液の払い出しを行う様に切り替えられる。ここで、図１（ｂ）から図１（ｃ）の様に切り替えたが、図１（ａ）の様に切替える事も可能である。図１（ｃ）の様に切り替えた場合、さらに次の交換の時には図１（ｃ）から図１（ａ）に戻ることにより、１段目の膜エレメントを交換する際に、１段目の一部に２段目の膜エレメントで使用した膜エレメントを使用する事ができる。
【００４０】
前段（１段目）の膜エレメントの使用可能期間は短く、後段以降（２段目以降）で使用した逆浸透膜エレメントは、低い濃度使用されるため、使用可能期間は長く、前段（１段目）の逆浸透膜エレメントとして再利用した場合においても、１段目膜エレメントとしての使用可能期間に大きな違いは無い。そのため、２段目に使用する膜エレメントの分だけ膜エレメントの交換本数を削減することができ、運転コストの低減を図ることができる。

本発明において運転開始直後から逆浸透膜の寿命の半分までの間とは、使用開始済みの後段の逆浸透膜を前段の逆浸透膜処理手段として開始する直後から、たとえば前段に使用した逆浸透膜処理手段の交換までにかかった期間の半分の時期までの間である。

【００４１】

この１段目と２段目以降の逆浸透膜の切替が容易であるように設備を設けることもできるが、２段目以降の膜エレメントを一旦取り外し、１段目に装填することも可能である。また、図の例では１段目と２段目の間に槽を設けているが、１段目の透過液の管路を２段目の高圧ポンプに接続する、もしくは１段目の透過水の圧力を高くし、１段目の透過水の管路を直接２段目の逆浸透膜に接続することも可能である。

【００４２】

次に膜面積について説明する。膜面積は逆浸透膜処理部や逆浸透膜エレメントの本数で決定され、本発明では分割数m、ｎが大きければ分割された逆浸透膜辺りの膜面積が小さくなる。膜面積が大きいほど単位面積当たりの必要透過量が減り、透過する際の圧力を和らげることができる。膜面積の比率が１段目と２段目で２：１である場合に限らず、また、透過液２段処理に限らない。図２は透過液２段処理において１段目と２段目の膜面積の比率が３：２である場合の例を、図３には透過液３段処理で膜面積の比率が３：２：１である場合の例を示す。図中の実線の管路は原液供給側や１段目高圧ポンプ側の管路を示し、点線は透過液槽側や２段目ポンプ側の管路、一点鎖線はさらに２段目透過液槽側や３段目ポンプ側の管路を示す。

【００４３】

図２では１段目はｎ分割、ここでは３個に分割されており、２段目はm分割、ここでは２個に分割されている。運転の始めに１０３ａ～ｃの逆浸透膜を前段（１段目）として、１０３ｄ～ｅの逆浸透膜を後段（２段目）として運転する。１段目の逆浸透膜エレメントが劣化して寿命となった際に、１段目に使用していた逆浸透膜１０３ａ～ｃの逆浸透膜エレメントを交換する。その後図２（ｂ）の通り、逆浸透膜１０３ｂ～ｃの管路を切替て２段目として使用し、２段目として使用していた逆浸透膜１０３ｄ～ｅを１段目の逆浸透膜に切替て運転を行う。その次に１段目の逆浸透膜エレメントが寿命になった時には、逆浸透膜１０３ａと逆浸透膜１０３ｄ～ｅの１段目の膜エレメントを交換し、図２（ｃ）の通り、逆浸透膜１０３ｄ～ｅの管路を切替て２段目として使用し、２段目として使用していた逆浸透膜１０３ｂ～ｃを１段目の逆浸透膜に切替て運転を行う。この時に２段目として使用する逆浸透膜を１０３ａと、１０３ｄ～ｅのいずれか１つとすることも可能である。

【００４４】

濃縮液の管路については特に制限は無いが、一般的に図２（ａ）では濃縮液管路１０５ａ～ｃの管路は払い出しに、濃縮液管路１０５ｄ～ｅは１段目高圧ポンプ１０１の上流に有る槽もしくは管路に切り替えられる。その後は上記切替時に供給側の管路１０２が１段目高圧ポンプ１０１に接続される逆浸透膜の濃縮液管路が払い出しに、２段目高圧ポンプ２０１に接続される逆浸透膜の濃縮液管路が１段目高圧ポンプ１０１の上流に有る槽もしくは管路に切替られる。

【００４５】

図３では１段目はｎ分割、ここでは３個に分割されており、後段はm分割、ここでは３個に分割されており、2段目は分割されたうち２個が、３段目は分割されたうち２個が配されている。始めに１０３ａ～ｃの逆浸透膜を１段目として、１０３ｄ～ｅの逆浸透膜を２段目として、１０３ｆの逆浸透膜を３段目として運転する。１段目の膜エレメントが劣化して寿命となった際に、まず１段目の膜エレメントを交換する。その後、図３（ｂ）の様に１０３ｄ～ｆを１段目（前段）として、１０３ａ～ｂを２段目（後段）、１０３ｆを３段目（後段）として逆浸透膜の運転を行う。２段目と３段目の逆浸透膜の切替においては、３段目は１０３ａ～ｃのいずれか１つで良く、残りの２つが２段目となる。この図３の場合は１段目として使用していた逆浸透膜の内、いずれか１つを３段目に、残りの２つが２段目となり、２段目と３段目として使用していた３つが１段目となる。この組み合わせは数が多く、いずれの組み合わせのいずれでも良い。図３（ｂ）において、符号は省略

しているが、図３（ａ）と同様である。
【００４６】
濃縮液の管路については特に制限は無いが、一般的に図３（ａ）では１０５ａ～ｃの管路は払い出しに、管路１０５ｄ～ｅは１０１の高圧ポンプの上流に有る槽もしくは管路に、管路１０５ｆは２０１の２段目高圧ポンプの上流に有る槽もしくは管路に切り替えられる。その後は上記切替時に供給側の管路１０２が１０１の高圧ポンプに接続される逆浸透膜の濃縮液管路が払い出しに、２０１の２段目高圧ポンプに接続される逆浸透膜の濃縮液管路が１０１の高圧ポンプの上流に有る槽もしくは管路に、３０１の３段目高圧ポンプに接続される逆浸透膜の濃縮液管路が２０１の高圧ポンプの上流に有る槽もしくは管路に切替られる。
【００４７】
ここで、図３の前段に当たる逆浸透膜処理手段は１０３ａ～ｃの３分割されており、後段の２段目に当たる逆浸透膜処理手段は１０３ｄ～ｅは２分割されており、後段で３段目となる逆浸透膜処理手段は分割されていないが、１分割と表現できる。ここでさらに、それぞれの分割された逆浸透膜処理手段は同じ数の逆浸透膜エレメントを装填する様に圧力容器が配されている。ただし、上述のように、分割数ｍと分割数ｎで表現する際には、前段である１段目の分割数をｍ個、後段である２段目以降の分割数をｎ個とする。
【００４８】
逆浸透膜処理手段の管路の切替手段は、２方弁や３方弁等の弁を使用する事が一般的であるが、切替の位置をLの字型の配管とし、その両側に配管の接続手段を設けて切替ても良いし、ホースなどのフレキシブルな継手を用いて切替てもよい。例えば、平面上で１２時方向から図１の１０２ａが３時方向にある１０３ａに向かって伸びていて、６時方向から１０２ｃが９時方向にある１０３ｃがあれば、Ｌ字型の配管で１０２ａから１０３ａと１０３ｃのいずれにも接続することができ、１０２ｃからも１０３ａと１０３ｃのいずれにも接続できるようになり、弁を使用しなくても切替が可能となる。この時の平面に対して垂直方向や斜めに対しても接続可能である。
【００４９】
また、逆浸透膜処理手段の切替を行う時には、図５のように逆浸透膜処理手段の供給側と濃縮側を入れ替えることも可能である。後段に使用されており、前段で再利用される逆浸透膜エレメントは膜の汚れは少ないが、汚れが全くないということは少なく、また供給側が濃縮側より汚れることが多いため、逆浸透膜処理手段内の流れを逆にすることにより汚れを排出できる。本特許の設備において供給側と濃縮側を入替て逆浸透膜処理手段の中の流れを逆にする場合、元々切替用の弁等の切替手段があるため、それを使用して切替を行うことができるため、追加となる配管部材等が少なく対応することができる利点がある。
【００５０】
また、上述のように後段の使用されていた逆浸透膜エレメントの汚れは前段に比べると非常に少ないとはいえ、汚れが全くないということは少ないため、全く同じ条件で切替後の運転を行った場合、新しい逆浸透膜エレメントを装填された逆浸透膜処理手段の方が透過水の流量が多くなる。そのまま個別の流量調節を行わず、新しい逆浸透膜エレメントが少し多くなった透過水流量のために汚れが早くなり、後段で使用されていた逆浸透膜エレメントが切替時から有る汚れのために汚れの進行が遅くなる事を利用して同じ汚れになるまでそのまま運転することも可能であるし、新しい逆浸透膜エレメントを使用した逆浸透膜処理手段の透過液流量よりも、後段で使用されていた逆浸透膜エレメントが装填された逆浸透膜処理手段の流量を低く調整し、新しい逆浸透膜エレメントの汚れが進んでいくにつれ徐々にもしくは汚れが進んだところで一度に個別の流量調整をやめることも可能である。
【００５１】
また、後段に使用していた逆浸透膜エレメントを前段で使用する場合、一般的に問題となる再利用膜エレメントに付着している物質が新たに使用する時に問題となる点は、前段に対してその透過水を処理していた逆浸透膜エレメントであるため、本出願では問題が無

く利用可能であるが、薬品洗浄を行っても問題は無い。この薬品洗浄を行う場合であっても、本出願では切替手段によって逆浸透膜処理手段を切替るため、逆浸透膜エレメントの取り外し、再装填等は必要なく簡単に行う事が可能である。

【実施例】

【００５２】

（実施例１）

以下に本発明の実施形態を図２（ａ）～（ｃ）を元に説明する。図２（ｂ）と（ｃ）の符号は省略しているが、図２（ａ）と同様である。図２の逆浸透膜装置は１段目と２段目の膜面積の比率が３：２であり、供給する原液はジメチルホルムアミド（ＤＭＦ）の約１％の溶液であって、それを濃縮して約５％のＤＭＦの溶液として、後段の蒸留塔に供給して再利用する。１段目の透過液のＤＭＦ濃度は、約０．２％であり、２段目の逆浸透膜ではこれを０．０５％まで低下させて排液処理に供給し、濃縮液は約１％まで濃縮されたＤＭＦを１段目の入口に戻し、ＤＭＦの回収率を向上させる。

【００５３】

１段目の逆浸透膜エレメントの寿命は約半年であり、２段目の逆浸透膜エレメントの寿命は約2年である。運転開始時には１０３ａ～ｅのいずれにも新品の膜エレメントが装填される。半年後に１段目の１０３ａ～ｃの逆浸透膜エレメントの交換が必要となった時、その逆浸透膜エレメントを取り外し、新品の逆浸透膜エレメントを装填する。そして、管路を切替、１０３ａと２段目として使用していた１０３ｄとｅの３つを１段目とし、１０３ｂとｃを２段目として使用する。

【００５４】

上記の膜エレメントの交換と切替を行った後、１段目は２段目として半年の運転を行った膜エレメントと新品の膜エレメントで運転を行う事になるが、２段目での半年の運転による逆浸透膜の劣化は、１段目の使用条件に対して軽微であるため、膜エレメントの寿命は運転開始時と変わらず、次回の１段目の膜エレメントの交換も、約半年後に行うこととなる。このような交換、切替を行うことにより、再利用される２段目の逆浸透膜エレメントの分、膜エレメントの交換本数が減って全体の運転コストを減らすことができる。

【００５５】

（比較例１）

実施例と同様１段目と２段目の膜面積の比率が３：２であり、供給する原液はジメチルホルムアミド（ＤＭＦ）の約１％の溶液であって、それを濃縮して約５％のＤＭＦの溶液として、後段の蒸留塔に供給して再利用する。１段目の透過液のＤＭＦ濃度は、約０．２％であり、２段目の逆浸透膜ではこれを０．０５％まで低下させて排液処理に供給し、濃縮液は約１％まで濃縮されたＤＭＦを１段目の入口に戻し、ＤＭＦの回収率を向上させた。実施例とは異なり切替手段がなかったため、２段目で使用していた逆浸透膜エレメントを1段目に装填できなかった。１段目の逆浸透膜エレメントの寿命は約半年であり、２段目の逆浸透膜エレメントの寿命は約２年である。

【００５６】

図２（ａ）に示す逆浸透膜装置の運転開始時には１０３ａ～ｅのいずれにも新品の膜エレメントを装填した。半年後に１段目の１０３ａ～ｃの逆浸透膜エレメントの交換が必要となった時、その逆浸透膜エレメントを取り外し、新品の逆浸透膜エレメントを装填した。前段と後段の切り替えは行わなかった。このような交換を半年ごとに繰り返すと、２年目に２段目の逆浸透膜エレメントも交換の時期となった。この時は、1段目の１０３ａ～ｃと２段目の１０３ｄ～ｅのすべての逆浸透膜エレメントを交換することとなり、実施例に対して２年間で１０３ｄ～ｅの逆浸透膜エレメント分の交換膜の量が増えた。

【産業上の利用可能性】

【００５７】

本発明は、透過液を多段に処理する透過液複数段逆浸透設備に適用できる。

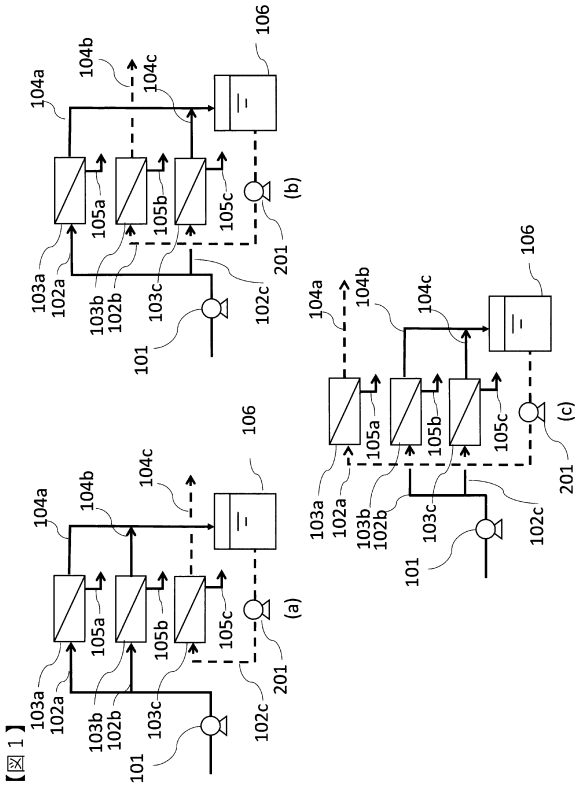
【符号の説明】

【００５８】

１０１：１段目高圧ポンプ
１０２ａ～ｆ：逆浸透膜供給液管路
１０３ａ～ｆ：逆浸透膜
１０４ａ～ｆ：逆浸透膜透過液管路
１０５ａ～ｆ：逆浸透膜濃縮液管路
１０６：１段目透過液槽（２段目供給液槽）
２０１：２段目高圧ポンプ
２０６：２段目透過液槽（３段目供給液槽）
３０１：３段目高圧ポンプ

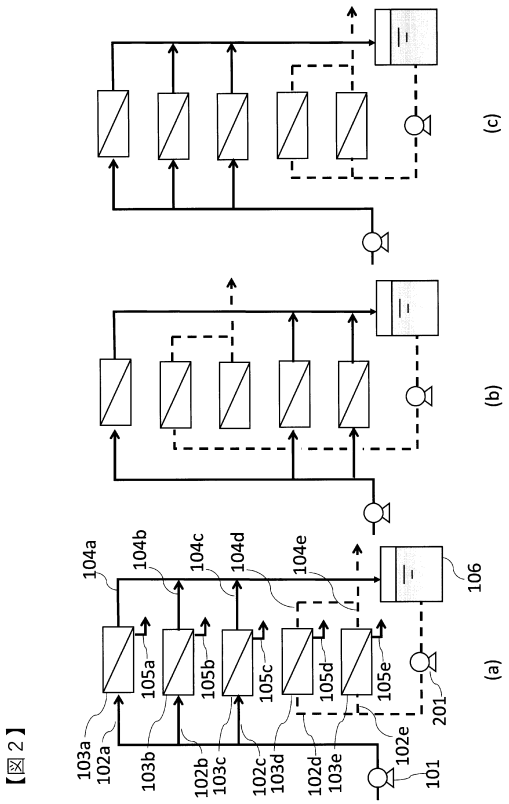
【図面】

【図１】



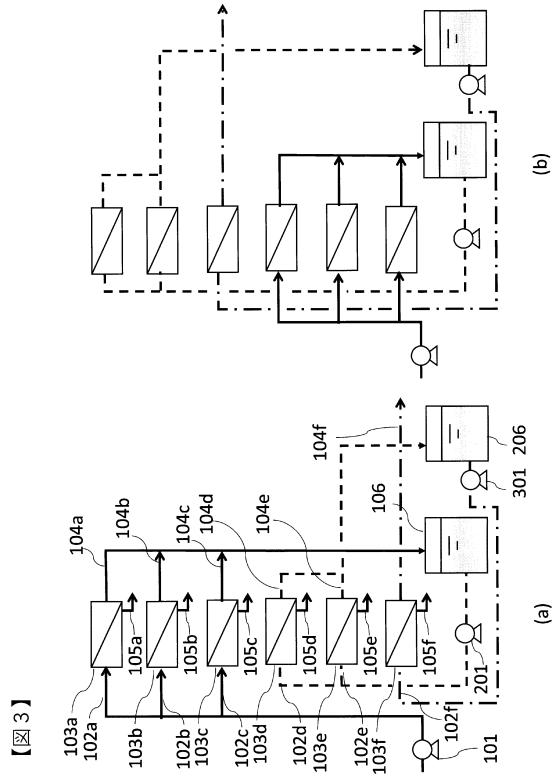
【図１】

【図２】

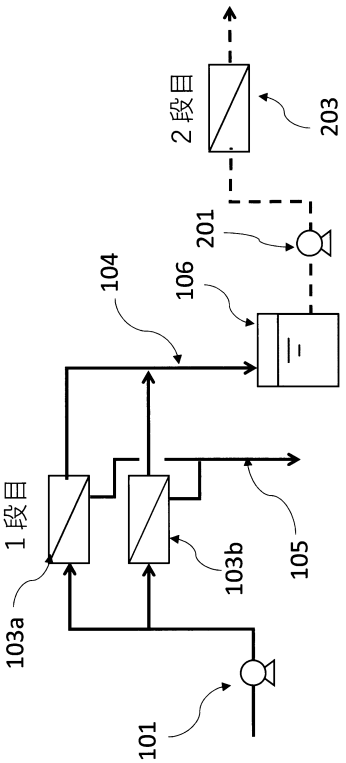


【図２】

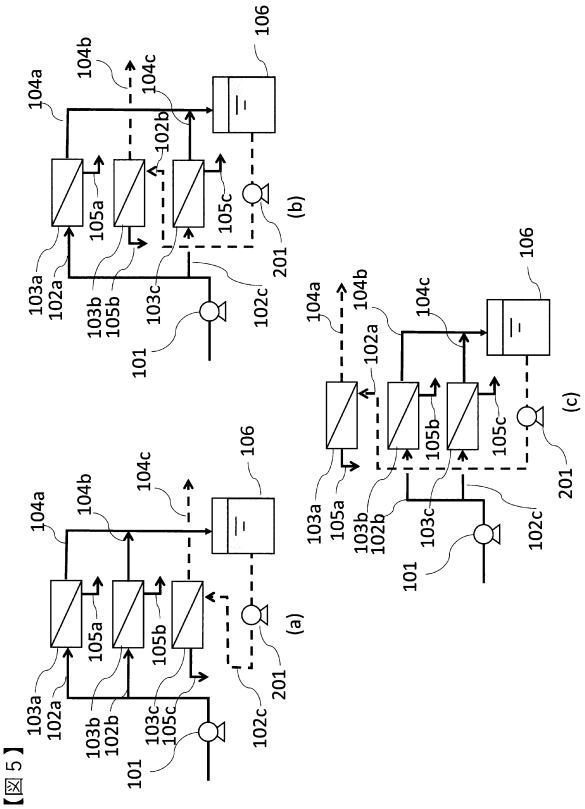
【図３】


(b)
(a)
104a
104b
104c
104d
104e
104f
105a
105b
105c
105d
105e
105f
106
206
301
201
102a
102b
102c
102d
102e
102f
103a
103b
103c
103d
103e
103f
101

【図４】


2段目
1段目
203
201
104
106
105
103a
103b
101

【図５】


(a)
(b)
(c)
101
102a
102b
102c
103a
103b
103c
104a
104b
104c
105a
105b
105c
106
201

フロントページの続き

(56)参考文献　特開２００３－２９９９３６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１９／１８８９６３（WO，Ａ１）
国際公開第２０１８／１８２０３３（WO，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０２Ｆ　１／４４
Ｂ０１Ｄ　５３／２２
Ｂ０１Ｄ　６１／００－７１／８２