

明 細 書

発明の名称：脱塩処理装置及び脱塩処理装置の運転方法

技術分野

[0001] 本発明は、脱塩処理装置及びその運転方法に関する。

背景技術

[0002] プラントからの工業排水に対して、重金属成分や浮遊粒子などの除去や、微生物による有機物の分解除去などの浄化処理が施される。工業用水の確保が困難な場所においては、浄化処理された処理水は工業用水に再利用される。この場合は、重金属成分や浮遊粒子、有機物などが除去された後、排水中に含まれるイオン分を除去する脱塩処理が施される。

また、河川水や地下水を利用する際に、塩分が多いことにより支障がある場合に、水中に含まれるイオン分を除去する脱塩処理が施される。

[0003] 脱塩処理装置としては、逆浸透膜式脱塩装置や静電脱塩処理装置（例えば特許文献１）などが知られている。

逆浸透膜式脱塩装置は、内部に逆浸透膜（ＲＯ膜）を有する。逆浸透膜式脱塩装置にイオンを含む水が流入すると、逆浸透膜（ＲＯ膜）は水のみを透過させる。逆浸透膜を透過した水（処理水）は、工業用水等として再利用される。逆浸透膜の上流側では、逆浸透膜を通過できなかったイオンが濃縮された水（濃縮水）となる。この濃縮水は、逆浸透膜式脱塩装置から排出されることにより、水処理装置１の系外に排出される。流入水に対する処理水の割合を高くすると、濃縮水のスケール成分濃度が飽和溶解度以上になり、スケールが発生する。

[0004] 特許文献１に記載されている静電脱塩処理装置では、まず、一對の電極間に互いに逆極性の電圧が印加される。この状態で電極間を被処理液が流通すると、イオン成分が電極に吸着される（脱塩工程）。電極のイオン吸着性能が飽和状態に近づいたところで、電極が短絡されるかイオン吸着時と逆の電圧が印加されると、吸着したイオン成分が電極から脱離される。イオン成分

の脱離と同時に、あるいは脱離後に、被処理液もしくは被処理液よりイオン濃度の低い液を電極間に流通させて、電極間からイオンが除去してイオン成分が排出される（成分回収工程（再生工程））。以後、脱塩工程と再生工程を繰り返して処理水（脱塩水）を得る。

[0005] 被処理水（排水、河川水、地下水など）には、塩分として炭酸カルシウム（ CaCO_3 ）、石膏（ CaSO_4 ）、フッ化カルシウム（ CaF_2 ）が含まれる。これらは、飽和溶解度を超えると結晶性の固形分（スケール）として析出する。例えば、 $\text{pH} 7.3$ で炭酸カルシウム 275 mg/l を含むと、飽和溶解度を超えているためスケールが析出する。しかし、この溶液を調製しても10分後であればスケールは析出せず、1日後に析出する。

逆浸透膜式脱塩装置では、膜によりイオン成分を連続的に除去するため、高い水回収率の運転では濃縮水側のイオン濃度は常に高く、飽和溶解度以上で長時間（1日以上）保たれるため、スケールが析出する。

一方、静電脱塩処理装置では、再生工程において、電極からのイオンの脱離により電極間には濃縮水が存在する。再生工程が10分以内であれば、スケール析出前に脱塩工程が始まる。脱塩工程開始により電極間の水中のイオン濃度は飽和溶解度未満となるため、スケール析出が防止される。この特性により、特許文献1に記載されるような静電脱塩処理装置は、逆浸透膜式脱塩装置に比べて高い水回収率（再利用可能な水の回収率）が得られる点で有利である。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許4090635号公報（特許請求の範囲、段落[0019]～[0023]）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 静電脱塩処理装置への供給水量に対する処理水（脱塩水）量の割合を高く

すると、供給水に含まれるイオンの大部分が濃縮水に含まれることになるので、濃縮水のイオン濃度が高くなる。飽和溶解度を超えるイオン濃度である場合、イオン濃度が高いほど短時間でスケールが発生する。例えば、pH 6.2でフッ素濃度18.5 mg/l、カルシウム濃度675 mg/lの水溶液では、スケールは10分後であれば析出しないが、1日後に析出する。しかし、pH 6.2でフッ素濃度37 mg/l、カルシウム濃度1350 mg/lの水溶液では、スケールは10分以内に析出する。

[0008] また、上述の静電脱塩処理装置による水処理では、再生工程終了時点では濃縮水の各種イオン濃度は平均すると飽和溶解度未満まで低下しているが、脱塩処理装置内部には濃度ムラのために飽和溶解度を超えたままとなっている箇所が存在する。通常は、再生工程終了後直ちに脱塩工程が再開するので、飽和溶解度を超える箇所は脱塩工程開始により直ぐに飽和溶解度未満に戻る。しかし、静電脱塩処理装置への供給水量が規定値以下である場合、あるいは、処理水量が規定値に到達し処理水を製造する必要がない場合等では、脱塩工程が再開しない。このような場合は、イオン濃度が飽和濃度を超える濃縮水が電極間に長時間滞留することになるので、スケールが析出する。

[0009] 析出したスケールによって静電脱塩処理装置の内部流通路（流路）が閉塞され、被処理液が所定の流量で流通することができなくなる。このため、高度にイオンが濃縮された濃縮水が生成する場合でも、スケールが析出しないことが求められている。

[0010] 本発明は、静電脱塩処理装置を有する脱塩処理装置において、静電脱塩処理装置内のスケールの析出を確実に防止することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の第1の態様は、互いに逆極性に帯電される一対の対向する電極、該電極の間に位置しイオンを含む供給水が流通可能とされる流路、及び、各々の前記電極の前記流路側に設置されるイオン交換膜を含む静電脱塩処理部を備える脱塩部と、前記静電脱塩処理部の上流側において、前記供給水が流通する配管に接続され、前記供給水にスケール防止剤を投入する投入部と、

制御部とを含み、前記制御部が、前記静電脱塩処理部で脱塩が行われている間に、前記脱塩部の保有水量と前記供給水の流速とに基づいて決定された期間で前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を開始させるとともに、前記スケール防止剤の投入開始から所定時間が経過した時に、または、前記静電脱塩処理部から排出された前記供給水中の前記イオンの濃度が所定量に到達した時に、前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を停止させる再生時制御部、及び、前記静電脱塩処理部の停止時に、前記投入部から所定量の前記スケール防止剤を投入させるとともに、前記静電脱塩処理部の停止時の前記スケール防止剤の投入開始から所定時間が経過した時に前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を停止させる停止時制御部、の少なくとも一方を含む脱塩処理装置である。

[0012] 本発明の第2の態様は、第1の態様の脱塩処理装置の運転方法であって、一对の対向する電極に対して、一方の電極を正に、他方の電極を負に帯電させた状態で前記電極の間にイオンを含む供給水を通過させることにより、前記一方の電極に負イオンを吸着させ、前記他方の電極に正イオンを吸着させて前記供給水中から前記イオンを除去する脱塩工程と、前記一方の電極を負に、前記他方の電極を正に帯電させた状態で前記電極の間に前記供給水を通過させることにより、前記一方の電極から前記負イオンを脱離させて前記供給水中に放出させ、前記他方の電極から前記正イオンを脱離させて前記供給水中に放出させて、前記電極を再生する再生工程と、前記供給水中にスケール防止剤を添加する添加工程とを含み、前記添加工程が、再生時添加工程及び停止時添加工程の少なくとも一方を含み、前記再生時投入工程が、前記脱塩工程の間に、前記脱塩部の保有水量と前記供給水の流速とに基づいて決定された期間で前記供給水中に前記スケール防止剤を投入する第1投入工程と、前記第1投入工程の開始から所定時間経過した時に、または、前記静電脱塩処理部から排出された前記供給水中の前記イオンの濃度が所定量に到達した時に、前記スケール防止剤の投入を停止する第1投入停止工程とを含み、前記停止時添加工程が、前記静電脱塩処理部の停止時に前記投入部から所定

量の前記スケール防止剤を投入させる第2投入工程と、前記第2投入工程の開始から所定時間が経過したときに前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を停止させる第2投入停止工程とを含む脱塩処理装置の運転方法である。

[0013] 上記態様では、静電脱塩処理部の保有水量と供給水流量とに基づいて脱塩工程中にスケール防止剤を投入する期間を決定している。脱塩工程中に供給水にスケール防止剤を投入することにより、脱塩工程の後の再生工程で静電脱塩処理部内の濃縮水からスケールが析出することを防止することができる。また、上記態様では、静電脱塩処理部が停止した時にスケール防止剤を投入することにより、局所的に飽和溶解度を越えた状態が長時間継続することによるスケール析出を防止することができる。

更に、上記態様では、静電脱塩処理部内のイオン濃度が低下した時にスケール防止剤の投入の停止を行うので、スケール防止剤の使用量を削減することができ、運転コストを低減することができる。

[0014] 本発明の第3の態様は、互いに逆極性に帯電される一对の対向する電極、該電極の間に位置しイオンを含む供給水が流通可能とされる流路、及び、各々の前記電極の前記流路側に設置されるイオン交換膜を含む静電脱塩処理部を備える脱塩部と、前記静電脱塩処理部の上流側において前記供給水が流通する配管に接続され、前記静電脱塩処理部に前記供給水よりもイオン濃度が低い低イオン濃度水を送給する低イオン濃度水供給部と、制御部とを含み、前記制御部が、前記静電脱塩処理部が停止してから、前記脱塩部の保有水量に基づいた量の前記低イオン濃度水を前記静電脱塩処理部に送給する停止時制御部を有する脱塩処理装置である。

[0015] 本発明の第4の態様は、第3の態様の脱塩処理装置の運転方法であって、一对の対向する電極に対して、一方の電極を正に、他方の電極を負に帯電させた状態で前記電極の間にイオンを含む供給水を通過させることにより、前記一方の電極に負イオンを吸着させ、前記他方の電極に正イオンを吸着させて前記供給水中から前記イオンを除去する脱塩工程と、前記一方の電極を負に

、前記他方の電極を正に帯電させた状態で前記電極の間に前記供給水を通過させることにより、前記一方の電極から前記負イオンを脱離させて前記供給水中に放出させ、前記他方の電極から前記正イオンを脱離させて前記供給水中に放出させて、前記電極を再生する再生工程と、前記静電脱塩処理部が停止してから、前記脱塩部の保有水量に基づいた量の前記低イオン濃度水を前記静電脱塩処理部に送給する低イオン濃度水送給工程とを含む脱塩処理装置の運転方法である。

[0016] 上記態様では、静電脱塩処理部の停止時に静電脱塩処理部内の濃縮水を低イオン濃度水に置換するので、静電脱塩処理部内のイオン濃度が飽和濃度よりも低くなる。この結果、スケールの析出が防止される。また、上記態様では、再起動時に静電脱塩処理部内のスケール防止剤等を排出する必要が無いので、再起動が迅速に行えるため有利である。

[0017] 本発明の第5の態様は、互いに逆極性に帯電される一对の対向する電極、該電極の間に位置しイオンを含む供給水が流通可能とされる流路、及び、各々の前記電極の前記流路側に設置されるイオン交換膜を含む静電脱塩処理部を備える脱塩部と、前記静電脱塩処理部の上流側において前記供給水が流通する配管に接続され、前記供給水にスケール防止剤を投入する投入部と、前記静電脱塩処理部の上流側において前記供給水が流通する配管に接続され、前記静電脱塩処理部に前記供給水よりもイオン濃度が低い低イオン濃度水を送給する低イオン濃度水供給部と、制御部とを含み、前記制御部が、再生時制御部及び停止時投入部制御部の一方または両方と、低イオン濃度水供給部制御部とを含み、前記再生時制御部が、前記静電脱塩処理部で脱塩が行われている間に、前記脱塩部の保有水量と前記供給水の流速とに基づいて決定された期間で前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を開始させるとともに、前記スケール防止剤の投入開始から所定時間が経過した時に、または、前記静電脱塩処理部から排出された前記供給水中の前記イオンの濃度が所定量に到達した時に、前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を停止させ、前記停止時投入部制御部が、前記静電脱塩処理部の停止時に、前記投入部

から所定量の前記スケール防止剤を投入させるとともに、前記静電脱塩処理部の停止時の前記スケール防止剤の投入開始から所定時間が経過した時に前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を停止させ、前記低イオン濃度水供給部制御部が、前記静電脱塩処理部が停止してから、前記脱塩部の保有水量に基づいた量の前記低イオン濃度水を前記静電脱塩処理部に送給する脱塩処理装置である。

[0018] 本発明の第6の態様は、第5の態様の脱塩処理装置の運転方法であって、一対の対向する電極に対して、一方の電極を正に、他方の電極を負に帯電させた状態で前記電極の間にイオンを含む供給水を通過させることにより、前記一方の電極に負イオンを吸着させ、前記他方の電極に正イオンを吸着させて前記供給水中から前記イオンを除去する脱塩工程と、前記一方の電極を負に、前記他方の電極を正に帯電させた状態で前記電極の間に前記供給水を通過させることにより、前記一方の電極から前記負イオンを脱離させて前記供給水中に放出させ、前記他方の電極から前記正イオンを脱離させて前記供給水中に放出させて、前記電極を再生する再生工程と、前記供給水中にスケール防止剤を添加する添加工程と、前記静電脱塩処理部が停止してから、前記脱塩部の保有水量に基づいた量の前記低イオン濃度水を前記静電脱塩処理部に送給する低イオン濃度水送給工程とを含み、前記添加工程が、再生時添加工程及び停止時添加工程の少なくとも一方を含み、前記再生時投入工程が、前記脱塩工程の間に、前記脱塩部の保有水量と前記供給水の流速とに基づいて決定された期間で前記供給水中に前記スケール防止剤を投入する第1投入工程と、前記第1投入工程の開始から所定時間経過した時に、または、前記静電脱塩処理部から排出された前記供給水中の前記イオンの濃度が所定量に到達した時に、前記スケール防止剤の投入を停止する第1投入停止工程とを含み、前記停止時添加工程が、前記静電脱塩処理部の停止時に前記投入部から所定量の前記スケール防止剤を投入させる第2投入工程と、前記第2投入工程の開始から所定時間が経過したときに前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を停止させる第2投入停止工程とを含む脱塩処理装置の運転方法

である。

[0019] 上記態様では、静電脱塩処理部の保有水量と供給水流量とに基づいて脱塩工程中にスケール防止剤を投入する期間を決定して、脱塩工程中に供給水にスケール防止剤を投入することにより、再生工程で静電脱塩処理部内の濃縮水からスケールが析出することを防止することができるとともに、スケール防止剤の使用量を削減することができる。更に、静電脱塩処理部の停止時に静電脱塩処理部内の濃縮水を低イオン濃度水に置換されて静電脱塩処理部内のイオン濃度が飽和濃度よりも低くなるので、スケールの析出が防止される。

また、上記態様では停止時に供給水中にスケール防止剤を投入していないため、再起動時に静電脱塩処理部内のスケール防止剤等を排出する必要が無く、再起動が迅速に行うことができる。

[0020] 第1の態様または第5の態様において、前記静電脱塩処理部で脱塩が行われている間に前記スケール防止剤が投入される期間が、前記保有水量の0倍から3倍の範囲内に相当する時間とされることが好ましい。

第2の態様または第6の態様において、前記脱塩工程で前記スケール防止剤が投入される期間が、前記保有水量の0倍から3倍の範囲内に相当する時間とされることが好ましい。

[0021] こうすることにより、再生工程が開始されるときに静電脱塩処理部に十分な量のスケール防止剤が供給されるので、スケール析出を確実に防止することができる。特に、保有水量の0～1倍に相当する期間でスケール防止剤を投入すると、スケール析出を抑制しつつ、処理水中にスケール防止剤が多量に混入することを防止できるのでより好ましい。

[0022] 第3の態様または第5の態様において、前記静電脱塩処理部に送給される前記低イオン濃度水が、前記保有水量の3倍以上に相当する量とされることが好ましい。

第4の態様または第6の態様において、前記保有水量の3倍以上に相当する量の前記低イオン濃度水が送給されることが好ましい。

[0023] こうすることにより、静電脱塩処理部内の濃縮水が低イオン濃度水と十分に置換される。この結果、静電脱塩処理部内の水中のイオン濃度が飽和濃度よりも低くなり、スケール発生が防止される。

発明の効果

[0024] 本発明では、脱塩工程において保有水量と供給水流量とを考慮した期間でスケール防止剤を投入するので、再生工程中のスケール析出を確実に防止することができる。

[0025] また本発明では、停止時にスケール防止剤を投入するか、静電脱塩処理部中の濃縮水を低イオン濃度水に置換することにより、停止時にスケールが析出することを確実に防止することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]脱塩処理装置のブロック図である。
 [図2]静電脱塩処理部の概略図である。
 [図3]第1実施形態の脱塩部の概略図である。
 [図4]第1実施形態の脱塩処理装置の運転方法のタイムチャートである。
 [図5]第2実施形態の脱塩部の概略図である。
 [図6]第3実施形態の脱塩部の概略図である。

発明を実施するための形態

[0027] 図1に脱塩処理装置のブロック図を示す。脱塩処理装置1は、上流側から前処理部2、生物処理部3、及び、静電脱塩処理部4を備える。
 [0028] 前処理部2は、河川水やプラントからの排水等の供給水を受け入れ、供給水中の油分、重金属類、浮遊粒子などを除去する。これらの物質の含有量が少ない場合は、前処理部2を省略することができる。

[0029] 生物処理部3は、前処理部2で処理された供給水中の有機物を微生物により分解処理する。生物処理部3は、膜分離活性汚泥法を用いた処理装置(MBR: Membrane Bio-Reactor)、生物膜法を用いた処理装置(BFR: Bio-Film Reactor)、曝気槽と沈殿槽とを組み合わせた構成などとされる。生物処理部3は、MBRとBFRとを組

み合わせた構成とされても良い。曝気槽と沈殿槽とを組み合わせた構成の場合は、脱塩部4の脱塩装置での閉塞を防止するために、沈殿槽の後にフィルタ等のろ過装置が設けられる。供給水中の有機物量が少ない場合は、生物処理部3を省略できる。

[0030] MBRは、0.1 μm 程度の孔を有する膜が生物反応槽中の供給水に浸漬される。生物反応槽中の供給水に微生物が存在し、微生物が供給水中の有機物を分解する。生物反応槽中の污泥処理に役立つ微生物は、最小で0.25 μm 程度である。従って、生物反応槽中の供給水は、上記膜により供給水と微生物とに固液分離され、供給水のみがMBRから排出される。

[0031] BFRでは、表面に微生物の膜が形成された支持体が内部に設置される。支持体表面の微生物が供給水と接触した時に、微生物が供給水中の有機物を分解処理する。

[0032] MBRとBFRとを組み合わせた構成の場合には、供給水中の有機物量(COD)に応じて、MBR及びBFRの運転が制御される。例えば、供給水中のCODが低い場合にはMBRのみを運転する。CODの変動が大きくなった場合には、MBRと並行してBFRを稼働させる。

[0033] 脱塩部4は静電脱塩処理部を備える。図2は、静電脱塩処理部の概略図である。静電脱塩処理部10は、一对の対向する多孔質電極11、13と、電極の間を供給水が流通可能な流路15とを備える。多孔質電極11の流路側面には陰イオン交換膜13が設置され、多孔質電極12の流路側面には陽イオン交換膜14が設置される。

[0034] <第1実施形態>

図3は、第1実施形態の脱塩処理装置の構成を説明する概略図である。

第1実施形態の脱塩処理装置は、静電脱塩処理部10の上流側に投入部20と、静電脱塩処理部10の下流側に排出路22と、制御部25とを備える。

[0035] 排出路22は、経路の途中で処理水排出路23と濃縮水排出路24とに分歧される。処理水排出路23及び濃縮水排出路24に、それぞれバルブV1

， V 2 が設置される。図 3 において、点 P 1 とバルブ V 1 ， V 2 との間が脱塩部 4 と定義される。

[0036] 図 3 において、投入部 2 0 は、タンク 2 1 とバルブ V 3 とで構成される。なお、投入部 2 0 は、バルブの代わりにポンプを配置する構成、あるいは、ポンプとバルブを併用する構成とすることもできる。タンク 2 1 内にスケール防止剤が貯蔵される。スケール防止剤は、ホスホン酸系スケール防止剤（例えば、O n d e o N a l c o C o m p a n y 製、商品名：P C 1 9 1 、K i m i c C h e m i t e c h (s) P T E L T D 製、商品名：K i m i c S I ）とされる。

投入部 2 0 は、静電脱塩処理部 1 0 の上流側において供給水が流通する配管に接続される。投入部 2 0 は、P 1 で供給水が流通する配管に接続される。スケール防止剤投入量削減の観点から、スケール防止剤の投入位置（P 1 の位置）は、静電脱塩処理部の近傍とすることが好ましい。

[0037] 排出路 2 2 に計測部 2 6 が設置される。計測部 2 6 は、静電脱塩処理部から排出された水の電気伝導度を計測し、計測された電気伝導度からイオン濃度を取得するものとされる。

[0038] 制御部 2 5 は例えばコンピュータとされる。制御部 2 5 は、静電脱塩処理部 1 0 、及び、バルブ V 1 ～V 3 に接続される。

制御部 2 5 は処理制御部を含む。制御部 2 5 は、再生時制御部及び停止時制御部の一方または両方を含む。処理制御部は、静電脱塩処理部 1 0 の脱塩工程と再生工程との切替を実施する。再生時制御部は、静電脱塩処理部 1 0 の再生時においてバルブ V 3 の開閉を制御する。停止時制御部は、静電脱塩処理部 1 0 の停止時においてバルブ V 3 の開閉を制御する。

[0039] 第 1 実施形態の脱塩処理装置を運転する方法を以下に説明する。

図 4 は第 1 実施形態の脱塩処理装置の運転方法のタイミングチャートである。

[0040] （脱塩工程）

制御部 2 5 の処理制御部は、多孔質電極 1 1 がプラスに、多孔質電極 1 3

がマイナスになるように、各電極 11, 13 に電圧を印加させる。上記の通電状態を、図 4 では「正」と称する。制御部 25 の処理制御部は、バルブ V1 を開放するとともに、バルブ V2 を閉鎖する。

[0041] イオンを含む供給水が多孔質電極 11, 13 が通電された静電脱塩処理部 10 に流入する。多孔質電極 11, 13 間の流路 15 をイオンを含む供給水が通過すると、供給水中のマイナスイオンが陰イオン交換膜 12 を透過して多孔質電極 11 に吸着し、プラスイオンが陽イオン交換膜 14 を透過して多孔質電極 13 に吸着する。これにより、供給水中からイオンが除去される。

[0042] イオンが除去された供給水は、処理水として静電脱塩処理部 10 から排出され、処理水排出路 23 を通過し、脱塩処理装置の系外へ排出される。

[0043] (再生工程)

脱塩工程を所定時間実施した後、制御部 25 の処理制御部は再生工程を実行する。

制御部 25 の処理制御部は、多孔質電極 11 がマイナスに、多孔質電極 13 がプラスになるように、各電極 11, 13 に電圧を印加する。すなわち、制御部 25 の処理制御部は、電極を逆の通電状態とする。制御部 25 の処理制御部は、電極 11, 13 の通電状態を逆にするのと同時に、バルブ V1 を閉鎖するとともにバルブ V2 を開放する。

[0044] 脱塩工程で吸着されたイオンが多孔質電極 11, 13 から脱離され、流路 15 に戻る。流路 15 には供給水または図 3 に図示されない系統から清浄な水（清水）が供給され、流路 15 に放出されたイオンとともに静電脱塩処理部 10 から排出される。静電脱塩処理部 10 から排出された水は、濃縮水として濃縮水排出路 24 を通過して脱塩処理装置の系外へ排出される。

[0045] 制御部 25 の処理制御部には、脱塩工程を実施する期間 t_1 及び再生工程を実施する期間 t_2 が格納されている。期間 t_1 及び t_2 の値は排水に含まれるイオン濃度と多孔質電極のイオン吸着容量により決定される。効率的にイオンの吸着と脱離を繰り返すには、脱塩工程を実施する期間 t_1 は 1 分から 10 分の間の値とされ、再生工程を実施する期間 t_2 は 1 分から 5 分の間とすること

が好ましい。処理制御部は、格納された t_1 及び t_2 に基づいて、所定時間で脱塩工程及び再生工程を実施する。

[0046] (再生時添加工程)

(第1投入工程)

本実施形態において、制御部25の再生制御部はバルブV3を開放し、投入部20からスケール防止剤を供給水中に投入する。再生工程で所定量のスケール防止剤が静電脱塩処理部10の流路に存在することが好ましい。この観点から、第1投入工程は、再生工程が開始される前の脱塩工程で開始され、再生工程中も継続される。

[0047] 再生制御部がバルブV3を開放させる期間は、脱塩部4の保有水量と静電脱塩処理部10を流通する供給水の流速とに基づいて決定される。脱塩部4の保有水量とは、脱塩部4(P1からV1, V2までの間)の容量と定義される。

[0048] 供給水の流通状況としては、層流と乱流とが考えられる。供給水が穏やかに流通し層流状態である場合、任意の時間に静電脱塩処理部10に流入した供給水は、一定の液面を維持しながら静電脱塩処理部10を流通する。このため、保有水量の1倍に相当する量を静電脱塩処理部10に流通させると、保有水量／供給水流量で導かれる時間で、静電脱塩処理部10内の水が置換される。

[0049] 供給水の流量がある領域に到達すると、乱流状態となる。乱流の場合、供給水が激しく攪拌されながら流通するため、保有水量の1倍に相当する量を静電脱塩処理部10に流入させても、供給水が十分に置換されない。静電脱塩処理部10内の供給水が約90%置換されるには、保有水量の3倍に相当する量の供給水を静電脱塩処理部10に流入させる必要がある。

[0050] 以上のことから、再生開始時に静電脱塩処理部10内に十分な量のスケール防止剤を存在させるには、供給水中へのスケール防止剤の投入を開始する期間は、保有水量の1倍以上3倍以下に相当する時間とされる。

[0051] 本実施形態では、再生工程でのスケール析出を抑制しつつ、スケール防止

剤が処理水に混入することを防止されることがより好ましい。

[0052] 上述のように層流の場合は、保有水量／供給水流量で導かれる時間で静電脱塩処理部 10 内の水が置換されるので、保有水量の 1 倍よりも小さい量に相当する時間だけ再生開始時間よりも前にスケール防止剤が供給水中に投入されれば、バルブ V 1 の閉鎖時にスケール防止剤はバルブ V 1 に到達しない。

乱流の場合は、保有水量の 0.8 倍よりも小さい量に相当する時間だけ再生開始時間よりも前に供給水中にスケール防止剤が投入されれば、バルブ V 1 の閉鎖時にスケール防止剤がバルブ V 1 の下流側に流れるのを防止できる。

[0053] 以上のことから、本実施形態において、脱塩工程中にスケール防止剤を投入する期間 t_a は、式 (1) で決定される。

$$t_a = mW / Q \quad \cdots (1)$$

m : 係数 ($0 \leq m \leq 3$)

W : 保有水量 (m^3)

Q : 供給水流量 (m^3/h)

[0054] 式 (1) において、係数 $m = 0$ の時 (保有水量 0 倍の時) は $t_a = 0$ となり、脱塩処理終了 (再生工程の開始) と同時にスケール防止剤が供給水中に投入されることを示している。

[0055] 上記により求められる時間 t_a は、制御部 25 の再生時制御部に格納されている。再生時制御部は、処理制御部に格納されている脱塩工程の期間 t_1 と時間 t_a とから、バルブ V 3 を開放する時間を決定する。

[0056] 制御部 25 の再生時制御部は、上記で決定されたバルブ V 3 の開放時間において、バルブ V 3 を開放する。これにより、投入部 20 からスケール防止剤が供給水中に投入される。

[0057] (第 1 投入停止工程)

制御部 25 の再生制御部がバルブ V 3 を閉鎖させる時期は、静電脱塩処理部 10 を通過した排水 (濃縮水) 中のイオン濃度に基づいて決定される。

イオン濃度に基づいてバルブV 3の閉鎖を行う方法としては、計測部2 6により濃縮水中のイオン濃度を監視しながら制御部2 5の再生時制御部がバルブV 3の閉鎖を行う時期を判断する方法と、濃縮水中のイオン濃度が所定値に到達するまでの時間が予め取得され、取得された時間が経過した時に制御部2 5の再生時制御部がバルブV 3の閉鎖を行う方法とがある。

[0058] 前者の方法では、計測部2 6により取得された濃縮水中のイオン濃度の情報が制御部2 5の再生時制御部に送信される。排出水中のイオン濃度が処理水として許容されるイオン濃度以下になった時に、制御部2 5の再生時制御部はバルブV 3を閉鎖する。

[0059] 後者の方法では、装置の試運転時の試験結果や運転データなどに基づいて、再生工程開始時から排出水中のイオン濃度が、処理水として許容されるイオン濃度以下となる時間が取得され、制御部2 5の再生時制御部に格納される。制御部2 5の再生時制御部は、再生工程開始時から上記所定の時間経過した時に、バルブV 3を閉鎖する。これにより、投入部2 0から供給水中へのスケール防止剤の投入を停止される。

[0060] (停止時添加工程)

(第2投入工程)

静電脱塩処理装置への供給水量が規定値以下である場合や、処理水量が規定値に到達した場合、制御部2 5の処理制御部は、静電脱塩処理部1 0に供給水を供給する供給水ポンプ(不図示)と静電脱塩処理部1 0とを停止させる。

[0061] 静電脱塩処理が停止してから、制御部2 5の停止時制御部はバルブV 1を閉鎖し、バルブV 2を開放する。これと同時に、制御部2 5の停止時制御部はバルブV 3を開放し、投入部2 0がスケール防止剤を供給水中に投入する。静電脱塩処理が停止してから一定時間経過するとスケール発生の可能性が高くなる。このため、上記のバルブ開閉は、静電脱塩処理部1 0の停止から、スケール析出が発生しない時間までの間に実施される。スケールが析出しない時間は、供給水中のイオン濃度によって異なり、別途行う試験により予

め取得される。

[0062] (第2投入停止工程)

スケール防止剤が静電脱塩処理部10内部全体に十分行き渡るまでの時間が、試運転時等におけるデータ収集により予め取得される。スケール防止剤が静電脱塩処理部10内部全体に十分行き渡るまでの時間は、制御部25の停止時制御部に格納される。

停止時制御部は、スケール防止剤投入時点から上記格納されたスケール防止剤が静電脱塩処理部10内部全体に十分行き渡るまでの時間が経過した後に、バルブV1及びバルブV3を閉鎖する。

[0063] 本実施形態の脱塩処理装置の運転方法では、再生時添加工程と停止時添加工程のいずれかが実施されても良いし、再生時添加工程及び停止時添加工程の両方が実施されても良い。

[0064] <第2実施形態>

図5は、第2実施形態の脱塩処理装置の構成を説明する概略図である。

第2実施形態の脱塩処理装置は、静電脱塩処理部30の上流側に、低イオン濃度水供給部50と、静電脱塩処理部30の下流側に排出路42と、制御部45とを備える。

第2実施形態の静電脱塩処理部30は、図2と同じ構成とされる。

[0065] 静電脱塩処理部30の上流側にバルブV11が設置される。処理水排出路43及び濃縮水排出路44に、それぞれバルブV12、V13が設置される。図5において、バルブV11とバルブV12、V13との間が脱塩部4と定義される。

[0066] 低イオン濃度水供給部50は、バルブV11の下流側において供給水が流通する配管に接続される。低イオン濃度水供給部50は、タンク51とバルブV14とで構成される。なお、低イオン濃度水供給部50は、バルブの代わりにポンプを配置する構成、あるいは、ポンプとバルブを併用する構成とすることもできる。

[0067] タンク51内に、供給水よりもイオン濃度が低い水（低イオン濃度水）が

貯蔵される。低イオン濃度水は、例えばイオン交換水、静電脱塩処理後の処理水、または、逆浸透膜式脱塩装置の透過水とされる。静電脱塩処理後の処理水を低イオン濃度水として利用する場合は、処理水排出路43とタンク51とを接続する配管（不図示）が設けられる。

[0068] 制御部45は例えばコンピュータとされる。制御部45は、静電脱塩処理部30、及び、バルブV11～V14に接続される。

制御部45は、処理制御部及び停止時制御部を含む。処理制御部は、静電脱塩処理部30の脱塩工程と再生工程との切替を実施する。処理制御部には、脱塩工程を実施する期間 t_1 及び再生工程を実施する期間 t_2 が格納されている。停止時制御部は、静電脱塩処理部30の停止時においてバルブV11、V12、V13、V14の開閉を制御する。

[0069] 第2実施形態の脱塩処理装置を運転する方法を以下に説明する。

（脱塩工程）

脱塩工程開始時では、制御部45の処理制御部はバルブV11を開放し、バルブV14を閉鎖する。

[0070] 制御部45の処理制御部は、第1実施形態と同様にして、静電脱塩処理部30の各電極に電圧を印加させる。制御部45の処理制御部は、バルブV12を開放するとともに、バルブV13を閉鎖する。これにより、第1実施形態と同様の脱塩工程が実施される。

[0071] （再生工程）

制御部45の処理制御部は、第1実施形態と同様にして、静電脱塩処理部30の各電極に脱塩工程と逆の電圧を印加させる。制御部45の処理制御部は、バルブV12を閉鎖するとともにバルブV13を開放する。これにより、第1実施形態と同様の再生工程が実施される。

[0072] （低イオン濃度水送給工程）

静電脱塩処理装置への供給水量が規定値以下である場合や、処理水量が規定値に到達した場合、制御部45の処理制御部は供給水ポンプと静電脱塩処理部30を停止させる。

[0073] 静電脱塩処理が停止してから、制御部45の停止時制御部はバルブV11, V12を閉鎖し、バルブV13, V14を開放する。静電脱塩処理が停止してから一定時間経過するとスケール発生の可能性が高くなる。このため、上記のバルブ開閉は、静電脱塩処理部30の停止から、スケール析出が発生しない時間までの間に実施される。スケールが析出しない時間は、供給水中のイオン濃度によって異なり、別途行う試験により予め取得される。バルブV14が開放されることにより、低イオン濃度水供給部50が、静電脱塩処理部30に向かって低イオン濃度水を送給する。静電脱塩処理部30の電極間の流路に滞留する高イオン濃度の濃縮水は、低イオン濃度水と置換されて静電脱塩処理部30から排出される。この結果、流路内の水中のイオン濃度が低下し、スケール析出が防止される。

[0074] 本実施形態では、流路内の濃縮水と低イオン濃度水が十分に置換され、流路内の水中のイオン濃度を飽和濃度よりも低減させるために、低イオン濃度水供給部50から供給される低イオン濃度水は、脱塩部4の保有水量の3倍以上とされることが好ましい。

[0075] 制御部45の停止時制御部は、所定量の低イオン濃度水が低イオン濃度水供給部50から静電脱塩処理部30に送給されると、バルブV14を閉鎖する。

[0076] <第3実施形態>

図6は、第3実施形態の脱塩処理装置の構成を説明する概略図である。

第3実施形態の脱塩処理装置は、静電脱塩処理部60の上流側に、投入部70と低イオン濃度水供給部80とを備える。また、脱塩処理装置は、静電脱塩処理部60の下流側に、排出路72を備える。排出路72は、経路の途中で処理水排出路73と濃縮水排出路74とに分岐される。

第3実施形態の静電脱塩処理部60は、図2と同じ構成とされる。

[0077] 静電脱塩処理部60の上流側にバルブV21が設置される。処理水排出路73及び濃縮水排出路74に、それぞれバルブV22, V23が設置される。バルブV21とバルブV22, V23との間が脱塩部4と定義される。

[0078] 投入部 70 は第 1 実施形態と同様に、タンク 71 とバルブ V 24 とで構成とされる。投入部 70 は、静電脱塩処理部 60 の上流側近傍において、供給水が流通する配管に接続させる。

[0079] 低イオン濃度水供給部 80 は、第 2 実施形態と同様に、タンク 81 とバルブ V 25 とで構成とされる。低イオン濃度水供給部 80 は、バルブ V 21 のバルブ 21 の下流側において供給水が流通する配管に接続される。

[0080] 供給水の流通方向における投入部 70 及び低イオン濃度水供給部 80 の設置位置関係は特に制限されないが、スケール防止剤投入量削減の観点から、投入部 70 の接続位置は静電脱塩処理部 60 に接近していることが、好ましい。

[0081] 排出路 72 に計測部 76 が設置される。計測部 76 は、第 1 実施形態と同様に、排出水の電気伝導度を計測し、計測された電気伝導度からイオン濃度を取得するものとされる。

[0082] 制御部 75 は例えばコンピュータとされる。制御部 75 は、静電脱塩処理部 60、及び、バルブ V 21 ~ V 25 に接続される。

[0083] 制御部 75 は、処理制御部、再生時制御部、及び、停止時制御部を備える。処理制御部は、静電脱塩処理部 60 の脱塩工程と再生工程との切替を実施する。処理制御部には、脱塩工程を実施する期間 t_1 及び再生工程を実施する期間 t_2 が格納されている。再生時制御部は、静電脱塩処理部 60 の再生時においてバルブ V 24 の開閉を制御する。停止時制御部は、静電脱塩処理部 60 の停止時においてバルブ V 21, V 22, V 23 の開閉を制御する第 1 停止時制御部と、バルブ V 24 の開閉を制御する第 2 停止時制御部（停止時投入部制御部）と、バルブ V 25 の開閉を制御する第 3 停止時制御部（低イオン濃度水供給部制御部）とを備える。但し、本実施形態では、再生時制御部及び第 2 停止時制御部のいずれか一方を備える場合がある。

[0084] 第 3 実施形態の脱塩処理装置を運転する方法を以下に説明する。

（脱塩工程）

脱塩工程開始時では、制御部 75 はバルブ V 21 を開放し、バルブ V 24

、V 2 5 を閉鎖する。

[0085] 制御部 7 5 の処理制御部は、第 1 実施形態と同様にして、静電脱塩処理部 6 0 の各電極に電圧を印加させる。制御部 7 5 の処理制御部は、バルブ V 2 2 を開放するとともに、バルブ V 2 3 を閉鎖する。これにより、第 1 実施形態と同様の脱塩工程が実施される。

[0086] (再生工程)

制御部 7 5 の処理制御部は、第 1 実施形態と同様にして、静電脱塩処理部 6 0 の各電極に脱塩工程と逆の電圧を印加させる。制御部 7 5 の処理制御部は、バルブ V 2 2 を閉鎖するとともにバルブ 2 3 を開放する。これにより、第 1 実施形態と同様の再生工程が実施される。

[0087] (再生時添加工程)

(第 1 投入工程)

本実施形態において、制御部 7 5 の再生時制御部は、第 1 実施形態と同様に、図 4 に示されるタイミングチャートに基づいて、投入部 7 0 からのスケール防止剤投入の制御を実施する。すなわち、制御部 7 5 の再生時制御部は、保有水量と供給水流量とから導き出される期間 t_s で脱塩工程中にスケール防止剤が投入されるように、バルブ V 2 4 を開放する。これにより、投入部 7 0 からスケール防止剤が供給水中に投入される。本実施形態においても、再生開始時に静電脱塩処理部 6 0 内に十分な量のスケール防止剤を存在させるために、供給水中へのスケール防止剤の投入を開始する期間は、保有水量の 0 倍以上 3 倍以下に相当する時間とされる。

[0088] (第 1 投入停止工程)

制御部 7 5 の再生時制御部は、第 1 実施形態と同様に、計測部 7 6 から制御部 7 5 の再生時制御部に送信されたイオン濃度が所定値以下になったときに、バルブ V 2 4 を閉鎖する。あるいは、制御部 7 5 の再生時制御部は、第 1 実施形態と同様に、再生工程開始時から上記所定の時間経過後にバルブ V 2 4 を閉鎖する。バルブ 2 4 の閉鎖により、投入部 7 0 からのスケール防止剤の投入が停止される。

[0089] (停止時処理工程)

静電脱塩処理装置への供給水量が規定値以下である場合や、処理水量が規定値に到達した場合、制御部 75 の処理制御部は、静電脱塩処理部 60 に供給水を供給する供給水ポンプ（不図示）と静電脱塩処理部 60 とを停止させる。

[0090] 停止時処理工程は、スケール防止剤の投入制御を行う工程（第 2 投入工程、第 2 投入停止工程）と、低イオン濃度水送給工程とを含む。

静電脱塩処理が停止してから、制御部 75 の第 1 停止時制御部はバルブ V 21, V 22 を閉鎖し、バルブ V 23 を開放する。

[0091] (停止時添加工程)

(第 2 投入工程)

制御部 75 の第 2 停止時制御部は、バルブ V 24 を開放する。第 1 実施形態と同様に、投入部 70 がスケール防止剤を供給水中に投入する。これにより、静電脱塩処理部 60 内部がスケール防止剤を含む水で満たされる。

[0092] (第 2 投入停止工程)

スケール防止剤が静電脱塩処理部 60 内部全体に十分行き渡るまでの時間が、試運転時等におけるデータ収集により予め取得される。スケール防止剤が静電脱塩処理部 60 内部全体に十分行き渡るまでの時間は、制御部 75 の第 2 停止時制御部に格納される。

制御部 75 の第 2 停止時制御部は、スケール防止剤投入時点（静電脱塩処理部 60 が停止した時点）から上記格納されたスケール防止剤が静電脱塩処理部 60 内部全体に十分行き渡るまでの時間が経過した後に、バルブ V 24 を閉鎖する。

[0093] (低イオン濃度水送給工程)

制御部 75 の第 3 停止時制御部は、バルブ V 25 を開放する。これにより、第 2 実施形態と同様に、低イオン濃度水供給部 80 が、静電脱塩処理部 60 に向かって低イオン濃度水を送給する。静電脱塩処理部 60 の流路に滞留する高イオン濃度の濃縮水は、低イオン濃度水と置換されて静電脱塩処理部

60から排出される。この結果、流路内の水中のイオン濃度が低下する。

[0094] 本実施形態においても、低イオン濃度水供給部80から供給される低イオン濃度水は、脱塩部4の保有水量の3倍以上とされることが好ましい。

[0095] 制御部75の第3停止時制御部は、所定量の低イオン濃度水が低イオン濃度水供給部80から静電脱塩処理部60に送給されると、バルブV25を閉鎖する。

[0096] 本実施形態の排水脱塩処理装置の運転方法では、再生添加工程と停止時添加工程のいずれかが実施されても良いし、再生時添加工程及び停止時添加工程の両方が実施されても良い。

符号の説明

- [0097] 1 脱塩処理装置
- 2 前処理部
 - 3 生物処理部
 - 4 脱塩部
 - 10, 30, 60 静電脱塩処理部
 - 11, 13 多孔質電極
 - 12 陰イオン交換膜
 - 14 陽イオン交換膜
 - 15 流路
 - 20, 70 投入部
 - 21, 51, 71, 81 タンク
 - 22, 42, 72 排出路
 - 23, 43, 73 処理水排出路
 - 24, 44, 74 濃縮水排出路
 - 25, 45, 75 制御部
 - 26, 76 計測部
 - 50, 80 低イオン濃度水供給部

請求の範囲

[請求項1]

互いに逆極性に帯電される一対の対向する電極、該電極の間に位置しイオンを含む供給水が流通可能とされる流路、及び、各々の前記電極の前記流路側に設置されるイオン交換膜を含む静電脱塩処理部を備える脱塩部と、

前記静電脱塩処理部の上流側において、前記供給水が流通する配管に接続され、前記供給水にスケール防止剤を投入する投入部と、

制御部とを含み、

前記制御部が、

前記静電脱塩処理部で脱塩が行われている間に、前記脱塩部の保有水量と前記供給水の流速とに基づいて決定された期間で前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を開始させるとともに、前記スケール防止剤の投入開始から所定時間が経過した時に、または、前記静電脱塩処理部から排出された前記供給水中の前記イオンの濃度が所定量に到達した時に、前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を停止させる再生時制御部、及び、

前記静電脱塩処理部の停止時に、前記投入部から所定量の前記スケール防止剤を投入させるとともに、前記静電脱塩処理部の停止時の前記スケール防止剤の投入開始から所定時間が経過した時に前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を停止させる停止時制御部、の少なくとも一方を含む脱塩処理装置。

[請求項2]

互いに逆極性に帯電される一対の対向する電極、該電極の間に位置しイオンを含む供給水が流通可能とされる流路、及び、各々の前記電極の前記流路側に設置されるイオン交換膜を含む静電脱塩処理部を備える脱塩部と、

前記静電脱塩処理部の上流側において前記供給水が流通する配管に接続され、前記静電脱塩処理部に前記供給水よりもイオン濃度が低い低イオン濃度水を送給する低イオン濃度水供給部と、

制御部とを含み、

前記制御部が、

前記静電脱塩処理部が停止してから、前記脱塩部の保有水量に基づいた量の前記低イオン濃度水を前記静電脱塩処理部に送給する停止時制御部を有する脱塩処理装置。

[請求項3]

互いに逆極性に帯電される一对の対向する電極、該電極の間に位置しイオンを含む供給水が流通可能とされる流路、及び、各々の前記電極の前記流路側に設置されるイオン交換膜を含む静電脱塩処理部を備える脱塩部と、

前記静電脱塩処理部の上流側において前記供給水が流通する配管に接続され、前記供給水にスケール防止剤を投入する投入部と、

前記静電脱塩処理部の上流側において前記供給水が流通する配管に接続され、前記静電脱塩処理部に前記供給水よりもイオン濃度が低い低イオン濃度水を送給する低イオン濃度水供給部と、

制御部とを含み、

前記制御部が、再生時制御部及び停止時投入部制御部の一方または両方と、低イオン濃度水供給部制御部とを含み、

前記再生時制御部が、前記静電脱塩処理部で脱塩が行われている間に、前記脱塩部の保有水量と前記供給水の流速とに基づいて決定された期間で前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を開始させるとともに、前記スケール防止剤の投入開始から所定時間が経過した時に、または、前記静電脱塩処理部から排出された前記供給水中の前記イオンの濃度が所定量に到達した時に、前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を停止させ、

前記停止時投入部制御部が、前記静電脱塩処理部の停止時に、前記投入部から所定量の前記スケール防止剤を投入させるとともに、前記静電脱塩処理部の停止時の前記スケール防止剤の投入開始から所定時間が経過した時に前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を停止

させ、

前記低イオン濃度水供給部制御部が、前記静電脱塩処理部が停止してから、前記脱塩部の保有水量に基づいた量の前記低イオン濃度水を前記静電脱塩処理部に送給する脱塩処理装置。

[請求項4] 前記静電脱塩処理部で脱塩が行われている間に前記スケール防止剤が投入される期間が、前記保有水量の0倍から3倍の範囲内に相当する時間とされる請求項1または請求項3に記載の脱塩処理装置。

[請求項5] 前記静電脱塩処理部に送給される前記低イオン濃度水が、前記保有水量の3倍以上に相当する量とされる請求項2または請求項3に記載の脱塩処理装置。

[請求項6] 請求項1に記載の脱塩処理装置の運転方法であって、
一対の対向する電極に対して、一方の電極を正に、他方の電極を負に帯電させた状態で前記電極の間にイオンを含む供給水を通過させることにより、前記一方の電極に負イオンを吸着させ、前記他方の電極に正イオンを吸着させて前記供給水中から前記イオンを除去する脱塩工程と、

前記一方の電極を負に、前記他方の電極を正に帯電させた状態で前記電極の間に前記供給水を通過させることにより、前記一方の電極から前記負イオンを脱離させて前記供給水中に放出させ、前記他方の電極から前記正イオンを脱離させて前記供給水中に放出させて、前記電極を再生する再生工程と、

前記供給水中にスケール防止剤を添加する添加工程とを含み、

前記添加工程が、再生時添加工程及び停止時添加工程の少なくとも一方を含み、

前記再生時投入工程が、

前記脱塩工程の間に、前記脱塩部の保有水量と前記供給水の流速とに基づいて決定された期間で前記供給水中に前記スケール防止剤を投入する第1投入工程と、

前記第 1 投入工程の開始から所定時間経過した時に、または、前記静電脱塩処理部から排出された前記供給水中の前記イオンの濃度が所定量に到達した時に、前記スケール防止剤の投入を停止する第 1 投入停止工程とを含み、

前記停止時添加工程が、

前記静電脱塩処理部の停止時に前記投入部から所定量の前記スケール防止剤を投入させる第 2 投入工程と、

前記第 2 投入工程の開始から所定時間が経過したときに前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を停止させる第 2 投入停止工程とを含む脱塩処理装置の運転方法。

[請求項7]

請求項 2 に記載の脱塩処理装置の運転方法であって、

一对の対向する電極に対して、一方の電極を正に、他方の電極を負に帯電させた状態で前記電極の間にイオンを含む供給水を通過させることにより、前記一方の電極に負イオンを吸着させ、前記他方の電極に正イオンを吸着させて前記供給水中から前記イオンを除去する脱塩工程と、

前記一方の電極を負に、前記他方の電極を正に帯電させた状態で前記電極の間に前記供給水を通過させることにより、前記一方の電極から前記負イオンを脱離させて前記供給水中に放出させ、前記他方の電極から前記正イオンを脱離させて前記供給水中に放出させて、前記電極を再生する再生工程と、

前記静電脱塩処理部が停止してから、前記脱塩部の保有水量に基づいた量の前記低イオン濃度水を前記静電脱塩処理部に送給する低イオン濃度水送給工程とを含む脱塩処理装置の運転方法。

[請求項8]

請求項 3 に記載の脱塩処理装置の運転方法であって、

一对の対向する電極に対して、一方の電極を正に、他方の電極を負に帯電させた状態で前記電極の間にイオンを含む供給水を通過させることにより、前記一方の電極に負イオンを吸着させ、前記他方の電極

に正イオンを吸着させて前記供給水中から前記イオンを除去する脱塩工程と、

前記一方の電極を負に、前記他方の電極を正に帯電させた状態で前記電極の間に前記供給水を通過させることにより、前記一方の電極から前記負イオンを脱離させて前記供給水中に放出させ、前記他方の電極から前記正イオンを脱離させて前記供給水中に放出させて、前記電極を再生する再生工程と、

前記供給水中にスケール防止剤を添加する添加工程と、

前記静電脱塩処理部が停止してから、前記脱塩部の保有水量に基づいた量の前記低イオン濃度水を前記静電脱塩処理部に送給する低イオン濃度水送給工程とを含み、

前記添加工程が、再生時添加工程及び停止時添加工程の少なくとも一方を含み、

前記再生時投入工程が、

前記脱塩工程の間に、前記脱塩部の保有水量と前記供給水の流速とに基づいて決定された期間で前記供給水中に前記スケール防止剤を投入する第1投入工程と、

前記第1投入工程の開始から所定時間経過した時に、または、前記静電脱塩処理部から排出された前記供給水中の前記イオンの濃度が所定量に到達した時に、前記スケール防止剤の投入を停止する第1投入停止工程とを含み、

前記停止時添加工程が、

前記静電脱塩処理部の停止時に前記投入部から所定量の前記スケール防止剤を投入させる第2投入工程と、

前記第2投入工程の開始から所定時間が経過したときに前記投入部からの前記スケール防止剤の投入を停止させる第2投入停止工程とを含む脱塩処理装置の運転方法。

[請求項9]

前記脱塩工程で前記スケール防止剤が投入される期間が、前記保有

水量の 0 倍から 3 倍の範囲内に相当する時間とされる請求項 6 または請求項 8 に記載の脱塩処理装置の運転方法。

[請求項 10] 前記保有水量の 3 倍以上に相当する量の前記低イオン濃度水が送給される請求項 7 または請求項 8 に記載の脱塩処理装置の運転方法。