

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4152544号
(P4152544)

(45) 発行日 平成20年9月17日 (2008. 9. 17)

(24) 登録日 平成20年7月11日 (2008. 7. 11)

(51) Int. Cl.

F 1

CO2F 1/469 (2006.01)

CO2F 1/46 1 O 3

BO1D 61/04 (2006.01)

BO1D 61/04

BO1D 61/08 (2006.01)

BO1D 61/08

BO1D 61/44 (2006.01)

BO1D 61/44 5 2 O

BO1D 61/46 (2006.01)

BO1D 61/46

請求項の数 3 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-312065
 (22) 出願日 平成11年11月2日 (1999. 11. 2)
 (65) 公開番号 特開2001-129554 (P2001-129554A)
 (43) 公開日 平成13年5月15日 (2001. 5. 15)
 審査請求日 平成18年7月24日 (2006. 7. 24)

(73) 特許権者 000004400
 オルガノ株式会社
 東京都江東区新砂 1 丁目 2 番 8 号
 (74) 代理人 100098682
 弁理士 赤塚 賢次
 (74) 代理人 100071663
 弁理士 福田 保夫
 (72) 発明者 田辺 円
 東京都江東区新砂 1 丁目 2 番 8 号 オルガ
 ノ株式会社内

審査官 富永 正史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脱イオン水製造方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被処理水を濃縮水回収用逆浸透膜モジュールを備える逆浸透膜装置に通水して透過水を得、更に、該透過水を電気式脱イオン水製造装置に通水して脱イオン水を得る脱イオン水製造方法において、前記電気式脱イオン水製造装置の濃縮室に供給される濃縮水又は電極室に供給される電極水に酸性液又は酸性液とスケール発生防止剤の双方を添加し、前記酸性液が添加され濃縮室から排出された濃縮水又は電極室から排出された電極水の少なくとも一部を前記濃縮水回収用逆浸透膜モジュールの被処理水に返送すると共に、前記濃縮水回収用逆浸透膜モジュールの透過水を前記逆浸透膜装置の透過水と合流せしめて、前記電気式脱イオン水製造装置の脱塩室流入水の pH を 4 . 0 ~ 5 . 5 の範囲にすることを特徴とする脱イオン水製造方法。

【請求項 2】

被処理水を脱炭酸装置に通水して脱炭酸水を得、次いで、該脱炭酸水を濃縮水回収用逆浸透膜モジュールを備える逆浸透膜装置に通水して透過水を得、更に、該透過水を電気式脱イオン水製造装置に通水して脱イオン水を得る脱イオン水製造方法において、前記電気式脱イオン水製造装置の濃縮室に供給される濃縮水又は電極室に供給される電極水に酸性液又は酸性液とスケール発生防止剤の双方を添加し、前記酸性液が添加され濃縮室から排出された濃縮水又は電極室から排出された電極水の少なくとも一部を被処理水に返送し、且つ前記濃縮水回収用逆浸透膜モジュールの透過水の少なくとも一部を被処理水に返送して、前記電気式脱イオン水製造装置の脱塩室流入水の pH を 4 . 0 ~ 5 . 5 の範囲にする

10

20

ことを特徴とする脱イオン水製造方法。

【請求項3】

被処理液供給管を備える脱炭酸塔と、逆浸透膜装置と、電気式脱イオン水製造装置とをこの順で接続し、前記電気式脱イオン水製造装置の濃縮水又は電極水流入配管に酸性液供給管が接続されると共に、濃縮水又は電極水流出配管と前記被処理液供給管が接続されているか、あるいは前記濃縮水又は電極水循環配管に酸性液供給配管が接続されると共に、前記濃縮水又は電極水循環配管と前記被処理液供給管が接続されていることを特徴とする脱イオン水製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、濃縮室内や電極室内での硬度成分のスケール析出を防止して、脱イオン性能を維持する電気式脱イオン水製造装置を有する脱イオン水製造方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、脱イオン水を製造するには、イオン交換樹脂が利用されている。このイオン交換樹脂は、通常薬剤による再生を必要とする。このため、該イオン交換樹脂を利用した脱イオンと電気透析作用を組合せ、薬剤による再生が不要で、高度な脱イオン水を得る電気式脱イオン水製造装置が知られている。

20

【0003】

該電気式脱イオン水製造装置は、例えば、基本的にはカチオン交換膜とアニオン交換膜で形成される隙間に、イオン交換体を充填して脱塩室とし、当該イオン交換体に被処理水を通過させると共に、前記両イオン交換膜を介して直流電流を作用させて、両イオン交換膜の外側に流れている濃縮水中に被処理水中のイオンを電氣的に排除しながら脱イオン水を製造するものである。このため、濃縮水中にはイオンが濃縮されることとなる。

【0004】

この濃縮水は装置外へ排出されるが、電気式脱イオン水製造装置の水利用率（回収率）を向上させるため捨てずに再利用している。すなわち、被処理水を濃縮水とし、該濃縮水を循環使用し、その一部を装置外へ排出することにより水利用率の向上と適度な濃縮水のイオン濃度の維持を図っている。このように、濃縮水を循環する方法は濃縮水中のイオン濃度が上昇するため濃縮水の電気伝導率が上昇する。このため、電気が流れ易く、当該装置に流れる電流量が多くなる。従って、イオン除去率も向上する。また、該装置に印加する電圧を低くできるため消費電力が少なくなるなどの効果がある。

30

【0005】

しかし、その反面、濃縮水中に当初は微量に存在するCa、Mgなどの硬度成分も、長期間の循環使用により濃縮されて濃縮室内や電極室内にスケールとして析出しやすくなる。濃縮室内や電極室内にスケールが発生すると、その部分での電気抵抗が上昇し、電流が流れにくくなる。すなわち、スケール発生が無い場合と同一の電流値を流すためには電圧を上昇させる必要があり、消費電力が増加する。また、スケール付着量が更に増加すると電圧が更に上昇し、装置の最大電圧値を越えた場合は電流値が低下することとなる。この場合、イオン除去に必要な電流値が流せなくなり、処理水質の低下を招く。

40

【0006】

また、濃縮室内や電極室内にスケールが析出すると濃縮室や電極室の通水圧力損失は増大する。この場合、各室を流れる濃縮水や電極水の流量は低下し、脱塩室から移動してくる硬度成分濃度がますます高まり、各室内のスケールの発生は加速する。このような硬度成分のスケール生成による電気式脱イオン水製造装置の障害は、上記の如く、極微量の硬度成分の流入によっても発生する。このため、電気式脱イオン水製造装置を回復させるためには運転を停止して生成したスケールを酸により溶解させる酸洗浄を行う必要がある。酸洗浄の実施に伴う装置の運転停止は、処理水である脱イオン水の供給を停止させるため、

50

その実施頻度はできる限り減らす必要がある。

【 0 0 0 7 】

従来、濃縮水中に硬度成分が濃縮することを防止する方法としては、(1) 逆浸透膜装置の透過水(電気式脱イオン水製造装置の被処理水) を軟化処理する方法、(2) 濃縮水の排出量を多くし、濃縮水中への硬度成分の濃縮を少なくする方法、(3) 濃縮室に循環される濃縮水に酸を添加し、濃縮水の硬度成分溶解力を高めて硬度成分のスケール析出を防止する方法(特開平11-165177 号公報)、(4) 濃縮室に循環される濃縮水にスケール発生防止剤を添加し、濃縮室内に硬度成分のスケール析出を防止する方法(特開平11-216340 号公報) などが挙げられる。

【 0 0 0 8 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、上記(1) の方法は、硬水軟化処理用のカチオン交換樹脂の再生のため薬品再生設備を必要とし、また、定期的な樹脂交換のためコスト高となるばかりか、電気式脱イオン水製造装置を用いた脱イオン水製造装置の特徴である省排液、省廃棄物といった効果を減却してしまい適当ではない。また、上記(2) の方法は、被処理水の硬度成分濃度が比較的高い場合には効果がないという問題がある。また、上記(3) 及び(4) の方法はそれなりの効果を奏するものの、未だ十分なスケール析出防止効果が得られていない。例を挙げれば、工業用水等の硬度成分濃度が比較的高く、上記の対策を講じない場合は1 か月に一度の酸洗浄を要していた装置に、上記(3) の対策を講じても3 か月に一度といった高頻度で酸洗浄を必要とする。

【 0 0 0 9 】

従って、本発明の目的は、濃縮室内や電極室内での硬度成分のスケール析出を防止して、電気式脱イオン水製造装置の停止を伴う酸洗浄の実施頻度を極力低減する脱イオン水製造方法及び装置を提供することにある。

【 0 0 1 0 】

【 課題を解決するための手段 】

かかる実情において、本発明者は鋭意検討を行った結果、(1) 従来、濃縮室に循環される濃縮水に酸を添加する方法では、濃縮室内において、流体本体のpHは硬度成分のスケール析出を抑制できる程度には低下しているものの、スケールが析出し易いアニオン膜面上近傍に存在する流体の流れの無い液境膜では所望のpHの低下が得られていないこと、(2) 液境膜のpHを下げるには脱塩室からアニオン膜を介して濃縮室内を流れる濃縮水中に強酸イオンを移動させればよいこと、等を見出し、本発明を完成するに至った。

【 0 0 1 3 】

すなわち、本発明は、被処理水を濃縮水回収用逆浸透膜モジュールを備える逆浸透膜装置に通水して透過水を得、更に、該透過水を電気式脱イオン水製造装置に通水して脱イオン水を得る脱イオン水製造方法において、前記電気式脱イオン水製造装置の濃縮室に供給される濃縮水又は電極室に供給される電極水に酸性液又は酸性液とスケール発生防止剤の双方を添加し、前記酸性液が添加され濃縮室から排出された濃縮水又は電極室から排出された電極水の少なくとも一部を前記濃縮水回収用逆浸透膜モジュールの被処理水に返送すると共に、前記濃縮水回収用逆浸透膜モジュールの透過水を前記逆浸透膜装置の透過水と合流せしめて、前記電気式脱イオン水製造装置の脱塩室流入水のpHを4 . 0 ~ 5 . 5 の範囲にすることを特徴とする脱イオン水製造方法を提供するものである。かかる構成を採ることにより、脱塩室流入水に存在する強酸イオンが電氣的にアニオン交換膜を介して濃縮室を流れる濃縮水中に移動され、アニオン膜面上近傍に存在する液境膜のpHを確実に低下させ、硬度成分によるスケールの析出を抑制する。このため、当該電気式脱イオン水製造装置においては、スケールの発生による電気式脱イオン水製造装置の停止を伴う酸洗浄の実施頻度を極力低減することができる。また、水利利用率の向上を目的とする濃縮水回収用逆浸透膜モジュールを備える逆浸透膜装置を設置した場合、従来、濃縮水回収用逆浸透膜モジュールの処理水(逆浸透膜装置の透過水) に酸を添加して該処理水の透過性を高めていたものを、酸を別途に添加することなく、強酸イオンを含む濃縮室排水などが利用

10

20

30

40

50

でき都合がよい。更に、(I) 液境膜と共に、濃縮水の流体本体のpHも低くなり、スケール析出防止効果がより高まる。更に、(II)濃縮室内や電極室内の濃縮水や電極水の流れを一方向(1パス)とすれば、硬度成分の蓄積を防止できるから更にスケール析出防止効果が高まる。また、(III) 酸性液の添加と共に、スケール発生防止剤の添加を併用すれば、スケール発生防止剤は、例えば、シリカと硬度成分が複合した形態のスケールをミセル形成による荷電反発などにより分散させたり、あるいはキレート化により安定化させる。したがって、濃縮水が高濃度に濃縮されても濃縮室内や電極室内でのケイ酸カルシウムなどのスケールの発生を防止することができるからなお一層のスケール析出防止効果が高まる。

。

【0015】

また、本発明は、被処理水を脱炭酸装置に通水して脱炭酸水を得、次いで、該脱炭酸水を濃縮水回収用逆浸透膜モジュールを備える逆浸透膜装置に通水して透過水を得、更に、該透過水を電気式脱イオン水製造装置に通水して脱イオン水を得る脱イオン水製造方法において、前記電気式脱イオン水製造装置の濃縮室に供給される濃縮水又は電極室に供給される電極水に酸性液又は酸性液とスケール発生防止剤の双方を添加し、前記酸性液が添加され濃縮室から排出された濃縮水又は電極室から排出された電極水の少なくとも一部を被処理水に返送し、且つ前記濃縮水回収用逆浸透膜モジュールの透過水の少なくとも一部を被処理水に返送して、前記電気式脱イオン水製造装置の脱塩室流入水のpHを4.0~5.5の範囲にすることを特徴とする脱イオン水製造方法を提供するものである。かかる構成を採ることにより、脱炭酸装置にpHの低い被処理水を供給できるため炭酸イオンの除去効率が向上し、また、水利用率の向上を目的とする濃縮水回収用逆浸透膜モジュールを備える逆浸透膜装置を設置できる。

【0016】

また、本発明は、被処理液供給管を備える脱炭酸塔と、逆浸透膜装置と、電気式脱イオン水製造装置とをこの順で接続し、前記電気式脱イオン水製造装置の濃縮水又は電極水流入配管に酸性液供給管が接続されると共に、濃縮水又は電極水流出配管と前記被処理液供給管が接続されているか、あるいは前記濃縮水又は電極水循環配管に酸性液供給配管が接続されると共に、前記濃縮水又は電極水循環配管と前記被処理液供給管が接続されていることを特徴とする脱イオン水製造装置を提供するものである。ここにおいて、濃縮水又は電極水流入配管及び濃縮水又は電極水流出配管を備える電気式脱イオン水製造装置は、濃縮水又は電極水の流れが一方向(1パス)の非循環の場合をいい、濃縮水又は電極水循環配管を備える電気式脱イオン水製造装置は、濃縮水又は電極水の流れが循環の場合を言う。かかる構成を採ることにより、前記発明を実施することができる。

【0017】

本発明において、被処理水としては、特に制限されないが、市水、工業用水、あるいは半導体ウェハーを超純水で洗浄した際に排出される洗浄排水等が挙げられる。また、該被処理水に含まれるCa、Mgなどの硬度成分量およびシリカの量は、通常、硬度成分で30~150mgCaCO₃/L およびシリカで5~80mgSiO₂/L程度である。本発明においては、特に、硬度成分およびシリカを多く含有する水を被処理水とする場合に有効である。また、被処理水のpH値は通常、5~7の範囲である。

【0018】

逆浸透膜装置は、被処理水中に存在するマグネシウムやカルシウムの硬度成分が後段の電気式脱イオン水製造装置の濃縮室側のイオン交換膜に析出することを防止するために設置される。また、逆浸透膜装置は被処理水中に存在する硬度成分以外のイオン成分やシリカ等も除去することができる。逆浸透膜装置としては、公知のものが使用でき、また、逆浸透膜としては、ポリアミド系、酢酸セルロース系等が挙げられる。

【0019】

電気式脱イオン水製造装置(以下、EDI装置ともいう)は、カチオン交換膜とアニオン交換膜で形成される隙間に、通常アニオン交換体とカチオン交換体の混合イオン交換体又は実質的にアニオン交換体のみからなるイオン交換体を充填して脱塩室とし、当該イオン

10

20

30

40

50

交換体に逆浸透膜装置の透過水を通過させるとともに、前記両イオン交換膜を介して透過水の流れに対して直角方向に直流電流を作用させて、両イオン交換膜の外側に流れている濃縮水中に透過水中のイオンを電氣的に排除しながら脱イオン水を得るものである。

【 0 0 2 0 】

E D I 装置の具体例としては、スパイラル型、同心円型及び平板積層型のものが挙げられる。スパイラル型電気式脱イオン水製造装置は、例えば、中心電極周りに陽イオン交換膜と陰イオン交換膜を螺旋断面が形成されるように巻回し、脱塩室と濃縮室をその螺旋巻に沿って包囲し、この巻回された膜の外側に電極を配置した構成のものが例示される（例えば、特開平 6 - 7 6 4 5 号公報）。同心円型電気式脱イオン水製造装置は、例えば、陽イオン交換膜と陰イオン交換膜を支持させた径の異なる複数の筒状の枠体を同心円状に配置し、外側の枠体の外周囲と内側の枠体の内周囲にそれぞれ電極を配置し、前記枠体間に形成される空間を交互に脱塩室と濃縮室とに区画すると共に、最も外側に位置する区画及び最も内側に位置する区画を濃縮室とし、脱塩室にはイオン交換体を充填した構成のものが例示される（例えば、特開平 9 - 2 8 5 7 9 0 号公報）。平板積層型電気式脱イオン水製造装置は、最も汎用される型であり、例えば、平板状の脱塩室、濃縮室、陽イオン交換膜及び陰イオン交換膜を並列に並べて複数配置し、その両端に陽極室と陰極室を配置した構成のものが例示される。

10

【 0 0 2 1 】

脱炭酸装置は、被処理水中の炭酸などの溶存ガス成分、特に、炭酸を除去するために設置されるもので、例えば、気液接触を利用した脱炭酸塔、真空脱気を利用した真空脱気塔及び多孔質の脱気膜を用いた脱気膜モジュールなどが例示される。このうち、多孔質の脱気膜を用いた脱気膜モジュールが特に効果が顕著に表れる点で好適である。

20

【 0 0 2 2 】

本発明において、酸性液としては、特に制限されないが、塩酸、硝酸、硫酸、リン酸などの無機の強酸が挙げられ、このうち、硫酸が好ましい。塩酸を使用すると、濃縮水中の塩素イオンが増加し、この濃縮水の一部が電極室に供給されることから電極室内での電気分解反応により次亜塩素酸や塩素ガスが発生し、当該装置のイオン交換膜やイオン交換樹脂を損傷する可能性が生じるため好ましくない。

【 0 0 2 3 】

本発明において、スケール発生防止剤としては、ケイ酸カルシウムなどのスケールを分散、安定化などにより濃縮室内及び電極室内での発生、析出を抑制または防止するものであれば特に制限されないが、例えば、アクリル酸系（共）重合体、マレイン酸系（共）重合体、スルホン酸系（共）重合体、イタコン酸系（共）重合体などの有機高分子化合物；オルトリン酸、2 - ヒドロキシエチリデン - 1, 1 - ジホスホン酸、ホスホノブタントリカルボン酸又はこれらの塩などの有機又は無機リン化合物；エチレンジアミン、ジエチレントリアミンなどのアミン系重合体又はニトリロ三酢酸、エチレンジアミン四酢酸塩、ジエチレントリアミン五酸などのアミノカルボン酸系共重合体又はグルコン酸、クエン酸、シュウ酸、ギ酸、酒石酸、フィチン酸、コハク酸、乳酸などのキレート剤が挙げられる。また、これらスケール発生防止剤は 1 種以上使用することができる。

30

【 0 0 2 4 】

濃縮水又は電極水へのスケール発生防止剤の添加方法は、連続添加方法又は間欠添加方法のいずれでもよく、また、原液のまま添加しても、必要であれば水で希釈した希釈水として添加してもよい。当該方法により濃縮水中のスケール発生防止剤の濃度は、0.01 ~ 1,000 mg/L の範囲、好ましくは、1 ~ 100 mg/L の範囲に維持される。したがって、濃縮水のブローによりスケール発生防止剤の量が目減りする分は適宜、上記範囲となるように添加すればよい。スケール防止剤の濃度が 0.01 mg/L 未満ではスケール発生を防止する効果が低くなり、1,000 mg/L を越えては処理コストが上昇する他、スケール防止剤そのものが析出したりするので好ましくない。

40

【 0 0 2 5 】

次に、本発明の実施の形態における脱イオン水製造装置について、図面を参照して説明

50

する。なお、本明細書中、第 1 の実施の形態～第 4 の実施の形態及び第 5 の実施の形態は本発明の参考の形態となるものである。図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態における脱イオン水製造装置の構成を示すブロック図である。図 1 中、脱イオン水製造装置 10a は逆浸透膜装置 1 と、E D I 装置 2 を接続配管 4 で接続したものであり、逆浸透膜装置 1 の上流側に被処理水供給配管 3 が接続され、E D I 装置 2 の下流側には電極水排出管 7 と、脱イオン水流出管 5 がそれぞれ接続されている。E D I 装置 2 の濃縮水系は濃縮水が循環配管 6 により循環使用され、循環濃縮水の一部が電極水として電極室に流れるようになっている。また、接続配管 4 には酸性液供給配管 8a が接続されている。E D I 装置 2 は、図では省略するイオン交換樹脂、イオン交換繊維等のイオン交換体が充填された脱塩室と、この脱塩室とイオン交換膜を介して仕切られた濃縮室と、これら脱塩室及び濃縮室に電圧を印加する一対の電極を有している。

10

【0026】

第 1 の実施の形態例において、被処理水は被処理水供給配管 3 により逆浸透膜装置 1 に供給される。被処理水は逆浸透膜装置 1 で被処理水中に存在するマグネシウムやカルシウムの硬度成分及び硬度成分以外のイオン成分やシリカ等が除去され透過水として流出される。この透過水は通常 pH 値が 5.5～7.5 で、多くは 6 付近の値を示す。この値は主に炭酸水素イオンとアルカリ金属イオンのリーク量により決まる。この透過水は酸性液供給配管 8a から供給された酸性液と合流して E D I 装置 2 に供給される。酸性液の添加は E D I 装置 2 の脱塩室流入水の pH が 4.0～5.5 となるように調整して添加される。E D I 装置 2 では、脱塩室に上記透過水を、また、濃縮室に濃縮水を流通することで、強酸イオンを含む塩類をイオン交換膜を介し濃縮室を流れる濃縮水中に移動させる。これによって、塩類が除去された脱イオン水を得ると共に、塩類が濃縮された濃縮水を濃縮室に得ることができる。従って、脱塩室から脱イオン水が流出され、濃縮室から濃縮水が排出され、この濃縮水は循環配管 6 により循環使用される。また、一対の電極を収納する電極室にも濃縮水の一部を電極水として流通させる。従って、該電極室からは電極水が排出される。図 1 において、濃縮水の流通系は、上記形態の他、一方向性の非循環の形態であってもよい。

20

【0027】

第 1 の実施の形態によれば、逆浸透膜装置 1 の透過水へ酸性液を注入するため、E D I 装置 2 の脱塩室流入水は酸性側に調整される。このため、脱塩室流入水に存在する強酸イオンが電氣的にアニオン交換膜を介して濃縮室を流れる濃縮水中に移動され、アニオン膜面上近傍に存在する液境膜の pH を確実に低下させ、当該部分での硬度成分の溶解力が向上してスケールの析出を防止する。このため、当該 E D I 装置 2 においては、スケールの発生による E D I 装置 2 の停止を伴う酸洗浄の実施頻度を極力低減することができる。

30

【0028】

図 2 は、本発明の第 2 の実施の形態における脱イオン水製造装置の構成を示すブロック図である。図 2 中、図 1 と同一構成要素には同一符号を付してその説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。すなわち、図 2 の脱イオン水製造装置 10b の図 1 と異なる点は、酸性液供給配管 8b を被処理水供給配管 3 に接続して、酸性液を被処理水に添加したことにある。第 2 の実施の形態例によれば、第 1 の実施の形態例と同様の効果を奏する他、逆浸透膜装置 1 に pH の低い被処理水が流入するため、逆浸透膜装置 1 の透過膜面上のスケール析出を防止することができる。

40

【0029】

図 3 は、本発明の第 3 の実施の形態における脱イオン水製造装置の構成を示すブロック図である。図 3 中、図 1 と同一構成要素には同一符号を付してその説明を省略して異なる点についてのみ説明する。すなわち、図 3 中、図 1 と異なる点は、脱イオン水製造装置 10c では E D I 装置 2 の濃縮室及び電極室の濃縮水（電極水）流入配管 61 と接続配管 4 を接続し、濃縮室及び電極室の濃縮水（電極水）流出配管 62 と被処理水流入配管 3 を戻り配管 9c で接続したこと、濃縮水（電極水）流入配管 61 に酸性液供給配管 8c を接続したことである。なお、脱イオン水製造装置 10c は更に、スケール発生防止剤供給配管 2

50

1 aを配管6 1に接続させてもよい。すなわち、酸性液が添加された濃縮水及び電極水は濃縮室内及び電極室内をそれぞれ一方向性で流通し、流体本体のp Hを下げつつ、少なくともその一部が被処理水側に戻される。従って、被処理水は酸性液が添加され、以降の脱イオン水を得る方法は第1の実施の形態例と同様となる。

【0030】

第3の実施の形態例によれば、EDI装置2の脱塩室流入水に含まれる強酸イオンが電気的にアニオン交換膜を介して濃縮室を流れる濃縮水中に移動され、アニオン膜面上近傍に存在する液境膜のp Hを確実に低下させ、硬度成分によるスケールの析出を抑制する。また、液境膜と共に、濃縮水の流体本体のp Hも低くなり、スケール析出防止効果が高まる。更に、濃縮室内や電極室内の濃縮水や電極水の流れが一方向性であるため、硬度成分の蓄積を防止できるから更にスケール析出防止効果が高まる。また、酸性液の添加と共に、スケール発生防止剤の添加を併用すれば、なお更にスケール析出防止効果を高めることができる。

10

【0031】

図4は、本発明の第4の実施の形態における脱イオン水製造装置の構成を示すブロック図である。図4中、図3と同一構成要素には同一符号を付してその説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。すなわち、図4の脱イオン水製造装置10 dの図3と異なる点は、濃縮室（電極室）流入配管6 1と濃縮室（電極室）流出配管を接続して循環配管6を形成させ、循環配管6と、被処理水供給配管3を戻り配管9 dで接続したところにある。第4の実施の形態例によれば、濃縮室内及び電極室内にスケールが析出し難いため、濃縮水や電極水を循環させることができ、水の利用率が高まる。

20

【0032】

図5は、本発明の第5の実施の形態における脱イオン水製造装置の構成を示すブロック図である。図5中、図3と同一構成要素には同一符号を付してその説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。すなわち、図5の脱イオン水製造装置10 eの図3と異なる点は、脱イオン水製造装置10 eで用いる逆浸透膜装置15は2台の逆浸透膜装置を使用するものであり、前段の逆浸透膜装置1の濃縮室側と後段の逆浸透膜モジュール（濃縮水回収用）11の被処理水流入側を配管12で接続し、濃縮水回収用逆浸透膜モジュール11の透過水側と配管4を配管13で接続し、且つ、濃縮室と電極室の濃縮水（電極水）流出配管6 2に接続する戻り配管9 eと配管12を接続したところにある。従って、逆浸透膜装置1の濃縮水は酸性液が添加されたEDI装置2の濃縮水（電極水）と合流して濃縮水回収用逆浸透膜モジュール11で処理され、濃縮水回収用逆浸透膜モジュール11の透過水は逆浸透膜装置1の透過水と合流してEDI装置2に供給される。以降、脱イオン水を製造する方法は第1の実施の形態と同様となる。なお、図5において、濃縮水（電極水）の流通系は、上記形態の他、濃縮水（電極水）流入配管6 1と濃縮水（電極水）流出配管6 2とを接続して、濃縮水が循環使用される形態であってもよい。

30

【0033】

第5の実施の形態例によれば、EDI装置2におけるスケール発生防止効果は図3におけるEDI装置の場合と同様の効果を奏する他、水利用率の向上を目的とする濃縮水回収用逆浸透膜モジュールを備える逆浸透膜装置を設置した場合、従来、濃縮水回収用逆浸透膜モジュールの処理水（逆浸透膜装置の透過水）に酸を添加して該処理水の透過性を高めていたものを、酸を別途に添加することなく、強酸イオンを含む濃縮室排水などが利用でき都合がよい。

40

【0034】

図6は、本発明の第6の実施の形態における脱イオン水製造装置の構成を示すブロック図である。図6中、図3と同一構成要素には同一符号を付してその説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。すなわち、図6の脱イオン水製造装置10 fと図3の異なる点は、脱イオン水製造装置10 fでは、逆浸透膜装置1の前段に脱気膜モジュール20を配置し、脱気膜モジュール20と逆浸透膜装置1を配管3 1で接続したところにある。すなわち、酸性液が添加された濃縮水及び電極水は濃縮室内及び電極室内をそれぞれ一方向性で

50

流通し、流体本体のpHを下げつつ、少なくともその一部が被処理水側に戻される。従って、被処理水は酸性液が添加されたと同様となり、脱気膜モジュール20で脱炭酸処理が効率的に行われ、脱気膜モジュール20から得られる脱炭酸水が逆浸透膜装置1に供給され、以降の脱イオン水を得る方法は第1の実施の形態例と同様となる。図6において、濃縮水（電極水）の流通系は、上記形態の他、濃縮水（電極水）流入配管61と濃縮水（電極水）流出配管62とを接続して、濃縮水が循環使用される形態であってもよい。第6の実施の形態例によれば、第3の実施の形態例と同様の効果を奏する他、脱炭酸装置にpHの低い被処理水を供給できるため炭酸イオンの除去効率が向上する。

【0035】

図7は、本発明の第7の実施の形態における脱イオン水製造装置の構成を示すブロック図である。図7中、図6と同一構成要素には同一符号を付してその説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。すなわち、図7の脱イオン水製造装置10gの図6と異なる点は、脱イオン水製造装置10gで用いる逆浸透膜装置15は2台の逆浸透膜装置を使用するものであり、前段の逆浸透膜装置1の濃縮室側と後段の逆浸透膜モジュール（濃縮水回収用）11の被処理水流入側を配管12で接続し、濃縮水回収用逆浸透膜モジュール11の透過水側と被処理水供給管3を戻り配管13gで接続したところにある。図7において、濃縮水（電極水）の流通系は、上記形態の他、濃縮水（電極水）流入配管61と濃縮水（電極水）流出配管62とを接続して、濃縮水が循環使用される形態であってもよい。第7の実施の形態例によれば、第6の実施の形態例と同様の効果を奏する他、水利用率の向上を目的とする濃縮水回収用逆浸透膜モジュールを備える逆浸透膜装置も設置できる。

【0036】

本発明において、濃縮水へ酸性液を添加する場合、その添加場所としては、特に制限されず、濃縮水ラインの配管内への注入、濃縮水をいったん貯蔵する濃縮水貯蔵槽への添加などが挙げられる。また、被処理水又は濃縮水への酸性液の添加方法は、連続添加方法又は間欠添加方法のいずれでもよい。当該方法により調整された被処理水又は濃縮水のpH値は、EDI装置の脱塩室流入水のpH値が4.0～5.5の範囲となるように添加するのが好ましい。EDI装置の脱塩室流入水のpH値を4.0未満のように余り低くするとEDI装置へのイオン負荷が過大となり、所定の処理水純度が得られなくなる恐れがあり、pH値が5.5以上になるとスケール発生防止効果が薄れる。

【0037】

【実施例】

次に、実施例を挙げて、本発明を更に具体的に説明する。

参考例1

下記仕様の脱イオン水製造装置を使用し、図2に示す配置構成とした装置を用いて、処理実験を行った。被処理水は、水道水を活性炭吸着塔に通水した後の水に炭酸カルシウム溶液を混合して、Ca濃度を100mgCaCO₃/Lに調整したpH6.2の水を用いた。また、酸性液は硫酸を用い、被処理水に注入して、EDI装置の脱塩室流入水のpH値を4.5となるように調整して運転した。評価は20日間経過後の処理水の電気伝導率を測定し、EDIの濃縮室及び電極室内のスケール付着を目視観察することにより行った。結果を表1に示す。

【0038】

(EDI装置)

- ・処理水量3.0 m^3/h 、濃縮水量0.5 m^3/h 、電極水量0.1 m^3/h
- ・印加電圧：200V
- ・使用イオン交換体：カチオン交換樹脂アンバーライトIR120B
アニオン交換樹脂アンバーライトIRA400
(いずれもロームアンドハース社製)
- カチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂の混合比1：2（容積比）
- ・使用イオン交換膜：カチオン交換膜CMH、アニオン交換膜AMH
(いずれもトクヤマ社製)

10

【0039】

(逆浸透膜装置)

- ・逆浸透膜装置；ES-15D8×3本並列配置（日東電工社製）
- ・供給水；7.2 m^3/h 、透過水量；3.6 m^3/h 、濃縮水量；3.6 m^3/h

【0040】

参考例2

20

図3に示す配置構成とした装置を用いる以外は、参考例1と同様の方法で処理実験を行った（但し、スケール発生防止剤は無添加）。また、評価は（28）日間経過後の処理水の電気伝導率を測定し、EDIの濃縮室及び電極室内のスケール付着を目視観察することにより行った。結果を表1に示す。

【0041】

参考例3

下記の脱炭酸装置を使用し、図6に示す配置構成とした装置を用いる以外は、参考例1と同様の方法で処理実験を行った（但し、スケール発生防止剤は無添加）。また、評価は28日間経過後の処理水の電気伝導率を測定し、EDIの濃縮室及び電極室内のスケール付着を目視観察することにより行った。結果を表1に示す。

30

(脱炭酸装置)

- ・脱炭酸装置；膜脱気モジュール
- ・脱気膜；疎水性ポリプロピレン膜、4×28型（セルガード社製）

【0042】

比較例1

図2の装置を用い、酸性液を注入することなく処理を行った以外は、参考例1と同様の方法で行った。結果を表1に示す。なお、表1中、「濃縮室内及び電極室内の状態」欄の「無し」はスケール析出が認められない状態を示し、「有り」はスケール析出が有り、一部の流路が閉塞されている状態を示す。また、脱イオン水抵抗率の単位は「 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 」である。

40

【0043】

【表1】

	参考例 1	参考例 2	参考例 3	比較例 1
被処理水電気伝導率(μ S/cm)	5. 0	5. 0	5. 0	5. 0
脱塩室流入水のp H値	4. 5	4. 5	4. 5	5. 8
運転当初の脱イオン水抵抗率	1 6	1 6	1 6	1 6
20日後の脱イオン水抵抗率	1 6	—	—	1 0
25日後の脱イオン水抵抗率	—	1 6	1 6	—
濃縮室及び電極室内の状態	無し	無し	無し	有り

10

【 0 0 4 4 】

表 1 より、参考例 1 ~ 3 は、スケールの析出が全く見られず、処理水質の低下もなかった。また、比較例 1 において、濃縮室及び電極室内に観察された白色のスケールは分析の結果、炭酸カルシウムと判明した。このように、濃縮室内に炭酸カルシウムのスケールが発生すると、その部分の電気抵抗が大きくなり電流が流れ難くなる。従って、E D I 装置のイオン交換体に吸着した不純物イオンが再生され難くなり、その結果、当該 E D I 装置の脱イオン性能が低下し、回復のための酸洗浄が必要となる。

20

【 0 0 4 7 】

【発明の効果】

本発明によれば、脱塩室流入水に存在する強酸イオンが電氣的にアニオン交換膜を介して濃縮室を流れる濃縮水中に移動され、アニオン膜面上近傍に存在する液境膜のp Hを確実に低下させ、硬度成分によるスケールの析出を抑制する。このため、当該電気式脱イオン水製造装置においては、スケールの発生による電気式脱イオン水製造装置の停止を伴う酸洗浄の実施頻度を極力低減することができる。また、水利用率の向上を目的とする濃縮水回収用逆浸透膜モジュールを備える逆浸透膜装置を設置した場合、従来、濃縮水回収用逆浸透膜モジュールの処理水（逆浸透膜装置の透過水）に酸を添加して該処理水の透過性を高めていたものを、酸を別途に添加することなく、強酸イオンを含む濃縮室排水などが利用でき都合がよい。更に、(I) 液境膜と共に、濃縮水の流体本体のp Hも低くなり、スケール析出防止効果がより高まる。更に、(II) 濃縮室内や電極室内の濃縮水や電極水の流れを一方向（1パス）とすれば、硬度成分の蓄積を防止できるから更にスケール析出防止効果が高まる。また、(III) 酸性液の添加と共に、スケール発生防止剤の添加を併用すれば、スケール発生防止剤は、例えば、シリカと硬度成分が複合した形態のスケールをミセル形成による荷電反発などにより分散させたり、あるいはキレート化により安定化させる。したがって、濃縮水が高濃度に濃縮されても濃縮室内や電極室内でのケイ酸カルシウムなどのスケールの発生を防止することができるからなお一層のスケール析出防止効果が高まる。

30

【 0 0 4 9 】

40

本発明によれば、脱炭酸装置にp Hの低い被処理水を供給できるため炭酸イオンの除去効率が向上し、また、水利用率の向上を目的とする濃縮水回収用逆浸透膜モジュールを備える逆浸透膜装置を設置できる。また、前記(I)、(II)及び(III)の効果をも奏することができる。また、本発明によれば、前記発明を実施できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態における脱イオン水製造装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施の形態における脱イオン水製造装置の構成を示すブロック図である。

【図 3】本発明の第 3 の実施の形態における脱イオン水製造装置の構成を示すブロック図

50

である。

【図 4】本発明の第 4 の実施の形態における脱イオン水製造装置の構成を示すブロック図である。

【図 5】本発明の第 5 の実施の形態における脱イオン水製造装置の構成を示すブロック図である。

【図 6】本発明の第 6 の実施の形態における脱イオン水製造装置の構成を示すブロック図である。

【図 7】本発明の第 7 の実施の形態における脱イオン水製造装置の構成を示すブロック図である。

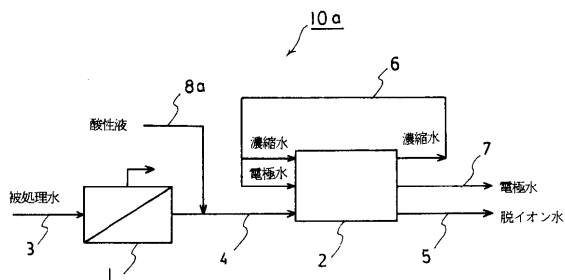
【符号の説明】

- 1 逆浸透膜装置
- 2 電気式脱イオン水製造装置
- 3 被処理水供給配管
- 4、12、13 配管
- 5 脱塩水流出配管
- 6 循環配管
- 7 電極水排出配管
- 8a ~ 8c 酸性液供給配管
- 9c ~ 9g 戻り配管
- 10a ~ 10g 脱イオン水製造装置
- 11 濃縮水回収用逆浸透膜装置
- 21 スケール発生防止剤供給配管
- 61 濃縮水（電極水）流入配管
- 62 濃縮水（電極水）流出配管

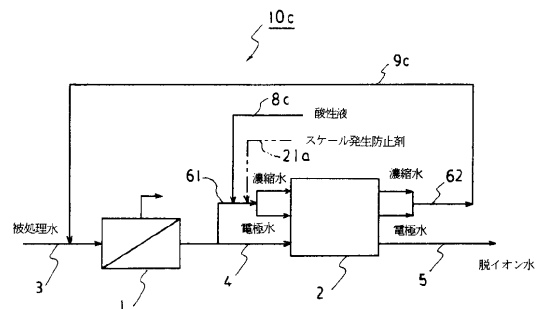
10

20

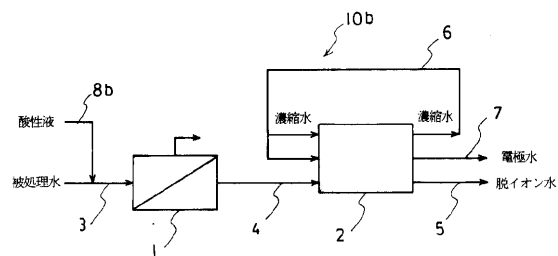
【図 1】



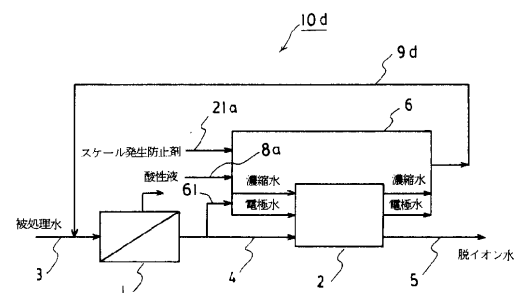
【図 3】



【図 2】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

B 0 1 D	61/48	(2006.01)	B 0 1 D	61/48	
B 0 1 D	61/52	(2006.01)	B 0 1 D	61/52	5 0 0
C 0 2 F	1/44	(2006.01)	C 0 2 F	1/44	H
C 0 2 F	5/00	(2006.01)	C 0 2 F	5/00	6 1 0 B
C 0 2 F	5/10	(2006.01)	C 0 2 F	5/00	6 2 0 B
C 0 2 F	5/12	(2006.01)	C 0 2 F	5/00	6 2 0 C
C 0 2 F	5/14	(2006.01)	C 0 2 F	5/10	6 2 0 B
			C 0 2 F	5/10	6 2 0 F
			C 0 2 F	5/10	6 2 0 Z
			C 0 2 F	5/12	
			C 0 2 F	5/14	B

(56)参考文献 特開平 0 3 - 0 2 6 3 9 0 (J P , A)
 特開平 0 9 - 2 9 4 9 8 8 (J P , A)
 特開 2 0 0 0 - 3 1 7 4 5 7 (J P , A)
 特開平 1 1 - 1 6 5 1 7 7 (J P , A)
 特開平 0 9 - 2 9 0 2 7 1 (J P , A)
 特開平 1 1 - 2 4 4 8 5 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C02F 1/469
 B01D 61/00-71/82
 C02F 1/44
 C02F 5/00- 5/14