

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3966491号
(P3966491)

(45) 発行日 平成19年8月29日(2007.8.29)

(24) 登録日 平成19年6月8日(2007.6.8)

(51) Int.C1.

F 1

CO2F 1/469	(2006.01)	CO2F 1/46	103
BO1D 61/48	(2006.01)	BO1D 61/48	
BO1D 61/54	(2006.01)	BO1D 61/54	500

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願平11-110387
(22) 出願日	平成11年4月19日(1999.4.19)
(65) 公開番号	特開2000-301156(P2000-301156A)
(43) 公開日	平成12年10月31日(2000.10.31)
審査請求日	平成16年4月6日(2004.4.6)

(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	日高 真生 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 田口 昌浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電気式脱イオン水製造装置及びこれを用いる通水方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

濃縮室、第1脱塩室、濃縮室、第2脱塩室を順次に配し、これを複数積層し、これらの脱塩室及び濃縮室の積層体を陽極と陰極の間に配置して形成される電気式脱イオン水製造装置において、前記第1脱塩室流出管と前記第2脱塩室流入管が連接されたものであるか、又は前記第2脱塩室流出管と前記第1脱塩室流入管が連接されたものであり、前記第1脱塩室流出管と前記第2脱塩室流入管が連接されたものである場合は、前記第1脱塩室はアニオン交換体の単床であり、且つ前記第2脱塩室はアニオン交換体とカチオン交換体の混合床であり、前記第2脱塩室流出管と前記第1脱塩室流入管が連接されたものである場合は、前記第2脱塩室はアニオン交換体の単床であり、且つ前記第1脱塩室はアニオン交換体とカチオン交換体の混合床であることを特徴とする電気式脱イオン水製造装置。

【請求項2】

濃縮室、第1脱塩室、濃縮室、第2脱塩室を順次に配し、これを複数積層し、これらの脱塩室及び濃縮室の積層体を陽極と陰極の間に配置して形成される電気式脱イオン水製造装置において、前記第1脱塩室流出管と前記第2脱塩室流入管が連接されたものであるか、又は前記第2脱塩室流出管と前記第1脱塩室流入管が連接されたものであり、前記第1脱塩室流出管と前記第2脱塩室流入管が連接されたものである場合は、前記第1脱塩室はアニオン交換体の単床であり、且つ前記第2脱塩室は流入側がアニオン交換体の単床、流出側がアニオン交換体とカチオン交換体の混合床であり、前記第2脱塩室流出管と前記第1脱塩室流入管が連接されたものである場合は、前記第2脱塩室はアニオン交換体の単床

であり、且つ前記第1脱塩室は流入側がアニオン交換体の単床、流出側がアニオン交換体とカチオン交換体の混合床であることを特徴とする電気式脱イオン水製造装置。

【請求項3】

濃縮室、アニオン交換体の単床である第1脱塩室、濃縮室、アニオン交換体とカチオン交換体の混合床である第2脱塩室を順次に配し、これを複数積層し、これらの脱塩室及び濃縮室の積層体を陽極と陰極の間に配置し、電圧を印加しながら第1脱塩室に被処理水を流入し、次いで、前記第1脱塩室の流出水を前記第2脱塩室に流入すると共に、濃縮室に濃縮水を流して被処理水中の不純物イオンを除去し、脱イオン水を製造することを特徴とする通水方法。

【請求項4】

濃縮室、アニオン交換体とカチオン交換体の混合床である第1脱塩室、濃縮室、アニオン交換体の単床である第2脱塩室を順次に配し、これを複数積層し、これらの脱塩室及び濃縮室の積層体を陽極と陰極の間に配置し、電圧を印加しながら第2脱塩室に被処理水を流入し、次いで、前記第2脱塩室の流出水を前記第1脱塩室に流入すると共に、濃縮室に濃縮水を流して被処理水中の不純物イオンを除去し、脱イオン水を製造することを特徴とする通水方法。

10

【請求項5】

濃縮室、アニオン交換体の単床である第1脱塩室、濃縮室、流入側をアニオン交換体の単床、流出側をアニオン交換体とカチオン交換体の混合床とする第2脱塩室を順次に配し、これを複数積層し、これらの脱塩室及び濃縮室の積層体を陽極と陰極の間に配置し、電圧を印加しながら第1脱塩室に被処理水を流入し、次いで、前記第1脱塩室の流出水を前記第2脱塩室に流入すると共に、濃縮室に濃縮水を流して被処理水中の不純物イオンを除去し、脱イオン水を製造することを特徴とする通水方法。

20

【請求項6】

濃縮室、流入側をアニオン交換体の単床、流出側をアニオン交換体とカチオン交換体の混合床とする第1脱塩室、濃縮室、アニオン交換体の単床である第2脱塩室を順次に配し、これを複数積層し、これらの脱塩室及び濃縮室の積層体を陽極と陰極の間に配置し、電圧を印加しながら第2脱塩室に被処理水を流入し、次いで、前記第2脱塩室の流出水を前記第1脱塩室に流入すると共に、濃縮室に濃縮水を流して被処理水中の不純物イオンを除去し、脱イオン水を製造することを特徴とする通水方法。

30

【請求項7】

前記第1脱塩室における被処理水の通水方向と前記第2脱塩室における被処理水の通水方向が同一方向であり、且つ濃縮室における濃縮水の通水方向が、これと逆方向であることを特徴とする請求項3～6のいずれか1項記載の通水方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体製造分野、医製薬製造分野、原子力や火力等の発電分野、食品工業などの各種の産業又は研究所施設において使用され、カルシウムやマグネシウムなどの硬度成分のスケール発生を抑制する電気式脱イオン水製造装置及びこれを用いる通水方法に関するものである。

40

【0002】

【従来の技術】

脱イオン水を製造する方法として、従来からイオン交換樹脂に被処理水を通して脱イオンを行う方法が知られているが、この方法ではイオン交換樹脂がイオンで飽和されたときに薬剤によって再生を行う必要があり、このような処理操作上の不利な点を解消するため、近年、薬剤による再生が全く不要な電気式脱イオン法による脱イオン水製造方法が確立され、実用化に至っている。

【0003】

図4はその従来の典型的な電気式脱イオン水製造装置の模式断面図を示す。図4に示すよ

50

うに、カチオン交換膜 101 及びアニオン交換膜 102 を離間して交互に配置し、カチオン交換膜 101 とアニオン交換膜 102 で形成される空間内に一つおきにイオン交換体 103 を充填して脱塩室とする。脱塩室の被処理水流入側（前段）にはアニオン交換樹脂 103a が充填され、脱塩室の被処理水流出側（後段）にはカチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂の混合イオン交換樹脂 103b が充填されている。また、脱塩室 104 のそれぞれ隣に位置するアニオン交換膜 102 とカチオン交換膜 101 で形成されるイオン交換体 103 を充填していない部分は濃縮水を流すための濃縮室 105 とする。

【0004】

また、図 5 に示すように、カチオン交換膜 101 とアニオン交換膜 102 と、その内部に充填するイオン交換体 103 とで脱イオンモジュール 106 を形成する。

10

【0005】

すなわち、内部がくり抜かれた枠体 107 の一方の側にカチオン交換膜 101 を封着し、枠体 107 のくり抜かれた部分の上方部（前段）にアニオン交換樹脂 103a を、下方部（後段）に混合イオン交換樹脂 103b をそれぞれ充填し、次いで、枠体 107 の他方の部分にアニオン交換膜 102 を封着する。なお、イオン交換膜 101 と 102 は比較的柔らかいものであり、枠体 107 内部にイオン交換体 103 を充填してその両面をイオン交換膜で封着した時、イオン交換膜が湾曲してイオン交換体 103 の充填層が不均一となるのを防止するため、枠体 107 の空間部に複数のリブ 108 を縦設するのが一般的である。また、図では省略するが、枠体 107 の上方部に被処理水の流入口が、また枠体の下方部に処理水の出口が付設されている。

20

【0006】

このような脱イオンモジュール 106 の複数個をその間に図では省略するスペーサーを挟んで、並設した状態が図 4 に示されたものであり、並設した脱イオンモジュール 106 の一端側に陰極 109 を配設すると共に、他端側に陽極 110 を配設する。なお、前述したスペーサーを挟んだ位置が濃縮室 105 であり、また両端の濃縮室 105 の両外側に必要に応じカチオン交換膜 101、アニオン交換膜 102、あるいはイオン交換性のない単なる隔膜等の仕切り膜を配設し、仕切り膜で仕切られた両電極 109、110 が接触する部分をそれぞれ陰極室 112 及び陽極室 113 とする。

【0007】

従来、電気式脱イオン水製造装置の脱塩室に充填されるイオン交換体は、前述のように、被処理水側をアニオン交換体、処理水側をカチオン交換体とアニオン交換体の混合イオン交換体とする形態、被処理水側をアニオン交換体、処理水側をカチオン交換体とする形態及び脱塩室内をカチオン交換体とアニオン交換体の混合イオン交換体とする形態などがあるものの、複数個設置された各脱塩室はいずれも全て同じイオン交換体の配置構造となっていた。また、脱塩室に流入する被処理水の流通方向は、各脱塩室共に同一方向で且つ一過式であり、各脱塩室からの流出水は処理水として、そのままユースポイントあるいは後段装置へと送られていた。

30

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような電気式脱イオン水製造装置においては、濃縮室のカルシウムやマグネシウムなどの硬度成分が移動してくる箇所で局所的に pH が高くなり、スケール発生が頻繁に起こるという問題があった。これは脱塩室のカチオン交換体が充填されている箇所でカチオン交換され溶離した硬度成分がカチオン交換膜を通して濃縮室に移動するが、硬度成分が移動する濃縮室の隣り合う反対側の脱塩室にもカチオン交換体が充填されており、塩化物イオンや硫酸イオンなどのアニオン成分が極微量しか移動しないため濃縮室の当該部分では pH が上昇することと、更に移動イオン量が極端に少ないために水の電気分解が起こることから、炭酸カルシウムや水酸化マグネシウムなどのスケールが発生するものと思われる。

40

【0009】

このスケール発生を前述の電気式脱イオン水製造装置によって脱イオン水を製造する場合

50

について、図4及び脱塩室と濃縮室の関係を原理的に示した図3を参照して説明する。すなわち、陰極109と陽極110間に直流電流を通じ、また、被処理水流入管111から被処理水が流入すると共に、濃縮水流入管115から濃縮水が流入し、且つ電極水流入管117、117からそれぞれ電極水が流入する。被処理水流入管111から流入した被処理水は脱塩室104を流下し、先ず、前段のアニオン交換樹脂103aを通過する際、塩酸イオンや硫酸イオンなどのアニオン成分が除去され、次に、後段のカチオン交換樹脂及びアニオン交換樹脂の混合イオン交換樹脂103bを通過する際、マグネシウムやカルシウムなどの硬度成分が除去される。従って、このマグネシウムやカルシウムなどの硬度成分が移動してくる箇所は脱塩室104の下流部に隣接する濃縮室105である。この濃縮室105の隣り合う反対側の脱塩室104にはカチオン交換樹脂及びアニオン交換樹脂の混合イオン交換樹脂103bが同様に充填されているため、アニオン成分が移動してくるが、ほとんどのアニオン成分は脱塩室前段のアニオン交換樹脂103a層において除去されており、この脱塩室104後段の陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂の混合イオン交換樹脂103bが充填されている箇所に隣接する濃縮室105には水の電気分解によって発生した水酸基が主に移動してくることになり、これが、pHの上昇を招き、水酸化マグネシウムや炭酸カルシウムなどのスケールが発生する。
10

【0010】

一方、特公平5-79397号公報には、脱塩室から流出した処理水を隣合う他方の脱塩室へ更に流入して部分脱塩を行い、次いで、部分脱塩処理された中間処理水を他の脱塩室に流入して完全脱塩を行い、脱イオン水を得る電気式脱イオン水製造装置が開示されている。しかしながら、この電気式脱イオン水製造装置は、両端の一対の電極に加え、部分脱塩を行う脱塩室と完全脱塩を行う脱塩室の間に更にもう1個の電極を備えているため、積層され難い構造となっている。また、マグネシウムやカルシウムなどの硬度成分のスケール発生防止に関しては何らの対策も施されていない。
20

【0011】

更に、従来の電気式脱イオン水製造装置において、カチオン交換体、アニオン交換体又はカチオン交換体とアニオン交換体の混合イオン交換体の3種のイオン交換体を脱塩室に充填する場合、電気抵抗と電流効率は脱塩室の厚さにより異なり、3種のイオン交換体について、それぞれ最適な脱塩室厚さが存在するにもかかわらず、上記3種類のイオン交換体のうち2種以上のイオン交換体が存在する限り、電気抵抗を低減する観点からの厚さ設計はできなかった。
30

【0012】

従って、本発明の目的は、マグネシウムやカルシウムなどの硬度成分のスケール発生を抑制することができると共に、電流効率を維持しつつ脱塩室の電気抵抗を低減する最適脱塩室厚さに設計可能な電気式脱イオン水製造装置及びこれを用いる通水方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

かかる実情において、本発明者らは鋭意検討を行った結果、従来の電気式脱イオン水製造装置において、隣合う脱塩室を第1脱塩室と第2脱塩室とし、被処理水が最初に流入する脱塩室（第1脱塩室又は第2脱塩室）にはアニオン交換体を充填し、隣合う他の脱塩室（第2脱塩室又は第1脱塩室）には少なくともアニオン交換体とカチオン交換体の混合イオン交換体を充填し、最初の脱塩室の流出水を隣合う他の脱塩室に流入させて脱イオン水を得れば、従来、濃縮室内であって被処理水流入側のアニオン膜表面近傍で析出しがちであったマグネシウムやカルシウムなどの硬度成分のスケールがほとんど発生せず、長期間に亘って、安定した運転が継続できることなどを見出し、本発明を完成するに至った。
40

【0014】

すなわち、本発明は、濃縮室、第1脱塩室、濃縮室、第2脱塩室を順次に配し、これを複数積層し、これらの脱塩室及び濃縮室の積層体を陽極と陰極の間に配置して形成される電気式脱イオン水製造装置において、前記第1脱塩室流出管と前記第2脱塩室流入管が連
50

接されたものであるか、又は前記第2脱塩室流出管と前記第1脱塩室流入管が連接されたものであり、前記第1脱塩室流出管と前記第2脱塩室流入管が連接されたものである場合は、前記第1脱塩室はアニオン交換体の单床であり、且つ前記第2脱塩室はアニオン交換体とカチオン交換体の混合床であり、前記第2脱塩室流出管と前記第1脱塩室流入管が連接されたものである場合は、前記第2脱塩室はアニオン交換体の单床であり、且つ前記第1脱塩室はアニオン交換体とカチオン交換体の混合床であることを特徴とする電気式脱イオン水製造装置を提供するものである。

【0015】

また、本発明は、濃縮室、第1脱塩室、濃縮室、第2脱塩室を順次に配し、これを複数積層し、これらの脱塩室及び濃縮室の積層体を陽極と陰極の間に配置して形成される電気式脱イオン水製造装置において、前記第1脱塩室流出管と前記第2脱塩室流入管が連接されたものであるか、又は前記第2脱塩室流出管と前記第1脱塩室流入管が連接されたものであり、前記第1脱塩室流出管と前記第2脱塩室流入管が連接されたものである場合は、前記第1脱塩室はアニオン交換体の单床であり、且つ前記第2脱塩室は流入側がアニオン交換体の单床、流出側がアニオン交換体とカチオン交換体の混合床であり、前記第2脱塩室流出管と前記第1脱塩室流入管が連接されたものである場合は、前記第2脱塩室はアニオン交換体の单床であり、且つ前記第1脱塩室は流入側がアニオン交換体の单床、流出側がアニオン交換体とカチオン交換体の混合床であることを特徴とする電気式脱イオン水製造装置を提供するものである。

【0016】

また、本発明は、濃縮室、アニオン交換体の单床である第1脱塩室、濃縮室、アニオン交換体とカチオン交換体の混合床である第2脱塩室を順次に配し、これを複数積層し、これらの脱塩室及び濃縮室の積層体を陽極と陰極の間に配置し、電圧を印加しながら第1脱塩室に被処理水を流入し、次いで、前記第1脱塩室の流出水を前記第2脱塩室に流入すると共に、濃縮室に濃縮水を流して被処理水中の不純物イオンを除去し、脱イオン水を製造することを特徴とする通水方法を提供するものである。

【0017】

また、本発明は、濃縮室、アニオン交換体とカチオン交換体の混合床である第1脱塩室、濃縮室、アニオン交換体の单床である第2脱塩室を順次に配し、これを複数積層し、これらの脱塩室及び濃縮室の積層体を陽極と陰極の間に配置し、電圧を印加しながら第2脱塩室に被処理水を流入し、次いで、前記第2脱塩室の流出水を前記第1脱塩室に流入すると共に、濃縮室に濃縮水を流して被処理水中の不純物イオンを除去し、脱イオン水を製造することを特徴とする通水方法を提供するものである。

【0018】

また、本発明は、濃縮室、アニオン交換体の单床である第1脱塩室、濃縮室、流入側をアニオン交換体の单床、流出側をアニオン交換体とカチオン交換体の混合床とする第2脱塩室を順次に配し、これを複数積層し、これらの脱塩室及び濃縮室の積層体を陽極と陰極の間に配置し、電圧を印加しながら第1脱塩室に被処理水を流入し、次いで、前記第1脱塩室の流出水を前記第2脱塩室に流入すると共に、濃縮室に濃縮水を流して被処理水中の不純物イオンを除去し、脱イオン水を製造することを特徴とする通水方法を提供するものである。

【0019】

また、本発明は、濃縮室、流入側をアニオン交換体の单床、流出側をアニオン交換体とカチオン交換体の混合床とする第1脱塩室、濃縮室、アニオン交換体の单床である第2脱塩室を順次に配し、これを複数積層し、これらの脱塩室及び濃縮室の積層体を陽極と陰極の間に配置し、電圧を印加しながら第2脱塩室に被処理水を流入し、次いで、前記第2脱塩室の流出水を前記第1脱塩室に流入すると共に、濃縮室に濃縮水を流して被処理水中の不純物イオンを除去し、脱イオン水を製造することを特徴とする通水方法を提供するものである。また、本発明は、前記第1脱塩室における被処理水の通水方向と前記第2脱塩室における被処理水の通水方向が同一方向であり、且つ濃縮室における濃縮水の通水方向が

10

20

30

40

50

、これと逆方向であることを特徴とする前記通水方法を提供するものである。

【0020】

本発明によれば、マグネシウムやカルシウムなどの硬度成分のスケール発生を抑制することができると共に、イオン交換体の種類に応じて電流効率を維持しつつ脱塩室の電気抵抗を低減する最適脱塩室厚さに設計可能である。また、第1脱塩室と第2脱塩室の1組を所望の複数組で積層すれば、電気式脱イオン水製造装置の任意の流量を設定できる。

【0021】

【発明の実施の形態】

本発明の第1の実施の形態における電気式脱イオン水製造装置を図1を参照して説明する。図1は本実施の形態における電気式脱イオン水製造装置の原理図である。図1に示すように、カチオン交換膜7及びアニオン交換膜8を離間して交互に配置し、カチオン交換膜7とアニオン交換膜8で形成される空間内に一つおきにイオン交換体103を充填して脱塩室1とする。この脱塩室1はカチオン交換体とアニオン交換体の混合イオン交換体9が充填された第1脱塩室1aと、アニオン交換体10が充填された第2脱塩室1bを1組として、複数組が設置された構造であり(図では2組の設置)、第2脱塩室流出管12と第1脱塩室流入管13は連接されている。また、脱塩室1のそれぞれ隣に位置するアニオン交換膜8とカチオン交換膜7で形成されるイオン交換体を充填していない部分は濃縮水流すための濃縮室3とする。このような第1脱塩室1aと第2脱塩室1bを配する1組の脱塩室を複数併設した積層体の一端側に陰極5を配設すると共に、他端側に陽極6を配設する。また両端の濃縮室3の両外側に必要に応じカチオン交換膜7、アニオン交換膜8、あるいはイオン交換性のない単なる隔膜等の仕切り膜を配設し、仕切り膜で仕切られた両電極5、6が接触する部分を電極室4、4とする。

【0022】

このような、電気式脱イオン水製造装置によって脱イオン水を製造する場合、以下のように操作される。すなわち、陰極5と陽極6間に直流電流を通じ、また被処理水流入管11から被処理水が流入すると共に、濃縮水流入管15から濃縮水が流入し、かつ図では省略する電極水流入管からそれぞれ電極水が流入する。被処理水流入管11から流入した被処理水は第2脱塩室1bを流下し、アニオン交換体10の充填層を通過する際に不純物イオンが除去される。更に、第2脱塩室1bの処理水流出管12を通った流出水は、第1脱塩室1aの被処理水流入管13を通って第1脱塩室1aを流下し、ここでもカチオン交換体とアニオン交換体の混合イオン交換体9の充填層を通過する際に不純物イオンが除去され、脱イオン水が脱イオン水流出管14から得られる。また、濃縮水流入管15から流入した濃縮水は各濃縮室3を上昇し、カチオン交換膜7及びアニオン交換膜8を介して移動してくる不純物イオンを受取り、不純物イオンを濃縮した濃縮水として濃縮水流出管16から流出され、さらに図では省略する電極水流入管から流入した電極水は電極水流出管から流出される。上述の操作によって、被処理水中の不純物イオンは電気的に除去される。

【0023】

本実施の形態例において、マグネシウムやカルシウムなどの硬度成分がカチオン交換膜7を通して第1脱塩室1aから移動する濃縮室3では、この濃縮室3の隣接する反対側の第1脱塩室1bからは塩化物イオンや硫酸イオンなどのアニオンが移動してくる。このため、1組の第2脱塩室1bと隣接する他の組の第1脱塩室1aに挟まれる濃縮室の内部のpHは常時中性から酸性に保たれるためスケールの発生を防止する。すなわち、第1脱塩室1aにはカチオン交換体とアニオン交換体の混合イオン交換体9が充填されているため、上記の如く、カチオン交換膜を通して濃縮室3にカチオン成分が移動してくる。一方、この濃縮室3と隣接する反対側の第2脱塩室1bにはアニオン交換体10が充填されているため、水の電気分解から発生する水酸基は極力低減され、pHを低下させる塩化物イオンや硫酸イオンの当該濃縮室3への移動が活発となりスケールの発生を抑制する。また、濃縮室3に移動する不純物イオンは被処理水流入側で起こりやすいが、濃縮水の流れは脱塩室の被処理水の流れと逆の上昇流であるため、不純物イオンは速やかに系外に排出されるという効果も有する。

10

20

30

40

50

【0024】

また、本実施の形態例によれば、脱塩室を分割して第1脱塩室と第2脱塩室とし、第1脱塩室1aにはカチオン交換体とアニオン交換体の混合イオン交換体9を充填し、第2脱塩室1bにはアニオン交換体10を充填しているため、イオン交換体の種類に応じて、電流効率を維持しつつ電気抵抗を低減できる最適な脱塩室厚さを設定することができる。

【0025】

次に、本発明の第2の実施の形態における電気式脱イオン水製造装置を図2を参照して説明する。図2は本実施の形態における電気式脱イオン水製造装置の原理図である。第2の実施の形態例において、図1の第1の実施の形態例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、異なる点について説明する。すなわち、図2において、図1と異なる点は、被処理水が最初に流入する脱塩室を第1脱塩室とし、第1脱塩室流出水を第2脱塩室に流入させ第2脱塩室流出水を脱イオン水とする点、及び第1脱塩室にはアニオン交換体を充填し、第2脱塩室には第2脱塩室流入側にアニオン交換体を、第2脱塩室流出側にカチオン交換体とアニオン交換体の混合イオン交換体を充填した点である。

10

【0026】

このような、電気式脱イオン水製造装置によって脱イオン水を製造する場合、第1の実施の形態例と同様に操作される。この場合、被処理水流入管11から流入した被処理水は第1脱塩室1aを流下し、アニオン交換体10の充填層を通過する際に不純物イオンが除去される。更に、第1脱塩室1aの処理水流出管12aを通った流出水は、第2脱塩室1bの被処理水流入管13aを通って第2脱塩室1bを流下し、ここでもアニオン交換体10及びカチオン交換体とアニオン交換体の混合イオン交換体9の充填層を通過する際に不純物イオンが除去され、脱イオン水が脱イオン水流出管14から得られる。また、濃縮水流入管15から流入した濃縮水は各濃縮室3を上昇し、カチオン交換膜7及びアニオン交換膜8を介して移動してくる不純物イオンを受取り、不純物イオンを濃縮した濃縮水として濃縮水流出管16から流出される。上述の操作によって、被処理水中の不純物イオンは電気的に除去される。

20

【0027】

本実施の形態例において、マグネシウムやカルシウムなどの硬度成分がカチオン交換膜7を通して第2脱塩室1bから移動する濃縮室3では、この濃縮室3の隣接する反対側の第1脱塩室1aからは塩化物イオンや硫酸イオンなどのアニオンが移動してくる。このため、1組の第1脱塩室1aと隣接する同じ組の第2脱塩室1bに挟まれる濃縮室の内部のpHは常時中性から酸性に保たれるためスケールの発生を防止する。すなわち、第2脱塩室1bの後段にはカチオン交換体とアニオン交換体の混合イオン交換体9が充填されているため、上記の如く、カチオン交換膜を通して濃縮室3にカチオン成分が移動してくる。一方、この濃縮室3と隣接する反対側の第1脱塩室1aにはアニオン交換体10が充填されているため、水の電気分解から発生する水酸基は極力低減され、pHを低下させる塩化物イオンや硫酸イオンの当該濃縮室3への移動が活発となりスケールの発生を抑制する。

30

【0028】

本発明において、被処理水が最初に流入する脱塩室（第1脱塩室又は第2脱塩室）に充填されるイオン交換体としては、少なくともアニオン交換体を含むものであれば特に制限されないが、アニオン交換体の単床が好ましい。アニオン交換体とカチオン交換体の混床である場合には、混床に占めるアニオン比率を高めたものが好ましい。

40

【0029】

また、前記脱塩室の流出水が流入する脱塩室（被処理水が最初に流入する脱塩室が第1脱塩室であれば、第2脱塩室であり、被処理水が最初に流入する脱塩室が第2脱塩室であれば、第1脱塩室である）に充填されるイオン交換体としては、少なくともカチオン交換体を含むものであれば特に制限されないが、カチオン交換体とアニオン交換体の混床が好ましい。また、その他に前段部分をアニオン交換体の単床、後段部分をカチオン交換体とアニオン交換体の混床とする形態及び前段部分をカチオン交換体とアニオン交換体の混床でアニオン比率を高めたもの、後段部分をカチオン交換体とアニオン交換体の混床でカチ

50

オン比率を高めたものか、カチオン交換体の単床とする形態が挙げられる。本発明の好ましいイオン交換体の充填例としては、被処理水が最初に流入する脱塩室に充填されるイオン交換体がアニオン交換体の単床であり、且つ当該脱塩室の流出水が流入する脱塩室に充填されるイオン交換体がカチオン交換体とアニオン交換体の混床である。

【0030】

イオン交換体としては、イオン交換樹脂、イオン交換纖維などイオン交換機能を有する物質であればいずれでもよく、また、それらを組合せたものであってもよい。

【0031】

被処理水の流れは、被処理水が最初に第1脱塩室に流入する場合、第1脱塩室の流出水は第2脱塩室に流入され、第2脱塩室の流出水が処理水となり、被処理水が最初に第2脱塩室に流入する場合、第2脱塩室の流出水は第1脱塩室に流入され、第1脱塩室の流出水が処理水となる。第1脱塩室と第2脱塩室における流通水の流れ方向としては、共に同一方向であっても、また、互いに逆の方向であってもよい。濃縮室における濃縮水の流通方向としては、特に制限されないが、第1脱塩室と第2脱塩室における被処理水の流れ方向が同一方向である場合に、これと逆方向とするのが、脱塩室から濃縮室に移動した不純物イオンを速やかに系外へ排出させることができる点で好ましい。

【0032】

【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が、これは単に例示であって、本発明を制限するものではない。

実施例1

下記装置仕様及び運転条件下において、図1に準ずる構成、すなわち3組の脱塩室積層体（6個の脱塩室）を並設して構成される電気式脱イオン水製造装置の脱塩室及び濃縮室にそれぞれ通水して、1万時間の通水運転を行った。結果を表1に示す。表1中、「スケール発生」は1万時間の通水運転後、電気式脱イオン水製造装置を分解して、濃縮室内のアニオン交換膜表面のスケール発生状況を目視観察し、スケール発生無しを「」、少量のスケール発生を認めるを「」、多量のスケール発生を認めるを「×」として評価した。

- ・被処理水及び濃縮水；工業用水を逆浸透膜装置で処理して得た透過水
- ・被処理水の抵抗率；0.31M - cm
- ・第1脱塩室；幅300mm、高さ600mm、厚さ3mm
- ・第1脱塩室充填イオン交換樹脂；アニオン交換樹脂（A）とカチオン交換樹脂（K）との混合イオン交換樹脂（混合比は体積比でA : K = 1 : 1）
- ・第2脱塩室；幅300mm、高さ600mm、厚さ8mm
- ・第2脱塩室充填イオン交換樹脂；アニオン交換樹脂
- ・装置全体の流量；200リットル/h.

【0033】

実施例2

下記装置仕様及び運転条件下において、図2に準ずる構成の電気式脱イオン水製造装置とする以外は、実施例1と同様の方法で通水運転を行った。結果を表1に示す。

- ・第1脱塩室；幅300mm、高さ600mm、厚さ8mm
- ・第1脱塩室充填イオン交換樹脂；アニオン交換樹脂
- ・第2脱塩室；幅300mm、高さ600mm、厚さ3mm
- ・第2脱塩室充填イオン交換樹脂；前段（高さ300mm相当）はアニオン交換樹脂、後段（高さ300mm相当）はアニオン交換樹脂（A）とカチオン交換樹脂（K）との混合イオン交換樹脂（混合比は体積比でA : K = 1 : 1）

【0034】

比較例1

下記装置仕様及び運転条件下において、図4に準ずる構成、すなわち6個の脱塩室（脱イオンモジュール）を並設して構成される電気式脱イオン水製造装置の脱塩室及び濃縮室に

10

20

30

40

50

それぞれ通水して、1万時間の通水運転を行った。結果を表1に示す。但し、被処理水、濃縮水の水質及び装置全体の流量は実施例1と同様である。

- ・脱塩室；幅300mm、高さ600mm、厚さ8mm
- ・脱塩室充填イオン交換樹脂；脱塩室内の上半分に実施例1と同じアニオン交換樹脂を配置し、下半分に実施例1と同じ混合イオン交換樹脂を配置した。

【0035】

【表1】

	実施例1	実施例2	比較例1
平均印加電圧 (V)	38	36	50
電流 (A)	1.5	1.5	1.5
処理水質 (MΩ-cm)	17.9	17.8	11.0
濃縮室通水差圧 (kg/cm ²)	0.7	0.8	1.2
スケール発生	○	○	△

10

20

【0036】

表1より、実施例1及び実施例2は比較例1に比して、1.5Aの電流を流すのに約28%の電力を低減することができる。このように、本発明の電気式脱イオン水製造装置ではイオン交換体の充填方式に対する電気抵抗を低減する観点からの適正な厚さ設計が可能である。また、実施例1及び実施例2では、スケールの発生が全く認められないのに対して、比較例1では少量のスケールの発生が認められた。

【0037】

【発明の効果】

本発明の電気式脱イオン水製造装置及びこれを用いる通水方法によれば、マグネシウムやカルシウムなどの硬度成分のスケール発生を抑制することができると共に、電流効率を維持しつつイオン交換体の種類に応じて脱塩室の電気抵抗を低減する最適脱塩室厚さに設計可能である。従って、スケール発生の無い省電力型通水運転を長期間に亘って安定して行える。また、第1脱塩室と第2脱塩室の1組を所望の複数組で積層すれば、電気式脱イオン水製造装置の任意の流量に設定できる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における電気式脱イオン水製造装置の原理図である。

【図2】本発明の他の実施の形態における電気式脱イオン水製造装置の原理図である。

【図3】従来の電気式脱イオン水製造装置の原理図である。

【図4】従来の電気式脱イオン水製造装置の模式図である。

40

【図5】従来の脱塩室を構成するための脱イオンモジュールを示す分解斜視図である。

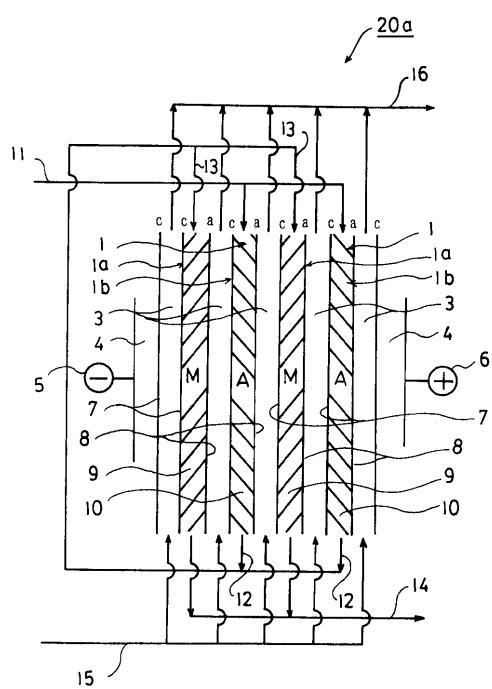
【符号の説明】

- | | |
|-----------|---------|
| 1、104 | 脱塩室 |
| 1 a | 第1脱塩室 |
| 1 b | 第2脱塩室 |
| 3、105 | 濃縮室 |
| 4、112、113 | 電極室 |
| 5、109 | 陰極 |
| 6、110 | 陽極 |
| 7、101 | カチオン交換膜 |

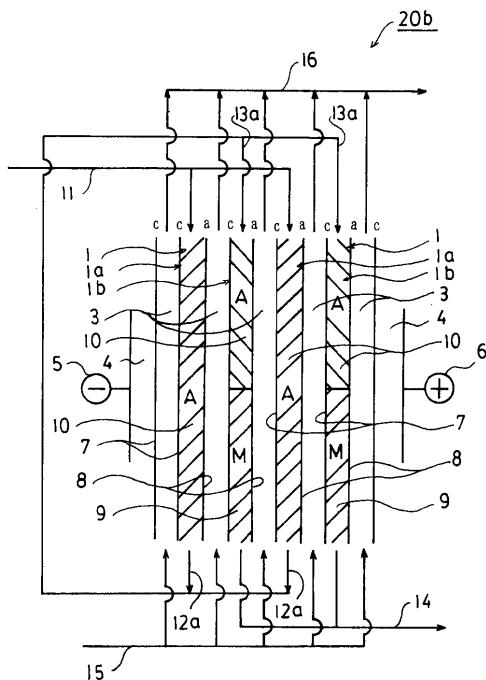
50

8、102	アニオン交換膜	
9	カチオン交換体とアニオン交換体の混合イオン交換体	
10	アニオン交換体	
11、111	被処理水流入管	
12	第2脱塩室流出管	
12a	第1脱塩室流出管	
13	第1脱塩室流入管	
13a	第2脱塩室流入管	
14、114	脱イオン水流出管	
15、115	濃縮水流入管	10
16、116	濃縮水流出管	
20a、20b、100	電気式脱イオン水製造装置	
103	イオン交換体	
106	脱イオンモジュール	
107	枠体	
108	補強リブ	

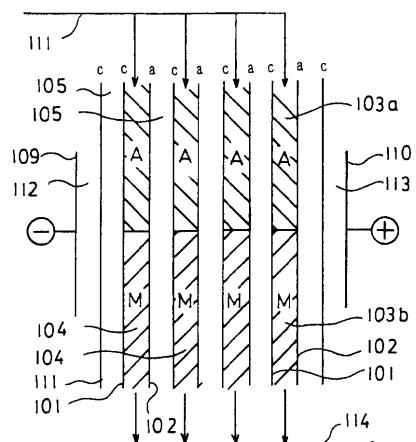
【図1】



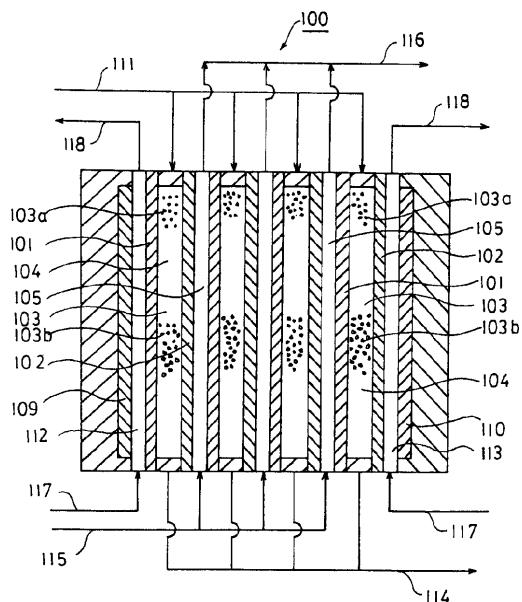
【図2】



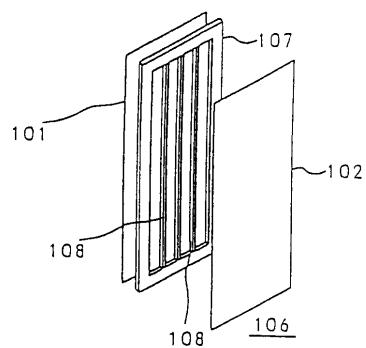
【 図 3 】



【 図 4 】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-043554(JP,A)
特開平01-307410(JP,A)
特開平04-071624(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F 1/469
B01D 61/44-61/54