

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-268331

(P2007-268331A)

(43) 公開日 平成19年10月18日(2007.10.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
CO2F 1/469 (2006.01)	CO2F 1/46 103	4D006
BO1D 61/48 (2006.01)	BO1D 61/48	4D061

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2006-93819 (P2006-93819)  
 (22) 出願日 平成18年3月30日 (2006.3.30)

(71) 出願人 000004400  
 オルガノ株式会社  
 東京都江東区新砂1丁目2番8号  
 (71) 出願人 000230940  
 日本原子力発電株式会社  
 東京都千代田区神田美土代町1番地1  
 (74) 代理人 100091384  
 弁理士 伴 俊光  
 (72) 発明者 建持 千佳  
 東京都江東区新砂1丁目2番8号 オルガ  
 ノ株式会社内  
 (72) 発明者 布施 雄一郎  
 東京都江東区新砂1丁目2番8号 オルガ  
 ノ株式会社内

最終頁に続く

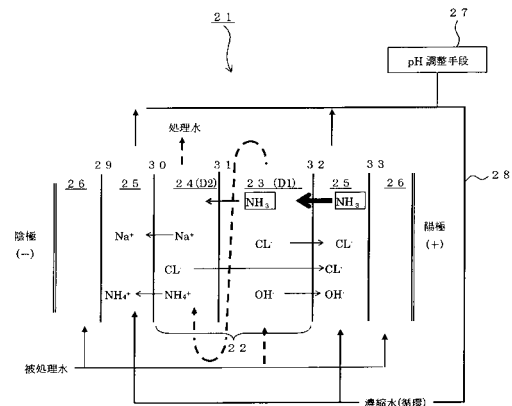
(54) 【発明の名称】 電気式脱イオン水製造装置

(57) 【要約】

【課題】 濃縮水中の弱塩基性物質が脱塩室に逆拡散して処理水の水質を低下させることを防止可能な電気式脱イオン水製造装置を提供する。

【解決手段】 脱塩室の両側に濃縮室を設け、これら脱塩室および濃縮室を電極室の間に配置し、陽極と陰極との間に電圧を印加しながら、脱塩室に弱塩基性イオンを含む被処理水を、濃縮室に濃縮水を、電極室に電極水を、それぞれ流入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装置であって、濃縮室を流れる濃縮水を循環する、濃縮水タンクを含む濃縮水循環系に、解離していない分子の濃縮室側から脱塩室側への逆拡散を防止すべく、濃縮水タンクから濃縮室に向けて流出する循環濃縮水のpHを調整する濃縮水のpH調整手段を設けたことを特徴とする電気式脱イオン水製造装置。濃縮水のpHを、弱塩基性物質がイオン化するpHに調整、維持し、処理水側に逆拡散させないようにする。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

一側のカチオン交換膜および他側のアニオン交換膜で区画される室にイオン交換体を充填して被処理水を脱塩処理する脱塩室を構成し、前記カチオン交換膜、アニオン交換膜を介して脱塩室の両側に濃縮室を設け、これら脱塩室および濃縮室を、陽極を備えた陽極室と陰極を備えた陰極室からなる両電極室の間に配置し、陽極と陰極との間に電圧を印加しながら、前記脱塩室に弱塩基性イオンを含む被処理水を、前記濃縮室に濃縮水を、前記電極室に電極水を、それぞれ流入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装置であって、前記濃縮室を流れる濃縮水を循環する、濃縮水タンクを含む濃縮水循環系に、解離していない分子の前記濃縮室側から前記脱塩室側への逆拡散を防止すべく、前記濃縮水タンクから前記濃縮室に向けて流出する循環濃縮水の pH を調整する濃縮水の pH 調整手段を設けたことを特徴とする電気式脱イオン水製造装置。

10

## 【請求項 2】

前記 pH 調整手段が、前記循環濃縮水の pH を 5 以下に調整する手段からなる、請求項 1 に記載の電気式脱イオン水製造装置。

## 【請求項 3】

前記被処理水が、pH 9 ~ 11、アンモニア濃度 500  $\mu\text{g}/\text{L}$  ~ 100  $\text{mg}/\text{L}$  のアンモニアを含む被処理水からなり、前記 pH 調整手段が、前記循環濃縮水の pH を 3 以下に調整する手段からなる、請求項 1 または 2 に記載の電気式脱イオン水製造装置。

## 【請求項 4】

前記脱塩室が、前記カチオン交換膜と前記アニオン交換膜の間に位置する中間イオン交換膜により 2 つの小脱塩室に区画されており、前記被処理水が 2 つの小脱塩室を順次流れるように構成されている、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の電気式脱イオン水製造装置。

20

## 【請求項 5】

前記 2 つの小脱塩室のうち被処理水が最初に通水される一方の小脱塩室にアニオン交換体が単床形態で充填され、他方の小脱塩室にカチオン交換体およびアニオン交換体が混床形態で充填されている、請求項 4 に記載の電気式脱イオン水製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ボイラー水や発電所の復水、発電所の蒸気発生器器内水等として使用される、いわゆる脱イオン水の製造に好適な電気式脱イオン水製造装置に関し、とくに弱塩基性イオン、中でもアンモニアを含む被処理水を脱塩処理して脱イオン水を製造するのに好適な電気式脱イオン水製造装置に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

脱イオン水（以下、脱塩水と言うこともある。）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、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。

40

## 【0003】

このような脱塩処理を行う電気式脱イオン水製造装置においては、例えば図 3 に示すように、基本的にはカチオン交換膜とアニオン交換膜で画成される室にイオン交換体を充填して脱塩室 101 を構成し、脱塩室 101 の両側に濃縮室 102 を設け、これら脱塩室 101 および濃縮室 102 を、陽極を備えた陽極室と陰極を備えた陰極室からなる両電極室 103、103 の間に配置して本体部 104 が構成される。被処理水 105 は、上記脱塩室 101 内に充填されたイオン交換体の層を通過され、上記陽極と陰極との間に電圧が印加され、上記両イオン交換膜を介して被処理水の流れに対して直角方向に直流電流が作用されることにより、両イオン交換膜の外側に配置された濃縮室 102 中を流れる濃縮水中

50

に被処理水中の不純物イオンが電氣的に排除されながら、処理水106としての脱イオン水が製造される。なお、本図は概念図であり、通常、濃縮室、脱塩室は複数交互に配置された装置となっている。

#### 【0004】

このような電気式脱イオン水製造装置における濃縮水は、濃縮室102内に炭酸カルシウムや水酸化マグネシウムといったスケールの発生を抑制するため、あるいは水の回収率を高めるため、通常、循環ポンプ(図示略)と、濃縮水タンク107とを有する濃縮水循環系108として循環されている。この濃縮水循環系108では、脱塩室よりイオン交換膜を介し脱塩されたイオン性不純物等が濃縮されるため、濃度調整のため適宜被処理水が補給水供給管109から補給水として補給されつつ、濃縮水が部分的にブロー系110を通して系外へ排出される。また、被処理水の一部は、電極水供給管111から各電極室103、103に電極水としても供給されて利用されることが多い。電極室103、103では、水の電気分解により、陽極側では塩素や酸素、陰極側では水素等が副生するため、電極室103、103に供給された電極水は電極水流出管112により系外へ排出される。排出された電極水は、不図示の気液分離装置で処理され水素の排気が行われている。

10

#### 【0005】

この電極水を処理する気液分離装置の設置は、水素が所定濃度以上になると爆発の危険性があることから、水素濃度を希薄状態にして安全に排出するために必須の設備となっている。また、濃縮水循環系108における濃縮水タンク107に排気手段を付設した構成も知られている(例えば、特許文献1)

20

#### 【0006】

また、濃縮室102内でのスケールの発生を抑制するために、濃縮室に循環される濃縮水に酸性液を添加して、濃縮水のpHを2以上4未満の酸性にするようにした電気式脱イオン水製造装置も知られているが(特許文献2)、この発明では、目的、効果が、専ら、スケール析出防止に限定されている。したがって、以下に述べる本願発明とは、基本的に技術思想を異にしている。

【特許文献1】特開2003-170169号公報

【特許文献2】特許第3511459号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

#### 【0007】

しかしながら、被処理水が弱電解質を多く含むアルカリ性溶液の場合、濃縮水の循環使用においては、濃縮水循環系内で濃縮された弱電解性物質がイオンとなっていないため、濃縮室から脱塩室に逆拡散し、処理水の抵抗率を低下させるという問題が発生する。

#### 【0008】

この理由は次の通りである。弱塩基性物質(たとえばアンモニア)はpHが高い場合、アンモニアとして存在する。脱塩室に流入する被処理水中のアンモニアは、先ず電荷を持つアンモニウムイオンの形態のものが、電流により濃縮室に移動し濃縮水中に排出され除去される。しかし、濃縮室内の濃縮水のpHは徐々に上昇し、濃縮水中のアンモニウムイオンが、解離しないアンモニアとなって存在してしまう。このような解離しないアンモニアは電流による影響を受けない。従って、このような高濃度に濃縮されたアンモニアがイオン交換膜を介して脱塩室に逆拡散して処理水中に流出してしまい、処理水の水質を悪化させる。具体的には、例えば、通水初期16M-cm以上の抵抗率の処理水が、アンモニアの逆拡散により、抵抗率2M-cm程度にまで低下する。

40

#### 【0009】

そこで本発明の課題は、上記のような問題点に着目し、濃縮水中の弱塩基性物質が脱塩室に逆拡散して処理水の水質を低下させることを防止可能な電気式脱イオン水製造装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

50

前述の実情において、本発明者らは鋭意検討を行った結果、濃縮水循環系にpH調整手段を設置し、濃縮水のpHを、弱塩基性物質が解離していない分子の形態ではなくイオンの形態を保つことができるpHに制御、維持できれば、その弱塩基性物質はイオン交換膜を透過しなくなるので、弱塩基性物質の逆拡散に起因する処理水の水質の低下を防ぐことができることを見出し、本発明を完成するに至った。

#### 【0011】

すなわち、本発明に係る電気式脱イオン水製造装置は、一側のカチオン交換膜および他側のアニオン交換膜で区画される室にイオン交換体を充填して被処理水を脱塩処理する脱塩室を構成し、前記カチオン交換膜、アニオン交換膜を介して脱塩室の両側に濃縮室を設け、これら脱塩室および濃縮室を、陽極を備えた陽極室と陰極を備えた陰極室からなる両電極室の間に配置し、陽極と陰極との間に電圧を印加しながら、前記脱塩室に弱塩基性イオンを含む被処理水を、前記濃縮室に濃縮水を、前記電極室に電極水を、それぞれ流入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装置であって、前記濃縮室を流れる濃縮水を循環する、濃縮水タンクを含む濃縮水循環系に、解離していない分子の前記濃縮室側から前記脱塩室側への逆拡散を防止すべく、前記濃縮水タンクから前記濃縮室に向けて流出する循環濃縮水のpHを調整する濃縮水のpH調整手段を設けたことを特徴とするものからなる。つまり、循環濃縮水のpHを、濃縮水のpH調整手段によって調整することにより、濃縮水中に含まれる弱塩基性物質がイオンの形態を保つことができるようにし、それによって、弱塩基性物質の解離していない分子が濃縮室側から脱塩室側に逆拡散することを防止するようにした装置である。

10

20

#### 【0012】

この電気式脱イオン水製造装置においては、上記pH調整手段が、上記循環濃縮水のpHを5以下、好ましくはpH5~1に調整する手段からなることが好ましい。このようなpHに調整、維持することにより、濃縮水中に含まれる弱塩基性物質が、解離していない分子の形態で濃縮室側から脱塩室側に逆拡散することを防止することができる。

#### 【0013】

また、上記被処理水がアンモニアを含む場合、とくに、pH9~11、アンモニア濃度500 $\mu$ g/L~100mg/L、好ましくは1mg/L~100mg/Lのアンモニアを含む被処理水からなる場合、上記pH調整手段は、上記循環濃縮水のpHを3以下、好ましくはpH3~1に調整する手段からなることが好ましい。このようなpHに調整、維持することにより、濃縮水中に含まれるアンモニアが、解離していない分子の形態で濃縮室側から脱塩室側に逆拡散することを防止することができる。

30

#### 【0014】

また、本発明に係る電気式脱イオン水製造装置の構造は、上記脱塩室が、上記カチオン交換膜と上記アニオン交換膜の間に位置する中間イオン交換膜により2つの小脱塩室に区画されており、上記被処理水が2つの小脱塩室を順次流れるように構成されている、いわゆる省電力型の電気式脱イオン水製造装置にも適用できる。これにより、効率の良い脱塩処理とともに、処理水の水質向上をはかることができる。

#### 【0015】

この場合、上記2つの小脱塩室のうち被処理水が最初に通水される一方の小脱塩室にアニオン交換体が単床形態で充填され、他方の小脱塩室にカチオン交換体およびアニオン交換体が混床形態で充填されていることが特に好ましい。このようなイオン交換体の充填形態とすることで、陽極側濃縮水中に弱電解物質(アンモニア)が含まれている場合でも、処理水出口側の脱塩室、すなわちカチオン交換体およびアニオン交換体の混床脱塩室まで逆拡散で到達するにはイオン交換膜を2回逆拡散しなければならないため、逆拡散によって移動するよりも被処理水の流路にそって混床脱塩室入口から流入する場合が多くなり、混床脱塩室内のカチオン交換体によりアンモニウムイオンとして処理され、陰極側濃縮室に排出されるため、さらに水質の優れた脱イオン水が得られる。

40

#### 【発明の効果】

#### 【0016】

50

本発明に係る電気式脱イオン水製造装置によれば、濃縮水のpH調整手段により適切にpH調整を行うことで、濃縮水中の弱塩基性物質、とくにアンモニアをイオン化した状態に保つことができ、濃縮室側から脱塩室側への弱塩基性物質の逆拡散を確実に防止でき、逆拡散による処理水の水質の悪化（例えば、抵抗率の低下）を防止することができる。このため、高純度の脱イオン水を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下に、本発明の望ましい実施の形態を、図面を参照して説明する。

図1は、本発明の一実施態様に係る電気式脱イオン水製造装置の基本構成を示している。図1において、一側のカチオン交換膜と他側のアニオン交換膜で区画される室にイオン交換体（例えば、イオン交換樹脂、モノリス状有機多孔質イオン交換体、イオン交換繊維等）が充填されて弱塩基性イオンを含む被処理水5を脱塩処理する脱塩室1が構成される。脱塩室1の両側には濃縮室2が設けられ、これら脱塩室1および濃縮室2は、陽極を備えた陽極室と陰極を備えた陰極室からなる両電極室3、3（一方が陽極室、他方が陰極室）の間に配置されて本体部4が構成されている。図1においては、一つの脱塩室1の両側には濃縮室2が設けられた形態が示されているが、脱塩室1と濃縮室2は、複数組配置することが可能である。被処理水5は、上記脱塩室1内に充填されたイオン交換体の層を通過され、上記陽極と陰極との間に所定の電圧が印加され、上記両イオン交換膜を介して被処理水の流れに対して直角方向に直流電流が作用されることにより、両イオン交換膜の外側に配置された濃縮室2中を流れる濃縮水中に被処理水中の不純物イオンが電氣的に排除されながら、処理水6としての脱イオン水が製造される。

【0018】

上記電気式脱イオン水製造装置における本体部4の濃縮室2に対して、該濃縮室2を流れる濃縮水を循環させるために、循環ポンプ（図示略）と、濃縮水タンク7とを有する濃縮水循環系8が設けられている。この濃縮水循環系8では、脱塩室よりイオン交換膜を介し脱塩されたイオン性不純物等が濃縮されるため、濃度調整のため適宜被処理水5が補給水供給管9から補給水として補給されつつ、濃縮水が部分的にブロー系10を通して系外へ排出される。また、被処理水の一部は、電極水供給管11から各電極室3、3に電極水としても供給されて利用できるようになっている。電極室3、3では、水の電気分解により、陽極側では塩素や酸素、陰極側では水素等が副生するため、電極室3、3に供給された電極水は電極水流出管12により系外へ排出できるようになっている。排出された電極水は、不図示の気液分離装置で処理され水素の排気が行われることが好ましい。なお、この図1も概念図であり、通常、濃縮室、脱塩室は複数交互に配置された装置となっている。

【0019】

ここまでの構成は、基本的に図3に示した従来装置と同等の構成であるが、本発明に係る上記実施態様では、濃縮水循環系8に、とくに濃縮水タンク7に、pH調整薬剤を収容したpH調整薬剤タンク13と該pH調整薬剤を濃縮水タンク7内に注入する薬剤注入ポンプ14とを備えた、解離していない分子の濃縮室2側から脱塩室1側への逆拡散を防止する濃縮水のpH調整手段15が付設されている。さらに、濃縮水タンク7には、pH検出器（図示略）を設け、その検出信号を薬剤注入ポンプ14にフィードバックし、目標とするpH範囲内に制御できるようにしてもよい。ただし、被処理水の水質に変動がない場合には、pH検出器は設けなくてもよい。このpH調整手段15による濃縮水のpH調整は、基本的に、前述の如く、濃縮水中の弱塩基性物質をイオン化した状態に保つことができ、濃縮室側から脱塩室側への解離していない弱塩基性物質の分子の逆拡散を防止できるように行う。

【0020】

このように構成された本実施態様に係る電気式脱イオン水製造装置においては、pH調整手段15により、濃縮水循環系8の濃縮水タンク7で目標とする範囲内のpHに（例えば、5以下のpHに）調整された濃縮水が、濃縮室2へと送られ、かつ、上記濃縮水循環

系 8 を循環される。pH 調整により、濃縮室 2 を流れる濃縮水中の弱塩基性物質はイオン化された状態に保たれ、解離していない弱塩基性物質の分子の状態が存在することが防止されるので、該分子が脱塩室 1 側に逆拡散することは回避される。とくに、濃縮水中に含まれる弱塩基性物質は、pH を酸性にすることによってイオンとなるため、解離していない分子がイオン交換膜を介して脱塩室 1 に逆拡散することがなく、処理水の水質を悪化させることがない。したがって、脱塩室 1 では、被処理水 5 中に含まれていた不純物イオンが、各イオン交換膜を通して濃縮室 2 へと電氣的に排除され、目標とする脱塩処理が効率よく行われて、所望の（例えば、所望の抵抗率の）脱イオン水が処理水 6 として得られることになる。不純物イオンとしては、例えば、炭酸イオン、アンモニウムイオン、ナトリウムイオン、塩化物イオン、硫酸イオン等が挙げられ、これらの電荷を持つ形態のイオンが、陽極と陰極間に流れる電流により濃縮室 2 側に移動し、濃縮水中に排出される。

10

## 【0021】

なお、pH 調整手段 15 による pH 調整のための薬剤の添加方法は、上記実施態様に限定されず、また、その添加濃度は装置の規模や設置場所などにより、適宜決定されればよい。

## 【0022】

また、本発明に係る電気式脱イオン水製造装置の本体部の形態としては、特に制限されず、スパイラル型、同心円型あるいは平板積層型などのものが挙げられる。

## 【0023】

さらに、本発明に係る電気式脱イオン水製造装置に供給される被処理水としては、特に制限されず、例えば、ボイラー水、発電所の復水、蒸気発生器のブローダウン水、下水、工業用水、河川水、半導体製造工場の半導体デバイスなどの洗浄排水又は濃縮室からの回収水などを逆浸透膜処理した透過水、また、半導体製造工場等のユースポイントで使用された回収水であって、逆浸透膜処理がされていない水が挙げられる。また、これらの混合水でもよい。

20

## 【0024】

本発明に係る電気式脱イオン水製造装置においては、脱塩室を、カチオン交換膜とアニオン交換膜の間に位置する中間イオン交換膜により 2 つの小脱塩室に区画し、被処理水が 2 つの小脱塩室を順次流れるように構成することができる。この形態により、より効率のよい脱塩処理を行うことが可能になる。この形態は、被処理水が、アンモニアを含む被処理水（例えば、pH 9 ~ 11、アンモニア濃度 500  $\mu\text{g}/\text{L}$  ~ 100  $\text{mg}/\text{L}$  のアンモニアを含む被処理水）からなる場合に、とくに有効である。被処理水がアンモニアを含む被処理水である場合には、2 つの小脱塩室のうち被処理水が最初に通水される一方の小脱塩室にアニオン交換体が単床形態で充填され、他方の小脱塩室にカチオン交換体およびアニオン交換体が混床形態で充填されていることが好ましい。

30

## 【0025】

図 2 に上記構成を有する省電力型電気脱イオン水製造装置 21 の一例を例示する。

脱塩室 22 は、カチオン交換膜 30 とアニオン交換膜 32 及び両膜 30, 32 の間に位置する中間イオン交換膜 31 により、2 つの小脱塩室である D1 室 23 と D2 室 24 に区画されており、最初に被処理水が流入する D1 室 23 をアニオン交換体の単床脱塩室とし、続いて D1 室 23 出口水が流入する D2 室 24 をカチオン交換体とアニオン交換体の混床脱塩室とし、脱塩室 22 の両側に濃縮室 25、その外側に電極室 26 が配置される。陰極側の濃縮室 25 と電極室 26 の間にはアニオン交換膜 29 が、陽極側の濃縮室 25 と電極室 26 の間にはカチオン交換膜 33 が配置される。濃縮室 25 には pH 調整手段 27 を備えた濃縮水循環系 28 により、目標とする pH に調整された濃縮水が循環される。なお、本例は省電力型脱イオン水製造装置の一例を例示したが、本例に限られることはなく、使用されるイオン交換膜やイオン交換体等は適宜選択される。

40

## 【0026】

このように脱塩室を 2 つの小脱塩室 D1 室 23、D2 室 24 とすることにより、図 2 に示すように例えば、脱塩室 22 の陽極側に位置する濃縮室 25 内の濃縮水中に、アンモニ

50

アが分子の形態 ( $\text{NH}_3$ ) で存在していた場合、アンモニアが処理水に流出するには、脱塩室側アニオン交換膜を逆拡散して D 1 室 2 3 内に移動し、そこから更に中間イオン交換膜としてのアニオン交換膜を逆拡散して D 2 室 2 4 内に移動しなければならない。一方、被処理水の流路にそって D 2 室 2 4 入口から流入したアンモニアは D 2 室 2 4 内のカチオン交換体により処理され、陰極側濃縮室に排出されるため、アンモニアの処理水への流出は抑制される。

#### 【実施例】

##### 【0027】

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。なお、以下の実施例において、アンモニアの定量方法としては、JIS-B8224「インドフェノール青吸光光度法」を用いた。

10

##### 【0028】

#### 実施例 1

アンモニアを含む被処理水を混床脱塩セルで脱塩処理した。下記の装置仕様、運転条件及び図 1 に示したフローの電気式脱イオン水製造装置を使用し、アンモニウムイオン 20 mg/L、ナトリウムイオン 1 mg/L、塩化物イオン 1 mg/L、硫酸イオン 1 mg/L の被処理水から脱イオン水を製造した。評価方法は印加電圧 100 V、印加電流 1.2 A における 100 時間連続運転後の処理水の抵抗率とした。結果は、処理水の抵抗率は 15.8 M - cm であった。

##### 【0029】

20

#### (運転の条件)

・電気式脱イオン水製造装置；図 1 に示した電気式脱イオン水製造装置（以下、EDI と略称することもある。）

・脱塩室；幅 75 mm、高さ 330 mm、厚さ 4 mm

・脱塩室に充填したイオン交換樹脂；アニオン交換樹脂 (A) とカチオン交換樹脂 (K) の混合イオン交換樹脂（混合比は体積比で A : K = 1 : 1）

・濃縮室；幅 75 mm、高さ 330 mm、厚さ 1 mm

・装置全体の流量；60 L / h

・循環タンク；液相部容量 20 L

・濃縮水の pH が 1.5 となるよう塩酸を加えた。

30

##### 【0030】

#### 比較例 1

実施例 1 に比べ、濃縮水の pH を調整せず、pH 10.0 のままとした。この場合、処理水の抵抗率は 1.8 M - cm であった。

##### 【0031】

#### 実施例 2

実施例 1 に比べ、脱塩室が、カチオン交換膜とアニオン交換膜の間に位置する中間イオン交換膜により 2 つの小脱塩室に区画されており、被処理水が 2 つの小脱塩室を順次流れるように構成されている、いわゆる省電力型の電気式脱イオン水製造装置（以下、省電力型 EDI と略称することもある。）で、弱塩基性の被処理水をカチオン単床 + 混床脱塩セルで脱塩処理し、カチオン単床 混床の順で通水した。電気式脱イオン水製造装置の本体部が下記仕様の装置である以外、実施例 1 と同様の方法で行った。結果は、処理水の抵抗率は 16.6 M - cm であった。

40

##### 【0032】

#### (運転の条件)

・電気式脱イオン水製造装置；省電力型 EDI

・中間イオン交換膜；アニオン交換膜

・小脱塩室 (D 2)；幅 75 mm、高さ 330 mm、厚さ 4 mm

・小脱塩室 (D 2) に充填したイオン交換樹脂；アニオン交換樹脂 (A) とカチオン交換樹脂 (K) の混合イオン交換樹脂（混合比は体積比で A : K = 1 : 1）

50

- ・小脱塩室 (D1) ; 幅 75 mm、高さ 330 mm、厚さ 8 mm
- ・小脱塩室 (D1) 充填イオン交換樹脂 ; カチオン交換樹脂
- ・濃縮室 ; 幅 75 mm、高さ 330 mm、厚さ 1 mm
- ・装置全体の流量 ; 60 L / h
- ・循環タンク ; 容量 20 L
- ・濃縮水の pH が  $1.5 \pm 0.5$  となるよう塩酸を加えた。

## 【0033】

## 比較例 2

実施例 2 に比べ、濃縮水の pH を調整せず、pH 10.0 のままとした。この場合、処理水の抵抗率は  $6.2 \text{ M}^{-1} \text{ cm}$  であった。

10

## 【0034】

## 実施例 3

アンモニアを含む弱塩基性の被処理水をアニオン単床 + 混床脱塩セルで脱塩処理した。電気式脱イオン水製造装置の本体部が下記仕様の装置である以外、実施例 2 と同様の方法で行った。結果は、処理水の抵抗率は  $17.6 \text{ M}^{-1} \text{ cm}$  であった。

## 【0035】

## (運転の条件)

- ・電気式脱イオン水製造装置 ; 省電力型 EDI
- ・中間イオン交換膜 ; アニオン交換膜
- ・小脱塩室 (D2) ; 幅 75 mm、高さ 330 mm、厚さ 4 mm
- ・小脱塩室 (D2) に充填したイオン交換樹脂 ; アニオン交換樹脂 (A) とカチオン交換樹脂 (K) の混合イオン交換樹脂 (混合比は体積比で A : K = 1 : 1)
- ・小脱塩室 (D1) ; 幅 75 mm、高さ 330 mm、厚さ 8 mm
- ・小脱塩室 (D1) 充填イオン交換樹脂 ; アニオン交換樹脂
- ・濃縮室 ; 幅 75 mm、高さ 330 mm、厚さ 1 mm
- ・装置全体の流量 ; 60 L / h
- ・循環タンク ; 容量 20 L
- ・濃縮水の pH が  $1.5 \pm 0.5$  となるよう塩酸を加えた。

20

## 【0036】

## 比較例 3

実施例 3 に比べ、濃縮水の pH を調整せず、pH 13.5 のままとした。この場合、処理水の抵抗率は  $10.2 \text{ M}^{-1} \text{ cm}$  であった。

30

## 【0037】

上記実施例 1 ~ 3 によれば、処理水の抵抗率が比較例 1 ~ 3 に比べて高く、高純度の処理水が得られた。

## 【0038】

とくに、実施例 3 におけるアニオン交換体単床脱塩室 + 混床脱塩室の形態では、図 2 に示したように、アンモニアはアニオン交換体単床脱塩室に逆拡散後、混床脱塩室でカチオン樹脂に捕捉・排出されるものもある。また、混床脱塩室まで逆拡散で到達するには、アニオン交換膜を 2 回、逆拡散する必要がある。このため、混床脱塩室だけの装置より良好な結果が得られた。

40

## 【0039】

なお、上記のように pH 調節手段により pH を調節したときのほうが、抵抗率は高いが、不純物イオン除去を目的とした場合、実用上は  $10 \text{ M}^{-1} \text{ cm}$  であれば、高濃度の弱電解物質が被処理水中に含有する場合、該抵抗率の低下はアンモニア分子の逆拡散による処理水への流出が原因である場合が多く、処理水中の不純物イオンは十分に低い場合が多い、その場合酸を加えなくても (アニオン単床 + 混床の装置だけでも)、十分な水質を得られることもある。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0040】

50

本発明に係る電気式脱イオン水製造装置は、被処理水が弱塩基性イオンを含む場合の、あらゆる分野の脱イオン水の製造に適用でき、とくに、ボイラー水や発電所の復水、発電所の蒸気発生器器内水等として使用される脱イオン水の製造に好適なものである。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明の一実施態様に係る電気式脱イオン水製造装置の概略機器系統図である。

【図2】本発明の別の実施態様に係る電気式脱イオン水製造装置の概略機器系統図である。

【図3】従来の電気式脱イオン水製造装置の概略機器系統図である。

【符号の説明】

10

【0042】

- 1 脱塩室
- 2 濃縮室
- 3 電極室（一方が陽極室、他方が陰極室）

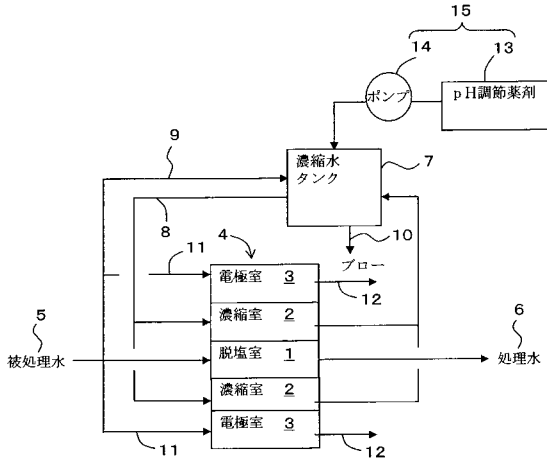
- 4 本体部
- 5 被処理水
- 6 処理水としての脱イオン水
- 7 濃縮水タンク
- 8 濃縮水循環系
- 9 補給水供給管

20

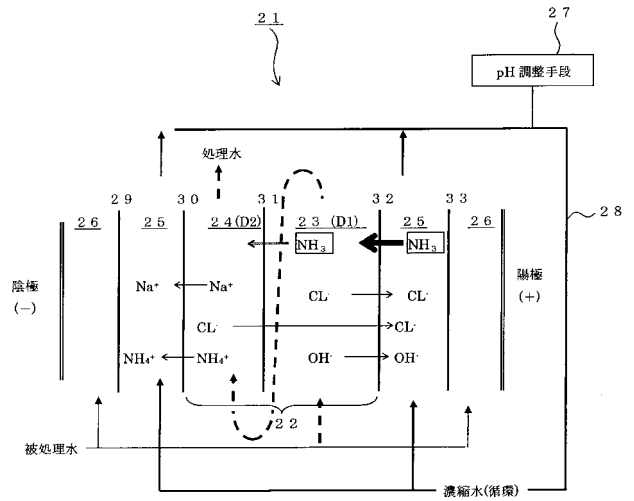
- 10 ブロー系
- 11 電極水供給管
- 12 電極水流出管
- 13 pH調整薬剤タンク
- 14 薬剤注入ポンプ
- 15 pH調整手段
- 21 電気式脱イオン水製造装置
- 22 脱塩室
- 23、24 小脱塩室
- 25 濃縮室
- 26 電極室
- 27 pH調整手段
- 28 濃縮水循環系
- 29、32 アニオン交換膜
- 30、33 カチオン交換膜
- 31 中間イオン交換膜

30

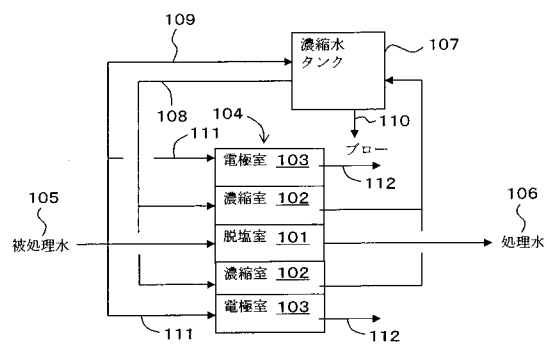
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



---

フロントページの続き

(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

(72)発明者 大平 拓

東京都千代田区神田美土代町 1 番地 1 日本原子力発電株式会社内

(72)発明者 門井 英一

東京都千代田区神田美土代町 1 番地 1 日本原子力発電株式会社内

F ターム(参考) 4D006 GA17 JA30Z KE15Q KE15R MA13 MA14 PB02 PC01 PC31 PC32

4D061 DA01 DB13 EA09 EB01 EB04 EB13 EB37 EB39 FA08 FA11

GA06 GA07 GC20