

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5015989号  
(P5015989)

(45) 発行日 平成24年9月5日(2012.9.5)

(24) 登録日 平成24年6月15日(2012.6.15)

(51) Int.Cl.

C02F 1/469 (2006.01)  
B01D 61/44 (2006.01)

F 1

C02F 1/46  
B01D 61/44

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2009-74833 (P2009-74833)  
 (22) 出願日 平成21年3月25日 (2009.3.25)  
 (65) 公開番号 特開2010-227730 (P2010-227730A)  
 (43) 公開日 平成22年10月14日 (2010.10.14)  
 審査請求日 平成23年11月4日 (2011.11.4)

(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 100123788  
 弁理士 宮崎 昭夫  
 (74) 代理人 100106138  
 弁理士 石橋 政幸  
 (74) 代理人 100127454  
 弁理士 緒方 雅昭  
 (72) 発明者 池田 菜穂  
 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 浅川 友二  
 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の製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

イオン交換膜の一方の面の少なくとも一部に、該イオン交換膜とは電荷の異なるイオン交換樹脂を接触させ、前記イオン交換膜上に前記イオン交換樹脂からなる粒子が単層状のイオン交換樹脂層を形成する工程と、

前記イオン交換膜に接触していないイオン交換樹脂を取り除く工程と、を有する電気式脱イオン水製造装置の製造方法。

## 【請求項 2】

前記イオン交換樹脂には、II形強塩基性アニオニン交換樹脂を使用する、請求項1に記載の電気式脱イオン水製造装置の製造方法。

10

## 【請求項 3】

前記イオン交換樹脂には、中塩基性アニオニン交換樹脂を使用する、請求項1に記載の電気式脱イオン水製造装置の製造方法。

## 【請求項 4】

前記イオン交換樹脂には、架橋度12%以上の強酸性カチオニン交換樹脂を使用する、請求項1に記載の電気式脱イオン水製造装置の製造方法。

## 【請求項 5】

前記イオン交換膜には、II形強塩基性アニオニン交換膜を使用する、請求項1又は4に記載の電気式脱イオン水製造装置の製造方法。

## 【請求項 6】

20

前記イオン交換膜には、中塩基性アニオン交換膜を使用する、請求項 1 又は 4 に記載の電気式脱イオン水製造装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体製造分野、電力分野、医薬製造分野、食品工業等の各種の産業又は研究所施設において使用される電気式脱イオン水製造装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

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水して脱イオンを行う方法が知られている。しかし、この方法ではイオン交換樹脂が飽和したときに、薬剤によって再生を行う必要がある。近年、このような処理操作上の不利な点を解消するため、薬剤による再生が不要な電気式脱イオン水製造装置（以下、EDIという）が实用化されている。

【0003】

EDIは、電気泳動と電気透析とを組み合わせた純水製造装置である。EDIは、アニオン交換膜とカチオン交換膜との間にイオン交換体を充填し、イオン交換膜の外側に陽極を備える陽極室と、陰極を備える陰極室（以下、陽極と陰極を総じて、電極ということがある）を配置した装置である。EDIによる脱イオン水の製造方法は、前記電極に直流電圧を印加した状態でイオン交換体層に被処理水を通水することにより、被処理水中のイオン成分をイオン交換体で吸着し、電気泳動にて膜面までイオンを泳動させ、イオン交換膜にて電気透析して濃縮水中へと除去するものである。

【0004】

従来、脱塩室におけるイオン交換樹脂の充填形態は、アニオン交換樹脂とカチオン交換樹脂とを混合して充填する、混床形態での充填が一般的である。しかし、混床形態の場合、カチオン交換体とアニオン交換体との接点、即ち電荷の異なるイオン交換体の接点である異種イオン界面が多数存在することにより、電気抵抗が高くなるため、脱イオン水製造における操作電圧が高くなる。また、混床形態では、脱塩室内の異種イオン界面で水分解と水生成とが同時に起こる。このため、生成したH<sup>+</sup>、OH<sup>-</sup>の大半が水生成に利用され、エネルギー消費が大きい。EDIにおいては、電気抵抗を低くすることで、操作電圧を低くできる。そして、操作電圧を低くすることで、脱塩室内でのイオン成分に対する電流効率を上げることができ、装置の高性能化、装置のコンパクト化、ランニングコストの低減等を図ることができる。一方で、脱塩室内に異種イオン界面を設け、該界面での水分解を促進し、脱塩室内のイオン交換樹脂の再生に必要なH<sup>+</sup>、OH<sup>-</sup>を効率的に生成する必要がある。

【0005】

これまでにも、脱塩室内のアニオン交換樹脂層とカチオン交換樹脂層とを交互に配置し、両交換体の接点のアニオン交換体にII形のアニオン交換体を使用して、低い電気抵抗で、高純度の脱イオン水を得る方法が提案されている（例えば、特許文献1）。また、脱塩室内をアニオン交換層とカチオン交換層とに分け、膜に対して垂直方向に1箇所の逆バイアス界面を設け、該界面にII形のアニオン交換体を使用して、低い電気抵抗で高純度の脱イオン水を得る方法が提案されている（例えば、特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特表2000-504273号公報

【特許文献2】特開2003-285070号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

10

20

30

40

50

しかしながら、特許文献1に記載のEDIの製造に際し、脱塩室内に異なる種類のイオン交換樹脂を積層して樹脂層を交互に設ける作業は困難である。さらに、得られる脱イオン水の純度を高めるためには、前記樹脂層を狭いピッチで数多く設ける必要があることを考慮すると、作業は極めて煩雑となる。また、特許文献2に記載のEDIのように、異なる種類のイオン交換樹脂を充填し、イオン交換膜に対して平行な樹脂層を形成することは煩雑な作業を要する。加えて、特許文献1、2に記載の充填方法では、イオン交換膜とイオン交換樹脂との接点のみをII形のアニオン交換樹脂にすることは難しい。該接点の全てのイオン交換樹脂をII形のアニオン交換樹脂とするには、接点以外に過剰なII形のアニオン交換樹脂を存在させることになる。脱塩室にII形のアニオン交換樹脂が多く存在すると、弱酸成分の除去性能が低下し、得られる脱イオン水の純度が低下したり、電気抵抗が高くなるという問題がある。

そこで、本発明は、電気抵抗が低く、かつ、イオン成分の除去性能が高いEDIを簡便に製造できる、EDIの製造方法を目的とする。

**【課題を解決するための手段】**

**【0008】**

本発明のEDIの製造方法は、イオン交換膜の一方の面の少なくとも一部に、該イオン交換膜とは電荷の異なるイオン交換樹脂を接触させ、前記イオン交換膜上に前記イオン交換樹脂からなる粒子が单層状のイオン交換樹脂層（以下、一粒層ということがある）を形成する工程と、前記イオン交換膜に接触していないイオン交換樹脂を取り除く工程と、を有することを特徴とする。

前記イオン交換樹脂には、II形強塩基性アニオン交換樹脂を使用することが好ましく、中塩基性アニオン交換樹脂を使用することが好ましく、架橋度12%以上の強酸性カチオン交換樹脂を使用することが好ましい。前記イオン交換膜には、II形強塩基性アニオン交換膜を使用することが好ましく、中塩基性アニオン交換膜を使用することが好ましい。

**【発明の効果】**

**【0009】**

本発明のEDIの製造方法によれば、電気抵抗が低く、かつ、イオン成分の除去性能が高いEDIを簡便に製造できる。

**【図面の簡単な説明】**

**【0010】**

【図1】本発明の製造方法を用いたEDIの脱塩室を示す部分断面図である。

【図2】本発明の製造方法に用いるユニットを示す分解斜視図である。

【図3】本発明の製造方法の説明のためのユニットを示す斜視図である。

**【発明を実施するための形態】**

**【0011】**

本発明のEDIの製造方法は、イオン交換膜の一方の面の少なくとも一部に、該イオン交換膜とは電荷の異なるイオン交換樹脂を接触させ、前記イオン交換膜上に前記イオン交換樹脂からなる粒子が单層状のイオン交換樹脂層を形成する工程（接触工程）と、イオン交換膜に接触していないイオン交換樹脂を除去する工程（除去工程）とを有するものである。「電荷の異なるイオン交換樹脂」とは、アニオン交換膜に対するカチオン交換樹脂、又は、カチオン交換膜に対するアニオン交換樹脂を意味する。

**【0012】**

まず、本発明により製造されるEDIの脱塩室の構造について、図1を用いて説明する。図1は、イオン交換膜10面に一粒層32が形成された脱塩室30を示す部分断面図である。図1に示す通り、イオン交換膜10とイオン交換膜12との間にイオン交換樹脂が充填され、脱塩室30が形成されている。該脱塩室30は、イオン交換膜10上にイオン交換樹脂20からなる粒子が单層状に形成された一粒層32と、該一粒層32とイオン交換膜12との間にイオン交換樹脂22が充填され形成された樹脂層34と、で構成されている。

10

20

30

40

50

## 【0013】

イオン交換膜は、大別すると、原料モノマー液を補強体に含浸させた後に重合させ、全体を均質に形成した均質膜と、イオン交換樹脂を溶解成型可能なポリオレフィン系樹脂と共に粉碎成型した不均質膜の2種類がある。この内、イオン交換膜10には、均質膜を用いることが好ましい。本発明は、イオン交換膜10とイオン交換樹脂20との表面電荷により、イオン交換膜10にイオン交換樹脂20を吸着させ、一粒層32を形成するため、膜面の電荷が不均一な不均質膜では、一粒層32が斑になる場合があり、好ましくない。一方、イオン交換膜12は、イオン交換膜12面に一粒層を形成する場合には、均質膜を用いることが好ましく、一粒層を形成しない場合には、均質膜、不均質膜のいずれを用いてもよい。

10

## 【0014】

イオン交換膜10のイオン形は特に限定されないが、再生形であることが好ましく、塩形のイオン交換膜を再生形とした後に用いてもよい。再生形を用いることで、イオン交換樹脂20の吸着を容易かつ強固にすることができる。なお、再生形とは、交換基の対イオンが、カチオン交換膜にあってはH<sup>+</sup>、アニオン交換膜にあってはOH<sup>-</sup>に置換されているものをいう。

## 【0015】

また、イオン交換膜10は、アニオン交換膜又はカチオン交換膜のいずれも用いることができ、用途と目的とを勘案して決定することができる。例えば、イオン交換膜10が脱塩室30の陽極室側に配置される場合には、アニオン交換膜を用い、陰極室側に配置される場合には、カチオン交換膜を配置することができる。イオン交換膜12は、イオン交換膜10と同様に、用途と目的に応じて決定することができる。

20

## 【0016】

イオン交換膜10は、例えば、長期間のEDI運転においても電圧上昇が起きにくい膜を選択することが好ましい。このようなイオン交換膜が水分解点に適しているためである。なお、水分解点とは、異種イオン界面の内、水解離が起こる部分を意味し、例えば、EDIの陽極側に位置するアニオン交換体と陰極側に位置するカチオン交換体との接点部分である。

## 【0017】

イオン交換膜10として用いるアニオン交換膜は特に限定されず、I形強塩基性アニオン交換膜、II形強塩基性アニオン交換膜、中塩基性アニオン交換膜、弱塩基性アニオン交換膜のいずれも用いることができる。中でも、II形強塩基性アニオン交換膜又は中塩基性アニオン交換膜を用いることが好ましい。カチオン交換樹脂との接点に、II形強塩基性アニオン交換膜や中塩基性アニオン交換膜を用いることで、異種イオン界面での水分解を促進することができる。

30

## 【0018】

ここで、強塩基性アニオン交換膜とは、第4級アンモニウム塩基(R-N<sup>+</sup>R<sub>1</sub>R<sub>2</sub>R<sub>3</sub>)等の強塩基性交換基を官能基として持つものである。弱塩基性アニオン交換膜は、弱塩基性交換基である第1~3級アミンを官能基として持つものである。弱塩基性アニオン交換膜は、強塩基性アニオン交換膜に比べて、アニオン成分に対する吸着力が低い。中塩基性アニオン交換膜は、例えば、後述する中塩基性アニオン交換樹脂を溶解成型可能なポリオレフィン系樹脂と共に粉碎成型した不均質膜として得られるものが挙げられる。

40

## 【0019】

イオン交換膜10として用いるカチオン交換膜は特に限定されず、強酸性カチオン交換膜、弱酸性カチオン交換膜のいずれも用いることができる。アニオン交換樹脂との接点に、強酸性カチオン交換膜を用いることで、異種イオン界面での水分解を促進することができる。

## 【0020】

ここで、強酸性カチオン交換膜とは、カチオン成分に対する吸着力が比較的高いカチオン交換膜であり、スルホン酸基(R-SO<sub>3</sub><sup>-</sup>H<sup>+</sup>)等の強酸性交換基を官能基として持つ

50

ものである。弱酸性カチオン交換膜は、カチオン成分に対する吸着力が比較的低いカチオン交換膜であり、カルボン酸基（R-COO<sup>-</sup>H<sup>+</sup>）等の弱酸性交換基を官能基として持つものである。

#### 【0021】

イオン交換樹脂20は、イオン交換膜10と異なる電荷のものである。イオン交換膜10がカチオン交換膜の場合には、アニオン交換樹脂を用い、イオン交換膜10がアニオン交換膜の場合には、カチオン交換樹脂を用いる。イオン交換膜10と異なる電荷のイオン交換樹脂を用いることで、互いの電荷により、イオン交換樹脂20がイオン交換膜10の表面に吸着し、一粒層32が形成されるためである。

#### 【0022】

イオン交換樹脂20は、例えば、長期間のEDI運転においても電圧上昇が起きにくい樹脂を選択することが好ましい。このようなイオン交換樹脂が水分解点に適しているためである。

#### 【0023】

イオン交換樹脂20のイオン形は特に限定されないが、再生形であることが好ましく、塩形のイオン交換樹脂を再生形とした後に用いてもよい。再生形を用いることで、イオン交換膜10への吸着が容易かつ強固となるためである。なお、再生形とは、交換基の対イオンが、カチオン交換樹脂にあってはH<sup>+</sup>、アニオン交換樹脂にあってはOH<sup>-</sup>に置換されているものをいう。

#### 【0024】

イオン交換樹脂20として用いるアニオン交換樹脂は特に限定されず、I形強塩基性アニオン交換樹脂、II形強塩基性アニオン交換樹脂、中塩基性アニオン交換樹脂、弱塩基性アニオン交換樹脂のいずれも用いることができる。中でも、II形強塩基性アニオン交換樹脂、中塩基性アニオン交換樹脂を用いることが好ましい。カチオン交換膜との接点に、II形強塩基性アニオン交換樹脂や中塩基性アニオン交換樹脂を用いることで、水分解点での水分解を促進することができる。このような、水分解点に適したアニオン交換樹脂としては、アンバーライトIRA411（商品名、ローム・アンド・ハース社製）等を挙げることができる。

#### 【0025】

ここで、強塩基性アニオン交換樹脂とは、第4級アンモニウム塩基等の強塩基性官能基が導入されたアニオン交換樹脂である。第4級アンモニウム塩基は、テトラメチルアミンのようにその窒素に結合する基がアルキル基（例えば、メチル基）だけの場合をI形、例えばトリメチルアミノエタノールのように該窒素に結合する基の中にアルカノール基（例えば、-C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OH等）を含む場合をII形といい、II形の方がI形よりもアニオン成分に対する吸着力が低い。このようなI形の官能基が導入されたアニオン交換樹脂をI形強塩基性アニオン交換樹脂といい、II形の官能基が導入されたアニオン交換樹脂をII形強塩基性アニオン交換樹脂という。弱塩基性アニオン交換樹脂は、第1～3級アミン等の弱塩基性官能基が導入されたアニオン交換樹脂である。中塩基性アニオン交換樹脂は、第4級アンモニウム塩基のような強塩基性官能基と、第1～3級アミンのような弱塩基性官能基とが、強塩基性官能基数／弱塩基性官能基数で表される比率5/5～3/7で導入されたアニオン交換樹脂である。このようなアニオン交換樹脂は、一種単独で使用してもよいし、二種以上を併用してもよい。

#### 【0026】

イオン交換樹脂20として用いるカチオン交換樹脂は特に限定されず、強酸性カチオン交換樹脂、弱酸性カチオン交換樹脂のいずれも用いることができる。中でも強酸性カチオン交換樹脂を用いることが好ましく、さらに架橋度が12%以上のものを用いることが好ましい。このような強酸性カチオン交換樹脂が、水分解点に適しているためである。水分解点に適した強酸性カチオン交換樹脂としては、例えば、アンバーライトIRA478RF（商品名、ローム・アンド・ハース社製）、アンバーライトXT1006（商品名、ローム・アンド・ハース社製）、アンバーライトIRA124（商品名、ローム・アンド・

10

20

30

40

50

ハース社製)を挙げることができる。

#### 【0027】

ここで、強酸性カチオン交換樹脂とは、カチオン成分に対する吸着力が比較的高いカチオン交換樹脂であり、スルホン酸基等の強酸性交換基を官能基として持つものである。弱酸性カチオン交換樹脂は、カチオン成分に対する吸着力が比較的低いカチオン交換樹脂であり、カルボン酸基、ホスホン酸基、ホスフィン酸基、亜ヒ酸基、フェノキシド基等の弱酸性交換基を官能基として持つものである。

#### 【0028】

イオン交換樹脂22は、脱塩室30の電気抵抗の低減、被処理水中のイオン成分の除去性能等、脱塩室30に求める機能に応じて決定することができる。例えば、強塩基性アニオン交換樹脂、中塩基性アニオン交換樹脂、弱塩基性アニオン交換樹脂等のアニオン交換樹脂、強酸性カチオン交換樹脂、弱酸性カチオン交換樹脂等のカチオン交換樹脂、又はこれらの混合品を挙げることができる。また、イオン交換樹脂22は、イオン交換樹脂20と同じ電荷であっても、異なる電荷であってもよい。ただし、脱塩室30の電流の流れ方向における異種イオン界面を少なくし、電気抵抗を低くする観点から、イオン交換樹脂20と同じ電荷であることが好ましい。

10

#### 【0029】

イオン交換樹脂22に、アニオン交換樹脂を用いる場合には、強塩基性アニオン交換樹脂、中でもI形強塩基性アニオン交換樹脂を用いることが好ましい。I形強塩基性アニオン交換樹脂は、アニオン交換樹脂の中でも電気抵抗が低く、かつ、弱酸の除去もできるため、被処理水中のアニオン成分を効率的に除去することができるためである。

20

イオン交換樹脂22に、カチオン交換樹脂を用いる場合には、強酸性カチオン交換樹脂を用いることが好ましい。強酸性カチオン交換樹脂は、カチオン交換樹脂の中でも電気抵抗が低く、かつ、イオンに対する吸着力が高いため、被処理水中のカチオン成分を効率的に除去することができるためである。

#### 【0030】

樹脂層34における充填形態は特に限定されず、アニオン交換樹脂の単床形態、カチオン交換樹脂の単床形態、アニオン交換樹脂とカチオン交換樹脂との混床形態もしくは複床形態のいずれであってもよい。ただし、脱塩室30内の電流の流れ方向における異種イオン界面を少なくし、電気抵抗を低くする観点から、アニオン交換樹脂の単床形態又はカチオン交換樹脂の単床形態とすることが好ましい。

30

#### 【0031】

本発明の製造方法の一例について、図1～図3を用いて以下に説明する。図2は、本発明の製造方法に用いるユニット100の分解斜視図である。図3は、ユニット100の開口部にイオン交換樹脂20を充填した状態を示す斜視図である。

#### 【0032】

図2に示す通り、まず、イオン交換膜10とシート50とを重ね、2枚のセルフレーム40の間に配置し、ユニット100とする。次いで、セルフレーム40に設けられたボルト穴42にボルトを通し、イオン交換膜10とシート50とを2枚のセルフレーム40の間に固定する。その後、図3に示すように、セルフレーム40の開口部のイオン交換膜10側に、イオン交換樹脂20を充填する。この際、イオン交換膜10とイオン交換樹脂20とは、電荷が異なるため、イオン交換膜10に接触したイオン交換樹脂20が吸着する(接触工程)。

40

#### 【0033】

イオン交換樹脂20が充填されたユニット100を水に浸漬する。水中にて、イオン交換膜10に吸着しているイオン交換樹脂20が脱落しない程度にユニット100を揺らし、イオン交換膜10と電気的に吸着していないイオン交換樹脂20を振るい落とす。その後、イオン交換膜10に吸着したイオン交換樹脂20が脱落しないように、ユニット100を水中から取り出し、ボルトを外し、シート50のみを取り除く(除去工程)。再度、ボルト穴42にボルトを通して、イオン交換膜20をセルフレーム10の間に固定する。

50

こうして、イオン交換膜10面に接触したイオン交換樹脂20は、電気的にイオン交換膜10へ吸着し、一粒層32が形成される。次いで、イオン交換膜10の一粒層32が形成された面側に、イオン交換樹脂22を充填し、ユニット100の開口部をイオン交換膜12で覆い、さらにセルフレームを配置し、該セルフレームをユニット100に固定する。こうして、イオン交換膜10面に一粒層32が形成された脱塩室30が形成される(図3)。

#### 【0034】

次に、上述のようにして形成された脱塩室30の両側に、濃縮室と電極室とを配置する。濃縮室及び電極室は、例えば、次のような手順により形成することができる。上述のように脱塩室30の両側に配置されたセルフレームの開口部に、任意のイオン交換樹脂を充填する。該イオン交換樹脂が充填された前記開口部を任意のイオン交換膜で覆い、さらにセルフレームを配置して固定することで、脱塩室30の両側に、イオン交換膜12又はイオン交換膜10を介して隣接する濃縮室を形成することができる。さらに前記濃縮室の外側に配置されたセルフレームの開口部に任意のイオン交換樹脂を充填し、該開口部を覆うように陰極又は陽極を配置し、電極室を作製する。そして、脱塩室には、被処理水流入用の配管と、脱イオン水流出用の配管とを被処理水が任意の方向に流通するように接続する。それぞれの濃縮室には、濃縮水流入用の配管と、濃縮水流出用の配管とを濃縮水が任意の方向に流通するように接続する。加えて、それぞれの電極室には、電極水流入用の配管と、電極水流出用の配管とを電極水が任意の方向に流通するように接続する。そして、陰極と陽極とを電源に接続する。こうして、陰極が配置された陰極室と陽極が配置された陽極室との間に、脱塩室30と、脱塩室30の両側に形成された濃縮室とが配置されたEDIを製造する。

#### 【0035】

セルフレーム40は特に限定されず、EDIの脱塩室や濃縮室を形成するセルフレームである。セルフレーム40の材質としては、絶縁性を有し、被処理水が漏洩しない素材であれば特に限定されず、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ABS、ポリカーボネート、ノリル等の樹脂製の枠体を挙げることができる。

セルフレーム40の厚さは特に限定されることなく、所望する脱塩室30の厚さに応じて設定することができる。

#### 【0036】

シート50は、一粒層32を形成させる際に、イオン交換膜10へのイオン交換樹脂20の吸着を防ぐことができれば特に限定されず、紙、プラスチックフィルム、サラン等を用いることができる。

#### 【0037】

接触工程におけるイオン交換樹脂20の充填量は特に限定されず、一粒層32が形成されるイオン交換膜10の範囲に、イオン交換樹脂20が満遍なく行き渡る量であればよい。

#### 【0038】

除去工程に用いる水は特に限定されないが、イオン交換樹脂20にイオン成分が吸着して機能が低下することを防止するため、純水や超純水を用いることが好ましい。

#### 【0039】

本発明によれば、イオン交換膜に電荷の異なるイオン交換樹脂を接触させ、互いの異なる表面電荷を利用して吸着させるため、接点のイオン交換樹脂のみがイオン交換膜に吸着し、接触していないイオン交換樹脂は容易に除去できる。このため、脱塩室のイオン交換膜面上に単層状の一粒層を簡便に形成することができる。そして、該一粒層は、イオン交換膜と異なる電荷のイオン交換樹脂であれば形成できるため、該一粒層に求める機能に応じて、イオン交換樹脂を選択することができる。例えば、II形強塩基性アニオン交換樹脂、中塩基性アニオン交換樹脂は、樹脂自体の電気抵抗が大きく、かつ、I形強塩基性アニオン交換樹脂に比べて弱酸の除去性能が低い。このため、イオン成分の除去の観点からは、EDIの脱塩室に使用するイオン交換樹脂としては適さない。一方で、カチオン交換

10

20

30

40

50

膜との界面に使用した場合には、水分解が促進される。そこで、I I 形強塩基性アニオン交換樹脂又は中塩基性アニオン交換樹脂の一粒層をカチオン交換膜側に形成し、その他のイオン交換樹脂は、電気抵抗が低く、イオン除去性能が高い樹脂を充填することで、高いイオン成分除去性能と、脱塩室内のイオン交換樹脂の高い再生効率との両立ができる E D I を製造することができる。こうして得られた E D I は、操作電圧を低くすることができるため、高度にイオン成分が除去された脱イオン水を経済的に製造することができる。

#### 【 0 0 4 0 】

また、本発明により得られた E D I は、上述の通り、高いイオン成分除去性能を有するため、従来の E D I に比べ、同等の処理水量であれば、装置のコンパクト化を図ることができる。

10

#### 【 0 0 4 1 】

本発明によれば、表面電荷による吸着を利用するため、イオン交換膜とイオン交換樹脂との接触した範囲において、接点となるイオン交換樹脂のみを吸着させることができる。このため、所望する範囲にのみ、一粒層を形成することができる。例えば、イオン交換膜に対して、一粒層を形成する範囲以外をプラスチックフィルム等で覆った後、イオン交換樹脂をイオン交換膜面に接触させることで、所望する範囲にのみ、一粒層が形成された E D I を得ることができる。

#### 【 0 0 4 2 】

本発明は上述の実施形態に限定されるものではない。

上述の実施形態では、セルフレーム 4 0 をボルトで固定していたが、固定方法はこれに限られず、例えば、粘着テープであってもよいし、クランプ等の固定器具を用いてもよいし、人手で固定してもよい。

20

#### 【 0 0 4 3 】

上述の実施形態では、セルフレーム 4 0 で挟持して、セルフレーム 4 0 の開口部にイオン交換樹脂 2 0 を充填してイオン交換膜 1 0 に吸着させている。しかし、イオン交換樹脂 2 0 をイオン交換膜 1 0 に吸着させる方法はこれに限られず、例えば、セルフレーム 4 0 を使用せずに、イオン交換膜 1 0 の表面にイオン交換樹脂 2 0 を散布してもよい。また、例えば、イオン交換樹脂 2 0 を貯留した容器にイオン交換膜 1 0 を浸漬し、その後、引き上げて一粒層を形成させてよい。

#### 【 0 0 4 4 】

30

上述の実施形態では、除去工程は水を用いて行っているが、除去工程はこれに限られることはなく、エタノールやメタノール等のアルコール類や、その他有機溶媒を用いてもよい。

#### 【 0 0 4 5 】

一粒層の形成位置、一粒層の数は、被処理水の水質や、脱イオン水に求める水質、あるいは、処理量等を勘案して決定することができる。

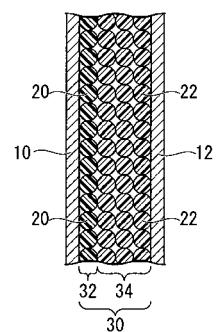
#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 4 6 】

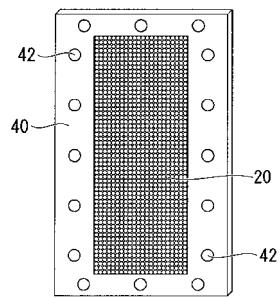
1 0 、 1 2	イオン交換膜
2 0 、 2 2	イオン交換樹脂
3 0	脱塩室
3 2	一粒層
3 4	樹脂層

40

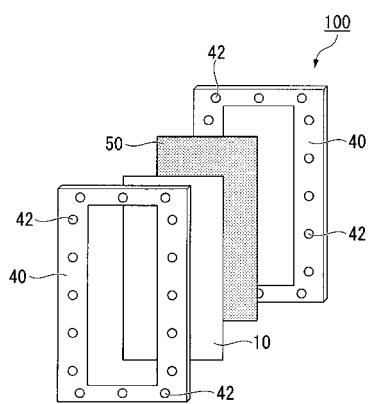
【図1】



【図3】



【図2】



---

フロントページの続き

審査官 金 公彦

(56)参考文献 国際公開第02/024577 (WO, A1)

特開平09-253458 (JP, A)  
特開平11-319498 (JP, A)  
特開2004-057933 (JP, A)  
特開2003-071300 (JP, A)  
特開2003-285070 (JP, A)  
特表2000-504273 (JP, A)  
特表2011-502030 (JP, A)  
特表2009-539578 (JP, A)  
特開2004-344846 (JP, A)  
特開2004-344847 (JP, A)  
特開2004-105869 (JP, A)  
特開2003-266077 (JP, A)  
特開平08-197061 (JP, A)  
特開2005-103454 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F 1/44 - 1/48  
B01D 53/22  
B01D 61/00 - 71/82