

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 12 月 8 日(08.12.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/152227 A1

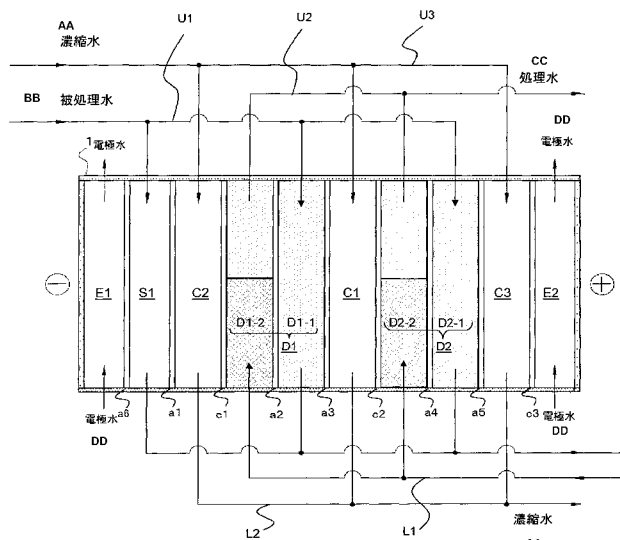
- (51) 国際特許分類:
C02F 1/469 (2006.01) *B01D 61/48* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/061629
- (22) 国際出願日: 2011 年 5 月 20 日(20.05.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-127759 2010 年 6 月 3 日(03.06.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オルガノ株式会社 (ORGANO CORPORATION) [JP/JP]; 〒1368631 東京都江東区新砂 1 丁目 2 番 8 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 長谷川 一哉 (HASEGAWA, Kazuya) [JP/JP]; 〒1368631 東京都江東区新砂 1 丁目 2 番 8 号オルガノ株式会社内 Tokyo (JP). 浅川 友二 (ASAKAWA, Yuji) [JP/JP]; 〒1368631 東京都江東区新砂 1 丁目 2 番 8 号オルガノ株式会社内 Tokyo (JP). 佐々木 慶介 (SASAKI, Keisuke) [JP/JP]; 〒1368631 東京都江東区新砂 1 丁目 2 番 8 号オルガノ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 宮崎 昭夫, 外 (MIYAZAKI, Teruo et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂 1 丁目 9 番 20 号 第 16 興和ビル 8 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC DEVICE FOR PRODUCING DEIONIZED WATER

(54) 発明の名称: 電気式脱イオン水製造装置

[図4]



AA CONCENTRATED WATER
BB WATER TO BE PROCESSED
CC PROCESSED WATER
DD ELECTRODE WATER

(57) Abstract: Disclosed is an electronic device—which is for producing deionized water and which is provided with a desalinization processing unit configured from a desalinization chamber (D) and a pair of concentration chambers (C1, C2) that are provided to both sides of the desalinization chamber (D) and that are filled with an anion exchange body—wherein: an auxiliary desalinization chamber that is filled with an anion exchange body is provided between a negative electrode chamber (E1) and the concentration chamber that is adjacent to said negative electrode chamber (E1); the desalinization chamber (D) is, by means of an ion exchange membrane, partitioned into a first desalinization subchamber (D-1) that neighbors concentration chamber C1, and a second desalinization subchamber (D-2) that neighbors concentration chamber C2; the first desalinization subchamber (D-1) is filled with an anion exchange body; and the second desalinization subchamber (D-2) is filled with an anion exchange body and a cation exchange body in the order such that the ion exchange body that the water to be processed passes through last is the anion exchange body.

(57) 要約:

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

脱塩室 D と、脱塩室 D の両隣に設けられるとともに、アニオン交換体が充填された一対の濃縮室 C 1、C 2 とから構成される脱塩処理部を備えた電子式脱イオン水製造装置であって、陰極室 E 1 と該陰極室 E 1 に隣接している濃縮室との間に、アニオン交換体が充填された副脱塩室が設けられ、脱塩室 D は、イオン交換膜によって、濃縮室 C 1 に隣接する第 1 小脱塩室 D-1 と、濃縮室 C 2 に隣接する第 2 小脱塩室 D-2 とに仕切られ、第 1 小脱塩室 D-1 にはアニオン交換体が充填され、第 2 小脱塩室 D-2 には、被処理水が最後に通過するイオン交換体がアニオン交換体となる順序で、アニオン交換体とカチオン交換体とが充填されている。

明 細 書

発明の名称：電気式脱イオン水製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、電気式脱イオン水製造装置に関するものであり、特に脱塩室の構造に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、イオン交換体に被処理水を通水させて脱イオンを行う脱イオン水製造装置が知られている。このような製造装置では、イオン交換体のイオン交換基が飽和して脱塩性能が低下したときに、薬剤（酸やアルカリ）によってイオン交換基の再生を行う必要がある。具体的には、イオン交換基に吸着した陰イオンや陽イオンを酸またはアルカリ由来の H^+ や OH^- で置換する必要がある。近年、上記のような運転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が開発され、実用化されている。

[0003] 電気式脱イオン水製造装置は、電気泳動と電気透析を組み合わせた装置である。一般的な電気式脱イオン水製造装置の基本構成は次のとおりである。すなわち、電気式脱イオン水製造装置は、脱塩室と、該脱塩室の両側に配置された一対の濃縮室と、一方の濃縮室の外側に配置された陽極室と、他方の濃縮室の外側に配置された陰極室とを有する。脱塩室は、対向配置されたアニオン交換膜およびカチオン交換膜と、それら交換膜の間に充填されたイオン交換体（アニオン交換体又は／及びカチオン交換体）とを有する。以下、電気式脱イオン水製造装置を「脱イオン水製造装置」と略称する場合もある。

[0004] 上記のような構成を有する脱イオン水製造装置によって脱イオン水を製造するには、陽極室および陰極室にそれぞれ設けられている電極間に直流電圧を印加した状態で脱塩室に被処理水を通水させる。脱塩室では、アニオン交換体によってアニオン成分（ Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SiO_2 等）が、カチオン交換体によってカチオン成分（ Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等）が捕捉さ

れる。同時に、脱塩室内のアニオン交換体とカチオン交換体の界面で水の解離反応が起こり、水素イオンと水酸化物イオンが発生する（ $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ ）。イオン交換体に捕捉されたイオン成分は、この水素イオン及び水酸化物イオンと交換されてイオン交換体から遊離する。遊離したイオン成分はイオン交換体を伝ってイオン交換膜（アニオン交換膜またはカチオン交換膜）まで電気泳動し、イオン交換膜で電気透析されて濃縮室へ移動する。濃縮室に移動したイオン成分は、濃縮室を流れる水によって排出される。

[0005] 以上のように、電気式脱イオン水製造装置では、水素イオンと水酸化物イオンがイオン交換体を再生する再生剤（酸やアルカリ）として連続的に作用する。このため、上述のような薬剤によるイオン交換体の再生が基本的には不要であり、連続運転が可能である。

[0006] しかし、脱イオン水製造装置を連続運転すると、被処理水中の硬度成分が析出し、炭酸カルシウムや水酸化マグネシウム等のスケールが発生する。スケールは特に、陰極室と濃縮室を隔てるアニオン交換膜の濃縮室側表面で発生する（図8参照）。また、脱塩室が複数設けられている場合には、2つの脱塩室に挟まれた濃縮室のアニオン交換膜表面でスケールが発生する（9参照）。その理由は次のとおりである。陰極室内における電気分解によって生成された水酸化イオン、脱塩室内における水解離反応によって生成された水酸化イオンが通過することによって、濃縮室のアニオン交換膜表面はアルカリ性になっている。すると、脱塩室からカチオン交換膜を通過してきた硬度成分（マグネシウムイオンやカルシウムイオン）がアルカリ性になっているアニオン交換膜表面において反応し、水酸化マグネシウムや水酸化カルシウムが生成される。濃縮水に炭酸イオンが含まれている場合には、さらに炭酸カルシウムや炭酸マグネシウムが生成される。スケールが発生すると、スケール発生部分における電気抵抗が上昇し、電流が流れにくくなる。すなわち、スケールの発生が無い場合と同一の電流値を得るためには電圧を上昇させる必要があり、消費電力の増加を招く。また、濃縮室内における電流密度が不均一になる場合もある。スケールの量がさらに増加すると、通水差圧の上

昇が生じるとともに、電気抵抗がさらに上昇する。この場合、イオン除去に必要な量の電流が流せなくなり、処理水質の低下を招く。加えて、成長したスケールがイオン交換膜の内部にまで侵入し、イオン交換膜を損傷させることもある。

[0007] そこで、上記のようなスケールの生成を抑制する方法の一つとして、濃縮室内にアニオン交換体を充填することが提案されている。例えば、特許文献1には、濃縮室のアニオン交換膜側に特定構造のアニオン交換体が配置された脱イオン水製造装置が開示されている。この脱イオン水製造装置によれば、 OH^- の濃縮水への拡散希釈が、多孔性アニオン交換体表面において促進され、該表面における OH^- 濃度の速やかな低減が図られる。他方、硬度成分イオンは、多孔性アニオン交換体の内部に侵入し難くなる。この結果、 OH^- と硬度成分イオンとが接触し反応する機会が低減し、スケールの析出や蓄積が抑制される。

[0008] また、特許文献2には、水透過性の異なるイオン交換体の層が濃縮室内に二層以上設けられ、かつ、水透過性の小さいイオン交換体の層がアニオン交換膜側に配置され、その層の少なくとも表面にアニオン交換基が与えられた脱イオン水製造装置が開示されている。この脱イオン水製造装置によれば、水透過性の大きな層を移動してきた、硬度成分を多く含む濃縮水が水透過性の小さい層に到達すると、該濃縮水の移動力が低減する。この結果、硬度成分を多く含む濃縮水が陰イオン交換膜の濃縮室側表面に流れ込むことが防止され、スケールの析出や蓄積が抑制される。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2001-225078号公報

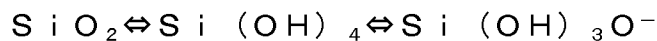
特許文献2：特開2002-1345号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかし、脱イオン水製造装置では、濃縮室にアニオン交換体を充填することでスケールの生成を回避できたとしても、スケールの生成とは別の次のような問題が発生する。濃縮水に含まれる炭酸やシリカに代表される弱酸アニオン成分が濃縮室と脱塩室とを仕切るイオン交換膜を通過して処理水中に拡散し、処理水の純度を低下させる。かかる処理水の純度低下は、濃縮室にアニオン交換体が充填されている場合により顕著に現れてしまう。以下、炭酸とシリカを例として、具体的に説明する。

[0011] 一般的に、カチオン交換膜はカチオンのみ選択的に透過させるイオン交換膜である。その原理は、膜自体に－（マイナス）電荷を持たせ、－電荷を有するアニオンに対して反発力を働かせて透過を阻止するものである。一方、炭酸（二酸化炭素）やシリカは水溶液中で各イオン種の形態を取り、それらは平衡状態にある。



上記のような平衡状態において各イオン種が全体に占める割合は、pHによって大きく変化する。pHが低い領域では炭酸やシリカの大部分はイオン化していない、つまり電荷を持たない状態で CO_2 、 SiO_2 として存在している。

[0012] このため、pHが低い領域でカチオン交換膜を用いて炭酸やシリカの移動を阻止しようとしても、－電荷による反発力が有効に働かないために、これらの分子は容易にカチオン交換膜を通過してしまう。

[0013] 図8を参照して具体的に説明する。脱塩室Dの陰極側にはカチオン交換膜を介して濃縮室C2が配置され、陽極側にはアニオン交換膜を介して濃縮室C1が配置されている。ここで、脱塩室Dにはカチオン交換体およびアニオン交換体が充填され、濃縮室C1、C2にはアニオン交換体が充填されている。処理水は脱塩室Dを通過して系外に排出される。

[0014] 脱塩室Dから濃縮室C2に向かって、被処理水中のカチオン成分と共に水分解離反応により生じる多量の水素イオン（ H^+ ）がカチオン交換体を伝って移

動してくる。濃縮室C 2にはアニオン交換体が充填されているので、カチオン交換膜を通過した水素イオン (H^+) は、カチオン交換膜の濃縮室側表面で一斉に放出される。すなわち、カチオン交換膜の濃縮室側表面は、水素イオン (H^+) が多い状態 (= pHが低い状態) になる。一方、濃縮水に含まれる炭酸やシリカ (図中には炭酸が示されているが、シリカについても同じ) は、濃縮室C 1及びC 2内のアニオン交換体によりイオンとして捕捉され、アニオン交換体を伝ってカチオン交換膜表面まで移動する。濃縮室C 2のカチオン交換膜表面では炭酸やシリカの濃度が高くなる上に、pHが低くなっている。結果としてpHが低い条件下でイオン化しない炭酸やシリカは、アニオン交換体から遊離した後に電荷を失い、カチオン交換膜を透過して被処理水中に拡散してしまう。

[0015] 図9に示す脱イオン水製造装置には2つの脱塩室 (D 1、D 2) が設けられている。このように複数の脱塩室が設けられている場合には、濃縮水にもともと含まれている炭酸やシリカに加え、被処理水に含まれている炭酸やシリカが脱塩室から濃縮室へ移動してくる。従って、濃縮室内における炭酸やシリカの濃度が上昇し、炭酸やシリカの脱塩室への混入による処理水の純度低下はより顕著となる (図中には炭酸が示されているが、シリカについても同じ)。

[0016] 本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、スケールの発生を抑制しつつ、高純度の脱イオン水を製造可能とすることである。

課題を解決するための手段

[0017] 本発明の電気式脱イオン水製造装置は、対向する陰極と陽極との間に少なくとも1つの脱塩処理部が設けられた電気式脱イオン水製造装置であって、前記脱塩処理部は、脱塩室と、該脱塩室の両隣に設けられるとともに、アニオン交換体が充填された一対の濃縮室とから構成されている。前記脱塩室は、イオン交換膜によって、前記一対の濃縮室の一方に隣接する第1小脱塩室と、前記一対の濃縮室の他方に隣接する第2小脱塩室とに仕切られている。さらに、前記第1小脱塩室には、アニオン交換体が充填され、前記第2小脱

塩室には、被処理水が最後に通過するイオン交換体がアニオン交換体となる順序で、アニオン交換体とカチオン交換体とが充填されている。

[0018] ここで脱塩室は2室に仕切られてはいるが、イオンの挙動は、脱塩室が仕切りのない1室の場合と基本的に同じである。

[0019] 上記構成をとることで、陰極側の濃縮室に存在する炭酸やシリカなどのアニオン成分の一部がイオン交換膜を通過して第2小脱塩室へ移動した場合、そのアニオン成分は第2小脱塩室内のアニオン交換体によって捕捉され、第1小脱塩室を介して陽極側の濃縮室へ移動する。よって、濃縮室に存在する炭酸やシリカなどが処理水中に拡散することがない。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、スケールの発生を抑制しつつ、高純度の脱イオン水を製造可能な電気式脱イオン水製造装置が実現される。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の電気式脱イオン水製造装置の実施形態の一例を示す概略構成図である。

[図2]本発明の電気式脱イオン水製造装置の実施形態の他例を示す概略構成図である。

[図3] (a) ~ (d) は、実施例1、2および比較例1、2の第2小脱塩室におけるイオン交換体の構成を示す模式図である。

[図4]本発明の電気式脱イオン水製造装置の実施形態の他例を示す概略構成図である。

[図5]比較試験2の結果を示す図である。

[図6]本発明の電気式脱イオン水製造装置の実施形態の他例を示す概略構成図である。

[図7] (a) ~ (d) は、実施例3および比較例3~5の第2小脱塩室におけるバイポーラ膜の有無および配置状態を示す模式図である。

[図8]濃縮水中の炭酸成分が被処理水中に拡散する原理を示す図である。

[図9]処理水中の炭酸成分が被処理水中に再拡散する原理を示す模式図である。

。

発明を実施するための形態

[0022] (実施形態 1)

以下、図面を参照して、本発明の電気式脱イオン水製造装置の実施形態の一例について説明する。

[0023] 図 1 は、本実施形態に係る脱イオン水製造装置の概略構成図である。図 1 に示す脱イオン水製造装置では、陰極を備えた陰極室 E 1 と陽極を備えた陽極室 E 2 との間に脱塩処理部が設けられている。この脱塩処理部は、脱塩室 D と、脱塩室 D の両隣に配置された一対の濃縮室 C 1、C 2 から構成されている。以下の説明では、一対の濃縮室 C 1、C 2 のうち、陽極室 E 2 に隣接している濃縮室 C 1 を「第 1 の濃縮室 C 1」、陰極室 E 1 に隣接している濃縮室 C 2 を「第 2 の濃縮室 C 2」と呼んで区別する。もっとも、かかる区別は説明の便宜上の区別に過ぎない。

[0024] ここで、脱塩室 D は二つの小脱塩室に仕切られている。具体的には、脱塩室 D は、第 1 の濃縮室 C 1 に隣接している第 1 小脱塩室 D-1 と、第 2 の濃縮室 C 2 に隣接している第 2 小脱塩室 D-2 とに仕切られている。

[0025] これまで説明した各室は、枠体 1 の内部を複数のイオン交換膜によって多数の空間に仕切ることによって形成されており、イオン交換膜を介して隣接している。各室の配列状況を陰極室 E 1 の側から順に説明すると、次の通りである。すなわち、陰極室 E 1 は、第 1 のアニオン交換膜 a 1 を介して第 2 の濃縮室 C 2 に隣接し、第 2 の濃縮室 C 2 は、第 1 のカチオン交換膜 c 1 を介して第 2 小脱塩室 D-2 と隣接している。第 2 小脱塩室 D-2 は、第 2 のアニオン交換膜 a 2 を介して第 1 小脱塩室 D-1 と隣接し、第 1 小脱塩室 D-1 は、第 3 のアニオン交換膜 a 3 を介して第 1 の濃縮室 C 1 と隣接している。第 1 の濃縮室 C 1 は、第 2 のカチオン交換膜 c 2 を介して陽極室 E 2 と隣接している。

[0026] 以下の説明では、上記複数のイオン交換膜のうち、脱塩室 D を第 1 小脱塩室 D-1 と第 2 脱塩室 D-2 とに仕切っているアニオン交換膜を「中間イオン

交換膜」と呼んで他のイオン交換膜と区別する場合がある。もっとも、かかる区別は説明の便宜上の区別に過ぎない。

[0027] 陰極室E 1には陰極が収容されている。陰極は金属の網状体あるいは板状体であり、例えばステンレス製の網状体あるいは板状体である。

[0028] 陽極室E 2には陽極が収容されている。陽極は金属の網状体あるいは板状体である。被処理水に Cl^- を含む場合、陽極に塩素が発生する。このため、陽極には耐塩素性能を有する材料を用いることが望ましく、一例として、白金、パラジウム、イリジウム等の金属、あるいはチタンをこれらの金属で被覆した材料が挙げられる。

[0029] 陰極室E 1および陽極室E 2には電極水がそれぞれ供給される。これらの電極水は電極近傍での電気分解により、水素イオン及び水酸化物イオンを発生させる。脱イオン水製造装置の電気抵抗を抑えるために、陰極室E 1および陽極室E 2にはイオン交換体が充填されていることが好ましい。さらに、陰極室E 1には、弱塩基性アニオン交換体、強塩基性アニオン交換体等のアニオン交換体が充填されていることがより好ましい。また、陽極室E 2には、弱酸性カチオン交換体、強酸性カチオン交換体等のカチオン交換体が充填されていることがより好ましい。

[0030] 第1の濃縮室C 1および第2の濃縮室C 2は、脱塩室Dから排出されるアニオン成分またはカチオン成分を取り込み、それらを系外に放出するために設けられている。各濃縮室C 1、C 2には、スケールの発生を抑制すべくアニオン交換体が単床形態で充填されている。

[0031] 第1小脱塩室D-1には、アニオン交換体が単床形態で充填されている。また、第2小脱塩室D-2には、アニオン交換体およびカチオン交換体が複床形態で充填されている。具体的には、カチオン交換体の層とアニオン交換体の層とが被処理水の通水方向に沿って積層されている。より具体的には、通水方向前段にカチオン交換体層が配置され、通水方向後段にアニオン交換体層が配置されている。すなわち、第2小脱塩室D-2に流入した被処理水は、カチオン交換体層とアニオン交換体層をこの順で通過する。換言すれば、第2

小脱塩室D-2において被処理水が最後に通過するイオン交換体の層がアニオン交換体層となる順序でアニオン交換体層とカチオン交換体層とが積層されている。

[0032] 図1では、枠体1が一体的に示されているが、実際には部屋毎に別々の枠体を備え、枠体同士が互いに密着して設けられている。枠体1の素材は絶縁性を有し、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、m-PPE（変性ポリフェニレンエーテル）等の樹脂を挙げることができる。

[0033] ここで、本発明の理解を容易するために、図1に示す脱イオン水製造装置における被処理水および濃縮水の主な流れについて予め概説する。被処理水は、第1小脱塩室D-1に供給され、該小脱塩室D-1を通過する。第1小脱塩室D-1を通過した被処理水は、第2小脱塩室D-2に供給され、該小脱塩室D-2を通過した後に系外に排出される。一方、濃縮水は、第1の濃縮室C1および第2の濃縮室C2にそれぞれ並列的に供給され、これら濃縮室を通過して系外に排出される。

[0034] 上記のように被処理水および濃縮水を流すためにいくつかの流路U1～U3、L1～L2が設けられている。図1において脱イオン水製造装置の上方に示されている流路U1は、その一端が被処理水の供給側に接続され、他端が第1小脱塩室D-1に接続されている。脱イオン水製造装置の下方に示されている流路L1は、その一端が第1小脱塩室D-1に接続され、他端が第2小脱塩室D-2に接続されている。脱イオン水製造装置の上方に示されている流路U2は、その一端が第2小脱塩室D-2に接続され、他端が被処理水の排出側に接続されている。

[0035] 図1において脱イオン水製造装置の上方に示されている流路U3は、その一端が濃縮水の供給側に接続され、他端側は途中で分岐されて、第1の濃縮室C1、第2の濃縮室C2にそれぞれ接続されている。脱イオン水製造装置の下方に示されている流路L2は、その一端が第1の濃縮室C1、第2の濃

縮室C 2にそれぞれ接続され、途中で合流した後に濃縮水の排出側に接続されている。

[0036] なお、図示は省略されているが、陰極室E 1および陽極室E 2には、電極水を供給するための流路と供給された電極水を排出するための流路がそれぞれ接続されている。

[0037] 次に、上記構成を有する脱イオン水製造装置の動作および作用について説明する。第1の濃縮室C 1、第2の濃縮室C 2には、流路U 3から濃縮水が供給され、流路L 2から排出される。また、陰極室E 1および陽極室E 2には、図示しない流路から電極水が供給され、供給された電極水は図示しない流路から排出される。さらに、陽極、陰極の間には所定の直流電圧が印加される。

[0038] 以上の状態の下で、流路U 1から第1小脱塩室D-1に被処理水が供給される。供給された被処理水中のアニオン成分 (Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SiO_2 等) は、被処理水が第1小脱塩室D-1を通過する過程で捕捉される。第1小脱塩室D-1において捕捉されたアニオン成分は、第1小脱塩室D-1と第3のアニオン交換膜a 3を介して隣接する第1の濃縮室C 1へ移動し、該第1の濃縮室C 1を通水する濃縮水と共に系外に排出される。

[0039] 次に、第1小脱塩室D-1を通過した被処理水は、流路L 1を介して第2小脱塩室D-2に供給される。ここで、第2小脱塩室D-2には、カチオン交換体層とアニオン交換体層とがこの順で積層されていることは既述の通りである。よって、第2小脱塩室D-2に供給された被処理水は、まずカチオン交換体層を通過し、その後にアニオン交換体層を通過する。その際、被処理水がカチオン交換体層を通過する過程で、被処理水中のカチオン成分 (Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等) が捕捉される。具体的には、第2小脱塩室D-2内のカチオン交換体によって捕捉されたカチオン成分は、第2小脱塩室D-2と第1のカチオン交換膜c 1を介して隣接する第2の濃縮室C 2へ移動し、該第2の濃縮室C 2を通水する濃縮水と共に系外に排出される。

[0040] さらに、第2小脱塩室D-2においてカチオン交換体層を通過した被処理水

は、次段のアニオン交換体層を通過する。この際、被処理水中のアニオン成分 (Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SiO_2 等) が再度捕捉される。具体的には、第2小脱塩室D-2のアニオン交換体によって捕捉されたアニオン成分は、第2小脱塩室D-2と中間イオン交換膜a2を介して隣接する第1小脱塩室D-1へ移動する。第1小脱塩室D-1へ移動したアニオン成分は、第1小脱塩室D-1と第3のアニオン交換膜a3を介して隣接する第1の濃縮室C1へ移動し、該第1の濃縮室C1を通水する濃縮水と共に系外に排出される。

[0041] 以上が本実施形態に係る脱イオン水製造装置における脱イオン処理の流れである。しかし、上記処理の過程で、第2の濃縮室C2に供給される濃縮水に含まれているアニオン成分(炭酸やシリカ)の一部が第1のカチオン交換膜c1を通過し、第2小脱塩室D-2へ移動する。炭酸やシリカがカチオン交換膜を通過する原理については既に説明した通りである。ここで、第2の濃縮室C2から第2小脱塩室D-2へ移動した炭酸やシリカは、第1のカチオン交換膜c1の陽極側表面上に一様に拡散する。すなわち、炭酸やシリカは、第2小脱塩室D-2内のアニオン交換体層と接している領域のみでなく、カチオン交換体層と接している領域にも拡散する。そして、炭酸やシリカはカチオン交換体によって捕捉されないため、第1のカチオン交換膜c1の陽極側表面のうち、カチオン交換体層と接している領域に拡散した炭酸やシリカは被処理水とともにカチオン交換体層を通過してしまう。しかし、第2小脱塩室D-2には、被処理水の通水方向に沿ってカチオン交換体層とアニオン交換体層とが積層されている。よって、カチオン交換体層を通過した炭酸やシリカは、次段のアニオン交換体層において再度イオン化されて捕捉され、第1小脱塩室D-1へ移動する。第1小脱塩室D-1に移動した炭酸やシリカは、第3のアニオン交換膜a3を通過して、第1の濃縮室C1へ移動し、該第1の濃縮室C1を通水する濃縮水と共に系外に排出される。従って、濃縮水に含まれている炭酸およびシリカが被処理水中に拡散し、処理水の純度を低下させることはない。

[0042] なお、第2小脱塩室D-2内のカチオン交換体層とアニオン交換体層の積層

順序が逆の場合には、第1のカチオン交換膜c1の陽極側表面のうち、カチオン交換体層と接している領域に拡散した炭酸やシリカを捕捉することはできず、処理水の純度が低下することは自明である。

[0043] これまでの説明より、第2小脱塩室D-2内に設けられたイオン交換体の積層体の最終段がアニオン交換体層であれば上記効果が得られることが理解できるはずである。換言すれば、第2小脱塩室D-2を通過する被処理水が最後に通過するイオン交換体がアニオン交換体であれば上記効果が得られる。よって、最終段のアニオン交換体層よりも前段のイオン交換体層の種類、積層順序、積層数は特に限定されない。例えば、カチオン交換体層とアニオン交換体層を最終段がアニオン交換体層となる順序で4層以上積層してもよい。

[0044] さらに、本実施形態に係る脱イオン水製造装置では、被処理水が最初に供給される第1小脱塩室D-1にアニオン交換体が充填され、被処理水が次に供給される第2小脱塩室D-2には、カチオン交換体とアニオン交換体がこの順で積層されている。よって、被処理水は、最初にアニオン交換体を通過する。これにより、被処理水からアニオン成分が除去され、被処理水のpHが上昇する。

[0045] さらに、第1小脱塩室D-1を通過した被処理水は、カチオン交換体とアニオン交換体がこの順で積層されている第2小脱塩室D-2に供給される。すなわち、第1小脱塩室D-1内のアニオン交換体を通過した被処理水は、次いでカチオン交換体を通過し、続いてアニオン交換体を再度通過する。要するに、本実施形態の構成よれば、被処理水は、アニオン交換体とカチオン交換体を交互に通過する。

[0046] ここで、アニオン交換体のアニオン成分の捕捉能力は、被処理水のpHが低い場合に高まり、カチオン交換体のカチオン成分の捕捉能力は、被処理水のpHが高い場合に高まる。よって、被処理水が最初にアニオン交換体を通過し、その後にカチオン交換体とアニオン交換体を交互に通過することになる本実施形態の構成によれば、アニオン交換体を通過することによってアニオン成分が除去され、pHが上昇した被処理水が続けてカチオン交換体を通

過する。よって、カチオン交換体によるカチオン除去反応が通常よりも促進される。さらに、カチオン交換体を通過することによってカチオン成分が除去され、pHが低下した被処理水が続けてアニオン交換体を通過する。よって、アニオン交換体によるアニオン除去反応が通常よりも促進される。よって、炭酸やシリカを含むアニオン成分の除去能力がさらに向上するのみでなく、カチオン成分の除去能力も向上し、よって処理水の純度がより一層向上する。

[0047] 以上のように、本実施形態に係る脱イオン水製造装置によれば、濃縮水に含まれている炭酸やシリカの一部がイオン交換膜を通過して被処理水中に拡散することが防止されることによって処理水の純度が向上する効果に加えて、被処理水に含まれている炭酸やシリカ等のアニオン成分の除去能力が向上し、さらには被処理水に含まれているカチオン成分の除去能力も向上する。

[0048] なお、濃縮室が電極室を兼ねている構成も本発明に含まれる。例えば、図1に示す第2の濃縮室C2に陰極を設けて陰極室E1を省略してもよい。この場合であっても、脱塩室および一对の濃縮室から構成される脱塩処理部は、陰極と陽極の間に配置される。

(実施形態2)

以下、図面を参照して、本発明の電気式脱イオン水製造装置の実施形態の他例について説明する。もっとも、本実施形態に係る脱イオン水製造装置は、陰極室と陽極室との間に複数の脱塩処理部が設けられている点を除いて、実施形態1に係る脱イオン水製造装置と共通の構成を有する。そこで、実施形態1に係る脱イオン水製造装置と異なる構成についてのみ以下に説明し、共通する構成についての説明は適宜省略する。

[0049] 図2は、本実施形態に係る脱イオン水製造装置の概略構成図である。図2に示す脱イオン水製造装置では、陰極室E1と陽極室E2との間に2つの脱塩処理部が設けられている。2つの脱塩処理部のうち、相対的に陰極側に位置する第1の脱塩処理部は、脱塩室D1と、脱塩室D1の両隣に配置された一对の濃縮室C1、C2から構成されている。一方、相対的に陽極側に位置

する第2の脱塩処理部は、脱塩室D2と、脱塩室D2の両隣に配置された一対の濃縮室C1、C3から構成されている。

[0050] 以下の説明では、第1の脱塩処理部を構成している脱塩室D1を「陰極側脱塩室D1」、第2の脱塩処理部を構成している脱塩室D2を「陽極側脱塩室D2」と呼んで区別する。また、濃縮室C1を「第1の濃縮室C1」、濃縮室C2を「第2の濃縮室C2」、濃縮室C3を「第3の濃縮室C3」と呼んで区別する。もっとも、かかる区別は説明の便宜上の区別に過ぎない。

[0051] さらに、陰極側脱塩室D1および陽極側脱塩室D2は、それぞれ二つの小脱塩室に仕切られている。以下の説明では、陰極側脱塩室D1を構成している二つの小脱塩室のうち、第1の濃縮室C1と隣接している小脱塩室を「陰極側第1小脱塩室D1-1」、第2の濃縮室C2と隣接している小脱塩室を「陰極側第2小脱塩室D1-2」と呼ぶ。また、陽極側脱塩室D2を構成している二つの小脱塩室のうち、第3の濃縮室C3と隣接している小脱塩室を「陽極側第1小脱塩室D2-1」、第1の濃縮室C1と隣接している小脱塩室を「陽極側第2小脱塩室D2-2」と呼ぶ。かかる区別も説明の便宜上の区別であることは勿論である。

[0052] 各室の配列状況を陰極室E1の側から順に説明すると、次の通りである。すなわち、陰極室E1は、第1のアニオン交換膜a1を介して第2の濃縮室C2に隣接し、第2の濃縮室C2は、第1のカチオン交換膜c1を介して陰極側第2小脱塩室D1-2と隣接している。陰極側第2小脱塩室D1-2は、第2のアニオン交換膜a2を介して陰極側第1小脱塩室D1-1と隣接し、陰極側第1小脱塩室D1-1は、第3のアニオン交換膜a3を介して第1の濃縮室C1と隣接している。第1の濃縮室C1は、第2のカチオン交換膜c2を介して陽極側第2小脱塩室D2-2と隣接し、陽極側第2小脱塩室D2-2は、第4のアニオン交換膜a4を介して陽極側第1小脱塩室D2-1と隣接している。陽極側第1小脱塩室D2-1は、第5のアニオン交換膜a5を介して第3の濃縮室C3と隣接し、第3の濃縮室C3は、第3のカチオン交換膜c3を介して陽極室E2と隣接している。

- [0053] 第1～第3の濃縮室C1～C3は、陰極側脱塩室D1または陽極側脱塩室D2から排出されるアニオン成分またはカチオン成分を取り込み、それらを系外に放出するために設けられている。各濃縮室C1～C3には、スケールの発生を抑制すべくアニオン交換体が単床形態で充填されている。
- [0054] 陰極側第1小脱塩室D1-1および陽極側第1小脱塩室D2-1には、それぞれアニオン交換体が単床形態で充填されている。また、陰極側第2小脱塩室D1-2および陽極側第2小脱塩室D2-2には、それぞれアニオン交換体およびカチオン交換体が複床形態で充填されている。なお、陰極側第2小脱塩室D1-2および陽極側第2小脱塩室D2-2におけるアニオン交換体およびカチオン交換体の具体的な充填形態は実施形態1において説明した通りである。
- [0055] 次に、図2に示す脱イオン水製造装置における被処理水および濃縮水の主な流れについて概説する。被処理水は、陰極側第1小脱塩室D1-1および陽極側第1小脱塩室D2-1にそれぞれ並列的に供給され、これら小脱塩室を通過する。陰極側第1小脱塩室D1-1および陽極側第1小脱塩室D2-1を通過した被処理水は、これら小脱塩室外で一度合流した後に分流されて、陰極側第2小脱塩室D1-2および陽極側第2小脱塩室D2-2にそれぞれ並列的に供給され、これら小脱塩室を通過した後に系外に排出される。一方、濃縮水は、第1～第3の濃縮室C1～C3にそれぞれ並列的に供給され、これら濃縮室を通過して系外に排出される。
- [0056] 上記のように被処理水および濃縮水を流すためにいくつかの流路U1～U3、L1～L2が設けられている。図2において脱イオン水製造装置の上方に示されている流路U1は、その一端が被処理水の供給側に接続され、他端側は途中で分岐されて、陰極側第1小脱塩室D1-1と陽極側第1小脱塩室D2-1とにそれぞれ接続されている。脱イオン水製造装置の下方に示されている流路L1は、陰極側第1小脱塩室D1-1と陽極側第1小脱塩室D2-1とにそれぞれ接続され、途中で合流した後に分岐されて、陰極側第2小脱塩室D1-2と陽極側第2小脱塩室D2-2とにそれぞれ接続されている。脱イオ

ン水製造装置の上方に示されている流路U 2は、陰極側第2小脱塩室D 1-2と陽極側第2小脱塩室D 2-2とにそれぞれ接続され、途中で合流して被処理水の排出側に接続されている。

[0057] 図2において脱イオン水製造装置の上方に示されている流路U 3は、その一端が濃縮水の供給側に接続され、他端側は途中で分岐されて、第1の濃縮室C 1、第2の濃縮室C 2および第3の濃縮室C 3にそれぞれ接続されている。脱イオン水製造装置の下方に示されている流路L 2は、第1の濃縮室C 1、第2の濃縮室C 2および第3の濃縮室C 3にそれぞれ接続され、途中で合流した後に濃縮水の排出側に接続されている。

[0058] 次に、上記構成を有する脱イオン水製造装置の動作および作用について説明する。第1～第3の濃縮室C 1～C 3には、流路U 3から濃縮水が供給され、流路L 2から排出される。また、陰極室E 1および陽極室E 2には、図示しない流路から電極水が供給され、供給された電極水は図示しない流路から排出される。さらに、陽極、陰極の間には所定の直流電圧が印加される。

[0059] 以上の状態の下で、流路U 1から陰極側第1小脱塩室D 1-1および陽極側第1小脱塩室D 2-1に被処理水が並列的に供給される。供給された被処理水中のアニオン成分(Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SiO_2 等)は、被処理水が第1小脱塩室D 1-1、D 2-1を通過する過程で捕捉される。そして、陰極側第1小脱塩室D 1-1において捕捉されたアニオン成分は、陰極側第1小脱塩室D 1-1と第3のアニオン交換膜a 3を介して隣接する第1の濃縮室C 1へ移動し、該第1の濃縮室C 1を通水する濃縮水と共に系外に排出される。一方、陽極側第1小脱塩室D 2-1において捕捉されたアニオン成分は、陽極側第1小脱塩室D 2-1と第5のアニオン交換膜a 5を介して隣接する第3の濃縮室C 3へ移動し、該第3の濃縮室C 3を通水する濃縮水と共に系外に排出される。

[0060] 次に、陰極側第1小脱塩室D 1-1および陽極側第1小脱塩室D 2-1を通過した被処理水は、流路L 1を介して陰極側第2小脱塩室D 1-2および陽極側第2小脱塩室D 2-2に供給される。ここで、陰極側第2小脱塩室D 1-2

および陽極側第2小脱塩室D 2-2には、カチオン交換体層とアニオン交換体層とがこの順で積層されていることは既述の通りである。よって、陰極側第2小脱塩室D 1-2および陽極側第2小脱塩室D 2-2にそれぞれ供給された被処理水は、まずカチオン交換体層を通過し、その後にアニオン交換体層を通過する。その際、被処理水がカチオン交換体層を通過する過程で、被処理水中のカチオン成分(Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等)が捕捉される。具体的には、陰極側第2小脱塩室D 1-2内のカチオン交換体によって捕捉されたカチオン成分は、陰極側第2小脱塩室D 1-2と第1のカチオン交換膜c 1を介して隣接する第2の濃縮室C 2へ移動し、該第2の濃縮室C 2を通水する濃縮水と共に系外に排出される。一方、陽極側第2小脱塩室D 2-2内のカチオン交換体によって捕捉されたカチオン成分は、陽極側第2小脱塩室D 2-2と第2のカチオン交換膜c 2を介して隣接する第1の濃縮室C 1へ移動し、該第1の濃縮室C 1を通水する濃縮水と共に系外に排出される。

[0061] さらに、陰極側第2小脱塩室D 1-2および陽極側第2小脱塩室D 2-2においてカチオン交換体層を通過した被処理水中のアニオン成分(Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SiO_2 等)は、被処理水が次段のアニオン交換体層を通過する過程で再度捕捉される。具体的には、陰極側第2小脱塩室D 1-2のアニオン交換体によって捕捉されたアニオン成分は、陰極側第2小脱塩室D 1-2と中間イオン交換膜a 2を介して隣接する陰極側第1小脱塩室D 1-1へ移動する。陰極側第1小脱塩室D 1-1へ移動したアニオン成分は、陰極側第1小脱塩室D 1-1と第3のアニオン交換膜a 3を介して隣接する第1の濃縮室C 1へ移動し、該第1の濃縮室C 1を通水する濃縮水と共に系外に排出される。一方、陽極側第2小脱塩室D 2-2のアニオン交換体によって捕捉されたアニオン成分は、陽極側第2小脱塩室D 2-2と中間イオン交換膜a 4を介して隣接する陽極側第1小脱塩室D 2-1へ移動する。陽極側第1小脱塩室D 2-1へ移動したアニオン成分は、陽極側第1小脱塩室D 2-1と第5のアニオン交換膜a 5を介して隣接する第3の濃縮室C 3へ移動し、該第3の濃縮室C 3を通水する濃縮水と共に系外に排出される。

[0062] 以上が本実施形態に係る脱イオン水製造装置における脱イオン処理の流れである。しかし、本実施形態に係る脱イオン水製造装置のように、脱塩室が複数設けられている場合には、特定の濃縮室における炭酸やシリカの濃度が他の濃縮室におけるそれに比べて高くなる。例えば、本実施形態に係る脱イオン水製造装置においては、図2に示す脱塩室D1に隣接している第1の濃縮室C1には、該濃縮室C1に供給される濃縮水に含まれている炭酸やシリカに加え、陰極側脱塩室D1から炭酸やシリカが移動してくる。また、図2に示す脱塩室D2に隣接している第3の濃縮室C3には、該濃縮室C3に供給される濃縮水に含まれている炭酸やシリカに加え、陽極側脱塩室D2から炭酸やシリカが移動してくる。隣接する脱塩室から濃縮室へ炭酸やシリカが移動してくる原理は実施形態1において説明した通りである。よって、第1の濃縮室C1、第3の濃縮室C3では、他の濃縮室C2に比べて炭酸やシリカの濃度が高くなり、隣接するカチオン交換膜を通過する炭酸やシリカの量も増大する。特に、濃縮室C1は陽極側脱塩室D2と隣接しており、かかる炭酸やシリカの陽極側脱塩室D2への移動（被処理水への拡散）が問題となる。

[0063] しかし、本実施形態に係る構成によれば、第1の濃縮室C1から陽極側第2小脱塩室D2-2へ移動した炭酸やシリカは、該脱塩室D2-2に充填されているアニオン交換体によって捕捉され、陽極側第1小脱塩室D2-1を介して第3の濃縮室C3に移動し、系外に排出される。従って、第1の濃縮室C1から陽極側第2小脱塩室D2-2へ移動した炭酸やシリカが被処理水に拡散することはない。

[0064] なお、本実施形態においても、被処理水が最初に供給される陰極側第1小脱塩室D1-1及び陽極側第1小脱塩室D2-1にはアニオン交換体が充填されている。また、陰極側第1小脱塩室D1-1及び陽極側第1小脱塩室D2-1を通過した被処理水が供給される陰極側第2小脱塩室D1-2及び陽極側第2小脱塩室D2-2には、カチオン交換体とアニオン交換体とがこの順で積層されている。すなわち、被処理水は、最初にアニオン交換体を通過し、次い

でカチオン交換体を通過し、その後にアニオン交換体を再度通過する。よって、実施形態 1 で説明したのと同様の原理により、被処理水の純度がより一層向上する。

[0065] なお、図 2 に示す第 3 の濃縮室 C 3 に陽極を設けて陽極室 E 2 を省略してもよく、第 2 の濃縮室 C 2 に陰極を設けて陰極室 E 1 を省略してもよい。

(比較試験 1)

本発明の効果を確認すべく、次のような比較試験を行った。すなわち、図 1 に示す第 2 小脱塩室 D-2 におけるイオン交換体の構成のみが異なる 4 つの脱イオン水製造装置を用意した。図 3 (a) ~ (d) に、各脱イオン水製造装置における第 2 小脱塩室 D-2 のイオン交換体の構成を模式的に示す。

[0066] 図 3 (a) に示すように、当該脱イオン水製造装置（実施例 1）の第 2 小脱塩室 D-2 には、被処理水の通水方向に沿って、前段にカチオン交換体層（C）、後段にアニオン交換体層（A）が積層されている。すなわち、実施例 1 は、上記実施形態 1 に示す脱塩室と同一の脱塩室を備えている。

[0067] 図 3 (b) に示すように、当該脱イオン水製造装置（実施例 2）の第 2 小脱塩室 D-2 には、被処理水の通水方向に沿って、カチオン交換体層（C）とアニオン交換体層（A）がカチオン／アニオン／カチオン／アニオンの順で交互に積層されている（合計 4 層）。すなわち、実施例 2 は、上記実施形態 1 に示す脱塩室と本質的に同一の脱塩室を備えている。

[0068] 図 3 (c) に示すように、当該脱イオン水製造装置（比較例 1）の第 2 小脱塩室 D-2 には、被処理水の通水方向に沿って、前段にアニオン交換体層（A）、後段にカチオン交換体層（C）が積層されている。

[0069] 図 3 (d) に示すように、当該脱イオン水製造装置（比較例 2）の第 2 小脱塩室 D-2 には、カチオン交換体とアニオン交換体の混合物（混合比率 1 : 1）が充填されている。すなわち、カチオン交換体とアニオン交換体がいわゆる混床形態で充填されている。なお、特に断らない限り、各実施例および各比較例におけるアニオン交換体およびカチオン交換体はそれぞれ単床形態で所定の室に充填されている。また、図 3 (a) ~ (d) 中の一点鎖線の矢

印は、被処理水の通水方向を示している。

[0070] 今回の比較試験において、各実施例および各比較例に共通する仕様、通水流量、供給水等の条件は以下のとおりである。なお、CERはカチオン交換体（カチオン交換樹脂）、AERはアニオン交換体（アニオン交換樹脂）の略である。

- ・陰極室：寸法100×300×4mm AER充填
- ・陽極室：寸法100×300×4mm CER充填
- ・第1小脱塩室：寸法100×300×8mm AER充填
- ・濃縮室：寸法100×300×4mm AER充填
- ・脱塩室流量：20L/h
- ・濃縮室流量：2L/h
- ・電極室流量：10L/h
- ・脱塩室、濃縮室供給水：一段RO透過水 $10 \pm 1 \mu S/cm$
- ・電極室供給水：脱塩室処理水
- ・印加電流値：0.4A
- ・シリカ濃度1000ppb

以上の条件の下で実施例1、2および比較例1、2に係る脱イオン水製造装置をそれぞれ200時間連続運転し、その後の運転電圧と処理水の比抵抗、処理水中のシリカ濃度を測定した。不純物を全く含まない水の理論的な比抵抗値は25℃において18.2MΩ・cmとなる。脱イオン水の水質は比抵抗値が18.2MΩ・cmに近づけば近づくほど、水質は清浄であると評価できる。さらに、比抵抗値が18.2MΩ・cmよりも高ければ高いほど、水質はより清浄であると評価できる。測定結果を表1に示す。

[0071]

[表1]

【表 1】

	実施例 1	実施例 2	比較例 1	比較例 2
運転電圧 [V]	16. 2	16. 6	15. 9	15. 7
処理水比抵抗 [MΩ・cm]	17. 9	18. 1	9. 87	10. 2
処理水中のシリ カ濃度 [ppb]	0. 6	0. 3	2. 4	2. 2

表 1 に示すとおり、実施例と比較例では運転電圧の差異は殆ど見られなかった。しかし、実施例 1、実施例 2 では、比抵抗が $18 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 程度の極めて清浄な処理水が得られた。一方、比較例 1、比較例 2 において得られた処理水の比抵抗は $10 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm} \sim 12 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ であった。処理水を成分分析した結果、処理水中の主な不純物は炭酸であった。また、実施例 1、2 において得られた処理水中のシリカ濃度はそれぞれ 0. 6、0. 3 ppb と非常に低い値であったのに対し、比較例 1、2 において得られた処理水中のシリカ濃度は 1 ～ 2 ppb と高い値であった。これらのことから、脱塩室の最終処理層を単床形態のアニオン交換体とすることで、濃縮室から脱塩室に拡散してくるアニオン成分を捕捉し、高純度の脱イオン水を製造可能であることが確認された。

[0072] さらに、実施例 1 と実施例 2 を比較すると、実施例 2 の方がより高純度の脱イオン水を製造可能であることがわかる。ここで、実施例 1 および実施例 2 における第 1 小脱塩室 D-1 の構成は共通しているが、第 2 小脱塩室 D-2 の構成は相違している。具体的には、実施例 1 の第 2 小脱塩室 D-2 では、カチオン交換体層 (C) とアニオン交換体層 (A) が一層ずつ積層されているのに対し、実施例 2 の第 2 小脱塩室 D-2 では、カチオン交換体層 (C) とアニオン交換体層 (A) が交互に二層ずつ積層されている。

[0073] よって、実施例 1 の第 1 小脱塩室 D-1 を通過した（アニオン交換体を通過した）被処理水は、その後にカチオン交換体とアニオン交換体を交互に 1 回ずつ通過する。脱塩室全体で見た場合には、被処理水は、アニオン交換体を 2 回、カチオン交換体を 1 回通過する。

[0074] 一方、実施例 2 の第 1 小脱塩室 D-1 を通過した（アニオン交換体を通過した）被処理水は、その後にカチオン交換体とアニオン交換体を交互に 2 回ずつ通過する。脱塩室全体で見た場合には、被処理水は、アニオン交換体を 3 回、カチオン交換体を 2 回通過する。

[0075] 以上より、実施例 2 では、通常よりもイオン交換反応が効率良くかつ数多く繰り返される結果、処理水の純度がより一層向上する。かかる結果より、第 2 小脱塩室 D-2 におけるアニオン交換体層とカチオン交換体層の繰り返し回数が多いほどより高純度の脱イオン水を製造可能であることがわかる。

（実施形態 3）

次に、図 4 を参照して本発明の脱イオン水製造装置の実施形態の他例について説明する。もっとも、本実施形態に係る脱イオン水製造装置の基本構成は、実施形態 2 に係る脱イオン水製造装置と共通である。そこで、実施形態 2 に係る脱イオン水製造装置との相違点についてのみ以下に説明し、共通点についての説明は省略する。

[0076] 図 4 に示すように、本実施形態に係る脱イオン水製造装置では、陰極室 E 1 と第 2 の濃縮室 C 2 との間に、副脱塩室 S 1 が設けられている。副脱塩室 S 1 は、第 6 のアニオン交換膜 a 6 を介して陰極室 E 1 と隣接し、第 1 のアニオン交換膜 c 1 を介して第 2 の濃縮室 C 2 と隣接し、室内にはアニオン交換体が単床形態で充填されている。

[0077] 本実施形態に係る脱イオン水製造装置では、流路 U 1 から陰極側第 1 小脱塩室 D 1-1、陽極側第 1 小脱塩室 D 2-1 および副脱塩室 S 1 に被処理水が並列的に供給される。副脱塩室 S 1 に供給された被処理水中のアニオン成分（ Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SiO_2 等）は、被処理水が副脱塩室 S 1 を通過する過程で捕捉される。捕捉されたアニオン成分は、副脱塩室 S 1 と

第1のアニオン交換膜a1を介して隣接する第2の濃縮室C2へ移動し、該第2の濃縮室C2を通水する濃縮水と共に系外に排出される。一方、副脱塩室S1を通過した被処理水は、陰極側第1小脱塩室D1-1および陽極側第1小脱塩室D2-1を通過した被処理水と合流した後に、陰極側第2小脱塩室D1-2または陽極側第2小脱塩室D2-2に供給される。これ以後の被処理水の流れやイオンの動きは実施形態1や実施形態2において説明した通りなので説明は省略する。

[0078] ここで、脱イオン水製造装置においては、被処理水に含まれているマグネシウムイオンやカルシウムイオンなどの硬度成分が脱塩室から濃縮室へ移動する。これら硬度成分は、イオン交換膜の表面において CO_3^{2-} や OH^- などのイオンと反応し、炭酸カルシウム、水酸化マグネシウムなどがスケールとして析出する。このようなスケールの析出は、pHが高い部分で発生し易く、脱イオン水製造装置では、陰極室内の陰極表面やアニオン交換膜表面などの局所的にpHが高い部分でスケールの発生がしばしば見られる。こうした問題を解決するためには、スケール発生箇所のpHを下げるのが有効であり、炭酸などのアニオン成分を供給できればpHを下げるができる。換言すれば、脱塩室から隣接する濃縮室へアニオン成分を供給すれば、スケールの発生を抑制することが可能である。

[0079] ここで図2を参照する。実施形態2に係る脱イオン水製造装置では、第1の濃縮室C1へは主に陰極側脱塩室D1から、第3の濃縮室C3へは主に陽極側脱塩室D2から、それぞれアニオン成分が供給される。よって、第3のアニオン交換膜a3や第5のアニオン交換膜a5の膜面上におけるスケールの発生は抑制される。しかし、最も陰極室側に位置している第2の濃縮室C2へのアニオン成分の供給量は、第1の濃縮室C1および第3の濃縮室C3への供給量に比べて少ない。すなわち、第3のアニオン交換膜a3や第5のアニオン交換膜a5の膜面上に比べて、第1のアニオン交換膜a1の膜面上はスケールが発生し易い状況にある。

[0080] 一方、陰極室E1と第2の濃縮室C2との間に、アニオン交換体が充填さ

れた副脱塩室 S 1 が設けられている本実施形態の脱イオン水製造装置では、副脱塩室 S 1 から第 2 の濃縮室 C 2 へアニオン成分が供給される。よって、第 1 のアニオン交換膜 a 1 の膜面上における局所的な pH の上昇が抑制され、スケールの発生も抑制される。

[0081] さらに、副脱塩室 S 1 に充填されているアニオン交換体は陰極室 E 1 で生成された OH⁻により再生される。従って、本実施形態に係る脱イオン水製造装置では、陰極室 E 1 で発生し、従来は利用されることなく捨てられていた OH⁻がイオン交換体の再生に有効利用される。

[0082] 加えて、陰極室 E 1 における OH⁻の生成効率は高いため、電位が低くても十分な量の OH⁻が副脱塩室 S 1 に移動する。このため、電極間の印加電圧を抑え、脱イオン水製造装置の運転費用を低減することができる。また、本実施形態では、副脱塩室 S 1 が新たな脱塩室として追加されているが、それに伴い新たな濃縮室を追加する必要がない。つまり、相対的に濃縮室の数を減らすことができる。これは装置サイズ及び装置コストを抑えるだけでなく、印加電圧及び運転費用の低減にもつながる。

[0083] なお、本実施形態では、陰極室と陽極室との間に 2 つの脱塩処理部が設けられた例について説明したが、脱塩処理部は 1 つでも 3 つ以上であってもよい。例えば、図 1 に示す陰極室 E 1 と第 2 の濃縮室 C 2 との間に上記構成の副脱塩室を設けることもできる。

[0084] なお、図 4 に示す濃縮室 C 3 に陽極を設けて陽極室 E 2 を省略してもよい。

(比較試験 2)

本実施形態に係る脱イオン水製造装置と実施形態 2 に係る脱イオン水製造装置をそれぞれ連続して 1000 時間運転し、100 時間毎に処理水の水質を測定した。また運転終了後に装置を解体し、スケール発生の有無を目視で観察した。

[0085] 今回の比較試験における仕様、通水流量、供給水等の条件は以下のとおりである。なお、CER はカチオン交換体（カチオン交換樹脂）、AER はア

ニオン交換体（アニオン交換樹脂）の略である。

- ・陰極室：寸法 100×300×4 mm AER 充填
- ・陽極室：寸法 100×300×4 mm CER 充填
- ・陰極側第 1 小脱塩室および陽極側第 1 小脱塩室：寸法 100×300×8 mm AER 充填
- ・陰極側第 2 小脱塩室および陽極側第 2 小脱塩室：寸法 100×300×8 mm AER/CER 充填（積層）
- ・副脱塩室：寸法 100×300×8 mm AER 充填
- ・濃縮室：寸法 100×300×4 mm AER 充填
- ・脱塩室流量：20 L/h
- ・濃縮室流量：2 L/h
- ・電極室流量：10 L/h
- ・脱塩室、濃縮室供給水：一段 RO 透過水 $10 \pm 1 \mu S/cm$
- ・電極室供給水：脱塩室処理水
- ・印加電流値：0.4 A

かかる比較試験により、図 5 のグラフに示すような結果が得られた。また、1000 時間運転後、実施形態 2 の装置では最も陰極室側に位置している濃縮室にスケールが発生していることが目視で確認された。一方、本実施形態の装置では、全ての濃縮室においてスケールは全く確認されなかった。このことから、陰極室に隣接する副脱塩室を設置することで、最も陰極室側の濃縮室におけるスケール発生が抑制され、安定して高純度の脱イオン水が得られていることが明らかとなった。

（実施形態 4）

次に、本発明の脱イオン水製造装置の実施形態の他例について説明する。本実施形態に係る脱イオン水製造装置は、図 1 に示す第 2 小脱塩室 D-2 にバイポーラ膜が配置されている点においてのみ実施形態 1 に係る脱イオン水製造装置と相違し、その他においては共通の構成を備えている。そこで、上記相違点に関してのみ以下に説明し、共通点についての説明は省略する。なお

、バイポーラ膜とは、アニオン交換膜とカチオン交換膜とが貼り合わされて一体化されたイオン交換膜であって、アニオン交換膜とカチオン交換膜の接合面において水の解離反応が非常に促進されるという特徴を有する。

[0086] 図6は、本実施形態に係る脱イオン水製造装置が有する脱塩室Dを示す模式的断面図である。図6に示すように、第2小脱塩室D-2には、第1のバイポーラ膜4aおよび第2のバイポーラ膜4bがそれぞれ配置されている。具体的には、第2小脱塩室D-2に充填されているアニオン交換体（アニオン交換体層）の陰極側には第1のバイポーラ膜4aが配置され、カチオン交換体（カチオン交換体層）の陽極側には第2のバイポーラ膜4bが配置されている。さらに、第1のバイポーラ膜4aは、そのアニオン交換膜2がアニオン交換体（アニオン交換体層）と対向するように配置され、第2のバイポーラ膜4bは、そのカチオン交換膜3がカチオン交換体（カチオン交換体層）と対向するように配置されている。換言すれば、第2小脱塩室D-2においては、アニオン交換体と第1のカチオン交換膜c1との間に、第1のバイポーラ膜4aが、そのアニオン交換膜2がアニオン交換体と対向するように配置されている。また、カチオン交換体と第2のアニオン交換膜（中間イオン交換膜）a2との間に、第2のバイポーラ膜4bが、そのカチオン交換膜3がカチオン交換体と対向するように配置されている。

[0087] ここで、脱イオン水製造装置では、電気により解離した水がイオン交換体の再生剤として機能することは既述の通りであるが、水の解離反応はイオン交換体とイオン交換膜との界面において促進される。よって、水の解離反応は、イオン交換体とイオン交換膜との組み合わせにより大きな影響を受ける。このため、図1に示す第2小脱塩室D-2のように、異符号のイオン交換体（アニオン交換体とカチオン交換体）が積層されている場合、水解離に必要な過電圧が各層で異なる。この結果、電流の偏流が発生し、所望の電流分布が得られない事態が生ずることも考えられる。

[0088] そこで、本実施形態に係る脱イオン水製造装置では、第2小脱塩室D-2に充填されているアニオン交換体（アニオン交換体層）の陰極側に、第1のバ

イポーラ膜 4 a が上記のように配置されている。これにより、アニオン交換体は第 1 のカチオン交換膜 c 1 ではなく、第 1 のバイポーラ膜 4 a のアニオン交換膜と接することになり、上記偏流が解消される。なお、既述したアニオン交換体とイオン交換膜の組み合わせによる水の解離反応への影響の観点からは、第 2 小脱塩室 D-2 に充填されているアニオン交換体（アニオン交換体層）の陰極側にのみバイポーラ膜を配置すればよい。すなわち、図 6 に示す第 1 のバイポーラ膜 4 a のみを配置し、第 2 のバイポーラ膜 4 b を省略することも可能である。しかし、この場合には、却ってアニオン交換体層とカチオン交換体層との間のバランスが崩れる場合もある。そこで、本実施形態では、アニオン交換体（アニオン交換体層）の陰極側と、カチオン交換体（カチオン交換体層）の陽極側の双方にバイポーラ膜をそれぞれ配置し、高電流密度での安定した運転の確実性をより一層向上させている。

[0089] なお、本実施形態では、陰極室と陽極室との間に 1 つの脱塩処理部が設けられた例について説明したが、脱塩処理部は 2 つ以上であってもよい。例えば、図 2 に示す陰極側第 2 小脱塩室 D 1-2 および陽極側第 2 小脱塩室 D 2-2 のそれぞれに上記第 1 及び第 2 のバイポーラ膜を配置してもよい。

（比較試験 3）

本発明の効果を確認すべく、次のような比較試験を行った。すなわち、図 1 に示す第 2 小脱塩室 D-2 におけるバイポーラ膜の有無または配置個所が異なる 4 つの脱イオン水製造装置を用意した。

[0090] 図 7 (a) に示すように、当該脱イオン水製造装置（実施例 3）の第 2 小脱塩室には、第 1 のバイポーラ膜 4 a および第 2 のバイポーラ膜 4 b がそれぞれ配置されている。さらに、第 1 のバイポーラ膜 4 a は、そのアニオン交換膜 2 がアニオン交換体（アニオン交換体層）と対向するように配置され、第 2 のバイポーラ膜 4 b は、そのカチオン交換膜 3 がカチオン交換体（カチオン交換体層）と対向するように配置されている。すなわち、当該脱イオン水製造装置は、本実施形態に係る脱イオン水製造装置と同一の脱塩室を備えている。

[0091] 図7(b)に示すように、当該脱イオン水製造装置(比較例3)の第2小脱塩室には、バイポーラ膜は配置されていない。

[0092] 図7(c)に示すように、当該脱イオン水製造装置(比較例4)の第2小脱塩室には、第1のバイポーラ膜4aのみが配置されている。第1のバイポーラ膜4aは、そのアニオン交換膜2がアニオン交換体(アニオン交換体層)と対向するように配置されている。

[0093] 図7(d)に示すように、当該脱イオン水製造装置(比較例5)の第2小脱塩室には、第2のバイポーラ膜4bのみが配置されている。第2のバイポーラ膜4bは、そのカチオン交換膜3がカチオン交換体(カチオン交換体層)と対向するように配置されている。

[0094] 今回の比較試験において、各実施例および各比較例に共通する仕様、通水流量、供給水等の条件は以下のとおりである。なお、CERはカチオン交換体(カチオン交換樹脂)、AERはアニオン交換体(アニオン交換樹脂)の略である。

- ・陰極室：寸法100×300×4mm AER充填
- ・陽極室：寸法100×300×4mm CER充填
- ・陰極側第1小脱塩室および陽極側第1小脱塩室：寸法100×300×8mm AER充填
- ・陰極側第2小脱塩室および陽極側第2小脱塩室：寸法100×300×8mm AER/CER充填(積層)
- ・濃縮室：寸法100×300×4mm AER充填
- ・脱塩室流量：20L/h
- ・濃縮室流量：2L/h
- ・電極室流量：10L/h
- ・脱塩室、濃縮室供給水：一段RO透過水 $10 \pm 1 \mu S/cm$
- ・電極室供給水：脱塩室処理水
- ・印加電流値：3A

以上の条件の下で実施例3および比較例3～5に係る脱イオン水製造装置

をそれぞれ200時間連続運転し、運転開始時と運転開始から200時間後の運転電圧と処理水の水質を測定した。測定結果を表2に示す。

[0095] [表2]

【表2】

		実施例3	比較例3	比較例4	比較例5
運転電圧 [V]	運転開始時	8.8	11.3	12.1	10.9
	200時間後	16.2	121	52.4	61.2
処理水比抵抗 [MΩ・cm]	運転開始時	17.9	17.8	17.7	17.7
	200時間後	18.1	1.44	0.89	3.56

表2に示すとおり、運転開始時には実施例と比較例の間において、運転電圧、処理水比抵抗はともに大きな差異は無かった。しかし、運転を200時間連続で行った後では運転電圧、処理水比抵抗はそれぞれ大きく変化した。具体的には、実施例3では200時間運転後の運転電圧が16.2Vであったのに対し、比較例3～5の運転電圧は50～120V程度に増大した。また、200時間運転後の処理水の比抵抗は、実施例3では18.1MΩ・cmであったのに対し、比較例3～5では1～4MΩ・cmであった。これらのことから、バイポーラ膜を水の解離反応が起こる部位の全てに設置することで電流の偏流が防止され、それにより運転電圧の増大や処理水純度の悪化を防止され、高純度の脱イオン水の製造が可能となることが確認された。

[0096] 本実施形態では、イオン交換膜の上にバイポーラ膜を設置する構成について説明した。しかし、イオン交換膜の一部をバイポーラ膜で置換することも可能であり、かかる置換によっても上記と同様の作用効果が得られる。例えば、図6に示す第1のカチオン交換膜c1の上半分（陰極側第2小脱塩室D-2内のアニオン交換体と接している部分）をバイポーラ膜に置換してもよい。また、図6に示す第2のアニオン交換膜（中間イオン交換膜）a2の下半分（陰極側第2小脱塩室D-2内のカチオン交換体と接している部分）をバイポーラ膜に置換してもよい。

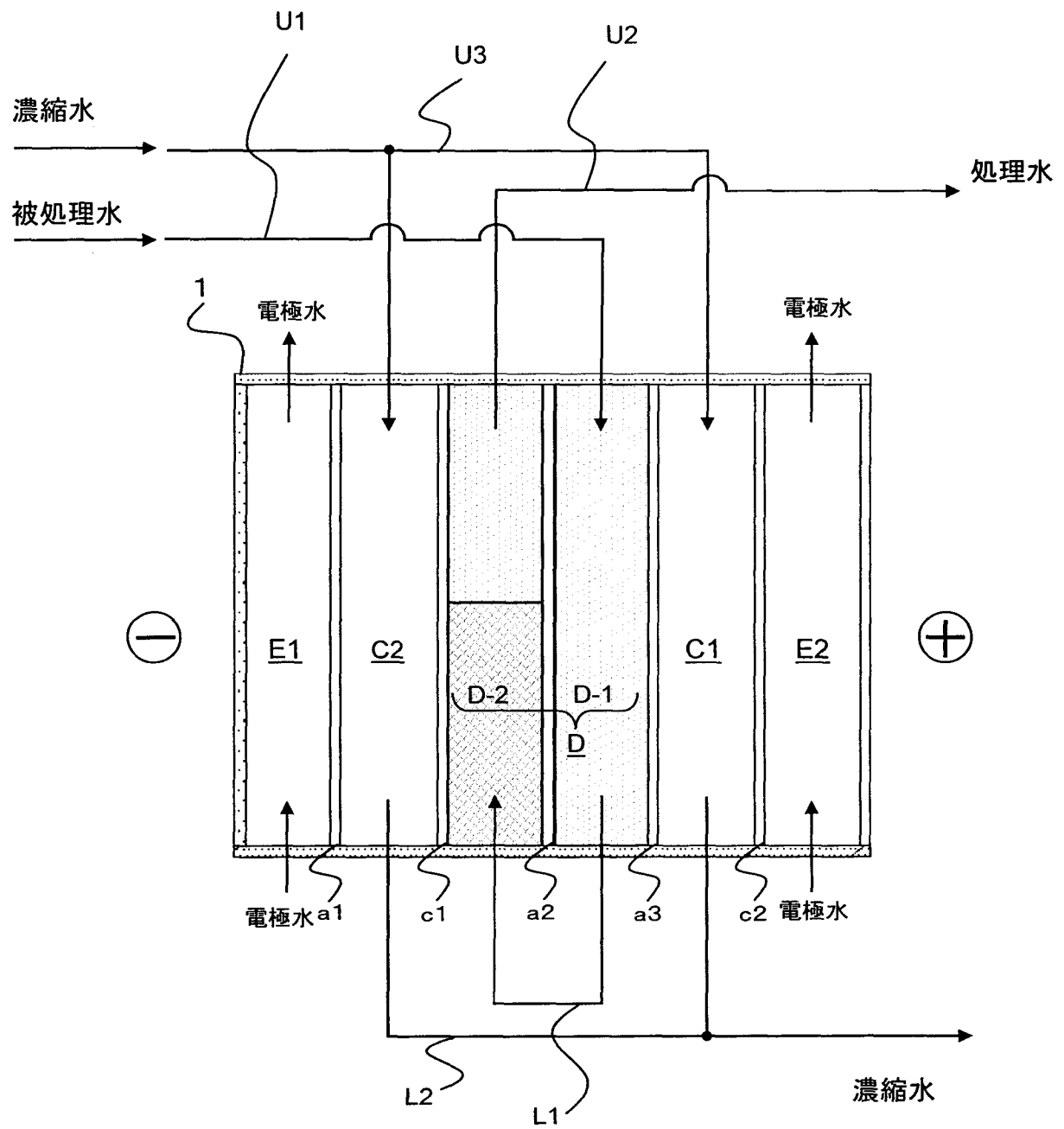
[0097] 本発明の脱イオン水製造装置に用いられるアニオン交換体としては、イオ

ン交換樹脂、イオン交換繊維、モノリス状多孔質イオン交換体等が挙げられ、最も汎用的なイオン交換樹脂が好適に用いられる。アニオン交換体の種類としては、弱塩基性アニオン交換体、強塩基性アニオン交換体等が挙げられる。また、カチオン交換体としては、イオン交換樹脂、イオン交換繊維、モノリス状多孔質イオン交換体等が挙げられ、最も汎用的なイオン交換樹脂が好適に用いられる。カチオン交換体の種類としては、弱酸性カチオン交換体、強酸性カチオン交換体等が挙げられる。

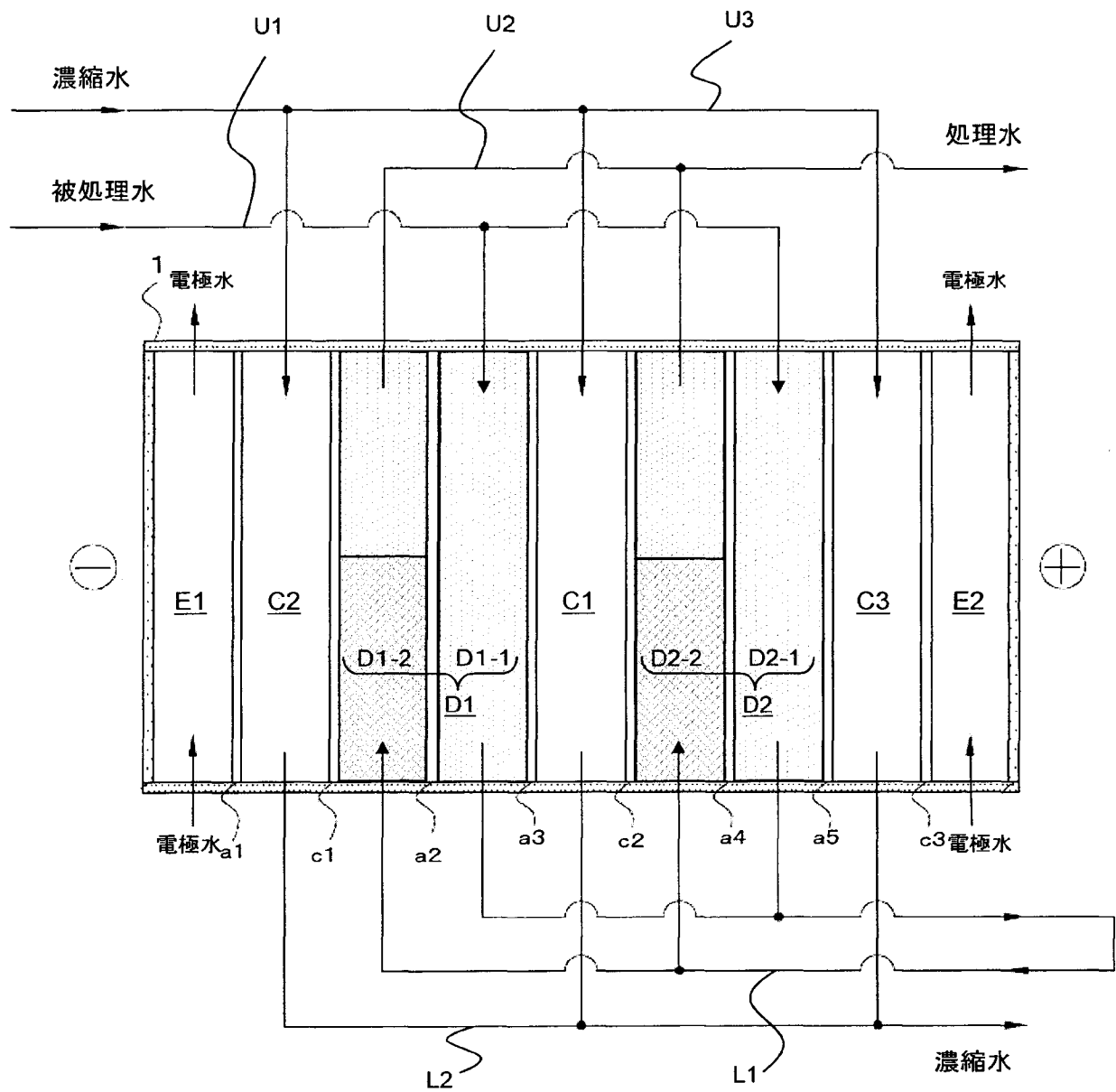
請求の範囲

- [請求項1] 対向する陰極と陽極との間に少なくとも1つの脱塩処理部が設けられた電気式脱イオン水製造装置であって、
- 前記脱塩処理部は、脱塩室と、該脱塩室の両隣に設けられるとともに、アニオン交換体が充填された一対の濃縮室とから構成され、
- 前記陰極が設けられている室と該室に隣接している濃縮室との間に、アニオン交換体が充填された副脱塩室が設けられ、
- 前記脱塩室は、イオン交換膜によって、前記一対の濃縮室の一方に隣接する第1小脱塩室と、前記一対の濃縮室の他方に隣接する第2小脱塩室とに仕切られ、
- 前記第1小脱塩室には、アニオン交換体が充填され、
- 前記第2小脱塩室には、被処理水が最後に通過するイオン交換体がアニオン交換体となる順序で、アニオン交換体とカチオン交換体とが充填されてい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] 前記第1小脱塩室には、アニオン交換体の層が一層形成され、
- 前記第2小脱塩室には、被処理水が最後に通過するイオン交換体がアニオン交換体となる順序で、アニオン交換体の層とカチオン交換体の層とが少なくとも一層ずつ積層されていることを特徴とする請求項1に記載の電気式脱イオン水製造装置。
- [請求項3] 前記第2小脱塩室には、アニオン交換体の層とカチオン交換体の層とが交互に二層ずつ積層されていることを特徴とする請求項2に記載の電気式脱イオン水製造装置。
- [請求項4] 前記第2小脱塩室への被処理水の流入方向と、前記濃縮室への濃縮水の流入方向とが逆向きとなるように流路が形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の電気式脱イオン水製造装置。

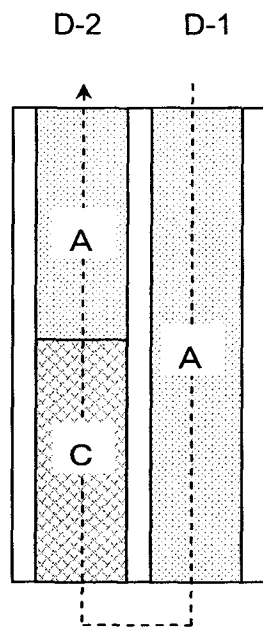
[図1]



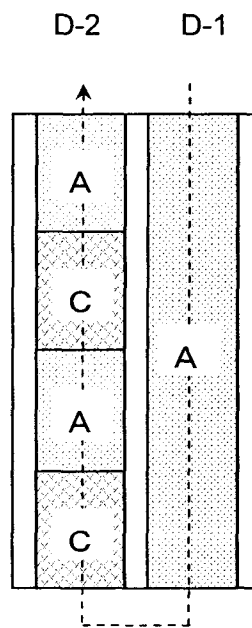
[図2]



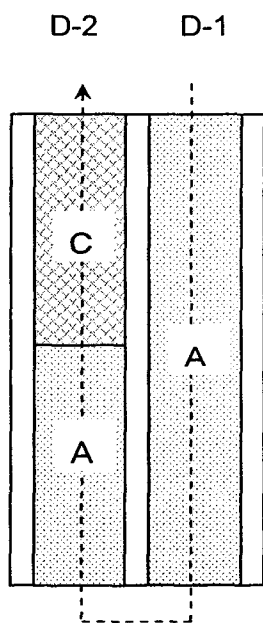
[図3]



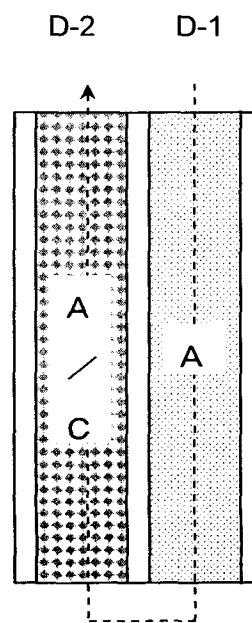
(a)



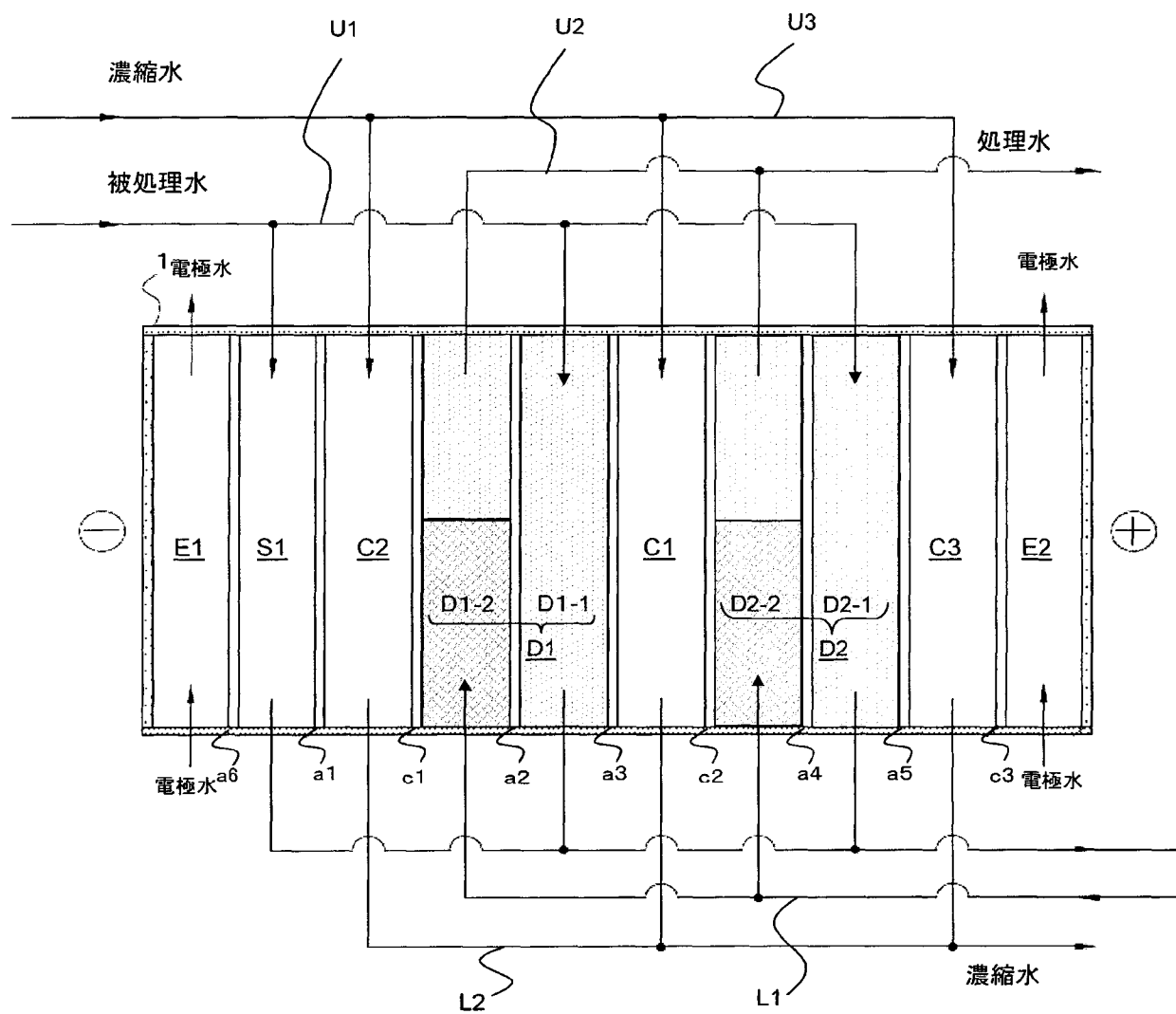
(b)



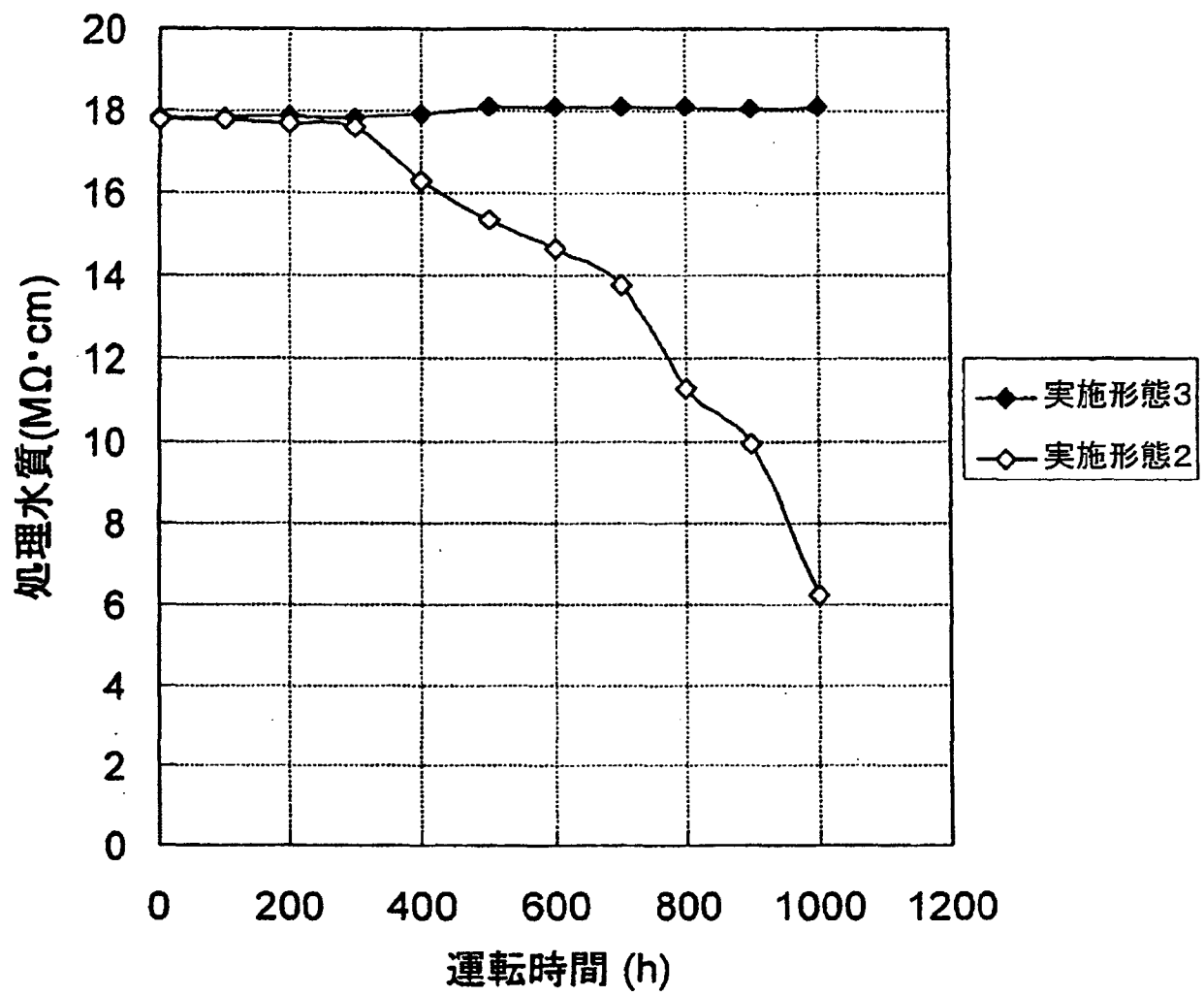
(c)



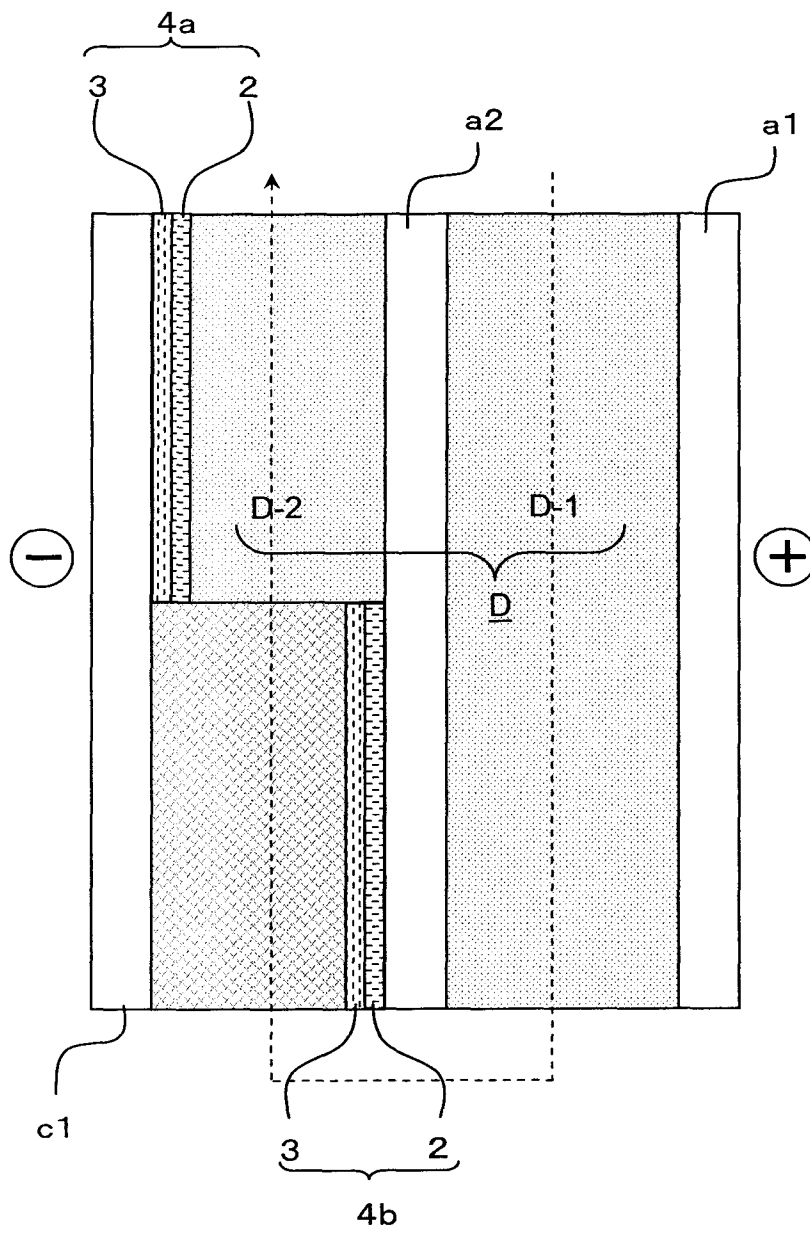
(d)



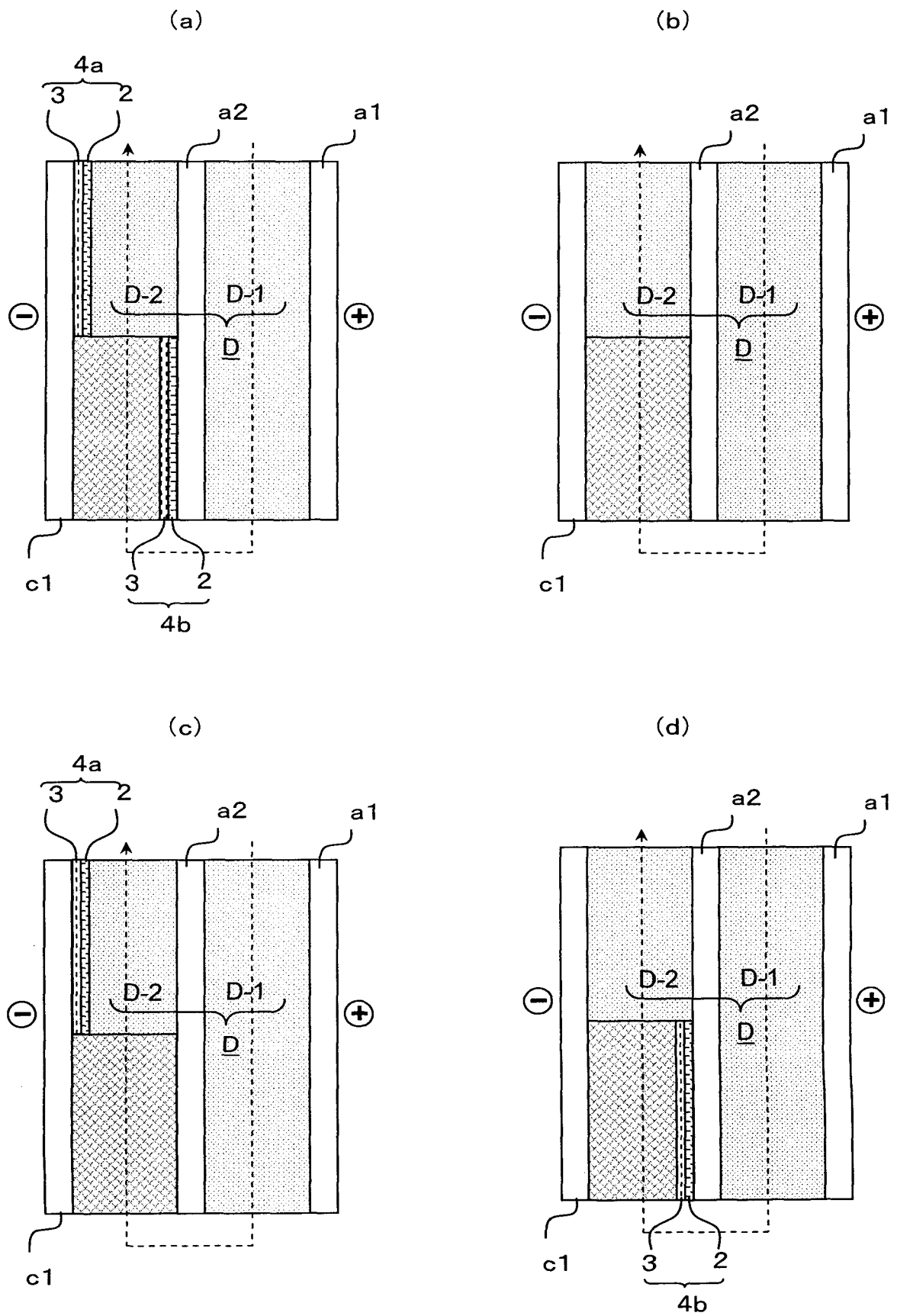
[図5]



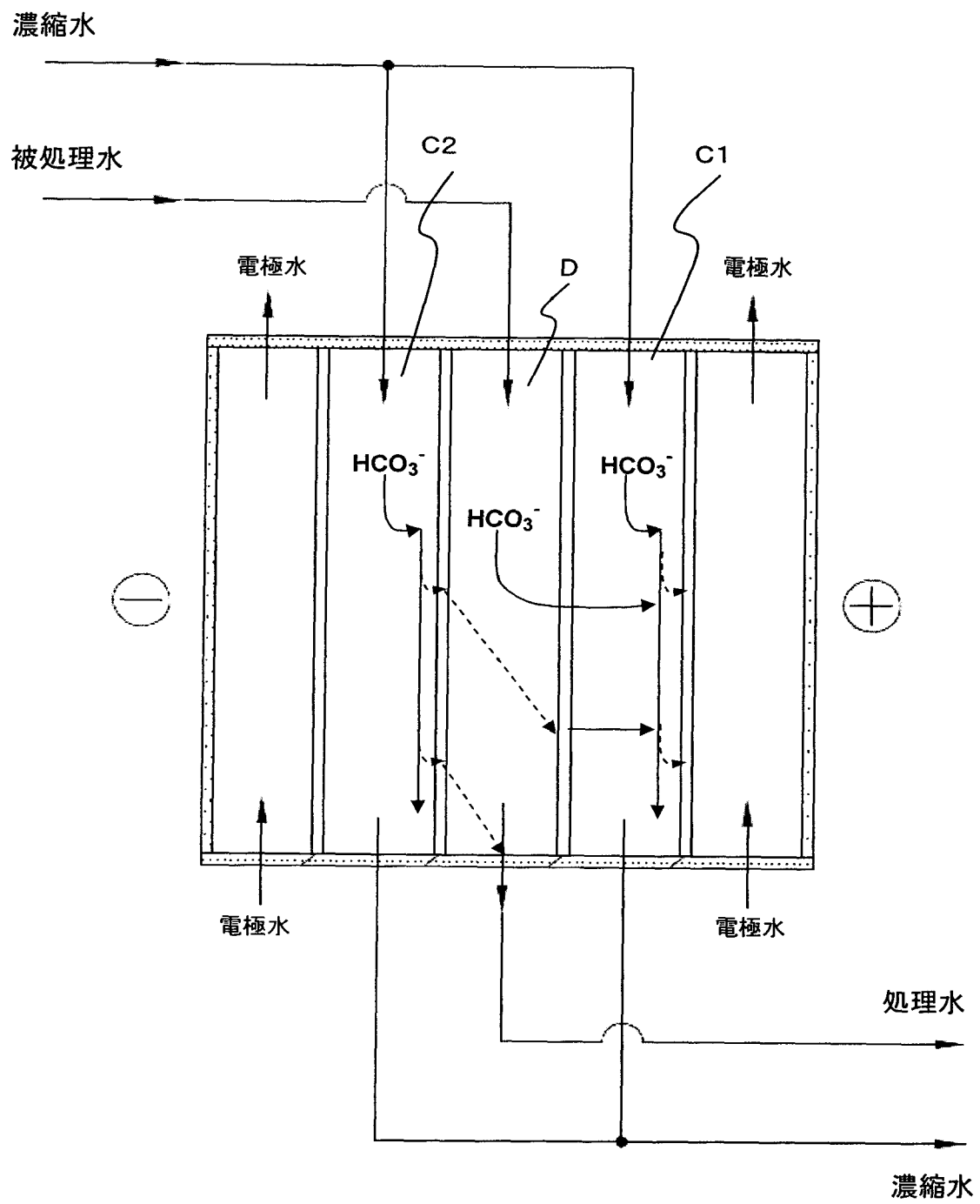
[図6]



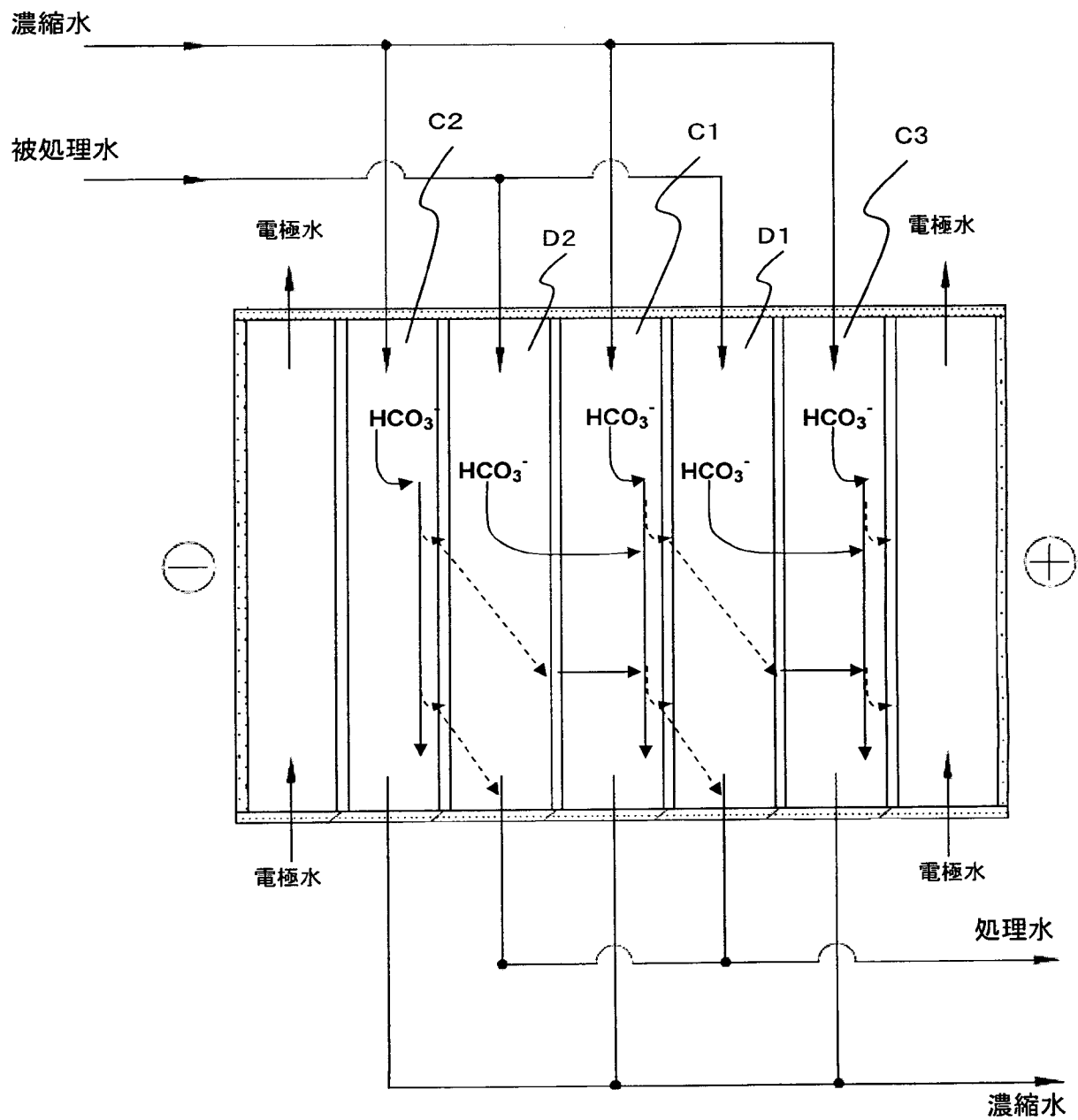
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/061629

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F1/469(2006.01) i, B01D61/48(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C02F1/469, B01D61/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 1-151911 A (Tokuyama Soda Co., Ltd.), 14 June 1989 (14.06.1989), claims; page 2, lower left column, line 19 to page 4, upper right column, line 5; drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2001-79358 A (Organo Corp.), 27 March 2001 (27.03.2001), claims; paragraphs [0022] to [0052]; drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2008-55388 A (Organo Corp.), 13 March 2008 (13.03.2008), claims; paragraphs [0026] to [0027]; fig. 2 (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 June, 2011 (09.06.11)

Date of mailing of the international search report
21 June, 2011 (21.06.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/061629

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2010-264360 A (Organo Corp.), 25 November 2010 (25.11.2010), claims; paragraphs [0073] to [0079]; fig. 22 (Family: none)	1-4
P, A	JP 2011-62662 A (Organo Corp.), 31 March 2011 (31.03.2011), claims; paragraphs [0017] to [0049]; fig. 1 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C02F1/469(2006.01)i, B01D61/48(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C02F1/469, B01D61/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 1-151911 A (徳山曹達株式会社) 1989.06.14, 特許請求の範囲、第2ページ左下欄第19行~第4ページ右上欄第5行、図面 (ファミリーなし)	1 - 4
A	JP 2001-79358 A (オルガノ株式会社) 2001.03.27, 特許請求の範囲、段落【0022】~【0052】、図面 (ファミリーなし)	1 - 4
A	JP 2008-55388 A (オルガノ株式会社) 2008.03.13, 特許請求の範囲、段落【0026】~【0027】、【図2】 (ファミリーなし)	1 - 4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 9 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

金 公彦

4 D

8 9 2 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
P, A	JP 2010-264360 A (オルガノ株式会社) 2010. 11. 25, 特許請求の範囲、段落【0073】～【0079】、【図22】 (ファミリーなし)	1 - 4
P, A	JP 2011-62662 A (オルガノ株式会社) 2011. 03. 31, 特許請求の範囲、段落【0017】～【0049】、【図1】 (ファミリーなし)	1 - 4