

(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
2012年11月22日(22.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/157236 A1

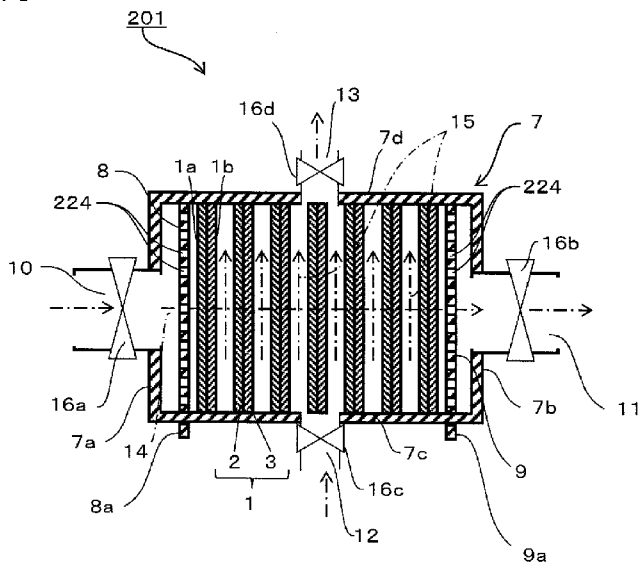
- (51) 国際特許分類:
C02F 1/42 (2006.01) B01J 47/12 (2006.01)
B01J 43/00 (2006.01) B01J 49/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/003105
- (22) 国際出願日: 2012年5月11日(11.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-108013 2011年5月13日(13.05.2011) JP
特願 2011-108011 2011年5月13日(13.05.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 山田 宗登(YAMADA, Muneto). 宇野 克彦(UNO, Katsuhiko). 笹部 茂(SASABE, Shigeru). 島 岐宏(SHIMA, Michihiro). 島戸 孝明(SHIMATO, Takaaki). 尾浜 昌宏(OHAMA, Masahiro). 佐野 光宏(SANO, Mitsuhiro).
- (74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所(PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階 Hyogo (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, QA, RO, RS, RU, RW, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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: REGENERATIVE WATER SOFTENING DEVICE

(54) 発明の名称: 再生式軟水化装置

[図1]



(57) Abstract: This water softening device (201) is provided with: a negative electrode (8) and a positive electrode (9); at least one water-splitting ion exchange membrane (1) that has a positive ion exchange surface (1a) on one surface, has a negative ion exchange surface (1b) on the other surface, and is layered between the negative electrode and the positive electrode in a manner so that the negative ion exchange surface faces the positive electrode and the positive ion exchange surface faces the negative electrode; and a casing (7) that houses the negative electrode, the positive electrode, and the at least one water-splitting ion exchange membrane. The casing has: a first entrance (10) and a first exit (11) that are respectively the entrance and exit for water for processing; and a second entrance (12) and second exit (13) that are respectively the entrance and exit for water for regeneration. The differential pressure of the water for processing between the first entrance and the first exit is greater than the differential pressure of the water for regeneration between the second entrance and the second exit at the same flow rate as that of the water for processing.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/157236 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

軟水化装置(201)は、陰極(8)および陽極(9)と、一方の面に陽イオン交換面(1a)を有し、他方の面に陰イオン交換面(1b)を有し、かつ前記陰イオン交換面が前記陽極を向くとともに前記陽イオン交換面が前記陰極を向くように前記陰極と前記陽極との間に積層された 1 以上の水分解イオン交換膜(1)と、前記陰極、前記陽極および 1 以上の前記水分解イオン交換膜を収容するケーシング(7)と、を備え、前記ケーシングは、それぞれ処理水の入り口及び出口である第 1 入口(10)および第 1 出口(11)と、それぞれ再生水の入り口及び出口である第 2 入口(12)および第 2 出口(13)とを有し、前記第 1 入口と前記第 1 出口との間の前記処理水の差圧が、前記処理水と同流量における前記第 2 入口と前記第 2 出口との間の前記再生水の差圧より大きい。

明 細 書

発明の名称：再生式軟水化装置

技術分野

[0001] 本発明は、再生式軟水化装置に関し、特に、カルシウムやマグネシウムなどの硬度成分の陽イオンを除去することにより水を軟水化する再生式軟水化装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、薬剤を使用しない再生式の軟水化技術として、電気分解および水分解イオン交換膜を用いて硬度成分の陽イオンを除去し、かつ水分解イオン交換膜を再生することができる技術がある（たとえば、特許文献1参照）。

[0003] この水分解イオン交換膜は、たとえば、陽イオン交換面および陰イオン交換面を含む。陽イオン交換面が第1の電極に対向するように、水分解イオン交換膜が第1の電極と第2の電極との間に配置される。

[0004] 溶液中から陽イオンの除去する脱イオン工程では、第1の電極が陽極となり、第2の電極が陰極となるように、電圧が印加される。溶液中の陽イオンが水分解イオン交換膜の陽イオン交換面に吸着することにより、溶液中から陽イオンが除去されて、溶液が軟水化される。

[0005] 陽イオン交換面に陽イオンが吸着した水分解イオン交換膜を再生する再生工程では、第1の電極が陰極となり、第2の電極が陽極となるように、電圧が印加される。水分解イオン交換膜の陽イオン交換面と陰イオン交換面との界面で水が水素イオンおよび水酸化物イオンに分解する。水素イオンは陽イオン交換面に吸着し、この陽イオン交換面に吸着していた陽イオンが放出される。このようにイオン交換が行われ、水分解イオン交換膜が再生される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第4044148号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、上記従来技術の脱イオン工程では、電圧が印加されることにより陽イオンが陽イオン交換面に積極的に拡散されている。このため、再生行程に加えて脱イオン工程においても電力が消費される。

[0008] 本発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、従来に比べて電力の消費を抑えた再生式軟水化装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明のある態様に係る、再生式軟水化装置は、陰極および陽極と、一方の面に陽イオン交換面を有し、他方の面に陰イオン交換面を有し、かつ前記陰イオン交換面が前記陽極を向くとともに前記陽イオン交換面が前記陰極を向くように前記陰極と前記陽極との間に積層された1以上の水分解イオン交換膜と、前記陰極、前記陽極および1以上の前記水分解イオン交換膜を収容するケーシングと、を備え、前記ケーシングは、それぞれ処理用水の入り口及び出口である第1入口および第1出口と、それぞれ再生用水の入り口及び出口である第2入口および第2出口とを有し、前記第1入口と前記第1出口との間の前記処理用水の差圧が、前記処理用水と同流量における前記第2入口と前記第2出口との間の前記再生用水の差圧より大きい。

発明の効果

[0010] 本発明は、再生式軟水化装置において電力の消費を抑えることが可能であるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施の形態1に係る再生式軟水化装置を模式的に示した横断面図である。

[図2] (a)は、陰極を模式的に示した側面図であり、(b)は、陽極を模式的に示した側面図である。

[図3]図1の再生式軟水化装置に用いられる水分解多孔質イオン交換膜を模式

的に示した側面図である。

[図4] (a) は、本発明の実施の形態 2 に係る再生式軟水化装置を模式的に示した横断面図であり、(b) は、(a) の再生式軟水化装置を模式的に示した縦断面図である。

[図5] 本発明の実施の形態 3 に係る再生式軟水化評価装置を模式的に示した斜視図である。

[図6] 図 5 の再生式軟水化装置を模式的に示した縦断面図である。

[図7] 図 5 の再生式軟水化装置を模式的に示した横断面図である。

[図8] 図 5 の再生式軟水化装置に用いられるスペーサを示す平面図である。

[図9] 図 5 の再生式軟水化工程における処理水の流れを表す概念図である。

[図10] 図 5 の再生式再生行程における再生用水の流れを表す概念図である。

[図11] 本発明の実施の形態 4 に係る再生式軟水化評価装置を模式的に示した斜視図である。

[図12] 図 11 の再生式軟水化装置を模式的に示した縦断面図である。

[図13] 実施例 1 に用いられた第 1 軟水化評価装置を模式的に示した断面図である。

[図14] 実施例 1 および 2 に用いられた第 2 軟水化評価装置を模式的に示した断面図である。

[図15] カルシウム除去能力（軟水化能力）と、流水時間との関係を示すグラフである。

[図16] カルシウム脱離能力（イオン交換膜の再生能力）と、流水時間との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0012] 本発明の第 1 の発明に係る再生式軟水化装置は、陰極および陽極と、一方の面に陽イオン交換面を有し、他方の面に陰イオン交換面を有し、かつ前記陰イオン交換面が前記陽極を向くとともに前記陽イオン交換面が前記陰極を向くように前記陰極と前記陽極との間に積層された 1 以上の水分解イオン交換膜と、前記陰極、前記陽極および 1 以上の前記水分解イオン交換膜を収容

するケーシングと、を備え、前記ケーシングは、それぞれ処理水の入り口及び出口である第1入口および第1出口と、それぞれ再生水の入り口及び出口である第2入口および第2出口とを有し、前記第1入口と前記第1出口との間の前記処理水の差圧が、前記処理水と同流量における前記第2入口と前記第2出口との間の前記再生水の差圧より大きい。

[0013] この構成によれば、処理水の軟水化時には、処理水の差圧が大きいことから、処理水に含まれる硬度成分イオンとイオン交換膜とが接触する時間および面積が大きくなる。このため、硬度成分イオンがイオン交換膜により効率的に除去されるため、電圧の印加が必要なく、電力の消費が抑えられる。

[0014] また、再生水によるイオン交換膜の再生時には、電極に電圧が印加されて、水分解イオン交換膜で水が分解されて、水素イオンが発生する。この水素イオンにより水分解イオン交換膜に吸着した硬度成分イオンが脱離し、水分解イオン交換膜が再生される。この時、再生水の差圧が小さいことにより、再生水はスムーズに流れて脱離した硬度成分イオンを排出する。よって、脱離した硬度成分が水分解イオン交換膜に再度吸着しづらく、イオン交換膜を再生する効率が向上する。

[0015] 本発明の第2の発明に係る再生式軟水化装置では、第1の発明に係る再生式軟水化装置において、前記処理水の第1入口および第1出口を結ぶ直線と前記再生水の第2入口および第2出口を結ぶ直線とが垂直になるように、前記第1入口、前記第1出口、前記第2入口および前記第2出口が設けられてもよい。

[0016] この構成によれば、第1入口と第1出口との間で生じる処理水の差圧が、第2入口と第2出口との間で生じる再生水の差圧より大きく設定することができる。これにより、電力消費が抑制されるとともに、イオン交換膜の生成効率が向上することができる。

[0017] 本発明の第3の発明に係る再生式軟水化装置では、第1または第2の再生式軟水化装置において、前記水分解イオン交換膜が、前記処理水の第1入

口および第1出口を結ぶ直線に対して垂直であって、前記再生用水の第2入口および第2出口を結ぶ直線に対して平行に設けられてもよい。

[0018] この構成によれば、処理水の軟水化時には、処理水は水分解イオン交換膜に対して垂直に流れる。このため、処理水中の硬度成分イオンと水分解イオン交換膜との接触確率が高まり、硬度成分イオンが効率よく吸着され、軟水化効率が向上する。

[0019] また、水分解イオン交換膜の再生時には、再生水は水分解イオン交換膜に対して平行に流れる。このため、脱離した硬度成分イオンは、膜の内部を通らず、再生水により水分解イオン交換の表面に沿って速やかに流れる。よって、硬度成分イオンが再度イオン交換膜に吸着することが防がれ、再生効率が上がる。

[0020] 本発明の第4の発明に係る再生式軟水化装置では、第1または第2の再生式軟水化装置において、前記水分解イオン交換膜は、長方形形状を有し、その長辺が前記処理水の第1入口および第1出口を結ぶ直線に対して平行であって、その短辺が前記再生水の第2入口および第2出口を結ぶ直線に対して平行に設けられてもよい。

[0021] この構成によれば、処理水の軟水化時には、処理水は水分解イオン交換膜の長辺に沿って流れる。このため、処理水中の硬度成分イオンと水分解イオン交換膜との接触時間が長かつ接触面積が大きくなり、硬度成分イオンは水分解イオン交換膜により効率よく吸着されて除去される。

[0022] また、水分解イオン交換膜の再生時には、再生水は水分解イオン交換膜の短辺に沿って流れる。このため、脱離した硬度成分イオンは、再生水により水分解イオン交換膜の表面を短時間で流れすぎ、イオン交換膜に再度吸着することが抑制される。水分解イオン交換膜の再生効率が向上する。

[0023] 本発明の第5の発明に係る再生式軟水化装置では、第3の再生式軟水化装置において、前記水分解イオン交換膜が多孔質材料で形成されていてもよい。

[0024] この構成によれば、処理水の軟水化時に、水分解イオン交換膜に対して

垂直に流れる処理用水は水分解イオン交換膜を通過する。これにより、処理用水は水分解イオン交換膜の内部に侵入するため、処理用水中の硬度成分イオンと水分解イオン交換膜との接触面積がさらに広がり、硬度成分イオンが効率よく吸着され、軟水化効率が向上する。

[0025] 本発明の第6の発明に係る再生式軟水化装置は、第5の再生式軟水化装置において、複数の前記水分解イオン交換膜が積層した積層体の周囲を覆う非通水性のシーリング材をさらに備えてもよい。

[0026] この構成によれば、処理用水の軟水化時に、処理用水は、非通水性のシーリング材により水分解イオン交換膜の積層体とケーシングとの間に逃げずに、水分解イオン交換膜に垂直に流れる。このため、処理用水中の硬度成分イオンが水分解イオン交換膜に効率的に吸着され、処理用水の軟水化の効率が高められる。

[0027] 本発明の第7の発明に係る再生式軟水化装置は、第5または第6の再生式軟水化装置において、複数の前記水分解イオン交換膜が積層した積層体と前記第1入口側の前記電極との間に設けられた、前記水分解イオン交換膜よりも通水抵抗が大きい拡散層をさらに備えていてもよい。

[0028] この構成によれば、処理用水の軟水化時に、処理用水は、拡散層により水分解イオン交換膜に対して垂直な方向に拡散される。このため、処理用水は水分解イオン交換膜の広い範囲を通過することにより、硬度成分イオンと水分解イオン交換膜の接触面積が更に広がり、処理用水の軟水化効率が向上する。

[0029] 本発明の第8の発明に係る再生式軟水化装置は、第6または第7の再生式軟水化装置において、前記積層体において隣り合う前記水分解イオン交換膜が挟むように設けられたスペーサ部材をさらに備えていてもよい。

[0030] この構成によれば、水分解イオン交換膜の再生時に、再生用水はスペーサ部材により形成された空間を通る。これにより、再生用水は、水分解イオン交換膜に対して平行にスムーズに流れ、脱離した硬度成分イオンを速やかに排出する。このため、硬度成分イオンが水分解イオン交換膜に再吸着するこ

とが抑制され、水分解イオン交換膜が効率よく再生される。

[0031] 本発明の第9の発明に係る再生式軟水化装置では、第8の再生式軟水化装置において、前記シーリング材は、その厚み方向に貫通し、かつ前記再生用水の第2入口および第2出口のそれぞれと対向する開口部を有し、前記開口部は前記スペーサ部材に対向していてもよい。

[0032] この構成によれば、再生用水の第2入口および第2出口は、開口部を介してスペーサ部材に対向する。このため、水分解イオン交換膜の再生時には、再生用水は、第2入口から開口部を介してスペーサ部材の空間に流入し、開口部を介して第2出口に流出する。このように、再生用水はスムーズに流れて、イオン交換膜を効率よく再生することができる。

[0033] また、シーリング材は、再生用水の流れを妨げることがなく、処理用水の水分解イオン交換膜の積層体とケーシングとの隙間に流入することを防止することができる。

[0034] 本発明の第10の発明に係る再生式軟水化装置では、第9の再生式軟水化装置において、前記開口部は、前記スペーサ部材に一对一で配されていてもよい。

[0035] この構成によれば、水分解イオン交換膜の再生時には、第2入口から流入した再生用水は、分岐することなく、開口部に一对一に対向するスペーサ部材の空間に流れ込む。また、スペーサ部材の空間を通過した再生用水は、分岐することなく、一对一に対向する開口部を介して第2出口から流出する。このため、再生用水は、乱れずにスムーズに流れ、脱離した硬度成分イオンを速やかに排除することができ、水分解イオン交換膜の再生効率が向上する。

[0036] 本発明の第11の発明に係る再生式軟水化装置は、第1～10のいずれか1つの再生式軟水化装置において、処理用水通水時は、前記処理用水の第1入口および第1出口が開き、かつ前記再生用水の第2入口および第2出口が閉じ、再生用水通水時は、前記再生用水の第2入口および第2出口が開き、かつ前記処理用水の第1入口および第1出口が閉じててもよい。

[0037] この構成によれば、処理水の軟水化時には、処理水は、第2入口および第2出口から流れ出ることなく、第1入口から第1出口に流れる。また、水分解イオン交換膜の再生時には、再生水は、第1入口および第1出口から流れ出ることなく、第2入口から第2出口に流れる。より効率的に軟水化処理および再生処理が行われる。

[0038] 以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら具体的に説明する。

[0039] なお、以下では全ての図面を通じて同一又は相当する要素には同一の参照符号を付して、その重複する説明を省略する。

[0040] また、説明の便宜上、水分解多孔質イオン交換膜の陽イオン交換面および陰イオン交換面に平行な方向を縦方向と称し、縦方向に直交する方向を横方向と称する。

[0041] さらに、説明の便宜上、軟水化処理する対象の水を「処理水」と称し、イオン交換膜を再生するために用いられる水を「再生水」と称する。

[0042] (実施の形態1)

[再生式軟水化装置の構成]

図1は、本発明の実施の形態1に係る再生式軟水化装置を模式的に示す横断面図である。図2(a)は、陰極の主面を模式的に示した平面図である。図2(b)は、陽極の主面を模式的に示した平面図である。図3は、水分解多孔質イオン交換膜を模式的に示す側面図である。

[0043] 再生式軟水化装置(以下、「軟水化装置」と言う。)201は、図1に示すように、水分解多孔質イオン交換膜(以下、「イオン交換膜」と言う。)1によって、カルシウムイオンやマグネシウムイオンなどの硬度成分の陽イオン(以下、「硬度成分イオン」と言う。)を処理水中から除去し、処理水を軟水化する装置である。軟水化装置201は、電極8、9と、イオン交換膜と、電極およびイオン交換膜1を収容するケーシング7と、を備える。

[0044] 電極は、陰極8および陽極9を含む。各電極8、9は、図2に示すように、略矩形状の平板であって、接続部8a、9aおよび多数の開口224を有

す。開口 224 は、各電極 8、9 の主面を貫通する。開口 224 のサイズおよび数は、開口 224 を通過する処理水の流れを阻害しないように設定される。各電極 8、9 は、金属などの板材と、この表面を覆う保護層とで構成される。金属には、耐食性および機械的耐久性を有するチタンなどが用いられる。保護層としては白金コーティングなどが上げられ、保護層の厚みは、たとえば、 $0.2\ \mu\text{m}$ ~ $0.5\ \mu\text{m}$ である。このような金属および保護層で各電極 8、9 が構成されることにより、軟水化装置 201 の長期的な耐久性が確保される。

[0045] イオン交換膜 1 は、一方の面に陽イオン交換面 1 a を有し、他方の面に陰イオン交換面 1 b を有する。イオン交換膜 1 は、陰イオン交換面 1 b が陽極 9 を向くとともに陽イオン交換面 1 a が陰極 8 を向くように陰極 8 と陽極 9 との間に積層されている。

[0046] イオン交換膜 1 は、図 3 に示すように、陽イオン交換膜 2 および陰イオン交換膜 3 がその厚み方向に重ねられて接合されることにより形成される。このため、陽イオン交換面 1 a は陽イオン交換膜 2 の面に形成され、陰イオン交換面 1 b は陰イオン交換膜 3 の面に形成される。

[0047] 陽イオン交換膜 2 は、陽イオン交換樹脂粒子 4 と熱可塑性樹脂粒子 5 との混合体を熱可塑性樹脂粒子 5 の融点近傍で加熱して固まった焼結体により形成される。このため、陽イオン交換樹脂粒子 4 と熱可塑性樹脂粒子 5 との間に空隙が形成されるように、陽イオン交換樹脂粒子 4 は熱可塑性樹脂粒子 5 のマトリックス中に固定される。また、陰イオン交換膜 3 は、陰イオン交換樹脂粒子 6 と熱可塑性樹脂粒子 5 との混合体を熱可塑性樹脂粒子 5 の融点近傍で加熱して固まった焼結体により形成される。このため、陰イオン交換樹脂粒子 6 と熱可塑性樹脂粒子 5 との間に空隙が形成されるように、陰イオン交換樹脂粒子 6 は熱可塑性樹脂粒子 5 のマトリックス中に固定される。

[0048] 熱可塑性樹脂粒子 5 は、たとえば、ポリエチレンおよびポリプロピレンなどのポリオレフィン樹脂、エチレン-プロピレン共重合体、エチレン-酢酸ビニル共重合体、およびエチレン-アクリル酸共重合体などの熱可塑性樹脂

により形成される。

[0049] 熱可塑性樹脂粒子5の粒子径は、たとえば、数10～数100 μm に設定される。ただし、熱可塑性樹脂粒子5の粒子径が小さいほど、イオン交換膜1に硬度成分イオンが吸着する速度が大きくなり、硬度成分イオンを除去する効率が向上する。しかし、熱可塑性樹脂粒子5の粒子径が小さいほど、処理用水がイオン交換膜1を通過する際の圧力損失が大きくなる。このため、硬度成分イオンの除去効率と圧力損失とを考慮して、熱可塑性樹脂粒子5の粒子径が設定される。

[0050] 陽イオン交換樹脂粒子4は、たとえば、交換基 $-\text{SO}_3\text{H}$ を有する強酸性陽イオン交換樹脂により形成される。陰イオン交換樹脂粒子6は、たとえば、交換基 $-\text{NR}_3\text{OH}$ を有する強塩基性イオン交換樹脂により形成される。ただし、交換基 $-\text{RCOOH}$ を有する弱酸性陽イオン交換樹脂により陽イオン交換樹脂粒子4を形成することもできる。また、 $-\text{NR}_2$ を有する弱塩基性イオン交換樹脂により陰イオン交換樹脂粒子6を形成することもできる。

[0051] 陽イオン交換膜2における陽イオン交換樹脂粒子4の含有量、および陰イオン交換膜3における陰イオン交換樹脂粒子6の含有量は、各イオン交換膜2、3の重量に対し10～60wt%であって、好ましくは30～50wt%である。各イオン交換樹脂粒子4、6の含有量が60%以上であると、各イオン交換樹脂粒子4、6に対して熱可塑性樹脂粒子5の量が少なくなるため、各イオン交換樹脂粒子4、6を熱可塑性樹脂粒子5により固定することが難しくなる。一方、各イオン交換樹脂粒子4、6の含有量が10%以下であると、各イオン交換膜2、3の単位体積におけるイオンを交換する容量が小さくなる。このため、目的とするイオン交換性能を得るために、各イオン交換膜2、3のサイズを大きくする必要があり、軟水化装置201の大型化およびコストアップにつながる。特に、各イオン交換樹脂粒子4、6の含有量が30～50wt%であれば、イオン交換膜1のイオン交換容量を維持することができ、イオン交換膜1を長期間安定して使用することができる。

- [0052] ケーシング7は、図1に示すように、直方体形状を有し、第1～第4側面7a～7d、第1端面、第2端面およびこれらに囲まれる中空部を含む。第2側面7bは第1側面7aに対向し、第4側面7dは第3側面7cに対向する。第1および第2側面7a、7bは第3および第4側面7c、7dより短い。このため、第1側面7aと第2側面7bとの間隔が、第3側面7cと第4側面7dとの間隔より長い。
- [0053] ケーシング7は、処理水の第1入口10および第1出口11と、再生水の第2入口12および第2出口13とを有する。第1入口10および第2入口12は、水道管などの水源から供給される配管（図示せず）にそれぞれ接続される。第1出口11は、軟水化処理された処理水を排出する蛇口（図示せず）や、軟水化処理された処理水を利用する給湯機、温水暖房システム、洗濯機、浄水システムなどの機器（図示せず）などに接続される。第2出口13は、イオン交換膜1の再生処理に利用された再生水を排出ための経路（図示せず）などに接続される。
- [0054] 処理水が流入する第1入口10が第1側面7aに設けられ、処理水が流出する第1出口11が第2側面7bに設けられる。また、再生水が流入する第2入口12が第3側面7cに設けられ、再生水が流出する第2出口13が第4側面7dに設けられる。このため、処理水の第1入口10および第1出口11を結ぶ直線と再生水の第2入口12および第2出口13を結ぶ直線とが垂直になるように、第1入口10、第1出口11、第2入口12および第2出口13が設けられている。各入口10、12および各出口11、13は各側面7a～7dを貫通する。電磁弁16a～16dが、第1入口10、第1出口11、第2入口12および第2出口13のそれぞれに設けられる。なお、処理水の第1入口10および第1出口11を結ぶ直線は、第1入口10の中心および第1出口11の中心を結ぶことにより形成される。再生水の第2入口12および第2出口13を結ぶ直線は、第2入口12の中心および第2出口13の中心を結ぶことにより形成される。また、処理水の第1入口10および第1出口11を結ぶ直線と再生水の第2入口1

2 および第2出口13を結ぶ直線とが垂直になるように、第1入口10、第1出口11、第2入口12および第2出口13が設けられ、第1入口10から第1出口11への処理水の全体的な流れは第2入口12から第2出口13への再生水の全体的な流れに対して垂直になる。

[0055] ケーシング7内の中空部に、陽極9、陰極8、および1つ以上、この実施の形態では、7つのイオン交換膜1の積層体が収容される。陽イオン交換膜2が陰極8に対向し、陰イオン交換膜3が陽極9に対向するように、陽極9、陰極8、およびイオン交換膜1が平行に配置される。イオン交換膜1は、第1入口10および第1出口11を結ぶ直線に対して垂直に設けられる。このため、第1入口10から流入して第1出口11から流出する処理水の流路14は、イオン交換膜1に対して直交する方向に延びる。イオン交換膜1はケーシング7の中空部の縦断面とほぼ同じサイズに形成されるため、イオン交換膜1は処理水の流路14を遮るように配置される。また、イオン交換膜1は、第2入口12および第2出口13を結ぶ直線に平行に設けられる。このため、第2入口12から流入して第2出口13から流出する再生水の流路15は、イオン交換膜1に沿って延びる。また、陽極9、陰極8、およびイオン交換膜1の間に間隙が設けられる。この間隙は、再生水の流路15となる。さらに、第1入口10および第1出口11の間に形成される処理水の流路14は、第2入口12および第2出口13の間に形成される再生水の流路15より長い。このため、第1入口10と第1出口11との間で生じる処理水の差圧が、処理水と同流量における第2入口12と第2出口13との間で生じる再生水の差圧より大きくなる。

[0056] ケーシング7にはさらに開口（図示せず）が設けられる。この開口から陰極8の接続部8aおよび陽極9の接続部9aがそれぞれ突き出る。開口と各接続部8a、9aとの間にはシーリング材（図示せず）が充填され、ケーシング7の水密性能が保持される。各接続部8a、9aは電線（図示せず）により電源（図示せず）に接続され、電線にスイッチ（図示せず）が介在する。

[0057] [軟水化装置における軟水化工程]

処理用水中から硬度成分イオンを除去する軟水化工程では、スイッチが開かれ、各電極 8、9 は電源に接続されないため、各電極 8、9 に電圧は印加されない。そして、第 1 入口 10 および第 1 出口 11 における電磁弁 16 a、16 b が開かれるとともに、第 2 入口 12 および第 2 出口 13 における電磁弁 16 c、16 d が閉じられる。これにより、処理用水が、第 1 入口 10 からケーシング 7 内に流入し、中空部を均一に流れ、第 1 出口 11 から流出する。なお、電磁弁 16 a および 16 b を同時に開き、電磁弁 16 c および 16 d を同時に閉じることにより、ケーシング 7 内および処理水の圧力変化などが抑えられる。

[0058] 処理用水は、第 1 入口 10 から流入し、陰極 8 の開口 224 を通過し、さらにイオン交換膜 1 を透過する。この際、処理用水に含まれる硬度成分イオンは、陽イオン交換膜 2 の陽イオン交換樹脂粒子 4 に吸着される。この結果、処理用水中から硬度成分イオンが除去されて、処理用水は軟水となって第 1 出口 11 から排出される。

[0059] この処理用水流路 14 は再生用水流路 15 より長いため、抗力によって処理水の流速は低下する。その上、処理用水がイオン交換膜 1 を通過する際に処理用水はイオン交換膜 1 により抵抗を受けるため、処理水の流速はさらに低下する。これにより、処理用水がケーシング 7 内に滞在する時間が長くなり、処理用水は陽イオン交換樹脂粒子 4 と長時間接触する。さらに、処理用水は陽イオン交換膜 2 を通過することにより、陽イオン交換膜 2 の内部の陽イオン交換樹脂粒子 4 と処理用水が接触する。したがって、処理水中の硬度成分イオンは長時間かつ多くの陽イオン交換樹脂粒子 4 と接触して吸着されることにより、硬度成分イオンの吸着効率が向上する。

[0060] また、このように硬度成分イオンの吸着効率が低い。この結果、各電極 8、9 に電圧を印加し、硬度成分イオンを電気泳動により移動させることにより、硬度成分イオンをイオン交換膜 1 に通過させる必要がない。よって、軟水化工程において電力が消費されず、全体的に電力の消費が抑制される。

[0061] さらに、各電極 8、9 に電圧を印加しないことにより、軟水化工程では水の電気分解により各電極 8、9 に水素および酸素のガスが発生しない。よって、軟水化処理された処理用水が供給された機器において処理用水からガスが放出されて、下流側に設置される機器内にガスが蓄積することにより、機器の安全性に問題が生じることが防止される。

[0062] [軟水化装置における再生工程]

イオン交換膜 1 から硬度成分イオンを除去する再生工程では、スイッチが閉じられ、各電極 8、9 が電源に接続されることにより、各電極 8、9 に、たとえば、100V～300V の直流電圧が印加される。そして、第 1 入口 10 および第 1 出口 11 における電磁弁 16 a、16 b が閉じられるとともに、第 2 入口 12 および第 2 出口 13 における電磁弁 16 c、16 d が開かれる。これにより、再生用水が、第 2 入口 12 からケーシング 7 内に流入する。再生用水は、互いに隣り合うイオン交換膜 1 の間に形成される再生用水流路 15 のそれぞれに流入する。そして再生用水は、各再生用水流路 15 においてイオン交換膜 1 の表面に沿って広がりながら移動して、第 2 出口 13 から排出される。

[0063] このように、電圧の印加により、陽イオン交換膜 2 と陰イオン交換膜 3 との界面においてケーシング 7 内の再生用水が電気分解し、水素イオンが陽イオン交換膜 2 で発生し、水酸化イオンが陰イオン交換膜 3 で発生する。このため、再生用水が再生用水流路 15 を通過する際に、電気分解された水素イオンが、陽イオン交換膜 2 の陽イオン交換樹脂粒子 4 に吸着していた硬度成分イオンと置き換えられる。これにより、硬度成分イオンが陽イオン交換膜 2 から取り除かれて、イオン交換膜 1 は再生される。

[0064] イオン交換膜 1 から脱離した硬度成分イオンは、再生用水流路 15 を通る流れに伴って第 2 出口 13 から排出される。この際、再生用水流路 15 はイオン交換膜 1 に平行であるため、再生用水流路 15 を通る硬度成分イオンはイオン交換膜 1 の表面に沿って移動する。これにより、硬度成分が、イオン交換膜 1 の内部にほとんど侵入せずにイオン交換膜 1 に再付着することが防

止され、イオン交換膜 1 は効率的に再生される。

[0065] また、イオン交換膜 1 に付着した硬度成分イオンを置換する水素イオンは陽イオン交換膜 2 と陰イオン交換膜 3 との界面において発生する。これにより、水素イオンによってイオン交換膜 1 の内部から硬度成分イオンが除去され、イオン交換膜 1 の全体が再生される。

[0066] さらに、再生用水流路 15 は処理生水用流路 14 より短いため、抗力による再生用水の流速低下が小さい。その上、再生用水がイオン交換膜 1 の表面に沿って通過するため、イオン交換膜 1 から受ける抵抗は小さく、再生用水の流速低下は抑えられる。これにより、再生用水がケーシング 7 内に滞在する時間が短く、再生用水が陽イオン交換樹脂粒子 4 と接触する時間が短くなる。さらに、再生用水は陽イオン交換膜 2 の表面に沿うことにより、陽イオン交換膜 2 の内部の陽イオン交換樹脂粒子 4 と処理用水はほとんど接触しない。したがって、再生用水中の硬度成分イオンが陽イオン交換樹脂粒子 4 と接触する時間および範囲が少なく、硬度成分イオンがイオン交換膜 1 に再吸着することが防止される。

[0067] また、処理水の通水時には、第 1 入口 10 と第 1 出口 11 が開口するとともに、第 2 入口 12 および第 2 出口 13 が閉鎖される。これにより、第 1 入口 10 から流入した処理用水は、第 2 入口 12 および第 2 出口 13 から流れ出さず、第 1 出口 11 から流出する。このため、第 1 入口 10 から第 1 出口 11 へ延びる処理用水流路 14 が形成され、軟水化処理が効率的に行われる。

[0068] さらに、再生水の通水時には、第 2 入口 12 および第 2 出口 13 が開口するとともに、第 1 入口 10 と第 1 出口 11 が閉鎖されている。これにより、第 2 入口 12 から流入した再生用水は、第 1 入口 10 および第 1 出口 11 から流れ出さず、第 2 出口 13 から流出する。このため、第 2 入口 12 から第 2 出口 13 へ延びる再生用水流路 15 が形成され、再生処理が効率的に行われる。

[0069] (実施の形態 2)

実施の形態 1 では、イオン交換膜 1 が、第 1 入口 1 0 および第 1 出口 1 1 を結ぶ直線、つまり処理用水流路 1 4 に対して垂直に設けられた。これに対し、実施の形態 2 では、イオン交換膜 1 が第 1 入口 1 0 および第 1 出口 1 1 を結ぶ直線、つまり、処理用水流路 1 4 に対して平行に設けられる。

[0070] 図 4 (a) は、本発明の実施の形態 2 に係る軟水化装置を模式的に示す横断面図である。図 4 (b) は、図 4 (a) の軟水化装置を模式的に示す縦断面図である。

[0071] 陰極 8 および陽極 9 は、ケーシング 7 の第 1 端面 7 e および第 2 端面 7 f に対して平行に設けられる。

[0072] イオン交換膜 1 は、陰イオン交換膜 3 が陽極 9 に対向し、陽イオン交換膜 2 が陰極 8 に対向するように、陰極 8 と陽極 9 との間に設けられる。イオン交換膜 1 は、長辺 1 a および短辺 1 b を含む長方形形状を有する。長辺 1 a および短辺 1 b の各長さは、イオン交換膜 1 への硬度成分イオンの接触確率に基づいて設定される。

[0073] イオン交換膜 1 は、その長辺 1 a が第 1 入口 1 0 および第 1 出口 1 1 を結ぶ直線に対して平行であって、その短辺 1 a が第 2 入口 1 2 および第 2 出口 1 3 を結ぶ直線に対して平行に設けられる。このため、陽極 9、陰極 8、および 1 つ以上、この実施の形態では、たとえば、2 つのイオン交換膜 1 が間隙を隔てて平行に積層される。各電極 8、9 とイオン交換膜 1 との間隙、および隣り合うイオン交換膜 1 の間隙に、処理用水流路 1 4 および再生用水流路 1 5 が形成される。これらの流路 1 4、1 5 はイオン交換膜 1 などの間隙と同じであって、これらの流路 1 4、1 5 を通る水は共にイオン交換膜 1 の表面に沿っている。しかし、これらの流路 1 4、1 5 を通る水の流れは異なる。処理用水流路 1 4 における処理用水の流れはイオン交換膜 1 の長辺 1 a と平行であって、再生用水流路 1 5 における再生用水の流れはイオン交換膜 1 の短辺 1 b と平行である。よって、処理用水流路 1 4 における第 1 入口 1 0 と第 1 出口 1 1 との処理用水の差圧は、再生用水流路 1 5 における第 2 入口 1 2 と第 2 出口 1 3 との再生用水の差圧より大きくなる。

[0074] [軟水化装置における軟水化工程]

軟水化工程では、電磁弁16a、16bが開かれ、電磁弁16c、16dが閉じられる。これにより、処理用水が、第1入口10から、イオン交換膜1などの間隙に形成される処理水流路14に流入し、イオン交換膜1に沿って流れる。このため、処理用水に含まれる硬度成分イオンは、イオン交換膜1の陽イオン交換膜2に接し、陽イオン交換膜2の陽イオン交換樹脂粒子4に吸着される。このため、処理用水中から硬度成分イオンが除去されて、処理用水は軟水になって、第1出口11から排出される。

[0075] この処理用水はイオン交換膜1に沿って流れるため、処理用水がイオン交換膜1を通過する場合に比べて、処理用水はイオン交換膜1の内部まで侵入しない。ただし、処理水流路14が長いため、処理用水はイオン交換膜1内の陽イオン交換樹脂粒子4と接触する時間が長くなる。よって、処理用水中の硬度成分イオンは陽イオン交換樹脂粒子4と長時間接触して吸着されることにより、硬度成分イオンの吸着効率が向上する。

[0076] また、硬度成分イオンの吸着効率が高いため、各電極8、9に電圧を印加する必要がない。よって、電力の消費が抑制されるとともに、電気分解によるガスの放出がなく、下流側に設置される機器内にガスが蓄積することにより、機器の安全性に問題が生じることが防止される。

[0077] [軟水化装置201における再生工程]

再生工程では、電磁弁16a、16bが閉じられ、電磁弁16c、16dが開かれる。これにより、再生用水が第2入口12から、イオン交換膜1などの間隙に形成される再生用水流路15に流入する。また、各電極8、9に直流電圧が印加されて、再生用水は電気分解する。これにより、再生用水が再生用水流路15を通過する際に、陽イオン交換膜2の陽イオン交換樹脂粒子4に吸着していた硬度成分イオンが脱離し、電気分解された水素イオンが陽イオン交換樹脂粒子4に吸着する。よって、硬度成分イオンが陽イオン交換膜2から取り除かれて、イオン交換膜1は再生される。

[0078] この再生用水はイオン交換膜1に沿って流れるため、脱離した硬度成分イ

オンがイオン交換膜 1 の内部に侵入して再付着することが防止される。また、再生用水流路 1 5 は処理生水用流路 1 4 より短いことにより、再生用水が陽イオン交換樹脂粒子 4 と接触する時間が短いため、硬度成分イオンがイオン交換膜 1 の下流側で再吸着することが防止される。さらに、陽イオン交換膜 2 と陰イオン交換膜 3 との界面において水素イオンが発生するため、イオン交換膜 1 の内部から全体的に硬度成分イオンが除去され、イオン交換膜 1 の全体が再生される。

[0079] (実施の形態 3)

実施の形態 1 および 2 の軟水化装置 2 0 1 では、第 1 入口 1 0、第 1 出口 1 1、第 2 入口 1 2 および第 2 出口 1 3 が 1 つずつ設けられていた。これに対し、実施の形態 3 の軟水化装置 2 0 1 では、第 1 入口 1 0、第 1 出口 1 1、第 2 入口 1 2 および第 2 出口 1 3 がそれぞれ複数設けられている。また、実施の形態 3 の軟水化装置 2 0 1 は、拡散層 2 1 8、スペーサ部材 2 1 7 およびシーリング材 2 1 9 をさらに備える。

[0080] 図 5 は、本発明の実施の形態 3 に係る軟水化装置を模式的に示す斜視図である。図 6 は、図 5 に示す B-B 線に沿って切断した軟水化装置を示す縦断面図である。図 7 は、図 5 に示す C-C 線に沿って切断した軟水化装置 2 0 1 を示す横断面図である。図 8 は、図 5 の軟水化装置に用いられるスペーサ部材を模式的に示す平面図である。図 9 は、軟水化工程における処理水の流れを表す概念図である。図 1 0 は、再生行程における再生用水の流れを表す概念図である。

[0081] [軟水化装置の構成]

軟水化装置 2 0 1 では、図 5 に示すように、第 1 入口 1 0、第 1 出口 1 1、第 2 入口 1 2 および第 2 出口 1 3 がケーシング 7 に設けられている。第 1 入口 1 0 として、たとえば、3 つの配管 2 1 3 が第 1 側面 7 a に接続されている。これらの配管 2 1 3 は、電磁弁 2 2 5 (図 9 および図 1 0) が設けられた 1 本の主管 (図示せず) にまとめられる。第 1 出口 1 1 として、たとえば、3 つの配管 2 1 5 (図 6) が第 2 側面 7 b に接続されている。これらの

配管 215 は、電磁弁 226（図 9 および図 10）が設けられた 1 本の主管（図示せず）にまとめられる。第 2 入口 12 として、たとえば、9 つの配管 220 が第 3 側面 7c に接続されている。これらの配管 220 は、電磁弁 227（図 9 および図 10）が設けられた 1 本の主管（図示せず）にまとめられる。第 2 出口 13 として、たとえば、9 つの配管 221 が第 4 側面 7d に接続されている。これらの配管 221 は、電磁弁 228（図 9 および図 10）が設けられた 1 本の主管（図示せず）にまとめられる。ただし、電磁弁 225～228 は各主管ではなく配管のそれぞれに接続されていてもよい。

[0082] ケーシング 7 は、図 6 に示すように、その内部に一对の電極 8、9 と、複数、この実施の形態では、10 枚のイオン交換膜 1 が積層した積層体とを収容する。イオン交換膜 1 は、陽イオン交換膜 210 が陰極 8 と平行に向き合い、陰イオン交換膜 211 が陽極 9 と平行に向き合うように、陽極 9 と陰極 8 との間に配置される。

[0083] イオン交換膜 1 は、陽イオン交換膜 210 および陰イオン交換膜 211 がその厚み方向に重ねられて接合されることにより形成される。この陽イオン交換膜 210 は図 3 に示す陽イオン交換膜 2 と同様のものであって、陰イオン交換膜 211 は図 3 に示す陰イオン交換膜 3 と同様のものである。

[0084] スペーサ部材 217 は、積層体において隣り合うイオン交換膜 1 の間に再生用水を流す流路を確保するために、イオン交換膜 1 を挟むように設けられている。また、スペーサ部材 217 は、陽極 9 とイオン交換膜 1 との間、および陰極 8 とイオン交換膜 1 との間に配されてもよい。スペーサ部材 217 には、多数の貫通孔を有する板状体、たとえば、図 8 に示す網目状のメッシュシートが用いられ、そのサイズは、たとえば、イオン交換膜 1 の面と同じサイズに設定される。スペーサ部材 217 は、耐水性および機械的耐久性などを有する、たとえば、フッ素樹脂 ETFE で形成される。

[0085] 拡散層 218 は、第 1 入口 10 から流入する処理用水を処理用水流路 14 に対して垂直な方向に拡散する層である。拡散層 218 は、耐水性および機械的耐久性を有する樹脂、たとえばポチエチレン、高密度ポリエチレンから

形成される。拡散層 218 は、イオン交換膜 1 よりも通水抵抗が大きい、たとえば、多孔質シートで形成される。拡散層 218 は、イオン交換膜 1 の積層体と第 1 入口 10 側の電極、この実施の形態では、陽極 9 との間に設けられる。拡散層 218 は、処理用水流路 14 に垂直であってイオン交換膜 1 に平行に配される。

[0086] シーリング材 219 は、図 6 および図 7 に示すように、イオン交換膜 1 の積層体の周囲を覆う非通水性の部材である。シーリング材 219 は、イオン交換膜 1 の端面とケーシング 7 の内面 7c、7d、7e、7f との間に充填され、この間に処理用水が通ることを防止する。このイオン交換膜 1 の端面は、イオン交換膜 1 の接合面に垂直であって、処理用水流路 14 に平行に配される面である。シーリング材 219 は、たとえば、非通水性および耐水性を有する、たとえば、シリコン樹脂で形成される。

[0087] シーリング材 219 は、ケーシング 7 の側面 7c、7d のそれぞれに、複数の開口部 222、223 を有する。複数の開口部 222、223 は、シーリング材 219 の厚み方向に貫通する。開口部 222 は、その数が、第 2 入口 12 の配管 220 の数に一致し、かつ、その位置が配管 220 およびスペーサ部材 217 のそれぞれに対向するように配される。このため、配管 220 から流入した再生用水は、スペーサ部材 217 に形成される再生用水流路 15 に流入する。また、開口部 223 は、その数が、第 2 出口 13 の配管 221 の数に一致し、かつ、その位置が配管 221 およびスペーサ部材 217 のそれぞれに対向するように配される。このため、スペーサ部材 217 内の再生用水流路 15 を通過した再生用水は、配管 221 から排出される。

[0088] [軟水化装置の軟水化工程]

軟水化工程では、図 9 に示すように、電磁弁 225 および 226 が開かれ、第 1 入口 10 および第 1 出口 11 を繋ぐ処理用水流路 14 が開放される。また、電磁弁 228 および 227 が閉じられ、第 2 入口 12 および第 2 出口 13 を繋ぐ再生用水流路 15 は閉鎖される。これにより、処理用水は、図 6 に示すように、第 1 入口 10 の配管 213 からケーシング 7 内に流入し、陽

極9の開口部224を通過し、拡散層218に達する。処理用水は、拡散層218において処理水流路14に対して垂直な方向に拡散し、拡散層218の面全体に広がっていく。処理用水は、拡散層218の全体からイオン交換膜1の全面へ均一に流れていく。処理用水は、スペーサ部材217の貫通孔およびイオン交換膜1を通過していく。ここで、処理用水は、イオン交換膜1の内部を通過する抵抗が大きい、シーリング材219によりイオン交換膜1の積層体の周囲が覆われていることにより、処理用水はイオン交換膜1を通過する。これにより、処理用水に含まれる硬度成分イオンがイオン交換膜1の陽イオン交換膜210に吸着し、処理用水は軟水化される。そして、処理用水は、イオン交換膜1の積層体を通過した後、陰極8の開口部224を通り、第1出口11の配管215へ流出する。

[0089] [軟水化装置201の再生工程]

再生工程では、図10に示すように、電磁弁225および226が閉じられ、第1入口10および第1出口11を繋ぐ処理水流路14が閉鎖される。また、電磁弁228および227が開かれ、第2入口12および第2出口13を繋ぐ再生水流路15は開放される。これにより、再生用水は、図6および図7に示すように、第2入口12の配管220からケーシング7内に流入する。この際、シーリング材219の開口部222が配管220およびスペーサ部材217に対向することから、配管220から流入する再生用水は開口部222を介してスペーサ部材217に流れ込む。また、そして、再生用水は、イオン交換膜1に沿ってスペーサ部材217内の再生水流路15を流れる。この際、各電極8、9に、たとえば、100V~300Vの電圧が印加されるため、再生用水はイオン交換膜1において陽イオン交換膜210と陰イオン交換膜211との界面で水素イオンおよび水酸化イオンに電気分解される。この水素イオンが陽イオン交換膜210に吸着している硬度成分イオンと置換され、イオン交換膜1は再生する。そして、硬度成分イオンは、陽イオン交換膜210から脱離して、再生用水と伴って開口部223を介して第2出口13の配管221から排出される。

[0090] [作用、効果]

本実施の形態の軟水化装置 201 において、非通水性のシーリング材 219 は、ケーシング 7 とイオン交換膜 1 との間に処理用水が流れることを防止する。これにより、イオン交換膜 1 を通過する処理用水量が減少することが抑制される。よって、イオン交換膜 1 の陽イオン交換樹脂 210 の陽イオン交換樹脂粒子 4 と硬度成分イオンとの接触確率が上がり、硬度成分イオンが陽イオン交換樹脂粒子 4 に効率的に吸着されて、処理水の軟水化の効率を高めることができる。

[0091] また、シーリング材 219 の開口部 222、223 は、配管 220、221 とスペーサ部材 217 とのそれぞれに対向する。このため、配管 220 から流入した再生用水は、開口部 222 を介してスペーサ部材 217 内の再生用水流路 15 にスムーズに通過する。よって、イオン交換膜 1 から脱離した硬度成分イオンは、再生用水によりイオン交換膜 1 の内部にほとんど侵入せずにイオン交換膜 1 の表面に沿って広がりながらイオン交換膜 1 に対して平行に流れる。よって、硬度成分イオンが、陽イオン交換樹脂粒子 4 に吸着することが防止でき、再生効率は高くなる。

[0092] さらに、スペーサ部材 217 は、積層体において互いに隣り合うイオン交換膜 1 の間に配置され、イオン交換膜 1 に平行に延びる再生用水流路 15 を形成する。このため、再生用水はイオン交換膜 1 に平行にスムーズに流され、再生用水に脱離した硬度成分イオンがイオン交換膜 1 に接触する面積および時間は小さくなる。よって、硬度成分イオンがイオン交換膜 1 に再吸着することが抑えられ、イオン交換膜 1 の再生効率が向上する。

[0093] また、拡散層 218 が第 1 入口 10 側の電極 9 とイオン交換膜 1 の積層体との間に配置されている。これにより、第 1 入口 10 から流入した処理用水は処理用水流路 14 と垂直な方向に広がりながら、イオン交換膜 1 に向かう。よって、処理用水はイオン交換膜 1 を全体的に通過し、処理用水に含まれる硬度成分イオンがイオン交換膜 1 の広い範囲に吸着される。したがって、処理水の軟水化性能はさらに向上する。

[0094] (実施の形態4)

実施の形態3の軟水化装置201では、第2入口12の配管220の数および第2出口13の配管221の数は、スペーサ部材217の数より少なかった。これに対し、実施の形態4の軟水化装置201では、第2入口12の配管220の数および第2出口13の配管221の数は、スペーサ部材217の数と等しい。

[0095] 図11は、本発明の実施の形態4に係る軟水化装置を模式的に示す斜視図である。図12は、図11に示すD-D線に沿って切断した軟水化装置を示す縦断面図である。

[0096] 第2入口12の配管220、第2出口13の配管221、スペーサ部材217、シーリング材219の開口部222、223のそれぞれの数は等しい。シーリング材219の開口部222は配管220およびスペーサ部材217のそれぞれに一对一で対向し、開口部223は、配管221およびスペーサ部材217のそれぞれに一对一で対向する。そして、第2入口12の配管220および第2出口13の配管221は、開口部222、223を介してシーリング材219を貫通する。第2入口12の配管220および第2出口13の配管221は、スペーサ部材217を配置した空間に接している。

[0097] 再生工程では、再生用水は、第2入口12の配管220から開口部222を介してこれに対向するスペース部材に流れ込む。そして、再生用水は、複数のスペース部材内の再生用水流路15に分岐することなく、開口部222に対向するスペース部材内の再生用水流路15に流入する。さらに、再生用水流路15を通過した再生用水は、スペース部材に対向する開口部223を介して配管221から流出する。このため、再生用水は、イオン交換膜1に沿ってスムーズに再生用水流路15を通過する。これにより、再生用水に含まれる硬度成分イオンは、イオン交換膜1に接する時間および範囲が小さくなり、イオン交換膜1に再吸着することが防止される。この結果、軟水化装置201の全体における、再生用水によるイオン交換膜1の再生効率はさらに向上する。

[0098] (その他の実施の形態)

上記全ての実施の形態の軟水化装置201では、再生行程において、たとえば100V～300Vの直流電圧を電極9、8間に印加している。ただし、ケーシング7内に配置したイオン交換膜1の枚数や処理水の硬度などに応じて、直流電圧の値は適宜に設定される。

[0099] さらに、上記全ての実施の形態の軟水化装置201では、開口224が形成された電極8、9は用いられたが、開口がない電極が用いられてもよい。この場合、実施の形態1、3、4では処理水が、電極8、9の周囲を通り、実施の形態2では電極8、9の間を通る。

[0100] また、上記全ての実施の形態の軟水化装置201では、陽イオン交換膜2および陰イオン交換膜3を接合することによりイオン交換膜1が形成された。ただし、陽イオン交換膜2および陰イオン交換膜3を接合せずに重ねて配置することによりイオン交換膜を形成することもできる。

[0101] さらに、上記全ての実施の形態の軟水化装置201では、陽イオン交換膜2および陰イオン交換膜3を重ね合わせたイオン交換膜1において、陽イオン交換面1aを陽イオン交換膜2の面に形成し、陰イオン交換面1bを陰イオン交換膜3の面に形成した。ただし、陽イオン交換面1aおよび陰イオン交換面1bの形成方法はこれに限定されない。たとえば、1枚のイオン交換膜の一方の面に陽イオン交換面1aが形成され、他方の面に陰イオン交換面1bが形成されてもよい。

[0102] また、上記実施の形態1、3および4の軟水化装置201では、軟水化工程ではイオン交換膜1に対して垂直方向に処理水を通過させたため、通水性を有する水分解多孔質イオン交換膜1をイオン交換膜1に用いた。ただし、実施の形態2のように、イオン交換膜1の表面に平行に処理水が流れる場合、通水性を有するイオン交換膜1を用いなくてもよい。

[0103] さらに、上記実施の形態3および4の軟水化装置201では、拡散層218およびシーリング材219の両方が設けられた。ただし、シーリング材219だけが設けられてもよい。

- [0104] また、上記実施の形態1の軟水化装置201において、スパーサ部材217、拡散層218およびシーリング材219の少なくともいずれか1つがさらに設けられてもよい。
- [0105] さらに、上記実施の形態2の軟水化装置201において、スパーサ部材217がさらに設けられてもよい。
- [0106] また、上記全実施の形態は、互いに相手を排除しない限り、互いに組み合わせてもよい。

実施例

- [0107] 図13は、第1軟水化評価装置を模式的に示した断面図である。図14は、第2軟水化評価装置を模式的に示した断面図である。

- [0108] (実施例1)

図13の第1軟水化評価装置A20および図14の第2軟水化評価装置B21を用いて、イオン交換膜1に対して水が流れる方向に応じた、軟水化能力(硬度成分イオン除去能力)が評価された。

- [0109] 100~150 μ mの陽イオン交換樹脂粒子と数10~数100 μ mの熱可塑性樹脂粒子としてポリエチレン樹脂粒子とを用いて、陽イオン交換膜17が作成された。また、100~150 μ mの陰イオン交換樹脂粒子と数10~数100 μ mの熱可塑性樹脂粒子としてポリエチレン樹脂粒子とを用いて、陰イオン交換膜18が作成された。各イオン交換膜17、18の厚みは1mmである。これらの陽イオン交換膜17と陰イオン交換膜18とが貼り合せられ、イオン交換膜19が形成された。このイオン交換膜19は、その厚みが2mmであり、短辺が4cmであり、長辺が10cmであった。

- [0110] 第1軟水化評価装置A20は、水をイオン交換膜1に対して垂直に流した際に、水に含まれる硬度成分イオンの減少率によって軟水化を評価する装置である。第1軟水化評価装置A20は、第1および第2長辺20a、20b、第1および第2短辺20c、20d、流入口20eおよび流出口20fを含む。流入口20eは第1長辺20a側の第1短辺20cに配置され、流出口20fは第2長辺20b側の第2短辺20dに配置される。このため、第

1軟水化評価装置A20における水の流路22は、第1長辺20a側から第2長辺20b側に向かって、各長辺20a、20bに垂直であって、各短辺20c、20dに平行な流れとなる。

[0111] 第1軟水化評価装置A20に、複数、この実施例では、たとえば、7枚のイオン交換膜19が積層された積層体が収容される。このため、流路22の通水距離、つまり、第1長辺20aと第2長辺20bとの間の長さは、たとえば、約14mmとなった。各イオン交換膜19は、陽イオン交換膜17が第1長辺20aに平行に向かい合い、陰イオン交換膜18が第2長辺20bに平行に向かい合うように配される。また、イオン交換膜19は、その長辺が各長辺20a、20bと平行であって、互いに均等な間隔を隔てて設けられる。このため、イオン交換膜19は水の流れに対して垂直に配される。また、この第1短辺20cと第2短辺20dとの間の長さは、たとえば、10cmであるため、イオン交換膜1の長辺は第1短辺20cと第2短辺20dとの間に嵌る。このイオン交換膜19と各短辺20c、20dとの間に隙間が生じないように、隙間に接着剤や漏れ防止パッキンなどが充填されてもよい。この場合、流入口20eから流出口20fへの水の流れが妨げられないように、接着剤などが配される。

[0112] 第2軟水化評価装置B21は、水をイオン交換膜1に対して平行に流した際に、水に含まれる硬度成分イオンの減少率によって軟水化を評価する装置である。第2軟水化評価装置B21は、第1および第2長辺21a、21b、第1および第2短辺21c、21d、流入口21eおよび流出口21fを含む。流入口21eは第1短辺21cに配置され、流出口21fは第2短辺21dに配置される。流入口21eおよび流出口21fは、第1長辺21aと第2長辺21bとの間に、互いに対向するように配置される。このため、第2軟水化評価装置B21内の水流路23は、第1短辺21c側から第2短辺21d側に向かって、各長辺20a、20bに平行であって、各短辺20c、20dに垂直な流れとなる。この流路23の通水距離、つまり、第1短辺21cと第2短辺21dとの間の長さは、たとえば、10cmとなった。

[0113] 第2軟水化評価装置B21に、複数、この実施例では、たとえば、7枚のイオン交換膜19が積層された積層体が收容される。各イオン交換膜19は、陽イオン交換膜17が第1長辺21aに平行に向かい合い、陰イオン交換膜18が第2長辺21bに平行に向かい合うように配される。また、各イオン交換膜19は、その長辺が各長辺21a、21bと平行であって、互いに均等な間隔を開けて設けられる。このため、イオン交換膜19は水の流れに対して平行に配される。また、この第1短辺21cと第2短辺21dとの間の長さは、たとえば、10cmであるため、イオン交換膜19の長辺は第1短辺21cと第2短辺21dとの間に嵌る。このイオン交換膜19と各短辺21c、21dとの間に隙間が生じないように、隙間に接着剤や漏れ防止パッキンなどが充填されてもよい。この場合、流入口21eから流出口21fへの水の流れが妨げられないように、接着剤などが配される。また、積層体において各イオン交換膜19の間に処理用水を均等に流すために、整流板24が、第1短辺21cとイオン交換膜19の積層体との間および、第2短辺21dとイオン交換膜19の積層体との間に配置されている。

[0114] 軟水化評価では、まず、流入口20e、21eから流入する水の硬度成分イオンの濃度は、炭酸カルシウム(CaCO₃)換算で、約190ppmに調整された。この水は、たとえば、0.42L/min.の流量で流入口20e、21eから流入した。そして、水は、流路22、23を通過し、流出口20f、21fから流出する。この流出口20f、21fにおける水に含まれるカルシウムイオンが測定された。そして、流入口20e、21eにおける硬度成分イオン濃度、約190ppmと、流出口20f、21fにおける硬度成分イオン濃度との差により、各通水時間におけるカルシウム除去能力(軟水化能力)が図15に示すように求められた。

[0115] 図15は、カルシウム除去能力(軟水化能力)と、流水時間との関係を示すグラフである。なお、縦軸は、流入口20e、21eにおける硬度成分イオン濃度と流出口20f、21fにおける硬度成分イオン濃度との差の値を所定値で規格化したカルシウム除去能力を示している。

[0116] 第1軟水化評価装置A20のカルシウム除去能力（軟水化能力）は、第2軟水化評価装置B21のカルシウム除去能力（軟水化能力）より約3～4倍と非常に大きい。この結果から、第1軟水化評価装置A20のようにイオン交換膜19に対して垂直に水が通過することにより、水に含まれるカルシウムイオンを水交換膜19は効率よく吸着し、水を軟水化することができることがわかる。

[0117] （実施例2）

図14の第2軟水化評価装置B21を用いて、流路の長さに応じた、軟水化装置201のイオン交換膜1の再生能力（イオン交換膜1から硬度成分イオンを脱離する能力）が評価された。

[0118] 第2軟水化評価装置B21に、イオン交換膜19の積層体に加えて、陽極25および陰極26が收容される。陽極25が陰イオン交換膜18と平行に向かい合い、陰極26が陽イオン交換膜17と平行に向かい合うように、イオン交換膜19の積層体が陽極25と陰極26との間に挟まれる。

[0119] まず、流入口21eにおける硬度成分イオン濃度と流出口21fにおける硬度成分イオン濃度との差が0（ゼロ）になるまで、流入口21eから第2軟水化評価装置B21に水が流入される。これにより、イオン交換膜19のカルシウムイオン交換容量が飽和し、イオン交換膜19がカルシウムイオンをさらに吸着できない状態になる。

[0120] この第2軟水化評価装置B21において、陽極25および陰極26に、100Vの電圧が印加される。また、炭酸カルシウム（CaCO₃）換算で約50ppmの水が、0.42L/min.の流量で流入口21eから流入された。水は、流路23においてイオン交換膜19に平行に流れて、流出口21fから流出する。この流出口21fにおける水に含まれるカルシウムイオン濃度が測定された。そして、流入口21eにおける硬度成分イオン濃度、約50ppmと、流出口21fにおける硬度成分イオン濃度との差により、長さが10cmの流路23におけるカルシウム脱離能力（イオン交換膜1の再生能力）が図16に示すように求められた。

[0121] 次に、長さが6 cmの流路23におけるカルシウム脱離能力（イオン交換膜1の再生能力）を求めるために、再度、190 ppmのカルシウムイオン濃度の水を流入口21eから流入し、イオン交換膜19のカルシウムイオン交換容量を飽和状態とした。この長辺が10 cmから6 cmになるように各イオン交換膜19が切断された。切断されたイオン交換膜19は第2軟水化評価装置B21に收容された。これにより、流路23の長さが10 cmから6 cmに短縮された。

[0122] この第2軟水化評価装置B21に炭酸カルシウム（CaCO₃）換算で約50 ppmの水が、0.25 L/min.の流量で流入した。この流量L/min.の空間速度1/cmは、10 cmの流路23における流量0.42 L/min.の空間速度1/cmと等しくなる。そして、流出口21fから流出した水が採取され、この水に含まれるカルシウムイオン濃度が測定された。長さが6 cmの流路23におけるカルシウム脱離能力（イオン交換膜1の再生能力）が図16に示すように求められた。

[0123] 図16は、カルシウム脱離能力（イオン交換膜1の再生能力）と、流水時間との関係を示すグラフである。なお、縦軸は、流入口21eにおける硬度成分イオン濃度と流出口21fにおける硬度成分イオン濃度との差の値を所定値で規格化したカルシウム脱離能力を示している。

[0124] この結果、流路23の長さが10 cmである場合のカルシウム脱離能力（イオン交換膜1の再生能力）は、流路23の長さが6 cmである場合に比べて小さい。このように、流路23が短い方がカルシウムイオンの再吸着が防止されて、イオン交換膜1が効率的に再生することがわかる。

[0125] なお、上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。

産業上の利用可能性

[0126] 本発明の軟水化装置は、従来に比べて電力の消費を抑えた軟水化装置等として有用である。

符号の説明

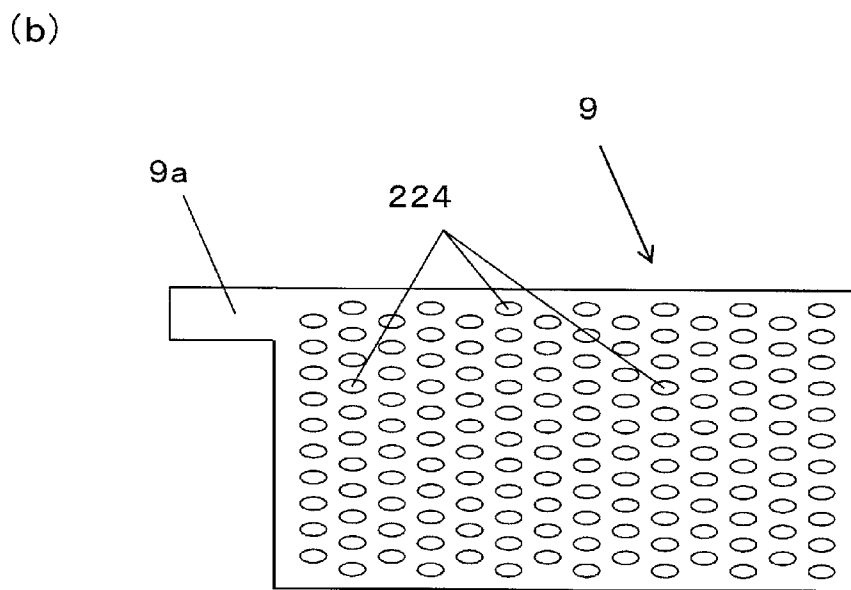
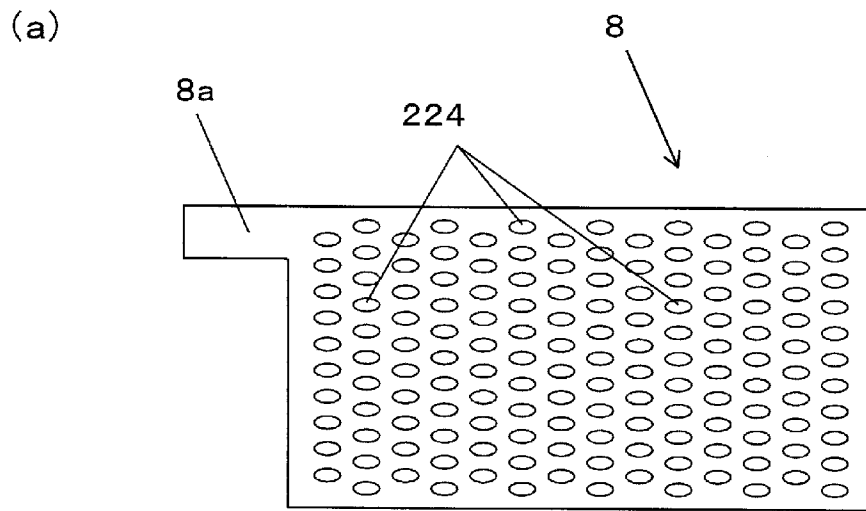
- [0127] 8 陰極
9 陽極
1 水分解イオン交換膜
1 a 陽イオン交換面
1 b 陰イオン交換面
7 ケーシング
1 0 第1入口
1 1 第1出口
1 2 第2入口
1 3 第2出口
2 0 1 軟水化装置
2 1 7 スペーサ部材
2 1 8 拡散層
2 1 9 シーリング材
2 2 2 開口部
2 2 3 開口部

請求の範囲

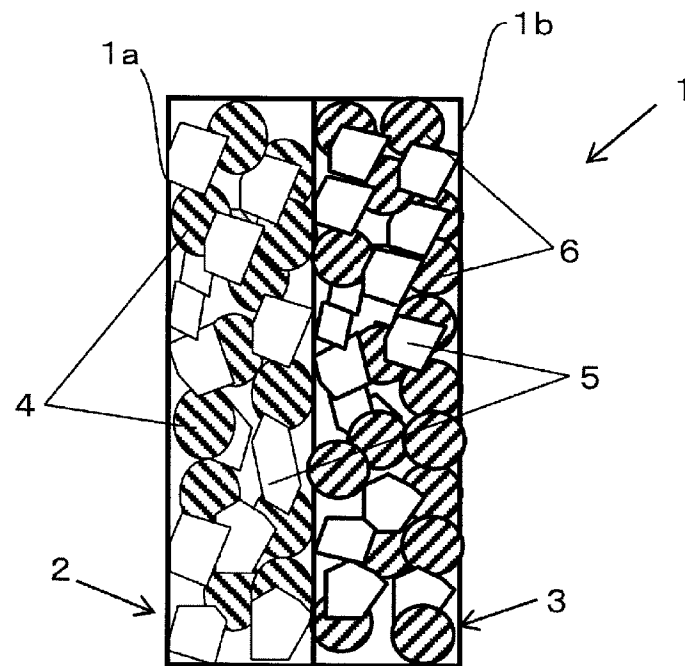
- [請求項1] 陰極および陽極と、
- 一方の面に陽イオン交換面を有し、他方の面に陰イオン交換面を有し、かつ前記陰イオン交換面が前記陽極を向くとともに前記陽イオン交換面が前記陰極を向くように前記陰極と前記陽極との間に積層された1以上の水分解イオン交換膜と、
- 前記陰極、前記陽極および1以上の前記水分解イオン交換膜を収容するケーシングと、を備え、
- 前記ケーシングは、それぞれ処理水の入り口及び出口である第1入口および第1出口と、それぞれ再生水の入り口及び出口である第2入口および第2出口とを有し、
- 前記第1入口と前記第1出口との間の前記処理水の差圧が、前記処理水と同流量における前記第2入口と前記第2出口との間の前記再生水の差圧より大きい、再生式軟水化装置。
- [請求項2] 前記処理水の第1入口および第1出口を結ぶ直線と前記再生水の第2入口および第2出口を結ぶ直線とが垂直になるように、前記第1入口、前記第1出口、前記第2入口および前記第2出口が設けられた、請求項1記載の再生式軟水化装置。
- [請求項3] 前記水分解イオン交換膜が、前記処理水の第1入口および第1出口を結ぶ直線に対して垂直であって、前記再生水の第2入口および第2出口を結ぶ直線に対して平行に設けられた、請求項1または2記載の再生式軟水化装置。
- [請求項4] 前記水分解イオン交換膜は、長方形形状を有し、その長辺が前記処理水の第1入口および第1出口を結ぶ直線に対して平行であって、その短辺が前記再生水の第2入口および第2出口を結ぶ直線に対して平行に設けられた、請求項1または2記載の再生式軟水化装置。
- [請求項5] 前記水分解イオン交換膜が多孔質材料で形成されている、請求項3に記載の再生式軟水化装置。

- [請求項6] 複数の前記水分解イオン交換膜が積層した積層体の周囲を覆う非通水性のシーリング材をさらに備える、請求項5に記載の再生式軟水化装置。
- [請求項7] 複数の前記水分解イオン交換膜が積層した積層体と前記第1入口側の前記電極との間に設けられた、前記水分解イオン交換膜よりも通水抵抗が大きい拡散層をさらに備える、請求項5または6に記載の再生式軟水化装置。
- [請求項8] 前記積層体において隣り合う前記水分解イオン交換膜が挟むように設けられたスペーサ部材をさらに備える、請求項6または7に記載の再生式軟水化装置。
- [請求項9] 前記シーリング材は、その厚み方向に貫通し、かつ前記再生用水の第2入口および第2出口のそれぞれと対向する開口部を有し、
前記開口部は前記スペーサ部材に対向する、請求項8に記載の再生式軟水化装置。
- [請求項10] 前記開口部は、前記スペーサ部材と一対一で配される、請求項9に記載の再生式軟水化装置。
- [請求項11] 処理用水通水時は、前記処理用水の第1入口および第1出口が開き、かつ前記再生用水の第2入口および第2出口が閉じ、
再生用水通水時は、前記再生用水の第2入口および第2出口が開き、かつ前記処理用水の第1入口および第1出口が閉じる、請求項1～10のいずれか一項に記載の再生式軟水化装置。

[図2]

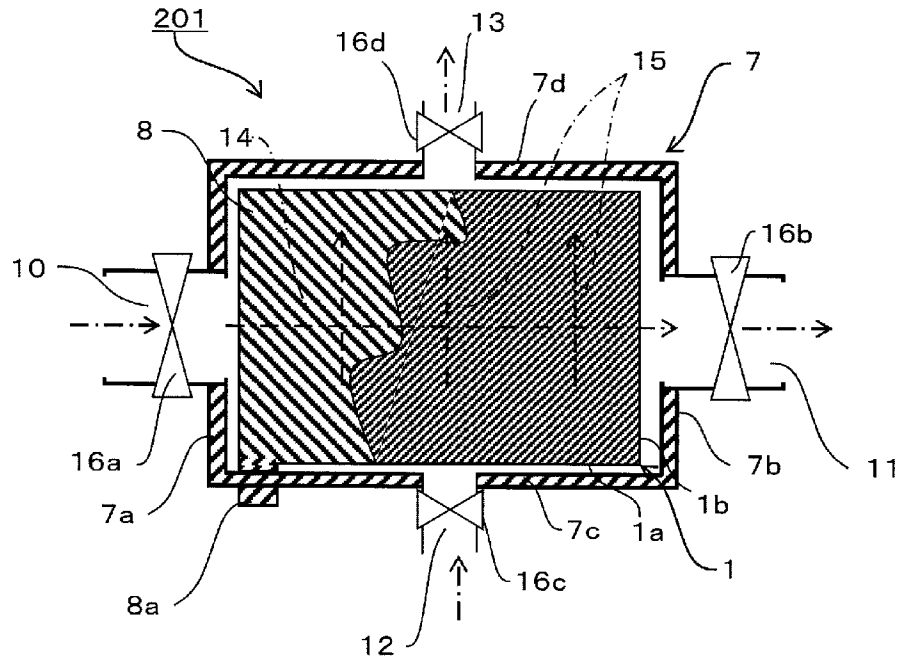


[図3]

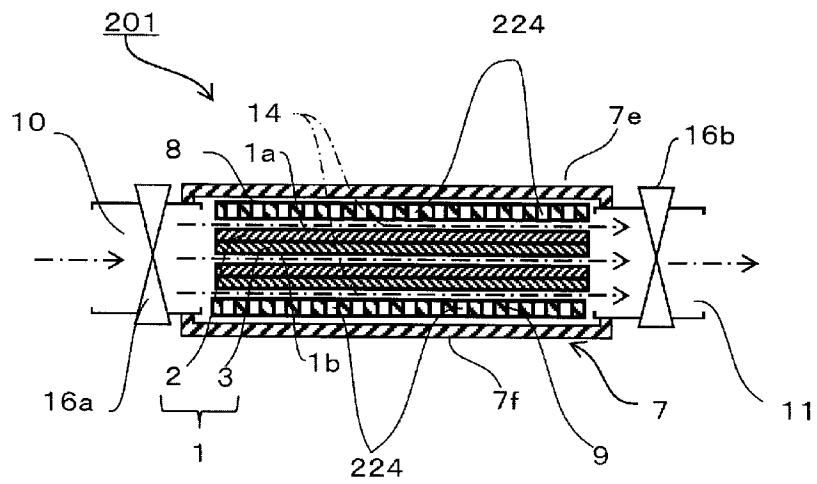


[図4]

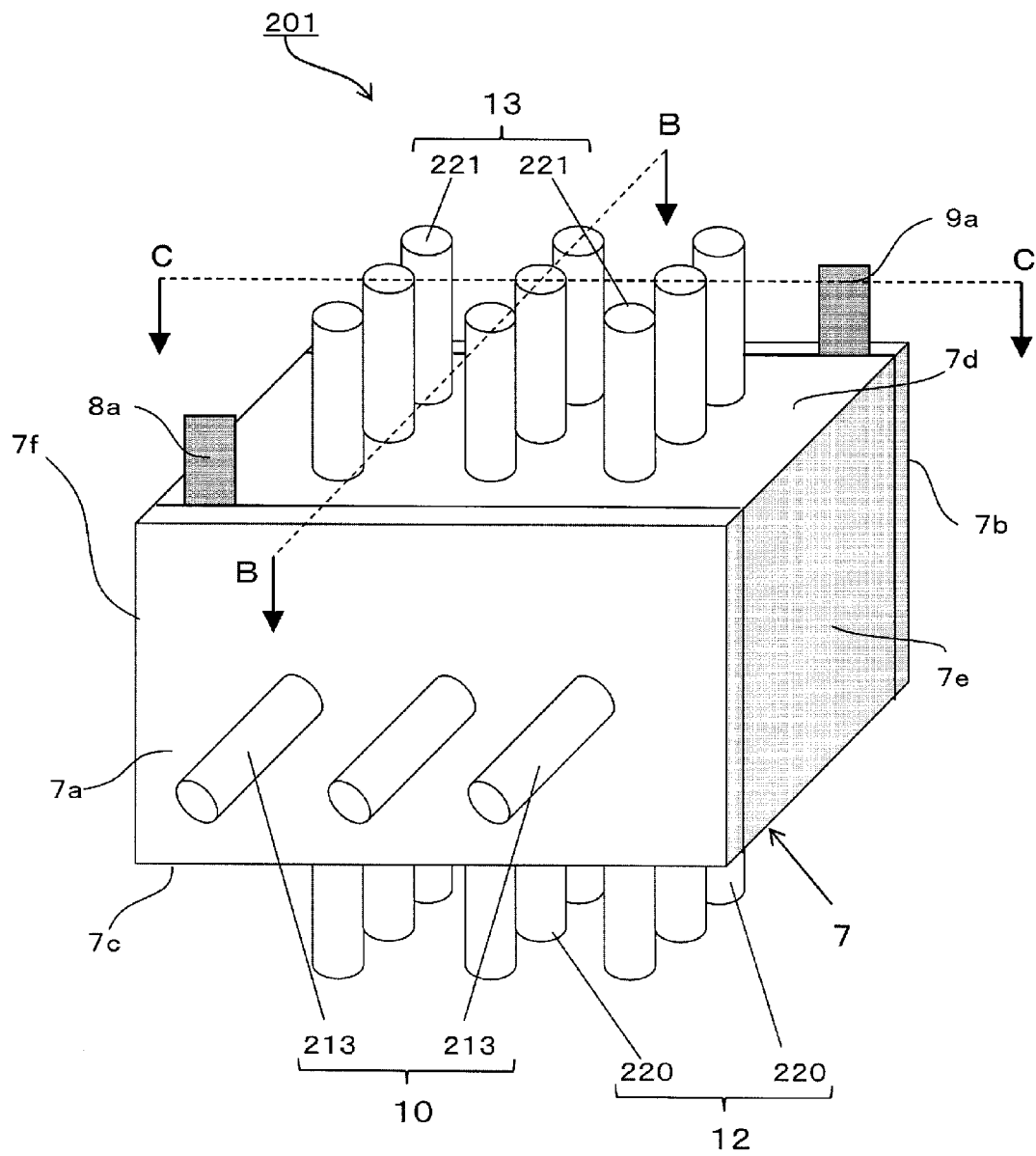
(a)



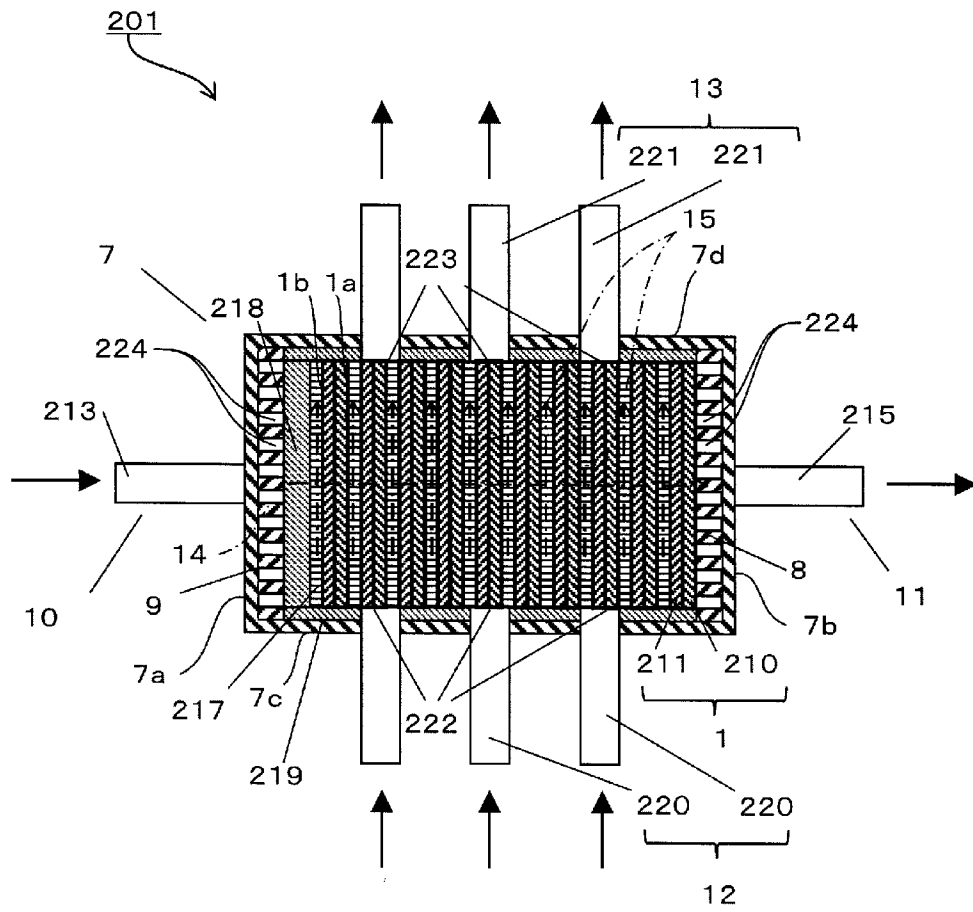
(b)



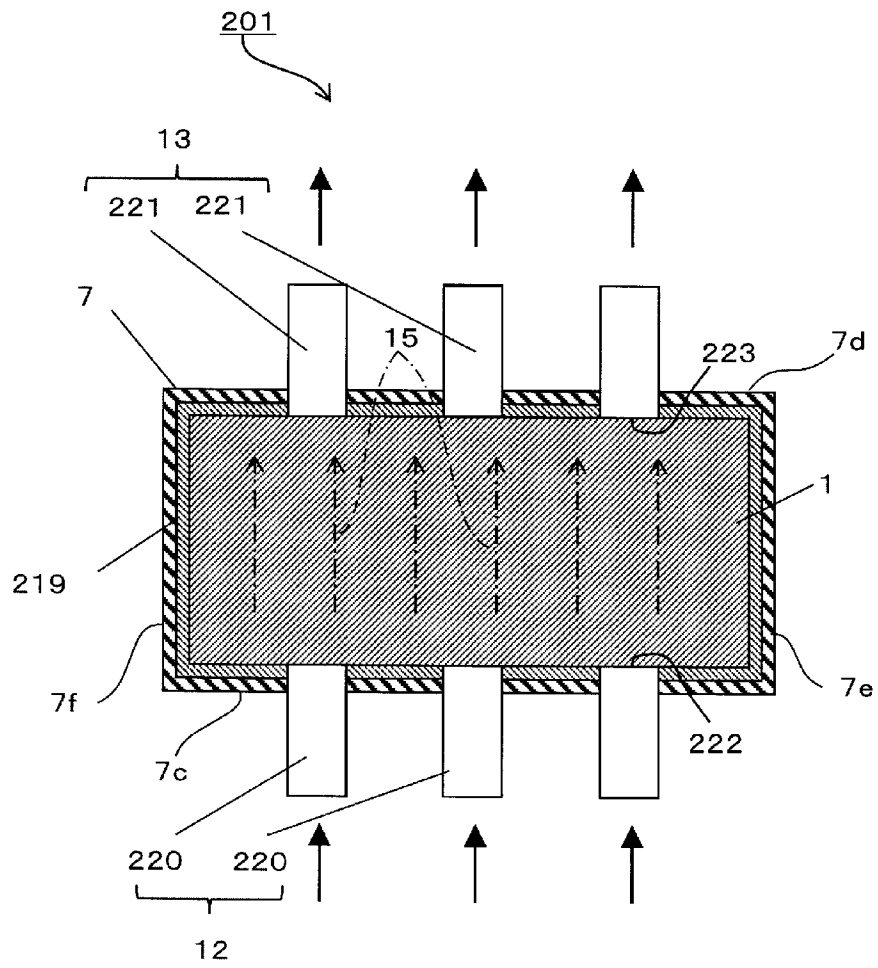
[図5]



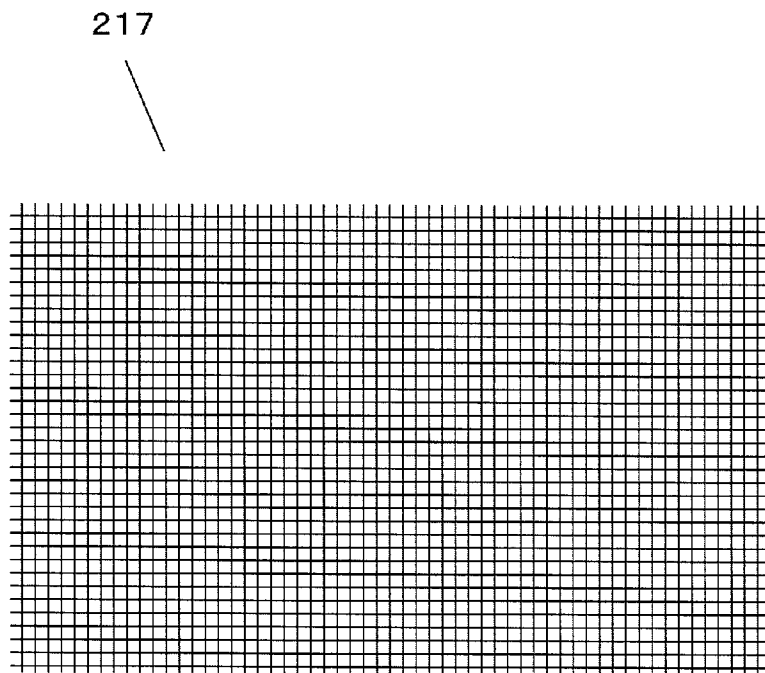
[図6]



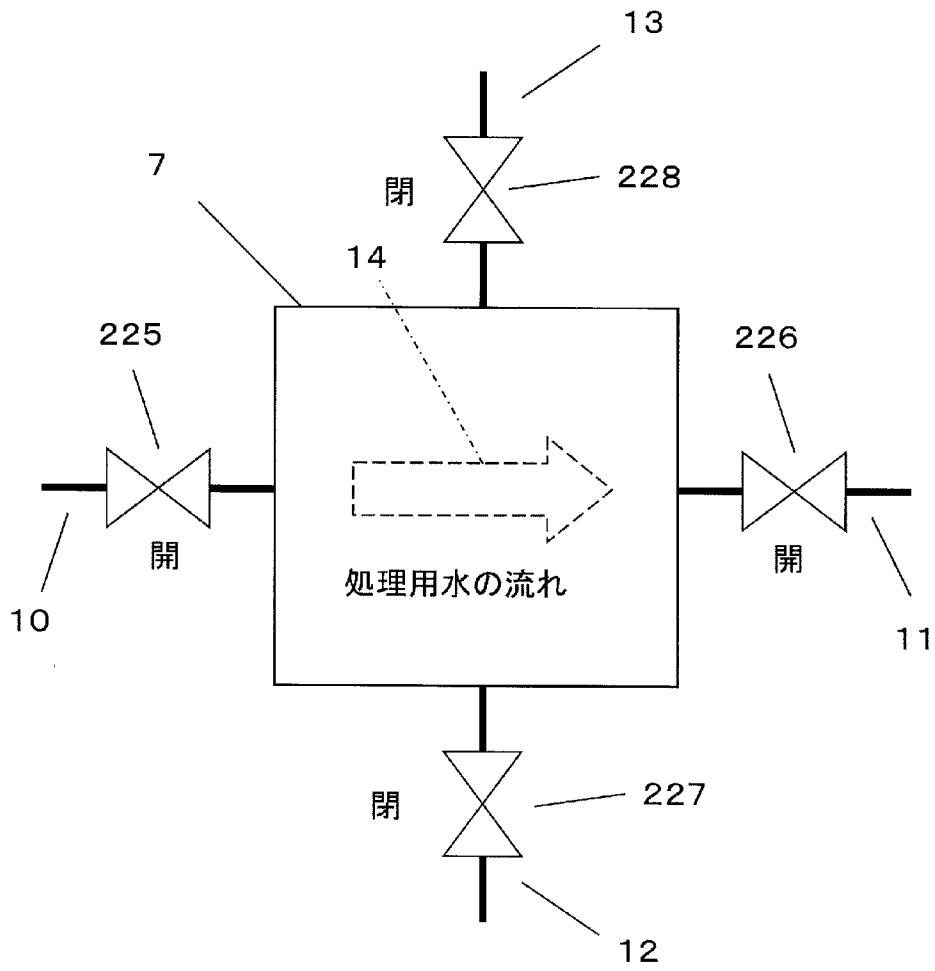
[図7]



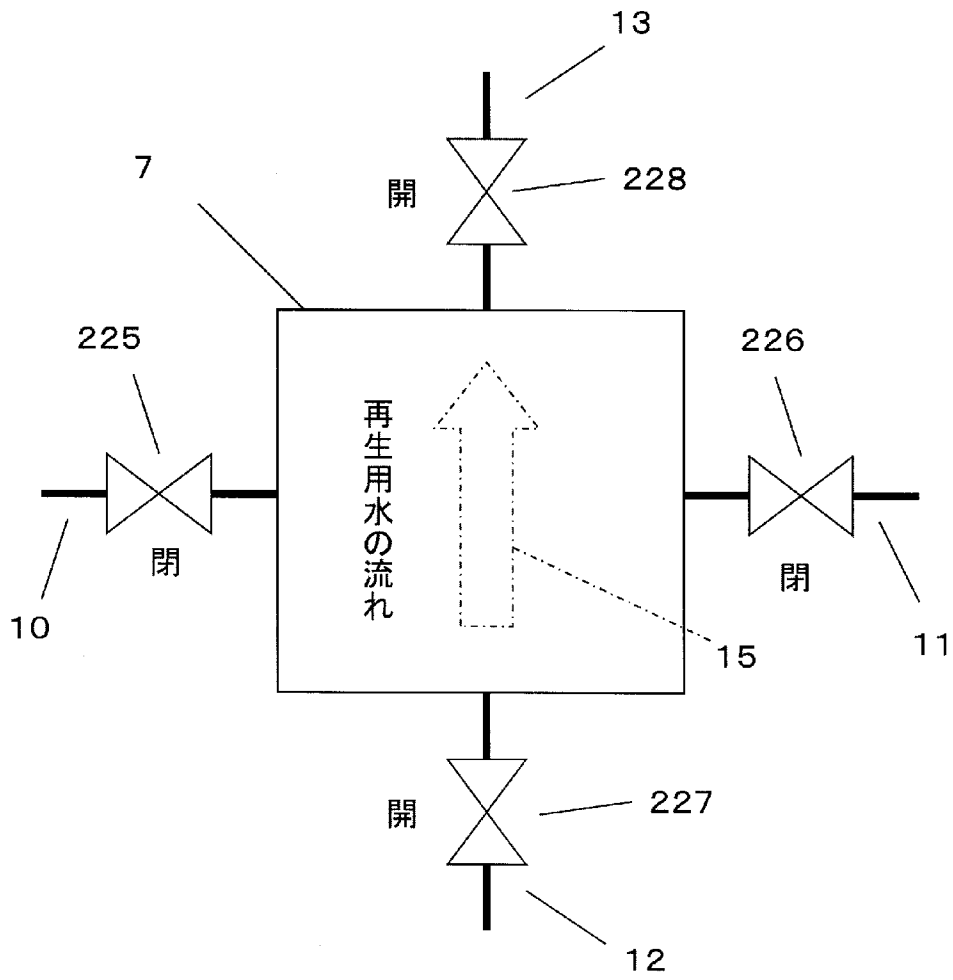
[図8]



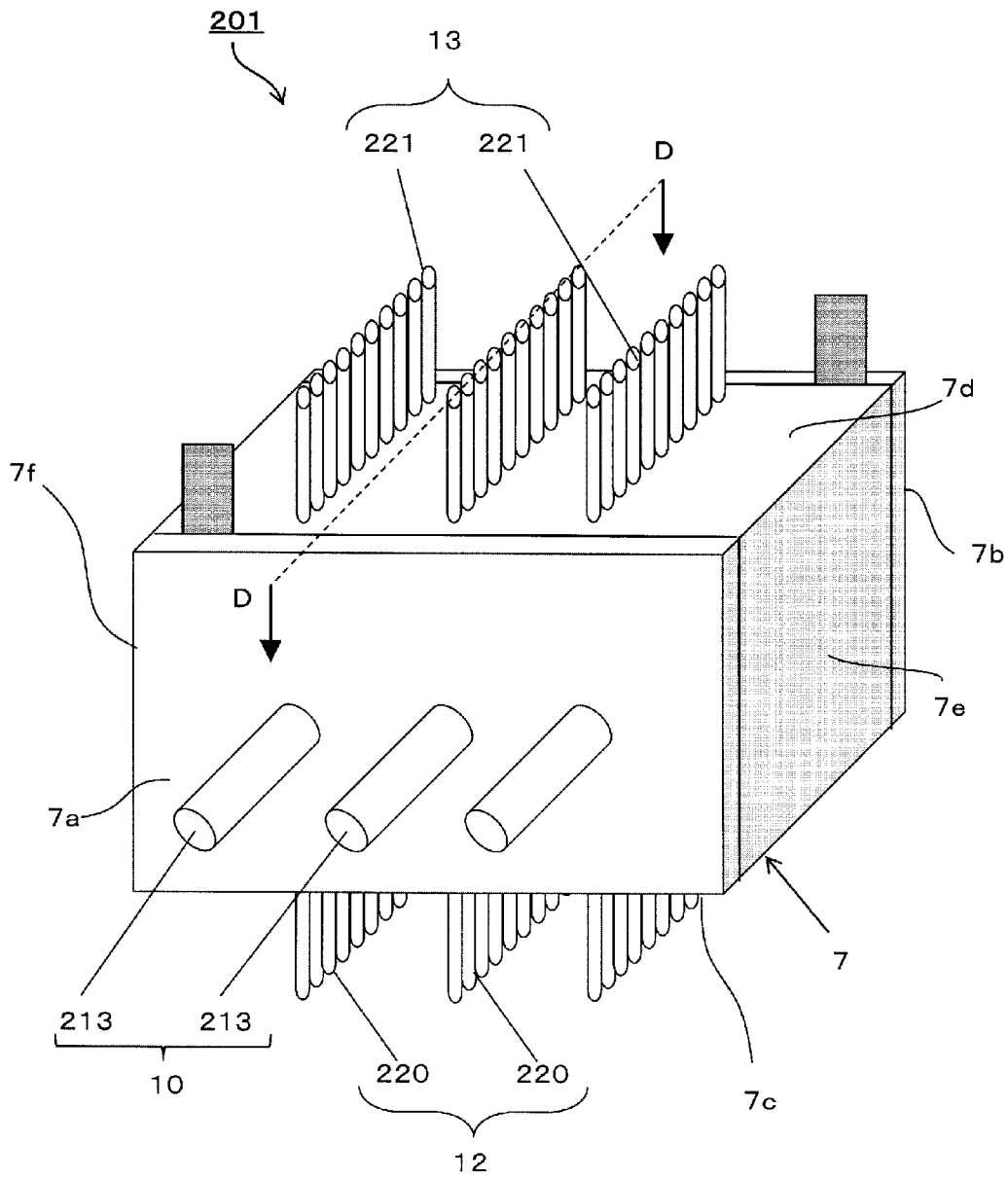
[図9]



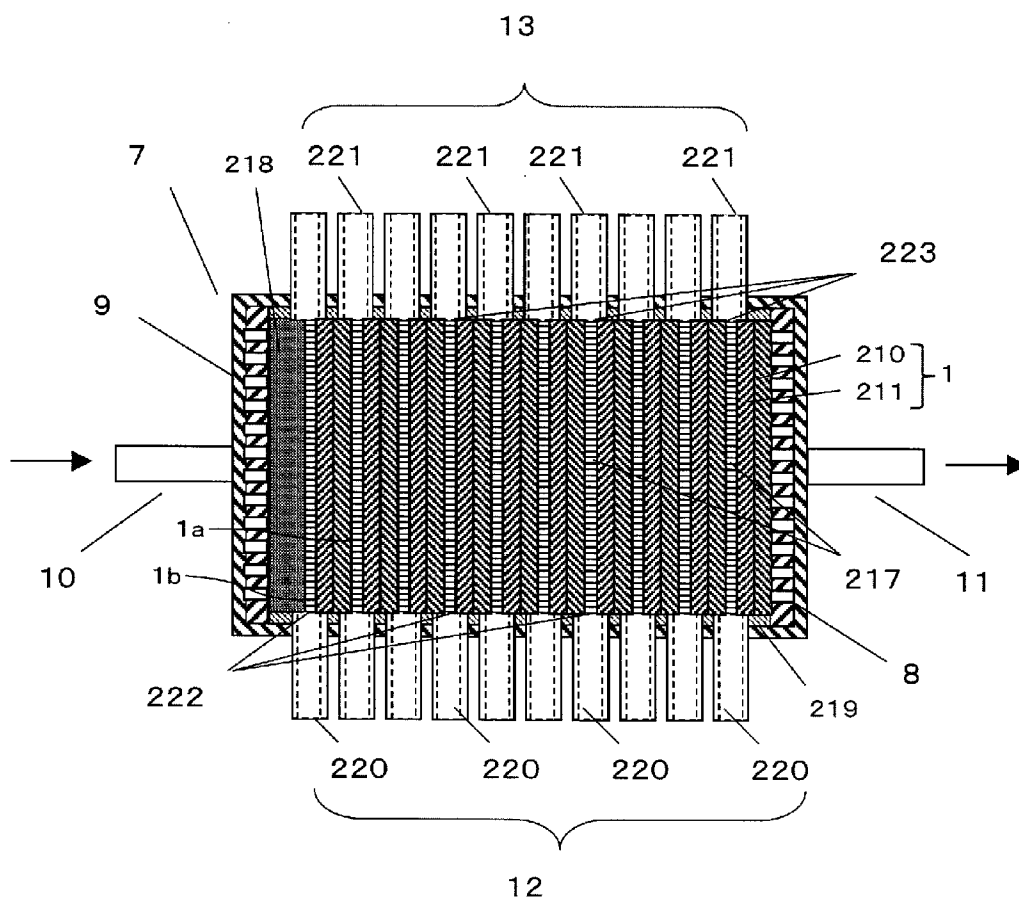
[図10]



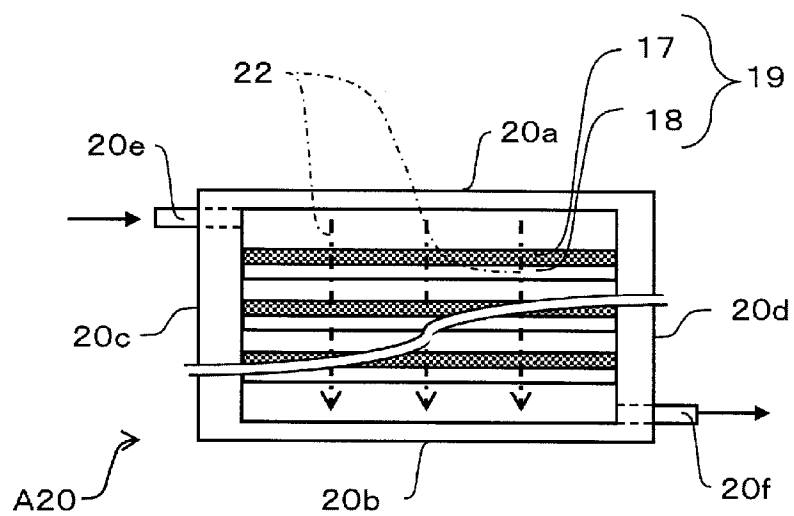
[図11]



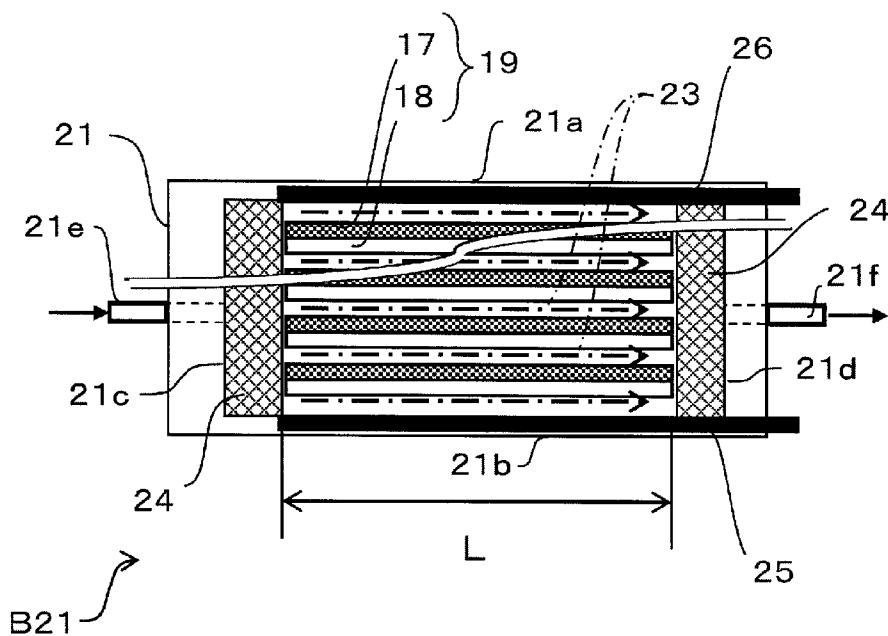
[図12]



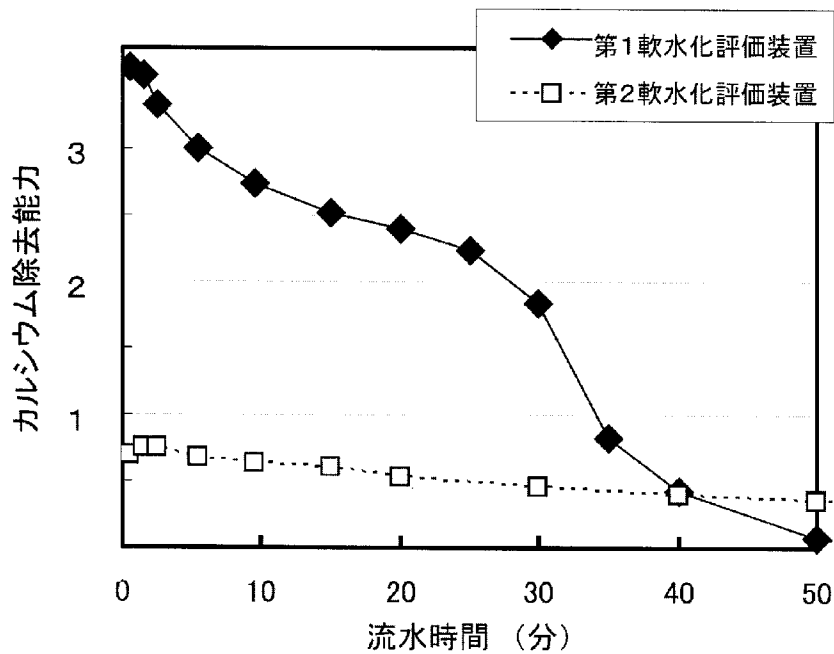
[図13]



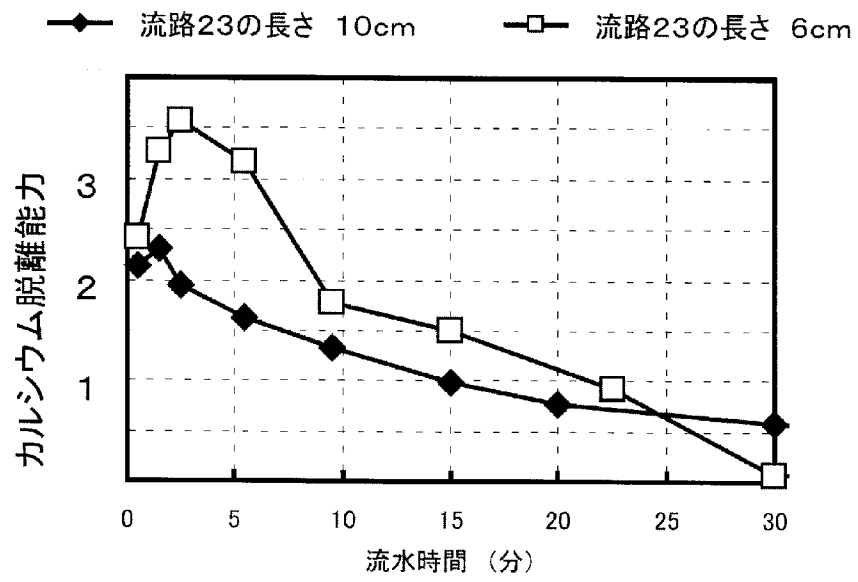
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003105

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F1/42(2006.01) i, B01J43/00(2006.01) i, B01J47/12(2006.01) i, B01J49/00(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)

C02F1/42, B01J43/00, B01J47/12, B01J49/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y A	JP 2001-509074 A (Pionetics Corp.), 10 July 2001 (10.07.2001), claims; page 26, line 5 to page 27, line 5; page 38, lines 20 to 23; fig. 6 & US 5788826 A & EP 1017482 A1 & WO 1998/032525 A1	1, 2, 11 3-10
Y	JP 2009-233556 A (Panasonic Electric Works Co., Ltd.), 15 October 2009 (15.10.2009), claims; paragraph [0020]; fig. 1 (Family: none)	1, 2, 11
Y	JP 2010-69408 A (Panasonic Corp.), 02 April 2010 (02.04.2010), claims; paragraph [0027] (Family: none)	11

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
27 July, 2012 (27.07.12)

Date of mailing of the international search report
07 August, 2012 (07.08.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003105

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-501702 A (Pionetics, Inc.), 01 February 2007 (01.02.2007), entire text & US 2005/0029124 A1 & EP 1660408 A1 & WO 2005/016831 A1	1-11
A	JP 2010-201346 A (Panasonic Corp.), 16 September 2010 (16.09.2010), entire text (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. C02F1/42(2006.01)i, B01J43/00(2006.01)i, B01J47/12(2006.01)i, B01J49/00(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 (IPC))
 Int.Cl. C02F1/42, B01J43/00, B01J47/12, B01J49/00

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 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2012年
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年
 日本国登録実用新案公報 1994-2012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
Y A	JP 2001-509074 A (パイオネティクス コーポレイション) 2001.07.10, 特許請求の範囲、第26頁第5行-第27頁第5行、 第38頁第20-23行、第6図 & US 5788826 A & EP 1017482 A1 & WO 1998/032525 A1	1, 2, 11 3-10
Y	JP 2009-233556 A (パナソニック電工株式会社) 2009.10.15, 特許 請求の範囲、【0020】、図1 (ファミリーなし)	1, 2, 11

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 27.07.2012	国際調査報告の発送日 07.08.2012
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 川合 理恵	4D	4046
	電話番号 03-3581-1101 内線 3421		

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
Y	JP 2010-69408 A (パナソニック株式会社) 2010.04.02, 特許請求の 範囲、【0027】 (ファミリーなし)	11
A	JP 2007-501702 A (パイオネティックス, インコーポレイテッド) 2007.02.01, 全文 & US 2005/0029124 A1 & EP 1660408 A1 & WO 2005/016831 A1	1-11
A	JP 2010-201346 A (パナソニック株式会社) 2010.09.16, 全文 (フ ァミリーなし)	1-11