

(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
2013 年 11 月 14 日(14.11.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/168449 A1

- (51) 国際特許分類:
C02F 1/42 (2006.01) *B01J 49/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/054522
- (22) 国際出願日: 2013 年 2 月 22 日(22.02.2013)
- (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 2012-109299 2012 年 5 月 11 日(11.05.2012) 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
- (71) 出願人 (米国についてのみ): 山田 響介(YA-
MADA, Kyosuke) [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). 小菅 崇弘(KOSUGA, Takahiro) [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). 府川 潤平
(FUKAWA, Jumpei) [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). 建持 千佳(KEMMOCHI, Chika) [JP/JP];

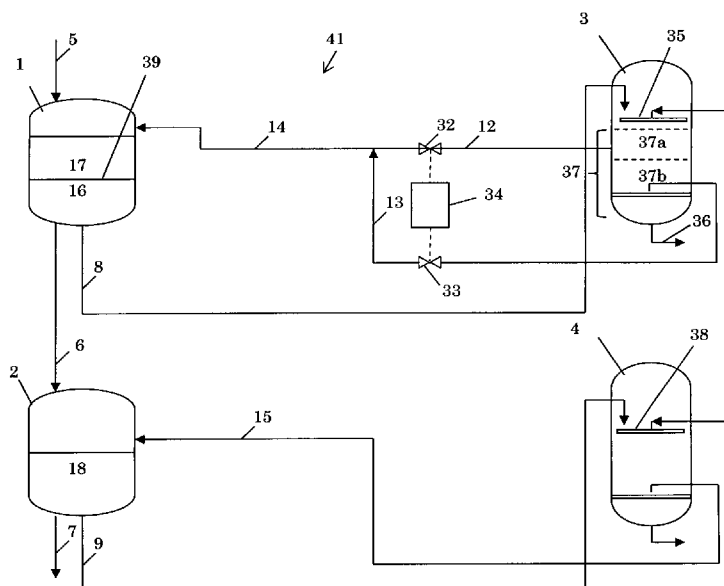
〒1368631 東京都江東区新砂 1 丁目 2 番 8 号オ
ルガノ株式会社内 Tokyo (JP).

- (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 2 0 号
第 1 6 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, BN, 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, 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, PA, 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: CONDENSING DESALINATION DEVICE AND CONDENSING DESALINATION METHOD

(54) 発明の名称: 復水脱塩装置および復水脱塩方法



(57) Abstract: The purpose of the present in-
vention is to obtain treated water with good
quality using a simple configuration. A con-
densing desalination device (41) has a con-
densing desalination tower (1) filled with an
ion-exchange resin, a regeneration tower (3)
for regenerating used ion-exchange resin, and
regenerated-resin transfer pipes (12, 13, 14)
for transferring regenerated ion-exchange re-
sin from the regeneration tower (3) to the con-
densing desalination tower (1). The regener-
ated-resin removal tube (12) for removing
ion-exchange resin from a high-regeneration
area (37a) in which the ratio of the regener-
ated ion-exchange resin in the regeneration
tower is relatively high, and a second regener-
ated-resin removal tube (13) for removing
ion-exchange resin from a low-regeneration
area (37b) in which the ratio of the regener-
ated ion-exchange resin in the regeneration
tower is relatively low.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/168449 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

簡易な構成で良好な処理水質を得る。復水脱塩装置 4 1 は、イオン交換樹脂が充填される復水脱塩塔 1 と、使用済みのイオン交換樹脂を再生する再生塔 3 と、再生されたイオン交換樹脂を再生塔 3 から復水脱塩塔 1 に移送する再生樹脂移送配管 1 2, 1 3, 1 4 と、を有している。再生樹脂移送配管は、再生塔中の再生されたイオン交換樹脂の割合が相対的に高い高再生領域 3 7 a のイオン交換樹脂を取出す第 1 の再生樹脂取出し配管 1 2 と、再生塔中の再生されたイオン交換樹脂の割合が相対的に低い低再生領域 3 7 b のイオン交換樹脂を取出す第 2 の再生樹脂取出し配管 1 3 と、を有している。

明 細 書

発明の名称： 復水脱塩装置および復水脱塩方法

技術分野

[0001] 本発明は、原子力発電所や火力発電所等の発電施設、特に火力発電所において復水を脱塩処理するための復水脱塩装置および復水脱塩方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、原子力発電所や火力発電所等の発電施設における復水の処理には、H形強酸性カチオン交換樹脂とOH形強塩基性アニオン交換樹脂との混合イオン交換樹脂が充填された復水脱塩装置が用いられている。

[0003] この復水脱塩装置は、復水を処理するための複数の復水脱塩塔と、復水脱塩塔において使用された使用済みの混合イオン交換樹脂を再生し、再生後のイオン交換樹脂を貯蔵する再生塔と、復水脱塩塔および再生塔にイオン交換樹脂を出し入れする樹脂移送配管等から構成されている。

[0004] 復水脱塩塔内のイオン交換樹脂が再生時期に至ると、使用済みの樹脂が再生塔に移送され、アニオン交換樹脂とカチオン交換樹脂とに分離され、それぞれの樹脂が薬品再生される。発電設備によっては再生効率の観点からイオン交換樹脂が完全に再生されないこともある。その後、再生されたカチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂とが混合されて混合樹脂とされ、この混合樹脂が復水脱塩塔に移送される。再生塔とは別に樹脂貯槽を備えている場合には、その樹脂貯槽内において混合が行われる。再生塔が樹脂貯槽を兼ねている場合には、その再生塔内において混合が行われる。処理される復水の水質をより向上させるために、復水脱塩塔内に混合樹脂が受け入れられた後、復水が通水する前に、復水脱塩塔内にて混合操作が実施され、カチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂がさらに均一に混合される。その後、復水脱塩塔内を水で満たす等の、通水のための準備工程が行われ、通水が再開される。

[0005] このような通常のイオン交換樹脂の再生操作において、カチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂の分離はその比重差および粒径差によって生じる沈降速

度の差を利用して行われる。しかしカチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂を完全に分離することは難しく、混合層が処理のために復水脱塩塔から取出される場合もある（特許文献1）。

[0006] また、カチオン交換樹脂にアニオン交換樹脂が混入した場合には、カチオン交換樹脂の再生剤である硫酸または塩酸によってアニオン交換樹脂のイオン交換基が硫酸形または塩化物形になってしまうため、復水を脱塩する際に硫酸イオンまたは塩化物イオンがリークしてしまう。同様に、アニオン交換樹脂にカチオン交換樹脂が混入した場合も、アニオン交換樹脂の再生剤である水酸化ナトリウムによってカチオン交換樹脂のイオン交換基がナトリウム形になってしまうため、ナトリウムイオンがリークしてしまう。そのため、カチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂の再生操作には高度な分離技術と熟練技術者が必要になる。

[0007] このような状況に対応するために、カチオン交換樹脂層とアニオン交換樹脂層とカチオン交換樹脂層とを交互に3層組合せた複床からなる復水脱塩装置が提案されている（非特許文献1）。イオン交換反応の原理の点からはカチオンとアニオンが同時に除去される混床式が高純度化を得る最適のシステムであるが、非特許文献1に記載の方法によれば、所定の水質を満たし、かつカチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂の分離が不要となるため再生操作の簡素化が可能となる。

[0008] また、火力発電所や加圧水型原子力発電所の復水にはNaイオン、Clイオン、SO₄イオンなどの不純物の他、アンモニア、エタノールアミン（ETA）といったpH調整剤や、場合によって還元剤としてヒドラジンが含まれており、カチオン交換樹脂への負荷が高いのが一般的である。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開昭54-41277号公報

非特許文献

[0010] 非特許文献1：永野孝之、「復水脱塩装置（コンデミ）の運転コスト低減ー多

床単一塔一」、火力原子力発電、2011年6月、第62巻、第6号、p. 430-435

発明の概要

- [0011] カチオン交換樹脂層とアニオン交換樹脂層とカチオン交換樹脂層とを交互に3層以上組合せた復水脱塩装置は、復水脱塩塔の構造が複雑になる。それぞれのイオン交換樹脂層を別々の樹脂塔に充填した場合は、3塔以上の復水脱塩塔が必要になり設置費が高くなる。
- [0012] 一方、カチオン交換樹脂層、アニオン交換樹脂層を1層ずつ組み合わせた2層方式の復水脱塩塔は、特にイオン交換樹脂を完全に再生しない発電設備において混床式や3層方式に比べ処理水質が低い。特に海水等の冷却水が復水に漏洩し塩濃度が変化した場合に、水質が悪化する傾向にある。
- [0013] 本発明は、カチオン交換樹脂層、アニオン交換樹脂層のいずれも1層で構成可能であり、かつ使用済みのイオン交換樹脂を完全に再生しない場合であっても良好な処理水質を得ることのできる復水脱塩装置および復水脱塩方法を提供することを課題とする。
- [0014] 本発明の復水脱塩装置は、アニオン交換樹脂またはカチオン交換樹脂の一方であるイオン交換樹脂が充填される復水脱塩塔であって、発電施設の復水系を流通する復水を復水脱塩塔の上部から下部へと通水させることによって、復水をイオン交換樹脂で脱塩する復水脱塩塔と、使用済みのイオン交換樹脂を再生する再生塔と、再生されたイオン交換樹脂を再生塔から復水脱塩塔に移送する再生樹脂移送配管と、を有している。再生樹脂移送配管は、再生塔中の再生されたイオン交換樹脂の割合が相対的に高い高再生領域のイオン交換樹脂を取出し、復水脱塩塔の内部にイオン交換樹脂下層を形成するように高再生領域のイオン交換樹脂を移送する第1の再生樹脂取出し配管と、再生塔中の再生されたイオン交換樹脂の割合が相対的に低い低再生領域のイオン交換樹脂を取出し、復水脱塩塔の内部のイオン交換樹脂下層の上にイオン交換樹脂上層を形成するように低再生領域のイオン交換樹脂を移送する第2の再生樹脂取出し配管と、を有している。

[0015] 本発明の復水脱塩方法は、アニオン交換樹脂またはカチオン交換樹脂の一方であるイオン交換樹脂を収容している再生塔中の、再生されたイオン交換樹脂の割合が相対的に高い高再生領域のイオン交換樹脂を復水脱塩塔に移送し、復水脱塩塔の内部にイオン交換樹脂下層を形成することと、イオン交換樹脂下層を形成した後、再生塔中の再生されたイオン交換樹脂の割合が相対的に低い低再生領域のイオン交換樹脂を復水脱塩塔に移送し、復水脱塩塔の内部のイオン交換樹脂下層の上にイオン交換樹脂上層を形成することと、イオン交換樹脂下層とイオン交換樹脂上層とが形成された復水脱塩塔に、発電施設の復水系を流通する復水を、復水脱塩塔の上部から下部へと通水させることによって、復水を脱塩することと、を有している。

[0016] 本発明によれば、まず、再生されたイオン交換樹脂の割合が相対的に高い高再生領域のイオン交換樹脂が復水脱塩塔に移送され、復水脱塩塔の内部にイオン交換樹脂下層が形成される。次に、再生されたイオン交換樹脂の割合が相対的に低い低再生領域のイオン交換樹脂が復水脱塩塔に移送され、イオン交換樹脂下層の上にイオン交換樹脂上層が形成される。この結果、復水脱塩塔の上部から下部へと復水を通水させると、まず、イオン交換樹脂上層で復水が脱塩され、引き続きイオン交換樹脂下層で復水が脱塩される。復水中のイオン成分はイオン交換樹脂のイオン選択性（イオンを交換吸着する強さ）に応じて、イオン交換樹脂への吸着とイオン交換樹脂からの脱離を繰り返し、イオン選択性の高いイオン成分から徐々に除去されていく。従って、復水の流通方向に関して下流側ではイオン選択性の低いイオン成分の割合が増加するが、下流側に高再生領域のイオン交換樹脂を設けることで、このようなイオン選択性の低いイオン成分もより効率よく除去することができる。このように、同種のイオン交換樹脂を再生された割合に応じて区分し、上下方向に分布させることで、上下方向に均一なイオン交換樹脂を充填する場合と比べて、イオン成分を効率的に除去することができる。

[0017] 従って、本発明によれば、カチオン交換樹脂層、アニオン交換樹脂層のいずれも1層で構成可能であり、かつ使用済みのイオン交換樹脂を完全に再生

しない場合であっても良好な処理水質を得ることのできる復水脱塩装置および復水脱塩方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の第1の実施形態に係る復水脱塩装置および復水脱塩方法を示す模式図である。

[図2]本発明の第2の実施形態に係る復水脱塩装置および復水脱塩方法を示す模式図である。

[図3]本発明の第3の実施形態に係る復水脱塩装置および復水脱塩方法を示す模式図である。

[図4]本発明の第4の実施形態に係る復水脱塩装置および復水脱塩方法を示す模式図である。

[図5]本発明の第5の実施形態に係る復水脱塩装置および復水脱塩方法を示す模式図である。

[図6]本発明の第5の実施形態に係る復水脱塩装置および復水脱塩方法を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0019] 本発明の望ましい実施の形態を、図面を参照して説明する。本発明において、イオン交換樹脂はアニオン交換樹脂とカチオン交換樹脂のいずれかまたは双方を意味する。以下では、カチオン交換樹脂を対象に本発明を説明するが、アニオン交換樹脂についても本発明を同様に適用することができる。

[0020] (第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る復水脱塩装置および復水脱塩方法を示す模式図である。復水脱塩装置41は、カチオン交換樹脂が充填された復水脱塩塔であるカチオン交換樹脂塔1と、アニオン交換樹脂が充填された復水脱塩塔であるアニオン交換樹脂塔2と、使用済みのカチオン交換樹脂を再生するカチオン交換樹脂再生塔3と、使用済みのアニオン交換樹脂を再生するアニオン交換樹脂再生塔4と、を有している。カチオン交換樹脂塔1とアニオン交換樹脂塔2は、それぞれ複数の塔が並列に設けられているが、図

面ではそれぞれ１つだけを図示している。カチオン交換樹脂塔１とアニオン交換樹脂塔２は、本実施形態では別々の塔として構成されているが、一体化された単一の塔であってもよい。

[0021] カチオン交換樹脂塔１の頂部と底部には、発電施設の復水系を流通する復水がカチオン交換樹脂塔１の上部から下部へと通水するように入口配管５と配管６が接続されている。復水はカチオン交換樹脂塔１内を流通する際、充填されているイオン交換樹脂（カチオン交換樹脂）と接触することによって脱塩される。カチオン交換樹脂塔１は、後述するイオン交換樹脂下層１６とイオン交換樹脂上層１７とを仕切る、網３９などの分離手段を備えていてもよい。これによって、イオン交換樹脂下層１６とイオン交換樹脂上層１７との混合を防止することができる。

[0022] 復水脱塩装置４１は、再生されたカチオン交換樹脂をカチオン交換樹脂再生塔３からカチオン交換樹脂塔１に移送する再生樹脂移送配管１２，１３，１４と、使用済みのカチオン交換樹脂をカチオン交換樹脂塔１からカチオン交換樹脂再生塔３に移送する使用済み樹脂移送配管８と、を有している。従って、カチオン交換樹脂は定期的にカチオン交換樹脂再生塔３で再生され、繰り返し使用することができる。

[0023] カチオン交換樹脂再生塔３は、カチオン交換樹脂が充填される樹脂充填部３７よりも上方に再生用薬液の供給口３５を備えている。供給口３５から供給された再生用薬液はカチオン交換樹脂を再生しながら下方へ流れ、カチオン交換樹脂再生塔３の下部に接続された排水配管３６から排出される。このため、カチオン交換樹脂再生塔３の樹脂充填部３７に充填される樹脂は、上部ほど高い割合で再生され、下部ほど低い割合で再生される。

[0024] こうして、カチオン交換樹脂再生塔３の中には、再生されたカチオン交換樹脂の割合が相対的に高い高再生領域３７ａのカチオン交換樹脂と、再生されたカチオン交換樹脂の割合が相対的に低い低再生領域３７ｂのカチオン交換樹脂と、が存在する。具体的には高再生領域３７ａのカチオン交換樹脂は、低再生領域３７ｂのカチオン交換樹脂よりもＨ形の体積割合が高い。高再

生領域 3 7 a はカチオン交換樹脂再生塔 3 の樹脂充填部 3 7 の上側部分を、低再生領域 3 7 b はカチオン交換樹脂再生塔 3 の樹脂充填部 3 7 の下側部分を構成している。

[0025] 高再生領域 3 7 a の具体的な定義は適宜定めることができる。一例では、高再生領域 3 7 a は、H 形が体積割合で 9 5 % 以上を占める領域である。また、再生条件にもよるが、高再生領域 3 7 a は、カチオン交換樹脂再生塔 3 に充填されている樹脂の総体積の 5 ~ 5 0 % と定義することもできる。この場合、5 ~ 5 0 % はカチオン交換樹脂再生塔 3 の樹脂充填部 3 7 の頂部から下方に向けて積算される。

[0026] 本発明では、高再生領域 3 7 a のカチオン交換樹脂の全部（または一部）がカチオン交換樹脂塔 1 の下部にカチオン交換樹脂下層 1 6 として充填され、低再生領域 3 7 b のカチオン交換樹脂（および高再生領域 3 7 a の残りのカチオン交換樹脂）がカチオン交換樹脂塔 1 の上部にカチオン交換樹脂上層 1 7 として充填される。このような充填方法を可能とするため、再生樹脂移送配管 1 2, 1 3, 1 4 は、高再生領域 3 7 a のカチオン交換樹脂を取出し、移送する第 1 の再生樹脂取出し配管 1 2 と、低再生領域 3 7 b のカチオン交換樹脂を取出し、移送する第 2 の再生樹脂取出し配管 1 3 と、を有している。第 1 の再生樹脂取出し配管 1 2 は、第 2 の再生樹脂取出し配管 1 3 よりも高い位置、好ましくは高再生領域 3 7 a と低再生領域 3 7 b の境界部または高再生領域 3 7 a の側方で、カチオン交換樹脂再生塔 3 に接続されている。

[0027] 第 1 の再生樹脂取出し配管 1 2 上と、第 2 の再生樹脂取出し配管 1 3 上には、それぞれ第 1 の弁 3 2 と第 2 の弁 3 3 が設けられている。第 1 の再生樹脂取出し配管 1 2 と、第 2 の再生樹脂取出し配管 1 3 は合流しており、合流点からカチオン交換樹脂塔 1 までは 1 本の再生樹脂移送配管 1 4 が設けられている。再生樹脂移送配管 1 4 を省き、第 1 の再生樹脂取出し配管 1 2 と第 2 の再生樹脂取出し配管 1 3 がそれぞれ、カチオン交換樹脂再生塔 3 からカチオン交換樹脂塔 1 まで延びていてもよい。

[0028] 第1および第2の弁32, 33は、第1の弁32を先に開いて高再生領域37aのカチオン交換樹脂を取出し、次に、必要に応じ第1の弁32を閉じ、さらに第2の弁33を開いて低再生領域37bのカチオン交換樹脂を取出すように制御される。これらの弁32, 33は、復水脱塩装置41の制御盤（図示せず）に設けられた制御部34によって制御される。

[0029] 使用済み樹脂移送配管8は、カチオン交換樹脂塔1の底部とカチオン交換樹脂再生塔3の上部とをつないでおり、使用済みのカチオン交換樹脂は、カチオン交換樹脂塔1の下方の樹脂から順次カチオン交換樹脂再生塔3に移送される。従って、本実施形態では、カチオン交換樹脂塔1に充填されていた樹脂とカチオン交換樹脂再生塔3に充填される樹脂の上下方向の関係はほぼ維持される。つまり、カチオン交換樹脂塔1の下方にあった樹脂はカチオン交換樹脂再生塔3の下方に充填され、カチオン交換樹脂塔1の上方にあった樹脂はカチオン交換樹脂再生塔3の上方に充填される。

[0030] アニオン交換樹脂塔2およびアニオン交換樹脂再生塔4も、カチオン交換樹脂塔1およびカチオン交換樹脂再生塔3とほぼ同様の構成を有している。再生樹脂移送配管15は、アニオン交換樹脂再生塔4の底部とアニオン交換樹脂塔2の上部とをつないでいる。使用済み樹脂移送配管9は、アニオン交換樹脂塔2の底部とアニオン交換樹脂再生塔4の上部とをつないでおり、アニオン交換樹脂は、アニオン交換樹脂塔2の下方の樹脂から順次アニオン交換樹脂再生塔4に移送される。再生樹脂移送配管9はアニオン交換樹脂塔2の底部とアニオン交換樹脂再生塔4の上部を結ぶ1本の配管だけで構成されている。

[0031] 次に、以上説明した復水脱塩装置41を用いた復水脱塩方法を説明する。

[0032] まず、発電施設の復水系を流通する復水が、入口配管5を通してカチオン交換樹脂塔1に供給され、復水中のカチオンが除去される。カチオンが除去された復水は、次に配管6を通してアニオン交換樹脂塔2に供給され、アニオンが除去される。カチオンとアニオンが除去された復水は、出口配管7を通して、蒸気発生器などの後段の設備に送られる。

- [0033] カチオン交換樹脂の再生のため、入口配管 5 の弁（図示せず）が閉じられ、カチオン交換樹脂塔 1 およびアニオン交換樹脂塔 2 への通水が停止される。その後、カチオン交換樹脂塔 1 に充填されているカチオン交換樹脂が、使用済み樹脂移送配管 8 を通してカチオン交換樹脂再生塔 3 へ移送される。アニオン交換樹脂塔 2 に充填されているアニオン交換樹脂は、再生樹脂移送配管 9 を通してアニオン交換樹脂再生塔 4 へ移送される。
- [0034] カチオン交換樹脂再生塔 3 では、再生用薬液の供給口 3 5 から 4 ～ 1 2 % 程度の硫酸、あるいは 4 ～ 1 2 % 程度の塩酸が供給され、カチオン交換樹脂が再生される。アニオン交換樹脂再生塔 4 では、再生用薬液の供給口 3 8 から 4 ～ 1 2 % 程度の水酸化ナトリウム水溶液が供給され、アニオン交換樹脂が再生される。本実施形態では使用済みのカチオン交換樹脂及びアニオン交換樹脂は完全に再生されず、部分的に再生されるだけである。再生用薬液を上方から供給した場合、上方の樹脂ほど再生効率が高く、H 形（カチオン交換樹脂の場合）あるいは O H 形（アニオン交換樹脂の場合）の比率が高くなる。
- [0035] 再生処理の終了後、制御部 3 4 で第 2 の弁 3 3 が閉じられ、第 1 の弁 3 2 が開かれる。引き続き、カチオン交換樹脂再生塔 3 内の高再生領域 3 7 a のカチオン交換樹脂が、再生樹脂移送配管 1 2, 1 4 を通してカチオン交換樹脂塔 1 に移送される。以上の工程によって、カチオン交換樹脂塔 1 の内部に H 形の比率が高いカチオン交換樹脂下層 1 6 が形成される。
- [0036] カチオン交換樹脂下層 1 6 を形成した後、カチオン交換樹脂上層 1 7 を形成する前に、カチオン交換樹脂塔 1 の内部に、カチオン交換樹脂下層 1 6 よりも高い水位まで水を供給することが好ましい。カチオン交換樹脂下層 1 6 が形成される際、少量の水がカチオン交換樹脂塔 1 内に連行されるが、その後ただちにカチオン交換樹脂上層 1 7 を形成する樹脂を移送すると、水撃などにより、先に形成したカチオン交換樹脂下層 1 6 の表面が波打つように変形することがある。それによって、カチオン交換樹脂下層 1 6 の層高が不均一になり、あるいは所望の形状のカチオン交換樹脂下層 1 6 を形成できなく

なることがある。水を供給しカチオン交換樹脂下層 16 の上部に水の層を形成することで、水撃による衝撃力を弱め、上述した不具合を防止することができる。

[0037] その後、制御部 34 で第 1 の弁 32 が閉じられ、第 2 の弁 33 が開かれて、カチオン交換樹脂再生塔 3 内の残りのカチオン交換樹脂、すなわち低再生領域 37b のカチオン交換樹脂が、再生樹脂移送配管 13, 14 を通してカチオン交換樹脂塔 1 に移送される。第 1 の弁 32 を開いたままにして、残りの樹脂の一部を、再生樹脂移送配管 12, 14 を通してカチオン交換樹脂塔 1 に移送することもできる。移送されたカチオン交換樹脂は、カチオン交換樹脂塔 1 内で、カチオン交換樹脂下層 16 の上にカチオン交換樹脂上層 17 を形成する。

[0038] アニオン交換樹脂再生塔 4 で再生されたアニオン交換樹脂は、再生樹脂移送配管 15 を通してアニオン交換樹脂塔 2 へ移送され、アニオン交換樹脂塔 2 内でアニオン交換樹脂層 18 を形成する。

[0039] 再生されたカチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂がカチオン交換樹脂塔 1 とアニオン交換樹脂塔 2 にそれぞれ再充填されると、復水の脱塩処理が再開される。すなわち、カチオン交換樹脂下層 16 とカチオン交換樹脂上層 17 とが形成されたカチオン交換樹脂塔 1 に、発電施設の復水系を流通する復水を、カチオン交換樹脂塔 1 の上部から下部へと通水させることによって、カチオンが除去される。アニオン交換樹脂層 18 が形成されたアニオン交換樹脂塔 3 にさらに復水を通水させることによって、アニオンが除去される。

[0040] このように、再生されたカチオン交換樹脂のうち H 形の割合が多い樹脂をカチオン交換樹脂塔 1 の下部に配置することにより、復水中の塩濃度が変化した場合にも対処することができ、所望の水質を得ることができる。復水中のカチオン（Na イオン、Ca イオン等）はカチオン交換樹脂のイオン選択性（イオンを交換吸着する強さ）に応じて、カチオン交換樹脂への吸着とカチオン交換樹脂からの脱離を繰り返し、イオン選択性の高いイオン成分から徐々に除去（吸着）されていく。従って、復水の流通方向に関して下流側で

はイオン選択性の低いイオン成分の割合が増加するが、下流側にイオン選択性の低いH形のカチオン交換樹脂を設けることで、Hイオンよりもイオン選択性の高いイオン成分を効率よく除去することができる。

[0041] (第2の実施形態)

図2は、本発明の第2の実施形態に係る復水脱塩装置および復水脱塩方法を示す模式図である。本実施形態では、再生されたカチオン交換樹脂を再充填のために貯留するために、カチオン交換樹脂貯槽19が設けられている。同様に、再生されたアニオン交換樹脂を再充填のために貯留するために、アニオン交換樹脂貯槽20が設けられている。

[0042] カチオン交換樹脂貯槽19は、内部に設けられた分離壁23によって、第1の再生樹脂貯槽19aと、第2の再生樹脂貯槽19bと、に分割されている。第1の再生樹脂貯槽19aと、第2の再生樹脂貯槽19bは別々の槽として構成することもできる。第1の再生樹脂貯槽19aは、第1の再生樹脂取出し配管21a、21b上に位置し、第1の再生樹脂取出し配管21aから取出されたカチオン交換樹脂を貯留する。第2の再生樹脂貯槽19bは、第2の再生樹脂取出し配管22a、22b上に位置し、第2の再生樹脂取出し配管22aから取出されたカチオン交換樹脂を貯留する。従って、高再生領域37aのカチオン交換樹脂と、低再生領域37bのカチオン交換樹脂は別々に貯留される。

[0043] 本実施形態の復水脱塩設備41を用いた復水脱塩処理は以下のように行われる。まず、カチオン交換樹脂再生塔3で再生されたカチオン交換樹脂のうち、高再生領域37aのカチオン交換樹脂が、第1の再生樹脂取出し配管21aを通して第1の再生樹脂貯槽19aに移送される。具体的には、H形が95%以上のカチオン交換樹脂、あるいは総体積の5～50%の量のカチオン交換樹脂が、第1の再生樹脂取出し配管21aを通して第1の再生樹脂貯槽19aに移送される。残りのカチオン交換樹脂は、第2の再生樹脂取出し配管22aを通して第2の再生樹脂貯槽19bに移送される。従って、取出し配管21a、22aから移送されたカチオン交換樹脂は、第1の再生樹脂

貯槽 19 a と、第 2 の再生樹脂貯槽 19 b と、に別々に貯留することができる。アニオン交換樹脂再生塔 4 で再生されたアニオン交換樹脂は、再生樹脂移送配管 24 を通してアニオン交換樹脂貯槽 20 に移送され、再充填のために貯留される。

[0044] カチオン交換樹脂貯槽 19 およびアニオン交換樹脂貯槽 20 に再生された樹脂が貯留されているとき、カチオン交換樹脂塔 1 とアニオン交換樹脂塔 2 には別のカチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂が充填されており、これらの塔では復水の脱塩処理が行われている。規定の処理量の復水を通水した後、カチオン交換樹脂塔 1 およびアニオン交換樹脂塔 2 への通水が停止され、充填されている樹脂がカチオン交換樹脂再生塔 3 とアニオン交換樹脂再生塔 4 に移送される。

[0045] カチオン交換樹脂塔 1 とアニオン交換樹脂塔 2 の使用済み樹脂が移送された後、カチオン交換樹脂貯槽 19 とアニオン交換樹脂貯槽 20 で待機していた樹脂が移送される。カチオン交換樹脂貯槽 19 からまず第 1 の再生樹脂取出し配管 21 b および樹脂移送配管 27 を通して高再生領域 37 a のカチオン交換樹脂が移送され、カチオン交換樹脂塔 1 内にカチオン交換樹脂下層 16 が形成される。次に第 2 の再生樹脂取出し配管 22 b および樹脂移送配管 27 を通して低再生領域 37 b のカチオン交換樹脂が移送され、カチオン交換樹脂塔 1 内にカチオン交換樹脂上層 17 が形成される。アニオン交換樹脂貯槽 20 からは、樹脂移送配管 28 を通してアニオン交換樹脂が移送され、アニオン交換樹脂塔 2 にアニオン交換樹脂層 18 が形成される。

[0046] このように本実施形態では、再生されたカチオン交換樹脂およびアニオン交換樹脂が、カチオン交換樹脂塔 1 およびアニオン交換樹脂塔 2 に移送される前に、一旦再生樹脂貯槽 19, 20 に貯留される。従って、カチオン交換樹脂塔 1 およびアニオン交換樹脂塔 2 から使用済みの樹脂を移送した後、再生された別のカチオン交換樹脂およびアニオン交換樹脂を直ちにカチオン交換樹脂塔 1 およびアニオン交換樹脂塔 2 に充填することができる。従って、移送した樹脂の再生が終わるまでの間、復水脱塩装置 41 を待機させる必要

がなく、復水の処理を短時間で再開することができる。

[0047] (第3の実施形態)

図3は、本発明の第3の実施形態に係る復水脱塩装置および復水脱塩方法を示す模式図である。本実施形態では、カチオン交換樹脂塔1内のカチオン交換樹脂上層17とカチオン交換樹脂下層16を、カチオン交換樹脂再生塔3に別々に移送することができる。

[0048] 使用済み樹脂移送配管29, 30は、2つの使用済み樹脂取出し配管、すなわち第1の使用済み樹脂取出し配管29と、第2の使用済み樹脂取出し配管30と、を有している。第1の使用済み樹脂取出し配管29はカチオン交換樹脂塔1の底部に接続され、カチオン交換樹脂塔1中のカチオン交換樹脂の全量を取り出すことができる。この配管29は、第1の実施形態の配管8と同様の配管である。第2の使用済み樹脂取出し配管30は、第1の使用済み樹脂取出し配管29およびカチオン交換樹脂下層16よりも高い位置でカチオン交換樹脂塔1に接続されており、カチオン交換樹脂上層17の少なくとも一部を取り出すことができる。

[0049] 本実施形態の復水脱塩設備41を用いた復水脱塩処理は以下のように行われる。復水を脱塩した後、カチオン交換樹脂上層17の少なくとも一部が使用済み樹脂移送配管30, 31を通してカチオン交換樹脂再生塔3に移送されて、カチオン交換樹脂再生塔3の内部に使用済みカチオン交換樹脂下層46が形成される。次に、カチオン交換樹脂塔1中の残りのカチオン交換樹脂が使用済み樹脂移送配管29, 31を通してカチオン交換樹脂再生塔3に移送され、カチオン交換樹脂再生塔3の内部のカチオン交換樹脂下層46の上にカチオン交換樹脂上層47が形成される。カチオン交換樹脂上層47は、カチオン交換樹脂下層16（および最初の段階で移送されなかったカチオン交換樹脂上層17）からなる。次に、再生用薬液が、使用済みカチオン交換樹脂上層47の上方の供給口35から供給されて、カチオン交換樹脂再生塔3中のカチオン交換樹脂が再生される。

[0050] このようにして使用済みのカチオン交換樹脂を移送する結果、比較的H形

が残存しているカチオン交換樹脂上層 4 7 はカチオン交換樹脂再生塔 3 の上部に配置され、新鮮な再生用薬液と接触することができる。他の実施形態と同様、カチオン交換樹脂再生塔 3 の上部に配置された樹脂は、カチオン交換樹脂塔 1 内のカチオン交換樹脂下層 1 6 を構成するため、より高い割合で再生されたカチオン交換樹脂でカチオン交換樹脂下層 1 6 を構成することができる。

[0051] (第 4 の実施形態)

図 4 は、本発明の第 4 の実施形態に係る復水脱塩装置および復水脱塩方法を示す模式図である。本実施形態では、使用済みのカチオン交換樹脂は、ただちにカチオン交換樹脂再生塔 3 に送られず、一時的に使用済み樹脂貯槽 4 8 に貯留される。使用済み樹脂貯槽 4 8 は使用済み樹脂移送配管 8 上に位置しており、カチオン交換樹脂塔 1 から取出された使用済みのカチオン交換樹脂を一時的に貯留する。同様に、使用済みのアニオン交換樹脂は、ただちにアニオン交換樹脂再生塔 4 に送られず、一時的に使用済み樹脂貯槽 4 9 に貯留される。使用済み樹脂貯槽 4 8 は使用済み樹脂移送配管 9 上に位置しており、アニオン交換樹脂塔 2 から取出された使用済みのアニオン交換樹脂を一時的に貯留する。

[0052] 本実施形態の復水脱塩設備を用いた復水脱塩処理は以下のように行われる。復水を脱塩した後、使用済みのカチオン交換樹脂は、カチオン交換樹脂再生塔 3 に移送される前に、一時的に使用済み樹脂貯槽 4 8 に貯留される。このとき、カチオン交換樹脂再生塔 3 には再生されたカチオン交換樹脂が貯留されている。同様に、使用済みのアニオン交換樹脂は、アニオン交換樹脂再生塔 4 に移送される前に、一時的に使用済み樹脂貯槽 4 9 に貯留される。このとき、アニオン交換樹脂再生塔 3 には再生されたアニオン交換樹脂が貯留されている。

[0053] カチオン交換樹脂塔 1 とアニオン交換樹脂塔 2 内の樹脂が移送された後、カチオン交換樹脂再生塔 3 とアニオン交換樹脂再生塔 4 で貯留されていた樹脂がカチオン交換樹脂塔 1 とアニオン交換樹脂塔 2 に移送される。カチオン

交換樹脂再生塔 3 からは、まず樹脂移送配管 1 2, 1 4 を通して、高再生領域 3 7 a のカチオン交換樹脂が移送され、カチオン交換樹脂塔 1 内にカチオン交換樹脂下層 1 6 が形成される。次に樹脂移送配管 1 3, 1 4 を通して低再生領域 3 7 b のカチオン交換樹脂が移送され、カチオン交換樹脂塔 1 内にカチオン交換樹脂上層 1 7 が形成される。アニオン交換樹脂再生塔 4 からは、再生樹脂移送配管 1 5 を通してアニオン交換樹脂が移送され、アニオン交換樹脂塔 2 にアニオン交換樹脂層 1 8 が形成される。

[0054] その後、使用済み樹脂貯槽 4 8 に貯留されていた使用済みのカチオン交換樹脂がカチオン交換樹脂再生塔 3 に移送され、再生される。同様に、使用済み樹脂貯槽 4 9 に貯留されていた使用済みのアニオン交換樹脂がアニオン交換樹脂再生塔 4 に移送され、再生される。これらの処理は、カチオン交換樹脂塔 1 およびアニオン交換樹脂塔 2 での復水脱塩処理と並行して行うことができる。

[0055] このように本実施形態においても、第 2 の実施形態と同様、移送した樹脂の再生が終わるまでの間、復水脱塩装置 4 1 を待機させる必要がなく、復水の処理を短時間で再開することができる。

[0056] (第 5 の実施形態)

図 5 は、本発明の第 5 の実施形態に係る復水脱塩装置および復水脱塩方法を示す模式図である。本実施形態では、使用済みのアニオン交換樹脂（第 2 のイオン交換樹脂）のうち、上層の一部が非再生樹脂貯槽で貯留され、残りのアニオン交換樹脂は再生塔で再生される。それ以外の構成は第 3 の実施形態と同様である。

[0057] アニオン交換樹脂塔 2（第 2 の復水脱塩塔）には、アニオン交換樹脂層 1 8（アニオン交換樹脂充填層）の上部部分（上層部分）5 0 を取出すための上部樹脂取出し配管 5 2 が設けられている。上部樹脂取出し配管 5 2 は、アニオン交換樹脂層 1 8 の上層部でアニオン交換樹脂塔 2 に接続され、他端が非再生樹脂貯槽 5 1 に接続されている。非再生樹脂貯槽 5 1 は、取出されたアニオン交換樹脂層 1 8 の上部部分 5 0 を一時的に貯留する。上部充填層貯

槽 5 1 は上部樹脂戻し配管 5 3 を介して樹脂移送配管 2 8 に接続されており、貯留されているアニオン交換樹脂層 1 8 の上部部分 5 0 をアニオン交換樹脂塔 2 に戻すことができる。

[0058] 本実施形態の復水脱塩設備を用いた復水脱塩処理は以下のように行われる。復水をカチオン交換樹脂塔 1 及びアニオン交換樹脂塔 2 で脱塩した後、アニオン交換樹脂層 1 8 の上部部分 5 0 を取出し、非再生樹脂貯槽 5 1 に移送する。その後、アニオン交換樹脂層 1 8 の残部を取出し、再生樹脂移送配管 9 でアニオン交換樹脂再生塔 4 に移送する。既に再生され、アニオン樹脂貯槽 2 0 に貯留されているアニオン交換樹脂をアニオン交換樹脂塔 2 に移送し、アニオン交換樹脂層を形成する。この間、取出されたアニオン交換樹脂層 1 8 の上部部分 5 0 は、非再生樹脂貯槽 5 1 で、再生されることなく貯留されている。その後、非再生樹脂貯槽 5 1 に貯留されているアニオン交換樹脂層 1 8 の上部部分 5 0 がアニオン交換樹脂塔 2 に戻される。非再生樹脂貯槽 5 1 に貯留されているアニオン交換樹脂は、アニオン交換樹脂層の上に配置される。アニオン交換樹脂再生塔 4 に移送されたアニオン交換樹脂層 1 8 の残部は、その後再生され、アニオン樹脂貯槽 2 0 に移送される。

[0059] カチオン交換樹脂塔 1 とアニオン交換樹脂塔 2 からなる 2 層式の復水脱塩装置の場合、カチオン交換樹脂塔 1 から流出した微細なカチオン交換樹脂（破碎された樹脂の細片など）がアニオン交換樹脂塔 2 に混入し、アニオン交換樹脂の充填層の上部部分 5 0 に混入する可能性がある。上部部分 5 0、すなわち微細なカチオン交換樹脂を含むアニオン交換樹脂がアニオン交換樹脂再生塔 4 に移送されると、アニオン交換樹脂の再生剤によりカチオン交換樹脂が逆再生され、処理水質が悪化する可能性がある。本実施形態ではこのような原因による処理水質の悪化を防ぐことができる。

[0060] 本実施形態では、カチオン交換樹脂塔 1 が前段に、アニオン交換樹脂塔 2 が後段に設けられているため、カチオン交換樹脂がアニオン交換樹脂へ混入する可能性がある。しかし、アニオン交換樹脂塔 2 が前段に、カチオン交換樹脂塔 1 が後段に設けられている実施形態でも、アニオン交換樹脂がカチオ

ン交換樹脂に混入する可能性がある。後者の場合も、本実施形態と同様の非再生樹脂貯槽を設け、カチオン交換樹脂塔 1 のカチオン交換樹脂充填層の上部部分を再生せずに一時的に貯留することによって、同様の効果を得ることができる。

[0061] 第 4 の実施形態においても本実施形態と同様の非再生樹脂貯槽を設けることができる。図 6 はそのような実施形態の一例を示しており、同図からわかるように、非再生樹脂貯槽 5 1、上部樹脂取出し配管 5 2 及び上部樹脂戻し配管 5 3 の構成は、図 5 と同じである。アニオン交換樹脂を再生する際は、アニオン交換樹脂層 1 8 の上部部分 5 0 を取出し、非再生樹脂貯槽 5 1 に移送する。その後、アニオン交換樹脂層 1 8 の残部を取出し、一時的に使用済み樹脂貯槽 4 9 に移送する。アニオン交換樹脂再生塔 4 に貯蔵されている再生されたアニオン交換樹脂が、樹脂移送配管 1 5 でアニオン交換樹脂塔 2 に移送され、その後、非再生樹脂貯槽 5 1 に貯蔵されているアニオン交換樹脂層 1 8 の上部部分 5 0 がアニオン交換樹脂塔 2 に移送される。その後、使用済み樹脂貯槽 4 9 に貯留されている使用済みのアニオン樹脂がアニオン交換樹脂再生塔 4 に移送され、再生される。

[0062] 図示は省略するが、第 2 の実施形態においても非再生樹脂貯槽 5 1、上部樹脂取出し配管 5 2 及び上部樹脂戻し配管 5 3 を同様に設けることができる。さらに、第 1 の実施形態においても、非再生樹脂貯槽 5 1、上部樹脂取出し配管 5 2 及び上部樹脂戻し配管 5 3 を同様に設けることができる。この場合、アニオン交換樹脂層 1 8 の残部がアニオン交換樹脂再生塔 4 で再生されている間、アニオン交換樹脂層 1 8 の上部部分 5 0 が非再生樹脂貯槽 5 1 に貯留される。

実施例

[0063] 復水器に海水が漏洩し塩分の濃度が高くなった復水を模擬した模擬復水を作成し、イオン交換樹脂を充填したカラムへの通水試験を実施した。実施例で使用したイオン交換樹脂の仕様および量は以下の通りとした。

・カチオン交換樹脂上層 アンバージェット 1006F 274 m l

下層 アンバーゼット 1006F 30ml

・アニオン交換樹脂層 アンバーゼット 9000 242ml

カチオン交換樹脂上層に使用したカチオン交換樹脂はH形71.9%、Na形0.1%、NH₃形28%になるように調整した。カチオン交換樹脂下層に使用したカチオン交換樹脂はH形99.9%、Na形0.1%になるように調整した。アニオン樹脂層に使用したアニオン交換樹脂はOH形98%、Cl形1%、SO₄形1%になるように調整した。カチオン交換樹脂全体でNH₃形24.9%、Na形0.1%、H形75%とした。

[0064] 模擬復水を通水温度40℃、通水流速92m/hで、カチオン交換樹脂層およびアニオン交換樹脂層に下向流で通水した。模擬復水はNH₃を1330ppb、NaClを23800ppb、Na₂SO₄を2900ppb含んでいる。

[0065] アニオン交換樹脂層の後段に酸導電率測定用のカチオン交換樹脂層を設置し、酸導電率を測定した。Naイオン、Clイオン、SO₄イオンの濃度はダイオネクス社製イオンクロマトグラフICS-2000を用いて測定した（表1参照）。

[0066] 次に比較例として、以下の仕様および量のカチオン交換樹脂層、アニオン交換樹脂層を使用し、同じ成分の模擬復水を、同一の通水条件で、カチオン交換樹脂およびアニオン交換樹脂に通水した。

・カチオン交換樹脂層 アンバーゼット 1006F 304ml

・アニオン交換樹脂層 アンバーゼット 9000 242ml

カチオン交換樹脂層はH形74.9%、Na形0.1%、NH₃形25%とした。アニオン交換樹脂層は実施例と同じものを使用した。実施例と同様に酸導電率、Naイオン、Clイオン、SO₄イオンの濃度を測定した（表1参照）。

[0067]

[表1]

	電気伝導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	酸導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Na イオン ($\mu\text{g}/\text{L}$)	Cl イオン ($\mu\text{g}/\text{L}$)	SO ₄ イオン ($\mu\text{g}/\text{L}$)
実施例	1～2	0.07	0.1	0.1	0.1
比較例	5～6	0.07	30	0.5	0.1

このように比較例においてはNa イオンの濃度が30 $\mu\text{g}/\text{L}$ となり、復水の処理水質として十分な水質を得ることができなかった。一方、実施例においてはNa イオンの濃度が1 $\mu\text{g}/\text{L}$ 以下となり、十分な水質を得ることができた。またCl イオン、SO₄ イオンの濃度も1 $\mu\text{g}/\text{L}$ 以下となり、十分な水質を得ることができた。

[0068] 以上説明したように、本発明の復水脱塩装置および復水脱塩方法によれば、復水脱塩塔の下部（復水の流通方向における下流側）に再生割合の高いイオン交換樹脂が充填されるため万一の海水漏洩などにより復水の塩濃度が変化した場合であっても、従来の複床式より優れ、混床式や3層式に劣らない処理水質を得ることができる。また、混床式において必要であった分離操作が不要となり運転管理の負担を減らすことができ、3層式に比べ簡素な装置とすることができる。特に火力発電所のようにイオン交換樹脂を完全に再生しない使用条件下では、本発明の復水脱塩装置および復水脱塩方法を好適に使用することができる。

符号の説明

- [0069]
- 1 カチオン交換樹脂塔
 - 2 アニオン交換樹脂塔
 - 3 カチオン交換樹脂再生塔
 - 4 アニオン交換樹脂再生塔
 - 12 第1の再生樹脂取出し配管（再生樹脂移送配管）
 - 13 第2の再生樹脂取出し配管（再生樹脂移送配管）
 - 16 カチオン交換樹脂下層
 - 17 カチオン交換樹脂上層
 - 18 アニオン交換樹脂層

１ ９ カチオン交換樹脂貯槽

２ ０ アニオン交換樹脂貯槽

３ ７ 樹脂充填部

３ ７ ａ 高再生領域

３ ７ ｂ 低再生領域

請求の範囲

- [請求項1] アニオン交換樹脂またはカチオン交換樹脂の一方であるイオン交換樹脂が充填される復水脱塩塔であって、発電施設の復水系を流通する復水を前記復水脱塩塔の上部から下部へと通水させることによって、前記復水を前記イオン交換樹脂で脱塩する復水脱塩塔と、
- 使用済みの前記イオン交換樹脂を再生する再生塔と、
- 再生された前記イオン交換樹脂を前記再生塔から前記復水脱塩塔に移送する再生樹脂移送配管と、を有し、
- 前記再生樹脂移送配管は、
- 前記再生塔中の再生された前記イオン交換樹脂の割合が相対的に高い高再生領域のイオン交換樹脂を取出し、前記復水脱塩塔の内部にイオン交換樹脂下層を形成するように前記高再生領域のイオン交換樹脂を移送する第1の再生樹脂取出し配管と、
- 前記再生塔中の再生された前記イオン交換樹脂の割合が相対的に低い低再生領域のイオン交換樹脂を取出し、前記復水脱塩塔の内部の前記イオン交換樹脂下層の上にイオン交換樹脂上層を形成するように前記低再生領域のイオン交換樹脂を移送する第2の再生樹脂取出し配管と、
- を有している、復水脱塩装置。
- [請求項2] 前記再生塔は、前記再生塔内の前記イオン交換樹脂が充填される樹脂充填部よりも上方に再生用薬液の供給口を備え、前記第1の再生樹脂取出し配管は前記第2の再生樹脂取出し配管よりも高い位置で前記再生塔に接続されている、請求項1に記載の復水脱塩装置。
- [請求項3] 前記第1および第2の再生樹脂取出し配管上にそれぞれ設けられた第1および第2の弁と、
- 前記第1の弁を先に開いて前記高再生領域のイオン交換樹脂を取出し、次に、前記第2の弁を開いて前記低再生領域のイオン交換樹脂を取出すように、前記第1および第2の弁を制御する制御部と、

を有する、請求項 1 または 2 に記載の復水脱塩装置。

[請求項4] 前記制御部は、前記再生塔に收容されている前記イオン交換樹脂の総重量の 5 %以上、50 %以下の量を前記第 1 の再生樹脂取出し配管から取出し、残りの量を前記第 2 の再生樹脂取出し配管から取出すように、前記第 1 および第 2 の弁を制御する、請求項 3 に記載の復水脱塩装置。

[請求項5] 前記第 1 の再生樹脂取出し配管上に位置し、前記第 1 の再生樹脂取出し配管で取出された前記イオン交換樹脂を貯留する第 1 の再生樹脂貯槽と、

前記第 2 の再生樹脂取出し配管上に位置し、前記第 2 の再生樹脂取出し配管で取出された前記イオン交換樹脂を貯留する第 2 の再生樹脂貯槽と、

を有する、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の復水脱塩装置。

[請求項6] 使用済みの前記イオン交換樹脂を前記復水脱塩塔から前記再生塔に移送する使用済み樹脂移送配管を有し、

前記使用済み樹脂移送配管は、前記復水脱塩塔に接続され、前記復水脱塩塔中の前記イオン交換樹脂の全量を取り出し可能な第 1 の使用済み樹脂取出し配管と、前記第 1 の使用済み樹脂取出し配管および前記イオン交換樹脂下層よりも高い位置で前記復水脱塩塔に接続され、前記イオン交換樹脂上層の少なくとも一部を取り出し可能な第 2 の使用済み樹脂取出し配管と、を有している、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の復水脱塩装置。

[請求項7] 使用済みの前記イオン交換樹脂を前記復水脱塩塔から前記再生塔に移送する使用済み樹脂移送配管と、

前記使用済み樹脂移送配管上に位置し、前記復水脱塩塔から取出された使用済みの前記イオン交換樹脂を貯留する使用済み樹脂貯槽と、

を有する、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の復水脱塩装置。

[請求項8] 前記復水脱塩塔の後段に位置し、前記アニオン交換樹脂または前記

カチオン交換樹脂の他方である第2のイオン交換樹脂が充填され、前記復水脱塩塔で脱塩された復水をさらに脱塩する第2の復水脱塩塔と、

前記第2のイオン交換樹脂の充填層の上層部で前記第2の復水脱塩塔に接続された上部樹脂取出し配管と、

前記上部樹脂取出し配管に接続され、取出された前記充填層の上部部分を貯留する非再生樹脂貯槽と、

前記非再生樹脂貯槽に接続され、貯留されている前記充填層の前記上部部分を前記第2の復水脱塩塔に戻す上部樹脂戻し配管と、

を有する、請求項1から7のいずれか1項に記載の復水脱塩装置。

[請求項9]

アニオン交換樹脂またはカチオン交換樹脂の一方であるイオン交換樹脂を収容している再生塔中の、再生された前記イオン交換樹脂の割合が相対的に高い高再生領域のイオン交換樹脂を復水脱塩塔に移送し、前記復水脱塩塔の内部にイオン交換樹脂下層を形成することと、

前記イオン交換樹脂下層を形成した後、前記再生塔中の再生された前記イオン交換樹脂の割合が相対的に低い低再生領域のイオン交換樹脂を前記復水脱塩塔に移送し、前記復水脱塩塔の内部の前記イオン交換樹脂下層の上にイオン交換樹脂上層を形成することと、

前記イオン交換樹脂下層と前記イオン交換樹脂上層とが形成された前記復水脱塩塔に、発電施設の復水系を流通する復水を、前記復水脱塩塔の上部から下部へと通水させることによって、前記復水を脱塩することと、

を有する、復水脱塩方法。

[請求項10]

前記イオン交換樹脂はカチオン交換樹脂であり、前記高再生領域のカチオン交換樹脂は、前記低再生領域のカチオン交換樹脂よりもH形の体積割合が高い、請求項9に記載の復水脱塩方法。

[請求項11]

前記イオン交換樹脂下層を形成した後、前記イオン交換樹脂上層を形成する前に、前記復水脱塩塔の内部に、前記イオン交換樹脂下層よ

りも高い水位まで水を供給することを含む、請求項 9 または 10 に記載の復水脱塩方法。

[請求項12] 前記再生塔に収容されている前記イオン交換樹脂の総体積の 5 %以上、50 %以下の量が、前記高再生領域のイオン交換樹脂として取出され、残りの量が前記低再生領域のイオン交換樹脂として取出される、請求項 9 から 11 のいずれか 1 項に記載の復水脱塩方法。

[請求項13] 前記高再生領域のイオン交換樹脂と前記低再生領域のイオン交換樹脂を、前記復水脱塩塔に移送する前に、それぞれ第 1 の再生樹脂貯槽と第 2 の再生樹脂貯槽に貯留することを含む、請求項 9 から 12 のいずれか 1 項に記載の復水脱塩方法。

[請求項14] 前記復水を脱塩した後、前記イオン交換樹脂上層の少なくとも一部を前記再生塔に移送して、前記再生塔の内部に使用済みイオン交換樹脂下層を形成することと、

次に、前記復水脱塩塔中の残りの前記イオン交換樹脂を前記再生塔に移送し、前記再生塔の内部の前記イオン交換樹脂下層の上にイオン交換樹脂上層を形成することと、

次に、再生用薬液を、前記使用済みイオン交換樹脂上層の上方から供給して、前記再生塔中の前記イオン交換樹脂を再生することと、を含む、請求項 9 から 13 のいずれか 1 項に記載の復水脱塩方法。

[請求項15] 前記復水を脱塩した後、使用済みの前記イオン交換樹脂を、前記再生塔に移送する前に、一時的に使用済み樹脂貯槽に貯留することを含む、請求項 9 から 13 のいずれか 1 項に記載の復水脱塩方法。

[請求項16] 前記アニオン交換樹脂または前記カチオン交換樹脂の他方である第 2 のイオン交換樹脂の充填層が形成された第 2 の復水脱塩塔に、前記復水脱塩塔で脱塩された復水を移送し、さらに脱塩することと、

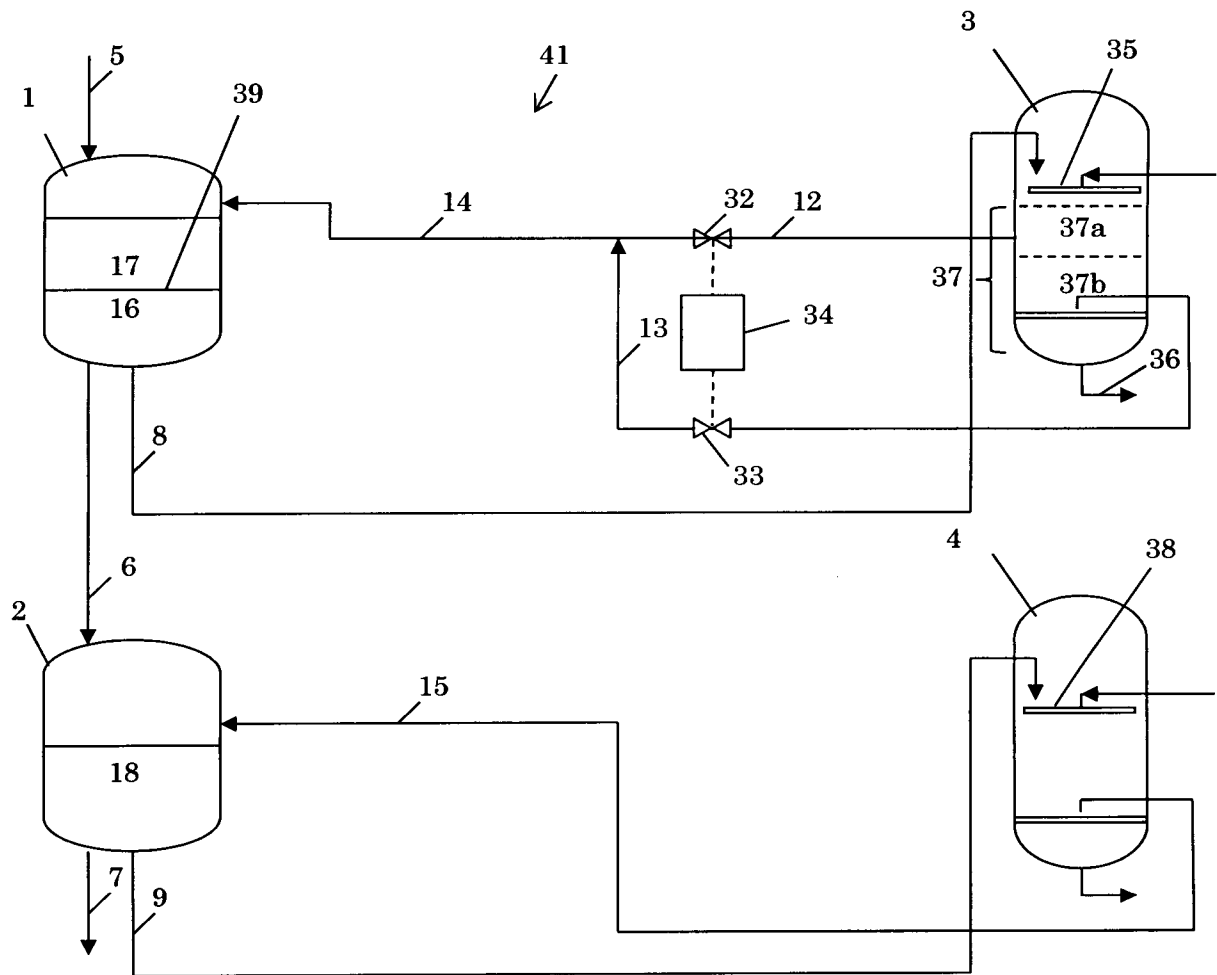
前記復水を前記復水脱塩塔及び前記第 2 の復水脱塩塔で脱塩した後、前記充填層の上部部分を取り出し、非再生樹脂貯槽で貯留することと、

再生された第 2 のイオン交換樹脂を前記第 2 の復水脱塩塔に充填し、その後前記上部充填層貯槽で貯留されている前記充填層の前記上部部分を前記第 2 の復水脱塩塔に戻すことと、

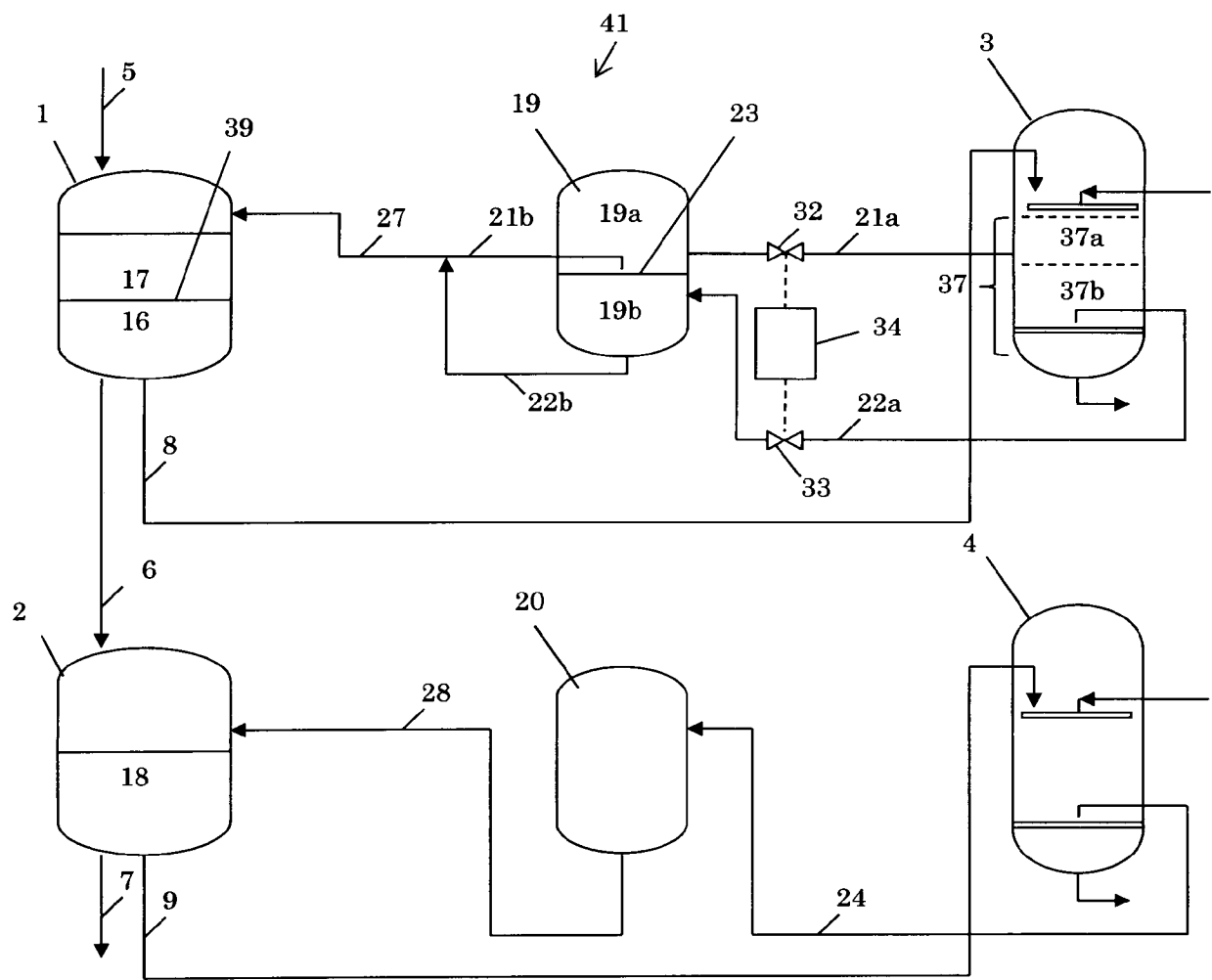
を有する、請求項 9 から 15 のいずれか 1 項に記載の復水脱塩方法

。

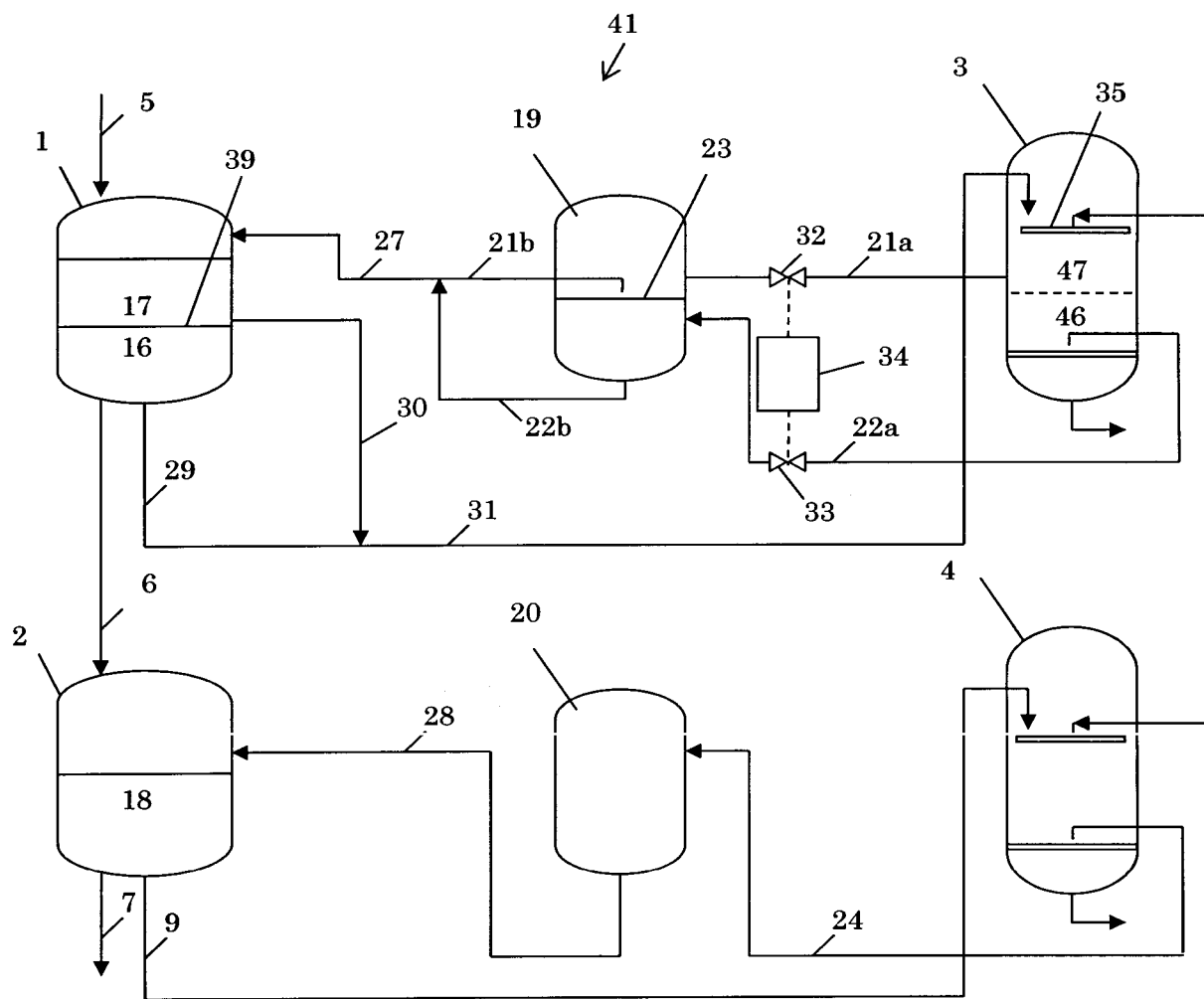
[図1]



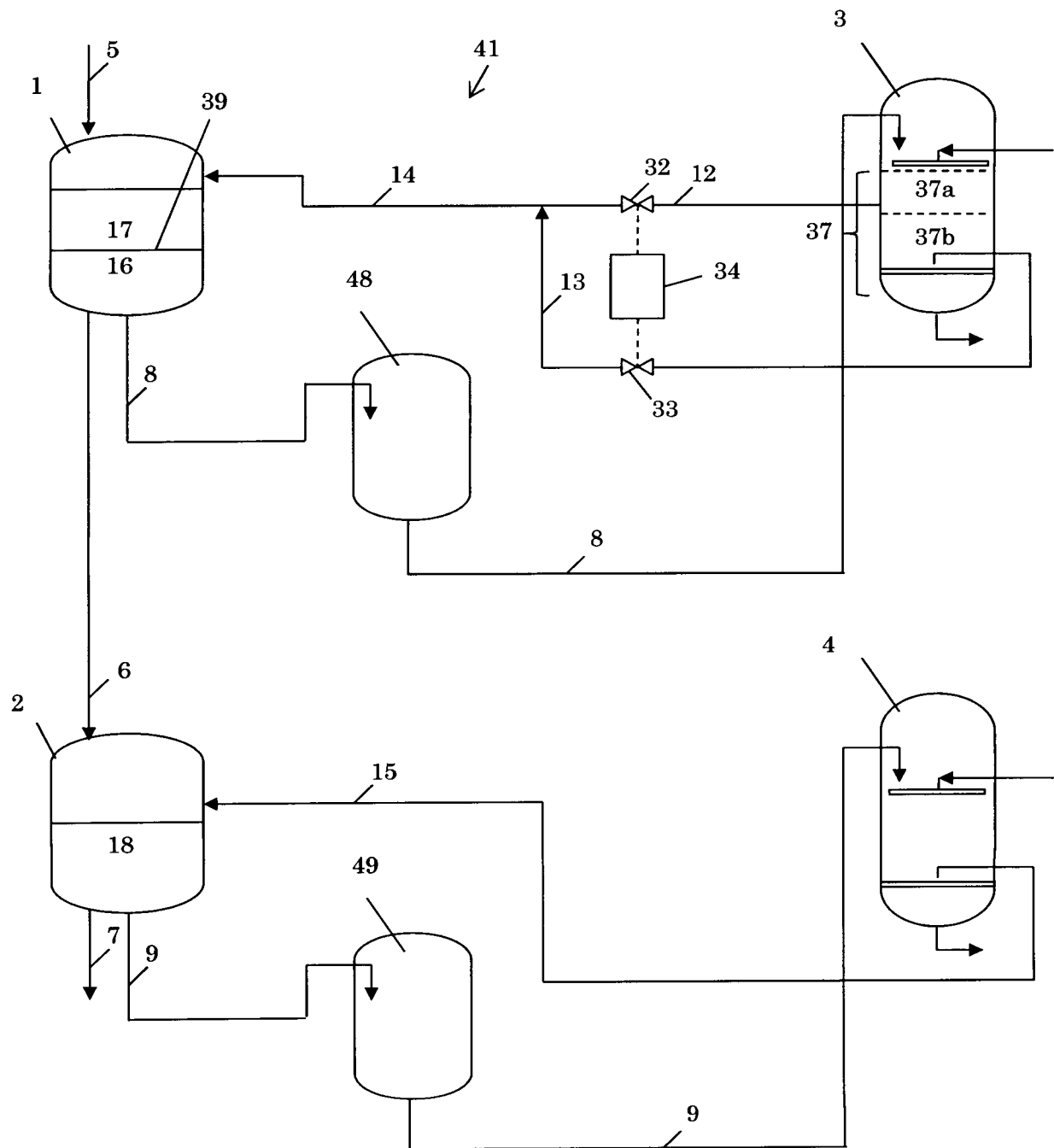
[図2]



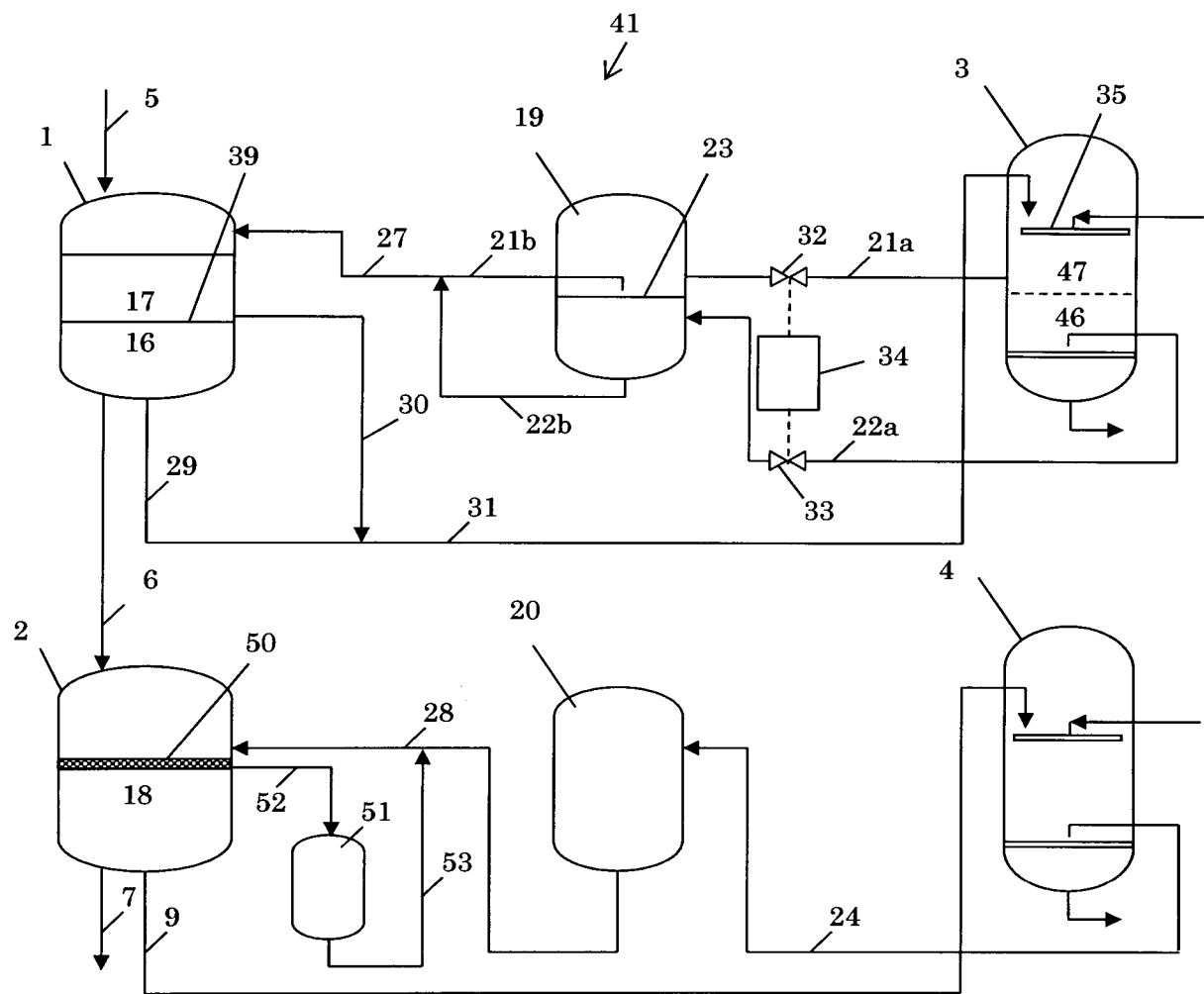
[図3]



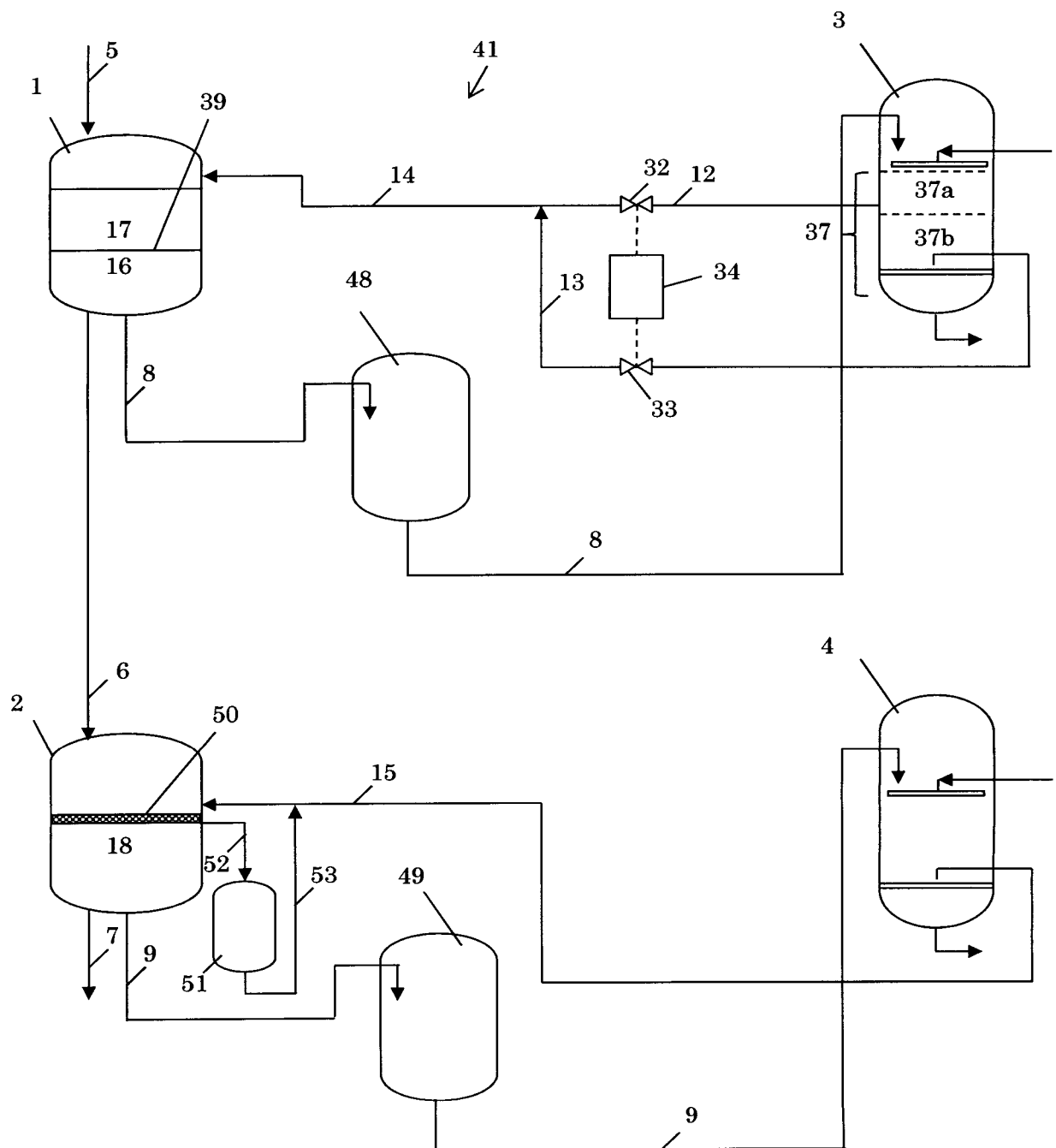
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/054522

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F1/42(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, 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 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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 59-034199 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd., Toshiba Engineering Corp.), 24 February 1984 (24.02.1984), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 55-028762 A (EBARA-Infilco Co., Ltd.), 29 February 1980 (29.02.1980), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 06-226252 A (Kawasaki Steel Corp.), 16 August 1994 (16.08.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-16



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

17 May, 2013 (17.05.13)

Date of mailing of the international search report

28 May, 2013 (28.05.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/054522

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 2004-041054 A (Nippon Rensui Co., Ltd.), 12 February 2004 (12.02.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2009-066525 A (The Tokyo Electric Power Co., Inc.), 02 April 2009 (02.04.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 54-107873 A (Ebara Corp.), 24 August 1979 (24.08.1979), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 05-031375 A (Fujitsu Ltd.), 09 February 1993 (09.02.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C02F1/42(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 (I P C))

Int.Cl. C02F1/42, 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	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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 59-034199 A (東京芝浦電気株式会社, 東芝エンジニアリング株式会社) 1984.02.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 55-028762 A (荏原インフィルコ株式会社) 1980.02.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 06-226252 A (川崎製鉄株式会社) 1994.08.16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16

☒ 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

1 7 . 0 5 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 5 . 2 0 1 3

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)

伊藤 紀史

4 D

3 5 4 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
A	JP 2004-041054 A (日本鍊水株式会社) 2004.02.12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2009-066525 A (東京電力株式会社) 2009.04.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 54-107873 A (株式会社荏原製作所) 1979.08.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 05-031375 A (富士通株式会社) 1993.02.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16