(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
2025年2月6日(06.02.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/028080 A1

(51) 国際特許分類:
B01J 47/14 (2017.01) *B01J 49/08* (2017.01)
B01J 39/05 (2017.01) *B01J 49/53* (2017.01)
B01J 41/05 (2017.01) *B01J 49/57* (2017.01)
B01J 47/026 (2017.01) *B01J 49/70* (2017.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/022959

(22) 国際出願日： 2024年6月25日(25.06.2024)

(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 2023-127186 2023年8月3日(03.08.2023) JP

(71) 出願人: 栗田工業株式会社(**KURITA WATER INDUSTRIES LTD.**) [JP/JP]; 〒1640001 東京都中野区中野四丁目１０番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 宮地 みどり (**MIYAJI, Midori**); 〒1640001 東京都中野区中野四丁目１０番１号 栗田工業株式会社内 Tokyo (JP). 港 康晴(**MINATO, Yasuharu**); 〒1640001 東京都中野区中野四丁目１０番１号 栗田工業株式会社内 Tokyo (JP).

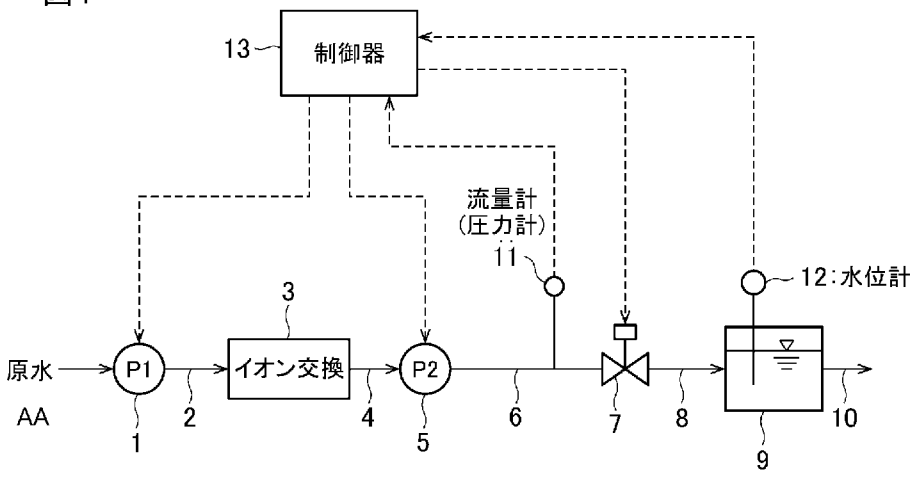
(74) 代理人: 重野 剛, 外(**SHIGENO, Tsuyoshi** et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿二丁目５番１０号日伸ビル９階 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** METHOD FOR OPERATING UPWARD-FLOW-TYPE ION EXCHANGE TOWER

(54) 発明の名称： 上向流式イオン交換塔の運転方法

図1



3 Ion exchange
11 Flowmeter (pressure gauge)
12 Water level gauge
13 Controller
AARaw water

(57) **Abstract:** Provided is a method for operating an upward-flow-type ion exchange tower for passing raw water in an upward flow, using a water-feeding pump, through an ion exchange tower having an ion-exchange-resin packed bed between a lower water-permeable partition plate and an upper water-permeable partition plate to produce deionized water, wherein the method for operating an upward-flow-type ion exchange tower includes: a fixed bed formation step for passing the raw water at a high LV into the ion exchange tower at the start of passing the raw water, pushing up the ion-exchange-resin packed bed within the ion exchange tower, and pressing the packed bed against the upper water-permeable

WO 2025/028080 A1

[続葉有]

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

partition plate to form an ion-exchange-resin fixed bed; and a steady operation step for subsequently passing the raw water through at a LV higher than a minimum LV at which the fixed bed is maintained and controlling the water flow rate of the raw water in accordance with a demand amount for the deionized water.

(57) 要約：下側の透水性仕切板と上側の透水性仕切板との間にイオン交換樹脂の充填床を有するイオン交換塔に、給水ポンプによって原水を上向流にて通水して脱イオン水を製造する上向流式イオン交換塔の運転方法であって、通水開始当初に、イオン交換塔内に高ＬＶにて原水を通水して、該イオン交換塔内のイオン交換樹脂の充填床を押し上げ、該充填床の上側の透水性仕切板に押し当ててイオン交換樹脂の固定床を形成する固定床形成工程と、その後、該固定床が維持される最小ＬＶよりも大きいＬＶにて原水を通水し、かつ脱イオン水の需要量に応じて原水の通水量を制御する定常運転工程とを有する上向流式イオン交換塔の運転方法。

明　細　書

発明の名称 ： 上向流式イオン交換塔の運転方法

技術分野

[0001] 本発明は上向流式イオン交換塔の運転方法に係り、特に脱イオン水の需要量に応じて上向流通水速度（ＬＶ）を変化させる上向流式イオン交換塔の運転方法に関する。

背景技術

[0002] 容器内にイオン交換樹脂を収容したイオン交換塔に原水を通水して脱イオン水を得るイオン交換塔の運転方法として、原水を上向流にて通水する上向流通水方式がある。

[0003] 原水をイオン交換塔に上向流にて通水する場合、イオン交換樹脂が流動すると、イオンが吸着されきれずにリークするおそれがある。そのため、上向流式イオン交換塔では固定床を形成することが多い（特許文献１）。

[0004] 一般的な上向流式のイオン交換塔にあっては、円筒状の容器が筒軸心方向を上下方向（特に鉛直方向）として設置されている。この容器内の上部と下部にそれぞれ透水性仕切板が設けられており、該透水性仕切板間にイオン交換樹脂が収容されている。イオン交換樹脂は採水・再生によって樹脂自体が膨潤・収縮し、その体積が増減する。そこで再生薬品を樹脂層に均一に通水するために、所定高さの空間（フリーボード部）を残した状態で容器に収容されている。

[0005] このようなイオン交換樹脂塔に原水を上向流にて通水すると、イオン交換樹脂はこの上向流によって押し上げられ、上側の透水性仕切板に押し付けられた固定床状態となり、この状態で採水が行われる。処理水は、容器頂部の流出口から流出する。

[0006] イオン交換塔への原水の通水を停止すると、イオン交換樹脂を押し上げる力が消失するので、固定床を形成していたイオン交換樹脂は、容器内において下側の透水性仕切板側へ沈降落下し、通水前の収容状態に復帰する。

[0007] このようにイオン交換樹脂が容器内で沈降落下する場合、イオン交換樹脂の崩落部が形成される。この崩落部が徐々に上方に移動し、遂には最上部のイオン交換樹脂にまで達してイオン交換樹脂の落下が終了する。このイオン交換樹脂の崩落部においては、イオン交換樹脂粒子が混ざり合いながら落下する。そのため、イオン交換樹脂の充填層の下位側に位置していたイオン交換樹脂は破過（ブレーク）しているが、上位側に位置していたイオン交換樹脂はまだ破過していない運転中途状態で採水を停止した場合（原水通水を停止した場合）には、下位側の破過した樹脂と上位側の未破過樹脂とが混ざり合ってしまい、次回の採水運転再開時に処理水質が悪化することがある。

[0008] そのため、上向流通水方式で運転するイオン交換塔にあっては、一度上向流通水により採水を開始すると、採水完了（次の再生）まで連続通水し続けるのが一般的である。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開２０１７－１７０４１９号公報

特許文献2：特開２０１４－２１３２６３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 上記の通り、従来の上向流式のイオン交換塔では、採水開始時にある所定以上の速度（高ＬＶ）で通水し、イオン交換樹脂の固定床を形成する。固定床形成後は一定の流速で原水が通水され、純水などの脱イオン水が製造されている。

[0011] しかしながら、純水需要箇所の使用水量は、純水需要箇所の稼働状況に応じて常に変化している。そのため、イオン交換塔を備えた従来の純水製造装置では、純水需要箇所が必要とする水量の最大量の純水を製造しており、余剰な純水が製造されている。この余剰に製造された純水は、純水製造装置の給水として再利用されている。

[0012] 再生型のイオン交換塔を有する純水製造装置においては、所定量の純水を採水した後、イオン交換塔のイオン交換樹脂の再生が行われる。上記のように余剰の純水を給水として再利用する場合、給水のイオン負荷量が小さくなるため、採水できる体積が増加する。しかし余剰となる純水量の予想はできず、どれだけの余剰純水が給水として再利用されるかわからないので、原水のイオン負荷量での設計で定体積の採水量を設定している。そのため、実際のイオン負荷量が小さい場合であっても、採水量が上記定体積に到達した場合には、再生が行われる。この結果、再生頻度が多くなり、余分な再生薬品が使用されている。

[0013] 本発明は、脱イオン水需要箇所の脱イオン水の必要量の変動に対応して脱イオン水の生産量を変化させることができる上向流式イオン交換塔の運転方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明の上向流式イオン交換塔の運転方法は、下側の透水性仕切板と上側の透水性仕切板との間にイオン交換樹脂の充填床を有するイオン交換塔に、給水ポンプによって原水を上向流にて通水して脱イオン水を製造する上向流式イオン交換塔の運転方法であって、通水開始当初に、イオン交換塔内に高ＬＶにて原水を通水して、該イオン交換塔内のイオン交換樹脂の充填床を押し上げ、該充填床の上側の透水性仕切板に押し当ててイオン交換樹脂の固定床を形成する固定床形成工程と、その後、該固定床が維持される最小ＬＶよりも大きいＬＶにて原水を通水し、かつ脱イオン水の需要量に応じて原水の通水量を制御する定常運転工程とを有する。

[0015] 本発明の一態様では、前記定常運転工程においては、前記イオン交換塔からの脱イオン水を流量調整バルブを介して脱イオン水タンクに導入し、該脱イオン水タンクから脱イオン水を脱イオン水の需要先に送水する上向流式イオン交換塔の運転方法であって、該脱イオン水タンク内の水位が所定範囲となるように、かつ前記イオン交換塔の固定床が維持されるように、該流量調整バルブの開度及び／又は前記給水ポンプを制御する。

[0016] 本発明の一態様では、前記給水ポンプの制御頻度が７回／ｍｉｎ以下である。

発明の効果

[0017] 本発明の上向流式イオン交換塔の運転方法によると、純水需要箇所の純水の必要量の変動に対応して脱イオン水の生産量を変化させることができる。

[0018] 本発明の上向流式イオン交換塔の運転方法によると、イオン交換塔への通水量を脱イオン水の必要量に応じて制御するため、給水用のポンプ電力原単位が低減されると共に、イオン交換樹脂の再生頻度や交換頻度を減少させることができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]実施の形態に係る上向流式イオン交換塔の運転方法が適用される純水製造装置の構成図である。

[図2]実施の形態に係る上向流式イオン交換塔の運転方法が適用される純水製造装置の構成図である。

[図3]イオン交換装置の構成図である。

[図4]イオン交換装置の構成図である。

[図5]実験結果を示すグラフである。

[図6]実験結果を示すグラフである。

[図7]実験結果を示すグラフである。

[図8]実験結果を示すグラフである。

[図9]実験結果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照して実施の形態について説明する。

[0021] 図１は、本発明の上向流式イオン交換塔の運転方法が適用される純水製造装置の一例を示すものである。脱イオン処理される原水は、第１ポンプ１、配管２によりイオン交換装置３に供給され、イオン交換装置３に設けられたイオン交換塔に通水され、イオン交換樹脂と接触して脱イオン処理され、純水（脱イオン水）となる。イオン交換装置３のイオン交換塔には、原水が上

向流通水される。

[0022] イオン交換塔への通水開始に際しては、イオン交換塔に高ＬＶにて通水し、固定床を形成する。

[0023] イオン交換装置３からの純水は、配管４、第２ポンプ５、配管６、流量調整バルブ７及び配管８を経て純水タンク９に導入され、配管１０を介して純水需要箇所へ送水される。配管６に流量計又は圧力計１１が設置され、純水タンク９に水位計１２が設置されており、各々の検出信号が制御器１３に入力される。

[0024] 制御器１３は、水位計１２で検出される水位が所定範囲となるように、流量調整バルブ７の開度をＰＩＤ制御等により調整する。

[0025] 純水需要箇所の純水使用量に応じて、純水タンク９から純水需要箇所への送水量が変動し、これに伴って純水タンク９内の水位が変化するが、流量調整バルブ７の開度を制御することにより、純水タンク９内の水位が所定範囲となるように、原水の処理量が制御される。即ち、純水タンク９から配管１０によって純水需要箇所に送水される水量に応じて、イオン交換装置３への通水量が制御される。

[0026] また、制御器１３は、流量調整バルブ７の開度が調整された後の流量計又は圧力計１１の検出流量又は圧力が所定範囲となるように、第１ポンプ１又は第２ポンプ５の送水量（モータ回転数）をインバータ制御する。なお、この流量又は圧力の所定範囲は、イオン交換装置３のイオン交換塔内で固定床が維持される流量となるように設定される。

[0027] 本発明では、このように純水需要箇所での純水の使用量に応じて、かつイオン交換塔の固定床が維持されるようにイオン交換塔への通水量が制御される。

[0028] これにより、イオン交換システムの運転時のポンプ電力原単位が低減されると共に、イオン交換樹脂の再生頻度や交換頻度を減少させることができる。

[0029] 図２は、本発明の上向流式イオン交換塔の運転方法が適用される純水製造

装置の別の一例を示すものである。

[0030] 図２の純水製造装置では、配管８に流量計又は圧力計１１が設置され、配管６に圧力計１４が設置されており、各々の検出信号と、純水タンク９の水位計１２の検出信号とが制御器１３に入力されている。

[0031] 図２のその他の構成は図１と同一であり、同一符号は同一部分を示している。この純水製造装置においても、イオン交換装置３への通水開始に際しては、イオン交換塔に高ＬＶにてイオン交換塔に通水し、固定床を形成する。

[0032] この図２の純水製造装置では、水位計１２の検出水位が所定範囲となるように流量調整バルブ７の開度が制御される。また、流量調整バルブ７の開度が調整された後の圧力計１４の検出圧力と、流量計又は圧力計１１の検出流量又は圧力とのいずれか又は双方が所定範囲（イオン交換塔の固定床を維持する範囲）となるように、第１ポンプ１及び第２ポンプ５の一方又は双方の回転数がインバータ制御される。

[0033] この図２の純水製造装置によっても、純水タンク９から配管１０によって純水需要箇所に送水される水量に応じて、かつイオン交換塔の固定床が維持されるようにイオン交換装置３への通水量が制御される。これにより、純水製造装置の運転時のポンプ電力原単位が低減されると共に、イオン交換樹脂の再生頻度や交換頻度を減少させることができる。

[0034] 本発明では、第１ポンプ１又は第２ポンプ５の流量調整操作の頻度は、７回／ｍｉｎ以下とされ、１回当りの流量変動幅は最大流量の半分以下とされることが好ましい。

[0035] 流量調整頻度を７回／ｍｉｎ以下とすることが好ましい理由は、以下の通りである。

[0036] 一般に、ポンプに使用される金属は２×１０^{7}回擦れると摩耗し疲労破壊する。ポンプを５年間使用すると仮定すると、２×１０^{7}回／５ｙｅａｒ／３６５ｄａｙ／２４ｈ／６０ｍｉｎ＝７．６２回／ｍｉｎとなる。よって、流量調整回数は７回／ｍｉｎ以下とすることが好ましい。

[0037] 図１又は図２の純水製造装置は、超純水製造装置の一次純水システムに組

み込むのに好適であるが他の用途に用いられてもよい。

[0038] 本発明において、イオン交換装置３の構成は特に限定されるものではない。イオン交換装置３として採用可能な構成の一例を図３，４に示す。

[0039] 図３のイオン交換装置３では、ハウジング２６内にそれぞれ円筒形のカチオン交換塔２１とアニオン交換塔２３とが配置されている。カチオン交換塔２１及びアニオン交換塔２３は、円筒の軸心線方向が鉛直方向となるように設置されている。配管２からの原水がカチオン交換塔２１に導入され、上向流通水されてカチオン交換処理された後、配管２５によってアニオン交換塔２３に導入され、上向流通水され、アニオン交換処理されて純水となり、配管４へ流出する。

[0040] カチオン交換塔２１には強酸性カチオン交換樹脂の充填床２２が設けられている。充填床２２の下側及び上側にそれぞれ通水部を有した透水性仕切板２１ａ，２１ｂが水平に設けられている。この仕切板２１ａ，２１ｂの通水部は、水は通すが、カチオン交換樹脂粒子は通さないように構成されている。定常の通水状態では、充填床２２は、押し上げられ、上側の仕切板２１ｂに押しつけられて固定床となっている。

非通水時における充填床２２の上面と透水性仕切板２１ｂとの距離は、非通水時における充填床２２の高さ（充填層高）の４０％以上、特に５０～７０％程度が好ましい。後述のアニオン交換塔においても同様である。

[0041] カチオン交換樹脂の再生は、塩酸を下向流で通水することにより行われる。

[0042] アニオン交換塔２３は、強塩基性アニオン交換樹脂の充填床２４を有する。充填床２４の下側及び上側にそれぞれ通水部を有した透水性仕切板２３ａ，２３ｂが水平に設けられている。定常の通水状態では、充填床２４は、押し上げられ、上側の透水性仕切板２３ｂに押しつけられて固定床となっている。

[0043] アニオン交換樹脂の再生は、水酸化ナトリウム水溶液を下向流通水することにより行われる。

[0044] 図４のイオン交換装置３’では、配管２からの原水がカチオン交換塔３０に導入され、上向流通水されてカチオン交換処理された後、配管３４によって脱炭酸塔４０に送水され、脱炭酸処理される。脱炭酸処理水は、ポンプ４３及び配管４４によってアニオン交換塔５０に導入され、上向流通水され、アニオン交換処理されて脱イオン水となり、配管４へ流出する。

[0045] なお、カチオン交換塔３０には強酸性カチオン交換樹脂の充填床３１，３２が設けられている。下側の充填床３１の下側と、上側の充填床３２の下側及び上側に、それぞれ、通水部を有した透水性仕切板３０ａ，３０ｂ，３０ｃが水平に設けられている。この透水性仕切板３０ａ～３０ｃの通水部は、水は通すが、カチオン交換樹脂粒子は通さないように構成されている。定常の通水状態では、充填床３１，３２は、押し上げられ、各々の上側の透水性仕切板３０ｂ又は３０ｃに押しつけられて固定床となっている。

[0046] カチオン交換樹脂の再生は、塩酸を下向流で通水することにより行われる。

[0047] 脱炭酸塔４０は、充填材層４１を有している。脱炭酸塔４０内は真空ポンプ（図示略）により減圧されている。充填材層４１を伝わり流れる間に水中の溶存炭酸ガスが脱ガス処理される。ピット４２に落下した水がポンプ４３によって送水される。

[0048] アニオン交換塔５０は、強塩基性アニオン交換樹脂の充填床５１，５２を有する。下側の充填床５１の下側と、上側の充填床５２の下側及び上側にそれぞれ通水部を有した透水性仕切板５０ａ，５０ｂ，５０ｃが水平に設けられている。定常の通水状態では、充填床５１，５２は、押し上げられ、各々の上側の透水性仕切板５０ｂ又は５０ｃに押しつけられて固定床となっている。

[0049] アニオン交換樹脂の再生は、水酸化ナトリウム水溶液を下向流通水することにより行われる。

[0050] 本発明では、平均粒径５００～７００μｍ程度のイオン交換樹脂を収容したイオン交換塔への通水開始に際しての固定床形成工程では、２０ｍ／ｈ以

上、例えば２０～７０ｍ／ｈ、特に２０～５０ｍ／ｈ程度のＬＶで上向流通水して固定床を形成することが好ましい。

[0051] その後の定常運転工程では、それよりも小さいＬＶ（ただし、固定床を維持できる最小ＬＶ以上）で上向流通水し、脱イオン水の需要量の変化に対応して通水量を制御する。この最小ＬＶは、イオン交換樹脂の浮上を維持できればよく、例えば６ｍ／ｈ以上２０ｍ／ｈ以下程度で適宜設定すればよい。

実施例

[0052] ［実験例１］

図３のように、カチオン交換塔２１及びアニオン交換塔２３を１つの塔内に有するイオン交換装置３を用いて通水試験を行った。主な条件は次の通りである。

[0053] ＜カチオン交換塔２１の構成＞

内径：７００ｍｍ

カチオン交換塔２１の仕切板２１ａ，２１ｂ間の高さ：７００ｍｍ

カチオン交換樹脂の固定床の高さ：５７２ｍｍ

カチオン交換樹脂の平均粒径：６５０μｍ

＜アニオン交換塔２３の構成＞

内径：７００ｍｍ

アニオン交換塔２３の仕切板２３ａ，２３ｂ間の高さ：１２００ｍｍ

アニオン交換樹脂の固定床の高さ：１１０５ｍｍ

アニオン交換樹脂の平均粒径：５５０μｍ

[0054] ＜被処理水＞

濃度８ｍｇ／Ｌの食塩水溶液（２７℃）

[0055] ＜固定床形成工程＞

ＬＶ＝２０ｍ／ｈにて１０ｍｉｎ通水して固定床を形成した。

[0056] ＜定常運転工程＞

固定床を形成した後、定常運転工程を行った。この定常運転工程では、通水速度をＬＶ＝４２．９ｍ／ｈとＬＶ＝９０．９ｍ／ｈとの間で２０分周期

で変化させた。なお、ＬＶ＝４２．９ｍ／ｈからＬＶ＝９０．９ｍ／ｈまで１０ｍｉｎで直線的に通水量を増加させ、ＬＶ＝９０．９ｍ／ｈからＬＶ＝４２．９ｍ／ｈまで１０ｍｉｎで直線的に通水量を減少させた。総通水時間は６ｈとした。

[0057] ＜結果＞

脱イオン水の比抵抗は、定常運転工程においてＬＶを変化させても一定（約１８ＭΩ・ｃｍ）であった。

[0058] ［実験例２］

＜実験方法＞

実験例１で用いたものと同一構成のカチオン交換塔２１を構成した。

[0059] 濃度８ｍｇ／Ｌの食塩水溶液（２７℃）を上向流にて通水した。この際、上向流速ＬＶを０ｍ／ｈから９１．０ｍ／ｈまで３０ｍｉｎかけて徐々に増大させ、差圧の経時変化を測定した。結果を表１及び図５に示す。

[0060] また、上向流速ＬＶが９１．０ｍ／ｈに到達した後、０ｍ／ｈまで３０ｍｉｎかけて徐々に減少させ、差圧の経時変化を測定した。結果を表２及び図６に示す。

[0061] なお、表１，２には、差圧の測定値（ＭＰａ）を充填床高さ（ｍ）で除した値ＭＰａ／ｍ（充填床１ｍ当りの差圧）も記載した。

[0062] [表1]

流量 (m^3/h)	LV (m/h)	差圧		比抵抗 (MΩ・cm)
		MPa	MPa/m	
6.7	17.4	0.006	0.01049	17.72
10.1	26.3	0.011	0.019231	17.72
14.8	38.5	0.02	0.034965	17.72
20.1	52.3	0.032	0.055944	17.68
24.6	64.0	0.044	0.076923	17.74
30.7	79.8	0.063	0.11014	17.74
35	91.0	0.078	0.136364	17.76

[0063] [表2]

流量 (m^3/h)	LV (m/h)	差圧		比抵抗 (MΩ・cm)
		MPa	MPa/m	
35	91.0	0.078	0.136364	17.76
30.6	79.6	0.063	0.11014	17.81
24.6	64.0	0.045	0.078671	17.85
20	52.0	0.033	0.057692	17.87
14.6	38.0	0.021	0.036713	17.87
10.1	26.3	0.013	0.022727	17.87
6.8	17.7	0.008	0.013986	17.87

[0064] ＜考察＞

表１，２及び図５，６の通り、ＬＶの変化にほぼ比例して差圧が変化することが認められた。なお、ＬＶの変化が２０ｍ／ｈ（実験例１における固定床形成時のＬＶ）付近を通過する際においても、差圧はＬＶの変化にほぼ比例して変化した。

[0065] ［実験例３］

＜実験方法＞

実験例１で用いたものと同一構成のアニオン交換塔２３を構成した。

[0066] 濃度８ｍｇ／Ｌの食塩水溶液（２７．６℃）を上向流にて通水した。この際、上向流速ＬＶを０ｍ／ｈから９１．０ｍ／ｈまで３０ｍｉｎかけて徐々に増大させ、差圧の経時変化を測定した。結果を表３及び図７に示す。

[0067] また、上向流速ＬＶが９１．０ｍ／ｈに到達した後、０ｍ／ｈまで３０ｍｉｎかけて徐々に減少させ、差圧の経時変化を測定した。結果を表４及び図８に示す。

[0068] なお、表３，４には、差圧の測定値（ＭＰａ）を充填床高さ（ｍ）で除した値ＭＰａ／ｍ（充填床１ｍ当りの差圧）も記載した。

[0069]

[表3]

流量 (m^3/h)	LV (m/h)	差圧	
		MPa	MPa/m
6.6	17.2	0.013	0.011765
10.3	26.8	0.022	0.01991
14.7	38.2	0.034	0.030769
20.3	52.8	0.052	0.047059
24.9	64.7	0.069	0.062443
30.8	80.1	0.095	0.085973
35	91.0	0.116	0.104977

[0070] [表4]

流量 (m^3/h)	LV (m/h)	差圧	
		MPa	MPa/m
35	91.0	0.116	0.104977
31	80.6	0.096	0.086878
24.7	64.2	0.07	0.063348
20.2	52.5	0.053	0.047964
14.8	38.5	0.036	0.032579
10.2	26.5	0.023	0.020814
6.7	17.4	0.015	0.013575

[0071] ＜考察＞

表３，４及び図７，８の通り、ＬＶの変化にほぼ比例して差圧が変化することが認められた。なお、ＬＶの変化が２０ｍ／ｈ（実験例１における固定床形成時のＬＶ）付近を通過する際においても、差圧はＬＶの変化にほぼ比例して変化した。

[0072] ［実験例４－１，４－２］

＜実験例４－１＞

内径４０ｍｍ、高さ１０００ｍｍのカラムを２本用意し、一方のカラムに

Ｈ型カチオン樹脂５００ｍＬを充填した（充填床高さ≒４００ｍｍ）。他方のカラムにＯＨ型アニオン樹脂を１０００ｍＬ充填した（充填床高さ≒８００ｍｍ）。これらのカラムを、カチオン充填カラム⇒アニオン充填カラムの順で上向流で通液が行われるように配管で接続した。Ｈ型カチオン交換樹脂は、Ｎａ型のカチオン交換樹脂を再生したものであり、平均粒径は６５０μｍである。ＯＨ型アニオン交換樹脂は、ＣＩ型のアニオン交換樹脂を再生したものであり、平均粒径は５５０μｍである。

[0073] カチオン交換樹脂の充填床の下側及びカラム上部と、アニオン交換樹脂の充填床の下側及びカラム上部に、それぞれ透水性仕切板を配置した。８ｍｇ／Ｌの食塩水溶液（２７℃）をＬＶ＝５０ｍ／ｈで１０ｍｉｎ通水して各イオン交換樹脂床を押し上げ、各カラム内に固定床を形成した後、固定床が維持されるＬＶ＝２０ｍ／ｈで食塩水溶液を通水した。このＬＶ＝２０ｍ／ｈでの通水開始後の比抵抗の経時変化を図９に示す。

[0074] ＜実験例４－２＞

実験例４－１において、固定床を形成することなく、前記食塩水溶液をＬＶ＝２０ｍ／ｈで通水を行った。通水開始後の比抵抗の経時変化を図９に示す。

[0075] ＜考察＞

図９の通り、固定床を形成した実施例４－１の場合、固定床を形成しなかった実施例４－２の場合よりも比抵抗が約１ＭΩ・ｃｍ高くなることが認められた。

[0076] 本発明を特定の態様を用いて詳細に説明したが、本発明の意図と範囲を離れることなく様々な変更が可能であることは当業者に明らかである。

本出願は、２０２３年８月３日付で出願された日本特許出願２０２３－１２７１８６に基づいており、その全体が引用により援用される。

符号の説明

[0077] ３，３’ イオン交換装置

７ 流量調整バルブ

９　純水タンク

１１　流量計又は圧力計

１２　水位計

１３　制御器

１４　圧力計

２１　カチオン交換塔

２１ａ，２１ｂ　透水性仕切板

２２　カチオン交換樹脂

２３　アニオン交換塔

２３ａ，２３ｂ　透水性仕切板

２４　アニオン交換樹脂

３０　カチオン交換塔

３０ａ，３０ｂ，３０ｃ　透水性仕切板

３１，３２　カチオン交換樹脂

４０　脱炭酸塔

５０　アニオン交換塔

５０ａ，５０ｂ，５０ｃ　透水性仕切板

５１，５２　アニオン交換樹脂

請求の範囲

[請求項1] 下側の透水性仕切板と上側の透水性仕切板との間にイオン交換樹脂の充填床を有するイオン交換塔に、給水ポンプによって原水を上向流にて通水して脱イオン水を製造する上向流式イオン交換塔の運転方法であって、

通水開始当初に、イオン交換塔内に高ＬＶにて原水を通水して、該イオン交換塔内のイオン交換樹脂の充填床を押し上げ、該充填床の上側の透水性仕切板に押し当ててイオン交換樹脂の固定床を形成する固定床形成工程と、

その後、該固定床が維持される最小ＬＶよりも大きいＬＶにて原水を通水し、かつ脱イオン水の需要量に応じて原水の通水量を制御する定常運転工程と

を有する上向流式イオン交換塔の運転方法。

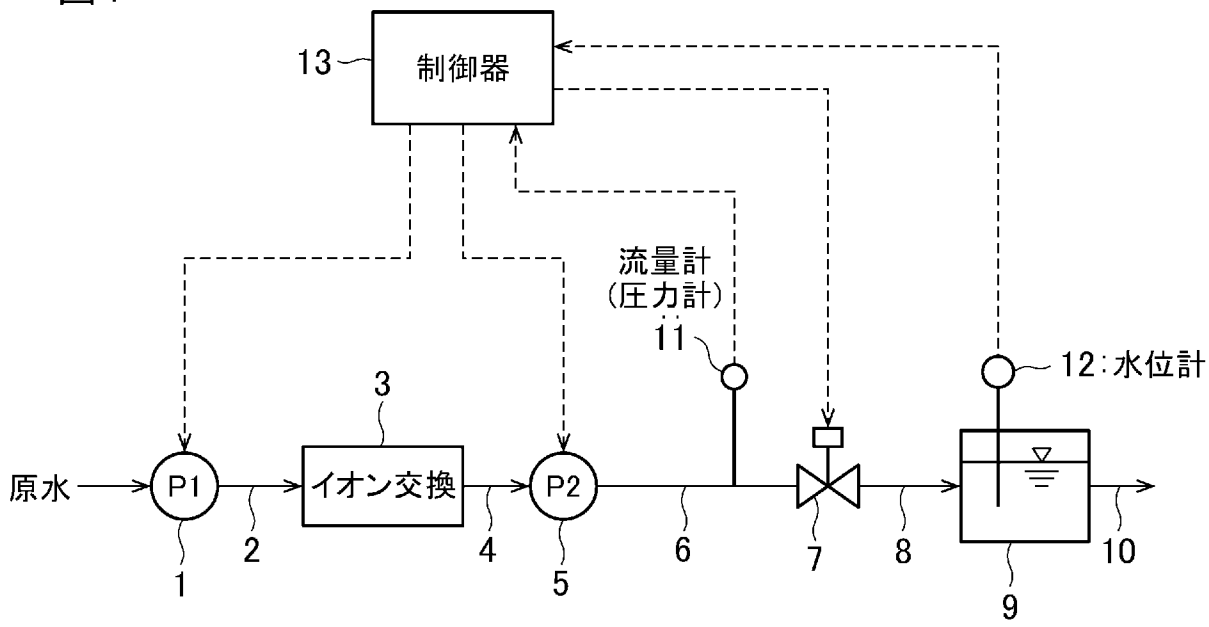
[請求項2] 前記定常運転工程においては、前記イオン交換塔からの脱イオン水を流量調整バルブを介して脱イオン水タンクに導入し、該脱イオン水タンクから脱イオン水を脱イオン水の需要先に送水する上向流式イオン交換塔の運転方法であって、

該脱イオン水タンク内の水位が所定範囲となるように、かつ前記イオン交換塔の固定床が維持されるように、該流量調整バルブの開度及び／又は前記給水ポンプを制御する請求項１の上向流式イオン交換塔の運転方法。

[請求項3] 前記給水ポンプの制御頻度が７回／ｍｉｎ以下である請求項２の上向流式イオン交換塔の運転方法。

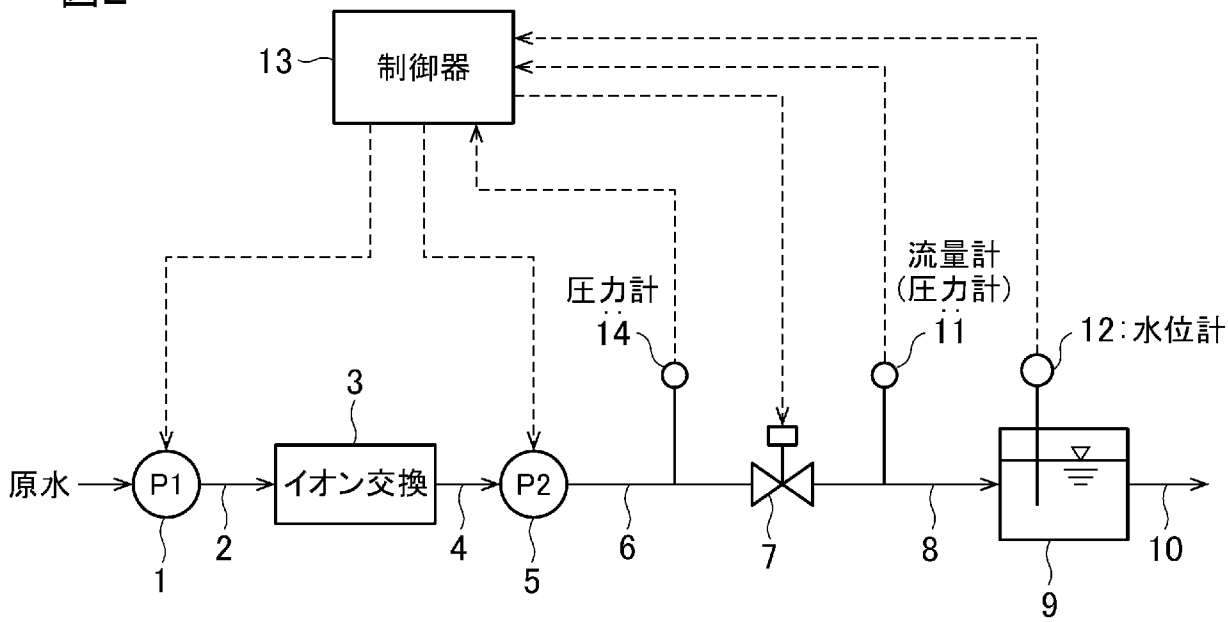
[図1]

図1


13
制御器
流量計
(圧力計)
11
12:水位計
3
原水
P1
イオン交換
P2
1
2
4
5
6
7
8
9
10

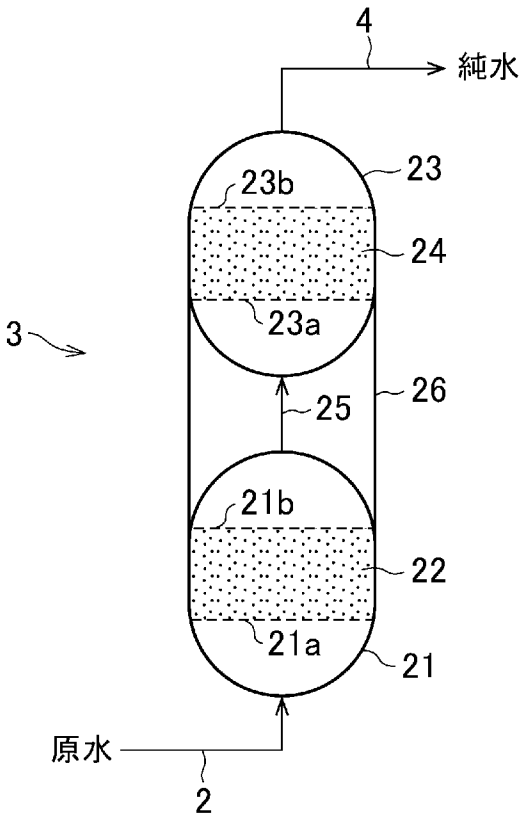
[図2]

図2


13
制御器
圧力計
14
流量計
(圧力計)
11
12:水位計
3
原水
P1
イオン交換
P2
1
2
4
5
6
7
8
9
10

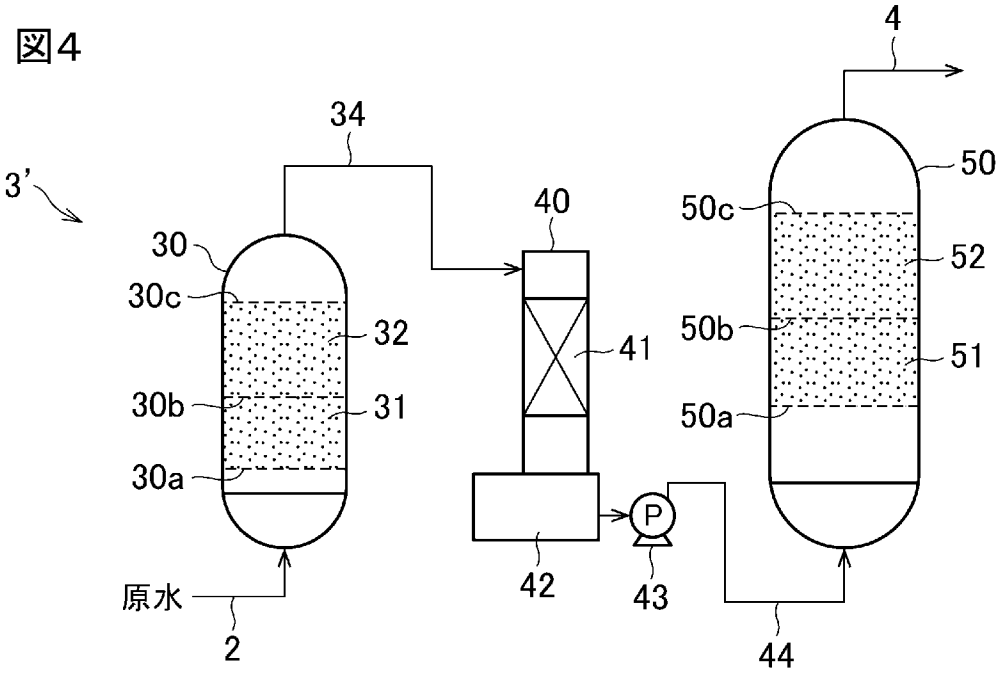
[図3]

図3

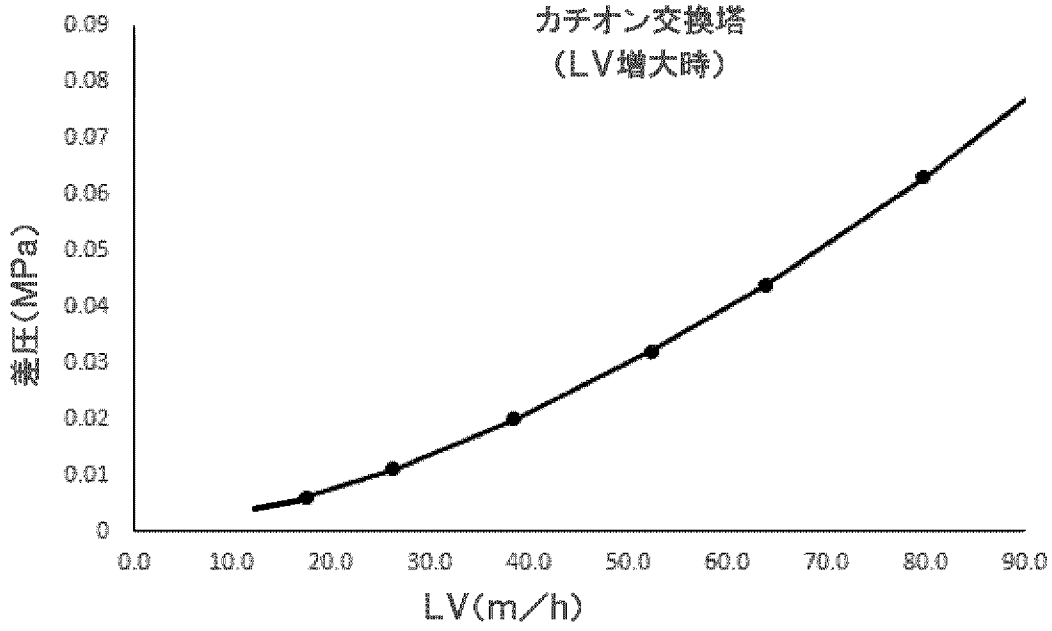

4
純水
23b
23
24
23a
3
25
26
21b
22
21a
21
原水
2

[図4]

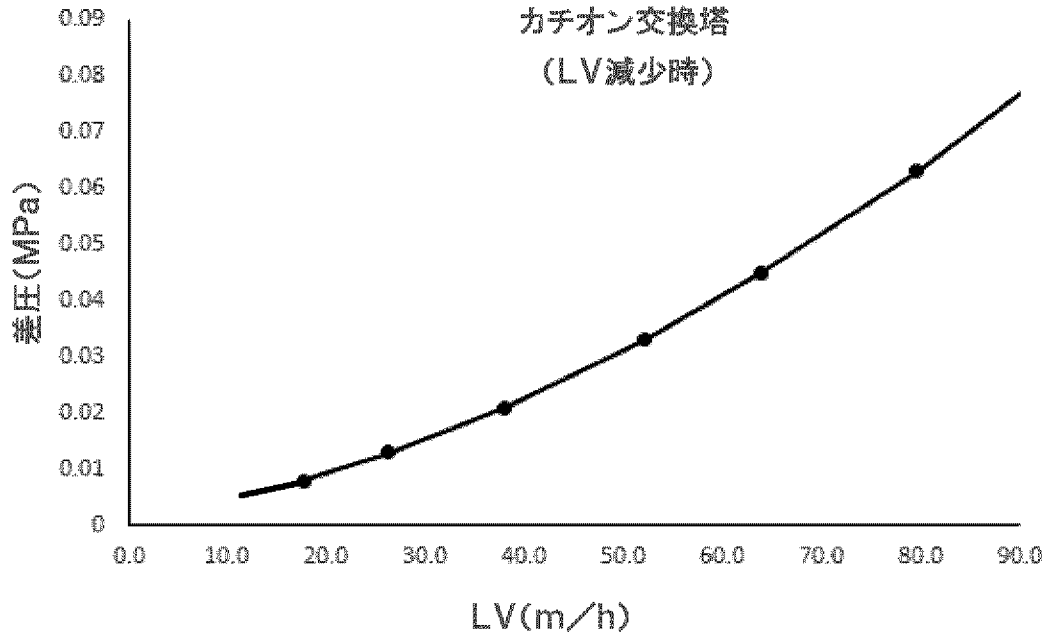
図4


4
34
3'
40
50
50c
30
52
30c
32
41
50b
51
30b
31
50a
30a
P
原水
42
43
2
44

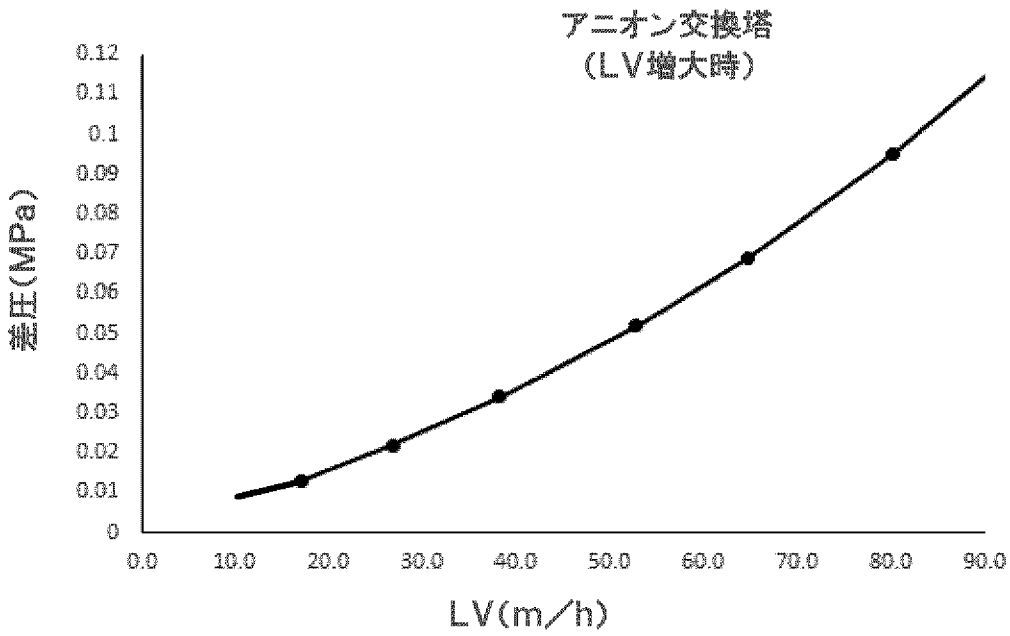
[図5]


カチオン交換塔
（LV増大時）
差圧(MPa)
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
0.0
10.0
20.0
30.0
40.0
50.0
60.0
70.0
80.0
90.0
LV(m/h)

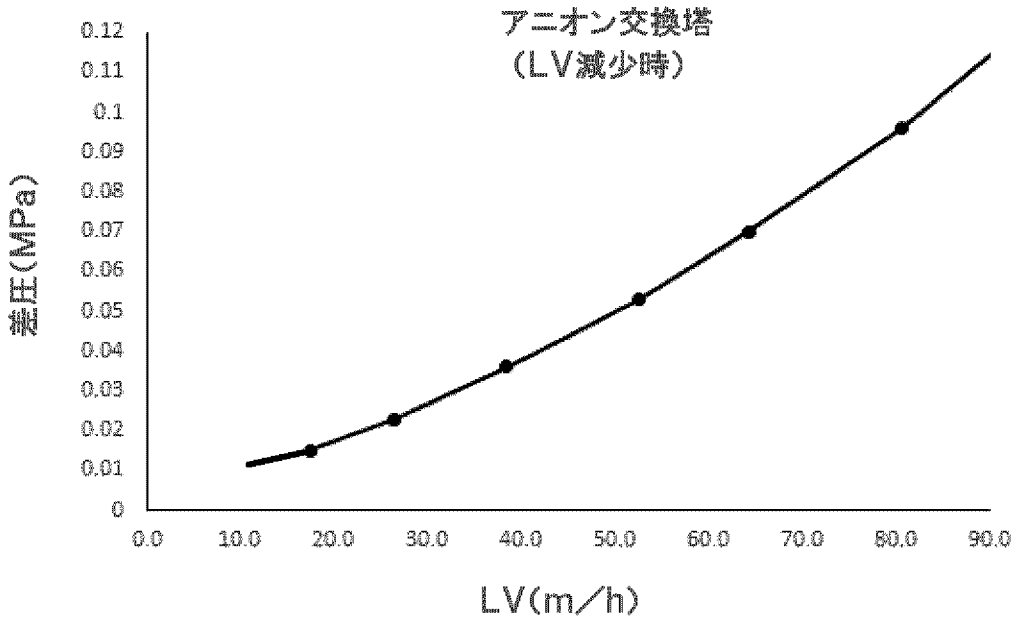
[図6]


カチオン交換塔
（LV減少時）
差圧(MPa)
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
0.0
10.0
20.0
30.0
40.0
50.0
60.0
70.0
80.0
90.0
LV(m/h)

[図7]

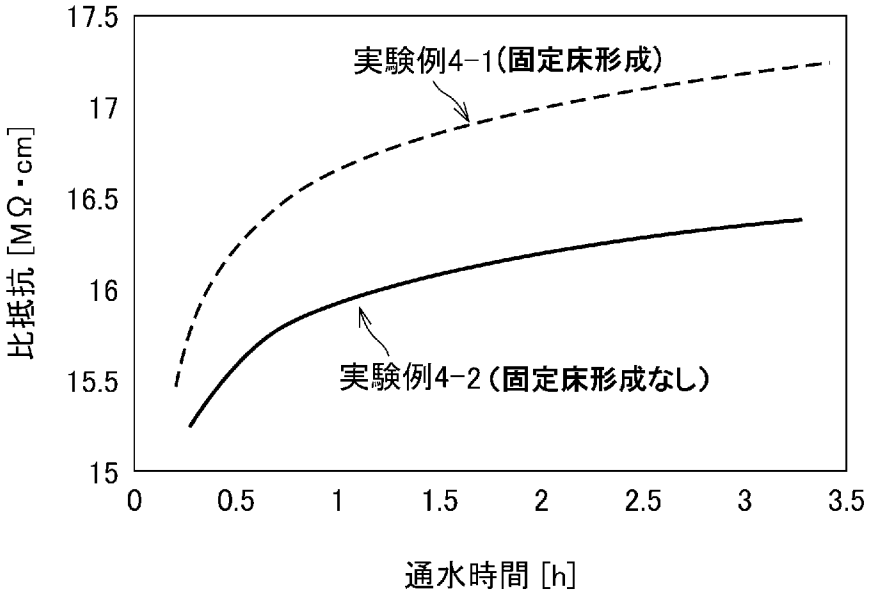

アニオン交換塔
（LV増大時）
差圧(MPa)
0.12
0.11
0.1
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
0.0
10.0
20.0
30.0
40.0
50.0
60.0
70.0
80.0
90.0
LV(m／h)

[図8]


アニオン交換塔
（LV減少時）
差圧(MPa)
0.12
0.11
0.1
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
0.0
10.0
20.0
30.0
40.0
50.0
60.0
70.0
80.0
90.0
LV(m／h)

[図9]

図9


17.5
17
16.5
16
15.5
15
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
比抵抗 [MΩ・cm]
通水時間 [h]
実験例4-1(固定床形成)
実験例4-2(固定床形成なし)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/022959

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01J 47/14(2017.01)i; ***B01J 39/05***(2017.01)i; ***B01J 41/05***(2017.01)i; ***B01J 47/026***(2017.01)i; ***B01J 49/08***(2017.01)i; ***B01J 49/53***(2017.01)i; ***B01J 49/57***(2017.01)i; ***B01J 49/70***(2017.01)i
FI: B01J47/14; B01J39/05; B01J41/05; B01J47/026; B01J49/08; B01J49/53; B01J49/57; B01J49/70

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)

B01J39/00 - 49/90, C02F1/42

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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	WO 2023/119747 A1 (KURITA WATER IND LTD.) 29 June 2023 (2023-06-29) entire text	1-3
A	JP 60-132693 A (NIPPON PAINT CO., LTD.) 15 July 1985 (1985-07-15) entire text	1-3
A	JP 49-078680 A (SHINKO PFAUDLER CO., LTD.) 29 July 1974 (1974-07-29) entire text	1-3
A	JP 08-309208 A (ORGANO CORPORATION) 26 November 1996 (1996-11-26) entire text	1-3
A	JP 51-077583 A (KURITA WATER IND LTD.) 05 July 1976 (1976-07-05) entire text	1-3
A	JP 2012-086124 A (KURITA WATER IND LTD.) 10 May 2012 (2012-05-10) entire text	1-3

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
22 August 2024	**03 September 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-503889 A (HYDROMATIX INC.) 04 April 2000 (2000-04-04) entire text	1-3
A	JP 09-117676 A (EBARA CORPORATION) 06 May 1997 (1997-05-06) entire text	1-3
A	JP 09-057116 A (EBARA CORPORATION) 04 March 1997 (1997-03-04) entire text	1-3
A	JP 2003-088765 A (NIPPON RENSUI KK) 25 March 2003 (2003-03-25) entire text	1-3
A	JP 2003-190946 A (MIURA CO., LTD.) 08 July 2003 (2003-07-08) entire text	1-3
A	US 2016/0137532 A1 (FILTERBOXX WATER AND ENVIRONMENTAL CORP.) 19 May 2016 (2016-05-19) whole document	1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/022959

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2023/119747 A1	29 June 2023	JP 2023-94132 A entire text TW 202334039 A whole document	
JP 60-132693 A	15 July 1985	US 4655909 A whole document	
JP 49-078680 A	29 July 1974	(Family: none)	
JP 08-309208 A	26 November 1996	(Family: none)	
JP 51-077583 A	05 July 1976	(Family: none)	
JP 2012-086124 A	10 May 2012	US 2013/0292330 A1 whole document	
JP 2000-503889 A	04 April 2000	US 5718828 A whole document WO 1997/026992 A1 whole document EP 879085 A1 whole document	
JP 09-117676 A	06 May 1997	(Family: none)	
JP 09-057116 A	04 March 1997	(Family: none)	
JP 2003-088765 A	25 March 2003	(Family: none)	
JP 2003-190946 A	08 July 2003	(Family: none)	
US 2016/0137532 A1	19 May 2016	WO 2016/074102 A1 whole document EP 3218312 A1 whole document	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/022959

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B01J 47/14(2017.01)i; B01J 39/05(2017.01)i; B01J 41/05(2017.01)i; B01J 47/026(2017.01)i; B01J 49/08(2017.01)i; B01J 49/53(2017.01)i; B01J 49/57(2017.01)i; B01J 49/70(2017.01)i
FI: B01J47/14; B01J39/05; B01J41/05; B01J47/026; B01J49/08; B01J49/53; B01J49/57; B01J49/70

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））

B01J39/00 - 49/90, C02F1/42

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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	WO 2023/119747 A1 (栗田工業株式会社) 29.06.2023 (2023-06-29) 全文	1-3
A	JP 60-132693 A (日本ペイント株式会社) 15.07.1985 (1985-07-15) 全文	1-3
A	JP 49-078680 A (神鋼フアウドラー株式会社) 29.07.1974 (1974-07-29) 全文	1-3
A	JP 08-309208 A (オルガノ株式会社) 26.11.1996 (1996-11-26) 全文	1-3
A	JP 51-077583 A (栗田工業株式会社) 05.07.1976 (1976-07-05) 全文	1-3
A	JP 2012-086124 A (栗田工業株式会社) 10.05.2012 (2012-05-10) 全文	1-3

☑ 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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
22.08.2024	03.09.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
松浦　裕介 4D 5579

電話番号 03-3581-1101 内線 3421

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 2000-503889 A (ハイドロマティックス　インコーポレイテッド) 04.04.2000 (2000-04-04) 全文	1-3
A	JP 09-117676 A (株式会社荏原製作所) 06.05.1997 (1997-05-06) 全文	1-3
A	JP 09-057116 A (株式会社荏原製作所) 04.03.1997 (1997-03-04) 全文	1-3
A	JP 2003-088765 A (日本錬水株式会社) 25.03.2003 (2003-03-25) 全文	1-3
A	JP 2003-190946 A (三浦工業株式会社) 08.07.2003 (2003-07-08) 全文	1-3
A	US 2016/0137532 A1 (FILTERBOXX WATER AND ENVIRONMENTAL CORP.) 19.05.2016 (2016-05-19) Whole Document	1-3

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/022959

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2023/119747 A1	29.06.2023	JP 2023-94132 A 全文 TW 202334039 A Whole Document	
JP 60-132693 A	15.07.1985	US 4655909 A Whole Document	
JP 49-078680 A	29.07.1974	（ファミリーなし）	
JP 08-309208 A	26.11.1996	（ファミリーなし）	
JP 51-077583 A	05.07.1976	（ファミリーなし）	
JP 2012-086124 A	10.05.2012	US 2013/0292330 A1 Whole Document	
JP 2000-503889 A	04.04.2000	US 5718828 A Whole Document WO 1997/026992 A1 Whole Document EP 879085 A1 Whole Document	
JP 09-117676 A	06.05.1997	（ファミリーなし）	
JP 09-057116 A	04.03.1997	（ファミリーなし）	
JP 2003-088765 A	25.03.2003	（ファミリーなし）	
JP 2003-190946 A	08.07.2003	（ファミリーなし）	
US 2016/0137532 A1	19.05.2016	WO 2016/074102 A1 Whole Document EP 3218312 A1 Whole Document	