

(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
2016 年 1 月 7 日(07.01.2016)



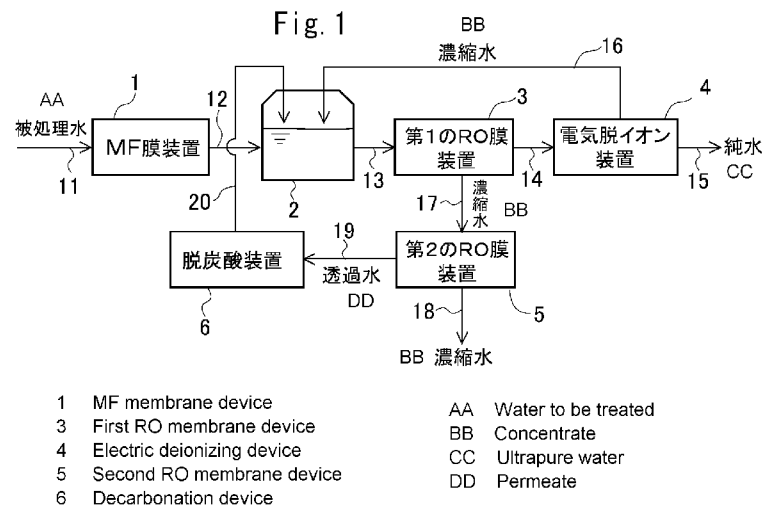
(10) 国際公開番号
WO 2016/002890 A1

- (51) 国際特許分類:
C02F 1/44 (2006.01) *B01D 61/58* (2006.01)
B01D 61/10 (2006.01) *C02F 9/00* (2006.01)
B01D 61/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/069159
- (22) 国際出願日: 2015 年 7 月 2 日(02.07.2015)
- (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 2014-137740 2014 年 7 月 3 日(03.07.2014) 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 1 〇 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 早川 邦洋(HAYAKAWA, Kunihiro); 〒1640001 東京都中野区中野四丁目 1 〇 番 1 号 栗田工業株式会社内 Tokyo (JP). 亀田 英邦(KAMEDA, Hidekuni); 〒1640001 東京都中野区中野四丁目 1 〇 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 1 〇 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, 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, 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, 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).

[続葉有]

(54) Title: ULTRAPURE WATER PRODUCTION APPARATUS AND ULTRAPURE WATER PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: 純水製造装置及び純水製造方法



(57) Abstract: Provided are an ultrapure water production apparatus and ultrapure water production method in an ultrapure water production process configured so that concentrate from a first RO membrane device is processed in a second RO membrane device and permeate is collected. The apparatus and method are advantageous in terms of cost and the decarbonation device for preventing concentration of inorganic carbonic acid in the system is small and space-conserving. The present invention is an ultrapure water production apparatus equipped with: a first RO membrane device (3) for RO membrane treatment of water to be treated; an introduction line (13) for introducing the water to be treated to the first RO membrane device (3); an outflow line (14) for causing permeate from the first RO membrane device (3) to flow out; a second RO membrane device (5) for RO membrane treatment of the concentrate from the first RO membrane device (3); and return lines (19, 20) for returning permeate from the second RO membrane device (5) to the introduction line (13). A decarbonation device (6) for decarbonation of the permeate from the second RO membrane device (5) is provided in the return line.

(57) 要約:

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

第 1 の RO 膜装置の濃縮水を第 2 の RO 膜装置で処理して透過水を回収するようにした純水製造プロセスにおいて、系内の無機炭酸の濃縮を防止するための脱炭酸装置を小型で省スペースなものとした、コストメリットの高い純水製造装置及び純水製造方法を提供する。被処理水を RO 膜処理する第 1 の RO 膜装置 3 と、第 1 の RO 膜装置 3 に被処理水を導入する導入ライン 13 と、該第 1 の RO 膜装置 3 の透過水を流出させる流出ライン 14 と、第 1 の RO 膜装置 3 の濃縮水を RO 膜処理する第 2 の RO 膜装置 5 と、第 2 の RO 膜装置 5 の透過水を導入ライン 13 に戻す返送ライン 19、20 とを備える純水製造装置。返送ラインに第 2 の RO 膜装置 5 の透過水を脱炭酸処理する脱炭酸装置 6 を備える。

明 細 書

発明の名称： 純水製造装置及び純水製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、第１の逆浸透膜装置と、その濃縮水を処理する第２の逆浸透膜装置を備える水処理プロセスで被処理水を処理して純水を製造する純水製造装置及び純水製造方法に関する。

背景技術

[0002] 純水製造装置は、通常、前処理除濁装置、脱炭酸装置、逆浸透膜（ＲＯ膜）装置、電気脱イオン装置などで構成されている。

[0003] ＲＯ膜装置は、有機物、イオン類を除去できるが、二酸化炭素、酸素などの溶存気体はほとんど除去することはできない。二酸化炭素は水中で重炭酸イオンに変化し、電気脱イオン装置の負荷となるため、ＲＯ膜装置の前段に脱炭酸装置を設置して除去することが一般的である。

[0004] ＲＯ膜装置は、通常、水回収率６０～８０％程度で運転される。プロセス全体の水回収率を高めるために、第２のＲＯ膜装置を設け、ＲＯ膜装置（第１のＲＯ膜装置）の濃縮水を第２のＲＯ膜装置でＲＯ膜処理して透過水を回収することが行われている。

[0005] しかし、この場合には、次のような問題がある。

[0006] ＲＯ膜装置の濃縮水はスケール成分を高濃度で含有するため、その析出を防止するために、第２のＲＯ膜装置の給水のｐＨを下げるのが一般的である。第２のＲＯ膜装置の給水のｐＨを下げると、重炭酸イオンが炭酸に変化（ $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ）してＲＯ膜を透過してしまうため、装置系内で炭酸、重炭酸イオンなどの無機炭酸が濃縮される。その結果、得られる純水の水質が低下し、スケールが析出する。

[0007] 特許文献１では、第１のＲＯ膜装置の前段に設けられた脱炭酸装置の導入側に第２のＲＯ膜装置の透過水を戻して脱炭酸処理する。特許文献１では、無機炭酸の濃縮は防止されるが、第１のＲＯ膜装置の前段に設けられた脱炭

酸装置には、第2のRO膜装置の透過水と被処理水の全量が導入されるため、脱炭酸装置の負荷が大きい。このため、脱炭酸装置が大型化し、経済性も悪化する。脱炭酸装置を第1のRO膜装置の後段に設けた場合には、処理水の水質の低下は防止されるが、第1のRO膜装置、第2のRO膜装置において無機炭酸が濃縮し、スケールが析出する。

[0008] 特許文献2には、原水貯槽内の被処理水をポンプによってRO膜装置に送り、RO膜によって被処理水を透過水と濃縮水とに分離し、濃縮水を戻し管を通じて原水貯槽内に戻すようにした脱塩水製造装置が記載されている。特許文献2の装置は、濃縮水の戻し管の管路中にエゼクタを付設し、戻し管を流れる濃縮水の流速を利用して当該エゼクタより空気を吸引し、気液接触により濃縮水中の遊離二酸化炭素を除去する。

[0009] このような構成を採用することにより、脱炭酸塔や膜脱気装置のような脱炭酸装置が不要となり、省スペース化が可能となる。この装置では、濃縮水の戻し管の管路中にエゼクタを付設してあるので、RO膜を透過しなかった比較的高圧の濃縮水がエゼクタを通過するときに当該エゼクタによって空気が吸引され、戻し管を流れる濃縮水の中に吸引空気が混合される。気液接触により濃縮水中の遊離二酸化炭素が濃縮水中より分離され、分離された遊離二酸化炭素は、濃縮水が戻し管の先端から原水貯槽内に戻された時に、炭酸ガスとして原水貯槽の上部に設けてある排気管を通じて外部に排出される。

[0010] 特許文献1：特開2004-167423号公報

特許文献2：特開平7-265854号公報

発明の概要

[0011] 本発明は、第1のRO膜装置の濃縮水を第2のRO膜装置で処理して透過水を回収するようにした純水製造プロセスにおいて、系内の無機炭酸の濃縮を防止するための脱炭酸装置を小型で省スペースなものとした、コストメリットの高い純水製造装置及び純水製造方法を提供することを目的とする。

[0012] 本発明者らは、脱炭酸装置を、第1のRO膜装置への被処理水の導入ラインではなく、第2のRO膜装置の透過水をこの導入ラインに戻す返送ライン

に設けることで、第１のＲＯ膜装置で濃縮された無機炭酸がこの脱炭酸装置で除去され、系内の無機炭酸の濃縮が防止されることを見出した。しかも、この脱炭酸装置は、第１のＲＯ膜装置及び第２のＲＯ膜装置で水回収することにより、被処理水よりも大幅に水量が低減された第２のＲＯ膜装置の透過水のみを処理するものであるため、脱炭酸装置の負荷は大幅に低減され、その小型、省スペース化を図ることができることを見出された。

[0013] 本発明はこのような知見に基づいて達成されたものであり、以下を要旨とする。

[0014] [１] 被処理水を逆浸透膜処理する第１の逆浸透膜装置と、該第１の逆浸透膜装置に被処理水を導入する導入ラインと、該第１の逆浸透膜装置の透過水を流出させる流出ラインと、該第１の逆浸透膜装置の濃縮水を逆浸透膜処理する第２の逆浸透膜装置と、該第２の逆浸透膜装置の透過水を前記導入ラインに戻す返送ラインとを備える純水製造装置において、該返送ラインに前記第２の逆浸透膜装置の透過水を脱炭酸処理する脱炭酸装置を備えることを特徴とする純水製造装置。

[0015] [２] [１] に記載の純水製造装置において、前記脱炭酸装置が膜脱気装置であることを特徴とする純水製造装置。

[0016] [３] [１] 又は [２] に記載の純水製造装置において、前記第１の逆浸透膜装置の透過水を脱イオン処理する電気脱イオン装置を有することを特徴とする純水製造装置。

[0017] [４] [１] ないし [３] のいずれかに記載の純水製造装置において、前記被処理水を除濁処理する除濁装置を有し、該除濁装置の処理水が前記第１の逆浸透膜装置に導入されることを特徴とする純水製造装置。

[0018] [５] [１] ないし [４] のいずれかに記載の純水製造装置において、前記第１の逆浸透膜装置の給水のｐＨを６．３以上に調整するｐＨ調整手段を有することを特徴とする純水製造装置。

[0019] [６] [１] ないし [５] のいずれかに記載の純水製造装置において、前記第２の逆浸透膜装置の給水のｐＨを６．０未満に調整するｐＨ調整手段を

有することを特徴とする純水製造装置。

[0020] [7] 被処理水を逆浸透膜処理する第1の逆浸透膜装置と、該第1の逆浸透膜装置に被処理水を導入する導入ラインと、該第1の逆浸透膜装置の透過水を流出させる流出ラインと、該第1の逆浸透膜装置の濃縮水を逆浸透膜処理する第2の逆浸透膜装置と、該第2の逆浸透膜装置の透過水を前記導入ラインに戻す返送ラインとを備える純水製造装置で純水を製造する方法において、前記第2の逆浸透膜装置の透過水を脱炭酸処理した後、前記導入ラインに戻すことを特徴とする純水製造方法。

[0021] [8] [7]に記載の純水製造方法において、前記第2の逆浸透膜装置の透過水を膜脱気装置で脱炭酸処理することを特徴とする純水製造方法。

[0022] [9] [7]又は[8]に記載の純水製造方法において、前記第1の逆浸透膜装置の透過水を電気脱イオン装置で処理することを特徴とする純水製造方法。

[0023] [10] [7]ないし[9]のいずれかに記載の純水製造方法において、前記被処理水を除濁処理した後、前記第1の逆浸透膜装置に導入することを特徴とする純水製造方法。

[0024] [11] [7]ないし[10]のいずれかに記載の純水製造方法において、前記第1の逆浸透膜装置の給水のpHを6.3以上とすることを特徴とする純水製造方法。

[0025] [12] [7]ないし[11]のいずれかに記載の純水製造方法において、前記第2の逆浸透膜装置の給水のpHを6.0未満とすることを特徴とする純水製造方法。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、第1のRO膜装置の濃縮水を第2のRO膜装置でRO膜処理して透過水を回収する純水製造プロセスにおいて、第2のRO膜装置の透過水を脱炭酸処理することにより、系内での無機炭酸の濃縮を防止して、処理の安定化、得られる処理水の高純度化が可能となる。しかも、第2のRO膜装置の透過水の返送ラインに設けた脱炭酸装置で第2のRO膜装置の透

過水のみを脱炭酸処理するため、脱炭酸装置の小型化、省スペース化が可能となり、経済性に優れた処理が可能となる。

[0027] 第1のRO膜装置の給水のpHを6.3以上とすることで、水中の無機炭酸のうちの重炭酸イオンの比率が高くなる。この結果、第1のRO膜装置で無機炭酸を効率的に除去して、処理水中に含まれる無機炭酸の量を低減し、電気脱イオン装置等の後段装置の負荷を低減することができ、処理水質を向上させることができる。

[0028] 第2のRO膜装置の給水のpHを6.0未満とすることにより、第2のRO膜装置の水回収率を高めた上で、スケールの析出を防止することができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明の純水製造装置の実施の形態を示す系統図である。

[図2]本発明で用いる脱炭酸装置の一例を示す系統図である。

発明を実施するための形態

[0030] 以下に本発明の実施の形態を図1を参照して詳細に説明するが、図1は本発明の純水製造装置の実施の形態の一例を示すものであって、本発明は何ら図示のものに限定されない。

[0031] 図1の純水製造装置では、市水、井水、工水、回収水等の被処理水は、配管11より精密濾過膜(MF膜)装置1で除濁処理された後、配管12、水槽2、配管13を経て第1のRO膜装置3に導入されてRO膜処理される。

[0032] 第1のRO膜装置3の透過水は、配管14より電気脱イオン装置4に導入されて脱イオン処理され、処理水(純水)が配管15より取り出される。電気脱イオン装置4の濃縮水は、水回収のために配管16より水槽2に返送される。

[0033] 第1のRO膜装置3の濃縮水は配管17より第2のRO膜装置5に導入されてRO膜処理される。第2のRO膜装置5の濃縮水は、配管18より系外へ排出され、透過水は配管19より膜脱気装置等の脱炭酸装置6に導入されて脱炭酸処理され、脱炭酸処理水は配管20より水槽2に返送される。

- [0034] このように、本発明においては、膜脱気装置等の脱炭酸装置 6 は、第 2 の RO 膜装置 5 の透過水を第 1 の RO 膜装置 3 の導入側に返送する返送ラインに設けられる。
- [0035] 被処理水中の重炭酸イオンは、第 1 の RO 膜装置 3 の濃縮水中に濃縮されている。第 2 の RO 膜装置 5 で pH を下げることにより、重炭酸イオンが炭酸（二酸化炭素）に変化し、この炭酸は第 2 の RO 膜装置 5 の透過水側に透過する。そのため、第 2 の RO 膜装置 5 の透過水中には高濃度の二酸化炭素が存在する。第 2 の RO 膜装置 5 からの透過水の水量は、第 1 の RO 膜装置 3 の給水 3 の $1/5 \sim 1/10$ 程度になっており、脱炭酸装置 6 を小型化できる。第 2 の RO 膜装置 5 の透過水中には、炭酸成分が高濃度で存在するため、脱炭酸装置 6 での脱炭酸処理効率が高い。
- [0036] 第 1 の RO 膜装置 3 の濃縮水には、被処理水の汚れ成分や有機物が濃縮されているため、この濃縮水をそのまま脱炭酸処理する場合、膜脱気装置の脱気膜がファウリングを起こし易い。特許文献 2 の脱炭酸装置を採用する場合には、エゼクタやスプレーノズルなどが閉塞し易い。しかし、第 2 の RO 膜装置 5 の透過水を脱炭酸装置 6 で処理することにより、第 1 の RO 膜装置 3 の濃縮水中の汚れ成分が第 2 の RO 膜装置 5 で除去されるので、脱気膜の汚染や、エゼクタ、スプレーノズルの閉塞等が抑制される。
- [0037] RO 膜装置 3, 5 の RO 膜の種類としては、特に制限はない。材質としてはポリアミド複合膜、酢酸セルロース膜などいずれの材質の膜も使用が可能である。RO 膜の形状についても特に制限はなく、中空糸型、スパイラル型など、いずれの形状のものも使用可能である。
- [0038] 第 1 の RO 膜装置 3 の給水の pH は、水中の重炭酸イオンの比率が 50% を超える 6.3 以上であることが好ましい。従って、第 1 の RO 膜装置 3 の給水の pH が 6.3 未満の場合には、NaOH、KOH 等のアルカリを添加して、pH 6.3 以上、例えば pH 6.5 ～ 7.5 程度に pH 調整することが好ましい。
- [0039] 第 2 の RO 膜装置 5 の給水の pH は、スケール析出を防止するために、6

、0未満とすることが好ましい。このため、第1のRO膜装置3の濃縮水のpHが6.0以上の場合には、HCl、H₂SO₄等の酸を添加して、pH6.0未満、例えばpH5.0～5.5程度にpH調整することが好ましい。このようなpH条件であれば、第2のRO膜装置5の透過水中の炭酸成分を脱炭酸装置6で効率的に脱炭酸することができる。

[0040] 第1のRO膜装置3は、通常、水回収率50～80%程度で運転される。第2のRO膜装置5は、第2のRO膜装置5は、給水のpHが十分に低く、また、スケール成分濃度もさほど高くなく、スケール析出傾向が低い場合には、水回収率50～70%程度で運転し、給水のpHがさほど低くなく、また、スケール成分濃度が高く、スケール析出傾向が比較的高い場合には、水回収率30～50%程度で運転することが好ましい。

[0041] 図1の純水製造装置によれば、第2のRO膜装置5を脱炭酸装置6で脱炭酸処理した後、第1のRO膜装置3の給水側に返送することにより、系内の無機炭酸の濃縮を防止して、処理を安定化させると共に、高純度の処理水を得ることができる。

[0042] 脱炭酸装置6としては膜脱気装置に限らず、脱炭酸塔、真空脱気塔や、前掲の特許文献2に記載された脱炭酸装置などを使用することもできる。これらの脱炭酸装置の2以上を組み合わせることもできる。ただし、経済性の面からは、膜脱気装置が好適に使用される。

[0043] 特許文献2に記載の脱炭酸装置を利用する場合、図2に示すように、第2のRO膜装置5の透過水の返送ラインである配管19、20の間にエゼクタ7を設け、水槽2内の水面上に挿入された配管20の先端にスプレーノズル8を取り付けると共に、水槽2の上部に排気管21を設ける。図示はされていないが、通常第1のRO膜装置と第2のRO膜装置の間にポンプが設けられる。第2のRO膜装置5の透過水は、このポンプにより付勢されてエゼクタ7を通過する。このときに、エゼクタ7内に外部の空気が吸引される。吸引空気は、配管20を流れる透過水中に激しく攪拌状態で混合され、気液接触状態でスプレーノズル8より噴霧状あるいは微細な水滴状となって散布さ

れ、水槽 2 内に戻される。この際、透過水から二酸化炭素が炭酸ガスとして分離され、分離された炭酸ガスは水槽 2 から排気管 2 1 を経て外部に排気される。水槽 2 内に戻された透過水はスプレーノズル 8 によって細かく分散されるため、水面に到達するまでの間においても気液接触が行われ、炭酸ガスが除去される。

[0044] 第 1 の RO 膜装置 3 の後段の電気脱イオン装置 4 としては、陽極と陰極との間にイオン交換膜を配置することにより、少なくとも陰極側濃縮室、脱塩室、陽極側濃縮室を設け、少なくとも該脱塩室にイオン交換樹脂を充填してなり、該脱塩室に原水を通水する連続式電気脱イオン装置などを用いることができるが、これに限定されない。充填するイオン交換樹脂としては、強イオン交換樹脂、弱イオン交換樹脂、いずれも使用することができるが、強イオン交換樹脂を用いることが好ましい。イオン交換樹脂の充填方法やセル構造等にも制約はなく、いずれの形式も使用可能である。炭酸カルシウムの析出を防止する観点から、強酸性カチオン交換樹脂と強塩基性アニオン交換樹脂を混合して充填することが好ましい。充填比率としては樹脂容量として強酸性カチオン交換樹脂：強塩基性アニオン交換樹脂＝30～70：70～30が好適である。

[0045] 通常、電気脱イオン装置 4 は水回収率 80～95%程度で運転される。水回収率向上の観点からは、電気脱イオン装置 4 の濃縮水は、図 1 のように、第 1 の RO 膜装置 3 の前段に戻すことが好ましい。電気脱イオン装置 4 の濃縮水は、膜脱気装置等の脱炭酸装置 6 の前段に送給し、第 2 の RO 膜装置 5 の濃縮水と共に脱炭酸処理した後第 1 の RO 膜装置 3 の前段に戻すようにしてもよい。

[0046] このようにすることにより、電気脱イオン装置 4 の濃縮水に起因する無機炭酸の濃縮を防止することができる。この場合であっても、電気脱イオン装置の濃縮水量は、被処理水量に比べて極く少量であるため、脱炭酸装置の小型化、省スペース化を図る本発明の効果が大きく損なわれることはない。

[0047] 図 1 は本発明の純水製造装置の実施の形態の一例を示すものであって、本

発明は何ら図示の純水製造装置に限定されるものではない。

[0048] 例えば、前処理装置は、ＲＯ膜装置の膜汚染の原因となる水中の濁質やコロイダル成分を除去するためのものであり、ＭＦ膜装置に限らず、凝集、加圧浮上、濾過器、限外濾過膜（ＵＦ膜）装置などを、被処理水の水質や負荷に応じて適宜単一あるいは２以上を組み合わせる用いることができる。前処理装置としては、特にＭＦ膜装置、ＵＦ膜装置を好適に使用することができる。ＭＦ膜装置、ＵＦ膜装置の場合、その膜型式に特に制限はなく、中空糸型、スパイラル型等の膜濾過装置を採用することができる。濾過方式にも制限はなく、内圧濾過、外圧濾過、クロスフロー濾過、全量濾過のいずれの方式も適用可能である。

[0049] 図１では、脱炭酸装置６を第２のＲＯ膜装置５の透過水の返送ラインの１箇所だけに設けているが、脱炭酸装置は、その他、以下の(1)～(3)の１又は２箇所以上に設けてもよい。

[0050] (1) 第１のＲＯ膜装置３と電気脱イオン装置４との間の配管１４に設けて、第１のＲＯ膜装置３の透過水を脱炭酸処理した後電気脱イオン装置４に送給する。

[0051] (2) 電気脱イオン装置４の濃縮水の返送ラインである配管１６に設け、電気脱イオン装置４の濃縮水を脱炭酸処理した後水槽２に返送する。

[0052] (3) 第１のＲＯ膜装置３の被処理水導入ラインである配管１２に設けて被処理水を脱炭酸処理した後第１のＲＯ膜装置３に送給する。

[0053] 特に、上記(1)、(2)の態様を採用することにより、系内の２箇所で脱炭酸処理を行うことができ、炭酸成分の除去量を高め、水質の向上を図ることができる。

[0054] 図１に示す装置以外の装置、例えば、後掲の実施例における活性炭装置などを適宜付加してもよい。電気脱イオン装置の代りに第３のＲＯ膜装置を設けてもよい。

実施例

[0055] 以下に実施例、比較例及び参考例を挙げて本発明をより具体的に説明する

。

[0056] [実施例 1]

図 1 に示す純水製造装置で純水の製造を行った。ただし、MF 膜装置 1 の後段に活性炭装置を設けた。

[0057] 水道水（M アルカリ濃度：50 mg CaCO₃/L、シリカ濃度：30 mg/L）を、MF 膜装置（クラレ社製、中空糸型 PVDF 膜、孔径 0.02 μm）で除濁し、活性炭装置で遊離塩素を除去した後、第 1 の RO 膜装置（日東電工社製、ES20）に通水した。第 1 の RO 膜装置の透過水は、電気脱イオン装置（栗田工業社製、KC DI-TC）に通水して純水を得た。第 1 の RO 膜装置の濃縮水は、第 2 の RO 膜装置（日東電工社製、ES20）に通水し、第 2 の RO 膜装置で得られた透過水を、第 2 の RO 膜装置の返送ラインに設けた膜脱気装置（セルガード社製 リキセル G521R X-50）を用いて脱炭酸処理した後、第 1 の RO 膜装置の前段（活性炭装置の後段）に戻して処理を行った。

[0058] 水回収率の観点から電気脱イオン装置の濃縮水も第 1 の RO 膜装置の前段（活性炭装置の後段）に戻した。

[0059] NaOH 又は HCl の添加で、第 1 の RO 膜装置の給水 pH は 6.5、第 2 の RO 膜装置の給水 pH は 5.5 とした。第 1 の RO 膜装置の水回収率は 70%、第 2 の RO 膜装置の水回収率は 60%、電気脱イオン装置の水回収率は 80% とした。

[0060] この処理における電気脱イオン装置の給水の炭酸濃度と、電気脱イオン装置の処理水（純水）の比抵抗を調べ、結果を表 1 に示した。

[0061] 炭酸濃度は GE 社製 Sievers-900 により測定した。比抵抗は栗田工業社製 MX-4 により測定した。

[0062] [比較例 1]

膜脱気装置を省略し、第 2 の RO 膜装置の透過水を脱炭酸処理することなく第 1 の RO 膜装置の前段に戻したことで実施例 1 と同様に処理を行い、結果を表 1 に示した。

[0063] [実施例 2]

第 1 の RO 膜装置の給水の pH を 6.0 とした以外は実施例 1 と同様に処理を行い、結果を表 1 に示した。

[0064] [実施例 3]

第 2 の RO 膜装置の給水の pH を 6.0 とし、シリカスケールの析出を防止するために、水回収率を 30% とした以外は実施例 1 と同様に処理を行い、結果を表 1 に示した。

[0065] [参考例 1]

膜脱気装置としてリキセル G521R X-50 を 2 本用い、膜脱気装置を第 2 の RO 膜装置の濃縮水の返送ラインに設ける代りに、被処理水の導入ラインに設け、水道水を MF 膜装置、活性炭装置、膜脱気装置の順で処理した後、第 1 の RO 膜装置に導入し、第 2 の RO 膜装置の透過水と電気脱イオン装置の濃縮水は、膜脱気装置の入口側に返送した。それ以外は実施例 1 と同様の条件で処理を行い、結果を表 1 に示した。

[0066] [表 1]

	膜脱気装置		第 1 の RO 膜装置	第 2 の RO 膜装置		電気脱イオン装置	
	有無	設置場所	給水 pH	給水 pH	水回収率 (%)	給水炭酸濃度 (mg/L as CO ₂)	処理水比抵抗 (MΩ・cm)
実施例 1	あり	返送ライン	6.5	5.5	60	7.5	10.4
比較例 1	なし	—	6.5	5.5	60	26.0	3.5
実施例 2	あり	返送ライン	6.0	5.5	60	12.2	7.4
実施例 3	あり	返送ライン	6.5	6.0	30	7.6	9.2
参考例 1	あり	導入ライン	6.5	5.5	60	12.3	7.4

[0067] 表 1 より明らかなように、本発明によれば、第 2 の RO 膜装置の透過水を脱炭酸処理して第 1 の RO 膜装置に戻すことにより、水回収率を高くした上で、系内の炭酸濃度の濃縮を防止することができ、処理水水質を高く維持することができる。

[0068] これに対して比較例 1 では、第 2 の RO 膜装置の透過水を脱炭酸処理する

ことなく第1のRO膜装置に戻すため、電気脱イオン装置の給水の炭酸濃度が高く、処理水の水質も劣るものとなる。

[0069] 第1のRO膜装置の給水のpHを6.0とした実施例2では、第1のRO膜装置での重炭酸イオンの阻止率が劣る結果、電気脱イオン装置の給水の炭酸濃度が若干高く、また、処理水水質も若干劣る。

[0070] 第2のRO膜装置の給水のpHを6.0とした実施例3では、スケール析出を防止するために水回収率を低くする必要がある。

[0071] 参考例1は、実施例1と同様に系内の無機炭酸の濃縮を防止して、良好な水質の処理水を得ることができるが、膜脱気装置を被処理水の導入ラインに設けた参考例1に比べて膜脱気装置を第2のRO膜装置の透過水の返送ラインに設けた実施例1によれば、膜脱気装置を格段に小型化することができる。

[0072] 実施例1及び参考例1では、第1のRO膜装置を水回収率70%で運転するため、第2のRO膜装置に第1のRO膜装置の給水（被処理水）の30%が導入される。第2のRO膜装置は水回収率60%で運転するため、第2のRO膜装置の透過水は、第1のRO膜装置の給水の18%であり、参考例1のように、第1のRO膜装置の前段に膜脱気装置を設ける場合に比べて、第2のRO膜装置の透過水の返送ラインに膜脱気装置を設けた場合には、膜脱気装置の負荷は1/5以下となり、装置を格段に小型化することができる。

[0073] 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、2014年7月3日付で出願された日本特許出願2014-137740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

- [0074]
- 1 MF膜装置
 - 2 水槽
 - 3 第1のRO膜装置
 - 4 電気脱イオン装置

- 5 第2のRO膜装置
- 6 脱炭酸装置
- 7 エゼクタ
- 8 スプレーノズル

請求の範囲

- [請求項1] 被処理水を逆浸透膜処理する第1の逆浸透膜装置と、該第1の逆浸透膜装置に被処理水を導入する導入ラインと、該第1の逆浸透膜装置の透過水を流出させる流出ラインと、該第1の逆浸透膜装置の濃縮水を逆浸透膜処理する第2の逆浸透膜装置と、該第2の逆浸透膜装置の透過水を前記導入ラインに戻す返送ラインとを備える純水製造装置において、該返送ラインに前記第2の逆浸透膜装置の透過水を脱炭酸処理する脱炭酸装置を備えることを特徴とする純水製造装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の純水製造装置において、前記脱炭酸装置が膜脱気装置であることを特徴とする純水製造装置。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の純水製造装置において、前記第1の逆浸透膜装置の透過水を脱イオン処理する電気脱イオン装置を有することを特徴とする純水製造装置。
- [請求項4] 請求項1ないし3のいずれか1項に記載の純水製造装置において、前記被処理水を除濁処理する除濁装置を有し、該除濁装置の処理水が前記第1の逆浸透膜装置に導入されることを特徴とする純水製造装置。
- [請求項5] 請求項1ないし4のいずれか1項に記載の純水製造装置において、前記第1の逆浸透膜装置の給水のpHを6.3以上に調整するpH調整手段を有することを特徴とする純水製造装置。
- [請求項6] 請求項1ないし5のいずれか1項に記載の純水製造装置において、前記第2の逆浸透膜装置の給水のpHを6.0未満に調整するpH調整手段を有することを特徴とする純水製造装置。
- [請求項7] 被処理水を逆浸透膜処理する第1の逆浸透膜装置と、該第1の逆浸透膜装置に被処理水を導入する導入ラインと、該第1の逆浸透膜装置の透過水を流出させる流出ラインと、該第1の逆浸透膜装置の濃縮水を逆浸透膜処理する第2の逆浸透膜装置と、該第2の逆浸透膜装置の透過水を前記導入ラインに戻す返送ラインとを備える純水製造装置で

純水を製造する方法において、前記第2の逆浸透膜装置の透過水を脱炭酸処理した後、前記導入ラインに戻すことを特徴とする純水製造方法。

[請求項8] 請求項7に記載の純水製造方法において、前記第2の逆浸透膜装置の透過水を膜脱気装置で脱炭酸処理することを特徴とする純水製造方法。

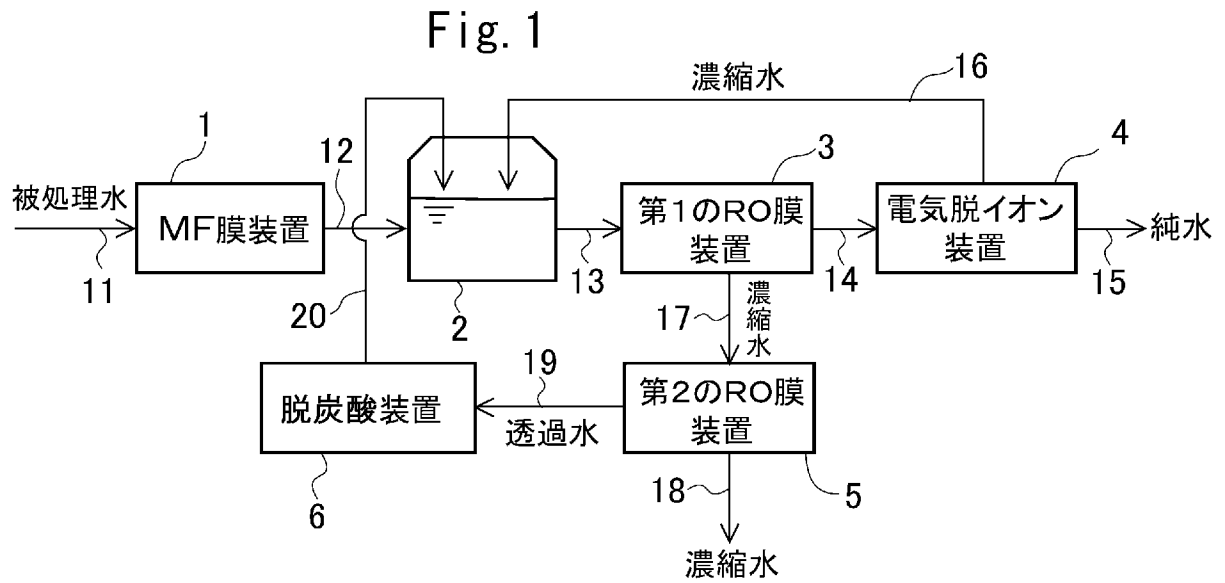
[請求項9] 請求項7又は8に記載の純水製造方法において、前記第1の逆浸透膜装置の透過水を電気脱イオン装置で処理することを特徴とする純水製造方法。

[請求項10] 請求項7ないし9のいずれか1項に記載の純水製造方法において、前記被処理水を除濁処理した後、前記第1の逆浸透膜装置に導入することを特徴とする純水製造方法。

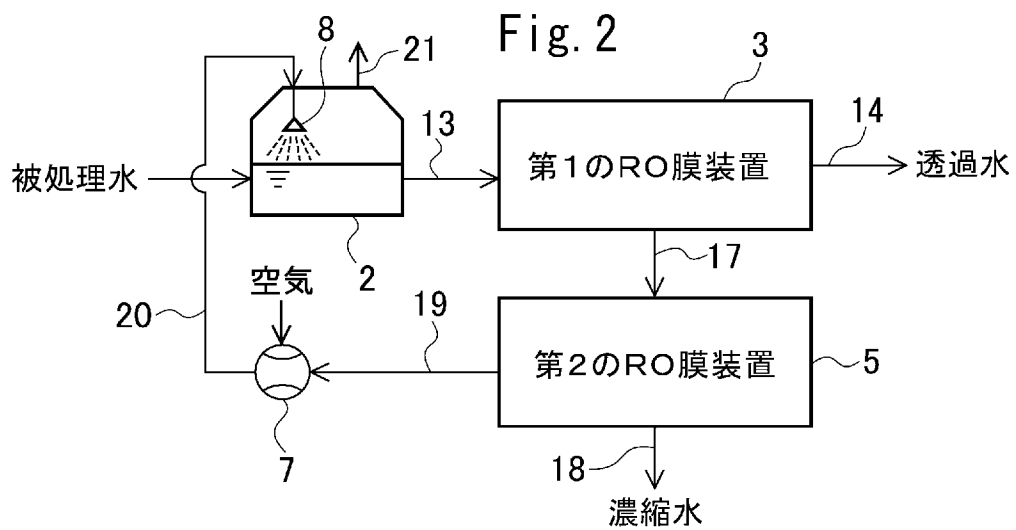
[請求項11] 請求項7ないし10のいずれか1項に記載の純水製造方法において、前記第1の逆浸透膜装置の給水のpHを6.3以上とすることを特徴とする純水製造方法。

[請求項12] 請求項7ないし11のいずれか1項に記載の純水製造方法において、前記第2の逆浸透膜装置の給水のpHを6.0未満とすることを特徴とする純水製造方法。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069159

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F1/44(2006.01)i, B01D61/10(2006.01)i, B01D61/12(2006.01)i, B01D61/58(2006.01)i, C02F9/00(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)

C02F1/44, B01D61/10, B01D61/12, B01D61/58, C02F9/00, B01D19/00, C02F1/20

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X	JP 2000-061464 A (Kurita Water Industries Ltd.), 29 February 2000 (29.02.2000), claims; paragraphs [0012], [0018], [0025]; fig. 1 (Family: none)	1-12
Y	JP 2004-167423 A (Kurita Water Industries Ltd.), 17 June 2004 (17.06.2004), claims; paragraph [0002]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-12
Y	JP 7-265854 A (Organo Corp.), 17 October 1995 (17.10.1995), claims; paragraphs [0007], [0017]; fig. 1 (Family: none)	1-12

☒ 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 August 2015 (17.08.15)

Date of mailing of the international search report
25 August 2015 (25.08.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069159

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 11-114576 A (Organo Corp.), 27 April 1999 (27.04.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C02F1/44(2006.01)i, B01D61/10(2006.01)i, B01D61/12(2006.01)i, B01D61/58(2006.01)i, C02F9/00(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. C02F1/44, B01D61/10, B01D61/12, B01D61/58, C02F9/00, B01D19/00, C02F1/20

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
X	JP 2000-061464 A（栗田工業株式会社）2000.02.29, 特許請求の範囲、[0012][0018][0025]、図1 （ファミリーなし）	1-12
Y	JP 2004-167423 A（栗田工業株式会社）2004.06.17, 特許請求の範囲、[0002]、図1-3（ファミリーなし）	1-12
Y	JP 7-265854 A（オルガノ株式会社）1995.10.17, 特許請求の範囲、[0007][0017]、図1（ファミリーなし）	1-12

☒ 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 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 8 . 2 0 1 5

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）

池田 周士郎

4 D

3 9 0 9

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 11-114576 A (オルガノ株式会社) 1999. 04. 27, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12