

(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
2014年8月28日(28.08.2014)

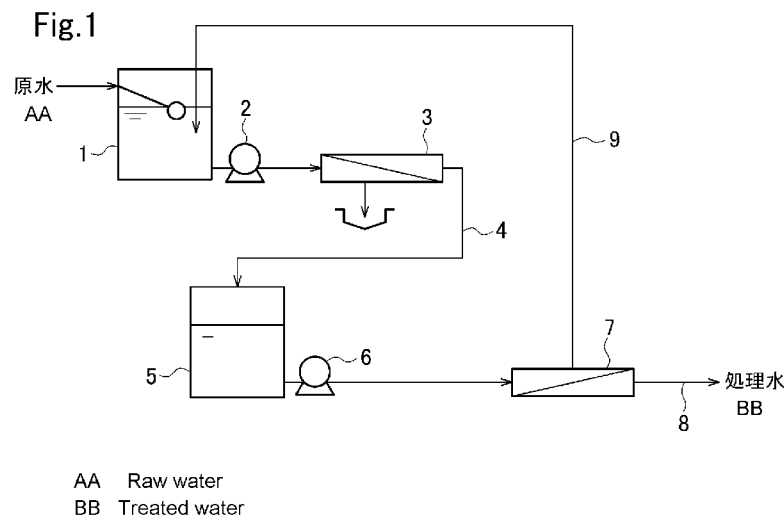


(10) 国際公開番号
WO 2014/129399 A1

- (51) 国際特許分類:
C02F 1/44 (2006.01) *B01D 63/00* (2006.01)
B01D 61/08 (2006.01) *B01D 63/10* (2006.01)
B01D 61/58 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/053472
- (22) 国際出願日: 2014年2月14日(14.02.2014)
- (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 2013-031033 2013年2月20日(20.02.2013) 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: 早川 邦洋(HAYAKAWA, Kunihiro); 〒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). 川勝 孝博(KAWAKATSU, Takahiro); 〒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(SHIGENO, Tsuyoshi); 〒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, 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, 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, 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, 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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: MULTI-STAGE REVERSE OSMOSIS MEMBRANE DEVICE, AND OPERATION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 多段逆浸透膜装置及びその運転方法



(57) Abstract: A multi-stage reverse osmosis membrane treatment in which the quality of the treated water is improved without sacrificing stability. Raw water in a raw water tank (1) is pressurized by a first pump (2) and supplied to a first reverse osmosis membrane device (3) in a first stage, the concentrate is discharged, and the permeate is introduced into an intermediate tank (5) via a pipe (4). The water in the intermediate tank (5) is pressurized by a second pump (6) and supplied to a second reverse osmosis membrane device (7) in a second stage, the permeate is extracted via a pipe (8) and the concentrate is returned to the raw water tank (1) via a pipe (9). In the first stage, the raw water spacer of the reverse osmosis membrane device has a thickness greater than 0.6 mm, and in the second stage, the raw water spacer of the reverse osmosis membrane device has a thickness of 0.6 mm or less.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/129399 A1



多段逆浸透膜処理において、安定性を損なうことなく、処理水質を向上させる。原水タンク 1 内の原水を第 1 ポンプ 2 で加圧して 1 段目の第 1 逆浸透膜装置 3 に供給し、濃縮水を排出し、透過水を配管 4 によって中間タンク 5 に導入する。この中間タンク 5 中の水を第 2 ポンプ 6 によって加圧して 2 段目の第 2 逆浸透膜装置 7 に供給し、透過水を配管 8 によって取出し、濃縮水を配管 9 によって原水タンク 1 に戻す。逆浸透膜装置の原水スペーサの厚みは、1 段目では 0.6 mm よりも大きく、2 段目では 0.6 mm 以下である。

明 細 書

発明の名称： 多段逆浸透膜装置及びその運転方法

技術分野

[0001] 本発明は、逆浸透膜装置を直列に多段に設置した多段逆浸透膜装置と、その運転方法に関する。

背景技術

[0002] 海水淡水化、超純水製造、工業用水の処理などにおいて、原水中のイオン類や有機物などを除去するために逆浸透膜装置が広く使用されている。逆浸透膜装置を用いて処理を行う際、処理水水質を向上させるために、複数の逆浸透膜装置を多段に設置し、前段の逆浸透膜装置の処理水を後段の逆浸透膜処理装置で処理することは良く知られている（例えば特許文献 1， 4）。海水淡水化の場合は、ホウ素を除去するために、二段以上の逆浸透膜処理が行われている。超純水製造プラントにおいても、逆浸透膜による多段処理は一般的に行われている（例えば特許文献 2）。

[0003] 逆浸透膜エレメントとして、スパイラル型膜エレメントが知られている。透過水スペーサの両面に逆浸透膜を重ね合わせて 3 辺を接着することにより袋状膜を形成し、該袋状膜の開口部を透過水集水管に取り付け、網状の原水スペーサと共に、透過水集水管の外周面にスパイラル状に巻回することにより構成されたスパイラル型膜エレメントが知られている（特許文献 3， 4）。巻回された袋状膜間に配設される原水スペーサにより原水経路が形成される。原水はスパイラル型膜エレメントの一方の端面側から供給され、原水スペーサに沿って流れ、スパイラル型膜エレメントの他方の端面側から濃縮水として排出される。原水は原水スペーサに沿って流れる過程で、逆浸透膜を透過して透過水となる。この透過水は透過水スペーサに沿って透過水集水管の内部に流れ込み、透過水集水管の端部から取り出される。原水スペーサの厚みは、特許文献 3 の 0018 段落には 0.4～2 mm 程度が好ましいと記載され、特許文献 4 の 0017 段落には 0.4～3 mm が好ましいと記載さ

れている。

[0004] 逆浸透膜装置を用いて海水の淡水化や、超純水、各種製造プロセス用水を得る場合、逆浸透膜装置の原水スペーサの厚みを大きくすると、濁質が原水流路を閉塞しにくくなる。これにより、濁質蓄積による通水差圧の上昇や透過水量、透過水質の低下を回避し、長期間に亘り安定して運転を行うことができる。しかしながら、原水スペーサの厚みを大きくすると、原水流路における原水の流速が小さくなる。そのため、水中に含まれるイオン類や有機物類が膜表面で過剰濃縮され（濃度分極）、溶質の濃縮による除去率の低下や、膜への汚染物質吸着によるフラックス低下を引き起こしやすくなる。

[0005] 一方、原水スペーサの厚みを小さくすると、流速は増大し、逆浸透膜表面での過剰濃縮は起こりにくくなり、処理水質は向上する。しかし、被処理水に含まれる濁質が原水流路を閉塞しやすくなり（特許文献4の0017段落）、安定性の面で問題があった。そのため、現在の市販されている逆浸透膜のスペーサの厚みは0.7～0.9mm程度である。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-125395

特許文献2：特開2002-1069

特許文献3：特開平11-57429

特許文献4：特開2004-89761

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、海水淡水化処理や超純水製造等に用いられる多段逆浸透膜処理において、安定性を損なうことなく、処理水質を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の多段逆浸透膜装置は、袋状の逆浸透膜を原水スペーサと共に巻回

してなるスパイラル型膜エレメントを備えた逆浸透膜装置を多段に設置してなり、前段の逆浸透膜装置の処理水を後段の逆浸透膜装置で処理する多段逆浸透膜装置において、１段目の逆浸透膜装置の膜エレメントの原水スペーサの厚みが 0.6 mm より大きく、２段目以降の逆浸透膜装置の膜エレメントの原水スペーサの厚みが 0.6 mm 以下であることを特徴とするものである。

[0009] 本発明の多段逆浸透膜装置の運転方法は、かかる本発明の多段逆浸透膜装置を運転する方法であって、１段目の逆浸透膜装置の透過流束を $1.0\text{ m}^3/\text{d}$ 以下とし、２段目以降の逆浸透膜装置の透過流束を $1.1\text{ m}^3/\text{d}$ 以上とすることを特徴とするものである。

発明の効果

[0010] 本発明の多段逆浸透膜装置では、１段目の逆浸透膜装置が原水スペーサとして厚みの大きいものを用いており、濁質が原水流路を閉塞しにくくなり、濁質蓄積による通水差圧の上昇や透過水量、透過水質の低下を回避し、長期間に亘り安定な運転を行うことができる。２段目以降の逆浸透膜装置では、原水スペーサとして厚みの小さいものを用いており、原水流路における流速が増大し、逆浸透膜表面での過剰濃縮が起こりにくくなり、処理水質が向上する。この２段目以降の逆浸透膜装置に通水される被処理水は、１段目逆浸透膜装置で濁質が除去されたものであるため、２段目以降の逆浸透膜装置では膜閉塞の恐れがない。

[0011] ２段目以降の逆浸透膜装置の原水スペーサの厚みを小さくすることにより、１エレメントあたりの膜面積を大きくすることができる。透過流束を大きくすることと併せて、２段目以降の膜エレメントの本数を削減することができる。コスト低減を図ることができる。

[0012] 本発明者は、逆浸透膜の真の阻止率は、透過流束に依存することを見出した。本発明方法では、２段目以降の逆浸透膜装置の運転透過流束を１段目よりも大きくすることにより、膜の除去率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施の形態に係る多段逆浸透膜装置の系統図である。

[図2]原水スーサの厚みを変えた場合におけるブライン（濃縮水）流量と濃縮倍率との関係を示すグラフである。

[図3]透過流束と真の阻止率の関係を示すグラフである。

[図4]試験用平膜セルの断面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図1を参照して本発明の実施の形態に係る多段逆浸透膜装置について説明する。この多段逆浸透膜装置では、原水タンク1内の原水を第1ポンプ2で加圧して1段目の第1逆浸透膜装置3に供給し、濃縮水を排出し、透過水を配管4によって中間タンク5に導入する。この中間タンク5中の水を第2ポンプ6によって加圧して2段目の第2逆浸透膜装置7に供給し、透過水を配管8によって取出し、濃縮水を配管9によって原水タンク1に戻す。

[0015] 1段目及び2段目の逆浸透膜装置3, 6はいずれもスパイラル型膜エレメントを備えている。スパイラル型膜エレメントは透過水スーサを内部に収容した袋状分離膜を原水スーサを重ねて集水管にスパイラル状に巻回したスパイラル型膜エレメントである。前記特許文献3の図2のように、集水管の代わりにシャフトを用い、側辺の一部に透過水取出口を有した袋状膜を該シャフトに巻回したスパイラル型膜エレメントを用いてもよい。本発明では、スパイラル型膜エレメントに限らず平膜型エレメントなどを用いてもよい。逆浸透膜装置の原水スーサの厚みは、1段目では0.6mmよりも大きく、2段目では0.6mm以下である。

[0016] 図1では逆浸透膜装置が2段に設けられているが、3段以上に設けられてもよい。3段目以降の逆浸透膜装置の原水スーサの厚みは0.6mm以下である。

[0017] 逆浸透膜は、海水淡水化用、低圧用、超低圧用、超々低圧用などのいずれでもよい。逆浸透膜の材質としては特に制限はなく、酢酸セルロース、ポリアミドなどのいずれでもよく、必要とされる除去率とフラックスに応じて適宜選択すればよい。阻止率の高い膜エレメントを用いる場合には、フェニレ

ンジアミンと酸クロライドで合成した芳香族ポリアミドの逆浸透膜を採用するのが好ましい。

[0018] 原水スパーサとしては、ポリエチレンやポリプロピレン等の合成樹脂製の、同一、あるいは異なる直径（線径）を有する複数の線材が等間隔に並べられ、45度～90度の角度で交差するように重ねられることにより形成されるメッシュスパーサなどを用いることができる。原水スパーサの空孔率は60%以上95%以下であることが好ましい。それにより、十分な攪拌効果により濃度分極を十分に抑制することができる。

[0019] 原水スパーサのメッシュの大きさは1 mm以上4 mm以下であることが好ましい。それにより、十分な攪拌効果により濃度分極を抑制するとともに、原液の流路抵抗の増加を抑制し、高い分離膜性能を得ることができる。原水スパーサはメッシュスパーサに限定されない。例えば、前記特許文献4の図6のようにジグザグ状線材よりなるものであってもよい。

[0020] 1段目の逆浸透膜装置の原水スパーサの厚みは、濁質閉塞を防止するために、0.6 mmより大きくし、好ましくは0.7 mm以上とする。ただし、原水スパーサの厚みを大きくしすぎると濃度分極が大きくなり、除去率が低下するため、2.0 mm以下であることが好ましい。

[0021] 2段目以降の逆浸透膜装置の原水スパーサの厚みは0.6 mm以下である。図2は様々な厚みの原水スパーサを用いた場合の直径8インチのスパイラル型逆浸透膜モジュールにおけるNaClの濃度分極の程度を表したものである。図2の通り、0.6 mm以上の厚みのスパーサは、濃度分極の影響が大きくなり、膜面濃度と平均バルク濃度の比が濃縮水量が2 m³/h以上で1.2倍を超えるため、好ましくない。原水スパーサの厚みが0.6 mm以下であると、濃度分極を防止でき、良好な処理水水質を得ることができる。ただし、原水スパーサの厚みは、0.2 mmよりも小さいと、通水抵抗が大きくなりすぎるため、0.2 mm以上であることが好ましい。従って、2段目以降の逆浸透膜装置の原水スパーサの厚みは0.2～0.6 mm特に0.2～0.5 mm、とりわけ0.3～0.5 mmであることが好ましい。

- [0022] 袋状膜内に設置される透過水スぺーサの厚みは、特に制限はないが、0.1～0.25mmが好適である。透過水スぺーサが厚過ぎると、原水スぺーサと同様にエレメントあたりの膜面積が小さくなり、薄過ぎると差圧が大きくなって、透過水量が小さくなる。
- [0023] 図3に示すように、NaClの真の阻止率は透過流束に依存し、透過流束が大きくなると真の阻止率は増加する。2段目の逆浸透膜装置の透過流束は1.1～2.0m³/dであることが好ましい。1.1m³/d以上であると真の除去率が99.9%を超え、水質向上の点で好ましい。透過流束が過度に小さいと、真の阻止率が低くなり、水質が低下するため好ましくない。2.0m³/d以上であると膜の耐圧性の問題や、透過水の通水抵抗が高くなることなどから好ましくない。除去対象とする物質によって真の阻止率は異なるが、どのような物質であってもその物質の真の阻止率は透過流束に依存するため、NaClにおいて、真の阻止率を高くすることで、その他の物質についても高い阻止率を得ることができる。
- [0024] 1段目の逆浸透膜装置の透過流束は0.2～1.0m³/dであることが好ましく、0.6～0.8m³/dであることがさらに好ましい。透過流束が1.0m³/d以上であると膜のファウリング、閉塞速度が大きくなり、洗浄頻度が多くなる。そのたびに装置も停止せねばならず、経済的でない。0.2m³/d未満であると、膜の本数が大きくなり、経済的ではない。

実施例

- [0025] 以下、実施例及び比較例について説明する。なお、以下の実施例及び比較例では、図1に示すフローの多段逆浸透膜装置を用いたが、逆浸透膜装置3, 7としては、図4に示す試験用平膜セルを用いた。
- [0026] 図4に示す平膜セルは、アクリル製の流路形成部材21, 22, 23、SU製耐圧補強部材24, 25を組み合わせ形成された空間内に、原水スぺーサ11と透過水スぺーサ12を逆浸透膜10を介して積層した膜ユニットを保持する構成とされている。
- [0027] 原水は、原水流入口13から逆浸透膜10の一次側に流入して原水スぺー

サ 1 1 に沿って流れ、その間に逆浸透膜 1 0 を透過した透過水は、透過水スパーサ 1 2 を経て透過水流出口 1 5 から取り出される。また、濃縮水は濃縮水流出口 1 4 から取り出される。

[0028] [実施例 1]

工業用水を凝集及び濾過した水（T O C 濃度 5 0 0 p p b (0 . 5 m g / L) ）を原水として用い、図 1 に示すフローの多段逆浸透膜装置に通水した。

[0029] 1 段目の逆浸透膜装置 3 の逆浸透膜として、市販の 8 インチスパイラル型逆浸透膜エレメントを想定し、日東電工製逆浸透膜 E S 2 0 から平膜を幅 5 0 m m × 長さ 8 0 0 m m に切り抜き、厚み 0 . 7 1 m m のポリプロピレン製原水スパーサ（線径 0 . 2 5 ~ 0 . 3 6 m m 、目開き 2 . 6 m m ）とともに図 4 の通り、S U S 製通水セルに充填した。

[0030] 2 段目の逆浸透膜装置 7 も、同様の逆浸透膜エレメントを想定し、日東電工製逆浸透膜 E S 2 0 から平膜を幅 5 0 m m × 長さ 8 0 0 m m に切り抜き、厚み 0 . 6 0 m m のポリプロピレン製原水スパーサ（線径 0 . 2 ~ 0 . 3 m m 、目開き 2 . 2 m m ）とともに図 4 の通り S U S 製通水セルに充填した。

[0031] 上記の 1 段目、2 段目用の膜エレメントを 8 インチ逆浸透膜装置に充填した場合、膜面積はそれぞれ、4 1 . 8 m²、4 6 . 0 m²となる。

[0032] 1 段目の逆浸透膜装置に、透過流束 0 . 6 m³/d、濃縮水として 8 インチエレメント換算で 3 . 6 m³/h になるように通水し、2 段目の逆浸透膜装置に、透過流束 1 . 0 m³/d、8 インチエレメント換算で 3 . 6 m³/h になるように通水した。通水 5 0 0 時間後の 2 段目処理水（2 段目逆浸透膜装置透過水）の T O C 濃度と、換算透過水量（0 . 7 5 M P a 換算時の透過流量）及び 1 段目エレメントの差圧を表 1 に示す。

[0033] [実施例 2]

2 段目の逆浸透膜の透過流束を 1 . 1 m³/d としたこと以外は実施例 1 と同一の条件で試験を行った。通水 5 0 0 時間後の処理水 T O C 濃度と、換算透過水量（0 . 7 5 M P a 換算時の透過流量）及び 1 段目エレメントの差圧

を表 1 に示す。

[0034] [実施例 3]

2 段目の逆浸透膜の原水スパーサとして、線径 0.15~0.25 mm、目開き 2.0 mm、厚み 0.5 mm のものを用いたこと以外は実施例 1 と同一の条件で試験を行った。この膜エレメントを 8 インチ逆浸透膜装置に充填した場合、膜面積は 50.2 m² となる。通水 500 時間後の処理水 T O C 濃度、換算透過水量 (0.75 MP a 換算時の透過流量) 及び 1 段目エレメントの差圧を表 1 に示す。

[0035] [実施例 4]

2 段目の逆浸透膜装置の透過流束を 1.1 m³/d としたこと以外は実施例 3 と同一の条件で試験を行った。通水 500 時間後の処理水 T O C 濃度、換算透過水量 (0.75 MP a 換算時の透過流量) 及び 1 段目エレメントの差圧を表 1 に示す。

[0036] [実施例 5]

2 段目の逆浸透膜の透過流束を 1.3 m³/d としたこと以外は実施例 3 と同一の条件で試験を行った。通水 500 時間後の処理水 T O C 濃度、換算透過水量 (0.75 MP a 換算時の透過流量) 及び 1 段目エレメントの差圧を表 1 に示す。

[0037] [実施例 6]

1 段目の逆浸透膜の透過流束を 1.1 m³/d としたこと以外は実施例 1 と同一の条件で試験を実施した。通水 500 時間後の処理水 T O C 濃度、換算透過水量 (0.75 MP a 換算時の透過流量) 及び 1 段目エレメントの差圧を表 1 に示す。

[0038] [比較例 1]

2 段目の逆浸透膜の原水スパーサとして、線径 0.25~0.36 mm、目開き 2.6 mm、厚み 0.71 mm のものを用いたこと以外は実施例 1 と同一の条件で試験を実施した。この膜エレメントを 8 インチ逆浸透膜装置に充填した場合、膜面積は 41.8 m² となる。通水 500 時間後の処理水 T O

C濃度と、換算透過水量（0.75 MPa換算時の透過流量）、及び1段目エレメントの差圧を測定した。結果を表1に示す。

[0039] [比較例2]

1段目の逆浸透膜の原水スパーサとして、線径0.2～0.3 mm、目開き2.2 mm、厚み0.6 mmのものを用いたこと以外は実施例1と同一の条件で試験を実施した。この膜エレメントを8インチ逆浸透膜装置に充填した場合、膜面積は41.8 m²となる。通水500時間後の処理水TOC濃度と、換算透過水量（0.75 MPa換算時の透過流量）、及び1段目エレメントの差圧を測定した。結果を表1に示す。

[0040]

[表1]

	1段目逆浸透膜装置				2段目逆浸透膜装置				2段目 処理水 TOC濃度 (ppb)	1段目換算 透過流束 (m ³ /d at 0.75MPa)	1段目 エレメント 差圧 (MPa)
	原水 スぺーサ 厚み(mm)	膜面積 (m ²)	フラックス (m/d)	透過水量 (m ³ /d)	原水 スぺーサ 厚み(mm)	膜面積 (m ²)	フラックス (m/d)	透過水量 (m ³ /d)			
実施例1	0.71	41.8	0.6	25.1	0.6	46	1	46.0	20	0.7	0.05
実施例2	0.71	41.8	0.6	25.1	0.6	46	1.1	50.6	15	0.7	0.05
実施例3	0.71	41.8	0.6	25.1	0.5	50.2	1	50.2	18	0.7	0.05
実施例4	0.71	41.8	0.6	25.1	0.5	50.2	1.1	55.2	14	0.7	0.05
実施例5	0.71	41.8	0.6	25.1	0.5	50.2	1.3	65.3	10	0.7	0.05
実施例6	0.71	41.8	1.1	46.0	0.6	46	1	46.0	12	0.5	0.05
比較例1	0.71	41.8	0.6	25.1	0.71	41.8	1	41.8	23	0.7	0.05
比較例2	0.6	46	0.6	27.6	0.6	46	1	46.0	18	0.7	0.15

[0041] 表1に示す通り、実施例1～6によれば、処理水TOC濃度が低く、高純度の水質を得ることができる。実施例6については、1段目の透過流束が他の例よりも高いため、500時間後の透過流束に低下が見られる。比較例1は従来の処理方法である。比較例2は処理水質は従来よりも良いが、1段目の逆浸透膜の原水スペーサを薄くしたため、1段目の逆浸透膜のエLEMENT差圧が早期に上昇し、安定性が低い。

[0042] [実施例7]

1段目の逆浸透膜装置3の逆浸透膜として、市販の8インチ逆浸透膜ELEMENTを想定し、日東電工製逆浸透膜ES20から平膜を幅50mm×長さ800mmに切り抜き、厚み0.86mmのポリプロピレン製原水スペーサ（線径0.3～0.43mm、目開き3.0mm）とともに図4の通りSUS製通水セルに充填した。

[0043] 2段目の逆浸透膜装置7の逆浸透膜として、日東電工製逆浸透膜ES20から平膜を幅50mm×長さ800mmに切り抜き、厚み0.60mmのポリプロピレン製原水スペーサ（線径0.2～0.3mm、目開き2.2mm）とともに図4の通りSUS製通水セルに充填した。

[0044] この1段目、2段目用の膜ELEMENTを8インチ逆浸透膜装置に充填した場合、膜面積はそれぞれ、37.1m²、46.0m²である。

[0045] 原水として生物処理水を凝集濾過した水（TOC濃度1100ppb（1.1mg/L））を用い、1段目の逆浸透膜装置に透過流束0.6m³/d、濃縮水として8インチELEMENT換算で3.6m³/hになるように通水し、2段目の逆浸透膜装置に透過流束1.0m³/d、8インチELEMENT換算で3.6m³/hになるように通水した。通水500時間後の処理水TOC濃度、換算透過水量（0.75MPa換算時の透過流量）及び1段目ELEMENTの差圧を表2に示す。

[0046] [比較例3]

2段目の逆浸透膜の原水スペーサとして、線径0.25～0.36mm、目開き2.6mm、厚み0.71mmのものを用いたこと以外は実施例7と

同一の条件で試験を行った。この膜エレメントを８インチ逆浸透膜装置に充填した場合、膜面積は 41.8 m^2 となる。通水５００時間後の処理水ＴＯＣ濃度、換算透過水量（ 0.75 MPa 換算時の透過流量）及び１段目エレメントの差圧を表２に示す。

[0047] [比較例４]

１段目の逆浸透膜の原水スパーサとして、線径 $0.25\sim0.36\text{ mm}$ 、目開き 2.6 mm 、厚み 0.71 mm のものをを用いたこと以外は比較例３と同一の条件で試験を行った。この膜エレメントを８インチ逆浸透膜装置に充填した場合、膜面積は 41.8 m^2 となる。通水５００時間後の処理水ＴＯＣ濃度、換算透過水量（ 0.75 MPa 換算時の透過流量）及び１段目エレメントの差圧を表２に示す。

[0048]

[表2]

	1段目逆浸透膜装置				2段目逆浸透膜装置				2段目 処理水 TOC濃度 (ppb)	1段目換算 透過流速 (m/d at 0.75MPa)	1段目 エレメント 差圧 (MPa)
	原水 スペーサ 厚み(mm)	膜面積 (m ²)	フラックス (m/d)	透過水量 (m ³ /d)	原水 スペーサ 厚み(mm)	膜面積 (m ²)	フラックス (m/d)	透過水量 (m ³ /d)			
実施例7	0.86	37.1	0.6	22.3	0.6	46	1	46.0	38	0.6	0.05
比較例3	0.86	37.1	0.6	22.3	0.71	41.8	1	41.8	43	0.6	0.05
比較例4	0.71	41.8	0.6	25.1	0.71	41.8	1	41.8	41	0.6	0.15

[0049] 表2に示す通り、実施例7によると比較例3よりも優れた処理水質、高い透過水量を得ることができた。比較例4は1段目のエレメントの差圧上昇が見られ、安定性が悪化する結果となった。

[0050] 以上の実施例及び比較例からも明らかな通り、本発明の多段逆浸透膜装置によると、1段目及び2段目逆浸透膜装置に同一厚みの原水スペーサを用いた多段逆浸透膜装置よりも高純度の処理水を得ることができ、安定性を損なうことなく、水質向上が可能である。

[0051] 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。

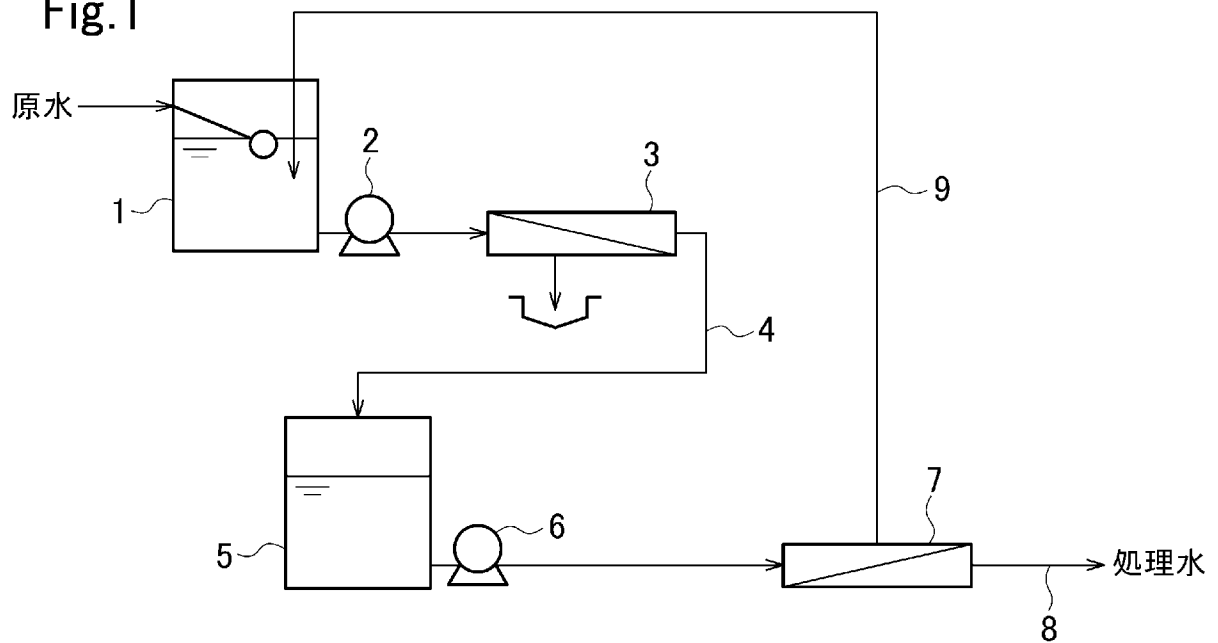
本出願は、2013年2月20日付で出願された日本特許出願2013-031033に基づいており、その全体が引用により援用される。

請求の範囲

- [請求項1] 袋状の逆浸透膜を原水スペーサと共に巻回してなるスパイラル型膜エレメントを備えた逆浸透膜装置を多段に設置してなり、前段の逆浸透膜装置の処理水を後段の逆浸透膜装置で処理する多段逆浸透膜装置において、
- 1 段目の逆浸透膜装置の膜エレメントの原水スペーサの厚みが0.6 mmより大きく、2 段目以降の逆浸透膜装置の膜エレメントの原水スペーサの厚みが0.6 mm以下であることを特徴とする多段逆浸透膜装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の多段逆浸透膜装置において、1 段目の逆浸透膜装置の原水スペーサの厚みが0.7～2 mmであり、2 段目以降の逆浸透膜装置の膜エレメントの原水スペーサの厚みが0.2～0.6 mmであることを特徴とする多段逆浸透膜装置。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の多段逆浸透膜装置を運転する方法において、1 段目の逆浸透膜装置の透過流束を1.0 m³/d以下とし、2 段目以降の逆浸透膜装置の透過流束を1.1 m³/d以上とすることを特徴とする多段逆浸透膜装置の運転方法。

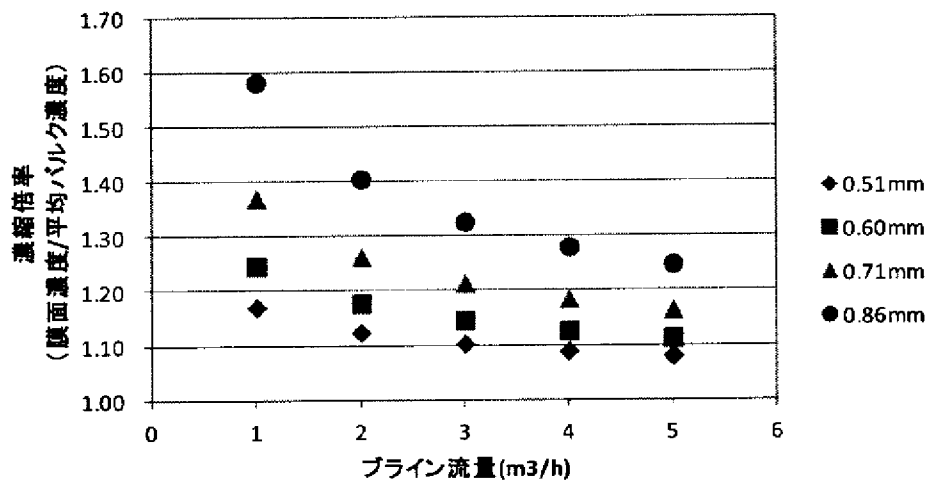
[図1]

Fig.1



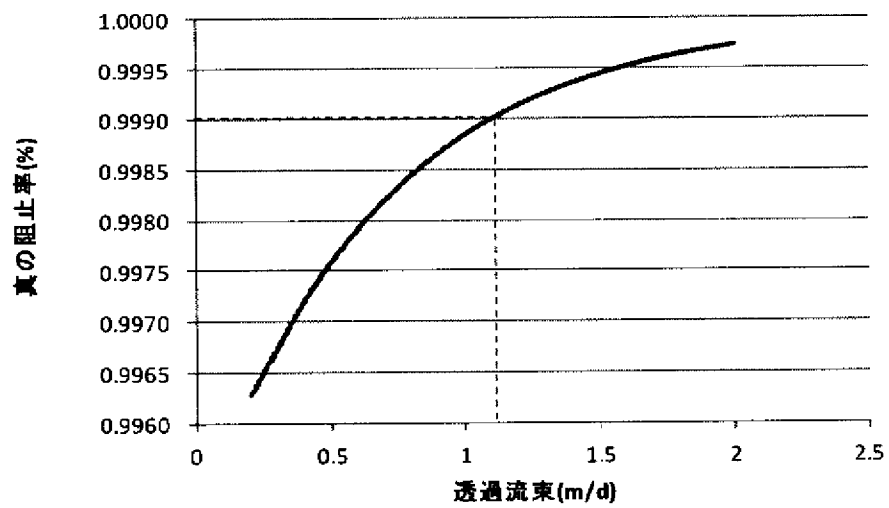
[図2]

Fig.2



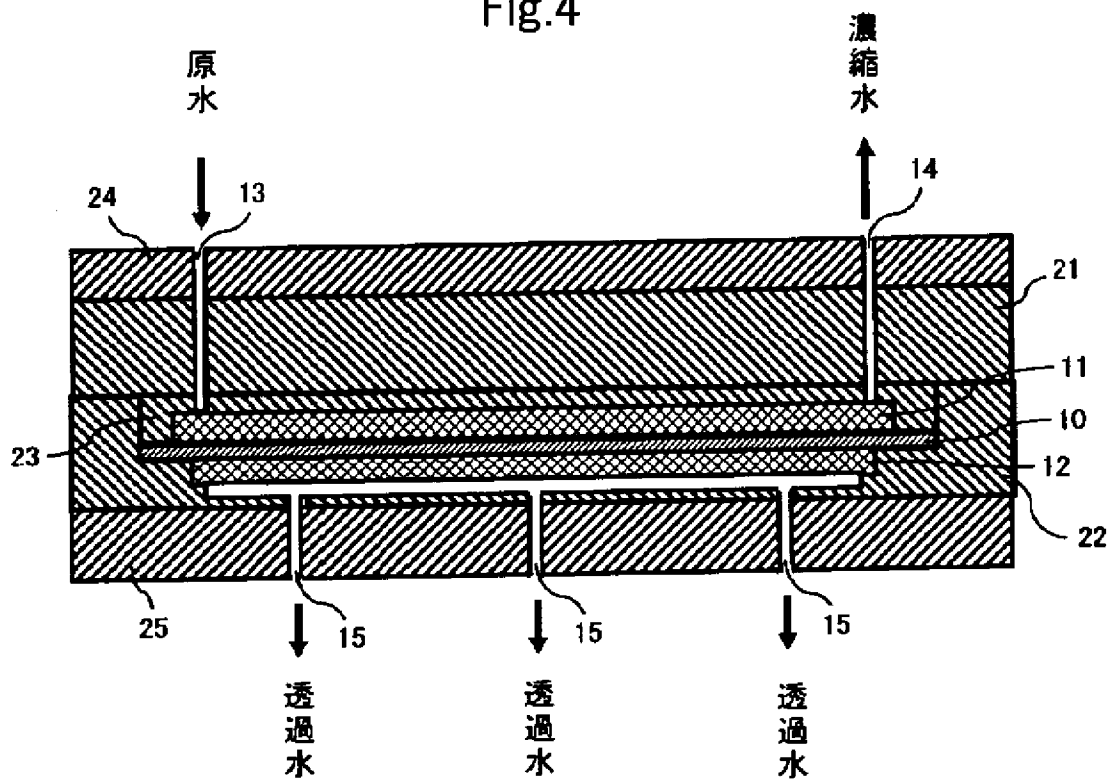
[図3]

Fig.3



[図4]

Fig.4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053472

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F1/44(2006.01)i, B01D61/08(2006.01)i, B01D61/58(2006.01)i, B01D63/00(2006.01)i, B01D63/10(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, B01D61/08, B01D61/58, B01D63/00, B01D63/10

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

Thomson Innovation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-152265 A (Toray Industries, Inc.), 21 June 2007 (21.06.2007), claims; paragraphs [0044], [0055], [0056], [0058]; fig. 2 (Family: none)	1-3
Y	JP 2000-262867 A (Toray Industries, Inc.), 26 September 2000 (26.09.2000), claims; paragraphs [0003], [0014], [0015], [0022]; fig. 1 (Family: none)	1-3
Y	JP 2000-237554 A (Nitto Denko Corp.), 05 September 2000 (05.09.2000), paragraphs [0008], [0050], [0053] (Family: none)	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

"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
04 April, 2014 (04.04.14)

Date of mailing of the international search report
15 April, 2014 (15.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053472

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-507919 A (Filmtec Corp.), 09 March 2006 (09.03.2006), claims 1, 2; paragraphs [0014] to [0016], [0046] & US 2003/0205520 A1 & EP 1503849 A & WO 2003/092872 A1 & DE 60303508 D & BR 309790 A & AT 317288 T & ES 2256733 T	1-3
A	JP 2007-523744 A (Dow Global Technologies Inc.), 23 August 2007 (23.08.2007), claims 1, 6 to 9; paragraphs [0020], [0054] to [0058] & US 2007/0272628 A1 & EP 1720639 A & WO 2005/082497 A1 & CN 1921927 A	1-3
A	JP 10-230143 A (Nitto Denko Corp.), 02 September 1998 (02.09.1998), claims; paragraphs [0052] to [0055], [0071]; fig. 1 (Family: none)	1-3

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, B01D61/08(2006.01)i, B01D61/58(2006.01)i, B01D63/00(2006.01)i, B01D63/10(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, B01D61/08, B01D61/58, B01D63/00, B01D63/10

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

Thomson Innovation

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	JP 2007-152265 A（東レ株式会社）2007.06.21, 【特許請求の範囲】 【0044】【0055】【0056】【0058】【図2】（ファミリーなし）	1-3
Y	JP 2000-262867 A（東レ株式会社）2000.09.26, 【特許請求の範囲】 【0003】【0014】【0015】【0022】【図1】（ファミリーなし）	1-3
Y	JP 2000-237554 A（日東電工株式会社）2000.09.05, 【0008】【0050】 【0053】（ファミリーなし）	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
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

0 4 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 4 . 2 0 1 4

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）

齊藤 光子

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

4 D

3 0 3 0

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 2006-507919 A (フィルムテック コーポレーション) 2006.03.09, 【請求項 1】【請求項 2】【0014】 - 【0016】【0046】 & US 2003/0205520 A1 & EP 1503849 A & WO 2003/092872 A1 & DE 60303508 D & BR 309790 A & AT 317288 T & ES 2256733 T	1-3
A	JP 2007-523744 A (ダウ グローバル テクノロジーズ インコー ポレーテッド) 2007.08.23, 【請求項 1】【請求項 6】 - 【請求項 9】 【0020】【0054】 - 【0058】 & US 2007/0272628 A1 & EP 1720639 A & WO 2005/082497 A1 & CN 1921927 A	1-3
A	JP 10-230143 A (日東電工株式会社) 1998.09.02, 【特許請求の範 囲】【0052】 - 【0055】【0071】【図 1】 (ファミリーな し)	1-3