

(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 2014/129398 A1

- (51) 国際特許分類:
C02F 1/44 (2006.01) **B01D 61/12** (2006.01)
B01D 61/02 (2006.01) **B01D 63/10** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/053471
- (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 2013-031032 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).

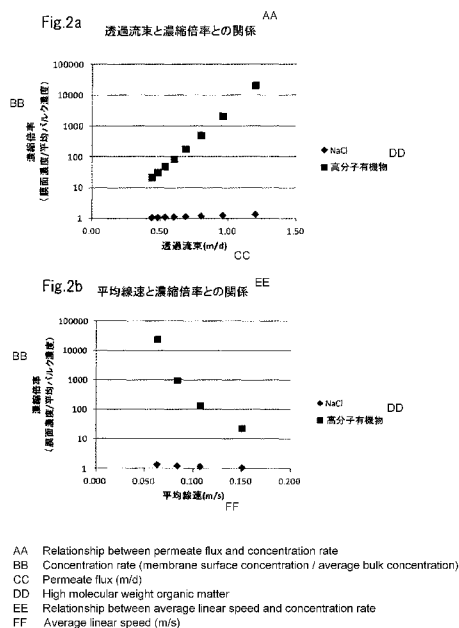
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: METHOD OF OPERATING REVERSE OSMOSIS MEMBRANE DEVICE, AND REVERSE OSMOSIS MEMBRANE DEVICE

(54) 発明の名称: 逆浸透膜装置の運転方法、及び逆浸透膜装置

[図2]



(57) Abstract: Provided is a reverse osmosis membrane device capable of stably treating raw water containing many membrane contaminants, such as water that has undergone an MBR treatment, while preventing decreases in the flow rate of the permeate. Also provided is a method of operating the reverse osmosis membrane device. Specifically provided is a method of operating a reverse osmosis membrane device for the treatment of raw water that contains high molecular weight organic matter, wherein the raw water contains high molecular weight organic matter having a molecular weight of 10,000 or greater at a concentration of 0.01 ppm or greater, the reverse osmosis membrane device comprises a spiral-wound reverse osmosis membrane element that satisfies formula (1), below, and the reverse osmosis membrane device operates with a permeate flux of 0.6 m/d or lower. Formula (1): membrane surface area (m²) ≥ n² × (11/16). Therein, n represents the diameter of the reverse osmosis membrane element diameter (inches).

(57) 要約: MBR処理水等の膜汚染物質を多く含む原水を、透過水量の低下を防止して安定に処理することができる逆浸透膜装置及びその運転方法を提供する。高分子有機物を含有する水を原水として処理する逆浸透膜装置の運転方法において、該原水が分子量10,000以上の高分子有機物を0.01ppm以上の濃度で含有し、該逆浸透膜装置は、下記式(1)を満たすスパイラル型逆浸透膜エレメントを有し、該逆浸透膜装置を透過流量0.6m/d以下で運転する。膜面積(m²) ≥ n² × (11/16) ... (1) ただし、nは逆浸透膜エレメントの直径(インチ)を表す。

明 細 書

発明の名称：逆浸透膜装置の運転方法、及び逆浸透膜装置

技術分野

[0001] 本発明は、MBR処理水等の、膜に吸着して膜汚染を進行させる高分子有機物を含む水を処理する逆浸透膜装置及びその運転方法に関する。本発明はまた、この逆浸透膜装置を用いた生物処理水の処理方法に関する。

背景技術

[0002] 逆浸透膜は、従来、海水淡水化、超純水製造、工業用水処理、排水回収処理などにおいて、原水中のイオン類や有機物などを除去するために用いられている（例えば非特許文献1）。逆浸透膜は膜表面での微生物の繁殖や有機物の吸着により透過流束が低下したり、濁質による閉塞でモジュール差圧が上昇することがある。従って、逆浸透膜を定期的に洗浄し、透過流束や、エレメントの原水側と濃縮水側の差圧（以下、エレメント差圧）を回復させる必要がある。

[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。このスパイラル型膜エレメントでは、原水は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、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排出される。

[0004] このように、スパイラル型膜エレメントでは、透過水集水管に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ことになる。

- [0005] スパイラル型膜エレメントの原水スペーサの厚みを厚くすることで、濁質が原水流路を閉塞しにくくなり、濁質蓄積によるエレメント差圧の上昇や透過水量、透過水質の低下を回避できる。濁質による閉塞性を改善するために、原水スペーサの厚みを大きくしたスパイラル型逆浸透膜エレメントが上市されている。
- [0006] 原水スペーサを厚くすると、エレメントあたりの膜面積が小さくなり、エレメントあたりの透過水量が減少する。市販のスパイラル型逆浸透膜エレメントの膜面積は 4.2 m^2 (44.0 ft^2) 以下である。
- [0007] 原水スペーサの厚みを大きくしても、膜汚染物質の吸着による透過流束の低下に対する改善効果は期待できない。
- [0008] エレメントあたりの膜面積を大きくするために、原水スペーサの厚みを薄くすることも提案されている（例えば特許文献1）。一般的には、原水スペーサの厚みが薄くなると濁質による流路の閉塞が問題となると考えられている。原水スペーサの厚みが薄いものについては、どのような特性があり、どのような運転をすればよいかは知られていなかった。
- [0009] 下水などの有機性汚水を生物処理槽において活性污泥処理し、生物処理槽内に浸漬設置した浸漬型膜分離装置で活性污泥混合液を固液分離する膜分離活性污泥法（MBR：メンブレンバイオリアクター）は、安定した水質の処理水を得ることができ、また、活性污泥濃度を高めて高負荷処理を行える。このMBR処理水（浸漬型膜分離装置の膜濾過水）を直接逆浸透膜装置に給水して逆浸透膜分離処理する有機性排水の処理方法も提案されている（例えば、非特許文献2）。
- [0010] MBR処理水は、膜汚染物質となる分子量10,000以上の高分子有機物を多く含む。従って、MBR処理水を処理する逆浸透膜装置では、経時による透過流束の低下あるいは膜間差圧の増加が大きい。

先行技術文献

特許文献

- [0011] 特許文献1：特許第4107724号公報

非特許文献

[0012] 非特許文献1：「ユーザーのための実用膜分離技術」（1996年4月30日初版1刷発行、日刊工業新聞社）第6頁

非特許文献2：「水処理膜の製膜技術と材料評価」（2012年1月30日第1版第1刷発行、サイエンス&テクノロジー株式会社）第11頁

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 本発明は、MBR処理水等の膜汚染物質を多く含む原水を、透過水量の低下を防止して安定に処理することができる逆浸透膜装置及びその運転方法と、この逆浸透膜装置を用いた生物処理水の処理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] 逆浸透膜は、通水により膜表面で濃度分極と呼ばれる現象が発生し、濃度分極が大きくなると、膜面の溶質濃度が高くなることが知られている。本発明者らは、上記課題を解決すべく、スパイラル型逆浸透膜エレメントの流動条件を解析した結果、以下のような知見を得た。

- 1) 膜の透過流束を小さくすると濃度分極は小さくなる。
- 2) 膜表面の通水線速を大きくすると濃度分極は小さくなる。
- 3) 溶質の分子量が大きくなると濃度分極が大きくなる。

本発明者らはまた、膜汚染によるファウリングを引き起こす原因物質が、分子量10,000以上の高分子有機物、特に多糖類、たんぱく質のような生物代謝物であること、それらの高分子有機物が濃度分極によって膜面濃度が上昇した際に、透過流束及び透過水量の低下が顕著になることをつきとめた。

[0015] さらに検討を重ねた結果、次の知見を得た。逆浸透膜エレメントとしてエレメントあたりの膜面積を大きくしたスパイラル型逆浸透膜エレメントを用いることにより、同一透過水量においても従来のスパイラル型逆浸透膜エレ

メントよりも透過流束を小さくすることができる。一定値以下の透過流束で運転することにより、濃度分極を小さくして、透過流束及び透過水量の低下を抑制することができる。通水線速を一定値以上とすることにより、さらに透過流束の低下を抑制することができる。

[0016] 本発明はこのような知見に基いて達成されたものであり、以下を要旨とする。

[0017] [1] 高分子有機物を含有する水を原水として処理する逆浸透膜装置の運転方法において、該原水が分子量10,000以上の高分子有機物を0.01ppm以上の濃度で含有し、該逆浸透膜装置は、下記式(1)を満たす膜面積を有するスパイラル型逆浸透膜エレメントを有し、該逆浸透膜装置を透過流束0.6m/d以下で運転することを特徴とする逆浸透膜装置の運転方法。

$$\text{膜面積 (m}^2\text{)} \geq n^2 \times (11/16) \quad \dots (1)$$

ただし、nは逆浸透膜エレメントの直径(インチ)を表す。

[0018] [2] 前記透過流束が0.45m/d以下であることを特徴とする[1]に記載の逆浸透膜装置の運転方法。

[0019] [3] 線速0.1m/s以上の濃縮水流量で運転することを特徴とする[1]又は[2]に記載の逆浸透膜装置の運転方法。

[0020] [4] 前記逆浸透膜エレメントの直径nが8インチであることを特徴とする[1]ないし[3]のいずれかに記載の逆浸透膜装置の運転方法。

[0021] [5] 前記原水がMBR処理水であることを特徴とする[1]ないし[4]のいずれかに記載の逆浸透膜装置の運転方法。

[0022] [6] 分子量10,000以上の高分子有機物を0.01ppm以上の濃度で含有する水を原水として処理する逆浸透膜装置であって、下記式(1)を満たす膜面積を有するスパイラル型逆浸透膜エレメントを有し、透過流束0.6m/d以下で運転されることを特徴とする逆浸透膜装置。

$$\text{膜面積 (m}^2\text{)} \geq n^2 \times (11/16) \quad \dots (1)$$

ただし、nは逆浸透膜エレメントの直径(インチ)を表す。

[0023] [7] 生物処理水を[6]に記載の逆浸透膜装置で逆浸透膜分離処理することを特徴とする生物処理水の処理方法。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、MBR処理水等の膜汚染物質を多く含む原水を、透過水量の低下を防止して安定に逆浸透膜分離処理することができる。

[0025] 即ち、本発明によれば、エレメントあたりの膜面積を大きくすることで、同一透過水量においても従来のスパイラル型逆浸透膜エレメントよりも透過流束を小さくすることができる。一定値以下の透過流束で運転することにより膜面での濃度分極を小さくして、透過水量の低下を抑制することができる。このため、長期に亘り安定な処理を継続することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]図1a, 1b及び1cは本発明の生物処理水の処理方法の実施の形態を示す系統図である。

[図2]図2aは、NaCl水溶液又は平均分子量10,000の高分子有機物を含む水を原水とする逆浸透膜分離処理における透過流束と濃縮倍率との関係を示すグラフであり、図2bは、同平均線速と濃縮倍率との関係を示すグラフである。

[図3]実施例において用いた平膜セルの構造を示す模式的断面図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下に本発明の実施の形態を詳細に説明する。

[0028] <原水>

本発明において、逆浸透膜装置で逆浸透膜分離処理する原水は、分子量10,000以上の高分子有機物を0.01ppm以上の濃度で含有する水である。分子量10,000以上の高分子有機物、特に多糖類、たんぱく質のような生物代謝物は、膜を汚染し易く、透過流束の低下の原因となり易い。本発明においては、このような高分子有機物を0.01ppm以上、例えば0.05～0.5ppm含み、通水により逆浸透膜の透過流束を大きく低下させる水を原水とする。

[0029] このような高分子有機物含有水としては、各種排水の回収水や生物処理水、特にMBR処理水などが好適に使用される。

[0030] 分子量10,000以上の高分子有機物の水中濃度の測定方法に特に制限はなく、LC-OCD（液体クロマトー有機炭素測定）やHPLC（高速液体クロマトグラフィー）などのクロマトグラフィーで分子量分画してTOCなどを測定する機器を用いて測定することができる。この濃度は、事前に分画分子量10,000のUF膜を用いて分子量10,000以上の物質と10,000未満の物質を分離して、TOC分析を行うことによっても測定することができる。

[0031] <スパイラル型逆浸透膜エレメント>

本発明における逆浸透膜装置に装填されるスパイラル型逆浸透膜エレメントは、逆浸透膜の平膜の一次側（一方の面）に原水を通水するための原水スペーサを配置し、二次側（他方の面）に透過水を通水するための透過水スペーサを配置した膜ユニットを巻回してスパイラル状にしたものである。

[0032] スパイラル型逆浸透膜エレメントの直径としては特に制限がなく、4インチ、8インチ、16インチと言ったものが提供されているが、一般的に8インチのスパイラル型逆浸透膜エレメントが用いられている。

[0033] エレメントの長さは通常1m程度であるが、これに限定されない。

[0034] 本発明で用いるスパイラル型逆浸透膜エレメントは、下記式（1）を満たす膜面積を有することを特徴とする。

$$\text{膜面積 (m}^2\text{)} \geq n^2 \times (11/16) \quad \dots (1)$$

ただし、nは逆浸透膜エレメントの直径（インチ）を表す。

[0035] スパイラル型逆浸透膜エレメントの膜面積が上記式（1）を満たさず、膜面積（m²）が $n^2 \times (11/16)$ より小さいと、同一透過水量における透過流束を小さくすることができず、本発明の目的と達成し得ない。

[0036] スパイラル型逆浸透膜エレメントの膜面積（m²）は、特に $n^2 \times 11/16$ 以上、とりわけ $n^2 \times 13/16$ であることが好ましい。逆浸透膜、原水スペーサ及び透過水スペーサの必要量を確保するために、膜面積は $n^2 \times 16/$

1.6以下である。

[0037] 逆浸透膜の材質としては特に制限はないが、除去率が高い膜が好ましいため、フェニレンジアミンと酸クロライドを用いて基材上に合成された芳香族ポリアミド膜が好ましい。逆浸透膜の厚みは0.1～0.15mmが通常使用される範囲である。

[0038] 原水スパーサ、透過水スパーサの形状に特に制限はないが、ポリエチレンやポリプロピレン等の樹脂で構成される、同一、あるいは異なる直径を有する複数の線材が等間隔に並べられ、45度から90度の角度で互いに交差するように重ねられたメッシュ状のスパーサが一般的である。

[0039] 現在、一般的に採用されている原水スパーサとして、厚みが0.69mm (26mil)、0.71mm (28mil)、0.86mm (34mil)のもの等がある。本発明においては、前記式(1)を満たすために、原水スパーサとしては厚み0.6mm以下、例えば0.2～0.6mm程度のものを用いることが好ましい。原水スパーサの厚みが厚過ぎると、エレメント当たりの膜面積が小さくなって、前記式(1)を満たし得なくなる。原水スパーサの厚みが薄過ぎると、濁質による流路の閉塞が問題となる。

[0040] メッシュ状原水スパーサの空孔率は60～95%、メッシュの大きさは1.0～4.0mmが好ましい。このような空孔率とメッシュの大きさのメッシュ状原水スパーサであれば、通水性を十分確保した上で、原水の混合効果を与え、濃度分極の抑制に寄与することができる。空孔率とは空間体積から線材の体積を引いたものを空間体積で除した値の百分率である。メッシュの大きさとは線材間の間隔である。

[0041] 透過水スパーサの厚みは、特に制限はないが、0.1～0.25mmが好適である。透過水スパーサの厚みが厚過ぎると原水スパーサと同様にエレメント当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。

[0042] <透過流束>

本発明においては、上述のような膜面積を有するスパイラル型逆浸透膜エ

レメントを用いた逆浸透膜装置を透過流束 0.6 m/d 以下で運転する。

[0043] 一般に、逆浸透膜装置の標準操作圧での純水透過流束は $0.7 \sim 0.85 \text{ m/d}$ であり、無機塩類や有機物を含む原水を通水する場合は、 $0.5 \sim 0.7 \text{ m/d}$ 程度に設定することが通常である。

[0044] 本発明者は分子量 $10,000$ 以上の高分子有機物が逆浸透膜を汚染させる物質であること、その高分子有機物濃度の膜面濃度が 1 ppm を超えると透過流束の低下が顕著になることを実験的に確認した。本発明者は、分子量 $10,000$ 以上の高分子有機物が 0.01 ppm 以上含まれる原水において、膜面濃度の濃縮倍率が 100 倍を超えると透過流束の低下が顕著になることを見出した。濃縮倍率が 100 倍を超えないようにするためには、透過流束が 0.6 m/d 以下であることが必要である。従って、本発明では、透過流束 0.6 m/d 以下、好ましくは 0.45 m/d 以下で逆浸透膜装置を運転する。しかし、透過流束を下げすぎると、必要とする膜本数が多くなり、経済的でないため、透過流束は 0.2 m/d 以上であることが好ましい。

[0045] 濃縮水流量は、通常、 8 インチスパイラル型逆浸透膜エレメントの場合 $2.0 \sim 8.0 \text{ m}^3/\text{h}$ であり、このときの線速は $0.05 \sim 0.15 \text{ m/s}$ である。本発明においては、濃縮水の通水線速については、透過流束にもよるが、 0.1 m/s 以上を維持することが膜面濃度を上昇させない点で好ましい。この線速が 0.1 m/s より低くなると膜面の濃縮倍率が 100 倍を超え、透過流束の低下が顕著になるため好ましくない。一方、線速が 0.2 m/s を超えると圧力損失が大きくなりすぎ、膜の破損の可能性も高まるため、好ましくない。従って、より好ましい線速は $0.1 \sim 0.2 \text{ m/s}$ である。

[0046] 8 インチスパイラル型逆浸透膜エレメントとして、膜面積が $n^2 \times (11/16) = 44 \text{ m}^2$ より小さいものでは、上記条件を満たす運転を行うと、透過水量、及び水回収率が低くなる。そのため、上記の透過流束と線速の条件を満たすためには、膜面積が 44 m^2 以上、即ち $n^2 \times (11/16)$ 以上のスパイラル型逆浸透膜エレメントを用いることが必要となる。

[0047] <生物処理水の処理>

本発明の逆浸透膜装置は、特に生物処理水の逆浸透膜分処理に好適に用いられる。

[0048] 図1 a, 1 b及び1 cは、本発明の逆浸透膜装置を用いる本発明の生物処理水の処理方法の実施の形態を示す系統図である。

図1 aでは、生物処理水は、好気及び／又は嫌気性生物処理手段1、凝集処理手段2、加圧浮上等の固液分離手段3、濾過手段4、保安フィルター5及び逆浸透膜装置6で処理される。図1 bでは、生物処理手段1の処理水を直接膜濾過装置等の濾過手段4で固液分離した水を逆浸透膜装置6に導入して逆浸透膜分離処理する。図1 cでは、MBR（浸漬型膜分離装置）7の処理水を直接逆浸透膜装置6に導入して処理する。本発明方法は、これらの方法に限定されない。

実施例

[0049] 以下に参考例、実施例及び比較例を挙げて本発明をより具体的に説明する。

[0050] [参考例1]

直径8インチのスパイラル型逆浸透膜エレメント（ $n^2 \times (11/16) = 44$ ）における原水スぺーサの厚さと膜面積の関係と、流量一定時の透過流速と線速との関係を、以下の表1, 2に示す。

[0051] 表1, 2より明らかなように、原水スぺーサの厚みを薄くすることにより、エレメント1本あたりの膜面積を大きくすることができ、ファウリングによるフラックス低下を抑制することができる。原水スぺーサの厚さが薄くなりすぎると、例えば、0.2 mm以下であると、通水抵抗が大きくなり、濁質等による閉塞のリスクが高くなる。

[0052]

[表1]

<透過水量：1.1m³/h、濃縮水量5.1m³/hで固定したとき>

膜面積 (m ²)	原水スペーサ の厚さ(mm)	透過流束 (m/d)	線速 (m/s)
33.6	1.00	0.79	0.086
37.1	0.86	0.71	0.091
41.8	0.71	0.63	0.097
44.0	0.65	0.60	0.101
50.7	0.50	0.52	0.114
63.6	0.30	0.42	0.151
72.8	0.20	0.36	0.198

[0053] [表2]

<透過水量：1.1m³/h、濃縮水量3.6m³/hで固定したとき>

膜面積 (m ²)	原水スペーサ の厚さ(mm)	透過流束 (m/d)	線速 (m/s)
33.6	1.00	0.79	0.060
37.1	0.86	0.71	0.063
41.8	0.71	0.63	0.067
44.0	0.65	0.60	0.070
50.7	0.50	0.52	0.079
63.6	0.30	0.42	0.105
72.8	0.20	0.36	0.137

[0054] [参考例2]

逆浸透膜分離処理において、NaCl水溶液、又は平均分子量10,000の高分子有機物を含む水を原水とする場合の透過流束又は平均線速と濃縮倍率（膜面濃度／平均バルク濃度）の関係を解析した結果、図2a, 2bに示す関係が得られた。

図2a, 2bより、高分子の種類によって多少の差異はあるものの、総じてNaClなどの分子量の小さい物質と比較して、高分子有機物の膜面濃度は、透過流束の増大、平均線速の低下により、著しく増加することが分かる。

[0055] [実施例1]

膜面積44.0m²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「ES20」（厚さ0.13mm）から平膜を幅50mm×長さ800mmに切り抜き、厚み0.65mmのポリプロピレン製メッシュ状原水スパーサ（空孔率92%、メッシュの大きさ2.6mm）及び厚み10mmのセラミックス（多孔質セラミックス焼結体）製透過水スパーサとともに図3に示す試験用平膜セルに取り付けた。

[0056] 図3に示す平膜セルは、アクリル製の流路形成部材21, 22, 23、SUS製耐圧補強部材24, 25を組み合わせ形成された空間内に、原水スパーサ11と透過水スパーサ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。

[0057] 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パーサ11に沿って流れ、その間に逆浸透膜10を透過した透過水は、透過水スパーサ12を経て透過水流出口15から取り出される。また、濃縮水は濃縮水流出口14から取り出される。

[0058] 原水として生物処理水を凝集濾過した水を用い、透過流束を0.6m/d、濃縮水流量を線速として0.11m/sで通水し、500時間後の透過水量を調べた。

[0059] 8インチエレメント換算の初期透過水量は1.10m³/h、初期濃縮水量は5.66m³/hであった。

[0060] 原水中の分子量10,000以上の高分子有機物の濃度は0.05ppmであった。結果を表3に示す。

[0061] [比較例1]

膜面積37.1m²の8インチ逆浸透膜エレメントを想定し、厚み0.86mmのポリプロピレン製原水スパーサを用いた以外は実施例1と同様の試験を行い、500時間後の透過水量を調べた。8インチエレメント換算の初期透過水量は0.93m³/h、初期濃縮水量は6.32m³/hであった。結果を表3に示す。

[0062] [比較例2]

透過流束を0.70m/dとする以外は実施例1と同様の試験を行い、5

00時間後の透過水量を調べた。8インチエレメント換算の初期透過水量は $1.28\text{ m}^3/\text{h}$ 、初期濃縮水量は $5.66\text{ m}^3/\text{h}$ であった。結果を表3に示す。

[0063] [比較例3]

透過流束を $0.70\text{ m}/\text{d}$ とする以外は比較例1と同様の試験を行い、500時間後の透過水量を調べた。8インチエレメント換算の初期透過水量は $1.08\text{ m}^3/\text{h}$ 、初期濃縮水量は $6.32\text{ m}^3/\text{h}$ であった。結果を表3に示す。

[0064] [実施例2]

濃縮水流量を線速として $0.09\text{ m}/\text{s}$ で通水する以外は実施例1と同様の試験を行い、500時間後の透過水量を調べた。8インチエレメント換算の初期透過水量は $1.10\text{ m}^3/\text{h}$ 、初期濃縮水量は $4.63\text{ m}^3/\text{h}$ であった。結果を表3に示す。

[0065] [比較例4]

濃縮水流量を線速として $0.09\text{ m}/\text{s}$ で通水する以外は比較例1と同様の試験を行い、500時間後の透過水量を調べた。8インチエレメント換算の初期透過水量は $0.93\text{ m}^3/\text{h}$ 、初期濃縮水量は $5.17\text{ m}^3/\text{h}$ であった。結果を表3に示す。

[0066] [比較例5]

濃縮水流量を線速として $0.09\text{ m}/\text{s}$ で通水する以外は比較例2と同様の試験を行い、500時間後の透過水量を調べた。8インチエレメント換算の初期透過水量は $1.28\text{ m}^3/\text{h}$ 、初期濃縮水量は $4.63\text{ m}^3/\text{h}$ であった。結果を表3に示す。

[0067] [比較例6]

透過流束を $0.70\text{ m}/\text{d}$ 、濃縮水流量を線速として $0.09\text{ m}/\text{s}$ で通水する以外は比較例1と同様の試験を行い、500時間後の透過水量を調べた。8インチエレメント換算の初期透過流量は $1.08\text{ m}^3/\text{h}$ 、初期濃縮水量は $5.17\text{ m}^3/\text{h}$ であった。結果を表3に示す。

[0068] [実施例 3]

膜面積 50.7 m^2 の 8 インチスパイラル型逆浸透膜エレメントを想定し、厚み 0.50 mm のポリプロピレン製原水スパーサを用いた以外は実施例 2 と同様の試験を行い、500 時間後の透過水量を調べた。8 インチエレメント換算の初期透過水量は $1.27 \text{ m}^3/\text{h}$ 、初期濃縮水量は $4.11 \text{ m}^3/\text{h}$ であった。結果を表 3 に示す。

[0069] [実施例 4]

膜面積 56.4 m^2 の 8 インチ逆浸透膜エレメントを想定し、厚み 0.40 mm のポリプロピレン製原水スパーサを用いた以外は実施例 2 と同様の試験を行い、500 時間後の透過水量を調べた。8 インチエレメント換算の初期透過水量は $1.41 \text{ m}^3/\text{h}$ 、初期濃縮水量は $3.65 \text{ m}^3/\text{h}$ であった。結果を表 3 に示す。

[0070] [実施例 5]

透過流束を $0.50 \text{ m}/\text{d}$ 、濃縮水流量を線速として $0.11 \text{ m}/\text{s}$ で通水する以外は実施例 3 と同様の試験を行い、500 時間後の透過水量を調べた。8 インチエレメント換算の初期透過水量は $1.06 \text{ m}^3/\text{h}$ 、初期濃縮水量は $5.02 \text{ m}^3/\text{h}$ であった。結果を表 3 に示す。

[0071] [実施例 6]

透過流束を $0.45 \text{ m}/\text{d}$ 、濃縮水流量を線速として $0.11 \text{ m}/\text{s}$ で通水する以外は実施例 4 と同様の試験を行い、500 時間後の透過水量を調べた。8 インチエレメント換算の初期透過水量は $1.06 \text{ m}^3/\text{h}$ 、初期濃縮水量は $4.47 \text{ m}^3/\text{h}$ であった。結果を表 3 に示す。

[0072] [実施例 7]

膜面積 63.6 m^2 の 8 インチスパイラル型逆浸透膜エレメントを想定し、厚み 0.30 mm のポリプロピレン製原水スパーサを用い、透過流束を $0.40 \text{ m}/\text{d}$ とした以外は実施例 1 と同様の試験を行い、500 時間後の透過水量を調べた。8 インチエレメント換算の初期透過水量は $1.06 \text{ m}^3/\text{h}$ 、初期濃縮水量は $3.78 \text{ m}^3/\text{h}$ であった。結果を表 3 に示す。

[0073] [比較例 7]

分子量 10,000 以上の高分子有機物の濃度が 0.005 ppm の水を原水として使用した以外は、比較例 3 と同様の試験を行い、500 時間後の透過水量を調べた。8 インチエレメント換算の初期透過水量は $1.08 \text{ m}^3/\text{h}$ 、初期濃縮水量は $6.32 \text{ m}^3/\text{h}$ であった。結果を表 3 に示す。

[0074]

[表3]

	膜面積 (m^2)	原水スぺーサ の厚さ (mm)	透過流速 (m/d)	濃縮水 線速 (m/s)	高分子 有機物 濃度 (ppm)	初期 透過水量 (m^3/h)	初期 濃縮水量 (m^3/h)	500時間後 の透過水量 (m^3/h)	初期透過水量 の維持率 (%)
実施例1	44.0	0.65	0.60	0.11	0.05	1.10	5.66	1.04	94.5
比較例1	37.1	0.86	0.60	0.11	0.05	0.93	6.32	0.88	94.6
比較例2	44.0	0.65	0.70	0.11	0.05	1.28	5.66	0.97	75.8
比較例3	37.1	0.86	0.70	0.11	0.05	1.08	6.32	0.82	75.9
実施例2	44.0	0.65	0.60	0.09	0.05	1.10	4.63	1.01	91.8
比較例4	37.1	0.86	0.60	0.09	0.05	0.93	5.17	0.85	91.4
比較例5	44.0	0.65	0.70	0.09	0.05	1.28	4.63	0.90	70.3
比較例6	37.1	0.86	0.70	0.09	0.05	1.08	5.17	0.75	69.4
実施例3	50.7	0.50	0.60	0.09	0.05	1.27	4.11	1.16	91.3
実施例4	56.4	0.40	0.60	0.09	0.05	1.41	3.65	1.29	91.5
実施例5	50.7	0.50	0.50	0.11	0.05	1.06	5.02	1.03	97.2
実施例6	56.4	0.40	0.45	0.11	0.05	1.06	4.47	1.06	100.0
実施例7	63.6	0.30	0.40	0.11	0.05	1.06	3.78	1.06	100.0
比較例7	37.1	0.86	0.70	0.11	0.005	1.08	6.32	1.05	97.2

[0075] 表3より、次のことが明らかである。

実施例 1 ～ 7 では、500 時間経過しても安定して高い透過水量を得ることができる。特に実施例 6、7 は 500 時間経過後では透過水量低下が起こらなかった。比較例 1、4 は透過水量の低下はそれほど起きないが、初期の透過水量が低いため、500 時間後においても得られる透過水量は低い。比較例 2、5 は初期の透過水量は大きい、透過水量の低下が大きいため、500 時間後に得られる透過水量は低い。比較例 3、6 も透過水量の低下が大きく、500 時間後に得られる透過水量は低い。比較例 7 のように、原水の分子量 10,000 以上の高分子有機物濃度が低い場合は、透過水量の低下が緩やかであった。

産業上の利用可能性

[0076] 本発明は、海水淡水化、超純水製造、工業用水処理、排水回収処理等に使われる各種の逆浸透膜装置に適用することができるが、特に生物処理水、とりわけ MBR 処理水を処理する逆浸透膜装置に好適に適用される。

[0077] 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 2013-031032 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

- [0078]
- 1 生物処理手段
 - 2 凝集処理手段
 - 3 固液分離手段
 - 4 濾過手段
 - 5 保安フィルター
 - 6 逆浸透膜装置
 - 7 MBR（浸漬型膜分離装置）
 - 10 逆浸透膜
 - 11 原水スぺーサ
 - 12 透過水スぺーサ

請求の範囲

[請求項1] 高分子有機物を含有する水を原水として処理する逆浸透膜装置の運転方法において、該原水が分子量10,000以上の高分子有機物を0.01ppm以上の濃度で含有し、該逆浸透膜装置は、下記式(1)を満たす膜面積を有するスパイラル型逆浸透膜エレメントを有し、該逆浸透膜装置を透過流束0.6m³/d以下で運転することを特徴とする逆浸透膜装置の運転方法。

$$\text{膜面積 (m}^2\text{)} \geq n^2 \times (11/16) \quad \dots (1)$$

ただし、nは逆浸透膜エレメントの直径(インチ)を表す。

[請求項2] 前記透過流束が0.45m³/d以下であることを特徴とする請求項1に記載の逆浸透膜装置の運転方法。

[請求項3] 線速0.1m/s以上の濃縮水流量で運転することを特徴とする請求項1又は2に記載の逆浸透膜装置の運転方法。

[請求項4] 前記逆浸透膜エレメントの直径nが8インチであることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の逆浸透膜装置の運転方法。

[請求項5] 前記原水がMBR処理水であることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載の逆浸透膜装置の運転方法。

[請求項6] 分子量10,000以上の高分子有機物を0.01ppm以上の濃度で含有する水を原水として処理する逆浸透膜装置であって、下記式(1)を満たす膜面積を有するスパイラル型逆浸透膜エレメントを有し、透過流束0.6m³/d以下で運転されることを特徴とする逆浸透膜装置。

$$\text{膜面積 (m}^2\text{)} \geq n^2 \times (11/16) \quad \dots (1)$$

ただし、nは逆浸透膜エレメントの直径(インチ)を表す。

[請求項7] 生物処理水を請求項6に記載の逆浸透膜装置で逆浸透膜分離処理することを特徴とする生物処理水の処理方法。

[図1]

Fig.1a

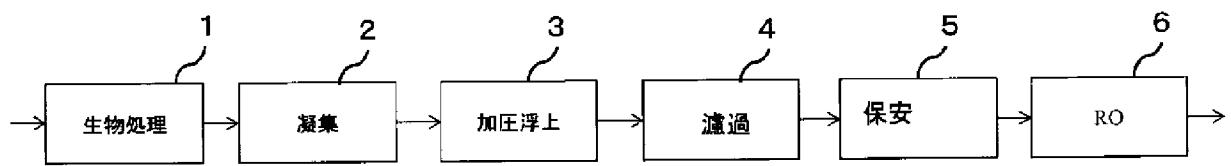


Fig.1b

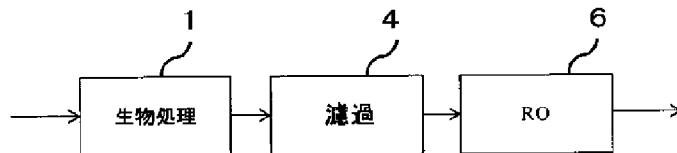
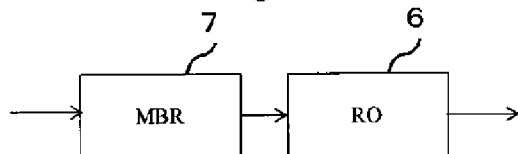


Fig.1c



[図2]

Fig.2a 透過流束と濃縮倍率との関係

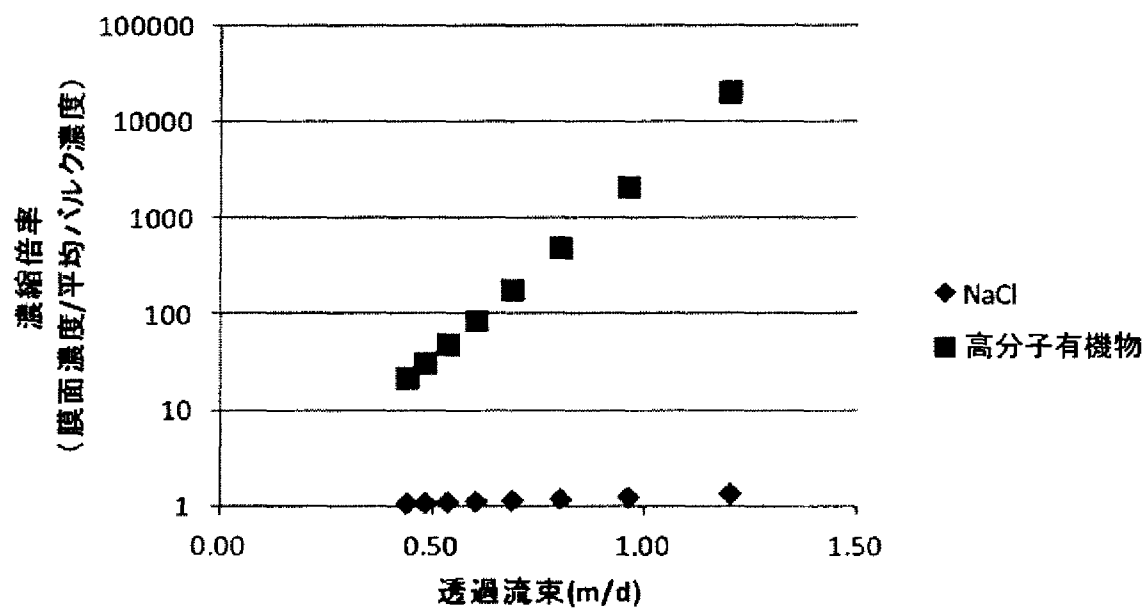
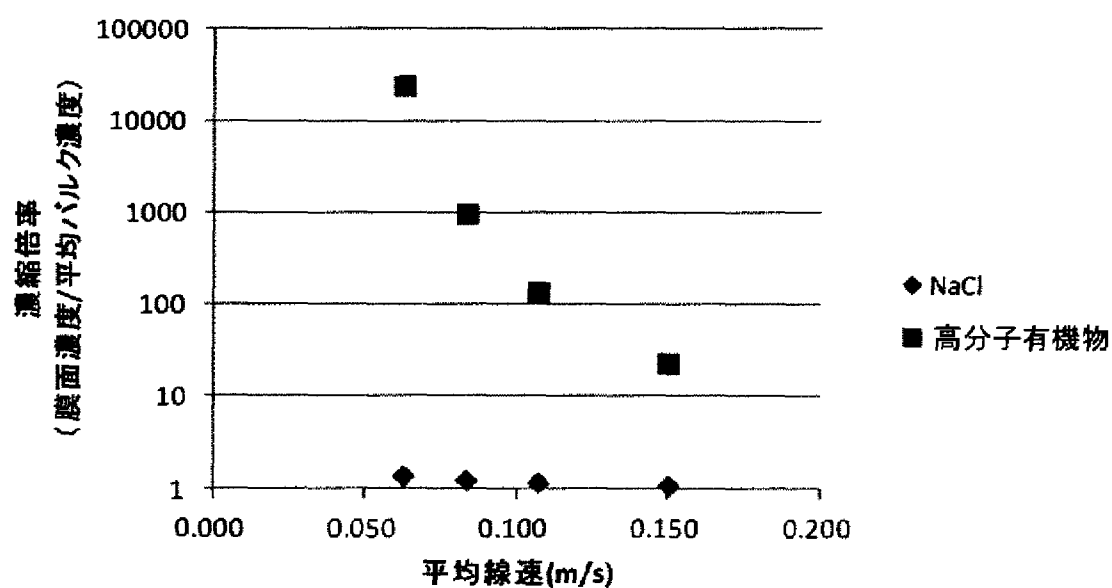
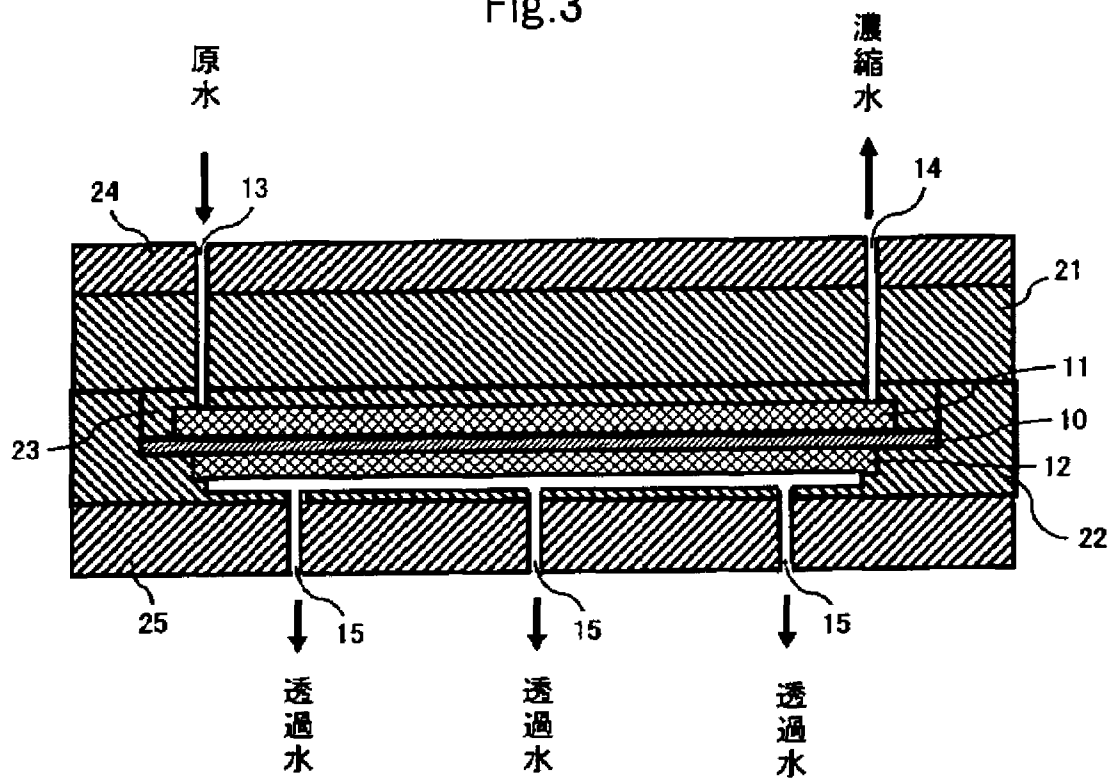


Fig.2b 平均線速と濃縮倍率との関係



[図3]

Fig.3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053471

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F1/44(2006.01)i, B01D61/02(2006.01)i, B01D61/12(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, B01D61/02, B01D61/12, 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 2009-240902 A (Toray Industries, Inc.), 22 October 2009 (22.10.2009), paragraphs [0048] to [0054] (Family: none)	1, 3-7
Y	JP 2000-288542 A (Toray Industries, Inc.), 17 October 2000 (17.10.2000), paragraphs [0007] to [0008], [0035] (Family: none)	1, 3-7
Y	JP 2005-111473 A (Nitto Denko Corp.), 28 April 2005 (28.04.2005), paragraphs [0001] to [0006], [0042] to [0045] & US 2006/0049093 A1 & US 2005/0057002 A1 & US 2007/0017860 A1 & US 2009/0188855 A1 & KR 10-2005-0028212 A & CN 1613547 A & KR 10-2007-0102459 A	1, 3-7

☒ 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
11 April, 2014 (11.04.14)

Date of mailing of the international search report
22 April, 2014 (22.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053471

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 61-185400 A (Kurita Water Industries Ltd.), 19 August 1986 (19.08.1986), claims; page 2, lower right column, line 14 to page 4, upper right column, line 8; table 1; fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 10-230140 A (Nitto Denko Corp.), 02 September 1998 (02.09.1998), claims; paragraph [0053] (Family: none)	1-7

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, B01D61/02(2006.01)i, B01D61/12(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, B01D61/02, B01D61/12, 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 2009-240902 A（東レ株式会社）2009.10.22, 【0048】 - 【0054】 （ファミリーなし）	1, 3-7
Y	JP 2000-288542 A（東レ株式会社）2000.10.17, 【0007】 - 【0008】 【0035】（ファミリーなし）	1, 3-7
Y	JP 2005-111473 A（日東電工株式会社）2005.04.28, 【0001】 - 【0006】 【0042】 - 【0045】 & US 2006/0049093 A1 & US 2005/0057002 A1 & US 2007/0017860 A1 & US 2009/0188855 A1 & KR 10-2005-0028212 A	1, 3-7

☒ 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 1 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 2 . 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

4 D

3 0 3 0

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 A	& CN 1613547 A & KR 10-2007-0102459 A	
	JP 61-185400 A (栗田工業株式会社) 1986.08.19, 特許請求の範囲, 第2頁右下欄第14行-第4頁右上欄第8行, 第1表, 第1図 (ファミリーなし)	1-7
	JP 10-230140 A (日東電工株式会社) 1998.09.02, 【特許請求の範囲】 【0053】 (ファミリーなし)	1-7