

(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1月30日(30.01.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/017076 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 63/10 (2006.01) B01D 63/00 (2006.01)
B01D 61/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/004470
- (22) 国際出願日: 2013年7月23日(23.07.2013)
- (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 2012-164894 2012年7月25日(25.07.2012) JP
- (71) 出願人: 日東電工株式会社(NITTO DENKO CORPORATION) [JP/JP]; 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 宇田 康弘(UDA, Yasuhiro); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号日東電工株式会社内 Osaka (JP). 小泓 誠(KOBUKE, Makoto); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号日東電工株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 鎌田 耕一, 外(KAMADA, Koichi et al.); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満4丁目3番25号梅田ブラザビル別館8階 Osaka (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, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: SPIRAL-WOUND FORWARD OSMOSIS MEMBRANE ELEMENT AND FORWARD OSMOSIS MEMBRANE MODULE

(54) 発明の名称: スパイラル型正浸透膜エレメントおよび正浸透膜モジュール

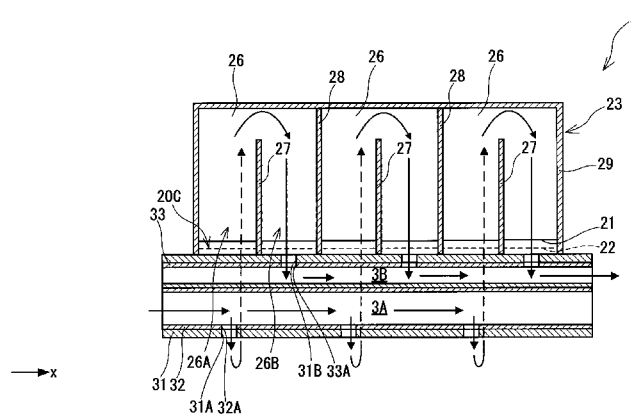


FIG. 3

(57) Abstract: A spiral-wound forward osmosis membrane element (2) is provided with: a membrane leaf (23) in which an inner flow path extending from a first opening (26A) to a second opening (26B) is formed; and a central tube (31) around which the membrane leaf (23) is wound and which has a supply hole (31A) communicating with the first opening (26A) and a collection hole (31B) communicating with the second opening (26B), and the interior of the central tube (31) is partitioned such that an inflow region (3A) communicating with the supply hole (31A) and an outflow region (3B) communicating with the collection hole (31B) each form a flow path continuously extending in the axial direction of the central tube (31) from one end to the other end of the central tube (31). Liquid supplied to the inflow region (3A) is discharged to the outside without flowing through the inner flow path (26) more than once, and therefore pressure loss in the spiral-wound forward osmosis membrane element (2) is reduced. Thus, a spiral-wound forward osmosis membrane element which achieves a reduction in pressure loss in the flow of a fluid therein can be provided.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/017076 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

スパイラル型正浸透膜エレメント (2) は、第 1 開口 (26 A) から第 2 開口 (26 B) へ延びる内部流路が形成された膜リーフ (23) と、膜リーフ (23) が巻き回され、第 1 開口 (26 A) と連通する供給孔 (31 A) および第 2 開口 (26 B) と連通する回収孔 (31 B) を有する中心管 (31) と、を備え、中心管 (31) の内部は、供給孔 (31 A) と連通する流入領域 (3 A) および回収孔 (31 B) と連通する流出領域 (3 B) のそれぞれが中心管 (3) の一端から他端にかけて中心管 (31) の軸方向に連続的に延びる流路を形成するように区画されている。流入領域 (3 A) に供給された液体が、内部流路 (26) を複数回流れずに外部に排出されるのでスパイラル型正浸透膜エレメント (2) 内の圧力損失が低減される。これにより、内部での流体の流れの圧力損失が低減されるスパイラル型正浸透膜エレメントを提供できる。

明 細 書

発明の名称：

スパイラル型正浸透膜エレメントおよび正浸透膜モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、スパイラル型正浸透膜エレメントおよびこのスパイラル型正浸透膜エレメントが装填されたスパイラル型正浸透膜モジュールに関する。

背景技術

[0002] 従来、排水処理、海水淡水化、および浸透圧発電などに正浸透現象を利用した技術が知られている。例えば、海水淡水化において、海水淡水化の工程で濃縮された濃縮海水を希釈するために正浸透膜を利用する方法が知られている（例えば、特許文献1参照）。また、海水淡水化装置で逆浸透膜を利用して海水を淡水化する際に同時に生成された濃縮海水に、これよりも濃度の薄い海水または淡水などの希釈水を、半透膜を介して浸透させ、その正浸透圧エネルギーで濃縮海水側の流量を増加させ、増加した流量で発電を行う技術（例えば、特許文献2参照）も知られている。そして、このような正浸透現象を利用した技術に用いられるスパイラル型正浸透膜エレメントが知られている（例えば、特許文献3参照）。

[0003] ところで、スパイラル型正浸透膜エレメントでは、低濃度（低浸透圧）の液体から高濃度（高浸透圧）の液体へ膜を介して液体移動が生じる。そして、膜の近傍で濃度分極層が形成されるのを抑制するために、膜両面で高濃度（高浸透圧）の液体と低濃度（低浸透圧）の液体を流す必要がある。

[0004] 例えば、特許文献3のスパイラル型正浸透膜エレメントでは、膜の一方の面で液体の流れが生じるように、中心管を出て膜を封筒状に形成した膜リーフ内の屈曲流路を通り中心管に戻るといった流れが生じるようになっている。また、膜リーフ内に2つの屈曲流路が中心管の軸方向に沿って並列に設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 0 5 － 2 7 9 5 4 0 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 3 － 1 7 6 7 7 5 号公報

特許文献3：米国特許第 4 0 3 3 8 7 8 号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、スパイラル型正浸透膜エレメントにおいて、特許文献 3 に記載のように、中心管に供給された液体を、複数の屈曲流路のすべてを順に通過するように流したのでは、中心管および膜リーフ内の内部流路を流れる液体の流れの圧力損失が非常に大きくなってしまう。

[0007] 本発明は、このような事情に鑑み、中心管に供給された液体の流れの圧力損失が低減された、スパイラル型正浸透膜エレメントを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために、本発明は、第 1 開口から第 2 開口へ延びる U 字状の内部流路が形成された膜リーフと、前記膜リーフが巻き回された、前記第 1 開口と連通する供給孔および前記第 2 開口と連通する回収孔を有する中心管と、を備え、前記中心管の内部は、前記供給孔と連通する流入領域および前記回収孔と連通する流出領域のそれぞれが前記中心管の一端から他端にかけて前記中心管の軸方向に連続的に延びる流路を形成するように区画されているスパイラル型正浸透膜エレメントを提供する。

[0009] また、本発明は、圧力容器と、前記圧力容器内に装填された上記のスパイラル型正浸透膜エレメントと、を備えた正浸透膜モジュールを提供する。

発明の効果

[0010] 上記の構成によれば、中心管の流入領域に供給された液体は、流入領域から供給孔および第 1 開口を介して膜リーフの内部流路を流れ、さらに内部流路から第 2 開口および回収孔を介して流出領域を流れて外部に排出される。

中心管内に供給された液体は、内部流路を複数回流れずに外部に排出されるので、特許文献３のように中心管内に供給された液体が内部流路を複数回流れる場合に比べて、中心管内部および膜リーフ内部の液体流れの圧力損失を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第１の実施形態に係るスパイラル型正浸透膜エレメントが装填された正浸透膜モジュールの断面図

[図2]図２Ａは中心管に巻き回される前の積層体の斜視図、図２Ｂは中心管の回りに積層体が巻き回されたスパイラル型正浸透膜エレメントの模式的な断面図

[図3]第１の実施形態の中心管および膜リーフの内部流路における液体の流れを模式的に示す図

[図4]図４Ａおよび図４Ｂは第１変形例に係る中心管の断面図

[図5]図５Ａおよび図５Ｂは第２変形例に係る中心管の断面図

[図6]図６Ａおよび図６Ｂは第３変形例に係る中心管の断面図

[図7]その他の実施形態に係る正浸透膜モジュールの断面図

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下の説明は本発明の一例に関するものであり、本発明はこれらによって何ら限定されるものではない。

[0013] (第１の実施形態)

図１に本発明の第１の実施形態に係るスパイラル型正浸透膜エレメント２を内蔵する正浸透膜モジュール１を示す。この正浸透膜モジュール１はベッセルと呼ばれる筒状の圧力容器９Ａと、圧力容器９Ａ内に装填された複数のスパイラル型正浸透膜エレメント２とを備えている。圧力容器９Ａの両端には、円盤状のキャップ９Ｂが取り付けられている。

[0014] 一方（図１では左側）のキャップ９Ｂの中心には中心貫通孔９Ｃが形成され、中心貫通孔９Ｃの圧力容器９Ａ側に、中心供給部材７Ａが取り付けられ

ている。中心供給部材 7 A には流入口 7 B が形成されている。また、周辺供給部材 8 A が、一方のキャップ 9 B の中心からずれた位置に取り付けられている。

[0015] 他方（図 1 では右側）のキャップ 9 B の中心にも中心貫通孔 9 C が形成され、中心貫通孔 9 C の圧力容器 9 A 側に中心排出部材 7 C が取り付けられている。中心排出部材 7 C には流出口 7 D が形成されている。また、周辺排出部材 8 B が他方のキャップ 9 B の中心からずれた位置に取り付けられている。

[0016] 圧力容器 9 A 内に装填された複数のスパイラル型正浸透膜エレメント 2 は、隣り合うスパイラル型正浸透膜エレメント 2 の後述する供給管 3 2 同士および回収管 3 3 同士がそれぞれ連結器 6 B、6 E によって連結されている。一端（図 1 では左側）に位置するスパイラル型正浸透膜エレメント 2 は、供給連結部材 6 A およびプラグ 6 D によって中心供給部材 7 A と連結されている。また、他端（図 1 では右側）に位置するスパイラル型正浸透膜エレメント 2 は、排出連結部材 6 F およびプラグ 6 C によって中心排出部材 7 C と連結されている。

[0017] 本実施形態の正浸透モジュール 1 には、第 1 液体と、第 1 液体よりも溶質濃度が高く、第 1 液体よりも浸透圧が高い第 2 液体がそれぞれ供給される。本実施形態では、第 1 液体は、流入口 7 B から中心供給部材 7 A および供給連結部材 6 A を介して、スパイラル型正浸透膜エレメント 2 の内部に供給され、連結された複数のスパイラル型正浸透膜エレメント 2 の内部を流れる。その後、第 1 液体は、排出連結部材 6 F および中心排出部材 7 C を介して、流出口 7 D から正浸透膜モジュール 1 の外部へ排出される。第 1 液体は、連結された複数のスパイラル型正浸透膜エレメント 2 内の第 1 の内部を通ることで濃縮される。

[0018] 一方、第 2 液体は、周辺供給部材 8 A から圧力容器 9 A の内部に供給される。圧力容器 9 A の内部に供給された第 2 液体は、スパイラル型正浸透膜エレメント 2 の内部を流れる第 1 液体の流れと並行に流れるように、連結され

た複数のスパイラル型正浸透膜エレメント 2 の内部を流れる。その後、第 2 の液体は、スパイラル型正浸透膜エレメント 2 の内部を出て周辺排出管 8 B から圧力容器 9 A の外部に排出される。第 2 液体は、連結された複数のスパイラル型正浸透膜エレメント 2 の内部を通ることで希釈される。本実施形態においては、第 1 液体は濃縮されるべき液体であり、第 2 液体は希釈されるべき液体ということもできる。

[0019] 第 1 液体の流れと第 2 液体の流れとは、スパイラル型正浸透膜エレメント 2 の後述する正浸透膜 2 1 の両面を並行して流れる。第 2 液体の浸透圧は、第 1 液体の浸透圧よりも高いので、第 1 液体から第 2 液体に向かって、浸透現象によって正浸透膜 2 1 を介して液体移動が生じる。これに伴い、周辺供給部材 8 A へ供給された流量よりも周辺排出部材 8 B から流出する流量が増加する。

[0020] 正浸透膜 2 1 の両面に第 1 液体と第 2 液体を並行に流すのは、正浸透膜 2 1 の近傍で濃度分極層が成長し、第 1 液体から第 2 液体への浸透現象による液体移動が著しく低下することを防ぐためである。

[0021] 例えば、第 1 液体としては淡水が用いられ、第 2 液体としては海水が用いられるが、第 1 液体および第 2 液体は、これに限定されない。第 1 液体として通常の海水を用い、第 2 液体として通常濃度より高い濃度の濃縮された海水を用いてもよい。つまり、第 1 液体と第 2 液体との間で浸透圧が異なっていればよい。濃縮されるべき液体である第 1 液体は、淡水のように溶質成分をほとんど含まず、実質的に濃縮されない液体であってもよい。

[0022] 本実施形態においては、第 2 液体は所定圧力だけ加圧されて供給されている。このように、希釈されるべき液体を加圧して行う方法は P R O (Pressure Retarded Osmosis) と呼ばれている。第 1 液体と希釈されるべき第 2 液体の双方を加圧しないで供給する方法であってもよく、本発明ではこれらの方法を包含して「正浸透」と呼び、これらの用途で用いられる膜を「正浸透膜」という。

[0023] 次に、図 1 ～図 3 を参照してスパイラル型正浸透膜エレメント 2 の構成に

ついて詳細に説明する。なお、図面に付した座標軸の x 方向、y 方向、z 方向は、いずれの図面においてもスパイラル型正浸透膜エレメント 2 および正浸透膜モジュール 1 に関して同一の方向を示すものとする。

[0024] 各スパイラル型正浸透膜エレメント 2 は、中心管 3 1 と、中心管 3 1 の周りに巻き回された積層体 2 0 と、積層体 2 0 を取り囲む外装材 4 0 とを有している。また、端部材 5 が、積層体 2 0 を挟むように配置されて中心管 3 1 の両端に取り付けられている。外装材 4 0 は、両側の端部材 5 によって保持されている。端部材 5 は中心管 3 1 に巻き回された積層体 2 0 がテレスコピック状に伸長することを防止する役割を果たす。

[0025] 端部材 5 には中心管 3 1 に嵌合する筒状の内周部 5 1 と、内周部 5 1 を離間しながら取り囲む、内周部 5 1 と同心に配置された筒状の外周部 5 2 とを備える。内周部 5 1 と外周部 5 2 とは連結部（不図示）で連結されている。内周部 5 1 の外周面と外周部 5 2 の内周面との間に液体が流通可能な連通路 5 5 が形成されている。本実施形態では、隣り合うスパイラル型正浸透膜エレメント 2 において、下流側の端部材 5 と上流側の端部材 5 が接しており、隣り合う端部材 5 の連通路 5 5 同士が連なっている。

[0026] 図 2 A および図 2 B に示すように、中心管 3 1 の内部には、供給管 3 2 および回収管 3 3 が、それらの外周面が互いに接するように、並んで配置されている。また、供給管 3 2 および回収管 3 3 が並ぶ方向において、供給管 3 2 の外周面および回収管 3 3 の外周面が中心管 3 1 の内周面と接するように、供給管 3 2 および回収管 3 3 が中心管 3 1 内部に配置されている。

[0027] 中心管 3 1、供給管 3 2、および回収管 3 3 がそれぞれ接する箇所以外において、中心管 3 1 の内周面と供給管 3 2 の外周面および回収管 3 3 の外周面との間には隙間が存在する。この隙間に樹脂が充填されて、中心管 3 1 の内部に供給管 3 2 および回収管 3 3 が保持されている。充填された樹脂は封止部 3 4 を形成する。この隙間に樹脂が充填されることで、流入領域 3 A および流出領域 3 B 中の液体が、貫通孔 3 2 A または貫通孔 3 3 A から中心管 3 1 の内周面と供給管 3 2 の外周面および回収管 3 3 の外周面との間の隙間

に漏れることを防止できる。

[0028] 充填される樹脂としては二液性熱硬化樹脂、一液性熱硬化樹脂および熔融した熱可塑性樹脂などを用いることができる。封止部 3 4 を形成する工程の作業効率を考慮すると、充填される樹脂として二液性熱硬化樹脂を用いるのが好ましい。本実施形態によれば、供給管 3 2 および回収管 3 3 の外周面のほとんどが封止部 3 4 で囲まれるので、中心管 3 1 の内部でこれらが強固に保持される。

[0029] 図 2 A、図 2 B、および図 3 に示すように、複数の供給孔 3 1 A および複数の回収孔 3 1 B が、それぞれが中心管 3 1 の軸方向（x 軸方向）に延びる列をなすように、中心管 3 1 の管壁に形成されている。また、複数の供給孔 3 1 A と複数の回収孔 3 1 B は、x 軸方向において互いにずれた位置に形成されている。

[0030] 図 2 B に示すように、供給管 3 2 の内周面は流入領域 3 A を区画し、回収管 3 3 の内周面は流出領域 3 B を区画している。図 3 に示すように、流入領域 3 A および流出領域 3 B は、中心管 3 1 の一端から他端にかけて中心管 3 1 の軸方向（x 軸方向）に連続的に延びている。流入領域 3 A および流出領域 3 B は、詳細は後述するが、第 1 液体が流れる流路を形成している。供給管 3 2 は、中心管 3 1 の供給孔 3 1 A と連通する貫通孔 3 2 A を有し、回収管 3 3 は、中心管 3 1 の回収孔 3 1 B と連通する貫通孔 3 3 A を有する。

[0031] 図 2 A および図 2 B に示すように、積層体 2 0 は、内側流路部材 2 2 の両面に正浸透膜 2 1 が重ね合せられた封筒状の膜リーフ 2 3 と外側流路部材 2 4 とが交互に積層された構成を有している。内側流路部材 2 2 は、例えば樹脂などからなる網であり、正浸透膜 2 1 同士の間には第 1 液体を流すための内側流路 2 0 A を形成する。外側流路部材 2 4 は、例えば樹脂からなる網であり、膜リーフ 2 3 同士の間には第 1 液体よりも浸透圧の高い第 2 液体を流すための外側流路 2 0 B を形成する。本実施形態の正浸透膜エレメント 2 では、第 2 液体は加圧されて供給されるので、正浸透膜 2 1 同士が密着してしまうことを防止するために内側流路部材 2 2 としては比較的緻密な構造の網を用

いることが好ましい。一方、外側流路部材 2 4 は内側流路部材 2 2 よりも目の粗い疎な構造の網である。

[0032] 例えば、1 枚の連続したシート 2 5 が外側流路部材 2 4 を挟んで二つ折りにされることにより、2 枚の正浸透膜 2 1 が形成される。膜リーフ 2 3 はそのように形成された正浸透膜 2 1 同士が内側流路部材 2 2 を挟んで三辺で接合されることにより得られる。この接合には接着剤が用いられる。また、例えば、内側流路部材 2 2 の 1 枚を延長させた延長部が中心管 3 1 に直接巻き付けられ、その両端部が接着剤で封止されることにより、中心管 3 1 の外周面に面する筒状流路 2 0 C が形成される。

[0033] 積層体 2 0 の構成は図 2 A および図 2 B に示した構成に限られない。例えば連続したシートが蛇腹状に折り畳まれることにより、すべての正浸透膜 2 1 がつながっていてもよい。

[0034] 正浸透膜 2 1 としては、例えば多孔性支持体上にスキン層を形成した複合膜を用いることができる。多孔性支持体としてはエポキシ樹脂多孔質膜を用いることができる。また、多孔性支持体上に形成するスキン層としては、多官能アミン成分と多官能酸ハロゲン成分とを重合してなるポリアミド系樹脂を含むスキン層を用いることができる。

[0035] ポリアミド系樹脂を含むスキン層をエポキシ樹脂多孔質膜の表面に形成する方法は特に限定されず、公知の方法を用いることができる。例えば、界面縮合法、相分離法、薄膜塗布法を用いることができる。一例としては、多官能アミン成分を有するアミン水溶液と、多官能酸ハライド成分を含有する有機溶液とを接触させることによりスキン層を形成し、前記スキン層をエポキシ樹脂多孔質膜上に載置することとすればよい。前記多官能アミン成分としては、芳香族、脂肪族、または脂環式が多官能アミンが挙げられる。またこれらの多官能アミン成分は単独で用いてもよく、混合物としてもよい。前記多官能ハライド成分としては、芳香族、脂肪族、または脂環式が多官能酸ハロゲン化物を用いることができる。これらの多官能酸ハライド成分において単独で用いてもよいが、混合物として用いてもよい。

- [0036] 多孔性支持体の構成材料としては、上記以外のものを採用することができる。例えば、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン等のポリアリールエーテルスルホン、ポリイミド、ポリフッ化ビニリデン等を例示できる。
- [0037] また、スキン層の構成材料としては、上記以外のものを採用することができる。例えばポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ナイロン、ポリアクリロニトリル（PAN）、ポリビニルアルコール（PVA）、PMMA、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリイミド、エチレンービニルアルコール共重合体などを例示できる。
- [0038] 図3を参照して、中心管31の内部と膜リーフ23の内部について詳しく説明する。図3は、中心管31内部および膜リーフ23内部での液体の流れを模式的に示す断面図である。簡略化のために、1つの膜リーフ23のみを図示している。
- [0039] 膜リーフ23において、2枚の正浸透膜21同士の三辺を接合する上述した接着剤からなる接合部29によって空間が区画されている。この空間は、接合部29が形成されない辺からこれと対向する辺まで、2枚の正浸透膜21同士を接合する例えば接着剤からなる接合部28によって区切られている。これにより、中心管31の軸方向に並んだ3つの内部流路26が形成されている。それぞれの内部流路26には、接合部29が形成されない辺からこれと対向する辺に向かって延び、かつ、接合部29との間に隙間が形成されるように、2枚の正浸透膜21同士を接合する例えば接着剤からなる接合部27によって区切られている。
- [0040] この接合部27～29によって、内部流路26は、膜リーフ23の一端（接合部29が形成されていない端）に第1開口26Aおよび第2開口26Bが形成され、第1開口26Aから第2開口26Bに向かうU字状の流路として構成されている。また、1つの膜リーフ23において全ての内部流路26が中心管31の軸方向（x軸方向）に並列に並んでおり、それらの第1開口26Aおよび第2開口26Bは中心管31の軸方向（x軸方向）に交互に並

んでいる。

[0041] 接合部 27～29 は中心管 31 の外周面に向かって延長されており、筒状流路 20C を形成する内側流路部材 22 を挟んで、正浸透膜 21 は中心管 31 の外周面に接合される。これによって、筒状流路 20C は中心管 31 の軸方向に分断されており、一の内部流路 26 における第 1 開口 26A と第 2 開口 26B との間、あるいは、中心管 31 の軸方向（x 軸方向）において隣り合う内部流路 26 同士が隔離されている。

[0042] 流入領域 3A は、貫通孔 32A、供給孔 31A、および筒状流路 20C を介して、第 1 開口 26A と連通している。また、流出領域 3B は、貫通孔 33A、回収孔 31B および筒状流路 20C を介して、第 2 開口 26B と連通している。実際には、第 1 開口 26A には、複数の貫通孔 32A および複数の供給孔 31A が連通し、第 2 開口 26B には、複数の貫通孔 33A および複数の回収孔 31B が連通しているが、図 3 では簡略化のためそれぞれ 1 つずつ図示している。

[0043] 次に、図 3 を参照して、中心管 31 内部および膜リーフ 23 の内部流路 26 における第 1 液体の流れを説明する。

[0044] 図 3 の矢印は、スパイラル型正浸透膜エレメント 2 を流れる第 1 液体の流れを模式的に示している。正浸透膜モジュール 1 に供給された第 1 液体は、流入口 7B を介して、場合によっては上流側のスパイラル型正浸透膜エレメント 2 を介して、供給管 32 に流入し、流入領域 3A を第 1 液体が流れる。

[0045] 流入領域 3A を流れる第 1 液体は、貫通孔 32A、供給孔 31A、および筒状流路 20C を介して、第 1 開口 26A から内部流路 26 へ入り、内部流路 26 を流れる。膜リーフ 23 の外部には周辺供給部材 8A から供給される第 2 液体（第 1 液体よりも高浸透圧の液体）が流れており、第 1 液体および第 2 液体が膜リーフ 23 の正浸透膜 21 の両面を流れている。従って、内部流路 26 を流れる第 1 液体の一部は、浸透現象により正浸透膜 21 を介して膜リーフ 23 の外部へと移動する。そして、膜リーフ 23 の上流側の内部流路 26 から膜リーフ 23 の外部へ移動しなかった第 1 液体は、内部流路 26

の第2開口26Bを出て、筒状流路20C、回収孔31Bおよび貫通孔33Aを介して、流出領域3Bへ入る。第1液体が溶質成分を含むものである場合には、流出領域3Bに入った第1液体は流入領域3Aに流入した第1液体よりも濃縮されている。

[0046] この流出領域3Bに入った第1の液体は、場合によっては下流側のスパイラル型正浸透膜エレメント2の流出領域3Bを流れ、流出口7Dを介して正浸透膜モジュール1の外部に排出される。

[0047] 図1に示す通り、正浸透モジュール1において、最下流に位置するスパイラル型正浸透膜エレメント2の供給管32の他端はプラグ6Cによって封止されている。従って、正浸透膜モジュール1に供給された第1液体はスパイラル型正浸透膜エレメント2のいずれかの内部流路26を流れて正浸透膜モジュール1から排出されることとなる。流入領域3A内の第1液体が、流入領域3Aを出て内部流路26を流れ、一旦流出領域3Bに入ると、流出領域3B内の第1液体は、再び内部流路26を流れることなく、外部に排出される。

[0048] すなわち、流入領域3Aに供給された第1液体は内部流路26を複数回流れることなく、外部に排出される。従って、従来技術のように、スパイラル型正浸透膜エレメントに供給された液体が2つの内部流路を順に通過して内部流路を2回流れるのに比べて、本実施形態は、スパイラル型正浸透膜エレメントの中心管内部および膜リーフ内部の液体流れの圧力損失を低減することができる。

[0049] 本実施形態において、中心管31の一端から他端にかけて、流入領域3Aが形成する流路の断面積は一定であり、流出領域3Bが形成する流路の断面積も一定である。これにより、流入領域3Aが形成する流路の断面積または流出領域3Bが形成する流路の断面積が、中心管31の軸方向において変化することに伴い生じる圧力損失の増加を抑制できる。

[0050] 本実施形態においては、流入領域3Aが形成する流路の断面積が、流出領域3Bが形成する流路の断面積よりも大きい。内部流路26において、第1

液体の一部は正浸透膜 21 を介して膜リーフ 23 の外部へ移動するので、流出領域 3B によって形成される流路を流れる第 1 液体の流量は、流入領域 3A によって形成される流路を流れる第 1 液体の流量よりも少なくなる。流入領域 3A によって形成される流路および流出領域 3B によって形成される流路が上記のように構成されていれば、流入領域 3A によって形成される流路により多くの第 1 液体を供給できるとともに、流出領域 3B によって形成される流路の利用効率を高めることができる。

[0051] 流入領域 3A が形成する流路の断面積 S_a と流出領域 3B が形成する流路の断面積 S_b との比 S_a / S_b は、スパイラル型正浸透膜エレメントにおいて、第 1 液体の供給量と第 1 液体の排出量との間の良好なバランスを実現でき、効率の良い正浸透操作を実現できるように調整することが好ましい。

[0052] (変形例)

図 4～図 6 を参照して、変形例について説明する。図 4～図 6 は変形例に係るスパイラル型正浸透膜エレメント 2 の中心管 31 の $z-y$ 平面の断面図を示したものである。変形例に係るスパイラル型正浸透膜エレメント 2 は、中心管 31 の構造が異なる点を除き、第 1 の実施形態のスパイラル型正浸透膜エレメント 2 と同様に構成されている。

[0053] <第 1 変形例>

図 4A および図 4B は、第 1 変形例に係る中心管 31 の内部構造を示す断面図である。第 1 変形例において、管径の等しい 2 つの供給管 32 が、それらの外周面が中心管 31 の内周面と接するように並んで、中心管 31 内に配置されている。また、管径の等しい 2 つの回収管 33 が、それらの外周面が、中心管 31 の内周面および 2 つの供給管 32 の外周面と接するように配置されている。中心管 31 の内周面と 2 つの供給管 32 の外周面および 2 つの回収管 33 の外周面との間には、供給管 32 の外周面と回収管 33 の外周面とが接する位置よりも中心管 31 の内周面側に 4 つの隙間が存在する。そして、この 4 つ隙間に樹脂が充填され、封止部 34 が形成されている。供給管 32 の径は、回収管 33 の径よりも大きく、流入領域 3A が形成する流路の

断面積が、流出領域 3 B が形成する流路の断面積よりも大きい。

[0054] 2つの供給管 3 2 および 2つの回収管 3 3 は周方向に交互に配置されている。これに伴い、供給孔 3 1 A および貫通孔 3 2 A、ならびに、回収孔 3 1 B および貫通孔 3 3 A が、中心管 3 1 周方向の 2 箇所には設けられている。従って、中心管 3 1 の周方向の複数箇所において、流入領域 3 A から内部流路 2 6 への第 1 液体の供給あるいは内部流路 2 6 から流出領域 3 B への第 1 液体の回収が可能となる。これにより、中心管 3 1 の周りに巻き回された複数の膜リーフ 2 3 に対してより均等に第 1 液体を供給することができる。

[0055] また、第 1 変形例においては、第 1 の実施形態と比較して、中心管 3 1 の内周面と供給管 3 2 の外周面および回収管 3 3 の外周面との隙間を減らすことができる。従って、流入領域 3 A および流出領域 3 B についてより多くの容積を確保でき、スパイラル型正浸透膜エレメントの処理能力の向上を図ることができる。また、第 1 の実施形態と比べて、中心管 3 1 の内周面と供給管 3 2 の外周面および回収管 3 3 の外周面との隙間に充填される樹脂の量を減らすことができる。

[0056] <第 2 変形例>

図 5 A および図 5 B は、第 2 変形例に係る中心管 3 1 の内部構造を示す断面図である。この中心管 3 1 は、内部に中心管 3 1 の一端から他端にかけて連続的に延びる仕切り部 3 6 を有し、中心管 3 1 の内周面と仕切り部 3 6 とによって流入領域 3 A と流出領域 3 B とが区画されている。仕切り部 3 6 の y 軸方向の長さは、中心管 3 1 の内径よりも短い。従って、流入領域 3 A によって形成される流路の断面積が、流出領域 3 B によって形成される流路の断面積よりも大きい。流入領域 3 A および流出領域 3 B を中心管 3 1 の外部と連通させるように中心管 3 1 の管壁に貫通孔を設けられ、供給孔 3 1 A および回収孔 3 1 B が形成されている。

[0057] 仕切り部 3 6 を有する中心管 3 1 は、押出成形や射出成形などにより作製できる。また、中心管 3 6 の内周面に仕切り部 3 6 となる板状材を熱溶着、超音波溶着、溶接、接着等によって接合することによって作製することもで

きる。あるいは、断面が半円である2つの管を互いに接合して作製することもできる。

[0058] 第2変形例によれば、中心管31の内部に樹脂を充填して封止部34を形成する必要がないので、中心管31の内部の容積の多くを流入領域3Aあるいは流出領域3Bとして利用することができ、スパイラル型正浸透膜エレメントの処理能力の向上を図ることができる。

[0059] <第3変形例>

図6Aおよび図6Bは、第3変形例に係る中心管31の内部構造を示す断面図である。第3変形例においては、中心管31の内部に断面が楕円形状の内管38が固定されている。内管38の長手方向の外径は中心管31の内径とほぼ一致しており、内管38は長手方向において中心管31の内周面と接するように配置されている。中心管31の内周面と内管38の外周面とによって流入領域3Aが区画され、内管38の内周面によって流出領域3Bが区画されている。中心管31の管壁には、内管38断面の長軸と交わる位置で互に対向する複数の回収孔31Bが形成されている。内管38の管壁には、複数の回収孔31Bに連通するように、複数の貫通孔38Aが形成されている。流出領域3Bは、貫通孔38Aおよび回収孔31Bを介して中心管31の外部と連通している。

[0060] 中心管31の管壁には、内管38と接する位置（内管38断面の長軸方向と交わる位置）以外の位置に供給孔31Aが形成されている。流入領域3Aは、供給孔31Aを介して中心管31の外部と連通している。

[0061] 内部に内管38を有する中心管31は、押出成形や射出成形などにより作製できる。また、中心管31の内周面と内管38の外周面とを熱溶着、超音波溶着、溶接、接着等によって接合することによって作製することもできる。

[0062] 第3変形例によれば、中心管31の内周面と内管38の内周面との隙間を流入領域3Aとして利用することができるので、第1の実施形態と比べてスパイラル型正浸透膜エレメントの処理能力の向上を図ることができる。

[0063] また、中心管 3 1 の管壁において、内管 3 8 と接する位置（内管 3 8 断面の長軸方向と交わる位置）以外の位置に供給孔 3 1 A を形成することができるので、中心管 3 の周方向に巻き回された複数の膜リーフ 2 3 の内部流路 2 6 へより均等に液体を供給することを促進できる。

[0064] （その他の実施形態）

本発明のスパイラル型正浸透膜エレメントおよび正浸透モジュールは上記の実施形態に何ら限定されるものではなく、様々な実施形態とすることが可能である。

[0065] 第 1 の実施形態において、正浸透膜モジュール 1 の一端（図 1 の左側）に流入口 7 B が設けられているが、図 7 に示すように、流入口 7 B を有する流路部材 7 E を両端のキャップ 9 B の中心貫通孔 9 C の圧力容器 9 A 側に取り付けて、正浸透膜モジュール 1 の両端に流入口 7 B を設けてもよい。この場合に、さらにプラグ 6 C に代えて供給連結部材 6 A を設ければ、正浸透膜モジュール 1 の両端からスパイラル型正浸透膜エレメント 2 の中心管 3 1 内の流入領域 3 A に、第 1 液体を供給することができる。第 1 液体を正浸透膜モジュール 1 の両端からスパイラル型正浸透膜エレメント 2 の流入領域 3 A に供給すれば、正浸透膜モジュール 1 の一端から流入した第 1 液体の流れは、流入領域 3 A において、正浸透膜モジュールの他端から流入した第 1 液体の流れとぶつかり、連結された複数のスパイラル型正浸透膜エレメントの流入領域 3 A が形成する流路の他端まで流れない。従って、中心管 3 1 内の第 1 液体の流れの実質的な流路長が短くなり、中心管 3 1 内を流れる第 1 液体の圧力損失をより低減できる。

[0066] 第 1 の実施形態に係る正浸透膜モジュール 1 においては、複数のスパイラル型正浸透膜エレメント 2 が連結されて、圧力容器 9 A 内に装填されているが、圧力容器 9 A 内に、1 つのスパイラル型正浸透膜エレメント 2 のみが装填されることとしてもよい。この場合においても、正浸透膜モジュール 1 の両端に流入口が設けられてもよい。

[0067] 第 1 実施形態および変形例に記載の通り、流入領域 3 A によって形成され

る流路の断面積は流出領域 3 B によって形成される流路の断面積よりも大きいことが好ましい。しかし、流入領域 3 A によって形成される流路の断面積と流出領域 3 B によって形成される流路の断面積との大小関係はこれに限られない。両者が同じ大きさであってもよいし、場合によっては、両者の大小関係が逆転していてもよい。

[0068] 第 1 の実施形態に記載の通り、第 2 液体の浸透圧は、第 1 液体の浸透圧よりも高いことが好ましいが、第 1 液体の浸透圧よりも低くてもよい。この場合には、膜リーフ 2 3 の外部から正浸透膜 2 1 を介して膜リーフ 2 3 の内部流路 2 6 へ第 2 の液体の一部が移動する。つまり、流入領域 3 A によって形成される流路を流れる流量よりも流出領域 3 B によって形成される流路を流れる流量が多い。従って、流出領域 3 B によって形成される流路の断面積は、流入領域 3 A によって形成される流路の断面積よりも大きいことが好ましい。

[0069] 第 1 の実施形態および変形例においては、中心管および内管（供給管、回収管）として、円管あるいは楕円管を用いている。しかし、中心管および内管の形状はこれに限られない。方形管を用いてもよいし、断面形状としては任意の形状である管を用いることができる。ところで、スパイラル型正浸透膜エレメント 2 の中心管 3 の端部と中心供給部材 7 A または中心排出部材 7 C、あるいは、隣り合うスパイラル型正浸透膜エレメント 2 の中心管 3 の端部との間の封止のために O リング等のパッキンを用いることがある。この点を考慮すると、中心管または内管として、円管あるいは楕円管を用いるのが好ましい。

[0070] 第 1 実施形態においては、中心管 3 1 の内周面と供給管 3 2 の外周面および回収管 3 3 の外周面との隙間に樹脂が充填されて、中心管 3 1 内部に供給管 3 2 および回収管 3 3 を保持されていたが、回収管 3 2 および回収管 3 3 が内部で連結された中心管 3 1 を押出成形などによって作製することとしてもよい。これによれば、中心管 3 1 の内周面と供給管 3 2 の外周面および回収管 3 3 の外周面との隙間に樹脂を充填して封止部 3 4 を形成する必要がな

くなる。

[0071] 第1の実施形態において、第1開口26Aを形成する開口端の幅は、第2開口26Bを形成する開口端の幅よりも長くてもよい。このようにすることで、第2開口26Bの開口面積が第1開口26Aの開口面積よりも大きくなりやすい。膜リーフ23の内部流路26を流れる第1液体の一部は浸透現象により正浸透膜21を介して膜リーフ23の外部へ移動するので、第2開口26Bを通る第1液体の流量は、第1開口26Aを通る第1液体の流量よりも低下する。第1開口26Aおよび第2開口26Bについて上記の構成とすることで、第1開口26Aおよび第2開口26Bのそれぞれを通過する第1液体の流量に合せた開口面積を確保することが容易となる。

[0072] 第1の実施形態において、1つの膜リーフ23の内部流路26の数は3つであるが、これに限られない。1つの膜リーフにおいて内部流路の数は1つであってもよいし、2つであってもよいし、3つ以上であってもよい。内部流路が3つ以上であれば、内部流路の中心管軸方向の中が小さくなって、内部流路の隅々まで液体を行き渡らせることができる。その結果、正浸透膜21の利用効率を高めることができる。ただし、内部流路の数が多すぎると、内部流路26内の流路抵抗が増し、また、接合部27、28として必要な部分の面積が増えてしまう。正浸透膜21の利用効率を高める観点からは、1つの膜リーフ23の内部流路26の数は2～5が適当である。

[0073] 第1変形例においては、2つの供給管32および2つの回収管33が中心管31の内部に固定されていたが、固定される供給管32の数および回収管33の数は2つ以上であってもよい。また、両者が等しい数である必要はなく、供給管32または供給管31の少なくとも一方が1つであってもよい。中心管31の内部に固定される、供給管の数または回収管の数が増えるほど、中心管31の内周面と供給管32の外周面および回収管33の外周面との隙間が減って、流入領域3Aまたは流出領域3Bの容積をより多く確保できる。さらに、供給管32の内径と回収管33の内径は両者が同一であってもよいし、場合によっては回収管33の内径が供給管32の内径よりも大きく

てもよい。

符号の説明

[0074]	1	正浸透膜モジュール
	2	スパイラル型正浸透膜エレメント
	2 0	積層体
	2 1	正浸透膜
	2 3	膜リーフ
	2 6	内部流路
	2 6 A	第 1 開口
	2 6 B	第 2 開口
	3 1	中心管
	3 A	流入領域
	3 B	流出領域
	3 1 A	供給孔
	3 1 B	回収孔
	3 2	供給管
	3 2 A	貫通孔
	3 3	回収管
	3 3 A	貫通孔
	3 4	封止部
	3 6	仕切り部
	3 8	内管
	3 8 A	貫通孔
	6 A	供給連結部材
	6 B、6 E	連結部材
	6 C、6 D	プラグ
	6 F	排出連結部材
	7 B	流入口

7 D	流出口
9 A	压力容器

請求の範囲

- [請求項1] 第1開口から第2開口へ延びるU字状の内部流路が形成された膜リーフと、
- 前記膜リーフが巻き回された、前記第1開口と連通する供給孔および前記第2開口と連通する回収孔を有する中心管と、を備え、
- 前記中心管の内部は、前記供給孔と連通する流入領域および前記回収孔と連通する流出領域のそれぞれが前記中心管の一端から他端にかけて前記中心管の軸方向に連続的に延びる流路を形成するように区画されているスパイラル型正浸透膜エレメント。
- [請求項2] 前記流入領域が形成する流路の断面積および前記流出領域が形成する流路の断面積は、前記中心管の一端から他端にかけて一定である、請求項1に記載のスパイラル型正浸透膜エレメント。
- [請求項3] 前記中心管に第1流体が供給され、前記膜リーフの外部に前記第1流体よりも浸透圧が高い第2流体が供給される、請求項1または請求項2に記載のスパイラル型正浸透膜エレメント。
- [請求項4] 前記流入領域が形成する流路の断面積は、前記流出領域が形成する流路の断面積よりも大きい、請求項1～3のいずれか1項に記載のスパイラル型正浸透膜エレメント。
- [請求項5] 前記第1開口を形成する開口端の幅は、前記第2開口を形成する開口端の幅よりも大きい、請求項4に記載のスパイラル型正浸透膜エレメント。
- [請求項6] 前記膜リーフには、前記中心管の軸方向に並ぶ複数の前記内部流路が形成されている、請求項1～5のいずれか1項に記載のスパイラル型正浸透膜エレメント。
- [請求項7] 前記中心管内に配置され、前記供給孔と連通する貫通孔が形成された前記流入領域を区画する供給管と、
- 前記中心管内に配置され、前記回収孔と連通する貫通孔が形成された前記流出領域を区画する回収管と、を備える請求項1～6のいずれ

か 1 項に記載のスパイラル型正浸透膜エレメント。

[請求項8] 前記供給管の外周面および前記回収管の外周面と前記中心管の内周面との隙間に樹脂が充填されている、請求項 7 に記載のスパイラル型正浸透膜エレメント。

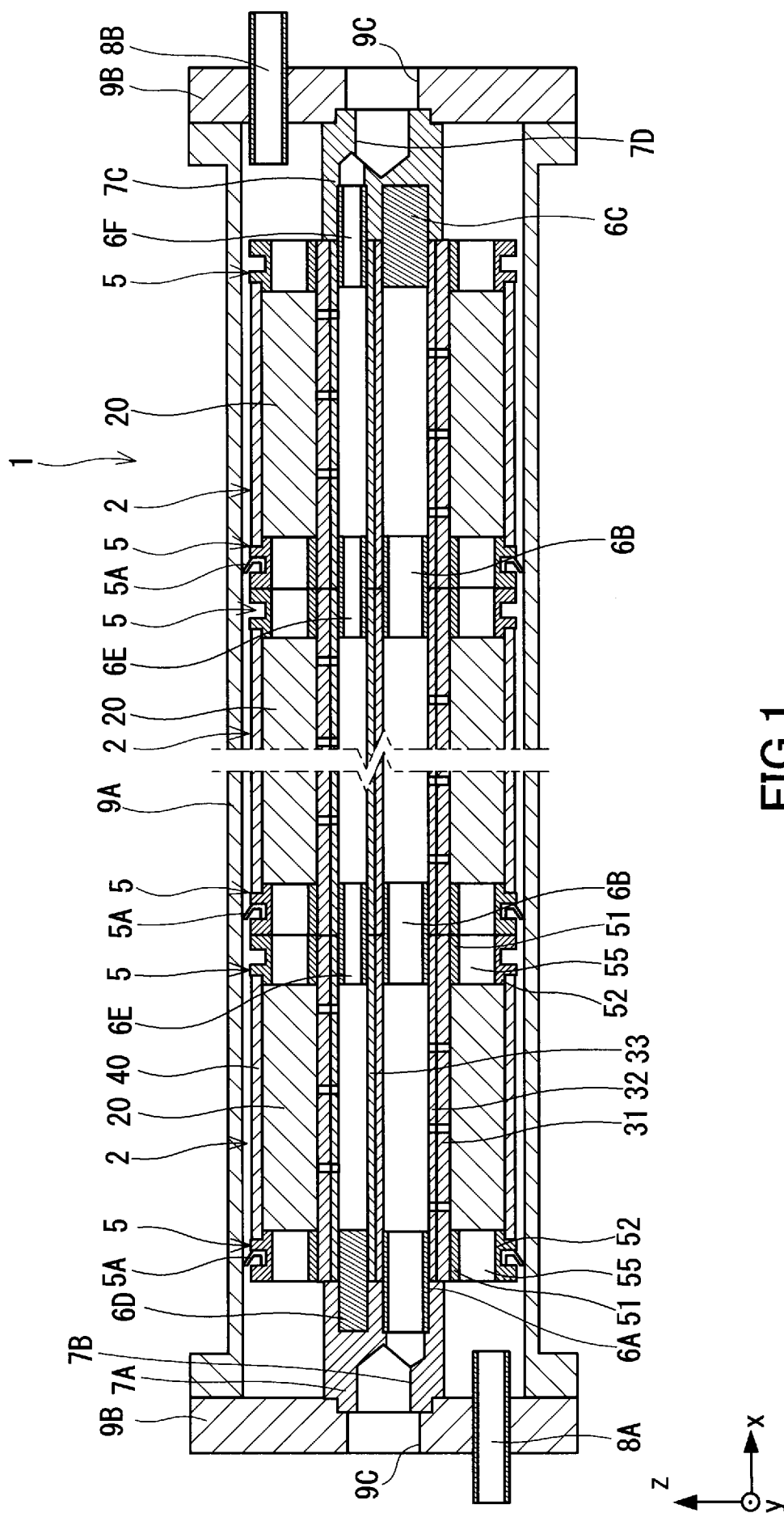
[請求項9] 複数の前記供給管および／または複数の前記供給管が、前記中心管内に配置されている、請求項 7 または請求項 8 に記載のスパイラル型正浸透膜エレメント。

[請求項10] 前記中心管の内部で一端から他端にかけて連続的に延びる仕切り部を有し、前記中心管の内部は、前記仕切り部によって前記流入領域および前記流出領域に区画されている、請求項 1 ～ 6 のいずれかに 1 項に記載のスパイラル型正浸透膜エレメント。

[請求項11] 圧力容器と、
前記圧力容器内に装填された請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載のスパイラル型正浸透膜エレメントと、を備えた正浸透膜モジュール。

[請求項12] 連結された複数の前記スパイラル型正浸透膜エレメントが前記圧力容器内に装填され、前記スパイラル型正浸透膜エレメントの前記流入領域に液体を流入させるための流入口を両端に備える、請求項 11 に記載の正浸透膜モジュール。

[図1]



[図2]

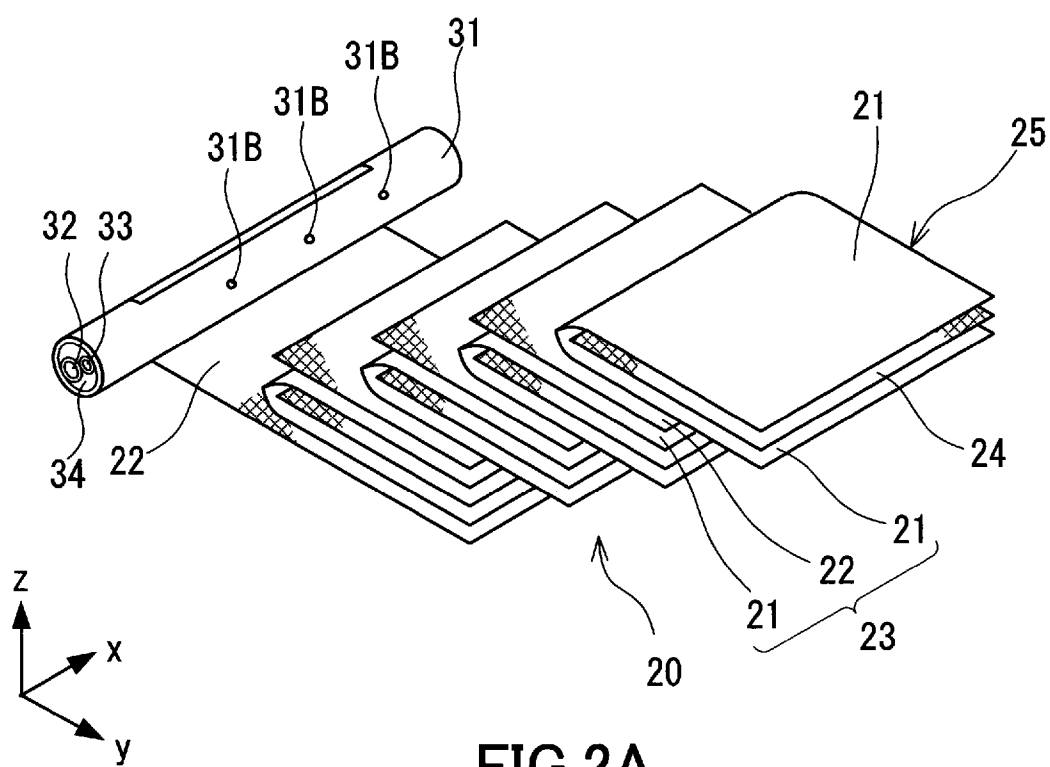


FIG. 2A

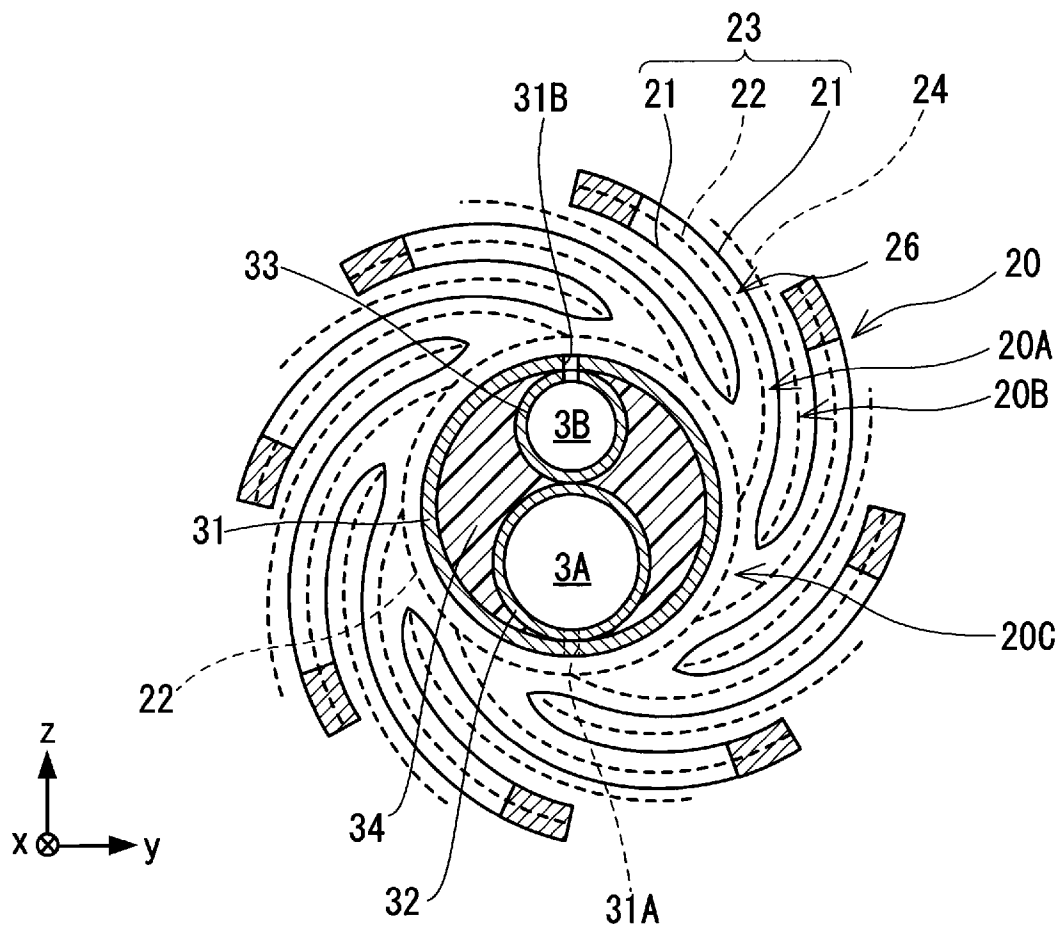


FIG. 2B

[図3]

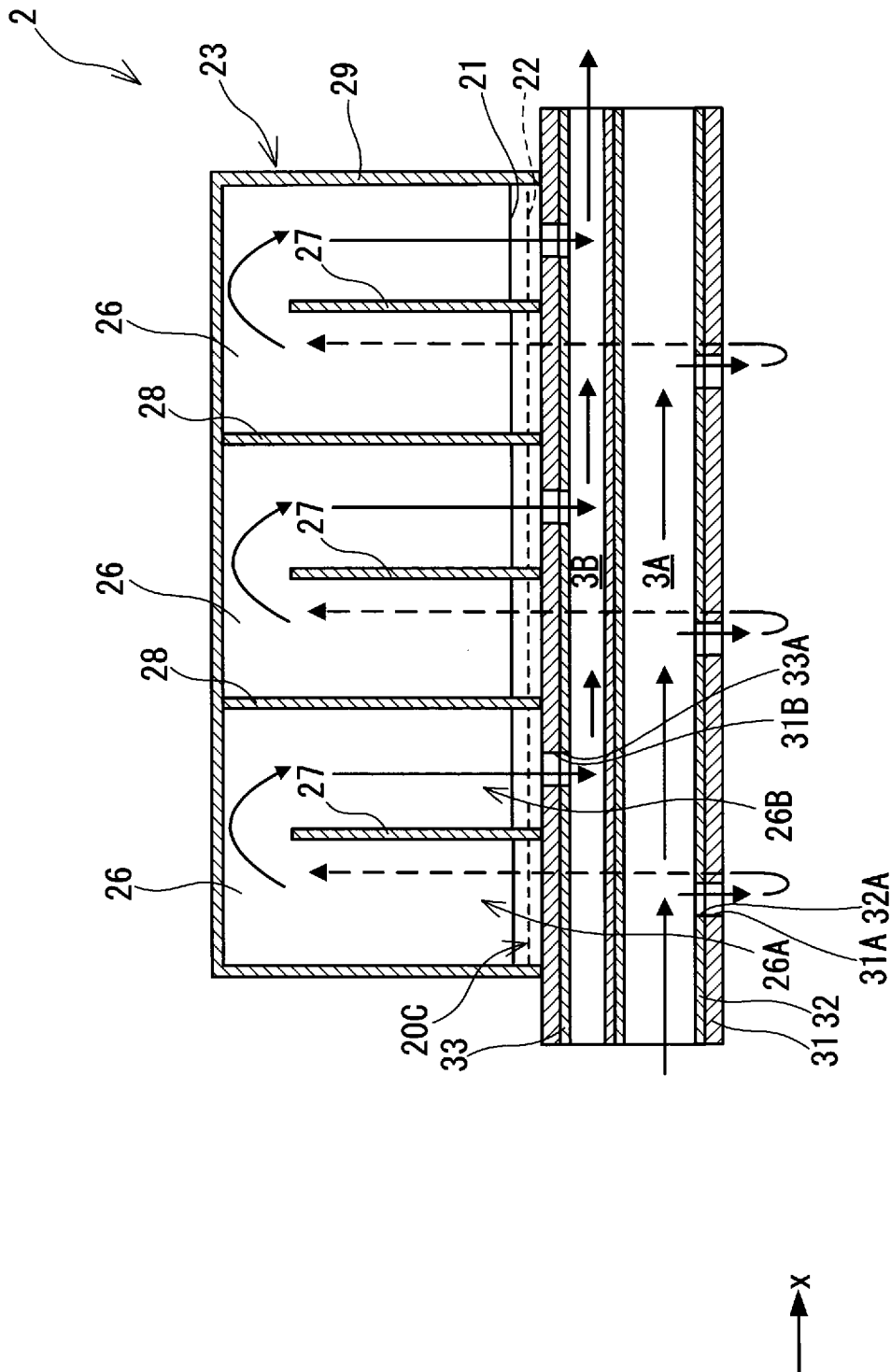


FIG.3

[図4]

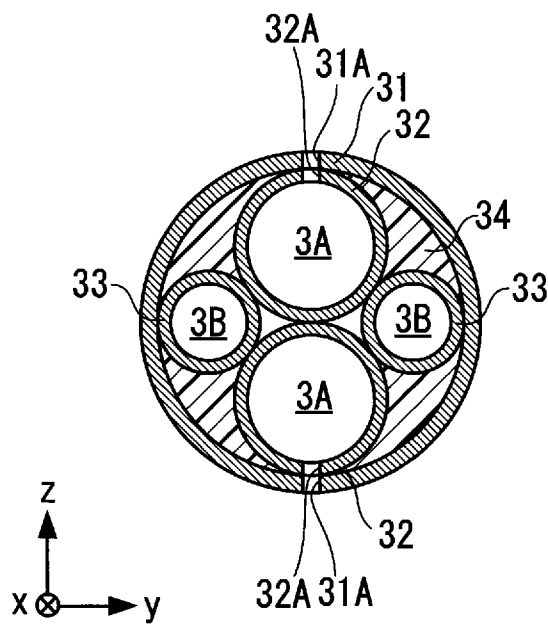


FIG. 4A

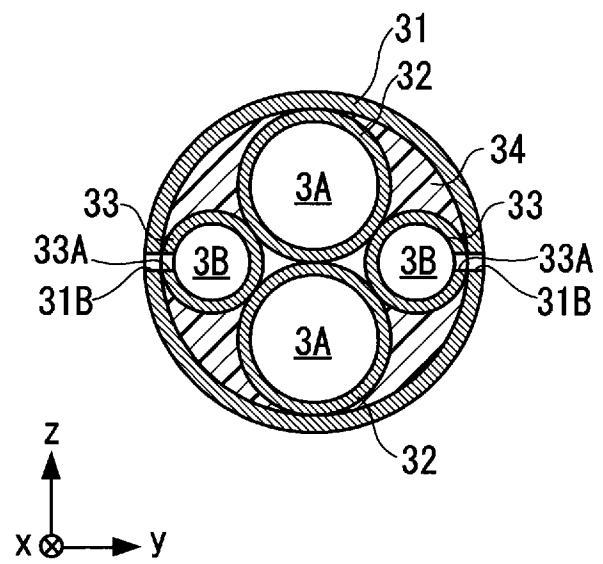


FIG. 4B

[図5]

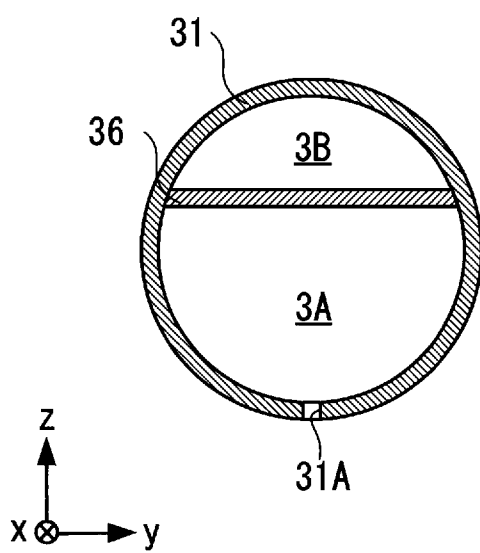


FIG. 5A

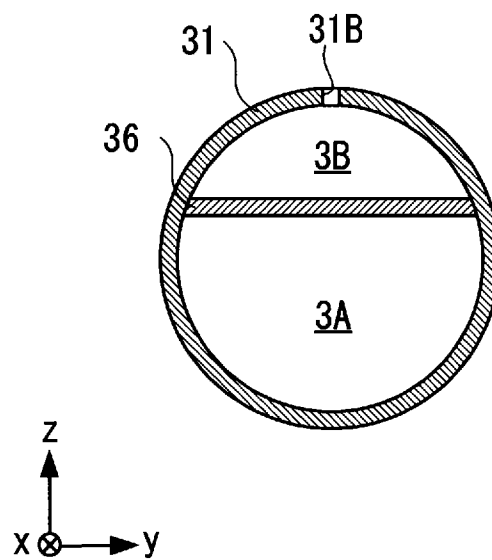


FIG. 5B

[図6]

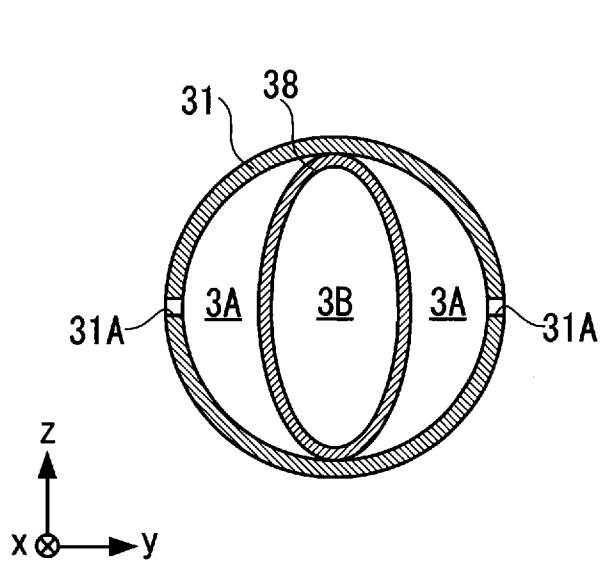


FIG. 6A

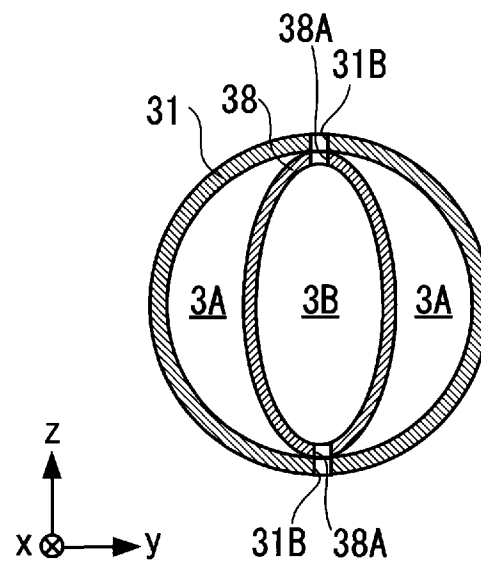


FIG. 6B

[図7]

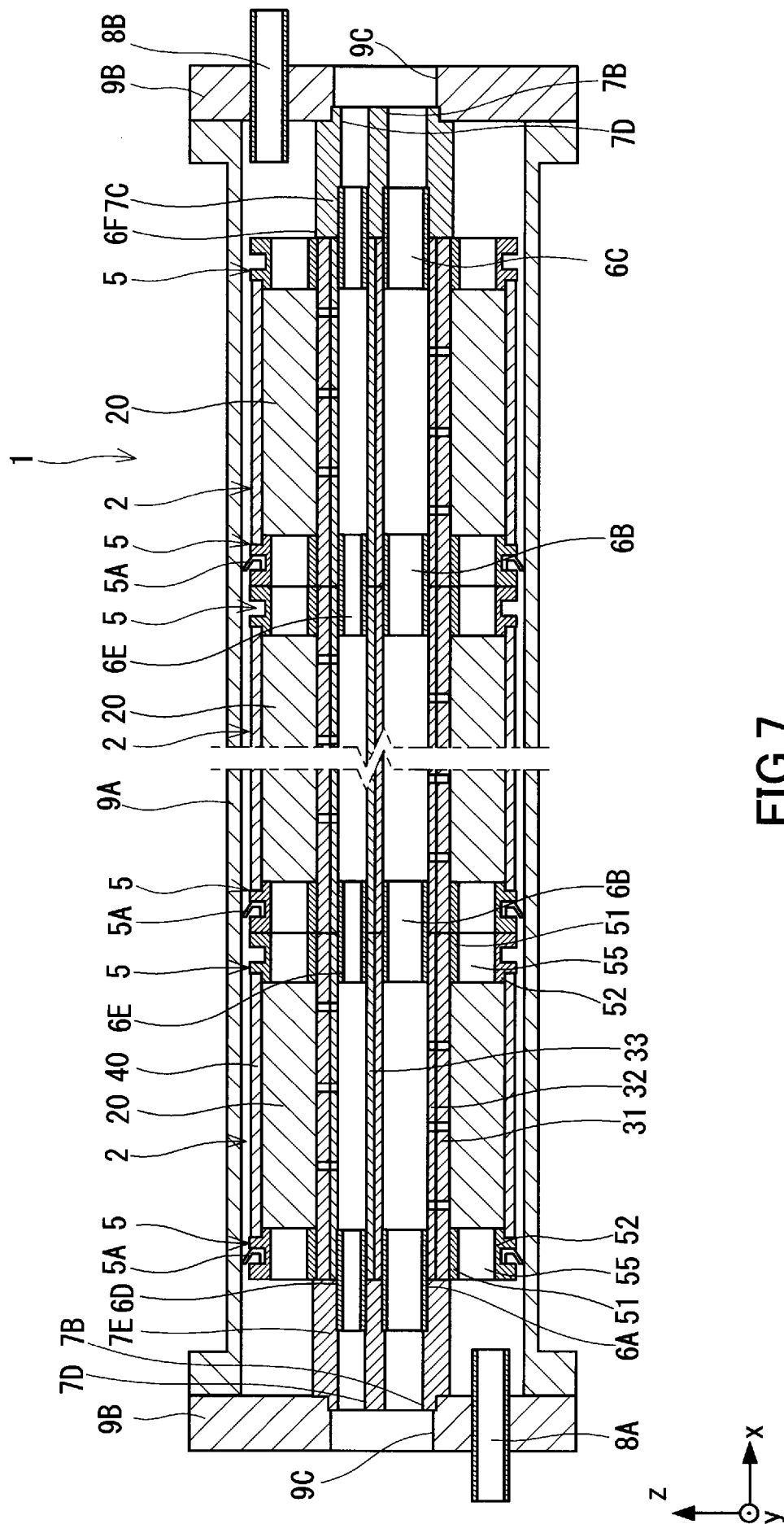


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/004470

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

B01D63/10, B01D61/00, B01D63/00

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.
X	WO 2010/104895 A2 (HERRON, John, R.), 16 September 2010 (16.09.2010), paragraphs [0040] to [0053]; fig. 1 to 6 & US 2010/0224550 A1	1, 2, 4-6, 11, 12 3, 7-10
Y	JP 1-115410 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 08 May 1989 (08.05.1989), page 5, lower right column, line 4 to page 6, upper left column, line 2; fig. 1 to 4 (Family: none)	3
Y	JP 51-24587 A (Daicel Ltd.), 27 February 1976 (27.02.1976), fig. 1 to 6 (Family: none)	7-10



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

"I" 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
03 October, 2013 (03.10.13)

Date of mailing of the international search report
15 October, 2013 (15.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/004470

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/072277 A2 (HYDRATION SYSTEMS, LLC), 16 June 2011 (16.06.2011), entire text & JP 2013-513471 A	1-12
A	WO 2009/151709 A2 (YALE UNIVERSITY), 17 December 2009 (17.12.2009), entire text & JP 2012-520750 A	1-12
A	US 4033878 A (UNIVERSAL OIL PRODUCTS CO.), 05 July 1977 (05.07.1977), entire text (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. B01D63/10(2006.01)i, B01D61/00(2006.01)i, B01D63/00(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. B01D63/10, B01D61/00, B01D63/00

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
X	WO 2010/104895 A2 (HERRON, John, R.) 2010.09.16, [0040]-[0053], Fig.1-6 & US 2010/0224550 A1	1, 2, 4-6, 11, 12
Y		3, 7-10
Y	JP 1-115410 A（工業技術院長）1989.05.08, 第5頁右下欄4行-第6頁左上欄2行、第1-4図（ファミリーなし）	3
Y	JP 51-24587 A（ダイセル株式会社）1976.02.27, 第1-6図（ファミリーなし）	7-10

☒ 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 3 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 5 . 1 0 . 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）

大島 彰公

4 D

4 8 6 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	WO 2011/072277 A2 (HYDRATION SYSTEMS, LLC) 2011.06.16, 文献全体 & JP 2013-513471 A	1-12
A	WO 2009/151709 A2 (YALE UNIVERSITY) 2009.12.17, 文献全体 & JP 2012-520750 A	1-12
A	US 4033878 A (UNIVERSAL OIL PRODUCTS COMPANY) 1977.07.05, 文献全体 (ファミリーなし)	1-12