

(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
2024年3月21日(21.03.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/057886 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 61/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/030827
- (22) 国際出願日: 2023年8月25日(25.08.2023)
- (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 2022-146504 2022年9月14日(14.09.2022) 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: 平井 智也(**HIRAI Tomoya**); 〒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). 木村 直道(**KIMURA Naomichi**); 〒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). 仲野 武史(**NAKANO Takeshi**); 〒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号梅田プラザビル別館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,

(54) **Title:** MEMBRANE SEPARATION SYSTEM, AND METHOD FOR OPERATING MEMBRANE SEPARATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 膜分離システム及び膜分離システムの運転方法

[図1]

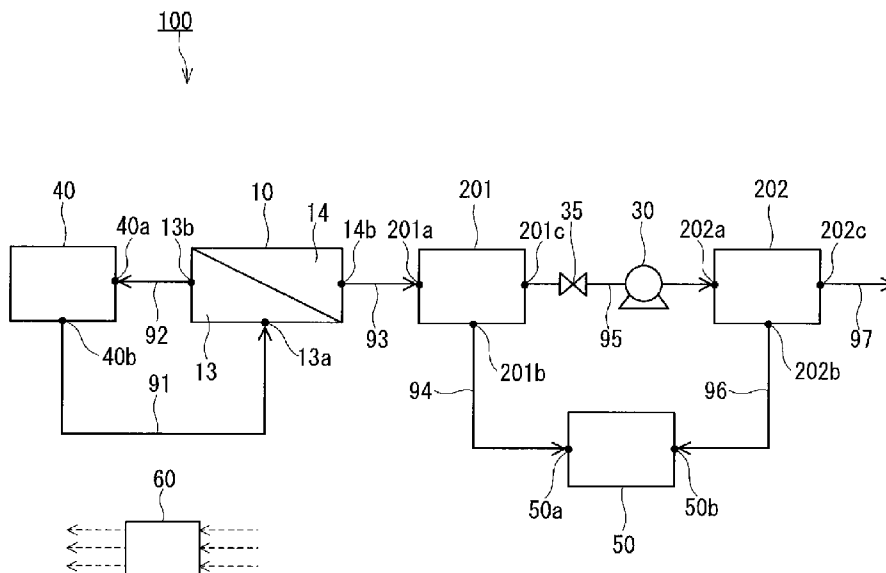


FIG. 1

(57) **Abstract:** The present invention provides a membrane separation method suitable for the efficient recovery of an organic compound. A membrane separation system 100 is provided with a membrane separation unit 10, a pressure reduction unit 30, a first condensation unit 201, and a second condensation unit 202. The membrane separation unit 10 has a pervaporation membrane that separates a supply solution S containing a volatile organic compound C and a gas G into a permeated fluid S₁ and a non-permeated fluid S₂, and a supply space and a permeation space that



WO 2024/057886 A1

CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO(BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

are separated from each other by the pervaporation membrane. The pressure reduction unit 30 reduces the pressure in the permeation space in the membrane separation unit 10. The first condensation unit 201 is arranged between the membrane separation unit 10 and the pressure reduction unit 30, and condensates the organic compound C contained in the permeated fluid S_1 discharged from the membrane separation unit 10. The second condensation unit 202 condensates the organic compound C contained in the permeated fluid S_1 discharged from the pressure reduction unit 30.

(57) 要約: 本発明は、有機化合物を効率的に回収することに適した膜分離システムを提供する。膜分離システム100は、膜分離部10、減圧部30、第1凝縮部201、及び第2凝縮部202を備える。膜分離部10は、揮発性の有機化合物CとガスGとを含む供給液Sを透過流体 S_1 と非透過流体 S_2 とに分離する浸透気化膜と、浸透気化膜によって隔てられた供給空間及び透過空間とを有する。減圧部30は、膜分離部10の透過空間内を減圧する。第1凝縮部201は、膜分離部10と減圧部30との間に配置され、膜分離部10から排出された透過流体 S_1 に含まれる有機化合物Cを凝縮する。第2凝縮部202は、減圧部30から排出された透過流体 S_1 に含まれる有機化合物Cを凝縮する。

明 細 書

発明の名称：膜分離システム及び膜分離システムの運転方法

技術分野

[0001] 本発明は、膜分離システム及び膜分離システムの運転方法に関する。

背景技術

[0002] 揮発性の有機化合物を含む水溶液から当該有機化合物を分離する方法の一例として、浸透気化膜を用いた浸透気化法（パーバレーション法）が知られている。浸透気化法は、様々な物質を含む水溶液から揮発性の有機化合物を分離することに適している。浸透気化法は、蒸留法に比べて、エネルギーの消費量や、二酸化炭素などのガスの排出量を抑制できる傾向もある。浸透気化法を行う膜分離装置と、揮発性の有機化合物を製造する反応槽とを組み合わせることによって、揮発性の有機化合物を連続して製造する技術が提案されている。例えば、特許文献1は、膜分離装置と反応槽とを組み合わせた膜分離システムを開示している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4048279号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 浸透気化法は、浸透気化膜と、浸透気化膜によって隔てられた供給空間及び透過空間とを有する膜分離部を用いて行うことができる。浸透気化膜に供給液を接触させた状態で透過空間内を減圧することによって、浸透気化膜を透過する供給液が気化する。これにより、気体の透過流体が得られる。従来、浸透気化法を用いた膜分離システムにおいて、透過空間内の減圧は、膜分離部の後段に設けた減圧部によって行われる。得られた気体の透過流体は、減圧部の後段に設けた凝縮部で液化され、液体の透過流体が得られる。

[0005] 本発明者らは、浸透気化膜は供給液に含まれるガスをも透過することから

、浸透気化膜によって分離された気体の透過流体には、二酸化炭素などのガスが残存しているという知見を得た。浸透気化法を用いた従来の膜分離システムにおいて、気体の透過流体は、ガスを含んだまま、減圧部の排気として凝縮部に供給される。気体の透過流体に含まれる二酸化炭素などのガスは、凝縮部における凝縮効率を低下させ、その結果、有機化合物の回収効率が低下する。

[0006] そこで本発明は、有機化合物を効率的に回収することに適した膜分離システム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

[0007] 本発明は、
膜分離部、減圧部、第1凝縮部及び第2凝縮部を備え、
前記膜分離部は、揮発性の有機化合物とガスとを含む供給液を透過流体と非透過流体とに分離する浸透気化膜と、前記浸透気化膜によって隔てられた供給空間及び透過空間とを有し、
前記減圧部は、前記膜分離部の前記透過空間内を減圧し、
前記第1凝縮部は、前記膜分離部と前記減圧部との間に配置され、前記膜分離部から排出された前記透過流体に含まれる前記有機化合物を凝縮し、
前記第2凝縮部は、前記減圧部から排出された前記透過流体に含まれる前記有機化合物を凝縮する、膜分離システムを提供する。

[0008] 別の側面において、本発明は、
膜分離部、減圧部、第1凝縮部及び第2凝縮部を備えた膜分離システムの運転方法であって、
前記第1凝縮部は、前記膜分離部と前記減圧部との間に配置され、
前記膜分離部は、浸透気化膜と、前記浸透気化膜によって隔てられた供給空間及び透過空間とを有し、
前記膜分離部の前記浸透気化膜によって、揮発性の有機化合物とガスとを含む供給液を透過流体と非透過流体とに分離することと、
前記第1凝縮部によって、前記膜分離部から排出された前記透過流体に含

まれる前記有機化合物を凝縮することと、

前記第2凝縮部によって、前記減圧部から排出された前記透過流体に含まれる前記有機化合物を凝縮することと、

を含み、

前記分離することは、前記減圧部によって、前記膜分離部の前記透過空間内を減圧することを含む、膜分離システムの運転方法を提供する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、有機化合物を効率的に回収することに適した膜分離システムを提供できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本実施形態の膜分離システムの一例を示す概略構成図である。

[図2]膜分離システムが備える第1凝縮部及び第2凝縮部を示す概略構成図である。

[図3]膜分離システムが備える膜分離部の一例を示す概略断面図である。

[図4]膜分離部が備える浸透気化膜の概略断面図である。

[図5]膜分離部の別の一例を模式的に示す展開斜視図である。

[図6]計算例1、6で使用した分離システムを示す概略構成図である。

[図7]従来の膜分離システムを示す概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の第1態様にかかる膜分離システムは、

膜分離部、減圧部、第1凝縮部及び第2凝縮部を備え、

前記膜分離部は、揮発性の有機化合物とガスとを含む供給液を透過流体と非透過流体とに分離する浸透気化膜と、前記浸透気化膜によって隔てられた供給空間及び透過空間とを有し、

前記減圧部は、前記膜分離部の前記透過空間内を減圧し、

前記第1凝縮部は、前記膜分離部と前記減圧部との間に配置され、前記膜分離部から排出された前記透過流体に含まれる前記有機化合物を凝縮し、

前記第2凝縮部は、前記減圧部から排出された前記透過流体に含まれる前

記有機化合物を凝縮する。

- [0012] 本発明の第2態様において、例えば、第1態様にかかる膜分離システムでは、運転時に、前記第1凝縮部内の圧力は、前記第2凝縮部内の圧力よりも低い値に制御される。
- [0013] 本発明の第3態様において、例えば、第2態様にかかる膜分離システムでは、運転時に、前記第1凝縮部内の圧力は、0.2～20.0 kPaの範囲に制御される。
- [0014] 本発明の第4態様において、例えば、第1～第3態様のいずれか1つにかかる膜分離システムでは、運転時に、前記第1凝縮部の冷却温度は、前記第2凝縮部の冷却温度と同じ又は低い値に制御される。
- [0015] 本発明の第5態様において、例えば、第4態様にかかる膜分離システムでは、運転時に、前記第1凝縮部の冷却温度は、 -80°C 以上 30°C 未満の範囲に制御される。
- [0016] 本発明の第6態様において、例えば、第1～第5態様のいずれか1つにかかる膜分離システムでは、運転時に、前記第1凝縮部内及び前記第2凝縮部内に、前記透過流体を冷却するための冷媒が通される。
- [0017] 本発明の第7態様において、例えば、第6態様にかかる膜分離システムでは、運転時に、前記第1凝縮部内に通された前記冷媒が、前記第2凝縮部内に通される。
- [0018] 本発明の第8態様において、例えば、第1～第7態様のいずれか1つにかかる膜分離システムでは、前記第1凝縮部から得られる第1凝縮流体に含まれる前記有機化合物の濃度は、前記第2凝縮部から得られる第2凝縮流体に含まれる前記有機化合物の濃度よりも低い。
- [0019] 本発明の第9態様において、例えば、第1～第8態様のいずれか1つにかかる膜分離システムは、前記第1凝縮部と前記減圧部との間に、前記透過空間内の圧力を調節する圧力調整弁をさらに備える。
- [0020] 本発明の第10態様にかかる膜分離システムの運転方法は、膜分離部、減圧部、第1凝縮部及び第2凝縮部を備えた膜分離システムの

運転方法であって、

前記第1凝縮部は、前記膜分離部と前記減圧部との間に配置され、

前記膜分離部は、浸透気化膜と、前記浸透気化膜によって隔てられた供給空間及び透過空間とを有し、

前記膜分離部の前記浸透気化膜によって、揮発性の有機化合物とガスとを含む供給液を透過流体と非透過流体とに分離することと、

前記第1凝縮部によって、前記膜分離部から排出された前記透過流体に含まれる前記有機化合物を凝縮することと、

前記第2凝縮部によって、前記減圧部から排出された前記透過流体に含まれる前記有機化合物を凝縮することと、

を含み、

前記分離することは、前記減圧部によって、前記膜分離部の前記透過空間内を減圧することを含む。

[0021] 以下、本発明の詳細を説明するが、以下の説明は、本発明を特定の実施形態に制限する趣旨ではない。

[0022] <膜分離システムの実施形態>

図1に示すように、本実施形態の膜分離システム100は、浸透気化膜を有する膜分離部10、第1凝縮部201、減圧部30、及び第2凝縮部202を備える。第1凝縮部201は、膜分離部10と減圧部30との間に配置されている。第2凝縮部202は、減圧部30の後段に配置されている。

[0023] 膜分離部10は、浸透気化膜と、当該浸透気化膜によって隔てられた供給空間及び透過空間とを有する。浸透気化膜は、揮発性の有機化合物Cを含む供給液Sを透過流体 S_1 と非透過流体 S_2 とに分離する。減圧部30は、膜分離部10の透過空間内を減圧する。第1凝縮部201は、膜分離部10から排出された透過流体 S_1 に含まれる有機化合物Cを凝縮する。第2凝縮部202は、減圧部30から排出された透過流体 S_1 に含まれる有機化合物Cを凝縮する。

[0024] 供給液Sは、アルコールなどの揮発性の有機化合物Cを含む。供給液Sは

、典型的には発酵液である。発酵液は、水溶液中で微生物を利用してグルコース、合成ガスなどの炭素源を発酵させることによって得られる。そのため、供給液Sが発酵液である場合、供給液Sは、揮発性の有機化合物Cとともに、当該有機化合物Cを生成する微生物を含む。有機化合物Cを生成する微生物は、典型的には菌である。一般的に、水溶液中における炭素源の発酵の過程では、副生成物として二酸化炭素などのガスが発生する。そのため、発酵により得られた供給液Sには、ガスが溶存ガスGとして存在している。ガスGは、二酸化炭素を含む。供給液Sは、例えば、有機化合物C、微生物、及びガスG以外に水を含む。供給液Sは、典型的には、有機化合物C、微生物、及びガスGを含む水溶液である。

[0025] 膜分離システム100では、膜分離部10と減圧部30との間に第1凝縮部201が配置され、さらに、減圧部30の後段に第2凝縮部202が配置されている。このような構成であることにより、系外に排出される透過流体 S_1 の量を低減でき、もって、凝縮効率の低下を抑制することができる。その結果、有機化合物Cの回収効率が向上する。本実施形態の膜分離システム100は、供給液Sが発酵液である場合、特に有効である。

[0026] 図7は、浸透気化法を用いた従来の膜分離システム1000を示す概略構成図である。膜分離システム1000は、浸透気化膜を有する膜分離部101、凝縮部102、及び減圧部103を備える。膜分離部101と減圧部103との間に凝縮部102が設けられている。なお、符号104は、膜分離部101に供給されるべき供給液Lを貯蔵しているタンクを示す。上述したように、浸透気化膜は、供給液に含まれるガスをも透過する。そのため、膜分離部101の浸透気化膜によって、供給液Lを透過流体 L_1 と非透過流体 L_2 とに分離すると、分離された透過流体 L_1 には二酸化炭素などのガスが残存する。膜分離システム1000では、膜分離部101から排出された透過流体 L_1 は、ガスを含んだまま凝縮部102に供給される。凝縮部102における凝縮効率は、凝縮対象気体の分圧に依存する。そのため、透過流体 L_1 に含まれるガスは、凝縮部102における凝縮効率を低下させ、その結果、有機化

合物の回収効率が低下する。ガスが存在するせいで凝縮できなかった透過流体 L_1 は、系外に排出される。

[0027] 本発明者らは、膜分離部10と減圧部30との間に第1凝縮部201を配置した上で、減圧部30の後段に第2凝縮部202を配置することによって、系外に排出される透過流体 S_1 の量を低減できることを見出した。膜分離部10から排出された透過流体 S_1 は、まず第1凝縮部201に供給され、有機化合物Cの凝縮が行われる。第1凝縮部201に供給された透過流体 S_1 はガスGを含んでいる。上述したように、第1凝縮部201における凝縮効率は、凝縮対象気体の分圧に依存する。そのため、第1凝縮部201からは、ガスGが存在するせいで凝縮できなかった透過流体 S_1 が排出される。本実施形態の膜分離システム100では、第1凝縮部201から排出された透過流体 S_1 が、減圧部30の排気として第2凝縮部202に供給され、第2凝縮部202でさらに有機化合物Cの凝縮が行われる。したがって、系外に排出される透過流体 S_1 の量を低減できる。

[0028] 膜分離システム100では、運転時に、第1凝縮部201内の圧力 P_1 が、第2凝縮部202内の圧力 P_2 よりも低い値に制御されてもよい。運転時に、 $P_1 < P_2$ を満たすように制御することで、有機化合物Cの回収効率を向上させることができる。

[0029] 運転時に、第1凝縮部201内の圧力 P_1 は、0.1~20.0kPaの範囲に制御されてもよい。圧力 P_1 は、0.1~10.0kPaの範囲に制御されてもよく、0.1~5.0kPaの範囲に制御されてもよい。圧力 P_1 は、例えば、1.5kPaである。

[0030] 運転時に、第2凝縮部202内の圧力 P_2 は、50.0~101.325kPaの範囲に制御されてもよい。圧力 P_2 は、70.0~101.325kPaの範囲に制御されてもよく、90.0~101.325kPaの範囲に制御されてもよい。圧力 P_2 は、例えば、大気圧(101.325kPa)である。

[0031] 運転時に、第1凝縮部201の冷却温度 T_1 は、第2凝縮部202の冷却温

度 T_2 と同じ又は低い値に制御されてもよい。運転時に、 $T_1 \leq T_2$ を満たすように制御することで、有機化合物 C の回収効率を向上することができる。

[0032] 運転時に、第 1 凝縮部 201 の冷却温度 T_1 は、 $-80 \sim 10^\circ\text{C}$ の範囲に制御されてもよい。冷却温度 T_1 は、 $-40 \sim 5^\circ\text{C}$ の範囲に制御されてもよく、 $-20 \sim 0^\circ\text{C}$ の範囲に制御されてもよい。冷却温度 T_1 は、例えば、 -7°C である。

[0033] 運転時に、第 2 凝縮部 202 の冷却温度 T_2 は、 $-80 \sim 20^\circ\text{C}$ の範囲に制御されてもよい。冷却温度 T_2 は、 $-40 \sim 15^\circ\text{C}$ の範囲に制御されてもよく、 $-20 \sim 10^\circ\text{C}$ の範囲に制御されてもよい。冷却温度 T_2 は、例えば、 -7°C である。

[0034] 第 1 凝縮部 201 内の圧力 P_1 及び第 2 凝縮部 202 内の圧力 P_2 は、減圧部 30 の動作を制御することによって、制御することができる。減圧部 30 の動作を制御することによって、運転時に、 $P_1 < P_2$ を満たすように制御してもよい。

[0035] 減圧部 30 は、真空ポンプなどの真空装置であってもよい。真空ポンプは、典型的には気体輸送式の真空ポンプであり、往復運動式の真空ポンプや回転式の真空ポンプなどが挙げられる。往復運動式の真空ポンプとしては、ダイヤフラム型や揺動ピストン型の真空ポンプが挙げられる。回転式の真空ポンプとしては、液封ポンプ；油回転ポンプ（ロータリポンプ）；メカニカルブースターポンプ；ルーツ型、クロー型、スクリュウ型、ターボ型、スクロール型などの各種ドライポンプなどが挙げられる。減圧部 30 としてのポンプは、回転数などを変化させるための可変速機構を備えていてもよい。可変速機構の例は、ポンプのモータを駆動するインバータである。可変速機構でポンプの回転数などを制御することによって、第 1 凝縮部 201 内の圧力 P_1 及び第 2 凝縮部 202 内の圧力 P_2 を適切に調整することができる。

[0036] 第 1 凝縮部 201 は、膜分離部 10 から排出された透過流体 S_1 を冷却することによって有機化合物 C を凝縮する。言い換えると、第 1 凝縮部 201 によれば、気体の透過流体 S_1 が液化し、第 1 凝縮流体 S_{31} が得られる。第 1 凝縮

流体 S_{31} は、有機化合物 C を含む液体の流体である。第 2 凝縮部 202 は、減圧部 30 から排出された透過流体 S_1 を冷却することによって有機化合物 C を凝縮する。言い換えると、第 2 凝縮部 202 によれば、気体の透過流体 S_1 が液化し、第 2 凝縮流体 S_{32} が得られる。第 2 凝縮流体 S_{32} は、有機化合物 C を含む液体の流体である。

[0037] 第 1 凝縮部 201 から得られる第 1 凝縮流体 S_{31} に含まれる有機化合物 C の濃度は、第 2 凝縮部 202 から得られる第 2 凝縮流体 S_{32} に含まれる有機化合物 C の濃度よりも低い。

[0038] 第 1 凝縮部 201 及び第 2 凝縮部 202 のそれぞれは、不凍液などの冷却媒体（冷媒）と気体の透過流体 S_1 との間で熱交換を生じさせる気-液熱交換器であってもよい。すなわち、運転時に、第 1 凝縮部 201 内及び第 2 凝縮部 202 内に、透過流体 S_1 を冷却するための冷媒 R が通されてもよい。冷媒 R として、例えば、エチレングリコール、プロピレングリコール、エタノール、水などが用いられうる。

[0039] 図 2 は、第 1 凝縮部 201 及び第 2 凝縮部 202 を示す概略構成図である。図 2 では、膜分離部 10 は省略されている。膜分離システム 100 は、冷媒 R の流路として、冷媒経路 99 を備えていてもよい。冷媒経路 99 は、第 1 部分 99A 及び第 2 部分 99B を有する。第 1 部分 99A が、第 2 凝縮部 202 の冷媒出口 202e と、第 1 凝縮部 201 の冷媒入口 201d とに接続されており、第 2 部分 99B が、第 1 凝縮部 201 の冷媒出口 201e と、第 2 凝縮部 202 の冷媒入口 202d とに接続されていてもよい。すなわち、第 1 凝縮部 201 内に通された冷媒 R が、第 2 凝縮部 202 内に通されるように構成されていてもよい。このように、第 1 凝縮部 201 及び第 2 凝縮部 202 に、共通の冷媒 R が用いられてもよい。

[0040] 膜分離システム 100 は、冷媒 R を冷却するための冷却部 203 をさらに備えていてもよい。冷却部 203 は、典型的には、チラーである。冷却部 203 は、冷媒経路 99 の第 1 部分 99A に設けられていてもよい。冷却部 203 によって、第 1 凝縮部 201 内及び第 2 凝縮部 202 内に通される冷媒

Rを冷却することができる。

- [0041] 冷媒経路99には、例えば、冷媒Rの温度を測定する温度センサが配置されていてもよい。第1部分99A及び第2部分99Bのそれぞれに、冷媒Rの温度を測定する温度センサが配置されていてもよい。温度センサの測定結果に基づき、 $T_1 \leq T_2$ を満たすよう、第1凝縮部201内及び第2凝縮部202内に通される冷媒Rの温度を制御してもよい。
- [0042] 冷媒経路99には、例えば、冷媒Rの流量を制御するポンプが配置されていてもよい。冷媒経路99には、ポンプが配置されていなくてもよい。
- [0043] 膜分離システム100は、第1凝縮部201と減圧部30との間に、膜分離部10の透過空間内の圧力を調節する圧力調整弁35をさらに備えていてもよい。膜分離部10の透過空間内の圧力を調節する方法としては、例えば、外気を減圧部30に導入する方法、減圧部30の前段に設けた圧力調整弁によって流量を調節する方法が挙げられる。圧力調整弁35を採用することにより、外気が減圧部30に導入することで、排気量が増加することを回避することができる。
- [0044] 膜分離システム100は、第1凝縮部201内の圧力 P_1 及び第2凝縮部202内の圧力 P_2 のそれぞれを測定する圧力センサ（図示せず）をさらに備えていてもよい。圧力センサの測定結果に基づき、減圧部30の動作を制御することによって、 $P_1 < P_2$ を満たすように制御してもよい。
- [0045] 膜分離システム100は、第1凝縮部201の冷却温度 T_1 及び第2凝縮部202の冷却温度 T_2 のそれぞれを測定する温度センサ（図示せず）をさらに備えていてもよい。温度センサの測定結果に基づき、冷却部203の動作を制御することによって、 $T_1 \leq T_2$ を満たすように制御してもよい。
- [0046] 膜分離システム100は、膜分離部10、第1凝縮部201、減圧部30、及び第2凝縮部202とともに、タンク40をさらに備える。タンク40は、膜分離部10に供給されるべき供給液Sを貯蔵している。タンク40は、微生物による炭素源の発酵によって有機化合物Cを生成するための発酵槽であってもよい。

- [0047] 膜分離システム100は、流体の経路として、発酵液供給経路91、非透過流体排出経路92、第1透過流体排出経路93、第1凝縮流体排出経路94、第2透過流体排出経路95、及び第2凝縮流体排出経路96をさらに備える。
- [0048] 発酵液供給経路91は、運転時に、タンク40から膜分離部10に供給液Sを供給するための経路であり、タンク40の出口40bと、膜分離部10の発酵液入口13aとに接続されている。
- [0049] 非透過流体排出経路92は、運転時に、膜分離部10から非透過流体 S_2 を排出するための経路であり、膜分離部10の供給空間出口13bに接続されている。非透過流体排出経路92には、例えば、非透過流体 S_2 の流量を制御するためのポンプが配置されていてもよい。非透過流体排出経路92には、ポンプが配置されていなくてもよい。
- [0050] 非透過流体排出経路92は、タンク40の入口40aに接続されており、運転時に、非透過流体 S_2 をタンク40に送るように構成されていてもよい。すなわち、運転時に、非透過流体 S_2 がタンク40にて供給液Sに混合され、発酵液供給経路91及び非透過流体排出経路92を循環する構成であってもよい。非透過流体 S_2 をタンク40に送る場合、タンク40内では、供給液S及び非透過流体 S_2 が混合され、供給液Sにおける有機化合物Cの含有率が低下する。タンク40が発酵槽である場合、供給液Sにおける有機化合物Cの含有率が低下することによって、微生物による発酵が停止することを抑制でき、これにより、発酵物の製造を連続して行うことができる。
- [0051] 第1透過流体排出経路93は、運転時に、膜分離部10から気体の透過流体 S_1 を排出するための経路であり、膜分離部10の透過空間出口14bと、第1凝縮部201の透過流体入口201aとに接続されている。第1凝縮流体排出経路94は、運転時に、第1凝縮部201から第1凝縮流体 S_{31} を排出するための経路であり、第1凝縮部201の第1凝縮流体出口201bに接続されている。
- [0052] 第2透過流体排出経路95は、運転時に、ガスGが存在するせいで凝縮で

きなかった気体の透過流体 S_1 を第1凝縮部201から排出するための経路であり、第1凝縮部201の透過流体出口201cと、第2凝縮部202の透過流体入口202aとに接続されている。第2凝縮流体排出経路96は、運転時に、第2凝縮部202から第2凝縮流体 S_{32} を排出するための経路であり、第2凝縮部202の第2凝縮流体出口202bに接続されている。

- [0053] 第2透過流体排出経路95に、減圧部30が配置されている。第1凝縮部201と減圧部30との間に、圧力調整弁35が配置されていてもよい。
- [0054] 第1凝縮流体排出経路94には、第1凝縮流体 S_{31} の流量を測定する流量計が配置されていてもよい。第2凝縮流体排出経路96には、第2凝縮流体 S_{32} の流量を測定する流量計が配置されていてもよい。
- [0055] 膜分離システム100は、回収部50をさらに備えていてもよい。回収部50は、第1凝縮部201から送られた第1凝縮流体 S_{31} 及び第2凝縮部202から送られた第2凝縮流体 S_{32} を回収し、例えば、第1凝縮流体 S_{31} 及び第2凝縮流体 S_{32} を貯蔵することができる。回収部50は、例えば、第1凝縮流体 S_{31} 及び第2凝縮流体 S_{32} を貯蔵するタンクである。この場合、回収部50の入口50aには、第1凝縮流体排出経路94が接続されており、回収部50の入口50bには、第2凝縮流体排出経路96が接続されている。
- [0056] 回収部50は、第1凝縮流体 S_{31} と第2凝縮流体 S_{32} とを別々に回収し、貯蔵するように構成されていてもよい。回収部50は、第1凝縮部201から送られた第1凝縮流体 S_{31} を回収し、例えば、第1凝縮流体 S_{31} 貯蔵することができるタンクと、第2凝縮部202から送られた第2凝縮流体 S_{32} を回収し、例えば、第2凝縮流体 S_{32} を貯蔵することができるタンクとから構成されていてもよい。
- [0057] 膜分離システム100は、流体の経路として、排出経路97をさらに備える。
- [0058] 排出経路97は、第2凝縮部202の排気出口202cに接続されている。
- [0059] 膜分離システム100は、膜分離システム100の各部材を制御する制御

部60をさらに備えていてもよい。制御部60は、例えば、A/D変換回路、入出力回路、演算回路、記憶装置などを含むDSP (Digital Signal Processor) である。制御部60には、膜分離システム100を適切に運転するためのプログラムが格納されている。例えば、制御部60は、減圧部30の動作を制御することによって、運転時に、 $P_1 < P_2$ を満たすように制御することができる。例えば、制御部60は、冷却部203の動作を制御することによって、 $T_1 \leq T_2$ を満たすように制御することができる。

[0060] 膜分離システム100の経路のそれぞれは、特に言及がない限り、例えば、金属製又は樹脂製の配管で構成されている。

[0061] 次に、本実施形態の膜分離システム100が備える膜分離部10について、さらに詳説する。

[0062] [膜分離部]

図3は、膜分離部10の一例を示す概略断面図である。図3に示すように、膜分離部10は、浸透気化膜11及び容器12を備える。容器12は、第1室13及び第2室14を有する。第1室13は、供給液Sが供給される供給空間として機能する。第2室14は、透過流体 S_1 が供給される透過空間として機能する。透過流体 S_1 は、供給液Sが浸透気化膜11を透過することによって得られる。

[0063] 浸透気化膜11は、容器12の内部に配置されている。容器12の内部において、浸透気化膜11は、第1室13と第2室14とを隔てている。浸透気化膜11は、容器12の1対の壁面の一方から他方まで延びている。

[0064] 第1室13は、供給空間入口13a及び供給空間出口13bを有する。第2室14は、透過空間出口14bを有する。供給空間入口13aは、供給液Sを供給空間(第1室13)に供給するための開口である。透過空間出口14bは、透過流体 S_1 を透過空間(第2室14)から排出するための開口である。供給空間出口13bは、浸透気化膜11を透過しなかった供給液S(非透過流体 S_2)を供給空間(第1室13)から排出するための開口である。供給空間入口13a、供給空間出口13b及び透過空間出口14bのそれぞれ

は、例えば、容器 1 2 の壁面に形成されている。

[0065] 膜分離部 1 0 は、流通式（連続式）の膜分離方法に適している。ただし、膜分離部 1 0 は、バッチ式の膜分離方法に用いられてもよい。

[0066] （浸透気化膜）

上述のとおり、浸透気化膜 1 1 は、典型的には、供給液 S に含まれる有機化合物 C を優先的に透過させる膜（分離膜）である。浸透気化膜 1 1 は、例えば、浸透気化法によって、有機化合物 C を含む気体の透過流体 S₁ を生じさせる。

[0067] 図 4 に示すとおり、浸透気化膜 1 1 は、例えば、分離機能層 1、及び、分離機能層 1 を支持する多孔性支持体 2 を備えている。浸透気化膜 1 1 は、分離機能層 1 を保護する保護層（図示せず）をさらに備えていてもよい。分離機能層 1 は、例えば、多孔性支持体 2 と直接接している。浸透気化膜 1 1 は、例えば、分離機能層側の主面 1 1 a が第 1 室 1 3 に露出しており、多孔性支持体側の主面 1 1 b が第 2 室 1 4 に露出している。

[0068] （分離機能層）

分離機能層 1 は、典型的には、供給液 S に含まれる有機化合物 C を優先的に透過させることができる層である。分離機能層 1 は、例えば、疎水性材料を含む。本明細書において、「疎水性材料」は、例えば、当該材料で構成された試験片の表面に 1 0 μL の水滴（温度 2 5 °C）を滴下した場合に、水の静的接触角が 9 0 ° を上回る材料を意味する。なお、水の静的接触角は、市販の接触角計を用いて測定することができる。

[0069] 疎水性材料としては、例えば、シロキサン結合（S i - O - S i 結合）を有する化合物、オレフィン系ポリマー、オイル、フッ素系化合物などが挙げられる。分離機能層 1 は、疎水性材料として、シロキサン結合を有する化合物を含むことが好ましい。シロキサン結合を有する化合物は、典型的には、シリコーン系ポリマーである。シリコーン系ポリマーは、2 5 °C で固体であってもよく、液体であってもよい。シリコーン系ポリマーの具体例としては、ポリジメチルシロキサン（PDMS）などが挙げられる。オレフィン系ポ

リマーの具体例としては、ポリエチレン、ポリプロピレンなどが挙げられる。オイルとしては、例えば、流動パラフィンなどの炭化水素系オイルが挙げられる。フッ素系化合物としては、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、テトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA）などが挙げられる。疎水性材料は、単独で又は2種以上を組み合わせ使用できる。

[0070] 分離機能層1は、疎水性材料を主成分として含んでいてもよく、実質的に疎水性材料のみから構成されていてもよい。「主成分」は、分離機能層1に重量比で最も多く含まれる成分を意味する。

[0071] 分離機能層1は、疎水性材料を含むマトリクスと、マトリクスに分散したフィラーとを含んでいてもよい。フィラーは、マトリクス内に埋め込まれている。マトリクス内において、全てのフィラーが互いに離間していてもよく、部分的に凝集していてもよい。

[0072] フィラーは、例えば、ゼオライト、シリカ、ベントナイトなどの無機材料を含む。フィラーに含まれるゼオライトは、アルミナに対するシリカの比率が高いハイシリカゼオライトであることが好ましい。ハイシリカゼオライトは、耐加水分解性に優れているため、供給液Sを分離する用途に適している。ハイシリカゼオライトとしては、東ソー社製のHSZ（登録商標）、ユニオン昭和社製のHiSiv（登録商標）、ユニオン昭和社製のUSKY及び中村超硬社製のZeol（登録商標）などを用いることができる。

[0073] フィラーは、金属有機構造体（Metal-Organic-Framework：MOF）を含んでいてもよい。金属有機構造体は、多孔性配位高分子（Porous Coordination Polymer：PCP）とも呼ばれている。金属有機構造体は、疎水性であることが好ましい。金属有機構造体は、例えば、金属イオン及び有機配位子を含んでいる。金属イオンとしては、Znイオンなどが挙げられる。有機配位子は、例えば、芳香環を含んでいる。有機配位子に含まれる芳香環としては、イミダゾール環などが挙げられる。有機配位子としては、2-メチルイミダゾールなどが挙げられる。金属有機構造体の具体例としては、ZIF-8な

どが挙げられる。

[0074] フィラーの形状は、例えば、粒子状である。本明細書において、「粒子状」には、球状、楕円体状、鱗片状及び繊維状が含まれる。フィラーの平均粒径は、特に限定されず、例えば $50\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $20\mu\text{m}$ 以下であり、より好ましくは $10\mu\text{m}$ 以下である。フィラーの平均粒径の下限値は、例えば $0.01\mu\text{m}$ である。フィラーの平均粒径は、例えば、次の方法によって特定することができる。まず、分離機能層1の断面を透過電子顕微鏡で観察する。得られた電子顕微鏡像において、特定のフィラーの面積を画像処理によって算出する。算出された面積と同じ面積を有する円の直径をその特定のフィラーの粒径（粒子の直径）とみなす。任意の個数（少なくとも50個）のフィラーの粒径をそれぞれ算出し、算出値の平均値をフィラーの平均粒径とみなす。

[0075] 分離機能層1におけるフィラーの含有率は、例えば10wt%以上であり、好ましくは30wt%以上であり、より好ましくは40wt%以上である。分離機能層1におけるフィラーの含有率の上限値は、特に限定されず、例えば70wt%である。分離機能層1におけるマトリクスの含有率は、特に限定されず、例えば30wt%~90wt%である。

[0076] 分離機能層1の厚さは、例えば $200\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $100\mu\text{m}$ 以下であり、より好ましくは $80\mu\text{m}$ 以下である。分離機能層1の厚さは、 $1.0\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $10\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $30\mu\text{m}$ 以上であってもよい。

[0077] 分離機能層1は、平均孔径が $0.01\mu\text{m}$ 未満の微孔構造を有していてもよいが、表面に孔を有さない緻密層であってもよい。

[0078] (多孔性支持体)

多孔性支持体2としては、例えば、不織布；多孔質ポリテトラフルオロエチレン；芳香族ポリアミド繊維；多孔質金属；焼結金属；多孔質セラミック；多孔質ポリエステル；多孔質ナイロン；活性炭素繊維；ラテックス；シリコーン；シリコーンゴム；ポリフッ化ビニル、ポリフッ化ビニリデン、ポ

リウレタン、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリアクリロニトリル、ポリイミド及びポリフェニレンオキッドからなる群より選ばれる少なくとも1つを含む透過性（多孔質）ポリマー；連続気泡又は独立気泡を有する金属発泡体；連続気泡又は独立気泡を有するポリマー発泡体；シリカ；多孔質ガラス；メッシュスクリーンなどが挙げられる。多孔性支持体2は、これらのうちの2種以上を組み合わせたものであってもよい。

[0079] 多孔性支持体2は、例えば0.01~0.4 μm の平均孔径を有する。多孔性支持体2の厚さは、特に限定されず、例えば10 μm 以上であり、好ましくは50 μm 以上であり、より好ましくは100 μm 以上である。多孔性支持体2の厚さは、例えば300 μm 以下であり、好ましくは200 μm 以下である。

[0080] （保護層）

保護層は、例えば、分離機能層1の表面を被覆している。保護層の材料としては、特に限定されず、例えばシリコーン樹脂が挙げられる。保護層の材料は、分離機能層1のマトリクス材料と同じであってもよい。保護層の厚さは、特に限定されず、例えば0.5 μm 以上であり、好ましくは1 μm 以上であり、より好ましくは5 μm 以上であり、さらに好ましくは10 μm 以上である。保護層の厚さは、例えば100 μm 以下であり、好ましくは50 μm 以下であり、より好ましくは30 μm 以下である。

[0081] （浸透気化膜の作製方法）

浸透気化膜11は、例えば、多孔性支持体2の上に分離機能層1を形成することによって作製することができる。詳細には、まず、分離機能層1の材料を含む塗布液を調製する。塗布液は、フィラーとともにフィラーを塗布液中に分散させるための分散剤を含んでもよい。塗布液がシロキサン結合を有する化合物を含む場合、塗布液は、当該化合物を硬化させるための触媒をさらに含んでもよい。次に、塗布液を多孔性支持体2の上に塗布することによって塗布膜を得る。塗布膜を乾燥させることによって、分離機能層

1 が形成される。

[0082] <膜分離システムの運転方法の実施形態>

膜分離システム 100 の運転方法は、膜分離部 10 の浸透気化膜によって、揮発性の有機化合物 C とガス G とを含む供給液 S を透過流体 S_1 と非透過流体 S_2 とに分離すること（ステップ 1）と、第 1 凝縮部 201 によって、膜分離部 10 から排出された透過流体 S_1 に含まれる有機化合物 C を凝縮すること（ステップ 2）と、第 2 凝縮部 202 によって、減圧部 30 から排出された透過流体 S_1 に含まれる有機化合物 C を凝縮することと（ステップ 3）とを含む。ステップ 1 は、減圧部 30 によって、膜分離部 10 の透過空間内を減圧することを含む。

[0083] 上述のとおり、供給液 S が発酵液である場合、供給液 S は、揮発性の有機化合物 C ととともに、当該有機化合物 C を生成する微生物を含む。供給液 S は、例えば、有機化合物 C、微生物、及びガス G 以外に水を含む。供給液 S は、典型的には、有機化合物 C、微生物、及びガス G を含む水溶液である。

[0084] 供給液 S に含まれる有機化合物 C は、揮発性を有する限り、特に限定されない。本明細書において、「揮発性を有する有機化合物」とは、例えば、大気圧下（101.325 kPa）での沸点が 20℃～260℃である有機化合物を意味する。なお、有機化合物 C は、例えば、水溶液中での濃度が高い場合に、水を主成分として含む水相と、当該水相よりも有機化合物 C の含有率が高い有機相とを生じさせるものである。

[0085] 有機化合物 C の炭素数は、特に限定されず、例えば 10 以下であり、8 以下、6 以下、さらには 4 以下であってもよい。有機化合物 C の炭素数の下限値は、1 であってもよく、2 であってもよい。有機化合物 C は、例えば、ヒドロキシル基、カルボニル基、エーテル基、エステル基などの酸素原子を含む官能基を有している。有機化合物 C において、酸素原子を含む官能基の数は、典型的には 1 つである。

[0086] 有機化合物 C としては、例えば、アルコール、ケトン、エステルなどが挙げられ、アルコールであることが好ましい。有機化合物 C がアルコールであ

る場合、有機化合物Cは、水と相溶しやすく、系内の環境に偏りが生じにくい。アルコールは、アルキル基及びヒドロキシル基のみから構成されたアルキルアルコールであってもよく、アリアル基及びヒドロキシル基を含むアリアルアルコールであってもよい。アルキルアルコールは、直鎖状、分岐鎖状、環状のいずれであってもよい。アルキルアルコールとしては、例えば、メタノール、エタノール、*n*-プロパノール、イソプロパノール、*n*-ブタノール、2-ブタノール、イソブタノール、*t*-ブタノール、*n*-ペンタノールなどが挙げられ、好ましくは*n*-ブタノールである。*n*-ブタノールは、水溶液中での含有率が8wt%程度以上である場合に、水溶液から2つの相（水相及び有機相）を生じさせる化合物である。そのため、有機化合物Cが*n*-ブタノールである場合、例えば、透過流体S₁における有機化合物Cの含有率を8wt%程度以上に調整することによって、第1凝縮流体S₃₁において、水相及び有機相を生じさせることができる。この場合、水相及び有機相を分離することによって、第1凝縮流体S₃₁を容易に精製することができる。アリアルアルコールとしては、例えば、フェノールなどが挙げられる。

[0087] ケトンは、アルキル基及びカルボニル基のみから構成されたジアルキルケトンであってもよい。ジアルキルケトンとしては、メチルエチルケトン（MEK）、アセトンなどが挙げられる。

[0088] エステルは、アルキル基及びエステル基のみから構成された脂肪酸アルキルエステルであってもよい。脂肪酸アルキルエステルとしては、酢酸エチルなどが挙げられる。

[0089] なお、有機化合物Cは、上述したものに限定されない。有機化合物Cは、ベンゼン、トルエン、キシレンなどの芳香族炭化水素であってもよい。

[0090] 供給液Sは、1種類の有機化合物Cを含んでいてもよく、2種類以上の有機化合物Cを含んでいてもよい。供給液Sにおける有機化合物Cの含有率は、例えば50wt%以下であり、30wt%以下、10wt%以下、5wt%以下、2wt%以下、さらには1wt%以下であってもよい。有機化合物Cの含有率の下限値は、特に限定されず、例えば0.01wt%である。

- [0091] 有機化合物Cは、微生物が炭素源を発酵させることによって生成した発酵物であってもよい。有機化合物Cは、好ましくは、微生物が生成したアルコール（バイオアルコール）である。
- [0092] 供給液Sは、水、有機化合物C、微生物、及びガスG以外に、炭素源、窒素源、無機イオンなどの他の成分をさらに含んでもよい。炭素源としては、デンプンなどの多糖類や、グルコースなどの単糖類が挙げられる。
- [0093] ステップ1の具体的な実施方法について、図3に示す膜分離部10を例にして説明する。ステップ1では、まず、供給空間入口13aを通じて、供給液Sを膜分離部10の第1室13に供給する。これにより、浸透気化膜11の一方の面（例えば、主面11a）に供給液Sを接触させることができる。
- [0094] 次に、浸透気化膜11の一方の面に供給液Sを接触させた状態で、浸透気化膜11の他方の面（例えば、主面11b）に隣接する空間を減圧する。詳細には、透過空間出口14bを通じて、第2室14内を減圧する。第2室14内の減圧は、減圧部30によって行うことができる。第2室14内の圧力は、例えば50kPa以下であり、20kPa以下、10kPa以下、5kPa以下、3kPa以下、さらには2kPa以下であってもよい。
- [0095] 第2室14内を減圧することによって、浸透気化膜11の他方の面側において、有機化合物Cの含有率が高い透過流体S₁を得ることができる。言い換えると、透過流体S₁が第2室14に供給される。第2室14内において、透過流体S₁は、典型的には気体である。透過流体S₁は、透過空間出口14bを通じて、膜分離部10の外部に排出される。透過流体S₁は、第1透過流体排出経路93を経て、透過流体入口201aを通じて、第1凝縮部201に供給される。
- [0096] 一方、供給液Sにおける有機化合物Cの含有率は、第1室13の供給空間入口13aから供給空間出口13bに向かって徐々に低下する。第1室13で処理された供給液S（非透過流体S₂）は、供給空間出口13bを通じて、膜分離部10の外部に排出される。非透過流体S₂は、典型的には液体である。非透過流体S₂は、非透過流体排出経路92を経て、入口40aを通じて、

タンク40に供給される。

- [0097] ステップ1では、膜分離部10の浸透気化膜11によって、供給液Sに含まれる有機化合物Cを優先的に透過させることができる。そのため、膜分離部10の運転によって得られた透過流体 S_1 は、膜分離部10に供給された供給液Sに比べて、有機化合物Cの含有率が高い。供給液Sにおける有機化合物Cの含有率(wt%)に対する、透過流体 S_1 における有機化合物Cの含有率(wt%)の比は、特に限定されない。
- [0098] ステップ1によれば、例えば、有機化合物Cの含有率が高い透過流体 S_1 を製造することができる。言い換えると、ステップ1によって、透過流体 S_1 として、有機化合物Cを得ることができる。
- [0099] ステップ1は、減圧部30によって、膜分離部10の透過空間内を減圧することを含む。このとき、減圧部30の動作を制御することによって、運転時に、 $P_1 < P_2$ を満たすように制御してもよい。
- [0100] ステップ2の具体的な実施方法について、図2に示す第1凝縮部201を例にして説明する。ステップ2では、まず、透過流体入口201aを通じて、透過流体 S_1 が第1凝縮部201に供給される。透過流体 S_1 は、ガスGを含んでいる。このとき、第1凝縮部201には、冷媒入口201dを通じて、冷媒Rが通されている。そのため、第1凝縮部201内で、冷媒Rと気体の透過流体 S_1 との間で熱交換が行われる。これにより、気体の透過流体 S_1 が冷却され、有機化合物Cが凝縮される。有機化合物Cを含む第1凝縮流体 S_{31} は、第1凝縮流体出口201bを通じて、第1凝縮部201から排出される。ガスGが存在するせいで凝縮できなかった透過流体 S_1 は、透過流体出口201cを通じて、第1凝縮部201から排出される。
- [0101] ステップ3の具体的な実施方法について、図2に示す第2凝縮部202を例にして説明する。ステップ3では、第1凝縮部201から排出された透過流体 S_1 が、減圧部30の排気として、透過流体入口202aを通じて、第2凝縮部202に供給される。このとき、第2凝縮部202には、冷媒入口202dを通じて、冷媒Rが通されている。そのため、第2凝縮部202内で

、冷媒Rと気体の透過流体 S_1 との間で熱交換が行われる。これにより、気体の透過流体 S_1 が冷却され、有機化合物Cが凝縮される。有機化合物Cを含む第2凝縮流体 S_{32} は、第2凝縮流体出口202bを通じて、第2凝縮部202から排出される。残りの排気は、排気出口202cを通じて、第2凝縮部202から排出される。

[0102] 膜分離システム100の運転方法によれば、系外に排出される透過流体 S_1 の量を低減でき、もって、凝縮効率の低下を抑制することができる。その結果、有機化合物Cの回収効率が向上する。

[0103] <有機化合物の製造方法の実施形態>

本実施形態の有機化合物の製造方法は、膜分離部10、減圧部30、第1凝縮部201及び第2凝縮部202を用いた有機化合物の製造方法である。第1凝縮部201は、膜分離部10と減圧部30との間に配置されている。本実施形態の有機化合物の製造方法は、膜分離部10の浸透気化膜によって、揮発性の有機化合物CとガスGとを含む供給液Sを透過流体 S_1 と非透過流体 S_2 とに分離することと、第1凝縮部201によって、膜分離部10から排出された透過流体 S_1 に含まれる有機化合物Cを凝縮することと、第2凝縮部202によって、減圧部30から排出された透過流体 S_1 に含まれる有機化合物Cを凝縮することと、有機化合物Cを回収することと、を含む。上記分離することは、減圧部30によって、膜分離部10の透過空間内を減圧することを含む。

[0104] 本実施形態の有機化合物の製造方法において、有機化合物Cは、アルコールであってもよい。本実施形態の有機化合物の製造方法によれば、揮発性のアルコールを含む供給液 S_0 から当該アルコールを効率的に分離することができる。

[0105] [膜分離部の変形例]

膜分離部10は、スパイラル型の膜エレメント、中空糸膜エレメント、複数の浸透気化膜が積層されたディスクチューブ型の膜エレメント、プレートアンドフレーム型の膜エレメントなどであってもよい。図5は、スパイラル

型の膜エレメントを模式的に示す展開斜視図である。膜分離部10は、図5に示すようなスパイラル型の膜エレメントであってもよい。図5の膜分離部10（膜エレメント）は、中心管16と、浸透気化膜11を有し、中心管16に巻き付けられた膜リーフ17とを備える。

[0106] 中心管16は、円筒形状を有している。中心管16の表面には、中心管16の内部に透過流体 S_1 を流入させるための貫通孔16hが形成されている。貫通孔16hの数は特に限定されず、1つであってもよく、2つ以上であってもよい。中心管16の材料としては、例えば、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン共重合樹脂（ABS樹脂）、ポリフェニレンエーテル樹脂（PPE樹脂）、ポリサルフォン樹脂（PSF樹脂）などの樹脂；ステンレス鋼、チタンなどの金属が挙げられる。中心管16の内径は、例えば20～100mmの範囲にある。

[0107] 膜分離部10は、複数の膜リーフ17を有する。各膜リーフ17は、浸透気化膜11及び透過側流路材19を含む。例えば、膜リーフ17は、2つの浸透気化膜11を有する。2つの浸透気化膜11が互いに重ね合わされ、袋状の構造を有するように3辺において封止されている。袋状の構造の内部に位置するように、2つの浸透気化膜11の間に透過側流路材19が配置されている。透過側流路材19は、2つの浸透気化膜11の間に透過流体 S_1 の流路としての空間（透過空間）を確保している。このように、透過側流路材19は、浸透気化膜11に組み合わされて使用される。膜リーフ17の数は、特に限定されず、例えば2～30である。

[0108] 膜分離部10は、供給側流路材18をさらに有する。供給側流路材18は、上述の袋状の構造の外部に位置するとともに、膜リーフ17に積層されている。詳細には、複数の供給側流路材18と複数の膜リーフ17とが交互に積層されている。供給側流路材18は、膜リーフ17と膜リーフ17との間に供給液 S の流路としての空間（供給空間）を確保している。

[0109] 供給側流路材18及び透過側流路材19としては、例えばポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリフェニレン

サルファイド（PPS）又はエチレンクロロトリフルオロエチレン共重合体（ECTFE）からなる樹脂製のネット、織物又は編物を用いることができる。

[0110] 膜エレメントの外周面は、流体が通過できない材料によって作製されたシェル（不図示）で構成されている。シェルは、FRP（fiber reinforced plastic）によって作られていてもよい。膜エレメントは、ケーシング（図示せず）に收容されていてもよい。

[0111] 図5の膜分離部10（膜エレメント）は、例えば、次の方法で運転できる。まず、巻回された膜リーフ17の一端に供給液Sを供給する。中心管16の内部の空間を減圧する。減圧は、減圧部30によって行うことができる。これにより、膜リーフ17の浸透気化膜11を透過した透過流体 S_1 が中心管16の内部に移動する。透過流体 S_1 は、中心管16を通じて外部に排出される。膜分離部10で処理された供給液S（非透過流体 S_2 ）は、巻回された膜リーフ17の他端から外部に排出される。

[0112] <膜分離システムの変形例>

本実施形態の膜分離システム100は、複数の膜分離部10を備えていてもよく、複数の膜分離部10が互いに直列又は並列に接続されていてもよい。本明細書において、「複数の膜分離部10が互いに直列に接続されている」とは、前段の膜分離部10の供給空間から排出された供給液S（膜分離システムの運転時は非透過流体 S_2 ）が後段の膜分離部10の供給空間に供給されるように、複数の膜分離部10が互いに接続されている構成を意味する。

「複数の膜分離部10が互いに並列に接続されている」とは、タンク40から送られた供給液Sが複数の膜分離部10のそれぞれの供給空間に供給されるように、複数の膜分離部10が互いに接続されている構成を意味する。膜分離システム100における膜分離部10の数は、特に限定されず、例えば2～5である。本実施形態の膜分離システム100は、直接に接続された複数の膜分離部10を有するユニットを複数備え、各ユニットが並列に接続される構成を有していてもよい。例えば、膜分離システム100は、直接に接

続された3つの膜分離部10を有するユニットを2つ備え、2つのユニットが並列に接続されていてもよい。

[0113] 上述した各実施形態に関する説明は、技術的に矛盾しない限り、相互に適用される。上記の各実施形態及び各変形例は、技術的に矛盾しない限り、相互に組み合わせられてもよい。

実施例

[0114] 以下に、計算例により本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0115] [浸透気化膜の作製]

まず、次の方法によって浸透気化膜を作製した。シリコーン樹脂（モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン社製のYSR3022）1.650kg（固形分濃度30wt%）、トルエン2.805kg、ハイシリカゼオライト（ユニオン昭和社製のHiSiv3000）0.495kg、シリコーン硬化触媒（モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン社製のYC6831）0.0495kg、及び硬化遅延剤としてのアセチルアセトン0.0495kgを混合して塗布液を調製した。次に、塗布液を厚さ150 μ mの多孔性支持体（日東電工社製のRS-50）の上に塗布することによって塗布膜（厚さ500 μ m）を得た。塗布膜を90 $^{\circ}$ Cで4分間加熱し、乾燥させることによって、厚さ50 μ mの分離機能層を作製した。分離機能層において、シリコーン樹脂とハイシリカゼオライトとの重量比は、50：50であった。これにより、浸透気化膜を得た。

[0116] （計算例1、6）

作製した浸透気化膜を用いて、図6に示す膜分離システム200を運転したときのシミュレーションを行った。詳細には、膜分離システム200において、膜分離部10が備える浸透気化膜として、上記の浸透気化膜を用いることを想定した。膜分離システム200は、第1凝縮部201に代えて第1熱交換器301を備えること、第2凝縮部202に代えて第2熱交換器302を備えること、回収部50が第2熱交換器302のみに接続されているこ

とを除き、図1に示す膜分離システム100と同じ構成であった。第1熱交換器301は、熱交換器として機能するだけであって、膜分離部10から排出された気体の透過流体 S_1 を冷却するが、凝縮は行わない構成であった。第2熱交換器302は、第1熱交換器301から排出された気体の透過流体 S_1 を大気圧下で凝縮する構成であった。

[0117] なお、計算例1、6の膜分離部10の運転では、タンク40から膜分離部10に送られる水溶液が、揮発性の有機化合物としてのアルコール（*n*-ブタノール又はエタノール）及びガスGを含むこと、減圧部30によって、膜分離部10の透過空間内を減圧することによって、気体の透過流体 S_1 を得ること、及び、得られた透過流体 S_1 を第1熱交換器301で冷却すること、及び、第1熱交換器301で冷却された透過流体 S_1 を第2熱交換器302で冷却することによってアルコールを凝縮することを想定した。

[0118] 計算例1、6では、表1に示す仮定条件が成立する場合に、第2熱交換器302による回収量（水及びアルコール）を計算した。計算には、Schlumberger製のプロセスモデリングソフトSymmetryを用いた。

[0119] （計算例2～4、7～9）

作製した浸透気化膜を用いて、図1に示す膜分離システム100を運転したときのシミュレーションを行った。詳細には、膜分離システム100において、膜分離部10が備える浸透気化膜として、上記の浸透気化膜を用いることを想定した。膜分離システム100は、膜分離部10、減圧部30、第1凝縮部201、及び第2凝縮部202などを備えていた。

[0120] なお、計算例2～4、7～9の膜分離部10の運転では、タンク40から膜分離部10に送られる供給液が、揮発性の有機化合物としてのアルコール（*n*-ブタノール又はエタノール）及びガスGを含むこと、減圧部30によって、膜分離部10の透過空間内を減圧することによって、気体の透過流体 S_1 が得られること、得られた透過流体 S_1 を第1凝縮部201で冷却することによってアルコールを凝縮すること、及び、第1凝縮部201で凝縮できなかった透過流体 S_1 を第2凝縮部202でさらに冷却することによってアルコ

ールを凝縮することを想定した。

[0121] 計算例 2～4、7～9 では、表 1 に示す仮定条件が成立する場合に、第 1 凝縮部 201 による回収量（水及びアルコール）と、第 2 凝縮部 202 による回収量（水及びアルコール）とを計算した。計算には、Schlumberger 製のプロセスモデリングソフト Symmetry を用いた。

[0122] （計算例 5、10）

作製した浸透気化膜を用いて、図 7 に示す従来の膜分離システム 1000 を運転したときのシミュレーションを行った。詳細には、膜分離システム 1000 において、膜分離部 101 が備える浸透気化膜として、上記の浸透気化膜を用いることを想定した。膜分離システム 1000 は、膜分離部 101、凝縮部 102、及び減圧部 103 を備え、膜分離部 101 と減圧部 103 との間に凝縮部 102 が設けられていた。膜分離部 101 から排出された透過流体 L_1 は、二酸化炭素を含んだまま凝縮部 102 に供給された。

[0123] 計算例 5、10 では、表 1 に示す仮定条件が成立する場合に、凝縮部 102 による回収量（水及びアルコール）を計算した。計算には、Schlumberger 製のプロセスモデリングソフト Symmetry を用いた。

[0124]

[表1]

| | 透過流量 (g/h) | | | | 第1凝縮部 | | 第2凝縮部 | |
|--------|------------|------|-----------------|--------|---------|--------|----------------|--|
| | アルコール | 水 | CO ₂ | 温度(°C) | 圧力(kPa) | 温度(°C) | 圧力(kPa) | |
| 計算例 1 | エタノール | 26 | 142.3 | - | - | 30 | 大気圧 (101.3) | |
| 計算例 2 | エタノール | 26 | 142.3 | 20 | 13.3 | 20 | 大気圧 | |
| 計算例 3 | エタノール | 26 | 142.3 | 20 | 20 | 20 | 大気圧 | |
| 計算例 4 | エタノール | 26 | 142.3 | 15 | 13.3 | 15 | 大気圧 | |
| 計算例 5 | エタノール | 26 | 142.3 | 15 | 13.3 | - | - | |
| 計算例 6 | n-ブタノール | 14.6 | 54.9 | - | - | 30 | 大気圧 | |
| 計算例 7 | n-ブタノール | 14.6 | 54.9 | 20 | 13.3 | 20 | 大気圧 | |
| 計算例 8 | n-ブタノール | 14.6 | 54.9 | 15 | 13.3 | 15 | 大気圧 | |
| 計算例 9 | n-ブタノール | 14.6 | 54.9 | -7 | 1.5 | -7 | 大気圧 | |
| 計算例 10 | n-ブタノール | 14.6 | 54.9 | 15 | 13.3 | - | - | |

[0125] 計算例 1 ~ 10 のシミュレーション結果を表 2 に示す。

[0126]

[表2]

| | 第1凝縮部 回収量 A (g/h) | | 第2凝縮部 回収量 B (g/h) | | A+B回収率 (%) | |
|-------|----------------------|------|----------------------|------|------------|----|
| | アルコール | 水 | アルコール | 水 | アルコール | 水 |
| 計算例1 | 0 | 0 | 20.4 | 23.7 | 69 | 91 |
| 計算例2 | 1.99 | 12.1 | 21.8 | 12.7 | 80 | 95 |
| 計算例3 | 5.70 | 17.8 | 17.6 | 7.1 | 78 | 96 |
| 計算例4 | 4.38 | 16.8 | 20.7 | 8.5 | 84 | 97 |
| 計算例5 | 4.38 | 16.8 | 0 | 0 | 15 | 65 |
| 計算例6 | 0 | 0 | 3.36 | 10.0 | 73 | 68 |
| 計算例7 | 0.32 | 9.62 | 3.68 | 4.4 | 87 | 96 |
| 計算例8 | 0.79 | 11.2 | 3.40 | 3.0 | 91 | 97 |
| 計算例9 | 0.15 | 7.2 | 4.40 | 7.3 | 98 | 99 |
| 計算例10 | 0.79 | 11.2 | 0 | 0 | 17 | 77 |

[0127] 計算例2～4と計算例1、5とのシミュレーション結果の比較からわかるとおり、透過流体 S_1 を第1凝縮部201で冷却することによってエタノールを凝縮し、第1凝縮部201で凝縮できなかった透過流体 S_1 を第2凝縮部202でさらに冷却することによってエタノールを凝縮した場合、エタノールの回収率が大きく向上した。計算例7～9と計算例6、10とのシミュレーション結果の比較からわかるとおり、透過流体 S_1 を第1凝縮部201で冷却することによって n -ブタノールを凝縮し、第1凝縮部201で凝縮できなかった透過流体 S_1 を第2凝縮部202でさらに冷却することによって n -ブタノールを凝縮した場合、 n -ブタノールの回収率が大きく向上した。このように、図1に示す膜分離システム100では、図6に示す膜分離システム200及び図7に示す従来の膜分離システム1000と比べて、系外に排出される透過流体 S_1 の量を低減でき、もって、凝縮効率の低下が抑制されていた。この結果から、二段凝縮が可能な本実施形態の膜分離システムは、有機化合物を効率的に回収することに適していることがわかる。

[0128] 図1に示す膜分離システム100では、第2凝縮部202から得られる第2凝縮流体 S_{32} に含まれるアルコールの濃度は、第1凝縮部201から得られる第1凝縮流体 S_{31} に含まれるアルコールの濃度よりも高かった。このように

、本実施形態の膜分離システムでは、第2凝縮部において、第1凝縮部よりもアルコールの濃度が高い凝縮流体を得ることができることがわかる。

[0129] 図1に示す膜分離システム100では、運転時に、第1凝縮部201の冷却温度が、 -80°C 以上 30°C 未満の範囲に制御された場合、エタノールの回収率が大きく向上した。

[0130] 図1に示す膜分離システム100では、運転時に、第1凝縮部201内の圧力が、 $0.2\sim 20.0\text{ kPa}$ の範囲に制御され場合、エタノールの回収率が大きく向上した。

産業上の利用可能性

[0131] 本実施形態の膜分離システムは、有機化合物を効率的に回収することに適している。

請求の範囲

- [請求項1] 膜分離部、減圧部、第1凝縮部及び第2凝縮部を備え、
前記膜分離部は、揮発性の有機化合物とガスとを含む供給液を透過流体と非透過流体とに分離する浸透気化膜と、前記浸透気化膜によって隔てられた供給空間及び透過空間とを有し、
前記減圧部は、前記膜分離部の前記透過空間内を減圧し、
前記第1凝縮部は、前記膜分離部と前記減圧部との間に配置され、前記膜分離部から排出された前記透過流体に含まれる前記有機化合物を凝縮し、
前記第2凝縮部は、前記減圧部から排出された前記透過流体に含まれる前記有機化合物を凝縮する、膜分離システム。
- [請求項2] 運転時に、前記第1凝縮部内の圧力は、前記第2凝縮部内の圧力よりも低い値に制御される、請求項1に記載の膜分離システム。
- [請求項3] 運転時に、前記第1凝縮部内の圧力は、0.2～20.0kPaの範囲に制御される、請求項2に記載の膜分離システム。
- [請求項4] 運転時に、前記第1凝縮部の冷却温度は、前記第2凝縮部の冷却温度と同じ又は低い値に制御される、請求項1に記載の膜分離システム。
- [請求項5] 運転時に、前記第1凝縮部の冷却温度は、 -80°C 以上 30°C 未満の範囲に制御される、請求項4に記載の膜分離システム。
- [請求項6] 運転時に、前記第1凝縮部内及び前記第2凝縮部内に、前記透過流体を冷却するための冷媒が通される、請求項1に記載の膜分離システム。
- [請求項7] 運転時に、前記第1凝縮部内に通された前記冷媒が、前記第2凝縮部内に通される、請求項6に記載の膜分離システム。
- [請求項8] 前記第1凝縮部から得られる第1凝縮流体に含まれる前記有機化合物の濃度は、前記第2凝縮部から得られる第2凝縮流体に含まれる前記有機化合物の濃度よりも低い、請求項1に記載の膜分離システム。

[請求項9] 前記第1凝縮部と前記減圧部との間に、前記透過空間内の圧力を調節する圧力調整弁をさらに備えた、請求項1に記載の膜分離システム。

[請求項10] 膜分離部、減圧部、第1凝縮部及び第2凝縮部を備えた膜分離システムの運転方法であって、

前記第1凝縮部は、前記膜分離部と前記減圧部との間に配置され、
前記膜分離部は、浸透気化膜と、前記浸透気化膜によって隔てられた供給空間及び透過空間とを有し、

前記膜分離部の前記浸透気化膜によって、揮発性の有機化合物とガスとを含む供給液を透過流体と非透過流体とに分離することと、

前記第1凝縮部によって、前記膜分離部から排出された前記透過流体に含まれる前記有機化合物を凝縮することと、

前記第2凝縮部によって、前記減圧部から排出された前記透過流体に含まれる前記有機化合物を凝縮することと、

を含み、

前記分離することは、前記減圧部によって、前記膜分離部の前記透過空間内を減圧することを含む、膜分離システムの運転方法。

[図1]

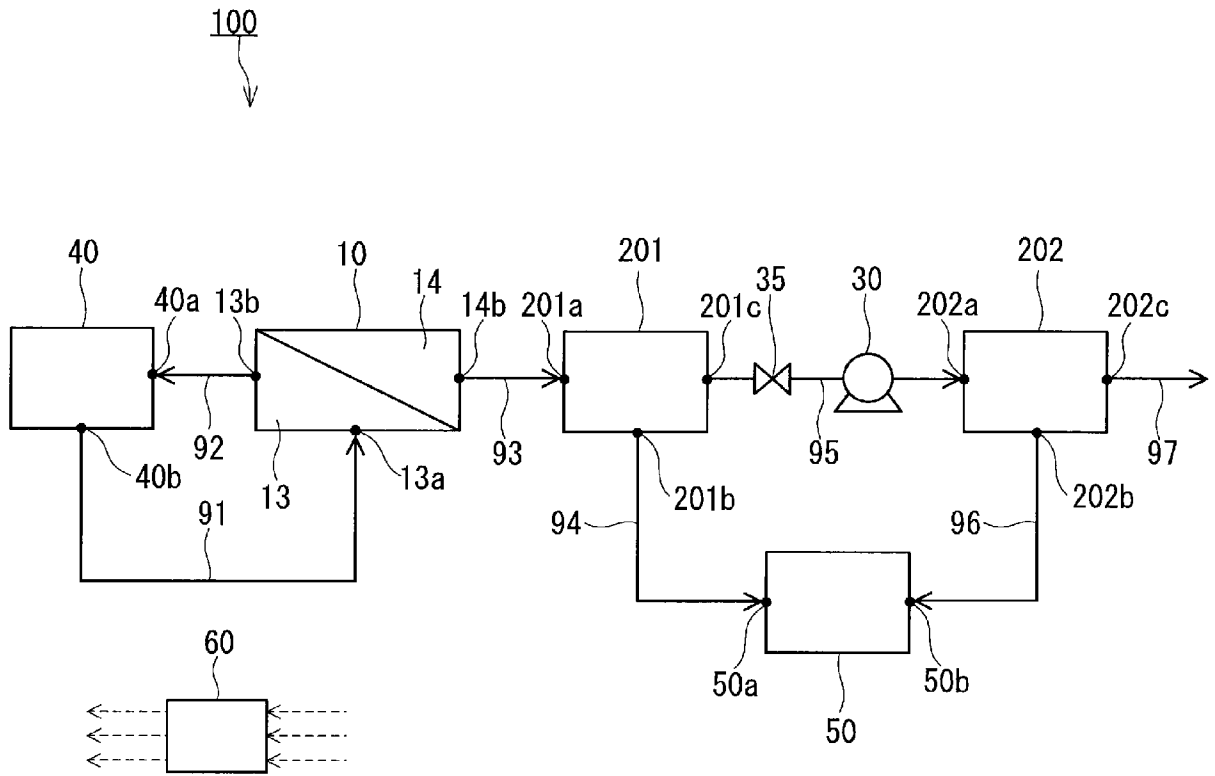


FIG. 1

[図2]

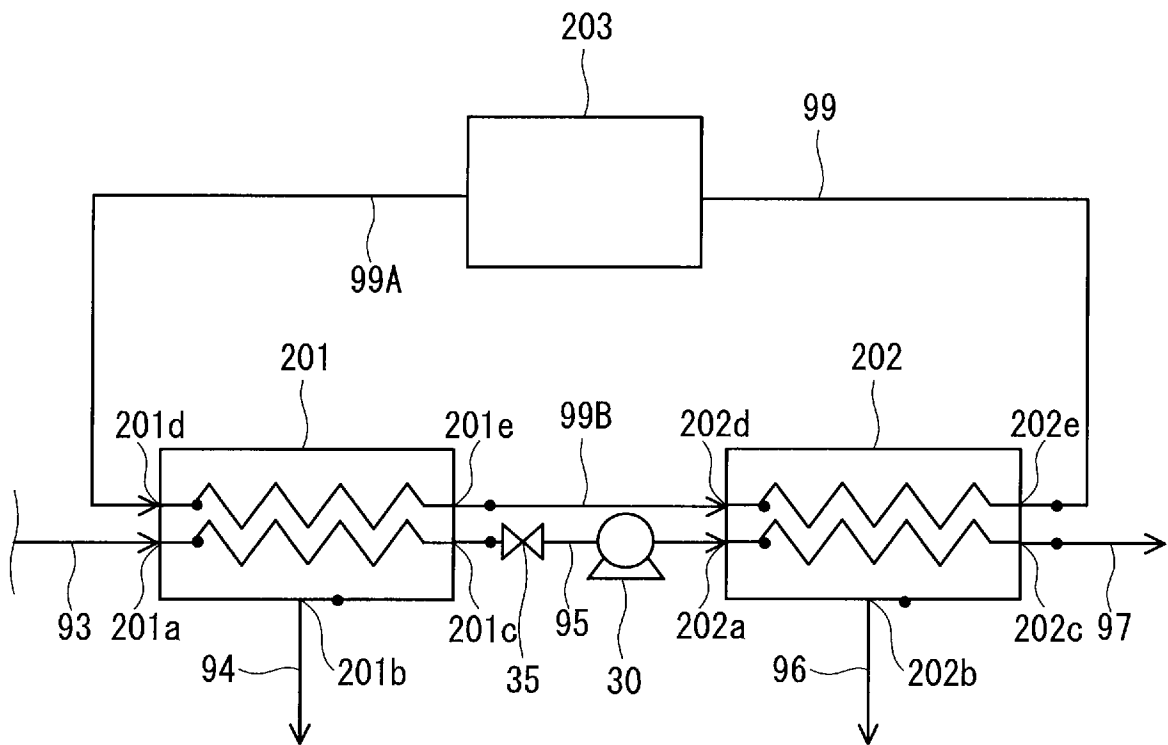


FIG. 2

[図3]

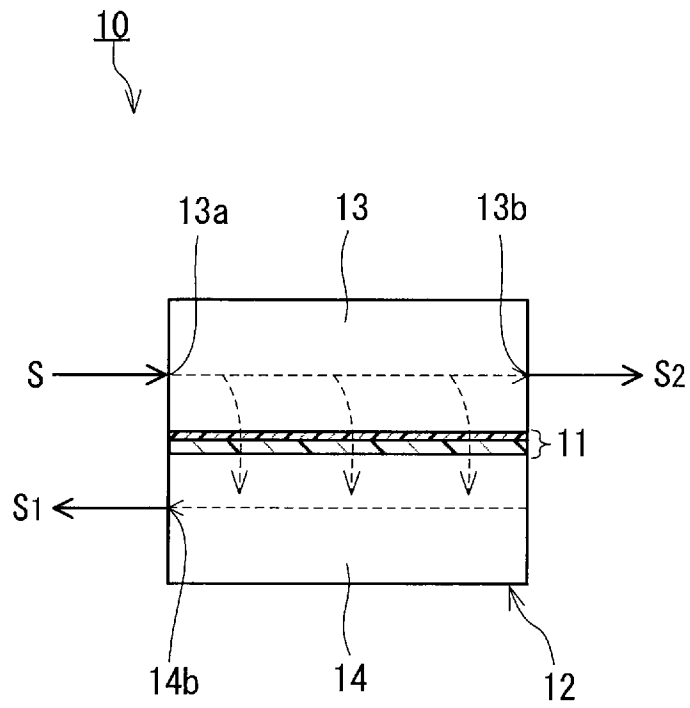


FIG. 3

[図4]

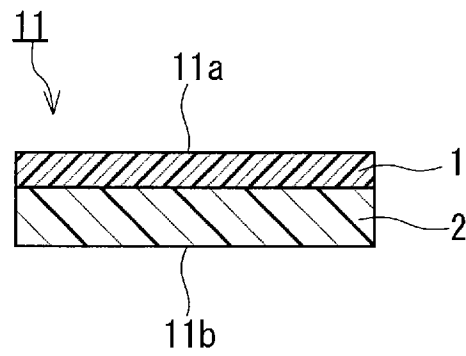


FIG. 4

[図5]

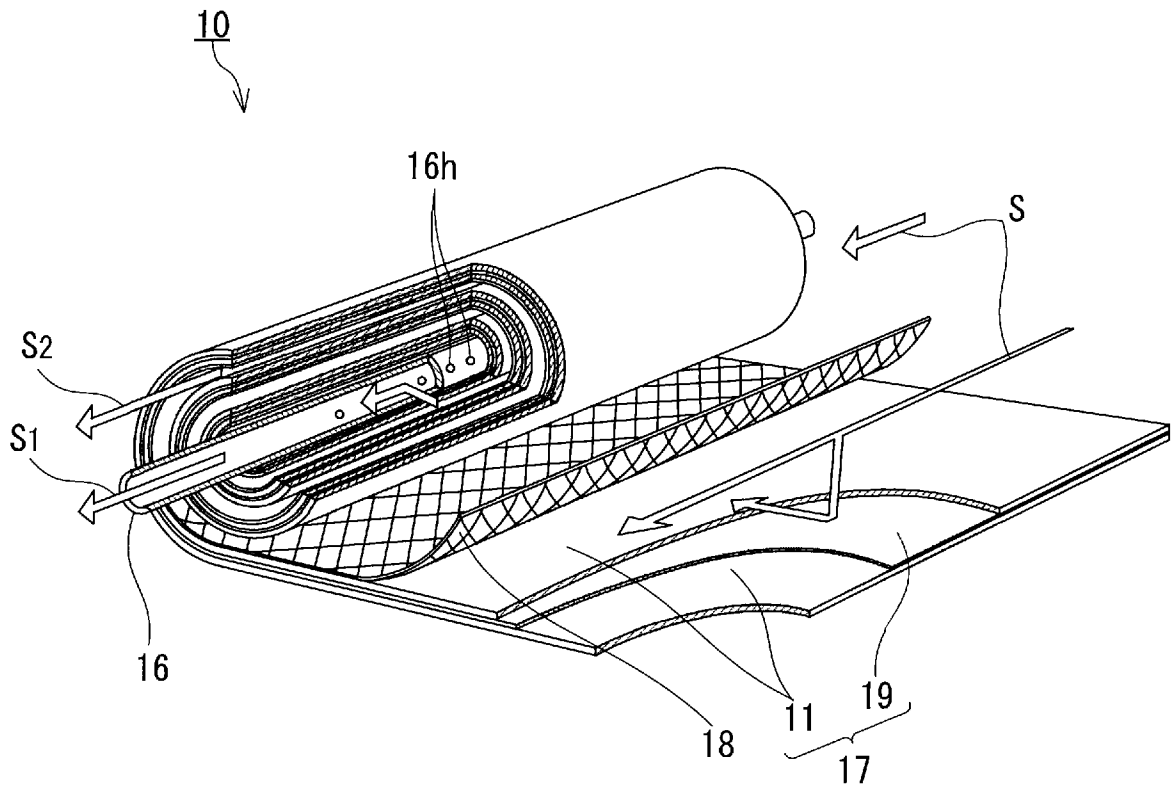


FIG. 5

[図6]

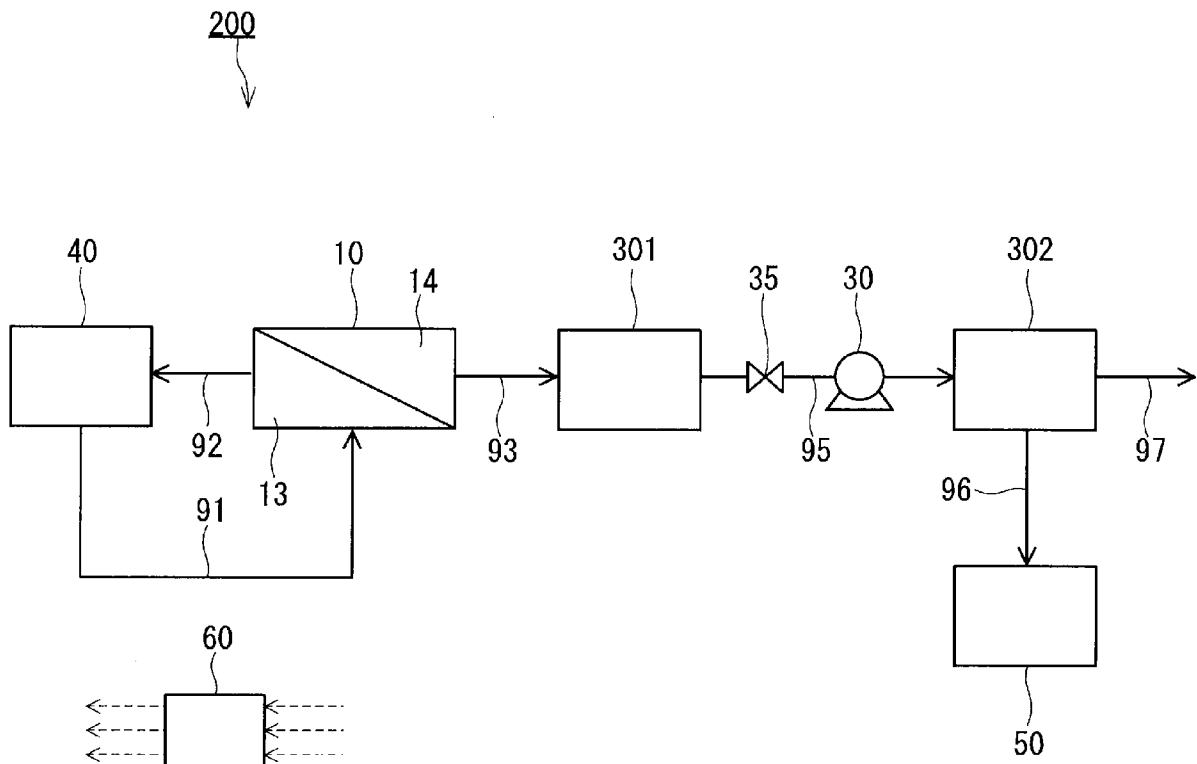


FIG. 6

[図7]

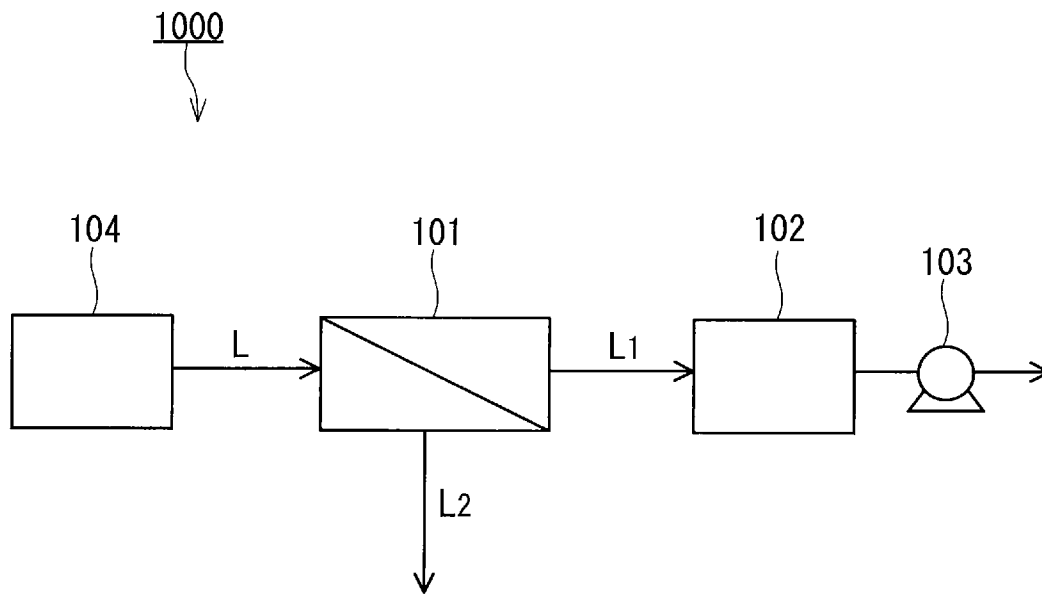


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/030827

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|--|--|---|
| <i>B01D 61/36</i> (2006.01)j FI: B01D61/36 | | |
| 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) B01D5/00-8/00, 53/22, 61/00-71/82, C02F1/44, C07B31/00-63/04, C07C1/00-409/44 | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023 | | |
| 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 | CN 111203109 A (NANJING TECH UNIVERSITY) 29 May 2020 (2020-05-29) paragraphs [0029]-[0047], fig. 1 | 1-10 |
| Y | | 1-10 |
| X | JP 2-5849 A (G F T G FUR TORENTEHINIKU MBH) 10 January 1990 (1990-01-10) p. 5, lower right column to p. 8, upper right column, fig. 1 | 1-6, 8-10 |
| Y | | 1-10 |
| X | JP 2020-146639 A (ORGANO KK) 17 September 2020 (2020-09-17) paragraphs [0013]-[0062], fig. 3 | 1-10 |
| Y | JP 1-107805 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 25 April 1989 (1989-04-25) p. 2, lower left column to p. 3, upper right column, fig. 1 | 1-10 |
| Y | JP 2006-42673 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL & TECHNOLOGY) 16 February 2006 (2006-02-16) paragraphs [0021]-[0037], fig. 1 | 1-10 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 October 2023 | | Date of mailing of the international search report 07 November 2023 |
| Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan | | Authorized officer Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

| |
|---|
| International application No. PCT/JP2023/030827 |
|---|

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|--|-------------|---|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| CN | 111203109 | A | 29 May 2020 | (Family: none) | |
| JP | 2-5849 | A | 10 January 1990 | US 5385647 A columns 4-8, fig. 1 | |
| | | | | EP 332738 A1 | |
| | | | | DE 3804236 A1 | |
| JP | 2020-146639 | A | 17 September 2020 | CN 211561936 | U |
| JP | 1-107805 | A | 25 April 1989 | (Family: none) | |
| JP | 2006-42673 | A | 16 February 2006 | (Family: none) | |

| | | |
|---|---|--------------------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B01D 61/36(2006.01)i FI: B01D61/36 | | |
| B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B01D5/00-8/00, 53/22, 61/00-71/82, C02F1/44, C07B31/00-63/04, C07C1/00-409/44 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 | CN 111203109 A (NANJING TECH UNIVERSITY) 29.05.2020 (2020-05-29) [0029] - [0047]、図1 | 1-10 |
| Y | | 1-10 |
| X | JP 2-5849 A (ゲーエフテー ゲゼルシャフト フュア トレンテヒニク エムペー ハー) 10.01.1990 (1990-01-10) 第5頁右下欄-第8頁右上欄、図1 | 1-6, 8-10 |
| Y | | 1-10 |
| X | JP 2020-146639 A (オルガノ株式会社) 17.09.2020 (2020-09-17) [0013] - [0062]、図3 | 1-10 |
| Y | JP 1-107805 A (三菱重工業株式会社) 25.04.1989 (1989-04-25) 第2頁左下欄-第3頁右上欄、第1図 | 1-10 |
| Y | JP 2006-42673 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 16.02.2006 (2006-02-16) [0021] - [0037]、図1 | 1-10 |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献 | | |
| 国際調査を完了した日 | 17.10.2023 | 国際調査報告の発送日 07.11.2023 |
| 名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 権限のある職員（特許庁審査官） 片山 真紀 4D 4505 電話番号 03-3581-1101 内線 3421 | |

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2023/030827

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|------------------|------------|--------------------------|-------|
| CN 111203109 A | 29.05.2020 | (ファミリーなし) | |
| ----- | ----- | ----- | ----- |
| JP 2-5849 A | 10.01.1990 | US 5385647 A 第4-8欄、図1 | |
| | | EP 332738 A1 | |
| | | DE 3804236 A1 | |
| ----- | ----- | ----- | ----- |
| JP 2020-146639 A | 17.09.2020 | CN 211561936 U | |
| ----- | ----- | ----- | ----- |
| JP 1-107805 A | 25.04.1989 | (ファミリーなし) | |
| ----- | ----- | ----- | ----- |
| JP 2006-42673 A | 16.02.2006 | (ファミリーなし) | |
| ----- | ----- | ----- | ----- |