(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
2019年10月31日(31.10.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/207671 A1

(51) 国際特許分類:
B01J 10/02 (2006.01) *F28F 25/02* (2006.01)
B01D 53/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/016750

(22) 国際出願日： 2018年4月25日(25.04.2018)

(25) 国際出願の言語： 日本語

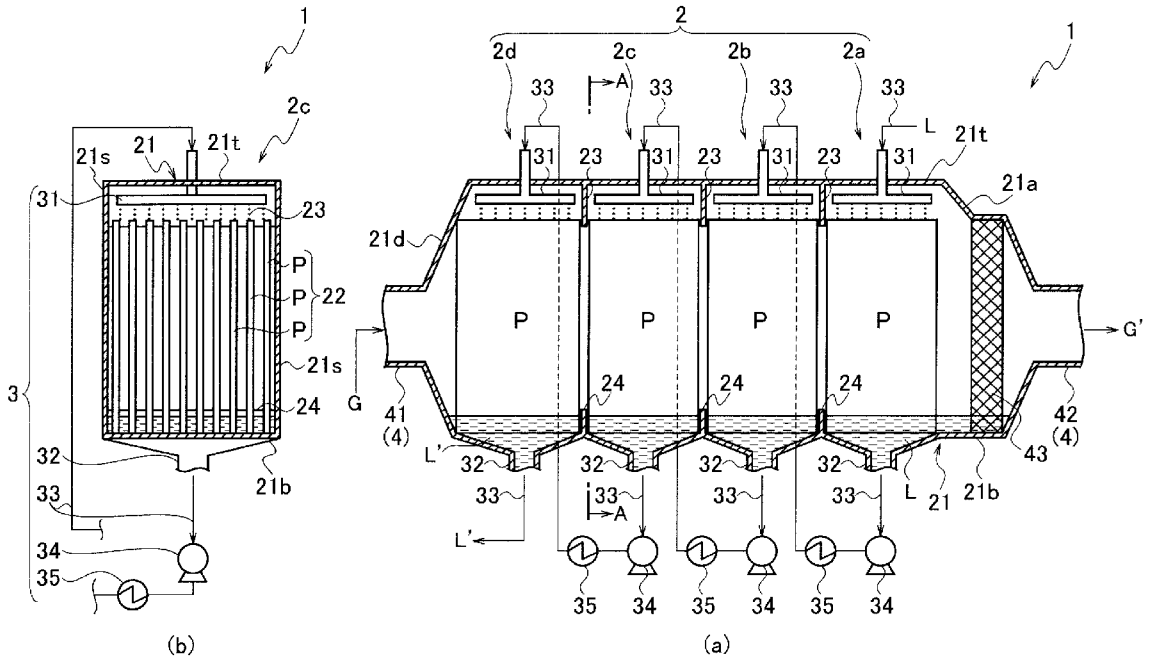
(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 株式会社ＩＨＩ (**IHI CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 中村 至高 (**NAKAMURA Shiko**); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号 株式会社ＩＨＩ内 Tokyo (JP). 磯 良行 (**ISO Yoshiyuki**); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号 株式会社ＩＨＩ内 Tokyo (JP). 高野 健司 (**TAKANO Kenji**); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号 株式会社ＩＨＩ内 Tokyo (JP). 奥野 真也 (**OKUNO Shinya**); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号 株式会社ＩＨＩ内 Tokyo (JP). 池田 諒介 (**IKEDA Ryosuke**); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号 株式会社ＩＨＩ内 Tokyo (JP). 奥原 洋人 (**OKUHARA Hirohito**); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号 株式会社ＩＨＩ内 Tokyo (JP).

(54) **Title:** GAS-LIQUID CONTACT DEVICE

(54) 発明の名称： 気液接触装置



(57) **Abstract:** This gas-liquid contact device comprises a gas-liquid contact unit, a liquid supply system, and a gas supply system. The gas-liquid contact unit includes a plurality of stages which are allocated so as to be arrayed in the lateral direction. Each of the plurality of stages includes a plurality of vertical flat plates arranged parallel to each other at intervals. The liquid supply system supplies a liquid to the gas-liquid contact unit, and causes the liquid to be circulated along the array of the plurality of stages successively. The gas supply system supplies a gas to the gas-liquid contact unit, and causes the gas to be circulated along the array of the plurality of stages successively. The supplied liquid flows down on the plurality of vertical flat plates in each of the plurality of stages, and comes into contact with the supplied gas.

WO 2019/207671 A1

［続葉有］

(74) 代理人：三好 秀和，外 (**MIYOSHI Hidekazu** et al.)；〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目２番８号 虎ノ門琴平タワー 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：気液接触装置は、気液接触部、液体供給システム及びガス供給システムを有し、気液接触部は、横方向に配列するように割り当てられる複数の段を有し、複数の段の各々が、間隔を空けて並列する複数の鉛直な平板を有する。液体供給システムは、液体を気液接触部に供給して複数の段を配列に沿って順次流通させ、ガス供給システムは、ガスを気液接触部に供給して複数の段を配列に沿って順次流通させる。供給される液体は、複数の段の各々において、複数の鉛直な平板を流下すると共に、供給されるガスと接触する。

明　細　書

発明の名称 ： 気液接触装置

技術分野

[0001] 本開示は、特定ガス成分を分離、除去又は回収するガス浄化装置、ガス分離装置、冷却装置等として使用可能な、気体－液体間の接触による物質移動又はエネルギー移動を促進する気液接触装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、化学プラントや火力発電所等において、様々な種類のガスを含む排ガス等の被処理ガスから、気液接触を利用して特定のガスを分離、除去又は回収するガス分離装置が使用されている。例えば、二酸化炭素の回収装置では、モノエタノールアミン水溶液等の吸収液に二酸化炭素を含むガスを接触させることによって二酸化炭素を吸収し分離する。吸収した後の吸収液を加熱しながら気液接触させることによって二酸化炭素を気相に放出させて回収する。また、排ガスから有害ガス成分を除去するためのガス浄化装置、及び、混合ガスから特定ガス成分を分離するためのガス分離装置においても、気液接触を利用して吸収液による特定ガス成分の吸収が行われる。更に、高温の液体又はガスを冷却する冷却装置においても気液接触が利用されている。

[0003] 一般的に、気液接触を行う装置は、液体とガスとの接触面積を増大させるための充填材を有し、充填材表面において液体とガスとを気液接触させて、ガス中の特定ガス成分や熱を液体に吸収させる。気液接触面積の増大に有用な充填材の具体的な形態として、様々なものが提案されている。

[0004] 形状又は構造が複雑な不規則充填物は、加工及び装填に手間が掛かり、製造コストや作業上の手間が大幅に増加する。このことから、大容量の処理を行う工業分野においては、簡素な構成の充填材の使用が進められている。例えば、国際公開第２０１３／０１５４１５号（下記特許文献１）には、エキスパンドメタル板を充填材として用いたガス分離装置が記載される。また、特開２００２－３０６９５８号公報（下記特許文献２）では、液体が充填材

上を濡れ拡がる面積を増加させるように表面形状を工夫した気液接触板を用いた気液接触装置が記載されている。

[0005] 一方、特開２０１３－２２６４７６号公報（下記特許文献３）では、気液接触相を多段階に構成した吸収塔及び再生塔を有する二酸化炭素の回収装置を記載し、吸収塔及び再生塔内には、各々、複数の気液接触相が上下方向に配列されている。このような上下方向の多段構造によって、気液間の接触面積が増加し、接触効率が強化される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第２０１３／０１５４１５号

特許文献2：特開２００２－３０６９５８号公報

特許文献3：特開２０１３－２２６４７６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献１，２に記載されるような充填材や気液接触板は、板状で比較的簡素な構造であるので、装置内への装填作業等は比較的容易である。しかし、充填材の製造加工については、手間や費用の問題が残る。又、充填材表面の形状に起因して、ガスを供給した時に流通抵抗による圧力損失が生じるため、操業時の消費エネルギーが問題となる。

[0008] この点に関し、平板（薄層材）の使用は、充填材の製造加工コストを削減可能である。この場合、多数の鉛直な平板を並列させて、上から液体を供給すると共に平板間の間隙にガスを供給して、平板上を流下する液体と間隙を通過するガスとを接触させる。このような形態では、ガスの流通抵抗による圧力損失が少なく、操業時の消費エネルギーを低く抑えることが可能である。

[0009] しかし、平板を充填材として使用する場合、液体による充填材の濡れ不足によって気液接触面積の減少を生じ易く、接触効率を高くすることは難しい

。このため、従来は、上記特許文献３に記載されるように、気液接触相を上下方向に多段階に積層する構成を利用することが一般的である。しかし、このような多段構成では、高さを高くするには限界がある。又、塔内を占める気液接触相の容積率もあまり高く設定することができない。

[0010] 本開示は、上述した問題点に鑑みて提案されたものであり、気液接触における圧力損失を抑制しつつ、濡れ不良を解消して良好且つ効率的な気液接触を実現可能な気液接触装置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

[0011] 上記課題を解決するために、本発明者等は、気液接触装置の構造設計について検討したところ、重力負荷に対する耐久性の問題を回避しつつ気液接触相を多段階に構成可能であり、良好な気液接触を実現し得ることを見出した。

[0012] 本開示の一態様によれば、気液接触装置は、横方向に配列するように割り当てられる複数の段を有し、前記複数の段の各々が、並列する複数の鉛直な平板を有する気液接触部と、液体を前記気液接触部に供給して前記複数の段を配列に沿って順次流通させる液体供給システムと、ガスを前記気液接触部に供給するガス供給システムとを有し、供給される液体は、前記複数の段の各々において、前記複数の鉛直な平板を流下すると共に、供給されるガスと接触することを要旨とする。

[0013] 前記気液接触部に供給されるガスは、前記複数の段を配列に沿って順次流通し、前記液体供給システムによって供給される液体が前記複数の段を流通する順序は、前記ガス供給システムによって供給されるガスが前記複数の段を流通する順序と同じ又は逆であるように構成することができる。気液接触装置は、１つの横長の容器を有し、前記気液接触部の前記複数の段は、前記横長の容器内において長手方向に配列するように割り当てられるように構成するとよい。前記横長の容器は、長手方向が湾曲又は屈曲する形状を有してもよく、前記複数の段は、前記横長の容器内において湾曲又は屈曲する長手方向に配列するように割り当てることができる。或いは、前記横長の容器は

、長手方向が分岐した形状を有してもよい。

[0014] 前記液体供給システムは、前記複数の段の各々において上側に設けられる複数の液分配器と、前記複数の段の各々において下側に設けられる複数の液回収口と、前記複数の段において、１つの段の液回収口と次に液体が供給される段の液分配器とが接続するように、前記複数の液分配器と前記複数の液回収口とを接続する配管系とを有するとよい。前記液体供給システムは、更に、液体の温度を調整するために前記配管系に設けられる少なくとも１つの熱交換器と、液体を供給するための動力源とを有することができる。前記熱交換器の数は、前記複数の段の数より１少ない数であってよく、段毎に液体の温度が調整できる。又、１つの段から回収される液体の一部を前記１つの段に還流するように前記配管系から分岐して前記１つの段に接続する分岐管を有するように構成すると、同一段において液体の流通を繰り返すことができる。

[0015] 前記ガス供給システムは、ガスが最初に流通する段に連通するガス導入口と、ガスが最後に流通する段に連通するガス排出口と、前記ガス排出口に設けられるデミスタとを有するとよい。

[0016] 前記ガス供給システムによって供給されるガスが、前記複数の段を横方向に貫通するように、前記複数の段は、横方向に相互に連通し、前記複数の段の各々における前記複数の鉛直な平板は、前記ガスが通過する方向に沿うように配置される構成であってもよい。前記気液接触部は、更に、前記複数の段の境界において、ガスが前記複数の平板を回避して上方又は下方を流れるのを防止するための仕切り壁を有すると良好である。仕切り壁は、必要に応じて適所に設けることができる。

[0017] 或いは、前記ガス供給システムは、更に、前記複数の段におけるガスの流通が、段毎に上昇及び下降を交互に繰り返すようにガスを誘導する誘導壁を有する構成であってもよい。或いは、前記ガス供給システムは、更に、前記複数の段の１つの上部から、次にガスが流通する段の下部へガスを誘導する連通路を形成する誘導壁を有するとよく、それにより、ガスは、前記複数の

段の各々において前記平板の間を上昇するように流通する構成になる。

[0018] 或いは、前記液体供給システムは、前記複数の段の各々において上側に設けられて前記複数の平板に液体を各々供給する複数の液分配器と、前記複数の段の各々において下側に設けられて前記複数の平板を流下する液体を各々回収する複数の液回収口と、前記複数の段の各々において、前記液回収口から回収される液体を前記液分配器に還流するように、前記複数の液分配器と前記複数の液回収口とを接続する配管系と、前記複数の段の境界に設けられる仕切り壁であって、前記複数の段において、１つの段に留まる液体量を所定量に規制する高さを有し、前記所定量を超えた超過分の液体が次に液体が供給される段に流れる前記仕切り壁とを有するように構成してもよい。或いは、前記液体供給システムについて、前記複数の段において、１つの段の液回収口と次に液体が供給される段の液分配器とが接続するように、前記複数の液分配器と前記複数の液回収口とを接続するような配管系を構成して、最初に液体が供給される段を除く前記複数の段の各々において、１つの段における液分配器が、前記１つの段とその前の段の２つの段に跨って液体を供給可能なように配置してもよい。

発明の効果

[0019] 気液接触における圧力損失が抑制された気液接触相を、重力負荷の問題を回避しつつ多段階に構成することが可能であるので、操業時のエネルギー効率が良く、良好な気液接触及び効率的な成分又はエネルギーの移行を実現できる気液接触装置の提供が可能になる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]（ａ）は、気液接触装置の一実施形態を概略的に示す長手方向の断面図、（ｂ）は、（ａ）中のＡ－Ａ線断面図。

[図2]（ａ）及び（ｂ）は、気液接触部の充填材構成を説明するための概略図。

[図3]図３は、気液接触装置の他の実施形態を概略的に示す長手方向の断面図。

[図4]気液接触装置の更に他の実施形態を概略的に示す長手方向の断面図。

[図5]気液接触装置の変更例を示す長手方向の断面図。

[図6]気液接触装置の他の変更例を示す長手方向の断面図。

[図7]気液接触装置の更に他の変更例を示す長手方向の断面図。

[図8]気液接触装置の容器の変形例を上から示す概略構成図。

[図9]気液接触装置の容器の他の変形例を横から示す概略構成図。

[図10]気液接触装置の容器の更に他の変形例を上から示す概略構成図。

発明を実施するための形態

[0021] 本開示の実施形態について、単に例示として、添付の図面を参照して以下に説明する。実施形態において示す寸法、材料、その他の具体的な数値等は、開示内容の理解を容易とするための例示にすぎず、本開示を限定するものではない。尚、明細書および図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略し、また、本開示に直接関係のない要素は図示を省略する。

[0022] 並列する複数の鉛直な平板を充填材として有する気液接触相は、ガスの流通抵抗による圧力損失が少ない。従って、多数の気液接触相を積層して多段階に構成しても、気液接触処理における消費エネルギーを低く抑えることが可能である。しかし、従来のように鉛直方向に積層させた多段構造においては、段数を増やして気液接触効率を高めるには限界がある。本開示は、複数の気液接触相を横方向に配列して多段階に構成することにより、高さの限界に関する問題を解消する。以下において、図面を参照して、気液接触装置の実施形態を具体的に説明する。尚、図面の理解を容易にするために、液体を供給する配管系については、簡略化して実線で示す。

[0023] 図１は、気液接触装置の一実施形態を示す。図１において、気液接触装置１は、気液接触部２と、液体供給システム３と、ガス供給システム４とを有し、横型多段構造に構成される。具体的には、気液接触装置１は、水平方向に長く伸長した横長の容器２１を有し、容器２１内に気液接触部２が構成される。容器２１は、長手方向に沿った天板２１ｔ、底板２１ｂ及び一対の側

壁２１ｓと、長手方向両端の端壁２１ａ，２１ｄとを有する。容器２１の形状は、長手方向に垂直な断面が略長方形になる略四角柱状である。容器２１内の横長な空間に構成される気液接触部２は、容器２１の長手方向に沿って横方向に配列するように割り当てられる複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄを有する。複数の段の各々において、充填材２２として、間隔を空けて並列する複数の鉛直な平板Ｐが配設される。気液接触部２の各段は、従来の一段の気液接触相に相当し、各段において液体Ｌを上方から複数の鉛直な平板Ｐへ供給して流下させることによって、平板Ｐ上に液膜が形成される。尚、この実施形態において、気液接触部２には４つの段が割合てられているが、割り当てられる段の数は、２つ以上の何れの数であってもよく、必要に応じて、適切な数の段に割り当てられる。また、この実施形態の気液接触部２において、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄは、実質的に均等に割り当てられ、同一寸法の平板Ｐが充填材２２に用いられている。しかし、必要に応じて、各段の長手方向の長さが異なるように変更することも可能である。

[0024] 気液接触装置１は、更に、液体供給システム３と、ガス供給システム４とを有する。液体供給システム３は、液体Ｌを気液接触部２に供給して複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄを配列に沿って順次流通させる。ガス供給システム４は、ガスＧを気液接触部２に供給して複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄを配列に沿って順次流通させる。液体供給システム３は、複数の液分配器３１と、複数の液回収口３２と、複数の液分配器３１と複数の液回収口３２とを接続する配管３３とを有する。複数の液分配器３１は、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄの各々において上側に設けられる。複数の液回収口３２は、複数の段の各々において下側に設けられる。配管３３は、複数の段において１つの段の液回収口３２と次に液体が供給される段の液分配器３１とが接続するように構成される。容器２１の底板２１ｂは、段毎に中央が最も低くなるように傾斜した凹型に形成され、凹型の底部に液回収口３２が接続される。配管３３を通じて段２ａ内の液分配器３１に供給される液体は、液分配器３１から平板Ｐの上方へ供給されて平板Ｐの表面を伝って流下し、底部に貯

留され、液回収口３２から配管３３へ排出される。配管３３上には、１つの段の液回収口３２と次の段の液分配器３１との間に、各々、ポンプ３４が配置され、送液エネルギーを供給する動力源として作用する。ポンプ３４の駆動によって、１つの段の液回収口３２から次の段の液分配器３１へ液体が送られるので、段２ａの底部の液体は、次の段２ｂの液分配器３１へ供給される。同様にして、後続の段２ｃ，２ｄへの供給が順次行われるので、液体Ｌは、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄを順次流通する。尚、配管３３を流れる液体の流量は、ポンプ３４の駆動調整によって調節できるので、各段の底部に貯留される液体の量は、ポンプ３４の調整によって調節可能である。しかし、必要に応じて、配管３３に流量調整弁を設置し、これを用いて液体の流量を調整してもよく、調整精度が向上する。

[0025] 充填材２２に液体Ｌを供給するための液分配器３１としては、一般的に使用されるものから適宜選択して使用することができる。ドリップポイントの密度（面積当たりの液体の供給点数）が１００～３０００点／m^2程度の液分配器を用いて良好な気液接触処理を実施できる。ドリップポイントの密度が５００～３０００点／m^2の液分配器を利用すると好適である。液分配器は、概して、液体を各ドリップポイントへ誘導し分配するための分配管を主体として構成され、分配管の各ドリップポイントに、開口、細管ノズル、誘導爪等のような液体を落下させる手段が設けられる。このような何れのタイプの液分配器も利用可能である。液分配器に供給される液体は、分配管を通じて各ドリップポイントへ分配され、自由落下して充填材２２へ供給される。

[0026] また、液体の温度を調整可能な熱交換器３５が、配管３３上に配置される。従って、熱媒又は冷媒を熱交換器３５に供給することにより気液接触処理に適した温度に調整された液体を各段に供給することができる。故に、液体が段２ａから段２ｄへ向かって順次流通する間に気液接触を通じて生じる液体の温度変化は、熱交換器３５を用いて解消することができる。尚、図１の実施形態では、配管３３に設置される熱交換器３５の数は、段数より１少ない数（段数－１）であり、段毎に液体の温度調整が行われる。横型多段構造

においては、配管３３を利用した熱交換器の配置によって、各段へ供給する液体温度の調整が容易に実施可能であり、縦型多段構造では難しい５段以上の気液接触部も好適に温度制御できる。しかし、熱交換器３５は、加熱又は冷却の必要度に応じて使用すればよく、少なくとも１つの熱交換器を用いて液体の温度調節を行うことができる。つまり、状況に応じて熱交換器３５を減数又は省略してよい。

[0027] 一方、ガス供給システム４として、気液接触装置１は、ガスが最初に流通する段２ｄに連通する管状のガス導入口４１と、ガスが最後に流通する段２ａに連通する管状のガス排出口４２とを有する。ガス導入口４１は、容器の端壁２１ｄの中央に設けられ、ガス排出口４２は、端壁２１ａ中央に設けられる。ガス排出口４２から排出されるガスＧに微小液滴が同伴排出されるのを防止するために、デミスタ４３がガス排出口４２に設置される。デミスタ４３としては、金網、多孔板等の網状又は多孔質の部材が使用可能であり、一般的にデミスタとして利用されるものから適した開口寸法のものを選択すればよい。

[0028] 図１の構成において、液体供給システム３及びガス供給システム４によって液体Ｌ及びガスＧを気液接触装置１の気液接触部２に供給すると、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄの各々において、供給される液体Ｌが複数の鉛直な平板Ｐを流下する。これと共に、供給されるガスＧが平板Ｐ間を横方向に流通して交差し、液体Ｌとガスとが接触する。この実施形態では、液体供給システム３によって供給される液体Ｌが、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄを流通する順序は、供給されるガスＧが複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄを流通する順序とは逆の順序である。従って、液体Ｌ及びガスＧの供給によって、気液接触部２全体として向流型の気液接触が実施される。ガス導入口４１及びガス排出口４２の設置位置が逆になるように図１の実施形態を変更すると、液体Ｌ及びガスＧは同じ順序で複数の段に供給されるので、並流型の気液接触を実施することが可能である。尚、図１の実施形態及び後述する実施形態において、ガスＧの供給は、外部から供給されるガスＧの流圧を利

用して行うものとして、ガス供給用の動力源は特に記載されない。しかし、ガス供給システム４は、必要に応じて、ポンプやファン等の送気手段を使用すればよい。

[0029] ガスＧと液体Ｌとを接触させる際のガスＧの流通抵抗は、操業時の消費エネルギーを左右する。平板Ｐの厚さ及び間隔によって、充填材２２における単位容積当たりの濡れ面積（気液接触面積）、ガス流量及びガスの流通抵抗が変化するので、これらを考慮して、好適な流通空間になるように並列する平板Ｐの数が設定される。平板Ｐの間隔は、例えば、スペーサーを介在させて固定することができる。ガスＧ及び液体Ｌの流動を妨げないように、スペーサーの寸法及び設置位置を適宜調整すればよい。複数の平板Ｐを纏めてユニットとして一体化させるための外枠を用いてもよく、平板がスペーサーを介して並列するように複数の平板Ｐの上端及び下端を外枠で固定すると、充填材２２の装填作業が容易になる。

[0030] 気液接触部２の複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄの境界位置において、仕切り壁２３，２４が、容器２１の天板２１ｔ及び底板２１ｂから鉛直に立設される。但し、仕切り壁２３，２４の高さは小さく、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄの境界面は、各々、ほぼ全面的に開放される。つまり、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄは、横方向に相互に連通する。図１において、ガスＧがガス導入口４１から供給されると、ガスＧは、容器２１の長手方向に沿って気液接触部２を流通し、段２ｄから段２ａに向かって順に通過する。複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄの各々において、複数の鉛直な平板Ｐは、ガスＧが通過する方向に沿うように、容器２１の長手方向に平行に配置される。従って、ガス供給システムによって供給されるガスＧは、平板Ｐ間の空間及び平板Ｐと容器２１側部との間の空間を真っ直ぐに通過して、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄを横方向に直線的に貫通することができる。故に、流通抵抗によるガスＧの圧力損失は低く抑えられる。

[0031] 天板２１ｔ側の仕切り壁２３は、ガスＧが平板Ｐ間の空間を回避してその上方を流れるのを防止する役割をする。従って、仕切り壁２３の高さは、少

なくとも、その下端が平板Ｐの上端に達するように設定され、平板Ｐの角に接するように設けられる。但し、過度の高さはガスＧの流通抵抗を高める。また、底板２１ｂ側の仕切り壁２４は、ガスＧの流れが平板Ｐの下方に逃れるのを防止する役割をする。平板Ｐから流下して底部に貯留する液体の液面レベルが平板Ｐの下端に達すると、つまり、平板Ｐの下端が貯留液体に接触すると、ガスＧの流れが平板Ｐを回避して下方を流れるのを確実に防止することができる。故に、仕切り壁２４の高さは、各段に配置された平板Ｐの下端より高く、且つ、液体の貯留が確実に保持されるように設定するとよい。尚、平板Ｐ間の距離を適正に固定するスペーサーを使用する際に、仕切り壁２３，２４を利用してスペーサーを設置してもよい。或いは、平板Ｐの側端を嵌合可能な幅を有する浅い鉛直方向の溝を仕切り壁２３，２４の側面に形成すると、平板Ｐの側端を溝内で保持して位置決めすることが可能であるので、スペーサーとして機能する。

[0032] 図１の実施形態において、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄの各々には、個別に、複数の平板Ｐが配設される。しかし、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄは、相互に横方向に連通するので、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄにおいて共通の平板を使用するような変更も可能である。つまり、気液接触部２の長手方向長さ（＝複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄの長手方向の長さの合計）に等しい長さを有する複数の平板を、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄを貫通するように並設してもよい。従って、複数の鉛直な平板Ｐの各々として、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄを通して一体的に連続する横長な平板が使用できる。この際、必要に応じて、仕切り壁２３，２４を嵌め込むための切り欠きを各平板の上端及び下端に形成すると良好に設置することができる。或いは、仕切り壁２３の下端及び仕切り壁２４の上端に複数の切り欠きを形成して、平板を切り欠きに嵌め込むようにしてもよい。この場合、仕切り壁２３，２４及び切り欠きは、平板の位置決め手段としても作用し得る。

[0033] 図１の実施形態における気液接触部２の各段は、一列に並列する複数の平

板による一段構造の充填材を用いて構成される。しかし、充填材の強度等の点において許容し得る範囲内で、多段構造の充填材を用いてもよい。例えば、図２（ａ）のように、並列する平板を積載した複数段（図中では４段）構造の充填材２２ａを用いることができる。この場合、各段の間に、上段の平板を支持するための支持部材が介在する。図２（ａ）の例では、複数の細長い平板片Ｓを、平板Ｐに対して垂直方向に架け渡すように配置して上下段の間に介在させ、支持部材として使用する。このような平板片Ｓは、上段の平板Ｐから流下する液体を、平板Ｐに対して垂直な方向に再分配する機能を有する。液体の再分配によって、濡れ不良による濡れ面積の減少を好適に防止することができる。但し、平板片Ｓによって、ガスの流通抵抗が生じるので、ガス流れに垂直な面において平板片Ｓが占める面積比が２０％未満となるように、高さが低い平板片を用いることが好ましい。或いは、このような平板片Ｓを架け渡す代わりに、薄い多孔板や網板を平板Ｐ上に載せて用いると、ガスの流通抵抗を小さく抑えつつ支持部材として好適に機能し、平板Ｐを安定的に積載することができる。

[0034] 図１の気液接触装置１において、各段に図２（ａ）の充填材２２ａを設置すると、ガスの流通方向は、横方向（水平方向）であり、液体の流下方向（鉛直方向）と垂直に交差する。しかし、この充填材２２ａは、ガスＧが鉛直方向に流通するような形態で使用することも可能であり、充填材２２ａを用いて、各段において並流型又は向流型の気液接触を行うことができる。一方、図２（ｂ）のように、上段側の平板Ｐと下段側の平板Ｐとが互いにねじれの位置で垂直になるように平板を積載すると、支持部材を介在させずに多段構造の充填材２２ｂを構成することができる。この充填材２２ｂも、上段の平板Ｐから流下する液体を下段の平板Ｐに対して垂直な方向に再分配する機能を有する。充填材２２ｂでは、水平方向のガス流れについては流通抵抗が大きいが、鉛直方向のガス流通については、ガスＧは容易に平板Ｐ間を通過し、流通抵抗は少ない。従って、この充填材２２ｂは、各段において並流型又は向流型の気液接触を行うのに適している。各段において並流型又は向流

型の気液接触が可能な構造を有する気液接触装置について、以下に記載する。

[0035] 図３は、並流型又は向流型の気液接触を行う気液接触装置の一実施形態を示す。尚、図３の気液接触装置１１は、気液接触部２の各段に、図１と同様の充填材２２を装填する形態で記載されるが、前述から理解されるように、図２（ａ），（ｂ）の充填材２２ａ，２２ｂの何れか又は両方を気液接触装置１１に装填して使用してもよい。

[0036] 図３の気液接触装置１１は、図１の気液接触装置１と同様の液体供給システム３を有する。気液接触部２には、同様に、４つの段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄが割り当てられ、液体供給システム３の配管３３を通じて気液接触部２の段２ａから段２ｄへ向かって液体Ｌが順次供給される。各段において、液分配器３１から供給される液体Ｌは、平板Ｐ上を流下して液回収口３２から回収され、ポンプ３４によって次の段へ送られる。この間に、熱交換器３５によって温度調整される。一方、ガス供給システム４ａは、ガスＧの流通が、段毎に上昇及び下降を交互に繰り返すように構成される。

[0037] 具体的には、図３においては、図１における仕切り壁２４の一部は誘導壁２５に置換される。仕切り壁２４が残される位置と、誘導壁２５に置換される位置は、複数の段の境界において交互に配置される。また、誘導壁２５が設けられる境界においては、図１の仕切り壁２３は除去され、仕切り壁２４が残る境界においては、図１の仕切り壁２３は誘導壁２６に置換される。従って、誘導壁２５及び誘導壁２６は、気液接触部２の複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄの境界において、交互に配置される。誘導壁２５は、容器２１の底板２１ｂから上方へ向かって鉛直方向に長く延伸し、その高さは、上端と容器２１の天板２１ｔとの間に所定の間隔を空けるように設定される。従って、隣接する２つの段の境界の大部分は、誘導壁２５によって遮断され、２つの段は、誘導壁２５の上方の空間によって部分的に連通する。誘導壁２６は、容器２１の天板２１ｔから下方へ向かって鉛直方向に長く延伸し、その高さは、下端と仕切り壁２４の上端との間に所定の間隔を空けるように設定

される。従って、隣接する２つの段の境界の大部分が、誘導壁２６によって遮断され、２つの区間は、誘導壁２６の下方の空間によって部分的に連通する。

[0038] 誘導壁２５及び誘導壁２６は、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄの境界に交互に設けられるので、隣接する２つの段を相互に連通する空間は、気液接触部２の上側及び下側に交互に形成される。従って、ガス導入口４１ａから供給されるガスＧは、気液接触部２を流れる間に、段毎に上昇と下降とを交互に繰り返して上下に蛇行し、その後、ガス排出口４２ａから排出される。つまり、気液接触部２全体としての液体Ｌとガスの気液接触形態は、向流型の気液接触であるが、段毎には、向流型の気液接触と並流型の気液接触が交互に行われる。

[0039] 図１の気液接触装置１においては、ガスＧは横方向に流れるので、ガス導入口４１及びガス排出口４２は、各々、端壁２１ｄ，２１ａの中央に設けられる。つまり、ガス流れの最上流位置の段２ｄから最下流位置の段２ａ迄のガス流れができる限り均等になるように構成される。これに対し、図３の気液接触装置１１は、ガス流れの最上流位置の段２ｄにおいてガスＧが上昇する構造であるので、ガスＧを下方から段２ｄへ供給するために、ガス導入口４１ａは、段２ｄの端面（容器２１の端壁２１ｄ）の下端に設けられる。又、最下流位置の段２ａにおけるガスＧは下降する構造であるので、ガスＧを段２ａの下方から排出するために、ガス排出口４２ａも、段２ａの端面（端壁２１ａ）の下端に設けられる。誘導壁２５，２６の配置が逆になるように変更すると、ガスＧの上昇／下降構造は逆転する。従って、この場合は、ガスＧを上方から供給及び排出するために、ガス導入口４１ａ及びガス排出口４２ａを端壁２１ａ，２１ｄの上端に設けるように変更するとよい。又、図３の実施形態における気液接触部２の段数は偶数であるので、ガス導入口４１ａの配置とガス排出口４２ａの設置高さは一致する。気液接触部２の段数が奇数であるように変更する場合は、ガス導入口４１ａ及びガス排出口４２ａの一方を端壁の上端に配置し、他方を下端に配置するように変更される。

つまり、誘導壁２６，２５によって誘導されるガスＧの流れに応じて、ガス導入口４１ａ及びガス排出口４２ａの設置高さは適宜変更される。尚、平板Ｐの側端を保持可能な浅い鉛直方向の溝を誘導壁２５，２６の側面に設けて平板Ｐの位置決めを可能にすると、図１の仕切り壁２３，２４と同様に、誘導壁２５，２６に、スペーサーとしての機能を付与可能である。

[0040] 図４は、気液接触部の全段において向流型の気液接触を行う気液接触装置の一実施形態を示す。図４の気液接触装置１２も、気液接触部２の各段に、図１と同様の充填材２２を装填する形態で記載される。しかし、前述したように、図２（ａ），（ｂ）の充填材２２ａ，２２ｂの何れか、又は、両方を適宜配分して、気液接触部の各段に装填して使用することができる。

[0041] 図４の気液接触装置１２は、図１の気液接触装置１と同様の液体供給システム３を有する。気液接触部２には、同様に、４つの段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄが割り当てられ、液体供給システム３の配管３３を通じて、気液接触部２の段２ａから段２ｄへ向かって液体Ｌが順次供給される。各段において、液分配器３１から供給される液体Ｌは、平板Ｐ上を流下して液回収口３２から回収され、ポンプ３４によって次の段へ送られる。この間に、熱交換器３５によって温度が調整される。一方、ガス供給システム４ｂは、気液接触部２の全段において、ガスＧの流れが上昇して向流型の気液接触を行うように構成される。

[0042] 具体的には、図４においては、複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄの境界の各々において、平行な誘導壁２７及び誘導壁２８が設けられ、誘導壁２７と誘導壁２８との間に一定幅の連通路２９が形成される。誘導壁２７は、容器２１の底板２１ｂから上方へ向かって鉛直方向に長く延伸し、その高さは、上端と容器２１の天板２１ｔとの間に所定の間隔を空けるように設定される。誘導壁２８は、容器２１の天板２１ｔから下方へ向かって鉛直方向に長く延伸し、その高さは、下端と容器２１の底板２１ｂとの間に所定の間隔を空けるように設定される。連通路２９は、誘導壁２７と天板２１ｔとの間の空間、及び、誘導壁２８と底板２１ｂとの間の空間において両隣りの段と連通

する。従って、ガス導入口４１ｂから供給されて段２ｄの平板Ｐ間を上昇するガスＧは、誘導壁２７の上方から連通路２９を通って、次にガスが流通する段２ｃの下部へ誘導される。同様にして、後続の段の各々において、下方からのガス供給と上方からのガス排出が繰り返される。その間に、各段において平板Ｐ間を上昇するガスＧと流下する液体Ｌとの気液接触が行われる。尚、段２ａの液分配器３１から供給される液体Ｌがガス排出口４２ｂ側に流出した場合に液体Ｌが段２ａの底部へ流れるように、段２ａのガス排出口４２ｂ側に設けられる誘導壁２７の根元には、連絡孔３０が設けられる。

[0043] 図４の実施形態では、連通路２９が、ガス流れの上流側の段の上部と下流側の段の下部とを接続するように形成されるので、ガス導入口４１ａは、最上流位置の段２ｄの端面（端壁２１ｄ）の下端部に設けられる。一方、ガス流れの最下流位置の段２ａは、平板Ｐの下流側を誘導壁２７で遮断され、段２ａの上部から排出されるガスＧは、誘導壁２７と端壁２１ａとの間の空間を下降する。従って、ガス排出口４２ｂは、端壁２１ａの下端に設けられる。但し、この実施形態は、段２ａの下流側の誘導壁２７を省略して端壁２１ａと平板Ｐの間の空間を無くすように変更してもよい。その場合、ガス排出口４２ｂは、端壁２１ａの上端に設けられ、段２ａの上部から排出されるガスＧは、容器２１の上部から排出される。

[0044] また、図４の実施形態において、ガス導入口４１ｂとガス排出口４２ｂの配置を逆に変更すると、ガスＧは、気液接触部２の各段において、平板Ｐ間を下降するように流れ、液体Ｌとガスの並流型の気液接触が行われる。この場合、ガスＧは、段２ａから段２ｄへ向かって流れるので、気液接触部２全体としても、ガスＧと液体Ｌとの接触は、並流型の気液接触となる。或いは、図４の実施形態は、誘導壁２７，２８の設置位置によって、ガスＧが気液接触部２の各段を下降するように変更することも可能である。つまり、誘導壁２７と誘導壁２８の設置位置を逆にすると、連通路２９は、ガス流れの上流側の段の下部と下流側の段の上部とを接続するように変更される。これにより、各段において、下降するガスＧと液分配器３１から流下する液体Ｌ

との並流型の気液接触が行なわれる。この変更形態では、ガス導入口４１ｂは、端壁２１ｄの上端部に設ければよい。尚、平板Ｐの側端を保持可能な浅い鉛直方向の溝を誘導壁２７，２８の側面に設けて平板Ｐの位置決めを可能にすると、図１の仕切り壁２３，２４と同様に、誘導壁２７，２８にスペーサーとしての機能を付与可能である。

[0045] 図１の気液接触装置１においては、ガスＧは横方向に流れるので、充填材の上方に位置する液分配器３１は、ガス供給の圧力損失には関与しない。又、図３，４の気液接触装置１１，１２においては、ガスＧの流れは、液分配器３１付近で蛇行するので、やはり、ガス供給の圧力損失にはさほど関与しない。従って、気液接触部２が横長に構成された気液接触装置では、液分配器３１による圧力損失を考慮しなくてもよいという利点がある。

[0046] 上述の気液接触装置１，１１，１２は、状況に応じて好適な気液接触条件を設定するために、様々な変更を施すことが可能である。以下に、変更例を幾つか挙げて説明する。

[0047] 上述の気液接触装置１，１１，１２においては、装置に供給される液体が平板Ｐを流下する回数は、気液接触部２に割り当てられる段の数に対応する。しかし、例えば、図５に示す気液接触装置１１’のように構成すると、液体の一部は、同一段を繰り返し流れる。具体的には、１つの段の液回収口３２から回収される液体の一部が、次の段へ供給されずに元の段へ還流するように、配管３３から分岐して元の段の液分配器に接続する分岐管５１を設ける。従って、液体Ｌが装置内に滞留する時間が長くなり、液体ＬとガスＧとの接触時間が延長される。つまり、割り当てる段の数を増加するのと類似の効果が得られる。分岐管５１に流量調整弁５２を設けると、元の段へ還流する液体の割合の調整が可能になる。還流する液体の割合を増加するに従って、液体Ｌが装置内に滞留する時間が長くなる。尚、図５においては、図３の気液接触装置１１に分岐管５１及び流量調整弁５２を設ける変更例を記載するが、勿論、図１の気液接触装置１又は図４の気液接触装置１２において同様の変更を行ってもよい。

[0048] 図５のように液体の一部が次の段へ供給されずに元の段へ還流する液体供給は、他の形態によっても可能である。例えば、図６は、図１の実施形態において液体の一部還流を可能にした変更例を示す。図６の気液接触装置１３においては、図５に示す分岐管は使用せず、段間の境界に設けられる仕切り壁２４’の高さの設定によって、底部に貯留する液体の液面レベルを所望のレベルに維持可能な構造を利用する。つまり、液面レベルが仕切り壁２４’の高さに達すると、液体量の増加によって液体が溢れて隣の段へ移行する性質を利用して、液体を段２ａから段２ｄへ向かって段階的に移行させる。これに伴って、図１の配管３３の接続は、各段において底部に貯留する液体がその段の液分配器３１に還流するように変更される。

[0049] 具体的には、図６の気液接触装置１３の配管は、導入管３３Ｉ、還流管３３’及び導出管３３Ｅによって構成される。導入管３３Ｉは、最初に液体が供給される段２ａの液分配器３１に接続され、液分配器３１から平板Ｐに供給される液体は、段２ａの底部に流下する。還流管３３’は、各段における液回収口３２と液分配器３１とが連通するように、複数の液分配器と複数の液回収高とを各々接続する。従って、還流管３３’上のポンプ３４が駆動すると、液回収口３２から回収される液体は、液分配器３１に還流され、各段の平板Ｐに繰り返し供給される。導入管３３Ｉからの液体供給によって、段２ａの底部に貯留する液体量が増加し、仕切り壁２４’の高さに達すると、新たな供給量に対応する分の液体が、段２ａの底部から隣りの段２ｂへ溢れ出る。従って、各段に留まる液体量は所定量に規制され、これを超えた時に超過分の液体が、次に液体が供給される段の底部に供給される。故に、次の段へ供給される液体と元の段へ還流する液体との割合は、仕切り壁２４’の高さによって設定及び変更することができる。

[0050] 気液接触装置１３では、容器２１の端壁２１ｄと段２ｄとの間にも液回収口３２’を有するように容器２１の長さが伸長され、段２ｄと液回収口３２’との境界にも仕切り壁２４”が設けられる。液回収口３２’には、導出管３３Ｅが接続される。従って、段２ｄにおいて底部に貯留する液体は、仕切

り壁２４”を超えて溢れ出ると、液回収口３２’から導出管３３Ｅを通って排出される。尚、　図６においては、液回収口３２’は、容器２１の底部に設けられているが、容器２１の側壁又は端壁２１ｄに設けるように変更してもよい。その場合、段２ｄの底部において所望の液面レベルを超える分の液体が液回収口３２’から溢れ出るように、液回収口３２’を設ける高さを設定するとよい。それにより、仕切り壁２４”を省略して、装置の長手方向の長さの延長を回避することができる。

[0051]　図７は、図１の実施形態において液体の一部還流を可能にした他の変更例を示す。図７の気液接触装置１４において、液体供給システムは、図１と同様の複数の液回収口３２、及び、複数の液分配器と複数の液回収口とを接続する配管３３を有する。しかし、各段に設けられる液分配器については、図７のように、液分配器３１ｂ，３１ｃ，３１ｄが、設置される段とその前の段の２つの段に跨って液体を供給可能なように変更している。これに伴い、仕切り壁の設置位置も、図７の仕切り壁２３’のように変更され、仕切り壁２３’の高さは、平板Ｐの上端に当接する高さに設定される。

[0052]　図７の形態において、複数の液分配器３１ａ～３１ｄが、複数の段２ａ～２ｄの各々において上側に設けられる。液分配器３１ａ～３１ｄのうち、最初に液体が供給される段２ａに設けられる液分配器３１ａは、長手方向（つまり、段の配列方向）の長さが図１の液分配器３１より短い。他方、最後に液体が供給される段２ｄに設けられる液分配器３１ｄは、長手方向の長さが長く、液分配器３１ａの減寸量と液分配器３１ｄの増寸量は等しい。液体の供給順序が最初と最後の段を除いた段２ｂ、２ｃの液分配器３１ｂ，３１ｃは、図１の液分配器３１と同じ長さである。つまり、最初に液体が供給される段を除く他の段の各々において、液分配器は、設置される段とその前の段の２つの段に跨って液体を供給可能な配置になっている。従って、ポンプ３４の駆動によって１つの段の液回収口３２から配管３３を通じて次の段の液分配器へ液体が供給される点は、図１の実施形態と同様である。但し、液分配器へ供給される液体は、次の段の平板Ｐと、元の段の平板Ｐとに分配して

供給される。液分配器は、２つの段に跨って液体を供給するので、天板２１ｔに設けられる仕切り壁２３’の位置は、段の境界から外れている。仕切り壁２３’の役割は、ガスＧが平板Ｐ間の空間から逃れて上部を通過するのを防止することであるので、その設置位置は、段の境界に限らず、適宜変更してよい。尚、図１、図６及び図７に示す気液接触装置の実施形態において、仕切り壁２３，２３’の設置数を増加すると遮蔽効果が増す。天板２１ｔと液分配器との間を遮断するような形態の仕切り壁も有用である。

[0053] 加圧又は減圧状態での気液接触を行う場合、通常、圧力に対応するために、圧力の作用が分散するように丸い形状の装置に設計される。気液接触装置の横長な容器２１は、様々な軸性形状に変更することができる。例えば、上述の気液接触装置の実施形態において、圧力への対応を目的として、容器２１が円柱形や楕円柱形のような丸い形状であるように変更してもよい。但し、この場合、容器の周状の側壁と平板Ｐの側端との間に弓形断面の空間が生じるので、ガスＧが平板Ｐ間を回避して両横の空間を流れるのを防止するための遮断壁を、気液接触部の段の境界毎に設けるとよい。尚、この点に関し、図２に示すような多段構成の充填材２２ａ，２２ｂにおいては、中段における平板Ｐの数又は横幅を最上段及び最下段より増加させて、充填材の各段における横幅をある程度変動させることが可能である。従って、図２（ａ），（ｂ）のような多段構成の充填材２２ａ，２２ｂを用いて、容器の側壁と充填材との空間がある程度減少するように変更することが可能である。この場合、多段構成の充填材の中段における平板Ｐにも液体を供給可能なように、液分配器の液体投下部材（ノズル、誘導爪等）の長さや形状を改良するとよい。また、この場合も、容器の側壁と平板Ｐとの間をガスＧが流れるのを防止する遮断壁を併用することができる。

[0054] 上述の実施形態において、気液接触装置の容器２１は、水平な横方向に伸長し、気液接触部２の複数の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄの配列方向は水平である。しかし、気液接触部２の複数の段が配列する方向は、水平方向に限らず、傾斜した横方向であってもよい。具体的には、隣接する段間に段差を設

けて階段状に複数の段が配列する構造であってもよい。この場合、液体が最上段に位置する段から最下段に位置する段に向かって順次流通するように液体供給システムを構成すると、エネルギー効率がよい。このような傾斜した配置は、傾斜地を利用した装置の設置において利用してもよい。

[0055] 上述の実施形態においては、液体Ｌと接触するガスＧは、外部から気液接触部へ供給される。つまり、気液接触装置は、ガスを外部から供給するためのガス導入口を有する。これらの形態は、ガス浄化装置、ガス分離装置、冷却装置等にそのまま適用することができる。一方、特定のガス成分を吸収した液体（吸収液）を再生する再生装置においては、ガス導入口がない形態もある。ガスに含まれる二酸化炭素、硫黄酸化物等の酸性ガスを分離するガス分離装置等で使用した吸収液の再生では、温度上昇による気－液間の濃度平衡のシフト、水蒸気との接触によるストリッピング等を利用して、吸収したガス成分を吸収液から放出させることができる。二酸化炭素の分離回収において使用されるアルカノールアミン系吸収剤を含む吸収液の再生装置においては、概して、吸収液を沸騰点付近の温度に加熱し、放出される高温の二酸化炭素及び水蒸気との気液接触によって二酸化炭素の放出を更に進行させる。従って、このような再生装置に上述の実施形態を適用する場合、ガス導入口の代わりに、液体に熱エネルギーを供給する設備を設けるとよい。例えば、ヒーターや熱交換器などの加熱装置を設置して外部から再生熱を供給し、気液接触部の一端において吸収液を加熱する。これにより、加熱された吸収液から二酸化炭素が放出されると共に、放出された高温のガス（二酸化炭素、水蒸気）が気液接触部に供給されて、気液接触部に供給される吸収液との気液接触において再生が進行する。放出されたガスは、ガス排出口から排出される。従って、再生装置としての形態においては、再生熱を供給する加熱装置は、気液接触部へガスを供給するガス供給システムの一要素として作用する。

[0056] また、上述の実施形態における気液接触部の段の配列は直線状であり、容器２１の形状は横方向に直線状に延伸する形状であるが、これに限定されな

い。つまり、横長な容器の長手方向が屈曲又は湾曲するような形状であってもよい。例えば、容器の形状を緩やかに湾曲させる、或いは、部分的に角又は湾曲を設けて容器を屈曲又は湾曲させるような形状でもよい。このような変形は、例えば、気液接触部の段の間に適宜空間を設け、この空間を利用して各段の配列方向を変化させることによって可能である。このような手法によって、Ｌ字状、Ｚ字状等の屈曲形状、Ｕ字状、Ｓ字状、円又は楕円に沿った湾曲形状の気液接触装置を構成することができる。このような容器の例を、図８に示す。尚、図８は、容器の形状を示すための装置の上からの概略構成図であり、液体供給システム等の記載は省略する。

[0057] 図８（ａ）は、Ｕ字状に湾曲した容器２１Ａ内に気液接触部２の段２ａ～２ｈを割り当てた気液接触装置１５を示し、図８（ｂ）は、略Ｌ字状に湾曲した容器２１Ｂ内に気液接触部２の段２ａ～２ｇを割り当てた気液接触装置１６を示す。図８（ａ），（ｂ）の気液接触装置１５，１６の容器２１Ａ，２１Ｂは、２つの直線部と１つの湾曲部とを有する。直線部の各々に気液接触部２を二分して割り当て、湾曲部は、気液接触部を接続するように構成している。これらの例は、容器の設計が比較的容易であり、充填材の装填が容易な形態に設計し易い。

[0058] 一方、図８（ｃ）は、容器２１Ｃが全体的に円弧状に湾曲した気液接触装置１７を示す。この容器２１Ｃでは、気液接触部２の段間の空間を利用して気液接触部の各段の配列方向を徐々に変化させる。このように、湾曲した容器の長手方向に沿って気液接触部の各段を配置することができる。このような容器の変形は、立地条件に応じて適した形状の気液接触装置を設置する上で有用であり、設置スペースの縮小に利用できる。図８（ａ），（ｂ）の気液接触装置１５，１６の容器２１Ａ，２１Ｂは、側壁が滑らかに湾曲した湾曲部を有するが、真っ直ぐな側壁を屈曲させて、角を有する屈曲部として構成してもよい。この場合も同様に、気液接触部の各段は、屈曲した容器の長手方向に沿って配置される。容器の側壁が角張らずに湾曲した形状は、ガスの流れが乱れるのを防ぐことができ、流通抵抗の低減に有効であるので、こ

の点を考慮して容器の形状を設計すると、エネルギー効率の改善に有用である。

[0059] また、気液接触装置の容器は、立体的に湾曲させることも可能であり、装置の耐久性の許容範囲において、二階建て、或いは、それ以上の階数に構成してもよい。図９は、二階建て構造に構成した気液接触装置１８の構造を示す、横からの概略構成図である。この気液接触装置１８の容器２１Ｄは、一階部分及び二階部分を構成する２つの直線部と、これらを接続する湾曲部とを有し、湾曲部は鉛直面に沿って湾曲する。気液接触部の段２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄが二階部分に割り当てられ、段２ｅ，２ｆ，２ｇ，２ｈが一階部分に割り当てられる。上述の実施例と同様に、液体供給システムとして、配管３３、ポンプ３４及び熱交換器３５が設けられ、液体Ｌは、二階部分の段２ａに供給される。供給される液体Ｌは、段２ａから段２ｄへ向かって順次流通した後、一階部分の段２ｅに供給され、同様に段２ｈへ向かって順次流通する。二階の段２ｆの液体は、重力を利用して一階の段２ｅへ供給することも可能であるので、その場合、段２ｆから段２ｅへ液体を供給する動力源としてのポンプ３４は省略してもよい。

[0060] 図９の気液接触装置１８は、容器２１Ｄの一階部分の端壁にガス導入口４１が設けられ、二階部分の端壁にガス排出口４２が設けられる。従って、向流型の気液接触を実施するように構成される。しかし、ガス導入口４１とガス排出口４２とを逆に配置して、並流型の気液接触装置に構成してもよい。また、図９の気液接触装置１８は、傾斜地に設置するように変更することも可能である。具体的には、容器の一階部分と二階部分とを接続する湾曲部を、傾斜した面に沿って湾曲するように傾けるとよい。これにより、一階部分及び二階部分は、傾斜面に沿って平行に設置される。

[0061] 或いは、上述の横型多段構造の気液接触装置は、長手方向が分岐した形状に横長の容器を構成することも可能である。この場合、気液接触装置の長手方向は、少なくとも３つの端部を有するので、ガス導入口及びガス排出口のうちの少なくとも一方が複数設けられる。気液接触装置を吸収装置として使

用する場合、供給するガス量に比べて吸収装置から排出されるガス量は少なく、気液接触部の各段における気液接触の比率が、ガスの流れ方向に従って変化する。このため、Ｙ字状、Ｔ字状等の分岐する形状に気液接触装置を設計して、２つのガス供給口からガスを供給して、１つのガス排出口から処理後のガスを排出するように構成すると、上記の点を改善することができる。同様に、気液接触によってガスの流量が増加する場合にも、分岐した形状の気液接触装置は有用である。例えば、再生装置として使用する場合、再生される吸収液から発生する二酸化炭素の流量は、ガス排出口に向かって増加するので、気液接触装置の２つのガス排出口から二酸化炭素を排出するように構成することができる。また、液体の反応によって新たなガス成分が生成するような反応を進行させる反応装置等においても有用である。分岐した形状に構成した気液接触装置の実施形態を図１０に示す。尚、図１０は、容器の形状を示すための、装置の上からの概略構成図であり、液体供給システム等の記載は省略する。

[0062] 図１０（ａ），（ｂ）は、分岐した形態の気液接触装置１９Ａ，１９Ｂを記載する。気液接触装置１９Ａ，１９Ｂは、同じ形状の容器２１Ｅを有するが、ガス導入口及びガス排出口の配置において異なる。気液接触装置１９Ａにおいては、ガスＧの一部は、ガス導入口４１から供給されて、気液接触部の段２ａ，２ｂ，２ｃを順に流通し、ガスＧの残部は、ガス導入口４１’から導入されて、気液接触部の段２ａ’，２ｂ’，２ｃ’を順に流通する。これらは合流した後、気液接触部の段２ｄ，２ｅ，２ｆを順に流通してガス排出口４２から排出される。一方、気液接触装置１９Ｂにおいては、ガスＧは、ガス導入口４１から気液接触部の段２ａ’，２ｂ’，２ｃ’を順に流通した後に分割される。一方のガスは、気液接触部の段２ｃ，２ｂ，２ａを順に流通してガス排出口４２から排出され、残部は、気液接触部の段２ｄ，２ｅ，２ｆを順に流通してガス排出口４２’から排出される。従って、図１０（ａ）の気液接触装置１９Ａは、気液接触に伴ってガスの流量が減少する用途において有用であり、図１０（ｂ）の気液接触装置１９Ｂは、気液接触に伴

ってガスの流量が増加する用途において有用である。

[0063] 図１０のような分岐した形状の気液接触装置においては、液体の供給経路も、分岐形状に対応して分岐させるとよい。例えば、図１０（ａ）の気液接触装置１９Ａにおいて、液体を気液接触部の段２ｆに供給し、段２ｄから排出される液体を段２ｃ及び段２ｃ’に分割して供給するように液体供給システムを構成する。これにより、向流型の気液接触が実施可能である。逆に、気液接触部の段２ａ，２ａ’から液体を供給して、段２ｆから排出するように構成すれば、並流型の気液接触になる。

[0064] 図１０（ａ）の気液接触装置１９Ａを吸収装置として使用する際、ガスＧの内容組成の変動が大きい時に、組成変動に応じて導入するガスの割合を調整するように使用すると効率的である。具体的には、ガス導入口４１からガス排出口４２へ流通するガスの流れを基本構成とし、吸収される成分がガスに含まれる割合が増加した時、その増加に応じてガス導入口４１’から供給するガスの割合が増加するようにガスを分割して導入する。このようにすると、吸収液の吸収容量の範囲内で適切に処理を継続できる。また、図１０（ｂ）の気液接触装置１９Ｂの各々において、ガス導入口とガス排出口とを置換すると、気液接触に伴ってガスの流量が減少する用途において有用な形態になり、ガスは、気液接触部の段２ａ及び段２ｆから段２ａ’へ向かって流通する。この形態は、例えば、気液接触に伴うガスの減少割合が大きい場合に好適である。

[0065] 図１０（ａ）の気液接触装置１９Ａを吸収装置として使用する際、ガスＧの内容組成の変動が小さい場合には、図１０（ｃ）のような気液接触装置２０が有用である。気液接触装置２０の容器２１Ｆは、気液接触相の段２ｄ～２ｆに対して、段２ａ～２ｃと段２ａ’～２ｃ’とが線対称になるように分岐した形状である。従って、この形態では、段２ａ～２ｃと段２ａ’～２ｃ’とを同等に取り扱うと好適であり、ガスを均等に二分割して段２ａ及び段２ａ’に供給すると、流通抵抗が小さく良好なガス流れが形成できる。

[0066] 図１０に示す容器の形状は、Ｔ字状に変形する、或いは、ガス導入口及び

ガス排出口が正三角形の頂点に位置するような均等な配置に変形することも可能である。また、図１０の形態では、導入側又は排出側が２つになるように分岐しているが、それ以上の数に分岐してもよい。例えば、十字状の容器において、３つのガス導入口と１つのガス排出口を設ける形態、或いは、１つのガス導入口と３つのガス排出口を設ける形態に構成してもよい。更に、分岐／合流点の上流側及び下流側に各々配置される気液接触部の段数は、図示されるものに限定されず、適宜変更可能である。従って、必要に応じて、部分的に段数を増減して容器を伸長する変形を行うこともできる。

[0067] 横型多段構造の気液接触装置は、容器を伸長して気液接触部の段数を増加することが比較的容易であり、必要に応じて段数を変更することができる。前述したように、気液接触は、様々な目的に利用することができるので、増加させた段において、他の目的に気液接触を利用すれば、様々な機能を気液接触装置に付与することができる。つまり、横型多段構造の気液接触装置は、異なる目的の気液接触装置を一体化するのに適している。例えば、気液接触を利用して硫黄酸化物をガスから除去する脱硫装置、液体に可溶な成分をガスから除去する洗浄装置、ガスを冷却する冷却装置等を、気液接触装置の内部に設けて一体化することが可能である。上述の実施形態は、気液接触装置としての基本的な構成に関するものであり、気液接触部とガス導入口又はガス排出口との間に、上述のような機能の気液接触部を、平板を用いて構成することができる。例えば、気液接触装置を二酸化炭素の吸収装置として利用する場合に、上述のようにして、気液接触部の前段に脱硫部を設け、気液接触部の後段に、洗浄部、冷却部などを設けると好適である。その場合、平板を用いて構成した各部に、脱硫液、洗浄液、冷却水などの液体を個別に供給するように構成して、ガスと液体とを気液接触させるとよい。また、処理するガスが高温である場合には、ガス導入口と脱硫部の間に、更に、冷却部を設けて、ガスを所望の温度に冷却するように吸収装置を構成してもよい。このように、横型多段構造の気液接触装置においては、必要に応じて、気液接触部の段数を容易に増減できるので、他の機能の追加や、システムの構成

要素の簡略化を行う上で有利である。

[0068] 平板で構成される充填材は、製造加工コストを低く抑えることができる。又、流通抵抗を少なく抑えて操業費用を削減することができる。従って、上述のような気液接触装置は、大容量の処理及び高速での処理が求められる気液接触装置として有用である。

[0069] 上述のような気液接触装置によって処理されるガスＧとして、例えば、化学プラントや火力発電所等の設備内で発生した廃ガス（排ガス）や反応ガスが挙げられ、屡々、二酸化炭素や、窒素酸化物、硫黄酸化物等の酸性ガスが特定成分として処理される。ガスＧから除去する特定成分に応じて、吸収液として使用する液体Ｌが選択される。例えば、二酸化炭素の回収除去には、環状アミン化合物やアルカノール系アミンやフェノール系アミン、アルカリ金属塩等のアルカリ剤の水溶液が屡々用いられる。硫黄酸化物の除去には、カルシウム化合物、マグネシウム化合物などのアルカリ剤の水性液が一般的に用いられる。二酸化炭素の回収において屡々用いられるモノエタノールアミン（ＭＥＡ）水溶液では、二酸化炭素との反応によって、カルバミン酸塩・アミン塩（カーバメート）、炭酸塩、重炭酸塩等が生じる。

[0070] このため、気液接触装置を構成する各部は、上述したようなガスＧの成分や液体Ｌに含まれる化学薬剤に対して耐性を有する素材で製造される。そのような素材として、例えば、ステンレス綱、アルミニウム、ニッケル、チタン、炭素鋼、真鍮、銅、モネル、銀、スズ、ニオブ等の金属や、ポリエチレン、ポリプロピレン、ＰＴＦＥ等の樹脂が挙げられる。充填材を構成する平板Ｐも、少なくとも表面が、上述のような、処理するガスＧ及び使用する液体Ｌとの反応（腐食）を生じない耐食性の素材で構成される。素材は、やすりがけ、サンドブラスト処理、紫外線オゾン処理、プラズマ処理などの表面加工によって表面に微小な凹凸を形成して表面粗さを付与したものであってもよい。また、コーティング等による表面の改質によって、上述のような使用条件に合うように調製した素材であってもよい。平板Ｐは、厚さが均一な平板又は薄層材であり、気液接触を行う条件に応じて、好適な強度を保持し

得るように素材及び厚さを適宜選択することができる。金属線を用いた金網やパンチングメタル板、エキスパンドメタル板等の網板は、単体で自立可能な程度に強度を保持しつつ重量を減少させることが可能な板材であり、液体の濡れ広がりにおいても優れた性質を示す。従って、極めて目が細かい場合には、平板と同様の取り扱いが可能であり、気液接触装置の充填材２２，２２ａ，２２ｂを構成するために用いてもよい。

[0071] 又、気液接触装置は、上述のような特定成分を吸収・分離・除去するための気液接触装置に限らず、種々の化学プラントのプロセスに含まれる冷却、加熱、放散等において使用される装置（冷却塔、加熱塔、放散塔（再生塔）等）に適用することも可能である。

産業上の利用可能性

[0072] 操業時におけるエネルギー効率が良好な気液接触装置が提供され、圧力損失を抑制しつつ良好な気液接触及び効率的な成分移行を実現できるので、冷却塔、加熱塔、吸収塔、放散塔（再生塔）、洗浄塔等として有用である。経済性の向上に基づく汎用化によって、化学処理や製造加工における効率の向上、燃焼ガス等の排ガスの処理の普及による環境汚染の防止等に貢献可能である。又、装置の軽量化や製造加工費用の削減によって、資源の有効利用にも寄与することができる。

請求の範囲

[請求項1] 横方向に配列するように割り当てられる複数の段を有し、前記複数の段の各々に、並列する複数の鉛直な平板を有する気液接触部と、

液体を前記気液接触部に供給して前記複数の段を配列に沿って順次流通させる液体供給システムと、

ガスを前記気液接触部に供給するガス供給システムと

を有し、前記液体供給システムによって供給される液体は、前記複数の段の各々において、前記複数の鉛直な平板を流下すると共に、供給されるガスと接触する気液接触装置。

[請求項2] 前記気液接触部に供給されるガスは、前記複数の段を配列に沿って順次流通し、前記液体供給システムによって供給される液体が前記複数の段を流通する順序は、前記ガス供給システムによって供給されるガスが前記複数の段を流通する順序と同じ又は逆である請求項１に記載の気液接触装置。

[請求項3] 前記ガス供給システムは、ガスが最初に流通する段に連通するガス導入口と、ガスが最後に流通する段に連通するガス排出口と、前記ガス排出口に設けられるデミスタとを有する請求項１又は２に記載の気液接触装置。

[請求項4] 前記ガス供給システムによって供給されるガスが、前記複数の段を横方向に貫通するように、前記複数の段は、横方向に相互に連通し、前記複数の段の各々における前記複数の鉛直な平板は、前記ガスが通過する方向に沿うように配置される請求項１～３の何れか一項に記載の気液接触装置。

[請求項5] 前記ガス供給システムは、更に、前記複数の段におけるガスの流通が、段毎に上昇及び下降を交互に繰り返すようにガスを誘導する誘導壁を有する請求項１～３の何れか一項に記載の気液接触装置。

[請求項6] 前記ガス供給システムは、更に、前記複数の段の１つの上部から、次にガスが流通する段の下部へガスを誘導する連通路を形成する誘導

壁を有し、それにより、ガスは、前記複数の段の各々において前記平板の間を上昇するように流通する請求項１～３の何れか一項に記載の気液接触装置。

[請求項7] 前記気液接触部は、更に、前記複数の段の境界において、ガスが前記複数の平板を回避して上方又は下方を流れるのを防止するための仕切り壁を有する請求項４に記載の気液接触装置。

[請求項8] 更に、１つの横長の容器を有し、前記複数の段は、前記横長の容器内において長手方向に配列するように割り当てられる請求項１～７の何れか一項に記載の気液接触装置。

[請求項9] 前記液体供給システムは、

前記複数の段の各々において上側に設けられる複数の液分配器と、

前記複数の段の各々において下側に設けられる複数の液回収口と、

前記複数の段において、１つの段の液回収口と次に液体が供給される段の液分配器とが接続するように、前記複数の液分配器と前記複数の液回収口とを接続する配管と

を有する請求項１～８の何れか一項に記載の気液接触装置。

[請求項10] 前記液体供給システムは、更に、

１つの段から回収される液体の一部を前記１つの段に還流するように前記配管から分岐して前記１つの段に接続する分岐管を有する請求項９に記載の気液接触装置。

[請求項11] 前記液体供給システムは、

前記複数の段の各々において上側に設けられて前記複数の平板に液体を各々供給する複数の液分配器と、

前記複数の段の各々において下側に設けられて前記複数の平板を流下する液体を各々回収する複数の液回収口と、

前記複数の段の各々において、前記液回収口から回収される液体を前記液分配器に還流するように、前記複数の液分配器と前記複数の液回収口とを接続する配管と、

前記複数の段の境界に設けられる仕切り壁であって、前記複数の段において、１つの段に留まる液体量を所定量に規制する高さを有し、前記所定量を超えた超過分の液体が次に液体が供給される段に流れる前記仕切り壁と

を有する請求項１～４及び８の何れか一項に記載の気液接触装置。

[請求項12] 前記液体供給システムは、

前記複数の段の各々において上側に設けられる複数の液分配器と、

前記複数の段の各々において下側に設けられる複数の液回収口と、

前記複数の段において、１つの段の液回収口と次に液体が供給される段の液分配器とが接続するように、前記複数の液分配器と前記複数の液回収口とを接続する配管と

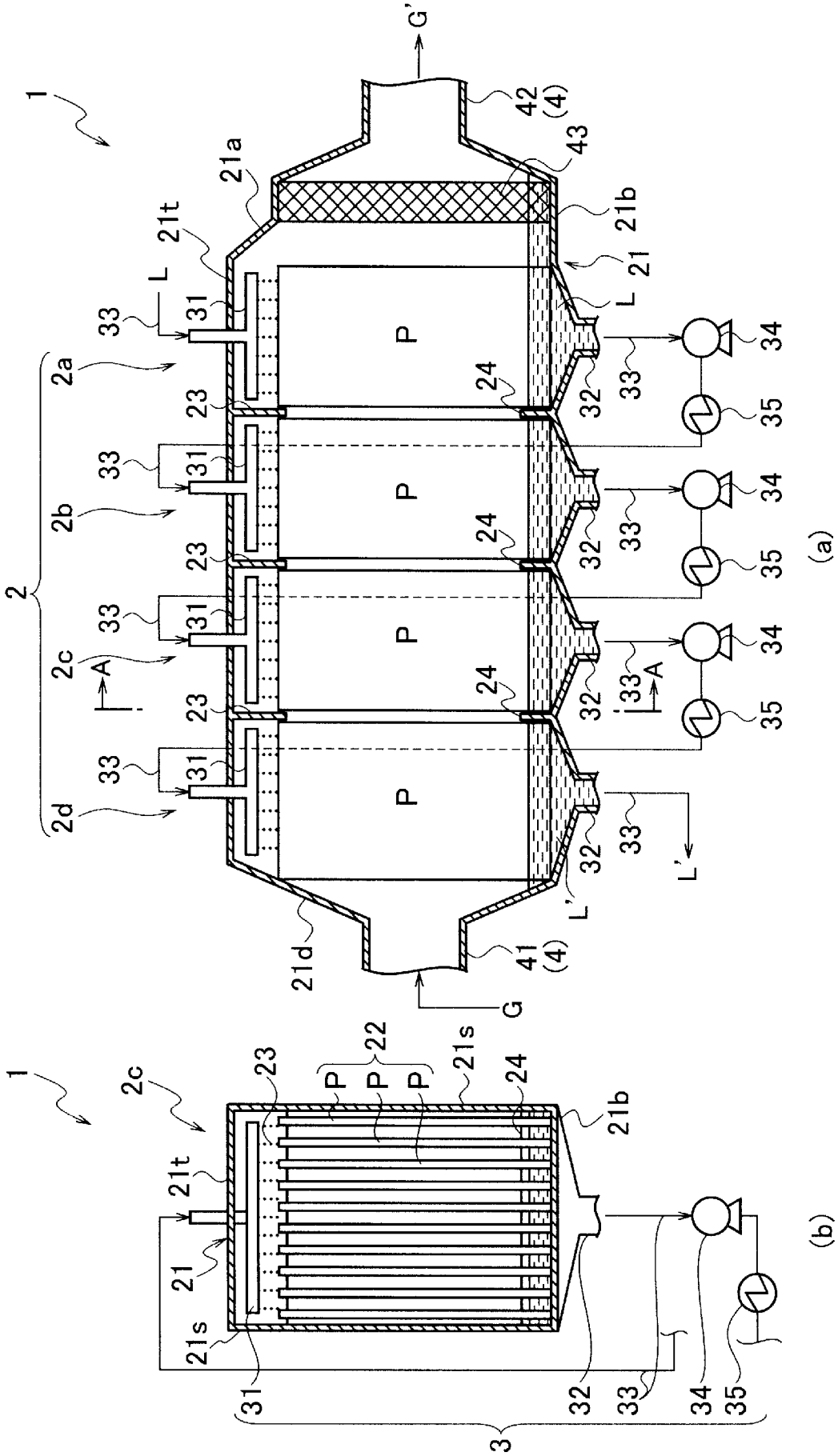
を有し、最初に液体が供給される段を除く前記複数の段の各々において、１つの段における液分配器が、前記１つの段とその前の段の２つの段に跨って液体を供給可能なように配置される請求項１～４及び８の何れか一項に記載の気液接触装置。

[請求項13] 前記液体供給システムは、液体の温度を調整するために前記配管に設けられる少なくとも１つの熱交換器と、液体を供給するための動力源を有する請求項９～１２の何れか一項に記載の気液接触装置。

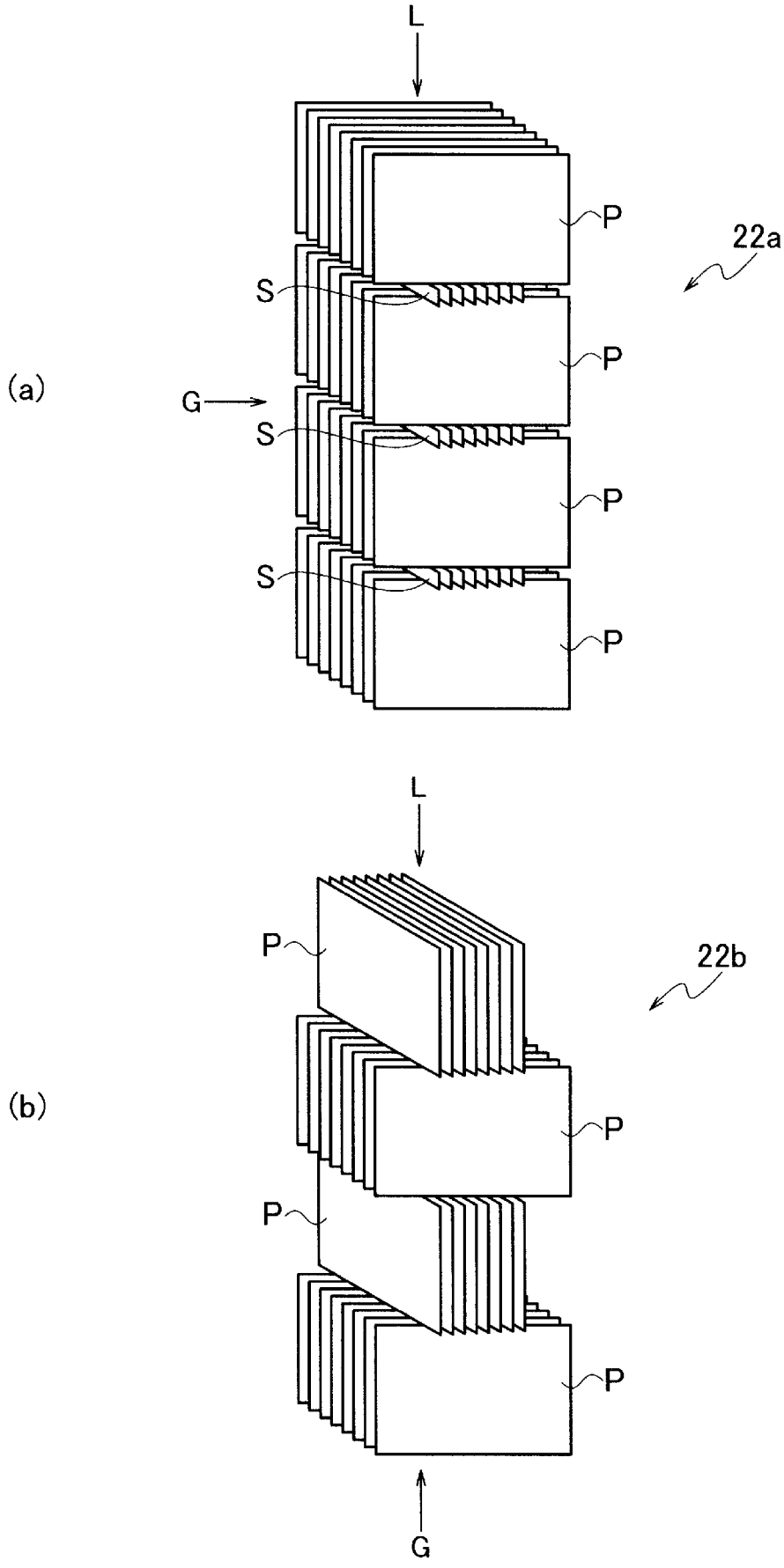
[請求項14] 前記横長の容器は、長手方向が湾曲又は屈曲する形状を有し、前記複数の段は、前記横長の容器内において湾曲又は屈曲する長手方向に配列するように割り当てられる請求項８に記載の気液接触装置。

[請求項15] 前記横長の容器は、長手方向が分岐した形状を有する請求項８に記載の気液接触装置。

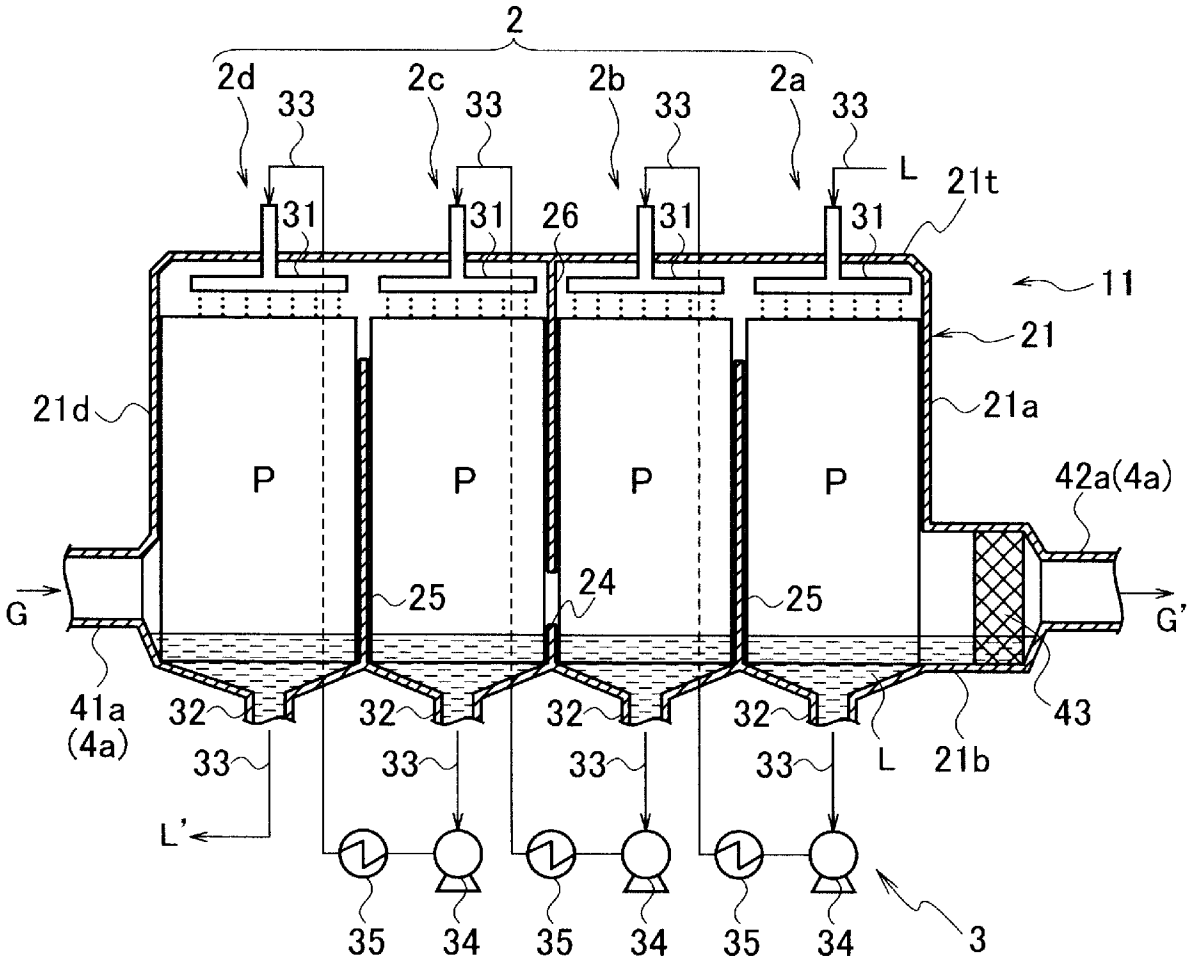
[図1]


G'
42
(4)
43
21a
21b
21t
21
L
33
31
2a
2b
2c
2d
2
23
24
P
32
34
35
A
21d
41
G
L'
(a)
22
21s
3
(b)

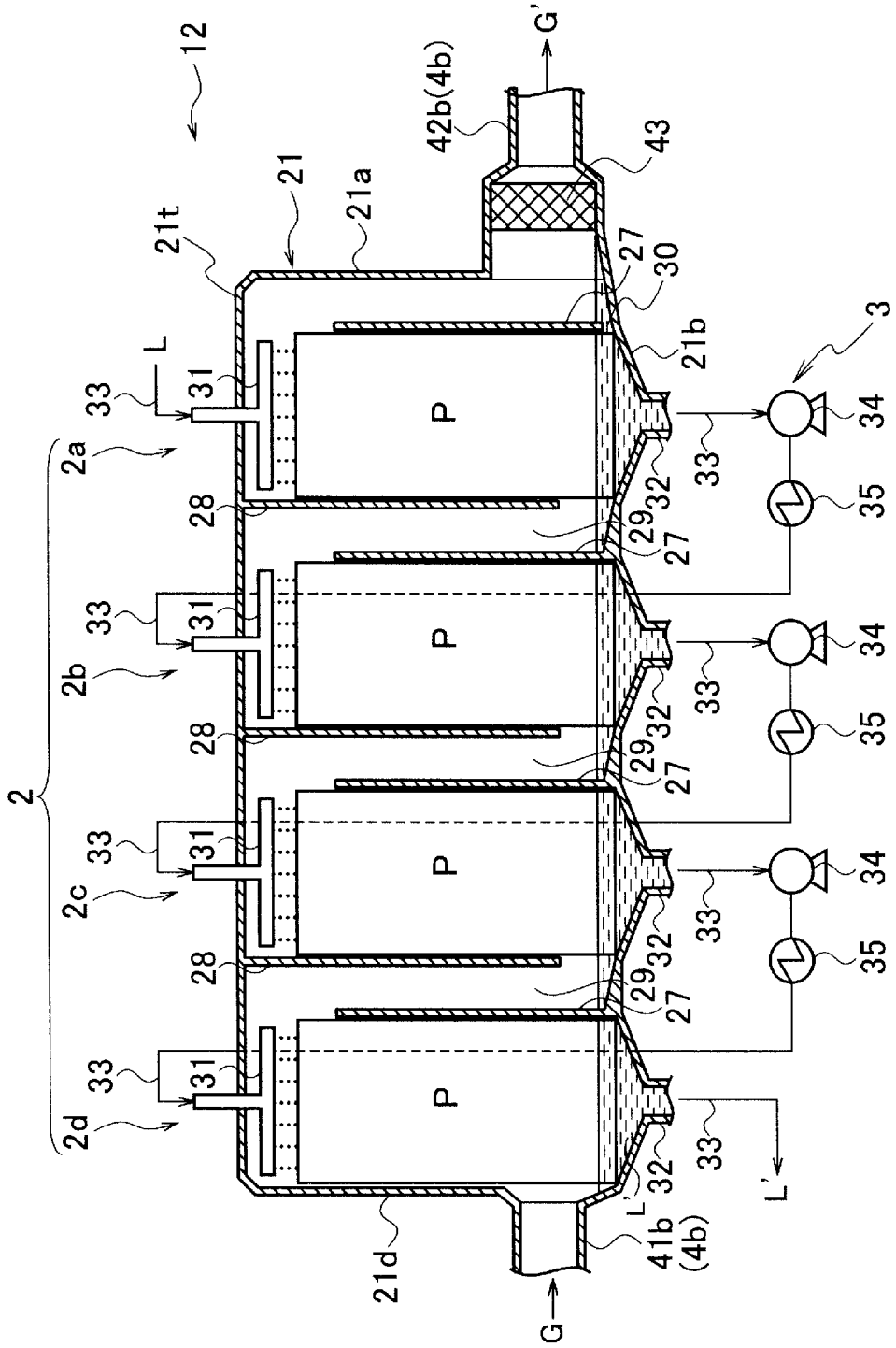
[図2]



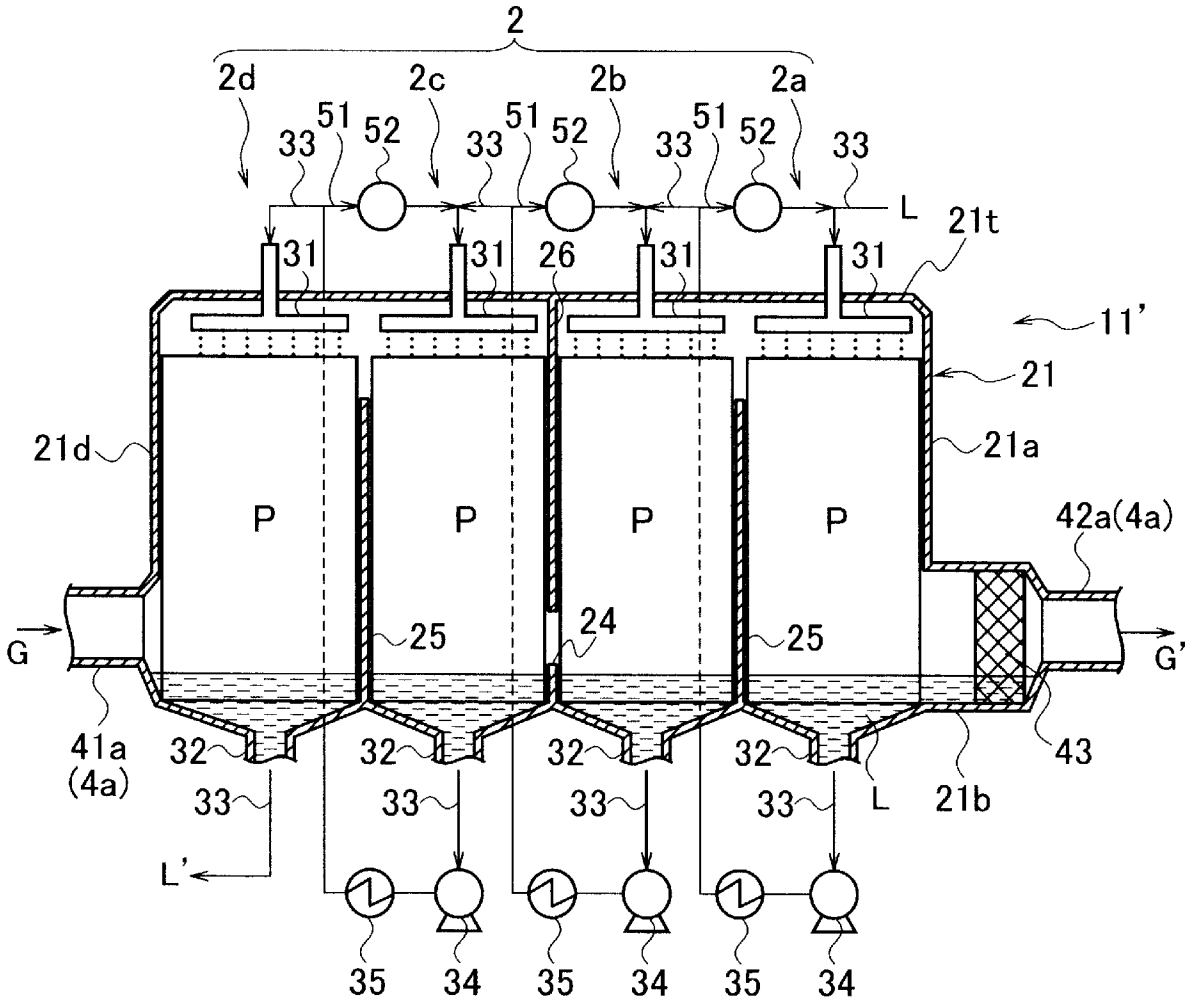
[図3]


2
2d
2c
2b
2a
33
31
26
L
21t
11
21
21d
21a
P
42a(4a)
G
G'
25
24
41a
(4a)
32
43
L'
21b
35
34
3

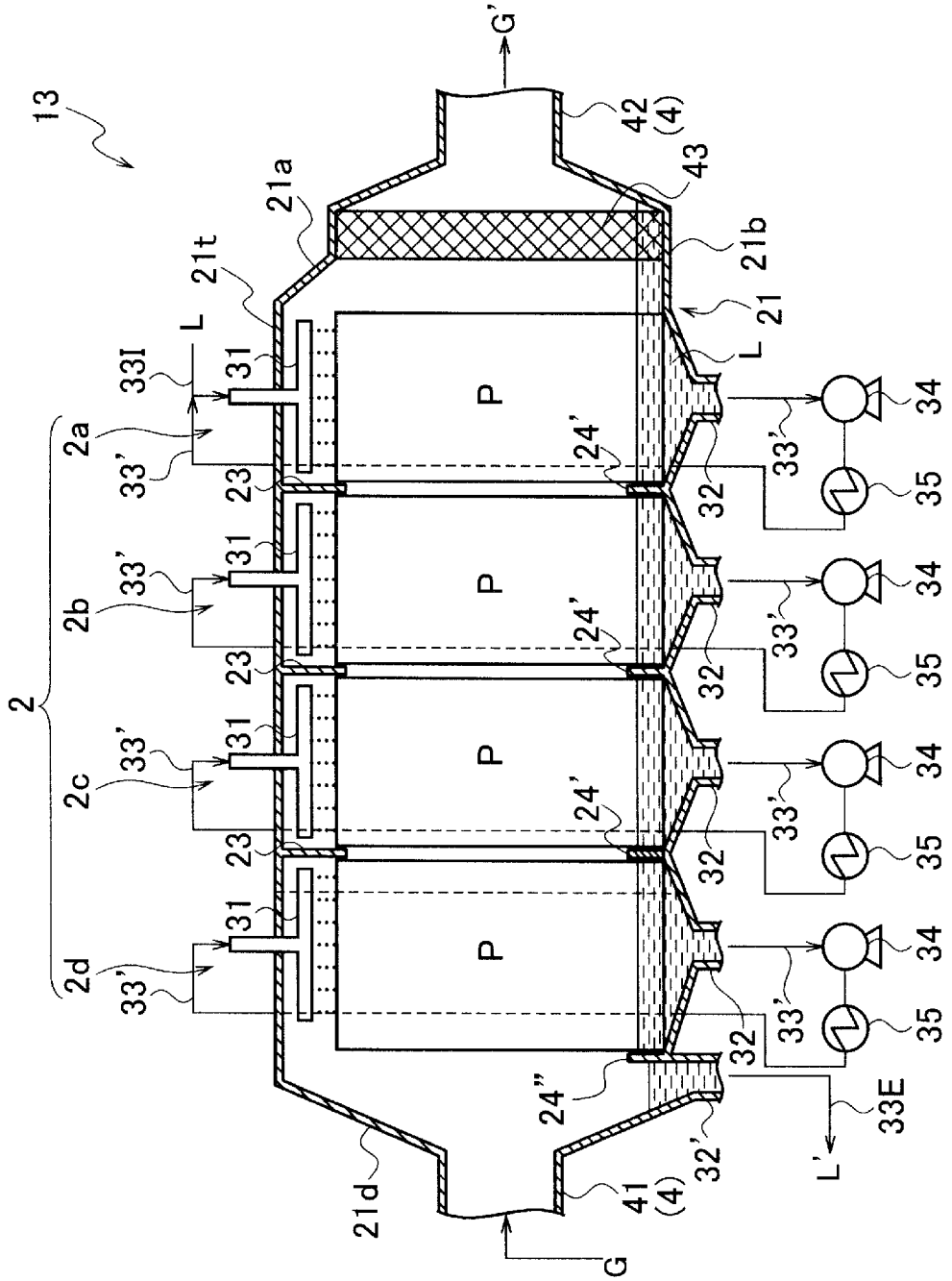
[図4]


12
G'
42b(4b)
43
21
21a
21t
27
30
3
L
33
31
21b
34
2a
P
28
32
29
35
2b
2
2c
2d
L'
41b
(4b)
21d
G

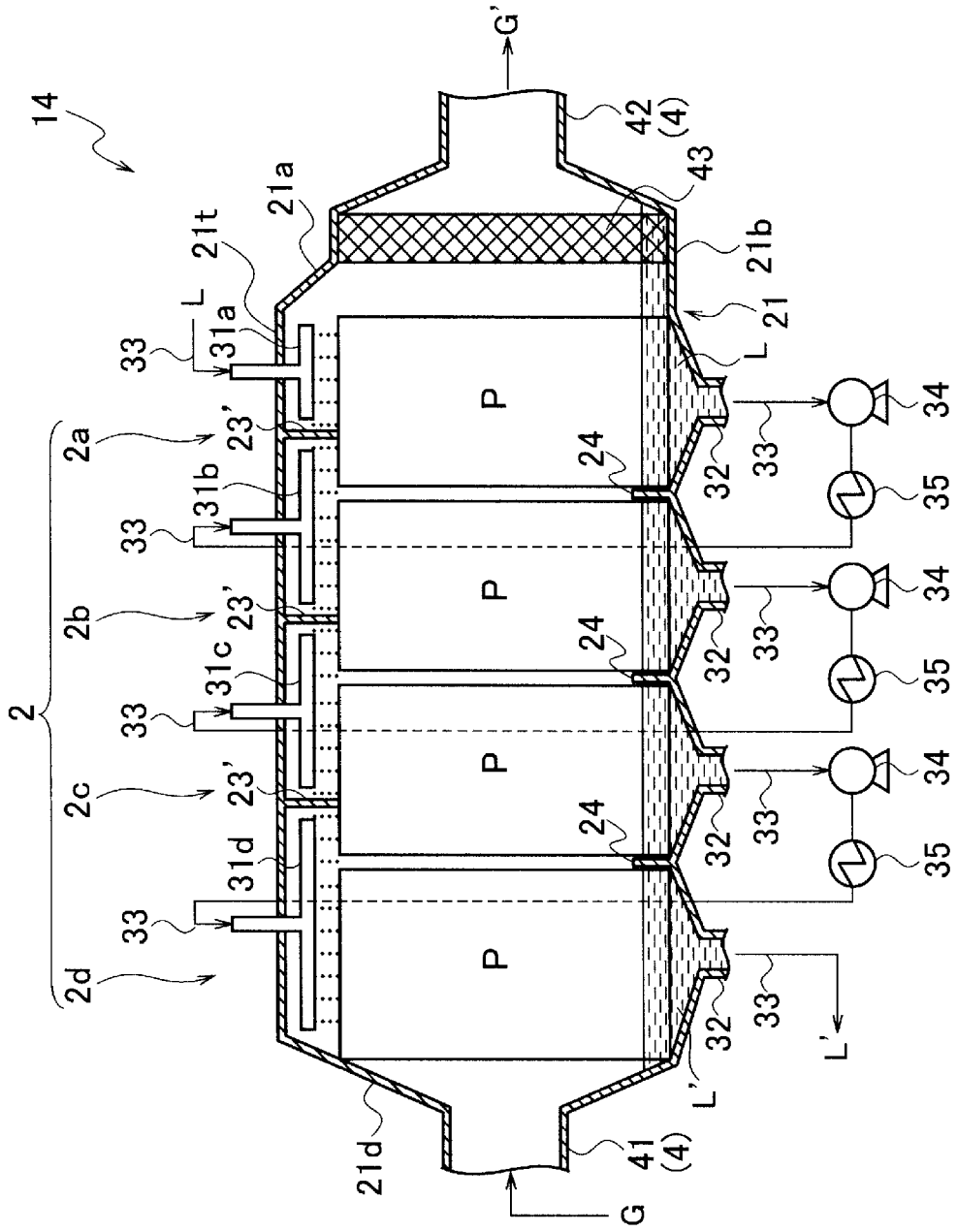
[図5]


2
2d
2c
2b
2a
51
52
33
L
21t
31
26
11'
21
21d
21a
P
42a(4a)
G
G'
25
24
41a
(4a)
32
43
L'
21b
35
34

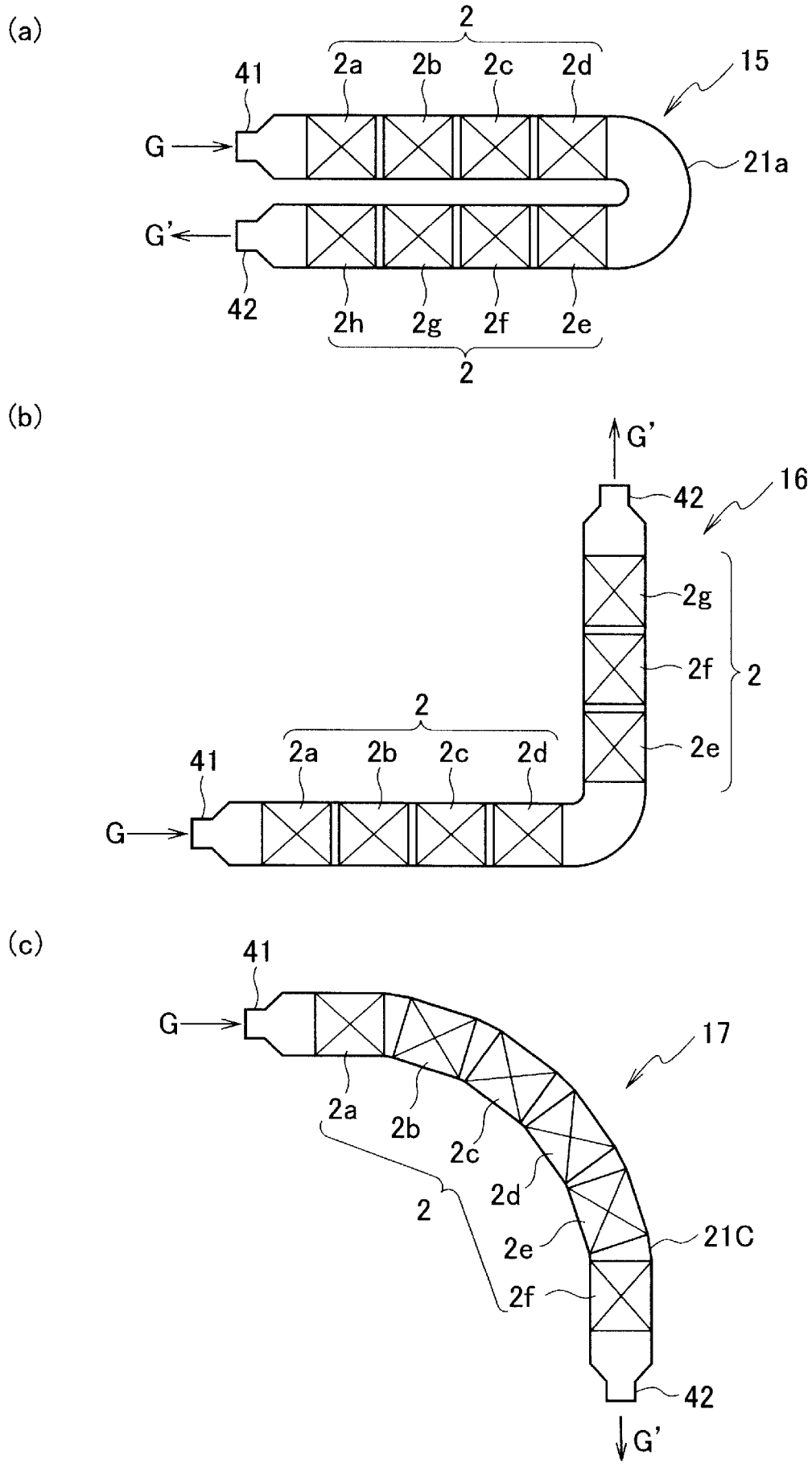
[図6]


13
G'
42
(4)
43
21a
21t
21b
21
L
33I
31
2a
33'
23
P
24'
32
34
35
2b
2c
2d
24''
32'
41
(4)
21d
G
L'
33E

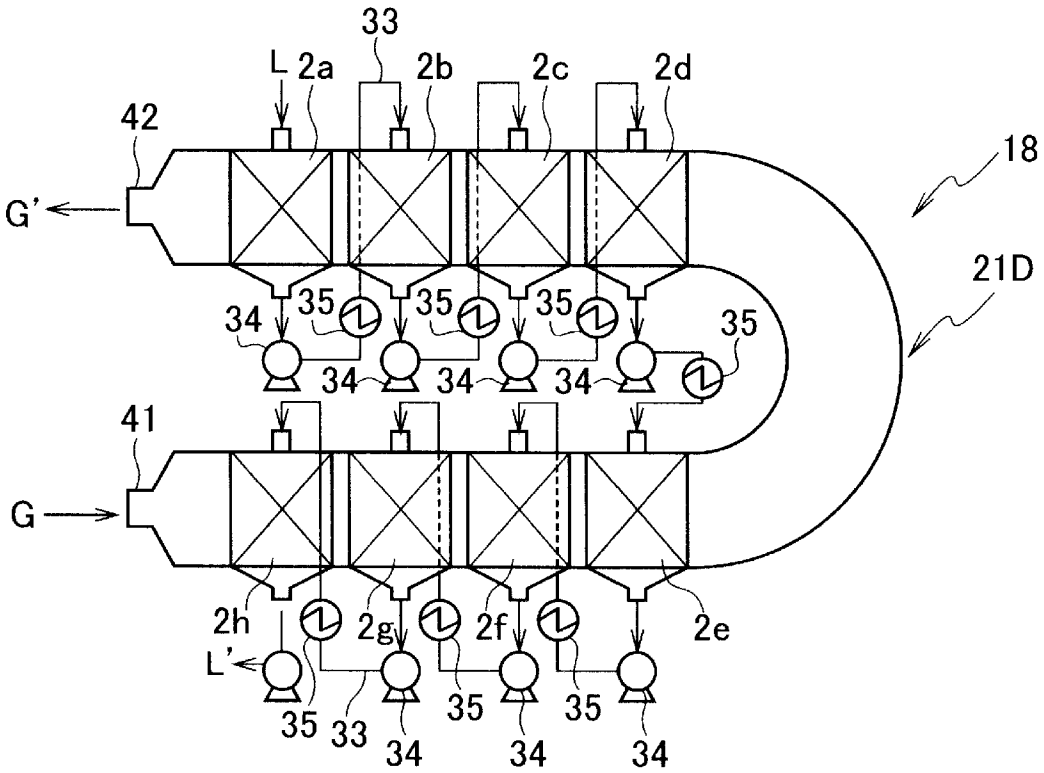
[図7]


14
G'
42
(4)
43
21a
21t
21b
21
L
31a
33
2a
23'
31b
2b
31c
2c
31d
2d
2
P
24
32
34
35
L'
21d
41
G

[図8]

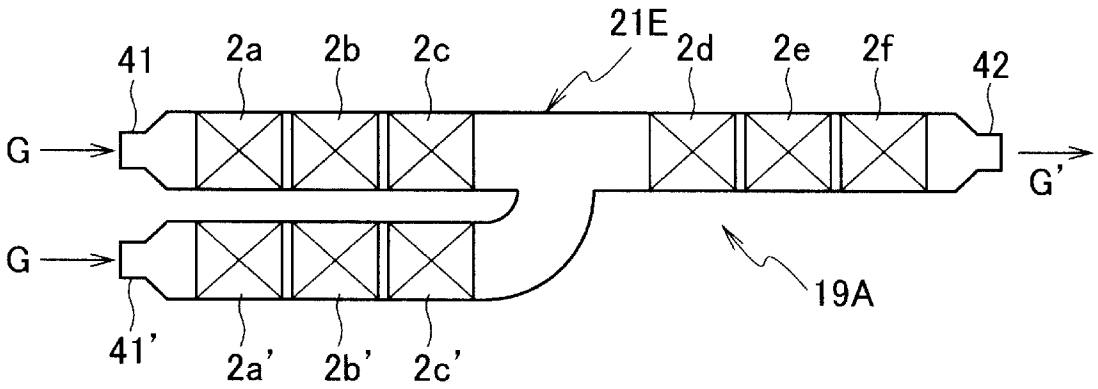

(a)
2
2a
2b
2c
2d
41
15
G
21a
G'
42
2h
2g
2f
2e
2
(b)
G'
42
16
2g
2f
2
2e
2
2a
2b
2c
2d
41
G
(c)
41
G
17
2a
2b
2c
2d
2
2e
21C
2f
42
G'

[図9]

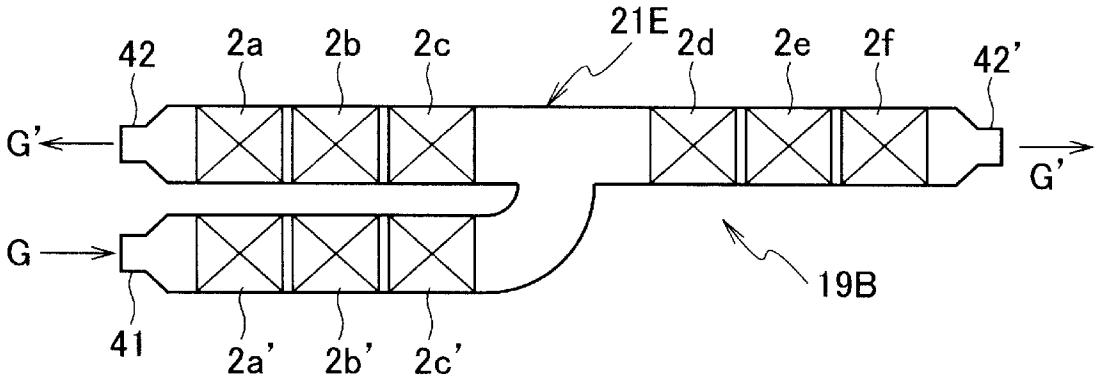

33
L
2a
2b
2c
2d
42
18
G'
21D
34
35
35
35
35
34
34
34
41
G
2h
2g
2f
2e
L'
35
33
34
35
34
35
34

[図10]

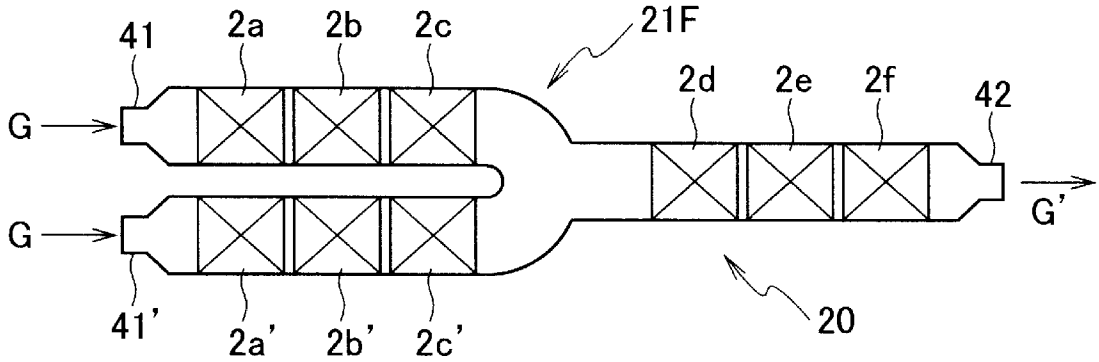
(a)


41
2a
2b
2c
21E
2d
2e
2f
42
G
G'
G
19A
41'
2a'
2b'
2c'

(b)


42
2a
2b
2c
21E
2d
2e
2f
42'
G'
G'
G
19B
41
2a'
2b'
2c'

(c)


41
2a
2b
2c
21F
2d
2e
2f
42
G
G'
G
20
41'
2a'
2b'
2c'

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/016750

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B01J10/02(2006.01)i, B01D53/18(2006.01)i, F28F25/02(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)
Int.Cl. B01D3/00, B01J10/00-02, B01J19/00, B01D53/14-18, 34-85, F28C1/00, F28F25/00-12

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
A	JP 2018-58008 A (IHI CORPORATION) 12 April 2018 (Family: none)	1-15
A	JP 2-245251 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 01 October 1990 (Family: none)	1-15
A	JP 49-96367 A (KATOU, Masashi) 12 September 1974 (Family: none)	1-15
A	JP 62-289218 A (SANKYO KOGYO KK) 16 December 1987 & US 4775499 A & EP 249400 A1 & AT 62829 T & CA 1318584 A & HK 15992 A & SG 4192 G & KR 10-1990-0005523 B1	1-15

☒ 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 27.07.2018	Date of mailing of the international search report 07.08.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/016750

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3782703 A (CESKOSLOVENSKA AKADEMIE VED) 01 January 1974 & GB 1351235 A & DE 2127990 A & FR 2096775 A & CS 163411 B & NL 7107793 A & CA 944346 A	1-15
A	JP 2000-154975 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 06 June 2000 (Family: none)	1-15
A	JP 8-290047 A (JGC CORPORATION) 05 November 1996 (Family: none)	1-15

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０１６７５０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B01J10/02(2006.01)i, B01D53/18(2006.01)i, F28F25/02(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B01D3/00, B01J10/00-02, B01J19/00, B01D53/14-18,34-85, F28C1/00, F28F25/00-12

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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
A	JP 2018-58008 A (株式会社ＩＨＩ) 2018.04.12, (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2-245251 A (三菱電機株式会社) 1990.10.01, (ファミリーなし)	1-15
A	JP 49-96367 A (加藤　雅司) 1974.09.12, (ファミリーなし)	1-15
A	JP 62-289218 A (三協工業株式会社) 1987.12.16, & US 4775499 A & EP 249400 A1 & AT 62829 T & CA 1318584 A & HK 15992 A & SG 4192 G & KR 10-1990-0005523 B1	1-15

☑　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	国際調査報告の発送日
２７．０７．２０１８	０７．０８．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　４Ｑ　９０４０
中村　泰三
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６８

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	US 3782703 A (CESKOSLOVENSKA AKADEMIE VED) 1974.01.01, & GB 1351235 A & DE 2127990 A & FR 2096775 A & CS 163411 B & NL 7107793 A & CA 944346 A	1-15
A	JP 2000-154975 A（三菱重工業株式会社）2000.06.06,（ファミリーなし）	1-15
A	JP 8-290047 A（日揮株式会社）1996.11.05,（ファミリーなし）	1-15