

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2010-5604
(P2010-5604A)

(43) 公開日 平成22年1月14日 (2010.1.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B O 1 J 10/00 (2006.01)	B O 1 J 10/00 1 O 1	4 D O 2 O
B O 1 D 53/18 (2006.01)	B O 1 D 53/18 D	4 D O 7 6
B O 1 D 3/24 (2006.01)	B O 1 D 3/24	4 G O 7 5

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2008-180562 (P2008-180562)	(71) 出願人 000004411 日揮株式会社 東京都千代田区大手町2丁目2番1号
(22) 出願日 平成20年7月10日 (2008.7.10)	
(31) 優先権主張番号 特願2007-212394 (P2007-212394)	(74) 代理人 100091513 弁理士 井上 俊夫
(32) 優先日 平成19年8月16日 (2007.8.16)	
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	
(31) 優先権主張番号 特願2008-141520 (P2008-141520)	(72) 発明者 中山 喬 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-3-1 1 日揮株式会社内
(32) 優先日 平成20年5月29日 (2008.5.29)	Fターム(参考) 4D020 CB19 CB22 CB24 4D076 CC03 CC10 4G075 AA03 AA13 BB04 BD13 BD23 DA02 EB05 EB06 EC09 EE13
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	

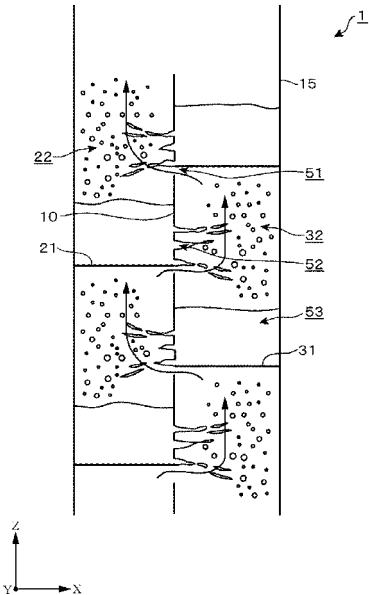
(54) 【発明の名称】 接触塔

(57) 【要約】

【課題】良好な分散状態のもとで2相の流体を接触させることが可能であり、且つ多段化の容易な接触塔を提供する。

【解決手段】接触塔1は、内部を隔壁（垂直壁10、水平壁21、31）により複数のセル22、32に分離され、各セル22、32は、当該接触塔1内を上昇する上昇流体と、接触塔1内を下降する下降流体との向流接触空間となる。各段の垂直壁10に設けられた下降流体噴出孔52は隔壁に堰き止められて溜まった下降流体を隣接する下段側のセル22、32に噴出させ、この噴出孔52の上方側に設けられた上昇流体入口51は下段側のセル22、32からの上昇流体を流入させる。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

塔内の下部から気体である上昇流体を供給すると共に、前記塔内の上部から液体である下降流体を供給して、気体及び液体を向流接触させる接触塔において、

前記上昇流体及び下降流体の向流接触空間を形成するセルを、上昇流体及び下降流体の流路に沿って互いに隣接する上段側のセルと下段側のセルとが段違いになるように多段に設けたことと、

前記上段側のセルと前記下段側のセルとを隔壁により分離したことと、

各段の隔壁において、前記上段側のセルの下部には、当該隔壁に堰き止められて溜まった下降流体が前記下段側のセルに噴出するように下降流体噴出孔が設けられると共に下降流体が溜まる領域よりも上方側には、当該下段側のセルからの上昇流体が当該上段側のセルに流入する上昇流体流入口が設けられていることと、を特徴とする接触塔。

10

【請求項 2】

前記下降流体噴出孔には、下段側のセルを流れる上昇流体が当該下降流体噴出孔を介して上段側のセルへと流れ込むことを防止するために、前記隔壁に堰き止められた下降流体の量に応じて開閉する第 1 のシャッターが設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の接触塔。

【請求項 3】

前記第 1 のシャッターは第 1 の付勢手段により付勢されて閉じられるように当該下降流体噴出孔の流出側に設けられ、上段側のセルに溜まった下降流体からの圧力により前記第 1 の付勢手段の付勢に抗して開かれることを特徴とする請求項 2 に記載の接触塔。

20

【請求項 4】

前記下降流体噴出孔はセルの側面に設けられ、前記第 1 のシャッターはこの下降流体噴出孔を閉じる下降位置と、当該下降流体噴出孔を開く上昇位置との間で昇降するように構成され、上段側のセルに溜まった下降流体の浮力により下降位置から上昇することを特徴とする請求項 2 に記載の接触塔。

【請求項 5】

前記下降流体噴出孔は更にセルの底面にも設けられ、前記第 1 のシャッターは前記下降位置において当該底面の下降流体噴出孔を閉じるように構成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の接触塔。

30

【請求項 6】

前記第 1 のシャッターは、上段側のセル側へ向けて横方向に突出する浮力調整部材を備えていることを特徴とする請求項 4 に記載の接触塔。

【請求項 7】

前記上昇流体流入口には、下段側のセルから上段側のセルへと流入する上昇流体の圧力に応じて当該上昇流体流入口の一部を開閉する第 2 のシャッターが設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか一つに記載の接触塔。

【請求項 8】

前記第 2 のシャッターは第 2 の付勢手段により付勢されて閉じられるように前記上昇流体流入口の流出側に設けられ、上昇流体からの圧力により前記第 2 の付勢手段の付勢に抗して開かれることを特徴とする請求項 7 に記載の接触塔。

40

【請求項 9】

塔内の下部から液体である上昇流体を供給すると共に、前記塔内の上部から液体である下降流体を供給して、液体同士を向流接触させる接触塔において、

前記上昇流体及び下降流体の向流接触空間を形成するセルを、上昇流体及び下降流体の流路に沿って互いに隣接する上段側のセルと下段側のセルとが段違いになるように多段に設けたことと、

前記上段側のセルと前記下段側のセルとを隔壁により分離したことと、

各段の隔壁において、前記上段側のセルの下部には、当該上段側のセルに溜まった下降流体がその位置エネルギーにより前記下段側のセルに噴出するように下降流体噴出孔が設

50

けられると共に下降流体噴出孔よりも上方側には、当該下段側のセルからの上昇流体がその浮力により当該上段側のセルに流入する上昇流体流入口が設けられていることと、を特徴とする接触塔。

【請求項 10】

前記上段側のセルと前記下段側のセルとは、互いに一部が上下に積層された位置関係にあり、

前記下降流体の噴出孔は、前記上段側のセルの下部側面及び底面の少なくとも一方に設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれか一つに記載の接触塔。

【請求項 11】

前記下降流体の噴出孔は、横方向若しくは縦方向に延びるスリット、または横方向若しくは縦方向に多数配列された孔部により構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれか一つに記載の接触塔。

10

【請求項 12】

前記上昇流体の流入口は、横方向若しくは縦方向に延びるスリット、または横方向若しくは縦方向に多数配列された孔部により構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 11 のいずれか一つに記載の接触塔。

【請求項 13】

前記セルの底面は、当該セルに設けられた噴出孔に向けて低くなるように傾斜していることを特徴とする請求項 1 ないし 12 のいずれか一つに記載の接触塔。

【請求項 14】

塔内の下部から液体である上昇流体を供給すると共に、前記塔内の上部から液体である下降流体を供給して、液体同士を向流接触させる接触塔において、

20

前記上昇流体及び下降流体の向流接触空間を形成するセルを、上昇流体及び下降流体の流路に沿って互いに隣接する上段側のセルと下段側のセルとが段違いになるように多段に設けたことと、

前記上段側のセルと前記下段側のセルとを隔壁により分離したことと、

各段の隔壁において、前記下段側のセルの上部には、当該下段側のセルに溜まった上昇流体がその浮力により前記上段側のセルに噴出するように上昇流体噴出孔が設けられると共に上昇流体噴出孔よりも下方側には、当該上段側のセルからの下降流体がその位置エネルギーにより当該下段側のセルに流入する下降流体流入口が設けられていることと、を特徴とする接触塔。

30

【請求項 15】

前記上段側のセルと前記下段側のセルとは、互いに一部が上下に積層された位置関係にあり、

前記上昇流体の噴出孔は、それぞれ前記下段側のセルの上部側面及び天井面の少なくとも一方に設けられていることを特徴とする請求項 14 に記載の接触塔。

【請求項 16】

前記上昇流体の噴出孔は、横方向若しくは縦方向に延びるスリット、または横方向若しくは縦方向に多数配列された孔部により構成されていることを特徴とする請求項 14 または 15 に記載の接触塔。

40

【請求項 17】

前記下降流体の流入口は、横方向若しくは縦方向に延びるスリット、または横方向若しくは縦方向に多数配列された孔部により構成されていることを特徴とする請求項 14 ないし 16 のいずれか一つに記載の接触塔。

【請求項 18】

多数の前記セルを縦 1 列に配置したセル列が複数列配置され、各セル列に属するセルと、そのセル列に隣接するセル列のセルとが段違いに配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし 17 のいずれか一つに記載の接触塔。

【請求項 19】

前記各セル列は、一方向に沿って横に並んでいることを特徴とする請求項 18 に記載の

50

接触塔。

【請求項 20】

接触塔は円筒状に形成され、前記各セル列は同心円状に横に並んでいることを特徴とする請求項 18 に記載の接触塔。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、吸収、放散、蒸留等の気液接触や抽出等の液々接触、またスラリー等の固体を含んだ液体と気体との接触反応等の気液固接触等を行うための接触塔に関する。

【背景技術】

10

【0002】

石油精製やガス精製、石油化学等の産業においては、例えば気体と液体とを接触させたり、2種類の液体同士を接触させたりすることにより、これらの流体間で進行する物質やエネルギーの授受、物質間の反応等を利用して特定の物質の分離や精製、変換を行う吸収、放散、蒸留、抽出、接触反応等のプロセスが多数採用されている。例えば、相の異なる2流体を塔内で接触させ、流体間の界面にて物質移動を進行させる吸収塔、放散塔や抽出塔、塔の高さ方向に温度勾配を付与し、気液平衡を利用して物質の分離、精製を行う蒸留塔等の接触塔は、これらのプロセスに広く採用されている装置である。

【0003】

一般に接触塔には、2流体を互いによく分散させることにより接触面積を大きくして物質移動や平衡操作の効率を高めるための機構が設けられており、取り扱われる流体や適用されるプロセスに応じて種々のタイプのものが使い分けられている。このような観点から見ると、例えば気液接触塔の主なタイプには、(1)加圧ポンプ等を用いて液体を液滴の状態で塔内に供給し、気相内に液滴を分散させるスプレー塔やジェットスクラバー、液相で満たされた塔内に気泡を分散させる気泡塔、(2)塔内に充填した充填物の表面に液膜状に液体を流すことで気液接触界面を大きくする充填塔、(3)塔内を流下する液体を一時的に滞留させる棚段を一定間隔で設置し、各棚段に設けられた泡鐘や孔を通して棚段上に滞留している液相内に気泡を分散させる棚段塔等がある。

20

【0004】

これらの気液接触塔のうちスプレー塔や気泡塔のように液滴や気泡をそれぞれ気相、液相内に分散させるタイプのものは、充填塔等と比較して気体と液体との分散状態がよいという利点があるが、気液接触の時間が比較的短く、塔全体の理論段数が1~2段相当しかない。このため、例えば吸収塔や放散塔において高い吸収率や放散率を得るためには、複数の接触塔を直列に接続して装置を多段化する等の特別な装置構成が必要となり、装置の複雑化やコスト増大の観点から問題がある。

30

【0005】

これに対して充填塔や棚段塔は、充填物の充填高さや棚段の実段数を増減することで接触塔の理論段数を比較的自由に設計できる。しかしながら気液接触の機構に注目すると、気体と液体との接触は主に液膜の表面や液相内の気泡表面にて行われるため、気相側では液が十分に分散された状態にあるとはいえず更なる改善が検討されてきた。また棚段塔では、液相内に気泡を分散させるという接触機構を採用しているため、液相の泡立ちにより処理量や処理効率を低下させてしまうフォーミング現象が接触塔の操作範囲(気体や液体の供給量や供給比率、処理可能な流体の種類等)を狭くしてしまうという問題もあった。

40

【0006】

ここで特許文献1には、図26(a)に示すように、棚段塔タイプの気液接触塔100について、塔内を流下する液体と上昇する気体とを孔のない棚段101の表面で並流させながら気液接触を行う技術が記載されている。しかし、本技術の目的は例えば室内に設置可能なコンパクトな接触塔を開発することであり、気体と液体との分散状態の更なる向上を目的とする技術ではない。

【0007】

50

また特許文献 2 には、充填塔タイプの気液接触反応塔 110 につき、図 26 (b) に示すように、この気液接触反応塔 110 内を、疎水性の触媒の充填された複数のセル 111 に分離することで、疎水性の触媒を用いることによる液流の偏流を防止する技術が記載されている。更に図 26 (c) に示すように、各々のセル 111 の壁面を液体、気体の流れ方向 (垂直方向) を横切る方向 (水平方向) に波打つ波形に形成することによって、当該波形形状に依存した液流を形成し、気流と液流との接触面積を大きくする技術が記載されている。本技術は、塔内を複数のセルに分離する点において後述する本発明の実施の形態と似た構成を備えているが、気液接触の機構においては、セル 111 の壁面を流下する液の表面にて気体と液体とを接触させるものであり、気相において液を分散させる技術については何ら記載されていない。

10

【0008】

また液々接触の例として、本願の発明者は、図 27 に示すように、下降する重液 (H) と上昇する軽液 (L) とを接触させる液々接触塔 120 内に、複数段の棚段 121 を設け、この棚段 121 の一部を切り欠いて重軽両液の流路 123 とすると共に、各棚段 121 の流路 123 側の端部から垂直下方に伸びる堰板 122 を設けた液々接触塔 120 を開発した (特許文献 3)。この堰板 122 には、開口部 124 を設けてあり、堰板 122 に堰止められて棚段 121 下方に一時的に滞留した軽液 (L_3) は開口部 124 を介して水平方向にジェット状に流出し (L_1)、下降する重液 (H) からの剪断力を受けて液滴 (L_2) となることにより重液 (H) 内に分散し、両液体を効率的に接触させることができる。このような技術に対して本発明者は、液々接触塔における重軽液間の分散状態を更に改善する技術の開発も進めてきた。

20

【特許文献 1】特開 2002 - 336657 号公報：請求項 1、第 0010 段落、図 1

【特許文献 2】特開 2000 - 254402 号公報：第 0015 ~ 0020 段落、図 1、図 4

【特許文献 3】特開平 7 - 80283 号公報：第 0017 ~ 0019 段落、第 0032 段落、図 5

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、このような事情の下になされたものであり、その目的は、良好な分散状態のもとで 2 相の流体を接触させることが可能であり、且つ多段化の容易な接触塔を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る接触塔は、塔内の下部から気体である上昇流体を供給すると共に、前記塔内の上部から液体である下降流体を供給して、気体及び液体を向流接触させる接触塔において、

前記上昇流体及び下降流体の向流接触空間を形成するセルを、上昇流体及び下降流体の流路に沿って互いに隣接する上段側のセルと下段側のセルとが段違いになるように多段に設けたことと、

40

前記上段側のセルと前記下段側のセルとを隔壁により分離したことと、

各段の隔壁において、前記上段側のセルの下部には、当該隔壁に堰き止められて溜まった下降流体が前記下段側のセルに噴出するように下降流体噴出孔が設けられると共に下降流体が溜まる領域よりも上方側には、当該下段側のセルからの上昇流体が当該上段側のセルに流入する上昇流体流入口が設けられていることと、を特徴とする。

【0011】

また、他の発明に係る接触塔は、塔内の下部から液体である上昇流体を供給すると共に、前記塔内の上部から液体である下降流体を供給して、液体同士を向流接触させる接触塔において、

前記上昇流体及び下降流体の向流接触空間を形成するセルを、上昇流体及び下降流体の

50

流路に沿って互いに隣接する上段側のセルと下段側のセルとが段違いになるように多段に設けたことと、

前記上段側のセルと前記下段側のセルとを隔壁により分離したことと、

各段の隔壁において、前記上段側のセルの下部には、当該上段側のセルに溜まった下降流体がその位置エネルギーにより前記下段側のセルに噴出するように下降流体噴出孔が設けられると共に下降流体噴出孔よりも上方側には、当該下段側のセルからの上昇流体がその浮力により当該上段側のセルに流入する上昇流体流入孔が設けられていることと、を特徴とする。

【0012】

更にまた他の発明に係る接触塔は、塔内の下部から液体である上昇流体を供給すると共に、前記塔内の上部から液体である下降流体を供給して、液体同士を向流接触させる接触塔において、

前記上昇流体及び下降流体の向流接触空間を形成するセルを、上昇流体及び下降流体の流路に沿って互いに隣接する上段側のセルと下段側のセルとが段違いになるように多段に設けたことと、

前記上段側のセルと前記下段側のセルとを隔壁により分離したことと、

各段の隔壁において、前記下段側のセルの上部には、当該下段側のセルに溜まった上昇流体がその浮力により前記上段側のセルに噴出するように上昇流体噴出孔が設けられると共に上昇流体噴出孔よりも下方側には、当該上段側のセルからの下降流体がその位置エネルギーにより当該下段側のセルに流入する下降流体流入孔が設けられていることと、を特徴とする。

【0013】

下降流体噴出孔を備えた上記の各接触塔は、前記上段側のセルと前記下段側のセルとは、互いに一部が上下に積層された位置関係にあり、前記下降流体の噴出孔は、前記上段側のセルの下部側面及び底面の少なくとも一方に設けられるように構成してもよく、また上昇流体噴出孔を備えた接触塔は、前記上段側のセルと前記下段側のセルとは、互いに一部が上下に積層された位置関係にあり、前記上昇流体の噴出孔は、それぞれ前記下段側のセルの上部側面及び天井面の少なくとも一方に設けられるようにしてもよい。また、前記下降流体の噴出孔、上昇流体の噴出孔、上昇流体流入孔や下降流体の流入孔は、横方向若しくは縦方向に延びるスリット、または横方向若しくは縦方向に多数配列された孔部により構成されていることが好ましい。

【0014】

また気体を上昇流体とし、液体を下降流体とする接触塔において、下降流体噴出孔には、下段側のセルを流れる上昇流体が当該下降流体噴出孔を介して上段側のセルへと流れ込むことを防止するために、前記隔壁に堰き止められた下降流体の量に応じて開閉する第1のシャッターを設けてもよく、このとき前記第1のシャッターは第1の付勢手段により付勢されて閉じられるように当該下降流体噴出孔の流出側に設けられ、上段側のセルに溜まった下降流体からの圧力、即ち液圧により前記第1の付勢手段の付勢に抗して開かれるように構成してもよい。

【0015】

また気体を上昇流体とし、液体を下降流体とする接触塔において、下降流体噴出孔がセルの側面に設けられている場合には、前記第1のシャッターはこの下降流体噴出孔を閉じる下降位置と、当該下降流体噴出孔を開く上昇位置との間で昇降するように構成され、上段側のセルに溜まった下降流体の浮力により下降位置から上昇するように構成してもよい。更にこのとき、下降流体噴出孔がセルの底面にも設けられている場合には、前記第1のシャッターは前記下降位置において当該底面の下降流体噴出孔を閉じるように構成するとよい。また下降流体の浮力により昇降する前記第1のシャッターは、上段側のセル側へ向けて横方向に突出する浮力調整部材を備えていてもよい。

【0016】

この他、気体を上昇流体とし、液体を下降流体とする接触塔において、上昇流体流入孔

10

20

30

40

50

には、下段側のセルから上段側のセルへと流入する上昇流体の圧力に応じて当該上昇流体流入口の一部を開閉する第２のシャッターが設けられていてもよく、この場合、当該第２のシャッターは第２の付勢手段により付勢されて閉じられるように前記上昇流体流入口の流出側に設けられ、上昇流体からの圧力により前記第２の付勢手段の付勢に抗して開かれる構成とする場合等が考えられる。

【００１７】

また、前記セルの底面を、当該セルに設けられた噴出孔に向けて低くなるように傾斜させてもよく、これは下降流体が粉粒体を含むスラリー等である場合に好適である。

【００１８】

さらに、多数の前記セルを縦１列に配置したセル列が複数列配置され、各セル列に属するセルと、そのセル列に隣接するセル列のセルとが段違いに配置させ、各セル列を一方に沿って横に並べたり、円筒状に形成された接触塔内に、各セル列を同心円状に横に並べたりしてもよい。

10

【発明の効果】

【００１９】

本発明に係る接触塔は、上昇流体（気体や液体）と下降流体（液体）との向流接触空間を形成するセルを多段に備え、これらの各セル内では、上段側のセルから噴出孔を介して噴出させた下降流体と、下段側のセルから流入口を介して流入させた上昇流体とを向流接触させるので、各セル内に良好な分散状態を作り出すことができる。この結果、例えば気液接触塔の場合には、吸収操作の吸収効率や放散操作の放散効率を向上させることができる。

20

またこれらの接触空間は、塔内を隔壁により分離するだけで簡単に形成できるので、容易に多段化することが可能であり、高性能の接触塔を低コストで建設することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２０】

本発明に係る実施の形態として、吸収や放散等の気液接触を行う気液接触塔１を例に、図１～図４を用いてその構造を説明する。図１、図２は実施の形態に係る気液接触塔１の全体構造を模式的に示した縦断面図であり、図３、図４はその内部構造についての説明図である。

30

【００２１】

気液接触塔１は、例えばステンレススチール製の円筒容器から構成され、この気液接触塔１内を上昇する気体（上昇流体）と、同じく下降する液体（下降流体）とを向流接触させる役割を果たす。図１に示すように、気液接触塔１の塔頂部には、気液接触塔１内に液体を供給するための液体供給部１１と、気体を抜き出すための気体抜出部１４とが設けられており、塔底部には、液体を抜き出すための液体抜出部１２と、気体を供給するための気体供給部１３とが設けられている。

【００２２】

図１に示すように気液接触塔１内には、液体供給部１１と気体供給部１３との間の気液接触領域において、気液接触塔１本体を図１に向かって左右に２等分するように、この気液接触塔１の内周面が描く円の直径位置にて垂直に伸びる垂直壁１０が設けられている。

40

【００２３】

垂直壁１０により区画された気液接触塔１の左側領域２０には水平壁２１が等間隔に複数段設けられ、これにより左側領域２０の空間が上下方向に複数に区画されている。一方、垂直壁１０により区画された右側領域３０には、前記水平壁２１と段違いにして水平壁３１が等間隔に複数段設けられ、これにより右側領域３０の空間が上下方向に複数に区画されている。なお、右側領域３０の水平壁３１は、左側領域２０において上下に隣接する水平壁２１の中間の高さレベルに位置している。

【００２４】

従って、互いに上下に隣接する２枚の水平壁２１、２１（３１、３１）、気液接触塔１

50

の周壁 15 及び垂直壁 10 により囲まれる空間をセルと呼ぶと、気液接触塔 1 内にはこれらのセルを縦 1 列に多段に配置したセル列が 2 列形成され、一方のセル列に属するセルと他方のセル列のセルとが段違いに配置された状態となっている。なお、以下の説明では、左側領域 20 のセル及び右側領域 30 のセルに対して夫々符号 22、32 を割り当てることとする。

【0025】

これらのセル 22、32 は、気液接触塔 1 内を流れる気体と液体との向流接触空間を成している。気液接触塔内の各セル 22、32 は互いに似た構成を備えているので、以下、例えば図 1 中の破線内に示したセル 32 を例に説明する。図 3 (a) はセル 32 の底面側の水平壁 31 の平面図 (図 1 の A - A' 面より矢視) であり、図 3 (b) は同じくセル 32 の垂直壁 10 の側面図 (図 3 (a) の B - B' 面より矢視) である。また図 4 は、気液接触塔 1 内におけるセル 32 の内部構造を示した斜視図である。

10

【0026】

図 3 (b) に示すように、垂直壁 10 において各水平壁 21、31 の直ぐ下方位置には、水平方向に伸びるスリットからなる気体通流口 51 が形成され、また垂直壁 10 における各水平壁 21、31 の直ぐ上方位置には、水平方向に伸び、例えば 3 段のスリットからなる液体通流口 52 が形成されている。気体通流口 51 は、各水平壁 21、31 の下面とそのスリットの上縁とを共有しており、また液体通流口 52 を構成する 3 段のスリットのうちの最下段のスリットの高さ位置は、後述のように気液接触塔 1 の運転が定常状態になったときの液溜まりの液面よりも低くなるように設定されている。

20

【0027】

以上の構成により、例えば図 4 の斜視図に示すように、あるセル 32 から垂直壁 10 を見たとき、上半分側における気体通流口 51 及び液体通流口 52 は夫々斜め上段 (前段) 側のセル 22 に対して上昇流体である気体を流出する気体流出口及び、斜め上段側のセル 22 から下降流体である液体が流入する液体流入口に相当することになる。また、同じく下半分側における気体通流口 51 及び液体通流口 52 は、夫々斜め下段 (次段) 側のセル 22 から気体が流入する気体流入口及び、斜め下段側のセル 22 に対し液体が流出する液体流出口に相当することになる。

【0028】

即ち、図 4 に示したセル 32 の斜め上段側のセル 22 に設けられた液体流出口は、当該セル 32 の液体流入口に相当し、斜め下段側のセル 22 に設けられた気体流出口は、当該セル 32 の気体流入口に相当することになる。このようにして、各セル 22、32 に設けられた気体通流口 51、液体通流口 52 によって、気液接触塔 1 内には、図 2 に示すように気体の上昇する流路及び液体の下降する流路が形成されることになる。なお図 2 中に破線で示した矢印は気流 17 を示しており、実線で示した矢印は液流 16 を示している。

30

【0029】

ここで、既述のように液体通流口 52 がスリット状の狭い流路として構成されていることにより、この液体通流口 52 は、図 4 に示すように、セル 32 内に流入した液体が斜め下段側のセル 22 へと流出する際の抵抗として機能する。この結果、各セル 22、32 内の下方側の空間は、そのセル 22、32 内を流れる液体を垂直壁 10 によって堰き止めて溜める滞留部 53 となり、セル 22、32 内を流れる液体はこの滞留部 53 に液溜まりを形成してから液体通流口 52 を介して下段側のセル 32、22 へと送り出されることになる。この滞留部 53 に溜まる液溜まりの深さ (液深) は、液体供給部 11 より供給される液体の流量によって決まり、流量が大きいほど液深は深くなり、流量が小さいと液深は浅くなる。

40

【0030】

以上に説明した構成に基づいて、本実施の形態に係る気液接触塔 1 の作用を図 5、図 6 を参照しながら説明する。図 5 は、図 4 に示したセル 32 内における気流 17 と液流 16 との気液接触機構を説明するための斜視図であり、図 6 は気液接触塔 1 内の気液接触の状態を模式的に示した縦断面図である。

50

【 0 0 3 1 】

図 1 に示す液体供給部 1 1 より気液接触塔 1 内に供給された液体は、重力によって各セル 2 2、3 2 を通りながら塔内を下降し、図 5 に示すセル 3 2 の斜め上段側のセル 2 2 に到達する。ここで既述のように、上段側のセル 2 2 に供給された液体は、垂直壁 1 0 に堰き止められることにより滞留部 5 3 に滞留して液溜まりを形成している。滞留部 5 3 に液溜まりが形成されると、この液溜まり内の液体の持つ位置エネルギーが液体通流口 5 2 にて運動エネルギーに変換され、液体を下段側のセル 3 2 側へ押し出す力となる。この結果、下段側のセル 3 2 から見ると、図 5 に示すように、上段側のセル 2 2 の滞留部 5 3 に溜まっていた液体が、スリット状の液体通流口 5 2 を介し、シート状の液流 1 6 となって噴出する。これらの作用から分かるように、スリット状の液体通流口 5 2 は垂直壁 1 0 に堰き止められて滞留部 5 3 に溜まった液体を下段側のセル 3 2 に噴出させる噴出孔としての役割を果たす。

10

【 0 0 3 2 】

一方で気体供給部 1 3 より気液接触塔 1 内に供給された気体は、気体を押し込む圧力や気体に働く浮力によって各セル 2 2、3 2 を通りながら気液接触塔 1 内を上昇して、図 5 に示すセル 3 2 の斜め下段側のセル 2 2 に到達し、気体通流口 5 1 を介して当該セル 3 2 へと送り出される。既述のように気体通流口 5 1 はスリット状に構成されているため、図 5 に示すように、当該セル 3 2 側から見ると気体はシート状の速い気流 1 7 となって気体通流口 5 1 より導入される。

【 0 0 3 3 】

20

ここで、既述のようにセル 3 2 の気体通流口 5 1 は、液体通流口 5 2 の直ぐ下方位置に設けられているため、気流 1 7 は、この気流 1 7 がセル 3 2 の空間内で拡大して減速する前に液流 1 6 と交差し、この液流 1 6 を下から吹き上げるようにして流れる。この結果、液流 1 6 には気流 1 7 と交差したことによる剪断力が働き、図 6 に示すように液滴となってセル 3 2 の空間内に分散される。このように、液体通流口 5 2 と気体通流口 5 1 とが互いに上下に配置されていることにより、セル 3 2 は液流 1 6 と気流 1 7 とを向流接触させる空間として機能する。

【 0 0 3 4 】

また、気体通流口 5 1 を出た直後の速い気流 1 7 は、その気流 1 7 の周りに圧力低下を生ずるため、液体通流口 5 2 の近傍を通過する際に液体を引き込んで液流 1 6 の噴出を促進する作用を得ることもできる。

30

【 0 0 3 5 】

セル 3 2 内に分散した液滴表面では、周囲の気体との間で物質移動が行われ、吸収塔の場合には気体から液体へ、放散塔の場合には液体から気体へと物質の移動が進行する。一方、セル 3 2 内の空間の水平断面積は気体通流口 5 1 の開口面積より広いため、気流 1 7 は液流 1 6 と交差した後、徐々に減速しながらセル 3 2 内を上昇していく。気流 1 7 の流れが遅くなると、液滴を吹き上げる気流 1 7 の力が弱くなり、液滴は滞留部 5 3 へと沈降を開始して気体と液体とが分離される。一方、気流 1 7 の流れが減速した場合であっても、微小液滴が気流に同伴される向流接触においては、気体通流口 5 1 にデミスターを設置することにより液滴を十分に分離させることができる。

40

【 0 0 3 6 】

そしてセル 3 2 内を上昇する気体は、上面側の水平壁 3 1 に到達すると、垂直壁 1 0 に設けられた気体通流口 5 1 を介して斜め上段側のセル 2 2 へと送り出される。一方で滞留部 5 3 へと沈降した液滴は、滞留部 5 3 に形成されている液溜まりに合流し、ここで濃度が均一化された後に液体通流口 5 2 を介して斜め下段側のセル 2 2 へと送り出される。

【 0 0 3 7 】

このようにして気液接触塔 1 内の各セル 2 2、3 2 では、液体を液滴にして気体内に分散し気液接触を行う動作と、気液接触後の気体と液体とを分離し、それぞれの流路に沿って下流側のセル 2 2、3 2 へと送り出す動作とが繰り返して行われ、気液間の吸収や放散が進行する。そして液体が塔底に達すると、液体は気体との接触を終えて液体拔出部 1 2

50

へと抜き出される。また気体についても同様に塔頂に到達した後、液体との接触を終えて気体抜出部 14 へと抜き出される。

【0038】

以上に説明した本実施の形態に係る気液接触塔 1 によれば以下のような効果がある。気液接触を行う気液接触塔 1 内を気体と液体との向流接触空間を形成する複数のセル 22、32 に区画し、各セル 22、32 の滞留部 53 に溜まった液体を、噴出孔としての役割を果たす液体通流口 52 を介して下段側のセル 22、32 に噴出させたり、これらのセル 22、32 内を気体が上昇する力を利用して、上段側のセル 22、32 に送り出したりする。このため特別な加圧手段を用いずに夫々の流体を隣接するセル 22、32 に勢いよく送り出すことができる。そして、各セル 22、32 内では、例えばシート状に噴出した液流 16 と気流 17 とが向流接触し、気相内に液滴が分散して、良好な分散状態を作り出すことができる。この結果、HETS（一理論段数あたりの高さ：Height Equivalent to a Theoretical Stage）が低くなって吸収効率や放散効率等の向上に寄与する。

10

【0039】

また、既述のように HETS が低いことに加え、本実施の形態に係る気液接触塔 1 内では気体や液体が複数のセル 22、32 を通過する際に塔内を蛇行しながら上昇、下降するので、直線状に上昇、下降する従来の棚段塔等に比べて、塔内における気体や液体の滞留時間が同じであっても気液接触塔 1 の高さを更にコンパクトにできる。

【0040】

また、スプレー塔等と比較して各セル 22、32 内で形成される液滴が大きいので、気体の流れが速くても気液の分離が容易であり、単位断面積あたりの処理量を大きくすることや、同じ処理量であれば塔径を小さくすることができる。

20

【0041】

また、棚段上に滞留させた液相内に気体を分散させて気液接触を行う棚段塔とは異なり、本実施の形態に係るセル 22、32 では、気流が液相内を通過する機構とはなっていないため、フォーミング（液相の泡立ち）の発生を回避または抑えることができる。また棚段塔とのこのような接触機構の違いにより、気流の圧力損失も小さくなって、気液接触塔 1 に気体を送り込むために必要な動力が小さくなり省エネルギーにも貢献する。

【0042】

またこれらのセル 22、32 は、気液接触塔 1 内を垂直壁 10 や水平壁 21、31 で分離するだけで簡単に形成できるので、容易に多段化することが可能であり、高性能の気液接触塔 1 を低コストで建設することが可能となる。

30

【0043】

更に、液体通流口 52 や気体通流口 51 をスリット状に設けることにより、セル 22、32 内に液流 16 や気流 17 をシート状にして交差させることができるので、気流 17 から液体により強い剪断力を加え、液流 16 はより小さな液滴に分散されやすくなって、良好な分散状態を得られる。なお、これら液体通流口 52 や気体通流口 51 等の形状は、図 3（b）に示したものに限定されるものではなく、例えば図 7（a）に示すように液体通流口 52 を更に短いスリットを多数配列したり、図 7（b）に示すように円形の孔部を成す液体通流口 52 を多数配置したりするようにしてもよい。また図 7（c）に示すように、液体通流口 52 を垂直方向に細長いスリットを複数並べた状態で設けてもよいし、更に例えば気体通流口 51 のスリットを分割して横方向に多数配列してもよい。更に、図示は省略するが、図 7（b）に示した液体通流口 52 と同様に、孔部を成す気体通流口 51 を横方向に多数配列してもよい。

40

【0044】

また、図 1～図 6 を用いて説明した実施の形態においては、気液接触塔 1 内を垂直に 2 列に分割し、隣接するセル同士が段違いに配置された構造となっているが、気液接触塔 1 内のセル列の数や各セル 22、32 の形状は当該実施の形態に限定されるものではない。例えば図 8（a）、図 8（b）に示すように、気液接触塔 1 の内周面が描く円を垂直に 3 分割して 3 列のセル列が一方向に沿って横に並ぶようにし、各セル列内のセル 22、32

50

、４２が隣接するセル２２、３２、４２と段違いに配置されるようにしてもよい。

【００４５】

更にセルは、図１や図８（ａ）に示したようにそのＸ－Ｚ断面が矩形のものに限定されるものではない。例えば図９（ａ）～図９（ｃ）に示すように、上段側のセル２２、３２、４２と下段側のセル２２、３２、４２との一部が互いに上下に積層されるように構成し、滞留部５３の体積が大きくなるようにしてもよい。またこれとは反対に、図９（ａ）の各セル２２、３２、４２の天地を反転させて、滞留部５３の体積が小さくなるように構成してもよい。

【００４６】

またこのように上段側と下段側とのセル２２、３２、４２の一部が互いに上下に積層されるように構成する場合には、液体通流口５２は、これまで例示してきたように垂直壁１０に設ける場合に限定されるものではなく、図９（ａ）～図９（ｃ）に併せて示してあるように、セル２２、３２の底面側の水平壁２１、３１に液体通流口５２を設けるように構成してもよい。更にまた図１０（ａ）～図１０（ｃ）には気液接触塔１内を垂直方向に同心円状に分離して、円筒状のセル列を同心円状に横に並べた構造の気液接触塔１の例を示しており、このようなタイプの気液接触塔１も本発明には含まれる。なお図中の１８は内側のセル２２、３２を支えるための梁である。

【００４７】

続いて図１１（ａ）、図１１（ｂ）には、液体に粉粒状の固体不純物を含むスラリーを処理する吸収塔や放散塔、触媒を含んだスラリーと気体とを接触させて反応させる接触反応塔等に用いられる気液接触塔１を例示している。気液接触塔１塔内でスラリーを処理する場合には、水平壁２１、３１上にスラリー内の粉粒体が沈降、堆積することにより塔内を下降するスラリーの流れを阻害してしまうおそれがある。そこで図１１（ａ）、図１１（ｂ）に示した気液接触塔１では、水平壁２１、３１に傾斜を設けてあり、この傾斜が気体通流口５１へ向けて低くなっていることによりスラリー内の粉粒体を水平壁２１、３１上に堆積させずに下流のセル２２、３２へと排出できる。なお、このような気液接触塔１を適用可能な処理対象は、粉粒体を含むスラリーに限定されるものではなく、気液接触塔１内を流下する粉粒体（固体）と気体との固気接触、液体との固液接触にも適用することができる。

【００４８】

本実施の形態に係わる気液接触塔１は、例えば図５、図６にて説明したように滞留部５３に液溜まりを形成して液体通流口５２から噴出させた液流１６と、気体通流口５１を介して上昇してきた気流１７とを交差させ、当該液流１６を吹き上げると共に液流１６に剪断力を加え、各セル２２、３２内に液滴を分散させることにより気体と液体との良好な分散状態を作り出している。ここで例えば気液接触塔１を低処理量で運転している場合などには、気体通流口５１から流出する気流１７の流速が低下し、液流１６を吹き上げる力や剪断力が弱まって気液の分散状態が悪化する場合もある。

【００４９】

また図６では、液体通流口５２を成す全てのスリットから液体を噴出している状態を示しているが、低処理運転時などには液溜まりの液深が上段側に設けられたスリットの位置よりも低くなることがある。この場合には、液溜まりよりも高い位置に設けられているスリットからは液体が噴出されなくなり、下段側のセル３２と上段側のセル２２とが当該スリットを介して連通した状態となる。この結果、下段側のセル３２内を上昇する気体の一部が連通したスリットを介して上段側のセル２２へと流れ込み、気体通流口５１を通過する気流１７の流速が低下して気液の分散状態が悪化する場合もある。

【００５０】

図１２（ａ）、図１２（ｂ）に示すセル２２、３２は、こうした低処理運転時などにおける気液の分散状態の悪化を防止する機構を備えている。図１２（ａ）は、例えば図１３（ａ）に示すセル２２の垂直壁１０を下流側のセル３２から見た正面図であり、図１２（ｂ）は、当該セル２２を図１２（ａ）に示したＣ１－Ｃ１'面より矢視した縦断側面図であ

る。以下の図 1 2 ~ 図 1 8 に示す例では、各セル 2 2、3 2 は垂直壁 1 0 に設けられた 2 本のスリットと水平壁 2 1、3 1 に設けられた 1 本のスリットとの合計 3 本のスリットからなる液体通流口 5 2 を備えている場合について説明する。

【 0 0 5 1 】

図 1 2 (a)、図 1 2 (b) に示した例において、セル 2 2 は液溜まりの液深が液体通流口 5 2 のスリットが設けられている位置よりも低くなった場合に、隣り合うセル 3 2 と連通された状態となることを防ぐための第 1 のシャッターを備えている。本例では第 1 のシャッターは垂直壁 1 0 に上下 2 段に設けられた液体通流口 5 2 (スリット) の上段側に設置されている。第 1 のシャッターは例えばスリットよりも一回り大きな矩形状のシャッタープレート 7 1 を備え、このシャッタープレート 7 1 の上端部には左右水平方向に突出する回動軸 7 1 1 が設けられている。

10

【 0 0 5 2 】

シャッタープレート 7 1 は、図 1 2 (b) に示すように、液溜まりの形成されるセル 2 2 から見て液体通流口 5 2 (スリット) の出口側、即ち、液流 1 6 が流出する下流側のセル 3 2 内の垂直壁 1 0 面に設置される。当該垂直壁 1 0 面には、例えばリング状の軸受部 7 1 2 が固定されており、この軸受部 7 1 2 に前述の回動軸 7 1 1 を貫通させることによりシャッタープレートが回動軸 7 1 1 より懸垂された状態で設置される。

【 0 0 5 3 】

既述のように、シャッタープレート 7 1 は液体通流口 5 2 をなすスリットよりも一回り大きなサイズに形成されているので、図 1 2 (b) に示すセル 3 2 の方向から力が加わっても、シャッタープレート 7 1 はスリットを塞いだ状態で垂直壁 1 0 面に係止される。一方、同図に示すセル 2 2 の方向から力が加わった場合には、シャッタープレート 7 1 は加わる力に応じて下段側のセル 3 2 の内側へ向かって回動し、塞がれていたスリットを開放することができる。ここで例えば前記シャッタープレート 7 1 を閉じる方向、即ちシャッタープレート 7 1 を垂直壁 1 0 の壁面に押し付ける方向に付勢された例えば巻きバネなどの付勢手段を回動軸 7 2 1 と組み合わせて設け、シャッタープレート 7 1 が開き始める際の液流 1 6 の流量を調節してもよい。

20

【 0 0 5 4 】

次に気体通流口 5 1 に設けられた第 2 のシャッターの構成について説明すると、第 2 のシャッターは、既述の第 1 のシャッターと同様に、細長い矩形状のシャッタープレート 7 2 と、シャッタープレート 7 2 の上端部に設けられ左右水平方向に突出する回動軸 7 2 1 と、この回動軸 7 2 1 を貫通させる軸受部 7 2 2 と、を備えている。ここで第 2 のシャッターのシャッタープレート 7 2 は、本例ではその幅がスリット状に形成された気体通流口 5 1 よりも一回り大きく、高さが気体通流口 5 1 の半分程度の大きさに形成されている。そして例えば回動軸 7 2 1 の張設される位置が気体通流口 5 1 のほぼ中央の高さとなるように、気流 1 7 の流出するセル 2 2 側に軸受部 7 2 2 を配置して回動軸 7 2 1 を貫通させることによりシャッタープレート 7 2 は当該回動軸 7 2 1 に懸垂された状態で配設される。

30

【 0 0 5 5 】

この結果、シャッタープレート 7 2 は、気体通流口 5 1 の一部、例えば下側半分を塞いだ状態となり、図 1 2 (b) に示すセル 3 2 の方向からシャッタープレート 7 2 を持ち上げられないような小さな力が加わったとしても、シャッタープレート 7 2 は気体通流口 5 1 の一部を塞いだままの状態では殆ど動かない。しかし、セル 3 2 の方向から加わる力が更に大きくなっていくと、シャッタープレート 7 2 は回動軸 7 2 1 を中心としてセル 2 2 の内側へ向けて回動し、塞がれていた気体通流口 5 1 が徐々に開放されることとなる。ここで例えば前記シャッタープレート 7 2 を閉じる方向、即ちシャッタープレート 7 2 を垂直壁 1 0 の壁面に押し付ける方向に付勢された例えば巻きバネなどの付勢手段を回動軸 7 2 1 と組み合わせて設け、シャッタープレート 7 2 が開き始める際の気流 1 7 の流量を調節してもよい。

40

【 0 0 5 6 】

50

以上に説明した２つのシャッターのうち、第１のシャッターの作用を説明すると、図１３（ａ）に示すように気液接触塔１の処理量が低く、各セル２２、３２の滞留部５３に形成される液溜まりの液位（下降流体の液量）が液体通流口５２をなす上段側のスリットに達していない場合には、第１のシャッターのシャッタープレート７１を回動させようとする力が働かない。このため、シャッタープレート７１は回動軸７１１から懸垂された状態で、また例えば下段側のセル３２と上段側のセル２２内、または下段側のセル２２内と上段側のセル３２内との圧力差によってシャッタープレート７１が垂直壁１０面に押し付けられた状態でスリットを塞ぐ。

【００５７】

この結果、下段側のセル３２、２２内を上昇する気体がこのセルを介して上段側のセル２２、３２へと流れ込むことを防止し、気体通流口５１を通過する気流１７の流速を落とさないよにすることができる。一方、気液接触塔１の処理量が増え、液溜まりの液位が前記上段側のスリットに達すると、シャッタープレート７１を回動させる力が加わり、図１３（ｂ）に示すように塞がれていたスリットを開放して液溜まりの液位（液量）に応じて液流１６を噴出させることができる。

【００５８】

次に第２のシャッターの動作を説明すると、処理量の低い図１３（ａ）に示す状態では、各セル２２、３２内を上昇する気体の量が少ないことからシャッタープレート７２に働く圧力が小さく、当該シャッタープレート７２は気体通流口５１の下側半分を塞いだまま殆ど動かない。この結果、気体通流口５１の開口面が小さくなり、各セル２２、３２内を上昇する気体の量が少ない場合であっても当該通流口５１を通過する気流１７の流速の低下を抑えることができる。

【００５９】

そして図１３（ｂ）に示すように気液接触塔１の処理量が増え、各セル２２、３２内を上昇する気体の量も増えて気体から受ける圧力も大きくなることによりシャッタープレート７２が回動し、塞がれていた気体通流口５１を開放して気流の通過する開口面が大きくなる。この結果、開口面が小さいままの状態と比べて圧力損失がそれ程大きくなり、必要な流速を保った気流１７を形成することができる。

【００６０】

これら第１のシャッター、第２のシャッターを設けることにより、気液接触塔１の処理量が低い場合であっても、気体通流口５１を通過する気流１７の流速低下を抑え、液体通流口５２から噴出する液流１６を吹き上げる力や液流に１６に働く剪断力を維持して気液の良好な分散状態を維持することができる。

【００６１】

ここで第１のシャッターの構成は、図１２（ａ）、図１２（ｂ）に示した回動式のものに限定されない。例えば図１４～図１５に示すように、シャッタープレート７３を例えば内部が中空のステンレス部材などで構成し、各セル２２、３２内に溜まった液溜まりからの浮力を受けて垂直壁１０に沿って昇降することにより、液体通流口５２（スリット）を開閉するようにしてもよい。図中、７３２はシャッタープレート７３の移動方向をガイドするガイド部材であり、７３１はシャッタープレート７３とガイド部材７３２との間に介設され、ガイド部材７３２内を走行するスライダーである。

【００６２】

本例においてシャッタープレート７３は、垂直壁１０に上下２段に設けられた２つのスリット（液体通流口５２）を開閉できるように構成されており、例えば図１６（ａ）に示すように気液接触塔１を低処理運転している場合には、液溜まりの液位が低くシャッタープレート７３は下降位置から殆ど上昇せずに垂直壁１０に設けられたスリット（液体通流口５２）は閉じられた状態となっていて、液流１６は水平壁２１に設けられたスリット（液体通流口５２）からのみ噴出している。

【００６３】

そして気液接触塔１の処理量が増え、滞留部５３内の液溜まりの液位が上昇し始めると

、液溜まりからの浮力を受けたシャッタープレート 7 3 が上昇位置まで上昇し、垂直壁 1 0 の下段側のスリット（液体通流口 5 2 ）が開いて液流 1 6 の噴出を開始する。そして更に処理量が増えると上段側のスリット（液体通流口 5 2 ）も開いて、図 1 6 （ b ）に示すように全てのスリットから液流 1 6 が噴出する。

【 0 0 6 4 】

ここで液溜まりの浮力によって昇降するシャッタープレート 7 3 の構成は図 1 4 ~ 図 1 6 （ b ）に示した平板形状に限定されるものではなく、例えば図 1 7 （ a ）に示すように、シャッタープレート 7 3 a の下端部に水平壁 2 1 に沿って突出する突出プレート 7 4 を設けてプレート 7 3 a 全体の断面形状が L 字型となるように構成してもよい。この場合には、図 1 8 （ a ）、図 1 8 （ b ）に示すように液溜まりの液位に応じて水平壁 2 1 、 3 1 10 に設けられたスリット（液体通流口 5 2 ）の開閉も行うことができる。

【 0 0 6 5 】

また図 1 7 （ b ）に示すように、シャッタープレート 7 3 b の予め決めた高さ位置に上段側のセル 2 2 内向けて横方向に突出する浮力調整部材 7 5 を設けてプレート 7 3 b 全体の断面形状が T 字型となるように構成してもよい。浮力調整部材 7 5 を設けることによって、例えば図 1 8 （ a ）、図 1 8 （ b ）に示すようにシャッタープレート 7 3 b に働く浮力を液溜まりの液位に応じて変化させることが可能となる。この結果、例えば浮力調整部材 7 5 を設ける高さ位置を変化させることにより、各スリット（液体通流口 5 2 ）が開閉される際の滞留部 5 3 内の液溜まりの液位を調整することができる。

なお、液溜まりからの浮力を受けて昇降するシャッタープレート 7 3 、 7 3 a 、 7 3 b 20 は、内部が中空の部材で構成する場合に限定されず、例えばプラスチックなど、気液接触塔 1 にて処理される液体よりも比重の軽い部材で構成してもよい。

【 0 0 6 6 】

以上に説明したセル 2 2 、 3 2 、 4 2 の構成のしかたの様々なバリエーションは、例えば、気液接触塔 1 の処理量、各セル 2 2 、 3 2 、 4 2 内の気体や液体の滞留時間、吸収、放散の効率、取り扱う気体や液体の流れ易さ、メンテナンスや建設のし易さ等を考慮して総合的に決定するとよい。

【 0 0 6 7 】

更にまた本発明に係る気液接触塔 1 は、図 1 9 に示すように、例えば液体を分離、精製する蒸留塔にも適用することができる。図 1 9 に示した気液接触塔 1 は、例えば予め加熱された液体を供給する液体供給部 1 1 を気液接触塔 1 の中段に設け、塔頂側と塔底側との間に温度勾配をつけて、各セル 2 2 、 3 2 内の温度に応じた気液平衡状態に近づけることにより、塔頂の気体抜出部 1 4 から軽質分を抜き出し、塔底の液体抜出部 1 2 から重質分を抜き出すようになっている。なお図 1 9 中の 6 1 は気体抜出部 1 4 から抜き出された気体を凝縮させるためのコンデンサーであり、6 2 は液体抜出部 1 2 から抜き出された液体を再加熱するためのリボイラーである。

【 0 0 6 8 】

以上これまでは、気体と液体とを接触させる気液接触塔 1 に関する実施の形態及びその変形例を説明してきたが、本発明に係る接触塔で取り扱い可能な流体の組み合わせはこれに限られない。第 2 の実施の形態として、例えば塔内を上昇する軽液（上昇流体）と、塔内を下降する重液（下降流体）との間の液々接触により、例えば抽出等を行うための液々接触塔 1 a にも本発明は適用することができる。

【 0 0 6 9 】

図 2 0 は、第 2 の実施の形態に係る液々接触塔 1 a の内部の状態を模式的に示した縦断面図であり、第 1 の実施の形態と同様の構成のものには図 6 と同じ符号を付してある。本実施の形態では、液々接触塔 1 a の全体構成は、1 1 を重液供給部、1 2 を重液抜出部とし、1 3 を軽液供給部、1 4 を軽液抜出部とした以外は、例えば図 1 に示した気液接触塔 1 と同様の構成を備えているので図示を省略する。また、各セル 2 2 、 3 2 の構成も図 4 に示したものと同様であり図示は省略するが、5 1 を軽液通流口、5 2 を重液通流口とした点が、第 1 の実施の形態に係るセル 2 2 、 3 2 とは異なっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

第 2 の形態に係る液々接触塔 1 a においては、上段側のセル 2 2、3 2 に溜まった重液がその位置エネルギーにより、スリット状に設けられた重液通流口（噴出孔）5 2 を介して下段側のセル 2 2、3 2 へとシート状に噴出する。一方、下段側のセル 2 2、3 2 からは重液通流口 5 2 の直ぐ下方に設けられたスリット状の軽液通流口 5 1 より、軽液が浮力により上昇しながらシート状の流れとなって上段側のセル 2 2、3 2 に流入する。

【 0 0 7 1 】

図 2 0 に示した液々接触塔 1 a は、重液が分散相、軽液が連続相となるように構成されたものであって、軽液は重液通流口 5 2 付近の下方側に設けられた軽液通流口 5 1 にて流速が急速に上昇し、流速が最大となった状態で上段側のセル 2 2、3 2 に流入した後、軽液通流口 5 1 から離れるにつれ流速が急低下していく。この軽液が流入する領域に、縦方向に設置された複数の重液通流口 5 2 よりシート状に噴出する重液が突入すると、重液のシート状の流れは、図 2 0 に示すように波板状に変形増幅されて、液々界面積の拡大が進行し、最終的には分裂して多数の液滴となる。さらに、上方側の重液通流口 5 2 で生成した液滴は下降し、その一段下から最下段に至るまでの重液通流口 5 2 で生成した重液のシートあるいはそれから分裂生成した液滴に衝突して、合一あるいは分散あるいは分裂する。各セル 2 2、3 2 に開口している重液通流口 5 2 の数及び / または面積が大きいほど液滴の合一、分裂の頻度が高い。この液滴が生成する過程で、重液と周囲の軽液との液々界面積が極めて大きくなるうえ、生成後の液滴が合一、分散、分裂を繰り返すため、物質移動が進行し、例えば特定の物質の抽出を効果的に行うことができる。さらに、生成した多数の液滴は大きさ、滴径が揃っており、微小液滴が生成しにくいため、例えばフラッディングが発生しにくくなる。なお、かかる液々接触塔 1 a においても図 8 ~ 図 1 1 を用いて説明したバリエーションを適用してもよいことは勿論である。

【 0 0 7 2 】

一方、界面張力が大きい抽出系、あるいは重液と軽液の粘度が高い抽出系では、生成する液滴径がやや大きく、抽出を効率よく行えない場合もある。そこで図 2 1 に示すように、例えば本実施の形態に係わる液々接触塔 1 a からなる抽出塔 1 d の塔底部である下方静置部に脈動発生器 1 9 を接続するかあるいは空気パルスを送ることにより発生させた脈動を併用して、生成液滴をより小さくし、抽出をより効果的に行える。なお、図 2 1 中において 1 1 a は重液供給部、1 2 a は重液拔出部、1 3 a は軽液供給部、1 4 a は軽液拔出部である。

【 0 0 7 3 】

一方、軽液を分散相、重液を連続相とする場合には、図 2 2 に示した液々接触塔 1 b のように、図 4 に示したセル 3 2 の天地を反転させ、当該図中の 5 1 が重液通流口（重液通流口 5 1 a と記す）、5 2 が軽液通流口（軽液通流口 5 2 a と記す）となっている点が、図 2 0 にて説明した液々接触塔 1 a とは異なっている。

【 0 0 7 4 】

当該液々接触塔 1 b においては、下段側のセル 2 2、3 2 に溜まった軽液がその浮力により、スリット状に設けられた軽液通流口（噴出孔）5 2 a を介して上段側のセル 2 2、3 2 へとシート状に噴出する。一方、上段側のセル 2 2、3 2 からは軽液通流口 5 2 a の直ぐ上方に設けられたスリット状の重液通流口 5 1 a より、重液が位置エネルギーにより下降しながらシート状の流れとなって下段側のセル 2 2、3 2 に流入する。

【 0 0 7 5 】

この結果、軽液通流口 5 2 a 付近の上方側に設けられた重液通流口 5 1 a より、流速が最大の状態で重液がシート状に流入している領域に、軽液通流口 5 2 a よりシート状に噴出する軽液が突入すると、軽液のシート状の流れは図 2 2 に示すように波板状に変形増幅されて、液々界面が拡大し、最終的には分裂して多数の液滴となる。さらに縦方向に連設された軽液通流口 5 2 a のうち、下方側の軽液通流口 5 2 a で生成した液滴は上昇し、その一段上から最上段に至るまでの軽液通流口 5 2 a で生成した軽液のシートあるいはそれから分裂生成した液滴に衝突して、合一あるいは分散あるいは分裂する。各セル 2 2、3

2に開口している軽液通流口52aの数及び/または面積が大きいほど液滴の合一、分裂の頻度が高い。この結果、図20を用いて説明した既述の液々接触塔1aと同様に、重液と周囲の軽液との液々界面積が極めて大きくなるうえ、生成後の液滴が合一、分散、分裂を繰り返すため、物質移動が進行し、効果的な抽出を行うことができるだけでなく、生成した多数の液滴は大きさ、滴径が揃っており、微小液滴が生成しにくいため、例えばフラッキングが発生しにくくなる。なお、当該液々接触塔1bにおいても、例えば軽液通流口52aへ向けて高くなる傾斜を水平壁21、31に設けて、軽液を排出しやすくしてもよく、また上段側のセル22、32と下段側のセル22、32との一部が互いに上下に積層されるようにして、軽液通流口52aを天井面側の水平壁21、31にも設けるようにしてもよい。一方、界面張力が大きい抽出系、あるいは重液と軽液の粘度が高い抽出系では、効率よく抽出を行う上で生成する液滴径がやや大きい場合もある。そこで既述の図22の例と同様に、例えば本実施の形態に係わる液々接触塔1bからなる抽出塔の塔底部である下方静置部に例えば脈動発生器19を接続するかあるいは空気パルスを送ることにより発生させた脈動を併用して、生成液滴をより小さくし、抽出をより効果的に行える。

【0076】

以上に説明したように、図20及び図22に示した第2の実施の形態では、図27を用いて背景技術にて説明した液々接触塔120と比較してシート状に噴出する分散相である重液(あるいは軽液)と連続相である軽液(あるいは重液)とをより勢いよく交差させることができるので、液滴生成時の液々界面積をより増大させ、生成後の液滴の合一、分裂の頻度を高め、物質移動速度をより増大させることが可能となり、抽出効率を向上させることができる。さらに、従来の液柱状の噴出とは異なり、シート状に重液(あるいは軽液)を噴出させるので、生成液滴の大きさ、滴径がより均一になり、微小液滴の生成を抑制でき、例えばフラッキング速度を向上させることができる。

【0077】

以上、第1、第2の実施の形態において説明した接触塔1、1aでは、円筒状の塔内を垂直壁10や水平壁21、31、41からなる隔壁にて分離して複数のセル22、32、42を形成したものを例示したが、本発明に含まれる接触塔は、これらの例のように隣り合うセル22、32、42同士で隔壁を共有するものに限定されない。例えば、立方体形状を備えたセル22、32、42を個別に製作し、隣り合うセル22、32、42の液体通流口52、気体通流口51同士を夫々配管にて接続して段違いになるようにした接触塔も本発明に含まれる。

【実施例】

【0078】

(実験1)

図8(a)、図8(b)に示したものとほぼ同様の構成を備えた気液接触塔1を製作し、気液接触の状態を確認した。

A. 実験方法

気液接触塔1の本体には塔径が210mm、高さが1,200mmの塩ビ製で透明な円筒管を用い、ステンレス(SUS304)製の隔壁(垂直壁10、水平壁21、31)を用いてセル22、32、42を形成した。各セル22、32、42の高さは200mmとし、5段に積み上げたセル列が横方向に3列並ぶように前記円筒管内を分離した。各セル22、32、42の側面は、図3(b)に示したものとほぼ同様の構成であり、液体通流口52のスリットの上方向の高さを3mmとし、気体通流口51のスリットではこれを10mmとした。

【0079】

上述の気液接触塔1に液体供給部11より水を供給し、気体供給部13より空気を供給しこれらに向流接触させた。

(実施例1) 空気を空塔速度0.5m/sで供給し、水の空塔速度を0.5、1.0、1.5cm/sと変化させた。

(実施例2) 空気の空塔速度を1.0m/sとし、実施例1と同様の条件で水の空塔速

度を変化させた。

(実施例 3) 空気の空塔速度を 1.5 m/s とし、実施例 1 と同様の条件で水の空塔速度を変化させた。

(実施例 4) 空気の空塔速度を 1.0 m/s とし、水の代わりに発泡性の水溶液である低濃度 ($0.5 \text{ wt\%}$) エタノール水溶液を供給し、空塔速度を 0.5 、 1.0 、 1.5 cm/s と変化させた。

(実施例 5) 空気の空塔速度を 1.0 m/s とし、水の代わりに発泡性の水溶液として界面活性剤 TRITON X-100 の微量を水に混入 (5 mg/L) し、これを 0.5 、 1.0 、 1.5 cm/s と変化させた。

【0080】

10

B. 実験結果

目視による気液状態の観察結果によると、(実施例 1) ~ (実施例 3) のいずれの条件においても、各セル 22、32 内にて水は液滴となって分散すると共に、その後、気相から分離され滞留部 53 に液溜まりが形成されることを確認できた。また (実施例 4) 及び (実施例 5) では発泡が全くないことを確認した。低濃度エタノール水溶液や微量界面活性剤含有水溶液に気体を分散させると、液体の上層部に気泡層が生成するため、棚段塔での気液接触ではフォーミングが発生し、処理能力が低下する問題が生ずる。しかし、本例のように気体中に液滴を分散させると、発泡が回避でき、気泡層が生成しないため、フォーミングによる処理能力低下を防ぐ効果が得られる。

【0081】

20

(実験 2)

図 9 に示したものと同様に、垂直壁 10 及び水平壁 21、31 に液体通流口 52 を設け、垂直壁 10 側の液体通流口 52 の直ぐ下方位置に気体通流口 51 を設け、列数が 2 のセル 22、32 を製作し (図 23)、既設の蒸留塔に組み込んで、蒸留試験、放散試験を行った。

A. 実験方法

蒸留塔は塔内径 198 mm 、高さ $3,300 \text{ mm}$ で、これに 2 列 7 段 (合計 14 段) のセル 22、32 を設置した。各セル 22、32 の高さは 400 mm 、気体通流口 51 は 20 mm 幅、液体通流口 52 は水平壁に 3 mm 幅スリットが 2 列、垂直壁に 3 mm 幅スリットが 3 列とした。また当該蒸留塔は、塔底部にリボイラー 62 を備え、塔頂部にコンデンサー 61 を備えている。

30

【0082】

最初にエチルベンゼン - クロロベンゼン混合液を用い、全還流条件下で、蒸留試験を行った。

つぎに、原料であるエチルベンゼンとクロロベンゼンの混合物を蒸留塔の塔頂に供給して、原料供給量ならびにリボイラー 62 の温度を変え、還流なしで放散試験を行った。いずれの実験においても、塔頂からの蒸気をコンデンサー 61 に導き、圧力を大気圧に保った。

(実施例 6)

エチルベンゼン - クロロベンゼン混合液 (エチルベンゼン重量分率 0.50 、クロロベンゼン重量分率 0.50) を蒸留塔の塔底に仕込んだ後、この一部をリボイラー 62 に送り、リボイラー出口液を塔底に戻しながら、塔底液を所定温度まで上昇させた。塔頂から流出する蒸気はコンデンサー 61 に導き、冷却液化させた後、留出液全量を塔頂に還流する。コンデンサー 61 の圧力を大気圧に保ち、リボイラー出口、塔底、塔頂の各液温度、還流流量が一定になってから、塔頂液、塔底液をサンプリングし、ガスクロマトグラムで分析した。定常状態に達したときの塔頂液、塔底液の測定結果を表 1 に示す。

40

(実施例 7)

エチルベンゼン - クロロベンゼン混合液 (エチルベンゼンモル分率 0.379 、クロロベンゼンモル分率 0.621) を放散塔の塔頂に連続的に供給し、塔頂から留出液全量、塔底から缶出液を抜き出した。定常状態に達した後、塔頂液、塔底液をサンプリングし、

50

ガスクロマトグラムで分析した。測定結果を表 2 に示す。

(実施例 8)

放散塔への原料 (エチルベンゼンモル分率 0 . 4 2 6 、クロロベンゼンモル分率 0 . 5 7 4) 供給量を実施例 7 より約 1 7 % 増加させ、同じ方法で運転し、データを採取した。測定結果を表 2 に示す。

(表 1)

測定項目、運転結果			実施例6
質量流量	還流	kg/h	261
温度	還流入口	°C	99.7
	塔頂	°C	133.0
	塔底	°C	136.5
	リボイラー出口	°C	137.4
組成	塔頂		
	クロロベンゼン	mol fr.	0.655
	エチルベンゼン	mol fr.	0.345
	塔底		
	クロロベンゼン	mol fr.	0.456
	エチルベンゼン	mol fr.	0.544
理論段数		—	6.9
総括セル効率		%	49

10

20

(表 2)

測定項目、運転結果			実施例7	実施例8
質量流量	還流	kg/h	0	0
	FEED	kg/h	260	305
	留出	kg/h	253	238
	缶出	kg/h	7	67
温度	FEED入口	°C	100.9	99.7
	塔頂	°C	133.2	133.4
	塔底	°C	135.6	136.0
	リボイラー出口	°C	136.4	136.6
組成	FEED			
	クロロベンゼン	mol fr.	0.621	0.574
	エチルベンゼン	mol fr.	0.379	0.426
	塔頂			
	クロロベンゼン	mol fr.	0.627	0.599
	エチルベンゼン	mol fr.	0.373	0.401
	塔底			
	クロロベンゼン	mol fr.	0.440	0.489
	エチルベンゼン	mol fr.	0.560	0.511
理論段数		—	7	9
総括セル効率		%	50	64

30

40

【 0 0 8 3 】

B . 実験結果

(表 1) に示した実験結果によれば、(実施例 6) の全還流蒸留試験において、仕込み時の組成と比較して塔頂部に低沸点のクロロベンゼン (1 3 2) の濃度が高くなり、

50

塔底部にて高沸点のエチルベンゼン（１３６．２）の濃度が高くなっているので、蒸留塔内にて両成分の分留が行われていることがわかる。リボイラー６２の出口温度１３７．４、コンデンサー６１からの還流量２６１ｋｇ／ｈのとき、測定した塔頂、塔底の各組成（モル分率（mol fr.））から計算した理論段数は６．９段であり、総括セル効率は４９％であった。

【００８４】

また（表２）に示した実験結果によると、（実施例７）、（実施例８）のいずれにおいても混合液のフィード組成に対して塔頂部からの留出液では低沸点のクロロベンゼン濃度が高くなり、塔底部からの缶出液では高沸点のエチルベンゼン濃度が高くなっているので、蒸留塔内では軽質分の放散が行われていることがわかる。

10

【００８５】

（実施例７）の放散試験では、リボイラー６２の出口温度を１３６．４に保ち、放散塔への原料供給量を２６０ｋｇ／ｈに設定すると、留出量２５３ｋｇ／ｈ、缶出量７ｋｇ／ｈとなり、総括セル効率は５０％であった。さらに処理量を増した（実施例８）の放散試験では、リボイラー６２の出口温度を１３６．６に保ち、放散塔への原料供給量を３０５ｋｇ／ｈとすると、留出量２３８ｋｇ／ｈ、缶出量６７ｋｇ／ｈとなり、総括セル効率は６４％となった。処理量を上げ、各セルでの液滞留量を増加させると、接触効率が向上した。

【００８６】

（実験３）

以下の比較例ならびに実施例においては、いずれも濃度２９ｗｔ％の酢酸水溶液（以下、原料という）から、酢酸を酢酸エチル８０vol％＋シクロヘキサン２０vol％の混合溶剤（以下、溶剤という）で抽出する液々抽出操作を行った。

20

（比較例１）

抽出装置として、図２４に示す構造をもつ堰板型液々抽出塔１２０（特許文献３）を用いた。当該液々抽出塔１２０は内径が２０８ｍｍであり、棚段１２１の液流路１２３開口面積比（液流路面積／塔断面積）を３２％とし、分散相液流路として２５ｍｍ×２０ｍｍの矩形の開口部１２４を４個有する堰板型棚段１２１を、棚段間隔１００ｍｍで２５段配置した。

原料が重液、溶剤が軽液であり、前者を分散相として、溶剤比（溶剤／原料の重量比）を２／１に選び、温度約２０、大気圧下で液々向流接触させた。

30

原料供給量 ２１８ｋｇ／ｈ、溶剤（酢酸濃度０％）供給量 ４３６ｋｇ／ｈのとき、抽残量は液流量 １３１ｋｇ／ｈで酢酸濃度 ２．３ｗｔ％であった。液々平衡計算を行って一理論段数当りの高さ（以下、「ＨＥＴＳ」という。）を求めたところ、 ０．６４ｍであった。

原料および溶剤の供給量を増加し、原料 ３３５ｋｇ／ｈ、溶剤 ６７０ｋｇ／ｈとしたとき、フラッシングが発生した。

【００８７】

（実施例９）

抽出装置として、図２５に示す構造を備えた本発明の実施の形態に係るセル式抽出装置（液々接触塔１ｃ）を用いて実験を行った。内径２０８ｍｍの塔内に３列１２段のセル２２、３２、４２を設置し、各セル２２、３２、４２の高さを２００ｍｍ、重液通流口５２のスリットを幅５ｍｍ、２列とし、軽液通流口５１の幅を２０ｍｍとした。原料及び溶剤の供給量以外の条件は比較例１と同様にした。

40

原料供給量 ２１８ｋｇ／ｈ、溶剤（酢酸濃度０％）供給量 ４３６ｋｇ／ｈのとき、抽残量は液流量 １３２ｋｇ／ｈで酢酸濃度 １．５ｗｔ％であった。液々平衡計算を行ってＨＥＴＳを求めたところ、 ０．５４ｍであった。

原料供給量 ３３５ｋｇ／ｈ、溶剤（酢酸濃度０％）供給量 ６７０ｋｇ／ｈのとき、抽残量は液流量 ２０５ｋｇ／ｈで酢酸濃度 １．２ｗｔ％であった。液々平衡計算を行って一理論段数当りの高さ（以下、「ＨＥＴＳ」という。）を求めたところ、 ０．４９

50

mであった。

原料および溶剤の供給量を増加し、原料 450 kg/h、溶剤 900 kg/hとしたとき、フラッシングが発生した。

比較例1と本発明による処理量、抽出効率をまとめると、表3の通りである。

【0088】

(表3)

液供給量(kg/h)		抽出効率			
原料	溶剤	比較例1		実施例9	
		抽出率 (%)	HETS (m)	抽出率 (%)	HETS (m)
218	436	95.2	0.64	96.9	0.54
335	670	*	*	97.5	0.49
450	900			*	*

*) フラッシング発生

(表3)に示した実験結果によれば、液供給量を同じ条件(原料218 kg/h、溶剤436 kg/h)にした場合において、(比較例1)の堰板型の液々抽出塔120と、(実施例9)のセル型の液々抽出塔1cとの抽出実験の結果を比較すると、(実施例9)の方が(比較例1)よりもHETSの値が約15.6%小さく、抽出効率がよい。また(比較例1)にてフラッシングが発生する液供給量(原料335 kg/h、溶剤670 kg/h)においても、(実施例9)ではフラッシングを生じずに抽出操作が可能であった。

【図面の簡単な説明】

【0089】

【図1】発明の実施の形態に係る気液接触塔の全体の構造を示す縦断面図である。

【図2】前記気液接触塔内を気体及び液体が流れる方向を模式的に示した説明図である。

【図3】前記気液接触塔内部の接触空間の構造を示す説明図である。

【図4】前記接触空間の構造を示す斜視図である。

【図5】前記接触空間の作用を説明するための斜視図である。

【図6】前記接触空間の作用を説明するための縦断面図である。

【図7】前記接触空間に供給される気体や液体の入出口の変形例を示した側面図である。

【図8】前記接触空間の変形例を示した説明図である。

【図9】前記接触空間の第2の変形例を示した説明図である。

【図10】前記接触空間の第3の変形例を示した説明図である。

【図11】前記接触空間の第4の変形例を示した説明図である。

【図12】第1、第2のシャッターを備えたセルの正面図及び縦断面図である。

【図13】前記第1、第2のシャッターを備えたセルの作用を示す説明図である。

【図14】前記第1のシャッターの第1の変形例に係わるセルの正面図である。

【図15】前記第1の変形例に係わるセルの縦断面図である。

【図16】前記第1の変形例に係わるセルの作用を示す説明図である。

【図17】前記第1のシャッターの第2、第3の変形例に係わるセルの縦断面図である。

【図18】前記第2、第3の変形例に係わるセルの作用を示す説明図である。

【図19】前記気液接触塔内部の蒸留塔への適用例を示す縦断面図である。

【図20】本発明の第2の実施の形態に係る液々接触塔の作用を説明するための縦断面図である。

【図21】上記第2の実施の形態に係る液々接触塔を適用した抽出塔の構成例を示す縦断面図である。

【図22】上記第2の実施の形態の変形例を示す縦断面図である。

【図23】実施例中の実験に使用した蒸留塔の構成を示す縦断面図である。

【図24】他の実施例中の比較例実験に使用した液々抽出塔の構成を示す縦断面図である。

。

【図25】上記他の実施例中の実験に使用した液々抽出塔の構成を示す縦断面図である。

【図 2 6】気液接触塔の従来技術に関する説明図である。

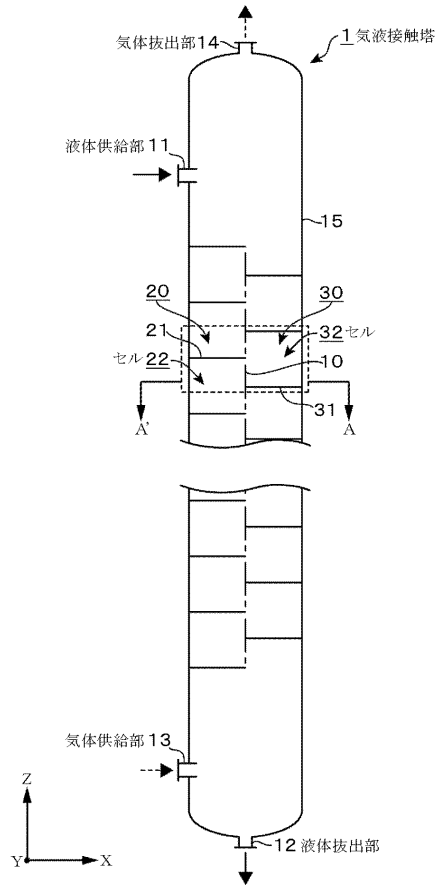
【図 2 7】液々接触塔の従来技術に関する説明図である。

【符号の説明】

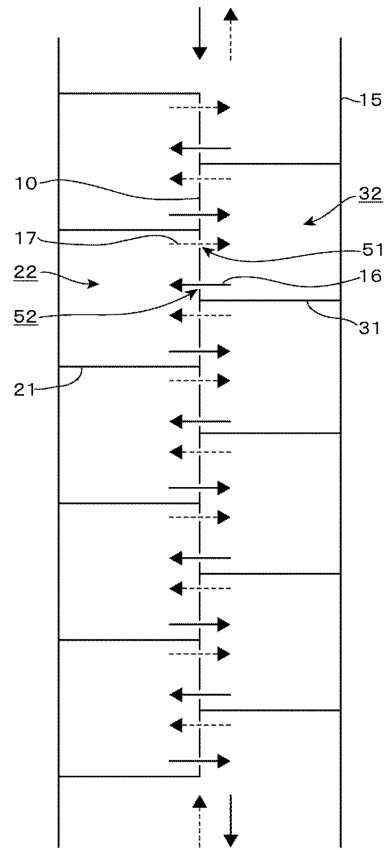
【 0 0 9 0 】

1	気液接触塔	
1 a ~ 1 c	液々接触塔	
1 0	垂直壁	
1 1	液体供給部、重液供給部	
1 2	液体拔出部、重液拔出部	
1 3	気体供給部、軽液供給部	10
1 4	気体拔出部、軽液拔出部	
1 5	周壁	
1 6	液流	
1 7	気流	
1 8	梁	
2 0	左側領域	
2 1	水平壁	
2 2	セル	
3 0	右側領域	
3 1	水平壁	20
3 2	セル	
4 1	水平壁	
4 2	セル	
5 1	気体通流口、軽液通流口	
5 1 a	重液通流口	
5 2	液体通流口、重液通流口	
5 2 a	軽液通流口	
5 3	滞留部	
6 1	コンデンサー	
6 2	リボイラー	30
7 1、7 2、7 3、7 3 a、7 3 b	シャッタープレート	
7 1 1、7 2 1	回動軸	
7 1 2、7 2 2	軸受部	
7 3 1	スライダー	
7 3 2	ガイド部材	
7 4	突出プレート	
7 5	浮力調整部材	40

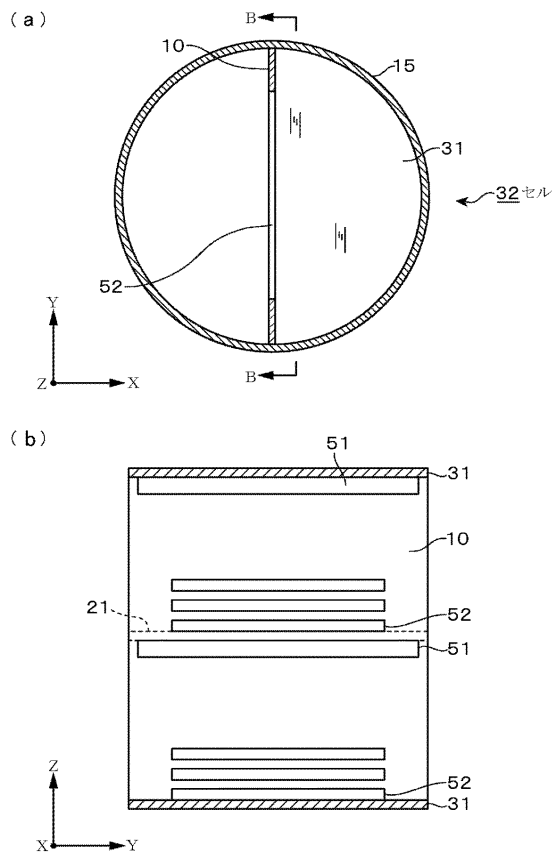
【図 1】



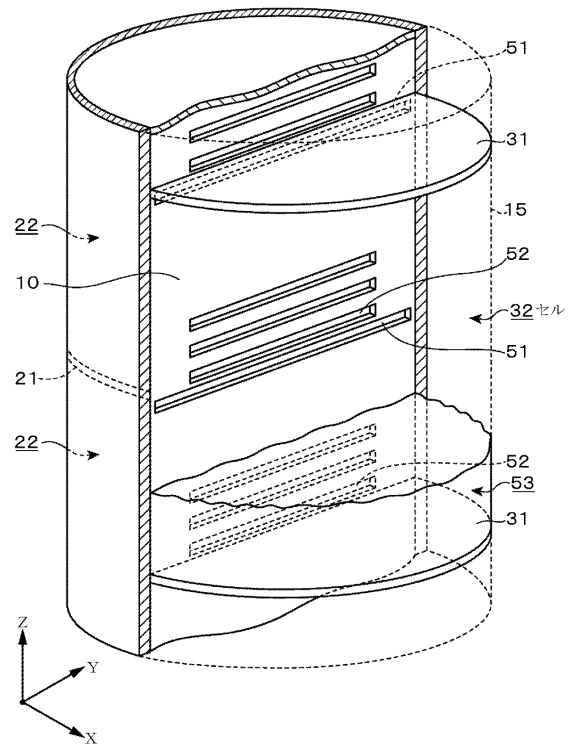
【図 2】



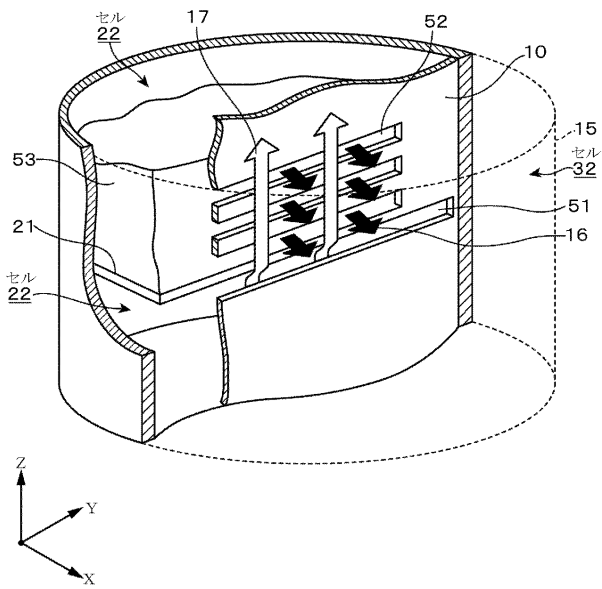
【図 3】



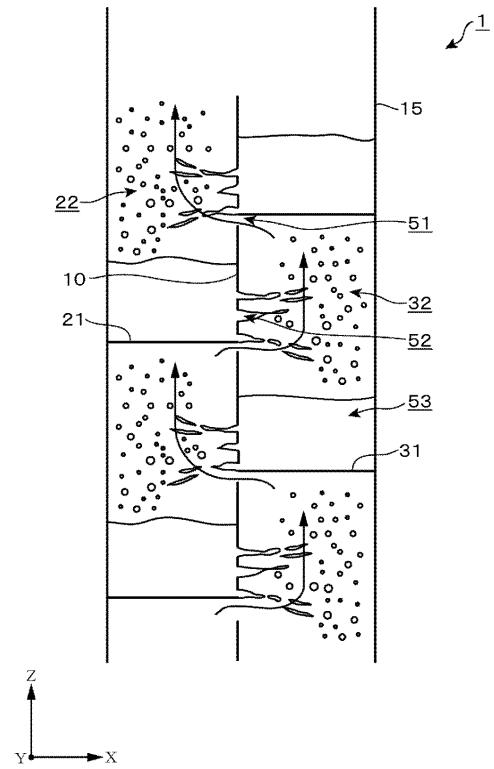
【図 4】



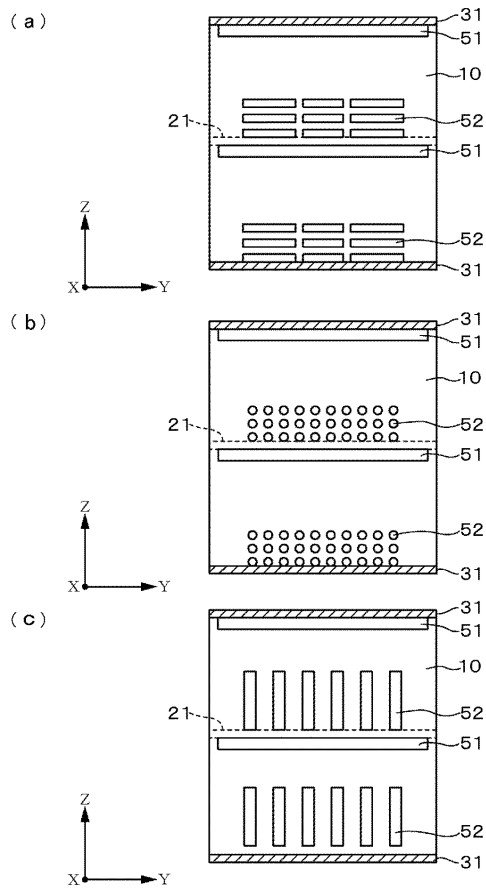
【図 5】



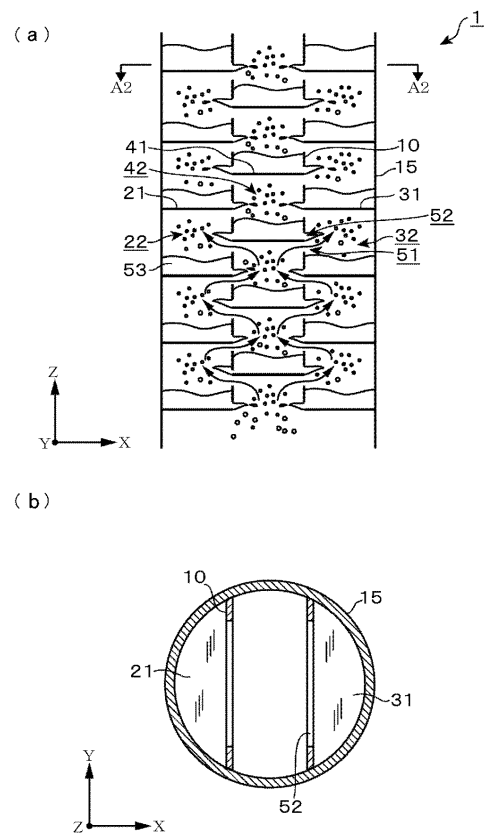
【図 6】



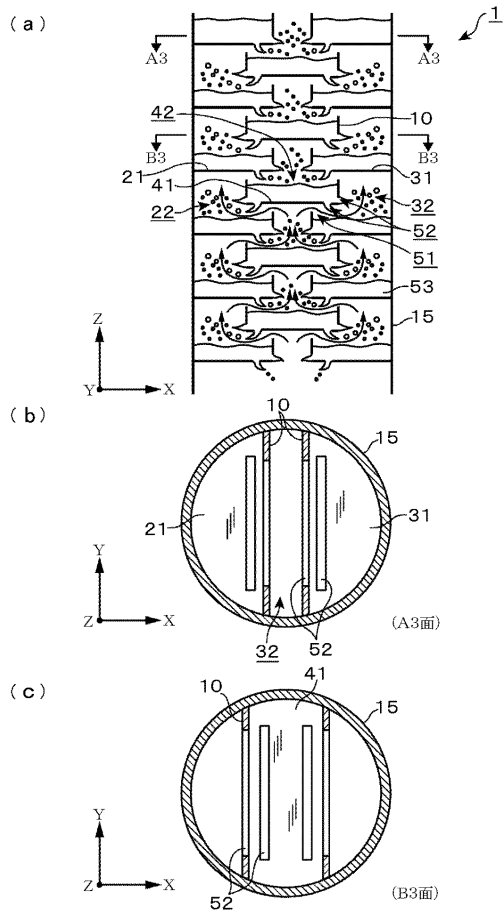
【図 7】



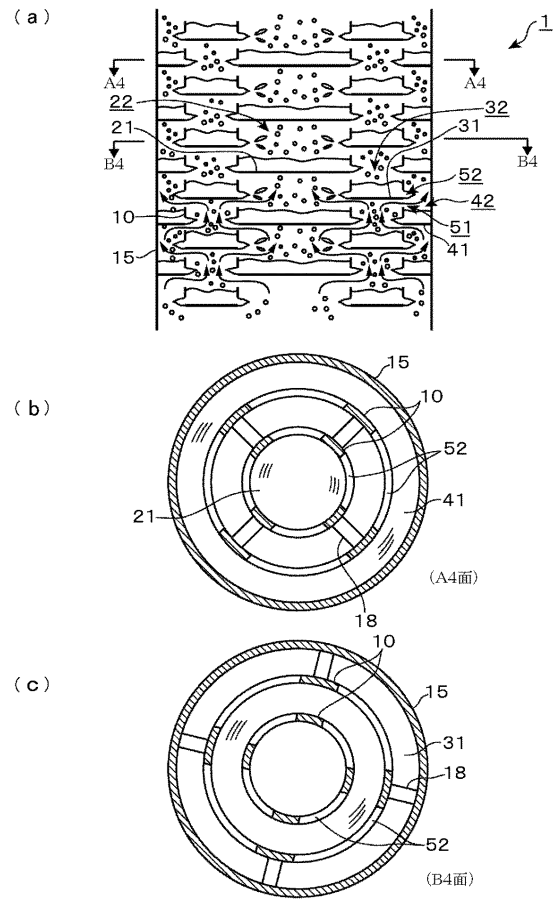
【図 8】



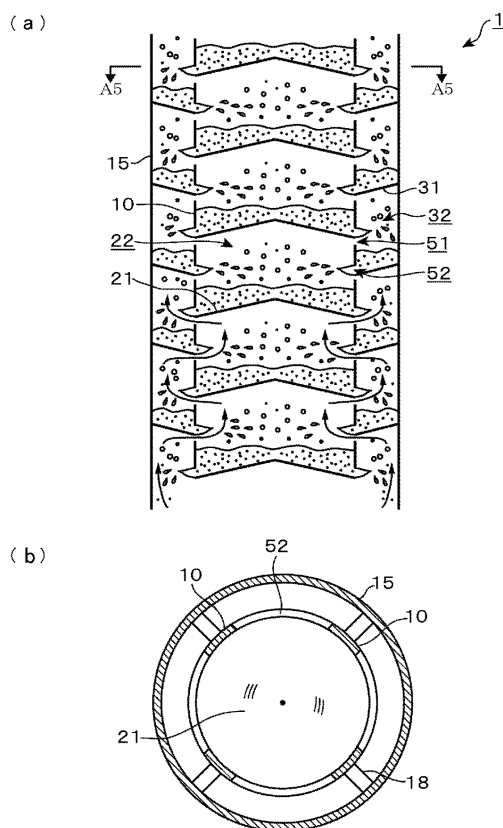
【図 9】



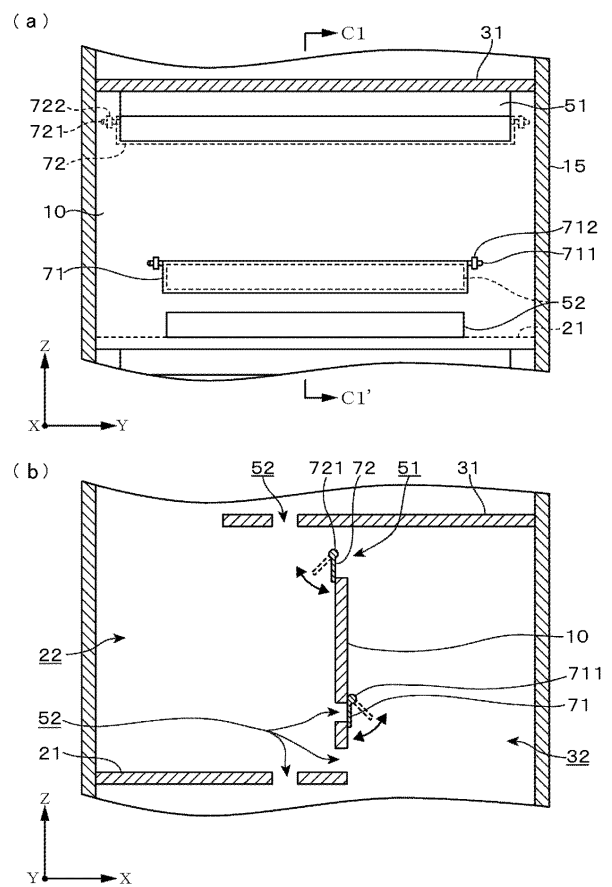
【図 10】



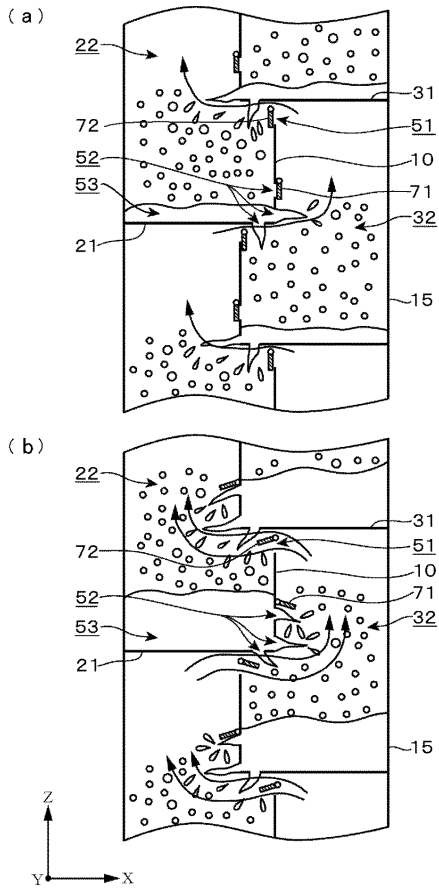
【図 11】



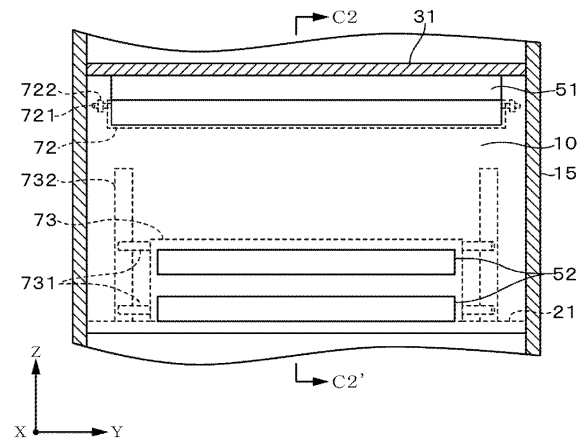
【図 12】



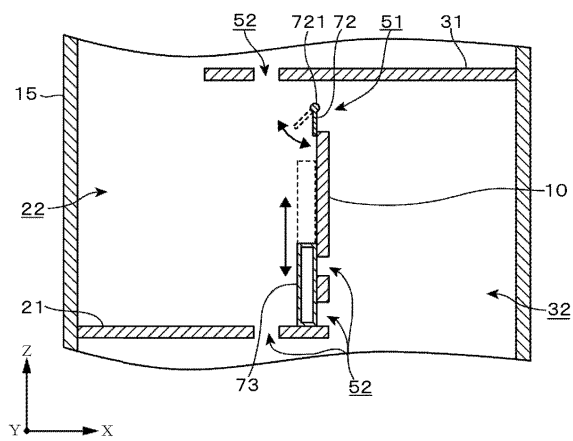
【図 13】



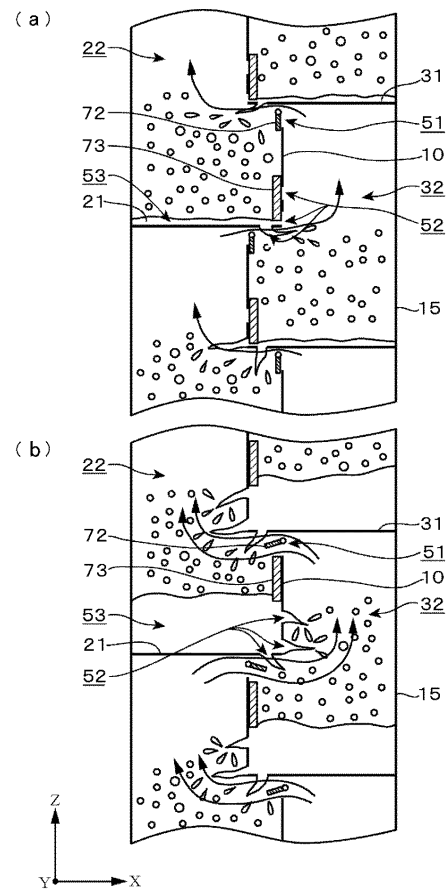
【図 14】



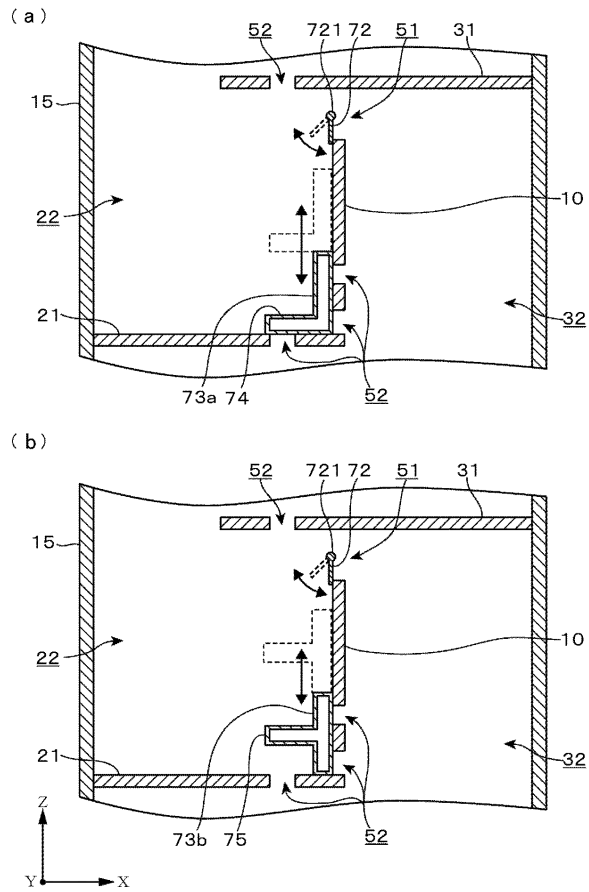
【図 15】



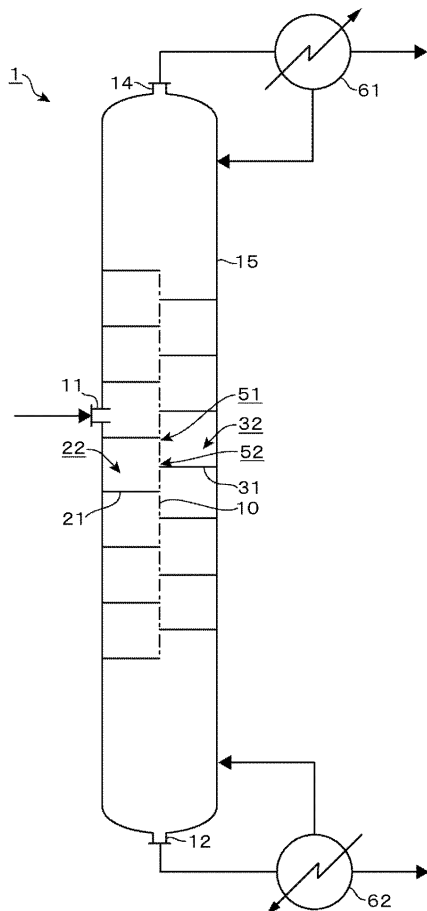
【図 16】



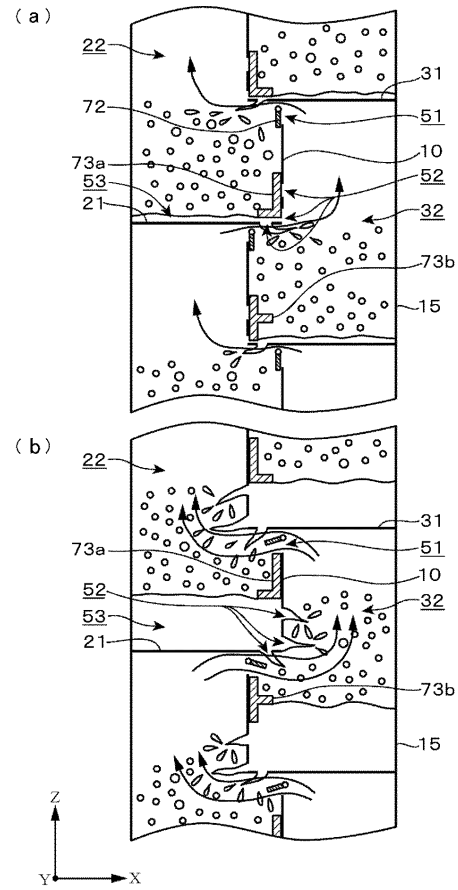
【 図 1 7 】



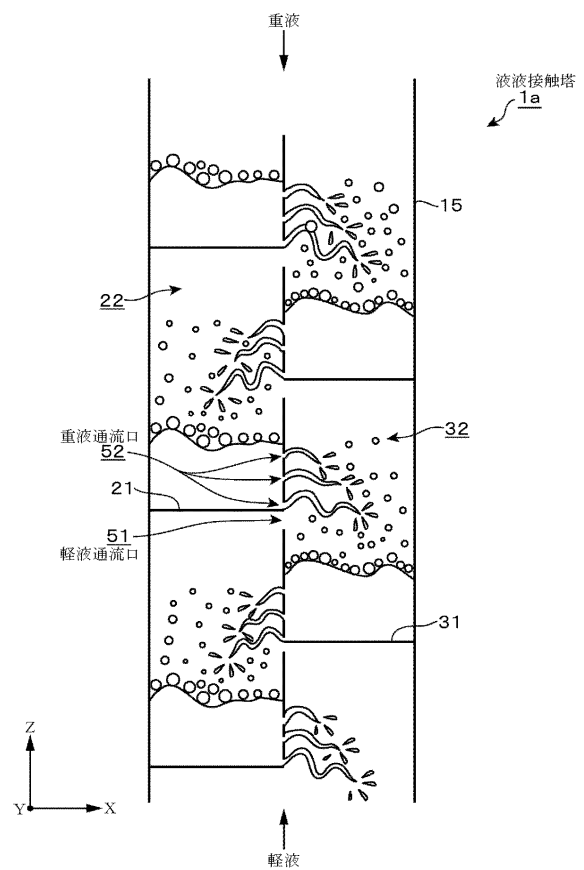
【 図 1 9 】



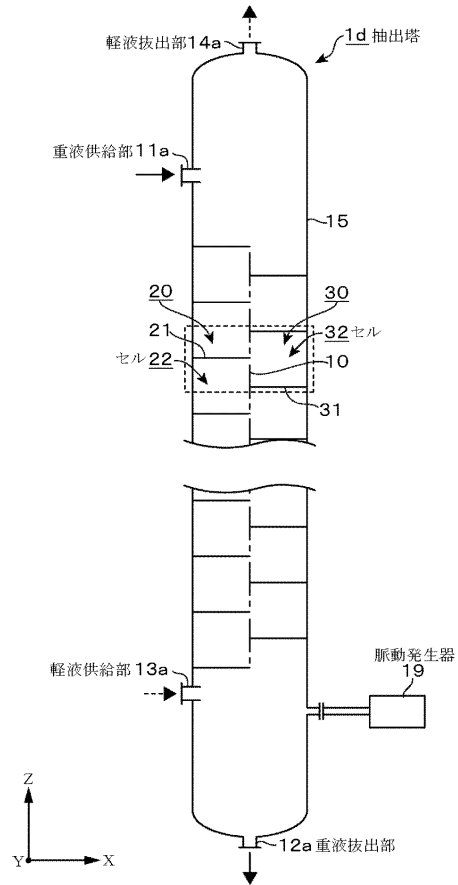
【 図 1 8 】



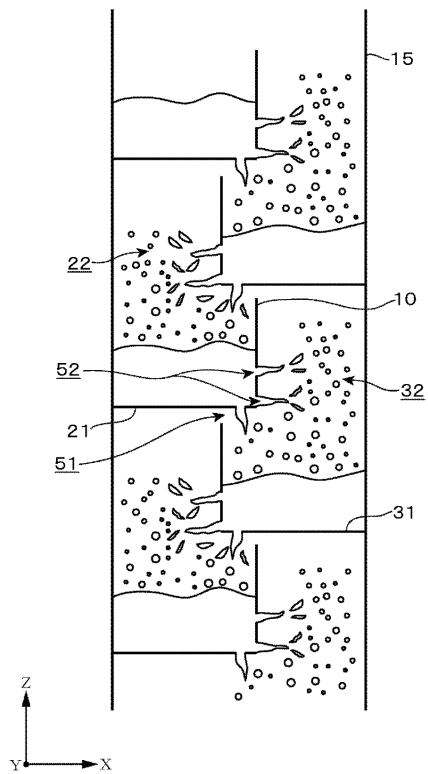
【 図 2 0 】



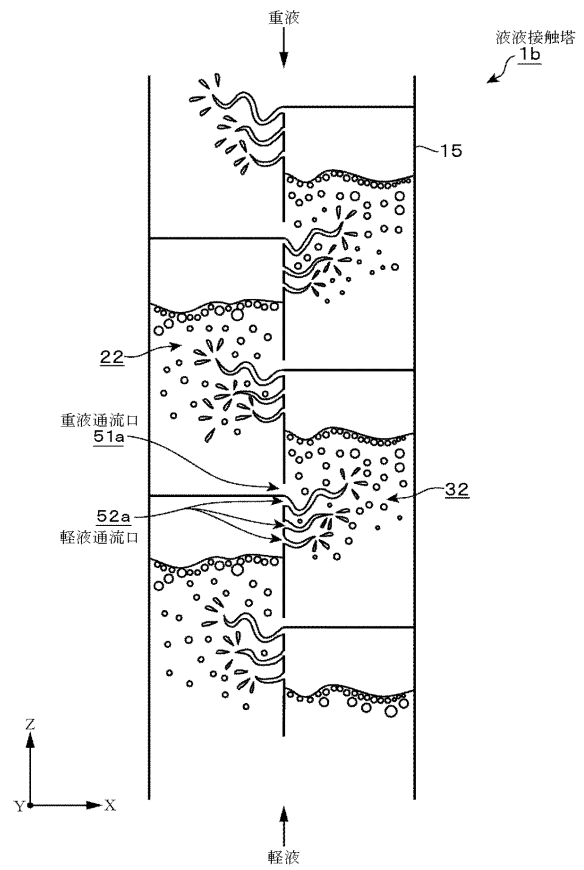
【図 2 1】



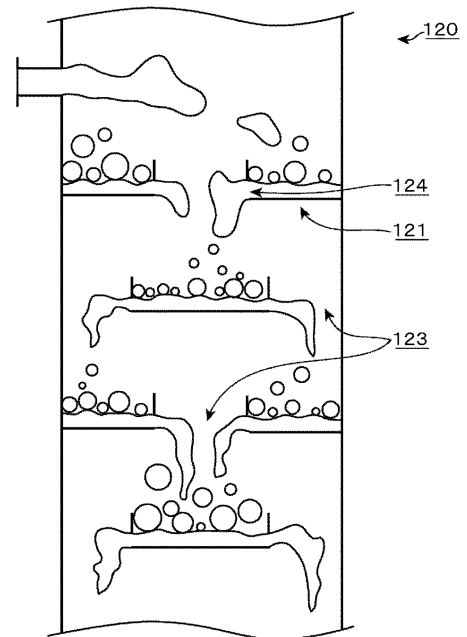
【図 2 3】



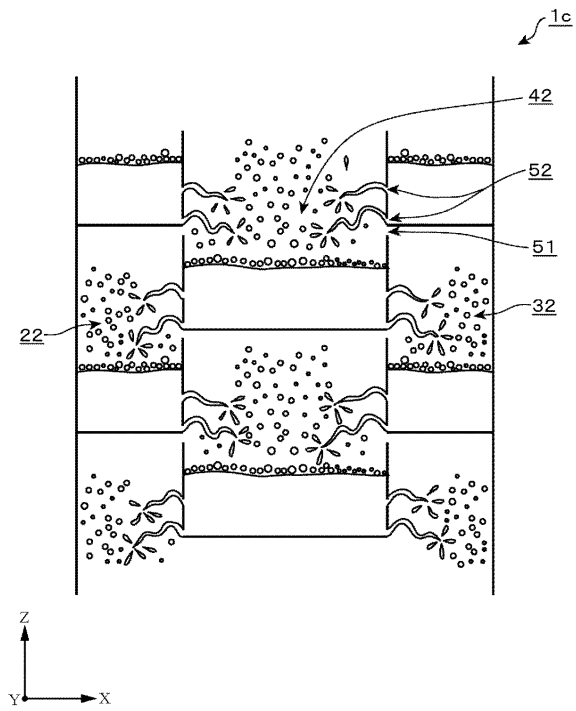
【図 2 2】



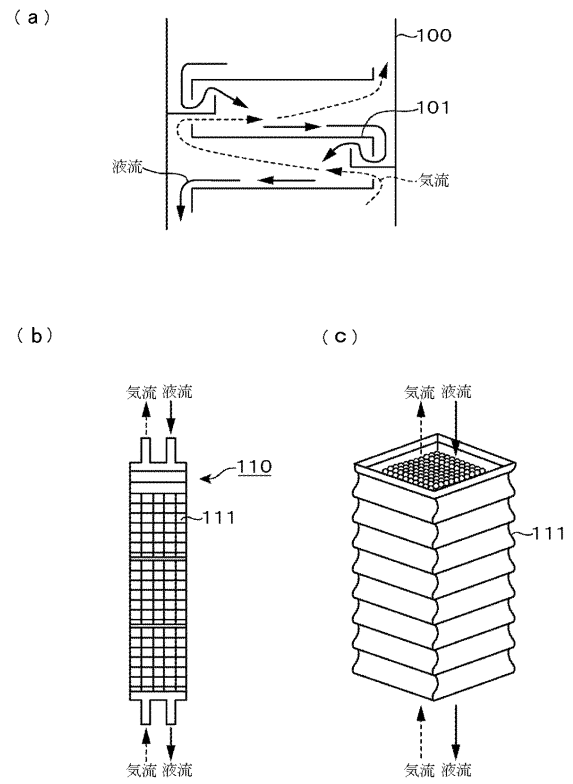
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



【図 2 7】

