(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6342177号
(P6342177)

(45)発行日　平成30年6月13日(2018.6.13)　(24)登録日　平成30年5月25日(2018.5.25)

(51)Int.Cl.		F I		
B01J 8/00	(2006.01)	B01J	8/00	A
B01J 8/04	(2006.01)	B01J	8/04	
B01F 3/04	(2006.01)	B01F	3/04	Z
C07B 35/02	(2006.01)	C07B	35/02	
C07B 61/00	(2006.01)	C07B	61/00	C

請求項の数 21　外国語出願　(全 22 頁)

(21)出願番号　特願2014-28326(P2014-28326)
(22)出願日　平成26年2月18日(2014.2.18)
(65)公開番号　特開2014-223610(P2014-223610A)
(43)公開日　平成26年12月4日(2014.12.4)
審査請求日　平成29年2月13日(2017.2.13)
(31)優先権主張番号　13155723.3
(32)優先日　平成25年2月19日(2013.2.19)
(33)優先権主張国　欧州特許庁(EP)
(31)優先権主張番号　61/766,427
(32)優先日　平成25年2月19日(2013.2.19)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　505166867
モーテン・ミューラー・リミテッド・アンパルトセルスカブ
デンマーク、デーコー－３４８０フレゼンスボー、ネレダムスヴァイ１２３番
(74)代理人　110000741
特許業務法人小田島特許事務所
(72)発明者　モーテン・ミューラー
デンマーク３４８０フレゼンスボー・ネレダムスヴァイ１２３

審査官　神田　和輝

最終頁に続く

(54)【発明の名称】接線流入口を有する二相並流容器用の混合装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
触媒反応槽内の上方触媒床と下方触媒床との間に並流で流れる気体と液体とを混合するための方法であって、
上壁、側壁および出口開口部を有する底壁から構成される渦巻きボックスを設ける工程、そして
上記気体および液体が上記渦巻きボックスに入るための１もしくは複数の接線流入口のオリフィスを設ける工程、そして
上記気体および液体を、上記渦巻きボックスの上の空間から上記１もしくは複数の接線流入口のオリフィスを通して上記渦巻きボックスに、上記側壁付近の場所で接線流入口のオリフィス（１もしくは複数）に近接する渦巻きボックス内側で渦巻く流体の流動方向に近い方向で通す工程、そして
上記気体および液体が、上記渦巻きボックス内側に十分に滞留している間に上記出口開口部のまわりを回転できるようにする工程、そして
上記気体および液体を、上記渦巻きボックスから上記出口開口部を介して上記渦巻きボックスの下の空間に通す工程、
を含んでなり、
上記反応槽の少なくとも１回の運転段階中に、液体を気体に分散し、かつ／または気体を液体に分散し、そして激しい渦巻き流を上記渦巻きボックス内側に導入するために、上記接線流入口のオリフィス（１もしくは複数）で空塔気体速度が式（ａ）

【数１】

(a) $$V_v^{Dispersed} = 1.08 \frac{m}{s} \times \sqrt{\frac{\rho_L}{\rho_v}}$$

で定める$V_v^{Dispersed}$を越えるように、上記接線流入口のオリフィス（１もしくは複数）が上記気体の流速に関する断面積を有する、方法。

【請求項２】

上記渦巻きボックス中の流体の回転数を上げるために、上記側壁および上記接線流入口のオリフィスが上記触媒反応槽の外壁付近に配置されて、上記接線流入口のオリフィスから上記出口開口部の距離を最大にする、請求項１に記載の方法。

【請求項３】

上記渦巻きボックス中の流体の回転数を上げるために、上記側壁が上記触媒反応槽の外壁の一部分であり、そして上記接線流入口のオリフィス（１もしくは複数）が上記触媒反応槽の上記外壁に近接して配置されている、請求項１または２に記載の方法。

【請求項４】

上記接線流入口のオリフィス（１もしくは複数）の流速ベクトルと接線流入口のオリフィス（１もしくは複数）に近接する渦巻きボックス内側で渦巻く流体の上記流動方向との間の角度がαとして定められ、そしてα＜２５°、α＜１５°、α＜１０°、またはα＜５°である、請求項１ないし３のいずれか１に記載の方法。

【請求項５】

上記気体および液体が上記出口開口部を介して上記渦巻きボックスを出る前に、異なる接線流入口のオリフィスを介して渦巻きボックスに入る気体および液体を互いに混合するために、上記渦巻きボックスが、上記気体および液体が上記出口開口部の周りを少なくとも１回、平均３６０°回転できる寸法であるか、または、上記渦巻きボックスが、上記気体および液体が少なくとも５４０°回転できる寸法である、請求項１ないし４のいずれか１に記載の方法。

【請求項６】

実質的に垂直な堰が上記出口開口部の縁に付けられ、そして上記渦巻きボックスおよび中に延びている、請求項１ないし５のいずれか１に記載の方法。

【請求項７】

上記上壁および上記底壁が本質的に水平であり、そして上記側壁が本質的に垂直である、請求項１ないし６のいずれか１に記載の方法。

【請求項８】

上記渦巻きボックスから上記出口開口部を通って出る気体および液体流の速い速度を下げるために、上記出口開口部の下方に緩衝板が配置され、そして液体の最終分配トレイに対する大まかな分配を改善するために上記緩衝板に穿孔、開口、煙突および／または堰が設けられる、請求項１ないし７のいずれか１に記載の方法。

【請求項９】

上記渦巻きボックスから上記出口開口部を通って出る気体および液体流の速い速度を下げるために、上記出口開口部の下方に緩衝板が配置され、そして、上記出口開口部の縁の下の上記気体および液体の外向きの放射状の流れの領域を増やし、そして上記緩衝板の縁の下の上記気体および液体の内向きの放射状の流れの領域を増やすために、上記緩衝板が凹状である、請求項１ないし７のいずれか１に記載の方法。

【請求項１０】

触媒反応槽内で使用し、そして該反応槽の上方触媒床と下方触媒床との間に配置される混合装置であって、相互に上下に配置された上記触媒床を通って上記反応槽の内側に並流で流れる気体と液体とを混合するために上記混合装置が、

上壁、側壁および底壁から構成される渦巻きボックス、および

上記反応槽中の上記気体および液体の並流を、上記渦巻きボックスの上の空間から上記

渦巻きボックスに入ることを導くための１もしくは複数の通路、および
上記気体および液体を上記渦巻きボックスに高速導入するために、上記通路に配置された１もしくは複数の接線流入口のオリフィスであって、上記接線流入口のオリフィス（１もしくは複数）は、上記反応槽の少なくとも１回の運転段階中に、液体を気体に分散し、かつ／または気体を液体に分散し、そして激しい渦巻き流を上記渦巻きボックス内側に導入するために、接線流入口のオリフィス（１もしくは複数）で空塔気体速度が式（ａ）
【数２】

$$(a) \qquad V_v^{Dispersed} = 1.08 \frac{m}{s} \times \sqrt{\frac{\rho_L}{\rho_v}}$$

で定める$V_v^{Dispersed}$を越えるように、接線流入口のオリフィス（１もしくは複数）が上記気体の流速に関する断面積を有し；上記接線流入口のオリフィス（１もしくは複数）は、上記導入された気体と液体の流速ベクトルを生じる方向を有し、この方向は上記気体と液体の導入点で渦巻きボックスの内側の流体の流動方向と本質的に平行である接線流入口のオリフィス、および
上記反応槽中の上記気体と液体の並流を上記渦巻きボックスから上記渦巻きボックスの下の空間に導くための上記底壁の出口開口部、
から構成される混合装置。
【請求項１１】
上記接線流入口のオリフィス（１もしくは複数）の中心から上記出口開口部の中心までの距離が、上記出口開口部の中心から上記出口開口部の縁までの距離の２倍、２．５倍、または３倍より大きい、請求項１０に記載の混合装置。
【請求項１２】
上記接線流入口のオリフィス（１もしくは複数）の上記流速ベクトルと渦巻きボックス内側の流体の上記流動方向との間の角度がαとして定められ、そしてα＜２５°、α＜１５°、α＜１０°またはα＜５°である、請求項１０または１１に記載の混合装置。
【請求項１３】
実質的に垂直の堰が出口開口部の縁に付けられ、そして上記渦巻きボックス上および中に延びている、請求項１０ないし１２のいずれか１に記載の混合装置。
【請求項１４】
上記上壁および上記底壁が本質的に水平であり、そして上記側壁が本質的に垂直である、請求項１０ないし１３のいずれか１に記載の混合装置。
【請求項１５】
上記出口開口部が円形である請求項１０ないし１４のいずれか１に記載の混合装置。
【請求項１６】
上記上壁および上記底壁が円形である請求項１０ないし１５のいずれか１に記載の混合装置。
【請求項１７】
上記側壁が円筒状である請求項１０ないし１６のいずれか１に記載の混合装置。
【請求項１８】
上記側壁が上記反応槽の外壁の一部分である請求項１０ないし１７のいずれか１に記載の混合装置。
【請求項１９】
接線流入口のオリフィス（１もしくは複数）は出口開口部と中心が同じ直径D_iの円上に配置され、そして円形の出口開口部が直径D_0を有し、そして比D_i／D_0が２、２．５または３より大きい、請求項１０ないし１８のいずれか１に記載の混合装置。
【請求項２０】
ミキサーから出る流れの速い速度を下げるために、上記出口開口部の下方に緩衝板が使用され、液体の最終分配トレイに対する大まかな分配を改善するために上記緩衝板に穿孔

、開口、煙突および／または堰が設けられ、または、上記出口開口部の縁の下の気体および液体の外向きの放射状の流れの領域を増やし、そして上記緩衝板の縁の下の上記気体および液体の内向きの放射状の流れの領域を増やすために上記緩衝板が凹状である、請求項１６に記載の混合装置。

【請求項２１】

上記触媒反応槽が、気体および液体が下方へと並流で流され、水素化処理触媒の存在下で炭化水素と水素リッチガスとが反応する縦型水素化処理反応槽である、請求項１０ないし２０のいずれか１に記載の混合装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、気相と液相とが並流状態で流れる容器内でガスまたは気体と液体とを混合する混合装置に関する。この装置の目的は、その装置の出口から排出される混合物の温度および化学組成を平衡化することである。本開示は限定するわけではないが、水素化処理反応槽または水素化分解反応槽等の水素を処理する反応槽において、２つの隣接する触媒床の間で高温の水素に富む処理ガスと高温の炭化水素液体とを冷たい低温流と混合する応用に適している。

【背景技術】

【０００２】

多くの二相並流用容器用の混合装置が文献および特許公報に多く記載されている。そのような装置のほとんどが以下の６種類のタイプのいずれかに属している。

【０００３】

タイプ１：収集トレイに入口シュートまたは水路が設けられたボルテックスミキサー

このような設計の例が、特許文献１に開示されている。このミキサーは、水平な収集トレイ板６から構成されている。収集トレイ板には、複数の傾斜したシュート３２／３４が設けられている。上述の触媒床から生じる気体と液体とのプロセス流の全ては、高速でこれら入口シュートを通過する。収集トレイの下方には渦巻きボックス８が設けられている。シュートから排出される噴流は、水平方向の要素を有しており、そして渦巻きボックス内で渦巻く流体運動が生じる。次いで流体は、内部の堰（ｗｅｉｒ）１２を通過し、そして中央開口部１０を通って下方へと流れる。開口部１０の出口では、低温の冷却流体が、蜘蛛の巣状に配置された穿孔分配管３０を通して加えられる。ミキサーの下方には、液体を大まかに分配するために、分配トレイ１４が配置されている。このトレイ１４は、開口部１０から排出される高速の流体のための緩衝板としても機能している。大まかに分配する分配トレイの下方には、液体を最終的におおまかに分配する分配トレイ４が配置されている。

【０００４】

特許文献２には、特許文献１のミキサーと同様のミキサーが記載されている。しかしながら、上記の冷却流体と触媒床からもたらされる気体および液体との改善された混合には、収集トレイ１２の下流側ではなく上流の穿孔分配管１３を介して冷却流体が加えられる。

【０００５】

ボルテックスタイプのミキサーに関する特許の例は：特許文献３、４、５、６および７である。

【０００６】

タイプ２：放射状の入口流の渦巻きボックスミキサー

このような設計の例が、特許文献８に開示されている。このミキサーは、収集板６から構成される。低温の冷媒が収集板の上方の穿孔パイプリング１１を介して加えられる。ミキサーの上方の触媒床３からの気体および液体、および低温流体は、複数の入口ポート８を介して渦巻きボックス７に入る。上述のボルテックスミキサーの設計とは異なり、このタイプのミキサーの入口ポートから渦巻きボックス内への流れは、主に水平方向／放射方

向である。入口ポートには翼部９が設けられており、この翼部９が渦巻きボックス７内の流体に渦巻き運動を導入する。流体は、中央開口部１３ａを介して渦巻きボックスから出る。中央開口部の下方には、穿孔緩衝板１４に垂直バッフル１６が設けられている。

【０００７】

放射状の入口流を持つ渦巻きボックスミキサーの他の例を以下に示す。

【０００８】

特許文献９は、特許文献８のミキサーと同様の渦巻きボックスミキサーを記載する。しかし渦巻きボックスの入口開口部および翼部は異なる設計となっており、そして中央開口部２０の下方の緩衝板２３は穿孔されていない。収集板１８の下方のミキサーから排出される流体に対して渦巻き運動を与える翼部２２は、ミキサー出口で半径方向に配置される垂直バッフルと置き替えられている。

【０００９】

特許文献１０は、特許文献８のミキサーと同様の渦巻きボックスミキサーを記載する。気体および液体は、円筒状バッフル２４の半径方向穿孔部を最初に通り、次いで翼部２２を通過するので、渦巻きボックス内に渦巻く流体運動が生じる。流体は、中央開口部２１を通って渦巻きボックスから出て、そして収集板２０の下方に配置された第２混合ボックスに入る。第２混合ボックスでは、流体は、半径方向外側へと流れ、そして円筒状壁２６の半径方向穿孔部を通ってミキサーから出る。

【００１０】

特許文献１１は別の渦巻きボックスミキサーを記載する。液体はトレイ１０１に集められ、そして気体および液体が放射方向で渦巻きボックスに入る。垂直ガイド板１０５は、流体が中央開口部７を通ってミキサーから出る前に渦巻き流を作るために使用される。中央開口部の下方の緩衝板１３は、高速の流れを失速させる。

【００１１】

タイプ３：バブルキャップ状ミキサー

バブルキャップミキサーの設計は、特許文献１２に開示されている。ミキサーは、収集板１６および降下管１７に配置されるキャップ１８、１９から構成されている。キャップおよび降下管は、第１混合渦巻きチャンバーを規定する。キャップ１９の側壁には、角度をつけた開口部が設けられている。この角度をつけた開口部により気体および液体が第１渦巻きチャンバーに導入されると、渦巻き運動が生じる。流体は、まず降下管１７の上方エッジ上を上方へと流れ、次いで降下管を通って下方へと流れて板１６の中央開口部を通る。またこのミキサーには、半径方向内側に流れるように、第１渦巻きチャンバーの下方に第２渦巻きチャンバーが設けられている。

【００１２】

バブルキャップ状ミキサーの他の例を以下に示す。

【００１３】

特許文献１３は、別のバブルキャップ様ミキサーを記載する。ミキサーは、特定の液体レベルを保持する収集板１１２５からなる。収集板には、板１１２５上の液体に渦巻き運動を促す垂直バッフル１１３０が設けられている。渦巻き運動は、パイプ１１４０から排出される冷却流体噴流によって更に強められる。収集トレイでは、円筒状降下管１１６５上の細長い円筒状キャップ１１５０から成るバブルキャップ様ミキサーが、板１１２５の中央開口部に取り付けられている。キャップと降下管との間の環状スペースには、半らせん形状のバッフル１１５５が設けられている。気体は、キャップ１１５０の円筒形状壁のスロットを通って環状スペース内に入る。気体は液体を環状スペースに向けて上昇させるので、気体と液体とが環状スペース内を上方へと流れる。バッフル１１５５は環状スペース内に渦巻き運動をもたらす。気体および液体は、降下管を通って収集板１１２５の開口部を通るように下方に流れる。

【００１４】

特許文献１４は他のバブルキャップ様ミキサーの設計を記載する。この混合装置は、環状収集トレイ３０上に位置する特許文献１３で使用されているバブルキャップに類似した

大きいバブルキャップ８５からなる。上流で、バブルキャップ８５は側壁４２および４８、入口５０および５５、入口４６および４７の上壁、および上壁４９からなる渦巻チャンバーである。

【００１５】

特許文献１５および１６は、バブルキャップ状ミキサーの他の例を提供する。

【００１６】

タイプ４：気体と液体との混合を別個に行うミキサー

特許文献１７は、気体と液体との混合を別個に行うミキサーを開示する。このミキサーは、中央開口部を備えた収集板６から構成されている。中央開口部の上方には、気体を混合するための気体の渦巻きボックス８が配置されている。気体の渦巻きボックスには、開口１４が設けられている。収集板には液体を反応槽の中心線に向けるための水路を導く他の開口部が設けられている。ミキサーの下方には、前－分配トレイ／緩衝板１５が配置されている。

【００１７】

通常の操作中に、収集板６は特定の液体レベルを保持し、そして気体が気体の渦巻きボックスミキサー８に入り、そして中央開口部を通って出る。液体は、平行する液体通路７を通り、渦巻きボックスミキサーを迂回する。

【００１８】

特許文献１８は気体と液体との混合を別個に行う混合装置の別の例である。このミキサーは、円筒状の渦巻きバッフル１３を備えた収集トレイ１２、中央開口部１４および気体煙突１７からなる。円筒状の堰１５が出口開口部１４の縁に設けられている。操作中に、液体は収集トレイ１２上に集まり、そしてこの液体レベルは少なくとも堰１５の高さまで増える。渦巻きバッフル１３と堰１５との間の渦巻き運動が、接線液体流入口１３ａおよび１３ｂにより生じる。液体は堰１５からあふれ出て、そして中央開口部１４を通って出る。気体のほとんどが気体煙突１７を通って液体を迂回する。気体部分は溢れ出る液体と一緒に中央開口部１４を通って流れることができる。

【００１９】

特許文献１９、２０、および２１は、気体と液体との混合を別個に行うミキサーの別の例を記載する。

【００２０】

タイプ５：流れが垂直方向のバッフルを有するボックスミキサー

特許文献２２はこの設計を記載する。ミキサーは入口供給導管１２から構成されており、ここで気体および液体がミキサー内に入る。流体は、入口供給導管から、ドーナツ状の板３２および３６によって形成された２つの円形の混合オリフィスを通過し、そしてディスク３４によって形成された１つの環状流れ制限部を通過する。

【００２１】

タイプ６：流れが水平方向のバッフルを有するボックスミキサー

特許文献２３は、流れが水平方向のバッフルを有するボックスミキサーを記載する。このミキサーは、収集トレイ３、中央開口部２５を備えた底板１４、二相入口１６および垂直流バッフル１８、１９および２０から構成され、一連の縮小および拡大、または一連の混合オリフィスを形成する。プロセス流の全ては、高速で各混合オリフィスを貫流させられる。気体と液体との間の中間領域を最大とし、そして、これによりこの相間の伝熱および物質移動を最大にするために、分散した二相流領域が各混合オリフィスで達成される。各混合オリフィスの下流で、膨張が乱れ、およびさらなる滞留時間をもたらす。ミキサーでは、ミキサーの下方に位置する分配トレイ１１への液体の改善された広がりのために、流体は出口開口部２５へ対称的に進入する。

【００２２】

特許文献２４はこのタイプのミキサーの２つ目の例を記載する。このミキサーは触媒支持システムと一体構成されている。このミキサーは気体および液体を、環状収集トラフ２４に集める。冷却流体が、冷却パイプ２２および２３を通して環状収集トラフに加えられ

る。気体および液体は、環状収集トラフを貫流して、支持梁１４と１５との間に配置された混合ボックス３０へと流れる。全プロセス流は、入口３６から混合ボックス内に入る。混合ボックスは、流れ方向を３６０°回転させる１つの流水路から構成されている。混合ボックスで３６０°回転した後、流体は中央開口部３７を通って出る。

【００２３】

特許文献２５はこのタイプのミキサーの３つ目の例を記載する。このミキサーは、入口開口部６を備えた収集トレイ５、環状混合水路９、および煙突１３を備えた穿孔前分配トレイ１１から構成されている。気体および液体は入口開口部６および環状混合水路９を通過し、そして穿孔前分配トレイ１１へと出る。

【００２４】

特許文献２６は４つ目の例を記載する。このミキサーは、収集および触媒支持板８に配置されたスクリーン１１／１２から成る。このスクリーンは、不活性支持材料７によってカバーされている。冷却流体は、板８上の触媒床に供給される。気体および液体はスクリーン１１／１２を通過できる一方、不活性材料は残る。スクリーンを通過した後、気体および液体は収集板８の中央開口部を通って垂直方向に流れる。収集板の下方には、水平底板１６および垂直バッフル２０、２１、２２および２３から成る水平混合ボックスが配置されている。最初に、中央開口部から出た流体は２つの水平な流れに分けられる。２つのストリームの各々は、更に２つの流れに分けられ、全部で４つの流れが生じる。ミキサー出口では、これら４つの流れのうちの２つが再度組み合わせられて、そして反応槽断面領域の片側へと送られ、一方、残りの２つの流れは再度組み合わせられて反応槽断面領域の別の片側に送られる。最終的には、気体および液体は、穿孔トレイ２５を通って分配される。

【００２５】

流れが水平方向のバッフルを有するボックスミキサーの最後の例が、特許文献２７に記載されている。この特許明細書は、複数の平行する混合ボックス１３からなるミキサーを記載する。各混合ボックスが１対の触媒支持梁７間に配置されている。冷却流体が、パイプ１１を介して混合ボックスの上流側の梁の間に加えられる。

【００２６】

従来のミキサー設計では、一般に圧力降下が混合の推進力となる。しかし、水素化処理ユニットまたは水素化分解ユニットでは、ミキサーの圧力降下が増加すると追加のコストが相当に大きくなる。この例は、リサイクルガスコンプレッサーの初期経費の増大、およびリサイクルガスコンプレッサーに必要な付加的な軸動力の点で操作コストの増大である。二相混合には、ミキサーの所定の圧力降下に対して、良好な混合および均一な出口混合物を得るための基準が以下のように定められている。

【００２７】

ミキサーには、相間の伝熱および物質移動のための大きい中間領域を提供して乱れを生じるために、速い流速での流れ抑制部および混合オリフィスを設け、そして流体を液滴に分散する必要がある。

【００２８】

全プロセス流は、一緒になり／接触する必要がある。ミキサー内に設けられた平行な流路では不十分である。なぜなら、平行な流れでは接触せず、そして平行な流れでは平衡化した温度および組成を得ることができないからである。

【００２９】

ミキサーは、速い流速から遅い流速へと移る乱流条件が形成できるように、そしてホールド時間を可能とするように、混合オリフィスの下流に流速がより遅くなる領域を必要とする。ホールド時間は、伝熱および物質移動に必要である。乱流条件は、複数の相の混合に必要である。

【００３０】

ミキサーの出口では、反応槽の断面領域に液体が合理的に分配または広がるようにしなければならない。たとえミキサーの下方に分配トレイが配置されていても、分配トレイ上

で液体のレベル勾配が大きくなり過ぎることを防止するために、ミキサー出口において液体が反応槽断面領域にわたって広がることがある程度必要である。例えば、全ての液体が反応槽の一方の側から出るミキサー設計は受け入れられない。

【００３１】

更に、ミキサー全体の高さは重要である。ミキサーは、反応槽／容器に必要な高さをできるだけ下げることができるように小型にするべきである。水素化処理反応槽または水素化分解反応槽では、ミキサーで占められた空間は、活性触媒に対しては利用することができない。反応物を所望の生成物に変換するために、所定の総容量の触媒が必要とされる。故にミキサーによって占められる空間も、必要な反応槽の寸法／高さに加わる。水素および硫化水素の分圧を高くして２００バールおよび４５０℃までで操作されるように水素化分解反応槽が設計される。典型的には、反応槽は内径が５メートルまでで設計されている。設計条件が厳しいので、水素化分解反応槽は、３４７ＳＳ等のオーステナイト系ステンレスで内側をライニングされたクロムモリブデン鋼（２．２５Ｃｒ－１．０Ｍｏ）から典型的に形成された厚いシェルを有する。故に、反応槽の長手方向の１メートル当たりのコストは高く、したがってより小型のミキサー設計が、潜在的に大きな節約になる。

【００３２】

入口シュートを設けたタイプ１のミキサーは現在、工業的な水素化処理および水素化分解の用途において、最も一般的に使用されているミキサー設計である。これらのミキサーは一般に勾配を付けた入口シュートを採用し、そしてミキサー圧力降下の大部分が、入口シュートでもたらされる。適正に設計されれば、速い流速で、しかも分散した流れの領域が入口シュートに存在することになる。この分散した流れは、液体相と気体相との間で伝熱および物質移動に利用することができる大きな中間領域を生じる。また高速で入口シュートの下流に高度の乱れを生じ、ここでも良好な混合がもたらされる。更に高速では、液体相と気体相との間の伝熱および物質移動に関する高い物質移動係数および伝熱係数を生じる。

【００３３】

この入口シュートは平行な流路を表し、そして全プロセス流は入口シュートでは接触しない。したがってミキサーの渦巻きボックスは、異なる入口シュートからの流れを互いに混合するために十分な回数で流体が回転できるような寸法でなければならない。

【００３４】

入口シュートから渦巻きボックスに入る流体の流れの方向と、接線方向との間の流体の入口角度αを図２Ｃに定める。αが大きいほど、渦巻きボックス内側に渦巻きを確立するために利用できる運動量は低く、そして渦巻きボックス中で達成される流体の回転数が低い。従来技術の多くのボルテックスミキサーの設計に関して、この角度αは過度であり、これが渦巻きボックス内の流体の回転数を装置の混合性能を損なうまでに下げる。例えば余水路２６中に垂直部分２７を使用すると、角度αが有意に上昇する特許文献３を参照にされたい。これを図２Ｃで具体的に説明する。

【００３５】

入口シュートの円の直径D_iを図２Ｂに定める。出口開口部の直径D_0も図２Ｂに定める。ボルテックスミキサーでの流体の回転数、すなわち混合性能は、D_i／D_0の比に強く依存する。従来技術の多くのボルテックスミキサーについてはD_iが低すぎる。これは直径の比D_i／D_0を下げ、したがって渦巻きボックス中の流体の回転数を下げ、これによりボルテックスミキサーの混合性能を減ずる。

【００３６】

混合ボックスの高さH_sは図２Ａに定める。渦巻きボックス中で確実に十分な数の回転を行うためには、大きいαおよび／または低いD_i／D_0比を補うために、より大きな混合ボックスの高さH_sを使用しなければならないだろう。その結果、床間ミキサーは反応槽のより大きい容積を占め、そして反応槽容器の寸法も上げなければならず、かなりの追加コストを生じる。

【００３７】

ボルテックスミキサーには、排出される液体の高い角速度により、ミキサーを出る液体が良好な広がりを有するという特徴がある。このボルテックスミキサーは、たとえ少量の気体および液体の流速でも、通常は渦巻きボックス中に渦巻き運動を確立するために十分なので、良い減衰能を有する。

【００３８】

放射状の入口流のタイプ２のミキサーでは、渦巻きボックスは入口が放射状／水平方向の入口流であることを特徴とする。渦巻きボックスに対する入口で、大部分の圧力降下がもたらされる。適正に設計されれば、入口は液体を分散して相間の伝熱および物質移動のために大きな中間領域を作る。ここでも入口は平行な流路を表し、そして渦巻きボックス中の流体の回転数は、異なる入口から入る流れを互いに混合するために十分でなくてはならない。

【００３９】

タイプ３のミキサーでは、気体と液体はキャップのスロットを介して異なる路を通る。気体はスロットの上部の路を通り、一方、液体はスロットの下部の路を通る。この二相はこれらの入口／スロットでは効果的に接触しない。またこの入口／スロットでの圧力低下は、上向流水路内側の二相カラムの圧力低下に対応する。この圧力低下は液体を液滴に分散するためには不十分である。

【００４０】

このスロット／入口は平行な流路を表し、そしてこれらの平行流路からの流れは、上向流水路で互いに混合されなければならないことになる。これを達成するための唯一の方法は、有意な渦巻運動が上向流水路に導入される場合である。しかし入口での低い速度により、および上向流水路の不十分なサイズにより、通常は上向流水路に十分な渦巻き運動を形成することは不可能である。全プロセス流が接触する唯一の場所は、このようにバブルキャップの降水管であり、これは温度および組成の平衡化には不十分である。

【００４１】

気体および液体を別々に混合するタイプ４のミキサーでは、ミキサー全体の圧力低下の全て、または一部を、気体および液体を別々に混合する平行ミキサーに使用する。
二相混合での制御工程が気体相と液体相との間の伝熱および物質移動であるという事実にもかかわらず、単一相混合が工業的に広く使用されている。

【００４２】

単一相ミキサーの各々は、それ自体、平行な入口シュートまたは翼部のような平行な流路から構成されている。特許文献１７に開示されているミキサーでは、二相混合オリフィスが設けられていない。その結果、このタイプのミキサーの二相混合性能は良くない。

【００４３】

特許文献２８に例示される垂直流のタイプ５のバッフル付きボックスミキサーは、良好な混合性能を提供し、そして上に与える適切なミキサーに関する全ての基準を満たしている。しかしながらこのタイプのミキサーは、大変大きいミキサーの高さが必要なので、望ましくない大きな反応槽／容器の容積が必要となる。

【００４４】

特許文献２６および２７に開示する水平流のタイプ６のバッフル付きボックスミキサーは、流路がより平行なミキサー設計を表す。特許文献２７のミキサーでは、全プロセス流が１つの混合オリフィスで絶対に接触しない。さらに特許文献２６のミキサーからの液体排出パターンは不均一である。特許文献２４に開示されるタイプ６のミキサーは合理的な好ましいミキサーであるが、膨張で乱れを生じ、そして伝熱および物質移動のホールド時間を提供するための膨張した流れ領域の部分を持たない。また流体は１つの側方のみから中央オリフィスに近づく。ミキサーの出口で生じた液体の広がりは不均一である。特許文献２３は大変良好で、しかも小型のミキサーの設計を表し、そして上に与えた正しい混合性能に関するすべての基準を満たす。しかしすべてのタイプ６のミキサーの減衰能は、上記ボルテックスミキサーの減衰能より低い。

【先行技術文献】

【特許文献】
【００４５】
【特許文献１】米国特許第３，５４１，０００号明細書
【特許文献２】米国特許第４，８３６，９８９号明細書
【特許文献３】米国特許第５，８３７，２０８号明細書
【特許文献４】米国特許第５，９８９，５０２号明細書
【特許文献５】米国特許第７，０４５，１０３号明細書
【特許文献６】米国特許第７，１１２，３１２号明細書
【特許文献７】米国特許出願第２０１２／０２４１００６号明細書
【特許文献８】米国特許第３，３５３，９２４号明細書
【特許文献９】米国特許第３，７８７，１８９号明細書
【特許文献１０】米国特許第５，４６２，７１９号明細書
【特許文献１１】米国特許第５，５３４，２３３号明細書
【特許文献１２】米国特許第５，１５２，９６７号明細書
【特許文献１３】米国特許第６，１８３，７０２号明細書
【特許文献１４】米国特許第８，０１７，０９５号明細書
【特許文献１５】米国特許第３，８２４，０８０号明細書
【特許文献１６】米国特許第５，４０３，５６０号明細書
【特許文献１７】米国特許第５，６３５，１４５号明細書
【特許文献１８】米国特許第５，７７２，９７０号明細書
【特許文献１９】米国特許第５，９３５，４１３号明細書
【特許文献２０】米国特許第７，０５２，６５４号明細書
【特許文献２１】米国特許第７，０７８，００２号明細書
【特許文献２２】米国特許第４，２３３，２６９号明細書
【特許文献２３】米国特許第７，２７６，２１５号明細書
【特許文献２４】米国特許第５，６９０，８９６号明細書
【特許文献２５】米国特許出願第２０１１／０１２３４１０号明細書
【特許文献２６】米国特許第３，７０５，０１６号明細書
【特許文献２７】米国特許第３，９７７，８３４号明細書
【特許文献２８】米国特許第４，２２３，２６９号明細書
【発明の概要】
【００４６】
要約
本発明は、広く気体と液体とが並流状態で流れる容器内でガスまたは気体と液体とを混合するためのボルテックスタイプの混合装置に関する。
【００４７】
変数α、D_i、D_0およびH_sは、図５Ａ、５Ｂおよび５Ｃの開示について定義されている。
【００４８】
本発明の主な目的の１つは、反応槽の容積の損失が比較的小さく、しかも比較的低いエネルギー要求量で良好な混合を提供することである。これらの利点は、入口を通って渦巻きボックスに入る流体の温度および組成の平衡化を可能にするために、渦巻きボックスの内側で多数回の流体の回転を確実に行うことにより達成された。与えるミキサーの高さおよび圧力降下については、ボルテックスミキサーの適正な設計に関する以下の４つの原理を使用することにより、渦巻きボックス中の流体の回転数を最大にした。
１）　二相流を、接線方向に近い方向で
【数１】
$$(\alpha \approx 0)$$
渦巻きボックスへ入れる

２）　比D_i／D_0をできる限り大きくする
３）　二相流を速い流速で入口を介して渦巻きボックスへ入れる
４）　支持梁および構造、フランジアッセンブリ、ボルトおよびナットのような渦巻きボックス内側の流動障害物を回避する

【００４９】
開示する一態様には、円筒状反応槽の壁の間に配置された流動障害混合ボックスを含む。この混合ボックスは、ミキサーへの本質的に垂直な流体流のために、１もしくは複数の入口開口部を有する。この混合ボックスは、水平の円形上壁、水平の円形底壁および垂直の円筒状の壁から構成され、これらは反応槽の内壁の一部分となることができる。水平の円形底壁には出口開口部が設けられている。円筒状の堰は出口開口部の縁の上まで延びている。D_i／D_0を最大にするために、そして混合ボックスの高さを最小にするために、混合ボックスの直径は好ましくは反応槽の内径に近いか、またはそれと同一である。混合ボックスの内側に、曲がったバッフルが配置されて接線流入口のオリフィスを形成し、渦巻きボックスに入る流体が速い流速と、実質的に純粋な接線流動方向を有することを特徴とする二相流を生成する。

【００５０】
接線流入口のオリフィスでは、液体は気体流に分散されて伝熱および物質移動のための大きい中間領域を提供する。混合オリフィス中での速い流速も高い伝熱および物質移動係数を生じ、そして渦巻きボックス中への流れの膨張で乱流状態を生じ、これで混合が行われる。

【００５１】
複数の接線流入口が使用される場合、これらの入口は平行混合オリフィスを表し、そして全プロセス流はこの場所で接触しない。しかし、渦巻きボックスは、接線流入口を介して入る流れの温度および組成を平衡化するために、渦巻きボックス内側で十分な回数の流体の回転が可能となるように、ボルテックスミキサーの正しい設計のための上記４つの原理に基づく寸法にされる。

【００５２】
渦巻きボックスを通過した後、流体は底壁の出口開口部を通って垂直方向に出る。液体はミキサーの出口では未だに十分な角速度を有する。液体の渦巻き速度は、ミキサーの下方で均一な液体の広がりを生じる。底壁の開口部の下には、高速な二相噴流の速度を下げ、そしてさらに反応槽の断面に液体を広げるために緩衝板が配置されている。

【００５３】
冷却流体は接線流入口のオリフィスから上流で、上壁の上または上下の壁の間のいずれかで加えることができる。

【００５４】
通例のボルテックスミキサーは、ボルテックスミキサーの適正な設計に関する上に列挙した４つの原理を満たさないが、本発明に従うボルテックスミキサーはそれらを満たす。従来のタイプのボルテックスミキサーに比べて、本発明によるボルテックスミキサーは、ミキサーからの出口流に温度および組成に関して平衡を達成するという意味で改善された混合性能を有する。さらに、適正な設計のボルテックスミキサーに関する４つの原理に従えば、従来のボルテックスミキサーに比べて高さの要件が有意に下がる。

【図面の簡単な説明】

【００５５】
【図１】図１Ａは、二床の固体触媒粒子を有する水素化処理反応槽中の触媒と内部詳細との一般的な配置を示す簡略化した長手方向の断面図であり、混合装置は反応槽内側の２つの隣接する触媒床の間に配置されている。図１Ｂは、図１Ａの破線内の構造を拡大した詳細な図である。
【図２Ａ】図２Ａは、従来技術のボルテックスミキサーを持つ反応容器の簡略化した側面図であり、可変寸法H_sを示す。
【図２Ｂ】図２Ｂは、図２Ａのボルテックスミキサーの渦巻きボックスの図２Ａの線Ａ－

Ａに沿った簡略化した上から見た図であり、可変寸法D_iおよびD_0を表す。
【図２Ｃ】図２Ｃは、図２Ｂの線Ｂ－Ｂに沿って切り取った入口シュートの断面図であり、角度αを示す。
【図３Ａ】図３Ａは、２つの異なる値αについて、H_sおよびD_i／D_0の関数として渦巻きボックスの流体の平均回転数を表すグラフである。
【図３Ｂ】図３Ｂは、２つの異なる値αについて、H_sおよびD_i／D_0の関数として渦巻きボックスの流体の平均回転数を表すグラフである。
【図４Ａ】図４Ａは、本発明の別の態様の上から見た平面図である。
【図４Ｂ】図４Ｂは、図４Ａの線Ａ－Ａに沿って切り取った対応する断面図である。
【図４Ｃ】図４Ｃは、図４Ａの線Ｂ－Ｂに沿って切り取った対応する断面図である。
【図５Ａ】図５Ａは、本発明の別の態様の上から見た平面図である。
【図５Ｂ】図５Ｂは、５Ａの線Ａ－Ａに沿って切り取った対応する断面図である。
【図５Ｃ】図５Ｃは、５Ａの線Ｂ－Ｂに沿って切り取った対応する断面図である。
【図６Ａ】図６Ａは、本発明の別の態様の上から見た平面図である。
【図６Ｂ】図６Ｂは、６Ａの線Ａ－Ａに沿って切り取った対応する断面図である。
【図６Ｃ】図６Ｃは、それぞれ図６Ａの線Ｂ－Ｂに沿って切り取った対応する断面図である。
【００５６】
本発明の別の態様には、限定するわけではないが、この図面に示す設計を含む。
【発明を実施するための形態】
【００５７】
詳細な説明
水素化反応槽で生じる反応は発熱反応である。したがって、反応の間で熱が発生するので、水素化触媒の存在下で高温および高圧にて反応物質が生成物に変換される際に温度が上昇する。
【００５８】
工業的な水素化反応槽では、反応物質の二相混合物が、固体触媒粒子の床を貫流する。そのような反応槽での理想的な流動パターンは、反応槽断面領域の全ての点で同じ速度（空の反応槽に基づく）で液体が下方に流れるプラグ流である。気相についても、プラグ流が理想的である。気体は、反応槽断面領域のすべての点で同一速度（空の反応槽に基づく速度）で下方に流れている。
【００５９】
工業的な反応槽では、非理想的な分配トレイ、触媒の不均一な装填および／または触媒粒子間の空隙に存在する堆積物／コークスに起因して、プラグ流を得ることはできない。したがって触媒床のある領域では、液体の流速が平均よりも速く、そして気体の速度が平均よりも遅い。気体に対して液体の熱容量が高いために、流路１ｍ当たりの温度上昇（℃）は、このような領域では低い。同様に、触媒床の他の領域では、液体の流速が平均よりも遅く、そして気体の速度は平均よりも速い。ここでも気体に対して液体の熱容量が高いために、流路１ｍ当たりの温度上昇（℃）が、これらの領域で高い。
【００６０】
結果的に、反応物質の混合物が反応槽入口で均一の温度を有していても、流体は触媒床を通過する時、触媒床のある領域が他の領域よりも温度が高くなる。更に、反応速度は温度の上昇に伴い上がるので、そのような効果は加速される傾向にある。触媒床の高温領域では反応速度が速く、冷温領域よりもこれらの領域では多くの熱が発生する。
【００６１】
触媒床の高温領域と低温領域との間の反応速度の差により、流体の化学組成に違いが生じる。
【００６２】
水平面での温度および化学組成の不均一性には幾つかのマイナス面がある。
【００６３】

全ての水素化処理触媒は操作中に失活する。触媒の活性の低下を補償するために、触媒床の平均温度が運転中に上げられる。ある時点（操作終了時）になると、触媒床のピーク温度が、その最大限許容される値に達する。この点で、全てのプロセスユニットを停止し、そして触媒を再生するか、または取り替える必要がある。水平面での温度が不均一の場合では、平均床温度がより低い初期の段階で操作が終了してしまう。不均一な温度に起因するプロセスユニットの頻繁な停止により、生産量の減少、触媒の消費および追加の労力という点で精製装置のコストがかなり上がる。

【００６４】

不均一によりもたらされる別の影響は、化学変換の程度が不均一であることである。反応物質の一部はよく変換される一方、残りの反応物質の一部はあまり変換されない。その結果、全体的な生成物の品質が下がることが多い。

【００６５】

第一例は、硫黄を含む炭化水素成分（有機硫黄成分）とH_2とが、硫黄を含まない炭化水素成分とH_2Sとに変換されるディーゼル水素処理反応槽である。不均一な温度が存在する場合、供給オイルの一部が、より高い温度で反応し、そしてまた、場合によっては上述のようなより低い液体の速度に起因して空間速度がより遅くなる可能性がある。別の供給オイルの一部は、より低温で反応し、そしてまた、場合によってはより速い液体の速度に起因して空間速度がより速くなる可能性がある。その結果、有機硫黄成分は、触媒床を迂回して、温度が低く空間速度が速い領域を通過する傾向がある。このような迂回により、生成物全体に含まれる有機硫黄成分の含量が有意に増加する。有機硫黄含量に関する生成物の仕様条件を満たすために、リファイナーは供給速度を減少させるか、または反応槽操作温度を上げて不均一な温度および組成を補償しなければならない。供給速度を下げると、生成物の減少によりコストが有意に上がる。反応槽温度を上げると、エネルギー消費が増加し、そして触媒の再生／取り替えのために停止の頻度が上がるために運転の長さが減少する。上で検討したように停止の頻度が上がることは重要なコストの増加になる。

【００６６】

第二例は、より重い炭化水素成分とH_2がより軽い炭化水素成分に変換される水素化分解反応槽である。ここでも温度が均一でない場合、供給オイルの一部が、より高温で反応し、そしてまた、場合によってはより遅い液体の速度に起因して空間速度がより遅くなる可能性がある。別の供給オイルの一部は、より低温で反応し、そしてまた、場合によってはより速い液体の速度に起因して空間速度がより速くなる可能性がある。その結果、重い供給オイルが部分的に過剰に分解されてしまうので、不要なC_1～C_4ガスが生成して軽いナフサ成分が相当に増加してしまう一方、別の重い供給オイルは部分的にわずかに変換されるだけである。従って、所望の生成物に対する水素化分解ユニットの選択性が低下し、そして重い供給成分からより軽い生成物成分への転換も全体的に下がる。これら両方の影響から、精製装置に相当なコストをもたらす。

【００６７】

工業的な水素化処理反応槽では、触媒床の水平面における温度および化学組成の不均一性は避けることができない。しかしながら、適当な反応槽の内部構造を取り付けると、この不均一性の問題を最小限にすることができる。

【００６８】

供給流／反応物質が最初に導入される第１触媒床については、反応槽の断面領域に液体と気体とが確実に等しく分配されるように、適切な入口分配器を設ける必要がある。この分配器に入る流体は、組成的または熱的な平衡化が達成されていることを確実にするために、分配器の上流で適切に混合される必要がある。ほとんどの場合、反応物質を反応槽に送る配管で流体は十分に混合される。

【００６９】

次に設けられるいずれの触媒床（１もしくは複数）にも、反応槽の断面領域に液体と気体とが確実に均等に分配されるように、適切な分配器が要である。しかしながら、次の触媒床への入口流は、上流側の触媒床からの出口流であり、ここでは不均一な温度および化

学組成が床の出口に存在する。それゆえ、上流側の触媒床と分配器との間に混合装置を配置することが必須である。そのように混合装置を配置しなければ、温度および化学組成の不均一性が１つの床から次の床へ進んで悪化する。本発明の混合装置の目的は、温度および組成に関して平衡化された出口流を形成することである。

【００７０】

１つの触媒床から排出される高温の流出液を、この流体が次の触媒床に入る前に冷却するために、反応槽内の流体よりも冷たい冷却流体が、水素処理反応槽内の隣接する２つの触媒床間に導入されることが多い。これにより反応槽の操作は等温条件に近くなり、運転時間の増加、および改善された生成物の品質という意味で幾つかの利点がもたらされる。この場合の混合装置の更なる目的は、低温の冷却流体を１つの触媒床からの流出液と混合して、この流れが次の触媒床に入る前に熱的および組成的平衡化を達成することである。

【００７１】

ここで今、図面を参照にして図１Ａおよび１Ｂは、側壁１４および触媒粒子２および３のそれぞれ第一および第二床を備えた典型的な水素化処理反応槽１を示す。図１Ａは、触媒床および他の反応槽内部構造に対して混合装置の典型的な配置を規定するものである。反応物質は、入口ノズル４を介して反応槽に入る。次いで流体は、第一または上部分配トレイ５に入り、これは気体と液体とを反応槽の断面領域に対して均一に分配した後、流体が第一または上部触媒床２に入り、触媒床２は、図１Ｂに示すようにスクリーンまたは触媒支持グリッド６上に配置されている。触媒自体のかなりな量および触媒床を通る流体流に導入される力によって、触媒スクリーンまたは触媒支持グリッド６には通常、大きな力が作用する。それゆえ、これらの力を吸収するために支持梁７が通常必要とされる。混合装置８は、触媒支持システム６、７の下方に配置されている。冷却流体は冷却ノズル９および冷却分配器１０を介して加えてもよい。混合装置８の下方には、液体を広げると共に、混合装置８から排出される噴流の速い速度を抑制するために、緩衝装置または板１１が配置される。混合装置８の下方に配置される第二または底の分配トレイ１２は、流体が第二または下の触媒床３に入る前に気体および液体を反応槽の断面領域に対して均等に分配する。反応槽からの生成物は、出口ノズル１３を介して出る。

【００７２】

触媒床を２つよりも多く使用してもよい。混合装置８の数は、反応槽内の触媒床の数をＮとすると、一般にはＮ－１である。

【００７３】

図２Ａは、従来技術の通例のボルテックスミキサー２０を備えた反応槽容器の簡略化した側面断面図である。このボルテックスミキサーの渦巻きボックスの上から見た図Ａ－Ａを図２Ｂに示し、そして図２Ｂの部分Ｂ－Ｂに沿って切り取った入口シュートの側面断面図を図２Ｃに示す。反応槽容器は壁２１を有し、そして収集トレイ２２が反応槽に取り付けられている。収集トレイ２２は気体および液体が複数の入口シュート２３を貫流するようにする。ボルテックスミキサーは円筒状の側壁２４、出口開口部２６を有する底壁２５、および円筒状の堰２７を有する。収集トレイ２７と一緒に、これらの壁は渦巻きボックス２８を形成する。緩衝板２９は出口開口部２６の下に配置されている。図２Ａで示す高さH_sは、収集トレイ２２と底壁２５との間で自由な高さである。入口シュート２３の中心は円形を形成し、そして図２Ｂに示すD_iはこの円の直径である。図２Ｂに示すD_0は出口開口部２６の直径である。角度αは、図２Ｃで流体が入口シュート２３を出る流路と、底壁２５に平行な方向と定義することができる接線方向との間の角度と定義する。

【００７４】

渦巻きボックス中での流体回転数に及ぼすα、D_i、D_0およびH_sの影響を今、工業用水素分解反応槽中のミキサーについて示す。工業用ミキサーに関するデータを表１に与える。

【００７５】

【表１】

表１:工業用ミキサーに関するデータの例

反応槽のタイプ	水素化分解
反応槽の内径, mm	5000
ミキサーへの液体の流れ、実測値、m^3/h	630
液体密度, kg/m^3	460
液体粘度, cP	0.15
液体の表面張力, dynes/cm	7.5
ミキサーへの気体の流れ、実測値、m^3/h	6200
気体密度, kg/m^3	18.5
気体粘度, cP	0.021

【００７６】

図３Ａおよび３Ｂでは、表１のデータのサイズの工業用ミキサーの渦巻きボックスで模擬実験を行った流体の平均回転数を、H_sおよびD_i/D_0の関数としてそれぞれα＝５０°およびα＝０°について示す。すべての場合で、ミキサーは２ｐｓｉの全圧力低下を与えるような寸法とした。図３Ａおよび３Ｂから分かるように、渦巻きボックス中の流体回転数は、αおよびD_i/D_0の両方に強く依存する。多くの従来技術の工業用設計で見られるような約２のD_i/D_0、および約５０°のαのミキサーの設計では、この渦巻きボックスでおよそ約半分の回転（高さ５００mmのH_sで）を生じるだけである。これは明らかに、異なる入口シュートから渦巻きボックスに入る流れを互いに混合するには不十分である。上記ミキサーの高さ、および上記ミキサーの圧力降下で、流体の回転数を最大にするためにD_i/D_0を最大とし、そしてαは最少にしなければならない。

【００７７】

入口で渦巻きボックスへの流速は、液体を液滴に分散するために十分高くなければならない。水素化処理および水素分解反応槽で、通常の操作条件について、分散した流れの領域は、空塔気体速度が大まかに、

【数２】

a. $$V_v^{Dispersed} = 1.08 \frac{m}{s} \times \sqrt{\frac{\rho_L}{\rho_v}}$$

より大きい場合に入ることになり、式中、
$V_v^{Dispersed}$は分散した流れを生じる空塔気体流速であり、そして
ρ_Lはkg/m^3での実際の液体密度であり、そして
ρ_vはkg/m^3での実際の気体密度である。

【００７８】

空塔気体流速は、流路の断面積で除算した流路を通る実際の気体体積流量と定義する。

【００７９】

本発明は、D_i/D_0が最大とされ、そしてαが０°に近づいたボルテックスミキサータイプのミキサーに関する。さらに、ミキサーの接線流入口での流速は上記式（ａ）に従い液体を液滴に分散するために十分高く、そして、ミキサーは支持梁および構造、フランジアッセンブリ、ボルトおよびナットのような渦巻きボックス中の流動障害を回避するように構築されている。

【００８０】

図４Ａ、５Ａおよび６Ａは、本発明の混合装置の代替構造を表す。これらの図面は本発明と代替物を特徴付けるために提示されているにすぎない。それらは本明細書に開示する範囲および概念を限定するものではなく、制作図として役立つものではない。それらは本

発明の概念の範囲を限定すると解釈するべきではない。図面に示す相対的寸法は、工業的態様に等しくも、等倍に拡大縮小しているわけでもないと考えるべきである。

【００８１】

図４Ａは混合ボックス３０を上から見た図である。図４Ｂは図４Ａの線Ａ－Ａに沿った断面図であり、そして図４Ｃは図４Ａの線Ｂ－Ｂに沿った断面図である。混合ボックス３０は水平の円形上壁３１、水平の円形または環状底壁３２、および垂直の円筒状側壁３３から構成されている。この垂直の円筒状側壁３３は、上壁３１、底壁３２および側壁３３により定められる渦巻きボックスまたはチャンバー４０の直径を最大にするために、好ましくは反応槽の壁１４の一部分により構成されている。上壁３１には入口開口部３４が好ましくは２つの数で提供されている。混合ボックス３０の内側に、曲がったバッフル３５が配置されて２つ（好ましくは）の接線流入口のオリフィス３６を形成する。底壁３２には中央出口開口部３７および垂直の円筒状堰３８が設けられている。出口開口部３７の下方に、緩衝板３９が配置されている。

【００８２】

混合装置３０を通る意図する流れは、図４Ａ、４Ｂおよび４Ｃで矢印により示す。操作中、第一または上部触媒床２から出る気体および液体は、入口開口部３４を貫流する。次いでこれらの流体は、９０°回転し、そして接線流入口のオリフィス３６から渦巻きボックス４０へと通過する。冷却した低温流体を第一または上部触媒床２と入口開口部３４との間で加えてもよい。接線流入口のオリフィス３６での流速は速く、そして液体は気体に分散する。接線流入口のオリフィス３６からの流れは、渦巻きボックス４０に純粋（またはほぼ純粋）な接線方向（α＝０°）で入り、そしてこの流れの高い運動量が渦巻きボックス４０で激しい渦流を生じるために利用され、ここで接線流入口のオリフィスからの流れは互いに効果的に混合される。渦巻きボックス４０で渦巻いた後、流体は堰３８上に流れ出し、そして出口開口部３７へと流れ出る。液体は未だ十分な角速度を維持しながら出口開口部３７から出る。この角速度は液体の底の分配トレイ１２上への広がりを改善する。緩衝板３９は確実に流体がミキサー３０を外側放射状方向に出るようにする。この緩衝板３９はミキサー３０が高速の噴流を底の分配トレイ１２に直接送ることを防いでいる。そのような噴流は底の分配トレイ１２上で液体レベルを乱し、そして液体を同伴するかもしれない。この緩衝板３９はさらに、流体が底の分配トレイ１２と合う前に反応槽の断面をわたる液体の広がりを改善することになる。

【００８３】

混合装置３０内のバッフル３５は、多くの異なる形状をとることができる。それらは半円形、楕円形、まっすぐなもの、曲がったもの、角度をつけたものなどでよい。バッフルは純粋に垂直である必要はなく、バッフルが垂直要素を有することで十分である。入口開口部３４および出口開口部３７も、長円形、円系、長方形、三角形などのように異なる形状を有してよい。それらにはそれぞれ１もしくは複数の入口開口部および出口開口部があってもよい。混合装置３０自体の水平断面は、任意の形状を有することができる。図４Ａのミキサーについて円形であることができる。これはまた長円形、三角形、長方形、多角形などであることもできる。円形または多くの側面を持つ多角形が、渦巻く流体運動に対する流れの抵抗を最少とし、そしてこれにより渦巻きボックス中の流体の回転数が最大になるので好ましい。

【００８４】

図４Ａの垂直の円筒状堰３８は、長円形、円系、長方形、三角形、多角形などのような種々の形状を有することができ、そして穿孔または開口を設けることもできる。堰３８の上縁は真っ直ぐである必要があり、そして穴、スロット、ノッチなどを設けることができる。堰３８の使用は通常、ミキサーの停止能力を改善するが、堰３８は設計を簡略にするために除いてもよい。

【００８５】

これまでに述べたように、低温流体は入口開口部３４から上流で導入することができる。しかし全体的な反応槽の高さを下げるために、低温流体は上板３１と底板３２との間の

入口開口部から下流で導入してもよい。

【００８６】

１つの接線流入口のオリフィス、上板と底板との間の低温流体導入口、および角度付きバッフルを備え、そして出口開口部で垂直の円筒状堰が無い本開示によるミキサーの例を、図５Ａ、５Ｂおよび５Ｃに示す。図５Ａは混合装置５０を上から見た図である。図５Ｂは図５Ａの線Ａ－Ａに沿った断面図であり、そして図５Ｃは図５Ａの線Ｂ－Ｂに沿った断面図である。混合装置５０は水平の円形上壁５１、水平の円形底壁５２、および垂直の円筒状側壁５３から構成されている。垂直の円筒状側壁５３は、上壁５１、底壁５２および側壁５３により定められる渦巻きボックスまたはチャンバー５９の直径を最大にするために、好ましくは反応槽の壁１４の一部分により構成されている。上壁５１には入口開口部５４が提供されている。混合装置５０の内側に、角度付きのバッフル５５が配置されて、１つの接線流入口のオリフィス５６を形成する。穿孔低温流体分配器６０が、上壁５１と底壁５２との間で接線流入口のオリフィス５６の上方に配置されている。底壁には中央出口開口部５７が設けられている。出口開口部５７の下方に、緩衝板５８が配置されている。

【００８７】

唯一の接線流入口のオリフィス５６を使用することの利点は、全プロセス流をこの入口オリフィスで接触させる点である。このように温度および化学組成の差異は、全プロセス流が入口オリフィスでは接触せずに、後に渦巻きボックス中でのみ接触する幾つかの平行する入口オリフィスを持つミキサーより一層効率的に平衡化することができる。

【００８８】

混合装置５０を通る意図する流れは、図５Ａ、５Ｂおよび５Ｃで矢印により示す。操作中、第一または上部触媒床２から出る気体および液体は、入口開口部５４を貫流する。次いでこれらの流体は、９０°回転する。冷却した低温流体を低温流体分配器６０を通して導入する。冷却した低温流体を加えた後、全プロセス流は接線流入口のオリフィス５６を渦巻きボックス５９へと高速で貫流し、液体の分散物が液滴になる。接線流入口のオリフィス５６からの流れは、渦巻きボックス５９にほぼ接線方向

【数３】

$$(\alpha \approx 0^\circ)$$

で入り、そしてこの流れの高い運動量が渦巻きボックス５９で激しい渦流を生じるために利用される。渦巻きボックスで渦巻いた後、流体は出口開口部５７へと貫流する。液体は未だ十分な角速度を維持しながら出口開口部５７から出る。この角速度は液体の底の分配トレイ１２上への広がりを改善する。緩衝板５８は確実に流体がミキサーを外側放射状方向に出るようにする。この緩衝板５８はミキサーが高速の噴流を底の分配トレイ１２に直接送ることを防いでいる。そのような噴流は底の分配トレイ１２上で液体レベルを乱し、そして液体を同伴するかもしれない。この緩衝板５８はさらに、流体が底の分配トレイ１２と合う前に反応槽の断面をわたる液体の広がりを改善することになる。

【００８９】

緩衝板３９、５８はそれぞれ図４Ｂおよび５Ｂに堅い板として示す。この緩衝板は円形、長円形、長方形、多角形などのような任意の形状でよい。緩衝板は平らである必要はない。平らではない緩衝板を使用することができる。この板には、緩衝板がミキサーから出る流体の速い速度を効果的に減じる限り、液体の底の分配トレイ１２へのおおまかな分布のために、穿孔、開口、煙突および／または堰を設けることができる。図１Ｂで、凹状の緩衝板が混合装置８と底の分配トレイ１２との間の必要な高さを下げることができることが多い。それは混合装置８と底の分配トレイ１２との間に与えられる高さについて、凹状の緩衝板は出口開口部の縁の下方で外側放射状の流れにより大きな流動面積を提供でき、それと同時に緩衝板の縁の下方で内側放射状の流れにより大きな流動面積を提供できるからである。これらの場所では、底の分配トレイ１２の上方の気体空間の圧力の差を最少にするために、そして底の分配トレイ１２上での気体と液体との分離を可能とするために、

大きな流動面積が必要とされる。

【００９０】

図４Ｃの接線流入口のオリフィス３６および図５Ｃの５６は、長方形として表す。接線流入口のオリフィスは、長円形、円形、長方形、三角形、多角形などのような多くの異なる形状を有することができる。また、接線流入口のオリフィスは上板３１、５１と底板３２、５２との間の高さ全体を占める必要はない。

【００９１】

接線流入口のオリフィスが上板と底板との間の高さ全体を占めていない本発明によるミキサーの例は、図６Ａ、６Ｂおよび６Ｃに示す。図６Ａは混合装置７０を上から見た図である。図６Ｂは図６Ａの線Ａ－Ａに沿った断面図であり、そして図６Ｃは図６Ａの線Ｂ－Ｂに沿った断面図である。混合装置７０は水平の円形上壁７１、水平の円形底壁７２、および垂直の円筒状側壁７３から構成されている。垂直の円筒状側壁７３は、上壁７１、底壁７２および側壁７３により定められる渦巻きボックスまたはチャンバー８２の直径を最大にするために、好ましくは反応槽の壁１４の一部分により構成されている。上壁７１には４つの入口開口部７４が提供されている。混合ボックス７０の内側に、曲がった壁７５、下の壁７６、および傾斜を付けた壁７７が配置されて、４つの接線流入口のオリフィス７８を形成する。底壁７２には中央出口開口部７９および垂直の円筒状堰８０が設けられている。出口開口部７９の下方に凹状の穿孔緩衝板８１が配置されている。

【００９２】

混合装置７０を通る意図する流れは、図６Ａ、６Ｂおよび６Ｃで矢印により示す。操作中、第一または上部触媒床２から出る気体および液体は、入口開口部７４を貫流する。次いで、この流体は、９０°回転し、そして接線流入口のオリフィス７８から渦巻きボックス８２へと通過する。冷却した低温流体を第一または上部触媒床２と入口開口部７４との間に加えてもよい。接線流入口のオリフィス７８での流速は高く、そして液体は気体に分散する。接線流入口のオリフィス７８からの流れは、渦巻きボックス８２に純粋（またはほぼ純粋）な接線方向（α＝０°）で入り、そしてこの流れの高い運動量が渦巻きボックス８２で激しい渦流を生じるために利用され、ここで接線流入口のオリフィス７８からの流れは互いに効果的に混合される。渦巻きボックス８２で渦巻いた後、流体は堰８０上に流れ出し、そして出口開口部７９へと流れ出る。液体は未だ十分な角速度を維持しながら出口開口部７８を出る。この角速度は液体の底の分配トレイ１２上への広がりを改善する。緩衝板８１は確実に流体がミキサー７０を外側放射状に出るようにする。この緩衝板８１はミキサー７０が高速の噴流を底の分配トレイ１２に直接送ることを防いでいる。そのような噴流は底の分配トレイ１２上で液体レベルを乱し、そして液体を同伴するかもしれない。この緩衝板８１はさらに、流体が底の分配トレイ１２と合う前に反応槽の断面をわたる液体の広がりを改善することになる。

【００９３】

再度、図１Ａおよび１Ｂを参照にして、触媒支持システムは、触媒スクリーン６および支持梁７から構成されている。触媒支持システムと混合装置８とは、別個の構造であるように示されている。しかしながら、本発明の混合装置を触媒支持システム６、７と一体型として構築してもよい。

【００９４】

混合ボックス自体は通常、その混合ボックスに及ぶ圧力降下に起因する力が吸収されるように、支持梁または他の構造が必要とされる。そのような支持梁またを構造はいずれの図面にも示していないが、それらを混合ボックスの上方または下方に配置したり、またはそれらは混合ボックスおよび流動バッフルと一体型の部分であることができる。

【００９５】

本発明のいずれの態様にも、小流量用排出穴を設けてもよい。

【００９６】

ミキサー３０、５０および７０を作成するために使用する金属板は一体型であることができるが、それらは通常、数個の板部分を集成して入口ノズル４を通る部分の通過を可能

とする。通常、ミキサーは点検や洗浄手順の間に容易に取り扱うために取り外し可能な数個の部品から構成され、そして混合ボックス３０、５０および７０へのヒューマンアクセスを提供することになる。

【００９７】

混合ボックス３０、５０および７０は一般に水平に近く、反応槽１の一方の端部からもう一方の端部に至るまでの混合ボックスの全体的な勾配が小さいことを意味している。混合ボックス３０、５０および７０の直径は、反応槽１の内径の５０～１００％であることが典型的であるが、好ましくはできる限り大きく、そして好ましくは１００％である。接線流入口のオリフィスの合わせた断面積は、上記式（ａ）で定めた$V_V^{Dispersed}$を越える空塔気体流速を得るように選択される。入口オリフィスの流れの方向と、接線方向との間の角度αは、一般に２５°未満であり、そして好ましくは０°に近い。入口の直径対出口開口部の直径の比D_i／D_0は、一般に２より大きく、そして好ましくは３より大きい。渦巻きボックスの高さH_sは、渦巻きボックス中で少なくとも１回の完全な平均流体回転（３６０°）、そして好ましくは少なくとも１．５回の平均流体回転（５４０°）が達成されるように選択する。渦巻きボックスの高さH_sは、小さい直径の反応槽には１００ｍｍ未満から、大きい直径の反応槽には５００ｍｍより上まで変動することができる。

【図１】

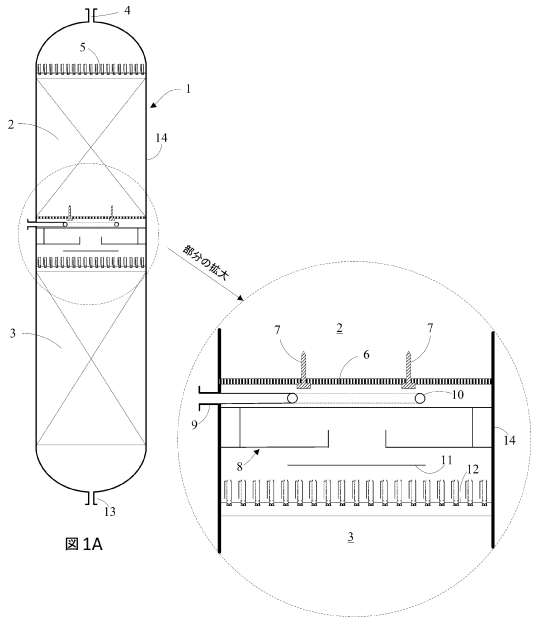

図1A

図1B

【図２Ａ】

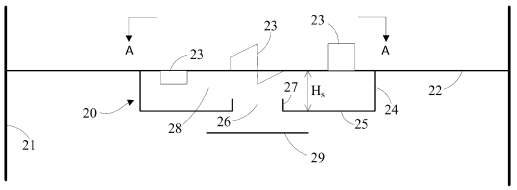

図2A（従来技術）

【図２Ｂ】

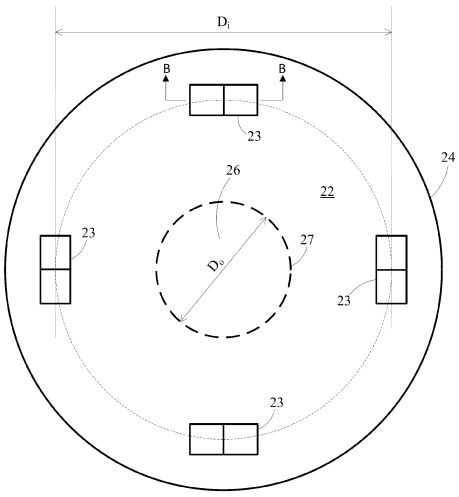

図2B（従来技術，図A–A）

【図２Ｃ】

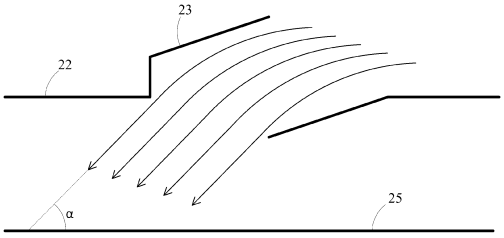

図2C（従来技術，B−B部分）

【図３Ａ】

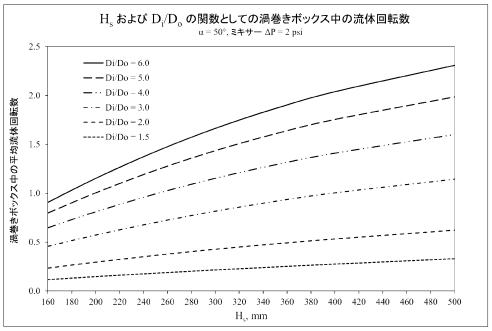

図3A

【図３Ｂ】

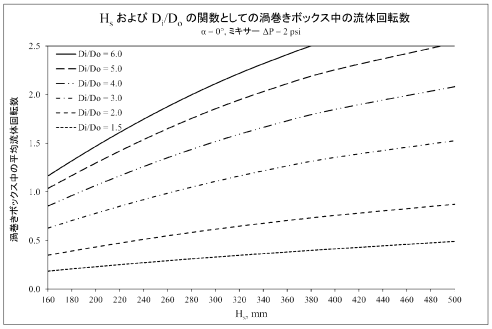

図3B

【図４Ａ】

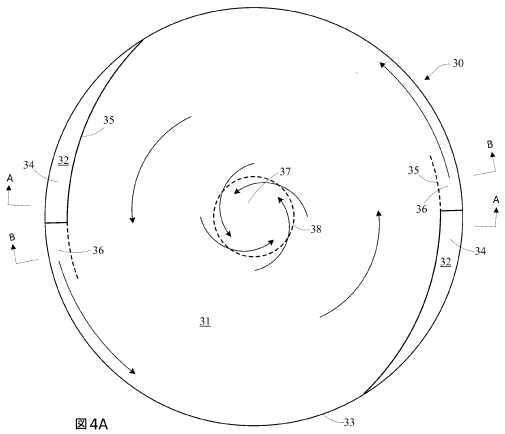

図4A

【図４Ｂ】

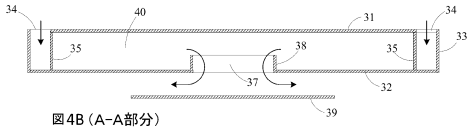

図4B（A−A部分）

【図４Ｃ】

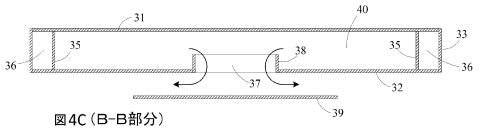

図4C（B−B部分）

【図５Ａ】

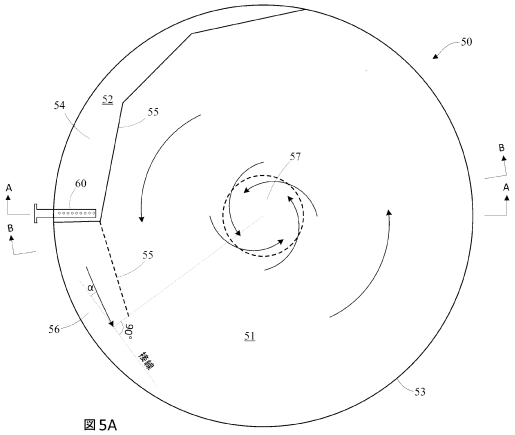

図5A

【図５Ｂ】

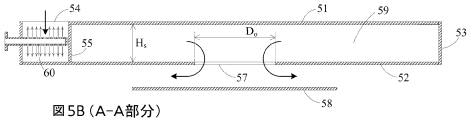

図5B（A−A部分）

【図５Ｃ】

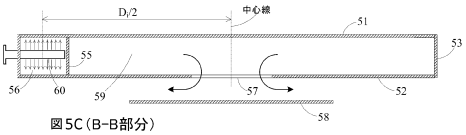

図5C（B−B部分）

【図６Ｂ】

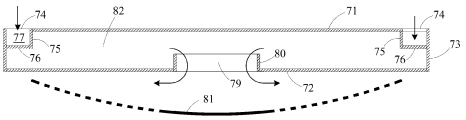

図6B（A−A部分）

【図６Ａ】

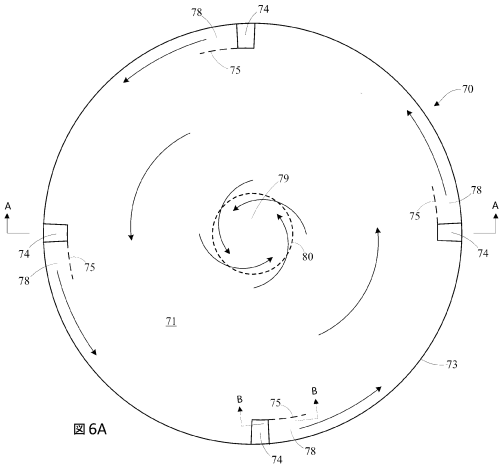

図6A

【図６Ｃ】

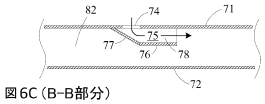

図6C（B−B部分）

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平９－０２４２６８（ＪＰ，Ａ）
特表平１０－５０２８７２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－１０４５８８（ＪＰ，Ａ）
特表２０１２－５２８００４（ＪＰ，Ａ）
米国特許第５７５６０５５（ＵＳ，Ａ）
米国特許第５９８９５０２（ＵＳ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１２／０２４１００６（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ０１Ｊ　４／００－４／０４
Ｂ０１Ｊ　８／００－８／４６
Ｂ０１Ｊ　１０／００－１０／０２
Ｂ０１Ｊ　１９／３０－１９／３２
Ｂ０１Ｊ　２１／００－３８／７４
Ｃ０７Ｂ　３１／００－６３／０４
Ｃ０７Ｃ　１／００－４０９／４４