

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4681183号  
(P4681183)

(45) 発行日 平成23年5月11日(2011.5.11)

(24) 登録日 平成23年2月10日(2011.2.10)

(51) Int.Cl.

F I

C O 7 C 27/00 (2006.01)  
 B O 1 J 8/02 (2006.01)  
 C O 7 C 45/35 (2006.01)  
 C O 7 C 47/22 (2006.01)  
 C O 7 C 51/235 (2006.01)

C O 7 C 27/00 3 3 0  
 B O 1 J 8/02 Z  
 C O 7 C 45/35  
 C O 7 C 47/22 G  
 C O 7 C 51/235

請求項の数 9 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-534499 (P2001-534499)  
 (86) (22) 出願日 平成12年11月3日(2000.11.3)  
 (65) 公表番号 特表2003-513056 (P2003-513056A)  
 (43) 公表日 平成15年4月8日(2003.4.8)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2000/010851  
 (87) 国際公開番号 W02001/032301  
 (87) 国際公開日 平成13年5月10日(2001.5.10)  
 審査請求日 平成19年8月17日(2007.8.17)  
 (31) 優先権主張番号 199 52 964.7  
 (32) 優先日 平成11年11月3日(1999.11.3)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 508020155  
 ビーエーエスエフ ソシエタス・ヨーロピア  
 BASF SE  
 ドイツ連邦共和国 ルートヴィヒスハーフェン (番地なし)  
 D-67056 Ludwigshafen, Germany  
 (74) 代理人 100061815  
 弁理士 矢野 敏雄  
 (74) 代理人 100094798  
 弁理士 山崎 利臣  
 (74) 代理人 100099483  
 弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 (メタ) アクロレインおよび/または(メタ) アクリル酸を生じる接触気相酸化法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一方の反応器端部に反応混合物の供給手段(1)および反対側の反応器端部に排出手段(2)を有し、反応器の内部に配置される、反応熱を排出するための熱交換器プレート(8)を有し、この熱交換器プレートを熱交換媒体が流動する反応器中で、触媒の存在で、 $C_3$ -または $C_4$ -前駆物質から(メタ)アクロレインおよび/または(メタ)アクリル酸を生じる連続的気相酸化法において、圧力下の蒸発冷却により反応熱を排出することを特徴とする、連続的気相酸化法。

【請求項 2】

反応混合物および熱交換媒体の並流を有する請求項 1 記載の方法。

10

【請求項 3】

くさび形の形状の熱交換器プレート(8)を有し、熱交換媒体が流動するプレート内部が反応混合物の流動方向に連続的に減少する請求項 1 または 2 記載の方法。

【請求項 4】

熱交換器プレート(8)が互いに完全にまたは部分的に長手方向に溶接されたまたはスポット溶接された金属シートから形成される請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 5】

同じ反応器の内部に充填されて、互いに平行に配向された平坦な長方形の金属シートが導入されており、その際それぞれの金属シートで、それぞれ 2 つの向かい合う辺は同じ方

20

向に直角に折り曲げられており、それぞれこれに続く金属シートの、互いに向かい合う他の2つの辺は、それぞれ直方体形の空間が形成されるように、同じ方向に、同じ間隔だけ直角に折り曲げられており、その際それぞれ隣接する空間を反応混合物もしくは熱交換媒体が交差方向に流動する請求項1または2記載の方法。

【請求項6】

熱交換器プレート(8)が互いに平行に配置されている請求項1から4までのいずれか1項記載の方法。

【請求項7】

熱交換器プレートの反応混合物に向う面が完全にまたは部分的に触媒被覆されている請求項1から6までのいずれか1項記載の方法。

10

【請求項8】

分離した熱交換媒体循環を有する、反応混合物流の方向に配置された2個以上の反応帯域を有する請求項1から7までのいずれか1項記載の方法。

【請求項9】

熱交換器プレート(8)が合体して2個以上のモジュールを形成している請求項1から8までのいずれか1項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、(メタ)アクロレインおよび/または(メタ)アクリル酸を生じる連続的気相酸化法に関する。(メタ)アクロレインは以下にアクロレインまたはメタクロレインを表し、同様に(メタ)アクリル酸はアクリル酸またはメタクリル酸の物質を表す。

20

【0002】

(メタ)アクロレインおよび(メタ)アクリル酸は重要な基礎化学物質である。

【0003】

(メタ)アクロレインおよび/または(メタ)アクリル酸を生じる気相酸化の公知の大量生産の方法(例えばドイツ特許出願公開第1962431号)は、一般に管底面の間に溶接された現在2800までの多くの数の反応管を有する管束反応器で実施される。この場合に有利には200~450の温度および必要な場合は過圧を使用する。反応管を不均一の酸化触媒で充填し、反応混合物が前記管を流動する。反応熱を取り出す、熱交換媒体、一般に塩溶融物、しばしば硝酸カリウム、亜硝酸ナトリウムおよび硝酸ナトリウムの混合物が反応器の内部の、反応管の間を流動する。

30

【0004】

これらの塩溶融物は約200~480の温度で、圧力をかけずに、静水圧プレス下に、主に熱を取り出す伝熱媒体として使用することができる。この塩を反応器入口および反応器出口の間で一般に平均して約2だけ加熱する。約20~60パールの圧力で水蒸気を発生することにより、塩を二次冷却循環で供給温度に再冷却する。管の周囲の塩の十分に高い流動速度により良好な熱伝達係数を達成するために、反応器中の塩を管に対して横流で方向転換を繰り返して、かつ反応ガスに対して向流で通過する。結果として反応器の塩溶融物に7までの半径方向の温度差が存在する。

【0005】

反応器の温度の調節は塩導入温度により行われ、この温度は全部の酸化を避けるために、反応器の最も高い温度の場所、ホットスポットで所望の標準的な反応が最も好ましく行われるほど十分に低く選択しなければならない。

40

【0006】

従ってこの種の反応器は、熱交換媒体の放射状の流れにより反応器横断面で等温線達成することができず、内部に配置された反応管と外部に配置された反応管との間の塩溶融物の半径方向の温度差が常に生じるという欠点を有する。これは特にホットスポット領域で、反応器を全体として稼働することができる最高温度を制限することが必要であり、このために熱交換媒体の多くの量の流れが必要であるという結果を伴って、不利であることがわかる。

50

## 【 0 0 0 7 】

他の欠点は、管束反応器の直径が管底面の寸法および質量により技術的な上限を有することである。従って装置の容量は反応器の長さを拡大することによってのみ増加することができる。しかし反応器の管中の触媒床の高さが増加すると、圧力損失が増加し、選択率に対する好ましくない作用を伴う。

## 【 0 0 0 8 】

管束反応器での公知方法はきわめて高い変換率の場合に温度の不均一性により選択率が著しく低下するという他の欠点を有する。これに対して全体として高い収率を達成するために、すべての反応管を一樣に変換率および選択率の値を最適にして稼働することが要求される。

10

## 【 0 0 0 9 】

触媒への副生成物の沈殿により、外部に存在する管は運転の経過中に大きな圧力損失を有する。これにより管のばらばらの流動が生じ、これは外部の管の低い変換率を生じる。この外部に存在する管での変換率の損失の他に更に内部に存在する管の高い流動を生じ、従って圧力の損失が増加し、収率が低下する。沈殿が管の先端に存在する場合でも、管全体の長さでの触媒床の反応率は損なわれる。

## 【 0 0 1 0 】

ドイツ特許第 1 9 7 5 4 1 8 5 号は例としてシリンダー状の反応器容器を有する反応器を記載し、その際反応器容器中に熱金属シートとして形成される熱交換器プレートが垂直に配向して反応器の穿孔した底部に並行に互いに決められた間隔で配置される。このプレートを冷却媒体が貫流し、冷却媒体は容器の頭部の部分で適当な装置を介して熱交換器プレートに供給され、容器底部の部分で適当な装置を介して熱交換器プレートから排出される。熱交換器プレートの間に冷却媒体に向流でガス状の反応媒体が導入され、容器の底部の部分に供給され、容器の頭部の部分で排出される。しかしこの刊行物はこの反応器を（メタ）アクロレインおよび／または（メタ）アクリル酸を生じる接触気相酸化に、特にそれぞれの主要生成物を生じる反応の選択率を、管束反応器中で実施する反応に比べて改良するために特に有利に使用できることは示されていない。

20

## 【 0 0 1 1 】

ドイツ特許出願公開第 1 9 7 1 9 3 7 5 号は、熱交換器プレート間の反応帯域に触媒が配置され、ガス状反応混合物が触媒を流動する、ガス状反応混合物反応器中のエチレンと酸素の気相接触酸化によりエチレンオキシドを製造する方法を記載する。エチレンオキシドを生じる接触気相酸化において触媒単位容積当たりかなり少ない量の熱が発生する。

30

## 【 0 0 1 2 】

本発明の課題は、特に熱交換媒体の費用に関して高い費用の有効性を有し、きわめて高い変換率および大きな容量を有する装置で改良された選択率を有する（メタ）アクロレインおよび／または（メタ）アクリル酸の製造方法を提供することである。

## 【 0 0 1 3 】

前記課題は、一方の反応器端部に反応混合物の供給手段および反対の反応器端部に排出手段および反応器の内部に配置された反応熱を排出する装置を有し、この装置を熱交換媒体が流動する反応器中で、触媒の存在で、 $C_3$  - または  $C_4$  - 前駆物質から（メタ）アクロレインおよび／または（メタ）アクリル酸を生じる連続的気相酸化法により解決される。

40

## 【 0 0 1 4 】

前記方法において反応熱を排出する装置は熱交換器プレートである。

## 【 0 0 1 5 】

意想外にも、エチレンオキシド製造に比較して触媒単位容積当たりの実質的に高い熱の発生およびエチレンオキシドの製造ではあまり重要でない考慮すべきホットスポットの問題にもかかわらず、（メタ）アクロレインおよび（メタ）アクリル酸を生じる接触気相酸化を熱交換器プレート間の反応空間で実施することができ、従って触媒床が反応器横断面に平面的に広がり、それにもかかわらず反応が調節可能であることが判明した。これにより（メタ）アクロレインおよび／または（メタ）アクリル酸の形成に関する選択率の予想

50

されない増加が達成された。

【0016】

原則的にすべての適当な $C_3$ -または $C_4$ -出発物質、特に $C_3$ -または $C_4$ -アルカン、 $C_3$ -または $C_4$ -アルケン、 $C_3$ -または $C_4$ -アルカノールおよび/または $C_3$ -または $C_4$ -アルカナールおよび/またはこれらの中間生成物、特に有利にはプロペン、アクロレイン、*t*-ブタノール、イソブテン、イソブタン、イソブチルアルデヒド、メタクロレイン、イソ酪酸またはメチル*t*-ブチルエーテルを出発化合物として製造することができる。更に気相酸化中に本来の $C_3$ / $C_4$ 出発化合物が中間生成物としてのみ形成される前記化合物のすべての中間生成物を使用することができる。メタクリル酸を製造するための例はメチル*t*-ブチルエーテルまたはイソ酪酸である。

10

【0017】

プロペンおよび/またはアクロレインから分子状酸素を使用してアクリル酸を生じる接触気相反応が特に有利である。

【0018】

この場合に200～450の温度および必要な場合は過圧を有利に使用する。有利に使用される不均一触媒は、第1段階（プロペンからアクロレインへの酸化）でモリブデン、ビスマスおよび鉄の酸化物を基礎とする酸化物多成分触媒および第2段階（アクロレインからアクリル酸への酸化）でモリブデンおよびバナジウムの酸化物を基礎とする酸化物多成分触媒である。出発物質としてプロパンを使用する場合は、米国特許第5510558号に記載されるような接触酸化脱水素により、中華人民共和国特許第1105352号に  
20  
記載されるような均一酸化脱水素により、または欧州特許第0253409号に記載されるような接触脱水素によりプロパンをプロペン/プロパン混合物に変換することができる。プロペン/プロパン混合物を使用する場合はプロパンは希ガスとして作用する。適当なプロペン/プロパン混合物は精製プロペン（プロパン70%およびプロパン30%）または分解プロペン（プロペン95%およびプロパン5%）である。原則的に前記の混合物のようなプロペン/プロパン混合物は酸素または空気または任意の組成の酸素と窒素の混合物を用いて酸化し、アクロレインおよびアクリル酸を生じることができる。

【0019】

接触気相酸化は純粋なアクリル酸でなく、アクリル酸のほかに二次成分として実質的に未反応のアクロレインおよび/またはプロペン、水蒸気、一酸化炭素、二酸化炭素、窒素、  
30  
プロパン、酸素、酢酸、プロピオン酸、ホルムアルデヒド、他のアルデヒドおよび無水マレイン酸を含有することができるガス状混合物を生じる。反応生成物混合物は、反応混合物の全量に対して、一般にアクリル酸1～30質量%、プロペン0.05～1質量%およびアクロレイン0.05～1質量%、酸素0.05～10質量%、酢酸0.05～2質量%、プロピオン酸0.01～2質量%、ホルムアルデヒド0.05～1質量%、アルデヒド0.05～2質量%、無水マレイン酸0.01～0.5質量%、および不活性の希ガス20～98質量%、有利には50～98質量%を含有する。特に希ガス100質量%に対して飽和 $C_1$ ～ $C_6$ -炭化水素、例えばメタンおよび/またはプロパン0～90質量%、および水蒸気1～30質量%、炭素の酸化物0.05～15質量%および窒素0～90質量%が  
40  
不活性の希ガスとして存在する。

【0020】

メタクリル酸はアクリル酸と同様に分子状酸素を使用する $C_4$ 出発化合物の接触気相反応により製造することができる。例えばイソブテン、イソブタン、*t*-ブタノール、イソブチルアルデヒド、メタクロレインまたはメチル*t*-ブチルエーテルの接触気相酸化により特に有利にメタクリル酸が得られる。使用される触媒は同様に遷移金属混合酸化物触媒（例えばMo、V、Wおよび/またはFe）である。特に適した方法は、メタクロレインから出発してメタクリル酸を製造する方法であり、特に*t*-ブタノール、イソブタンまたはイソブテンの気相接触酸化により、または欧州特許第0092097号によりホルムアルデヒドとプロピオンアルデヒドの反応によりメタクロレインを製造する場合である。従ってメタクリル酸を2段階で、（1）プロピオンアルデヒドとホルムアルデヒドを触媒とし  
50

て第二級アミンの存在で縮合し、メタクロレインを形成し、(2)メタクロレインを引き続き酸化してメタクリル酸を形成することにより製造することが可能である。

【0021】

アクリル酸を製造する場合と同様に、得られるメタクリル酸は純粋なメタクリル酸でなく、メタクリル酸のほかに二次成分として実質的に未反応のメタクロレインおよび/または水蒸気、一酸化炭素、二酸化炭素、窒素、酸素、酢酸、プロピオン酸、他のアルデヒドおよび無水マレイン酸を含有することができるガス状混合物である。本発明の方法は、特に反応混合物が全部の反応混合物に対してメタクロレイン0.02~2質量%およびそのほかは実質的にアクリル酸の製造と同じ相当する成分を含有する場合に使用される。

【0022】

反応器の形状は原則的に制限されない。通常のコリンドー状反応器を使用することができるが、平行管ブロックの反応器を使用することもできる。

【0023】

反応器の配向に関しても制限されない。反応器は原則的に任意の位置に配向することができるが、特にコリンドー状反応器の場合は垂直の配向が一般に有利である。

【0024】

本発明により、熱交換器プレートを用意した反応器を、(メタ)アクリル酸および/または(メタ)アクリル酸を生じる連続的気相酸化法に使用する。

【0025】

熱交換器プレートは供給ラインおよび排出ラインを用意した内部を有し、面積に対して少ない厚さを有する、大部分が平らな形状物である。熱交換器プレートは一般に金属シートから、しばしばスチールシートから製造する。しかしながら適用に依存して、特に反応媒体および熱交換媒体の特性に依存して特別の、特に耐腐食性の材料を使用することができる。熱交換媒体の供給手段または排出手段は一般に熱交換器プレートの反対側の端部に配置される。多くの熱を発生して反応を実施するための熱交換器プレートを有する反応器の場合は、前記反応は発熱反応および吸熱反応であることが可能である。

【0026】

本発明の方法に使用することができる熱交換媒体に関して基本的な制限はない。接触気相酸化の反応温度で液体の凝集状態であるかまたは部分的または完全に蒸発する無機および有機の液体の熱交換媒体を使用することができる。例えば熱交換媒体として熱媒油または塩溶融物を使用することが可能であるが、この情報は使用できる熱交換媒体の選択を制限しない。

【0027】

この場合に、接触気相酸化の反応温度で少なくとも部分的に蒸発する熱交換媒体を使用することが特に有利である。このために水が特に有利である。蒸発冷却を利用することにより、この場合に有効な熱の排出が保証され、凝集状態が変化しない熱交換媒体を使用する場合に比べて同じ量の熱を排出するために、必要な量の実質的な節約が達成される。

【0028】

熱交換器プレートの周囲の床に触媒が配置される場合は、局所的狭窄部分の場合に、反応ガスが狭窄部分を通過後、2つの熱交換器プレートの間全部の触媒横断面に反応ガスを再び分配し、全部の反応横断面が変換に貢献できる場合が有利である。

【0029】

蒸発冷却は並流法および向流法により行うことができる。下からの流れで並流で運転する間に、反応管の端部に対して熱の排出が少なく、高い温度水準の結果として全部の収率が増加するように、沸騰する液体の位置を付加的に調節することが可能である。

【0030】

蒸発冷却において、温度に依存して冷却媒体の側で、装置の冷却媒体側の相当する耐圧構造が必要とする所定の蒸気圧を設定する(水の場合に約20~120バールの範囲の値)。

【0031】

本発明により、反応混合物を一方の反応器端部で、反応器の内部に、熱交換器プレート間に供給し、反対側の反応器端部で排出する。反応混合物は反応器を、熱交換器プレート間の中間空間を流動する。従って反応混合物の連続的な横方向の混合が行われ、高い均一性が生じる。所定の変換のために、例えば管束反応器の反応管で反応を実施する場合のように、横方向の混合を保証しない方法と比べて実質的により良好な選択率を達成することができる。

【0032】

原則的に反応器中の熱交換器プレートの配置に関する制限はない。熱交換器プレートは、例えばらせん形に、同心状にまたは放射状に反応器に配置することができる。

【0033】

反応器を通過する熱交換媒体および反応混合物の並流が特に有利である。これは反応の初期の段階でホットスポットを有する反応の温度特性への良好な適応を保証する。

【0034】

特に有利に使用される熱交換器プレートはくさび形であり、すなわち熱交換媒体が流動するプレートの内部が有利には反応混合物の流動方向に連続的に減少する熱交換器プレートである。これらのくさび形の熱交換器プレートは、例えば2つの金属シートを互いに重ね合わせて配置し、間隔を増加して溶接することにより製造することができる。引き続きこれらのプレートをわずかに傾斜したインフレーション成形装置中で固く締め付け、予め決定した間隔に成形する。

【0035】

くさび形の熱交換器プレートを使用して反応の温度特性への適合を最適にすることができる。

【0036】

ほかの有利な実施態様において、熱交換器プレートを長手方向に完全にまたは部分的に溶接することができる。このためにそれぞれ2つの金属シートを互いに重ね合わせて配置し、長手方向の継ぎ目にローラーシーム溶接により溶接し、適当なインフレーション成形装置を使用して成形する。

【0037】

他の実施態様により、同じ反応器の内部に実質的に完全に充填されて、互いに平行に配向された平坦な長方形の金属シートが導入されており、それぞれ2つの金属シートで、それぞれ2つの向かい合う辺は同じ方向に直角に折り曲げられており、それぞれこれに続く金属シートの、互いに向かい合う他の2つの辺は、それぞれ直方体形の空間が形成されるように、同じ方向に、同じ間隔だけ直角に折り曲げられており、その際それぞれ隣接する空間を反応混合物もしくは熱交換媒体が交差方向に流動する。

【0038】

他の実施態様により、熱交換器プレートを反応器の長手方向に互いに平行に配置する。

【0039】

触媒を触媒成形体の形で熱交換器プレート間の中間の空間に導入することができる。触媒床の導入および交換は管束反応器の反応管に充填する場合に比べて容易であり、均一である。大きな結合した反応空間が形成され、触媒床の閉塞の危険が少ない。これは均一な変換を生じ、従って高い選択率を生じる。

【0040】

しかし触媒床び付加的にまたはその代わりに熱交換器プレートの反応混合物が流動する外部に触媒を被覆することも可能である。熱交換器プレートの実質的に平らな形により、熱交換器プレートは反応管と比べてより容易に被覆することができる。

【0041】

他の有利な実施態様により、熱交換媒体の別々の循環を有する2個以上の反応帯域を反応混合物の流動方向に配置することができる。この方法の変形は、第1処理工程で熱交換器プレートの第1スタックを介して反応熱を排出し、熱交換器プレートの第2スタックを介して中間冷却し、最後に第2酸化段階で、熱交換器プレートの第3スタックを介してアク

10

20

30

40

50

リル酸を生じ、熱を排出する、 $C_3$  出発物質からアクロレインへの２段階の酸化に特に適している。しかし熱交換器プレートの２つのスタックのみを有する１つの装置でアクリル酸を生じる、２段階の酸化を実施し、中間の冷却を省くことも可能である。

【 0 0 4 2 】

従って本発明の方法は、外部触媒床を有する冷却表面を使用することにより冷却媒体を反応ガスに対して並流でまたは向流で供給することができるという利点を有する。従って全部の反応器の個々の反応器横断面で均一な温度の分配が達成され、ホットスポット温度が全反応器横断面にわたり同じであり、改良された収率を生じる。

【 0 0 4 3 】

並流法による冷却を有するこの方法の変形は、ホットスポットに達する際の冷却媒体の温度がなお低く、冷却がきわめて有効であり、その結果搬送により循環する冷却剤の量をかなり減少できるので、特に有利である。

【 0 0 4 4 】

冷却媒体として沸騰する液体、特に水を使用する他の方法の変形は、熱の排出がかなり改良され、水の使用により付加的な二次的冷却媒体が必要でないという付加的な利点を有する。

【 0 0 4 5 】

熱交換器プレートは有利には合体して２つ以上のモジュールとすることができる。このモジュールは反応器横断面がきわめて均一に充填されるように配置すべきである。このモジュールは異なる幾何学的形状であってもよいが、有利には互いに同じ幾何学的形状であり、有利にはくさび形の形状である。製造の理由から個々の熱交換器プレートの最大の利用可能な幅が制限されるので、大きな反応器にとってモジュールの構成が特に有利である。この制限は複数のプレートモジュールを形成することにより克服することができる。他の利点は、プレートモジュールが個々に交換可能であり、個々のモジュールの意図的な触媒の交換が可能であることである。

【 0 0 4 6 】

本発明の解決手段は特に有利には（メタ）アクロレインおよび／または（メタ）アクリル酸を生じる連続的気相酸化法での高い負荷の運転を可能にする。本発明により熱交換器プレートに流動する熱交換媒体により反応熱を排出する。熱交換器プレートは互いにかかなり接近して配置することができる。約 10 ~ 30 mm、有利には 15 ~ 20 mm の範囲にプレート間隔を減少すると、反応媒体を良好に冷却することができ、熱の排出が改良され、ホットスポットが低下し、処理量、従って反応器の負荷量を従来の管束反応器に比べて増加することができる。

【 0 0 4 7 】

本発明を図面により詳細に説明する。

【 0 0 4 8 】

図面において、同じかまたは相当する部材は同じ参照符号で示す。

【 0 0 4 9 】

図 1 は本発明の方法を実施するために特に適した反応器の特に有利な実施態様の縦断面図である。

【 0 0 5 0 】

図 1 A は図 1 の反応器の横断面図である。

【 0 0 5 1 】

図 1 B は図 1 の反応器の熱交換器プレートの縦断面図である。

【 0 0 5 2 】

図 1 C は図 1 B の熱交換器プレートの溶接点の有利な配置を示す。

【 0 0 5 3 】

図 2 は本発明の方法を実施するために特に適した、反応混合物と熱交換媒体の並流を有する反応器の縦断面図である。

【 0 0 5 4 】

図 3 は本発明の方法を実施するために特に適した、反応混合物と熱交換媒体の向流を有する反応器の他の有利な実施態様の縦断面図である。

【 0 0 5 5 】

図 4 A は反応器プレートの構成を説明するための、図 4 に示された反応器の拡大した断面図である。

【 0 0 5 6 】

図 4 B は図 4 に示された反応器の横断面図である。

【 0 0 5 7 】

図 5 は例として 3 つの反応帯域を有する反応器の縦断面図である。

【 0 0 5 8 】

図 6 A は熱交換器プレートの 5 つのモジュールを有する反応器の横断面図である。

【 0 0 5 9 】

図 6 B は図 6 A の横断面図に示された反応器の縦断面図である。

【 0 0 6 0 】

図 1 の縦断面図に示される反応器は上方部分に反応混合物の供給手段 1 および反応器の下方部分に反応混合物の排出手段 2 を有するシリンダーの形状を有する。有利にはガス状の反応混合物は 5 で示される。特に有利にはくさび形の形状を有する熱交換器プレート 8 が反応器の内部に、その長手方向に配置されている。熱交換媒体が反応器プレートを流動し、供給手段 3 および分配器ライン 6 を介して導入し、収集ライン 7 および排出ライン 4 を介して排出する。図 1 A の横断面図は熱交換器プレート 8 の実質的に平行な配置を示す。

【 0 0 6 1 】

図 1 B および 1 C は熱交換器プレート 8 の有利なくさび形の形状および互いにスポット溶接された金属シートによるその形状を明らかに示す。

【 0 0 6 2 】

図 2 は例として反応混合物および熱交換媒体の並流を有する反応器の縦断面図を示す。図 2 は熱交換器プレート 8 において、熱交換媒体の液体の高さが特定の高さ、すなわちこれより高い場合に熱交換媒体が蒸発する高さにまでのみ達することを明らかに示す。従って蒸発冷却により熱の排出が行われる。

【 0 0 6 3 】

図 3 は例として反応混合物および熱交換媒体の向流を示す。

【 0 0 6 4 】

図 4 は平行管ブロックの反応器の縦断面図を示す。熱交換器プレート ( 8 ) の形状が図 4 A に示される断面図に拡大されて明らかに示される。図 4 B は図 4 に示される平行管ブロックの反応器の横断面図を示す。

【 0 0 6 5 】

図 5 に縦断面図で示される反応器は例として 3 つの反応帯域を有し、それぞれが熱交換媒体の別々の循環を有する。

【 0 0 6 6 】

図 6 A に横断面図でおよび図 6 B に縦断面図で示される反応器は例として 5 個の群の熱交換器プレート 8 を有し、該プレートは合体してモジュール 9 を形成している。図 6 A の図は横断面が実質的に均一に熱交換器プレートで充填されていることを示す。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の方法を実施するために特に適した反応器の特に有利な実施態様の縦断面図である。

【図 1 A】図 1 の反応器の横断面図である。

【図 1 B】図 1 の反応器の熱交換器プレートの縦断面図である。

【図 1 C】図 1 B の熱交換器プレートの溶接点の有利な配置を示す図である。

【図 2】本発明の方法を実施するために特に適した、反応混合物と熱交換媒体の並流を有する反応器の縦断面図である。

【図 3】本発明の方法を実施するために特に適した、反応混合物と熱交換媒体の向流を有

10

20

30

40

50



する反応器の他の有利な実施態様の縦断面図である。

【図 4】本発明の方法を実施するための平行管ブロックの反応器の縦断面図を示す。

【図 4 A】反応器プレートの構成を説明するための、図 4 に示された反応器の拡大した断面図である。

【図 4 B】図 4 に示された反応器の横断面図である。

【図 5】例として 3 つの反応帯域を有する反応器の縦断面図である。

【図 6 A】熱交換器プレートの 5 つのモジュールを有する反応器の横断面図である。

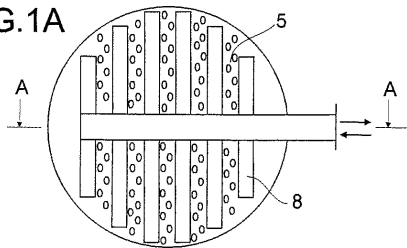
【図 6 B】図 6 A の横断面図に示された反応器の縦断面図である。

【符号の説明】

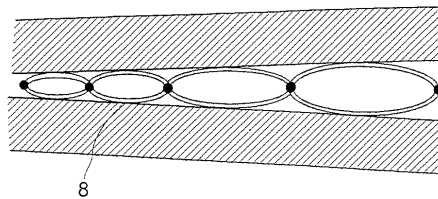
1 供給手段、 2 排出手段、 8 反応熱を排出する装置

10

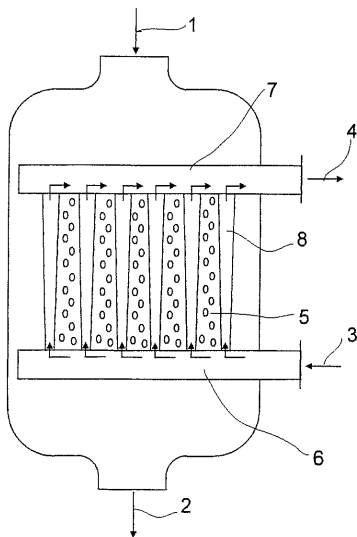
【図 1 A】  
FIG.1A



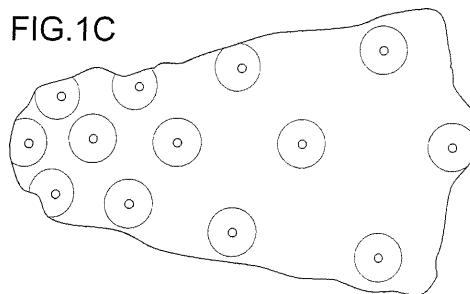
【図 1 B】  
FIG.1B



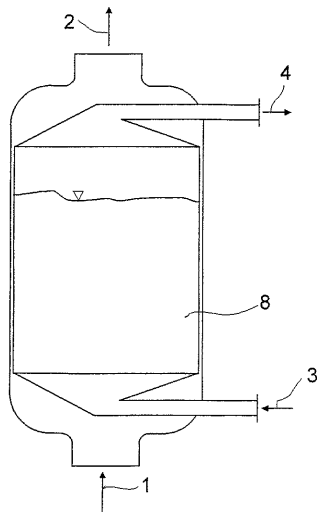
【図 1】  
FIG.1



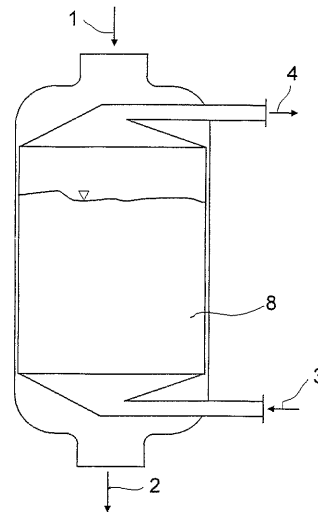
【図 1 C】  
FIG.1C



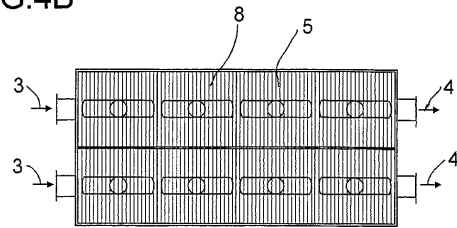
【図 2】  
FIG.2



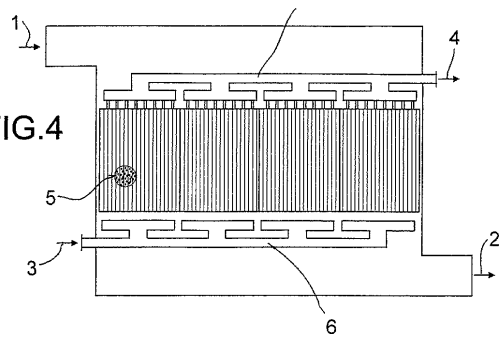
【図 3】  
FIG.3



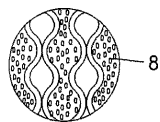
【図 4 B】  
FIG.4B



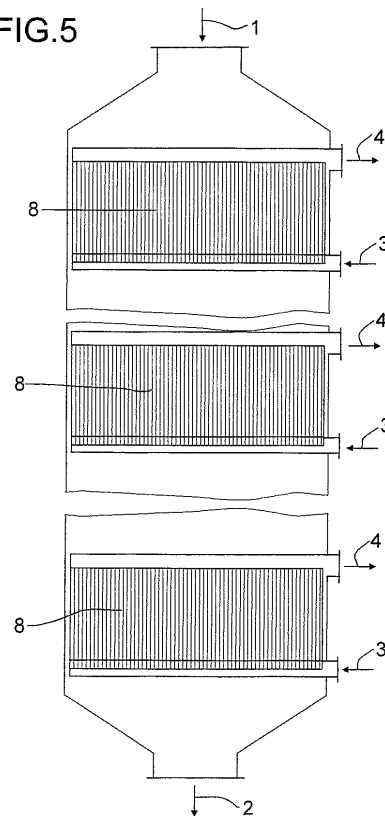
【図 4】  
FIG.4



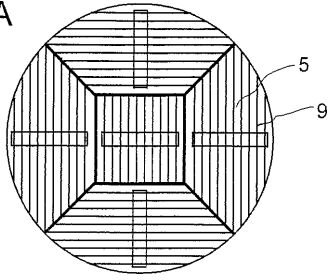
【図 4 A】  
FIG.4A



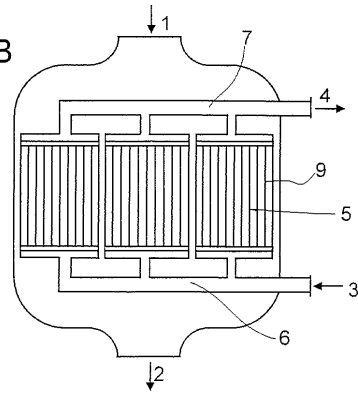
【図 5】  
FIG.5



【図 6 A】  
FIG.6A



【図 6 B】  
FIG.6B



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
**C 0 7 C 57/055 (2006.01)** C 0 7 C 57/055 A  
 C 0 7 B 61/00 (2006.01) C 0 7 C 57/055 B  
 C 0 7 B 61/00 3 0 0

(74)代理人 100114890  
 弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(74)代理人 230100044  
 弁護士 ラインハルト・アインゼル

(72)発明者 クラウス ヘッヒラー  
 ドイツ連邦共和国 ルートヴィッヒスハーフェン タウベンシュトラッセ 2 1

(72)発明者 オットー マッハハンマー  
 ドイツ連邦共和国 マンハイム シュヴァルトツヴァルトシュトラッセ 2 5

(72)発明者 ゲルハルト オルベルト  
 ドイツ連邦共和国 ドッセンハイム フランケンヴェーク 1 1

(72)発明者 ウーヴェ シュターベル  
 ドイツ連邦共和国 オッターシュタット パッペルシュトラッセ 3 1

(72)発明者 ペーター ツェーナー  
 ドイツ連邦共和国 ルートヴィッヒスハーフェン エーリヒ・ケストナー・シュトラッセ 1 5

審査官 増永 淳司

(56)参考文献 特開昭 5 9 - 1 0 9 2 4 2 ( J P , A )  
 米国特許第 0 7 0 9 0 8 0 7 ( U S , B 1 )  
 特開平 0 5 - 2 6 1 2 7 2 ( J P , A )  
 特開平 0 6 - 1 8 0 1 9 4 ( J P , A )  
 特開平 1 1 - 1 3 0 7 2 2 ( J P , A )  
 特開昭 6 2 - 0 2 2 9 9 4 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C07C 27/00  
 B01J 8/02  
 C07C 45/35  
 C07C 47/22  
 C07C 51/235  
 C07C 57/055  
 C07B 61/00  
 CA/REGISTRY(STN)