

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5260547号  
(P5260547)

(45) 発行日 平成25年8月14日(2013.8.14)

(24) 登録日 平成25年5月2日(2013.5.2)

(51) Int.Cl.

F I

**B O 1 J 8/02 (2006.01)**  
**B O 1 J 8/06 (2006.01)**  
**B O 1 J 8/00 (2006.01)**  
**B O 1 J 8/04 (2006.01)**

B O 1 J 8/02 Z  
 B O 1 J 8/06  
 B O 1 J 8/00 A  
 B O 1 J 8/04 3 1 1 Z

請求項の数 21 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-542012 (P2009-542012)  
 (86) (22) 出願日 平成19年12月14日(2007.12.14)  
 (65) 公表番号 特表2010-513005 (P2010-513005A)  
 (43) 公表日 平成22年4月30日(2010.4.30)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2007/063951  
 (87) 国際公開番号 W02008/074737  
 (87) 国際公開日 平成20年6月26日(2008.6.26)  
 審査請求日 平成22年12月13日(2010.12.13)  
 (31) 優先権主張番号 102006060507.1  
 (32) 優先日 平成18年12月19日(2006.12.19)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)  
 (31) 優先権主張番号 60/870,945  
 (32) 優先日 平成18年12月20日(2006.12.20)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(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 100099483  
 弁理士 久野 琢也  
 (74) 代理人 100112793  
 弁理士 高橋 佳大

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 混入装置中での流体出発物質の前混合を伴って触媒床で2つの流体出発物質の間で反応を実施するための反応器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体出発物質(2、3)の前混合を触媒床(4)への供給前に150ms未満の遅延時間にて混入装置(5)中で実施後、2つの流体出発物質(2、3)の間での反応を、触媒床(4)上で実施するための反応器(1)において、混入装置(5)が本質的に第1の流体出発物質流(2)の流入方向に対して横方向に配置されている次の要素：

第1の流体出発物質流(2)のための漏出断面積を $1/2 \sim 1/10$ に狭隘化する、2つまたは3つの連続配置された一連の管(6)の外側に乱流発生装置を備えた、2つまたは3つの連続配置された一連の管(6)、この場合前記管(6)の内部空間には、第2の流体出発物質流(3)が導通され、この第2の流体出発物質流(3)は、前記管(6)中の

開口(7)を介して第1の流体出発物質流(2)中に噴入され、ならびに

前記管(6)の上流の穿孔薄板(10)および

前記管(6)の下流の穿孔薄板(11)

から形成されていることを特徴とする、2つの流体出発物質(2、3)の間での反応を実施するための上記反応器(1)。

【請求項 2】

外側に乱流発生装置を備えた管(6)は、フィン付き管(12)であり、この場合乱流発生器は、フィン(9)として構成されており、管(6)中の開口(7)は、フィン(9)間のフィンピッチ(8)中に開口している、請求項1記載の反応器(1)。

【請求項 3】

フィン付き管(12)が、長手方向のストリップからなるフィン(9)を備えた、円筒状の外周を有する管(6)から形成され、前記フィンがこの管の外周上に螺旋状にストリップ長手縁部に沿って溶接され、および切り込みを入れてフィン基部(14)の切欠を備え、セグメント(13)を形成している、請求項1または2に記載の反応器(1)。

【請求項4】

セグメント(13)が、フィン基部(14)に対して角度をもってねじ曲げられている、請求項3記載の反応器(1)。

【請求項5】

フィン付き管(12)が、管(6)の長さ1m当たり100～300回のフィン(9)の折り返し点を有する、請求項1から4までのいずれか1項に記載の反応器(1)。

10

【請求項6】

管(12)が25～150mmの範囲内、有利に20～50mmの範囲内の外径を有する、請求項1から5までのいずれか1項に記載の反応器(1)。

【請求項7】

フィン(9)の高さと管(12)の外径との比が1/10～1/2の範囲内にある、請求項1から6までのいずれか1項に記載の反応器(1)。

【請求項8】

フィン(9)が0.3～1.5mmの範囲内の厚さを有し、セグメント(13)が3～12mmの範囲内、有利に4～8mmの範囲内の幅を有する、請求項1から7までのいずれか1項に記載の反応器(1)。

20

【請求項9】

フィン付き管(6)の第2の列の管がフィン付き管(6)の第1の列の管の間隙に配置されている、請求項1から8までのいずれか1項に記載の反応器(1)。

【請求項10】

フィン付き管(6)の3つの列を有し、該フィン付き管(6)の第3の列の管は、フィン付き管(6)の第2の列の管の間隙に配置されている、請求項9記載の反応器(1)。

【請求項11】

熱媒体がフィン付き管(6)の第2の列を貫流する、請求項1から10までのいずれか1項に記載の反応器(1)。

30

【請求項12】

熱媒体がフィン付き管(6)の第2の列とフィン付き管(6)の第3の列を貫流する、請求項1から10までのいずれか1項に記載の反応器(1)。

【請求項13】

フィン付き管(6)の第2の列が、任意の断面積の中実材料から形成されている、請求項11または12に記載の反応器(1)。

【請求項14】

フィン付き管(6)の第2の列とフィン付き管(6)の第3の列が、任意の断面積の中実材料から形成されている、請求項11または12に記載の反応器(1)。

【請求項15】

40

上流の穿孔薄板(10)中の開口(15)の直径が、2つの重なり合って続く折り返し点間のフィンの内法スパンの半分よりも短い、請求項1から14までのいずれか1項に記載の反応器(1)。

【請求項16】

混入装置(5)への第1の流体出発物質流(2)の流入方向に対して垂直方向に全横断面積に対する穿孔薄板中の開口(15)の自由面積の総和として定義された上流の穿孔薄板(10)中の開口比が0.5以下、有利に0.3以下である、請求項1から15までのいずれか1項に記載の反応器(1)。

【請求項17】

穿孔薄板厚と穿孔薄板(10、11)中の開口(15、16)の直径との比が0.75

50

～ 2 . 0 の範囲内にある、請求項 1 から 1 6 までのいずれか 1 項に記載の反応器 ( 1 ) 。

【請求項 1 8】

下流の穿孔薄板 ( 1 1 ) 中の開口 ( 1 6 ) の直径が上流の穿孔薄板 ( 1 0 ) 中の開口 ( 1 5 ) の直径より大きいかまたはこの直径に等しい、請求項 1 から 1 7 までのいずれか 1 項に記載の反応器 ( 1 ) 。

【請求項 1 9】

下流の穿孔薄板 ( 1 1 ) から触媒床 ( 4 ) 中への反応混合物の入口までの距離が下流の穿孔薄板 ( 1 1 ) 中の開口 ( 1 6 ) の直径の 5 ～ 2 0 倍に相当する、請求項 1 から 1 8 までのいずれか 1 項に記載の反応器 ( 1 ) 。

【請求項 2 0】

高められた温度で耐酸化性および場合によっては耐炭化性である材料が管 ( 6 ) および穿孔薄板 ( 1 0 、 1 1 ) のための材料として使用されている、請求項 1 から 1 9 までのいずれか 1 項に記載の反応器 ( 1 ) 。

【請求項 2 1】

請求項 1 から 2 0 までのいずれか 1 項に記載の反応器 ( 1 ) 中の触媒床 ( 4 ) 上で 2 つの流体出発物質 ( 2 、 3 ) 間の化学反応を実施するための方法において、殊にオキシ脱水素化を実施するために、第 1 の流体出発物質流 ( 2 ) が反応ガス混合物であり、第 2 の流体出発物質流 ( 3 ) が酸素含有ガス流であることを特徴とする、請求項 1 から 2 0 までのいずれか 1 項に記載の反応器 ( 1 ) 中の触媒床 ( 4 ) 上で 2 つの流体出発物質 ( 2 、 3 ) 間の化学反応を実施するための方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、混入装置中での流体出発物質 ( die fluide Edukte ) の前混合を伴って触媒床で 2 つの流体出発物質の間で反応を実施するための反応器、反応器のための混入装置ならびに使用に関する。

【 0 0 0 2 】

化学的処理技術においては、一連の方法が存在し、それによれば、2 つの流体出発物質は、前混合され、引続き触媒床上で反応される。この場合、むらのない反応経過には、しばしば 1 5 0 m s 未満または 5 0 m s 未満のしばしば極めて短く許容される滞留時間でできるだけ均一な前混合が必要とされ、その後には反応混合物は、触媒と接触し、この触媒は、反応の推移による制御を受ける。

【 0 0 0 3 】

要求の多い課題を解決するために、極めて短い時間でできるだけ高度な混合物が達成される、即ちできるだけ僅かな構造高さ  $L / D$  が達成される混入装置が必要とされ、この場合  $L$  は、主要流体の流動方向での混入装置の長さを示し、 $D$  は、主要流体の流動方向に対して垂直方向での触媒床の流入面積を示す。

【 0 0 0 4 】

軸線方向、即ち混入装置の長手軸の方向に貫流される反応器のための公知の混入装置は、有利な場合には 4 の構造高さ  $L / D$  が達成される。この種の装置は、例えばドイツ連邦共和国特許出願公開第 1 0 2 0 0 4 0 2 4 9 5 7 号明細書の記載から公知であり、それによれば、触媒床が配置されている軸線流反応器中で反応ガスは、軸線方向に、即ち反応器の長手方向にガス貫流管の管束上に噴入され、このガス貫流管は、管底面の両端面に固定されており、酸素用の入口開口が備えられており、この酸素は、ガス貫流管を包囲する中間空間内に導入される。

【 0 0 0 5 】

これとは異なり、本発明の課題は、2 つの流体出発物質の間での前混合工程で同じ流体出発物質の供給前に触媒床上で殆んど 1 0 0 % の混合物を、主要流体の流れ方向に混入装置の著しく減少された長さで、ひいては極めて短い滞留時間の維持下に提供する、1 つの反応器および 1 つの混入装置を提供することであった。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 6 】

この課題は、混入装置が本質的に第 1 の流体出発物質流の流入方向に対して横方向に配置されている次の要素：

第 1 の流体出発物質流のための漏出断面積を  $1 / 2 \sim 1 / 10$  に狭隘化する、2 つまたは 3 つの連続配置された一連の管の外側に乱流発生装置を備えた、2 つまたは 3 つの連続配置された一連の管、この場合前記管の内部空間には、第 2 の流体出発物質流が導通され、この第 2 の流体出発物質流は、前記管中の開口を介して第 1 の流体出発物質流中に噴入され、ならびに

前記管を上流の穿孔薄板および

前記管を下流の穿孔薄板

から形成されていることによって特徴付けられる、2 つの流体出発物質の間での反応を、触媒床上で流体出発物質の前混合を伴って触媒床への供給前に  $150 \text{ ms}$  未満の遅延時間で混入装置中で実施するための反応器によって解決される。

## 【 0 0 0 7 】

1 つの好ましい実施態様において、熱交換器として公知で市販のフィン付き管を使用することにより、フィン間のフィンピッチ (Rippengaenge) 中に開口を設けて同じフィン付き管を僅かに変形することによって、第 1 の流体出発物質流が本質的にフィン付き管に対して横方向に噴入されかつ第 2 の流体出発物質流がフィン付き管の内部空間を通じてフィンピッチ中の開口を経て第 1 の流体出発物質流中に噴入されて、フィン間のフィンピッチの中間空間を高い乱流を有する殆んど理想的な混合室として利用することが可能であることが見い出された。

## 【 0 0 0 8 】

周知のように、非固体の連続体の流動技術的原則に従う全ての液体、蒸気およびガスは、流体と呼ばれる。流体出発物質は、本明細書中では殊にガス状または液体の出発物質、有利にガス状の出発物質である。流体出発物質は、それぞれ 1 つまたはそれ以上の物質を含むことができる。

## 【 0 0 0 9 】

しばしば、2 つの流体出発物質の体積流は、著しく異なり、このことは、混合の課題を相応して困難にする：第 2 の流体出発物質の質量の流れは、殊に、第 1 の流体出発物質の質量の流れの  $1 \sim 30\%$  であってもよいが、または同じ第 1 の流体出発物質の質量の流れの  $5 \sim 20\%$  であってもよい。

## 【 0 0 1 0 】

触媒床は、触媒固体粒子から形成されており、即ち流体出発物質に関連して不均一な触媒が重要である。触媒固体粒子は、有利に触媒固定床を形成することができるか、またはもう 1 つの好ましい実施態様において触媒移動床を形成することができる。

## 【 0 0 1 1 】

触媒床ならびに触媒堆積物は、円筒状で垂直に立つ反応器中で水平方向の位置または垂直方向の位置に導入されていてよい。この場合には、多数の触媒床も重要である。一般に流動能を有する (rieselfaehige) 成形体としての触媒は、保持装置、例えば触媒用かご中に導入されていてよい。更に、好ましくは、保持装置は、担持格子 (Tragrosten)、スクリーン用織物、エッジ溝付きスクリーン (Kantenspaltsieben) 等から形成されていてよい。

## 【 0 0 1 2 】

反応ガス混合物は、触媒床を同じ触媒床の流入面の側から進入し、流出面を経て触媒床を離れる。

## 【 0 0 1 3 】

本発明によれば、触媒床の流入面の上流には、反応させるべき流体出発物質のための混入装置が設けられており、この混入装置は、次の要素を含む：

2 つまたは 3 つの連続配置された一連の管の外側に乱流発生装置を備えた、2 つまたは 3 つの連続配置された一連の管ならびに

10

20

30

40

50

前記管を上流の穿孔薄板および  
前記管を下流の穿孔薄板。

【0014】

混入装置中で、流体出発物質は、前混合される。前混合は、本明細書中では触媒床への入口より前方での混合である。

【0015】

管の外側に配置された乱流発生装置は、多種多様の幾何学的形状の造形物であることができ、この場合、この乱流発生装置が管の周囲を流れる流体中で乱流を増大させることは、本質的なことである。好ましくは、静的混合装置のために公知であるか、または蒸留塔のパッキング要素としても公知である要素が重要であるか、或いは例えば交差された薄板ストリップが重要である。

10

【0016】

同じ管の外側に乱流発生装置を備えた管は、有利にフィン付き管である。

【0017】

フィン付き管は、化学的処理技術的に公知であり、殊に熱交換管として使用される。フィン付き管およびその製造は、例えばドイツ連邦共和国特許出願公開第1950246号明細書またはドイツ連邦共和国特許出願公開第2131085号明細書中に記載されている。

【0018】

フィン付き管は、円筒状の外周を備え、一般に同じ管の長手縁部に沿って溶接することによって前記外周上に施こされた長手方向のストリップ、即ちフィン、を備えた管、一般に金属管から形成されている。フィンは、しばしば渦巻き状または螺旋状に管の外周上に存在するが、しかし、同じ管の長手方向に取り付けられていてもよい。このフィンは、通常、一貫して平滑な表面を有するが、しかし、穿孔されていてもよい。このフィンは、一貫しているが、しかし、好ましくは、セグメントの形成下にフィンの基部にまで切り込みが入っていてもよい。切り込みが入れられたフィンは、乱流の増大に特に好適である。この場合、セグメントは、例えば長方形、台形等の形の異なる幾何学的形状を有することができる。セグメント間での切り込みは、材料損失を有するかまたは材料損失なしに実施されてよい。特に有利には、セグメントは、フィン基部に対して角度をもってねじ曲げられていてもよいし、傾斜して形成されていてもよく、始動角度により乱流は、殊にフィン間の範囲内、即ちフィンピッチで増大され、相応して混合作用は、改善される。

20

30

【0019】

管の長手方向に亘るフィンの緻密な配置は、好ましく、殊に管の長さ1 m当たり100～300回のフィンの折り返し点が設けられていてよい。

【0020】

好ましくは、25～150 mm、殊に20～50 mmの範囲内の外径を有する管が使用される。

【0021】

管の外径に対するフィンの高さは、有利に $1/10 \sim 1/2$ の範囲内にある。

【0022】

フィンの厚さは、有利に0.3～1.5 mmであることができる。

40

【0023】

切り込みが入れられたフィンの場合には、3～12 mm、有利に4～8 mmの幅を有するセグメントを形成させることは、有利である。

【0024】

管は、例えば円形、卵形または多角形、例えば三角形の全ての横断面を有することができる。

【0025】

フィン付き管は、列をなして互いに平行に配置されており、この場合フィン付き管の列は、1つの平面内に存在してもよいし、円の半径に沿って配置されていてもよい。

50

## 【 0 0 2 6 】

フィン付き管の配置は、殊に反応器中で意図される流れの操作に依存する：  
しばしば円筒状の反応器の長手方向の軸線の方に反応混合物の貫流を有する軸方向の流れの装置の場合には、単数の触媒床または複数の触媒床は、水平方向に反応器の横断面に沿って配置されている。相応して、混入装置の一部分を形成するフィン付き管の列は、本質的に触媒床に対して平行に反応器の横断面の平面内に配置されていなければならない。

## 【 0 0 2 7 】

反応ガス混合物の半径方向への流動方向を有する半径方向流反応器の場合、1つまたはそれ以上の触媒床は、前記床の厚さに相当する肉厚を有する中空円筒体の形で適当な収容装置中、例えばかご中に配置されている。内側での外側でもよい、触媒床の流入側には、触媒床に対して同心的な円形リングに沿ってフィン付き管が配置されている。

10

## 【 0 0 2 8 】

2つまたは3つの列のフィン付き管は、本発明による混合の課題に適していることが判明した。

## 【 0 0 2 9 】

1つの好ましい実施態様において、第2の流体出発物質流の組成は、個々のフィン付き管の列において異なっていてよい。殊に、第1のフィン付き管列には、特定の組成を有する第2の流体出発物質流が導入されてよく、フィン付き管の第2の列には、それとは異なる組成を有する第2の流体出発物質流が導入されてよい。

## 【 0 0 3 0 】

この場合、フィン付き管の第2の列を第1の列に対して間隙をおいて配置し、ならびに3つのフィン付き管列の場合には、第3のフィン付き管列を間隙をおいて第2のフィン付き管列に対して配置することは、有利である。フィン付き管の第2の列および場合によってはフィン付き管の第3の列は、有利に熱媒体によって貫流されていてよい。また、フィン付き管の第2の列および場合によってはフィン付き管の第3の列を任意の断面積の完全材料から構成することは、可能である。

20

## 【 0 0 3 1 】

フィン付き管列の内部には、同じ幾何学的形状のフィン付き管を使用すべきであるが、しかし、この幾何学的形状は、フィン付き管列の内部で変化してもよい。

## 【 0 0 3 2 】

フィン付き管は、このフィン付き管を形成する管の外周でフィンピッチ1個当たりのフィン間のフィンピッチにおいて、フィン付き管列中でそれぞれ隣接したフィン付き管に対して最も少ない間隔を有する個所でそれぞれ2つの直径方向に対向した開口を有する。この開口を通じて、第2の流体出発物質は、フィン付き管の間のフィンピッチにおいて第1の流体出発物質中に噴入される。従って、フィンピッチには、殊にセグメント状に切り込みを入れられたフィンの場合に高度な乱流を有する、数多くの微細な目盛りを有する混合室が使用され、この場合この効果は、フィンセグメントの制限された適用によってなお増大させることができる。それによって、顕著な混合物がミクロ範囲内で達成される。

30

## 【 0 0 3 3 】

フィン付き管の内部空間内には、適当な間隔をもって同じ差込管の外周に配置された流出開口を有する同心の差込管がそれぞれ有利に設けられており、第2の流体出発物質流の予めの分配が管長に亘って保証され、ひいては同じ第2の流体出発物質流の十分な温度平衡も保証される。

40

## 【 0 0 3 4 】

有利に、第2の流体出発物質流は、主要分配器としてのリング状導管を介して、特に有利には2つのリング状導管を介して主要分配器のそれぞれの端部でフィン付き管中に均一に供給される。

## 【 0 0 3 5 】

更に、有利には、上記のリング状導管は、その側で有利に上記のリング状導管の外側のよりいっそう大きな直径および装置を有するそれぞれ他の付加的なリング状導管を介して

50

供給されることができる。

【 0 0 3 6 】

フィン付き管列には、同様に殊に軸方向流反応器の場合には、第 1 の流体出発物質流の流入方向に対して横方向に、ひいては本質的にフィン付き管列から形成された平面に対して平行に穿孔薄板が配置されているか、或いは殊に半径方向流反応器の場合には、フィン付き管列に対して同心の円形リング上に穿孔薄板が配置されている。

【 0 0 3 7 】

上流の穿孔薄板は、開口を有し、この開口の全面積は、有利に第 1 の流体出発物質流の供給管の横断面積に対して 0 . 5 未満であるかまたは 0 . 5 に等しく、殊に 0 . 3 未満であるかまたは 0 . 3 に等しい。

10

【 0 0 3 8 】

上流の穿孔薄板は、有利に第 1 のフィン付き管列の進出流面に対して、上流の穿孔薄板中の開口の直径の 7 倍ないし 2 0 倍であることが意図されている。

【 0 0 3 9 】

上流の穿孔薄板中の開口の直径は、有利には、2 つの重なり合って続く折り返し点間のフィンの内法スパンの半分よりも短い。

【 0 0 4 0 】

殊に、軸方向流反応器の場合、ガス流が反応器の横断面に亘って十分に均一に分配されることが保証されている場合には、上流の穿孔薄板は省略することができる。

【 0 0 4 1 】

20

混入装置は、同じ混入装置の流出方向で、直径が上流の穿孔薄板の直径より大きいかまたはこの直径と等しい開口を備えた、下流の第 2 の穿孔薄板を有する。

【 0 0 4 2 】

穿孔薄板としては、主に任意の横断面を有する平坦な構成部材が挙げられる。

【 0 0 4 3 】

穿孔薄板中の開口の直径に対する、2 つの穿孔薄板、即ち上流の穿孔薄板と下流の穿孔薄板の厚さの比は、有利に 0 . 7 5 ~ 2 . 0 の範囲内にある。

【 0 0 4 4 】

下流の穿孔薄板は、有利にフィン付き管の最後の列の流出面からフィン付き管列の最後のフィン付き管の直径の 0 . 7 5 ~ 2 倍の距離で意図的に配置されている。

30

【 0 0 4 5 】

下流の穿孔薄板は、有利に触媒床への入口に対して該穿孔薄板の開口の直径の 5 ~ 2 0 倍の距離で離れている。

【 0 0 4 6 】

フィン付き管および穿孔薄板のための材料は、有利に特殊鋼であり、高められた温度で耐酸化性および場合によっては耐炭化性である材料は、特に有利である。

【 0 0 4 7 】

混入装置は、本質的に第 1 の流体出発物質流の流動方向に対して横方向に配置されている。それについては、第 1 の流体出発物質流は、混入装置の主要面に対して法線の方に供給され、この主要面は、軸線流反応器の場合と同様に平坦であることができるか、または半径方向流反応器の場合と同様に湾曲していてもよいものと理解される。しかし、本質的には、横方向に、法線のずれは、 $\pm 5^\circ$  または  $\pm 10^\circ$ 、または  $\pm 30^\circ$  である。

40

【 0 0 4 8 】

混入装置は、構造深さで、即ち 1 0 0 ~ 2 0 0 m m の範囲内の前接続された穿孔薄板と後接続された穿孔薄板との間の間隔で、2 0 ミリバールの程度の大きさの第 1 の流体出発物質流、しばしば反応ガスの圧力損失および約 5 0 ~ 1 0 0 ミリバールの範囲内の第 2 の流体出発物質流、しばしば安全性の理由から或る程度の過圧でなければならない酸素含有流の圧力損失で殆んど 1 0 0 % の混合物を達成することができる。

【 0 0 4 9 】

第 1 の流体出発物質流中への第 2 の流体出発物質流の極めて多数の噴入個所は、 $1 \text{ m}^2$

50

当たり 1 0 0 0 0 個の噴入個所の程度の大きさで達成される。

【 0 0 5 0 】

また、本発明の対象は、前記の要素：乱流発生装置を備えた、2 つまたは 3 つの一連の管、殊にフィン付き管、前接続された穿孔薄板および後接続された穿孔薄板から形成されている、前記反応器のための混入装置である。

【 0 0 5 1 】

前記の反応器および混入装置は、殊に第 1 のガス状反応混合物と酸素含有ガス流、例えば空気との反応の実施、殊に炭化水素、例えばプロパンまたはブタンのオキシ脱水素化の実施、天然ガスと空気との部分酸化、脱硫、接触分解または一般に化学変換として公知の反応に適している。

10

【 0 0 5 2 】

また、本発明の対象は、本質的に第 1 の流体の流入方向に対して横方向に配置された、上記の混入装置の次の要素：

第 1 の流体出発物質流のための漏出断面積を  $1 / 2 \sim 1 / 10$  に狭隘化する、2 つまたは 3 つの連続配置された一連の管の外側に乱流発生装置を備えた、2 つまたは 3 つの連続配置された一連の管、この場合前記管の内部空間には、第 2 の流体または他の流体が導通され、この第 2 の流体または他の流体は、前記管中の開口を介して第 1 の流体出発物質流中に噴入され、ならびに

前記管の上流の穿孔薄板および

前記管の下流の穿孔薄板

20

から形成されている、2 つまたはそれ以上の流体のための静的混合装置である。

【 0 0 5 3 】

混合装置は、混合すべき流体の種類に制限されていない。流体は、殊にガスまたは液体、有利にガスであることができる。混合すべき流体は、それぞれ 1 つまたはそれ以上の物質を含むことができる。これらの物質は、化学的に互いに反応する必要はない。

【 0 0 5 4 】

混合装置は、混入装置に対して前記した全ての実施態様を有することができる。

【 0 0 5 5 】

殊に、混合装置は、規格部品で構成されており、即ち 2 つまたは 3 つの順次に配置された列での管の数は、必要に応じて実際に任意に拡張することができ、したがって数  $\text{cm}^2$  ないし任意の大きさ、例えば数  $100 \text{ m}^2$  の流入面積を使用することができる。

30

【 0 0 5 6 】

静的混合装置は、安価にエネルギー的に有利に市販の要素から製造可能である。この静的混合装置は、2 つまたはそれ以上の流体の超短い混合時間、50 ms 未満、を有する高度に均一な (99.9% を上回る混合物) 混合に対して僅かな構造高さを有する。

【 0 0 5 7 】

本発明を次に図面および実施例を用いてより詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 8 】

【図 1 A】内側から外向きの第 1 の流体出発物質流の流れ方向を有する本発明による半径方向流反応器を円形セグメント状の扇形で示す略図。

40

【図 1 B】図 1 A と同様の図であるが、しかし、外側から内向きの第 1 の流体出発物質流の流れ方向を有する略図。

【図 2 A】フィン付き管を示す詳細図。

【図 2 B】フィン付き管の構成に対してフィンおよび作業ピッチを示す詳細図。

【図 2 C】フィン付き管の横断面を示す略図。

【図 3】フィン付き管を示す斜視図。

【図 4 A】フィン付き管の好ましい実施態様を長手方向の断面図で示す略図。

【図 4 B】フィン付き管を断面図で示す略図。

【図 5 A】内側から外向きの流れの操作を有する本発明による半径方向流反応器の好まし

50



い実施態様を示す略図。

【図 5 B】図 5 A の半径方向流反応器の断面図を示す略図。

【図 5 C】外側から内向きの流れの操作を有する本発明による半径方向流反応器の他の実施態様を示す略図。

【図 6】本発明による半径方向流反応器の他の好ましい実施態様を示す略図。

【図 7 A】本発明による軸方向流反応器の好ましい実施態様を示す略図。

【図 7 B】混入装置の一部を示す略図。

【図 8】混合物を測定するための試験モジュールを示す長手方向の断面図。

【 0 0 5 9 】

図において、同じ符号は、それぞれ同じかまたは相当する特徴を示す。

10

【 0 0 6 0 】

図 1 A は、反応器の内部空間を介する第 1 の流体の流れ 2 の供給および反応器外被での前記反応器の流出流を有する、本発明による半径方向流反応器 1 の第 1 の実施態様による円形セグメントを横断面で示す。第 1 の流体出発物質流 2 は、2 列のフィン付き管 1 2 を含む混入装置 5 に対して垂直方向に衝突し、この場合このフィン付き管は、間隙に配置され、流れ方向に第 1 の穿孔薄板 1 0 を前接続しかつ第 2 の穿孔薄板 1 1 を後接続している。2 列のフィン付き管 1 2 ならびに上流の穿孔薄板 1 0 および下流の穿孔薄板 1 1 は、それぞれ同心の円形リング上に配置されている。混入装置 5 中で前混合される反応混合物は、引続き触媒床 4 を貫流する。

【 0 0 6 1 】

20

図 1 B には、もう 1 つの本発明による半径方向流反応器の円形セグメントが断面で示されているが、しかし、図 1 A とは異なっており、外側から内向きに第 1 の流体出発物質流 2 の流れの操作を有している。相応して、2 列のフィン付き管 1 2 ならびに上流の穿孔薄板 1 0 および下流の穿孔薄板 1 1 を含む混入装置 5 が存在し、それというのも、この混入装置は、触媒床 4 の上流で触媒床 4 に対して大きな半径を有する円形リングに沿って配置されているからである。

【 0 0 6 2 】

図 2 A ~ 2 C は、フィン付き管 1 2 のフィン 9 間のフィンピッチ 8 中に直径方向に対向配置された開口 7 を備えたフィン付き管 1 2 の詳細図を示す。この中で図 2 B は、フィン基部 1 4 にまでセグメント 1 3 中に切り込みを入れることによって分割されたフィン 9 を示し、図 2 C は、管 6、フィンピッチ 8 およびセグメント 1 3 を有するフィン付き管 1 2 の横断面図を示す。

30

【 0 0 6 3 】

図 3 は、管 6 および螺旋状に取り付けられたフィン 9 を備えたフィン付き管 1 2 の斜視図を示し、この場合このフィン 9 は、直行するフィン基部 1 4 の切欠を有するセグメント 1 3 に分割されている。

【 0 0 6 4 】

図 4 A は、フィン付き管 1 2 のフィン 9 間のフィンピッチ 8 中に開口 7 を備えた、管 6 およびフィン 9 を有するフィン付き管 2 の長手方向の断面図を示す。管の内部には、図 4 B 中の平面 B - B の横断面図で明らかな開口 1 8 を備えた、中心の差込管 1 7 が同心的に設けられており、この場合この開口を介して第 2 の流体出発物質流 3 は、フィン付き管 1 2 の長手方向に分配される。図 4 A には、フィン付き管 1 2 上に第 2 の流体出発物質流 3 のためのリング状分配器 1 9 を備えたフィン付き管 1 2 の一端が図示されている。

40

【 0 0 6 5 】

図 5 A は、反応器の中心の内部空間を通じての第 1 の流体出発物質流 2 の供給管および反応器 1 の外被での導出管を備えた半径方向流反応器の長手方向断面図を示す。

【 0 0 6 6 】

図 5 B は、横断面図で触媒床 4 のリング状配置および混入装置 5 を示すと共に、第 1 の流体出発物質流 2 が貫流される中心の横断面 2 0 を示す。

【 0 0 6 7 】

50

図 5 C での長手方向断面図で示された反応器は、図 5 A からの反応器と同様に構成されているが、しかし、外側から内向きに第 1 の流体出発物質流 2 の供給管および相応して触媒床 4 の外側に混入装置 5 の装置を備えている。

【 0 0 6 8 】

図 6 は、外側から内向きに第 2 の流体出発物質流 3 の流れの操作を有する、中心の内部空間内および反応器の外被に有利に図示されたように放物線状であってよい排出体 2 1 を備えた、本発明による反応器 1 のもう 1 つの好ましい実施態様を表わす。

【 0 0 6 9 】

図 7 A は、図 7 A での長手方向断面図および図 7 A に図示された、図 7 B での平面に対して垂直方向の平面内での長手方向断面の部分図で、平面内に配置された触媒床 4 および混入装置 5 を備えた軸方向流反応器の長手方向断面図を示す。図 7 B の部分図は、開口 1 8 を備えた中心の差込管 1 7 ならびに上流の穿孔薄板 1 0 および下流の穿孔薄板 1 1 を介しての他の流体出発物質流 3 の付加的な前分配器を備えた、フィン付き管 1 2 の内部空間からの第 2 の流体出発物質流 3 の流出のための開口 7 を有する 2 列のフィン付き管 1 2 を示す。

【 0 0 7 0 】

図 8 は、2 列のフィン付き管 6、開口 1 8 を備えた中心の差込管 1 7、上流の穿孔薄板 1 0 および下流の穿孔薄板 1 1、ならびに交換可能な触媒堆積物 4 および濃度測定のための引抜き可能な測定ロッド 2 2 を有する、混合物を測定するための試験モジュールの長手方向断面図を示す。

【 実施例 】

【 0 0 7 1 】

図 8 に図示された試験モジュールを用いて、主要ガス流と比較して 1 0 分の 1 の僅かな体積流を有する、モデルのガスと実際に窒素からなる第 1 の主要ガス流と窒素および二酸化炭素 1 0 体積 % からなる第 2 のガス流との混合物を測定した。混入装置は、それぞれ 3 1 . 7 mm の外径を有する 3 つの管 6 およびセグメント中で 4 mm の幅および 6 . 4 mm の高さで切り込みを入れられた管の周囲を 1 7 回取り囲む螺旋状に取り付けられたフィン 9 からなる、間隙上に配置された 2 列のフィン付き管 1 2 を含む。フィン付き管 1 2 の第 1 の列の流入面に対して 1 5 mm の間隔で 5 % の開口比で、上流の穿孔薄板 1 0 が配置されており、第 2 のフィン付き管列の流出面から同様に 1 5 mm の間隔で同様に 5 % の開口比で下流の穿孔薄板が配置されている。

【 0 0 7 2 】

窒素流中での二酸化炭素の濃度は、赤外吸収によって Maihak 社、Hamburg 在、の機器 UNO R 6N を用いて測定された。校正の不確かさを排除するために、測定ロッドの端部には、2 0 m の長さのチューブが接続され、このチューブ端部の直前で参照測定のために機器中にガスが導入された。参照測定は、正確に二酸化炭素 1 体積 % を生じた。

【 0 0 7 3 】

フィン付き管、上流の穿孔薄板および下流の穿孔薄板を備えた本発明による混入装置によって混合物を測定するために、測定ロッド 2 2 を連続的に装置を通じてそれぞれ 2 mm の距離で移動させ、試料を取り出し、同じ試料の濃度を二酸化炭素に対して上記の機器を用いて赤外吸収によって測定した。二酸化炭素 0 . 9 9 体積 % と二酸化炭素 1 . 0 1 体積 % との間の測定値、即ち参照測定の値からの最大 ± 1 % のずれ、ひいては装置の全断面に亘っての顕著な混合物を測定した。

【 符号の説明 】

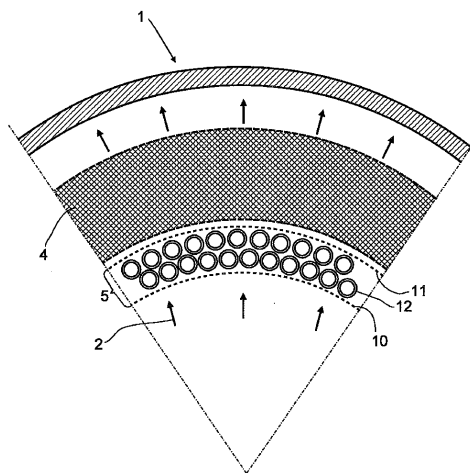
【 0 0 7 4 】

1 反応器、 2 第 1 の流体出発物質、 3 第 2 の流体出発物質、 4 触媒床、  
5 混入装置、 6 管、 7 管 6 中の開口、 8 フィンピッチ、 9 フィン、  
1 0 上流の穿孔薄板、 1 1 下流の穿孔薄板、 1 2 フィン付き管、 1 3 セグメント、  
1 4 フィン基部、 1 5 1 0 中の開口、 1 6 1 1 中の開口、 1 7 中心の差込管、  
1 8 中心の差込管 1 7 中の開口、 1 9 リング状分配器、 2 0

第 1 の流体出発物質流によって貫流される横断面、 2 1 排出体、 2 2 測定ロッド

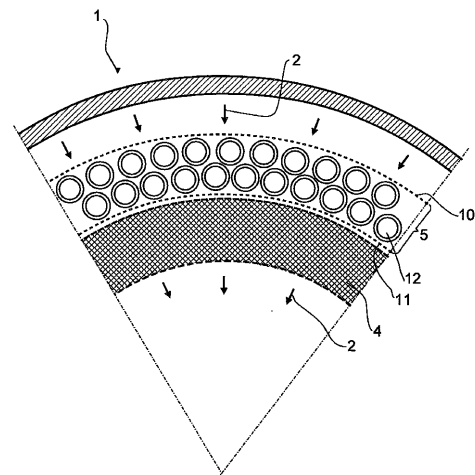
【図 1 A】

FIG.1A



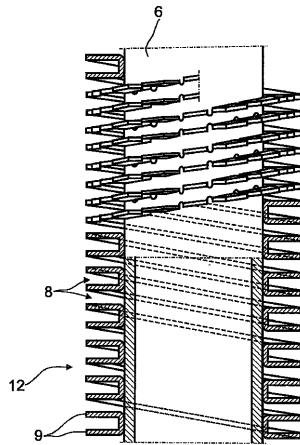
【図 1 B】

FIG.1B



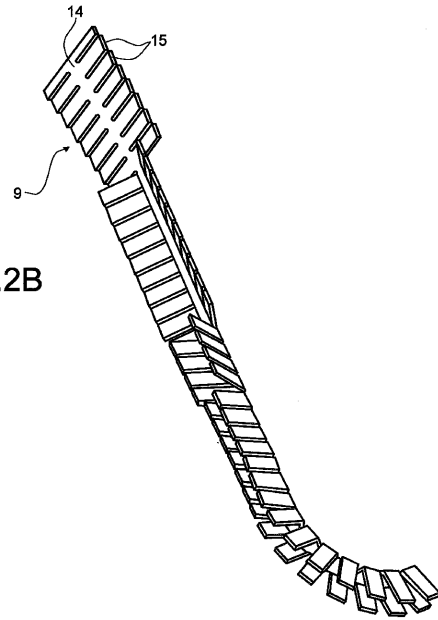
【図 2 A】

FIG.2A



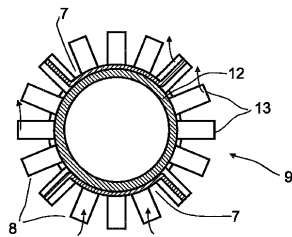
【図 2 B】

FIG.2B



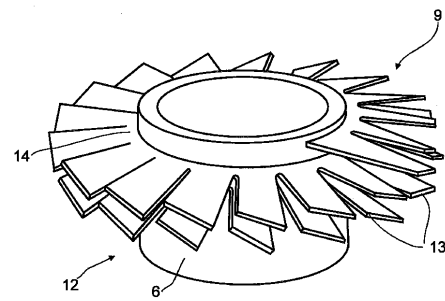
【図 2 C】

FIG.2C



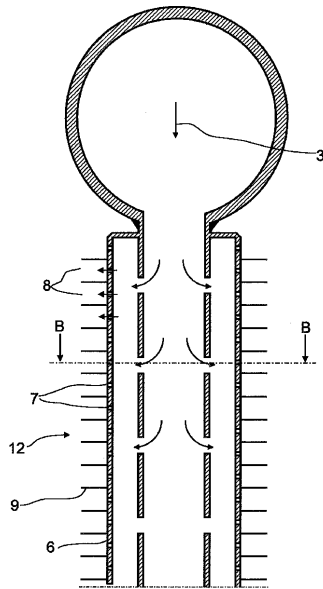
【図 3】

FIG.3



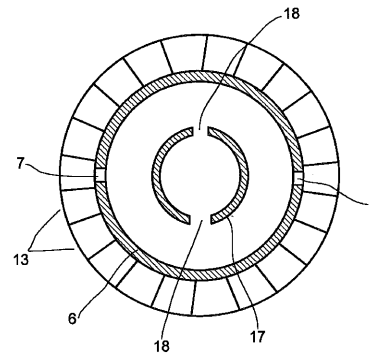
【図 4 A】

FIG.4A



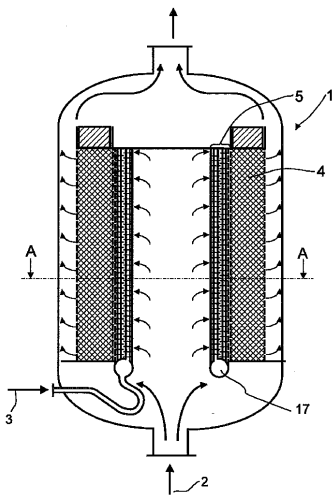
【図 4 B】

FIG.4B



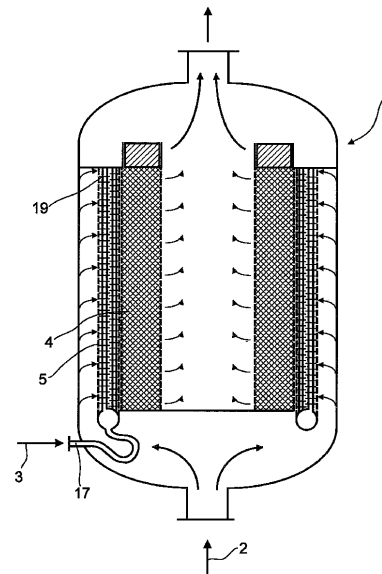
【図 5 A】

FIG.5A



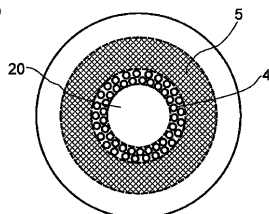
【図 5 C】

FIG.5C



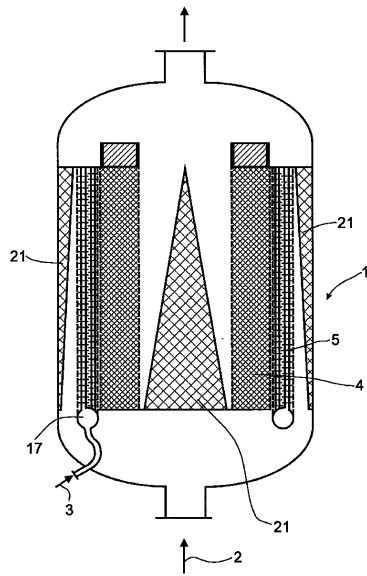
【図 5 B】

FIG.5B



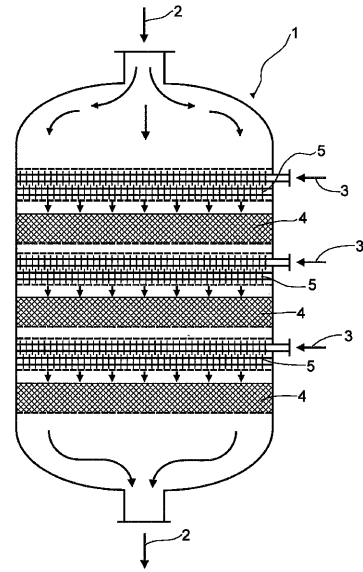
【図 6】

FIG.6



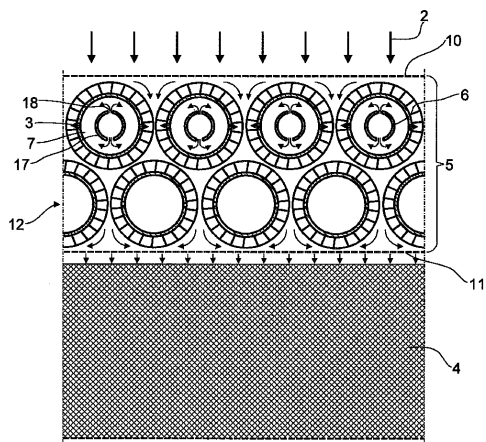
【図 7 A】

FIG.7A



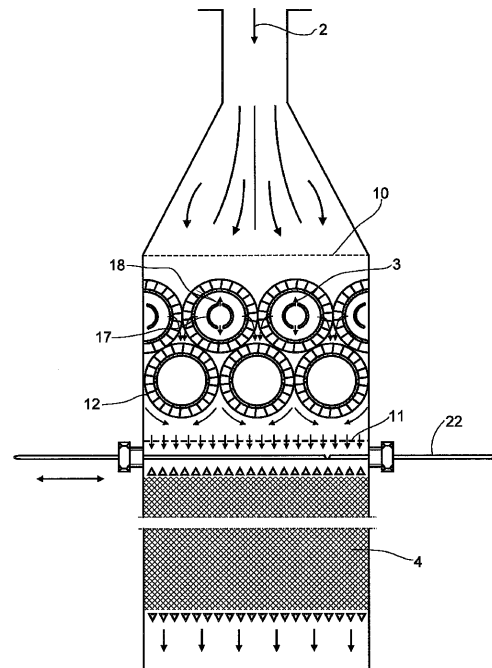
【図 7 B】

FIG.7B



【図 8】

FIG.8



---

フロントページの続き

(74)代理人 100128679

弁理士 星 公弘

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(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

(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 11

(72)発明者 フランツ コア

ドイツ連邦共和国 ルートヴィッヒスハーフェン ケーニッヒスバッハー シュトラーセ 108

(72)発明者 スヴェン クローネ

ドイツ連邦共和国 リムブルガーホーフ ベルヴァルトシュタインシュトラーセ 15

審査官 谷水 浩一

(56)参考文献 特表2007-516074(JP,A)

特開2000-279765(JP,A)

実開昭51-133062(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01J 8/00 - 8/46

B01F 1/00 - 5/26