

(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2005-296921

(P2005-296921A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

B01J 8/06

C01B 7/04

F I

B01J 8/06

C01B 7/04

テーマコード(参考)

4G070

A

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 公開請求 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-278758 (P2004-278758)

(22) 出願日 平成16年9月27日(2004.9.27)

(71) 出願人 000002093  
住友化学株式会社  
東京都中央区新川二丁目27番1号

(74) 代理人 100064746  
弁理士 深見 久郎

(74) 代理人 100085132  
弁理士 森田 俊雄

(74) 代理人 100083703  
弁理士 仲村 義平

(74) 代理人 100096781  
弁理士 堀井 豊

(74) 代理人 100098316  
弁理士 野田 久登

(74) 代理人 100109162  
弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

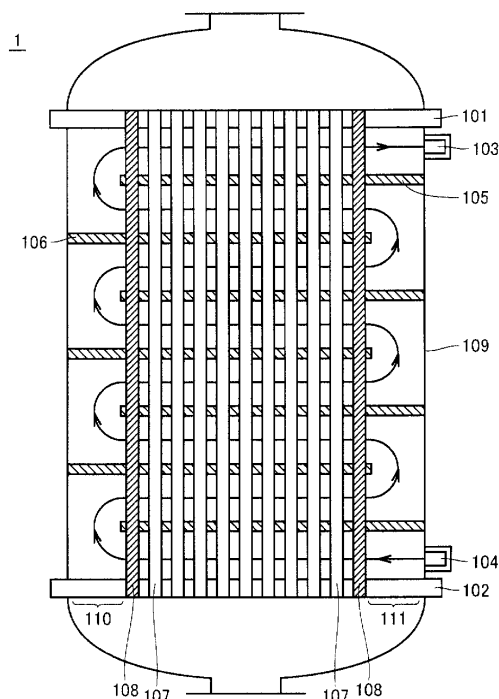
(54) 【発明の名称】 接触気相反応用多管式反応装置

(57) 【要約】

【課題】 触媒の寿命を維持し、高温による反応管の腐食または破損を防止することが可能で、特に塩素ガスの製造において好適に用いられる接触気相反応用多管式反応装置を提供する。

【解決手段】 複数の反応管と、反応器シェルに導入された熱媒の移動方向の変更が可能な邪魔板と、該熱媒が該邪魔板の面方向に流れる部分の一部に設けられた、該反応管を配列しない空間部と、該空間部と該反応管との間に設けられた、該反応管と同一の長手方向を有する整流棒群と、を備える接触気相反応用多管式反応装置に関する。整流棒群は空間部と反応管との間に1~10列の範囲内で配列されることが好ましい。また整流棒群として、該反応管に触媒が充填されていないダミー管が配列されることが好ましい。本発明の接触気相反応用多管式反応装置は塩素ガスの製造において特に好ましく使用される。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の反応管と、  
反応器シェルに導入された熱媒の移動方向の変更が可能な邪魔板と、  
前記熱媒が前記邪魔板の面方向に流れる部分の一部を含む領域に設けられた、前記反応管を配列しない空間部と、  
前記空間部と前記反応管との間に設けられた、前記反応管と同一の長手方向を有する整流棒群と、  
を備える、接触気相反応用多管式反応装置。

## 【請求項 2】

前記整流棒群が、前記空間部と前記反応管との間に 1 ~ 10 列の範囲内で配列される、請求項 1 に記載の接触気相反応用多管式反応装置。

10

## 【請求項 3】

前記反応管に触媒が充填され、前記整流棒群として前記反応管に触媒が充填されていないダミー管が配列される、請求項 1 に記載の接触気相反応用多管式反応装置。

## 【請求項 4】

前記邪魔板として円板型邪魔板および穴あき円板型邪魔板が配置される、請求項 1 に記載の接触気相反応用多管式反応装置。

## 【請求項 5】

熱媒導入部および熱媒排出部が環状導管として形成される、請求項 4 に記載の接触気相反応用多管式反応装置。

20

## 【請求項 6】

前記邪魔板として欠円型邪魔板が配置される、請求項 1 に記載の接触気相反応用多管式反応装置。

## 【請求項 7】

熱媒導入部および熱媒排出部が分割管として形成される、請求項 6 に記載の接触気相反応用多管式反応装置。

## 【請求項 8】

前記欠円邪魔板の欠円部に前記空間部が設けられる、請求項 6 に記載の接触気相反応用多管式反応装置。

30

## 【請求項 9】

前記反応管に触媒が充填され、前記触媒の種類および/または量を変えることにより前記反応管の内部が複数のゾーンに分割される、請求項 1 に記載の接触気相反応用多管式反応装置。

## 【請求項 10】

塩素ガスの製造に用いられる、請求項 1 に記載の接触気相反応用多管式反応装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、原料の転化率を向上させるとともに触媒寿命の維持とともに反応管の腐食または破損の防止が可能で、特に塩素ガスの製造において好適に用いられる接触気相反応用多管式反応装置に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、接触気相反応によって生成する塩素ガス、アクロレイン等の工業用ガスを製造する際には、発熱反応により生じた熱を効率的に除去するために多管式反応装置が一般的に用いられている。多管式反応装置は、触媒を充填した複数の反応管を反応器シェル内に備え、該反応器シェル内に熱媒を循環させることによって反応管を冷却し、反応熱を除去する。

## 【0003】

50

多管式反応装置を用いた発熱反応においては、熱媒流れの偏流によって反応熱の除去効率が悪くなる箇所や、触媒濃度が高く反応速度が大きい箇所等に、いわゆるホットスポットが生じる場合がある。ホットスポットにおいては過度の温度上昇のために触媒の劣化や反応生成物の純度低下が起こり易い傾向がある。

【0004】

熱媒を供給して反応器の除熱を行なう際には、水平方向（横方向）、すなわち反応管の長手方向と垂直をなす方向における流れが主に反応器の除熱効率を左右する。よって、ホットスポットの生成を抑制するためには反応器シェル内における熱媒の横方向の流れが均一になるよう制御することが有効である。

【0005】

ホットスポットの生成を抑制する方法として、特許文献1には、熱交換媒体（熱媒）の循環装置を備える多管式反応管であって、反応器シェル内に邪魔板を配列した反応装置が開示されている。該邪魔板の存在により、該邪魔板で区切られた一区域の中における熱媒の横流れ、すなわち反応管に対して垂直方向の流れの速さがほぼ一定に保たれ、該一区域の中の熱移動が一定とされる。しかし特許文献1に記載される方法では、横流れに比べて、縦流れ、すなわち反応管に沿う方向の流れにおける除熱が悪く、一区域の中の熱移動が十分一定であるとは言えない。

【0006】

一方特許文献2には、円板型邪魔板を有する多管式反応器において、反応器シェル中央部に反応管を配列しない空間部を設置することにより、縦流れによる除熱性低下の影響を軽減することが開示されている。しかし、このような場合でも邪魔板の端部で熱媒流れが反転する部位においては、一部の反応管に除熱性の悪い部分が残し、ホットスポット生成の原因となる場合がある。

【0007】

特許文献3には、固定床式多管熱交換型反応器による気相接触酸化方法において、反応器シェル内での熱媒流れの不均一によるホットスポット生成防止のために、反応管内部の反応状態を予測し、その予測結果に応じて、反応管の間の反応状態の不均一性が減少されるように、反応管における触媒の充填仕様を変更することが記載されている。しかしこの場合、触媒充填方法が複雑になり過ぎるという問題がある。

【特許文献1】特公昭52-15272号公報

【特許文献2】特開2001-137689号公報

【特許文献3】特開2003-206244号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は上記の課題を解決し、反応管と熱媒との間の伝熱を正常に保ち、過度なホットスポットの生成を抑制して触媒の寿命を維持するとともに、高温による反応管の腐食または破損を防止することが可能で、かつ複雑な仕様が必要とされず、特に塩素ガスの製造において好適に用いられる接触気相反応用多管式反応装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、複数の反応管と、反応器シェルに導入された熱媒の移動方向の変更が可能な邪魔板と、該熱媒が該邪魔板の面方向に流れる部分の一部を含む領域に設けられた、該反応管を配列しない空間部と、該空間部と該反応管との間に設けられた、該反応管と同一の長手方向を有する整流棒群と、を備える接触気相反応用多管式反応装置に関する。

【0010】

本発明においては、整流棒群が、空間部と反応管との間に1～10列の範囲内で配列されることが好ましい。

【0011】

また、反応管に触媒が充填され、整流棒群として該反応管に触媒が充填されていないダ

10

20

30

40

50

ミ管が配列されることが好ましい。

【0012】

本発明の邪魔板としては、円板型邪魔板および穴あき円板型邪魔板が好ましく用いられる。この場合、熱媒導入部および熱媒排出部が環状導管として形成されることが好ましい。

【0013】

また、本発明の邪魔板として、欠円型邪魔板もまた好ましく用いられる。この場合、熱媒導入部および熱媒排出部が分割管として形成されることが好ましい。邪魔板が欠円型邪魔板である場合、欠円部に空間部が設けられることが好ましい。

【0014】

本発明においては、反応管に触媒が充填され、触媒の種類および/または量を変えることにより該反応管の内部が複数のゾーンに分割されることが好ましい。

【0015】

本発明の接触気相反応用多管式反応装置は、塩素ガスの製造において特に好ましく使用される。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、反応管を配列しない空間部と反応管との間に整流棒群を設けることによって、反応管に接触する熱媒の流れを均一にし、反応管と熱媒との間の伝熱を正常にする。これにより過度のホットスポットの生成が抑制されるため、触媒寿命を維持し、かつ反応管の腐食および破損を防止することができる。また、本発明の多管式反応装置は、整流棒群を配列することによって反応管と熱媒との間の伝熱を正常にすることができるため、複雑な運転条件の制御が不要であるという利点を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

本発明の接触気相反応用多管式反応装置は、複数の反応管と、反応器シェルに導入された熱媒の移動方向の変更が可能な邪魔板と、該邪魔板の面方向に熱媒が流れる部分の一部に設けられた、該反応管を配列しない空間部と、該空間部と該反応管との間に設けられた、該反応管と同一の長手方向を有する整流棒群とを備える。

【0018】

図1は、本発明の接触気相反応用多管式反応装置の一例を示す断面図である。多管式反応装置1は、上部管板101、下部管板102、熱媒導入部103、熱媒排出部104、邪魔板105, 106、反応管107、整流棒群108を備える。熱媒は、たとえば軸流ポンプ、遠心ポンプ等のポンプ(図示せず)等により分割管を介して熱媒導入部103から反応器シェル109の内部に導入され、矢印の方向に流れて熱媒排出部104から排出される。なお図1に示す多管式反応装置の邪魔板105, 106は欠円型邪魔板であり、反応管の長手方向に邪魔板105および106が交互に配列される。なお、邪魔板105および106の間隔は特に限定されず、目的に応じて、たとえば熱媒と反応管との間で伝熱係数 $1000\text{ W/m}^2\text{ K}$ 以上で伝熱されるよう適宜設計される。

【0019】

邪魔板が設けられた反応器シェルにおいては、熱媒の移動方向が変更される部位において熱媒流れの線速が低下したり乱流が生じたりするため、該部位の除熱効率は低下する傾向がある。またたとえば反応器シェルにヒートエクспанションが存在する場合には、エクспанション高さに熱媒流れが集中するため、その上下の邪魔板付近においては熱媒流れの線速が低下してしまう場合がある。なおヒートエクспанションとは、反応管群と反応器シェルとの間の熱膨張による伸縮の差を吸収するための伸縮継手を指す。

【0020】

本発明においては、反応器シェル109において熱媒が邪魔板105, 106の面方向に流れる部分の一部を含む領域に、反応管107を配列しない部分としての空間部110, 111を設ける。すなわち熱媒流れの乱れにより除熱性が悪くなり易い部分には反応管

10

20

30

40

50

107を配列しないことによって、反応管107の除熱を均一に行ない、過度なホットスポットの生成を抑制する。しかし、空間部110, 111を設ける場合、該空間部に単に反応管を配列しないこととすると、反応管が配列された部位と該空間部との間で熱媒の流れの変化が生じることによって空間部近傍の反応管の除熱性が不十分となる場合がある。よって本発明の多管式反応装置は、該空間部110, 111と反応管107との間に、該反応管と長手方向が同一である整流棒群108を設けることを特徴とする。熱媒の移動方向の変更によって空間部における熱媒流れには乱れが生じているが、整流棒群108が配列された部位を経て反応管107を配列した部位に達するように熱媒の流路を設計することにより、反応管107に接触する熱媒の流れにおける乱れがほぼ解消される。これにより複数の反応管107の除熱性が均一となるとともに該除熱性が所望の程度に確保され、ホットスポットの生成が抑制される。 10

#### 【0021】

なお図1の多管式反応装置においては、熱媒流れがダウンフローとなる場合について示しているが、本発明はこれに限定されず、アップフロー、ダウンフローのいずれが採用されても良い。また反応管107に供給される接触気相反応の原料もアップフロー、ダウンフローのいずれで供給されても良い。すなわち原料と熱媒の流路は並流とされても向流とされても良く、目的に応じて適宜選択すれば良い。

#### 【0022】

なお本発明の接触気相反応用多管式反応装置においては、熱媒排出部104から排出された熱媒が冷却された後に再び熱媒導入部103から反応器シェル内に供給されるよう循環機構を設けることが好ましい。 20

#### 【0023】

図2は、本発明の接触気相反応用多管式反応装置の別の例を示す断面図である。多管式反応装置2は、上部管板201、下部管板202、熱媒導入部203、熱媒排出部204、邪魔板205, 206、反応管207、整流棒群208を備える。熱媒は、たとえば軸流ポンプ、遠心ポンプ等のポンプ(図示せず)等により環状導管を介して熱媒導入部203から反応器シェル209の内部に導入され、矢印の方向に流れて熱媒排出部204から排出される。なお図2に示す多管式反応装置の邪魔板205は穴あき円板型邪魔板、邪魔板206は円板型邪魔板であり、反応管の長手方向に邪魔板205および206が交互に配列される。邪魔板205および206の間隔は特に限定されず、目的に応じて適宜設計すれば良いが、たとえば熱媒と反応管との間で伝熱係数 $1000\text{ W/m}^2\text{ K}$ 以上で伝熱されるよう適宜設計される。 30

#### 【0024】

図2に示す多管式反応装置においては環状導管によって熱媒が供給される。環状導管の熱媒導入部203および熱媒排出部204は該多管式反応装置の全周を囲むように配列される。環状導管には、多管式反応装置の全周にわたって間欠的に開口部が設けられ、該開口部から熱媒が導入または排出されることが好ましい。

#### 【0025】

なお図2の多管式反応装置においては、図1の多管式反応装置と同様、接触気相反応の原料がアップフロー、ダウンフローのいずれで供給されても良く、熱媒の流れもアップフロー、ダウンフローのいずれが採用されても良い。すなわち原料と熱媒の流路は並流とされても向流とされても良く、目的に応じて適宜選択すれば良い。 40

#### 【0026】

図3は、図1に示す接触気相反応用多管式反応装置において配列される邪魔板の形状を示す図である。邪魔板3には、空間部110, 111を除いて反応管107および整流棒群108が貫通し、邪魔板3によって反応管107および整流棒群108が保持されている。分割管による熱媒の流れ方向が矢印で示される。なお図1における邪魔板105は空間部110が欠円部として欠けた形状を有し、邪魔板106は空間部111が欠円部として欠けた形状を有する。邪魔板105と邪魔板106とが交互に配置されることにより、邪魔板105における空間部110、および邪魔板106における空間部111が熱媒の 50

流路となる。図3において、整流棒群108は空間部110, 111と反応管が配列される部位との境界31, 33に沿って1列に配列されているが、2列以上配列されても良く、反応管107および整流棒群108の本数および配列はこれに限定されない。

#### 【0027】

図4は、図2に示す接触気相反応用多管式反応装置において配列される邪魔板の形状を示す図である。邪魔板4には、空間部210, 211を除いて反応管207および整流棒群208が貫通し、邪魔板4によって反応管207および整流棒群208が保持されている。環状導管による熱媒の流れ方向が矢印で示される。なお邪魔板205は空間部210が穴あき部として欠けた形状を有し、一方邪魔板206は空間部211が欠けた形状を有する。邪魔板205と邪魔板206とが交互に配置されることにより、邪魔板205における空間部210、および邪魔板206における空間部211が熱媒の流路となる。図4において、整流棒群208は空間部210, 211と反応管が配列される部分との境界41, 43に沿って1列に配列されているが、2列以上配列されても良く、反応管207および整流棒群208の本数および配列はこれに限定されない。

10

#### 【0028】

図1～図4においては、空間部と反応管との間に整流棒群108, 208が1列ずつ配列される例について示しているが、本発明はこれに限定されず、整流棒群は、空間部と反応管との間に1～10列の範囲内で配列されることが好ましい。整流棒群が1列以上配列されることにより反応管に接触する熱媒の流れを整流に近づける効果が得られ、10列以内であれば、反応管の配列本数を減少させることによる製造効率の低下を防止するとともに、反応装置が大型化することによる製造コスト上昇が防止される。整流棒群は、さらに1～5列、さらに1～3列の範囲内で配列されることが好ましい。

20

#### 【0029】

整流棒群の形状としては円柱、四角柱、三角柱等の形状が好ましく採用されるが、該形状は特に限定されず、該整流棒群を配列しない場合と比べて複数の反応管に接触する熱媒の流れが均一化するような形状であれば良い。接触気相反応においては通常反応管に触媒が充填されるため、整流棒群としては、該反応管に触媒が充填されていないダミー管が配列されることが好ましい。この場合、反応管と整流棒群とが同一の材質で形成されており、該反応管と該整流棒群との間における熱伝導挙動等に殆ど差がないため、装置の設計や熱媒の供給条件の制御が簡略化できる。

30

#### 【0030】

本発明の多管式反応装置における反応管の好ましい材質としては、たとえば金属、ガラス、セラミック等が挙げられる。金属材料としては、Ni、SUS316L、SUS310、SUS304、ハステロイス、ハステロイスCおよびインコネル等が挙げられるが、中でもNi、特に炭素含有量が0.02質量%以下のNiが好ましい。

#### 【0031】

整流棒群の材質としては、上記の反応管と同様、たとえば金属、ガラス、セラミック等が好ましく用いられ、金属材料としては、鉄、Ni、SUS316L、SUS310、SUS304、ハステロイス、ハステロイスCおよびインコネル等の材質が好ましく用いられる。たとえば、反応管にNi、整流棒群に鉄を用いる組み合わせ、または、反応管にNi、整流棒群にNiを用いる組み合わせ等が好ましく採用され得る。

40

#### 【0032】

本発明の多管式反応装置において使用される好ましい熱媒としては、接触気相反応の熱媒として一般的に用いられる熱媒が使用でき、たとえば熔融塩、有機熱媒または熔融金属等を挙げることができるが、熱安定性や取り扱いの容易さの点から熔融塩が好ましい。熔融塩の組成としては、硝酸カリウム50質量%と、亜硝酸ナトリウム50質量%の混合物、硝酸カリウム53質量%と亜硝酸ナトリウム40質量%と硝酸ナトリウム7質量%の混合物等を挙げることができる。

#### 【0033】

本発明における邪魔板としては、円板型邪魔板、穴あき円板型邪魔板、欠円型邪魔板等

50

の既存の邪魔板が好ましく使用できる。たとえば図3に示すような欠円型邪魔板を用いる場合には、熱媒の導入部および排出部が分割管であることが好ましい。また、たとえば図4に示すような円板型邪魔板および穴あき円板型邪魔板を用いる場合には、熱媒の導入部および排出部が環状導管であることが好ましい。

【0034】

邪魔板としてたとえば図3に示すような欠円型邪魔板が配置される場合、欠円部に設けられた空間部110, 111が熱媒の流路とされ、該空間部110, 111と反応管107との間に整流棒群108が配列されることが好ましい。この場合、該空間部110, 111以外の部位に反応管を効率良くレイアウトすることができ、良好な製造効率を得られる。

10

【0035】

また、邪魔板としてたとえば図4に示すような円板型邪魔板および穴あき円板型邪魔板が交互に配置される場合、該穴あき円板型邪魔板の穴あき部に設けられた空間部210、および該円板型邪魔板の周縁と反応器シェルの側壁との間に設けられた空間部211が熱媒の流路とされ、該空間部210, 211と反応管207との間に整流棒群208が配列されることが好ましい。この場合、該空間部210, 211以外の部位に反応管207を効率良くレイアウトすることができ、良好な製造効率を得られる。

【0036】

本発明においては、反応管のすべてが邪魔板を貫通して保持されていることが好ましい。この場合邪魔板の面方向に流れる熱媒を選択的に反応管に接触させることとなるため除熱性が良好となる。特に反応管および整流棒群のすべてが邪魔板を貫通してサポートされていることが好ましい。

20

【0037】

本発明においては、反応管のサイズは特に限定されず、気相接触反応において一般的に使用される反応管を用いることができる。たとえば、内径10~70mm、外径13~80mm、管長1000~10000mm程度のサイズを有する反応管は反応効率および除熱効率の点から好ましく採用され得る。

【0038】

本発明の多管式反応装置における反応管のレイアウトは特に限定されないが、各反応管の中心の間隔が、反応管外径の1.1~1.6倍の範囲内となるように配列されることが好ましく、さらに1.15~1.4倍の範囲内とされることが好ましい。各反応管の中心の間隔が反応管外径の1.1倍以上であれば、熱媒の流路が十分確保されるために反応熱の除熱性が良好であり、1.6倍以下であれば、反応装置が大型化することによる製造コストの上昇が防止されるとともに、熱媒の線速低下および/または偏流による除熱性の低下も防止される。

30

【0039】

本発明において欠円型邪魔板が設けられる場合には、空間部の反応器シェル径方向における断面積は、該方向における反応器シェルの断面積の5~30%、さらに5~20%の範囲内とされることが好ましい。空間部の上記断面積が反応器シェルの上記断面積の5%以上であれば、熱媒の流路が十分確保されるために反応熱の除熱性が良好であり、30%以下であれば、反応装置が大型化することによる製造コストの上昇が防止されるとともに、熱媒の線速低下および/または偏流による除熱性の低下も防止される。

40

【0040】

本発明の邪魔板として穴あき円板型邪魔板が用いられる場合、該穴あき円板型邪魔板の穴断面積は、反応器シェル内の断面積の2~40%、さらに5~20%の範囲内であることが好ましい。該穴あき円板型邪魔板の穴断面積が2%以上であれば熱媒流れが失速することによる除熱性の低下を防止でき、40%以下であれば除熱性が均一な領域を一定以上確保できるため、配列される反応管の本数を十分多くすることができ製造効率が良好である。

【0041】

50

接触気相反応においては通常反応管に触媒が充填される。この場合、触媒の種類および/または量を変えることにより該反応管の内部が複数のゾーンに分割されることが好ましい。触媒が充填された反応管に原料を供給する際、反応管入口、すなわち原料供給口の近傍では反応速度が大きく、反応管入口からの距離が長くなるにつれて、原料濃度が低くなり反応速度が小さくなる傾向がある。このため、発熱反応においては特に反応管入口近傍における発熱量が過大となって過度のホットスポットが生成する場合がある。反応管が、触媒の種類および/または量を変えた複数のゾーンに分割されている場合、たとえば反応管入口近傍においては、触媒活性の低い触媒を充填したり触媒量を少なくすることによって暴走反応を防止し、反応管入口からの距離が長くなるにしたがって、触媒活性の高い触媒が充填されるか触媒量が多くなるように触媒を充填することができる。この場合、反応管内部における反応速度のばらつきを少なくし、過度なホットスポットの生成を抑制することができるとともに、発熱反応が均一に進行することによって原料の転化率を向上させることができる。また、反応器シェル側を分割し、それぞれの領域に独立して異なる温度の熱媒を循環させて温度コントロールを行なっても良い。

10

**【0042】**

本発明は、酸化反応等の発熱反応に用いられる反応装置として好適に用いられ、たとえば塩化水素ガスと酸素ガスを原料として塩素ガスを生成させる接触気相酸化反応や、プロピレンまたはイソブチレンと酸素とを原料として(メタ)アクロレイン、さらには(メタ)アクリル酸を生成させる接触気相酸化反応等において採用され得るが、特に塩素ガスの製造において好ましく用いられることができる。また、本発明の接触気相反应用多管式反応装置は、反応器のサイズが大きく熱媒流れの不均一が生じやすい系に対して有効に採用され得る。

20

**【0043】**

塩素ガスは、触媒を充填した反応管に、原料として塩化水素ガスおよび酸素ガスを導入し、接触気相反応によって製造することができる。塩化水素ガスは、たとえば塩素化合物の熱分解反応や燃焼反応、有機化合物のホスゲン化反応または塩素化反応、焼却炉の燃焼等において発生する塩化水素含有ガスとして供給されることができる。このとき、塩化水素含有ガス中の塩化水素ガスの濃度は、製造効率の観点から、たとえば10体積%以上、さらに50体積%以上、さらに80体積%以上とされることができる。

**【0044】**

酸素ガスは、酸素ガスのみ単独で供給されても、たとえば空気等として供給されても良く、酸素含有ガスとして供給されれば良い。酸素含有ガス中の酸素の濃度は、製造効率の観点から、たとえば80体積%以上、さらに90体積%以上とされることができる。酸素濃度が80体積%以上の酸素含有ガスは、たとえば空気の圧スイング法や深冷分離等の通常の工業的な方法によって得ることができる。

30

**【0045】**

触媒としては、ルテニウムおよび/またはルテニウム化合物を含む触媒が好ましく用いられる。この場合、触媒成分の揮発や飛散による配管等の閉塞トラブルを防止するとともに、揮発または飛散した触媒成分の処理工程が不要となる。さらに、化学平衡の観点でもより有利な温度で塩素を製造できるため、乾燥工程、精製工程、吸収工程等の後工程を簡略化し、設備コスト及び運転コストを低く抑制することができる。特に、酸化ルテニウムを含む触媒を用いることが好ましい。酸化ルテニウムを含む触媒を用いた場合、塩化水素の転化率が著しく向上するという利点を有する。触媒中の酸化ルテニウムの含有量は、触媒活性と触媒価格とのバランスの観点から、1~20質量%の範囲内とされることが好ましい。触媒は、たとえば、二酸化シリコン、グラファイト、ルチル型またはアナターゼ型の二酸化チタン、二酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム等の担体に担持させて用いることができる。

40

**【0046】**

触媒の種類および/または量を変えた複数のゾーンを反応管に設ける場合、たとえば反応器の入口側に酸化ルテニウム含有量の少ない触媒を充填し、出口側に酸化ルテニウム含

50

有量の多い触媒を充填する構成が好ましく採用され得る。この場合、暴走反応が抑制され、反応管内における反応速度分布が比較的均一とされることにより、過度なホットスポットの生成が抑制されるという利点を有する。

【0047】

<実施例>

以下、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0048】

(1) 熱媒流量のシミュレーション

図1に示すような多管式反応装置1における反応器シェル109内の熱媒流量についてシミュレーションした。図5は、本実施例のシミュレーションにおいて採用されたバッフル(邪魔板)の形状を示す図である。切り欠き部51を設けた邪魔板5を貫通するように反応管52および整流棒群53が設けられている。なお本実施例においては、整流棒群53が空間部と反応管52との間に1列に設けられている。

【0049】

バッフルの切り欠き部51から中心線に向けて、バッフル面上50mmまでの領域を流れる熱媒の流量の水平成分(すなわちバッフルの面方向成分)を求め、バッフルの上下の熱媒の流れを解析した。垂直成分は、反応管に沿って流れ、冷却に殆ど寄与しないと考えられるためである。熱媒の流量の水平成分が大きいほど冷却効率が高く、ホットスポットを生成し難い。また、中心線から切り欠き部51に向けて熱媒が逆流すると、熱媒の流れの渦が生じるため、冷却効率が低下する。シミュレーションモデルのパラメータを以下に示す。

【0050】

(反応容器)

内径: 450mm

バッフル(邪魔板)間隔: 277mm

(バッフル(邪魔板))

胴内径W1: 450mm

バッフルエッジ長さW2: 306mm、

反応容器の中心線からバッフルの切り欠き部までの距離W3: 165mm

厚さ: 6mm

(反応管(反応チューブ))

外径: 21.4mm

ピッチW4: 29mm

配列: 正三角形配列

本数: 158本

(整流棒群)

外径: 22mm

ピッチW5: 29mm

配列: 切り欠き部に沿って1列

本数: 11本/1列

(熱媒)

種類: HTS

流量:  $18\text{ m}^3/\text{h}$

なお、シミュレーション解析ソフトとして、「Fluent」(米国Fluent Inc.社製)を採用した。

【0051】

(2) シミュレーション結果

上記のパラメータによるシミュレーションの結果を表1に示す。表1の結果より、整流棒群53が配列された部位においては熱媒流量がマイナスであることから、該部位におい

ては中心線から切り欠き部 5 1 に向かって熱媒が逆流することが示される。一方、反応管 2 列目の部位においては熱媒流量の水平成分が十分大きく、熱媒が正常に流れることが示される。これらの結果より、反応管 5 2 と切り欠き部 5 1 との間に整流棒群 5 3 を設けることにより、熱媒流れの正常な部位にのみ反応管 5 2 が配列されることができることが分かる。ホットスポットの生成は、熱媒流れが異常である部位で主に発生することから、反応管を通過する熱媒の流れが正常化された本発明の多管式反応装置においては、過度のホットスポットの生成が抑制されると考えられる。

【 0 0 5 2 】

【表 1】

実施例	1 列目 (整流棒群) における熱媒流量	-0.04 m <sup>3</sup> /h
	3 列目 (反応管 2 列目) における熱媒流量	+0.05 m <sup>3</sup> /h

10

【 0 0 5 3 】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 5 4 】

本発明の多管式反応器は、反応管と熱媒との伝熱を正常に保ち、過度のホットスポットの生成を抑制することにより、特に塩化水素を含むガスと酸素を含むガスとの反応による塩素の製造に用いられる多管式反応装置として好適である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 5 】

【図 1】本発明の接触気相反応用多管式反応装置の一例を示す断面図である。

【図 2】本発明の接触気相反応用多管式反応装置の別の例を示す断面図である。

【図 3】図 1 に示す接触気相反応用多管式反応装置において配列される邪魔板の形状を示す図である。

【図 4】図 2 に示す接触気相反応用多管式反応装置において配列される邪魔板の形状を示す図である。

【図 5】本実施例のシミュレーションにおいて採用されたバッフル (邪魔板) の形状を示す図である。

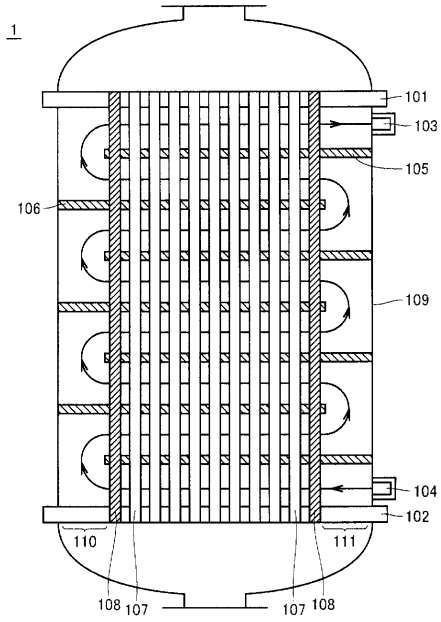
【符号の説明】

【 0 0 5 6 】

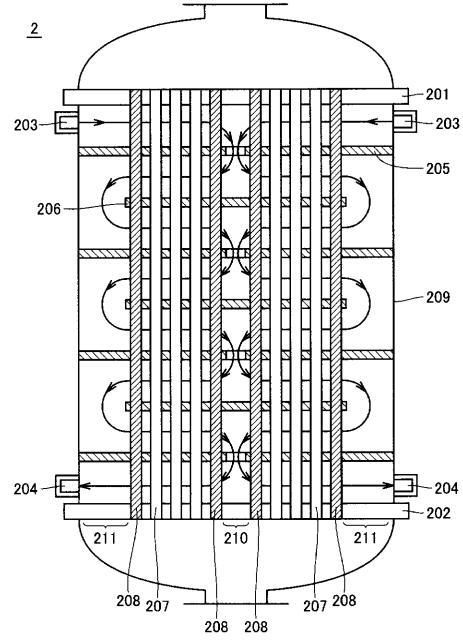
1, 2 多管式反応装置、101, 201 上部管板、102, 202 下部管板、103, 203 熱媒導入部、104, 204 熱媒排出部、105, 106, 205, 206, 3, 4, 5 邪魔板、107, 207, 52 反応管、108, 208, 53 整流棒群、109, 209 反応器シェル、110, 111, 210, 211 空間部、31, 33, 41, 43 境界、51 切り欠き部。

40

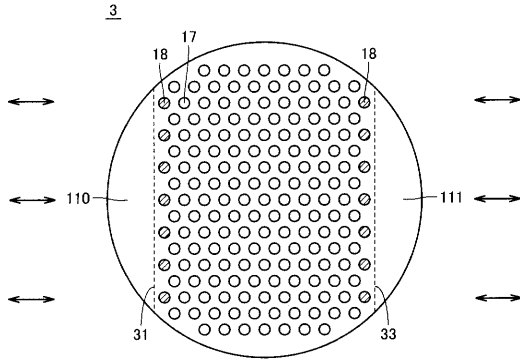
【 図 1 】



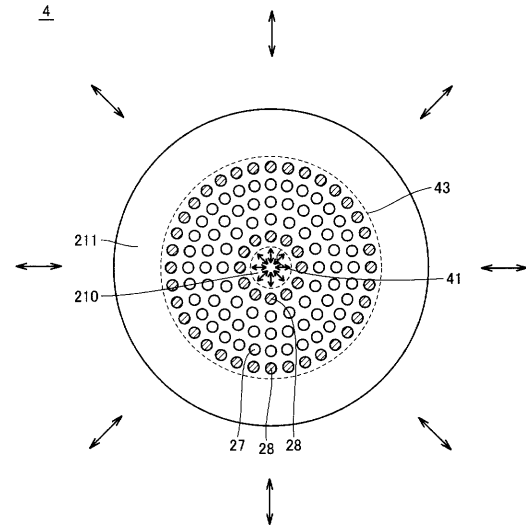
【 図 2 】



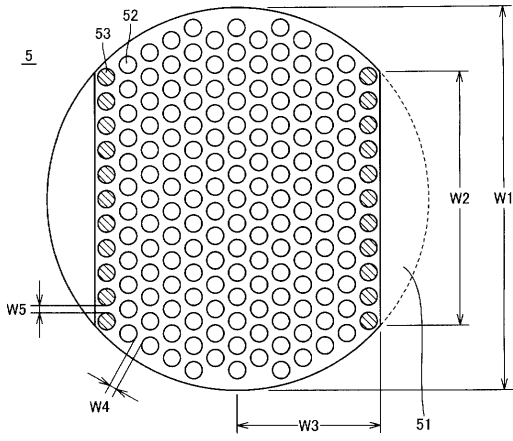
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 鈴田 哲也

愛媛県新居浜市惣開町5番1号 住友化学工業株式会社内

(72)発明者 森 康彦

愛媛県新居浜市惣開町5番1号 住友化学工業株式会社内

(72)発明者 田中 孝明

愛媛県新居浜市惣開町5番1号 住友化学工業株式会社内

(72)発明者 阿部 忠

愛媛県新居浜市新田町3丁目1番39号 住友ケミカルエンジニアリング株式会社内

Fターム(参考) 4G070 AA01 AB04 BB02 CA03 CA25 CB02 DA21