

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6439326号  
(P6439326)

(45) 発行日 平成30年12月19日(2018.12.19)

(24) 登録日 平成30年11月30日(2018.11.30)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>B 0 1 J</b>	<b>19/24</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 0 1 J</b>	<b>19/24</b>	<b>Z A B A</b>
<b>B 0 1 D</b>	<b>53/86</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 0 1 D</b>	<b>53/86</b>	
<b>F 2 8 F</b>	<b>3/08</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>F 2 8 F</b>	<b>3/08</b>	<b>3 0 1 A</b>
<b>F 2 8 D</b>	<b>9/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>F 2 8 D</b>	<b>9/00</b>	

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2014-175971 (P2014-175971)	(73) 特許権者	000000099 株式会社 I H I 東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(22) 出願日	平成26年8月29日 (2014. 8. 29)	(74) 代理人	110000936 特許業務法人青海特許事務所
(65) 公開番号	特開2016-49491 (P2016-49491A)	(72) 発明者	濱田 行貴 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会 社 I H I 内
(43) 公開日	平成28年4月11日 (2016. 4. 11)	審査官	神田 和輝
審査請求日	平成29年6月28日 (2017. 6. 28)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リアクタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

反応対象となる流体である反応流体が流通する複数の反応側流路と、  
前記反応側流路内に配され、前記反応流体の反応を促進させる触媒と、  
前記反応側流路と交互に積層されるとともに、前記反応側流路を流通する反応流体と熱交換を行う流体である熱媒体が流通する複数の熱媒体側流路と、  
前記反応側流路を流通する反応流体から外部への放熱、または、外部から前記反応流体への伝熱を抑制する流体である抑制流体が流通する抑制流路と、  
を備え、

前記反応側流路、前記熱媒体側流路、および、前記抑制流路は、互いに平行に延在し、  
前記複数の反応側流路の群は、前記熱媒体側流路が積層されない面を有し、  
前記抑制流路は、前記複数の反応側流路の群の前記面に隣接して設けられることを特徴とするリアクタ。

10

【請求項 2】

前記抑制流路には、前記抑制流体として前記熱媒体が流通することを特徴とする請求項 1 に記載のリアクタ。

【請求項 3】

前記熱媒体側流路と前記抑制流路とを連通する連通部を備え、  
前記抑制流路には、前記連通部を通じて前記熱媒体側流路から前記熱媒体が導入されることを特徴とする請求項 2 に記載のリアクタ。

20

## 【請求項 4】

前記抑制流路は、前記複数の熱媒体側流路のうち、両端に配される前記熱媒体側流路に対応する位置に設けられることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のリアクタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、熱交換型のリアクタに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

熱交換型のリアクタは、反応場となる反応側流路と、伝熱隔壁を隔てて反応側流路と並行して設けられ、反応側流路を流通する反応流体と熱交換を行う熱媒体が流通する熱媒体側流路とを備えており、反応側流路において効率よく反応を遂行することができるリアクタである。このような熱交換型のリアクタとして、反応側流路と、熱媒体側流路とが交互に積層された積層タイプのリアクタが開発されている（例えば、特許文献 1）。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特許第 5 0 7 6 3 5 3 号公報

## 【発明の概要】

20

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかし、従来の積層タイプのリアクタでは、反応側流路のうち、熱媒体側流路が積層されていない側面が外部に曝され、側面を通じて反応側流路から外部へ放熱してしまったり、外部から反応側流路に熱が流入してしまう。そうすると、反応側流路における側面付近の温度が反応に適した温度から遠ざかり、反応効率が低下してしまうおそれがある。

## 【0005】

そこで本発明は、このような課題に鑑み、反応側流路から外部への放熱、または、外部から反応側流路への熱の流入を抑制し、反応効率を向上させることが可能なリアクタを提供することを目的としている。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記課題を解決するために、本発明のリアクタは、反応対象となる流体である反応流体が流通する複数の反応側流路と、前記反応側流路内に配され、前記反応流体の反応を促進させる触媒と、前記反応側流路と交互に積層されるとともに、前記反応側流路を流通する反応流体と熱交換を行う流体である熱媒体が流通する複数の熱媒体側流路と、前記反応側流路を流通する反応流体から外部への放熱、または、外部から前記反応流体への伝熱を抑制する流体である抑制流体が流通する抑制流路と、を備え、前記反応側流路、前記熱媒体側流路、および、前記抑制流路は、互いに平行に延在し、前記複数の反応側流路の群は、前記熱媒体側流路が積層されない面を有し、前記抑制流路は、前記複数の反応側流路の群の前記面に隣接して設けられることを特徴とする。

40

## 【0007】

また、前記抑制流路には、前記抑制流体として前記熱媒体が流通するとしてもよい。

## 【0008】

また、前記熱媒体側流路と前記抑制流路とを連通する連通部を備え、前記抑制流路には、前記連通部を通じて前記熱媒体側流路から前記熱媒体が導入されるとしてもよい。

また、前記抑制流路は、前記複数の熱媒体側流路のうち、両端に配される前記熱媒体側流路に対応する位置に設けられてもよい。

## 【発明の効果】

## 【0009】

50

本発明によれば、反応側流路から外部への放熱、または、外部から反応側流路への熱の流入を抑制し、反応効率を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】リアクタを説明するための図である。

【図2】反応側流路および熱媒体側流路を説明するための図である。

【図3】反応側流路から外部への放熱、および、抑制流路を説明するための図である。

【図4】抑制流路における熱媒体の流通機構について説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。かかる実施形態に示す寸法、材料、その他具体的な数値等は、発明の理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本発明を限定するものではない。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略し、また本発明に直接関係のない要素は図示を省略する。

【0012】

(リアクタ100)

図1は、本実施形態にかかるリアクタ100を説明するための図であり、図2は、反応側流路210、熱媒体側流路220を説明するための図である。本実施形態の図1および図2では、垂直に交わるX軸、Y軸、Z軸を図示の通り定義している。また、図1中、理解を容易にするために、オフセットフィン300および触媒構造体400の記載を省略する。

【0013】

図1に示すようにリアクタ100は、伝熱隔壁110が予め定められた間隔離隔して複数積層された構造となっている。また、リアクタ100を構成する天板102、伝熱隔壁110(110a、110bで示す場合もある)、反応流体導入部120、反応流体排出部122、熱媒体導入部130、熱媒体排出部132はすべて金属材料(例えば、ステンレス鋼(SUS等)、ニッケル(Ni)基合金(インコネル(登録商標)、ハステロイ(登録商標)、ヘインズ(登録商標))等の耐熱金属)で形成されている。

【0014】

リアクタ100を製造する場合、伝熱隔壁110を積層してそれぞれを接合するとともに、最も上に配される伝熱隔壁110に天板102を接合する。そして、反応流体導入部120、反応流体排出部122、熱媒体導入部130、熱媒体排出部132を、積層された伝熱隔壁110にそれぞれ接合する。リアクタ100を製造する際に用いる接合方法に限定はないが、例えば、TIG(Tungsten Inert Gas)溶接や拡散接合が利用できる。

【0015】

ここで、伝熱隔壁110によって区画される空間のうち、図1(b)に示すように、反応流体導入部120および反応流体排出部122側に形成された孔210aを介して、反応流体導入部120および反応流体排出部122と連通した空間が反応側流路210となる。また、伝熱隔壁110によって区画される空間のうち、図1(a)に示すように、熱媒体導入部130および熱媒体排出部132側に形成された孔220aを介して、熱媒体導入部130および熱媒体排出部132と連通した空間が熱媒体側流路220となる。つまり、本実施形態のリアクタ100では、反応側流路210と熱媒体側流路220とが伝熱隔壁110に区画されて並行して設けられるとともに、反応側流路210と熱媒体側流路220とが交互に積層された構造となっている。

【0016】

具体的に説明すると、図2(a)に示すように、熱媒体側流路220は、底面が伝熱隔壁110(図2(a)中、110aで示す)で構成される。また、熱媒体側流路220の上面は、天板102もしくは後述する伝熱隔壁110(図2(b)中、110bで示す)

10

20

30

40

50

で構成される。伝熱隔壁 110 a には、伝熱隔壁 110 a、110 b 間の間隙を保持するためのリブ 112 が複数立設されている。また、伝熱隔壁 110 a には、リアクタ 100 の側面を構成する側壁 114 と、反応流体導入部 120 や反応流体排出部 122 からの反応流体の混入を防止するためのサイドバー 116 とが立設されている。つまり、熱媒体側流路 220 は、リブ 112 によって、熱媒体の流通方向と直交する方向に並列した複数の区画流路 222 に区画されることとなる。

#### 【0017】

また、側壁 114 のうち、熱媒体導入部 130 および熱媒体排出部 132 が接合される側の側壁 114 には、切り欠き 114 a が設けられており、伝熱隔壁 110 が積層されたときに、当該切り欠き 114 a が孔 220 a (図 1 参照) を形成することとなる。そして、熱媒体導入部 130 から孔 220 a を介して熱媒体側流路 220 内へ熱媒体が導入されたり、熱媒体側流路 220 内から孔 220 a を介して熱媒体排出部 132 へ熱媒体が排出されたりする。

10

#### 【0018】

さらに、熱媒体側流路 220 の区画流路 222 には、金属で構成されたオフセットフィン 300 が設けられている。オフセットフィン 300 を配する構成により、区画流路 222 (熱媒体側流路 220) を流通する熱媒体を攪拌することができ、熱媒体と、反応側流路 210 を流通する反応流体との熱交換効率を向上させることが可能となる。

#### 【0019】

反応側流路 210 は、図 2 (b) に示すように、底面が伝熱隔壁 110 b で構成され、上面が伝熱隔壁 110 a (図 2 (a) 参照) で構成される。伝熱隔壁 110 b にも、上記伝熱隔壁 110 a と同様に伝熱隔壁 110 間の間隙を保持するための複数のリブ 112 と、側壁 114 とが立設されている。つまり、反応側流路 210 は、リブ 112 によって、反応流体の流通方向と直交する方向に並列した複数の区画流路 212 に区画されることとなる。

20

#### 【0020】

なお、伝熱隔壁 110 b には、伝熱隔壁 110 a と異なり、サイドバー 116 が設けられていないため、2つの側壁 114 間に間隙 114 b が形成されることとなる。間隙 114 b は、伝熱隔壁 110 が積層されたときに、孔 210 a (図 1 参照) を形成することとなる。そして、反応流体導入部 120 から孔 210 a を介して反応側流路 210 内へ反応流体が導入されたり、反応側流路 210 内から孔 210 a を介して反応流体排出部 122 へ反応生成物が排出されたりする。

30

#### 【0021】

さらに、反応側流路 210 を構成する区画流路 212 には、反応流体の反応を促進させる触媒構造体 400 が設けられている。触媒構造体 400 は、隆起および陥没した板形状の金属、すなわち、波板形状 (コルゲート形状) の金属板に、担体に担持された触媒が固定されたものである。なお、触媒構造体 400 を構成する金属板は、Fe (鉄)、Cr (クロム)、Al (アルミニウム)、Y (イットリウム) を主成分とする耐熱合金、例えば、FeCrAlloy (登録商標) 等で構成される。また、触媒の担体は、リアクタ 100 で遂行する反応によって適宜選択され、例えば、 $Al_2O_3$  (アルミナ)、 $TiO_2$  (チタニア)、 $ZrO_2$  (ジルコニア)、 $CeO_2$  (セリア)、 $SiO_2$  (シリカ) の群から選択される 1 または複数である。また、触媒 (活性金属) は、リアクタ 100 で遂行する反応によって適宜選択され、例えば、Ni (ニッケル)、Co (コバルト)、Fe (鉄)、Pt (白金)、Ru (ルテニウム)、Rh (ロジウム)、Pd (パラジウム) の群から選択される 1 または複数である。

40

#### 【0022】

また、伝熱隔壁 110 b には、最も外側に配されるリブ 112 (図 2 中、112 A で示す) と、側壁 114 とを連結する遮断壁 118 が設けられている。遮断壁 118 を設ける構成により、伝熱隔壁 110 a、110 b、リブ 112 A、側壁 114、遮断壁 118 で囲繞された空間 (以下、抑制流路 250 と称する) が形成されることとなる。つまり、抑

50

制流路 250 は、反応側流路 210 における熱媒体側流路 220 が積層されない面（伝熱隔壁 110 が配される面以外の面、ここでは、リブ 112A）に隣接して設けられることとなる。換言すれば、反応側流路 210 の両側に抑制流路 250 が配されることとなる。

【0023】

さらに、伝熱隔壁 110b のうち、抑制流路 250 を構成する部分には、貫通孔で構成される連通部 230 が設けられている。また、伝熱隔壁 110a のうち、最も外側に配される区画流路 222（図中、222A で示す）を構成する部分、すなわち、伝熱隔壁 110 が積層されたときに、抑制流路 250 の上面を構成する伝熱隔壁 110a には、貫通孔で構成される連通部 232 が設けられている。抑制流路 250、連通部 230、232 の機能については、後に詳述する。

10

【0024】

図 1 に戻って説明すると、熱媒体導入部 130 から熱媒体が導入されると、図 1(a) 中、実線の矢印で示すように、熱媒体側流路 220 を熱媒体が流通し、熱媒体排出部 132 から排出される。また、反応流体導入部 120 から反応流体（反応対象となる流体）が導入されると、図 1(b) 中、破線の矢印で示すように、反応側流路 210 を反応流体が流通し、反応流体排出部 122 から排出される。なお、図 1 に示すように、本実施形態において、反応流体と熱媒体とは、対向流の関係となっている。

【0025】

このように、反応側流路 210 と熱媒体側流路 220 とが伝熱隔壁 110 に区画されて並行して設けられることから、熱媒体側流路 220 を流通する熱媒体は、伝熱隔壁 110 を介して、反応側流路 210 を流通する反応流体と熱交換することとなる。

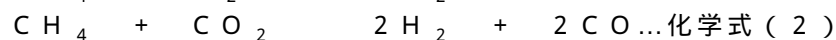
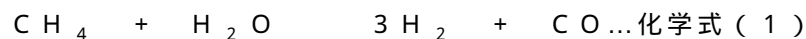
20

【0026】

ここで、反応側流路 210 において吸熱反応が遂行される場合、熱媒体側流路 220 および熱媒体は、反応側流路 210 を流通する反応流体に熱を供給（加熱）し、反応側流路 210 において発熱反応が遂行される場合、熱媒体側流路 220 および熱媒体は、反応側流路 210 を流通する反応流体を除熱（冷却）することとなる。

【0027】

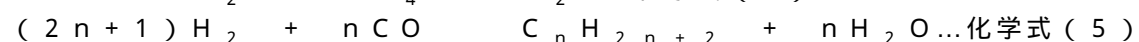
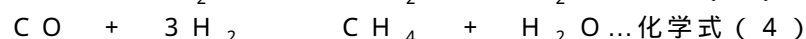
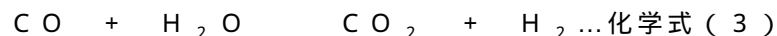
吸熱反応は、例えば、下記化学式（1）に示すメタンの水蒸気改質反応や、化学式（2）に示すメタンのドライリフォーミング反応が挙げられる。



30

【0028】

また、発熱反応は、例えば、下記化学式（3）に示すシフト反応や、化学式（4）に示すメタネーション反応、化学式（5）に示す FT（Fischer Tropsch）合成反応が挙げられる。



【0029】

このように、反応側流路 210 と熱媒体側流路 220 とを積層し、反応流体と熱媒体とで熱交換を行うことで、反応側流路 210 において効率よく反応が進行することとなる。しかし、反応側流路 210 のうち、熱媒体側流路 220 が積層されない面（例えば、側壁 114）が外部（外気）に曝されていると、反応側流路 210 から外部へ放熱してしまったり、外部から反応側流路 210 に熱が流入してしまう。

40

【0030】

図 3 は、反応側流路 210 から外部への放熱、および、抑制流路 250 を説明するための図であり、伝熱隔壁 110b の上面図を示す。また、図 3(a) は、抑制流路 250 を備えない比較例の反応側流路 10 を説明するための図であり、図 3(b) は、本実施形態の抑制流路 250 を備えた反応側流路 210 を説明するための図である。なお、図 3 中、理解を容易にするために、触媒構造体 400 の記載を省略する。また、ここは、反応側流

50

路で吸熱反応を行う場合を例に挙げて説明する。

【 0 0 3 1 】

図 3 ( a ) に示すように、比較例の反応側流路 1 0 では、区画流路 1 2 のうち、側壁 1 1 4 によって区画される、最も外側に配される区画流路 1 2 A、1 2 G は、側壁 1 1 4 を介して外気に曝されている。一方、区画流路 1 2 B ~ 1 2 F は、リブ 1 1 2 もしくは伝熱隔壁 1 1 0 を介して反応流体もしくは熱媒体に曝されることとなる。したがって、区画流路 1 2 A、1 2 G を流通する反応流体から外部 ( 外気 ) へ放熱が生じ、区画流路 1 2 A、1 2 G は、区画流路 1 2 B ~ 1 2 F よりも温度が低下し、これにより反応効率が低下してしまう。

【 0 0 3 2 】

また、例えば、上記化学式 ( 1 )、( 2 ) の反応のように、反応流体よりも生成物の方が体積 ( モル数 ) が多くなる反応を行う場合、区画流路 1 2 A、1 2 G は、区画流路 1 2 B ~ 1 2 F よりも反応効率が低下するため、ガス量が少なくなり圧力損失が小さくなる。そうすると、反応側流路 1 0 に導入された反応流体は、区画流路 1 2 B ~ 1 2 F よりも区画流路 1 2 A、1 2 G へ多く流れ込んでしまうこととなり、さらに反応効率が低下してしまう。

【 0 0 3 3 】

そこで、本実施形態のリアクタ 1 0 0 では、図 3 ( b ) に示すように、反応側流路 2 1 0 における熱媒体側流路 2 2 0 が積層されない面 ( リブ 1 1 2 A ) に隣接して抑制流路 2 5 0 が設けられる。抑制流路 2 5 0 には、熱媒体 ( 抑制流体 ) が流通し、これにより、反応側流路 2 1 0 を流通する反応流体は、リブ 1 1 2 A を介して熱媒体に曝されることとなる。したがって、反応側流路 2 1 0 から外部への放熱、または、外部から反応流体への伝熱を抑制することが可能となる。これにより、最も外側に配される区画流路 2 1 2 A、2 1 2 E において温度の低下を抑制することができ、反応効率の低下を抑制することが可能となる。

【 0 0 3 4 】

また、区画流路 2 1 2 間のガス量 ( 圧力損失 ) の差を低減することができ、圧力損失差に基づく反応効率の低下を抑制することが可能となる。

【 0 0 3 5 】

図 4 は、抑制流路 2 5 0 における熱媒体の流通機構について説明する図であり、リアクタ 1 0 0 における連通部 2 3 0、2 3 2 近傍の部分断面 ( X Z 断面 ) 図を示す。上述したように、伝熱隔壁 1 1 0 b のうち、抑制流路 2 5 0 を構成する部分には連通部 2 3 0 が設けられ、積層されたときに抑制流路 2 5 0 の上面を構成する伝熱隔壁 1 1 0 a には連通部 2 3 2 が設けられている。

【 0 0 3 6 】

したがって、熱媒体導入部 1 3 0 から熱媒体側流路 2 2 0 内へ導入された熱媒体は、図 4 中、実線の矢印で示すように、熱媒体側流路 2 2 0 内を流通するとともに、図 4 中、破線の矢印で示すように、連通部 2 3 0 を通じて、伝熱隔壁 1 1 0 b の上方に形成される抑制流路 2 5 0 に導入され、連通部 2 3 2 を通じて、伝熱隔壁 1 1 0 a の下方に形成される抑制流路 2 5 0 に導入されることとなる。そして、抑制流路 2 5 0 を流通した熱媒体は、連通部 2 3 0、2 3 2 を通じて熱媒体側流路 2 2 0 へ返送されることとなる。

【 0 0 3 7 】

連通部 2 3 0、2 3 2 を備える構成により、別途の手段を設けずとも、抑制流路 2 5 0 に熱媒体を流通させることが可能となる。

【 0 0 3 8 】

また、反応に適した温度が高温 ( 例えば、5 0 0 以上 ) の場合、熱応力によって接合箇所に欠損が生じる場合がある。例えば、側壁 1 1 4 との接合箇所に欠損が生じた場合、図 3 ( a ) に示す比較例のリアクタでは、反応流体が外部に流出して、反応効率が低下してしまうおそれがある。しかし、本実施形態では、側壁 1 1 4 を介して外部に曝される流路 ( 抑制流路 2 5 0 ) には、反応流体ではなく熱媒体が流通するため、仮に欠損が生じた

10

20

30

40

50

としても、反応流体が流出する事態を回避することができ、反応効率の低下を防止することが可能となる。

【0039】

また、上記化学式(1)~(5)に示すような、反応流体および生成物のいずれか一方または両方が、可燃性や毒性を有するガスである場合であっても、反応流体が流出する事態を回避することができ、別途の手段を設けずとも、作業環境の安全性を確保することが可能となる。

【0040】

以上説明したように、本実施形態のリアクタ100によれば、反応側流路210における積層方向(図中、Z軸方向)に配されない面に隣接して抑制流路250を設ける構成により、反応側流路210から外部への放熱、または、外部から反応側流路210への熱の流入を抑制し、反応効率を向上させることが可能となる。

10

【0041】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0042】

例えば、上記実施形態において、1の伝熱隔壁110において連通部230、232が2つずつ形成される構成を例に挙げて説明した。しかし、連通部230、232を通じて抑制流路250へ熱媒体が導入され、連通部230、232を通じて抑制流路250から熱媒体を排出できれば、連通部230、232の数や形状に限定はない。

20

【0043】

また、上記実施形態において、リアクタ100が連通部230、232を備える構成を例に挙げて説明した。しかし、抑制流路250に熱媒体を流通させることができれば、連通部230、232は必須の構成ではない。

【0044】

また、上記実施形態において、抑制流路250を熱媒体が流通する構成を例に挙げて説明した。しかし、反応側流路210を流通する反応流体から外部への放熱、または、外部から反応流体への伝熱を抑制する流体であれば、熱媒体側流路220を流通する熱媒体に限らず、他の流体(抑制流体)を抑制流路250に流通させてもよい。

30

【0045】

また、上記実施形態において、抑制流路250にオフセットフィン300を設けず、抑制流路250に隣接する区画流路212A、212Eの過剰な加熱(もしくは冷却)を抑制する構成を例に挙げて説明した。しかし、抑制流路250にオフセットフィン300を設けるとしてもよい。

【0046】

また、上記実施形態において、反応側流路210が区画流路212に区画される構成を例に挙げて説明した。しかし、反応側流路210は、区画流路212に区画されずともよい。また、上記実施形態において、熱媒体側流路220が区画流路222に区画される構成を例に挙げて説明した。しかし、熱媒体側流路220は、区画流路222に区画されずともよい。

40

【0047】

また、上記実施形態において、反応側流路210を流通する反応流体と熱媒体側流路220を流通する熱媒体とが対向流の関係にある場合を例に挙げて説明したが、反応流体と熱媒体とが平行流の関係にあってもよい。

【0048】

また、熱媒体側流路220を流通する熱媒体は、気体(例えば、燃焼排ガス)であってもよいし、液体であってもよい。しかし、熱媒体として気体を採用することで、液体を採用する場合と比較して、取り扱いを容易にすることができる。

50

【産業上の利用可能性】

【0049】

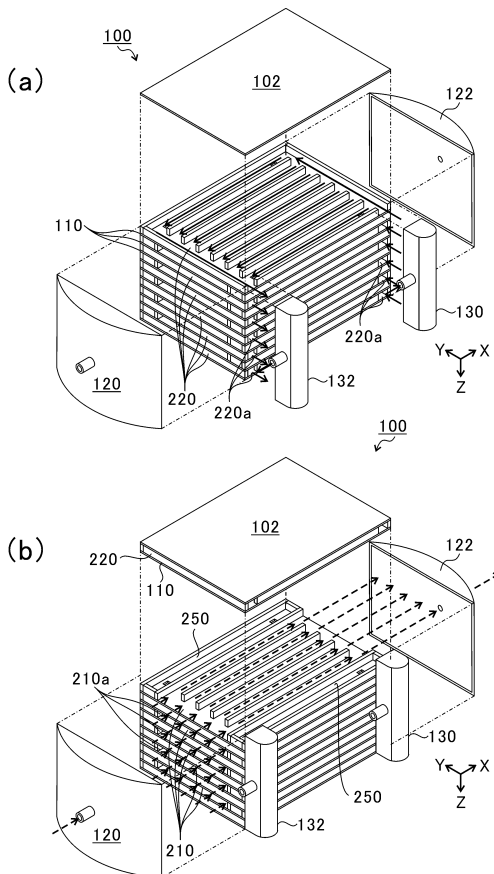
本発明は、熱交換型のリアクタに利用することができる。

【符号の説明】

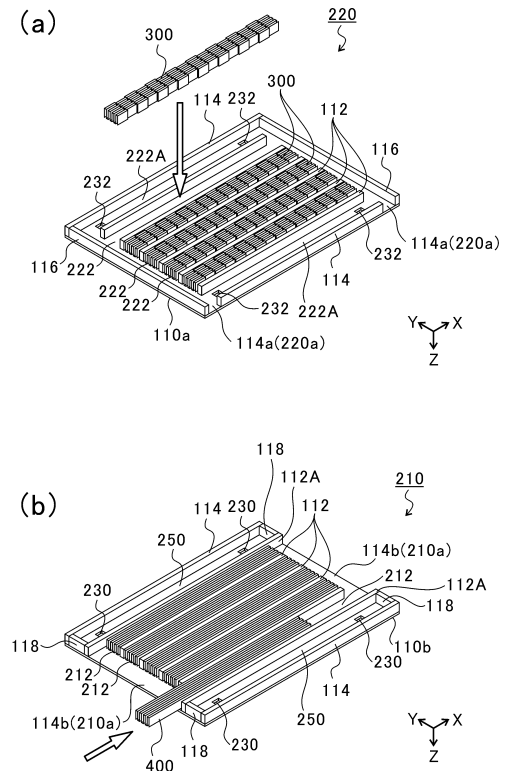
【0050】

- 100 リアクタ
- 210 反応側流路
- 220 熱媒体側流路
- 230 連通部
- 250 抑制流路
- 400 触媒構造体(触媒)

【図1】



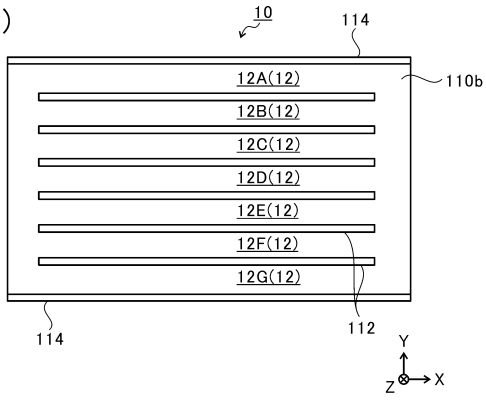
【図2】



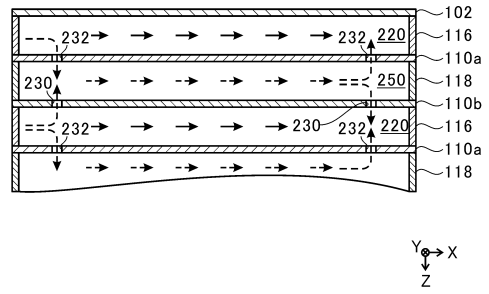


【 図 3 】

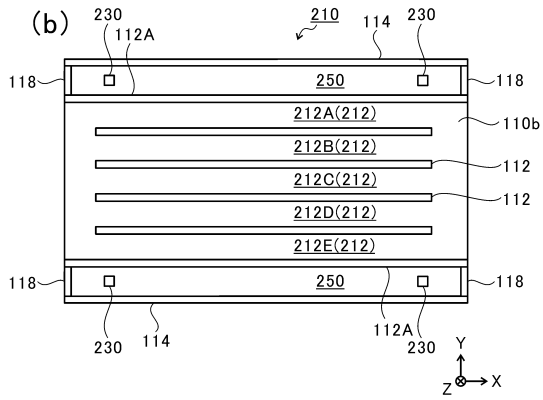
(a)



【 図 4 】



(b)



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-313384(JP,A)  
特開2003-279283(JP,A)  
特開2005-49066(JP,A)  
特開2007-7558(JP,A)  
特表2008-530482(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D	53/86 - 53/96
B01J	19/00 - 19/32
F28D	9/00
F28F	3/08