

(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2014-169809

(P2014-169809A)

(43) 公開日 平成26年9月18日(2014.9.18)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 2 8 F 3/08 (2006.01)	F 2 8 F 3/08 3 0 1 A	3 L 1 0 3
F 2 8 F 3/06 (2006.01)	F 2 8 F 3/06 A	4 G 0 7 5
F 2 8 D 9/00 (2006.01)	F 2 8 F 3/06 Z	4 G 1 6 9
F 2 8 F 27/00 (2006.01)	F 2 8 D 9/00	
B 0 1 J 19/24 (2006.01)	F 2 8 F 27/00 5 1 1 G	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2013-41061 (P2013-41061)
(22) 出願日 平成25年3月1日 (2013.3.1)

(71) 出願人 000183369
住友精密工業株式会社
兵庫県尼崎市扶桑町 1 番 1 0 号
(74) 代理人 110001427
特許業務法人前田特許事務所
(72) 発明者 藤田 泰広
兵庫県尼崎市扶桑町 1 番 1 0 号 住友精密
工業株式会社内
(72) 発明者 田辺 章裕
兵庫県尼崎市扶桑町 1 番 1 0 号 住友精密
工業株式会社内
F ターム (参考) 3L103 AA41 BB26 CC12 CC26 DD15
DD54 DD55 DD62
4G075 AA02 AA45 AA65 BA10 CA54
DA02 EB50 EC06 EC25 FA12
4G169 AA01 BA17 EE06 EE07 EE08

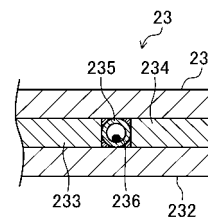
(54) 【発明の名称】 積層構造体

(57) 【要約】

【課題】 積層構造体の内部の温度計測を可能にする。

【解決手段】 積層構造体（触媒反応器 1）は、隣り合う通路 2 1、2 2 の間に介在しかつ、各通路内を流れる流体間の伝熱を行うよう構成されたチューブプレート 2 3 と、前記チューブプレートに積層した状態でろう付けされると共に、通路内に配設されるように構成されたコルゲートフィン 2 1 1、2 2 1 と、を備える。チューブプレートは、当該プレート内に埋め込まれかつ、該プレートの側面に開口すると共に、プレートの内方に向かって延びよう構成されたパイプ 2 3 5 と、開口を通じてパイプ内に内挿されかつ、チューブプレートの内方位置での温度を計測するセンサ 2 3 6 と、を有している。

【選択図】 図 4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

隣り合う通路の間に介在しかつ、各通路内を流れる流体間の伝熱を行うよう構成されたチューブプレートと、

前記チューブプレートに積層した状態でろう付けされかつ、前記通路内に配設されるよう構成されたコルゲートフィンと、を備え、

前記チューブプレートは、当該プレート内に埋め込まれかつ、該プレートの側面に開口すると共に、前記プレートの内方に向かって延びるよう構成されたパイプと、前記開口を通じて前記パイプ内に内挿されかつ、前記チューブプレートの内方位置での温度を計測するセンサと、を有している積層構造体。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の積層構造体において、

前記隣り合う通路のうちの少なくとも一方の通路内には、触媒担持体が配設されており、当該通路内を流れる流体について触媒反応が行われるよう構成されている積層構造体。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の積層構造体において、

前記チューブプレートは、前記パイプと、当該パイプを板厚方向に挟み込むように配置されかつ、前記通路を区画する面を構成する第 1 及び第 2 の板材と、前記第 1 及び第 2 の板材の間で、前記パイプを間に挟んだ両側のそれぞれに配置される、少なくとも第 3 及び第 4 の板材と、を、ろう付けにより相互に接合することで構成されている積層構造体。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

ここに開示する技術は、積層構造体に関し、特に隣り合う通路の間に介在しかつ、各通路内を流れる流体間の伝熱を行うよう構成されたチューブプレートと、チューブプレートに積層した状態でろう付けされかつ、前記通路内に配設されるように構成されたコルゲートフィンと、を備えた積層構造体に関する。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 には、チューブプレートとコルゲートフィンとを積層して構成した積層構造体の一つである熱交換器において、チューブプレートとコルゲートフィンとの接合状態を検査するために、積層構造体の外表面を構成するチューブプレートの表面に温度センサを取り付ける技術が記載されている。この技術は、チューブプレートを間に挟んだ 2 つの通路の間での熱交換を行うプレートフィン型熱交換器において、各通路の外側に位置するチューブプレートの外表面のそれぞれに熱電対を取り付け、その 2 つのチューブプレートの温度差から、チューブプレートとコルゲートフィンとの、ろう付け状態の良否を判断するようにしている。

30

【0003】

また、特許文献 2 には、プレートフィン型の熱交換器において、コアへの流入口が形成されている、コアの外表面に、ヘッダータンクを貫通するように熱電対を配置することで、最も高温になり得るコアの流入口付近の温度を計測することが記載されている。

40

【0004】

また、特許文献 3 には、コア内に設けた通路に隣接するヒーターを加熱源としたプレートフィン型熱交換器において、そのヒーター部分に熱電対を内蔵してヒーターの加熱温度を計測することが記載されている。具体的に、このプレートフィン型熱交換器は、薄板状のヒーターを用い、チューブプレート、コルゲートフィン、及び前記のヒーターを、所定の順番で積層することにより、チューブプレートによって区画された流体通路と流体通路との間に、ヒーターを介在させるようにしている（引用文献 3 の図 3 参照）。

【0005】

さらに、特許文献 4 には、プレートフィン型熱交換器の構造を利用した触媒反応器が記

50

載されている。この触媒反応器は、チューブプレートによって区画した通路内にコルゲートフィンを設置し、チューブプレートとコルゲートフィンとをろう付けにより固定することで、コア（つまり、積層構造体）を構成すると共に、コルゲートフィンによって区画された複数のチャンネルのそれぞれに、触媒担持体を挿入して構成されている。この触媒反応器は、流体が通路内の各チャンネル内を流れる際に、触媒反応が行われるよう構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2002-156194号公報

10

【特許文献2】特開平7-167580号公報

【特許文献3】特開2000-130966号公報

【特許文献4】特開2011-62618号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、特許文献4に記載されているような触媒反応器においては、触媒反応はコアの内部において行われるため、その反応状態を把握するために、コア（つまり、積層構造体）の内部における温度状態、例えばチューブプレートを介した流体間の温度でもあるチューブプレートの温度を計測したいという要求がある。

20

【0008】

しかしながら、特許文献1、2に記載されている技術は、積層構造体の外表面の温度計測は可能であるものの、内部の温度を計測することはできない。また、特許文献3に記載されている技術は、積層構造体の内部に埋め込んだヒーターの温度を計測する技術であり、流体間の温度計測を意図していない。また、この技術は、チューブプレートに挟まれたヒーターの温度を計測するように構成されており、通路同士を区画して流体間の伝熱を行うチューブプレートの温度を計測する構成とは異なる。

【0009】

ここに開示する技術は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、積層構造体の内部の温度計測を可能にすることにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

ここに開示する技術は、積層構造体に係り、この積層構造体は、隣り合う通路の間に介在しかつ、各通路内を流れる流体間の伝熱を行うよう構成されたチューブプレートと、前記チューブプレートに積層した状態でろう付けされかつ、前記通路内に配設されるよう構成されたコルゲートフィンと、を備える。

【0011】

そして、前記チューブプレートは、当該プレート内に埋め込まれかつ、該プレートの側面に開口すると共に、前記プレートの内方に向かって延びるよう構成されたパイプと、前記開口を通じて前記パイプ内に挿入されかつ、前記チューブプレートの内方位置での温度

40

【0012】

この構成によると、チューブプレートとコルゲートフィンとを積層してろう付けすることにより構成された積層構造体において、そのチューブプレートにはパイプが埋め込まれている。パイプは、チューブプレートの側面に開口すると共に、そこからプレートの内方に向かって延びている。従って、パイプは、積層構造体の側面（つまり、積層構造体において、その積層方向に直交する方向の外表面を構成する面）に開口することになる。

【0013】

このパイプには、温度を計測するセンサが挿入されており、このセンサは、チューブプレートの内方位置での温度を計測する。このようなセンサは、例えば熱電対としてもよい

50

。前述したように、このパイプは、チューブプレートに開口していることで、積層構造体の側面に開口しているから、積層構造体の側面の開口を通じてパイプの内部にセンサを挿入することができ、そのセンサを、チューブプレートの内方位置に、言い換えると積層構造体の内方位置に位置づけることが可能になる。その結果、チューブプレートを間に挟んで隣り合う通路内のそれぞれを流れる流体間の熱交換状態を、積層構造体の内部におけるチューブプレートの温度に基づいて把握することが可能になる。センサは、チューブプレートに埋設されており、チューブプレートによって区画される通路内には現れないため、センサを、積層構造体の内部に配設しても、流体の流れに支障が生じることがない。

【 0 0 1 4 】

10

ここで、チューブプレートにパイプを埋め込むことは、チューブプレートとコルゲートフィンとをろう付けする際に、ろう材によって、センサを配設するための孔が塞がってしまうことを回避して、チューブプレートの内方位置へのセンサの配設を確実に言い得るといえる利点がある。

【 0 0 1 5 】

また、パイプ内にセンサを内挿し、そのセンサをパイプに対して固定しないようにすれば、例えばセンサの故障等が発生したときに、センサの交換を容易に行い得る。さらに、チューブプレートの各所に、予め複数のパイプを埋め込んでおけば、センサの配設位置を変更することによって、積層構造体内部の各所における温度を計測することも可能になる。

20

【 0 0 1 6 】

ここで、前記隣り合う通路のうちの少なくとも一方の通路内には、触媒担持体が配設されており、当該通路内を流れる流体について触媒反応が行われるよう構成されている、としてもよい。

【 0 0 1 7 】

つまり、この構成は、チューブプレートとコルゲートフィンとを積層して構成したプレートフィン型の熱交換器の構造を有する触媒反応器において、チューブプレートの内方位置の温度計測を可能にする。触媒反応器は、その内部で触媒反応が行われるため、内部の温度が、流体の流入口や流出口が形成されている積層構造体の側面付近の温度よりも高くなり得る。従って、触媒反応器では、内部の温度を計測したいという要求があるものの、前述のように、チューブプレートに、センサが内挿されるパイプを埋め込むことによって触媒反応器の内部の温度が計測可能になるから、反応状態を正確に把握することが可能になる。従って、この技術は、触媒反応器に、特に適している。

30

【 0 0 1 8 】

前記チューブプレートは、前記パイプと、当該パイプを板厚方向に挟み込むように配置されかつ、前記通路を区画する面を構成する第 1 及び第 2 の板材と、前記第 1 及び第 2 の板材の間で、前記パイプを間に挟んだ両側のそれぞれに配置される、少なくとも第 3 及び第 4 の板材と、を、ろう付けにより相互に接合することで構成されている、としてもよい。

【 0 0 1 9 】

40

こうすることで、チューブプレートに対するパイプの埋め込みが容易になる。すなわち、チューブプレートに対して、その内方位置にセンサを配設するための孔を形成しようとすれば、例えばチューブプレートの側面から内方に向かって延びる孔を開けることが考えられる。しかしながら、チューブプレートは、これを挟んだ流体間での伝熱を行うことから、その板厚を比較的薄くしなければならない。そのため、板厚の薄いチューブプレートに対して、その側面から内方に孔を開けることは、加工が困難であると共に、加工コストが高くなる。

【 0 0 2 0 】

前述した複数枚の板材を組み合わせる構成は、板材に孔を開けることなく、チューブプレート内にパイプを埋め込むことにより、センサ配設用の孔を設けることを可能にする。

50

また、第 1 ~ 第 4 の板材を、互いに同じ板厚の板材とすることも可能であり、こうすることで、製造コストの低減に有利になる。尚、第 1 ~ 第 4 の板材を同じ板厚に設定する場合は、パイプの両側に配置する第 3 及び第 4 の板材は、パイプの外径以上に設定する必要性がある一方で、第 1 ~ 第 4 の板材を積層して構成されるチューブプレート全体の板厚を、伝熱性を考慮して薄くする必要性もあるため、各板材の板厚は、これらを考慮して、適切な板厚に設定することが好ましい。

【 0 0 2 1 】

また、第 1 ~ 第 4 の板材及びパイプは、チューブプレートとコルゲートフィンとの積層方向と同じ方向に積層されたチューブプレートを構成するから、チューブプレートとコルゲートフィンとのろう付けと同時に、第 1 ~ 第 4 の板材及びパイプを、ろう付けすることが可能である。このようにすれば、製造工程が簡略化することによるコスト低減に有利になる。

10

【発明の効果】

【 0 0 2 2 】

以上、説明したように、前記の積層構造体によると、チューブプレートの側面に開口するパイプをチューブプレートに埋め込むと共に、そのパイプにセンサを内挿することによって、積層構造体の内部の温度計測が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 3 】

【図 1】触媒反応器の構成を概略的に示す一部破断の正面図である。

20

【図 2】図 1 の II - II 断面図である。

【図 3】(a) チューブプレートの分解斜視図、(b) チューブプレートの組立斜視図である。

【図 4】チューブプレートの断面図である。

【図 5】(a) (b) チューブプレートの変形例を示す図 4 対応図である。

【図 6】(a) (b) チューブプレートの別の変形例を示す図 4 対応図である。

【図 7】(a) (b) (c) チューブプレートのさらに別の変形例を示す図 4 対応図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 4 】

30

以下、触媒反応器の実施形態を図面に基づいて説明する。尚、以下の好ましい実施形態の説明は例示である。図 1 は、実施形態に係る触媒反応器 1 の構成を概略的に示しており、図 2 は、図 1 の II - II 断面の一部を示している。尚、説明の便宜上、図 1 における紙面上下方向を X 方向、左右方向を Z 方向、紙面に直交する方向を Y 方向と呼ぶと共に、各図において、紙面における上側を上、下側を下と呼ぶ場合がある。但し、以下の説明における「上」や「下」が、実際の触媒反応器における上や下に対応しないこともある。

【 0 0 2 5 】

この触媒反応器 1 は、基本的にはプレートフィン型の熱交換器と同じ構造のコア 2 を有している。コア 2 は、図 2 にその一部を示すように、第 1 流体が流れる複数の第 1 通路 2 1 と第 2 流体が流れる複数の第 2 通路 2 2 とを、チューブプレート 2 3 を介在しつつ、Y 方向に交互に積層することで構成されている（尚、図 2 においては、一つの第 1 通路 2 1 と、一つの第 2 通路 2 2 とだけを図示している）。第 1 通路 2 1 及び第 2 通路 2 2 における Z 方向の側部は、サイドバー 2 4 によって区画される。チューブプレート 2 3 の構成の詳細は、後述する。

40

【 0 0 2 6 】

第 1 流体は、図 1 に実線の矢印で示すように、コア 2 の上端面から第 1 通路 2 1 内に流入してコア 2 内を下向きに流れた後、コア 2 の下端部における側面から Z 方向に流出するように構成されている。第 2 流体は、図 1 に白抜きの矢印で示すように、コア 2 の下端部から流入してコア 2 内を上向きに流れた後、コア 2 の上端面における側面から Z 方向に流出するように構成されている。このように、コア 2 は、第 1 流体と第 2 流体とが X 方向に

50

対向して流れる対向流型に構成されている。但し、コア 2 の構成はこれに限らず、第 1 流体と第 2 流体との流れ方向が互いに並行に設定された並行流型としてもよいし、第 1 流体と第 2 流体との流れ方向が互いに直交する直交流型としてもよい。

【 0 0 2 7 】

コア 2 における各第 1 通路 2 1 内には、図 2 に示すように、コルゲートフィン 2 1 1 が配設されている。このコルゲートフィン 2 1 1 によって、各第 1 通路 2 1 は、Z 方向に並ぶと共に、それぞれ X 方向に延びる複数のチャンネルに区画されている。また、各第 2 通路 2 2 内にも、コルゲートフィン 2 2 1 が配設されており、このコルゲートフィン 2 2 1 によって各第 2 通路 2 2 もまた、Z 方向に並ぶと共に、それぞれ X 方向に延びる複数のチャンネルに区画されている。第 1 通路 2 1 及び第 2 通路 2 2 内に配置されるコルゲートフィン 2 1 1、2 2 1 は、チューブプレート 2 3 に当接する上壁 2 1 1 1、2 2 1 1 及び下壁 2 1 1 2、2 2 1 2 と、上壁 2 1 1 1、2 2 1 1 及び下壁 2 1 1 2、2 2 1 2 を互いに連結するように、Y 方向に真っ直ぐに延びる側壁 2 1 1 3、2 2 1 3 とを有して構成されている。第 1 通路 2 1 及び第 2 通路 2 2 において、上壁 2 1 1 1、2 2 1 1 又は下壁 2 1 1 2、2 2 1 2、2 つの側壁 2 1 1 3、2 2 1 3、及びチューブプレート 2 3 によって区画される各チャンネルは、ほぼ長方形の横断面形状を有している。尚、チャンネルの横断面形状は、この形状に限定されるものではない。

【 0 0 2 8 】

各第 1 通路 2 1 内にはまた、図 1 に概念的に示すように、コア 2 の下端部に対応する流出側に、三角形に切り出されたディストリビュータフィン 2 1 2 が配設されている。ディストリビュータフィン 2 1 2 は、第 1 通路 2 1 内の流れ方向を、X 方向の下向きから Z 方向の水平向き（図 1 の紙面左向き）へと変更する。また、各第 2 通路 2 2 内にも、コア 2 の上端部に対応する流出側に、三角形のディストリビュータフィン 2 2 2 が配設されており、これによって、第 2 通路 2 2 内の流れ方向が、X 方向の上向きから、Z 方向の水平向き（図 1 の紙面右向き）へと変更されている。こうしてコア 2 の上端面が第 1 流体の流入面 3 1 になると共に、コア 2 の下部における側面が第 1 流体の流出面 3 2 になる。一方、コア 2 の下端面が第 2 流体の流入面 3 3 になると共に、コア 2 の上部における側面が第 2 流体の流出面 3 4 になる。

【 0 0 2 9 】

コア 2 に対し、第 1 流体の流入面 3 1 には、第 1 流体を各第 1 通路 2 1 の各チャンネルに分配して流入させるための、流入ヘッダータンク 4 1 が取り付けられている。流入ヘッダータンク 4 1 には、第 1 流体が流入する流入ノズル 4 1 1 が取り付けられている。一方、コア 2 における、第 1 流体の流出面 3 2 には、各第 1 通路 2 1 の各チャンネルを通過した第 1 流体を集合させて流出させるための、流出ヘッダータンク 4 2 が取り付けられている。流出ヘッダータンク 4 2 には、第 1 流体が流出する流出ノズル 4 2 1 が取り付けられている。また、第 2 流体の流入面 3 3 には流入ヘッダータンク 4 3 が取り付けられると共に、第 2 流体の流出面 3 4 には流出ヘッダータンク 4 4 が取り付けられる。第 2 流体の流入ヘッダータンク 4 3 及び流出ヘッダータンク 4 4 は、第 1 流体の流入ヘッダータンク 4 1 及び流出ヘッダータンク 4 2 と同じ構成であり、それぞれ、流入ノズル 4 3 1 及び流出ノズル 4 4 1 が取り付けられている。

【 0 0 3 0 】

第 1 通路 2 1 内の第 1 のコルゲートフィン 2 1 1 は、その上端及び下端がそれぞれ、流体の流れ方向（つまり、X 方向）に直交するように構成されている。この第 1 のコルゲートフィン 2 1 1 と、ディストリビュータフィン 2 1 2 との間には、第 2 のコルゲートフィン 2 1 3 が配設されている。

【 0 0 3 1 】

第 2 のコルゲートフィン 2 1 3 は、ディストリビュータフィン 2 1 2 と同様に、三角形に切り出されたフィンであると共に、第 1 のコルゲートフィン 2 1 1 と同様に、第 1 通路 2 1 を、Z 方向に並ぶ複数のチャンネルに区画するように構成されている。第 2 のコルゲートフィン 2 1 3 を第 1 のコルゲートフィン 2 1 1 に対して突き合わせて配置すること

により、第 1 通路 2 1 内の各チャンネルが X 方向に連続する。

【 0 0 3 2 】

また、第 2 通路 2 2 内の第 1 のコルゲートフィン 2 2 1 も、その上端及び下端がそれぞれ、流体の流れ方向（つまり、X 方向）に直交するように構成されていると共に、詳細な図示は省略するが、第 1 のコルゲートフィン 2 2 1、ディストリビュータフィン 2 2 2 との間には、三角形状に切り出された第 2 のコルゲートフィン 2 2 3 が配設されている。

【 0 0 3 3 】

そうして、この触媒反応器 1 においては、第 1 通路 2 1 内の各チャンネル内に、触媒担持体 2 1 5 が挿入されている。触媒担持体 2 1 5 は、図 1、2 に概念的に示すように、X 方向に延びると共に、チャンネルの横断面形状に対応する横断面を有する角棒状であり、第 1 のコルゲートフィン 2 1 1 の一端から他端までの全域に亘って延びている（図 1 の「第 1 通路の触媒挿入領域」参照。尚、図 1 においては、理解容易のために、一つの触媒担持体 2 1 5 のみを図示している。）。また、第 2 通路 2 2 内でも同様に、各チャンネル内に、X 方向に延びる角棒状の触媒担持体 2 2 5 が挿入されている（図 2 参照）。第 2 通路 2 2 内においても、触媒担持体 2 2 5 は、第 1 のコルゲートフィン 2 2 1 の一端から他端までの全域に亘って延びており（図 1 の「第 2 通路の触媒挿入領域」参照）、第 1 通路 2 1 の触媒挿入領域と第 2 通路 2 2 の触媒挿入領域とが重複する領域で、2 つの触媒反応の相互作用が期待できる。尚、触媒担持体 2 1 5、2 2 5 の形状は、チャンネルの横断面形状に対応する横断面形状とすればよく、図示は省略するが、チャンネルの横断面形状が、例えば台形状になれば、触媒担持体 2 1 5、2 2 5 の横断面形状も台形状とし、チャンネルの横断面形状が、例えば正形状になれば、触媒担持体 2 1 5、2 2 5 の横断面形状も正形状とすればよい。

【 0 0 3 4 】

このように、コア 2 は、チューブプレート 2 3 とコルゲートフィン 2 1 1、2 2 1 とを積層し、それらをろう付けすることによって構成した積層構造体として構成されている。

【 0 0 3 5 】

ここで、触媒反応器 1 の製造方法について簡単に説明をすると、コア 2 は、チューブプレート 2 3 とコルゲートフィン 2 1 1、2 1 2、2 1 3、2 2 1、2 2 2、2 2 3 を所定の順番で積層して、ろう付けすることによって作成可能である。ヘッダータンク 4 1、4 2、4 3、4 4 はそれぞれ、コア 2 に対し溶接により取り付けられる。第 1 通路 2 1 内の触媒担持体 2 1 5 は、ヘッダータンク 4 1 を取り付け前の、コア 2 の上端面である第 1 流体の流入面 3 1 が露出した状態で、当該流入面 3 1 に開口するチャンネルの一つ一つに挿入される。同様に、第 2 通路 2 2 内の触媒担持体 2 2 5 は、ヘッダータンク 4 3 を取り付け前の、コア 2 の下端面である第 2 流体の流入面 3 3 が露出した状態で、当該流入面 3 3 に開口するチャンネルの一つ一つに挿入される。

【 0 0 3 6 】

こうして、この構成の触媒反応器 1 においては、各触媒担持体 2 1 5、2 2 5 はチャンネル内で固定しないため、コア 2 に取り付けしたヘッダータンク 4 1、4 3 を取り外して、コア 2 の流入面 3 1 及び流入面 3 3 を露出することによって、交換を容易に行うことが可能である。

【 0 0 3 7 】

次に、図 3、4 を参照しながら、チューブプレート 2 3 の構成について詳細に説明する。図 3 (a) は、チューブプレート 2 3 の分解斜視図を、同図 (b) は、4 枚の板材等を組み合わせた状態のチューブプレート 2 3 の組立斜視図を、図 4 は、チューブプレート 2 3 の横断面図の一部を、それぞれ示している。コア 2 を構成する多数のチューブプレート 2 3 の内の少なくとも 1 のチューブプレート 2 3 には、図 3、4 に示すように、パイプ 2 3 5 が埋め込まれている。このパイプ 2 3 5 は、温度を計測するセンサの一例として、熱電対（つまり、熱電対線）2 3 6（図 4 参照）を、コア 2 の内部に配設するためのパイプ 2 3 5 である。このチューブプレート 2 3 は、第 1～第 4 の 4 枚の板材 2 3 1、2 3 2、2 3 3、2 3 4 と、パイプ 2 3 5 とを互いに接合することで構成されている。

【 0 0 3 8 】

第 1 ～ 第 4 の板材 2 3 1 ～ 2 3 4 の内、第 1 の板材 2 3 1 及び第 2 の板材 2 3 2 は、コア 2 の第 1 通路 2 1 又は第 2 通路 2 2 を区画する面を構成する板材である。第 1 の板材 2 3 1 及び第 2 の板材 2 3 2 は、コア 2 の積層方向（つまり、この例では Y 方向）に、パイプ 2 3 5 を挟んで、対面するように配設される。これに対し、第 3 の板材 2 3 3 及び第 4 の板材 2 3 4 は、第 1 の板材 2 3 1 と第 2 の板材 2 3 2 との間に配設される板材であり、パイプ 2 3 5 を間に挟んだ両側に、それぞれ配設されている。

【 0 0 3 9 】

パイプ 2 3 5 は、図 2、3 に示すように、チューブプレート 2 3 の側面に開口するように、その基端の開口が、各板材 2 3 1 ～ 2 3 4 の側縁に位置する一方、その先端が、チューブプレート 2 3 の内方に位置するように、図例では Z 方向に延びている。こうしてパイプ 2 3 5 は、コア 2 の側面に開口することになり、この開口から熱電対 2 3 6 をパイプ 2 3 5 に内挿することで、コア 2 の内部に熱電対 2 3 6 を配置することが可能になる。

【 0 0 4 0 】

第 1 ～ 第 4 の板材 2 3 1 ～ 2 3 4 は、図例では全て同じ板厚を有しており、同一の板材から、それぞれ所定の大ききに切り出されることによって構成されている。こうすることで、製造コストの低減に有利になる。第 1 ～ 第 4 の板材 2 3 1 ～ 2 3 4 は、この例では、パイプ 2 3 5 の外径と同じ板厚を有しているが、パイプ 2 3 5 の外径よりも大きい板厚であれば、第 1 の板材 2 3 1 と第 2 の板材 2 3 2 との間に、パイプ 2 3 5、並びに、第 3 及び第 4 の板材 2 3 3、2 3 4 を挟み込んで、チューブプレート 2 3 を構成することが可能である。但し、第 1 ～ 第 4 の板材 2 3 1 ～ 2 3 4 の板厚が分厚くなりすぎると、チューブプレート 2 3 全体の板厚が分厚くなる結果、コア 2 における、第 1 通路 2 1 及び第 2 通路 2 2 間の伝熱性能が低下する虞がある。従って、第 1 ～ 第 4 の板材 2 3 1 ～ 2 3 4 の板厚は、パイプ 2 3 5 の外径と同程度にすることが好ましい。

【 0 0 4 1 】

第 1 ～ 第 4 の板材 2 3 1 ～ 2 3 4 及びパイプ 2 3 5 は、ろう付けによって互いに接合されることで、一枚のチューブプレート 2 3 を構成する。このろう付けは、前述したチューブプレート 2 3 とコルゲートフィン 2 1 1、2 2 1 とろう付けしてコア 2 を製造する際に、同時に行うことが可能である。つまり、第 1 ～ 第 4 の板材 2 3 1 ～ 2 3 4 及びパイプ 2 3 5 もまた、チューブプレート 2 3 とコルゲートフィン 2 1 1、2 1 2 との積層方向と同じ方向に積層されることから、第 1 ～ 第 4 の板材 2 3 1 ～ 2 3 4 及びパイプ 2 3 5 と、コルゲートフィン 2 1 1、2 1 2 とを、所定の順番で積層した上でろう付けを行うことで、コア 2 を製造することが可能である。このときに、パイプ 2 3 5 は、ろう材によって塞がることなく、熱電対 2 3 6 の配設経路を確実に確保することを可能にする。

【 0 0 4 2 】

ここで、チューブプレート 2 3 に対するパイプ 2 3 5 の配設形態は、様々な形態を採用することが可能である。すなわち、図示は省略するが、パイプ 2 3 5 は、チューブプレート 2 3 の一端から他端まで、チューブプレート 2 3 を貫通するように配置してもよい。また、パイプ 2 3 5 は、チューブプレート 2 3 の一端から内方の途中位置まで延びるように配置してもよい。

【 0 0 4 3 】

パイプ 2 3 5 は、チューブプレート 2 3 に沿って X 方向や Z 方向に延びて配設する他にも、X 方向や Z 方向に対して斜めになる方向に延びて配設してもよい。

【 0 0 4 4 】

さらに、パイプ 2 3 5 は、一枚のチューブプレート 2 3 に対し、一つだけ埋め込むのではなく、複数を並列するように配置して、埋め込むようにしてもよい。そのように複数のパイプ 2 3 5 を埋め込む場合には、前述した様々な配置形態を、適宜組み合わせるようにしてもよい。例えば、いくつかのパイプ 2 3 5 は、チューブプレート 2 3 における所定位置で、そのチューブプレート 2 3 の一端から他端まで貫通するようにかつ、所定の方向に並列して配置する一方、別のいくつかのパイプ 2 3 5 は、チューブプレート 2 3 における

所定位置で、チューブプレート 23 の一端から内方の途中位置まで延びるようにかつ、所定の方向に並列して配置し、さらに、別のいくつかのパイプ 235 は、チューブプレート 23 における所定位置で、チューブプレート 23 の他端から内方の途中位置まで延びるようにかつ、所定の方向に並列して配置してもよい。尚、2 本以上のパイプ 235 をチューブプレート 23 に埋め込む構成では、第 1 及び第 2 の板材 231、232 の間に、3 枚以上の板材が配置されることになる。

【0045】

このような構成によって、この触媒反応器 1 は、そのコア 2 の内部の温度を熱電対 236 によって計測することが可能になる。このときに、チューブプレート 23 に、パイプ 235 を埋め込んでいるため、コア 2 において流体が流れる各通路 21、22 には、温度計測のための構成が、何ら現れない。このことは、触媒反応器 1 の性能に影響を与えることなく、コア 2 の内部の温度計測を可能にするという利点がある。触媒反応器 1 は、そのコア 2 の内部において触媒反応が行われるため、コア 2 の内部の温度状態を計測することが反応状態の把握に有効である。前記の構成によってコア 2 の内部の温度計測を可能にすることは、触媒反応器 1 の適切な運転制御を可能にする。また、コア 2 の内部の温度状態を監視することで、触媒担持体 215、225 の劣化状態を把握することも可能になり、前述の通り交換可能に構成された触媒担持体 215、225 を、適切な時期に交換することが可能になる。

10

【0046】

(変形例)

20

図 5 ~ 7 は、変形例を示している。この内、図 5 は、一枚のチューブプレート 23 に対して、その側面から内方に向かって孔 237 を開け、その孔 237 内に、パイプ 235 を内挿する構成である。孔 237 とパイプ 235 との間は、ろう材によって埋められている。チューブプレート 23 に形成する孔 237 は、図 5 (a) に示すように、横断面が円形状でもよいし、同図 (b) に示すように、横断面矩形状でもよい。尚、この構成は、チューブプレート 23 は、前述の通り、伝熱性を考慮して比較的板厚が薄く設定されるため、板厚の薄いチューブプレート 23 に対して孔 237 を形成することが困難（特に、チューブプレート 23 の側面から内方に長く延びる孔を形成する場合）であったり、前述した第 1 ~ 第 4 の板材 231 ~ 234 を組み合わせる構成と比較して、加工コストが高くなったりするという不利益がある。

30

【0047】

図 6 は、チューブプレート 23 の表面に、その表面から凹陷する凹溝 238 を形成し、そこにパイプ 235 を配設している。凹溝 238 内は、パイプ 235 の部分を除いて、ろう材によって埋められている。図 6 (a) は、凹溝 238 の底を円弧状に形成した例であり、図 6 (b) は、凹溝 238 の底を直線状に形成した例である。チューブプレート 23 の表面に凹溝 238 を加工することは、前述したような孔 237 を加工する場合と比較して、加工自体は容易になるものの、加工コストは、依然として高くなってしまいうという不利益がある。また、こうした凹溝 238 を形成する構成は、チューブプレート 23 とコルゲートフィン 211、221 とをろう付けする際に、チューブプレート 23 において、コルゲートフィン 211、221 が当接する表面に凹溝 238 が形成されていることになるから、チューブプレート 23 とコルゲートフィン 211、221 とのろう付け性に支障が生じる場合がある。

40

【0048】

図 7 は、図 6 と同様に、チューブプレート 23 の表面に凹溝 238 を形成して、そこにパイプ 235 を配設すると共に、凹溝 238 の上部開口を別部材 239 で閉塞している。このうち、図 7 (a) は、チューブプレート 23 の表面から凹陷すると共に、パイプ 235 の外径と同程度の幅を有する凹溝 238 を形成し、そこにパイプ 235 を配設すると共に、当該凹溝 238 の溝幅に相当する別部材（蓋部材 239）を、凹溝 238 内に配設している。これによって、凹溝 238 の上部開口を閉塞しつつ、チューブプレート 23 の表面が面一になるようにしている。また、図 7 (b) は、同図 (a) と同様に、チューブプレ

50

レート 2 3 の表面から凹陷する凹溝 2 3 8 を形成するものの、この凹溝 2 3 8 は、相対的に溝幅の広い第 1 凹溝 2 3 8 1 と、相対的に溝幅の狭い第 2 凹溝 2 3 8 2 と、を連続して形成し、チューブプレート 2 3 の板厚方向の途中で段差を設けている。第 2 凹溝 2 3 8 2 は、パイプ 2 3 5 の外径と同程度の溝幅及び溝深さであり、パイプ 2 3 5 は、第 2 凹溝 2 3 8 2 内に配置される。一方、第 1 凹溝 2 3 8 1 内には、当該第 1 凹溝 2 3 8 1 の溝幅及び溝深さに対応する別部材（蓋部材 2 3 9）を配設することで、凹溝 2 3 8 の上部開口を閉塞しつつ、チューブプレート 2 3 の表面が面一になるようにしている。図 7（c）は、図 7（a）と同様に、主プレート 2 3 1 1 の表面から凹陷する凹溝 2 3 8 を形成し、その凹溝 2 3 8 内にパイプ 2 3 5 を配置している一方で、主プレート 2 3 1 1 に副プレート 2 3 1 2 を積層することで、凹溝 2 3 8 の上部開口を塞ぐと共に、チューブプレート 2 3 の表面（つまり、コア 2 における第 1 又は第 2 通路 2 1、2 2 を区画する面）を構成するようにしている。尚、図 7 に示す各構成は、板厚の異なる複数の板材等を用意しなければならず、図 3、4 に示すような構成と比較して、製造コストが高くなるという不都合がある。

10

【0049】

尚、触媒反応器 1 の用途によっては、第 2 通路 2 2 には触媒担持体 2 2 5 を挿入しない構成もあり得る。

【0050】

また、ここに開示する技術は、触媒反応器に限らず、プレートフィン型熱交換器等の積層構造体において、内部の温度状態を正確に計測することを可能にするから、様々な種類又は用途の積層構造体に広く適用することが可能である。

20

【産業上の利用可能性】

【0051】

以上説明したように、ここに開示した積層構造体は、内部の温度計測を可能にするから、例えば触媒反応器や、プレートフィン型熱交換器として有用である。

【符号の説明】

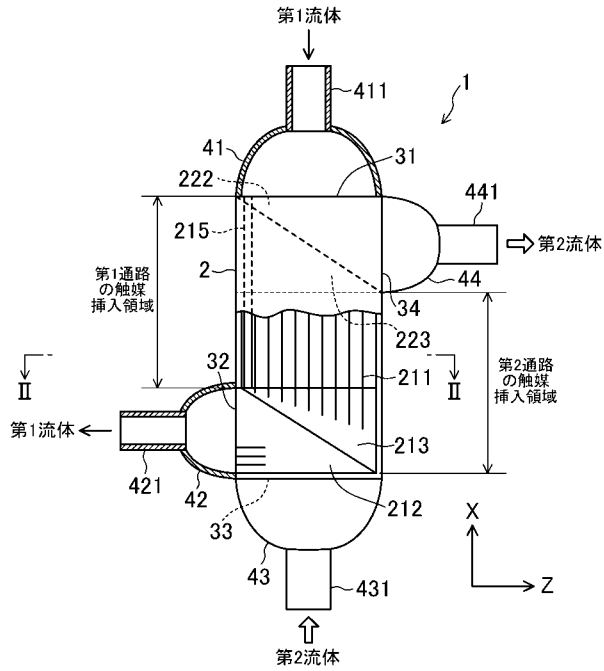
【0052】

- 1 触媒反応器
- 2 1 第 1 通路
- 2 1 1 第 1 のコルゲートフィン
- 2 1 5 触媒担持体
- 2 2 第 2 通路
- 2 2 1 第 1 のコルゲートフィン
- 2 2 5 触媒担持体
- 2 3 チューブプレート
- 2 3 1 第 1 の板材
- 2 3 2 第 2 の板材
- 2 3 3 第 3 の板材
- 2 3 4 第 4 の板材
- 2 3 5 パイプ
- 2 3 6 熱電対（センサ）

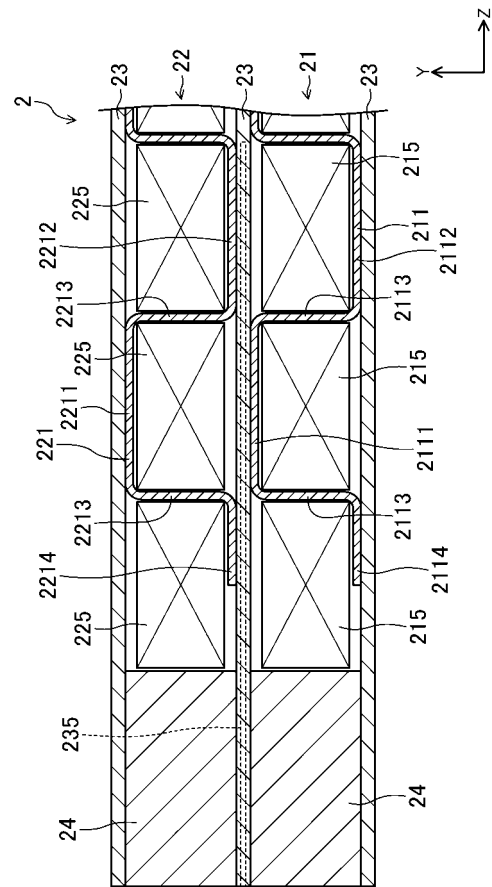
30

40

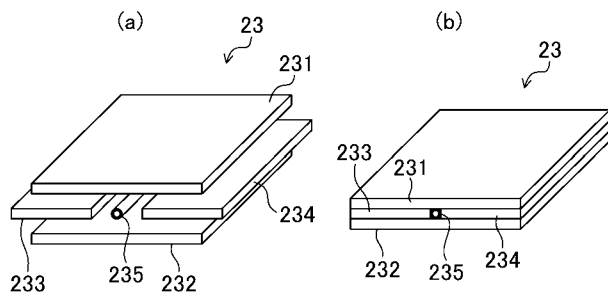
【 図 1 】



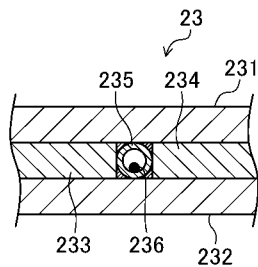
【 図 2 】



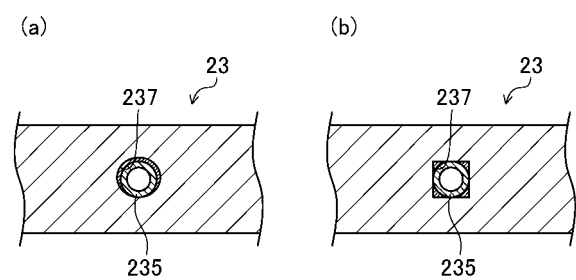
【 図 3 】



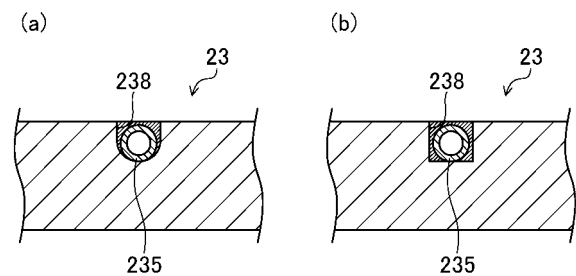
【 図 4 】



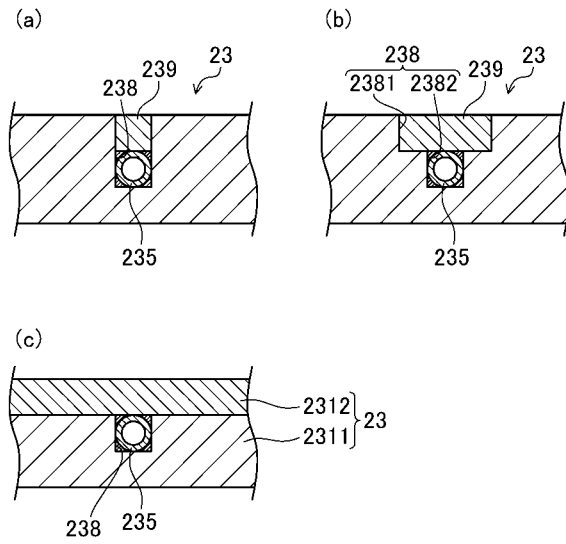
【 図 5 】



【 図 6 】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

B 0 1 J 35/02 (2006.01)

F I

B 0 1 J 19/24

B 0 1 J 35/02

A

F

テーマコード (参考)