(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年7月13日(13.07.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/132105 A1

(51) 国際特許分類:
F28F 3/06 (2006.01) *F28D 9/00* (2006.01)
B01J 19/24 (2006.01) *F28F 21/08* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/034821

(22) 国際出願日： 2022年9月16日(16.09.2022)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2022-001642 2022年1月7日(07.01.2022) JP

(71) 出願人: 株式会社ＩＨＩ (**IHI CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号 Tokyo (JP).

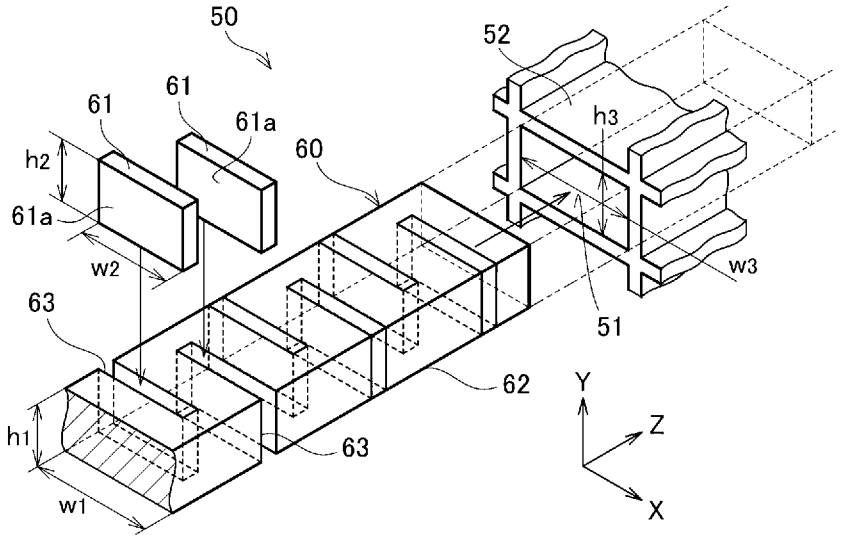
(72) 発明者: 吉野谷 拓哉 (**YOSHINOYA Takuya**); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号 株式会社ＩＨＩ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 三好 秀和，外 (**MIYOSHI Hidekazu** et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目２番８号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) **Title:** HEAT EXCHANGE STRUCTURE

(54) 発明の名称： 熱交換構造



(57) **Abstract:** A heat exchange structure (50) comprises: a flow path (51) that is thermally coupled to other flow paths stacked together in the stacking direction; and a path configuration part (60) provided in the flow path (51). The path configuration part (60) includes: a plurality of walls (61) that constitutes a main flow path for fluid; and a porous body (62) that is provided in the path and permeable to the fluid.

(57) 要約：熱交換構造（５０）は、積層方向に互いに積層される他の流路と熱的に結合する流路（５１）と、流路（５１）内に設けられる経路構成部（６０）と、を備える。経路構成部（６０）は、流体の主流の経路を構成する複数の壁部（６１）と、経路内に設けられ、流体に対して透過性を有する多孔質体（６２）とを含む。

［続葉有］

SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 熱交換構造

技術分野

[0001]　本開示は、二流体間の熱交換を行う熱交換構造に関する。

背景技術

[0002]　熱交換型の触媒反応装置は、二流体間の熱交換を行う熱交換構造を装備している。熱交換構造は、互いに隣接する熱媒流路と反応流路を有する。熱媒流路には熱媒流体が流れ、反応流路には反応原料を含んだ反応流体が流れる。熱媒流路と反応流路とは隔壁を介して互いに熱的に結合している。従って、温度差をもつ熱媒流体と反応流体との間では熱交換が行われ、反応原料の反応が促進される。

[0003]　熱媒流体と反応流体との間の総括熱伝達係数を向上させるため、熱媒流路及び反応流路のうちの少なくとも一方にフィン構造体が設置される場合がある。フィン構造体は、コルゲートフィン又はウェービングフィン等と呼ばれ、金属板に曲げ加工等を施すことで形成されている。フィン構造体は、当該フィン構造体が設置される流路の長手方向に延伸又は湾曲した複数のフィン（側面）を有する。これに関して、特許文献１はフィン構造体としての伝熱促進体を開示している。なお、上述のフィン構造体が反応流路に設置される場合、当該フィン構造体に触媒が担持されることもある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１７－１４０５９１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　流路へのフィン構造体の取付けを容易にするため、フィン構造体と流路の内周面との間に所定のクリアランス（間隙）が設けられる。クリアランスはフィン構造体と流路の間の摩擦を低減し、フィン構造体の流路への挿入や当

該流路からの取出しを容易にする。つまり、クリアランスは、フィン構造体の挿入や除去に不可欠であるものの、熱交換や反応への寄与が少ない流体の流れを形成する空間でもあり、伝熱性能を低下させる要因の１つとなる。

[0006] 本開示はこのような事情を鑑みて成されたものであって、伝熱性能の低下を抑制しつつ、設置又は除去の作業性を向上させることが可能な熱交換構造の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示に係る熱交換構造は、積層方向に互いに積層される他の流路と熱的に結合する流路と、　前記流路内に設けられる経路構成部とを備える。前記経路構成部は、流体の主流の経路を構成する複数の壁部と、前記経路内に設けられ、前記流体に対して透過性を有する多孔質体とを含む。

[0008] 前記複数の壁部は流体に対して透過性を有してもよい。この場合、前記複数の壁部の透過率は、流体に対する前記多孔質体の透過率よりも低くてもよい。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、伝熱性能の低下を抑制しつつ、設置又は除去の作業性を向上させることが可能な熱交換構造を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本開示の第１実施形態に係る熱交換構造における流路のＹ－Ｚ面断面図である。

[図2]熱交換構造の分解斜視図である。

[図3]第１実施形態に係る経路構成部内の流体の流れを説明するための図であり、Ｙ方向から見た断面図である。

[図4]第１実施形態に係る経路構成部の第１変形例を示す図である。

[図5]第１実施形態に係る経路構成部の第２変形例を示す図である。

[図6]第１実施形態に係る経路構成部の第３変形例を示す図である。

[図7]第２実施形態に係る経路構成部の構成及びその内部の流体の流れを説明するための図であり、Ｙ方向から見た断面図である。

[図8]壁部及び多孔質体の各変形例を示す斜視図である。

[図9A]他の実施形態に係る熱交換構造における経路構成部の側面図である。

[図9B]他の実施形態に係る熱交換構造における経路構成部の側面図である。

[図9C]他の実施形態に係る熱交換構造における経路構成部の側面図である。

[図9D]他の実施形態に係る熱交換構造における経路構成部の側面図である。

[図9E]他の実施形態に係る熱交換構造における経路構成部の側面図である。

[図10]本開示の各実施形態に係る熱交換構造を備える反応装置を示す側面図である。

[図11]図１０におけるＸＩ－ＸＩ断面図である。

[図12]図１０におけるＸＩＩ－ＸＩＩ断面図である。

[図13]反応装置における、熱交換構造としての熱交換部の一部を示す立体断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、いくつかの例示的な実施形態に係る熱交換構造５０について、図面を参照して説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、説明の便宜上、互いに直交する３方向として、Ｘ方向、Ｙ方向、及びＺ方向を定義する。Ｘ方向は、後述する流路５１、５２の幅方向であり、各流路が平行に複数設けられる場合の配列方向でもある。Ｙ方向は流路５１、５２の積層方向であり、両流路の間の熱の主な伝達方向でもある。Ｚ方向は、各流路の長手方向（延伸方向）である。後述する経路構成部は、流路５１、５２とは別体に形成され、流路５１及び流路５２のうちの少なくとも一方の流路内に設けられる。以下、説明の便宜上、経路構成部６０が流路５１のみに設置される例を挙げて説明する。

[0012] （第１実施形態）

本開示の第１実施形態について説明する。

図１は、第１実施形態に係る熱交換構造における流路のＹ－Ｚ面断面図である。図２は、熱交換構造の分解斜視図である。図１に示すように、第１実施形態に係る熱交換構造５０は少なくとも１つの流路５１と、少なくとも１

つの流路５２を備える。また、図２に示すように、流路５１及び流路５２は、Ｙ方向に沿った長さ（即ち高さ）ｈ３とＸ方向に沿った長さ（即ち幅）ｗ３を有し、長手方向となるＺ方向に延伸している。また、流路５１及び流路５２は、Ｙ方向（積層方向）に沿って積層される。なお、Ｙ方向に沿った流路５１及び流路５２の各断面形状は図２に示す矩形に限られない。

[0013] 流路５１及び流路５２は平行に設けられ、隔壁５５を介して互いに熱的に結合している。なお、流路５１は、後述する反応装置１の熱交換部２（図１０～図１３参照）における第１流路１１及び第２流路２１のうちの一方の流路として適用されてもよく、流路５２は第１流路１１及び第２流路２１のうちの他方の流路として適用されてもよい。この場合、流路５１及び流路５２は、Ｙ方向に沿って交互に積層され、流路５１と流路５２の間の隔壁５５は、反応装置１の第１隔壁１３及び第２隔壁２３のそれぞれに相当する。

[0014] 熱交換構造５０は、複数の流路５１と、複数の流路５２とを備えてもよい。例えば、複数の流路５１はＸ－Ｚ平面と平行な平面上に配置され、複数の流路５２はＸ－Ｚ平面と平行な他の平面上に配置される。この場合、流路５１の長手方向と流路５２の長手方向は互いに平行もよく、交差していてもよい。後者は即ち、ねじれの関係にあってもよい。何れの場合も、流路５１及び流路５２のうちの一方の流路は、その長手方向の略全区間において、流路５１及び流路５２のうちの他方の流路と、隔壁５５を介して互いに積層され熱的に結合している。

[0015] 図１に示すように、流路５１には流体５３が流れ、流路５２には流体５４が流れる。流体５３は、後述する熱媒流体Ｍ及び反応流体Ｒのうちの一方の流体である。流体５４は、熱媒流体Ｍ及び反応流体Ｒのうちの他方の流体である。なお、流体５３と流体５４の流れは、向流でもよく、並流でもよい。

[0016] 流体５３と流体５４との間には温度差ΔＴがある。従って、流体５３が流路５１を流れ、流体５４が流路５２を流れているとき、流体５３と流体５４との間で熱が移動する。具体的には、流体５３と隔壁５５との間では対流熱伝達によって、隔壁５５内では熱伝導によって、そして、隔壁５５と流体５

４との間では対流熱伝達によって、流体５３と流体５４との間で熱が移動する。

[0017] このときの単位時間当たりの熱量Ｑは、総括伝熱係数（熱通過率）Ｕ、隔壁５５の伝熱面積Ａ、及び流体５３と流体５４の温度差ΔＴの積に比例する。即ち、これらの値の関係は次の（１）式で表される。

Ｑ＝ＵＡ（ΔＴ） ・・・（１）

伝熱面積Ａは一定である。また、流体５３と流体５４は定常的に流れるので、温度差ΔＴの変化は小さい。従って、熱量Ｑの増加は、総括伝熱係数Ｕの増加によって得られることが判る。

[0018] また、総括伝熱係数Ｕ、流体５３と隔壁５５との間の熱伝達率Ｈ１、隔壁５５と流体５４との間の熱伝達率Ｈ２、及び、隔壁５５の熱伝導率Ｋの間には次の関係がある。

１／Ｕ＝１／Ｈ１＋１／Ｈ２＋Ｔ／Ｋ ・・・（２）

ここで、Ｔは隔壁５５の厚さである。（２）式からは、熱伝達率Ｈ１及び熱伝達率Ｈ２のうちの少なくとも一方が増加すると、総括伝熱係数Ｕが増加することが判る。

[0019] 熱伝達率Ｈ１は、隔壁５５付近の温度境界層に流体５３の主流が接近又は進入すると増加する。つまり、熱伝達率Ｈ１は、当該主流を隔壁５５に向けて偏向させる、或いは、隔壁５５に向かう成分をもつ当該主流の乱流を発生させることによって増加する。この傾向は、熱伝達率Ｈ２についても同様であり、流体５４の流れを制御することによって熱伝達率Ｈ２は増加する。熱伝達率Ｈ１及び熱伝達率Ｈ２うちの少なくとも一方が増加することによって、総括伝熱係数Ｕが増加し、最終的に熱量Ｑが増加する。即ち、限られた長さの空間において、二流体間の総括熱伝達係数を向上させることができる。換言すれば、少なくとも伝熱性能の低下を抑制できる。

[0020] 次に本実施形態に係る経路構成部について説明する。

熱交換構造５０は、経路構成部６０を備える。経路構成部６０は、流体５３の主流の経路を構成する複数の壁部６１と、経路内に設けられ、流体５３

に対して透過性を有する多孔質体６２とを含む。経路構成部６０は、その寸法等の調整により流路５１に対して交換可能に構成される。なお、壁部によって構成される経路とは、互いに隣接する壁部の間に形成された経路に限られず、壁部と流路の内周面との間に形成された経路も含まれる。また、壁部６１と多孔質体６２は、互いの接触面間の摩擦により互いに保持されていてもよく、接着、ろう付け、拡散接合等の接合手段によって互いに接合（一体化）されていてもよい。或いは、ピンやリベット等の締結部材によって一体的に保持されていてもよい。

[0021] 壁部６１は、Ｚ方向と直交する方向（即ちＸ方向及びＹ方向）に延伸する表面６１ａを有する。例えば、図２に示すように、Ｘ方向及びＹ方向に延伸する板状に形成される。壁部６１は、Ｘ方向に沿った長さ（即ち幅）ｗ２を有し、Ｙ方向に沿った長さ（即ち高さ）ｈ２を有する。壁部６１の幅ｗ２は流路５１の幅ｗ３及び多孔質体６２の幅ｗ１よりも小さく、壁部６１の高さｈ２は多孔質体６２の高さｈ１に等しい。

[0022] 複数の壁部６１は、流路５１のＺ方向に間隔を置きつつ表面６１ａの延伸方向と平行な方向にずれながら配列する。例えば図２に示すように、壁部６１は、Ｘ方向における流路５１の一方側と他方側とにＺ方向に沿って交互に配列する。換言すれば、壁部６１はＺ方向に沿って間隔を置きつつ、ジグザグに配列する。このような配列により、流体５３の主流の経路はＸ方向に蛇行する。なお、壁部６１は、当該壁部６１と相補的な寸法を有する多孔質体６２の溝部６３に挿入される。溝部６３は、壁部６１を支持するとともに、壁部６１の位置を規定する。

[0023] 壁部６１は、耐熱性を有する熱伝導性素材で形成された板状部材から形成される。熱伝導性素材は、例えば、耐熱性金属或いはセラミックである。また、壁部６１は流体５３に対して透過性をもたない。従って、流路５１と経路構成部６０の間の漏れ流れを除き、流体５３は多孔質体６２を通過する。ただし、後述の通り、壁部６１は透過性を有してもよい。

[0024] 多孔質体６２は、経路構成部６０を構成する構造のうち、壁部６１以外の

部分を占めている。多孔質体６２は、互いに連通した多数の空隙（空胞、ボイド、ポア）を有し、流体に対して透過性を有する。多孔質体６２は、例えば、連続気泡体（オープンセル構造）からなる金属発泡体（発泡金属体）、或いは、多数の連通孔（貫通孔）をもつ多孔質焼結体である。多孔質体６２が金属発泡体である場合、その気孔率（ポロシティ）に依存して透過率が決まる。なお、気孔率は、物質の全体積に占める空間の体積の割合である。

[0025] 図２に示すように、多孔質体６２はＸ方向に沿った幅ｗ１を有し、Ｙ方向に沿った高さｈ１を有する。多孔質体６２の幅ｗ１は、流路５１の幅ｗ３に等しい。なお、この「等しい」とは、実質的に等しいことを意味する。即ち、流路５１の内周面（内周壁）５６（図１参照）との間の漏れ流れを極力抑えつつ、流路５１内への多孔質体６２の設置が可能な値を有することを意味し、幅ｗ１と幅ｗ３の厳密な一致に限るものではない。例えば、多孔質体６２の弾力性を考慮した場合、幅ｗ１は、多孔質体６２の設置が可能である限り、流路５１の幅ｗ３よりも大きな値に設定されてもよい。この場合、隔壁５５と多孔質体６２の間の密着度が高まり、伝熱性能を向上させることができる。

[0026] 幅ｗ１と同様に、多孔質体６２の高さｈ１も、流路５１の高さｈ３に等しい。多孔質体６２の奥行きｄ１は、流路５１の寸法や使用形態に応じて適宜設定される。例えば、奥行きｄ１は、流路５１の奥行きｄ３以下の値に設定される。なお、多孔質体６２の奥行きｄ１は、経路構成部６０のＺ方向の長さＬに略等しい。

[0027] 多孔質体６２は、壁部６１が挿入される溝部６３を有する。溝部６３は、壁部６１と相補的な寸法を有し、壁部６１を支持するとともに、その位置を規定する。

[0028] 多孔質体６２は耐熱性を有し、触媒の担持が可能な材料によって形成される。このような材料としては、Ｆｅ（鉄）、Ｃｒ（クロム）、Ａｌ（アルミニウム）、Ｙ（イットリウム）、Ｃｏ（コバルト）、Ｎｉ（ニッケル）、Ｍｇ（マグネシウム）、Ｔｉ（チタン）、Ｍｏ（モリブデン）、Ｗ（タングス

テン）、Ｎｂ（ニオブ）、及びＴａ（タンタル）等のうちの金属の１種又はこれらの複数種を主成分とする耐熱合金である。例えば、Ｆｅｃｒａｌｌｏｙ（登録商標）のような耐熱合金製の薄板状構造材を成形加工して多孔質体６２を構成してもよい。或いは、多孔質体６２の材質はセラミックでもよい。

[0029] 多孔質体６２が金属発泡体によって形成される場合、当該多孔質体６２に弾力性を持たせてもよい。弾力性の程度は、金属発泡体の材質、気孔率、支柱（セルエッジ）の寸法等の調整によって設定できる。一般的には、金属発泡体は、多孔質焼結体よりも気孔率を高めた製造が容易である。

[0030] 多孔質体６２には触媒が担持されてもよい。この場合、当該触媒は、化学反応の進行促進に有効な活性金属を主成分として含む。活性金属としては、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）等が挙げられ、これらのうちの１種のみを使用してもよく、反応促進に有効である限り、複数種を組み合わせて使用してもよい。多孔質体６２の表面積は、同一寸法の外形を有するコルゲートフィンの表面積に比べて非常に大きく、反応を促進できる。

[0031] 図３は、経路構成部６０内の流体５３の流れを説明するための図であり、Ｙ方向から見た断面図である。経路構成部６０内の流体５３は、多孔質体６２を通過する間に多孔質体６２との衝突によって乱されつつ、流路５１の上流側（入口側）から下流側（出口側）に向けて流れる（図１における左方から右方）。流体５３の流れが乱れることによって、流体５３は、隔壁５５付近の温度境界層に進入する頻度が増加し、その結果、伝熱性能の低下が抑制される。また、経路構成部６０と隔壁５５が接触している箇所は、その箇所を介した熱の伝達も遂行される。この熱の伝達は、上述した伝熱性能の向上に寄与する。

[0032] また、壁部６１は、溝部６３に挿入されることによって、多孔質体６２に支持される。つまり、多孔質体６２自体が壁部６１の支持部材として機能す

るので、経路構成部６０は複数の壁部６１を互いに支持する部材を持たない。従って、このような支持部材を設けた場合と比べて、経路構成部６０と流路５１の内周面５６（図１参照）の間の摩擦が低減され、流路５１への設置及び流路５１からの除去が容易となる。つまり、設置又は除去の作業性を向上させることができる。

[0033] 図４、図５及び図６はそれぞれ、本実施形態に係る経路構成部６０の第１変形例、第２変形例及び第３変形例を示す図である。図４に示すように、第１変形例に係る壁部６１の高さｈ２は、多孔質体６２の高さｈ１に等しい。一方、壁部６１の幅ｗ２は多孔質体６２の幅ｗ１よりも小さい。また、Ｘ方向に沿った壁部６１の数は、Ｚ方向に沿った位置に応じて変化する。例えば、図４に示すように、流路５１の幅方向の中央に配置される１個の壁部６１と、流路５１の幅方向の両端側に配置される２個の壁部６１、６１が交互にＺ方向に沿って配列する。従って、流体５３の主流は２つの流れに分かれ、合流と分離を繰り返すようにＸ方向に蛇行しながらＺ方向に流れる。

[0034] 図５に示すように、第２変形例に係る壁部６１の幅ｗ２は多孔質体６２の幅ｗ１に等しい。一方、壁部６１の高さｈ２は多孔質体６２の高さｈ１よりも小さい。この場合、図５に示すように、壁部６１は、Ｙ方向における流路５１の一方側と他方側とにＺ方向に沿って交互に配列する。従って、流体５３の主流はＹ方向に蛇行しながらＺ方向に流れる。なお、第１変形例と同様に、第２変形例においても、Ｙ方向に沿った壁部６１の数が、Ｚ方向に沿った位置に応じて変化してもよい。

[0035] 図６に示すように、第３変形例に係る壁部６１は、Ｚ方向に延伸する板状（帯状）に形成され、Ｘ方向に間隔を置きながら互いに平行に配列してもよい。例えば、壁部６１はＹ方向及びＺ方向に延伸する板状に形成される。この場合、壁部６１の高さｈ２は多孔質体６２の高さｈ１に等しい。或いは、壁部６１の高さｈ２を多孔質体６２の高さｈ１の半分以下に設定し、Ｘ方向に交互に配列する多孔質体６２及び壁部６１の列の群を、互いの配列の位相がＸ方向にずれるように、Ｙ方向に複数段設けてもよい。

[0036] （第２実施形態）

本開示の第２実施形態について説明する。

第２実施形態は、経路構成部の壁部の特性だけが第１実施形態と相違し、その他の構成は第１実施形態のものが適用される。従って、第２実施形態に係る経路構成部６０について説明する一方、第１実施形態と共通の構成については同一の符号を付して説明を省略する。

[0037] 図７は、第２実施形態に係る経路構成部６０の構成及びその内部の流体の流れを説明するための図であり、Ｙ方向から見た断面図である。第１実施形態と同様に、経路構成部６０は、壁部６１と、多孔質体６２とを含む。壁部６１は流体５３の主流の経路を構成し、多孔質体６２は、壁部６１によって構成される流体５３の主流の経路内に設けられる。第１実施形態と同様に、多孔質体６２は透過性を有する。一方、壁部６１も流体５３に対して透過性を有している。従って、第２実施形態において、経路構成部６０の構成部材である壁部６１及び多孔質体６２は何れも透過性を有している。

[0038] 壁部６１は、多孔質体６２と同様の素材によって構成される。即ち、壁部６１は、連続気泡体（即ち、オープンセル構造）からなる金属発泡体（発泡金属体）、或いは、多数の連通孔（即ち、貫通孔）をもつ多孔質焼結体である。ただし、壁部６１の透過率は、流体５３に対する多孔質体６２の透過率よりも低い。

[0039] 第１実施形態に係る壁部６１と同様に、第２実施形態に係る壁部６１も、流体５３の主流の流れを偏向させる壁として機能する。ただし、上述の通り、壁部６１は透過性を有し、その透過率は多孔質体６２の透過率よりも低い。従って、図７に示すように、流体５３の主流の大部分は壁部６１によって偏向され、多孔質体６２の内部を流れる。更に、流体５３の主流の一部は壁部６１を通過することができる。壁部６１が流体５３の通過を許容することによって、透過性のない壁部が使用されたときよりも、圧損を軽減することができる。なお、壁部６１が透過性を有する点以外の構成は第１実施形態の構成を適用できる。従って、第２実施形態においても、第１実施形態で得ら

れる効果と同様の効果が得られる。

[0040] 図８は、壁部６１及び多孔質体６２の各変形例を示す斜視図である。この図に示すように、多孔質体６２は、流体５３の主流の経路として配列する複数のブロック６２Ｂの集合体からなってもよい。同様に、壁部６１は、流体５３の主流の壁として配列する複数のブロック６１Ｂの集合体からなってもよい。多孔質体６２及び壁部６１を細分化することにより、主流の経路の設定の自由度が向上する。また、所望の経路を単一の多孔質部材で形成することが困難である場合には、ブロックの敷設によってその経路を形成できる。

[0041] Ｚ方向に沿って互いに隣接する壁部６１の間隔は一定でもよく、変化していてもよい。また、Ｘ方向に沿って互いに隣接する壁部６１の間隔についても、一定でもよく、変化していてもよい。間隔を変化させることで、局所的な総括熱伝達係数をＺ方向或いはＸ方向に沿って変化させることができる。

[0042] なお、ブロック６１Ｂ、６２Ｂの外形は、図８に示す直方体に限られない。即ち、これらのブロック６１Ｂ、６２Ｂは、主流の経路或いは当該経路の壁を構成する最小の構造単位として形状的に安定に存在し得る限り、他の多面体でもよく、その外面も完全な平面を有することを要しない。例えば、壁部６１のブロック６１Ｂ又は多孔質体６２のブロック６２Ｂが、金属粒子を原料として形成される場合、当該ブロックの外面には細かな起伏が形成される。この場合、隣接するブロックは、その境界の一部が接触（結合）し、その他の箇所は当該ブロック内の気孔よりも十分に大きい空間を形成することがある。また、壁部６１の形状は図２及び図８に示す形状に限られない。例えば、壁部６１は所定の方向（例えばＸ方向又はＹ方向）に延伸する棒状の形状を有してもよい。

[0043]（その他の実施形態）

本開示の他の実施形態について説明する。

本実施形態においても、経路構成部６０内の壁部６１及び多孔質体６２の各材質、寸法、および相対的な位置関係については上述の第１及び第２実施形態が適用される。

[0044] 図９Ａ～図９Ｅは、他の実施形態に係る熱交換構造における経路構成部の側面図である。なお、各図において壁部６１の図示を省略している。上述した経路構成部６０の全長は、流路５１の全長に近い値に限られない。即ち、図９Ａに示すように流路５１の入口５１ａから出口５１ｂに向けて連続的に配置されてもよく、図９Ｂに示すように流路５１に沿って配列する複数に分割されてもよい。後者の場合、経路構成部６０を分割することによって、流路５１の設置作業時の折れ曲がり等の変形を抑えることができる。

[0045] 更に、分割された経路構成部６０は、流路５１に沿って間隔を置きながら配列していてもよい（図９Ｃ参照）。この間隔Ｐを確保することにより、流体５３の主流の進行方向に対する壁部６１の制限が当該間隔内で一旦緩和され、流体５３の流れに対する抵抗が減少する。この間隔の設定による効果は、流体５３の主流の経路の連続性が分断される場合（例えば、多孔質体６２の透過率が、当該多孔質体６２の位置（当該多孔質体６２を含む経路構成部６０の位置）に応じて変化する場合）に特に有効である。

[0046] 図９Ｄに示すように、分割された経路構成部６０の間隔Ｐ又は分割された経路構成部６０の長さＬは、流路５１に沿って段階的に変化してもよい。当該間隔または当該長さの調整により、流路５１内における経路構成部６０の密度（即ち、単位長さ当たりの経路構成部６０の合計長）を設置位置毎に調整できる。従って、流路５１において経路構成部６０による伝熱領域および伝熱性能を調整することができる。

[0047] 多孔質体６２の透過率は、流路５１上の位置に応じて段階的に変化してもよい。例えば、図９Ｅに示すように、流路５１の入口５１ａから出口５１ｂまで３つの経路構成部６０Ａ、６０Ｂ、６０Ｃが配列している場合、経路構成部６０Ｂの多孔質体６２の透過率は、経路構成部６０Ａの多孔質体６２の透過率よりも小さく、経路構成部６０Ｃの多孔質体６２の透過率は、経路構成部６０Ｂの多孔質体６２の透過率よりも小さく設定されてもよい。このような設定により、流体５３の流れの位置に応じて、必要とされる伝熱性能を変化させることができる。また、透過率を変化させることにより、流体５３

が多孔質体６２に接触する面積が変化する。従って、例えば、多孔質体６２に担持された触媒に接触する確率を変化させることができる。

[0048] 上述の通り、熱伝達率Ｈ１は、流体５３の主流が隔壁５５付近に流入する頻度を増やすことによって増加する。この傾向は、熱伝達率Ｈ２についても同様である。特に、流体５３及び流体５４のうちの少なくとも一方の流体の主流の流れを、Ｘ方向又はＹ方向に蛇行させた場合、当該流体の流路長が増加し、隔壁５５近傍の温度境界層に流体の主流が流れる頻度が増加する。従って、当該流体と隔壁５５との間の熱の移動が促進される。熱伝達率Ｈ１及び熱伝達率Ｈ２うちの少なくとも一方が増加するので、総括伝熱係数Ｕが増加し、最終的に熱量Ｑが増加する。即ち、限られた長さの空間において、二流体間の総括熱伝達係数を向上させることができる。換言すれば、少なくとも、伝熱性能の低下を抑制することでできる。

[0049] （熱交換構造の適用例）

以下、熱交換構造５０が適用された一例としての反応装置（触媒反応器）１について説明する。反応装置１は、熱交換構造５０としての熱交換部２を備える。後述の通り、第１伝熱体１０と第２伝熱体２０はＹ方向に積層され、流路（以下、第１流路と称する）１１と流路（以下、第２流路と称する）２１はＺ方向に延伸する。また、各流路の幅方向を上述のＸ方向とする。Ｘ方向は、第１流路１１（第２流路２１）が平行に複数設けられる場合の配列方向でもある。

[0050] 図１０は、本実施形態に係る熱交換構造５０を備える反応装置（触媒反応器）１を示す側面図である。図１１は、図１０におけるＸＩ－ＸＩ線断面図である。図１２は、図１０におけるＸＩＩ－ＸＩＩ線断面図である。図１３は、熱交換構造５０としての熱交換部２の一部を示す立体断面図である。

[0051] 反応装置１は、反応原料を含む反応流体Ｒを加熱又は冷却することで、反応流体Ｒの反応を進行（促進）させるものである。この加熱又は冷却のため、反応装置１は、熱媒流体Ｍと反応流体Ｒの間で熱交換を行う熱交換構造５０（図１参照）としての熱交換部２を備える。熱交換部２は、第１伝熱体１

０と、第２伝熱体２０と、蓋板３０とを備える。第１伝熱体１０、第２伝熱体２０及び蓋板３０は、耐熱性を有する熱伝導性素材で形成された板状部材であり、反応流体Ｒの流通時に発生する高い内圧に耐えられる十分な厚みを有する。

[0052] 第１伝熱体１０は、熱媒流体Ｍを流通させる第１流路１１を有する。一方、第２伝熱体２０は、反応流体Ｒを流通させる第２流路２１を有する。第１伝熱体１０と第２伝熱体２０はＹ方向（積層方向）に交互に積層され、その最上部に蓋板３０が設置される。

[0053] 上述の積層により、第１流路１１と第２流路２１は、第１隔壁１３又は第２隔壁２３を介して互いに隣り合う（図１３参照）。換言すれば、第１流路１１と第２流路２１は、第１伝熱体１０と第２伝熱体２０の積層方向に非接触な状態で積層される。上述の通り、第１伝熱体１０と第２伝熱体２０は熱伝導性素材で形成されている。従って、第１流路１１と第２流路２１は、互いに熱的に結合している。

[0054] 熱交換部２は、反応流体Ｒと熱媒流体Ｍが互いに反対方向に流れる対向流型の構造を有する。第１流路１１及び第２流路２１のうちの少なくとも一方の流路には、上述の経路構成部６０が設置される。なお、反応流体Ｒが流れる第２流路２１には、触媒が担持された多孔質体６２を備える経路構成部６０が設置されてもよい。

[0055] 熱交換部２は、第１伝熱体１０と第２伝熱体２０の少なくとも一組で構成される。また、熱交換の性能を向上させるために、各伝熱体の数を増やしてもよい。各伝熱体に形成される流路の数は、熱交換部２の設計条件や伝熱効率などを考慮して設定される。さらに、熱交換部２からの放熱による熱損失を抑えるため、ハウジング又は断熱材が熱交換部２の周囲を覆ってもよい。

[0056] 積層体である熱交換部２の両端は、固定部材３２、３３によって保持される。固定部材３２には、熱媒導入部３４が取り付けられている。熱媒導入部３４は、凹状に湾曲した蓋体であり、熱交換部２との間に空間Ｓ１を形成する。空間Ｓ１には複数の第１流路１１の第１導入口１２が開口している（図

１０参照）。換言すれば、第１導入口１２は、熱媒導入部３４に面した熱交換部２の側面（端面）２ａに開口している。熱媒導入部３４は、熱媒流体Ｍを導入する第１導入管３６を有する。熱媒流体Ｍは、第１導入管３６を介して各第１流路１１に流入する。

[0057] 熱媒導入部３４は、固定部材３２に着脱可能又は開閉可能に設置される。この着脱等により、例えば、作業者が第１流路１１に対する経路構成部６０の挿入や抜き出しを行うことができる。

[0058] 熱媒排出部４１は、１つの開放面を有する箱状部材である。熱媒排出部４１は、当該開放面が第１伝熱体１０の第１排出口１８に合うように、熱交換部２に設置される。また、熱媒排出部４１は第１排出管４２を有する。第１排出管４２は、熱交換部２を流通した熱媒流体Ｍを排出する。

[0059] 固定部材３３には、反応流体導入部３５が取り付けられている。反応流体導入部３５は、熱媒導入部３４と同様に、凹状に湾曲した蓋体であり、熱交換部２との間に空間Ｓ２を形成する。空間Ｓ２には、複数の第２流路２１の第２導入口２２が開口している（図１０参照）。換言すれば、第２導入口２２は、反応流体導入部３５に面した熱交換部２の側面（端面）２ｂに開口している。反応流体導入部３５は、反応流体Ｒを導入するための第２導入管３７を有する。反応流体Ｒは、第２導入管３７を介して各第２流路２１に流入する。

[0060] 反応流体導入部３５は、固定部材３３に着脱可能又は開閉可能に設置される。この着脱等により、例えば、作業者が第２流路２１に対する経路構成部６０の挿入や抜き出しを行うことができる。

[0061] 生成物排出部４３は、熱媒排出部４１と同様に、１つの開放面を有する箱状部材である。生成物排出部４３は、当該開放面が第２伝熱体２０の第２排出口２８に合うように、熱交換部２に設置される。また、生成物排出部４３は第２排出管４４を有する。第２排出管４４は、反応流体Ｒ由来の生成物を含む反応ガスＧを排出する。

[0062] 図１１に示すように、第１伝熱体１０は、複数の第１流路１１を有する。

複数の第１流路１１は、Ｚ方向に延伸すると共に、Ｘ方向（幅方向）に配列している。第１流路１１は、熱媒流体Ｍの熱を第１伝熱体１０に供給する。

[0063] 第１流路１１は、第１伝熱体１０の一方の面（本実施形態では上面）に形成された溝である。この溝は、幅ｗ３及び高さｈ３の矩形の断面（図１３参照）を有し、奥行きｄ３の長さ（図１１参照）で一方向に延伸する。幅ｗ３は多孔質体６２の幅ｗ１以上の値を有する。同様に、高さｈ３も多孔質体６２の高さｈ１以上の値を有する。奥行きｄ３は多孔質体６２の奥行きｄ１よりも大きい。

[0064] 第１流路１１は、固定部材３２側に位置する第１導入口１２から、固定部材３３に向けて直線状に延伸している。図１１に示すように、複数の第１流路１１は並列に設けられる。なお、第１流路１１及び第１流路１１の幅、高さ及び長さは異なっていてもよい。

[0065] 第１伝熱体１０は、第１隔壁１３と、２つの第１側壁１４と、複数の第１中間壁１５と、第１端壁１６とを含む。第１側壁１４、複数の第１中間壁１５および第１端壁１６は、第１隔壁１３の一方の面に設けられる。即ち、これらは、第１隔壁１３に対して第１側壁１４等が設けられる面と同様の面に設けられる。第１隔壁１３は、矩形の壁部であり、第１伝熱体１０の全体的な形状を規定する。第１側壁１４は、第１流路１１の延伸方向の両側に設けられる壁部である。複数の第１中間壁１５は、２つの第１側壁１４の間に位置し、各第１側壁１４と並列に設けられる壁部である。

[0066] 第１端壁１６は、第１流路１１を挟んで第１導入口１２と反対側に設けられ、第１流路１１の配列方向に延伸する壁部である。第１端壁１６は、空間Ｓ２への熱媒流体Ｍの流入を阻止する。

[0067] 第１伝熱体１０は、第１端壁１６に沿って延伸する第１連絡流路１７を有する。第１連絡流路１７は、全ての第１流路１１に連通するとともに、第１排出口１８に連通する。

[0068] 図１２に示すように、第２伝熱体２０は、反応領域を含む複数の第２流路２１を有する。第２流路２１は、その中間部分を主な反応領域とする。複数

の第２流路２１は、Ｚ方向に延伸すると共に、Ｘ方向（幅方向）に配列している。第２流路２１は、第１伝熱体１０内の第１流路１１を流通する熱媒流体Ｍの熱を受容して反応流体Ｒを反応させ、反応流体Ｒ由来の生成物を含む反応ガスＧを生成する。

[0069] 第２流路２１は、第２伝熱体２０の一方の面（本実施形態では上面）に形成された溝である。この溝は、幅ｗ３及び高さｈ３の矩形の断面（図１３参照）を有し、奥行きｄ３の長さ（図１２参照）で一方向に延伸する。第２流路２１は、固定部材３３側に位置する第２導入口２２から、固定部材３２に向けて直線状に延伸している。図１２に示すように、複数の第２流路２１は並列に設けられる。

[0070] 第２伝熱体２０は、第２隔壁２３と、２つの第２側壁２４と、複数の第２中間壁２５と、第２端壁２６とを含む。第２側壁２４、第２中間壁２５および第２端壁２６は、第２隔壁２３の一方の面に設けられる。第２隔壁２３は矩形の壁部であり、第２伝熱体２０の全体的な形状を規定する。第２側壁２４は、第２流路２１の延伸方向の両側に設けられる壁部である。複数の第２中間壁２５は、２つの第２側壁２４の間に位置し、各第２側壁２４と並列に設けられる壁部である。

[0071] 第２端壁２６は、第２流路２１を挟んで第２導入口２２と反対側に設けられ、第２流路２１の配列方向に延伸する壁部である。第２端壁２６は、空間Ｓ１への反応ガスＧの流入を阻止する。

[0072] 第２伝熱体２０は、第２端壁２６に沿って延伸する第２連絡流路２７を有する。第２連絡流路２７は、全ての第２流路２１に連通するとともに、第２排出口２８に連通する。第１流路１１と同じく、第２連絡流路２７も流体の流路であり、両者に実質的な差異は無い。

[0073] 熱交換部２は、液－液型熱交換器、気－気型熱交換器及び気－液型熱交換器のいずれとしても使用可能である。反応流体Ｒ及び熱媒流体Ｍは、気体及び液体のいずれであってもよい。また、本実施形態の反応装置１は、吸熱反応や発熱反応など様々な熱的反応による化学合成を可能とする。そのような

熱的反応による合成として、例えば、式（３）で示すメタンの水蒸気改質反応、式（４）で示すメタンのドライリフォーミング反応のような吸熱反応、式（５）で示すシフト反応、式（６）で示すメタネーション反応、式（７）で示すフィッシャーートロプシュ（Fischer Tropsch）合成反応等の発熱反応による合成がある。なお、これらの反応における反応流体Ｒは気体である。

[0074] $CH_4 + H_2O \rightarrow 3H_2 + CO$ ・・・（３）

$CH_4 + CO_2 \rightarrow 2H_2 + 2CO$ ・・・（４）

$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$ ・・・（５）

$CO + 3H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$ ・・・（６）

$(2n+1)H_2 + nCO \rightarrow C_nH_{2n+2} + nH_2O$ ・・・（７）

[0075] 熱媒流体Ｍは、反応装置１の構成素材を腐食させない物質が望ましい。熱媒流体Ｍとして加熱ガスを用いる場合は、燃焼ガス、加熱空気等の気体状物質が使用できる。熱媒流体Ｍは、例えば、水、油等の液状物質でもよい。

[0076] いくつかの実施形態を説明したが、上記開示内容に基づいて実施形態の修正または変形をすることが可能である。上記実施形態のすべての構成要素、及び請求の範囲に記載されたすべての特徴は、それらが互いに矛盾しない限り、個々に抜き出して組み合わせてもよい。

請求の範囲

[請求項1] 積層方向に互いに積層される他の流路と熱的に結合する流路と、

前記流路内に設けられる経路構成部と、

を備え、

前記経路構成部は、

流体の主流の経路を構成する複数の壁部と、

前記経路内に設けられ、前記流体に対して透過性を有する多孔質体と

を含む

熱交換構造。

[請求項2] 前記複数の壁部は、前記流路の長手方向と直交する方向に延伸する表面を有し、

前記複数の壁部は、前記流路の長手方向に間隔を置きつつ前記表面の延伸方向と平行な方向にずれながら配列する、

請求項１に記載の熱交換構造。

[請求項3] 前記複数の壁部は、前記流路の長手方向に延伸する板状に形成され、

前記複数の壁部は、前記流路の幅方向に間隔を置きながら互いに平行に配列する

請求項１に記載の熱交換構造。

[請求項4] 前記複数の壁部は流体に対して透過性を有し、

前記複数の壁部の透過率は、流体に対する前記多孔質体の透過率よりも低い、

請求項１～３のうちの何れか一項に記載の熱交換構造。

[請求項5] 前記複数の壁部はそれぞれ、複数のブロックの集合体からなる、

請求項４に記載の熱交換構造。

[請求項6] 前記複数の壁部は、連続気泡体からなる金属発泡体である、

請求項４又は５に記載の熱交換構造。

[請求項7] 前記複数の壁部は流体に対して透過性を持たない、
請求項１～３のうちの何れか一項に記載の熱交換構造。

[請求項8] 前記多孔質体は複数のブロックの集合体からなる、
請求項１～７の何れか一項に記載の熱交換構造。

[請求項9] 前記多孔質体は、連続気泡体からなる金属発泡体である、
請求項１～８の何れか一項に記載の熱交換構造。

[請求項10] 前記経路構成部は、前記流路の入口から出口に向けて連続的に配置される、
請求項１～９の何れか一項に記載の熱交換構造。

[請求項11] 前記経路構成部は、前記流路に沿って配列する複数に分割されている、
請求項１～９の何れか一項に記載の熱交換構造。

[請求項12] 前記分割された経路構成部は、前記流路に沿って間隔を置きながら配列する
請求項１１に記載の熱交換構造。

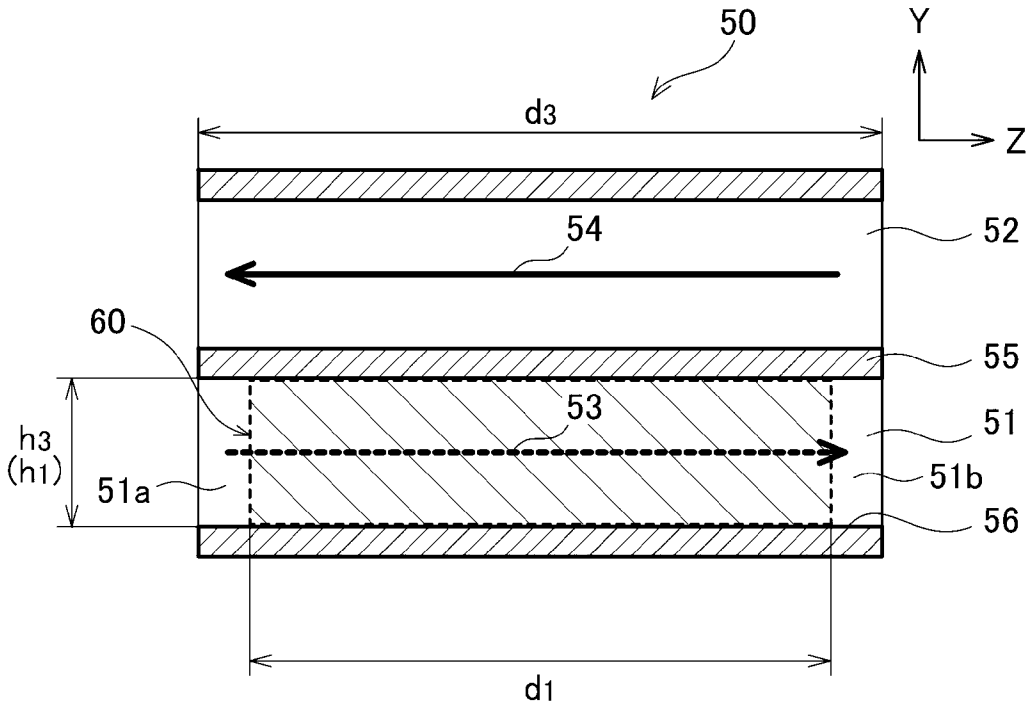
[請求項13] 前記間隔又は前記分割された経路構成部の長さは、前記流路に沿って段階的に変化する、
請求項１２に記載の熱交換構造。

[請求項14] 前記多孔質体の透過率は、前記流路上の位置に応じて段階的に変化する、
請求項１～１３の何れか一項に記載の熱交換構造。

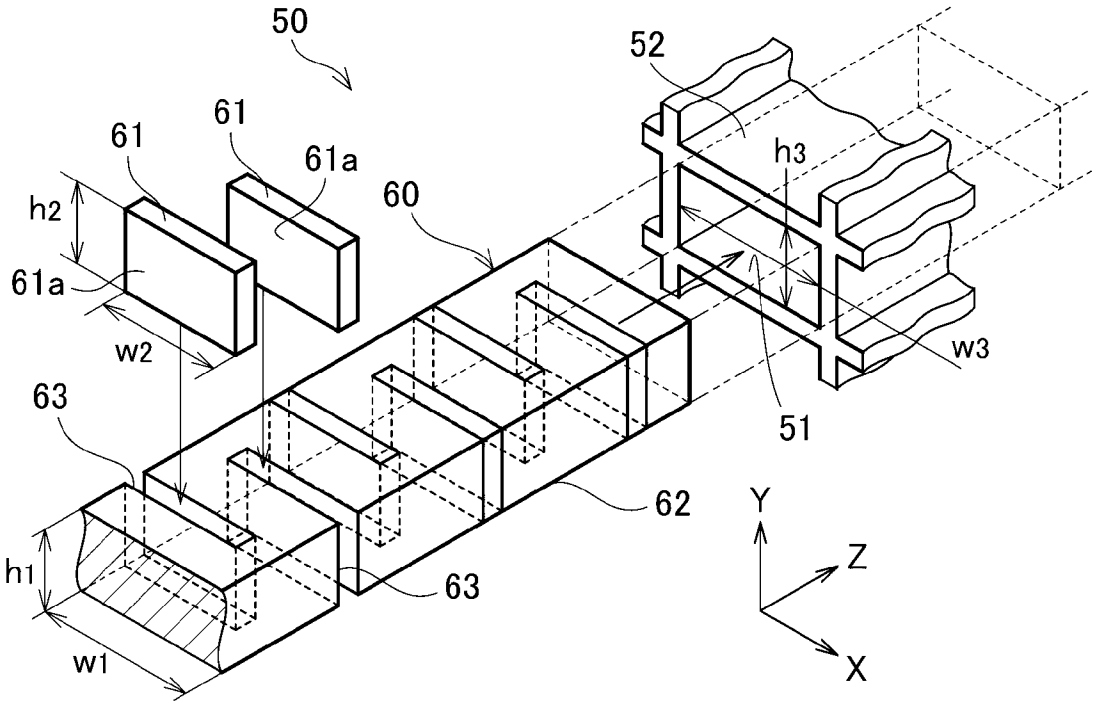
[請求項15] 前記経路構成部は、前記流路と別体に形成されている、
請求項１～１４のうちの何れか一項に記載の熱交換構造。

[請求項16] 前記多孔質体には触媒が担持されている、
請求項１～１５のうちの何れか一項に記載の熱交換構造。

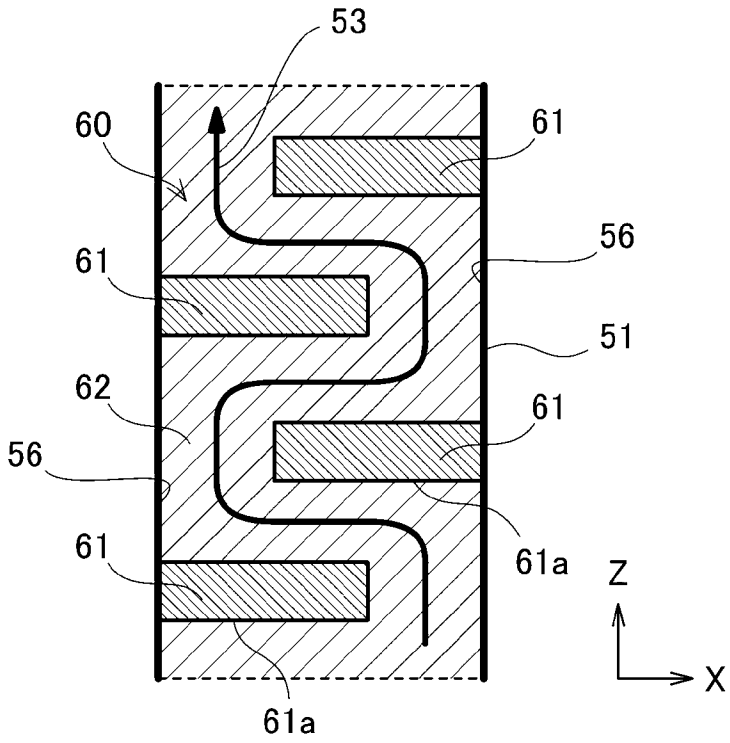
[図1]


50
Y
Z
d3
54
52
60
55
53
51
h3
(h1)
51a
51b
56
d1

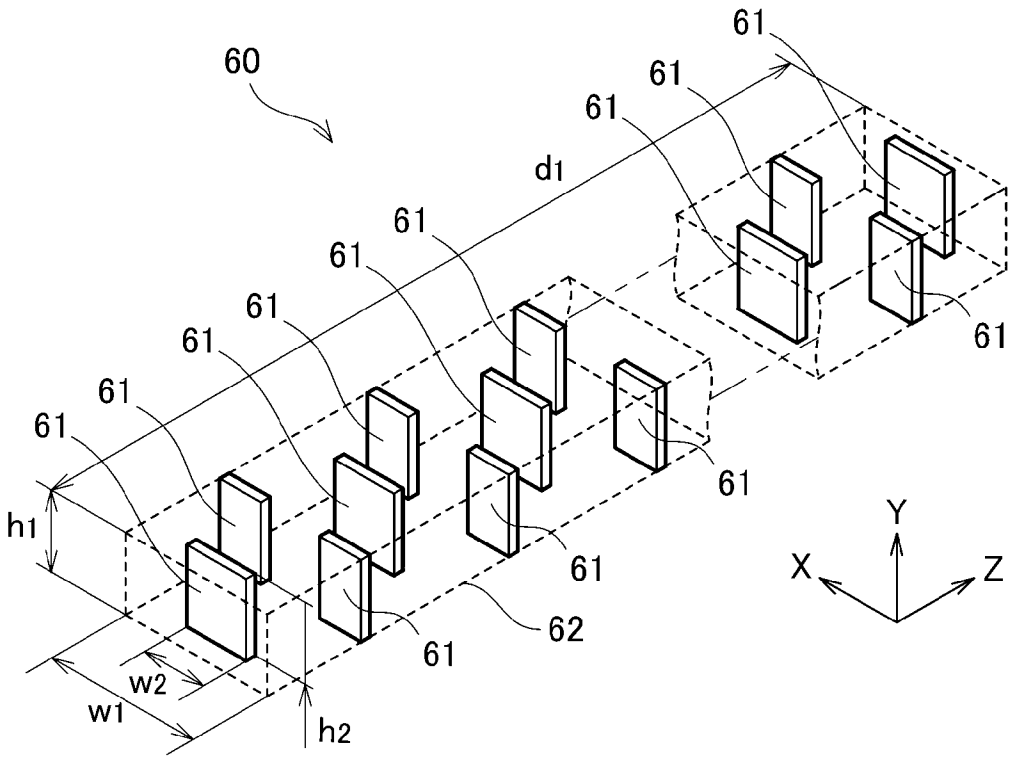
[図2]


50
52
61
61
61a
h3
60
h2
61a
w2
w3
63
51
62
Y
h1
63
Z
w1
X

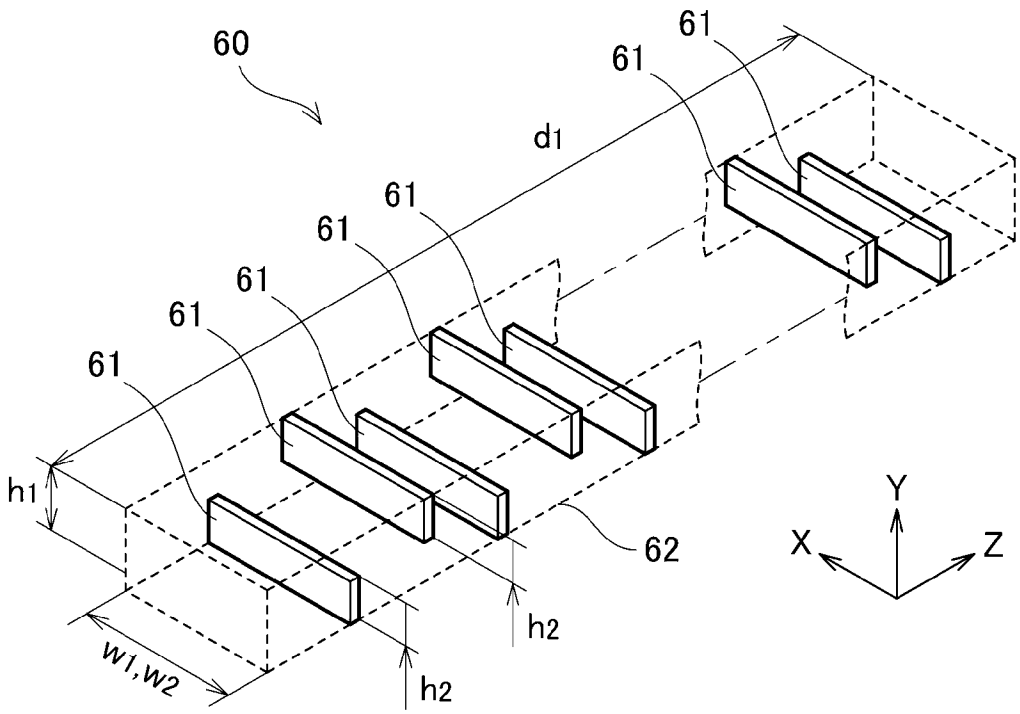
[図3]



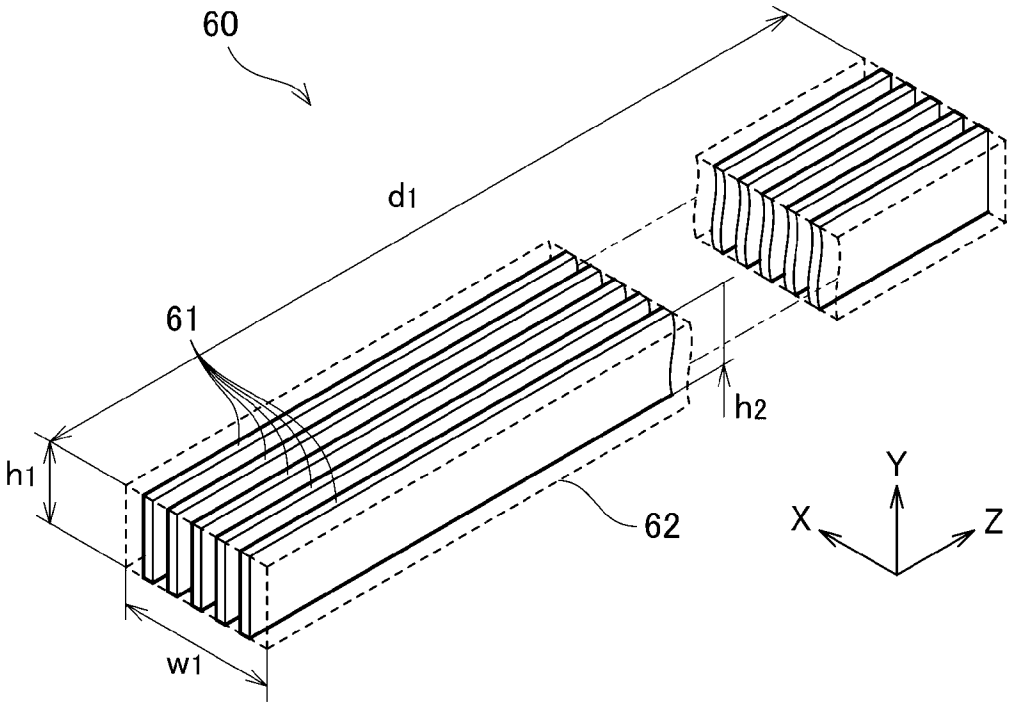
[図4]



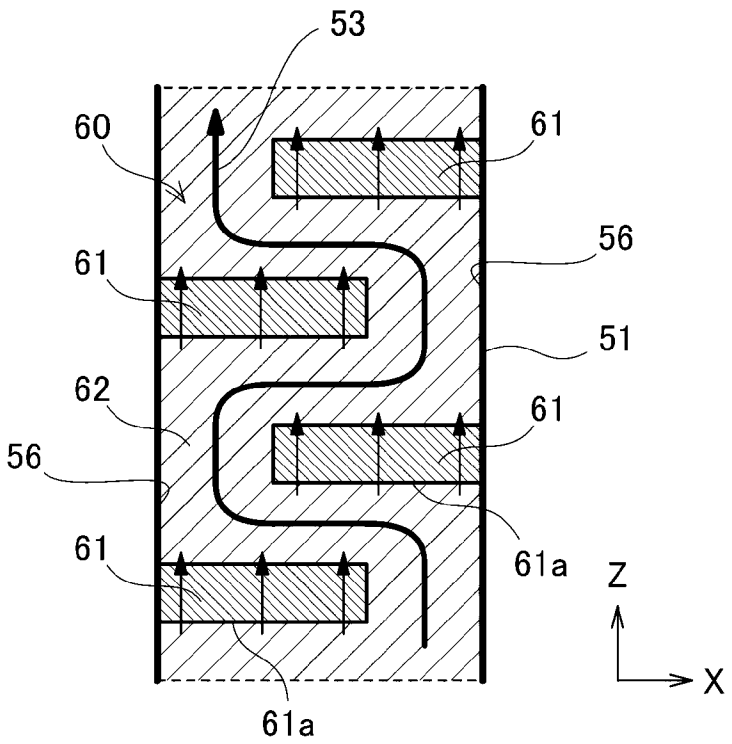
[図5]



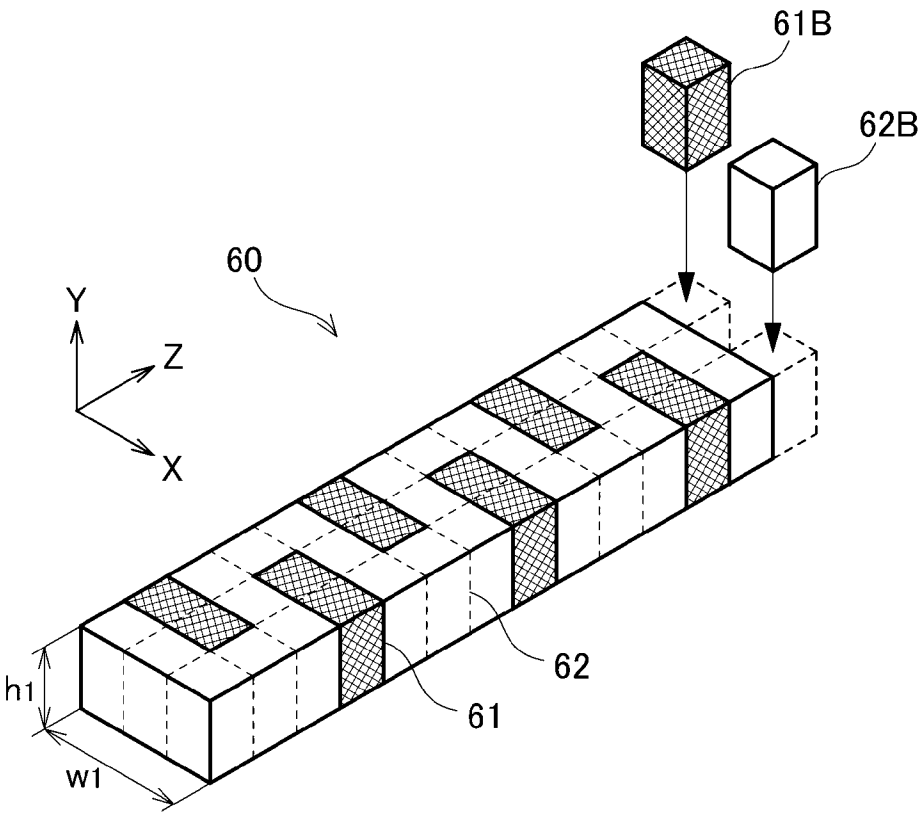
[図6]



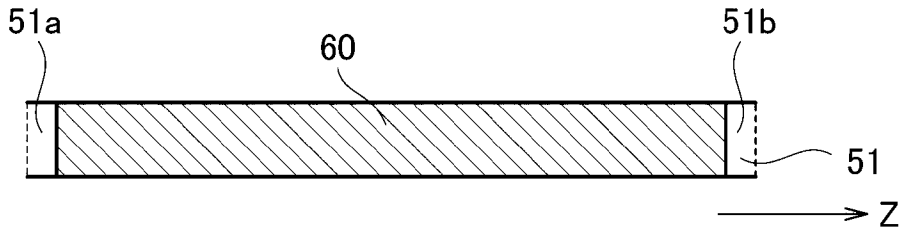
[図7]



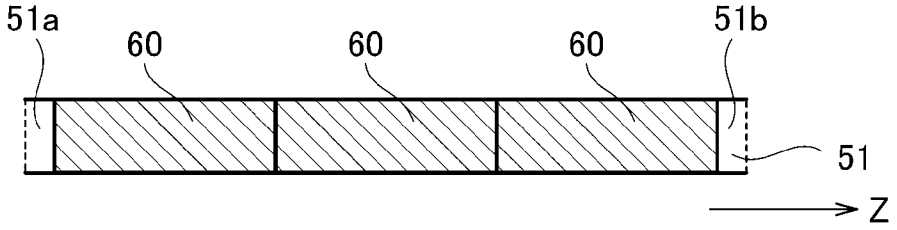
[図8]



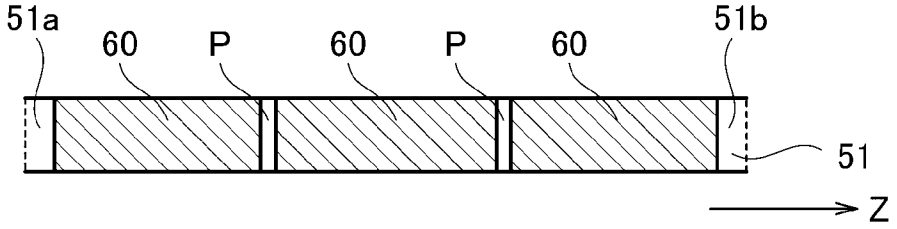
[図9A]



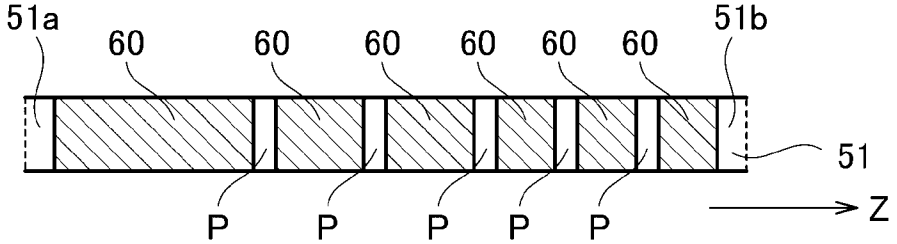
[図9B]



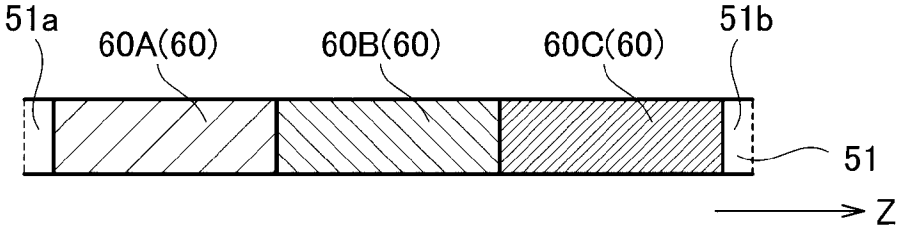
[図9C]



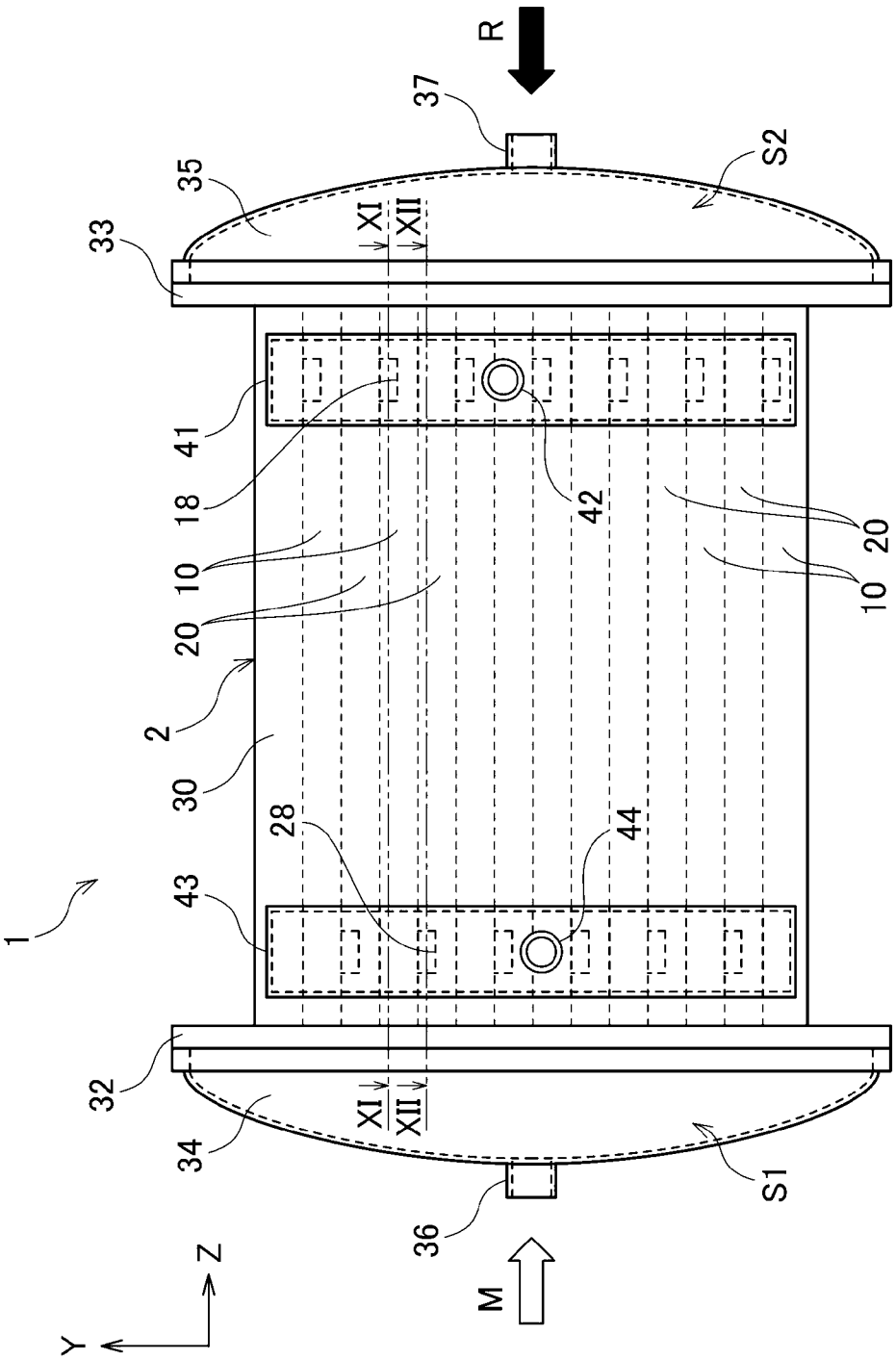
[図9D]



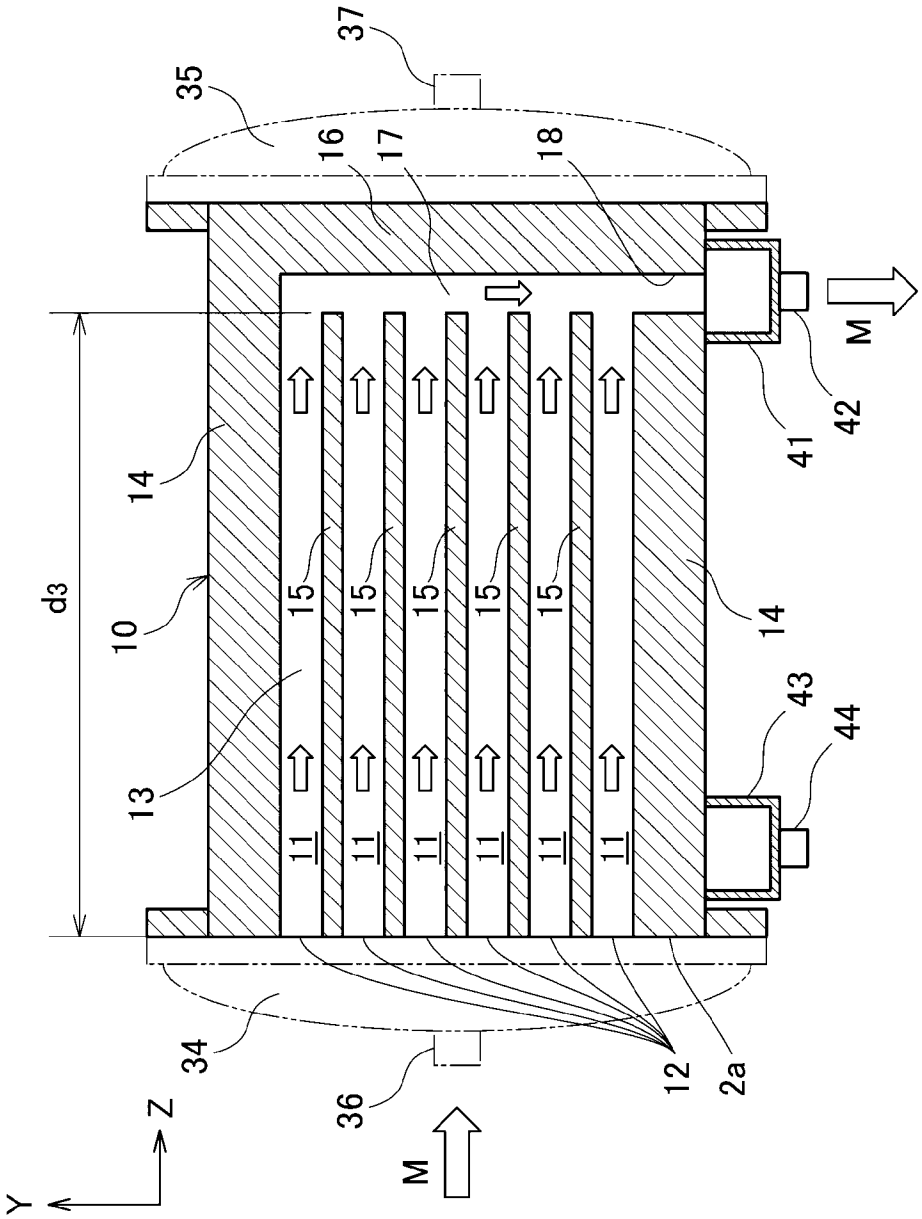
[図9E]



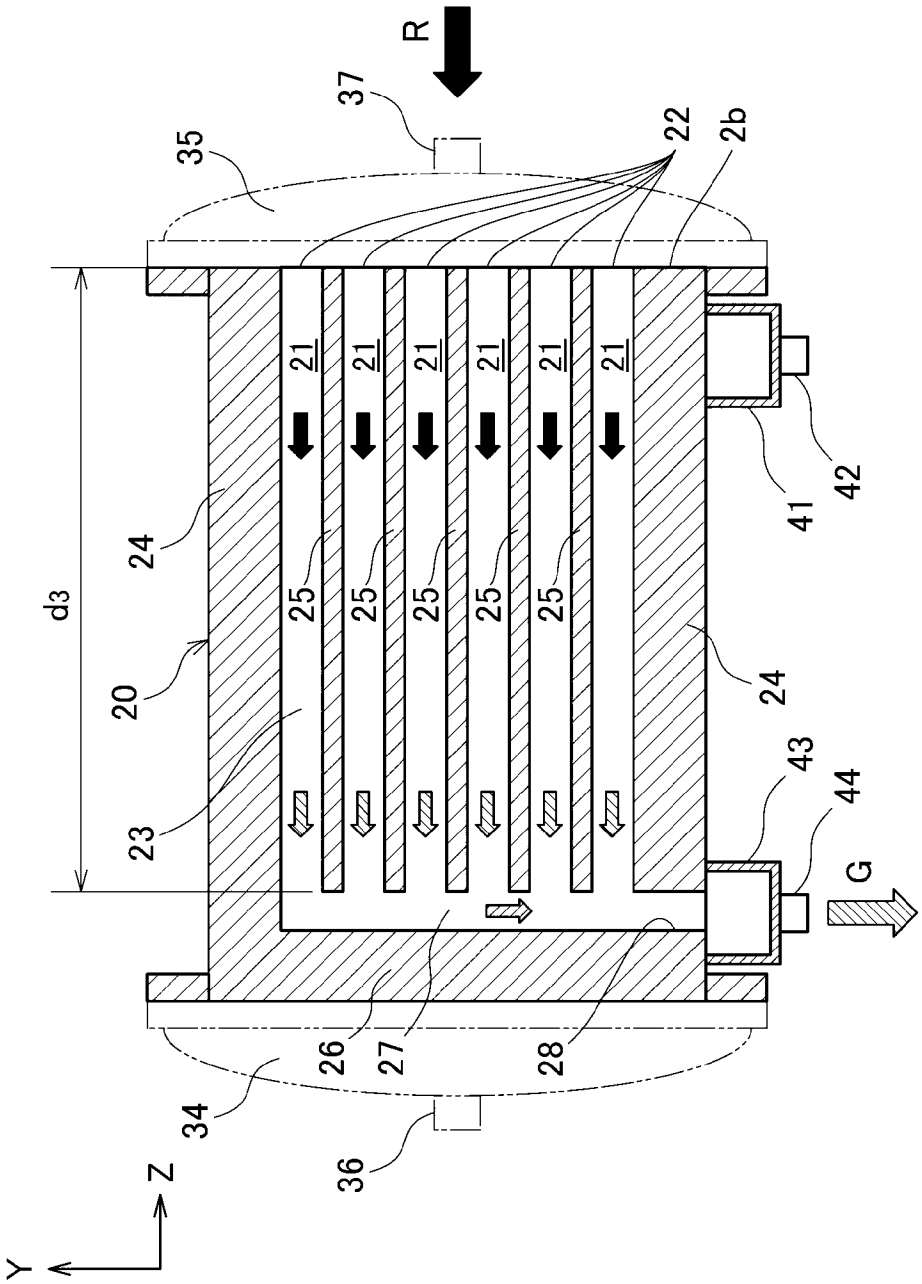
[図10]


R
37
S2
35
33
XI
XII
41
18
42
20
10
10
20
2
30
28
44
43
1
32
34
XI
XII
S1
36
M
Z
Y

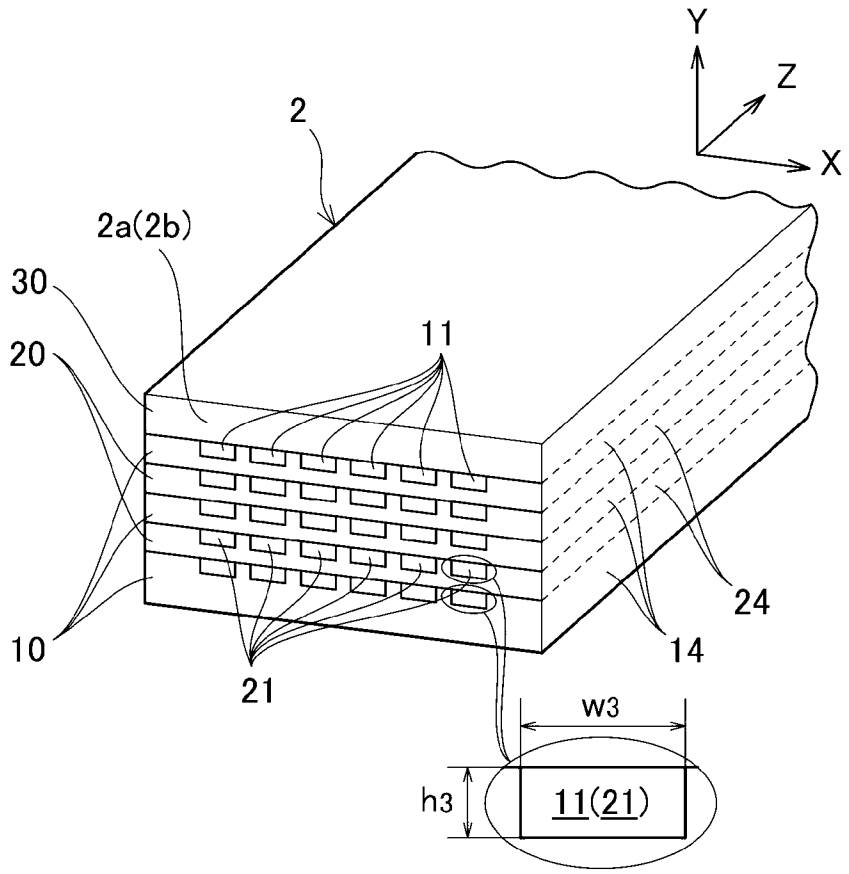
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/034821

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28F 3/06(2006.01)i; ***B01J 19/24***(2006.01)i; ***F28D 9/00***(2006.01)i; ***F28F 21/08***(2006.01)i
FI: F28F3/06 Z; F28F21/08 Z; F28D9/00; B01J19/24 A

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F28F1/00-99/00; F28D1/00-21/00; B01J19/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2014/055045 A1 (TECHNICKA UNIVERZITA V KOSICIACH) 10 April 2014 (2014-04-10) particularly, specification, page 3, lines 14-24, fig. 2-3	1-3, 7, 9-10
Y		8, 11-16
A		4-6
Y	JP 2000-88490 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 31 March 2000 (2000-03-31) particularly, paragraph [0014], fig. 4	1-2, 7-16
A		3-6
Y	US 2006/0245987 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 02 November 2006 (2006-11-02) paragraphs [0023]-[0039], fig. 1-9	1-2, 7-16
A		3-6
Y	JP 2014-151245 A (IHI CORPORATION) 25 August 2014 (2014-08-25) particularly, paragraphs [0038], [0048], fig. 1-2	1-2, 7-16
A		3-6

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
07 November 2022	**22 November 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-308127 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND. COMPANY, LIMITED) 09 November 2006 (2006-11-09) particularly, paragraph [0046], fig. 4-5	1-2, 7-16
A		3-6
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 91917/1975 (Laid-open No. 6259/1977) (SHARP CORPORATION) 17 January 1977 (1977-01-17), specification, page 2, line 11 to page 4, line 6, fig. 2-6	1-2, 7-16
A		3-6
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 152708/1974 (Laid-open No. 77657/1976) (DAIDO STEEL COMPANY, LIMITED) 18 June 1976 (1976-06-18), specification, page 2, lines 1-20, fig. 1	1-2, 7-16
A		3-6
Y	JP 2013-158721 A (TOSHIBA CORPORATION) 19 August 2013 (2013-08-19) particularly, paragraphs [0075]-[0107], fig. 8	13-16
Y	JP 2003-343248 A (NISSAN MOTOR COMPANY, LIMITED) 03 December 2003 (2003-12-03) particularly, paragraph [0014], fig. 2	13-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/034821

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2014/055045 A1	10 April 2014	(Family: none)	
JP 2000-88490 A	31 March 2000	(Family: none)	
US 2006/0245987 A1	02 November 2006	(Family: none)	
JP 2014-151245 A	25 August 2014	US 2015/0336077 A1 particularly, paragraphs [0044], [0054], fig. 1-2 WO 2014/123152 A1 EP 2954949 A1 CA 2899697 A1 MX 2015010009 A BR 112015018621 A2 SG 11201505827T A DK 2954949 T3	
JP 2006-308127 A	09 November 2006	(Family: none)	
JP 52-6259 U1	17 January 1977	(Family: none)	
JP 51-77657 U1	18 June 1976	(Family: none)	
JP 2013-158721 A	19 August 2013	(Family: none)	
JP 2003-343248 A	03 December 2003	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/034821

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

F28F 3/06(2006.01)i; B01J 19/24(2006.01)i; F28D 9/00(2006.01)i; F28F 21/08(2006.01)i
FI: F28F3/06 Z; F28F21/08 Z; F28D9/00; B01J19/24 A

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

F28F1/00-99/00; F28D1/00-21/00; B01J19/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	WO 2014/055045 A1 (TECHNICKA UNIVERZITA V KOSICIACH) 10.04.2014 (2014-04-10) 特に、明細書第３ページ第１４－２４行、図２－３	1-3,7,9-10
Y		8,11-16
A		4-6
Y	JP 2000-88490 A (トヨタ自動車株式会社) 31.03.2000 (2000-03-31) 特に、段落［００１４］、図４	1-2,7-16
A		3-6
Y	US 2006/0245987 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 02.11.2006 (2006-11-02) 段落［００２３］－［００３９］、図１－９	1-2,7-16
A		3-6
Y	JP 2014-151245 A (株式会社ＩＨＩ) 25.08.2014 (2014-08-25) 特に、段落［００３８］、［００４８］、図１－２	1-2,7-16
A		3-6

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
07.11.2022	22.11.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
礒部　賢 3L 9332

電話番号 03-3581-1101 内線 3337

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2006-308127 A (石川島播磨重工業株式会社) 09.11.2006 (2006-11-09) 特に、段落［００４６］、図４－５	1-2,7-16
A		3-6
Y	日本国実用新案登録出願50-91917号(日本国実用新案登録出願公開52-6259号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（シヤープ株式会社）17.01.1977 (1977-01-17) 明細書第２ページ第１１行－第４ページ第６行、第２－６図	1-2,7-16
A		3-6
Y	日本国実用新案登録出願49-152708号(日本国実用新案登録出願公開51-77657号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（大同製鋼株式会社）18.06.1976 (1976-06-18) 明細書第２ページ第１－２０行、第１図	1-2,7-16
A		3-6
Y	JP 2013-158721 A (株式会社東芝) 19.08.2013 (2013-08-19) 特に、段落［００７５］－［０１０７］、図８	13-16
Y	JP 2003-343248 A (日産自動車株式会社) 03.12.2003 (2003-12-03) 特に、段落［００１４］、図２	13-16

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/034821

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2014/055045 A1	10.04.2014	（ファミリーなし）	
JP 2000-88490 A	31.03.2000	（ファミリーなし）	
US 2006/0245987 A1	02.11.2006	（ファミリーなし）	
JP 2014-151245 A	25.08.2014	US 2015/0336077 A1 特に、段落［００４４］、［００５４］、図１－２ WO 2014/123152 A1 EP 2954949 A1 CA 2899697 A1 MX 2015010009 A BR 112015018621 A2 SG 11201505827T A DK 2954949 T3	
JP 2006-308127 A	09.11.2006	（ファミリーなし）	
JP 52-6259 U1	17.01.1977	（ファミリーなし）	
JP 51-77657 U1	18.06.1976	（ファミリーなし）	
JP 2013-158721 A	19.08.2013	（ファミリーなし）	
JP 2003-343248 A	03.12.2003	（ファミリーなし）	