

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5228215号
(P5228215)

(45) 発行日 平成25年7月3日 (2013.7.3)

(24) 登録日 平成25年3月29日 (2013.3.29)

(51) Int.Cl.

F 1

F 2 8 D 9/00 (2006.01)

F 2 8 F 3/08 (2006.01)

F 2 8 F 3/06 (2006.01)

F 2 8 D 9/00

F 2 8 F 3/08 3 O 1 Z

F 2 8 F 3/06 A

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-7026 (P2009-7026)	(73) 特許権者	000183369
(22) 出願日	平成21年1月15日 (2009.1.15)		住友精密工業株式会社
(65) 公開番号	特開2010-164244 (P2010-164244A)		兵庫県尼崎市扶桑町1番10号
(43) 公開日	平成22年7月29日 (2010.7.29)	(74) 代理人	100103481
審査請求日	平成23年12月13日 (2011.12.13)		弁理士 森 道雄
		(72) 発明者	川上 佳史
			兵庫県尼崎市扶桑町1番10号
			住友精密工業株式会
			社内
		(72) 発明者	堀江 哲次
			兵庫県尼崎市扶桑町1番10号
			住友精密工業株式会
			社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 一次伝面型熱交換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コルゲートフィンを積層して各層間に交互に高温流体通路と低温流体通路が形成され、各流体通路での流体の主流方向が互いに交差する伝熱コアを有する一次伝面型熱交換器において、

各流体通路での流体の主流方向が、当該流体通路を形成するいずれのコルゲートフィンの畝とも交差し、前記流体が前記両方のコルゲートフィンの畝を順次越えながら流れることを特徴とする一次伝面型熱交換器。

【請求項 2】

互いに積層されたコルゲートフィンの畝が角度 60° ～ 120° の範囲内で交差し、各流体通路での流体の主流方向が、当該流体通路を形成するいずれのコルゲートフィンの畝とも等しい角度で交差することを特徴とする請求項 1 に記載の一次伝面型熱交換器。

【請求項 3】

前記流体のうちの一方が気体であり、他方が液体であり、
気体の主流方向が前記コルゲートフィンの畝と交差する角度は、液体の主流方向が前記コルゲートフィンの畝と交差する角度よりも小さいことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の一次伝面型熱交換器。

【請求項 4】

前記伝熱コアを内設するケーシングと、前記伝熱コアへの各流体の流入部をそれぞれ形成する入側ヘッダーおよび入側ノズルと、前記伝熱コアからの各流体の流出部をそれぞれ

形成する出側ヘッダーおよび出側ノズルと、を備え、

前記伝熱コアは、プレス加工により押し潰された前記コルゲートフィンの外周部に、前記流体通路を確保するスペーサーバーが接合され、スペーサーバーが接合された前記コルゲートフィンが前記ケーシング内で積み重ねられてなり、

前記伝熱コアと、前記ケーシングと、前記入側ヘッダーおよび入側ノズルと、前記出側ヘッダーおよび出側ノズルとがろう付により接合されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の一次伝面型熱交換器。

【請求項 5】

前記伝熱コアは、プレス加工により押し潰された前記コルゲートフィンの外周部に、前記流体通路を確保するスペーサーバーが接合され、スペーサーバーが接合された前記コルゲートフィンがケーシング内で積み重ねられてなり、

前記スペーサーバーの両端部が前記コルゲートフィンの外周部から突出し、この両端部が前記ケーシングに嵌合することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の一次伝面型熱交換器。

【請求項 6】

当該一次伝面型熱交換器が航空機用の熱交換器であることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の一次伝面型熱交換器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コルゲートフィンを積層して各層間に交互に高温流体通路と低温流体通路が形成される伝熱コアを有する一次伝面型熱交換器に関し、特に、伝熱コアにおける各流体通路での流体の主流方向が互いに交差する交差流方式の一次伝面型熱交換器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、エネルギーの有効利用という観点から、分散型エネルギーシステムが有望視され、小型ガスタービン等の熱機関や、化学プロセスを経て燃料から直接発電を行う高温型燃料電池の開発が盛んに行われている。これらの分散型エネルギーシステムでは、排熱回収性能がガスタービンや高温型燃料電池の性能に大きく影響することから、有効な熱交換が可能な高性能の熱交換器の使用が要請される。

【0003】

また、航空機においては種々の高性能な熱交換器が搭載される。例えば、タービンエンジンからの排熱を回収するための熱交換器や、タービンエンジンの圧縮機に流入する圧縮空気の温度を外気で低下させるインタークーラーが代表的である。その他にも、エンジンオイルを外気によって冷却する熱交換器や、ベアリング等の部品を冷却するための空気を外気によって冷却する熱交換器がある。

【0004】

ガスタービンや高温型燃料電池や航空機などで使用される熱交換器としては、シェルアンドチューブ型熱交換器やフィンチューブ型熱交換器やプレートフィン型熱交換器が一般に知られている。

【0005】

しかし、シェルアンドチューブ型熱交換器やフィンチューブ型熱交換器は、簡素な構造で安価である反面、コンパクト性に劣る。一方、プレートフィン型熱交換器は、高い熱交換効率を実現でき、高温流体通路と低温流体通路との積層配置の選択によりコンパクト化が可能である反面、精度要求が厳しく複雑な構造であり高価である。このため、いずれの熱交換器も使用が限定されていた。

【0006】

また、これらの熱交換器は、高温流体と低温流体との間で熱交換を行う伝熱コアを有するが、この伝熱コアに各流体の流入・流出部となるヘッダーおよびノズルを取り付ける際に溶接が欠かせない。このため、従来は、伝熱コアの性能に影響を及ぼす溶接入熱に配慮

10

20

30

40

50

したり、熱交換器の低価格化を実現するために自動溶接機の導入を検討する必要がある、溶接施工時の条件設定や設備投資の面で多大な工数と費用が問題とされていた。

【 0 0 0 7 】

これに対し、近年では、シェルアンドチューブ型熱交換器やフィンチューブ型熱交換器やプレートフィン型熱交換器に代え、例えば、特許文献 1 に開示される一次伝面型熱交換器の採用が検討されている。

【 0 0 0 8 】

一次伝面型熱交換器は、伝熱コアとして、コルゲートフィンを積層して各層間に高温流体通路と低温流体通路を形成し、伝熱面としてコルゲートフィンで高温流体通路と低温流体通路とを仕切る構成であり、各流体通路を流通する高温流体と低温流体との間でコルゲートフィンのみを介して熱交換を行うものである。

10

【 0 0 0 9 】

一次伝面型熱交換器は、高温流体と低温流体との間の伝熱面積をコルゲートフィンによって大きく確保できることから、熱交換効率が著しく優れる。また、一次伝面型熱交換器は、プレートフィン型熱交換器の場合に必須となるチューブプレートを削減できることから、部品点数を減らすことができ、組み立てに要する製造コストの抑制も可能である。

【 0 0 1 0 】

図 1 は、従来の一次伝面型熱交換器の伝熱コアに用いられるコルゲートフィンの一例を示す図であり、同図 (a) は互いに積層されるコルゲートフィンの斜視図、同図 (b) はそれらのコルゲートフィンの平面図をそれぞれ示している。同図に示すように、従来のコルゲートフィン 3 は、ステンレス鋼のような薄い合金シートを素材とし、これを波形に成形し、全体として矩形状にしたものである。

20

【 0 0 1 1 】

図 1 に示すコルゲートフィン 3 は、外周部 3 a がプレス加工により押し潰され、この押し潰された外周部 3 a には、互いに積層されたコルゲートフィン 3 間の流体通路を確保するため、後述する図 2 に示すスペーサー 4 が接合される。このような従来のコルゲートフィン 3 では、波状の頂部となる各畝 3 b が、両端部と平行に (他の両端部とは直角に) 配列している。

【 0 0 1 2 】

図 2 は、従来の一次伝面型熱交換器における伝熱コアの構成例を示す図であり、同図 (a) は斜視図、同図 (b) はサイドプレートを除いた状態での平面図、同図 (c) は高温流体通路の出口の正面図、同図 (d) は低温流体通路の出口の正面図をそれぞれ示している。同図に示す従来の一次伝面型熱交換器の伝熱コア 2 は、前記図 1 に示すコルゲートフィン 3 を用いて構成される。

30

【 0 0 1 3 】

具体的には、コルゲートフィン 3 は、押し潰された外周部 3 a の両端部、およびその裏面の他の両端部に、一対のスペーサー 4 がそれぞれ接合される。伝熱コア 2 は、スペーサー 4 が接合されたコルゲートフィン 3 を積み重ね、互いに重なるスペーサー 4 を溶接して構成される。伝熱コア 2 の最上段と最下段に配されるコルゲートフィン 3 には、サイドプレート 5 がろう付される。

40

【 0 0 1 4 】

この伝熱コア 2 では、積層されたコルゲートフィン 3 の畝 3 b が交互に直交するように配置され、コルゲートフィン 3 間に交互に高温流体通路 6 と低温流体通路 7 が形成される。そして、図 2 (b) に実線矢印で示すように、高温流体通路 6 を流通する高温流体 H と、低温流体通路 7 を流通する低温流体 L とは、それぞれ伝熱コア 2 における流体通路 6、7 の入口から出口に向かう方向を主流方向として流れ、その主流方向が互いに直交する。

【 0 0 1 5 】

このような伝熱コア 2 を有する一次伝面型熱交換器は、各流体 H、L の主流方向が互いに直交する直交流方式の熱交換器として成り立つ。この一次伝面型熱交換器においては、各流体通路 6、7 での流体 H、L は、当該流体通路 6、7 を形成するコルゲートフィン 3

50

のうちの一方の畝 3 b に沿って流れ、その過程で、両者を仕切るコルゲートフィン 3 を介し、効率良く熱交換を行うことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0016】

【特許文献 1】国際公開 W O 2 0 0 8 / 1 4 3 3 1 8 号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

上述の通り、一次伝面型熱交換器は、シェルアンドチューブ型熱交換器やフィンチューブ型熱交換器やプレートフィン型熱交換器と比較して、高い熱交換効率を実現でき、組み立てコストの抑制も期待できる。

10

【0018】

しかし、一次伝面型熱交換器の実用化には、より高性能で安価であることが求められ、そのため、さらに構造が簡素で組み立てが容易であること、構成部品、例えば向流方式の熱交換器で必須となるディストリビュータ部などを削減できること、一層優れた熱交換率を実現できることなどが要求される。特に、航空機で用いられる一次伝面型熱交換器には、一層のコンパクト化と軽量化が求められる。

【0019】

本発明は、上記の要求に鑑みてなされたものであり、簡素な構造で部品点数を削減でき、しかも熱交換効率を向上させることができる一次伝面型熱交換器を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明者らは、上記目的を達成するため、一次伝面型熱交換器において、各流体通路での流体の主流方向とコルゲートフィンの畝との配置関係に着目し、C F D (Computational Fluid Dynamics) 解析および種々の試験を行い、鋭意検討を重ねた。その結果、簡素な構造で部品点数を削減し、熱交換効率のさらなる向上を図るには、各流体通路での流体の主流方向が互いに交差する交差流方式を採用し、各流体の主流方向が、当該流体通路を形成する一方のコルゲートフィンの畝のみならず、いずれのコルゲートフィンの畝とも交差するように配置するのが有効であることを知見した。

30

【0021】

本発明は、上記の知見に基づいて完成させたものであり、その要旨は、下記の一次伝面型熱交換器にある。すなわち、コルゲートフィンを積層して各層間に交互に高温流体通路と低温流体通路が形成され、各流体通路での流体の主流方向が互いに交差する伝熱コアを有する一次伝面型熱交換器において、各流体通路での流体の主流方向が、当該流体通路を形成するいずれのコルゲートフィンの畝とも交差し、前記流体が前記両方のコルゲートフィンの畝を順次越えながら流れることを特徴とする一次伝面型熱交換器である。

【0022】

この熱交換器では、互いに積層されたコルゲートフィンの畝が角度 $60^{\circ} \sim 120^{\circ}$ の範囲内で交差し、各流体通路での流体の主流方向が、当該流体通路を形成するいずれのコルゲートフィンの畝とも等しい角度で交差することが好ましい。

40

【0023】

上記の熱交換器においては、前記流体のうちの一方が気体であり、他方が液体である場合、気体の主流方向が前記コルゲートフィンの畝と交差する角度は、液体の主流方向が前記コルゲートフィンの畝と交差する角度よりも小さいことが好ましい。こうすることによって、流路抵抗の影響を受け易い気体の圧力損失を抑制できるからである。

【0024】

上記の熱交換器は、前記伝熱コアを内設するケーシングと、前記伝熱コアへの各流体の流入部をそれぞれ形成する入側ヘッダーおよび入側ノズルと、前記伝熱コアからの各流体

50

の流出部をそれぞれ形成する出側ヘッダーおよび出側ノズルと、を備え、前記伝熱コアは、プレス加工により押し潰された前記コルゲートフィンの外周部に、前記流体通路を確保するスペーサーバーが接合され、スペーサーバーが接合された前記コルゲートフィンが前記ケーシング内で積み重ねられてなり、前記伝熱コアと、前記ケーシングと、前記入側ヘッダーおよび入側ノズルと、前記出側ヘッダーおよび出側ノズルとがろう付により接合されることが好ましい。ろう付により接合することで、溶接による接合と比較して、接合時の変形を小さくでき、熱応力の発生を抑制できるからである。溶接に要する作業時間を短縮でき、製造コストの低減を図ることもできるからである。

【0025】

また、上記の熱交換器においては、前記伝熱コアは、プレス加工により押し潰された前記コルゲートフィンの外周部に、前記流体通路を確保するスペーサーバーが接合され、スペーサーバーが接合された前記コルゲートフィンがケーシング内で積み重ねられてなり、前記スペーサーバーの両端部が前記コルゲートフィンの外周部から突出し、この両端部が前記ケーシングに嵌合する構成にすることができる。こうすることにより、熱交換器の組み立てに際し、スペーサーバーおよびコルゲートフィンの位置決め用治具が不要となり、組み立てが容易となるからである。

【0026】

このような一次伝面型熱交換器は、熱交換効率の向上に伴ってコンパクト化と軽量化を実現できるため、航空機用の熱交換器として好適に採用することができる。

【発明の効果】

【0027】

本発明の一次伝面型熱交換器によれば、各流体通路での流体の主流方向がいずれのコルゲートフィンの畝とも交差する構成であるため、各流体が、当該流体通路を形成する両方のフィンの畝を順次越えながら流れることにより乱流効果が促進され、その過程で、両者を仕切るコルゲートフィンと有効に接触し、効率良く熱交換を行うことができ、熱交換効率を向上させることが可能になる。このため、同じ熱交換性能を有する従来の一次伝面型熱交換器と比較しても、よりコンパクトで軽量の熱交換器とすることができる。また、交差流方式を採用する構成であることから、ディストリビュータ部が不要となり、部品点数を削減でき、構造も簡素になる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】従来の一次伝面型熱交換器の伝熱コアに用いられるコルゲートフィンの一例を示す図であり、同図(a)は互いに積層されるコルゲートフィンの斜視図、同図(b)はそれらのコルゲートフィンの平面図をそれぞれ示す。

【図2】従来の一次伝面型熱交換器における伝熱コアの構成例を示す図であり、同図(a)は斜視図、同図(b)はサイドプレートを除いた状態での平面図、同図(c)は高温流体通路の出口の正面図、同図(d)は低温流体通路の出口の正面図をそれぞれ示す。

【図3】本発明の一次伝面型熱交換器の伝熱コアに用いられるコルゲートフィンの一例を示す図であり、同図(a)は互いに積層されるコルゲートフィンの斜視図、同図(b)はそれらのコルゲートフィンの平面図をそれぞれ示す。

【図4】本発明の一次伝面型熱交換器における伝熱コアの構成例を示す図であり、同図(a)は斜視図、同図(b)はサイドプレートを除いた状態での平面図、同図(c)は高温流体通路の出口の正面図、同図(d)は低温流体通路の出口の正面図をそれぞれ示している。

【図5】本発明の一次伝面型熱交換器における伝熱コアの他の構成例を示す図であり、同図(a)は互いに積層されるコルゲートフィンを個々に示す平面図、同図(b)は伝熱コアのサイドプレートを除いた状態での平面図をそれぞれ示している。

【図6】コルゲートフィン間に形成される流体通路に流体を流通させたCFD解析により伝熱コアの性能を評価した結果を示す図であり、同図(a)は積層されたコルゲートフィンの畝の交差角(挟み角)と圧力損失との関係を示し、同図(b)は挟み角と伝熱性能と

10

20

30

40

50

の関係を示す。

【図 7】本発明の一次伝面型熱交換器の全体構成例を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下に、本発明の交差流方式の一次伝面型熱交換器の実施形態について、図面を参照しながら詳述する。

【0030】

図 3 は、本発明の一次伝面型熱交換器の伝熱コアに用いられるコルゲートフィンの一例を示す図であり、同図 (a) は互いに積層されるコルゲートフィンの斜視図、同図 (b) はそれらのコルゲートフィンの平面図をそれぞれ示している。同図に示すように、本発明の一次伝面型熱交換器に用いられるコルゲートフィン 3 は、薄い合金シートを素材とし、これをひだ付けの性質を備えるように波形に成形し、全体として矩形状にしたものである。

10

【0031】

図 3 に示すコルゲートフィン 3 は、外周部 3 a がプレス加工により押し潰されている。この押し潰された外周部 3 a には、互いに積層されたコルゲートフィン 3 間の流体通路を確保するため、後述する図 4 に示すスペーサー 4 が接合される。

【0032】

本発明におけるコルゲートフィン 3 では、外周部 3 a を除く領域の表裏面に、波状の頂部となる各畝 3 b が、両端部と平行でなく (他の両端部とは直角でなく)、両端部に対し所定の角度で傾斜して配列している。図 3 では、コルゲートフィン 3 の畝 3 b が両端部に対して 30° に傾斜した状態を例示している。

20

【0033】

コルゲートフィン 3 の素材となる合金シートには、高強度で耐熱性に優れたステンレス系材料、Ni 基超耐熱合金、アルミニウム合金などを用いるのが好ましい。ステンレス系材料としては、例えば、SUS347、SUS321、SUS310、SUS310S、SUS304 等を、また Ni 基超耐熱合金としては、例えば、インコネル 625 等を用いることができる。また、アルミニウム合金として、3003、4004、6951 等を適用できる。

【0034】

その合金シートの厚さは、合金シートを細密な波状に成形でき、外周部 3 a のプレス加工も行えるように、0.06 ~ 0.15 mm の範囲内が好ましく、特に 0.10 mm 程度が望ましい。

30

【0035】

また、コルゲートフィン 3 は、伝熱面積および強度を確保しつつコンパクト性を維持できるように、単位長さ当たりの畝 3 b の設置数、すなわちフィン数を 20 ~ 30 fin / inch とするのが好ましく、25 fin / inch 以上とするのがより好ましい。同様の観点から、畝 3 b の高さ、すなわちフィン高さを 1.5 ~ 3.0 mm とするのが好ましく、2.5 mm 以下とするのがより好ましい。

【0036】

図 4 は、本発明の一次伝面型熱交換器における伝熱コアの構成例を示す図であり、同図 (a) は斜視図、同図 (b) はサイドプレートを除いた状態での平面図、同図 (c) は高温流体通路の出口の正面図、同図 (d) は低温流体通路の出口の正面図をそれぞれ示している。同図に示す本発明の一次伝面型熱交換器の伝熱コア 2 は、前記図 3 に示すコルゲートフィン 3 を用いて構成される。

40

【0037】

具体的には、コルゲートフィン 3 は、押し潰された外周部 3 a の両端部に一对のスペーサー 4 が接合され、さらに、その裏面の他の両端部にも一对のスペーサー 4 が接合される。伝熱コア 2 は、スペーサー 4 が接合されたコルゲートフィン 3 を積み重ね、互いに重なるスペーサー 4 を接合して構成される。伝熱コア 2 の最上段と最下段に

50

配されるコルゲートフィン 3 には、サイドプレート 5 がろう付される。

【0038】

この伝熱コア 2 では、コルゲートフィン 3 の畝 3 b が傾斜配列しているのに伴い、積層されたコルゲートフィン 3 の畝 3 b が交互に所定の角度で交差するように配置され、コルゲートフィン 3 間に交互に高温流体通路 6 と低温流体通路 7 が形成される。そして、図 4 (b) に実線矢印で示すように、高温流体通路 6 を流通する高温流体 H と、低温流体通路 7 を流通する低温流体 L とは、それぞれ伝熱コア 2 における流体通路 6、7 の入口から出口に向かう方向を主流方向として流れ、その主流方向が互いに直交する。

【0039】

図 4 に示す伝熱コア 2 においては、高温流体通路 6 を形成するコルゲートフィン 3 の畝 3 b が 60° の角度 1 で交差し、低温流体通路 7 を形成するコルゲートフィン 3 の畝 3 b が 120° の角度 2 で交差した状態を例示している。以下の説明では、積層されたコルゲートフィン 3 の畝 3 b の交差角 1、2 を「挟み角」ともいう。

【0040】

そして、高温流体 H の主流方向は、高温流体通路 6 を形成する両方のコルゲートフィン 3 の畝 3 b と交差し、いずれの畝 3 b ととも等しい角度 (30°) で交差している。同様に、低温流体 L の主流方向は、低温流体通路 7 を形成する両方のコルゲートフィン 3 の畝 3 b と交差し、いずれの畝 3 b ととも等しい角度 (60°) で交差している。すなわち、本実施形態では、各流体通路 6、7 において、コルゲートフィン 3 の畝 3 b が各流体 H、L の主流方向に対し対称に配置される。

【0041】

このような伝熱コア 2 を有する一次伝面型熱交換器は、各流体 H、L の主流方向が互いに直交する直交流方式の熱交換器として成り立つ。この一次伝面型熱交換器においては、各流体通路 6、7 での流体 H、L が、当該流体通路 6、7 を形成する両方のコルゲートフィン 3 の畝 3 b を順次越えながら流れることにより乱流効果が促進され、その過程で、両者を仕切るコルゲートフィン 3 を介し、効率良く熱交換を行うことができる。その際に、各流体 H、L が各流体通路 6、7 を形成する両方のコルゲートフィン 3 と有効に接触するため、本発明の一次伝面型熱交換器は、従来の交差流方式の一次伝面型熱交換器よりも熱交換効率を向上させることができる。その結果、同じ熱交換性能を有する従来の一次伝面型熱交換器よりも、コンパクトで軽量の熱交換器とすることが可能になる。

【0042】

図 5 は、本発明の一次伝面型熱交換器における伝熱コアの他の構成例を示す図であり、同図 (a) は互いに積層されるコルゲートフィン 3 を個々に示す平面図、同図 (b) は伝熱コアのサイドプレートを除いた状態での平面図をそれぞれ示している。図 5 (a) に示すように、本実施形態のコルゲートフィン 3 は、全体として平行四辺形となる形状にしたものであり、前記図 3 (b) に示すコルゲートフィン 3 と同様に、傾斜配列した畝 3 b を備える。

【0043】

図 5 (a) に示すコルゲートフィン 3 を積層して構成される伝熱コア 2 では、図 5 (b) に実線矢印で示すように、高温流体通路 6 を流通する高温流体 H と、低温流体通路 7 を流通する低温流体 L とは、それぞれ伝熱コア 2 の入口から出口に向かう方向を主流方向として流れ、その主流方向が互いに傾斜して交差する。すなわち、このような伝熱コア 2 を有する一次伝面型熱交換器は、斜交流方式の熱交換器として成り立つ。

【0044】

この斜交流方式の一次伝面型熱交換器でも、上述した直交流方式の一次伝面型熱交換器と同様に、各流体通路 6、7 での流体 H、L が、当該流体通路 6、7 を形成する両方のコルゲートフィン 3 の畝 3 b を順次越えながら流れるため、乱流効果により、両方のコルゲートフィン 3 と有効に接触し、熱交換効率を向上させることができる。

【0045】

従って、直交流方式や斜交流方式といったように、各流体通路を流通する流体の主流方

10

20

30

40

50

向が互いに交差する交差流方式を採用し、各流体の主流方向が、当該流体通路を形成するいずれのコルゲートフィン3の畝とも交差するように配置した一次伝面型熱交換器とすることにより、同じ熱交換性能を有する従来の一次伝面型熱交換器よりも、コンパクト化と軽量化を実現することが可能になる。

【0046】

本発明の熱交換器は、交差流方式であることから、向流方式で必須となるディストリビュータ部の設置が不要となり、また一次伝面型熱交換器であることから、プレートフィン型熱交換器で必須となるチューブプレートも不要となり、その結果、部品点数を削減でき、構造を簡素にすることができる。

【0047】

前記図4(b)に示す挟み角 1、 2 の好適な範囲について検討する。

【0048】

図6は、コルゲートフィン間に形成される流体通路に流体を流通させたCFD解析により伝熱コアの性能を評価した結果を示す図であり、同図(a)は挟み角と圧力損失との関係を示し、同図(b)は挟み角と伝熱性能との関係を示している。同図では、コルゲートフィン3の畝を流体の主流方向に対し対称に配置した条件で、挟み角を40～140°まで20°ずつ変更して解析を行い、挟み角が60°の場合を基準(1)とした比率を用いて、各挟み角での圧力損失と伝熱性能を表示している。

【0049】

図6(a)、(b)に示すように、挟み角が大きくなるほど、当該流体通路の圧力損失と伝熱性能はともに増加する。すなわち、挟み角を大きく設定すれば、流体がコルゲートフィン3の畝を順次越えながら流体通路を流通する際に、流路抵抗が増加し、これに伴って伝熱性能が増加する。このため、優れた熱交換効率を得るには、挟み角を大きく設定することが好ましい。

【0050】

ただし、図6(a)に示すように、挟み角が120°を超えると、圧力損失が急激に増加する。これは、流路抵抗が著しくなることを意味し、熱交換器を使用する上で支障となる。このため、使用上で問題なく、優れた熱交換効率を確保するには、挟み角を60°～120°の範囲内に設定するのが望ましい。

【0051】

前記図4および図5に示す伝熱コア2では、熱交換対象の流体H、Lとして、空気やガスなどの気体と、冷却水や温水などの液体を採用することができる。また、両方とも気体を採用したり、両方とも液体を採用することもできる。

【0052】

流体H、Lとして気体と液体を採用する場合、例えば、気体はファンやブロアによって伝熱コア2に供給され、液体はポンプによって伝熱コア2に供給される。この場合、ファンやブロアによる気体の送給力は、ポンプによる液体の送給力に比べて低いため、伝熱コア2で気体の流路抵抗が過大であると、気体を十分に供給できなくなる。このため、伝熱コア2での流路抵抗は、液体が流通する流体通路よりも、気体が流通する流体通路で低減させることが好ましく、そのためには、伝熱コア2において、気体の主流方向がコルゲートフィン3の畝3bと交差する角度を、液体の主流方向がコルゲートフィン3の畝と交差する角度よりも小さく設定することが好ましい。この構成は、気体が液体よりも流路抵抗の影響を受け易いことから、気体の圧力損失を抑制するためにも有効である。

【0053】

本発明の一次伝面型熱交換器を実用的に適用できる構成を説明する。

【0054】

図7は、本発明の一次伝面型熱交換器の全体構成例を示す平面図である。同図では、上面側のサイドプレート5を一部破断した状態を示している。

【0055】

同図に示すように、一次伝面型熱交換器1は、伝熱コア2を内設するケーシング8と、

10

20

30

40

50

高温流体用の入側ヘッダー 9 a、入側ノズル 10 a、出側ヘッダー 11 a および出側ノズル 12 a と、低温流体用の入側ヘッダー 9 b、入側ノズル 10 b、出側ヘッダー 11 b および出側ノズル 12 b とから構成される。各入側ヘッダー 9 a、9 b および各入側ノズル 10 a、10 b は、伝熱コア 2 への各流体 H、L の流入部をそれぞれ形成する。各出側ヘッダー 11 a、11 b および各出側ノズル 12 a、12 b は、伝熱コア 2 からの各流体 H、L の流出部をそれぞれ形成する。

【0056】

このような構成の熱交換器 1 を組み立てるに際し、上面側のサイドプレート 5 が取り付けられる前のケーシング 8 内に、スペーサーバー 4 が接合されたコルゲートフィン 3 を積み重ねる。このとき、スペーサーバー 4 の両端部 4 a がコルゲートフィン 3 の外周部から突出するように予め形成し、コルゲートフィン 3 の各角部から突出するスペーサーバー 4 の端部 4 a をケーシング 8 に嵌合させることにより、ケーシング 8 に対しコルゲートフィン 3 およびスペーサーバー 4 を位置決めすることができる。このため、別途の位置決め用治具が不要となり、組み立てが容易となる。

【0057】

そして、ケーシング 8 内の最上段のコルゲートフィン 3 を覆うようにサイドプレート 5 を配置するとともに、このサイドプレート 5 を上面として含むケーシング 8 の各側面を覆うように、各入側ヘッダー 9 a、9 b および入側ノズル 10 a、10 b、ならびに各出側ヘッダー 11 a、11 b および出側ノズル 12 a、12 b を配置し、これらを一体で加熱しろ付を行う。これにより、積層されたコルゲートフィン 3 がろ付接合され、これと同時に、ケーシング 8 と、各入側ヘッダー 9 a、9 b および入側ノズル 10 a、10 b、ならびに各出側ヘッダー 11 a、11 b および出側ノズル 12 a、12 b がろ付接合され、一次伝面型熱交換器 1 を構成することができる。

【0058】

このような構成にすれば、一次伝面型熱交換器を組み立てるに際し、溶接施工を削減することができ、しかも一度の加熱処理で熱交換器全体の接合を行えるため、溶接施工に伴う溶接入熱への配慮や、自動溶接機の導入の検討が不要であり、熱交換器の組み立てに要するコストの低減を一層図ることが可能になる。しかも、溶接による接合と比較して、接合時の伝熱コアの変形を小さくでき、熱応力の発生を抑制できる。

【0059】

ただし、積層されたコルゲートフィン 3 よりなる伝熱コア 2 と、ケーシング 8 と、各ヘッダー 9 a、9 b、11 a、11 b および各ノズル 10 a、10 b、12 a、12 b とを、一度の加熱処理で接合せず、それぞれを個別に溶接などで接合することも可能である。

【0060】

上述した通り、交差流方式を採用した本発明の一次伝面型熱交換器は、熱交換効率の向上に伴ってコンパクト化と軽量化を実現できるため、航空機用の熱交換器として好適に採用することができる。

【0061】

その他本発明は上記の実施形態に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。例えば、上記の実施形態では、コルゲートフィンとして、波状の頂部となる畝が直線状で配列したプレーン型を示したが、フィンの畝が蛇行して配列したヘリンボーン型を採用することもできる。コルゲートフィンに穴や切れ目がない限り、一次伝面型熱交換器でのコルゲートフィンの機能を果たせるからである。

【0062】

また、前記図 3 および図 4 では、各流体通路での流体の主流方向が、当該流体通路を形成するいずれのコルゲートフィンの畝とも等しい角度で交差する状態を示したが、一方の畝と交差する角度と、他方の畝と交差する角度とが異なっても構わない。すなわち、各流体通路において、フィンの畝を各流体の主流方向に対し非対称に配置することもできる。各流体の主流方向がいずれのコルゲートフィンの畝とも交差する限り、いずれのフィンとも有効に接触するため、熱交換効率の向上が図れるからである。

【産業上の利用可能性】

【0063】

本発明の一次伝面型熱交換器によれば、各流体通路での流体の主流方向がいずれのコルゲートフィンとの畝とも交差する構成であるため、各流体が、当該流体通路を形成する両方のコルゲートフィンとの畝を順次越えながら流れ、その過程で、両者を仕切るコルゲートフィンと有効に接触し、効率良く熱交換を行うことができ、熱交換効率を向上させることが可能になる。また、交差流方式を採用することに伴い、部品点数を削減でき、構造も簡素になる。

【0064】

従って、本発明の一次伝面型熱交換器は、熱交換の性能を十分確保しつつ安価に構成でき、分散型エネルギーシステムや航空機などで使用する熱交換器として広く適用できる。

【符号の説明】

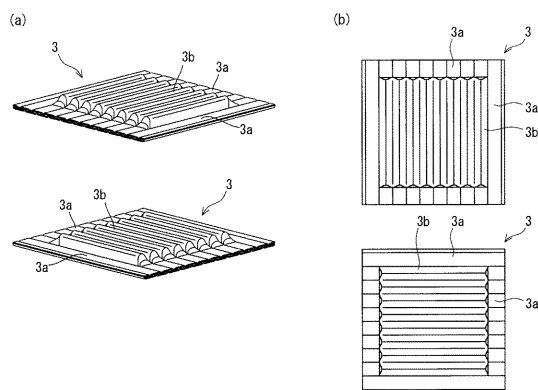
【0065】

1：一次伝面型熱交換器、 2：伝熱コア、
 3：コルゲートフィン、 3a：外周部、 3b：畝、
 4：スペーサーバー、 4a：端部、 5：サイドプレート、
 6：高温流体通路、 7：低温流体通路、 8：ケーシング、
 9a、9b：入側ヘッダー、 10a、10b：入側ノズル、
 11a、11b：出側ヘッダー、 12a、12b：出側ノズル、
 H：高温流体、 L：低温流体

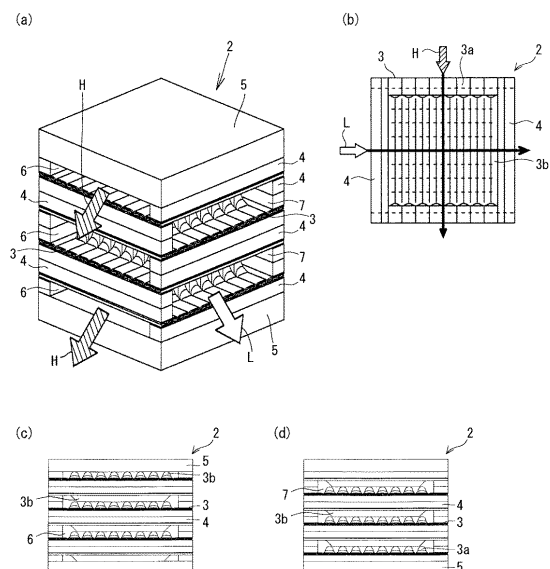
10

20

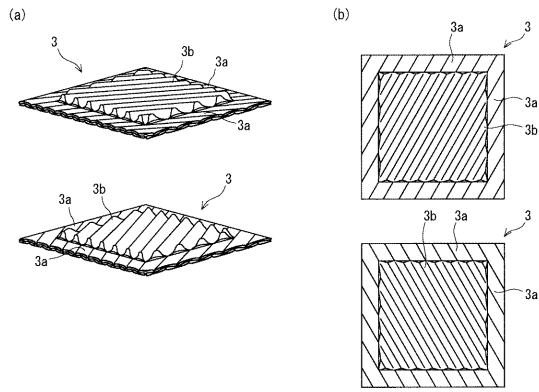
【図1】



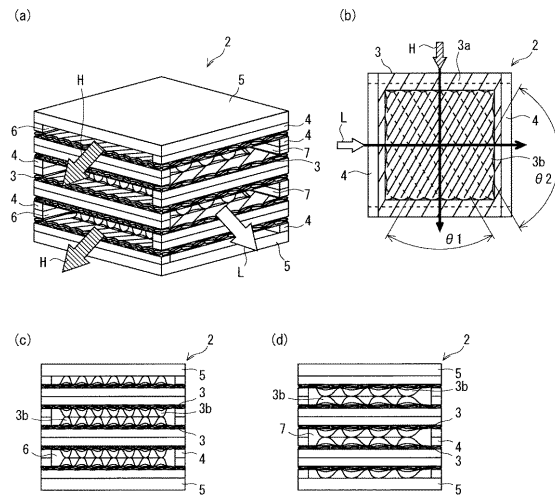
【図2】



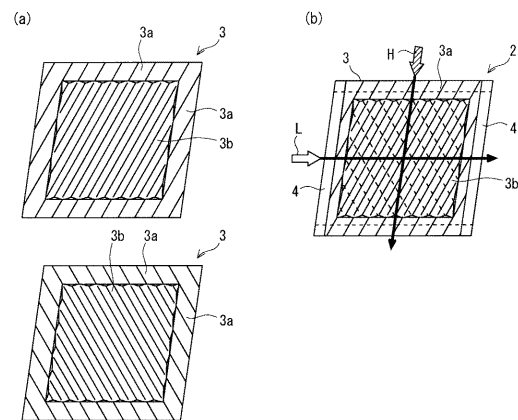
【図 3】



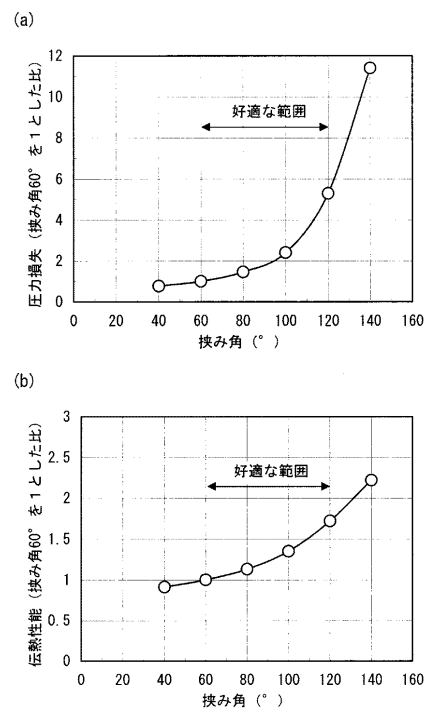
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 牛田 良孝
兵庫県尼崎市扶桑町1番10号
(72)発明者 下松瀬 正美
兵庫県尼崎市扶桑町1番10号

住友精密工業株式会社内
住友精密工業株式会社内

審査官 柿沼 善一

(56)参考文献 国際公開第2008/143318(WO, A1)
特開2003-222489(JP, A)
特開2002-147984(JP, A)
特開平11-230688(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F28D 9/00
F28F 3/06
F28F 3/08