

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5039366号
(P5039366)

(45) 発行日 平成24年10月3日(2012.10.3)

(24) 登録日 平成24年7月13日(2012.7.13)

(51) Int. Cl.	F 1
F 2 8 F 1/32 (2006.01)	F 2 8 F 1/32 M
F 2 8 F 1/16 (2006.01)	F 2 8 F 1/16 A
F 2 8 F 1/26 (2006.01)	F 2 8 F 1/26 A

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-314729 (P2006-314729)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成18年11月21日(2006.11.21)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2008-128569 (P2008-128569A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成20年6月5日(2008.6.5)	(74) 代理人	100112737
審査請求日	平成21年10月29日(2009.10.29)		弁理士 藤田 考晴
		(74) 代理人	100118913
			弁理士 上田 邦生
		(72) 発明者	吉越 明
			愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地
			三菱重工業株式会社 名古屋研究所内
		(72) 発明者	宮澤 賢一
			愛知県清須市西枇杷島町旭三丁目1番地
			三菱重工業株式会社 冷熱事業本部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フィンアンドチューブ型熱交換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定ピッチで平行に多数配設され、その間を気流が流通されるプレートフィンと、
該プレートフィンに所定の列ピッチおよび段ピッチで設けられるチューブ孔に密着して
挿入され、内部を流体が流通される伝熱チューブと、を有するフィンアンドチューブ型熱
交換器において、

前記プレートフィンには、前記チューブ孔の各列に対し、列方向に沿って少なくとも3
つ以上の列方向山部が設けられ、

該列方向山部は、列方向の両端に形成される両端山部の高さその間に形成される中央
山部の高さよりも低くされているとともに、

段方向に隣接する前記チューブ孔間に、段方向に沿う段方向山部が設けられることによ
り、該段方向に隣接する前記チューブ孔間には、列方向および段方向の双方に突設される
三次元山部が設けられていることを特徴とするフィンアンドチューブ型熱交換器。

【請求項2】

前記列方向山部が4山形成され、
該列方向山部は、列方向の両端に形成される両端山部の高さよりもその間に形成される
2つの中央山部の高さが高くされていることを特徴とする請求項1に記載のフィンアンド
チューブ型熱交換器。

【請求項3】

列方向に沿う両端山部の幅よりも、その間に形成される中央山部の列方向に沿う幅が広

くされていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のフィンアンドチューブ型熱交換器。

【請求項 4】

前記プレートフィンには、少なくとも気流の流入側端面に、平坦部が設けられることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のフィンアンドチューブ型熱交換器。

【請求項 5】

前記各山部は、前記プレートフィンのベース面から一方向に突設されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のフィンアンドチューブ型熱交換器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、伝熱チューブ内を流通する流体（冷媒）と、その外部に設けられる多数のプレートフィン間を流通する気流（空気）との間で熱交換を行う熱交換器に関し、特に空調機や冷凍機の空気熱交換器に用いて好適なフィンアンドチューブ型熱交換器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

空調機や冷凍機の空気熱交換器に用いるフィンアンドチューブ型熱交換器では、フィン側に種々の工夫を施し、その伝熱面積を増大させることにより、フィン側（空気側）の熱伝達率を向上させ、高性能化を図っている。一方、熱交換器に空気を流通させる送風ファンへの入力を低減し、省エネルギー化を図るためには、フィン側の流通抵抗（空気側圧力損失）をできる限り低減することが望ましい。しかし、このフィン側の流通抵抗の低減と熱伝達率の向上との間には、相反する面がある。

20

また、空気熱交換器においては、フィンへの着霜により空気の流路が閉塞され、交換熱量の低下が懸念されることから、フィンの設計に際しては、着霜の抑制を考慮する必要がある。

【0003】

こうした中であって、プレートフィンの前縁部に波状成形部を設けるとともに、フィンの伝熱チューブ後流部（フィンの後縁部）にディンプルを設けたものが、特許文献 1 により提案されている。

30

また、プレートフィンに設けられるチューブ孔の各列に対して、空気の流通方向に沿って各々 3 個の山部を設けたものが、特許文献 2 により提案されている。

また、プレートフィンに設けられるチューブ孔の各列に対して、空気の流通方向に沿って各々複数の山部を設けるとともに、該チューブ孔の回りに同心円状に山部を設けたものが、特許文献 3 により提案されている。

【0004】

【特許文献 1】特開平 7 - 63490 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 79695 号公報

【特許文献 3】特許第 2661356 号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 のものは、波状成形部およびディンプルが、プレートフィンの前縁部および後縁部にしか設けられていないため、前縁部と後縁部での部分的な熱伝達率向上効果が期待されるにすぎない。従って、このような構成では、高性能化を図るために、フィンピッチを詰めて伝熱面積を増加させる等の対応が必要となる。

また、特許文献 2 のものは、プレートフィン全体に山部を設けているため、フィン全域において、空気の温度境界層を破壊する乱流を生じさせ、熱伝達率を向上させることができる一方、空気の流通抵抗が過大となることがなく、熱交換器全体として伝熱性能の向上が期待される。しかし、構造的には、同一形状山部の単調な繰り返し構成のため、一定の

50

限られた熱伝達率向上効果しか期待できない。また、伝熱チューブの後流領域がいわゆる死水域（非有効伝熱領域）となっており、この点にも改良の余地が残されている。

【0006】

また、特許文献3のものは、列方向に設けられた山部により、特許文献2のものと同等の熱伝達率向上効果が得られる。加えて、チューブ孔回りに設けられている同心円状の山部により、伝熱チューブ後流領域に空気流を導くことができるため、死水域を減少させて伝熱性能を向上させることができる。しかし、その反面において、チューブ孔回りのフィン側流通抵抗が増大（圧力損失の増大）することは避け難く、送風ファンへの入力増加が懸念される。

上記したように、従来のフィンアンドチューブ型熱交換器には、フィン側の熱伝達率および流通抵抗（圧力損失）に関して、まだまだ改善すべき課題が存在する。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、フィン側熱伝達率の一層の向上を図るとともに、空気側の流通抵抗（圧力損失）を低減することにより、より高性能化されたフィンアンドチューブ型熱交換器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】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明のフィンアンドチューブ型熱交換器は、以下の手段を採用する。

すなわち、本発明にかかるフィンアンドチューブ型熱交換器は、所定ピッチで平行に多数配設され、その間を気流が流通されるプレートフィンと、該プレートフィンに所定の列ピッチおよび段ピッチで設けられるチューブ孔に密着して挿入され、内部を流体が流通される伝熱チューブと、を有するフィンアンドチューブ型熱交換器において、前記プレートフィンには、前記チューブ孔の各列に対し、列方向に沿って少なくとも3つ以上の列方向山部が設けられ、該列方向山部は、列方向の両端に形成される両端山部の高さがその間に形成される中央山部の高さよりも低くされているとともに、段方向に隣接する前記チューブ孔間に、段方向に沿う段方向山部が設けられることにより、該段方向に隣接する前記チューブ孔間には、列方向および段方向の双方に突設される三次元山部が設けられていることを特徴とする。

【0009】

本発明によれば、プレートフィンには、チューブ孔の各列に対し、列方向に沿って少なくとも3つ以上の列方向山部が設けられ、この列方向山部の列方向の両端に形成される両端山部の高さがその間に形成される中央山部の高さよりも低くされているので、これら列方向山部により、プレートフィン間を流通する気流に対して温度境界層を破壊できるだけの十分な乱流を生じさせることができる。従って、熱伝達率を向上させることができる。

また、チューブ孔の列方向に沿って山部を設けた場合、気流が山部で交互に衝突、剥離を繰り返し、衝突面では熱伝達率が高く、剥離面では熱伝達率が低くなるので、熱伝達率が高い領域を多くすることにより、平均値として熱伝達率を向上させることができる。このため、もともと熱伝達率の高い両端山部の高さを低く、それよりも中央山部の高さを高くすることにより、山部における局所熱伝達率を平均して一定の高い値とすることができる。これによって、気流側の流通抵抗（気流側圧力損失）を増大させることなく、伝熱性能を一定の高い値まで向上させることができる。

また、プレートフィンにおける気流流通方向後端側の山部を低くしているため、伝熱チューブの後流側にも気流を回り込ませることができ、そこでのフィンと気流との熱交換が促進される。従って、伝熱チューブ後流の気流出口側での熱伝達率が回復され、これによっても伝熱性能を向上させることができる。

また、プレートフィンにおける気流流通方向前端側の山部を低くしているため、フィンに対する着霜を抑制することができる。一般に霜は、熱伝達率の高いフィン前端に着霜し易く、フィン前端側の山部の高さが高いと、プレートフィン間の隙間が狭くなり、着霜による抵抗増大に伴って気流量が低下する。これにより、交換熱量が低下し、さらに着霜し

10

20

30

40

50

易くなる。従って、気流の流通方向前端側の山部を低くしておくことにより、着霜を抑制することができる。

さらに、段方向に隣接するチューブ孔間には、列方向および段方向の双方に突設される三次元山部が設けられるので、この三次元方向に突設される山部のチューブ孔に向かう下向きの傾斜面により、プレートフィン間を流通する気流を伝熱チューブの直後流側に回り込ませることができる。これによって、プレートフィンの非有効伝熱領域、いわゆる死水域を減少させ、有効伝熱面積を増大させることができる。従って、その伝熱面積増大分に相応して伝熱性能を向上させることができる。

【0010】

さらに、本発明のフィンアンドチューブ型熱交換器は、上述のいずれかのフィンアンドチューブ型熱交換器において、列方向山部が4山形成され、該列方向山部は、列方向の両端に形成される両端山部の高さよりもその間に形成される2つの中央山部の高さが高くされていることを特徴とする。

10

【0011】

本発明によれば、列方向に沿う列方向山部が4山形成され、この列方向山部は、列方向の両端に形成される両端山部の高さよりもその間に形成される2つの中央山部の高さが高くされているので、各山部による乱流促進効果および衝突面の増大による局所熱伝達率の向上効果をもたらすことができると同時に、列方向の気流に対する抵抗バランスを良好とすることができる。これにより、気流がチューブ孔間の中央領域を流れるだけでなく、伝熱チューブ周囲に沿って多くの流れが形成されることとなる。従って、伝熱チューブの直後流領域での有効伝熱面積を増大させることができ、熱伝達率向上効果をより大きくすることができる。

20

【0012】

さらに、本発明のフィンアンドチューブ型熱交換器は、上述のいずれかのフィンアンドチューブ型熱交換器において、列方向に沿う両端山部の幅よりもその間に形成される中央山部の列方向に沿う幅が広くされていることを特徴とする。

【0013】

本発明によれば、列方向に沿う両端山部の幅よりもその間に形成される中央山部の列方向に沿う幅が広くされているので、高さが異なる両端山部と中央山部の勾配を略同一にすることができる。これにより、気流に対する流通抵抗（気流側圧力損失）の増大を抑制して送風ファンへの入力を低減しつつ、山部の高さを高くし、山部における局所熱伝達率をより高くすることができる。

30

【0014】

さらに、本発明のフィンアンドチューブ型熱交換器は、上述のいずれかのフィンアンドチューブ型熱交換器において、前記プレートフィンには、少なくとも気流の流入側端面に、平坦部が設けられることを特徴とする。

【0015】

本発明によれば、プレートフィンには、少なくとも気流の流入側端面に、平坦部が設けられるので、この平坦部により列方向に気流の流入を案内することができるとともに、気流の流入抵抗（気流側の圧力損失）を低減することができる。従って、送風ファンへの入力を低減し、省エネルギー化を図ることができる。また、この平坦部をプレートフィンのプレス製造時の把持部として利用することができるため、フィンの製造を容易化することができる。

40

【0016】

さらに、本発明のフィンアンドチューブ型熱交換器は、上述のいずれかのフィンアンドチューブ型熱交換器において、前記各山部は、前記プレートフィンのベース面から一方向に突設されていることを特徴とする。

【0017】

本発明によれば、各山部は、プレートフィンのベース面から一方向に突設されているので、プレートフィンの製造を容易化することができる。つまり、通常この種プレートフィ

50

ンは、プレス成形により製造されるが、各山部がベース面から一方向に突設されているため、プレス面をベース面の一方向に形成すればよい。従って、成形されたプレートフィンを取り出しやフィン素材の搬送等を容易化することができ、フィンの生産性を向上させることができる。

【発明の効果】

【0018】

本発明のフィンアンドチューブ型熱交換器によると、列方向山部により、プレートフィン間を流通する気流に対して温度境界層を破壊できるだけの十分な乱流を生じさせることができるため、その分熱伝達率を向上させることができる。また、列方向山部のうち、もともと熱伝達率の高い両端山部の高さを低く、それよりも中央山部の高さを高くすることにより、山部における局所熱伝達率を平均して一定の高い値とすることができる。このため、フィン側通風抵抗（空気側圧力損失）を増大させることなく、伝熱性能を一段と向上させることができる。また、気流の流通方向前端側の山部を低くしているため、気流の流通方向前端でのフィン隙間を確保して気流量の低下を防止することができる。従って、フィンへの着霜を抑制することができる。更に、段方向に隣接するチューブ孔間に設けられる三次元方向に突設される山部のチューブ孔に向かう下向きの傾斜面により、プレートフィン間を流通する気流を伝熱チューブの直後流側に回り込ませることができるため、プレートフィンの非有効伝熱領域、いわゆる死水域を減少させ、有効伝熱面積を増大させることができ、その伝熱面積増大分に相応して伝熱性能を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下に、本発明の一実施形態について、図1ないし図9を参照して説明する。

図1には、本実施形態にかかるフィンアンドチューブ型熱交換器1の斜視図が示されている。フィンアンドチューブ型熱交換器1は、所定ピッチで平行に多数配設され、その間を気流（空気）が流通されるプレートフィン2と、これらプレートフィン2に所定の列ピッチおよび段ピッチで設けられるチューブ孔3に密着して挿入され、内部を流体（冷媒）が流通される伝熱チューブ4と、を有する。

伝熱チューブ4は、プレートフィン2のチューブ孔3に密着して挿入される多数のヘアピンチューブ4Aと、このヘアピンチューブ4Aの隣接するチューブの端部同士を繋ぐUバンド4Bと、から構成され、熱交換器1のコア部分において、少なくとも1パス以上の冷媒流通経路を形成している。なお、伝熱チューブ4としては、一般に銅チューブが使用される。

【0020】

図2に、上記プレートフィン2の側面図が示されている。プレートフィン2は、一般にアルミニウム合金製の薄板（例えば、厚さ0.1mm）をプレスにより長形状に打ち抜き成形して製造される。

プレートフィン2は、図2に示すように、幅方向寸法がM、上下方向寸法がNの長形状であり、本実施形態では、幅方向に所定の列ピッチm（例えば、19mm）で、チューブ孔3が4列設けられている。なお、幅方向両側のチューブ孔3列のプレートフィン左右端面からの寸法は、 $1/2m$ （mは列ピッチ）とされている。また、上下方向において、寸法N1の間に所定の段ピッチn（例えば、25mm）で、チューブ孔3が適宜段数設けられる。なお、各列の最上段および最下段に位置するチューブ孔3のプレートフィン上端および下端からの寸法は、 $3/4n$ （nは段ピッチ）または $1/4n$ とされている。これにより、隣り合う列のチューブ孔3は、互いに千鳥配設されることとなる。

【0021】

図3には、図2のA-A断面図が示されている。チューブ孔3は、孔周りにバーリング加工によってカラー3Aが設けられている。このチューブ孔3は、伝熱チューブ4の径より若干大きめに穿設されており、伝熱チューブ4を挿入後に拡管することにより、カラー3Aと伝熱チューブ4とが密着されるようになっている。カラー3Aは、高さがh1（例えば、1.2mm）であり、この高さh1により、多数積層されて配設されるプレートフ

イン 2 のフィンピッチ P_f が決まる。

【 0 0 2 2 】

プレートフィン 2 には、図 3 に示されているように、チューブ孔 3 の各列に対して、各々列方向（幅方向）に沿って少なくとも 3 つ（本実施形態では、4 つの場合が例示されている。）の列方向山部 5 が設けられている。この列方向山部 5 は、列方向の両端部に設けられる 2 つの両端山部 5 A , 5 D の高さ h_2 （例えば、0 . 4 mm）よりも、列方向の中央部に設けられる中央山部 5 B , 5 C の高さ h_3 （例えば、0 . 7 mm）の方が高くされている。

【 0 0 2 3 】

また、列方向山部 5 の列方向の幅は、両端山部 5 A , 5 D の最低高さ位置から最高高さ位置までの幅方向寸法 p が、例えば 1 . 5 mm であるのに対して、中央山部 5 B , 5 C の最低高さ位置から最高高さ位置までの幅方向寸法 q は、例えば 3 mm である。従って、列方向山部 5 の各山の勾配は略同一とされている。

また、プレートフィン 2 の幅方向の両端には、幅方向寸法が r （例えば、0 . 5 mm）の平坦部 5 E , 5 F が設けられている。

なお、各山部 5 A ないし 5 D の頂部および谷部には、適宜寸法の円弧が設けられているものとする。

【 0 0 2 4 】

図 4 には、図 2 の B - B 断面図が示されている。プレートフィン 2 には、図 4 に示されているように、段方向に隣接するチューブ孔 3 間に、列方向の中央山部 5 B , 5 C に対応して段方向に沿う 2 つの段方向山部 6 が設けられている。この段方向山部 6 の高さは、中央山部 5 B , 5 C の高さ h_3 （例えば、0 . 7 mm）と同じである。

このように、段方向に隣接するチューブ孔 3 間に、段方向山部 6 が設けられることによって、段方向に隣接するチューブ孔 3 間には、列方向および段方向の双方（三次元方向）に突設される三次元山部が形成されることとなる。なお、本実施形態では、段方向に隣接するチューブ孔 3 間に列方向の 2 つの中央山部 5 B , 5 C が配置されているため、段方向山部 6 もこれに対応して 2 つ設けられているが、列方向の中央山部が 1 つの場合（列方向山部 5 が 3 つのケース）は、段方向山部 6 もこれに対応して 1 つ設けられることとなる。

【 0 0 2 5 】

また、プレートフィン 2 は、ロール素材から、上記したようにプレスにより打ち抜き成形されるが、プレス成形に際して、チューブ孔 3 のカラー 3 A、列方向山部 5 および段方向山部 6 は、図 3 に示すプレートフィン 2 のベース面 2 A から一方向に突設されて成形されるようになっている。

【 0 0 2 6 】

以下に、本実施形態にかかるフィンアンドチューブ型熱交換器 1 の作用を説明する。

フィンアンドチューブ型熱交換器 1 には、図示省略の送風ファンにより、図 1 に矢印 I で示すように、プレートフィン 2 の幅方向に沿って空気が送風される。この空気が多数のプレートフィン 2 間を流通することにより、伝熱チューブ 4 内を流通する冷媒との間で熱交換が行われる。

プレートフィン 2 間に流入する空気は、まず幅方向の前端に設けられている幅寸法 r の平坦部 5 E に案内されて抵抗なくプレートフィン 2 間に流入される。そして、プレートフィン 2 間を流通される過程で、列方向山部 5 および段方向山部 6 により案内され、山面で衝突、剥離を繰り返し、温度境界層を破壊するだけの十分な乱流を生じさせながら、あるいは伝熱チューブ 4 の直後流領域へと向きを変えられながら、プレートフィン 2 間を流動し、その後端から流出される。

【 0 0 2 7 】

ここで、図 5 ないし図 9 を参照して、上記プレートフィン 2 の熱流動解析結果の概略を説明する。

図 5 は、プレートフィン 2 の一部を示し、矢印 X は空気流れ方向を示している。空気流れ方向 X に直交する矢印方向は局所熱伝達率の測定位置を示している。図 6 には、空気流

10

20

30

40

50

れ方向 X (mm) の図 5 に示す矢視測定位置におけるフィンの表面および裏面の局所熱伝達率 [$a_{local} (W/m^2 K)$] の分布が示され、また、図 7 には、その局所平均熱伝達率比率 [$a_{local} / a_m (-)$] の分布が示されている。なお、フィンピッチ P_f は、上記の通り 1.2 mm であり、正面平均風速 F_v は、1.0 m/s である。なお、図 5 と図 6 および図 7 の空気流入方向は、逆方向に図示されている。

前述した図 3 および図 4 に示されるように、プレートフィン 2 に列方向山部 5 を 4 山設け、その両端山部 5 A, 5 D の高さを低くし、中央山部 5 B, 5 C の高さを両端山部 5 A, 5 D の高さよりも高くしており、更に中央山部 5 B, 5 C に対応して段方向山部 6 が設けられているので、空気流入部における局所熱伝達率を、平均して略一定の高い値とすることができる。

10

【0028】

上記のように、列方向山部 5 を設けたタイプのプレートフィン 2 では、衝突面での熱伝達率が高く、剥離面での熱伝達率が低くなることから、衝突面での熱伝達率が高い領域を多くすることによって、平均値として熱伝達率を向上させることができる。また、山部 5 により伝熱面積を増大させることができるため、これによっても伝熱性能を向上させることができる。なお、フィン側の熱伝達率向上だけを考えれば、列方向山部 5 の高さを全て高くすればよいが、そうすると、フィン側の流通抵抗増大 (空気側圧力損失の増大) によって、送風ファンへの入力が増加するため、省エネルギー化に反することとなる。

従って、フィン端面側の両端山部 5 A, 5 D の高さを低くし、中央山部 5 B, 5 C の高さを両端山部 5 A, 5 D よりも高くすることにより、流通抵抗を増大させることなく、局所熱伝達率を平均して高い値とすることができる。

20

【0029】

また、図 6 および図 7 に示すように、チューブ孔 3' に嵌合されている伝熱チューブ 4 後方の気流出口領域で熱伝達率を回復させることができる。これは、プレートフィン 2 の後端側の山部 5 D を低くしているためであり、この山部 5 D によって伝熱チューブ 4 の後流領域に回り込む空気流が形成され、そこでのフィンと空気流との熱交換が促進されるためと考えられる。

また、プレートフィン 2 の列方向山部 5 は、その両端山部 5 A, 5 D の幅方向寸法 p よりも、中央山部 5 B, 5 C の列方向に沿う幅方向寸法 q の方が大きく (2 倍) されているので、両端山部 5 A, 5 D と中央山部 5 B, 5 C の勾配を略同一にすることができる。これによって、空気流に対する流通抵抗 (気流側圧力損失) の増大を抑制して送風ファンへの入力を低減しつつ、列方向山部 5 の高さを高くし、列方向山部 5 における局所熱伝達率をより高い値とすることができる。

30

【0030】

また、プレートフィン 2 の前端側の山部 5 A を低くするもう 1 つの理由は、フィンに対する着霜を抑制することである。例えば、空気調和機の室外熱交換器に上記のフィンアンドチューブ型熱交換器 1 を用いた場合、暖房運転時に、熱伝達率の高いプレートフィン 2 の前端縁に霜が着霜され易くなる。ここで、プレートフィン 2 の前端山部 5 A の高さを高くしておくこと、フィン隙間が小さくなって、着霜により空気の流通路が閉塞されたり、あるいは着霜による流路抵抗の増大に伴い風量が低下し、交換熱量の低下が速くなり、さらに着霜し易くなる。従って、プレートフィン 2 前端の山部 5 A の高さを低くしておくことにより、フィンに対する着霜を抑制し、これらの問題を解消することができる。

40

【0031】

一方、プレートフィン 2 には、段方向に隣接するチューブ孔 3 間に、段方向に沿う段方向山部 6 が設けられているため、この段方向山部 6 による乱流促進効果によっても熱伝達率を向上させることができる。

また、この段方向山部 6 により、段方向に隣接するチューブ孔 3 間には、チューブ孔 3 方向に向かう下向きの傾斜面が形成されることとなるため、この傾斜面によりプレートフィン 2 間を流通する空気流をチューブ孔 3' に嵌合されている伝熱チューブ 4 の直後流域へと回り込ませることができる。

50

【 0 0 3 2 】

図 8 には、フィン上面 0 . 2 m m 位置における速度ベクトル分布図が示されている。この速度ベクトル分布図からも、伝熱チューブ 4 (チューブ孔 3) の直後流域において、空気流が十分確保されていることが判る。

【 0 0 3 3 】

上記により、図 9 に示すように、プレートフィン 2 における伝熱チューブ 4 (チューブ孔 3) の直後流領域での非有効伝熱領域 (死水域) 2 S を減少させることができる。このため、フィンの有効伝熱面積を増大させることができ、その分熱伝達率を向上させることができる。

特に、本実施形態では、列方向山部 5 を 4 山設け、そのうちの高さを高くしている 2 つの中央山部 5 B , 5 C に対応させて、2 つの段方向山部 6 を設けている。これにより、段方向に隣接するチューブ孔 3 間に、列方向および段方向の双方 (三次元方向) に突設される三次元山部を形成した構成としているため、空気流に対する抵抗バランスを良好とすることができる。このため、空気流がプレートフィン 2 の段方向に隣接する伝熱チューブ 4 間の中央領域を流れるだけでなく、伝熱チューブ 4 の周囲に沿って十分な空気流が形成されることとなる。従って、伝熱チューブ 4 の直後流域での有効伝熱面積をより増大させ、熱伝達率を一段と向上させることができる。

【 0 0 3 4 】

また、プレートフィン 2 の幅方向の両端部には、平坦部 5 E , 5 F が設けられ、この平坦部 5 E , 5 F により列方向に気流の流入を案内することができるため、気流の流入抵抗 (気流側の圧力損失) を低減することができる。また、この平坦部 5 E , 5 F をプレートフィンのプレス製造時の把持部として有効に利用することができる。

さらに、プレートフィン 2 に設けられるチューブ孔 3 のカラー 3 A、列方向山部 5 および段方向山部 6 をプレートフィン 2 のベース面 2 A から一方向に突設させているため、プレス面をベース面 2 A の一方向に形成すればよく、成形されたプレートフィン 2 の取り出しやフィン素材の搬送等を容易化し、プレートフィン 2 を製造し易くすることができる。

【 0 0 3 5 】

しかして、本実施形態によると、以下の効果を奏する。

プレートフィン 2 に設けられている列方向山部 5 および段方向山部 6 により、空気流の温度境界層を破壊できるだけの十分な乱流を生じさせることができるため、熱伝達率を向上させることができる。

また、列方向山部 5 を 4 山形成し、その両端の山部 5 A , 5 D の高さを低く、その間に形成される 2 つの中央山部 5 B , 5 C の高さを高くして、熱伝達率が高い空気流の衝突面領域を多くすることにより、列方向山部 5 の局所熱伝達率を平均して一定の高い値とすることができるため、伝熱性能を一定の高い値まで向上させることができる。

【 0 0 3 6 】

また、列方向山部 5 の後端側の山部 5 D を低くし、この山部 5 D により伝熱チューブ 4 の後流領域に回り込む空気流が形成されるようにしているため、そこでのフィンと空気流との熱交換を促進させて、伝熱チューブ 4 の後流領域での熱伝達率を向上させることができる。

また、列方向山部 5 の前端側の山部 5 A を低くし、熱伝達率の高いフィン前端でのフィン隙間を大きくしているため、フィンに対する着霜を抑制することができる。

また、列方向山部 5 の高さの低い両端山部 5 A , 5 D の幅を小さく、その間に形成されている高さの高い 2 つの中央山部 5 B , 5 C の幅を大きくして、その勾配を略同一としているため、空気流に対する流通抵抗 (気流側圧力損失) の増大を抑制して送風ファンへの入力を低減しつつ、列方向山部 5 の高さを高くして、列方向山部 5 の局所熱伝達率を平均して一定の高い値とすることができる。

【 0 0 3 7 】

また、段方向に隣接するチューブ孔 3 間に設けられる列方向および段方向の双方に突設される三次元山部のチューブ孔 3 に向かう下向きの傾斜面により、プレートフィン 2 間を

10

20

30

40

50

流通する気流を伝熱チューブ4の直後流側に回り込ませ、プレートフィン2の死水域を減少させることにより、有効伝熱面積を増大させることができるため、その分伝熱性能を向上させることができる。

特に、列方向山部5の高い2つの中央山部5B, 5Cに対応させて2つの段方向山部6を設け、三次元方向に突設される山部を形成することにより、空気流に対する抵抗バランスを良くし、段方向に隣接する伝熱チューブ4間の中央領域だけでなく、伝熱チューブ4の周囲に沿って十分な空気流を形成することができるため、伝熱チューブ4の直後流域での有効伝熱面積をより増大させ、熱伝達率を一段と向上させることができる。

【0038】

また、プレートフィン2の幅方向の両端に平坦部5E, 5Fを設けて空気の流入を案内し、流入抵抗(気流側の圧力損失)を低減するようにしているため、送風ファンへの入力を低減し、省エネルギー化を図ることができる。また、この平坦部5E, 5Fをプレートフィン2のプレス製造時の把持部として利用することができるため、フィンの製造を容易化することができる。

【0039】

また、伝熱チューブ4を通すチューブ孔3のカラー3Aおよび列方向山部5、段方向山部6をプレートフィン2のベース面から一方向に突設されているため、プレス面をベースの一方向に形成すればよく、成形されたプレートフィン2の取り出しやフィン素材の搬送等、プレートフィン2の製造を容易化し、フィンの生産性を向上させることができる。

【0040】

なお、上記の実施形態において、プレートフィン各部の寸法を具体的数値で示しているが、これはあくまでも一例にすぎず、本発明は、これに限定されるものではない。

また、チューブ孔3の列数、段数は、熱交換器の能力に合わせて適宜変更されるものであることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明の一実施形態に係るフィンアンドチューブ型熱交換器の斜視図である。

【図2】図1に示すフィンアンドチューブ型熱交換器のプレートフィンの側面図である。

【図3】図2に示すプレートフィンのA-A断面相当図である。

【図4】図2に示すプレートフィンのB-B断面相当図である。

【図5】図2に示すプレートフィンの熱流動解析のための空気流れ方向Xとその断面位置の説明図である。

【図6】図5に示す空気流れ方向X(mm)の断面1位置におけるフィンの表面および裏面の局所熱伝達率の分布図である。

【図7】図5に示す空気流れ方向X(mm)の断面1位置におけるフィンの表面および裏面の局所/平均熱伝達率比率の分布図である。

【図8】図2に示すプレートフィンのフィン上面0.2mm位置における速度ベクトル分布図である。

【図9】図2に示すプレートフィンの伝熱チューブ直後方での非有効伝熱領域を表す説明図である。

【符号の説明】

【0042】

- 1 フィンアンドチューブ型熱交換器
- 2 プレートフィン
- 3 チューブ孔
- 4 伝熱チューブ
- 5 列方向山部
- 5A, 5D 両端山部
- 5B, 5C 中央山部
- 5E, 5F 平坦部

10

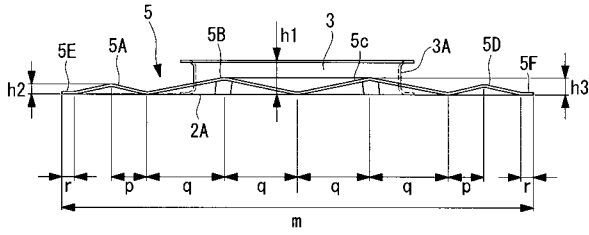
20

30

40

50

【図3】

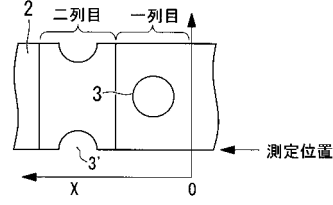


5A, 5D : 両端山部
 5B, 5C : 中央山部
 5E, 5F : 平坦部

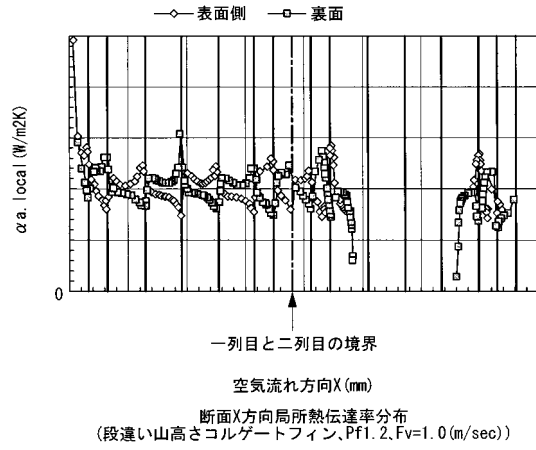
【図4】



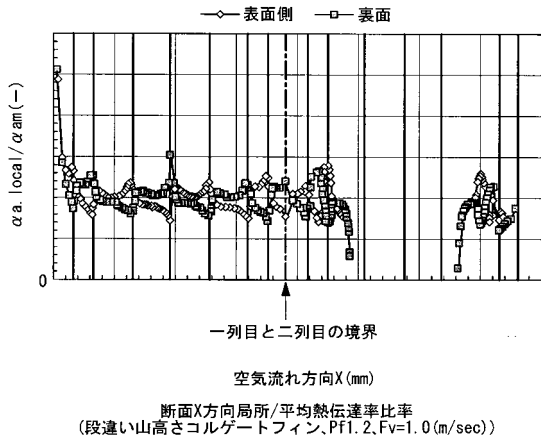
【図5】



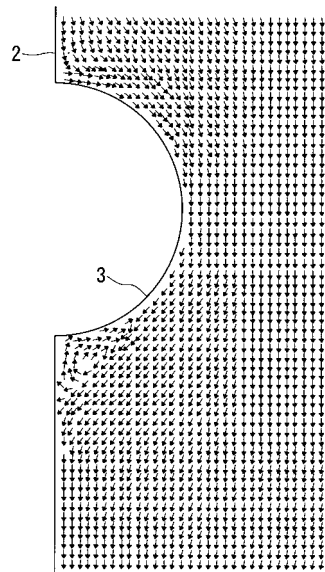
【図6】



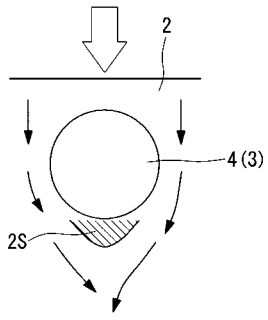
【図7】



【図8】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 岡田 有二

愛知県清須市西枇杷島町旭三丁目1番地 三菱重工業株式会社 冷熱事業本部内

(72)発明者 渡辺 吉典

愛知県名古屋市中村区岩塚町字九反所60番地の1 中菱エンジニアリング株式会社内

審査官 山崎 勝司

(56)参考文献 米国特許第03645330(US, A)

特開昭61-153498(JP, A)

特開昭54-140253(JP, A)

特開平06-026778(JP, A)

特開2004-354038(JP, A)

特開平09-079695(JP, A)

特開平08-303979(JP, A)

特開平01-179894(JP, A)

特開2004-144460(JP, A)

実開昭57-055890(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28F 1/32

F28F 1/16

F28F 1/26