

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4451981号
(P4451981)

(45) 発行日 平成22年4月14日(2010.4.14)

(24) 登録日 平成22年2月5日(2010.2.5)

(51) Int.Cl.	F 1
B 2 1 D 53/06 (2006.01)	B 2 1 D 53/06 Z
F 2 8 D 1/053 (2006.01)	F 2 8 D 1/053 A
F 2 8 F 1/02 (2006.01)	F 2 8 F 1/02 B
F 2 8 F 1/32 (2006.01)	F 2 8 F 1/32 W
F 2 8 F 9/013 (2006.01)	F 2 8 F 9/00 3 1 1 Z

請求項の数 19 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2000-354062 (P2000-354062)
 (22) 出願日 平成12年11月21日(2000.11.21)
 (65) 公開番号 特開2002-153931 (P2002-153931A)
 (43) 公開日 平成14年5月28日(2002.5.28)
 審査請求日 平成19年7月30日(2007.7.30)

(73) 特許権者 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (74) 代理人 100112737
 弁理士 藤田 考晴
 (74) 代理人 100089163
 弁理士 田中 重光
 (72) 発明者 青木 泰高
 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 渡辺 吉典
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱交換チューブ及びフィンレス熱交換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

平行に配列された複数のチューブをリブでつなげて一体化した形状の多穴チューブの管群を成形し、ヘッダに挿入される軸方向両端部を残し前記リブを切断除去して、前記チューブの外側を流れる熱交換流体が流れる間隙を形成するように個々の隣接するチューブ間を分離させる熱交換チューブとし、

前記チューブが、左右一対の前記ヘッダに連結されており、隣接する前記チューブは、前記軸方向両端部を除いて上下方向へ交互に移動させた千鳥配置とされていることを特徴とする熱交換チューブ。

【請求項2】

前記チューブの断面を円形または楕円形にしたことを特徴とする請求項1に記載の熱交換チューブ。

【請求項3】

前記チューブは、前記円形または前記楕円形の半分に相当する分だけ移動させる前記チューブと、反対に前記円形または前記楕円形の半分に相当する分だけ下に移動させる前記チューブとを交互に配置させた千鳥配置とされていることを特徴とする請求項2に記載の熱交換チューブ。

【請求項4】

前記多穴チューブが熱伝導性金属の押し出し成形品であ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熱交換チューブ。

【請求項 5】

前記多穴チューブの成形が、押し出し成形工程と、前記リブの切断除去工程と、該切断除去工程後のプレス成形工程とを具備してなされることを特徴とする請求項 4に記載の熱交換チューブ。

【請求項 6】

前記チューブの断面形状を楕円形とし、内部に複数の円形断面流路を設けたことを特徴とする請求項 2に記載の熱交換チューブ。

【請求項 7】

前記多穴チューブが、半円形または楕円形の凹部と平面部とを交互に複数列設けた一対の熱伝導性金属よりなる板状部材を合わせて一体化したものであ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熱交換チューブ。

10

【請求項 8】

前記熱伝導性金属がアルミニウムまたはアルミニウム合金製であることを特徴とする請求項 4 から 7 のいずれかに記載の熱交換チューブ。

【請求項 9】

前記リブの切断除去を断続的に実施し、前記両端部以外に前記チューブ間の連結リブを設けたことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載の熱交換チューブ。

【請求項 10】

前記チューブの外側を通過して流れる熱交換流体流れ方向の後流側に連なる水平部を残して前記リブの切断除去を実施したことを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれかに記載の熱交換チューブ。

20

【請求項 11】

前記チューブの内周面に微細溝を設けたことを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれかに記載の熱交換チューブ。

【請求項 12】

複数のチューブをリブでつなげた形状の多穴チューブを成形し、ヘッダに挿入される両端部を残し前記リブを切断除去して個々のチューブ間を分離させ、前記リブを前記チューブの軸方向に断続的に切断し、該切断部分を屈曲してスペーサとして活用することを特徴とする熱交換チューブ。

【請求項 13】

左右一対のヘッダを有し、請求項 1 から 12 のいずれかに記載の熱交換チューブが、前記ヘッダに連結されて構成されることを特徴とするフィンレス熱交換器。

30

【請求項 14】

熱交換流体流路となる間隙を設けて配列した多数の熱交換媒体流路の細管によりヘッダ間を連結して構成され、前記多数の細管が、請求項 1 から 12 のいずれかに記載の熱交換チューブを組み合わせてなり、前記ヘッダに挿入穴を設け、前記熱交換チューブの両端に前記挿入穴に合わせたアダプタを取り付けたことを特徴とするフィンレス熱交換器。

【請求項 15】

前記アダプタを 2 分割構造としたことを特徴とする請求項 14に記載のフィンレス熱交換器。

40

【請求項 16】

前記挿入穴は矩形断面を有し、該矩形断面に合わせたアダプタを取り付けたことを特徴とする請求項 14 または 15 に記載のフィンレス熱交換器。

【請求項 17】

前記ヘッダに矩形断面の挿入穴を設け、前記熱交換チューブの両端に前記挿入穴の矩形断面に合わせるプレス加工を施したことを特徴とする請求項 13に記載のフィンレス熱交換器。

【請求項 18】

熱交換流体流路となる間隙を設けて配列した多数の熱交換媒体流路の細管によりヘッダ間を連結して構成され、前記多数の細管が、請求項 1 から 12 のいずれかに記載の熱交換

50

チューブを組み合わせてなり、前記ヘッダに挿入穴を設け、前記熱交換チューブの両端を前記挿入穴に合わせて先細に変形させるプレス加工を施したことを特徴とするフィンレス熱交換器。

【請求項 19】

前記細管が外周長に基づく相当直径で 3 mm 以下の楕円管であることを特徴とする請求項 14、15、16、及び 18 のいずれかに記載のフィンレス熱交換器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空気調和装置等に用いられる熱交換器用の熱交換チューブ及びこの熱交換チューブを用いたフィンレス熱交換器に係り、特に、熱交換器の小型化及び軽量化に用いて好適な技術に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

従来より、車両用等の空気調和装置においては、凝縮器、蒸発器及びヒータコアのような熱交換器が冷凍サイクル中に用いられている。

ここで、従来の熱交換器の構成例を図面に基づいて簡単に説明する。図 17 は車両用空気調和装置に用いられる熱交換器の一例としてヒータコアを示したものであり、図中の符号 1 はエンジン冷却水を導入して空気（熱交換流体）を加熱するヒータコア、2 は左右一対のヘッダ、3 は熱交換媒体としての温水を流す扁平チューブ、4 は空気側の伝熱面積を増大させるコルゲートフィンである。

20

【0003】

上述した従来構成のヒータコア 1 では、ヘッダ 2、2 間を上下方向に間隙を設けて多段に並べた扁平チューブ 3 で連結し、隣接する扁平チューブ 3、3 間にはコルゲートフィン 4 を設置してある。ヘッダ 2 及び扁平チューブ 3 を流れる温水は、扁平チューブ 3、3 間を通過する空気を加熱するが、この時、コルゲートフィン 4 が空気への伝熱面積を増すことで熱交換効率の向上を図っている。

なお、従来の熱交換器では、上述した扁平チューブ 3 とコルゲートフィン 4 との組合せ以外にも、プレートフィンと丸管とを組合せたものもあり、いずれの場合も冷媒や温水などの熱交換媒体と熱交換して冷却または加熱される空気側の伝熱面積を増すため、フィン

30

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、近年の空気調和装置においては、空気調和装置自体の小型化、軽量化及び高効率化が望まれており、従って、冷凍サイクル中に設置される熱交換器についても、その効率を向上させることにより、小型化及び軽量化を達成することが求められている。

【0005】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、小型化及び軽量化したフィンレス熱交換器の提供、そして、このフィンレス熱交換器に好適な熱交換チューブの提供を目的とするものである。

40

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用した。

請求項 1 に記載の熱交換チューブは、平行に配列された複数のチューブをリブでつなげて一体化した形状の多穴チューブの管群を成形し、ヘッダに挿入される軸方向両端部を残し前記リブを切断除去して、前記チューブの外側を流れる熱交換流体が流れる間隙を形成するように個々の隣接するチューブ間を分離させる熱交換チューブとし、前記チューブが、左右一対の前記ヘッダに連結されており、隣接する前記チューブは、前記軸方向両端部を除いて上下方向へ交互に移動させた千鳥配置とされていることを特徴とするものである。

50

【0007】

このような熱交換チューブによれば、多数のチューブをヘッダに組み付ける際において、複数のチューブの両端をリブでつなげた多穴チューブ（管群）として取り扱うことが可能になるので、保持や組み付け作業が容易になる。

また、両端部を除いてリブを切断除去したので、チューブの外側を流れて熱交換する空気等の熱交換流体を流す間隙が隣接するチューブ間を分離して形成され、この間隙を通過する熱交換流体の流れを各チューブの前面に当てて、チューブ内を流れる熱交換媒体と効率よく熱交換させることができる。

また、上述した熱交換チューブは、平行に配列された複数のチューブ（管群）が左右一対のヘッダに連結され、隣接するチューブは、平行に配列された軸方向両端部を除いて上下方向へ交互に移動させた千鳥配置にしたので、空気側の熱伝達率を向上させると共に、配列ピッチの自由度を増すことができる。

10

【0008】

このような熱交換チューブは、前記チューブの断面を円形または楕円形にするのが好ましく、円形の断面とすれば耐圧強度の面で有利になる。また、前記チューブを楕円形の断面とすれば、円形断面と比較して管外熱伝達率を向上させ、かつ、チューブ外を流れる空気流の圧損を低減させることができる。なお、より好ましくは、外周長に基づく相当直径で3mm以下の楕円管にするとよい。

【0009】

また、前記チューブは、前記円形または前記楕円形の半分に相当する分だけ移動させる前記チューブと、反対に前記円形または前記楕円形の半分に相当する分だけ下に移動させる前記チューブとを交互に配置させた千鳥配置とされていることが好ましい。

20

そして、前記多穴チューブを熱伝導性金属の押し出し成形品とすれば、熱交換チューブを容易に製造することができる。この場合、前記多穴チューブの成形が、押し出し成形工程と、前記リブの切断除去工程と、該切断除去工程後のプレス成形工程とを具備してなされることで、押し出し成形ができない形状のものであっても、プレス加工を加えることで成形可能となる。

また、前記チューブの断面形状を楕円形とし、内部に複数の円形断面流路を設けることで、楕円形の外形形状により管外熱伝達率及び空気流の圧損面で有利になり、かつ、内部には耐圧強度に優れている円形断面流路を複数設けることが可能になる。

30

【0010】

あるいは、前記多穴チューブが、半円形または楕円形の凹部と平面部とを交互に複数列設けた一対の熱伝導性金属よりなる板状部材を合わせて一体化したものでよく、このような熱交換チューブは、チューブ肉厚を薄くできるなど押し出し成形に比べて設計の自由度が高くなる。

【0011】

上述した熱交換チューブは、前記熱伝導性金属がアルミニウムまたはアルミニウム合金製であることが好ましい。

また、上述した熱交換チューブにおいては、前記リブの切断除去を断続的に実施し、前記両端部以外に前記チューブ間の連結リブを設けて補強板として機能させてもよい。

40

また、上述した熱交換チューブにおいては、前記チューブを千鳥配置にすることで、空気側の熱伝達率を向上させる共に、配列ピッチの自由度を増すことができる。

【0012】

また、上述した熱交換チューブにおいては、前記チューブの外側を通過して流れる熱交換流体流れ方向の後流側に連なる水平部を残して前記リブの切断除去を実施すれば、チューブ後流側における空気流の剥離や渦の発生を低コストで抑制することができる。

また、上述した熱交換チューブにおいては、前記チューブの内周面に微細溝を設けることが好ましく、これにより、内周の表面積を増加させて管内側の伝熱性能を向上させることができる。

【0013】

50

請求項 1 2 に記載の熱交換チューブは、複数のチューブをリブでつなげた形状の多穴チューブを成形し、ヘッダに挿入される両端部を残し前記リブを切断除去して個々のチューブ間を分離させ、前記リブを前記チューブの軸方向に断続的に切断し、該切断部分を屈曲してスペースとして活用することを特徴とするものである。

このような熱交換チューブによれば、多数のチューブをヘッダに組み付けする際、複数のチューブの両端をリブでつなげた多穴チューブ（管群）として取り扱うことが可能になるので、保持や組み付け作業が容易になる。また、両端部を除いてリブを切断除去したので、熱交換する空気等の熱交換流体の流れを各チューブの前面に当てて、チューブ内を流れる熱交換媒体と効率よく熱交換させることができる。さらに、リブをチューブの軸方向に断続的に切断し、該切断部分を折曲してスペースとして活用するので、隣接するチューブとの間のピッチを定めるスペースを一体的に設けることができる。

10

【 0 0 1 4 】

請求項 1 3 に記載のフィンレス熱交換器は、左右一对のヘッダを有し、請求項 1 から 1 2 のいずれかに記載の熱交換チューブが、前記ヘッダに連結されて構成されることを特徴とするものである。

このようなフィンレス熱交換器によれば、熱交換チューブのチューブ間に形成された間隙を通過する熱交換流体の流れを各チューブの前面に当て、チューブ内を流れる熱交換媒体と効率よく熱交換させることができ、しかも、隣接するチューブを上下方向へ交互に移動させた千鳥配置により、空気側の熱伝達率を向上させることができる。さらに、フィンをなくしたことで金属間の熱抵抗がなくなるので、熱交換器の熱交換能力を向上させて小型化及び軽量化を可能にする。また、多数のチューブをヘッダに組み付ける際において、複数のチューブの両端をリブでつなげた多穴チューブ（管群）として取り扱うことが可能になるので、保持や組み付け作業が容易になる。

20

上述したフィンレス熱交換器においては、前記ヘッダに矩形断面の挿入穴を設け、前記熱交換チューブの両端に前記挿入穴の矩形断面に合わせるプレス加工を施すことが好ましく、これにより、ヘッダの挿入穴加工が容易になり、ヘッダの加工コストを低減できる。

【 0 0 1 5 】

請求項 1 4 に記載のフィンレス熱交換器は、熱交換流体流路となる間隙を設けて配列した多数の熱交換媒体流路の細管によりヘッダ間を連結して構成され、前記多数の細管が、請求項 1 から 1 2 のいずれかに記載の熱交換チューブを組み合わせてなり、前記ヘッダに挿入穴を設け、前記熱交換チューブの両端に前記挿入穴に合わせたアダプタを取り付けたことを特徴とするものである。

30

このようなフィンレス熱交換器によれば、多数の細管を用いたことで管内側及び熱交換流体（空気等）側の熱伝達率が向上し、さらに、フィンをなくしたことで金属間の熱抵抗がなくなるので、熱交換器の熱交換能力を向上させて小型化及び軽量化を可能にする。この場合、前記多数の細管は、請求項 1 から 1 2 のいずれかに記載の熱交換チューブを組み合わせたことが好ましい。

そして、上記のフィンレス熱交換器においては、ヘッダに挿入穴を設け、熱交換チューブの両端に挿入穴に合わせたアダプタを取り付けたので、ヘッダにおけるチューブの挿入穴加工が容易になり、製造コストの低減に貢献する。この場合、前記アダプタを 2 分割構造とするのが好ましく、これにより、熱交換チューブの端部を挟み込むようにしてアダプタを容易に取り付けることができる。また、前記挿入穴は矩形断面を有し、該矩形断面に合わせたアダプタを取り付けることが好ましい。

40

請求項 1 8 に記載のフィンレス熱交換器は、熱交換流体流路となる間隙を設けて配列した多数の熱交換媒体流路の細管によりヘッダ間を連結して構成され、前記多数の細管が、請求項 1 から 1 2 のいずれかに記載の熱交換チューブを組み合わせてなり、前記ヘッダに挿入穴を設け、前記熱交換チューブの両端を前記挿入穴に合わせて先細に変形させるプレス加工を施したことを特徴とするものである。

また、本発明のフィンレス熱交換器において、上述した細管は、外周長に基づく相当直径で 3 mm 以下の楕円管であることが望ましい。

50

【 0 0 1 6 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明に係る熱交換チューブ及びフィンレス熱交換器の一実施形態を図面に基づいて説明する。

図 1 2 は本発明によるフィンレス熱交換器の構成を示す斜視図であり、図中の符号 1 0 0 はフィンレス熱交換器、1 0 1 は熱交換媒体流路となる細管（チューブ）、1 0 2 はヘッダを示している。このフィンレス熱交換器 1 0 0 は、左右一对のヘッダ 1 0 2 , 1 0 2 間を多数の細管 1 0 1 で連結した構成となっており、各細管 1 0 1 の間には空気（熱交換流体）流路となる間隙が設けられている。

【 0 0 1 7 】

細管 1 0 1 には、図 1 3 に示すように、たとえば長径 L が 2 mm 程度でかつ短径 S が 1 . 2 mm 程度と細い楕円断面形状のものを採用し、長径 L と空気流れ方向とが平行となるように配置して使用する。そして、多数の細管 1 0 1 は、たとえば空気流れ方向にピッチ P （たとえば 2 . 4 mm 程度）で配置すると共に、上下方向に間隙 H （たとえば 1 . 9 mm 程度）を設けて千鳥状に配列されており、この結果、各細管 1 0 1 間には空気流路となる間隙が形成されている。

また、このようにして形成した各細管 1 0 1 間の隙間は、従来の熱交換器と異なり、コルゲートフィンなどのフィンを設けることなく空間部をそのまま空気流路として活用している。

【 0 0 1 8 】

このような構成のフィンレス熱交換器 1 0 0 とすれば、冷媒等熱交換媒体の流路として楕円断面形状の細管 1 0 1 を多数配列したので、円形断面の細管と比較して、空気側の熱伝達率が向上する。そして、楕円形状細管は、円形細管と比較して空気流の剥離点が後方に移動するため、形状抵抗の大幅な低下により熱交換器を通過する空気流の圧力損失が低減され、結果として、細管 1 0 1 の稠密配置が可能となって高い熱交換能力を得ることができる。

また、径の小さい細管 1 0 1 を採用（細径化）したことで、管内側熱伝達率及び空気側熱伝達率が共に向上し、かつ細管 1 0 1 の外周面積及び内周面積の合計値が増加する。

さらに、細管 1 0 1 間にフィンを設けない構成としたので、金属抵抗（すなわちフィンと細管 1 0 1 との間の熱抵抗）がゼロとなり、これによる熱の損失をなくすることができる。

【 0 0 1 9 】

従って、上述した空気側熱伝達率向上、管内側熱伝達率向上、空気圧損の低減及び金属抵抗の解消との相乗効果により、フィンレス熱交換器 1 0 0 の熱交換能力が向上する。このため、必要な熱交換能力を小型化及び軽量化した熱交換器で得ることが可能となり、熱交換器を設置するスペースの確保が容易になったり、熱交換器を備えた装置自体を小型化することもできる。

あるいは、フィンレス熱交換器 1 0 0 を従来と同様の大きさにすることで、熱交換能力の高い熱交換器として使用することも可能である。

【 0 0 2 0 】

ところで、上述した楕円形状断面の細管 1 0 1 には、その外周長に基づく相当直径 D_0 に関して、細径化の最適値があることを見出しており、以下これについて説明する。

図 1 6 は、外周長に基づく相当直径 D_0 を 1 mm , 2 mm , 3 mm とした 3 種類の細管 1 0 1 についてその短径 / 長径比を変え、フィンレス熱交換器（ここではヒータコア）に用いた場合の実験結果を示したものであり、楕円の短径 / 長径比を横軸に、熱交換能力 $K A_0$ （ W / K ）を縦軸にとつてある。ここで、熱交換能力 $K A_0$ において、 K は熱通過率、 A_0 は外表面積である。

なお、ここで使用しているヒータコアの熱交外寸は、 W （横幅）1 6 0 mm、 H （高さ）1 4 5 mm、 D （奥行）2 5 mm であり、正面風速 3 m / s、空気圧損 1 4 0 Pa、水量 3 6 0 l / h として実験し、一方、比較用の従来品については、コルゲートフィンと扁平チューブとを組み合わせたものを使用している。

10

20

30

40

50

【0021】

この実験結果から、楕円形状断面の細管101としては、外周長に基づく相当直径 D_0 が3mm以下とするのが好ましい。これは、破線で示す従来品の熱交換能力を基準とした場合、従来品より熱交換能力が高い破線より上の領域は、楕円管として妥当な短径/長径比(0.5程度)より大きいものでは $D_0 = 3\text{mm}$ が限界となるためである。すなわち、 D_0 が3mmより大きくなると、短径/長径比を0.5より小さくしなければならず、従って、かなり扁平の楕円形状としなければ従来品の熱交換能力を上回ることができず好ましくない。なお、楕円の短径/長径比を1にすれば円となる。

【0022】

上述したフィンレス熱交換器100では、細管101内を熱交換媒体が流れるので、熱交換媒体がヘッダ102に設けた仕切部材的作用により左右に往復して流れるいわゆるマルチフロータイプとするよりは、一方のヘッダ102から他方のヘッダ102へ全量が一方方向へ流れる1パス方式を採用し、圧損の低減を図ることが望ましい。

10

【0023】

なお、細管101の断面形状は、上述した楕円形状に限定されることはなく、たとえば円形断面や多角形断面のものを採用してもよいし、また、細管101の配置については必ずしも千鳥状とする必要はない。

【0024】

さて、上述したフィンレス熱交換器100では、多数の細管101をヘッダ102に挿入するものであるが、多数の細管101をヘッダ102に挿入する作業は、作業性や製造コストなどの面で難がある。そこで、上述したフィンレス熱交換器100に用いて好適な熱交換チューブ、すなわち複数のチューブを一体にまとめた多穴チューブの構成を以下に説明する。

20

図1は、熱交換チューブに係る第1の実施形態を示しており、図中の符号10は熱交換チューブ、11はチューブ、12はリブ、13はリブ除去部である。

【0025】

熱交換チューブ10は、複数のチューブ11をリブ12でつなげた形状の多穴チューブであり、上述したヘッダ102に挿入される両端部を残して中央部のリブ12を切断除去し、隣接するチューブ11間を分離状態にしたリブ除去部13を形成してある。

このように構成された熱交換チューブ10の製造は、たとえばアルミニウムまたはアルミニウム合金のような熱伝導性金属を押し出し成形することで、図2に示すように、平行に配列された複数(図示の例では6本)のチューブ11間をリブ12により連結して一体化した形状の熱交換チューブ基本体(多穴チューブ)10とする。この後、チューブ11における軸方向両端部を残して中央部分のリブ12を切断除去すれば、6本のチューブ11が両端部でリブ12により一体化された管群の熱交換チューブ10となる。なお、リブ12を切断除去することにより生じた空間部分がリブ除去部13である。

30

【0026】

上述した熱交換チューブ10では、各チューブ11の断面形状として管外熱伝達率の向上や空気圧損の低減などに有利な楕円形を採用しているが、耐圧面で有利になる円形断面としてもよい。なお、チューブ11の断面形状については、楕円形や円形に限定されることはなく、たとえば多角形断面としてもよい。

40

【0027】

このような熱交換チューブ10をフィンレス熱交換器100に採用すれば、多数のチューブ101をヘッダ102に組み付けする作業に代えて、複数のチューブ11を一体化した多穴チューブの管群として取り扱うことができるので、組み付け作業時における保持や作業が容易になる。

また、両端部を除いてリブ12を切断除去したので、熱交換する空気の流れはリブ除去部13を通して各チューブ11の前面に当たり、チューブ11内を流れる熱交換媒体と効率よく熱交換させることができる。

なお、ここでのチューブ11の形状、寸法及び配列等については、上述した単独の細管1

50

01 に関して説明したものを適用すればよい。

【0028】

そして、上述した熱交換チューブ10は、アルミニウム等の熱伝導性金属を押し出し成形することで容易に製造することができるため、組み付け作業性の向上と共に製造コストの低減に有効となる。

また、熱交換チューブ基本体10の成形が押し出し成形工程のみでは困難な形状の場合には、図3に示すように、押し出し成形工程(a)及びリブ12の切断除去工程(b)に加えて、(c)に示すプレス成形工程を実施すればよい。このプレス成形工程は、最終的に望む外形形状とした成形型14a, 14bによるプレス加工を熱交換チューブ基本体10に施すものであり、たとえば円形断面のチューブ11を押し出し成形した後、プレス成形により楕円形断面とすることが可能である。

10

なお、図中の符号15は、リブ12を切断除去するカッタを示している。

【0029】

続いて、上述した熱交換チューブに関する第2の実施形態を図4に示して説明する。

この熱交換チューブ20は、チューブ21全体の断面形状を楕円形として複数をリブ22でつなぎ、各チューブ21の内部に複数(図示の例では二つ)の円形断面流路23を設けてある。このような構成の熱交換チューブ20とすれば、楕円形としたチューブ21の外形形状により管外熱伝達率及び空気流の圧損面で有利になり、かつ、内部には耐圧強度に優れている円形断面流路23を複数設けることが可能になる。

なお、図示の熱交換チューブ20は、リブ22を切断除去する前の断面形状を示しており、上述した第1の実施形態と同様の処理が施される。

20

【0030】

続いて、上述した熱交換チューブに関する第3の実施形態を図5に示して説明する。

この熱交換チューブ30は、半円形または楕円形の凹部31と平面部32とを交互に複数列設けた上下一対の板状部材33A, 33Bを合わせて一体化したものであり、上下の凹部により形成される熱交換媒体の流路部(チューブに相当)34と平らなリブ相当部35とが交互に複数列形成される。この場合、重ね合わせる上下一対の平面部32間をろう付けするなどして一体化した後、同平面部32については一体化に必要な部分及び両端部を残して切断除去し、リブ除去部36を形成する。なお、板状部材33A, 33Bについては、プレス成形により容易に成形することができる。

30

このような構成の熱交換チューブ30とすることにより、チューブに相当する流路部34の肉厚を薄くできるなど、押し出し成形に比べて設計の自由度が高くなるという利点がある。

【0031】

さて、上述した各実施形態の熱交換チューブ10, 20, 30は、熱伝導性金属としてアルミニウムまたはアルミニウム合金を用いたものが好ましく、押し出し加工等の成形性に優れ、良好な熱交換能力を得ることができる。しかし、上述した本発明はこれに限定されるものではなく、他の熱伝導性金属を採用可能なことはもちろんである。

【0032】

また、上述した各実施形態の熱交換チューブ10, 20, 30においては、リブ12, 22及びリブ相当部35の切断除去については、図6に示す第1変形例のように、切断除去を断続的に実施してもよい。すなわち、両端部以外にもチューブ間を連結するための連結リブ16を適当なピッチで残し、熱交換チューブの撓みや変形を防止又は抑制する補強板として機能させてもよい。

40

なお、図6に示す変形例では、中央部の1箇所のみ連結リブ16を設けてあるが、熱交換チューブの長さに応じて連結リブ16の数を増し、2箇所以上設けるようにしてもよい。

【0033】

また、上述した各実施形態の熱交換チューブ10, 20, 30においては、図7に示す第2変形例のように、隣接するチューブ11を上下方向へ交互に移動させ、千鳥配置にする

50

とよい。すなわち、図7(a)に想像線で示す成形当初のチューブ位置から、ほぼ短径の半分に相当する分だけ上に変形移動させるチューブ11aと、反対にほぼ短径の半分に相当する分だけ下に変形移動させるチューブ11bとを交互に配置する。

このようにチューブ11を千鳥配置とすれば、各チューブ11a, 11bの先端に空気流が当たりやすくなるので、空気側の熱伝達率をより一層向上させることができると共に、チューブの配列ピッチに関する設計上の自由度を増すことができる。

【0034】

また、上述した各実施形態の熱交換チューブ10, 20, 30においては、図8(b)に示す第3変形例のように、チューブ11の後流側に水平部となる部分リブ12aを部分的に残してもよい。この部分リブ12aは、チューブ11の外側を図中に矢印で示すように通過して流れる空気(熱交換流体)流れ方向において、その後流側に連なるリブ12の一部をチューブ11につなげた状態で残し、他を切断除去することで形成したものである。すなわち、上述したリブ12の切断除去範囲を狭めるだけであり、実質的な工数の増加はなく低コストで容易に実施できる。

このような図8(b)の構成とすれば、図8(a)に示すように部分リブ12aがない場合と比較して、チューブ後流側における空気流の剥離や渦の発生が抑制されるので、空気流の圧力損失を低コストで低減することができる。

【0035】

なお、図8(b)に示した第3変形例のように空気流の圧力損失を低減させるためには、たとえば図9に示す他の実施例のように、リブ12の切断除去工程をなくし、全面的にリブ12を残すようにしてもよい。この場合、リブ12が全面的に存在しているため熱伝達率の面では不利になる反面、リブ12がチューブ後流側における空気流の剥離や渦の発生を抑制し、しかも、製造工程が減ることから、より低コストで圧力損失を低減できるという利点がある。すなわち、この場合の熱交換チューブ10は、図2に示した熱交換チューブ基本体10と実質的に同じものとなる。

【0036】

また、上述した各実施形態の熱交換チューブ10, 20, 30においては、たとえば図10に示す第4変形例のように、チューブ11の内周面に微細溝17を設けることが好ましい。この微細溝17は、第1及び第2の実施形態では押し出し成形と同時に軸方向(押し出し方向)へ設けることが可能であり、第3の実施形態では、板状部材33A, 33Bのプレス整形と同時に所望の方向に形成することが可能である。

このような微細溝17を設けたチューブとすることにより、内周の表面積が増加する分管内側の伝熱性能を向上させることができる。

【0037】

また、上述した各実施形態の熱交換チューブ10, 20, 30においては、たとえば図11に示す第5変形例のように、リブ12を隣接するチューブ11に沿って軸方向へ断続的に切断しておき、この切断部分を下向きに折曲してスペーサ18として活用する。これにより、上下方向に隣接するチューブ11間のピッチ(図13における間隙H)を容易に規定できるようにしたスペーサ18を、熱交換チューブと一体的に設けることができる。

【0038】

さて、上述した各実施形態の熱交換チューブ10, 20, 30をフィンレス熱交換器100のヘッダ102に挿入する部分の構成例に関し、その好適な実施形態を図14及び図15に示して説明する。

図14に示す第1の実施形態では、ヘッダ102に矩形断面の挿入穴103を多段に設けておき、一方、熱交換チューブ10側では、両端を挿入穴103の矩形断面に合わせるためにプレス加工を施す。すなわち、図14(b)に示すように、熱交換チューブ10を先端側の正面から見た形状が挿入穴103と一致する矩形となるように変形させた熱交換チューブ10Aとする。

このようにプレス加工を施した熱交換チューブ10Aとすることにより、ヘッダ102側に設ける挿入穴103の形状を単純な矩形形状とすることができ、従って、挿入穴103

10

20

30

40

50

の加工が容易になり、ヘッダ 102 の加工コストを低減できる。なお、上下に隣接する挿入穴 103 については、チューブ 11 の配置が千鳥状となるよう左右に交互にずらして設けておくとよい。

【0039】

図 15 に示す第 2 の実施形態では、ヘッダ 102 に矩形断面の挿入穴 103 を同様に設け、熱交換チューブ 10 の両端にそれぞれ挿入穴 103 の矩形断面に合わせたアダプタ 104 を取り付けておく。

このような構成としても、ヘッダ 102 におけるチューブ 10 の挿入穴加工が容易になり、製造コストの低減に貢献することができる。なお、この場合においては、アダプタ 104 をチューブ 11 の配列方向と平行に 2 分割した構造とするのが好ましく、これにより、熱交換チューブ 10 の端部を上下から挟み込むようにしてアダプタ 104 を容易に取り付けることができる。

【0040】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で設計変更可能であることは言うまでもない。

【0041】

【発明の効果】

上述した本発明の熱交換チューブ及びフィンレス熱交換器によれば、以下の効果を奏する。

(1) 多数の細管を用いてヘッダ間を連結すると共に、フィンを全く用いない構成のフィンレス熱交換器としたので、管内側熱伝達率及び空気側熱伝達率が共に向上し、かつ、金属抵抗がゼロとなる。このため、熱交換器の熱交換能力が向上し、熱交換器を小型化及び軽量化することが可能となる。

(2) 特に、細管(チューブ)として外周長に基づく相当直径が 3 mm 以下の楕円形断面(楕円チューブ)を採用すれば、円形断面と比較して空気側熱伝達率が向上し、かつ、空気流の圧力損失も低減するので、この点からも熱交換器の熱交換能力が向上し、小型化及び軽量化に貢献できる。

(3) 複数のチューブを一体化した熱交換チューブを採用すれば、フィンレス熱交換器のヘッダに細管を組み付けする際、多数のチューブの保持や組み付け作業が容易になる。このため、フィンレス熱交換器の製造コストを低下させ、安価に製造できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る熱交換チューブの第 1 の実施形態を示す図であり、(a) は全体構成を示す斜視図、(b) は(a) の A - A 断面図である。

【図 2】 図 1 の熱交換チューブが押し出し成形された状態にある熱交換チューブ基本体を示す図であり、(a) は平面図、(b) は(a) の B - B 断面図である。

【図 3】 図 1 に示す熱交換チューブに係る製造工程の変形例を示す図で、(a) は押し出し成形工程、(b) は切断除去工程、(c) はプレス加工工程を示す説明図である。

【図 4】 本発明に係る熱交換チューブの第 2 の実施形態を示す断面図である。

【図 5】 本発明に係る熱交換チューブの第 3 の実施形態を示す図であり、(a) は部品段階の板状部材を示す斜視図、(b) は板状部材を合わせて一体化した状態を示す断面図、(c) は切断除去後の完成状態を示す断面図である。

【図 6】 本発明による熱交換チューブの第 1 ~ 第 3 の実施形態に係る第 1 変形例を示す平面図である。

【図 7】 本発明による熱交換チューブの第 1 ~ 第 3 の実施形態に係る第 2 変形例を示す図であり、(a) は断面図、(b) は(a) の左側面図である。

【図 8】 本発明による熱交換チューブの第 1 ~ 第 3 の実施形態に係る第 3 変形例に関する図であり、(a) は部分リブがない場合の断面図、(b) は部分リブを設けた第 3 変形例を示す断面図である。

【図 9】 図 8 (b) に示した第 3 変形例に関する他の実施例を示す断面図である。

【図 10】 本発明による熱交換チューブの第 1 ~ 第 3 の実施形態に係る第 4 変形例を示

10

20

30

40

50

すである。

【図11】 本発明による熱交換チューブの第1～第3の実施形態に係る第5変形例を示す図であり、(a)は要部斜視図、(b)は先端側から見た要部正面図である。

【図12】 本発明に係るフィンレス熱交換器の一実施形態を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は(a)の要部拡大図である。

【図13】 図12のフィンレス熱交換器に用いられている細管を示す図であり、(a)は断面図、(b)は細管配列例を示す図である。

【図14】 熱交換チューブをヘッドに挿入する部分の構成に関する第1の実施形態を示す図であり、(a)は分解斜視図、(b)は熱交換チューブ先端のプレス加工による変形を示す図である。

10

【図15】 熱交換チューブをヘッドに挿入する部分の構成に関する第2の実施形態を示す図であり、(a)は断面図、(b)は分解斜視図である。

【図16】 本発明におけるフィンレス熱交換器において、楕円の短径/長径比と熱交換能力(KA_0)との関係を示す実験結果の図である。

【図17】 従来の熱交換器の構成例を示す斜視図である。

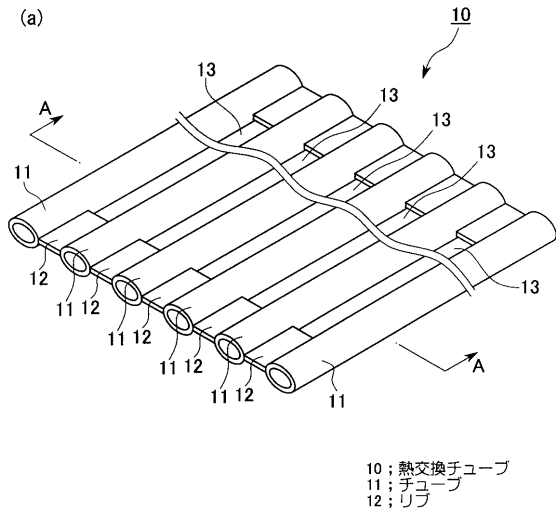
【符号の説明】

- 10, 20, 30 熱交換チューブ
- 11, 21 チューブ
- 12, 22 リブ
- 12a 部分リブ
- 16 連結リブ
- 17 微細溝
- 18 スペース
- 23 円形断面流路
- 31 凹部
- 32 平面部
- 33A, 33B 板状部材
- 34 流路部(チューブに相当)
- 35 リブ相当部
- 100 フィンレス熱交換器
- 101 細管(チューブ)
- 102 ヘッド
- 103 挿入穴
- 104 アダプタ

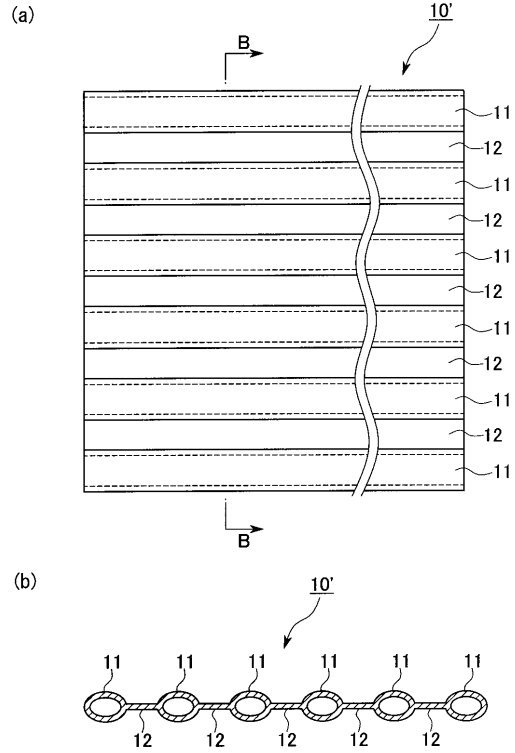
20

30

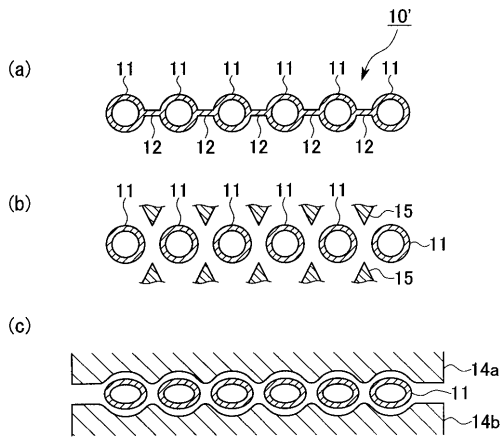
【図1】



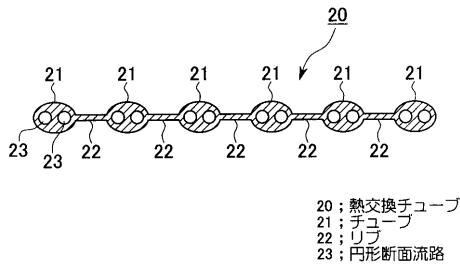
【図2】



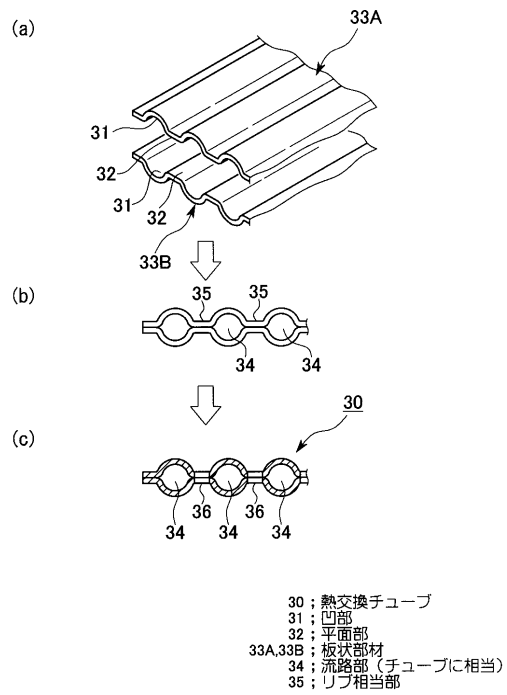
【図3】



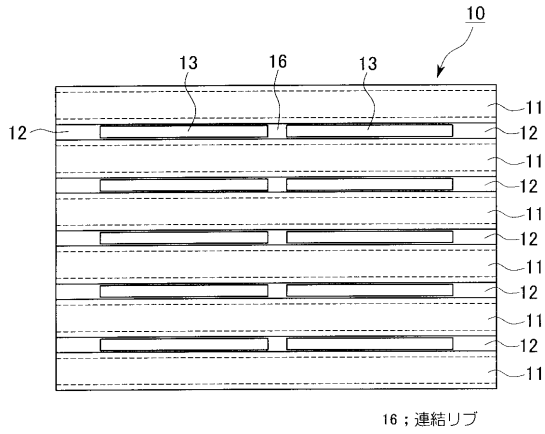
【図4】



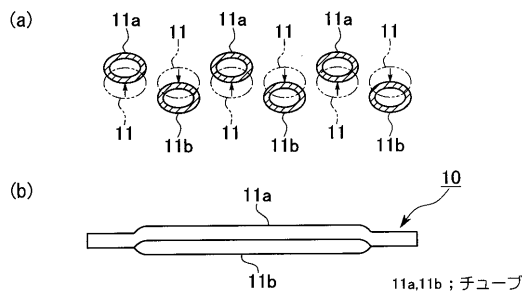
【図5】



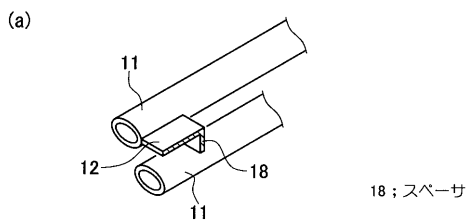
【図6】



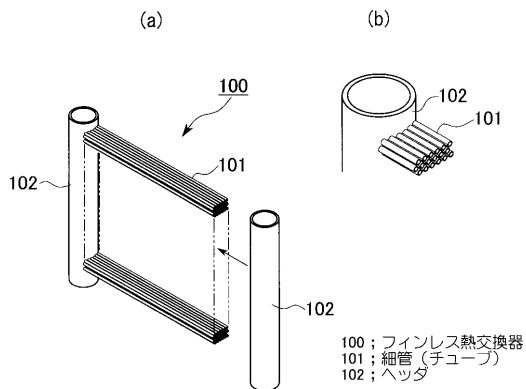
【図7】



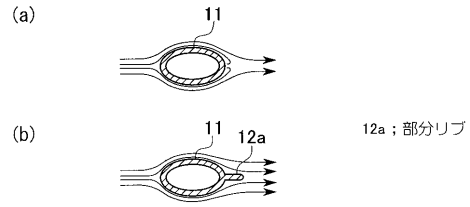
【図11】



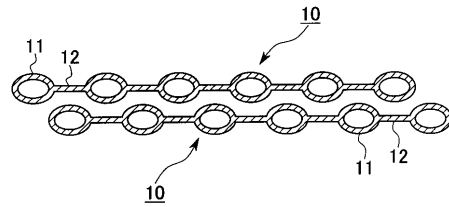
【図12】



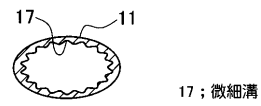
【図8】



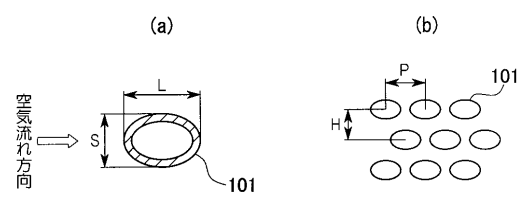
【図9】



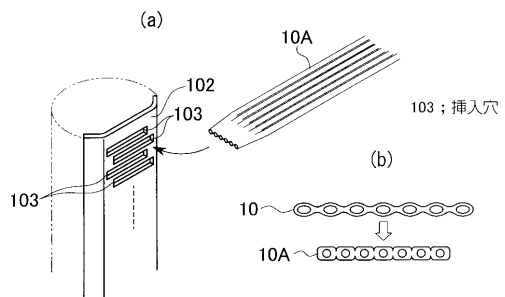
【図10】



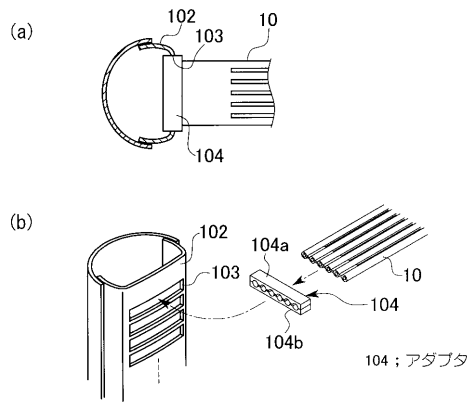
【図13】



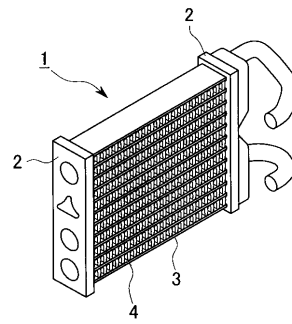
【図14】



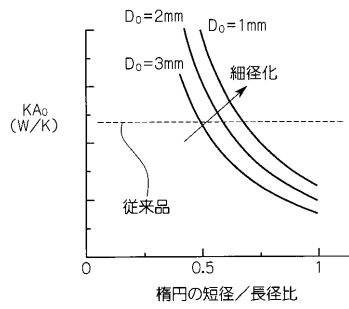
【図15】



【図17】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 井野口 和彦

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

審査官 川村 健一

(56)参考文献 特開平10-197174(JP,A)

実開昭51-070960(JP,U)

特開平01-169295(JP,A)

特開2000-234890(JP,A)

特開平06-313696(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21D 53/02 - 53/08

F28D 1/053