

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4101174号

(P4101174)

(45) 発行日 平成20年6月18日(2008.6.18)

(24) 登録日 平成20年3月28日(2008.3.28)

(51) Int.Cl.

F I

F 2 8 F 13/08 (2006.01)

F 2 8 F 13/08

F 2 5 D 1/02 (2006.01)

F 2 5 D 1/02

B

F 2 8 F 13/12 (2006.01)

F 2 8 F 13/12

A

H O 1 L 23/473 (2006.01)

H O 1 L 23/46

Z

H O 1 L 23/36 (2006.01)

H O 1 L 23/36

Z

請求項の数 10 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-534833 (P2003-534833)
 (86) (22) 出願日 平成14年10月9日(2002.10.9)
 (65) 公表番号 特表2005-505739 (P2005-505739A)
 (43) 公表日 平成17年2月24日(2005.2.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/032102
 (87) 国際公開番号 W02003/031898
 (87) 国際公開日 平成15年4月17日(2003.4.17)
 審査請求日 平成17年8月17日(2005.8.17)
 (31) 優先権主張番号 60/328,013
 (32) 優先日 平成13年10月9日(2001.10.9)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 10/266,300
 (32) 優先日 平成14年10月8日(2002.10.8)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 504142422
 ミクロス・マニファクチュアリング・インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国ニューハンプシャー州03743, クレアモント, コロネル・アッシュレイ・レイン 22
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫
 (74) 代理人 100076691
 弁理士 増井 忠武
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰
 (74) 代理人 100080137
 弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱交換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

装置への又は装置からの熱を伝導する熱交換器において、

a) 熱を伝導するよう構成され且つ配置された熱伝導面(128)(heat transfer surface)と、

b) 少なくとも1つの入口マニホールド(140、240)、少なくとも1つの出口マニホールド(142、242)及び少なくとも1つの相互に接続する通路(144、244)とを含む熱交換部材(130、132)であって、前記少なくとも1つの相互に接続する通路(144、244)は、前記熱伝導面(128)と熱的に連通される(in thermal conductive communication)熱伝導構造体(154)を有し、且つ前記少なくとも1つの相互に接続する通路(144、244)は、前記少なくとも1つの入口マニホールド(140、240)を前記少なくとも1つの出口マニホールド(142、242)へ流体的に接続すると共に、1対のウェブ(170、180)の間に配されて前記入口マニホールド(140、240)と前記熱伝導面(128)との間を伸べる第一の部分(145)であって、作動流体流れを前記熱伝導面(128)の方向へ該表面と略直交する方向へ向ける前記第一の部分(145)と、1対のウェブ(170、180)の間に配されて前記熱伝導面(128)と前記出口マニホールド(142、242)との間を伸べる第二の部分(147)であって、作動流体流れを前記熱伝導面(128)から離れる方へ該表面と略直交する方向へ向ける前記第二の部分(147)とを含む前記熱交換部材(130、132)とを備え、

10

20

前記熱伝導構造体（１５４）は、前記１対のウェブ（１７０、１８０）の間で前記少なくとも１つの相互に接続する通路（１４４、２４４）内に配されて前記第一の部分（１４５）及び第二の部分（１４７）の両方内を少なくとも部分的に伸びることにより、熱を前記作動流体と前記熱伝導面（１２８）との間で、前記作動流体が前記熱伝導面（１２８）の方である該熱伝導面（１２８）と直交する方向へ流れるときに第一の方向へ伝導し、且つ前記作動流体が前記熱伝導面（１２８）から離れる方である該熱伝導面（１２８）と直交する方向へ流れるときに第二の方向へ伝導することを特徴とする熱交換器。

【請求項２】

請求項１に記載の熱交換器において、

前記熱伝導構造体（１５４）は、前記少なくとも１つの入口マニホールド（１４０、２４０）及び前記少なくとも１つの出口マニホールド（１４２、２４２）内に配置された熱伝導フィン（１５４）を含み、

10

該フィン（１５４）は、前記入口マニホールド（１４０、２４０）内の第１の所定領域と前記出口マニホールド（１４２、２４２）内の第２の所定領域とを有し、

前記入口マニホールド（１４０、２４０）及び出口マニホールド（１４２、２４２）内のフィン（１５４）の前記領域は、前記入口及び出口マニホールド（１４２、２４２）の各々内の所望の熱伝導容量に従って決定される、熱交換器。

【請求項３】

請求項２に記載の熱交換器において、

前記第１の所定領域及び第２の所定領域は、前記熱伝導容量が前記入口マニホールド（１４０、２４０）及び出口マニホールド（１４２、２４２）間で変化するように、略等しい、熱交換器。

20

【請求項４】

請求項２に記載の熱交換器において、

前記第１の所定領域及び第２の所定領域は、前記熱伝導容量が前記入口マニホールド（１４０、２４０）及び出口マニホールド（１４２、２４２）間で略等しいように、略等しくない、熱交換器。

【請求項５】

請求項２に記載の熱交換器において、

前記フィン（１５４）は更に前記相互接続通路内へ伸びており、前記入口マニホールド（１４０、２４０）、相互接続通路及び出口マニホールド（１４２、２４２）の間を伸べる単一の一体（single, unitary）構造として形成されている、熱交換器。

30

【請求項６】

請求項１に記載の熱交換器において、

前記熱交換器内への作動流体を受け取るようにされた入口プレナム（１２４）と、前記熱交換器からの前記作動流体を取り除くようにされた出口プレナム（１２６）とを更に具備する、熱交換器。

【請求項７】

請求項１に記載の熱交換器において、

前記少なくとも一つの相互に接続する通路（１４４、２４４）の前記第１及び第２の部分（１４５、１４７）が、略等しい断面面積を有する、熱交換器。

40

【請求項８】

請求項１に記載の熱交換器において、

前記入口マニホールド（１４０、２４０）の数と前記出口マニホールド（１４２、２４２）の数とは異なる、熱交換器。

【請求項９】

請求項１に記載の熱交換器において、

前記熱伝導構造体（１５４）は、前記第１の部分（１４５）内を第１の距離だけ伸び、且つ前記第２の部分（１４７）内を第２の距離だけ伸び、該第１及び第２の距離は異なる、熱交換器。

50

【請求項 10】

請求項 1 に記載の熱交換器において、

前記熱伝導構造体 (154) は、前記第 1 の部分 (145) 内を第 1 の距離だけ伸び、
且つ前記第 2 の部分 (147) 内を第 2 の距離だけ伸び、該第 1 及び第 2 の距離は等しい
、熱交換器。

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【0001】

本出願は、その内容の全体をそれが本明細書に完全に開示されているかのように、参考
として引用し本明細書に含めた、「キャンディ・ケーン熱交換器 (Candy Cane
Heat Exchanger)」という名称にて 2001 年 10 月 9 日付けで出願さ
れた米国仮特許出願第 60/328,013 号の利益を主張するものである。

10

【発明の分野】

【0002】

本発明は、全体として、熱伝導装置に関する。より具体的には、本発明は、熱交換器に
関する。

【発明の背景】

【0003】

熱を熱源から又はヒートシンクに伝導するため単一相の作用流体を利用する熱交換器は
、単一相熱交換器として既知である。単一相熱交換器は、従来の自動車の放熱器から、例
えば、スペースシャトル又は宇宙ステーションに搭載されるもののような、外宇宙にて生
存するためのより新型の水対アンモニア熱交換器に互る多岐に互る用途にて使用されてい
る。単一相熱交換器は、また、例えば、マイクロプロセッサのような電子装置から排熱を
除去し、融合反応炉偏向板を冷却し、液状水素を発生させるといったような、その他の多
岐に互る用途にても使用されている。

20

【0004】

小型の単一相熱交換器は、比較的高熱流を有する用途にて特に望ましい。例えば、マイ
クロプロセッサの速度及び複雑さが不断增加することにより、これに比例してこれらマイク
ロプロセッサにて発生する熱の量が増大する。現代のマイクロプロセッサは、典型的に
、5 ワット / cm^2 から 15 ワット / cm^2 の範囲の熱流を有する。次世代のマイクロプロ
セッサは、例えば、50 ワット / cm^2 から 200 ワット / cm^2 以上の程度の遥かに
多量の熱流を有すると予想される。高熱流の熱伝導の用途に考えられる小型の熱交換器の
1 型式のものは、正規流量熱交換器 (NFHX) として知られるようになったものがある
。NFHX の特定の実施の形態は、当該発明者が例えば、その全体をそれが本明細書に完
全に開示されているかのように、参考として引用し本明細書に含めた、米国特許第 5,0
29,638 号、米国特許第 5,145,001 号及び米国公告第 US-2001-00
50162-A1 号におけるように以前に開示してある。NFHX は (1) 高表面熱流の
能力を有する単一相熱交換器と、(2) 作用流体が熱交換器を通るとき、全体として僅か
な圧力降下を生じる小型の熱交換器と、(3) 大きい熱伝導効果を有する小型で且つ、軽
量な熱交換器とを提供するため、NFHX は、マイクロプロセッサを冷却するような用途
にて望ましい。

30

40

【0005】

図 1 には、米国公告第 US-2001-0050162-A1 号に教示されたような、
NFHX のコアを形成すべく使用できる 1 つの代替的な熱交換器板 20 が示されている。
隣接する熱交換器板間に別個の分離板が不要である熱交換器板 20 の形態とされている。
熱交換器板 20 は、コアの入口マニホールド 26 及び出口マニホールド 28 の部分をそれぞれ
画成する入口開口 22 及び出口開口 24 を有している。しかし、相互に接続する通路が分
離板の開口によって実質的に画成されることに代えて、相互に接続する通路 30 は、熱交
換器板 20 に形成された凹状領域 32 により画成される。従って、熱交換器板 20 のウェ
ブ 34、周縁領域 36 及び仕切板 38 の各々は、熱交換器板を製造する材料の全厚さによ

50

り画成され、また、フィン４０は、材料の部分的厚さによって画成される。熱交換器板２０の一部分は全厚さであり、また、その他の部分は、部分的厚さであるため、別個の分離板は不要である。しかし、熱交換器板２０は、同様に、２つの別個の板、すなわち、部分的厚さの部分に相応する第一の板及び全厚さの領域に相応する分離板から成るものとしてもよいことが理解されよう。

【０００６】

１つ以上の板２０を内蔵するＮＦＨＸ２０において、流体は、ＮＦＨＸ２０に入り且つ、入口マニホールド２６を通して流れる。次に、流体は、凹状領域３２を通り且つ、フィン４０の上方で、ＮＦＨＸ２０の底部を形成する熱伝導面２１に向けて下方に（熱伝導面２１に対し直角の方向に向けて）流れる。次に、流体は、熱伝導面２１から離れるように流れ且つ、相互に接続する通路３０に入り、また、出口マニホールド２８を介してＮＦＨＸ２０から出る。

10

【０００７】

熱交換器板２０は、大部分の流れ領域を熱伝導面２１から末端側の入口及び出口マニホールド内に配置するように入口開口２２及び出口開口２４が配置されている。この配置は、米国特許第５，０２９，６３８号及び米国特許第５，１４５，００１号に教示されているように、熱伝導面２１に隣接して著しく大きい寸法の開口を配置することを回避する。熱伝導面２１に隣接するかかる開口は、フィン４０の寸法を縮小させ及び（又は）その間に熱を伝達するために利用可能な熱伝導面とフィンとの間の断面積を減少させることにより、板２０による熱伝導効率を低下させることになる。

20

【０００８】

ＮＦＨＸ２０のような、従来技術の熱交換器は、典型的に、流体内の温度勾配がフィン内の温度勾配と整合するよう（すなわち、流体への全ての熱伝導が流体が熱伝導面に向けて動くときに行われるように）な設計とされている。このことは、熱交換器の熱性能を最大にするために必要であると考えられていた。流体及びフィンの温度勾配を調和させるため、従来技術の熱交換器は、特定の構造的制限を課すことが必要であった。

【０００９】

熱交換器ＮＦＨＸ２０の熱伝導性能を最大にするため、フィン４０の幅（流動する流体に対して直角）は、實際上、可能な限り熱交換器の全幅を利用することが望ましい。上述した構造的制限の一例は、相互に接続する通路３０内の流動面積が熱交換フィン４０に利用可能な幅を少なくすることである。更に、温度勾配に関する従来技術の設計哲学のため、相互に接続する通路３０内に、又は流体が熱伝導面２１から離れて流れる任意の領域内にフィン４０を含むことが必要であり又は効率的であるとは考えられていなかった。

30

【００１０】

図１の設計は、従来のＮＦＨＸの設計を改良するものではあるが、フィン４０の面積を最大にするために必要な比較的狭小な相互に接続する通路３０によってＮＦＨＸ２０における全体的な圧力降下は増すことになる。この相互に接続する通路３０内の圧力降下が増大する結果、フィン４０上における流れの分配状態は不良となり、これにより熱伝導能力が劣化する可能性がある。更に、圧力降下が増大した結果として、入口圧力を上昇させるためには、大型のポンプ又はその他のより高価な手段が必要とされよう。フィンの全体面積と圧力降下の増大とは競合する結果、最終的に、ＮＦＨＸ２０のような、従来技術の熱交換器の全体的な性能は制限されることになる。

40

【発明の概要】**【００１１】**

本発明は、熱性能を向上させ、これにより装置の全体的な熱伝導能力を増大させると同時に、熱交換器における圧力降下を低下させる新規な熱交換器装置、組立体及び方法を含む。

【００１２】

本発明は、ある長さ、ある幅と、ある高さ、少なくとも１つの熱伝導面を含む多数の表面とを有するハウジングを持つ熱交換器である。該ハウジングは、熱交換器流体を受

50

け取り且つ、押し出す少なくとも2つの開口部を有している。ハウジング内には、少なくとも1つの熱交換器板が配置されている。該少なくとも1つの熱交換器板は、少なくとも2つのマニホールドを画成する少なくとも2つの開口を有している。少なくとも2つのマニホールドの各々は、少なくとも2つの開口部の少なくとも1つと流体的に連通している。更に、少なくとも1つの熱交換器板内に画成された少なくとも1つの相互に接続する通路がある。該少なくとも1つの相互に接続する通路は、少なくとも2つのマニホールドを互いに流体的に結合する。該少なくとも1つの相互に接続する通路は、流体を少なくとも1つの熱伝導面に向けた第一の方向に導き得るようにされた第一の部分と、流体を少なくとも1つの熱伝導面から離れる第二の方向に導き得るようにされた第二の部分とを有している。

【0013】

10

本発明の更に別の実施の形態において、本発明は、少なくとも1つの熱伝導面と、ハウジング内に伸びる1つ以上の熱伝導フィンとを持つハウジングを有する熱交換器を含む。熱伝導フィンは、熱伝導面と熱的に連通しており且つ、ハウジング内に伸びて、該ハウジングにて、これらのフィンは、熱伝導面から特定の距離の頂縁部にて終わっている。更に、流体をハウジングを通して案内するための流体流路がハウジング内に画成される。該流路は、流体を熱伝導面に向けた第一の方向に導き得るようにされた第一の部分と、流体を熱伝導面から離れる第二の方向に導き得るようにされた第二の部分とを有している。少なくとも1つの実施の形態において、熱伝導面から第二の部分内の熱伝導フィンの頂縁部までの距離は、熱伝導面から第一の部分内の熱伝導フィンの頂縁部までの距離よりも長いのか又は短いのかの何れかである。

20

【0014】

本発明の更なる実施の形態において、上述した熱交換器は、熱交換器の熱伝導面と熱的に連通した装置を有する組立体の一部とすることができ、また、上述した熱交換器は、熱を装置へ又は装置から伝導する方法にて使用することができる。

【0015】

以下に簡単に説明する添付図面、本発明の現在の好ましい実施の形態の以下の詳細、及び特許請求の範囲を理解することにより、本発明及びその範囲をより完全に理解することができる。

【0016】

本発明を図示する目的のため、図面には、現在の1つの好ましい実施の形態が示されている。しかし、本発明は、図面に示した正確な配置及び機器にのみ限定されるものではないことを理解すべきである。

30

【図面の詳細な説明】

【0017】

本発明の熱交換器は、従来技術の熱交換器の短所に鑑みて開発されたものである。従来技術の熱交換器NFHX20及びその他の熱交換器の主な短所は、特定の熱交換器装置における流体の全体的な圧力降下の程度が大きいことである。流体の熱伝導能力に悪影響を与えることに加えて、圧力降下の増大は、より大型の入口圧送装置を使用することを必要とし、これにより作動コストを増すことになる。更に、NFHX20の相互に接続する通路30によって必要とされる面積は、熱伝導に効果的に利用されず、このため、全体的な熱交換効率を制限することになる。

40

【0018】

上述したように、従来技術の熱交換器は、流体の温度勾配が装置自体の温度勾配と調和するような設計とされていた。その結果、熱伝導フィン40の寸法（及び表面積）（図1参照）は、流体が熱伝導面21に向けた直角の方向に流れる領域にて最大であった。これと逆に、相互に接続する通路30の寸法は、流体が熱伝導面21から離れるように流れる領域にて縮小した。かかる設計の結果、フィン40の表面積を最大にするため、相互に接続する通路30が狭小となるから装置における全体的な圧力降下は増大した。

【0019】

今や、フィン40の表面積を最大にする必要はないことが分かった。熱伝導フィン40

50

の全体的な表面積は、流動方向に関係なく熱性能に関して重要である。すなわち、熱伝導面 21 から離れる直角方向へ流動する流体は、流体が熱伝導面 21 に向けた直角方向に流動するとき、熱的性能に関して等しく効果的である。このため、相互に接続する通路 30 の幅を拡げてこれらの通路内の流動面積を増大させることが有益となっている。通路 30 の幅が拡がる結果、通路内の流体速度及び流体圧力は低下し、これにより、熱交換器における全体的な圧力降下を低下させる。更に、本発明において相互に接続する通路 30 に熱伝導フィン 40 が追加され、これによりフィン 40 の全体的な表面積、従って、熱交換器の全体的な熱的效果を増大させるから、通路 30 の幅を拡げることが熱性能を犠牲にすることはない。

【0020】

次に、同様の要素を同様の参照番号で示す図面を参照すると、図 2 には、全体として参照番号 120 で示した本発明による熱交換器 (HX) が図示されている。HX 120 は、HX と熱的に連通した装置 122 から熱を除去し又は熱を装置 122 に提供すべく、特に、水、アンモニア及び R-134 のような冷媒の如き熱伝導流体すなわち作用流体を利用し得るようにされている。1つの実施の形態において、装置 122 は、排熱を生じるマイクロプロセッサである。熱を除去するため HX 120 と共に使用可能なその他の装置の例は、特に、その他の電子装置又はレーザダイオードアレーを含む。これと代替的に、装置 122 は、特に宇宙乗物又は宇宙ステーションの居住区域に対する放熱器パネルのような熱の入力部を必要とするようにしてもよい。当該技術分野の当業者は、本発明の HX 120 には多岐に互る用途があり、従って、かかる用途の詳細を本明細書にて説明する必要はないことが認識されるであろう。

【0021】

HX 120 は、作用流体を HX に供給し且つ、作用流体を HX から離れるように伝導する流れ再循環システム 125 を有する閉熱伝導回路 123 の一部であることが好ましい。再循環システムはまた、HX 120 に供給される流体の温度を一定に保ち得るようにエネルギーをその他の幾つかの媒体と交換する。従って、HX 120 は、作用流体を再循環システム 125 から受け取る入口プレナム 124 と、作用流体を再循環システムに戻す出口プレナム 126 とを有している。HX 120 はまた、装置 122 と熱的に連通し、熱が HX 120 と装置との間にて流動し得るようにすることのできる熱伝導面 128 も有している。例えば、熱伝導面 128 は、装置 122 と直接、接触するか、又は特に、接着剤、熱グリース又は柔軟パッドのような介在材料 (図示せず) を通じて装置と熱的に連通することができる。以下に詳細に説明するように、HX 120 は、作用流体の流れを HX を通じて導く内部通路を保持している。内部通路はマイクロチップの寸法程度とすることができる小型の全体的な寸法を維持しつつ、HX 120 に対し高熱流にて大きい熱伝導能力を提供する形態とすることができる。幾つかの実施の形態において、HX 120 は、 $1,000 \text{ ワット} / \text{cm}^2$ 以上の熱流を取り扱うような設計とすることが可能である。更に且つ以下に説明するように、HX 120 は、HX の単一体構造体を形成し得るように互いに積重ねた正確に形成した複数の板から形成することができる。かかる正確な形成は、比較的大きい熱流能力を提供しつつ、HX 120 を比較的極めて小型に製造するために特に望ましいものである。

【0022】

次に、図 2 から図 5 を参照すると、HX 120 は、HX 120 の入口プレナム 124 及び出口プレナム 126 を貫通して伸びる積重ね軸線 134 のような積重ね軸線に沿って互いに積重ねられた複数対の板 132 を含むことができるコア 130 を有している。各対の板は、全体として熱交換器板 136 及び熱交換器板 138 を備えている。図 3 には、1対の板 132 のみが図示されているが、コア 130 は典型的に、その内部に以下に説明する各種の通路を形成し得るよう、互いに整合した状態で積重ねられた、多数の板、例えば、かかる板を 50 対以上含むことを理解すべきである。適正に積重ねられたとき、複数対の板 132 は、コア 130 の長さに沿って伸びる多数の入口マニホールド 140 と、コアの長さに沿って伸びる多数の出口マニホールド 142 と、一端にて少なくとも 1つの入口マニホ

10

20

30

40

50

ルド及び他端にて少なくとも1つの出口マニホールドと流体的に連通する複数の相互に接続する通路144とを画成することができる。当該技術分野の当業者は、図示した特定数の入口及び出口マニホールドは単に一例にしか過ぎないことが認識されよう。任意の数の入口マニホールド及び出口マニホールドを提供することができる。更に、当該技術分野の当業者は、本明細書及び特許請求の範囲にて使用した「入口」及び「出口」という語は互いに互換可能であることが理解されよう。例えば、一方向に流れるよう入口マニホールドとして設計されるものは、反対方向に流れる出口マニホールドとなるであろう。

【0023】

積重ね軸線が図示するように、入口及び出口マニホールド140、142の長手方向軸線134に対し平行であるならば、必要とされる板の対132の数は、全体としてHX120の所望の作動特徴及び熱交換器板136、138の厚さの関数となるであろう。HX120は、その各々が単一の熱交換器板136及び単一の熱交換器板138を備える対の板132を有するものとして図示されているが、当該技術分野の当業者は、熱交換器板の各々を2つ以上の同様の形状の板の複合体とすることが可能であることが理解されよう。このことは、板を製造するシート材料の厚さが相応する板の所望の厚さよりも薄いときに望ましい。当該技術分野の当業者はまた、対の板132に代えて、単一の板を使用することも可能であることが理解されよう。かかる板を製造する技術に関しては図6の板236について以下に説明する。積重ね軸線は、長手方向軸線134に対し直交する方向のものとすることができる。例えば、積重ね軸線は、熱伝導面128に対し直角の方向のものとすることができる。かかる場合、積重ねた板の各々の形態は、図3に示した板136、138と極めて相違し、また、必要とされるかかる板の数を制限することになろう、通路を形成する能力のようなその他の判断基準を有する。

【0024】

図4に示すように、熱交換器板136、138における異なる材料の厚さを表わすべく異なる斜線断面が使用されている。熱交換器板136、138の双方に対し間隔の狭い斜線部分は、板を製造するために使用される材料の全厚さを含む板の部分137を表わす。また、板136、138において、より広い間隔の斜線部分は、板を製造すべく使用される材料の部分的厚さのみを含む板の部分139を表わす。板136、138の斜線部分は、図5に示すように共に積重ねられたとき、板136、138の各々の重なり合う部分を明確にすべく互に対向している。

【0025】

図4に最も良く示すように、熱交換器板136、138の各々は、その各々が入口マニホールド140の相応する1つの一部分を画成する多数の入口開口146を含むことができる。熱交換器板136、138の各々はまた、その各々が出口マニホールド142の相応する1つの一部分を画成する多数の出口開口148を含むようにしてもよい。材料の部分的厚さのみを含む板136、138の凹状部分139は、相互に接続する通路144を形成し、ここで、入口マニホールド140から流れる流体は、以下により詳細に説明するように、方向を変更し且つ出口マニホールド142内に流れる。

【0026】

図4を続けて参照すると、入口マニホールド140及び出口マニホールド142の双方は、マニホールドの構造的な一体性を強化する作用を果たす1つ以上の支え材149を含むことが可能である。図4に示した実施の形態において、熱交換器板136は、その各々が2つの支え材149を有するマニホールド140、142を備え、熱交換器板138は、その各々が単一の支え材149を有するマニホールド140、142を備えている。

【0027】

図5には、入口マニホールド140及び出口マニホールド142が対の板により画成される状態を示すべく、互いに適正に整列した1対の熱交換器板136、138が示してある。図5には、板136における入口マニホールド140の部分及び出口マニホールド142の部分の各々が板138における相応するマニホールド部分140、142と重なり合うことが板の各々の入口マニホールド部分140と板の各々の出口マニホールド部分142との間の流

体的連通を促進する状態も示してある。板136が板138の頂部に積重ねられたとき、板138における支え材139を板136における支え材149に対し食い違いに配置することは、入口マニホールド140及び出口マニホールド142内の流体がコア130の長さに沿って連通することを可能にする。

【0028】

相互に接続する通路144は、入口マニホールド140から熱伝導面128まで伸びる第一の部分145と、熱伝導面128から出口マニホールド142まで伸びる第二の部分147とを備えることができる。典型的に、流体は、入口マニホールド140を通してHXに入り、相互に接続する通路144の第一の部分内に流動し、第一の部分を通して熱伝導面128に向けて流れ、相互に接続する通路144の第二の部分に入り、流体は、この相互に接続する通路にて、熱伝導面128から出口マニホールド142内に導かれる。通路144は、熱伝導面128と熱伝導可能に連通しており且つ、熱伝導フィン154として機能し、それは、これら領域にて熱の大部分は、コア130と作用流体との間で伝導されるからである。

【0029】

相互に接続する通路144の各々は、選択的に、例えば、流れを1つの入口マニホールド140から2つ以上の出口マニホールド142に導き及び（又は）分割するのを助けるため、1つ以上の流れ仕切部168を備えることができる。更に、凹状部分139内に1つ以上の流れ案内タブ151を含めるようにしてもよい。図6に示したもののような幾つかの実施の形態において、案内タブを含めなくともよい。その他の実施の形態において、2つ以上の案内タブを含むことができる。当該技術分野の当業者が認識されるように、1つ以上のタブの必要性は、典型的に、熱交換器通路のアスペクト比に基づくことになる。

【0030】

流れ仕切部168及び流れ案内タブ151（全体として流れ制御要素151、168として既知）の双方は、熱伝導通路上におけるより均一な流れ分配状態を促進する。流れ制御要素151、168は、出口マニホールド142の幅を互って流れを分配するのを助ける。また、個々の相互に接続する通路144を通して流れる作用流体の量を制御すべく流れ制御要素151、168を使用することもできる。従って、流れ制御要素151、168は、フィン154の各々の熱伝導能力を制御するために使用することができる。

【0031】

例えば、図示した実施の形態において、熱交換器板136、138は、熱交換器板の全体面積に比して大きい入口開口146及び出口開口148（マニホールド部分140、142を画成する）を保持している。このように、相互に接続する通路144は、比較的幅が広く且つ、比較的狭小なウェブ170によって入口開口146及び出口開口148から分離されている。これらの特徴は、作用流体に露呈されるフィン154の各々の面積を最大にし且つ、相応する相互に接続する通路144内の流れを最大にし、これにより、その他の全ての変数が等しいならば、該フィンにおける熱伝導能力を最大にすることになる。しかし、代替的な実施の形態において、流れ制御要素151、168及び（又は）ウェブ170の寸法を増大させ、作用流体に直接、露呈される相応したフィン154の面積を縮小させ且つ、相応した相互に接続する通路144内の流れを減少させ、これにより、該フィンにおける熱伝導能力を減少させることができる。

【0032】

従って、本発明のHX120の設計者は、装置122の色々な領域の熱伝導の必要性と釣合うように熱伝導面128の長さ及び幅の双方に沿ったコア130の熱伝導率を変化させることができる。例えば、装置122は、熱伝導面の長さだけ伸びる中央片に沿って最大の冷却力を必要とするが、隣接する縁部片領域にて最小の冷却力があればよい。従って、コア130の長さに沿った熱交換器板136、138の入口開口146及び出口開口148の中央のものに隣接する流れ制御要素151、168及び（又は）ウェブ170は、比較的狭小であり、コアの中心に沿って比較的大きい熱伝導能力を持つ幅の広い相互に接続する通路144を形成する。これに反して、中央開口の外側で入口開口146及び出口

開口 1 4 8 に隣接する流れ制御要素 1 5 1、1 6 8 及び（又は）ウェブ 1 7 0 は、比較的幅が広くなり、コア 1 3 0 の側方縁部に隣接して比較的小さい熱伝導能力を持つ狭小な相互に接続する通路 1 4 4 を形成することになる。

【0033】

1 つの実施の形態において、出口マニホールド 1 4 2 は、図示するように、コア 1 3 0 の幅に互って入口マニホールド 1 4 0 に対して交番的に配置され、また、入口マニホールドの数よりも 1 つだけ少ない数にて提供される。この配置は、相互に接続する通路 1 4 4 の各々が通路 1 4 4 の上流部分における 1 つの入口マニホールド 1 4 0 と、また、通路 1 4 4 の下流部分における 2 つの近接する出口マニホールド 1 4 2 と流体的に連通することを許容する。

10

【0034】

当該技術分野の当業者は、所望であるならば、出口マニホールド 1 4 2 は、入口マニホールドよりも 1 つだけ多い数にて提供することが可能であることが理解されよう。更に、入口マニホールド 1 4 0 及び出口マニホールド 1 4 2 は、例えば、1 つ以上のマニホールド 1 4 2 が近接する入口マニホールドの間に配置されるような、交番的に配置するようなものを含む任意のその他の形態及び所望の任意の数にて提供することができる。1 つの実施の形態において、入口マニホールド 1 4 0 の容積と出口マニホールド 1 4 2 の容積とから成る複合的容積は、HX 1 2 0 のコア 1 3 0 の合計容積の少なくとも 20 % を占める。別の実施の形態において、入口マニホールド 1 4 0 及び出口マニホールド 1 4 2 の複合的容積は、コア 1 3 0 の合計容積の 30 % 以上を占める。入口及び出口マニホールド内部の圧力降下を低下させることに関して、入口マニホールド 1 4 0 及び出口マニホールド 1 4 2 は更に大きい複合的容積であるようにすることが望ましい。また、当該技術分野の当業者は、HX 1 2 0 の全体寸法の制限値のような、1 つ以上の他の判断基準を満足させるためには、コア 1 3 0 の全体容積の 20 % 以下の複合的容積が必要であることが理解されよう。

20

【0035】

図 2 及び図 3 を特に参照すると、入口プレナム 1 2 4 は、流れ再循環システム 1 2 5 から作用流体を受け取り且つ、その流体を入口マニホールド 1 4 0 の間で分配する。入口プレナム 1 2 4 は、入口カバー及び入口プレナム板 1 7 2 の結合体と、入口壁板 1 7 4 とを有している。入口カバー／プレナム板 1 7 2 は、流れ再循環システム 1 2 5 から作用流体を受け取る入口ポート 1 7 8 を有している。入口壁板 1 7 4 は、作用流体を入口マニホールド 1 4 0 にのみ均一に分配し、作用流体が出口マニホールド 1 4 2 に入るのを妨害するような形態とされている。このように、入口壁板 1 7 4 は、コア 1 3 0 の入口マニホールド 1 4 0 と整列した多数の入口開口 1 8 0 を有している。入口カバー／プレナム板 1 7 2 は、単一プレナム開口（図示せず）を有し、該プレナム開口は、入口プレナム 1 2 4 が組み立てられたとき、入口ポート 1 7 8 及び入口開口 1 8 0 と流体的に連通するプレナム通路（図示せず）を形成する。コア 1 3 0 の熱交換器板 1 3 6、1 3 8 と同様に、入口プレナム 1 2 4 の板 1 7 2、1 7 4 の 1 つ以上は、必要な板の全厚さ及び（又は）板内に形成された開口の必要とされる寸法を提供し得るように同様の形状をした 2 つ以上の板から成る複合的板とすることができる。

30

【0036】

出口プレナム 1 2 6 が出口マニホールド 1 4 2 から作用流体を収集し且つ、その流体を流れ再循環システム 1 2 5 に戻す。出口プレナム 1 2 6 は、外壁板 1 8 6 と、出口カバー及び出口プレナム板 1 8 8 の結合体とを有している。出口壁板 1 8 6 は、作用流体が入口マニホールド 1 4 0 から流れ出るのを妨害し、従って、コア 1 3 0 の出口マニホールド 1 4 2 と整列した多数の出口開口 1 9 2 を有している。出口カバー／プレナム板 1 8 8 は、作用流体を流れ再循環システム 1 2 5 に戻す出口ポート 1 9 4 を有している。出口カバー／プレナム板 1 8 8 は、単一のプレナム開口 1 9 6 を有しており、該プレナム開口は、出口プレナム 1 2 6 が組み立てられたとき、出口開口 1 9 2 及び出口ポート 1 9 4 と流体的に連通するプレナム通路（図示せず）を形成することができる。入口プレナム 1 2 4 の板 1 7 2、1 7 4 と同様に、板 1 8 6、1 8 8 の 1 つ以上は、必要な板の全厚さ及び（又は）板内

40

50

に形成された開口の必要とされる寸法を提供し得るように同様の形状をした2つ以上の板から成る複合的板とすることができる。HX 120に対し一端にて作用流体の入口流及び他端にて作用流体の出口流を提供する、図示した入口プレナム124及び出口プレナム126の形態は、単に一例にしか過ぎない。当該技術分野の当業者は、端部及び熱伝導面128に対し垂直であるHX 120の一側部又は両側部に沿ってHX 120の一端又は両端にて、又はHX 120の上面及び下面の一方又は双方にて、作用流体の入口流及び出口流を提供するような入口プレナム124及び出口プレナム126の形態とすることができることが理解されよう。

【0037】

熱交換器板136、138は、銅又はアルミニウムのような、高熱伝導率の材料で出来たものとして提供することができる。幾つかの用途において、HX 120と装置122との間の熱歪みの不一致を最小にすることが望ましい(図2参照)。例えば、装置122がケイ素系のマイクロプロセッサであり、また、マイクロプロセッサを冷却するためHX 120が提供されるとき、例えば、銅熱交換器板とマイクロプロセッサとの間の熱歪みの不一致は、熱膨張率が銅よりも遥かに小さいマイクロプロセッサの機械的故障を生じさせる可能性がある。しかし、十分な熱伝導率及び比較的小さい熱膨張率を有し、また、熱交換器板136、138に適したその他の材料が利用可能である。かかる材料の例は、銅-タングステン、銅モリブデン及びアルミニウム-炭化ケイ素の複合体を含む。これらの材料を使用することは、HX 120をマイクロプロセッサ又はその他のケイ素又は同様の材料利用の装置122に直接、結合することを可能にするであろう。

【0038】

入口プレナム124の板172、174及び出口プレナム126の板186、188は、熱交換器板136と同一の材料で出来ていることが好ましいが、異なる材料で出来たものでもよい。

【0039】

1つの実施の形態において、HXの板136、138、172、174、186、188は、mm以下の範囲の厚さとして提供することができる。従って、板136、138、172、174、186、188は、フォイルにて出来たものとしてもよい。しかし、板の一部又は全ては、1mm以上の厚さを有し、従って、シート又は板材料で出来たものとして提供が可能である。特に、化学的ミリング、レーザ剥離、微細加工、従来の機械加工、又は熱切削のような、材料除去技術を使用してフォイルに開口146、148、180、182、192、196及びポート178、194を形成することができる。相互に接続する通路144を構成する凹状領域139は、コイニング加工により、又は特に、化学的ミリング、レーザ剥離、微細加工又は従来の機械加工のような、材料除去技術により形成することができる。当該技術分野の当業者は、板の積重ね体内に特定の通路を画成すべく形成された開口のみを有する任意の2つ以上の板に代えて単一の板を使用することができるように、板の一側部又は両側部に上述の凹所形成技術を使用することが可能であることが理解されよう。技術の選択は、主として、板を製造する材料の厚さ及び型式並びに個別の技術の制約に依存する。板136、138、172、174、186、188は、拡散接合、融接、はんだ付け又は接着剤接合のような任意の適宜な接合技術を使用して互いに接合すべきである。

【0040】

作用流体として水を利用し、また、約20cc/sの流量にて250ワット/cm²程度の冷却力を提供することのできるHX 120の一例としての実施例において、熱伝導面128は、約10mmの長さ及び約10mmの幅を有することができる。かかる実施の形態は、例えば、マイクロプロセッサを冷却するために使用することができる。この実施の形態において、全ての板136、138、172、174、186、188は、銅にて製造することが好ましく、また、上述したように、流れ仕切部168及びウェブ170の寸法を最小にすることにより相互に接続する通路144の寸法を最大にする。従って、熱交換器板136、138の厚さは、0.15mm程度にすることができる。相互に接続する

通路 144 の深さは、0.05 mm 程度である。

【0041】

使用中、作用流体は、次のようにして図 2 から図 6 に示した HX 120 を通って流れる。第一に、作用流体は、入口ポート 178 を通り且つ入口プレナム板 172 に画成された入口プレナム通路内に流れ、該入口プレナム板にて作用流体は、入口壁板 174 の入口開口 180 を通じて入口マニホルド 140 に分配される。作用流体が入口マニホルド 140 の各々に沿って流れるとき、作用流体の一部は、コア 130 の長さに沿って配分された各種の相互に接続する通路 144 内に流れる。作用流体が、相互に接続する通路 144 の各々を通して流れるとき、作用流体は、最初に、入口マニホルド 140 に隣接する通路 144 の第一の部分 145 内（図 5）に流れ、該入口マニホルドにて、流体が熱伝導面 128 に向けて流れるとき、流体は、流れ仕切部 168 により 2 つの流路に分割される。次に、作用流体は、通路 144 の第二の部分 147 内に流れ、該第二の部分にて作用流体は、熱伝導面 128 から相応した出口マニホルド 142 内に流れる。作用流体が出口マニホルド 142 の 1 つに入ったならば、次に、作用流体は、出口壁板 186 の出口開口 192 の相応した 1 つの群を通して流れ、出口プレナム板 188 の出口プレナム通路（図示せず）内に流れ且つ、出口ポート 194 を通って流れる。当該技術分野の当業者が認識し得るように、HX 120 を通る流動方向を逆にし、そのとき、本明細書にて「入口」として示した通路及び開口部は出口通路及び開口部となり、本明細書にて「出口」として示した通路及び開口部は入口通路及び開口部となるようにする。

【0042】

出口流路 147 の長さは、典型的に、入口流路 145 の 2 倍以上であり、通路の各々にて運ばれる熱の量は同一である。入口通路は、より高い入口温度差を有し、従って、出口通路と同一量の熱を運ぶためには小さい面積でよい。換言すれば、通路 145、147 の長さを適宜に選ぶことにより、流体の温度上昇（降下）の半分は入口通路 145 内で生じ、残りの半分は出口通路 147 内で生じる。このように、各通路内で運ばれる熱の量は等しい。この設計方法を使用すれば、HX 120 の基部における熱抵抗を均一にすることができる。熱抵抗の均一さが重要ではないその他の実施の形態において、双方の通路の長さを等しくすることができる。かかる設計の結果、全体的な圧力降下は低下するが、境界状態の均一さは減少する。

【0043】

図 6 には、本発明の別の実施の形態が図示されている。熱交換器板 236 は、図 4 及び図 5 の板 136、138 と同様であり、その要素は同様の番号で表示してある。しかし、マニホルド 240、242 は支え材を有さず、相互に接続する通路 244 は、出口通路内に何らの流れ案内タブを含まない。

【0044】

本発明の熱交換器板を内蔵する HX は、従来の技術に卓越する有利な効果を提供する。第一に、熱伝導境界面における又は熱伝導フィンとの間の流れ集収通路を無くすことにより、熱抵抗は著しく減少する。本発明における熱伝導フィンは、熱伝導境界面の全体を被い、これにより、HX の熱伝導能力を増大させる。第二に、流れ集収通路が無くなるため圧力降下は著しく少なくなる。従来技術の正規流熱交換器において、流れ収集通路の寸法は、熱抵抗に対するその影響を軽減し得るよう小さく形成してある。圧力降下のかなりの部分は、小さい集収通路を使用するにもかかわらず、十分な流れ分配状態を保証することに関係する。

【0045】

好ましい実施の形態に関して本発明を説明したが、本発明はこのように限定されるものでないことが理解されよう。これに反して、特許請求の範囲に記載された本発明の精神及び範囲に含めることのできる全ての代替例、改変例及び等価物を包含することを意図するものである。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図 1】正規流れ熱交換器のコアを形成するために使用することのできる従来技術の熱交換器板の平面図である。

【図 2】熱交換器によって熱を吸引し又は運ぶことのできる装置に隣接して配置された状態で示す本発明の熱交換器の斜視図である。

【図 3】本発明の熱交換器の積層した実施の形態を示す分解斜視図である。

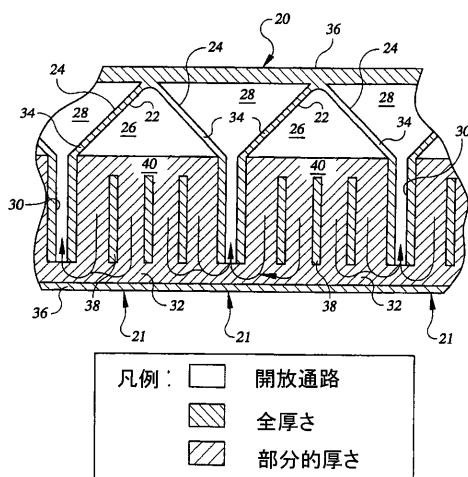
【図 4】二重支え材付きのマニホルドを有する熱交換器板の平面図、及び図 2 に示した熱交換器のコアを形成するために使用することのできる単一支え材付きのマニホルドを有する相応した熱交換器板の平面図である。

【図 5】互いに適正に整列した図 4 の熱交換器板の部分斜視図であり、これにより画成された流路を示す。

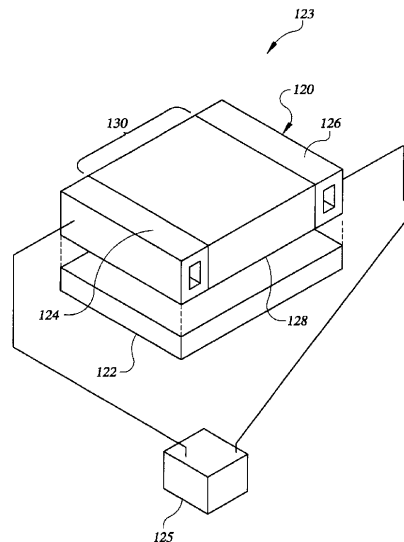
【図 6】図 2 の熱交換器を形成するために使用することのできる熱交換器板の 1 つの代替的な実施の形態を示す平面図である。

10

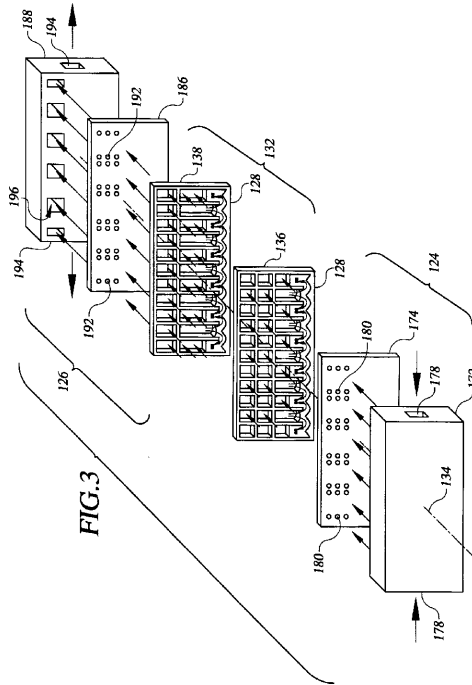
【図 1】
従来技術



【図 2】
FIG.2

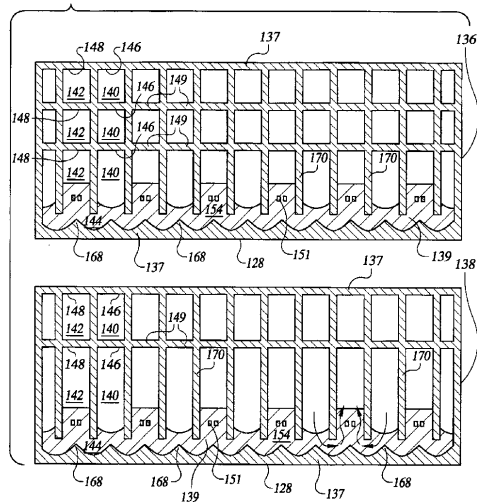


【図 3】

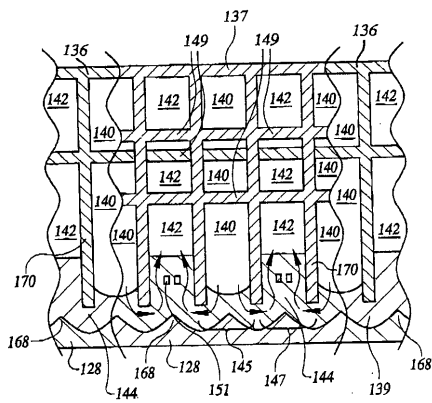


【図 4】

FIG. 4

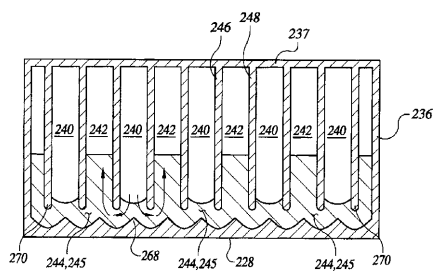


【図 5】



【図 6】

FIG. 6



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 5 K 7/20 (2006.01) H 0 5 K 7/20 M

(74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行

(74)代理人 100093089
弁理士 佐久間 滋

(72)発明者 バレンズエラ, ハビエル・エイ
アメリカ合衆国ニューハンプシャー州03763, グランサム, カレッジ・オーバールック エイ
56

(72)発明者 ヤシンスキー, トーマス・ジェイ
アメリカ合衆国ニューハンプシャー州03766, レバノン, モス・ロード 7

審査官 川端 修

(56)参考文献 特開2000-356491 (JP, A)
実開昭54-002261 (JP, U)
欧州特許出願公開第01073167 (EP, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28F 13/08

F25D 1/02

F28F 13/12

H01L 23/36

H01L 23/473

H05K 7/20