

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 5 部門第 3 区分

【発行日】平成 18 年 12 月 21 日 (2006.12.21)

【公表番号】特表 2006-511787(P2006-511787A)

【公表日】平成 18 年 4 月 6 日 (2006.4.6)

【年通号数】公開・登録公報 2006-014

【出願番号】特願 2005-502282(P2005-502282)

【国際特許分類】

F 2 8 D 15/02 (2006.01)

H 0 1 L 23/473 (2006.01)

【F I】

F 2 8 D 15/02 1 0 1 H

F 2 8 D 15/02 L

F 2 8 D 15/02 1 0 2 A

H 0 1 L 23/46 Z

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 10 月 31 日 (2006.10.31)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体冷却チャンネル式熱交換装置において、

a．互いに連結された上板及び台板を備える平板熱交換器と、

b．上記上板に連結された複数のフィンとを備え、

上記台板は、

1．加熱された状態の流体を受け取るように構成された流体インレットと、

2．上記流体インレットに連結され、上記流体を受け取り、冷却するように構成された複数のチャンネルと、

3．上記複数のチャンネルの間に連結され、流体が流されない、第 1 の密閉された複数の個別のギャップと、

4．上記複数のチャンネルに連結され、上記冷却された流体を受け取り、該冷却された流体を当該流体冷却チャンネル式熱交換装置から送出させるように構成された流体アウトレットとを備える流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 2】

上記台板に結合された第 2 の複数のフィンを更に備える請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 3】

上記第 1 の密閉された複数の個別のギャップは、気体で満たされることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 4】

上記流体インレットと上記複数のチャンネルの間に連結され、流体が流されない第 2 の密閉された複数の個別のギャップを更に備える請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 5】

上記第 2 の密閉された複数の個別のギャップは、気体で満たされることを特徴とする請

求項 4 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 6】

上記流体アウトレットと上記複数のチャンネルの間に連結され、流体が流されない第 3 の密閉された複数の個別のギャップを更に備える請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 7】

上記第 3 の密閉された複数の個別のギャップは、気体で満たされることを特徴とする請求項 6 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 8】

当該流体冷却チャンネル式熱交換装置は、熱源に接触されることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 9】

上記熱源は、マイクロプロセッサであることを特徴とする請求項 8 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 10】

当該流体冷却チャンネル式熱交換装置は、ポンプに連結されることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 11】

上記複数のチャンネルは、上記流体を凝縮するように構成されたコンデンサを備えることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 12】

上記複数のチャンネルは、上記台板の表面から垂直に突出するピンを備えることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 13】

上記流体インレット、複数のチャンネル及び流体アウトレットは、放射状の構成を有することを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 14】

上記流体インレット、複数のチャンネル及び流体アウトレットは、螺旋状の構成を有することを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 15】

上記流体インレット、複数のチャンネル及び流体アウトレットは、角のある形状の構成を有することを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 16】

上記流体インレット、複数のチャンネル及び流体アウトレットは、平行な構成を有することを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 17】

上記流体インレット、複数のチャンネル及び流体アウトレットは、蛇行する構成を有することを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 18】

当該流体冷却チャンネル式熱交換装置は、モノリシック構成を有することを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 19】

上記台板及び上板の間に挿入された導電性流体ブルーバリアを更に備える請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 20】

上記複数のフィン、共晶接合法で上記上板に連結され、上記第 2 の複数のフィンは、共晶接合法で上記台板に連結されていることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 21】

上記複数のフィンは、接着剤接合法で上記上板に連結され、上記第 2 の複数のフィンは

、接着剤接合法で上記台板に連結されていることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 2 2】

上記複数のフィンは、ろう付け法で上記上板に連結され、上記第 2 の複数のフィンは、ろう付け法で上記台板に連結されていることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 2 3】

上記複数のフィンは、溶接法で上記上板に連結され、上記第 2 の複数のフィンは、溶接法で上記台板に連結されていることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 2 4】

上記複数のフィンは、はんだ付けによって上記上板に連結され、上記第 2 の複数のフィンは、はんだ付けによって上記台板に連結されていることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 2 5】

上記複数のフィンは、エポキシ接合法で上記上板に連結され、上記第 2 の複数のフィンは、エポキシで上記台板に連結されていることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 2 6】

上記平板熱交換器は、熱伝導率が 150 W/mK より大きい材料から形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 2 7】

上記平板熱交換器は、銅から形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 2 8】

上記平板熱交換器は、アルミニウムから形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 2 9】

上記流体アウトレット及び複数のチャンネルは、精密機械仕上げされた金属から形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 3 0】

上記流体アウトレット及び複数のチャンネルは、精密機械仕上げされた合金から形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 3 1】

上記複数のフィンは、アルミニウムから形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 3 2】

上記流体は、液体、及び液体とその蒸気の組合体から選択されることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 3 3】

上記流体は、水、エチレングリコール、イソプロピルアルコール、エチルアルコール、メチルアルコール及び過酸化水素水からなるグループから選択されることを特徴とする請求項 1 記載の流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項 3 4】

二相流体冷却チャンネル式熱交換装置において、

a. 互いに連結された上板及び台板を備える平板熱交換器と、

b. 上記平板熱交換器の上板に連結された第 1 の複数のフィンとを備え、

上記台板は、

1. 第 1 の軸に沿って流体が流されるように構成された複数の二相チャンネルを備える単相領域と、

2. 上記複数の二相チャンネルに連結され、上記第1の軸に平行でない第2の軸に沿って流体が流されるように構成された複数のコンデンサチャンネルを備える凝縮領域とを備える二相流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項35】

上記単相領域及び上記凝縮領域の間に連結され、気体で満たされる密閉された複数の個別のギャップを更に備える請求項34記載の二相流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項36】

上記複数のコンデンサチャンネルに連結され、上記第1の軸に沿って流体が流されるように構成された複数の単相チャンネルを備える第2の単相領域を更に備える請求項34記載の二相流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項37】

上記複数の二相チャンネル及び上記複数のコンデンサチャンネルは、蛇行する構成を有することを特徴とする請求項34記載の二相流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項38】

上記平板熱交換器の台板に連結された第2の複数のフィンを更に備える請求項34記載の二相流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項39】

当該二相流体冷却チャンネル式熱交換装置は、熱源に接触されていることを特徴とする請求項34記載の二相流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項40】

上記熱源は、マイクロプロセッサであることを特徴とする請求項39記載の二相流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項41】

上記流体は、液体、及び液体とその蒸気の組合体から選択されることを特徴とする請求項34記載の二相流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項42】

上記流体は、水、エチレングリコール、イソプロピルアルコール、エチルアルコール、メチルアルコール及び過酸化水素水からなるグループから選択されることを特徴とする請求項34記載の二相流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項43】

上記流体は、水であることを特徴とする請求項34記載の二相流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項44】

上記平板熱交換器は、銅から形成されていることを特徴とする請求項34記載の二相流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項45】

上記平板熱交換器は、アルミニウムから形成されていることを特徴とする請求項34記載の二相流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【請求項46】

- a. 1. 流体が流されるように構成された不均等な複数の流体チャンネルと、
2. 上記不均等な複数のチャンネルの間に連結され、上記流体が流されない、密閉された複数の個別のギャップとを有し、それぞれ、流体が流されるように構成された少なくとも2つの独立した流路を備える1つ以上の流体チャンネル熱交換器と、
b. 上記1つ以上の流体チャンネル熱交換器に / から流体を循環させるように構成された1つ以上のポンプとを備える熱交換システム。

【請求項47】

複数の熱源を更に備える請求項46記載の熱交換システム。

【請求項48】

上記複数の熱源は、1つ以上のマイクロプロセッサを含むことを特徴とする請求項47記載の熱交換システム。

【請求項 4 9】

上記複数の熱源は、1つ以上のポンプを含むことを特徴とする請求項 4 7 記載の熱交換システム。

【請求項 5 0】

上記1つ以上の流体チャネル熱交換器は、加熱された状態の流体を冷却された状態に冷却するように構成されていることを特徴とする請求項 4 6 記載の熱交換システム。

【請求項 5 1】

上記少なくとも2つの独立した流路は、上記複数の熱源から加熱された状態の流体を輸送し、及び上記複数の熱源に冷却された状態の流体を輸送するように構成されていることを特徴とする請求項 5 0 記載の熱交換システム。

【請求項 5 2】

上記少なくとも2つの独立した流路は、平行に配設されていることを特徴とする請求項 4 6 記載の熱交換システム。

【請求項 5 3】

上記少なくとも2つの独立した流路は、蛇行するように構成されていることを特徴とする請求項 4 6 記載の熱交換システム。

【請求項 5 4】

上記流体は、液体、及び液体とその蒸気の組合体から選択されることを特徴とする請求項 4 6 記載の熱交換システム。

【請求項 5 5】

a . 2つのプレートの片半分のそれぞれに、機械加工によって流体チャネルを形成する工程と、
b . 上記2つのプレートの片半分のそれぞれにフィンをはんだ付けする工程と、
c . 上記流体チャネルにニッケルメッキを施す工程と、
d . 上記2つのプレートの片半分のそれぞれを連結し、2つのプレートの各片半分の流体チャネルを合体させ、漏れのない流路を形成する工程とを有する平板熱交換器の製造方法。

【請求項 5 6】

上記2つのプレートの片半分は、はんだ付けによって連結されることを特徴とする請求項 5 5 記載の平板熱交換器の製造方法。

【請求項 5 7】

上記はんだ付けは、ステンシルスクリーン印刷によって上記2つのプレートの各片半分にはんだペーストを印加し、気密された接合界面を形成することによって実行されることを特徴とする請求項 5 6 記載の平板熱交換器の製造方法。

【請求項 5 8】

上記はんだ付けは、複数のはんだ付けプロセスを含むことを特徴とする請求項 5 6 記載の平板熱交換器の製造方法。

【請求項 5 9】

上記2つのプレートの片半分は、エポキシ接合法によって連結されることを特徴とする請求項 5 5 記載の平板熱交換器の製造方法。

【請求項 6 0】

a . 第1の押出フィンを作成する工程と、
b . 第2の押出フィンを作成する工程と、
c . 機械加工によって、上記第1及び第2の押出フィンに、それぞれ相補的な流体チャネルを形成する工程と、
d . 共晶接合法、接着剤接合法、ろう付け、溶接、はんだ付け、エポキシ接合法からなるグループから選択される1つの方法によって、上記第1の押出フィンを上記第2の押出フィンに連結し、該第1及び第2の押出フィンの流体チャネルを合体させ、漏れのない流路を形成する工程とを有する平板熱交換器の製造方法。

【請求項 6 1】

上記第1の押出フィンは、はんだ付けによって第2の押出フィンに連結されることを特

徴とする請求項 6 0 記載の平板熱交換器の製造方法。

【請求項 6 2】

上記はんだ付けは、ステンシルスクリーン印刷によって 2 つの押出フィンにはんだペーストを印加し、気密された接合界面を形成することによって実行されることを特徴とする請求項 6 1 記載の平板熱交換器の製造方法。

【請求項 6 3】

上記はんだ付けは、複数のはんだ付けプロセスを含むことを特徴とする請求項 6 1 記載の平板熱交換器の製造方法。

【請求項 6 4】

上記第 1 の押出フィンは、エポキシ接合法によって第 2 の押出フィンに連結されることを特徴とする請求項 6 0 記載の平板熱交換器の製造方法。

【請求項 6 5】

a . 削出加工によってフィン状の第 1 の片半分を作成する工程と、
b . 削出加工によってフィン状の第 2 の片半分を作成する工程と、
c . 機械加工によって、上記第 1 及び第 2 のフィン状の片半分にそれぞれ相補的な流体チャンネルを形成する工程と、
d . 上記第 1 のフィン状の片半分と第 2 のフィン状の片半分とを連結し、該第 1 及び第 2 のフィン状の片半分の流体チャンネルを合体させ、漏れのない流路を形成する工程とを有する平板熱交換器の製造方法。

【請求項 6 6】

上記 2 つのフィン状の片半分は、はんだ付けによって連結される請求項 6 5 記載の平板熱交換器の製造方法。

【請求項 6 7】

上記はんだ付けは、ステンシルスクリーン印刷によって 2 つのフィン状の各片半分にはんだペーストを印加し、気密された接合界面を形成することによって実行されることを特徴とする請求項 6 6 記載の平板熱交換器の製造方法。

【請求項 6 8】

上記はんだ付けは、複数のはんだ付けプロセスを含むことを特徴とする請求項 6 6 記載の平板熱交換器の製造方法。

【請求項 6 9】

上記 2 つのフィン状の片半分は、エポキシ接合法によって連結されることを特徴とする請求項 6 5 記載の平板熱交換器の製造方法。

【請求項 7 0】

流体冷却チャンネル式熱交換装置において、

- a . 互いに連結された上板及び台板を備える平板熱交換器と、
- b . 上記上板に連結された第 1 の複数のフィンと、
- c . 上記台板に連結された第 2 の複数のフィンとを備え、

上記台板は、

- 1 . 加熱された状態の流体を受け取るように構成された流体インレットと、
- 2 . 上記流体インレットに連結され、流体を受け取り、冷却するように構成された複数の不均等なチャンネルと、
- 3 . 上記複数のチャンネルに連結され、上記冷却された流体を受け取り、該冷却された流体を当該流体冷却チャンネル式熱交換装置から送出させるように構成された流体アウトレットとを備え、

上記第 1 の複数のフィンは、共晶接合法、接着剤接合法、ろう付け、溶接、はんだ付け、エポキシ接合法からなるグループから選択される 1 つの方法によって、上記上板に連結され、上記第 2 の複数のフィンは、共晶接合法、接着剤接合法、ろう付け、溶接、はんだ付け、エポキシ接合法からなるグループから選択される 1 つの方法によって、上記台板に連結されている流体冷却チャンネル式熱交換装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】 明細書

【発明の名称】 チャンネル式平板フィン熱交換システム、装置及び方法

【関連出願】

【0001】

この特許出願は、引用により本願に援用される、2002年11月1日出願された、係属中の米国仮特許出願第60/423,009号、発明の名称「マイクロチャンネルヒートシンクによる高適応性流体輸送及びホットスポット冷却方法(METHODS FOR FLEXIBLE FLUID DELIVERY AND HOTSPOT COOLING BY MICROCHANNEL HEAT SINKS)」について、米国特許法第119条(e)項35米国連邦法規類集119に基づく優先権を主張する。また、この特許出願は、引用により本願に援用される、2003年1月24日出願された、係属中の米国仮特許出願第60/442,383号、発明の名称「CPU冷却用に最適化されたプレートフィン熱交換器(OPTIMIZED PLATE FIN HEAT EXCHANGER FOR CPU COOLING)」について、米国特許法第119条(e)項に基づく優先権を主張する。更に、この特許出願は、引用により本願に援用される、2003年3月17日出願された係属中の米国仮特許出願第60/455,729号、発明の名称「多孔構造を有するマイクロチャンネル熱交換装置及びその製造方法(MICROCHANNEL HEAT EXCHANGER APPARATUS WITH POROUS CONFIGURATION AND METHOD OF MANUFACTURING THEREOF)」について、米国特許法第119条(e)項に基づく優先権を主張する。

【技術分野】

【0002】

本発明は、熱交換器に関連する。詳しくは、本発明は、流体冷却チャンネル式平板フィン熱交換器(fluid cooled channeled flat plate fin heat exchange device)を最適に活用するシステム、装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0003】

電子部品の進歩により、より小さなパッケージ寸法において発生する熱量が大きくなっている。このため、これらの電子部品から発生する熱を放散(dissipate)させる必要がある。例えば、現在、50~150Wの範囲のパーソナルコンピュータの中央演算処理装置(Central Processing Unit:以下、CPUという。)から熱を放散させる必要がある。

【0004】

現在、電子部品の主な冷却方法としては、ヒートシンク及びヒートパイプを用いた強制及び自然対流空冷法が広く用いられている。アルミニウムを押出成形又はダイキャスト鑄造したフィンヒートシンクを用いている従来の空冷システムは、小型のサイズで、低い熱抵抗を維持しながら、チップ表面の高熱流束を冷却し、又は大きな熱放散を実現するためには、十分とは言えない。更に、これらの空冷式ヒートシンクは、有効に機能させるためには、かなりの表面積を必要とする。増大した熱負荷を伝導できるようにするためには、空冷式ヒートシンクは、更に大きくする必要がある。ヒートシンクのサイズを大きくすると、ヒートシンクによる背圧を克服するために、より大きなファンを用いる必要が生じる。換言すれば、従来の空冷式ヒートシンクは、大きな空間を必要とする一方で、気流の流入及び排出通路を塞いでしてしまうという問題がある。したがって、従来の冷却法は、熱を除去する仕事量に適していない。

【0005】

更に、より大きいファンを使用することにより、冷却装置から生じる音響騒音が大きくなり、また、冷却システムによって消費される電力も大きくなる。例えば、従来の解決法では、複数のヒートパイプを用い、強い気流によって、大きなヒートシンクに熱を輸送し

ている。これにより、望ましくない大きな騒音が生じる。

【0006】

更に、従来のファンを用いた放熱方法では、ファンがヒートシンク上の一方向に空気を吹き付けるように配設されているため、一方向だけにしか熱を輸送できないという欠点がある。このような制限により、ヒートシンク全体に亘って、同様に、電子部品全体に亘って、温度勾配が均一でなくなる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、これらの課題及び他の短所を鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、より効率的で効果的な冷却装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

流体冷却チャンネル式熱交換のための装置、方法及びシステムを開示する。流体冷却チャンネル式熱交換器は、チャンネル熱交換器を介して、流体を循環させ、単位体積当たりの高い熱放散効率及び輸送面積を実現する。熱交換器は、好ましくは、 200 W/m K 未満の、非常に高い熱伝導性の材料から形成される。好ましいチャンネル熱交換器は、2つの平板と、これらの平板に連結された複数のフィンとを備える。少なくとも1つのプレートは、好ましくは、加熱された状態の流体を受け取る。流体は、好ましくは、熱源（例えば、CPU）から熱を輸送する。具体的には、少なくとも1つのプレートは、加熱された状態の流体を受け取り、凝縮し、冷却するように構成された複数のコンデンサチャンネルを備える。冷却された状態の流体は、好ましくは、デバイスから熱源に輸送され、これにより、熱源が冷却される。

【0009】

電子部品の小型化により、集積回路の加熱に関連する重大な問題が生じている。比較的小さい表面積で、 100 W/cm^2 を超える熱流束レベルを有効に冷却する要求が益々高まっている。現在、高い熱（電力）密度の電子デバイスのための、コンパクトな熱対策が必要とされている。例えば、ダイサイズが縮小される一方で、チップ電力は、上昇する傾向にあり、このため、高性能プロセッサでは、電力密度が著しく高まっているが、このようなプロセッサに対する有効な熱対策は、存在していない。

【0010】

空気は、低密度のため、単位重量当たりの熱伝達能力が制限されている。これとは対照的に、液体は、より高い密度のために、単位重量当たりの熱伝達能力が著しく優れている。例えば、強制空冷の熱伝達係数は、 20 W/m^2 であるが、水冷による熱伝達係数は、 9000 W/m^2 もある。

【0011】

本発明に基づき、冷却された流体を利用することによって、より高い熱伝達率のため、必要とされる表面積を著しく縮小しながら、熱を放散することができる。更に、本発明により、より少ない流量及びより小さな騒音で、より大きな熱を放散させることができる。更に、本発明により、X-Y方向における実質的な温度均一性を達成することができる。本発明の好ましい実施の形態では、低い熱抵抗による周囲への放熱に加えて、X-Y方向における実質的な温度均一性を達成することができる。

【0012】

ここに開示する流体冷却チャンネル式熱交換器の実施の形態により、単位体積当たりの熱伝達率を著しく高めることができる。形状に関するパラメータは、対流熱変換特性に重要な影響を与える。したがって、本発明を用いて熱交換システムを設計し、好ましくは、キーパラメータを最適化することにより、流体冷却チャンネル式平板フィン熱交換器は、単位体積当たりに大きな熱を放散することができる効率的で経済的な装置として機能できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明が提供する流体冷却チャンネル式平板フィン熱交換器 (fluid cooled channelled flat plate fin heat exchange device) の実施の形態は、例えば、CPU、集積回路、マイクロプロセッサ等の電子部品を含む熱源の冷却に用いられように最適化され、単位体積当たりの伝熱面積 (heat transfer area) を広くすることができる。更に、本発明は、熱交換器の X - Y 方向における温度均一性を最適化するとともに、低い熱抵抗で周囲に熱を放散させる。なお、従来の放熱方法では、熱を一方向にしか伝導できないという問題があった。例えば、本発明の実施の形態では、シリコン又は他の材料にエッチングされた、流体により冷却されるチャンネルを用いることによって、 $100\text{ W} / \text{cm}^2$ を超える熱流束を放散することができる。

【0015】

流体冷却チャンネル式熱交換器の好ましい実施の形態は、5 mm より小さい水力直径 (hydraulic diameter) を有するチャンネルを備える。低い熱抵抗で周囲に熱を放散させるためには、流体により冷却されるチャンネルに加えて、高アスペクト比のフィンが必要である。

【0016】

单相流の流体により冷却されるチャンネルを有する平板熱交換器 100 を図 1 A、図 1 B、図 1 C、図 1 D、図 1 E に示す。図 1 A は、本発明に基づき、流体が直接チャンネルに接触して单相流冷却を行う流体冷却チャンネル式平板フィン熱交換器 (fluid cooled channelled flat plate fin heat exchange device) 100 の台板の平面図である。

【0017】

具体的には、図 1 A は、平板熱交換器 100 の一部を示している。平板熱交換器 100 は、上板 103' (図 1 C ~ 図 1 E) と、これに結合される台板 103 とを備える。更に、平板熱交換器 100 は、上板 103' (図 1 C ~ 図 1 E) に連結された複数のフィン 106' を備える。台板 103 は、流体インレット 101 を備え、流体インレット 101 には、加熱された状態の流体が流入する。更に、台板 103 は、好ましくは、流体インレット 101 に連結された複数のコンデンサチャンネル 104 を備える。複数のコンデンサチャンネル 104 は、加熱された状態の流体が供給され、冷却するように構成されている。更に、台板 103 は、複数のコンデンサチャンネル 104 に連結された流体アウトレット 102 を備える。この流体アウトレット 102 は、冷却された流体が供給され、冷却された流体を台板 103 から流出させる。他の実施の形態では、複数のコンデンサチャンネル 104 は、更に、流体を凝縮するように構成される。

【0018】

平板熱交換器 100 は、好ましくは、例えばアルミニウム等の、 $200\text{ W} / \text{m K}$ 未満の非常に高い熱伝導率を有する材料から形成されている。他の実施の形態として、平板熱交換器 100 は、半導体材料から形成してもよい。他の実施の形態として、熱伝導率が $200\text{ W} / \text{m K}$ より大きい材料を用いてもよい。

【0019】

熱源 (例えば、CPU) からの熱を輸送する流体は、一方の側から平板熱交換器 100 に流入し、平板熱交換器 100 の反対側から流出される。具体的には、流体は、流体インレット 101 を介して、矢印 101' によって示される方向で平板熱交換器 100 に流入する。また、流体は、流体アウトレット 102 を介して、矢印 102' によって示される方向で平板熱交換器 100 から流出される。冷却プロセスに用いる流体は、好ましくは、水であるが、他の実施の形態として、流体は、水、エチレングリコール、イソプロピルアルコール、エチルアルコール、メチルアルコール及び過酸化水素水からなるグループから選択してもよい。他の実施の形態として、流体は、液体、及び液体とその蒸気の組合体から選択してもよい。この実施の形態では、流体インレット 101 と流体アウトレット 102 は、それぞれ平板熱交換器 100 の反対側に配置されているが、流体インレット 101 と流体アウトレット 102 は、隣り合う側面に設けてもよい。

【0020】

平板熱交換器 100 の上板 103' (図 1 C ~ 図 1 E) 及び台板 103 は、好ましくは、摺合せ (fitting) によって結合される。平板熱交換器 100 の寸法は、例えば 120

mm × 90 mm × 88 mm である。本発明の好ましい実施の形態では、平板熱交換器 100 の上板 103' (図 1C ~ 図 1E) は平坦であり、平板熱交換器 100 の台板 103 に相互に結合するように構成されている。台板 103 は、好ましくは、流体が流されるように構成された複数のコンデンサチャネル 104 を備える。複数のコンデンサチャネル 104 は、好ましくは、機械加工された後、台板 103 に (好ましくは、ニッケル又は銅等の代替物によって) メッキが施され、これにより、チャネルのアスペクト比が高められる。特に、单相流の場合、高アスペクト比が好ましい。このようなアスペクト比を達成できる既存の技術としては、プラズマエッチング、LIGA 製造及び半導体製造技術 (主としてシリコン) 等がある。

【0014】

他の実施の形態において、コンデンサチャネル 104 は、シリコンから形成される。シリコンは、チャネルの側壁に熱を有効に輸送する比較的高い熱伝導率 ($\sim 120 \text{ W/mK}$) を有するため、他の実施の形態として、コンデンサチャネル 104 に用いることができる。更に他の実施の形態として、コンデンサチャネル 104 の材料には、炭化シリコン及びダイヤモンドを用いてもよい。更に、他の実施の形態において、複数のコンデンサチャネル 104 は、高アスペクト比の微小加工材料又は精密機械仕上げされた金属又は合金から形成してもよい。

【0015】

本発明の好ましい実施の形態では、コンデンサチャネル 104 は、1 ~ 6 mm の範囲内の深さと、0.5 ~ 4 mm の範囲内の幅を有する。これらのアスペクト比により、チャネル側壁に対して、全ての流体が高い熱対流係数を維持するとともに、圧力低下を最小に抑えながら、流体冷却チャネル式熱交換器を介して、大量の流体をポンピングすることができる。

【0016】

他の実施の形態では、複数のコンデンサチャネル 104 が台板 103 にスタンピングされる。更に他の実施の形態として、導電性流体ブルーフバリア (conductive fluid proof barrier) (図示せず) を台板 103 及び上板 103' (図 1C ~ 図 1E) に連結し、マイクロプロセッサを上板及び導電性流体ブルーフバリアの間に挿入して保持してもよい。

【0017】

図 1A に示すように、複数のコンデンサチャネル 104 は、好ましくは、蛇行するように構成された、丸められたコーナ 105 を備える。図 1A に示す蛇行構成は、様々な蛇行構成の一例である。本発明の他の実施の形態においては、複数のコンデンサチャネル 104 は、平行、放射状、螺旋状又は角のある形状に構成してもよい。螺旋構造を有するチャネルについては、後に、本発明の他の実施の形態として説明する。コンデンサチャネルの幾何学的構成にかかわらず、複数のコンデンサチャネル 104 に丸められたコーナ 105 を用いることにより、圧力効果を最小化することができる。

【0018】

複数のフィン 106 は、平板熱交換器 100 の台板 103 に連結される。図 1A に示す複数のフィン 106 は、コンデンサチャネル 104 に対して垂直に配設される。換言すれば、複数のフィン 106 により、図 1D に示すように、空気は、複数のコンデンサチャネル 104 に垂直な状態で流れる。なお、複数のフィン 106 は、好ましくは、複数のコンデンサチャネル 104 に平行に構成される。図 1C は、好ましい平行なフィンの構成を示し、図 1D は、垂直な構成を示してゐる。図 1C に示す、平行なフィンの構成は、幾つかの平行な構成の一例であり、図 1D に示す垂直なフィンの構成は、幾つかの垂直な構成の一例である。第 2 の複数のフィン 106' (図 1C ~ 図 1E) は、複数のフィン 106 同様に、平板熱交換器 100 の上板 103' (図 1C ~ 図 1E) に連結される。複数のフィン 106 及び第 2 の複数のフィン 106' (図 1C ~ 図 1E) は、好ましくは、複数のフィンに亘って 45 cfm の気流速度 (airflow rate) を有する。他の実施の形態として、複数のフィンは、ピン構成、螺旋構成又は放射状の構成を有していてもよい。

【0019】

平板熱交換器 100 の（それぞれフィン有する）2つのプレートの片半分は、図 1 C、図 1 D 及び図 1 E に示すように、互いに連結される。これに代えて、複数のフィン 106 を各プレートの片半分にはんだ付けした後、はんだ付け又はろう付けによって2つの片半分の結合してもよい。

【0020】

平板熱交換器 100 の複数のフィン 106、台板 103 及び第 2 の複数のフィン 106'（図 1 C～図 1 E）、及び上板 103'（図 1 C～図 1 E）は、好ましくは、アルミニウムから形成され、また、好ましくは、陽極接合法によって連結される。他の実施の形態として、これらの部品は、融接、共晶接合、接着剤、ろう付け、溶接、はんだ付け、エポキシ又はこれに類する手法で連結してもよい。更に、平板熱交換器 100 は、モノリシック構成（すなわち、熱交換器の部品が単一のユニットから構成、形成又は作成されている。）であってもよい。

【0021】

本発明の好ましい実施の形態は、熱源から加熱された状態の流体を受け取るように構成される。更に、本発明に係る熱交換器は、好ましくは、ポンプ又は流体を供給するための他の手段（図示せず）及び周囲により多くの熱を放散させるためのファン等の気流を生成するための手段（図示せず）に連結される。加熱された状態の流体は、平板熱交換器 100 に供給され、複数のコンデンサチャンネル 104 を介して加熱された流体を循環させることによって熱が放散する。加熱された流体は、好ましくは、ポンプによって熱交換器に供給される。本発明の他の実施の形態において、マイクロプロセッサ等の熱源は、平板熱交換器 100 の部品の間に挿入される。本発明の更に他の実施の形態では、平板熱交換器 100 は、別の手法で熱源に直接連結される。

【0022】

本発明の好ましい実施の形態では、CPU からの 120 W の熱を 150 ミリリットル / 分の流量の水で冷却する。従来の手法とは異なり、流体の通路のための本発明のマルチ流路構成では、コンパクトな体積で効率的な冷却を実現することができる。

【0023】

図 1 B に示す平板熱交換器 100 の実施の形態では、図 1 A に示す平板熱交換器 100 は、更に、密閉された複数の個別のギャップ 107 を備える。図 1 B に示すように、密閉された複数の個別のギャップ 107 は、流体インレット 101 及び複数のコンデンサチャンネル 104 の間に連結される。密閉された個別のギャップ 107 には、流体が流されず、好ましくは、気体で満たされている。これらの密閉された個別のギャップ 107 は、例えば、流体インレット 101 から複数のコンデンサチャンネル 104 を介して流体アウトレット 102 に流体が移動する間、流体における温度が変化することを防止する機能を担う。なお、図 1 B に示す密閉された個別のギャップ 107 の位置は、例示的なものに過ぎない。また、他の実施の形態として、複数の更なる密閉された個別のギャップを用いてもよい。例えば、他の実施の形態において、密閉された複数の個別のギャップ（図示せず）を複数のコンデンサチャンネル 104 の間に連結してもよい。また、他の実施の形態において、密閉された複数の個別のギャップ（図示せず）を流体アウトレット 102 及び複数のコンデンサチャンネル 104 の間に連結してもよい。

【0024】

図 1 C は、上述した単相流体冷却チャンネル式の平板熱交換器 100 の斜視図である。この平板熱交換器 100 は、好ましくは、平板である。平板熱交換器 100 は、台板 103 及び上板 103' を備える。流体は、矢印 101' によって示される方向で流体インレット 101 を介して平板熱交換器 100 に入る。流体は、流体アウトレット 102（図 1 A）を介して、平板熱交換器 100 から送出される。上述のように、台板 103 は、流体が流されるように構成された複数のコンデンサチャンネル 104 を備える。複数のコンデンサチャンネル 104 は、丸められたコーナ 105 を有し、好ましくは、機械加工された後、平板熱交換器 100 の台板 103 にニッケルメッキが施される。

【0025】

図 1 A に関連して説明したように、複数のフィン 106 は、コンデンサチャンネルに対して平行な構成で平板熱交換器 100 の台板 103 に連結される。同様に、第 2 の複数のフィン 106' は、平板熱交換器の上板 103' に連結される。これに代えて、フィン 106' は、上板 103' に一体的に形成してもよい。

【0026】

図 1 D は、図 1 A を用いて上述したように複数のフィン 106 が垂直な構成で平板熱交換器の台板 103 に連結される本発明の更に他の実施の形態を示している。

【0027】

図 1 E は、複数のフィン 106 が平行な構成で平板熱交換器の台板 103 に連結される本発明の更に他の実施の形態を示している。平板熱交換器 100 は、台板 103 及び上板 103' を備える。流体は、矢印 101' によって示される方向で流体インレット 101 を介して平板熱交換器 100 に入る。流体は、流体アウトレット（図示せず）を介して平板熱交換器 100 から送出される。台板 103 は、流体が流されるように構成された複数のピン状のコンデンサチャンネル 104 を備える。複数のピン状のコンデンサチャンネル 104 は、好ましくは、台板 103 の表面から垂直に立ち上がっている。

【0028】

図 2 A は、二相流冷却用に構成された流体冷却チャンネル式平板フィンの熱交換器 200 の台板の平面図である。流体は、熱交換器 200 のチャンネルに直接接触する。表面積対体積の比は、流体チャンネル内の冷却効率を左右する主要なパラメータである。また、熱交換器 200 の流体の圧力低下は、総チャンネル長、屈曲部の数、及びコンデンサチャンネルの屈曲部の幅に依存する。

【0029】

流体は、流体インレット 201 を介して、矢印 201' によって示される方向で熱交換器 200 に流入する。流入する流体は、好ましくは、液体であるが、例えば、蒸気、又は蒸気と液体の混合体等の二相流の流体であってもよい。流体は、流体アウトレット 202 を介して、矢印 202' によって示される方向で熱交換器 200 から送出される。送出される流体は、好ましくは、液体である。この具体例では、流体インレット 201 及び流体アウトレット 202 は、それぞれ熱交換器 200 の反対側に配置されているが、流体インレット 201 及び流体アウトレット 202 は、同じ面又は隣り合う側面に設けてもよい。

【0030】

二相流の流体で冷却を行う実施の形態では、二相流の流体を凝縮する領域と、単相流の流体を冷却する領域とを有する独特なチャンネル形状を用いる。二相凝縮領域は、本質的には、二相凝縮領域内で蒸気圧低下を減少させるように接続された複数の二相チャンネルである。凝縮された後の、加熱されている単相流の流体は、冷却側（cold side）において、マルチ流路コンデンサチャンネルを通過して、熱交換器 200 から送出される。

【0031】

具体的には、熱交換器 200 は、上板（図示せず）と、これに結合される台板 203 とを備える。更に、熱交換器 200 は、台板 203 に連結された複数のフィン 208 を備える。好ましい実施の形態では、熱交換器 200 は、更に、上板に連結された第 2 の複数のフィン（図示せず）を備える。平板熱交換器 200 及び複数のフィン 208 は、好ましくは、例えばアルミニウム等、 200 W/m K 以下の高い熱伝導性を有する材料から形成される。他の実施の形態として、平板熱交換器 200 及び複数のフィン 208 は、半導体材料から形成してもよい。他の実施の形態として、熱伝導率が 200 W/m K より大きい材料を用いてもよい。

【0032】

平板熱交換器 200 の台板 203 は、第 1 の軸に沿って、蒸気、又は液体とその蒸気の混合体の何れかである流体が流れるように構成された複数の二相チャンネル 204' を有する二相領域 204 を備える。流体は、水が好ましいが、他の実施の形態として、流体は、水、エチレングリコール、イソプロピルアルコール、エチルアルコール、メチルアルコール及び過酸化水素水からなるグループから選択してもよい。他の実施の形態として、流体

は、液体、及び液体とその蒸気の組合体から選択してもよい。

【0033】

更に、台板203は、複数の二相チャンネル204'に連結された複数のコンデンサチャンネル205'を含む凝縮領域205を備える。複数のコンデンサチャンネル205'は、第1の軸に平行ではない（好ましくは、垂直な）第2の軸に沿って流体が流されるように構成され、凝縮を促進するために蒸気圧低下を減少させる。好ましくは、複数の二相チャンネル204'及び複数のコンデンサチャンネル205'は、蛇行するように構成される。図2Aに示す複数の二相チャンネル204'及び複数のコンデンサチャンネル205'は、様々な蛇行構成の一例である。

【0034】

他の実施の形態において、台板203は、更に、複数のコンデンサチャンネル205'に連結された複数の単相チャンネル（図示せず）を備える第2の単相領域（図示せず）を備える。複数の単相チャンネルは、第1の軸に沿って流体が流されるように構成される。

【0035】

本発明の一実施の形態では、熱交換器200は、熱源に接触される。熱源は、好ましくは、マイクロプロセッサであるが、他の実施の形態として、他の電子部品が熱源であってもよい。

【0036】

図1Aに示す単相流の実施の形態と同様に、平板熱交換器200の台板203は、複数の二相チャンネル204'及び複数のコンデンサチャンネル205'に連結される。更に、複数のフィン208は、平板熱交換器200の台板203に連結される。第2の複数のフィン（図示せず）は、第1の複数のフィン208と同様に、平板熱交換器200の上板（図示せず）に連結される。このフィンは、一連の平行なフィンであることが好ましいが、他の実施の形態として、垂直な構成を有していてもよく、或いは、ピンフィン、螺旋状のフィン、又は放射状のフィンを含んでいてもよい。平板熱交換器200の（それぞれフィンを有する）2つのプレートの片半分は、図1A又は図1Eに示す実施の形態に対して、図1C及び図1Dに示した手法で互いに連結される。

【0037】

簡潔に言えば、二相領域204は、流体インレット201から、複数の二相チャンネル204'を介して、（好ましくは、液体であるが、他の実施の形態においては、蒸気、又は蒸気と液体の混合体であってもよい）流体が流されるように構成された第1の部分である。一方、凝縮領域205は、複数のコンデンサチャンネル205'を介して流体アウトレット202に単相流の流体が流されるように構成された第2の部分である。複数のフィン208は、チャンネル内の流体によって輸送された熱を更に放散させる。

【0038】

図1Bに示す平板熱交換器100と同様、図2Bに示す平板熱交換器100は、更に、密閉された複数の個別のギャップ207を備える。これらの密閉された個別のギャップ207は、好ましくは、二相領域204の複数の二相チャンネル204'及び凝縮領域205の複数のコンデンサチャンネル205'の間に連結される。密閉された個別のギャップ207には、流体が流されず、好ましくは、気体で満たされている。この実施の形態では、これらの密閉された個別のギャップ207は、流体インレット201から複数の二相チャンネル204'を介して複数のコンデンサチャンネル205'に及び流体アウトレット202を介して流体が移動する間、流体における温度が変化することを防止する機能を担う。なお、図2Bに示す密閉された個別のギャップ207の位置は、例示的なものに過ぎない。また、他の実施の形態として、複数の更なる密閉された個別のギャップを用いてもよい。例えば、一実施の形態として、更なる密閉された複数の個別のギャップ（図示せず）を流体インレット201及び複数の二相チャンネル204'の間に連結してもよい。また、他の実施の形態において、密閉された複数の個別のギャップ（図示せず）を流体アウトレット202及び複数のコンデンサチャンネル205の間に連結してもよい。

【0039】

図3は、流体冷却チャンネル式平板フィンの熱交換器300の台板303が螺旋状に構成された本発明の他の実施の形態の平面図である。図3に示す台板303は、様々な螺旋状の構造を有する実施の形態の1つに過ぎない。図3に示す実施の形態では、温められた流体は、中央から熱交換器300に入り、台板303内を螺旋状に移動し、冷却された状態で、周縁部から送出される。ファン（図示せず）からの気流は、中心（最低速度）から端（最高速度）に向けて高くなる速度勾配で、複数のフィン306及び台板303に衝突する。この結果、非常にコンパクトな構成で、空間を節約できるとともに、効率的で有効な熱放散を実現することができる。

【0040】

詳しくは、流体は、矢印301'によって示される方向で流体インレット301を介して単相流体冷却チャンネル式の熱交換器300に入る。流体は、矢印302'によって示される方向で流体アウトレット302を介して熱交換器300から送出される。図3に示す熱交換器300は、図1A、図1B又は図1Eに示す実施の形態に対して、図1C及び図1Dに示した手法で互いに連結された上板（図示せず）及び台板303を備える。本発明の好ましい実施の形態においては、平板熱交換器300の上板（図示せず）は、平坦であり、台板303に相補的に連結されるように構成されている。台板303は、流体が流されるように構成された複数のチャンネル304を備える。複数のチャンネル304は、好ましくは、機械加工された後、台板303にニッケルメッキが施される。複数のチャンネル304は、丸められたコーナ305を有し、図3に示すように、螺旋状に構成されている。このような螺旋状のチャンネルプレートフィン熱交換器の断面の寸法は、幅0.5mm～3mm深さ0.5mm～6mmに形成するとよい。図3に示す複数のチャンネル304は、様々な螺旋状の構成の一例である。

【0041】

第1の複数のフィン306は、平板熱交換器300の台板303に連結される。第2の複数のフィン（図示せず）は、第1の複数のフィン306と同様に、平板熱交換器300の上板（図示せず）に連結される。このフィンは、一連の平行なフィンであることが好ましいが、他の実施の形態として、垂直な構成を有していてもよく、或いは、ピンフィン、螺旋状のフィン、又は放射状のフィンを含んでいてもよい。

【0042】

平板熱交換器300の（それぞれフィンを有する）2つのプレートの片半分は、互いに連結される。平板熱交換器300の第1の複数のフィン306、台板303及び第2の複数のフィン（図示せず）及び上板（図示せず）は、好ましくは、例えば、アルミニウム等、200未満W/mKの熱伝導性が高い材料から形成され、陽極接合法によって連結される。他の実施の形態として、これらは、半導体材料又は熱伝導率が200W/mKより大きい材料から形成してもよい。

【0043】

図4は、流体冷却チャンネル式の熱交換器400の側面図である。図には示さないが、熱交換器400の台板内のチャンネルは、図3に示すように、螺旋状に構成される。

【0044】

具体的には、冷気は、図4の紙面に入る方向又は紙面から出る方向に流される。ファン（図示せず）は、冷気を取り込み、複数のフィン403に冷気を吹き付ける。台板404には、複数のフィン403が連結される。台板404は、連結された台板及び上板のチャンネル405内に複数のチャンネルを備える。チャンネル405は、上述したように、流体が流されるように構成される。図4に示す複数のフィン403及び熱交換器400の他の部品も、上述した通りである。

【0045】

図5は、台板チャンネルが放射状の構造を有する二相流冷却のための流体冷却チャンネル式平板フィンの熱交換器500の台板の平面図である。図5に示す放射状構成は、様々な放射状構成の一例である。具体的には、流体は、矢印501'によって示される方向で流体インレット501を介して熱交換器500に入る。また、流体は、矢印502'によって

示される方向で流体アウトレット 502 を介して熱交換器 500 から送出される。図 5 に示す熱交換器 500 は、例えば、アルミニウム等、好ましくは、 200 W/m K 未満の高い熱伝導性の材料から形成され、互いに連結された上板（図示せず）及び台板 503 を備える。他の実施の形態として、平板熱交換器 500 は、半導体材料から形成してもよい。他の実施の形態として、熱伝導率が 200 W/m K より大きい材料を用いてもよい。

【0046】

本発明の好ましい実施の形態においては、平板熱交換器 500 の上板（図示せず）は、平坦であり、台板 503 は、流体が流されるように構成された複数のチャンネル 504 を備える。複数のチャンネル 504 は、好ましくは、機械加工された後、熱交換器 500 の台板 503 にニッケルメッキが施される。複数のチャンネル 504 は、丸められたコーナ 505 を有し、放射状に構成される。

【0047】

台板 503 には、複数のフィン 506 が連結される。第 2 の複数のフィン（図示せず）は、複数のフィン 506 と同様に、平板熱交換器 500 の上板（図示せず）に連結される。このフィンは、一連の平行なフィンであることが好ましいが、他の実施の形態として、垂直な構成を有していてもよく、或いは、ピンフィン、螺旋状のフィン、又は放射状のフィンを含んでいてもよい。平板熱交換器の（それぞれフィンをも有する）2つのプレートの片半分は、互いに連結される。熱交換器 500 の複数のフィン 506、台板 503 及び第 2 の複数のフィン（図示せず）及び上板（図示せず）は、好ましくは、例えば、アルミニウムから形成され、陽極接合法によって連結される。

【0048】

図 6 は、二相流体冷却チャンネル式の熱交換器 600 の側面図である。図には示さないが、熱交換器 600 の台板内のチャンネルは、図 5 に示すように、放射状に構成される。

【0049】

具体的には、冷気は、図 6 の紙面に入る方向又は紙面から出る方向に流される。ファン（図示せず）は、冷気を取り込み、複数のフィン 603 に冷気を吹き付ける。台板 604 には、複数のフィン 603 が連結される。台板 604 は、連結された台板及び上板のチャンネル 605 内に複数のチャンネルを備える。チャンネル 605 は、上述したように、流体が流されるように構成される。図 6 に示す複数のフィン 603 及び熱交換器 600 の他の部品も、上述した通りである。

【0050】

図 7 A は、熱源 701 と、流体冷却チャンネル式平板フィンの熱交換器 703 と、ポンプ 709 とを備える熱交換システム 700 の構成を示している。熱交換器 703 は、液体が流されるように構成された少なくとも 2 つの流路を備える。図 7 A に示す実施の形態は、2 つの流路、すなわち第 1 の流路 705 と第 2 の流路 707 とを備える。第 1 の流路 705 及び第 2 の流路 707 は、好ましくは、個別に分離されている。なお、熱交換器 703 は、図 2 A の説明に開示されている熱交換器と基本的に同様であるが、なお、熱交換器 703 は、個別に分離された少なくとも 2 つの流路を備える。更に、他の実施の形態において、熱交換器 703 は、図 2 B の説明に開示されているものと基本的に同様であるが、なお、熱交換器 703 は、図 2 B に示すギャップに加えて個別に分離された少なくとも 2 つの流路を備える。

【0051】

熱交換器 703 は、好ましくは、加熱された状態から冷却された状態に流体を冷却するように構成される。ポンプ 709 は、加熱された状態と冷却された状態で熱交換器 703 に / から流体を循環させるように構成される。更に、熱源 701 は、好ましくは、マイクロプロセッサである。

【0052】

実際の動作では、流路 702 は、熱源 701 を熱交換器 703 に連結する。なお、熱交換器 703 の第 1 の流路 705 及び第 2 の流路 707 は、熱交換器 703 内に含まれており、流路 702、702'、704、704' とは区別される。流路 702 は、熱源 701

から、熱交換器 703 の第 1 の流路 705 に加熱された状態で流体を輸送するように構成される。熱源 701 からの加熱された状態の流体は、第 1 の流路 705 を介して、循環し、冷却される。この循環及び冷却の後、流体は、冷却された状態で、流路 702' を介して熱交換器 703 から送出される。流路 702' は、熱交換器 703 をポンプ 709 に連結し、冷却された状態で流体を熱交換器 703 からポンプ 709 に輸送するように構成される。流路 704 は、ポンプを熱交換器 703 に連結する。流路 704 は、ポンプ 709 から熱交換器 703 の第 2 の流路 707 に冷却された状態で流体を輸送するように構成される。第 2 の流路 707 は、好ましくは、流路 705 から分離され、流路 702、702' には連結されない。ポンプ 709 からの冷却された状態の流体は、第 2 の流路 707 を介して循環し、熱交換器 703 によって冷却される。この循環及び冷却の後、流体は、冷却された状態で、流路 704' を介して熱交換器 703 から送出される。流路 704' は、熱交換器 703 を熱源 701 に連結し、熱交換器 703 から熱源 701 に冷却された状態で流体を輸送するように構成され、これにより、熱源 701 を冷却する。

【0053】

図 7B は、本発明に基づく熱交換システム 720 の構成を示す。熱交換システム 720 は、複数の熱源 701、701'、701" と、複数の流体チャネルの熱交換器 703、703'、703" と、複数のポンプ 709、709' とを備える。なお、複数の熱源 701、701'、701"、複数の流体チャネル熱交換器 703、703'、703" 及び複数のポンプ 709、709' は、単にこれらが複数個あることを例示的に示しているに過ぎない。更に、ここに示す様々な要素の構成は、単に熱交換システムを例示的に示しているに過ぎず、熱交換システムの他の実施の形態として、様々な要素を様々な連結することができる。例えば、一実施の形態として、複数の熱源（例えば、チップ）が流体を加熱し、それぞれが個別の流体チャネルの熱交換器を介して、加熱された流体を送るように、ここに示す様々な要素を構成してもよい。また、他の構成として、複数のポンプ又はポンプ及び熱源の組合せが別々の流体チャネルの熱交換器を介して、それぞれ加熱された流体を送るようにしてもよい。

【0054】

複数の流体チャネルの熱交換器 703、703'、703" は、加熱された状態の流体を、冷却された状態に冷却するように構成される。各熱交換器 703、703'、703" は、先に図 7A を用いて説明したように、液体が流されるように構成された少なくとも 2 つの流路を備える。また、複数のポンプ 709、709' は、複数の流体チャネル熱交換器 703、703'、703" に / から及び複数のポンプ 709、709' に / から加熱された状態及び冷却された状態の流体を循環させるように構成される。

【0055】

更に、複数の熱源 701、701'、701" は、好ましくは、1 つ以上のマイクロプロセッサ及び 1 つ以上のポンプを備える。

【0056】

複数の流体チャネルの熱交換器 703、703'、703" のうちの少なくとも 2 つの流路は、好ましくは、分離され、複数の熱源 701、701'、701" から加熱された状態で流体を輸送するように構成される。更に、複数の流体チャネルの熱交換器 703、703'、703" のうちの少なくとも 2 つの流路は、複数の熱源 701、701'、701" に冷却された状態で流体を輸送するように構成される。

【0057】

例えば、流路 702 は、熱源 701 を熱交換器 703 に連結する。なお、複数の流体チャネルの熱交換器 703、703'、703" のうちの少なくとも 2 つの流路は、熱交換器 703、703'、703" 内に含まれており、流路 702、702'、704、704'、706、706'、708、708'、710、710'、712、712' とは区別される。流路 702 は、熱源 701 から熱交換器 703 の流路の 1 つに加熱された状態で流体を輸送するように構成される。熱源 701 からの加熱された状態の流体は、熱交換器 703 を循環し、これにより、冷却される。この循環及び冷却の後、流体は、より冷

却された状態で、流路 702' を介して熱交換器 703 から送出される。流路 702' は、熱交換器 703 をポンプ 709 に連結し、熱交換器 703 からポンプ 709 に、冷却された状態で流体を輸送するように構成される。流路 704 は、ポンプ 709 を熱交換器 703 に連結する。流路 704 は、ポンプ 709 から、流路 702、702' に連結されていない熱交換器 703 の独立した流路に冷却された状態で流体を輸送するように構成される。ポンプ 709 からの冷却された状態の流体は、熱交換器 703 を循環し、これにより、冷却される。この循環及び冷却の後、流体は、冷却された状態で、流路 704' を介して熱交換器 703 から送出される。流路 704' は、熱交換器 703 を熱源 701 に連結し、熱交換器 703 から熱源 701 に冷却された状態で流体を輸送するように構成され、これにより、熱源 701 が冷却される。

【0058】

同様に、流路 706 は、熱源 701' を熱交換器 703' に連結する。流路 706 は、熱源 701' から熱交換器 703' の流路の 1 つに、加熱された状態で流体を輸送するように構成される。熱源 701' からの加熱された状態の流体は、熱交換器 703' を循環し、これにより、冷却される。この循環及び冷却の後、流体は、より冷却された状態で、流路 706' を介して熱交換器 703' から送出される。流路 706' は、熱交換器 703' をポンプ 709' に連結し、熱交換器 703' からポンプ 709' に、冷却された状態で流体を輸送するように構成される。流路 708 は、ポンプ 709' を熱交換器 703' に連結する。流路 708 は、ポンプ 709' から、流路 706、706' に連結されていない熱交換器 703' の独立した流路に冷却された状態で流体を輸送するように構成される。ポンプ 709' からの冷却された状態の流体は、熱交換器 703' を循環し、これにより、冷却される。この循環及び冷却の後、流体は、冷却された状態で、流路 708' を介して熱交換器 703' から送出される。流路 708' は、熱交換器 703' を熱源 701' に連結し、熱交換器 703' から熱源 701' に冷却された状態で流体を輸送するように構成され、これにより、熱源 701' が冷却される。

【0059】

図 7B に示す実施の形態においては、熱交換器 703'' は、ポンプ 709 及びポンプ 709' に連結され、ポンプによって流体に伝えられた付加的な熱を冷却するのに役立つ。具体的には、流路 710 は、ポンプ 709 を熱交換器 703'' に連結する。流路 710 は、ポンプ 709 から熱交換器 703'' の流路の 1 つに加熱された状態で流体を輸送するように構成される。ポンプ 709 からの加熱された状態の流体は、熱交換器 703'' を循環し、これにより、冷却される。この循環及び冷却の後、流体は、より冷却された状態で、流路 710' を介して熱交換器 703'' から送出される。流路 710' は、熱交換器 703'' をポンプ 709' に連結し、熱交換器 703'' からポンプ 709' に、冷却された状態で流体を輸送するように構成される。流路 712 は、ポンプ 709' を熱交換器 703'' に連結する。流路 712 は、ポンプ 709' から、流路 710、710' に連結されていない熱交換器 703'' の独立した流路に冷却された状態で流体を輸送するように構成される。ポンプ 709' からの冷却された状態の流体は、熱交換器 703'' を循環し、これにより、冷却される。この循環及び冷却の後、流体は、冷却された状態で、流路 712' を介して熱交換器 703'' から送出される。流路 712' は、熱交換器 703'' をポンプ 709 に連結し、熱交換器 703'' からポンプ 709 に冷却された状態で流体を輸送するように構成され、これにより、ポンプ 709 が冷却される。

【0060】

上述した実施の形態に加えて、チャンネル式平板熱交換器の様々な製造方法について説明する。まず、はんだ付けフィン平板熱交換器 (soldered fin flat plate heat exchanger) を製造するための製造方法を説明する。この製造方法では、2つのプレートの片半分に機械加工によって流体チャンネルを形成する工程を有する。次に、2つのプレートの片半分のそれぞれにフィンをはんだ付けする。次に、流体チャンネルにニッケル又は銅によりメッキを施す。そして、各片半分の流体チャンネルが合体し、漏れのない流路が形成されるように、2つの片半部分を連結する。

【 0 0 6 1 】

本発明に基づくチャンネル式平板熱交換器の製造方法の例示的な手順を図 8 のフローチャート 8 0 0 に示す。まず、ステップ 8 0 1 において、2つのプレートの片半分を選択する。次に、ステップ 8 0 2 において、機械加工によって、2つのプレートの各片半分に流体チャンネルを形成する。次に、ステップ 8 0 3 において、2つのプレートの片半分にフィンをはんだ付けする。このステップ 8 0 3 に続いて、ステップ 8 0 4 において、流体チャンネルにニッケル又は銅メッキを施す。次に、ステップ 8 0 5 において、2つの片半분을連結し、2つのプレートの各片半分の流体チャンネルを合体させ、漏れのない流路を形成する。このチャンネル式平板熱交換器の製造方法は、ステップ 8 0 6 で終了する。

【 0 0 6 2 】

2つの片半分は、好ましくは、はんだ付けによって連結される。はんだ付けの工程は、ステンシルスクリーン印刷によって2つのプレートの各片半分にはんだペーストを印加し、気密された接合界面を形成することによって実行してもよい。この手法により、はんだを均等且つ均質に印加することができ、2つの片半分間の気密性を確実にすることができる。更に、他の実施の形態として、はんだ付けの工程においては、複数のはんだ付けプロセスを行ってもよい。他の実施の形態として、様々な種類のはんだペーストを適用してもよい。例えば、高い温度で2つの片半分をはんだ付けした後、低い温度で、管をはんだ付けする必要がある場合もある。

【 0 0 6 3 】

この製造方法の他の実施の形態として、押出成形フィンの平板熱交換器 (extruded fin flat plate heat exchanger) を製造してもよい。この方法は、第 1 の押出成形フィン (finned extrusion) を形成する工程を有する。次に、第 2 の押出成形フィンを形成する。次に、機械加工によって、第 1 及び第 2 の押出成形フィンに、それぞれ相補的な流体チャンネルを形成する。第 1 の押出成形フィンは、第 2 の押出成形フィンに連結され、これにより、第 1 及び第 2 の押出成形フィンの流体チャンネルが合体し、漏れのない流路が形成される。第 1 の押出成形フィンと第 2 の押出成形フィンを連結する手法は、(何れも上述した) はんだ付け法又はエポキシ法の何れによって行ってもよい。

【 0 0 6 4 】

次に、削出フィンの平板熱交換器 (skived fin flat plate heat exchanger) の製造方法を説明する。この手法では、まず、削出加工によってフィン状の第 1 の片半분을製造し、次に、削出加工によってフィン状の第 2 の片半분을製造する。次に、機械加工によって、第 1 及び第 2 のフィン状の片半分にそれぞれ相補的な流体チャンネルを形成する。そして、第 1 のフィン状の片半分と第 2 のフィン状の片半分とを連結し、これにより、第 1 及び第 2 のフィン状の片半分の流体チャンネルが合体し、漏れのない流路が形成される。第 1 のフィン状の片半分と第 2 のフィン状の片半分とを連結する手法は、(何れも上述した) はんだ付け法又はエポキシ法の何れによって行ってもよい。

【 0 0 6 5 】

本発明は、従来の冷却装置に比べて、熱流束除去能力において、著しく優れているより効率的で有効な冷却装置を提供する。本発明に基づく冷却装置は、より高い熱伝達率のため、必要な表面積を小さくしながら効果的に熱を放散させることができる。更に、本発明により、より少ない流量及びより小さな騒音で、より大きな熱を放散させることができる。更に、本発明は、低い熱抵抗による周囲への放熱とともに、X - Y 方向における実質的な温度均一性を達成する。

【 0 0 6 6 】

本発明の構成及び動作原理を明瞭に説明するために、様々な詳細を含む特定の実施例を用いて本発明を説明した。このような特定の実施例の説明及びその詳細は、特許請求の範囲を限定するものではない。本発明の主旨及び範囲から逸脱することなく、例示的に選択された実施例を変更できることは、当業者には明らかである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 7 】

【図 1 A】

単相流冷却のために流体がチャンネルに直接接触する、本発明に基づく流体冷却チャンネル式平板フィン熱交換器の台板の平面図である。

【図 1 B】

個別に密閉されたギャップを備え、単相流冷却のために流体がチャンネルに直接接触する、本発明に基づく流体冷却チャンネル式平板フィン熱交換器の台板の平面図である。

【図 1 C】

上板、チャンネルが形成された台板及び平行なヒートシンクフィンを備える、本発明に基づく平板熱交換器の分解図である。

【図 1 D】

上板、チャンネルが形成された台板及び垂直なヒートシンクフィンを備える、本発明に基づく平板熱交換器の分解図である。

【図 1 E】

上板と、ピンを備える台板と、平行なヒートシンクフィンとを備える、本発明に基づく平板熱交換器の分解図である。

【図 2 A】

二相流冷却のために流体がチャンネルに直接接触する、本発明に基づく流体冷却チャンネル式平板フィン熱交換器の台板の平面図である。

【図 2 B】

個別に密閉されたギャップを備え、二相流冷却のために流体がチャンネルに直接接触する、本発明に基づく流体冷却チャンネル式平板フィン熱交換器の台板の平面図である。

【図 3】

単相回路の冷却のために構成された、台板チャンネルが螺旋構造を有する、本発明に基づく流体冷却チャンネル式平板フィン熱交換器の台板の平面図である。

【図 4】

図 3 に示す流体冷却チャンネル式平板フィン熱交換器の台板の側面図である。

【図 5】

単相回路の冷却のために構成された、台板チャンネルが放射状構造を有する、本発明に基づく流体冷却チャンネル式平板フィン熱交換器の台板の平面図である。

【図 6】

図 5 に示す流体冷却チャンネル式平板フィン熱交換器の台板の側面図である。

【図 7 A】

独立した流路を介して流体を冷却するように構成された、本発明に基づく流体冷却チャンネル式平板フィン熱交換システムの構成を示す図である。

【図 7 B】

複数の熱源を冷却するための複数の流体チャンネル熱交換器と、複数のポンプとを備える、本発明に基づく流体冷却チャンネル式平板フィン熱交換システムの構成を示す図である。

【図 8】

本発明に基づくチャンネル式平板熱交換器の例示的な製造手順を示すフローチャートである。