

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-532868
(P2009-532868A)

(43) 公表日 平成21年9月10日(2009.9.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05K 7/20 (2006.01)	H05K 7/20 N	5E322
H01L 23/473 (2006.01)	H01L 23/46 Z	5F136

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2009-503069 (P2009-503069)
 (86) (22) 出願日 平成19年3月30日 (2007. 3. 30)
 (85) 翻訳文提出日 平成20年12月1日 (2008. 12. 1)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/008190
 (87) 国際公開番号 W02007/120530
 (87) 国際公開日 平成19年10月25日 (2007. 10. 25)
 (31) 優先権主張番号 60/788, 545
 (32) 優先日 平成18年3月30日 (2006. 3. 30)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 505163741
 クーリギー インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
 043 マウンテン ビュー モード ア
 ベニュー 800
 (74) 代理人 100067736
 弁理士 小池 晃
 (74) 代理人 100096677
 弁理士 伊賀 誠司
 (72) 発明者 ホーム、ジェイムズ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
 061 レッドウッド シティ ファーム
 ヒル ブールバード 4028 ナンバ
 ー4

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷却装置及び冷却装置製造方法

(57) 【要約】

例えば、ラップトップコンピュータ又はサブシステム、例えば、グラフィックスカードを冷却する統合冷却装置を提供する。統合冷却装置は、熱源に接続される接触領域を有する第1の層を備え、第1の層は、接触領域に隣接する領域を通過する流体パスを有し、熱源は、第1の層と熱接触している。第1の層に連結された第2の層には、複数のエアフィンが取り付けられる。本発明は、流体パスに連結され、循環路を形成し、第1の層を介して流体を循環させるポンプを備える。第1の層内の流体パスは、流体パス内で流体のフローを制御する複数の流体フィンを備える。流体パス内には、1つ以上の電子素子に隣接する二重対向流を提供する構造を設ける。更に、流体パスは、マイクロチャンネルプレート構造を備えていてもよい。冷却装置は、空気移動器及びポンプに連結されたプログラマブルコントローラと、温度センサとを備えていてもよい。流体パスにリザーバを接続してもよい。

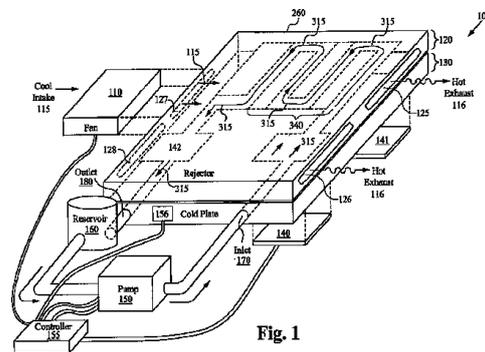


Fig. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

a . 第 1 の冷却媒体を循環させる第 1 の冷却構造体と、
b . 上記第 1 の冷却構造体の上に積み重ねられ、上記第 1 の冷却媒体とは異なる第 2 の冷却媒体を循環させる第 2 の冷却構造体とを備える統合冷却装置。

【請求項 2】

流体パスと、
上記流体パス内の高面積対体積比構造体とを更に備え、
上記第 1 の冷却媒体は、流体であり、上記流体パスは、上記第 1 の冷却構造体内にあることを特徴とする請求項 1 記載の統合冷却装置。

10

【請求項 3】

上記流体パス内に二重対向流構造体を更に備える請求項 2 記載の統合冷却装置。

【請求項 4】

上記流体パスに連結され、循環流体パスを形成するポンプを更に備える請求項 3 記載の統合冷却装置。

【請求項 5】

上記第 1 の冷却媒体は、液体であり、上記第 2 の冷却媒体は、空気であることを特徴とする請求項 4 記載の統合冷却装置。

【請求項 6】

a . 熱源に接続する接触領域を有し、該接触領域に隣接する流体パスを備える第 1 の層と、
b . 上記第 1 の層に連結され、空気が通される複数のエアフィンをも有する第 2 の層と、
c . 上記流体パスに連結されたポンプとを備える統合冷却装置。

20

【請求項 7】

上記第 2 の層は、上記第 1 の層を密封し、上記流体パスの内表面を画定することを特徴とする請求項 6 記載の統合冷却装置。

【請求項 8】

上記流体パスは、上記第 1 の層の熱源との接触領域より大きい第 2 の層との接触領域を有することを特徴とする請求項 7 記載の統合冷却装置。

【請求項 9】

上記第 1 の層及び第 2 の層は、 $15\text{ W} / (\text{m K})$ より大きい熱伝導率を有することを特徴とする請求項 6 記載の統合冷却装置。

30

【請求項 10】

上記第 1 の層は、上記流体パス内の流体の流量を制御する複数の流体フィンを備え、該流体フィンは、熱源に隣接した領域上に、略等間隔で配置されていることを特徴とする請求項 6 記載の統合冷却装置。

【請求項 11】

上記流体フィンは、 $15\text{ W} / (\text{m K})$ 以上の熱伝導率を有することを特徴とする請求項 6 記載の統合冷却装置。

【請求項 12】

上記第 1 の層に接続される熱源を更に備える請求項 6 記載の統合冷却装置。

40

【請求項 13】

上記熱源は、1 つ以上の電子素子を備えることを特徴とする請求項 12 記載の統合冷却装置。

【請求項 14】

上記流体パスは、上記 1 つ以上の電子素子の少なくとも 1 つに隣接する二重対向流構造体を備えることを特徴とする請求項 13 記載の統合冷却装置。

【請求項 15】

プログラマブルコントローラを更に備える請求項 6 記載の統合冷却装置。

【請求項 16】

50

温度を検出し、該温度を上記プログラマブルコントローラに通信する検出手段を更に備える請求項 15 記載の統合冷却装置。

【請求項 17】

上記プログラマブルコントローラは、上記温度に応じて、上記流体の流量を調整するようにプログラミングされていることを特徴とする請求項 16 記載の統合冷却装置。

【請求項 18】

上記プログラマブルコントローラは、上記温度に応じて、空気移動速度を調整するようにプログラミングされていることを特徴とする請求項 15 記載の統合冷却装置。

【請求項 19】

上記流体パスは、各電子素子の冷却効率を最大にするように最適化されていることを特徴とする請求項 13 記載の統合冷却装置。

【請求項 20】

上記流体パスは、各電子素子の温度を最低にするように最適化されていることを特徴とする請求項 13 記載の統合冷却装置。

【請求項 21】

上記流体パスは、選択された 1 つの電子素子の冷却効率を最大にするように最適化されていることを特徴とする請求項 13 記載の統合冷却装置。

【請求項 22】

上記ポンプに連結された流体リザーバを更に備えることを特徴とする請求項 6 記載の統合冷却装置。

【請求項 23】

上記第 2 の層には、少なくとも 1 つのエアフローチャンネルが形成されていることを特徴とする請求項 6 記載の統合冷却装置。

【請求項 24】

上記少なくとも 1 つのエアフローチャンネルに連結された少なくとも 1 つの空気移動器を更に備える請求項 23 記載の統合冷却装置。

【請求項 25】

上記エアフィン、上記エアフローチャンネル内のエアフローパス及びエアフローの速度を制御することを特徴とする請求項 6 記載の統合冷却装置。

【請求項 26】

上記エアフィンの形状は、折り返し、ピン、六角形、翼形、波形、ヘリンボーン、ランス、ルーバー、又はこれらの任意の組合せであることを特徴とする請求項 6 記載の統合冷却装置。

【請求項 27】

a. 接触領域に隣接する熱源に接続される第 1 の側を有し、該接触領域に隣接し、該接触領域より大きい第 2 の層に隣接する伝熱領域を有し、少なくとも 1 つの電子素子に隣接する二重対向流構造体を有する流体パスに連結された第 1 のポート及び第 2 のポートを備え、 $15 \text{ W} / (\text{m K})$ 以上の伝導率を有する第 1 の層と、

b. 上記第 1 の層の流体パス内に、上記接触領域上に、略等間隔で配置され、 $15 \text{ W} / (\text{m K})$ 以上の伝導率を有する複数の流体フィンと、

c. 上記第 1 の層を密封し、流入チューブ及び排出チューブを有し、流体をポンピングするのに適切な流体パスを画定し、少なくとも 1 つのエアフローチャンネルを構成する第 2 の層と、

d. 上記エアフローチャンネルの少なくとも 1 つ内で、上記第 1 の層の反対側に連結された複数のピンフィン及び折り曲げフィンと、

e. 上記エアフローチャンネルの少なくとも 1 つに連結された空気移動器と、

f. 少なくとも 1 つの電子素子を含む熱源と、

g. 上記流体パスに連結され、最大の熱源から最大の流体パス距離にある流体パスポートから流体を戻すポンプと、

h. 温度を測定する測定手段を有し、温度上昇の関数として流体フローを増加させ、及

10

20

30

40

50

び温度上昇の関数として上記空気移動器からのエアフローを増加させるようにプログラミングされたプログラマブルコントローラとを備える統合冷却装置。

【請求項 28】

統合冷却装置を製造する冷却装置製造方法において、

- a. 熱源に接続される接触領域に隣接する流体パスを有する第 1 の層を準備する工程と、
- b. 上記接触領域の少なくとも一部を覆う複数のエアフィンを有する第 2 の層を準備する工程と、
- c. 上記流体パスにポンプを連結する工程とを有する冷却装置製造方法。

【請求項 29】

上記第 1 の層及び第 2 の層の界面は、上記接触領域より大きい領域を有することを特徴とする請求項 28 記載の冷却装置製造方法。

【請求項 30】

上記第 1 及び第 2 の層は、 $15 \text{ W} / (\text{m K})$ 以上の熱伝導率を有することを特徴とする請求項 29 記載の冷却装置製造方法。

【請求項 31】

上記流体パス内に、少なくとも 1 つの熱源に隣接させて、複数の流体フィンを配設する工程を更に有する請求項 28 記載の冷却装置製造方法。

【請求項 32】

上記流体パスに高面積対体積比構造体を連結する工程を更に有する請求項 28 記載の冷却装置製造方法。

【請求項 33】

上記接触領域に 1 つ以上の電子素子を接続する工程を更に有する請求項 28 記載の冷却装置製造方法。

【請求項 34】

上記流体パスは、上記少なくとも 1 つの電子素子に隣接する二重対向流構造体を備えることを特徴とする請求項 33 記載の冷却装置製造方法。

【請求項 35】

上記ポンプ及び空気移動器にプログラマブルコントローラを接続する工程を更に有し、上記プログラマブルコントローラは、温度を測定する測定手段を有し、温度上昇の関数として流体フローを増加させ、及び温度上昇の関数として上記空気移動器からのエアフローを増加させるようにプログラミングされていることを特徴とする請求項 34 記載の冷却装置製造方法。

【請求項 36】

上記流体パスは、各電子素子の冷却効率を最大にするように最適化されていることを特徴とする請求項 35 記載の冷却装置製造方法。

【請求項 37】

上記流体パスは、各電子素子の温度を最低にするように最適化されていることを特徴とする請求項 35 記載の冷却装置製造方法。

【請求項 38】

上記流体パスは、選択された 1 つの電子素子の冷却効率を最大にするように最適化されていることを特徴とする請求項 35 記載の冷却装置製造方法。

【請求項 39】

上記ポンプにリザーバを連結する工程を更に有する請求項 35 記載の冷却装置製造方法。

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【0001】

本出願は、米国特許法第 119 条 (e) 項に基づき、2006 年 3 月 30 日に出願された係属中の米国仮特許出願番号 60/788,545、発明の名称「MULTI CHIP COOLING

10

20

30

40

50

」の優先権を主張する。2006年3月30日に出願された係属中の米国仮特許出願番号60/788,545、発明の名称「MULTI CHIP COOLING」は、引用によって本願に援用される。

【技術分野】

【0002】

本発明は、熱交換器に関する。詳しくは、本発明は、液冷構造及び空冷構造の組合せを用いて複数のチップを冷却する冷却装置及び冷却装置製造方法に関する。

【背景技術】

【0003】

例えば、ファンが取り付けられたヒートシンク及びヒートパイプ等の従来の冷却構造によって、最新の半導体構造を冷却するには、困難な課題がある。例えば、最新の高性能プロセッサは、非常に高い熱消散要求を有するが、従来の冷却構造では、これらの要求を満足させることができない。ファンが取り付けられたヒートシンクは、最新のプロセッサを冷却するために、十分な空気を速やかに移動させることができない場合が多い。一方、ヒートパイプは、消散できる熱量、及び熱源から熱を移動させることができる距離の両方に限界がある。したがって、ヒートパイプ又はファンが取り付けられたヒートシンクを用いる従来の冷却技術は、最新の電子回路を冷却するには適さない。

【0004】

これらの制約は、それぞれが熱を発生する複数の電子素子が組み込まれたシステムにおいて、より顕著である。例えば、デスクトップコンピュータの代替として、高性能ラップトップコンピュータが多く使用されるようになってきている。これらのラップトップコンピュータは、小さい設置面積にCPU、グラフィックプロセッサ、メモリハブコントローラ等の多くの電子素子を統合する。システムレベルの冷却法及び部品レベルの冷却法は、それぞれ短所がある。

【0005】

あるシステムのために最適化された冷却法は、他のシステムにとっては必ずしも最適ではないので、システムレベルの冷却法は、最適ではない。個々の部品毎に冷却を行う冷却法では、重要な部品、接合及び接続を追加する必要があるため、これらのうちの1つに障害が発生すると、システム障害が引き起こるため、システムの信頼度が低下する。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の実施の形態は、熱を発生する複数の電子素子を備えるシステムの効率的な冷却法を提供する。本発明の第1の側面として、統合冷却装置は、第2の冷却構造体の上に積み重ねられた第1の冷却構造体を備える。第1の冷却構造体は、第1の冷却媒体を循環させ、第2の冷却構造体は、第1のメディアとは異なる第2の冷却媒体を循環させる。一実施の形態においては、冷却装置は、第1の冷却構造体内に流体パスを備える。流体パスは、マイクロチャンネル構造体を有する。好ましくは、第1の冷却媒体は、水であり、第2の冷却媒体は、空気である。

【0007】

好ましくは、流体パスは、二重対向流構造体を有する。二重対向流構造体は、第2の媒体のフローの逆方向の主となる流体パスを有するマルチパスフロー構造体である。マルチパスフロー構造体の目的は、より広い領域に熱を拡散し、流体がエアフィンの下を流れ、熱を伝達する時間を最大にすることである。一実施の形態においては、冷却装置は、流体パスに連結されたポンプを備える。

【0008】

本発明の第2の側面では、統合冷却装置は、第1の層、第2の層及びポンプを備える。第1の層は、第2の層に連結されている。第1の層は、熱源に接続し、隣接する流体パスを有する接触領域を有する。第2の層は、複数のエアフィンを備える。ポンプは、流体パスに連結され、第1の層に流体を循環させる循環路を形成する。

10

20

30

40

50

【0009】

好ましくは、第2の層は、第1の層に密封され、流体パスの内表面を画定する。一実施の形態においては、流体パスは、第1の層の熱源との接触領域の2倍以上の第2の層との流体接触領域を備える。第1の層及び第2の層は、好ましくは、何れも少なくとも 15 W / (m K) 以上の熱伝導率を有する。

【0010】

一実施の形態においては、流体パスは、接触領域上に、略等間隔で配設された複数の流体フィンを備える。流体フィンは、好ましくは、 15 W / (m K) 以上の熱伝導率を有し、等間隔で配設される。

【0011】

冷却装置は、好ましくは、接触領域に接続される熱源を備える。熱源は、1つ以上の電子素子を含むことができる。流体パスは、二重対向流構造体を有する。幾つかの実施の形態では、冷却装置は、流体パス内の測温体に接続されたプログラマブルコントローラを備える。プログラマブルコントローラは、流体パス内の測温体が温度の上昇を検出すると、流体流量を増加させるようにプログラミングされている。これに代えて又はこれに加えて、プログラマブルコントローラは、温度の上昇が検出されたときは、空気移動速度を増加させ、温度の低下が検出されたときは、空気移動速度を減少させるようにプログラミングしてもよい。

【0012】

一実施の形態においては、流体は、流入チューブから排出チューブの方向にポンピングされ、ポンプに戻る前に、冷却される。この流体の流れの方向は、通常、ポンプに流体を戻すポートと、最も高い熱を発する熱源との間の流体パス距離が最も長くなるように構成される。

【0013】

また、他の実施の形態においては、冷却装置は、流体パスに連結され又は流体パス内に配設され、好ましくは、ポンプに連結された流体リザーバを備える。

【0014】

第1の層は、好ましくは、少なくとも1つのエアフローチャンネルを形成する収納体と、少なくとも1つのエアフローチャンネルに接続されている少なくとも1つの空気移動器とを備える。エアフローチャンネル内のエアフィンの形状は、以下に限定されるものではないが、折り返し、ピン、六角形、翼形、波形、ヘリンボーン、ランス、ルーバー、又はこれらの任意の組合せを含む。

【0015】

本発明の第3の側面である統合冷却装置は、第1の層と、複数の流体フィンと、第1の層に連結された第2の層と、複数のピンフィン及び折り曲げエアフィンと、空気移動器と、熱源と、ポンプと、プログラマブルコントローラとを備える。第1の層は、熱源に隣接して熱源に接続される接触領域を備える第1の側を有する。第1の層は、接触領域に隣接する流体パスと、第2の層に隣接し、接触領域の2倍以上大きい面積を有する伝熱領域を有する。流体パスは、熱源の少なくとも一部に隣接する二重対向流パス構造体を備える。第1の層は、少なくとも 15 W / m K の熱伝導率を有する。

【0016】

二重対向流パスを含む流体パス内の熱源上には、複数の流体フィンが配設される。フィンは、等間隔で配設され、第1の層接触領域、流体パス内の流体及び第2の層と、熱伝導可能に連結される。流体フィンは、少なくとも 15 W / m K の熱伝導率を有する。

【0017】

第2の層に連結されたエアフィンは、収納体で覆われる、1つ以上のエアフローチャンネルが形成される。チャンネル区切り、エアフィン形状及びエアフィンの配置によって、冷却エアフローの速度及び方向を制御することができる。

【0018】

第2の層は、好ましくは、第1の層に密封され、流体パスの内表面を画定する。一実施

10

20

30

40

50

の形態においては、流体パスは、各電子素子の冷却効率を最大にするように最適化されている。他の実施の形態においては、流体パスは、各電子素子の温度を最低にするように最適化されている。更に他の実施の形態においては、流体パスは、選択された1つの電子素子の冷却効率を最大にするように最適化されている。

【0019】

プログラマブルコントローラは、空気移動器及びポンプに接続され、ポンプ及び空気移動器の速度を制御する。一実施の形態においては、プログラマブルコントローラは、ポンプ流量及び空気移動速度を制御する。プログラマブルコントローラは、第1の層又は第2の層上の所定の位置の温度を測定する機能を有する。コントローラをマザーボードに組み込み、チップによって提供される情報を用いて、空気移動器及びポンプを制御してもよい。コントローラは、温度情報を用いて、ポンプ及び空気移動器の状態を含むポンプ流量及び空気移動速度を制御する。

10

【0020】

本発明の第4の側面として、本発明は、統合冷却装置を製造する冷却装置製造方法を提供する。冷却装置製造方法では、1つ以上の電子素子と接触する接触領域を有する第1の側と、第2の層によって密封される第2の側とを有する第1の層を準備する。第1の構造体は、流入チューブから排出チューブに流体を流す流体パスを備え、流体パスは、熱源との接触領域を通過する。流体パスは、好ましくは、電子素子との接触領域上に流体フィンを備える。他の実施の形態においては、流体パスは、接触領域上に二重対向流構造体を有する。他の実施の形態においては、流体パスは、マイクロチャネルプレートアセンブリを備える。

20

【0021】

本発明の冷却装置製造方法の他の工程では、冷却媒体を循環させるための第2の層を準備し、第1の層に密封する。第2の層には、複数のエアフィンを取り付ける。更に、エアフィンの全て又は一部は、第2の層に取り付けてもよく、第2の層の統合された部分として一体に形成してもよい。

【0022】

他の製造工程では、流体パスにポンプを接続し、循環流体パスを形成する。他の製造工程では、ポンプにプログラマブルコントローラを接続する。

【0023】

第2の層と第1の層との間の密封は、好ましくは、循環流体パスの内表面を画定する。一実施の形態においては、第1の層と第2の層との間の流体パス接触領域は、電子素子との接触領域より大きい。第1及び第2の層の材料は、好ましくは、 15 W / (m K) 以上の熱伝導率を有する。幾つかの実施の形態では、プログラマブルコントローラは、ポンプの流体流量を制御するための温度を測定する測定手段を備える。好ましくは、プログラマブルコントローラは、温度が上昇すると、流体流量を増加させ、温度が低下すると、流体流量を減少させる。他の実施の形態においては、温度が特定の閾値を超えると、ポンプをオンにし、温度が特定の閾値以下になると、ポンプをオフにする。

30

【0024】

他の実施の形態では、ポンプ流入チューブは、最も高い熱を発する熱源との間の流体パス距離が最も長いポートに連結されている。

40

【0025】

他の実施の形態においては、流体パスにリザーバを接続する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

本発明の実施の形態は、液体ベースの冷却板アセンブリと、空気ベースの熱交換器（除熱器アセンブリ）とが統合されたユニットとして構成された統合冷却装置を提供する。本発明に基づく統合冷却装置によって、システム信頼度を高め、1つの装置で複数の電子素子を冷却する能力を向上させ、コストを削減することができる。

50

本発明の一実施の形態においては、発熱素子上に流体冷却熱交換器及び空気冷却熱交換器を積層し、これにより、発熱素子をより効率的に冷却する。

【0027】

他の実施の形態においては、冷却用流体パスは、二重対向流構造体 (double-counter flow structure) を備える。この構造においては、流体パスは、「二重に折り返された」、すなわち、隣接する第2のセグメントに沿って方向を180度変化させた第1のセグメントを含む。流体パスは、この折り返しのパターンを任意の回数繰り返して形成される。これにより、流体フローが熱源に隣接した部分を通過する回数を最大化し、熱の伝達の効率を高める。更に、第1の流体の主となるフロー方向は、第2の流体のフロー方向の逆になる。

【0028】

更に他の実施の形態で冷却装置は、熱源に接続される第1の接触領域と、熱を消散させる第2の接触領域とを備える。第2の接触領域は、好ましくは、第1の接触領域より大きい。

【0029】

図1は、本発明の第1の実施の形態に基づく、ラップトップコンピュータを冷却するための統合冷却装置100の好ましい実施の形態の斜視図である。冷却装置100は、冷却板アセンブリ130を備え、冷却板アセンブリ130は、除熱器アセンブリ120に接続され、これにより、統合された冷却板除熱器アセンブリが形成されている。除熱器アセンブリ120の1つの表面は、冷却板アセンブリ130に隣接し、冷却板アセンブリ130に上板及びシールを形成する。統合された冷却板除熱器アセンブリは、第1の電子素子140、第2の電子素子141及び第3の電子素子142を覆い、これらを冷却する。

【0030】

除熱器アセンブリ120は、全てが冷却ファン110に流体的に連結された通気口 (吸気口及び排気口) 125 ~ 127 を備える。冷却板アセンブリ130は、流体パス315に流体的に連結された流入チューブ170及び排出チューブ180を備える。流入チューブ170及び排出チューブ180には、ポンプ150が連結されている。このように、ポンプ150、冷却板130と除熱器120とが統合されたアセンブリ及びリザーバ160は、循環流体パスを形成する。

【0031】

冷却ファン110は、吸気口127に入り、除熱器アセンブリ120内を通過するエアフロー115を生成する。吸気口128を介して更なるエアフローを生成する更なるファン (図示せず) を除熱器アセンブリ120に取り付けてもよい。エアフロー115は、加熱された排気116として、排気口125、126から除熱器アセンブリ120を出る。通気口125、126、127は、好ましくは、除熱器カバー260内に形成され、除熱器アセンブリ120を介する1つ以上の空気チャネルを画定する。

P7

流体パス315は、ポンプ150の排出口から開始され、流入チューブ170から冷却板アセンブリ130に入る。流体パス315は、第1の電子素子140に隣接する領域を通過し、ここで、流体パス315は、好ましくは、実質的に電子素子140との接触領域に等しい電子素子140上の領域を有する。そして、流体パス315は、二重対向流構造体340に入る。二重対向流構造体340は、電子素子141を覆い、好ましくは、基底にある電子素子141との接触領域より実質的に大きい領域を有する。そして、流体パス315は、第3の電子素子141に隣接する領域を通過し、ここで、流体パス315は、電子素子141との接触領域より大きい領域を有する。流体パス315は、排出チューブ180を介して、冷却板アセンブリ130から排出される。排出チューブ180は、リザーバ160に接続されており、リザーバ160は、ポンプ150の流入口に連結されている。図1は、冷却板アセンブリ130に接続された流入チューブ170及び排出チューブ180を示しているが、流入チューブ170及び排出チューブ180は、除熱器アセンブリ120に接続してもよく、これらの構成を組み合わせてもよいことは明らかである。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

コントローラ 155 は、ファン 110、ポンプ 150 及び測温体 156 に接続されている。測温体 156 は、冷却板 130 に接続され、冷却板 130 の温度を監視する。実際の動作では、コントローラ 155 は、測温体 156 が感知した冷却板 130 の温度を検出し、これに応じて、ポンプ 150、ファン 110 又はこれらの両方を制御するようにプログラミングされている。一具体例として、冷却板 130 の温度が所定の閾値を超えると、コントローラ 155 は、ポンプ 150 をオンにし、これにより冷却板 130 を冷却し、ファン 110 をオンにし、これにより排気口 125、126 から熱を排出し、又は、ポンプ 150 及びファン 110 の両方をオンにする。冷却板 130 の温度が閾値以下になると、コントローラ 155 は、ポンプ 150、ファン 110 又はこれらの両方をオフにする。図 1 10
では、測温体 156 は、冷却板アセンブリ 130 に接続されているが、これに代えて、測温体 156 は、除熱器アセンブリ 120 に接続してもよく、電子素子 140 ~ 142 の 1 つ以上の一部として一体に形成してもよい。

【 0 0 3 3 】

実際の動作では、熱源である電子素子 140 ~ 142 のそれぞれは、熱を発生させ、冷却板 130 に熱を伝導する。ポンプ 150 は、リザーバ 160 から、流入チューブ 170 を介して、二重対向流構造体 340 を備える流体バス 315 を経由して、排出チューブ 180 に流体をポンピングする。流体は、熱源 140 ~ 142 に接する領域を流れる間、熱源 140 ~ 142 から冷却板 130 に伝導された熱を吸収する。加熱された流体は、冷却板 130 を廻って熱を移動させ、熱は、除熱器アセンブリ 120 に伝導される。そして、20
除熱器アセンブリ 120 は、吸気口 127、128 から排気口 125、126 に流れる空気に熱を伝導する。冷却板 130 内の温度は、測温体 156 によって監視され、コントローラ 155 は、この温度に基づいて、ポンプ 150、ファン 110 又はこれらの両方を制御する。

P 8

後に詳細に説明するように、(a) 熱源である電子素子 140 ~ 142 を流体バス 315 に隣接させて配設し、(b) 電子素子 140 ~ 142 をそれぞれの接触領域に熱伝導可能に連結し、(c) 熱源の接触領域に応じて流体バスのサイズを選択し、又は(c) これらの組合せを選択することによって、熱を効率的に除去することができる。

【 0 0 3 4 】

図 2 は、除熱器アセンブリ 120 (図 1) を拡大して示す透視図である。除熱器アセンブリ 120 の基部は、除熱板 201、折り曲げエアフィン 230 及びピンエアフィン 231 から構成され、これらは、除熱板 201、エアフローチャネル区切り 250、及び吸気口 127、128 及び排気口 125、126 を有するカバー 260 に連結されている。

【 0 0 3 5 】

除熱板 201 は、冷却板アセンブリ 130 (図 1) と共に、流体を密封する。折り曲げエアフィン 230 及びピンエアフィン 231 は、除熱板 201 に取り付けられ、又は除熱板 201 の一部として一体に形成される。

【 0 0 3 6 】

実際の動作では、カバー 260 は、好ましくは、エアフィンを通る 2 つのエアフローチャネルを形成する。空気は、ファン 110 (図 1) によって、吸気口 127、128 から流し込まれ、排気口 125、126 から排出される。折り曲げエアフィン 230 及びピンエアフィン 231 は、除熱板 201 から、外気、この場合、エアフローチャネル内の空気に熱を伝導する。ここで、エアフィンは、エアフロー 115 (図 1) を妨害する背圧を引き起こす。折り曲げエアフィン 230 では、より高い背圧が生じるので、除熱板 201 の全体には設けられていない。除熱板 201 の表面の一部には、ピンエアフィン 231 が取り付けられている。これらのピンエアフィン 231 は、折り曲げエアフィン 230 と同じ目的で使用されるが、効率が低い反面、背圧が小さいという利点を有する。ピンエアフィン 231 は、除熱板 201 から外気に熱を伝導し、及びエアフローチャネル内のエアフロー 115 (図 1) を制御する。40

10

20

30

40

50

【0037】

図3は、冷却板アセンブリ130の好ましい実施の形態の平面図である。冷却板アセンブリ130は、底面側で、破線で示す熱源に接続されている。ここでは、典型的なラップトップコンピュータの設計に従い、熱源として、CPU140、メモリハブコントローラ141及びGPU142を示している。

【0038】

冷却板アセンブリは、流入チューブ170から流体パス内の3つのフィン構造体330、340、350を介して排出チューブ180に至る流体パス315を備える。流入チューブ170及び排出チューブ180は、ポンプ150(図1)及びリザーバ160(図1)に連結されており、流体パス315を通る流体の流れは、図1を用いて上述した通りである。以下、フィン構造体330、340、350をより詳細に説明する。

P9

流体パスは、3個のフィン構造体330、340、350を備える。フィン構造体330、340、350は、それぞれ、流体チャネルを形成する一組の流体フィン370を備える。フィン構造体330、340、350内では、フィンは、略平行に略等間隔で配設されている。なお、この他の向き及び間隔を用いてもよいことは明らかである。流体フィン370は、熱源から流体に及び直接除熱器120(図1)に熱を伝導する。流体フィン370は、幾つかの機能を提供する。第1に、流体フィン370は、熱源に隣接した領域に亘って、流体を均等に流す役割を果たす。第2に、流体フィン370は、熱源140、141、142から流体パス315内の流体に熱を伝導する。第3に、流体フィン370は、除熱器アセンブリ120(図1)と熱接触し、除熱器アセンブリ130(図1)に熱を直接伝導する。

【0039】

図3では、電子素子141上に1つの二重対向流パスだけを示しているが、本発明の変形例では、他の熱源上に更なる二重対向流パスを組み込むことができる。更に、直列に接続された二重対向流パス、並列に接続された複数の二重対向流パス、又は異なる向きに配置された複数の二重対向流パスも本発明の範囲に含まれる。変形例として、流体フィン構造体330は、マイクロチャネルプレート(microchannel plate: MCP)アセンブリであってもよい。

【0040】

更なる変形例として、熱源に隣接する領域を通る流体パスは、上述の具体例より多くても少なくともよい。

【0041】

図4は、本発明の第2の実施の形態に基づく統合冷却装置400の斜視図である。統合冷却装置400は、冷却板アセンブリ410と、これに連結された除熱器アセンブリ420と、ポンプ430及びファン440とを備える。除熱器アセンブリ420には、エアフィン421が取り付けられている。

P10

冷却板アセンブリ410は、流体パスを備え、流体パスには、冷却板アセンブリ420を通して流体がポンピングされ、熱源460から発生した熱が分散される。除熱器420は、冷却板を密封し、流体パスの内表面を画定する。ポンプ430は、流入チューブ431及び排出チューブ432を介して、流体パスに連結されている。熱は、除熱器アセンブリ420、エアフィン421、そして、ファン440によって生成された周囲のエアフローに伝導される。好ましくは、収納体450は、除熱器アセンブリ420を覆い、エアフローチャネルを形成する。エアフローチャネルの一方の端には、エアフィン421を介して空気を流し又は引き込むためのファン440が取り付けられている。

【0042】

ポンプ430は、以下に限定されるものではないが、電気浸透流ポンプ及び機械的ポンプを含む周知の如何なるポンプであってもよい。エアフィン421は、まっすぐなエアフィンとして示しているが、本発明では、以下に限定されるものではないが、折り曲げエア

10

20

30

40

50

フィンを含む他のエアフィン設計を用いてもよい。

【0043】

図5は、図4に示す本発明の第2の実施の形態の冷却板アセンブリ410の平面図である。冷却板アセンブリ410は、マクロチャンネル540及びMPCアセンブリを備える。流体は、流入チューブ431に流れ込み、MCPアセンブリ530に入る。MCPアセンブリ530は、グラフィックプロセッサ510に隣接するように配置され、冷却板アセンブリ410の反対側と熱伝導可能に連結されている。流体は、マイクロチャンネル520を介してマクロチャンネル540に均等に流れるようにされている。マクロチャンネル540は、電子部品であるグラフィックメモリ550に隣接し又は部分的に隣接するような経路を有する。グラフィックメモリ550は、冷却板アセンブリ410に物理的に接していてもよく、冷却板アセンブリ410に熱伝導可能に連結されていてもよい。

10

【0044】

実際の動作では、流体は、伝導された熱を、外気への伝導のために、より広い領域、ここでは、除熱器アセンブリ420(図4)の領域に消散させる。流体は、ポート570を介して冷却板アセンブリ420を出る。

【0045】

なお、この具体例では、グラフィックプロセッサを示しているが、本発明は、他のコンピュータカード、例えば、以下に限定されるわけではないが、ネットワークプロセッサ、コプロセッサ及び高い熱を発生する様々な電子素子に適用可能である。

【0046】

図6は、本発明の第2の実施の形態に基づく冷却板アセンブリ410及び除熱器アセンブリ420の側面図である。除熱器アセンブリ420は、冷却板アセンブリ410に連結されており、これにより、冷却板410及び除熱器420からなる統合されたアセンブリ600が形成されている。冷却板アセンブリ420は、MCPアセンブリ630を備える。このMCPアセンブリ630は、冷却板アセンブリ420に連結され、流体パスの一部を構成し、流体は、ポンプ430(図4)から、流入チューブ431を介して、マイクロチャンネル630を流れ、排出チューブ432から出て、ポンプ430(図4)に戻る。

20

【0047】

図7は、統合冷却装置を組み立てる手順を示すフローチャート700を示している。ステップ710では、第1の層を準備する。第1の層は、1又は複数の熱源が第1の層に熱伝導可能に連結され、接触領域を形成する第1の側を有する。

30

P11

ここで準備される第1の層は、好ましくは、 $15\text{ W}/(\text{m K})$ 以上の熱伝導率を有する。第1の層には、流体パスを形成する。流体パスは、以下に限定されるわけではないが、スタンピング、キャスト、ミリング又は化学エッチングを含む如何なる手法で形成してもよい。流体パスは、好ましくは、熱源に隣接して通り、熱源との接触領域を実質的に覆う十分な寸法を有する。更に、流体パスの一部として二重対向流パスを設ける。他の実施の形態においては、流体パス内に二重対向流パターンを設けなくてもよい。

【0048】

ステップ710の一部として、流体パス315(図1)内に流体フィンを設ける。流体フィン370(図2)は、熱源に隣接する領域において、一様な流体のフローを提供する。流体フィン370(図2)は、熱源接触領域に隣接した領域上であって、二重対向流領域内に設けることが好ましい。フィンは、好ましくは、互いに平行に、等間隔に配置され、熱源接触領域から流体に熱を伝導するために、熱伝導材料から形成される。流体フィンは、好ましくは、第2の層が第1の層に密封されると、第2の層に熱伝導可能に連結される。流体フィンは、機械加工、例えば、以下に限定されるものではないが、キャスト、スタンピング、ミリング、化学エッチング又はこれらの如何なる組合せによって形成してもよい。一実施の形態においては、流体パスは、MCPアセンブリを含んでもよい。MCP構造は、好ましくは、独立した構造として形成され、冷却板アセンブリ410(図5)内の開口を介して流体パスに挿入される。MPCは、以下に限定されるわけでは

40

50

ないが、ブレード溶接、溶接、接着又はガスケット及び取付機構等の手法によって、第1の層に密封される。

【0049】

ステップ720では、第1の層に第2の層を連結する。第2の層は、好ましくは、第1の層に密封され、循環流体パスを形成するプレートを用意する。また、第2の層の一部として、エアフィン230、231(図2)を設ける。エアフィンは、第2の層に取り付けてもよく、第1の層に密封されるプレート201(図2)と一体に形成してもよい。エアフィン230、231(図2)は、以下に限定されるものではないが、六角形、翼形、波形、ヘルンボーン、ランス、ルーバー又はこれらの任意の組合せを含む如何なる形状に形成してもよい。エアフィン230、231(図2)及びプレート201(図2)の熱伝導率は、好ましくは、 $15\text{ W}/(\text{mK})$ 以上である。冷却板120(図1)と除熱器130(図1)との間の密封は、以下に限定されるわけではないが、ブレード溶接、溶接、接着又はガスケットを用いて行ってもよい。エアフィン230、231(図2)は、以下に限定されるわけではないが、はんだ付け、溶接、接着及びこれらの任意の組合せによって取り付けられる。

10

P12

ステップ730では、ポンプ150(図1)を準備し、第1の層130(図1)、410(図4)内の流体パス315(図1)に接続する。ポンプ150(図1)は、第1の層130(図1)、410(図4)に直接接続してもよく、チューブを介して接続してもよい。幾つかの実施の形態では、ポンプ150(図1)の接続は、第1の層に密封された第2の層のプレート201(図2)を介して行われる。ここで準備するポンプ150(図1)は、以下に限定されるものではないが、電気浸透流ポンプ及び機械的ポンプであってもよい。

20

【0050】

一実施の形態では、ステップ740において、プログラマブルコントローラを設ける。コントローラは、第1の層及び第2の層の何れかの温度を測定する機能を有する。プログラマブルコントローラは、ファン110(図1)及びポンプ150(図1)に電氣的に接続する。

【0051】

本発明の全ての実施の形態において、統合された液体冷却装置で用いられる流体の種類は、好ましくは、水性である。これに代えて、液体冷却装置内の流体は、以下に限定されるものではないが、プロピレングリコール、エタノール、エチレングリコール及びイソプロパノール(IPA)を含む有機溶液の組合せを基体としてもよい。また、液体冷却装置で用いられる流体は、凍結温度が低く、防錆特性を有することが望ましい。

30

【0052】

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の形態を用いて本発明を説明したが、このような特定の実施の形態の説明及びその詳細は、特許請求の範囲を制限するものではないことは、当業者にとって明らかである。例えば、図面及び説明では、マイクロチャネルが流体フィンによって置換された一実施の形態を示した。流体フィンだけを有する他の実施の形態についても説明した。ここで、更なる実施の形態では、異なる数及び種類の半導体素子が様々な順序で配置される。すなわち、幾つかの実施の形態では、1つ又は2つの半導体素子だけが存在し及び/又は冷却のための熱交換器を必要としてもよく、他の実施の形態では、冷却する必要がある4つ以上の熱源が単一のシャーシ内に収容されていてもよい。したがって、本発明は、上述した詳細事項には制限されず、添付の特許請求の範囲によってのみ定義されることは、当業者にとって明らかである。

40

【図面の簡単な説明】

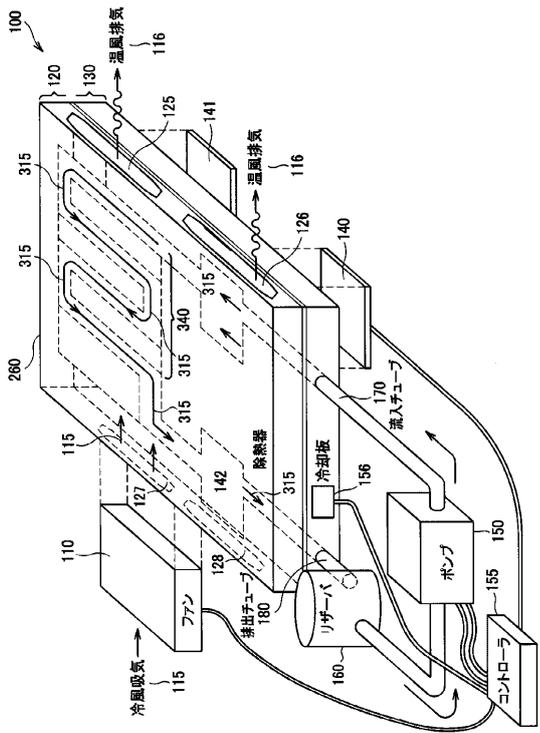
【0053】

【図1】本発明の第1の実施の形態に基づく除熱器アセンブリを備える統合冷却装置を示す斜視図である。

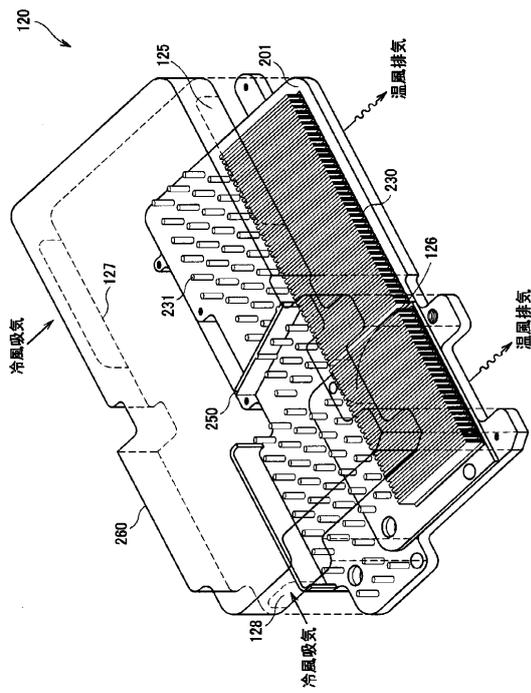
50

- 【図2】図1の除熱器アセンブリを拡大して示す透視図である。
- 【図3】複数の熱源上の流路を示す図1の冷却板アセンブリの上面断面図である。
- 【図4】本発明の第2の実施の形態に基づくコンピュータカードのための統合冷却装置の斜視図である。
- 【図5】プロセッサ及びメモリチップの冷却のためのマクロチャンネル及びマイクロチャンネルを示す図4の冷却板アセンブリの上面断面図である。
- 【図6】冷却板の孔を介してマクロチャンネル基体に連結されたマイクロチャンネルサブアセンブリを示す図4の冷却板アセンブリ及び除熱器アセンブリの側断面図である。
- 【図7】本発明に基づく統合冷却装置を製造する手順を示すフローチャートである。

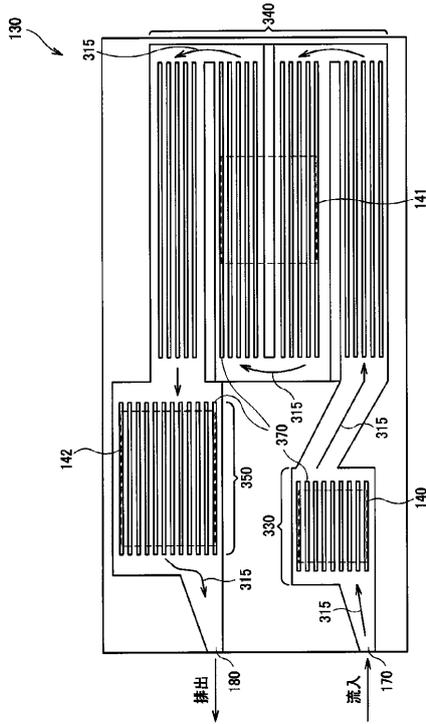
【図1】



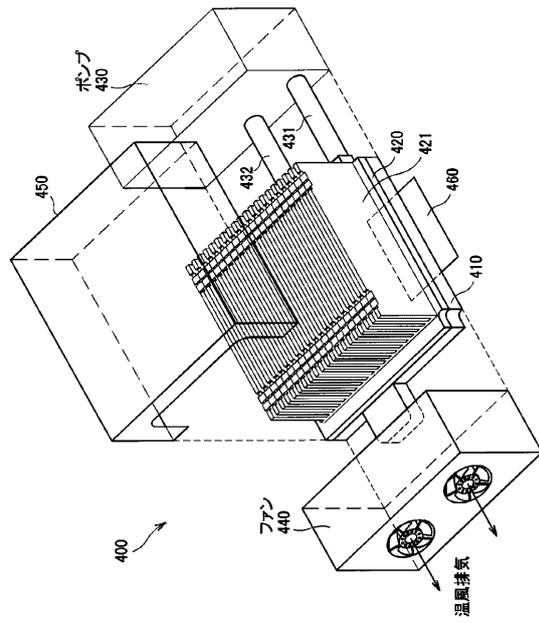
【図2】



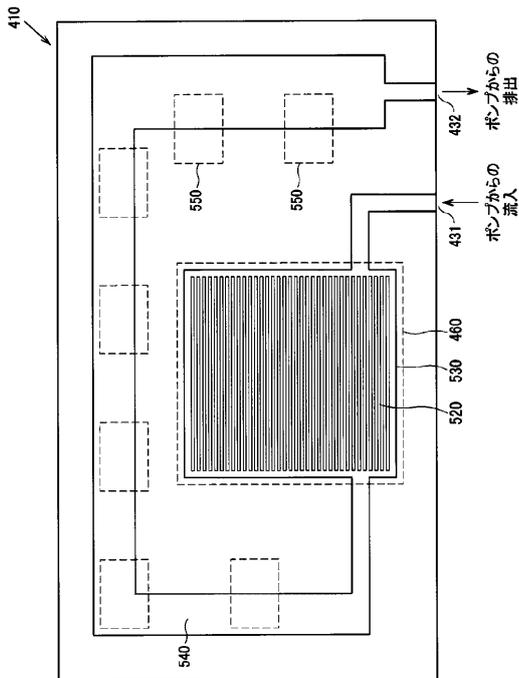
【 図 3 】



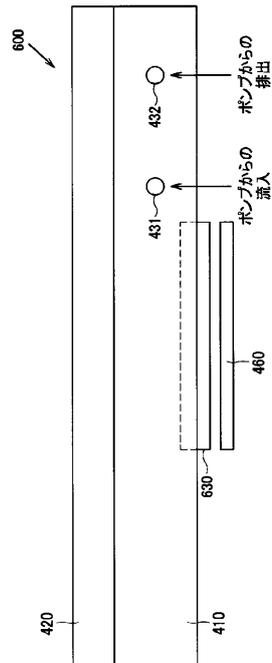
【 図 4 】



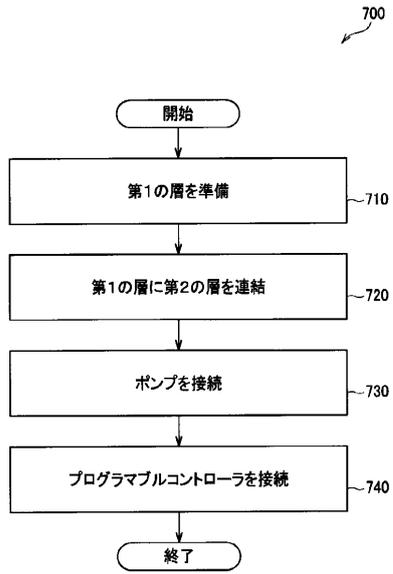
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US07/08190
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - F28F 27/00 (2008.01) USPC - 165/104.33 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) - F28F 27/00; H01L 23/34, 23/473 (2008.01) USPC - 165/104.33; 257/714, E23.098; 361/699 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) MicroPatent		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X - Y	US 5,316,077 A (REICHARD) 31 May 1994 (31.05.1994) entire document	1-13, 19-26, 28-33 27
X - Y	US 2005/0231914 A1 (MIKUBO et al) 20 October 2005 (20.10.2005) entire document	6, 12-18, 28, 33-39 27
A	US 5,901,037 A (HAMILTON et al) 04 May 1999 (04.05.1999) entire document	1-39
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 26 January 2008		Date of mailing of the international search report 05 MAY 2008
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US07/08190

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Group I, claims 1-5 are drawn to an integrated cooling system.

Group II, claims 6-39 are drawn to an integrated cooling system and method of manufacture.

The inventions listed as Groups I-II do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons: the special technical features of Group I, a first cooling structure for circulating a first cooling medium; and a second cooling structure stacked on the first structure for circulating a second cooling medium different from the first cooling medium, are not present in Group II; the special technical features of Group II, a first layer having a contact area, wherein the first layer has a fluid path adjacent the contact area; a second layer coupled to the first layer and having a plurality of air fins; and a pump connected to the fluid path, are not present in Group I.

Since none of the special technical features of the Group I-II inventions is found in more than one of the inventions, unity is lacking.

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ウパダヤ、ギリッシュ

アメリカ合衆国 テキサス州 78759 オースティン トブリナ レーン 9509

(72)発明者 ワーナー、ダグラス、イー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタ クララ トビン サークル 4199

(72)発明者 ムンチ、マーク

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94022 ロス アルトス ヒルズ リーンダー ドライブ 12758

(72)発明者 ツァオ、ポール

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94024 ロス アルトス アルフォード アベニュー 1816

(72)発明者 コンウェイ、ブルース

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94020 ラ ホンダ ベンチャー アベニュー 15

(72)発明者 チョウ、ペン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94706 アルバニー ピアス ストリート 535 ナンバー 1104

(72)発明者 ブレワー、リチャード

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94404 フォスター シティ カットウォーター レーン 573

Fターム(参考) 5E322 AA01 AA05 AA10 AB10 BB05 DA01 FA01

5F136 CA01 CA11 CB08 CB13 CB18