

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 登録実用新案公報(U)

(11) 実用新案登録番号
実用新案登録第3179086号
(U3179086)

(45) 発行日 平成24年10月18日(2012.10.18)

(24) 登録日 平成24年9月26日(2012.9.26)

(51) Int.Cl. F I
HO 1 L 23/473 (2006.01) HO 1 L 23/46 Z
HO 5 K 7/20 (2006.01) HO 5 K 7/20 N

評価書の請求 未請求 請求項の数 38 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号 実願2012-2117(U2012-2117)
 (22) 出願日 平成24年4月11日(2012.4.11)
 (31) 優先権主張番号 61/512,379
 (32) 優先日 平成23年7月27日(2011.7.27)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 13/401,618
 (32) 優先日 平成24年2月21日(2012.2.21)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

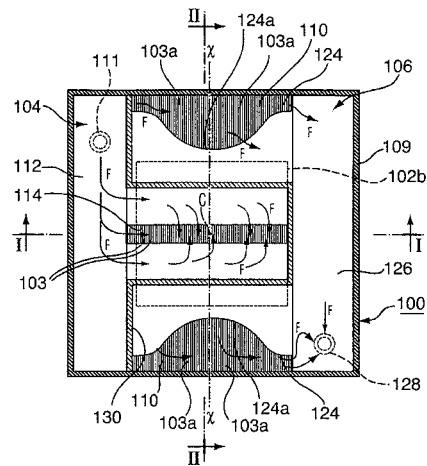
(73) 実用新案権者 512095521
 クールイット システムズ インク
 カナダ アルバータ カルガリー トゥウ
 エンティナインス ストリート ノースイ
 ースト 3920
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人Y K I 国際特許事務所
 (72) 考案者 ジェフ ショーン リヨン
 カナダ アルバータ カルガリー トゥウ
 エンティナインス ストリート ノースイ
 ースト 3920

(54) 【考案の名称】 流体熱交換システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】熱効率を改善した熱交換システムを提供する。
 【解決手段】熱生成コンポーネント接触領域を含むヒート・スプレッド・プレートと、ヒート・スプレッド・プレートの上に熱伝達流体を導くための複数のマイクロチャネル103と、マイクロチャネルの第1の端と対向する端との間に配置された複数の流体入口開口部114と、マイクロチャネルの第1の端に配置された複数の第1の流体出口開口部124と、マイクロチャネルの対向する端に配置された複数の対向流体出口開口部と、を含む。複数のマイクロチャネルはそれぞれ、他のマイクロチャネルと実質的に平行に延伸している。流体入口開口部と、第1の流体出口開口部と、対向流体出口開口部とは、複数のマイクロチャネルの中を通過する熱伝達流体の任意の流れが、流体入口開口部から外方向に2つの方向での複数のマイクロチャネルのそれぞれの全長に沿った流れを提供する。

【選択図】 図2



【実用新案登録請求の範囲】**【請求項 1】**

並列配置される複数のフィンと、前記フィンを横断する方向に延伸する窪んだ溝と、を有するヒートシンクであって、前記フィンが隣接するフィンとの間に、対応する複数のマイクロチャンネルを画定しているヒートシンクと、

前記溝に概ね重なる開口部を少なくとも部分的に画定するマニフォールド本体とを備えている、熱交換システム。

【請求項 2】

前記マニフォールド本体と前記溝とは共に、前記マイクロチャンネルのそれぞれを、少なくとも一つの他のマイクロチャンネルに並列に、液圧式で結合するように構成された入口マニフォールドの一部を画定する、請求項 1 に記載の熱交換システム。

10

【請求項 3】

前記ヒートシンクは、ヒートスプレッドを備え、

前記フィンのそれぞれは、前記ヒートスプレッドから延伸し、前記ヒートスプレッドから間隔を置かれた対応する遠位縁を画定し、

前記溝は、複数の前記遠位縁のそれぞれから窪まされる、

請求項 1 に記載の熱交換システム。

【請求項 4】

前記窪んだ溝の最下部の範囲は、前記ヒートスプレッドから間隔を置かれる、請求項 3 に記載の熱交換システム。

20

【請求項 5】

前記窪んだ溝の最下部の範囲は、前記ヒートスプレッドと実質的に同一平面上にある、請求項 3 に記載の熱交換システム。

【請求項 6】

前記ヒートスプレッドと前記フィンとは、単一の構築物を形成する、請求項 3 に記載の熱交換システム。

【請求項 7】

前記各それぞれの遠位縁は、対応する窪んだ部分を画定し、それにより前記窪んだ溝を画定する、請求項 3 に記載の熱交換システム。

【請求項 8】

前記溝は、前記フィンの第 1 の端に隣接して配置された第 1 の溝と、前記フィンの第 2 の対向する端に隣接して配置された第 2 の溝とを備え、前記第 1 の溝と前記第 2 の溝とは、排出マニフォールドのそれぞれの部分を画定する、請求項 1 に記載の熱交換システム。

30

【請求項 9】

前記窪んだ溝の断面プロフィールは、v字型の切り込みと、半円形と、放射状と、双曲線と、少なくとも一つの実質的にまっすぐな縁を有する切り込みとからなる群のうちの選択された一つ以上のものを備える、請求項 1 に記載の熱交換システム。

【請求項 10】

各それぞれの窪んだ部分の断面プロフィールは、v字型の切り込みと、半円形と、放射状と、双曲線と、少なくとも一つの実質的にまっすぐな縁を有する切り込みとからなる群のうちの選択された一つ以上のものを備える、請求項 7 に記載の熱交換システム。

40

【請求項 11】

前記溝の代表的な深さに対する前記複数のフィンの代表的な高さの比は、約 10 : 1 と約 10 : 7 との間である、請求項 3 に記載の熱交換システム。

【請求項 12】

前記代表的な深さに対する前記代表的な高さの比は、約 3 : 1 と約 2 : 1 との間である、請求項 11 に記載の熱交換システム。

【請求項 13】

前記マニフォールド本体における前記開口部は、窪んだ領域と、前記窪んだ領域から前記マニフォールド本体を通過して延伸するアパーチャとを有する、請求項 1 に記載の熱交換

50

システム。

【請求項 14】

マニフォールド本体における前記窪んだ領域は、前記窪んだ領域の深さを増加させるにつれ減少する少なくとも 1 つの断面寸法を有する先細りの窪んだ領域である、請求項 13 に記載の熱交換システム。

【請求項 15】

前記マニフォールド本体に隣接する前記溝の傾斜は、前記溝に隣接する前記マニフォールド本体における窪んだ領域の傾斜と実質的に途切れない、請求項 13 に記載の熱交換システム。

【請求項 16】

前記窪んだ領域と、前記アパーチャと、前記溝とは共に、前記アパーチャの対応する特徴的な長さスケールよりも約 150% と約 200% との間で大きい特徴的な長さスケールを有する流動遷移を画定する、請求項 13 に記載の熱交換システム。

【請求項 17】

前記入口マニフォールドは、前記それぞれのマイクロチャンネルの長手方向軸に対して直交方向で前記マイクロチャンネルのそれぞれに対して流体の流れを送達するように構成される、請求項 2 に記載の熱交換システム。

【請求項 18】

前記複数のフィンにおける前記フィンのそれぞれは、傾斜を付けられた対応する遠位縁を画定する、請求項 1 に記載の熱交換システム。

【請求項 19】

入口プレナムを画定する本体をさらに備え、前記入口プレナムと、前記入口マニフォールドとは共に、前記フィンに対して概ね横断方向で流体流を送達するように構成される、請求項 2 に記載の熱交換システム。

【請求項 20】

前記入口マニフォールドは、前記マイクロチャンネルのそれぞれに対して流体の衝突流を送達するように構成される、請求項 19 に記載の熱交換システム。

【請求項 21】

前記複数のフィンにおける前記フィンのそれぞれは、傾斜をつけられた対応する遠位縁を画定する、請求項 20 に記載の熱交換システム。

【請求項 22】

第 1 の側面を画定する単一の本体をさらに備え、前記入口プレナムの一部分と、前記入口マニフォールドの一部分とは、前記第 1 の側面からそれぞれ窪ませられ、前記単一の本体は、前記第 1 の側面に対向して配置された第 2 の側面を画定し、前記第 2 の側面からの窪みは、ポンプ渦形室を画定し、前記入口プレナムの一部分は、前記ポンプ渦形室に隣接して配置される、請求項 19 に記載の熱交換システム。

【請求項 23】

前記ポンプ渦形室を画定する前記窪みは、前記第 2 の側面に対して実質的に垂直に延伸する長手方向軸を有する実質的に円筒形形状の窪みであり、前記本体は、開口部を画定し、前記開口部は、前記円筒形形状の窪みから概ね接線方向に延伸し、前記入口プレナムに前記ポンプ渦形室を液圧式で結合する、請求項 22 に記載の熱交換システム。

【請求項 24】

前記本体は、前記入口マニフォールドの窪みに隣接する第 2 の窪んだ領域と、前記入口マニフォールドの窪みから前記第 2 の窪んだ領域を隔離する壁とを画定し、前記マニフォールド本体が、前記マイクロチャンネルのそれぞれの各部分に概ね重なる排出マニフォールドを画定するように前記第 2 の窪んだ領域の一部分を占有するように、前記マニフォールド本体は、前記入口マニフォールドの窪みをまたぎ、前記本体をかみ合うように係合するように構成され、前記複数のマイクロチャンネルの各部分は、前記入口開口部 / マニフォールドから間隔を置かれる、請求項 19 に記載の熱交換システム。

【請求項 25】

10

20

30

40

50

並列配置された複数のフィンを有するヒートシンクであって、前記フィンは、隣接するフィンとの間に、対応する複数のマイクロチャンネルを画定し、前記フィンのそれぞれが、傾斜をつけられたそれぞれの遠位縁を画定する、ヒートシンクと、

前記傾斜を付けられた遠位縁のそれぞれの少なくとも一部分に重なり、前記マイクロチャンネルに対して横断方向で前記マイクロチャンネルに対して流体の流れを送達するように構成された開口部を画定するマニフォールド本体と

を備える、熱交換システム。

【請求項 26】

前記ヒートシンクは、ヒートスプレッドを備え、前記フィンのそれぞれは、前記ヒートスプレッドから延伸し、それぞれの傾斜を付けられた対応する遠位縁は、前記ヒートスプレッドから間隔を置かれる、請求項 25 に記載の熱交換システム。

10

【請求項 27】

前記ヒートスプレッドと、前記フィンとは、単一の構築物を形成する、請求項 26 に記載の熱交換システム。

【請求項 28】

それぞれの傾斜を付けられた遠位縁と前記スプレッドとの間の距離は、前記それぞれのフィンの高さを画定し、各それぞれのフィンは、第 1 の端と第 2 の端とを画定し、前記第 1 の端と前記第 2 の端との間で前記ヒートスプレッドに対してスパン方向で長手方向に延伸し、前記複数のフィンの 1 つ以上のフィンのフィン高は、スパン方向に沿って変化する、請求項 26 に記載の熱交換システム。

20

【請求項 29】

前記マニフォールド本体は、前記遠位縁のそれぞれの少なくとも一部分に押し付ける適合部分を備える、請求項 28 に記載の熱交換システム。

【請求項 30】

前記スパン方向に沿ったフィン高の変化は、前記それぞれの遠位縁の非直線的な輪郭を画定し、前記マニフォールド本体の前記適合部分は、前記非直線的な輪郭と概ね適合する、請求項 29 に記載の熱交換システム。

【請求項 31】

窪んだ溝が、前記フィンに対して横断方向に延伸し、前記開口部は、前記溝に概ね重なる、請求項 23 に記載の熱交換システム。

30

【請求項 32】

前記各それぞれの遠位縁が、対応する窪んだ部分を画定し、それにより前記窪んだ溝を画定する、請求項 31 に記載の熱交換システム。

【請求項 33】

前記溝の代表的な深さに対する前記複数のフィンの代表的な高さの比は、約 10 : 1 と約 10 : 7 との間である、請求項 25 に記載の熱交換システム。

【請求項 34】

前記代表的な深さに対する前記代表的な高さの比は、約 3 : 1 と約 2 : 1 との間である、請求項 33 に記載の熱交換システム。

【請求項 35】

前記マニフォールド本体における前記開口部は、窪んだ領域と、前記窪んだ領域から前記マニフォールド本体を通して延伸するアパーチャとを有し、前記窪んだ領域と、前記アパーチャと、前記溝とは共に、前記アパーチャの対応する特徴的な長さスケールよりも約 150 % と約 200 % との間で大きい特徴的な長さスケールを有する流動遷移を画定する、請求項 31 に記載の熱交換システム。

40

【請求項 36】

第 1 の側面と、前記第 1 の側面と対向する第 2 の側面とを有する単一の本体をさらに備え、前記本体は、前記第 1 の側面から窪まされた入口プレナムの一部分と、前記第 1 の側面から窪まされた入口マニフォールドの一部分とを画定し、前記本体は、前記第 2 の側面から窪まされたポンプ渦形室をさらに画定し、前記入口プレナムの一部分は、前記ポンプ

50

渦形室に隣接して配置される、請求項 2 5 に記載の熱交換システム。

【請求項 3 7】

前記ポンプ渦形室を画定する前記窪みは、前記第 2 の側面に対して実質的に垂直に延伸する長手方向軸を有する実質的に円筒形形状の窪みであり、前記本体は、開口部を画定し、前記開口部は、前記円筒形形状の窪みから概ね接線方向に延伸し、前記第 1 の側から窪まされた前記入口プレナムの一部分に前記ポンプ渦形室を液圧式で結合する、請求項 3 6 に記載の熱交換システム。

【請求項 3 8】

前記本体は、前記入口マニフォールドの前記窪んだ部分に隣接した第 3 の窪んだ領域と、前記入口マニフォールドの前記窪んだ部分から前記第 3 の窪んだ部分を隔離する壁とを画定し、前記マニフォールド本体が、前記マイクロチャネルのそれぞれの各部分に概ね重なる排出マニフォールドを画定するように前記第 3 の窪んだ領域の一部分を占有するように、前記マニフォールド本体は、前記入口マニフォールドの前記窪んだ部分をまたぎ、前記本体をかみ合うように係合するように構成され、前記複数のマイクロチャネルの各部分は、前記入口開口部 / マニフォールドから間隔を置かれる、請求項 3 6 に記載の熱交換システム。

10

【請求項 3 9】

第 1 の側面と、前記第 1 の側面に対向して配置された第 2 の側面と、前記第 1 の側面と前記第 2 の側面との間で延伸する、実質的に途切れのない周囲壁と、前記第 2 の側面から前記第 1 の側面を概ね隔離する床とを備える、単一の構造物であって、前記第 1 の側面は、実質的に円筒形形状の窪みを画定し、前記第 2 の側面は、前記第 1 の側面によって画定された実質的に円筒形形状の窪みから半径方向外側に配置された領域を有する窪みを画定する、単一の構造物。

20

【請求項 4 0】

前記実質的に円筒形形状の窪みと、前記実質的に円筒形形状の窪みから半径方向外側に配置された、前記第 2 の側面からの前記窪みの一部分との間で延伸するアパーチャをさらに画定する、請求項 3 9 に記載の単一の構造物。

【請求項 4 1】

前記周囲壁は、周囲窪みを画定し、前記構築物は、前記第 1 の周囲窪みと前記実質的に円筒形形状の窪みとの間で延伸する、床におけるアパーチャを画定する、請求項 3 9 に記載の単一の構造物。

30

【請求項 4 2】

前記周囲壁は、周囲窪みを画定し、前記構築物は、前記周囲窪みと前記第 2 の側面によって画定された前記窪みとの間で延伸するアパーチャを画定する、請求項 3 9 に記載の単一の構造物。

【請求項 4 3】

前記周囲壁は、周囲窪みを画定し、前記構築物は、前記周囲窪みと、前記実質的に円筒形形状の窪みから半径方向外側に配置された、前記第 2 の側面からの前記窪みの一部分との間で延伸するアパーチャを画定する、請求項 3 9 に記載の単一の構造物。

【請求項 4 4】

前記周囲窪みは、第 1 の周囲窪みを備え、前記周囲壁は、第 2 の周囲窪みを画定し、前記構築物は、前記第 2 の周囲窪みと、前記第 2 の側面によって画定された前記窪みとの間で延伸するアパーチャを画定する、請求項 4 1 に記載の単一の構造物。

40

【請求項 4 5】

前記周囲壁は、第 3 の周囲窪みを画定し、前記構築物は、前記第 3 の周囲窪みと、前記実質的に円筒形形状の窪みから半径方向外側に配置された、前記第 2 の側面からの前記窪みの一部分との間で延伸するアパーチャを画定する、請求項 4 4 に記載の単一の構造物。

【請求項 4 6】

前記構築物は、筐体を備え、前記実質的に円筒形形状の窪みは、ポンプ渦形室を備え、前記第 2 の側面からの前記窪みは、プレナムを備える、請求項 3 9 に記載の単一の構造物

50

。

【請求項 47】

前記プレナムは、前記実質的に円筒形状の窪みから半径方向外側に配置された、前記第2の側面からの前記窪みの一部分によって画定されたヒートシンク入口プレナムを備える、請求項46に記載の単一の構造物。

【請求項 48】

前記第2の側面からの前記窪みは、ヒートシンク入口マニフォールドの一部分と、ヒートシンク出口マニフォールドの一部分と、ヒートシンク出口マニフォールドの一部分とをさらに備える、請求項47に記載の単一の構造物。

【考案の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本考案は、電気機器や他のデバイスから熱エネルギーを受け入れて放散させることによって、それらを冷却する流体熱交換システムに関する。

【背景技術】

【0002】

本出願は、2012年2月21日出願された係属中の米国特許出願第13/401,618号と、2011年7月27日出願された係属中の米国仮特許出願第61/512,379号と、2008年8月11日出願された係属中の米国特許出願第12/189,476号と、2007年8月9日出願された米国仮特許出願第60/954,987号とに対する利益と優先権とを主張し、これらの出願は、あらゆる目的で、それぞれ全体の全体が参照によって組み込まれる。

【0003】

本明細書に開示されるイノベーションおよび関連の対象（まとめて「開示」と呼ばれる）は、概して流体熱交換システムに関する。一部のシステムは、例えば、電子機器を冷却する用途に関連して記載されているが、開示されるイノベーションは、他の様々な用途において使用されてもよい。

【0004】

流体熱交換器は、電気機器や他のデバイスから熱エネルギーを受け入れて放散させることによって、それらを冷却するために使用される。

【0005】

流体熱交換器は、それらを通過する流体に対して、熱源からそれらに伝達される熱エネルギーを放散させようとする。

【0006】

以前に提案された多くの流体熱交換システムの存在にも関わらず、熱性能の改善を提供するように構成された熱交換システムに対する必要性が、残っている。また、さらに詳細には、現存するおよび開発中の小さい形状因子のために構成されたシステムに対する必要性も、残っている。例えば、約24mmから約27.5mmの間などの約27mm以下の垂直方向のコンポーネント高を有する低プロファイルの熱交換アセンブリ（例えば、ヒートシンクとポンプとの統合されたアセンブリ）に対する必要性が、残っている。流体接続がより少ない統合されたコンポーネントおよびシステムに対する必要性も、残っている。また、統合された熱交換コンポーネントにおける圧力損失が低い流動遷移に対する必要性も、存在している。

【考案の概要】

【考案が解決しようとする課題】

【0007】

本明細書において開示されるイノベーションは、従来技術における多くの課題を克服し、上記の必要性だけでなく他の必要性にも対処する。本明細書において開示されるイノベーションは、概して、流体熱交換システムに関し、さらに詳細には、そのようなシステムにおけるコンポーネントを統合するための手法に関するが、それらには限られない。例え

10

20

30

40

50

ば、一部のイノベーションは、低プロファイルのポンプ筐体に関する。他のイノベーションは、熱伝達および/または圧力損失の性能の改善を届けるヒートシンク設計に関する。そして、他のイノベーションは、システムコンポーネントを排除しながら、それぞれその機能を維持するための手法に関する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本明細書において開示されるイノベーションの広範な態様に従って、流体熱交換器が提供され、流体熱交換器は、意図された熱生成コンポーネント接触領域を含むヒート・スプレッド・プレートと、ヒート・スプレッド・プレートの上に熱伝達流体を導くための複数のマイクロチャンネルとを備える。複数のマイクロチャンネルはそれぞれ、第1の端と対向する端とを有し、複数のマイクロチャンネルのそれぞれが、それぞれの他のマイクロチャンネルと実質的に平行に延伸し、複数のマイクロチャンネルのそれぞれは、それらの第1の端とそれらの対向する端との間に、途切れのないチャンネル流路を有する。流体熱交換器は、マイクロチャンネルの第1の端と対向する端との間に配置された複数の流体入口開口部と、マイクロチャンネルの第1の端に配置された複数の第1の流体出口開口部と、マイクロチャンネルの対向する端に配置された複数の対向流体出口開口部とを備えている。流体入口開口部と、第1の流体出口開口部と、対向流体出口開口部とは、複数のマイクロチャンネルの中を通過する熱伝達流体の任意の流れは、流体入口開口部から外方向に2つの方向での複数のマイクロチャンネルのそれぞれの全長に沿った流れを提供する。

10

【0009】

開示されるイノベーションの別の広範な態様に従って、熱生成コンポーネントを冷却するための方法が、提供され、方法は、流体熱交換器を提供することを包含し、流体熱交換器は、ヒート・スプレッド・プレートと、ヒート・スプレッド・プレートの上に熱伝達流体を導くための複数のマイクロチャンネルとを含み、複数のマイクロチャンネルはそれぞれ、第1の端と対向する端とを有し、複数のマイクロチャンネルのそれぞれは、それらの第1の端とそれらの対向する端との間に、途切れのないチャンネル流路を有する。流体熱交換器は、マイクロチャンネルの第1の端と対向する端との間に配置された、複数のマイクロチャンネルのための流体入口開口部と、マイクロチャンネルの第1の端に配置された複数の第1の流体出口開口部と、マイクロチャンネルの対向する端に配置された複数の対向流体出口開口部とを含む。方法は、熱生成コンポーネントの上にヒート・スプレッド・プレートを取り付け、熱生成コンポーネントがヒート・スプレッド・プレートと接触する熱生成コンポーネント接触領域を作成することと、熱交換流体の流れを流体熱交換器に導入することと、流体入口を通る熱交換流体の流れを複数のマイクロチャンネルの中へと促し、最初に、マイクロチャンネルの端と端との間のマイクロチャンネルの領域に促すことと、熱交換流体の流れを複数の副流(sub-flow)にそらすこととを包含する。各流れは、他の流れから離れ、複数の副流のうち第1の流れは、流体入口から第1の流体出口に向かって流れ、複数の副流のうち第2の流れは、流体入口から対向する出口に流れる。

20

30

【0010】

開示されるイノベーションの別の広範な態様に従って、熱交換システムが、開示される。

40

【0011】

記載される一部の熱交換システムは、並列された複数のフィンを持つヒートシンクを有し、並列されたフィンは、隣接するフィンとの間に、対応する複数のマイクロチャンネルを画定する。記載される一部の熱交換システムは、フィンに対して横断方向に延伸している窪んだ溝を有する。マニフォールド本体は、少なくとも部分的には、概ね溝に重なる開口部を画定する。

【0012】

マニフォールド本体と溝とは共に、入口マニフォールドの一部を画定することが出来る。入口マニフォールドは、マイクロチャンネルのそれぞれをマイクロチャンネルの少なくとも他の1つのマイクロチャンネルと並列して液圧式で結合するように構成されることが出来

50

る。

【0013】

ヒートシンクは、ヒートスプレッドを有することが出来、フィンのそれぞれが、ヒートスプレッドから延伸する。フィンとヒートスプレッドとは、一部のヒートシンクの実施形態において、単一の構築物を形成してもよい。フィンのそれぞれは、ヒートスプレッドから間隔を置かれた対応する遠位縁を画定することが出来、溝は、複数の遠位縁のそれぞれから窪まされることが出来る。一部のヒートシンクの実施形態において、窪んだ溝の最下部の範囲は、ヒートスプレッドから間隔を置かれる。他のヒートシンクの実施形態において、窪んだ溝の最下部の範囲は、ヒートスプレッドと実質的に同一の広がりをもつ。以下で記載されるように、各それぞれの遠位縁は、対応する窪んだ部分を画定し、それにより、窪んだ溝を画定することが出来る。

10

【0014】

一部の実施形態において、窪んだ溝は、フィンの第1の端に隣接して配置された第1の溝と、フィンの第2の対向する端に隣接して配置された第2の溝とを備える。例えば、第1の溝と第2の溝とは、排気マニフォールドのそれぞれの部分を画定してもよい。

【0015】

窪んだ溝の断面プロフィールは、様々な形状のうちの任意のものを有することが出来る。例えば、一部のヒートシンクの実施形態において、窪んだ溝の断面プロフィールは、V字型の切り込みと、半円形と、放物線と、双曲線と、少なくとも1つの実質的にまっすぐな縁を有する切り込みとからなる群から選択される1つ以上のものを備える。

20

【0016】

一部のヒートシンクの実施形態において、溝の代表的な深さに対する複数のフィンの代表的な高さの比は、約10:1と約10:7との間である。例えば、代表的な深さに対する代表的な高さの比は、約3:1と約2:1との間であり得る。

【0017】

マニフォールド本体における開口部は、窪んだ領域と、窪んだ部分からマニフォールド本体を通して延伸するアパーチャとを有することが出来る。一部の例において、マニフォールド本体における窪んだ領域は、窪んだ領域の深さを増加させるにつれて先が細くなる少なくとも1つの断面寸法を有する先細りの窪んだ領域である。マニフォールド本体に隣接した窪んだ溝の傾斜は、溝に隣接したマニフォールド本体における窪んだ領域の傾斜と実質的に途切れがなくてもよい。窪んだ領域と、アパーチャと、溝とは共に、アパーチャの対応する特徴的な長さ尺度よりも約150%から約200%大きい特徴的な長さ尺度を有する流動遷移を画定することが出来る。

30

【0018】

本明細書に記載されるタイプのうちの一部の熱交換システムにおいて、入口マニフォールドは、それぞれのマイクロチャネルの長手方向軸に対して横断方向において、マクロチャネルのそれぞれに流体の流れを送達するように構成されることが出来る。一部の熱交換システムは、入口プレナムを画定する本体を有する。入口プレナムと入口マニフォールドとは共に、フィンに対して概ね横断方向に流体流を送達するように構成されることが出来る。例えば、入口マニフォールドは、マイクロチャネルのそれぞれに流体の衝突流を送達するように構成されてもよい。

40

【0019】

一部のヒートシンクの実施形態において、複数のフィンにおける各フィンが、対応する傾斜を付けられた遠位縁を画定する。

【0020】

一部の熱交換システムはまた、第1の側面と第1の側面に対向して配置された第2の側面とを画定する単一の本体を有する。入口プレナムの一部分と入口マニフォールドの一部分とはそれぞれ、第1の側面から窪まされることが出来る。第2の側面からの窪みは、ポンプ渦形室を画定することが出来、第1の側面から窪まされた入口プレナムの一部分は、ポンプ渦形室に隣接して配置されることが出来る。ポンプ渦形室を画定する窪みは、実質

50

的に円筒形状の窪みであり得、実質的に円筒形状の窪みは、第2の側面に対して実質的に垂直に延伸する長手方向軸を有する。単一の本体は、円筒形状の窪みに概ね接線方向に延伸する開口部を画定し、入口プレナムにポンプ渦形室を液圧式で結合することが出来る。

【0021】

本体は、入口マニフォールドの窪みに隣接した第2の窪んだ領域と、入口マニフォールドの窪みから第2の窪んだ領域を隔離する壁とを画定することが出来る。マニフォールド本体が、マイクロチャネルのそれぞれの各部分に概ね重なる排気マニフォールドを画定するように、第2の窪んだ領域の一部分を占めるように、マニフォールド本体は、入口マニフォールドの窪みをまたぎ、本体をかみ合うように係合するように構成されることが出来る。複数のマイクロチャネルの各部分が、入口マニフォールドから間隔を置かれることが出来る。

10

【0022】

開示されるイノベーションのさらに別の広範な態様に従って、記載される一部の熱交換システムは、隣接するフィン間に、対応する複数のマイクロチャネルを画定する複数の並列されたフィンに有するヒートシンクを有する。フィンのそれぞれは、それぞれの傾斜を付けられた遠位縁を画定することが出来る。マニフォールド本体は、傾斜を付けられた遠位縁のそれぞれの少なくとも一部分に重なり、マイクロチャネルに対して横断方向にマイクロチャネルに流体の流れを送達するように構成された開口部を画定することが出来る。

20

【0023】

それぞれの傾斜を付けられた遠位縁とヒートスプレッドとの間の距離が、それぞれのフィンの高さを画定することが出来る。各それぞれのフィンは、第1の端と第2の端とを画定し、第1の端と第2の端との間で、ヒートスプレッドに対してスパン方向において長手方向に延伸することが出来る。複数のフィンのうちの1つ以上のそれぞれのフィンの高さは、スパン方向に沿って異なり得る。マニフォールド本体は、遠位縁のそれぞれの少なくとも一部分に押し付ける適合部分を有することが出来る。例えば、スパン方向に沿ったフィン高の変化は、それぞれの遠位縁の非直線的な輪郭を画定することが出来、マニフォールド本体の適合部分は、非直線的な輪郭に概ね適合することが出来る。

【0024】

窪んだ溝は、フィンに対して横断方向に延伸することが出来、開口部は、溝に概ね重なることが出来る。各それぞれの遠位縁は、対応する窪んだ部分を画定し、それにより窪んだ溝を画定することが出来る。

30

【0025】

溝の代表的な深さに対する複数のフィンの代表的な高さの比は、約10:1と約10:7との間である。例えば、代表的な深さに対する代表的な高さの比は、約3:1と約2:1との間であり得る。

【0026】

開示されるイノベーションの別の広範な態様に従って、単一の構築物が、記載される。例えば、単一の構築物は、第1の側面と、第1の側面に対向して配置される第2の側面と、第1の側面と第2の側面との間に延伸する実質的に途切れのない周囲壁とを有することが出来る。床は、第2の側面から第1の側面を概ね隔離することが出来る。第1の側面は、実質的に円筒形状の窪みを画定することが出来、第2の側面は、第1の側面によって画定された実質的に円筒形状の窪みの半径方向外側に配置された領域を有する窪みを画定することが出来る。

40

【0027】

一部の例において、単一の構築物が、実質的に円筒形状の窪みと、実質的に円筒形状の窪みの半径方向外側に配置された、第2の側面からの窪みの一部分との間を延伸するアパーチャを画定することが出来る。

【0028】

50

周囲壁は、1つ以上の周囲窪みを画定することが出来る。構築物は、周囲窪みのうちの1つと実質的に円筒形状の窪みとの間で延伸する、床におけるアパーチャを画定することが出来る。構築物は、周囲窪みのうちの1つと第2の側面によって画定された窪みとの間で延伸するアパーチャを画定することが出来る。構築物は、周囲窪みのうちの1つと、実質的に円筒形状の窪みの半径方向外側に配置された、第2の側面からの窪みの一部分との間で延伸するアパーチャを画定することが出来る。

【0029】

1つ以上の周囲窪みは、第1の周囲窪みと第2の周囲窪みとを含み得る。構築物は、第2の周囲窪みと第2の側面によって画定された窪みとの間で延伸するアパーチャを画定し得る。周囲壁もまた、第3の周囲窪みを画定し得、構築物は、第3の窪みと、実質的に円筒形状の窪みの半径方向外側に配置された第2の側面からの窪みの一部分との間で延伸するアパーチャを画定し得る。

10

【0030】

構築物の一部の実施形態は、概して筐体を画定する。実質的に円筒形状の窪みは、ポンプ渦形室を画定し得、第2の側面からの窪みは、プレナムを画定し得る。プレナムは、実質的に円筒形状の窪みの半径方向外側に配置された第2の側面からの窪みの一部分によって画定されたヒートシンク入口プレナムであり得る。第2の側面からの窪みは、ヒートシンク入口マニフォールドの一部分と、ヒートシンク出口マニフォールドの一部分と、ヒートシンク出口マニフォールドの一部分とを画定することが出来る。

【0031】

他の革新的な態様が、以下の詳細な記載から当業者には容易に明らかとなることが、理解されるべきであり、様々な実施形態は、例示として示されたり記載されたりされる。十分に理解されるように、他の実施形態や異なる実施形態が、可能であり、いくつかの詳細は、全て、本明細書に開示された原理の精神や範囲を逸脱することなく、様々な他の箇所において変更することが出来る。

20

【0032】

従って、図面や詳細な記載は、実際に例示と考えられるべきであり、限定と考えられるべきではない。

【考案の効果】

【0033】

本考案によれば、従来技術における多くの課題を克服できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】循環可能な作動流体を用いて1つの領域から別の領域に熱を伝達するように構成された流体回路を示す図である。

【図2】内部コンポーネントを見ることを容易にするために切り取られた上部キャップを有する流体熱交換器の平面図である。

【図3】図2の線I-Iに沿った断面図である。

【図4】図2の線II-IIに沿った断面図である。

【図5】別の流体熱交換器の分解斜視図である。

40

【図6】上部キャップを取り外されて組み立てられた図5に示された流体熱交換器の平面図である。

【図7】統合されたポンプと熱交換器とのアセンブリの実施形態の分解図である。

【図8】図7に示された統合された筐体とポンプインペラとの分解されたサブアセンブリの等角図である。

【図9】図7および図8に示された統合された筐体の上からの部分断面図である。

【図10】流体の流路を破線で示す、図7、図8、および図9に示された統合された筐体の下からの等角図である。

【図11】図7に示されたヒートシンクと統合された筐体とマニフォールド挿入物とを備えるサブアセンブリの分解図である。

50

- 【図 1 2】図 7 および図 1 1 に示された挿入物の上からの等角図を説明する。
- 【図 1 3】図 7 に示されたヒートシンクの等角図である。
- 【図 1 3 A】図 1 3 に示されたヒートシンクの一部分の拡大図である。
- 【図 1 4】図 7 に示されたヒートシンクの別の実施形態の等角図である。
- 【図 1 4 A】図 1 4 に示されたヒートシンクの一部分の拡大図である。
- 【図 1 5】図 7 に示されたヒートシンクの典型的な断面図、例えば、図 1 3 または図 1 4 における切断線 1 5 - 1 5 に沿って取られたヒートシンクの典型的な断面図である。
- 【図 1 6】傾斜を付けられたフィンの例を説明する図である。
- 【図 1 7】鈍いフィンの例を説明する図である。
- 【図 1 8 A】図 1 4 における切断線 1 8 - 1 8 に沿って取られたフィンにおける V 字型の横断方向の溝を有するヒートシンクの断面図である。 10
- 【図 1 8 B】図 1 4 における切断線 1 8 - 1 8 に沿って取られたフィンにおける概ね放射線状の横断方向の溝を有するヒートシンクの断面図である。
- 【図 1 9】図 1 2 に示されたマニフォールド挿入物が、ヒートシンクのフィンに重なっている、図 1 8 A に示されたヒートシンクの断面図である。
- 【図 1 9 A】ヒートシンクのフィンに重なっている図 1 2 に示されたマニフォールド挿入物を有する、図 1 8 A に示されたヒートシンクの断面図である。
- 【図 1 9 B】横断方向の溝を画定し、ヒートシンクのフィンに重なっている図 1 2 に示されたマニフォールド挿入物を有するヒートシンクの別の断面図である。
- 【考案を実施するための形態】 20
- 【0035】
- 以下、図面を参照して実施形態を説明する。なお、特に断りがない場合には、添付の図面は、本明細書に記載される革新的な対象の態様を説明する。同じ参照符号がいくつかの図を通して同様な部分を示す図面を参照して、本開示の原理のいくつかの態様が、限定としてではなく例として、図面において詳細に説明される。
- 【0036】
- 以下で、特定の例を参照することによって、熱交換システムに関する様々な革新的な原理を記載する。しかしながら、開示される原理の 1 つ以上が、様々な対応するシステムの特徴の任意のものを達成するために様々なシステム構成に組み込まれ得る。添付の図面と関連して以下で述べられる詳細な記載は、様々な実施形態の記載として意図され、本考案者によって企図される実施形態だけを表すことを意図していない。詳細な記載は、本明細書において開示される原理の包括的な理解を提供する目的で特定の詳細を含む。しかしながら、実用新案登録請求される考案のうち 1 つ以上が、説明される詳細の 1 つ以上を伴うことなく実施され得ることが、本開示を検討した後には当業者には明らかである。
- 【0037】
- 言い換えると、特定の構成、特定の用途、または特定の用法に関して記載されるシステムは、本明細書において開示される革新的な原理のうち 1 つ以上を組み込むシステムの単なる例示であり、開示される原理の 1 つ以上の革新的な態様を説明するために使用される。従って、本明細書において考察される特定の例とは異なる性質を有する熱交換システムが、革新的な原理のうち 1 つ以上を実現することが出来、例えば、データセンタにおけるコンポーネント、レーザコンポーネント、発光ダイオード、化学反応、光電池、太陽熱収集器、電子コンポーネント、電子工学機器、オプトエレクトロニクス機器（例えば、スイッチにおいて使用される）、および現在公知であるか、または今後開発される様々な他の産業デバイス、軍事デバイス、消費者デバイスに熱を伝達したり、それらから熱を伝達したりするために、本明細書において詳細には記載されていない用途において使用されてもよい。従って、このような代替の実施形態もまた、本開示の範囲内に該当する。
- 【0038】
- [流体回路]
- 図 1 の概略図は、開示される流体ベースの熱交換システムの間で共通するいくつかの機能的な特徴を示す。例えば、流体回路 1 0 は、熱源（図 1 には示されていない）から熱を 40 50

吸収するように構成された第1の熱交換器11と、回路10から熱を排出するように構成された第2の熱交換器12とを有する。図1に示されるように、作動流体または冷却剤は、第1の熱交換器における作動流体によって吸収されたエネルギーを第2の熱交換器12に搬送するために熱交換器11と熱交換器12との間で循環することが出来、第2の熱交換器12において、エネルギーが、流体から排出されることが出来る。熱交換器11および熱交換器12のうち的一方または両方が、マイクロチャンネル熱交換器であり得る。

【0039】

本明細書において使用されるように、「マイクロチャンネル」は、約1mm未満、例えば、約0.1mmまたは十分の数ミリメートルなどである少なくとも1つの主寸法（例えば、チャンネル幅）を有する流体導管またはチャンネルを意味する。

10

【0040】

本明細書において使用されるように、「流体の」は、流体（例えば、気体、液体、液相と気相との混合物など）を意味するか、それらに関する。従って、「流体的に結合された」2つの領域は、その領域間の圧力の勾配に応じて、その領域のうち的一方から他方の領域に流体が流れることを可能にするように互いに結合される。

【0041】

本明細書において使用されるように、「作動流体」および「冷却剤」という用語は、交換可能であり、作動流体の多くの処方があるが、可能であるが、一般的な処方は、蒸留水と、エチレングリコールと、プロピレングリコールと、それらの混合物とを含む。

20

【0042】

本明細書において使用されるように、「ヒートシンク」および「熱交換器」という用語は、交換可能であり、対流（すなわち、伝導と移流との組み合わせ）熱伝達を介して、流体からエネルギーを伝達したり、流体にエネルギーを伝達したりするように構成されたデバイスという意味する。

【0043】

再び図1を参照すると、作動流体は、典型的には（時には、説明を簡単にするために図1からは省略された入口プレナムを通過した後で）、第1のマニフォールド13に入る。マニフォールド13から、流体は、熱伝達表面、例えば、熱交換器11における壁から作動流体に熱を伝達するように構成された複数の流体通路14の間で分配され得る。以下で記載される例などの一部の実施形態において、流体通路14は、マイクロチャンネルとして構成され、壁は、延伸された熱伝達表面またはフィンとして構成される。

30

【0044】

回路10の動作の間、エネルギーは、第1の熱交換器の壁から通路14の中の隣接する流体粒子の中に伝導（例えば、拡散）し、隣接する流体粒子は、壁から運び去られるか、移流させられ、壁から吸収されたエネルギーを搬送する。運び去られた粒子は、他の粒子、通常は、より冷たい流体粒子と入れ替えられ、それらの流体粒子は、（例えば、それらの温度が、通常、より低いことによって）壁からエネルギーをさらに容易に吸収する。伝導と移流とのこのような組み合わせ（すなわち、対流）は、比較的の高い熱流速を有するデバイス、例えば、電子デバイスなどを冷却するための効果的な手法を提供する。

40

【0045】

第1の熱交換器11において複数の通路14を通過した後、加熱された作動流体は、排出マニフォールド15に集まり、第2の熱交換器12に進み、作動流体と共に、第1の熱交換器11から吸収されたエネルギーを搬送する。加熱された流体が、第2の熱交換器12を通過すると、エネルギーは、上で記載されたものと同様な対流プロセスを介して、（例えば、別の作動流体、例えば、空気または建物の上水道などに）流体から排出される。冷却された作動流体は、第2の熱交換器から、ポンプ16を通過し、第1の熱交換器11に戻る。

【0046】

図1における破線の箱は、回路10のいくつかの機能コンポーネントが、単一のサブアセンブリに統合されてもよいことを示す。例として、サブアセンブリ20は、ポンプ16

50

、マニフォールド 13、15、通路 14 だけでなく、例えば、ポンプとマニフォールド 13 との間の導管も含む。入口 21 と出口 22 とが、サブアセンブリ 20 を第 2 の熱交換器 12 に動作可能に結合する。このようなサブアセンブリ 20 の実用的な実施形態が、図 7 以下に関して記載される。

【0047】

本明細書において記載される革新的な特徴のそれぞれが、第 1 の熱交換器 11、第 2 の熱交換器 12、または両方に関して、単一でか、組み合わせでかのいずれかで組み込まれてもよい。

【0048】

[熱交換器の実施例]

図 2 から図 4 を参照すると、流体熱交換器 100 が、示される。流体熱交換器 100 は、ヒート・スプレッド・プレート 102 と、壁 110 の間に画定された流体マイクロチャネル 103 の配列物と、流体入口通路 104 と、流体出口通路 106 とを含む。筐体 109 は、ヒートシンクの外側境界を形成し、流体通路 104、106 を画定するように、ヒート・スプレッド・プレート 102 と共に働く。

【0049】

図 3 と図 4 とに示されているように、使用する際に、熱交換器 100 は、電子デバイスなどの熱源 107 に結合される。熱源は、例えば、マイクロチップまたは集積回路を含むが、それらには限定されない。熱交換器は、熱交換器と熱源との間に配置された熱界面材料によって、熱源の表面に直接的に結合することによって、または熱源と流体熱交換器の少なくともヒート・スプレッド・プレート 102 とを一体で形成することによって熱源に熱的に結合されてもよい。熱交換器 100 は、様々な形態や形状を取り得るが、ヒート・スプレッド・プレート 102 は、熱源 107 からの熱エネルギーを受け入れるように形成される。ヒート・スプレッド・プレート 102 は、その上の既知の場所に配置された意図された熱生成コンポーネント接触領域 102b を含む。説明される実施形態において、ヒート・スプレッド・プレート 102 は、領域 102b において突起を含み、突起は、熱源に対するヒート・スプレッド・プレートの配置を制御するが、そのような突起は、含まれる必要はない。ヒート・スプレッド・プレート 102 は、所望の場合には、熱伝達を容易にし、そして制御するためにより導電性の材料の部分を含んでもよい。いずれにしても、ヒート・スプレッド・プレートは、通常はヒート・スプレッド・プレートの縁に対して中央に配置される領域 102b において熱源の上にはめ込んで熱的に連絡するように形成される。

【0050】

マイクロチャネル 103 は、流体が、ヒート・スプレッド・プレート 102 と壁 110 とに沿って動き、それらからの熱エネルギーを受け入れて放散することが出来るように、熱交換流体の流れがマイクロチャネルを通過することを受け入れて可能にするように形成される。説明される実施形態において、マイクロチャネル 103 は、ヒート・スプレッド・プレートからの熱エネルギーを受け入れるようにヒート・スプレッド・プレートに熱的に結合された壁 110 によって画定される。例えば、ヒート・スプレッド・プレート 102 は、内側に向けた上表面 102a を含み得、複数のマイクロチャネルの壁 110 は、そこから上方向に延伸してもよく、それにより、上表面 102a とマイクロチャネルの壁 110 との間に画定されるチャンネル範囲は、流体の流路を形成するように流体を向けるか、導く。チャンネル範囲は、開いているか、金属、シリコンフォーム、焼結金属などのような熱伝導性の多孔性材料で満たされるかであり得る。熱伝導性の多孔性材料は、チャンネルを通る流れを可能にするが、蛇行した流路を形成する。

【0051】

表面 102a とマイクロチャネルの壁 110 とは、流体が、ヒート・スプレッド・プレートに結合された熱源を冷却するために、ヒート・スプレッド・プレートからの熱エネルギーの交換を受けることを可能にする。上表面 102a と壁 110 とは、チャンネル 103 を通過する流体に対する熱源 107 からの熱伝達を可能にするために高い熱伝導性を有す

10

20

30

40

50

る。チャンネル103を形成する表面は、滑らかで硬く、焼結金属および/または金属、もしくはシリコンフォームなどの多孔性構造で形成されるか、ざらざらにされているかであってもよく、例えば、特定の場所から流体を収集するか通さないかであるように、または選択された流体流の性質を形成するように設計されたトラフおよび/またはクレストを含む。対面するマイクロチャンネルの壁110は、示されるように、平行な構成で構成されてもよく、または流体が、流体経路に沿ってマイクロチャンネルの壁110の間を流れることが出来るならば、別の方法で形成されてもよい。マイクロチャンネルの壁110は、代替的には、所望の流れ、熱交換などの様々な要因に従って、任意の他の適切な構成で構成されてもよいことが、当業者には明らかである。例えば、溝が、マイクロチャンネルの壁110の一部分間に形成されてもよい。概して、マイクロチャンネルの壁110は、望ましくは、それらの間に画定されるチャンネル103を通して流れる流体の圧力低下または差動を減少させようとするか、可能であれば最小化しようとする寸法および性質を有し得る。 10

【0052】

マイクロチャンネルの壁110は、熱源107の出力、所望の冷却効果などに従って、20ミクロンから1ミリメートルの範囲内の幅寸法と100ミクロンから5ミリメートルの範囲内の高さ寸法とを有し得る。マイクロチャンネルの壁110は、熱源の寸法および熱源からの熱流速密度に従って、100ミクロンと数センチメートルと間の範囲である長さ寸法を有し得る。一実施形態において、壁110は、領域102bを完全に通過するヒート・スプレッド・プレートの全長寸法(幅寸法であってもよい)を延伸する。これらは、例示的な寸法であり、もちろん、他のマイクロチャンネルの壁寸法が、可能である。マイクロチャンネルの壁110は、熱源107の出力に従って、他の隔離寸法も企図されるが、20ミクロンから1ミリメートルの隔離寸法範囲だけ間隔を置かれてもよい。 20

【0053】

他の微小孔性チャンネルの構成が、マイクロチャンネルの代わりに、またはマイクロチャンネルと共に使用されてもよい。他の微小孔性チャンネルの構成は、例えば、ヒート・スプレッド・プレートの上表面から上方向に延伸する一連の柱、フィン、または波形物など、またはフォームまたは焼結表面によって形成された蛇行したチャンネルなどである。

【0054】

流体熱交換器100は、流体入口通路104をさらに含み、流体入口通路104は、説明される実施形態において、ヘッダ112に対する筐体開口部を通るポート111と、その先に、微小孔性流体チャンネル103に対する流体入口開口部114とを含む。 30

【0055】

[流体の分配]

ポートとヘッダとは、様々な方法と様々な構成で形成されることが出来る。例えば、ポート111は、所望に応じて、示されているように熱交換器の上部領域に配置されるか、熱交換器の側部領域に配置されるか、熱交換器の端領域に配置されるかであってもよい。ポート111とヘッダ112とは、概して、流体の質量流が、開口部114を実質的に制限することなく連絡されることが出来るように、開口部114よりも大きい断面積のものである。

【0056】

単一の流体開口部114だけが、示されているが、ヘッダから流体マイクロチャンネル103への連絡を提供する1つ以上の流体入口開口部が、存在してもよい。

【0057】

流体入口開口部114は、開口部を通過する流体が、x軸に対して平行に延伸するチャンネルの軸方向の長さに沿って向けられる前に、表面102aに向かって壁110の間を通過してもよいように、ヒート・スプレッド・プレートに対向してマイクロチャンネル103に対して開いてもよい。ほとんどの取り付けでは、重力、熱交換器100のコンポーネントに基づいて決定されるので、ヒート・スプレッド・プレートを最下部に配置するので、流体が、表面102aの面に対して直行する方向で表面102aに向かって、開口部114を通過して下りチャンネルの中に流れ、そして、次に、表面102aとx軸とに対して実質 40 50

的に平行にチャンネル 103 の長さに沿って進む方向に変わってもよいように、流体入口開口部 114 は、概して、マイクロチャンネル 103 の上に配置されると記載されることが出来る。このような方向の変化は、表面 102 a に対する流体の衝突によって行われる。

【0058】

流体入口開口部 114 は、既知の意図された熱生成コンポーネント接触領域 102 b に隣接して配置されてもよい。なぜならば、ヒート・スプレッド・プレートのこの領域は、プレート 102 上の他の領域よりも大きい熱エネルギー入力に曝され得るからである。領域 102 b に隣接して流体入口開口部を配置することは、熱交換器の最も熱い領域に最初にそして直接的に新しい熱交換流体を導入しようとするものである。開口部 114 が、ヒートプレート上の意図された熱生成コンポーネント接触領域 102 b に隣接して、例えば、それと直交するように対向して、またはその上に通常設置している構成に応じて配置されてもよいように、開口部 114 の配置、配列、および/または寸法は、領域 102 b の配置を考慮して決定されてもよい。冷却される熱生成コンポーネントと直接連絡している領域に対して最初に新しい流体を送達することは、接触領域だけでなく接触領域から離れたヒート・スプレッド・プレートの範囲を均一な温度にしようとするものである。

10

【0059】

説明される実施形態において、開口部 114 は、領域 102 b の中心、例えば、幾何学的中心の上に整列された幾何学的中心を有するように配置される。プレートの周囲縁に対して実質的に中心においてプレートに配置される熱生成コンポーネントを取り付けられるヒートシンク・スプレッド・プレートを意図し、可能であれば形成することによって構築および取り付けを容易にし得、そして次に、開口部 114 もまた、ヒート・スプレッド・プレートの周囲縁に対して実質的に中心に幾何学的な中心を有して配置され得ることを留意されたい。このようにして、開口部 114 とヒート・スプレッド・プレートと熱生成コンポーネントとのそれぞれの幾何学的な中心点は全て、C において、実質的に整列され得る。

20

【0060】

開口部 114 は、熱交換流体が流ることが所望される任意のチャンネル 103 の上に延伸してもよい。開口部 114 は、所望に応じて、流体流の特徴、開いた範囲などを提供するために、例えば、様々な形状、様々な幅、(平面または断面において)まっすぐな縁または湾曲した縁を含む様々な形態を取ってもよい。

30

【0061】

熱交換器 100 はさらに、説明される実施形態においては、微小孔性流体チャンネル 103 からの 1 つ以上の流体出口開口部 124 と、ヘッダ 126 と、筐体から開いている出口ポート 128 とを含む流体出口通路 106 を含む。2 つの流体出口開口部 124 が、示されているが、流体チャンネル 103 からヘッダへの連絡を提供する 1 つ以上の流体出口開口部が、存在すればよい。

【0062】

ポートとヘッダとは、様々な方法で様々な構成で形成されることが出来る。例えば、ポート 128 は、所望に応じて、示されているように熱交換器の上部領域に配置されるか、熱交換器の側部領域に配置されるか、熱交換器の端領域に配置されるかであってもよい。

40

【0063】

流体出口開口部 124 は、マイクロチャンネル 103 の端に配置されてもよい。あるいは、またはさらに、示されているように、流体出口開口部 124 は、チャンネルを通過する流体が、壁 110 の間のチャンネルの長さに沿って軸方向に通過し、そして次に、開口部 124 を通って出るように、表面 102 a から離れるように通り、壁 110 の間から出るように方向を変えるように、ヒート・スプレッド・プレート 102 に対向する開口部を作成してもよい。ほとんどの取り付けでは、重力、熱交換器 100 のコンポーネントに基づいて決定されるように、ヒート・スプレッド・プレートを最下部に配置するので、流体が、開口部 124 を通って上方向にチャンネルから流れてもよいように、流体出口開口部 124 は、概して、マイクロチャンネル 103 の上に配置される。

50

【0064】

流体出口開口部124は、流体が、マイクロチャネルを出る前に熱交換が起こるチャネル103の長さの少なくとも一部分を通過させられるように、流体入口開口部114から間隔を置かれてもよい。概して、流体出口開口部124は、既知の意図された熱生成コンポーネント接触領域102bから間隔を置かれてもよい。

【0065】

熱交換器100は、ヒート・スプレッド・プレート102の周囲縁に対して概ね中央に、従って、チャネルの端103aに対して概ね中央に配置される熱源107を設置されることを意図される説明される実施形態において、開口部124は、チャネルの端103aに配置されるか、それに隣接して配置されるかであってもよい。

10

【0066】

少なくとも1つの開口部124は、熱交換流体が流れることが所望される任意のチャネル103の上に延伸する。開口部124は、所望に応じて、流体流の特徴、開いた範囲などを提供するために、例えば、様々な形状、様々な幅、(平面または断面において)まっすぐな縁または湾曲した縁を含む様々な形態を取ってもよい。

【0067】

流体入口開口部114は、マイクロチャネルの端から離れて開いていてもよく、例えばマイクロチャネルの端間のマイクロチャネルの長さに沿って開いていてもよい。このようにして、流体が、チャネルの一端に導入されて流体がチャネルの全長を流れることを可能にするのではなく、途切れのないチャネル103の中間の領域に導入される。説明される実施形態において、熱交換器100は、ヒート・スプレッド・プレート102の周囲縁に対して概ね中央に配置された熱源107を設置されることを意図される。従って、説明される実施形態において、開口部114は、ヒートプレート102の縁に対して概ね中心に配置される。説明される実施形態において、チャネルは、ヒートプレートの対向する側の周囲縁の間でヒートプレートの長さに沿って実質的に途切れることなく延伸するので、開口部114は、各チャネルの端103aの間で概ね中央で開く。例えば、開口部114は、熱交換器の中間50%、または可能であれば熱交換器の中間20%に配置されてもよい。チャネルの残りの長さを通過する前に、最初に、熱生成コンポーネントがヒート・スプレッド・プレートと直接連絡している中央の領域に新しい流体を送達することは、領域102bだけでなく意図された設置位置に隣接するヒート・スプレッド・プレートの範囲も均一な温度にしようとするのである。マイクロチャネルの中間の領域に沿った領域に流体を導入し、その後、それぞれがチャネルの端に配置される一対の出口に向かって入口から外方向に通すために、流れが2つの副流に分かれることは、流体が各チャネルの全長に沿って通った場合に作り出される圧力低下よりもチャネルに沿って通る流体の圧力低下を減少させる。入口質量流の約半分だけがマイクロチャネルの任意の特定の領域に沿って通ることを可能にするために流体流を分けることは、背圧と流れ抵抗とをあまり作らず、チャネルを通る流体流をより速くすることを可能にし、そして、熱交換器を通して流体を動かすために必要とされるポンプ力を少なくする。

20

30

【0068】

使用の際、ヒート・スプレッド・プレート102は、領域102bにおいて熱源107と熱的に連絡して配置される。熱源107によって生成される熱は、ヒート・スプレッド・プレート102を通して上り、表面102aと壁110とに伝導される。矢印Fによって示されるように、熱交換流体は、ポート111を通して流体熱交換器に入り、ヘッダ112の中を通過して開口部114を通過する。熱交換流体は、次に、壁110の間を通過して下り、チャネル103の中を進む。チャネル103の中で、流体は、壁110と表面102aとからの熱エネルギーを受け入れる。熱交換流体は、チャネルの中を下って通った後、出口開口部124に向かってチャネルの端103aに向けられるように表面102aに衝突する。そうする際に、説明される実施形態において、流体は、概して、2つの副流に分かれ、2つの副流は、互いから離れるように、そして、入口114から離れるように、マイクロチャネルの端における開口部124に向かって動く。チャネルを通過する流体は

40

50

、特に、熱源と直接接触する領域、例えば、説明される実施形態においてはヒート・スプレッド・プレートの中央領域の上を通るときに加熱される。加熱された流体は、開口部 124 から出てヘッダの中を通り、その後、ポート 128 を通過する。加熱された流体は、循環してポート 111 に戻される前に熱エネルギーが取り除かれるヒートシンクを通過して循環する。

【0069】

開口部 114 および開口部 124 の特有の相対的な位置およびサイズが、他の位置やサイズと比較すると、熱交換器 100 を通過する流体において生成される圧力低下を減少させながら、流体が熱交換チャンネル 103 を通って循環することを可能にし得る。例えば、説明される実施形態において、出口開口部 124 の中央領域 124a は、縁におけるチャンネルと比較して中央に配置されたチャンネルからの大きくされた出口領域を提供するように扇形にされる。この形状が、熱交換器の側面に対して中央に配置された一部のチャンネル 103 からの出口開口部が、縁に近い他のチャンネルからの出口開口部よりも大きくする。これが、より中央に配置されたチャンネルを流れる流体が、そこを流れるためには抵抗をあまり受けず、ヒート・スプレッド・プレート 102 上の中央の設置領域 102b を通って流れることをさらに容易にするものである。

10

【0070】

流体が、ヒート・スプレッド・プレートの表面 102a を通って微小孔性チャンネル 103 を通過するように、シール 130 が、流体出口通路 106 から流体入口通路 104 を隔離する。

20

【0071】

[製造方法]

図 5 および図 6 を参照すると、流体熱交換器を製造する有用な方法が、記載される。ヒート・スプレッド・プレート 202 が、提供されてもよく、ヒート・スプレッド・プレート 202 は、少なくともその中央部分付近における厚さにわたって熱伝導特性を有する。

【0072】

マイクロチャンネルは、壁を追加するか、ヒートプレートの表面から材料を蓄積または除去することによって壁を形成するかによってヒート・スプレッド・プレートの表面に形成されてもよい。一実施形態において、削ることが、壁 210 を形成するために使用される。

30

【0073】

プレート 240 は、壁 210 の上限を横切ってチャンネルを封鎖するために壁 210 の上に取り付けられてもよい。プレート 240 は、完成した熱交換器において、入口開口部 214 および出口開口部 224 をそれぞれ作成するために除去される部分を有する。タブ 242 は、プレート 240 の配置および取り付けを補助するために使用され得、タブ 242 は、最も外側の 2 つの壁の上に曲げられる。

【0074】

シール 230 は、プレート 240 の一部分として、または別個に取り付けられてもよい。

40

【0075】

プレート 240 とシール 230 とが、配置された後、上部キャップ 244 が、アセンブリの上に取り付けられることが出来る。上部キャップ 244 は、ヒート・スプレッド・プレートに隣接した位置まで下方に延伸する側壁を含むことが出来る。部品は、全体的に溶融する技術によって、組み立ての間にもまたは後で接続されてもよい。そうする際に、部品は、入口通路から出口通路までの短絡が、実質的に回避され、本明細書において上で記載されたように流体回路を構成し、流体が、壁 210 の間に画定されたチャンネルを通過して開口部 214 から開口部 224 に流れるように接続される。

【0076】

[システム統合]

50

ここで図7を参照すると、統合されたサブアセンブリ20(図1)の実施例が、記載される。説明されるサブアセンブリ300は、ポンプ310(例えば、保持メカニズム302を除く、312、313)、および熱交換器320だけでなく、それらの間で延伸する統合された流体導管を有する筐体330も備える。サブアセンブリ300は、図1に示された流体回路10のいくつかの要素(例えば、ポンプ16、および入口マニフォールド13と、流体通路14と、排出マニフォールド15とを含む第1の熱交換器11)のそれぞれの機能を維持しながら、そのいくつかの要素を単一の要素に統合するための手法の単なる一例である。説明される筐体330は、入口ポート331からポンプ渦形室311に、ポンプ渦形室から熱交換器320に対する入口321(図11)に、そして熱交換器の出口322(図11)から出口ポート332に作動流体を運ぶように構成される。

10

【0077】

ポンプインペラ312は、ポンプ渦形室311において受け取られることが出来る。インペラは、従来の方法で電気モータ313によって回転して駆動させられることが出来る。キャップ301は、モータ313に重なり、例えば、消費者電子機器との使用に適した完成した外観をサブアセンブリ300に提供するように筐体330に固定することが出来る。

【0078】

ポンプ渦形室311に対向して配置された、筐体330の側面333は、挿入物334と熱交換器320とを受け取ることが出来る。シール(例えば、リング)323が、熱交換器320と筐体330との間の界面からの作動流体の漏れを減少および/または排除するために筐体330と熱交換器320との間に配置されることが出来る。

20

【0079】

熱交換器320は、アセンブリ300の最下面だけでなく、集積回路(IC)パッケージ(図示せず)に熱的に結合されるように構成された表面も画定する。保持メカニズム302は、ICパッケージが組み立てられるプリント回路基板などの基板にアセンブリを機械的に結合することが出来る。

【0080】

図1に示されたサブアセンブリ20と同様に、流体導管または他の流体結合器は、遠隔に配置された熱交換器の出口ポートを筐体330の入口ポート331に流体的に結合することが出来る。また、流体導管または他の流体結合器は、遠隔に配置された熱交換器の入口ポートに筐体330の出口ポート332を流体的に結合することが出来る。冷却する用途において、それぞれの流体導管は、出口ポート332から遠隔の熱交換器に比較的高い温度の流体を運び、遠隔の熱交換器から入口ポート331に比較的低い温度の流体を運ぶ。

30

【0081】

[統合された筐体]

ここで、単一の筐体330の実施形態が、図7、図8、図9、図10、および図11を参照して記載される。説明される筐体330は、第1の側面340と、第1の側面と対向して配置された第2の側面333と、第1の側面と第2の側面との間で延伸する実質的に途切れのない周囲壁348とを有する。床または下側壁341(図9)は、概して、第1の側面を第2の側面から隔離する。対向する第1の側面340と第2の側面333とは、それぞれの窪んだ特徴を画定し、それぞれの窪んだ特徴は、対応するコンポーネントと組み合わされたときには、小さい形状因子の範囲内で(例えば、約1.5インチ未満、例えば、約0.75インチと約1.4インチとの間などの最大垂直方向寸法を有する体積の範囲内で)作業流体を運ぶために使用可能な統合された導管とチャンバとを画定する。

40

【0082】

例えば、筐体は、入口ポート331と、ポンプ渦形室311と、入口プレナム335(図10)と、入口プレナムに対応する入口マニフォールド部分336と、排出マニフォールド部分337と、排出マニフォールド部分に対応する排出(または出口)プレナム338と、互いに流体的に結合された出口ポート332とを有する。

50

【 0 0 8 3 】

図 8 および図 9 は、周囲壁が、窪んだ入口ポート 3 3 1 を画定することが出来ることを示す。筐体 3 3 0 の第 1 の側面 3 4 0 は、ポンプ渦形室 3 1 1 を形成する実質的に円筒形状の窪みを画定し、窪んだ渦形室 3 1 1 の床は、実質的に円形の下側壁 3 4 1 によって画定される。下側壁におけるアパーチャ 3 4 2 は、入口ポートからポンプ渦形室 3 1 1 への入口を形成し、入口通路 3 4 3 が、入口ポート 3 3 1 とポンプ渦形室 3 1 1 に対する入口 3 4 2 との間で延伸し、ポンプ渦形室と入口ポートとを互いに流体的に結合する。

【 0 0 8 4 】

筐体 3 3 0 の対向する（例えば、第 2 の）側面 3 3 3 は、入口（例えば、第 1 の）プレナム 3 3 5 と入口マニフォールド領域 3 3 6 とを画定する第 2 の窪んだ領域 3 5 0 を画定する。開口部 3 4 4 は、ポンプ渦形室 3 1 1（図 1 0 には示されていない）から入口プレナム 3 3 5 を隔離する共通の壁 3 4 5 を通って延伸し、ポンプ渦形室と第 1 のプレナムとを互いに流体的に結合する。一部の実施形態において、開口部 3 4 4 は、円筒形状のポンプ渦形室 3 1 1 から概ね接線方向に延伸する。

10

【 0 0 8 5 】

充填ポート 3 4 9 は、周囲壁 3 4 8 を通って入口プレナム 3 3 5 の中に延伸し、組み立てが完了した後に、組み立てられたシステムが、作動流体で充填されることを可能にすることが出来る。充填の後、プラグ（図示せず）が、充填ポート 3 4 9 を密封するために充填ポート 3 4 9 の中に挿入されることが出来る。

【 0 0 8 6 】

図 1 0 に示されるように、入口マニフォールド 3 3 6 の深さは、入口プレナム 3 3 5 に隣接する比較的深い領域から入口プレナムから間隔を置かれた比較的浅い領域に向かって次第に減らすことが出来る。図 1 1 に示され、以下でさらに完全に記載されるように、マニフォールド挿入物 3 3 4 は、少なくとも部分的にはヒートシンク 3 2 0 に対する入口マニフォールドを形成し、流れの方向に沿って先細る断面積を有する、マニフォールド領域 3 3 6 の傾斜を付けられた窪みに隣接して配置されることが出来、例えば、図 7 に示されるように、傾斜を付けられた窪みに「重なる」ことが出来る。先細りのマニフォールドは、ヒートシンク 3 2 0 における複数のチャンネルの間で、実質的に等しい質量流量の作動流体を分配することが出来る。

20

【 0 0 8 7 】

筐体 3 3 0 の第 2 の側面 3 3 3 は、排出マニフォールド 3 3 7（図 1 1）のそれぞれの部分を画定する第 3 の窪んだ領域 3 5 1（図 1 0）を画定することが出来る。以下でさらに完全に記載されるように、第 3 の窪んだ領域 3 5 1 は、熱交換器 3 2 0 の一部分に重なり、それにより、マイクロチャンネルから排出された作動流体を受け取る。

30

【 0 0 8 8 】

第 4 の窪んだ領域 3 5 2（図 1 0）は、少なくとも部分的には、出口プレナム 3 3 8 を画定することが出来る。第 3 の窪み 3 5 1 と第 4 の窪み 3 5 2 とは、互いに流体的に結合されて第 2 の窪んだ領域 3 5 0 から壁 3 4 6 によって隔離されることが出来る。開口部 3 4 7（図 9）は、出口プレナム 3 3 8 と出口ポート 3 3 2 との間で延伸することが出来る。

40

【 0 0 8 9 】

上で記載されたようなマニフォールド筐体または統合された筐体は、例えば、射出成形技術、機械加工技術、または現在公知の他の適切な技術もしくは今後開発される他の適切な技術を使用して形成される単一の構築物を有することが出来る。また、材料が、サブアセンブリ 3 0 0 の他のコンポーネントおよび作動流体と適合性がある場合には、任意の適切な材料が、筐体の構築の際に使用されることが出来る。例えば、射出成形された筐体が、形成されることが出来る一般的な材料は、ポリフェニレンサルファイド（一般的には「PPS」と呼ばれる）、ポリテトラフルオロエチレン（一般的には、「PTFE」、または the DuPont Company による商標名 TEFLON（登録商標）と呼ばれる）、およびアクリロニトリル・ブタジエン・スチレン（一般的には「ABS」と呼ば

50

れる)を含む。

【0090】

上で記載された筐体は、単一の構築物を有するが、筐体330の他の実施形態は、サブコンポーネントのアセンブリを備えることが出来る。しかしながら、単一の構築物は、典型的には、作動流体が漏れ得る分離可能な結合器が少ない。

【0091】

[マニフォールド挿入物]

上で言及され、図7と図11とに示されるように、挿入物334は、熱交換器320と筐体330との間に配置されることが出来る。さらに、挿入物334は、筐体330の第2の側面333において窪んだ領域350、351、352のうちの1つ以上の構成に概ね対応する輪郭を有し得る。挿入物334が、筐体330と結合されたときに、窪んだ領域350、351、および352は、輪郭を付けられた挿入物334と共同して、ポンプ渦形室311および出口ポート332と熱交換器320を流体的に結合するように作動流体を運ぶのに適したいくつかの導管または流体結合器を画定することが出来る。

10

【0092】

例えば、挿入物334は、本体360を通して延伸し、筐体330によって画定される先細りのマニフォールド部分336に概ね重なる開口部を画定することが出来る。開口部は、窪んだ部分365とアパーチャ361とを含むことが出来る。窪んだ部分365と筐体における先細りの窪み336とは共に、入口マニフォールドのチャンバを画定する。以下で記載されるように、マニフォールドは、ヒートシンクの中のいくつかのマイクロチャンネルの間で作動流体を分配することが出来る。

20

【0093】

挿入物334の本体360は、筐体330の1つ以上の特徴とかみ合うように係合することが出来る。例えば、本体360は、間隔を置いて離された複数の部材362a、b、c、dと、アパーチャ361に対して横断方向に延伸するトラフ形状の窪み363とを画定することが出来る。トラフ形状の窪み363は、部材362aと部材362cとの間と、部材362bと部材362dとの間とで延伸することが出来る。挿入物334が、筐体330と組み立てられたときに、部材362a、b、c、dは、第2の窪んだ領域351の対応する部分に配置され、対応する隆起339(図10)は、トラフ形状の窪み363の中に配置される。筐体によって画定される特徴をまたぐことによって、挿入物は、概ねくり返し可能な方法で先細りのマニフォールド領域336とアパーチャ361を整列するように構成される。

30

【0094】

挿入物本体360はまた、窪んだ入口プレナム335に重なるように構成された、傾斜のあるタブ364を画定する。また、挿入物の第2の窪んだ領域365の中の肩366は、壁346(図10)に押し付けられ、排出マニフォールドと出口プレナムとから入口マニフォールドを隔離するシールを提供する。

【0095】

実用的な実施形態において、窪んだ領域365(図19)は、先細りにされ、窪みの深さを増加させるにつれて減少する少なくとも1つの断面寸法を有する。以下でさらに完全に説明されるように、挿入物における窪み365とアパーチャ361とは、ヒートシンクのフィンにおける溝325(図19)と概ね重なることが出来る。一部の例において、アパーチャ361に隣接した先細りの窪み365を画定する壁の傾斜は、ヒートシンクのフィンの遠位端に隣接した窪んだ溝325の傾斜と合わせられることが出来る(例えば、それと対応することが出来るか、または代替的には、それと同じであることが出来る)、比較的滑らかで途切れのない流動遷移を提供する。

40

【0096】

挿入物は、アパーチャ361と横方向に隣接した1つ以上(例えば、一対)の概ね適合可能な平坦な表面367(図11)を有することが出来る。図19に示されるように、表面367は、熱交換器320のそれぞれの部分(例えば、ヒートシンクのフィン400の

50

遠位端 401 (図 16 および 図 17)) と概ね重なり、図 5 および 図 6 に示されたプレート 240 と同様に、隣接するフィンの中で延伸するマイクロチャネルの上部流の境界を画定することが出来る。適合可能な表面 367 は、それぞれの遠位端に押し付けられ、複数のフィンの間での高さの違い、および所与のフィン (例えば、フィン高 h_2 (図 18 A および 図 18 B)) の違いに起因する非直線的な長手方向の輪郭を有するフィン) の中での高さの違いに適合することが出来る。適合可能な表面 367 は、例えば、概ね同一平面上にあり、剛性板と適合性のあるフィンのそれぞれの遠位端を作成するために使用される二次的な機械加工動作の必要性を減少または排除することが出来る。また、フィン 400 (400') の遠位端 401 に押し付けられる適合可能な表面 367 は、フィンとシールを形成し、差動流体が、隣接するフィンとの間に画定されるチャネルを迂回することを防ぐことが出来る。

10

【 0097 】

挿入物本体 360 は、例えば、射出成形技術、機械加工技術、または現在公知の他の適切なプロセスもしくは今後開発される他の適切なプロセスを使用して形成されることが出来る。実用的な実施形態において、本体 360 は、隣接する表面に対して概ね適合して密封する適合ポリマー材料で形成される。選択された材料が、サブアセンブリ 300 の他のコンポーネントおよび選択された作動流体と適合性がある場合には、任意の適切な材料が、挿入物本体 360 を形成するために使用されることが出来る。例えば、挿入物本体が形成されることが出来る一般的な材料は、シリコンまたはその他任意の適切な適合材料を含む。

20

【 0098 】

[流れの分配]

統合されたアセンブリ 300 を通る作動流体の流れが、ここで記載される。遠隔に配置された熱交換器 (図示せず) から、作動流体は、入口ポート 331 の中を通り、入口ポートとポンプ渦形室 311 に対する入口 342 との間で延伸するチャネル 343 の中に入る。ポンプ渦形室の床 341 は、ポンプ渦形室からチャネル 343 を隔離する壁を画定する。チャネル 343 から、作動流体は、アパーチャ 342 を通過し、渦形室 311 の中に入る。流体が、ポンプ渦形室から開口部 344 を通って入口プレナム 335 の中に入る前に、ポンプ渦形室 311 に配置されたインペラ 312 が、回転し、作動流体における圧力水頭を増加させる。

30

【 0099 】

図 10 において矢印によって示されるように、作動流体は、入口プレナム 335 から、挿入物 334 における第 2 の窪んだ領域 365 と筐体の入口マニフォールド部分 336 との間に形成されるチャンバの中に入る。チャンバから、作動流体は、アパーチャ 361 を通過する。

【 0100 】

図 2、図 3、および 図 4 に関して上で記載されたように、図 7、図 11、図 13、および 図 14 に示される熱交換器は、複数のマイクロチャネル通路を画定する熱伝達領域 324 を備えることが出来る。アパーチャ 361 は、熱伝達領域 324 に重なることが出来、作動流体の流れが、ヒートシンクにおいて複数のマイクロチャネル通路の間で分配されることが出来る。図 5 および 図 6 に示されたアセンブリと同様に、マイクロチャネルの中で作動流体の流れは、概して、概ね反対方向に衝突領域から外側に流れる第 1 の部分と第 2 の部分とに分割される衝突流であり得る。

40

【 0101 】

説明されるアセンブリ 300 (図 7) において、挿入物 334 (例えば、部材 362 a、b、c、d) は、第 3 の窪んだ領域 351 を部分的に占有し、その領域の一对の対向する部分を満たされないままにし、マイクロチャネルの端領域に重なり、アパーチャ 361 に隣接する中央領域に隣接した対向する排出マニフォールド部分 337 (図 11) を画定する。外方向に向けられた冷却剤の流れは、マイクロチャネル通路から排出マニフォールド部分 337 のそれぞれに排出することが出来る。マニフォールド部分 337 から、作動

50

流体は、出口プレナム 338 (図 11) の中に入り、導管 347 を通過して出口ポート 332 に進む。

【0102】

[さらなる熱交換器の構成]

さらなるヒートシンクの実施形態が、図 13、図 13A、図 14、図 14A、図 15、図 16、図 17、図 18A、図 18B、および図 19 を参照して記載される。図 2 から図 6 において説明されたヒートシンクと同様に、図 13 および図 14 に示されたヒートシンク 320、320' は、並列された複数のフィン (例えば、フィン 400) を有するそれぞれの熱伝達領域 324、324' を画定し、並列された複数のフィンは、隣接するフィン間に複数の対応するマイクロチャネル (例えば、マイクロチャネル 404、404') を画定する。

10

【0103】

フィン 400、400' のそれぞれは、ヒートスプレッドまたはベース 326 からそれぞれの遠位端 401、401' に延伸する。隣接する溝 322、322' (図 13 および図 14) は、マイクロチャネル 404、404' の対向する外側端に対して直交して延伸し、排出マニフォールドの一部を形成することが出来る。アセンブリ 300 に組み込まれたときには、溝 322、322' は、概して、対向する排出マニフォールド部分 337 に隣接して配置される。

【0104】

図 15 は、切断線 15-15 (図 13) または切断線 15'-15' (図 14) のそれぞれに沿った、ヒートシンク 320、320' の典型的な断面図を示す。図 16 および図 17 は、図 15 において断面で示された典型的な熱伝達領域の円で囲まれた部分「A」からの代替的なフィンの構成を示す。

20

【0105】

フィンの遠位端は、図 16 および図 17 に示されるように様々な構成を有することが出来る。例えば、鈍い遠位端 405' が、比較的平坦で概ね同一平面にあるように示される。代替的には、遠位端 401 は、傾斜を付けられて示され、各フィン 400a に比較的短い面と比較的長い面とを与え、比較的鋭い先端 405 がそれらの間に配置される。

【0106】

傾斜を付けられた遠位端 401 によって形成された比較的鋭い先端 405 は、ベース 326 に対して概ね平行であり、フィン 400 に対して直交する方向から、ベース 326 に対して概ね直交し、フィンに対して概ね平行である方向への流れの方向の遷移 (例えば、90度の曲がり) を改善することが出来ると考えられる。従って、傾斜を付けられた遠位端によって形成された鋭い先端 405 を有するフィン 400 は、作動流体が、挿入物マニフォールド 365 からマイクロチャネル 404 に進むので、例えば、概ね鈍い遠位端 405' を有するフィン 400' と比較して、作動流体における水頭損失を減少させることが出来ると推測される。所与のフィンの比較的長い面を同じフィンの比較的短い面上流に配置すること (例えば、それぞれのフィンに対して上流の位置に鋭い先端を配置すること) は、流れが、傾斜を付けられたフィンに反対方向から近づく場合よりも水頭損失の減少が比較的大きいと考えられる。

30

40

【0107】

傾斜を付けられた遠位端 401 は、薄い壁に傾斜を付けるための任意の適切な技術を使用して形成されることが出来る。例えば、そのような傾斜は、削る技術を使用してフィン 400 を形成するときに生成されることが出来る。他の技術、例えば、専有技術が、傾斜を形成するために使用されることが出来る。例えば、Wolverine Tube, Inc. によって利用されるフィン形成技術が、傾斜を付けられたフィンを持つマイクロチャネルのヒートシンクを生成するために使用されることが出来ると考えられる。しかしながら、そのような「未加工の」フィンのそれぞれの遠位端は、同一平面にないことがあり得る (横断方向の溝の一部を形成する窪んだ領域を除く) とも考えられる。不均一なフ

50

インに押し付けられ、それらとシールを形成することが出来る適合挿入物 334 を組み込むことによって、鋭い先端 405 を鈍くするのに役立つ二次的な機械加工動作は、排除され、費用を節約し、性能を改良することが出来る。鋭い先端 405 を維持し、マニフォールド挿入物とシールを形成することは、「未加工の」フィンと、例えば、概ね平坦な剛性板との間で、別の方法では形成される空隙によって別の方法では生じることがあり得る、隣接するマイクロチャネル 404 の間の漏れを依然として減少させ、または排除しながら、冷却剤における水頭損失を減少させることが出来る。

【0108】

図 14 に示されるように、横断方向の溝 325 が、フィン 400 に対して横断方向に延伸することが出来る。上で言及されたように、マニフォールド挿入物 334 におけるアパーチャ 361 は、溝 325 に概ね重なり、マイクロチャネル 404 のそれぞれを少なくとも 1 つの他のマイクロチャネルに並列に液圧式で結合する流動遷移を画定する。

10

【0109】

図 19 は、このような流動遷移の一例の断面図を示す。挿入物本体 360 によって画定される窪んだ領域 365 と、窪んだ領域 325 とは共に、アパーチャ 361 が単独で画定するよりも実質的に大きい特徴的な長さ、例えば、水力直径を画定する。例えば、窪んだ領域 365 と、アパーチャ 361 と、溝 325 とは共に、アパーチャ 361 単独での対応する水力直径よりも約 150% と約 200% との間で大きい水力直径を有する流動遷移を画定し、このことが、組み立てられたものの流動遷移に対して実質的により低い水頭損失係数を提供することが出来る。

20

【0110】

入口マニフォールドからヒートシンク 320 のマイクロチャネルへの遷移の特徴的な長さスケールを増加させることが、遷移を通過した流体の圧力損失を減少させ、ポンプの性能に対応して流体の流速を増加させることが出来る。より低い水頭損失係数に起因する流体の流速の増加は、アパーチャ 361 が均一な高さのフィンのアレイに重なる構成と比較して、フィンからの局所的な熱伝達速度を改善することが出来る。先細りの窪み 365 とヒートシンクの溝 325 との組み合わせ（例えば、図 19A における）が、作動流体が、別の方法では溝が存在しない場合（例えば、図 19A に示された均一な高さのフィンのアレイの場合）よりも、アパーチャ 361 に隣接した領域におけるマイクロチャネルにおいて比較的深く、流体が浸透することを可能にする。

30

【0111】

溝 325 は、複数のフィン 400 のそれぞれにおいて、それぞれの窪みを画定することによって形成されることが出来る。複数の窪んだ領域は、溝 325 を画定するために並列されることが出来る。

【0112】

図 18A および図 18B において、各溝 325 a、325 b の最下部の範囲は、ヒートスプレッド 326 から距離 h_1 だけ間隔を置かれる。他の実施形態において、窪んだ溝 325 の最下部の範囲は、ヒートスプレッド 326 と実質的に同一平面上にある（すなわち、 $h_1 = 0$ ）。一部の実施形態において、距離 h_1 に対するフィンの代表的な高さ h_2 の比は、例えば、約 3 : 1 および約 2 : 1 などの約 10 : 1 と約 10 : 7 との間であり得る。

40

【0113】

v字型の切り込みが、図 18A に示され、概ね放射状の窪みが、図 18B に示されるが、他の窪んだ溝の構成が、可能である。例えば、溝は、概ね双曲線の断面形状、または少なくとも 1 つの実質的にまっすぐな縁を有する断面（例えば、L字型の窪み、または図 19B に示されるような平坦にされたV字型の溝）を有することが出来る。上で言及されたように、マニフォールド本体に隣接した溝 325 の傾斜は、統合されたアセンブリ 300 が組み立てられたときには、溝に隣接したマニフォールド本体 360 において窪んだ領域 365 を画定する壁の傾斜と実質的に途切れないことがあり得る。そのような途切れない傾斜は、（例えば、挿入物における窪みと溝との間の）壁の傾斜が途切れた遷移におけ

50

る水頭損失よりも遷移による水頭損失が概ね少ないことがあり得る。

【0114】

[他の例示的な実施形態]

上で記載された例は、概して、集積回路などの1つ以上の電子コンポーネントを冷却するように構成された流体熱伝達システムに関する。しかしながら、開示された熱伝達システムに対する他の用途が、開示された装置の構成における付随する任意の変更と共に企図される。本明細書において開示された原理を組み込むことにより、流体回路を使用して熱を伝達するように構成された多種多様なシステムを提供することが、可能である。例えば、開示されたシステムは、データセンタにおけるコンポーネント、レーザコンポーネント、発光ダイオード、化学反応、光電池、太陽熱収集器、および現在公知であるか、または今後開発される様々な他の産業デバイス、軍事デバイス、消費者デバイスに熱を伝達したり、それらから熱を伝達したりするために使用されることが出来る。

10

【0115】

方向および基準（例えば、上、下、最上部、最下部、左、右、後方、前方など）は、図面の考察を容易にするために使用され得るが、限定することを意図していない。例えば、「上」、「下」、「上部」、「下部」、「水平」、「垂直」、「左」、「右」などのような特定の用語が、使用されてもよい。そのような用語は、適用可能な場合には、特に、説明される実施形態に関して相対的な関係を扱うときには、ある程度の記載の明確性を提供するために使用される。しかしながら、このような用語は、絶対的な関係、位置、および/または配向を意味することを意図していない。例えば、物体に関して、「上」表面は、単に物体をひっくり返すことによって「下」表面になることが出来る。しかしながら、それでもやはり、それは、同じ表面であり、物体は、同じままである。本明細書において使用されるように、「および/または」は、「および」、または「または」を意味するだけでなく「および」と「または」とを意味する。さらに、本明細書において引用された全ての特許文献と非特許文献とが、あらゆる目的でその全体が参照によって組み込まれる。

20

【0116】

任意の特定の例に関して上で記載された原理は、他の例の1つ以上の任意のものに関連付けて記載された原理と組み合わせることが出来る。従って、この詳細な記載は、限定する意味で解釈されるのではなく、この開示を検討した後で、当業者は、本明細書において記載された様々な概念を使用して考案されることが出来る多種多様な流体熱交換システムを理解する。さらに、当業者は、本明細書において開示された例示的な実施形態は、開示された原理を逸脱することなく様々な構成に適用されることが出来ることを理解する。

30

【0117】

開示された実施形態の上の記載は、当業者が、開示されたイノベーションを作成または使用することを可能にするために提供される。それらの実施形態に対する様々な改変が、当業者には容易に明らかになり、本明細書において定義された一般的な原理は、本開示の精神と範囲とを逸脱することなく他の実施形態に適用されてもよい。従って、実用新案登録請求される考案は、本明細書において示された実施形態に限定されることを意図しておらず、実用新案登録請求の範囲の言葉と一貫する全範囲と一致し、冠詞「a」または「an」の使用などによる単数形での要素の言及は、特に断りがない限りは、「唯一」を意味することを意図しておらず、むしろ、「1つ以上」を意味する。当業者に公知であるか、後に公知になる、本開示を通して記載された様々な実施形態の要素と同等のあらゆる構造および機能は、実用新案登録請求の範囲の要素によって包含されることを意図する。さらに、本明細書に開示されたあらゆるものが、そのような開示が実用新案登録請求の範囲に明示されているか否かに関わらず、社会に献呈されることを意図していない。要素が、「ための手段」または「ためのステップ」という句を使用して明示されている場合でなければ、実用新案登録請求の範囲のあらゆる要素は、35 USC 122の6項の規定に基づいては解釈されない。

40

【0118】

従って、開示された原理が適用されることが出来る多くの可能な実施形態を鑑みると、

50

上記の実施形態は、単なる例示であり、範囲を限定するものと取られるべきではないと認められるべきである。従って、本考案者は、本明細書において開示された対象に対するあらゆる権利を保有する。その権利は、以下の実用新案登録請求の範囲の範囲および精神の範囲内で生じるあらゆるものだけでなく、本明細書において示されるか、記載されたあらゆるイノベーションの全ての態様を実用新案登録請求する権利を含む。

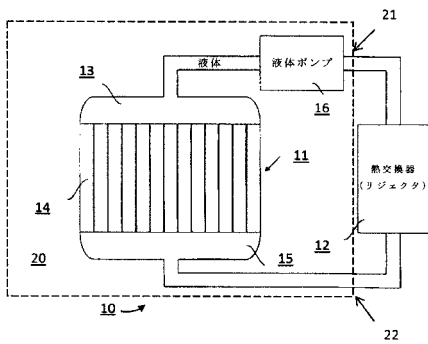
【符号の説明】

【0119】

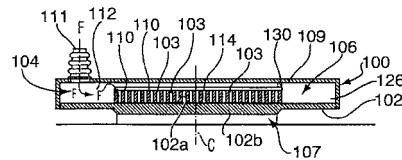
10 流体回路、11, 12, 100, 320 熱交換器、13, 336 マニフォルド、14, 104 流体通路、15, 337 排出マニフォルド、16, 310 ポンプ、20, 300 サブアセンブリ、21, 321 入口、22, 322 出口、102, 202 ヒート・スプレッド・プレート、103, 404 流体マイクロチャネル、104 流体入口通路、106 流体出口通路、107 熱源、109, 330 筐体、110, 210, 345, 346 壁、111 ポート、112, 126 ヘッド、114, 214 流体入口開口部、124, 224 流体出口開口部、128, 332 出口ポート、130, 230 シール、240 プレート、242, 364 タブ、244, 301 キャップ、302 保持メカニズム、311 ポンプ渦形室、312 ポンプインペラ、313 電気モータ、324 熱伝達領域、325 溝、326 ヒートスプレッド、331 入口ポート、333 側面、334 マニフォルド挿入物、335 入口プレナム、338 出口プレナム、342 アパーチャ、349 充填ポート、360 挿入物本体、365 挿入物マニフォルド、400 フィン、401, 405 遠位端。

10
20

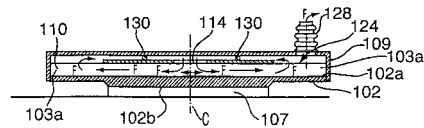
【図1】



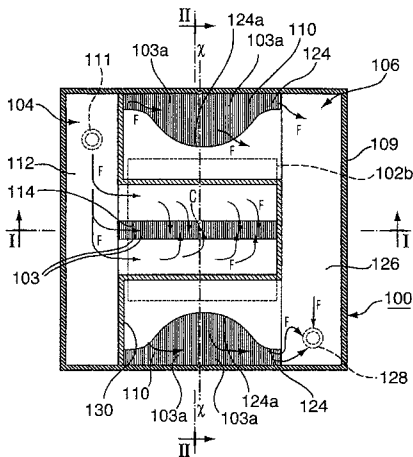
【図3】



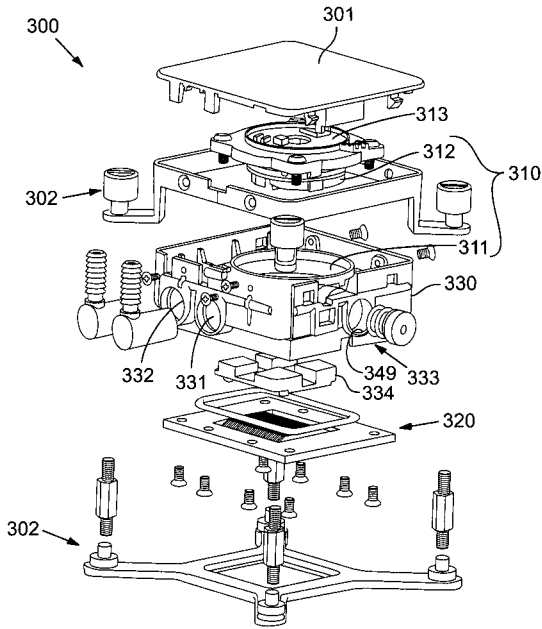
【図4】



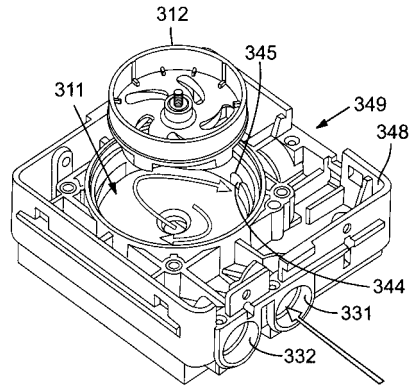
【図2】



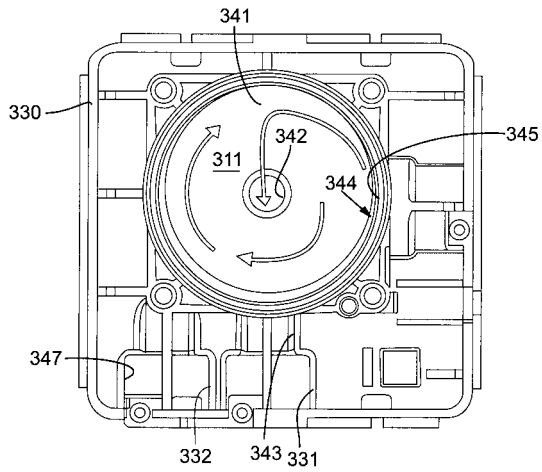
【 図 7 】



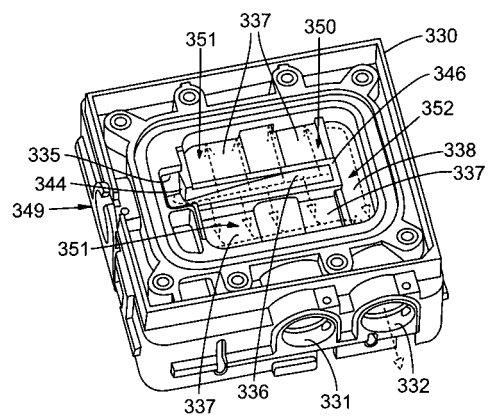
【 図 8 】



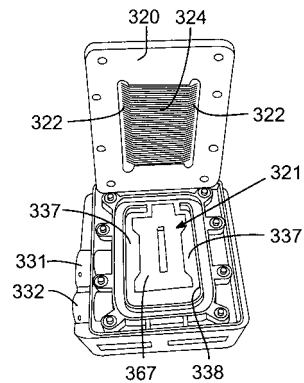
【 図 9 】



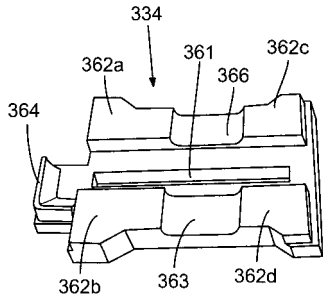
【 図 10 】



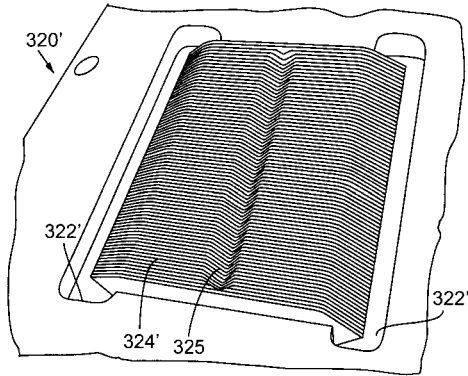
【 図 11 】



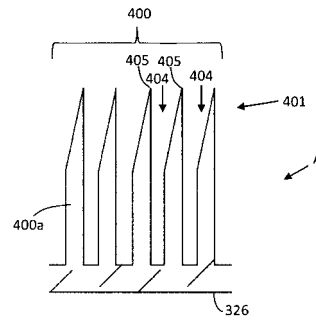
【 図 1 2 】



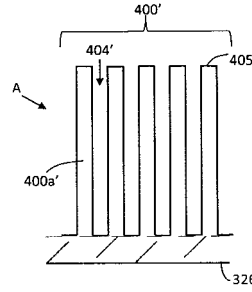
【 図 1 4 A 】



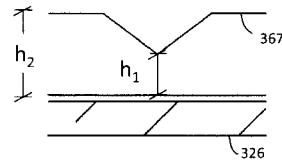
【 図 1 6 】



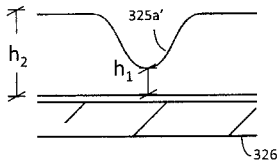
【 図 1 7 】



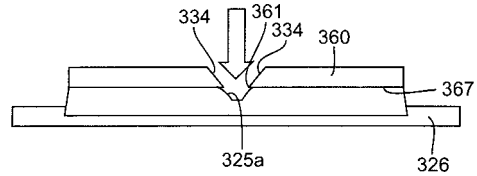
【 図 1 8 A 】



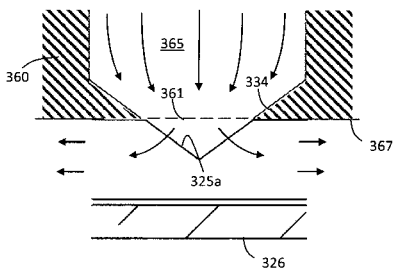
【 図 1 8 B 】



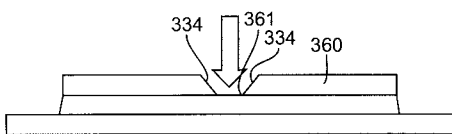
【 図 1 9 B 】



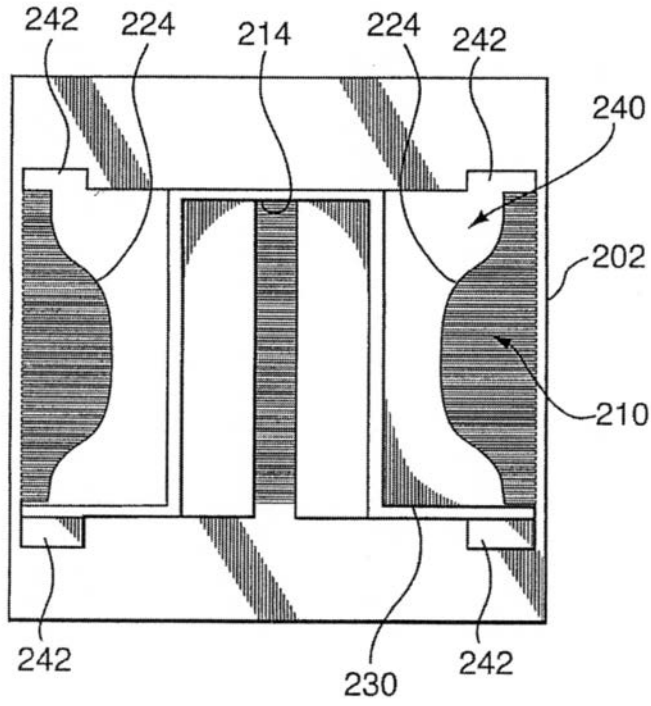
【 図 1 9 】



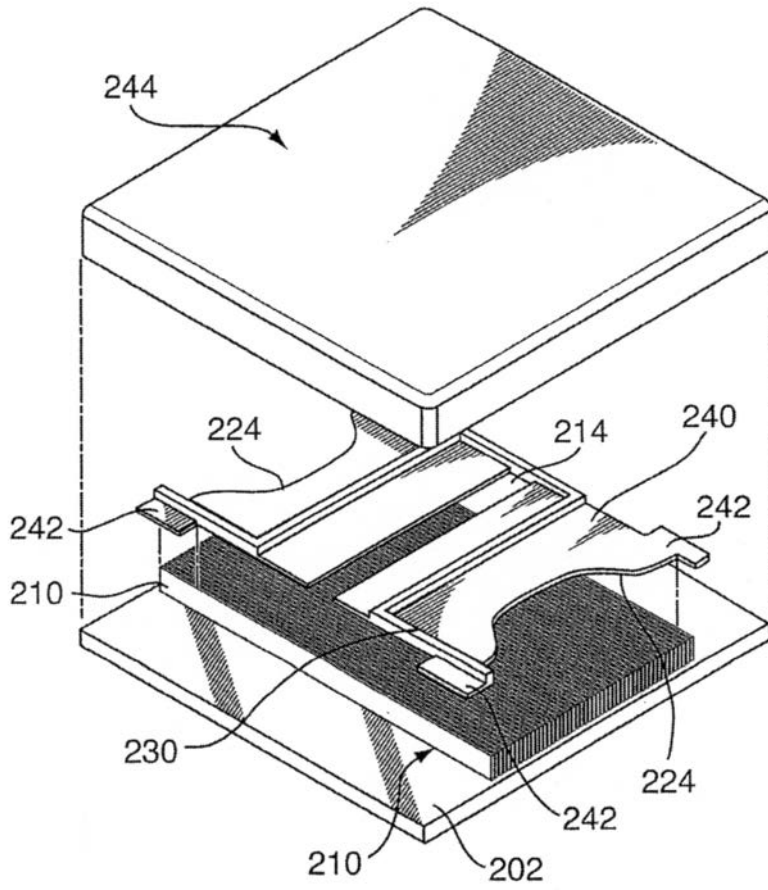
【 図 1 9 A 】



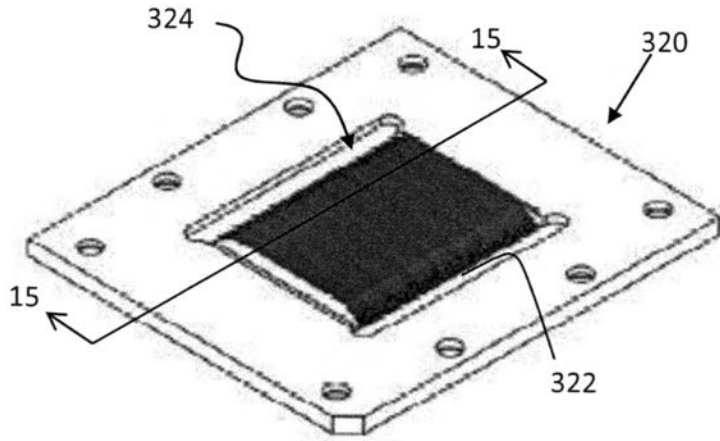
【 図 5 】



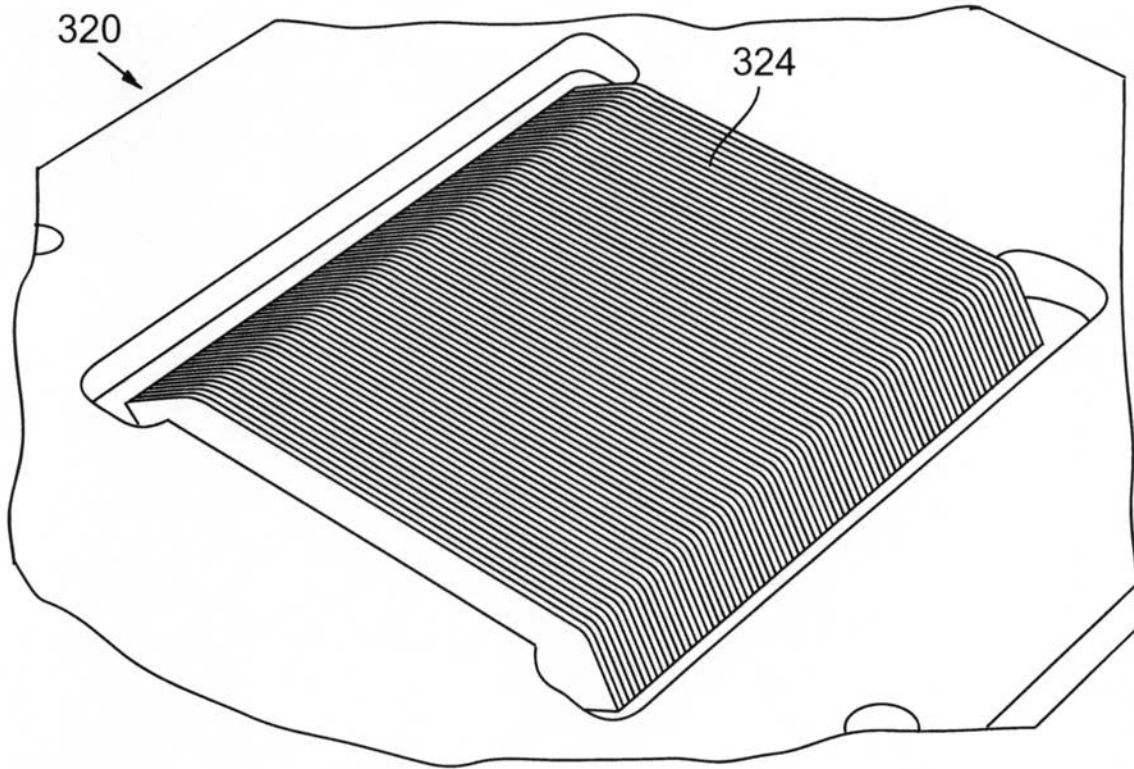
【 図 6 】



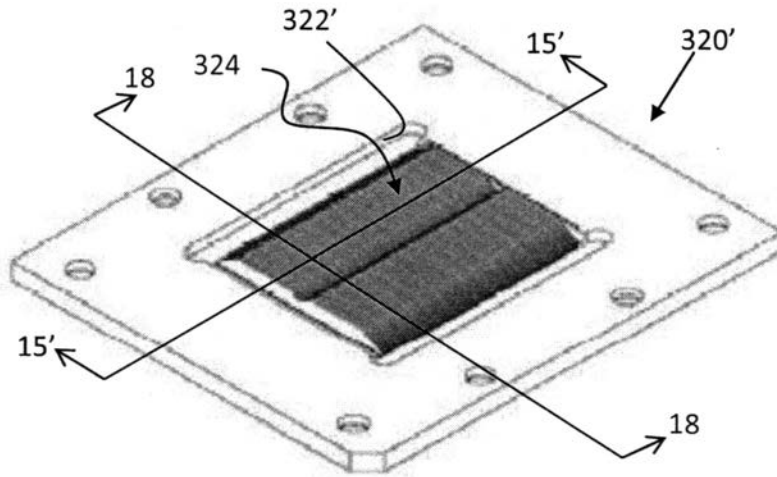
【図 13】



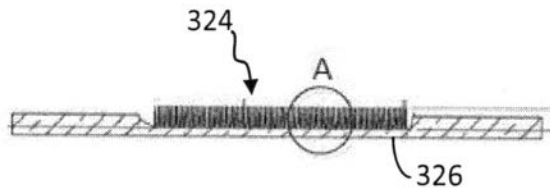
【図 13 A】



【図 1 4】



【図 1 5】



【手続補正書】

【提出日】平成24年8月6日(2012.8.6)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

一部のヒートシンクの実施形態において、溝の深さに対する複数のフィンの高さの比は、約10:1と約10:7との間である。例えば、深さに対する高さの比は、約3:1と約2:1との間であり得る。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

マニフォールド本体における開口部は、窪んだ領域と、窪んだ部分からマニフォールド本体を通過して延伸するアパーチャとを有することが出来る。一部の例において、マニフォールド本体における窪んだ領域は、窪んだ領域の深さを増加させるにつれて先が細くなる少なくとも1つの断面寸法を有する先細りの窪んだ領域である。マニフォールド本体に隣接した窪んだ溝の傾斜は、溝に隣接したマニフォールド本体における窪んだ領域の傾斜と実質的に途切れがなくてもよい。窪んだ領域と、アパーチャと、溝とは共に、アパーチャの水力直径よりも約150%から約200%大きい有効水力直径を有する流動遷移を画定することが出来る。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

溝の深さに対する複数のフィンの高さの比は、約10：1と約10：7との間である。
例えば、深さに対する高さの比は、約3：1と約2：1との間であり得る。

【手続補正4】

【補正対象書類名】実用新案登録請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【実用新案登録請求の範囲】

【請求項1】

並列配置される複数のフィンと、前記フィンを横断する方向に延伸する窪んだ溝と、を有するヒートシンクであって、前記フィンが隣接するフィンとの間に、対応する複数のマイクロチャンネルを画定しているヒートシンクと、
前記溝に概ね重なる開口部を少なくとも部分的に画定するマニフォールド本体とを備えている、熱交換システム。

【請求項2】

前記マニフォールド本体と前記溝とは共に、前記マイクロチャンネルのそれぞれを、少なくとも一つの他のマイクロチャンネルに並列に、液圧式で結合するように構成された入口マニフォールドの一部を画定する、請求項1に記載の熱交換システム。

【請求項3】

前記ヒートシンクは、ヒートスプレッドを備え、
前記フィンのそれぞれは、前記ヒートスプレッドから延伸し、前記ヒートスプレッドから間隔を置かれた対応する遠位縁を画定し、
前記溝は、複数の前記遠位縁のそれぞれから窪まされる、
請求項1に記載の熱交換システム。

【請求項4】

前記窪んだ溝の最下部の範囲は、前記ヒートスプレッドから間隔を置かれる、請求項3に記載の熱交換システム。

【請求項5】

前記窪んだ溝の最下部の範囲は、前記ヒートスプレッドと実質的に同一平面上にある、請求項3に記載の熱交換システム。

【請求項6】

前記ヒートスプレッドと前記フィンとは、単一の構築物を形成する、請求項3に記載の熱交換システム。

【請求項7】

前記各それぞれの遠位縁は、対応する窪んだ部分を画定し、それにより前記窪んだ溝を画定する、請求項3に記載の熱交換システム。

【請求項8】

前記溝は、前記フィンの第1の端に隣接して配置された第1の溝と、前記フィンの第2の対向する端に隣接して配置された第2の溝とを備え、前記第1の溝と前記第2の溝とは、排出マニフォールドのそれぞれの部分を画定する、請求項1に記載の熱交換システム。

【請求項9】

前記窪んだ溝の断面プロフィールは、V字型の切り込みと、半円形と、放射状と、双曲線と、少なくとも一つの実質的にまっすぐな縁を有する切り込みとからなる群のうちの選択された一つ以上のものを備える、請求項1に記載の熱交換システム。

【請求項10】

各それぞれの窪んだ部分の断面プロフィールは、V字型の切り込みと、半円形と、放射状と、双曲線と、少なくとも一つの実質的にまっすぐな縁を有する切り込みとからなる群

のうちの選択された1つ以上のものを備える、請求項7に記載の熱交換システム。

【請求項11】

前記溝の深さに対する前記複数のフィンの高さの比は、約10:1と約10:7との間である、請求項3に記載の熱交換システム。

【請求項12】

前記深さに対する前記高さの比は、約3:1と約2:1との間である、請求項11に記載の熱交換システム。

【請求項13】

前記マンifold本体における前記開口部は、窪んだ領域と、前記窪んだ領域から前記マンifold本体を通して延伸するアパーチャとを有する、請求項1に記載の熱交換システム。

【請求項14】

マンifold本体における前記窪んだ領域は、前記窪んだ領域の深さを増加させるにつれ減少する少なくとも1つの断面寸法を有する先細りの窪んだ領域である、請求項13に記載の熱交換システム。

【請求項15】

前記マンifold本体に隣接する前記溝の傾斜は、前記溝に隣接する前記マンifold本体における窪んだ領域の傾斜と実質的に途切れない、請求項13に記載の熱交換システム。

【請求項16】

前記窪んだ領域と、前記アパーチャと、前記溝とは共に、前記アパーチャの水力直径よりも約150%から約200%大きい有効水力直径を有する流動遷移を画定する、請求項13に記載の熱交換システム。

【請求項17】

前記入口マンifoldは、前記それぞれのマイクロチャネルの長手方向軸に対して直交方向で前記マイクロチャネルのそれぞれに対して流体の流れを送達するように構成される、請求項2に記載の熱交換システム。

【請求項18】

前記複数のフィンにおける前記フィンのそれぞれは、傾斜を付けられた対応する遠位縁を画定する、請求項1に記載の熱交換システム。

【請求項19】

入口プレナムを画定する本体をさらに備え、前記入口プレナムと、前記入口マンifoldとは共に、前記フィンに対して概ね横断方向で流体流を送達するように構成される、請求項2に記載の熱交換システム。

【請求項20】

前記入口マンifoldは、前記マイクロチャネルのそれぞれに対して流体の衝突流を送達するように構成される、請求項19に記載の熱交換システム。

【請求項21】

前記複数のフィンにおける前記フィンのそれぞれは、傾斜をつけられた対応する遠位縁を画定する、請求項20に記載の熱交換システム。

【請求項22】

第1の側面を画定する単一の本体をさらに備え、前記入口プレナムの一部分と、前記入口マンifoldの一部分とは、前記第1の側面からそれぞれ窪まされ、前記単一の本体は、前記第1の側面に対向して配置された第2の側面を画定し、前記第2の側面からの窪みは、ポンプ渦形室を画定し、前記入口プレナムの一部分は、前記ポンプ渦形室に隣接して配置される、請求項19に記載の熱交換システム。

【請求項23】

前記ポンプ渦形室を画定する前記窪みは、前記第2の側面に対して実質的に垂直に延伸する長手方向軸を有する実質的に円筒形形状の窪みであり、前記本体は、開口部を画定し、前記開口部は、前記円筒形形状の窪みから概ね接線方向に延伸し、前記入口プレナムに

前記ポンプ渦形室を液圧式で結合する、請求項 2 2 に記載の熱交換システム。

【請求項 2 4】

前記本体は、前記入口マニフォールドの窪みに隣接する第 2 の窪んだ領域と、前記入口マニフォールドの窪みから前記第 2 の窪んだ領域を隔離する壁とを画定し、前記マニフォールド本体が、前記マイクロチャネルのそれぞれの各部分に概ね重なる排出マニフォールドを画定するように前記第 2 の窪んだ領域の一部分を占有するように、前記マニフォールド本体は、前記入口マニフォールドの窪みをまたぎ、前記本体をかみ合うように係合するように構成され、前記複数のマイクロチャネルの各部分は、前記入口開口部/マニフォールドから間隔を置かれる、請求項 1 9 に記載の熱交換システム。

【請求項 2 5】

並列配置された複数のフィンを有するヒートシンクであって、前記フィンは、隣接するフィンとの間に、対応する複数のマイクロチャネルを画定し、前記フィンのそれぞれが、傾斜をつけられたそれぞれの遠位縁を画定する、ヒートシンクと、

前記傾斜を付けられた遠位縁のそれぞれの少なくとも一部分に重なり、前記マイクロチャネルに対して横断方向で前記マイクロチャネルに対して流体の流れを送達するように構成された開口部を画定するマニフォールド本体と

を備える、熱交換システム。

【請求項 2 6】

前記ヒートシンクは、ヒートスプレッタを備え、前記フィンのそれぞれは、前記ヒートスプレッタから延伸し、それぞれの傾斜を付けられた対応する遠位縁は、前記ヒートスプレッタから間隔を置かれる、請求項 2 5 に記載の熱交換システム。

【請求項 2 7】

前記ヒートスプレッタと、前記フィンとは、単一の構築物を形成する、請求項 2 6 に記載の熱交換システム。

【請求項 2 8】

それぞれの傾斜を付けられた遠位縁と前記スプレッタとの間の距離は、前記それぞれのフィンの高さを画定し、各それぞれのフィンは、第 1 の端と第 2 の端とを画定し、前記第 1 の端と前記第 2 の端との間で前記ヒートスプレッタに対してスパン方向で長手方向に延伸し、前記複数のフィンの 1 つ以上のフィンのフィン高は、スパン方向に沿って変化する、請求項 2 6 に記載の熱交換システム。

【請求項 2 9】

前記マニフォールド本体は、前記遠位縁のそれぞれの少なくとも一部分に押し付ける適合部分を備える、請求項 2 8 に記載の熱交換システム。

【請求項 3 0】

前記スパン方向に沿ったフィン高の変化は、前記それぞれの遠位縁の非直線的な輪郭を画定し、前記マニフォールド本体の前記適合部分は、前記非直線的な輪郭と概ね適合する、請求項 2 9 に記載の熱交換システム。

【請求項 3 1】

窪んだ溝が、前記フィンに対して横断方向に延伸し、前記開口部は、前記溝に概ね重なる、請求項 2 3 に記載の熱交換システム。

【請求項 3 2】

前記各それぞれの遠位縁が、対応する窪んだ部分を画定し、それにより前記窪んだ溝を画定する、請求項 3 1 に記載の熱交換システム。

【請求項 3 3】

前記溝の深さに対する前記複数のフィンの高さの比は、約 1 0 : 1 と約 1 0 : 7 との間である、請求項 2 5 に記載の熱交換システム。

【請求項 3 4】

前記深さに対する前記高さの比は、約 3 : 1 と約 2 : 1 との間である、請求項 3 3 に記載の熱交換システム。

【請求項 3 5】

前記マニフォールド本体における前記開口部は、窪んだ領域と、前記窪んだ領域から前記マニフォールド本体を通して延伸するアパーチャとを有し、前記窪んだ領域と、前記アパーチャと、前記溝とは共に、前記アパーチャの水力直径よりも約150%から約200%大きい有効水力直径を有する流動遷移を画定する、請求項31に記載の熱交換システム。

【請求項36】

第1の側面と、前記第1の側面と対向する第2の側面とを有する単一の本体をさらに備え、前記本体は、前記第1の側面から窪まされた入口プレナムの一部分と、前記第1の側面から窪まされた入口マニフォールドの一部分とを画定し、前記本体は、前記第2の側面から窪まされたポンプ渦形室をさらに画定し、前記入口プレナムの一部分は、前記ポンプ渦形室に隣接して配置される、請求項25に記載の熱交換システム。

【請求項37】

前記ポンプ渦形室を画定する前記窪みは、前記第2の側面に対して実質的に垂直に延伸する長手方向軸を有する実質的に円筒形形状の窪みであり、前記本体は、開口部を画定し、前記開口部は、前記円筒形形状の窪みから概ね接線方向に延伸し、前記第1の側から窪まされた前記入口プレナムの一部分に前記ポンプ渦形室を液圧式で結合する、請求項36に記載の熱交換システム。

【請求項38】

前記本体は、前記入口マニフォールドの前記窪んだ部分に隣接した第3の窪んだ領域と、前記入口マニフォールドの前記窪んだ部分から前記第3の窪んだ部分を隔離する壁とを画定し、前記マニフォールド本体が、前記マイクロチャネルのそれぞれの各部分に概ね重なる排出マニフォールドを画定するように前記第3の窪んだ領域の一部分を占有するように、前記マニフォールド本体は、前記入口マニフォールドの前記窪んだ部分をまたぎ、前記本体をかみ合うように係合するように構成され、前記複数のマイクロチャネルの各部分は、前記入口開口部/マニフォールドから間隔を置かれる、請求項36に記載の熱交換システム。