

(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2009-527897
(P2009-527897A)

(43) 公表日 平成21年7月30日(2009.7.30)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|------------------------------|------------|-------------|
| H01L 23/473 (2006.01) | H01L 23/46 | Z 5E322 |
| H05K 7/20 (2006.01) | H05K 7/20 | W 5F136 |
| G06F 1/20 (2006.01) | G06F 1/00 | 360A |
| | G06F 1/00 | 360C |

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2008-555399 (P2008-555399)
 (86) (22) 出願日 平成19年2月16日 (2007.2.16)
 (85) 翻訳文提出日 平成20年10月20日 (2008.10.20)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/004236
 (87) 国際公開番号 W02007/098077
 (87) 国際公開日 平成19年8月30日 (2007.8.30)
 (31) 優先権主張番号 60/774, 764
 (32) 優先日 平成18年2月16日 (2006.2.16)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

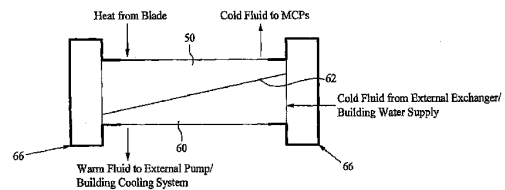
(71) 出願人 505163741
 クーリギー インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
 043 マウンテン ビュー モード ア
 ベニュー 800
 (74) 代理人 100067736
 弁理士 小池 晃
 (74) 代理人 100096677
 弁理士 伊賀 誠司
 (72) 発明者 ウパダヤ、ギリッシュ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
 014 クパチーノ ステリング ロード
 10870 エヌ. アパートメント
 31シー

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷却システム

(57) 【要約】

1つ以上の発熱素子で発生した熱を、1つ以上の電子サーバから周囲の空気に消散させる液体冷却法を提供する。各電子サーバは、1つ以上の発熱素子を含んでいる。各電子サーバには、液体冷却装置が統合される。各液体冷却装置は、流体ラインによって相互に接続された、サーバポンプと、1つ以上のマイクロチャンネル冷却板(MCP)とを備える。各電子サーバ用の液体冷却装置は、マイクロチャンネルが形成された除熱板を備える。MCP、サーバポンプ及び除熱板は、第1の循環路を形成する。除熱板は、熱接触層材料を介してシャーシ冷却板に連結される。複数の電子サーバ構成において、各電子サーバのための除熱板は、流体チャンネルが形成されたシャーシ冷却板に連結され、シャーシ冷却板は、流体ラインを介して、液体-空気熱交換装置に連結され、第2の循環路を形成する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の電子サーバを冷却する冷却システムにおいて、

a. 1つ以上の発熱素子をそれぞれ有する複数の電子サーバと、

b. 対応する電子サーバに熱伝導可能に連結され、該対応する電子サーバの1つ以上の発熱素子から伝導された熱を受け取る第1の流体をそれぞれ有する複数の液体冷却装置と

、

c. 第2の流体及び除熱器を有する第2の熱交換装置と、

d. 上記複数の液体冷却装置及び上記第2の熱交換装置に連結され、上記第1の流体から上記第2の流体に熱を伝導する熱接触層とを備え、

上記複数の電子サーバのそれぞれは、挿入ベクトルに沿って、電子シャーシに挿入され、上記熱接触層は、該挿入ベクトルに垂直でない熱接触層平面に沿って配置されることを特徴とする冷却システム。

10

【請求項 2】

上記各液体冷却装置は、第1の流体循環路を形成することを特徴とする請求項1記載の冷却システム。

【請求項 3】

上記第1の流体は、上記第2の流体から物理的に分離されていることを特徴とする請求項1記載の冷却システム。

【請求項 4】

上記熱接触層は、流体チャンネルが形成されたシャーシ冷却板を備えることを特徴とする請求項1記載の冷却システム。

20

【請求項 5】

上記除熱器及び熱接触層は、第2の流体循環路を形成することを特徴とする請求項1記載の冷却システム。

【請求項 6】

上記第2の熱交換装置は、上記第2の流体循環路内に含まれる第1のポンプを更に備えることを特徴とする請求項5記載の冷却システム。

【請求項 7】

上記各液体冷却装置は、マイクロチャンネルが形成された除熱板を更に備えることを特徴とする請求項1記載の冷却システム。

30

【請求項 8】

上記熱接触層は、上記各除熱板を上記シャーシ冷却板に連結する熱接触層材料を更に備えることを特徴とする請求項7記載の冷却システム。

【請求項 9】

上記除熱器は、ラジエータであることを特徴とする請求項1記載の冷却システム。

【請求項 10】

上記各液体冷却装置は、上記第1の流体が流れる1つ以上のマイクロチャンネル冷却板を更に備えることを特徴とする請求項1記載の冷却システム。

【請求項 11】

上記1つのマイクロチャンネル冷却板は、上記電子サーバ上の各発熱素子に連結されることを特徴とする請求項10記載の冷却システム。

40

【請求項 12】

上記各液体冷却装置は、第2のポンプを更に備えることを特徴とする請求項1記載の冷却システム。

【請求項 13】

上記各電子サーバは、ブレードサーバであることを特徴とする請求項1記載の冷却システム。

【請求項 14】

上記各電子サーバは、ラックサーバであり、上記電子シャーシは、電子ラックであるこ

50

とを特徴とする請求項 1 記載の冷却システム。

【請求項 1 5】

電子サーバを冷却する冷却システムにおいて、

a . 1 つ以上の発熱素子を有する電子サーバと、

b . 上記電子サーバに熱伝導可能に連結され、上記 1 つ以上の発熱素子から伝導された熱を受け取る第 1 の流体を有する液体冷却装置と、

c . 第 2 の流体及び除熱器を有する第 2 の熱交換装置と、

d . 上記液体冷却装置及び上記第 2 の熱交換装置に連結され、上記第 1 の流体から上記第 2 の流体に熱を伝導する熱接触層とを備え、

上記電子サーバは、挿入ベクトルに沿って、電子シャーシに挿入され、上記熱接触層は、該挿入ベクトルに垂直でない熱接触層平面に沿って配置されることを特徴とする冷却システム。

10

【請求項 1 6】

上記各液体冷却装置は、第 1 の流体循環路を形成することを特徴とする請求項 1 5 記載の冷却システム。

【請求項 1 7】

上記第 1 の流体は、上記第 2 の流体から物理的に分離されていることを特徴とする請求項 1 5 記載の冷却システム。

【請求項 1 8】

上記熱接触層は、流体チャンネルが形成された冷却板を備えることを特徴とする請求項 1 5 記載の冷却システム。

20

【請求項 1 9】

上記除熱器及び熱接触層は、第 2 の流体循環路を形成することを特徴とする請求項 1 5 記載の冷却システム。

【請求項 2 0】

上記第 2 の熱交換装置は、上記第 2 の流体循環路内に含まれる第 1 のポンプを更に備えることを特徴とする請求項 1 9 記載の冷却システム。

【請求項 2 1】

上記液体冷却装置は、マイクロチャンネルが形成された除熱板を更に備えることを特徴とする請求項 1 5 記載の冷却システム。

30

【請求項 2 2】

上記熱接触層は、上記各除熱板を上記シャーシ冷却板に連結する熱接触層材料を更に備えることを特徴とする請求項 2 1 記載の冷却システム。

【請求項 2 3】

上記除熱器は、ラジエータであることを特徴とする請求項 1 5 記載の冷却システム。

【請求項 2 4】

上記各液体冷却装置は、上記第 1 の流体が流れる 1 つ以上のマイクロチャンネル冷却板を更に備えることを特徴とする請求項 1 5 記載の冷却システム。

【請求項 2 5】

上記 1 つのマイクロチャンネル冷却板は、上記電子サーバ上の各発熱素子に連結されることを特徴とする請求項 2 4 記載の冷却システム。

40

【請求項 2 6】

上記各液体冷却装置は、第 2 のポンプを更に備えることを特徴とする請求項 1 5 記載の冷却システム。

【請求項 2 7】

1 つ以上の発熱素子をそれぞれ有する複数の電子サーバと、

対応する電子サーバに熱伝導可能にそれぞれ連結された複数の液体冷却装置とを更に備え、

上記複数の液体冷却装置のそれぞれは、上記熱接触層に熱伝導可能に連結されていることを特徴とする請求項 1 5 記載の冷却システム。

50

【請求項 28】

上記各電子サーバは、ブレードサーバであることを特徴とする請求項 15 記載の冷却システム。

【請求項 29】

上記各電子サーバは、ラックサーバであり、上記電子シャーシは、電子ラックであることを特徴とする請求項 15 記載の冷却システム。

【請求項 30】

電子サーバを冷却する冷却システムにおいて、

a. 1 つ以上の発熱素子を有する電子サーバと、

b. 上記電子サーバに熱伝導可能に連結され、上記 1 つ以上の発熱素子から伝導された熱を受け取る第 1 の流体を有する液体冷却装置と、

c. 第 2 の流体を新たに供給する外部流体供給源と、

d. 上記液体冷却装置及び上記外部流体供給源に連結され、上記第 2 の流体が新たに供給され、上記第 1 の流体から該第 2 の流体に熱を伝導する熱接触層とを備え、

上記電子サーバは、挿入ベクトルに沿って、電子シャーシに挿入され、上記熱接触層は、該挿入ベクトルに垂直でない熱接触層平面に沿って配置されることを特徴とする冷却システム。

【請求項 31】

上記各液体冷却装置は、第 1 の流体循環路を形成することを特徴とする請求項 30 記載の冷却システム。

【請求項 32】

上記第 1 の流体は、上記第 2 の流体から物理的に分離されていることを特徴とする請求項 30 記載の冷却システム。

【請求項 33】

上記熱接触層は、流体チャネルが形成されたシャーシ冷却板を備えることを特徴とする請求項 30 記載の冷却システム。

【請求項 34】

上記外部流体供給源と上記熱接触層との間に連結された第 1 のポンプを更に備える請求項 30 記載の冷却システム。

【請求項 35】

上記液体冷却装置は、マイクロチャネルが形成された除熱板を更に備えることを特徴とする請求項 30 記載の冷却システム。

【請求項 36】

上記熱接触層は、上記各除熱板を上記シャーシ冷却板に連結する熱接触層材料を更に備えることを特徴とする請求項 35 記載の冷却システム。

【請求項 37】

上記各液体冷却装置は、上記第 1 の流体が流れる 1 つ以上のマイクロチャネル冷却板を更に備えることを特徴とする請求項 30 記載の冷却システム。

【請求項 38】

上記 1 つのマイクロチャネル冷却板は、上記電子サーバ上の各発熱素子に連結されることを特徴とする請求項 37 記載の冷却システム。

【請求項 39】

上記各液体冷却装置は、第 2 のポンプを更に備える請求項 30 記載の冷却システム。

【請求項 40】

1 つ以上の発熱素子をそれぞれ有する複数の電子サーバと、

対応する電子サーバに熱伝導可能にそれぞれ連結された複数の液体冷却装置とを更に備え、

上記複数の液体冷却装置のそれぞれは、上記熱接触層に熱伝導可能に連結されていることを特徴とする請求項 30 記載の冷却システム。

【請求項 41】

10

20

30

40

50

上記外部流体供給源は、水を新たに供給する外部給水器であることを特徴とする請求項30記載の冷却システム。

【請求項42】

上記各電子サーバは、ブレードサーバであることを特徴とする請求項30記載の冷却システム。

【請求項43】

上記各電子サーバは、ラックサーバであり、上記電子シャーシは、電子ラックであることを特徴とする請求項30記載の冷却システム。

【請求項44】

電子サーバを冷却する冷却システムにおいて、

- a. 1つ以上の発熱素子を有する電子サーバと、
- b. 上記電子サーバに熱伝導可能に連結され、上記1つ以上の発熱素子から伝導された熱を受け取る流体を有する液体冷却装置と、
- c. 除熱器を有する第2の熱交換装置と、
- d. 上記液体冷却装置及び上記第2の熱交換装置に連結され、上記除熱器に流体を流し、該流体から空気に熱を伝導させる熱接触層とを備え、

上記電子サーバは、挿入ベクトルに沿って、電子シャーシに挿入され、上記熱接触層は、該挿入ベクトルに垂直でない熱接触層平面に沿って配置されることを特徴とする冷却システム。

【請求項45】

上記液体冷却装置、熱接触層及び除熱器は、流体循環路を形成することを特徴とする請求項44記載の冷却システム。

【請求項46】

上記熱接触層は、流体チャンネルが形成された冷却板を備えることを特徴とする請求項44記載の冷却システム。

【請求項47】

上記第2の熱交換装置は、上記流体循環路に含まれるポンプを更に備えることを特徴とする請求項44記載の冷却システム。

【請求項48】

上記除熱器は、ラジエータであることを特徴とする請求項44記載の冷却システム。

【請求項49】

上記各液体冷却装置は、上記流体が流れる1つ以上のマイクロチャンネル冷却板を更に備えることを特徴とする請求項44記載の冷却システム。

【請求項50】

上記1つのマイクロチャンネル冷却板は、上記電子サーバ上の各発熱素子に連結されることを特徴とする請求項49記載の冷却システム。

【請求項51】

1つ以上の発熱素子をそれぞれ有する複数の電子サーバと、
対応する電子サーバに熱伝導可能にそれぞれ連結された複数の液体冷却装置とを更に備え、

上記複数の液体冷却装置のそれぞれは、該複数の液体冷却装置のそれぞれから上記熱接触層へ流体が流れるように、該熱接触層に熱伝導可能に連結されていることを特徴とする請求項44記載の冷却システム。

【請求項52】

上記複数の液体冷却装置のそれぞれは、複数のクイックコネクットによって熱接触層に連結されていることを特徴とする請求項51記載の冷却システム。

【請求項53】

上記各電子サーバは、ブレードサーバであることを特徴とする請求項44記載の冷却システム。

【請求項54】

10

20

30

40

50

上記各電子サーバは、ラックサーバであり、上記電子シャーシは、電子ラックであることを特徴とする請求項44記載の冷却システム。

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【0001】

本出願は、本出願と同じ発明者らによって2006年2月16日に出願された、米国仮特許出願番号第60/774,764号、発明の名称「熱相互接続(Thermal Interconnect)」の優先権を主張する。米国仮特許出願番号第60/774,764号の全体は、引用によって本願に援用される。

【技術分野】

【0002】

本発明は、熱を発生するデバイスを冷却する冷却システムに関し、詳しくは、液体冷却装置を用いて、サーバアプリケーションを冷却する冷却システムに関する。

【背景技術】

【0003】

電子部品の冷却の分野において、効率的な放熱によって高性能集積回路を冷却することが重要な課題となっている。ヒートパイプ及びファンが取り付けられたヒートシンクによる従来の冷却法は、100Wを超える、次第に消費電力要求が大きくなっているチップの冷却には適さない。

【0004】

例えば、ブレードサーバ及びラックサーバ等の電子サーバは、1単位体積当たり、より高いプロセッサ性能が実現されているので、使用されることが多くなっている。しかしながら、これらの電子サーバは、集積回路の集積度が高いために、熱密度も高く、従来の空冷法の冷却能力では不十分である。

【0005】

電子サーバ内の集積回路を冷却する際の問題は、複数の電子サーバが、通常、サーバシャーシ内で、至近距離に配設されているという点である。このような構成では、電子サーバ間の間隔は狭く、このために、適切な冷却装置を配置できる空間も狭い。電子サーバのスタックでは、通常、大きいファン及びヒートシンクは、各電子サーバ毎には設けられていない。単一のサーバシャーシ内の電子サーバのスタックは、多くの場合、1つの大きいファン、ヒートシンク又はこれらの両方によって冷却される。この構成では、各電子サーバ内の集積回路は、ヒートシンク及びこのヒートシンクに空気を吹きつける大きいファンを用いて、又は単に電子サーバに空気を直接吹きつけることによって冷却される。しかしながら、サーバシャーシ内にスタックされた電子サーバの周りの空間は狭く、集積回路を冷却するために使用される空気の量は限定的である。

【0006】

従来の冷却法の代替として、循環液体冷却法も提案されている。循環液体冷却法は、空冷法に比べて、より効率的に熱を消散させる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

そこで、本発明の目的は、電子サーバ内の集積回路を冷却する、より効率的な冷却システムを提供することである。更に、本発明の目的は、サーバシャーシ内に取り付けられた複数の電子サーバ内の集積回路を冷却する、より効率的な冷却システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の冷却システムは、例えば、マイクロプロセッサ又は他の集積回路等の1つ以上の発熱素子で発生した熱を、1つ以上の電子サーバから周囲の空気に消散させる冷却法を提供する。幾つかの実施の形態では、液体冷却装置を用いる。サーバシャーシは、複数の

10

20

30

40

50

電子サーバを収容するように構成されている。電子サーバの具体例としては、以下に限定されるものではないが、ブレードサーバ及びラックサーバ等がある。各電子サーバは、サーバシャーシ内のバックプレーン又はミッドプレーンに接続される。本明細書では、用語「バックプレーン」及び「ミッドプレーン」は、交換可能な用語として用いる。各電子サーバは、1つ以上の発熱素子を含んでいる。各電子サーバには、液体冷却装置が統合される。各液体冷却装置は、サーバポンプと、1つ以上のマイクロチャネル冷却板 (microchannel cold plate: MCP) とを備える。流体ラインは、好ましくは、MCPとサーバポンプとを接続する。他の実施の形態では、液体冷却装置の代わりに、ヒートパイプ又は伝熱器を用いてもよい。

【0009】

第1の実施の形態では、各電子サーバ用の液体冷却装置は、除熱板を備える。各除熱板は、好ましくは、マイクロチャネルである流体チャネルを有する。これに代えて、各除熱板にマクロチャネルを形成してもよい。流体チャネルは、流体ラインに接続され、これにより、MCP、サーバポンプ及び除熱板を含む第1の循環路が形成される。除熱板は、熱接触層材料 (thermal interface material) を介してシャーシ冷却板に連結され、これにより、熱接触層が形成される。熱接触層は、電子サーバがサーバラックシャーシに挿入される挿入ベクトルに垂直でない (non-perpendicular) 平面に沿って配置される。幾つかの実施の形態では、熱接触層平面は、挿入ベクトルに平行である。各電子サーバ用の除熱板は、このようにして、シャーシ冷却板に連結される。シャーシ冷却板は、1つ以上の更なる熱交換要素を含む。

【0010】

シャーシ冷却板は、流体チャネルを含み、この流体チャネルは、流体ラインを介して液体 - 空気熱交換装置に接続される。液体 - 空気熱交換装置は、除熱器、1つ以上のファン及び外部ポンプを含む。シャーシ冷却板、除熱器、外部ポンプ、及びこれに接続された流体ラインは、第2の循環路を形成する。

【0011】

流体は、電子サーバ内の各発熱素子が発生した熱が、発熱素子に連結された各MCPを介して流れる流体に伝導されるように、第1の循環路を介してポンピングされる。加熱された流体は、除熱板内の流体チャネルを流れる。第2の循環システム内では、流体は、外部ポンプによってシャーシ冷却板の流体チャネルを介してポンピングされる。各除熱板を介して流れる流体内の熱は、熱接触層を介して、シャーシ冷却板に、及びシャーシ冷却板を介して流れる流体に伝導される。シャーシ冷却板内の加熱された流体は、液体 - 空気熱交換装置内の除熱器にポンピングされ、ここで、熱は、流体から空気に伝導される。第1の循環路システムを流れる流体は、第2の循環システムを流れる流体から独立している。

【0012】

第2の実施の形態では、第1の実施の形態の液体 - 空気熱交換装置は、外部給水器に置換される。実際の動作では、外部給水器からの新しい水は、シャーシ冷却板に流れる。シャーシ冷却板からの熱は、水に伝導される。加熱された水は、シャーシ冷却板から外部給水器に流れ、この加熱された水は、廃棄される。

【0013】

第3の実施の形態では、シャーシ冷却板は、クイックコネクトを有するように変更され、除熱板は、各電子サーバから取り除かれ、各電子サーバの液体冷却装置内の流体ラインが、クイックコネクトによって、シャーシ冷却板内のマイクロチャネルに直接接続される。各液体冷却装置内の流体ラインは、シャーシ冷却板上のクイックコネクトに連結するための適切なフィッティングを有するように変更される。

【0014】

本発明の他の特徴及び利点は、以下に示す本発明の実施の形態の詳細な説明によって明らかとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

幾つかの図面を参照して、本発明を説明する。適切であれば、同一の要素が2つ以上の図面に示されている場合に限り、このような同一の要素を指示するために、同じ参照符号を用いる。

【0016】

本発明の実施の形態は、電子サーバ内の熱を発生するデバイス（以下、発熱素子という。）によって生成された熱を液体 - 空気熱交換装置に輸送する冷却システムを提供する。本明細書に開示する冷却システムは、以下に限定されるものではないが、ブレードサーバ及びラックサーバを含む、バックプレーンに取り付けられる如何なる電子サブシステムにも適用できる。サーバシャーシは、複数の電子サーバを収容するように構成されている。各電子サーバは、サーバシャーシ内のバックプレーン又はミッドプレーンに接続される。各電子サーバは、当該分野で周知の通り、1つ以上の発熱素子を含んでいる。各電子サーバには、冷却装置が統合されている。幾つかの実施の形態では、冷却装置は、液体冷却装置である。各液体冷却装置は、サーバポンプと、1つ以上のマイクロチャンネル冷却板（microchannel cold plate：MCP）とを備える。各液体冷却装置は、好ましくは、電子サーバ内の各発熱素子毎に1つのMCPを配設する。MCP及びサーバポンプは、好ましくは、電子サーバに取り付けられる。流体ラインは、MCPとサーバポンプとを接続する。これに代えて、密封された環境内で流体を輸送する如何なる手法を用いてもよい。サーバポンプは、以下に限定されるわけではないが、電気浸透流ポンプ及び機械的ポンプを含む周知のポンプであってもよい。他の実施の形態では、液体冷却装置の代わりに、ヒートパイプ又は伝熱器を用いる。

10

20

【0017】

第1の実施の形態では、各電子サーバ用の液体冷却装置は、除熱板を備える。また、MCPとサーバポンプとを接続する流体ラインは、流体チャンネルを介して除熱板にも接続される。MCP、サーバポンプ、除熱板及びこれに接続された流体ラインは、第1の循環路を形成する。各サーバシャーシは、少なくとも1つのシャーシ冷却板を備える。除熱板は、熱接触層材料（thermal interface material）を介してシャーシ冷却板に連結される。各電子サーバ用の除熱板は、全ての除熱板、したがって、各電子サーバ用の液体冷却装置がシャーシ冷却板に連結されるように、シャーシ冷却板に連結される。各電子サーバは、挿入ベクトルに沿ったバックプレーンにインストールされる。電子サーバの除熱板と、シャーシ冷却板との間の熱接触層は、挿入ベクトルに垂直でない平面に沿って配置される。幾つかの実施の形態では、熱接触層の平面は、挿入ベクトルに平行である。除熱板をシャーシ冷却板に連結するために、取付機構を用いる。

30

【0018】

シャーシ冷却板は、流体チャンネルを有し、流体チャンネルは、流体ラインを介して、液体 - 空気熱交換装置に接続される。液体 - 空気熱交換装置は、除熱器と、1つ以上のファンと、外部ポンプとを含む。流体ラインは、除熱器をシャーシ冷却板に、除熱器を外部ポンプに、及び外部ポンプをシャーシ冷却板に接続する。シャーシ冷却板、除熱器、外部ポンプ、及びこれに接続された流体ラインは、第2の循環路を形成する。除熱器の表面上に気流を生成するために、少なくとも1つの送風ファンを設けることが好ましい。除熱器は、好ましくは、カウンタフローラジエータ（counter flow radiator）である。幾つかの実施の形態では、全体のシャーシ冷却板及び液体 - 空気熱交換装置は、サーバハウジング等の単一の筐体内に収容される。他の実施の形態では、シャーシ冷却板の一部は、サーバハウジングの外部に延び、液体 - 空気熱交換装置は、サーバハウジング外に設置される。

40

【0019】

実際の動作では、液体冷却装置内で、各電子サーバのために、サーバポンプによって、流体ライン及びMCPを介して流体がポンピングされ、これにより、電子サーバ内の各発熱素子によって生成された熱が流体に伝導し、発熱素子に連結された各MCPを介して流される。熱は、発熱素子から、MCPを介して流れる流体に伝導し、加熱された流体は、除熱板内の流体チャンネルに流れる。第2の循環システム内では、流体は、外部ポンプによってシャーシ冷却板の流体チャンネルを介してポンピングされる。除熱板、シャーシ冷却板

50

、及び除熱板とシャーシ冷却板との間の熱接触層材料の熱特性は、各除熱板を介して流れる流体内の熱が、シャーシ冷却板を介して流れる流体に伝導するように選択される。シャーシ冷却板内の加熱された流体は、液体 - 空気熱交換装置内の除熱器にポンピングされ、ここで、熱は、流体から空気に伝導される。冷却された流体は、ポンピングによって、液体 - 空気熱交換装置を出て、シャーシ冷却板に戻される。

【0020】

図1は、本発明の第1の実施の形態に基づく例示的な冷却システム10の斜視図である。冷却システム10は、バックプレーン20、シャーシ冷却板60及び液体 - 空気熱交換装置70を収容するシャーシハウジング12を備える。冷却システム10は、最大N個の電子サーバを冷却するように構成されている。第1の電子サーバ30、第2の電子サーバ32及び第nの電子サーバ34は、それぞれ、バックプレーン20に取り付けられ、電気的に接続されている。ここでは、説明のために、各電子サーバ30、32、34が、それぞれ2つのプロセッサを有するものとする。なお、実際には、各電子サーバは、それぞれ別個の構成を有することができ、したがって、各電子サーバが有するプロセッサは、2個より多くても少なくてもよい。各電子サーバ30、32、34には、液体冷却装置が連結されており、液体冷却装置は、少なくとも1つのサーバポンプ40と、MCP42と、MCP44と、除熱板50とを含む。液体冷却装置は、好ましくは、対応する電子サーバ内の各プロセッサ毎に1つのMCPを有する。この具体例では、各電子サーバ30、32、34は、2個のプロセッサを有し、各液体冷却装置は、好ましくは、各プロセッサ毎に1つ、すなわち、2個の対応するMCPを備える。

10

20

【0021】

サーバポンプ40は、好ましくは、機械的ポンプである。これに代えて、サーバポンプ40は、電気浸透流ポンプであってもよい。なお、ここで、如何なる種類のポンプを用いてもよいことは当業者にとって明らかである。各MCP42、44は、好ましくは、引用によって本願に援用される米国特許第7,000,684号に開示されている流体マイクロチャネル熱交換器である。なお、ここで、如何なる種類の流体熱交換器を用いてもよいことは当業者にとって明らかである。除熱板50は、好ましくは、そこを流れる流体に晒される表面積を最大にするマイクロチャネルを有する。

【0022】

除熱板50の底面は、シャーシ冷却板60の上面に熱伝導可能に連結されている。このようにして、各電子サーバ30、32、34の除熱板50は、シャーシ冷却板60に熱伝導可能に連結されている。シャーシ冷却板60は、好ましくは、そこを流れる流体に晒される表面積を最大にするマイクロチャネルを有する。

30

【0023】

電子サーバ30、32、34のそれぞれは、挿入ベクトルに沿って、バックプレーン20に接続される。挿入ベクトルは、バックプレーン20に対して垂直である。除熱板50とシャーシ冷却板60との間の熱接触層は、挿入ベクトルに垂直でない平面に沿って配置される。幾つかの実施の形態では、熱接触層の平面は、挿入ベクトルに平行である。

【0024】

液体 - 空気熱交換装置70は、外部ポンプ72、除熱器74及びファン76を備える。外部ポンプ72及び除熱器74は、シャーシ冷却板60に連結されている。好ましくは、外部ポンプ72は、機械的ポンプである。これに代えて、外部ポンプ72は、電気浸透流ポンプであってもよい。なお、ここで、如何なる種類のポンプを用いてもよいことは当業者にとって明らかである。除熱器74は、好ましくは、互いに密接に配置されたマイクロチャネル及びフィンを有するラジエータである。より好ましくは、除熱器74は、米国特許第6,988,535号に開示されているカウンタフローラジエータ(counter flow radiator)と同様の種類のラジエータである。なお、ここで、如何なる種類の除熱器を用いてもよいことは当業者にとって明らかである。ファン76は、除熱器74に亘って及び/又は除熱器74を介して気流を生成する1つ以上の送風ファンを備える。

40

【0025】

50

液体 - 空気熱交換装置 70 に連結される第 n の電子サーバ 34 の側面図を図 2 に示す。図 2 に示すように、サーバポンプ 40 は、1 つ以上の流体ライン 46 によって、MCP 42 に接続されている。MCP 42 は、1 つ以上の流体ライン 46 によって、MCP 44 に接続されている。MCP 44 は、1 つ以上の流体ライン 46 によって、除熱板 50 に接続されている。除熱板 50 は、1 つ以上の流体ライン 46 によって、サーバポンプ 40 に接続されている。流体ライン 46 は、金属によって形成しても、非金属によって形成してもよい。

【0026】

図 2 では、MCP 42 及び MCP 44 は、直列に接続されているように示しているが、これに代わる構成を用いてもよい。例えば、液体冷却装置内の各 MCP は、並列に接続してもよく、すなわち、各 MCP に流れ込む流体が、他の MCP によって加熱されないように、他の MCP を通過しない構成にしてもよい。このように、並列に接続された各 MCP に流れ込む流体は、直列に接続された MCP を流れる流体に比べて、より低温に保つことができる。このような代替の構成では、サーバポンプ 40 は、1 つ以上の流体ライン 46 によって、MCP 42 に接続され、個別の流体ラインが、サーバポンプ 40 を MCP 44 に接続する。この変形例では、1 つ以上の流体ラインが、MCP 42 を除熱板 50 に接続し、1 つ以上の流体ラインが MCP 44 を除熱板 50 に接続する。これに代えて、MCP 42 を出る 1 つ以上の流体ラインと MCP 44 を出る 1 つ以上の流体ラインとを、除熱板 50 に接続する前に、合流させてもよい。更に他の代替の構成として、複数の MCP を、直列の構成と、並列の構成とを任意に組み合わせて構成してもよい。

10

20

【0027】

MCP 42、MCP 44、除熱板 50、サーバポンプ 40 及び流体ライン 46 は、流体が流れる第 1 の循環路を形成する。第 1 の循環路を含む図 2 に示す液体冷却装置の機能は、電子サーバ 34 内の 2 つのプロセッサ (図示せず) によって生成された熱を捕捉することである。MCP 42 は、電子サーバ 34 内の第 1 のプロセッサに熱伝導可能に連結される。同様に、MCP 44 は、電子サーバ 34 内の第 2 のプロセッサに熱伝導可能に連結される。流体が MCP 42 を介して流れると、第 1 のプロセッサからの熱は、流体に伝導される。流体が MCP 44 を介して流れると、第 2 のプロセッサからの熱は、流体に伝導される。

【0028】

液体冷却装置で用いられる流体の種類は、好ましくは、水を基体とする流体である。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。更にこれに代えて、液体冷却装置内の流体は、ポンプで送られる冷媒であってもよい。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。液体冷却装置及び電子サーバプロセッサの動作特性に応じて、一実施の形態では、流体は、液体冷却装置内を循環している間、単相流として存在する。他の実施の形態においては、流体は、二相流となる温度に加熱され、流体は、液体から、蒸気又は液体 / 蒸気混合体に相転移する。

30

40

【0029】

加熱された流体は、MCP 42、44 から除熱板 50 内のマイクロチャンネルに流れ込む。熱は、マイクロチャンネル内の加熱された流体から除熱板 50 の材料に伝導される。熱接触層材料 62 は、除熱板 50 からの熱がシャーシ冷却板 60 の材料に伝達されるように、除熱板 50 とシャーシ冷却板 60 との間で効率的な熱輸送を提供する。熱接触層材料 62 は、好ましくは、適切な材料、例えばサーマルグリース、半田、又は間隙を埋める熱伝導性の材料である。

【0030】

図 2 に示すように、シャーシ冷却板 60 は、1 つ以上の流体ライン 64 によって、外部ポンプ 72 と、除熱器 74 に連結されている。除熱器 74 は、1 つ以上の流体ライン 64 によって、外部ポンプ 72 に連結されている。流体ライン 64 は、金属によって形成して

50

も、非金属によって形成してもよい。シャーシ冷却板 60、除熱器 74、外部ポンプ 72 及び流体ライン 64 は、流体が流れる第 2 の循環路を形成する。第 2 の循環路に用いられる流体は、好ましくは、第 1 の循環路に関して説明した流体と同じ種類の流体である。第 2 の循環路の流体は、第 1 の循環路の流体から独立している。

【0031】

第 2 の循環路及び液体 - 空気熱交換装置 70 の機能は、シャーシ冷却板 60 から周囲の空気に熱を伝導することである。流体がシャーシ冷却板 60 内のマイクロチャネルを介して流れると、シャーシ冷却板 60 の材料からの熱は、流体に伝導される。そして、加熱された流体は、除熱器 74 に流れ込む。

【0032】

加熱された流体が除熱器 74 を介して流れると、熱は、流体から除熱器 74 の材料に伝導される。ファン 76 は、除熱器 74 の表面に空気を吹きつけ、これにより、熱は、除熱器 74 から周囲の空気に伝導される。シャーシ 12 (図 1) は、好ましくは、冷却システム 10 (図 1) に / から空気を出入りさせるための吸気口及び排気口を備える。冷却された流体は、除熱器 74 を出て、シャーシ冷却板 60 に戻る。

【0033】

本発明の第 2 の実施の形態に基づく例示的な冷却システムの側面図を図 3 に示す。冷却システム 110 は、冷却システム 10 の液体 - 空気熱交換装置 70 (図 1) が外部給水器 170 によって置換されている点を除けば、図 1 の冷却システム 10 と同様である。外部給水器 170 は、例えば、殆どの商業施設及び住居に水を提供する公共の上水道等、連続的な給水を行う給水源である。これに代えて、外部給水器 170 は、熱が伝導される如何なる種類の流体の外部流体源であってもよい。冷却システム 110 の実際の動作では、外部給水器 170 からの新しい水が、シャーシ冷却板 60 に流れ込む。シャーシ冷却板 60 からの熱は、冷却システム 10 (図 1) に説明した原理と同様の原理によって、水に伝導される。加熱された水は、シャーシ冷却板 60 から外部給水器 170 に流れ、加熱された水は、廃棄される。外部給水器 170 から流体ライン 64 に流れ込む水の水圧は、シャーシ冷却板 60 を介して、廃棄のために外部給水器に水が戻るように水を循環させるために十分な水圧とする。これに代えて、外部給水器 170 とシャーシ冷却板 60 との間で、外部ポンプを流体ライン 64 に接続し、シャーシ冷却板 60 に水をポンピングしてもよい。

【0034】

冷却システム 10 (図 1) 及び冷却システム 110 (図 3) の両方において、第 1 の循環路 (電子サーバループ) と第 2 の循環路 (外部冷却ループ) との間の熱伝導は、冷却システムの総合的な熱特性を決定する。図 4 は、熱接触層材料 62 によって連結される除熱板 50 の接合面と、シャーシ冷却板 60 の接合面との間での熱輸送構成の例示的な実施の形態を示している。図 4 に示す構成では、除熱板 50 及びシャーシ冷却板 60 の 2 つの接合面は、ウェッジ (くさび) として構成されている。除熱板ウェッジ 50 の厚い部分は、シャーシ冷却板ウェッジ 60 の薄い部分に当接している。除熱板ウェッジ 50 の薄い部分は、シャーシ冷却板ウェッジ 60 の厚い部分に当接している。電子サーバをバックプレーンに挿入することによって、ウェッジ形状は、除熱板ウェッジ 50 とシャーシ冷却板 60 との間に圧力を生じさせる。この圧力は、良好な熱接触層を形成するのに役立つ。第 1 の循環路では、MCP 42、44 (図 2 及び図 3) からの加熱された流体は、除熱板ウェッジ 50 の厚い部分を通る。冷却された流体は、除熱板ウェッジ 50 の薄い部分からサーバポンプ 40 (図 2 及び図 3) に流れる。第 2 の循環路では、流体は、液体 - 空気熱交換装置 70 (図 2) 又は外部給水器 170 (図 3) からシャーシ冷却板ウェッジ 60 の厚い部分に流れる。シャーシ冷却板 60 の薄い部分からの加熱された流体は、液体 - 空気熱交換装置 70 (図 2) 又は外部給水器 170 (図 3) に流れる。除熱板ウェッジ 50 及びシャーシ冷却板ウェッジ 60 は、それぞれ、第 1 の循環路を流れる流体からウェッジ界面を介して第 2 の循環路を流れる流体に効率的な熱輸送を可能にするチャネル構造を有する。変形例として、ウェッジとは異なる寸法及び形状を用いて、除熱板 50 及びシャーシ冷却板 60 を構成してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

取付機構 6 6 は、除熱板 ウェッジ 5 0 をシャーシ冷却板 6 0 に固定する。取付機構 6 6 は、クリップ、ネジ、又は他の周知の如何なる保持機構であってもよい。

【 0 0 3 6 】

第 3 の実施の形態では、シャーシ冷却板は、クイックコネク (quick connect) を有するように変更され、除熱板は、各電子サーバから取り除かれ、各電子サーバの液体冷却装置内の流体ラインが、クイックコネクによって、シャーシ冷却板内のマイクロチャンネルに直接接続される。各液体冷却装置内の流体ラインは、シャーシ冷却板上のクイックコネクに連結するための適切なフィッティングを有するように変更される。第 3 の実施の形態の代替の構成では、クイックコネクは、液体冷却装置の流体ライン上に構成され、シャーシ冷却板は、各電子サーバにおいて、クイックコネクに結合する適切なフィッティングを有するように構成される。

10

【 0 0 3 7 】

図 5 は、本発明の第 3 の実施の形態に基づく例示的な冷却システム 2 1 0 の側面図である。図 5 では、冷却システム 2 1 0 は、単一の電子サーバ 1 3 4 のみを備えているように示しているが、実際には、図 1 の冷却システム 1 0 に関して説明した構成と同様に、冷却システム 2 1 0 は、シャーシハウジング (図示せず) と、最大 N 個の電子サーバが接続されるバックプレーン (図示せず) とを備える。ここでは、説明のために、冷却システム 2 1 0 内の各電子サーバが、それぞれ 2 つのプロセッサを有していると仮定する。なお、実際には、各電子サーバは、それぞれ別個の構成を有することができ、したがって、各電子サーバが有する発熱素子、例えばプロセッサは、2 個より多くても少なくともよい。

20

【 0 0 3 8 】

液体冷却装置は、電子サーバ 1 3 4 に連結される。液体冷却装置は、1 つ以上の流体ライン 1 4 6 を介して互いに連結された M C P 1 4 2 及び M C P 1 4 4 を含む。液体冷却装置は、電子サーバ 1 3 4 内の各プロセッサに連結された 1 つの M C P を含む。各 M C P 1 4 2、1 4 4 は、M C P 4 2、4 4 (図 1 ~ 図 3) と機能的に同じものである。

【 0 0 3 9 】

冷却システム 2 1 0 は、1 つ以上の流体ライン 1 6 4 を介してシャーシ冷却板 1 6 0 に連結された液体 - 空気熱交換装置 7 0 を備える。シャーシ冷却板 1 6 0 には、ここを流れる流体に触れる表面積が大きくなるように、マイクロチャンネルが形成されている。また、シャーシ冷却板 1 6 0 には、クイックコネク 1 7 0、1 7 2 が設けられている。流体ライン 1 4 6 は、クイックコネク 1 7 0、1 7 2 に結合される適切なフィッティングを備える。冷却システム 2 1 0 では、流体ライン 1 4 6 は、クイックコネク 1 7 0、1 7 2 によって、シャーシ冷却板 1 6 0 のマイクロチャンネルに直接接続されている。このようにして、電子サーバ 1 3 4、シャーシ冷却板 1 6 0、除熱器 7 4、外部ポンプ 7 2 及び流体ライン 1 6 4 に連結された液体冷却装置は、単一の循環路を形成する。この循環路内で流体は、外部ポンプ 7 2 によってポンピングされる。第 3 の実施の形態の冷却システムで用いられる流体の種類は、第 1 の実施の形態の冷却システム 1 0 で用いられる流体と同じ種類であってもよい。

30

【 0 0 4 0 】

図 5 は、シャーシ冷却板 1 6 0 から流体ライン 1 4 6 に流体を流す単一のクイックコネク 1 7 0 を示しているが、クイックコネク 1 7 0 は、シャーシ冷却板 1 6 0 のマイクロチャンネルから 1 つ以上の流体ライン 1 4 6 に流体を流す 1 つ以上の物理的なクイックコネクを代表している。同様に、図 5 は、流体ライン 1 4 6 からシャーシ冷却板 1 6 0 に流体を流す単一のクイックコネク 1 7 2 を示しているが、クイックコネク 1 7 2 は、1 つ以上の流体ライン 1 4 6 からシャーシ冷却板 1 6 0 内のマイクロチャンネルに流体を流す 1 つ以上の物理的なクイックコネクを代表している。

40

【 0 0 4 1 】

また、図 5 では、M C P 1 4 2 及び M C P 1 4 4 は、直列的に接続されているように示しているが、これに代わる構成を用いてもよい。例えば、所定の液体冷却装置内の各 M C

50

Pは、並列に接続してもよい。このような変形例では、クイックコネクタ170は、1つ以上の流体ライン146によってMCP142に接続され、異なる流体ラインが、クイックコネクタ170をMCP144に接続する。この変形例では、1つ以上の流体ラインがMCP142をクイックコネクタ172に接続し、1つ以上の流体ラインがMCP144をクイックコネクタ172に接続する。これに代えて、クイックコネクタ170の数と、液体冷却装置のMCPの数との間には、一対一の関係がなく、MCPの数と、クイックコネクタ172の数との間にも一対一の関係がなくともよい。更に他の代替の構成では、複数のMCPを直列及び並列の如何なる組合せによって構成してもよい。

【0042】

MCP142、144及び流体ライン146を含む図5の液体冷却装置は、電子サーバ134内の2つのプロセッサ(図示せず)が発生した熱を捕捉する。MCP142は、電子サーバ134内の第1のプロセッサに熱伝導可能に連結される。同様に、MCP144は、電子サーバ134内の第2のプロセッサに熱伝導可能に連結される。流体がMCP142を介して流れると、第1のプロセッサからの熱は、流体に伝導される。流体がMCP144を介して流れると、第2のプロセッサからの熱は、流体に伝導される。

10

【0043】

流体ライン146からの加熱された流体は、クイックコネクタ172を介してシャーシ冷却板160内のマイクロチャンネルに流れる。図5に示すように、シャーシ冷却板160は、1つ以上の流体ライン164によって、外部ポンプ72に連結されている。更に、シャーシ冷却板160は、1つ以上の流体ライン164によって、除熱器74に連結されている。シャーシ冷却板160のマイクロチャンネル内の加熱された流体は、流体ライン164を介して除熱器74に流れる。流体ライン164は、金属によって形成しても、非金属によって形成してもよい。

20

【0044】

上述のように、液体-空気熱交換装置70は、流体から周囲の空気に熱を伝導する。加熱された流体が除熱器74を流れると、熱は、流体から除熱器74の材料に伝導される。ファン76は、除熱器の外表面に空気を吹きつけ、これにより、熱は、除熱器74から周囲の空気に伝導される。冷却された流体は、除熱器74を出て、流体ライン164を介して、シャーシ冷却板160に戻る。冷却された流体は、シャーシ冷却板160から、クイックコネクタ170を介して、流体ライン146に流れる。そして、冷却された流体は、MCP142、144に流れ込む。

30

【0045】

この冷却システムは、図1~図5に示す部品に制限されず、他の部品及び機器を備えていてもよいことは当業者にとって明らかである。例えば、図1には示していないが、冷却システム10は、液体冷却装置の循環路と、シャーシ冷却板60、除熱器74、外部ポンプ72及び流体ライン64の循環路との一方又は両方に接続された流体タンクを備えていてもよい。流体タンクは、時間の経過と共に、浸透のために失われた流体を補うために使用される。

【0046】

クイックコネクタによって、電子サーバをラックシステムに接続する場合、更に検討しなくてはならない問題がある。1つの検討事項は、このような液体接続がデータールーム内で行われるということである。接続が行われ、又は接続部分が故障したとき、液体が漏出する虞がある。また、この接続は、通常、電子サーバをラックに挿入し、ロックする際の電氣的接続とは、別の工程として行われる。このような接続は、異なる接続であるので、フェイルセーフではない。例えば、冷却循環路に接続されていないプロセッサが動作すると、過熱が生じ、又はCPUが破損する虞がある。他の検討事項として、冷却循環路が正しく接続された場合、電子サーバの冷却循環路は、ラックシステム全体で、同じ流体を共有するという点がある。ラックシステムで流体を共有することによって、信頼性に関する問題、特に「詰まり(clogging)」に関する問題が生じやすい。プロセッサから熱を伝導するために用いられる効率的な熱交換器内の要素は、ミクロン単位で寸法決めされる。冷

40

50

却水ラインの寸法及び細部の設計は、ラックレベルの冷却においては、問題にならないかもしれないが、基板レベルでは、熱交換器の動作に影響する。他の検討事項として、より大きな寸法の冷却システムに用いられる材料と、電子サーバの冷却循環路に用いられる材料とでは、制御のレベルが異なり、腐食が問題になることもある。図2及び図3を参照して上述した、独立した循環冷却システムでは、これらの問題が解決されている。

【0047】

更に、図1～図5を用いて上述した実施の形態は、液体冷却装置に関するものであるが、例えば、ヒートパイプ、熱伝導材料等、他の冷却システムを用いてもよい。

【0048】

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。このような特定の実施例の説明及びその詳細は、特許請求の範囲を制限するものではない。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の形態を変更できることは、当業者にとって明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明の第1の実施の形態に基づく例示的な冷却システムの斜視図である。

【図2】液体 - 空気熱交換装置に接続された第nの電子サーバの側面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態に基づく例示的な冷却システムの側面図である。

【図4】熱接触層材料を介して連結される除熱板の接合面と、シャーシ冷却板の接合面との間での熱輸送構成例を示す図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態に基づく例示的な冷却システムの側面図である。

10

20

【図1】

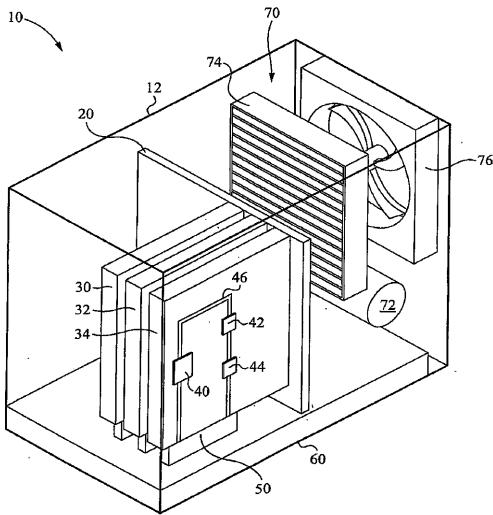
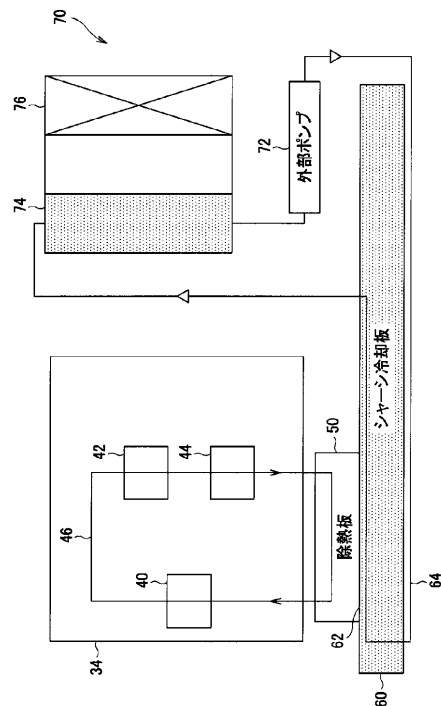


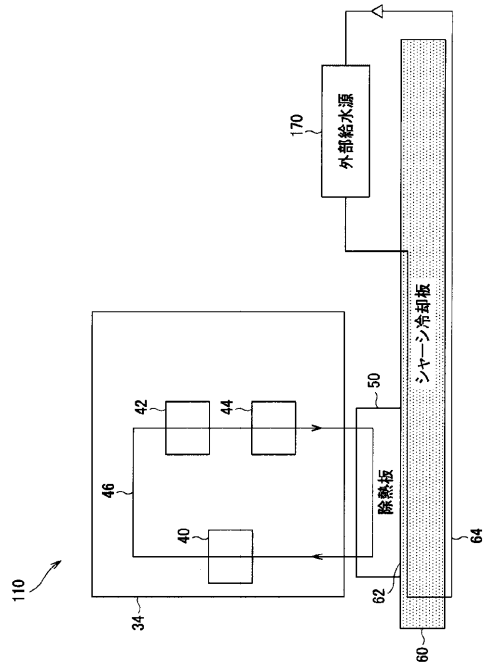
Fig. 1

【図2】

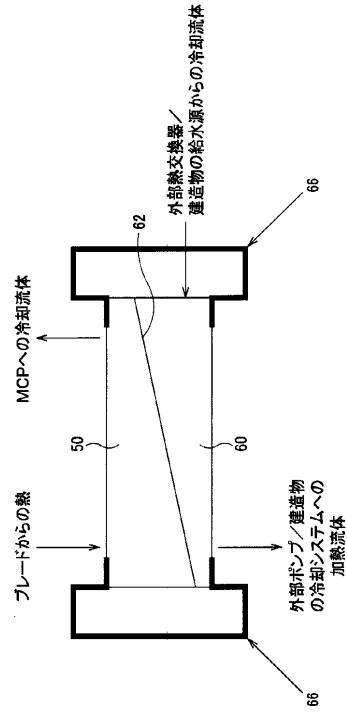


34

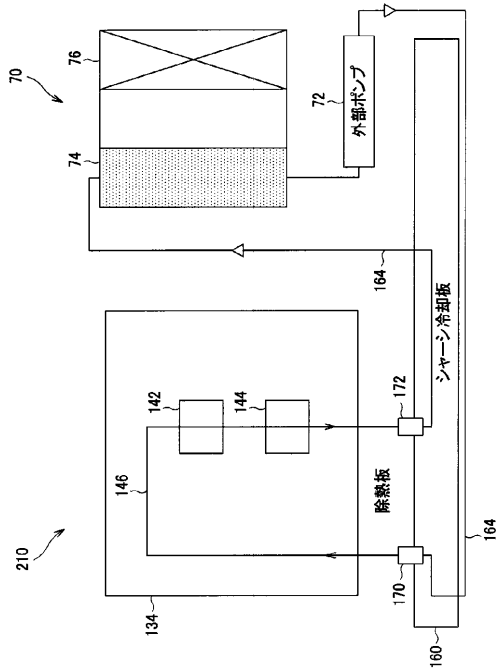
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 国際調査報告 】

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT | | International application No. PCT/US07/04236 |
|--|--|--|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: H05K 7/20(2006.01) USPC: 361/699;165/80.4,104.33;174/15.1 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) U.S. : 361/699; 165/80.4,104.33; 174/15.1 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) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | US 6,807,056 B2 (Kondo et al.) 19 October 2004 (19.10.2004), entire patent | 1-9,12-20,22-34,39-54 |
| Y | US 6,942,018 B2 (Goodson et al.) 13 September 2005 (13.09.2005), entire patent | 10,11,21,22,35-38 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * 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 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 | "T" 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 22 May 2008 (22.05.2008) | | Date of mailing of the international search report 01 JUL 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 Boris L. Chervinsky <i>Boris L. Chervinsky</i> Telephone No. 571-272-1650 |

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, 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, 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, LV, 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 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 リーダー ドライブ 12758

(72)発明者 チョウ、ノーマン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95035 ミルピタス パーク ビクトリア 354 エヌ.

(72)発明者 ツアオ、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 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 マックマスター、マーク
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94025 メンロ パーク サンタ クルス アベニュー 1278

(72)発明者 ランドリー、フレデリック
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サン フランシスコ 8 ランシング アpartment 201

(72)発明者 スピアリング、イアン
アメリカ合衆国 オハイオ州 43082 ウェスタービル モントチャニン コート 6579

(72)発明者 シュレイダー、ティム
アメリカ合衆国 オハイオ州 43029 アーウィン ローズデール ロード 1320

Fターム(参考) 5E322 AA05 AA10 AA11 AB11 DA01 EA05 FA01

5F136 BA01 BC01 BC02 BC03 CA01 CB06 CB13 CB27 CC11 DA31

DA41 EA02 EA32 EA66