

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 3 区分

【発行日】平成22年4月8日 (2010.4.8)

【公表番号】特表2009-536754(P2009-536754A)

【公表日】平成21年10月15日 (2009.10.15)

【年通号数】公開・登録公報2009-041

【出願番号】特願2008-555400(P2008-555400)

【国際特許分類】

G 0 6 F 1/20 (2006.01)

H 0 1 L 23/473 (2006.01)

H 0 5 K 7/20 (2006.01)

H 0 5 K 7/18 (2006.01)

【F I】

G 0 6 F 1/00 3 6 0 C

H 0 1 L 23/46 Z

H 0 5 K 7/20 W

H 0 5 K 7/18 K

G 0 6 F 1/00 3 6 0 A

【手続補正書】

【提出日】平成22年2月16日 (2010.2.16)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2 つの熱交換器を連結する取付装置において、

a . 第 1 の熱交換器を有するサーバラックと、

b . 上記サーバラックに電気的インタフェースを介して接続され、第 2 の熱交換器をそれぞれ有する 1 つ以上の電子サーバと、

c . 上記第 1 の熱交換器及び上記第 2 の熱交換器に連結され、該第 1 の熱交換器及び該第 2 の熱交換器に係合力を印加して、該第 1 の熱交換器と該第 2 の熱交換器との間にサーマルインタフェースを形成する並進運動機構と、

d . 上記並進運動機構に連結され、上記電気的インタフェースから上記係合力を分離する力封込めアセンブリとを備える取付装置。

【請求項 2】

上記並進運動機構は、上記第 1 の熱交換器の係合面の全体が上記第 2 の熱交換器の係合面に対して同時に押し付けられるように、該第 1 の熱交換器と該第 2 の熱交換器との間に均一な係合プロファイルを提供することを特徴とする請求項 1 記載の取付装置。

【請求項 3】

上記並進運動機構は、上記第 1 の熱交換器の係合面の第 1 の部分が、該第 1 の熱交換器の係合面の第 2 の部分より前に、上記第 2 の熱交換器の係合面に対して押し付けられるように、該第 1 の熱交換器と該第 2 の熱交換器との間に不均一な係合プロファイルを提供することを特徴とする請求項 1 記載の取付装置。

【請求項 4】

上記並進運動機構に連結され、該並進運動機構を駆動して、上記係合力を印加する駆動機構を更に備える請求項 1 記載の取付装置。

**【請求項 5】**

上記並進運動機構及び上記駆動機構は、該駆動機構に印加された駆動力を上記係合力に変換することを特徴とする請求項 4 記載の取付装置。

**【請求項 6】**

上記駆動力は、第 1 のベクトルに沿って加えられ、上記係合力は、該第 1 のベクトルとは異なる第 2 のベクトルに沿って加えられることを特徴とする請求項 5 記載の取付装置。

**【請求項 7】**

上記並進運動機構は、更に、解放力を印加することを特徴とする請求項 4 記載の取付装置。

**【請求項 8】**

上記並進運動機構は、上記第 1 の熱交換器の係合面の全体が、上記第 2 の熱交換器の係合面から同時に分離されるように、該第 1 の熱交換器と該第 2 の熱交換器との間に均一な解放プロファイルを提供することを特徴とする請求項 7 記載の取付装置。

**【請求項 9】**

上記並進運動機構は、上記第 1 の熱交換器の係合面の第 1 の部分が、該第 1 の熱交換器の係合面の第 2 の部分より前に、上記第 2 の熱交換器の係合面から分離されるように、該第 1 の熱交換器と該第 2 の熱交換器との間に不均一な解放プロファイルを提供することを特徴とする請求項 7 記載の取付装置。

**【請求項 10】**

上記駆動機構は、更に、上記並進運動機構を駆動して、上記解放力を印加することを特徴とする請求項 7 記載の取付装置。

**【請求項 11】**

上記駆動機構は、上記電子サーバ及び上記サーバラックのロック機構に連結される機械的リンク機構を有し、

上記ロック機構は、上記電子サーバを上記サーバラックにロックし、上記機械的リンク機構は、該ロック機構の動作に応じて、該駆動機構を自動的に駆動することを特徴とする請求項 4 記載の取付装置。

**【請求項 12】**

上記駆動機構は、上記電子サーバと上記サーバラックとの間の電気的インタフェースが、上記サーマルインタフェースと同時に接続されるように、上記ロック機構の動作に応じて、自動的に駆動されることを特徴とする請求項 11 記載の取付装置。

**【請求項 13】**

上記力封込めアセンブリは、上記電気的インタフェースから上記係合力を分離することを特徴とする請求項 12 記載の取付装置。

**【請求項 14】**

上記駆動機構は、駆動ロッドであることを特徴とする請求項 4 記載の取付装置。

**【請求項 15】**

上記駆動機構は、ネジであることを特徴とする請求項 4 記載の取付装置。

**【請求項 16】**

上記駆動機構は、電気機械式アクチュエータ、空気圧アクチュエータ及び油圧アクチュエータの 1 つ以上を有することを特徴とする請求項 4 記載の取付装置。

**【請求項 17】**

上記力封込めアセンブリは、上記電子サーバに連結されたシャーシガイドと、上記ラックサーバに連結されたラックチャネルとを有し、

上記シャーシガイドは、ラックチャネルに連結されて、インタロックチャネルを形成することを特徴とする請求項 1 記載の取付装置。

**【請求項 18】**

上記力封込めアセンブリは、上記シャーシガイドと上記電子サーバのシャーシとの間にフロート領域を提供することを特徴とする請求項 17 記載の取付装置。

**【請求項 19】**

上記力封込めアセンブリは、上記ラックチャネルと上記サーバラックのシャーシとの間にフロート領域を有することを特徴とする請求項 17 記載の取付装置。

【請求項 20】

上記サーバラックの第 1 の部分は、上記第 1 の熱交換器を含み、上記電子サーバの第 1 の部分は、上記第 2 の熱交換器を含み、上記力封込めアセンブリは、該電子サーバの残りの部分から及び該サーバラックの残りの部分から上記係合力を分離することを特徴とする請求項 1 記載の取付装置。

【請求項 21】

上記並進運動機構は、上記第 2 の熱交換器に連結されたスプリングを有し、

上記第 1 の熱交換器は、上記力封込めアセンブリ内の固定面に連結されていることを特徴とする請求項 1 記載の取付装置。

【請求項 22】

上記並進運動機構は、上記第 1 の熱交換器に連結されたスプリングと、上記第 2 の熱交換器に連結された 1 つ以上のカムとを有することを特徴とする請求項 1 記載の取付装置。

【請求項 23】

上記並進運動機構は、上記第 1 の熱交換器に連結された第 1 のスプリングと、上記第 2 の熱交換器に連結された拡張板とを有し、

上記拡張板は、上記第 2 の熱交換器の並進運動を定義する 1 つ以上の傾斜プロファイルを有することを特徴とする請求項 1 記載の取付装置。

【請求項 24】

上記傾斜プロファイルのそれぞれは、同じであることを特徴とする請求項 23 記載の取付装置。

【請求項 25】

上記傾斜プロファイルの 1 つ以上は、異なることを特徴とする請求項 23 記載の取付装置。

【請求項 26】

上記並進運動機構は、上記第 2 の熱交換器に連結された第 2 のスプリングを更に有し、

上記第 2 のスプリングは、上記第 2 の熱交換器を上記第 1 の熱交換器から引き離すことを特徴とする請求項 23 記載の取付装置。

【請求項 27】

上記拡張板の 1 つ以上の傾斜プロファイルに対して滑り、定義された並進運動に基づいて、上記第 2 の熱交換器を並進させる 1 つ以上の傾斜プロファイルを有する、上記並進運動機構に連結された駆動機構を更に備える請求項 26 記載の取付装置。

【請求項 28】

上記拡張板の 1 つ以上の傾斜プロファイルに沿って回転し、定義された並進運動に基づいて、上記第 2 の熱交換器を並進させる 1 つ以上のローラを有する、上記並進運動機構に連結された駆動機構を更に備える請求項 26 記載の取付装置。

【請求項 29】

上記並進運動機構は、上記第 1 の熱交換器に連結されたスプリングと、上記第 2 の熱交換器に連結された拡張板とを有し、

上記拡張板は、上記第 2 の熱交換器の並進運動を定義する 1 つ以上のスロットプロファイルを有することを特徴とする請求項 1 記載の取付装置。

【請求項 30】

上記スロットプロファイルのそれぞれは、同じであることを特徴とする請求項 29 記載の取付装置。

【請求項 31】

上記スロットプロファイルの 1 つ以上は、異なることを特徴とする請求項 29 記載の取付装置。

【請求項 32】

少なくとも 1 つが上記拡張板のスロットプロファイル内に配設され、それぞれが上記傾

斜プロファイル内で滑り、定義された並進運動に基づいて、上記第２の熱交換器を並進させる１つ以上のピンを有する、上記並進運動機構に連結された駆動機構を更に備える請求項２９記載の取付装置。

【請求項３３】

上記並進運動機構は、上記冷却板の拡張部に連結された１つ以上のカムを有し、

上記各カムは、少なくとも１つが上記拡張板のスロットプロファイル内に配設され、それぞれが上記傾斜プロファイル内で滑り、定義された並進運動に基づいて、上記第２の熱交換器を並進させる１つ以上のピンを有することを特徴とする請求項２９記載の取付装置。

【請求項３４】

上記１つ以上のカムに連結され、該１つ以上のカムを駆動して、上記係合力を印加する駆動機構を更に備える請求項３３記載の取付装置。

【請求項３５】

上記並進運動機構は、上記第１の熱交換器に連結されたスプリングと、上記第２の熱交換器に連結されたシザージャッキとを有することを特徴とする請求項１記載の取付装置。

【請求項３６】

上記並進運動機構は、上記第２の熱交換器連結された拡張可能なデバイスを有することを特徴とする請求項１記載の取付装置。

【請求項３７】

上記並進運動機構は、上記第１の熱交換器に連結された拡張可能なデバイスを有することを特徴とする請求項１記載の取付装置。

【請求項３８】

上記サーバラックは、１つ以上の第１の熱交換器を含むことを特徴とする請求項１記載の取付装置。

【請求項３９】

上記各電子サーバは、１つ以上の第２の熱交換器を含むことを特徴とする請求項１記載の取付装置。

【請求項４０】

上記力封込めアセンブリは、上記サーバラックから上記係合力を分離することを特徴とする請求項１記載の取付装置。

【請求項４１】

上記力封込めアセンブリは、上記電子サーバから上記係合力を分離することを特徴とする請求項１記載の取付装置。

【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１記載の取付装置。

【請求項４３】

上記各電子サーバは、ラックサーバであることを特徴とする請求項１記載の取付装置。

【請求項４４】

上記第１の熱交換器は、上記サーバラックに対して可動であり、上記第２の熱交換器は、上記電子サーバに対して固定されていることを特徴とする請求項１記載の取付装置。

【請求項４５】

上記第１の熱交換器は、上記サーバラックに対して固定されており、上記第２の熱交換器は、上記電子サーバに対して可動であることを特徴とする請求項１記載の取付装置。

【請求項４６】

上記第１の熱交換器は、上記サーバラックに対して可動であり、上記第２の熱交換器は、上記電子サーバに対して可動であることを特徴とする請求項１記載の取付装置。

【請求項４７】

２つの熱交換器間にサーマルインタフェースを形成する取付装置において、

a．第１の熱交換器を有するサーバラックと、

b．上記サーバラックに電氣的インタフェースを介して接続され、第２の熱交換器をそれぞれ有する１つ以上の電子サーバと、

c．上記第１の熱交換器及び上記第２の熱交換器に連結され、該第１の熱交換器及び該第２の熱交換器に係合力を印加して、該第１の熱交換器と該第２の熱交換器との間にサーマルインタフェースを形成する並進運動機構と、

d．上記並進運動機構を収容し、上記電子サーバに連結されたシャーシガイドと、上記ラックサーバに連結されたラックチャンネルとを有する力封込めアセンブリとを備え、

上記シャーシガイドは、上記ラックチャンネルに連結されて、インタロックチャンネルを形成し、上記力封込めアセンブリは、係合力を封じ込めることを特徴とする取付装置。

【請求項４８】

上記並進運動機構は、上記第１の熱交換器の係合面の全体が上記第２の熱交換器の係合面にい対して同時に押し付けられるように、該第１の熱交換器と該第２の熱交換器との間に均一な係合プロファイルを提供することを特徴とする請求項４７記載の取付装置。

【請求項４９】

上記並進運動機構は、上記第１の熱交換器の係合面の第１の部分が、該第１の熱交換器の係合面の第２の部分より前に、上記第２の熱交換器の係合面に対して押し付けられるように、該第１の熱交換器と該第２の熱交換器との間に不均一な係合プロファイルを提供することを特徴とする請求項４７記載の取付装置。

【請求項５０】

上記並進運動機構に連結され、該並進運動機構を駆動して、上記係合力を印加する駆動機構を更に備える請求項４７記載の取付装置。

【請求項５１】

上記並進運動機構及び上記駆動機構は、該駆動機構に印加された駆動力を上記係合力に変換することを特徴とする請求項５０記載の取付装置。

【請求項５２】

上記駆動力は、第１のベクトルに沿って加えられ、上記係合力は、該第１のベクトルとは異なる第２のベクトルに沿って加えられることを特徴とする請求項５１記載の取付装置。

【請求項５３】

上記並進運動機構は、更に、解放力を印加することを特徴とする請求項５０記載の取付装置。

【請求項５４】

上記並進運動機構は、上記第１の熱交換器の係合面の全体が、上記第２の熱交換器の係合面から同時に分離されるように、該第１の熱交換器と該第２の熱交換器との間に均一な解放プロファイルを提供することを特徴とする請求項５３記載の取付装置。

【請求項５５】

上記並進運動機構は、上記第１の熱交換器の係合面の第１の部分が、該第１の熱交換器の係合面の第２の部分より前に、上記第２の熱交換器の係合面から分離されるように、該第１の熱交換器と該第２の熱交換器との間に不均一な解放プロファイルを提供することを特徴とする請求項５３記載の取付装置。

【請求項５６】

上記駆動機構は、更に、上記並進運動機構を駆動して、上記解放力を印加することを特徴とする請求項５３記載の取付装置。

【請求項５７】

上記駆動機構は、上記電子サーバ及び上記サーバラックのロック機構に連結される機械的リンク機構を有し、

上記ロック機構は、上記電子サーバを上記サーバラックにロックし、上記機械的リンク機構は、該ロック機構の動作に応じて、該駆動機構を自動的に駆動することを特徴とする請求項５０記載の取付装置。

【請求項５８】

上記駆動機構は、上記電子サーバと上記サーバラックとの間の電氣的インタフェースが、上記サーマルインタフェースと同時に接続されるように、上記ロック機構の動作に応じて、自動的に駆動されることを特徴とする請求項 57 記載の取付装置。

【請求項 59】

上記力封込めアセンブリは、上記電氣的インタフェースから上記係合力を分離することを特徴とする請求項 58 記載の取付装置。

【請求項 60】

上記駆動機構は、駆動ロッドであることを特徴とする請求項 50 記載の取付装置。

【請求項 61】

上記駆動機構は、ネジであることを特徴とする請求項 50 記載の取付装置。

【請求項 62】

上記駆動機構は、電気機械式アクチュエータ、空気圧アクチュエータ及び油圧アクチュエータの 1 つ以上を有することを特徴とする請求項 50 記載の取付装置。

【請求項 63】

上記力封込めアセンブリは、上記シャーシガイドと上記電子サーバのシャーシとの間にフロート領域を提供することを特徴とする請求項 47 記載の取付装置。

【請求項 64】

上記力封込めアセンブリは、上記ラックチャネルと上記サーバラックのシャーシとの間にフロート領域を有することを特徴とする請求項 47 記載の取付装置。

【請求項 65】

上記サーバラックの第 1 の部分は、上記第 1 の熱交換器を含み、上記電子サーバの第 1 の部分は、上記第 2 の熱交換器を含み、上記力封込めアセンブリは、該電子サーバの残りの部分から及び該サーバラックの残りの部分から上記係合力を分離することを特徴とする請求項 47 記載の取付装置。

【請求項 66】

上記並進運動機構は、上記第 2 の熱交換器に連結されたスプリングを有し、

上記第 1 の熱交換器は、上記力封込めアセンブリ内の固定面に連結されていることを特徴とする請求項 47 記載の取付装置。

【請求項 67】

上記並進運動機構は、上記第 1 の熱交換器に連結されたスプリングと、上記第 2 の熱交換器に連結された 1 つ以上のカムとを有することを特徴とする請求項 47 記載の取付装置。

【請求項 68】

上記並進運動機構は、上記第 1 の熱交換器に連結された第 1 のスプリングと、上記第 2 の熱交換器に連結された拡張板とを有し、

上記拡張板は、上記第 2 の熱交換器の並進運動を定義する 1 つ以上の傾斜プロファイルを有することを特徴とする請求項 47 記載の取付装置。

【請求項 69】

上記傾斜プロファイルのそれぞれは、同じであることを特徴とする請求項 68 記載の取付装置。

【請求項 70】

上記傾斜プロファイルの 1 つ以上は、異なることを特徴とする請求項 68 記載の取付装置。

【請求項 71】

上記並進運動機構は、上記第 2 の熱交換器に連結された第 2 のスプリングを更に有し、

上記第 2 のスプリングは、上記第 2 の熱交換器を上記第 1 の熱交換器から引き離すことを特徴とする請求項 68 記載の取付装置。

【請求項 72】

上記拡張板の 1 つ以上の傾斜プロファイルに対して滑り、定義された並進運動に基づいて、上記第 2 の熱交換器を並進させる 1 つ以上の傾斜プロファイルを有する、上記並進運

動機構に連結された駆動機構を更に備える請求項 7 1 記載の取付装置。

【請求項 7 3】

上記拡張板の 1 つ以上の傾斜プロファイルに沿って回転し、定義された並進運動に基づいて、上記第 2 の熱交換器を並進させる 1 つ以上のローラを有する、上記並進運動機構に連結された駆動機構を更に備える請求項 7 1 記載の取付装置。

【請求項 7 4】

上記並進運動機構は、上記第 1 の熱交換器に連結されたスプリングと、上記第 2 の熱交換器に連結された拡張板とを有し、

上記拡張板は、上記第 2 の熱交換器の並進運動を定義する 1 つ以上のスロットプロファイルを有することを特徴とする請求項 4 7 記載の取付装置。

【請求項 7 5】

上記スロットプロファイルのそれぞれは、同じであることを特徴とする請求項 7 4 記載の取付装置。

【請求項 7 6】

上記スロットプロファイルの 1 つ以上は、異なることを特徴とする請求項 7 4 記載の取付装置。

【請求項 7 7】

少なくとも 1 つが上記拡張板のスロットプロファイル内に配設され、それぞれが上記傾斜プロファイル内で滑り、定義された並進運動に基づいて、上記第 2 の熱交換器を並進させる 1 つ以上のピンを有する、上記並進運動機構に連結された駆動機構を更に備える請求項 7 4 記載の取付装置。

【請求項 7 8】

上記並進運動機構は、上記冷却板の拡張部に連結された 1 つ以上のカムを有し、

上記各カムは、少なくとも 1 つが上記拡張板のスロットプロファイル内に配設され、それぞれが上記傾斜プロファイル内で滑り、定義された並進運動に基づいて、上記第 2 の熱交換器を並進させる 1 つ以上のピンを有することを特徴とする請求項 7 4 記載の取付装置。

【請求項 7 9】

上記 1 つ以上のカムに連結され、該 1 つ以上のカムを駆動して、上記係合力を印加する駆動機構を更に備える請求項 7 8 記載の取付装置。

【請求項 8 0】

上記並進運動機構は、上記第 1 の熱交換器に連結されたスプリングと、上記第 2 の熱交換器に連結されたシザージャッキとを有することを特徴とする請求項 4 7 記載の取付装置。

【請求項 8 1】

上記並進運動機構は、上記第 2 の熱交換器連結された拡張可能なデバイスを有することを特徴とする請求項 4 7 記載の取付装置。

【請求項 8 2】

上記並進運動機構は、上記第 1 の熱交換器に連結された拡張可能なデバイスを有することを特徴とする請求項 4 7 記載の取付装置。

【請求項 8 3】

上記サーバラックは、1 つ以上の第 1 の熱交換器を含むことを特徴とする請求項 4 7 記載の取付装置。

【請求項 8 4】

上記各電子サーバは、1 つ以上の第 2 の熱交換器を含むことを特徴とする請求項 4 7 記載の取付装置。

【請求項 8 5】

上記力封込めアセンブリは、上記サーバラックから上記係合力を分離することを特徴とする請求項 4 7 記載の取付装置。

【請求項 8 6】

上記力封込めアセンブリは、上記電子サーバから上記係合力を分離することを特徴とする請求項４７記載の取付装置。

【請求項８７】

上記各電子サーバは、上記電氣的インタフェースを介して上記サーバラックに接続され、上記力封込めアセンブリは、該電氣的インタフェースから上記係合力を分離することを特徴とする請求項４７記載の取付装置。

【請求項８８】

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４７記載の取付装置。

【請求項８９】

上記各電子サーバは、ラックサーバであることを特徴とする請求項４７記載の取付装置。

【請求項９０】

上記第１の熱交換器は、上記サーバラックに対して可動であり、上記第２の熱交換器は、上記電子サーバに対して固定されていることを特徴とする請求項４７記載の取付装置。

【請求項９１】

上記第１の熱交換器は、上記サーバラックに対して固定されており、上記第２の熱交換器は、上記電子サーバに対して可動であることを特徴とする請求項４７記載の取付装置。

【請求項９２】

上記第１の熱交換器は、上記サーバラックに対して可動であり、上記第２の熱交換器は、上記電子サーバに対して可動であることを特徴とする請求項４７記載の取付装置。

【手続補正２】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】取付装置

【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日に提出された、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、取付装置に関し、詳しくは、２つの熱交換デバイス間でサーマルインタフェース（thermal interface）を形成する取付装置に関する。

【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単位体積あたり、より高いプロセッサ性能が実現されるため、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、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の取付台は、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。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

サーバの電力及び電力密度が高くなったため、サーバラック全体を空冷することは困難になっている。代替となる周知の冷却法としては、液体冷却装置、例えば、循環式液体冷却装置及びヒートパイプがある。液体冷却は、電子サーバ内の集積回路レベルで行う必要がある。超高性能のサーバでは、電子回路の密度及び電力密度の高さのために、例えば、デスクトップコンピュータ及びワークステーション等、構成要素が異なる一般的な事例のように、液体冷却循環路によって回収された熱を空気中に効率的には放出できない。熱は、サーバラック冷却装置に伝導しなくてはならず、サーバラック冷却装置は、ポンピングされる冷媒又は冷却水ループを備える。サーバでは、電子サーバをスワッピングによって取り付け、及び取り外す能力が重要である。したがって、ラック冷却装置にノードから各電子サーバ及び対応する冷却装置を効率的に接続し、取り外すことができることが望まれる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

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、複数の電子サーバを収容している。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。

【0008】

各電子サーバ用の液体ベースの冷却装置は、除熱板を備える。各除熱板には、流体チャネル、好ましくは、マイクロチャネルが形成されている。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、サーマルインタフェース材料(thermal interface material)によってシャーシ冷却板に密着され、これにより、サーマルインタフェースが形成される。サーマルインタフェースは、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平面沿って構成される。幾つかの実施の形態では、サーマルインタフェース平面は、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、サーバシャーシに連結される。シャーシ冷却板は、1つ以上の更なる熱交換要素を含む。

【0009】

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。

【0010】

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、サーマルインタフェースを介して、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。

【0011】

上述した独立した冷却循環路装置の動作の基本となるのは、電子サーバの除熱板と、サーバラックのシャーシ冷却板との間に形成されるサーマルインタフェースである。これらの冷却装置は、ラックの熱交換器と、電子サーバの熱交換器とを熱接触させる機構及び構造を提供する。熱抵抗を低くするために、サーマルインタフェースマテリアル (thermal interface material: TIM)、例えば、サーマルグリース又はサーマルパッドを用いることができる。また、良好な熱接触を確実にするために、除熱板及びシャーシ冷却板の2つの熱交換器の間に圧力を印加する。圧力を印加する手法は、以下に限定されるわけではないが、機械的なクランプ (mechanical clamping)、スプリング、電気機械式モータ又はアクチュエータ、空気圧及び油圧 (pneumatics and hydraulics) アクチュエータ等がある。熱交換器は、様々な形状に形成することができ、例えば、平面、円柱、曲線又は他の非平面状の形状を有していてもよい。熱交換器の接合面は、滑らかであってもよく、例えば、表面積を広くし、又はアラインメントを確実にするためのはめ込み歯等の物理的特徴を有していてもよい。熱接触は、サンドイッチ型構造を形成する1つ以上の表面において実現することができる。熱交換器は、単一の固体ピースであってもよく、非平面状の表面と係合する際の柔軟性のために、より小さい熱交換器のアレーとして構成してもよい。

【0012】

熱交換器を取り付け、及び取り外すための取付機構は、2つの熱交換器に印加される力を分離する。取付機構は、印加された力が、電子サーバ又はラックシャーシの残りの部分に伝わることを防ぐインタロックチャネル (interlocking channel) を備える。この力を分離しないと、力が電子サーバに加わり、電子サーバとラックとの間の電氣的接続が切断される虞があり、及び、電子サーバ及び/又はラックシャーシに機械的ストレスが加わってしまう虞がある。また、電子サーバをラックにロックする動作によって、熱交換器が熱接触を実現するように、取付機構を電子サーバロック機構に連結してもよい。これは、電子サーバ冷却循環路を接続する個別の手順が不要であるので、フェイルセーフな手続きであると言える。同様に、電子サーバをアンロックすると、熱交換器が解放されるので、電子サーバ冷却循環路又はラック冷却循環路の何れにも干渉を引き起こすことなく、電子サーバを取り外すことができる。

【0013】

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】

【0014】

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。

【0015】

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。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、当分野で周知の通り、1つ以上のプロセッサを含んでいる。各電子サーバには、冷却システムが統合される。幾つかの実施の形態では、冷却システムは、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。

#### 【0016】

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、サーマルインタフェースマテリアルによってシャーシ冷却板に密着される。各電子サーバ用の除熱板は、全ての除熱板、したがって、各電子サーバ用の冷却システム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サーマルインタフェースは、挿入ベクトルに対して垂直でない平面に沿って形成される。幾つかの実施の形態では、サーマルインタフェースの平面は、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。

#### 【0017】

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。

#### 【0018】

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、及び除熱板とシャーシ冷却板との間のサーマルインタフェースマテリアルの熱特性は、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。

【0019】

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。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、電氣的に接続されている。ここでは、説明のため、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ともよい。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。

【0020】

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。

【0021】

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。

【0022】

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との間のサーマルインタフェースは、挿入ベクトルに対して垂直でない平面に沿って形成される。幾つかの実施の形態では、サーマルインタフェースの平面は、挿入ベクトルに平行である。

【0023】

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/又は介して気流を生成する1つ以上の送風ファンを備える。

【0024】

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、MCP42に接続されている。MCP42は、1つ以上の流体ライン46によって、MCP44に

接続されている。MCP44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。

#### 【0025】

図2では、MCP42及びMCP44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を通過せず、他のMCPによって加熱されないような構成にしてもよい。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、MCP42に接続され、個別の流体ラインが、サーバポンプ40をMCP44に接続する。この変形例では、1つ以上の流体ラインが、MCP42を除熱板50に接続し、1つ以上の流体ラインがMCP44を除熱板50に接続する。これに代えて、MCP42を出る1つ以上の流体ライン及びMCP44を出る1つ以上の流体ラインを、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。

#### 【0026】

MCP42、MCP44、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。MCP42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、MCP44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MCP42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MCP44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。

#### 【0027】

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。

#### 【0028】

加熱された流体は、MCP42、44から除熱板50内のマイクロチャネルに流れ込む。熱は、マイクロチャ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。サーマルインタフェース材料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との間に効率的な熱輸送を提供する。サーマルインタフェース材料62は、好ましくは、例えば、サーマルグリース、はんだ、又は間隙に埋め込まれ、熱伝導性を有する何らかの材料を含む適応性がある材料である。

#### 【0029】

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に連結されている。シャーシ冷却板60は、1つ以上の流体ライン64によって、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 6 4 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。

【 0 0 3 0 】

第 2 の循環路及び液体 - 空気熱交換装置 7 0 の機能は、シャーシ冷却板 6 0 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 6 0 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 6 0 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 7 4 に流れ込む。

【 0 0 3 1 】

加熱された流体が除熱器 7 4 を介して流れると、熱は、流体から除熱器 7 4 の材料に伝導される。ファン 7 6 は、除熱器 7 4 の表面に空気を吹きつけ、これにより、熱は、除熱器 7 4 から周囲の空気に伝導される。シャーシ 1 2 ( 図 1 ) は、好ましくは、冷却システム 1 0 ( 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 7 4 を出て、シャーシ冷却板 6 0 に戻る。

【 0 0 3 2 】

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 1 1 0 は、冷却システム 1 0 の液体 - 空気熱交換装置 7 0 ( 図 1 ) が外部給水器 1 7 0 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 1 0 と同様である。外部給水器 1 7 0 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 1 7 0 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 1 1 0 の実際の動作では、外部給水器 1 7 0 からの新しい水が、シャーシ冷却板 6 0 に流れ込む。シャーシ冷却板 6 0 からの熱は、冷却システム 1 0 ( 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 6 0 から外部給水器 1 7 0 に流れ、加熱された水は、廃棄される。外部給水器 1 7 0 から流体ライン 6 4 に流れ込む水の水压は、シャーシ冷却板 6 0 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压とする。これに代えて、外部給水器 1 7 0 とシャーシ冷却板 6 0 との間で、外部ポンプを流体ライン 6 4 に接続し、シャーシ冷却板 6 0 に水をポンピングしてもよい。

【 0 0 3 3 】

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、クイックコネクを介して、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に連結する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。

【 0 0 3 4 】

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、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。

【 0 0 3 5 】

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

４２、１４４は、ＭＣＰ４２、４４（図１～図３）と機能的に同じものである。

【００３６】

冷却システム２１０は、１つ以上の流体ライン１６４を介してシャーシ冷却板１６０に連結された液体－空気熱交換装置７０を備える。シャーシ冷却板１６０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、マイクロチャネルが形成されている。また、シャーシ冷却板１６０には、クイックコネク１７０、１７２が設けられている。流体ライン１４６は、クイックコネク１７０、１７２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２１０では、流体ライン１４６は、クイックコネク１７０、１７２を介して、シャーシ冷却板１６０のマイクロチャネルに直接接続されている。このようにして、電子サーバ１３４、シャーシ冷却板１６０、除熱器７４、外部ポンプ７２及び流体ライン１６４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７２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１０で用いられる流体と同じ種類であってもよい。

【００３７】

図５は、シャーシ冷却板１６０から流体ライン１４６に流体を流す単一のクイックコネク１７０を示しているがクイックコネク１７０は、シャーシ冷却板１６０のマイクロチャネルから１つ以上の流体ライン１４６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１４６からシャーシ冷却板１６０に流体を流す単一のクイックコネク１７２を示しているが、クイックコネク１７２は、１つ以上の流体ライン１４６からシャーシ冷却板１６０内のマイクロチャネルに流体を流す１つ以上の物理的なクイックコネクを代表している。

【００３８】

また、図５では、ＭＣＰ１４２及びＭＣＰ１４４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ＭＣＰ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１７０は、１つ以上の流体ライン１４６によってＭＣＰ１４２に接続され、個別の流体ラインが、クイックコネク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１７２に接続する。これに代えて、クイックコネク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。

【００３９】

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。

【００４０】

流体ライン１４６からの加熱された流体は、クイックコネク１７２を介してシャーシ冷却板１６０内のマイクロチャネルに流れる。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。

【００４１】

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 7 4 を流れると、熱は、流体から除熱器 7 4 の材料に伝導される。ファン 7 6 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 7 4 から周囲の空気に伝導される。冷却された流体は、除熱器 7 4 を出て、流体ライン 1 6 4 を介して、シャーシ冷却板 1 6 0 に戻る。冷却された流体は、シャーシ冷却板 1 6 0 から、クイックコネクタ 1 7 0 を介して、流体ライン 1 4 6 に流れる。そして、冷却された流体は、M C P 1 4 2、1 4 4 に流れ込む。

#### 【 0 0 4 2 】

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 1 0 は、液体冷却装置の循環路、及びシャーシ冷却板 6 0、除熱器 7 4、外部ポンプ 7 2 及び流体ライン 6 4 の循環路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。

#### 【 0 0 4 3 】

クイックコネクタを介して、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、個別の接続であるため、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 C P U 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。

#### 【 0 0 4 4 】

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、他の冷却装置を用いてもよい。

#### 【 0 0 4 5 】

上述した独立した冷却循環路システムの動作の基本となるのは、電子サーバの除熱板と、サーバラックのシャーシ冷却板との間に形成されるサーマルインタフェースである。これらの冷却システムは、ラックの熱交換器と、電子サーバの熱交換器とを熱接触させる機構及び構造を提供する。熱抵抗を低くするために、サーマルインタフェースマテリアル ( thermal interface material : T I M )、例えば、サーマルグリース又はサーマルパッドを用いることができる。また、良好な熱接触を確実にするために、除熱板及びシャーシ冷却板の 2 つの熱交換器の間に圧力を印加する。熱交換器を押し付ける圧力は、例えば、2 0 - 3 0 p s i である。圧力を印加する手法は、以下に限定されるわけではないが、機械的なクランプ、スプリング、電気機械式モータ又はアクチュエータ、空気圧及び油圧アクチュエータ等がある。熱交換器は、様々な形状に形成することができ、例えば、平面、円柱、曲線又は他の非平面状の形状を有していてもよい。熱交換器の接合面は、滑らかであってもよく、例えば、表面積を広くし、又はアラインメントを確実にするためのはめ込み歯等の物理的特徴を有していてもよい。熱接触は、サンドイッチ型構造を形成する 1 つ以上の表面において実現することができる。熱交換器は、単一の固体ピースであってもよく、非平面状の表面と係合する際の柔軟性のために、より小さい熱交換器のアレーとして構成してもよい。



## 【 0 0 4 6 】

熱交換器を取り付け、及び取り外すための取付機構は、2つの熱交換器に印加される力を分離する。取付機構は、印加された力が、電子サーバ又はラックシャーシの残りの部分に伝わることを防ぐインタロック機構(interlocking channel mechanism)を備える。この力を分離しないと、力が電子サーバ及び/又はラックシャーシに加わり、電子サーバとラックとの間の電氣的接続が切断される虞があり、及び、電子サーバ及び/又はラックシャーシに機械的ストレスが加わってしまう虞がある。また、電子サーバをラックにロックする動作によって、熱交換器が熱接触を実現するように、取付機構を電子サーバロック機構に連結してもよい。これは、電子サーバ冷却循環路を接続する個別の手順が不要であるので、フェイルセーフな手続きであると言える。同様に、電子サーバをアンロックすると、熱交換器が解放されるので、電子サーバ冷却循環路又はラック冷却循環路の何れにも干渉を引き起こすことなく、電子サーバを取り外すことができる。

## 【 0 0 4 7 】

図4は、サーマルインタフェースマテリアル62によって密着される除熱板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、良好なサーマルインタフェースを形成するのに役立つ。第1の循環路では、MCP42、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170(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の循環路を通る流体からウェッジ界面を介して第2の循環路を通る流体に効率的な熱輸送を可能にするチャンネル構造を有する。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。

## 【 0 0 4 8 】

取付アセンブリ66は、除熱板ウェッジ50をシャーシ冷却板60に固定する。取付アセンブリ66は、クリップ、ネジを始めとして、他の周知の如何なる保持機構であってもよい。

## 【 0 0 4 9 】

図6～図8は、各電子サーバをサーバラックに係合させるために使用される取付アセンブリの実施の形態を示している。上述したように、2つの熱交換器である電子サーバの除熱板とラックのシャーシ冷却板との間のサーマルインタフェースは、TIM62等(図4)のサーマルインタフェースマテリアルによって、除熱板をシャーシ冷却板に対して十分に押し付けることによって形成される。電子サーバ又はラックシャーシの残りの部分に力が伝わることを防ぐために、取付アセンブリ内のインタロックチャンネルを用いる。取付アセンブリは、力を封じ込め、これにより、歪みがラックのバックプレーンの電氣的接続又は電子サーバ又はラックシャーシ内の部品に伝わることを防いでいる。ラック側には、ラックに取り付けられた突出したラックチャンネルが設けられている。ラックチャンネルは、ラック上の電子サーバガイド機構の一部として使用される。ラックチャンネル内には、ラック側の熱交換器であるシャーシ冷却板が固定されている。電子サーバシャーシの側には、ラック側のラックチャンネルに挿入される、シャーシガイドと呼ばれる相補的な形状の突出構造体に取り付けられている。シャーシガイド内には、電子サーバ除熱板、1つ以上のスプリングが取り付けられている。除熱板は、引き込み機構(retracting mechanism)によっ

て、窪んだ部分に保持される。電子サーバをラックにインストールする際には、シャーシガイドがラックチャンネルに挿入される。電子サーバをラック内で固定し、電子サーバを適切な位置にロックするラックロックが有効になると、引き込み機構は、除熱板を解放し、スプリングが除熱板をシャーシ冷却板に押し付け、サーマルインタフェースを形成するために必要な圧力が印加される。

#### 【0050】

具体的には、図6は、電子サーバをサーバラックに連結し、サーマルインタフェースを形成する取付アセンブリの側面図を示している。図7は、図6に示す取付アセンブリが係合された状態の一部を切り欠いて示す側面図である。図8は、図6に示す取付アセンブリが解放された状態の一部を切り欠いて示す側面図である。図6～図8は、電子サーバ34（図2）の全体ではなく、電子サーバシャーシ36の一部、インレット及びアウトレット流体ライン46及び除熱板50のみを示している。シャーシガイド52は、電子サーバシャーシ36の側面から延び出ている。更に、シャーシガイド52は、除熱板50及びスプリング80を収容している。ラックチャンネル14は、ラック（図示せず）に連結され、シャーシ冷却板60を取り囲んでいる。ラックチャンネル14は、突起部16を有し、シャーシガイド52は、突起部54を有する。突起部16及び突起部54は、互いに噛み合い、インタロックチャンネルを形成している。スプリング80によって除熱板50及びシャーシ冷却板60に印加された力は、ラックチャンネル14及びシャーシガイド52内に加わる。突起部54は、電子サーバシャーシ36に対して浮動状態にあるので、力は、取付アセンブリ内に封じられ、取付アセンブリの外の電子サーバ34又はバックプレーン20（図1）には伝わらない。2つの冷却板に力を印加することによって、相補的な反力も生成される。この反力は、取付アセンブリ内に封じられる。取付アセンブリがなければ、電氣的接続を介するラックのバックプレーンへのインタフェースの位置によっては、この反力は、電子サーバに加わる虞がある。このような力は、電子サーバとラックとの間の電氣的インタフェースを不安定にし、システムに悪影響を与えることがある。

#### 【0051】

シャーシガイド52は、電子サーバシャーシ36に対して浮動状態にあり、インタロックチャンネルと電子サーバシャーシ36との間のフロート領域（float area）56（図7）を形成している。フロート領域56によって、シャーシガイド52は、電子サーバシャーシ36に対して動くことができる。この間隙は、電子サーバ34をラックにインストールする際、シャーシガイド52をラックチャンネル14に係合させるために使用される。一旦、電子サーバ34がラックに挿入されると、シャーシガイド52及びラックチャンネル14は、互いに摺動し、引き込み機構は解放され、図7に示すように、スプリング80が、除熱板50をシャーシ冷却板60に押し付ける。一方、図8は、引き込み機構が係合している間の取付アセンブリを示している。この構成では、取付アセンブリは、解放され、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ない。

#### 【0052】

引き込み機構が解放されると、スプリング80は、除熱板50に力を印加し、ラックチャンネル14及びシャーシガイド52は、互いに拡がり、これにより、対応する突起部54、16が係合し、インタロックチャンネルが形成される。そして、インタロックチャンネルは、取付アセンブリ内に力を封じる。フロート領域56は、この拡張のために、したがって、インタロックチャンネルの形成のために取付アセンブリに生じる小さな動きを許容する。このようにして、インストールの際、シャーシガイド52は、フロート領域56によって、ラックチャンネル14に入り込むことができ、そして、除熱板50及びシャーシ冷却板60を押し合わせる力が加わり、サーマルインタフェースが形成される。

#### 【0053】

これに代えて、フロート領域は、電子サーバシャーシとラックチャンネルとの間以外の位置に形成してもよい。例えば、ラックシャーシと、取付アセンブリのラック側のラックチャンネルとの間にフロート領域を配設してもよい。包括的に言えば、フロート領域は、電子サーバをラックに取り付け、及びラックから取り外す際に、シャーシガイドとラックチャ

ネルとの間に間隙が生じるように、取付アセンブリ内のどこかに設けられる。

【 0 0 5 4 】

図 9 ~ 図 1 1 は、各電子サーバをサーバラックに係合させるために使用される取付アセンブリの他の実施の形態を示している。図 9 ~ 図 1 1 に示す取付アセンブリは、ラック側ラックチャンネルがより深く、シャーシガイド内の除熱板の背面側ではなく、ラックチャンネル内のシャーシ冷却板の背面側にスプリングが追加されている点を除けば、図 6 ~ 図 8 の取付アセンブリと同様である。幾つかの実施の形態では、シャーシ冷却板は、スプリングに予負荷を与えるように、背面側から、肩付きネジによって、適切な位置に保持される。電子サーバがラックに挿入されると、駆動機構は、除熱板をシャーシ冷却板に対して、間に挟まれているサーマルインタフェースマテリアルを介して、移動させ又は押し付ける。除熱板の動きの最後には、スプリングが対応する量だけ圧縮され、この結果、除熱板とシャーシ冷却板との間にサーマルインタフェースを形成する力が加わる。このような構成により、取付アセンブリを解放しても、スプリング力に逆らわないので、電子サーバをラックから簡単に取り外すことができる。

【 0 0 5 5 】

具体的には、図 9 は、電子サーバをサーバラックに装着し、サーマルインタフェースを形成するために使用される取付アセンブリの側面図を示している。図 1 0 は、図 9 に示す取付アセンブリに係合された状態の一部を切り欠いて示す側面図である。図 1 1 は、図 9 に示す取付アセンブリが解放された状態の一部を切り欠いて示す側面図である。シャーシガイド 1 5 2 は、電子サーバシャーシ 3 6 の側面から延び出ている。更に、シャーシガイド 1 5 2 は、除熱板 5 0 を収容している。ラックチャンネル 1 1 4 は、ラック（図示せず）に連結されている。ラックチャンネル 1 1 4 は、シャーシ冷却板 6 0 及びスプリング 1 8 0 を収容している。ラックチャンネル 1 1 4 は、突起部 1 1 6 を有し、シャーシガイド 1 5 2 は、突起部 1 5 4 を有する。突起部 1 1 6 及び突起部 1 5 4 は、互いに噛み合い、インタロックチャンネルを形成している。スプリング 1 8 0 によって除熱板 5 0 及びシャーシ冷却板 6 0 に印加された力は、ラックチャンネル 1 1 4 及びシャーシガイド 1 5 2 内に加わる。突起部 1 5 4 は、電子サーバシャーシ 3 6 に対して浮動状態にあるので、力は、取付アセンブリ内に封じられ、取付アセンブリの外の電子サーバ 3 4 又はバックプレーン 2 0（図 1）には伝わらない。

【 0 0 5 6 】

シャーシガイド 1 5 2 は、電子サーバシャーシ 3 6 に対して浮動状態にあり、インタロックチャンネルと電子サーバシャーシ 3 6 との間のフロート領域 1 5 6（図 1 0）を形成している。フロート領域 1 5 6 によって、シャーシガイド 1 5 2 は、電子サーバシャーシ 3 6 に対して動くことができる。この間隙は、電子サーバ 3 4 をラックにインストールする際、シャーシガイド 1 5 2 をラックチャンネル 1 1 4 に係合させるために使用される。突起部 1 5 4、1 1 6 によって形成されるフロート領域 1 5 6 及びインタロックチャンネルの形状及び動作は、図 6 ~ 図 8 に関連して上述した突起部 5 4、1 6 によって形成されるフロート領域 5 6 及びインタロックチャンネルの形状及び動作と同様である。

【 0 0 5 7 】

幾つかの実施の形態では、シャーシ冷却板は、スプリングに予負荷を与えるように、背面側から、肩付きネジによって、適切な位置に保持される。このようにして、シャーシ冷却板 6 0 は、力が加えられていない状態では、固定された、外側に延びる位置を維持する。図 1 1 は、この固定された位置を示している。

【 0 0 5 8 】

電子サーバ 3 4 がラックに挿入されると、シャーシガイド 1 5 2 及びラックチャンネル 1 1 4 は、互いに摺動し、並進運動機構（translation mechanism：図示せず）は、図 1 0 に示すように、間に挟まれている T I M 6 2 を介して、除熱板 5 0 をシャーシ冷却板 6 0 の方向に、及びシャーシ冷却板 6 0 に対して押し付ける。除熱板 5 0 の動きの最後には、スプリング 1 8 0 が対応する量だけ圧縮され、この結果、除熱板 5 0 とシャーシ冷却板 6 0 との間にサーマルインタフェースを形成する力が加わる。一方、図 1 1 は、並進運動機

構が解放されている間の取付アセンブリを示している。この構成では、シャーシ冷却板 50 は、非動作位置に位置し、並進運動機構による力は、除熱板 50 には加わっていない。したがって、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ない。

【0059】

図 6 ~ 図 11 に示した取付アセンブリは、除熱板に力を印加するスプリングを備えているが、これに代えて、以下に限定されるものではないが、機械的クランプ、他のスプリング、空気圧及び油圧アクチュエータ等を用いてもよい。

【0060】

また、完全な係合用の除熱板及びシャーシ冷却板の必要な移動を実現するために、様々な並進運動機構を用いることができる。1つの手法として、水平カム又は垂直カムを用いてもよい。これらによって、回転動作を直線運動に変換することができる。更に、直線的な機械的リンク機構 (mechanical linkage) にカムを取り付け、X 軸方向の動きを Y 軸方向の動きに変換してもよい。カムの形状は、異なる種類の並進運動を実現するために、カスタム設計してもよい。例えば、同様に形成されたカムを用いることによって、シャーシ冷却板の側面に対して、除熱板を一樣に移動させることができる。また、僅かに異なるように形成されたカムを用いることによって、除熱板の 1つの端部がシャーシ冷却板に向かって前方へ動き、次に、除熱板の他方の端部が動くといった、漸進的な移動が実現する。これは、システムを解放する場合、及び TIM ジョイントを解除する場合に有用である。

【0061】

図 12 は、図 9 ~ 図 11 の取付アセンブリ内の除熱板及びシャーシ冷却板の斜視図である。図 12 に示すように、除熱板 50 は、横方向に移動する。除熱板 50 を右から左に移動させると、サーマルインタフェースが係合される。除熱板 50 を左から右に移動させると、サーマルインタフェースが解放される。除熱板 50 の背面 51 には、1つ以上のカムを連結してもよい。図 13 A は、水平のカム構成の第 1 の実施の形態の斜視図である。ここでは、複数のカム 202 が、背面 51 に対して水平に配設されている。カム 202 は、リンクロッド 204 を介して連結されている。また、複数のカム 206 が、背面 51 に対して水平に配設されている。カム 206 は、リンクロッド 208 を介して連結されている。図 13 B は、図 13 A の水平のカム構成の第 1 の実施の形態の側面図である。除熱板 50 の側面から側面、又は上面から底面の並進運動は、カム 202、206 の形状によって決定される。カム 202 の形状及びカム 206 に対する向きは、除熱板 50 の上面の、底面に対する並進運動を決定する。カム 202 及びカム 206 が同じ形状及び向きを有する場合、除熱板 50 の全体が一樣に移動する。カム 202 及びカム 206 が異なる形状又は向きを有する場合、除熱板 50 の一方の面は、他方の面に対して異なる動きを示す。なお、3つ以上のカム 202 を用いてもよく、及び / 又は 3つ以上のカム 206 を用いてもよい。また、3列以上のカムを用いてもよい。

【0062】

図 14 A は、水平のカム構成の第 2 の実施の形態を示している。ここでは、背面 51 の中心線に対して水平に複数のカム 210 が配設されている。カム 210 は、リンクロッド 212 を介して連結されている。図 14 B は、図 14 A の水平のカム構成の第 2 の実施の形態の側面図である。除熱板 50 の並進運動は、カム 210 の形状によって決定される。カム 210 の形状及び互いに対する向きは、除熱板 50 の一方の側面の、他方の側面に対する並進運動を決定する。カム 210 のそれぞれが同じ形状及び向きを有する場合、除熱板 50 の全体が一樣に移動する。カム 210 のそれぞれが異なる形状又は向きを有する場合、除熱板 50 の一方の面は、他方の面に対して異なる動きを示す。なお、3つ以上のカム 210 を用いてもよい。

【0063】

図 15 A は、垂直カム構成の第 1 の実施の形態を示している。ここでは、複数のカム 214 が、背面 51 に対して垂直に配設されている。図 15 B は、図 15 A の垂直カム構成の第 1 の実施の形態の平面図である。除熱板 50 の側面から側面の並進運動は、カム 214 の形状によって決定される。カム 214 の形状及び互いに対する向きは、除熱板 50 の

一方の側面の、他方の側面に対する並進運動を決定する。カム 214 のそれぞれが同じ形状及び向きを有する場合、除熱板 50 の全体が一様に移動する。カム 214 のそれぞれが異なる形状又は向きを有する場合、除熱板 50 の一方の面は、他方の面に対して異なる動きを示す。なお、3 つ以上のカム 214 を用いてもよい。

【0064】

図 16A は、垂直カム構成の第 2 の実施の形態の斜視図である。ここでは、背面 51 の中心線に対して垂直に単一のカム 216 が配設されている。これにより、除熱板 50 の背面の単一の点に力が加わるので、除熱板 50 とシャーシ冷却板 60 との間の圧力の均衡が実現する。図 16B は、図 16A の垂直カム構成の第 2 の実施の形態の平面図である。除熱板 50 の並進運動は、カム 216 の形状によって決定される。

【0065】

図 12 ~ 図 16B について言えば、カムは、除熱板 50 を、シャーシ冷却板 60 に向かって、右から左に移動させる。なお、カムは、除熱板 50 をシャーシ冷却板 60 から引き離すことはできない。除熱板 50 をシャーシ冷却板 60 から引き離すために、1 つ以上のスプリング（図示せず）が除熱板 50 の背面 51 に取り付けられている。したがって、除熱板 50 をシャーシ冷却板 60 に向かって移動させるには、カムは、取り付けられているスプリングのスプリング力より強い力を加えなくてはならない。除熱板 50 をシャーシ冷却板 60 から引き離すには、カムを初期位置に回転させることによって、カムを解放する。これに応じて、スプリングは、除熱板 50 を、例えば、図 12 ~ 図 16B では左から右に移動させ、シャーシ冷却板 60 から引き離す。背面 51 にスプリングが取り付けられていなければ、カムを解放しても、除熱板 50 を移動させる力は加わらない。

【0066】

図 12 ~ 図 16B には示していないが、カムは、共通のリンクアセンブリに連結してもよい。共通のリンクアセンブリ、例えば、駆動ロッドは、カムを動作させるために用いられる。リンクアセンブリは、手動で操作してもよい。また、リンクアセンブリは、電子サーバがインストールされる際に、ラックに電子サーバをロックするために用いられる電子サーバロック機構に連結してもよい。これにより、カムは、ラックロック機構と同時に動作し、電子サーバをラックにロックする動作によって、除熱板とシャーシ冷却板とが、熱接触を構成するように係合する。

【0067】

他の並進運動機構として、傾斜プロファイルを用いてもよい。すなわち、除熱板の背面に傾斜を設ける。これに代えて、傾斜プロファイルは、個別の部品として、除熱板に取り付けてもよい。これらの傾斜プロファイルは、シャーシガイドに対して配設された移動傾斜又はローラに係合する。ローラを使用することによって、摩擦を少なくし、したがって、必要な力を小さくすることができる。傾斜又はローラは、除熱板の一方の面を、他方の面より先にシャーシ冷却板に押し付ける「漸進的」移動を提供するように、別々の形状を有していてもよい。これは、個々のカムが異なる形状又は向きを有する、上述したカム構成と同様である。図 17 は、第 1 の傾斜並進運動機構の平面図である。除熱板 150 は、背面 151 に沿って、1 つ以上の傾斜プロファイル 152 を有する。駆動機構 220 は、1 つ以上の傾斜プロファイル 222 が、1 つ以上の傾斜プロファイル 152 に一致するように構成されている。駆動機構は、例えば、シャーシガイド 52 の内面等、シャーシガイド 52 内の固定面（fixed surface）に対して配設されている。幾つかの実施の形態では、駆動機構 220 は、シャーシガイド 52 に対して固定され、これにより、電子サーバ 34 がラックにインストールされると、除熱板 150 が駆動機構 220 に沿って滑り、傾斜プロファイル 222 は、傾斜プロファイル 152 に沿って滑り、この結果、除熱板 152 がシャーシ冷却板 60 に押し付けられる。図 17 に示すように、除熱板 150 は、この動作によって、右から左に移動する。他の実施の形態では、駆動機構 220 は、シャーシガイド 52 に沿って滑る。電子サーバ 34 がラックにインストールされた後に、例えば、図 17 の上から下に、駆動機構 220 をシャーシガイドに沿って移動させる独立した動作が行われ、これにより、傾斜プロファイル 222 は、傾斜プロファイル 152 に沿って滑り

、この結果、除熱板 1 5 2 がシャーシ冷却板 6 0 に押し付けられる。この動作は、電子サーバ 3 4 をラックにロックするために用いられるロック動作の一部として自動的に実行してもよく、又は、ロック動作の後に、手動でこの動作を行ってもよい。

【 0 0 6 8 】

図 1 8 は、第 2 の傾斜並進運動機構の平面図である。第 2 の傾斜平行並進運動機構は、駆動機構上の傾斜プロファイル 2 2 2 がローラに置換されている点を除けば、第 1 の傾斜並進運動機構と同様である。具体的には、駆動機構 2 3 0 は、1 つ以上の傾斜プロファイル 1 5 2 に当接する 1 つ以上のローラ 2 3 2 によって構成されている。駆動機構は、例えば、シャーシガイド 5 2 の内面等、シャーシガイド 5 2 内の固定面に対して配設されている。ローラ 2 3 2 は、傾斜プロファイル 1 5 2 に対する摩擦を小さくする。幾つかの実施の形態では、駆動機構 2 3 0 は、シャーシガイド 5 2 に対して固定される。他の実施の形態では、駆動機構 2 2 0 は、シャーシガイド 5 2 に沿って滑る。また、駆動機構 2 3 0 を移動させるときに生じる摩擦を更に減少させるために、更なるスライド 2 3 4 を用いてもよい。なお、傾斜とローラの位置を逆にしてもよい同じ作用を実現することができる。カム構成と同様に、第 1 及び第 2 の傾斜並進運動機構を用いる場合、シャーシ冷却板 6 0 から除熱板 1 5 0 を解放する引き込み機構が必要である。第 1 及び第 2 の傾斜並進運動機構の何れにおいても、カム構成に関して上述したものと同様のスプリングを設けることができる。

【 0 0 6 9 】

他の並進運動機構として、除熱板と、シャーシガイド内の固定面との間にシザージャッキを配設してもよい。図 1 9 は、シザージャッキ並進運動機構の平面図である。シザージャッキ 2 4 2 は、除熱板 5 0 の背面 5 1 と、シャーシガイド 5 2 の内面等、シャーシガイド 5 2 内の固定面との間に配設される。シザージャッキ 2 4 2 を開き及び閉じるために、シザージャッキ 2 4 2 には、駆動ロッド 2 4 0 が接続されている。例えば、図 1 9 に示すように、駆動ロッド 2 4 0 を上方に移動させると、シザージャッキ 2 4 2 が開き、駆動ロッド 2 4 0 を下方に移動させると、シザージャッキ 2 4 2 が閉じる。シザージャッキ 2 4 2 は、支持部材 2 4 4 によって、シャーシガイド 5 2 内で適切な位置に保持される。幾つかの実施の形態では、駆動ロッド 2 4 0 は、電子サーバ 3 4 をラックにロックするために用いられるロック動作の一部として自動的に駆動される。他の実施の形態では、駆動ロッド 2 4 0 は、ロック動作から独立して駆動される。カム構成と同様に、第 1 及び第 2 の傾斜並進運動機構を用いる場合、シャーシ冷却板 6 0 から除熱板 1 5 0 を解放する引き込み機構が必要である。シザージャッキ並進運動機構においては、カム構成に関して上述したものと同様のスプリングを設けることができる。これに代えて、シザージャッキは、引き込みのための力も提供するように構成してもよい。

【 0 0 7 0 】

他の並進運動機構は、スロット及びピン及び組み合わせてカムを用いる。カムの回転運動は、除熱板の直線運動に変換される。この並進運動機構は、除熱板をシャーシ冷却板に係合させるように移動させ、及び除熱板をシャーシ冷却板から解放するように移動させるために使用される。図 2 0 A は、カム、スロット及びピンを用いる並進運動機構の例示的な実施の形態の解放位置の平面図である。解放位置では、除熱板 5 0 は、シャーシ冷却板 6 0 から解放されている。除熱板 5 0 には、冷却板拡張部 2 5 2 が取り付けられている。シャーシガイド 5 2 ( 図 9 ) の中心位置 2 6 2 には、1 つ以上のカム 2 6 0 が連結されている。カム 2 6 0 は、中心位置 2 6 2 を中心に自由に回転できるが、シャーシガイド 5 2 に対しては、直線的に固定されている。中心位置 2 6 2 は、冷却板拡張部 2 5 2 のセンタースロット 2 5 6 内に配設される。各カム 2 6 0 は、カム 2 6 0 の表面から垂直に延びるピン 2 6 4 を有する。ピン 2 6 4 は、冷却板拡張部 2 5 2 のピンスロット 2 5 4 内に挿入される。カム 2 6 0 が時計回りに回転すると、ピン 2 6 4 には、ピンスロット 2 5 4 に沿って、Y 方向 ( 図 2 0 A では上方向 ) に力が加わり、これにより、X 方向に直線的な力が生成される。この直線的な力は、冷却板拡張部 2 5 2、したがって、除熱板 5 0 を X 方向に移動させ、図 2 0 B に示すように、シャーシ冷却板 6 0 に係合させる。

## 【 0 0 7 1 】

除熱板 5 0 をシャーシ冷却板 6 0 から解放する場合は、カム 2 6 0 を逆時計回りに回転させる。カム 2 6 0 を逆時計回りに回転すると、ピン 2 6 4 には、ピンスロット 2 5 4 に沿って Y 方向（図 2 0 B では下方向）に力が加わり、X 方向に直線的な力が生成される。この直線的な力は、冷却板拡張部 2 5 2、したがって、除熱板 5 0 を X 方向に移動させ、図 2 0 A に示すように、シャーシ冷却板 6 0 から解放する。各カム 2 6 0 は、機械的リンク機構（図示せず）を介して連結することができる。幾つかの実施の形態では、機械的リンク機構は、電子サーバ 3 4 をラックにロックするために用いられるロック動作の一部として自動的に動作する。他の実施の形態では、機械的リンク機構は、ロック動作から独立して駆動される。なお、図 2 0 A 及び図 2 0 B に示す構成とは異なる代替の構成を想到することもできる。例えば、図 2 0 A 及び図 2 0 B に示すピンスロット 2 5 4 のプロファイルは、Y 方向に直線的に延び、この結果、回転運動を直線運動に線形的に変換する。このプロファイルを調整することによって、除熱板に加わる機械的な力の特性を変更することができる。

## 【 0 0 7 2 】

他の並進運動機構は、ピンと、スロットプロファイルを有するスロットとの組合せを用いる。第 1 の方向の直線運動は、好ましくは、第 1 の方向に垂直な第 2 の方向の直線運動に変換される。この並進運動機構は、除熱板がシャーシ冷却板に係合するように適切に形成されたスロットを用いる。図 2 1 A は、スロット及びピンを用いる並進運動機構の例示的な実施の形態の解放位置の平面図である。図 2 1 C は、図 2 1 A の例示的な並進運動機構の側面図である。解放位置では、除熱板 5 0 は、シャーシ冷却板 6 0 から解放される。除熱板 5 0 には、冷却板拡張部 3 5 2 が取り付けられている。冷却板拡張部 3 5 2 は、1 つ以上のスロット 3 5 4 を備える。駆動ロッド 3 2 0 は、駆動ロッドの表面から垂直に延びる 1 つ以上のピン 3 2 2 を備える。各ピン 3 2 2 は、冷却板拡張部 3 5 2 のスロット 3 5 4 の 1 つに挿入される。駆動ロッド 3 2 0 は、Y 方向には前後に滑るが、X 方向には固定されている。駆動ロッド 3 2 0 が Y 方向に移動すると、ピン 3 2 2 は、スロット 3 5 4 内で移動する。駆動ロッド 3 2 0 の Y 方向における直線運動は、スロット 3 5 4 のスロットプロファイルに応じて、冷却板拡張部 3 5 2、したがって、取り付けられた除熱板 5 0 の直線運動に変換される。各スロット 3 5 4 のスロットプロファイルは、除熱板 5 0 に求められる動きに応じて、同じであっても異なってもよい。スロットプロファイルを変更することによって、除熱板 5 0 に加えられる機械的な力が変化する。図 2 1 A 及び図 2 1 B の構成では、駆動ロッド 3 2 0 が Y 方向に移動すると、除熱板 5 0 は、X 方向に一樣に移行し、図 2 1 B に示すように、シャーシ冷却板 6 0 に係合する。図 2 1 C は、図 2 1 A の例示的な並進運動機構の側面図である。図 2 1 C では、駆動ロッド 3 2 0 は、紙面に対して垂直に移動する。

## 【 0 0 7 3 】

除熱板 5 0 をシャーシ冷却板 6 0 から解放する場合、駆動ロッド 3 2 0 は、Y 方向に移動する。幾つかの実施の形態では、駆動ロッド 3 2 0 は、電子サーバ 3 4 をラックにロックするために用いられるロック動作の一部として自動的に動作する。他の実施の形態では、駆動ロッド 3 2 0 は、ロック動作から独立して移動する。なお、図 2 1 A 及び図 2 1 B に示す構成とは異なる代替の構成を想到することもできる。

## 【 0 0 7 4 】

図 2 2 は、シャーシ冷却板及び除熱板の代替の構成を示している。シャーシ冷却板 2 6 0 は、U 字状に形成され、各電子サーバは、2 つの除熱板 2 5 0 を有する。除熱板 2 5 0 は、図 2 2 に示すように、U 字状のシャーシ冷却板 2 6 0 内に収容されている。除熱板 2 5 0 の間には、拡張機構 2 7 0 が配設されている。拡張機構 2 7 0 の具体例としては、以下に限定されるわけではないが、ベロー（bellow）又はブラダ（bladder）がある。また、拡張機構 2 7 0 は、上述した駆動機構又はその変形の何れであってもよい。拡張機構 2 7 0 が除熱板 2 5 0 に対して拡張すると、除熱板は、シャーシ冷却板 2 6 0 に係合する。上述した構成は、（図 2 2 に示すように、）力封込めアセンブリ（force containment as

sembly) 52を含んでもよく、力封込めアセンブリ52を含んでいなくてもよい。

【0075】

これまで説明した様々な並進運動機構を駆動するために用いられる駆動力は、様々なアクチュエータを用いて提供できる。このようなアクチュエータの具体例としては、以下に限定されるわけではないが、例えば、プッシュ/ブルロード、駆動ネジ、電気機械式モータ又はアクチュエータ、空気圧及び油圧アクチュエータ等の機械的リンク機構がある。

【0076】

なお、上述した取付アセンブリ及び駆動機構の特定の実施の形態は、例示的な具体例に過ぎない。包括的に言えば、電子サーバの除熱板は、電子サーバ回路基板に対して可動であってもよく、固定されていてもよく、及び/又はラックのシャーシ冷却板は、ラックシャーシに対して可動であってもよく、固定されていてもよく、上述した取付アセンブリ及び駆動機構の何れも、可動な及び/又は固定された除熱板及びシャーシ冷却板構成の様々な組合せに適用できる。

【0077】

また、サーマルインタフェースは、実例に応じて、ラック接続側を除く電子サーバの全ての表面に形成することができる。

【0078】

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】

【0079】

【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】サーマルインタフェースマテリアルにとって密着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。

【図6】電子サーバをサーバラックに連結し、サーマルインタフェースを形成する取付アセンブリの側面図である。

【図7】図6に示す取付アセンブリが係合された状態の一部を切り欠いて示す側面図である。

【図8】図6に示す取付アセンブリが解放された状態の一部を切り欠いて示す側面図である。

【図9】電子サーバをサーバラックに装着し、サーマルインタフェースを形成するために使用される第2の取付アセンブリの側面図である。

【図10】図9に示す取付アセンブリが係合された状態の一部を切り欠いて示す側面図である。

【図11】図9に示す取付アセンブリが解放された状態の一部を切り欠いて示す側面図である。

【図12】図9～図11の取付アセンブリ内の除熱板及びシャーシ冷却板の斜視図である。

【図13A】水平のカム構成の第1の実施の形態の斜視図である。

【図13B】図13Aの水平のカム構成の第1の実施の形態の側面図である。

【図14A】水平のカム構成の第2の実施の形態の斜視図である。

【図14B】図14Aの水平のカム構成の第2の実施の形態の側面図である。

【図15A】垂直カム構成の第1の実施の形態の斜視図である。

【図15B】図15Aの垂直カム構成の第1の実施の形態の平面図である。

【図16A】垂直カム構成の第2の実施の形態の斜視図である。



【図 1 6 B】図 1 6 A の垂直カム構成の第 2 の実施の形態の平面図である。

【図 1 7】第 1 の傾斜並進運動機構の平面図である。

【図 1 8】第 2 の傾斜並進運動機構の平面図である。

【図 1 9】シザージャッキ並進運動機構の平面図である。

【図 2 0 A】カム、スロット及びピンを用いる並進運動機構の例示的な実施の形態の解放位置の平面図である。

【図 2 0 B】カム、スロット及びピンを用いる並進運動機構の例示的な実施の形態の係合位置の平面図である。

【図 2 1 A】スロット及びピンを用いる並進運動機構の例示的な実施の形態の解放位置の平面図である。

【図 2 1 B】図 2 1 A の並進運動機構の例示的な実施の形態の係合位置の平面図である。

【図 2 1 C】図 2 1 A の例示的な並進運動機構の側面図である。

【図 2 2】シャーシ冷却板及び除熱板の代替の構成例を示す図である。