(19)日本国特許庁(JP)　(12)特 許 公 報(B2)　(11)特許番号
特許第4511601号
(P4511601)

(45)発行日 平成22年7月28日(2010.7.28)　(24)登録日 平成22年5月14日(2010.5.14)

(51)Int.Cl.			F I		
H05K	**7/20**	**(2006.01)**	H05K	7/20	M
G06F	**1/20**	**(2006.01)**	G06F	1/00	360A
H01L	**23/473**	**(2006.01)**	H01L	23/46	Z
			G06F	1/00	360C

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2007-544912(P2007-544912)
(86)(22)出願日 平成17年12月7日(2005.12.7)
(65)公表番号 特表2008-523599(P2008-523599A)
(43)公表日 平成20年7月3日(2008.7.3)
(86)国際出願番号 PCT/EP2005/056581
(87)国際公開番号 WO2006/061404
(87)国際公開日 平成18年6月15日(2006.6.15)
審査請求日 平成20年9月1日(2008.9.1)
(31)優先権主張番号 11/008,711
(32)優先日 平成16年12月9日(2004.12.9)
(33)優先権主張国 米国(US)

早期審査対象出願

(73)特許権者 390009531
インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション
INTERNATIONAL BUSINESS MASCHINES CORPORATION
アメリカ合衆国10504 ニューヨーク州 アーモンク ニュー オーチャード ロード
(74)代理人 100108501
弁理士 上野 剛史
(74)代理人 100112690
弁理士 太佐 種一
(74)代理人 100091568
弁理士 市位 嘉宏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】冷却システム及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステムの冷却システム電子ラックであって、

第１熱交換器と、第１冷却ループと、少なくとも１つの第２冷却ループとを含む冷却液分配ユニットであって、前記第１冷却ループは設備冷却液を受け取って前記第１熱交換器を通し、前記少なくとも１つの第２冷却ループは、システム冷却液を少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステムに供給し、かつ、前記第１熱交換器において前記少なくとも１つの電子ドロワー・サブサブシステムからの熱を前記第１冷却ループの前記設備冷却液に放出する、冷却液分配ユニットと、

第２熱交換器と、前記少なくとも１つの第２冷却ループと、第３冷却ループとを各々が含む、前記少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステムと関連付けられた少なくとも１つの放熱ユニットであって、前記第２冷却ループは前記システム冷却液を前記第２熱交換器に供給し、前記第３冷却ループは、前記少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステム内で調整冷却液を循環させ、かつ、前記第２熱交換器において前記少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステムからの熱を前記第２冷却ループの前記システム冷却液に放出する、少なくとも１つの放熱ユニットと、

を含み、

前記放熱ユニットの各々の前記第３冷却ループは、前記少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステム内に配置された、分離された閉ループ流路を含む、

冷却システム電子ラック。

【請求項２】
前記第３冷却ループの前記調整冷却液と、前記第２冷却ループの前記システム冷却液とは、冷却液の清浄度、冷却液の圧力、冷却液の流量、冷却液の相変化温度及び冷却液の化学的性質の少なくとも１つを含む特徴により異なるものである、請求項１に記載の冷却電子ラック・システム。
【請求項３】
前記第２冷却ループの前記システム冷却液と、前記第１冷却ループの前記設備冷却液とは、冷却液の清浄度、冷却液の圧力、冷却液の流量、冷却液の相変化温度及び冷却液の化学的性質の少なくとも１つを含む特徴により異なるものである、請求項２に記載の冷却電子ラック・システム。
【請求項４】
前記放熱ユニットの各々は、少なくとも１つの微小冷却構造体と、前記第２熱交換器と前記微小冷却構造体との間の前記第３冷却ループの前記閉ループ流路を通して前記調整冷却液を移動させるためのポンプとをさらに含む、請求項３に記載の冷却電子ラック・システム。
【請求項５】
前記微小冷却構造体は、前記少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステムからの熱を前記第３冷却ループの前記閉ループ流路内の前記調整冷却液に放出するのを容易にするために、前記少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステムの少なくとも１つの熱発生コンポーネントに結合される、請求項４に記載の冷却電子ラック・システム。
【請求項６】
前記放熱ユニットの各々は現場で交換可能なユニットを含み、前記微小冷却構造体は、前記電子ドロワー・サブシステムを含む前記熱発生コンポーネントに機械的に結合される、請求項５に記載の冷却電子ラック・システム。
【請求項７】
前記少なくとも１つの熱発生コンポーネントは少なくとも１つの集積回路チップを含み、前記第３冷却ループ内の前記調整冷却液は、前記少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステムの前記少なくとも１つの集積回路チップに直接接触する、請求項５又は請求項６に記載の冷却電子システム。
【請求項８】
前記調整冷却液は、誘電性流体又は浄化水を含む、請求項１乃至請求項７のいずれか１項に記載の冷却電子ラック・システム。
【請求項９】
前記少なくとも１つの熱発生コンポーネントは少なくとも１つの集積回路チップを含み、前記放熱ユニットの各々は、前記第３冷却ループの前記調整冷却液を前記少なくとも１つの集積回路チップから分離する熱伝導性流体障壁をさらに含む、請求項５、請求項６又は請求項７に記載の冷却電子ラック・システム。
【請求項１０】
少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステムを冷却する方法であって、
第１熱交換器と、第１冷却ループと、少なくとも１つの第２冷却ループとを含む冷却液分配ユニットであって、前記第１冷却ループは設備冷却液を受け取って前記第１熱交換器を通し、前記少なくとも１つの第２冷却ループは、システム冷却液を少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステムに供給し、かつ、前記第１熱交換器において前記少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステムからの熱を前記第１冷却ループの前記設備冷却液に放出する、冷却液分配ユニットを提供するステップと、
第２熱交換器と、前記少なくとも１つの第２冷却ループと、第３冷却ループとを各々が含む、前記少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステムと関連付けられた少なくとも１つの放熱ユニットであって、前記第２冷却ループは前記システム冷却液を前記第２熱交換器に供給し、前記第３冷却ループは、前記少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステム内で調整冷却液を循環させ、かつ、前記第２熱交換器において前記少なくとも１つの電子

ドロワー・サブシステムからの熱を前記第２冷却ループの前記システム冷却液に放出する、少なくとも１つの放熱ユニットを提供するステップと、
を含み、
　前記放熱ユニットの各々の前記第３冷却ループは、前記少なくとも１つの電子ドロワー・サブシステム内に配置された、分離された閉ループ流路を含む、
冷却方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
　本発明は、電子機器デバイス、モジュール及びシステムから熱を除去するために用いられる冷却アセンブリ及び他の装置に関する。より具体的には、本発明は、１つ又は複数の電子機器ラックの１つ又は複数の電子機器サブシステムの熱発生コンポーネントから熱を抽出するための強化された冷却システム及び方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
　よく知られているように、さらに速い処理速度を実現するために電子チップ・デバイスの回路密度が増加するに伴い、これらのデバイスから発生する熱を除去する必要性が増加している。回路デバイスが互いにより密集すること、及び、回路自体がより高いクロック周波数で動作することの両方の理由のために、熱除去の必要性が増加する。それにもかかわらず、上昇の一途をたどる熱条件及びチップにより生成される過度の熱が、チップ・デバイスの障害の主要な原因であるということも知られている。さらに、これらのデバイスからの熱除去の必要性は増大し続けることが予想される。従って、電子回路デバイスに有用な冷却機構を提供するための多大かつ重要な必要性があることがわかる。
【０００３】
【特許文献１】米国特許公開番号第２００６／０１２６２９３　Ａ１号
【特許文献２】米国特許番号第６，５８７，３４５号
【特許文献３】米国特許公開番号２００４／００１２９１４　Ａ１号
【特許文献４】米国特許公開番号２００６／０１２６２９６　Ａ１号
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
　コンピュータの各々の新しい世代は、速度が増し、機能が増え続けている。ほとんどの場合、これは電力損失の増大とパッケージング密度の増大との組み合わせにより達成されてきた。最終的には、パッケージングの全てのレベルにおいて熱流束が増加された。例えば、今日では、多数の大きなコンピュータ・システムに共通のパッケージング構成は、各々がメモリ、電源及びハード・ドライブ・デバイス等の関連電子機器と共に１つ又は複数のプロセッサ・モジュールを含むドロワー（電子機器サブシステム）をもつマルチ・ドロワー・ラックである。これらのドロワーは取り外し可能なユニットであり、個々のドロワーが故障した場合には、このドロワーを除去して、現場で交換することができる。こうした構成に伴う問題は、電子機器ドロワーのレベルにおける熱流束の増加が、単純な空気冷却によって熱を放散させることをますます困難にすることである。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
　第１熱交換器と、第１冷却ループと、少なくとも１つの第２冷却ループとを含む冷却液分配ユニットであって、第１冷却ループは設備冷却液を受け取り、少なくともその一部を第１熱交換器を通して通過させ、少なくとも１つの第２冷却ループは、システム冷却液を少なくとも１つの電子機器サブシステムに供給し、かつ、第１熱交換器において少なくとも１つの電子機器サブシステムからの熱を第１冷却ループの設備冷却液に放出する、冷却液分配ユニットと、第２熱交換器と、少なくとも１つの第２冷却ループのうちの第２冷却ループと、第３冷却ループとを各々が含む、少なくとも１つの電子機器サブシステムと関

連付けられた少なくとも１つの放熱ユニットであって、第２冷却ループはシステム冷却液を第２熱交換器に供給し、第３冷却ループは、少なくとも１つの電子機器サブシステム内で調整冷却液を循環させ、かつ、第２熱交換器において少なくとも１つの電子機器サブシステムからの熱を第２冷却ループのシステム冷却液に放出する、少なくとも１つの放熱ユニットと、を含む冷却システムにより、従来技術の欠点が克服され、付加的な利点が提供される。

【０００６】

別の態様においては、冷却された電子機器システムが提供される。冷却された電子機器システムは、複数の電子機器サブシステムを含む少なくとも１つの電子機器ラックと、冷却システムと、を含む。冷却システムは、冷却液分配ユニットと、多数の放熱ユニットと、を含む。冷却液分配ユニットは、第１熱交換器と、第１冷却ループと、複数の第２冷却ループと、を含む。第１冷却ループは、設備冷却液を受け取り、少なくともその一部を第１熱交換器を通して通過させる。複数の第２冷却ループは、システム冷却液を複数の電子機器サブシステムの少なくとも幾つかに供給し、かつ、第１熱交換器において、少なくとも幾つかの電子機器サブシステムからの熱を第１冷却ループの設備冷却液に放出する。各々の放熱ユニットは、少なくとも幾つかの電子機器サブシステムのそれぞれと関連付けられており、各々のユニットは第２熱交換器と、複数の第２冷却ループのうちの第２冷却ループと、第３冷却ループと、を含む。第２冷却ループはシステム冷却液を第２熱交換器に供給し、第３冷却ループは、それぞれの電子機器サブシステム内で調整冷却液を循環させ、第２熱交換器において電子機器サブシステムからの熱を第２冷却ループのシステム冷却液に放出する。

【０００７】

さらに、電子機器サブシステムのための冷却システムを製造する方法、及び、複数の電子機器サブシステムを含む電子機器ラックを冷却する方法が説明され、特許請求される。

【０００８】

さらに、本発明の技術を通じて、付加的な特徴及び利点が理解される。本発明の他の実施形態及び態様がここで詳細に説明され、特許請求される本発明の一部とみなされる。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００９】

本発明とみなされる内容は、特許請求の範囲において具体的に示され、明確に主張されている。本発明の前述及び他の目的、特徴及び利点は、添付の図面と併せて取られる以下の詳細な説明から明らかである。

【００１０】

ここで用いられる「電子機器サブシステム」は、冷却を必要とするコンピュータ・システム又は他の電子機器システムの１つ又は複数の熱発生コンポーネントを含むあらゆるハウジング、コンパートメント、ドロワー、ブレード等を包含する。「電子機器ラック」という用語は、コンピュータ・システム又は電子機器システムの熱発生コンポーネントを有するあらゆるフレーム、ラック、ブレード・サーバ・システム等を含み、例えば、高性能、中性能又は低性能の処理能力を有する独立型コンピュータ・プロセッサとすることができる。１つの実施形態においては、電子機器ラックは、各々が冷却を必要とする１つ又は複数の熱発生コンポーネントを有する、多数の電子機器サブシステムを含むことができる。各々の熱発生コンポーネントは、電子機器デバイス、電子機器モジュール、集積回路チップ等を含むことができる。ここで用いられる「微小冷却構造体」は、２００ミクロン又はそれより小さい代表長さをもつ冷却構造体を意味する。

【００１１】

本発明の態様による、冷却システム内の冷却液の１つの例は水である。しかし、ここで開示される概念は、冷却システムの設備側、システム側及び調整冷却液側における他の種類の冷却液と併せて用いるように容易に適合することができる。例えば、冷却液の１つ又は複数は、本発明の利点及び独特な特徴を維持しながらもなお、塩水、フルオロカーボン液、液体金属若しくは他の同様な冷却液又は冷媒を含むことができる。

【００１２】
簡単に上述されたとおり、コンピュータ機器（主としてプロセッサ）の電力レベルもまた、もはや簡単に空気冷却することができないレベルに達している。コンポーネントは水冷却されることになるであろう。プロセッサにより放散された熱は、水冷却された冷却板を介して水に伝達させることができる。カスタマー場所（即ちデータ・センター）において一般的に利用できる設備水は、こうした冷却板での使用には適さない。第一に、７℃から１５℃までの範囲のデータ・センターの水温は、（典型的には１８℃乃至２３℃である）部屋の露点よりはるかに低いため、結露が懸念される。第二に、（化学的に、清浄度等に関して）相対的に質の悪い設備水は、システムの信頼性に影響を及ぼす。従って、より質の高い水を電子機器サブシステムとの間で循環させ、データ・センターの水への熱を排除する水冷却／調整ユニットを使用することが望ましい。ここで用いられる「設備水」又は「設備冷却液」は、１つの例では、このデータ・センターの水又は冷却液のことであり、「システム冷却液」は、冷却液分配ユニットと冷却される電子機器サブシステムとの間を循環する冷却された／調整された冷却液のことであり、「調整冷却液」は、所与の電子機器サブシステム内で循環する冷却液のことである。

【００１３】
ここで、異なる図の全体を通して同じ参照番号が、同じ又は同様な構成要素を指す図を参照する。図１は、コンピュータ室のための冷却液分配ユニット１００の１つの実施形態を示す。冷却液分配ユニットは、従来は、ここでは２つの電子機器フレーム全体とみなされるものより多くの場所を占める、相対的に大きいユニットである。冷却ユニット１００内には、電源／制御要素１１２と、リザーバ／拡張タンク１１３と、熱交換器１１４と、ポンプ１１５（重複する第２ポンプを伴うことが多い）と、設備水（或いは、サイト又はカスタマー用水又は冷却液）注入口１１６及び排出口１１７の供給パイプと、結合部１２０及び配管１２２により電子機器ラック１３０に水を向かわせる供給マニホルド１１８と、配管１２３及び結合部１２１により電子機器ラック１３０から水を向かわせる戻りマニホルド１１９と、がある。各々の電子機器ラックは、多数の電子機器ドロワ（電子機器サブシステム）１３５を含む。

【００１４】
図２は、図１の冷却システムの動作を概略的に示しており、液体冷却された冷却板１５５が、電子機器ラック１３０内の電子機器ドロワー１３５の電子機器モジュール１５０に結合された状態で示される。熱は、冷却液分配ユニット１００の熱交換器１１４、配管１２２、１２３及び冷却板１５５で定められるシステム冷却液ループ内で、冷却板１５５を通してポンプ１１５により送出されるシステム冷却液により電子機器モジュール１５０から除去される。システム冷却液ループ及び冷却液分配ユニットは、制御された温度及び圧力、並びに、制御された化学的性質及び清浄度の冷却液を電子機器に供給するように設計される。さらに、システム冷却液は、熱が最終的に伝達される配管１１６、１１７内のあまり制御されていない設備冷却液とは物理的に分離されている。図２で示されるシステムにおいては、システム冷却液ループは、残留粒子状物質がループを通って自由に流れるのに十分な大きさの流量のための代表長さを有するため、フィルタ処理は必要とされてこなかった。例えば、直径１．６５ｍｍのチャネルをもつ冷却板が、ニューヨーク州アーモンク所在のインターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーションにより販売されるＥＳ／９０００システムに用いられた。

【００１５】
上述のとおり、設計者がコンピュータの性能を向上させ続けようとするにつれて、プロセッサの電力レベルは上昇し続ける。電子機器モジュールの電力レベルは、従来の空気冷却技術、さらに従来の液体冷却の冷却板の概念もはるかに越えると予測される。こうした将来の冷却の必要性に対処するために、微小冷却構造体が開発されている。こうした構造体の２つの例は、ニューハンプシャー州クレアモント所在のＭｉｋｒｏｓ　Ｍａｎｕｆａｃｔｕｒｉｎｇ社、及び独国ベルリン所在のＡＴＯＴＥＣＨ社により市販されている。微小冷却構造体の他の例もまた、当技術分野で入手可能である。こうした微小冷却構造体は

、これまで用いられた冷却板より小さいオーダーの大きさを上回る代表長さを有する。さらに、微小規模の構造体は、図１及び図２に示されたような冷却システムのシステム冷却液を通って規則的に循環する粒子のオーダーか又はそれより小さい最小寸法を有する。入手可能な微小規模の構造体において、特有の寸法は、現在では５０マイクロメートル(ミクロン)から１００マイクロメートルまでの範囲であり、技術が成熟するに伴いさらに減少させることができる。こうした小さな幅のスケールにおいては、液体が清浄であることが必須である。こうした寸法において、微小冷却構造体は、放熱板ではなくフィルタに近い働きをし、それにより冷却を阻害する場合がある。

【００１６】

この問題に対する１つの解決法は、図１及び図２の冷却アセンブリのシステム冷却液側にフィルタを導入することであろう。これは、残念ながら、付加的な圧力降下を増し、継続的な保守管理を要するため、望ましくない。従って、１つの態様においては、本発明の目的は、システム冷却液ループと熱的に接触し、上述の微小冷却構造体の微小規模の態様に対応するように設計され製造される、電子機器サブシステムと関連付けられた、分離したサブアセンブリを作成することである。

【００１７】

図３は、この目的を達成する冷却システムの１つの実施形態を示す。この冷却システム又は装置は、冷却液分配ユニット１００と、１つ又は複数の放熱ユニット１９５と、を含む。各々の放熱ユニット１９５は、コンピューティング環境の電子機器ラック１３０のそれぞれの電子機器サブシステム又はドロワー１３５と関連付けられる。冷却液分配ユニット１００は、ここでも、第１熱交換器１１４と、第１冷却ループ１１６、１１７と、１つ又は複数の第２冷却ループ１２２、１２３と、を含む。第１冷却ループ１１６、１１７は、設備冷却液を受け取り、少なくともその一部を第１熱交換器１１４を通して通過させる。各々の第２冷却ループは、システム冷却液を少なくとも１つの電子機器ドロワー（電子機器サブシステム）１３５に供給し、かつ、第１熱交換器１１４において電子機器サブシステム１３５からの熱を第１冷却ループ１１６、１１７の設備冷却液に放出する。システム冷却液は、ポンプ１１５により、第２冷却ループ１２２、１２３内で循環する。

【００１８】

各々の放熱ユニット１９５は、それぞれの電子機器サブシステム１３５と関連付けられており、第２熱交換器１６０と、１つ又は複数の第２冷却ループのうちの第２冷却ループ１２２、１２３と、第３冷却ループ１７０と、微小冷却構造体１８０と、を含む。第２冷却ループ１２２、１２３は、システム冷却液を第２熱交換器１６０に供給し、第３冷却ループ１７０は、少なくとも１つの電子機器サブシステム１３５内で、微小冷却構造体１８０を通して調整冷却液を循環させ、かつ、第２熱交換器１６０において電子機器サブシステム１３５の熱発生コンポーネント１９０（例えば電子機器モジュール）からの熱を放出する。熱は、熱交換器１６０において第２冷却ループ１２２、１２３のシステム冷却液に放出される。調整冷却液は、ポンプ１７５により、放熱ユニット１９５の第３冷却ループ１７０を通って循環する。好適なポンプ１７５の１つの例は、最初に組み込まれおり、本発明の譲受人に譲渡された、同時出願の「Ｃｏｏｌｉｎｇ Ａｐｐａｒａｔｕｓ Ｆｏｒ Ａｎ Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃｓ Ｓｕｂｓｙｓｔｅｍ Ｅｍｐｌｏｙｉｎｇ Ａ Ｃｏｏｌａｎｔ Ｆｌｏｗ Ｄｒｉｖｅ Ａｐｐａｒａｔｕｓ Ｂｅｔｗｅｅｎ Ｃｏｏｌａｎｔ Ｆｌｏｗ Ｐａｔｈｓ」という発明の名称の特許文献１において提供される。１つの例においては、第３冷却ループ１７０は閉ループ流路であり、それにより、調整冷却液が以下に説明されるようにフィルタ処理されたときに、粒子が冷却ループに入る機会を最小限にする。

【００１９】

第３冷却ループ１７０は、冷却アセンブリのシステム冷却液から物理的に分離されていることが有利である。第３冷却ループ１７０は、電子機器サブシステム１３５、より具体的には、冷却される電子機器モジュール等の１つ又は複数の熱発生コンポーネントに配置される、別個の専用ループ又はサブアセンブリである。第３冷却ループ１７０及びそれに

関連付けられたコンポーネントは、粒子と材料の両方の適合性（即ち腐食）の観点から清浄な環境を生成するように製造されたサブアセンブリを含む。冷却サブアセンブリ１９５は、一旦作動すると閉システム（即ち、現場では開かれないシステム）になるように設計される。現場においては閉サブシステムであるので、粒子汚染は、組み立ての際に管理することができる。

【００２０】

図４及び図６は、例えば放熱ユニットの製造の際に、ユニット内の調整冷却液をフィルタ処理するための代替的なアセンブリを示す。図４では、図３のシステムのサブアセンブリ１９５が、微小冷却構造体１８０と一体化するか又は結合することができる電子機器モジュール１９０と関連付けられて示される。サブアセンブリは、本例では、冷却液が、微小冷却構造体１８０を通ってではなく、フィルタ２１０を通って流れることができるように開かれる２つの三方弁２００を含む。熱交換器１６０、第３冷却ループ１７０、及び三方弁２００を介するフィルタ２１０を通して送出された調整冷却液は、特定の用途に望ましいレベルまで浄化される。フィルタ２１０は、第３冷却ループ１７０を通って流れる調整冷却液を所望の方法で浄化するように設計された任意のフィルタ処理機構とすることができ、（例えば、製造及び組み立てプロセスにより発生する）粒子のフィルタ処理と、（例えば、望ましくない腐食性の成分を冷却液から除去するための）化学的フィルタ処理とを含むことができることに注目されたい。フィルタ処理されると、弁２００は、第３冷却ループ１７０からフィルタ２１０を除去するように手動で又は自動で調節され、これによって、調整冷却液が、ポンプ１７５によって微小冷却構造体１８０及び熱交換器１６０を通って流れることが可能になる（図５を参照されたい）。

【００２１】

図６は、図３の冷却サブアセンブリ１９５のループ１７０内の調整冷却液をフィルタ処理するための代替的な方法を示す。本実施形態においては、接続／遮断結合部２２０が、フィルタ２１０を第３冷却ループ１７０に接続するために用いられる。フィルタ２１０は、ここでも、例えば、第３冷却ループ１７０を通って流れる調整冷却液から、望ましくない粒子及び化学成分を除去するための任意のフィルタ処理機構を含むことができる。冷却液は、望ましい冷却液の清浄レベルを実現するのに十分な時間だけ、熱交換器１６０、第３冷却ループ１７０及びフィルタ２１０を通して送出される。

【００２２】

図７に示されるように、調整冷却液が適切にフィルタ処理された後で、フィルタ２１０が除去され、再び結合部２２０を用いて微小冷却構造体１８０が第３冷却ループ１７０に挿入される。示される実施形態においては、電子機器モジュール１９０は、微小冷却構造体１８０と一体化されるか又はこれに結合されると仮定される。構造体１８０を電子機器モジュールに結合するための種々の実施形態が、図８乃至図１０に示され、以下でさらに説明される。

【００２３】

当業者であれば、ここでは、３つの別個の冷却ループを用いる冷却アセンブリが提供されることに気付くであろう。第１冷却ループ及び第２冷却ループは、第２冷却ループ内のシステム冷却液から第１冷却ループ内の設備冷却液に熱を伝達することを可能にする流体間熱交換器を含む冷却液分配ユニットと関連付けられる。１つ又は複数の放熱ユニット又は冷却サブアセンブリが、例えば電子機器ラックの１つ又は複数の電子機器サブシステムと関連付けられる。各々の放熱ユニットは、それぞれの第２冷却ループと、１つの例では、分離した閉ループ流路から成る第３冷却ループと、を含む。放熱ユニットは、さらに、冷却液分配ユニットへの伝達のために、第３冷却ループ内の調整冷却液から第２冷却ループ内のシステム冷却液に熱を放出することを可能にする第２の流体間熱交換器を含む。調整冷却液、システム冷却液及び設備冷却液を分けることにより、各々の冷却ループは、異なる特性又は特徴の冷却液を有することができるという利点がある。これらの異なる特徴は、以下のような異なる冷却液の清浄度、冷却液の圧力、冷却液の相変化、冷却液の流量、冷却液の化学的性質を含むことができる。

・冷却液の清浄度－第３冷却ループ内ではより清浄度の高い冷却液（浄化水など）、システム冷却液ループ内では清浄度の低い冷却液、及び、設備冷却液ループ内ではさらに清浄度の低い冷却液の使用を可能にする。清浄度の高い冷却液（浄化水など）は、放熱ユニットの第３冷却ループにおいて、特に、例えば、汚染物質が微小冷却構造体の動作を妨げるのを防ぐために、小規模の冷却構造体（即ち、チャネル、ノズル、オリフィス、フィン等）と併せて用いられるときに望ましい。

・冷却液の圧力－例えば、第３冷却ループ内の調整冷却液が大気圧より低い圧力であり、第２冷却ループ及び第１冷却ループのシステム冷却液及び設備冷却液が大気圧のままであるか又はそれより高いことを可能にする。これは、例えば、調整冷却液がシステム冷却液とは異なる沸点を有することを可能にする。

・冷却液の相変化－第３冷却ループは、調整冷却液を二相の冷却手法で用いる一方で、システム冷却液及び設備冷却液を一相の冷却液として維持することを可能にする。

・冷却液の流量－冷却システムにおける種々の冷却液の異なる圧力及び相変化温度に関連させることができる。さらに、例えば、システム冷却液を含む第２冷却ループを通る流量より低い、微小冷却構造体を通る流量を用いることが望ましい場合がある。

・冷却液の化学的性質－異なる化学的性質の冷却液流体を、冷却システムの種々の冷却ループに用いることを可能にする。例えば、清浄度のみが異なる設備冷却液及びシステム冷却液の両方として、第１及び第２冷却ループに水を用いることができ、第３冷却ループは、調整冷却液として誘電体を用いることができる。このことは、例えば、冷却されている電子機器サブシステムの１つ又は複数の集積回路チップに調整冷却液が直接接触する実施形態において有利とすることができる。

【００２４】

上述したように、図８乃至図１０は、微小冷却構造体１８０を、電子機器サブシステムの１つ又は複数の熱発生コンポーネントに結合するための種々の実施形態を示す。図８では、電子機器モジュール１９０は、多数の集積回路チップ１９２が配置された基板１９１を含む。モジュール・リッド１９３は、集積回路チップをモジュール１９０内に収める。モジュール１９０は、微小冷却構造体１８０に機械的に結合された状態で示され、これを通って、調整冷却液（図示せず）が注入口１８１及び排出口１８４を介して流れる。モジュール・リッド１９３及び微小冷却構造体１８０は、集積回路チップ１９２から微小規模の構造体を通って流れる調整冷却液への熱伝達を容易にするのに適切な材料で製造される。１つの強化点として、微小冷却構造体１８０は、現場で交換可能なユニットである放熱ユニットの一部とすることができる。このような場合には、接続／遮断結合部を第２冷却ループに用いて、微小冷却構造体１８０を通って流れる調整冷却液を含む第３冷却ループを開く必要なく、システム冷却液を新たに交換された放熱ユニットに結合することができる。

【００２５】

図９は、ここでは準直接式冷却液浸漬と呼ばれる、チップ・アセンブリに結合された微小冷却構造体の代替的な実施形態を示す。本実施形態においては、冷却構造体１８０’は、上に多数の集積回路チップ１９２を有する基板１９１に結合される。多層の熱伝導性流体障壁１９４が集積回路チップの上に存在し、微小冷却構造体１８０’を通って流れる調整冷却液からチップを保護する。調整冷却液は、注入口１８１を介して調整冷却液を受け取る供給マニホルド１８２と流体連通する微小オリフィス１８３を介して熱伝導性流体障壁１９４の上に流れる。調整冷却液は、微小冷却構造体１８０’における排出口１８４を介して一体化されたアセンブリから流れる。本実施形態には、どのような種類の冷却液も用いることができ、一例として水が挙げられる。液体は集積回路チップとほぼ直接に接触しているが、集積回路チップとは分離されたままであるという利点がある。準直接式集積冷却構造体及びモジュール・アセンブリの例は、本発明の譲受人に譲渡された、発明の名称を「Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ　Ｄｅｖｉｃｅ　Ｓｕｂｓｔｒａｔｅ　Ａｓｓｅｍｂｌｙ　Ｗｉｔｈ　Ｉｍｐｅｒｍｅａｂｌｅ　Ｂａｒｒｉｅｒ　Ａｎｄ　Ｍｅｔｈｏｄ　Ｏｆ　Ｍａｋｉｎｇ」とする特許文献２及び発明の名称を「Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ　Ｄｅｖｉｃｅ

Ｓｕｂｓｔｒａｔｅ Ａｓｓｅｍｂｌｙ Ｗｉｔｈ Ｍｕｌｔｉｌａｙｅｒ Ｉｍｐｅｒｍｅａｂｌｅ Ｂａｒｒｉｅｒ Ａｎｄ Ｍｅｔｈｏｄ Ｏｆ Ｍａｋｉｎｇ」とする特許文献３においてより詳細に説明されている。

【００２６】

図１０は、微小冷却構造体を集積回路アセンブリと一体化するためのさらに別の付加的な実施形態を示す。本実施形態は、調整冷却液が、基板１９１上に配置された多数の集積回路チップ１９２の上に直接当たるため、直接冷却液浸漬と呼ばれる。図示されるように、微小冷却構造体１８０’は、ここでも、それぞれの放熱ユニットの第３冷却ループ１７０に結合された注入口１８１と流体連通する供給マニホルド１８２から調整冷却液を供給する微小規模のオリフィス１８３を含む。図１０の微小冷却構造体１８０’は、例えば図３の放熱ユニット１９５の第３冷却ループ１７０と流体連通する排出口１８４を含む。直接冷却液浸漬においては、基板及び冷却アセンブリは一体的なユニットであり、調整冷却液と集積回路チップとの間に流体障壁は存在しない。このことは、集積回路チップに損傷を与えないように選択された誘電性流体を用いることにより可能である。一体的な微小冷却構造体及び回路サブアセンブリのより詳細な説明は、最初に組み込まれており、本発明の譲受人に譲渡された同時出願の「Ｃｏｏｌｉｎｇ Ａｐｐａｒａｔｕｓ Ａｎｄ Ｍｅｔｈｏｄ Ｆｏｒ Ａｎ Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃｓ Ｍｏｄｕｌｅ Ｅｍｐｌｏｙｉｎｇ Ａｎ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｈｅａｔ Ｅｘｃｈａｎｇｅ Ａｓｓｅｍｂｌｙ」という発明の名称の特許文献４において提供される。

【００２７】

好ましい実施形態がここで詳細に示され説明されてきたが、種々の変更、付加、置換及び同様なものを、本発明の精神から逸脱することなく行うことができること、及び、従ってこれらが添付の特許請求の範囲に定義される本発明の範囲内であると考えられることが当業者には明白であろう。

【図面の簡単な説明】

【００２８】

【図１】コンピュータ室水質調整ユニット（ＣＲＷＣＵ）等の、コンピュータ環境の１つ又は複数の電子機器ラックを冷却するための従来の冷却液分配ユニットを示す。

【図２】電子機器ラックの電子機器ドロワーと、それらのための設備冷却液ループ及びシステム冷却液ループとをもつ従来の冷却液分配ユニットを用いる冷却システムの１つの実施形態の概略図である。

【図３】本発明の態様による、冷却液分配ユニットと、電子機器サブシステム内の調整冷却液ループを含む放熱ユニットとを含む、電子機器ラックの電子機器サブシステムのための冷却システムの１つの実施形態の概略図である。

【図４】本発明の態様による、図３の冷却システムの調整冷却液ループ内で調整冷却液をフィルタ処理する方法の１つの実施形態を示す。

【図５】本発明の態様による、冷却される電子機器モジュールに結合された状態で示される、図４の放熱ユニットのコンポーネントの１つの実施形態を示す。

【図６】本発明の態様による、図３の冷却システムの調整冷却液ループ内で調整冷却液をフィルタ処理する方法の代替的な実施形態を示す。

【図７】本発明の態様による、冷却される電子機器モジュールに結合された状態で示される、調整冷却液をフィルタ処理した後の放熱ユニットのコンポーネントの１つの実施形態を示す。

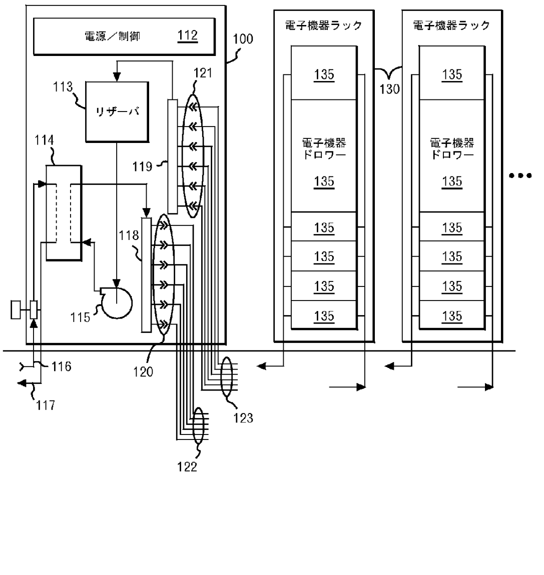
【図８】本発明の態様による、モジュールの集積回路チップから微小冷却構造体内の調整冷却液への間接的な熱放出のために、電子機器モジュールに結合された微小冷却構造体の１つの実施形態の立断面図である。

【図９】本発明の態様による、上に複数の集積回路チップを有する基板に結合され、調整冷却液が熱伝導性流体障壁（不透水性の障壁層）により集積回路チップから分離された、微小冷却構造体の代替的な実施形態の立断面図である。

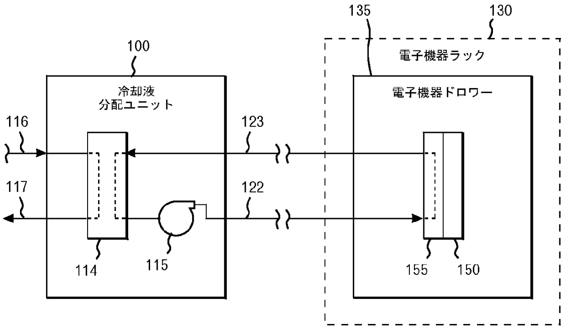
【図１０】本発明の態様による、上に複数の集積回路チップを有する基板に結合され、そ

の集積回路チップが直接的な調整冷却液浸漬により冷却される、微小冷却構造体の別の実施形態の立断面図である。

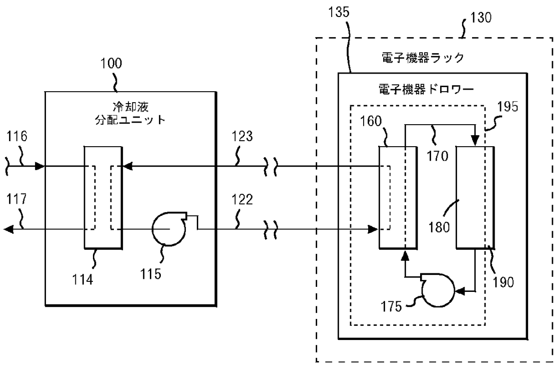
【図１】



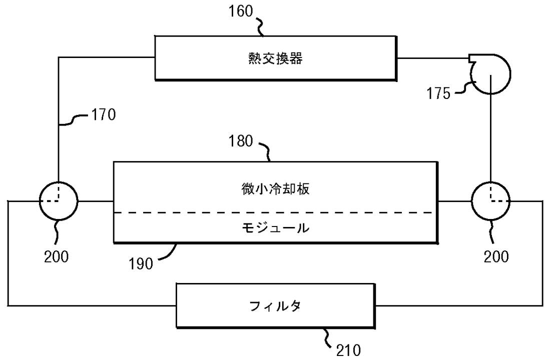
【図２】



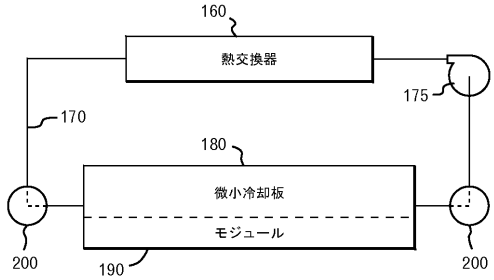
【図３】



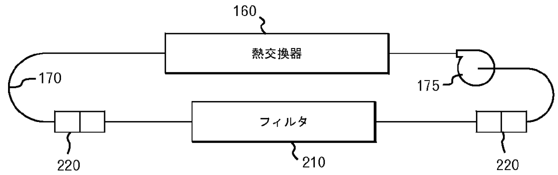
【図４】



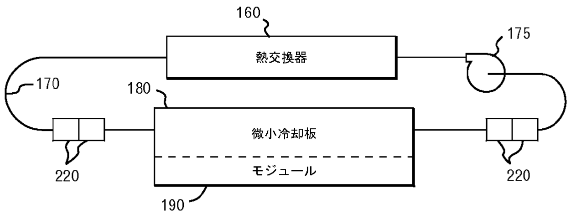
【図５】



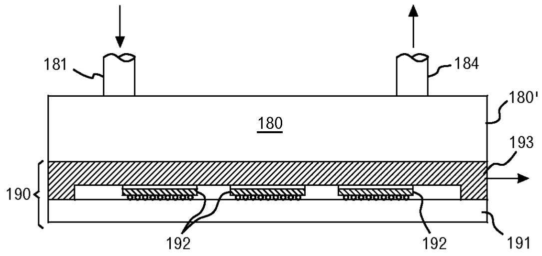
【図６】



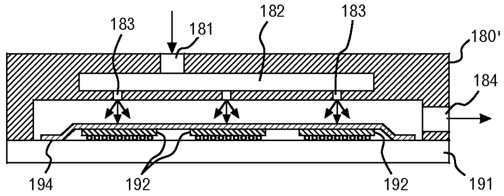
【図７】



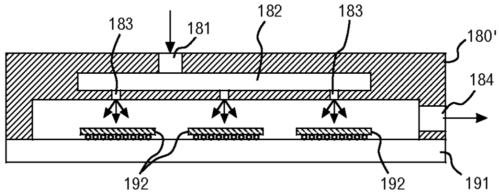
【図８】



【図９】



【図１０】



フロントページの続き

(74)代理人　100086243
　　弁理士　坂口　博
(72)発明者　キャンベル、リーバイ
　　アメリカ合衆国　１２５６１　ニューヨーク州　ニュー・パルツ　コロニアル・ドライブ　１８　アパートメント　ディー
(72)発明者　チュー、リチャード
　　アメリカ合衆国　１２５３３　ニューヨーク州　ホープウェル・ジャンクション　セント・アンドリューズ・レーン　３０
(72)発明者　エルスワース、マイケル
　　アメリカ合衆国　１２５４０　ニューヨーク州　ラグレーンジビル　スコット・レーン　５
(72)発明者　アイアンガー、マドゥスーダン
　　アメリカ合衆国　１２５７２　ニューヨーク州　ラインベック　ミル・ストリート　６３２２　ビー
(72)発明者　シュミット、ロジャー
　　アメリカ合衆国　１２６０１　ニューヨーク州　ポキプシー　ロッカーマン・アベニュー　４４
(72)発明者　サイモンズ、ロバート
　　アメリカ合衆国　１２６０３　ニューヨーク州　ポキプシー　シャムロック・サークル　１６

　審査官　川内野　真介

(56)参考文献　米国特許出願公開第２００２／１０４６４６（ＵＳ，Ａ１）
　　特開昭６２－１１９６２０（ＪＰ，Ａ）
　　特開昭５７－０７５４０７（ＪＰ，Ａ）
　　特開２００５－１９１５５４（ＪＰ，Ａ）
　　特開２００５－１６７２４８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
　　H05K　7/20
　　G06F　1/20
　　H01L　23/34-23/473