

【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 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 19 年 4 月 12 日 (2007.4.12)

【公開番号】特開 2005-191554 (P2005-191554A)

【公開日】平成 17 年 7 月 14 日 (2005.7.14)

【年通号数】公開・登録公報 2005-027

【出願番号】特願 2004-347711 (P2004-347711)

【国際特許分類】

H 0 5 K 7/20 (2006.01)

F 2 5 D 9/00 (2006.01)

F 2 5 D 17/02 (2006.01)

G 0 6 F 1/20 (2006.01)

【F I】

H 0 5 K 7/20 W

F 2 5 D 9/00 B

F 2 5 D 17/02 3 0 3

G 0 6 F 1/00 3 6 0 D

G 0 6 F 1/00 3 6 0 A

G 0 6 F 1/00 3 6 0 C

【手続補正書】

【提出日】平成 19 年 2 月 28 日 (2007.2.28)

【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】

少なくとも 2 つのモジュール化冷却ユニット (M C U) であって、前記各 M C U は冷却対象の複数の電子機器サブシステムにシステム冷却剤を供給することができる、前記少なくとも 2 つのモジュール化冷却ユニット (M C U) を備え、

前記少なくとも 2 つの M C U の各 M C U は、熱交換器と、少なくとも 1 つの制御弁を備えた第 1 の冷却ループと、第 2 の冷却ループとを備え、

前記少なくとも 2 つの M C U のうちの 1 つの M C U が動作中のとき、前記第 1 の冷却ループは第 1 の冷却剤源から第 1 の冷却剤を受け取り、前記制御弁を調節してその少なくとも一部分を前記熱交換器に通過させ、

前記第 2 の冷却ループは第 2 の冷却剤を、前記複数の電子機器サブシステムに供給し、前記熱交換器において、前記複数の電子サブシステムから前記第 1 の冷却ループ中の前記第 1 の冷却剤に熱を放散し、

前記少なくとも 1 つの制御弁によって、前記熱交換器中を流れる前記第 1 の冷却剤の流れを規制することを可能にし、それにより、前記複数の電子機器サブシステムを冷却する、前記第 2 の冷却ループ中の前記第 2 の冷却剤の温度を所望の値に制御することを可能にしている、冷却システム。

【請求項 2】

前記冷却システムが動作中、前記少なくとも 2 つの M C U のうち唯 1 つの M C U が前記複数の電子機器サブシステムに前記第 2 の冷却剤を供給するために動作中であり、前記少なくとも 2 つの M C U のうちの少なくとも 1 つの他の M C U は待機モードにある、請求項 1 に記載の冷却システム。

【請求項 3】

さらに、前記少なくとも 2 つの M C U に付随する継手を備え、それにより、前記少なくとも 2 つの M C U のうちの別の M C U が動作中であり前記複数の電子機器サブシステムに前記第 2 の冷却剤を供給中に、各 M C U を取り外すことを可能にしている、請求項 2 に記載の冷却システム。

【請求項 4】

各 M C U が、前記第 2 の冷却剤を、前記第 2 の冷却ループ内で移動させるポンプと、前記 M C U の取り外しを必要とせずに前記ポンプを取り外しうるように前記ポンプの両側に設けられた継手とを備えている、請求項 3 に記載の冷却システム。

【請求項 5】

前記第 1 の冷却剤の前記源が、前記少なくとも 2 つの M C U に供給される前記第 1 の冷却源の共通源を含んでいる、請求項 1 に記載の冷却システム。

【請求項 6】

前記第 1 の冷却剤の前記源が、

前記少なくとも 2 つの M C U のうちの第 1 の M C U に接続された第 1 の入力管路および第 1 の帰路管路を備えた第 1 の源と、

前記少なくとも 2 つの M C U のうちの第 2 の M C U に接続された第 2 の入力管路および第 2 の帰路管路を備えた第 2 の源とを備えている、請求項 1 に記載の冷却システム。

【請求項 7】

前記複数の電子機器サブシステムは、複数の電子機器ラックを備え、各 M C U は前記複数の電子機器ラックに前記第 2 の冷却剤を供給することができる、請求項 1 に記載の冷却システム。

【請求項 8】

さらに、コントローラを備え、

前記コントローラは前記少なくとも 2 つの M C U の動作をモニタし、

前記少なくとも 2 つの M C U のうちの 1 つの M C U における故障を検出した場合、前記少なくとも 2 つの M C U のうちの別の M C U へ自動的に切り替えて前記複数の電子機器サブシステムに対する冷却が継続して行なわれるのを保証する、請求項 1 に記載の冷却システム。

【請求項 9】

さらに、各 M C U に接続され前記コントローラによって制御可能である電氣的に制御可能な遮断弁であって、前記少なくとも 2 つの M C U のうちの 1 つの中を流れるように前記第 1 の冷却剤を選択的に導くとともに、前記少なくとも 2 つの M C U のうちの 1 つから前記複数の電子サブシステムへ前記第 2 冷却剤を選択的に導く、電氣的に制御可能な遮断弁を備えた、請求項 8 に記載の冷却システム。

【請求項 10】

前記各 M C U が、さらに、前記第 2 の冷却ループに連結されたシステム冷却剤膨張タンクを備え、

前記少なくとも 2 つの M C U のシステム冷却剤膨張タンク群は相互に流体で連結されており、動作中の M C U のシステム冷却剤膨張タンクに十分な前記第 2 の冷却剤が残っていることを保証している、請求項 1 に記載の冷却システム。

【請求項 11】

各 M C U が、さらに、システム冷却剤膨張タンクを備え、前記各 M C U の前記熱交換器は前記 M C U のシステム冷却剤膨張タンク内に配置されている、請求項 1 に記載の冷却システム。

【請求項 12】

前記各 M C U の前記熱交換器が、前記システム冷却剤膨張タンク内に統合的に配置されたプレート型熱交換器を含んでいる、請求項 11 に記載の冷却システム。

【請求項 13】

複数の電子機器サブシステムと、少なくとも 2 つのモジュール化冷却ユニット (M C U

）であって、前記各MCUは冷却対象の複数の電子サブシステムにシステム冷却剤を供給することができる、少なくとも2つのモジュール化冷却ユニット（MCU）とを備え、

前記少なくとも2つのMCUの各MCUは、熱交換器と、少なくとも1つの制御弁を備えた第1の冷却ループと、第2の冷却ループとを備え、

前記少なくとも2つのMCUのうちの1つのMCUが動作中のとき、前記第1の冷却ループは第1の冷却剤を第1の冷却剤源から受け取り、前記制御弁を調節してその少なくとも一部分を前記熱交換器に通過させ、

前記第2の冷却ループは、第2の冷却剤を、前記複数の電子サブシステムに供給し、前記熱交換器において、前記複数の電子機器サブシステムから前記第1の冷却ループ中の前記第1の冷却剤に熱を放散し、

前記少なくとも1つの制御弁によって、前記熱交換器中を流れる前記第1冷却剤の流れを規制することを可能にし、それにより、前記複数の電子機器サブシステムを冷却する前記第2の冷却ループ中の前記システム冷却剤の温度を所望の値に制御することを可能にしている、冷却可能な電子システム。

【請求項14】

前記冷却され得る電子システムが動作中のとき、前記少なくとも2つのMCUのうち唯一つのMCUが前記複数の電子サブシステムにシステム冷却剤を供給するために動作中である、請求項13に記載の冷却可能な電子システム。

【請求項15】

さらに、前記少なくとも2つのMCUに付随する継手を備え、それにより、前記少なくとも2つのMCUのうちの別のMCUが動作中であり前記複数の電子機器サブシステムにシステム冷却剤を供給中に、各MCUを取り外すことを可能にしている、請求項14に記載の被冷却電子システム。

【請求項16】

前記各MCUが、システム冷却剤を、前記第2の冷却ループ内で移動させるポンプと、前記MCUの取り外しを必要とせずに前記ポンプを取り外しうるように前記ポンプの両側に設けられた継手とを備えている、請求項15に記載の冷却可能な電子システム。

【請求項17】

前記第1の冷却剤の前記源が、

前記少なくとも2つのMCUのうちの第1のMCUに接続された第1の入力管路および第1の帰路管路を備えた第1の源と、

前記少なくとも2つのMCUのうちの第2のMCUに接続された第2の入力管路および第2の帰路管路を備えた第2の源とを備えている、請求項13に記載の被冷却電子システム。

【請求項18】

前記複数の電子機器サブシステムは、複数の電子機器ラックを備え、

各MCUは、前記複数の電子機器ラックを冷却するシステム冷却剤を供給することができる、請求項13に記載の冷却可能な電子システム。

【請求項19】

さらに、コントローラを備え、

前記コントローラは前記少なくとも2つのMCUの動作をモニタし、

前記少なくとも2つのMCUのうちの1つのMCUにおける故障を検出した場合に、前記少なくとも2つのMCUのうちの別のMCUへ自動的に切り替えて前記複数の電子機器サブシステムに対する冷却が継続して行なわれるのを保証する、請求項13に記載の冷却可能な電子システム。

【請求項20】

さらに、各MCUに接続され前記コントローラによって制御可能である電氣的に制御可能な遮断弁であって、前記少なくとも2つのMCUのうちの1つの中を流れるように前記第1の冷却剤を選択的に導くとともに、前記少なくとも2つのMCUのうちの1つから前記複数の電子機器サブシステムへシステム冷却剤を選択的に導く、電氣的に制御可能な遮

断弁を備えた、請求項 19 に記載の冷却可能な電子システム。

【請求項 21】

各 M C U が、さらに、前記第 2 の冷却ループに連結されたシステム冷却剤膨張タンクを備え、

前記少なくとも 2 つの M C U のシステム冷却剤膨張タンク群は相互に流体で連結されており、動作中の M C U のシステム冷却剤膨張タンクに十分なシステム冷却剤が残っていることを保証している、請求項 13 に記載の冷却可能な電子システム。

【請求項 22】

前記各 M C U が、さらに、システム冷却剤膨張タンクを備え、

各 M C U の前記熱交換器は前記 M C U のシステム冷却剤膨張タンク内に配置されている、請求項 13 に記載の冷却可能な電子システム。

【請求項 23】

前記各 M C U の前記熱交換器が、前記システム冷却剤膨張タンク内に統合的に配置されたプレート型熱交換器を含んでいる、請求項 22 に記載の冷却可能な電子システム。

【請求項 24】

複数の電子機器サブシステムを冷却する方法であって、

少なくとも 2 つのモジュール化冷却ユニット (M C U) を準備するステップであって、各 M C U は冷却すべき複数の電子機器サブシステムにシステム冷却剤を供給することができ、前記少なくとも 2 つの M C U の各 M C U は熱交換器と、少なくとも 1 つの制御弁を備えた第 1 の冷却ループと、システム冷却剤を含む第 2 の冷却ループとを備えている、ステップと、

前記少なくとも 2 つの M C U のうちの選択された M C U 用に、第 1 の冷却剤を第 1 の冷却剤源から第 1 の冷却ループに供給し、その少なくとも一部分をして前記少なくとも 1 つの制御弁を介して前記熱交換器中を通過させる、ステップと、

前記少なくとも 2 つの M C U のうちの前記選択された M C U 用に、前記システム冷却剤を前記第 2 の冷却ループから前記複数の電子機器サブシステムに供給し、前記熱交換器において前記複数の電子機器サブシステムから前記第 1 の冷却ループ中の前記第 1 の冷却剤に熱を放散するステップとを備え、

前記被選択 M C U の前記少なくとも 1 つの制御弁によって、前記熱交換器を通過する前記第 1 の冷却剤の流れを規制することを可能にし、それにより、前記複数の電子機器サブシステムを冷却する前記第 2 の冷却ループ中の前記システム冷却剤の温度を制御することを可能にする方法。

【請求項 25】

さらに、前記少なくとも 2 つの M C U のうち唯 1 つの M C U を用い、前記少なくとも 2 つの M C U のうち他の M C U を待機モードに置いた状態で前記複数の電子機器サブシステムを冷却するステップを備えた、請求項 24 に記載の方法。

【請求項 26】

さらに、前記少なくとも 2 つの M C U に付随する継手を準備するステップを備え、それにより、前記少なくとも 2 つの M C U のうちの別の M C U が動作中であり前記複数の電子機器サブシステムにシステム冷却剤を供給中に、各 M C U を取り外すことを可能にしている、請求項 24 に記載の方法。

【請求項 27】

前記第 1 の冷却剤の前記源が、前記少なくとも 2 つの M C U のうちの第 1 の M C U に接続された第 1 の入力管路および第 1 の帰路管路を備えた第 1 の源と、

前記少なくとも 2 つの M C U のうちの第 2 の M C U に接続された第 2 の入力管路および第 2 の帰路管路を備えた第 2 の源とを備え、前記方法が、さらに、

入力管路または帰路管路における漏れが検出された場合、前記第 1 の M C U と前記第 2 の M C U との間において自動的に動作を切り替えるステップを備えている、請求項 24 に記載の方法。

【請求項 28】

前記複数の電子機器サブシステムは、複数の電子ラックを備えており、前記方法が、さらに、前記電子ラックを冷却するシステム冷却剤を同時に前記少なくとも２つのＭＣＵのうち唯一つのＭＣＵから供給するステップを備えている、請求項２４に記載の方法。

【請求項２９】

さらに、前記少なくとも２つのＭＣＵの動作をモニタし、前記少なくとも２つのＭＣＵのうちの１つのＭＣＵにおける故障が検出された場合に、前記少なくとも２つのＭＣＵのうちの別のＭＣＵへ自動的に切り替えて前記複数の電子機器サブシステムに対する冷却が継続して行なわれるのを保証するステップを備えた、請求項２４に記載の方法。

【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】電子サブシステムを液体冷却するための冷却システムと冷却方法

【技術分野】

【０００１】

本発明は一般に、電子装置、電子モジュール、および電子システムから熱を放散させるために使用される冷却アセンブリなどの装置に関する。特に、本発明は、少なくとも２つのモジュール化冷却ユニット（ＭＣＵ）を使用して、電子サブシステム（たとえば電子ラック）を液体冷却（液冷）するための冷却システムと冷却方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

電子機器（たとえばマイクロプロセッサや電源など）が放散する熱流束は、コンポーネントの温度を制御する手段として、空冷以外の冷却手段を必要とする程度にまで再度到達しつつある。液冷（たとえば水冷）はこれらの熱流束を制御するのに魅力的な技術である。液体はコンポーネント／モジュールが放散する熱を効率的に、すなわち当該液体から被冷却コンポーネントへの温度上昇を最小限にして吸収する。通常、熱は終極的には液体から外部環境へ伝達される。さもなくば、液体冷却剤の温度が上昇し続けてしまう。

【０００３】

１９７０年代から１９９０年代初頭まで、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 Machines Corporation）は、冷却剤分配ユニットを介して冷却用液体を循環させることによりこの目的を達成していた。この冷却剤分配ユニットは、単一かつ大型のコンピュータールーム用水温調節ユニット（computer room water conditioning unit: C R W C U）であった。C R W C Uは、冷却すべきメインフレーム・コンピュータの様々な電子ラックに温度調節済みの冷水を分配していた。従来、メインフレーム・コンピュータの電子ラックとしては、メモリ・フレーム、プロセッサ・フレーム、入出力フレーム、電力フレームなどがあった。動作中、C R W C Uは冷水を受け取った後、それを用いてコンピュータールの個別の電子機器ラックから温度調節済みの冷水へ熱を移動させていた。

【０００４】

C R W C Uは、上りの（building）冷水を供給して、モータで駆動された制御弁を通過させるための主冷却ループを備えていた。この弁は熱交換器を通過する上りの冷水の量を決めていた。上りの冷水の一部はバイパス開口を経由して直接に帰路に戻った。C R W C Uはさらに、貯水タンクを備えた第２の冷却ループを備えていた。この貯水タンクから、２つのポンプのうちの一方によって熱交換器へ水が汲み上げられ、そこから温度調節済みの水源としてコンピュータ室内の冷却すべき電子機器ラックへ出力されていた。コンピュータールの水温調節ユニットは通常、電子フレームから離して設けられていたが、その場合でも（通常約２２に維持される）システム冷却用水をコンピュータ室のすべての電子機器フレームに供給していた。

【 0 0 0 5 】

冷却剤分配ユニット、特にコンピュータールーム冷却水温度調節ユニット（C R W C U）は、熱交換器を唯1つ、貯水タンクを唯1つ、制御弁を唯1つ、そして予備のポンプをいくつか備えていた。したがって、ポンプが故障した場合、C R W C Uは予備のポンプに自動的に切り換えるが、冷却剤分配ユニットに他の機能不全が生じた場合、コンピュータールーム内のメインフレーム・システムの全体が停止していた。たとえば、熱交換器または制御弁または上りの冷水源が故障すると、コンピュータールーム内のメインフレーム・システム全体も故障していた。このため、停止したメインフレームを修理するまで（機能低下した態様で）処理を継続しうるようにするために、コンピュータールームのフロアには予備のメインフレーム・コンピュータが備えられていた。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

今日、1970年代および1980年代に存在したような複数フレーム型メインフレーム・システムは、単一プロセッサ型のフレーム群、すなわちラック群に置き換えられている。したがって、現在では、ハイエンドからミッドレンジ、ロウエンドにわたる複数のプロセッサ・フレームに、単一のコンピュータールーム冷却水ユニットから冷却水を供給している。しかし、これには問題がある。すなわち、唯1つの熱交換器の故障、または唯1つの制御弁の故障または冷水源の損傷によって、コンピュータールームのフロア全体が停止する可能性がある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

これらの弱点は、少なくとも2つのモジュール化冷却ユニット（M C U）であって、各M C Uが冷却対象の複数の電子機器サブシステムにシステム冷却剤を供給することができる、少なくとも2つのモジュール化冷却ユニット（M C U）を備えることにより克服できるとともに、さらなる利点も得られる。各M C Uは熱交換器と、少なくとも1つの制御弁を備えた第1の冷却ループと、第2の冷却ループとを備えている。M C Uの動作中において、前記第1の冷却ループは電子機器サブシステムが設置されている施設で利用可能な冷却剤を冷却剤源から受け取り、その少なくとも一部分を、前記少なくとも1つの制御弁により制御し、前記熱交換器に通す。前記第2の冷却ループは、冷却対象のシステムを冷却するための冷却剤を、前記複数の電子機器サブシステムに供給し、前記熱交換器において、前記複数の電子機器サブシステムから前記第1の冷却ループ中の前記冷却剤に熱を放散する。前記少なくとも1つの制御弁によって、前記熱交換器中を流れる、前記施設で利用可能な冷却剤の流れを規制することが可能になる。それにより、前記複数の電子機器サブシステムを冷却する、前記第2の冷却ループ中のシステム冷却剤の温度を所望の値に制御することが可能になる。

【 0 0 0 8 】

別の側面では、冷却可能な電子機器システムが提供される。前記冷却可能な電子システムは、複数の電子機器サブシステムと、少なくとも2つのモジュール化冷却ユニット（M C U）とを備えている。各M C Uは、冷却対象の複数の電子サブシステムに、システム冷却剤を供給することができる。各M C Uは熱交換器と、少なくとも1つの制御弁を備えた第1の冷却ループと、第2の冷却ループとを備えている。M C Uが動作中、前記第1の冷却ループは、施設前記電子機器システムが設置されたで利用可能な冷却水を冷却水源から受け取り、その少なくとも一部分を前記熱交換器に通し、前記部分は前記少なくとも1つの制御弁によって制御される。前記第2の冷却ループは、冷却対象のシステムを冷却するための冷却剤を前記複数の電子サブシステムに供給し、前記熱交換器において、前記複数の電子サブシステムから前記第1の冷却ループ中の冷却剤に熱を放散する。前記少なくとも1つの制御弁によって、前記熱交換器中を流れる、施設において利用可能な冷却剤の流れを規制することが可能になる。それにより、前記複数の電子サブシステムを冷却する前記第2の冷却ループ中のシステム冷却剤の温度を制御することが可能になる。

【 0 0 0 9 】

さらに別の側面では、複数の電子機器サブシステムを冷却する方法を提供する。前記方法は、少なくとも2つのモジュール化冷却ユニット(MCU)を準備するステップであって、各MCUは冷却対象の複数の電子機器サブシステムにシステム冷却剤を供給する、ステップを備えている。そして、各MCUは熱交換器と、少なくとも1つの制御弁を備えた第1の冷却ループと、システム冷却剤を含む第2の冷却ループとを備えている。前記方法は、さらに、前記少なくとも2つのMCUのうちの選択されるMCU用に、施設で利用可能な冷却剤を、冷却剤源から第1の冷却ループに供給し、その少なくとも一部分を、前記少なくとも1つの制御弁を介して前記熱交換器中に通す、ステップと、前記少なくとも2つのMCUのうちの前記選択されるMCU用に、冷却対象のシステムを冷却するための冷却剤を前記第2の冷却ループから前記複数の電子機器サブシステムに供給し、前記熱交換器において、前記複数の電子機器サブシステムから、前記第1の冷却ループ中の前記施設で利用可能な冷却剤に、熱を放散するステップとを備え、前記選択されるMCUの前記少なくとも1つの制御弁によって、前記熱交換器を通過する施設で利用可能な冷却剤の流れを規制することを可能にし、それにより、前記複数の電子サブシステムを冷却する、前記第2の冷却ループ中の前記システム冷却剤の温度を制御することを可能にしている。

【 0 0 1 0 】

本発明の手法によって、さらなる特徴および利点の実現される。本発明の他の実例および側面をここに詳述するが、それらは特許請求の範囲に記載した発明の一部であると考えられる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 1 】

本明細書において、「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・システム及びその他の電子機器システムの、発熱コンポーネントを少なくとも1つ備えた筐体、フレーム、ラック、コンパートメントなどを備えている。用語「電子機器ラック」には、コンピュータ・システムまたは電子機器システムに含まれる発熱コンポーネントを備えた、フレームまたはラックが含まれる。たとえば、電子機器ラックは、ハイエンド、ミッドエンド、またはロウエンドの処理能力を備えた、スタンドアローン型コンピュータ・プロセッサである。一実施形態では、電子機器ラックは、複数の電子機器ドロワーを備えている。各電子機器ドロワーは、冷却を必要とする発熱コンポーネントを少なくとも1つ備えている。

【 0 0 1 2 】

ここで説明する冷却剤分配ユニット、特にモジュール化冷却ユニット(MCU)内に含まれる冷却剤の一例として、水が挙げられる。しかし、本明細書で開示される考えによれば、コンピュータが設置される施設の状況、およびコンピュータシステムの双方の観点に鑑み、他の種類の冷却剤を利用することもできる。たとえば、冷却剤はブライン(冷媒として用いる塩化ナトリウムまたは塩化カルシウム)、フッ化炭化水素液、または他の同様の化学冷却剤すなわち冷媒から成るが、本発明の利点および独自の特徴は保持している。

【 0 0 1 3 】

上でも短く述べたように、コンピュータ機器(主としてプロセッサ)内の電力レベルは、もはや簡単に空冷できないレベルにまで上昇している。コンポーネントは水冷することになると思われる。そうすれば、プロセッサが放散する熱は、水冷した冷却板を介して水に伝達させることができる。コンピュータのユーザ或いは顧客の事業場(すなわちデータ・センタ)において、普通に利用される水は、これらの冷却板に使用するに適していない。第1に、凝縮の発生が問題になる。なぜなら、データ・センタの水の温度(7 ~ 15)は、室内露点(通常18 ~ 23)よりもはるかに低いからである。第2に、データ・センタの水は、その品質(その化学的性質や清浄度など)が比較的悪く、システムの信頼性に悪影響を与える。したがって、冷却すべき電子機器に対して高品質の水を循環させ、データ・センタの水が出す熱を排出することのできる水冷却/温度調節ユニットを

使用するのが望ましい。本明細書では、「施設で利用可能な水 (facility water)」または「施設冷却剤 (facility coolant)」は、このデータ・センタにおいて入手可能な水または冷却剤を指す。一方、「システム冷却用水」または「システム冷却剤」は冷却剤分配ユニットと、冷却対象の電子機器サブシステムとの間を循環する冷却/温度調節した水、または冷却剤をそれぞれを指す。

【0014】

次に、図面を参照する。様々な図面を通して使用する同じ参照番号は、同じまたは類似の構成要素を指している。図1はコンピュータルーム用の既存の冷却剤分配ユニットの一実施形態を示す。冷却ユニット111は比較的大きく、完全な電子機器フレーム2個分よりも大きな場所を占めていた。冷却ユニット111内には、電力/制御要素112、貯水/膨張タンク113、熱交換器114、ポンプ115（予備の第2のポンプが付随している場合が多い）、コンピュータのユーザ顧客が使用する水（すなわち現場 (site) または施設に供給される水または冷却剤）の導入パイプ116と排出パイプ117、継手（つぎで）120および管路122を介して電子機器フレーム130への水を導く供給マニホールド118、および管路123および継手121を介して電子機器フレーム130からの水を導く帰路マニホールド119があった。

【0015】

図2は本発明の一側面による、スケラブル冷却剤温度調節ユニット (scalable coolant conditioning unit: S C C U) 211の一実施形態を示す図である。S C C U 211内には、電力調整器とコントローラ（図示せず）が設けられている。電子機器ラックから戻ったシステム冷却剤は、帰路マニホールド119において収集された後、統合型熱交換器/膨張タンク223の膨張タンク部を通じて導かれる。この点については「統合プレート型熱交換器/膨張タンクを備えたスケラブル冷却剤温度調節ユニットおよびその使用方法 (Scalable Coolant Conditioning Unit with Integral Plate Heat Exchanger/Expansion Tank and Method of Use)」との名称の、米国特許出願第10/243708号（2002年9月13日出願）に詳細に記載されている。膨張タンク223を出ると、システム冷却剤は、複数のモジュール化ポンプ駆動ユニット (modular pumping unit: M P U) 227に供給する、別のマニホールド224に導かれる。M P U 227が出す高圧の放出の全流量 (discharge) は、マニホールド225において収集された後、統合型熱交換器/膨張タンク223内にある熱交換器の「温側 (hotside)」に向けられる。M P U 227は自動カップリングアセンブリ（図示せず）を備えた、挿入を容易にする機構を介してマニホールドに接続されている。自動カップリングアセンブリは可撓性ホースを介して、複数のソレノイド駆動分離弁を備えた分離弁機構に接続されている。あるいは、分離弁は局所的にまたは遠隔から手動で駆動してもよい。また、自動カップリングアセンブリは、手動で迅速に接続を切断するようなくみに置き換えてもよい。分離弁はマニホールド224、225に接続されており、着脱の間にM P Uとマニホールドとを分離する。

【0016】

システム冷却剤は、熱交換器の「冷側 (coldside)」を流れて（116、117）施設で利用可能な冷水によって冷却された後、供給マニホールド118に送られる。供給マニホールド118は、冷却を必要とする少なくとも1つの電子機器ラックへ冷却剤を分配する。ここには示されていないが、S C C Uはシステム水をろ過する手段を備えていてもよいし、腐食抑制剤（たとえばベンゾトリアゾール (B T A)）を自動的に添加するようにしてもよい。統合型熱交換器/膨張タンク223内の熱交換器へ流入する、施設で利用可能な冷水の流速は、2方向制御弁228によって規制する。これにより、電子機器ラックに配送されるシステム冷却剤の温度を制御することが可能になる。システム冷却剤供給マニホールド118に、サーミスタ型温度検知素子（図示せず）を配置して、弁228の動作を制御する電力/コントローラに電子信号を供給するようにしてもよい。システム冷却剤の温度が所望値よりも高い場合、弁228を少し開けて熱交換器を通る施設で利用可能な水の流量を増大させる。この結果、供給マニホールド118から電子機器ラック

へ導かれるシステム冷却剤の温度が低下する。あるいは、システム冷却剤の温度が所望値よりも低い場合、弁228を少し閉じて熱交換器を通る施設で利用可能な水の流量を低減させる。この結果、供給マニホールド118から電子ラックへ導かれるシステム冷却剤の温度が上昇する。図2についての留意点を挙げると、冷却剤分配ユニットの機能は規模可変であり、コンピュータルームの電子サブシステムに必要な冷却の程度に応じて、必要な場合にSCCUにモジュール化ポンプ駆動ユニットを付加することができる。

【0017】

今日のコンピュータ・システムは、連続運転用に設計され構築されている。これは同時並行的に保守されるとともにシステムの運転に影響を与えずに置換することのできる、冗長なコンポーネント群を組み合わせることにより実現することができる。例として、複数のファン/送風機や、複数の電源モジュールを挙げることができる。図1の既存の冷却剤分配ユニットおよび図2の機能強化したスケーラブル冷却剤温度調節ユニットのどちらも、所望のシステム利用可能性を実現するための冗長度または同時並行的保守能力が十分なレベルにはない。したがって、ここでは少なくとも2つのモジュール化冷却ユニット(MCU)を用いた冷却システムと方法を提供する。各MCUの冷却能力は、はコンピュータルーム内の冷却対象の電子サブシステムに必要な冷却能力に合致しているか、あるいはそれを上回る。また、各MCUはモジュールの冗長性と並行保守能力とが相俟って、電子サブシステム自体の可用性に適合するか、あるいはそれを超えた十分なものとなっている。

【0018】

図3は本発明の一側面による冷却システム、すなわち冷却剤分配ユニット300の実施形態の一部を示す図である。この例では、冷却剤分配ユニット300は、少なくとも2つのモジュール化冷却ユニット(MCU)310a、310bを備えている。各MCU310a、310bは冷却対象の複数の電子機器サブシステムまたは電子機器ラックにシステム冷却剤を供給することができる。導入管路312によって、供給される施設で利用可能な冷却水は冷却水源から冷却システムへ結合される。施設で利用可能な水は、2方向手動型球形弁314a、314bによってMCUへ導かれる。2方向手動型球形弁314a、314bは、MCUのうちの1つが修理のために置換または取り外されない限り、通常は開いている。施設で利用可能な冷却剤導入口にはフェルール(ferrule)継手315a、315bも配置されており、必要な場合にMCUの取り外しを容易にしている。電気駆動2方向型比例弁316a、316bは、施設で利用可能な水がMCU310aまたはMCU310bを通じて流れているか否かをシステム・コントローラの制御下で判断する。

【0019】

施設で利用可能な冷却剤を、実施形態の統合型膨張タンク/熱交換器から迂回させるために、バイパス318a、318bが設けられいてる。バイパス318a、318bを通る施設で利用可能な冷却剤の量は、電気駆動2方向型比例弁320a、320bを用いてコントローラが制御する。膨張タンク322a、322b内に入った施設で利用可能な冷却剤は、熱交換器(Hx)324a、324b内の第1の冷却ループ325a、325b中を進む。第1の冷却ループから出ると、施設で利用可能な冷却水はフェルール継手321a、321bおよび2方向手動型球形弁323a、323bを通過した後、施設で利用可能な冷却水の水源に戻る。

【0020】

さて、システム冷却剤に着目すると、システム冷却剤は、複数の電子機器サブシステムから戻った後、球形弁330a、330bおよびフェルール継手332a、332bを通過する。そこでシステム冷却剤は、膨張タンク322a、322b中のシステム冷却剤と混和する。続いて、タンク322a、322bを出たシステム冷却剤は、フェルール継手340a、340bを通じて引き出された後、ポンプ342a、342bによって加圧される。ポンプ342a、342bは、加圧されたシステム冷却剤を、チェック弁343a、343bおよびフェルール継手344a、344bを経由して熱交換器324a、324bの第2の冷却ループ327a、327bに戻す。第2の冷却ループを出たシステム

冷却剤は、たとえばフェルール継手 3 5 0 a、3 5 0 b および球形弁 3 5 2 a、3 5 2 b を經由して適切な電子機器ラック・マニホールドに配送される。必要な場合には、施設で利用可能な水の導入管路およびシステム冷却剤排出管路の双方に温度検知器「T S」を設け、システム冷却剤排出管路に圧力検知器「P S」を設けて冷却システム内の動作状態をモニタするようにしてもよい。

【0021】

M C U 3 1 0 a の貯水／膨張タンク 3 2 2 a と、M C U 3 1 0 b の貯水／膨張タンク 3 2 2 b とは球形弁 3 6 0 を通じ流体によって繋がっている。球形弁 3 6 0 は、この場合にもその両側にフェルール継手 3 6 2、3 6 3 を備えている。球形弁 3 6 0 およびフェルール継手 3 6 2、3 6 3 によって、モジュール化冷却ユニットの一方の取り外しまたは置換が可能になる。

【0022】

好都合なことに、図 3 に示すような各冷却システムには、最小限 2 つのモジュール化冷却ユニットが存在する。これらの冷却ユニットは、上述した球形弁とフェルール継手によって相互に連結されているから、所与の時刻に何れかの M C U が動作していることが可能になる。留意点を挙げると、各 M C U は冷却対象の 1 つ或いはそれ以上の電子機器サブシステム用に、冷却システム能力を提供するように構成されている。統合型熱交換器／膨張タンクとして図 2 のものを示したが、各モジュール化冷却ユニットが、個別の膨張タンクと熱交換器を備えるように構成してもよい。また、各熱交換器として、様々な実施形態（たとえばプレート型熱交換器や円筒多管式熱交換器など）のうちの 1 つを用いることができる。M C U 群はマニホールドによって相互に連結されているから、所与の時刻に何れかの M C U が動作していることが可能になる。M C U の動作および M C U 間の切り替えは、冷却システムの電力／コントローラ・サブシステムによってマイクロコード制御することができる。

各 M C U に出入りする管接続部にフェルール継手が存在するから、必要な場合には M C U を取り外して交換することができる。各フェルール継手には手動型分離弁が付随するから、動作中の M C U と待機中の M C U とを分離すなわち切断することができる。各 M C U 内のポンプ用に追加のフェルール継手が設けられているから、M C U 全体を取り外す必要なくポンプを交換することができる。図 3 の設計の更なる特徴は、2 つの貯水タンクを接続する配管である。通常の動作状態では、システム冷却剤が 2 つの貯水タンクのうちのどちらに流入するのか保証されていない。しかし、図 3 に示すようにこれら 2 つの貯水タンクを相互に連結すれば、問題は回避される。

【0023】

図 4 は、別の冷却システム、すなわち冷却剤分配ユニット 4 0 0 の実現例の実施形態の一部を示す図である。冷却剤分配ユニット 4 0 0 は、この場合にも少なくとも 2 つのモジュール化冷却ユニット 4 1 0 a、4 1 0 b を備えている。この別の実現例では、コンピュータの顧客が利用する水の経路は分離され隔離されているから、施設で利用可能な冷却用水は、第 1 の入力管路 4 1 2 a および第 2 の入力管路 4 1 2 b を經由して受け取り、それぞれ第 1 の帰路管路および第 2 の帰路管路を經由して戻される。2 つの施設で利用可能な冷却水の供給路が真に冗長であり互いに無関係である場合には、更なるコンピュータの利用可能性の向上を実現することができる。上記構成により、動作中の電子サブシステムには、施設で利用可能な冷却用水が常に存在することが保証される。

【0024】

動作中、施設で利用可能な冷却水は、2 方向手動型球形弁 4 1 4 a、4 1 4 b を通って流れる。2 方向手動型球形弁 4 1 4 a、4 1 4 b は通常は開いている。施設で利用可能な冷却水はフェルール継手 4 1 5 a、4 1 5 b を經由して電気駆動 3 方向型比例弁 4 1 6 a、4 1 6 b に供給される。電気駆動 3 方向型比例弁 4 1 6 a、4 1 6 b は、統合型熱交換器 4 2 4 a、4 2 4 b を備えた膨張タンク 4 2 2 a、4 2 2 b を迂回させる施設で利用可能な冷却水の量を決める。バイパスを通る施設で利用可能な冷却水流は、電気駆動型遮断弁 4 2 0 a、4 2 0 b によって制御される。（たとえば、電気駆動型遮断弁 4 2 0 a、4

20bは、非動作中のMCU内のバイパス流を遮断して施設で利用可能な冷却水が、非動作中のMCU内を流れるのを防止することができる。) 上述したように、第2の冷却ループ427a、427b中のシステム冷却剤の温度は、第1の冷却ループ425a、425b中を流れる施設で利用可能な冷却水の量を制御することにより制御することができる。これは各バイパスを通過する施設で利用可能な冷却水の量を制御することにより行なうことができる。熱交換器を通過した後、施設で利用可能な冷却水は、フェルール継手421a、421bおよび球形弁423a、423bを通して出力され、独立した各冷却水源に戻される。

【0025】

一方、システム冷却剤を見ると、戻ってきたシステム冷却剤は帰路マニホールドで収集された後、2方向型球形弁430a、430bおよび付随するフェルール継手432a、432bを介して温度調節ユニット410a、410bのうちの動作中のものに送られる。この戻ってきたシステム冷却剤は膨張タンク422a、422bに流入する。同時に、ポンプ422a、422bを介し付随するフェルール継手440a、440bを通してタンクから水を引き出す。システム冷却剤は、ポンプ442a、442bによって加圧された後、チェック弁443a、443bおよび付随するフェルール継手444a、444bを通過し、第2の冷却ループ424a、424bに入力する。第2の冷却ループ424a、424bにおいて、システム冷却剤は、熱交換器424a、424b内で冷却される。システム冷却剤は熱交換器から出力し、付随するフェルール継手450a、450bおよび球形弁452a、452bを通過する。そして、システム冷却剤は冷却対象の少なくとも1つの電子サブシステムに供給される。また、図4に示すように、システム水供給管路に温度検知器「TS」と圧力検知器「PS」が設けられている。これらを用いて冷却システムの動作をモニタすることができる。さらに、膨張タンク群はこの場合にも、付随するフェルール継手462、463を備えた球形弁460を介して繋がっている。

【0026】

以上、ここでは、好適な実施形態を示すとともに詳細に説明したが、当業者に明らかなように、本発明の本旨の内で様々な変更、付加、削除などをなすことができる。したがって、それらは特許請求の範囲に規定する本発明の範囲内のものであると考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】コンピュータ室用の既存の冷却剤分配ユニットを示す図である。

【図2】本発明の一側面に従って使用しうるスケラブル冷却剤温度調節ユニットの模式図である。

【図3】本発明の一側面により2つのモジュール化冷却ユニットを使用する冷却システムの部分実施形態を示す図である。

【図4】本発明の一側面により少なくとも2つのモジュール化冷却ユニットを使用する冷却システムの別の部分実施形態を示す図である。

【符号の説明】

【0028】

- 111 冷却ユニット
- 112 電力/制御要素
- 113 貯水/膨張タンク
- 114 熱交換器
- 115 ポンプ
- 116 導入パイプ
- 117 排出パイプ
- 118 供給マニホールド
- 119 帰路マニホールド
- 120 継手
- 121 継手

1 2 2 管路
1 2 3 管路
1 3 0 電子フレーム
2 1 1 スケラブル冷却剤温度調節ユニット (S C C U)
2 2 3 統合型熱交換器 / 膨張タンク
2 2 4 マニホールド
2 2 5 マニホールド
2 2 7 モジュール化ポンプ駆動ユニット (M P U)
2 2 8 方向制御弁
3 0 0 冷却剤分配ユニット
3 1 0 a、3 1 0 b モジュール化冷却ユニット (M C U)
3 1 2 導入管路
3 1 4 a、3 1 4 b 2 方向手動型球形弁
3 1 5 a、3 1 5 b フェルール継手
3 1 6 a、3 1 6 b 電気駆動 2 方向型比例弁
3 1 8 a、3 1 8 b バイパス
3 2 0 a、3 2 0 b 電気駆動 2 方向型比例弁
3 2 1 a、3 2 1 b フェルール継手
3 2 2 a、3 2 2 b 膨張タンク
3 2 3 a、3 2 3 b 2 方向手動型球形弁
3 2 4 a、3 2 4 b 熱交換器 (H x)
3 2 5 a、3 2 5 b 第 1 の冷却ループ
3 2 7 a、3 2 7 b 第 2 の冷却ループ
3 3 0 a、3 3 0 b 球形弁
3 3 2 a、3 3 2 b フェルール継手
3 4 0 a、3 4 0 b フェルール継手
3 4 2 a、3 4 2 b ポンプ
3 4 3 a、3 4 3 b チェック弁
3 4 4 a、3 4 4 b フェルール継手
3 5 0 a、3 5 0 b フェルール継手
3 5 2 a、3 5 2 b 球形弁
3 6 0 球形弁
3 6 2 フェルール継手
3 6 3 フェルール継手
4 0 0 冷却剤分配ユニット
4 1 0 a、4 1 0 b モジュール化冷却ユニット (M C U)
4 1 2 a、4 1 2 b 導入管路
4 1 4 a、4 1 4 b 2 方向手動型球形弁
4 1 5 a、4 1 5 b フェルール継手
4 1 6 a、4 1 6 b 電気駆動 3 方向型比例弁
4 1 8 a、4 1 8 b バイパス
4 2 0 a、4 2 0 b 電気駆動遮断弁
4 2 1 a、4 2 1 b フェルール継手
4 2 2 a、4 2 2 b 膨張タンク
4 2 3 a、4 2 3 b 球形弁
4 2 4 a、4 2 4 b 熱交換器 (H x)
4 2 5 a、4 2 5 b 第 1 の冷却ループ
4 2 7 a、4 2 7 b 第 2 の冷却ループ
4 3 0 a、4 3 0 b 球形弁
4 3 2 a、4 3 2 b フェルール継手

4 4 0 a、4 4 0 b フェルール継手
4 4 2 a、4 4 2 b ポンプ
4 4 3 a、4 4 3 b チェック弁
4 4 4 a、4 4 4 b フェルール継手
4 5 0 a、4 5 0 b フェルール継手
4 5 2 a、4 5 2 b 球形弁
4 6 0 球形弁
4 6 2 フェルール継手
4 6 3 フェルール継手