

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-63553  
(P2004-63553A)

(43) 公開日 平成16年2月26日(2004.2.26)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H05K 7/20	H05K 7/20 W	5E322
G06F 1/20	H05K 7/20 V	5F036
H01L 23/467	G06F 1/00 360C	
	G06F 1/00 360A	
	H01L 23/46 C	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 20 頁)		

(21) 出願番号 特願2002-216414 (P2002-216414)	(71) 出願人 000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22) 出願日 平成14年7月25日 (2002.7.25)	(74) 代理人 100110412 弁理士 藤元 亮輔
(特許庁注：以下のものは登録商標) UNIX	(72) 発明者 魏 杰 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
	Fターム(参考) 5E322 AA01 AA05 BB03 DB08 EA06 FA01 5F036 AA01 BA04 BB05 BB35

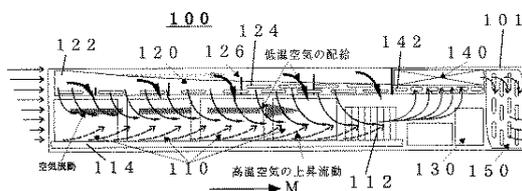
(54) 【発明の名称】 冷却システム及び当該冷却システムを有する電子機器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高密度に複数の発熱性回路素子が実装された電子機器を効率よく冷却すると共に電子機器の小型化、信頼性、保守性及び経済性に優れた可能な冷却システムを提供する。

【解決手段】 複数の発熱性回路素子を有する電子機器 110 に適用され、外部からの空気によって前記発熱性回路素子を冷却する冷却システムであって、前記複数の発熱性回路素子の上部に搭載されたフィン型ヒートシンク 110 と、前記複数の発熱性回路素子の上に配置され、前記空気を冷却し、当該冷却された空気を前記フィン型ヒートシンク 110 上に誘導する蒸発器 120 とを有することを特徴とする冷却システム。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数の発熱性回路素子を有する電子機器に適用され、外部からの空気によって前記発熱性回路素子を冷却する冷却システムであって、

前記複数の発熱性回路素子の上部に搭載されたフィン型ヒートシンクと、

前記複数の発熱性回路素子の上に配置され、前記空気を冷却し、当該冷却された空気を前記フィン型ヒートシンク上に誘導する蒸発器とを有することを特徴とする冷却システム。

**【請求項 2】**

前記蒸発器は、前記空気が導入及び排気される方向の上流から下流に向かって空気流動圧損を調整する形状の蒸発器フィンを有することを特徴とする請求項 1 記載の冷却システム

10

**【請求項 3】**

前記空気の前記電子機器の筐体への導入と冷却システムのコンデンサの散熱を兼ねて、吸気方向とは異なる方向に排気するブローを有することを特徴とする付記 1 記載の冷却システム。

**【請求項 4】**

複数の発熱性回路素子と、当該発熱性回路素子を冷却するための冷却システムとを有する電子機器であって、

前記冷却システムは、

前記複数の発熱性回路素子の上部に搭載されたフィン型ヒートシンクと、

前記複数の発熱性回路素子の上に配置され、冷却された空気を前記フィン型ヒートシンクに誘導する蒸発器とを有することを特徴とする電子機器。

20

**【請求項 5】**

複数の発熱性回路素子を有する電子機器に適用され、外部からの空気によって前記発熱性回路素子を冷却する冷却システムであって、

前記複数の発熱性回路素子は前記空気の流れ方向に配置されており、

前記複数の発熱性回路素子の上に配置され、前記空気を冷却し、当該冷却された空気により当該複数の発熱性回路素子を冷却する蒸発器からなる冷却システム。

**【発明の詳細な説明】****【産業上の利用分野】**

本発明は、一般に冷却システムに係り、特に、発熱性回路素子（発熱素子）を有する電子機器を冷却する冷却システムに関する。本発明は、例えば、UNIXサーバまたはラック状サーバに搭載されるトレイに実装される各種回路の発熱素子から発生する熱を放出する冷却システムに好適である。

30

**【従来技術】**

近年の電子機器の発達により、サーバの高密度実装（特に、ボードピッチ）またはラックに複数段搭載されるトレイ状のサーバは高さが約 4 cm にまで薄型化が進んでいる。一方、サーバの基板に搭載される各種回路素子の高速化と高機能化に伴って、CPU などの発熱素子の数が増加すると共にかかる回路素子からの発熱量が増加する傾向にある。かかる発熱は放置しておくとも回路素子の動作を不安定又は低下させるのみならず、最終的には熱破壊をもたらす。このため、従来から発熱性回路素子を冷却する冷却システムが提案されている。

40

以下、図 9 及び図 13 を参照して、従来技術の冷却システムについて説明する。

図 9 及び図 10 は、従来技術の空冷方式を採用する冷却システム 10 及び 10A を示す概略ブロック図である。冷却システム 10 は、筐体 11 内部に図示しない複数の発熱性電子デバイスの各々の上にフィン型ヒートシンク 12 を搭載し、強制的に導入した空気とヒートシンク 12 の表面の対流熱交換によって図示しない電子デバイスを放熱するシステムである。内部の空気は最終的にはファン 14 によって排気される。一方、冷却システム 10A は、下流にある発熱性電子デバイスへの冷却能力を高めるため、筐体 11 上にエアダクト 16 を設け、送風機 18 を有するエアダクト 16 に設けられた通気孔 17 を介して新鮮な空気を各ヒートシンク 12 に供給するによって冷却能力を高めている。即ち、冷却システム

50

10においては、下流の電子デバイスにはその上流のヒートシンク12によって温められた空気が供給されるのに対して、冷却システム10Aにおいては、エアダクト16が新鮮な空気を下流の電子デバイスに供給できるようにしている。冷却システム10Aにおいても筐体11の内部の空気は最終的にはファン14によって排気される。

図11及び図12は、従来のチルドエア冷却方式を採用する冷却システム20及び20Aをそれぞれ示す概略ブロック図である。冷却システム20は、エアダクト16に蒸発器24を配置している。また、エアチラー(又は「冷却サイクル」と呼ばれる。)22を設置して送風機18に接続し、温度の低下した空気を電子機器筐体に導入することによって冷却能力を高めている。即ち、冷却システム20及び20Aでは、筐体11内に供給される空気は冷却された空気である点が冷却システム10及び10Aと相違する。

10

図13は、従来の低温液冷方式を採用する冷却システム30の概略ブロック図である。コンプレッサ24により冷媒は分岐配管25によって循環させ、各発熱体に搭載された冷却モジュール26内で冷媒を蒸発させることにより、強制的に冷却を行う。ファン14の後にはコンデンサ28が配置されている。

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の冷却システムは、電子機器の小型薄型化の要請と十分な冷却の両方を達成することができなかった。

例えば、冷却システム10及び10Aは、導入される空気が動作環境の空気であり、温度が35乃至45であるため、冷却能力が低い。また、空気が流れる方向の下流では、ヒートシンク12へ導入する空気の温度は徐々に高くなるため、下流側の発熱体への冷却は困難になる。冷却システム10Aは、エアダクト16を設けているが、下流の電子デバイスに上流のヒートシンク12によって温められた空気が供給される点は同様である。一方、筐体11内の冷却能力を高めるために、ヒートシンク12の搭載間隔やヒートシンク12自体を大きくすれば、電子デバイスの高密度な実装と筐体11の小型薄型化の要請に反することになる。

20

次に、冷却システム20は、冷凍サイクルとエアダクトの設置により装置の大型化を招く。このため、冷却システム20は高密度な実装には不向きである。また、冷却システム10及び10Aと同様に、冷却システム20は下流の電子デバイスへの冷却性能は低下する。一方、空気を冷却すると蒸発器24の熱交換効率は低下する。また、冷却システム20Aは高発熱体への冷却には不相当である。

30

冷却システム30は、各発熱体に対して冷媒配管を設けて冷却することは装置の大型化と冷却システムの複雑化を招くため困難である。特に、二相状態で各分岐に冷媒の分配を制御することは困難である。冷媒分岐配管25の構造が複雑で冷却モジュール26との接続数が多くなると信頼性と保守性が低下すると共にコストもアップする。

そこで、本発明は、高密度に複数の発熱性素子が実装された電子機器を効率よく冷却可能な冷却システム、それを有する電子機器及び当該電子機器を有するサーバを提供することを例示的な目的とする。

また、本発明は、冷却能力と電子機器の薄型・小型化を両立し、信頼性、保守性及び経済性に優れた冷却システム、それを有する電子機器及び当該電子機器を有するサーバを提供することを別の目的とする。

40

#### 【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成するために、本発明の一側面としての冷却システムは、複数の発熱性回路素子を有する電子機器に適用され、外部からの空気によって前記発熱性回路素子を冷却する冷却システムであって、前記複数の発熱性回路素子の上部に搭載されたフィン型ヒートシンクと、前記複数の発熱性回路素子の上に配置され、前記空気を冷却し、当該冷却された空気を前記フィン型ヒートシンク上に誘導する蒸発器とを有することを特徴とする。かかる冷却システムは、蒸発器が冷却機能を有して、外部から供給される空気とフィン型ヒートシンクによって温められた空気の両方を冷却する。蒸発器は、フィン型ヒートシンクによって温められた空気を冷却することができるので冷却能力と冷却効率も高い。また、蒸発器は冷却された空気をヒートシンクに誘導する機能を有する。更に、蒸発器が多機

50

能化されていること、及び、蒸発器が発熱性回路素子の上部に搭載されているので蒸発器が装置の入口に設けられるよりも空気との熱交換効率を高くすることができるため薄型化及び小型化を実現できることから、冷却システムを小型にすることができる。

前記蒸発器は、前記空気が導入及び排気される方向の上流から下流に向かって空気流動圧損を調整する形状の蒸発器フィンをも有してもよい。かかる冷却システムによれば、従来のように、下流側の冷却効率が低下することを改善するために、下流に行くほど冷却された空気の導入を調整する蒸発器フィンの形状を変化させ、下流に行くほど冷媒による冷却能力と各電子素子への冷却の均一性を高めている。また、前記蒸発器は、前記空気を前記方向の下流側でより冷却するように配置され、下流側の冷却効率が低下することを改善することができる。

10

また、前記蒸発器は、前記方向に略垂直に配置され、前記空気を誘導するための複数のエアプレートをも有してもよい。かかる冷却システムによれば、蒸発器は空気を冷却と誘導及び配給する機能を備えて多機能化を実現することができる。「略垂直」としたのは、エアプレートが空気の流れ方向に対して成立していない場合（即ち、完全に垂直ではない場合）も含む趣旨である。

前記空気の前記電子機器の筐体への導入と前記筐体からの排気を行い、吸気方向とは異なる方向に排気するブローアを設けるより冷却システムの小型化、特に薄型化に資する。ブローアは空気の導入とコンデンサの散熱を兼ねており、多機能化されているので冷却システムの小型化に資する。前記ブローアと前記筐体との間には冷媒用配管が設けられていてもよい。これにより、コンデンサの散熱能力とシステム冷却効率を向上することができる。

20

前記蒸発器が前記空気を冷却する温度は露点（通常、約 22 ）以上であることが好ましい。これは、露点以下の場合には結露を生じて除湿処理などが必要となるためである。

上記冷却システムを有する電子機器、一又は複数段のトレイ状の前記電子機器を引き出し可能に搭載するラック状サーバも本発明の別の側面を構成する。かかる電子機器やサーバは冷却システムにより、小型薄型化を維持したまま、内部回路が熱破壊することを防止することができる。

本発明の別の側面としての冷却システムは、複数の発熱性回路素子を有する電子機器に適用され、外部からの空気によって前記発熱性回路素子を冷却する冷却システムであって、前記複数の発熱性回路素子は前記空気の流れ方向に配置されており、前記複数の発熱性回路素子の上に配置され、前記空気を冷却し、当該冷却された空気により当該複数の発熱性回路素子を冷却する蒸発器からなることを特徴とする。前記複数の発熱性回路素子の上部にはフィン型ヒートシンクが搭載され、前記蒸発部は前記冷却された空気を前記フィン型ヒートシンクに誘導してもよい。前記蒸発器は、前記空気の流れ方向の上流から下流に向かって空気流動圧損を調整する形状の蒸発器フィンをも有してもよい。前記蒸発器は、前記空気の導入方向に対して略垂直に配置され、前記空気を誘導するための複数のエアプレートを更にも有してもよい。これらの冷却システムも上述の冷却システムと同様の作用を奏することができる。

30

本発明の他の目的と更なる特徴は、以下、添付図面を参照して説明される実施例において明らかになるであろう。

#### 【発明の実施形態】

40

以下、添付図面を参照して、本発明の一実施形態の冷却システム 105 及び当該冷却システム 105 を有する電子機器 100 について説明する。ここで、図 1 は、冷却システム 105 の概略断面図である。冷却システム 105 は、複数の発熱素子を有する電子機器 100 の筐体 101 内に、外部から空気を導入及び排気することによって発熱素子を冷却する機能を有し、フィン型ヒートシンク 110 と、空気冷却部とを有する。

フィン型ヒートシンク 110 は、冷却フィン 112 と、当該冷却フィンの底面を形成して発熱素子から冷却フィン 112 への熱伝達を可能にするベース 114 とを一体的に形成している。

本実施形態のヒートシンク 110 は、ベース 114 の下に配置された図 1 には省略されている CPU 等の発熱素子を冷却するために発熱素子上に熱的に接触している。

50

冷却フィン 112 は整列した多数の板状フィンからなる。冷却フィン 112 は、凸形状を有して表面積を増加させているので放熱効果が増加している。もっともフィン 112 の形状は板状に限定されず、ピン状、湾曲形状など任意の配置形状を採用することができる。また、フィン 112 は、一定間隔で横に整列する必要はなく、放射状に配置されたり、ベース 114 に対して傾斜して配置されたりしてもよい。フィン 112 の数も任意に設定することができる。フィン 112 はアルミニウム、銅、窒化アルミニウム、人工ダイヤモンドなどの高熱伝導性材料で形成されることが好ましい。フィン 112 は、金型成形、圧入、ロウ付け、溶接、射出成形などによって形成される。

ベース 114 は、例えば、アルミニウム、銅、窒化アルミニウム、人工ダイヤモンド等の高熱導電性材料から構成される。ベース 114 の底面は、発熱素子との接触熱抵抗を減少させるため平坦に形成されることが望ましい。ヒートシンク 110 は板金加工、アルミダイキャストその他の方法によって製造される。

必要があれば、ベース 114 は、例えば、図 1 の紙面に垂直に中空部を形成して冷却水（水その他の冷媒（例えば、フロン、アルコール、アンモニア、ガリウム、フロン等））を収容してヒートパイプ板を構成してもよい。また、中空部にメッシュ（又はウイック）を挿入して毛細管現象により冷却水を還流させると更に効果的である。また、ベース 114 は、必要があれば、外部のヒートパイプなどと接続されてもよい。ここで、ヒートパイプは、アルミニウム、ステンレス、銅などで形成された高低差のあるパイプを有する。パイプは、その内側にガラス繊維や網状の細い銅線などで形成したウイック材を張り、内部を減圧にして水などの冷却水を収納する。低位置にある発熱体から熱を得ると冷却水が気化して高位置に移動し、高位置において自然又は強制冷却されて再び液化して低位置に戻るサイクルを繰り返して発熱体を冷却する。

ヒートシンク 110 は、図 7 (a) 及び図 7 (b) に示すように、発熱素子の配置に応じて、任意の位置に配置可能である。ここで、図 7 (a) は、 $2 \times 4$  のマトリックス状に配列された 8 個の発熱素子上に配置された 8 個のヒートシンク 110 とその上に配置された蒸発器 120 を示す平面図である。図 7 (b) は  $1 \times 2$ 、 $2 \times 2$ 、 $1 \times 2$  のマトリックス状に配置された 8 個の発熱素子上に配置された 8 個のヒートシンク 110 とその上に配置された蒸発器 120 を示す平面図である。

空気冷却部は、空気の導入、冷却、分配と排気を行い、蒸発器 120 と、コンプレッサ（圧縮機）130 と、プロア 140 と、コンデンサ 150 とを有する。蒸発器 120 は、空気の冷却と誘導を行う、フィンチューブ型又はフィンプレート型空気冷却器である。また、蒸発器 120 は、フィン型ヒートシンク 110 により大気に伝導される熱を冷却することで、結果的に発熱素子を冷却している。更に、蒸発器 120 による冷気がフィン型ヒートシンク 110 に直接当たることでも発熱素子を冷却している。蒸発器 120 は、複数の蒸発器フィン 122 と、冷媒用配管 124 と、複数のエアプレートとを有する。蒸発器 120 も、図 7 (a) 及び図 7 (b) に示すように、発熱素子の位置に応じて任意の配置を採ることができる。

蒸発器フィン 122 は、表面で空気を冷やすと共に導入される空気の流路を形成するフィンである。図 2 に示すように、蒸発器フィン 122 は、複数の薄板から構成されている。ここで、図 2 は、図 1 に示す蒸発器 120 とフィン型ヒートシンク 110 を示すの概略側面図である。E は発熱素子、S は基板である。

複数の蒸発器フィン 122 は所定の間隔で配置され、空気が筐体に導入され排気される M 方向の下流に向かって面積が減少する。図 1 及び図 3 においては、蒸発器フィン 122 は、長方形に三角形を合わせた同一のスローブ形状を有している。ここで、図 3 は、図 1 に示す蒸発器 120 の概略斜視図である。蒸発器フィン 122 の形状をどのように変化させるか及び蒸発器フィン 122 の輪郭は、M 方向の下流の冷却能力を高めるように、シミュレーションによって決定される。シミュレーションにおいては、例えば、発熱素子が CPU の場合、全ての発熱素子は同一の発熱量を有すると仮定することができるので、下流の冷却能力は、最終的に全ての発熱素子が同様の冷却効果で冷却されるように決定される。冷媒用配管 124 は、蒸発器 120 に冷却機能を与える。冷媒用配管 124 は、下流部蒸

10

20

30

40

50

発器フィンの面積が少なくなるため、同じ冷却能力を有するように配管の配置が密になる。本実施形態では間隔は一定で多段式に構成されているが、M方向の下流に行くほど間隔が狭まっていてもよい。図4に示すように、配管は波形状に延びている。ここで、図4は、冷媒用配管124の平面図である。但し、配管124の断面形状は、円、その他の形状でもよいし、場所によって断面形状が異なってもよい。例えば、M方向の下流側では太くするなどである。また、図4においては、配管124は、折り返し間隔が規則的に並んでいるが、不規則な任意の間隔としてもよい。例えば、M方向の下流側では間隔を密にするなどである。配管124の、断面形状、寸法、折り返し間隔は、必要な冷却効率に基づいてシミュレーションにより、自由に設定することができる。

冷媒には、例えば、フレオン、アンモニア、フロン等を使用することができる。冷媒によって冷却された空気の温度は露点以上であることが好ましい。これは、露点以下の場合には結露を生じて除湿処理などが必要となるためである。冷媒用配管124は、従来の冷却システム30のように分岐していないので、経済性、信頼性及び保守性が高い。

エアプレート126は、M方向に垂直に、本実施形態では4枚配置され、空気をフィン型ヒートシンク112に誘導する薄板である。エアプレート126の間隔や数は、必要な冷却要求に基づいてシミュレーションにより、自由に設定することができる。

コンプレッサ130は、配管124内の冷媒の循環を制御する。冷媒は、コンプレッサより加圧させ、コンデンサで高温高圧の気相冷媒を冷やした熱を外部に放熱し、その後図示しない膨張機構によって減圧されて低温低圧になり、蒸発器で熱を吸収して気化されてコンプレッサ130に戻る。

ブロー140は、M方向の下流の出口付近に配置されている。ブロー140は、軸流ファンと異なり、吸気方向とは異なる方向に排気する。本実施形態では、図1及び図6(a)に示すように、ブロー140は、下から上に空気を吸い込んで右に、即ち、給気方向とは垂直な方向に、排気している。これに対して、図6(b)に示すように、軸流ファンは給気方向と排気方向が一致している。ここで、図6(a)は、図1に示すブロー140近傍の概略拡大断面図であり、図6(b)は、冷却システム30のファン14近傍の概略拡大断面図である。

ある程度の排気能力を維持するためにはファンでは、所定の径を確保しなければならない。軸流ファンにおいては、径方向が電子機器の高さ方向であるから、図6(b)に示すように、電子機器の薄型化を制限することになる。これに対して、ブロー140では、図6(a)に示すように、径方向はM方向であり、電子機器の高さ方向ではないから電子機器の薄型化を妨げない。ブロー140の回転速度は、図示しない制御部によって制御可能である。

ブロー140は、図1に示すように、空気を装置入口から内部に導入すると共にコンデンサを冷却する機能を有する。このため、冷却システム10Aのように2箇所送風機18及び14を設ける必要がないので小型化に貢献すると共に経済性に優れている。ブロー140の下には過熱器142が配置されている。過熱器142は、冷媒用配管124と同様のダクトを有し、コンデンサへの排気を冷却する。これにより、コンデンサ150の散熱能力とシステム冷却効率を向上することができる。

コンデンサ(凝縮器)150は、ブロー140から排気された空気と冷媒の熱交換を行う。コンデンサ150は、コンプレッサより高温高圧気相の冷媒を冷やして液化させる。

このように、本実施形態は、従来は電子機器の筐体の入口にあった蒸発器をヒートシンク110の真上に配置すると共に蒸発器120を多機能化して冷却機能を持たせているので、図5に示すように、装置入口から導入される新鮮な空気とヒートシンク110によって暖められて上昇する空気の両方を冷却することができる。ここで、図5は、蒸発器120による空気の流れを説明するための図である。蒸発器120と各ヒートシンク110を組み合わせることで、各ヒートシンク110には高い熱交換能力と効率を得ることができる。

本実施形態では、ヒートシンクへ導入する空気の温度は、例えば、約35 ~ 45 の環境温度ではなく、配管124によって冷却された、例えば、約25 の温度である。また

10

20

30

40

50

、ヒートシンク 110 によって暖められて上昇する空気を冷却するという、従来の冷却システム 20 や 20A の蒸発器にはない効果を有する。更に、蒸発器 120 は、冷却機能を内蔵して発熱素子上に配置されて装置の薄型化に寄与する。即ち、蒸発器 120 が冷却システム 20 及び 20A に示すように筐体の入口に設けられる場合は、M 方向の一番下流の発熱素子を冷却できるように大型にする必要があるが、本実施形態では、発熱素子と蒸発器 120 との距離を近づけているために蒸発器 120 を小型にすることができる。

更に、M 方向の下流の冷却効率を高めているので、従来のように、下流側の発熱素子の冷却が不十分になることを防止している。

また、エアプレート 126 は、各ヒートシンク 110 が結果として均一に冷却されるように冷却された空気の誘導と配給を制御する。エアプレート 126 冷却された空気が幾つかの発熱体だけに集中して供給されることのないように誘導するので、各発熱体に対する、特に、下流側の発熱体への冷却能力を従来の空冷方式よりも 2 倍以上高めることができる。

本実施形態では、従来の空冷方式よりも冷却効率が改善されているので、電子機器の筐体内により多くの電子デバイス搭載することができ、装置の性能の向上と高密度実装を実現することができる。また、各ヒートシンクを従来の空冷方式よりも小型軽量にしても同等以上の冷却効率が得られる。

以下、冷却システム 105 の動作について説明する。CPU 等の発熱素子が稼動すると、図 1 に示すプロア 140 の回転を制御する図示しない回転制御部に図示しない制御部から駆動命令が供給され、回転制御部はプロア 140 を命令された回転速度で回転する。これにより、筐体内に外部から空気が供給されると同時にコンデンサへ空気が排気される。また、図示しない制御部がコンプレッサ 130 を制御して、配管 124 内の冷媒を制御して冷媒を循環させる。この結果、外部から導入される空気及びヒートシンク 120 によって温められた空気が配管 124 によって冷却される。発熱素子は熱的に結合しているヒートシンク 120 によって放熱されると共に冷却された空気によっても冷却される。また、冷却された空気はヒートシンク 120 を冷却するのでヒートシンク 120 の冷却性能は高められる。

必要があれば、各発熱素子又はその近傍に温度検出器を配置して制御部は温度検出器が検出した検出結果に応じてプロア 140 の回転数やコンプレッサ 130 による出力動作を制御してもよい。このような温度検出器には、感熱ダイオード、熱電対、サーミスタなどを利用することができる。また、温度検出器は、配管 124 付近にも配置されてもよい。配管 124 は筐体内で最も温度が低いため、制御部は配管 124 付近の温度が露点を超えるようにプロア 140 及びコンプレッサ 130 の動作を制御することによって結露の発生を防止することができる。蒸発器 120 は、エアプレート 126 を利用して冷却された空気を各発熱素子に誘導配分する。本冷却システム 105 によれば、M 方向の下流の発熱素子にも十分冷却された空気が供給されるので、当該発熱素子の熱破壊を防止することができる。

次に、図 8 を参照して、本実施形態の電子機器を適用した薄型ラック状サーバ 200 について説明する。図 8 (a) はラックマウントサーバ 200 の外観図である。サーバ 200 は、ラック形状を有し、図 8 (b) に示すようなトレイ 210 を引き出し可能に複数段有している。各トレイ 210 がサーバとして機能し、各トレイ 210 に、図 1 乃至図 7 に示す冷却システム 105 を有する電子機器が配置される。

本実施形態によれば、冷却システム 105 によって各トレイ 210 の高さを薄くできるのでサーバ 200 全体の高さも低くして小型薄型化を図ることができる。

以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はその要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。例えば、本実施形態では、サーバを例に説明したが、本発明の冷却システムが適用される電子機器はサーバに限定されず、大型コンピュータ、電子交換機のマルチチップモジュールや並列プロセッサ等に適用することができる。

本出願は更に以下の事項を開示する。

(付記 1) 複数の発熱性回路素子を有する電子機器に適用され、外部からの空気によっ

10

20

30

40

50

て前記発熱性回路素子を冷却する冷却システムであって、前記複数の発熱性回路素子の上部に搭載されたフィン型ヒートシンクと、前記複数の発熱性回路素子の上に配置され、前記空気を冷却し、当該冷却された空気を前記フィン型ヒートシンク上に誘導する蒸発器とを有することを特徴とする冷却システム。(1)

(付記2) 前記蒸発器は、前記空気が導入及び排気される方向の上流から下流に向かって空気流動圧損を調整する形状の蒸発器フィンを有することを特徴とする請求項1記載の冷却システム。(2)

(付記3) 前記蒸発器は、前記空気を前記方向の下流側でより冷却するように配置され、前記蒸発器フィンを貫通する冷媒用配管を有することを特徴とする付記2記載の冷却システム。

10

(付記4) 前記蒸発器は、前記方向に対して略垂直に配置され、前記空気を誘導するための複数のエアプレートをも有することを特徴とする付記1又は2記載の冷却システム。

(付記5) 前記空気の前記電子機器の筐体への導入と冷却システムのコンデンサの散熱を兼ねて、吸気方向とは異なる方向に排気するブローアを有することを特徴とする付記1記載の冷却システム。(3)

(付記6) 前記ブローアから排気された前記空気の熱交換を行うコンデンサをも有することを特徴とする付記5記載の冷却システム。

(付記7) 前記ブローアと前記筐体との間には冷媒用配管が設けられていることを特徴とする付記5記載の冷却システム。

20

(付記8) 前記蒸発器が前記空気を冷却する温度は露点以上であることを特徴とする付記1記載の冷却システム。

(付記9) 複数の発熱性回路素子と、当該発熱性回路素子を冷却するための冷却システムとを有する電子機器であって、前記冷却システムは、前記複数の発熱性回路素子の上部に搭載されたフィン型ヒートシンクと、前記複数の発熱性回路素子の上に配置され、冷却された空気を前記フィン型ヒートシンクに誘導する蒸発器とを有することを特徴とする電子機器。(4)

(付記10) 一又は複数段のトレイ状電子機器を引き出し可能に搭載するラック状サーバであって、各トレイ状電子機器は付記9記載の電子機器であることを特徴とするラック状サーバ。

30

(付記11) 複数の発熱性回路素子を有する電子機器に適用され、外部からの空気によって前記発熱性回路素子を冷却する冷却システムであって、前記複数の発熱性回路素子は前記空気の流れ方向に配置されており、前記複数の発熱性回路素子の上に配置され、前記空気を冷却し、当該冷却された空気により当該複数の発熱性回路素子を冷却する蒸発器からなる冷却システム。(5)

(付記12) 前記複数の発熱性回路素子の上部にはフィン型ヒートシンクが搭載され、前記蒸発部は前記冷却された空気を前記フィン型ヒートシンクに誘導することを特徴とする付記11記載の冷却システム。

(付記13) 前記蒸発器は、前記空気の流れ方向の上流から下流に向かって空気流動圧損を調整する形状の蒸発器フィンを有することを特徴とする請求項11記載の冷却システム。

40

(付記14) 前記蒸発器は、前記空気の導入方向に対して略垂直に配置され、前記空気を誘導するための複数のエアプレートをも有することを特徴とする付記12記載の冷却システム。

#### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、高密度に複数の発熱性回路素子が実装された電子機器を効率よく冷却すると共に電子機器の小型化、信頼性、保守性及び経済性に優れた可能な冷却システム、それを有する電子機器及び当該電子機器を有するサーバを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

50

【図 1】本発明の一実施形態の冷却システムの概略断面図である。

【図 2】図 1 に示す冷却システムの蒸発器とフィン型ヒートシンクの概略側面図である。

【図 3】図 1 に示す蒸発器の概略斜視図である。

【図 4】図 1 に示す蒸発器の平面図である。

【図 5】図 1 に示す蒸発器とフィン型ヒートシンクによる空気の流れを説明するための図である。

【図 6】図 6 ( a ) は図 1 に示すフロア近傍の概略拡大断面図であり、図 6 ( b ) は従来の冷却システムのファン近傍の概略拡大断面図である。

【図 7】図 7 ( a ) は、 $2 \times 4$  のマトリックス状に配列された 8 個の発熱素子上に配置された 8 個のヒートシンク 1 1 0 とその上に配置された蒸発器 1 2 0 を示す平面図である。

10

図 7 ( b ) は  $1 \times 2$ 、 $2 \times 2$ 、 $1 \times 2$  のマトリックス状に配置された 8 個の発熱素子上に配置された 8 個のヒートシンク 1 1 0 とその上に配置された蒸発器 1 2 0 を示す平面図である。

【図 8】本発明の電子機器が適用可能なラック状のサーバ及びラックから引き出されたトレイ状のサーバの斜視図である。

【図 9】従来の空冷方式を採用する冷却システムを示す概略ブロック図である。

【図 1 0】従来の空冷方式を採用する別の冷却システムを示す概略ブロック図である。

【図 1 1】従来のチルドエア冷却方式を採用する冷却システムを示す概略ブロック図である。

【図 1 2】従来のチルドエア冷却方式を採用する別の冷却システムを示す概略ブロック図である。

20

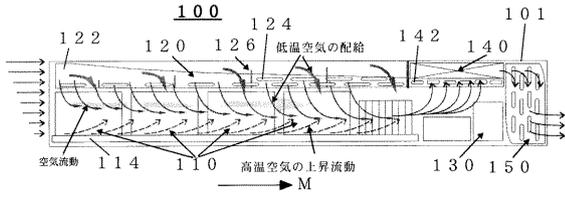
【図 1 3】従来の低温液冷方式を採用する冷却システムの概略ブロック図である。

【符号の説明】

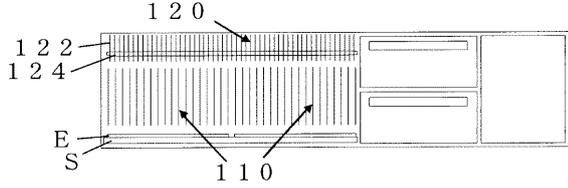
1 0 0	電子機器
1 0 1	筐体
1 0 5	冷却システム
1 1 0	フィン型ヒートシンク
1 2 0	蒸発器
1 2 2	蒸発器フィン
1 3 0	コンプレッサ
1 4 0	フロア
1 5 0	コンデンサ

30

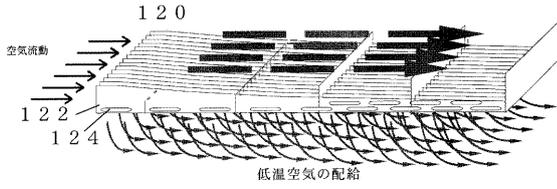
【図1】



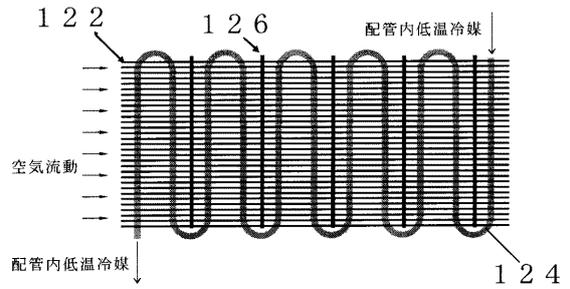
【図2】



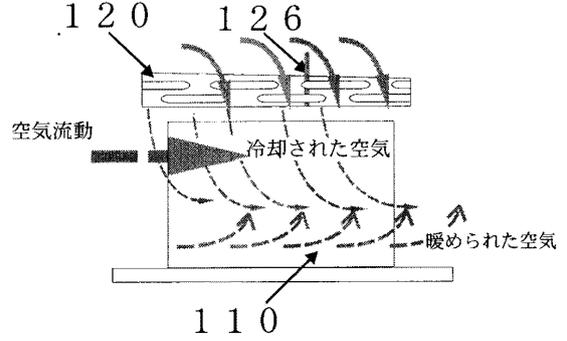
【図3】



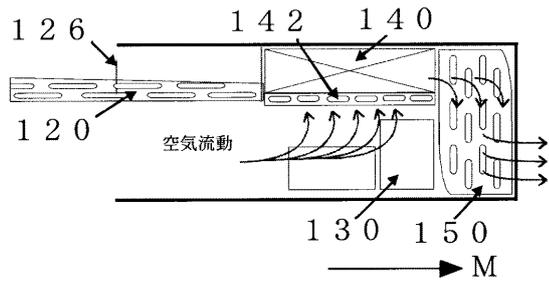
【図4】



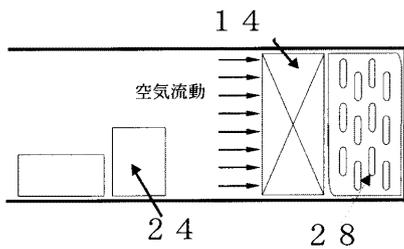
【図5】



【図6】

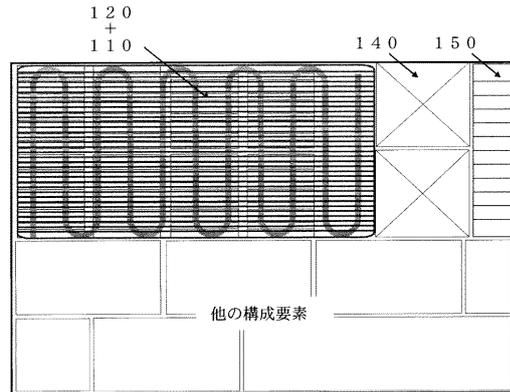


(a)

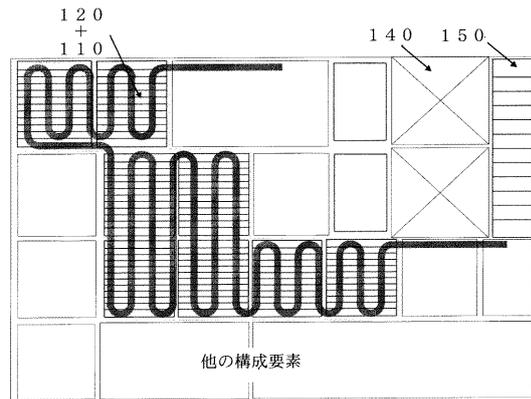


(b)

【図7】

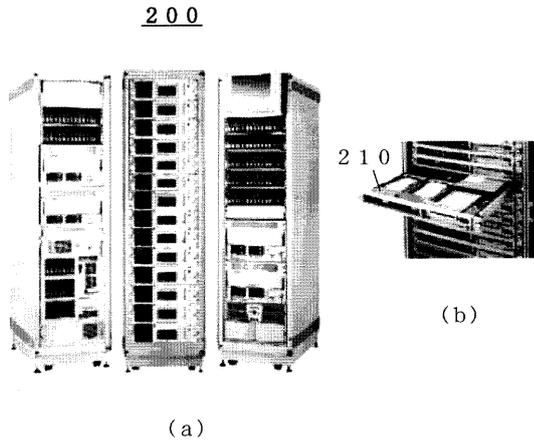


(a)

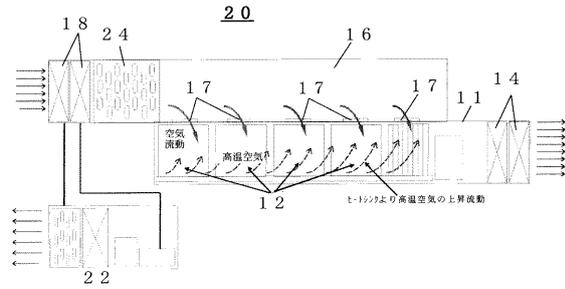


(b)

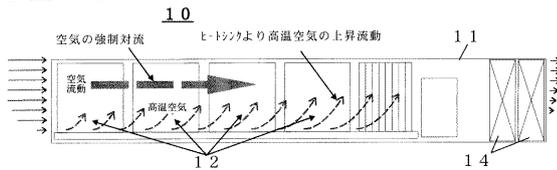
【図 8】



【図 11】

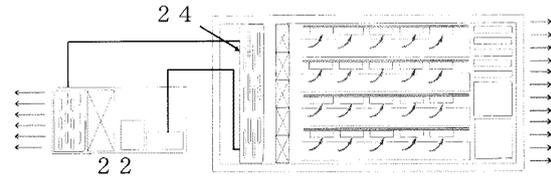


【図 9】

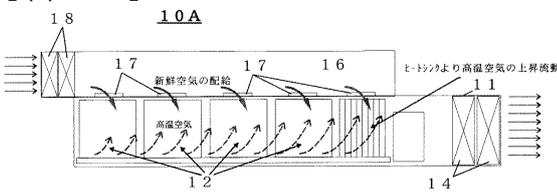


【図 12】

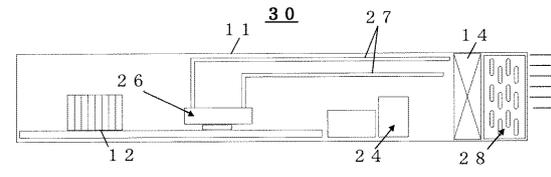
20A



【図 10】



【図 13】



【手続補正書】

【提出日】平成 14 年 11 月 1 日 (2002.11.1)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の詳細な説明

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、一般に冷却システムに係り、特に、発熱性回路素子（発熱素子）を有する電子機器を冷却する冷却システムに関する。本発明は、例えば、UNIXサーバまたはラック状サーバに搭載されるトレイに実装される各種回路の発熱素子から発生する熱を放出する冷却システムに好適である。

【0002】

【従来の技術】

近年の電子機器の発達により、サーバの高密度実装（特に、ボードピッチ）またはラックに複数段搭載されるトレイ状のサーバは高さが約 4 cm にまで薄型化が進んでいる。一方、サーバの基板に搭載される各種回路素子の高速化と高機能化に伴って、CPU などの発熱素子の数が増加すると共にかかる回路素子からの発熱量が増加する傾向にある。かかる発熱は放置しておくとも回路素子の動作を不安定又は低下させるのみならず、最終的には熱破壊をもたらす。このため、従来から発熱性回路素子を冷却する冷却システムが提案されている。

【0003】

以下、図 9 及び図 13 を参照して、従来の冷却システムについて説明する。

## 【0004】

図9及び図10は、従来の空冷方式を採用する冷却システム10及び10Aを示す概略ブロック図である。冷却システム10は、筐体11内部に図示しない複数の発熱性電子デバイスの各々の上にフィン型ヒートシンク12を搭載し、強制的に導入した空気とヒートシンク12の表面の対流熱交換によって図示しない電子デバイスを放熱するシステムである。内部の空気は最終的にはファン14によって排気される。一方、冷却システム10Aは、下流にある発熱性電子デバイスへの冷却能力を高めるため、筐体11上にエアダクト16を設け、送風機18を有するエアダクト16に設けられた通気孔17を介して新鮮な空気を各ヒートシンク12に供給することによって冷却能力を高めている。即ち、冷却システム10においては、下流の電子デバイスにはその上流のヒートシンク12によって温められた空気が供給されるのに対して、冷却システム10Aにおいては、エアダクト16が新鮮な空気を下流の電子デバイスに供給できるようにしている。冷却システム10Aにおいても筐体11の内部の空気は最終的にはファン14によって排気される。

## 【0005】

図11及び図12は、従来のチルドエア冷却方式を採用する冷却システム20及び20Aをそれぞれ示す概略ブロック図である。冷却システム20は、エアダクト16に蒸発器24を配置している。また、エアチラー（又は「冷却サイクル」と呼ばれる。）22を設置して送風機18に接続し、温度の低下した空気を電子機器筐体に導入することによって冷却能力を高めている。即ち、冷却システム20及び20Aでは、筐体11内に供給される空気は冷却された空気である点が冷却システム10及び10Aと相違する。

## 【0006】

図13は、従来の低温液冷方式を採用する冷却システム30の概略ブロック図である。コンプレッサー24により冷媒は分岐配管25によって循環させ、各発熱体に搭載された冷却モジュール26内で冷媒を蒸発させることにより、強制的に冷却を行う。ファン14の後にはコンデンサ28が配置されている。

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の冷却システムは、電子機器の小型薄型化の要請と十分な冷却の両方を達成することができなかった。

## 【0008】

例えば、冷却システム10及び10Aは、導入される空気が動作環境の空気であり、温度が35乃至45であるため、冷却能力が低い。また、空気が流れる方向の下流では、ヒートシンク12へ導入する空気の温度は徐々に高くなるため、下流側の発熱体への冷却は困難になる。冷却システム10Aは、エアダクト16を設けているが、下流の電子デバイスに上流のヒートシンク12によって温められた空気が供給される点は同様である。一方、筐体11内の冷却能力を高めるために、ヒートシンク12の搭載間隔やヒートシンク12自体を大きくすれば、電子デバイスの高密度な実装と筐体11の小型薄型化の要請に反することになる。

## 【0009】

次に、冷却システム20は、冷凍サイクルとエアダクト16の設置により装置の大型化を招く。このため、冷却システム20は高密度な実装には不向きである。また、冷却システム10及び10Aと同様に、冷却システム20は下流の電子デバイスへの冷却性能は低下する。一方、空気を冷却すると蒸発器24の熱交換効率は低下する。また、冷却システム20Aは高発熱体への冷却には不适当である。

## 【0010】

冷却システム30は、各発熱体に対して冷媒配管を設けて冷却することは装置の大型化と冷却システムの複雑化を招くため困難である。特に、二相状態で各分岐に冷媒の分配を制御することは困難である。冷媒分岐配管27の構造が複雑で冷却モジュール26との接続数が多くなると信頼性と保守性が低下すると共にコストもアップする。

## 【0011】

そこで、本発明は、高密度に複数の発熱性素子が実装された電子機器を効率よく冷却可能な冷却システム、それを有する電子機器及び当該電子機器を有するサーバを提供することを例示的な目的とする。

【0012】

また、本発明は、冷却能力と電子機器の薄型・小型化を両立し、信頼性、保守性及び経済性に優れた冷却システム、それを有する電子機器及び当該電子機器を有するサーバを提供することを別の目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成するために、本発明の一側面としての冷却システムは、複数の発熱性回路素子を有する電子機器に適用され、外部からの空気によって前記発熱性回路素子を冷却する冷却システムであって、前記複数の発熱性回路素子の上部に搭載されたフィン型ヒートシンクと、前記複数の発熱性回路素子の上に配置され、前記空気を冷却し、当該冷却された空気を前記フィン型ヒートシンク上に誘導する蒸発器とを有することを特徴とする。かかる冷却システムは、蒸発器が冷却機能を有して、外部から供給される空気とフィン型ヒートシンクによって温められた空気の両方を冷却する。蒸発器は、フィン型ヒートシンクによって温められた空気を冷却することができるので冷却能力と冷却効率も高い。また、蒸発器は冷却された空気をヒートシンクに誘導する機能を有する。更に、蒸発器が多機能化されていること、及び、蒸発器が発熱性回路素子の上部に搭載されているので蒸発器が装置の入口に設けられるよりも空気との熱交換効率を高くすることができるため薄型化及び小型化を実現できることから、冷却システムを小型にすることができる。

【0014】

前記蒸発器は、前記空気が導入及び排気される方向の上流から下流に向かって空気流動圧損を調整する形状の蒸発器フィンをも有してもよい。かかる冷却システムによれば、従来のように、下流側の冷却効率が低下することを改善するために、下流に行くほど冷媒による冷却能力と各電子素子への冷却の均一性を高めている。また、前記蒸発器は、前記空気を前記方向の下流側で冷却するように配置され、下流側の冷却効率が低下することを改善することができる。

【0015】

また、前記蒸発器は、前記方向に略垂直に配置され、前記空気を誘導するための複数のエアプレートを更に有してもよい。かかる冷却システムによれば、蒸発器は空気を冷却と誘導及び配給する機能を備えて多機能化を実現することができる。「略垂直」としたのは、エアプレートが空気の流れ方向に対して成立していない場合（即ち、完全に垂直ではない場合）も含む趣旨である。

【0016】

前記空気の前記電子機器の筐体への導入と前記筐体からの排気を行い、吸気方向とは異なる方向に排気するプロアを設けるより冷却システムの小型化、特に薄型化に資する。プロアは空気の導入とコンデンサの散熱を兼ねており、多機能化されているので冷却システムの小型化に資する。前記プロアと前記筐体との間には冷媒用配管が設けられていてもよい。これにより、コンデンサの散熱能力とシステム冷却効率を向上することができる。

【0017】

前記蒸発器が前記空気を冷却する温度は露点（通常、約22℃）以上であることが好ましい。これは、露点以下の場合には結露を生じて除湿処理などが必要となるためである。

【0018】

上記冷却システムを有する電子機器、一又は複数段のトレイ状の前記電子機器を引き出し可能に搭載するラック状サーバも本発明の別の側面を構成する。かかる電子機器やサーバは冷却システムにより、小型薄型化を維持したまま、内部回路が熱破壊することを防止することができる。

【0019】

本発明の別の側面としての冷却システムは、複数の発熱性回路素子を有する電子機器に適用され、外部からの空気によって前記発熱性回路素子を冷却する冷却システムであって、前記複数の発熱性回路素子は前記空気の流れ方向に配置されており、前記複数の発熱性回路素子の上に配置され、前記空気を冷却し、当該冷却された空気により当該複数の発熱性回路素子を冷却する蒸発器からなることを特徴とする。前記複数の発熱性回路素子の上部にはフィン型ヒートシンクが搭載され、前記蒸発部は前記冷却された空気を前記フィン型ヒートシンクに誘導してもよい。前記蒸発器は、前記空気の流れ方向の上流から下流に向かって空気流動圧損を調整する形状の蒸発器フィンをも有してもよい。前記蒸発器は、前記空気の導入方向に対して略垂直に配置され、前記空気を誘導するための複数のエアプレートをも有してもよい。これらの冷却システムも上述の冷却システムと同様の作用を奏することができる。

【0020】

本発明の他の目的と更なる特徴は、以下、添付図面を参照して説明される実施例において明らかになるであろう。

【0021】

【発明の実施形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の一実施形態の冷却システム105及び当該冷却システム105を有する電子機器100について説明する。ここで、図1は、冷却システム105の概略断面図である。冷却システム105は、複数の発熱素子を有する電子機器100の筐体101内に、外部から空気を導入及び排気することによって発熱素子を冷却する機能を有し、フィン型ヒートシンク110と、空気冷却部とを有する。

【0022】

フィン型ヒートシンク110は、冷却フィン112と、当該冷却フィンの底面を形成して発熱素子から冷却フィン112への熱伝達を可能にするベース114とを一体的に形成している。

【0023】

本実施形態のヒートシンク110は、ベース114の下に配置された図1には省略されているCPU等の発熱素子を冷却するために発熱素子上に熱的に接触している。

【0024】

冷却フィン112は整列した多数の板状フィンからなる。冷却フィン112は、凸形状を有して表面積を増加させているので放熱効果が増加している。もっともフィン112の形状は板状に限定されず、ピン状、湾曲形状など任意の配置形状を採用することができる。また、フィン112は、一定間隔で横に整列する必要はなく、放射状に配置されたり、ベース114に対して傾斜して配置されたりしてもよい。フィン112の数も任意に設定することができる。フィン112はアルミニウム、銅、窒化アルミニウム、人工ダイヤモンドなどの高熱伝導性材料で形成されることが好ましい。フィン112は、金型成形、圧入、口付け、溶接、射出成形などによって形成される。

【0025】

ベース114は、例えば、アルミニウム、銅、窒化アルミニウム、人工ダイヤモンド等の高熱導電性材料から構成される。ベース114の底面は、発熱素子との接触熱抵抗を減少させるため平坦に形成されることが望ましい。ヒートシンク110は板金加工、アルミダイキャストその他の方法によって製造される。

【0026】

必要があれば、ベース114は、例えば、図1の紙面に垂直に中空部を形成して冷却水（水その他の冷媒（例えば、フレオン、アルコール、アンモニア、ガルデン、フロン等））を収容してヒートパイプ板を構成してもよい。また、中空部にメッシュ（又はウイック）を挿入して毛細管現象により冷却水を還流させると更に効果的である。また、ベース114は、必要があれば、外部のヒートパイプなどと接続されてもよい。ここで、ヒートパイプは、アルミニウム、ステンレス、銅などで形成された高低差のあるパイプを有する。パイプは、その内側にガラス繊維や網状の細かい銅線などで形成したウイック材を張り、内部

を減圧にして水などの冷却水を収納する。低位置にある発熱体から熱を得ると冷却水が気化して高位置に移動し、高位置において自然又は強制冷却されて再び液化して低位置に戻るサイクルを繰り返して発熱体を冷却する。

【0027】

ヒートシンク110は、図7(a)及び図7(b)に示すように、発熱素子の配置に応じて、任意の位置に配置可能である。ここで、図7(a)は、2×4のマトリクス状に配列された8個の発熱素子上に配置された8個のヒートシンク110とその上に配置された蒸発器120を示す平面図である。図7(b)は1×2、2×2、1×2のマトリクス状に配置された8個の発熱素子上に配置された8個のヒートシンク110とその上に配置された蒸発器120を示す平面図である。

【0028】

空気冷却部は、空気の導入、冷却、分配と排気を行い、蒸発器120と、コンプレッサ(圧縮機)130と、プロア140と、コンデンサ150とを有する。

【0029】

蒸発器120は、空気の冷却と誘導を行う、フィンチューブ型又はフィンプレート型空気冷却器である。また、蒸発器120は、フィン型ヒートシンク110により大気に伝導される熱を冷却することで、結果的に発熱素子を冷却している。更に、蒸発器120による冷気がフィン型ヒートシンク110に直接当たることでも発熱素子を冷却している。蒸発器120は、複数の蒸発器フィン122と、冷媒用配管124と、複数のエアプレートとを有する。蒸発器120も、図7(a)及び図7(b)に示すように、発熱素子の位置に応じて任意の配置を採ることができる。

【0030】

蒸発器フィン122は、表面で空気を冷やすと共に導入される空気の流路を形成するフィンである。図2に示すように、蒸発器フィン122は、複数の薄板から構成されている。ここで、図2は、図1に示す蒸発器120とフィン型ヒートシンク110を示すの概略側面図である。Eは発熱素子、Sは基板である。

【0031】

複数の蒸発器フィン122は所定の間隔で配置され、空気が筐体に導入され排気されるM方向の下流に向かって面積が減少する。図1及び図3においては、蒸発器フィン122は、長方形に三角形を合わせた同一のスローブ形状を有している。ここで、図3は、図1に示す蒸発器120の概略斜視図である。蒸発器フィン122の形状をどのように変化させるか及び蒸発器フィン122の輪郭は、M方向の下流の冷却能力を高めるように、シミュレーションによって決定される。シミュレーションにおいては、例えば、発熱素子がCPUの場合、全ての発熱素子は同一の発熱量を有すると仮定することができるので、下流の冷却能力は、最終的に全ての発熱素子が同様の冷却効果で冷却されるように決定される。

【0032】

冷媒用配管124は、蒸発器120に冷却機能を与える。冷媒用配管124は、下流部蒸発器フィンの面積が少なくなるため、同じ冷却能力を有するように配管の配置が密になる。本実施形態では間隔は一定で多段式に構成されているが、M方向の下流に行くほど間隔が狭まっていてもよい。図4に示すように、配管は波形状に延びている。ここで、図4は、冷媒用配管124の平面図である。但し、配管124の断面形状は、円、その他の形状でもよいし、場所によって断面形状が異なってもよい。例えば、M方向の下流側では太くするなどである。また、図4においては、配管124は、折り返し間隔が規則的に並んでいるが、不規則な任意の間隔としてもよい。例えば、M方向の下流側では間隔を密にするなどである。配管124の、断面形状、寸法、折り返し間隔は、必要な冷却効率に基づいてシミュレーションにより、自由に設定することができる。

【0033】

冷媒には、例えば、フレオン、アンモニア、フロン等を使用することができる。冷媒によって冷却された空気の温度は露点以上であることが好ましい。これは、露点以下の場合には結露を生じて除湿処理などが必要となるためである。冷媒用配管124は、従来の冷却シ

ステム 30 のように分岐していないので、経済性、信頼性及び保守性が高い。

【0034】

エアプレート 126 は、M 方向に垂直に、本実施形態では 4 枚配置され、空気をフィン型ヒートシンク 112 に誘導する薄板である。エアプレート 126 の間隔や数は、必要な冷却要求に基づいてシミュレーションにより、自由に設定することができる。

【0035】

コンプレッサ 130 は、配管 124 内の冷媒の循環を制御する。冷媒は、コンプレッサ 130 より加圧させ、コンデンサ 150 で高温高圧の気相冷媒を冷やした熱を外部に放熱し、その後図示しない膨張機構によって減圧されて低温低圧になり、蒸発器で熱を吸収して気化されてコンプレッサ 130 に戻る。

【0036】

ブロア 140 は、M 方向の下流の出口付近に配置されている。ブロア 140 は、軸流ファンと異なり、吸気方向とは異なる方向に排気する。本実施形態では、図 1 及び図 6 (a) に示すように、ブロア 140 は、下から上に空気を吸い込んで右に、即ち、給気方向とは垂直な方向に、排気している。これに対して、図 6 (b) に示すように、軸流ファンは給気方向と排気方向が一致している。ここで、図 6 (a) は、図 1 に示すブロア 140 近傍の概略拡大断面図であり、図 6 (b) は、冷却システム 30 のファン 14 近傍の概略拡大断面図である。

【0037】

ある程度の排気能力を維持するためにはファンでは、所定の径を確保しなければならない。軸流ファンにおいては、径方向が電子機器の高さ方向であるから、図 6 (b) に示すように、電子機器の薄型化を制限することになる。これに対して、ブロア 140 では、図 6 (a) に示すように、径方向は M 方向であり、電子機器の高さ方向ではないから電子機器の薄型化を妨げない。ブロア 140 の回転速度は、図示しない制御部によって制御可能である。

【0038】

ブロア 140 は、図 1 に示すように、空気を装置入口から内部に導入すると共にコンデンサ 150 を冷却する機能を有する。このため、冷却システム 10A のように 2 箇所送風機 18 及び 14 を設ける必要がないので小型化に貢献すると共に経済性に優れている。ブロア 140 の下には過熱器 142 が配置されている。過熱器 142 は、冷媒用配管 124 と同様のダクトを有し、コンデンサ 150 への排気を冷却する。これにより、コンデンサ 150 の散熱能力とシステム冷却効率を向上することができる。

【0039】

コンデンサ (凝縮器) 150 は、ブロア 140 から排気された空気と冷媒の熱交換を行う。コンデンサ 150 は、コンプレッサ 130 より高温高圧気相の冷媒を冷やして液化させる。

【0040】

このように、本実施形態は、従来は電子機器の筐体の入口にあった蒸発器をヒートシンク 110 の真上に配置すると共に蒸発器 120 を多機能化して冷却機能を持たせているので、図 5 に示すように、装置入口から導入される新鮮な空気とヒートシンク 110 によって暖められて上昇する空気の両方を冷却することができる。ここで、図 5 は、蒸発器 120 による空気の流れを説明するための図である。蒸発器 120 と各ヒートシンク 110 を組み合わせることによって、各ヒートシンク 110 には高い熱交換能力と効率を得ることができる。

【0041】

本実施形態では、ヒートシンクへ導入する空気の温度は、例えば、約 35 ~ 45 の環境温度ではなく、配管 124 によって冷却された、例えば、約 25 の温度である。また、ヒートシンク 110 によって暖められて上昇する空気を冷却するという、従来の冷却システム 20 や 20A の蒸発器にはない効果を有する。更に、蒸発器 120 は、冷却機能を内蔵して発熱素子上に配置されて装置の薄型化に寄与する。即ち、蒸発器 120 が冷却シ

ステム 20 及び 20 A に示すように筐体の入口に設けられる場合は、M 方向の一番下流の発熱素子を冷却できるように大型にする必要があるが、本実施形態では、発熱素子と蒸発器 120 との距離を近づけているために蒸発器 120 を小型にすることができる。

【0042】

更に、M 方向の下流の冷却効率を高めているので、従来のように、下流側の発熱素子の冷却が不十分になることを防止している。

【0043】

また、エアプレート 126 は、各ヒートシンク 110 が結果として均一に冷却されるように冷却された空気の誘導と配給を制御する。エアプレート 126 冷却された空気が幾つかの発熱体だけに集中して供給されることのないように誘導するので、各発熱体に対する、特に、下流側の発熱体への冷却能力を従来の空冷方式よりも 2 倍以上高めることができる。

【0044】

本実施形態では、従来の空冷方式よりも冷却効率が改善されているので、電子機器の筐体内により多くの電子デバイス搭載することができ、装置の性能の向上と高密度実装を実現することができる。また、各ヒートシンクを従来の空冷方式よりも小型軽量にしても同等以上の冷却効率が得られる。

【0045】

以下、冷却システム 105 の動作について説明する。CPU 等の発熱素子が稼動すると、図 1 に示すプロア 140 の回転を制御する図示しない回転制御部に図示しない制御部から駆動命令が供給され、回転制御部はプロア 140 を命令された回転速度で回転する。これにより、筐体内に外部から空気が供給されると同時にコンデンサ 150 へ空気が排気される。また、図示しない制御部がコンプレッサ 130 を制御して、配管 124 内の冷媒を制御して冷媒を循環させる。この結果、外部から導入される空気及びヒートシンク 120 によって温められた空気が配管 124 によって冷却される。発熱素子は熱的に結合しているヒートシンク 120 によって放熱されると共に冷却された空気によっても冷却される。また、冷却された空気はヒートシンク 120 を冷却するのでヒートシンク 120 の冷却性能は高められる。

【0046】

必要があれば、各発熱素子又はその近傍に温度検出器を配置して制御部は温度検出器が検出した検出結果に応じてプロア 140 の回転数やコンプレッサ 130 による出力動作を制御してもよい。このような温度検出器には、感熱ダイオード、熱電対、サーミスタなどを利用することができる。また、温度検出器は、配管 124 付近にも配置されてもよい。配管 124 は筐体内で最も温度が低いため、制御部は配管 124 付近の温度が露点を超えるようにプロア 140 及びコンプレッサ 130 の動作を制御することによって結露の発生を防止することができる。

【0047】

蒸発器 120 は、エアプレート 126 を利用して冷却された空気を各発熱素子に誘導配分する。本冷却システム 105 によれば、M 方向の下流の発熱素子にも十分冷却された空気が供給されるので、当該発熱素子の熱破壊を防止することができる。

【0048】

次に、図 8 を参照して、本実施形態の電子機器を適用した薄型ラック状サーバ 200 について説明する。図 8 (a) はラックマウントサーバ 200 の外観図である。サーバ 200 は、ラック形状を有し、図 8 (b) に示すようなトレイ 210 を引き出し可能に複数段有している。各トレイ 210 がサーバとして機能し、各トレイ 210 に、図 1 乃至図 7 に示す冷却システム 105 を有する電子機器が配置される。

【0049】

本実施形態によれば、冷却システム 105 によって各トレイ 210 の高さを薄くできるのでサーバ 200 全体の高さも低くして小型薄型化を図ることができる。

【0050】

以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はその要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。例えば、本実施形態では、サーバを例に説明したが、本発明の冷却システムが適用される電子機器はサーバに限定されず、大型コンピュータ、電子交換機のマルチチップモジュールや並列プロセッサ等に適用することができる。

【0051】

本出願は更に以下の事項を開示する。

【0052】

(付記1) 複数の発熱性回路素子を有する電子機器に適用され、外部からの空気によって前記発熱性回路素子を冷却する冷却システムであって、前記複数の発熱性回路素子の上部に搭載されたフィン型ヒートシンクと、前記複数の発熱性回路素子の上に配置され、前記空気を冷却し、当該冷却された空気を前記フィン型ヒートシンク上に誘導する蒸発器とを有することを特徴とする冷却システム。(1)

【0053】

(付記2) 前記蒸発器は、前記空気が導入及び排気される方向の上流から下流に向かって空気流動圧損を調整する形状の蒸発器フィンを有することを特徴とする請求項1記載の冷却システム。(2)

【0054】

(付記3) 前記蒸発器は、前記空気を前記方向の下流側でより冷却するように配置され、前記蒸発器フィンを貫通する冷媒用配管を有することを特徴とする付記2記載の冷却システム。

【0055】

(付記4) 前記蒸発器は、前記方向に対して略垂直に配置され、前記空気を誘導するための複数のエアプレートをも有することを特徴とする付記1又は2記載の冷却システム。

【0056】

(付記5) 前記空気の前記電子機器の筐体への導入と冷却システムのコンデンサの散熱を兼ねて、吸気方向とは異なる方向に排気するブローアを有することを特徴とする付記1記載の冷却システム。(3)

【0057】

(付記6) 前記ブローアから排気された前記空気の熱交換を行うコンデンサをも有することを特徴とする付記5記載の冷却システム。

【0058】

(付記7) 前記ブローアと前記筐体との間には冷媒用配管が設けられていることを特徴とする付記5記載の冷却システム。

【0059】

(付記8) 前記蒸発器が前記空気を冷却する温度は露点以上であることを特徴とする付記1記載の冷却システム。

【0060】

(付記9) 複数の発熱性回路素子と、当該発熱性回路素子を冷却するための冷却システムとを有する電子機器であって、前記冷却システムは、前記複数の発熱性回路素子の上部に搭載されたフィン型ヒートシンクと、前記複数の発熱性回路素子の上に配置され、冷却された空気を前記フィン型ヒートシンクに誘導する蒸発器とを有することを特徴とする電子機器。(4)

【0061】

(付記10) 一又は複数段のトレイ状電子機器を引き出し可能に搭載するラック状サーバであって、各トレイ状電子機器は付記9記載の電子機器であることを特徴とするラック状サーバ。

【0062】

(付記11) 複数の発熱性回路素子を有する電子機器に適用され、外部からの空気によって前記発熱性回路素子を冷却する冷却システムであって、前記複数の発熱性回路素子は

前記空気の流れ方向に配置されており、前記複数の発熱性回路素子の上に配置され、前記空気を冷却し、当該冷却された空気により当該複数の発熱性回路素子を冷却する蒸発器からなる冷却システム。(5)

【0063】

(付記12) 前記複数の発熱性回路素子の上部にはフィン型ヒートシンクが搭載され、前記蒸発器は前記冷却された空気を前記フィン型ヒートシンクに誘導することを特徴とする付記11記載の冷却システム。

【0064】

(付記13) 前記蒸発器は、前記空気の流れ方向の上流から下流に向かって空気流動圧損を調整する形状の蒸発器フィンをもつことを特徴とする請求項11記載の冷却システム。

【0065】

(付記14) 前記蒸発器は、前記空気の導入方向に対して略垂直に配置され、前記空気を誘導するための複数のエアプレートをもつことを特徴とする付記12記載の冷却システム。

【0066】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、高密度に複数の発熱性回路素子が実装された電子機器を効率よく冷却すると共に電子機器の小型化、信頼性、保守性及び経済性に優れた可能な冷却システム、それを有する電子機器及び当該電子機器を有するサーバを提供することができる。

【手続補正2】

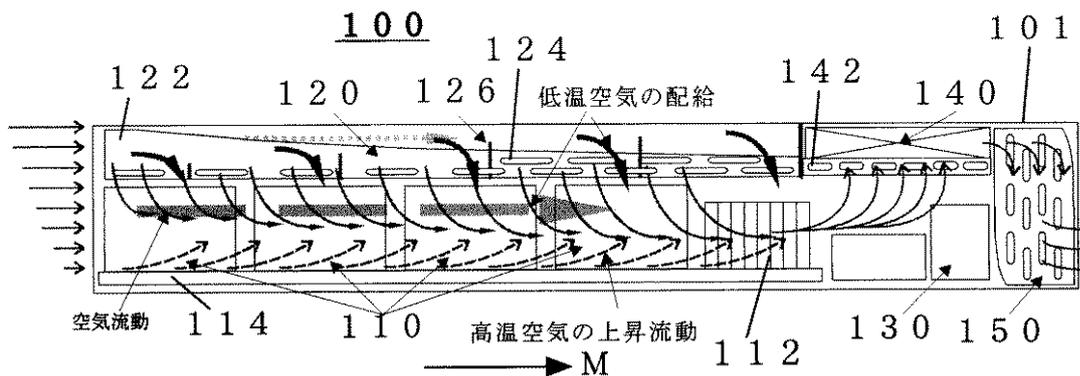
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図1】



【手続補正3】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 2】

