

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6083305号
(P6083305)

(45) 発行日 平成29年2月22日(2017.2.22)

(24) 登録日 平成29年2月3日(2017.2.3)

(51) Int.Cl.		F I			
G06F	1/20	(2006.01)	G06F	1/20	D
H05K	7/20	(2006.01)	H05K	7/20	V
G06F	1/32	(2006.01)	G06F	1/20	B
			G06F	1/32	Z

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-80182 (P2013-80182)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成25年4月8日(2013.4.8)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2014-203321 (P2014-203321A)	(74) 代理人	100091672 弁理士 岡本 啓三
(43) 公開日	平成26年10月27日(2014.10.27)	(72) 発明者	小川 雅俊 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
審査請求日	平成28年1月13日(2016.1.13)	(72) 発明者	遠藤 浩史 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
		(72) 発明者	福田 裕幸 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子機器冷却システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

筐体と、
前記筐体内に収納された複数の電子機器と、
複数の冷却ファンを備え、前記筐体から離隔して配置された冷却ファンユニットと、
前記筐体と前記冷却ファンユニットとの間に配置され、上下方向に移動して前記筐体と前記冷却ファンユニットとの間の空間を2つに分割する可動板と、
前記可動板を駆動する可動板駆動部と、
前記冷却ファンユニットの各冷却ファンを個別に制御可能であり、前記電子機器の稼働率に応じて前記可動板駆動部を制御する制御部と
を有することを特徴とする電子機器冷却システム。

【請求項2】

前記制御部は、前記筐体の上側又は下側のいずれか一方の側に配置された前記電子機器の稼働率が高くなるように前記電子機器が実行するジョブを配分することを特徴とする請求項1に記載の電子機器冷却システム。

【請求項3】

前記制御部は、前記電子機器の稼働率を表す情報を取得し、前記稼働率がしきい値以上の電子機器を高稼働率グループとし、前記稼働率が前記しきい値よりも低い電子機器を低稼働率グループとして、各グループ毎にそれぞれ対応する前記冷却ファンの回転を制御することを特徴とする請求項1又は2に記載の電子機器冷却システム。

【請求項 4】

前記制御部は、前記可動板を順次移動させて前記冷却ファンユニットの消費電力が最小となる位置を調べ、前記可動板を前記冷却ファンユニットの消費電力が最小となる位置に配置することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電子機器冷却システム。

【請求項 5】

前記制御部は、前記電子機器内の発熱部品の温度が目標温度以下となるように前記冷却ファンを制御することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の電子機器冷却システム。

【請求項 6】

前記制御部は、前記複数の冷却ファンの少なくとも 1 台の故障を検知すると、前記可動板駆動部を制御して前記可動板をその可動範囲の最上部又は最下部まで移動させ、前記冷却ファンユニットの全ての前記冷却ファンの回転を一括制御することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の電子機器冷却システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子機器冷却システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、高度情報化社会の到来にともなって計算機で多量のデータが扱われるようになり、データセンター等の施設において多数の計算機を同一室内に設置して一括管理することが多くなっている。例えば、データセンターでは、計算機室内に多数のラック（サーバラック）を設置し、各ラックにそれぞれ複数のサーバ（計算機）を収納している。そして、それらのサーバの稼働状態に応じて各サーバにジョブを有機的に配分し、大量のジョブを効率的に処理している。

20

【0003】

データセンターでは、サーバの稼働にともなって多量の熱が発生する。サーバの温度が高くなると誤動作や故障又は処理能力の低下の原因となるため、冷却ファンや空調機等の冷却設備を使用して計算機を冷却している。

【0004】

近年、設置に要する費用が比較的安く、設備の増減に迅速に対応できることから、モジュール型データセンターが広く使用されている。

30

【0005】

一般的なモジュール型データセンターでは、コンテナと呼ばれる構造物内に複数のラックを設置し、各ラック内に複数のサーバを収納している。また、コンテナ内には大型の冷却ファンを複数備えた冷却ファンユニットが設置されており、ラック内に収納された各サーバにはそれぞれ小型の冷却ファンが設けられている。以下、各サーバに設けられた冷却ファンを、サーバファンという。なお、冷却ファンユニットは、ファシリティファンとも呼ばれている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2010 - 170181 号公報

【特許文献 2】特開平 7 - 193384 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

電子機器を適切に冷却しつつ、冷却設備で消費する電力をより一層削減できる電子機器冷却システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【0008】

開示の技術の一観点によれば、筐体と、前記筐体内に収納された複数の電子機器と、複数の冷却ファンを備え、前記筐体から離隔して配置された冷却ファンユニットと、前記筐体と前記冷却ファンユニットとの間に配置され、上下方向に移動して前記筐体と前記冷却ファンユニットとの間の空間を2つに分割する可動板と、前記可動板を駆動する可動板駆動部と、前記冷却ファンユニットの各冷却ファンを個別に制御可能であり、前記電子機器の稼働率に応じて前記可動板駆動部を制御する制御部とを有する電子機器冷却システムが提供される。

【発明の効果】

【0009】

上記一観点に係る電子機器冷却システムによれば、電子機器を適切に冷却しつつ、冷却設備で消費する電力をより一層削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、第1の実施形態に係る電子機器冷却システムを適用するデータセンターの一例を示す模式側面図である。

【図2】図2は、同じくそのデータセンターの模式上面図(その1)である。

【図3】図3は、同じくそのデータセンターの模式上面図(その2)である。

【図4】図4は、冷却ファンユニットの冷却ファンとラック内に収納されたサーバとの対応関係を示す模式図である。

【図5】図5は、第1の実施形態に係る電子機器冷却システムの制御系の構成を表わしたブロック図である。

【図6】図6は、第1の実施形態に係る電子機器冷却システムの動作を示すフローチャートである。

【図7】図7は、第2の実施形態に係る電子機器冷却システムの動作を示すフローチャート(その1)である。

【図8】図8は、第2の実施形態に係る電子機器冷却システムの動作を示すフローチャート(その2)である。

【図9】図9は、冷却ファン回転数(指令値)と冷却ファンの1台当たりの消費電力との関係を示す図である。

【図10】図10は、第2の実施形態の変形例を表わしたブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、実施形態について説明する前に、実施形態の理解を容易にするための予備的事項について説明する。

【0012】

前述したように、一般的なモジュール型データセンターでは、大型の冷却ファンを備えた冷却ファンユニットと、各サーバにそれぞれ設けられたサーバファンとによりサーバを冷却している。しかし、冷却ファンユニットとサーバファンとを同時に稼働させているので、サーバの稼働状態によっては電力が無駄に消費されることがある。

【0013】

サーバファンを使用せず、冷却ファンユニットのみでサーバを冷却することも考えられる。しかし、単に冷却ファンユニットのみでサーバを冷却しようとすると、以下に示す問題点がある。

【0014】

すなわち、サーバの発熱量は投入されるジョブに応じて大きく変化する。各サーバの発熱量のばらつきが大きい場合、冷却ファンユニットの冷却ファンは最も発熱量が大きいサーバの発熱量に応じた回転数で回転するので、発熱量が小さいサーバでは過冷却となる。その結果、冷却ファンユニットで必要以上に多くの電力を消費することになる。

【0015】

一方、冷却ファンユニットを使用せず、サーバファンのみでサーバを冷却することも考えられる。しかし、1 Uサーバと呼ばれる一般的なサーバの場合、高さが1.75インチ(約44.5mm)であるので、小型の冷却ファンしか搭載できない。そのため、サーバの発熱量が大きい場合、サーバファンだけではサーバを十分に冷却できないことがある。

【0016】

以下の実施形態では、サーバを適切に冷却しつつ、冷却設備で消費する電力をより一層削減できる電子機器冷却システムについて説明する。

【0017】

(第1の実施形態)

図1は第1の実施形態に係る電子機器冷却システムを適用するデータセンターの一例を示す模式側面図、図2、図3は同じくそのデータセンターの模式上面図である。なお、本実施形態では、外気を利用してサーバを冷却するモジュール型データセンターを例として説明している。

10

【0018】

図1に例示したモジュール型データセンターは、直方体形状のコンテナ10と、コンテナ10内に配置された冷却ファンユニット12と、複数のラック13とを有する。本実施形態では、コンテナ10内に3台のラック13と3台の冷却ファンユニット12とが配置されているものとする。ラック13は、筐体の一例である。

【0019】

コンテナ10の相互に対向する2つの壁面のうちの一方には吸気口11aが設けられており、他方には排気口11bが設けられている。また、冷却ファンユニット12とラック13との間の空間の上には仕切り板14が配置されている。

20

【0020】

コンテナ10内の空間は、冷却ファンユニット12、ラック13及び仕切り板14により、コールドアイル21と、第1のホットアイル22と、第2のホットアイル23と、暖気循環路24とに分割されている。コールドアイル21は吸気口11aとラック13との間の空間であり、第1のホットアイル22はラック13と冷却ファンユニット12との間の空間であり、第2のホットアイル23は冷却ファンユニット12と排気口11bとの間の空間である。

【0021】

暖気循環路24は仕切り板14の上方の空間であり、第2のホットアイル23とコールドアイル21との間を連絡している。暖気循環路24には、暖気の循環量を調整するためのダンパー18が設けられている。

30

【0022】

各ラック13には、それぞれ複数のサーバ13aが収納されている。これらのサーバ13aは、サーバファンを有しないいわゆるファンレスサーバである。冷却ファンユニット12が稼働するとラック13内にはエアが通流する。ラック13は、コールドアイル21側の面が吸気面、第1のホットアイル22側の面が排気面となるように配置される。

【0023】

なお、サーバ13aは電子機器の一例である。サーバ13aに替えて、又はサーバ13aとともに、ストレージ、電源ユニット、又はその他の電子機器がラック13内に収納されていてもよい。

40

【0024】

図2のように、各ラック13の間には、後述の可動壁駆動部33により駆動されてラック13側から冷却ファンユニット12側に移動する可動壁15が設けられている。それらの可動壁15が冷却ファンユニット12側に移動すると、第1のホットアイル22は可動壁15によりラック13毎の3つに空間に分割される。

【0025】

また、図3のように可動壁15がラック13間に収納されると、第1のホットアイル22は各ラック13に共通の空間となる。

50

【 0 0 2 6 】

図1のように、各ラック13と各冷却ファンユニット12との間には、それぞれ可動板16が水平に配置されている。可動板16の幅はラック13の幅とほぼ等しく、可動板16の長さはラック13と冷却ファンユニット12との間の距離にほぼ等しい。この可動板16は、後述する可動板駆動部34により駆動されて、水平を保ったまま上下方向に移動する。なお、図2、図3では、図1の可動板16の図示を省略している。

【 0 0 2 7 】

冷却ファンユニット12には複数の大型冷却ファン12aが配置されている。図4は、冷却ファンユニット12の冷却ファン12aとラック13内に収納されたサーバ13aとの対応関係を示す模式図である。

10

【 0 0 2 8 】

図4に例示するように、冷却ファンユニット12の各冷却ファン12aは、ラック13の高さ方向に配列されている。1つの冷却ファン12aにより複数のサーバ13aが冷却され、ラック13内の各サーバ13aは冷却ファンユニット12の冷却ファン12aのうちのいずれか1つに対応付けされている。

【 0 0 2 9 】

各冷却ファン12aは、後述する制御部30により個別に又は一括して制御される。また、冷却ファン12aから制御部30には回転数を示す情報が出力される。制御部30は、この情報に基づいて、冷却ファン12aが正常か否かを判定することができる。

20

【 0 0 3 0 】

このようなモジュール型データセンターにおいて、冷却ファンユニット12の冷却ファン12aが回転し、吸気口11aを介してコールドアイル21にエアー（外気）が導入される。そして、コールドアイル21内に導入されたエアーは、ラック13の吸気面からラック13内に入って各サーバ13aを冷却する。

【 0 0 3 1 】

サーバ13aを冷却することにより温度が上昇したエアー（暖気）は、ラック13の排気面から第1のホットアイル22に排出され、冷却ファンユニット12及び第2のホットアイル23を通して、排気口11bから屋外に排出される。

【 0 0 3 2 】

外気温が高いときにはダンパー18を閉状態とし、第2のホットアイル23からコールドアイル21に暖気が移動しないようにする。

30

【 0 0 3 3 】

一方、外気温が低く、ラック13内に導入されるエアーの温度が予め設定された許容下限温度よりも低くなるおそれがあるときには、ダンパー18を開状態とする。これにより、第2のホットアイル23から暖気循環路24を介してコールドアイル21に暖気の一部が戻り、ラック13内に導入されるエアーの温度が上昇する。

【 0 0 3 4 】

図5は、第1の実施形態に係る電子機器冷却システムの制御系の構成を表わしたブロック図である。

【 0 0 3 5 】

図5に示すように、本実施形態に係る電子機器冷却システムは、制御部30と、温度センサ32と、冷却ファンユニット12と、可動壁駆動部33と、可動板駆動部34と、設定部35とを含んで構成される。

40

【 0 0 3 6 】

温度センサ32は、サーバ13a内のCPU（Central Processing Unit）31の温度をリアルタイムに検出する。この温度センサ32は、CPU31と同一チップ内に配置されており、サーバ13a内に設けられた通信器（図示せず）を介して、CPU31の温度（以下、「CPU温度」という）を制御部30に伝送する。CPU31は発熱部品の一例である。また、サーバ13aから制御部30に、CPU使用率の情報が伝送される。

【 0 0 3 7 】

50

本実施形態では、制御部 30 とサーバ 13 a との間の信号の送受信は、UDP (User Datagram Protocol) 通信を介して行うものとする。但し、制御部 30 とサーバ 13 a との間の通信は UDP 通信に限定するものではない。また、本実施形態では、温度センサ 32 として CPU 31 と同一チップ内に配置された温度センサを使用しているが、CPU 31 のパッケージに密着して配置した温度センサを使用してもよい。

【0038】

設定部 35 には、制御に必要なパラメータが設定される。本実施形態では、制御に必要なパラメータとして、目標温度と、CPU 使用率のしきい値とを使用する。目標温度は CPU 温度の目標値であり、CPU 31 の許容上限温度よりも低い温度に設定される。CPU 使用率のしきい値は、サーバ 13 a をグループ分けする際の基準となる値である。

10

【0039】

制御部 30 は、前述したように、冷却ファンユニット 12 の各冷却ファン 12 a から回転数を示す情報を取得したり、各サーバ 13 a から CPU 使用率の情報を取得したりする。また、制御部 30 は、温度センサ 32 により検出した各サーバ 13 a の CPU 温度と設定部 35 に設定されたパラメータとに応じて、冷却ファンユニット 12 の各冷却ファン 12 a、可動壁駆動部 33 及び可動板駆動部 34 を制御する。更に、制御部 30 は、各サーバ 13 a にジョブを配分する。

【0040】

制御部 30 は、例えばマイクロコンピュータ、FPGA (Field-Programmable Gate Array) 又は PLC (Programmable Logic Controller) 等を含んで構成される。ラック 13 内の特定のサーバ 13 a に専用プログラムを読み込ませ、制御部 30 として使用してもよい。

20

【0041】

以下、本実施形態に係る電子機器冷却システムの動作について、図 6 のフローチャートを参照して説明する。制御部 30 は、一定の時間毎に、図 6 に示す一連の処理を実行する。ここでは、目標温度を 80、CPU 使用率のしきい値を 50% とする。

【0042】

まず、ステップ S11 において、制御部 30 は、設定部 35 から目標温度及び CPU 使用率のしきい値の情報を取得する。

【0043】

次に、ステップ S12 に移行し、制御部 30 は、CPU 使用率の平均値が所定の範囲 (例えば 70% ~ 90%) となるように、ラック 13 の上側に配置されたサーバ 13 a から順にジョブを投入する。これにより、投入されるジョブの総量に比べて全サーバ 13 a の処理能力のほうが十分大きい場合、ラック 13 の下側に配置されたサーバ 13 a はアイドル状態又は休止状態となる。

30

【0044】

次に、ステップ S13 に移行し、制御部 30 は、冷却ファンユニット 12 の全ての冷却ファン 12 a が正常であるか否かを判定する。前述したように冷却ファン 12 a から制御部 30 には回転数を示す情報が出力されるので、制御部 30 はこの情報から冷却ファン 12 a が正常であるか否かを判定することができる。

40

【0045】

ステップ S13 で全ての冷却ファン 12 a が正常であると判定した場合 (YES の場合) はステップ S14 に移行し、正常でない冷却ファン 12 a があると判定した場合 (NO の場合) はステップ S18 に移行する。

【0046】

ステップ S13 からステップ S14 に移行した場合、制御部 30 は、各サーバ 13 a から CPU 使用率の情報を取得する。そして、制御部 30 は、各サーバ 13 a の CPU 使用率と CPU 使用率のしきい値とを比較し、CPU 使用率がしきい値よりも高いサーバ 13 a のうち最も低い位置に配置されたサーバ 13 a を特定する。以下、ステップ S14 において特定したサーバ 13 a を、特定サーバと呼ぶ。本実施形態では、ラック 13 毎に特定

50

サーバが設定される。

【0047】

次に、ステップS15に移行し、制御部30は、特定サーバから上側のサーバ13aを1つのグループとし、特定サーバよりも下側のサーバ13aを他のグループとする。以下、特定サーバから上側のサーバ13aのグループを「高稼働率グループ」と呼び、特定サーバよりも下側のサーバ13aのグループを「低稼働率グループ」と呼ぶ。本実施形態では、ラック13毎に、高稼働率グループと低稼働率グループとが設定される。

【0048】

次に、ステップS16に移行し、制御部30は、可動壁駆動部33を制御して、可動壁15を冷却ファンユニット12側に移動する(図2参照)。また、制御部30は、可動板駆動部34を制御して、可動板16を高稼働率グループと低稼働率グループとの境界に移動する(図1参照)。

10

【0049】

次に、ステップS17に移行し、制御部30は、温度センサ32から高稼働率グループに属するサーバ13aのCPU温度を取得する。そして、制御部30は、それらのサーバ13aのCPU温度がいずれも目標温度以下となるように、高稼働率グループに対応する冷却ファン12aを制御する。

【0050】

また、制御部30は、温度センサ32から低稼働率グループに属するサーバ13aのCPU温度を取得する。そして、制御部30は、それらのサーバ13aのCPU温度がいずれも目標温度以下となるように、低稼働率グループに対応する冷却ファン12aを制御する。

20

【0051】

一方、ステップS14からステップS18に移行した場合、すなわち正常でない冷却ファン12aがあると判定した場合、制御部30は可動壁駆動部33を制御して、可動壁15をラック13間に収納する(図3参照)。また、制御部30は、可動板駆動部34を制御して可動板16をその移動可能範囲の最下部(又は最上部)に移動し、第1のホットアイル22を各ラック13及び各サーバ13aに共通の空間とする。

【0052】

次いで、ステップS19に移行し、制御部30は、冷却ファンユニット12毎に、ラック13内の全てのサーバ13aのCPU温度が目標温度以下となるように冷却ファン12aを一括制御する。

30

【0053】

上述したように、本実施形態では、ラック13の上側のサーバ13aから順にジョブを投入し、ラック13内のサーバを高稼働率グループと低稼働率グループとにグループ分けする。そして、高稼働率グループと低稼働率グループとの境界に可動板16を配置し、各グループ毎に各サーバ13aのCPU温度が目標温度以下となるように各冷却ファン12aを制御する。

【0054】

これにより、各グループ毎にサーバ13aのCPU使用率に応じた流量のエアが供給され、サーバ13aを適切に冷却しつつ、冷却ファンユニット12で消費する電力を削減することができる。

40

【0055】

また、本実施形態では、一部の冷却ファン12aが故障しているときに、可動板16を最下部(又は最上部)に移動し、冷却ファンユニット12の冷却ファン12aを一括制御する。これにより、冷却ファン12aの冷却性能にばらつきがあっても、各サーバ13aを効率的に冷却することができる。また、一部の冷却ファン12aが故障した場合でも他の冷却ファン12aによりサーバ13aの冷却に必要な風量を得ることができ、冷却能力の冗長性が確保される。

【0056】

50

以下、本実施形態の効果について説明する。

【0057】

コンテナ10内に3台のラック13が配置されており、それら3台のラック13に40台ずつ合計120台のファンレスサーバ13aが収納されているとする。また、それらのサーバ13aの総消費電力は約21kWであるとする。そして、冷却ファンユニット12には、20台の冷却ファン12aが設けられているとする。

【0058】

例えば120台のサーバ13aのうち6台のサーバ13aだけが稼働率約100%で稼働しており、他のサーバ13aは休止状態であるとする。ここで、冷却ファンユニット12の冷却ファン12aを個別に制御することができないとすると、20台の冷却ファン12aはいずれも稼働状態のサーバ13aの稼働率に応じてほぼ最大回転数で回転する。このときの冷却ファンユニット12の消費電力は1.7kWであるとする。

10

【0059】

一方、本実施形態では、稼働状態の6台のサーバ13aが同一の高稼働率グループであるとする。制御部30は冷却ファンユニット12の冷却ファン12aのうち1台の冷却ファン12aのみを稼働状態とし、他の19台の冷却ファン12aを停止状態とする。このとき、冷却ファンユニット12で消費する電力は上述の場合の1/20(=0.085kW)となり、大幅に削減される。

【0060】

なお、上述の実施形態では、特定サーバとその下のサーバとの間に可動板16を配置しているが、特定サーバに対応する冷却ファン12aとその下の冷却ファン12aとの間に可動板16を配置するようにしてもよい。

20

【0061】

また、上述の実施形態では、電子機器(サーバ13a)の稼働率を表す情報としてCPU使用率を使用しているが、CPU使用率と電子機器の消費電力とは密接な関係があるため、電子機器の稼働率を表す情報として電子機器の消費電力を使用してもよい。

【0062】

(第2の実施形態)

図7, 図8は、第2の実施形態に係る電子機器冷却システムの動作を示すフローチャートである。ここでは、初期状態において、可動板16はその移動可能範囲の最上部に移動しているものとする。

30

【0063】

なお、本実施形態が第1の実施形態と異なる点は、制御部30の動作が異なる点にあり、電子機器冷却システムの構成は基本的に第1の実施形態と同様である。このため、本実施形態においても、図1~図5を参照して説明する。制御部30は、一定の時間毎に、図7, 図8に示す一連の処理を実行する。

【0064】

まず、ステップS21において、制御部30は、設定部35から目標温度及びCPU使用率のしきい値の情報を取得する。

【0065】

次に、ステップS22に移行し、制御部30はCPU使用率の平均値が所定の範囲(例えば70%~90%)となるように、ラック13の上側に配置されたサーバ13aから順にジョブを投入する。

40

【0066】

次に、ステップS23に移行し、制御部30は、冷却ファンユニット12の全ての冷却ファン12aが正常であるか否を判定する。ステップS23で全ての冷却ファン12aが正常であると判定した場合(YESの場合)はステップS24に移行し、正常でない冷却ファン12aがあると判定した場合(NOの場合)はステップS32に移行する。

【0067】

ステップS23からステップS24に移行した場合、制御部30は可動壁駆動部33を

50

制御して、可動壁 1 5 を冷却ファンユニット 1 2 側に移動する（図 2 参照）。また、制御部 3 0 は、可動板駆動部 3 4 を制御して、可動板 1 6 を最上部（1 番目）の冷却ファン 1 2 a とその下（2 番目）の冷却ファン 1 2 a との間に移動する。

【 0 0 6 8 】

次に、ステップ S 2 5 に移行し、制御部 3 0 は、可動板 1 6 よりも上側のサーバ 1 3 a を高稼働率グループとし、可動板 1 6 よりも下側のサーバ 1 3 a を低稼働率グループとする。その後、ステップ S 2 6 に移行し、制御部 3 0 は、各グループ毎に冷却ファン 1 2 a を制御し、各グループ内のサーバの CPU 温度を目標温度以下にする。

【 0 0 6 9 】

次に、ステップ S 2 7 に移行し、制御部 3 0 は冷却ファン 1 2 a の総消費電力を計算する。

10

【 0 0 7 0 】

図 9 は、横軸に冷却ファン 1 2 a の回転数（指令値）をとり、縦軸に冷却ファン 1 2 a の 1 台当たりの消費電力をとって、両者の関係を示す図である。前述したように、各冷却ファン 1 2 a から制御部 3 0 に回転数の情報が伝達される。従って、図 9 に示すような情報を予め制御部 3 0 内に記憶しておけば、制御部 3 0 は全冷却ファン 1 2 a の総消費電力を計算することができる。制御部 3 0 は、このときの可動板 1 6 の位置と総消費電力とを記憶部（図示せず）に記憶する。

【 0 0 7 1 】

次に、ステップ S 2 8 に移行し、制御部 3 0 は可動板 1 6 が最下部まで移動したか否かを判定する。可動板 1 6 が最下部まで移動していない場合（NO の場合）は、ステップ S 2 4 に戻り、制御部 3 0 は可動板駆動部 3 4 を制御して、可動板 1 6 を冷却ファン 1 台分だけ下降させる。そして、ステップ S 2 5 以降の処理を実行する。

20

【 0 0 7 2 】

一方、ステップ S 2 8 で可動板 1 6 が最下部まで移動していると判定した場合（YES の場合）は、ステップ S 2 9 に移行する。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 2 9 において、制御部 3 0 は、記憶部に記憶されている情報に基づいて可動板駆動部 3 4 を制御し、冷却ファン 1 2 a の総消費電力が最小となる位置に可動板 1 6 を移動する。その後、ステップ S 3 0 に移行し、制御部 3 0 は可動板 1 6 よりも上側のサーバ 1 3 a を高稼働率グループとし、可動板 1 6 よりも下側のサーバ 1 3 a を低稼働率グループとする。

30

【 0 0 7 4 】

次いで、ステップ S 3 1 に移行し、制御部 3 0 は、各グループ毎に冷却ファン 1 2 a を制御し、各グループ内のサーバの CPU 温度を目標温度以下にする。

【 0 0 7 5 】

一方、ステップ S 2 3 からステップ S 3 2 に移行した場合、すなわち正常でない冷却ファン 1 2 a があると判定した場合、制御部 3 0 は可動壁駆動部 3 3 を制御して、可動壁 1 5 をラック 1 3 間に収納する（図 3 参照）。また、制御部 3 0 は、可動板駆動部 3 4 を制御して、可動板 1 6 を最下部（又は最上部）に移動して、第 1 のホットアイル 2 2 を各ラック 1 3 に共通の空間とする。

40

【 0 0 7 6 】

次いで、ステップ S 3 3 に移行し、制御部 3 0 は、冷却ファンユニット 1 2 毎に、ラック 1 3 内の全てのサーバ 1 3 a の CPU 温度が目標温度以下となるように冷却ファン 1 2 a を一括制御する。

【 0 0 7 7 】

上述したように、本実施形態においても、ラック 1 3 a の上側のサーバ 1 3 a から順にジョブを投入する。その後、可動板 1 6 を上から下に順次移動させて、冷却ファンユニット 1 2 の冷却ファン 1 2 a の総消費電力を計算し、総消費電力が最小となる位置に可動板 1 6 を配置する。そして、可動板 1 6 よりも上側のサーバ 1 3 a を高稼働率グループとし

50

、可動板 16 よりも下側のサーバ 13 a を低稼働率グループとして、グループ毎に CPU 温度が目標温度以下となるように、各冷却ファン 12 a を制御する。

【0078】

これにより、第 1 の実施形態と同様に、各グループ毎にサーバ 13 a の稼働率に応じた流量のエアが供給され、サーバ 13 a を適切に冷却しつつ、冷却ファンユニット 12 で消費する電力を削減することができる。

【0079】

また、本実施形態においても、一部の冷却ファン 12 a が故障しているときには可動板 16 を最下部（又は最上部）に移動し、冷却ファンユニット 12 の冷却ファン 12 a を一括制御する。これにより、冷却ファン 12 a の冷却性能にばらつきがあっても、各サーバ 13 a を効率的に冷却することができる。更に、一部の冷却ファン 12 a が故障した場合でも他の冷却ファン 12 a によりサーバ 13 a の冷却に必要な風量を得ることができ、冷却能力の冗長性が確保される。

【0080】

なお、上述の実施形態では可動板 16 を上から下に順次移動させる場合について説明したが、可動板 16 を下から上に順次移動させるようにしてもよい。

【0081】

また、上述の実施形態では冷却ファン 12 a の回転数から冷却ファン 12 a の消費電力を算出し、全冷却ファン 12 a の消費電力を合計して全冷却ファン 12 a の総消費電力を計算している。しかし、図 10 に示すように、冷却ファンユニット 12 の消費電力を検出する消費電力センサ 36 を設け、制御部 30 は消費電力センサ 36 の出力から全冷却ファン 12 a の総消費電力を取得するようにしてもよい。これにより制御部 30 の負荷が軽減される。

【0082】

更に、上述の第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態ではラック 13 の上側のサーバ 13 a にジョブを集中させて高稼働率グループとし、下側のサーバ 13 a を低稼働率グループとしている。しかし、ラック 13 の下側のサーバ 13 a にジョブを集中させて高稼働率グループとし、上側のサーバ 13 a を低稼働率グループとしてもよい。

【0083】

以上の諸実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

【0084】

（付記 1）筐体と、
前記筐体内に収納された複数の電子機器と、
複数の冷却ファンを備え、前記筐体から離隔して配置された冷却ファンユニットと、
前記筐体と前記冷却ファンユニットとの間に配置され、上下方向に移動して前記筐体と前記冷却ファンユニットとの間の空間を 2 つに分割する可動板と、
前記可動板を駆動する可動板駆動部と、
前記冷却ファンユニットの各冷却ファンを個別に制御可能であり、前記電子機器の稼働率に応じて前記可動板駆動部を制御する制御部と
を有することを特徴とする電子機器冷却システム。

【0085】

（付記 2）前記制御部は、前記筐体の上側又は下側のいずれか一方の側に配置された前記電子機器の稼働率が高くなるように前記電子機器が実行するジョブを配分することを特徴とする付記 1 に記載の電子機器冷却システム。

【0086】

（付記 3）前記制御部は、前記電子機器の稼働率を表す情報を取得し、前記稼働率がしきい値以上の電子機器を高稼働率グループとし、前記稼働率が前記しきい値よりも低い電子機器を低稼働率グループとして、各グループ毎にそれぞれ対応する前記冷却ファンの回転を制御することを特徴とする付記 1 又は 2 に記載の電子機器冷却システム。

【0087】

10

20

30

40

50

(付記4) 前記制御部は、前記可動板を順次移動させて前記冷却ファンユニットの消費電力が最小となる位置を調べ、前記可動板を前記冷却ファンユニットの消費電力が最小となる位置に配置することを特徴とする付記1又は2に記載の電子機器冷却システム。

【0088】

(付記5) 前記制御部は、前記電子機器内の発熱部品の温度が目標温度以下となるように前記冷却ファンを制御することを特徴とする付記1乃至4のいずれか1項に記載の電子機器冷却システム。

【0089】

(付記6) 前記制御部は、前記複数の冷却ファンの少なくとも1台の故障を検知すると、前記可動板駆動部を制御して前記可動板をその可動範囲の最上部又は最下部まで移動させ、前記冷却ファンユニットの全ての前記冷却ファンの回転を一括制御することを特徴とする付記1乃至5のいずれか1項に記載の電子機器冷却システム。

10

【0090】

(付記7) 前記電子機器が電子計算機であり、前記筐体がラックであることを特徴とする付記1乃至6のいずれか1項に記載の電子機器冷却システム。

【0091】

(付記8) 前記制御部は、前記電子機器の稼働率として、前記電子機器のCPUの使用率又は前記電子機器の消費電力を用いることを特徴とする付記7に記載の電子機器冷却システム。

【0092】

20

(付記9) 前記電子機器がファンレスサーバであることを特徴とする付記7又は8に記載の電子機器冷却システム。

【0093】

(付記10) 前記筐体は、屋外に通じる吸気口及び排気口が設けられた構造物内に配置され、前記冷却ファンユニットは前記吸気口を介して前記構造物内に導入されたエアーを前記電子機器内に通流させることを特徴とする付記7乃至9のいずれか1項に記載の電子機器冷却システム。

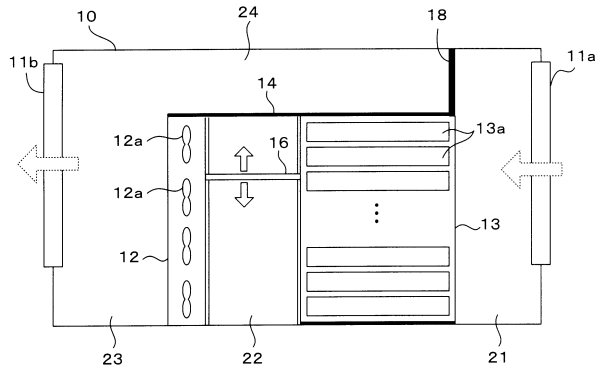
【符号の説明】

【0094】

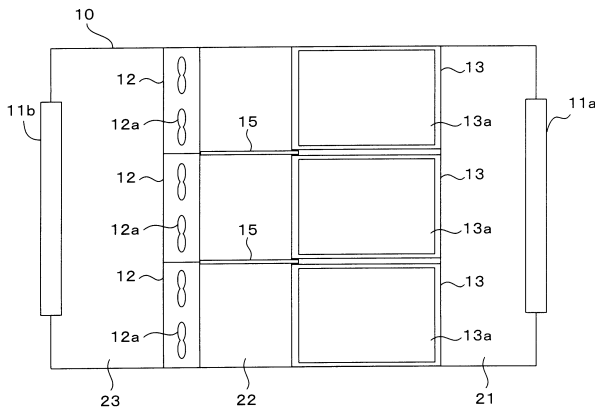
10...コンテナ、11a...吸気口、11b...排気口、12...冷却ファンユニット、13...ラック、13a...サーバ、14...仕切り板、15...可動壁、16...可動板、18...ダンパー、21...コールドアイル、22...第1のホットアイル、23...第2のホットアイル、24...暖気循環路、30...制御部、31...CPU、32...温度センサ、33...可動壁駆動部、34...可動板駆動部、35...設定部、36...消費電力センサ。

30

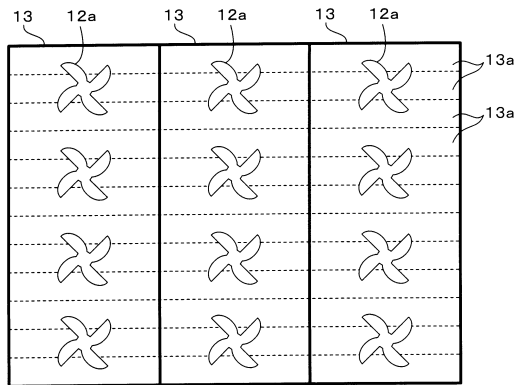
【図1】



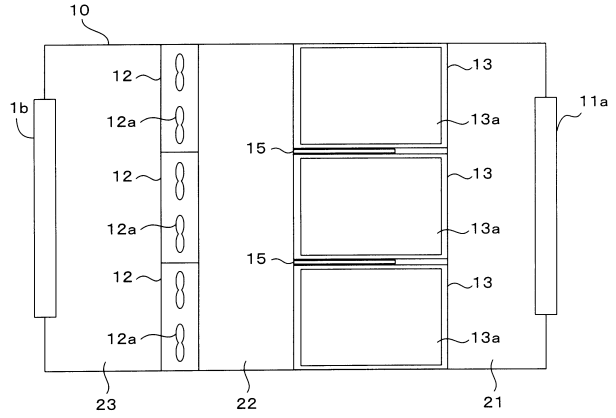
【図2】



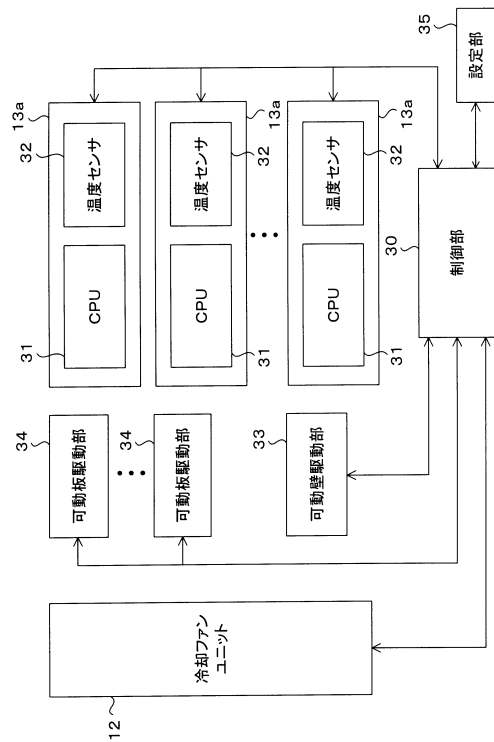
【図4】



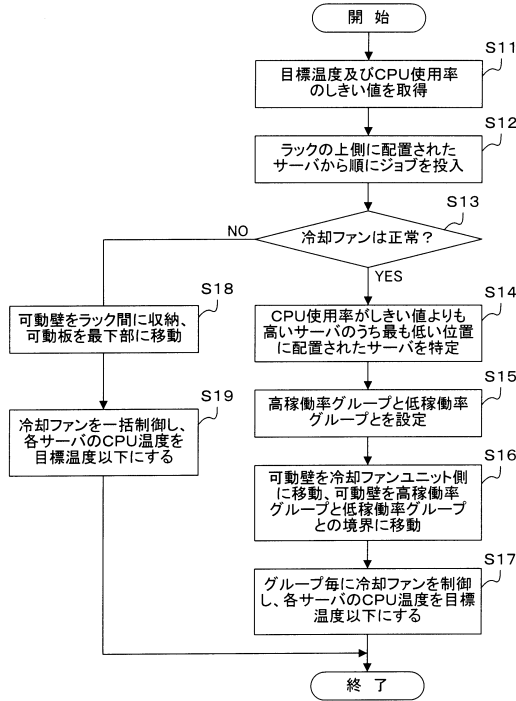
【図3】



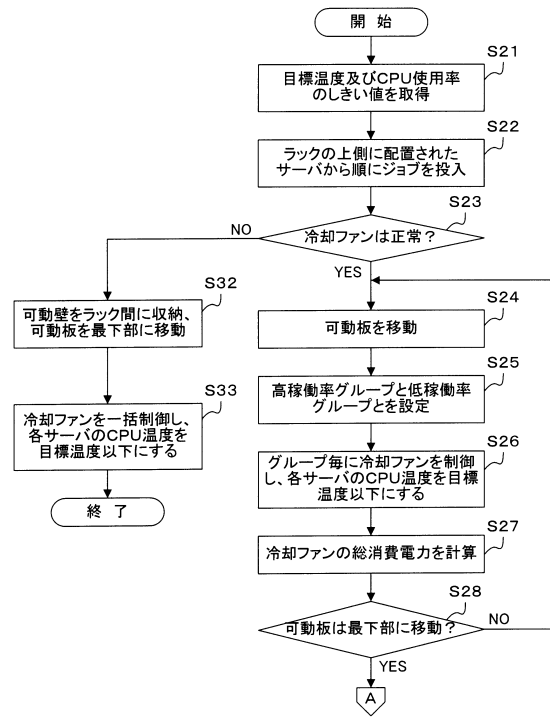
【図5】



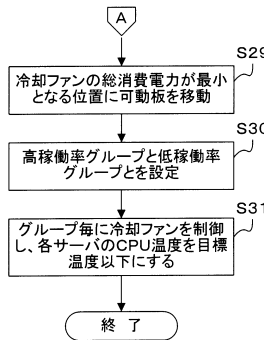
【図6】



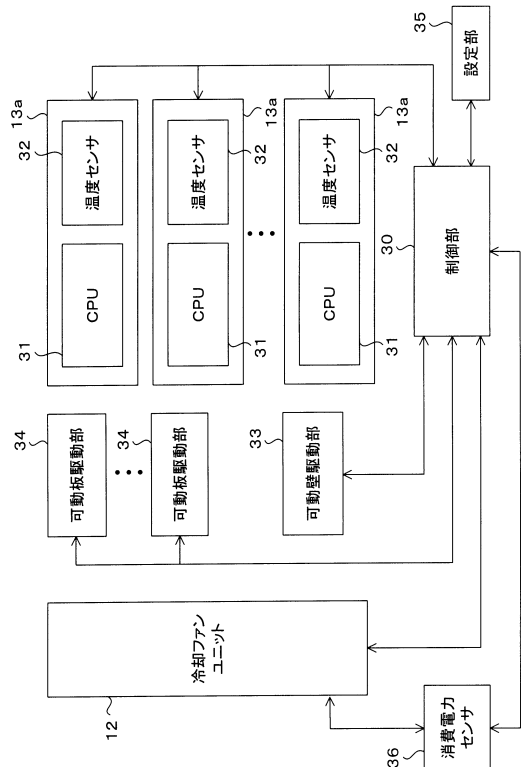
【図7】



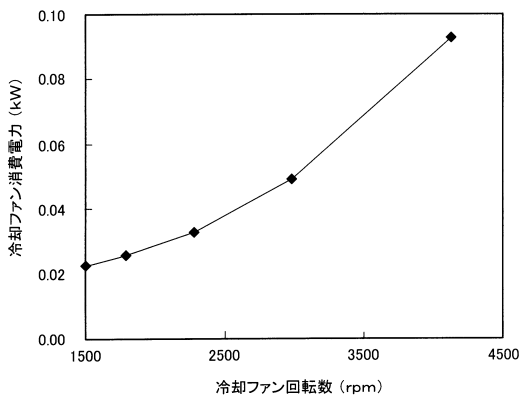
【図8】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 近藤 正雄

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

審査官 田川 泰宏

(56)参考文献 特開2009-140421(JP,A)

特開2011-100806(JP,A)

特開2010-108324(JP,A)

特開2011-238764(JP,A)

特開2008-242614(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 1/20

G06F 1/32

H05K 7/20