

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6020175号
(P6020175)

(45) 発行日 平成28年11月2日(2016.11.2)

(24) 登録日 平成28年10月14日(2016.10.14)

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

請求項の数 5 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2013-50 (P2013-50)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成25年1月4日(2013.1.4)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2014-132379 (P2014-132379A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成26年7月17日(2014.7.17)	(74) 代理人	100091672
審査請求日	平成27年9月3日(2015.9.3)		弁理士 岡本 啓三
		(72) 発明者	梅宮 茂良
			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	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	有岡 孝祐
			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】 モジュール型データセンタとその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

筐体と、

前記筐体内に設けられ、第1の冷却風を生成する第1のファンと、

前記筐体内に設けられ、前記第1の冷却風が供給される複数の電子機器と、

前記複数の電子機器のうち一部の電子機器に第2の冷却風を供給すると共に、前記第1のファンの消費電力の最低値よりも低い消費電力で駆動する第2のファンとを有し、

前記複数の電子機器の使用率又は消費電力の代表値が所定値よりも小さくなったときに、複数の前記電子機器の各々のジョブを前記一部の電子機器に移し、前記一部以外の電子機器の電源を切り、前記第2のファンの駆動を開始し、前記第1のファンの駆動を停止するモジュール型データセンタ。

【請求項2】

前記複数の電子機器を収容するラックと、

前記ラックに移動可能な状態で設けられ、前記第2のファンを保持するフレームとを更に有し、

前記代表値が前記所定値よりも小さくなったときに、前記フレームが移動して前記第2のファンが前記一部の電子機器に対向し、

前記代表値が前記所定値以上になったときに、前記フレームが移動して前記第2のファンが前記一部の電子機器から退避することを特徴とする請求項1に記載のモジュール型データセンタ。

【請求項 3】

前記筐体に、前記第 1 のファンによって吸気された外気が通る吸気口が設けられ、
前記筐体内の温度が所定温度よりも高いときに前記吸気口を開き、前記筐体内の温度が前記所定温度以下のときに前記吸気口を閉じる開閉部を更に有することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のモジュール型データセンタ。

【請求項 4】

前記複数の電子機器とは別に記憶ユニットが設けられ、
前記複数の電子機器の各々で共有されるデータが、前記記憶ユニットに記憶されたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のモジュール型データセンタ。

【請求項 5】

筐体内の第 1 のファンで生成された第 1 の冷却風を、前記筐体内の複数の電子機器に供給し、

複数の前記電子機器の使用率又は消費電力の代表値が所定値よりも小さくなったときに、前記複数の電子機器のうちの一部の電子機器に、前記複数の電子機器の各々のジョブを移し、

前記一部以外の前記電子機器の電源を切り、

前記第 1 のファンの消費電力の最低値よりも低い消費電力で駆動する第 2 のファンで第 2 の冷却風を生成することにより、前記一部の電子機器に前記第 2 の冷却風を供給し、

前記第 1 のファンの駆動を停止する、

モジュール型データセンタの制御方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、モジュール型データセンタとその制御方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

高度情報化社会の到来に伴い、データセンタに設置されるサーバ等の電子機器では大量のデータが扱われるようになり、データセンタ全体の消費電力は増加傾向にある。また、一つのラックに実装されるサーバの数が増加していることもこのように消費電力が増大する一因となっている。

【0003】

消費電力の増大によってサーバの発熱量も増大することになるが、その発熱量はサーバの使用率によって変動する。例えば、サーバの使用率が大きくなれば発熱量が増大し、使用率が小さくなれば発熱量が低減する。そして、全てのサーバの使用率が最大となったときに、各サーバの総発熱量も最大となる。

【0004】

データセンタにはサーバを空冷するための空調機が設けられる。各サーバの冷却不足を防止するために、その空調機の最大冷却能力は、最大の使用率で最大の発熱量を発生している全サーバを冷却し得る値に設定されることがある。

【0005】

但し、データセンタ内の全サーバが常に最大の使用率で動作することはまれである。更に、その空調機の最大冷却能力にみあった発熱量を発生するサーバがデータセンタ内に設置されているとも限らない。

【0006】

これらの場合には、空調機の風量を減らすことにより各サーバの過剰冷却を防止することになるが、各サーバの使用率が低い場合には風量を最低に設定してもなお各サーバが過剰に冷却され、かつ、空調機の消費電力が無駄になる。

【0007】

データセンタの省エネルギー特性を表す指標の一つにPUE(Power Usage Effectiveness)がある。PUEは、データセンタの全体の消費電力をその中のサーバの消費電力で除したもの

10

20

30

40

50

であり、その値が1に近いほどデータセンタにおける電力の使用効率が良いことになる。上記のようにサーバが過剰冷却されている場合等は、空調機で必要以上に電力が消費されているため、PUEは1よりもかなり大きくなってしまふ。

【0008】

このように、データセンタにおいては各サーバの使用率が低い場合に空調機に無駄な電力消費が発生して省エネルギー化が図れないという問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2011-226737号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

モジュール型データセンタとその制御方法において、電子機器の使用率が低い場合でも空調に要する電力を低減できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

以下の開示の一観点によれば、筐体と、前記筐体内に設けられ、第1の冷却風を生成する第1のファンと、前記筐体内に設けられ、前記第1の冷却風が供給される複数の電子機器と、前記複数の電子機器のうちの一部の電子機器に第2の冷却風を供給すると共に、前記第1のファンの消費電力の最低値よりも低い消費電力で駆動する第2のファンとを有し、前記複数の電子機器の使用率又は消費電力の代表値が所定値よりも小さくなったときに、複数の前記電子機器の各々のジョブを前記一部の電子機器に移し、前記一部以外の電子機器の電源を切り、前記第2のファンの駆動を開始し、前記第1のファンの駆動を停止するモジュール型データセンタが提供される。

20

【0012】

また、その開示の別の観点によれば、筐体内の第1のファンで生成された第1の冷却風を、前記筐体内の複数の電子機器に供給し、複数の前記電子機器の使用率又は消費電力の代表値が所定値よりも小さくなったときに、前記複数の電子機器のうちの一部の電子機器に、前記複数の電子機器の各々のジョブを移し、前記一部以外の前記電子機器の電源を切り、前記第1のファンの消費電力の最低値よりも低い消費電力で駆動する第2のファンで第2の冷却風を生成することにより、前記一部の電子機器に前記第2の冷却風を供給し、前記第1のファンの駆動を停止するモジュール型データセンタの制御方法が提供される。

30

【発明の効果】

【0013】

以下の開示によれば、複数の電子機器の使用率等が低くなったとき、一部の電子機器にジョブを移してこれらの電子機器に第2のファンで第2の冷却風を供給する。第2のファンの消費電力は、第1のファンの消費電力の最低値よりも低いので、これによりモジュール型データセンタ内において空調に要する電力を削減することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0014】

【図1】図1は、第1実施形態に係るデータセンタの断面図である。

【図2】図2は、第1実施形態におけるフレームとその周囲の拡大断面図である。

【図3】図3は、第1実施形態において、排気口側から見たラックの背面図である。

【図4】図4は、第1実施形態において、ラック側から見たファンユニットの正面図である。

【図5】図5は、第1実施形態に係るモジュール型データセンタの制御方法について示すフローチャートである。

【図6】図6は、第1実施形態においてステップP1を行った時点におけるデータセンタの断面図である。

50

【図 7】図 7 は、第 1 実施形態においてステップ P8 を行った時点におけるデータセンタの断面図である。

【図 8】図 8 は、第 1 実施形態における片寄せ処理のフローチャートである。

【図 9】図 9 は、第 1 実施形態における開閉部の開閉動作について示すフローチャートである。

【図 10】図 10 は、全ての電子機器の CPU 使用率と消費電力との関係について示すグラフである。

【図 11】図 11 は、ファンユニットの回転数の設定値と、ファンユニットの消費電力との関係を示すグラフである。

【図 12】図 12 は、第 2 実施形態におけるラックの一部拡大断面図である。

10

【図 13】図 13 は、第 3 実施形態におけるフレームとその周囲の拡大断面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下に、添付図面を参照しながら各実施形態について説明する。

【0016】

(第 1 実施形態)

図 1 は、本実施形態に係るデータセンタの断面図である。

【0017】

このデータセンタ 1 は、屋外や建物内に設置される直方体状のコンテナ 2 を備え、そのコンテナ 2 の内側にファンユニット 3 とこれに対向するラック 5 が設けられる。

20

【0018】

コンテナ 2 は、筐体の一例であって、外気 A が通る吸気口 2 a と排気口 2 b とを有する。吸気口 2 a には開閉部 1 9 として複数の可動ルーバが設けられており、その稼働ルーバによって吸気口 2 a が開いたり閉じたりする。

【0019】

更に、吸気口 2 a にはフィルタ 1 7 が設けられる。フィルタ 1 7 は、例えば集塵フィルタやケミカルフィルタであって、吸気口 2 a からコンテナ 2 の内部に粉塵や有害な化学物質が侵入するのを防止する機能を有する。

【0020】

ファンユニット 3 は、コンテナ 2 の吸気口 2 a から外気 A を吸気するための複数の第 1 のファン 4 を有しており、その第 1 のファン 4 によって外気 A から第 1 の冷却風 B1 が生成される。

30

【0021】

そのファンユニット 3 には外気 A を冷却するための熱交換器が設けられておらず、第 1 のファン 4 によって外気 A と同じ温度の第 1 の冷却風 B1 が生成される。

【0022】

ラック 5 は複数の電子機器 7 を収容する。電子機器 7 は、例えばラックマウント型のサーバであって、ラック 5 内において平積みされる。本実施形態では電子機器 7 のうちの一台を制御部 7 x として用い、その制御部 7 x がファンユニット 3 に対して第 1 の制御信号 S₁ を出力することにより第 1 のファン 4 の回転数を制御する。

40

【0023】

なお、電子機器 7 とは別にホストコンピュータを設け、そのホストコンピュータを制御部 7 x として用いてもよい。

【0024】

また、制御部 7 x は、上記の開閉部 1 9 に対して開閉信号 S_G を出力することにより、開閉部 1 9 の開閉動作を制御する。

【0025】

そして、ファンユニット 3 とラック 5 との間の空間は、第 1 の冷却風 B1 が流通するコールドアイル 1 4 として機能すると共に、作業者が各電子機器 7 に対してメンテナンスを行うための空間としても供せられる。

50

【 0 0 2 6 】

また、コールドアイル 1 4 の上部には温度センサ 1 6 が設けられる。温度センサ 1 6 は、コールドアイル 1 4 内の温度 T を計測し、その結果を温度情報 S_T として制御部 7 x に出力する。

【 0 0 2 7 】

上記の第 1 の冷却風 B1 は各電子機器 7 を空冷した後、これらの電子機器 7 によって暖められて排気流 E となり、コンテナ 2 の排気口 2 b から排気される。

【 0 0 2 8 】

なお、この例ではコールドアイル 1 4 の上に天板 8 を設けると共に、その天板 8 とコンテナ 2 の天井面 2 c との間にクリアランスを設け、排気流 E の一部をそのクリアランスを介してファンユニット 3 の上流側に戻す。これにより、暖かな排気流 E で第 1 の冷却風 B1 が暖められるので、各電子機器 7 が第 1 の冷却風 B1 で過剰に冷却されるのを防止できる。

【 0 0 2 9 】

また、ラック 5 の上面 5 a には、後述の第 2 のファン 9 a を保持したフレーム 9 が設けられる。

【 0 0 3 0 】

その第 2 のファン 9 a の回転数は、制御部 7 x から出力される第 2 の制御信号 S_2 によって制御される。

【 0 0 3 1 】

図 2 は、フレーム 9 とその周囲の拡大断面図である。

【 0 0 3 2 】

図 2 に示すように、ラック 5 の上面 5 a には、第 1 のギア 1 3 を回転駆動させるモータ 1 1 が固定される。そして、フレーム 9 には、第 1 のギア 1 3 と噛み合った第 2 のギア 1 5 が固定される。

【 0 0 3 3 】

本実施形態では、モータ 1 1 の回転運動で各ギア 1 3、1 5 を介してフレーム 9 が矢印 J の方向に回転し、複数の電子機器 7 のうちの一部に第 2 のファン 9 a を対向させたり、ラック 5 の上に第 2 のファン 9 a を退避させたりすることができる。

【 0 0 3 4 】

そのモータ 1 1 の回転数は、上記の第 2 の制御信号 S_2 に基づいて制御部 7 x が制御する。

【 0 0 3 5 】

なお、フレーム 9 の回転がラック 5 によって妨げられないようにするため、ラック 5 の上面 5 a にはフレーム 9 が通過する大きさの開口 5 b が設けられる。また、図 2 の例ではラック 5 の上に第 2 のファン 9 a を退避させるときにフレーム 9 を倒立させているが、第 2 のファン 9 a の退避時にフレーム 9 を水平に寝かせることによりフレーム 9 で開口 5 b を塞いでもよい。

【 0 0 3 6 】

また、第 2 のファン 9 a に対向させる電子機器 7 の台数は特に限定されない。この例では、一つのラック 5 において上から三台目までの電子機器 7 を第 2 のファン 9 a に対向させる。

【 0 0 3 7 】

そして、この状態で第 2 のファン 9 a を駆動すると第 2 の冷却風 B2 が生成され、この第 2 の冷却風 B2 によって第 2 のファン 9 a に対向している電子機器 7 が冷却されることになる。

【 0 0 3 8 】

第 2 のファン 9 a は、このように複数の電子機器 7 のうちの一部のみを冷却すればよい。そのため、そのファンの直径や風量は第 1 のファン 4 のそれよりも小さい。これにより、一つの第 2 のファン 9 a の消費電力も、一つの第 1 のファン 4 の消費電力の最低値 P_{min} よりも小さい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 9 】

なお、消費電力の最低値 P_{min} は、第1のファン4の回転数の制御範囲のうち、最低の回転数を得るときの第1のファン4の消費電力である。その回転数よりも低いと第1のファン4の挙動が安定しなくなったり、第1のファン4が回転せずに停止してしまうので、第1の冷却風B1の風量を更に低くするには第1のファン4をオフ状態にし、第1の冷却風B1の風量を0にする。

【 0 0 4 0 】

また、各電子機器7には、上記の第1の冷却風B1や第2の冷却風B2を流通させるための第1の開口7aと第2の開口7bとが互いに対向するように設けられる。本実施形態ではこれらの冷却風B1、B2によって各電子機器7の内部が冷却されるため、電子機器7自身に冷却用のファンを設ける必要がなく、各電子機器7としてファンレスサーバを使用することができる。ファンレスサーバは、ファンがない分だけ消費電力が低いため、データセンタ1の省エネルギー化に資することができる。

10

【 0 0 4 1 】

また、各開口7a、7bの位置も特に限定されない。本実施形態では、第1の開口7aを第1のファン4(図1参照)に対向させることにより、第1の開口7aから第1の冷却風B1を取り込み易くする。そして、第2の開口7bを第2のファン9aに対向させることにより、第2の冷却風B2が第2の開口7bを通り易くなるようにする。

【 0 0 4 2 】

更に、各電子機器7の内部には、上記の第1の冷却風B1や第2の冷却風B2で冷却されるCPU(Central Processing Unit)、MPU(Micro Processing Unit)、及びGPU(Graphical Processing Unit)等の演算処理ユニット7yが設けられる。

20

【 0 0 4 3 】

図3は、排気口2b側から見たラック5の背面図である。

【 0 0 4 4 】

図3に示すように、この例では三つのラック5を横方向に並べる。そして、これらのラック5に対応して三つのフレーム9が各ラック5に設けられ、各フレーム9においては第2のファン9aが行列状に複数配置される。

【 0 0 4 5 】

図4は、ラック5側から見たファンユニット3の正面図である。

30

【 0 0 4 6 】

図4に示すように、第1のファン4は三つのラック5の各々に対向するように行列状に配列される。この例では、一つのラック5に対して6行×2列の合計12個の第1のファン4が対向する。

【 0 0 4 7 】

第1のファン4の各々は、上記のように第1の冷却風B1を生成して各電子機器7を冷却する役割を担うが、各電子機器7の発熱量はその使用率に応じて変わる。そのため、本実施形態では複数の第1のファン4の各々の回転数を制御することにより第1の冷却風B1の風量を最適化し、各電子機器7が過剰冷却や冷却不足の状態にならないようにする。

【 0 0 4 8 】

第1のファン4の制御の単位は特に限定されないが、本実施形態では第1のファン4の回転数の制御をラック単位で行ごとに行うことにより、各ファン4に対向する電子機器7の発熱量に適した風量の第1の冷却風B1を生成する。その結果、一つのラック5に対向する同じ行にある二つの第1のファン4の回転数は同一となる。また、行が異なれば第1のファン4の回転数が異なることもある。

40

【 0 0 4 9 】

次に、本実施形態に係るモジュール型データセンタの制御方法について説明する。

【 0 0 5 0 】

図5は、本実施形態に係るモジュール型データセンタの制御方法について示すフローチャートである。

50

【 0 0 5 1 】

以下では、このフローチャートに従ってラック5ごとに制御を行うが、制御対象を各ラック5に制限せずに、全てのラック5の全ての電子機器7をこのフローチャートに従って制御してもよい。

【 0 0 5 2 】

最初のステップP1では、制御部7xの制御下で第1のファン4を駆動することにより、電子機器7の各々に第1の冷却風B1を供給する。

【 0 0 5 3 】

図6は、このステップP1を行った時点におけるデータセンタ1の断面図である。

【 0 0 5 4 】

なお、図6では電源が入れている電子機器7にハッチングを掛けており、この例では全ての電子機器7の電源が入れている。

【 0 0 5 5 】

また、本ステップでは第1のファン4を駆動させるので、吸気口2aから外気Aが取り込まれる。

【 0 0 5 6 】

そして、第2のファン9aを保持するフレーム9はラック5の上面側に退避しており、電子機器7から出る排気流Eの流れが第2のファン9aによって妨げられないようにする。

【 0 0 5 7 】

次に、ステップP2に移り、制御部7xが、一つのラック5における全ての電子機器7の各々の使用率 R_i を取得する。

【 0 0 5 8 】

使用率 R_i は、各電子機器7が備える演算処理ユニット7yの使用率であって、これらの演算処理ユニット7yから出力される信号に基づいて制御部7xが電子機器7ごとに取得する。一つのラック5に電子機器7がn台あるときは、n個の使用率 R_1 、 R_2 、...、 R_n を求めることになる。

【 0 0 5 9 】

なお、使用率 R_i に代えて、一つのラック5における全ての電子機器7の各々の消費電力 P_i を取得してもよい。

【 0 0 6 0 】

次に、ステップP2に移り、上記の使用率 R_1 、 R_2 、...、 R_n の平均値を制御部7xが求め、その値をこれらの使用率の代表値Rとする。各使用率が大きいほど各電子機器7の発熱量は多くなるため、この代表値Rは各電子機器7の発熱量を知る目安となる。

【 0 0 6 1 】

なお、代表値Rの計算方法はこれに限定されず、使用率 R_1 、 R_2 、...、 R_n の最大値を代表値Rとして求めてもよい。

【 0 0 6 2 】

また、ステップP1において各電子機器7の消費電力 P_i を取得する場合は、使用率の代表値Rに代えて、消費電力 P_1 、 P_2 、...、 P_n の平均値を消費電力の代表値Pとして求め、以下の各ステップでその代表値Pを使用してもよい。消費電力 P_1 、 P_2 、...、 P_n が大きいほど各電子機器7の発熱量は多くなるため、代表値Pも各電子機器7の発熱量を知る目安となり得る。

【 0 0 6 3 】

次いで、ステップP4に移り、上記の使用率の代表値Rを用いて後述の片寄せ処理を行う。片寄せ処理は、複数の電子機器7のうちの一部の電子機器7で処理しているジョブを他の電子機器7に移動し、移動元の電子機器7の電源を切ることで省エネルギー化を実現する処理である。

【 0 0 6 4 】

詳細については後述するが、本実施形態では片寄せ処理をラック単位で行い、一つのラ

10

20

30

40

50

ック5で稼働している電子機器7のうち最も下に位置する電子機器7のジョブを同一のラック5内でそれよりも上の電子機器7に移す。

【0065】

その結果、ステップP4の終了時には、一つのラック5において下から数台の電子機器7の電源が停止され、これらの電子機器7を第1の冷却風B1で冷却する必要がない場合が生じる。

【0066】

この場合は、ファンユニット3の消費電力を削減するために、複数の第1のファン4を下から順に停止させ、稼働中の電子機器7に対向する第1のファン4のみを回転させるのが好ましい。

10

【0067】

そこで、次のステップP5では、1ラックあたり6行×2列に配列された第1のファン4のうち、下から何台目までの第1のファン4を停止すべきかを判断する。この判断も、制御部7xがラック単位で行う。

【0068】

停止すべき第1のファン4の台数Nを計算する方法は特に限定されない。この例では、次の式(1)によりNを算出し、一つのラック3において下からN台目までの第1のファン4を将来的に停止させるものとする。

【0069】

$$N = [6 - \text{Int}[(\text{稼働している電子機器7の台数}) / 6]] \times 2 \dots (1)$$

20

なお、式(1)におけるInt()は、引数を超えない最大の整数値を与える関数である。本実施形態ではその引数が6で除されているので、6台の電子機器7ごとに第1のファン4の駆動の有無を判断することになる。また、最後に2を乗じているのは、図4のように1ラックあたり2列の第1のファン4が設けられていることによる。

【0070】

式(1)によれば、例えば、片寄せ処理によってもなお稼働が継続している電子機器7の台数が6台のときは $N = 10$ となるため、下から10台の第1のファン4を将来的に停止させることになる。

【0071】

また、本ステップでは、これらN台以外の第1のファン4については駆動させたままにすると判断する。駆動させたままにする第1のファン4の台数Kは、1ラックあたりの第1のファン4の総数とNとの差で与えられ、例えば1ラックあたり12台の第1のファン4があるときは、 $K = 12 - N$ となる。

30

【0072】

ここで、この時点でN台の第1のファン4を停止させてしまうと、コールドアイル14(図1参照)の圧力が低下して排気流Eが各電子機器7を逆流するおそれがある。

【0073】

よって、このステップP5では、上記のN台の第1のファン4の電源を切らずに、これらの第1のファン4の設定風量を最低値にする。

【0074】

次に、ステップP6に移り、ステップP5で駆動したままにする判断された第1のファン4の台数Nが、1ラックあたり1台より多いかどうかを制御部7xが判断する。ここで、1台よりも多いと判断された場合には、図4の少なくとも一番上の行の2台の第1のファン4の回転は維持されることになる。

40

【0075】

本ステップで1台よりも多いである(YES)と判断された場合には、ステップP31に移り、制御部7xが第2のファン9aが稼働しているかどうかを判断する。そして、稼働している(YES)と判断された場合にはステップP32で第2のファン9aを停止すると共にフレーム9をラック5の上に退避させ、稼働していない(NO)と判断した場合には所定の時間をおいた後に再びステップP2~P6を行う。

50

【 0 0 7 6 】

一方、ステップP6で1台よりも多くはない（NO）と判断された場合には、ステップP7に移る。

【 0 0 7 7 】

上記のように、この例では1ラックあたり6行×2列に第1のファン4が設けられており、第1のファン4の制御を行単位で行うため、1ラックにおいて同じ行の2つの第1のファン4は同時に制御される。よって、ステップP6で1台よりも多くはないと判断されたときは、全ての第1のファン4を停止させることになる。

【 0 0 7 8 】

但し、ここで全ての第1のファン4を停止させてしまうと、上記のように排気流Eが各電子機器7を逆流するおそれがある。

10

【 0 0 7 9 】

したがって、ステップP7においては、全ての第1のファン4の回転を停止させる前に、フレーム9を回転させて第2のファン9aを一部の電子機器7に対向させる。そして、この状態で第2のファン9aを回転させることにより、第2の冷却風B2で一部の電子機器7を冷却する。

【 0 0 8 0 】

次に、ステップP8に移り、全ての第1のファン4の回転を停止させる。

【 0 0 8 1 】

図7は、このステップP8を行った時点におけるデータセンタ1の断面図である。

20

【 0 0 8 2 】

なお、図6と同様に図7でも電源が入れている電子機器7にハッチングを掛けある。この例では、ステップP4の片寄せ処理によって一つのラック5の上から3台までの電子機器7の電源が入れられており、それ以外の電子機器7の電源は切られている。

【 0 0 8 3 】

また、この時点では第1のファン4が停止しているため外気Aは吸気口2aを流通しない。

【 0 0 8 4 】

そして、電源が入れている電子機器7に第2のファン9aが対向し、その第2のファン9aによって生成された第2の冷却風B2（図2参照）によってのみこれらの電子機器7が冷却される。

30

【 0 0 8 5 】

これにより、ファンユニット3の消費電力は0となり、本ステップの実行中に消費される空調用の消費電力は第2のファン9aの消費電力のみとなる。

【 0 0 8 6 】

その第2のファン9aの消費電力は、上記したように第1のファン4の消費電力の最低値よりも低いので、本実施形態では第1のファン4のみで空調を行う場合よりも空調用の電力を削減できる。

【 0 0 8 7 】

なお、この時点では駆動中の電子機器7に対して第2のファン9aから第2の冷却風B2が供給されているので、全ての第1のファン4を停止させてもこれらの電子機器7を排気流Eが逆流するおそれはない。

40

【 0 0 8 8 】

続いて、ステップP9に移り、コールドアイル14の温度に応じて開閉部19を開閉させる。このステップの詳細については後述する。

【 0 0 8 9 】

次に、上記したステップP4の片寄せ処理について説明する。

【 0 0 9 0 】

片寄せ処理は、ラック全体でのジョブの処理数が少ない場合に、ラック5の下から順に電子機器7のジョブを他の電子機器7に移動し、ジョブの移動元の電子機器7の電源を切

50

ってデータセンタ1の省エネルギー化を実現する技術である。

【0091】

その片寄せ処理は、以下のようにラックごとに行われる。

【0092】

図8は、片寄せ処理のフローチャートである。

【0093】

まず、最初のステップP11では、制御部7xが、図5のステップP2で計算した使用率の代表値Rが第1の所定値 R_{01} よりも小さいかどうかを判断する。第1の所定値 R_{01} は、片寄せ処理が可能な程度にまで一つのラック内において電子機器7の使用率が低下しているかどうかを判断するための目安となる値であって、ユーザによって予め設定される。この例では第1の所定値 R_{01} を例えば60%とする。

10

【0094】

ここで、代表値Rは第1の所定値 R_{01} よりも小さい（YES）と判断された場合にはステップP12に移る。

【0095】

ステップP12では、一つのラック5内で稼働している電子機器7のうち、最も下にある電子機器7に新規にジョブを投入するのを中止する。

【0096】

次いで、ステップP13に移り、一つのラック5内で稼働している電子機器7のうち、最も下にある電子機器7が処理していたジョブを、同一ラック内でその電子機器7よりも上にある他の電子機器7に移す。

20

【0097】

そして、ステップP14に移り、一つのラック5内で稼働している電子機器7のうち最も下にある電子機器7の電源を切る。

【0098】

なお、電源を切る対象に制御部7xとして供される電子機器7が含まれないようにするため、制御部7xは一つのラック5の一番上に設けるのが好ましい。

【0099】

ここまでのステップにより上記の片寄せ処理が終了する。

【0100】

一方、上記のステップP11において使用率の代表値Rが第1の所定値 R_{01} よりも小さくない（NO）と判断された場合にはステップP15に移る。

30

【0101】

ステップP15では、制御部7xの制御下において、一つのラック5の中に電子機器7の電源が切られているものがあるかどうかを判断する。

【0102】

ここで、電源が切られている電子機器7がない（NO）と判断された場合には片寄せ処理を終了し、電源が切られている電子機器7がある（YES）と判断された場合にはステップP16に移る。

【0103】

そのステップP16では、制御部7xが、図5のステップP2で計算した使用率の代表値Rが、第2の所定値 R_{02} 以上であるかどうかを判断する。第2の所定値 R_{02} は、片寄せ処理で電源が切られている電子機器7の電源を再投入しなければならない程度にジョブ数が増えているかどうかを判断するための目安となる値であって、ユーザによって予め設定される。この例では、第2の所定値 R_{02} を例えば90%とする。

40

【0104】

ここで、第2の所定値 R_{02} 以上ではない（NO）と判断された場合には処理を終了し、第2の所定値 R_{02} 以上である（YES）と判断された場合にはステップP17に移る。

【0105】

そのステップP17では、一つのラック5において電源が切られている電子機器7のうち

50

、最も上にある電子機器 7 の電源を再び入れる。このように電子機器 7 の電源を入れるか否かの判断を上記の第 1 の所定値 R_{01} と第 2 の所定値 R_{02} を基準にして行うことで、各電子機器 7 の使用率の代表値 R は $R_{01} \sim R_{02}$ の範囲に収まることになる。

【 0 1 0 6 】

その後、ステップp18に移り、ステップP17で電源を入れた電子機器 7 に、それ以外の電子機器 7 で処理していたジョブを投入する。

【 0 1 0 7 】

以上により、片寄せ処理の基本ステップを終了する。

【 0 1 0 8 】

このような片寄せ処理によって、一つのラック 5 において稼働している電子機器 7 の数は片寄せ処理を行う前と比較して少なくなる。よって、これらの電子機器 7 を冷却するために吸気口 2 a から取り込む外気Aの量も少なくて済み、開閉部 1 9 を制御して吸気口 2 a 一時的に閉じることが可能となる。

10

【 0 1 0 9 】

開閉部 1 9 の開閉動作は、上記のように図 5 のステップP9において行われる。そこで、以下ではステップP9における開閉部 1 9 の開閉動作について説明する。

【 0 1 1 0 】

図 9 は、開閉部 1 9 の開閉動作について示すフローチャートである。

【 0 1 1 1 】

まず、ステップP20において、開閉信号 S_G に基づいて制御部 7 x が開閉部 1 9 を制御して、開閉部 1 9 で吸気口 2 a を閉じる。

20

【 0 1 1 2 】

コンテナ 2 を建物の室内に設置しており、外気Aとしてその建物内の空調機で生成された冷気を使用している場合には、このように吸気口 2 a を閉じることでその冷気を他のコンテナ 2 に使用することができる。また、この場合には、上記のように可動している電子機器 7 の台数が少ないため、建物内の空調機の設定温度を下げることもできる。

【 0 1 1 3 】

また、コンテナ 2 を屋外に設置している場合には、このように吸気口 2 a を閉じることで冬季等において冷たい外気Aで電子機器 7 が過剰に冷却されるのを防止することができる。

30

【 0 1 1 4 】

更に、屋外と室内のいずれにコンテナ 2 を設置している場合でも、外気Aに含まれる粉塵等でフィルタ 1 7 が目詰まりを起こすのを抑制でき、フィルタ 1 7 の寿命を延ばすことが可能となる。

【 0 1 1 5 】

次に、ステップP21に移り、温度センサ 1 6 から出力される温度情報 S_T に基づいて、制御部 7 x がコールドアイル 1 4 の上部の温度 T を把握する。

【 0 1 1 6 】

そして、ステップP22に移り、その温度 T が所定温度 T_0 よりも高いか否かを制御部 7 x が判断する。所定温度 T_0 は、これよりも高い温度で各電子機器 7 を運用したのではこれらの電子機器 7 が不具合を起こすおそれのある温度であって、本実施形態では所定温度 T_0 として 3 0 を採用する。

40

【 0 1 1 7 】

そして、本ステップにおいて温度 T が所定温度 T_0 よりも高い (YES) と判断された場合にはステップP23に移る。

【 0 1 1 8 】

そのステップP23では、開閉部 1 9 を開くことにより吸気口 2 a から外気Aを取り込み、コールドアイル 1 4 の温度 T を下げるようにする。なお、本ステップは、開閉信号 S_G に基づいて制御部 7 x が開閉部 1 9 を制御することにより行われる。

【 0 1 1 9 】

50

一方、ステップP22において温度Tが所定温度 T_0 よりも高くない(NO)と判断された場合には、高温によって各電子機器7が不具合を起こすおそれがないので、吸気口2aを閉じた状態を維持する。

【0120】

以上により、開閉部19の開閉動作の基本ステップを終了する。

【0121】

各電子機器7の使用率が低い場合にはラック5の全体の発熱量も小さくなるため、上記のステップP20のように吸気口2aを閉じてコンテナ2内の温度が上昇するまである程度の時間を要する。よって、ステップP20やステップP23を繰り返して吸気口2aを間欠的に開くことで、電子機器7の過剰冷却やフィルタ17の目詰まり等を防止できる。

10

【0122】

上記した本実施形態によれば、図5と図8に示したように、片寄せ処理で一部の電子機器7のみにジョブを処理させつつ、第1のファン4を停止してそれらの電子機器7を第2のファン9aで冷却すると共に、残りの電子機器7の電源を切る。

【0123】

このように電子機器7の電源を切ることでデータセンタ1の消費電力を低減でき、また、第1のファン4よりも消費電力が低い第2のファン9aで駆動中の電子機器7を冷却することで一層の低消費電力化が図られる。

【0124】

次に、本願発明者が行った調査結果について説明する。

20

【0125】

この調査では、上記の片寄せ処理でどの程度の電力が削減するかについて調べられた。

【0126】

その調査では、一つのラック5につき40台の電子機器7を搭載することにより、三つのラック5で合計で120台の電子機器7を搭載した。

【0127】

そして、120台の全ての電子機器7の電源を入れた状態で、これら全ての電子機器7におけるCPU使用率と消費電力との関係を調査した。なお、CPU使用率は、専用のソフトウェアを用いることで、120台の全ての電子機器5に対して同一の値に設定した。

【0128】

その結果を図10に示す。

30

【0129】

図10に示すように、CPU使用率が0%のときであっても、電子機器7の消費電力の合計値は8kW程度の値となる。よって、電子機器7の電源が入れられている限り、CPU使用率が0%であっても消費電力は0kWにはならない。

【0130】

また、低負荷状態の電子機器7を想定するため、全ての電子機器7のCPU使用率が6%の場合を考える。この場合は、図10より電子機器7の合計の消費電力は9kWとなる。片寄せ処理をしない場合はこの消費電力が全電子機器7によって消費されることになる。

【0131】

その消費電力が片寄せ処理によってどの程度低減するのかを試算するため、各ラック5において上から3台までの電子機器7に対してのみ電源を入れ、これ以外の電子機器7の電源を切った場合を想定する。なお、ラック5は3台あるので、電源が入れられている電子機器7の台数は9台(=3×3台)である。

40

【0132】

この場合、電源を入れている9台の電子機器7の各々のCPU使用率を80%とすると、電源を切っているものを含めて120台全ての電子機器7のCPU使用率の平均値は6%(= {(80×9) + (0×111)} / 120)となる。よって、上記のようにCPU使用率が6%の120台の電子機器7で処理しているジョブを9台の電子機器7に移すと、その9台の電子機器7のCPU使用率は80%となる。

50

【 0 1 3 3 】

図 1 0 によれば、全ての電子機器 7 の CPU 使用率が 8 0 % のとき、全ての電子機器 7 の合計の消費電力は 1 7 kW であるから、一台の電子機器 7 では約 0 . 1 4 kW (= 1 7 kW / 1 2 0) の電力が消費される。

【 0 1 3 4 】

したがって、上記のように 9 台の電子機器 7 にジョブを移した場合、これら 9 台の電子機器 7 における合計の消費電力は 1 . 3 kW (= 9 × 0 . 1 4 kW) となる。この消費電力は、片寄せ処理をしない場合の消費電力 (9 kW) よりも小さな値である。このことから、片寄せ処理により電子機器 7 の合計の消費電力が低減できることが明らかとなった。

【 0 1 3 5 】

次に、このように片寄せ処理で 9 台の電子機器 7 にジョブを移し、これら 9 台の電子機器 7 を第 2 のファン 9 a のみで冷却することで、第 1 のファン 4 で冷却する場合よりも空調に要する消費電力がどの程度削減できるのかについて調査した。

【 0 1 3 6 】

図 1 1 は、ファンユニット 3 の回転数の設定値と、ファンユニット 3 の消費電力との関係を示すグラフである。

【 0 1 3 7 】

ファンユニット 3 の回転数の設定値は、全ての第 1 のファン 4 に共通に設定した回転数の設定値であって、これらのファン 4 で設定できる最大の回転数に対する百分率で表される。また、ファンユニット 3 の消費電力は、これら全ての第 1 のファン 4 の消費電力の合計値である。

【 0 1 3 8 】

なお、回転数の設定値の最小値を 2 5 % としたのは、設定値をこれよりも小さくすると第 1 のファン 4 で生成される第 1 の冷却風 B1 の風量が安定しなくなるためである。

【 0 1 3 9 】

また、ファンユニット 3 の回転数の設定値を増加させれば第 1 の冷却風 B1 の風量も増大する。

【 0 1 4 0 】

ここで、図 1 0 の場合と同様に、片寄せ処理によって各ラック 5 において上から 3 台までの電子機器 7 に対してのみ電源が入れられ、これらの電子機器 7 の CPU 使用率が 8 0 % の場合を想定する。この場合は、三つのラック 5 において合計で 9 台の電子機器 7 の電源が入れていることになる。

【 0 1 4 1 】

本実施形態を適用せずに第 1 のファン 4 のみで冷却を行う場合、ファンユニット 3 においてこれら 9 台の電子機器 7 に対向している図 4 の一番上の行の 6 台のみの第 1 のファン 4 を駆動すればよい。また、CPU 使用率が 8 0 % で各電子機器 7 は高負荷状態にあるため、これらの電子機器 7 を冷却するには 6 台の第 1 のファン 4 の回転数の設定値を 1 0 0 % にすればよいと考えられる。

【 0 1 4 2 】

図 1 1 によれば、設定値が 1 0 0 % のとき全ての第 1 のファン 4 の合計の消費電力は約 4 . 4 1 kW であるから、6 台の第 1 のファン 4 の合計の消費電力は 7 3 5 W (= 4 . 4 1 kW / 6) となる。第 2 のファン 9 a を用いずに第 1 のファン 4 のみで冷却を行う場合にはこれだけの電力が消費されることになる。

【 0 1 4 3 】

一方、本実施形態では、上記のように 1 ラックあたり 3 台の電子機器 5 の電源が入れているとき、図 5 のステップ P5 で駆動したままにすると判断される第 1 のファン 4 の台数 N は、0 台 (= 1 2 - [6 - Int [3 / 6]] × 2) となる。

【 0 1 4 4 】

よって、この場合は図 5 のステップ P6 において第 1 のファン 4 は 1 台よりも多くはない (NO) と判断され、ステップ P7 で第 2 のファン 9 a を駆動すると共に、ステップ P8 で全て

10

20

30

40

50

の第1のファン4を停止させる。

【0145】

ここで、第2のファン9aの一台あたりの消費電力を12Wとし、一つの電子機器7に対して4台の第2のファン9aを対向させるとする。このとき、電源が入れられている9台の電子機器7に対して合計で36台(=9×4台)の第2のファン9aが駆動することとなり、これら36台の第2のファン9aの合計の消費電力は432W(=36×12W)となる。

【0146】

この消費電力は、本実施形態を適用しない場合の消費電力(735W)よりも格段に小さく、空調に要する電力が本実施形態によって実際に削減できることが確認できた。

10

【0147】

(第2実施形態)

本実施形態では、以下のようにして各電子機器7の最上段に記憶ユニットを設ける。

【0148】

図12は、本実施形態におけるラック5の一部拡大断面図である。なお、図10において第1実施形態で説明したのと同じ要素には同じ符号を付し、以下ではその説明を省略する。

【0149】

図12に示すように、各電子機器7の最上段には記憶ユニット18が設けられる。記憶ユニット18は、各電子機器7で共有されるデータを記憶するのに使用され、例えばHDD(Hard Disk Drive)やSSD(Solid State Drive)等を記憶ユニット18として採用し得る。

20

【0150】

このような記憶ユニット18を設ける場合は、データを記憶するためのHDDやSSD等を各電子機器7に設ける必要がなくなり、各電子機器7としてディスクレスサーバを使用することができる。

【0151】

また、各電子機器7で共有されるデータをこれらの電子機器7に分散させておいたのでは、片寄せ処理で電子機器7の電源を切ったときにその電子機器7が記憶していたデータを他の電子機器7が使用できなくなる。本実施形態では上記のように各電子機器7で共有されるデータを記憶ユニット18に集約してあるので、片寄せ処理に伴って各電子機器7

30

【0152】

(第3実施形態)

第1実施形態では、図2に示したように、第2のファン9aはラック5の上面5aに回転可能な状態で設けられた。

【0153】

これに対し、本実施形態では、以下のように第2のファン9aを昇降可能な状態でラック5に設ける。

【0154】

図13は、本実施形態におけるフレーム9とその周囲の拡大断面図である。なお、図13において、第1実施形態で説明したのと同じ要素には第1実施形態におけるのと同じ符号を付し、以下ではその説明を省略する。

40

【0155】

図13に示すように、本実施形態では鉛直方向に延びる二つのレール26をラック5に固定する。これらのレール26の対向面には歯26aが形成されており、これらの歯26aに噛み合う第1のギア27と第2のギア28が設けられる。

【0156】

このうち、第1のギア27は、第2のギア28と噛み合うと共に、モータ29によって回転可能である。

【0157】

50

本実施形態では、制御部 7 x (図 1 参照) が第 2 の制御信号 S_2 に基づいてモータ 29 の回転数を制御することにより矢印 K の方向にフレーム 9 を昇降させる。これにより、一部の電子機器 7 に第 2 のファン 9 a を対向させたり、ラック 5 の上に第 2 のファン 9 a を退避させたりすることができる。

【 0 1 5 8 】

そして、第 2 のファン 9 a で生成された第 2 の冷却風 B2 を一部の電子機器 7 の冷却に使用することで、第 1 実施形態と同様に本実施形態でも空調に要する電力を削減することが可能となる。

【 0 1 5 9 】

以上説明した各実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

10

【 0 1 6 0 】

(付記 1) 筐体と、

前記筐体内に設けられ、第 1 の冷却風を生成する第 1 のファンと、

前記筐体内に設けられ、前記第 1 の冷却風が供給される複数の電子機器と、

前記複数の電子機器のうちの一部の電子機器に第 2 の冷却風を供給すると共に、前記第 1 のファンの消費電力の最低値よりも低い消費電力で駆動する第 2 のファンとを有し、

前記複数の電子機器の使用率又は消費電力の代表値が所定値よりも小さくなったときに、複数の前記電子機器の各々のジョブを前記一部の電子機器に移し、前記一部以外の電子機器の電源を切り、前記第 2 のファンの駆動を開始し、前記第 1 のファンの駆動を停止するモジュール型データセンタ。

20

【 0 1 6 1 】

(付記 2) 前記複数の電子機器を収容するラックと、

前記ラックに移動可能な状態で設けられ、前記第 2 のファンを保持するフレームとを更に有し、

前記代表値が前記所定値よりも小さくなったときに、前記フレームが移動して前記第 2 のファンが前記一部の電子機器に対向し、

前記代表値が前記所定値以上になったときに、前記フレームが移動して前記第 2 のファンが前記一部の電子機器から退避することを特徴とする付記 1 に記載のモジュール型データセンタ。

30

【 0 1 6 2 】

(付記 3) 前記フレームは、前記ラックの上面に回転可能な状態で設けられたことを特徴とする付記 2 に記載のモジュール型データセンタ。

【 0 1 6 3 】

(付記 4) 前記フレームは、前記ラックの上面に昇降可能な状態で設けられたことを特徴とする付記 2 に記載のモジュール型データセンタ。

【 0 1 6 4 】

(付記 5) 前記電子機器は、第 1 の開口と第 2 の開口とを有し、

前記第 1 のファンは前記第 1 の開口に対向し、

前記第 2 のファンは前記第 2 の開口に対向することを特徴とする付記 1 乃至付記 4 のいずれかに記載のモジュール型データセンタ。

40

【 0 1 6 5 】

(付記 6) 前記筐体に、前記第 1 のファンによって吸気された外気が通る吸気口が設けられ、

前記筐体内の温度が所定温度よりも高いときに前記吸気口を開き、前記筐体内の温度が前記所定温度以下のときに前記吸気口を閉じる開閉部を更に有することを特徴とする付記 1 乃至付記 5 のいずれかに記載のモジュール型データセンタ。

【 0 1 6 6 】

(付記 7) 前記複数の電子機器とは別に記憶ユニットが設けられ、

前記複数の電子機器の各々で共有されるデータが、前記記憶ユニットに記憶されたことを特徴とする付記 1 乃至付記 6 のいずれかに記載のモジュール型データセンタ。

50

【 0 1 6 7 】

(付記 8) 前記電子機器はファンレスサーバであることを特徴とする付記 1 乃至付記 7 のいずれかに記載のモジュール型データセンタ。

【 0 1 6 8 】

(付記 9) 筐体内の第 1 のファンで生成された第 1 の冷却風を、前記筐体内の複数の電子機器に供給し、

複数の前記電子機器の使用率又は消費電力の代表値が所定値よりも小さくなったときに、前記複数の電子機器のうちの一部の電子機器に、前記複数の電子機器の各々のジョブを移し、

前記一部以外の前記電子機器の電源を切り、

前記第 1 のファンの消費電力の最低値よりも低い消費電力で駆動する第 2 のファンで第 2 の冷却風を生成することにより、前記一部の電子機器に前記第 2 の冷却風を供給し、

前記第 1 のファンの駆動を停止する、

モジュール型データセンタの制御方法。

10

【 0 1 6 9 】

(付記 10) 前記筐体内の温度が所定温度よりも高いときに、前記筐体に設けられた吸気口を開くことにより、前記第 1 のファンが前記吸気口から外気を吸気して前記第 1 の冷却風を生成し、

前記筐体内の温度が前記所定温度以下のときに、前記吸気口を閉じて前記外気の吸気を停止することを特徴とする付記 9 に記載のモジュール型データセンタの制御方法。

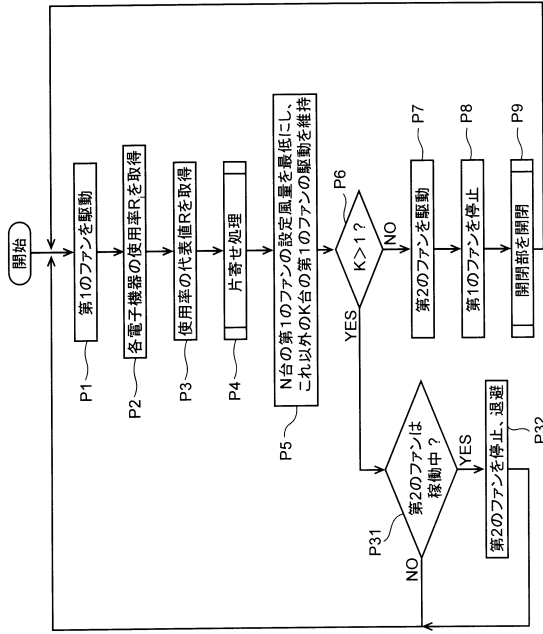
20

【 符号の説明 】

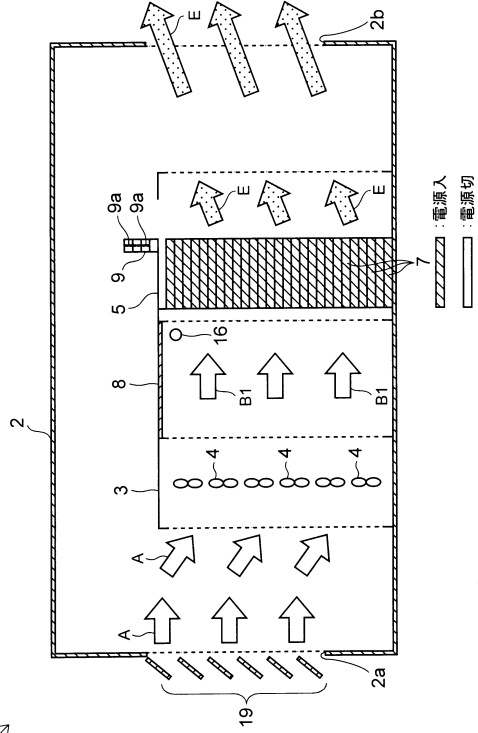
【 0 1 7 0 】

1 ... データセンタ、 2 ... コンテナ、 2 a ... 吸気口、 2 b ... 排気口、 2 c ... 天井面、 3 ... ファンユニット、 4 ... 第 1 のファン、 5 ... ラック、 5 a ... 上面、 5 b ... 開口、 7 ... 電子機器、 7 a ... 第 1 の開口、 7 b ... 第 2 の開口、 7 x ... 制御部、 7 y ... 演算処理ユニット、 8 ... 天板、 9 ... フレーム、 9 a ... 第 2 のファン、 1 1 ... モータ、 1 3、 2 7 ... 第 1 のギア、 1 5、 2 8 ... 第 2 のギア、 1 6 ... 温度センサ、 1 7 ... フィルタ、 1 8 ... 記憶ユニット、 1 9 ... 開閉部、 2 6 ... レール、 2 6 a ... 歯。

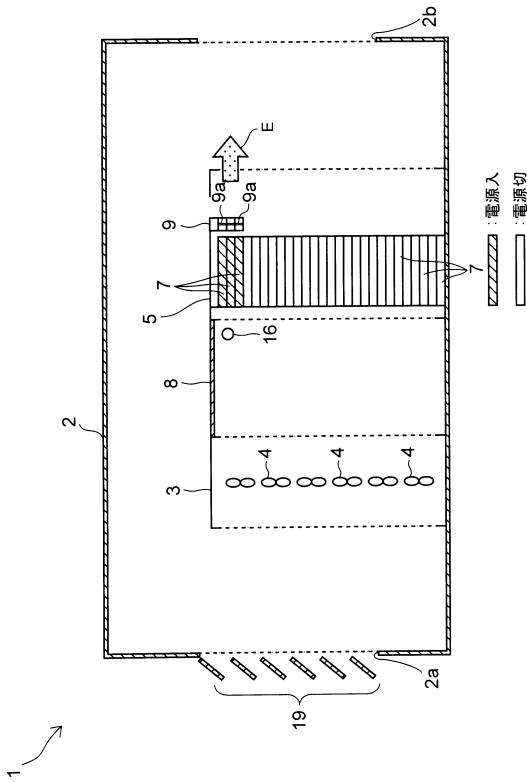
【図5】



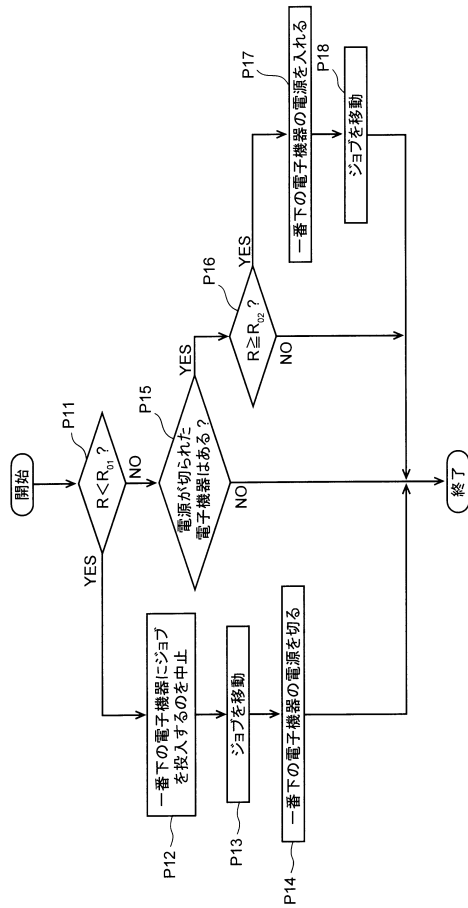
【図6】



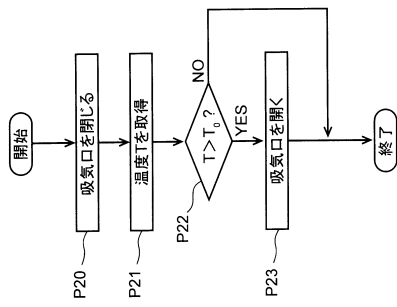
【図7】



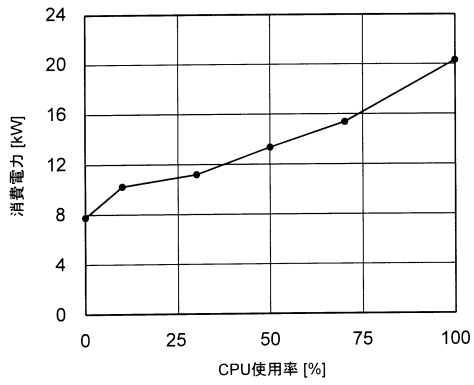
【図8】



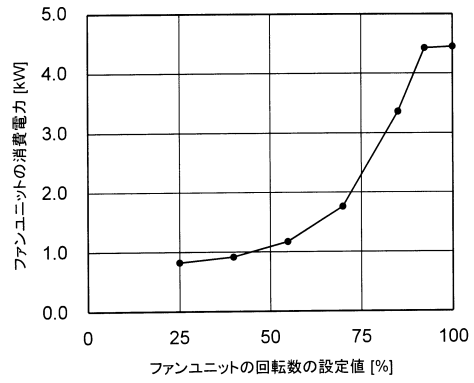
【図 9】



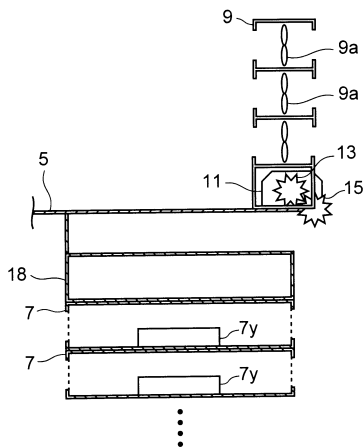
【図 10】



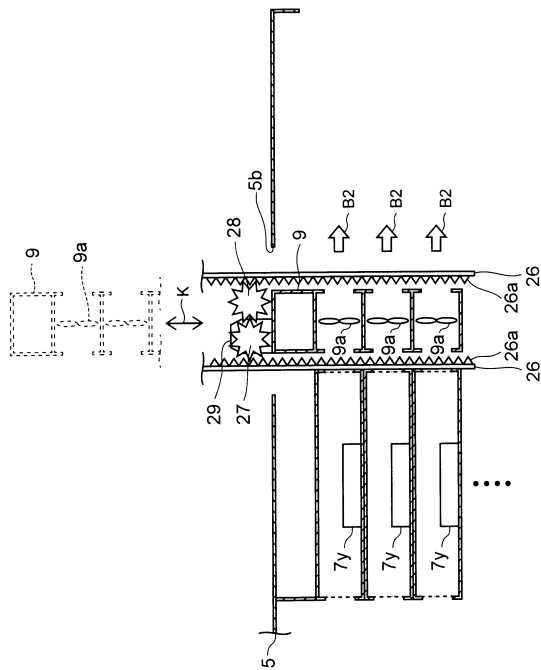
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

- (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
- (72)発明者 柄澤 一明
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 徳世 志野
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

審査官 塩澤 如正

- (56)参考文献 特開2009-169858(JP,A)
国際公開第2012/081092(WO,A1)
特開平01-316759(JP,A)
特開2004-200344(JP,A)
特開2008-306084(JP,A)
特開平05-304385(JP,A)
特開平06-132683(JP,A)
特開2004-203013(JP,A)
特開平02-076299(JP,A)
特開平11-296488(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 1/20
H05K 7/20
F24F 7/04 - F24F 7/06