

(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2011-108015
(P2011-108015A)

(43) 公開日 平成23年6月2日(2011.6.2)

| | | |
|-----------------------------|----------------|-------------|
| (51) Int.Cl. | F 1 | テーマコード (参考) |
| G06F 1/20 (2006.01) | G06F 1/00 360D | 3L060 |
| F24F 11/02 (2006.01) | F24F 11/02 F | 5E322 |
| H05K 7/20 (2006.01) | H05K 7/20 V | |
| H05K 7/18 (2006.01) | H05K 7/18 K | |
| | G06F 1/00 360B | |

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-262816 (P2009-262816)
 (22) 出願日 平成21年11月18日 (2009.11.18)
 特許法第30条第1項適用申請有り 平成21年度大会
 (熊本) 学術講演論文集1 (平成21年8月18日
 社団法人 空気調和・衛生工学会発行)

(71) 出願人 000169499
 高砂熟学工業株式会社
 東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地5
 (74) 代理人 100100549
 弁理士 川口 嘉之
 (74) 代理人 100090516
 弁理士 松倉 秀実
 (74) 代理人 100089244
 弁理士 遠山 勉
 (74) 代理人 100123098
 弁理士 今堀 克彦
 (72) 発明者 相澤 直樹
 東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地5
 高砂熟学工業株式会社内

最終頁に続く

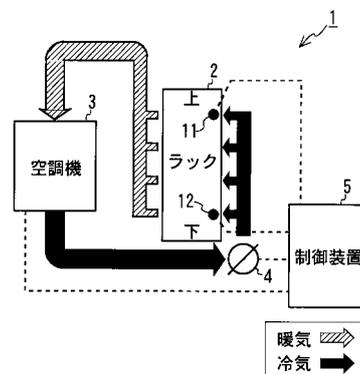
(54) 【発明の名称】 空調システム

(57) 【要約】

【課題】ラックに收容された各IT機器へ冷気を過不足なく、かつラックの上部まで情報処理機器の冷却に必要な温度で到達するように供給できる技術を提供することを課題とする。

【解決手段】空調ユニット3と、吹き出し口9と、各ラック2の上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差、または該温度差と上側部分に流入する空気温度に基づいて、吹き出し口9から吹き出る冷気の風量をラック2毎に調整する吹き出し量調整手段4と、各ラック2の吹き出し量調整手段4の制御量の最大値または最小値と、上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差の平均値に基づいて、空調ユニット3が生成する冷気の風量を調整する生成量調整手段5と、各ラック2の上側部分に流入する空気温度の平均値と空調ユニット3が生成する冷気の風量に基づいて、空調ユニット3が生成する冷気の温度を調整する生成温度調整手段5とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

情報処理機器を収容したラックが整列する情報処理機器室の空調を行う空調システムであって、

前記情報処理機器室へ冷気を供給する空調ユニットと、

前記情報処理機器室の床側あるいは天井側に設けられる、前記空調ユニットが供給する冷気が吹き出る吹き出し口と、

各ラックの上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差、または該温度差と上側部分に流入する空気温度に基づいて、前記吹き出し口から吹き出る冷気の風量をラック毎に調整する吹き出し量調整手段と、

10

各ラックの前記吹き出し量調整手段の制御量の最大値または最小値と、上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差の平均値に基づいて、前記空調ユニットが生成する冷気の風量を調整する生成量調整手段と、

各ラックの上側部分に流入する空気温度の平均値と前記空調ユニットが生成する冷気の風量に基づいて、前記空調ユニットが生成する冷気の温度を調整する生成温度調整手段と、

を備える、

空調システム。

【請求項 2】

前記情報処理機器室は、ラックが整列したラック列が複数列に渡って平行に並んでおり、

20

前記吹き出し口は、一对のラック列の間に形成される通路の床側あるいは天井側に設けられており、

前記吹き出し量調整手段は、前記通路を挟んで対峙する一对のラックのうち上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差が大きい方のラックの該温度差、または該温度差と上側部分に流入する空気温度に基づいて、前記吹き出し口から吹き出る冷気の風量を調整する、

請求項 1 に記載の空調システム。

【請求項 3】

各ラックの上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差、または該温度差と上側部分に流入する空気温度に基づいて、前記吹き出し口から吹き出る冷気の吹き出し角をラック毎に調整する吹き出し角調整手段を更に備える、

30

請求項 1 または 2 に記載の空調システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、空調システムに関する。

【背景技術】

【0002】

IT (Information Technology) の発展に伴い、IT 機器の発熱量は増大の一途を辿っている。これに伴い、IT 機器を冷却する空調システムの電力消費量も増大しており、IT 機器を効率的に冷却できる空調技術の開発が行われている。

40

【0003】

例えば、特許文献 1 には、サーバの排熱を確実にを行うため、ラックに取り付けた排気ファンの風量制御を、サーバの排気温度によって行う技術が開示されている。また、特許文献 2 には、温度センサをマシン室に複数設置して床ファン（ファンタイル）を制御してコンピューター室の熱管理を行う技術が開示されている。また、特許文献 3 には、ラック内の温度を検出してファンを制御するラックの管理装置が開示されている。また、特許文献 4 には、ユニット内や機器ラック、或いは筐体内の温度を用いてファンの速度を制御する技術が開示されている。また、特許文献 5 には、サーバが持つ複数のファンの回転数から、各サーバの風量を算出し、サーバの位置情報とあわせて空気流を検知し、空気流に応じ

50

てデータセンター内の冷却を制御するコントローラを備えた空気流分配装置、換気システムが開示されている。また、特許文献6には、給気風量を増減させて空気の再循環を制御する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-140421号公報

【特許文献2】特表2008-538406号公報

【特許文献3】特開2002-319082号公報

【特許文献4】特表2009-524253号公報

【特許文献5】特開2006-208000号公報

【特許文献6】特表2007-505285号公報

【特許文献7】特許第4294560号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

データセンター等の大規模な情報処理設備においては、IT機器を収容したラックが情報処理機器室内に多数並べられている。これらのラックに収容されたIT機器を効率的に冷却するには冷気を各機器ごとに必要最小限に供給することが肝要である。冷気が均等に供給されない場合には許容温度を超える機器が生じるのを防ぐために空調システム全体の風量を省エネルギーに反して過剰に供給する現象が生ずるからである。しかしながら、情報処理設備を冷却する空調システムにおける冷気の流れはIT機器の据付状態や動作状態に影響されやすく、冷気を均等に供給することは容易でない。

【0006】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、ラックに収容された各情報処理機器へ冷気を過不足なく、かつラックの上部まで情報処理機器の冷却に必要な温度で到達するように供給する技術を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するため、本発明では、各ラックの上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差に基づいて冷気の吹き出し量を調整しつつ、各ラックの上側部分と下側部分へ流入する空気の温度差の平均値に基づいて生成する冷気の風量を調整する。

【0008】

詳細には、情報処理機器を収容したラックが整列する情報処理機器室の空調を行う空調システムであって、前記情報処理機器室へ冷気を供給する空調ユニットと、前記情報処理機器室の床側あるいは天井側に設けられる、前記空調ユニットが供給する冷気が吹き出る吹き出し口と、各ラックの上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差、または該温度差と上側部分に流入する空気温度に基づいて、前記吹き出し口から吹き出る冷気の風量をラック毎に調整する吹き出し量調整手段と、各ラックの前記吹き出し量調整手段の制御量の最大値または最小値と、上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差の平均値に基づいて、前記空調ユニットが生成する冷気の風量を調整する生成量調整手段と、各ラックの上側部分に流入する空気温度の平均値と前記空調ユニットが生成する冷気の風量に基づいて、前記空調ユニットが生成する冷気の温度を調整する生成温度調整手段と、を備える。

【0009】

上記空調システムは、情報処理機器の負荷状態や吸込み温度に応じて通気量が変化するラックが整列した情報処理機器室の空調を行うことを前提としている。ラックは、情報処理機器を収容しており、機器の負荷状態に応じて冷却風量が変化する。これらの機器を冷却する空気は、ラックの周囲からラック内を通過し、反対側へ流れるものであり、例えば

10

20

30

40

50

、ラックの正面から吸気されて背面へ排出される。ラックを通過する空気は、情報処理機器本体に設けられている冷却ファンやラックの内外に取り付けられている冷却ファンによって流れる。なお、ラックは、4面ある側面のうちラック列の吸気側の面（換言すると、ラック内に設置されるIT機器の吸気側の面）およびその反対側である排気側の面が全面的に開放されており、他の面が板状の部材等で開放あるいは閉じられているものであってもよいし、特定の吸排気口等を有するものであってもよい。情報処理機器室は、このようなラックが、少なくとも、冷却空気の吸気面と排気面の少なくとも何れか一方が揃うように整列している。情報処理機器室には、床側および天井側の少なくとも何れかに冷気を流す経路が設けられており、この経路を介して各ラックへ冷気が吹き出される。

【0010】

上記空調システムは、空調ユニットから供される冷気が吹き出る吹き出し口が設けられている。このような吹き出し口は、情報処理機器室の床側あるいは天井側に設けられており、ラックの吸気面へ冷気が供されるようになっている。この吹き出し口から吹き出る冷気量は吹き出し量調整手段によって制御可能ようになっており、吹き出し量はラックの上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差、または該温度差と上側部分に流入する空気温度に基づいて調整される。吹き出し量の調整は、情報処理機器が効果的に冷却されるように行なわれるものであり、例えば、ラックの上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差が縮まるように調整される。

【0011】

更に、上記空調システムでは、空調ユニットが生成する冷気の風量が、生成量調整手段により、各ラックの吹き出し量調整手段の制御量の最大値または最小値と、上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差の平均値に基づいて調整される。ここで、吹き出し量調整手段は、例えば、吹き出し口に近接して設置されているシャッタやダンパなどの開度調整機構または小型ファンなどの送風機を適用できる。小型ファンは例えば床吹出口にファンユニットとして設置されるプロペラファンを例示できる。また、吹き出し量調整手段の制御量の最大値および最小値は、吹き出し量調整手段が開度調整機構によるものである場合にはその開度、送風機によるものである場合にはその送風量もしくは送風量と相関のある送風機の回転数などの最大値および最小値を示す。生成される冷気の風量調整は、各ラックへの冷気の供給に過不足が生じないように、かつ空調ユニットの床下への吹き出し口からラック吸込み面への床吹き出し部までの給気経路の圧力損失が少なくなるように行われるものであり、例えば、吹き出し量調整手段の制御量が小さい場合は、通風時の圧力損失が小さくなるように生成される冷気の風量を削減する。さらに、温度差の平均値が減少すれば生成される冷気の風量を削減する。一方、吹き出し量調整手段の制御量が大きい場合は、より多くの冷気を必要としているので生成される冷気の風量を増加する。さらに、上記空調システムでは、空調ユニットが生成する冷気の温度が、生成温度調整手段により、各ラックの上側部分に流入する空気温度の平均値と、上記空調ユニットが生成する冷気の風量に基づいて調整される。例えば、流入する空気温度の平均値が低く、冷気の風量が少ない場合は、冷却能力が過剰なので、冷気の温度を上げる。

【0012】

この空調システムであれば、各ラックについて上側部分から下側部分まで流入空気の温度が略均等になるため、空調効率を高めることができる。この結果、情報処理機器室へ供給する冷気の風量を必要最小量に絞ることが可能であり、効率的な空調システムを実現できる。

【0013】

なお、前記情報処理機器室は、ラックが整列したラック列が複数列に渡って平行に並んでおり、前記吹き出し口は、一对のラック列の間に形成される通路の床側あるいは天井側に設けられており、前記吹き出し量調整手段は、前記通路を挟んで対峙する一对のラックのうち上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差が大きい方のラックの該温度差、または該温度差と上側部分に流入する空気温度に基づいて、前記吹き出し口から吹き出る冷気の風量を調整するものであってもよい。この場合、対峙する一对のラッ

10

20

30

40

50

クのうち何れか一方にのみラックの上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との間に温度差が生じた場合であっても風量制御によりこの温度差を是正することができる。

【0014】

また、上記空調システムは、各ラックの上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差、または該温度差と上側部分に流入する空気温度に基づいて、前記吹き出し口から吹き出る冷気の吹き出し角をラック毎に調整する吹き出し角調整手段を更に備えるものであってもよい。このように構成される空調システムであれば、吹き出し口から吹き出る冷気の向きが適正に調整されるので、吹き出し量調整手段によって調整される冷気の風量が更に抑制されることとなり、効率的な空調システムを実現できる。

10

【発明の効果】

【0015】

IT機器を収容したラックが多数並べられている情報処理設備において、ラックに収容された各情報処理機器へ冷気を過不足なく、かつラックの上部まで情報処理機器の冷却に必要な温度で到達するように供給できる。さらには、該冷気の供給により、ラックの吸気面における熱気の回り込みを防止する遮蔽板を不要とし、材料費・工事費の削減のほか保守員への圧迫感をなくしまたは作業の自由度を広げることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】空調システムの構成図である。

20

【図2】空調システムの機器配置図である。

【図3】ダンパとラックとの位置関係を示す図である。

【図4A】開度制御のフローチャートである。

【図4B】回転数制御のフローチャートである。

【図4C】温度制御のフローチャートである。

【図5A】ダンパの開度を減少させた場合の変化を示す図である。

【図5B】ダンパの開度を増加させた場合の変化を示す図である。

【図6A】電動ファンの回転数を減少させた場合の変化を示す図である。

【図6B】電動ファンの回転数を増加させた場合の変化を示す図である。

【図7A】暖気の一部が回りこんでいるときの状態図である。

30

【図7B】暖気の一部が回りこんでいるときの温度分布を示すグラフ。

【図8】吹き出し量が過剰な時の状態図である。

【図9】ラック列が2列の場合の空調システムの適用例を示す図である。

【図10】冷気を天井から供給する場合の空調システムの構成図である。

【図11】変形例に係る制御装置が行なう開度制御のフローチャートである。

【図12A】吹き出し角を減少させた場合の変化を示す図である。

【図12B】吹き出し角を増加させた場合の変化を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

図1は、空調システム1の構成図である。この空調システム1は、図1に示すように、各種の演算処理やデータベースの管理を行うサーバや通信機等のIT機器（本発明でいう情報処理機器に相当する）が収容されたラック2へ供給する冷気を生成する空調ユニット3、ラック2の上側部分や下側部分へ流入する冷気の温度に基づいて空調ユニット3の電動ファンの回転数やダンパ4（本発明でいう吹き出し量調整手段に相当する）の開度を調整する制御装置5を備える。空調ユニット3は、ラック列全体に冷気を供給するものである。なお、吹き出し量調整手段としては、シャッタ形式のダンパ4であってもよいが、例えば、空調ユニット3の電動ファンから供給される冷気を中継する床設置の小型ファン（以下、補助送風機ともいう）であってもよい。

40

【0018】

図2は、空調システム1の機器配置図である。図2に示すように、空調システム1は、

50

ラック 2 が多数整列したサーバールーム 6 に設けられている。そして、サーバールーム 6 の床 7 に設置された空調ユニット 3 が、サーバールーム 6 内から取り込んだ空気を床 7 とコンクリートスラブ 8 との間に設けられた床下の空間へ送り込むように構成されている。

【 0 0 1 9 】

空調ユニット 3 は、クーリングコイルと電動ファンとを内蔵したパッケージクーラであり、上面に設けられた開口からサーバールーム 6 の空気を吸気して冷却し、底部の吹出口から床下の空間へ送る。また、各ダンパ 4 は、ラック 2 のラック列に沿うように、また各ラックとは 1 : 1 の関係で通路の床面に設けられており、床下からサーバールーム 6 内へ吹き出る冷気の吹き出し量を調整する。なお、空調ユニット 3 は、コイルとファンがそれぞれ別のケーシングに納まり、両者がダクトで接続されたものであってもよい。

10

【 0 0 2 0 】

図 3 は、ダンパ 4 とラック 2 との位置関係を示す図である。図 3 に示すように、各ラック 2 の前の床面には吹き出し口 9 が設けられており、吹き出し口 9 から吹き出る冷気の吹き出し量をラック 2 毎に調整可能なように、各ラック 2 の前の床下に 8 つのダンパ 4 が設けられている。吹き出し口 9 は、サーバールーム 6 の床 7 に設けられる開口部であり、空気を通しつつ人等が通行可能なように網目状のグレーチングが設置されている。また、各ラック 2 には、ラック内に収容されている IT 機器を冷やすための空気を取り入れる吸込面 10 が正面に設けられており、取り入れた空気を排出する排出面が背面に設けられている。このように、床面に設けられる吹き出し口 9 やラック 2 の吸込面 10 があり、ラック 2 へ供給する冷気が流れる通路をコールドアイルという。また、冷気通路の隣の通路、換言すると、ラック 2 の排出面があり、ラック 2 から排気される暖気が流れる通路をホットアイルという。

20

【 0 0 2 1 】

各ラック 2 には IT 機器を冷却する冷却ファンが設けられており、各ラックの吸排気量は収容している IT 機器の負荷状態や吸込み温度に応じて時々刻々と変化する。すなわち、各 IT 機器に内蔵または付設されている冷却ファンやラック 2 の内または外に取り付けられている冷却ファンの回転数が、IT 機器の負荷状態等に応じて変化することにより、ラック 2 の吸込面 10 に吸気され或いは排出面から排出される空気の量が変化する。このため、各ラックの吸排気量は互いに異なる場合がある。よって、各ダンパ 4 の吹き出し量も IT 機器の負荷状態や吸込み温度に応じて適切に調整される必要がある。

30

【 0 0 2 2 】

そこで、この空調システム 1 では、制御装置 5 が以下のような制御を行う。図 4 A は制御装置 5 が各ダンパ 4 に対して行なう制御のフローチャートを示しており、図 4 B は制御装置 5 が空調ユニット 3 に対して行なう制御のフローチャートを示している。以下、制御装置 5 が行なう制御について、図 4 A および図 4 B に示すフローチャートに基づいて説明する。

【 0 0 2 3 】

制御装置 5 は、各ラック 2 の吸込面 10 のうち上部に設けられた上部温度センサ 11 と下部に設けられた下部温度センサ 12 とにより、各ラック 2 の上側部分および下側部分に流入する空気の温度を検知する。上部温度センサ 11 及び下部温度センサ 12 は、少なくともラック内の機器を冷却する冷気が通過する流路上であってラック内への吸気が不足した際に両センサ間で温度差が生じやすい箇所に設けられる必要があり、例えば、ラック 2 の吸気用のメッシュの上端および下端からそれぞれ約 100 mm のあたりに据え付けられている。そして、各ラック 2 について、上側部分に流入する空気の温度と下側部分に流入する空気の温度との温度差 $T(i)$ を算出する。各上部温度センサ 11 が検知する温度を $T_u(i)$ とし、下部温度センサ 12 が検知する温度を $T_d(i)$ とすると、温度差 $T(i)$ は以下の数式 (1) のようになる。

40

$$\text{数式 (1) : } T(i) = T_u(i) - T_d(i)$$

【 0 0 2 4 】

ここで、 i は温度センサの数に対応しており、本実施形態では 8 台のラックに上部温度

50

センサ 1 1 及び下部温度センサ 1 2 がそれぞれ 1 つずつ取り付けられていることを前提としているので、 i を 1 から 8 の自然数とする。 i の上限値については上部温度センサおよび下部温度センサの数に応じて適宜定める。

【 0 0 2 5 】

空調システム 1 が起動すると、制御装置 5 は、図 4 A に示すように、各ラックの上部温度と下部温度との温度差 $T(i)$ が C 値 - 以下であるか否かを検知する (S 1 0 1)。この C 値は、ダンパ 4 やファンユニットの補助ファンなど各ラックの吹き出し量調整手段を経てから吹出した空気がラック 2 の吸込面 1 0 に行き渡らず、ラック 2 の吸込面 1 0 に他からの暖かい空気 (例えば、ラック背面に排出されている排気の一部等) が各ラック 2 の上部に流入する際に生じる温度差であり、この実施形態では制御許容値として例えば 10 設定値 ± 3 の許容範囲では 3 とする。また、 C 値は、制御の安定を考慮した不感帯であり、この実施形態では 1 としている。なお、これらの値は、ラックに収容してある I T 機器により異なるものである。

【 0 0 2 6 】

S 1 0 1 の処理で温度差 $T(i)$ が ($C -$) 以下であると判定された場合、制御装置 5 は、上部温度が $T_{s p}$ 値以下であるか否かを検知する (S 1 0 2)。この $T_{s p}$ 値は、I T 機器の吸込み温度の設定値に近い値であり、I T 機器が吸込み温度によって通気量を変化させている場合に、これに応じて冷気の風量を調整することで、ラックへ過不足なく冷気を供給するものである。この実施形態では、2 5 としている。なお、この値はラックに収容してある I T 機器の機種やメーカーにより異なるものである。

【 0 0 2 7 】

上部温度 $T_u(i)$ が $T_{s p}$ 以下である場合、ラックへの冷気が過多と判断し吹き出し量調整手段によって風量を削減する。この実施形態ではダンパ 4 の開度 $R(i)$ を だけ閉じ方向に作動させることで開度を減じている (S 1 0 5)。

【 0 0 2 8 】

一方、温度差 $T(i)$ が ($C -$) 以下でなく (S 1 0 1)、($C +$) 以上であり (S 1 0 3)、上部温度 $T_u(i)$ が $T_{s p}$ 以上であれば (S 1 0 4)、ラックへの風量が不足していると判断されるので、吹き出し量調整手段によって風量を増加する。この実施形態ではダンパ 4 の開度 $R(i)$ を だけ開き方向に作動させることで開度を増している (S 1 0 7)。また、S 1 0 2、S 1 0 3、S 1 0 4 で偽と判定された場合には、ラックへの風量が適正と判断し、ダンパ 4 の開度を現状のままとする (S 1 0 6)。

【 0 0 2 9 】

更に、制御装置 5 は、図 4 B に示すように、吹き出し量調整手段の最小値 $R - m i n$ が D 値以下であるか否かを検知する (S 2 0 1)。この吹き出し量調整手段とは、吹き出し口に近接して設置されているシャッタやダンパなどの開度調整機構または小型ファンなどの送風機であり、最大値および最小値とは、開度調整機構にあってはその開度、補助送風機にあってはその送風量もしくは送風量と相関のある送風機の回転数などの最大値および最小値を示す。この実施形態では各ラックへ冷気を供給する複数あるダンパ 4 の開度 $R(i)$ や補助送風機の送風量の最大値 $R - m a x$ と最小値 $R - m i n$ である。また、 D 値は空調ユニット 3 の電動ファンの回転数が過剰なために、ダンパ 4 が絞り気味で制御していることを判断する値で、この実施形態では 6 0 % としている。風量制御手段の最小値 $R - m i n$ が D 値より小さい場合、各ラックの温度差 $T(i)$ の平均値 $T - a v e$ が ($C -$) 以下であるか否かを検知する (S 2 0 2)。この C 値は図 4 A と同じ値であり、 D 値は制御の安定を考慮した不感帯である。図 4 A の制御対象とは異なり操作機も別で、異なる値の設定が可能である。この実施形態では、1 としている。

【 0 0 3 0 】

温度差の平均値 $T - a v e$ が ($C -$) 以下である場合、冷気の生成量が過多と判断し、制御装置 5 は、空調ユニット 3 の電動ファンの単位時間当たりの回転数 (回転速度) を だけ減少させる (S 2 0 5)。電動ファンの回転数は、ファンを駆動する電動モータへ電力を供給するインバータの周波数を変更することにより調整する。これにより、図 6

10

20

30

40

50

Aに示すように、全体的に風量過多だったダンパ4の吹き出し量が減少する。また、風量制御手段の最大値 $R - max$ がE値より大きく (S203)、かつ温度差の平均値 $T - ave$ が (C+) 以上である場合 (S204)、制御装置5は、空調ユニット3の電動ファンの回転数をだけ増加させる (S207)。この実施形態ではE値を95%としている。これにより、図6Bに示すように、全体的に不足していたダンパ4の吹き出し量が増加する。また、前記判断が偽の場合は、各ラックに過不足なく冷気が供給されているので、空調ユニット3の電動ファンの回転数は現状を保持する (S206)。

【0031】

このように、各ラックに供給するダンパ4の開度 $R(i)$ の最小値 $R - min$ 、最大値 $R - max$ と温度差 $T(i)$ の平均値 $T - ave$ から、過冷却が判断された場合には電動ファンの回転数が減少し、冷却不足が判断された場合には電動ファンの回転数を増加することで、電動ファンが各ラック内のIT機器を冷却するのに必要十分な回転数となる。すなわちラック毎にはその上下温度差から対応する吹き出し口からの供給量が制御され、ラック列の何れかのラックで吹き出し量調整手段の機構上の給気限界を逸脱したとき、または図4Aの制御によっても全体として上下温度差の予定からの逸脱が解消しない状態が検出されたとき、生成量調整手段としての制御装置5によってラック列全体への給気量の調整に至る。なお、電動ファンが直流モータで駆動される場合は、印加電圧や電圧パルスの調整により回転数を制御可能である。

10

【0032】

更に、制御装置5は、図4Cに示すように、各ラックの上部温度 $T_u(i)$ の平均値 $T_u - ave$ が T_{L} 値以下であるか否かを検知する (S301)。この T_{L} 値は、IT機器の冷却に必要な冷気の冷え過ぎを判断する温度であり、この温度以下の場合、空調ユニット3は冷気の生成に過剰なエネルギーを消費していると判断する。この実施形態では、16%としている。なお、この値はラックに収容してあるIT機器により異なるものである。

20

【0033】

上部温度の平均値 $T_u - ave$ が T_{L} 値以下の場合、空調ユニット3の電動ファンの回転数 N が F 値以下であるか否かを検知する (S302)。この F 値は空調ユニット3の冷気の生成量の過多を判断する値で、この実施形態では、20%としている。

【0034】

電動ファンの回転数が F 値以下である場合、冷気的能力が過大と判断し、制御装置5は、空調ユニット3が生成する冷気の温度をクーリングコイルを流れる熱媒量の増などによりだけ上昇させる (S305)。

30

【0035】

また、ラック上部温度の平均値 $T_u - ave$ が T_{H} 値 (各ラックの情報処理機器の上部に供給された冷気の温度の不足を判断する温度である) 以上で (S303)、かつ空調ユニット3の電動ファンの回転数が G 値以上である場合 (S304)、制御装置5は、空調ユニット3の生成する冷気の冷却能力が不足していると判断し、生成する冷気の温度をだけ降下させる (S307)。なお、これらの判断が偽の場合には、冷気の冷却能力が適正と判断し、冷気の温度を現状のままとする (S306)。

40

【0036】

なお、 $T(i)$ 、 $T_u(i)$ 、 $T - ave$ 、 $T_u - ave$ 、 T_{L} 値や T_{H} 値は、吹き出し量調整手段や空調ユニットの生成量調整手段や生成温度調整手段の供給温度が同じでも情報処理機器の稼働状況によって変動すること、すなわち高負荷の場合に熱排気の温度が高く量が多いのに対し低負荷の場合にそれらが低く少ないことに由来して同じ給気条件でも冷気の到達高さが異なる。すなわちラック毎にはその上下温度差から対応する吹き出し口からの供給量が制御され、ラック列の何れかのラックで吹き出し量調整手段の機構上の給気限界を逸脱したとき、または図4Aの制御によっても全体として上下温度差の予定からの逸脱が解消しない状態が検出されたとき、生成量調整手段としての制御装置5によってラック列全体への給気量の調整に至る。

50

【 0 0 3 7 】

このように構成される空調システム 1 によれば、各ラックに收容されている IT 機器へ冷気が略均等に供されるため、空調効率を高めることができる。すなわち、床から吹き出す冷気の風量が上記空調システム 1 のように適正に制御されておらず、例えば図 7 A に示すように風量が不足してラック内への冷気が不足している場合、ラックから排気される暖気の一部が吸気側に回り込んだりする虞がある。図 7 B は、床から吹き出す冷気の風量が不足している時のラックの吸い込み温度を示したグラフである。図 7 B に示すように、床から吹き出す冷気の風量が不足している場合、ラックの下側部分に比べて上側部分の吸い込み温度が高くなることが判る。このような暖気の回り込みを防止するため、図 8 に示すように、全体の吹き出し量を過剰に設定する必要が不可避免的に生ずる。全体の吹き出し量をこのように設定すれば特定の IT 機器が過熱するのを予防できる反面、空調システム全体の空調効率の低下を招く。しかしながら、上記空調システム 1 のように床から吹き出す冷気の風量をラックの上部に流入する冷気と下部に流入する冷気との温度差、または該温度差と上側部分に流入する空気温度に基づいて制御するようにすれば、空調ユニットから供給される冷気が各ラックへ過不足無く供給されるので、空調ユニットから供給する冷気の風量を過剰にする必要がなくなる。ラック列の端部に位置するラックは特に暖気が回り込みやすいが、上記空調システム 1 であればこのような端部のラックのために全体の吹き出し量を増大させなくても、端部のラックに適切な風量の冷気が供給される。

10

【 0 0 3 8 】

なお、このようなラックの冷気不足を上部温度センサ 11 および下部温度センサ 12 で確実に捉えるには、ラック内の隙間にブランクパネルを設置しておき、ラック内の隙間で暖気の逆流が生じないようにしておくことがより好ましい。ラック内における暖気の回り込みをブランクパネルで封じておけば、暖気が逆流するルートはラック背面から上側を経由することとなり、ラックの上側部分に吸い込まれる冷気と下側部分に吸い込まれる冷気との温度差が顕著に現れるようになるからである。

20

【 0 0 3 9 】

また、既述したステップ S 205 の処理においては、所定の最低風量を下回らないように電動ファンの回転数の下限値を制限するようにしてもよい。所定の最低風量とは、各ラックの上側部分に流入する空気と下側部分に流入する空気との温度差が無い場合であっても各ラックへ最低限供給すべき冷気の風量であり、例えば、各ラックに收容されている全ての IT 機器のうち稼動している機器の発熱量を最低限除去できる風量である。このような風量は、例えば、全 IT 機器の消費電力や室温、空調ユニット 3 に流入する空気の温度等をセンシングすることにより随時定められるようにしてもよいし、これらのパラメータによって変動しない予め定められた固定値であってもよい。

30

【 0 0 4 0 】

ところで、上記空調システム 1 は、以下のように変形することもできる。例えば、上記空調システム 1 は、ラック列が 1 列の場合のみならず、図 9 に示すように、2 列のものに適用してもよいし、或いは 3 列以上のものに適用してもよい。図 9 に示すように、ラック列が 2 列の場合には、各ラック列の吸気面が互いに対向するように配置し、2 つのラック列の間にコールドアイルが形成されるようにする。そして、このコールドアイルの床面にグレーチングを設置して吹き出し口とし、床下に既述のダンパ 4 を設置する。本願で開示する空調システムは、このように複数のラック列を備えるサーバールームに対しても適用可能であり、各ダンパ 4 の開度や空調ユニット 3 の電動ファンの回転数及び冷気の生成温度を図 4 A, B, C のフローチャートのように制御することで、ラック内の IT 機器を冷却するのに必要十分な量の冷気が吹き出るようになり、空調効率が高まる。

40

【 0 0 4 1 】

なお、上記空調システム 1 を例えば図 9 に示すように 2 列のラック列を備えるサーバールーム 6 に適用する場合、既述のステップ S 101, S 103 における判定処理においては、ラック列間の通路を挟んで対峙する一対のラックのうち上部温度と下部温度との温度差が大きい方のラックの $T(i)$ が C 値 ± の範囲を逸脱しているか否かを検知するよ

50

うにすることが望ましい。温度差が小さい方のラックの $T(i)$ を使って判定処理を行うと温度差が大きい方のラックへ冷気を適正に供給できない虞があるが、温度差が大きい方のラックの $T(i)$ を使えば冷気を適正に供給してこの温度差を是正することが出来るからである。

【0042】

また、上記空調システム1では、コールドアイルの床下に配設されたダンパ4の開度を調整することで、各ラックへ供給する冷気の風量を制御していたが、例えば、ダンパ4の代わりに電動ファンを取り付け、電動ファンの回転数を調整することで各ラックへ供給する冷気の風量を制御するようにしても良いし、或いは電動ファンやダンパを組み合わせた風量調整機構としてもよい。

10

【0043】

また、上記空調システム1では、冷気を床下から供給していたが、例えば、天井から供給することもできる。図10は、冷気を天井から供給する場合の空調システム1の構成図である。図10に示すように、冷気を天井から吹き出す場合は、天井に冷気が流れるダクト13（天井裏内をいわゆる天井チャンパとし、ダクトを省略しても良い）と暖気が流れるダクト14（図2と同様、サーバルーム内の空間を還気路とし省略してもよい）とを設ける。そして、冷気が吹き出る吹き出し口にダンパ4や補助送風機を設ける。図4Aから図4Bで説明した制御方法は、「上部」を「下部」に読み替えれば当業者の知識を適用して天井吹き出し方式の空調システムとして実施できる。このように構成される空調システム1であっても、各ラックに収容されているIT機器へ冷気が均等に供されるため、空調効率を高めることができる。

20

【0044】

また、上記空調システム1では、冷気の吹き出し角を特に調整していなかったが、例えば、上部温度センサ11と下部温度センサ12との温度差、または該温度差と上部温度センサ11に応じて吹き出し角を制御するようにしてもよい。この場合の制御フローを図11に示す。

【0045】

制御装置5は、図11に示すように、各ラックの上部温度と下部温度との温度差 $T(i)$ が C 値 - 以下であるか否かを検知する (S401)。この C 値、 Δ 値は既述したステップS101のもと同じ値であってもよいし、異なる値としてもよい。そして、温度差 $T(i)$ が $(C - \Delta)$ 以下である場合、上部温度が T_{sp} 値以下であるか否かを検知する (S102)。この T_{sp} 値は、既述したステップS102のもと同じ値であってもよいし、異なる値としてもよい。上部温度 $T_u(i)$ が T_{sp} 以下である場合、制御装置5は、ダンパ4の吹き出し角 θ を Δ だけ減少させる (S405)。これにより、図12Aに示すように、過剰であったダンパ4の吹き出し角が減少（換言すれば、ダンパ4の羽根をラック2よりに傾斜させること）する。また、温度差 $T(i)$ が $(C - \Delta)$ 以下でなく (S401)、 $(C + \Delta)$ 以上であり (S403)、 T_{sp} 以上であれば (S404)、ラックへの吹き出し角が不足していると判断されるので、ダンパ4の吹き出し角 θ を Δ だけ増加（換言すれば、吹き出し口4の吹き出し面に垂直方向に起立させること）する (S407)。また、S402、S403、S404で偽と判定された場合には、ラックへの吹き出し角が適正と判断し、ダンパ4の吹き出し角を現状のままとする (S406)。

30

40

【0046】

上記空調システム1は、新たに新設する設備として構成するもののみならず、既設の空調システムを改造して実現することも可能である。例えば、空調ユニット3のみが設けられているような空調システムが既設されている場合には、ダンパ4や上部温度センサ11、下部温度センサ12、制御装置5を新たに設けるだけで上記空調システム1を実現できるので、汎用性や実用性が極めて高い。

【符号の説明】

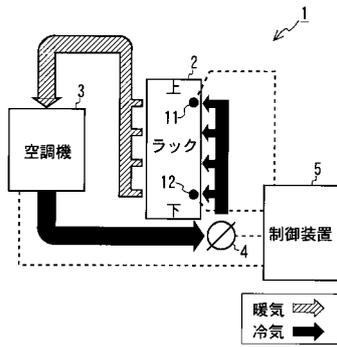
【0047】

1・・・空調システム

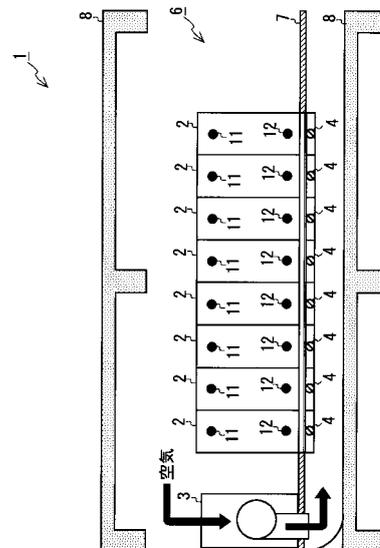
50

- 2 . . . ラック
- 3 . . . 空調ユニット
- 4 . . . ダンパ
- 5 . . . 制御装置
- 6 . . . サーバルーム
- 7 . . . 床
- 8 . . . コンクリートスラブ
- 9 . . . 吹き出し口
- 10 . . . 吸込面
- 11 . . . 上部温度センサ
- 12 . . . 下部温度センサ
- 13 , 14 . . . ダクト

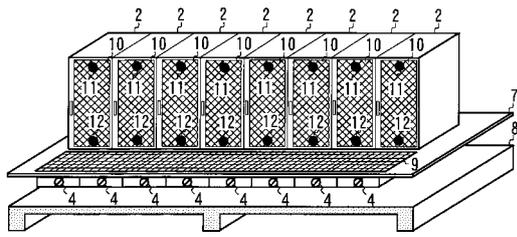
【 図 1 】



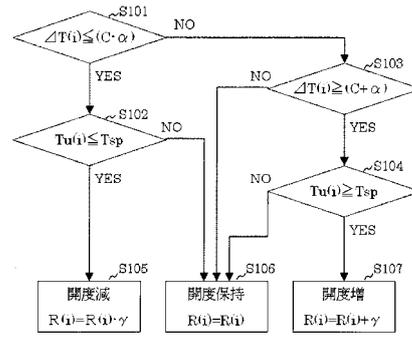
【 図 2 】



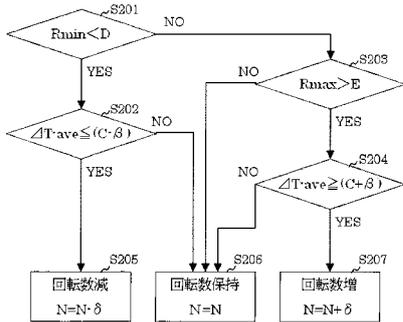
【 図 3 】



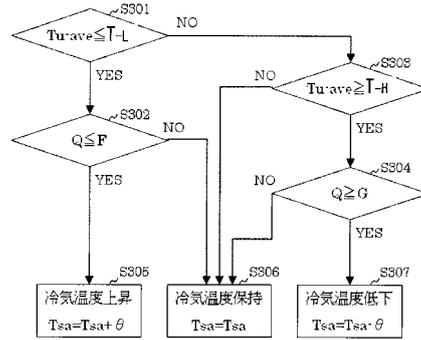
【 図 4 A 】



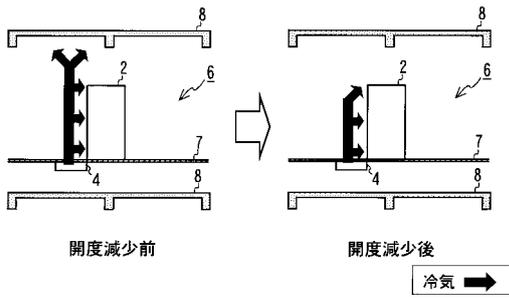
【 図 4 B 】



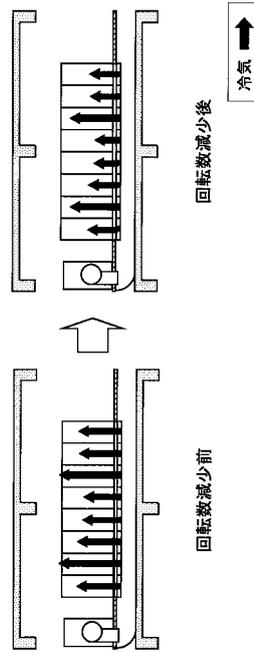
【 図 4 C 】



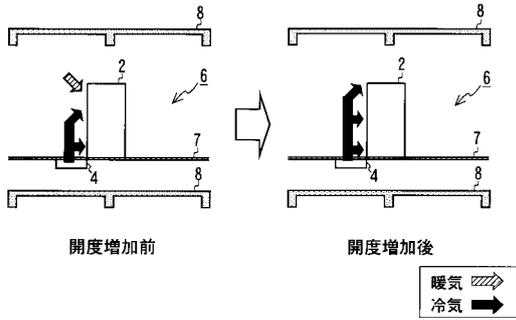
【図 5 A】



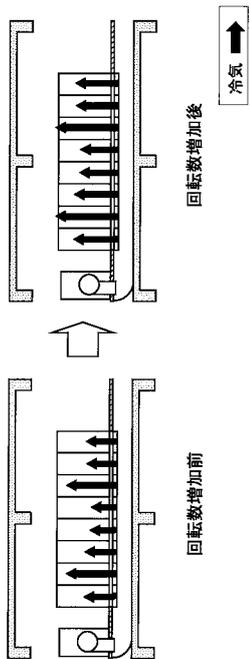
【図 6 A】



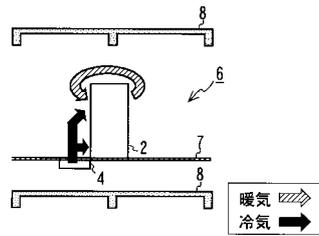
【図 5 B】



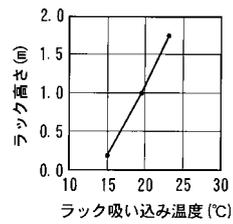
【図 6 B】



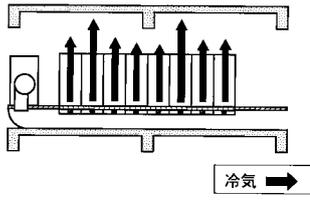
【図 7 A】



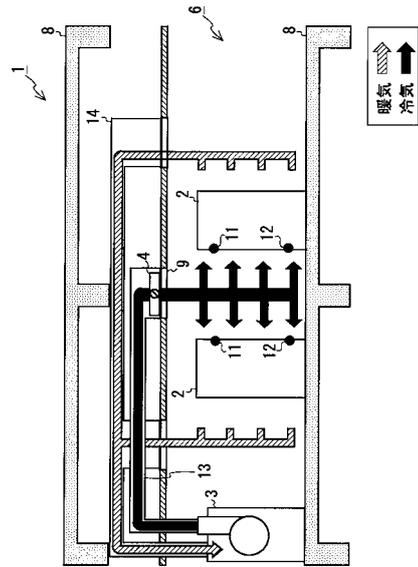
【図 7 B】



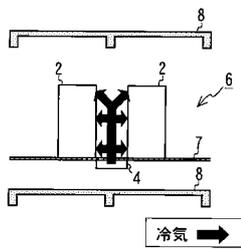
【 図 8 】



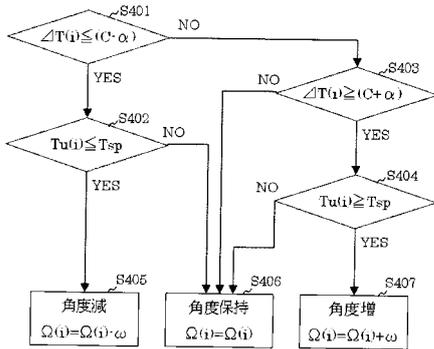
【 図 10 】



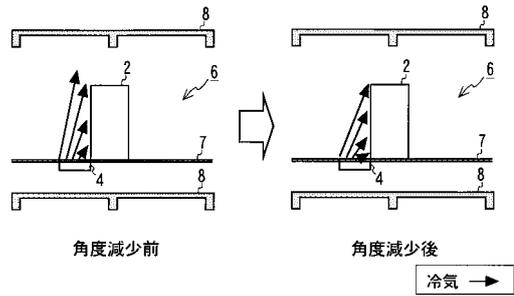
【 図 9 】



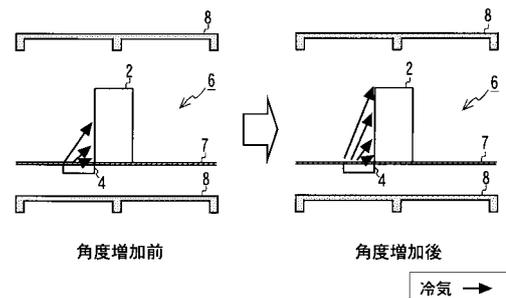
【 図 11 】



【 図 12 A 】



【 図 12 B 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
F 2 4 F 11/02 1 0 2 H

(72)発明者 柴田 克彦
東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地5 高砂熱学工業株式会社内

(72)発明者 木村 健太郎
東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地5 高砂熱学工業株式会社内

(72)発明者 堺 修太郎
東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地5 高砂熱学工業株式会社内

Fターム(参考) 3L060 AA08 CC01 CC09 DD02 EE05
5E322 AA11 AB10 AB11 BA01 BA02 BA03 BA04 BB05 BB06 BB08
EA05