

明 細 書

発明の名称：サーバ室管理用の空調システムおよび空調制御方法 技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、サーバ室管理用の空調システムおよび空調制御方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、様々な分野でＩＴ化が進むにつれ、ネットワークへの接続回線や保守・運用サービスなどを顧客に提供するデータセンターの必要性が高まってきている。

[0003] 一般的にデータセンターでは、多数のサーバが設置されているため発熱量が多く、これらのサーバを正常に稼働させるためには適切に空調を行って所定範囲の環境条件に保つ必要がある。

[0004] データセンターのように多数のコンピュータが設置された室内を冷却するための技術として、データセンター内をサーバへの給気側の空間（コールドエリア）と排気側の空間（ホットエリア）との２つの空間に区分けして構成し、給気ファンによりコールドエリアに冷風を吹き込み、このコールドエリアの冷気がサーバ内のファンにより吸い込まれて暖まった暖気がホットエリアに吹き出すように気流を形成することが提案されている。

[0005] このように構成することにより、室内エリアの温度勾配を少なくするとともに給気温度のばらつきを少なくして省エネ効果が高く、効率の良い空調制御を行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特開２０１０－１０８３５９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述した２つの空間に区分けしたデータセンターにおいては、サーバ内の

ファンが吸い込む冷気を所定範囲内の条件を満たすように制御することで適切な空調を行うことが可能になるが、さらに効率良く、確実な効果を得ることが可能な空調システムが求められていた。

[0008] 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、サーバ室において、運転効率が良く省エネ効果が高い空調制御を実行することが可能なサーバ室管理用の空調システムおよび空調制御方法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

[0009] 上記目的を達成するための実施形態によれば、実施形態によれば、分離された第1空間と第2空間とを有し、第1空間と第2空間との間にサーバが設置され、第1空間に流入した給気がサーバの発熱により加熱されて第2空間を経由して還気として流出するサーバ室の管理用の空調システムが、冷氣生成装置と給気ファンと第1差圧計と制御装置とを備える。冷氣生成装置は、所定条件を満たす給気を生成する。給気ファンは、生成された給気を第1空間に流入させる。第1差圧計は、第1空間に対する第2空間の静圧の差圧を計測する。制御装置は、計測された差圧を予め設定された基準値にするための給気ファンの回転数の制御設定値を決定し、この制御設定値に基づいて給気ファンの回転数を制御する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第1実施形態による空調システムの構成を示す全体図である。

[図2]第1実施形態による空調システムの空調制御装置の構成を示すブロック図である。

[図3]第1実施形態による空調システムの空調制御装置の送風制御内容決定部の構成を示すブロック図である。

[図4]第1実施形態による空調システムの空調制御装置の送風制御内容決定部の動作を示すフローチャートである。

[図5]第2実施形態による空調システムの空調制御装置の送風制御内容決定部の構成を示すブロック図である。

[図6]第2実施形態による空調システムの空調制御装置の送風制御内容決定部

の動作を示すフローチャートである。

[図7]第3実施形態による空調システムの空調制御装置の送風制御内容決定部の構成を示すブロック図である。

[図8]第3実施形態による空調システムの空調制御装置の送風制御内容決定部の動作を示すフローチャートである。

[図9]第4実施形態による空調システムの構成を示す全体図である。

[図10]第5実施形態による空調システムの構成を示す全体図である。

[図11]第5実施形態による空調システムの空調制御装置の送風制御内容決定部の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0011] 《第1実施形態》

〈第1実施形態によるサーバ室管理用の空調システムの構成〉

本発明の第1実施形態によるサーバ室管理用の空調システム1Aの構成について、図1～3を参照して説明する。

[0012] 本実施形態による空調システム1Aは、データセンター等のサーバ室10の空調を行う。サーバ室10内は、第1の空間としてのコールドエリア12と、第2の空間としてのホットエリア13とに分離されており、このコールドエリア12とホットエリア13との間に複数のサーバ（図示せず）が収納されたサーバラック11が設置されている。

[0013] そして、このサーバラック11に収納されたサーバ内のファン（図示せず）の稼働により、矢印aで示すように、室内機20からコールドエリア12に供給された冷気がサーバラック11のサーバに吸入され、サーバの発熱により加熱された還気としてホットエリア13に流出するように気流が発生する。そして、サーバでは発生する熱が吸入された冷気により冷却されて正常に稼働可能となる。

[0014] 空調システム1Aは、室内機20と、室外機40と、空調制御装置50Aとを有する。

[0015] 室内機20は、サーバ室10のホットエリア13に接続された還気吸入エ

リア２０Ａとコールドエリア１２に接続された給気冷却エリア２０Ｂとを有し、還気吸入エリア２０Ａには排気用ダンパ２１が設置され、還気吸入エリア２０Ａと給気冷却エリア２０Ｂとの間には還気導入用ダンパ２２が設置され、給気冷却エリア２０Ｂには外気導入用ダンパ２３と、冷氣生成装置としての冷却コイル２４、加湿器２５、および給気ファン２６とが設置されている。

[0016] 排気用ダンパ２１は、サーバ室１０のホットエリア１３から還気吸入エリア２０Ａに流入し外部に排出する還気量を、開度により調整する。

[0017] 還気導入用ダンパ２２は、還気吸入エリア２０Ａから給気冷却エリア２０Ｂ内に導入する還気量を、開度により調整する。

[0018] 外気導入用ダンパ２３は、外部から給気冷却エリア２０Ｂ内に導入する外気量を、開度により調整する。

[0019] 冷却コイル２４は、外気導入用ダンパ２３が開状態にされたときに導入される外気、および還気導入用ダンパ２２が開状態にされたときに還気吸入エリア２０Ａから導入される還気を、必要に応じて冷却して冷氣を生成する。

[0020] 加湿器２５は、導入された外気および還気を、必要に応じて加湿する。

[0021] 給気ファン２６は、冷却コイル２４により必要に応じて冷却されるとともに加湿器２５により必要に応じて加湿されて生成された冷氣を、給気としてサーバ室１０内のコールドエリア１２に流入させる。

[0022] また、還気吸入エリア２０Ａ内には、ホットエリア１３から流入した還気温度を計測する還気温度計３１が設置される。室内機２０の外側には外気温度を計測する外気温度計３２および外気湿度を計測する外気湿度計３３が設置される。給気冷却エリア２０Ｂ内の給気ファン２６の下流にはサーバ室１０のコールドエリア１２に流入させる給気温度を計測する給気温度計３４および給気湿度を計測する給気湿度計３５が設置される。

[0023] また、サーバ室１０内のコールドエリア１２とホットエリア１３との間には、コールドエリア１２とホットエリア１３との静圧の差である差圧を計測する差圧計３６が設置されている。差圧計には正圧および負圧を測定できる

ものと、正圧しか測定できないものがあるが、本実施形態においてはどちらのエリアのほうかどの程度静圧が高いかを認識する必要があるため、正圧しか測定できない差圧計を用いる場合には、ホットエリア 13 に対するコールドエリア 12 の差圧 (dp1) を測定する差圧計と、コールドエリア 12 に対するホットエリア 13 の差圧 (dp2) を測定する差圧計との 2 個を設置する。

[0024] 室外機 40 は、冷却コイル 24 に接続され、冷却コイル 24 で冷気を生成する際に利用される冷媒を供給する。

[0025] 空調制御装置 50A は、図 2 に示すように、計測値取得部 51 と、冷却制御内容決定部 52 と、ダンパ開度制御部 53 と、コイル運転制御部 54 と、加湿器運転制御部 55 と、送風制御内容決定部 56A と、ファン回転数制御部 57 とを有する。

[0026] 計測値取得部 51 は、還気温度計 31、外気温度計 32、外気湿度計 33、給気温度計 34、給気湿度計 35、および差圧計 36 で計測された計測値を取得する。

[0027] 冷却制御内容決定部 52 は、計測値取得部 51 で取得された計測値に基づいて、排気用ダンパ 21、還気導入用ダンパ 22、および外気導入用ダンパ 23 の開度と、冷却コイル 24 の必要冷媒量等の運転内容と、加湿器 25 の運転内容とを決定する。

[0028] ダンパ開度制御部 53 は、排気用ダンパ 21、還気導入用ダンパ 22、および外気導入用ダンパ 23 の開度を冷却制御内容決定部 52 で決定された開度にするための制御信号を生成し、それぞれのダンパに送信する。

[0029] コイル運転制御部 54 は、冷却コイル 24 を冷却制御内容決定部 52 で決定された内容で室外機 40 から冷媒を取り紺込んで運転するための制御信号を生成し、冷却コイル 24 に送信する。

[0030] 加湿器運転制御部 55 は、加湿器 25 を冷却制御内容決定部 52 で決定された内容で運転するための制御信号を生成し、加湿器 25 に送信する。

[0031] 送風制御内容決定部 56A は、図 3 に示すように、差圧判定部 561 と、第 1 PID 制御部 562 と、第 1 上下限リミッタ 563 と、回転数設定部 5

64とを有する。

[0032] 差圧判定部561は、計測値取得部51から差圧計36で計測された差圧を取得し、この差圧からコールドエリア12とホットエリア13とのどちらのエリアのほうかどの程度静圧が高いかを判定する。

[0033] ここで、正圧および負圧を計測可能な差圧計を用いた場合には、例えばホットエリア13に対するコールドエリア12の差圧が正の値（正圧）である（コールドエリア12の静圧のほうホットエリア13の静圧よりも高い）か、ホットエリア13に対するコールドエリア12の差圧が負の値（負圧）である（ホットエリア13の静圧のほうコールドエリア12の静圧よりも高い）かにより、どちらのエリアのほうかどの程度静圧が高いかを判定する。

[0034] また、正圧しか計測できない差圧計36を2個用いた場合には、これら2個の差圧の差分（ $\Delta P = dp1 - dp2$ ； $dp1 \geq 0$ ， $dp2 \geq 0$ ）をとることにより、どちらのエリアのほうかどの程度静圧が高いかを判定する。

[0035] 第1PID制御部562は、差圧判定部561において判定された結果から、コールドエリア12の空気が確実にホットエリア13に流れるように給気ファン26の回転数を必要に応じて変更するための制御設定値を出力する。このとき、本実施形態においては給気ファン26の回転数を変更するか否かを決定するための基準値を差圧「0」とすることで、コールドエリア12に対するホットエリア13の差圧がこの基準値「0」よりも高い（ホットエリア13の静圧のほうコールドエリア12の静圧よりも高い）と判定されたときには、差圧の目標値をこの基準値「0」に設定し、これに基づいてホットエリア13の静圧を下げるために給気ファン26の回転数を現在よりも減少させるような制御設定値を出力する。

[0036] 第1上下限リミッタ563は、給気ファン26の回転数が急激に変化せず滑らかな制御が行われるようにするために、第1PID制御部562で出力された制御設定値の変化幅の絶対値が、予め設定された閾値よりも大きくならないように制限する。具体的には、第1PID制御部562において閾値

よりも大きい変更幅で制御設定値が出力されたときには、この閾値よりも小さい変更幅の値を制御設定値として生成し出力する。

[0037] 回転数設定部 564 は、第 1 PID 制御部 562 において出力され第 1 上下限リミッタ 563 による制限を通過した制御設定値から、給気ファン 26 の回転数を設定する。

[0038] ファン回転数制御部 57 は、送風制御内容決定部 56A で決定された回転数で運転するための制御信号を生成し、給気ファン 26 に送信する。

[0039] 〈第 1 実施形態によるサーバ室管理用の空調システムの動作〉

次に、本実施形態によるサーバ室管理用の空調システム 1A の動作について説明する。

[0040] 本実施形態における空調システム 1A では、サーバラック 11 に設置されたサーバを適切に冷却するために、(1) サーバ内のファンが吸い込む冷気(室内機 20 からサーバ室 10 へ供給される給気)が所定条件を満たし、且つ、(2) サーバ内のファンが確実にコールドエリアの冷気を吸い込んでホットエリアに吹き出すように動作させるものとする。

[0041] このうち、(1) の給気の状態は、設置するサーバの要求に応じて定められるが、本実施形態においてはサーバ室 10 への給気温度および給気湿度として、米国暖房冷凍空調学会 (ASHRAE ; American Society of Heating , Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) の規定または、これに類する規定に従って、温度 : 18~27℃、絶対湿度 0.0056~0.0107kg/kg 且つ相対湿度 60% 以下とする条件が設定されているものとする。

[0042] 本実施形態において空調システム 1A が稼動すると、還気温度計 31、外気温度計 32、外気湿度計 33、給気温度計 34、給気湿度計 35、および差圧計 36 において計測された計測値が、それぞれ空調制御装置 50A に送信される。

[0043] 送信された計測値は空調制御装置 50A の計測値取得部 51 で取得され、これらが冷却制御内容決定部 52 および送風制御内容決定部 56A に送信される。

- [0044] 冷却制御内容決定部 5 2 では、計測値取得部 5 1 で取得された計測値に基づいて、上述した条件の給気を生成するための排気用ダンパ 2 1、還気導入用ダンパ 2 2、および外気導入用ダンパ 2 3の開度と、冷却コイル 2 4の必要冷媒量等の運転内容と、加湿器 2 5の運転内容とが決定される。
- [0045] 外気の状態ごとの、上記の条件を満たす給気を生成するための排気用ダンパ 2 1、還気導入用ダンパ 2 2、および外気導入用ダンパ 2 3の開度制御、冷却コイル 2 4の運転制御、および加湿器 2 5の運転制御については、例えば特願 2 0 1 0 - 1 1 2 5 6 0に記載の空調システムにおける制御方法を用いることができる。
- [0046] 次に、ダンパ開度制御部 5 3において、排気用ダンパ 2 1、還気導入用ダンパ 2 2、および外気導入用ダンパ 2 3の開度を冷却制御内容決定部 5 2で決定された開度にするための制御信号が生成され、それぞれのダンパに送信される。
- [0047] また、コイル運転制御部 5 4において、冷却コイル 2 4を冷却制御内容決定部 5 2で決定された内容で室外機 4 0から冷媒を取り込んで運転するための制御信号が生成され、冷却コイル 2 4に送信される。
- [0048] また、加湿器運転制御部 5 5において、加湿器 2 5を冷却制御内容決定部 5 2で決定された内容で運転するための制御信号が生成され、加湿器 2 5に送信される。
- [0049] 排気用ダンパ 2 1、還気導入用ダンパ 2 2、外気導入用ダンパ 2 3、冷却コイル 2 4、および加湿器 2 5では、送信された制御信号に基づいて運転が実行される。
- [0050] このようにして排気用ダンパ 2 1、還気導入用ダンパ 2 2、外気導入用ダンパ 2 3、冷却コイル 2 4、および加湿器 2 5の運転が制御されることにより、上述した（１）の条件を満たす給気が生成され、サーバ室 1 0のサーバラック 1 1に設置されたサーバが適切に冷却されるようになる。
- [0051] また送風制御内容決定部 5 6 Aでは、計測値取得部 5 1で取得された計測値に基づいて、上述したように（２）サーバ内のファンが確実にコールドエ

リアの冷気を吸い込んでホットエリアに吹き出すように動作させるための、給気ファン２６の回転数が決定される。

[0052] 上記（２）の条件を満たすために、送風制御内容決定部５６Ａで給気ファン２６の回転数が決定されるとき動作について図４を参照して説明する。

[0053] まず差圧判定部５６１において差圧計３６で計測された差圧が取得され（Ｓ１）、この差圧が、予め設定された基準値「０」を超えているか否かが判定される（Ｓ２）。

[0054] ここで、コールドエリア１２のほうがホットエリア１３よりも静圧が高く、差圧が基準値を超えていないと判定されたときには（Ｓ２の「NO」）、現在実行中の給気ファン２６の回転制御が継続される（Ｓ３）。

[0055] また、ホットエリア１３のほうがコールドエリア１２よりも静圧が高く、差圧が基準値を超えていると判定されたとき（Ｓ２の「YES」）には、ホットエリア１３からコールドエリア１２への空気の流入を防ぎ適切に空調が行われるようにするため、第１ＰＩＤ制御部５６２により、差圧の目標値を基準値「０」にして給気ファン２６の回転数を現在よりも減少させるための制御設定値が出力される（Ｓ４）。

[0056] 次に、給気ファン２６の回転数が上下限の範囲におさまるために、第１ＰＩＤ制御部５６２で出力された制御設定値を第１上下限リミッタ５６３に通過させることにより、制御設定値が予め定められた上下限範囲を逸脱しないように制限される（Ｓ５）。

[0057] 次に、回転数設定部５６４により、第１ＰＩＤ制御部５６２において出力され第１上下限リミッタ５６３による制限を通過した制御設定値から、給気ファン２６の回転数が設定される（Ｓ６）。

[0058] そして、ファン回転数制御部５７により、回転数設定部５６４で決定された回転数で運転するための制御信号が生成され、給気ファン２６に送信される。給気ファン２６では、ファン回転数制御部５７から送信された制御信号に基づいて運転が実行される。

[0059] 以上の本実施形態によれば、サーバ内のファンが吸い込む冷気（室内機２

0からサーバ室10へ供給される給気)が所定条件を満たした状態で、サーバ内のファンが確実にコールドエリアの冷気を吸い込んでホットエリアに吹き出すように動作させることができ、運転効率が良く省エネ効果が高い空調制御を実行することができる。

[0060] 《第2実施形態》

〈第2実施形態によるサーバ室管理用の空調システムの構成〉

本発明の第2実施形態によるサーバ室管理用の空調システム1Bの構成について、図1、図2、図5を参照して説明する。

[0061] 本実施形態による空調システム1Bは、図1に示す空調システム1Aと同様にサーバ室10の空調を行うものであり、室内機20と、室外機40と、空調制御装置50Bとを有する。

[0062] 室内機20および室外機40の機能は、第1実施形態において説明した空調制御装置50Aにおけるこれらの機能と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0063] 本実施形態による空調制御装置50Bは、図2に示すように、計測値取得部51と、冷却制御内容決定部52と、ダンパ開度制御部53と、コイル運転制御部54と、加湿器運転制御部55と、送風制御内容決定部56Bと、ファン回転数制御部57とを有する。

[0064] このうち計測値取得部51、冷却制御内容決定部52、ダンパ開度制御部53、コイル運転制御部54、加湿器運転制御部55、およびファン回転数制御部57の機能は、第1実施形態において説明した空調制御装置50Aのこれらの機能と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0065] 本実施形態における送風制御内容決定部56Bは、図5に示すように、差圧判定部561と、第1PID制御部562と、第1上下限リミッタ563と、回転数設定部564と、還気温度判定部565とを有する。

[0066] このうち差圧判定部561、第1上下限リミッタ563、および回転数設定部564の機能は、第1実施形態において説明した送風制御内容決定部56Aのこれらの機能と同様であるため、詳細な説明は省略する。

- [0067] 還気温度判定部565は、計測値取得部51から還気温度計31の計測値を取得し、還気温度が予め設定された閾値以下であるか否かを判定する。この閾値は、サーバラック11に収納されたサーバが正常に稼働可能な程度に十分に冷却されたか否かを示す指標として設定される値である。
- [0068] 第1PID制御部562は、差圧判定部561において計測されたコールドエリア12とホットエリア13との差圧と、還気温度判定部565において判定された結果から、コールドエリア12の空気が確実にホットエリア13に流れるようにするとともに還気温度を当該閾値以下にするための給気ファン26の回転数の制御設定値を出力する。
- [0069] 具体的には、還気温度判定部565において還気温度が予め設定された閾値を超えていないと判定されたときには、第1実施形態と同様に給気ファン26に回転数の変更を行うか否かを決定するための基準値を差圧「0」として設定し、さらにコールドエリア12に対するホットエリア13の差圧がこの基準値「0」よりも高いと判定されたときには、差圧の目標値をこの基準値「0」に設定する。また、還気温度が予め設定された閾値を超えていると判定されたときには、給気ファン26に回転数の変更を行うか否かを決定するための基準値を差圧「P（P；0よりも大きい正の数）」にシフトして設定し、さらにコールドエリア12に対するホットエリア13の差圧がこの基準値「P」よりも高いと判定されたときには、差圧の目標値をこの基準値「P」に設定する。
- [0070] そして、それぞれ目標値が基準値に設定されたときには、この基準値に基づいて、ホットエリア13の静圧を下げるために給気ファン26の回転数を現在よりも減少させるような制御設定値を出力する。
- [0071] 〈第2実施形態によるサーバ室管理用の空調システムの動作〉
次に、本実施形態によるサーバ室管理用の空調システム1Bの動作について説明する。
- [0072] 本実施形態における空調システム1Bでは、サーバラック11に設置されたサーバを適切に冷却するために、（1）サーバ内のファンが吸い込む冷氣

(室内機 20 からサーバ室 10 へ供給される給気) が所定条件を満たし、(2) サーバ内のファンが確実にコールドエリアの冷気を吸い込んでホットエリアに吹き出すことが可能であり、且つ、(3) サーバ内のファンにより吹き出される暖気の温度が所定値以下になるように動作させるものとする。

[0073] このうち、(1) の給気の条件に対しては、第 1 実施形態において説明したように、ASHRAE の規定、またはこれに類する規定に従って排気用ダンパ 21、還気導入用ダンパ 22、および外気導入用ダンパ 23 の開度制御、冷却コイル 24 の運転制御、および加湿器 25 の運転制御が行われるものとする。

[0074] 本実施形態において空調システム 1B が稼動すると、還気温度計 31、外気温度計 32、外気湿度計 33、給気温度計 34、給気湿度計 35、および差圧計 36 において計測された計測値が、それぞれ空調制御装置 50B に送信される。

[0075] 送信された計測値は空調制御装置 50B の計測値取得部 51 で取得され、これらが冷却制御内容決定部 52 および送風制御内容決定部 56B に送信される。

[0076] 本実施形態において、冷却制御内容決定部 52、ダンパ開度制御部 53、コイル運転制御部 54、および加湿器運転制御部 55 で実行される動作は第 1 実施形態における空調制御装置 50A の冷却制御内容決定部 52 の動作と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0077] また送風制御内容決定部 56B では、計測値取得部 51 で取得された計測値に基づいて、上述したように(2) サーバ内のファンが確実にコールドエリアの冷気を吸い込んでホットエリアに吹き出すように動作させ、且つ、(3) サーバ内のファンにより吹き出される暖気の温度が所定値以下になるように動作させるための、給気ファン 26 の回転数が決定される。

[0078] 上記(2) および(3) の条件を満たすために、送風制御内容決定部 56B で給気ファン 26 の回転数が決定されるとき動作について図 6 を参照して説明する。

- [0079] まず差圧判定部 5 6 1 において差圧計 3 6 で計測された差圧が取得され、また還気温度判定部 5 6 5 において還気温度計 3 1 で計測された還気温度計測値が取得される (S 1 1)。
- [0080] そして、還気温度判定部 5 6 5 において、取得した還気温度が予め設定された閾値以下であるか否かが判定される (S 1 2)。
- [0081] ここで還気温度が予め設定された閾値以下である場合 (S 1 2 の「YES」) は、サーバラック 1 1 に収納されたサーバが十分に冷却されていると判定され、第 1 実施形態の場合と同様に給気ファン 2 6 に回転数の変更を行うか否かを決定するための基準値は「0」に設定される (S 1 3)。
- [0082] また、還気温度が予め設定された閾値を超えている場合 (S 1 2 の「NO」) は、サーバラック 1 1 に収納されたサーバの冷却が十分でないと判定され、給気ファン 2 6 に回転数の変更を行うか否かを決定するための基準値が差圧「P (P ; 0 よりも大きい正の数)」にシフトして設定される (S 1 4)。このように基準値をシフトすることにより、給気ファン 2 5 の回転数を高める方向に変更しやすくなる。
- [0083] 次に、差圧判定部 5 6 1 において取得された差圧が基準値「0」また「P」を超えているか否かが判定される (S 1 5)。
- [0084] ここで、取得された差圧が基準値を超えていないと判定されたときには (S 1 5 の「NO」)、現在実行中の給気ファン 2 6 の回転制御が継続される (S 1 6)。
- [0085] また、取得された差圧が基準値を超えていると判定されたとき (S 1 5 の「YES」) には、ホットエリア 1 3 からコールドエリア 1 2 への空気の流入を防ぎ適切に空調が行われるとともに十分にサーバが冷却されるようにするため、第 1 PID 制御部 5 6 2 により、差圧の目標値をそれぞれ基準値「0」または「P」に設定して給気ファン 2 6 の回転数を現在よりも減少させるための制御設定値が出力される (S 1 7)。
- [0086] 次に、給気ファン 2 6 の回転数が急激に変化せず滑らかな制御が行われるようにするために、第 1 PID 制御部 5 6 2 で出力された制御設定値を第 1

上下限リミッタ 563 に通過させることにより、制御設定値の変化幅の絶対値が予め設定された閾値よりも大きくならないように制限される（S18）。

[0087] 次に、回転数設定部 564 により、第 1 PID 制御部 562 において出力され第 1 上下限リミッタ 563 による制限を通過した制御設定値から、給気ファン 26 の回転数が設定される（S19）。

[0088] そして、ファン回転数制御部 57 により、回転数設定部 564 で決定された回転数で運転するための制御信号が生成され、給気ファン 26 に送信される。給気ファン 26 では、ファン回転数制御部 57 から送信された制御信号に基づいて運転が実行される。

[0089] 以上の本実施形態によれば、サーバ内のファンが吸い込む冷氣（室内機 20 からサーバ室 10 へ供給される給気）が所定条件を満たした状態で、サーバ内のファンが確実にコールドエリアの冷氣を吸い込んでホットエリアに吹き出すように動作させることができ、さらにサーバの負荷が増大してホットエリアの温度が上昇した場合にも給気ファンの回転数を高くしやすくすることでこれに対応して十分にサーバを冷却することができ、運転効率が良く省エネ効果が高い空調制御を実行することができる。

[0090] 《第 3 実施形態》

〈第 3 実施形態によるサーバ室管理用の空調システムの構成〉

本発明の第 3 実施形態によるサーバ室管理用の空調システム 1C の構成について、図 1、図 2、図 7 を参照して説明する。

[0091] 本実施形態による空調システム 1C は、図 1 に示す空調システム 1A、1B と同様にサーバ室 10 の空調を行うものであり、室内機 20 と、室外機 40 と、空調制御装置 50C とを有する。

[0092] 室内機 20 および室外機 40 の機能は、第 1 実施形態において説明した空調制御装置 50A におけるこれらの機能と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0093] 本実施形態による空調制御装置 50C は、図 2 に示すように、計測値取得

部 5 1 と、冷却制御内容決定部 5 2 と、ダンパ開度制御部 5 3 と、コイル運転制御部 5 4 と、加湿器運転制御部 5 5 と、送風制御内容決定部 5 6 C と、ファン回転数制御部 5 7 とを有する。

[0094] このうち計測値取得部 5 1、冷却制御内容決定部 5 2、ダンパ開度制御部 5 3、コイル運転制御部 5 4、加湿器運転制御部 5 5、およびファン回転数制御部 5 7 の機能は、第 1 実施形態において説明した空調制御装置 5 0 A におけるこれらの機能と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0095] 本実施形態における送風制御内容決定部 5 6 C は、図 7 に示すように、差圧判定部 5 6 1 と、第 1 P I D 制御部 5 6 2 と、第 1 上下限リミッタ 5 6 3 と、還気温度判定部 5 6 5 と、第 2 P I D 制御部 5 6 6 と、第 2 上下限リミッタ 5 6 7 と、信号選択部 5 6 8 と、第 3 上下限リミッタ 5 6 9 と、回転数設定部 5 7 0 とを有する。

[0096] このうち差圧判定部 5 6 1、第 1 P I D 制御部 5 6 2、および第 1 上下限リミッタ 5 6 3 の機能は、第 1 実施形態において説明した送風制御内容決定部 5 6 A のこれらの機能と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0097] 還気温度判定部 5 6 5 は、計測値取得部 5 1 から還気温度計 3 1 の計測値を取得し、還気温度が予め設定された閾値以下であるか否かを判定する。

[0098] 第 2 P I D 制御部 5 6 6 は、還気温度判定部 5 6 5 において判定された結果から、サーバラック 1 1 に収納されたサーバが十分に冷却されるようにするための給気ファン 2 6 の回転数の制御設定値を出力する。このとき、還気温度が予め設定された閾値以下である場合にはサーバが十分に冷却されているものと判断して現状の給気ファン 2 6 の回転数を維持し、還気温度が予め設定された閾値を超えている場合にはサーバの負荷が増大し冷却が不十分であると判断して還気温度を閾値以下にするために給気ファン 2 6 の回転数を上げるような制御設定値を出力する。

[0099] 第 2 上下限リミッタ 5 6 7 は、給気ファン 2 6 の回転数が急激に変化せず滑らかな制御が行われるようにするために、第 2 P I D 制御部 5 6 6 で出力された制御設定値の変化幅の絶対値が、予め設定された閾値よりも大きくな

らないように制限する。具体的には、第2PID制御部566において閾値よりも大きい制御設定値が出力されたときには、この閾値よりも小さい値を制御設定値として生成し出力する。

[0100] 信号選択部568は、第1上下限リミッタを通過した制御設定値と、第2上下限リミッタを通過した制御設定値とを比較し、絶対値が大きい方の値を選択する。

[0101] 第3上下限リミッタ569は、信号選択部568で選択された制御設定値の変化幅の絶対値が、予め設定された閾値よりも大きくなならないように制限する。具体的には、信号選択部568で選択された制御設定値が閾値よりも大きい値であるときには、この閾値よりも小さい値を制御設定値として生成し出力する。

[0102] 回転数設定部570は、信号選択部568で選択され第3上下限リミッタ569による制限を通過した制御設定値から、給気ファン26の回転数を設定する。

[0103] <第3実施形態によるサーバ室管理用の空調システムの動作>

次に、本実施形態によるサーバ室管理用の空調システム1Cの動作について説明する。

[0104] 本実施形態における空調システム1Cでは、サーバラック11に設置されたサーバを適切に冷却するために、(1)サーバ内のファンが吸い込む冷気(室内機20からサーバ室10へ供給される給気)が所定条件を満たし、(2)サーバ内のファンが確実にコールドエリアの冷気を吸い込んでホットエリアに吹き出すことが可能であり、且つ、(3)サーバ内のファンにより吹き出される暖気の温度が所定値以下になるように動作させるものとする。

[0105] このうち、(1)の給気の状態に対しては、第1実施形態において説明したように、ASHRAEの規定、またはこれに類する規定に従って排気用ダンパ21、還気導入用ダンパ22、および外気導入用ダンパ23の開度制御、冷却コイル24の運転制御、および加湿器25の運転制御が行われるものとする。

- [0106] 本実施形態において空調システム１Ｃが稼動すると、還気温度計３１、外気温度計３２、外気湿度計３３、給気温度計３４、給気湿度計３５、および差圧計３６において計測された計測値が、それぞれ空調制御装置５０Ｃに送信される。
- [0107] 送信された計測値は空調制御装置５０Ｃの計測値取得部５１で取得され、これらが冷却制御内容決定部５２および送風制御内容決定部５６Ｃに送信される。
- [0108] 本実施形態において、冷却制御内容決定部５２、ダンパ開度制御部５３、コイル運転制御部５４、および加湿器運転制御部５５で実行される動作は第１実施形態における空調制御装置５０Ａの冷却制御内容決定部５２の動作と同様であるため、詳細な説明は省略する。
- [0109] また送風制御内容決定部５６Ｃでは、計測値取得部５１で取得された計測値に基づいて、上述したように（２）サーバ内のファンが確実にコールドエリアの冷気を吸い込んでホットエリアに吹き出すように動作させ、且つ、（３）サーバ内のファンにより吹き出される暖気の温度が所定値以下になるように動作させるための、給気ファン２６の回転数が決定される。
- [0110] 上記（２）および（３）の条件を満たすために、送風制御内容決定部５６Ｃで給気ファン２６の回転数が決定されるとき動作について図８を参照して説明する。
- [0111] まず差圧判定部５６１において差圧計３６で計測された差圧が取得され、また還気温度判定部５６５において還気温度計３１で計測された還気温度計測値が取得される（Ｓ２１）。
- [0112] そして差圧判定部５６１において、取得した差圧が基準値「０」を超えているか否かが判定される（Ｓ２２）。
- [0113] ここで、コールドエリア１２のほうがホットエリア１３よりも静圧が高く、差圧が基準値を超えていないと判定されたときには（Ｓ２２の「Ｎ０」）、現在実行中の給気ファン２６の回転制御が継続される（Ｓ２３）。
- [0114] また、ホットエリア１３のほうがコールドエリア１２よりも静圧が高く、

差圧が基準値を超えていると判定されたとき（S 2 2の「YES」）には、ホットエリア 1 3 からコールドエリア 1 2 への空気の流入を防ぎ適切に空調が行われるようにするため、第 1 P I D制御部 5 6 2により、差圧の目標値を基準値「0」にして給気ファン 2 6 の回転数を現在よりも減少させるための制御設定値が出力される（S 2 4）。

[0115] 次に、給気ファン 2 6 の回転数が急激に変化せず滑らかな制御が行われるようにするために、第 1 P I D制御部 5 6 2で出力された制御設定値を第 1 上下限リミッタ 5 6 3に通過させることにより、制御設定値の変化幅の絶対値が予め設定された閾値よりも大きくなるように制限される（S 2 5）。

[0116] 一方、還気温度判定部 5 6 5においては、ステップ S 2 1で取得した還気温度が予め設定された閾値以下であるか否かが判定される（S 2 6）。

[0117] ここで還気温度が予め設定された閾値以下である場合（S 2 6の「YES」）は、サーバラック 1 1 に収納されたサーバが十分に冷却されていると判定され、現在実行中の給気ファン 2 6 の回転制御が継続される（S 2 3）。

[0118] また、還気温度が予め設定された閾値いる場合（S 2 6の「NO」）は、サーバラック 1 1 に収納されたサーバの冷却が十分でないと判定され、還気温度を当該閾値以下にするために給気ファン 2 6 の回転数を現在よりも上げるための制御設定値が出力される（S 2 7）。

[0119] 次に、給気ファン 2 6 の回転数が急激に変化せず滑らかな制御が行われるようにするために、第 2 P I D制御部 5 6 6で出力された制御設定値を第 2 上下限リミッタ 5 6 7に通過させることにより、制御設定値が予め設定された上下限範囲を逸脱しないように制限される（S 2 8）。

[0120] 次に、信号選択部 5 6 8において、第 1 上下限リミッタを通過した制御設定値と、第 2 上下限リミッタを通過した制御設定値とが比較され、絶対値が大きい方の値が選択される（S 2 9）。

[0121] 次に、第 3 上下限リミッタ 5 6 9において、信号選択部 5 6 8で選択された制御設定値の変化幅の絶対値が、予め設定された閾値よりも大きくならな

いように制限される（S30）。

[0122] 次に、回転数設定部570により、信号選択部568で選択され第3上下限リミッタ569による制限を通過した制御設定値から、給気ファン26の回転数が設定される（S31）。

[0123] 以上の本実施形態によれば、サーバ内のファンが吸い込む冷氣（室内機20からサーバ室10へ供給される給気）が所定条件を満たした状態で、サーバ内のファンが確実にコールドエリアの冷氣を吸い込んでホットエリアに吹き出すように動作させることができ、且つサーバの負荷が増大してホットエリアの温度が上昇した場合にもこれに対応して十分にサーバを冷却することができ、運転効率が良く省エネ効果が高い空調制御を実行することができる。

[0124] 《第4実施形態》

〈第4実施形態によるサーバ室管理用の空調システムの構成〉

本発明の第4実施形態によるサーバ室管理用の空調システム1Dの構成について、図9を参照して説明する。

[0125] 本実施形態による空調システム1Dは、図1に示す空調システム1Aと同様にサーバ室10の空調を行うものであり、室内機20と、室外機40と、空調制御装置50Dとを有する。

[0126] 室内機20および室外機40の機能は、第1実施形態において説明した空調制御装置50Aにおけるこれらの機能と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0127] 空調制御装置50Dの構成は、図2の空調制御装置50A～50Cのいずれかと同様であるため、同一機能を有する構成部分の詳細な説明は省略する。

[0128] また、本実施形態においては、還気吸入エリア20A内およびサーバ室10のホットエリア13内の異なる箇所、例えばサーバラック11内のサーバごとまたはラックの列ごとに対応する箇所の還気温度を計測する複数の還気温度計31-1～31-5が設置されている。

- [0129] また空調システム 1 内には、これらの還気温度計 3 1 - 1 ~ 3 1 - 5 で計測された還気温度計測値のうち、最高の計測値を選択して空調制御装置 5 0 D に送信する還気温度選択器 6 0 が設置されている。
- [0130] また、サーバ室 1 0 内には、コールドエリア 1 2 とホットエリア 1 3 との静圧の差分である差圧を異なる箇所計測する複数の差圧計 3 6 - 1 ~ 3 6 - 4 が設置されている。
- [0131] また空調システム 1 内には、これらの差圧計 3 6 - 1 ~ 3 6 - 4 で計測された差圧のうち、最小の差圧を選択して空調制御装置 5 0 D に送信する差圧選択器 7 0 が設置されている。
- [0132] そして、空調制御装置 5 0 D の計測値取得部 5 1 では、外気温度計 3 2、外気湿度計 3 3、給気温度計 3 4、および給気湿度計 3 5 と、還気温度選択器 6 0 で選択された還気温度計測値、および差圧選択器 7 0 で選択された差圧を取得する。
- [0133] <第 4 実施形態によるサーバ室管理用の空調システムの動作>
次に、本実施形態によるサーバ室管理用の空調システム 1 D の動作について説明する。
- [0134] 本実施形態における空調システム 1 D では、サーバラック 1 1 に設置されたサーバを適切に冷却するために、(1) サーバ内のファンが吸い込む冷気(室内機 2 0 からサーバ室 1 0 へ供給される給気)が所定条件を満たし、(2) サーバ内のファンが確実にコールドエリアの冷気を吸い込んでホットエリアに吹き出すことが可能であり、且つ、(3) サーバ内のファンにより吹き出される暖気の温度が所定値以下になるように動作させるものとする。
- [0135] このうち、(1) の給気条件に対しては、第 1 実施形態において説明したように、ASHRAE の規定、またはこれに類する規定に従って排気用ダンパ 2 1、還気導入用ダンパ 2 2、および外気導入用ダンパ 2 3 の開度制御、冷却コイル 2 4 の運転制御、および加湿器 2 5 の運転制御が行われるものとする。
- [0136] 本実施形態において空調システム 1 D が稼動すると、還気温度計 3 1 - 1

～ 3 1 - 5 で計測された還気温度計測値が還気温度選択器 6 0 に送信され、還気温度選択器 6 0 において、取得された還気温度計測値のうち最高の計測値が選択されて空調制御装置 5 0 D に送信される。また、差圧計 3 6 - 1 ～ 3 6 - 4 で計測された差圧が差圧選択器 7 0 に送信され、差圧選択器 7 0 において、取得されたホットエリア 1 3 に対するコールドエリア 1 2 の差圧のうち最小の差圧が選択された空調制御装置 5 0 D に送信される。

[0137] また、外気温度計 3 2、外気湿度計 3 3、給気温度計 3 4、および給気湿度計 3 5 において計測された計測値が、それぞれ空調制御装置 5 0 D に送信される。

[0138] 送信された計測値は空調制御装置 5 0 D の計測値取得部 5 1 で取得され、これらが冷却制御内容決定部 5 2 および送風制御内容決定部 5 6 に送信される。

[0139] そして、第 1 実施形態の動作と同様に、設定された条件の給気を生成するための排気用ダンパ 2 1、還気導入用ダンパ 2 2、外気導入用ダンパ 2 3、冷却コイル 2 4、および加湿器 2 5 の運転内容が冷却制御内容決定部 5 2 で決定され、この決定された内容でこれらの機器を運転するための制御信号がダンパ開度制御部 5 3、コイル運転制御部 5 4、および加湿器運転制御部 5 5 において生成されてそれぞれの機器に送信される。

[0140] また、第 2 実施形態または第 3 実施形態の動作と同様に、(2) サーバ内のファンが確実にコールドエリアの冷気を吸い込んでホットエリアに吹き出すように動作させ、且つ、(3) サーバ内のファンにより吹き出される暖気の温度が所定値以下になるように動作させるための、給気ファン 2 6 の回転数が送風制御内容決定部 5 6 で決定され、この決定された回転数で給気ファン 2 6 を回転させるための制御信号がファン回転数制御部 5 7 において生成されて給気ファン 2 6 に送信される。給気ファン 2 6 では、ファン回転数制御部 5 7 から送信された制御信号に基づいて運転が実行される。

[0141] 以上の本実施形態によれば、サーバごとまたはサーバラックの列ごとに負荷が異なる場合にも、サーバ内のファンが吸い込む冷気（室内機 2 0 からサ

ーバ室 10 へ供給される給気) が所定条件を満たした状態で、すべてのサーバ内のファンが確実にコールドエリアの冷気を吸い込んでホットエリアに吹き出すように動作させることができ、且ついずれかのサーバの負荷が増大して部分的にホットエリアの温度が上昇した場合にもこれに対応して十分にすべてのサーバを冷却することができ、運転効率が良く省エネ効果が高い空調制御を実行することができる。

[0142] 《第 5 実施形態》

〈第 5 実施形態によるサーバ室管理用の空調システムの構成〉

本発明の第 5 実施形態によるサーバ室管理用の空調システム 1 E の構成について、図 10 を参照して説明する。

[0143] 本実施形態による空調システム 1 E は、還気吸入エリア 20 A 内に、サーバ室 10 のホットエリア 13 から還気を流入させる還気ファン 27 が設置されるとともに、給気冷却エリア 20 B と外気との間に、給気冷却エリア 20 B と外気との静圧の差分である差圧を計測する差圧計 37 が設置されていることを除いては、第 1 実施形態における空調システム 1 A ～第 4 実施形態による空調システム 1 D のいずれかの構成と同様であるため、同一機能を有する部分の詳細な説明については省略する。

[0144] 本実施形態による空調システム 1 E 内には空調制御装置 50 E が設置され、図 2 に示すように、計測値取得部 51 と、冷却制御内容決定部 52 と、ダンパ開度制御部 53 と、コイル運転制御部 54 と、加湿器運転制御部 55 と、送風制御内容決定部 56 E と、ファン回転数制御部 57 とを有している。

[0145] このうち冷却制御内容決定部 52、ダンパ開度制御部 53、コイル運転制御部 54、および加湿器運転制御部 55 の機能は、第 1 実施形態において説明した空調制御装置 50 A のこれらの機能と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0146] 本実施形態における計測値取得部 51 は、差圧計 37 で計測された計測値を取得し、送風制御内容決定部 56 に送信する。

[0147] また本実施形態における送風制御内容決定部 56 E は、送風制御内容決定

部 5 6 A ～ 5 6 C のいずれかの構成に加え、還気ファン 2 7 の回転数を制御するための構成を有する。

[0148] 送風制御内容決定部 5 6 E の一例として、送風制御内容決定部 5 6 A の構成に還気ファン 2 7 の回転数を制御するための構成を加えた場合のブロック図を、図 1 1 に示す。

[0149] 図 1 1 の送風制御内容決定部 5 6 E は、差圧計 3 6 の計測値に基づいて給気ファン 2 6 の回転数を制御する差圧判定部 5 6 1、第 1 P I D 制御部 5 6 2、第 1 上下限リミッタ 5 6 3、および回転数設定部 5 6 4 と、差圧計 3 7 の計測値に基づいて還気ファン 2 7 の回転数を制御する差圧判定部 5 7 1、第 3 P I D 制御部 5 7 2、第 4 上下限リミッタ 5 7 3、および回転数設定部 5 7 4 とを有する。

[0150] 差圧判定部 5 7 1 は、計測値取得部 5 1 から差圧計 3 7 で計測された差圧を取得し、この差圧から給気冷却エリア 2 0 B と外気とのどちらのほうかどの程度静圧が高いかを判定する。

[0151] 第 3 P I D 制御部 5 7 2 は、差圧判定部 5 7 1 において判定された結果から、外気が給気冷却エリア 2 0 B 内に漏れることがないように、還気ファン 2 7 の回転数を必要に応じて上げるための制御設定値を出力する。ここで、還気ファン 2 7 の回転数を変更するか否かを決定するための基準値を差圧「0」とすることで、給気冷却エリア 2 0 B に対する外気の差圧がこの基準値「0」よりも高い（外気の静圧のほうが給気冷却エリア 2 0 B の静圧よりも高い）と判定されたときには、差圧の目標値をこの基準値「0」に設定し、これに基づいて給気冷却エリア 2 0 B の静圧を上げるために還気ファン 2 7 の回転数を現在よりも上げるような制御設定値を出力する。

[0152] 第 4 上下限リミッタ 5 7 3 は、還気ファン 2 7 の回転数が急激に変化せず滑らかな制御が行われるようにするために、第 3 P I D 制御部 5 7 2 で出力された制御設定値の変化幅の絶対値が、予め設定された閾値よりも大きくならないように制限する。具体的には、第 3 P I D 制御部 5 7 2 において閾値よりも大きい変更幅で制御設定値が出力されたときには、この閾値よりも小

さい変更幅の値を制御設定値として生成し出力する。

[0153] 回転数設定部 574 は、第 3 PID 制御部 572 において出力され第 4 上下限リミッタ 573 による制限を通過した制御設定値から、還気ファン 27 の回転数を設定する。

[0154] ファン回転数制御部 57 は、送風制御内容決定部 56E で決定された回転数で運転するための給気ファン 26 および還気ファン 27 の制御信号を生成し、給気ファン 26 および還気ファン 27 に送信する。

[0155] 〈第 5 実施形態によるサーバ室管理用の空調システムの動作〉
次に、本実施形態によるサーバ室管理用の空調システム 1E の動作について説明する。

[0156] 本実施形態における空調システム 1E では、サーバラック 11 に設置されたサーバを適切に冷却するために、(1) サーバ内のファンが吸い込む冷気(室内機 20 からサーバ室 10 へ供給される給気)が所定条件を満たし、(2) サーバ内のファンが確実にコールドエリアの冷気を吸い込んでホットエリアに吹き出すことが可能であり、且つ、(4) 外気が空調制御装置内に漏れることがないように動作させるものとする。

[0157] 本実施形態において空調システム 1E が稼動すると、還気温度計 31、外気温度計 32、外気湿度計 33、給気温度計 34、給気湿度計 35、差圧計 36、および差圧計 37 において計測された計測値が、それぞれ空調制御装置 50E に送信される。

[0158] 送信された計測値は空調制御装置 50D の計測値取得部 51 で取得され、これらが冷却制御内容決定部 52 および送風制御内容決定部 56 に送信される。

[0159] そして、第 1 実施形態の動作と同様に、設定された条件の給気を生成するための排気用ダンパ 21、還気導入用ダンパ 22、外気導入用ダンパ 23、冷却コイル 24、および加湿器 25 の運転内容が冷却制御内容決定部 52 で決定され、この決定された内容でこれらの機器を運転するための制御信号がダンパ開度制御部 53、コイル運転制御部 54、および加湿器運転制御部 5

5において生成されてそれぞれの機器に送信される。

[0160] また第1実施形態～第3実施形態の動作と同様に、送風制御内容決定部56の差圧判定部561～回転数設定部564において、(2)サーバ内のファンが確実にコールドエリアの冷気を吸い込んでホットエリアに吹き出すように動作させるための給気ファン26の回転数が決定され、この決定された回転数で給気ファン26を回転させるための制御信号がファン回転数制御部57において生成されて給気ファン26に送信されるとともに、送風制御内容決定部56の差圧判定部571～回転数設定部574において、(4)外気が空調制御装置内に漏れることがないように動作させるための還気ファン27の回転数が決定され、この決定された回転数で還気ファン27を回転させるための制御信号がファン回転数制御部57において生成されて還気ファン27に送信される。

[0161] 上記(4)の条件を満たすために、送風制御内容決定部56Eで還気ファン27の回転数が決定されるとき動作について説明する。

[0162] まず差圧判定部571において差圧計37で計測された差圧が取得され、この差圧が、予め設定された基準値「0」を超えているか否かが判定される。

[0163] ここで、給気冷却エリア20Bのほうが外気よりも静圧が高く、差圧が基準値を超えていないと判定されたときには、現在実行中の給気ファン26の回転制御が継続される。

[0164] また、外気のほうが給気冷却エリア20Bよりも静圧が高く、差圧が基準値を超えていると判定されたときには、外気から給気冷却エリア20Bへの空気の漏れを防ぎ適切に空調が行われるようにするため、第3PID制御部572により、差圧の目標値を基準値「0」にして還気ファン27の回転数を現在よりも上げるための制御設定値が出力される。

[0165] 次に、還気ファン27の回転数が急激に変化せず滑らかな制御が行われるようにするために、第3PID制御部572で出力された制御設定値を第4上下限リミッタ573に通過させることにより、制御設定値の変化幅の絶対

値が予め設定された閾値よりも大きくなるように制限される。

[0166] 次に、回転数設定部 574 により、第 3PID 制御部 572 において出力され第 4 上下限リミッタ 573 による制限を通過した制御設定値から、還気ファン 27 の回転数が設定される。

[0167] そして、ファン回転数制御部 57 により、回転数設定部 574 で決定された回転数で還気ファン 27 を運転するための制御信号が生成され、還気ファン 27 に送信される。還気ファン 27 では、ファン回転数制御部 57 から送信された制御信号に基づいて運転が実行される。

[0168] 以上の本実施形態によれば、サーバ内のファンが吸い込む冷氣（室内機 20 からサーバ室 10 へ供給される給気）が所定条件を満たした状態で、サーバ内のファンが確実にコールドエリアの冷氣を吸い込んでホットエリアに吹き出すように動作させることができ、外気が空調制御装置に漏れることなく、運転効率が良く省エネ効果が高い空調制御を実行することができる。

[0169] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これらの新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 分離された第1空間と第2空間とを有し、前記第1空間と前記第2空間との間にサーバが設置され、前記第1空間に流入した給気が前記サーバの発熱により加熱されて前記第2空間を経由して還気として流出するサーバ室の管理用の空調システムにおいて、
- 所定条件を満たす給気を生成する冷気生成装置と、
- 前記冷気生成装置で生成された給気を前記第1空間に流入させる給気ファンと、
- 前記第1空間の静圧に対する前記第2空間の静圧の差圧を計測する第1差圧計と、
- 前記第1差圧計において計測された差圧を、前記第1空間から前記第2空間に空気が流れるように予め設定された基準値にするための、前記給気ファンの回転数の制御設定値を決定する送風制御内容決定部、および、この送風制御内容決定部で決定された制御設定値に基づいて前記給気ファンの回転数を制御するファン回転数制御部を有する制御装置と、
- を備えることを特徴とするサーバ室管理用の空調システム。
- [請求項2] 前記差圧計は、前記第1空間に静圧に対する前記第2空間の静圧の差圧を計測する正圧のみ計測可能な差圧計と、前記第2空間の静圧に対する前記第1空間の静圧の差圧を計測する正圧のみ計測可能な差圧計との2台を組み合わせて構成することを特徴とする請求項1に記載のサーバ室管理用の空調システム。
- [請求項3] 前記第2空間に流出した還気の温度を計測する還気温度計をさらに有し、
- 前記制御装置の送風制御内容決定部は、前記還気温度計で計測された還気の温度が予め設定された閾値を超えているときには、前記閾値を超えていないときよりも、前記基準値を高く設定して前記制御設定値を決定する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のサーバ室管理用の空調システム。

[請求項4] 前記第 2 空間に流出した還気の温度を計測する還気温度計をさらに有し、

前記制御装置の送風制御内容決定部は、

前記第 1 差圧計において計測された差圧を、前記第 1 空間から前記第 2 空間に空気が流れるように予め設定された基準値にするための、前記給気ファンの回転数の制御設定値を決定する第 1 制御部と、

前記還気温度計で計測された還気の温度が予め設定された閾値よりも高いときには、当該還気の温度を当該閾値以下にするための、前記給気ファンの制御設定値を決定する第 2 制御部と、

前記第 1 制御部で決定された制御設定値と前記第 2 制御部で決定された制御設定値とを比較し、絶対値が大きい方の制御設定値を選択する比較部とを有し、

前記制御装置のファン回転数制御部は、

前記比較部で選択された制御設定値に基づいて前記給気ファンの回転数を制御する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のサーバ室管理用の空調システム。

[請求項5] 前記第 1 差圧計は、複数個設置され、

前記複数の第 1 差圧計で計測された差圧のうち、最小の差圧を選択する差圧選択器をさらに有し、

前記制御装置の送風制御内容決定部は、前記差圧選択器で選択された差圧により、制御設定値を決定する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のサーバ室管理用の空調システム。

[請求項6] 前記還気温度計は複数個設置され、

前記複数の還気温度計で計測された還気温度計測値のうち、最高の

還気温度計測値を選択する還気温度選択器をさらに有し、

前記制御装置の送風制御内容決定部は、前記還気温度選択器で選択された還気温度計測値により、制御設定値を決定する

ことを特徴とする請求項3に記載のサーバ室管理用の空調システム。

[請求項7]

前記サーバ室の第2空間から還気を流入させる還気ファンと、

前記空調システム内の静圧と外気の静圧との差圧を計測する第2差圧計とをさらに有し、

前記制御装置の送風制御内容決定部は、前記第2差圧計において計測された差圧により、外気の静圧のほうが前記空調システム内の静圧よりも高いときに、前記還気ファンの回転数を上げるための制御設定値を決定し、

前記ファン回転数制御部は、この送風制御内容決定部で決定された制御設定値に基づいて前記還気ファンの回転数を制御する

ことを特徴とする1または2に記載のサーバ室管理用の空調システム。

[請求項8]

分離された第1空間と第2空間とを有し、前記第1空間と前記第2空間との間にサーバが設置され、前記第1空間に流入した給気が前記サーバの発熱により加熱されて前記第2空間を経由して還気として流出するサーバ室の管理用の空調システムにおいて、

冷氣生成装置により所定条件を満たす給気を生成し、

給気ファンにより前記冷氣生成装置で生成された給気を前記第1空間に流入させ、

第1差圧計により前記第1空間の静圧に対する前記第2空間の静圧の差圧を計測し、

制御装置により前記第1差圧計において計測された差圧を、前記第1空間から前記第2空間に空気が流れるように予め設定された基準値にするための前記給気ファンの回転数の制御設定値を決定し、この決定された制御設定値に基づいて前記給気ファンの回転数を制御する

ことを特徴とするサーバ室管理用の空調制御方法。