

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] データセンターのサーバ室には、一般的に多数のサーバが設置されているため、その発熱量が多い。そのようなサーバ室内で、これらのサーバを正常に稼働させるためには、サーバ室に対し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] データセンターのサーバ室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、室内の下部空間から吸い込んだ空気を上部空間に吹き出すことにより、その空気がサーバラックの上部に吸い込まれるように構成した空調システムがある。

[0005] この技術を利用することによりサーバ室内全体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効率のよい空調制御を行うことが可能になる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特開２００５－１７２３０９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、データセンターのサーバ室のように、空調すべき対象の負荷が情報機器である場合、負荷のほとんどが顕熱負荷である、設定温湿度が

一定範囲であればよい、負荷でCO₂が発生しないのでCO₂濃度上昇防止のための換気が不要であるなど、一般のビル内の状態とは異なる特徴があるが、従来は、これらの特徴に対応した空調制御は行われておらず、無駄なエネルギーを消費している場合があるという問題があった。

[0008] 本発明が解決しようとする課題は、省エネ効果が高く効率のよい、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のサーバ室管理用の空調システムは、分離された第1空間と第2空間とを有する。この第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を管理するようになっている。

[0010] このようなサーバ室管理用の空調システムにおいて、外気の導入量を調整して導入する外気導入装置と、サーバ室の第2空間から流出された還気の導入量を調整して導入する還気導入装置と、外気と還気との少なくとも一方を加湿可能な加湿器と、外気と還気との少なくとも一方を冷却可能な冷却器と、加湿器からの還気および外気と、冷却器からの還気および外気とを給気として第1空間に流入させ、第2空間から還気を流出させる送風機と、還気温度を計測する還気温度計測器と、空調制御装置とを備える。

[0011] 上記空調制御装置は、外気温度の計測値および外気湿度の計測値を取得する外気温湿度計測値取得部と、外気温湿度計測値取得部で取得された外気温度の計測値および外気湿度の計測値と、還気温度計測器から取得した還気温度計測値とに基づいて、予め設定された温度および絶対湿度および相対湿度の目標範囲内の給気を生成するための空調制御内容を設定する空調制御内容設定部と、空調制御内容設定部で設定された空調制御内容に基づいて、外気の導入量と、還気の導入量と、加湿器の制御量と、冷却器の制御量と、送風機による送風量とを制御する機器制御部とを有する。

[0012] また、上記空調制御装置の空調制御内容設定部は、外気の空気状態が、目

標範囲の絶対湿度の上限値超であるか、または温度の目標範囲且つ絶対湿度の目標範囲に該当する範囲の空気状態に対応するエンタルピ範囲の上限値超であり且つ目標範囲の温度上限値超である空気状態範囲に該当すると判定したときには、外気の空気状態と還気の空気状態とを比較し、この比較の結果に応じて、外気導入量を最小にして、冷却器により冷却処理が行われるように空調制御内容を設定するか、外気導入量を最大にして、冷却器により冷却処理が行われるように空調制御内容を設定するか、を決定する。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、一実施形態である空調システムの構成を示す全体図である。

[図2]図2は、同実施形態の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]図3は、同実施形態の空調システムの空調制御装置で分類される外気の空気状態範囲を空気線図上に示すグラフである。

[図4]図4は、同実施形態の空調制御装置において、外気と還気のエンタルピを比較する様子を、空気線図上に示したグラフである。

[図5]図5は、同実施形態の空調制御装置において、外気と還気の温度を比較する様子を、空気線図上に示したグラフである。

[図6]図6は、同実施形態の空調制御装置において、外気または還気を冷却した場合に、冷却に必要なエネルギーが小さくなるケースを選択する様子を、空気線図上に示したグラフである。

[図7]図7は、同実施形態の空調制御装置において、外気または還気を冷却した場合に、冷却に必要なエネルギーがより小さくなるケースを選択するために室外ユニットの消費電力を比較する様子を、空気線図上に示したグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] 〈サーバ室管理システムの構成〉

一実施形態であるサーバ室管理用の空調システムとしてのサーバ室管理システムの構成について、図1を参照して説明する。

- [0015] 本実施形態によるサーバ室管理システム 1 は、データセンター等のサーバ室 10 と、このサーバ室 10 の空調を行う空調システム 20 とから構成される。
- [0016] サーバ室 10 は複数の開口部 11a を有する二重床 11 が設置されている。この二重床 11 上に、複数のサーバ（図示せず）を格納した複数のサーバラック 12-1～12-4 が設置される。このサーバ室 10 では、設置されたサーバ内のファン（送風機）またはサーバラック 12-1～12-4 に設置されたファンの稼働により、図 1 の符号 30 の矢印で示すように、二重床 11 の下部に流入した冷気が二重床 11 上の開口部 11a から二重床 11 の上部に吸入される。この構成により、空気がサーバの発熱により加熱されて還気として流出するように、気流が発生する。このように気流が発生することにより、二重床 11 の上部には、サーバラック 12-1～12-4 に吸入する冷気を含んだ第 1 空間としてのコールドエリア 13 と、サーバラック 12-1～12-4 から吹き出した暖気を含んだ第 2 空間としてのホットエリア 14 とが形成される。このようにして、発生する熱が冷気により冷却されるので、サーバは正常に稼働可能となる。
- [0017] 空調システム 20 は、還気ダクト 21 と、還気温度計測器としての還気温度センサ 22 と、排気用ダンパ 23 と、室内ユニット 24 と、室外ユニット 25 と、給気ダクト 26 と、外気温度センサ 27 と、外気湿度センサ 28 と、空調制御装置 29 とを有する。
- [0018] 還気ダクト 21 は空気を通す管であり、サーバ室 10 のホットエリア 14 と空調システム 20 の室内ユニット 24 とを接続する。
- [0019] 還気温度センサ 22 は、ホットエリア 14 から流入した還気の温度を計測し、計測値を空調制御装置 29 に送信する。
- [0020] 排気用ダンパ 23 は、還気ダクト 21 から外部に排出する還気量を、その開度により調整する。
- [0021] 室内ユニット 24 は、還気導入装置としての還気導入用ダンパ 241 と、外気導入装置としての外気導入用ダンパ 242 と、フィルタ 243 と、冷気

生成装置としての加湿器 244、冷却コイル（冷却器）245、および給気ファン（送風機）246と、給気温度計測器としての給気温度センサ 247と、給気湿度センサ 248とを有する。

[0022] 還気導入用ダンパ 241 は、還気ダクト 21 から室内ユニット 24 内に導入する還気量を、その開度により調整する。

[0023] 外気導入用ダンパ 242 は、室内ユニット 24 内に導入する外気量を、その開度により調整する。

[0024] フィルタ 243 は、外気導入用ダンパ 242 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 241 が開状態にされたときに還気ダクト 21 から導入される還気から、塵埃を除去する。

[0025] 加湿器 244 は、フィルタ 243 で塵埃が除去された外気および還気を、必要に応じて加湿する。

[0026] 冷却コイル 245 は、フィルタ 243 で塵埃が除去された外気および還気を、必要に応じて冷却して冷気を生成する。

[0027] 給気ファン 246 は、加湿器 244 により必要に応じて加湿されるとともに、冷却コイル 245 により必要に応じて冷却されて生成された冷気を送風し、給気ダクト 26 からサーバ室 10 の床下を経由してコールドエリア 13 に流入させる。この給気ファン 246 の回転数を制御することによって、その送風量が制御される。

[0028] 給気温度センサ 247 は、サーバ室 10 に流入させる給気の温度を計測し、計測値を空調制御装置 29 に送信する。

[0029] 給気湿度センサ 248 は、サーバ室 10 に流入させる給気の湿度を計測し、計測値を空調制御装置 29 に送信する。

[0030] 室外ユニット 25 は、冷却コイル 245 に接続されており、冷却コイル 245 で冷気を生成する際に利用される冷媒を冷却コイル 245 に供給する。

[0031] 給気ダクト 26 は空気を通す管であり、室内ユニット 24 と、サーバ室 10 のコールドエリア 13 に繋がる床下とを接続する。

[0032] 外気温度センサ 27 は、外気温度を計測し、その計測値を空調制御装置 2

９に送信する。外気湿度センサ２８は、外気湿度を計測し、その計測値を空調制御装置２９に送信する。

[0033] 空調制御装置２９は、図２に示すように、給気目標範囲情報記憶部２９１と、外気温湿度計測値取得部２９２と、空調制御内容設定部２９３と、機器制御部２９４とを有する。

[0034] 給気目標範囲情報記憶部２９１は、サーバ室１０への給気温度目標範囲および給気湿度目標範囲を記憶する。

[0035] 外気温湿度計測値取得部２９２は、外気温度センサ２７で計測された外気温度計測値、および外気湿度センサ２８で計測された外気湿度計測値を取得する。

[0036] 空調制御内容設定部２９３は、外気温湿度計測値取得部２９２から取得された外気温度計測値、および外気湿度計測値と、還気温度センサ２２で計測された還気温度計測値、給気温度センサ２４７で計測された給気温度計測値、および給気湿度センサ２４８で計測された給気湿度計測値とを取得し、これらの計測値と、給気目標範囲情報記憶部２９１に記憶された給気温度目標範囲および給気湿度目標範囲とに基づいて、予め設定された温度範囲且つ湿度範囲内の給気を生成するための空調制御内容を設定する（詳細は後述）。

[0037] 機器制御部２９４は、空調制御内容設定部２９３で設定された空調制御内容に基づいて、空調システム２０内の各機器の動作を制御する。

[0038] 〈サーバ室管理システムの動作〉

次に、本実施形態によるサーバ室管理システム１の動作について説明する。

[0039] 本実施形態において、サーバ室管理システム１の空調制御装置２９の給気目標範囲情報記憶部２９１には、サーバ室１０への給気温度目標範囲および給気湿度目標範囲が予め記憶されている。

[0040] 本実施形態においては、サーバ室１０への給気温度目標範囲および給気湿度目標範囲として、米国暖房冷凍空調学会（ASHRAE；American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers）の

規定を参考にして設定された範囲である、温度：18～35℃、絶対湿度0.0056～0.0107kg/kg且つ相対湿度60%以下とする範囲情報が記憶されているものとする。

[0041] このように給気目標範囲情報記憶部291に給気温度目標範囲および給気湿度目標範囲が記憶されている状態で、空調制御装置29において、各機器の制御が行われるときの動作について説明する。

[0042] まず、外気温湿度計測値取得部292で取得された外気温度計測値および外気湿度計測値が空調制御内容設定部293で取得される。

[0043] 次に、空調制御内容設定部293において、給気目標範囲情報記憶部291に記憶された給気温度目標範囲および給気湿度目標範囲に基づいて、予め設定された給気温度目標範囲且つ給気湿度目標範囲内の給気を生成するための空調制御内容が設定される。以下に、空調制御内容設定部293で実行される空調制御内容の設定処理について、詳細に説明する。

[0044] まず、取得された外気温度計測値および外気湿度計測値に基づいて、現在の外気の状態が、図3に示すように分割された空気線図上のどの領域に該当するかが判定される。空気線図は、線図上に温度、絶対／相対湿度、エンタルピなどから湿り空気の状態が分かるようにした線図のことである。

[0045] 図3の空気線図では、飽和線X100で表した相対湿度100%（飽和状態）以下の空気の状態が、上述した給気温度目標範囲（図3の温度下限線TLおよび温度上限線Thで示す範囲）および給気湿度目標範囲（図3の絶対湿度下限線XLおよび絶対湿度上限線Xhで示す範囲）で示される値と、この給気温度目標範囲且つ給気湿度目標範囲に該当する範囲の空気状態に対応する、エンタルピ上限線Hhで示すエンタルピの上限値およびエンタルピ下限線Hlで示すエンタルピの下限値と、相対湿度上限線Rhで示す相対湿度の上限値とに基づいて、以下に示す5つの空気状態範囲を示す領域I～Vに分割されている。本実施形態において、上述した給気温度目標範囲且つ給気湿度目標範囲に対応するエンタルピ上限値は50kJ/kg(DA)であり、エンタルピ下限値は35kJ/kg(DA)であるものとする。

[0046] ー領域I（第1の空気状態範囲）：

領域Iは、給気温度目標範囲、且つ目標とする給気絶対湿度範囲、且つ給気相対湿度範囲と同様の範囲、つまり空気線図上において下記式（1）を満たす範囲である。

[0047] 〔数1〕

（温度18度以上35度以下）

$\cap$ （絶対湿度0.0056 kg/kg(DA)以上0.0107 kg/kg(DA)以下）

$\cap$ （相対湿度60%以下） 式（1）

[0048] ー領域II（第2の空気状態範囲）：

領域IIは、目標とする給気絶対湿度範囲の下限值未満であり、且つ目標とする範囲におけるエンタルピ下限値未満の範囲、つまり空気線図上において下記式（2）を満たす範囲である。

[0049] 〔数2〕

（絶対湿度0.0056 kg/kg(DA)未満）

$\cap$ （比エンタルピ35kJ/kg(DA)未満） 式（2）

[0050] ー領域III（第3の空気状態範囲）：

領域IIIは、目標とする給気絶対湿度の範囲内であり、且つ、目標とする給気温度範囲の下限值未満または目標とする給気相対湿度の上限値以上の範囲、つまり空気線上において下記式（3）を満たす範囲である。

[0051] 〔数3〕

（絶対湿度0.0056 kg/kg(DA)以上0.0107 kg/kg(DA)以下）

$\cap \{ (温度18度未満) \cup (相対湿度60\%以上) \}$ 式（3）

[0052] ー領域IV（第4の空気状態範囲）：

領域IVは、目標とする給気温度および給気湿度の範囲に対応するエンタルピ範囲内であり、且つ、目標とする給気絶対湿度範囲の下限值未満または目標とする給気温度範囲の上限値を超える範囲、つまり空気線上において下記式（4）を満たす範囲である。

[0053] 〔数4〕

(比エンタルピ 35kJ/kg(DA) 以上比エンタルピ 50kJ/kg(DA) 以下)

$\cap \{ (\text{絶対湿度 } 0.0056 \text{ kg/kg(DA) 未満}) \cup (\text{温度 } 35^\circ\text{C 超}) \}$ 式(4)

[0054] ー領域V(第5の空気状態範囲) :

領域Vは、上記の領域I~IV以外の範囲であるが、具体的には、図3に示すように、給気湿度目標範囲の上限値超であるか、または給気温度目標範囲且つ給気湿度目標範囲に該当する範囲の空気状態に対応するエンタルピ範囲の上限値超であり且つ給気温度目標範囲の上限値超である空気状態範囲である。

[0055] 現在の外気の状態がこれらの領域I~IVのうちいずれの領域に該当するかが判定されると、空調制御内容設定部293において、外気温湿度計測値取得部292で取得された外気温度計測値、外気湿度計測値、および還気温度センサ22で計測された還気温度計測値、給気温度センサ247で計測された給気温度計測値、給気湿度センサ248で計測された給気湿度計測値が用いられ、それぞれ領域ごとに以下のように空調制御内容が設定される。ここでは空調制御対象となるのはサーバ室10内のサーバから発生する熱による顕熱負荷であり、人の呼気等による潜熱負荷は発生しないものと仮定し、還気湿度値は、給気湿度センサ248で計測される給気湿度計測値と同一であるものとする。

[0056] ー領域Iに該当する場合の空調制御内容 :

現在の外気の状態が領域Iの範囲内にあるときは、外気をそのまま給気とすることが可能である。このため、排気用ダンパ23を全開にし、還気導入用ダンパ241を閉じ、外気導入用ダンパ242を全開にすることで、外気導入比率が100%になるように制御内容が決定される。またこのときは、加湿器244による加湿処理、および冷却コイル245による混合した空気の冷却処理は行われない。

[0057] ー領域IIに該当する場合の空調制御内容 :

現在の外気の状態が領域IIの範囲内にあるときは、外気に還気を混合することで外気温度を加温するとともに加湿を行うように制御内容が決定される

。具体的には、排気用ダンパ23、還気導入用ダンパ241、および外気導入用ダンパ242の開度が外気導入比率に応じて0~100%の間で調整されるとともに、加湿器244により必要量の加湿が行われるように制御内容が決定される。

[0058] このとき外気導入比率の目標値 α は、混合後の空気が、給気目標範囲情報記憶部291に記憶された給気温度目標範囲且つ給気湿度目標範囲内で予め設定された給気温度目標値になるように、外気温度計測値および還気温度計測値により調整される。

[0059] このようにして外気導入比率が調整されて外気と還気とが混合された空気の絶対湿度値 X は、外気絶対湿度計測値 X_0 、還気絶対湿度計測値 X_r 、外気導入比率目標値 α を用いると、下記式(5)のように表される。

[0060] [数5]

$$X = X_0 \times \alpha + X_r \times (1 - \alpha) \quad \text{式(5)}$$

このため混合された空気を、目標とする温湿度状態の給気にするには、混合された空気の絶対湿度値 X と給気絶対湿度目標値 X_{s0} との差分である $X_{s0}-X$ 分の加湿が必要である。この差分の湿度値を上げるための必要加湿量は、給気流量 F_s を用いると $F_s \times (X_{s0}-X)$ となり、この必要加湿量が供給されるように加湿器244の水量を制御するための弁(図示せず)の制御内容が決定される。このとき、冷却コイル245による混合した空気の冷却処理は行われない。

[0061] なお、外気と還気とを混合後に加湿を行う際の必要加湿量は上記のように決定されるが、還気をあらかじめ絶対湿度目標値 $\{X_r + (X - X_{s0})/(1 - \alpha)\}$ になるように加湿しておくことで、混合後の加湿を不要にすることも可能である。

[0062] この場合、外気導入比率目標値 α は、外気温度計測値 T_0 、加湿後の還気温度値 $Tr2$ 、給気温度目標値 T_{s0} とすると、下記式(6)で表される。

[0063] [数6]

$$\alpha = (Tr2 - T_{s0}) / (Tr2 - T_0) \times 100(\%) \quad \text{式(6)}$$

[0064] ー領域IIIに該当する場合の空調制御内容：

現在の外気の状態が領域IIIの範囲内にあるときは、外気に還気を混合することで外気温度を加温するように制御内容が決定される。具体的には、排気用ダンパ23、還気導入用ダンパ241、および外気導入用ダンパ242の開度が外気導入比率に応じて0～100%の間で調整されるように制御内容が決定される。

[0065] この場合、外気導入比率目標値 α は外気温度計測値 T_o 、還気温度計測値 T_r 、給気温度目標値 T_{s0} とすると、下記式(7)で表される。

[0066] [数7]

$$\alpha = (T_r - T_{s0}) / (T_r - T_o) \times 100(\%) \quad \text{式(7)}$$

このとき、加湿器244による加湿処理、および冷却コイル245による混合した空気の冷却処理は行われない。

[0067] ー領域IVに該当する場合の空調制御内容：

現在の外気の状態が領域IVの範囲内にあるときは、外気に加湿を行うように制御内容が決定される。具体的には、排気用ダンパ23を全開にし、還気導入用ダンパ241を閉じ、外気導入用ダンパ242を全開にすることで、外気導入比率が100%にされるとともに、加湿器244により必要量の加湿が行われるように制御内容が決定される。

[0068] この場合、外気絶対湿度計測値 X_o 、給気湿度目標値 X_{s0} とすると、必要加湿量は $X_{s0} - X_o$ である。このとき、加湿に伴って外気温度が T_o から T に低下する。給気温度目標値 T_{s0} が T より低い場合は、外気温度が給気温度目標値になるように冷却コイル245により冷却処理が行われるように制御される。

[0069] ー領域Vに該当する場合の空調制御内容：

現在の外気の状態が領域Vの範囲内にあるときは、還気を冷却するか、外気を冷却して給気として導入するかを判断して、いずれかの動作を行う。

[0070] 還気を冷却する場合は、排気用ダンパ23を閉じ、還気導入用ダンパ241を全開にし、外気導入用ダンパ242を閉じることで、外気導入比率が0%にされるとともに、冷却コイル245により冷却処理が行われるように制御

内容が決定される。このとき、加湿器 244 による加湿処理は行われない。
なお、この制御内容の決定の際、冷却コイル 245 による冷却処理と同時に、冷却コイル 245 による除湿処理を行うように制御内容を決定してもよい。

[0071] 外気を冷却する場合は、排気用ダンパ 23 を開き、還気導入用ダンパ 241 を閉じ、外気導入用ダンパ 242 を開くことで、外気導入比率が 100% にされるとともに、冷却コイル 245 により冷却処理が行われるように制御内容が決定される。このとき、加湿器 244 による加湿処理は行われない。なお、この制御内容の決定の際、冷却コイル 245 による冷却処理と同時に、冷却コイル 245 による除湿処理を行うように制御内容を決定してもよい。

[0072] 次に、還気を冷却して給気とするか、外気を冷却して給気とするかを判断する具体的な方法について示す。なお、実際の動作は空調制御内容設定部 293 で実施される。以下では、3 通りの方法を示すが、いずれかの方法を採用すればよい。

[0073] ー第 1 の方法：

図 4 では、還気のエンタルピ（還気エンタルピ） H_r と外気のエンタルピ（外気エンタルピ） H_o を比較すると、 $H_o > H_r$ の状態にあることが分かる。このような場合、エンタルピのより小さい還気を冷却して給気とすることで、より省エネ効果の高い空調制御を実行することができる。なお、 $H_o < H_r$ の場合は外気を冷却して給気とする。また、外気と還気のエンタルピが同一（すなわち、 $H_o = H_r$ ）となった場合、その直前に外気を冷却して給気としていた場合はその動作を継続し、その直前に還気を冷却して給気としていた場合はその動作を継続するものとする。

[0074] ー第 2 の方法：

図 5 では、還気温度計測値 T_r と外気温度計測値 T_o を比較すると、 $T_o > T_r$ の状態にあることが分かる。このような場合、温度のより低い還気を冷却して給気とすることで、より省エネ効果の高い空調制御を実行することができる。なお、 $T_o < T_r$ の場合は外気を冷却して給気とする。また、外気と還気の温度が

同一（すなわち、 $T_o=T_r$ ）となった場合、その直前に外気を冷却して給気としていた場合はその動作を継続し、その直前に還気を冷却して給気としていた場合はその動作を継続するものとする。

[0075] ー第3の方法：

図6、図7を用いて説明する第3の方法では、還気の冷却または外気の冷却のうち、還気または外気を冷却するために消費されるエネルギーに相当する室外ユニット25の消費電力が、より少なくなる方を選択するようにする。この方法により、より省エネ効果の高い空調制御を実行することができる。以下では、図6、図7を用いて、この方法を具体的に説明する。

[0076] 図6は、C1およびC2で示すように、還気または外気のどちらを冷却して給気を得る方がよいか、空気線図上での検討を示している。図7は、冷却コイル245の入口温湿度をXY軸に、室外ユニット25の消費電力をZ軸に取った図であり、室外ユニット25の消費電力特性を示している。図7において、還気または外気を冷却することを考えると、冷却コイル245の入口温度および入口湿度はそれぞれ、還気または外気の温湿度を示すものとなっている。

[0077] ここで、外気温度計測値 T_o 、外気湿度計測値 X_o 、還気温度計測値 T_r 、還気湿度計測値 X_r 、に対して、外気を冷却した場合の消費電力 P_o と、還気を冷却した場合の消費電力 P_r を比較すると、 $P_o < P_r$ の状態にあることが分かる。このような場合、外気を冷却して給気とすることで、より省エネ効果の高い空調制御を実行することができる。なお、 $P_o > P_r$ の場合は還気を冷却して給気とする。また、外気と還気に対する室外ユニット25の消費電力が同一（すなわち、 $P_o = P_r$ ）となった場合、その直前に外気を冷却して給気としていた場合はその動作を継続し、その直前に還気を冷却して給気としていた場合はその動作を継続するものとする。

[0078] なお、室外ユニット25の消費電力特性が、給気ファン246による給気風量や、給気温度によって異なる場合、冷却コイル245の入口温湿度に加え、給気風量や給気温度によって、図7に例示した特性グラフを切替えても

よい。

[0079] 上述した処理により空調制御内容設定部 2 9 3 において空調制御内容が設定されると、これに基づいて排気用ダンパ 2 3、還気導入用ダンパ 2 4 1、および外気導入用ダンパ 2 4 2 の開度、加湿器 2 4 4、冷却コイル 2 4 5 の制御量、給気ファン 2 4 6 の回転数を制御する制御信号が機器制御部 2 9 4 で生成され、各機器に送信されることにより制御が行われ、目標とする範囲内の給気温度値および給気湿度値の給気が生成される。

[0080] 以上説明したように、本実施形態によれば、外気の状態に応じて空調制御内容を切り替え、なるべく外気を利用するとともにサーバ管理に適した制御を行うことで、省エネ効果の高いサーバ管理のための空調制御を行うことができる。

[0081] また、なるべく外気を利用して空調制御を行うことで、サーバ室管理システムの稼働に掛かる経費を低減させることができる。

[0082] なお、上記実施形態においては、給気温度目標範囲および給気湿度目標範囲として、米国空調学会（A S H R A E）を参考にして定めた値を用いたがこれには限定されず、制御対象の状態等に応じて他の値を用いてもよい。また、図 3 のように分割された各領域は、一部もしくは全部が他の領域と重なっていてもよい。

[0083] 以上、本発明の実施形態を説明したが、上述の実施形態は、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。

符号の説明

- [0084] 1 …サーバ室管理システム
1 0 …サーバ室
1 1 …二重床

- 1 2 - 1 ~ 1 2 - 4 ...サーバラック
- 1 3 ...コールドエリア
- 1 4 ...ホットエリア
- 2 0 ...空調システム
- 2 1 ...還気ダクト
- 2 2 ...還気温度センサ
- 2 3 ...排気用ダンパ
- 2 4 ...室内ユニット
- 2 5 ...室外ユニット
- 2 6 ...給気ダクト
- 2 7 ...外気温度センサ
- 2 8 ...外気湿度センサ
- 2 9 ...空調制御装置
- 2 4 1 ...還気導入用ダンパ
- 2 4 2 ...外気導入用ダンパ
- 2 4 3 ...フィルタ
- 2 4 4 ...加湿器
- 2 4 5 ...冷却コイル
- 2 4 6 ...給気ファン
- 2 4 7 ...給気温度センサ
- 2 4 8 ...給気湿度センサ
- 2 9 1 ...給気目標範囲情報記憶部
- 2 9 2 ...外気温湿度計測値取得部
- 2 9 3 ...空調制御内容設定部
- 2 9 4 ...機器制御部

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を管理するための空調システムであって、
- 外気の導入量を調整して導入する外気導入装置と、
- 前記サーバ室の第2空間から流出された前記還気の導入量を調整して導入する還気導入装置と、
- 前記外気と前記還気との少なくとも一方を加湿可能な加湿器と、
- 前記外気と前記還気との少なくとも一方を冷却可能な冷却器と、
- 前記加湿器からの前記還気および前記外気と前記冷却器からの前記還気および前記外気とを前記給気として前記第1空間に流入させ、前記第2空間から前記還気を流出させる送風機と、
- 還気温度を計測する還気温度計測器と、
- 空調制御装置であって、
- 外気温度の計測値および外気湿度の計測値を取得する外気温湿度計測値取得部と、
- 前記外気温湿度計測値取得部で取得された前記外気温度の計測値および前記外気湿度の計測値と、前記還気温度計測器から取得した還気温度計測値とに基づいて、予め設定された温度および絶対湿度および相対湿度の目標範囲内の給気を生成するための空調制御内容を設定する空調制御内容設定部と、
- 前記空調制御内容設定部で設定された空調制御内容に基づいて、前記外気の導入量と、前記還気の導入量と、前記加湿器の制御量と、前記冷却器の制御量と、前記送風機による送風量とを制御する機器制御部と
- を有するものと、
- を備え、

前記空調制御内容設定部は、

外気の空気状態が、前記目標範囲の絶対湿度の上限値超であるか、または前記温度の目標範囲且つ前記絶対湿度の目標範囲に該当する範囲の空気状態に対応するエンタルピ範囲の上限値超であり且つ前記目標範囲の温度上限値超である空気状態範囲に該当すると判定したときには、外気の空気状態と還気の空気状態とを比較し、該比較の結果に応じて、

外気導入量を最小にして、前記冷却器により冷却処理が行われるように空調制御内容を設定するか、

外気導入量を最大にして、前記冷却器により冷却処理が行われるように空調制御内容を設定するか、を決定するサーバ室管理用の空調システム。

[請求項2]

前記空調制御内容設定部は、

外気の空気状態が前記空気状態範囲に該当すると判定したときには、

外気エンタルピと還気エンタルピとを比較し、

前記比較の結果、前記還気エンタルピが前記外気エンタルピより小さい場合には、外気導入量を最小にし、前記冷却器により冷却処理が行われるように空調制御内容を設定し、

前記比較の結果、前記外気エンタルピが前記還気エンタルピより小さい場合には、外気導入量を最大にし、前記冷却器により冷却処理が行われるように空調制御内容を設定する

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]

前記空調制御内容設定部は、

外気の空気状態が前記空気状態範囲に該当すると判定したときには、

外気温度と還気温度とを比較し、

前記比較の結果、前記還気温度が前記外気温度より低い場合には、

外気導入量を最小にし、前記冷却器により冷却処理が行われるように空調制御内容を設定し、

前記比較の結果、前記外気温度が前記還気温度より低い場合には、外気導入量を最大にし、前記冷却器により冷却処理が行われるように空調制御内容を設定する

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4]

前記空調制御内容設定部は、

外気の空気状態が前記空気状態範囲に該当すると判定したときには、

予め設定された温度および絶対湿度および相対湿度の目標範囲内の給気を生成するための、前記冷却器で消費される、外気を冷却するのに必要なエネルギーと、還気を冷却するのに必要なエネルギーとを比較し、

前記比較の結果、前記還気の冷却に必要なエネルギーが前記外気の冷却に必要なエネルギーより小さい場合には、外気導入量を最小にし、前記冷却器により冷却処理が行われるように空調制御内容を設定し、

前記比較の結果、前記外気の冷却に必要なエネルギーが前記還気の冷却に必要なエネルギーより小さい場合には、外気導入量を最大にし、前記冷却器により冷却処理が行われるように空調制御内容を設定する

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5]

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 空間との間に複数のサーバが設置され、前記第 1 空間に流入した冷気が前記サーバの発熱により加熱されて前記第 2 空間から還気として流出するように気流が形成されたサーバ室に、還気導入装置および給気導入装置が接続されたサーバ室管理用の空調システムの空調制御装置が、

該空調制御装置の外気温湿度計測値取得部により、外気温度計測値および外気湿度計測値を取得し、

該空調制御装置の空調制御内容設定部により、還気温度計測器から還気温度計測値を取得し、前記取得した外気温度計測値および外気湿度計測値および還気温度計測値に基づいて、予め設定された温度および絶対湿度および相対湿度の目標範囲内の給気を生成するため、外気の空気状態が、前記目標範囲の絶対湿度の上限値超であるか、または前記温度の目標範囲且つ前記絶対湿度の目標範囲に該当する範囲の空気状態に対応するエンタルピ範囲の上限値超であり且つ前記目標範囲の温度上限値超である空気状態範囲に該当すると判定したときには、外気の空気状態と還気の空気状態とを比較し、該比較の結果に応じて、外気導入量を最小にして、前記冷却器により冷却処理が行われるように空調制御内容を設定するか、外気導入量を最大にして、前記冷却器により冷却処理が行われるように空調制御内容を設定するか、を決定した上で、該当の空調制御内容を設定し、

該空調制御装置の機器制御部により、前記設定した空調制御内容に基づいて、前記外気の導入量と、前記還気の導入量と、前記加湿器の制御量と、前記冷却器の制御量と、前記送風機による送風量とを制御する

サーバ室管理用の空調制御方法。