

明 細 書

発明の名称：冷却システムの異常時運転装置

技術分野

[0001] 本発明は冷却システムの異常時運転装置に係り、特に、サーバールーム等の機器ルーム内に配設されたコンピュータやサーバ等の電子機器を局所的に冷却するための蒸発器と凝縮器とに冷媒を自然循環させる冷却システムの異常時運転装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、情報処理技術の向上やインターネット環境の発達に伴って、必要とされる情報処理量が増大している。各種の情報を大量に処理するためのデータ処理センターがビジネスとして脚光をあびている。このデータ処理センター、例えばサーバールームには、電子機器例えばサーバが集約された状態で多数設置され、昼夜にわたって連続的に稼働されている。

[0003] サーバは精密動作が要求されるため、サーバが配置されるサーバールームは、サーバの使用規格温度である温度環境に維持される必要がある。従来、空調機でサーバールーム内全体を冷却することによりサーバから放出される熱を冷却し、これによりサーバに好適な温度環境を維持していた。

[0004] しかし、昨今のサーバは処理速度や処理能力が急速に向上しており、サーバからの発熱量はますます増加しており、空調機のみでサーバールーム全体を冷却する方式ではサーバを十分に冷却できなくなっている。

[0005] このような背景から、蒸発器と凝縮器との間で冷媒を循環させることにより、サーバを蒸発器で局所的に冷却する冷却システムが採用されるようになっている。即ち、前面に空気の吸引口、背面に空気の排出口を有するサーバは、サーバールーム内のサーバラックに段積み収納され、複数のサーバラック同士の間には蒸発器が複数配設される。そして、温熱空気を吸気する蒸発器の吸気口とサーバの排出口とが同じ空間側に面して温熱空間を形成し、冷熱空気を吹き出す蒸発器の吹出口とサーバの吸引口とが同じ空間側に面して冷熱

空間を形成している。

[0006] サーバラックと蒸発器とが上記の如く配列された局所冷却の冷却システムでは、複数のラックから温熱空間に排出されるサーバの温熱空気は、複数の蒸発器の吸気口から吸気されて冷却された後、蒸発器の吹出口から冷熱空気として冷熱空間に吹き出される。

[0007] ところが、上述の冷却システムにおいて、複数の蒸発器のうち例えば１台の蒸発器の冷却能力が低下すると、蒸発器に吸気された温熱空間の温熱空気が十分に冷却されないまま冷熱空間に吹き出される。これにより、温熱空間の熱が冷却空間に再循環されることになる。この結果、冷熱空間の温度が上昇して空調環境が悪化するので、サーバは温かい空気を吸引口から吸い込むことになり、サーバが誤作動する原因になる。

[0008] 特許文献１は、温熱空間の温熱がサーバルーム内を流れて冷熱空間に再循環するのを防止するため、ラックの高さ方向に伸縮可能である仕切板を設置することを提案している。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献１：特開２０１０－２５４５１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 特許文献１のようにラックの高さ方向に仕切板を設けることにより、温熱空間の温熱がサーバルームを流れて冷熱空間に再循環するのを防止することはできる。

[0011] しかしながら、蒸発器の冷却能力が低下する異常運転時において冷却不足の温かい空気が蒸発器から吹き出されることに起因する温熱空気の再循環を防止することはできない。これにより、他の正常な蒸発器の冷却負荷が増大し、時間の経過と共に機器ルーム全体の温度環境が悪化してしまう。

[0012] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、複数の蒸発器のうち冷

却能力に異常が発生した蒸発器を確実に把握し、電子機器から排出された温熱空気が機器ルーム内で再循環することを抑止できるので、他の正常運転の蒸発器の冷却負荷を軽減でき、機器ルーム全体の空調環境が悪化してしまうのを防止できる冷却システムの異常時運転装置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

- [0013] 本発明の冷却システムの異常時運転装置は前記目的を達成するために、機器ルーム内に設けられた複数の電子機器から排出される温熱空気をファンにより吸気して冷却コイルを流れる冷媒との熱交換により冷却してから前記機器ルーム内に冷熱空気を吹き出す複数の蒸発器と、前記複数の蒸発器よりも上方に設けられて前記蒸発器との間で自然循環される冷媒を冷却する凝縮器とを有し、前記冷却コイル内を流れる冷媒流量を調整する流量調整バルブの開度を調整することで前記蒸発器から吹き出す吹出温度の調整を行う冷却システムにおいて、前記複数の蒸発器ごとに該蒸発器の最大冷却能力と運転中における現状冷却能力との偏差情報を逐次検出する偏差情報検出手段と、前記複数の蒸発器のうち前記偏差情報が予め設定した異常設定値を超えた蒸発器について、前記ファンの回転数を低下又は停止するファン制御手段と、を備えたことを特徴とする。
- [0014] 本発明によれば、複数の蒸発器ごとに該蒸発器の最大冷却能力と運転中における現状冷却能力との偏差情報を逐次検出し、偏差情報が予め設定した異常設定値を超えた蒸発器については蒸発器のファン回転数を低下又は停止するようにした。
- [0015] これにより、複数の蒸発器のうち例えば1台の蒸発器の冷却能力に異常が検出されると、異常が検出された蒸発器のファン回転数を低下又は停止する。したがって、電子機器から機器ルームに排出された温熱空気が異常検出の蒸発器に吸気されても、十分に冷却されないまま蒸発器から機器ルームに吹き出されてしまうことがない。この結果、電子機器から排出された温熱空気が機器ルーム内で再循環することを防止できるので、1台の蒸発器の異常が

他の正常運転の蒸発器の冷却負荷に影響を及ぼすことがなく、機器ルーム全体の温度環境が悪化してしまうことがない。

[0016] 本発明においては、前記ファン制御手段は、前記偏差情報による前記蒸発器の冷却能力低下率に対応させて前記ファンの回転数を低下させると共に、前記冷却能力低下率が閾値を超えたときに前記ファンを停止することが好ましい。

[0017] このように、蒸発器の冷却能力低下率に応じてファン回転数を低下すれば、現状の冷却能力に見合った分だけの温熱空気を蒸発器に吸気して冷却することができる。これにより、蒸発器に異常が発生した場合であっても、蒸発器は異常が発生する前と同じ吹出温度で機器ルームに冷熱空気を吹き出すことができる。そして、冷却能力低下率が下がりすぎて閾値を超えたときに蒸発器のファンを停止する。これにより、電子機器から排出された温熱空気が機器ルーム内で再循環することを抑止できる。この場合、閾値とは、他の正常に運転されている蒸発器との冷却能力の余力分との関係で設定すればよい。

[0018] 本発明においては、前記偏差情報検出手段は、前記吹出温度を検出する吹出温度検出手段と前記流量調整バルブの開度を検出するバルブ開度検出手段とを有し、前記ファン制御手段は、前記吹出温度が前記電子機器の仕様温度範囲の上限以上で且つ前記流量調整バルブの開度が全開近傍の場合に前記ファン回転数を低下又は停止することが好ましい。

[0019] ここで、流量調整バルブの開度が全開近傍とは、蒸発器の最大冷却能力をだすために必要なバルブ開度であって例えば70%以上のバルブ開度のときを全開近傍と設定することが、80%以上のバルブ開度であることがより好ましい。

[0020] このように、蒸発器からの吹出温度が電子機器の仕様温度範囲の上限以上で且つ流量調整バルブの開度が全開近傍の場合にファン回転数を低下又は停止するようにしたので、蒸発器の正常運転を異常運転と誤認してファン回転数を低下又は停止することがない。これにより、蒸発器の冷却能力低下を精

度良く把握して冷却能力に応じたファン回転数に制御することができる。

[0021] 即ち、本発明の冷却システムは、蒸発器の冷却コイル内を流れる冷媒流量を調整する流量調整バルブの開度を調整することで蒸発器から吹き出す吹出温度の調整を行う構成であり、バルブ開度調整から吹出温度が変化するまでの応答遅れ（タイムラグ）がある。例えば、蒸発器の冷却能力が正常であっても、外乱（例えば電子機器から排出される温熱空気温度が一時的に上昇する場合）等により蒸発器の冷却負荷が上昇すると、蒸発器の吹出温度が上記応答遅れにより仕様温度範囲の上限を超える場合がある。したがって、蒸発器が最大冷却能力に達していない状態で、吹出温度の異常のみでファン回転数を制御すると、正常運転を異常運転と誤認してファン回転数を制御することになり、蒸発器の冷却能力低下を精度良く把握できない。

[0022] 本発明においては、前記偏差情報検出手段は、前記冷却コイルに供給される冷媒の温度を検出する冷媒温度検出手段を更に有し、前記ファン制御手段は、前記吹出温度が前記電子機器の仕様温度範囲の上限以上で且つ前記流量調整バルブの開度が全開近傍で且つ前記冷媒温度が最大冷却能力を発揮するための設計温度以下の場合に前記ファン回転数を低下又は停止することが好ましい。

[0023] このように、吹出温度検出手段とバルブ開度検出手段に加えて冷媒温度検出手段を設けたので、蒸発器の冷却能力の低下を一層精度良く監視することができる。即ち、吹出温度が仕様温度範囲の上限以上で且つバルブ開度が全開近傍であっても、冷媒温度が設計温度以下になっていれば凝縮器は最大冷却能力を発揮するために正常に作動していることになる。したがって、蒸発器の冷却能力の低下は外乱等による一時的な変動と考えられるので、蒸発器が最大冷却能力に達していない状態で、外乱等に応じてファン回転数を低下又は停止することは却って誤制御の原因になる。

[0024] また、冷媒温度は、自然循環方式の冷却システムが正常に機能しているかの指標であり、冷媒温度検出手段を設けることにより、自然循環方式の冷却システム自体を監視することができる。

- [0025] 本発明においては、前記偏差情報検出手段は、前記冷却コイルに供給される冷媒の圧力を検出する冷媒圧力検出手段を更に有し、前記ファン制御手段は、前記吹出温度が前記電子機器の仕様温度範囲の上限以上で且つ前記流量調整バルブの開度が全開近傍で且つ前記冷媒圧力が最大冷却能力を発揮するための設計圧力以上の場合に前記ファン回転数を低下又は停止することが好ましい。
- [0026] これは冷媒温度検出手段の代わりに、冷媒圧力検出手段を設けたものであり、その作用効果は同様である。
- [0027] 本発明においては、前記偏差情報検出手段は、前記蒸発器に吸引される温熱空気の吸引温度を検出する吸引温度検出手段を更に有し、前記ファン制御手段は、前記吹出温度が前記電子機器の仕様温度範囲の上限以上で且つ前記流量調整バルブの開度が全開近傍で且つ前記吸引温度と前記吹出温度との温度差が最大冷却能力を発揮するための設計温度差以上である場合に前記ファン回転数を低下又は停止することが好ましい。
- [0028] このように、吹出温度検出手段とバルブ開度検出手段に加えて吸引温度検出手段を設けたので、蒸発器の冷却能力の低下を一層精度良く監視することができる。即ち、吸引温度と吹出温度との温度差を監視することにより蒸発器の冷却能力がどの程度でているかを監視することができる。
- [0029] したがって、吹出温度が仕様温度範囲の上限以上で且つバルブ開度が全開近傍であっても、吸引温度と吹出温度との温度差が最大冷却能力を発揮するための設計温度差以下であれば冷却能力は十分に足りており、冷却能力の低下は外乱による一時的な変動と考えられる。したがって、蒸発器が最大冷却能力に達していない状態で、ファン回転数を低下又は停止することは却って誤制御の原因になる。
- [0030] 本発明においては、前記電子機器は、前面に吸引口が形成されると共に背面に排出口が形成されたラックに段積み収納され、複数のラック同士の間に前記蒸発器が配設されており、前記蒸発器の前記吸気口と前記ラックの排出口とが同じ空間側に面して温熱空間を形成し、前記蒸発器の吹出口と前記ラ

ックの吸引口とが同じ空間側に面して冷熱空間を形成することが好ましい。

[0031] このようなラックと蒸発器との配列の場合には、複数の蒸発器のうちの例えば 1 台の蒸発器の冷却能力が低下すると、温熱空間の空気が冷却空間に再循環されることになるため、本発明の異常時運転装置が特に有効だからである。

発明の効果

[0032] 以上説明したように本発明の冷却ユニットの異常時運転装置によれば、複数の蒸発器のうち冷却能力に異常が発生した蒸発器を確実に把握し、電子機器から排出された温熱空気が機器ルーム内で再循環することを抑止できるので、他の正常運転の蒸発器の冷却負荷を軽減でき、機器ルーム全体の温度環境が悪化してしまうのを防止できる。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]本発明の冷却システムの全体構成を説明する概念図

[図2]サーバを段積み収納するサーバラックの配置及び蒸発器の配置を説明する斜視図

[図3]図 2 の平面図

[図4]蒸発器の構造及び異常時運転装置の第 1 態様を説明する説明図

[図5]異常時運転装置の第 2 態様を説明する説明図

[図6]異常時運転装置の第 3 態様を説明する説明図

発明を実施するための形態

[0034] 以下、添付図面に従って本発明に係る冷却システムの異常時運転装置の好ましい実施の形態について詳説する。

[0035] 本実施の形態では、電子機器としてサーバルームに配置されたサーバの例で説明する。

[0036] 図 1 は、冷媒が自然循環する自然循環方式の冷却システム 10 の全体構成を示す概念図である。

[0037] 同図に示す冷却システム 10 は、上下 2 階のサーバルーム 12 に設けられたサーバ 14 から排出される熱風を局所的に冷却するシステムとして以下記

載するように構成される。なお、以下の説明で符号に付すXは下層階のサーバルーム12Xに関する冷却システムに係わる部材であり、Yは上層階のサーバルーム12Yに関する冷却システムに係わる部材である。

[0038] 先ず、サーバ14が段積み収納されるラック13と蒸発器15との配列について説明する。

[0039] 図1、図2及び図3（特に図2及び図3を参照）に示すように、各サーバルーム12（12X、12Y）の床面11上には、サーバ14を段積み収納（例えば3段）した複数のサーバラック13が横一列に設けられると共に、サーバラック13同士の間には、複数の蒸発器15が配置される。これにより、サーバラック13と蒸発器15とが配列されたユニット列16が形成され、このユニット列16が所定間隔を置いて平行に複数配置される。なお、蒸発器15の配置位置は、サーバラック13同士の間限定されるものではなく、複数の蒸発器15のうちの一部の蒸発器15についてはユニット列16の左右端部に配置してもよい。

[0040] また、図2及び図3では、2列のユニット列16で示しているが、実際のサーバルーム12には多数のユニット列16が設けられる。また、サーバラック13の数と蒸発器15との数は任意に設定できる。

[0041] 各サーバラック13に段積み収納されたサーバ14は、エアの吸引口14A及び排出口14Bを備えると共に、内部にファン14Cを備え、このファン14Cを駆動することによって、吸引口14Aからサーバルーム12内の冷熱空気が吸引され、排出口14Bからサーバ14の排熱を伴った温熱空気が排気される。

[0042] そして、同じユニット列16の蒸発器15の温熱空気の吸気口15Aとサーバ14の排出口14Bとが同じ空間側に面して温熱空間21を形成し、蒸発器15の冷熱空気の吹出口15Bとサーバ14の吸引口14Aとが同じ空間側に面して冷熱空間23を形成する。なお、図3において、白い矢印は蒸発器15の空気の流れ方向を示し、黒い矢印はサーバ14の空気の流れ方向を示す。

[0043] 次に、冷却システムの主たる構成である蒸発器 15 と凝縮器 22 とについて説明する。

[0044] 図 1 に示すように、蒸発器 15 は、冷媒液体の流路である液配管 24 と、冷媒ガスの流路であるガス配管 26 とを介して凝縮器 22 に接続される。これにより、蒸発器 15 と凝縮器 22 との間に冷媒が循環する循環経路が形成される。なお、本実施の形態では、凝縮器 22 として冷却塔 22 の例で説明するが、冷凍機と熱交換器とを組み合わせてもよい。

[0045] 蒸発器 15 は、サーバ 14 からサーバルーム 12 に排出された温熱空気を吸気し、蒸発器内で冷却してからサーバルーム 12 に吹き出す装置であり、これにより、サーバルーム 12 の温度環境をサーバ 14 の仕様温度に適した温度に調整する。

[0046] 図 4 に示すように、蒸発器 15 のケーシング 17 の対向する側面のうち、一方側面には吸気口 15 A が形成されると共に、他方側面にはファン 15 C を備えた吹出口 15 B が形成される。これら吸気口 15 A と吹出口 15 B とは、ケーシング 17 の高さ方向に複数（本実施の形態では 3 個）形成される。

[0047] また、図 4 に示すように、ケーシング 17 内に冷却コイル 18 が設けられる。冷却コイル 18 の一方端は上記した液配管 24 から各階に分岐した分岐液配管 24 X、24 Y に接続され、他方端は上記したガス配管 26 から各階に分岐した分岐ガス配管 26 X、26 Y に接続される。

[0048] そして、ガス配管 26 の上端は、図 1 に示すように、冷却塔 22 内の熱交換コイル 28 の入口に接続され、液配管 24 の上端は冷却塔 22 内の熱交換コイル 28 の出口に接続される。

[0049] また、図 4 に示すように、蒸発器 15 の各吹出口 15 B の近傍には、吹出口 15 B から吹き出される吹出温度を検出する吹出温度検出手段 25 が設けられ、各吹出口 15 B から吹き出される吹出温度がコントローラ 27 に逐次入力される。また、冷却コイル 18 に冷媒液体を供給する液配管 24 の蒸発器 15 入口には、冷媒液体の流量を調整する流量調整バルブ 20 が設けられ

る。そして、コントローラ 27 は、吹出温度に基づいて流量調整バルブ 20 の開度を例えば 1 秒周期で P I D 制御する。この場合、コントローラ 27 は、各吹出口 15 B から吹き出される吹出温度の平均吹出温度を制御のための吹出温度として使用する。なお、流量調整バルブ 20 の開度を制御する周期は 1 秒周期に限定するものではなく、制御方式も P I D 制御に限定されない。

[0050] 一方、冷却塔 22 は、蒸発器 15 で気化した冷媒ガスを冷却して凝縮させる装置であり、蒸発器 15 よりも高い位置、例えばサーバルーム 12 の建屋屋上等に設置される。

[0051] 図 1 に示すように、冷却塔 22 は、冷却塔本体（ケーシング）30 が横型に配設され、冷却塔本体 30 の一端側に外気を取り込む取込口 30 A が形成され、他端側に外気の排気口 30 B が形成される。冷却塔本体 30 内には熱交換コイル 28 が設けられ、この熱交換コイル 28 の入口が、上記したように蒸発器 15 から戻る冷媒ガスが流れるガス配管 26 に接続し、熱交換コイル 28 の出口が蒸発器 15 に供給する冷媒液体が流れる液配管 24 に接続する。

[0052] また、熱交換コイル 28 の取込口 30 A 側には散水機 34 が設けられると共に、散水機 34 のさらに取込口 30 A 側には送風ファン 36 が設けられる。そして、送風ファン 36 によって冷却塔本体 30 の取込口 30 A から取り込まれた取込み外気を熱交換コイル 28 に送風すると共に、散水機 34 から熱交換コイル 28 に散水する。これにより、熱交換コイル 28 を流れる冷媒ガスが外気や散水により冷却されて凝縮し、冷媒液体に液化される。一方、冷却塔本体 30 内に取り込まれた取込み外気は、熱交換コイル 28 を流れる冷媒ガスから熱を奪って温度が上昇し、排出口 30 B から排気外気として排出される。

[0053] また、冷却塔 22 には、熱交換コイル 28 出口の冷媒液体の温度を所定値に一定に維持するための冷却塔制御装置 42 が設けられる。

[0054] 冷却塔制御装置 42 は、熱交換コイル 28 出口における冷媒液体の温度を

測定する冷媒液体温度センサ４４と、送風ファン３６の回転数を変えることにより、送風ファン３６から熱交換コイル２８に送風する送風量を調整する送風量調整手段３６Ａと、冷媒液体温度センサ４４の測定温度に基づいて送風量調整手段３６Ａを制御するコントローラ４６とで構成される。なお、本実施の形態では、冷却塔２２のみで熱交換コイル２８出口における冷媒液体の温度を所定値に維持するようにした。しかし、夏場等のように外気温度が高くなり、冷却塔２２のみでは熱交換コイル２８出口における冷媒液体の温度を所定温度に維持できない場合には、冷却塔２２と並列に熱交換器（図示せず）を設け、熱交換器への一次冷水を冷凍機（図示せず）で冷却するようにしてもよい。

[0055] 上記の如く冷却システム１０を構成することにより、蒸発器１５では、サーバ１４から排出される温熱空気と冷却コイル１８を流れる液体冷媒との熱交換により液体冷媒が気化する。気化した冷媒ガスはガス配管２６を上昇して冷却塔２２に自然搬送され、冷却塔２２で液化された後、液化された液体冷媒は液配管２４を流下して再び蒸発器１５に自然搬送される。これにより、冷媒の自然循環が行われる。

[0056] この冷媒の自然循環において、コントローラ２７は、吹出温度検出手段２５で検出される吹出温度に基づいて蒸発器１５入口の液配管２４に設けられた流量調整バルブ２０の開度を調整して蒸発器１５の冷却コイル１８に供給する冷媒流量を調整する。これにより、サーバ１４から温熱空間２１に排出された高温（例えば４０℃）の温熱空気を蒸発器１５に吸気し、サーバ１４の仕様温度範囲（例えば１０℃～３０℃）の上限以下（例えば２５℃以下）に冷却して冷熱空間２３に吹き出す。この結果、サーバルーム１２の温度環境をサーバ１４の作動環境に適切な温度に調整することができる。なお、自然循環する冷媒としては、フロン、あるいは代替フロンとしてのＨＦＣ（ハイドロフロロカーボン）等を公的に使用することができる。

[0057] しかし、特にユニット列１６により温熱空間２１と冷熱空間２３を形成して局所冷却を行う場合、複数の蒸発器１５のうち例えば１台の蒸発器１５に

冷却能力の異常（冷却能力低下）が発生すると、蒸発器 15 に吸気された温熱空間 21 の温熱空気が十分に冷却されないまま冷熱空間 23 に吹き出される。これにより、温熱空間 21 の温熱が冷熱空間 23 に再循環されることになる。この結果、冷熱空間 23 の温度が上昇して温度環境が悪化するので、サーバ 14 は温かい空気を吸引口 14 A から吸い込むことになり、サーバ 14 が誤作動する原因になる。

[0058] そこで、図 4 に示すように、本実施の形態では、複数の蒸発器 15 ごとに最大冷却能力と運転中における現状冷却能力との偏差情報を逐次検出する偏差情報検出手段 50 と、複数の蒸発器 15 のうち偏差情報が予め設定した異常設定値を超えた蒸発器 15 について、ファン 15 C の回転数を低下又は停止するファン制御手段 52 と、で構成される異常時運転装置の機能を前述したコントローラ 27 の機能に付加させるようにした。そして、ファン制御手段 52 は、偏差情報検出手段 50 によって異常検出された蒸発器 15 の冷却能力低下率に対応させてファン 15 C の回転数を低下させると共に、冷却能力低下率が閾値を超えたときにファン 15 C を停止するようにした。

[0059] これにより、複数の蒸発器 15 のうち例えば 1 台の蒸発器 15 の冷却能力に異常が検出されると、異常が検出された蒸発器 15 のファン 15 C の回転数を低下又は停止するので、サーバ 14 から異常検出の蒸発器 15 に吸い込まれた温熱空気が、十分に冷却されないまま冷熱空間 23 に吹き出されてしまうことがない。したがって、サーバ 14 から排出された温熱空気が温熱空間 21 から冷熱空間 23 へ再循環することを抑止できるので、他の正常運転の蒸発器 15 の冷却負荷を軽減し、サーバルーム 12 全体の空調環境が悪化してしまうことがない。

[0060] また、蒸発器 15 の冷却能力低下率に応じてファン 15 C の回転数を低下すれば、現状の冷却能力に見合った分だけの温熱空気を蒸発器 15 に吸気して冷却することができる。これにより、蒸発器 15 に異常が発生した場合であっても、蒸発器 15 は異常が発生する前と同じ吹出温度で冷熱空間 23 に冷熱空気を吹き出すことができる。そして、冷却能力低下率が下がりすぎて

閾値を超えたときに蒸発器 15 のファンを停止する。閾値については、他の正常に運転されている蒸発器 15 の冷却能力の余力分との関係で適宜設定すればよい。即ち、正常に運転している他の蒸発器 15 の冷却能力の余力が大きい場合には、異常検出された蒸発器 15 の冷却能力低下率が小さい段階に閾値を設定できる。他の蒸発器 15 の冷却能力の余力が小さい場合には、異常検出の蒸発器 15 を少しでも使用する必要があるので、冷却能力低下率が大きい段階に閾値を設定する。

[0061] ちなみに、圧縮機を備え、冷媒を強制循環する方式の場合には、蒸発器 15 のファン回転数を変えたときには、圧縮機も同時に調整しないと蒸発器 15 に結露が生じる危険があり、蒸発器 15 の異常検出に応じて圧縮機の調整を行うことは制御系が複雑になる。しかし、冷媒を自然循環する方式であれば、蒸発器 15 のファン 15 C の回転数を変えても結露の心配がないので、ファン回転数制御のみのシンプルな異常時制御系を構築できる。

[0062] 次に、上記の如く構成される異常時運転装置の偏差情報検出手段 50 とファン制御手段 52 との好ましい具体的な態様として、3つの態様を説明する。

[0063] (異常時運転装置の第 1 態様)

図 4 に示すように、偏差情報検出手段 50 は、上記した吹出温度検出手段 25 と流量調整バルブ 20 の開度を検出するバルブ開度検出手段 54 とで構成される。そして、ファン制御手段 52 は、吹出温度がサーバ 14 の仕様温度範囲の上限以上で且つ流量調整バルブ 20 の開度が全開近傍の場合にファン 15 C の回転数を低下又は停止するようにした。なお、バルブ開度検出手段 54 としては、例えばエンコーダを採用することができる。即ち、エンコーダで流量調整バルブ 20 のバルブ回転数を検出し、バルブ回転数とバルブ開度との関係から求めることができ、例えばバルブ開度が 70% 以上を全開近傍と設定することができる。バルブ開度は 80% 以上を全開近傍とすることがより好ましい。

[0064] したがって、第 1 態様では、サーバ 14 の仕様温度範囲が例えば 10℃～

30℃の場合、吹出温度が30℃を超え、且つバルブ開度が70%以上である場合に、蒸発器15のファン15Cの回転数を低下するか又は停止する。

[0065] このように、偏差情報検出手段50として、吹出温度検出手段25のみでなく、バルブ開度検出手段54を加えることにより、蒸発器15の正常運転を異常運転と誤認してファン15Cの回転数を低下又は停止することがない。これにより、蒸発器15の冷却能力低下を精度良く検出して冷却能力に応じたファン15Cの回転数に制御することができる。

[0066] 即ち、上記したように冷媒が自然循環する冷却システム10は、蒸発器15からの吹出温度に基づいて流量調整バルブ20の開度を調整して冷却コイル18内を流れる冷媒流量を制御し、これにより蒸発器15から吹き出す吹出温度を例えば25℃に調整する。したがって、バルブ開度を調整してから吹出温度が変化するまでの応答遅れ（タイムラグ）がある。例えば、蒸発器15の冷却能力が正常であっても、サーバ14から排出される温熱空気の温度が一時的に上昇して蒸発器15の冷却負荷が上昇すると、上記の応答遅れによって蒸発器15の吹出温度が一時的に上昇して仕様温度範囲の上限を超える場合がある。このような場合に吹出温度のみでファン15Cの回転数を低下したり停止したりすると、正常運転を異常運転と誤認してファン回転数を制御することになる。

[0067] （異常時運転装置の第2態様）

図5に示すように、偏差情報検出手段50は、第1態様の吹出温度検出手段25とバルブ開度検出手段54とに加えて冷却コイル18に供給される冷媒の温度を検出する冷媒温度検出手段56を更に有して構成される。そして、ファン制御手段52は、吹出温度がサーバ14の仕様温度範囲の上限以上で且つ流量調整バルブ20の開度が全開近傍の場合で、且つ冷媒温度が最大冷却能力を発揮するための設計温度以下の場合にファン15Cの回転数を低下又は停止するようにした。なお、上記したように冷却塔22の熱交換コイル28出口にも、冷媒液体の温度を検出する冷媒液体温度センサ44を設けたが、冷却塔22から蒸発器15までの液配管24で冷媒温度の変化が多少

あるので、冷媒温度検出手段 5 6 は蒸発器 1 5 の入口に設けることが好ましい。

[0068] 異常時運転装置の第 2 態様では、吹出温度検出手段 2 5 とバルブ開度検出手段 5 4 に加えて冷媒温度検出手段 5 6 を設けたので、蒸発器 1 5 の冷却能力の低下を一層精度良く監視することができる。即ち、蒸発器 1 5 の吹出温度が仕様温度範囲の上限以上で且つ流量調整バルブ 2 0 のバルブ開度が全開近傍であっても、冷媒温度が最大冷却能力を発揮するための設計温度以下になっていれば、冷却塔 2 2 は正常に作動しており冷却能力低下は外乱等による一時的な変動と考えられる。したがって、蒸発器 1 5 が最大冷却能力に達していないにも係わらず、外乱等に応じてファン 1 5 C の回転数を低下又は停止することは却って誤制御の原因になる。

[0069] また、蒸発器 1 5 に供給される冷媒の冷媒温度は、自然循環方式の冷却システム 1 0 が正常に機能しているかの指標であり、冷媒温度検出手段 5 6 を設けることにより、自然循環方式の冷却システム 1 0 全体の異常の有無を監視することができる。

[0070] なお、冷媒温度検出手段 5 6 を冷媒圧力検出手段（図示せず）に代替することもできる。冷媒圧力検出手段の設置場所は、流量調整バルブ 2 0 出口から蒸発器 1 5 出口の間であれば、どこに設置してもよい。

[0071] （異常時運転装置の第 3 態様）

図 6 に示すように、偏差情報検出手段 5 0 は、第 1 態様の吹出温度検出手段 2 5 とバルブ開度検出手段 5 4 とに加えて蒸発器 1 5 の吸気口 1 5 A に吸気される温熱空気の吸気温度を検出する吸気温度検出手段 5 8 を更に有して構成される。そして、ファン制御手段 5 2 は、吹出温度がサーバ 1 4 の仕様温度範囲の上限以上で且つ流量調整バルブ 2 0 の開度が全開近傍の場合で、且つ蒸発器 1 5 の吸気温度と吹出温度との温度差が最大冷却能力を発揮するための設計温度差以上である場合にファン 1 5 C の回転数を低下又は停止するようにした。

[0072] 例えば、蒸発器 1 5 の正常運転において、蒸発器 1 5 は 4 0 °C の吸気温度

を 25℃の吹出温度に冷却する冷却能力があるとした場合、設計温度差は 15℃となる。したがって、吹出温度がサーバ 14 の仕様温度範囲の上限以上で且つ流量調整バルブ 20 の開度が全開近傍の場合で、且つ吸気温度と吹出温度との設計温度差が 15℃以上になったらファン 15 C の回転数を低下又は停止する。

[0073] 即ち、蒸発器 15 の吸気温度と吹出温度との温度差を監視することにより蒸発器の冷却能力がどの程度でてるかが分かる。したがって、吹出温度が仕様温度範囲の上限以上で且つバルブ開度が全開近傍であっても、吸気温度と吹出温度との温度差が最大冷却能力を発揮するための設計温度差以下であれば冷却能力は十分に足りており、冷却能力の低下は外乱による一時的な変動と考えられる。したがって、蒸発器 15 が最大冷却能力に達していない状態でファン回転数を低下又は停止することは却って誤制御の原因になる。

[0074] このように本発明の実施の形態によれば、複数の蒸発器 15 のうち冷却能力に異常が発生した蒸発器 15 を確実に把握し、サーバ 14 から排出された温熱空気が冷熱空間に再循環することを抑止できるので、他の正常運転の蒸発器 15 の冷却負荷を軽減でき、サーバルーム 12 全体の温度環境が悪化してしまうのを防止できる。

[0075] なお、本実施の形態では、電子機器の例としてサーバ 14 で説明したが、例えば半導体製造機器等のように精密な温度制御が必要であって且つそれ自体からの発熱量が大きい電子機器の冷却システム全般に適用することができる。

符号の説明

[0076] 10…冷却システム、11…床面、12…サーバルーム、13…ラック、14…サーバ、14A…吸引口、14B…排出口、14C…ファン、15…蒸発器、15A…吸気口、15B…吹出口、15C…ファン、16…ユニット列、18…冷却コイル、20…流量調整バルブ、21…温熱空間、22…冷却塔（凝縮器）、23…冷熱空間、24…液配管、24X、24Y…分岐管、25…吹出温度検出手段、26…ガス配管、26X、26Y…分岐管、

28…熱交換コイル、30…冷却塔本体、34…散水機、36…送風ファン、36A…送風量調整手段、42…制御機構、44…冷媒液体温度センサ、46…コントローラ、50…偏差情報検出手段、52…ファン制御手段、54…バルブ開度検出手段、56…冷媒温度検出手段、58…吸気温度検出手段

請求の範囲

- [請求項1] 機器ルーム内に設けられた複数の電子機器から排出される温熱空気をファンにより吸気して冷却コイルを流れる冷媒との熱交換により冷却してから前記機器ルーム内に冷熱空気を吹き出す複数の蒸発器と、前記複数の蒸発器よりも上方に設けられて前記蒸発器との間で自然循環される冷媒を冷却する凝縮器とを有し、前記冷却コイル内を流れる冷媒流量を調整する流量調整バルブの開度を調整することで前記蒸発器から吹き出す吹出温度の調整を行う冷却システムにおいて、
- 前記複数の蒸発器ごとに該蒸発器の最大冷却能力と運転中における現状冷却能力との偏差情報を逐次検出する偏差情報検出手段と、
- 前記複数の蒸発器のうち前記偏差情報が予め設定した異常設定値を超えた蒸発器について、前記ファンの回転数を低下又は停止するファン制御手段と、を備えたことを特徴とする冷却システムの異常時運転装置。
- [請求項2] 前記ファン制御手段は、前記偏差情報による前記蒸発器の冷却能力低下率に対応させて前記ファンの回転数を低下させると共に、前記冷却能力低下率が閾値を超えたときに前記ファンを停止することを特徴とする請求項1に記載の冷却システムの異常時運転装置。
- [請求項3] 前記偏差情報検出手段は、前記吹出温度を検出する吹出温度検出手段と前記流量調整バルブの開度を検出するバルブ開度検出手段とを有し、
- 前記ファン制御手段は、前記吹出温度が前記電子機器の仕様温度範囲の上限以上で且つ前記流量調整バルブの開度が全開近傍の場合に前記ファン回転数を低下又は停止することを特徴とする請求項1又は2に記載の冷却システムの異常時運転装置。
- [請求項4] 前記偏差情報検出手段は、前記冷却コイルに供給される冷媒の温度を検出する冷媒温度検出手段を更に有し、
- 前記ファン制御手段は、前記吹出温度が前記電子機器の仕様温度範

囲の上限以上で且つ前記流量調整バルブの開度が全開近傍で且つ前記冷媒温度が最大冷却能力を発揮するための設計温度以下の場合に前記ファン回転数を低下又は停止することを特徴とする請求項3に記載の冷却システムの異常時運転装置。

[請求項5]

前記偏差情報検出手段は、

前記冷却コイルに供給される冷媒の圧力を検出する冷媒圧力検出手段を更に有し、

前記ファン制御手段は、前記吹出温度が前記電子機器の仕様温度範囲の上限以上で且つ前記流量調整バルブの開度が全開近傍で且つ前記冷媒圧力が最大冷却能力を発揮するための設計圧力以上の場合に前記ファン回転数を低下又は停止することを特徴とする請求項3に記載の冷却システムの異常時運転装置。

[請求項6]

前記偏差情報検出手段は、前記蒸発器に吸引される温熱空気の吸引温度を検出する吸引温度検出手段を更に有し、

前記ファン制御手段は、前記吹出温度が前記電子機器の仕様温度範囲の上限以上で且つ前記流量調整バルブの開度が全開近傍で且つ前記吸引温度と前記吹出温度との温度差が最大冷却能力を発揮するための設計温度差以上である場合に前記ファン回転数を低下又は停止することを特徴とする請求項3に記載の冷却システムの異常時運転装置。

[請求項7]

前記電子機器は、前面に吸引口が形成されると共に背面に排出口が形成されたラックに段積み収納され、複数のラック同士の間前記蒸発器が配設されており、

前記蒸発器の前記吸気口と前記ラックの排出口とが同じ空間側に面して温熱空間を形成し、前記蒸発器の吹出口と前記ラックの吸引口とが同じ空間側に面して冷熱空間を形成することを特徴とする請求項1～6の何れか1に記載の冷却システムの異常時運転装置。