

明 細 書

発明の名称：

電子機器収納装置の冷却システム及び電子機器収納建屋の冷却システム

技術分野

[0001] 本発明は、電子機器収納装置等の冷却システムに関し、特にサーバ等の複数の発熱源からの熱を冷却する電子機器収納装置等の冷却システムに関する。

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。このような動向に伴い、インターネットに用いるサーバ装置、通信装置、固定電話、I P (Internet Protocol) 電話などの装置を設置し、運用するデータセンタビジネスが注目されている。

[0003] このデータセンタのサーバルームには、コンピュータ等の電子機器が多数設置されている。サーバルームに電子機器を設置する方式として、ラックマウント方式を用いることが主流になっている。ラックマウント方式とは、J I S (Japanese Industrial Standards) や E I A (Electronic Industries Alliance) で規格化された平型の電子機器をラックに段積み設置する方式である。

[0004] サーバルームのスペースを十分に確保するためには、出来るだけ多くの電子機器をラックに搭載することが望まれる。そのため電子機器は、それぞれの高さを低くすることが必要となる。なお、一般にラックマウント型サーバと呼ばれる1 U (Unit : ユニット) サーバやブレードサーバ等の電子機器の高さは40ミリメートル程度である。このラックマウント型サーバが排気する熱を冷却するには、積層された高さの異なる複数の熱源に対して同時に冷却を行う必要がある。

[0005] データセンタの冷却方式は床下空調方式が一般的である。床下空調方式は、データセンタのサーバを効率良く冷却するために、サーバを敷設している

建屋を二重床にし、空調機からの冷風を床下から、床面に設けた金属板に複数の孔が開いたフロアグリルからサーバラックに供給する。この床下空調方式はサーバの暖気と空調機からの冷風を、二重床を通して分離できるため効率よくサーバラックに冷風を供給することができる。

[0006] サーバラックに必要な冷却風量はサーバの負荷によって大きく変動する。そのため特許文献1ではラックの発熱量に応じてラックの前部に吹き出す冷気の供給量を調節し、冷気供給のための動力を低減しホットスポットの発生を防止する構造が開示されている。

[0007] すなわち、管理サーバより取り込んだ各サーバの稼働率からラック毎の平均稼働率を求め、この値より得られるラックの平均発熱量をラックの最大風量に掛算し、それにより必要風量信号を発生させる。この必要風量信号に基づき各ラックのフロアファンの回転数を制御している。さらに、サーバの吸込口に対応する位置に設けた上部温度計の吸込検出温度が設定吸込温度以上のときに必要風量信号を補正する温度補正演算部を備える。

[0008] このようにサーバに必要な風量をサーバラックの平均稼働率とサーバラック最上段部のサーバ入口空気温度から求めることで時々刻々と変化するサーバの稼働率に応じて空調機の必要風量と冷風温度を調整し、最適な温度と風量を有した冷風を各々のサーバに供給している。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2011-226737

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら上述した特許文献1の冷却システムには課題がある。すなわち、このシステムはサーバの稼働率からラック毎の平均稼働率を求め、サーバ全体に必要な風量を供給しているに過ぎない。したがって、個々のサーバにより発生熱量が異なるのに、サーバ個別の熱制御ができない。

[0011] 本発明はこれらの問題点を解決するため鑑みてなされたものであり、その目的は、熱交換器性能をより細かく制御可能な冷却システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 前記電子機器を載置する複数段の載置棚とで構成されるラックを備え、前記ラックには内部に冷媒を有する蒸発器が搭載され、前記ラックの外部には前記蒸発器と配管で接続された凝縮部が設置され、前記蒸発器内の冷媒面の高さを調整する冷媒調整手段を備えることを特徴とした電子機器収納装置の冷却システム。

発明の効果

[0013] 本発明による冷却システムによれば、熱交換器性能をより細かく制御可能となる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]データセンタを示す断面図である。
[図2]データセンタを示す上部断面図である。
[図3]冷却システムの正面図である。
[図4]移動式タンクの構造を示す図である。
[図5]第2の実施形態の冷却システムを示す図である。
[図6]タンク固定プレートの詳細図である。
[図7]第3の実施形態の冷却システムを示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0015] 以下、図を参照しながら、本発明の実施形態を詳細に説明する。但し、以下に述べる実施形態には、本発明を実施するために技術的に好ましい限定がされているが、発明の範囲を以下に限定するものではない。

[0016] 図1は、データセンタを示す断面図である。データセンタ1のサーバを冷却するために、循環FAN10の回転翼が回転し、データセンタ1の吸気口2から外気を取り込む。この取り込んだ外気は、サーバ内部のFANが動作

することでサーバへと吸気される。サーバ内で吸気された空気は内部の発熱体より温められてサーバの排気口 3 より暖気となり排出される。

[0017] この暖気は、サーバ背面に設置された複数の受熱部の冷媒 1 6 へと熱を伝え、暖気が持っていた熱の一部が、冷媒 1 6 が液体から蒸気へと相変化する際の潜熱として冷媒 1 6 に吸収される。そして暖気は熱を失うことで温度が低下する。この暖気は循環 F A N 1 0 を通じてデータセンタ 1 外部へと排出される。

[0018] また、一部の排出されなかった暖気は、サーバラックの周りに仕切り等が存在しないため、サーバラック 6 を回り込み再度サーバラック 6 吸気部へと供給される、いわゆるショートリターン現象が発生する。

[0019] 蒸発器 4 内の冷媒に伝わった、暖気からの熱は蒸気管 8 内部を蒸気が通過し、浮力によりデータセンタ 1 の凝縮室 1 1 にある凝縮器 5 へと運ばれる。凝縮器 5 では冷媒 1 6 の蒸気の熱が凝縮室 1 1 の凝縮 F A N 1 2 によって循環された外気と熱交換することで外気へと運ばれる。この際に蒸気は液体へと凝縮する。

[0020] 凝縮した冷媒は凝縮管 9 を通じ、図 4 に示す、最上部のタンク 1 3 へと運ばれる。タンク 1 3 へと運ばれた凝縮された冷媒液は熱交換器接続管 1 4 を通して最上段部の蒸発器へと供給される。凝縮した冷媒液が供給され続けることでタンク液面高さが上昇していくが、タンク 1 3 に接続されたタンク接続管 1 5 の接続口と同じ高さまでタンク液面高さが上昇すると、溶媒液は最上段部の受熱器ではなく、下段のタンク 1 3 へとタンク接続管 1 5 を通して接続される。このような動作を繰り返すことで複数の蒸発器 4 全てに凝縮した溶媒液が供給される。以上のようなサイクルにより電子機器の排熱をデータセンタ 1 外へと排出する。

[0021] 次に本実施形態における作用・効果について図を参照して説明を行う。

[0022] まず、どのように電子機器からの排熱がデータセンタ 1 外へと排出されるかについて説明する。図 1 には電子機器を複数台収納するサーバラック 6 とサーバラック複数台を搭載したデータセンタ 1 の断面図を示している。また

図2はデータセンタ1の上面図を示した。

- [0023] 図1に示すように、データセンタ1は外気を取り入れる吸気口2と外気を排出する排気口3と循環FAN10が設置されている。データセンタ1中心部に配置されたサーバラック6の背面には内部が冷媒16で満たされた蒸発器4が、サーバラック6の上部から下部へと複数台設置されている。蒸発器4は、サーバラックに対応してそれぞれ設けることが好ましい。図2に示すように、サーバラックが複数個縦積みとなって構成されるサーバラックが複数個横に配置されている。それぞれのサーバラック毎に図3に示す冷却システムが設けられている。
- [0024] この複数台の蒸発器のサーバ側にはサーバからの排気温度を測定する温度センサ7が取り付けられており、蒸発器のデータセンタ1室内側には熱交換後の空気温度を測定する温度センサ7が取り付けられている。
- [0025] 蒸発器4内で使用される冷媒16には例えば、ハイドロフルオロカーボンやハイドロフルオロエーテルなどの低沸点冷媒16を用いる。蒸発器4は、データセンタ1内部に設けられた凝縮室11へと蒸気が主に通る蒸気管8を通して、凝縮室11にある凝縮器5に接続されている。また凝縮器5からは、凝縮器5にて蒸気から液体へと相変化した凝縮液が通る凝縮管9が蒸発器4へと通じており、蒸発器4と凝縮器5が蒸気管8、凝縮管9を通して接続されている。
- [0026] この蒸発器4、凝縮器5は、共に空気と冷媒16との熱交換を行う熱交換器であり、例えばフィンアンドチューブ型の熱交換器を用いる。凝縮室11は図1には図示されていないが吸気口2と排気口3が設けられており、また凝縮器5には冷媒16と空気との熱交換を促進する凝縮用FANが設置されている。
- [0027] 蒸発器4は前述のように複数台縦に配置されているが、図3に示すように各々の蒸発器には冷媒16を貯蔵するタンク13が設置されている。最上段部の蒸発器4のタンク13は凝縮管9を通して図1、図3に示す凝縮器5へと接続されている。また各々のタンク13と蒸発器4は熱交換器接続管14

を通し蒸発器 4 と接続し、タンク 1 3 同士はタンク接続管 1 5 を通じて接続されている。なお、熱交換器接続管 1 4 は、後述するタンクの上下運動に対応して可動もしくは伸縮する構造が好ましい。さらに、各々の蒸発器 4 の蒸気管 8 は図 3 に示すように 1 本にまとめられて凝縮器 5 へと接続されている。

[0028] 各々のタンク 1 3 は図 4 に示すようなタンク 1 3 の鉛直方向に高さを変えられる移動式プレート 1 7 に設置、固定されている。この移動式プレート 1 7 は例えばモータなどの駆動機の動力が鉛直方向への力と変換されることで上下に移動する。この駆動機の動作は図示しない制御部によって制御されている。制御部は、温度センサ 7 から得られる温度情報に基づいて、後述するタンクの上下動作及び循環ファン 10 の動力制御を行う。タンク 1 3 が上下に稼動することにより、タンクに接続されている蒸発器 4 内の冷媒 16 の高さに変化する。

[0029] 続いて、温度センサ 7 を使用した循環ファンの制御、受熱部の冷却性能の制御について説明する。サーバの負荷が時系列で増大することでサーバの排気温度が上昇する。例えばサーバの排気温度が 40℃ 以上になると、前述したサーバラック 6 をサーバの排気が回り込むショートリターン現象によりサーバの吸気が排気を直接吸込むことになる。

[0030] 多くの電子機器メーカーはサーバの入口空気温度を 40℃ 以下にすることを規格化しており、このままではサーバの動作信頼性が損なわれてしまう。そこで受熱部のデータセンタ 1 側の温度センサ 7 が 40℃ 以上となると、制御部が駆動機に対し受熱部の冷却性能を上昇させるために、タンク 1 3 の移動プレートを上昇させて受熱部内部の冷媒高さを上昇させる動作を行う。

[0031] 冷媒高さを上昇させると、受熱部全体を使用して熱交換しやすくなるため 40℃ 以上になっていた排気温度がいっそうの熱交換により 40℃ 以下となる。同時に制御部が循環 FAN 10 の動力を低下させていき、前述のショートリターンを起こしやすくする。ショートリターンを起こすとサーバの入口空気温度は上昇していくが、同時に熱交換がし易くなっているために、サー

バの入口空気温度の上昇は抑制される。

[0032] しかしながら熱交換器の冷却性能には限界がある。この冷却性能はサーバ側の温度センサ7とデータセンタ1側の温度センサ7の温度差 (ΔT) であらわすことができる。冷却性能は、例えばサーバ内部で10℃温度上昇し、上述の ΔT が5℃の場合、50%の熱を吸熱しているということになる。この ΔT は熱交換器の面積、厚さによって最大値が決まっている。従って、上述した循環FAN10の動力の低下は、熱交換器の性能がこの最大値の ΔT に達するまで行うように制御部がコントロールしている。

[0033] 多くのサーバは低温側にもサーバの吸気温度の規格値を15℃として設けており、データセンタ1の外気温度が真冬の場合、15℃以下となるため、サーバの吸気温度を15℃以上にするために空気を加熱する必要がある。この場合にはサーバ自体の発熱を利用する。データセンタ1側の温度センサ7の温度が15℃以下の場合、制御部がタンク13の移動プレートを下降させる。

[0034] この動作により受熱部内部の液面高さが低下していく。液面高さが低下すると受熱部が冷媒16で満たされる面積がどんどん小さくなっていくため、熱交換が抑制される。この液面高さの下降は受熱部内部の冷媒16がなくなるまで行われる。この移動プレートの動作と同時期に制御部は循環FAN10の動力を低下させていく。循環FAN10の動力が低下していくと、上述したショートリターンにより、サーバの排気が直接サーバの吸気へと供給される量が増えていくためにサーバの吸気温度が上昇していく。サーバの吸気温度が15℃になった時点において循環FAN10の動力の低下を中止させて、この時点での動力において定常運転を行う。

[0035] 上述の作用による効果は、個別の蒸発部の能力を制御できるため蒸発器が設けられたサーバ毎に温度制御ができる点である。温度制御もタンクの上下運動というコントロールが容易な動作制御のためシステムが複雑となることも無い。

[0036] 続いて図を用いて第2の実施の形態を説明する。第1の実施の形態と重複す

る構造は省略する。第2の実施の形態において第1の実施の形態と異なることは、図5に示すようにタンク13の液面高さを調整する機構が移動式プレート17ではなく、タンク固定プレート18によって行われている点である。タンク固定プレート18は蒸発器の側面に複数接続されている。図6に示すようにタンク固定プレート18には中空状の切り欠きがありタンク13が固定できるようになっている。受熱部の液面高さの調整は図5に示すように複数のタンク固定プレート18間のタンク13の搭載する位置を上下方向に可変することによって行う。

[0037] 第2の実施の形態の場合、人の手による任意にタンク13の移動を行う必要があるため、第1の実施の形態のようにサーバの負荷に応じた細かい液面高さの制御、循環FAN10の制御ができない。そのため、例えば夏場の高温時と、冬場の低温時のタンク13の位置をあらかじめ決めておき、タンク13の移動を事前に行っておく必要がある。効果は第1の実施の形態と同様である。

[0038] 続いて図を用いて第3の実施の形態を説明する。同様に第1の実施の形態と重複する構造は省略する。第3の実施の形態において第1の実施の形態と異なることは、図7に示すようにタンク13の液面高さを調整する機構が流体制御バルブ19によって行われている点である。タンク13には流体制御バルブ19が複数個、タンク13の鉛直方向に設置されている。受熱部の液面高さを上昇させたいときは、例えば図7に示す最上部の流体制御バルブ19を開放し、残りの二つの流体制御バルブ19を閉じることにより、液面高さが最上部の流体制御バルブ19まで到達すると、下段のタンク13へと凝縮液が到達する。

[0039] 本実施形態では受熱部の液面高さの制御を移動プレート17の上下による形態ではなく、流体制御バルブ19の制御によって行う。バルブの制御は第1の実施形態のように温度センサからの温度情報により制御部が自動的にバルブの制御を行うことが可能である。または、第2の実施形態のように人の手でバルブの調整を行ってもかまわない。

[0040] この出願は、2012年12月3日に出願された日本出願特願2012-264430を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

産業上の利用可能性

[0041] 本発明は、電子機器収納装置等の冷却システムに関し、特にサーバ等の複数の発熱源からの熱を冷却する電子機器収納装置等の冷却システムに関する。

符号の説明

- [0042]
- 1 データセンタ
 - 2 吸気口
 - 3 排気口
 - 4 蒸発器
 - 5 凝縮器
 - 6 サーバラック
 - 7 温度センサ
 - 8 蒸気管
 - 9 凝縮管
 - 10 循環FAN
 - 11 凝縮室
 - 12 凝縮FAN
 - 13 タンク
 - 14 熱交換器接続管
 - 15 タンク接続管
 - 16 冷媒
 - 17 移動式プレート
 - 18 タンク固定プレート
 - 19 流体制御バルブ

請求の範囲

- [請求項1] 電子機器と、前記電子機器を載置する複数段の載置棚とで構成されるラックを備え、前記ラックには内部に冷媒を有する蒸発器が搭載され、前記ラックの外部には前記蒸発器と配管で接続された凝縮部が設置され、前記蒸発器内の冷媒面の高さを調整する冷媒調整手段を備えることを特徴とした電子機器収納装置の冷却システム。
- [請求項2] 前記熱交換器の蒸発器には冷媒を貯蔵するタンクを備える請求項1に記載の電子機器収納装置の冷却システム。
- [請求項3] 前記冷媒面の高さを調整する冷媒調整手段は、前記タンクの高さを調節する手段を有したことを特徴とする請求項2に記載の電子機器収納装置の冷却システム。
- [請求項4] 前記冷媒面の高さを調整する冷媒調整手段は、それぞれが前記凝縮部に接続し、かつ前記タンクの異なる高さに接続した複数の流体制御装置が設けられたことを特徴とする請求項2に記載の電子機器収納装置の冷却システム。
- [請求項5] 前記ラックの温度を検知する温度センサを設け、その結果に応じて前記冷媒面の高さを調整する冷媒調整手段を制御することを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の電子機器収納装置の温度調整システム。
- [請求項6] 電子機器と、前記電子機器を載置する複数段の載置棚とで構成されるラックを備え、前記ラックは前記ラックを複数台収納する建屋に配置され、前記建屋には外気を吸気、排気する複数個の吸気口、排気口が設けられ、前記ラックには内部に冷媒を有する蒸発器と、前記ラックの外部に前記蒸発器と配管で接続された凝縮部が設置され、前記蒸発器内の冷媒面の高さを調整する冷媒調整手段を備えることを特徴とする電子機器収納建屋の冷却システム。
- [請求項7] 前記電子機器収納建屋の排気口には送風機が設置されていることを特徴とした請求項6に記載の電子機器収納建屋の冷却システム。

[請求項8] 前記ラックの温度を検知する温度センサを設け、その結果に応じて前記電子機器収納建屋の送風機出力と、冷媒調整手段を制御することを特徴とした請求項6または7に記載の電子機器収納建屋の冷却システム。