

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5503312号
(P5503312)

(45) 発行日 平成26年5月28日 (2014. 5. 28)

(24) 登録日 平成26年3月20日 (2014. 3. 20)

(51) Int.Cl.		F I			
F 2 5 B	1/00	(2006.01)	F 2 5 B	1/00	3 9 9 Y
F 2 4 F	11/02	(2006.01)	F 2 4 F	11/02	1 0 2 X
			F 2 5 B	1/00	3 9 9 C

請求項の数 9 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-18892 (P2010-18892)	(73) 特許権者	591150797 GAC株式会社 長野県安曇野市豊科1000番地
(22) 出願日	平成22年1月29日 (2010. 1. 29)	(74) 代理人	100102934 弁理士 今井 彰
(65) 公開番号	特開2011-158135 (P2011-158135A)	(72) 発明者	大木 淳一 長野県安曇野市豊科1000番地 GAC 株式会社内
(43) 公開日	平成23年8月18日 (2011. 8. 18)	審査官	西山 真二
審査請求日	平成25年1月29日 (2013. 1. 29)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空調システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水平な方向に対し角度を設けて設置される屋内チューブを含み、ファンを含まない屋内熱交換ユニットであって、前記屋内チューブが室内の上部の高温の空気層に接し、前記屋内チューブの内部の冷媒が前記高温の空気層から受熱して沸騰気化し、前記高温の空気層が当該屋内熱交換ユニットを通過して下降する、屋内熱交換ユニットと、

屋外の、前記屋内チューブよりも高い位置に設置される屋外チューブを含む屋外熱交換ユニットであって、前記屋外チューブは連通管を介し、圧縮機を介さずに前記屋内チューブに接続され、前記屋内チューブで沸騰気化した冷媒を凝縮液化して前記屋内チューブに戻す、屋外熱交換ユニットと、

前記屋外チューブに対し外気を強制的に供給する屋外ファンと、

前記屋外ファンを制御する制御ユニットとを有し、

前記制御ユニットは、一時的に前記屋外ファンを停止し、または一時的に前記屋外ファンを駆動し、前記屋外ファンを停止したときの前記屋内チューブによる吸熱能力を評価する機能を含む、システム。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記屋内チューブは前記室内の天井に対し斜めに設置される、システム。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、

前記屋内熱交換ユニットは、前記室内の床に設置された床置形の空調機の空気吸入口または空気吸入経路に配置されている、システム。

【請求項 4】

請求項 3 において、

前記屋内熱交換ユニットは、前記床置形の空調機の前記空気吸入口とダクトで接続されている、システム。

【請求項 5】

請求項 3 または 4 において、

前記床置形の空調機をさらに有する、システム。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれかにおいて、

前記制御ユニットは、さらに、前記屋外ファンを停止したときの前記屋内チューブによる吸熱能力が前記屋外ファンを駆動したときの前記屋内チューブによる吸熱能力より劣らなければ、前記屋外ファンを停止する機能を含む、システム。

10

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれかにおいて、

前記制御ユニットは、さらに、前記屋外ファンを停止したときの前記屋内チューブによる吸熱能力と前記屋外ファンを駆動したときの前記屋内チューブによる吸熱能力との差による前記室内に設置された空調機の消費電力の差分が、前記屋外ファンの消費電力より小さければ、前記屋外ファンを停止する機能を含む、システム。

20

【請求項 8】

水平な方向に対し斜めに設置される屋内チューブであって、前記屋内チューブの内部の冷媒が室内の空気層から受熱して沸騰気化する屋内チューブと、屋外の、前記屋内チューブよりも高い位置に設置される屋外チューブであって、連通管を介し、圧縮機を介さずに前記屋内チューブに接続され、前記屋内チューブで沸騰気化した冷媒を凝縮液化して前記屋内チューブに戻す、屋外チューブと、前記屋外チューブに対し外気を強制的に供給する屋外ファンと、前記屋外ファンを制御する制御ユニットとを有するシステムを制御する方法であって、

前記制御ユニットが、一時的に前記屋外ファンを停止し、または一時的に前記屋外ファンを駆動し、前記屋外ファンを停止したときの前記屋内チューブによる吸熱能力を評価することと、

30

前記制御ユニットが、前記屋外ファンを停止したときの前記屋内チューブによる吸熱能力が前記屋外ファンを駆動したときの前記屋内チューブによる吸熱能力より劣らなければ、前記屋外ファンを停止することを含む、方法。

【請求項 9】

水平な方向に対し斜めに設置される屋内チューブであって、前記屋内チューブの内部の冷媒が室内の空気層から受熱して沸騰気化する屋内チューブと、屋外の、前記屋内チューブよりも高い位置に設置される屋外チューブであって、連通管を介し、圧縮機を介さずに前記屋内チューブに接続され、前記屋内チューブで沸騰気化した冷媒を凝縮液化して前記屋内チューブに戻す、屋外チューブと、前記屋外チューブに対し外気を強制的に供給する屋外ファンと、前記屋外ファンを制御する制御ユニットとを有するシステムを制御する方法であって、

40

前記制御ユニットが、一時的に前記屋外ファンを停止し、または一時的に前記屋外ファンを駆動し、前記屋外ファンを停止したときの前記屋内チューブによる吸熱能力を評価することと、

前記制御ユニットが、前記屋外ファンを停止したときの前記屋内チューブによる吸熱能力と前記屋外ファンを駆動したときの前記屋内チューブによる吸熱能力との差による前記室内に設置された空調機の消費電力の差分が、前記屋外ファンの消費電力より小さければ、前記屋外ファンを停止することを含む、方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、低消費電力の空調システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、室内に既設冷房能力を補う熱交換器ユニットを設置し、空調機、情報機器の送風機により局所冷房能力改善を含めたトータル冷房能力の増加を図ること、また、この方法によれば情報機器を冷房するために必要な追加冷房能力を情報機器、空調機と一体で設置可能となり、既存設備の改修を最小限にすることができることが記載されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2002-277001号公報(段落番号0006)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

サーバーなどの情報機器が多く設置されるデータセンターなどの情報関連施設においては、殆どの場合、昼夜および四季を通じて、24時間365日にわたり空調機器が作動している。そして、情報関連施設の空調機器は殆どの時間、室内を冷房している。したがって、冷房能力を向上することは重要であるが、さらに、冷房に費やす電力を省けるようにすることも重要である。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一態様は、屋内熱交換ユニットと、屋外熱交換ユニットとを有するシステムである。屋内熱交換ユニットは、水平な方向に対し角度を設けて設置される屋内チューブを含み、ファンを含まない。屋内チューブは、屋内チューブの内部の冷媒が室内(屋内)の高温の空気層から受熱して沸騰気化し、高温の空気層が当該屋内熱交換ユニットを通過して下降する。屋外熱交換ユニットは、屋外の、屋内チューブよりも高い位置に設置される屋外チューブを含む。屋外チューブは連通管を介し、圧縮機を介さずに屋内チューブに接続され、屋内チューブで沸騰気化した冷媒を凝縮液化して屋内チューブに戻す。

30

【0006】

このシステムは、圧縮機を含まず、屋外チューブを屋内チューブよりも上側に配置し、気化した冷媒と、液化した冷媒との比重の差を用いて冷媒を自然循環させ、屋内より屋外が低温のときに室内を冷却することができる、省電力タイプのシステムである。さらに、屋内チューブの内部の冷媒が高温の空気層から受熱して沸騰気化し、高温の空気層の空気は冷えて屋内熱交換ユニットを通過して下降する。したがって、室内ファンも省略できる。

【0007】

このシステムにおいては、屋内チューブは非水平に配置され、屋内チューブは鉛直方向に配置されてもよい。このシステムにおいて、屋内チューブを、水平な方向に対して斜め(非直角)に配置することが望ましく、さらに、屋内チューブを室内の天井の近傍に、天井に対し斜めに配置することが望ましい。天井の近傍で、水平な方向または天井に対し斜めに屋内チューブを配置することにより室内上部の天井に沿った高温の空気層に対し屋内チューブが斜めに接する。これにより、天井近傍の高温の空気層の空気は冷え、さらに効率よく屋内熱交換ユニットを通過して下降する。したがって、ダウンフローが形成されやすく、室内ファンを省略しても室内の冷却効率を向上しやすい。屋内チューブが鉛直ではなく斜めであっても、凝縮液化した冷媒を屋内チューブの下側に供給し、沸騰気化した冷媒を屋内チューブの上側から排出するという経路で冷媒を効率よく循環できる。したがって、自然循環を用いた、冷却効率のよい屋内熱交換ユニットを提供できる。

40

50

【0008】

このシステムは、屋内より屋外が低温のときに屋内を冷却することができるものであり、データセンターの冷房能力、たとえばピーク時の冷房能力を向上することへの寄与は少ない。しかしながら、圧縮機および室内ファンが不要なので、少ない電力で、あるいは電力を使わずに冷房能力が得られる。このため、24時間365日を通じた空調に要する消費電力を低減できる。

【0009】

屋内熱交換ユニットは、室内の床に設置された床置形の空調機の空気吸入口または空気吸入経路に配置することが可能である。床置形の空調機の空調負荷を低減でき、空調機の消費電力を低減できる。

10

【0010】

屋内熱交換ユニットは、床置形の空調機の空気吸入口とダクトで接続されていてもよい。冷房が可能な条件においては斜めに配置された屋内チューブによりダウンフローが形成される。したがって、ダクトで接続しても空調機の圧力損失の増加を抑制できる。

【0011】

システムは、屋外チューブに対し外気を強制的に供給する屋外ファンと、屋外ファンを制御する制御ユニットとを有する。制御ユニットは、一時的に屋外ファンを停止し、または一時的に屋外ファンを駆動し、屋外ファンを停止したときの屋内チューブによる吸熱能力（冷房性能）を評価する機能を含む。さらに、制御ユニットに、屋外ファンを停止したときの屋内チューブによる吸熱能力が屋外ファンを駆動したときの屋内チューブによる吸熱能力より劣らなければ、屋外ファンを停止する機能を設けることが望ましい。屋外ファンにより消費される電力をさらに削減できる。

20

【0012】

また、制御ユニットは、屋外ファンを停止したときの屋内チューブによる吸熱能力と屋外ファンを駆動したときの屋内チューブによる吸熱能力との差による室内に設置された空調機の消費電力の差分が、屋外ファンの消費電力より小さければ、屋外ファンを停止する機能を含むことが望ましい。空調機を含めたシステム全体の冷房能力に対する消費電力の低減を図ることができる。

【0013】

本発明の異なる態様の1つは、システムを制御する方法である。このシステムは、屋内チューブと、屋外チューブと、屋外ファンと、この屋外ファンを制御する制御ユニットとを含む。屋内チューブは、水平な方向に対し斜めに設置され、屋内チューブの内部の冷媒は室内の空気層から受熱して沸騰気化する。屋外チューブは、屋外の、屋内チューブよりも高い位置に設置され、連通管を介し、圧縮機を介さずに屋内チューブに接続され、屋内チューブで沸騰気化した冷媒を凝縮液化して屋内チューブに戻す。屋外ファンは、屋外チューブに対し外気を強制的に供給する。この方法は以下のステップを有する。

30

1. 制御ユニットが、一時的に屋外ファンを停止し、または一時的に屋外ファンを駆動し、屋外ファンを停止したときの屋内チューブによる吸熱能力を評価すること。

2. 制御ユニットが、屋外ファンを停止したときの屋内チューブの吸熱能力が屋外ファンを駆動したときの屋内チューブの吸熱能力より劣らなければ、屋外ファンを停止すること

40

【0014】

さらに、この方法は、以下のステップを有していてもよい。

3. 制御ユニットが、屋外ファンを停止したときの屋内チューブの吸熱能力と屋外ファンを駆動したときの屋内チューブの吸熱能力との差による室内に設置された空調機の消費電力の差分が、屋外ファンの消費電力より小さければ、屋外ファンを停止すること。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】空調システムの概要を示す図。

【図2】空調システムの制御を示すフローチャート。

50

【図3】図3(a)は吸熱能力と温度差との関係を示し、図3(b)は吸熱能力と冷媒蒸発温度との関係を示す図。

【図4】空調システムが動作する様子を示すタイミングチャート。

【発明を実施するための形態】

【0016】

図1に、データセンターの空気調和システムの一例を示している。この空気調和システム(空調システム)10は、床上2aと床下2bとの二重構造を持つフリーアクセス床2の床下2bの空間を用い、冷風(冷氣)61を床上2aに配置された複数のサーバー5に供給してサーバー5および室内1を空調する。空調システム10は、床置形の主空調システム20と、室内1の天井3の近傍に配置された補助空調システム11とを有する。主空調システム20は、床置形の屋内(室内)ユニット21と、屋外ユニット29とを含む。屋内ユニット21は、冷却用のチューブを含むエバポレータ24と、ヒーター25と、室内ファン22とを含む。屋内ユニット21は、屋内ユニット21の天井側の吸入口23aから吸気して温度を制御し、床2を貫通するように設けられた吐出口23bから温度制御された空気(冷氣)61を床下2bに噴き出す。なお、以降では、空調システム10で冷房している状態を主に説明する。

10

【0017】

屋外ユニット29は、コンプレッサ(圧縮機)26と、屋外ファン27と、凝縮用のチューブを含むコンデンサ28とを含む。主空調システム20においては、コンプレッサ26で圧縮した冷媒をコンデンサ28で外気温度を利用して冷やし、屋内ユニット21のエバポレータ24において冷媒を減圧および蒸発させることにより冷風61を生成する。室内ユニット21においては、室内ファン22により吸入口23aから吸引した空気65をエバポレータ24で冷却し、冷氣61を床下2bに噴き出し、サーバー5を冷却する。サーバー5においては、床下2bから供給された冷氣61によりサーバー5の内部の電子機器を冷却し、加熱された空気62を天井3に向けて排出する。

20

【0018】

補助空調システム11は、室内1の天井3に対し斜めに設置される屋内チューブ31を含む屋内熱交換ユニット30と、屋外9の、屋内チューブ31よりも高い位置に設置される屋外チューブ41を含む屋外熱交換ユニット40とを有する。屋内熱交換ユニット30は、ファンを含まない。屋外熱交換ユニット40は、屋外チューブ41に対して外気8を強制的に供給する屋外ファン44と、屋外ファン44を駆動するファンモーター45とを含む。さらに、補助空調システム11は、屋外ファン44のファンモーター45を制御する制御ユニット50と、屋内チューブ31と屋外チューブ41とをコンプレッサ(圧縮機)を介さずに連通する連通管58および59とを含む。連通管59は、屋内チューブ31で沸騰気化した冷媒を屋外チューブ41に供給し、連通管58は、屋外チューブ41で凝縮液化した冷媒を屋内チューブ31に戻す。

30

【0019】

屋内熱交換ユニット30の屋内チューブ31は、水平な方向に延びた天井3の近傍に設置され、さらに、屋内チューブ31は天井3に対して斜めになるように設けられている。すなわち、屋内チューブ31は水平な方向に対して斜めに設置されている。屋内熱交換ユニット30は、液化した冷媒が供給される供給ヘッダ32と、気化した冷媒が集められる排出ヘッダ33とを有し、複数の屋内チューブ31が供給ヘッダ32と排出ヘッダ33とを接続している。屋内熱交換ユニット30の排出ヘッダ33は、供給ヘッダ32に対して天井3に近くなるように配置されている。このため、複数の屋内チューブ31は、供給ヘッダ32から排出ヘッダ33に向かって斜め上方に延びている。複数の屋内チューブ31は鉛直方向に対して斜めに、直交または平行にならないように設置され、複数の屋内チューブ31は天井3に対して斜めに傾いた状態で設置されている。すなわち、複数の屋内チューブ31は、天井3の直下で、水平な方向に対して斜めに、直交または平行にならないように設置され、複数の屋内チューブ31は水平な方向に延びた天井3に対して斜めに傾いた状態で設置されている。

40

50

【 0 0 2 0 】

屋内熱交換ユニット30は、さらに、内部に屋内チューブ31が配置されたハウジング39を有し、ハウジング39は屋内チューブ31と同様に天井3に対して斜めに傾いた状態で設置されている。ハウジング39の上面は、屋内チューブ31に対して空気が供給される供給口38aとなっており、供給口38aも天井3に対して斜めに傾いた状態になっている。すなわち、供給口38aは鉛直方向および水平方向に対して斜めに傾いている。ハウジング39の下面は、屋内チューブ31により冷却された空気が排出される排出口38bとなっており、排出口38bはダクト37を介して、床置形の屋内ユニット21の吸入口23aに接続されている。

【 0 0 2 1 】

この補助空調システム11においては、屋内熱交換ユニット30は、ダクト37により床置形の屋内ユニット21により支持されている。屋内熱交換ユニット30を天井3から適当な方法により吊ったり、床2から支持することも可能である。

【 0 0 2 2 】

屋内熱交換ユニット30の屋内チューブ31は、室内1の天井3に沿った領域、すなわち、室内1の上部の高温の空気層63に斜めに接する。屋内チューブ31の内部の冷媒は高温の空気層63から受熱すると沸騰気化する。一方、高温の空気層63は熱が奪われるので冷却され、室内1の天井3に近い領域から下側に流れる空気(ダウンプロー)65が発生する。この空気の流れ(ダウンプロー)65はほぼ鉛直方向の流れになる。屋内チューブ31が水平あるいは垂直(鉛直)ではなく、斜めに傾いた状態で配置されていることにより、水平方向に延びた高温の空気層63に対して効率よく接し、ダウンプロー65を効率よく生成できる。さらに、屋内チューブ31が天井3に対して斜めに傾いているので、屋内チューブ31に吸引される方向はダウンプロー65が発生していない方向に限られ、天井3に沿って高温の空気層63が屋内熱交換ユニット30に吸引される、一定の流れ64を形成できる。このため、サーバー5の上部に形成される熱だまりを比較的容易に解消でき、サーバー5における熱交換を促進させ、サーバー5をさらに効率よく冷却させることができる。

【 0 0 2 3 】

したがって、屋内熱交換ユニット30においては、供給口38aに対して、天井3にほぼ沿った水平に近い方向から比較的高温の空気64が流入し、排出口38bから冷却された空気65がほぼ鉛直方向に排出される。そして、屋内熱交換ユニット30から排出された空気65は、床置形の室内ユニット21の吸入口23aから吸い込まれ、さらに冷却されてサーバー5に供給される。したがって、この補助空調システム11が冷却効果を発揮する条件下においては、主空調システム20の負荷を低減でき、主空調システム20の消費電力を低減できる。

【 0 0 2 4 】

補助空調システム11の屋内熱交換ユニット30の屋内チューブ31で沸騰気化した冷媒は、液冷媒との比重差により、チューブ内を上昇するので上方の排出ヘッダ33に集められ、さらに連通管59を通過して上方の屋外熱交換ユニット40に達する。屋外熱交換ユニット40においては、屋外チューブ41に流入した気化冷媒が外気により冷却され凝縮液化し液冷媒となる。液冷媒は、気化冷媒との比重差により、連通管58を通過して、下方の屋内熱交換ユニット30の供給ヘッダ32に降下する。このように、補助空調システム11においては、液冷媒と、気化冷媒との比重差により、重力で、コンプレッサやポンプなどの圧縮機を用いずに冷媒が自然循環することで、室内1の熱を外気に放出できる。したがって、この補助空調システム11においては、圧縮機を駆動させるために要する動力(電力)が不要である。

【 0 0 2 5 】

屋内チューブ31および屋外チューブ41の典型的なものはアルミニウム管または銅管であり、フィン付きであってもフィンがなくてもよい。フィンはコルゲートタイプ、プレートタイプさらにスパインタイプであってもよい。冷媒は作動条件とする室温で気化し、

10

20

30

40

50

外気温で液化するものであればよく、たとえば、HFC134a（化学式 CH_2FCF_3 ）を挙げることができる。

【0026】

さらに、この補助空調システム11においては、斜めに配置された屋内チューブ31により生成される室内1の空気の流れ64および65により室内1の空気を循環させて効率よく屋内チューブ31と接触させている。したがって、補助空調システム11は屋内ファンを備えておらず、屋内ファンに要する動力（電力）も不要である。

【0027】

この補助空調システム11においては、屋内熱交換ユニット30がダクト37により主空調システム20の屋内ユニット21の吸入口（吸引口）23aに接続され、屋内ユニット21のファン22の動力を用いて空気の循環を確保するようになっている。しかしながら、屋内熱交換ユニット30が冷却能力を発揮する条件においては、屋内熱交換ユニット30により発生するダウンプロー65により屋内ユニット21の室内ファン22の動力負荷を低減できる。

10

【0028】

補助空調システム11の屋内熱交換ユニット30を、ダクト37により接続せずに、主空調システム20の屋内ユニット21の吸引口23aにより室内の空気が吸引される経路に配置することにより、主空調システム20の冷房負荷を軽減することも可能である。また、補助空調システム11を、屋内ユニット21の配置とは独立させて、室内1のいくつかの場所に分散して配置し、室内1の熱負荷を軽減することも可能である。

20

【0029】

屋外熱交換ユニット40においても、屋外ファン44を、モーター45を用いて回転させずに、外気（外風）により屋外チューブ41を冷却することが可能である。特に、風が定常的に吹くような地形に建てられた建物内を冷房する場合には、屋外ファン44をモーター45で動かす必要がないことが多い。たとえば、多数のビルが立ち並ぶ環境においては、ビルの間を吹く風により十分な冷却能力が得られることがある。ファン用モーター45を駆動しなければ、その動力（電力）は不要であり、この補助空調システム11においては、基本的には電力を消費しなくても室内1を冷却することができる。したがって、データセンターなどに使用される室内1の冷房に要する電力をさらに削減できる。

【0030】

30

一方、風がないとき、あるいは風力が十分でないときに、屋外ファン44のモーター45を駆動して補助空調システム11の冷房能力を活かした方が、空調システム10として省電力になる場合もある。特に、データセンターは電力使用量が莫大であり、少しでも省エネ化したいというニーズがある。データセンターは24時間365日稼働し続け、空調システム10の省エネ・低稼働化を補助する補助空調システム（排熱ユニット、排熱システム）11も相当時間の稼働時間となる。さらに、通年運転のシステムでは、モーター45の寿命が運転時間（一般的には2万時間）に関連するため、ファンモーター45の稼働時間を抑制できれば、モーター交換などを含むメンテナンスサイクルを延長でき、経済的な負担も軽減できる。

【0031】

40

このため、補助空調システム11の制御ユニット50は、屋外ファン44を駆動したときの性能（屋内チューブによる吸熱能力）を評価する機能（評価機能、評価機能ユニット）51と、所定の条件のときに屋外ファン44のモーター45を停止する（稼働させない）第1および第2の機能（機能ユニット）52および53とを含む。評価機能51は、一時的に屋外ファン用のモーター45を停止し、または一時的に屋外ファン用のモーター45を駆動し、屋外ファン用のモーター45を停止したときの屋内熱交換ユニット30の冷却性能、すなわち、屋内チューブ31による吸熱能力を評価する。第1の停止機能52は、屋外ファン44を停止したときの屋内チューブ31の吸熱能力が屋外ファン44を駆動したときの屋内チューブ31の吸熱能力より劣らなければ、屋外ファン44を停止する。第2の停止機能53は、屋外ファン44を停止したときの屋内チューブ31の（による）

50

吸熱能力と屋外ファン４４を駆動したときの屋内チューブ３１の吸熱能力との差による、主空調システム２０の消費電力低減量（消費電力の差分）が、屋外ファン４４のモーター４５の消費電力より小さければ、屋外ファン４４（ファン用モーター４５）を停止する。

【００３２】

図２に、制御ユニット５０の動作をフローチャートにより示している。まず、ステップ７１において、評価機能ユニット５１が評価のタイミングを判断する。評価のタイミングを判断する１つの方法は、所定の時間が経過したことである。評価のタイミングを判断する他の方法の１つは、屋内熱交換ユニット３０の性能を評価するためにあらかじめ設定されていたパラメータ（測定値）がしきい値に到達したことである。

【００３３】

評価するタイミングになると、ステップ７２において、評価機能ユニット５１は、屋外ファン４４（ファンモーター４５）の稼働を判断し、屋外ファン４４が稼働していれば、ステップ７３で屋外ファン４４を停止して屋内熱交換ユニット３０の性能を評価する。すなわち、屋内チューブ３１による吸熱能力を評価する。一方、屋外ファン４４が停止していたら、ステップ７４で屋外ファン４４（ファンモーター４５）を駆動して屋内チューブ３１の吸熱能力を評価する。

【００３４】

屋内熱交換ユニット３０の性能、すなわち屋内チューブ３１の吸熱能力は、次のように評価できる。図３（ａ）は、屋内熱交換ユニット３０の入口および出口の空気の温度差 $T1$ （ ）と吸熱能力（kW）との関係を示している。図３（ｂ）は、屋内熱交換ユニット３０の気化冷媒の温度 $T2$ （ ）を示している。いずれのパラメータ（測定値）も、屋内チューブ３１の吸熱能力にほぼ比例して変化する。したがって、ステップ７３または７４において、これらのパラメータのいずれかを測定し、その前の状態のパラメータ、すなわち、屋外ファン４４（ファンモーター４５）がオンまたはオフのときのパラメータと比較することにより、屋外ファン４４がオンおよびオフのときの屋内熱交換ユニット３０の性能（冷房性能）を評価できる。

【００３５】

ステップ７５において、第１の停止機能ユニット５２は、屋外ファン４４をオフしたときの屋内熱交換ユニット３０の性能（吸熱能力） Q_{off} が、屋外ファン４４をオンしたときの吸熱能力 Q_{on} より劣らなければ、すなわち、以下の条件（１）がなりたてば、ステップ７８において屋外ファン４４（ファンモーター４５）を停止する。

$$Q_{on} > Q_{off} \cdots (1)$$

吸熱能力が同じ場合は、屋外ファン４４を停止して、補助空調システム１１の消費電力を抑える。

【００３６】

屋外ファン４４をオンしたときの屋内熱交換ユニット３０の吸熱能力が高い場合は、さらに、第２の停止機能ユニット５３が、屋外ファン４４を停止したときの屋内熱交換ユニット３０の吸熱能力と屋外ファン４４を駆動したときの屋内熱交換ユニット３０の吸熱能力との差 Q による主空調システム２０の消費電力の差分 P_w が、屋外ファン４４の消費電力（ファンモーター４５の消費電力） P_f 以下であるか否かを判断する。

【００３７】

性能の差（吸熱能力の差） Q は風量 V （ m^3/h ）、比重量（ kg/m^3 ）、比熱 C_p （ $kcal/kg$ ）、屋内熱交換ユニット３０の入口および出口の空気の温度差 $T1$ （ ）と、 $1kW$ とカロリー（ $kcal$ ）との変換量（ $1kW = 860kcal/h$ ）を用い、以下の式（２）により求めることができる。風量 V は、屋内熱交換ユニット３０（屋内チューブ３１）を通過する風量であり、この例では、屋内ユニット２１が吸引する風量である。

$$Q = V \cdot \rho \cdot C_p \cdot T1 / (0.86) \cdots (2)$$

【００３８】

この性能の差 Q による屋内ユニット２１を含む主空調システム２０の消費電力の差分

10

20

30

40

50

P_w は、冷房効率COP（冷房能力kW / 消費電力kW）を用いて以下の式（3）により求めることができる。

$$P_w = Q / COP \dots (3)$$

【0039】

したがって、ステップ76において、第2の停止機能53は、以下の条件（4）がなりたてば、ステップ78において屋外ファン44を停止し、成り立たなければステップ77において屋外ファン44を駆動する。

$$P_w > P_f \dots (4)$$

ただし、 P_f は屋外ファン44を駆動するモーター45の消費電力である。消費電力に差がない場合は、屋外ファン44のモーター45を停止して、モーター45の稼働時間を抑制する。

【0040】

図4に、補助空調システム11の動作の一例をタイミングチャートにより示している。時刻 t_1 に評価するタイミングになると、評価機能ユニット51は、時刻 t_1 以前に屋外ファン44が稼働しているのを屋外ファン44を停止して、屋内（室内）熱交換ユニット30の性能（吸熱能力）を評価する。評価時間が経過し、時刻 t_2 に屋外ファン44を停止しても屋内熱交換ユニット30の吸熱能力が変わりないとすると、第1の停止機能ユニット52は、屋外ファン44を停止する。

【0041】

その際、評価機能ユニット51は、屋内熱交換ユニット30の性能、すなわち、屋内チューブ31による吸熱能力を再評価するためのしきい値 T_{th} を設定する。たとえば、性能を評価するための測定値が冷媒蒸発温度 T_2 であれば、評価時間中の蒸発温度 T_2 に対して1度程度高い温度をしきい値 T_{th} として設定する。性能を評価するための測定値が温度差 T_1 であれば、評価時間中の温度差 T_1 に対して1度程度低い温度をしきい値 T_{th} として設定する。

【0042】

前回評価から所定の時間が経過した時刻 t_3 に、評価機能ユニット51は、時刻 t_3 以前に屋外ファン44が稼働していないので屋外ファン44を稼働させて、屋内（室内）熱交換ユニット30の吸熱能力を評価する。評価時間が経過し、第1の停止機能ユニット52が時刻 t_4 に屋外ファン44を稼働した方が屋内熱交換ユニット30の性能が高く、さらに、第2の停止機能ユニット53が主空調システム20の消費電力をファンモーター45の消費電力以上にセーブできると判断すると、時刻 t_4 から屋外ファン44を稼働させる（屋外ファン44の稼働を継続する）。

【0043】

再び時間が経過し、時刻 t_5 に評価するタイミングになると、評価機能ユニット51は、時刻 t_5 以前に屋外ファン44が稼働しているのを屋外ファン44を停止して、屋内（室内）熱交換ユニット30の吸熱能力を評価する。評価時間が経過し、時刻 t_6 に屋外ファン44を停止しても屋内熱交換ユニット30の吸熱能力が変わりないとすると、第1の停止機能ユニット52は、屋外ファン44を停止する（屋外ファン44を稼働させない）。

【0044】

時刻 t_7 に、屋内熱交換ユニット30の屋内チューブ31における蒸発温度 T_2 がしきい値 T_{th} に達すると、時間は経過していないが、外気の状態が変化したとして、評価機能ユニット51は屋外ファン44を稼働させて、屋内熱交換ユニット30（屋内チューブ31）の吸熱能力を評価する。評価時間が経過し、第1の停止機能ユニット52が時刻 t_8 に屋外ファン44を稼働した方が屋内熱交換ユニット30の吸熱能力が高いと判断する。しかしながら、第2の停止機能ユニット53が主空調システム20の消費電力の増加 P_w の方が、ファンモーター45の消費電力 P_f より小さいと判断すると、空調システム10の全体の消費電力をセーブするために、時刻 t_8 から屋外ファン44を停止する。

【0045】

10

20

30

40

50

このデータセンターの室内1を空調する空調システム10は、主空調システム20と、自然循環タイプの補助空調システム11とを備えており、夜間あるいは夏季以外の外気温度が低い状態になると補助空調システム11により室内1の熱を、動力を全く使わないか、あるいはほとんど用いずに放出できる。したがって、主空調システム20の熱負荷を低減でき、主空調システム20を含めた空調システム10の消費電力を低減できる。

【0046】

特に、本例の補助空調システム11は、屋内ファンを含まず、さらに屋外ファンを可能な限り停止し、できるだけ動力を用いないで室内1の熱を屋外に放出させることが可能である。このため、補助空調システム11は、外気温度という自然のエネルギー源だけではなく、さらに、ビル風などの自然の風をエネルギー源として利用し、室内1を冷房することができ、その一方で、風という不安定なエネルギーが利用できない場合は、屋外ファン44を駆動することにより、外気という自然のエネルギーの利用効率を向上できるようにしている。このため、より厳密に消費電力の最小化を図ることができる。また、屋外ファン44のモーター45の稼働率を低減できるので、メンテナンスに要する費用も低減できる。

10

【0047】

なお、上記においては、水平な方向に広がった天井3を有する室内1に屋内熱交換ユニット30を設置した例を説明しているが、水平な方向に対して斜めになった天井を有する室内に屋内熱交換ユニット30を設置することも可能である。この場合、屋内チューブ31は水平な方向に対して斜めまたは直交（鉛直）するように設置する必要がある。さらに、水平な方向に対して斜めの天井3に対しても屋内チューブ31は斜めに設置されていることが望ましい。天井3に沿って存在する高温の空気層に対する接触面積を確保しやすい。屋内チューブ31は、鉛直方向に沿って配置されていてもよい。鉛直方向のダウンストリームによる高温の空気と屋内チューブ31との接触効率の低下を抑制するためには、屋内チューブ31を鉛直方向に対して斜めに設置することが望ましい。

20

【0048】

また、上記においては、データセンターに設置される空調システムを例に説明しているが、冷房の対象となる負荷はサーバーなどの情報機器に限定されない。クリーンルームの空調など、窓を開けて風を取り込むことが難しい条件の空調に、本発明の空調システムは好適である。さらに、上記では、床置形の空調システムとの組み合わせを例に、本発明のシステムを説明しているが、異なるタイプの空調システムと組み合わせたり、単独で使用したり、さらには、既存の空調システムを組み合わせるなど、上記以外の様々な方法で空調する条件または環境に合わせて使用できる。

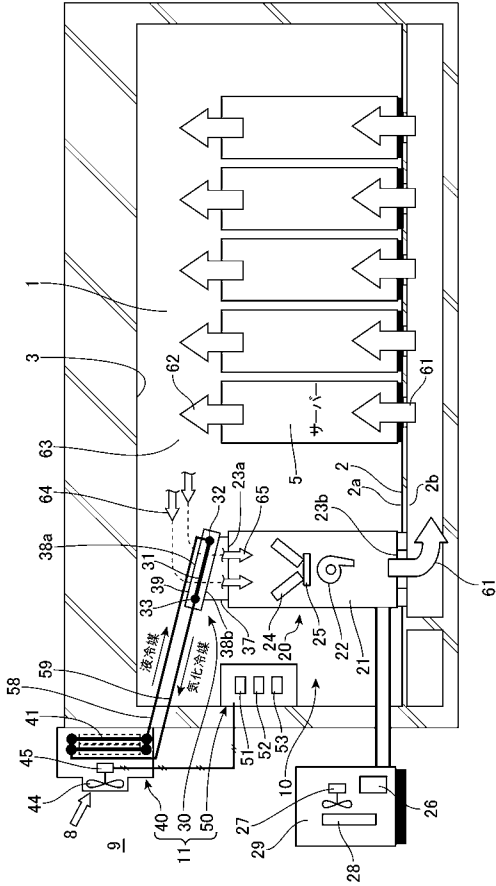
30

【符号の説明】

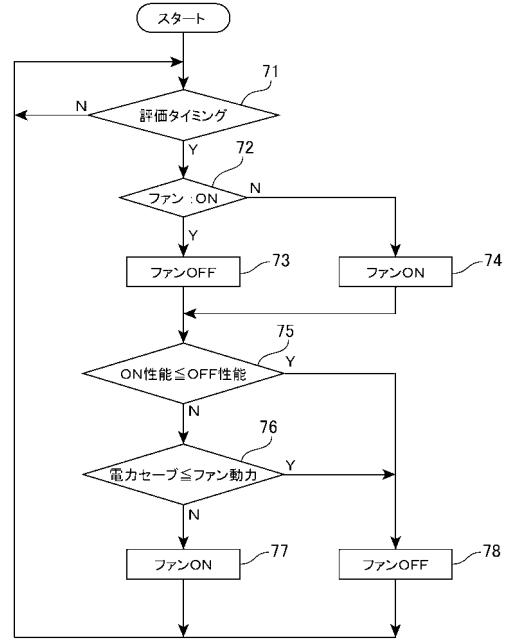
【0049】

- 10 空調システム、 11 補助空調システム、 20 主空調システム
- 30 屋内熱交換ユニット（室内熱交換ユニット）
- 40 屋外熱交換ユニット（室外熱交換ユニット）
- 50 制御ユニット

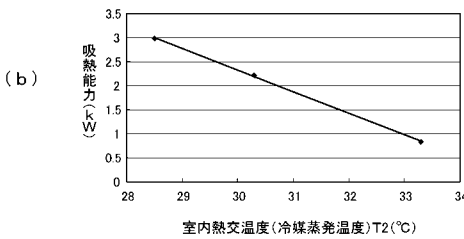
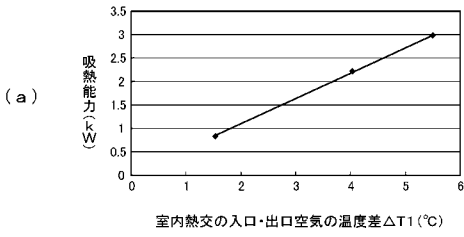
【図1】



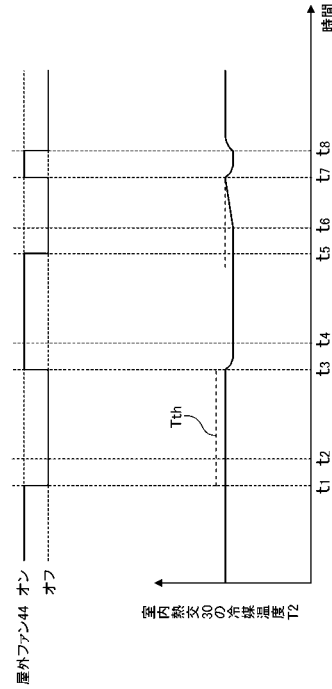
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003 - 148838 (JP, A)
特開2002 - 333237 (JP, A)
特開2000 - 046423 (JP, A)
特開平06 - 249490 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F25B 1/00
F24F 11/02