

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-38487

(P2010-38487A)

(43) 公開日 平成22年2月18日(2010.2.18)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 2 4 F 11/02 (2006.01)	F 2 4 F 11/02 Z	3 L 0 6 0
F 2 4 F 11/04 (2006.01)	F 2 4 F 11/02 1 O 2 X	3 L 0 6 1
	F 2 4 F 11/04 F	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-204423 (P2008-204423)	(71) 出願人	000169499
(22) 出願日	平成20年8月7日 (2008.8.7)		高砂熱学工業株式会社
			東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地5
		(74) 代理人	100100549
			弁理士 川口 嘉之
		(74) 代理人	100090516
			弁理士 松倉 秀実
		(74) 代理人	100089244
			弁理士 遠山 勉
		(74) 代理人	100123098
			弁理士 今堀 克彦
		(72) 発明者	相澤 直樹
			東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地5
			高砂熱学工業株式会社内

最終頁に続く

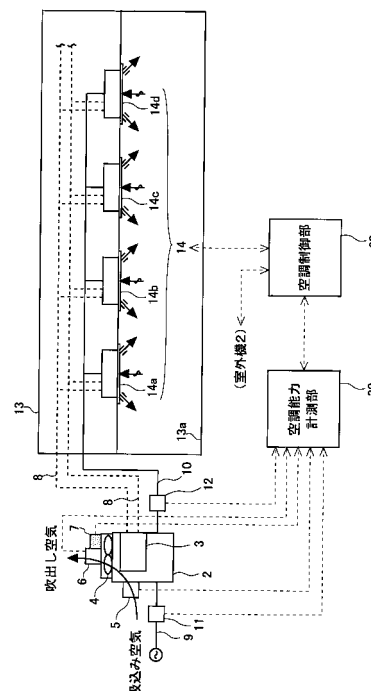
(54) 【発明の名称】 空調能力計測システムおよび室外機の風量検出方法

(57) 【要約】

【課題】 室外機と室内機を有する空調システムの空調能力の計測を、容易で且つ正確なものとする。

【解決手段】 コンプレッサおよびファンを有する室外機と、室内機とを含んでなる空調システムでの冷暖房時の空調能力を計測する空調能力計測システムであって、空調時の室外機における吸込み空気のエンタルピーと吹出し空気のエンタルピーとの変化を算出するエンタルピー変化算出部と、空調時の室外機のファンの風量を検出する風量検出部と、エンタルピー変化とファンの風量とに基づいて、室外機の排熱量もしくは吸熱量を算出する排吸熱量算出部と、空調時の室外機の駆動電力を検出する電力検出部と、排吸熱量算出部によって算出された室外機の排熱量もしくは吸熱量と、電力検出部によって検出された該室外機の駆動電力とに基づいて、空調システムにおける冷暖房時の空調能力を算出する空調能力算出部と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

コンプレッサおよびファンを有する室外機と、該室外機によって空調された空気を建物の室内に供給する室内機とを含んでなる空調システムでの冷暖房時の空調能力を計測する空調能力計測システムであって、

空調時の前記室外機において、前記コンプレッサ側に供給される吸込み空気のエンタルピーと、該吸込み空気が該コンプレッサによって圧縮又は膨張弁で膨張された冷媒と熱交換をして該室外機から放出される吹出し空気のエンタルピーとの変化を算出するエンタルピー変化算出部と、

空調時の前記室外機のファンの風量を検出する風量検出部と、

10

前記エンタルピー変化算出部によって算出されたエンタルピー変化と、前記風量検出部によって検出された前記ファンの風量とに基づいて、前記室外機の排熱量もしくは吸熱量を算出する排吸熱量算出部と、

空調時の前記室外機の駆動電力を検出する電力検出部と、

前記排吸熱量算出部によって算出された前記室外機の排熱量もしくは吸熱量と、前記電力検出部によって検出された該室外機の駆動電力とに基づいて、前記空調システムにおける冷暖房時の空調能力を算出する空調能力算出部と、

を備える空調能力計測システム。

【請求項 2】

前記風量検出部は、前記吹出し空気の吹出し位置近傍に設けられた前記ファンの回転数を、前記室外機の外部から所定の非接触方式に従って検出し、該検出されたファンの回転数に基づいて該ファンの風量を検出する、

20

請求項 1 に記載の空調能力計測システム。

【請求項 3】

前記エンタルピー変化算出部は、前記吹出し空気の温度および湿度に基づいて算出される該吹出し空気のエンタルピーと、前記吸込み空気の温度および湿度に基づいて算出される該吸込み空気のエンタルピーとの差から前記エンタルピー変化を算出し、

前記空調能力算出部は、

前記空調システムが冷房を行っているときの空調能力を、前記排吸熱量算出部によって算出された前記室外機の排熱量から前記電力検出部によって検出された駆動電力を減じることで算出し、

30

前記空調システムが暖房を行っているときの空調能力を、前記排吸熱量算出部によって算出された前記室外機の吸熱量に前記電力検出部によって検出された駆動電力を加えることで算出する、

請求項 1 又は請求項 2 に記載の空調能力計測システム。

【請求項 4】

コンプレッサおよびファンを有する室外機と、該室外機によって空調された空気を建物の室内に供給する室内機とを含んでなる空調システムにおいて、該室外機の風量を検出する方法であって、

前記室外機の外部から、前記コンプレッサによって圧縮又は膨張された冷媒との熱交換が行われて該室外機から放出される吹出し空気の吹出し位置近傍に設けられた前記ファンに対して検出光を照射することで得られる、該ファンからの反射光に基づいて前記ファンの回転数を算出する第一ステップと、

40

ファンの回転数とファンの風量との相関関係を示す所定の線形式に従って、前記第一ステップによって算出された前記ファンの回転数より、該ファンの空調時の風量を検出する第二ステップと、

を備える室外機の風量検出方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

50

本発明は、冷暖房を行う空調システムの空調能力、例えばビル用マルチ能力を計測する計測システムに関する。

【背景技術】

【0002】

建物の空調システムである、いわゆるビル用マルチは、低価格、設計施工、個別制御や操作の容易さから、広く利用されている。最近ではビル用マルチの大容量化や省エネ化の進展にともなって、従来からの小規模建物だけでなく大規模建物においても採用されている。このビル用マルチは、空調システムの能力アップを機械室の増床なく簡便に行なえるため、新設の建物のみならず既設の建物における空調負荷の増強対策としても多用されている。

10

【0003】

ここで、昨今の省エネルギー対策のため、建物の管理者等から、稼動中の建物での空調システムの空調能力の評価要請が強まっている。ここで、空調システムの空調能力の計測手法として、コンプレッサカーブ法と空気エンタルピー法が知られている。このコンプレッサカーブ法は、空調用のコンプレッサ入口の冷媒状態（冷媒温度、圧力）とコンプレッサの周波数、およびそのコンプレッサの製造者が保有する代表試験機の運転特性データを用いて冷媒サイクルにおける冷媒流量を推定し、この冷媒流量にサイクル内の各状態点でのエンタルピーを用いて冷暖房時の空調能力を推定する方法である。しかし、特定の製造者の、特定の製品に対してのみ有効な手法であり、それが適用される範囲は限られたものとなる。

20

【0004】

一方で、空気エンタルピー法については、空調システムに含まれる室内機または室外機のそれぞれでシステムの空調能力が計測される。その一例として、室内機においては、例えば空気側の空調能力を直接計測する空気エンタルピー法が挙げられ、そこでは室内機の吸込みと吹出しの空気のエンタルピー差に風量を乗じて熱量（空調能力）を求めることができる。また、室外機においては、該室外機の冷媒側で能力を計測する方法として、冷媒配管に超音波流量計を取り付けて冷媒流量を計測し、同時に冷媒状態（温度、圧力）を計測して、エンタルピーを算出して空調能力を計測する方法が挙げられる（例えば、特許文献1を参照。）。

30

【0005】

また、空調システムの空調能力を好適に維持するために、システムを構成する部品の交換時期を、コンプレッサとファンの運転時間から算出された経過時間と、予め決められた寿命時間との比較結果から判断する技術が公開されている（例えば、特許文献2を参照。）。

【特許文献1】特開2006-183953号公報

【特許文献2】特開2005-55009号公報

【特許文献3】特開2008-57921号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

空調システムの空調能力の正確な計測は、建物の管理上重要である。ここで、上記のコンプレッサカーブ法を用いた空調能力の計測では、特定の製造者の製品の運転特性データに従うため、その汎用性は低い。また、当該製造者の製品のデータを収集する特定のデータ収集装置を必要とする場合が多く、その点からもやはり汎用性は低いと言わざるを得ない。

40

【0007】

また、室内機において空気エンタルピー法を用いてシステムの空調能力を計測する手法では、建物に配置される室内機の台数が増えると、同時計測は困難となる場合があり、また室内機が設置される場所へのアクセスの問題（部外者が普入室を許可されない居室内に設置され、計測上の制約が多い）がある。一方で、室外機の冷媒側で空気エンタルピー

50

法を用いてシステムの空調能力を計測する手法では、現場によっては、冷媒配管がラッキングで覆われており取り外し作業や復旧作業が必要となり、超音波流量計等のセンサ設置作業の面で手間がかかる場合がある。

【0008】

このように従来からの空調システムの空調能力の計測については、必ずしも建物の管理者等が容易に、且つ正確にその計測を行うことができる手法が見出されていなかった。そこで、本発明では、上記した問題に鑑み、空調システムの空調能力の容易で正確な計測を可能とすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明では、上記の課題を解決するために、室外機の空気側において空気エンタルピー法を用いることで、建物の管理者等が空調システムの空調能力を容易に、且つ正確に計測できるようにした。空調能力の計測に当たり、室外機の空気側が好適にアクセスしやすく、空調能力算出のための各種のパラメータを入手しやすいことに着目したものである。

【0010】

そこで、本発明は、コンプレッサおよびファンを有する室外機と、該室外機によって空調された空気を建物の室内に供給する室内機とを含んでなる空調システムでの冷暖房時の空調能力を計測する空調能力計測システムであって、空調時の前記室外機において、前記コンプレッサ側に供給される吸込み空気のエンタルピーと、該吸込み空気が該コンプレッサによって圧縮又は膨張弁で膨張された冷媒と熱交換をして該室外機から放出される吹出し空気のエンタルピーとの変化を算出するエンタルピー変化算出部と、空調時の前記室外機のファンの風量を検出する風量検出部と、前記エンタルピー変化算出部によって算出されたエンタルピー変化と、前記風量検出部によって検出された前記ファンの風量とに基づいて、前記室外機の排熱量もしくは吸熱量を算出する排吸熱量算出部と、空調時の前記室外機の駆動電力を検出する電力検出部と、前記排吸熱量算出部によって算出された前記室外機の排熱量もしくは吸熱量と、前記電力検出部によって検出された該室外機の駆動電力とに基づいて、前記空調システムにおける冷暖房時の空調能力を算出する空調能力算出部と、を備える。

【0011】

上記空調能力計測システムにおいては、空調システムを構成する室外機を中心に据え、更に、その空気側、換言すると管理者等が外部からアクセスしやすい側から空調能力の算出のための各種パラメータを取得することで、容易かつ正確な空調能力の算出を実現する。具体的には、室外機のファンによる送風で生じる、室外機の熱交換器（冷房時は凝縮器、暖房時は蒸発器として運転されるものであり、以下では凝縮器、蒸発器を含めて熱交換器と称する場合もある。）での冷媒との熱交換の前後の空気、すなわち吸込み空気と吹出し空気のそれぞれのエンタルピーの変化量と該ファンの風量から、室外機による排熱量（冷房時）または吸熱量（暖房時）が算出される。さらに、算出された排熱量、吸熱量に対して、室外機の駆動に要した駆動電力を加味することで、最終的に空調システムにおける空調能力が算出されることになる。

【0012】

このように本発明に係る空調能力計測システムでは、空調能力の算出に必要なパラメータを、全て室外機の空気側で取得することが可能であるため、建物の管理者等が容易に且つ正確に空調能力を把握することが可能となる。

【0013】

ここで、室外機のファンは、通常、常に稼働しているためファンの風量を検出するために該ファンを一時的にも停止することは好ましくない。また、ファンの風量は、建物の内部に設けられた室内機の稼働状況に応じて時々刻々と変動するものであるから、風量検出部は室外において継続的に風量を検出することが可能であることが好ましい。そこで、上記空調能力計測システムにおいては、前記風量検出部は、前記吹出し空気の吹出し位置近傍に設けられた前記ファンの回転数を、前記室外機の外部から所定の非接触方式に従って

10

20

30

40

50

検出し、該検出されたファンの回転数に基づいて該ファンの風量を検出するように構成されてもよい。このように構成することで、稼働中のファンに対して何らの影響を与えず、且つ該ファンの回転数を正確に検出でき、その結果ファンによる風量の正確な算出に資するものである。

【0014】

ここで、上述までの空調能力計測システムにおいて、前記エンタルピー変化算出部は、前記吹出し空気の温度および湿度に基づいて算出される該吹出し空気のエンタルピーと、前記吸込み空気の温度および湿度に基づいて算出される該吸込み空気のエンタルピーとの差から前記エンタルピー変化を算出し、また、前記空調能力算出部は、前記空調システムが冷房を行っているときの空調能力を、前記排吸熱量算出部によって算出された前記室外機の排熱量から前記電力検出部によって検出された駆動電力を減じることで算出し、一方で、前記空調システムが暖房を行っているときの空調能力を、前記排吸熱量算出部によって算出された前記室外機の吸熱量に前記電力検出部によって検出された駆動電力を加えることで算出するようにしてもよい。

10

【0015】

すなわち、エンタルピー変化算出部は、吹出し空気と吸込み空気のそれぞれにおいて、空気温度と湿度による空気状態に基づいて両空気の間でのエンタルピー変化を算出する。そして、排吸熱量算出部がこのエンタルピー変化と上記のファンの風量に基づいて、室外機の排熱量又は吸熱量を算出し、それを基に、空調能力算出部が、空調システムで行われている空調の形態（すなわち冷暖房の形態）に従って空調能力を算出する。このように、本発明に係る空調能力計測システムでは、室外機の空気側を中心として空調システムの空調能力が計測されることになるため、建物の管理者等は容易に、当該空調システムの空調能力を計測できる。

20

【0016】

また、本出願人は、コンプレッサおよびファンを有する室外機と、該室外機によって空調された空気を建物の室内に供給する室内機とを含んでなる空調システムにおいて、該室外機の風量を検出する方法についても新たな知見を得た。空調システムの空調能力を正確に把握するためには、室外機の風量を正確に且つ継続的に検出する必要性があることは上述の通りである。しかし、従来においては、室外機が晒される室外環境（風雨等）に対して十分な対環境性を有した計測方法は開示されていない。

30

【0017】

そこで、本出願人は、以下に示す室外機の風量検出方法は、空調システムの空調能力を正確に把握する上でも極めて有用であることを見出した。すなわち、当該室外機の風量検出方法は、コンプレッサおよびファンを有する室外機と、該室外機によって空調された空気を建物の室内に供給する室内機とを含んでなる空調システムにおいて、該室外機の風量を検出する方法であって、前記室外機の外部から、前記コンプレッサによって圧縮又は膨張された冷媒との熱交換が行われて該室外機から放出される吹出し空気の吹出し位置近傍に設けられた前記ファンに対して検出光を照射することで得られる、該ファンからの反射光に基づいて前記ファンの回転数を算出する第一ステップと、ファンの回転数とファンの風量との相関関係を示す所定の線形式に従って、前記第一ステップによって算出された前記ファンの回転数より、該ファンの空調時の風量を検出する第二ステップと、を備える。

40

【0018】

このように室外機の外部からの検出光の照射と、その反射光の取得との結果に基づいて、ファンの回転数が正確に算出することが可能となる。そして、ファンの回転数とその風量との相関関係は所定の線形式に従う傾向を有することを利用して、最終的にファンの風量を検出される。このようにすることで、例えば、従来から使用されている熱式風速計等による風量検出よりも、格段と正確に、且つ室外機の運転に何ら影響を与えることなく継続的な風量の検出が可能となる。なお、この本発明に係る室外機の風量検出方法は、上記風量検出部による風量検出にも採用できる。すなわち、上記所定の非接触方式によるファンの回転数検出は、上記第一ステップで行われるファンの回転数検出としてもよい。

50

【発明の効果】

【0019】

室外機と室内機を有する空調システムの空調能力の計測を、容易で且つ正確なものとすることが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

ここで、本発明に係る空調システムの空調能力計測の実施の形態について、図面に基づいて説明する。

【実施例1】

【0021】

10

図1には、建物13の室内13aの空調を行うための、室外機2と室内機14（図1においては空調機14a～14dの4台の室内機を総称して室内機14とする。）から構成される空調システムの概略構成と、当該空調システムにおける空調能力を計測する空調能力計測システムの概略構成が示されている。図1に示す空調システムは、主に、建物13の室外、例えば屋上階等に配置される室外機2と、室外機2との間で循環回路8を介して冷媒を循環させることで、室内13a内に対して冷暖房の空調を行う室内機14とから構成されている。

【0022】

この室外機2には、コンプレッサ3とファン4が設けられており、冷房時にはコンプレッサ3による冷媒の圧縮と熱交換器での凝縮（暖房時には膨張弁での膨張と熱交換器での蒸発）が行われるとともに、ファン4の回転によりこの冷媒に対して、外気との熱交換が実行される。このとき、ファン4が回転することで外部から室外機2の内部、詳細にはコンプレッサ3によって圧縮、膨張された冷媒との熱交換が可能な場所に吸込まれる空気を「吸込み空気」と称し、冷媒との熱交換が行われ室外機2から放出される空気を「吹出し空気」と称することとする。図1においては、吸込み空気と吹出し空気の流れは矢印で示され、すなわちファン4の回転によって室外機2の側方から吸込み空気が内部に流入し、室外機2の上方から吹出し空気が放出される構成となっている。

20

【0023】

このように構成される空調システムでは、室外機2と室内機14とが空調制御部20によって制御され、室内13aにおいて様々な空調が行われる。この空調制御部20は、コンピュータにおいて実行されるプログラムで実現される。なお、空調システムによる具体的な空調制御そのものは空調能力の計測とは関連性は低いため、本明細書ではその詳細な説明は割愛するが、従来から行われている種々の空調制御を適用することができる。

30

【0024】

ここで、上記空調システムの空調能力を正確に計測するための構成として、空調能力計測部30が設けられる。この空調能力計測部30も上記空調制御部20と同じように、コンピュータで実行されるプログラムによって実現される。この空調能力計測部30には、空調システムの室外機2近傍に設けられた各種のセンサによる検出データが渡され、所定の処理が行われることで、空調システムの空調能力の計測が行われる。なお、空調能力計測部30によって計測された結果は、空調制御部20に引渡されてそこで空調能力の診断や解析、具体的には結果の印刷や表示がなされてもよい。また、空調制御部20への結果の引渡しは、ユーザが手入力で行ったり、該結果が格納されている記録媒体を介して行ったりしてもよい。

40

【0025】

ここで、この空調能力の計測に必要なセンサについて、説明する。まず、室外機2への吸込み空気の空気状態を検出するために、当該吸込み空気が通過する室外機2の側部に、温湿度計5が設置され、それにより吸込み空気の温度および湿度が検出され、空調能力計測部30に渡される。また、室外機2からの吹出し空気の空気状態を検出するために、当該吹出し空気が通過する室外機2の吐出口内または該吐出口の出口に、温湿度計6が設置され、それにより吹出し空気の温度および湿度が検出され、空調能力計測部30に渡され

50

る。さらに、この吸込み空気と吹出し空気の流れを形成するファン 4 の回転数を検出するための回転センサ 7 が、室外機 2 上に設けられており、その検出値は空調能力計測部 30 に渡される。この回転センサ 7 によるファン 4 の回転数検出の詳細については後述する。

【0026】

また、電源から室外機 2 へ繋がる動力供給線 9 と、室外機 2 から室内機 14a ~ 14d へ繋がる動力供給線 10 は、直列となっている。そこで、室外機 2 に対して入力側となる動力供給線 9 に電力計 11 を設け、該室外機 2 に対して出力側となる動力供給線 10 に電力計 12 が設けられている。これらの電力計 11、12 による検出値も空調能力計測部 30 に渡される。

【0027】

このように各種センサから渡される検出データに基づいて、空調能力計測部 30 が空調システムの空調能力を判断する。図 2 には、空調能力計測部 30 が行う空調能力計測における各機能部をイメージ化して示したものである。具体的には、これらの機能部は、コンピュータにおいて実行されるプログラムで実現される。以下に、空調能力計測部 30 の有する各機能部について、図 2 に基づいて説明する。

【0028】

空調能力計測部 30 は、主にエンタルピー変化算出部 31、風量検出部 32、排吸熱量算出部 33、駆動電力検出部 34、空調能力算出部 35 を有する。エンタルピー変化算出部 31 は、室外機 2 に吸い込まれる吸込み空気が有するエンタルピーと該室外機 2 から吹出される吹出し空気が有するエンタルピーとの変化量を算出する機能部である。具体的には、吸込み空気側の温湿度計 5 によって検出された吸込み空気の温度と湿度が、エンタルピー変化算出部 31 内の、吸込み空気エンタルピー算出部 31a に入力され、また、吹出し空気側の温湿度計 6 によって検出された吹出し空気の温度と湿度が、エンタルピー変化算出部 31 内の、吹出し空気エンタルピー算出部 31b に入力される。これらの温度と湿度の情報からなる各空気の空気状態に基づいて算出されるエンタルピーの差分が、室外機 2 におけるエンタルピー変化として算出される。

【0029】

ここで、上記各空気の温度と湿度から該空気のエンタルピーの算出方法の一例について下記に示す。なお、当該算出方法は、当業者において一般的な算出方法であり、例えば、空気調和衛生工学会著：空気調和衛生工学便覧第13版第1巻基礎編p76、80に記載されている。下記の算出方法では、空気の空気状態を示すパラメータとして、乾球温度と絶対湿度が用いられる。なお、絶対湿度は、乾球温度と相対湿度から求める。

<エンタルピー算出方法>

(ステップ 1) 飽和空気の水蒸気分圧 pws は、それと同じ温度の水の飽和水蒸気圧 Ps に等しく、以下の式より算出される。

$$pws = Ps = \exp \left(-0.58002206 \times 10^4 / T + 0.13914993 \times 10 - 0.48640239 \times 10^{-1} \times T + 0.41764768 \times 10^{-4} \times T^2 - 0.14452093 \times 10^{-7} \times T^3 + 0.65459673 \times 10 \times \ln T \right) / 10^3$$

ここで、pws：飽和空気の水蒸気分圧 (kPa)、Ps：水の飽和蒸気圧 (kPa)、T：絶対温度 (K) (= t () + 273.15) である。

(ステップ 2) 空気の水蒸気圧 pw は、以下の式より算出される。

$$pw = pws \times \psi / 100$$

ここで、pw：水蒸気分圧 (kPa)、ψ：相対湿度 (%) である。

(ステップ 3) 絶対湿度 x は、以下の式より算出される。

$$x = 0.622 \times pw / (P - pw)$$

ここで、x：絶対湿度 (kg/kg(DA))、P：空気的全圧 (kPa) である。

(ステップ 4) エンタルピー h は、以下の式より算出される。

$$h = cpa \times t + (cpw \times t + r0) \times x = 1.006 \times t + (1.805 \times t + 2501) \times x$$

ここで、h：エンタルピー (比エンタルピー) (kJ/kg(DA))、cpa：乾き空気の定圧比熱 1.006 (kJ/kg(DA)/K)、cpw：水蒸気の定圧比熱 1.805 (kJ/kg(DA)/K)、r0：0 における水の蒸発熱 2501 (kJ/kg)、t：乾球温度 () である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

このエンタルピー変化算出部 3 1 の処理と同時に、風量検出部 3 2 によるファン 4 の風量の検出が行われる。具体的には、回転センサ 7 から検出されたファン 4 の回転数に関する検出信号が、風量検出部 3 2 内のファン回転数算出部 3 2 a に入力され、そこでファン 4 の回転数が算出される。そして、その後、算出されたファン回転数に基づいて、風量検出部 3 2 内のファン風量決定部 3 2 b によってファン 4 の風量が決定される。

【 0 0 3 1 】

そこで、ファンの回転数検出から風量決定の一連の処理について、図 3 A ~ 図 6 に基づいて説明する。図 3 A、図 3 B は、回転センサ 7 によるファン 4 の回転数に関するパラメータの信号検出に関する図であり、図 4 A、図 4 B はその信号検出の別の形態を示す図である。これらの図に示すように、回転センサ 7 は、光センサ 7 a、変換器 7 b、シーケンサ 7 c によって構成されている。光センサ 7 a は、ファン 4 のハウジング 4 b 上に設置され、そこから対象物に対して測定用のレーザ光を発し、更にそのレーザ光が対象物で反射されたときの当該反射光を受光する。そして、受光された反射光の光量に応じて変換器 7 b が検出信号を形成し、その検出信号をシーケンサ 7 c が空調能力計測部 3 0 のファン回転数算出部 3 2 a へ渡す。

【 0 0 3 2 】

具体的には、光センサ 7 a から発せられたレーザ光は、ファン 4 の回転駆動しない本体部分であって、該レーザ光を十分に反射し得る光沢方面を有する本体部分 4 b に対して焦点が合わされ、その反射光が再び光センサ 7 a に戻るように構成されている（図 3 A を参照）。この状態では、ファン 4 の駆動部分であるプロペラ 4 c が、光センサ 7 a と本体部分 4 b との間に介在していないと、レーザ光の反射光量が大きくなり、図 3 B に示すように光センサ 7 a と本体部分 4 b との間にプロペラ 4 c が介在すると、レーザ光が遮られるためレーザ光の反射光量が小さくなる。このレーザ光の反射光量の単位時間当たりの変化頻度は、プロペラ 4 c が光センサ 7 a と本体部分 4 c との間を通過した頻度と一致することより、ファン 4 におけるプロペラ 4 c の枚数を踏まえた上で、ファン 4 の回転数が算出される。プロペラ 4 c の通過を確実に検出するためには、通過時と非通過時の反射光量の変化が顕著であることが好ましい。そこで、図 3 A、図 3 B に示す形態の場合には、プロペラ 4 c でのレーザ光の反射量を抑えるべく、その表面を非光沢の黒色や暗色に塗装するのが好ましい。

【 0 0 3 3 】

また、上記の方法においては、ファン 4 の回転数を知るためにはそれが有するプロペラ 4 c の数を予め知る必要がある。上述したように、稼動している建物の空調システムを強制的に止めて、ファン 4 のプロペラ数を確認することは好ましくないため、仮にファン 4 のプロペラ数をその仕様書等で事前に確認できない場合は、デジタルカメラ等の撮像装置を利用し、そのシャッタースピードを調整することで、撮像上でファン 4 のプロペラ数を視認すればよい。

【 0 0 3 4 】

次に、図 4 A、図 4 B に示す形態では、光センサ 7 a が発せられたレーザ光が、ファン 4 のプロペラ 4 c に焦点が合わされ、そこで反射された反射光を検出し、ファン 4 の回転数を検出するものである。この形態は図 4 B に示すように、レーザ光をプロペラ 4 c で反射するための、上述したファン 4 の本体部分 4 c が適切に得られないような場合にも有用である。この形態を採用すると、プロペラ 4 c が光センサ 7 a からのレーザ光の進路上に位置するか否かをもって、該プロペラ 4 c の通過を検知するものであるから、その検知感度を向上させるために、プロペラ 4 c の表面を光沢のある構成にする等、レーザ光の反射率を上げる加工を施すのが好ましい。

【 0 0 3 5 】

図 3 A ~ 図 4 B 示すファン 4 の回転数の検出は、光センサ 7 a をハウジング 4 a 上に設置して行うため、いわば室外機 2 の外部からファン 4 の回転数を検知することが可能となり、室外機 2 の稼働状況に与える影響は極めて少ない。さらに、上向きの室外機の吐出口

10

20

30

40

50

に対し下向きに、光センサ 7 a からファン 4 の内部の本体部分 4 b やプロペラ 4 c に対してレーザ光を照射し、その反射光を再び光センサ 7 a で受光するため、レーザ光自体が外部環境に直接さらされにくい構成となり、以て回転センサ 7 によるファン 4 の回転数検出は風雨に影響されず、極めて対環境性が高いと言える。

【 0 0 3 6 】

また、図 5 に示すように、回転センサ 7 による検出精度も極めて高い。図 5 は、横軸にファン 4 を回転駆動させるための指令値（すなわち、ファン 4 の制御装置で設定される指令値）であり、縦軸がファン 4 の回転数である。ここで、図中の黒丸が図 3 A、図 3 B の構成を採用したときのファン 4 の回転数（実測値）であり、白丸がファン 4 のメーカ（製造者）が開示する回転数である。このように、上記構成によるファン 4 の回転数の検出値は、メーカ側の開示の値とほぼ一致していると言え、その高い検出精度が裏付けられている。

10

【 0 0 3 7 】

このように高精度で検出されたファン 4 の回転数に基づいて、ファン風量決定部 3 2 b がファン 4 の風量を最終的に決定する。具体的には、ファン風量決定部 3 2 b は、図 6 に示すファン回転数と風量との相関関係を示す所定の線形式に基づいて、ファン回転数算出部 3 2 a によって算出された回転数から風量を導き出す。ファン回転数と風量との相関関係は、線形の関係となることは知られていたが、本出願人は実現場に設置済みの数種類の室外機でも線形の関係となることを確認した。そこで、この線形の関係から、以下に示す方法により図 6 に示す相関関係を得ることができる。

20

1) 室外機 2 のファン 4 を定格風量（仕様値）となるように全速運転させ、その回転数を実測する。具体的には、室内機 1 4 の設定温度を一時的に上限（または下限）にセットし、ファン 4 を全速運転（＝定格風量での運転）させる。これにより回転数と定格風量から直線を定める。

2) 仮に定格風量が不明な場合、現地で短時間のみ、風量と回転数を同時に計測することで、所定の線形式に沿う直線を定めることができる。現地での風量測定では、熱線式でも計測は可能であるが、ファン 4 の直上に風速計を設置する必要があるため、熱線式は乱れの影響を受けやすい。そこでベーン式風速計を多点に配置して計測することで、風量の正確な計測が可能である。ベーン式風速計は、一般に冷却塔の風量計測に用いられるが、センサ部（プロペラ）の面積が大きく風速が平均化されること、少々雨で水がついても壊れないメリットがある。ただし、風速計を多点に設置することは、取付に手間がかかる、また、コストもかかる等のデメリットも考慮する必要がある。

30

【 0 0 3 8 】

このようにファン風量決定部 3 2 b が、ファン 4 の回転数と図 6 に示す回転数と風量の線形の相関関係に基づいて、稼働中のファン 4 による風量を決定し、それが風量検出部 3 2 から出力される。その後、排吸熱量算出部 3 3 が、エンタルピー変化算出部 3 1 が出力したエンタルピー変化と、風量検出部 3 2 が出力したファン 4 の風量とを乗じることで、空調時の室外機 2 による排熱量（冷房時）もしくは吸熱量（暖房時）が算出される。

【 0 0 3 9 】

また、室外機 2 が空調を行っている際に、該室外機の駆動のために要する電力が駆動電力検出部 3 4 によって検出される。具体的には、電源と室外機 2 との間に設けられた電力計 1 1 の検出値から室外機 2 と室内機 1 4 との間に設けられた電力計 1 2 の検出値の差分を取ることで、室外機 2 で消費された電力が取得される。その後、空調能力算出部 3 5 は、排吸熱量算出部 3 3 によって算出された排熱量もしくは吸熱量と、駆動電力検出部 3 4 によって検出された室外機 2 の駆動電力に基づいて、最終的に空調システムの空調能力が算出される。

40

【 0 0 4 0 】

例えば、空調システムで冷房が行われているときは、排吸熱量算出部 3 3 によって算出された排熱量から、駆動電力検出部 3 4 によって検出された室外機 2 の駆動電力を減じることで空調システムの空調能力とすることができ、空調システムで暖房が行われていると

50

きは、排吸熱量算出部 33 によって算出された吸熱量から、駆動電力検出部 34 によって検出された室外機 2 の駆動電力を加えることで空調システムの空調能力とすることができ。なお、この排熱量、吸熱量に対する駆動電力の加減算による空調能力の算出自体は、従来から知られているものである。そして、この空調能力算出部 35 によって算出された空調能力に基づいて、空調システムの性能を評価する既存の指標を導出することができる。以下に、その指標の一例を示す。

・COP = 空調能力 / コンプレッサ駆動電力

・システムCOP = 空調能力 ÷ (コンプレッサ駆動電力 + ファン駆動電力 + 室内機ファン駆動電力)

なお、システムCOPについては、分母側のパラメータに空調システムの制御装置で要する電力を加味する場合もある。また、コンプレッサ駆動電力や室内機ファン駆動電力は、図示されないセンサによって検出され、その検出値が上記式に入力される。

【0041】

このように、空調能力計測部 30 は、図 1 に示す空調システムの空調能力を、4 台の室内機 14 に対して冷媒を循環させている室外機 2 の空気側における各パラメータを利用することで算出するものである。したがって、建物の管理者等は、原則として室外機 2 が設置されている箇所で、空調能力の算出に必要な各パラメータを入手すればよく、算出に要する労力は大きく軽減されている。

【0042】

また、空調能力計測部 30 による空調能力の計測精度について、図 7 に試験結果を示す。図 7 の横軸は比較基準となる室内機空気側での熱量（空調能力）であり、この値は高精度試験装置（日本冷凍工業会のパッケージ空調機能力試験装置）により計測されたものである。そして、その縦軸（左側）は、上記の高精度試験装置において室内機が接続される室外機の空気側において、空調能力計測部 30 によって計測された熱量（空調能力）であり、縦軸（右側）は、比較基準となる室内機空気側での熱量と計測された室外機空気側での熱量の誤差である。この試験結果より、空調能力計測部 30 による計測方法では、低能力域（図 7 では 13kW：定格 28kW に対する負荷率 46%）から定格能力域まで ±10% 以内の精度で計測できることが理解される。したがって、空調能力計測部 30 による計測手法は、建物の管理者等に係る負担を軽減し、容易な計測を可能とするとともに、空調能力の計測精度を比較的高く担保することが可能となる、極めて有用な手法である。

【0043】

上述までの空調能力計測部 30 による計測方法は、いわゆるビル用マルチに好適に適用できるが、これに限らず空冷パッケージ空調機や空冷チラーにも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図 1】空調システムの概略構成およびその空調能力を計測する空調能力計測システムの概略構成を示す図である。

【図 2】図 1 に示す空調能力計測システムを形成する空調能力計測部の各機能部をイメージ化した図である。

【図 3 A】図 1 に示す空調システムを構成する室外機のファン回転数を検出するための第一の形態における、検出原理を示す第一の図である。

【図 3 B】図 1 に示す空調システムを構成する室外機のファン回転数を検出するための第一の形態における、検出原理を示す第二の図である。

【図 4 A】図 1 に示す空調システムを構成する室外機のファン回転数を検出するための第二の形態における、検出原理を示す第一の図である。

【図 4 B】図 1 に示す空調システムを構成する室外機のファン回転数を検出するための第二の形態における、検出原理を示す第二の図である。

【図 5】本発明に係る室外機のファンの回転数検出方法による検出精度を示す図である。

【図 6】本発明に係る室外機のファンにおけるファン回転数と風量との相関関係を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 7】本発明に係る空調能力計測システムの計測精度を測定する実験結果を示す図である。

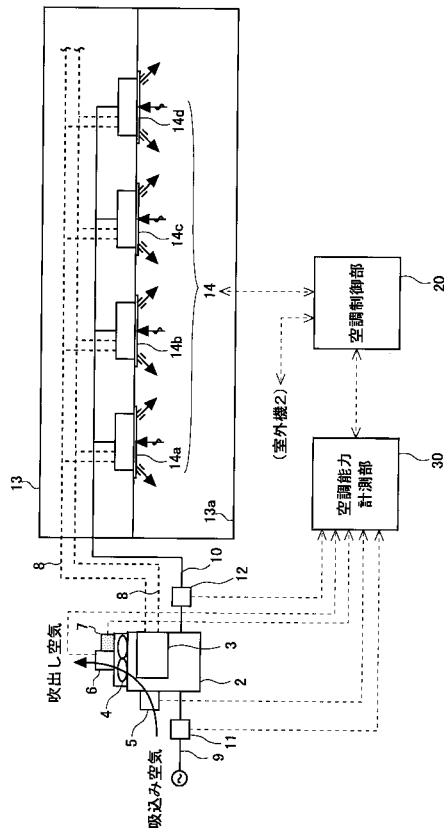
【符号の説明】

【0045】

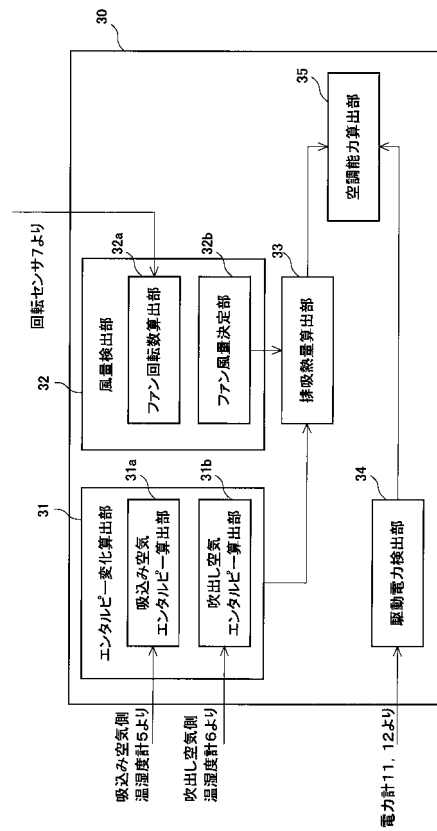
- 2 室外機
- 3 コンプレッサ
- 4 ファン
- 5、6 温湿度計
- 7 回転センサ
- 11、12 電力計
- 30 空調能力計測部

10

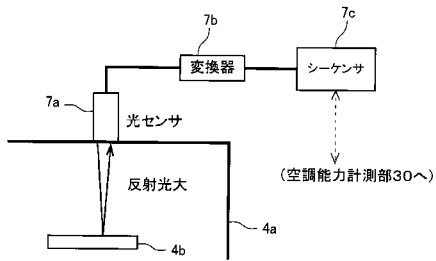
【図 1】



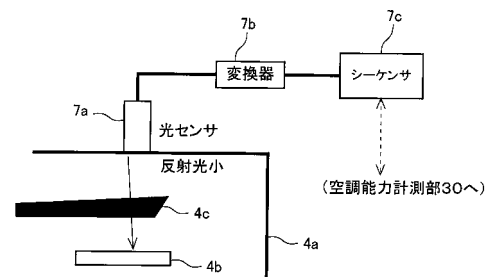
【図 2】



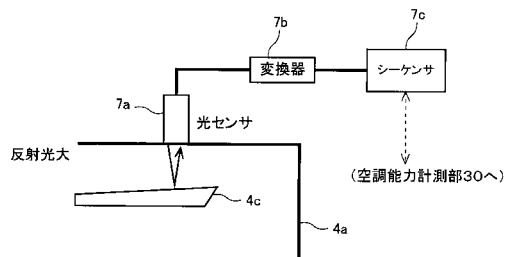
【図 3 A】



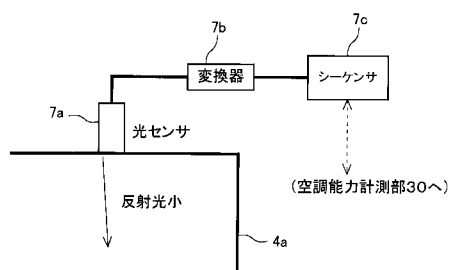
【図 3 B】



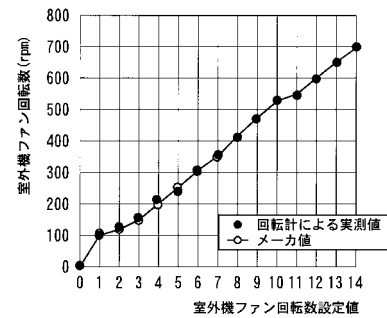
【図 4 A】



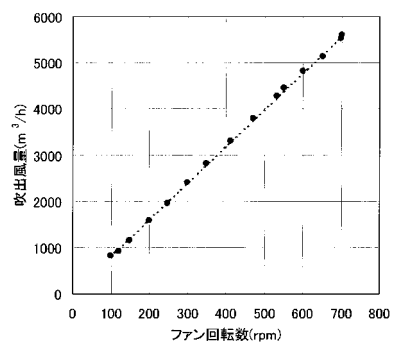
【図 4 B】



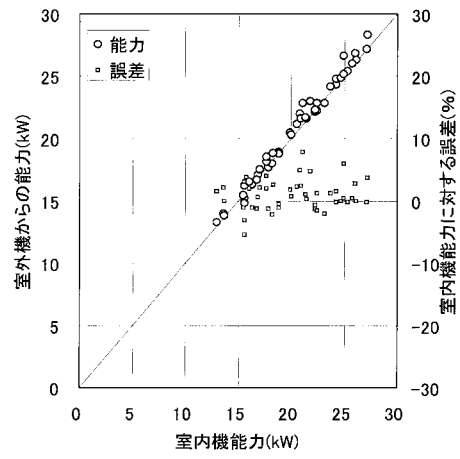
【図 5】



【図 6】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 柴田 克彦

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 2 番地 5 高砂熱学工業株式会社内

F ターム(参考) 3L060 AA03 AA04 CC01 CC06 CC09 CC10 CC19 EE06

3L061 BE02 BF01 BF05 BF08