

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6466108号
(P6466108)

(45) 発行日 平成31年2月6日(2019.2.6)

(24) 登録日 平成31年1月18日(2019.1.18)

(51) Int.Cl. F 1

F24F 11/48 (2018.01) F 24F 11/48

F24F 11/65 (2018.01) F 24F 11/65

F25B 1/00 (2006.01) F 25B 1/00 399Z

請求項の数 15 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-182988 (P2014-182988)
 (22) 出願日 平成26年9月9日 (2014.9.9)
 (65) 公開番号 特開2016-56988 (P2016-56988A)
 (43) 公開日 平成28年4月21日 (2016.4.21)
 審査請求日 平成29年8月17日 (2017.8.17)

(73) 特許権者 591150797
 株式会社デンソーエアクール
 長野県安曇野市穂高北穂高2027番地9
 (74) 代理人 100102934
 弁理士 今井 彰
 (72) 発明者 山口 祥一
 長野県安曇野市豊科1000番地 GAC
 株式会社内

審査官 田中 一正

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】空調システムを制御する制御システムおよび空調システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空調システムを制御する制御システムであって、

前記空調システムは、第1の室内機を含む第1のシステムと、

前記第1の室内機の下流に配置される第2の室内機を含む第2のシステムとを含み、

前記第1のシステムは、さらに、回転数制御されるファンを含む室外機と、前記室外機および前記第1の室内機の間で冷媒を自然循環させる循環系とを含み、

当該制御システムは、

前記空調システムの冷却対象の空気の温度と目標吹き出し温度とから必要冷却能力を推定する必要能力推定ユニットと、

推定時の前記冷却対象の空気の温度と外気温度との温度差における前記第1のシステムの冷却可能能力と前記第1のシステムの消費電力との関係を前記ファンの回転数に対して推定する冷却可能能力推定ユニットと、

前記冷却可能能力が前記必要冷却能力の範囲内で、前記ファンの回転数の領域に、前記冷却可能能力が前記第1のシステムの消費電力以上となる第1の回転数範囲があれば、前記第1の回転数範囲で前記第1のシステムを稼働し、前記第1の回転数範囲がなければ、前記第1のシステムを停止する第1の制御ユニットとを含む、制御システム。

【請求項 2】

請求項1において、

前記第2の室内機の吸込み温度が前記目標吹き出し温度より低ければ、前記第2のシステム

ムを停止するユニットを含む、制御システム。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、

吹出し温度に対する前記冷却対象の空気の温度の差が、所定の値よりも小さければ、前記第 1 のシステムおよび前記第 2 のシステムを停止するユニットを含む、制御システム。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の制御システムと、

前記第 1 のシステムと、

前記第 2 のシステムとを有する空調システム。

【請求項 5】

10

第 1 の室内機を含む第 1 のシステムと、

前記第 1 の室内機の下流に配置される第 2 の室内機を含む第 2 のシステムとを有し、

前記第 1 のシステムは、さらに、ファンを含む室外機と、前記室外機および前記第 1 の室内機の間で冷媒を自然循環させる循環系とを含む、空調システムであって、

さらに、当該空調システムを制御する制御システムを有し、

前記制御システムは、

前記空調システムの冷却対象の空気の温度と目標吹き出し温度とから必要冷却能力を推定する必要能力推定ユニットと、

推定時の前記冷却対象の空気の温度と外気温度との温度差における前記第 1 のシステムの冷却可能能力と前記第 1 のシステムの消費電力との関係を推定する冷却可能能力推定ユニットと、

20

前記冷却可能能力が前記必要冷却能力の範囲内で、前記冷却可能能力が前記第 1 のシステムの消費電力以上となる第 1 の条件があれば、前記第 1 の条件で前記第 1 のシステムを稼働し、前記第 1 の条件がなければ、前記第 1 のシステムを停止する第 1 の制御ユニットとを含み、

当該空調システムは、さらに、

前記第 1 の室内機の吹き出し口と前記第 2 の室内機の吸い込み口とを接続するダクトスペースと、

前記ダクトスペース内で、前記第 1 の室内機をバイパスして前記ダクトスペースに前記冷却対象の空気を供給する第 1 のバイパス開口と前記第 1 の室内機の吹き出し口とを交互に開閉する第 1 のダンパーウニットとを有する空調システム。

30

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記ダクトスペース内で、前記第 1 のバイパス開口よりも下側に配置され、前記第 2 の室内機をバイパスして冷気を放出する第 2 のバイパス開口を開閉する第 2 のダンパーウニットとを有する空調システム。

【請求項 7】

請求項 6 において、

前記制御システムは、前記第 1 のダンパーウニットが前記第 1 のバイパス開口を閉じ、前記第 2 のダンパーウニットが前記第 2 のバイパス開口を閉じる第 1 のモードと、

40

前記第 1 のダンパーウニットが前記第 1 のバイパス開口を閉じ、前記第 2 のダンパーウニットが前記第 2 のバイパス開口を開ける第 2 のモードと、

前記第 1 のダンパーウニットが前記第 1 の室内機の吹き出し口を閉じる、または、前記第 2 のダンパーウニットが前記第 2 のバイパス開口を開ける第 3 のモードとの少なくともいずれかを含む、空調システム。

【請求項 8】

前記冷却対象の空気を排出する発熱機器が配置された部屋と、

前記部屋の空気を空調する請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載の空調システムとを有する建造物。

【請求項 9】

50

請求項 8 において、前記発熱機器が太陽光発電システムのパワーコンディショナーである、建造物。

【請求項 10】

空調システムを制御する方法であって、

前記空調システムは、第1の室内機を含む第1のシステムと、

前記第1の室内機の下流に配置される第2の室内機を含む第2のシステムとを含み、

前記第1のシステムは、さらに、回転数制御されるファンを含む室外機と、前記室外機および前記第1の室内機の間に冷媒を自然循環させる循環系とを含み、

前記空調システムは、さらに前記第1のシステムおよび前記第2のシステムを制御する制御ユニットを含み、

当該方法は、

前記制御ユニットが、前記空調システムの冷却対象の空気の温度と目標吹き出し温度とから必要冷却能力を推定することと、

推定時の前記冷却対象の空気の温度と外気温度との温度差における前記第1のシステムの冷却可能能力と前記第1のシステムの消費電力との関係を前記ファンの回転数に対して推定することと、

前記冷却可能能力が前記必要冷却能力の範囲内で、前記ファンの回転数の領域に、前記冷却可能能力が前記第1のシステムの消費電力以上となる第1の回転数範囲があれば、前記第1の回転数範囲で前記第1のシステムを稼働し、前記第1の回転数範囲がなければ、前記第1のシステムを停止することとを有する、方法。

【請求項 11】

請求項 10 において、

前記制御ユニットが、前記第2の室内機の吸込み温度が前記目標吹き出し温度より低ければ、前記第2のシステムを停止することとを有する方法。

【請求項 12】

請求項 10 または 11 において、

前記制御ユニットが、吹出し温度に対する前記冷却対象の空気の温度の差が、所定の値よりも小さければ、前記第1のシステムおよび前記第2のシステムを停止することとを有する、方法。

【請求項 13】

空調システムを制御する方法であって、

前記空調システムは、第1の室内機を含む第1のシステムと、

前記第1の室内機の下流に配置される第2の室内機を含む第2のシステムとを含み、

前記第1のシステムは、さらに、ファンを含む室外機と、前記室外機および前記第1の室内機の間に冷媒を自然循環させる循環系とを含み、

前記空調システムは、さらに前記第1のシステムおよび前記第2のシステムを制御する制御ユニットと、

前記第1の室内機の吹き出し口と前記第2の室内機の吸い込み口とを接続するダクトスペースと、

前記ダクトスペース内で、前記第1の室内機をバイパスして前記ダクトスペースに前記冷却対象の空気を供給する第1のバイパス開口と前記第1の室内機の吹き出し口とを交互に開閉する第1のダンパユニットと、

前記ダクトスペース内で、前記第1のバイパス開口よりも下側に配置され、前記第2の室内機をバイパスして冷気を放出する第2のバイパス開口を開閉する第2のダンパユニットとを含み、

当該方法は、

前記制御ユニットが、前記空調システムの冷却対象の空気の温度と目標吹き出し温度とから必要冷却能力を推定することと、

推定時の前記冷却対象の空気の温度と外気温度との温度差における前記第1のシステムの冷却可能能力と前記第1のシステムの消費電力との関係を推定することと、

10

20

30

40

50

前記冷却可能能力が前記必要冷却能力の範囲内で、前記冷却可能能力が前記第1のシステムの消費電力以上となる第1の条件があれば、前記第1の条件で前記第1のシステムを稼働し、前記第1の条件がなければ、前記第1のシステムを停止することとを含み、さらに、

前記制御ユニットが、前記第1のダンパーウニットが前記第1のバイパス開口を閉じ、前記第2のダンパーウニットが前記第2のバイパス開口を閉じることと、

前記第1のダンパーウニットが前記第1のバイパス開口を閉じ、前記第2のダンパーウニットが前記第2のバイパス開口を開けることと、

前記第1のダンパーウニットが前記第1の室内機の吹き出し口を閉じる、または、前記第2のダンパーウニットが前記第2のバイパス開口を開けることとの少なくともいずれかを含む、方法。
10

【請求項14】

請求項1ないし4のいずれかにおいて、さらに、

前記第1の回転数範囲があれば、前記空調システムの消費電力が最少となる前記第1のシステムおよび前記第2のシステムの稼働条件を推定する協調運転ポイント推定ユニットを含む、制御システム。

【請求項15】

請求項10ないし12のいずれかにおいて、さらに、

前記第1の回転数範囲があれば、前記空調システムの消費電力が最少となる前記第1のシステムおよび前記第2のシステムの稼働条件を推定することを含む、方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、空調システムの制御システムおよびその制御システムを含む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、省エネタイプの空調システムを提供することが記載されている。特許文献1の空調システムにおいては、補助空調システムは、屋内熱交換ユニットと屋外熱交換ユニットとを含み、屋内熱交換ユニットは、室内の天井に対し斜めに設置される屋内チューブを含み、ファンを含まず、屋内チューブが室内上部の高温の空気層に斜めに接し、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、高温の空気層が屋内熱交換ユニットを通過して下降し、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み、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

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-158135号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

主空調システムと補助空調システムとを含むシステムにおいて、さらに効率よく、消費電力を抑制した条件で空調を行える空調システムが要望されている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一態様は、空調システムを制御する制御システムである。空調システムは、第1の室内機を含む第1のシステムと、第1の室内機の下流に配置される第2の室内機を含む第2のシステムとを含み、第1のシステムは、さらに、回転数制御されるファンを含む

50

室外機と、室外機および第1の室内機の間で冷媒を自然循環させる循環系とを含む。当該制御システムは、空調システムの冷却対象の空気の温度と目標吹出し温度とから必要冷却能力を推定する必要能力推定ユニットと、推定時の冷却対象の空気の温度と外気温度との温度差における第1のシステムの冷却可能能力と第1のシステムの消費電力との関係をファンの回転数に対して推定する冷却可能能力推定ユニットと、第1のシステムの冷却可能能力が必要冷却能力の範囲内で、ファンの回転数の領域に、冷却可能能力が第1のシステムの消費電力以上となる第1の回転数範囲があれば、その第1の回転数範囲で第1のシステムを稼働し、第1の回転数範囲がなければ第1のシステムを停止する第1の制御ユニットとを含む。

【0006】

10

冷媒を自然循環する第1のシステムにおいては、冷却可能能力と消費電力との関係は、冷却対象の空気の温度と外気温度との温度差に基づき推定できる。第1のシステムの消費電力には室外機および/または室内機に付属するファンの消費電力が含まれ、そのほとんどは必要冷却能力に含まれる。したがって、冷却可能能力が第1のシステムの消費電力以上となる条件(第1の条件)でのみ第1のシステムを駆動し、それ以外では駆動しないという条件判断を行うことにより、第1のシステムが無駄に稼働することを抑制でき、空調システムのエネルギー消費量をさらに低減できる。

【0007】

制御システムは、さらに、第2の室内機の吸込み温度が目標吹出し温度より低ければ、第2のシステムを停止するユニットを含んでいてもよい。第1の室内機の下流に位置する第2の室内機における吸込み温度が目標吹出し温度より低ければ、第1のシステムのみで空調可能か、または、空調自体が不要なので第2のシステムを稼働させないことにより、消費電力を抑制できる。

20

【0008】

制御システムは、さらに、吹出し温度に対する冷却対象の空気の温度の差が、所定の値よりも小さければ、第1のシステムおよび第2のシステムを停止するユニットを含んでもよい。冷却対象の空気の温度が高い場合でも、吹き出し温度との差が小さければ、機器からの発熱はなく、冷却対象の機器が稼働していないと判断できる。したがって、空調システムを停止することにより、さらに消費電力を抑制できる。

【0009】

30

本発明の他の態様の一つは、上記の制御システムと、第1のシステムと、第2のシステムとを有する空調システムである。

【0010】

この空調システムにおいては、第1の室内機の吹き出し口と第2の室内機の吸込み口とを接続するダクトスペースと、ダクトスペース内で、第1の室内機をバイパスしてダクトスペースに冷却対象の空気を供給する第1のバイパス開口と第1の室内機の吹き出し口とを交互に開閉する第1のダンパーアニットとを有していてもよい。さらに、ダクトスペース内で、第1のバイパス開口よりも下側に配置され、第2の室内機をバイパスして冷気を放出する第2のバイパス開口を開閉する第2のダンパーアニットを有していてもよい。

【0011】

40

第1および第2のダンパーアニットを有する空調システムの制御システムは、第1のダンパーアニットが第1のバイパス開口を閉じ、第2のダンパーアニットが第2のバイパス開口を閉じる第1のモードと、第1のダンパーアニットが第1のバイパス開口を閉じ、第2のダンパーアニットが第2のバイパス開口を開ける第2のモードと、第1のダンパーアニットが第1の室内機の吹き出し口を閉じる、または、第2のダンパーアニットが第2のバイパス開口を開ける第3のモードとの少なくともいずれかを含むことが望ましい。

【0012】

第1のモードにおいては、第1のシステムおよび第2のシステムを協調させ、トータルとして消費電力が低い条件で空調システムを運転できる。第2のモードにおいては、第1のシステムを低消費電力で運転でき、第1のシステムで空調した空気を、第2のシステム

50

をバイパスして直接供給できる。第3のモードにおいては、第1のシステムをバイパスすることにより、第2のシステムを低消費電力で運転でき、その際、冷却対象の空気が第1のシステムを通過する際の圧力損失を防ぐことができるので、第2のシステムの消費電力をさらに抑制できる。

【0013】

本発明の異なる他の態様の一つは、冷却対象の空気を排出する発熱機器が配置された部屋と、部屋の空気を空調する上記の空調システムとを有する建造物である。発熱機器の一例は、太陽光発電システムのパワーコンディショナーである。

【0014】

本発明のさらに異なる他の態様の一つは、上記の空調システムを制御する方法である。この方法は、以下のステップを有する。

10

1. 制御ユニットが、空調システムの冷却対象の空気の温度と目標吹き出し温度とから必要冷却能力を推定すること。

2. 推定時の冷却対象の空気の温度と外気温度との温度差における第1のシステムの冷却可能能力と第1のシステムの消費電力との関係をファンの回転数に対して推定すること。

3. 冷却可能能力が必要冷却能力の範囲内で、ファンの回転数の領域に、冷却可能能力が第1のシステムの消費電力以上となる第1の回転数範囲があれば、その第1の回転数範囲で第1のシステムを稼働し、第1の回転数範囲がなければ、第1のシステムを停止すること。

【0015】

20

この方法は、さらに、以下のステップを有してもよい。

4. 制御ユニットが、第2の室内機の吸込み温度が目標吹き出し温度より低ければ、第2のシステムを停止すること。

5. 制御ユニットが、吹出し温度に対する冷却対象の空気の温度の差が、所定の値よりも小さければ、第1のシステムおよび第2のシステムを停止すること。

【0016】

空調システムが、上記ダクトスペース、第1のダンパーウニットおよび第2のダンパーウニットを含む場合、この方法は、制御ユニットが、第1のダンパーウニットが第1のバイパス開口を閉じ、第2のダンパーウニットが第2のバイパス開口を閉じることと、第1のダンパーウニットが第1のバイパス開口を閉じ、第2のダンパーウニットが第2のバイパス開口を開けることと、第1のダンパーウニットが第1の室内機の吹き出し口を閉じる、または、第2のダンパーウニットが第2のバイパス開口を開けることとの少なくともいざれかを含むことが望ましい。

30

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】空調システムが導入された建造物の概要を示す断面図。

【図2】空調システムを拡大して概要を示す斜視図。

【図3】空調システムの概要を示す正面図。

【図4】冷却可能能力および消費電力とファン回転数の関係を示す図。

【図5】空調システムの制御を示すフローチャート。

40

【図6】第1のシステムのみを稼働するモードを示す図。

【図7】第2のシステムのみを稼働するモードを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

図1に、空調システムが設置された建造物の概要を示している。建造物（建物、コンテナハウス、箱体）1は、太陽光発電システムにおいて太陽電池モジュールが発電した直流電力を交流電力に変換する電力制御ユニット（電力制御装置、パワーコンディショナー、P C S ）2と、太陽電池モジュールが発電した直流電力を一時的に蓄えるバッテリユニット3と、P C S 2で変換された電力を電送線路へ供給するU P S ユニット4とを含み、これらのユニット2、3および4がそれぞれ異なる部屋に配置されている。建造物1は、さ

50

らに、P C S 2 が配置された部屋 5 の空気を空調（冷却、冷房）する空調システム 1 0 を含む。建造物 1 は、固定されたものであってもよく、移動可能なものであってもよく、パッケージ型であってもよく、現地施工されたものであってもよい。また、建造物 1 は、P C S 2 に限らず、サーバーあるいはその他の電子機器を収納するものであってもよく、用途もサーバールーム、データセンターなどであってもよい。

【0019】

空調システム 1 0 は、第 1 の室内機 2 1 を含む第 1 のシステム（第 1 の空調システム、補助システム）2 0 と、第 1 の室内機 2 1 の下流に配置される第 2 の室内機 3 1 を含む第 2 のシステム（第 2 の空調システム、主システム）3 0 と、第 1 のシステム 2 0 および第 2 のシステム 3 0 を協調制御する制御システム 5 0 とを含む。この明細書においては、室外に設置される場合であっても、室内の空気をハンドリングするユニットは室内機と呼ぶ。第 1 のシステム 2 0 は、自然循環型（沸騰循環型）の冷却システム、以下「S e l f - C i r c u l a t i n g - R a d i a t o r」（S C R）と称する、であり、コンプレッサを用いずに冷媒を循環するため消費電力は低く、外気温が室内の温度よりも低いという条件で動作する。第 2 のシステム 3 0 は、コンプレッサにより強制的に冷媒を循環させるタイプの空調システム（クーラーユニット、A C U）であり、外気条件に影響されずに冷却効果が得られる。また、A C U 3 0 は、冷房（冷却）のみならず、暖房も可能である。

【0020】

空調システム 1 0 は、部屋 5 の上部の空気 6 を吸引してS C R 2 0 で冷却し、S C R 2 0 から出力された冷気 7 をA C U 3 0 で冷却して所望の温度になった冷気 8 を部屋 5 に戻すことにより部屋 5 を空調する。

【0021】

図 2 に、空調システム 1 0 を抜き出して拡大し、斜視図により示している。図 3 に、空調システム 1 0 の概略構成を模式的な断面図により示している。図 3 においては、制御システム 5 0 の構成を示すためにA C U 3 0 の上のスペースに制御システム 5 0 を配置している。空調システム 1 0 は、全体が建屋（建造物）1 と一体感のある壁 1 a で外気が流通する状態で囲われていてもよい。

【0022】

空調システム 1 0 は、P C S 2 が配置された部屋 5 のいずれかの側壁 5 a に接続あるいは隣接して配置される。空調システム 1 0 は、1 台のユニット化されたS C R（第 1 のシステム）2 0 と、1 台のユニット化されたA C U（第 2 のシステム）3 0 とを含む。冷却対象の負荷により、組み合わされる台数は任意である。制御システム 5 0 は、S C R 2 0 の側に設けられていてもよく、A C U 3 0 の側に設けられていてもよく、空調システム 1 0 が複数のS C R 2 0 およびA C U 3 0 を含む場合は、複数の制御システム 5 0 を備えていてもよく、共通の制御システム 5 0 により複数のS C R 2 0 およびA C U 3 0 を制御してもよい。

【0023】

S C R（第 1 のシステム）2 0 は、第 1 のハウジング 2 9 と、ハウジング 2 9 の室内 5 に連通した室内機（第 1 の室内機）の空間（領域）2 1 と、ハウジング 2 9 の建造物 1 の室外（屋外、外気）に連通した室外機（屋外機、第 1 の室外機）の空間（領域）2 2 とを含む。室内機の領域 2 1 は仕切板 2 9 a により室外機の領域 2 2 と分離されている。室内機の領域 2 1 には、室内熱交換器 2 3 が設置され、必要に応じて室内ファンも設置される。室外機の領域 2 2 には、外気ファン（屋外ファン、室外ファン）2 5 および室外熱交換器 2 4 が設置される。さらに、S C R 2 0 は、室内機 2 1 の熱交換器 2 3 と室外機 2 2 の熱交換器 2 4 との間で冷媒を循環させる配管系（循環系）2 6 を含む。室内機（第 1 の室内機）の空間（領域）2 1 と、室外機（第 1 の室外機）の空間（領域）2 2 とは、室内機 2 1 および室外機 2 2 として独立したユニットであってもよい。

【0024】

S C R 2 0 の室内機の領域 2 1 は、壁面 5 a の空気取入口（取込口、吸引口、吸込口）2 1 a を介して部屋 5 と連通しており、下側の吹出口 2 1 b を介してA C U 3 0 と接続す

10

20

30

40

50

るダクトスペース（ダクト）40に連通している。

【0025】

ACU（第2のシステム）30は、第2のハウジング39を含む。ハウジング39は、ダクト40によりSCR20の室内機の領域（第1の室内機）21に連通し、SCR20の室内機の領域（第1の室内機）21の下流に配置される室内機の領域（第2の室内機）31を含む。室内機の領域31には、室内熱交換器33と室内ファン38とが配置され、下側のダクト15を介してPCR2が配置された部屋5と連通している。

【0026】

第2のハウジング39は、さらに、室外と連通した室外機の領域（第2の室外機）32を含む。室外機の領域32は仕切板39aにより室内機の領域31と分離されている。室外機の領域32には、室外ファン35、室外熱交換器34、室内熱交換器33および室外熱交換器34の間で冷媒を循環させる循環系（不図示）、室内熱交換器33から室外熱交換器34に供給する冷媒を圧縮するコンプレッサ36、室外熱交換器34で熱交換された冷媒を減圧して室内熱交換器33に供給する減圧器37が配置されている。ACU（第2のシステム）30はハウジング39によりユニット化されていなくてもよく、室内機（第2の室内機）の空間（領域）31と、室外機（第2の室外機）の空間（領域）32とは、室内機31および室外機32として独立したユニットであってもよい。

【0027】

SCR20の室内機の領域21の吹出口（供給口）21bとACU30の室内機の領域31の吸入口31aとを接続するダクト40は、部屋5と連通する第1のバイパス開口43および第2のバイパス開口44と、第1のバイパス開口43と第1の室内機21の吹出口21bとを交互に開閉する第1のダンパーユニット41と、第2のバイパス開口44を開閉する第2のダンパーユニット42とを含む。第1のバイパス開口43および第2のバイパス開口44は上下に配置されていてもよく、左右に配置されていてもよい。

【0028】

第1のバイパス開口43は、第1のダンパーユニット41によりオープンすることにより、SCR20の室内機の領域21をバイパスして部屋5から冷却対象の空気6を供給するダクトスペース40内に吸引し、ACU30に供給することができる。第2のバイパス開口44は、第2のダンパーユニット42によりオープンすることにより、SCR20の室内機の領域21で冷却された空気（冷気）7を、ACU30をバイパスして部屋5へ出力することができる。第1のダンパーユニット41および第2のダンパーユニット42は、シャッターやゲートバルブのような機構であってもよい。

【0029】

バイパス用の開口43および44、およびダンパーユニット41および42を設ける代わりに、稼働を停止したSCR20を通過させて冷却対象の空気6をACU30に導いたり、SCR20で冷却した空気7を、稼働を停止したACU30を通過させて冷気8として部屋5へ供給してもよい。バイパス開口43および44を設けることにより、それぞれの熱交換器23および33を通過する際の圧力損失などの発生を抑制できる。

【0030】

空調システム10は、さらに、冷却対処の空気6の温度Tsを検出する第1のセンサー11と、空調システム10から吹出される空気の温度Teを検出する第2のセンサー12と、室外の温度T_{am}を検出する第3のセンサー13と、ダクト40を通過する空気の温度Tdを検出する第4のセンサー14とを含む。第1のセンサー11は、冷却対象の部屋5の天井近くあるいは取込口21a近傍に配置され、第2のセンサー12は、冷却対象の部屋5の床近くのダクト15の吹出口31b近傍に配置され、第3のセンサー13は、SCR20の屋外ファン25の近傍に配置され、第4のセンサー14はダクト40内のACU30の室内機の領域31の吸入口31a近傍に配置される。各センサー11～14で検出されたデータは、有線または無線により制御システム50で取得される。

【0031】

制御システム50は、CPUおよびメモリを含み、適当なプログラムをロードすること

10

20

30

40

50

によりいくつかの機能を実現する。制御システム50は、空調システム10のSCR20およびACU30の冷却可能能力などを推定するシミュレータ51と、シミュレータ51の結果に基づき空調システム10の各機器の動作を制御する機器制御ユニット52とを含む。

【0032】

シミュレータ51は、空調システム10の冷却対象の空気6の温度Tsと目標吹き出し温度Ttとから空調システム10全体としての必要冷却能力Qd(W)を推定する必要能力推定ユニット53と、推定時の冷却対象の空気の温度Tsと外気温度Tamとの温度差

Tにおける、SCR20の冷却可能能力Qs(W)とSCR20の消費電力Psとの関係を推定する冷却可能能力推定ユニット54とを含む。SCR20の消費電力Psは、主に、室外ファン25のファン動力である。 10

【0033】

必要能力推定ユニット53は、以下の式により必要冷却能力Qdを算出する。

$$Qd = Kd \cdot (Ts - Tt) \quad \dots (0)$$

ただし、Kdは空調システム10の能力係数(W/T)であり、空調システム10の室内風量から略決定できる定数である。また、温度TsおよびTtは摂氏(°)または絶対温度(K)のいずれか一方の単位で統一される。

【0034】

冷却可能能力推定ユニット54は、以下の式によりSCR20の冷却可能能力を算出する。 20

$$Qs = Ks \cdot (Ts - Tam) \quad \dots (1)$$

ただし、KsはSCR20の能力係数(W/T)であり、温度TsおよびTamは摂氏(°)または絶対温度(K)のいずれか一方の単位で統一される。

【0035】

Ksは室外ファン25の送風量の関数として以下の式により求められる。

$$Ks = Kn \cdot (Nf / Nr) \quad \dots (2)$$

ただし、Knは室外ファン(室外ファン)25のタイプ、仕様などにより決定される比例定数(W/K)であり、Nfはファンの回転数(rpm)、Nrはファンの定格回転数(rpm)である。 30

【0036】

SCR20の消費電力(第1のシステムの消費電力)Ps(W)は、主に室外ファン25の消費電力に依存し、以下の式により予測できる。

$$Ps = Kf \cdot (Nf / Nr)^3 + \quad \dots (3)$$

ただし、Kfは室外ファン25のタイプ、仕様により決まる比例定数(W)であり、+はベース電力(W)である。

【0037】

図4に、冷却可能能力推定ユニット54の推定結果の一例を示している。SCR20の冷却可能能力Qsは、推定時の冷却対象の空気の温度Tsと外気温度Tamとの温度差Tと、室外ファン25の回転数Nfとの関数となる。SCR20の消費電力Psは室外ファン25の回転数Nfの関数となる。温度差Tが十分に大きければ、冷却可能能力Qsは室外ファン25の回転数Nfの全範囲で消費電力Psを超え、SCR20は、全範囲でサービス可能である。一方、温度差Tが小さすぎると、冷却可能能力Qsは室外ファン25の回転数Nfの全範囲で消費電力Psを下回り、SCR20はサービス不可能である。温度差Tによっては、室外ファン25の回転数Nfの一部の領域C1で冷却可能能力Qsが消費電力Psを超え、SCR20を使用できる。 40

【0038】

シミュレータ51は、さらに、第1のシステムのSCR20および第2のシステムのACU30をともに稼働させた際に、空調システム10全体としての消費電力Pdが最少となる協調運転ポイントを推定する協調運転ポイント推定ユニット55を含む。協調運転ポイント推定ユニット55は、SCR20の冷却可能能力Qsおよび消費電力Psと、AC

U₃0を稼働したときの冷却可能能力Q_cおよび消費電力P_cとから、空調システム10の消費電力P_d、すなわち、消費電力P_sとP_cとの和が最少となる条件を算出する。協調運転ポイント推定ユニット55は、連立方程式を解いたり、数値計算を行ったり、シミュレータードアニーリングなどの最適化問題を解くアルゴリズムを採用したりすることにより協調運転ポイントを得る。協調運転ポイント推定ユニット55は、消費電力P_dが最少となる条件が複数存在する場合は、ACU30の消費電力P_cが最少となる条件を選択する。メカ的な構成を多く含むACU30の稼働率を減らし、空調システム10全体の長寿命化を図ることができる。

【0039】

シミュレータ51は、メモリあるいはライブラリに格納された上記の条件に基づき種々の推定を行う。シミュレータ51は、クラウドで接続された外部のリソースを用いてシミュレーションを行ってもよく、空調システム10の条件をシミュレータとしての能力を備えた外部のサーバーに提供してシミュレーションした結果を得るものであってもよい。

10

【0040】

機器制御ユニット52は、シミュレータ51の結果を利用して空調システム10を制御する。機器制御ユニット52は、SCR20を制御するSCR制御ユニット56と、ACU30を制御するACU制御ユニット57と、ダクト40のダンパー41および42を制御するダンパー制御ユニット58と、モード制御ユニット59とを含む。SCR制御ユニット56は、冷却可能能力Q_sが必要冷却能力Q_dの範囲内で、冷却可能能力Q_sが第1のシステム20の消費電力P_s以上となる条件（第1の条件）C1があればその条件C1でSCR20を稼働し、条件C1がなければSCR20を停止する第1の制御ユニットとしての機能を含む。モード制御ユニット59およびACU制御ユニット57は、SCR20の冷却可能能力Q_sが必要冷却能力Q_dに達していなければ、ACU30を稼働する第2の制御ユニットとしての機能を含む。

20

【0041】

モード制御ユニット59は、SCR20およびACU30を協調運転する協調運転モード（第1のモード）M1と、SCR20を専用運転する（ACU30を停止する）SCR運転モード（第2のモード）M2と、ACU30を専用運転する（SCR20を停止する）ACU運転モード（第3のモード）M3と、SCR20およびACU30を停止する空調停止モード（第4のモード）M4とを含む。

30

【0042】

モード制御ユニット59は、ACU30の第2の室内機の領域31の吸込み温度（ダクト温度）T_dが目標吹出し温度T_tより低ければACU30を停止するSCR専用運転モード（第2のモード）M2をセットする第1の停止ユニットとしての機能59aを含む。モード制御ユニット59は、吹出し温度T_eに対する冷却対象の空気6の温度T_sの差が、所定の値よりも小さければ、SCR20およびACU30を停止するモード（第4のモード）M4をセットする第2の停止ユニットとしての機能59bを含む。空調対象の部屋5においては、PCS2が稼働していなければ、例えば太陽光等により部屋5の温度が上昇していても、空調システム10を稼働する必要がない。このため、吹出し温度T_eに対する冷却対象の空気6の温度T_sの差が所定の値、たとえば、太陽光のみの熱負荷として予想される値よりも小さければ、モードM4をセットして空調システム10を停止することにより、電力の消費をさらに抑えることができる。モードM4をセットするための温度差は、例えば、5、10などの特定の値であってもよく、太陽電池などを照度計として利用して日照量から推定してもよい。

40

【0043】

モード制御ユニット59は、SCR20の冷却可能能力Q_sと、ACU30の冷却可能能力Q_cとが同じときに、SCR20の消費電力P_sとACU30の消費電力P_cとを比較して消費電力の低い方を専用運転するモード（モードM2、モードM3）あるいは協調運転するモード（モードM3）を選択する機能59cなどを含んでいてもよい。

【0044】

50

ダンパー制御ユニット58は、第1のモードM1が選択されると第1のダンパーエニット41が第1のバイパス開口43を閉じ、第2のダンパーエニット42が第2のバイパス開口44を閉じ、第2のモードM2が選択されると第1のダンパーエニット41が第1のバイパス開口43を閉じ、第2のダンパーエニット42が第2のバイパス開口44を開け、第3のモードM3が選択されると第1のダンパーエニット41がSCR20の吹出口21bを閉じて第1のバイパス開口43を開ける。第3のモードにおいては、第2のダンパーエニット42により第2のバイパス開口44を開けてよい。

【0045】

協調運転を行う第1のモードM1では、第1のバイパス開口43および第2のバイパス開口44を閉じることによりSCR20およびACU30が直列に繋がり、SCR20およびACU30で冷却された冷気8が部屋5に供給される。SCR専用運転の第2のモードM2においては、第2のバイパス開口44を開放することにより、SCR20から出力された冷気7がACU30をバイパスして部屋5に供給される。したがって、ACU30の室内機器による圧力損失を防止できる。

【0046】

ACU専用運転を行う第3のモードM3においては第1のダンパーエニット41が第1のシステム20の吹出口21bを閉じることにより第1のバイパス開口43を開けるか、第2のダンパーエニット42により第2のバイパス開口44を開ける。これにより、SCR20をバイパスしてACU30に室内の冷却対象の空気6が供給される。SCR20の室内機器による圧力損失を防止できる。また、SCR20を結露防止のために停止する条件においては、SCR20をバイパスすることにより部屋5へ循環する空気が不要に除湿されるような事態を防止できる。

【0047】

図5に、空調システム10の制御ユニット(制御システム)50による処理の概要をフローチャートにより示している。ステップ71において、制御ユニット50が、冷却対象の空気6の吸込み温度Ts、吹出し温度Te、外気温度Tam、およびダクト40の空気の温度(第2の室内機31の吸込み温度)Tdを取得する。ステップ72において、モード制御ユニット59の機能59aが、ACU30の室内機の吸込み温度Tdが目標吹出し温度Ttよりも低いと判断すると、ステップ73において、第2のモードM2をセットしてACU30を停止しSCR専用運転とする。同時にダンパー制御ユニット58は第2のモードM2にダンパー41および42をセットする。

【0048】

ステップ74において、吹出し温度Teに対する冷却対象の空気の温度Tsの差が、所定の値、例えば5よりも小さいと判断すると、ステップ75において、モード制御機能(モード制御ユニット)59の機能59bは第4のモードM4をセットしてSCR20およびACU30を停止する。

【0049】

ステップ76において、シミュレータ51の必要能力推定ユニット53は、冷却対象の空気6の温度Tsと目標吹き出し温度Ttとから必要冷却能力Qd(W)を推定する。これと同時に、または前後して、冷却可能能力推定ユニット54は、推定時の冷却対象の空気の温度Tsと外気温度Tamとの温度差TにおけるSCR20の冷却可能能力QsとSCRの消費電力Psとの関係を、式(1)~(3)により推定し、SCR20を稼働できる条件C1を満たすファン回転数Nfの範囲を算出する。

【0050】

次に、ステップ77において、SCR20を運転できる条件C1があれば、協調運転ポイント推定ユニット55がSCR20およびACU30とともに稼働させた際に、空調システム10全体としての消費電力Pdが最少となる協調運転ポイントの有無、およびその運転条件を推定する。

【0051】

ステップ81において、協調運転を行う条件があれば、ステップ82において、モード

10

20

30

40

50

制御ユニット 5 9 は、第 1 のモード M 1 を設定する。ダンパー制御ユニット 5 8 が、図 3 に示すように、第 1 のダンパーエニット 4 1 により第 1 のバイパス開口 4 3 を閉じ、第 2 のダンパーエニット 4 2 により第 2 のバイパス開口 4 4 を閉じ、S C R 2 0 および A C U 3 0 が協調運転を開始する。

【 0 0 5 2 】

ステップ 8 1 において、協調運転ポイントがなければ、ステップ 8 4 において、シミュレータ 5 1 は、S C R 2 0 を運転する条件 C 1 における S C R 2 0 の冷却可能能力 Q s および消費電力 P s と、A C U 3 0 の冷却可能能力 Q c および消費電力 P c とを比較し、S C R 2 0 の消費電力 P s が低ければステップ 8 5 において第 2 のモード M 2 をセットし S C R 2 0 を運転し A C U 3 0 を停止する。ダンパー制御ユニット 5 8 は、第 1 のダンパーエニット 4 1 で S C R 2 0 の室内機の領域 2 1 の出口（吹出口）2 1 b を開いて第 1 のバイパス開口 4 3 を閉じ、第 2 のダンパーエニット 4 2 で第 2 のバイパス開口 4 4 を開いて S C R 2 0 から出力される冷気 7 を部屋 5 へ供給する（図 6 参照）。 10

【 0 0 5 3 】

S C R 2 0 の消費電力 P s が多ければ、ステップ 8 7 において第 3 のモード M 3 をセットし S C R 2 0 を停止し A C U 3 0 を運転する。ダンパー制御ユニット 5 8 は、第 1 のダンパーエニット 4 1 で S C R 2 0 の室内機の領域 2 1 の出口 2 1 b を閉じて第 1 のバイパス開口 4 3 を開いてもよく、第 2 のダンパーエニット 4 2 で第 2 のバイパス開口 4 4 を開いてもよく、S C R 2 0 をバイパスして部屋 5 の空気 6 を A C U 3 0 の室内機の領域 3 1 へ供給する（図 7 参照）。 20

【 0 0 5 4 】

このように、空調システム 1 0 においては、自然循環型の S C R（第 1 のシステム）2 0 と、コンプレッサにより冷媒を強制循環させるタイプの空調ユニット A C U（第 2 のシステム）3 0 とをそれぞれユニット化して組み合わせ、制御システム 5 0 により、消費電力が最も低くなるようにそれぞれのシステムをオンオフおよび協調運転できる。また、S C R 2 0 を A C U 3 0 に対して優先的に稼働することにより、メカ的な機構の多い A C U 3 0 の稼働率を低下でき、空調システム 1 0 全体として長寿命化を図ることができる。 20

【 符号の説明 】

【 0 0 5 5 】

1 建造物

30

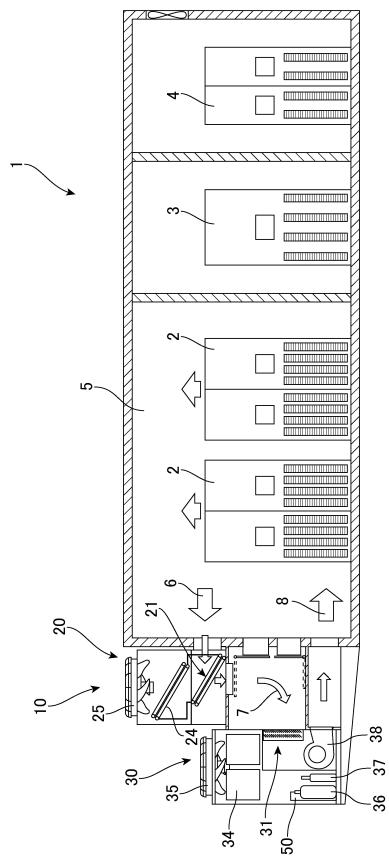
1 0 空調システム

2 0 S C R（第 1 のシステム）

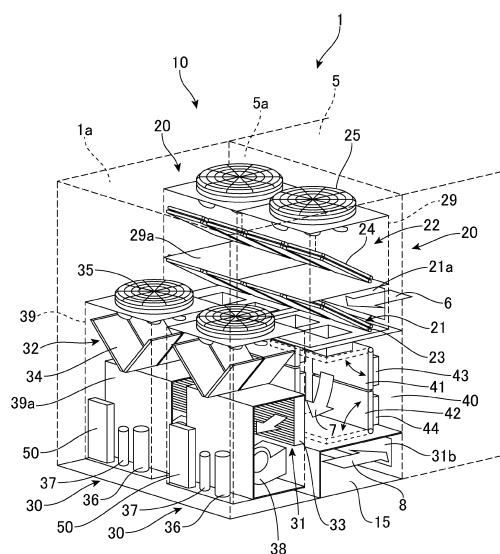
3 0 A C U（第 2 のシステム）

5 0 制御システム

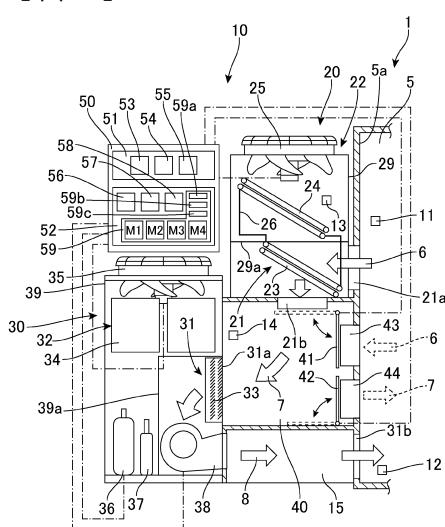
【図1】



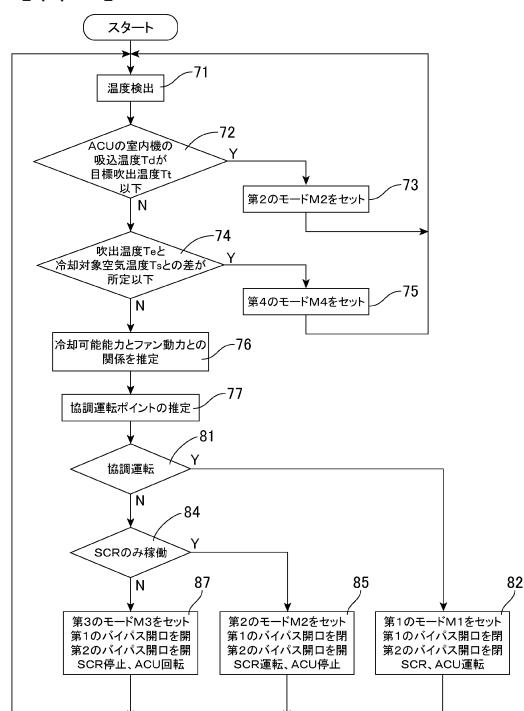
【図2】



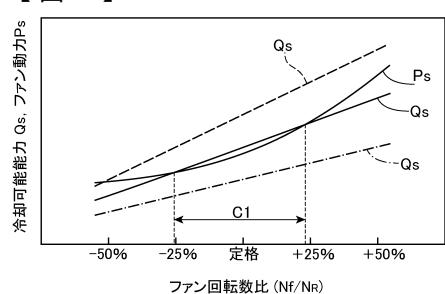
【図3】



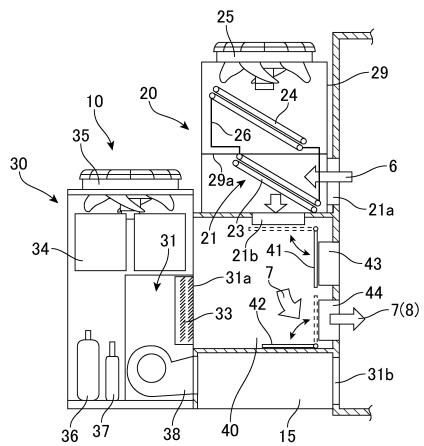
【図5】



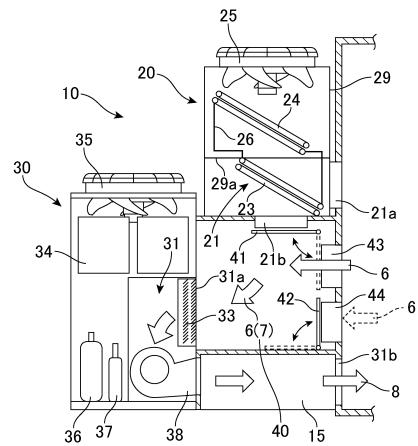
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-158135(JP,A)
特開2013-148254(JP,A)
特開2012-034509(JP,A)
特開平11-287524(JP,A)
特開2014-047962(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 24 F 11 / 48
F 24 F 11 / 65
F 25 B 1 / 00