

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

水が収容された蓄熱槽を有し、夜間電力を用いて前記水を凍らせる冷房蓄熱運転を行い、前記蓄熱槽の氷を用いて昼間の冷房運転を行う氷蓄熱式空気調和装置において、昼間の消費蓄熱量に基づいて、夜間の製氷量を決定することを特徴とする氷蓄熱式空気調和装置。

【請求項 2】

前記昼間の消費蓄熱量を蓄熱時間に換算し、換算した該蓄熱時間に 1 未満の所定の係数を乗じて得た蓄熱時間に基づいて、前記冷房蓄熱運転を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の氷蓄熱式空気調和装置。

10

【請求項 3】

前記冷房蓄熱運転の開始時において、前記蓄熱槽の温度に基づいて、前記蓄熱槽内の残水量を推定し、

推定した前記残水量に基づいて、前記冷房蓄熱運転を行うか否かを判断するとともに、前記冷房蓄熱運転を行う場合には、所定の製氷量まで冷房蓄熱運転を実施する通常製氷モード、または、前記昼間の消費蓄熱量に応じた冷房蓄熱運転を実施する過製氷防止モードを選択し、選択したモードに基づいて、前記冷房蓄熱運転を行うことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の氷蓄熱式空気調和装置。

【請求項 4】

前記消費蓄熱量から蓄熱時間への換算は、最大冷房運転を実施した場合に、消費することとなる最大消費蓄熱量に対する実際の昼間の消費蓄熱量の割合を算出し、

20

前記最大消費蓄熱量を補うために必要となる冷房蓄熱運転の蓄熱時間に、前記割合を乗じることにより行うことを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の氷蓄熱式空気調和装置。

【請求項 5】

昼間の運転モード毎に、個別蓄熱時間を算出し、これらの個別蓄熱時間を積算することにより、前記蓄熱時間を算出することを特徴とする請求項 4 に記載の氷蓄熱式空気調和装置。

【請求項 6】

30

水が収容された蓄熱槽を有し、夜間電力を用いて前記水を凍らせる冷房蓄熱運転を行い、前記蓄熱槽の氷を用いて昼間の冷房運転を行う氷蓄熱式空気調和装置の蓄熱制御方法において、

昼間の消費蓄熱量に基づいて、夜間の製氷量を決定することを特徴とする氷蓄熱式空気調和装置の蓄熱制御方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、夜間電力で氷をつくり、冷房に利用する氷蓄熱式空気調和装置に関するものである。

40

【背景技術】**【0002】**

夜間に深夜電力を利用して氷をつくり、昼間に氷の冷熱を使用して冷房を行うことにより、電力需要負荷の平準化と電力料金の低減を図るシステムとして、氷蓄熱式空気調和装置が知られている。

このような氷蓄熱式空気調和装置として、例えば、特開平 11 - 223360 号公報（特許文献 1）に示されるものがある。

上記特許文献 1 には、蓄熱槽に蓄熱するだけでなく、建築物躯体にも蓄熱を行い、これら氷蓄熱と躯体蓄熱とを昼間の冷房に効率よく活用する技術が開示されている。この特許

50

文献 1 の方法によれば、真夏などの冷房負荷が非常に高くなる時期においても、昼間の使用電力の平準化を図ることが可能となる。

【特許文献 1】特開平 1 1 - 2 2 3 3 6 0 号公報（段落番号「0 0 3 9」～「0 0 4 1」及び図 2）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 3】

上記特許文献 1 に記載されているような氷蓄熱式空気調和装置では、通常、深夜電力を用いて行われる蓄熱運転は、以下のように実施されている。

例えば、深夜料金が適用される時間帯になると、冷房蓄熱運転を開始する。そして、蓄熱槽の製氷量が除々に増加することにより、蓄熱槽の水面が上昇すると、蓄熱槽の上方に設置されているフロートスイッチがオン状態となり、この信号が制御ユニットへ伝えられることにより、冷房蓄熱運転を終了する。 10

従来、このような冷房蓄熱運転は、年間を通して同様に実施されていたため、蓄熱槽には、常に、氷が一定量確保されている状態となる。真夏などのように、昼間の冷房負荷が大きい時期においては、昼間の氷の消費量が大きいため、上述しているような冷房蓄熱運転を行っても特に問題はないが、昼間の冷房負荷が小さい春や秋などにおいては、蓄熱槽の氷を少量しか消費しないため、蓄熱槽の底の方には、氷が長い期間に渡って滞積することとなり、効率よく蓄熱槽の氷を使用することができないという問題があった。

【0 0 0 4】

また、蓄熱槽の残氷量が多い状態で、冷房蓄熱運転を繰り返すと、氷が製氷コイルに偏って生成されるため、部分的に氷のブリッジングが発生する。これにより、製氷コイルに異常な圧力がかかり、配管が劣化するという問題があった。 20

更に、冷房から暖房に切り替わる時期では、蓄熱槽に氷がたくさん残った状態で温水蓄熱を行うこととなるため、最初の温水蓄熱運転は非常に効率が悪いという問題があった。

また、このような問題に対処するために、残氷量を検知することが可能な水位センサを利用することも考えられるが、水位センサは非常に高価であり、製品コスト等を勘案すると現実的ではないという問題があった。

上記特許文献 1 には、夜間に行う冷房蓄熱運転制御に関しては、季節・時期に応じて圧縮機の運転制御を変えるとよい旨、記載されているが、具体的な制御方法については一切開示されておらず、上述したような問題を解決する手段については記載されていない。 30

【0 0 0 5】

本発明は、上記問題を解決するためになされたもので、高価な水位センサ等を使用することなく、蓄熱槽内の製氷量を適切な量に保ち、効率よく冷房蓄熱運転を実施することができる氷蓄熱式空気調和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】

【0 0 0 6】

上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用する。

本発明は、水が収容された蓄熱槽を有し、夜間電力を用いて前記水を凍らせる冷房蓄熱運転を行い、前記蓄熱槽の氷を用いて昼間の冷房運転を行う氷蓄熱式空気調和装置において、昼間の消費蓄熱量に基づいて、夜間の製氷量を決定することを特徴とする氷蓄熱式空気調和装置を提供する。 40

【0 0 0 7】

本発明によれば、昼間の消費蓄熱量に基づいて、夜間の製氷量を決定するので、過度な製氷を防止することが可能となる。例えば、昼間の消費蓄熱量を蓄熱時間に換算し、換算した蓄熱時間に応じて、夜間に冷房蓄熱運転を行うとよい。

【0 0 0 8】

また、上記記載の氷蓄熱式空気調和装置は、前記昼間の消費蓄熱量を蓄熱時間に換算し、換算した該蓄熱時間に 1 未満の所定の係数を乗じて得た蓄熱時間に基づいて、前記冷房蓄熱運転を行うことが好ましい。

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、消費蓄熱量を蓄熱時間に換算した時間をそのまま蓄熱時間とするのではなく、該蓄熱時間に1未満の所定の係数を乗ずることにより、蓄熱時間を短めに設定する。このように、消費した製氷量よりも少なめに製氷を行うことにより、無駄な製氷を防止することができる。特に、春や秋などの冷房があまり行われない時期には、蓄熱槽の水の量を少なめに保つことができるので効果的である。

【 0 0 1 0 】

また、上記記載の水蓄熱式空気調和装置は、前記冷房蓄熱運転の開始時において、前記蓄熱槽の温度に基づいて、前記蓄熱槽内の残氷量を推定し、推定した前記残氷量に基づいて、前記冷房蓄熱運転を行うか否かを判断するとともに、前記冷房蓄熱運転を行う場合には、所定の製氷量まで冷房蓄熱運転を実施する通常製氷モード、または、前記昼間の消費蓄熱量に応じた冷房蓄熱運転を実施する過製氷防止モードを選択し、選択したモードに基づいて、前記冷房蓄熱運転を行うことが好ましい。

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、蓄熱槽の温度に基づいて蓄熱槽内の残氷量を推定し、推定した残氷量に応じて製氷モードを選択するので、その時点における残氷量に応じた最適な製氷モードにより冷房蓄熱運転を実施することが可能となる。

例えば、蓄熱槽内の残氷量が多い場合には、冷房蓄熱運転の実施を行わないことにより、無駄な製氷を防止することができる。また、残氷量が極めて少ない、又は残氷がない場合には、製氷を必ず行わなければならないため、通常製氷モードを選択する。これにより、昼間の消費蓄熱量に拘わらず、製氷量が一定の量に達するまで冷房蓄熱運転を実施し、翌日以降の冷房運転に備えることが可能となる。また、蓄熱槽の残氷量が十分ではないけれども、通常製氷モードを行うまでには至らない場合には、過製氷防止モードを選択し、昼間の消費蓄熱量に応じた製氷を行うことにより、過度な製氷を防止することができる。

【 0 0 1 2 】

上記残氷量の推定、ならびにモードの選択は、例えば、以下のように行うことが可能である。

例えば、蓄熱槽の温度が、製氷を行わない運転終了判定温度未満であった場合には、製氷量が多いと判断して、製氷を行わずに冷房蓄熱運転を終了する。一方、蓄熱槽の温度が、通常製氷モードに対応する通常製氷判定温度以上であった場合には、製氷量が極めて少ないと判断して、通常製氷モードを選択する。そして、蓄熱槽の温度が、上記運転終了判定温度以上、且つ、通常製氷判定温度未満であった場合には、過製氷防止モードを選択し、製氷を抑制する。

【 0 0 1 3 】

また、上記記載の水蓄熱式空気調和装置において、前記消費蓄熱量から蓄熱時間への換算は、最大冷房運転を実施した場合に、消費する最大消費蓄熱量に対する実際の昼間の消費蓄熱量の割合を算出し、前記最大消費蓄熱量を補うために必要となる冷房蓄熱運転時の蓄熱時間に、前記割合を乗じることにより行うことが好ましい。

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、最大冷房運転を実施した場合に消費する最大消費蓄熱量に対する昼間の消費蓄熱量の割合を算出し、該最大消費蓄熱量を補うために必要となる冷房蓄熱運転時の最大蓄熱時間に、該割合を乗じて蓄熱時間を算出するので、非常に簡単な演算処理により蓄熱時間を算出することが可能となる。

【 0 0 1 5 】

また、上記記載の水蓄熱式空気調和装置は、昼間の運転モード毎に、個別蓄熱時間を算出し、これらの個別蓄熱時間を積算することにより、前記蓄熱時間を算出することが好ましい。

【 0 0 1 6 】

例えば、昼間の冷房運転には、昼間の電力を全体的に低減させるピークシフト運転モードや、電力消費量が特に多い時間帯における消費電力を大幅に低減させるピークカット運

10

20

30

40

50

転モード等のように、複数の運転モードが存在する。また、各運転モードによって消費される単位時間当たりの蓄熱量が異なる。従って、各運転モード毎に、それぞれ消費蓄熱量を求め、最後にそれらを積算することにより、簡単な演算処理によって夜間の蓄熱時間を演算することが可能となる。

また、消費蓄熱量は、例えば、各運転モードにおける圧縮機の運転周波数に基づいて算出することが可能である。

【0017】

また、本発明は、水が収容された蓄熱槽を有し、夜間電力を用いて前記水を凍らせる冷房蓄熱運転を行い、前記蓄熱槽の水を用いて昼間の冷房運転を行う氷蓄熱式空気調和装置の蓄熱制御方法において、昼間の消費蓄熱量に基づいて、夜間の製氷量を決定することを

10

【0018】

本発明によれば、昼間の消費蓄熱量に基づいて、夜間の製氷量を決定するので、過度な製氷を防止することが可能となる。例えば、昼間の消費蓄熱量を蓄熱時間に換算し、換算した蓄熱時間に応じて、夜間に冷房蓄熱運転を行うとよい。

これにより、高価な水位センサ等を用いることなく、蓄熱槽の製氷量を適切な量に保つことができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明の氷蓄熱式空気調和装置によれば、高価な水位センサ等を用いることなく、蓄熱槽の製氷量を適切な量に保つことができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下に、本発明にかかる氷蓄熱式空気調和装置の一実施形態について、図面を参照して説明する。

図1は、本実施形態に係る氷蓄熱式空気調和装置の構成図である。

図1に示されるように、本実施形態に係る氷蓄熱式空気調和装置1は、室内用熱交換器2と、室外用熱交換器3と、液体の冷媒が流動する液管4と、気体の冷媒が流動するガスパイプ5と、圧縮機6と、アキュムレータ10と、水が収容された蓄熱槽15とを備えている。上記室内用熱交換器2と室外用熱交換器3とは、液管4及びガスパイプ5により接続されている。圧縮機6の吐出管7は、ガスパイプ5の途中に介装された四方弁8に接続されており、圧縮機6の吸入管9は、アキュムレータ10を介して四方弁8に接続されている。四方弁8がオフである場合、圧縮機6、室外用熱交換器3、室内用熱交換器2およびアキュムレータ10が順次連結され、四方弁8がオンである場合、圧縮機6、室内用熱交換器2、室外用熱交換器3、およびアキュムレータ10が順次連結されるようになっている。

30

上記蓄熱槽15内には水に浸漬された伝熱管16が収容されており、伝熱管16の一端は配管16aを介してガスパイプ5に連結され、他端は配管16bを介して室外用熱交換器3と四方弁8との間に連結されている。さらに、配管16aと液管4とを連通させる配管18、ならびに、配管16bと液管4とを連通させる配管19が設けられている。配管19は液管4側で配管19aと配管19bとに分岐している。また、図において、SV1～SV8はストップバルブであり、21～23は膨張弁、25a～25hは絞りであり、32a～32iは逆止弁である。

40

【0021】

また、上記蓄熱槽15内には、温度センサ39、下方フロートスイッチ41、および上方フロートスイッチ42が設置されている。

温度センサ39は、蓄熱槽15内の水温を検出し、検出結果を蓄熱槽15外部に配置されている制御ユニット40へ通知する。

下方フロートスイッチ41は、蓄熱槽15内に十分な水が収容されているかを検知するスイッチであり、水位が所定位置まで達している場合には、オン信号を制御ユニット40へ通知する。

50

上方フロートスイッチ 42 は、蓄熱槽 15 内の残氷量が一定量以上確保されているかを検知するスイッチであり、蓄熱槽 15 内の残氷量が十分確保されている場合には、オン信号を制御ユニット 40 へ通知する。

制御ユニット 40 は、図示しない CPU (中央演算装置)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random

Access Memory) 等から構成されており、例えば、ROM には、各種運転制御プログラム等が格納されている。これにより、氷蓄熱式空気調和装置 1 の運転を実施する場合には、CPU は ROM に格納された運転制御プログラムを RAM に展開し、展開したプログラム実行手順に基づき氷蓄熱式空気調和装置 1 を構成する各部を制御することにより、各運転モードによる冷房運転、冷房蓄熱運転を実施させることができる。なお、各種運転モードの詳細については、後述する。 10

【0022】

上述したような構成からなる氷蓄熱式空気調和装置 1 は、夜間の電力 (深夜電力) を用いて蓄熱槽 15 内の水を凍らせる冷房蓄熱運転を行い、昼間はその氷を用いて冷房運転を行う。

図 2 に、本実施形態に係る氷蓄熱式空気調和装置 1 の電力消費量の一例を示す。図 2 において、破線で示した使用電力に対し、空調機運転時の電力を全体的に低減させるピークシフト運転と、特に電力消費量の多い時間帯における消費電力を大幅に低減させるピークカット運転が行われる。

図 3 にピークシフト運転時、図 4 にピークカット運転時の各ストップバルブの開閉状態と冷媒の流れを示す。図において、太線は配管内に冷媒が流動していることを示している。 20

ピークシフト運転時には、図 3 に示すように圧縮機 6 で圧縮されて高温・高圧のガスとなった冷媒は、四方弁 8 から室外用熱交換器 3 に送られ、室外に放熱し液冷媒となった後、液管 4 に送られ、配管 19b、16b を経て伝熱管 16 に流入し、蓄熱槽 15 内の氷によって冷却される。さらに膨張弁 21 等によって絞られ、室内用熱交換器 2 に送られる。室内用熱交換器 2 で吸熱してガスになった冷媒は、ガス管 5、四方弁 8 を通過して、アキュムレータ 10 に流入し、その後、圧縮機 6 に送られる。

【0023】

ピークカット運転時は、図 4 に示すように、圧縮機 6 で圧縮されて高温・高圧のガスとなった冷媒は、四方弁 8 から配管 16b を経て伝熱管 16 に流入し、蓄熱槽 15 内の氷により凝縮し、液冷媒となる。さらに膨張弁 21 等によって絞られ、室内用熱交換器 2 に送られる。室内用熱交換器 2 で吸熱してガスになった冷媒は、ガス管 5、四方弁 8 を通過して、アキュムレータ 10 に流入し、その後、圧縮機 6 に送られる。 30

【0024】

冷房蓄熱運転時には、図 5 に示すように、圧縮機 6 で圧縮されて高温・高圧のガスとなった冷媒は、四方弁 8 から室外用熱交換器 3 に送られる。室外用熱交換器 3 で放熱して液体となった冷媒は、液管 4 に送られ、膨張弁 22 によって絞られ、配管 19a、配管 16b を経て伝熱管 16 に流入し、水から吸熱し蒸発する。この時、蓄熱槽 15 内の水を冷却して製氷する。蓄熱槽 15 にて吸熱してガスになった冷媒は、ガス管 5、四方弁 8 を通過して、アキュムレータ 10 に流入し、その後、圧縮機 6 に送られる。 40

【0025】

以上は夏期の冷房運転についてのものであるが、冬期は、夜間電力を使用して蓄熱槽 15 内の水を加熱して温水にしておき、日中にその温水を利用して暖房を行うが、本発明には直接関わりがないため、説明を省略する。

【0026】

次に、上述した氷蓄熱式空気調和装置 1 の冷房蓄熱運転時の制御方法について、図 1 および図 6 を参照しながら詳述する。また、以下の処理は、図 1 に示した制御ユニット 40 により実現されるものである。

まず、冷房蓄熱運転は、電力料金が安くなる時間帯において実施される。具体的には、 50

深夜料金になる時刻（例えば、２２時）がセットされている蓄熱タイマを内部に備えており、この蓄熱タイマからの運転開始信号を受信した場合に、冷房蓄熱運転に係る制御を開始する。

まず、蓄熱槽１５内の下方フロートスイッチ４１がオフか否か、つまり、蓄熱槽１５内に十分な水が収容されているかを判断する（ステップＳＡ１）。この結果、下方フロートスイッチ４１がオフである場合には、水位が十分でないと判断し（ステップＳＡ１において「YES」）、給水制御を実施する（ステップＳＡ２）。

【００２７】

続いて、下方フロートスイッチ４１がオンである場合（ステップＳＡ１において「NO」）、または、給水制御を実施することにより、十分な水位が得られた場合には（ステップＳＡ２）、続いて、蓄熱槽１５の上方フロートスイッチ４２がオンか否か、つまり、蓄熱槽１５内に氷が十分確保されているかを判断する（ステップＳＡ３）。

この結果、残水量が十分であった場合には（ステップＳＡ３において「YES」）、当該制御を終了する。一方、上方フロートスイッチ４２がオフである場合には（ステップＳＡ３において「NO」）、蓄熱槽１５の水温が運転終了判定温度（例えば、－２）未満か否かを判断する（ステップＳＡ４）。この結果、水温が－２未満であった場合には、蓄熱槽１５内の残水量は十分であると推定できるので、製氷を行わずに当該制御を終了する。

ここで、本実施形態では、上方フロートスイッチ４２及び蓄熱槽１５の水温により、残水量が十分であるかを判定している。このように、二重の判断基準を設定しておくことにより、いずれか一方のセンサが正常に動作しなかった場合でも、過度の製氷を防止することが可能となる。

【００２８】

次に、上述のステップＳＡ４において、水温が－２以上であった場合には、蓄熱槽１５の水温が通常製氷判定温度（例えば、１５）未満か否かを判断する（ステップＳＡ５）。この結果、水温が１５以上であった場合には（ステップＳＡ５において「NO」）、蓄熱槽１５内の残水量が極めて少ない、あるいは、残氷がないと推定できるので、製氷を十分に行うモードである通常製氷モードを実施した後（ステップＳＡ６）、当該制御を終了する。

一方、水温が１５未満であった場合には（ステップＳＡ５において「YES」）、蓄熱槽１５内に残氷があると推定できるので、昼間の消費蓄熱量に応じた冷房蓄熱運転を行う過製氷防止モードを実施した後（ステップＳＡ７）、当該制御を終了する。

【００２９】

次に、上述した冷房蓄熱運転の運転モードについて詳しく説明する。

〔通常製氷モード〕

まず、上記通常製氷モードでは、蓄熱槽１５内の残水量が十分確保されるまで冷房蓄熱運転が実施される。具体的には、蓄熱槽１５の水温が－２未満になるまで、または、上方フロートスイッチ４２がオンになるまで、運転が実施される。また、例外として、夜間電力の時間帯が過ぎてしまった場合には、残水量が不足している状態であっても、運転を終了する。

このように、通常製氷モードでは、昼間の消費蓄熱量に拘わらず、製氷量が十分確保されるまで冷房蓄熱運転を実施するため、残水量がなく十分に氷をつくる必要がある場合に効果的なモードである。

【００３０】

〔過製氷防止モード〕

次に、本発明の特徴である過製氷防止モードによる冷房蓄熱運転について、図７を参照して詳述する。

まず、前提として、過製氷防止モードは、初回の冷房蓄熱運転、および、冷房蓄熱運転の試運転では行われない。初回の冷房蓄熱運転では、昼間に冷房運転が行われていないため、後述の処理で算出される消費蓄熱量がゼロとなり、冷房蓄熱運転を実施することができなくなるからである。また、試運転は、例えば、技術者が製氷の状態を確認するために

10

20

30

40

50

実施させるものであるので、製氷を十分に行わせる必要があるからである。したがって、初回の冷房蓄熱運転、および、試運転の場合以外において、当該過製氷防止モードが実施されることとなる。

【 0 0 3 1 】

過製氷防止モードでは、まず、蓄熱実施時間 T' の算出を行う(ステップS B 1)。この蓄熱実施時間は、昼間の消費蓄熱量に基づいて決定される。以下、この算出手順について、図 8 を参照して説明する。

まず、昼間に実施される冷房運転の運転モード毎に、それぞれ個別消費蓄熱量 Q_s 、 Q_c (「s」は、ピークシフト運転を示す。「c」は、ピークカット運転を示す。以下同じ。)を求める(ステップS C 1)。運転モード毎に消費蓄熱量を算出するのは、各運転モードにより単位時間あたりの消費蓄熱量が異なるためである。なお、本実施形態において、この個別消費蓄熱量は、絶対値として求められるのではなく、最大運転を行った場合に消費される最大消費蓄熱量に対する相対値として求められる。

次に、上記個別消費蓄熱量を蓄熱するために必要となる冷房蓄熱運転の運転時間(以下「個別蓄熱時間 T_s 、 T_c 」という。)を演算する(ステップS C 2)。

そして、各運転モード毎に算出された上記個別蓄熱時間 T_s 、 T_c を積算することにより、昼間に消費された全消費蓄熱量を蓄熱するために必要となる蓄熱時間 T を求める(ステップS C 3)。

更に、この蓄熱時間 T に 1 未満の所定の係数を乗じることにより、実際に運転を行う運転時間(以下「蓄熱実施時間 T' 」という。)を算出する(ステップS C 4)。

【 0 0 3 2 】

次に、数式を用いながら上記算出手順をより具体的に説明する。なお、以下の算出手順は、各運転モードにおいて共通であるため、ここでは、ピークシフト運転モードを例に挙げて説明する。

〔ステップS C 1〕

個別消費蓄熱量の算出処理について

まず、圧縮機 6 の運転周波数 F_s と、当該ピークシフト運転モードにより最大運転を行った場合の最大運転周波数 F_{smax} とに基づいて、最大運転を行った場合に消費される最大消費蓄熱量 Q_{smax} に対する消費蓄熱量 Q_s の平均相対値 S_s を求める。

具体的には、制御ユニット 4 0 は、昼間の冷房運転時において、6 分おきに圧縮機 6 の運転周波数 F_s をサンプリングしている。そして、この 6 分おきに取得した運転周波数 F_s を最大運転周波数 F_{smax} で除算し、最大運転周波数 F_{smax} に対する運転周波数 F_s の相対値 H_s を算出する。計算式は以下の通りである。

$$H_s = F_s / F_{smax} \quad (1)$$

そして、ピークシフト運転モードで冷房運転を行った期間(以下「維持期間 A_s 」という。)における上記相対値 H_s を全て算出し、算出した相対値 H_s の平均(以下「平均相対値 S_s 」という。)を求める。

ここで、上述してきた圧縮機 6 の運転周波数 F_s は、消費蓄熱量 Q_s に比例する。したがって、ここで求めた平均相対値 S_s は、そのまま消費蓄熱量 Q_s の平均相対値として扱うことができる。つまり、平均相対値 S_s は、維持時間 A_s において、最大運転周波数 F_{max} で運転を行った場合に消費される最大消費蓄熱量 Q_{smax} に対する、実際の運転により消費した消費蓄熱量 Q_s の比を表す値となる。

【 0 0 3 3 】

〔ステップS C 2〕

個別蓄熱時間の算出処理について

上記ステップS C 1において、平均相対値 S_s が得られたので、最大消費蓄熱量 Q_{smax} を蓄熱するのに要する時間(以下「最大蓄熱時間 T_{smax} 」という。)が求められるれば、その最大蓄熱時間 T_{smax} に上記平均相対値 S_s を乗ずることにより、実際に消費した蓄熱量 Q_s を蓄熱するのに要する時間、つまり、個別蓄熱時間 T_s を求めることができる。

上記最大消費蓄熱量 Q_{smax} は、最大運転周波数 F_{max} で冷房運転した場合に消費する単位

10

20

30

40

50

最大消費蓄熱量 Q_s/h に維持時間 A_s を乗じることにより求めることができる。

ここで、上記単位最大消費蓄熱量 Q_s/h は、氷蓄熱式空気調和装置１の機種や定格により定められる定数であり、また、維持時間 A_s も予め設定されている定数であるため、上記最大消費蓄熱量 Q_{smax} は、これらの値を乗ずることにより簡単に得ることができる。

【００３４】

次に、蓄熱槽１５に蓄熱可能な最大蓄熱量 Q_{max} と、その最大蓄熱量 Q_{max} を冷房蓄熱運転により蓄熱するのに要する最大蓄熱時間 T_{max} を得る。

この最大蓄熱量 Q_{max} と、最大蓄熱時間 T_{max} とは、氷蓄熱式空気調和装置１の機種等により決定される定数である。

そして、この最大蓄熱量 Q_{max} に対する上記最大消費蓄熱量 Q_{smax} の比から、最大消費蓄熱量 Q_{smax} を蓄熱するのに要する最大蓄熱時間 T_{smax} を求める。最大蓄熱時間 T_{smax} は、以下の式で求められる。

$$T_{smax} = (Q_{smax} / Q_{max}) \times T_{max} \quad (2)$$

そして、この最大蓄熱時間 T_{smax} に、上述の平均相対割合 S_s を乗ずることにより、個別蓄熱時間 T_s を求めることができる。

$$T_s = T_{smax} \times S_s \quad (3)$$

同様の手順により、ピークカット運転モードにおける個別蓄熱時間 T_c についても算出する。

【００３５】

〔ステップＳＣ３〕

蓄熱時間の算出処理について

次に、上述の算出処理により求められた個別蓄熱時間 T_s 、 T_c を積算することにより、蓄熱時間 T を求める。

〔ステップＳＣ４〕

蓄熱実施時間の算出処理について

上記蓄熱時間 T に１未満の所定の係数、本実施形態では０.８を乗ずることにより、蓄熱実施時間 T' を得る。

【００３６】

次に、上述した蓄熱実施時間の算出処理が行われることにより、蓄熱実施時間 T' が求められると、図７に示された過製氷防止モードへ戻り、求められた蓄熱実施時間 T' が１時間未満であるかを判断する（ステップＳＢ２）。この結果、１時間未満であった場合には（ステップＳＢ２において「YES」）、昼間の冷房運転においてほとんど氷が使用されなかったと判断して、製氷を行わずに当該処理を終了する。

一方、蓄熱実施時間 T' が１時間以上であった場合には（ステップＳＢ２において「NO」）、この蓄熱実施時間 T' を運転タイマにセットし、この運転タイマがオフになるまで冷房蓄熱運転を実施する（図７のステップＳＢ３、ＳＢ７）。これにより、昼間の消費蓄熱量に応じた製氷を行うことが可能となる。

この間、夜間電力の時間帯が過ぎた旨の信号を蓄熱タイマから受信した場合（ステップＳＢ４において「YES」）、蓄熱槽１５の水温が－２℃未満になる、或いは、上方フロートスイッチがオンになることにより、蓄熱槽１５内の残氷量が十分確保されたと判定した場合（ステップＳＢ５或いはステップＳＢ６において「YES」）には、冷房蓄熱運転を終了する。

【００３７】

次に、図９に本発明に係る氷蓄熱式空気調和装置１において、図６から図８に示した制御により低負荷の冷房運転と冷房蓄熱運転を交互に実施した場合の蓄熱槽１５の水位の推移を示す。また、図１０に、従来の氷蓄熱式空気調和装置の冷房蓄熱運転を実施した場合の蓄熱槽の水位の推移を示す。なお、両図において、初回の残氷量は、約５０％に設定した。

これらの図から明らかなように、従来の氷蓄熱式空気調和装置では、蓄熱槽内の残氷量が常に１００％に近い値で確保しているのに対し、本発明に係る氷蓄熱式空気調和装置で

10

20

30

40

50

は、蓄熱槽 15 の残水量が除々に減少していることがわかる。

また、図 9 の 7 日目においては、残水量が極めて少なくなったために通常製氷モードを行い、残水量を回復させている。このように、本発明の氷蓄熱式空気調和装置 1 によれば、無駄な製氷を防止することにより、蓄熱槽 15 内の残水量を少なめに保ち、また、残水量が極めて少ない場合には、通常製氷モードにより残水量を回復させるため、極めて効果的に冷房蓄熱運転を行うことができる。

【0038】

以上述べてきたように、本発明の氷蓄熱式空気調和装置 1 によれば、以下の効果を奏する。

昼間の消費蓄熱量に基づいて、夜間の製氷量を決定するので、過度な製氷を防止することが可能となる。これにより、高価な水位センサ等を用いることなく、蓄熱槽の製氷量を適切な量に保つことができる。

また、消費蓄熱量から換算した蓄熱時間 T に、更に、1 未満の所定の係数を乗ずることにより、蓄熱実施時間 T' を短めに設定する。このように、消費した製氷量よりも少なめに製氷を行うことにより、蓄熱槽 15 内に必要以上に氷が確保されている状態を回避することができる。特に、春や秋などの冷房があまり行われないう時期には、蓄熱槽の氷の量を少なめに保つことができるので効果的である。

また、蓄熱槽 15 の温度に基づいて蓄熱槽 15 内の残水量を推定し、推定した残水量に応じて製氷モードを選択するので、その時点における残水量に応じた最適な製氷モードにより冷房蓄熱運転を実施することが可能となる。

【0039】

また、最大で冷房運転を実施した場合に消費する最大消費蓄熱量 $Q_{\max}$ に対する昼間の消費蓄熱量 Q の平均相対値 S を算出し、該最大消費蓄熱量 $Q_{\max}$ を補うために必要となる冷房蓄熱運転時の最大蓄熱時間 $T_{\max}$ に、平均相対値 S を乗じて蓄熱時間 T を算出するので、非常に簡単な演算処理により蓄熱時間 T を算出することが可能となる。

また、上記蓄熱時間 T 等の算出過程において、昼間の運転モード毎に、個別蓄熱時間 T_s 、 T_c を算出し、これらの個別蓄熱時間 T_s 、 T_c を積算することにより、蓄熱時間 T を算出するので、より簡単な演算処理によって夜間の蓄熱時間を演算することが可能となる。

【0040】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

例えば、図 8 に示した蓄熱実施時間 T' の算出手順は一例であり、この手順に限られない。

また、上述の実施形態では、昼間の消費蓄熱量を蓄熱時間に換算し、この蓄熱時間に基づいて冷房蓄熱運転を行ったが、蓄熱時間に限られず、消費蓄熱量に応じて冷房蓄熱運転時における圧縮機 6 の運転周波数を変化させたりすることも可能である。つまり、昼間の消費蓄熱量に応じた製氷が夜間に行えればよく、その製氷の手順や手法に関しては、特に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図 1】本発明の一実施形態に係る氷蓄熱式空気調和装置における冷媒回路図の概略図である。

【図 2】同氷蓄熱式空気調和装置の消費電力と時間との関係を示す図である。

【図 3】同氷蓄熱式空気調和装置のピークシフト運転モードにおける冷媒の流れを示す図である。

【図 4】同氷蓄熱式空気調和装置のピークカット運転モードにおける冷媒の流れを示す図である。

【図 5】同氷蓄熱式空気調和装置の冷房蓄熱運転時における冷媒の流れを示す図である。

【図 6】同氷蓄熱式空気調和装置の冷房蓄熱運転時における制御手順を示すフローチャー

10

20

30

40

50

トである。

【図 7】同氷蓄熱式空気調和装置の過製氷防止モードによる冷房蓄熱運転時の制御手順を示すフローチャートである。

【図 8】同氷蓄熱式空気調和装置の蓄熱実施時間算出手順を示すフローチャートである。

【図 9】同氷蓄熱式空気調和装置の冷房蓄熱運転を実施した場合の蓄熱槽の水位の推移を示す図である。

【図 10】従来の氷蓄熱式空気調和装置の冷房蓄熱運転を実施した場合の蓄熱槽の水位の推移を示す図である。

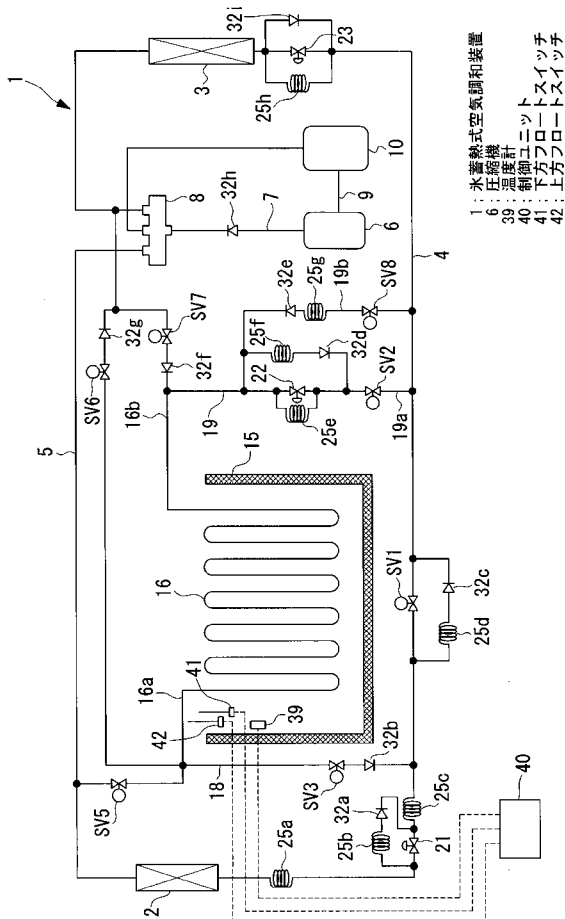
【符号の説明】

【 0 0 4 2 】

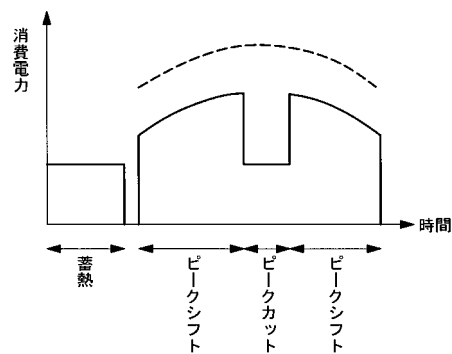
- 1 氷蓄熱式空気調和装置
- 6 圧縮機
- 3 9 温度計
- 4 0 制御ユニット
- 4 1 下方フロートスイッチ
- 4 2 上方フロートスイッチ

10

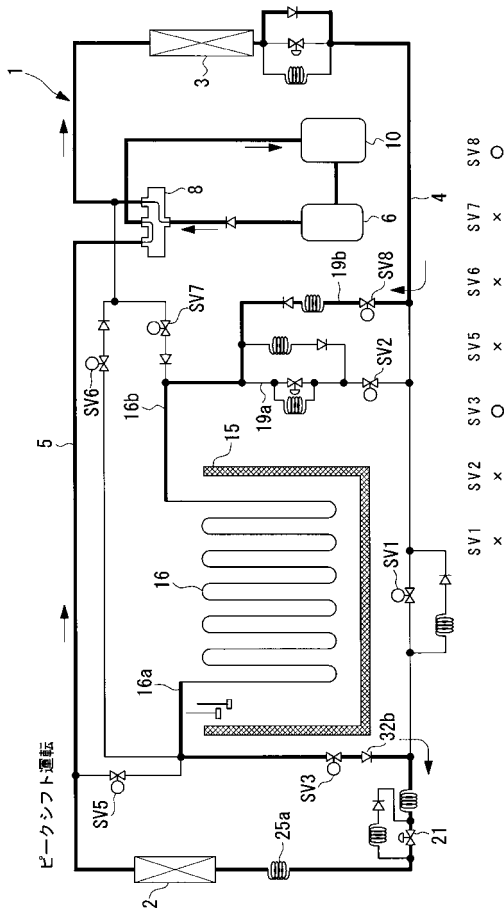
【 図 1 】



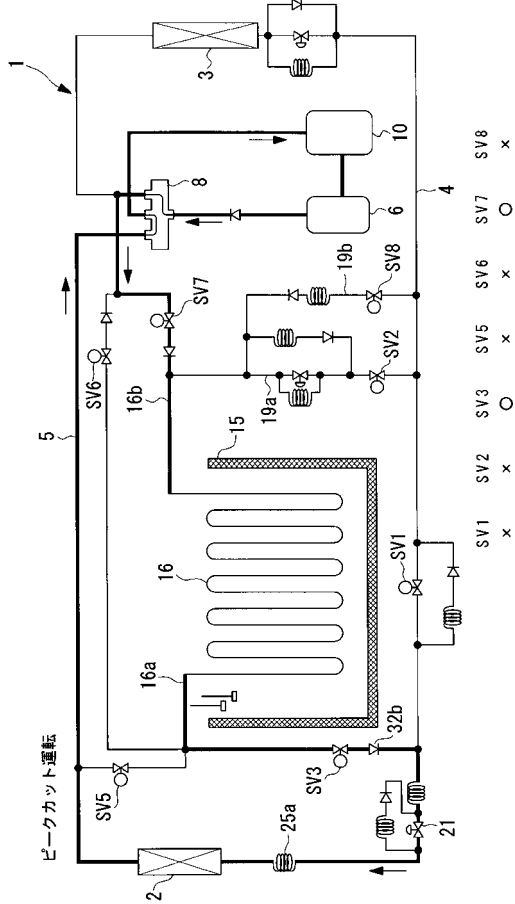
【 図 2 】



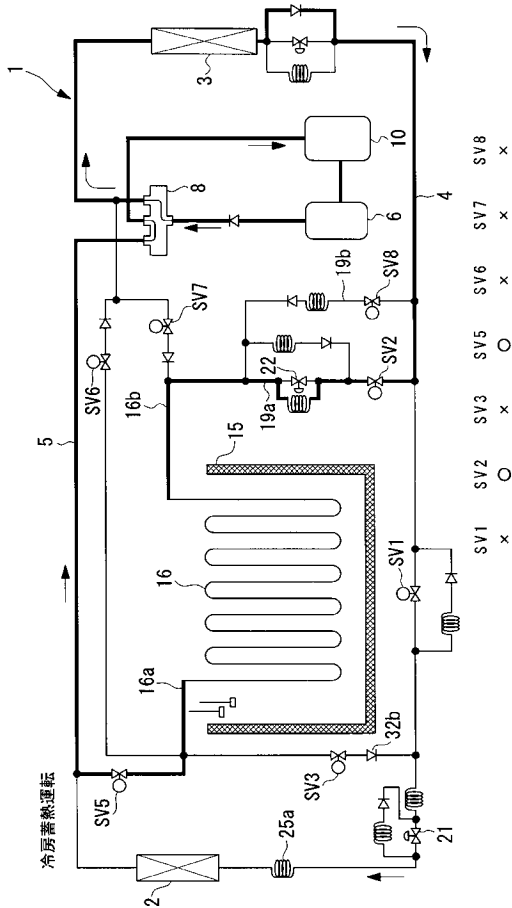
【図 3】



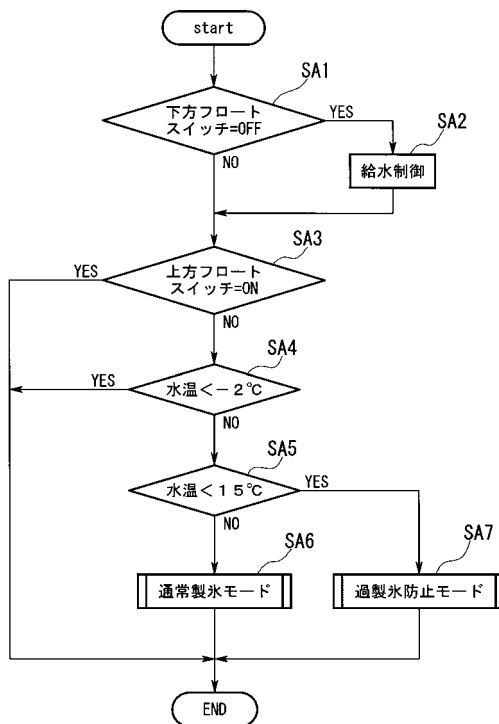
【図 4】



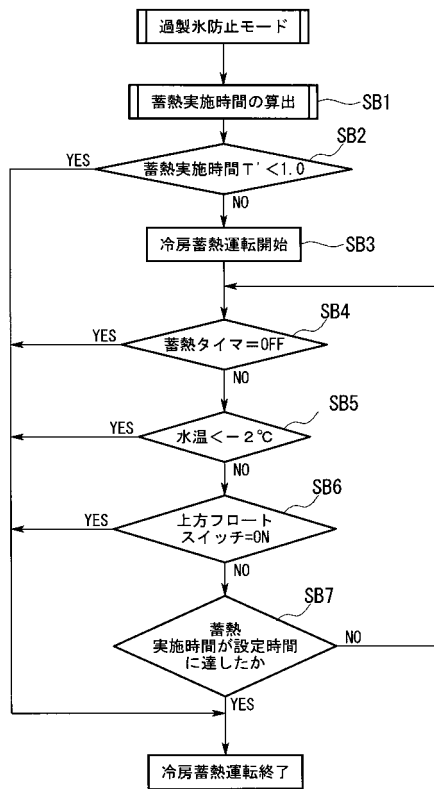
【図 5】



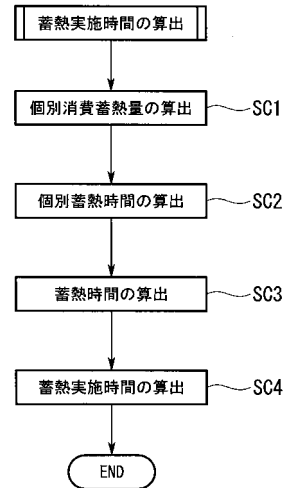
【図 6】



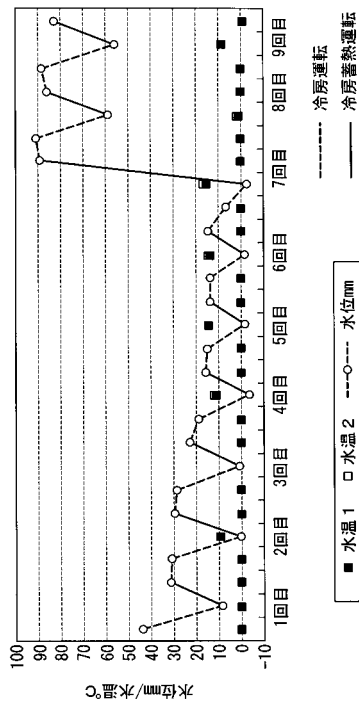
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

