(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2010-243111
(P2010-243111A)
(43)公開日　平成22年10月28日(2010.10.28)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
F24H	1/00	(2006.01)	F24H	1/00	611N	
			F24H	1/00	611Q	

審査請求 有　請求項の数５　ＯＬ　（全 11 頁）

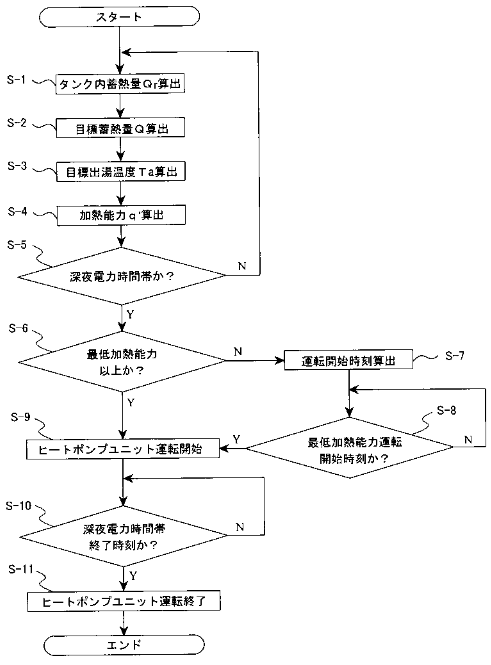
(21)出願番号　特願2009-94181(P2009-94181)
(22)出願日　平成21年4月8日(2009.4.8)

(71)出願人　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
(74)代理人　100085198
弁理士　小林　久夫
(74)代理人　100098604
弁理士　安島　清
(74)代理人　100087620
弁理士　高梨　範夫
(74)代理人　100141324
弁理士　小河　卓
(72)発明者　畑中　謙作
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ヒートポンプ式給湯機

(57)【要約】　（修正有）
【課題】加熱した温水をタンクに貯湯する沸き上げ運転時の運転時間平均ＣＯＰを向上させ、深夜電力時間帯内に目標蓄熱量を確保する。
【解決手段】冷媒回路と、水冷媒熱交換器により加熱された水をタンク内に貯湯する給湯回路と、タンクに貯湯する目標蓄熱量を算出する目標蓄熱量算出手段、タンクに貯湯されている蓄熱量を検出するタンク内蓄熱量検出手段、沸き上げ運転の加熱能力を算出する加熱能力算出手段、及びタンクへの沸き上げ運転を制御する運転制御手段を備え、加熱能力算出手段により算出される加熱能力は、目標蓄熱量算出手段より算出される目標蓄熱量から、タンク内蓄熱量検出手段より検出されるタンク内蓄熱量を減じた熱量を、深夜電力時間帯の開始時刻から終了時刻までの時間で除した加熱能力に、所定の定数を乗じた、もしくは加えた加熱能力であり、深夜電力時間帯の開始時刻に沸き上げ運転を開始するものである。
【選択図】図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
圧縮機、水冷媒熱交換器、膨張弁、及び空気熱交換器が環状に接続された冷媒回路と、
前記水冷媒熱交換器により加熱された水をタンク内に貯湯する給湯回路と、
前記タンクに貯湯する目標蓄熱量を算出する目標蓄熱量算出手段、前記タンクに貯湯されている蓄熱量を検出するタンク内蓄熱量検出手段、沸き上げ運転の加熱能力を算出する加熱能力算出手段、及び前記タンクへの沸き上げ運転を制御する運転制御手段を備え、
前記加熱能力算出手段により算出される加熱能力は、前記目標蓄熱量算出手段より算出される目標蓄熱量から、前記タンク内蓄熱量検出手段より検出されるタンク内蓄熱量を減じた熱量を、深夜電力時間帯の開始時刻から終了時刻までの時間で除した加熱能力に、所定の定数を乗じた、もしくは加えた加熱能力であり、前記沸き上げ運転を制御する運転制御手段は、深夜電力時間帯の開始時刻に沸き上げ運転を開始することを特徴とするヒートポンプ式給湯機。
【請求項２】
圧縮機、水冷媒熱交換器、膨張弁、及び空気熱交換器が環状に接続された冷媒回路と、
前記水冷媒熱交換器により加熱された水をタンク内に貯湯する給湯回路と、
前記タンクに貯湯する目標蓄熱量を算出する目標蓄熱量算出手段、前記タンクに貯湯されている蓄熱量を検出するタンク内蓄熱量検出手段、沸き上げ運転の加熱能力を算出する加熱能力算出手段、及び前記タンクへの沸き上げ運転を制御する運転制御手段を備え、
前記加熱能力算出手段により算出される加熱能力は、前記目標蓄熱量算出手段より算出される目標蓄熱量から、前記タンク内蓄熱量検出手段より検出されるタンク内蓄熱量を減じた熱量を、深夜電力時間帯の開始時刻から終了時刻までの時間で除した加熱能力に、所定の定数を乗じた、もしくは加えた加熱能力であり、前記加熱能力が前記冷媒回路の最低加熱能力以上である場合は、前記沸き上げ運転を制御する運転制御手段は、深夜電力時間帯の開始時刻に沸き上げ運転を開始し、前記加熱能力が、前記冷媒回路の最低加熱能力より小さい場合は、前記最低加熱能力で目標蓄熱量を確保できる運転時刻を算出し、前記運転開始時刻から最低加熱能力で運転を開始することを特徴とするヒートポンプ式給湯機。
【請求項３】
前記沸き上げ運転開始後、所定時間ごとに加熱能力を算出し、前記加熱能力算出手段で算出した加熱能力に変更して沸き上げ運転を継続することを特徴とする請求項１または２に記載のヒートポンプ式給湯機。
【請求項４】
前記沸き上げ運転中に除霜運転を行った場合、除霜運転完了後に、前記加熱能力算出手段で算出した加熱能力に変更して沸き上げ運転を継続することを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載のヒートポンプ式給湯機。
【請求項５】
前記目標蓄熱量算出手段は、前記タンクに蓄熱された蓄熱量検出手段と、必要蓄熱量算出手段により構成されることを特徴とする請求項１～４のいずれかに記載のヒートポンプ式給湯機。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ヒートポンプ式給湯機に係り、より詳しくは、加熱した温水をタンクに貯湯する沸き上げ運転時の運転時間平均ＣＯＰ（エネルギー消費効率）を向上させたヒートポンプ式給湯機に関する。
【背景技術】
【０００２】
ヒートポンプ式給湯機では、タンクに貯湯した温水（残湯量）が少なくなるとヒートポンプ式給湯機の運転を開始し、所定の貯湯量を確保すると運転を停止する。
【０００３】

従来のヒートポンプ式給湯機は、タンクの残湯量を検知し、必要な熱量を演算し、その熱量に基づき、ヒートポンプ式給湯機のＣＯＰが最大となるような圧縮機周波数で運転する（例えば、特許文献１参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開平９－６８３６９号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

ヒートポンプ式給湯機には、運転開始から冷凍サイクル内の冷媒の状態が安定するまでに数十分の時間を必要とし、過渡状態のＣＯＰや加熱能力などは安定状態のＣＯＰや加熱能力などと比べて低いという特徴がある。ここで、ＣＯＰとは、エネルギー消費効率のことで、ヒートポンプ式給湯機に投入した入力に対する加熱能力の割合である。

【０００６】

そのため、ヒートポンプ式給湯機の運転開始から停止までの時間が短いほど、ヒートポンプ式給湯機の合計運転時間に対して、冷凍サイクルの冷媒が安定した状態のＣＯＰや加熱能力と比較し、運転開始直後のＣＯＰや加熱能力の低い運転時間の割合が増加する。そのため、ヒートポンプ式給湯機の運転時間の平均ＣＯＰや平均加熱能力が低下する。

【０００７】

特許文献１に記載された従来のヒートポンプ式給湯機は、運転時間の平均ＣＯＰを向上させるために、深夜電力時間帯の開始時刻から終了時刻まで、圧縮機周波数を変更せずに運転した場合、安定状態に比べて低い、運転開始直後の加熱能力を考慮していないために、深夜時間帯内に必要な熱量を確保できないことになる。

【０００８】

本発明は上記の課題を解決するためになされたもので、ヒートポンプ式給湯機で加熱した温水をタンクに貯湯する沸き上げ運転時の運転時間平均ＣＯＰを向上させることができ、深夜電力時間帯内で必要な貯湯量を確保できるヒートポンプ式給湯機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】

【０００９】

本発明に係るヒートポンプ式給湯機は、圧縮機、水冷媒熱交換器、膨張弁、及び空気熱交換器が環状に接続された冷媒回路と、水冷媒熱交換器により加熱された水をタンク内に貯湯する給湯回路と、タンクに貯湯する目標蓄熱量を算出する目標蓄熱量算出手段、タンク内の蓄熱量を検出するタンク内蓄熱量検出手段、沸き上げ運転の加熱能力を算出する加熱能力算出手段、及びタンクへの沸き上げ運転を制御する運転制御手段を備え、

加熱能力算出手段により算出される加熱能力は、目標蓄熱量算出手段より算出される目標蓄熱量からタンク内蓄熱量検出手段より検出されるタンク内の蓄熱量を減じた熱量を、深夜電力時間帯の開始時刻から終了時刻までの時間で除した加熱能力に所定の定数を乗じた、もしくは加えた加熱能力であり、沸き上げ運転を制御する運転制御手段は、深夜電力時間帯の開始時刻に沸き上げ運転を開始するようにしたものである。

【発明の効果】

【００１０】

本発明に係るヒートポンプ式給湯機によれば、沸き上げ運転時に、深夜電力時間帯の開始時刻から終了時刻まで運転することにより、沸き上げ運転の合計運転時間に対する運転開始直後のＣＯＰが低い状態で運転する時間の割合を減少させ、運転時間平均ＣＯＰを向上させることができ、また、必要な熱量を深夜電力時間帯内に確実に確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】本発明の一実施の形態に係るヒートポンプ式給湯機のシステム回路図である。
【図２】図１のヒートポンプ式給湯機の運転開始からのＣＯＰと加熱能力の時間変化を示す線図である。
【図３】図１のヒートポンプ式給湯機の沸き上げ運転方法を示すフローチャート図である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
実施の形態.
本発明の一実施の形態に係る図１において、ヒートポンプ式給湯機は、ヒートポンプユニット１００とタンクユニット２００とを備えている。ヒートポンプユニット１００内には、圧縮機１、水冷媒熱交換器２、膨張弁３及び空気熱交換器４を順次環状に接続し、冷媒が循環する冷凍サイクル（冷媒回路）１０１と、空気熱交換器４に外気を送風するファン５とが搭載されている。一方、タンクユニット２００内には、負荷側媒体である水を水冷媒熱交換器２に送水するポンプ６と、ポンプ６により送水されて水冷媒熱交換器２で加熱された水を貯留するタンク７とが搭載されている。そして、水冷媒熱交換器２と、タンク７と、ポンプ６とを、接続配管８ａ～８ｆにより接続して給湯水回路（給湯回路）２０１が構成されている。なお、ポンプ６は、必ずしもタンクユニット２００に設置する必要はなく、ヒートポンプユニット１００側に搭載してもよい。
【００１３】
なお、図１には、給湯水回路２０１のタンク７に貯留した一定温度のお湯を、例えば風呂などに供給する給湯装置は省略してある。また、給湯水回路２０１から水を供給する回路なども省略してある。また、圧縮機１から吐出する冷媒の圧力や温度を変化させることができるように、圧縮機駆動装置（図示せず）をインバータ制御のＤＣブラシレスモータを使用して回転数を可変としたものとするが、複数台の圧縮機１を組合せて、この組合せを切換えて全体の能力を可変としても良い。また、圧縮機１の吸入側に冷媒音を低減させるサクションマフラーのような容器や、圧縮機１の吐出側に流出した潤滑油を回収する装置など、他の目的の構造を付加しても良い。このヒートポンプ式給湯機の冷媒としては、高温出湯ができる冷媒、例えば、二酸化炭素、Ｒ４１０Ａ、プロパン、プロピレンなどの冷媒が適しているが、特にこれらに限定されるものではない。
【００１４】
ヒートポンプユニット１００内には、給湯水回路２０１において、入水温度センサー９ａが水冷媒熱交換器２の水入口側に設けられ、出湯温度センサー９ｂが水冷媒熱交換器２の水出口側に設けられており、それぞれ設置場所の水温度を計測する。また、ヒートポンプユニット１００の外郭またはその近傍に設けた外気温度センサー９ｃは、ヒートポンプユニット１００の周囲の外気温度を計測する。冷凍サイクル１０１において、吐出温度センサー９ｄが圧縮機１の出口側に、吸入温度センサー９ｅが圧縮機１の入口側に設けられており、蒸発温度センサー９ｆが蒸発器４の入口から中間部に設けられており、それぞれ配置場所の冷媒温度を計測する。また、タンクユニット２００内のタンク７表面には貯湯温度センサー９ｇ～９ｊが設けられており、タンク内の水温度を計測する。
【００１５】
ヒートポンプユニット１００内には、制御手段としての計測制御装置１０が設けられている。この計測制御装置１０は、各温度センサー９ａ～９ｇなどによる計測情報や、ヒートポンプ式給湯機の使用者からリモコン装置などにより指示される運転指令情報の内容に基づいて、圧縮機１の運転方法、膨張弁３の開度、ポンプ６の運転方法、後述の沸き上げ運転などを制御する。
【００１６】
次に、このヒートポンプ式給湯機における運転動作について説明する。ここでは、沸き上げ運転について説明する。
沸き上げ運転とは、冷凍サイクル１０１と給湯水回路２０１とを動作させ、タンク７の底部の取水口７ｂからポンプ６で低温水を流出させて水冷媒熱交換器２に送水し、水冷媒

熱交換器２で冷媒と熱交換することにより沸き上げて、タンク７の上部の貯湯口７ａからタンク７内に戻す動作である。
【００１７】
ヒートポンプユニット１００の冷凍サイクル１０１において、圧縮機１から吐出された高温高圧のガス冷媒は水冷媒熱交換器２で給湯水回路２０１側へ放熱（水を加熱）しながら温度低下する。このとき高圧側冷媒圧力が臨界圧以上であれば、冷媒は超臨界状態のまま気液相転移しないで温度低下して放熱する。また、高圧側冷媒圧力が臨界圧以下であれば、冷媒は液化しながら放熱する。つまり、冷媒から放熱された熱を負荷側媒体（ここでは、給湯水回路２０１を流れる水）に与えることで給湯加熱（沸き上げ）を行う。給湯加熱をして水冷媒熱交換器２から流出した高圧低温の冷媒は、膨張弁３を通過する。
【００１８】
膨張弁３を通過した冷媒は、ここで低圧気液二相の状態に減圧される。膨張弁３を通過した冷媒は空気熱交換器４に流入し、そこで外気の空気から吸熱し、蒸発ガス化される。空気熱交換器４を出た低圧冷媒は圧縮機１に吸入されて循環し、冷凍サイクル１０１を形成する。
【００１９】
また、給湯水回路２０１側では、タンク７内の水が、ポンプ６によりタンク７の底部の取水口７ｂから導かれ、接続配管８ｄ～８ｆを通過して水冷媒熱交換器２内に搬送される。そして、ここで冷媒と熱交換して加熱（沸き上げ）され、接続配管８ａ～８ｃを通過してタンク７上部の貯湯口７ａからタンク７内に流入する。これにより、タンク７内は、上部が高温水で下部が低温水の状態となる。
【００２０】
次に、このヒートポンプ式給湯機での運転制御動作について説明する。
まず、回転数等で制御される圧縮機１の運転容量及びポンプ６の回転数は、後述の計測制御装置１０で算出される加熱能力に基づいて調整される。つまり、加熱能力及び出湯温度センサー９ｂで計測検知される水冷媒熱交換器２の水出口における水の温度（出湯温度）が、予め定められた目標値となるように調整制御される。その目標出湯温度は、使用者からリモコンにて指示される運転指令情報から設定されるか、あるいはリモコン内もしくは計測制御装置１０に設けられたマイコンにて過去の給湯使用量から算出される蓄熱エネルギー（貯湯量）を確保できるように設定される。また、目標出湯温度は、あらかじめ範囲が決められており、例えば６５℃から９０℃の範囲に設定されている。
【００２１】
そして、目標出湯温度範囲の最大値で所定の加熱能力を確保できれば、目標出湯温度の範囲内で所定の加熱能力を確保できる。したがって、水冷媒熱交換器２の加熱能力である圧縮機１の回転数は、上述したように例えば外気温度と給水温度とに基づき調整することで、どのような目標出湯温度においても所定の加熱能力を確保することができる。言いかえれば圧縮機１の出力は、どのような外部条件に対しても給湯機として要求されるお湯の温度を何時でも確保できる加熱能力を準備しており、この結果、常に所望の温度のお湯が給湯装置として得ることができる。また、圧縮機１の回転数は、圧縮機耐久性の観点から上限回転数および下限回転数が設けられている。
【００２２】
膨張弁３の開度は、吐出温度を所定値（目標吐出温度）になるように制御される。目標吐出温度は、目標出湯温度を確保できる温度とするため、目標出湯温度より高い温度、すなわち目標出湯温度＋α［℃］に設定されている。値αは、例えば外気温度や目標出湯温度の関数とする。このように目標出湯温度に応じた目標吐出温度とすることで、要求された出湯温度を確保することができる。また、圧縮機耐久性や冷凍機油劣化などの観点から、通常、吐出温度には上限温度が設けられている。
【００２３】
ポンプ６の回転数は、出湯温度が目標出湯温度となるように制御される。膨張弁３で吐出温度が目標出湯温度＋α［℃］に制御されるため、即ち冷凍サイクル１０１側の加熱能

力が一定に維持されているため、確実に出湯温度を確保することができる。

【００２４】

次に、本実施の形態のヒートポンプ式給湯機の特徴部分であるヒートポンプユニット１００の運転方法について説明する。

【００２５】

図２は、ヒートポンプユニット１００の運転開始からの経過時間に対するＣＯＰと加熱能力ｑの変化である。図２に示すように、ヒートポンプユニット１００のＣＯＰと加熱能力ｑは運転開始より数十分経過後に、一定値に近づき安定する。

図２に示すように、ＣＯＰと加熱能力ｑが安定するまでに時間を必要とするのは、ヒートポンプユニット１００の運転開始直後は、負荷媒体である水を加熱すると同時に、圧縮機１、水冷媒熱交換器２を加熱する必要があるためである。ヒートポンプユニット１００の運転開始前は、圧縮機１、水冷媒熱交換器２は外気温度と同等温度にある。ヒートポンプユニット１００の運転開始直後は、高温高圧のガス冷媒は水を加熱すると同時に、圧縮機１、水冷媒熱交換器２を加熱する必要がある。そのため、運転開始直後は負荷媒体である水を加熱できる熱量が少なくなり、ヒートポンプユニット１００の加熱能力ｑが小さくなる。ヒートポンプユニット１００に投入する電気入力は、運転開始直後と安定時は同等であるため、運転開始直後は安定時に比べＣＯＰが低い運転状態になる。

【００２６】

特に、家庭用ヒートポンプ式給湯機では、圧縮機１に圧縮した冷媒を圧縮機シェル内に放出する高圧シェルタイプの圧縮機を用い、冷媒として二酸化炭素を用いている場合が多い。冷媒が二酸化炭素である場合、冷凍サイクル１０１内の高圧側が臨界圧力（約７．４ＭＰａ）以上となるため、設計圧力が高くなり、圧縮機シェルの板厚（肉厚）が厚くなる。よって、圧縮機シェルの熱容量が大きくなり、冷媒が圧縮機１を加熱する熱量が他の冷凍機器に比べ大きくなり、ＣＯＰと加熱能力ｑが安定するまでに必要となる時間も増加する。

【００２７】

以上のように、運転開始直後のＣＯＰと加熱能力が安定するまでに必要な時間は、ヒートポンプユニット１００の運転方法などにより短縮することができるが、省略することはできない。このため、ヒートポンプユニット１００の沸き上げ運転時間が短いほど、沸き上げ運転時間に対する運転開始からＣＯＰや加熱能力が安定するまでに必要とする時間の割合が大きくなり、沸き上げ運転時間の平均ＣＯＰ、平均加熱能力が低下することになる。

【００２８】

さらに、ヒートポンプユニット１００の運転中に外気温度が低く、空気熱交換器４を通過する冷媒の温度が０℃以下になると、空気熱交換器４に着霜して加熱能力ｑが減少するため、除霜運転を実施する必要がある。除霜運転終了後の運転再開時も同様に、ヒートポンプユニット１００のＣＯＰと加熱能力ｑは安定時に比べて低くなる。この除霜運転は沸き上げ運転が終了するまで、所定の条件を満たした場合、例えば蒸発温度センサー９ｆが所定温度を所定時間検出した場合に実施される。そのため、除霜運転を実施するような外気温度にある場合、除霜運転を実施しない場合に比べ、沸き上げ運転時間の平均ＣＯＰ、平均加熱能力が低下することになる。

【００２９】

そこで、本実施の形態では、深夜から早朝にかけて電力料金が割安になる深夜電力時間帯の開始時刻から終了時刻までヒートポンプユニット１００を運転することでタンクに所定の貯湯量を確保できる加熱能力ｑに所定の定数を乗じる、もしくは加えることで増加させた加熱能力ｑ’で、深夜電力時間帯の開始時刻にヒートポンプユニット１００の運転を開始する。

【００３０】

図３は、本発明の実施の形態に係るヒートポンプユニット１００の沸き上げ運転方法を示すフローチャートである。

まず、ステップＳ－１において、計測制御装置１０は、一定時間ごとにタンクユニット２００に設置したタンク内蓄熱量算出手段、例えばタンク７に設置した貯湯温度センサー９ｇ～９ｊにより検知したタンク７内の水温により、タンク内の蓄熱量（Ｑｒ）を算出する。

【００３１】

次に、ステップＳ－２において、計測制御装置１０は、目標蓄熱量Ｑを算出する。目標蓄熱量Ｑの算出は、使用者が決定するヒートポンプ給湯機の運転モードに対応する蓄熱量であっても良いし、計測制御装置１０内の記憶手段に記憶された過去数日間の使用熱量から算出されるものであっても良い。

【００３２】

目標蓄熱量Ｑの算出後、ステップＳ－３において、計測制御装置１０は、目標出湯温度Ｔａを算出する。

ここで目標出湯温度Ｔａは、タンク７内の沸き上げ可能水量算出手段により検出された沸き上げ可能水量をＬ［Ｌ］、目標出湯温度をＴａ［℃］、入水温度センサー９ａにより検出された水温をＴｂ［℃］、目標蓄熱量をＱ［ｋＪ］、タンク内蓄熱量をＱｒ［ｋＪ］、水の比熱をＣｐ［ｋＪ／ｋｇ・Ｋ］、水の密度をＤ［ｋｇ／m^3］とし、以下の（式１）を満たし、あらかじめ決められた範囲内の出湯温度とする。

Ｔａ≧Ｔｂ＋（Ｑ－Ｑｒ）／（Ｃｐ×Ｄ×Ｌ）　　　　　　　　（式１）

ここで、沸き上げ可能水量算出手段とは、例えば貯湯温度センサー９ｇ～９ｊにより検知したタンク７内の水温より算出するか、計測制御装置１０内の記憶手段に記憶された過去数日間のタンクの使用水量から算出する。

【００３３】

次にステップＳ－４において、計測制御装置１０は、以下の（式２）と（式３）とにより、ヒートポンプユニット１００を循環する水の流量Ｇｗ［ｋｇ／ｓ］と、ヒートポンプユニット１００の加熱能力ｑ［ｋＷ］を算出する。ここでｔ［ｓ］は沸き上げ運転時間であり、計測制御装置１０が検出した現在時刻から深夜電力時間帯の終了時刻までの時間である。検出時刻が午後１０時、終了時刻が午前７時とすれば９時間＝３２４００秒となる。

Ｇｗ＝（Ｑ－Ｑｒ）／｛（Ｔａ－Ｔｂ）×Ｃｐ×ｔ｝　　　　　　（式２）

ｑ＝Ｇｗ×Ｃｐ×（Ｔａ－Ｔｂ）＝（Ｑ－Ｑｒ）／ｔ　　　　　（式３）

運転開始時直後の加熱能力の低い運転状態を考慮した、ヒートポンプユニット１００の加熱能力ｑ’［ｋＷ］は、（式３）により算出された加熱能力ｑに所定の定数Ｃを乗じた値であり、（式４）により算出される。

ｑ’＝Ｃ×ｑ＝（Ｃ×Ｇｗ）×Ｃｐ×（Ｔａ－Ｔｂ）＝Ｇｗ×Ｃｐ×（（Ｃ×Ｔａ）－Ｔｂ））　　　　　（式４）

（式４）では、所定の定数Ｃを（式１）で定める目標出湯温度Ｔａ、（式２）で定める水の流量Ｇｗのどちらかに乗じた形で表した。つまり、加熱能力ｑを所定の定数Ｃだけ乗じて増加させた加熱能力ｑ’は、目標出湯温度Ｔａか水の流量Ｇｗに定数Ｃだけ乗じて増加させた値となる。また、（式３）により算出された加熱能力ｑに所定の定数Ｃ’を加えて増加させた加熱能力ｑ’は（式５）により算出される。

ｑ’＝Ｃ’＋ｑ＝Ｇｗ’×Ｃｐ×（Ｔａ－Ｔｂ）＝Ｇｗ×Ｃｐ×（Ｔａ’－Ｔｂ）　　　　　（式５）

（式５）の水の流量Ｇｗ’［ｋｇ／ｓ］と目標出湯温度Ｔａ’［℃］は以下の（式６）と（式７）により算出される。

Ｇｗ’＝Ｇｗ＋Ｃ’／｛（Ｔａ－Ｔｂ）×Ｃｐ｝　　　　　　　　（式６）

Ｔａ’＝Ｔａ＋Ｃ’／（Ｇｗ×Ｃｐ）　　　　　　　　　　　　　（式７）

ここで、（式４）で示した所定の定数Ｃと、（式５）～（式７）で示した所定の定数Ｃ’は一定値としても良いし、外気温度や加熱能力の関数としても良い。

加熱能力ｑ’を算出後、計測制御装置１０は、算出された加熱能力ｑ’を満たすように、圧縮機１の運転周波数、膨張弁３の開度、送風ファン５の回転数、ポンプ６の回転数を

決定する。

【００３４】

次に、ステップＳ－５において、計測制御装置１０は、時刻が深夜電力時間帯であるかをタイマーなどによって判断する。

深夜電力時間帯が午後１１時から午前７時であるとき、検出時刻が午後１０時である場合はステップＳ－１に戻り、検出時刻が午後１１時である場合はステップＳ－６に進む。

【００３５】

次に、ステップＳ－６において、計測制御装置１０は、ステップＳ－４で算出された加熱能力ｑ’が、ヒートポンプユニット１００の圧縮機１が下限回転数で運転されるときの最低加熱能力ｑｍｉｎ以上であるかを判断する。

最低加熱能力ｑｍｉｎ以上と判断された場合は、ヒートポンプユニット１００の運転を開始する。

【００３６】

加熱能力ｑ’が最低加熱能力ｑｍｉｎ以下である場合はヒートポンプユニット１００を運転できないため、ステップＳ－７において、最低加熱能力ｑｍｉｎでヒートポンプユニット１００を運転した場合に、目標蓄熱量Ｑを確保できる運転開始時刻を算出する。

運転開始時刻を算出するために、まず、以下の（式８）で、最低加熱能力における運転時間ｔｍｉｎを求める。ここで、最低加熱能力での運転時間をｔｍｉｎ［ｓ］、最低加熱能力をｑｍｉｎ［ｋＷ］とする。

ｔｍｉｎ＝（Ｑ－Ｑｒ）／ｑｍｉｎ　（式８）

最低加熱能力で運転した場合も、運転開始直後は、安定時に比べて小さい加熱能力で加熱する時間があるため、目標蓄熱量を確保するためには、ｔｍｉｎに所定の定数Ｂを乗じて運転時間を長くする必要がある。そのため、運転開始時直後の加熱能力の低い運転状態を考慮した最低加熱能力ｑｍｉｎでの運転時間ｔｍｉｎ’［ｓ］は以下の（式９）で算出する。

ｔｍｉｎ’＝Ｂ×ｔｍｉｎ＝Ｂ×（Ｑ－Ｑｒ）／ｑｍｉｎ　（式９）

また、運転開始時直後の加熱能力の低い運転状態を考慮した最低加熱能力ｑｍｉｎでの運転時間ｔｍｉｎ’［ｓ］は所定の定数Ｂ’を加えても良い。このときの運転時間ｔｍｉｎ’［ｓ］は以下の（式１０）で算出する。

ｔｍｉｎ’＝Ｂ’×ｔｍｉｎ＝Ｂ’×（Ｑ－Ｑｒ）／ｑｍｉｎ　（式１０）

ここで、（式９）で示した所定の定数Ｂと、（式１０）で示した所定の定数Ｂ’は一定値としても良いし、外気温度や加熱能力の関数としても良い。

（式９）、または（式１０）で算出したｔｍｉｎ’［ｓ］が２１６００秒＝６時間で、深夜電力時間帯の終了時刻が午前７時であるときは、最低加熱能力ｑｍｉｎ［ｋＷ］における運転開始時刻は午前１時となる。

【００３７】

最低加熱能力ｑｍｉｎにおける運転開始時刻算出後、ステップＳ－８において、最低加熱能力運転における開始時刻であるかを判断し、開始時刻であれば、ステップＳ－９において最低加熱能力ｑｍｉｎでヒートポンプユニット１００の運転を開始する。

【００３８】

ヒートポンプユニット１００の運転開始後、ステップＳ－１０において、計測制御装置１０は所定時間ごと、例えば１時間ごとに、時刻が深夜電力時間帯終了時刻であるかをタイマーなどによって判断する。深夜電力時間帯の終了時刻と判断された場合は、ヒートポンプユニット１００の運転を停止させ、沸き上げ運転が終了する。

【００３９】

ここで、ステップＳ－６からステップＳ－８までは、ヒートポンプユニット１００が最低加熱能力ｑｍｉｎを持つ場合に、目標蓄熱量Ｑを確保することができる手段として有効であるが、圧縮機１に下限回転数がなく、最低加熱能力ｑｍｉｎがない場合は必要のない手段であり、ステップＳ－５からステップＳ－９に進む。

【００４０】

ヒートポンプユニット１００の運転中に除霜運転を実施した場合、除霜運転中はポンプ６が停止して加熱能力が発生しないため、除霜運転終了後にステップＳ－４で算出した加熱能力ｑ’でヒートポンプユニット１００の運転を継続した場合、深夜電力時間帯内に必要貯湯量を確保できなくなる。そこで、除霜運転を実施した場合には、除霜運転終了後にステップＳ－１に戻り、再度算出した加熱能力ｑ’で沸き上げ運転を継続する。これにより、除霜運転を実施する場合にも必要な貯湯量を確保することができる。

【００４１】

また、深夜電力時間帯の開始時刻から終了時刻にかけて外気温度は低下するため、ステップＳ－４において計測制御装置１０により定めた圧縮機１の運転周波数、膨張弁３の開度、送風ファン５の回転数によりヒートポンプユニット１００の運転を継続した場合は、加熱能力ｑ’が減少していくことがある。そこで、所定時間ごと、例えば１時間ごとステップＳ－１に戻り、再度、加熱能力ｑ’を算出し、再度算出した加熱能力ｑ’によりヒートポンプユニット１００を運転することで、タンク７内に確実に必要貯湯量を確保することができる。

【００４２】

本発明の実施の形態によれば、ヒートポンプ式給湯機でタンク７に貯湯する沸き上げ運転時に、ヒートポンプ式給湯機の加熱能力ｑ’を、目標蓄熱量からタンク７内の蓄熱量を減じた熱量を、深夜電力時間帯の開始時刻から終了時刻までの時間で除した加熱能力に、所定の定数を乗じた、もしくは加えた加熱能力とし、深夜電力時間帯の開始時刻より運転を開始することで、運転時間平均ＣＯＰを向上させ、必要な熱量を深夜電力時間帯内に確保することができる。

【００４３】

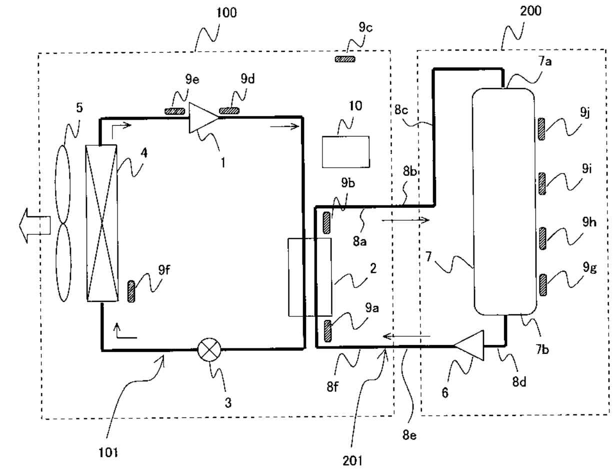
また、本実施の形態のようにヒートポンプ式給湯機を運転すると、短時間に沸き上げ運転を完了する場合に比べ、空気熱交換器４における冷媒圧力が高い状態で運転することができる。すなわち、空気熱交換器４を通過する冷媒温度が高くなるため、空気熱交換器４に着霜しにくくなり、除霜運転を実施する回数を少なくすることができる。そのため、短時間に沸き上げ運転を完了する場合に比べて、ヒートポンプ式給湯機の運転時間平均ＣＯＰを向上させることができる。

【符号の説明】

【００４４】

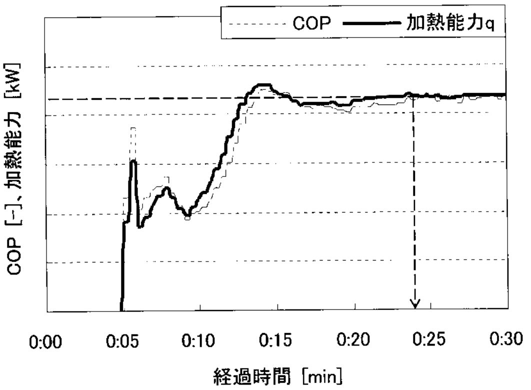
１　圧縮機、２　水冷媒熱交換器、３　膨張弁、４　空気熱交換器、５　送風ファン、６　ポンプ、７　タンク、７ａ　貯湯口、７ｂ　取水口、８ａ～８ｆ　接続配管、９ａ　入水温度センサー、９ｂ　出湯温度センサー、９ｃ　外気温度センサー、９ｄ　吐出温度センサー、９ｅ　吸入温度センサー、９ｆ　蒸発温度センサー、９ｇ～９ｊ　貯湯温度センサー、１０　計測制御装置、１００　ヒートポンプユニット、１０１　冷凍サイクル。

【図１】

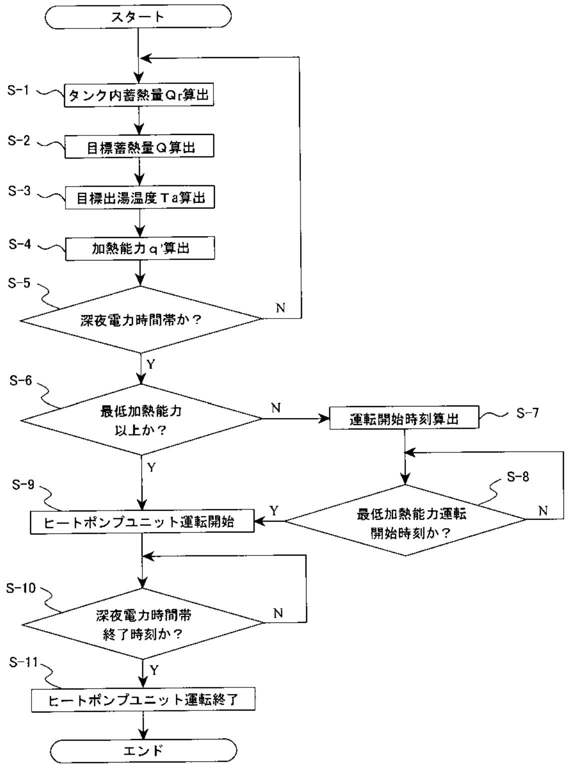


１：圧縮機
２：水冷媒熱交換器
３：膨張弁
４：空気熱交換器
５：送風ファン
６：ポンプ
７：タンク
７ａ：貯湯口
７ｂ：取水口
８ａ～８ｆ：接続配管
９ａ：入水温度センサー
９ｂ：出湯温度センサー
９ｃ：外気温度センサー
９ｄ：吐出温度センサー
９ｅ：吸入温度センサー
９ｆ：蒸発温度センサー
９ｇ～９ｊ：貯湯温度センサー
１０：計測制御装置
１００：ヒートポンプユニット
１０１：冷凍サイクル（冷媒回路）
２００：タンクユニット
２０１：給湯水回路（給湯回路）

【図２】



【図３】



フロントページの続き

(72)発明者　野本　宗
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　磯野　一明
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　森下　国博
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内