

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4642100号

(P4642100)

(45) 発行日 平成23年3月2日(2011.3.2)

(24) 登録日 平成22年12月10日(2010.12.10)

(51) Int.Cl.

F 1

F 2 5 B 47/02 (2006.01)

F 2 5 B 47/02 5 7 0 B

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2008-223531 (P2008-223531)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成20年9月1日(2008.9.1)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2010-60150 (P2010-60150A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成22年3月18日(2010.3.18)	(74) 代理人	100085198
審査請求日	平成20年9月1日(2008.9.1)		弁理士 小林 久夫
		(74) 代理人	100098604
			弁理士 安島 清
		(74) 代理人	100061273
			弁理士 佐々木 宗治
		(74) 代理人	100070563
			弁理士 大村 昇
		(74) 代理人	100087620
			弁理士 高梨 範夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヒートポンプ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧縮機、凝縮器、膨張手段、蒸発器が順次接続された冷媒回路を有するヒートポンプ装置であって、

前記凝縮器の飽和温度を検出する凝縮温度検出手段と、

前記蒸発器の飽和温度を検出する蒸発温度検出手段と、

前記凝縮温度検出手段の検出値から推算した暖房能力を前記凝縮温度検出手段の検出値と前記蒸発温度検出手段の検出値の差または前記差から推算した消費電力で除した値により、運転効率を推測する制御部と、を有し、

前記制御部は、

推測した前記運転効率が、前記運転効率を運転開始から現時点まで平均した値から現時点で除霜運転を行った場合の運転開始から除霜運転終了までの平均運転効率を推算した値まで低下した場合に除霜運転を開始する

ことを特徴とするヒートポンプ装置。

【請求項2】

圧縮機、凝縮器、膨張手段、蒸発器が順次接続された冷媒回路を有するヒートポンプ装置であって、

前記凝縮器の飽和温度を検出する凝縮温度検出手段と、

前記圧縮機の運転電流を検出する圧縮機運転電流検出手段と、

前記凝縮温度検出手段の検出値から推算した暖房能力を前記圧縮機運転電流検出手段の

検出値または前記検出値から推算した消費電力で除した値により、運転効率を推測し、推測した前記運転効率が、前記運転効率を運転開始から現時点まで平均した値から現時点で除霜運転を行った場合の運転開始から除霜運転終了までの運転効率を推算した値まで低下した際に除霜運転を開始する制御部と、を有する

ことを特徴とするヒートポンプ装置。

【請求項 3】

前記圧縮機の運転時間を計測する圧縮機運転時間計測手段を備え、

前記制御部は、

前記圧縮機運転時間計測手段の検出時間が所定の時間以上となった場合に前記請求項 1 又は 2 に記載の態様に行い、除霜運転を開始する

10

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のヒートポンプ装置。

【請求項 4】

前記除霜運転が開始されて終了した後の運転において、

前記所定の時間は、

前記除霜運転時間に基づいて決定される

ことを特徴とする請求項 3 に記載のヒートポンプ装置。

【請求項 5】

前記制御部は、

推測した前記運転効率が所定の値まで低下した場合で、かつ、前記運転効率が所定の値を一定時間連続で下回った場合に除霜運転を開始する

20

ことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載のヒートポンプ装置。

【請求項 6】

前記制御部は、

前記運転効率が所定の値を下回った場合で、かつ、前記運転効率の一定時間内における変化量が予め設定された値を一定時間連続で下回った場合に除霜運転を開始する

ことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載のヒートポンプ装置。

【請求項 7】

前記制御部は、

前記運転効率が所定の値を下回った場合で、かつ、前記蒸発温度の一定時間内における変化量が予め設定された値を一定時間連続で下回った場合に除霜運転を開始する

30

ことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載のヒートポンプ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、除霜運転が可能なヒートポンプ装置に関し、特に蒸発器への着霜による性能低下を正確に検知し、最適なタイミングで除霜運転を開始させる除霜開始判定制御処理を実行するヒートポンプ装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

通常、ヒートポンプ装置における蒸発器では、蒸発温度が 0℃以下で、かつ、空気の露点温度以下の場合、蒸発器表面に霜が成長する着霜現象が起きる。このような着霜現象が起きると、蒸発器における通風抵抗の増加及び熱抵抗の増加を招くことになり、蒸発器での運転効率が低下してしまうことになる。そこで、ヒートポンプ装置では、圧縮機からの吐出冷媒を蒸発器に導き、蒸発器表面に成長した霜を取り除く除霜運転（デフロスト運転）が必要となってくる。

40

【0003】

従来から、蒸発器に付着した霜を溶解させる除霜運転を実行できるヒートポンプ装置が存在する。そのようなものとして、「COP(成績係数)の平均値が最大になるように、デフロストの突入タイミングを定めている空気調和機」が提案されている（たとえば、特許文献 1 参照）。この空気調和機は、暖房運転中に室内熱交温度と室内温度と電流値を用い

50

て平均COPを算出し、今回の平均COPが前回の平均COPよりも小さくなったときにデフロストの開始を指令するものである。

【0004】

【特許文献1】特開平10-111050号公報（第3頁、第3図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載の空気調和機においては、室内熱交温度、室内空気温度及び圧縮機入力を用いて平均COPを推算し、平均COPが下がり始めたところで除霜運転を開始するものである。しかしながら、能力を室内熱交温度と室内空気温度との差としているため、着霜につれて室内熱交温度が低下し、かつ、室内空気温度も低下してしまうことになる。そのため、能力一定で圧縮機入力だけが低下し、逆にCOPは上がってしまうという誤判定する可能性がある。

10

【0006】

また、特許文献1に記載の空気調和機においては、除霜開始を判定する際に、除霜運転については考慮されていないか、前回の除霜運転時のCOPを用いるようになっている。除霜運転を考慮していない場合は、除霜運転も含めた1サイクル平均COPが悪くなってしまう可能性がある。前回の除霜運転時のCOPを用いている場合も、前回の除霜運転時のCOPは前回の暖房運転に対するものであり、運転状況及び負荷等が変わっている今回の暖房運転に適用した場合、COPとしては悪くなってしまう可能性がある。

20

【0007】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、最も効率がよくなる（COPが最大となる）最適なタイミングで除霜運転開始を可能としたヒートポンプ装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係るヒートポンプ装置は、圧縮機、凝縮器、膨張手段、蒸発器が順次接続された冷媒回路を有するヒートポンプ装置であって、前記凝縮器の飽和温度を検出する凝縮温度検出手段と、前記蒸発器の飽和温度を検出する蒸発温度検出手段と、前記凝縮温度検出手段の検出値から推算した暖房能力を前記凝縮温度検出手段の検出値と前記蒸発温度検出手段の検出値の差または前記差から推算した消費電力で除した値により、運転効率を推測する制御部と、を有し、前記制御部は、推測した前記運転効率が、前記運転効率を運転開始から現時点まで平均した値から現時点で除霜運転を行った場合の運転開始から除霜運転終了までの平均運転効率を推算した値まで低下した場合に除霜運転を開始することを特徴とする。

30

【0009】

本発明に係るヒートポンプ装置は、圧縮機、凝縮器、膨張手段、蒸発器が順次接続された冷媒回路を有するヒートポンプ装置であって、前記凝縮器の飽和温度を検出する凝縮温度検出手段と、前記圧縮機の運転電流を検出する圧縮機運転電流検出手段と、前記凝縮温度検出手段の検出値から推算した暖房能力を前記圧縮機運転電流検出手段の検出値または前記検出値から推算した消費電力で除した値により、運転効率を推測し、推測した前記運転効率が、前記運転効率を運転開始から現時点まで平均した値から現時点で除霜運転を行った場合の運転開始から除霜運転終了までの運転効率を推算した値まで低下した際に除霜運転を開始する制御部と、を有することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明に係るヒートポンプ装置によれば、凝縮温度と蒸発温度から暖房COPを正確に推算し、かつ、除霜運転を含めた1サイクル平均COPを推算することにより、1サイクル平均COPが最もよくなる最適なタイミングで除霜運転を開始することが可能となり、省エネとなる。

50

【0011】

本発明に係るヒートポンプ装置によれば、圧縮機の運転電流から暖房COPを正確に推算し、かつ、除霜運転を含めた1サイクル平均COPを推算することにより、1サイクル平均COPが最もよくなる最適なタイミングで除霜運転を開始することが可能となり、省エネとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。
実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係るヒートポンプ装置100の冷媒回路構成を示す概略構成図である。図1に基づいて、ヒートポンプ装置100の冷媒回路構成及び動作について説明する。このヒートポンプ装置100は、冷媒を循環させることで、冷房運転あるいは暖房運転を実行するものである。なお、図1を含め、以下の図面では各構成部材の大きさの関係が実際のものとは異なる場合がある。

【0013】

図1に示すように、ヒートポンプ装置100は、圧縮機1と、凝縮器2と、膨張手段3と、蒸発器4と、を冷媒配管15で順次直列に接続して構成されている。また、凝縮器2の近傍には凝縮器用ファン5及び凝縮温度検出手段11が、蒸発器4の近傍には蒸発器用ファン6及び蒸発温度検出手段12が、それぞれ設けられている。さらに、凝縮温度検出手段11及び蒸発温度検出手段12が検出した検出値は、ヒートポンプ装置100の全体を統括制御する制御部50に送られるようになっている。

【0014】

圧縮機1は、冷媒配管15を流れる冷媒を吸入し、その冷媒を圧縮して高温・高圧の状態とするものである。凝縮器2は、冷媒配管15を導通する冷媒と空気との間で熱交換を行ない、冷媒を凝縮するものである。膨張手段3は、冷媒配管15を導通する冷媒を減圧して膨張させるものである。この膨張手段3は、たとえば電子膨張弁等で構成するとよい。蒸発器4は、冷媒配管15を導通する冷媒と空気との間で熱交換を行ない、その冷媒を蒸発するものである。凝縮器用ファン5は、凝縮器2に空気を供給するものである。蒸発器用ファン6は、蒸発器4に空気を供給するものである。凝縮温度検出手段11は、凝縮器2の飽和温度を検出するものである。蒸発温度検出手段12は、蒸発器4の飽和温度を検出するものである。

【0015】

制御部50は、マイクロコンピュータ等で構成されており、上述した各検出手段からの検出値（凝縮温度検出手段11で検出された凝縮温度情報、及び、蒸発温度検出手段12で検出された蒸発温度情報）に基づいて圧縮機1の駆動周波数、凝縮器用ファン5及び蒸発器用ファン6の回転数、冷媒の流路切替装置である四方弁（図示省略）の切替、及び、膨張手段3の開度を制御する機能を有している。なお、制御部50については、図2で詳細に説明するものとする。

【0016】

ここで、ヒートポンプ装置100の動作について簡単に説明する。

ヒートポンプ装置100が運転を開始すると、まず圧縮機1が駆動される。そして、圧縮機1で圧縮された高温・高圧のガス冷媒は、圧縮機1から吐出され凝縮器2に流入する。この凝縮器2では、流入したガス冷媒が、流体に放熱しながら凝縮し、低温・高圧の冷媒となる。この冷媒は、凝縮器2から流出し、膨張手段3で減圧され、気液二相冷媒となる。この気液二相冷媒は、蒸発器4に流入する。蒸発器4に流入した冷媒は、流体から吸熱することで、蒸発ガス化する。この冷媒は、蒸発器4から流出し、圧縮機1に再度吸入される。また、ヒートポンプ装置100の運転中、凝縮温度検出手段11及び蒸発温度検出手段12からの検出値が制御部50に送られている。

【0017】

図2は、ヒートポンプ装置100の電氣的な概略構成を示すブロック図である。図2に

に基づいて、制御部 50 の機能について詳細に説明する。図 2 に示すように、制御部 50 は、メモリ 51 と、演算部 52 と、を有している。凝縮温度検出手段 11 あるいは蒸発温度検出手段 12 で検出された検出値は、制御部 50 のメモリ 51 へ送られ、格納される。メモリ 51 に格納された検出値は、演算部 52 によって演算される。つまり、制御部 50 は、メモリ 51 及び演算部 52 での算出結果情報に基づいて、圧縮機 1、四方弁（図示省略）、膨張手段 3、凝縮器用ファン 5、及び、蒸発器用ファン 6 の各駆動部へ制御信号を送るようになっている。

【0018】

この場合、暖房運転時の運転効率を表す瞬間 $COP = COP$ を凝縮温度 T_c 、蒸発温度 T_e を用いて下記式（1）から推算するものとする。なお、式（1）は、カルノー効率の定義式である。消費電力は、 $T_c - T_e$ で推算したものである。

式（1）

$$COP = (T_c + 273.15) / (T_c - T_e)$$

【0019】

図 3 は、時間と COP との関係を示すグラフである。図 3 に基づいて、ヒートポンプ装置 100 の時間と COP との関係について説明する。図 3 では、横軸が時間を、縦軸が COP をそれぞれ表している。蒸発器 4 での冷媒と空気との熱交換においては、冷媒の温度が 0°C 以下で空気の露点温度以下である場合は、空気中に含まれる水分が蒸発器 4 へ付着し、霜へと成長する着霜現象が発生する。蒸発器 4 での着霜現象が進むと、通風抵抗の増加及び熱抵抗の増加により、蒸発器 4 における熱交換量が減少し、図 3 に示すように瞬間 COP が低下するため、除霜運転が必要となってくる。

【0020】

式（1）に示した瞬間 $COP = COP$ は、着霜とともに T_c よりも T_e の低下が大きく、着霜による瞬間 COP の低下を正確に捉えることができる。たとえば、凝縮温度 T_c については、運転開始時に $T_c = 49^\circ\text{C}$ であったものが除霜開始直前には $T_c = 47^\circ\text{C}$ となり約 2°C 低下することになる。それに対し、蒸発温度 T_e は、運転開始時に $T_e = -2^\circ\text{C}$ であったものが除霜開始直前には $T_e = -6$ となり約 4°C 低下し、着霜とともに COP が低下することになる。

【0021】

図 4 は、時間と COP との関係を示すグラフである。図 4 に基づいて、ヒートポンプ装置の 1 サイクル平均 COP について説明する。除霜運転を伴う運転の場合の運転効率は、図 4 に示すように通常運転開始から除霜運転終了までを 1 サイクルとし、その 1 サイクル平均 COP により評価される。すなわち、1 サイクル平均 COP が最も高くなるタイミングで除霜運転を開始することが重要となり、このタイミングで除霜運転を開始すれば省エネを効果的に実現できることになる。

【0022】

図 5 は、ヒートポンプ装置 100 の除霜開始判定制御に関する処理の流れの一例を示すフローチャートである。図 6 は、瞬間 COP と平均 COP との関係を示すグラフである。図 7 は、瞬間 COP と 1 サイクル平均 COP との関係を示すグラフである。図 8 は、瞬間 COP と平均 COP との関係を示すグラフである。図 9 は、ヒートポンプ装置 100 の除霜開始判定制御に関する処理の流れの他の一例を示すフローチャートである。図 5～図 9 に基づいて、ヒートポンプ装置 100 の除霜開始判定制御に関する処理の流れについて説明する。図 6～図 8 では、横軸が時間を、縦軸が COP を、それぞれ表している。

【0023】

ヒートポンプ装置 100 が運転を開始すると、制御部 50 は、凝縮温度検出手段 11 で検出された検出値である凝縮温度 T_c 、及び、蒸発温度検出手段 12 で検出された値である除霜温度 T_e から上記式（1）で表される瞬間 $COP = COP$ の演算を行なう（ステップ S101）。その後、図 6 に示すように通常運転開始から現時点までの平均 $COP = COP_AVE$ を計算する（ステップ S102）。図 7 に示すように 1 サイクル $COP = COP_CYCLE$ が最も高くなる除霜開始タイミングは、瞬間 $COP = COP$ が着霜

10

20

30

40

50

により1サイクル平均COP=COP__CYCLEまで低下したときである。

【0024】

現時点で除霜運転を開始したときの1サイクル平均COP=COP__CYCLEは、通常運転開始から現時点までの平均COP=COP__AVEを用いて下記式(2)のように表される。

式(2)

$$COP_CYCLE = C \times COP_AVE$$

【0025】

上記式(2)の右辺におけるCは、図7に示すように除霜運転による平均COPの低下を考慮したものである。このCについては、予め設定されている定数であってもよい。たとえば、除霜により1サイクル平均COPが暖房運転時の平均COP=COP__AVEの96%となる場合は、 $C = 0.96$ となる。これは、除霜方式、機器のスペックにより最適値は異なるため、その都度最適値に設定してもよい。

10

【0026】

現時点で除霜運転を開始した場合の1サイクル平均COPを上記式(2)から算出し、現時点の瞬間COP=COPと比較する(ステップS103)。比較した結果、下記式(3)に示すような関係が成立したら除霜運転を開始する(ステップS103; YES)。一方、下記式(3)が成立していない場合は(ステップS103; NO)、ステップS101に戻り、前記工程を繰り返す。

式(3)

$$COP = COP_CYCLE$$

20

【0027】

ステップS103においては、図8に示すように、現時点の瞬間COPが、1サイクル平均COPではなく現時点までの平均COP=COP__AVEまで低下したときに除霜運転を開始するようにしてもよい。このときのフローチャートは、図9に示す通りで、ステップS203においては、下記式(4)が成立したときに除霜運転を開始することになる。なお、それ以外のステップについては、図5と同様である。

式(4)

$$COP = COP_AVE$$

【0028】

図10は、ヒートポンプ装置100に圧縮機運転時間計測手段13を備えた状態の冷媒回路構成を示す概略構成図である。図11は、ヒートポンプ装置100の瞬間COPと1サイクル平均COPとの関係を示すグラフである。図10及び図11に基づいて、圧縮機1の運転時間がある一定時間を経過した後に除霜開始判定を行なう場合について説明する。図10に示すように、圧縮機1には圧縮機運転時間計測手段13が設けられている。この圧縮機運転時間計測手段13での計測時間は、制御部50に送られるようになっている。

30

【0029】

ある一定時間とは、圧縮機1の起動直後は、冷凍サイクルが安定していないため、圧縮機1の起動から冷凍サイクルが十分安定するまでの時間、たとえば20分程度に設定してもよいし、除霜開始判定に問題なければ更に短く設定してもよい。したがって、図10及び図11から、ヒートポンプ装置100は、圧縮機1の駆動時間がある一定時間を経過した後に除霜開始判定を行なうようにしてもよい。なお、ある一定時間は、変更できるようにしておくともよい。

40

【0030】

たとえば、前回の除霜時間が5分以下であれば、ある一定時間を30分、前回の除霜時間が5分以上であれば、ある一定時間を20分とそれぞれ設定すれば、着霜量により、判定開始時間を変えることができる。

【0031】

図12は、ヒートポンプ装置100の瞬間COPと1サイクル平均COPとの関係を示

50

すグラフである。図13は、ヒートポンプ装置100の除霜開始判定制御に関する処理の流れの更に他の一例を示すフローチャートである。図12及び図13に基づいて、瞬間 $COP = COP$ が1サイクル平均 $COP = COP_CYCLE$ をある一定時間連続して下回った場合に除霜運転を開始する場合の処理の流れについて説明する。図12では、横軸が時間を、縦軸が COP を、それぞれ表している。なお、図13で特段の説明をしていない部分は、図5で説明した内容と同様である。

【0032】

ヒートポンプ装置100は、図12に示すように瞬間 $COP = COP$ が1サイクル平均 $COP = COP_CYCLE$ をある一定時間連続して下回った場合に除霜運転を開始するようにしてもよい。このときのフローチャートは、図13に示すとおりである。ステップS304でタイマTIMERをカウントし、ステップS305でタイマTIMERがある一定時間 t を経過したと判定されれば除霜運転を開始する（ステップS305；YES）。一定時間 t を経過する前にステップS303の条件を外れた場合は（ステップS303；NO）、タイマTIMERをリセットし、判定をやり直す。このようにすることで、ノイズ等の急激な変化で瞬間 $COP = COP$ が1サイクル平均 $COP = COP_CYCLE$ を下回った場合に、誤った除霜運転開始を避けることが可能となる。

【0033】

図14は、ヒートポンプ装置100の COP の時間変化量と時間との関係を示すグラフである。図15は、ヒートポンプ装置100の除霜開始判定制御に関する処理の流れの更に他の一例を示すフローチャートである。図14及び図15に基づいて、瞬間 $COP = COP$ が1サイクル平均 $COP = COP_CYCLE$ を下回り、かつ、瞬間 $COP = COP$ のある一定時間内における変化量 ΔCOP または蒸発温度 T_e のある一定時間内における変化量 ΔT_e が予め設定された値 X を一定時間 t 連続で下回った場合に除霜運転を開始する際の処理の流れについて説明する。図14では、横軸が時間を、縦軸が ΔCOP または ΔT_e を、それぞれ表している。なお、図15で特段の説明をしていない部分は、図5で説明した内容と同様である。

【0034】

ヒートポンプ装置100は、瞬間 $COP = COP$ が1サイクル平均 $COP = COP_CYCLE$ を下回り、かつ、図14に示すように瞬間 $COP = COP$ のある一定時間内における変化量 ΔCOP または蒸発温度 T_e のある一定時間内における変化量 ΔT_e が予め設定された値 X を一定時間 t 連続で下回った場合に除霜運転を開始するようにしてもよい。このときのフローチャートは、図15に示すとおりである。ステップS404で ΔCOP または ΔT_e が X を下回ったら（ステップS404；YES）、ステップS405でタイマTIMERのカウントを開始し、ステップS406でタイマTIMERがある一定時間 t 経過したと判定されれば除霜運転を開始する（ステップS406；YES）。

【0035】

一定時間 t 経過する前にステップS403またはステップS404の条件を外れた場合は（ステップS403；NOまたはステップS404；NO）、タイマTIMERをリセットし、判定をやり直す。このようにすることで、ノイズ等の急激な変化や圧縮機周波数変化、負荷変動による一時的な COP 変化で、誤った除霜運転開始を避けることが可能となる。なお、この実施の形態1における凝縮温度検出手段11としては、サーミスタで直接温度を測定する手段でもよいし、圧力センサから凝縮温度を換算する手段でもよいし、その他凝縮温度が推定できる手段でもよい。また、この実施の形態1における蒸発温度検出手段12としては、サーミスタで直接温度を測定する手段でもよいし、圧力センサから蒸発温度を換算する手段でもよいし、その他蒸発温度が推定できる手段でもよい。

【0036】

実施の形態2.

図16は、本発明の実施の形態2に係るヒートポンプ装置100aの冷媒回路構成を示す概略構成図である。図16に基づいて、ヒートポンプ装置100aの冷媒回路構成及び動作について説明する。このヒートポンプ装置100aは、冷媒を循環させることで、冷

10

20

30

40

50

房運転あるいは暖房運転を実行するものである。なお、この実施の形態2では、実施の形態1と同一部分には同一符号を付し、実施の形態1との相違点を中心に説明するものとする。

【0037】

図16に示すように、ヒートポンプ装置100aは、圧縮機1と、凝縮器2と、膨張手段3と、蒸発器4と、を冷媒配管15で順次直列に接続して構成されている。また、凝縮器2の近傍には凝縮器用ファン5及び凝縮温度検出手段11が、蒸発器4の近傍には蒸発器用ファン6が、圧縮機1には圧縮機1の運転電流を検出する圧縮機運転電流検出手段14が、それぞれ設けられている。さらに、凝縮温度検出手段11及び圧縮機運転電流検出手段14が検出した検出値は、ヒートポンプ装置100の全体を統括制御する制御部50に送られるようになっている。つまり、ヒートポンプ装置100aは、蒸発温度検出手段12が設けられておらず、圧縮機運転電流検出手段14が設けられている点で、ヒートポンプ装置100と相違している。

【0038】

ここで、ヒートポンプ装置100aの動作について簡単に説明する。

ヒートポンプ装置100aが運転を開始すると、まず圧縮機1が駆動される。そして、圧縮機1で圧縮された高温・高圧のガス冷媒は、圧縮機1から吐出され凝縮器2に流入する。この凝縮器2では、流入したガス冷媒が、流体に放熱しながら凝縮し、低温・高圧の冷媒となる。この冷媒は、凝縮器2から流出し、膨張手段3で減圧され、気液二相冷媒となる。この気液二相冷媒は、蒸発器4に流入する。蒸発器4に流入した冷媒は、流体から吸熱することで、蒸発ガス化する。この冷媒は、蒸発器4から流出し、圧縮機1に再度吸入される。また、ヒートポンプ装置100の運転中、凝縮温度検出手段11及び圧縮機運転電流検出手段14からの検出値が制御部50に送られている。

【0039】

図17は、ヒートポンプ装置100aの電氣的な概略構成を示すブロック図である。図17に基づいて、制御部50の機能について詳細に説明する。図17に示すように、制御部50は、メモリ51と、演算部52と、を有している。凝縮温度検出手段11あるいは圧縮機運転電流検出手段14で検出された検出値は、制御部50のメモリ51へ送られ、格納される。メモリ51に格納された検出値は、演算部52によって演算される。つまり、制御部50は、メモリ51及び演算部52での算出結果情報に基づいて、圧縮機1、四方弁（図示省略）、膨張手段3、凝縮器用ファン5、及び、蒸発器用ファン6の各駆動部へ制御信号を送るようになっている。

【0040】

この場合、暖房運転時の運転効率を表すCOPを凝縮温度 T_c 、圧縮機運転電流 A_c を用いて下記式(5)から推算するものとする。消費電力は、 A_c で推算したものである。

式(5)

$$COP = (T_c + 273.15) / A_c$$

【0041】

上述したように、蒸発器4での冷媒と空気との熱交換においては、冷媒の温度が 0°C 以下で空気の露点温度以下である場合は、空気中に含まれる水分が蒸発器4へ付着し、霜へと成長する着霜現象が発生する。蒸発器4での着霜現象が進むと、通風抵抗の増加及び熱抵抗の増加により、蒸発器4における熱交換量が減少し、図3に示したようにCOPが低下するため、除霜運転が必要となってくる。除霜運転を伴う運転の場合のCOPは、図4に示したように通常運転開始から除霜運転終了までを1サイクルとし、その1サイクル平均COPにより評価される。すなわち、1サイクル平均COPが最も高くなるタイミングで除霜運転を開始することが重要となり、このタイミングで除霜運転を開始すれば省エネを効果的に実現できることになる。

【0042】

図18は、ヒートポンプ装置100aの除霜開始判定制御に関する処理の流れの一例を示すフローチャートである。図18に基づいて、ヒートポンプ装置100aの除霜開始判

定制御に関する処理の流れについて説明する。ヒートポンプ装置100aが運転を開始すると、制御部50は、凝縮温度検出手段11で検出された検出値である凝縮温度 T_c 、及び、圧縮機運転電流検出手段14で検出された値である圧縮機運転電流 A_c から上記式(5)で表される瞬間 $COP = COP$ の演算を行なう(ステップS501)。

【0043】

その後、図6に示したように通常運転開始から現時点までの平均 $COP = COP_AVE$ を計算する(ステップS502)。図7に示したように1サイクル $COP = COP_CYCLE$ が最も高くなる除霜開始タイミングは、瞬間 $COP = COP$ が着霜により1サイクル平均 $COP = COP_CYCLE$ まで低下したときである。現時点で除霜運転を開始したときの1サイクル平均 $COP = COP_CYCLE$ は、通常運転開始から現時点までの平均 $COP = COP_AVE$ を用いて下記式(6)のように表される。

式(6)

$$COP_CYCLE = C \times COP_AVE$$

【0044】

上記式(6)の右辺における C は、図7に示したように除霜運転による平均 COP の低下を考慮したものである。この C については、予め設定されている定数であってもよい。たとえば、除霜により1サイクル平均 COP が暖房運転時の平均 $COP = COP_AVE$ の96%となる場合は、 $C = 0.96$ となる。これは、除霜方式、機器のスペックにより最適値は異なるため、その都度最適値に設定してもよい。

【0045】

現時点で除霜運転を開始した場合の1サイクル平均 COP を上記式(6)から算出し、現時点の瞬間 $COP = COP$ と比較する(ステップS503)。比較した結果、下記式(7)に示すような関係が成立したら除霜運転を開始する(ステップS503; YES)。一方、下記式(7)が成立していない場合は(ステップS503; NO)、ステップS501に戻り、前記工程を繰り返す。

式(7)

$$COP = COP_CYCLE$$

【0046】

図19は、ヒートポンプ装置100aに圧縮機運転時間計測手段13を備えた状態の冷媒回路構成を示す概略構成図である。図20は、ヒートポンプ装置100aの瞬間 COP と1サイクル平均 COP との関係を示すグラフである。図19及び図20に基づいて、圧縮機1の運転時間がある一定時間を経過した後に除霜開始判定を行なう場合について説明する。図19に示すように、圧縮機1には圧縮機運転時間計測手段13が設けられている。この圧縮機運転時間計測手段13での計測時間は、制御部50に送られるようになっている。

【0047】

ある一定時間とは、圧縮機1の起動直後は、冷凍サイクルが安定していないため、圧縮機1の起動から冷凍サイクルが十分安定するまでの時間、たとえば20分程度に設定してもよいし、除霜開始判定に問題なければ更に短く設定してもよい。したがって、図10及び図11から、ヒートポンプ装置100は、圧縮機1の駆動時間がある一定時間を経過した後に除霜開始判定を行なうようにしてもよい。なお、ある一定時間は、変更できるようにしておくともよい。

【0048】

図21は、ヒートポンプ装置100aの瞬間 COP と1サイクル平均 COP との関係を示すグラフである。図22は、ヒートポンプ装置100aの除霜開始判定制御に関する処理の流れの他の一例を示すフローチャートである。図21及び図22に基づいて、瞬間 $COP = COP$ が1サイクル平均 $COP = COP_CYCLE$ をある一定時間連続して下回った場合に除霜運転を開始する場合の処理の流れについて説明する。図21では、横軸が時間を、縦軸が COP を、それぞれ表している。なお、図22で特段の説明をしていない部分は、図18で説明した内容と同様である。

【0049】

ヒートポンプ装置100aは、図21に示すように瞬間COP=COPが1サイクル平均COP=COP_CYCLEをある一定時間連続して下回った場合に除霜運転を開始するようにしてもよい。このときのフローチャートは、図22に示すとおりである。ステップS604でタイマTIMERをカウントし、ステップS605でタイマTIMERがある一定時間tを経過したと判定されれば除霜運転を開始する（ステップS605；YES）。一定時間tを経過する前にステップS603の条件を外れた場合は（ステップS603；NO）、タイマTIMERをリセットし、判定をやり直す。このようにすることで、ノイズ等の急激な変化で瞬間COP=COPが1サイクル平均COP=COP_CYCLEを下回った場合に、誤った除霜運転開始を避けることが可能となる。

10

【0050】

図23は、ヒートポンプ装置100aのCOPの時間変化量と時間との関係を示すグラフである。図24は、ヒートポンプ装置100aの除霜開始判定制御に関する処理の流れの更に他の一例を示すフローチャートである。図23及び図24に基づいて、瞬間COP=COPが1サイクル平均COP=COP_CYCLEを下回り、かつ、瞬間COP=COPのある一定時間内における変化量ΔCOPが予め設定された値Xを一定時間t連続で下回った場合に除霜運転を開始する際の処理の流れについて説明する。図23では、横軸が時間を、縦軸がΔCOPを、それぞれ表している。なお、図24で特段の説明をしていない部分は、図18で説明した内容と同様である。

【0051】

20

ヒートポンプ装置100aは、瞬間COP=COPが1サイクル平均COP=COP_CYCLEを下回り、かつ、図23に示すように瞬間COP=COPのある一定時間内における変化量ΔCOPが予め設定された値Xを一定時間t連続で下回った場合に除霜運転を開始するようにしてもよい。このときのフローチャートは、図24に示すとおりである。ステップS704でΔCOPがXを下回ったら（ステップS704；YES）、ステップS705でタイマTIMERのカウントを開始し、ステップS706でタイマTIMERがある一定時間t経過したと判定されれば除霜運転を開始する（ステップS706；YES）。

【0052】

一定時間t経過する前にステップS703またはステップS704の条件を外れた場合は（ステップS703；NOまたはステップS704；NO）、タイマTIMERをリセットし、判定をやり直す。このようにすることで、ノイズ等の急激な変化や圧縮機周波数変化、負荷変動による一時的なCOP変化で、誤った除霜運転開始を避けることが可能となる。なお、この実施の形態2における凝縮温度検出手段11としては、サーミスタで直接温度を測定する手段でもよいし、圧力センサから凝縮温度を換算する手段でもよいし、その他凝縮温度が推定できる手段でもよい。

30

【0053】

実施の形態1及び実施の形態2では、冷凍サイクル内を循環する冷媒の種類を説明していないが、冷媒の種類を特に限定するものではなく、たとえば二酸化炭素や炭化水素、ヘリウム等のような自然冷媒、HFC410AやHFC407C等の代替冷媒のような塩素を含まない冷媒、もしくは既存の製品に使用されているR22やR134a等のフロン系冷媒のいずれでもよい。また、圧縮機1は、レシプロ、ロータリー、スクロール、あるいは、スクリュウ等の各種タイプのいずれのものを用いてもよく、回転数可変可能のものでもよく、回転数固定のものでもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】実施の形態1に係るヒートポンプ装置の冷媒回路構成を示す概略構成図である。

【図2】ヒートポンプ装置の電氣的な概略構成を示すブロック図である。

【図3】時間とCOPとの関係を示すグラフである。

【図4】時間とCOPとの関係を示すグラフである。

50

【図 5】ヒートポンプ装置の除霜開始判定制御に関する処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図 6】瞬間 COP と平均 COP との関係を示すグラフである。

【図 7】瞬間 COP と 1 サイクル平均 COP との関係を示すグラフである。

【図 8】瞬間 COP と平均 COP との関係を示すグラフである。

【図 9】ヒートポンプ装置の除霜開始判定制御に関する処理の流れの他の一例を示すフローチャートである。

【図 10】ヒートポンプ装置に圧縮機運転時間計測手段を備えた状態の冷媒回路構成を示す概略構成図である。

【図 11】ヒートポンプ装置の瞬間 COP と 1 サイクル平均 COP との関係を示すグラフである。 10

【図 12】ヒートポンプ装置の瞬間 COP と 1 サイクル平均 COP との関係を示すグラフである。

【図 13】ヒートポンプ装置の除霜開始判定制御に関する処理の流れの更に他の一例を示すフローチャートである。

【図 14】ヒートポンプ装置の COP の時間変化量と時間との関係を示すグラフである。

【図 15】ヒートポンプ装置の除霜開始判定制御に関する処理の流れの更に他の一例を示すフローチャートである。

【図 16】実施の形態 2 に係るヒートポンプ装置の冷媒回路構成を示す概略構成図である。 20

【図 17】ヒートポンプ装置の電氣的な概略構成を示すブロック図である。

【図 18】ヒートポンプ装置の除霜開始判定制御に関する処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図 19】ヒートポンプ装置に圧縮機運転時間計測手段を備えた状態の冷媒回路構成を示す概略構成図である。

【図 20】ヒートポンプ装置の瞬間 COP と 1 サイクル平均 COP との関係を示すグラフである。

【図 21】ヒートポンプ装置の瞬間 COP と 1 サイクル平均 COP との関係を示すグラフである。

【図 22】ヒートポンプ装置の除霜開始判定制御に関する処理の流れの他の一例を示すフローチャートである。 30

【図 23】ヒートポンプ装置の COP の時間変化量と時間との関係を示すグラフである。

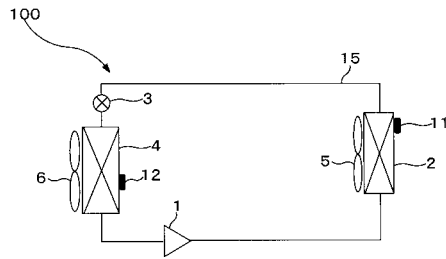
【図 24】ヒートポンプ装置の除霜開始判定制御に関する処理の流れの更に他の一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

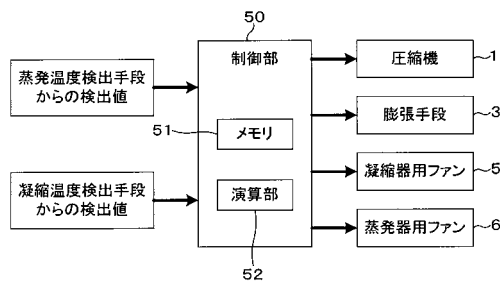
【0055】

1 圧縮機、2 凝縮器、3 膨張手段、4 蒸発器、5 凝縮器用ファン、6 蒸発器用ファン、11 凝縮温度検出手段、12 蒸発温度検出手段、13 圧縮機運転時間計測手段、14 圧縮機運転電流検出手段、15 冷媒配管、50 制御部、51 メモリ、52 演算部、100 ヒートポンプ装置、100a ヒートポンプ装置。 40

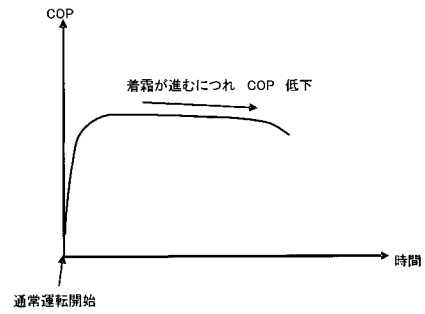
【図 1】



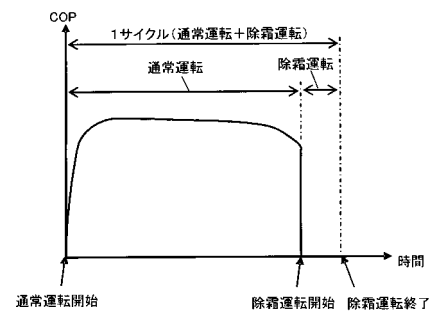
【図 2】



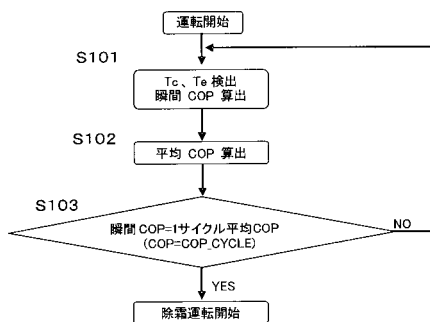
【図 3】



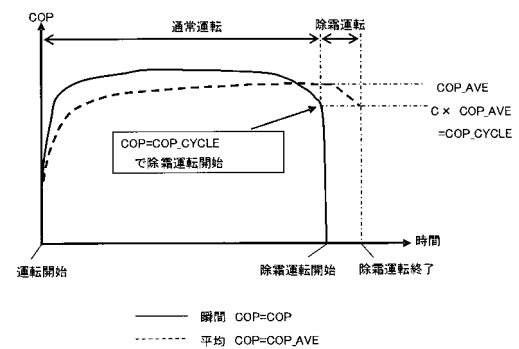
【図 4】



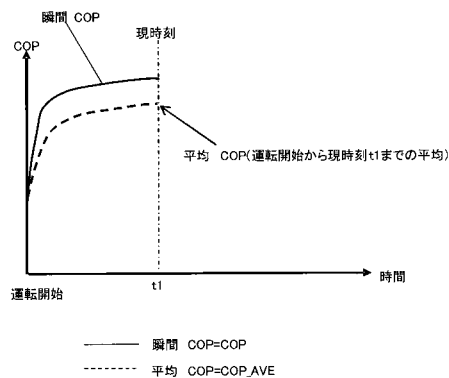
【図 5】



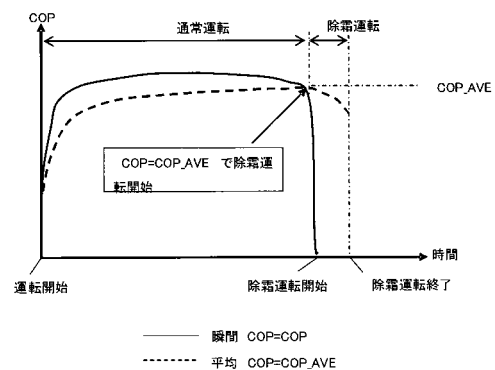
【図 7】



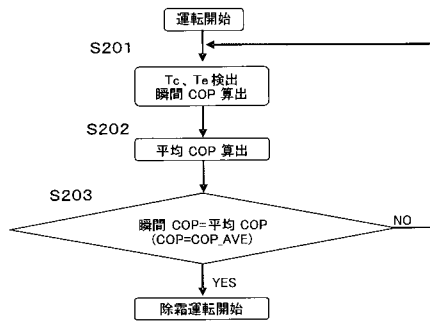
【図 6】



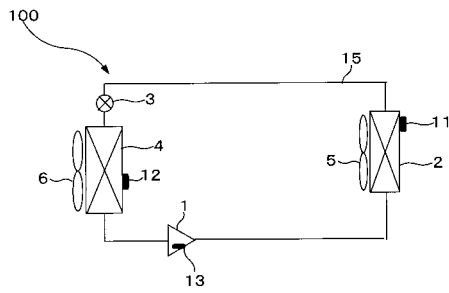
【図 8】



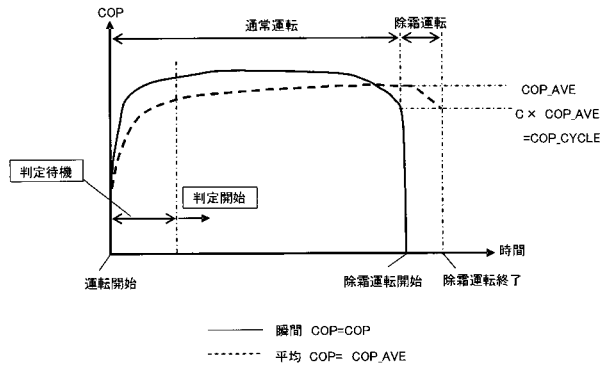
【図 9】



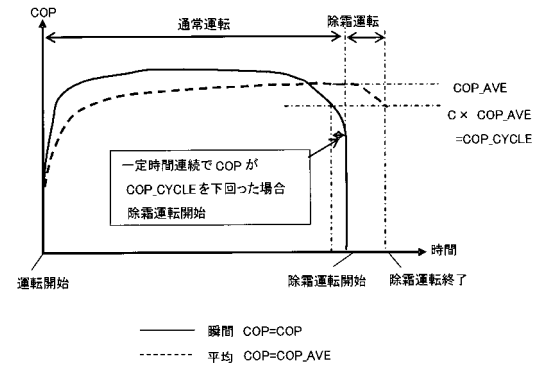
【図 10】



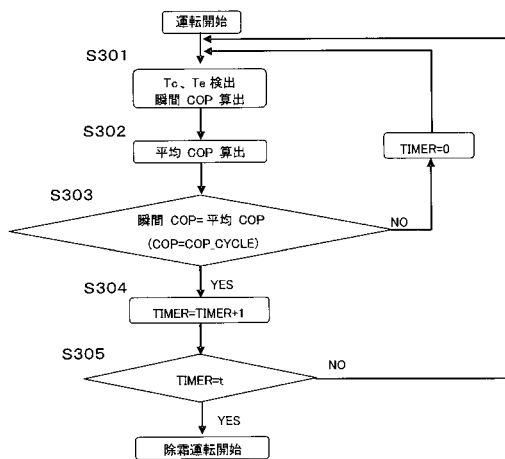
【図 11】



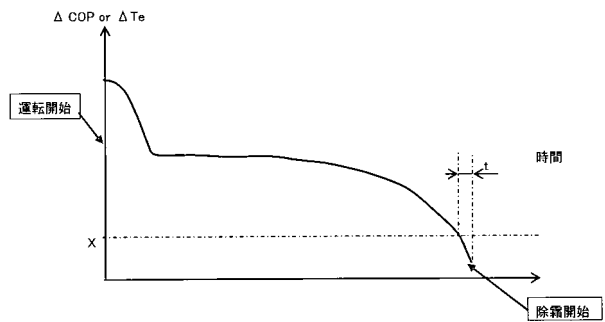
【図 12】



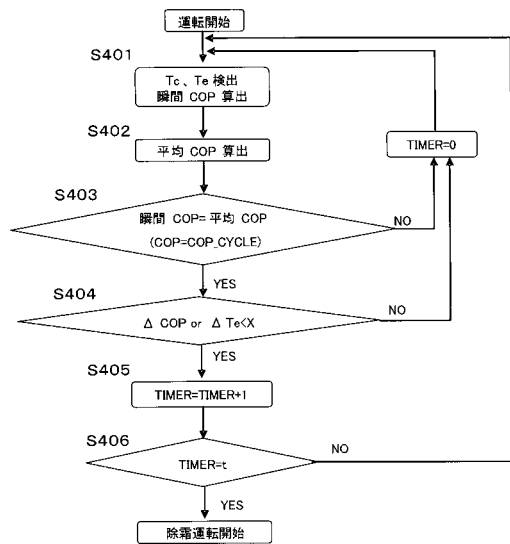
【図 13】



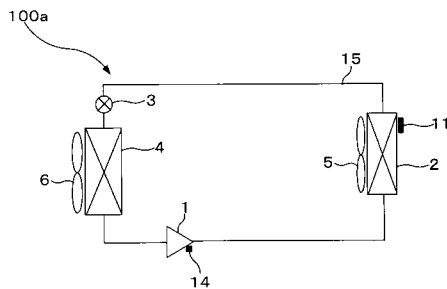
【図 14】



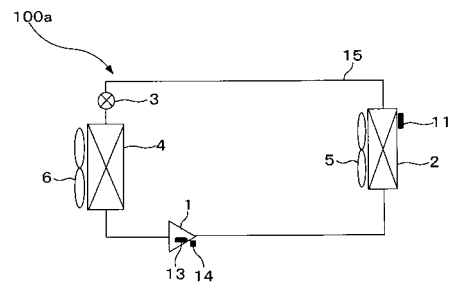
【図 15】



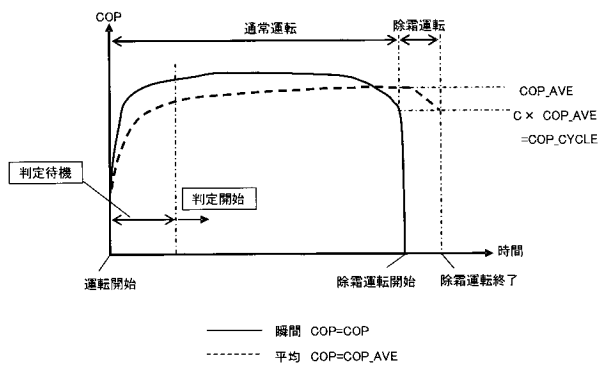
【図 16】



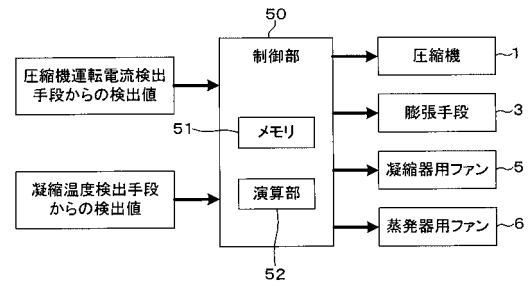
【図 19】



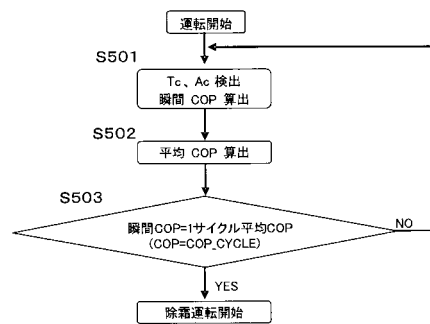
【図 20】



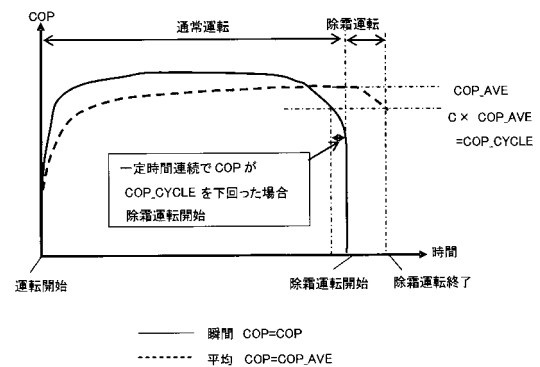
【図 17】



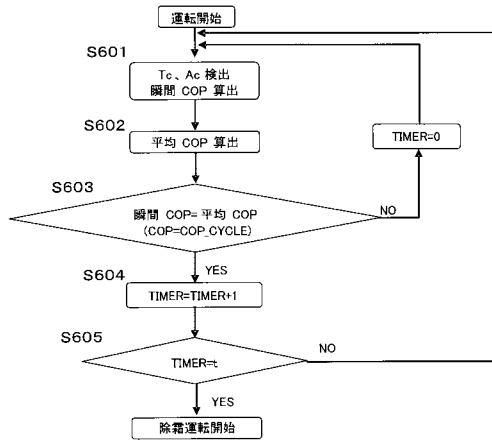
【図 18】



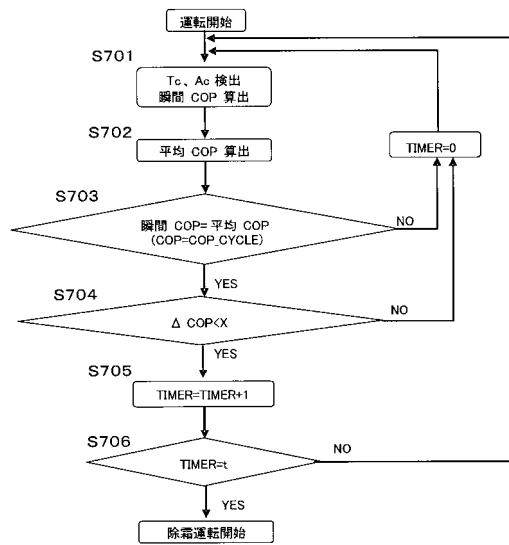
【図 21】



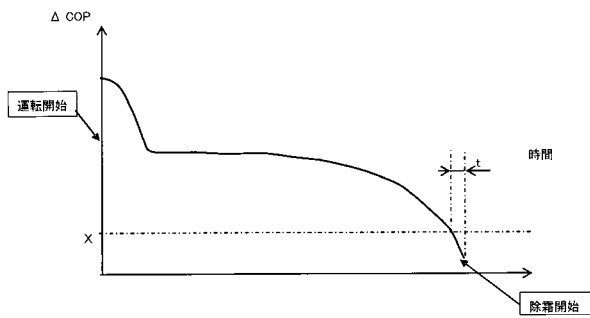
【図 2 2】



【図 2 4】



【図 2 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 濱田 守
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 畝崎 史武
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 高橋 佳宏
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 高橋 建吾
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 岡田 和樹
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 内野 進一
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

審査官 河野 俊二

- (56)参考文献 特開平10-111050 (JP, A)
特開2008-145002 (JP, A)
特開平09-250794 (JP, A)
特開平01-147245 (JP, A)
特開昭62-218749 (JP, A)
特開2002-130876 (JP, A)
特開昭61-110848 (JP, A)
特開昭60-133249 (JP, A)
特開2007-225158 (JP, A)
実開昭60-187851 (JP, U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F25B 47/02