

(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2005-282972

(P2005-282972A)

(43) 公開日 平成17年10月13日(2005.10.13)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F 2 5 B 1/00

F I

F 2 5 B 1/00 3 1 1 C

F 2 5 B 1/00 3 7 1 B

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2004-98836 (P2004-98836)  
 (22) 出願日 平成16年3月30日 (2004. 3. 30)

(71) 出願人 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (74) 代理人 100098017  
 弁理士 吉岡 宏嗣  
 (72) 発明者 大西 泰寛  
 静岡県静岡市清水村松390番地  
 株式会社日立空調シ  
 ステム清水生産本部内  
 (72) 発明者 上杉 秀史  
 静岡県静岡市清水村松390番地  
 株式会社日立空調シ  
 ステム清水生産本部内

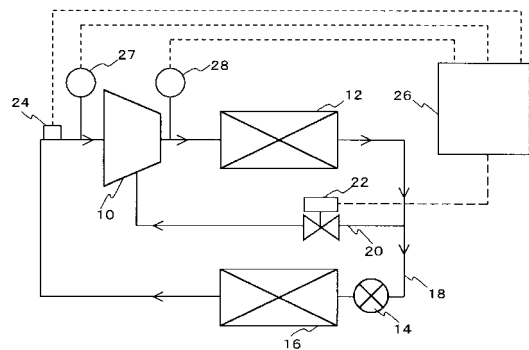
(54) 【発明の名称】 冷凍装置

(57) 【要約】

【課題】 運転状態にかかわらず、吐出ガス温度を設定温度に制御する。

【解決手段】 冷凍装置は、圧縮機10、凝縮器12、膨張弁14、蒸発器16と、圧縮機10により吸引される冷媒の温度及び圧力と圧縮機10から吐出されるガス冷媒の圧力をそれぞれ検出するセンサ24、27、28と、インジェクション流路20とインジェクション流路20に配設された流量調整弁22を有してなる液インジェクション手段と、液インジェクション量を制御する制御手段26を備え、制御手段26は、センサ24、27、28の各検出値に基づいて圧縮機10から吐出されるガス冷媒の温度を推定し、その推定温度に基づいて液冷媒の注入量を制御する指令を流量調整弁22に出力する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

冷媒を吸引して圧縮する圧縮機と、該圧縮機から吐出される冷媒を凝縮する凝縮器と、凝縮した冷媒を減圧する減圧手段と、減圧された冷媒を蒸発させる蒸発器と、前記圧縮機に液冷媒を注入する液インジェクション手段と、前記圧縮機により吸引される冷媒の温度及び圧力と前記圧縮機から吐出される冷媒の圧力をそれぞれ検出するセンサと、該センサの各検出値に基づいて前記液インジェクション手段の前記液冷媒の注入量を制御する制御手段とを備え、該制御手段は、前記センサの各検出値に基づいて前記圧縮機から吐出されるガス冷媒の温度を推定し、該推定温度に基づいて前記液冷媒の注入量を制御する指令を前記液インジェクション手段に出力することを特徴とする冷凍装置。

10

## 【請求項 2】

前記制御手段は、前記推定温度と設定温度を比較する手段と、前記推定温度が前記設定温度よりも高いときに、前記推定温度に基づいて前記液冷媒の注入量を算出する手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の冷凍装置。

## 【請求項 3】

前記液インジェクション手段は、前記液冷媒が通流するインジェクション流路と、該インジェクション流路に配設された流量調整手段とを有し、前記流量調整手段は、前記制御部から出力される指令に応じて前記液冷媒の前記注入量を可変することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の冷凍装置。

## 【請求項 4】

前記圧縮機から吐出されるガス冷媒の温度を検出する温度センサを配設し、前記制御手段は、前記温度センサの検出値と前記推定温度との偏差が設定値よりも小さいときは、前記温度センサの検出値に基づいて前記液冷媒の注入量を制御し、前記偏差が設定値以上のときには、前記推定温度に基づいて前記液冷媒の注入量を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の冷凍装置。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、冷凍装置に係り、特に、圧縮機に液冷媒を注入して圧縮機の吐出冷媒の温度を制御する技術に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

冷蔵庫や冷凍庫などに利用される冷凍装置は、冷媒を圧縮機により圧縮し、圧縮された冷媒を凝縮器により凝縮し、凝縮された冷媒を減圧手段により減圧し、減圧された冷媒を蒸発させて例えば冷蔵庫内の空気を冷却する。

## 【0003】

このような冷凍装置においては、冷媒の劣化や冷媒に含まれる冷凍機油の粘性の低下を回避するために、圧縮機から吐出されるガス冷媒の温度（以下、吐出ガス温度という。）を設定温度以下に抑える必要がある。そのため、例えば、吐出ガス温度を吐出ガス温度センサにより検出し、その検出温度が設定温度以上のときに、液インジェクション手段により圧縮機内の圧縮工程中の冷媒に液冷媒を注入することが行われている（例えば、特許文献 1）。

40

## 【0004】

【特許文献 1】特開平 9 - 159288 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

ところで、圧縮機に吸入される冷媒の圧力が低く、冷媒の密度が小さいため、圧縮機から吐出されるガス冷媒の熱容量は小さい。このため、例えば圧縮機の起動時などの非定常状態においては、吐出されたガス冷媒は、温度センサに到達する前に配管などに接触する

50

ことで熱が奪われて温度が低下する。その結果、配管などの温度が定常状態に上昇するまで、温度センサによる検出温度と実際の吐出ガス温度との間に温度差が生じることになる。

【0006】

しかし、特許文献1などの冷凍装置のように、吐出ガス温度センサの検出値に基づいて、圧縮機に液冷媒を注入する制御の場合、その制御の開始に遅れが生じることがあり、吐出ガス温度が一時的に設定温度を超える場合がある。

【0007】

本発明の課題は、運転状態にかかわらず、吐出ガス温度を設定温度に制御することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため、本発明の冷凍装置は、冷媒を吸引して圧縮する圧縮機と、圧縮機から吐出される冷媒を凝縮する凝縮器と、凝縮した冷媒を減圧する減圧手段と、減圧された冷媒を蒸発させる蒸発器と、圧縮機に液冷媒を注入する液インジェクション手段と、圧縮機により吸引される冷媒の温度及び圧力と圧縮機から吐出される冷媒の圧力をそれぞれ検出するセンサと、センサの各検出値に基づいて液インジェクション手段の液冷媒の注入量を制御する制御手段とを備え、制御手段は、センサの各検出値に基づいて圧縮機から吐出されるガス冷媒の温度を推定し、その推定温度に基づいて液冷媒の注入量を制御する指令を液インジェクション手段に出力することを特徴とする。

20

【0009】

すなわち、圧縮機に入力されるエネルギーと圧縮機から出力されるエネルギーの収支は等しいことから、圧縮機から吐出されるガス冷媒の温度（吐出ガス温度）については、圧縮機により吸引される冷媒の温度（吸入温度）及び圧力（吸入圧力）と、圧縮機から吐出されるガス冷媒の圧力（吐出圧力）から求めることができる。

【0010】

ここで、吸入温度、吸入圧力および吐出圧力は、冷凍負荷が比較的急に変動する非定常状態においても、センサによる各検出値は実際の値とほぼ同じであることから、吸入温度及び吸入圧力、吐出圧力に基づいて吐出ガス温度を的確に推定演算することができる。また、推定した吐出ガス温度に基づき液冷媒の注入量を算出することにより、適正な液冷媒量を算出することができる。したがって、推定した吐出ガス温度が設定温度を超えているときに、液冷媒の注入量を制御することにより、非定常状態においても的確な量の液冷媒を注入することができる。

30

【0011】

この場合において、冷凍負荷が安定に維持された定常状態においては、センサにより検出された吐出ガス温度は、実際の温度とほぼ同じになることから、定常状態のときには、センサの検出値に基づいて、圧縮機に液冷媒を注入する制御を行うことが望ましい。具体的には、圧縮機から吐出されるガス冷媒の温度を検出する温度センサを配設し、温度センサの検出値と推定温度との偏差が設定値よりも小さいときは、温度センサの検出値に基づいて液冷媒の注入量を制御し、偏差が設定値以上のときには、推定温度に基づいて液冷媒の注入量を制御することができる。

40

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、運転状態にかかわらず、吐出ガス温度を設定温度に制御することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

（第1の実施形態）本発明を適用した冷凍装置の第1の実施形態について図1及び図2を用いて説明する。図1は、本実施形態の冷凍装置の系統図である。なお、本実施形態では、本発明の冷凍装置を冷蔵庫に利用した例を説明するが、冷凍庫やエアコンなどにも適

50

用することができる。

【0014】

図1に示すように、冷蔵庫に利用される冷凍装置は、冷媒を吸引して圧縮するスクロール圧縮機(以下、圧縮機という。)10と、圧縮機10から吐出されるガス冷媒を凝縮して液化する凝縮器12と、凝縮器12により液化された冷媒を減圧する減圧手段である膨張弁14と、膨張弁14により減圧された冷媒を蒸発させる蒸発器16などから構成されている。また、凝縮器12と蒸発器16とを膨張弁14を介して接続する冷媒配管18が配設されている。なお、圧縮機10はスクロール型のほか様々な形態のものを用いてもよい。

【0015】

圧縮機10の吸引側に、圧縮機10により吸引される冷媒の温度(以下、吸入温度という。)を検出する吸入温度センサ24と、圧縮機10により吸引される冷媒の圧力(以下、吸入圧力という。)を検出する吸入圧力センサ27が設けられている。また、圧縮機10の吐出側には、圧縮機10から吐出されるガス冷媒の圧力(以下、吐出圧力という。)を検出する吐出圧力センサ28が配設されている。

【0016】

圧縮機10に液冷媒を注入する液インジェクション手段として液インジェクション回路が設けられている。液インジェクション回路は、冷媒配管18から分岐し、圧縮機10の中間圧力部に接続するインジェクション配管20と、インジェクション配管20に配設された流量調整手段である流量調整弁22などから構成されている。中間圧力部とは、圧縮工程中の冷媒が存在する部分であり、その部分にインジェクション配管20を介して液冷媒が注入される。なお、流量調整手段として、複数の固定流量調整器(例えば、キャピラリーチューブ)の切り替えや、段階的に開度を調整可能な電磁弁などを用いてもよい。そして、吸入温度センサ24、吸入圧力センサ27、吐出圧力センサ28から出力される各検出値に応じ、流量調整弁22に指令を出力する制御手段としての制御装置26を備えている。

【0017】

このように冷凍サイクルを形成する冷凍装置の基本動作について説明する。圧縮機10に吸引された冷媒は、圧縮されて吐出される。吐出されたガス冷媒は、凝縮器12で例えば大気と熱交換することにより凝縮される。凝縮した液冷媒は、冷媒配管18を介して膨張弁14に導かれて減圧される。減圧された冷媒は、蒸発器16で2次冷媒(例えば、空気)により蒸発される。蒸発した冷媒は、圧縮機10に戻される。蒸発器16で冷媒により冷却された2次冷媒は、冷蔵庫内に供給される。なお、冷凍庫内を冷却する動作について説明したが、四方切換弁により冷媒の流れを逆向きにすることで熱負荷を暖める場合も基本的に同様である。

【0018】

ここで、本発明の圧縮機10に液冷媒を注入する制御について圧縮機10の起動時を例として図2を用いて説明する。図2は、圧縮機10に液冷媒を注入する制御を示すフローチャートである。なお、図2に示す制御プログラムは、制御装置26に実装される。

【0019】

図2に示すように、まず、各センサの検出値が取り込まれる(S102)。具体的には、吸入温度センサ24により検出された吸入温度 $T_1$ と、吸入圧力センサ27により検出された吸入圧力 $P_1$ と、吐出圧力センサ28により検出された吐出圧力 $P_2$ が取り込まれる。次に、取り込まれた吸入温度 $T_1$ 、吸入圧力 $P_1$ 、吐出圧力 $P_2$ に基づいて、吐出ガス温度 $T_2$ が推定演算される(S104)。ここで、推定された吐出ガス温度 $T_2$ が設定温度 $T_0$ と比較される(S106)。なお、設定温度 $T_0$ は、冷媒の劣化や冷媒に含まれる冷凍機油の粘性が低下しないように予め設定されたものであり、例えば90 から110 までの温度が設定される。

【0020】

S106の処理において、吐出ガス温度 $T_2$ が設定温度 $T_0$ 以上であるときは、吐出ガ

10

20

30

40

50

ス温度  $T_2$  を設定温度  $T_0$  よりも下げる必要があると判断され、吐出ガス温度  $T_2$  と設定温度  $T_0$  の温度差に基づいて、液冷媒の注入量である液インジェクション量  $Q$  (kg/秒) が算出される (S108)。算出された液インジェクション量  $Q$  (kg/秒) に対応した指令が、流量制御弁 22 に出力される (S110)。入力された指令に応じて、流量制御弁 22 が所定開度に調整されることにより、冷媒配管 18 から液冷媒が圧縮機 10 の中間圧力部に注入される。なお、S106 の処理において、吐出ガス温度  $T_2$  が設定温度  $T_0$  よりも小さいときには、吐出ガス温度  $T_2$  と設定温度  $T_0$  の偏差に基づき液インジェクション量  $Q$  (kg/秒) を減少するようにしてもよい (S107)。

#### 【0021】

吐出ガス温度  $T_2$  を推定する原理を説明するために、圧縮機 10 のエネルギー収支に着目する。すなわち、圧縮機 10 に入力される入力エネルギーと、圧縮機 10 から出力される出力エネルギーとは等しいから、エネルギー収支は、例えば数 1 式の等式で表される。したがって、S104 の処理においては、数 1 式からわかるように、吐出ガス温度  $T_2$  以外は、実測可能なもの、あるいは圧縮機 10 の仕様により予め定められるものであるため、数 1 式に基づいて吐出ガス温度  $T_2$  を求めることができる。

(数 1 式)

$$\begin{aligned} &< \text{吸入ガスのエンタルピー} > \times < \text{冷媒循環量 (kg/秒)} > + < \text{圧縮に要したエネルギー} > \\ &- < \text{吐出ガスエンタルピー} > \times < \text{冷媒循環量 (kg/秒)} > = < \text{液インジェクションで注} \\ &< \text{入した液冷媒のエンタルピー} > \times < \text{液インジェクション量 } Q \text{ (kg/秒)} > \end{aligned}$$

#### 【0022】

なお、数 1 式の各パラメータは、以下のように求められる。

$< \text{吸入ガスのエンタルピー} >$  : 吸入温度  $T_1$ 、吸入圧力  $P_1$ 、冷媒の物性から求められる。具体的には、冷媒の物性 (例えば、R410 などの冷媒種類) によって定まる例えばモリエル線図に、吸入温度  $T_1$ 、吸入圧力  $P_1$  を適用することで求められる。モリエル線図は、冷凍サイクルをエンタルピーと圧力との関係で示したものである。

$< \text{冷媒循環量 (kg/秒)} >$  : 圧縮機 10 の吸入ガス体積 ( $\text{m}^3/\text{秒}$ )、体積効率 (%)、吸入ガス密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) から求められる。ここで、吸入ガス密度は、吸入温度  $T_1$ 、吸入圧力  $P_1$ 、吐出圧力  $P_2$ 、冷媒の物性などから算出される。なお、体積効率は、圧縮機 10 に実際に吸込まれる冷媒体積が漏れなどに起因して変動する指標であり、圧縮機 10 の仕様により定められる。

$< \text{圧縮に要したエネルギー} >$  : 圧縮機 10 の全断熱圧縮効率 (%)、吸入温度  $T_1$ 、吸入圧力  $P_1$ 、吐出圧力  $P_2$  から求められる。なお、全断熱圧縮効率 (%) は圧縮機 10 の仕様により定められる。また、演算により求めることに代えて、圧縮機 10 に入力された電力を測定器により測定してもよい。

$< \text{吐出ガスのエンタルピー} >$  : 吸入圧力  $P_1$ 、吐出ガス温度  $T_2$  で定められる。S104 の処理では、吐出ガス温度  $T_2$  が推定演算される値となる。

$< \text{液インジェクションで注入した液冷媒のエンタルピー} >$  : 圧縮機 10 に注入する液冷媒の温度、冷媒の物性から求められる。ここで、注入される液冷媒の温度は、吐出圧力  $P_2$  から求めることができるし、温度センサにより検出してもよい。

$< \text{液インジェクション量 } Q \text{ (kg/秒)} >$  : 圧縮機 10 の起動時では、液インジェクション量  $Q$  は、ゼロに初期化されている。ただし、冷凍装置の運転中においては、S110 の処理により算出された直近の液インジェクション量  $Q$  (kg/秒) を適用することができる。

#### 【0023】

本実施形態によれば、吸入温度  $T_1$ 、吸入圧力  $P_1$ 、吐出圧力  $P_2$  は、圧縮機 10 の起動時などの非定常状態においてもセンサの検出値と実際の値がほぼ同じになることから、吸入温度  $T_1$ 、吸入圧力  $P_1$ 、吐出圧力  $P_2$  に基づいて実際の吐出ガス温度  $T_2$  を推定 (予測) することができる。したがって、推定した吐出ガス温度  $T_2$  が設定温度  $T_0$  を超えているときに、液インジェクション量  $Q$  を制御することにより、非定常状態においても的確に液冷媒を注入することができる。また、推定した吐出ガス温度  $T_2$  に基づき液インジ

10

20

30

40

50

ェクション量 $Q$ を算出することにより、適正な液冷媒量を圧縮機10に注入することができる。

【0024】

すなわち、本実施形態では、予測した吐出ガス温度に基づき液インジェクション量 $Q$  (kg/秒)を制御する予測制御が行われる。これにより、吐出ガスがセンサなどの計測部に到達するまでの過程で触れた部品(例えば、配管)により熱を奪われて温度が低下するときでも、吐出ガス温度の的確な制御が可能となるから、冷媒ガスの過熱による冷媒や冷凍機油の劣化が防止される。したがって、圧縮機10のしゅう動部の潤滑性が確保されるため、圧縮機10の焼きつきなどを抑制できる。また、温度センサ自体の検出遅れによる影響も受けない。

10

【0025】

ここで、冷凍装置の運転中に吐出ガス温度 $T_2$ を推定し、その推定温度に基づいて液インジェクション量 $Q$  (kg/秒)を制御することに代えて、冷凍装置の運転前に、吸入温度 $T_1$ 、吸入圧力 $P_1$ 、吐出圧力 $P_2$ を徐々に可変させたときの吐出ガス温度 $T_2$ を予め実測し、その実測値をデータテーブルとして制御装置26のメモリなどに記憶することもできる。そして、冷凍装置の運転中では、検出された吸入温度 $T_1$ 、吸入圧力 $P_1$ 、吐出圧力 $P_2$ をデータテーブルに照合することにより、吐出ガス温度 $T_2$ を予測して液インジェクション量 $Q$  (kg/秒)を制御すればよい。

【0026】

また、本実施形態のほかに、温度センサを圧縮機10内の圧縮工程直後に配設することで制御遅延を低減することが考えられるが、耐圧容器内にあるため、その部分に温度センサを配設するには構造が煩雑になったり、シール性が低下して圧縮機10の信頼性が悪くなったりするおそれがある。この点、本実施形態によれば、温度センサを配設しなくても、圧縮機10から吐出されるガス冷媒を予測することができる。

20

【0027】

また、本実施形態では、冷媒としてR410 (R32:50%/R125:50%重量比)を用いた例を説明したが、様々な冷媒を用いることができる。ただし、R410Aは、例えばR22、R12などの塩素原子を含む冷媒に比べて潤滑性がそれほど高くなく、また、R404A (R125:44%/R143a:52%/R134a:4%重量比)などの冷媒に比べて吐出ガス温度が高くなり易いという特性を有する。したがって、R410Aを使用する冷凍装置に適用することにより、本発明の効果を一層得ることができる。

30

【0028】

(第2の実施形態)本発明を適用した冷凍装置の第2の実施形態について図3を用いて説明する。図3は、本実施形態の冷凍装置の系統図である。本実施形態が第1の実施形態と異なる点は、定常状態と非定常状態を判定し、判定結果に基づいて液インジェクション量の制御を切り替えることにある。

【0029】

図3に示すように、図1の冷凍装置の圧縮機10の吐出側に吐出温度センサ30が配設される。本実施形態では、吐出ガス温度 $T_3$ の検出値が制御装置26に入力される。また、第1の実施形態と同様に、吐出ガス温度 $T_2$ が制御装置26により推定される。そして、吐出ガス温度 $T_3$ と吐出ガス温度 $T_2$ の温度差が求められる。求められた温度差が予め設定された値よりも小さいときは、冷凍装置が定常状態にあると判断される。したがって、吐出温度センサ30により検出された吐出ガス温度 $T_3$ に基づいて、液インジェクション量 $Q$  (kg/秒)が制御される。なお、定常状態とは、冷凍装置が安定に稼動している状態であり、例えば、吐出ガスの温度と、吐出ガスと接触する配管などの温度がほぼ同じ状態である。

40

【0030】

一方、吐出ガス温度 $T_3$ と吐出ガス温度 $T_2$ の温度差が、設定値以上のときには、冷凍装置が非定常状態にあると判断される。したがって、第1の実施形態で示したように、吸

50

入温度  $T_1$ 、吸入圧力  $P_1$ 、吐出圧力  $P_2$  に基づいて実際の吐出ガス温度  $T_2$  が推定される。推定された吐出ガス温度  $T_2$  に基づいて、液インジェクション量  $Q$  (kg/秒) が制御される。

【0031】

すなわち、冷凍装置が定常状態のときは、検出値である吐出ガス温度  $T_3$  が、吐出ガス温度  $T_2$  よりも実際の吐出ガス温度に近くなることから、吐出ガス温度  $T_3$  に基づく制御が優先して行われる。一方、冷凍装置が非定常状態にあるときには、推定値である吐出ガス温度  $T_2$  が、吐出ガス温度  $T_3$  よりも実際の吐出ガス温度に近くなることから、第1の実施形態に示した予測制御が優先して行われる。

【0032】

本実施形態によれば、冷凍装置が定常状態から非定常状態に、また非定常状態から定常状態に繰り返して状態遷移するときでも、圧縮機10に適正量の液冷媒を的確に注入することができるから、吐出ガス温度が設定温度  $T_0$  を越えることを一層抑制することができる。

10

【0033】

以上、第1及び第2の実施形態に基づいて本発明を説明したが、これらに限られるものではない。例えば、非定常状態として圧縮機10の起動時を例に説明したが、冷蔵庫のケースが開閉されたときにも本発明が適用される。要するに、冷凍負荷が比較的急に変動して圧縮機10に吸引される冷媒の圧力や温度が変動するときに本発明を適用すればよい。

【0034】

また、冷凍装置に圧縮機10を複数配設する場合や、冷凍装置を複数配設するマルチシステムの形態に構成される場合、冷凍負荷に応じて各圧縮機の発停が繰り返されたり、冷凍装置の稼働数が増減して循環冷媒量が急に変動したりするから、本発明を適用することにより、吐出ガス温度が設定温度  $T_0$  を越えることを一層抑制することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明を適用した第1の実施形態の冷凍装置の系統図である。

【図2】圧縮機に液冷媒を注入する制御を示すフローチャートである。

【図3】本発明を適用した第2の実施形態の冷凍装置の系統図である。

【符号の説明】

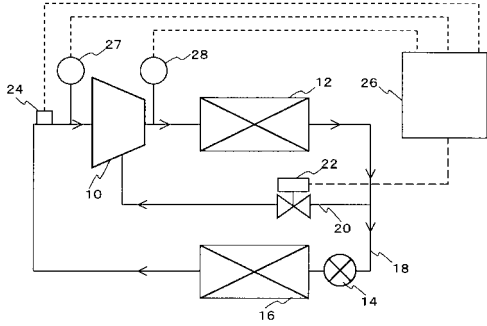
30

【0036】

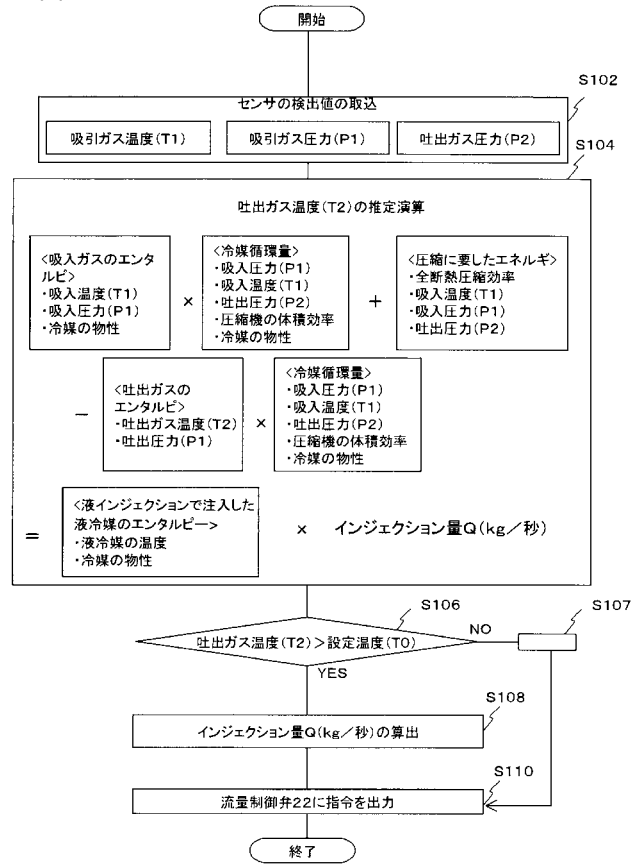
- 10 圧縮機
- 12 凝縮器
- 14 膨張弁
- 16 蒸発器
- 18 冷媒配管
- 20 インジェクション配管
- 22 流量制御弁
- 24 吸入温度センサ
- 26 制御装置
- 27 吸入圧力センサ
- 28 吐出圧力センサ
- 30 吐出温度センサ

40

【図1】



【図2】



【図3】

