

## 明 細 書

発明の名称：

温度制御システム、温度制御方法、制御装置、及びコンピュータプログラム

### 技術分野

[0001] 本発明の実施の形態は、温度制御システム、温度制御方法、制御装置、及びコンピュータプログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 圧縮機、凝縮器、膨張弁及び蒸発器を有する冷凍装置と、水、ブライン等の流体を循環させる流体通流装置とを備え、流体通流装置が循環させる流体を冷凍装置の蒸発器によって冷却する温度制御システムが知られている。本件出願人は、この種のシステムを例えば特許文献1で以前提案している（JP 6053907）。

### 発明の概要

[0003] 製造プラントでは、製造プロセスの切り換えに伴って温度条件が切り換えられることがある。このような温度条件の切り換え時の温度制御では、応答性向上の要求が年々高まりつつある。

[0004] 製造プロセスの温度条件の切り換えに上述した温度制御システムで対応する場合、当該温度制御システムは、PID制御により例えば流体通流装置が循環させる流体の温度を温度制御してもよい。PID制御では、ゲイン調整により応答性の改善が図れる。しかしながら、PID制御においてゲイン調整を行ったとしても、近年の応答性に関する高い要求を充足できない場合がある。

[0005] 一方で、応答性を改善するべくフィードフォワード制御がPID制御系に組み込まれることがある。フィードフォワード制御では、大きい制御量をPID制御と切り離して入力できるため、応答性の改善が図れる。しかしながら、大きい制御量を急に入力した場合には、装置又はシステムの構成機器の

安定的な運転が損なわれたり、構成機器に不所望な負荷又は衝撃がかかったりする場合がある。

[0006] そこで、本発明の課題は、温度制御システムにおける温度制御の応答性を向上させつつ、運転状態及び構成機器への不所望な影響を抑えることができる温度制御システム、温度制御方法、制御装置、及びコンピュータプログラムを提供することである。

[0007] 本発明の一実施の形態に係る温度制御システムは、圧縮機と、凝縮器と、膨張弁と、蒸発器とを含み、前記圧縮機から流出する冷媒が前記凝縮器、前記膨張弁及び前記蒸発器をこの順で通過した後に、前記圧縮機に戻る冷凍装置と、流入口と流出口との間に熱交換部を有し、前記流入口で受け入れた流体を前記熱交換部を通して前記流出口へ通流させる主流路を含み、前記熱交換部における前記流体を前記蒸発器における前記冷媒と熱交換させる流体通流装置と、前記冷凍装置及び前記流体通流装置を制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記流体の目標温度が変更された際又は前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度が変化した際に、前記圧縮機の回転数が、変更された前記目標温度又は変化後の前記流体の温度に基づいて導かれる設定値まで変更されるように前記圧縮機を制御し、前記圧縮機に対する制御と同時に又は制御前又は制御後に、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を変更する初動制御を行う、温度制御システムである。

[0008] 本発明の一実施の形態に係る温度制御方法は、圧縮機と、凝縮器と、膨張弁と、蒸発器とを含み、前記圧縮機から流出する冷媒が前記凝縮器、前記膨張弁及び前記蒸発器をこの順で通過した後に、前記圧縮機に戻る冷凍装置と、流入口と流出口との間に熱交換部を有し、前記流入口で受け入れた流体を前記熱交換部を通して前記流出口へ通流させる主流路を含み、前記熱交換部における前記流体を前記蒸発器における前記冷媒と熱交換させる流体通流装置と、を備える温度制御システムにおける温度制御方法である。当該方法は、前記流体の目標温度の変更又は前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度の変化を検出する検出工程と、前記検出工程で前記流体の目標温度の変更

又は前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度の変化が検出された際に、前記圧縮機の回転数が、変更された前記目標温度又は変化後の前記流体の温度に基づいて導かれる設定値まで変更されるように前記圧縮機を制御し、前記圧縮機に対する制御と同時又は制御前又は制御後に、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を変更する制御工程と、を備える、温度制御方法である。

[0009] 本発明の一実施の形態に係る制御装置は、圧縮機と、凝縮器と、膨張弁と、蒸発器とを含み、前記圧縮機から流出する冷媒が前記凝縮器、前記膨張弁及び前記蒸発器をこの順で通過した後に、前記圧縮機に戻る冷凍装置と、流入口と流出口との間に熱交換部を有し、前記流入口で受け入れた流体を前記熱交換部を通して前記流出口へ通流させる主流路を含み、前記熱交換部における前記流体を前記蒸発器における前記冷媒と熱交換させる流体通流装置と、を備える温度制御システムを制御する制御装置であって、前記流体の目標温度が変更された際又は前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度が変化した際に、前記圧縮機の回転数が、変更された前記目標温度又は変化後の前記流体の温度に基づいて導かれる設定値まで変更されるように前記圧縮機を制御し、前記圧縮機に対する制御と同時又は制御前又は制御後に、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を変更する初動制御を行う、制御装置である。

[0010] 本発明の一実施の形態に係るコンピュータプログラムは、圧縮機と、凝縮器と、膨張弁と、蒸発器とを含み、前記圧縮機から流出する冷媒が前記凝縮器、前記膨張弁及び前記蒸発器をこの順で通過した後に、前記圧縮機に戻る冷凍装置と、流入口と流出口との間に熱交換部を有し、前記流入口で受け入れた流体を前記熱交換部を通して前記流出口へ通流させる主流路を含み、前記熱交換部における前記流体を前記蒸発器における前記冷媒と熱交換させる流体通流装置と、を制御するためのコンピュータプログラムであって、前記流体の目標温度の変更又は前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度の変化を検出する検出ステップと、前記検出ステップで前記流体の目標温度の変

更又は前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度の変化が検出された際に、前記圧縮機の回転数が、変更された前記目標温度又は変化後の前記流体の温度に基づいて導かれる設定値まで変更されるように前記圧縮機を制御し、前記圧縮機に対する制御と同時又は制御前又は制御後に、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を変更する制御ステップと、をコンピュータに実行させる、コンピュータプログラムである。

[0011] 本発明によれば、温度制御システムにおける温度制御の応答性を向上させつつ、運転状態及び構成機器への不所望な影響を抑えることができる。

### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]一実施の形態に係る温度制御システムを概略的に示す図である。

[図2]図1の温度制御システムを構成する制御装置の機能構成を示すブロック図である。

[図3]図1の温度制御システムを構成する制御装置が制御に用いる関係式を導くための情報を示す概念図である。

[図4]図1の温度制御システムを構成する制御装置が制御に用いる関係式で表現される熱負荷と圧縮機の回転数との関係を示すグラフを示す図である。

[図5]図1の温度制御システムの動作を説明するフローチャートである。

[図6]図1の温度制御システムの動作を説明するフローチャートである。

[図7]図1の温度制御システムの構成機器の動作及び温度制御の様子を説明するグラフを示す図である。

[図8]図1の温度制御システムを構成する制御装置の制御で使用可能な設定値テーブルを示す図である。

[図9]一変形例に係る温度制御システムを概略的に示す図である。

[図10]他の変形例に係る温度制御システムを概略的に示す図である。

[図11]一変形例に係る温度制御システムの動作を説明するフローチャートである。

[図12]図11に関連する温度制御システムの動作を説明するフローチャートである。

[図13]図11及び図12の動作に対応する温度制御システムの構成機器の動作及び温度制御の様子を説明するグラフを示す図である。

[図14]他の変形例に係る温度制御システムの動作を説明するフローチャートである。

[図15]一実施の形態又は変形例に係る温度制御システムの適用例を説明する図である。

### 発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の一実施の形態を説明する。

[0014] <温度制御システムの構成>

図1は、一実施の形態に係る温度制御システム1の概略図である。図1に示す温度制御システム1は、冷凍装置10と、流体通流装置20と、制御装置30と、を備える。

[0015] 冷凍装置10は、流体通流装置20が通流させる流体を冷媒によって温度制御する。流体通流装置20は、冷凍装置10によって温度制御された流体を温度制御対象Tへ供給する。

[0016] 流体通流装置20は、温度制御対象Tを経由した流体を循環させるようになっている。そして、温度制御対象Tから戻った流体は、冷凍装置10によって再度温度制御される。流体通流装置20で循環させる流体は、例えばブラインであるが、水等の他の流体でもよい。

[0017] 制御装置30は、冷凍装置10及び流体通流装置20を制御するように構成され、例えばユーザの操作に応じて温度制御対象Tへ供給する流体の目標温度を設定したり、流体の温度が設定された目標温度になるように各部を制御したりする。以下、温度制御システム1の各部について詳述する。

[0018] 冷凍装置10は、圧縮機11、凝縮器12、膨張弁13及び蒸発器14を含む。圧縮機11、凝縮器12、膨張弁13及び蒸発器14は、冷媒を循環させるようにこの順序で配管15により接続されている。

[0019] 圧縮機11は、蒸発器14から流出した低温且つ低圧の気体の状態の冷媒を圧縮し、高温且つ高圧の気体の状態として、凝縮器12に供給するように

なっている。凝縮器 1 2 は、圧縮機 1 1 で圧縮された冷媒を例えば冷却水によって冷却すると共に凝縮し、所定の冷却温度の高圧の液体の状態として、膨張弁 1 3 に供給するようになっている。凝縮器 1 2 に通す冷却水は、水でもよいし、その他の冷媒でもよい。なお、凝縮器 1 2 は空冷式でもよい。

[0020] 膨張弁 1 3 は、凝縮器 1 2 から供給された冷媒を膨張させることにより減圧させて、低温且つ低圧の気液混合状態として、蒸発器 1 4 に供給するようになっている。蒸発器 1 4 は、膨張弁 1 3 から供給された冷媒を、流体通流装置 2 0 の流体と熱交換させる。ここで、流体と熱交換した冷媒は、低温且つ低圧の気体の状態となって蒸発器 1 4 から流出して圧縮機 1 1 に戻る。そして、蒸発器 1 4 から流出した冷媒は、再び圧縮機 1 1 で圧縮される。

[0021] 流体通流装置 2 0 は、流入口 2 1 U と流出口 2 1 D とを有する主流路 2 1 を含んでおり、主流路 2 1 は、流入口 2 1 U 及び流出口 2 1 D のそれぞれを温度制御対象 T に接続している。主流路 2 1 は、流入口 2 1 U と流出口 2 1 D との間に熱交換部 2 1 E を有し、流入口 2 1 U で受け入れた流体を熱交換部 2 1 E を通して流出口 2 1 D へ通流させる。

[0022] 流体通流装置 2 0 は、熱交換部 2 1 E における流体を蒸発器 1 4 における冷媒と熱交換させた後、流出口 2 1 D から温度制御対象 T に流体を送る。そして、流体通流装置 2 0 は、温度制御対象 T を経由した流体を流入口 2 1 U で受け入れる。そして、流体通流装置 2 0 は、流入口 2 1 U に流入した流体を熱交換部 2 1 E まで導き蒸発器 1 4 で再度熱交換させる。

[0023] また、流体通流装置 2 0 は、ポンプ 2 2、タンク 2 3、バイパス流路 2 4、弁機構 2 5、第 1 温度センサ 2 6、第 2 温度センサ 2 7、及び流量センサ 2 8 をさらに備えている。

[0024] ポンプ 2 2 は、主流路 2 1 の一部を構成し、流体を通流させるための駆動力を発生させる。ポンプ 2 2 は、主流路 2 1 における熱交換部 2 1 E よりも上流側の部分に配置されているが、その位置は特に限られるものではない。ポンプ 2 2 は、制御装置 3 0 に電氣的に接続されており、制御装置 3 0 によって回転数を制御されるようになっている。ポンプ 2 2 の回転数が増減する

ことにより、流体通流装置 20 を通流する流体の流量を調節できる。

[0025] タンク 23 も、主流路 21 における熱交換部 21E よりも上流側の部分に配置されている。タンク 23 は、一定量の流体を貯留するために設けられ且つ主流路 21 の一部を構成する。本実施の形態では、ポンプ 22 がタンク 23 内に配置されるが、ポンプ 22 はタンク 23 の外に設けられてもよい。

[0026] バイパス流路 24 は、主流路 21 における熱交換部 21E の上流側の部分と下流側の部分とを接続し、主流路 21 の上流側の部分から受け入れた流体を通流させる。弁機構 25 は、主流路 21 において熱交換部 21E を通流する流体の流量とバイパス流路 24 を通流する流体の流量とを調節する。

[0027] 本実施の形態における弁機構 25 は三方弁 25V を含んで構成される。三方弁 25V は、第 1 ポート 251 と、第 2 ポート 252 と、第 3 ポート 253 とを含む。そして、第 1 ポート 251 から第 2 ポート 252 に至る流路は、主流路 21 の一部を構成している。ここで、バイパス流路 24 は、その上流端開口を主流路 21 におけるポンプ 22 の下流側であって熱交換部 21E の上流側の部分に接続し、その下流端開口を三方弁 25V の第 3 ポート 253 に接続している。

[0028] 三方弁 25V は、第 1 ポート 251 に流入して第 2 ポート 252 から流出する流体の流量と、第 3 ポート 253 に流入して第 2 ポート 252 から流出する流体の流量との割合を調節できる。これにより、主流路 21 において熱交換部 21E を通流する流体の流量とバイパス流路 24 を通流する流体の流量との割合を調節できる。なお、弁機構 25 は三方弁 25V を含んで構成されるが、2 つ以上の二方弁を組み合わせた構成でもよい。三方弁 25V はモータバルブでもよいし、二方弁は電磁弁でもよい。

[0029] 第 1 温度センサ 26 は、主流路 21 における熱交換部 21E の下流側の部分を通流する流体の温度を検出する。詳しくは、第 1 温度センサ 26 は、主流路 21 におけるバイパス流路 24 の下流端との接続位置の下流側の部分を通流する流体の温度、具体的には三方弁 25V の下流側の部分を通流する流体の温度を検出する。

[0030] 第2温度センサ27は、主流路21における熱交換部21Eの上流側の部分を通流する流体の温度を検出する。詳しくは、第2温度センサ27は、主流路21における流入口21Uとタンク23との間の部分を通流する流体の温度を検出する。なお、第2温度センサ27の検出位置は上記態様でなくてもよく、タンク23内や、主流路21におけるタンク23と熱交換部21Eとの間の部分等でもよい。

[0031] また、流量センサ28は、主流路21におけるバイパス流路24の下流端との接続位置の下流側の部分を通流する流体の流量、具体的には三方弁25Vの下流側の部分を通流する流体の流量を検出する。すなわち、流量センサ28は、温度制御対象Tに供給される流体の流量を検出する。

[0032] 以上に説明した第1温度センサ26、第2温度センサ27及び流量センサ28は、制御装置30に電氣的に接続されており、各センサが検出する情報（温度情報、流量情報）は、制御装置30に送信されることになる。

[0033] 制御装置30は、冷凍装置10及び流体通流装置20の動作を制御するコントローラであって、例えばCPU、ROM等を有するコンピュータで構成されてもよい。この場合、ROMに格納されたプログラムに従い、各種処理が行われる。なお、制御装置30は、その他のプロセッサや電気回路（例えばFPGA（Field Programmable Gate Array）等）で構成されてもよい。

[0034] 制御装置30は、例えば流体通流装置20が通流させる流体に対して設定される目標温度に流体の温度を温度制御するべく、冷凍装置10及び流体通流装置20を制御する。この際、制御装置30は、冷凍装置10における圧縮機11の回転数及び膨張弁13の開度を制御する。制御装置30は、流体通流装置20におけるポンプ22の回転数及び弁機構25の動作を制御する。以下、制御装置30の構成について詳しく説明する。

[0035] <制御装置の構成>

図2は、制御装置30の機能構成を示すブロック図である。図2に示すように、制御装置30は、インタフェース部301と、目標温度設定部302

と、温度取得部３０３と、流量取得部３０４と、熱負荷演算部３０５と、移行判定部３０６と、圧縮機制御部３０７と、膨張弁制御部３０８、弁機構制御部３０９と、ポンプ制御部３１０と、設定値情報保持部３１１と、を有する。これら各機能部の大部分は、例えばプログラムが実行されることにより実現される。設定値情報保持部３１１は、ＲＯＭ等の記録媒体の一部で構成されてもよい。

[0036] なお、制御装置３０は、例えば一つのコンピュータで構成されてもよいし、複数のコンピュータで構成されてもよい。複数のコンピュータで構成される場合、上記複数の機能部は、複数のコンピュータに振り分けられてもよい。また、制御装置３０は冷凍装置１０及び流体通流装置２０を制御するが、詳しくは上記複数の機能部のいずれかを用いて冷凍装置１０及び流体通流装置２０の制御を行う。以下、各機能部について詳述する。

[0037] インタフェース部３０１は、外部から情報を受け取り且つ外部に情報を供給する。インタフェース部３０１は、例えばユーザが操作する操作手段からの入力又は外部からの装置の入力により、流体通流装置２０で通流させる流体の目標温度の情報を取得し、例えば目標温度設定部３０２に供給する。また、インタフェース部３０１は、運転開始指令、ユーザからの停止指令、流体通流装置２０で通流させる流体の目標流量等の情報も取得する。インタフェース部３０１は、目標流量の情報を取得した場合、ポンプ制御部３１０等に当該情報を供給する。

[0038] 目標温度設定部３０２は、インタフェース部３０１から取得した目標温度の情報を、内部で目標温度として設定し、保持しておく。また、目標温度設定部３０２は、取得した目標温度の情報を熱負荷演算部３０５、移行判定部３０６、圧縮機制御部３０７、膨張弁制御部３０８、弁機構制御部３０９等に供給する。

[0039] 温度取得部３０３は、第１温度センサ２６が検出する流体の温度の情報と、第２温度センサ２７が検出する流体の温度の情報と、を取得する。温度取得部３０３は、常時又は所定周期で温度の情報を取得し、第１温度センサ２

6から取得する熱交換部21Eの下流側を通流する流体の温度の情報を、移行判定部306、圧縮機制御部307、膨張弁制御部308、弁機構制御部309等へ供給する。また、温度取得部303は、第2温度センサ27から取得する熱交換部21Eの上流側を通流する流体の温度の情報を熱負荷演算部305へ供給する。

[0040] 流量取得部304は、流量センサ28が検出する流体の流量情報を取得する。流量取得部304は、常時又は所定周期で流量情報を取得し、取得した流量情報を熱負荷演算部305、ポンプ制御部310等へ供給する。

[0041] 熱負荷演算部305は、主流路21において熱交換部21Eに流入する前の流体の温度を目標温度設定部302が設定する目標温度にするための熱負荷を演算する。詳しくは、熱負荷演算部305は、目標温度、第2温度センサ27から取得する温度情報、及び流量取得部304から取得する流体の流量情報に基づいて熱負荷を演算する。

[0042] 熱負荷は、例えば、目標温度と第2温度センサ27で特定される温度との差に対して、流体の流量、流体の密度、及び比熱を掛けることで求めることができる。熱負荷演算部305は、一例として上記の演算に基づいて、熱負荷を導いてもよい。熱負荷演算部305は演算した熱負荷を圧縮機制御部307へ提供する。

[0043] 移行判定部306は、目標温度設定部302からの目標温度の情報と、第1温度センサ26からの熱交換部21Eの下流側を通流する流体の温度情報と、を取得する。移行判定部306は、第2温度センサ27からの流体の温度情報を取得してもよい。そして、本実施の形態における移行判定部306は、これら目標温度の情報と熱交換部21Eの下流側を通流する流体の温度情報とに基づき、熱交換部21Eの下流側を通流する流体の温度を目標温度に制御するための制御モードを決定する。本実施の形態における移行判定部306は、制御モードとして、定常制御、初動制御、及び予備定常制御のうちのいずれかを決定し、決定した制御モードの情報を圧縮機制御部307、膨張弁制御部308、及び弁機構制御部309へ供給する。

[0044] 詳しくは、移行判定部306は、最初の運転の際に、まず制御モードとしての定常制御で制御を行うことを決定する。すなわち、移行判定部306は、停止状態の温度制御システム1において目標温度が設定された後、運転開始が指示された場合には、定常制御で制御を行うことを決定する。その後、移行判定部306は、目標温度が変更された場合に定常制御を維持するか又は「初動制御」に移行するかを決定する。初動制御は、温度制御の応答性を向上させるために行われる処理である。詳しくは、本実施の形態における移行判定部306は、変更された目標温度が、当該目標温度への変更時に第1温度センサ26で検出される流体の温度よりも高く且つ第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が温度閾値以上である場合に、初動制御に移行することを決定する。

[0045] 上記定常制御では、圧縮機11及び膨張弁13をフィードバック制御するか又は圧縮機11の回転数を一定値にして膨張弁13をフィードバック制御することによる温度制御が行われる。一方で、初動制御は、現在の流体の温度と目標温度との差が比較的大きい場合において、フィードバック制御よりも温度制御の応答性を高めるために行われる。この初動制御では、圧縮機11及び膨張弁13に対する比較的大きい操作量の入力が予定されている。詳しくは、初動制御では、圧縮機11の回転数及び膨張弁13の開度が比較的大きい操作量で下げられる。このような初動制御は、現在の流体の温度と目標温度との差が比較的大きい場合に有効であり、現在の流体の温度と目標温度との差が小さい場合には、フィードバック制御に対する優位性が得られない場合がある。以上のような観点から、上記温度閾値は比較的大きい値であることが好ましく、例えば5度である。温度閾値は、3度以上でもよく、5度以上でもよく、10度以上でもよい。本実施の形態では、温度閾値が一例として5度に設定されており、5度以上温度を上昇させる際に、初動制御が行われる。

[0046] また、移行判定部306は、変更された目標温度が第1温度センサ26で検出される流体の温度よりも低いとき、又は、変更された目標温度が第1温

度センサ 26 で検出される流体の温度よりも高いが、第 1 温度センサ 26 で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が温度閾値未満のときは、定常制御を維持する。

[0047] また、本実施の形態における移行判定部 306 は、初動制御へ移行した後において所定条件が充足された場合に、予備定常制御への移行を決定する。具体的には、移行判定部 306 は、初動制御において圧縮機 11 の回転数及び膨張弁 13 の開度を下げた後、第 1 温度センサ 26 で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が第 1 所定値以下になった際に、予備定常制御への移行を決定する。第 1 所定値は、例えば、目標温度への変更時に第 1 温度センサ 26 で検出された流体の温度と目標温度との差の絶対値の半分の値にしてもよい。この場合、例えば目標温度が、目標温度設定時の流体の温度よりもちょうど 10 度高い場合には、第 1 所定値が 5 度となる。予備定常制御では、後述するように圧縮機 11 の回転数は初動制御で下げられた状態を維持されつつ、膨張弁 13 の開度がフィードバック制御される。

[0048] また、本実施の形態における移行判定部 306 は、予備定常制御へ移行し且つ所定条件が充足された場合に、定常制御への移行を決定する。詳細は後述するが、初動制御では圧縮機 11 の回転数及び膨張弁 13 の開度が下げられるとともに、主流路 21 において熱交換部 21E を通流する流体の流量が下がるように弁機構 25 が弁機構制御部 309 によって調節される。このように調節された弁機構 25 は、その後、流体の流量が調節前の流量に戻るよう制御される。予備定常制御からの定常制御への移行の条件となる上記所定条件は、流体の流量が下がるように調節された弁機構 25 が調節前の状態に復帰された状態の成立である。

[0049] 具体的には、本実施の形態における制御装置 30 は、初動制御で弁機構制御部 309 を調節することにより主流路 21 において熱交換部 21E を通流する流体の流量が下げた後、第 1 温度センサ 26 で検出される流体の温度と目標温度との差が第 2 所定値以下になった際に、主流路 21 において熱交換部 21E を通流する流体の流量が調節前の流量に戻るよう弁機構 25 を制

御する。この主流路 2 1 において熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を調節前の流量に戻す動作（以下、復帰動作と呼ぶ。）と、予備定常制御とが成立したとき、移行判定部 3 0 6 は、定常制御への移行を決定する。

[0050] ここで、本実施の形態では、第 1 所定値と第 2 所定値が同じ値である。したがって、予備定常制御への移行と同時に弁機構 2 5 の復帰動作が行われ、初動制御の後、第 1 温度センサ 2 6 で検出される流体の温度と目標温度との差が第 1 所定値（第 2 所定値）以下になった際に、制御モードが定常制御に移行される。すなわち、本実施の形態では、予備定常制御の移行と同時に実質的に定常制御への移行が生じる。ただし、第 1 所定値と第 2 所定値とは異なってもよい。第 1 所定値が第 2 所定値よりも大きい場合には、予備定常制御の後に、弁機構 2 5 の復帰動作が行われて、制御モードが定常制御に移行される。また、第 1 所定値は、第 2 所定値よりも小さくてもよい。

[0051] 以上に説明した定常制御では、上述したように圧縮機 1 1 及び膨張弁 1 3 をフィードバック制御するか又は圧縮機 1 1 の回転数を一定値にして膨張弁 1 3 をフィードバック制御することによる制御が行われる。すなわち、定常制御では、（１）圧縮機 1 1 及び膨張弁 1 3 をフィードバック制御する態様、又は（２）圧縮機 1 1 の回転数を一定値にして膨張弁 1 3 をフィードバック制御する態様により、圧縮機 1 1 及び膨張弁 1 3 が制御される。

[0052] 詳しくは、上記（１）の態様では、第 1 温度センサ 2 6 で検出される流体の温度と目標温度との差に基づき、圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁 1 3 の開度の両方がフィードバック制御される。上記（２）の態様では、圧縮機 1 1 の回転数が一定値に維持されつつ、第 1 温度センサ 2 6 で検出される流体の温度と目標温度との差に基づき膨張弁 1 3 の開度がフィードバック制御される。より具体的には、最初の運転の際に制御モードが定常状態になった場合には、上記（１）の態様がまず行われ、所定条件が充足されると、上記（２）の態様に制御が切り替わる。切り替えの所定条件は、本実施の形態では第 1 温度センサ 2 6 で検出される流体の温度が目標温度に達することである。

[0053] また、初動制御では、圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁 1 3 の開度が下げら

れるとともに、主流路 2 1 において熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量が下がるように弁機構 2 5 が弁機構制御部 3 0 9 によって調節される。詳しくは、初動制御において、圧縮機 1 1 の回転数は、目標温度に基づいて導かれる設定値まで下げられる。つまり、圧縮機 1 1 の回転数は、目標温度に応じて異なる値となる設定値まで下げられる。また、初動制御において、膨張弁 1 3 の開度は所定量だけ下げられる。この所定量は、本実施の形態では目標温度によらず一定値である。また、初動制御において、弁機構 2 5 は、熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量が所定流量だけ下がるように調節される。詳しくは、初動制御において、弁機構 2 5 は、主流路 2 1 において熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を所定流量だけ下げ且つバイパス流路 2 4 を通流する流体の流量を所定流量だけ上げる。上記所定流量は、本実施の形態では目標温度によらず一定値である。

[0054] なお、初動制御において熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を下げるタイミングは、圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁 1 3 の開度を下げるタイミングと同時でもよいし、圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁 1 3 の開度が下げられるタイミングの前又は後でもよい。熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を下げるタイミングが、圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁 1 3 の開度を下げるタイミングよりも前であるときには、目標温度が変更された後に、熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を下げ、その後に、圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁 1 3 の開度を下げる。この場合、圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁 1 3 の開度を下げるタイミングは、熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を下げてから 5 秒以内、好ましくは 3 秒以内、より好ましくは 2 秒以内、さらに好ましくは 1 秒以内である。また、この場合、目標温度が変更された後に熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を下げるタイミングは、目標温度が変更された直後、例えば変更されてから 1 秒以内でもよい。

[0055] また、熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を下げるタイミングが、圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁 1 3 の開度を下げるタイミングよりも後であるときには、目標温度が変更された後に、圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁 1 3 の

開度を下げ、その後に、熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を下げる。この場合、熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を下げるタイミングは、圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁 1 3 の開度を下げた後から 5 秒以内、好ましくは 3 秒以内、より好ましくは 2 秒以内、さらに好ましくは 1 秒以内である。また、この場合、目標温度が変更された後に圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁 1 3 の開度を下げるタイミングは、目標温度が変更された直後、例えば変更されてから 1 秒以内でもよい。

[0056] また、熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を下げるタイミングが圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁 1 3 の開度を下げるタイミングと同じである場合には、目標温度が変更された直後、例えば変更されてから 1 秒以内に、圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁 1 3 の開度を下げると同時に、主流路 2 1 において熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を下げてよい。なお、以上で言う圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁 1 3 の開度を下げられるタイミングとは、厳密には、制御信号を圧縮機 1 1 及び膨張弁 1 3 に入力するタイミングであることは言うまでもない。また、熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量が下げられるタイミングとは、制御信号を三方弁 2 5 V に入力するタイミングであることは言うまでもない。

[0057] そして、予備定常制御では、上述したように、圧縮機 1 1 の回転数は初動制御で下げられた状態を維持されつつ、膨張弁 1 3 の開度がフィードバック制御される。具体的には、予備定常制御では、圧縮機 1 1 の回転数は初動制御で下げられた設定値の状態を維持されつつ、膨張弁 1 3 の開度がフィードバック制御される。

なお、本実施の形態では、初動制御の後に、所定条件が充足された場合に、予備定常制御と同時に又は予備定常制御を経て定常制御になる。この場合、定常制御における上記（２）に態様に制御が移行する。すなわち、予備定常制御では、圧縮機 1 1 の回転数は初動制御で下げられた状態を維持されつつ、膨張弁 1 3 の開度がフィードバック制御される。したがって、予備定常制御と同時に又は予備定常制御を経て定常制御になる場合には、定常制御に

において、圧縮機 11 の回転数は初動制御で下げられた状態を維持されつつ、第 1 温度センサ 26 で検出される流体の温度と目標温度との差に基づき膨張弁 13 の開度がフィードバック制御される。

[0058] つづいて、圧縮機制御部 307 は、移行判定部 306 が決定する制御モードの情報を取得する。そして、圧縮機制御部 307 は、定常制御において、上記 (1) の態様にしたいが、第 1 温度センサ 26 で検出される流体の温度と目標温度との差に基づくフィードバック制御により圧縮機 11 の回転数を制御するか、又は、上記 (2) の態様にしたいが、圧縮機 11 の回転数を一定値に維持する。より詳しくは、上記 (1) の態様から上記 (2) の態様に制御が移行した場合には、上記 (1) の態様で目標温度になったときの圧縮機 11 の回転数が、上記 (2) の態様で維持される。また、初動制御の後に定常制御において上記 (2) の態様に制御が移行した場合には、圧縮機 11 の回転数は、初動制御で下げられた設定値に維持される。

[0059] 圧縮機制御部 307 は、初動制御において、圧縮機 11 の回転数を目標温度に基づいて導かれる設定値まで下げる。詳しくは、本実施の形態における圧縮機制御部 307 は、第 1 温度センサ 26 で検出される流体の温度よりも高い流体の目標温度が設定され、第 1 温度センサ 26 で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が温度閾値以上であることで初動制御への移行が決定した際に、目標温度に応じて関係式を決定し、決定された関係式に基づいて上記設定値を導く。上記関係式は、目標温度によって異なる式になる。そして、上記関係式は、詳しくは熱交換部 21E に流入する前の流体の温度を目標温度にするための熱負荷と、設定値（圧縮機 11 の回転数）との関係を定めている。より詳しくは、上記関係式は、熱負荷の値によって設定値を特定する式になっている。

[0060] そして、圧縮機制御部 307 は、熱負荷の情報を熱負荷演算部 305 から取得する。そして、圧縮機制御部 307 は、目標温度と、熱負荷と、目標温度に応じて決定される関係式と、に基づき上記設定値を決定する。圧縮機制御部 307 が関係式を導くための情報は、設定値情報保持部 311 に保持さ

れている。なお、本実施の形態で用いる関係式の詳細については、図3を参照しつつ後述する。

[0061] 上述したように、初動制御は、現在の流体の温度と目標温度との差が比較的大きい場合において、フィードバック制御よりも温度制御の応答性を高めるために行われる。この観点で、初動制御の開始前の圧縮機11の回転数と設定値との差は、冷凍能力が大きく下がるように比較的大きいことが好ましい。具体的には、初動制御を行う場合、圧縮機11の回転数は少なくとも5Kwの冷凍能力に相当する回転数分だけ下げられることが望ましい。これは、つまり、初動制御の開始前の圧縮機11の回転数と設定値との差に対応する回転数で圧縮機11が吐出する冷媒循環量に対応する冷凍能力が少なくとも5Kwであることを意味する。

[0062] また、圧縮機制御部307は、予備定常制御において、圧縮機11の回転数を初動制御で下げられた設定値に維持する。すなわち、圧縮機制御部307は、初動制御の状態では何ら変更を行わない。ただし、圧縮機制御部307は、移行判定部306から制御モードが予備定常制御へ移行した旨を取得した際には、現在の状態が予備定常制御であることを示すフラグを保持しておくことが好ましい。

[0063] 膨張弁制御部308も、圧縮機制御部307と同様に、移行判定部306が決定する制御モードの情報を取得する。そして、膨張弁制御部308は、定常制御において常時、第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差に基づくフィードバック制御により膨張弁13の開度を制御する。

[0064] また、膨張弁制御部308は、初動制御において膨張弁13の開度を所定量だけ下げる。上述したように、この所定量は本実施の形態では目標温度によらず一定値である。詳しくは、膨張弁制御部308は、膨張弁13の開度を、現在（初動制御移行時）の開度から5%以上10%以下の範囲分だけ下げる。より詳しくは、本実施の形態における膨張弁制御部308は、初動制御において膨張弁13の開度を6.5%分だけ下げる。つまり、例えば初動

制御の前において膨張弁 13 の開度が 100%であったときは、膨張弁 13 の開度が 93.5%まで下げられる。

[0065] なお、本実施の形態では、初動制御において膨張弁 13 の開度が下げられるが、初動制御において膨張弁 13 の開度は下げられなくてよい。しかしながら、初動制御において圧縮機 11 の回転数とともに膨張弁 13 の開度を下げた場合には、目標温度までの応答性が向上することを本件発明者は鋭意実験を通して見出した。初動制御における膨張弁 13 の下げ幅である上記所定量は特に限られるものではないが、所定量が小さ過ぎると応答性の改善が大きく現れず、所定量が大き過ぎると冷凍装置 10 側の急激な圧力変動により応答性が損なわれる虞がある。これらの観点から、本件発明者は、所定量を開度の 5%以上 10%以下の範囲分とする構成を見出したが、所定量はその他の数値でもよい。

[0066] また、膨張弁制御部 308 は、予備定常制御においては、膨張弁 13 の開度をフィードバック制御により制御する状態に切り替える。なお、以上に説明した定常制御の上記 (1) の態様における圧縮機 11 の回転数及び膨張弁 13 の開度に対するフィードバック制御、上記 (2) の態様における膨張弁 13 の開度に対するフィードバック制御、及び予備定常制御における膨張弁 13 の開度に対するフィードバック制御は、PID 制御である。ただし、これらフィードバック制御は、P 制御、PI 制御、又は PD 制御でもよい。いずれのフィードバック制御においても、第 1 温度センサ 26 で検出される流体の温度が目標温度になるように制御が行われる。

[0067] また、弁機構制御部 309 も、圧縮機制御部 307 及び膨張弁制御部 308 と同様に、移行判定部 306 が決定する制御モードの情報を取得する。そして、弁機構制御部 309 は、定常制御において、弁機構 25 によってバイパス流路 24 を閉じ、主流路 21 においてのみ流体が通流する状態を形成する。すなわち、定常制御では、蒸発器 14 で温度制御された流体のみが温度制御対象 T に流入する状態が形成される。なお、弁機構制御部 309 は、定常制御において、主流路 21 及びバイパス流路 24 の両方を流体が通流する

状態を形成してもよい。この場合、弁機構制御部 309 は、主流路 21 において熱交換部 21E を通流する流体の流量とバイパス流路 24 を通流する流体の流量との割合を一定値に保持する。

[0068] また、弁機構制御部 309 は、初動制御の際、主流路 21 において熱交換部 21E を通流する流体の流量が所定流量だけ下がるように弁機構 25 を調節する。詳しくは、初動制御においては、弁機構 25 は、主流路 21 において熱交換部 21E を通流する流体の流量を所定流量だけ下げ且つバイパス流路 24 を通流する流体の流量を所定流量だけ上げる。

[0069] 上記所定流量は、本実施の形態では目標温度によらず一定値である。具体的に本実施の形態では、上記所定流量が、定常制御で主流路 21 において熱交換部 21E を通流する流体の流量の 5% 以上 15% 以下の範囲で定められる。すなわち、初動制御では、主流路 21 において熱交換部 21E を通流する流体の流量が現在の流量から 5% 以上 15% 以下だけ下がるように弁機構 25 が調節される。より具体的には、本実施の形態における初動制御では、主流路 21 において熱交換部 21E を通流する流体の流量が 10% だけ下がるように弁機構 25 が調節される。

[0070] 弁機構制御部 309 が、初動制御において熱交換部 21E を通流する流体の流量を下げる理由は、圧縮機 11 の回転数を下げることによる蒸発器 14 における冷凍能力の低下に対してバランスをとるためである。ここで、熱交換部 21E を通流する流体の下げ幅が小さいと蒸発器 14 から圧縮機 11 に戻る冷媒の過熱度が十分に低下せず、下げ幅が大きいと逆に圧縮機 11 への液バックのリスクが高まる。本件発明者は、これらの観点から初動制御において熱交換部 21E を通流する流体の流量を 5% 以上 15% 以下だけ、例えば 10% だけ下げる構成を採用する。ただし、このような流量の下げ幅は特に限られるものではない。なお、三方弁 25V の開度と、流量変化との関係は予め特定されており、当該関係に基づいて流量の調節が行われる。

[0071] また、本実施の形態における弁機構制御部 309 は、主流路 21 において熱交換部 21E を通流する流体の流量が下がるように初動制御で弁機構 25

を調節した後、第1温度センサ26で検出される流体の温度が目標温度になる前に、主流路21において熱交換部21Eを通流する流体の流量が調節前の流量に戻るよう弁機構25を制御する。詳しくは、弁機構制御部309は、第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が第2所定値以下になった際に、主流路21において熱交換部21Eを通流する流体の流量が調節前の流量に戻るよう弁機構25を制御する。

[0072] ここで、本実施の形態では上述したように初動制御で圧縮機11の回転数及び膨張弁13の開度を下げた後、第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が第1所定値以下になった際に、移行判定部306が予備定常制御への移行を決定する。そして、第2所定値が、第1所定値と同じである。そのため、弁機構制御部309は、実質的には、予備定常制御への移行の情報の取得と同時に、熱交換部21Eを通流する流体の流量が調節前の流量に戻るよう弁機構25を制御する。なお、弁機構制御部309は、第2所定値を用いた判定を行わずに、予備定常制御への移行の情報の取得をトリガとして、熱交換部21Eを通流する流体の流量が調節前の流量に戻るよう弁機構25を制御してもよい。

[0073] また、ポンプ制御部310は、インタフェース部301から目標流量の情報を取得する。そして、ポンプ制御部310は、流量センサ28からの流量情報により特定される流体の流量が目標流量に一致するようにその回転数を制御する。

[0074] 設定値情報保持部311は、上述したように圧縮機制御部307が設定値を決定するために使用する関係式を導くための情報を保持する。本実施の形態では、設定値情報保持部311が、一例として、熱負荷演算部305が演算する熱負荷が代入される変数及び前記変数を増減させる係数を少なくとも含む基本式と、複数の目標温度候補値に対応して予め保持された複数の係数固有値とを保持する。そして、圧縮機制御部307が使用する関係式は、上記基本式に、目標温度と上記目標温度候補値との対比に基づいて決定される係数固有値を代入することで決定される。

[0075] <制御に使用する関係式を導くための情報>

以下、図3を参照しつつ本実施の形態で関係式を決定する際に用いる基本式と係数固有値の概念について説明する。図3は、制御装置30における設定値情報保持部311が保持する情報であって、初動制御で用いる設定値を決定するための関係式を導くための基本式及び係数固有値を示す概念図である。図3における「 $F = aX + c$ 」は、基本式に対応する。基本式における「 $X$ 」は、熱負荷演算部305が演算する熱負荷が代入される変数に対応する。一方で、基本式における「 $a$ 」及び「 $c$ 」は、変数である熱負荷を増減させる係数に対応する。そして、「 $F$ 」は、設定値としての回転数に対応する。なお、「 $F$ 」は、圧縮機11の回転を制御するインバータに対する入力電圧の周波数で表現されてもよい。回転数(RPM)は、 $(120 \times (\text{入力電圧の周波数})) / \text{モータ極数}$ で特定される。

[0076] また、図3に示す係数固有値テーブルは、複数の目標温度候補値と、複数の目標温度候補値に対応する係数「 $a$ 」及び係数「 $c$ 」の具体的な値としての係数固有値と、の関係を特定して保持している。

[0077] 本実施の形態では、第1温度センサ26で検出される流体の温度よりも高い流体の目標温度が設定され、且つ第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が温度閾値以上である場合に、初動制御に移行することが決定される。このとき、圧縮機制御部307は、目標温度と上記目標温度候補値との対比に基づいて係数固有値を決定し、基本式に係数固有値を代入して関係式を決定する。より具体的には、圧縮機制御部307は、例えば目標温度が $-30$ 度のときには、 $-30$ 度の目標温度候補値に対応する係数固有値( $a$ :「●□」、 $c$ :「□□」)を決定し(図3におけるT30参照)、基本式に代入することで関係式を決定する。また、目標温度と一致する目標温度候補値が存在しない場合も生じ得る。この場合には、目標温度が、連続する2つの目標温度候補値の間の値であるときには、目標温度に近い方の目標温度候補値の係数固有値が選択されてもよい。また、目標温度が、連続する2つの目標温度候補値の間の値であるときに、2つの係数固

有値に基づく線形補間を利用して係数固有値が決定されてもよい。

[0078] そして、以上のようにして関係式を決定した後、圧縮機制御部307は、熱負荷演算部305が演算する熱負荷を変数 $X$ に代入することで、設定値としての回転数を決定する。図4は、関係式で表現される熱負荷と圧縮機11の回転数（設定値）との関係を示すグラフを示す図である。図4に示すように、圧縮機制御部307が用いる関係式は、目標温度に応じて異なる式となる。例えば目標温度が $-30$ 度で熱負荷が $2\text{ Kw}$ のときには、 $-30$ 度（ $^{\circ}\text{C}$ ）に対応する関係式 $F30$ に基づいて、初動制御での圧縮機11の目標回転数となる設定値が図4における $Z$ に決定される。また、例えば目標温度が $-20$ 度で熱負荷が $1\text{ Kw}$ のときには、 $-20$ 度（ $^{\circ}\text{C}$ ）に対応する関係式 $F20$ に基づいて、初動制御での圧縮機11の目標回転数となる設定値が図4における $W$ に決定される。なお、複数の関係式のうちの互いに異なる2つの関係式においては、同じ熱負荷が代入される場合、低い方の目標温度に対応する関係式から導かれる設定値が、高い方の目標温度に対応する関係式から導かれる設定値よりも大きくなるという関係が成り立つ。

[0079] また、本実施の形態では設定値情報保持部311が基本式及び係数固有値を保持するが、複数の目標温度候補値に対応する複数の関係式そのものが設定値情報保持部311に保持されてもよい。また後述するが、圧縮機制御部307は、目標温度候補値ごとに設定された、熱負荷と設定値となる圧縮機11の回転数との関係を定めた設定値テーブルを参照し、当該設定値テーブルに基づいて、初動制御で用いる設定値を決定してもよい。

[0080] <温度制御システムの動作>

図5は、温度制御システム1の動作の一例を説明するフローチャートである。以下、図5を参照しつつ温度制御システム1の動作の一例を説明する。

[0081] 図5に示す動作は運転開始指令の発生によって開始される。制御装置30は、運転開始指令が発生した際、まず、ステップ $S501$ において流体通流装置20で通流させる流体の目標温度を設定する。詳しくは、流体の目標温度は、制御装置30における目標温度設定部302が設定して保持する。こ

ここで、目標温度設定部302は、インタフェース部301から目標温度の情報を取得する。この際には、図示しないがインタフェース部301からポンプ制御部310に流体通流装置20で通流させる流体の目標流量の情報も送られ、ポンプ制御部310はポンプ22を駆動させる。また、この際、弁機構制御部309は、弁機構25によってバイパス流路24を次第に閉じ、主流路21においてのみ流体が通流する状態を形成する。

[0082] 次いで、ステップS502において、制御装置30は、移行判定部306により制御モードを決定する。ここでは、最初の運転であることに基いて、移行判定部306がまず制御モードとしての定常制御で制御を行うことを決定する。この定常制御への移行により、冷凍装置10における圧縮機11及び膨張弁13に対するフィードバック制御が開始する。

[0083] 次いで、ステップS503において、制御装置30は、温度取得部303により第1温度センサ26が検出する流体の温度の情報を取得する。すなわち、制御装置30は、主流路21における熱交換部21Eの下流側を通流する流体であって、三方弁25Vを流出した流体の温度の情報を取得する。なお、ステップS503は、検出工程（ステップ）の一例に対応する。

[0084] 次いで、ステップS504においては、制御装置30は、第1温度センサ26が検出する流体の温度の情報に基づいて、主流路21における熱交換部21Eの下流側を通流する流体の温度と目標温度との差の絶対値が判定閾値以下であるか、又は、現在の制御の状態が「戻り制御」状態であるかを判定する。上記判定閾値は、比較的小さい値であり、例えば0.5度などでもよい。また、「戻り制御」とは、初動制御の後に、予備定常制御と同時に又は予備定常制御を経て定常制御になったことを意味する。初動制御時の動作は図6を用いて後述するが、初動制御の後に定常制御に戻る場合には、図6の処理から図5の「A」を介してステップS503に処理が移行し、ステップS503から処理が開始される。この場合には、ステップS504で戻り制御である旨が判定される。

[0085] ステップS504において、主流路21における熱交換部21Eの下流側

を通過する流体の温度と目標温度との差の絶対値が判定閾値以下でない場合、及び、戻り制御の状態でない場合には、処理がステップS505に移行する。そして、ステップS505において、制御装置30は、圧縮機制御部307により圧縮機11の回転数をフィードバック制御するとともに、膨張弁制御部308により膨張弁の開度をフィードバック制御する。ここで、圧縮機制御部307は、第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差に基づくフィードバック制御により、第1温度センサ26で検出される流体の温度が目標温度に近づくように圧縮機11の回転数を制御する。膨張弁制御部308は、第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差に基づくフィードバック制御により、第1温度センサ26で検出される流体の温度が目標温度に近づくように膨張弁13の開度を制御する。

[0086] ステップS505の後、制御装置30は、ステップS506で目標温度の変更が生じたかを判定する。そして、目標温度の変更が生じていない場合、制御装置30は、ステップS507で運転停止指示が生じたかを判定する。そして、運転停止指示が生じていない場合、処理がステップS503に戻り、ステップS504で主流路21における熱交換部21Eの下流側を通過する流体の温度と目標温度との差の絶対値が判定閾値以下であることが検出されるまで、ステップS505における圧縮機11及び膨張弁13に対するフィードバック制御が繰り返される。

[0087] そして、ステップS504で主流路21における熱交換部21Eの下流側を通過する流体の温度と目標温度との差の絶対値が判定閾値以下であることが検出された場合、又は、戻り制御の状態であると検出された場合、制御装置30は、ステップS508において、圧縮機制御部307により圧縮機11の回転数を一定値に維持するとともに、膨張弁制御部308における膨張弁13の開度に対するフィードバック制御を継続する。

[0088] ステップS508において、圧縮機制御部307は、ステップS504及びステップS505を経て熱交換部21Eの下流側を通過する流体の温度と目標温度との差の絶対値が判定閾値以下になったときには、流体の温度と目

標温度との差の絶対値が判定閾値以下であることが検出されたときの圧縮機 11 の回転数を維持する。一方で、初動制御の後の定常制御（戻り制御）においてステップ S 508 に処理が移行した場合には、圧縮機 11 の回転数は、後述する初動制御で下げられた設定値に維持される。また、ステップ S 508 において、圧縮機制御部 307 は、第 1 温度センサ 26 で検出される流体の温度と目標温度との差に基づくフィードバック制御により、第 1 温度センサ 26 で検出される流体の温度が目標温度に一致するように膨張弁 13 の開度を制御する。

[0089] そして、ステップ S 508 の後、制御装置 30 は、ステップ S 506 で目標温度の変更が生じたかを判定する。そして、目標温度の変更が生じていない場合、制御装置 30 は、ステップ S 507 で運転停止指示が生じたかを判定する。そして、運転停止指示が生じていない場合、処理がステップ S 503 に戻り、その後、ステップ S 504 を経てステップ S 508 におけるフィードバック制御が行われる。ステップ S 508 の処理が繰り返される状態では、基本的に流体の温度が目標温度に制御されている。ただし、初動制御の後の定常制御（戻り制御）で、ステップ S 508 からのステップ S 504 への移行が繰り返される場合において、所定条件が成立した場合に、処理がステップ S 505 に移行されてもよい。例えば戻り制御であっても、ステップ S 504 で主流路 21 における熱交換部 21E の下流側を通流する流体の温度と目標温度との差の絶対値が判定閾値以下であることが所定回数以上検出された場合には、処理がステップ S 505 に移行されてもよい。この場合、圧縮機 11 の回転数が微調整されることで適正な温度制御状態が形成され得る。

[0090] そして、ステップ S 506 で目標温度の変更が生じた場合、制御装置 30 は、移行判定部 306 により、ステップ S 509 で第 1 温度センサ 26 が検出する流体の温度の情報に基づいて、変更された目標温度は現在の流体の温度からの引き下げに該当するかを判定する。ステップ S 509 で目標温度の引き下げであると判定されたときには、ステップ S 503 に処理が移行し、

目標温度に向けたフィードバック制御が行われる。

- [0091] 一方で、ステップS 5 0 9で目標温度の引き下げでないと判定されたとき、言い換えると引き上げと判定されたときには、制御装置3 0は、移行判定部3 0 6により、ステップS 5 1 0において目標温度が現在の温度からの温度閾値以上の引き上げに該当するかを判定する。具体的には、移行判定部3 0 6は、第1温度センサ2 6で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が温度閾値以上であるかを判定する。
- [0092] そして、ステップS 5 1 0で第1温度センサ2 6で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が温度閾値以上であると判定されない場合には、ステップS 5 0 3に処理が移行し、目標温度に向けたフィードバック制御が行われる。一方で、ステップS 5 1 0で第1温度センサ2 6で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が温度閾値以上であると判定された場合には、移行判定部3 0 6は、初動制御による制御を行うことを決定する（ステップS 5 1 1）。また、ステップS 5 0 7で運転停止指示が生じたと判定された場合には、温度制御システム1の運転が停止される（END）。なお、ステップS 5 1 0においては、変更前後の目標温度の差の絶対値が温度閾値以上であるか否かが判定されてもよく、前記絶対値が温度閾値以上である場合に初動制御への移行が決定されてもよい（ステップS 5 1 1）。
- [0093] 図6は初動制御を説明するフローチャートである。以下、図6を参照しつつ初動制御に移行した場合の動作について説明する。
- [0094] 制御装置3 0は、まずステップS 6 0 1において目標温度設定部3 0 2から変更後の目標温度の情報を取得する。
- [0095] 次に、制御装置3 0は、ステップS 6 0 2において圧縮機制御部3 0 7により目標温度に応じた関係式を決定する。図3及び図4を用いて説明したように、本実施の形態では、関係式が設定値情報保持部3 1 1に保持された基本式及び係数固有値に基づいて決定される。決定される関係式は、熱交換部2 1 Eに流入する前の流体の温度を目標温度にするための熱負荷と、設定値（圧縮機1 1の回転数）との関係を定めている。

- [0096] 次いで、圧縮機制御部 307 は、ステップ S 603 で熱負荷の情報を熱負荷演算部 305 から取得する。熱負荷は、熱交換部 21E に流入する前の流体の温度を目標温度にするための、言い換えると温度制御前の流体の温度を目標温度にするための熱負荷である。熱負荷演算部 305 は、目標温度、第 2 温度センサ 27 からの流体の温度情報、及び流量センサ 28 からの流体の流量情報を用いて熱負荷を演算する。
- [0097] そして、ステップ S 604 で、初動制御における目標回転数となる圧縮機 11 の回転数の設定値と、膨張弁 13 の開度の引き下げ量（所定量）と、主流路 21 において熱交換部 21E を通流する流体の引き下げ量（所定流量）とが特定される。ここで、圧縮機 11 の回転数の設定値は、本実施の形態ではステップ S 602 で決定された関係式にステップ S 603 で取得された熱負荷を代入することで特定される。一方で、膨張弁 13 の開度の引き下げ量（所定量）と、熱交換部 21E を通流する流体の引き下げ量（所定流量）は、本実施の形態では目標温度によらず一定値の値で決まっている。
- [0098] そして、ステップ S 604 の後、本実施の形態ではステップ S 605 で圧縮機制御部 307 が、初動制御における目標回転数となる圧縮機 11 の回転数の設定値と現在の回転数との差が回転数閾値より大きいかを判定する。そして、ステップ S 604 で特定された設定値と現在の回転数との差が回転数閾値より大きいと判定された場合、ステップ S 606 で圧縮機制御部 307 は、初動制御における目標回転数となる圧縮機 11 の回転数の設定値を、現在の回転数から回転数閾値を引いた値に書き換える。その後、圧縮機制御部 307 は、再度、初動制御における目標回転数となる圧縮機 11 の回転数の設定値と現在の回転数との差が回転数閾値より大きいかを判定する。そして、ステップ S 605 で初動制御における目標回転数となる圧縮機 11 の回転数の設定値と現在の回転数との差が回転数閾値よりも大きくないことが検出されると、処理がステップ S 607 に移行する。
- [0099] そして、ステップ S 607 では、圧縮機制御部 307 が、圧縮機 11 の回転数を上述のようにして特定された設定値まで下げる。また、膨張弁制御部

308は、膨張弁13の開度を所定量だけ下げる。また、弁機構制御部309は、主流路21において熱交換部21Eを通流する流体の流量が所定流量だけ下がるように流量の調節を行う。詳しくは、弁機構制御部309は、弁機構25を制御し、主流路21において熱交換部21Eを通流する流体の流量を所定流量だけ下げ且つバイパス流路24を通流する流体の流量を所定流量だけ上げる。なお、ステップS506、S509及びS510を経たステップS601～S607は、制御工程（ステップ）の一例に対応する。

[0100] その後、制御装置30は、ステップS608で移行判定部306により予備定常制御へ移行するか否かを判定する。具体的には、移行判定部306は、ステップS608において第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が第1所定値以下になったことが検出された場合（ステップS608でYES）、予備定常制御（S610）への移行を決定する。一方で、ステップS608において第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が第1所定値以下になったことが検出されない場合、制御装置30は、ステップS609で運転停止指示が生じたかを判定する。そして、運転停止指示が生じていない場合、処理がステップS608に戻り、第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が第1所定値以下になるか否かが監視される。

[0101] そして、予備定常制御への移行が決定された場合のステップS610では、制御装置30は、圧縮機制御部307により圧縮機11の回転数を初動制御で下げられた設定値に維持する。また、ステップS610で、制御装置30は、膨張弁制御部308により膨張弁13の開度をフィードバック制御により制御する状態に切り替える。

[0102] その後、ステップS611で、制御装置30は、弁機構制御部309により第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が第2所定値以下になったかを判定する。ステップS611において第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が第2所定値以下になったことが検出されない場合、制御装置30は、ステップS612

で運転停止指示が生じたかを判定する。そして、運転停止指示が生じていない場合、処理がステップS 6 1 0に戻り、膨張弁1 3の開度に対するフィードバック制御が繰り返され、且つステップS 6 1 1における温度の監視が繰り返される。

[0103] そして、ステップS 6 1 1で第1温度センサ2 6で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が第2所定値以下になったことが検出された場合、制御装置3 0は、ステップS 6 1 3で弁機構制御部3 0 9により主流路2 1において熱交換部2 1 Eを通流する流体の流量が調節前の流量に戻るよう弁機構2 5を制御する。このとき、移行判定部3 0 6は、定常制御への移行を決定する(A)。そして、図6の「A」から図5の「A」を介してステップS 5 0 3に処理が移行し、ステップS 5 0 3から処理が開始される。また、ステップS 6 0 9又はS 6 1 2で運転停止指示が生じたと判定された場合には、温度制御システム1の運転が停止される(END)。

[0104] 図7は、温度制御システム1における構成機器の動作及び温度制御の様子を説明するグラフを示す図である。図7は、上述した定常制御→初動制御→予備定常制御→定常制御に処理が移行する際の流体の温度、圧縮機1 1の回転数、膨張弁1 3の開度、及び三方弁2 5 Vの開度の変化を示す。各グラフでは、横軸が時間軸になっている。図7(a)は、時間の経過とともに変化する流体通流装置2 0が通流させる流体の温度の様子を示す。図7(b)は、時間の経過(制御モード)とともに変化する圧縮機1 1の回転数の様子を示す。図7(c)は、時間の経過(制御モード)とともに変化する膨張弁1 3の開度の様子を示す。図7(d)は、時間の経過(制御モード)とともに変化する三方弁2 5 Vの開度(熱交換部2 1 E側への開度)の様子を示す。

[0105] 図7(a)に示す「旧目標温度」は、運転開始時に設定された流体通流装置2 0が通流させる流体の目標温度を意味する。図7におけるSt 1は、定常制御の状態を示す。このとき、圧縮機1 1及び膨張弁1 3をフィードバック制御する態様(1)での制御がまず行われ、次に、圧縮機1 1の回転数を一定値にして膨張弁1 3をフィードバック制御する態様(2)での制御が行

われる。図7において、態様(1)は $S_{t1-1}$ に対応する。態様(2)は $S_{t1-2}$ に対応する。態様(1)では圧縮機11及び膨張弁13に大きい操作量が入力され、態様(2)では、圧縮機11の回転数が一定値になり、膨張弁13の開度も大きく変化せず、流体の温度は、基本的に目標温度(旧目標温度)に制御されている。また、定常制御 $S_{T1}$ においてポンプ制御部310は、流量センサ28からの流量情報により特定される流体の流量が目標流量に一致するようにその回転数を制御する。図7(d)における定常制御 $S_{T1}$ では、三方弁25Vが、弁機構25によってバイパス流路24を次第に閉じ、主流路21においてのみ流体が通流する状態を形成する。図7(d)における「100%」は、主流路21においてのみ流体が通流する状態を示す。

[0106] そして、図7における「新目標温度」は、変更後の目標温度を示す。図中符号E<sub>v</sub>で示す時点で新目標温度への変更が行われ、これに伴い、初動制御 $S_{t2}$ が行われる。初動制御 $S_{t2}$ では、圧縮機11の回転数が、目標温度に基づいて導かれる設定値Rまで下げられる。また、初動制御 $S_{t2}$ において、膨張弁13の開度は所定量Dだけ下げられる。また、初動制御 $S_{t2}$ において、弁機構25は、熱交換部21Eを通流する流体の流量が所定流量Fだけ下がるように調節される。この初動制御では、一次関数的に又はステップ入力的に、圧縮機11の回転数が設定値Rまで下げられ、膨張弁13の開度が所定量Dだけ下げられ、熱交換部21Eを通流する流体の流量が所定流量Fだけ下げられる。

[0107] その後、第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が第1所定値以下及び第2所定値以下になることで、本実施の形態では、予備定常制御 $S_{t3}$ と同時に定常制御 $S_{t4}$ に状態が移行する。このとき、熱交換部21Eを通流する流体の流量が調節前の状態に戻される。そして、定常制御 $S_{t4}$ においては、流体の温度が新目標温度に制御されている。本件発明者は、以上のように目標温度が大きく引き上げられた際に初動制御を行うことで、到達時間 $T_r$ を大幅に短縮化できたことを確認している。

[0108] 以上に説明した本実施の形態に係る温度制御システム１は、冷凍装置１０と、流入口２１Ｕと流出口２１Ｄとの間に熱交換部２１Ｅを有し、流入口２１Ｕで受け入れた流体を熱交換部２１Ｅを通して流出口２１Ｄへ通流させる主流路２１を含み、熱交換部２１Ｅにおける流体を冷凍装置１０の蒸発器１４における冷媒と熱交換させる流体通流装置２０と、主流路２１における熱交換部２１Ｅの下流側の部分を通流する流体の温度を検出する第１温度センサ２６と、冷凍装置１０及び流体通流装置２０を制御する制御装置３０と、を備える。そして、制御装置３０は、第１温度センサ２６で検出される流体の温度よりも高い流体の目標温度が設定された際に、圧縮機１１の回転数が目標温度に基づいて導かれる設定値まで下がるように圧縮機１１を制御し、圧縮機１１に対する制御と同時に又は制御前又は制御後に、主流路２１において熱交換部２１Ｅを通流する流体の流量を下げる初動制御を行う。

[0109] この温度制御システム１では、流体の目標温度が引き上げられた際、圧縮機１１の回転数を目標温度に対応する設定値まで下げる。この場合、目標温度に適合する蒸発器１４の冷凍能力への制御の応答性を、フィードバック制御の場合よりも向上させ得る。すなわち、フィードバック制御では、目標温度までの圧縮機の制御操作量が、目標温度と現在の温度との温度の差に基づく複数の演算によって段階的に導かれる。そして、流体の温度は次第に目標温度に近づくような挙動になるため、応答性が必ずしも良好ではないことがある。これに対して、この温度制御システム１では、目標温度が設定された際、圧縮機１１の制御操作量が単一の設定値に向けて一次関数的に又はステップ入力的に変更される。そのため、目標温度に適合する蒸発器１４の冷凍能力への制御の応答性が向上し得る。

一方で、流体通流装置２０が通流させる流体の温度は目標温度が引き上げられた場合であっても急激に大きく変化しない。そして、流体の温度が変化しない又は大きく変化しないまま、圧縮機１１の回転数が急激に下げられる場合には、例えば蒸発器１４から流出する冷媒の過熱度が高くなることで、圧縮機１１の運転が不安定になり得る。これに対して、この温度制御システ

ム 1 では、圧縮機 1 1 の回転数が下げられる際、熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量が下がるように弁機構 2 5 が制御されることで、蒸発器 1 4 から流出する冷媒の状態が適正化され得る。これにより、圧縮機 1 1 の運転が不安定になることが抑制される。

[0110] したがって、温度制御システム 1 によれば、温度制御の応答性を向上させつつ、運転状態及び構成機器への不所望な影響を抑えることができる。

[0111] また、本実施の形態における流体通流装置 2 0 は、主流路 2 1 において熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を調節する弁機構 2 5 をさらに含む。この構成では、弁機構 2 5 によって流量変更の応答性を高めることができる。

[0112] 詳しくは、流体通流装置 2 0 は、主流路 2 1 における熱交換部 2 1 E の上流側の部分と下流側の部分とを接続し、主流路 2 1 から受け入れた流体を通流させるバイパス流路 2 4 をさらに含む。そして、弁機構 2 5 は、主流路 2 1 において熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量とバイパス流路 2 4 を通流する流体の流量とを調節する。そして、制御装置 3 0 は、初動制御において、弁機構 2 5 を調節することで主流路 2 1 において熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を下げ且つバイパス流路 2 4 を通流する流体の流量を上げる。この構成では、バイパス流路 2 4 を利用することで流体通流装置 2 0 を通流する流体の圧力変動を抑制でき、流量変更の応答性及び温度制御の応答性を高めることができる。

[0113] 特に初動制御では、弁機構 2 5 によって閉じられた状態のバイパス流路 2 4 を開くことで、主流路 2 1 において熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量が下がるとともに、バイパス流路 2 4 を通流する流体の流量が上がる。また、初動制御では、主流路 2 1 において熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量が 5 % 以上 1 5 % 以下だけ下げられる。この構成では、流体と熱交換した後蒸発器 1 4 から流出する冷媒の状態が安定的に適正化され得る。

[0114] また、制御装置 3 0 は、変更された目標温度に応じて関係式を決定し、決定された関係式に基づいて上記初動制御における圧縮機 1 1 の回転数に対する設定値を導く。本実施の形態では、図 3 及び図 4 を用いて上述したように

、制御装置３０は、設定値情報保持部３１１に、関係式を決定する情報として、基本式と、複数の目標温度候補値と複数の目標温度候補値に対応する係数固有値との関係を特定する係数固有値テーブルと、を保持する。そして、制御装置３０は、目標温度と上記目標温度候補値との対比に基づいて係数固有値を決定し、基本式に係数固有値を代入して関係式を決定する。

[0115] この構成では、初動制御で用いる圧縮機１１の回転数に対する設定値を導くための関係式が目標温度に応じて決定される。これにより、目標温度に対して特有の値を設定値として採用できるため、温度制御の応答性の向上を図ることができる。

[0116] より詳しくは、制御装置３０は、目標温度が設定された際、熱交換部２１Ｅに流入する前の流体の温度を目標温度にするための熱負荷を算出する。そして、関係式は、熱負荷と設定値との関係を定めている。そして、設定値は、目標温度と、熱負荷と、目標温度に応じて決定される関係式とに基づき決定される。

[0117] この構成では、関係式において熱負荷と圧縮機１１の回転数との関係を定めることで、目標温度までの応答性を高め得る圧縮機１１の回転数に関する設定値を熱負荷に応じて設定できる。これにより、目標温度に適合する蒸発器１４の冷凍能力への応答性の向上を図ることができる。なお、この構成における関係式は、熱交換部２１Ｅに流入する前の流体を熱負荷の有無及び大小を考慮しつつ目標温度に制御するための蒸発器１４の冷凍能力と、冷凍能力に対応する圧縮機１１の回転数との関係を特定することで作成され得る。

[0118] また、本実施の形態では制御装置３０が、設定値情報保持部３１１に、関係式を決定する情報として、基本式と、複数の目標温度候補値と複数の目標温度候補値に対応する係数固有値との関係を特定する係数固有値テーブルと、を保持する。そして、制御装置３０は、目標温度と上記目標温度候補値との対比に基づいて係数固有値を決定し、基本式に係数固有値を代入して関係式を決定する。これにより、内部に保持する情報量を抑制できる。

[0119] なお、変形例として、制御装置３０は、目標温度候補値ごとに設定された

熱負荷と設定値となる圧縮機 11 の回転数との関係を定めた設定値テーブルに基づいて、初動制御で用いる設定値を決定してもよい。図 8 は、設定値テーブルの一例を示す。図 8 に示す設定値テーブルを用いる場合、例えば目標温度が  $-20^{\circ}\text{C}$  であるときに、要素テーブル T20 が選択される。そして、熱負荷が例えば  $1.5\text{ Kw}$  であるときには、「◆△Hz」が選択される。そして、「◆△Hz」に相当する回転数が、設定値として決定される。図 8 では、設定値テーブル内に、圧縮機 11 の回転を制御するインバータに対する入力電圧の周波数が示されているが、設定値テーブル内に圧縮機 11 の回転数が格納されてもよい。

[0120] また、本実施の形態では、制御装置 30 が、初動制御において膨張弁 13 の開度も所定量だけ下げる。この構成では、流体と熱交換した後に蒸発器 14 から流出する冷媒の状態が、膨張弁 13 の開度を一定に維持する場合よりも顕著に適正化され得る。これにより、圧縮機 11 の運転が不安定になることが効果的に抑制される。そして、運転の安定性が確保される結果、温度制御の応答性も向上させることができる。ここで、制御装置 30 は、具体的には膨張弁 13 の開度を、現在の開度から 5% 以上 10% 以下の範囲分だけ下げる。このように膨張弁 13 の開度を小さ過ぎず且つ大き過ぎない範囲で下げることで、圧縮機 11 の運転が不安定になることを効果的に抑制できる。

[0121] また、本実施の形態における制御装置 30 は、初動制御において圧縮機 11 の回転数及び膨張弁 13 の開度を下げた後、予備定常制御に移行する。制御装置 30 は、予備定常制御において、第 1 温度センサ 26 で検出される流体の温度と目標温度との差に基づくフィードバック制御により膨張弁 13 の開度を調節し、圧縮機 11 の回転数を初動制御において下げた状態に維持する。この構成では、応答性を重視した初動制御の後にフィードバック制御を伴う予備定常制御を行うことで、目標温度への良好な応答性と良好な制御精度を確保できる。

[0122] また、制御装置 30 は、初動制御で主流路 21 において熱交換部 21E を通流する流体の流量が下がるように弁機構 25 を調節した後、第 1 温度セン

サ 2 6 で検出される流体の温度が目標温度になる前に、主流路 2 1 において熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量が調節前の流量に戻るよう弁機構 2 5 を制御する。この構成では、流体の温度が目標温度を超えることで応答性が低下する状況を回避できる。

[0123] また、制御装置 3 0 は、第 1 温度センサ 2 6 で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が温度閾値以上である場合に、初動制御を行う。現在の流体の温度から目標温度までの引き上げ量が比較的小さい場合には、初動制御が必ずしも応答性の観点で有効でない場合も起こり得る。このような観点から初動制御を行うか否かを温度閾値を用いて判定することで、目標温度の大幅な引き上げの際だけでなく、システム全体として良好な温度制御の応答性が確保され得る。

[0124] <変形例>

以上に説明した実施の形態における流体通流装置 2 0 は、主流路 2 1 における熱交換部 2 1 E の上流側の部分と下流側の部分とを接続し、主流路 2 1 から受け入れた流体を通流させるバイパス流路 2 4 を含む。図 9 及び図 1 0 にはそれぞれ、流体通流装置 2 0 の構成が上述の実施の形態と異なる変形例が示されている。なお、図 9 及び図 1 0 を含む以下説明する変形例に係る温度制御システムの構成部分のうちの上述の実施の形態と同じものには同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0125] 図 9 に示す変形例では、流体通流装置 2 0 がバイパス流路 2 4 を備えてない。この構成においては、初動制御で主流路 2 1 において熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を下げる際に、ポンプ 2 2 の吐出量が下げられる。なお、熱交換部 2 1 E の上流に絞り弁が設けられ、初動制御の際に当該絞り弁の開度が下げられる構成が採用されてもよい。また、図 1 0 に示す変形例では、バイパス流路 2 4 が、主流路 2 1 における熱交換部 2 1 E の上流側の部分と、この部分よりもさらに上流側の部分とを接続する。

[0126] 図 1 1 は、一変形例に係る温度制御システムの動作を説明するフローチャートである。上述の実施の形態では、第 1 温度センサ 2 6 で検出される流体

の温度よりも高い流体の目標温度が設定され、且つ第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が温度閾値以上である場合に、初動制御に移行することが決定される。これに対して、図11に示す変形例の動作では、目標温度が引き下げられたか又は引き上げられた場合であって、第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が温度閾値以上である場合に、初動制御に移行することが決定される。すなわち、上述の実施の形態では目標温度が大きく引き上げられた場合に初動制御が行われるが、この変形例では、目標温度が大きく引き下げられた場合にも初動制御が行われる。

[0127] 図11に示す動作におけるステップS501～S508の処理は図5と同じ処理である。そして、図11における動作では、ステップS506で目標温度の変更が生じたことが判定された場合に、制御装置30は、ステップS510Rで目標温度が現在の温度からの温度閾値以上の引き上げ又は引き下げに該当するかを判定する。具体的には、移行判定部306が、第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が温度閾値以上であるかを判定する。そして、ステップS510Rで目標温度が現在の温度からの温度閾値以上の引き上げ又は引き下げに該当すると判定された場合に、移行判定部306が、ステップS511で初動制御への移行を決定する。なお、図11では図5に示したステップS509（目標温度が引き下げか否かの判定処理）が行われない。

[0128] 図12は、図11の動作から初動制御に移行した場合の動作を説明するフローチャートである。図12の動作では、図6の動作と同様に、制御装置30は、まずステップS601において目標温度設定部302から目標温度の情報を取得する。次いで、制御装置30は、ステップS602において圧縮機制御部307により目標温度に応じた関係式を決定する。ステップS602においては、例えば目標温度が－20度から－30度に引き下げられた場合には、図4におけるF30で示す関係式が選択される。なお、ステップS602では、関係式に代えて、図8で示したような設定値テーブルが用いら

れてもよい。

[0129] そして、ステップS 6 0 2で関係式が決定された後、圧縮機制御部3 0 7が、ステップS 6 0 3で熱負荷の情報を熱負荷演算部3 0 5から取得する。熱負荷は、熱交換部2 1 Eに流入する前の流体の温度を目標温度にするための、言い換えると温度制御前の流体の温度を目標温度にするための熱負荷である。

[0130] そして、ステップS 6 0 4 Rで、初動制御における目標回転数となる圧縮機1 1の回転数の設定値と、膨張弁1 3の開度の調節量と、主流路2 1において熱交換部2 1 Eを通流する流体の流量の調節量とが特定される。ここで、圧縮機1 1の回転数の設定値は、本実施の形態ではステップS 6 0 2で決定された関係式にステップS 6 0 3で取得された熱負荷を代入することで特定される。一方で、膨張弁1 3の開度の調節量と、熱交換部2 1 Eを通流する流体の流量の調節量は、本変形例でも目標温度によらず一定値の値で決まっている。ただし、目標温度が引き上げられた場合には、膨張弁1 3の開度の下げ量と、熱交換部2 1 Eを通流する流体の流量の下げ量が特定される。また、目標温度が引き下げられた場合には、圧縮機1 1の回転数が上げられることになり、膨張弁1 3の開度の上げ量と、熱交換部2 1 Eを通流する流体の上げ量が特定される。

[0131] すなわち、本変形例では、目標温度が引き下げられた場合、初動制御において、圧縮機1 1の回転数を上げるとともに主流路2 1において熱交換部2 1 Eを通流する流体の流量を上げ、且つ膨張弁1 3の開度も上げる。ただし、この際、膨張弁1 3の開度は上げられなくてもよい。また、初動制御において熱交換部2 1 Eを通流する流体の流量を上げる場合、主流路2 1において熱交換部2 1 Eを通流する流体の流量が現在の流量から5 %以上1 5 %以下だけ上がるように弁機構2 5が調節されてもよい。この場合、定常制御においては、主流路2 1とバイパス流路2 4との両方に流体が通流する状態を形成しておき、初動制御においてバイパス流路2 4が閉じられ、熱交換部2 1 Eを通流する流体の流量が上げられてもよい。また、初動制御において膨

膨張弁 13 の開度を上げる場合、膨張弁 13 の開度は、現在（初動制御移行時）の開度から 5 % 以上 10 % 以下の範囲分だけ上げられてもよい。

[0132] ステップ S 604 R の後の処理は、図 6 で説明した処理と同様である。ただし、目標温度が引き下げられた場合には、ステップ S 607 で上述したように圧縮機 11 の回転数を上げるとともに主流路 21 において熱交換部 21 E を通流する流体の流量を上げ、且つ膨張弁 13 の開度も上げる。

[0133] 図 13 は、図 11 及び図 12 に示す動作を行う温度制御システムにおける構成機器の動作及び温度制御の様子を説明するグラフを示す図である。図 13 は、定常制御→初動制御→予備定常制御→定常制御に処理が移行する際の流体の温度、圧縮機 11 の回転数、膨張弁 13 の開度、及び三方弁 25 V の開度の変化を示す。詳しくは、図 13 は、目標温度が下げられることにより、定常制御から初動制御に処理が移行される際の動作を示す。各グラフでは、横軸が時間軸になっている。図 13（a）は、時間の経過とともに変化する流体通流装置 20 が通流させる流体の温度の様子を示す。図 13（b）は、時間の経過（制御モード）とともに変化する圧縮機 11 の回転数の様子を示す。図 13（c）は、時間の経過（制御モード）とともに変化する膨張弁 13 の開度の様子を示す。図 13（d）は、時間の経過（制御モード）とともに変化する三方弁 25 V の開度（熱交換部 21 E 側への開度）の様子を示す。

[0134] 図 13（a）に示す「旧目標温度」は、運転開始時に設定された流体通流装置 20 が通流させる流体の目標温度を意味する。図 13 における S t 1 は、定常制御の状態を示す。このとき、圧縮機 11 及び膨張弁 13 をフィードバック制御する態様（1）での制御がまず行われ、次に、圧縮機 11 の回転数を一定値にして膨張弁 13 をフィードバック制御する態様（2）での制御が行われる。

[0135] そして、図 13 における「新目標温度」は、変更後の目標温度を示す。図中符号 E v で示す時点で新目標温度への変更が行われ、これに伴い、初動制御 S t 2 が行われる。初動制御 S t 2 では、圧縮機 11 の回転数が、目標温

度に基づいて導かれる設定値Rまで上げられる。また、初動制御S t 2において、膨張弁13の開度は所定量Dだけ上げられる。また、初動制御S t 2において、弁機構25は、熱交換部21Eを通流する流体の流量が所定流量Fだけ上がるように調節される。この初動制御では、一次関数的に又はステップ入力的に、圧縮機11の回転数が設定値Rまで上げられ、膨張弁13の開度が所定量Dだけ上げられ、熱交換部21Eを通流する流体の流量が所定流量Fだけ上げられる。

[0136] その後、第1温度センサ26で検出される流体の温度と目標温度との差の絶対値が第1所定値以下及び第2所定値以下になることで、本例でも、予備定常制御S t 3と同時に定常制御S t 4に状態が移行する。そして、定常制御S t 4においては、流体の温度が新目標温度に制御されている。以上のような処理において、到達時間T rを大幅に短縮化できる。

[0137] 図11乃至図13を用いて説明した温度制御システムにおいては、制御装置30が、流体の目標温度が変更された際に、圧縮機11の回転数が変更された目標温度（変更後の目標温度）に基づいて導かれる設定値まで変更されるように圧縮機11を制御し、圧縮機11に対する制御と同時又は制御前又は制御後に、主流路21において熱交換部21Eを通流する流体の流量を変更する初動制御を行う。この構成では、目標温度が引き下げられた際における温度制御の応答性も向上させることができる。

[0138] また、図14は、他の変形例に係る温度制御システムの動作を説明するフローチャートである。上述の実施の形態及び図11に示した変形例では、目標温度に応じて初動制御に移行するか否かが決定される。これに対して、図14に示す変形例の動作では、主流路21における熱交換部21Eに流入する前の流体の温度の変化に応じて、初動制御に移行するか否かが決定される。具体的には、第2温度センサ27で検出される流体の温度の変化の大きさに応じて、初動制御に移行するか否かが決定される。

[0139] 図14に示す動作におけるステップS501～S505、S508の処理は図5と同じ処理である。そして、この変形例では、ステップS505及び

ステップS508でフィードバック制御が行われた後のステップS506Rにおいて、制御装置30が、熱交換部21Eに流入する前の流体の温度（温度調節前流体温度）が変化したかを判定する。ステップS506Rにおける判定は、異なる検出タイミングで第2温度センサ27が検出する流体の温度を比較することにより行われる。より具体的には例えば、ステップS506Rの処理時に第2温度センサ27が検出する流体の温度が、当該処理時よりも前に第2温度センサ27が検出した流体の温度と比較されてもよい。上記処理時よりも前に第2温度センサ27が検出した流体の温度は、移動平均値でもよい。上記処理時に第2温度センサ27が検出した流体の温度は、移動平均値でもよい。そして、ステップS506Rで流体の温度の変化が検出されない場合には、ステップS503に処理が戻り、フィードバック制御が繰り返される。

[0140] 一方で、ステップS506Rで流体の温度の変化が検出された場合には、ステップS510R2において、制御装置30が変化前後の流体の温度の差の絶対値が閾値以上か判定する。温度の差は、ステップS506Rで比較された流体の温度から求められる。そして、ステップS510Rで変化前後の流体の温度の差の絶対値が閾値以上であると判定された場合、初動制御への移行が決定される（ステップS511）。そして、初動制御では図12に示した動作と同様の処理が行われる。なお、図12のステップS601で取得される目標温度は、現在設定されている目標温度が取得され、その後、第2温度センサ27で検出される流体の温度に基づく熱負荷に応じて、圧縮機11の回転数となる設定値が特定される。つまり、この変形例では、第2温度センサ27で検出される流体の温度が変化した場合に、初動制御により早期に目標温度を維持させるための処理が行われる。なお、ステップS510R2においては、熱負荷が所定値以上の場合に初動制御への移行が決定されてもよい。

[0141] 図14を用いて説明した温度制御システムにおいては、制御装置30が、熱交換部21Eに流入する前の流体の温度が変化した際に、変化後の流体の

温度（詳しくは、変化後の流体の温度に基づいて演算される熱負荷）に基づいて導かれる設定値まで圧縮機 1 1 の回転数が変更されるように圧縮機 1 1 を制御し、圧縮機 1 1 に対する制御と同時又は制御前又は制御後に、主流路 2 1 において熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量を変更する初動制御を行う。例えば熱交換部 2 1 E に流入する前の流体の温度が上がった場合には、圧縮機 1 1 の回転数が上げられ、熱交換部 2 1 E を通流する流体の流量が上げられる。熱交換部 2 1 E に流入する前の流体の温度が下がった場合には、圧縮機 1 1 の回転数が下げられ、熱交換部 2 1 E を通流する流量が下げられる。この構成では、温度制御対象 T から戻った流体の温度が大きく変化した場合に、目標温度維持のための温度制御の応答性を向上させることができる。

[0142] また、図 1 5 は、一実施の形態又は変形例に係る温度制御システムの適用例を説明する図である。図 1 5 では、温度制御システム 1 が温度制御対象 T としてのエッチング装置 7 に接続されている。図 1 5 のエッチング装置は、静電チャック 7 1 を備える。温度制御システム 1 からの温度制御された流体は静電チャック 7 1 を通過して温度制御システム 1 に戻る。静電チャック 7 1 にはウェハ 7 2 が保持されている。静電チャック 7 1 は、エッチング装置内部の流路を介して温度制御システム 1 における主流路 2 1 の流入口 2 1 U 及び流出口 2 1 D と接続している。エッチング装置は、静電チャック 7 1 から流出する流体の温度を装置内部で検出する内部温度センサ 7 3 をさらに備えている。この例における温度制御対象 T は、厳密には、エッチング装置 7 における静電チャック 7 1 又はウェハ 7 1 である。

[0143] なお、図 1 4 を用いて説明した動作は、内部温度センサ 7 3 で検出される流体の温度変化に基づいて行われてもよい。すなわち、内部温度センサ 7 3 で検出される流体の温度に応じて、初動制御を行うか否かが決定されてもよい。詳しくは、外部装置であるエッチング装置 7 において静電チャック 7 1 と熱交換した後のエッチング装置 7 内の流体であって、内部温度センサ 7 3 によって検出される熱交換部 2 1 E に流入する前の流体の温度に応じて、初動制御を行うか否かが決定されてもよい。なお、内部温度センサ 7 3 は、静

電チャック 7 1 の内部や外面の温度を検出するようになっていてもよい。また、図 1 5 の例では、温度制御システム 1 が、温度制御対象 T としての外部装置であるエッチング装置 7 を一体に備えるが、温度制御システム 1 は、他の外部装置と一体化されてもよい。例えば、温度制御システム 1 は、レジスト処理装置等の他の半導体製造装置、半導体テスター等の検査装置、半導体分野以外の金型を含む成形装置等と一体化されてもよい。このような他の構成においても、外部装置における内部温度センサ 7 3 に対応する要素によって検出される温度に基づいて、初動制御を行うか否かが決定されてもよい。

[0144] 以上、本発明の実施の形態及び変形例を説明したが、本発明は以上に説明した実施の形態に限られるものではなく、上述の実施の形態及び変形例にはさらなる種々の変更を加えることができる。

### 請求の範囲

- [請求項1]        圧縮機と、凝縮器と、膨張弁と、蒸発器とを含み、前記圧縮機から流出する冷媒が前記凝縮器、前記膨張弁及び前記蒸発器をこの順で通過した後に、前記圧縮機に戻る冷凍装置と、
- 流入口と流出口との間に熱交換部を有し、前記流入口で受け入れた流体を前記熱交換部を通して前記流出口へ通流させる主流路を含み、前記熱交換部における前記流体を前記蒸発器における前記冷媒と熱交換させる流体通流装置と、
- 前記冷凍装置及び前記流体通流装置を制御する制御装置と、を備え、
- 前記制御装置は、前記流体の目標温度が変更された際又は前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度が変化した際に、前記圧縮機の回転数が、変更された前記目標温度又は変化後の前記流体の温度に基づいて導かれる設定値まで変更されるように前記圧縮機を制御し、前記圧縮機に対する制御と同時又は制御前又は制御後に、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を変更する初動制御を行う、温度制御システム。
- [請求項2]        前記初動制御では、前記圧縮機の回転数を下げる場合に、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を下げる、請求項1に記載の温度制御システム。
- [請求項3]        前記主流路における前記熱交換部の下流側の部分を通流する前記流体の温度を検出する温度センサで検出される前記流体の温度よりも高い温度に前記目標温度が変更された際に、前記制御装置は、前記初動制御で前記圧縮機の回転数を下げる、請求項2に記載の温度制御システム。
- [請求項4]        前記初動制御では、前記圧縮機の回転数を上げる場合に、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を上げる、請求項1に記載の温度制御システム。

- [請求項5] 前記流体通流装置は、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を調節する弁機構をさらに含む、請求項1に記載の温度制御システム。
- [請求項6] 前記流体通流装置は、前記主流路における前記熱交換部の上流側の部分と下流側の部分とを接続し、前記主流路から受け入れた前記流体を通流させるバイパス流路をさらに含み、  
前記弁機構は、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量と前記バイパス流路を通流する前記流体の流量とを調節し、  
前記制御装置は、前記初動制御において、前記弁機構を調節することで前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を下げ且つ前記バイパス流路を通流する前記流体の流量を上げるか又は前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を上げ且つ前記バイパス流路を通流する前記流体の流量を下げる、請求項5に記載の温度制御システム。
- [請求項7] 前記制御装置は、変更された前記目標温度又は前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度が変化した際に設定されている目標温度に応じて関係式又はテーブルを決定し、決定された前記関係式又は前記テーブルに基づいて前記設定値を導く、請求項1乃至6のいずれかに記載の温度制御システム。
- [請求項8] 前記制御装置は、前記目標温度が変更された際、前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度を前記目標温度にするための熱負荷を算出し、  
前記関係式又は前記テーブルは、前記熱負荷と前記設定値との関係を定めており、  
前記設定値は、前記目標温度と、前記熱負荷と、前記目標温度に応じて決定される前記関係式又は前記テーブルとに基づき決定される、請求項7に記載の温度制御システム。
- [請求項9] 前記制御装置は、前記初動制御において前記圧縮機の回転数を下げ

る場合に、前記膨張弁の開度も所定量だけ下げる、請求項 2 に記載の温度制御システム。

[請求項10] 前記制御装置は、前記初動制御において前記圧縮機の回転数を上げる場合に、前記膨張弁の開度も所定だけ上げる、請求項 4 に記載の温度制御システム。

[請求項11] 前記制御装置は、前記初動制御において前記膨張弁の開度を変更する場合、前記膨張弁の開度を現在の開度から 5 %以上 1 0 %以下の範囲分だけ下げるか又は上げる、請求項 9 又は 1 0 に記載の温度制御システム。

[請求項12] 前記制御装置は、前記主流路における前記熱交換部の下流側の部分を通流する前記流体の温度を検出する温度センサで検出される前記流体の温度よりも高い温度に前記目標温度が変更された際に、前記初動制御において前記圧縮機の回転数及び前記膨張弁の開度を下げた後、予備定常制御に移行し、

前記制御装置は、前記予備定常制御において、前記温度センサで検出される前記流体の温度と前記目標温度との差に基づくフィードバック制御により前記膨張弁の開度を調節し、前記圧縮機の回転数を前記初動制御において下げた状態に維持する、請求項 9 に記載の温度制御システム。

[請求項13] 前記制御装置は、前記初動制御において前記圧縮機の回転数及び前記膨張弁の開度を下げた後、前記温度センサで検出される前記流体の温度と前記目標温度との差の絶対値が第 1 所定値以下になった際に、前記予備定常制御に移行する、請求項 1 2 に記載の温度制御システム。

[請求項14] 前記フィードバック制御は、P 制御、P I 制御、P D 制御、又は P I D 制御である、請求項 1 2 に記載の温度制御システム。

[請求項15] 前記制御装置は、前記初動制御で前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量が下がるように流量の調節を行った後、前

記温度センサで検出される前記流体の温度が前記目標温度になる前に、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量が調節前の流量に戻るよう流量の調節を行う、請求項 12 に記載の温度制御システム。

[請求項16] 前記制御装置は、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量が下がるよう流量の調節を行った後、前記温度センサで検出される前記流体の温度と前記目標温度との差の絶対値が第2所定値以下になった際に、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量が調節前の流量に戻るよう流量の調節を行う、請求項 15 に記載の温度制御システム。

[請求項17] 前記制御装置は、前記予備定常制御に移行し且つ前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量が調節前の流量に戻るよう流量の調節を行った後、定常制御に移行し、

前記制御装置は、前記定常制御において、前記温度センサで検出される前記流体の温度と前記目標温度との差に基づくフィードバック制御により前記膨張弁の開度を調節し、前記圧縮機の回転数を前記初動制御において下げた状態に維持するか、又は、前記温度センサで検出される前記流体の温度と前記目標温度との差に基づくフィードバック制御により前記圧縮機の回転数及び前記膨張弁の開度を制御する、請求項 15 に記載の温度制御システム。

[請求項18] 前記初動制御において、前記弁機構を調節することで前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を下げ且つ前記バイパス流路を通流する前記流体の流量を上げる場合、前記弁機構によって閉じられた状態の前記バイパス流路を開くことで、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量が下がるとともに、前記バイパス流路を通流する前記流体の流量が上がる、請求項 6 に記載の温度制御システム。

[請求項19] 前記初動制御では、前記主流路において前記熱交換部を通流する前

記流体の流量が5 %以上15 %以下だけ下げられる、請求項1に記載の温度制御システム。

[請求項20] 前記制御装置は、前記主流路における前記熱交換部の下流側の部分を通流する前記流体の温度を検出する温度センサで検出される前記流体の温度と前記目標温度との差の絶対値又は変更前後の目標温度の差の絶対値が温度閾値以上である場合に、前記初動制御を行う、請求項1に記載の温度制御システム。

[請求項21] 前記初動制御を行う場合、前記圧縮機の回転数は、少なくとも5 Kwの冷凍能力に相当する回転数分だけ変更される、請求項1に記載の温度制御システム。

[請求項22] 前記初動制御で前記圧縮機の回転数が前記設定値に下げられる際、前記設定値と現在の回転数との差が回転数閾値より大きい場合、前記設定値として、前記現在の回転数から前記回転数閾値を引いた値が設定される、請求項1に記載の温度制御システム。

[請求項23] 前記制御装置は、前記熱負荷が代入される変数及び前記変数を増減させる係数を少なくとも含む基本式と、複数の目標温度候補値に対応して予め保持された複数の係数固有値とを保持し、

前記関係式は、前記基本式に、前記目標温度と前記目標温度候補値との対比に基づいて決定される前記係数固有値を代入することで決定される、請求項8に記載の温度制御システム。

[請求項24] 前記流出口から前記流体を受け入れ、前記流体と熱交換を行い、熱交換後の前記流体を前記流入口に流入させる外部装置をさらに備え、

前記制御装置は、前記外部装置での熱交換後の前記流体であって、前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度が変化した際に、前記圧縮機の回転数が、変化後の前記流体の温度に基づいて導かれる設定値まで変更されるように前記圧縮機を制御し、前記圧縮機に対する制御と同時に又は制御前又は制御後に、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を変更する初動制御を行う、請求項1に記載

の温度制御システム。

[請求項25] 圧縮機と、凝縮器と、膨張弁と、蒸発器とを含み、前記圧縮機から流出する冷媒が前記凝縮器、前記膨張弁及び前記蒸発器をこの順で通過した後に、前記圧縮機に戻る冷凍装置と、流入口と流出口との間に熱交換部を有し、前記流入口で受け入れた流体を前記熱交換部を通して前記流出口へ通流させる主流路を含み、前記熱交換部における前記流体を前記蒸発器における前記冷媒と熱交換させる流体通流装置と、を備える温度制御システムにおける温度制御方法であって、

前記流体の目標温度の変更又は前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度の変化を検出する検出工程と、

前記検出工程で前記流体の目標温度の変更又は前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度の変化が検出された際に、前記圧縮機の回転数が、変更された前記目標温度又は変化後の前記流体の温度に基づいて導かれる設定値まで変更されるように前記圧縮機を制御し、前記圧縮機に対する制御と同時又は制御前又は制御後に、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を変更する制御工程と、を備える、温度制御方法。

[請求項26] 圧縮機と、凝縮器と、膨張弁と、蒸発器とを含み、前記圧縮機から流出する冷媒が前記凝縮器、前記膨張弁及び前記蒸発器をこの順で通過した後に、前記圧縮機に戻る冷凍装置と、流入口と流出口との間に熱交換部を有し、前記流入口で受け入れた流体を前記熱交換部を通して前記流出口へ通流させる主流路を含み、前記熱交換部における前記流体を前記蒸発器における前記冷媒と熱交換させる流体通流装置と、を備える温度制御システムを制御する制御装置であって、

前記流体の目標温度が変更された際又は前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度が変化した際に、前記圧縮機の回転数が、変更された前記目標温度又は変化後の前記流体の温度に基づいて導かれる設定値まで変更されるように前記圧縮機を制御し、前記圧縮機に対する制

御と同時又は制御前又は制御後に、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を変更する初動制御を行う、制御装置。

[請求項27]

圧縮機と、凝縮器と、膨張弁と、蒸発器とを含み、前記圧縮機から流出する冷媒が前記凝縮器、前記膨張弁及び前記蒸発器をこの順で通過した後に、前記圧縮機に戻る冷凍装置と、流入口と流出口との間に熱交換部を有し、前記流入口で受け入れた流体を前記熱交換部を通して前記流出口へ通流させる主流路を含み、前記熱交換部における前記流体を前記蒸発器における前記冷媒と熱交換させる流体通流装置と、を制御するためのコンピュータプログラムであって、

前記流体の目標温度の変更又は前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度の変化を検出する検出ステップと、

前記検出ステップで前記流体の目標温度の変更又は前記熱交換部に流入する前の前記流体の温度の変化が検出された際に、前記圧縮機の回転数が、変更された前記目標温度又は変化後の前記流体の温度に基づいて導かれる設定値まで変更されるように前記圧縮機を制御し、前記圧縮機に対する制御と同時又は制御前又は制御後に、前記主流路において前記熱交換部を通流する前記流体の流量を変更する制御ステップと、をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム。