

LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：一実施形態に係るヒートポンプ装置の制御方法は、 CO_2 を熱交換媒体循環路に設けられる圧縮機、ガスクーラ、膨張弁及び蒸発器を含む超臨界ヒートポンプサイクル構成機器と、前記熱交換媒体循環路に設けられたバイパス路と、該バイパス路に設けられた熱交換媒体タンクと、前記熱交換媒体タンクの入口側に設けられた第1開閉弁と、前記熱交換媒体タンクの出口側に設けられた第2開閉弁と、を備えるヒートポンプ装置の制御方法であって、前記圧縮機の入口側で前記熱交換媒体の温度及び圧力を計測し過熱度を求める計測ステップと、前記第1開閉弁及び前記第2開閉弁を開閉制御して前記熱交換媒体循環路を循環する前記熱交換媒体の流量を制御することで前記過熱度を目標範囲内に入るように制御する過熱度制御ステップと、を備える。

明 細 書

発明の名称：ヒートポンプ装置の制御方法及びヒートポンプ装置 技術分野

[0001] 本開示は、ヒートポンプ装置の制御方法及びヒートポンプ装置に関する。

背景技術

[0002] ヒートポンプ装置は、熱交換媒体の循環路に圧縮機などのヒートポンプサイクル構成機器が設けられてヒートポンプサイクルを構成する。圧縮機吐出側で熱交換媒体が高温高圧状態となることで、被加熱水を高温まで加熱でき、高温水を得ることができる。特に、CO₂などの熱交換媒体は圧縮機吐出側で超臨界状態となるため、90℃程度の熱水を得ることができる。

圧縮機の入口側では、液状の熱交換媒体が圧縮機に流入することで生じるいわゆる液バック現象を防止し、かつ成績係数(COP)及び加熱能力を高めることができる過熱度に調整する必要がある。

[0003] 通常、圧縮機入口における熱交換媒体の過熱度の調整は膨張弁の開度調整によって行われる。

特許文献1には、ヒートポンプ装置において、膨張弁の開度を制御することで、圧縮機入口側の熱交換媒体の過熱度を制御することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-19443号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1のように、膨張弁の開度制御によって圧縮機入口側の熱交換媒体の過熱度を制御する方法は、膨張弁と圧縮機との間の熱交換媒体循環路に例えば熱交換器などの機器が介在すると、膨張弁の開度に対して圧縮機入口側の過熱度が一義的に対応しなくなり、従って、過熱度の制御精度が低下す

るおそれがある。

- [0006] 少なくとも一実施形態は、上記課題に鑑み、ヒートポンプ装置において、圧縮機入口側の熱交換媒体の過熱度を精度良く制御可能にし、これによって、液バック現象の発生を防止し、かつ高COPと高加熱能力とを可能にすることを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0007] (1) 少なくとも一実施形態に係るヒートポンプ装置の制御方法は、
熱交換媒体循環路と、
該熱交換媒体循環路に設けられる圧縮機、ガスクーラ、膨張弁及び蒸発器を含む超臨界ヒートポンプサイクル構成機器と、
前記熱交換媒体循環路に設けられたバイパス路と、
該バイパス路に設けられた熱交換媒体タンクと、
前記熱交換媒体タンクの入口側で前記熱交換媒体循環路に設けられた第1開閉弁と、
前記熱交換媒体タンクの出口側で前記熱交換媒体循環路に設けられた第2開閉弁と、
を備え、CO₂を熱交換媒体とするヒートポンプ装置の制御方法であって、
前記圧縮機の入口側で前記熱交換媒体の温度及び圧力を計測し過熱度を求める計測ステップと、
前記第1開閉弁及び前記第2開閉弁を開閉制御して前記熱交換媒体循環路を循環する前記熱交換媒体の流量を制御することで前記過熱度を目標範囲内に入るように制御する過熱度制御ステップと、
を備える。
- [0008] ヒートポンプ装置において、例えば、夏期と冬期とでは、蒸発器で熱交換媒体と熱交換する被冷却媒体（外気、熱源水等）の温度、及びガスクーラで熱交換媒体と熱交換する被加熱媒体（被加熱水、外気等）の温度などの外的条件が異なるので、熱交換媒体循環路を循環する熱交換媒体の必要流量が異なる。

そこで、この実施形態に係るヒートポンプ装置では、熱交換媒体循環路にバイパス路を設け、このバイパス路に熱交換媒体タンクを設け、この熱交換媒体タンクに熱交換媒体を出し入れすることで、熱交換媒体循環路を流れる熱交換媒体の流量を調整可能にしている。

[0009] さらに、熱交換媒体タンクに貯留する熱交換媒体量を調整することで、熱交換媒体循環路を流れる熱交換媒体の流量を制御し、これによって、圧縮機入口側の熱交換媒体の過熱度（以下単に「過熱度」とも言う。）を精度良く目標範囲内に制御できる。目標範囲として、高COPと高加熱能力とが可能となる範囲を選択する。

これによって、液状の熱交換媒体が圧縮機に流入する液バック現象を防止でき、かつ高COPと高加熱能力とが可能になる。

[0010] （２）一実施形態では、前記（１）の方法において、

前記過熱度制御ステップは、

前記蒸発器で前記熱交換媒体と熱交換する被冷却媒体の蒸発器入口温度及び前記ガスクーラで前記熱交換媒体と熱交換する被加熱媒体のガスクーラ入口温度に基づいて、前記過熱度の目標値を設定する目標値設定ステップと、

前記目標値より前記過熱度が大きい上限閾値及び前記目標値より前記過熱度が小さい下限閾値を設定し、前記計測ステップで計測された過熱度が前記上限閾値以下及び前記下限閾値以上となるように、前記第１開閉弁及び前記第２開閉弁を開閉制御する制御ステップと、

を備える。

[0011] 上記（２）の方法によれば、上記目標値設定ステップにおいて、被冷却媒体の蒸発器入口温度及び被加熱媒体のガスクーラ入口温度に基づいて、過熱度の目標値を設定するので、被冷却媒体の入口温度及び被加熱媒体の入口温度が変わっても、過熱度を目標範囲内に制御できる。

また、目標値を挟んで上限閾値及び下限閾値を設定し、過熱度がこれら閾値の間となるように制御することで、過熱度を確実に目標範囲に制御できる。

[0012] (3) 一実施形態では、前記(2)の方法において、

前記目標値設定ステップにおいて、

前記被冷却媒体の蒸発器入口温度、前記被加熱媒体のガスクーラ入口温度及び前記過熱度の目標値との間で予め設定された相関に基づいて、前記目標値を設定する。

上記(3)の方法によれば、被冷却媒体の蒸発器入口温度、被加熱媒体のガスクーラ入口温度、及び過熱度の目標値との相関を予め求めておき、この相関に基づいて過熱度の目標値を設定し、この目標値となるように過熱度を制御するため、液バック防止と、高COP及び高加熱能力とを確実に実現できる。

[0013] (4) 一実施形態では、前記(2)又は(3)の方法において、

前記計測ステップで計測した過熱度の計測値と前記目標値設定ステップで設定した前記目標値との差分から、前記第1開閉弁及び前記第2開閉弁の開放時間を求める演算ステップを備える。

上記(4)の方法によれば、過熱度の計測値と目標値との差分から第1開閉弁及び第2開閉弁の開放時間を求め、求めた開放時間に基づいて第1開閉弁及び第2開閉弁を開閉することで、過熱度を早期に目標値に近づけることができる。

[0014] (5) 一実施形態では、前記(4)の方法において、

前記演算ステップにおいて、

前記第1開閉弁及び前記第2開閉弁の前記差分の絶対値が同一のとき前記第1開閉弁の開放時間を前記第2開閉弁の開放時間より長く設定する。

上記(5)の方法によれば、過熱度の計測値と目標値との差分の絶対値が同一のとき、第1開閉弁の開放時間を第2開閉弁の開放時間より長く設定することで、熱交換媒体タンクに流入する熱交換媒体の量を熱交換媒体タンクから排出する量より多くする。これによって、液バックが起こる危険度を低減できる。

[0015] (6) 一実施形態では、前記(2)～(5)の何れかの方法において、

前記被冷却媒体は外気又は熱源水である。

上記（６）の方法によれば、被冷却媒体が外気又は熱源水であるとき、液バックを防止し、かつ高COPと高加熱能力とが可能になる。

[0016] （７）一実施形態では、前記（２）～（６）の何れかの方法において、前記被加熱媒体は被加熱水又は外気である。

上記（７）の方法によれば、被冷却媒体が被加熱水又は外気であるとき、液バックを防止でき、かつ高COPと高加熱能力とが可能になる。

[0017] （８）一実施形態では、前記（１）～（７）の何れかの方法において、前記ガスクーラの出口側の前記熱交換媒体と前記蒸発器の出口側の前記熱交換媒体とを熱交換する熱交換ステップを備える。

上記熱交換ステップを行うことで、ヒートポンプ装置のCOPを向上できる。また、上記熱交換ステップが行われる場合であっても、熱交換媒体タンクに貯留する熱交換媒体量を調整することで、過熱度を精度良く目標範囲内に制御できる。

[0018] （９）一実施形態では、前記（１）～（８）の何れかの方法において、前記ヒートポンプ装置の運転モードは、
第１運転モードと、
前記第１運転モードより加熱能力が高い第２運転モードと、
を含む複数の運転モードを有する。

上記（９）の方法によれば、ヒートポンプ装置の運転を上記複数の運転モードに切り替えることで、高COPを得ながら、例えば、出湯量、出湯温度、省エネ等の目標性能のうちどれかを主目的とする運転が可能になる。

[0019] （１０）一実施形態では、前記（１）～（９）の何れかの方法において、前記熱交換媒体の圧縮機吐出圧が目標吐出圧となるように前記膨張弁の開度を制御する膨張弁開度制御ステップを備える。

上記（１０）の方法によれば、熱交換媒体の圧縮機吐出圧（以下、「圧縮機吐出圧」又は単に「吐出圧」とも言う。）が目標吐出圧となるように、膨張弁の開度を制御することで、吐出圧を精度良く目標吐出圧にすることがで

きると共に、高COPと高加熱能力とが可能になる。目標吐出圧として、液バック現象を防止し、高COPと高加熱能力とが得られる吐出圧を予め設定しておく。

このように、熱交換媒体循環路を流れる熱交換媒体の循環量制御と吐出圧の制御とを併用することで、液バックを防止でき、かつ高COPと高加熱能力とを達成できる。また、吐出圧を目標吐出圧に制御するため、圧縮機の過圧縮を抑制できる。

[0020] (11) 一実施形態では、前記(1)～(9)の何れかの構成において、前記熱交換媒体の圧縮機吐出温度が目標吐出温度となるように前記膨張弁の開度を制御する膨張弁開度制御ステップを備える。なお、目標吐出温度として、高COPと高加熱能力とを得られる吐出温度を予め設定しておく。

上記(11)の方法によれば、熱交換媒体の圧縮機吐出温度（以下、単位に「吐出温度」とも言う。）が目標吐出温度となるように、膨張弁の開度を制御することで、圧縮機吐出温度を精度良く目標吐出温度に制御することができる。このように、熱交換媒体循環路を流れる熱交換媒体の循環量制御と吐出温度の制御とを併用することで、液バックを防止でき、かつ高COPと高加熱能力とを有する運転が可能になる。

[0021] (12) 一実施形態では、前記(11)の方法において、前記蒸発器で前記熱交換媒体と熱交換する被冷却媒体は熱源水であり、前記ガスクーラで前記熱交換媒体と熱交換する被加熱媒体は外気である。

上記(12)の方法によれば、被加熱媒体が水と比べて比熱が小さい外気であるため、加熱された外気の温度のバラツキが大きくなりやすく、温度制御が難しくなるが、膨張弁の開度制御により圧縮機吐出温度を目標吐出温度とする制御を行うため、被加熱媒体の温度バラツキを抑制できる。

[0022] (13) 少なくとも一実施形態に係るヒートポンプ装置は、熱交換媒体循環路と、

該熱交換媒体循環路に設けられる圧縮機、ガスクーラ、膨張弁及び蒸発器を含む超臨界ヒートポンプサイクル構成機器と、

前記熱交換媒体循環路に設けられたバイパス路と、
該バイパス路に設けられた熱交換媒体タンクと、
前記熱交換媒体タンクの入口に設けられた第 1 開閉弁と、
前記熱交換媒体タンクの出口に設けられた第 2 開閉弁と、
を備え、 CO_2 を熱交換媒体とするヒートポンプ装置であって、
前記圧縮機の入口側で前記熱交換媒体の温度を計測する第 1 温度センサと、
、
前記圧縮機の入口側で前記熱交換媒体の圧力を計測する圧力センサと、
前記第 1 温度センサ及び前記圧力センサで計測した計測値から過熱度を求め、前記第 1 開閉弁及び前記第 2 開閉弁を制御して前記過熱度を目標範囲内に入るように制御する制御部と、
を備える。

[0023] 上記（13）の構成によれば、上記制御部によって、第 1 温度センサ及び圧力センサで計測した計測値から過熱度を求め、第 1 開閉弁及び第 2 開閉弁の開度を制御して過熱度を目標範囲内に入るように制御するので、液バックを防止でき、かつ高 COP と高加熱能力とが可能になる。

[0024] （14）一実施形態では、前記（13）の構成において、
前記蒸発器で前記熱交換媒体と熱交換する被冷却媒体の蒸発器入口温度を計測する第 2 温度センサと、
前記ガスクーラで前記熱交換媒体と熱交換する被加熱媒体のガスクーラ入口温度を計測する第 3 温度センサと、
を備え、
前記制御部は、
前記被冷却媒体の入口温度、前記被加熱媒体の入口温度及び前記過熱度の目標値との間で予め設定された相関を記憶する記憶部と、
前記被冷却媒体の蒸発器入口温度及び前記被加熱媒体のガスクーラ入口温度に基づいて、前記過熱度の目標値と、前記目標値より過熱度が大きい上限閾値及び前記目標値より過熱度が小さい下限閾値とを設定する演算部と、

を含み、

前記第 1 温度センサ及び前記圧力センサの計測値から求められた過熱度が前記上限閾値以下及び前記下限閾値以上となるように第 1 開閉弁及び前記第 2 開閉弁を開閉制御するものである。

[0025] 上記（14）の構成によれば、被冷却媒体の蒸発器入口温度及び被加熱媒体のガスクーラ入口温度に基づいて、過熱度の目標値を設定するので、被冷却媒体の入口温度及び被加熱媒体の入口温度が変っても、過熱度を目標範囲内に制御でき、これによって、液バックの防止と高COP及び高加熱能力とが可能になる。

また、目標値を挟んで上限閾値及び下限閾値を設定し、過熱度をこれら閾値の間になるように制御することで、過熱度を確実に目標範囲に制御できる。

[0026] （15）一実施形態では、前記（13）又は（14）の構成において、前記ヒートポンプ装置は、箱形ケーシングの内部に前記超臨界ヒートポンプサイクル構成機器が収納されたヒートポンプユニットである。

上記（15）の構成によれば、ヒートポンプ装置をヒートポンプユニットとすることで、ヒートポンプ装置をコンパクト化でき、これによって、ヒートポンプ装置の設置が容易になり、ヒートポンプ装置の用途を拡大できる。

発明の効果

[0027] 少なくとも一実施形態によれば、圧縮機入口側の熱交換媒体の過熱度が精度良く目標範囲に制御可能になり、これによって、液バックを防止でき、かつ高COPと高加熱能力とが可能になる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]一実施形態に係るヒートポンプ装置の系統図である。

[図2]一実施形態に係るヒートポンプ装置の系統図である。

[図3]一実施形態に係るヒートポンプ装置の系統図である。

[図4]一実施形態に係るヒートポンプ装置の系統図である。

[図5]一実施形態に係るヒートポンプ装置の制御部のブロック線図である。

[図6]一実施形態に係るヒートポンプユニットの斜視図である。

[図7]一実施形態に係るヒートポンプ装置の制御方法の工程図である。

[図8]一実施形態に係るヒートポンプ装置の運転モードを示す図表である。

[図9]一実施形態に係るヒートポンプ装置の制御方法の工程図である。

[図10]一実施形態に係るヒートポンプ装置の系統図である。

[図11]一実施形態に係るヒートポンプ装置の制御方法の工程図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。

ただし、実施形態として記載され又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一つの構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

[0030] 図1～図4は幾つかの実施形態に係るヒートポンプ装置10（10A、10B、10C、10D）を示す。

図1～図4において、ヒートポンプ装置10（10A～10D）は、CO₂

を熱交換媒体とし、熱交換媒体として CO_2 が循環する CO_2 循環路14に、圧縮機16、ガスクーラ18（18a、18b）、膨張弁20及び蒸発器22（22a、22b）を含む超臨界ヒートポンプサイクル構成機器12を備える。

また、 CO_2 循環路14にバイパス路24が設けられ、バイパス路24に CO_2 タンク26が設けられる。 CO_2 タンク26の入口側のバイパス路24に第1開閉弁28を備え、 CO_2 タンク26の出口側のバイパス路24に第2開閉弁30を備える。

[0031] 蒸発器22において、熱交換媒体は被冷却媒体の保有熱を採取して気化し、ガスクーラ18において、熱交換媒体は被加熱媒体と熱交換して冷却され、被加熱媒体は加熱される。熱交換媒体が CO_2 のとき、 CO_2 は圧縮機16の吐出側で超臨界状態となるため、ガスクーラ18で加熱された被加熱媒体として、例えば90℃程度の高温水が得られる。

また、被冷却媒体の蒸発器入口温度及びガスクーラ入口温度等の外的条件によって、 CO_2 循環路14を循環する熱交換媒体の必要流量は異なる。そこで、第1開閉弁28及び第2開閉弁30の開閉動作を制御することで、 CO_2 タンク26への CO_2 の出入りを調整し、 CO_2 タンク26に貯留される熱交換媒体の貯留量を調整することで、 CO_2 循環路14を循環する熱交換媒体の流量を調整する。

[0032] ヒートポンプ装置10（10A～10D）は、さらに、圧縮機16の入口側で CO_2 循環路14に熱交換媒体の温度 T_1 を計測する第1温度センサ32と、圧縮機16の入口側で熱交換媒体の圧力 P_1 を計測する圧力センサ34とを備える。制御部36は、第1温度センサ32及び圧力センサ34で計測した計測値から、圧縮機入口側の熱交換媒体の過熱度を求め、第1開閉弁28及び第2開閉弁30の開度を制御して過熱度を目標範囲内に入るように制御する。該目標範囲として、液バック現象を防止し、かつ高COP及び高加熱能力の運転が可能な過熱度が選択される。

[0033] 上記構成によれば、制御部36によって、第1開閉弁28及び第2開閉弁

30の開閉を制御して過熱度を目標範囲内に入るように制御するので、液バックを防止でき、かつ高COPと高加熱能力とが可能になる。

[0034] 幾つかの実施形態では、図1及び図3に示すように、蒸発器22(22a)は、外気を被冷却媒体とし、熱交換媒体は外気と熱交換して外気から熱を採取して気化する空気熱源熱交換器である。

一実施形態では、この空気熱源熱交換器は、入口ヘッダ40と、出口ヘッダ42と、これらヘッダ間に架設される複数の伝熱管44を含む。複数の伝熱管44は、夫々外気が流通可能な間隔を有して並列に配置され、複数の伝熱管44の間を流れる空気流a1を形成するためのファン46を有する。

複数の伝熱管44の間に空気流a1が形成されることで、外気と熱交換媒体との熱交換効率を向上できる。

[0035] 幾つかの実施形態では、図1及び図3に示すように、ガスクーラ18(18a)は、被加熱水w1を被加熱媒体とし、熱交換媒体は被加熱水w1を加熱する。

一実施形態では、ガスクーラ18(18a)に被加熱水路48が導設され、ポンプ50によって被加熱水路48に被加熱水w1が循環する。被加熱水w1は熱交換媒体によって加熱され、温水となって需要先に供給される。

[0036] 図1及び図3に示す実施形態によれば、被冷却媒体が外気(空気流a1)であり、被加熱媒体が被加熱水w1であるときに、過熱度を目標範囲内に入るように制御することで、液バックを防止し、かつ高COPと高加熱能力とが可能になる。

[0037] 幾つかの実施形態では、蒸発器22(22b)は、図2及び図4に示すように、熱源水w2を被冷却媒体とし、熱交換媒体は熱源水w2と熱交換して熱源水w2から熱を採取して気化する水熱源熱交換器である。熱源水循環路52が該水熱源熱交換器に導設される。

一実施形態では、該水熱源熱交換器は熱交換効率の良いプレート型熱交換器が用いられる。

[0038] 幾つかの実施形態では、図2及び図4に示すように、ガスクーラ18(1

8 b) に空気ダクト 5 4 が設けられ、ファン 5 6 によって空気ダクト 5 4 の内部に外気が導入されて空気流 a 2 が形成される。空気流 a 2 はガスクーラ 1 8 で熱交換媒体と熱交換し、熱交換媒体によって加熱され、加熱源として例えば乾燥装置などの需要先に供給される。

[0039] 図 2 及び図 4 に示す実施形態によれば、被冷却媒体が熱源水 w 2 であり、被加熱媒体が被加熱水 w 1 であるときに、過熱度を目標範囲に入るように制御することで、液バックを防止でき、かつ高 COP と高加熱能力とが可能になる。

[0040] 他の実施形態として、蒸発器 2 2 が、CO₂循環路 1 4 に対して空気熱源熱交換器と水熱源蒸発器とが並列に設けられ、熱交換媒体が空気熱源熱交換器又は水熱源蒸発器に切替え可能に供給される実施形態がある。

この実施形態においても、液バックを防止でき、かつ高 COP と高加熱能力とが可能になる。また、空気熱源熱交換器と水熱源蒸発器とで熱交換媒体の必要流量が異なる場合、CO₂タンク 2 6 の熱交換媒体貯留量を調整することで、夫々に必要な流量とすることができる。

[0041] 幾つかの実施形態では、図 1 ～図 4 に示すように、蒸発器 2 2 で熱交換媒体と熱交換する被冷却媒体の蒸発器入口温度を計測する第 2 温度センサ 5 8 と、ガスクーラ 1 8 で熱交換媒体と熱交換する被加熱媒体のガスクーラ入口温度を計測する第 3 温度センサ 6 0 と、を備える。

[0042] 制御部 3 6 は、図 5 に示すように、記憶部 6 2 と演算部 6 4 とを有する。記憶部 6 2 には、被冷却媒体の入口温度、被加熱媒体の入口温度及び過熱度の目標値との間で予め設定された相関に係る情報が記憶される。この相関は過去に取得された実験データなどから割り出される。演算部 6 4 では、被冷却媒体の蒸発器入口温度及び被加熱媒体のガスクーラ入口温度に基づいて、過熱度の目標値と、この目標値より過熱度が大きい上限閾値及びこの目標値より過熱度が小さい下限閾値とを設定する。

制御部 3 6 は、第 1 温度センサ 3 2 及び圧力センサ 3 4 の計測値から求められた過熱度が上限閾値以下及び下限閾値以上となるように第 1 開閉弁 2 8

及び第2開閉弁30の開閉動作を制御する。

[0043] 上記実施形態によれば、被冷却媒体の蒸発器入口温度及び被加熱媒体のガスクーラ入口温度に基づいて、過熱度の目標値を設定するので、被冷却媒体の入口温度及び被加熱媒体の入口温度が変わっても、過熱度を目標範囲内に制御でき、これによって、液バックの防止と高COP及び高加熱能力とが可能になる。

また、目標値を挟んで上限閾値及び下限閾値を設定し、過熱度をこれら閾値の間になるように制御することで、過熱度を確実に目標範囲に制御できる。

[0044] 第2温度センサ58は、図1及び図3に示す実施形態では、空気熱源熱交換器の入口側の空気流a1に面して設けられ、図2及び図4に示す実施形態では、水熱源蒸発器の入口側の熱源水循環路52に設けられる。

第3温度センサ60は、図1及び図3に示す実施形態では、ガスクーラ18(18a)に対して入口側の被加熱水路48に設けられ、図2及び図4に示す実施形態では、ガスクーラ18(18b)に対して入口側の空気ダクト54に設けられる。

[0045] 一実施形態では、図6に示すように、ヒートポンプ装置10(10E)は、箱形ケーシング70の内部に超臨界ヒートポンプサイクル構成機器12が収納されたヒートポンプユニットで構成される。

この実施形態によれば、ヒートポンプ装置10(10E)はヒートポンプユニットで構成されるので、コンパクト化でき、これによって、ヒートポンプ装置10の設置が容易になり、ヒートポンプ装置10の用途を拡大できる。

[0046] ヒートポンプ装置10(10E)の一実施形態として、図6に示すように、蒸発器22(22a)として一对の空気熱源熱交換器を備える。空気流a1は、ファン46の稼働によって箱形ケーシング70の正面70a及び背面70bの上部領域に形成された空気取込口72から箱形ケーシング70の内部に入り、パネル状に形成された蒸発器(空気熱源熱交換器)22(22a

）を構成する複数の伝熱管 44 の間を通り抜け、箱形ケーシング 70 の上面 70c に形成された空気流出口 74 から流出する。一実施形態では、ファン 46 は空気流出口 74 に設けられる。

このように、上部領域に一对の空気熱源熱交換器及びファン 46 を含む熱交換ユニット 76 が配置され、下部に、圧縮機 16、ガスクーラ 18 (18a) 及び膨張弁 20 等を含む超臨界ヒートポンプサイクル構成機器 12 が配置されるため、熱交換ユニット 76 の伝熱面積を増加でき、熱交換量を増加できる。

[0047] 一実施形態に係るヒートポンプ装置の制御方法は、図 7 に示すように、まず、圧縮機 16 の入口側で、第 1 温度センサ 32 で熱交換媒体の温度を計測し、圧力センサ 34 で熱交換媒体の圧力を計測し、これらの計測値から過熱度を求める（計測ステップ S10）。

次に、第 1 開閉弁 28 及び第 2 開閉弁 30 を開閉制御し、CO₂タンク 26 の熱交換媒体の貯留量を調整し、これによって、CO₂循環路 14 を循環する熱交換媒体の流量を制御することで、過熱度を目標範囲内に入るように制御する（過熱度制御ステップ S12）。目標範囲として、液バックを防止し、高 COP と高加熱能力とが可能となる範囲を選択する。

これによって、液状の熱交換媒体が圧縮機 16 に流入する液バック現象を防止でき、かつ高 COP と高加熱能力とが可能になる。

[0048] 一実施形態では、過熱度制御ステップ S12 において、目標値設定ステップ S14 と制御ステップ S16～S24 とを行う。

目標値設定ステップ S14 では、蒸発器 22 で熱交換媒体と熱交換する被冷却媒体の蒸発器入口温度、及びガスクーラ 18 で熱交換媒体と熱交換する被加熱媒体のガスクーラ入口温度に基づいて、過熱度の目標値 SHset を設定する。

制御ステップ S16～S22 では、目標値 SHset より過熱度が大きい上限閾値 SHmax 及び目標値 SHset より過熱度が小さい下限閾値 SHmin を設定し（ステップ S16a 及び S16b）、計測ステップ S10 で計測された過熱

度 S_H が上限閾値 S_{Hmax} 以下及び下限閾値 S_{Hmin} 以上となるように、第 1 開閉弁 28 及び第 2 開閉弁 30 の開閉動作を制御する（ステップ S 18 ～ S 24）。

[0049] この実施形態によれば、目標値設定ステップ S 14 において、被冷却媒体の蒸発器入口温度及び被加熱媒体のガスクーラ入口温度に基づいて、過熱度の目標値 S_{Hset} を設定するので、被冷却媒体の入口温度及び被加熱媒体の入口温度が変わっても、過熱度を目標範囲内に制御できる。

また、目標値 S_{Hset} を挟んで上限閾値 S_{Hmax} 及び下限閾値 S_{Hmin} を設定し、過熱度がこれら閾値の間となるように制御することで、過熱度 S_H を確実に目標範囲に制御できる。

[0050] 一実施形態では、目標値設定ステップ S 14 において、被冷却媒体の蒸発器入口温度、被加熱媒体のガスクーラ入口温度及び過熱度の目標値 S_{Hset} との間で予め設定された相関に基づいて、目標値 S_{Hset} を設定する。

この実施形態によれば、被冷却媒体の蒸発器入口温度、被加熱媒体のガスクーラ入口温度、及び過熱度の目標値 S_{Hset} との相関に基づいて目標値 S_{Hset} を設定し、この目標値 S_{Hset} となるように過熱度を制御するため、液バック防止と、高 COP 及び高加熱能力とを確実に達成できる。

[0051] 一実施形態では、下記（1）式のように、液バックを防止でき、かつ高 COP と高加熱能力とが可能な過熱度の目標値 S_{Hset} を、被冷却媒体の蒸発器入口温度 T_2 及び被加熱媒体のガスクーラ入口温度 T_3 の関数として予め求めておく。

$$S_{Hset} = F_1(T_2, T_3) \quad (1)$$

上記関数で求めた目標値 S_{Hset} となるように、第 1 開閉弁 28 及び第 2 開閉弁 30 を開閉制御することで、入口温度 T_2 及び T_3 が変動しても、液バックを防止でき、かつ高 COP と高加熱能力とを得ることができる。

[0052] 一実施形態では、図 5 に示すように、圧縮機 16 の駆動モータの回転数を可変とするインバータ 66 を設ける。

制御ステップ S 16 ～ S 24 において、インバータ 66 による圧縮機 16

の回転数制御を併用することで、過熱度 S_H を目標値 S_{Hset} に制御しやすくなる。

一実施形態では、圧縮機は、例えば、往復動式圧縮機が用いられ、往復動式圧縮機の回転数を制御する。

[0053] 一実施形態では、図 7 に示すように、計測ステップ S_{10} で計測した過熱度の計測値と目標値 S_{Hset} との差分から、第 1 開閉弁 28 及び第 2 開閉弁 30 の開放時間 S_1 及び S_2 を求める（演算ステップ S_{20a} 及び S_{20b} ）。

この実施形態によれば、過熱度の計測値と目標値 S_{Hset} との差分から第 1 開閉弁 28 及び第 2 開閉弁 30 の開放時間を求めることで、過熱度を早期に目標値 S_{Hset} に近づけることができる。

[0054] 一実施形態では、演算ステップ S_{20a} 及び S_{20b} において、第 1 開閉弁 28 及び第 2 開閉弁 30 の差分の絶対値が同一のとき、第 1 開閉弁 28 の開放時間 S_1 を第 2 開閉弁 30 の開放時間 S_2 より長く設定する（ $S_2 < S_1$ ）。

この実施形態によれば、 $S_2 < S_1$ によって CO_2 タンク 26 に流入する熱交換媒体量が CO_2 タンク 26 から排出する量より多くなるため、熱交換媒体の循環量調整時に液バックが起こる危険度を低減できる。

[0055] 一実施形態では、図 1 ～図 4 に示すように、熱交換器 38 を備え、ガスクーラ 18 の出口側の熱交換媒体と蒸発器 22 の出口側の熱交換媒体とを熱交換する。

これによって、ヒートポンプ装置 10 の COP を向上できる。また、熱交換器 38 が存在しても、 CO_2 循環路 14 を循環する CO_2 循環量と過熱度とは一義的に対応するので、 CO_2 タンク 26 に貯留する熱交換媒体量を調整することで、過熱度を精度良く目標範囲内に制御できる。

[0056] 一実施形態では、ヒートポンプ装置 10 の運転モードは、第 1 運転モードと、第 1 運転モードより加熱能力が高い第 2 運転モードと、を含む複数の運転モードを有する。

この実施形態では、ヒートポンプ装置 10 が複数の運転モードに切替え可

能であるため、高COPを得ながら、例えば、出湯量、出湯温度、省エネ等の目標性能のうちどれかを主目的とする運転に切り替えることができる。

[0057] 一実施形態では、図8に示すように、ヒートポンプ装置10は、省エネを目的とした省エネモード、加熱能力を高めたパワーモード、及び省エネモードとパワーモードとの中間モードである標準モードの3種類の運転モードに切替え可能になっている。これらの運転モードごとに、入口温度 T_2 及び T_3 との異なる相関で過熱度の目標値SHsetを設定する。

これによって、高COPを得ながら、各運転モードの目的に応じた運転が可能になる。

[0058] 一実施形態では、図8に示すように、運転モードごと及び被冷却媒体の入口温度に応じて異なる領域A、B、C、・・・及びGごとに、異なる相関で目標値SHsetを設定する。

このように、きめ細かく目標吐出圧を設定することで、被冷却媒体の入口温度 T_2 及び T_3 が変動しても高COPと高加熱能力とが可能になる。

一実施形態では、上記(1)式で領域A、B、C、・・・及びGごとに入口温度 T_2 及び T_3 の係数を夫々異ならせて目標値SHsetを算出する。

[0059] 一実施形態では、図9に示すように、CO₂循環路14の熱交換媒体の循環量制御に加えて、熱交換媒体の圧縮機吐出圧が目標吐出圧Psetとなるように膨張弁20の開度を制御するステップS32を行う。

この実施形態では、膨張弁20として開度制御可能な膨張弁を用い、例えば、開度制御可能な電子式膨張弁を用いる。

図3及び図4は、熱交換媒体の循環量制御と共に、膨張弁開度制御を行うヒートポンプ装置10(10C、10D)の実施形態を示す。これらの実施形態では、例えば、吐出圧 P_2 を計測するため圧縮機出口のCO₂循環路14に圧力センサ15を設ける。

[0060] この実施形態によれば、熱交換媒体の圧縮機吐出圧を精度良く目標吐出圧Psetにすることができると共に、これによって、高COPと高加熱能力とが可能になる。

このように、 CO_2 循環路 14 を流れる熱交換媒体の循環量制御と、吐出圧の制御とを併用することで、液バックを防止し、かつ高COPと高加熱能力とを達成できる。

[0061] 一実施形態では、膨張弁開度制御ステップ S 32 の前段で、蒸発器 22 における被冷却媒体（例えば、空気流 a 1、熱源水 w 1 等）の入口温度 T_2 及びガスクーラ 18 における被加熱媒体（例えば、熱源水 w 2、空気流 a 2 等）の入口温度 T_3 に基づいて、目標吐出圧 P_{set} を設定し、設定された目標吐出圧となるように膨張弁 20 の開度を制御する（吐出圧設定ステップ S 30）。

吐出圧は、蒸発器 22 における被冷却媒体の入口温度 T_2 及びガスクーラ 18 における被加熱媒体の入口温度 T_3 等の外的条件によって変動する。

この実施形態では、これらの外的条件を考慮して目標吐出圧を設定するので、これらの外的条件が変動しても、ヒートポンプ装置 10 は高COPと高加熱能力を得ることができる。また、圧縮機吐出圧を目標吐出圧に制御するため、圧縮機 16 の過圧縮を抑制できる。

[0062] 一実施形態では、吐出圧設定ステップ S 30 において、被冷却媒体の入口温度、被加熱媒体の入口温度及び圧縮機吐出側の熱交換媒体の目標吐出圧の間で予め設定された相関に基づいて、目標吐出圧を設定する。

この実施形態では、上記外的条件と圧縮機吐出圧との間の相関を予め求めておき、この相関に基づいて目標吐出圧を設定するので、上記外的条件が変動しても、高い確率で液バックを防止し、高COPと高加熱能力を得ることができる。

[0063] 一実施形態では、下記（2）式のように、高COPと高加熱能力とが可能な目標吐出圧 P_{set} を被冷却媒体の入口温度 T_2 及び被加熱媒体の入口温度 T_3 の関数として予め求めておく。

$$P_{\text{set}} = F_2(T_2, T_3) \quad (2)$$

上記関数で求めた目標吐出圧 P_{set} となるように、膨張弁 20 の開度を制御することで、入口温度 T_2 及び T_3 が変動しても、ヒートポンプ装置 10 は高

COPと高加熱能力とを得ることができる。

[0064] 一実施形態では、図9に示すように、被冷却媒体の入口温度が高温度域のときに入口温度が低温度域のときより圧縮機16の回転数を減少させる（回転数制御ステップS34）。

この実施形態によれば、被冷却媒体の入口温度が高温度域のときに入口温度が低温度域のときより圧縮機16の回転数を減少させることで、吐出圧を目標吐出圧 P_{set} に精度良く制御でき、これによって、液バックを防止し、高COPと高加熱能力とが可能になる。

[0065] 一実施形態では、図9に示すように、運転モードの変更が必要になったとき、吐出圧設定ステップS30に戻り、新たに目標吐出圧を設定する（ステップS36）。

[0066] 一実施形態では、図9に示すように、外的条件が変わったとき、吐出圧設定ステップS30に戻り、新たに目標吐出圧を設定する（ステップS38）。

[0067] 図10及び図11は、さらに別な実施形態に係るヒートポンプ装置10（10F）を示す。図10に示すヒートポンプ装置10（10F）は、図2に示すヒートポンプ装置10（10B）の構成とほぼ同一であるため、ヒートポンプ装置10（10B）と同一の構成部分の説明は省略する。但し、ヒートポンプ装置10（10B）と比べて、CO₂循環路14に熱交換器38を備えていない点で異なる。また、一実施形態では、圧縮機出口のCO₂循環路14に吐出温度 T_4 を計測するための温度センサ17を備える。

[0068] 一実施形態では、ヒートポンプ装置10（10F）において、図11に示すように、CO₂循環路14の熱交換媒体の循環量制御に加えて、熱交換媒体の圧縮機吐出温度が目標吐出温度 T_{set} となるように膨張弁20の開度を制御するステップS42を行う。

[0069] この実施形態によれば、熱交換媒体の圧縮機吐出温度を精度良く目標吐出温度 T_{set} にすることができると共に、これによって、高COPと高加熱能力とが可能になる。

このように、CO₂循環路14を流れる熱交換媒体の循環量制御と吐出温度の制御とを併用することで、液バックを防止し、かつ高COPと高加熱能力とを達成できる。

[0070] 一実施形態では、膨張弁開度制御ステップS42の前段で、蒸発器22における被冷却媒体（例えば、空気流a1、熱源水w1等）の入口温度T₂及びガスクーラ18における被加熱媒体（例えば、熱源水w2、空気流a2等）の入口温度T₃に基づいて、目標吐出温度T_{set}を設定し、設定された目標吐出温度となるように膨張弁20の開度を制御する（吐出温度設定ステップS40）。

吐出温度は、蒸発器22における被冷却媒体の入口温度T₂及びガスクーラ18における被加熱媒体の入口温度T₃等の外的条件によって変動する。

この実施形態では、これらの外的条件を考慮して目標吐出温度を設定するので、これらの外的条件が変動しても、ヒートポンプ装置10は高COPと高加熱能力を得ることができる。また、圧縮機吐出温度を目標吐出温度に制御するため、圧縮機16の過圧縮を抑制できる。

[0071] 一実施形態では、吐出温度設定ステップS40において、被冷却媒体の入口温度、被加熱媒体の入口温度及び圧縮機吐出側の熱交換媒体の目標吐出温度の間で予め設定された相関に基づいて、目標吐出温度を設定する。

この実施形態では、上記外的条件と圧縮機吐出温度との間の相関を予め求めておき、この相関に基づいて目標吐出温度を設定するので、上記外的条件が変動しても、高い確率で液バックを防止し、高COPと高加熱能力を得ることができる。

[0072] 一実施形態では、下記（3）式のように、高COPと高加熱能力とが可能な目標吐出温度T_{set}を被冷却媒体の入口温度T₂及び被加熱媒体の入口温度T₃の関数として予め求めておく。

$$T_{set} = F_3(T_2, T_3) \quad (3)$$

上記関数で求めた目標吐出温度T_{set}となるように、膨張弁20の開度を制御することで、入口温度T₂及びT₃が変動しても、ヒートポンプ装置10（

10°F)は液バックを防止し、高COPと高加熱能力とを得ることができる。

また、制御側パラメータ及び被制御側パラメータが共に温度であるので、吐出圧を吐出温度に換算する計算過程が不要になり、制御が容易になる。

[0073] 一実施形態では、図11に示すように、被冷却媒体の入口温度が高温度域のときに入口温度が低温度域のときより圧縮機16の回転数を減少させる(回転数制御ステップS44)。

この実施形態によれば、被冷却媒体の入口温度が高温度域のときに入口温度が低温度域のときより圧縮機16の回転数を減少させることで、吐出温度を目標吐出温度 T_{set} に精度良く制御でき、これによって、液バックを防止し、高COPと高加熱能力とが可能になる。

[0074] 一実施形態では、図11に示すように、運転モードの変更が必要になったとき、吐出温度設定ステップS40に戻り、新たに目標吐出温度を設定する(ステップS46)。

[0075] 一実施形態では、図11に示すように、外的条件が変わったとき、吐出温度設定ステップS40に戻り、新たに目標吐出温度を設定する(ステップS48)。

[0076] ヒートポンプ装置10(10°F)は、熱交換器38を備えないため、膨張弁20の開度と吐出温度とをさらにリニアに一義的に対応させることができる。従って、さらに正確に目標吐出温度に制御できるので、さらなる液バックの防止及び高COP、高加熱能力が可能になる。

[0077] 一実施形態では、ヒートポンプ装置10(10°F)の被冷却媒体は熱源水であり、被加熱媒体は外気である。

被加熱媒体が水と比べて比熱が小さい外気であるため、加熱された外気の温度のバラツキが大きくなりやすく、温度制御が難しくなるが、膨張弁20の開度制御により圧縮機吐出温度を目標吐出温度とする制御を行うため、被加熱媒体の温度バラツキを抑制できる。また、制御側パラメータ及び被制御側パラメータが共に温度であるので、吐出圧を吐出温度に換算する計算過程

が不要になり、制御が容易になる。

産業上の利用可能性

[0078] 少なくとも一実施形態によれば、CO₂を熱交換媒体とするヒートポンプ装置において、圧縮機入口側の熱交換媒体の過熱度を精度良く制御可能にし、これによって、液バック現象を防止し、かつ高COPと高加熱能力とを実現できる。

符号の説明

[0079] 10 (10A、10B、10C、10D) ヒートポンプ装置
10 (10E) ヒートポンプユニット
12 超臨界ヒートポンプサイクル構成機器
14 CO₂循環路
15、34 圧力センサ
16 圧縮機
17 温度センサ
18 (18a、18b) ガスクーラ
20 膨張弁
22 (22a、22b) 蒸発器
24 バイパス路
26 CO₂タンク
28 第1開閉弁
30 第2開閉弁
32 第1温度センサ
36 制御部
38 熱交換器
40 入口ヘッダ
42 出口ヘッダ
44 伝熱管
46、56 ファン

- 4 8 被加熱水路
- 5 0 ポンプ
- 5 2 熱源水循環路
- 5 4 空気ダクト
- 5 8 第2 温度センサ
- 6 0 第3 温度センサ
- 6 6 モータインバータ
- 7 0 箱形ケーシング
 - 7 0 a 正面
 - 7 0 b 背面
 - 7 0 c 上面
- 7 2 空気取込口
- 7 4 空気流出口
- 7 6 熱交換ユニット
- a 1、a 2 空気流
- w 1 被加熱水
- w 2 熱源水

請求の範囲

[請求項1]

熱交換媒体循環路と、

該熱交換媒体循環路に設けられる圧縮機、ガスクーラ、膨張弁及び蒸発器を含む超臨界ヒートポンプサイクル構成機器と、

前記熱交換媒体循環路に設けられたバイパス路と、

該バイパス路に設けられた熱交換媒体タンクと、

前記熱交換媒体タンクの入口側で前記熱交換媒体循環路に設けられた第1開閉弁と、

前記熱交換媒体タンクの出口側で前記熱交換媒体循環路に設けられた第2開閉弁と、

を備え、 CO_2 を熱交換媒体とするヒートポンプ装置の制御方法であって、

前記圧縮機の入口側で前記熱交換媒体の温度及び圧力を計測し過熱度を求める計測ステップと、

前記第1開閉弁及び前記第2開閉弁を開閉制御して前記熱交換媒体循環路を循環する前記熱交換媒体の流量を制御することで前記過熱度を目標範囲内に入るように制御する過熱度制御ステップと、

を備えることを特徴とするヒートポンプ装置の制御方法。

[請求項2]

前記過熱度制御ステップは、

前記蒸発器で前記熱交換媒体と熱交換する被冷却媒体の蒸発器入口温度及び前記ガスクーラで前記熱交換媒体と熱交換する被加熱媒体のガスクーラ入口温度に基づいて、前記過熱度の目標値を設定する目標値設定ステップと、

前記目標値より前記過熱度が大きい上限閾値及び前記目標値より前記過熱度が小さい下限閾値を設定し、前記計測ステップで計測された過熱度が前記上限閾値以下及び前記下限閾値以上となるように、前記第1開閉弁及び前記第2開閉弁を開閉制御する制御ステップと、

を備えることを特徴とする請求項1に記載のヒートポンプ装置の制

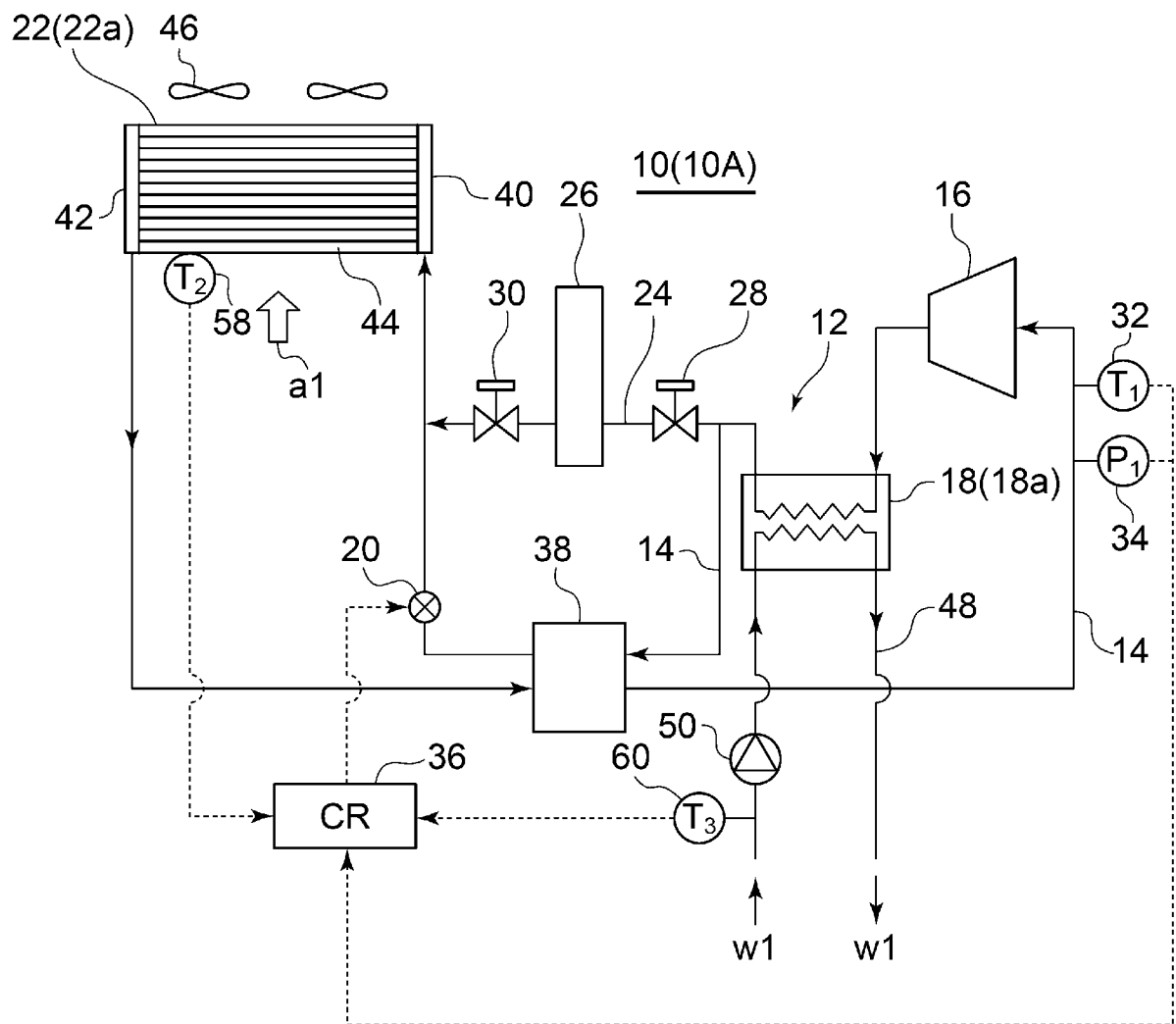
御方法。

- [請求項3] 前記目標値設定ステップにおいて、
前記被冷却媒体の蒸発器入口温度、前記被加熱媒体のガスクーラ入口温度及び前記過熱度の目標値との間で予め設定された相関に基づいて、前記目標値を設定することを特徴とする請求項2に記載のヒートポンプ装置の制御方法。
- [請求項4] 前記計測ステップで計測した過熱度の計測値と前記目標値設定ステップで設定した前記目標値との差分から、前記第1開閉弁及び前記第2開閉弁の開放時間を求める演算ステップを備えることを特徴とする請求項2又は3に記載のヒートポンプ装置の制御方法。
- [請求項5] 前記演算ステップにおいて、
前記第1開閉弁及び前記第1開閉弁の前記差分の絶対値が同一のとき前記第1開閉弁の開放時間を前記第2開閉弁の開放時間より長く設定することを特徴とする請求項4に記載のヒートポンプ装置の制御方法。
- [請求項6] 前記被冷却媒体は外気又は熱源水であることを特徴とする請求項2乃至5の何れか一項に記載のヒートポンプ装置の制御方法。
- [請求項7] 前記被加熱媒体は被加熱水又は外気であることを特徴とする請求項2乃至6の何れか一項に記載のヒートポンプ装置の制御方法。
- [請求項8] 前記ガスクーラの出口側の前記熱交換媒体と前記蒸発器の出口側の前記熱交換媒体とを熱交換する熱交換ステップを備えることを特徴とする請求項1乃至7の何れか一項に記載のヒートポンプ装置の制御方法。
- [請求項9] 前記ヒートポンプ装置の運転モードは、
第1運転モードと、
前記第1運転モードより加熱能力が高い第2運転モードと、
を含む複数の運転モードを有することを特徴とする請求項1乃至8の何れか一項に記載のヒートポンプ装置の制御方法。

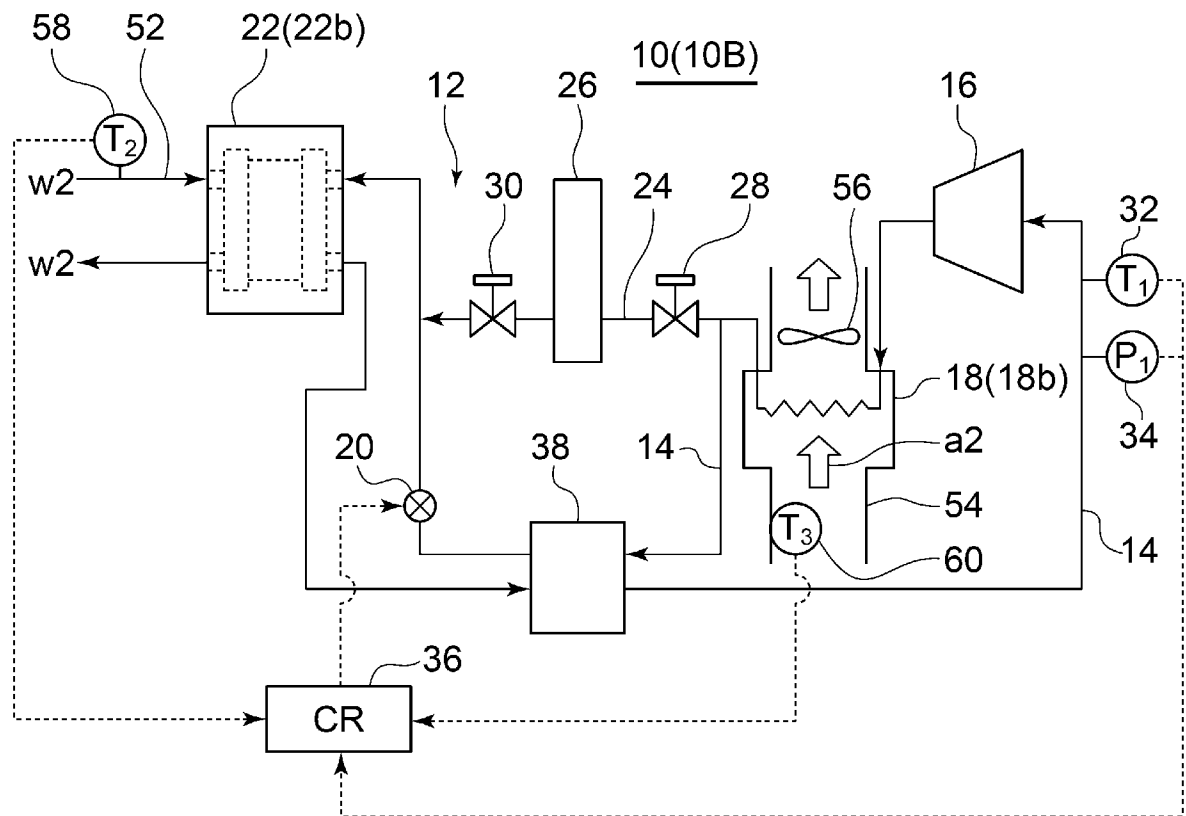
- [請求項10] 前記熱交換媒体の圧縮機吐出圧が目標吐出圧となるように前記膨張弁の開度を制御する膨張弁開度制御ステップを備えることを特徴とする請求項1乃至9の何れか一項に記載のヒートポンプ装置の制御方法。
- [請求項11] 前記熱交換媒体の圧縮機吐出温度が目標吐出温度となるように前記膨張弁の開度を制御する膨張弁開度制御ステップを備えることを特徴とする請求項1乃至9の何れか一項に記載のヒートポンプ装置の制御方法。
- [請求項12] 前記蒸発器で前記熱交換媒体と熱交換する被冷却媒体は熱源水であり、前記ガスクーラで前記熱交換媒体と熱交換する被加熱媒体は外気であることを特徴とする請求項11に記載のヒートポンプ装置の制御方法。
- [請求項13] 熱交換媒体循環路と、
該熱交換媒体循環路に設けられる圧縮機、ガスクーラ、膨張弁及び蒸発器を含む超臨界ヒートポンプサイクル構成機器と、
前記熱交換媒体循環路に設けられたバイパス路と、
該バイパス路に設けられた熱交換媒体タンクと、
前記熱交換媒体タンクの入口に設けられた第1開閉弁と、
前記熱交換媒体タンクの出口に設けられた第2開閉弁と、
を備え、CO₂を熱交換媒体とするヒートポンプ装置であって、
前記圧縮機の入口側で前記熱交換媒体の温度を計測する第1温度センサと、
前記圧縮機の入口側で前記熱交換媒体の圧力を計測する圧力センサと、
前記第1温度センサ及び前記圧力センサで計測した計測値から過熱度を求め、前記第1開閉弁及び前記第2開閉弁を制御して前記過熱度を目標範囲内に入るように制御する制御部と、
を備えることを特徴とするヒートポンプ装置。

- [請求項14] 前記蒸発器で前記熱交換媒体と熱交換する被冷却媒体の蒸発器入口温度を計測する第2温度センサと、
- 前記ガスクーラで前記熱交換媒体と熱交換する被加熱媒体のガスクーラ入口温度を計測する第3温度センサと、
- を備え、
- 前記制御部は、
- 前記被冷却媒体の入口温度、前記被加熱媒体の入口温度及び前記過熱度の目標値との間で予め設定された相関を記憶する記憶部と、
- 前記被冷却媒体の蒸発器入口温度及び前記被加熱媒体のガスクーラ入口温度に基づいて、前記過熱度の目標値と、前記目標値より過熱度が大きい上限閾値及び前記目標値より過熱度が小さい下限閾値とを設定する演算部と、
- を含み、
- 前記第1温度センサ及び前記圧力センサの計測値から求められた過熱度が前記上限閾値以下及び前記下限閾値以上となるように第1開閉弁及び前記第2開閉弁を開閉制御するものであることを特徴とする請求項13に記載のヒートポンプ装置。
- [請求項15] 前記ヒートポンプ装置は、箱形ケーシングの内部に前記超臨界ヒートポンプサイクル構成機器が収納されたヒートポンプユニットであることを特徴とする請求項13又は14に記載のヒートポンプ装置。

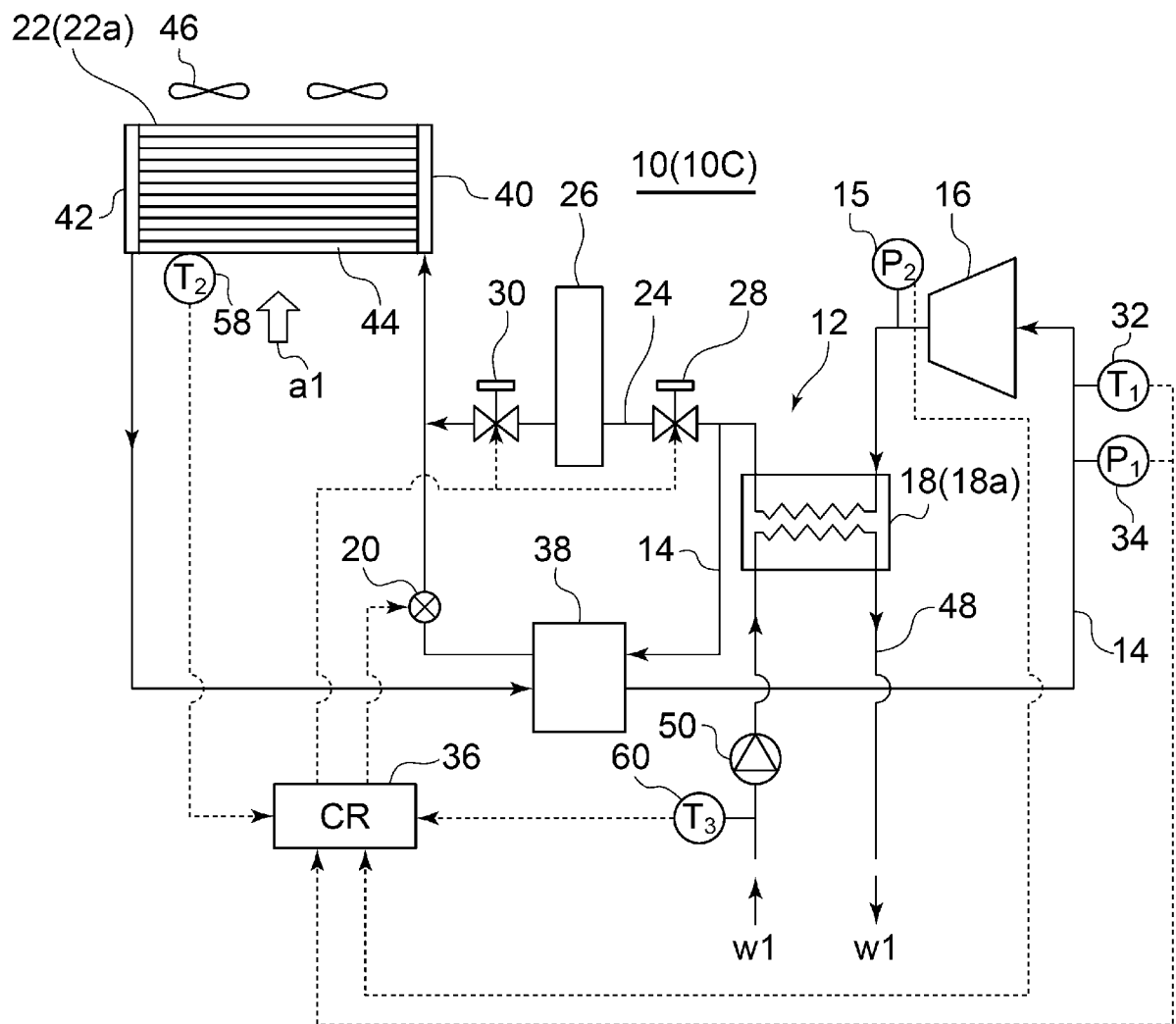
[図1]



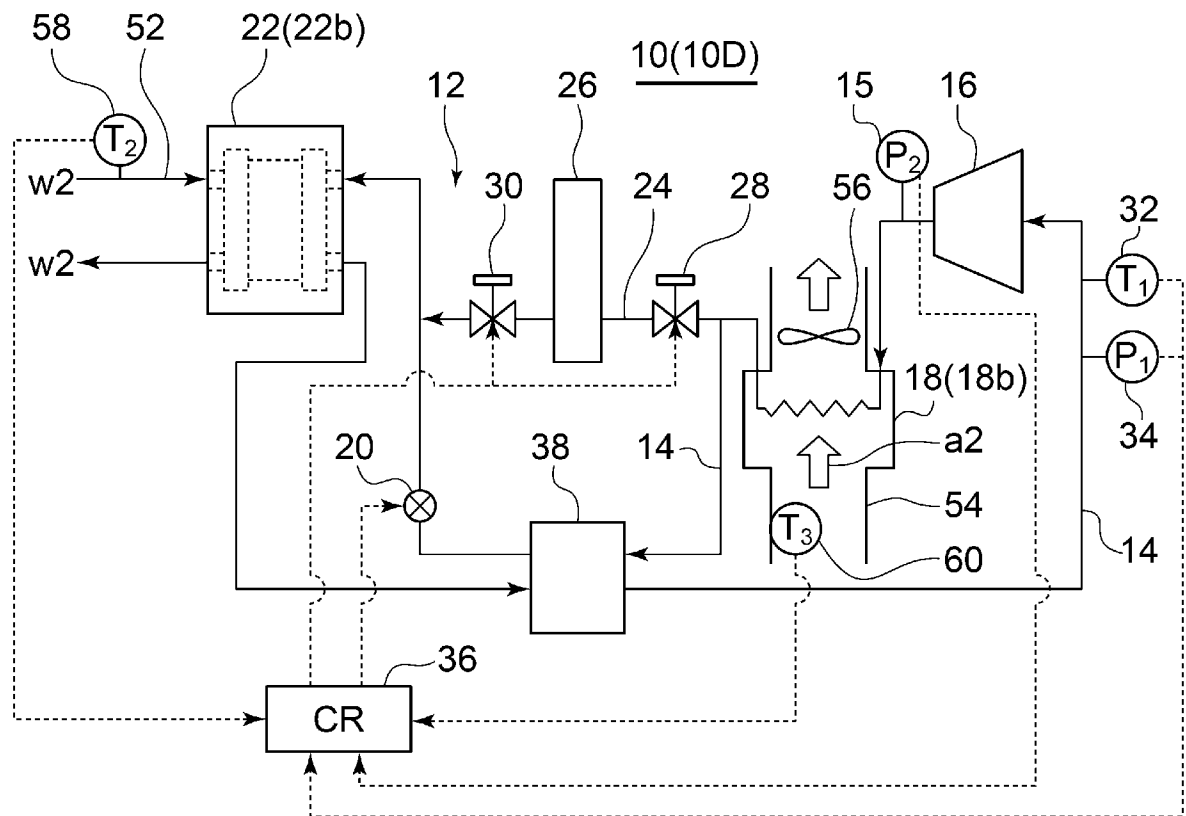
[図2]



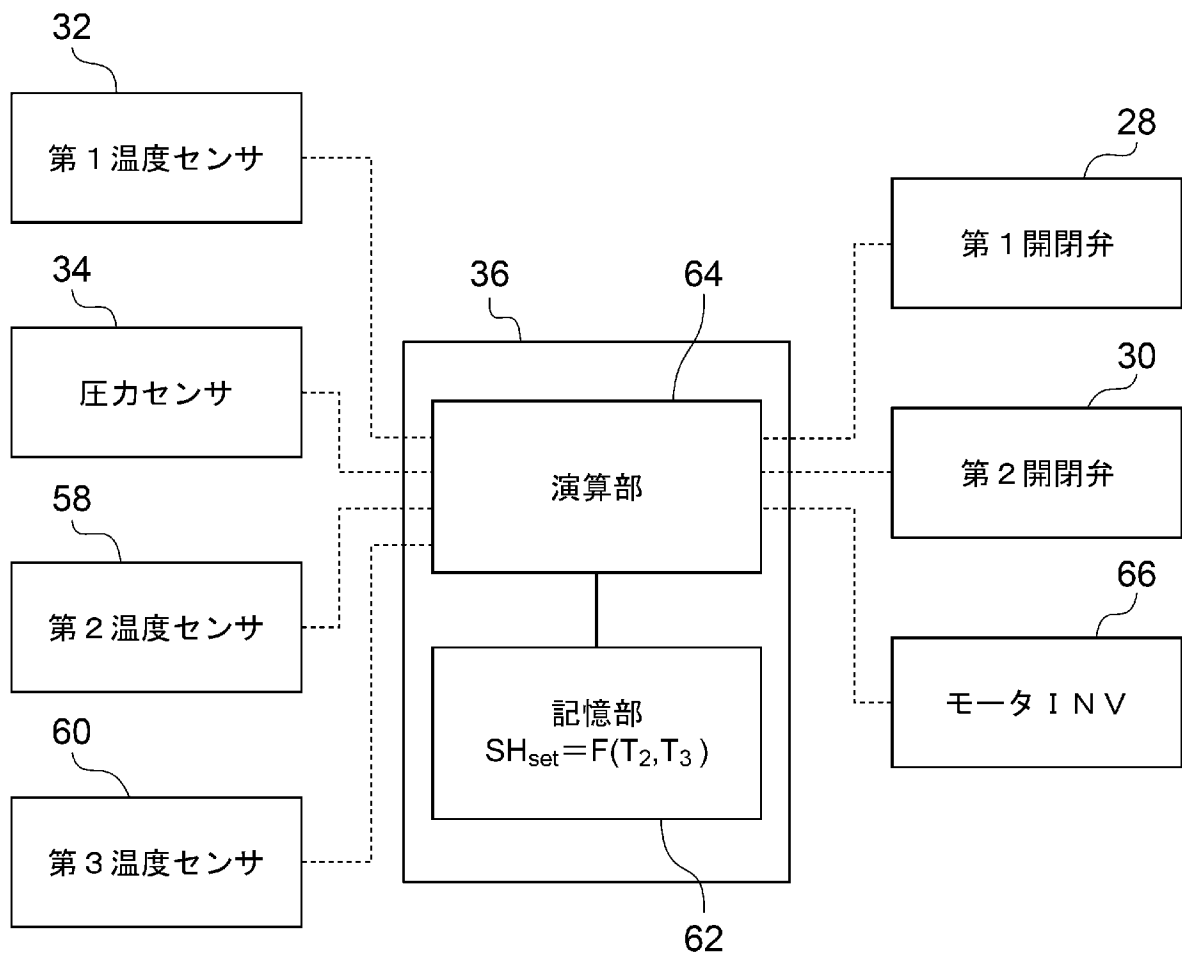
[図3]



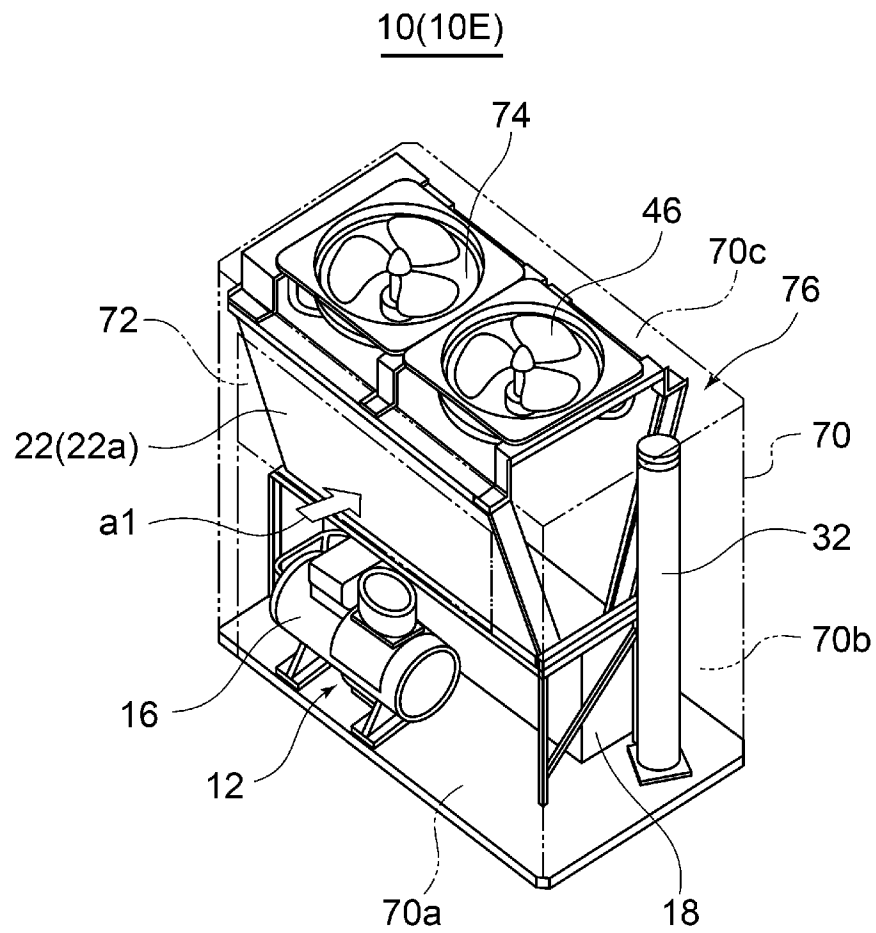
[図4]



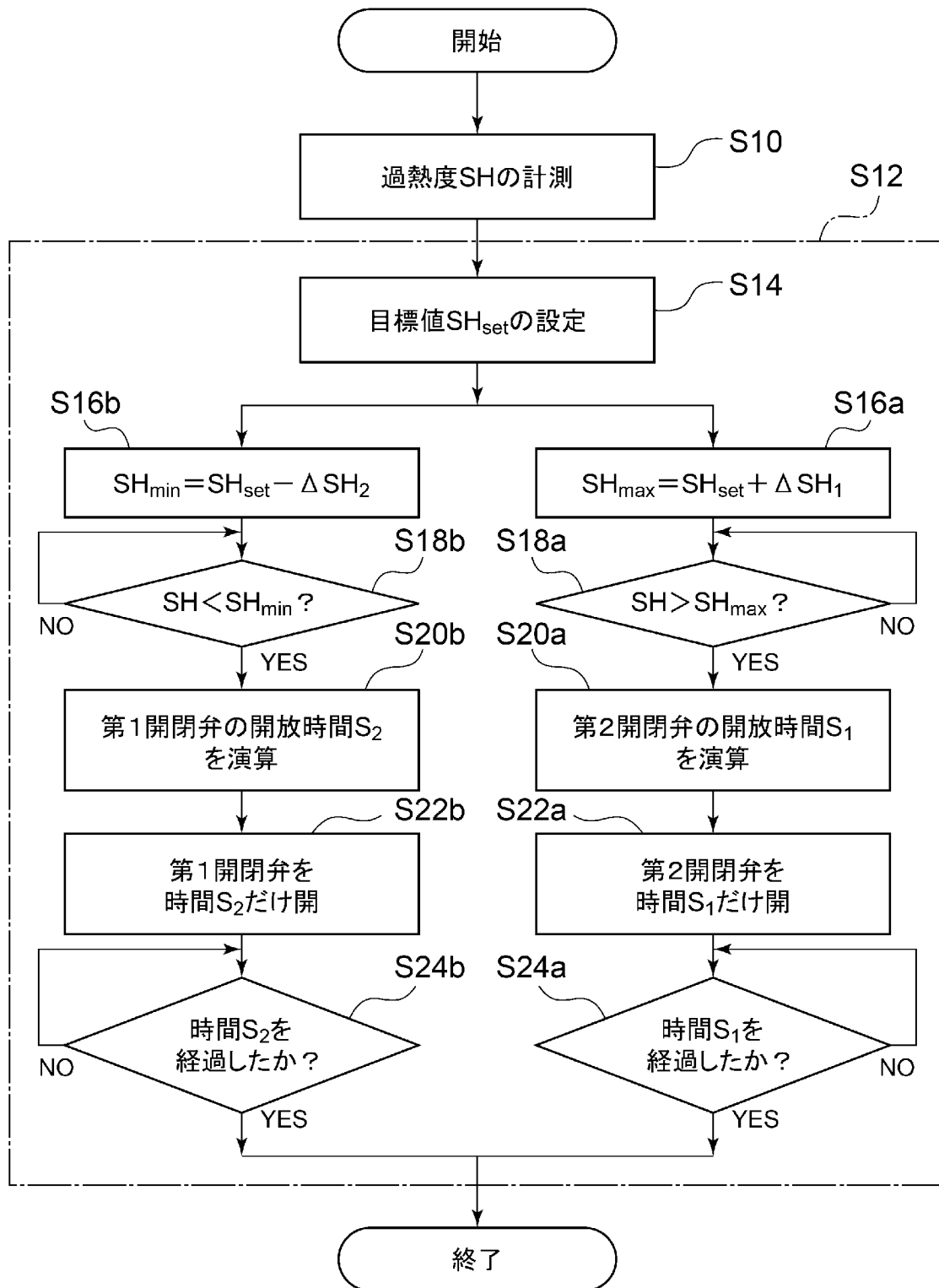
[図5]



[図6]



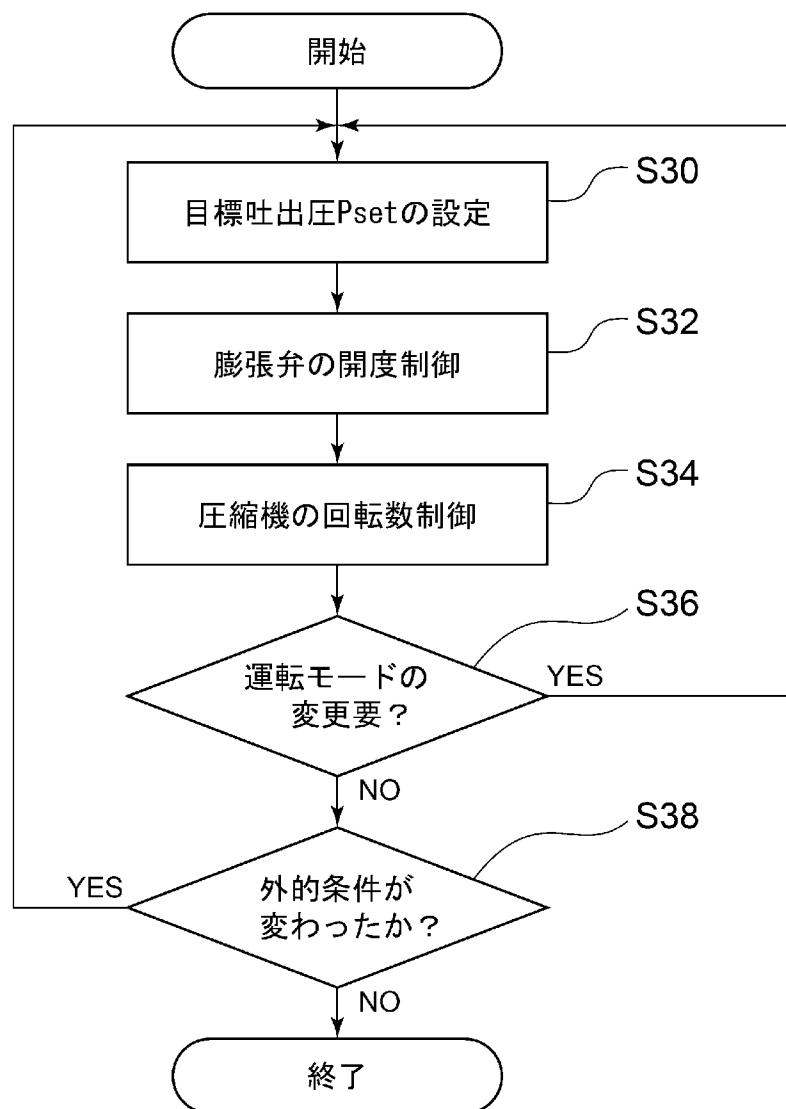
[図7]



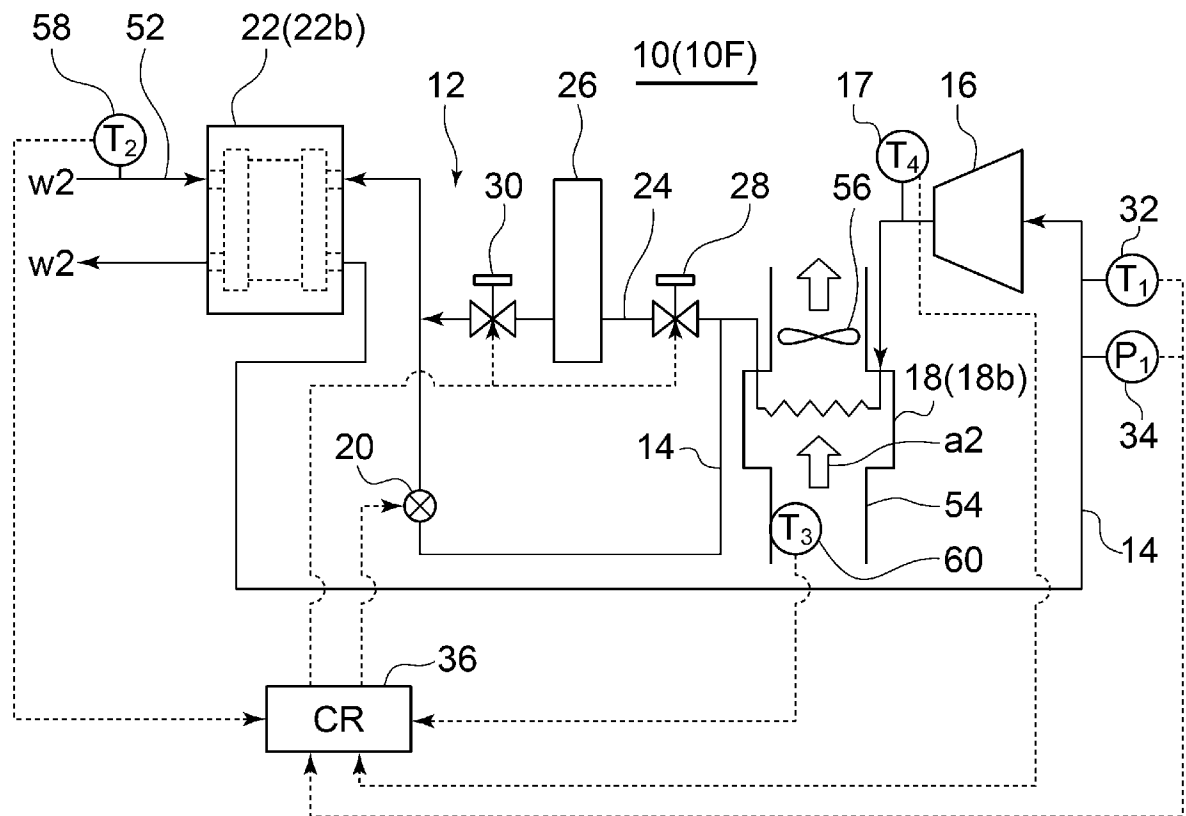
[図8]

運転モード	被冷却媒体の入口温度				
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
標準モード	A	B			
省エネモード	C		D		
パワーモード	E	F		G	

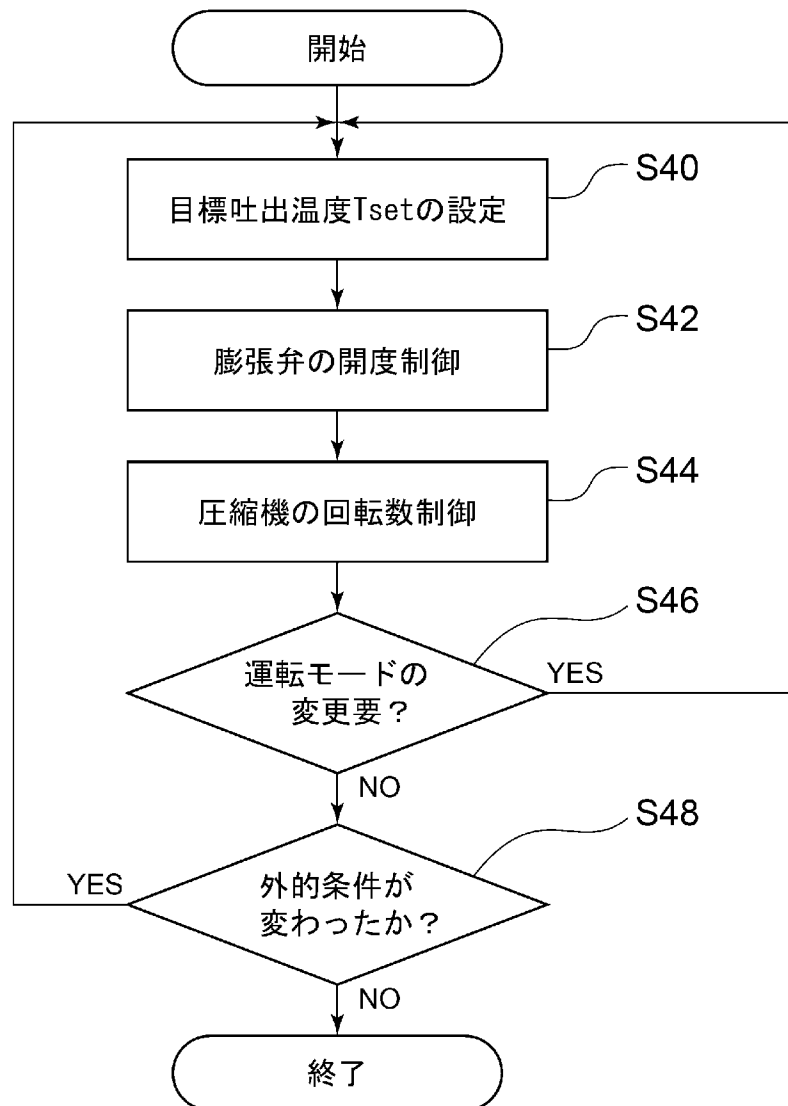
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/005966

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F25B1/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. F25B1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2015-161465 A (MAYEKAWA MFG. CO., LTD.) 07	1, 8, 13
Y	September 2015, claims, paragraphs [0022]-[0045], fig. 1 & WO 2015/129456 A1 & EP 3098541 A1, claims, paragraphs [0034]-[0068], fig. 1 & AU 2015224225 A & KR 10-2016-0124882 A & MX 2016010343 A	2-4, 6-7, 9- 12, 14-15
Y	JP 2012-072949 A (DENSO CORP.) 12 April 2012, paragraph [0040] (Family: none)	2-4, 6-7, 9- 12, 14
Y	JP 2007-278686 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 25 October 2007, paragraph [0019] (Family: none)	2-4, 6-7, 9- 12, 14
Y	JP 3187932 U (ARAI, Yasuhiko) 26 December 2013, paragraphs [0013]-[0015] (Family: none)	4, 6-7, 9-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11.05.2018

Date of mailing of the international search report
22.05.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/005966

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-006010 A (HITACHI APPLIANCES, INC.) 16 January 2014, claims (Family: none)	9-12
Y	JP 2015-227766 A (HITACHI APPLIANCES, INC.) 17 December 2015, claims (Family: none)	9-12
Y	JP 2000-346448 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 15 December 2000, claim 1 (Family: none)	10, 12
Y	JP 2013-217563 A (HITACHI APPLIANCES, INC.) 24 October 2013, claim 1 (Family: none)	10-12
Y	JP 2006-077998 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 23 March 2006, claim 1 & EP 1632733 A2, claim 1 & CN 1746593 A	11-12
Y	JP 2007-303807 A (MAYEKAWA MFG. CO., LTD.) 22 November 2007, paragraphs [0082]-[0084], fig. 4 & JP 2009-236483 A	12
Y	JP 2010-281552 A (MAYEKAWA MFG. CO., LTD.) 16 December 2010, paragraphs [0020]-[0032], fig. 1-4 (Family: none)	15
A	JP 2002-106959 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 10 April 2002, entire text, all drawings (Family: none)	1-4, 6-15
A	JP 2002-310519 A (NISHIYODO KUCHOKI KK) 23 October 2002, entire text, all drawings (Family: none)	1-4, 6-15
A	JP 2007-514918 A (CARRIER CORP.) 07 June 2007, entire text, all drawings & US 2005/0132735 A1 & WO 2005/059448 A2 & CN 1902450 A	1-4, 6-15
A	JP 2009-092258 A (PANASONIC CORP.) 30 April 2009, entire text, all drawings (Family: none)	1-4, 6-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/005966

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☒ Claims Nos.: 5
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

[see extra sheet]
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/005966

[continuation of Box No. II]

Even with all the contents disclosed in the specification and the content disclosed in fig. 7 taken into consideration, it is still not possible to understand the meaning of "in the calculation step, the opening time of the first opening/closing valve is set to be longer than the opening time of the second opening/closing valve when the absolute value of the difference between the first opening/closing valve and the first opening/closing valve is the same," which is set forth in claim 5.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F25B1/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F25B1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2015-161465 A（株式会社前川製作所）2015.09.07, 特許請求の 範囲, [0022] - [0045], 第1図 & WO 2015/129456 A1 & EP 3098541 A1:CLAIMS, [0034]-[0068], Fig. 1 & AU 2015224225 A & KR 10-2016-0124882 A & MX 2016010343 A	1, 8, 13 2-4, 6-7, 9-12 , 14-15
Y	JP 2012-072949 A（株式会社デンソー）2012.04.12, [0040] (ファミリーなし)	2-4, 6-7, 9-12 , 14

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.05.2018

国際調査報告の発送日

22.05.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

伊藤 紀史

3M

3545

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-278686 A (三菱電機株式会社) 2007. 10. 25, [0019] (ファミリーなし)	2-4, 6-7, 9-12 , 14
Y	JP 3187932 U (荒井安彦) 2013. 12. 26, [0013] - [0015] (ファミリーなし)	4, 6-7, 9-12
Y	JP 2014-006010 A (日立アプライアンス株式会社) 2014. 01. 16, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	9-12
Y	JP 2015-227766 A (日立アプライアンス株式会社) 2015. 12. 17, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	9-12
Y	JP 2000-346448 A (松下電器産業株式会社) 2000. 12. 15, [請求項1] (ファミリーなし)	10, 12
Y	JP 2013-217563 A (日立アプライアンス株式会社) 2013. 10. 24, [請求項1] (ファミリーなし)	10-12
Y	JP 2006-077998 A (松下電器産業株式会社) 2006. 03. 23, [請求項1] & EP 1632733 A2:CLAIM1 & CN 1746593 A	11-12
Y	JP 2007-303807 A (株式会社前川製作所) 2007. 11. 22, [0082] - [0084], 第4図 & JP 2009-236483 A	12
Y	JP 2010-281552 A (株式会社前川製作所) 2010. 12. 16, [0020] - [0032], 第1-4図 (ファミリーなし)	15
A	JP 2002-106959 A (三洋電機株式会社) 2002. 04. 10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4, 6-15
A	JP 2002-310519 A (西淀空調機株式会社) 2002. 10. 23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4, 6-15
A	JP 2007-514918 A (キャリア コーポレーション) 2007. 06. 07, 全文, 全図 & US 2005/0132735 A1 & WO 2005/059448 A2 & CN 1902450 A	1-4, 6-15
A	JP 2009-092258 A (パナソニック株式会社) 2009. 04. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4, 6-15

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☒ 請求項 5 は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
明細書の記載内容や第7図の記載内容を考慮しても、請求項5に記載された「前記演算ステップにおいて、前記第1開閉弁及び前記第1開閉弁の前記差分の絶対値が同一のとき前記第1開閉弁の開放時間を前記第2開閉弁の開放時間より長く設定する」との特定がどのようなことを意味するのか理解できない。
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。