

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年8月30日(30.08.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/155428 A1

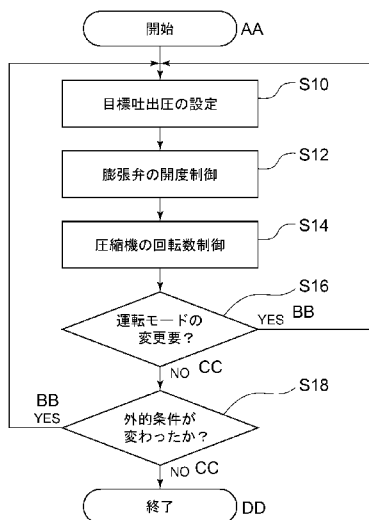
- (51) 国際特許分類:
F25B 1/00 (2006.01) *F25B 30/02* (2006.01)
F24H 4/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/005965
- (22) 国際出願日: 2018年2月20日(20.02.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-030452 2017年2月21日(21.02.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社前川製作所(MAYEKAWA MFG. CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1358482 東京都江東区牡丹3丁目14番15号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小野 裕司(ONO, Yuji); 〒1358482 東京都江東区牡丹3丁目14番15号 株式会社前川製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 誠真 I P 特許業務法人(SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.); 〒1080073 東京都港区

三田三丁目13番16号 三田43M
Tビル13階 Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

(54) Title: HEAT PUMP DEVICE CONTROL METHOD AND HEAT PUMP DEVICE

(54) 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



S10 Set target discharge pressure
S12 Control degree of opening of expansion valve
S14 Control rotation speed of compressor
S16 Necessary to change operating mode?
S18 Change in external conditions?
AA Start
BB Yes
CC No
DD End

(57) Abstract: According to an embodiment this control method, which is for a heat pump device provided with a supercritical heat pump cycle configuration machine that uses CO₂ as a heat exchange medium and includes a compressor, a gas cooler, an expansion valve, and an evaporator, is equipped with an expansion valve degree-of-opening control step for controlling the degree of opening of the expansion valve such that the compressor discharge pressure of the heat exchange medium reaches a target discharge pressure.

(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、CO₂を熱交換媒体とし、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を備えるヒートポンプ装置の制御方法であって、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。



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)）

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] ヒートポンプサイクルを構成するヒートポンプ装置は、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、 CO_2 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°C 程度の熱水を得ることができる。

他方、圧縮機吐出側で熱交換媒体の圧力が高くなりすぎると、ヒートポンプ装置の熱効率（成績係数COP）が低下するため、圧縮機吐出側の熱交換媒体の圧力を適度に制御する必要がある。

[0003] 特許文献1には、ヒートポンプ装置において、圧縮機吐出側流路の熱交換媒体の循環量を調整することで、熱交換媒体の圧縮機吐出力を制御する運転方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-281552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に開示された熱交換媒体の圧縮機吐出圧の制御方法は、熱交換媒体の循環量と圧縮機吐出力との相関がリニアなものではないため、制御の精度に限界がある。

また、熱交換媒体の圧縮機吐出圧は、蒸発器における熱源媒体の温度やガスクーラにおける被加熱媒体（冷却水など）の温度等の外的条件によって変動するため、これらの外的条件を考慮して吐出圧を制御する必要がある。

[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、

熱交換媒体の圧縮機吐出圧又は圧縮機吐出温度の制御精度を高めることで、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) 一実施形態に係るヒートポンプ装置の制御方法は、

CO₂を熱交換媒体とし、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を備えるヒートポンプ装置の制御方法であって、

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。目標吐出圧として、高COPと高加熱能力とを得られる吐出圧を予め設定しておく。

上記(1)の方法によれば、熱交換媒体の圧縮機吐出圧（以下、単位に「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、圧縮機吐出圧を精度良く目標吐出圧にすることができる。これによって、高COPと高加熱能力とを有する運転が可能になる。

[0008] 従来、圧縮機の吸込側における熱交換媒体の吸込圧又は吸込温度を監視しながら、膨張弁の開度を制御して過熱度を制御することが行われている。この過熱度制御によって間接的に吐出圧及び吐出温度も変動する。

上記実施形態は、かかる制御とは異なり、膨張弁の開度制御によって吐出圧を直接制御することで、圧縮機吐出圧を精度良く目標吐出圧にすることができ、これによって、高COPと高加熱能力とを可能にするものである。また、圧縮機吐出圧を目標吐出圧に制御するため、圧縮機の過圧縮を抑制できる。

[0009] (2) 一実施形態では、前記(1)の方法において、

前記蒸発器における被冷却媒体の入口温度及び前記ガスクーラにおける被加熱媒体の入口温度に基づいて、前記目標吐出圧を設定する吐出圧設定ステップを備え、

前記膨張弁開度制御ステップにおいて、前記圧縮機吐出圧が前記目標吐出圧となるように前記膨張弁の開度を制御する。

圧縮機吐出圧は、蒸発器における被冷却媒体の入口温度及びガスクーラにおける被加熱媒体の入口温度等の外的条件によって変動する。

上記（２）の方法によれば、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、高ＣＯＰと高加熱能力を維持できる。

[0010] （３）一実施形態では、前記（２）の方法において、

前記吐出圧設定ステップにおいて、

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目標吐出圧の間で予め設定された相関に基づいて、前記目標吐出圧を設定する。

上記（３）の方法によれば、上記外的条件と高ＣＯＰと高加熱能力とが可能な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、高い確率で高ＣＯＰと高加熱能力を得ることができる。

[0011] （４）一実施形態では、前記（３）の方法において、

前記相関は、

前記被冷却媒体の入口温度の上昇に対応して前記目標吐出圧を単調増加させるものである。

上記（４）の方法によれば、被冷却媒体の入口温度の上昇に対応して目標吐出圧を単調増加させることで、被冷却媒体の入口温度と熱交換媒体との温度差のばらつきをなくし、被冷却媒体の入口温度の温度域にかかわらず、熱交換効率が低い温度差に保持できる。これによって、被冷却媒体の入口温度の温度域にかかわらず、高ＣＯＰと高加熱能力とを維持できる。

[0012] （５）一実施形態では、前記（３）の方法において、

前記相関は、

前記被冷却媒体の低温域における前記目標吐出圧の増加率を、前記被冷却媒体の高温域における前記目標吐出圧の増加率より大きくしたものである。

例えば夏期において被冷却媒体の入口温度が高い場合、必要温熱負荷が小さくなる。そのため、高温域では加熱能力の増大よりもＣＯＰの向上を優先

するのが妥当である。

上記（５）の方法によれば、高温域における目標吐出圧の増加率を低温域より小さくすることで、高温域において加熱能力を不足させることなくＣＯＰの低下を抑制できる。

- [0013] （６）一実施形態では、前記（３）～（５）の何れかの方法において、前記相関は、
前記被加熱媒体の入口温度が高いほど前記目標吐出圧を高くするものである。

上記（６）の方法によれば、被加熱媒体の入口温度が高いほど目標吐出圧を高くすることで、被加熱媒体の入口温度が変わっても被加熱媒体と熱交換媒体との温度差を熱交換効率が低い温度差に保持できる。これによって、被加熱媒体の入口温度の温度域にかかわらず高ＣＯＰと高加熱能力とを維持できる。

- [0014] （７）一実施形態では、前記（２）～（６）の何れかの方法において、前記被冷却媒体の入口温度が高温度域のときに前記入口温度が低温度域のときより前記圧縮機の回転数を減少させる回転数制御ステップを備える。

上記（７）の方法によれば、被冷却媒体の入口温度が高温度域のときに前記入口温度が低温度域のときより前記圧縮機の回転数を減少させることで、過圧縮を防ぎながら吐出圧を目標吐出圧に精度良く制御でき、これによって、高ＣＯＰと高加熱能力とが可能になる。

- [0015] （８）一実施形態では、前記（２）～（７）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（８）の方法によれば、被冷却媒体として外気又は熱源水を用いることで、高ＣＯＰと高加熱能力を得ることができる。

- [0016] （９）一実施形態では、前記（２）～（８）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（９）の方法によれば、被加熱媒体として被加熱水又は外気を用いることで、高ＣＯＰと高加熱能力を得ることができる。

[0017] (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(10)の方法によれば、上記複数の運転モードを有することで、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に切り替えることができる。

[0018] (11) 一実施形態に係るヒートポンプ装置の制御方法は、

CO₂を熱交換媒体とし、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を備えるヒートポンプ装置の制御方法であって、

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。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。これによって、高COPと高加熱能力とを有する運転が可能になる。

[0019] (12) 一実施形態では、前記(11)の方法において、

前記蒸発器における被冷却媒体の入口温度及び前記ガスクーラにおける被加熱媒体の入口温度に基づいて、前記目標吐出温度を設定する吐出温度設定ステップを備え、

前記膨張弁開度制御ステップにおいて、前記圧縮機吐出温度が前記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。

圧縮機吐出温度は、蒸発器における被冷却媒体の入口温度及びガスクーラにおける被加熱媒体の入口温度等の外的条件によって変動する。

上記（１２）の方法によれば、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、圧縮機吐出温度を精度良く目標吐出温度に制御でき、これによって、高COPと高加熱能力を維持できる。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。

[0020] （１３）一実施形態では、前記（１２）の方法において、

前記吐出温度設定ステップにおいて、

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目標吐出温度の間で予め設定された相関に基づいて、前記目標吐出温度を設定する。

上記（１３）の方法によれば、上記外的条件と高COPと高加熱能力とが可能な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、高い確率で高COPと高加熱能力を得ることができる。

[0021] （１４）一実施形態では、前記（１３）の方法において、

前記相関は、

前記被冷却媒体の入口温度の上昇に対応して前記目標吐出温度を単調増加させるものである。

上記（１４）の方法によれば、被冷却媒体の入口温度の上昇に対応して目標吐出温度を単調増加させることで、被冷却媒体の入口温度と熱交換媒体との温度差のばらつきをなくし、被冷却媒体の入口温度の温度域にかかわらず、熱交換効率が低い温度差に保持できる。これによって、被冷却媒体の入口温度の温度域にかかわらず、高COPと高加熱能力とを維持できる。

[0022] （１５）一実施形態では、前記（１３）の方法において、

前記相関は、

前記被冷却媒体の低温域における前記目標吐出温度の増加率を、前記被冷却媒体の高温域における前記目標吐出温度の増加率より大きくしたものである。

例えば夏期において被冷却媒体の入口温度が高い場合、必要温熱負荷が小さくなる。そのため、高温域では加熱能力の増大よりもCOPの向上を優先するのが妥当である。

上記（１５）の方法によれば、高温域における目標吐出温度の増加率を低温域より小さくすることで、高温域において加熱能力を不足させることなくCOPの低下を抑制できる。

[0023] （１６）一実施形態では、前記（１３）～（１５）の何れかの方法において、

前記相関は、

前記被加熱媒体の入口温度が高いほど前記目標吐出温度を高くするものである。

上記（１６）の方法によれば、被加熱媒体の入口温度が高いほど目標吐出温度を高くすることで、被加熱媒体の入口温度が変わっても被加熱媒体と熱交換媒体との温度差を熱交換効率が低い温度差に保持できる。これによって、被加熱媒体の入口温度の温度域にかかわらず高COPと高加熱能力とを維持できる。

[0024] （１７）一実施形態では、前記（１２）～（１６）の何れかの方法において、

前記被冷却媒体の入口温度が高温度域のときに前記入口温度が低温度域のときより前記圧縮機の回転数を減少させる回転数制御ステップを備える。

上記（１７）の方法によれば、被冷却媒体の入口温度が高温度域のときに前記入口温度が低温度域のときより前記圧縮機の回転数を減少させることで、吐出温度を目標吐出温度に精度良く制御でき、これによって、高COPと高加熱能力とが可能になる。

[0025] （１８）一実施形態では、前記（１２）～（１７）の何れかの方法において、

前記被冷却媒体は熱源水であり、前記被加熱媒体は外気である。

上記（１８）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。

[0026] (19) 一実施形態では、前記(11)～(18)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(19)の方法によれば、上記複数の運転モードを有することで、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に切り替えることができる。

[0027] (20) 一実施形態に係るヒートポンプ装置は、

CO₂を熱交換媒体とし、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を備えるヒートポンプ装置であって、

前記蒸発器における被冷却媒体の入口温度を計測する第1温度センサと、

前記ガスクーラにおける被加熱媒体の入口温度を計測する第2温度センサと、

前記被冷却媒体の入口温度及び前記被加熱媒体の入口温度に基づいて、前記圧縮機の目標吐出圧となるように前記膨張弁の開度を制御する制御部と、

を備える。

[0028] 上記(20)の構成によれば、上記第1温度センサ及び上記第2温度センサによって被冷却媒体及び被加熱媒体の入口温度を計測し、これらの計測値に基づいて、吐出圧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とすることができ、これによって、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、圧縮機の過圧縮を抑制できる。なお、目標吐出圧として、高COPと高加熱能力とを得られる吐出圧を予め設定しておく。

[0029] (21) 一実施形態に係るヒートポンプ装置は、

CO₂を熱交換媒体とし、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を備えるヒートポンプ装置であって、

前記蒸発器における被冷却媒体の入口温度を計測する第1温度センサと、

前記ガスクーラにおける被加熱媒体の入口温度を計測する第2温度センサと、

前記被冷却媒体の入口温度及び前記被加熱媒体の入口温度に基づいて、前記圧縮機の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制御部と、

を備える。

[0030] 上記(21)の構成によれば、上記第1温度センサ及び上記第2温度センサによって被冷却媒体及び被加熱媒体の入口温度を計測し、これらの計測値に基づいて、吐出温度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、吐出温度を精度良く目標吐出温度とすることができ、これによって、高COPと高加熱能力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。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。

[0031] (22) 一実施形態では、前記(20)又は(21)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(22)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

[0032] 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、膨張弁の開度制御により熱交換媒体の圧縮機吐出圧又は圧縮機吐出温度を精度良く目標値に制御でき、これによって、高COPと高加熱能力とが可能

になる。

図面の簡単な説明

- [0033] [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ユニットの斜視図である。
- [図4]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5]一実施形態に係る運転モードごとの目標吐出圧を示す図表である。
- [図6]一実施形態に係る目標吐出圧の設定値を示す線図である。
- [図7]一実施形態に係る目標吐出圧の設定値を示す線図である。
- [図8]一実施形態に係るヒートポンプ装置の系統図である。
- [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]一実施形態に係る目標吐出圧の設定値を示す線図である。
- [図11]一実施形態に係る目標吐出圧の設定値を示す線図である。

発明を実施するための形態

- [0034] 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。

[0035] 図1及び図2は幾つかの実施形態に係るヒートポンプ装置を示す。図1及び図2において、ヒートポンプ装置10(10A、10B)は、CO₂を熱交換媒体とし、熱交換媒体としてCO₂が循環するCO₂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。

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CO₂のとき、CO₂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。

[0036] また、蒸発器22における被冷却媒体の入口温度を計測する第1温度センサ24と、ガスクーラ18における被加熱媒体の入口温度を計測する第2温度センサ26と、を備える。制御部28は、被冷却媒体の入口温度T₁及び被加熱媒体の入口温度T₂に基づいて、圧縮機16の吐出圧が目標吐出圧となるように膨張弁20の開度を制御する。目標吐出圧として、高COPと高加熱能力とを得られる吐出圧を予め選定しておく。

[0037] 膨張弁20は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。一般的には、膨張弁20の開度を絞ると、吐出圧は高くなり、膨張弁20の開度を広げると、吐出圧は低くなる。

一実施形態では、圧縮機16の出口に圧縮機16の吐出圧を検出する圧力センサ15を備える。

[0038] 上記構成によれば、入口温度T₁及びT₂に基づいて、吐出圧が目標吐出圧となるように膨張弁20の開度を制御することで、精度良く目標吐出圧とすることができる。吐出圧を目標吐出圧に制御することで、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16の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。

[0039] 一実施形態では、ガスクーラ18の下流側で循環路14から分岐し、膨張弁20の下流側で循環路14に合流するバイパス路30を備える。バイパス路30には熱交換媒体を一時貯留可能なCO₂タンク32が設けられ、CO₂タンク32の入口側及び出口側に開閉弁34及び36が設けられる。

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、CO₂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、開閉弁34及び開閉弁36の開閉動作を制御することで、CO₂タンク32へのCO₂の出入りを調整し、CO₂タンク32に貯留される熱交換媒体の貯留量を調整する。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調整する。

[0040] また、一実施形態では、ガスクーラ18から出た熱交換媒体で蒸発器22から出た熱交換媒体を加熱する熱交換器38が設けられる。熱交換器38を設けることで、ヒートポンプ装置10のCOPを向上できる。

[0041] 一実施形態では、図1に示す蒸発器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を有し、第1温度センサ24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。

[0042] 一実施形態では、図1に示すガスクーラ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 (18 a) 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 w_1 が循環する。第 2 温度センサ 26 はガスクーラ 18 (18 a) に対して入口側の被加熱水路 48 に設けられる。被加熱水 w_1 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。

[0043] 図 1 に示す実施形態では、制御部 28 は、空気熱源熱交換器における空気流 a_1 の入口温度 T_1 及びガスクーラ 18 における被加熱水 w_1 の入口温度 T_2 に基づいて、圧縮機 16 の吐出圧が目標吐出圧となるように膨張弁 20 の開度を制御する。圧縮機 16 の吐出圧を目標吐出圧とすることで、ヒートポンプ装置 10 (10 A) は、高 COP と高加熱能力とが可能になる。

[0044] 一実施形態では、図 2 に示す蒸発器 22 (22 b) は、熱源水 w_2 を被冷却媒体とし、熱交換媒体は熱源水 w_2 と熱交換して熱源水 w_2 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、第 1 温度センサ 24 は該水熱源熱交換器の入口側の熱源水循環路 52 に設けられる。

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。

[0045] 一実施形態では、図 2 に示すように、ガスクーラ 18 (18 b) に、空気ダクト 54 が設けられ、ファン 56 によって空気ダクト 54 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 18 で熱交換媒体と熱交換し、熱交換媒体によって加熱され、例えば乾燥装置などの需要先に供給される。

[0046] 図 2 に示す実施形態では、制御部 28 は、水熱源熱交換媒体における熱源水 w_2 の入口温度 T_1 及びガスクーラ 18 における空気流 a_2 の入口温度 T_2 に基づいて、圧縮機 16 の吐出圧が目標吐出圧となるように膨張弁 20 の開度を制御する。圧縮機 16 の吐出圧を目標吐出圧とすることで、ヒートポンプ装置 10 (10 B) は、高 COP と高加熱能力とが可能になる。

[0047] 他の実施形態として、蒸発器 22 が、 CO_2 循環路 14 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る。熱交換媒体は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。この実施形態においても、圧縮機 16 の吐出圧が目標吐出圧とすることで、高 COP と高加熱能力とが可能になる。

[0048] 一実施形態では、図 3 に示すように、ヒートポンプ装置 10 (10C) は、箱形ケーシング 58 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ある。

この実施形態によれば、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。

[0049] 一実施形態では、ヒートポンプ装置 10 (10C) は、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 58 の正面 58a 及び背面 58b の上部領域に形成された空気取込口 60 から箱形ケーシング 58 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 58 の上面 58c に形成された空気流出口 62 から流出する。一実施形態では、ファン 46 は空気流出口 62 に設けられる。

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 64 が配置され、下部に、圧縮機 16、外気を被加熱媒体とするガスクーラ 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。

[0050] 一実施形態に係るヒートポンプ装置 10 の制御方法は、図 4 に示すように、熱交換媒体の圧縮機吐出力が目標吐出圧となるように膨張弁 20 の開度を制御する (膨張弁開度制御ステップ S12)。

このように、熱交換媒体の圧縮機吐出圧が目標吐出圧となるように、膨張弁 20 の開度を制御することで、圧縮機吐出圧を精度良く目標吐出圧にすることができる。また、目標吐出圧に制御することで、ヒートポンプ装置 10

は、高COPと高加熱能力を有する運転が可能になる。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。

[0051] 一実施形態では、膨張弁開度制御ステップS12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 T_1 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 T_2 に基づいて、目標吐出圧を設定し、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S10）。

吐出圧は、蒸発器22における被冷却媒体の入口温度 T_1 及びガスクーラ18における被加熱媒体の入口温度 T_2 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、吐出圧を精度良く目標吐出圧に制御でき、これによって、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。

[0052] 一実施形態では、吐出圧設定ステップS10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、高い確率で高COPと高加熱能力を得ることができる。

[0053] 一実施形態では、下記のように、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_1 及び被加熱媒体の入口温度 T_2 の関数として予め求めておく。

$$P_{set} = F_1(T_1, T_2) \quad (1)$$

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_1 及び T_2 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。

[0054] 一実施形態では、図4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S 1 4)。

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 1 6 の回転数を減少させることで、吐出圧を目標吐出圧に精度良く制御でき、これによって、高COPと高加熱能力とが可能になる。

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。

[0055] 一実施形態では、図 7 に示すように、ある入口温度 T_0 を境にして、被冷却媒体の入口温度が温度 T_0 より低い温度域では、温度 T_0 より入口温度が高い温度域より圧縮機 1 6 の回転数を増加させる。

これによって、入口温度 T_1 及び T_2 が変動しても、ヒートポンプ装置 1 0 は高COPと高加熱能力とを得ることができる。

[0056] 一実施形態では、ヒートポンプ装置 1 0 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 1 0 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眼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 5 に示すように、ヒートポンプ装置 1 0 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_1 及び T_2 から異なる相関で目標吐出圧 P_{set} 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 5 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、領域 (A、B、C、・・・J) ごとに異なる相関で異なる目標吐出圧 P_{set} を設定する。

このように、被冷却媒体の入口温度ごと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、・・・Jごとに入口温度 T_1 及び T_2 の係数を異ならせてPsetを算出する。

[0059] 一実施形態では、図４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S10に戻り、新たに目標吐出圧を設定する（ステップS16）。

[0060] 一実施形態では、図４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S10に戻り、新たに目標吐出圧を設定する（ステップS18）。

[0061] 一実施形態では、吐出圧設定ステップS10において、図６に示すように、目標吐出圧Psetを、被冷却媒体の入口温度 T_1 の上昇に対応して単調増加させる。

この実施形態によれば、被冷却媒体の入口温度の上昇に対応して目標吐出圧を単調増加させることで、被冷却媒体と熱交換媒体との温度差のばらつきをなくし、被冷却媒体の入口温度にかかわらず、熱交換効率が低い温度差に保持できる。これによって、被冷却媒体の入口温度にかかわらず、高COPと高加熱能力とを維持できる。

[0062] 一実施形態では、吐出圧設定ステップS10において、図７に示すように、目標吐出圧Psetを、被冷却媒体の低温域における目標吐出圧の増加率を、被冷却媒体の高温域における目標吐出圧の増加率より大きくしている。

即ち、図７に示すように、被冷却媒体のある入口温度 T_0 を境にして、被冷却媒体の入口温度が温度 T_0 より低い温度域より、温度 T_0 より入口温度が高い温度域における目標吐出圧の増加率を大きくする。

[0063] 例えば夏期において被冷却媒体の入口温度が高い場合、必要温熱負荷が小さくなる。そのため、高温域では加熱能力の増大よりもCOPの向上を優先するのが妥当である。

この実施形態によれば、高温域における目標吐出圧の増加率を低温域より小さくすることで、高温域において加熱能力を不足させることなくCOPの低下を抑制できる。

[0064] 一実施形態では、温度 T_0 より入口温度が低い低温域及び温度 T_0 より入口温度が高い高温域では、目標吐出圧を夫々単調増加させる。

これによって、低温域及び高温域の各々において、被冷却媒体と熱交換媒体との温度差のばらつきをなくし、被冷却媒体の入口温度にかかわらず、熱交換効率が低い温度差に保持できる。これによって、夫々の温度域において被冷却媒体の入口温度にかかわらず、高COPと高加熱能力とを維持できる。

[0065] 一実施形態では、図6及び図7に示すように、被加熱媒体の入口温度が高いほど目標吐出圧を高くする。図6及び図7において、目標吐出圧設定値の例 X_1 、 Y_1 及び Z_1 における被加熱媒体の入口温度 T_2 は、 $X_1 < Y_1 < Z_1$ の関係にある。

このように、被加熱媒体の入口温度が高いほど目標吐出圧を高くすることで、被加熱媒体の入口温度が変わっても被加熱媒体と熱交換媒体との温度差を熱交換効率が低い温度差に保持できる。これによって、被加熱媒体の入口温度の温度域にかかわらず高COPと高加熱能力とを維持できる。

[0066] 図8は一実施形態に係るヒートポンプ装置10(10D)を示す。図8において、ヒートポンプ装置10(10D)は、CO₂を熱交換媒体とし、熱交換媒体としてCO₂が循環するCO₂循環路14に、圧縮機16、ガスクーラ18(18b)、膨張弁20及び蒸発器22(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。

蒸発器22(22b)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(18b)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CO₂のとき、CO₂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(18b)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。

[0067] また、蒸発器 22 (22b) における被冷却媒体の入口温度を計測する第 1 温度センサ 24 と、ガスクーラ 18 (18b) における被加熱媒体の入口温度を計測する第 2 温度センサ 26 と、を備える。制御部 28 は、被冷却媒体の入口温度 T_1 及び被加熱媒体の入口温度 T_2 に基づいて、圧縮機 16 の吐出温度が目標吐出温度となるように膨張弁 20 の開度を制御する。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選定しておく。

一実施形態では、圧縮機 16 の出口に圧縮機 16 の吐出温度を検出する温度センサ 17 を備える。

[0068] 上記構成によれば、入口温度 T_1 及び T_2 に基づいて、吐出温度が目標吐出温度となるように膨張弁 20 の開度を制御することで、精度良く目標吐出温度とすることができる。また、吐出温度を目標吐出温度に制御することで、ヒートポンプ装置 10 (10C) は、高 COP と高加熱能力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。

[0069] 一実施形態では、ガスクーラ 18 の下流側で循環路 14 から分岐し、膨張弁 20 の下流側で循環路 14 に合流するバイパス路 30 を備える。バイパス路 30 には熱交換媒体を一時貯留可能な CO_2 タンク 32 が設けられ、 CO_2 タンク 32 の入口側及び出口側に開閉弁 34 及び 36 が設けられる。

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、開閉弁 34 及び開閉弁 36 の開閉動作を制御することで、 CO_2 タンク 32 への CO_2 の出入りを調整し、 CO_2 タンク 32 に貯留される熱交換媒体の貯留量を調整する。これによって、 CO_2 循環路 14 を循環する熱交換媒体の流量を調整する。

[0070] 一実施形態では、図 8 に示す蒸発器 22 (22b) は、熱源水 w_2 を被冷

却媒体とし、熱交換媒体は熱源水 w_2 と熱交換して熱源水 w_2 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、第 1 温度センサ 24 は該水熱源熱交換器の入口側の熱源水循環路 52 に設けられる。

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。

[0071] 一実施形態では、図 8 に示すように、ガスクーラ 18 (18b) に、空気ダクト 54 が設けられ、ファン 56 によって空気ダクト 54 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 18 で熱交換媒体と熱交換し、熱交換媒体によって加熱され、例えば乾燥装置などの需要先に供給される。

[0072] 図 8 に示す実施形態では、制御部 28 は、水熱源熱交換媒体における熱源水 w_2 の入口温度 T_1 及びガスクーラ 18 における空気流 a_2 の入口温度 T_2 に基づいて、圧縮機 16 の吐出圧が目標吐出圧となるように膨張弁 20 の開度を制御する。圧縮機 16 の吐出圧を目標吐出圧とすることで、ヒートポンプ装置 10 (10D) は、高 COP と高加熱能力とが可能になる。

また、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、さらに正確に目標吐出温度に制御できるので、さらなる高 COP と高加熱能力とが可能になる。

[0073] 一実施形態に係るヒートポンプ装置 10 の制御方法は、図 9 に示すように、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膨張弁 20 の開度を制御する（膨張弁開度制御ステップ S22）。

このように、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、膨張弁 20 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することができる。また、目標吐出温度に制御することで、ヒートポンプ装置 10 は、高 COP と高加熱能力を有する運転が可能になる。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。

[0074] 一実施形態では、膨張弁開度制御ステップS 1 2の前段で、蒸発器2 2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_1 及びガスクーラ1 8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_2 に基づいて、目標吐出温度を設定し、設定された目標吐出温度となるように膨張弁2 0の開度を制御する（吐出温度設定ステップS 2 0）。

吐出温度は、蒸発器2 2における被冷却媒体の入口温度 T_1 及びガスクーラ1 8における被加熱媒体の入口温度 T_2 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1 0は高C O Pと高加熱能力を得ることができる。

[0075] 一実施形態では、吐出温度設定ステップS 2 0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、高い確率で高C O Pと高加熱能力を得ることができる。

[0076] 一実施形態では、下記のように、高C O P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 T_1 及び被加熱媒体の入口温度 T_2 の関数として予め求めておく。

$$T_{set} = F_2(T_1, T_2) \quad (2)$$

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2 0の開度を制御することで、入口温度 T_1 及び T_2 が変動しても、ヒートポンプ装置1 0は高C O P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。

[0077] 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1 6の回転数を減少させる（回

転数制御ステップS24)。

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に精度良く制御でき、これによって、高COPと高加熱能力とが可能になる。

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。

[0078] 一実施形態では、図11に示すように、ある入口温度 T_0 を境にして、被冷却媒体の入口温度が温度 T_0 より低い温度域では、温度 T_0 より入口温度が高い温度域より圧縮機16の回転数を増加させる。

これによって、入口温度 T_1 及び T_2 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。

[0079] 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眼とする運転に切り替えることができる。

[0080] 一実施形態では、図5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_1 及び T_2 から異なる相関で目標吐出温度 T_{set} 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。

[0081] 一実施形態では、図5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、領域(A、B、C、・・・J)ごとに異なる相関で異なる目標吐出温度 T_{set} を設定する。

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

一実施形態では、上記(2)式で、領域A、B、C、・・・Jごとに入口温度 T_1 及び T_2 の係数を異ならせて目標吐出温度 T_{set} を算出する。

[0082] 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、吐出温度設定ステップS20に戻り、新たに目標吐出温度を設定する(ステップS26)。

[0083] 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、吐出温度設定ステップS20に戻り、新たに目標吐出温度を設定する(ステップS28)。

[0084] 一実施形態では、吐出温度設定ステップS20において、図10に示すように、目標吐出温度 T_{set} を、被冷却媒体の入口温度 T_1 の上昇に対応して単調増加させる。

この実施形態によれば、被冷却媒体の入口温度の上昇に対応して目標吐出温度を単調増加させることで、被冷却媒体と熱交換媒体との温度差のばらつきをなくし、被冷却媒体の入口温度にかかわらず、熱交換効率が高い温度差に保持できる。これによって、被冷却媒体の入口温度にかかわらず、高COPと高加熱能力とを維持できる。

[0085] 一実施形態では、吐出温度設定ステップS20において、図11に示すように、目標吐出温度 T_{set} を、被冷却媒体の低温域における目標吐出温度の増加率を、被冷却媒体の高温域における目標吐出温度の増加率より大きくしている。

即ち、図11に示すように、被冷却媒体のある入口温度 T_0 を境にして、被冷却媒体の入口温度が温度 T_0 より低い温度域より、温度 T_0 より入口温度が高い温度域における目標吐出温度の増加率を大きくする。

[0086] 例えば夏期において被冷却媒体の入口温度が高い場合、必要温熱負荷が小さくなる。そのため、高温域では加熱能力の増大よりもCOPの向上を優先

するのが妥当である。

この実施形態によれば、高温域における目標吐出温度の増加率を低温域より小さくすることで、高温域において加熱能力を不足させることなくCOPの低下を抑制できる。

[0087] 一実施形態では、温度 T_0 より入口温度が低い低温域及び温度 T_0 より入口温度が高い高温域では、目標吐出温度を夫々単調増加させる。

これによって、低温域及び高温域の各々において、被冷却媒体と熱交換媒体との温度差のばらつきをなくし、被冷却媒体の入口温度にかかわらず、熱交換効率が低い温度差に保持できる。これによって、夫々の温度域において被冷却媒体の入口温度にかかわらず、高COPと高加熱能力とを維持できる。

[0088] 一実施形態では、図10及び図11に示すように、被加熱媒体の入口温度が高いほど目標吐出温度を高くする。図10及び図11において、目標吐出温度設定値の例 X_2 、 Y_2 及び Z_2 における被加熱媒体の入口温度 T_2 は、 $X_2 < Y_2 < Z_2$ の関係にある。

このように、被加熱媒体の入口温度が高いほど目標吐出温度を高くすることで、被加熱媒体の入口温度が変わっても被加熱媒体と熱交換媒体との温度差を熱交換効率が低い温度差に保持できる。これによって、被加熱媒体の入口温度の温度域にかかわらず高COPと高加熱能力とを維持できる。

産業上の利用可能性

[0089] 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、膨張弁の開度制御によって熱交換媒体の圧縮機吐出圧又は圧縮機吐出温度を精度良く目標値に制御でき、これによって、高COPと高加熱能力とを実現できる。

符号の説明

[0090] 10 (10A、10B、10C、10D) ヒートポンプ装置
12 超臨界ヒートポンプサイクル構成機器
14 CO₂循環路

- 15 圧力センサ
- 16 圧縮機
- 17 温度センサ
- 18 (18 a、18 b) ガスクーラ
- 20 膨張弁
- 22 (22 a、22 b) 蒸発器
- 24 第1 温度センサ
- 26 第2 温度センサ
- 28 制御部
- 30 バイパス路
- 32 CO₂タンク
- 34、36 開閉弁
- 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
- 48 被加熱水路
- 50 ポンプ
- 52 熱源水循環路
- 54 空気ダクト
- 58 箱形ケーシング
 - 58 a 正面
 - 58 b 背面
 - 58 c 上面
- 60 空気取込口
- 62 空気流出口
- 64 熱交換ユニット

T_0 、 T_1 、 T_2 入口温度

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] CO₂を熱交換媒体とし、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を備えるヒートポンプ装置の制御方法であって、
- 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] 前記蒸発器における被冷却媒体の入口温度及び前記ガスクーラにおける被加熱媒体の入口温度に基づいて、前記目標吐出圧を設定する吐出圧設定ステップを備え、
- 前記膨張弁開度制御ステップにおいて、前記圧縮機吐出圧が前記目標吐出圧となるように前記膨張弁の開度を制御す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] 前記吐出圧設定ステップにおいて、
- 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目標吐出圧の間で予め設定された相関に基づいて、前記目標吐出圧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] 前記相関は、
- 前記被冷却媒体の入口温度の上昇に対応して前記目標吐出圧を単調増加させるものであ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の制御方法。
- [請求項5] 前記相関は、
- 前記被冷却媒体の低温域における前記目標吐出圧の増加率を、前記被冷却媒体の高温域における前記目標吐出圧の増加率より大きくしたものであ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の制御方法。
- [請求項6] 前記相関は、

前記被加熱媒体の入口温度が高いほど前記目標吐出圧を高くするものであることを特徴とする請求項3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] 前記被冷却媒体の入口温度が高温度域のときに前記入口温度が低温度域のときより前記圧縮機の回転数を減少させる回転数制御ステップを備え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] CO₂を熱交換媒体とし、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を備えるヒートポンプ装置の制御方法であって、

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ことを特徴とするヒートポンプ装置の制御方法。

[請求項12] 前記蒸発器における被冷却媒体の入口温度及び前記ガスクーラにおける被加熱媒体の入口温度に基づいて、前記目標吐出温度を設定する吐出温度設定ステップを備え、

前記膨張弁開度制御ステップにおいて、前記圧縮機吐出温度が前記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] 前記吐出温度設定ステップにおいて、
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目標吐出温度の間で予め設定された相関に基づいて、前記目標吐出温度を設定することを特徴とする請求項12に記載のヒートポンプ装置の制御方法。
- [請求項14] 前記相関は、
前記被冷却媒体の入口温度の上昇に対応して前記目標吐出温度を単調増加させ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の制御方法。
- [請求項15] 前記相関は、
前記被冷却媒体の低温域における前記目標吐出温度の増加率を、前記被冷却媒体の高温域における前記目標吐出温度の増加率より大きくした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の制御方法。
- [請求項16] 前記相関は、
前記被加熱媒体の入口温度が高いほど前記目標吐出圧を高くするものであることを特徴とする請求項13乃至15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17] 前記被冷却媒体の入口温度が高温度域のときに前記入口温度が低温域のときより前記圧縮機の回転数を減少させる回転数制御ステップを備えることを特徴とする請求項12乃至16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18] 前記被冷却媒体は熱源水であり、前記被加熱媒体は外気であることを特徴とする請求項12乃至17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19] 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 11 乃至 18 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20] CO_2 を熱交換媒体とし、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を備えるヒートポンプ装置であって、

前記蒸発器における被冷却媒体の入口温度を計測する第1温度センサと、

前記ガスクーラにおける被加熱媒体の入口温度を計測する第2温度センサと、

前記被冷却媒体の入口温度及び前記被加熱媒体の入口温度に基づいて、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21] CO_2 を熱交換媒体とし、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を備えるヒートポンプ装置であって、

前記蒸発器における被冷却媒体の入口温度を計測する第1温度センサと、

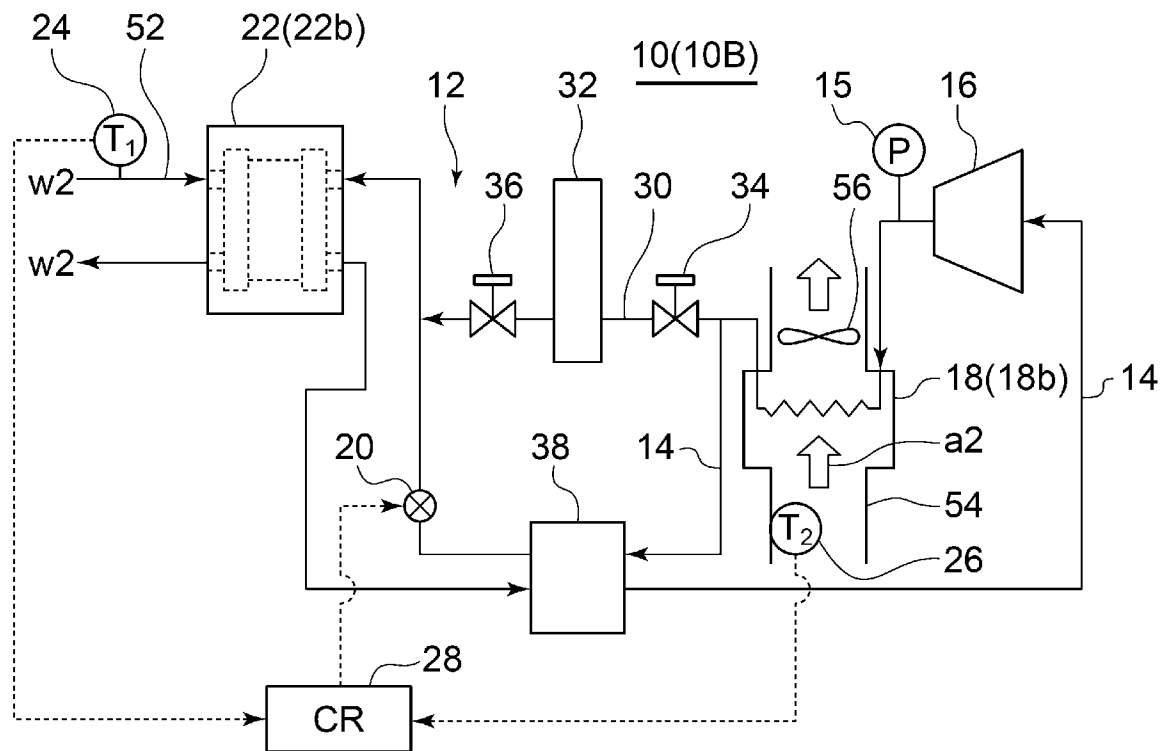
前記ガスクーラにおける被加熱媒体の入口温度を計測する第2温度センサと、

前記被冷却媒体の入口温度及び前記被加熱媒体の入口温度に基づいて、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、

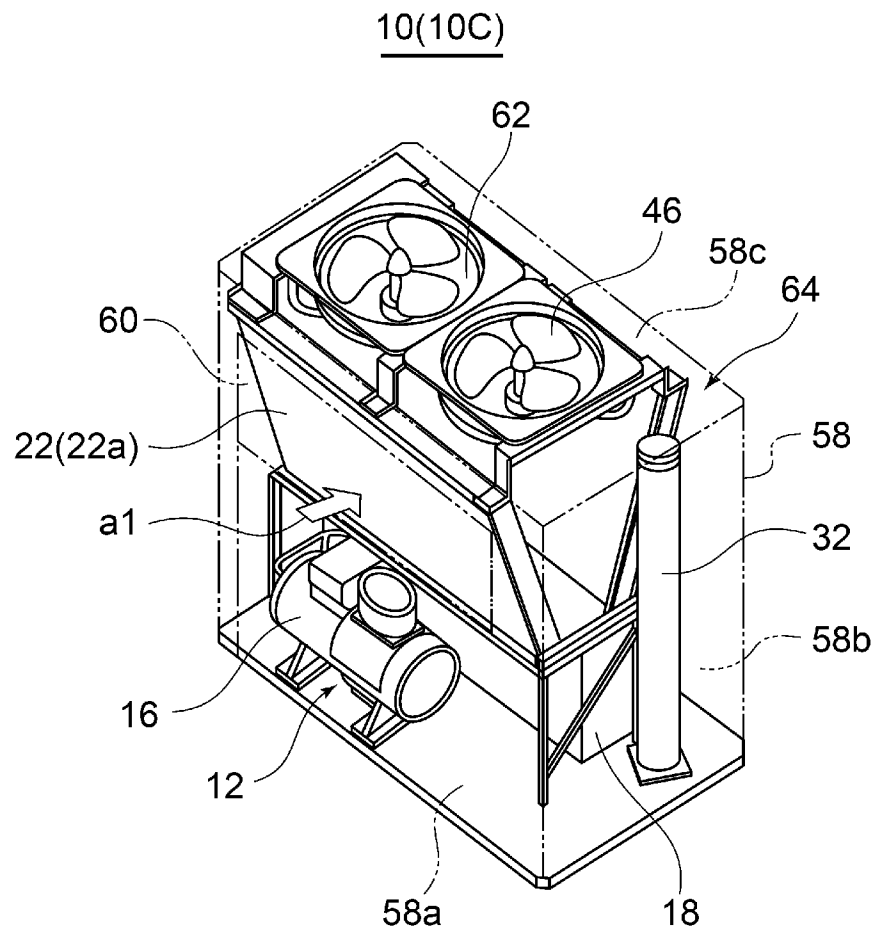
を備えることを特徴とするヒートポンプ装置。

[請求項22] 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 20 又は 21 に記載のヒートポンプ装置。

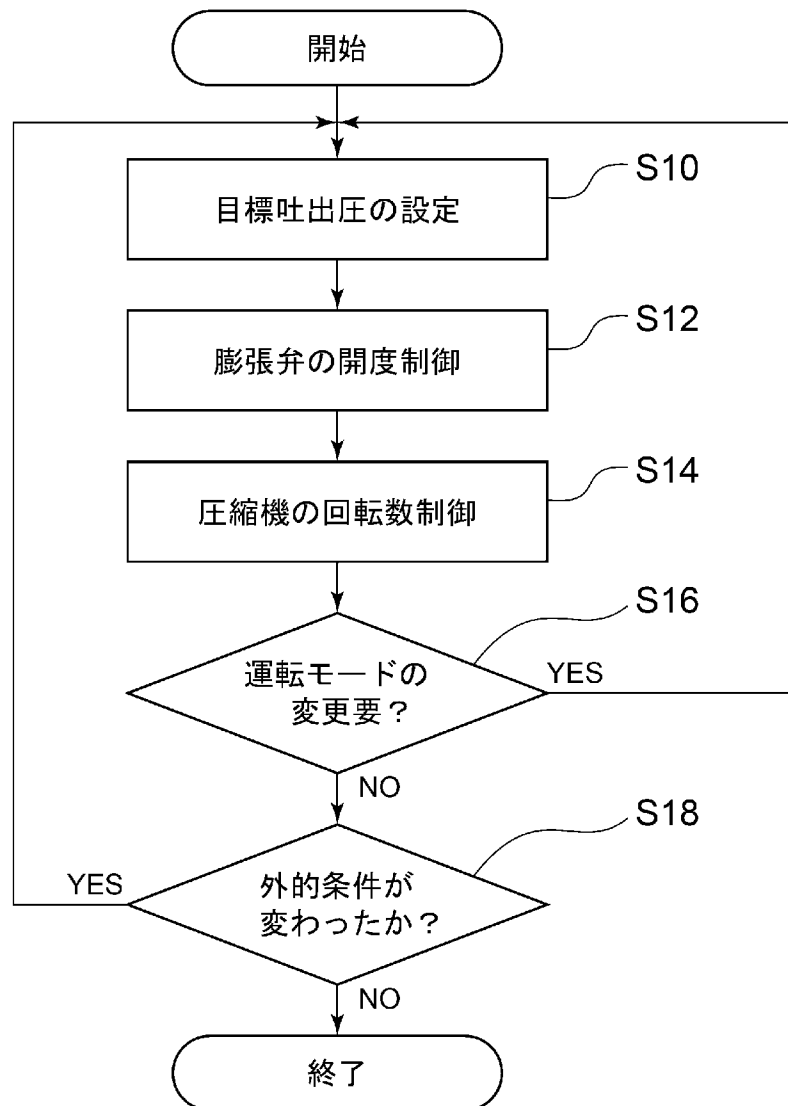
[図2]



[図3]



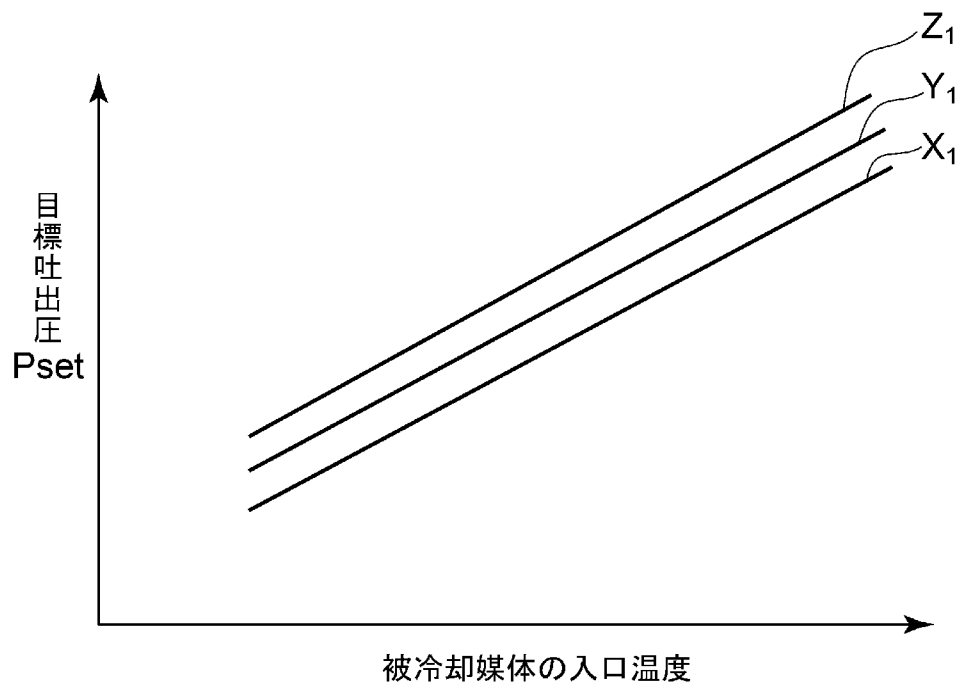
[図4]



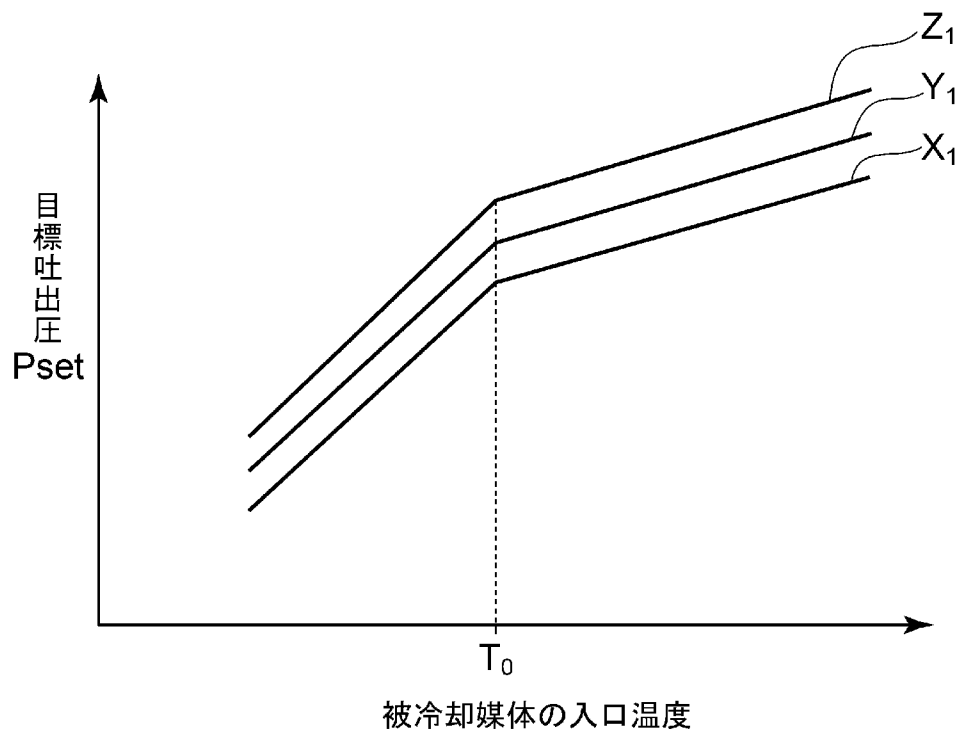
[図5]

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		C	
省エネモード	D	E		F	
パワーモード	G	H	I	J	

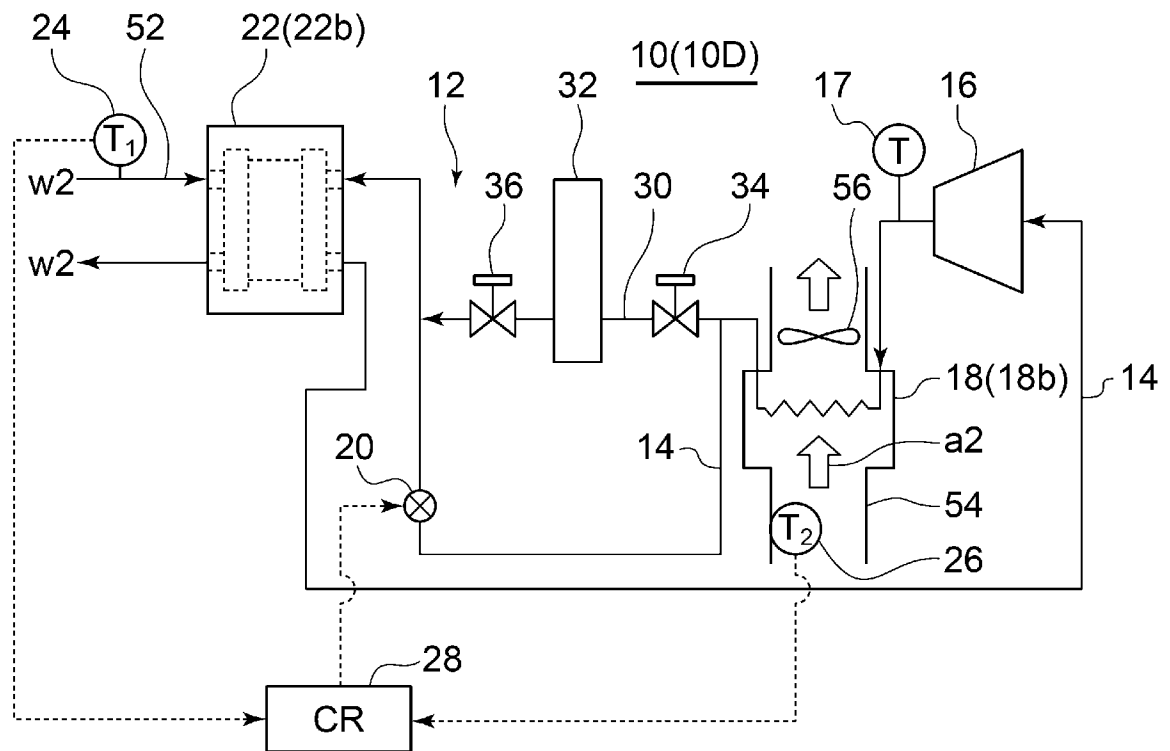
[図6]



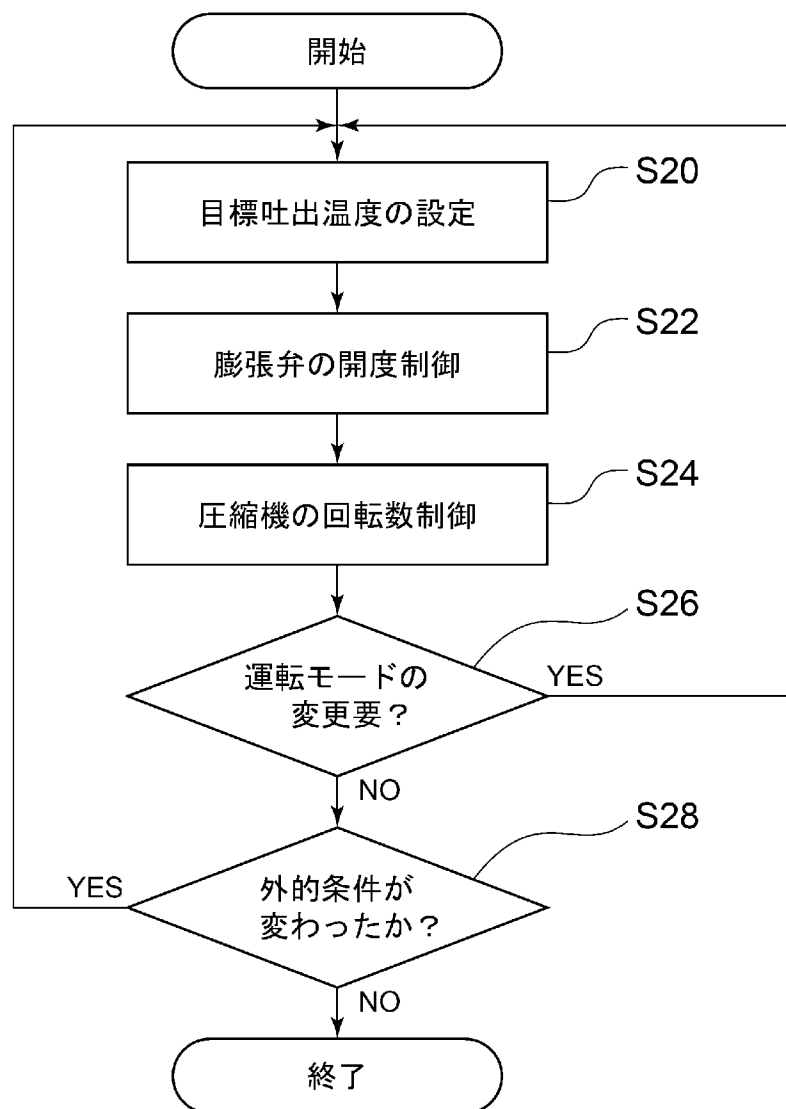
[図7]



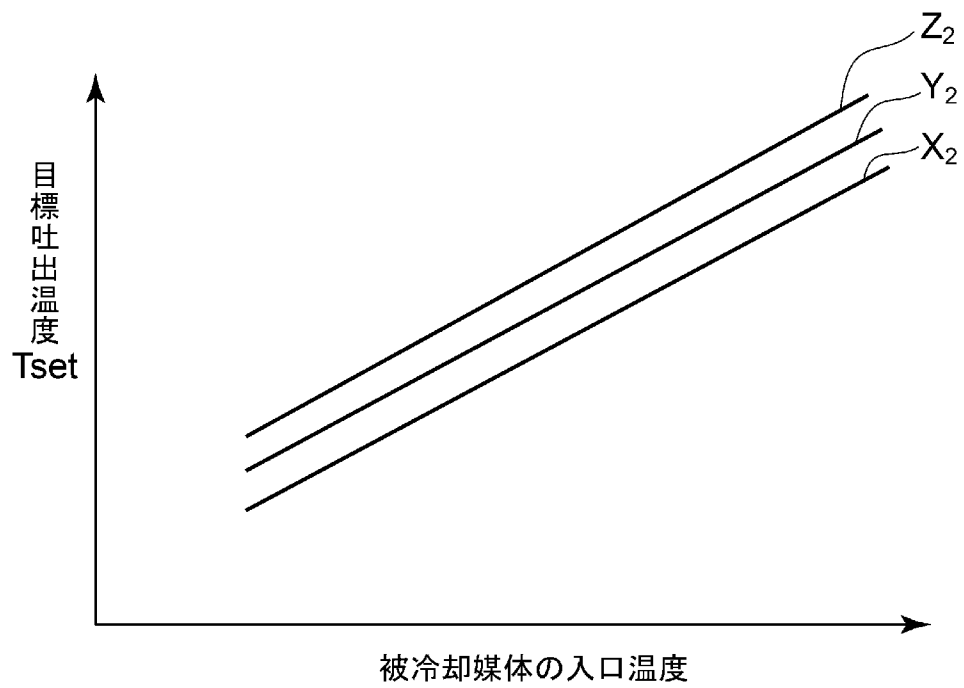
[図8]



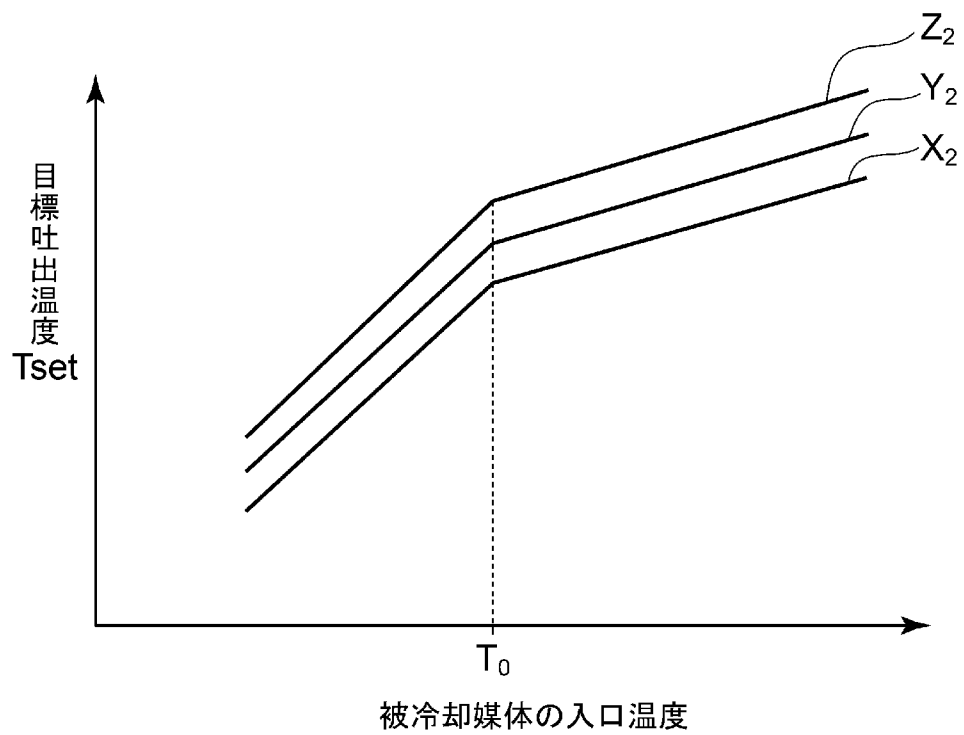
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/005965

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F25B1/00 (2006.01) i, F24H4/02 (2006.01) i, F25B30/02 (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, F25B13/00, F25B30/02, F25B49/02

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 Y A	JP 2005-134070 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 26 May 2005, paragraphs [0026]-[0037], fig. 1, 3 (Family: none)	1, 11 2-4, 6-10, 20, 22 5
Y	JP 2010-281552 A (MAYEKAWA MFG CO., LTD.) 16 December 2010, paragraphs [0020]-[0042], fig. 1, 2, 10 (Family: none)	2-4, 6-10, 20, 22
Y	JP 2000-346448 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 15 December 2000, paragraphs [0016]-[0021], fig. 1, 3 (Family: none)	4, 6-10



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
28.03.2018

Date of mailing of the international search report
01.05.2018

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/JP2018/005965

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 62-261862 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 14 November 1987, page 3, upper left column, line 6 to page 4, upper left column, line 19, fig. 1-6 (Family: none)	7-10, 17-19
Y	JP 2001-263801 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 26 September 2001, paragraphs [0019]-[0021] (Family: none)	10, 19
X Y A	JP 2010-38463 A (PANASONIC CORPORATION) 18 February 2010, paragraphs [0021]-[0052], fig. 1 (Family: none)	11-13, 21 14, 16-19, 22 15
Y	JP 4337880 B2 (DENSO CORPORATION) 10 July 2009, paragraphs [0029], [0035], [0048]-[0051], fig. 1, 6 & EP 1777471 A1, paragraphs [0032], [0038], [0051]-[0054], fig. 1, 6 & WO 2006/006578 A1	14, 16-19
Y	JP 2004-53118 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 19 February 2004, paragraphs [0019], [0020], fig. 11, 12 (Family: none)	16-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/005965

<What is examined>

In claim 16, there is no mention of "a target discharge pressure" prior to "the target discharge pressure".

Even considering the recitation of claim 16, it is unclear whether "the target discharge pressure" is an error for "a target discharge pressure" or for "the target discharge temperature".

In this regard, as a result of referring to paragraph [0088] of the description, the evaluation on novelty and inventive step has been performed assuming that "the target discharge pressure" in claim 16 is an error for "the target discharge temperature".

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F25B1/00(2006.01)i, F24H4/02(2006.01)i, F25B30/02(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（IPC））

Int.Cl. F25B1/00, F25B13/00, F25B30/02, F25B49/02

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 A Y Y	JP 2005-134070 A（松下電器産業株式会社）2005.05.26, 段落【0026】－【0037】，図1，3（ファミリーなし） JP 2010-281552 A（株式会社前川製作所）2010.12.16, 段落【0020】－【0042】，図1-2，10（ファミリーなし） JP 2000-346448 A（松下電器産業株式会社）2000.12.15, 段落【0	1, 11 2-4, 6-10, 20, 22 5 2-4, 6-10, 20, 22 4, 6-10

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

28.03.2018

国際調査報告の発送日

01.05.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

西山 真二

3M

9536

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
	016】－【0021】，図1，3（ファミリーなし）	
Y	JP 62-261862 A（ダイキン工業株式会社）1987.11.14，第3ページ 左上欄第6行－第4ページ左上欄第19行，第1－6図（ファミリーなし）	7-10, 17-19
Y	JP 2001-263801 A（ダイキン工業株式会社）2001.09.26，段落【0019】－【0021】（ファミリーなし）	10, 19
X Y A	JP 2010-38463 A（パナソニック株式会社）2010.02.18，段落【0021】－【0052】，図1（ファミリーなし）	11-13, 21 14, 16-19, 22 15
Y	JP 4337880 B2（株式会社デンソー）2009.07.10，段落【0029】， 【0035】，【0048】－【0051】，図1，6 & EP 1777471 A1， 段落 [0032]，[0038]，[0051]－[0054]，図1， 6 & WO 2006/006578 A1	14, 16-19
Y	JP 2004-53118 A（松下電器産業株式会社）2004.02.19，段落【0019】－【0020】，図11－12（ファミリーなし）	16-19

<調査の対象について>

請求項16において、「前記目標吐出圧」の記載以前に「目標吐出圧」について記載されていない。

請求項16の記載からでは、「前記目標吐出圧」が、「目標吐出圧」と「前記目標吐出温度」のいずれの誤記であるかが明らかではない。

そこで、明細書の段落〔0088〕の記載を参照することにより、請求項16の「前記目標吐出圧」は「前記目標吐出温度」の誤記であると仮定して、新規性・進歩性の判断を行った。