

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7547741号

(P7547741)

(45)発行日 令和6年9月10日(2024.9.10)

(24)登録日 令和6年9月2日(2024.9.2)

(51)国際特許分類

F I

F 2 4 H 15/156 (2022.01)

F 2 4 H 15/156

F 2 2 D 1/18 (2006.01)

F 2 2 D 1/18

F 2 4 H 4/02 (2022.01)

F 2 4 H 4/02

B

F 2 4 H 15/219 (2022.01)

F 2 4 H 15/219

F 2 4 H 15/227 (2022.01)

F 2 4 H 15/227

請求項の数 8 (全28頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2020-28564(P2020-28564)
 (22)出願日 令和2年2月21日(2020.2.21)
 (65)公開番号 特開2021-134933(P2021-134933
 A)
 (43)公開日 令和3年9月13日(2021.9.13)
 審査請求日 令和4年11月17日(2022.11.17)

(73)特許権者 000175272
 三浦工業株式会社
 愛媛県松山市堀江町7番地
 (74)代理人 100126000
 弁理士 岩池 満
 (74)代理人 100145713
 弁理士 加藤 竜太
 (72)発明者 伊佐 一馬
 愛媛県松山市堀江町7番地 三浦工業株
 式会社内
 (72)発明者 大下 悟
 愛媛県松山市堀江町7番地 三浦工業株
 式会社内
 (72)発明者 大谷 和之
 愛媛県松山市堀江町7番地 三浦工業株
 式会社内
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 給水加温システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧縮機、凝縮器、膨張弁および蒸発器が冷媒循環ラインにより環状に接続され、前記圧縮機の駆動により前記凝縮器で温熱を取り出す蒸気圧縮式のヒートポンプ回路と、熱回収用熱交換器と、前記熱回収用熱交換器および前記蒸発器の順に熱源流体を流通させる熱源流体ラインと、前記熱回収用熱交換器および前記凝縮器の順に給水を流通させる給水ラインと、前記給水ラインに設けられた給水流量調整手段であって、インバータにより回転数を制御可能な給水ポンプ、または比例制御可能な流量調整弁と、前記圧縮機に流入するガス冷媒の吸込温度を検知する吸込温度センサと、前記蒸発器から流出するガス冷媒の蒸気圧力を検知する蒸気圧力センサと、前記凝縮器から流出する給水の出湯温度を検知する出湯温度センサと、前記膨張弁および前記給水流量調整手段を制御する制御手段と、を備え、前記制御手段は、

前記圧縮機の駆動中、前記膨張弁の弁開度をフィードバック制御により調整しつつ、前記給水ポンプの駆動周波数または前記流量調整弁の弁開度をフィードバック制御により調整するように構成され、

前記膨張弁の弁開度のフィードバック制御においては、前記蒸気圧力センサの検知圧力から液冷媒の蒸発温度を求めると共に、前記吸込温度センサの検知温度から前記蒸発温度を差し引いてガス冷媒の過熱度を算出してフィードバック値とし、この算出過熱度が目

10

20

標過熱度になるように、PID演算アルゴリズムにより前記膨張弁の操作量を演算し、

前記給水ポンプの駆動周波数または前記流量調整弁の弁開度のフィードバック制御においては、前記出湯温度センサの検知温度をフィードバック値とし、この検知温度が目標出湯温度になるように、PID演算アルゴリズムにより前記給水ポンプまたは前記流量調整弁の操作量を演算し、

前記目標出湯温度は、上限値と下限値の間に設定可能であり、

前記下限値は、前記凝縮器から流出する冷媒が過冷却液状態になるように、前記熱回収用熱交換器から流出後の給水であって、かつ前記凝縮器に流入前の給水の温度に所定値を加えた値である、

給水加温システム。

10

【請求項 2】

前記熱源流体ラインは、前記熱回収用熱交換器で熱源流体と給水をカウンターフローで熱交換させた後、前記蒸発器で熱源流体と液冷媒をカウンターフローで熱交換させる接続構成である、請求項 1 に記載の給水加温システム。

【請求項 3】

前記蒸発器に流入する前の熱源流体の温度を検知する熱源温度センサを備え、

前記制御手段は、前記熱源温度センサの検知温度に応じて前記目標過熱度を設定する、請求項 1 に記載の給水加温システム。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記熱源温度センサの検知温度の変動が大きいと判定した場合、前記目標過熱度を大きくする、請求項 3 に記載の給水加温システム。

20

【請求項 5】

前記制御手段は、前記熱源温度センサの検知温度が安定していると判定した場合、前記目標過熱度を小さくする、請求項 3 または請求項 4 に記載の給水加温システム。

【請求項 6】

前記熱回収用熱交換器に対して給水をバイパス、および/または、前記熱回収用熱交換器に対して熱源流体をバイパスさせる 1 本ないし 2 本のバイパスラインと、

給水および熱源流体を同時に前記熱回収用熱交換器に流通させる給水予熱モードと、給水および熱源流体の少なくとも一方を前記バイパスラインに流通させる予熱停止モードと、を切り替える予熱モード切替手段と、を備える、

30

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の給水加温システム。

【請求項 7】

前記熱回収用熱交換器に流入する前の給水の温度を検知する熱交換器流入前給水温度センサと、

前記熱回収用熱交換器に流入する前の熱源流体の温度を検知する熱交換器流入前熱源温度センサと、を備え、

前記制御手段は、

前記熱交換器流入前給水温度センサによる第 1 検知温度と、前記熱交換器流入前熱源温度センサによる第 2 検知温度と、を比較し、

前記第 1 検知温度が前記第 2 検知温度を下回っている場合には、前記給水予熱モードを実行させるように予熱モード切替手段を制御し、

40

前記第 1 検知温度が前記第 2 検知温度を上回っている場合には、前記予熱停止モードを実行させるように予熱モード切替手段を制御する、

請求項 6 に記載の給水加温システム。

【請求項 8】

前記制御手段は、

前記給水予熱モードまたは前記予熱停止モードの種別を指定する予熱モード指定信号を受け付ける信号入力部と、

前記信号入力部に入力された前記予熱モード指定信号に従い、前記給水予熱モードまたは前記予熱停止モードを実行させるように前記予熱モード切替手段を制御する予熱モー

50

ド切替制御部と、を有する、請求項 6 に記載の給水加温システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、給水加温システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、工場などの事業所では、温室効果ガスである二酸化炭素の排出量削減を目的として、各種設備で廃棄されている未利用熱を活用する取り組みが進められている。そこで、特許文献 1 および特許文献 2 に示されるように、廃温水を熱源とするヒートポンプ回路によりボイラ給水を加温し、ボイラの燃料使用量を削減する未利用熱活用システム（給水加温システム）が提案されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2013 - 210118 号公報

【文献】特開 2014 - 169819 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1、2 に記載された給水加温システムは、ボイラ給水の加温だけでなく、様々な生産プロセスにおける用水の加温にも適用できるものである。特許文献 1 に係るシステムは、蒸発器および熱回収用熱交換器の順に熱源流体（廃温水）を流通させると共に、熱回収用熱交換器、過冷却器および凝縮器の順に給水（冷水）を流通させる構成である。この構成により、特許文献 1 に係るシステムでは、熱回収用熱交換器および過冷却器のない従来型のヒートポンプシステムに比べて COP（成績係数：エネルギー消費効率）を格段に高めることに成功している。その一方で、このシステムは、熱源流体の温度が比較的低温（例えば 40 以下）になると、熱回収用熱交換器の効力がなくなるという課題を有していた。

20

これに対し、特許文献 2 に係るシステムは、熱回収用熱交換器および蒸発器の順に熱源流体（廃温水）を流通させる構成としている。この構成により、特許文献 2 に係るシステムでは、熱源流体の温度が給水よりも高ければ、熱回収用熱交換器の効力を最大限に発揮させることができる。特許文献 2 に係るシステムは、幅広い温度領域の熱源流体に対して高い COP で熱回収を可能とするものであるが、ハイレベルの二酸化炭素排出量削減目標を掲げている事業場向けに更なる高効率化が望まれている。

30

【0005】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、ヒートポンプ回路と熱回収用熱交換器を併用した給水加温システムにおいて、一層の高効率化を図ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、圧縮機、凝縮器、膨張弁および蒸発器が冷媒循環ラインにより環状に接続され、前記圧縮機の駆動により前記凝縮器で温熱を取り出す蒸気圧縮式のヒートポンプ回路と、熱回収用熱交換器と、前記熱回収用熱交換器および前記蒸発器の順に熱源流体を流通させる熱源流体ラインと、前記熱回収用熱交換器および前記凝縮器の順に給水を流通させる給水ラインと、前記給水ラインに設けられた給水流量調整手段であって、インバータにより回転数を制御可能な給水ポンプ、または比例制御可能な流量調整弁と、前記圧縮機に流入するガス冷媒の吸込温度を検知する吸込温度センサと、前記蒸発器から流出するガス冷媒の蒸気圧力を検知する蒸気圧力センサと、前記凝縮器から流出する給水の出湯温度を検知する出湯温度センサと、前記膨張弁および前記給水流量調整手段を制御する制御手段と、を備え、前記制御手段は、前記圧縮機の駆動中、前記膨張弁の弁開度をフィードバッ

40

50

ク制御により調整しつつ、前記給水ポンプの駆動周波数または前記流量調整弁の弁開度をフィードバック制御により調整するように構成され、前記膨張弁の弁開度のフィードバック制御においては、前記蒸気圧力センサの検知圧力から液冷媒の蒸発温度を求めると共に、前記吸込温度センサの検知温度から前記蒸発温度を差し引いてガス冷媒の過熱度を算出してフィードバック値とし、この算出過熱度が目標過熱度になるように、PID演算アルゴリズムにより前記膨張弁の操作量を演算し、前記給水ポンプの駆動周波数または前記流量調整弁の弁開度のフィードバック制御においては、前記出湯温度センサの検知温度をフィードバック値とし、この検知温度が目標出湯温度になるように、PID演算アルゴリズムにより前記給水ポンプまたは前記流量調整弁の操作量を演算し、前記目標出湯温度は、上限値と下限値の間に設定可能であり、前記下限値は、前記凝縮器から流出する冷媒が過冷却液状態になるように、前記熱回収用熱交換器から流出後の給水であって、かつ前記凝縮器に流入前の給水の温度に所定値を加えた値である、給水加温システムに関する。

10

【0007】

また、前記熱源流体ラインは、前記熱回収用熱交換器で熱源流体と給水をカウンタフローで熱交換させた後、前記蒸発器で熱源流体と液冷媒をカウンタフローで熱交換させる接続構成であることが好ましい。

【0009】

また、前記蒸発器に流入する前の熱源流体の温度を検知する熱源温度センサを備え、前記制御手段は、前記熱源温度センサの検知温度に応じて前記目標過熱度を設定することが好ましい。

20

【0010】

また、前記制御手段は、前記熱源温度センサの検知温度の変動が大きいと判定した場合、前記目標過熱度を大きくすることが好ましい。

【0011】

また、前記制御手段は、前記熱源温度センサの検知温度が安定していると判定した場合、前記目標過熱度を小さくすることが好ましい。

【0014】

また、前記熱回収用熱交換器に対して給水をバイパス、および/または、前記熱回収用熱交換器に対して熱源流体をバイパスさせる1本ないし2本のバイパスラインと、給水および熱源流体を同時に前記熱回収用熱交換器に流通させる給水予熱モードと、給水および熱源流体の少なくとも一方を前記バイパスラインに流通させる予熱停止モードと、を切り替える予熱モード切替手段と、を備えることが好ましい。

30

【0015】

また、前記熱回収用熱交換器に流入する前の給水の温度を検知する熱交換器流入前給水温度センサと、前記熱回収用熱交換器に流入する前の熱源流体の温度を検知する熱交換器流入前熱源温度センサと、を備え、前記制御手段は、前記熱交換器流入前給水温度センサによる第1検知温度と、前記熱交換器流入前熱源温度センサによる第2検知温度と、を比較し、前記第1検知温度が前記第2検知温度を下回っている場合には、前記給水予熱モードを実行させるように予熱モード切替手段を制御し、前記第1検知温度が前記第2検知温度を上回っている場合には、前記予熱停止モードを実行させるように予熱モード切替手段を制御することが好ましい。

40

【0016】

また、前記制御手段は、前記給水予熱モードまたは前記予熱停止モードの種別を指定する予熱モード指定信号を受け付ける信号入力部と、前記信号入力部に入力された前記予熱モード指定信号に従い、前記給水予熱モードまたは前記予熱停止モードを実行させるように前記予熱モード切替手段を制御する予熱モード切替制御部と、を有することが好ましい。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、ヒートポンプ回路と熱回収用熱交換器を併用した給水加温システムにおいて、一層の高効率化を図ることができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の一実施形態に係る給水加温システムを模式的に示す図である。

【図2】上記実施形態の制御部を示すブロック図である。

【図3】熱源温度センサの検知温度の変動を示すグラフである。

【図4】上記実施形態における、目標出湯温度の設定可能範囲を示す図である。

【図5】ヒートポンプサイクルを説明するためのモリエル線図である。

【図6A】上記実施形態における、通水モード切替制御の状態遷移図である。

【図6B】上記実施形態における、目標過熱度の設定処理の流れを示すフローチャートである。

【図6C】上記実施形態における、予熱モード切替制御の流れを示すフローチャートである。

【図7】上記実施形態の変形例に係る給水加温システムを模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の給水加温システム1の好ましい一実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書における「ライン」とは、流路、経路、管路等の流体の流通が可能なラインの総称である。

【0020】

図1は、本実施形態に係る給水加温システム1の構成を模式的に示す図である。図1に示すように、給水加温システム1は、熱回収用熱交換器40およびヒートポンプ回路10で加温した給水W1を、温水W2として温水需要箇所に供給するシステムである。

【0021】

より詳細には、本実施形態の給水加温システム1は、給水W1として利用される補給水Wを貯留する補給水タンク70と、給水W1を加温する熱回収用熱交換器40およびヒートポンプ回路10と、加温された給水W1を温水W2として貯留する温水タンク60と、熱源流体としての熱源水W5を貯留する熱源水タンク50を備える。

また、本実施形態の給水加温システム1は、熱回収用熱交換器40およびヒートポンプ回路10の凝縮器12の順に給水W1を流通させる給水ラインL1と、温水タンク60内の温水W2を熱回収用熱交換器40よりも上流側に還流させる還流ラインL2と、熱回収用熱交換器40に対して給水W1をバイパスさせるバイパスラインL3と、温水タンク60内の温水W2を温水需要箇所に供給するための温水供給ラインL4と、熱回収用熱交換器40およびヒートポンプ回路10の蒸発器14に熱源流体としての熱源水W5を流通させる熱源流体ラインL5と、を備える。

【0022】

補給水タンク70は、熱回収用熱交換器40およびヒートポンプ回路10で加温する給水W1として利用される補給水Wを貯留するタンクであり、給水ラインL1が接続されている。

【0023】

熱回収用熱交換器40は、給水ラインL1を流れる給水W1と、熱源流体ラインL5を流れる熱源水W5との間の間接熱交換を行う間接熱交換器である。より詳細には、熱回収用熱交換器40は、ヒートポンプ回路10の凝縮器12を通過する前の給水W1と、ヒートポンプ回路10の蒸発器14を通過する前の熱源水W5との間で熱交換を行う。

給水ラインL1の給水W1は、熱回収用熱交換器40および凝縮器12の順に通過し、熱源流体ラインL5の熱源水W5は、熱回収用熱交換器40および蒸発器14の順に通過する。

【0024】

ヒートポンプ回路10は、圧縮機11、凝縮器12、膨張弁13および蒸発器14が冷媒循環ラインL9により環状に接続され、圧縮機11の駆動により凝縮器12で温熱を取り出す蒸気圧縮式のヒートポンプ回路である。この冷媒循環ラインL9には冷媒Rが流れ

10

20

30

40

50

る。

圧縮機 11 は、駆動源としての電気モータ 15 を有しており、フロンガス等のガス状の冷媒 R を圧縮して高温高圧の冷媒 R にする。凝縮器 12 は、給水ライン L1 を通じて送られてくる給水 W1 へ放熱して、圧縮機 11 からの冷媒 R を凝縮液化する。膨張弁 13 は、凝縮器 12 から送られた冷媒 R を通過させることで、冷媒 R の圧力と温度とを低下させる。蒸発器 14 は、熱源流体ライン L5 を通じて送られてくる熱源水 W5 から吸熱して、膨張弁 13 から送られる冷媒 R を蒸発させる。

このように、ヒートポンプ回路 10 は、蒸発器 14 において、冷媒 R が外部から熱を奪って気化する一方、凝縮器 12 において、冷媒 R が外部へ放熱して凝縮している。このような原理を利用して、ヒートポンプ回路 10 は、蒸発器 14 において、熱源水 W5 から熱をくみ上げ、凝縮器 12 において、給水ライン L1 の給水 W1 を加温する。

10

【0025】

ヒートポンプ回路の冷媒循環ライン L9 には、圧縮機 11 に流入するガス冷媒 R の吸込温度を検知する吸込温度センサ 17 と、蒸発器 14 から流出するガス冷媒 R の蒸気圧力を検知する蒸気圧力センサ 18 と、が設けられている。

【0026】

ここで、膨張弁 13 は、ヒートポンプ回路 10 の冷媒循環ライン L9 を流れる冷媒 R の流量を調整する冷媒流量調整手段を構成する。具体的には、膨張弁 13 は、比例制御式のニードル弁として構成され、駆動用ステッピングモータの回転数制御によりニードル弁のストロークを変え、弁開度を調節することで、冷媒 R の流量を調整することができる。

20

【0027】

温水タンク 60 は、熱回収用熱交換器 40 およびヒートポンプ回路 10 で加温された給水 W1 を温水 W2 として貯留するタンクである。

温水タンク 60 内に貯留された温水 W2 は、循環して加温することが可能である。具体的には、温水タンク 60 内の温水 W2 は、還流ライン L2 を通じて給水ライン L1 と合流し、給水ライン L1 を通じて、再度、熱回収用熱交換器 40 および凝縮器 12 を通過して加温され、温水タンク 60 内に戻ることが可能である。

そして、温水タンク 60 には、温水タンク 60 内の温水 W2 の温度を検知する温水温度センサ 61 を備える。また、温水タンク 60 には、温水タンク 60 内の水位を検出する水位検出部 62 が設けられている。本実施形態においては、水位検出部 62 は、複数の電極棒を備える電極式水位検出器により構成されている。具体的には、長さの異なる 2 本の電極棒 621、622 が、その下端部の高さ位置を互いに異ならせて差し込まれて保持されている。本実施形態においては、電極棒 621、622 が、順に下端部の高さ位置を低くして、温水タンク 60 に挿入されている。各電極棒 621、622 は、その下端部が水に浸かるか否かにより、下端部における水位の有無を検出する。

30

本実施形態においては、温水温度センサ 61 および水位検出部 62 の検出結果を用いるなどして、制御部 100 が、後述の通水モードの切り替え制御を行う。この制御内容については、追って詳細に説明する。

【0028】

熱源水タンク 50 は、ヒートポンプ回路 10 の熱源流体としての熱源水 W5 を貯留する。熱源水 W5 としては、例えば工場の廃温水などが用いられる。熱源水タンク 50 には、所定以上の熱源水をあふれさせる不図示のオーバーフローラインが設けられている。また、熱源水タンク 50 には、熱源水が所定の低水位を下回っていないことを監視するための、不図示の水位検出部が設けられている。

40

【0029】

給水ライン L1 は、その上流側が補給水タンク 70 に接続され、その下流側が温水タンク 60 に接続されている。そして、給水ライン L1 には、上流側から、給水ポンプ 21、第 1 逆止弁 23、第 1 給水温度センサ 24、バイパスライン分岐部に配置された三方弁 25、熱回収用熱交換器 40、第 2 給水温度センサ 26、凝縮器 12、出湯温度センサ 27 が順次配置されている。

50

【 0 0 3 0 】

給水ポンプ 2 1 は、インバータにより回転数を制御可能とされる。給水ポンプ 2 1 の回転数を変更することで、後述の一過通水モードの場合において、給水ライン L 1 を介した温水タンク 6 0 への給水流量を調整することができる。すなわち、この給水ポンプ 2 1 は、一過通水モード時における給水流量調整手段を構成する。

第 1 逆止弁 2 3 は、後述の還流ライン L 2 の合流部よりも上流側に設けられている。これにより、後述の循環通水モードの際に、温水 W 2 が補給水タンク 7 0 側に流れ込むのを防ぐ。

第 1 給水温度センサ 2 4 は、熱回収用熱交換器 4 0 に流入する前の給水 W 1 の温度を検知する熱交換器流入前給水温度センサである。この第 1 給水温度センサ 2 4 は、バイパスライン L 3 の分岐部の上流側に設けられている。

10

三方弁 2 5 は、バイパスライン L 3 の分岐部に配置されている。この三方弁 2 5 は、熱回収用熱交換器 4 0 に対して給水 W 1 をバイパスさせるか否かを切り替える手段であり、予熱モード切替手段を構成する。バイパスライン L 3 は、熱回収用熱交換器 4 0 に対して給水 W 1 をバイパスさせるバイパスラインである。

第 2 給水温度センサ 2 6 は、ヒートポンプ回路 1 0 の凝縮器 1 2 に流入する前の給水 W 1 の温度を検知する給水温度センサである。この第 2 給水温度センサ 2 6 は、凝縮器 1 2 の上流側に配置されており、本実施形態においては、熱回収用熱交換器 4 0 の下流側に配置されている。

出湯温度センサ 2 7 は、凝縮器 1 2 から流出する加温された給水 W 1 の出湯温度を検知する。

20

【 0 0 3 1 】

還流ライン L 2 は、その上流側が温水タンク 6 0 に接続され、その下流側が給水ライン L 1 に接続されている。そして、還流ライン L 2 には、上流側から、還流ポンプ 3 1 (循環ポンプ 3 1)、第 2 逆止弁 3 3 が順次配置されている。

【 0 0 3 2 】

還流ポンプ 3 1 は、インバータにより回転数を制御可能とされる。還流ポンプ 3 1 の回転数を変更することで、後述の循環通水モードの場合において、還流ライン L 2 および給水ライン L 1 を介して温水タンク 6 0 に戻るように循環する給水流量を調整することができる。すなわち、この還流ポンプ 3 1 は、循環通水モード時における給水流量調整手段を構成する。

30

第 2 逆止弁 3 3 は、還流ライン L 2 において、給水ライン L 1 と還流ライン L 2 の合流部よりも上流側に設けられている。これにより、後述の一過通水モードの際に、補給水タンク 7 0 からの補給水 W が温水タンク 6 0 側に流れ込むのを防ぐ。

【 0 0 3 3 】

このような給水ライン L 1 と還流ライン L 2 を備えることにより、還流ポンプ 3 1 を停止した状態で給水ポンプ 2 1 を作動させると、補給水タンク 7 0 からの補給水 W を給水 W 1 として、熱回収用熱交換器 4 0 および凝縮器 1 2 の順に通して加温しながら温水タンク 6 0 へ給水することができる。これを、一過通水モードという。一方、給水ポンプ 2 1 を停止した状態で還流ポンプ 3 1 を作動させると、温水タンク 6 0 内の温水 W 2 を給水 W 1 として熱回収用熱交換器 4 0 および凝縮器 1 2 の順に通して再加温しながら温水タンク 6 0 へ戻して、温水タンク 6 0 内の貯留水を循環させることができる。これを、循環通水モードという。また、給水ポンプ 2 1 および還流ポンプ 3 1 を共に停止すると、熱回収用熱交換器 4 0 および凝縮器 1 2 への通水を停止することができる。これを、通水停止モードという。

40

【 0 0 3 4 】

すなわち、本実施形態においては、給水ポンプ 2 1 および還流ポンプ 3 1 が、還流ライン L 2 に温水 W 2 を流通させずに凝縮器 1 2 に通水する一過通水モードと、還流ライン L 2 に温水 W 2 を流通させながら凝縮器 1 2 に通水する循環通水モードと、凝縮器 1 2 への通水を停止する通水停止モードと、を切り替える通水モード切替手段を構成している。

50

【 0 0 3 5 】

そして、温水タンク 6 0 内の温水 W 2 は、温水供給ライン L 4 を通じて、温水需要箇所に供給される。

温水供給ライン L 4 には、温水供給ポンプ 6 3 が設けられている。温水需要箇所の例としては、蒸気ボイラの給水利用が挙げられる。但し、温水 W 2 の利用先は、蒸気ボイラに限らない。例えば、食品・飲料・薬品用の容器洗浄や、パストライザー殺菌（瓶詰の殺菌）等に、本実施形態の給水加温システム 1 により製造した温水 W 2 を利用してもよい。この場合は、常に、6 0 ~ 8 0 程度の高温域の温水 W 2 の供給が求められることがある。本実施形態の給水加温システム 1 によれば、このような、常に所定の温度範囲内の温度の温水の供給が要求される用途において、例えば、温水タンク 6 0 内に加温された給水 W 1 のみが供給されるシステム（温水タンク 6 0 内に加温されていない補給水が直接供給されないシステム）において、特に好適に、温水を効率よく加温し、かつその温度を維持しつつ供給することができる。

10

【 0 0 3 6 】

熱源流体ライン L 5 には、上流側から、熱源供給ポンプ 5 3、第 1 熱源温度センサ 5 4、熱回収用熱交換器 4 0、第 2 熱源温度センサ 5 5、蒸発器 1 4 が順次配置されている。

熱源供給ポンプ 5 3 を作動させることで、熱源水タンク 5 0 からの熱源水 W 5 を、熱回収用熱交換器 4 0 と蒸発器 1 4 の順に流通させることができる。

第 1 熱源温度センサ 5 4 は、熱回収用熱交換器に流入させる前の熱源水 W 5 の温度を検知する、熱交換器流入前熱源温度センサである。なお、本実施形態においては、第 1 熱源温度センサ 5 4 は、熱源流体ライン L 5 に設けられているが、このセンサは、熱源水タンク 5 0 に設けられていてもよい。

20

第 2 熱源温度センサ 5 5 は、蒸発器 1 4 で冷媒 R との間で熱交換を行う熱源流体の温度を検知する熱源温度センサである。本実施形態においては、蒸発器 1 4 に流入する前の熱源水 W 5 の温度を検出している。この第 2 熱源温度センサ 5 5 は、蒸発器 1 4 の上流側に配置されており、本実施形態においては、熱回収用熱交換器 4 0 の下流側に配置されている。

【 0 0 3 7 】

なお、上述のとおり、熱源流体ライン L 5 は、熱回収用熱交換器 4 0 および蒸発器 1 4 の順に熱源水 W 5 を流通させる接続構成となっている。

30

このように、熱源水 W 5 を先に熱回収用熱交換器 4 0 に流すことで給水 W 1 の予熱量を増やし、熱回収用熱交換器 4 0 の熱出力をアップさせることができる。なお、熱源水 W 5 の温度が高いほど熱出力を高める効果大きい。

【 0 0 3 8 】

また、熱源流体ライン L 5 は、図 1 に示すとおり、熱回収用熱交換器 4 0 で熱源水 W 5 と給水 W 1 をカウンタフローで熱交換させた後、蒸発器 1 4 で熱源水 W 5 と液冷媒 R をカウンタフローで熱交換させる接続構成となっている。

このように、熱回収用熱交換器 4 0 および蒸発器 1 4 の順に熱源水 W 5 を流し、かつ熱回収用熱交換器 4 0 と蒸発器 1 4 のそれぞれで給水 W 1 の流れ方向に対してカウンタフローで流すことにより、熱回収量の最大化を図ることができる。

40

【 0 0 3 9 】

次に、本実施形態の給水加温システム 1 の制御部 1 0 0 について説明する。図 2 は、本実施形態の給水加温システム 1 の制御手段としての制御部 1 0 0 のブロック図である。制御部 1 0 0 は、目標過熱度設定部 1 1 1 と、過熱度算出部 1 1 2 と、冷媒流量制御部 1 1 3 と、目標出湯温度設定可能範囲決定部 1 2 1 と、目標出湯温度設定部 1 2 2 と、給水流量制御部 1 2 3 と、通水モード切替制御部 1 3 0 と、予熱モード切替制御部 1 4 0 と、信号入力部 1 5 0 と、記憶部 1 6 0 と、を備える。

【 0 0 4 0 】

目標過熱度設定部 1 1 1 は、熱源温度センサとしての第 2 熱源温度センサ 5 5 が検知した熱源流体としての熱源水 W 5 の温度を取得し、この第 2 熱源温度センサ 5 5 の検知温度

50

に応じて目標過熱度を設定する。例えば、熱源流体としての熱源水W5の温度が低い場合には目標過熱度を低く設定する。これにより冷媒Rの循環流量が増加し、低温の熱源水W5であっても熱回収量を増やすことができる。

このように、熱源流体としての熱源水W5の温度に応じて適切な目標過熱度を設定することで、液圧縮や潤滑不良による圧縮機11の破損を防止しつつ、蒸発器14での熱回収量を増加させることができる。

【0041】

また、目標過熱度設定部111は、第2熱源温度センサ55の検知温度の変動が大きいと判定した場合、目標過熱度を大きくする制御を行ってもよい。

図3は、縦軸を第2熱源温度センサ55の検知温度T、横軸を時間tとしたときのグラフであり、第2熱源温度センサ55の検知温度の変動を示すグラフである。例えば、図3に示すように、第2熱源温度センサ55の検知温度Tの単位時間t0当たりの変化量Tが所定の閾値T0を上回った場合、第2熱源温度センサ55の検知温度の変動が大きいと判定し、目標過熱度を大きくする制御を行う。例えば、 $T0 = 5$ 、 $t0 = 1 \text{ min}$ とし、 $5 / \text{min}$ よりも大きい変動があったときに、目標過熱度を大きくする制御を行う。このとき、例えばそれまでの目標過熱度が5に設定されていた場合、目標過熱度を例えば10に設定する。図3の例では、単位時間t0当たりの検知温度Tの低下量Tが、所定の閾値T0よりも大きい。よって、熱源水W5の温度が急変する状況と考えられるため、目標過熱度を例えば10に変更する。

【0042】

これにより、熱源流体としての熱源水W5の温度が急変する状況が確認された場合であっても、安定的にヒートポンプ回路10を駆動することができる。

例えば、熱源水W5の温度の急変により温度が急激に低下するような場合であっても、目標過熱度を高い値に設定することにより蒸発器14で冷媒Rを確実に気化させることができるため、液圧縮による圧縮機11の破損を防止することができる。

【0043】

また、目標過熱度設定部111は、第2熱源温度センサ55の検知温度が安定していると判定した場合、目標過熱度を小さくする制御を行ってもよい。

例えば、第2熱源温度センサ55の検知温度Tが所定時間、所定の温度の範囲内のときに、第2熱源温度センサ55の検知温度が安定していると判定する。また、検知温度Tが所定時間、単位時間t0当たりの変化量Tが所定の閾値T0を下回っている場合に、第2熱源温度センサ55の検知温度が安定していると判定してもよい。そしてこのとき、目標過熱度を小さくする制御を行う。例えばそれまでの目標過熱度が10に設定されていた場合、目標過熱度を例えば5に変更する。

【0044】

なお、目標過熱度の下限値を例えば5にすることで、液圧縮による圧縮機11の破損を防止することができる。また、目標過熱度の上限値を例えば10にすることで、冷媒Rの循環流量を所定流量以上に維持し、熱回収量の低下を防止することができる。

【0045】

このように、熱源流体としての熱源水W5の温度が安定しているときは、目標過熱度を低い値に設定することにより冷媒Rの循環流量を増加させ、蒸発器14での熱回収量を増加させることができる。

【0046】

なお、本実施形態においては、目標過熱度を設定する上で、熱源温度センサとして第2熱源温度センサ55の検知温度を用いているが、蒸発器14に流入する前の熱源水W5の温度（蒸発器流入前熱源温度）を検出する熱源温度センサとして、第1熱源温度センサ54を用いてもよい。蒸発器14に流入する直前ではないものの、第1熱源温度センサ54も、蒸発器14で冷媒Rとの間で熱交換を行う熱源流体の温度を間接的に検知することが可能であり、熱源水W5の温度が急変する状況を確認することが可能である。但し、第2熱源温度センサ55を用いて、蒸発器14に流入する直前の熱源水W5の温度を測定する

方が、より好ましい。

【 0 0 4 7 】

過熱度算出部 1 1 2 は、圧縮機 1 1 に流入する冷媒 R の過熱度を算出する。

具体的には、過熱度算出部 1 1 2 は、蒸気圧力センサ 1 8 の検知圧力から液冷媒 R の蒸発温度を求めると共に、吸込温度センサ 1 7 の検知温度から蒸発温度を差し引いてガス冷媒 R の過熱度を算出する。

【 0 0 4 8 】

冷媒流量制御部 1 1 3 は、算出過熱度（過熱度算出部 1 1 2 による算出値）が目標過熱度（目標過熱度設定部 1 1 1 による設定値）になるように冷媒流量制御手段を制御し、冷媒 R の流量を調整する。

具体的な制御としては、例えば、過熱度算出部 1 1 2 によりリアルタイムで算出される算出過熱度をフィードバック値として、この算出過熱度を目標過熱度に収束させるように膨張弁 1 3 の弁開度を調整するフィードバック制御を採用するのが好ましい。フィードバック制御は、比例制御（P 制御）のほか、これに積分制御（I 制御）および/または微分制御（D 制御）を組み合わせた操作量の演算アルゴリズムを採用することができる。

【 0 0 4 9 】

このように、過熱度算出部 1 1 2 がガス冷媒 R の過熱度を正確に算出し、さらに冷媒流量制御部 1 1 3 がその値を一定に保つように制御することにより、給水 W 1 に対する凝縮器 1 2 の熱出力が安定する。これにより、加温されて温水となって供給される給水 W 1 の流量の変動が少なくなる。

【 0 0 5 0 】

目標出湯温度設定可能範囲決定部 1 2 1 は、給水温度センサとしての第 2 給水温度センサ 2 6 が検知した凝縮器 1 2 に流入する前の給水 W 1 の温度を取得し、この第 2 給水温度センサ 2 6 の検知温度に応じて目標出湯温度の設定可能範囲を決定する。

【 0 0 5 1 】

図 4 は、第 2 給水温度センサ 2 6 の検知温度に応じて決定される、目標出湯温度の設定可能範囲を示す図である。図 4 の横軸は第 2 給水温度センサ 2 6 の検知温度（凝縮器流入前給水温度）であり、縦軸はそれに対応する目標出湯温度である。

本実施形態における目標出湯温度の設定可能範囲は、設定可能範囲 A に示される三角形の領域となっている。すなわち、本実施形態においては、目標出湯温度は、上限値と下限値の間の値に設定可能であり、下限値は、第 2 給水温度センサ 2 6 の検知温度に所定値を加えた値であって、第 2 給水温度センサ 2 6 の検知温度が高くなるほど高い値となっている。より詳細には、下限値は、第 2 給水温度センサ 2 6 の検知温度に 1 5 を加えた値となっており、上限値は、一定の温度、本実施形態においては 7 5 となっている。

【 0 0 5 2 】

なお、下限値を設定するための所定値（例えば、1 5）は、後述の記憶部 1 6 0 に記憶されている。この場合、外部入力等により、この所定値を設定可能とすることが好ましい。或いは、この所定値に基づく下限値が、記憶部 1 6 0 に記憶されていてもよい。

【 0 0 5 3 】

このように、設定可能範囲 A に示されるような領域を目標出湯温度の設定可能範囲とすることで、凝縮器 1 2 の入り口側と出口側の給水 W 1 の温度差が十分大きくなるようにシステムを制御することになるため、ヒートポンプ回路 1 0 を流れる冷媒 R の過冷却不足を防止でき、かつ後述の給水流量制御部 1 2 3 による給水流量調整手段の制御において、給水 W 1 の給水流量過多を抑制することができる。

【 0 0 5 4 】

なお、目標出湯温度の設定可能範囲を、上限値、下限値とも一定の値とする四角形の領域とする場合であっても、すなわち、下限値を一定にする場合であっても、例えば図 4 に示される設定可能範囲 B に示されるような領域とすれば、冷媒 R の過冷却不足を防止でき、かつ給水 W 1 の給水流量過多を抑制することが可能である。しかしながら、この場合は、許容できる熱源水温度の範囲や、目標出湯温度の設定可能範囲が狭くなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

なお、目標出湯温度を、設定可能範囲 A に示される下限値よりも低い温度とした場合、例えば、第 2 給水温度センサ 2 6 の検知温度とあまり変わらない場合は、冷媒 R の過冷却不足が生じる可能性がある。

【 0 0 5 6 】

これを、図 5 に示すモリエル線図 (p - h 線図) を使って説明する。

このモリエル線図の縦軸は冷媒の圧力 (p) であり、横軸は冷媒の比エンタルピー (h) である。そして、モリエル線図には、飽和液線 Y 1 と、飽和蒸気線 Y 2 が示されている。このようなモリエル線図により、ヒートポンプサイクル中における冷媒 R の状態変化を表すことができる。冷媒 R は、飽和液線 Y 1 よりも左側で過冷却液状態 (液冷媒 R の状態)、飽和液線 Y 1 と飽和蒸気線 Y 2 との間で気液混合状態である湿り蒸気状態、飽和蒸気線 Y 2 よりも右側で過熱蒸気状態 (ガス冷媒 R の状態) となる。

10

【 0 0 5 7 】

図 5 において R (a b c d) で示される実線は、適正な状態のヒートポンプサイクルにおける冷媒 R の状態の移り変わりを示している。

圧縮機 1 1 に吸引された過熱蒸気状態のガス冷媒 R は、圧縮機 1 1 において断熱圧縮されて高温高圧の過熱蒸気状態のガス冷媒 R となり (a b)、その後、凝縮器 1 2 で凝縮・過冷却されることにより過冷却液状態の液冷媒 R となり (b c)、さらにその後、膨張弁 1 3 にて断熱膨張されることにより湿り蒸気状態の冷媒 R となる (c d)。そして、湿り蒸気状態の冷媒 R は、蒸発器 1 4 において蒸発・加温されて、過熱蒸気状態のガス冷媒 R となる (d a)。このようなサイクルで、冷媒 R は循環する。なお、図 5 における (b c) の過程について詳細に説明すると、凝縮器 1 2 は、ガス冷媒 R の潜熱および顕熱を放出して、ガス冷媒 R を液冷媒 R へと変化させ、かつ、液冷媒 R の過冷却を行っている。

20

【 0 0 5 8 】

ここで、目標出湯温度を、設定可能範囲 A に示される下限値よりも低い温度とした場合、凝縮器 1 2 の入り口側と出口側の給水 W 1 の温度差が小さくなるため、冷媒 R が凝縮器 1 2 で十分に凝縮・過冷却されなくなる可能性がある (b c')。その結果、凝縮器 1 2 を通過後の冷媒 R の状態を示す「 c' 」の位置が、適正な場合に比べて右側にずれてしまう。すなわち、「 c' 」の状態にある冷媒 R は、過冷却不足となっている。また、十分に液冷媒 R の状態となっていない可能性もある。この場合は、適正なヒートポンプサイクルで運転できていないとはいえない。

30

しかしながら、本実施形態においては、下限値を、第 2 給水温度センサ 2 6 の検知温度に所定値を加えた値としていることから、凝縮器 1 2 の入り口側と出口側の給水 W 1 の温度差が少なくとも所定値より大きくなるようにシステムを制御することとなり、上述の問題は生じない。すなわち、適正な状態のヒートポンプサイクルで運転することができる。

【 0 0 5 9 】

目標出湯温度設定部 1 2 2 は、第 2 給水温度センサ 2 6 の検知温度に応じて、上述の目標出湯温度設定可能範囲内で、目標出湯温度を設定する。例えば、上述の設定可能範囲 A の範囲内で、温水需要箇所の要求等に基づき、任意の目標出湯温度を設定することができる。

40

すなわち、目標出湯温度設定部 1 2 2 は、第 2 給水温度センサ 2 6 の検知温度を取得し、取得した第 2 給水温度センサ 2 6 の検知温度に対して所定値を加えた値であって、第 2 給水温度センサ 2 6 の検知温度が高くなるほど高い値を下限値として、目標出湯温度を設定することができる。これにより、適正な状態のヒートポンプサイクルで運転することができる。かつ目標出湯温度の設定範囲を広くすることができる。

【 0 0 6 0 】

なお、第 2 給水温度センサ 2 6 の検知温度に、予め定められた値を加えた値を、目標出湯温度として自動的に設定する態様としてもよい。

【 0 0 6 1 】

50

給水流量制御部 1 2 3 は、出湯温度センサ 2 7 の検知温度が目標出湯温度（目標出湯温度設定部 1 2 2 による設定値）になるように給水流量調整手段を制御し、給水 W 1 の流量を調整する。

具体的な制御としては、例えば、出湯温度センサ 2 7 によりリアルタイムに検知される出湯温度をフィードバック値として、この出湯温度を目標出湯温度に収束させるように給水ポンプ 2 1 または還流ポンプ 3 1 の駆動周波数を調整するフィードバック制御を採用するのが好ましい。フィードバック制御は、比例制御（P 制御）のほか、これに積分制御（I 制御）および/または微分制御（D 制御）を組み合わせた操作量の演算アルゴリズムを採用することができる。

【 0 0 6 2 】

なお、後述の一過通水モードにおいては、インバータ制御が可能な給水ポンプ 2 1 が給水流量調整手段を構成し、循環通水モードにおいては、インバータ制御が可能な還流ポンプ 3 1 が、給水流量調整手段を構成する。

【 0 0 6 3 】

なお、給水流量調整手段は、他の態様によって構成してもよい。例えば、給水ポンプ 2 1、還流ポンプ 3 1 をオンオフ制御のみ可能なポンプにより構成する場合は、それぞれのポンプの下流側に比例制御可能な流量調整弁を設けて、これらを給水流量調整手段としてもよい。また、給水ライン L 1 と還流ライン L 2 の合流部の下流側に比例制御可能な流量調整弁を設けて、これを給水流量調整手段としてもよい。

また、給水ポンプ 2 1 および還流ポンプ 3 1 に替わる構成として、給水ライン L 1 と還流ライン L 2 に開閉弁を設けた上で、或いは給水ライン L 1 と還流ライン L 2 の合流部に三方弁を設けた上で、給水ライン L 1 と還流ライン L 2 の合流部の下流側にインバータ制御が可能なポンプを設けて、これを給水流量調整手段としてもよい。

【 0 0 6 4 】

このように、凝縮器 1 2 に流入する前の給水 W 1 の温度に応じて適切な目標出湯温度を設定することで、凝縮器 1 2 での過冷却不足、給水流量過多等の発生を防止することができる。

さらに、凝縮器 1 2 に流入する前の給水 W 1 の温度に応じて設定可能な目標出湯温度の範囲の下限値を設定することで、確実に凝縮器 1 2 での過冷却不足を防止して、蒸発器 1 4 での熱回収量を安定させることができる。また、給水 W 1 の流量が過多になるのを防止して、給水ポンプ 2 1 等の過負荷による劣化を抑制することができる。

【 0 0 6 5 】

なお、本実施形態においては、目標出湯温度を設定する上で、第 2 給水温度センサ 2 6 の検知温度を用いているが、凝縮器 1 2 に流入する前の給水 W 1 の温度（凝縮器流入前給水温度）を間接的に検出する給水温度センサとして、第 1 給水温度センサ 2 4 を用いてもよい。但し、より安定した制御を行うためには、第 2 給水温度センサ 2 6 を用いて、凝縮器 1 2 に流入する直前の給水 W 1 の温度を測定する方が好ましい。

【 0 0 6 6 】

ここまで説明したように、本実施形態の給水加温システム 1 は、熱源水 W 5 を、熱回収用熱交換器 4 0 と蒸発器 1 4 の順に流通させている。そして、本実施形態の給水加温システム 1 は、圧縮機 1 1 に流入するガス冷媒 R の過熱度に基づいて制御され、冷媒流量を調整する冷媒流量調整手段を備える。また、凝縮器 1 2 から流出する給水 W 1 の出湯温度に基づいて制御され、給水流量を調整する給水流量調整手段を備える。そして、制御部 1 0 0 は、冷媒流量調整手段を制御する冷媒流量制御部 1 1 3 と、給水流量調整手段を制御する給水流量制御部 1 2 3 と、を備える。

【 0 0 6 7 】

これにより、熱源水 W 5 を先に熱回収用熱交換器 4 0 に流すことで熱回収用熱交換器 4 0 の熱出力がアップし、給水 W 1 の予熱量が増える。なお、熱源水温度が高いほど熱出力を高める効果大きい。熱回収用熱交換器 4 0 の熱回収量が増えると、相対的にヒートポンプ回路 1 0 の熱回収量を減らすことができる。すなわち、蒸発器 1 4 および熱回収用熱

10

20

30

40

50

交換器 40 の順で熱源水 W5 を流す場合と同じシステム熱出力を得る場合、圧縮機の出力を下げてヒートポンプ回路 10 の電力消費量を低減することができる。

このとき、熱源水 W5 を先に熱回収用熱交換器 40 に流すことで蒸発器 14 に流入する熱源水 W5 の温度は低下するが、さらなる制御の追加、すなわち、過熱度に基づく冷媒流量の調整と、出湯温度に基づく給水流量の調整の組み合わせによる多重効果により、例えば、低い過熱度設定に応じた冷媒流量の調整による蒸発器 14 の熱入力アップと、低い出湯温度設定に応じた給水流量の調整による熱回収用熱交換器 40 の更なる熱出力アップおよび蒸発器 14 の熱出力アップの多重効果により、熱源水 W5 を先に熱回収用熱交換器 40 に流す構成において、システムの COP を大幅に高めることができる。

【0068】

通水モード切替制御部 130 は、一過通水モードと、循環通水モードと、通水停止モードと、を切り替える通水モード切替制御を行う。より詳細には、通水モード切替制御部 130 は、通水モード切替手段としての給水ポンプ 21 および還流ポンプ 31 を制御し、還流ライン L2 に温水 W2 を流通させずに凝縮器 12 に通水する一過通水モードと、還流ライン L2 に温水 W2 を流通させながら凝縮器 12 に通水する循環通水モードと、凝縮器 12 への通水を停止する通水停止モードと、を切り替える制御を行う。

【0069】

なお、一過通水モードのときは、還流ポンプ 31 の駆動を停止する一方、給水ポンプ 21 を駆動すると共に、熱源供給ポンプ 53 およびヒートポンプ回路 10 の圧縮機 11 を駆動する。循環通水モードのときは、給水ポンプ 21 の駆動を停止する一方、還流ポンプ 31 を駆動すると共に、熱源供給ポンプ 53 およびヒートポンプ回路 10 の圧縮機 11 を駆動する。通水停止モードにおいては、給水ポンプ 21 および還流ポンプ 31 の駆動を停止すると共に、ヒートポンプ回路 10 の圧縮機 11 の駆動も停止する。また、熱源供給ポンプ 53 の駆動も停止することが好ましい。

【0070】

なお、本実施形態においては、給水ポンプ 21 および還流ポンプ 31 が通水モード切替手段を構成しているが、通水モード切替手段は、他の態様によって構成されていてもよい。例えば、給水ライン L1 と還流ライン L2 の合流部に設けられた三方弁と、給水ライン L1 と還流ライン L2 の合流部の下流側に設けられた給水ポンプとにより、通水モード切替手段を構成することもできる。この場合は、三方弁の切り替えと、給水ポンプのオンオフにより、通水モードを切り替える。

【0071】

このように、一過通水モードに加えて循環通水モードでの運転を可能とすることで、必要に応じて温水タンク 60 の循環加温を行って貯湯温度を維持することができる。また、循環通水モードでは、還流ライン L2 を用いて、熱回収用熱交換器 40 の手前に温水タンク 60 の貯留水を流入させる構成であるので、熱源水 W5 の温度が温水タンク 60 に貯留されている温水 W2 の温度よりも高い場合は、給水 W1 として流れる温水 W2 は、凝縮器 12 だけでなく、その前に熱回収用熱交換器 40 によっても加温される。よって、効率よく加温される。

【0072】

ここで、通水モード切替制御部 130 は、温水タンク 60 への給水制御を行うと共に、温水タンク 60 内の温水 W2 の温度に基づき、通水モードの切替制御を行うことも可能である。

具体的には、通水モード切替制御部 130 は、還流ライン L2 の合流箇所に対して新たな水供給が実行される場合には、一過通水モードを実行させるように通水モード切替手段を制御し、合流箇所に対する新たな水供給が停止され、かつ温水温度センサ 61 の検知温度が所定の設定温度を下回っている場合には、循環通水モードを実行させるように通水モード切替手段を制御し、合流箇所に対する新たな水供給が停止され、かつ温水温度センサ 61 の検知温度が所定の設定温度を上回っている場合には、通水停止モードを実行させるように通水モード切替手段を制御する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

この通水モード切替制御について、図 6 A に示す状態遷移図を使って詳細に説明する。

通水モード切替制御部 1 3 0 は、各通水モードの実行中、水位検出部 6 2 により温水タンク 6 0 内の温水 W 2 の水位を監視すると共に、温水温度センサ 6 1 により温水タンク 6 0 内の温水 W 2 の温度を監視する。通水停止モードの実行中においては、水位検出部 6 2 の電極棒 6 2 2 の検出位置を上回り、かつ温水温度センサ 6 1 の検知温度が第 1 設定温度（例えば、目標出湯温度よりも 2 ~ 3 低い温度）を上回っている場合には、通水モード切替制御部 1 3 0 は、通水停止モードを継続する。

【 0 0 7 4 】

< イベント E 1 >

通水停止モードの実行中、温水タンク 6 0 内の水位が低下し、水位検出部 6 2 の電極棒 6 2 2 の検出位置を下回った場合には、通水モード切替制御部 1 3 0 は、還流ポンプ 3 1 の停止を維持したまま給水ポンプ 2 1 を駆動する。給水ポンプ 2 1 の駆動により、還流ライン L 2 の合流箇所に対して新たな補給水 W の供給が実行されることになるので、通水モード切替制御部 1 3 0 は、熱源供給ポンプ 5 3 および圧縮機 1 1 を駆動して一過通水モードへ移行させる。一過通水モードでは、所定の目標出湯温度に調節された温水 W 2 が温水タンク 6 0 に供給される。

【 0 0 7 5 】

< イベント E 2 >

一過通水モードの実行中、温水タンク 6 0 内の水位が上昇し、水位検出部 6 2 の電極棒 6 2 1 の検出位置を上回った場合には、通水モード切替制御部 1 3 0 は、還流ポンプ 3 1 の停止を維持したまま給水ポンプ 2 1 を停止する。給水ポンプ 2 1 の停止により、還流ライン L 2 の合流箇所に対して新たな補給水 W の供給が停止されることになるので、通水モード切替制御部 1 3 0 は、熱源供給ポンプ 5 3 および圧縮機 1 1 を停止して通水停止モードへ移行させる。通水停止モードでは、温水タンク 6 0 への温水 W 2 の供給が停止される。

【 0 0 7 6 】

< イベント E 3 >

通水停止モードの実行中、温水温度センサ 6 1 の検知温度が設定温度を下回った場合には、給水ポンプ 2 1 の停止を維持したまま還流ポンプ 3 1 を駆動する。還流ポンプ 3 1 の駆動により、還流ライン L 2 の合流箇所に対して新たな補給水 W の供給が停止された状態で貯留水の水循環が実行されることになるので、通水モード切替制御部 1 3 0 は、熱源供給ポンプ 5 3 および圧縮機 1 1 を駆動して循環通水モードへ移行させる。循環通水モードでは、所定の目標出湯温度まで再加温された温水 W 2 が温水タンク 6 0 に供給される。

【 0 0 7 7 】

< イベント E 4 >

循環通水モードの実行中、温水温度センサ 6 1 の検知温度が設定温度を上回った場合には、通水モード切替制御部 1 3 0 は、給水ポンプ 2 1 の停止を維持したまま還流ポンプ 3 1 を停止する。そして、熱源供給ポンプ 5 3 および圧縮機 1 1 を停止して通水停止モードへ移行させる。通水停止モードでは、温水タンク 6 0 に対する温水 W 2 の循環が停止される。

【 0 0 7 8 】

< イベント E 5 >

循環通水モードの実行中、温水タンク 6 0 内の水位が低下し、水位検出部 6 2 の電極棒 6 2 2 の検出位置を下回った場合には、通水モード切替制御部 1 3 0 は、還流ポンプ 3 1 を停止させ、給水ポンプ 2 1 を駆動する。給水ポンプ 2 1 の駆動により、還流ライン L 2 の合流箇所に対して新たな補給水 W の供給が実行されることになるので、通水モード切替制御部 1 3 0 は、熱源供給ポンプ 5 3 および圧縮機 1 1 を駆動したまま一過通水モードへ移行させる。一過通水モードでは、所定の目標出湯温度に調節された温水 W 2 が温水タンク 6 0 に供給される。

なお、本実施形態では、一過通水モードから循環通水モードへの移行は行わない。一過

10

20

30

40

50

通水モードへは温水需要が大きいときに移行するので、補給水Wの温水タンク60への供給を優先し、速やかに水位を回復させるためである。また、一過通水モードでの出湯温度は、温水タンク60の貯湯温度よりも高いため、短時間で貯湯温度を上昇させることもできる。

【0079】

なお、通水停止モードの継続判定を行うための設定温度と、通水停止モードから循環通水モードへの移行判定を行うための設定温度は、同じ温度としてもよいし、異なる温度としてもよい。異なる温度とする場合は、後者の設定温度は前者の設定温度よりも低い温度とする。

【0080】

なお、上述の通水モードの切替制御を行う上で、還流ラインL2の合流箇所に補給水W等による新たな水供給が実行されているか否かの判定は、給水ポンプ21の駆動状態（駆動指令信号または駆動フィードバック信号）に基づいて行ってもよい。

また、給水ラインL1における、還流ラインL2の合流箇所よりも上流側に不図示の流量センサを配置し、この流量センサの検出結果に基づいて判定を行ってもよい。

【0081】

図6Aの状態遷移図に従ったモード切替制御によれば、温水需要が十分にあり補給水Wの供給が必要である時は、システムCOPが最大となる一過通水モードで運転させることができる。また、温水需要が小さく補給水Wの供給が必要でない時は、温水タンク60内の貯留水の温度低下時に、循環通水モードで貯留水の昇温を行うことができる。また、温水需要が小さく補給水Wの供給が必要でない時は、温水タンク60内の貯留水の温度低下が実質的になれば、通水停止モードで待機することができる。

【0082】

以上で説明した構成であれば、温水タンク60内に設定温度以上の温水W2を常時確保することができる。また、循環通水モードは、温水タンク60内の貯留水の温度低下時のみ実行されるので、過剰な水循環により無駄な電力消費を発生させることもない。

【0083】

予熱モード切替制御部140は、給水予熱モードと、予熱停止モードと、を切り替える予熱モード切替制御を行う。より詳細には、予熱モード切替制御部140は、予熱モード切替手段としての三方弁25を制御し、給水W1および熱源水W5を同時に熱回収用熱交換器40に流通させる給水予熱モードと、給水W1をバイパスラインL3に流通させる予熱停止モードと、を切り替える制御を行う。

【0084】

なお、本実施形態においては、三方弁25が予熱モード切替手段を構成しているが、予熱モード切替手段は、他の態様によって構成されていてもよい。例えば、給水ラインL1における、バイパスラインL3との合流部の上流側と、バイパスラインL3とに、それぞれ二方弁を設け、これらの二方弁によって、予熱モード切替手段を構成してもよい。

【0085】

なお、バイパスラインは、熱回収用熱交換器40に対して給水W1をバイパスさせるものに限らず、熱回収用熱交換器40に対して熱源水W5をバイパスさせるものであってもよい。この場合は、予熱停止モードにおいて、熱源水W5をバイパスラインに流通させる。

すなわち、熱回収用熱交換器40に対して給水W1をバイパス、および/または、熱回収用熱交換器40に対して熱源水W5をバイパスさせる1本ないし2本のバイパスラインを備え、予熱モード切替手段が、給水W1および熱源水W5を同時に熱回収用熱交換器40に流通させる給水予熱モードと、給水W1および熱源水W5の少なくとも一方をバイパスラインに流通させる予熱停止モードと、を切り替える態様となっていればよい。

これにより、熱回収用熱交換器40を、状況に応じて選択的に利用することができる。

【0086】

ここで、予熱モード切替制御部140は、熱回収用熱交換器40に流入させる前の給水W1の温度を検知する第1給水温度センサ24（熱交換器流入前給水温度センサ24）に

10

20

30

40

50

よる第1検知温度（熱交換器流入前給水温度）と、熱回収用熱交換器40に流入させる前の熱源水W5の温度を検知する第1熱源温度センサ54（熱交換器流入前熱源温度センサ54）による第2検知温度（熱交換器流入前熱源温度）と、を取得し、この第1検知温度および第2検知温度に基づき、予熱モードの切替制御を行うことが可能である。

具体的には、予熱モード切替制御部140は、第1給水温度センサ24による第1検知温度と、第1熱源温度センサ54による第2検知温度と、を比較し、第1検知温度が第2検知温度を下回っている場合には、給水予熱モードを実行させるように予熱モード切替手段を制御し、第1検知温度が第2検知温度を上回っている場合には、予熱停止モードを実行させるように予熱モード切替手段を制御する。

このような、給水温度と熱源水温度に応じた自動予熱モード切替により、システムCOPの最大化を図ることができる。

【0087】

なお、予熱モード切替制御部140は、少なくとも通水モードが循環通水モードのときに、予熱モード切替手段を各予熱モード間で切り替え可能である。この場合、予熱モード切替制御部140は、通水モードが一過通水モードのときに、予熱モード切替手段を予熱モードに設定し、通水停止モードのときに、予熱モード切替手段を予熱停止モードに設定してもよい。

これにより、例えば、給水W1として比較的溫度が低いことが多い補給水Wを用いる一過通水モードでは、熱回収用熱交換器を積極的に活用する一方、給水W1として比較的溫度が高いことが多い温水タンク60の貯留水を用いる循環通水モードでは、給水W1と熱源水W5の溫度の關係に応じて、選択的に熱回収用熱交換器を活用することができる。

但し、様々な補給水溫度と熱源水溫度の状況下においても効率的な加温ができるよう、予熱モード切替制御部140は、通水モードが循環通水モードまたは一過通水モードのときに、予熱モード切替手段を各予熱モード間で切り替え可能に構成してもよい。

【0088】

信号入力部150は、一過通水モード、循環通水モード、通水停止モードのいずれかを指定する通水モード指定信号を受け付ける第1信号入力部151を備える。

通水モード切替制御部130は、第1信号入力部151に入力された通水モード指定信号に従い、一過通水モード、循環通水モードまたは通水停止モードを実行させるように通水モード切替手段を制御する。そして、通水モード切替制御部130は、循環通水モードまたは通水停止モードの実行時に、給水ポンプ21を制御するなどして、還流ラインL2の合流箇所に対する新たな水供給を停止する。

これにより、例えば、補給水ありの外部信号を利用して、システムCOPが最大となる一過通水モードで運転させることができる。また、補給水なしの外部信号を利用して、循環通水モードで貯留水の保温を行うことができる。

【0089】

信号入力部150は、給水予熱モード、予熱停止モードのいずれかを指定する予熱モード指定信号を受け付ける第2信号入力部152も備える。

予熱モード切替制御部140は、第2信号入力部152に入力された予熱モード指定信号に従い、給水予熱モードまたは予熱停止モードを実行させるように予熱モード切替手段を制御する。

これにより、外部信号に従った他動予熱モード切替により、システムCOPの最大化を図ることができる。

【0090】

記憶部160は、各種の閾値等、制御に必要な種々の情報を記憶する。

【0091】

次に、本実施形態の制御部100による制御の流れの一例について説明する。

【0092】

図6Bは、制御部100の目標過熱度設定部111による、目標過熱度の設定処理の流れの一例を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 3 】

まず、システムが起動されると、目標過熱度設定部 1 1 1 は、ステップ S 1 において、目標過熱度は高めの温度、例えば 1 0 に設定される。

【 0 0 9 4 】

次に、ステップ S 2 において、第 2 熱源温度センサ 5 5 の検知温度が安定しており、かつ所定の熱源温度閾値（例えば、6 0 ）以下であるか否かを判定する。第 2 熱源温度センサ 5 5 の検知温度が安定（ $T < T_0$ 、図 3 参照）しており、かつ所定の熱源温度閾値以下であると判定した場合は（ステップ S 2 : Y E S）、ステップ S 3 において、目標過熱度を小さい値、例えば 5 に設定する。一方、第 2 熱源温度センサ 5 5 の検知温度が安定していないと判定した場合、または所定の熱源温度閾値超過であると判定した場合は

10

【 0 0 9 5 】

ステップ S 3 で目標過熱度を 5 に設定した後、ステップ S 4 において、第 2 熱源温度センサ 5 5 の検知温度の変動が大きい、または所定の熱源温度閾値超過であるか否か等を判定する。第 2 熱源温度センサ 5 5 の検知温度の変動が大きい（ $T > T_0$ 、図 3 参照）と判定した場合、または所定の熱源温度閾値超過であると判定した場合は（ステップ S 4 : Y E S）、ステップ S 5 において、目標過熱度を大きくし、例えば 1 0 に設定する。一方、第 2 熱源温度センサ 5 5 の検知温度の変動が大きくなり、かつ所定の熱源温度閾値以下であると判定した場合は（ステップ S 4 : N O）、ステップ S 3 に戻り、引き続き目標過熱度を 5 に維持する。

20

これにより、熱源流体としての熱源水 W 5 の温度が急変する状況が確認された場合であっても、安定的にヒートポンプ回路 1 0 を駆動することができる。

【 0 0 9 6 】

次に、予熱モード切替制御について説明する。なお、通水モード切替制御については、上述した通りである（図 6 A 参照）。

図 6 C は、制御部 1 0 0 の予熱モード切替制御部 1 4 0 による、給水予熱モードおよび予熱停止モードを切り替える予熱モード切替制御の流れの一例を示すフローチャートである。この例では、予熱モード切替制御部 1 4 0 は、第 1 給水温度センサ 2 4（熱交換器流入前給水温度センサ）による第 1 検知温度（熱交換器流入前給水温度）と、第 1 熱源温度センサ 5 4（熱交換器流入前熱源温度センサ）による第 2 検知温度（熱交換器流入前熱源温度）の検出結果に基づいて、予熱モードの切り替え制御を行っている。

30

【 0 0 9 7 】

予熱モード切替制御部 1 4 0 は、ステップ S 1 1 において、循環通水モードが実行されているか否かを判定する。循環通水モードが実行されている場合は（ステップ S 2 1 : Y E S）、ステップ S 1 2 において、第 1 給水温度センサ 2 4 による第 1 検知温度と、第 1 熱源温度センサ 5 4 による第 2 検知温度の検出結果を比較する。そして、第 1 検知温度が第 2 検知温度を下回っている場合には（ステップ S 1 2 : Y E S）、ステップ S 1 3 において、給水予熱モードを実行する。一方、第 1 検知温度が第 2 検知温度を下回っていない場合には（ステップ S 1 2 : N O）、ステップ S 1 4 において、予熱停止モードを実行する。

40

【 0 0 9 8 】

なお、ステップ S 1 1 において、一過通水モードまたは循環通水モードが実行されているか否かを判定し、一過通水モードまたは循環通水モードが実行されている場合は、ステップ S 1 2 に移行する制御を採用してもよい。

【 0 0 9 9 】

図 7 は、第 1 実施形態の給水加温システム 1 の変形例を模式的に示す図である。

本実施形態におけるヒートポンプ回路 1 0 の凝縮器 1 2 は、冷媒 R の凝縮および過冷却の機能を担っていた。しかしながら、本変形例に示すように、ヒートポンプ回路 1 0 の凝縮器は、主に冷媒 R の凝縮の機能を担う凝縮器 1 2 A と、主に冷媒 R の過冷却の機能を担う過冷却器 1 2 B とに分かれていてもよい。この場合、ヒートポンプ回路 1 0 の冷媒 R は

50

、好適には、凝縮器 1 2 A において潜熱を放出し、過冷却器 1 2 B において顕熱を放出する。すなわち、凝縮器 1 2 A において、ガス冷媒 R は凝縮して液冷媒 R となり、その液冷媒 R が過冷却器 1 2 B に供給されて、過冷却器 1 2 B において、液冷媒 R はさらに冷却（過冷却）される。

過冷却器 1 2 B は、凝縮器 1 2 A に送られる給水 W 1 と、凝縮器 1 2 A から膨張弁 1 3 に流れる冷媒 R との間の熱交換を行う間接熱交換器である。過冷却器 1 2 B により、凝縮器 1 2 A への給水 W 1 を用いて凝縮器 1 2 A から膨張弁 1 3 への冷媒 R の過冷却を行うことができると共に、凝縮器 1 2 A から膨張弁 1 3 への冷媒 R を用いて凝縮器 1 2 A への給水 W 1 を加温することができる。

このように、冷媒 R の凝縮用と過冷却用とで熱交換器を分けることで、熱交換器の設計が容易となり、コスト削減を図ることができる。また、汎用の熱交換器の利用も可能となる。

10

なお、本変形例においては、ヒートポンプ回路 1 0 の凝縮器 1 2 に流入する前の給水 W 1 の温度を検知する給水温度センサとしての第 2 給水温度センサ 2 6 は、過冷却器 1 2 B の上流側に配置されていることが好ましい。

【 0 1 0 0 】

なお、温水需要箇所が蒸気ボイラの場合など、温水タンク 6 0 内の温水 W 2 の温度の低下がある程度許容される場合は、熱回収用熱交換器 4 0 およびヒートポンプ回路 1 0 を介さずに、補給水タンク 7 0 から温水タンク 6 0 に直接給水を可能とするための不図示の補給水ラインを設けてもよい。この場合は、温水タンク 6 0 内の温水 W 2 の水位が電極棒 6 2 2 よりも長い電極棒の検出位置よりも低下したときなどに、補給水ラインに設けた補給水ポンプを駆動することにより、補給水タンク 7 0 から温水タンク 6 0 に直接補給水 W を供給することが可能となる。

20

【 0 1 0 1 】

なお、本実施形態においては、ヒートポンプ回路 1 0 の熱源流体として熱源水 W 5 を用いているが、熱源流体としては、熱源水 W 5 に限らず、空気や排ガスなど各種の流体を用いることができる。熱源流体は、熱回収用熱交換器 4 0 において給水 W 1 に熱（顕熱）を与えつつ自身は温度低下し、蒸発器 1 4 においてヒートポンプ回路 1 0 の冷媒 R に熱（顕熱）を与えつつ自身は温度低下する流体とすることが好ましい。

【 0 1 0 2 】

なお、ヒートポンプ回路 1 0 の圧縮機 1 1 の駆動源は、電気モータに限らない。例えば、圧縮機 1 1 は、蒸気を用いて動力を起こすスチームモータによって駆動されてもよいし、ガスエンジンによって駆動されてもよい。この場合は、スチームモータへの給蒸量や、ガスエンジンへの供給ガス量を調整するなどして圧縮機 1 1 の出力を調整し、冷媒流量を調整してもよい。

30

【 0 1 0 3 】

以上説明した第 1 実施形態の給水加温システム 1 によれば、以下の（ 1 A ）～（ 1 1 A ）に示されるような効果を奏する。

【 0 1 0 4 】

（ 1 A ）本実施形態の給水加温システム 1 は、圧縮機 1 1、凝縮器 1 2、膨張弁 1 3 および蒸発器 1 4 が冷媒循環ライン L 9 により環状に接続され、圧縮機 1 1 の駆動により凝縮器 1 2 で温熱を取り出す蒸気圧縮式のヒートポンプ回路 1 0 と、熱回収用熱交換器 4 0 と、熱回収用熱交換器 4 0 および蒸発器 1 4 の順に熱源流体を流通させる熱源流体ライン L 5 と、熱回収用熱交換器 4 0 および凝縮器 1 2 の順に給水 W 1 を流通させる給水ライン L 1 と、圧縮機 1 1 に流入するガス冷媒 R の過熱度に基づいて制御され、冷媒流量を調整する冷媒流量調整手段と、凝縮器 1 2 から流出する給水 W 1 の出湯温度に基づいて制御され、給水流量を調整する給水流量調整手段と、冷媒流量調整手段および給水流量調整手段を制御する制御手段と、を備える。

40

このように、熱源流体としての熱源水 W 5 を先に熱回収用熱交換器 4 0 に流すことで熱回収用熱交換器 4 0 の熱出力がアップし、給水 W 1 の予熱量が増える。熱源水温度が高い

50

ほど熱出力を高める効果大きい。熱回収用熱交換器 40 の熱回収量が増えるので、相対的にヒートポンプ回路 10 の熱回収量を減らすことができる。蒸発器 14 および熱回収用熱交換器 40 の順で熱源水 W5 を流す場合と同じシステム熱出力を得る場合、圧縮機 11 の出力を下げてヒートポンプ回路 10 の電力消費量を低減することができる。

このとき、熱源水 W5 を先に熱回収用熱交換器 40 に流すことで蒸発器 14 に流入する熱源水 W5 の温度は低下するが、さらなる制御の追加、すなわち、過熱度に基づく冷媒流量の調整と、出湯温度に基づく給水流量の調整の組み合わせによる多重効果により、例えば、低い過熱度設定に応じた冷媒流量の調整による蒸発器 14 の熱入力アップと、低い出湯温度設定に応じた給水流量の調整による熱回収用熱交換器 40 の更なる熱出力アップおよび蒸発器 14 の熱出力アップの多重効果により、熱源水 W5 を先に熱回収用熱交換器 40 に流す構成において、システムの COP を大幅に高めることができる。

10

【0105】

(2A) 本実施形態の給水加温システム 1 の熱源流体ライン L5 は、熱回収用熱交換器 40 で熱源流体と給水 W1 をカウンタフローで熱交換させた後、蒸発器 14 で熱源流体と液冷媒 R をカウンタフローで熱交換させる接続構成である。

このように、熱回収用熱交換器 40 および蒸発器 14 の順に熱源水 W5 を流し、かつ熱回収用熱交換器 40 と蒸発器 14 のそれぞれで給水 W1 の流れ方向に対してカウンタフローで流すことにより、熱回収量の最大化を図ることができる。

【0106】

(3A) 本実施形態の給水加温システム 1 は、圧縮機 11 に流入するガス冷媒 R の吸込温度を検知する吸込温度センサ 17 と、蒸発器 14 から流出するガス冷媒 R の蒸気圧力を検知する蒸気圧力センサ 18 と、凝縮器 12 から流出する給水 W1 の出湯温度を検知する出湯温度センサ 27 と、を備え、制御手段は、蒸気圧力センサ 18 の検知圧力から液冷媒 R の蒸発温度を求めると共に、吸込温度センサ 17 の検知温度から蒸発温度を差し引いてガス冷媒 R の過熱度を算出し、当該算出過熱度が目標過熱度になるように冷媒流量調整手段を制御し、出湯温度センサ 27 の検知温度が目標出湯温度になるように給水流量調整手段を制御する。

20

このように、ガス冷媒 R の過熱度を正確に算出し、さらにその値を一定に保つことにより、予熱後の給水 W1 に対する凝縮器 12 の熱出力が安定する。これにより、温水流量の変動が少なくなる。また、例えば目標出湯温度の設定値により給水流量を適切に増やし、その流量を一定範囲に保つことにより、高い熱出力を維持することができる。

30

【0107】

(4A) 本実施形態の給水加温システム 1 は、蒸発器 14 に流入する前の熱源流体の温度を検知する熱源温度センサを備え、制御手段は、熱源温度センサの検知温度に応じて目標過熱度を設定する。

このように、熱源流体の温度に応じて適切な目標過熱度を設定することで、液圧縮による圧縮機 11 の破損を防止しつつ、蒸発器 14 での熱回収量を増加させることができる。

例えば、熱源水温度が低い場合には目標過熱度を低く設定することにより冷媒循環流量が増加する。これにより、低温の熱源水 W5 であっても熱回収量を増やすことができる。目標過熱度の下限値を例えば 5 にすることで、液圧縮による圧縮機 11 の破損を防止することができる。また、目標過熱度の上限値を例えば 10 にすることで、冷媒循環流量を所定流量以上に維持し、熱回収量の低下を防止することができる。

40

【0108】

(5A) 本実施形態の給水加温システム 1 の制御手段は、熱源温度センサの検知温度の変動が大きいと判定した場合、目標過熱度を大きくする。

これにより、熱源流体の温度が急変する状況が確認された場合であっても、安定的にヒートポンプ回路 10 を駆動することができる。

例えば、熱源流体の温度が急激に低下した場合であっても、目標過熱度を高い値に設定することにより蒸発器 14 で冷媒を確実に気化させることができるため、液圧縮による圧縮機 11 の破損を防止することができる。

50

【 0 1 0 9 】

(6 A) 本実施形態の給水加温システム 1 の制御手段は、熱源温度センサの検知温度が安定していると判定した場合、目標過熱度を小さくする。

これにより、熱源流体の温度が安定しているときは、目標過熱度を低い値に設定することにより冷媒循環流量を増加させ、蒸発器 1 4 での熱回収量を増加させることができる。

【 0 1 1 0 】

(7 A) 本実施形態の給水加温システム 1 は、凝縮器 1 2 に流入する前の給水の温度を検知する給水温度センサを備え、制御手段は、給水温度センサの検知温度に応じて目標出湯温度を設定する。

このように、給水の温度に応じて適切な目標出湯温度を設定することで、凝縮器 1 2 での過冷却不足、給水流量過多等の発生を防止することができる。

10

【 0 1 1 1 】

(8 A) 本実施形態の給水加温システム 1 は、凝縮器 1 2 に流入する前の給水の温度を検知する給水温度センサを備え、目標出湯温度は、上限値と下限値の間の値に設定可能であり、下限値は、給水温度センサの検知温度に所定値を加えた値であって、給水温度センサの検知温度が高くなるほど高い値である。

このように、給水温度に応じて設定可能な目標出湯温度の範囲の下限値を設定することで、確実に凝縮器 1 2 での過冷却不足を防止して、蒸発器 1 4 での熱回収量を安定させることができる。また、給水流量が過多になるのを防止して、給水ポンプ 2 1 の過負荷による劣化を抑制することができる。

20

【 0 1 1 2 】

(9 A) 本実施形態の給水加温システム 1 は、熱回収用熱交換器 4 0 に対して給水 W 1 をバイパス、および/または、熱回収用熱交換器 4 0 に対して熱源流体をバイパスさせる 1 本ないし 2 本のバイパスラインと、給水 W 1 および熱源流体を同時に熱回収用熱交換器 4 0 に流通させる給水予熱モードと、給水 W 1 および熱源流体の少なくとも一方をバイパスラインに流通させる予熱停止モードと、を切り替える予熱モード切替手段と、を備える。

これにより、熱回収用熱交換器 4 0 の効力を発揮できない条件では熱回収用熱交換器 4 0 をバイパスさせることで、給水 W 1 および/または熱源水 W 5 の圧力損失を低減させ、給水ポンプ 2 1 や熱源供給ポンプ 5 3 を含むシステム COP を向上させることができる。

【 0 1 1 3 】

(1 0 A) 本実施形態の給水加温システム 1 は、熱回収用熱交換器 4 0 に流入する前の給水 W 1 の温度を検知する熱交換器流入前給水温度センサ 2 4 と、熱回収用熱交換器 4 0 に流入する前の熱源流体の温度を検知する熱交換器流入前熱源温度センサ 5 4 と、を備え、制御手段は、熱交換器流入前給水温度センサ 2 4 による第 1 検知温度と、熱交換器流入前熱源温度センサ 5 4 による第 2 検知温度と、を比較し、第 1 検知温度が第 2 検知温度を下回っている場合には、給水予熱モードを実行させるように予熱モード切替手段を制御し、第 1 検知温度が第 2 検知温度を上回っている場合には、予熱停止モードを実行させるように予熱モード切替手段を制御する。

30

このような給水温度と熱源水温度に応じた自動予熱モード切替により、システム COP の最大化を図ることができる。

40

【 0 1 1 4 】

(1 1 A) 本実施形態の給水加温システム 1 の制御手段は、給水予熱モードまたは予熱停止モードの種別を指定する予熱モード指定信号を受け付ける信号入力部 1 5 0 と、信号入力部 1 5 0 に入力された予熱モード指定信号に従い、給水予熱モードまたは予熱停止モードを実行させるように予熱モード切替手段を制御する予熱モード切替制御部 1 4 0 と、を有する。

このような外部信号に従った他動予熱モード切替により、システム COP の最大化を図ることができる。

【 0 1 1 5 】

また、以上説明した第 1 実施形態の給水加温システム 1 によれば、以下の (1 B) ~ (

50

8 B) に示されるような効果も奏する。

【0116】

(1 B) 本実施形態の給水加温システム1は、圧縮機11、凝縮器12、膨張弁13および蒸発器14が冷媒循環ラインL9により環状に接続され、圧縮機11の駆動により凝縮器12で温熱を取り出す蒸気圧縮式のヒートポンプ回路10と、熱回収用熱交換器40と、熱回収用熱交換器40および蒸発器14に熱源流体を流通させる熱源流体ラインL5と、熱回収用熱交換器40および凝縮器12の順に給水W1を流通させる給水ラインL1と、凝縮器12で生成された温水W2を貯留する温水タンク60と、温水タンク60内の温水W2を熱回収用熱交換器40よりも上流側に還流させる還流ラインL2と、還流ラインL2に温水W2を流通させずに凝縮器12に通水する一過通水モードと、還流ラインL2に温水W2を流通させながら凝縮器12に通水する循環通水モードと、凝縮器12への通水を停止する通水停止モードと、を切り替える通水モード切替手段と、通水モード切替手段を制御する制御手段と、を備える。

10

このように、一過通水モードに加えて循環通水モードでの運転を可能とすることで、必要に応じて温水タンク60の循環加温を行って貯湯温度を維持することができる。循環通水モードでは、熱回収用熱交換器40の手前に貯留水を流入させる構成であるので、貯留水温度<熱源水温度になっているときは、効率のよい加温ができる。

【0117】

(2 B) 本実施形態の給水加温システム1は、熱回収用熱交換器40に対して給水W1をバイパス、および/または、熱回収用熱交換器40に対して熱源流体をバイパスさせる1本ないし2本のバイパスラインと、給水W1および熱源流体を同時に熱回収用熱交換器40に流通させる給水予熱モードと、給水W1および熱源流体の少なくとも一方をバイパスラインに流通させる予熱停止モードと、を切り替える予熱モード切替手段と、を備える。

20

これにより、熱回収用熱交換器40を、状況に応じて選択的に利用することができる。

【0118】

(3 B) 本実施形態の給水加温システム1の制御手段は、少なくとも循環通水モードのときに、予熱モード切替手段を、給水予熱モードと、予熱停止モードとに切り替え可能である。

これにより、例えば、一過通水モードでは熱回収用熱交換器40を積極的に活用し、循環通水モードでは選択的に熱回収用熱交換器40を活用することができる。

30

【0119】

(4 B) 本実施形態の給水加温システム1の熱源流体ラインL5は、熱回収用熱交換器40および蒸発器14の順に熱源流体を流通させる接続構成である。

これにより、熱源流体としての熱源水W5を先に熱回収用熱交換器40に流すことで給水W1の予熱量を増やし、熱回収用熱交換器40の熱出力をアップさせることができる。熱源水温度が高いほど熱出力を高める効果大きい。

【0120】

(5 B) 本実施形態の給水加温システム1は、温水タンク60内の温水W2の温度を検知する温水温度センサ61を備え、制御手段は、還流ラインL2の合流箇所に対して新たな水供給が実行されている場合には、一過通水モードを実行させるように通水モード切替手段を制御し、合流箇所に対する新たな水供給が停止され、かつ温水温度センサ61の検知温度が設定温度を下回っている場合には、循環通水モードを実行させるように通水モード切替手段を制御し、合流箇所に対する新たな水供給が停止され、かつ温水温度センサ61の検知温度が設定温度を上回っている場合には、通水停止モードを実行させるように通水モード切替手段を制御する。

40

これにより、温水需要が十分にあり補給水Wの供給が必要である時は、システムCOPが最大となる一過通水モードで運転させることができる。また、温水需要が小さく補給水Wの供給が必要でない時は、温水タンク60内の貯留水の温度低下時に、循環通水モードで貯留水の昇温を行うことができる。

【0121】

50

(6 B) 本実施形態の給水加温システム 1 は、熱回収用熱交換器 4 0 に流入させる前の給水 W 1 の温度を検知する熱交換器流入前給水温度センサ 2 4 と、熱回収用熱交換器 4 0 に流入させる前の熱源流体の温度を検知する熱交換器流入前熱源温度センサ 5 4 と、を備え、制御手段は、熱交換器流入前給水温度センサ 2 4 による第 1 検知温度と、熱交換器流入前熱源温度センサ 5 4 による第 2 検知温度と、を比較し、第 1 検知温度が第 2 検知温度を下回っている場合には、給水予熱モードを実行させるように予熱モード切替手段を制御し、第 1 検知温度が第 2 検知温度を上回っている場合には、予熱停止モードを実行させるように予熱モード切替手段を制御する。

このような給水温度と熱源水温度に応じた自動予熱モード切替により、システム C O P の最大化を図ることができる。

10

【 0 1 2 2 】

(7 B) 本実施形態の給水加温システム 1 の制御手段は、一過通水モード、循環通水モード、通水停止モードのいずれかを指定する通水モード指定信号を受け付ける第 1 信号入力部 1 5 1 と、第 1 信号入力部 1 5 1 に入力された通水モード指定信号に従い、一過通水モード、循環通水モードまたは通水停止モードを実行させるように通水モード切替手段を制御する通水モード切替制御部 1 3 0 と、を有し、通水モード切替制御部 1 3 0 は、循環通水モードまたは通水停止モードの実行時に、還流ライン L 2 の合流箇所に対する新たな水供給を停止する。

これにより、例えば補給水の供給ありの外部信号を利用して、システム C O P が最大となる一過流通モードで運転させることができる。また、補給水の供給なしの外部信号を利用して、循環モードで貯留水の保温を行うことができる。

20

【 0 1 2 3 】

(8 B) 本実施形態の給水加温システム 1 の制御手段は、給水予熱モード、予熱停止モードのいずれかを指定する予熱モード指定信号を受け付ける第 2 信号入力部 1 5 2 と、第 2 信号入力部 1 5 2 に入力された予熱モード指定信号に従い、給水予熱モードまたは予熱停止モードを実行させるように予熱モード切替手段を制御する予熱モード切替制御部 1 4 0 と、を有する。

これにより、例えば外部信号に従った他動予熱モード切替も可能となり、システム C O P の最大化を図ることができる。

【 0 1 2 4 】

また、以上説明した第 1 実施形態の給水加温システム 1 によれば、以下の (1 C) ~ (7 C) に示されるような効果も奏する。

30

【 0 1 2 5 】

(1 C) 本実施形態の給水加温システム 1 は、圧縮機 1 1、凝縮器 1 2、膨張弁 1 3 および蒸発器 1 4 が冷媒循環ライン L 9 により環状に接続され、圧縮機 1 1 の駆動により凝縮器 1 2 で温熱を取り出す蒸気圧縮式のヒートポンプ回路 1 0 と、ヒートポンプ回路 1 0 を流れる冷媒 R の流量を調整する冷媒流量調整手段と、蒸発器 1 4 で冷媒 R との間で熱交換を行う熱源流体の温度を検知する熱源温度センサと、冷媒流量調整手段を制御する制御手段と、を備え、制御手段は、熱源温度センサの検知温度に応じて目標過熱度を設定し、圧縮機 1 1 に流入する冷媒 R の過熱度が目標過熱度になるように冷媒流量調整手段を制御する。

40

このように、熱源流体の温度に応じて適切な目標過熱度を設定することで、液圧縮による圧縮機 1 1 の破損を防止しつつ、蒸発器 1 4 での熱回収量を増加させることができる。

例えば、熱源水温度が低い場合には目標過熱度を低く設定することにより冷媒循環流量が増加する。これにより、熱源流体が低温の熱源水 W 5 であっても熱回収量を増やすことができる。目標過熱度の下限値を例えば 5 にすることで、液圧縮による圧縮機 1 1 の破損を防止することができる。また、目標過熱度の上限値を例えば 1 0 にすることで、冷媒循環流量を所定流量以上に維持し、熱回収量の低下を防止することができる。

【 0 1 2 6 】

(2 C) 本実施形態の給水加温システム 1 の制御手段は、熱源温度センサの検知温度の

50

変動が大きいと判定した場合、目標過熱度を大きくする。

これにより、熱源流体の温度が急変する状況が確認された場合であっても、安定的にヒートポンプ回路 10 が駆動することができる。

例えば、熱源流体の温度が急激に低下した場合であっても、目標過熱度を高い値に設定することにより蒸発器 14 で冷媒を確実に気化させることができるため、液圧縮による圧縮機 11 の破損を防止することができる。

【0127】

(3C) 本実施形態の給水加温システム 1 の制御手段は、熱源温度センサの検知温度が安定していると判定した場合、目標過熱度を小さくする。

これにより、熱源流体の温度が安定しているときは、目標過熱度を低い値に設定することにより冷媒循環流量を増加させ、蒸発器 14 での熱回収量を増加させることができる。

10

【0128】

(4C) 本実施形態の給水加温システム 1 は、圧縮機 11 に流入するガス冷媒 R の吸込温度を検知する吸込温度センサ 17 と、蒸発器 14 から流出するガス冷媒 R の蒸気圧力を検知する蒸気圧力センサ 18 と、を備え、制御手段は、蒸気圧力センサ 18 の検知圧力から液冷媒 R の蒸発温度を求めると共に、吸込温度センサ 17 の検知温度から蒸発温度を差し引いてガス冷媒 R の過熱度を算出し、当該算出過熱度が目標過熱度になるように冷媒流量調整手段を制御する。

このように、ガス冷媒 R の過熱度を正確に算出し、さらにその値を一定に保つことにより、予熱後の給水 W1 に対する凝縮器 12 の熱出力が安定する。これにより、温水流量の変動が少なくなる。

20

【0129】

(5C) 本実施形態の給水加温システム 1 は、凝縮器 12 を流通する給水流量を調整する給水流量調整手段と、凝縮器 12 から流出する給水 W1 の出湯温度を検知する出湯温度センサ 27 を備え、制御手段は、出湯温度センサ 27 の検知温度が目標出湯温度になるように給水流量調整手段を制御する。

これにより、給水 W1 を常に所望の温度に加温して出湯することができる。

【0130】

(6C) 本実施形態の給水加温システム 1 は、凝縮器 12 に流入する前の給水 W1 の温度を検知する給水温度センサを備え、制御手段は、給水温度センサの検知温度に応じて目標出湯温度を設定する。

30

このように、給水 W1 の温度に応じて適切な目標出湯温度を設定することで、凝縮器 12 での過冷却不足、給水流量過多等の発生を防止することができる。

【0131】

(7C) 本実施形態の給水加温システム 1 は、凝縮器 12 に流入する前の給水 W1 の温度を検知する給水温度センサを備え、目標出湯温度は、上限値と下限値の間の値に設定可能であり、下限値は、給水温度センサの検知温度に所定値を加えた値であって、給水温度センサの検知温度が高くなるほど高い値である。

このように、給水温度に応じて設定可能な目標出湯温度の範囲の下限値を設定することで、確実に凝縮器 12 での過冷却不足を防止して、蒸発器 14 での熱回収量を安定させることができる。また、給水流量が過多になるのを防止して、給水ポンプ 21 の過負荷による劣化を抑制することができる。

40

【0132】

以上、本発明の給水加温システムの好ましい実施形態について説明したが、本発明は、上述の実施形態に制限されるものではなく、適宜変更が可能である。

【符号の説明】

【0133】

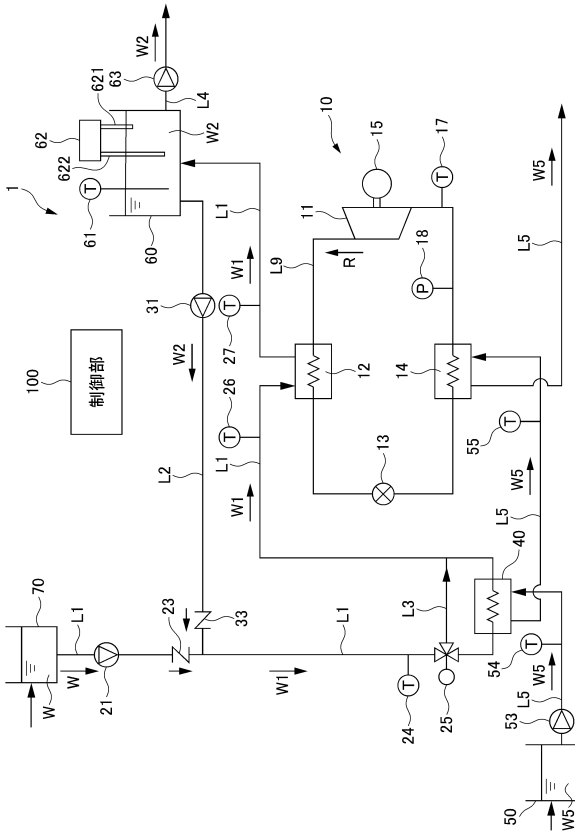
- 1 給水加温システム
- 10 ヒートポンプ回路
- 11 圧縮機

50

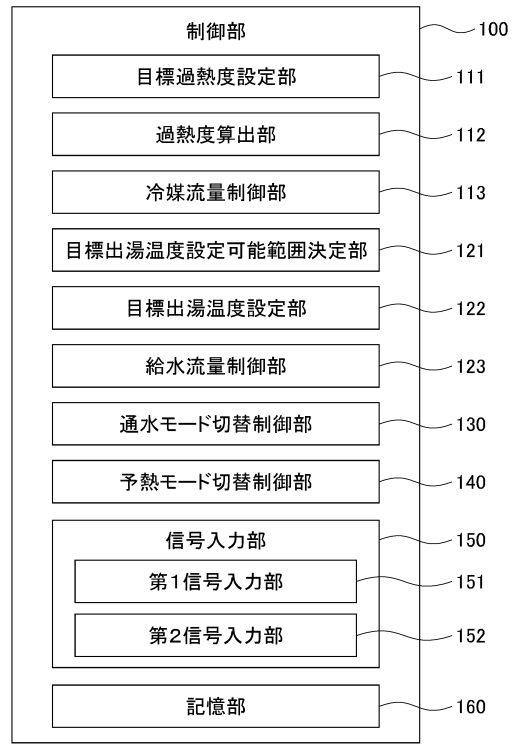
1 2	凝縮器	
1 2 A	凝縮器	
1 2 B	過冷却器	
1 3	膨張弁（冷媒流量調整手段）	
1 4	蒸発器	
1 7	吸込温度センサ	
1 8	蒸気圧力センサ	
2 1	給水ポンプ（給水流量調整手段、通水モード切替手段）	
2 4	第1給水温度センサ（熱交換器流入前給水温度センサ、給水温度センサ）	
2 5	三方弁（予熱モード切替手段）	10
2 6	第2給水温度センサ（給水温度センサ）	
2 7	出湯温度センサ	
3 1	還流ポンプ（給水流量調整手段、通水モード切替手段）	
4 0	熱回収用熱交換器	
5 0	熱源水タンク	
5 3	熱源供給ポンプ	
5 4	第1熱源温度センサ（熱交換器流入前熱源温度センサ、熱源温度センサ）	
5 5	第2熱源温度センサ（熱源温度センサ）	
6 0	温水タンク	
6 1	温水温度センサ	20
6 2	水位検出部	
6 3	温水供給ポンプ	
7 0	補給水タンク	
1 0 0	制御部	
1 1 1	目標過熱度設定部	
1 1 2	過熱度算出部	
1 1 3	冷媒流量制御部	
1 2 1	目標出湯温度設定可能範囲決定部	
1 2 2	目標出湯温度設定部	
1 2 3	給水流量制御部	30
1 3 0	通水モード切替制御部	
1 4 0	予熱モード切替制御部	
1 5 0	信号入力部	
1 5 1	第1信号入力部	
1 5 2	第2信号入力部	
L 1	給水ライン	
L 2	還流ライン	
L 3	バイパスライン	
L 4	温水供給ライン	
L 5	熱源流体ライン	40
L 9	冷媒循環ライン	
R	冷媒（ガス冷媒、液冷媒）	
W	補給水	
W 1	給水	
W 2	温水	
W 5	熱源水（熱源流体）	

【図面】

【図 1】



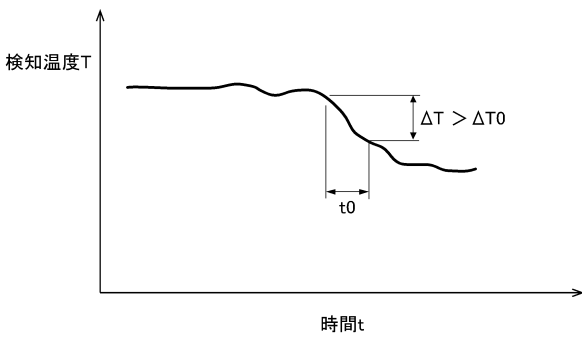
【図 2】



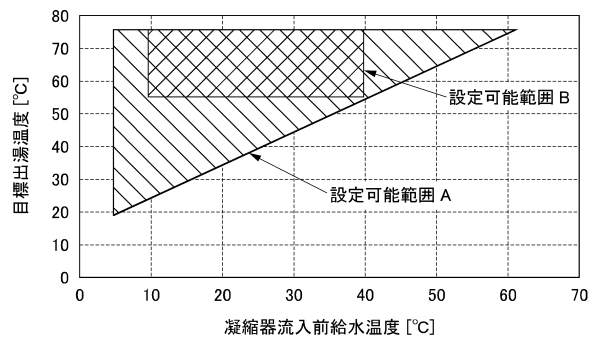
10

20

【図 3】



【図 4】

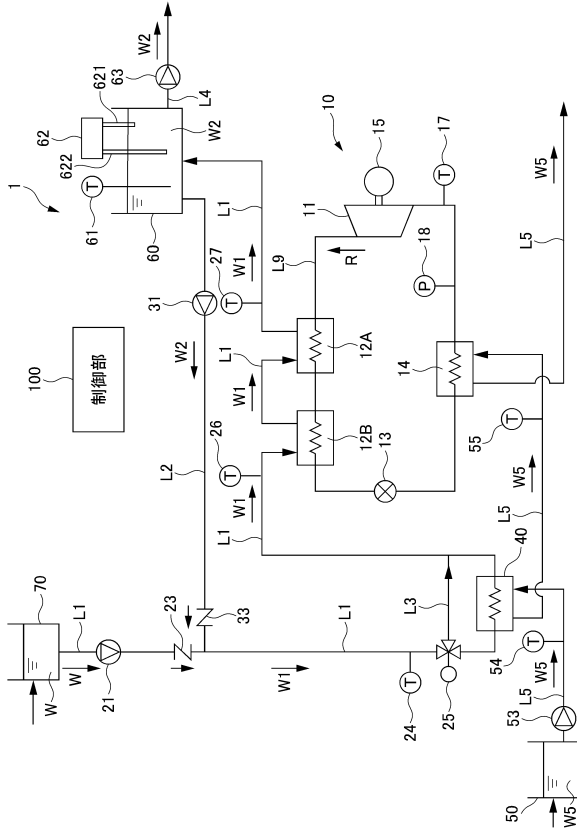


30

40

50

【図7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

<i>F 2 4 H</i>	<i>15/242 (2022.01)</i>	<i>F 2 4 H</i>	<i>15/242</i>	
<i>F 2 4 H</i>	<i>15/34 (2022.01)</i>	<i>F 2 4 H</i>	<i>15/34</i>	
<i>F 2 4 H</i>	<i>15/385 (2022.01)</i>	<i>F 2 4 H</i>	<i>15/385</i>	
<i>F 2 5 B</i>	<i>30/02 (2006.01)</i>	<i>F 2 5 B</i>	<i>30/02</i>	<i>H</i>

式会社内

(72)発明者 大沢 智也

愛媛県松山市堀江町7番地 三浦工業株式会社内

(72)発明者 金丸 真嘉

愛媛県松山市堀江町7番地 三浦工業株式会社内

審査官 古川 峻弘

(56)参考文献

特開2014-169819(JP,A)

特開2019-138601(JP,A)

特開2007-278686(JP,A)

特開2013-210118(JP,A)

特開2014-169820(JP,A)

須田信英, P I D制御, 第1版第6刷, 日本, 株式会社朝倉書店, 1997年03月01日, p.144

-154

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)

F 2 2 D 1 / 0 0 - 1 1 / 0 6

F 2 4 H 1 / 0 0 - 1 5 / 4 9 3

F 2 5 B 3 0 / 0 2