

(11) 特許出願公開番号

特開2018-96558

(P2018-96558A)

(43) 公開日 平成30年6月21日(2018.6.21)

(51) Int.Cl.

F l

テーマコード (参考)

F24S 90/10 (2018.01)

F 2 4 J 2/44

A

F24S 50/00 (2018.01)

F 2 4 J 2/40

$$\mathbf{Z}$$

F 2 4 S 10/30 (2018.01)

F 2 4 J 2/30

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-238620 (P2016-238620)

(22) 出願日 平成28年12月8日 (2016. 12. 8)

(71) 出願人 503027931

学校法人同志社

京都府京都市上京区今出川通烏丸東入玄武町601番地

(71) 出願人 390002886

株式会社長府製作所

山口県下関市長府扇町2番1号

(74) 代理人	110000475
----------	-----------

特許業務法人みのり特許事務所

(72) 発明者 山口 博司

京都府京田辺市多々羅都谷1-3 同志社
大学内

(72) 発明者 山崎 晴彦

京都府京田辺市多々羅都谷1-3 同志社
大学内

最終頁に続く

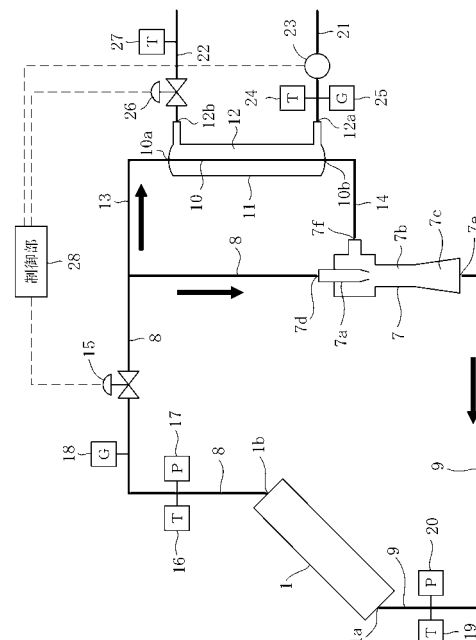
(54) 【発明の名称】 太陽熱集熱装置

(57) 【要約】

【課題】超臨界流体からなる冷媒を用いた自然循環式の太陽熱集熱装置の熱回収率を向上させる。

【解決手段】集熱器１の出口１ｂとエジェクタ７の冷媒供給口７ｄが第１の管路８によって接続され、集熱器の入口１ａとエジェクタの冷媒吐出口７ｅが第２の管路９によって接続される。熱交換器１１の伝熱管１０の冷媒流入口１０ａと第１の管路が第３の管路１３によって接続され、伝熱管の冷媒流出口１０ｂとエジェクタの冷媒吸入口７ｆが第４の管路１４によって接続される。集熱器の出口が入口よりも高い位置に配置され、熱交換器の伝熱管の冷媒流入口が冷媒流出口よりも高い位置に配置される。第１および第３の管路が第２の管路よりも高い位置に配置されている。第１～第４の管路のうちの少なくとも１つに流量制御弁１５と冷媒の相変化の状態を検出する検出器１６～２０が配置される。検出器の検出値に基づいて流量制御弁が制御される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超臨界流体からなる冷媒の入口および出口を有し、太陽照射を受ける集熱器と、
冷媒供給口、および冷媒吸入口、および冷媒吐出口を有するエジェクタと、
前記集熱器の出口と前記エジェクタの冷媒供給口を接続し、前記冷媒が内部を流れる第
1 の管路と、
前記集熱器の入口と前記エジェクタの冷媒吐出口を接続し、前記冷媒が内部を流れる第
2 の管路と、
冷媒流入口および冷媒流出口を有する伝熱管を含み、前記伝熱管を流れる前記冷媒から
熱を回収する熱交換器と、
前記第 1 の管路と前記熱交換器の前記伝熱管の前記冷媒流入口を接続する第 3 の管路と
、
前記熱交換器の前記伝熱管の前記冷媒流出口と前記第 2 の管路を接続する第 4 の管路と
、
前記第 1 ～第 4 の管路のうちの少なくとも 1 つに配置された流量制御弁と、
前記第 1 ～第 4 の管路のうちの少なくとも 1 つに配置され、前記冷媒の相変化の状態を
検出する検出器と、
前記流量制御弁を制御する制御部と、を備え、
前記集熱器の前記出口が前記入口よりも高い位置に配置され、かつ前記熱交換器の前記
伝熱管の前記冷媒流入口が前記冷媒流出口よりも高い位置に配置されとともに、前記第
1 および第 3 の管路が前記第 2 の管路よりも高い位置に配置されており、
前記冷媒の流れが前記エジェクタによって付勢されとともに、前記流量制御弁が前記
検出器の検出値に基づいて制御されて、前記冷媒が、前記集熱器内を流れる間に、太陽熱
によって加熱されて液相から超臨界状態になる一方、前記熱交換器の前記伝熱管内を流れ
る間に冷却されて超臨界状態から液相になるように前記集熱器と前記熱交換器との間を相
変化しながら自然循環するものであることを特徴とする太陽熱集熱装置。

【請求項 2】

前記集熱器内の冷媒流路が、前記入口側から前記出口側に向かって傾斜してのび、または
前記入口側から前記出口側に向かって垂直にのび、
前記熱交換器の前記伝熱管が、前記冷媒流入口側から前記冷媒流出口側に向かって傾斜
してのび、または前記冷媒流入口側から前記冷媒流出口側に向かって垂直にのびているも
のであることを特徴とする請求項 1 に記載の太陽熱集熱装置。

【請求項 3】

前記第 1 および第 2 の管路を接続するバイパス管路と、
前記バイパス管路に配置されたヒータと、
前記バイパス管路における前記ヒータの上流側および下流側にそれぞれ配置された別の
流量制御弁と、を備え、
前記別の流量制御弁が前記制御部によって制御されるものであることを特徴とする請求
項 1 または請求項 2 に記載の太陽熱集熱装置。

【請求項 4】

前記第 2 および第 4 の管路を接続する別のバイパス管路と、
前記別のバイパス管路に配置されたさらに別の流量制御弁と、を備え、
前記さらに別の流量制御弁が前記制御部によって制御されるものであることを特徴とす
る請求項 1 ～請求項 3 のいずれかに記載の太陽熱集熱装置。

【請求項 5】

前記検出器が、
前記第 1 および第 2 の管路のそれぞれに配置された温度検出器と圧力検出器からなっ
ていることを特徴とする請求項 1 ～請求項 4 のいずれかに記載の太陽熱集熱装置。

【請求項 6】

前記超臨界流体が超臨界 CO_2 であることを特徴とする請求項 1 ～請求項 5 のいずれか

10

20

30

40

50

に記載の太陽熱集熱装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超臨界流体からなる冷媒を用いた自然循環式の太陽熱集熱装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来技術においては、超臨界 CO_2 からなる冷媒を用いた太陽熱集熱装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。

この太陽熱集熱装置は、冷媒の入口および出口を有し、太陽の照射を受ける集熱器と、冷媒の吸入口および吐出口を有する伝熱管を備えた熱交換器と、集熱器の出口と熱交換器の吸入口を接続し、冷媒が内部を流れる第1の管路と、熱交換器の吐出口と集熱器の入口を接続し、冷媒が内部を流れる第2の管路と、を備えており、集熱器、第1の管路、熱交換器および第2の管路からなる冷媒の閉回路を形成している。

【0003】

また、熱交換器の伝熱管の吸入口側が吐出口側よりも高くなるように高低差が設けられ、集熱器の集熱管のうち少なくとも、当該集熱管に流入した液相の CO_2 の加熱が始まり超臨界状態に変わるまでの部分が、超臨界 CO_2 の流れ方向下流側に向かって上向き勾配となるように配置される。

さらに、集熱器内の超臨界 CO_2 の超臨界状態の有無を検出する検出器が設けられ、閉回路に流量調節弁が設けられ、検出器の検出値に基づいて流量調節弁を制御するコントローラが備えられる。

【0004】

そして、超臨界 CO_2 が、集熱器内を流れる間に、太陽熱によって液相から超臨界状態に相変化する一方、熱交換器の伝熱管内を流れる間に、熱回収流体によって冷却されて超臨界状態から液相に相変化する。そして、この場合、超臨界 CO_2 の密度は超臨界状態では液相の状態よりも1/5程度小さくなるので、超臨界 CO_2 は、集熱器側では入口側から出口側に向かって自然に上昇する一方、熱交換器の伝熱管内では吸入口側から吐出口側に向かって下降する。こうして、超臨界 CO_2 が、集熱器と熱交換器との間において超臨界状態および液相間で相変化しながら自然循環する。

【0005】

こうして、集熱器において超臨界 CO_2 によって吸収、保持された太陽熱が、熱交換器において熱回収流体によって回収される。

この太陽熱集熱装置によれば、コンプレッサ等のような外部電力を用いて冷媒を強制的に循環させる手段が不要であり、装置の簡素化、低コスト化を図ることができ、省エネルギーが達成できる。

しかしその一方で、この太陽熱集装置においては、冷媒の十分な循環流量が得られず、そのため装置の熱回収率が低いという問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第4607232号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、本発明の課題は、超臨界流体を用いた自然循環式の太陽熱集熱装置の熱回収率を向上させることにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

10

20

30

40

50

上記課題を解決するため、本発明によれば、超臨界流体からなる冷媒の入口および出口を有し、太陽照射を受ける集熱器と、冷媒供給口、および冷媒吸入口、および冷媒吐出口を有するエジェクタと、前記集熱器の出口と前記エジェクタの冷媒供給口を接続し、前記冷媒が内部を流れる第1の管路と、前記集熱器の入口と前記エジェクタの冷媒吐出口を接続し、前記冷媒が内部を流れる第2の管路と、冷媒流入口および冷媒流出口を有する伝熱管を含み、前記伝熱管を流れる前記冷媒から熱を回収する熱交換器と、前記第1の管路と前記熱交換器の前記伝熱管の前記冷媒流入口を接続する第3の管路と、前記熱交換器の前記伝熱管の前記冷媒流出口と前記第2の管路を接続する第4の管路と、前記第1～第4の管路のうちの少なくとも1つに配置された流量制御弁と、前記第1～第4の管路のうちの少なくとも1つに配置され、前記冷媒の相変化の状態を検出する検出器と、前記流量制御弁を制御する制御部と、を備え、前記集熱器の前記出口が前記入口よりも高い位置に配置され、かつ前記熱交換器の前記伝熱管の前記冷媒流入口が前記冷媒流出口よりも高い位置に配置されるとともに、前記第1および第3の管路が前記第2の管路よりも高い位置に配置されており、前記冷媒の流れが前記エジェクタによって付勢されるとともに、前記流量制御弁が前記検出器の検出値に基づいて制御されて、前記冷媒が、前記集熱器内を流れる間に、太陽熱によって加熱されて液相から超臨界状態になる一方、前記熱交換器の前記伝熱管内を流れる間に冷却されて超臨界状態から液相になるように前記集熱器と前記熱交換器との間を相変化しながら自然循環するものであることを特徴とする太陽熱集熱装置が提供される。

10

【0009】

20

本発明の好ましい実施例によれば、前記集熱器内の冷媒流路が、前記入口側から前記出口側に向かって傾斜してのび、または前記入口側から前記出口側に向かって垂直にのび、前記熱交換器の前記伝熱管が、前記冷媒流入口側から前記冷媒流出口側に向かって傾斜してのび、または前記冷媒流入口側から前記冷媒流出口側に向かって垂直にのびている。

【0010】

本発明の別の好ましい実施例によれば、前記太陽熱集熱装置は、さらに、前記第1および第2の管路を接続するバイパス管路と、前記バイパス管路に配置されたヒータと、前記バイパス管路における前記ヒータの上流側および下流側にそれぞれ配置された別の流量制御弁と、を備え、前記別の流量制御弁が前記制御部によって制御される。

【0011】

30

本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記太陽熱集熱装置は、さらに、前記第2および第4の管路を接続する別のバイパス管路と、前記別のバイパス管路に配置されたさらに別の流量制御弁と、を備え、前記さらに別の流量制御弁が前記制御部によって制御される。

【0012】

本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記検出器が、前記第1および第2の管路のそれぞれに配置された温度検出器と圧力検出器からなっている。

本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記超臨界流体が超臨界CO₂である。

【発明の効果】

【0013】

40

本発明によれば、集熱器の出口とエジェクタの冷媒供給口を第1の管路によって接続し、集熱器の入口とエジェクタの冷媒吐出口を第2の管路によって接続するとともに、熱交換器の伝熱管の冷媒流入口と第1の管路を第3の管路によって接続し、伝熱管の冷媒流出口とエジェクタの冷媒吸入口を第4の管路によって接続し、さらに、集熱器の出口を入口よりも高い位置に配置し、熱交換器の伝熱管の冷媒流入口を冷媒流出口よりも高い位置に配置するとともに、第1および第3の管路を第2の管路よりも高い位置に配置している。また、第1～第4の管路のうちの少なくとも1つに流量制御弁と冷媒の相変化の状態を検出する検出器を配置し、検出器の検出値に基づいて流量制御弁を制御する。

【0014】

そして、超臨界流体からなる冷媒を、集熱器内を通過させる間に、太陽熱によって液相

50

から超臨界状態に相変化させ、超臨界状態の冷媒の一部を第1の管路を通じてエジェクタの冷媒供給口に流入させる一方、残りの部分を第3の管路を通じて熱交換器の伝熱管の冷媒流入口に流入させる。

【0015】

熱交換器（伝熱管）に流入させた冷媒は、熱交換器（伝熱管）を通過させる間に冷却して超臨界状態から液相に相変化させる。一方、エジェクタの冷媒供給口に流入させた冷媒を、エジェクタのノズルから混合部に噴出させ、減圧膨張させることによって超臨界状態から液相に相変化させる。それと同時に、エジェクタの混合部には、冷媒吸入口から伝熱管内の液相の冷媒を第4の管路を通じて吸入し、エジェクタの冷媒吐出口（ディフューザ）から液相の冷媒を第2の管路に吐出させる。エジェクタから吐出させた液相の冷媒は第2の管路を通じて集熱器の入口に流入させる。

10

【0016】

この場合、超臨界流体の密度は超臨界状態では液相の状態よりも1/5程度小さくなるので、超臨界流体は、集熱器内では入口側から出口側に向かって自然に上昇する一方、熱交換器の伝熱管内では冷媒流入口側から冷媒流出口側に向かって自然に下降し、冷媒が集熱器と熱交換器との間において超臨界状態および液相間で相変化しながら自然に循環する。こうして、集熱器において超臨界CO₂に吸収、保持された太陽熱が、熱交換器において回収される。

さらに、この循環する冷媒の流れをエジェクタによって付勢し、それによって、装置内を循環する冷媒の流量を増大させ、熱回収率を大幅に向上させることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の1実施例による太陽熱集熱装置の基本構成を示す概略図である。

【図2】図1の太陽熱集熱装置の集熱器の斜視図である。

【図3】図1の太陽熱集熱装置の集熱器の集熱効率をシミュレーションした結果を示すグラフである。

【図4】図1の太陽熱集熱装置の熱交換器の熱回収率をシミュレーションした結果を示すグラフである。

【図5】本発明の別の実施例による太陽熱集熱装置の基本構成を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0018】

以下、添付図面を参照しつつ、本発明の構成を好ましい実施例に基づいて説明する。

図1は、本発明の1実施例による太陽熱集熱装置の基本構成を示す概略図である。

図1を参照して、本発明によれば、冷媒の入口1aおよび出口1bを有し、太陽光の照射を受ける集熱器1が備えられる。

【0019】

図2は、集熱器の斜視図である。図2を参照して、集熱器1は、この実施例では、公知の真空管式ソーラーコレクタからなっている。集熱器1は、一端面が開口した中空直方体形状のケーシング2を有し、ケーシング2は、一端面開口が上向きになり、かつ一對の対向する側壁のうちの一方が他方よりも高くなるように配置される。

40

【0020】

集熱器1は、また、ケーシング2の内部の上下端にそれぞれ設けられた上部および下部ヘッダ3a、3bと、ケーシング2の内部に互いに間隔をあけて平行に配置され、上部および下部ヘッダ3a、3bを接続する複数の集熱管4を有している。

【0021】

集熱管4の外周は密封構造の透明ガラス管4aによって囲まれ、ガラス管4aの内部は真空状態に保持され、集熱管4からの熱伝導、熱対流による熱の放射が防止されるようになっている。また、ガラス管4aの下側に放物面状の反射板5が配置される。

そして、ケーシング2の開口が太陽照射を受けるとともに、太陽光が反射板5によって反射されて集熱管4に集光されるようになっている。

50

図示はしないが、反射板 5 の下側にはグラスウール等からなる断熱材が配置されている。

【0022】

集熱器 1 は、さらに、一端が下部ヘッダ 3 b に接続されるとともに、ケーシング 2 の下側壁を貫通して下向きにのびる下部集合管 6 a と、一端が上部ヘッダ 3 a に接続されるとともに、ケーシング 2 の上側壁を貫通して上向きにのびる上部集合管 6 b を有している。そして、下部集合管 6 a の他端開口が集熱器 1 の入口 1 a をなし、上部集合管 6 b の他端が集熱器 1 の出口 1 b をなしている。

【0023】

本発明によれば、また、ノズル 7 a と、混合部 7 b と、ディフューザ 7 c とから構成されたエジェクタ 7 を備えている。そして、エジェクタ 7 のノズル 7 a の基端開口が冷媒供給口 7 d をなし、ディフューザ 7 c の先端開口が冷媒吐出口 7 e をなしており、混合部 7 d には冷媒吸入口 7 f が連通している。

【0024】

そして、集熱器 1 の出口 1 b とエジェクタ 7 の冷媒供給 7 d が、第 1 の管路 8 によって接続され、集熱器 1 の入口 1 a とエジェクタ 7 の冷媒吐出口 7 e が、第 2 の管路 9 によって接続されている。

この場合、第 1 の管路 8 は第 2 の管路 9 よりも高い位置に配置される。

【0025】

本発明によれば、また、冷媒流入口 10 a および冷媒流出口 10 b を有する伝熱管 10 を含み、伝熱管 10 を流れる冷媒から熱を回収する熱交換器 11 が備えられる。

この実施例では、熱交換器 11 は垂直方向にのび、伝熱管 10 の冷媒流入口 10 a が熱交換器 11 の上端に位置し、冷媒流出口 10 b が熱交換器 11 の下端に位置する。

そして、伝熱管 10 の外周が熱回収流体の流路 12 によって包囲され、流路 12 の下部に熱回収流体の入口 12 a が設けられる一方、流路 12 の上部に熱回収流体の出口 12 b が設けられている。

【0026】

また、第 1 の管路 8 と熱交換器 11 の伝熱管 10 の冷媒流入口 10 a が第 3 の管路 13 によって接続され、熱交換器 11 の伝熱管 10 の冷媒流出口 10 b と第 2 の管路 9 が第 4 の管路 14 によって接続されている。

この場合、第 3 の管路 13 は第 2 の管路 9 よりも高い位置に配置される。

【0027】

さらに、第 1 の管路 8 の集熱器 1 および第 3 の管路 13 との接続部間にのびる部分には、第 1 の流量制御弁 15 と、第 1 の温度検出器 16 と、第 1 の圧力検出器 17 と、第 1 の質量流量計 18 とが配置される。また、第 2 の管路 9 に、第 2 の温度検出器 19 と、第 2 の圧力検出器 20 とが配置される。

【0028】

第 1 および第 2 の温度検出器 16、19、および第 1 および第 2 の圧力検出器 17、20 は、冷媒の相変化の状態を検出する検出器として機能する。

そして、第 1 の流量制御弁 15 が、第 1 および第 2 の温度検出器 16、19、および第 1 および第 2 の圧力検出器、および第 1 の質量流量計 18 の計測値に基づき、制御部 28 によって制御される。

第 1 の質量流量計 18 は必要に応じて配置される。

【0029】

また、熱交換器 11 の熱回収流体の流路 12 の入口 12 a に熱回収流体供給管 21 が接続され、出口 12 b に熱回収流体排出管 22 が接続される。さらに、熱回収流体供給管 21 にポンプ 23 が配置され、熱回収流体供給管 21 におけるポンプ 23 の下流側には、第 3 の温度検出器 24 および第 2 の質量流量計 25 が配置され、熱回収流体排出管 22 に第 2 の流量制御弁 26 が配置され、熱回収流体排出管 22 における第 2 の流量制御弁 26 の下流側には第 4 の温度検出器 27 が配置される。

ポンプ 23 および第 2 の流量制御弁 26 は、第 3 および第 4 の温度検出器 24、27、および第 2 の質量流量計 25 の計測値に基づき、制御部 28 によって制御される。

【0030】

こうして、集熱器 1、第 1 の管路 8、エジェクタ 7、第 2 の管路 9、第 3 の管路 13、熱交換器 11 の伝熱管 11、および第 4 の管路 14 から形成された閉管路系に、超臨界流体からなる冷媒が充填される。

この場合、超臨界流体としては、公知の種々のものが適宜使用可能であるが、取扱いの容易さ、安全性および環境保護等の観点から、 CO_2 （臨界温度 = 31.1°C 、臨界圧力 = 7.38MPa ）を使用することが好ましい。

【0031】

また、熱回収流体が熱回収流体供給管 21 を通じて熱交換器 11 の流路 12 に供給され、流路 12 内を対向流をなして流れた後、熱回収流体排出管 22 を通じて流路 12 から排出される。

この実施例では、熱回収流体として水が使用される。

【0032】

そして、冷媒が、集熱器 1（集熱管 4）内を流れる間に、太陽熱によって加熱されて液相から超臨界状態に相変化する。そして、超臨界状態の冷媒の一部が第 1 の管路 8 を通じてエジェクタ 7 の冷媒供給口 7d に流入する一方、残りの部分は第 3 の管路 13 を通じて熱交換器 11 の伝熱管 10 の冷媒流入口 10a に流入する。

【0033】

熱交換器 11（伝熱管 10）に流入した冷媒は、熱交換器 11（伝熱管 10）を通過する間に水（熱回収流体）によって冷却されて超臨界状態から液相に相変化する（水（熱回収流体）は加熱されて湯水となる）。一方、エジェクタ 7 の冷媒供給口 7d に流入した冷媒は、エジェクタ 7 のノズル 7a から混合部 7b に噴出し、そのとき減圧膨張することによって超臨界状態から液相に相変化する。それと同時に、エジェクタ 7 の混合部 7b には、冷媒吸入口 7f から伝熱管 10 内の液相の冷媒が第 4 の管路 14 を通じて吸入され、エジェクタ 7 の冷媒吐出口 7e（ディフューザ 7c）から液相の冷媒が第 2 の管路 9 に吐出する。エジェクタ 7 から吐出した液相の冷媒は第 2 の管路 9 を通じて集熱器 1 の入口 1a に流入する。

【0034】

この場合、超臨界流体の密度は超臨界状態では液相の状態よりも $1/5$ 程度小さくなるので、超臨界流体は、集熱器 1 内では入口 1a 側から出口 1b 側に向かって自然に上昇する一方、熱交換器 11 の伝熱管 10 内では冷媒流入口 10a 側から冷媒流出口 10b 側に向かって自然に下降し、冷媒が集熱器 1 と熱交換器 11 との間において超臨界状態および液相間で相変化しながら自然に循環する。こうして、集熱器 1 において冷媒に吸収、保持された太陽熱が、熱交換器 11 において水（熱回収流体）に回収される。

さらには、この循環する冷媒の流れがエジェクタ 7 によって付勢され、それによって、装置内を循環する冷媒の流量が増大して、熱回収率が大幅に向上する。

【0035】

なお、この実施例において、熱交換器 11 の熱回収流体供給管 21 と熱回収流体排出管 22 を給湯タンクに接続し、給湯タンク、熱回収流体供給管、熱交換器、および熱回収流体排出管からなる閉じた管路系を形成すれば、太陽熱給湯器として使用することができる。

【0036】

次に、本発明の太陽熱集熱装置の実際の集熱効率および熱回収効率を調べるべく、シミュレーションを行った。シミュレーションの内容は次のとおりである。

【0037】

（シミュレーション 1）

図 1 に示した管路系から第 1 の流量制御弁 15 を除去した装置構成において、集熱器 1 に対する日射量（入熱量）を 1300W とし、超臨界状態の CO_2 の圧力を 7.5MPa

10

20

30

40

50

とし、さらに、集熱器 1 から流出する超臨界 CO_2 の質量流量（第 1 の質量流量計 18 の計測値）が、エジェクタ 7 を備えない場合の 1.2 倍に増大するとして、集熱器 1 から流出する超臨界 CO_2 の質量流量（第 1 の質量流量計 18 の計測値）を複数段階に変化させ、質量流量毎に集熱器 1 の集熱効率を算出した。結果を図 3 のグラフに示した。

【0038】

図 3 のグラフ中、縦軸は集熱効率を表し、横軸は超臨界 CO_2 の質量流量 (kg/h) を表している。また、“□”で示した点を結んだグラフが、エジェクタ 7 を備えた装置構成のものであり、破線で示したグラフは、エジェクタ 7 を備えない装置構成のものである。

図 3 のグラフから、エジェクタ 7 を備えたことによって、集熱効率が向上することが確認できた。

【0039】

(シミュレーション 2)

シミュレーション 1 の場合と同様にして、集熱器 1 から流出する超臨界 CO_2 の質量流量（第 1 の質量流量計 18 の計測値）を複数段階に変化させ、質量流量毎に熱交換器 10 の熱回収率を算出した。結果を図 4 のグラフに示した。

【0040】

図 4 のグラフ中、縦軸は熱回収率を表し、横軸は超臨界 CO_2 の質量流量 (kg/h) を表している。また、“□”で示した点を結んだグラフが、エジェクタを備えた装置構成のものであり、破線で示したグラフは、エジェクタを備えない装置構成のものである。

【0041】

図 4 のグラフから、超臨界 CO_2 の質量流量が $10 \sim 18 \text{ kg/h}$ の範囲内では、エジェクタ 7 を備えたことで、熱回収率が向上することが確認された。なお、エジェクタ 7 を備えた場合に、超臨界 CO_2 の質量流量が 18 kg/h を超えると熱回収効率が増大しなくなるのは、第 1 の管路 8 および第 3 の管路 13 間の分流が影響しているものと考えられる。

【0042】

図 5 は、本発明の別の実施例による太陽熱集熱装置の基本構成を示す図 1 に類似の図である。

図 5 の実施例は、図 1 の実施例に、さらに、別の構成要件を付加したものである。よって、図 5 中、図 1 に示したものと同一構成要素には同一番号を付し、以下では、それらの詳細な説明を省略する。

【0043】

図 5 を参照して、この実施例では、まず、第 1 および第 2 の管路 8、9 を接続する第 1 のバイパス管路 29 と、第 1 のバイパス管路 29 に配置されたヒータ 30 と、第 1 のバイパス管路 29 におけるヒータ 30 の上流側および下流側にそれぞれ配置された第 3 および第 4 の流量制御弁 31、32 とが備えられる。

ヒータ 30、および第 3 および第 4 の流量制御弁 31、32 は制御部 28 によって制御される。

【0044】

この付加された構成によれば、例えば、本発明の太陽熱集熱装置を太陽熱給湯器として使用した場合に、雨天や曇天のために太陽照射量が少なくなったときや、夜間に太陽照射量がゼロとなったときでも、ヒータ 30 を動作させて第 3 および第 4 の流量制御弁 31、32 の開度を調節し、冷媒をヒータ 30 によって加熱することで、一定の出湯温度が得られる。

また、ヒータ 30 を動作させて第 3 および第 4 の流量制御弁 31、32 の開度を調節し、冷媒を加熱してその液相から臨界状態への相変化を促進することで、ヒータ 30 を一種のポンプとして機能させて装置内の冷媒の流れを付勢することができる。

また、気象ビッグデータに基づいて日々の太陽照射量および気温等を予測し、この予測値に基づいてヒータ 30 の制御を行うことによって、本発明の太陽熱集熱装置をより効率

10

20

30

40

50

的に動作させることができる。

【0045】

さらに、第2および第4の管路9、13を接続する第2のバイパス管路33と、第2のバイパス管路33に配置された第5の流量制御弁34とが備えられる。第5の流量制御弁34は制御部28によって制御される。

この付加された構成によれば、第5の流量制御弁34の開度を調節することで、集熱器1の入口1aへの冷媒の流入量を迅速に増減させることができる。

【0046】

以上、本発明の構成をいくつかの好ましい実施例に基づいて説明したが、本発明の構成は上記実施例に限定されず、本願の特許請求の範囲に記載した構成の範囲内で種々の変形例を案出できることは言うまでもない。

例えば、上記実施例では、第1の管路8の第3の管路13との接続部の下流側に流量制御弁を1つだけ配置したが、それに加えて、第1の管路8の第3の管路13との接続部の上流側に別の流量制御弁を配置してもよいし、それに加えて、第3の管路13にさらに別の流量制御弁を配置してもよいし、それに加えて、第4の管路14にさらに別の流量制御弁を配置してもよい。

また、例えば、上記実施例では、熱交換器11を、伝熱管10と、伝熱管10の外周を包囲する熱回収流体の流路12とから構成したが、熱交換器11を、伝熱管10、および伝熱管10を直接空冷する送風機から構成することもできる。

【符号の説明】

【0047】

- 1 集熱器
- 1 a 入口
- 1 b 出口
- 2 ケーシング
- 3 a 上部ヘッダ
- 3 b 下部ヘッダ
- 4 集熱管
- 4 a ガラス管
- 5 反射板
- 6 a 下部集合管
- 6 b 上部集合管
- 7 エジェクタ
- 7 a ノズル
- 7 b 混合部
- 7 c ディフューザ
- 7 d 冷媒供給口
- 7 e 冷媒吐出口
- 7 f 冷媒吸入口
- 8 第1の管路
- 9 第2の管路
- 10 伝熱管
- 10 a 冷媒流入口
- 10 b 冷媒流出口
- 11 熱交換器
- 12 熱回収流体の流路
- 12 a 入口
- 12 b 出口
- 13 第3の管路
- 14 第4の管路

10

20

30

40

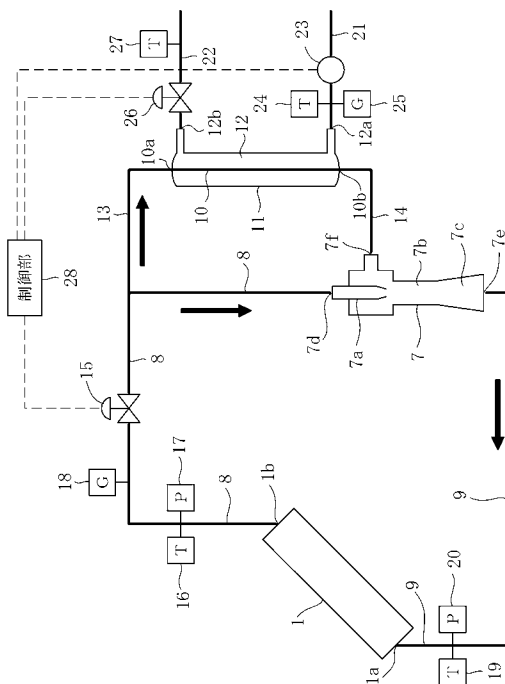
50

- | | |
|-----|-------------|
| 1 5 | 第 1 の流量制御弁 |
| 1 6 | 第 1 の温度検出器 |
| 1 7 | 第 1 の圧力検出器 |
| 1 8 | 第 1 の質量流量計 |
| 1 9 | 第 2 の温度検出器 |
| 2 0 | 第 2 の圧力検出器 |
| 2 1 | 熱回収流体供給管 |
| 2 2 | 熱回収流体排出管 |
| 2 3 | ポンプ |
| 2 4 | 第 3 の温度検出器 |
| 2 5 | 第 2 の質量流量計 |
| 2 6 | 第 2 の流量制御弁 |
| 2 7 | 第 4 の温度検出器 |
| 2 8 | 制御部 |
| 2 9 | 第 1 のバイパス管路 |
| 3 0 | ヒータ |
| 3 1 | 第 3 の流量制御弁 |
| 3 2 | 第 4 の流量制御弁 |
| 3 3 | 第 2 のバイパス管路 |
| 3 4 | 第 5 の流量制御弁 |

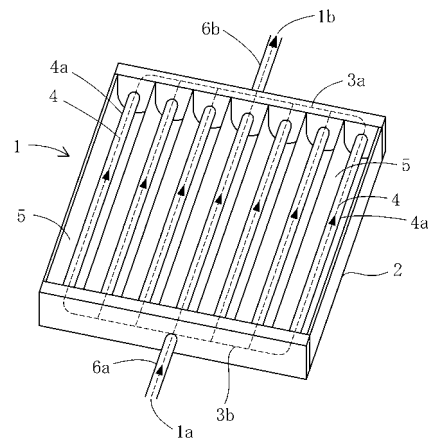
10

20

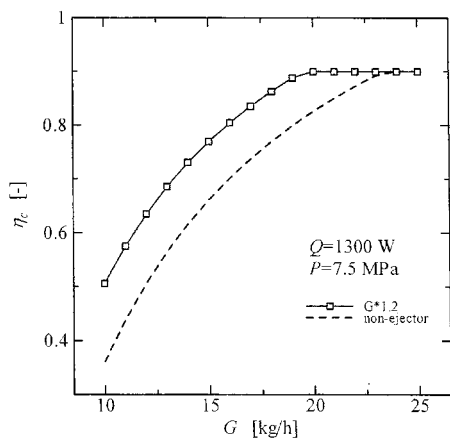
【 図 1 】



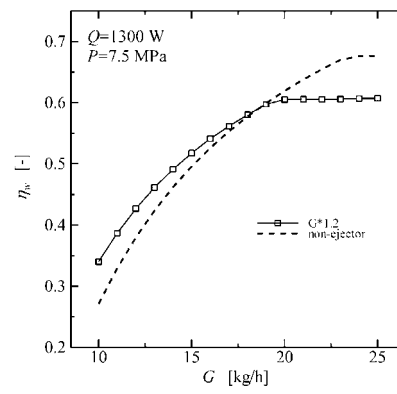
【図 2】



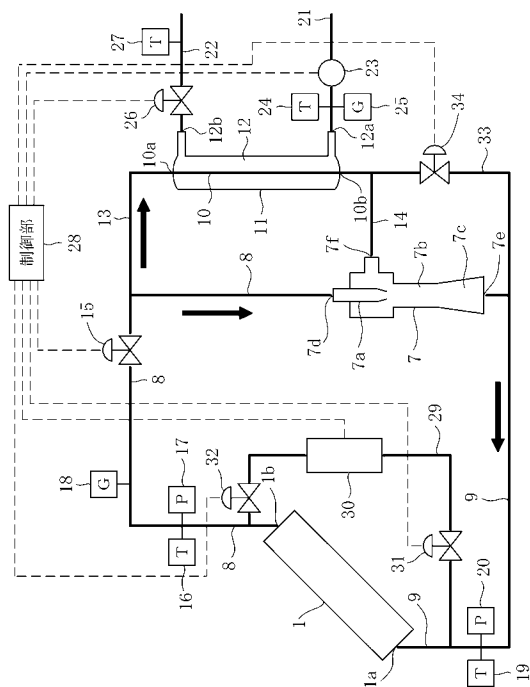
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 荒川 純二
山口県下関市長府扇町2番1号 株式会社長府製作所内