

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5958819号
(P5958819)

(45) 発行日 平成28年8月2日(2016.8.2)

(24) 登録日 平成28年7月1日(2016.7.1)

(51) Int. Cl.	F 1
F 2 5 B 7/00 (2006.01)	F 2 5 B 7/00 D
F 2 5 B 5/04 (2006.01)	F 2 5 B 5/04 B
F 2 5 B 27/00 (2006.01)	F 2 5 B 27/00 R

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-209018 (P2012-209018)	(73) 特許権者	000175272
(22) 出願日	平成24年9月24日 (2012.9.24)		三浦工業株式会社
(65) 公開番号	特開2014-62701 (P2014-62701A)		愛媛県松山市堀江町7番地
(43) 公開日	平成26年4月10日 (2014.4.10)	(74) 代理人	100110685
審査請求日	平成27年7月24日 (2015.7.24)		弁理士 小山 方宜
		(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
		(72) 発明者	川上 昭典
			愛媛県松山市堀江町7番地 三浦工業株式 会社内
		審査官	西山 真二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヒートポンプシステムおよびそれを用いた冷却システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一蒸発器と第二蒸発器とを有する第一ヒートポンプと、
前記第一蒸発器を兼ねる凝縮器を介して前記第一ヒートポンプと接続される第二ヒートポンプとを備え、

前記第一ヒートポンプの第二蒸発器と、前記第二ヒートポンプの蒸発器とに、熱源流体が順に通され、

前記第一ヒートポンプの凝縮器において、被加温流体を相変化させずに加温することを特徴とするヒートポンプシステム。

【請求項2】

前記第一ヒートポンプは、複数段のヒートポンプから構成され、
前記第一ヒートポンプを構成する各段のヒートポンプは、蒸発器として第一蒸発器と第二蒸発器とを備え、

前記各第一蒸発器は、隣接する上下のヒートポンプ同士を接続し、
熱源流体は、上段のヒートポンプから順次下段のヒートポンプへと、前記各第二蒸発器を順に通される

ことを特徴とする請求項1に記載のヒートポンプシステム。

【請求項3】

熱源流体と被加温流体とを熱交換する熱交換器をさらに備え、
この熱交換器を通過後の熱源流体が、前記第一ヒートポンプの第二蒸発器に通される

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のヒートポンプシステム。

【請求項 4】

前記第一ヒートポンプの凝縮器において、被加温流体としての空気、水または油を加温する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のヒートポンプシステム。

【請求項 5】

前記第一ヒートポンプの凝縮器に、被加温流体としての空気、水または油を通して、前記第一ヒートポンプの冷媒を冷却しつつ、

前記第一ヒートポンプの第二蒸発器と、前記第二ヒートポンプの蒸発器とに、熱源流体として空気、水または油を通して、これら流体の冷却を図る

ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のヒートポンプシステムを用いた冷却システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ヒートポンプを用いたヒートポンプシステムと、それを用いた冷却システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、下記特許文献 1 に開示されるように、蒸発器 (1) において排温水等から熱をくみ上げ、凝縮器 (3) において水を加熱して蒸気を発生させるヒートポンプが知られている。

【0003】

また、下記特許文献 2 に開示されるように、ヒートポンプを上下複数段 (H P 1 , H P 2) で構成し、上下のヒートポンプを接続する熱交換器 (H E 1) を通して給水を加熱し、最上段のヒートポンプ (H P 2) の凝縮器 (H E 2) から蒸気を取り出すシステムも提案されている。

【0004】

さらに、下記特許文献 3 に開示されるように、ヒートポンプ (1 0 , 1 0 ´) を左右並列に設置し、各ヒートポンプの凝縮器 (1 2 , 1 2 ´) に水を通して高温水を得る装置も提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開昭 5 8 - 4 0 4 5 1 号公報 (第 2 図)

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 3 4 8 8 7 6 号公報 (図 1)

【特許文献 3】実開昭 6 0 - 2 3 6 6 9 号公報 (第 2 図)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、前記特許文献 1 に記載の発明のように、単段のヒートポンプを用いるだけでは、熱をくみ上げる温度差、つまり蒸発器側と凝縮器側との温度差が大きく、ヒートポンプの効率が悪い。

【0007】

また、前記特許文献 2 に記載の発明のように、ヒートポンプを単に上下複数段に設置しても、最下段の蒸発器からだけ熱をくみ上げるのでは、前記特許文献 1 に記載の発明と同様に、ヒートポンプ全体で見た場合のくみ上げる温度差が大きく、ヒートポンプの効率向上に限界がある。

【0008】

また、前記特許文献 3 に記載の発明のように、ヒートポンプを左右並列に設置しても、

10

20

30

40

50

左右のヒートポンプが同一構成で、最下段の蒸発器からだけ熱をくみ上げるのでは、前記特許文献 2 に記載の発明と同様に、くみ上げる温度差が大きく、ヒートポンプの効率向上に限界がある。

【 0 0 0 9 】

さらに、熱源流体が温水や排ガスなどであり、ヒートポンプに熱（顕熱）を与えつつ自身は温度低下を伴う場合、左右同一構成で並列に設置されたヒートポンプに熱源流体を通すだけでは、下流側のヒートポンプでは熱源流体の温度が低下してしまうので、これを考慮する必要もある。

【 0 0 1 0 】

本発明が解決しようとする課題は、システム全体で見た場合におけるくみ上げ温度差を低減し、それによりシステムの効率向上を図ることにある。また、熱源流体がヒートポンプに顕熱を与える場合、それに伴う温度低下にも対応できるヒートポンプシステムを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明は、前記課題を解決するためになされたもので、請求項 1 に記載の発明は、第一蒸発器と第二蒸発器とを有する第一ヒートポンプと、前記第一蒸発器を兼ねる凝縮器を介して前記第一ヒートポンプと接続される第二ヒートポンプとを備え、前記第一ヒートポンプの第二蒸発器と、前記第二ヒートポンプの蒸発器とに、熱源流体が順に通され、前記第一ヒートポンプの凝縮器において、被加温流体を相変化させずに加温することを特徴とするヒートポンプシステムである。

【 0 0 1 2 】

請求項 1 に記載の発明によれば、第一ヒートポンプの第二蒸発器と、第二ヒートポンプの蒸発器とから熱をくみ上げて、第一ヒートポンプの凝縮器において、被加温流体を相変化させずに加温することができる。この際、熱源流体は、第一ヒートポンプの第二蒸発器を通された後、第二ヒートポンプの蒸発器に通される。これにより、第一ヒートポンプの第二蒸発器において熱源流体が冷やされた分を第二ヒートポンプがカバーして、第二蒸発器を通過後の熱源流体からも再び熱をくみ上げることができる。また、第一ヒートポンプでは、くみ上げる温度差を低減することができ、その分だけ圧縮機の電力を少なくでき、ヒートポンプシステムの効率を向上することができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 2 に記載の発明は、前記第一ヒートポンプは、複数段のヒートポンプから構成され、前記第一ヒートポンプを構成する各段のヒートポンプは、蒸発器として第一蒸発器と第二蒸発器とを備え、前記各第一蒸発器は、隣接する上下のヒートポンプ同士を接続し、熱源流体は、上段のヒートポンプから順次下段のヒートポンプへと、前記各第二蒸発器を順に通されることを特徴とする請求項 1 に記載のヒートポンプシステムである。

【 0 0 1 4 】

請求項 2 に記載の発明によれば、ヒートポンプシステム全体でみると、三段以上のヒートポンプから構成されることになる。そして、熱源流体は、上段のヒートポンプから順次下段のヒートポンプへと、第一ヒートポンプの各第二蒸発器を順に通された後、第二ヒートポンプの蒸発器に通され、第一ヒートポンプの最上段の凝縮器において、被加温流体を相変化させずに加温することができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 3 に記載の発明は、熱源流体と被加温流体とを熱交換する熱交換器をさらに備え、この熱交換器を通過後の熱源流体が、前記第一ヒートポンプの第二蒸発器に通されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のヒートポンプシステムである。

【 0 0 1 6 】

請求項 3 に記載の発明によれば、熱源流体は、熱交換器にて被加温流体と直接または間接に熱交換した後、第一ヒートポンプの第二蒸発器へ送られる。仮に前記熱交換器がない場合、熱源流体の初期温度が第一ヒートポンプの凝縮器での被加温流体の加温目標温度よ

10

20

30

40

50

りも高いと、エクセルギーに無駄を生じるおそれがある。ところが、本請求項に記載の発明によれば、前記熱交換器において、ヒートポンプを用いることなく被加温流体を加熱した後、ヒートポンプの熱源とすることができる。これにより、高温の熱源流体を単にヒートポンプの熱源とするだけの場合よりも、ヒートポンプの消費電力を下げることができ、省エネルギーを図ることができる。

【0017】

請求項4に記載の発明は、前記第一ヒートポンプの凝縮器において、被加温流体としての空気、水または油を加熱することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のヒートポンプシステムである。

【0018】

請求項4に記載の発明によれば、空気を温めて温風としたり、水を温めて温水としたり、各種油を温めたりすることができる。

【0019】

さらに、請求項5に記載の発明は、前記第一ヒートポンプの凝縮器に、被加温流体としての空気、水または油を通して、前記第一ヒートポンプの冷媒を冷却しつつ、前記第一ヒートポンプの第二蒸発器と、前記第二ヒートポンプの蒸発器とに、熱源流体として空気、水または油を通して、これら流体の冷却を図ることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のヒートポンプシステムを用いた冷却システムである。

【0020】

請求項5に記載の発明によれば、前記各請求項に記載のヒートポンプシステムを冷凍機のような冷却システムとして用いることができる。つまり、第一ヒートポンプの凝縮器において、ヒートポンプの冷媒を空冷、水冷または油冷しながら、第一ヒートポンプの第二蒸発器や、第二ヒートポンプの蒸発器において、各種流体の冷却を図ることができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、システム全体で見た場合におけるくみ上げ温度差を低減し、それによりシステムの効率向上を図ることができる。また、熱源流体がヒートポンプに顕熱を与える場合、それに伴う温度低下にも対応することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明のヒートポンプシステムの実施例1を示す概略図である。

【図2】理想サイクルのT-S線図である。

【図3】従来公知の単段のヒートポンプ（逆カルノーサイクル）のT-S線図である。

【図4】先願の蒸気発生システムおよび本発明のヒートポンプシステムの実施例1のT-S線図である。

【図5】図4において、ヒートポンプの段数を増やした場合を示す図である。

【図6】本発明のヒートポンプシステムの実施例2を示す概略図である。

【図7】本発明のヒートポンプシステムの実施例3を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の具体的実施例を図面に基づいて詳細に説明する。本発明のヒートポンプシステムは、出願人が先に提案し特許出願中の蒸気発生システム（特願2011-79370）の変形例であり、蒸気を発生させることに代えて、各種流体を相変化させずに加熱するシステムである。

【実施例1】

【0024】

図1は、本発明のヒートポンプシステム1の実施例1を示す概略図である。本実施例のヒートポンプシステム1は、第一ヒートポンプ2と第二ヒートポンプ3とを備える。

【0025】

第一ヒートポンプ2は、蒸気圧縮式のヒートポンプであり、本実施例では単段のヒート

10

20

30

40

50

ポンプから構成される。具体的には、第一ヒートポンプ 2 は、圧縮機 4、凝縮器 5、膨張弁 6 および蒸発器 7、8 が順次環状に接続されて構成される。ここで、第一ヒートポンプ 2 は、蒸発器として、第一蒸発器 7 と第二蒸発器 8 との二つの蒸発器を備える。これら蒸発器 7、8 は、並列に接続されてもよいが、本実施例では直列に接続されている。図示例では、第一ヒートポンプ 2 の膨張弁 6 からの冷媒は、第一蒸発器 7 と第二蒸発器 8 とを順に通された後、圧縮機 4 へ送られる。

【0026】

圧縮機 4 は、ガス冷媒を圧縮して高温高圧にする。凝縮器 5 は、圧縮機 4 からのガス冷媒を凝縮液化する。膨張弁 6 は、凝縮器 5 からの液冷媒を通過させることで、冷媒の圧力と温度とを低下させる。蒸発器 7、8 は、膨張弁 6 からの冷媒の蒸発を図る。

10

【0027】

従って、第一ヒートポンプ 2 は、蒸発器 7、8 において、冷媒が外部から熱を奪って気化する一方、凝縮器 5 において、冷媒が外部へ放熱して凝縮することになる。これを利用して、第一ヒートポンプ 2 は、蒸発器 7、8 において外部から熱をくみ上げ、凝縮器 5 において被加温流体を相変化させずに加温する。凝縮器 5 には、被加温流体の供給路 9 と排出路 10 とが接続されている。

【0028】

被加温流体は、第一ヒートポンプ 2 の凝縮器 5 において相変化せずに温度上昇を図られる気体または液体であり、典型的には空気、水または油である。被加温流体が空気の場合、第一ヒートポンプ 2 の凝縮器 5 において、空気を温めて温風を製造することができる。被加温流体が水の場合、第一ヒートポンプ 2 の凝縮器 5 において、水を温めて温水を製造することができる。被加温流体が油の場合、第一ヒートポンプ 2 の凝縮器 5 において、たとえば熱媒油を温めることができる（ヒートポンプシステム 1 は熱媒ボイラとなる）。

20

【0029】

第一ヒートポンプ 2 の回路には、所望により、圧縮機 4 の出口側に油分離器を設置したり、凝縮器 5 の出口側に受液器を設置したり、圧縮機 4 の入口側にアキュムレータを設置したり、凝縮器 5 から膨張弁 6 への冷媒と蒸発器 7、8 から圧縮機 4 への冷媒とを混ぜることなく熱交換する液ガス熱交換器を設置したりしてもよい。このことは、第一ヒートポンプ 2 に限らず、第二ヒートポンプ 3 についても同様である。また、第一ヒートポンプ 2 や第二ヒートポンプ 3 が複数段の場合には、それを構成する各段のヒートポンプについても同様である。

30

【0030】

第二ヒートポンプ 3 は、蒸気圧縮式のヒートポンプであり、本実施例では単段のヒートポンプから構成される。第二ヒートポンプ 3 は、基本的には第一ヒートポンプ 2 と同様の構成である。つまり、第二ヒートポンプ 3 は、圧縮機 11、凝縮器 12、膨張弁 13 および蒸発器 14 が順次環状に接続されて構成される。但し、第二ヒートポンプ 3 は、第一ヒートポンプ 2 のように二つの蒸発器を備える必要はない。そして、第二ヒートポンプ 3 は、蒸発器 14 において、熱源流体から熱をくみ上げ、凝縮器 12 において、第一ヒートポンプ 2 の冷媒を加熱して自身の冷媒は凝縮を図られる。

【0031】

40

第一ヒートポンプ 2 と第二ヒートポンプ 3 とは、本実施例では次のようにして接続される。すなわち、第二ヒートポンプ 3 の圧縮機 11 からの冷媒と第一ヒートポンプ 2 の膨張弁 6 からの冷媒とを受けて、両冷媒を混ぜることなく熱交換する間接熱交換器 15 を備え、この間接熱交換器 15 が第二ヒートポンプ 3 の凝縮器 12 であると共に第一ヒートポンプ 2 の第一蒸発器 7 とされる。但し、上下のヒートポンプ 2、3 は、間接熱交換器 15 に限らず、中間冷却器（直接熱交換器など）で接続されてもよい。

【0032】

第一ヒートポンプ 2 の第二蒸発器 8 と、第二ヒートポンプ 3 の蒸発器 14 とには、熱源流体路 16 を介して熱源流体が順に通される。従って、ヒートポンプシステム 1 は、これら蒸発器 8、14 において、熱源流体から熱をくみ上げ、第一ヒートポンプ 2 の凝縮器 5

50

において、被加温流体を相変化させずに加温する。

【 0 0 3 3 】

熱源流体は、特に問わないが、各ヒートポンプ 2, 3 において顕熱を与えるもの、すなわち熱を与えつつ自身は温度低下を伴う流体が好適に用いられる。たとえば、蒸気使用設備からのドレン、燃烧装置（ボイラなど）からの排ガス、工場などから排出される排温水、またはオイルフリー式圧縮機からの高温の圧縮空気もしくはその冷却水が用いられる。なお、オイルフリー式圧縮機の廃熱を用いる場合、オイルフリー式圧縮機のインタークーラやアフタークーラの箇所に、各ヒートポンプ 2, 3 を設置して、オイルフリー式圧縮機の廃熱を熱源に被加温流体を加温すればよい。

【 0 0 3 4 】

本実施例のヒートポンプシステム 1 によれば、熱源流体は、まずは第一ヒートポンプ 2 の第二蒸発器 8 を通された後、第二ヒートポンプ 3 の蒸発器 1 4 を通される。これにより、第一ヒートポンプ 2 の第二蒸発器 8 において熱源流体が冷やされた分を第二ヒートポンプ 3 がカバーして、第二蒸発器 8 を通過後の熱源流体からも再び熱をくみ上げることができる。また、第一ヒートポンプ 2 では、くみ上げる温度差を低減することができ、その分だけ圧縮機 4 の電力を少なくでき、ヒートポンプシステム 1 の効率を向上することができる。

【 0 0 3 5 】

言い換えれば、ヒートポンプシステム 1 は、全体で見るとあたかも複数段（本実施例では二段）のヒートポンプ 2, 3 で構成されてなり、くみ上げるエネルギーの一部（典型的には半分）を中段からくみ上げることになるので、成績係数を増加させることができる。また、最下段からくみ上げるエネルギーを減らす（典型的には半分にする）ことができるので、低段側（第二ヒートポンプ 3）の圧縮機 1 1 の容量を小さくすることができる。

【 0 0 3 6 】

なお、本実施例のヒートポンプシステム 1 は、第一ヒートポンプ 2 の膨張弁 6 から圧縮機 4 への冷媒の飽和温度を T_1 、第一ヒートポンプ 2 の第二蒸発器 8 の出口側の熱源流体温度を T_2 、および第二ヒートポンプ 3 の蒸発器 1 4 の出口側の熱源流体温度を T_3 とした場合に、 $T_3 < T_1 < T_2$ となるよう構成される。

【 0 0 3 7 】

図 2 は、熱を与えられる流体の入口部の状態が T_h の飽和水、熱を与えられる流体の出口部の状態が T_h の飽和蒸気であり（つまり熱を与えられる流体は潜熱を与えられる）、熱を与える流体の入口部の状態が T_h の飽和水、熱を与える流体の出口部の状態が T_l の過冷却水（つまり熱を与える流体は顕熱を奪われる）の条件において、理想的に熱をくみ上げる場合（以下、理想サイクルという。）の $T - S$ 線図である。つまり、縦軸が温度、横軸がエントロピーを示している。

【 0 0 3 8 】

この理想サイクルつまり実線で囲まれた三角形の面積が、前記条件を実現するための最小動力（理想動力）となる。そして、このときの成績係数 $COP = 2 \times (T_h / (T_h - T_l))$ となる。

【 0 0 3 9 】

一方、図 3 は、従来公知の単段のヒートポンプ（逆カルノーサイクル）の $T - S$ 線図である。但し、図 3 は、膨張弁出口損失、圧縮機過熱損失は無視し、熱交換性能を無限大とした場合を示している。この場合、成績係数 $COP = T_h / (T_h - T_l)$ となる。二点鎖線 A で示すように、ヒートポンプを上下二段にしても同様である。

【 0 0 4 0 】

図 2 と図 3 とを比較すると、図 3 の四角形の面積から図 2 の三角形の面積を引いた分が、理想サイクルと比べて余分な動力といえ、その分だけ成績係数は低下する。

【 0 0 4 1 】

一方、図 4 は、前述した先願（特願 2 0 1 1 - 7 9 3 7 0）の蒸気発生システムの $T - S$ 線図である。この場合、成績係数 $COP = (4 / 3) \times (T_h / (T_h - T_l))$ とな

10

20

30

40

50

る。つまり、従来公知の単段のヒートポンプの効率の $4/3$ 倍となる。なお、 $T_m = (T_h + T_1) / 2$ 、 $S_m = (S_1 + S_2) / 2$ とした。図 3 と比べて、右下の箇所が欠けることで、この分だけ動力を軽減して、効率を増すことができる。

【0042】

また、図 4 では、段数を二段としたが、段数を増やせば、図 5 に示すように、サイクルで囲まれる面積をさらに少なくすることができ、蒸気発生システムの効率をさらに向上することができる。段数を無限大とした場合、理論上、 $COP = 2 \times (T_h / (T_h - T_1))$ となる。つまり、従来公知の単段のヒートポンプの効率の 2 倍とできる。

【0043】

さて、以上の理論は、先願の蒸気発生システムだけでなく、本実施例のヒートポンプシステム 1 にも同様に適用できる。本実施例では、第一ヒートポンプ 2 の凝縮器 5 において、被加温流体が相変化されずに加温されることを考慮し、図 2 の理想サイクルに近づけるには、次のように構成するのが好ましい。つまり、第一ヒートポンプ 2 の凝縮器 5 において、被加温流体は、温度変化を無視できるのが好ましい。たとえば、第一ヒートポンプ 2 の凝縮器 5 に通される被加温流体は、流量が多いことにより温度変化を無視できるのが好ましい。あるいは、第一ヒートポンプ 2 の凝縮器 5 の入口側と出口側の被加温流体の温度差が小さい（つまり温度差が設定範囲内に収まる）のが好ましい。一例として、第一ヒートポンプ 2 の凝縮器 5 と、被加温流体の貯留タンクとの間で、被加温流体を循環させる場合、第一ヒートポンプ 2 の出入口における温度差を小さくできる。

【実施例 2】

【0044】

図 6 は、本発明のヒートポンプシステム 1 の実施例 2 を示す概略図である。本実施例 2 のヒートポンプシステム 1 は、基本的には前記実施例 1 と同様である。そこで、以下においては、両者の異なる点を中心に説明し、対応する箇所には同一の符号を付して説明する。

【0045】

前記実施例 1 では、第一ヒートポンプ 2 を単段で構成し、第二ヒートポンプ 3 も単段で構成したが、各ヒートポンプ 2, 3 の段数は適宜に変更可能である。言い換えれば、前記実施例 1 では、単段の第一ヒートポンプ 2 と単段の第二ヒートポンプ 3 とを組み合わせ、ヒートポンプシステム 1 の全体でみると、あたかも二段のヒートポンプ 2, 3 で構成した例を示したが、ヒートポンプシステム 1 を構成するヒートポンプの段数は適宜に変更可能である。なお、複数段（多段）のヒートポンプには、一元多段のヒートポンプの他、複数元（多元）のヒートポンプ、あるいは両者の組合せのヒートポンプが含まれる。

【0046】

ヒートポンプシステム 1 を三段以上のヒートポンプで構成する場合（典型的には第一ヒートポンプ 2 を複数段にする場合）、最下段のヒートポンプ（第二ヒートポンプ 3）を除き、すべての段の第一ヒートポンプ 2 において、蒸発器として第一蒸発器 7 と第二蒸発器 8 とを設け、各第一蒸発器 7 で上下隣接するヒートポンプ同士を接続し、各第二蒸発器 8 には上段から下段へ向けて熱源流体を順に通せばよい。その後、その熱源流体を、第二ヒートポンプ 3 の最下段の蒸発器 14 に通せばよい。そして、最上段のヒートポンプ 2 の凝縮器 5 において、被加温流体を加温すればよい。

【0047】

たとえば、図 6 は、第一ヒートポンプ 2 を上下二段で構成し、第二ヒートポンプ 3 を単段で構成した例を示している。言い換えれば、ヒートポンプシステム 1 を三段のヒートポンプから構成している。図 6 のヒートポンプシステム 1 では、最下段のヒートポンプ（第二ヒートポンプ 3）を除き、各ヒートポンプ（各段の第一ヒートポンプ 2A, 2B）の蒸発器として第一蒸発器 7A, 7B と第二蒸発器 8A, 8B とが設置され、第一蒸発器 7A, 7B で上下隣接するヒートポンプ同士を接続し、第二蒸発器 8A, 8B には熱源流体が通される。その際、熱源流体は、上段から下段へ向けて各第二蒸発器 8A, 8B を通された後、第二ヒートポンプ 3 の蒸発器 14 に通される。

10

20

30

40

50

【0048】

なお、本実施例のヒートポンプシステム1は、上段ヒートポンプ2Aの膨張弁6Aから圧縮機4Aへの冷媒の飽和温度を T_1 、上段ヒートポンプ2Aの第二蒸発器8Aの出口側の熱源流体温度を T_2 、および下段ヒートポンプ2Bの第二蒸発器8Bの出口側の熱源流体温度を T_3 とした場合に、 $T_3 < T_1 < T_2$ となるよう構成される。また、下段ヒートポンプ2Bの膨張弁6Bから圧縮機4Bへの冷媒の飽和温度を T_1' 、下段ヒートポンプ2Bの第二蒸発器8Bの出口側の熱源流体温度を T_2' ($=T_3$)、および第二ヒートポンプ3の蒸発器14の出口側の熱源流体温度を T_3' とした場合に、 $T_3' < T_1' < T_2'$ となるよう構成される。第一ヒートポンプ2の段数がさらに増した場合も同様に、隣接する上下のヒートポンプ同士で、同様の関係が成立するように構成される。

10

【0049】

本実施例2のように、ヒートポンプシステム1を構成するヒートポンプの段数を増すことで、図5に基づき説明したように、ヒートポンプシステム1の効率をさらに向上することができる。

【実施例3】

【0050】

図7は、本発明のヒートポンプシステム1の実施例3を示す概略図である。本実施例3のヒートポンプシステム1は、基本的には前記実施例1と同様である。そこで、以下においては、両者の異なる点を中心に説明し、対応する箇所には同一の符号を付して説明する。

20

【0051】

本実施例3では、前記実施例1の構成に、熱源流体と被加温流体との熱交換器17をさらに付加したものである。この熱交換器17は、熱源流体と被加温流体とを直接に接触させて熱交換する直接熱交換器であってもよいし、図示例のように、熱源流体と被加温流体とを非接触で熱交換する間接熱交換器であってもよい。いずれにしても、この熱交換器17を通過後の熱源流体が、第一ヒートポンプ2の第二蒸発器8を通され、さらに第二ヒートポンプ3の蒸発器14を通される。

【0052】

ヒートポンプシステム1が仮に熱交換器17を備えない場合、熱源流体の初期温度(第二蒸発器8の入口温度)が第一ヒートポンプ2の凝縮器5での被加温流体の加温目標温度よりも高いと、エクセルギーに無駄を生じるおそれがある。ところが、本実施例では、熱交換器17において、ヒートポンプを用いることなく被加温流体を加温した後、各ヒートポンプ2,3の熱源とすることができる。これにより、高温の熱源流体を単に各ヒートポンプ2,3の熱源とするだけの場合よりも、各ヒートポンプ2,3の消費電力を下げることができ、省エネルギーを図ることができる。

30

【0053】

なお、本実施例3のヒートポンプシステム1において、ヒートポンプの段数を前記実施例2のように増加させることができるのは言うまでもない。

【実施例4】

【0054】

前記各実施例では、熱源流体から熱をくみ上げ、被加温流体を加温する場合について説明したが、そのようなヒートポンプシステム1を冷却システムとして用いることもできる。

40

【0055】

具体的には、前記各実施例の構成において、第一ヒートポンプ2の凝縮器5に、被加温流体(たとえば空気、水または油など)を通して、第一ヒートポンプ2の冷媒を冷却しつつ、第一ヒートポンプ2の第二蒸発器8と、第二ヒートポンプ3の蒸発器14とに、熱源流体(たとえば空気、水または油など)を通して、これら流体の冷却を図ればよい。つまり、熱源流体は、被冷却流体ということができる。

【0056】

50

このようにして、前記各実施例のヒートポンプシステム 1 を冷凍機のような冷却システムとして用いることができる。つまり、第一ヒートポンプ 2 の凝縮器 5 において、ヒートポンプ 2 の冷媒を空冷、水冷または油冷しながら、第一ヒートポンプ 2 の第二蒸発器 8 や、第二ヒートポンプ 3 の蒸発器 14 において、各種流体の冷却を図ることができる。

【 0 0 5 7 】

本発明のヒートポンプシステム 1 およびそれを用いた冷却システムは、前記各実施例の構成に限らず、適宜変更可能である。特に、被加温流体は、第一ヒートポンプ 2 の凝縮器 5 において、相変化せずに単に昇温される構成であれば、各種流体を用いることができる。

【 符号の説明 】

10

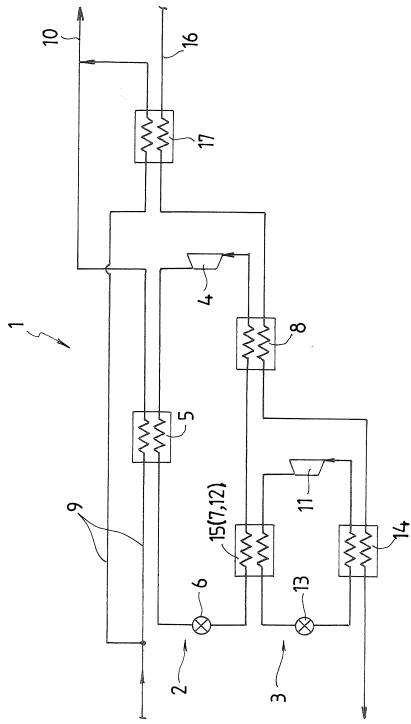
【 0 0 5 8 】

- 1 ヒートポンプシステム
- 2 第一ヒートポンプ
- 2 A 上段ヒートポンプ
- 2 B 下段ヒートポンプ
- 3 第二ヒートポンプ
- 4 (第一ヒートポンプの) 圧縮機
- 5 (第一ヒートポンプの) 凝縮器
- 6 (第一ヒートポンプの) 膨張弁
- 7 (第一ヒートポンプの) 第一蒸発器
- 8 (第一ヒートポンプの) 第二蒸発器
- 9 供給路
- 10 排出路
- 11 (第二ヒートポンプの) 圧縮機
- 12 (第二ヒートポンプの) 凝縮器
- 13 (第二ヒートポンプの) 膨張弁
- 14 (第二ヒートポンプの) 蒸発器
- 15 間接熱交換器
- 16 熱源流体路
- 17 熱交換器

20

30

【図7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭62-268960(JP,A)
特開2012-88005(JP,A)
特開昭58-40451(JP,A)
特開2006-348876(JP,A)
実開昭60-23669(JP,U)
特開2014-62698(JP,A)
特表2013-530375(JP,A)
特許第5136968(JP,B2)
韓国公開特許第10-2011-0136243(KR,A)
国際公開第2012/005608(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F25B 1/00
F25B 5/00 - 5/04
F25B 7/00