

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6119895号  
(P6119895)

(45) 発行日 平成29年4月26日 (2017. 4. 26)

(24) 登録日 平成29年4月7日 (2017. 4. 7)

(51) Int. Cl. F I  
**F 2 5 B 1/00 (2006.01)** F 2 5 B 1/00 3 5 1 N  
**F 2 5 B 41/00 (2006.01)** F 2 5 B 1/00 1 0 1 F  
 F 2 5 B 41/00 B

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-46802 (P2016-46802)	(73) 特許権者	000005234
(22) 出願日	平成28年3月10日 (2016. 3. 10)		富士電機株式会社
審査請求日	平成28年3月10日 (2016. 3. 10)		神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(31) 優先権主張番号	特願2015-211277 (P2015-211277)	(74) 代理人	110002147
(32) 優先日	平成27年10月27日 (2015. 10. 27)		特許業務法人酒井国際特許事務所
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	小田 吉成
早期審査対象出願			神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
		(72) 発明者	森 泰二
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
		(72) 発明者	小池 拓人
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヒートポンプ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

冷媒を圧縮する圧縮機、前記圧縮機で圧縮された冷媒を凝縮させる凝縮器、前記凝縮器で凝縮された冷媒を減圧する膨張機構、及び熱源温水から熱を回収して冷媒を蒸発させる蒸発器を環状に接続したヒートポンプサイクルを有するヒートポンプ装置であって、

前記冷媒は、高圧側で飽和ガス線と等エントロピー線とが2点以上の交点もしくは接点を有し、

前記圧縮機の吐出側と前記圧縮機の吸入側とをバイパス弁を介して接続するバイパス管路と、

前記バイパス弁を開閉制御する起動運転モードと、前記バイパス弁を閉制御して通常運転を行う通常運転モードとを切り替える制御部と、

を備え、

前記制御部は、前記起動運転モードにおいて、

前記圧縮機の吸入側における冷媒圧力が上限値以上、前記熱源温水の熱量が上限値以上、前記圧縮機の吸入側における冷媒過熱度が上限値以上、前記圧縮機の吸入側における冷媒温度が上限値以上、前記圧縮機の吸入側における冷媒過熱度が前記冷媒過熱度の上限値より低い第2設定値以上かつ冷媒圧力が前記冷媒圧力の上限値より低い第1設定値以上、の少なくとも1つの条件が成立した場合に前記バイパス弁を閉制御し、

前記バイパス弁が閉状態かつ、前記圧縮機の吐出側における冷媒過熱度が上限値以上の場合に前記通常運転モードに移行することを特徴とするヒートポンプ装置。

## 【請求項 2】

前記制御部は、前記圧縮機の吸入側における冷媒圧力が下限値未満、前記熱源温水の熱量が下限値未満、前記圧縮機の吸入側における冷媒過熱度が下限値未満、前記圧縮機の吐出側における冷媒過熱度が下限値未満、前記圧縮機の吸入側における冷媒温度が下限値未満、の少なくとも1つの条件が成立した場合に前記バイパス弁を開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。

## 【請求項 3】

前記制御部は、前記バイパス弁の開度を制御することにより前記開閉制御を行うことを特徴とする請求項1または2に記載のヒートポンプ装置。

## 【請求項 4】

前記バイパス管路の径は、前記圧縮機と前記凝縮器との間の配管の径よりも小さく、前記圧縮機と前記バイパス管路の圧縮機吐出側接続点との間の配管にフレキシブル配管を介在させ、

前記フレキシブル配管の下流端部をブラケットによって固定した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装置。

## 【請求項 5】

前記圧縮機吐出側接続点と前記凝縮器との間に逆止弁を備え、

前記逆止弁をブラケットによって固定したことを特徴とする請求項4に記載のヒートポンプ装置。

## 【請求項 6】

前記フレキシブル配管は、前記圧縮機の振動方向に対応して屈曲可能に配置されることを特徴とする請求項4または5に記載のヒートポンプ装置。

## 【請求項 7】

前記バイパス管路の圧縮機吸入側接続点は、前記蒸発器と前記膨張機構との間であることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のヒートポンプ装置。

## 【請求項 8】

前記バイパス管路の圧縮機吸入側接続点は、前記圧縮機と前記蒸発器との間であることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のヒートポンプ装置。

## 【請求項 9】

前記バイパス管路の前記圧縮機吸入側接続点は、圧縮機吸入側の冷媒温度を検出する温度検出部の上流側であることを特徴とする請求項8に記載のヒートポンプ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、圧縮機の起動時における液バック状態を確実に回避するとともに圧縮機の起動時間を短くすることができるヒートポンプ装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

高温領域で使用される低圧冷媒を用いたヒートポンプ装置では、液圧縮による圧縮機の損傷を回避するため、圧縮機の吸入側、吐出側双方で過熱状態となるように制御を行っている。これに関連する制御手段として、例えば、特許文献1に示すものが知られている。特許文献1のヒートポンプ装置では、起動時には圧縮機吸入側、通常運転時には圧縮機吐出側で冷媒過熱度を制御することで、より安定した起動ができるようになっている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】国際公開第2015/056648号

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

10

20

30

40

50

しかし、上記のようなヒートポンプサイクルでは、熱源となる温水の温度が運転可能な下限温度付近であると、圧縮機に吸入される冷媒過熱度が十分に上がらず、通常運転に切り替わるまでに長時間を要することがある。

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、圧縮機の起動時における液バック状態を確実に回避するとともに圧縮機の起動時間を短くすることができるヒートポンプ装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかるヒートポンプ装置は、冷媒を圧縮する圧縮機、前記圧縮機で圧縮された冷媒を凝縮させる凝縮器、前記凝縮器で凝縮された冷媒を減圧する膨張機構、及び熱源温水から熱を回収して冷媒を蒸発させる蒸発器を環状に接続したヒートポンプサイクルを有するヒートポンプ装置であって、前記圧縮機の吐出側と前記圧縮機の吸入側とをバイパス弁を介して接続するバイパス管路と、前記ヒートポンプ装置の起動時に、前記圧縮機の吸入側における冷媒圧力、前記熱源温水の熱量、前記圧縮機の吸入側における冷媒過熱度、前記圧縮機の吐出側における冷媒過熱度、前記圧縮機の吸入側における冷媒温度のうちの少なくとも1つに基づき前記バイパス弁を開閉制御する制御部と、を備えたことを特徴とする。

10

【0007】

また、本発明にかかるヒートポンプ装置は、上記の発明において、前記バイパス管路の圧縮機吸入側接続点は、前記蒸発器と前記膨張機構との間であることを特徴とする。

20

【0008】

また、本発明にかかるヒートポンプ装置は、上記の発明において、前記バイパス管路の前記圧縮機吸入側接続点は、前記圧縮機と前記蒸発器との間であることを特徴とする。

【0009】

また、本発明にかかるヒートポンプ装置は、上記の発明において、前記バイパス管路の前記圧縮機吸入側接続点は、前記圧縮機吸入側の冷媒温度を検出する温度検出部の上流側であることを特徴とする。

【0010】

また、本発明にかかるヒートポンプ装置は、上記の発明において、前記圧縮機と前記凝縮器との間に逆止弁を備え、前記バイパス管路の圧縮機吐出側接続点は、前記圧縮機と前記逆止弁との間であることを特徴とする。

30

【0011】

また、本発明にかかるヒートポンプ装置は、上記の発明において、前記圧縮機と前記バイパス管路の前記圧縮機吐出側接続点との間にフレキシブル配管を介在させたことを特徴とする。

【0012】

また、本発明にかかるヒートポンプ装置は、上記の発明において、前記フレキシブル配管は、前記圧縮機の振動に対応して屈曲可能に配置されることを特徴とする。

【0013】

また、本発明にかかるヒートポンプ装置は、上記の発明において、前記制御部は、前記圧縮機の吸入側における冷媒圧力が下限値未満、前記熱源温水の熱量が下限値未満、前記圧縮機の吸入側における冷媒過熱度が下限値未満、前記圧縮機の吐出側における冷媒過熱度が下限値未満、前記圧縮機の吸入側における冷媒温度が下限値未満、の少なくとも1つの条件が成立した場合に前記バイパス弁を開制御することを特徴とする。

40

【0014】

また、本発明にかかるヒートポンプ装置は、上記の発明において、前記制御部は、前記バイパス弁の開状態時に、前記圧縮機の吸入側における冷媒圧力が上限値以上、前記熱源温水の熱量が上限値以上、前記圧縮機の吸入側における冷媒過熱度が上限値以上、前記圧縮機の吐出側における冷媒過熱度が上限値以上、前記圧縮機の吸入側における冷媒温度が

50

上限値以上、前記圧縮機の吸入側における冷媒圧力が第1設定値以上で冷媒過熱度が第2設定値以上、の少なくとも1つの条件が成立した場合に前記バイパス弁を閉制御することを特徴とする。

【0015】

また、本発明にかかるヒートポンプ装置は、上記の発明において、前記制御部は、前記バイパス弁の開度を制御することにより前記開閉制御を行うことを特徴とする。

【0016】

また、本発明にかかるヒートポンプ装置は、上記の発明において、前記制御部は起動運転モード、通常運転モードの少なくとも2つの運転モードを持ち、前記起動運転モードは前記バイパス弁を開閉制御するモードであり、前記ヒートポンプ装置の起動時には前記起動運転モードとすることを特徴とする。

10

【0017】

また、本発明にかかるヒートポンプ装置は、上記の発明において、前記制御部は、前記起動運転モード時に前記圧縮機の吸入側における冷媒過熱度が上限値以上の場合に前記通常運転モードに移行することを特徴とする。

【0018】

また、本発明にかかるヒートポンプ装置は、上記の発明において、前記制御部は、前記ヒートポンプ装置の起動時は起動運転モードとなり、前記起動運転モード時に前記圧縮機の吐出側における冷媒過熱度が上限値以上の場合に通常運転モードに移行することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、圧縮機の吐出側と圧縮機の吸入側とをバイパス弁を介して接続するバイパス管路を設け、制御部が、ヒートポンプ装置の起動時に、前記圧縮機の吸入側における冷媒圧力、熱源温水の熱量、前記圧縮機の吸入側における冷媒過熱度、前記圧縮機の吐出側における冷媒過熱度、前記圧縮機の吸入側における冷媒温度のうちの少なくとも1つに基づき前記バイパス弁を開閉制御するようにしているので、圧縮機の起動時における液バック状態を確実に回避するとともに圧縮機の起動時間を短くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

30

【図1】本発明の実施の形態に係る排熱回収ヒートポンプ装置の全体構成図である。

【図2】飽和ガス線と等エントロピー線とを含むR245faのP-h線図である。

【図3】図1に示したヒートポンプ部の構成を示す斜視図である。

【図4】図1に示したバイパス管路を含むヒートポンプ部の拡大斜視図である。

【図5】起動運転モード制御部による起動運転モード制御処理を含む制御部の制御処理の一例を示すフローチャートである。

【図6】図1に示した排熱回収ヒートポンプ装置におけるバイパス管路の冷媒戻り先を蒸発器と膨張機構との間に設けた一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

40

以下、添付図面を参照してこの発明を実施するための形態について説明する。

【0022】

(全体構成)

図1は、本発明の実施の形態に係る排熱回収ヒートポンプ装置10の全体構成図である。排熱回収ヒートポンプ装置10は、工場排水等の温水から排熱を回収し、回収した排熱を利用して水蒸気を生成するシステムであり、生成した水蒸気は乾燥装置や殺菌装置等の外部の蒸気利用設備に送られる。

【0023】

図1に示すように、排熱回収ヒートポンプ装置10は、水を蒸発させて水蒸気を生成し、外部へと送り出す蒸気生成部12と、温水供給部14によって供給される温水(熱源温

50

水)から熱を回収し、この熱を蒸気生成部12での蒸気生成のための熱源として供給するヒートポンプ部16と、制御部18とを備える。

【0024】

ヒートポンプ部16は、冷媒を圧縮する圧縮機20と、圧縮機20で圧縮された冷媒を凝縮させる凝縮器22と、凝縮器22を出た冷媒を減圧する膨張機構24と、熱源温水から熱を回収して冷媒を蒸発させる蒸発器26とを環状に接続したヒートポンプサイクルを有したヒートポンプ装置である。本実施の形態では、凝縮器22の出口側と膨張機構24の入口側との間に加熱器28を接続している。膨張機構24は、例えば電子膨張弁である。

【0025】

ヒートポンプサイクルに流れる冷媒は、図2に示すように、P-h線図上での等エントロピー線L1が低圧側で過熱域にあり、高圧側で飽和ガス線L2と等エントロピー線L1とが2点以上の交点もしくは接点を有する特性を持つ冷媒である。この冷媒は、例えば、1,1,1,3,3-ペンタフルオロプロパン(構造式:  $\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$ 、R245fa)である。図2は、R245faのP-h線図を示しており、飽和ガス線L2と等エントロピー線L1とが交点PP1、PP2の2点で交わっている。

【0026】

圧縮機20で圧縮されて高温高圧となった冷媒は、凝縮器22で蒸気生成部12を循環する水と熱交換して冷却され凝縮する。凝縮器22を出た冷媒は、加熱器28で給水経路30を流れる水を予熱してさらに冷却された後、膨張機構24で断熱膨張され、蒸発器26で温水供給部14の温水経路32を流れる熱源温水から吸熱して蒸発して圧縮機20へと戻る。

【0027】

ヒートポンプ部16の冷媒経路には、圧縮機20の吸入側の冷媒圧力 $P_{in}$ 及び冷媒温度 $T_{in}$ をそれぞれ検出する吸入圧力センサ34及び吸入温度センサ35と、圧縮機20の吐出側の冷媒圧力 $P_{out}$ 及び冷媒温度 $T_{out}$ をそれぞれ検出する吐出圧力センサ36及び吐出温度センサ37と、膨張機構24の入口側の冷媒の温度 $T_a$ を検出する入口温度センサ38と、蒸発器26に流入する熱源温水の熱量を検出する手段として熱源温水温度センサ29とが設置され熱源温水の温度 $T_w$ を測定している。熱源温水の熱量として、本実施形態では熱源温水の温度 $T_w$ を熱量の基準としているが、熱源温水の温度変動が少ない場合などは、熱源温水温度センサ29の代わりに熱源温水流量センサを設け、熱源温水の流量を熱量の基準としてもよい。また、熱源温水温度センサ29と熱源温水流量センサの双方を設け、熱源温水の流量と温度から算出される熱流量を熱量の基準としてもよい。以降、本実施形態では、熱源温水の温度 $T_w$ を熱量の基準とした場合の制御を代表例として説明する。

【0028】

圧縮機20の吐出側と吸入側との間は、バイパス弁71を介して接続されるバイパス管路70が設けられる。このバイパス弁71は、ヒートポンプ装置の起動時に、制御部18によって開閉制御される。バイパス弁71が開のとき、圧縮機20の吐出側の冷媒が吸入側に流入する。このバイパス弁71の制御については後述する。

【0029】

蒸気生成部12は、ヒートポンプ部16を循環する冷媒を熱源として水を蒸発させて蒸気を生成する凝縮器22と、凝縮器22で生成される水と蒸気を含む気液二相流を蒸気と水とに分離する水蒸気分離器42と、水蒸気分離器42で分離された蒸気を外部の蒸気利用設備に供給する蒸気供給経路44と、水蒸気分離器42で分離された水を給水経路30から供給される水と合流させて凝縮器22から水蒸気分離器42へと導く水循環経路46とを有する。

【0030】

水蒸気分離器42は、鉛直方向に沿った円筒状容器で構成され、下端壁に接続された水循環経路46に接続された給水経路30から水が給水補給されることで容器内部に水を貯

10

20

30

40

50

留する。給水経路 30 は、図示しない水道管や水タンクからの水（給水）を給水ポンプ 48 によって加熱器 28 を経て水循環経路 46 まで導入する。給水ポンプ 48 は制御部 18 の制御下に、水蒸気分離器 42 内に貯留された水の水位を測定する水位センサ 50 の検出値（水位）に基づきインバータ（INV）52 を介してその運転回転数が制御される。水蒸気分離器 42 には、内部の蒸気圧が所定圧力以上になった際に開放される圧力逃がし弁 54 が接続されている。

#### 【0031】

水循環経路 46 は、水蒸気分離器 42 の下端壁から凝縮器 22 までを連通する液管 46a と、凝縮器 22 から水蒸気分離器 42 の上部側壁までを連通する蒸気管 46b とから構成されている。液管 46a には水が流通し、蒸気管 46b には水及び蒸気を含む気液二相流が流通する。液管 46a には循環ポンプ 56 が設けられている。循環ポンプ 56 は制御部 18 の制御下に、インバータ（INV）58 を介してその運転回転数が制御される。

10

#### 【0032】

蒸気供給経路 44 は、水蒸気分離器 42 の上端壁に接続され、蒸気管 46b から当該水蒸気分離器 42 内に供給され、ここで水が分離された後の蒸気を外部に送り出す経路である。蒸気供給経路 44 には、流れる蒸気の圧力を調整する圧力調整弁（蒸気圧力調整手段）60 が設置されている。圧力調整弁 60 は、制御部 18 の制御下に、圧力センサ 62 で測定される水蒸気分離器 42 内の蒸気圧力に基づきその開度が調整される。圧力調整弁 60 の開度を適宜調整することにより、排熱回収ヒートポンプ装置 10 から外部に送り出される蒸気の流量や圧力を制御できる。蒸気供給経路 44 を流れる蒸気の圧力を調整する蒸気圧力調整手段としては、圧力調整弁 60 に代えて又はこれと共に蒸気を圧縮する蒸気圧縮機を用いてもよい。

20

#### 【0033】

制御部 18 は、インバータ（INV）40 を介して圧縮機 20 の運転回転数を制御する。制御部 18 は、ヒートポンプ装置の起動時に起動運転モードとなり、起動運転モード制御部 18a に対して起動運転モード制御を行わせる。また、制御部 18 は、起動運転モード制御が終了した時点で通常運転モードとなり、通常運転モード制御部 18b に対して通常運転モード制御を行わせる。

#### 【0034】

起動運転モード制御部 18a は、ヒートポンプ装置の起動時に、起動運転モード制御を行う。この起動運転モード制御は、圧縮機 20 の吸入側における冷媒圧力  $P_{in}$ 、熱源温水温度  $T_w$ 、圧縮機 20 の吸入側における冷媒過熱度  $T_{in}$ 、圧縮機 20 の吐出側における冷媒過熱度  $T_{out}$ 、圧縮機 20 の吸入側における冷媒温度  $T_{in}$  のうちの少なくとも一つに基づきバイパス弁 71 を開閉制御するとともに、各センサ 34 ~ 38 の検出値をもとにインバータ 40 を介して圧縮機 20 の運転回転数を制御する。

30

#### 【0035】

通常運転モード制御部 18b は、バイパス弁 71 が閉となって起動運転モード制御が終了した時点から、各センサ 34 ~ 38 の検出値に基づき圧縮機 20 の運転制御を行うことで、ヒートポンプ部 16 の加熱出力を制御する。すなわち、通常運転モード制御部 18b は、各センサ 34 ~ 38 の検出値をもとに、圧縮機 20 の吐出側から膨張機構 24 の入口側までの冷媒のエンタルピ差と、ヒートポンプサイクルの冷媒循環量との積であるヒートポンプ加熱出力を算出し、この算出したヒートポンプ加熱出力が目標加熱出力となるように、圧縮機 20 の運転回転数を制御する。なお、通常運転モード制御部 18b による制御時、バイパス弁 71 は閉状態となっている。

40

#### 【0036】

なお、制御部 18 は、さらに給水ポンプ 48、循環ポンプ 56 及び圧力調整弁 60 の制御を行うものであってもよいが、これら蒸気生成部 12 側は図示しない別の制御部によって制御してもよい。

#### 【0037】

ここで、図 1、図 3、図 4 に示すように、バイパス管路 70 の圧縮機吸入側の接続点 P

50

T 2 は、蒸発器 2 6 と圧縮機 2 0 との間の管路 L N 1 上に設けられる。また、接続点 P T 2 は、圧縮機吸入側の冷媒温度を検出する吸入温度センサ 3 5 の上流側に設けられる。これによって、吸入温度センサ 3 5 は、バイパス管路 7 0 からの冷媒を含めた冷媒温度を検出することができるので、バイパス弁 7 1 を開にしたときであっても、精度の高い温度検出を行うことができる。

#### 【 0 0 3 8 】

一方、バイパス管路 7 0 の圧縮機吐出側の接続点 P T 1 は、圧縮機 2 0 と凝縮器 2 2 との間の管路 L N 2 上に設けられる。また、接続点 P T 1 と凝縮器 2 2 との間の管路 L N 2 上に逆止弁 8 0 が配置される。この逆止弁 8 0 を設けることによって、凝縮器 2 2 側から、バイパス管路 7 0 を介した冷媒の逆流を防止することができる。

10

#### 【 0 0 3 9 】

さらに、接続点 P T 1 と圧縮機 2 0 との間の管路 L N 2 の一部にフレキシブル配管 8 1 を介在させている。フレキシブル配管 8 1 は、圧縮機 2 0 の振動に対して屈曲可能に配置されている。図 3、図 4 において、フレキシブル配管 8 1 の下流端部は、筐体等に取り付けられたブラケット 1 0 0 によって固定されている。そして、フレキシブル配管 8 1 の上流端部、すなわち、Z 方向の端部は、X Y 平面方向（水平方向）に屈曲可能である。一方、圧縮機 2 0 は、レシプロエンジンを用いており、V 型エンジンではあるが、対になる気筒が互い違いに上下するため、気筒間で Z 方向の振動は相殺され、主として X 方向に振動する。ここで、フレキシブル配管 8 1 は、X 方向の振動を吸収することができるので、下流に配置された接続点 P T 1 への振動が少なくなる。接続点 P T 1 には、細径のバイパス管路 7 0 が接続されており、この接続部は、管路 L N 2 に比してバイパス管路 7 0 が細径であるため、応力集中が生じやすい構造となっているが、振動が伝わらず、しかも、ブラケット 1 0 0 で固定されているので、応力集中が生じにくくなる。なお、図 3、図 4 に示すように、逆止弁 8 0 もブラケット 1 0 0 によって固定されている。

20

#### 【 0 0 4 0 】

（起動運転モード制御処理の一例）

ここで、図 5 に示したフローチャートを参照して、起動運転モード制御部 1 8 a による起動運転モード制御処理を含む制御部 1 8 の制御処理の一例について説明する。図 5 に示すように、まず、制御部 1 8 は、起動指示を受けたか否かを判断する（ステップ S 1 0 1）。制御部 1 8 は、起動指示を受けなかった場合（ステップ S 1 0 1, N o）には、ステップ S 1 0 1 の判断処理を繰り返す。一方、制御部 1 8 は、起動指示を受けた場合（ステップ S 1 0 1, Y e s）には、圧縮機 2 0 を起動し（ステップ S 1 0 2）、起動運転モード制御部 1 8 a に対して起動運転モード制御を行わせる。起動運転モード制御部 1 8 a は、まず、圧縮機 2 0 の吸入側における冷媒圧力 P i n が下限値 P i n l o w 未満が否かを判断する（ステップ S 1 0 3）。冷媒圧力 P i n が下限値 P i n l o w 未満である場合（ステップ S 1 0 3, Y e s）には、バイパス弁 7 1 を開にして（ステップ S 1 0 4）、圧縮機 2 0 を運転する。

30

#### 【 0 0 4 1 】

その後、起動運転モード制御部 1 8 a は、冷媒圧力 P i n が上限値 P i n h i g h (> 下限値 P i n l o w) 以上であるか否かを判断する（ステップ S 1 0 6）。冷媒圧力 P i n が上限値 P i n h i g h 以上でない場合（ステップ S 1 0 6, N o）には、バイパス弁 7 1 を開にした状態でステップ S 1 0 6 の判断処理を繰り返す。一方、冷媒圧力 P i n が上限値 P i n h i g h 以上である場合（ステップ S 1 0 6, Y e s）には、バイパス弁 7 1 を閉にして（ステップ S 1 0 7）、圧縮機 2 0 を運転する。

40

#### 【 0 0 4 2 】

その後、起動運転モード制御部 1 8 a は、圧縮機 2 0 の吐出側における冷媒過熱度が、あらかじめ通常運転移行条件として設定した規定値以上であるか否かを判断する（ステップ S 1 0 8）。規定値以上であった場合（ステップ S 1 0 8, Y e s）には、制御部 1 8 は起動運転モード制御部 1 8 a による制御から通常運転モード制御部 1 8 b による制御に切り替える。規定値未満であった場合（ステップ S 1 0 8, N o）には、再度圧縮機 2 0

50

の吸入側における冷媒圧力の判定（ステップS103）を繰り返す。なお、通常運転移行条件としてその他の移行条件（例えば熱源温水の温度条件、圧縮機起動後タイマ条件など）を規定してもよい。また、これらの1以上の条件を組み合わせたAND条件あるいはOR条件とし、AND条件あるいはOR条件を満足した場合に通常運転モード制御に移行するようにしてもよい。

#### 【0043】

起動運転モード制御部18aは、冷媒圧力 $P_{in}$ が下限値 $P_{in\ low}$ 未満でない場合（ステップS103, No）には、さらに圧縮機起動後の経過時間があらかじめ設定した規定値以内か否かを判断する（ステップS105）。圧縮機起動後の経過時間があらかじめ設定した規定値を超えた場合（ステップS105, No）には、ステップS104に移行してバイパス弁71を開にする。一方、圧縮機起動後の経過時間があらかじめ設定した規定値以内である場合（ステップS105, Yes）には、ステップS108に移行する。この制御を行う場合、圧縮機起動後の経過時間があらかじめ設定した規定値を超え（ステップS105, No）に、かつ、圧縮機20の吸入側における冷媒圧力が上限値以上（ステップS106, Yes）の場合に、バイパス弁71のチャタリングが発生することを防止するため、バイパス弁71に例えば10秒の不感時間を設けている。この時間は、機器の構成や運転条件によって適宜設定することができる。

10

#### 【0044】

起動運転モード制御部18aは、圧縮機20の吐出側における冷媒過熱度が規定値以上でない場合（ステップS108, No）には、ステップS103に移行して上述した起動運転モード制御を繰り返す。一方、起動運転モード制御部18aは、圧縮機20の吐出側における冷媒過熱度が規定値以上である場合（ステップS108, Yes）には、起動運転モード制御を終了し、制御部18は、起動運転モードから通常運転モードに移行して通常運転モード制御部18bによる通常運転モード制御を行い（ステップS109）、本処理を終了する。

20

#### 【0045】

なお、図5で示した起動運転モード制御処理では、圧縮機20の吸入側における冷媒圧力 $P_{in}$ が下限値 $P_{in\ low}$ 未満の場合にバイパス弁71を開にするようにしていたが、これに限らず、熱源温水温度 $T_w$ が下限値 $T_{w\ low}$ 未満の場合にバイパス弁71を開にしてもよい。また、圧縮機20の吸入側における冷媒過熱度 $T_{in}$ が下限値 $T_{in\ low}$ 未満の場合にバイパス弁71を開にしてもよい。また、圧縮機20の吐出側における冷媒過熱度 $T_{out}$ が下限値 $T_{out\ low}$ 未満の場合にバイパス弁71を開にしてもよい。また、圧縮機20の吸入側における冷媒温度 $T_{in}$ が下限値 $T_{in\ low}$ 未満の場合にバイパス弁71を開にしてもよい。さらに、起動運転モード制御処理では、これらの1以上の条件を組み合わせたAND条件あるいはOR条件とし、AND条件あるいはOR条件を満足した場合にバイパス弁71を開にするようにしてもよい。

30

#### 【0046】

さらに、上述した起動運転モード制御処理によるバイパス弁71は、開または閉にする開閉制御であったが、これに限らず、起動運転モード制御部18aは、PID制御によるバイパス弁71の開度調整を行うようにしてもよい。例えば、起動運転モード制御部18aは、冷媒圧力 $P_{in}$ が下限値 $P_{in\ low}$ 未満の場合に、冷媒圧力 $P_{in}$ に応じてバイパス弁71を開にし、冷媒圧力 $P_{in}$ が迅速に上限値 $P_{in\ high}$ （目標値）に近づくようにバイパス弁71の開度調整を行う。そして、起動運転モード制御部18aは、冷媒圧力 $P_{in}$ が一定時間、上限値 $P_{in\ high}$ 以上となった場合にバイパス弁71を閉にする。

40

#### 【0047】

また、図5で示した起動運転モード制御処理では、圧縮機20の吸入側における冷媒圧力 $P_{in}$ が上限値 $P_{in\ high}$ 以上の場合にバイパス弁71を閉にするようにしていたが、これに限らず、熱源温水温度 $T_w$ が上限値 $T_{w\ high}$ 以上の場合にバイパス弁71を閉にしてもよい。また、圧縮機20の吸入側における冷媒過熱度 $T_{in}$ が上限値 $T$

50

$i n h i g h$  以上の場合にバイパス弁 71 を閉にしてもよい。また、圧縮機 20 の吐出側における冷媒過熱度  $T o u t$  が上限値  $T o u t h i g h$  以上の場合にバイパス弁 71 を閉にしてもよい。また、圧縮機 20 の吸入側における冷媒温度  $T i n$  が上限値  $T i n h i g h$  以上の場合にバイパス弁 71 を閉にしてもよい。さらに、起動運転モード制御処理では、これらの 1 以上の条件を組み合わせた AND 条件あるいは OR 条件とし、AND 条件あるいは OR 条件を満足した場合にバイパス弁 71 を閉にするようにしてもよい。

【0048】

例えば、冷媒圧力  $P i n$  が上限値（第 1 設定値） $P i n h i g h$  以上であり、かつ、冷媒過熱度  $T i n$  が上限値（第 2 設定値） $T i n h i g h$  以上の場合にバイパス弁 71 を閉にする。

10

【0049】

さらに、バイパス弁 71 を開にして起動運転モード制御を行う条件とバイパス弁 71 を閉にして通常運転モード制御に移行する条件とを異なるカテゴリの条件で組み合わせてもよい。例えば、冷媒圧力  $P i n$  が下限値  $P i n l o w$  未満の場合にバイパス弁 71 を開にし、冷媒過熱度  $T o u t$  が上限値  $T o u t h i g h$  以上の場合にバイパス弁 71 を閉にする制御を行ってもよい。

【0050】

また、図 5 では、ステップ S 103 において、冷媒圧力  $P i n$  が下限値  $P i n l o w$  未満でない場合（ステップ S 103, No）に、さらにステップ S 105 で、圧縮機起動後の経過時間があらかじめ設定した規定値以内か否かを判断し、圧縮機起動後の経過時間があらかじめ設定した規定値を超えた場合（ステップ S 105, No）にバイパス弁 71 を開にし（ステップ S 104）、圧縮機起動後の経過時間があらかじめ設定した規定値以内である場合（ステップ S 105, Yes）に圧縮機 20 の吐出側における冷媒過熱度が、あらかじめ通常運転移行条件として設定した規定値以上であるか否かを判断する（ステップ S 108）ようにしていた。しかし、これに限らず、ステップ S 105 の判断処理を削除し、冷媒圧力  $P i n$  が下限値  $P i n l o w$  未満でない場合（ステップ S 103, No）に、直ちに圧縮機 20 の吐出側における冷媒過熱度が、あらかじめ通常運転移行条件として設定した規定値以上であるか否かを判断する（ステップ S 108）ようにしてもよい。この処理は、圧縮機 20 の吸入側における冷媒圧力が下限値以上であれば、液バックが生じないと推測されるため、バイパス弁 71 の閉状態を維持したまま、圧縮機 20 の吐出側における冷媒過熱度条件のみを基準として通常運転モード制御への切替を行おうとするものである。

20

30

【0051】

なお、上述した熱源温水の温度  $T w$  は、蒸発器 26 の上流側の温度であってもよいし、蒸発器 26 の下流側の温度であってもよい。さらに、熱源温水の温度  $T w$  に代わり、蒸発器本体の温度を基準としてもよい。また、蒸発器 26 の上流側の熱源温水温度と下流側の熱源温水温度との温度差を、上述したバイパス弁 71 の開閉の条件として用いてもよい。

【0052】

上述した実施の形態では、バイパス管路 70 における圧縮機 20 の吸入側（冷媒の戻り先）は、圧縮機 20 と蒸発器 26 との間の接続点 P T 2 に接続されていたが、これに限らず、図 6 に示すように、バイパス管路 70 における圧縮機 20 の吸入側を蒸発器 26 と膨張機構 24 との間の管路 L N 3 上の接続点 P T 3 に接続してもよい。図 6 に示したバイパス管路 70 の配置では、戻った冷媒によって蒸発器 26 の蒸発を促進することができる利点を有する。一方、図 1 に示したバイパス管路 70 の配置では、バイパス弁 71 を開にした場合の応答速度を速くすることができる利点を有する。

40

【0053】

本実施の形態では、ヒートポンプ装置の起動時に、圧縮機 20 の吸入側における冷媒圧力  $P i n$ 、熱源温水温度  $T w$ 、圧縮機 20 の吸入側における冷媒過熱度  $T i n$ 、圧縮機 20 の吐出側における冷媒過熱度  $T o u t$ 、圧縮機 20 の吸入側における冷媒温度  $T i n$  のうちの少なくとも 1 つに基づきバイパス弁 71 を開閉制御するようにしている。この

50

結果、圧縮機 20 の起動時における液バック状態を確実に回避するとともに圧縮機 20 の起動時間を短くすることができる。

【 0 0 5 4 】

なお、従来、圧縮機の吐出側から吸入側に冷媒をバイパスするバイパス管路（ホットガスバイパス）を設けているものがあるが、このバイパス管路は、通常運転時における、急激な負荷変動に対応するための容量制御を行う機能を有するものであり、本実施の形態における、圧縮機起動時に確実に液バック状態を回避するとともに圧縮機の起動時間を短縮するために用いるバイパス管路とは異なる機能を有するものである。なお、通常運転時に、従来のバイパス管路を用いた長期間にわたる容量制御では、圧縮機吸入側の冷媒過熱度が上昇しすぎてしまう問題をもたらす。

10

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

- 10 排熱回収ヒートポンプ装置
- 12 蒸気生成部
- 14 温水供給部
- 16 ヒートポンプ部
- 18 制御部
- 18 a 起動運転モード制御部
- 18 b 通常運転モード制御部
- 20 圧縮機
- 22 凝縮器
- 24 膨張機構
- 26 蒸発器
- 28 加熱器
- 29 熱源温水温度センサ
- 30 給水経路
- 32 温水経路
- 34 吸入圧力センサ
- 35 吸入温度センサ
- 36 吐出圧力センサ
- 37 吐出温度センサ
- 38 入口温度センサ
- 40, 52, 58 インバータ
- 42 水蒸気分離器
- 44 蒸気供給経路
- 46 水循環経路
- 70 バイパス管路
- 71 バイパス弁
- 80 逆止弁
- 81 フレキシブル配管
- 100 ブラケット
- LN1, LN2, LN3 管路
- PT1, PT2, PT3 接続点

20

30

40

【要約】

【課題】圧縮機の起動時における液バック状態を確実に回避するとともに圧縮機の起動時間を短くすることができるヒートポンプ装置を提供すること。

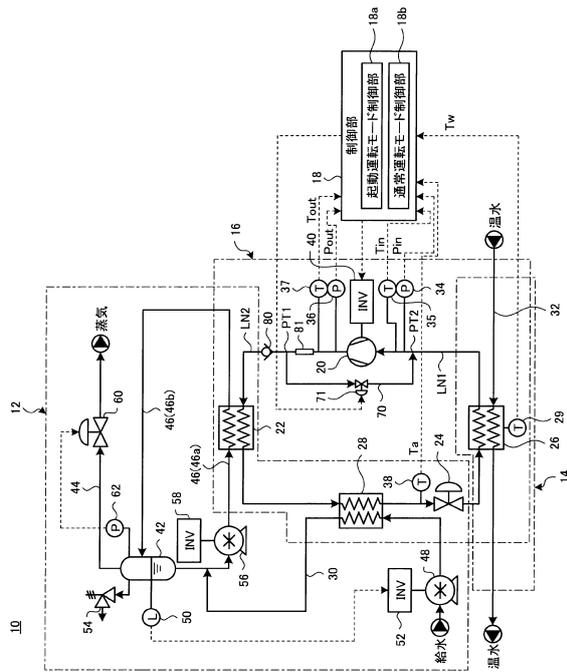
【解決手段】冷媒を用いたヒートポンプサイクルを有するヒートポンプ装置であって、圧縮機 20 の吐出側と圧縮機 20 の吸入側とをバイパス弁 71 を介して接続するバイパス管路 70 と、ヒートポンプ装置の起動時に、圧縮機 20 の吸入側における冷媒圧力  $P_{in}$ 、熱源温水温度  $T_w$ 、圧縮機 20 の吸入側における冷媒過熱度  $T_{in}$ 、圧縮機 20 の吐出

50

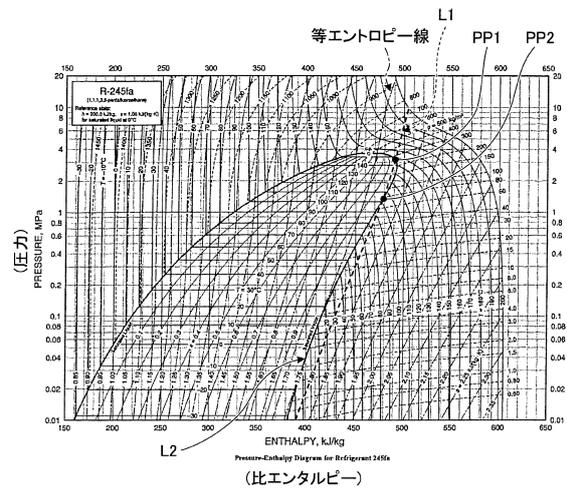
側における冷媒過熱度  $T_{out}$ 、圧縮機 20 の吸入側における冷媒温度  $T_{in}$  のうちの少なくとも一つに基づきパイパス弁 71 を開閉制御する制御部 18 と、を備える。

【選択図】図 1

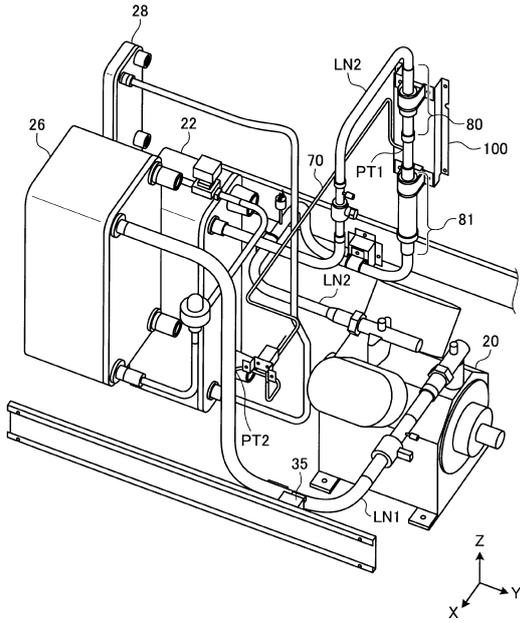
【図 1】



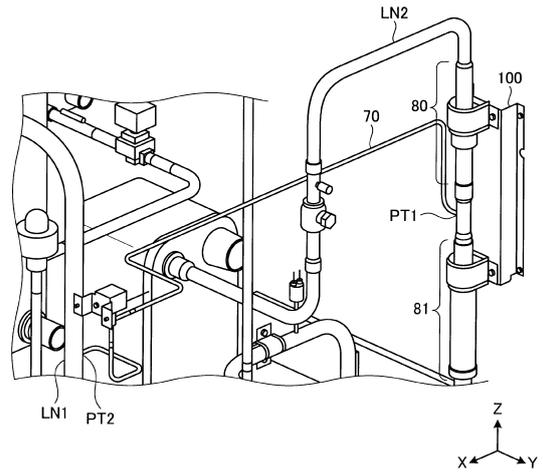
【図 2】



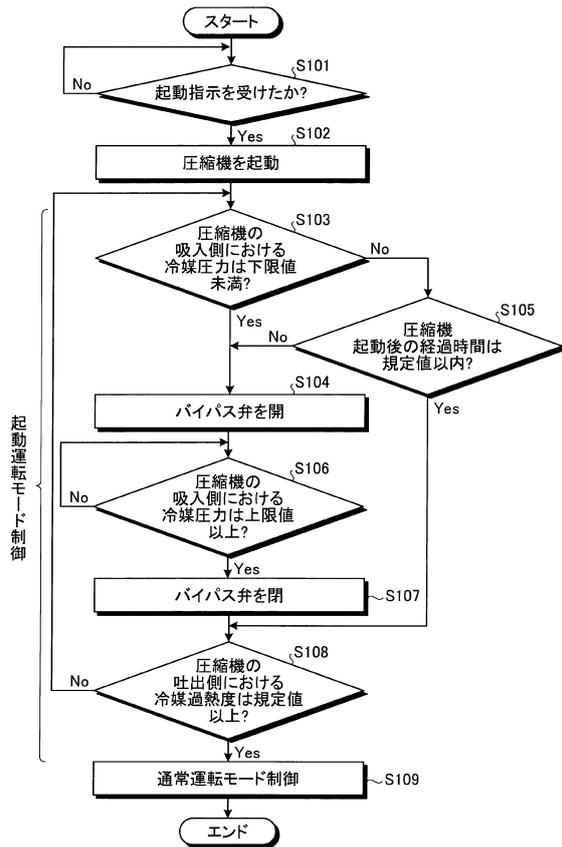
【図3】



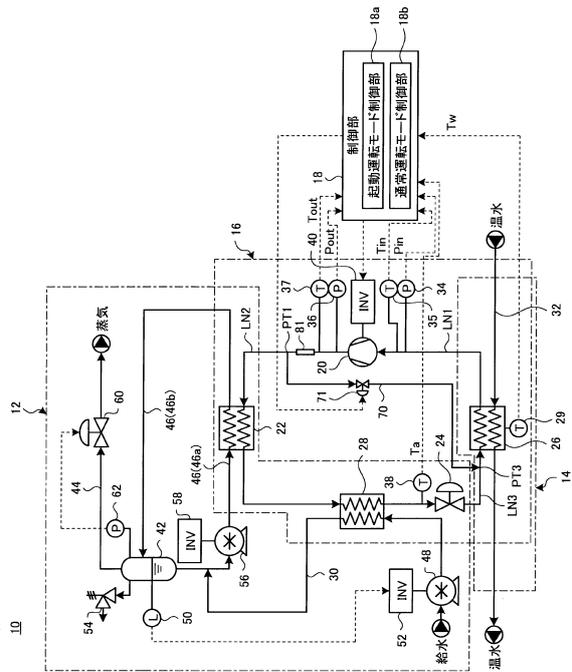
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

審査官 庭月野 恭

- (56)参考文献 特開2012-077971(JP,A)  
特開2015-068609(JP,A)  
国際公開第2007/126018(WO,A1)  
特開2002-022304(JP,A)  
特開昭61-128062(JP,A)  
特開2012-225630(JP,A)  
特開2002-364938(JP,A)  
特開平03-122458(JP,A)  
特開2003-276427(JP,A)  
特開2012-097963(JP,A)  
特開2015-094558(JP,A)  
国際公開第2013/145027(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F25B 1/00  
F25B 41/00