

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6477415号
(P6477415)

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int.Cl.	F 1
F25B 1/00	(2006.01) F 25 B 1/00 3 4 1 D
F25B 49/02	(2006.01) F 25 B 49/02 5 1 O B
F25B 27/02	(2006.01) F 25 B 27/02 Q
F22B 3/00	(2006.01) F 22 B 3/00
F25B 30/02	(2006.01) F 25 B 30/02 Z

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2015-210047 (P2015-210047)
 (22) 出願日 平成27年10月26日 (2015.10.26)
 (65) 公開番号 特開2017-83049 (P2017-83049A)
 (43) 公開日 平成29年5月18日 (2017.5.18)
 審査請求日 平成29年12月14日 (2017.12.14)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000005234
 富士電機株式会社
 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
 (74) 代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (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
 (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 中村 淳
 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】ヒートポンプ式蒸気生成装置およびヒートポンプ式蒸気生成装置の起動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

冷媒を圧縮する圧縮機、前記圧縮機から吐出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、及び温水を熱源温水として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部と、

前記熱源温水を前記蒸発器に供給する温水供給部と、

前記凝縮器に被加熱水を供給し、該被加熱水を前記冷媒によって加熱して蒸気を生成する蒸気生成部と、

を有するヒートポンプ式蒸気生成装置であって、

前記蒸発器の本体に配置されて蒸発器本体温度を測定する蒸発器本体温度センサと、

前記圧縮機を停止状態から起動させる際、前記蒸発器本体温度が常温よりも高い所定値以上の場合に前記圧縮機を起動させる起動制御部と、

を備え、

前記起動制御部は、冷起動時に前記圧縮機が液バック状態になることを回避するための制御を行うことを特徴とするヒートポンプ式蒸気生成装置。

【請求項2】

前記蒸発器本体温度センサは、前記蒸発器の筐体表面に配置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式蒸気生成装置。

【請求項3】

前記蒸発器本体温度センサは、前記蒸発器に対する熱源温水の入口側配管継手と出口側

10

20

配管継手との間に配置されることを特徴とする請求項 2 に記載のヒートポンプ式蒸気生成装置。

【請求項 4】

前記蒸発器は、プレージングプレート式熱交換器であ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式蒸気生成装置。

【請求項 5】

複数の伝熱プレートを重ね合わせ、2枚のカバープレートで挟み込んだ前記プレージングプレート式熱交換器は、高温流体である熱源温水用の流体通路と、低温流体である冷媒用の流体通路とが交互かつ前記熱源温水用の流体通路が両端になるよう形成され、

前記蒸発器本体温度センサは、前記カバープレートに設けられることを特徴とする請求項 4 に記載のヒートポンプ式蒸気生成装置。 10

【請求項 6】

前記起動制御部は、通常運転時に、前記蒸発器本体の温度が前記所定値とは異なる設定値以上の場合に前記圧縮機を動作可能とすることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のヒートポンプ式蒸気生成装置。

【請求項 7】

圧縮機、凝縮器、膨張機構及び蒸発器が環状に接続され、冷媒が流通するヒートポンプ部を用いて温水を熱源温水として熱を回収し、回収した熱を被加熱水に伝達して蒸気を生成するヒートポンプ式蒸気生成装置の起動方法であって、

前記蒸発器の蒸発器本体温度を測定し、冷起動時に前記圧縮機が液バック状態になることを回避するために、前記蒸発器本体温度が常温よりも高く設定される所定値以上となつた場合に前記圧縮機を起動させることを特徴とするヒートポンプ式蒸気生成装置の起動方法。 20

【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ことができるヒートポンプ式蒸気生成装置およびヒートポンプ式蒸気生成装置の起動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

蒸気生成装置の一つとして、工場排水や使用済冷却水等の排温水等の温水から熱を回収して蒸気を生成するヒートポンプ式蒸気生成装置がある（特許文献 1 参照）。ヒートポンプ式蒸気生成装置は、ヒートポンプ部の蒸発器を排熱回収器として機能させ、ここで熱源温水から熱を冷媒に回収し、回収した熱を利用して凝縮器で被加熱水を加熱して蒸気を生成するため、ボイラ設備等を利用して蒸気を発生させる燃焼系蒸気生成装置に比べてランニングコストや CO₂ の排出量を低減できるメリットがある。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2012 - 17926 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、ヒートポンプサイクルにおいて蒸発器が予熱されていない状態で圧縮機を起動すると、蒸発器に滞留していた液冷媒、または膨張機構から流れ込む液冷媒を完全に気化することができず、液冷媒が圧縮機の吸入側に流れ込む、いわゆる液バック状態となり、圧縮機を破損するおそれがある。蒸発器は、ステンレスや銅など熱容量の大きい金属で形成されるため、予熱されていない常温状態からの起動である冷起動を行った場合、熱源流体の熱量の一部が蒸発器本体に奪われる。そのため、蒸発器に熱源流体が流入しはじめてから、ある程度の時間が経過しなければ、蒸発器がもつ熱容量を満たす熱量を熱源流体 50

から得ることができない。

【0005】

ここで、従来のヒートポンプサイクルでは、蒸発器の入口側及び／または出口側の熱源流体温度を測定し、この熱源流体温度をもとに圧縮機の動作を制御するものがある。この従来のヒートポンプサイクルでは、熱源流体温度を蒸発器の温度とみなして圧縮機を制御している。

【0006】

しかし、冷起動時は、蒸発器本体温度が熱源流体温度よりも低いため、熱源流体の熱量の一部は蒸発器本体を予熱するために利用される。そのため、蒸発器内で冷媒の蒸発が十分に行われず、圧縮機が上述した液バック状態となるおそれがある。

10

【0007】

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ことができるヒートポンプ式蒸気生成装置およびヒートポンプ式蒸気生成装置の起動方法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】

【0008】

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式蒸気生成装置は、冷媒を圧縮する圧縮機、前記圧縮機から吐出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、及び温水を熱源温水として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部と、熱源温水を蒸発器に供給する温水供給部と、凝縮器に被加热水を供給し、被加热水を冷媒によって加熱して蒸気を生成する蒸気生成部と、を有するヒートポンプ式蒸気生成装置であって、前記蒸発器の本体に配置されて蒸発器本体温度を測定する蒸発器本体温度センサと、前記圧縮機を停止状態から起動させる際、前記蒸発器本体温度が常温よりも高い所定値以上の場合に前記圧縮機を起動させる起動制御部と、を備え、前記起動制御部は、冷起動時に前記圧縮機が液バック状態になることを回避するための制御を行うことを特徴とする。

20

【0009】

また、本発明にかかるヒートポンプ式蒸気生成装置は、上記の発明において、前記蒸発器本体温度センサは、前記蒸発器の筐体表面に配置されることを特徴とする。

30

【0010】

また、本発明にかかるヒートポンプ式蒸気生成装置は、上記の発明において、前記蒸発器本体温度センサは、前記蒸発器に対する熱源温水の入口側配管継手と出口側配管継手との間に配置されることを特徴とする。

【0011】

また、本発明にかかるヒートポンプ式蒸気生成装置は、上記の発明において、前記蒸発器は、ブレージングプレート式熱交換器であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、圧縮機を停止状態から起動させる際、蒸発器の本体に配置されて蒸発器本体温度を測定する蒸発器本体温度センサの検出温度が所定値以上の場合に前記圧縮機を起動させ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ことができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【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】起動制御部による圧縮機の起動制御処理手順を示すフローチャートである。

【図3】蒸発器の構成の一例を示す図である。

【図4】冷起動時における、熱源温水温度と蒸発器本体温度の時間変化を示す図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 4 】

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。

【 0 0 1 5 】

(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。

【 0 0 1 6 】

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。10

【 0 0 1 7 】

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。20

【 0 0 1 8 】

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。

【 0 0 1 9 】

ヒートポンプ部16の冷媒経路には、圧縮機20の吸入側の冷媒の圧力及び温度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の吐出側の冷媒の圧力及び温度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を検出する入口温度センサ38と、蒸発器26の本体温度を検出する蒸発器本体温度センサ29とが設置されている。圧縮機20は制御部18の制御下に、各センサ34～38の検出値に基づきインバータ(INV)40を介して圧縮機20の運転回転数を制御する。また、制御部18は、起動制御部18aを有する。起動制御部18aは、圧縮機20の起動時に、蒸発器本体温度センサ29の温度が所定値以上となった場合に、圧縮機20を起動させる制御を行う。30

【 0 0 2 0 】

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。40

【 0 0 2 1 】

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50

蒸気分離器 4 2 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 5 4 が接続されている。

【 0 0 2 2 】

水循環経路 4 6 は、水蒸気分離器 4 2 の下端壁から凝縮器 2 2 までを連通する液管 4 6 a と、凝縮器 2 2 から水蒸気分離器 4 2 の上部側壁までを連通する蒸気管 4 6 b とから構成されている。液管 4 6 a には水が流通し、蒸気管 4 6 b には水及び蒸気を含む気液二相流が流通する。液管 4 6 a には循環ポンプ 5 6 が設けられている。循環ポンプ 5 6 は制御部 1 8 の制御下に、インバータ (INV) 5 8 を介してその運転回転数が制御される。

【 0 0 2 3 】

蒸気供給経路 4 4 は、水蒸気分離器 4 2 の上端壁に接続され、蒸気管 4 6 b から当該水蒸気分離器 4 2 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 4 4 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）6 0 が設置されている。圧力調整弁 6 0 は、制御部 1 8 の制御下に、圧力センサ 6 2 で測定される水蒸気分離器 4 2 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 6 0 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 1 0 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 4 4 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 6 0 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。

【 0 0 2 4 】

制御部 1 8 は、各センサ 3 4 ~ 3 8 の検出値に基づき圧縮機 2 0 の運転制御を行うことで、ヒートポンプ部 1 6 の加熱出力を制御する。すなわち、制御部 1 8 は、各センサ 3 4 ~ 3 8 の検出値をもとに、圧縮機 2 0 の吐出側から膨張機構 2 4 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 2 0 の運転回転数を制御する。なお、制御部 1 8 は、さらに給水ポンプ 4 8 、循環ポンプ 5 6 及び圧力調整弁 6 0 の制御を行うものであってもよいが、これら蒸気生成部 1 2 側は図示しない別の制御部によって制御してもよい。

【 0 0 2 5 】

(圧縮機の起動制御処理)

また、制御部 1 8 内の起動制御部 1 8 a は、圧縮機 2 0 の起動時に、蒸発器本体温度センサ 2 9 の検出温度が所定値以上となった場合に、圧縮機 2 0 を起動させる制御を行う。図 2 に示すフローチャートをもとに、起動制御部 1 8 a による圧縮機 2 0 の起動制御処理について説明する。図 2 に示すように、まず、起動制御部 1 8 a 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）。起動制御部 1 8 a 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、起動制御部 1 8 a は、起動指示を受けた場合（ステップ S 1 0 1 , Y e s ）には、さらに、蒸発器本体温度センサ 2 9 の検出温度が所定値以上であるか否かを判断する（ステップ S 1 0 2）。

【 0 0 2 6 】

起動制御部 1 8 a は、蒸発器本体温度センサ 2 9 の検出温度が所定値以上でない場合（ステップ S 1 0 2 , N o ）には、ステップ S 1 0 2 の判断処理を繰り返す。一方、起動制御部 1 8 a は、蒸発器本体温度センサ 2 9 の検出温度が所定値以上である場合（ステップ S 1 0 2 , Y e s ）には、圧縮機 2 0 を起動させ（ステップ S 1 0 3）、本処理を終了する。

【 0 0 2 7 】

(蒸発器の構造と蒸発器本体温度センサの配置位置)

図 3 に示すように、本実施の形態の蒸発器 2 6 は、ブレージング（ロウ付け）プレート式熱交換器である。ブレージングプレート式熱交換器は、重ね合わせた複数の伝熱プレート 1 0 2 を、フロントカバープレート 1 0 1 とバックカバープレート 1 0 3 とで挟み込み、伝熱プレート 1 0 2 が、銅やニッケルなどのロウ材によって恒久的に接合されている。

10

20

30

40

50

各伝熱プレート 102 間、伝熱プレート 102 とフロントカバープレート 101との間、伝熱プレート 102 とバックカバープレート 103との間には、高温流体である熱源温水用の流体通路と、低温流体である冷媒用の流体通路とが交互に形成されている。すなわち、伝熱プレート 102 は四隅に開口を備え、ヘリンボーン形状その他の適当なパターンの凹凸を付与して伝熱性能を高めた伝熱面を備えている。隣り合った伝熱プレート 102 の周囲は水密に接合され、対向する伝熱面間に熱源温水用の流体通路と冷媒用の流体通路とが交互に形成される。

【0028】

図 3 の実線で示すように、入力される熱源温水 HW1 は、熱源温水入口側配管継手 Q1 を介して熱源温水用の流体通路に分散入力され、熱源温水出口側配管継手 Q2 を介し熱源温水 HW2 として出力される。一方、図 3 の破線で示すように、入力される冷媒 R1 は、冷媒入口側配管継手 Q3 を介して冷媒用の流体通路に分散入力され、冷媒出口側配管継手 Q4 を介し冷媒 R2 として出力される。蒸発器 26 内では、伝熱プレート 102 の一方の面に流れる熱源温水と他方の面に流れる冷媒との間での熱交換が効率よく行われる。

【0029】

本実施の形態では、蒸発器本体温度センサ 29 は、フロントカバープレート 101 に取り付けられた熱源温水入口側配管継手 Q1 と熱源温水出口側配管継手 Q2 との間に配置される。具体的に、蒸発器本体温度センサ 29 は、フロントカバープレート 101 の表面中央に設けられている。蒸発器 26 内の熱源温水の流量は、フロントカバープレート 101 側の流体通路よりも、バックカバープレート 103 側の流体通路の方が大きく、蒸発器 26 全体の最低本体温度を測定する上では、蒸発器本体温度センサ 29 は、フロントカバープレート 101 に設けることが好ましい。蒸発器本体温度センサ 29 は、口ウ付けによって一体化された蒸発器 26 全体の本体温度が測定できればよいので、フロントカバープレート 101 上の任意の箇所に設けてもよい。また、蒸発器本体温度センサ 29 は、フロントカバープレート 101 に限らず、バックカバープレート 103 に設けてもよいし、蒸発器 26 の側面に設けてもよい。

【0030】

ここで、圧縮機 20 が停止した後の時間が長いと、蒸発器 26 の温度は放熱によって低下し、常温となる。その後、ヒートポンプサイクルを起動した場合、熱源温水の熱量の一部が蒸発器 26 本体に奪われる。

【0031】

従来は、蒸発器 26 の温水経路上流側に設けた熱源温水温度センサによって、蒸発器 26 に流入する熱源温水の温度を測定し、この温度が所定値以上である場合に、蒸発器 26 で十分に冷媒が蒸発できると判断して、圧縮機 20 を起動するようにしていた。

【0032】

図 4 は、冷起動時における、熱源温水温度と蒸発器本体温度の時間変化を示す図である。曲線 L0 は、熱源温水温度の時間変化を示し、曲線 L1 は、本蒸発器本体温度の時間変化を示している。

【0033】

図 4 の曲線 L0 に示すように、熱源温水温度は、起動とほぼ同時に検出温度が動作可能温度（所定値）Ta に達している。一方、図 4 の曲線 L1 に示すように蒸発器本体温度は、熱源温水の流入開始から約 10 分後の時点 ta で動作可能温度 Ta に達している。ここで、動作可能温度 Ta は、蒸発器 26 に流入する冷媒が十分に蒸発できる温度である。図 4 の曲線 L0, L1 から、蒸発器 26 に流入する熱源温水の温度が動作可能温度 Ta 以上でも、蒸発器 26 本体の熱容量が満たされ、冷媒を十分に蒸発させることができるようになるまでには 10 分程度の時間がかかっていることがわかる。したがって、熱源温水の流入開始から時点 ta までの間に圧縮機 20 を起動すると、冷媒が十分に蒸発していない可能性があるため、圧縮機 20 に液バック状態が発生する可能性がある。

【0034】

本実施の形態では、蒸発器本体温度センサ 29 が蒸発器 26 本体の温度を検出し、この

10

20

30

40

50

温度が動作可能温度 T_a に達した時点 t_a で圧縮機 20 を起動するようにしているので、確実に圧縮機 20 が液バック状態になることを回避することができる。

【0035】

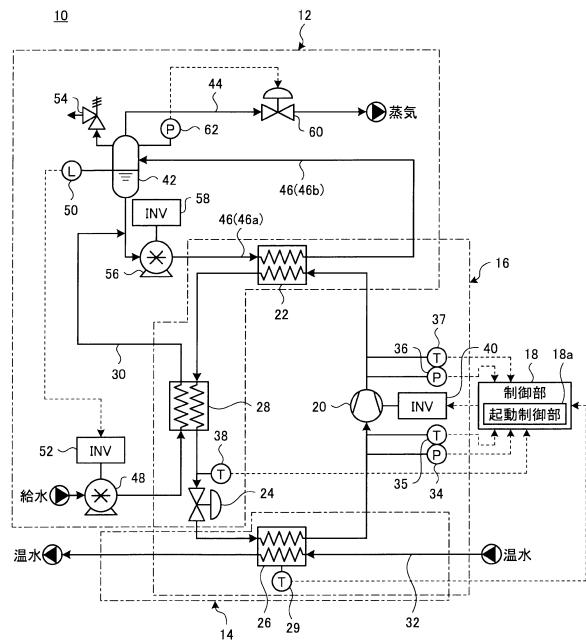
なお、本実施例では冷起動時の圧縮機制御について記載しているが、それには限定されず、例えば周囲温度が氷点下など非常に低い場合には通常運転時にもこの圧縮機制御を行い、蒸発器中で冷媒が十分に蒸発されているかを継続監視してもよい。その場合、起動時と通常運転時で異なる動作可能温度を設定してもよい。

【符号の説明】

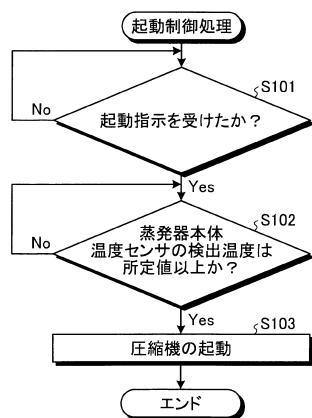
【0036】

1 0	排熱回収ヒートポンプ装置	10
1 2	蒸気生成部	
1 4	温水供給部	
1 6	ヒートポンプ部	
1 8	制御部	
2 0	圧縮機	
2 2	凝縮器	
2 4	膨張機構	
2 6	蒸発器	
2 8	加熱器	
2 9	蒸発器本体温度センサ	20
3 0	給水経路	
3 2	温水経路	
3 4	吸入圧力センサ	
3 5	吸入温度センサ	
3 6	吐出圧力センサ	
3 7	吐出温度センサ	
3 8	入口温度センサ	
4 0 , 5 2 , 5 8	インバータ	
4 2	水蒸気分離器	
4 4	蒸気供給経路	30
4 6	水循環経路	

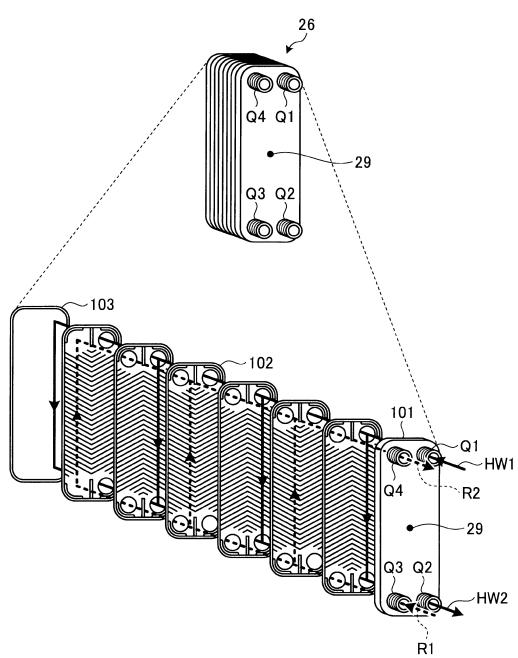
【図1】



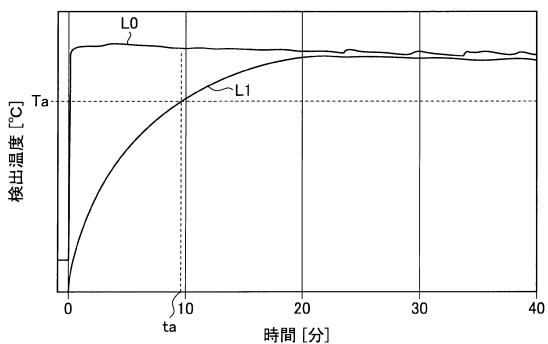
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 柴田 修平
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

審査官 笹木 俊男

(56)参考文献 特開2012-017978(JP,A)
特開2005-188765(JP,A)
特開2008-008595(JP,A)
特開2009-058147(JP,A)
特開2014-190637(JP,A)
特開2011-089690(JP,A)
特開2005-315498(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 22 B	3 / 0 0		
F 24 H	4 / 0 0	~	4 / 0 6
F 25 B	1 / 0 0		
F 25 B	2 7 / 0 2		
F 25 B	4 9 / 0 2		