

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-218909

(P2015-218909A)

(43) 公開日 平成27年12月7日(2015.12.7)

| | | |
|------------------------|----------------------|------------|
| (51) Int.Cl. | F 1 | テーマコード(参考) |
| F 2 5 B 1/00 (2006.01) | F 2 5 B 1/00 3 9 6 A | 3 L 1 2 2 |
| F 2 4 H 1/00 (2006.01) | F 2 5 B 1/00 1 0 1 E | |
| | F 2 5 B 1/00 3 3 1 E | |
| | F 2 5 B 1/00 3 0 4 F | |
| | F 2 4 H 1/00 6 1 1 A | |

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2014-100089 (P2014-100089) | (71) 出願人 | 314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区見2丁目1番61号 |
| (22) 出願日 | 平成26年5月14日(2014.5.14) | (74) 代理人 | 100120156 弁理士 藤井 兼太郎 |
| | | (74) 代理人 | 100106116 弁理士 鎌田 健司 |
| | | (74) 代理人 | 100170494 弁理士 前田 浩夫 |
| | | (72) 発明者 | 青山 繁男 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 森脇 俊二 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内 |

最終頁に続く

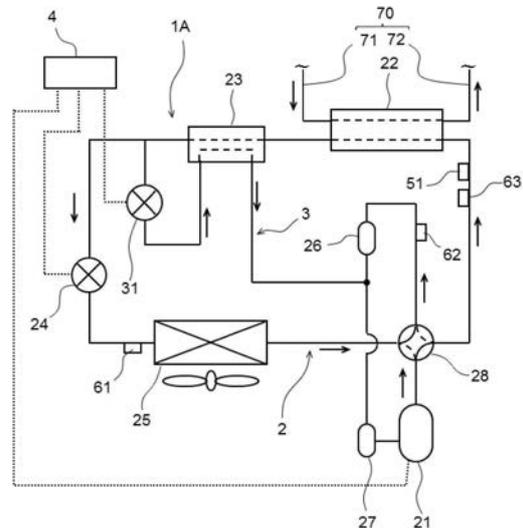
(54) 【発明の名称】 冷凍サイクル装置およびそれを備えた温水生成装置

(57) 【要約】

【課題】 R 1 1 2 3 を含む作動流体を用いるのにより適した冷凍サイクル装置を提供すること。

【解決手段】 圧縮機 2 1、放熱器 2 2、主膨張手段 2 4、蒸発器 2 5 が冷媒配管によって環状に接続された冷媒回路 2 と、主膨張手段 2 4、及び、圧縮機 2 1 を制御する制御装置 4 と、を備え、冷媒回路 2 を循環する冷媒として R 1 1 2 3 冷媒を 4 0 重量%以上 7 5 重量%未満含む作動流体を用い、制御装置 4 は、圧縮機 2 1 から吐出される冷媒の吐出圧力が所定圧力以下となるように、又は、圧縮機 2 1 から吐出される冷媒の吐出温度が所定温度以下となるように、圧縮機 2 1 及び主膨張手段 2 4 を制御することにより、冷媒の不均化反応が発生する下限温度または下限圧力以下となる条件で運転が行われるため、冷媒の不均化反応が生じることなく、信頼性を確保しつつ、低 GWP が実現できる。

【選択図】 図 1



- | | |
|----------------|----------------------|
| 1A 冷凍サイクル装置 | 3 バイパス路 |
| 2 冷媒回路 | 31 バイパス膨張弁(バイパス膨張手段) |
| 21 圧縮機 | 4 制御装置 |
| 22 放熱器 | 51 圧力センサ |
| 23 過冷却熱交換器 | 61 第1温度センサ |
| 24 主膨張弁(主膨張手段) | 62 第2温度センサ |
| 25 蒸発器 | 63 第3温度センサ |

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

圧縮機、放熱器、主膨張手段、蒸発器が冷媒配管によって環状に接続された冷媒回路と、少なくとも、前記主膨張手段、及び、前記圧縮機を制御する制御装置と、を備え、前記冷媒回路を循環する冷媒として R 1 1 2 3 冷媒を 4 0 重量 % 以上 7 5 重量 % 未満含む作動流体を用い、

前記制御装置は、前記圧縮機から吐出される冷媒の吐出圧力が所定圧力以下となるように、又は、前記圧縮機から吐出される冷媒の吐出温度が所定温度以下となるように、前記圧縮機及び前記主膨張手段を制御することを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項 2】

前記放熱器と前記主膨張手段との間に設けられた過冷却熱交換器と、前記放熱器と前記主膨張手段との間で前記冷媒回路から分岐して、前記過冷却熱交換器を介して、前記圧縮機の圧縮室、又は、前記蒸発器と前記圧縮機との間の前記冷媒回路に接続するバイパス路と、

前記過冷却熱交換器の上流側の前記バイパス路に設けられたバイパス膨張手段と、を備え、

前記制御装置は、前記蒸発器から流出する冷媒の乾き度が 0 . 8 以上 1 . 0 未満となるように、前記圧縮機、前記主膨張手段、前記バイパス膨張手段を制御することを特徴とする、請求項 1 に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 3】

前記請求項 1 または 2 に記載の冷凍サイクル装置を備え、前記放熱器において熱媒体としての液体を加熱して、前記熱媒体を、給湯と暖房との少なくとも一方に利用することを特徴とする温水生成装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、R 1 1 2 3 を含む作動流体を用いる冷凍サイクル装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

一般に、冷凍サイクル装置は、圧縮機、必要に応じて四方弁、放熱器（または凝縮器）、キャピラリーチューブや膨張弁等の減圧器、蒸発器、等を配管接続して冷凍サイクルを構成し、その内部に冷媒を循環させることにより、冷却または加熱作用を行っている。

【0003】

これらの冷凍サイクル装置における冷媒としては、フロン類（フロン類は R 又は R と記すことが、米国 A S H R A E 3 4 規格により規定されている。以下、R または R と示す）と呼ばれるメタンまたはエタンから誘導されたハロゲン化炭化水素が知られている。

【0004】

上記のような冷凍サイクル装置用冷媒としては、R 4 1 0 A が多く用いられているが、R 4 1 0 A 冷媒の地球温暖化係数（GWP）は 2 0 9 0 と大きく、地球温暖化防止の観点から問題がある。

【0005】

そこで、地球温暖化防止の観点からは、GWP の小さな冷媒として、例えば、R 1 1 2 3（1, 1, 2 - トリフルオロエチレン）や、R 1 1 3 2（1, 2 - ジフルオロエチレン）が提案されている（例えば特許文献 1 または特許文献 2）。

【0006】

また、従来より、この種の温水生成装置として、冷媒回路の放熱器の下流側に過冷却熱交換器が設けられ、この過冷却熱交換器に主流冷媒の一部を膨張させて流入させ、放熱器から流出した主流冷媒を過冷却するものがある（例えば、特許文献 3 参照）。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

これにより、蒸発器でのエンタルピー差が増大する。また、主流冷媒の一部をバイパスさせることにより蒸発器内および圧縮機の吸入側配管での圧力損失を減少する。このようにして、温水生成装置としての加熱 / 冷却能力の向上、冷凍サイクル装置の成績係数の向上を図っている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 国際公開第 2 0 1 2 / 1 5 7 7 6 4 号

【 特許文献 2 】 国際公開第 2 0 1 2 / 1 5 7 7 6 5 号

【 特許文献 3 】 特許第 3 4 4 0 9 1 0 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

しかしながら、R 1 1 2 3 (1 , 1 , 2 - トリフルオロエチレン) や、R 1 1 3 2 (1 , 2 - ジフルオロエチレン) は、R 4 1 0 A などの従来の冷媒に比べて安定性が低く、ラジカルを生成した場合、不均化反応により別の化合物に変化する恐れがある。不均化反応は大きな熱放出を伴うため、圧縮機や冷凍サイクル装置の信頼性を低下させる恐れがある。このため、R 1 1 2 3 や R 1 1 3 2 を圧縮機や冷凍サイクル装置に用いる場合には、この不均化反応を抑制する必要がある。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記従来のこのような課題を考慮し、R 1 1 2 3 を含む作動流体を用いるのにより適した冷凍サイクル装置を提供するものである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

前記従来の課題を解決するために、本発明の冷凍サイクル装置は、圧縮機、放熱器、主膨張手段、蒸発器が冷媒配管によって環状に接続された冷媒回路と、少なくとも、前記主膨張手段、及び、前記圧縮機を制御する制御装置と、を備え、前記冷媒回路を循環する冷媒として R 1 1 2 3 冷媒を 4 0 重量 % 以上 7 5 重量 % 未満含む作動流体を用い、前記制御装置は、前記圧縮機から吐出される冷媒の吐出圧力が所定圧力以下となるように、又は、前記圧縮機から吐出される冷媒の吐出温度が所定温度以下となるように、前記圧縮機及び前記主膨張手段を制御することを特徴とするものである。

【 0 0 1 2 】

これによって、吐出圧力及び吐出温度が所定値以下となるように圧縮機、主膨張手段が制御されるので、作動流体の吐出温度及び吐出圧力が過度に上昇し、作動流体内の R 1 1 2 3 の分子運動が活発化した結果生じる不均化反応を抑制することが可能となり、信頼性を高めることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明は、R 1 1 2 3 を含む作動流体を用いるのにより適した冷凍サイクル装置を得ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 における冷凍サイクル装置及びそれを備えた温水生成装置の概略構成図

【 図 2 】 R 1 1 2 3 を含む作動流体を用いた場合において組成比率と圧力との関係から不均化反応が起こる領域と不均化反応が起こらない領域とを示すグラフ

【 図 3 】 R 1 1 2 3 を 7 5 重量 % 含む作動流体を用いた場合において圧力と温度との関係から不均化反応が起こる領域と不均化反応が起こらない領域とを示すグラフ

【 図 4 】 本発明の実施の形態 1 における冷凍サイクル装置において凝縮温度と蒸発温度と

10

20

30

40

50

に応じて定まる熱交換比率の目標値を示すグラフ

【図5】同冷凍サイクル装置の通常運転時の制御のフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0015】

第1の発明は、圧縮機、放熱器、主膨張手段、蒸発器が冷媒配管によって環状に接続された冷媒回路と、少なくとも、前記主膨張手段、及び、前記圧縮機を制御する制御装置と、を備え、前記冷媒回路を循環する冷媒としてR1123冷媒を40重量%以上75重量%未満含む作動流体を用い、前記制御装置は、前記圧縮機から吐出される冷媒の吐出圧力が所定圧力以下となるように、又は、前記圧縮機から吐出される冷媒の吐出温度が所定温度以下となるように、前記圧縮機及び前記主膨張手段を制御することを特徴とする冷凍サイクル装置である。

10

【0016】

これにより、R1123を40重量%以上75重量%未満含む作動流体の吐出圧力が所定圧力（冷媒の不均化反応が発生する下限圧力）以下となるように、または、作動流体の吐出温度が所定温度（冷媒の不均化反応が発生する下限温度）以下となるように、主膨張手段、圧縮機が制御されるため、吐出圧力及び吐出温度が低下する。

【0017】

ここで、不均化反応は、圧力及び温度が高いほど生じやすい。したがって、吐出圧力及び吐出温度が過度に上昇し、作動流体内のR1123の分子運動が活発化した結果生じる不均化反応を抑制することが可能となり、信頼性を高めることができる。

20

【0018】

第2の発明は、特に第1の発明において、前記放熱器と前記主膨張手段との間に設けられた過冷却熱交換器と、前記放熱器と前記主膨張手段との間で前記冷媒回路から分岐して、前記過冷却熱交換器を介して、前記圧縮機の圧縮室、又は、前記蒸発器と前記圧縮機との間の前記冷媒回路に接続するバイパス路と、前記過冷却熱交換器の上流側の前記バイパス路に設けられたバイパス膨張手段と、を備え、前記制御装置は、前記蒸発器から流出する冷媒の乾き度が0.8以上1.0未満となるように、前記圧縮機、前記主膨張手段、前記バイパス膨張手段を制御することを特徴とするものである。

【0019】

これにより、蒸発器出口の冷媒乾き度が、水平管内における局所の蒸発熱伝達率が最大となる0.8以上1.0未満の間となるので、蒸発器の伝熱効率が高くなる。さらに、蒸発に寄与しない冷媒がバイパス路側に流れるため、蒸発器での冷媒圧力損失が低下し、圧縮機吸入側での圧力低下が抑制される。

30

【0020】

その結果、過冷却熱交換器とバイパス路を有する冷凍サイクル装置において、R1123を含む混合冷媒の使用により、R410AやR32に対して、GWPが1/6～1/2に低減でき、かつ、冷媒の不均化反応が生じない吐出圧力、吐出温度での運転が可能となるため、地球温暖化の抑制、および、機器の信頼性の確保を両立できる。

【0021】

第3の発明は、特に第1または第2の発明の冷凍サイクル装置を備え、前記放熱器において熱媒体としての液体を加熱して、前記熱媒体を、給湯と暖房との少なくとも一方に利用することを特徴とする温水生成装置である。

40

【0022】

これにより、放熱器は、水-空気熱交換器や、不凍液-水熱交換器など、種類を限定する必要がない。

【0023】

したがって、放熱器により加温された熱媒体を、暖房機器（温風機、ラジエータ、床暖房パネル等）や給湯機器（カラン、シャワー）へと送り、暖房及び給湯を行うことができる。

【0024】

50

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、この実施の形態によって本発明が限定されるものではない。

【0025】

(実施の形態1)

図1は、本実施の形態における冷凍サイクル装置および温水生成装置の概略構成図を示すものである。図1において、冷凍サイクル装置1Aは、冷媒を循環させる冷媒回路2と、バイパス路3と、制御装置4とを備えている。

【0026】

冷媒回路2を循環する冷媒としては、低GWPであるR1123冷媒を40重量%以上75重量%未満含んだ作動流体が用いられている。この作動流体には、後述するR1123の不均化反応を抑制するため、R32冷媒が25重量%以上60重量%未満含まれている。低いGWPと不均化反応の抑制との両立を図る観点からは、R1123は40重量%以上60重量%未満含まれ、R32は40重量%以上60重量%未満含まれていることが好ましい。

10

【0027】

冷媒回路2は、圧縮機21、放熱器22、過冷却熱交換器23、主膨張弁(主膨張手段)24および蒸発器25が配管により環状に接続されて構成されている。本実施の形態では、蒸発器25と圧縮機21の間に、気液分離を行うサブアキュムレータ26および主アキュムレータ27が設けられている。

【0028】

制御装置4は、複数の運転を実行することができる。複数の運転には、放熱器22にて熱媒体を加熱する通常運転と、蒸発器25に付着した霜を融解させるデフロスト運転とを含む。通常運転とデフロスト運転とでは、冷媒回路2を流れる冷媒の循環方向が異なる。冷媒回路2には、冷媒の循環方向を切り換えるための四方弁28が設けられている。

20

【0029】

本実施の形態では、冷凍サイクル装置1Aが、加熱手段により生成した温水を暖房に利用する温水生成装置の加熱手段を構成しており、放熱器22が、冷媒と熱媒体(水、又は、不凍液)との間で熱交換を行わせて水を加熱する熱交換器となっている。

【0030】

具体的には、放熱器22に供給管71と回収管72が接続されて熱媒体経路70が構成されている。熱媒体は、供給管71を通じて放熱器22に水が供給され、放熱器22で加熱された水(温水)が回収管72を通じて回収されるようになっている。回収管72により回収された水(温水)は、例えばラジエータ等の暖房機器やカラン等の給湯端末に、直接的または貯湯タンクを介して間接的に送られ、これにより暖房や給湯が行われる。

30

【0031】

本実施の形態では、バイパス路3は、過冷却熱交換器23と主膨張弁24の間で冷媒回路2から分岐し、過冷却熱交換器23を経由して蒸発器25と圧縮機21の間で冷媒回路2につながっている。本実施の形態では、サブアキュムレータ26と主アキュムレータ27の間でバイパス路3が冷媒回路2につながっている。また、バイパス路3には、過冷却熱交換器23よりも上流側にバイパス膨張弁(バイパス膨張手段)31が設けられている。なお、バイパス路3は、過冷却熱交換器23と主膨張弁24の間で冷媒回路2から分岐して、圧縮機21の圧縮室に接続されていてもよい。

40

【0032】

通常運転では、圧縮機21から吐出された冷媒が四方弁28を介して放熱器22に送られ、デフロスト運転では、圧縮機21から吐出された冷媒が四方弁28を介して蒸発器25に送られる。図1では、通常運転時の冷媒の流れ方向を矢印で示している。以下、通常運転における冷媒の状態変化を説明する。

【0033】

圧縮機21から吐出された高圧冷媒は、放熱器22に流入し、放熱器22を通過する水に放熱する。放熱器22から流出した高圧冷媒は、過冷却熱交換器23に流入し、バイパ

50

ス膨張弁 3 1 で減圧された低圧冷媒によって過冷却される。過冷却熱交換器 2 3 から流出した高圧冷媒は、主膨張弁 2 4 側とバイパス膨張弁 3 1 側とに分流する。

【 0 0 3 4 】

主膨張弁 2 4 側に分流した高圧冷媒は、主膨張弁 2 4 によって減圧されて膨張した後に、蒸発器 2 5 に流入する。蒸発器 2 5 に流入した低圧冷媒は、ここで空気から吸熱する。一方、バイパス膨張弁 3 1 側に分流した高圧冷媒は、バイパス膨張弁 3 1 によって減圧されて膨張した後に、過冷却熱交換器 2 3 に流入する。過冷却熱交換器 2 3 に流入した低圧冷媒は、放熱器 2 2 から流出した高圧冷媒によって加熱される。その後、過冷却熱交換器 2 3 から流出した低圧冷媒は、蒸発器 2 5 から流出した低圧冷媒と合流し、再度、圧縮機 2 1 に吸入される。

【 0 0 3 5 】

本実施の形態における冷凍サイクル装置 1 A の構成は、外気温度の低下に伴い圧縮機 2 1 の圧縮比が増大して吐出冷媒温度が過度に上昇することを、運転効率の低下を抑制しながら防止するためのものである。

【 0 0 3 6 】

次に、R 1 1 2 3 を含む作動流体について説明する。R 1 1 2 3 を含む作動流体は、地球温暖化係数である GWP 値を大きく減じる利点がある反面、不均化反応が生じる恐れがある。不均化反応とは、冷凍サイクル中でラジカルを生成した場合、化合物に変化する反応である。不均化反応は大きな熱放出を伴うため、圧縮機 2 1 や冷凍サイクル装置 1 A の信頼性を低下させる恐れがある。

【 0 0 3 7 】

不均化反応が生じる条件は、微視的な視点では、分子間距離の近接や、分子挙動が活発に運動する状態であり、これを巨視的な視点で言い換えると、過度な高圧条件、高温条件下であるから、実際の冷凍サイクル装置で R 1 1 2 3 を含む作動流体を用いるためには、圧力条件、温度条件を適正な水準に抑え、確実に安全な条件下で使用しなければならない。一方で、安全性を担保しつつ、冷凍サイクル装置としての機能も最大限発揮できるようにする必要がある。

【 0 0 3 8 】

本実施の形態では、R 1 1 2 3 冷媒を 4 0 重量 % 以上 7 5 重量 % 未満、R 3 2 冷媒を 2 5 重量 % 以上 6 0 重量 % 未満含む作動流体を用いる。

【 0 0 3 9 】

ここで、R 1 1 2 3 に R 3 2 を 2 5 重量 % 以上混合すると、R 1 1 2 3 の不均化反応を抑制できる。また、R 3 2 の濃度が高いほど不均化反応をより抑制できる。これは、R 3 2 のフッ素原子への分極が小さいことによる不均化反応を緩和する作用と、R 1 1 2 3 と R 3 2 は物理特性が似ていることから凝縮・蒸発など相変化時の挙動が一体となることによる不均化の反応機会を減少させる作用とにより、R 1 1 2 3 の不均化反応を抑制することができる。

【 0 0 4 0 】

R 1 1 2 3 冷媒を含む作動流体を用いる場合に、不均化反応が生じるのは、作動流体に含まれる R 1 1 2 3 の重量比率を横軸とし、圧力を縦軸とすると、作動流体の温度に応じて図 2 及び図 3 に示すように定まる。すなわち、作動流体の温度に応じて引かれた線分の左側の領域では不均化反応が起こらず、線分の右側の領域では不均化反応が起こることを意味する。

【 0 0 4 1 】

ここで、通常の冷凍サイクル装置、例えば R 4 1 0 A、R 3 2 冷媒を用いた従来の冷凍サイクル装置では、圧縮機の吐出圧力（高圧）は 4 MPa 程度である。ここで、吐出圧力の運転領域は、R 1 1 2 3 冷媒を含む作動流体を用いた場合と R 4 1 0 A を用いた場合とでほとんど変わらない。また、通常の温水生成装置、例えば R 4 1 0 A、R 4 0 7 C、R 3 2 冷媒を用いた従来の温水生成装置では、放熱器 2 2 で生成する熱媒体の最高温度が 7 0 程度であることから、圧縮機の吐出温度は最大で 9 0 程度である。これを踏まえて

10

20

30

40

50

、冷媒の不均化反応が生じない範囲を規定すると、図 2 から R 1 1 2 3 冷媒の組成比率は最大 7 5 重量%となる。また、R 1 1 2 3 の組成比率が 4 0 重量%未満の領域では、不均化反応は生じないから、低 GWP 化を図る観点から、R 1 1 2 3 の組成比率は 4 0 ~ 7 5 重量%とする必要がある。

【 0 0 4 2 】

また、R 1 1 2 3 と R 3 2 の混合冷媒は、R 3 2 が 3 0 重量%、R 1 1 2 3 が 7 0 % で共沸点を持ち、温度すべりがなくなる為、単一冷媒と同様な取り扱いが可能である。一方、R 3 2 を 6 0 重量%以上混合すると、温度すべりが大きくなり、単一冷媒と同様な取り扱いが困難となる可能性があるため、R 3 2 を 6 0 重量%以下で混合することが望ましい。特に、不均化を防止するとともに、共沸点に近づくため温度すべりをより小さくし、機器の設計が容易とするために、R 3 2 を 4 0 重量%以上 5 0 重量%未満で混合することがより望ましい。

10

【 0 0 4 3 】

表 1、表 2 は、R 1 1 2 3 と R 3 2 の混合作動流体のうち、R 3 2 が 3 0 重量%以上 6 0 重量%以下となる混合割合での、冷凍サイクルの圧力、温度、圧縮機の押しのけ容積が同じ場合の冷凍能力およびサイクル効率 (COP) を計算し、R 4 1 0 A と R 1 1 2 3 と比較したものである。

【 0 0 4 4 】

まず、表 1、表 2 の計算条件について説明する。近年、機器のサイクル効率を向上するため、熱交換器の高性能化が進み、実際の運転状態では、凝縮温度は低下し、蒸発温度は上昇する傾向にあり、吐出温度も低下する傾向にある。このため、実際の運転条件を考慮し、表 1 の冷房計算条件は、空気調和機器の冷房運転時 (室内乾球温度: 2 7 、湿球温度: 1 9 、室外乾球温度: 3 5) に対応し、蒸発温度は 1 5 、凝縮温度は 4 5 、圧縮機の吸入冷媒の過熱度は 5 、凝縮器出口の過冷却度は 8 としている。

20

【 0 0 4 5 】

また、表 2 の暖房計算条件は、空気調和機器の暖房運転時 (室内乾球温度: 2 0 、室外乾球温度: 7 、湿球温度: 6) に対応した計算条件で、蒸発温度は 2 、凝縮温度は 3 8 、圧縮機の吸入冷媒の過熱度は 2 、凝縮器出口の過冷却度は 1 2 としている。

【 0 0 4 6 】

30

【表 1】

| 冷媒 | | R410A | R32/R1123 60/40 | R32/R1123 50/50 | R32/R1123 40/60 | R32/R1123 30/70 | R1123 |
|------|-----|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| GWP | — | 2090 | 410 | 350 | 280 | 210 | 10 |
| 凝縮圧力 | MPa | 2.73 | 2.78 | 2.77 | 2.74 | 2.71 | 2.62 |
| 蒸発圧力 | MPa | 1.25 | 1.28 | 1.27 | 1.26 | 1.25 | 1.21 |
| 吐出温度 | ℃ | 62 | 69 | 68 | 67 | 66 | 65 |
| 冷凍能力 | % | 100% | 104% | 103% | 101% | 99% | 94% |
| COP | % | 100% | 101% | 100% | 100% | 100% | 99% |

40

【 0 0 4 7 】

【表 2】

| 冷媒 | | R410A | R32/R1123 60/40 | R32/R1123 50/50 | R32/R1123 40/60 | R32/R1123 30/70 | R1123 |
|------|-----|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| GWP | — | 2090 | 410 | 350 | 280 | 210 | 10 |
| 凝縮圧力 | MPa | 2.30 | 2.35 | 2.34 | 2.31 | 2.29 | 2.21 |
| 蒸発圧力 | MPa | 0.87 | 0.86 | 0.85 | 0.84 | 0.82 | 0.82 |
| 吐出温度 | ℃ | 56 | 65 | 64 | 63 | 62 | 60 |
| 冷凍能力 | % | 100% | 104% | 103% | 101% | 99% | 94% |
| COP | % | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

10

表 1、表 2 より、R 3 2 を 3 0 重量 % 以上 6 0 重量 % 以下で混合することにより、冷房および暖房運転時に、冷凍能力およびサイクル効率 (COP) は R 4 1 0 A と同等であり、温暖化係数は R 4 1 0 A の 1 0 ~ 2 0 % に低減できる。

【0048】

以上説明したように、R 1 1 2 3 と R 3 2 の 2 成分系において、不均化の防止、温度すべりの大きさ、冷房運転時・暖房運転時の能力、COP を総合的に鑑みると (すなわち、後述する圧縮機を用いた空気調和機器に適した混合割合を特定すると)、3 0 重量 % 以上 6 0 重量 % 以下の R 3 2 を含む混合物が望ましく、さらに望ましくは、4 0 重量 % 以上 5 0 重量 % 以下の R 3 2 を含む混合物が望ましい。

20

【0049】

このような制約条件が存在する中、冷媒の不均化反応の発生を回避するためには、R 1 1 2 3 を所定の組成比率で含む作動流体を用いて、特に通常運転中の圧縮機 2 1 の吐出圧力、および吐出温度の組み合わせ条件のうち、不均化反応が起こらない運転条件とする必要がある。

【0050】

また、冷凍サイクル装置 1 A としての高効率化を図るためには、過冷却により蒸発器 2 5 でのエンタルピ差を増大させるとともに、バイパス路 3 から湿り冷媒をバイパスさせる必要がある。これにより、圧縮機 2 1 の吸入冷媒エンタルピを低下させながら冷媒回路 2 の低压側での圧力損失を低減させることができる。

30

【0051】

したがって、本発明では、機器の信頼性と高効率化との両立を図るため、過冷却熱交換器 2 3 の出口側における冷媒の過冷却度と、バイパス路 3 を流れる冷媒量を適正に調整することにより、冷凍サイクル装置 1 A の運転効率低下を抑制する。

【0052】

本発明では、図 3 に示すように、所定の R 1 1 2 3 組成比率 (図 3 では 7 5 % の場合) において、不均化反応が生じない冷媒圧力 P_x と冷媒温度 T_x の関係を、予め相関近似式として求めておく。制御装置 4 は、検出された冷媒の吐出圧力に応じて、冷媒の吐出温度 T_d が、不均化反応が生じない所定の冷媒温度 T_x 以下となるように、圧縮機 2 1 の回転数、主膨張弁 2 4 の弁開度を制御し、バイパス膨張弁 3 1 を有する場合には合わせてバイパス膨張弁 3 1 を制御する。また、制御装置 4 は、検出された冷媒の吐出温度に応じて、冷媒の吐出圧力 P_d が、不均化反応が生じない所定の冷媒圧力 P_x 以下となるように、圧縮機 2 1 の回転数、主膨張弁 2 4 の弁開度を制御し、バイパス膨張弁 3 1 を有する場合には合わせてバイパス膨張弁 3 1 を制御する。

40

【0053】

次に制御装置 4 が行う制御動作について説明する。

【0054】

図 1 に示すように、冷媒回路 2 には、蒸発器 2 5 に流入する冷媒の温度 (蒸発温度) T_e を検出する第 1 温度センサ 6 1 と、蒸発器 2 5 から流出する冷媒の温度 (蒸発器出口温

50

度) T_{e0} を検出する第2温度センサ62と、圧縮機21から吐出される冷媒の吐出温度を検出する第3温度センサ63、放熱器22に流入する冷媒の圧力(凝縮圧力) P_c を検出する圧力センサ51とが設けられている。

【0055】

制御装置4は、各種のセンサ51、61、62、63で検出される検出値等に基づいて、圧縮機21の回転数、四方弁28の切り換え、ならびに主膨張弁24およびバイパス膨張弁31の開度を制御する。

【0056】

本実施形態では、制御装置4は、通常運転時に、冷媒回路2において蒸発器25から流出する冷媒の乾き度が0.8以上1.0未満になるように、主膨張弁24とバイパス膨張弁31とを制御する。

10

【0057】

具体的には、第1温度センサ61で検出される蒸発温度 T_e と第2温度センサ62で検出される蒸発器出口温度 T_{e0} の温度差 T_e が予め定められた所定の温度差 T_t となるように主膨張弁24の開度を調整する。温度差 T_e が大きければ主膨張弁24の開度を開き、温度差 T_e が小さければ主膨張弁24の開度を閉じる。

【0058】

なお、蒸発器25から流出する冷媒の乾き度を所定値にするためには、第2温度センサ62を四方弁28の下流側に取り付けて、蒸発器25から流出した冷媒が四方弁28内部で圧縮機21の吐出冷媒から吸熱した後の温度を検出し、乾き度が所望の値となる温度差を T_t に設定すればよい。

20

【0059】

また、制御装置4は、バイパス膨張弁31の開度を、圧力センサ51で検出される凝縮圧力 P_c に基づいて算出される飽和温度(凝縮温度) T_c と、第1温度センサ61で検出される蒸発温度 T_e により決定される予め定められた設定開度 S_b に設定する。この所定開度 S_b は、蒸発温度 T_e が低いほど、また、凝縮温度 T_c が高いほど、熱交換比率 Q_{sc}/Q_c が大きくなるように設定されている。

【0060】

一般的に、外気温度の低下などによる蒸発器25における蒸発温度 T_e の低下や、水温の上昇による放熱器22における凝縮温度 T_c の上昇により、過冷却熱交換器23における過冷却度が同一の場合、蒸発器25に流入する冷媒の乾き度が大きくなり、蒸発に寄与しない冷媒ガス成分が多くなるため、蒸発器25の吸熱能力が低下してしまう。

30

【0061】

そのような場合、制御装置4により、図4に示すとおり、蒸発温度 T_e が低いほど、また凝縮温度 T_c が高いほど、熱交換比率 Q_{sc}/Q_c が大きくなるように主膨張弁24およびバイパス膨張弁31を制御することが好ましい。

【0062】

このようにすれば、過冷却熱交換器23出口における過冷却度を大きくでき、蒸発器25に流入する冷媒のエンタルピを低下させることにより、熱交換比率 Q_{sc}/Q_c が小さい場合に比べて、蒸発器25における冷媒のエンタルピ変化量の拡大、すなわち吸熱能力の増大が図れる。

40

【0063】

その結果、外気温度の低下や水温の上昇時において、蒸発器25に流入する冷媒のエンタルピ上昇に伴う蒸発器25での冷媒の吸熱量の減少分を補完することができる。

【0064】

また、制御装置4は、予め求められた冷媒の不均化反応が生じる冷媒圧力 P_x と冷媒温度 T_x の相関近似式より、冷媒の不均化反応が発生する下限圧力、または、冷媒の不均化反応が発生する下限温度を求める。

【0065】

制御装置4は、第3温度センサ63で検出された吐出温度が下限温度以下となるように

50

、または、圧力センサ 5 1 で検出された吐出圧力が下限圧力以下となるように、圧縮機 2 1 の回転数、主膨張弁 2 4 の開度、バイパス膨張弁 3 1 の開度を制御する。これにより、不均化反応の発生を防止することができる。

【 0 0 6 6 】

次に、通常運転時の制御装置 4 の制御を図 5 に示すフローチャートを参照して説明する。まず、制御装置 4 は、第 1 温度センサ 6 1 で蒸発温度 T_e を、第 2 温度センサ 6 2 で蒸発器出口温度 T_{e0} を検出する（ステップ S 1）。その後、制御装置 4 は、 $T_{e0} = T_e$ 、により温度差 T_e を算出する（ステップ S 2）。そして、制御装置 4 は、温度差 T_e が、予め蒸発器 2 5 出口の冷媒乾き度が適正となるように設定された目標温度差 T_t となるように主膨張弁 2 4 の開度を調整する（ステップ S 3）。

10

【 0 0 6 7 】

ついで、制御装置 4 は、圧力センサ 5 1 で凝縮圧力 P_c を検出する（ステップ S 4）とともに、検出した凝縮圧力 P_c から放熱器 2 2 に流入する冷媒の圧力での飽和温度（凝縮温度） T_c を算出する（ステップ S 5）。この凝縮温度 T_c の算出は、冷媒物性式を用いて行われる。その後、制御装置 4 は、予め定められた蒸発温度 T_e と凝縮温度 T_c の値によって決定される設定開度テーブルから、現在の蒸発温度 T_e と凝縮温度 T_c に対応する設定開度 S_b を決定し（ステップ S 6）、バイパス膨張弁 3 1 の開度を設定開度 S_b に調整する（ステップ S 7）。このとき、制御装置 4 は、第 3 温度センサ 6 3 で検出された吐出温度が下限温度以下となるように、または、圧力センサ 5 1 で検出された吐出圧力が下限圧力以下となるように、圧縮機 2 1 の回転数、主膨張弁 2 4 の開度、バイパス膨張弁 3 1 の開度を制御する。

20

【 0 0 6 8 】

以上のように、本実施の形態においては、圧縮機 2 1、放熱器 2 2、過冷却熱交換器 2 3、主膨張手段 2 4 および蒸発器 2 5 が環状に接続された冷媒回路 2 と、放熱器 2 2 と主膨張手段 2 4 の間で冷媒回路 2 から分岐し、バイパス膨張手段 3 1、過冷却熱交換器 2 3 を経由して、蒸発器 2 5 と圧縮機 2 1 との間の冷媒回路に接続したバイパス路 3 と、制御装置 4 と、圧縮機 2 1 から吐出される冷媒の吐出圧力を検出する圧力センサ 5 1、および/または、圧縮機 2 1 から吐出される冷媒の吐出温度を検出する第 3 温度センサ 6 3 とを備え、作動流体として、R 1 1 2 3 冷媒を 4 0 重量 % 以上 7 5 重量 % 未満含む作動流体を循環させるものである。

30

【 0 0 6 9 】

また、このような冷凍サイクル装置 1 A において、蒸発器 2 5 から流出する冷媒の乾き度が 0 . 8 以上 1 . 0 未満となるように主膨張手段 2 4 およびバイパス膨張手段 3 1 の開度が調整される。また、圧縮機 2 1 から吐出される冷媒の吐出圧力 P_d が所定圧力（冷媒の不均化反応が発生する下限圧力） P_x 以下となるように、または、圧縮機 2 1 から吐出される冷媒の吐出温度 T_d が所定温度（冷媒の不均化反応が発生する下限温度） T_x 以下となるように冷媒流量を制御することを特徴とするものである。

【 0 0 7 0 】

これにより、R 1 1 2 3 を 4 0 重量 % 以上 7 5 重量 % 未満含む作動流体の吐出圧力 P_d 及び吐出温度 T_d が過度に上昇することが抑制される。したがって、冷媒の不均化反応が生じる温度条件が相対的に高くなるため、不均化反応が生じる領域から外れることになる。その結果、R 1 1 2 3 を含む冷媒の使用により、R 4 1 0 A や R 3 2 に対して、GWP が 1 / 6 ~ 1 / 2 に低減でき、かつ、冷媒の不均化現象が生じない吐出圧力、温度での運転が可能となるため、地球温暖化の抑制、および、機器の信頼性の確保を両立できる。

40

【 0 0 7 1 】

また、本実施の形態では、制御装置 4 が、通常運転時に蒸発器 2 5 から流出する冷媒の乾き度が 0 . 8 以上 1 . 0 未満になるように、主膨張弁 2 4 を制御しているので、蒸発側および凝縮側の負荷が変化しても、負荷に応じて蒸発器 2 5 出口の冷媒乾き度が適正になるので、冷凍サイクルの信頼性と省エネルギー性が向上する。

【 0 0 7 2 】

50

さらに、本実施の形態では、蒸発器 25 での蒸発温度 T_e が低くなるほど、放熱器 22 での凝縮温度 T_c が高くなるほど熱交換比率が大きくなるようにバイパス膨張弁 31 を制御している。

【0073】

これにより、蒸発温度 T_e の低下や凝縮温度 T_c の上昇に伴う蒸発器 25 入口部の冷媒エンタルピ上昇が抑制され、蒸発器 25 入口部での気相冷媒が、バイパス路によって確実にバイパスされるので、低圧側の圧力損失が低減される。

【0074】

したがって、外気温度の低下や循環水温度が上昇熱するような場合でも、高効率な運転を維持することができる。

【0075】

なお、図 1 では、圧力センサ 51 が冷媒回路 2 における四方弁 28 と放熱器 22 の間に設けられているが、圧力センサ 51 は、圧縮機 21 の吐出部から主膨張弁 24 の入口部の間であれば冷媒回路 2 のどの位置に設けられていてもよく、放熱器 22 から圧力センサ 51 までの圧力損失分の補正をすればよい。

【0076】

また、圧力センサ 51 の代わりに、放熱器 22 における凝縮冷媒が 2 相状態となる部位に温度センサを設置し、この温度センサの検知温度を凝縮温度 T_c としてもよい。

【0077】

また、第 1 温度センサ 61 の代わりに、圧力センサを主膨張弁 24 の出口部から圧縮機 21 の吸入部の間に設置し、この圧力センサで検出される圧力に基づいて飽和温度を算出して蒸発温度 T_e としてもよい。

【0078】

また、バイパス路 3 は、必ずしも過冷却熱交換器 23 と主膨張弁 24 の間で冷媒回路 2 から分岐している必要はなく、放熱器 22 と過冷却熱交換器 23 の間で冷媒回路 2 から分岐していてもよい。

【0079】

さらに、本発明の主膨張手段およびバイパス膨張手段は、必ずしも膨張弁である必要はなく、膨張する冷媒から動力を回収する膨張機であってもよい。この場合、例えば、膨張機と連結された発電機によって負荷を変化させることにより、膨張機の回転数を制御すればよい。

【0080】

また、放熱器 22 で加熱される被加熱流体は、必ずしも水である必要はなく、空気であってもよい。すなわち、本発明は空調装置にも適用可能である。

【産業上の利用可能性】

【0081】

本発明は、冷凍サイクル装置によって水を加熱し、その水を給湯や暖房に利用する温水生成装置に特に有用である。

【符号の説明】

【0082】

- 1 A 冷凍サイクル装置
- 2 冷媒回路
- 3 バイパス路
- 4 制御装置
- 21 圧縮機
- 22 放熱器
- 23 過冷却熱交換器
- 24 主膨張弁（主膨張手段）
- 25 蒸発器
- 31 バイパス膨張弁（バイパス膨張手段）

10

20

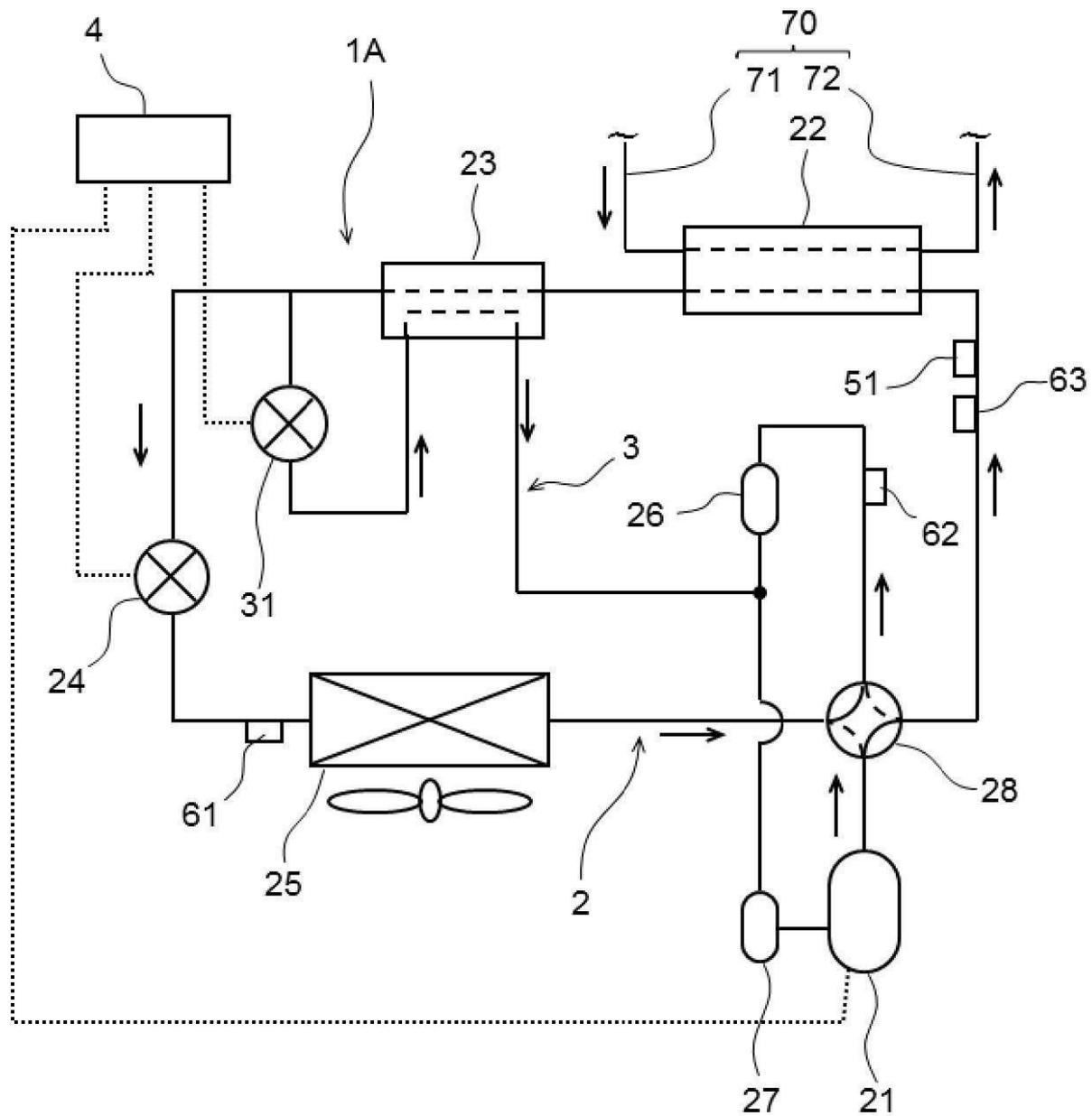
30

40

50

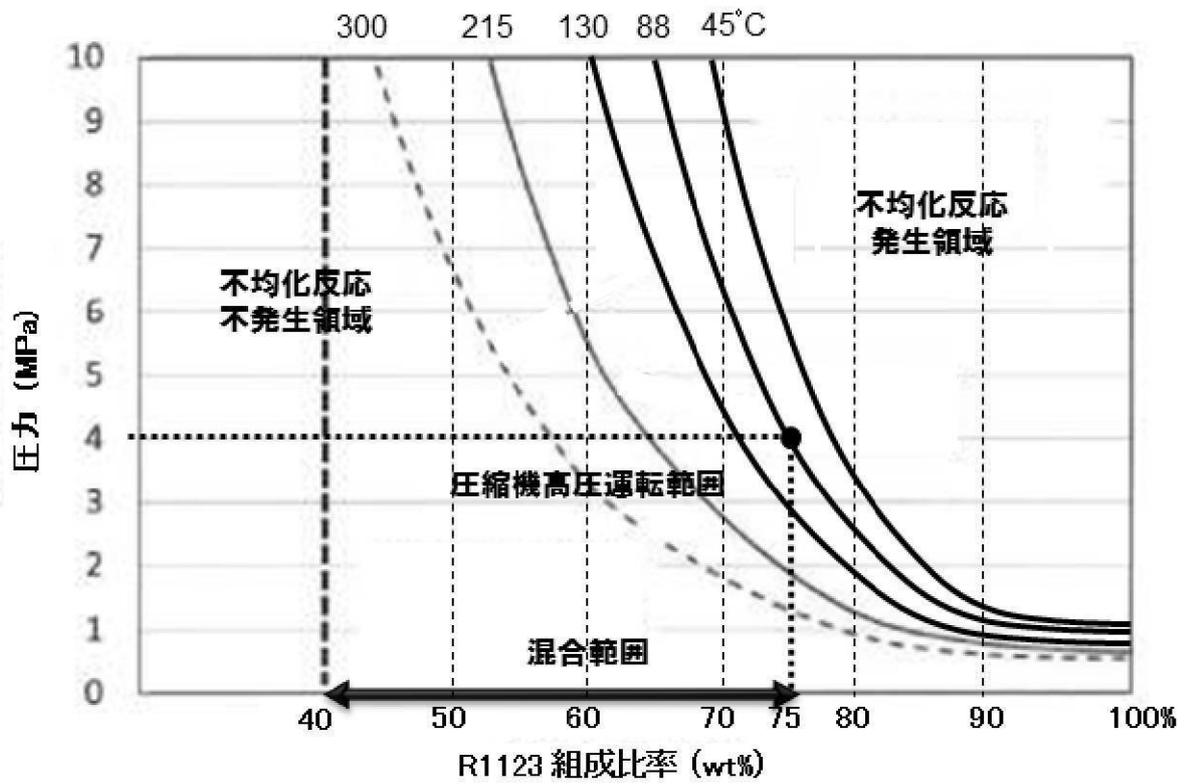
- 5 1 圧力センサ
- 6 1 第 1 温度センサ
- 6 2 第 2 温度センサ
- 6 3 第 3 温度センサ

【図1】

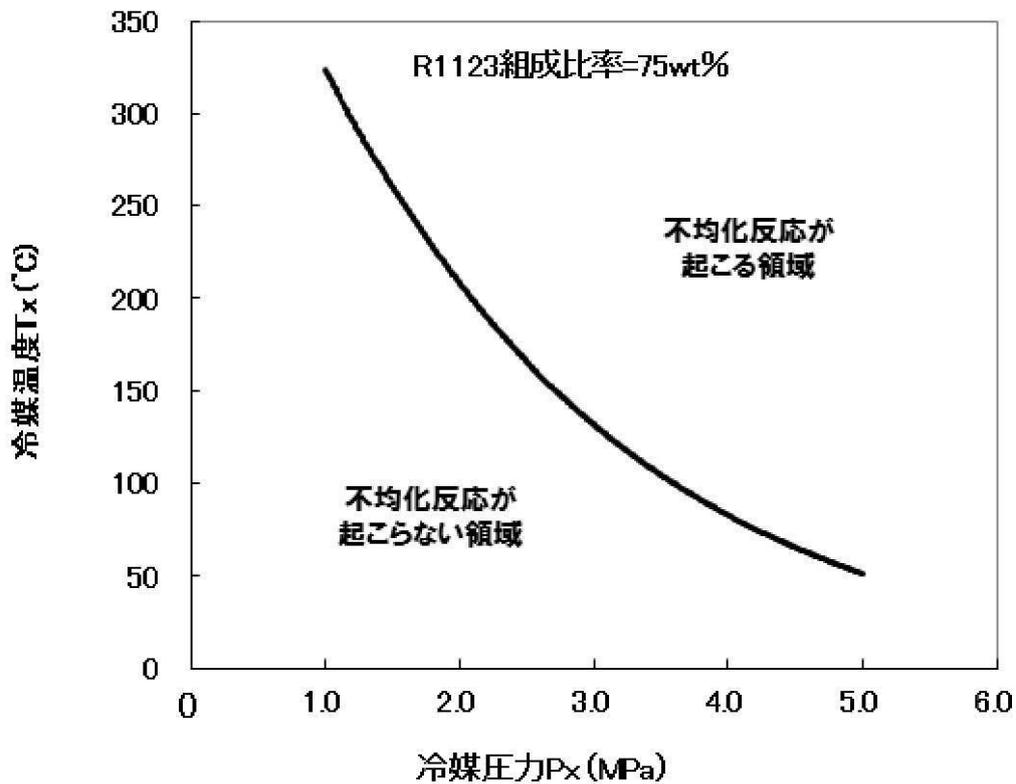


- | | | | |
|----|-------------|----|-------------------|
| 1A | 冷凍サイクル装置 | 3 | バイパス路 |
| 2 | 冷媒回路 | 31 | バイパス膨張弁(バイパス膨張手段) |
| 21 | 圧縮機 | 4 | 制御装置 |
| 22 | 放熱器 | 51 | 圧力センサ |
| 23 | 過冷却熱交換器 | 61 | 第1温度センサ |
| 24 | 主膨張弁(主膨張手段) | 62 | 第2温度センサ |
| 25 | 蒸発器 | 63 | 第3温度センサ |

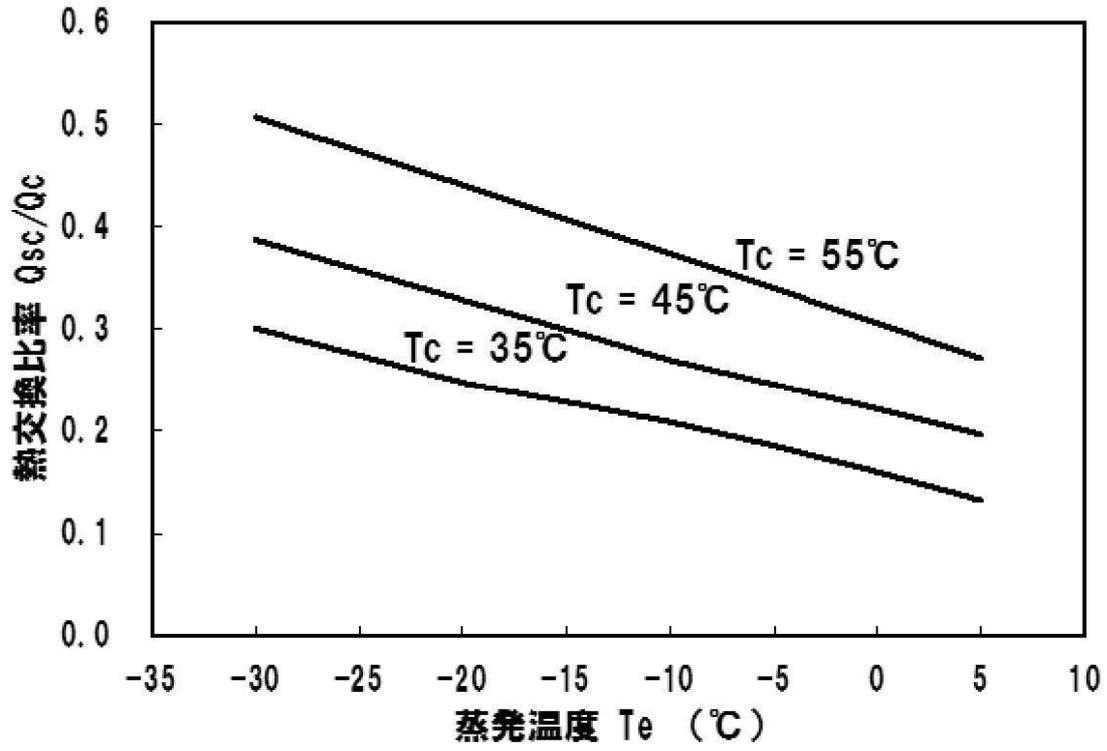
【 図 2 】



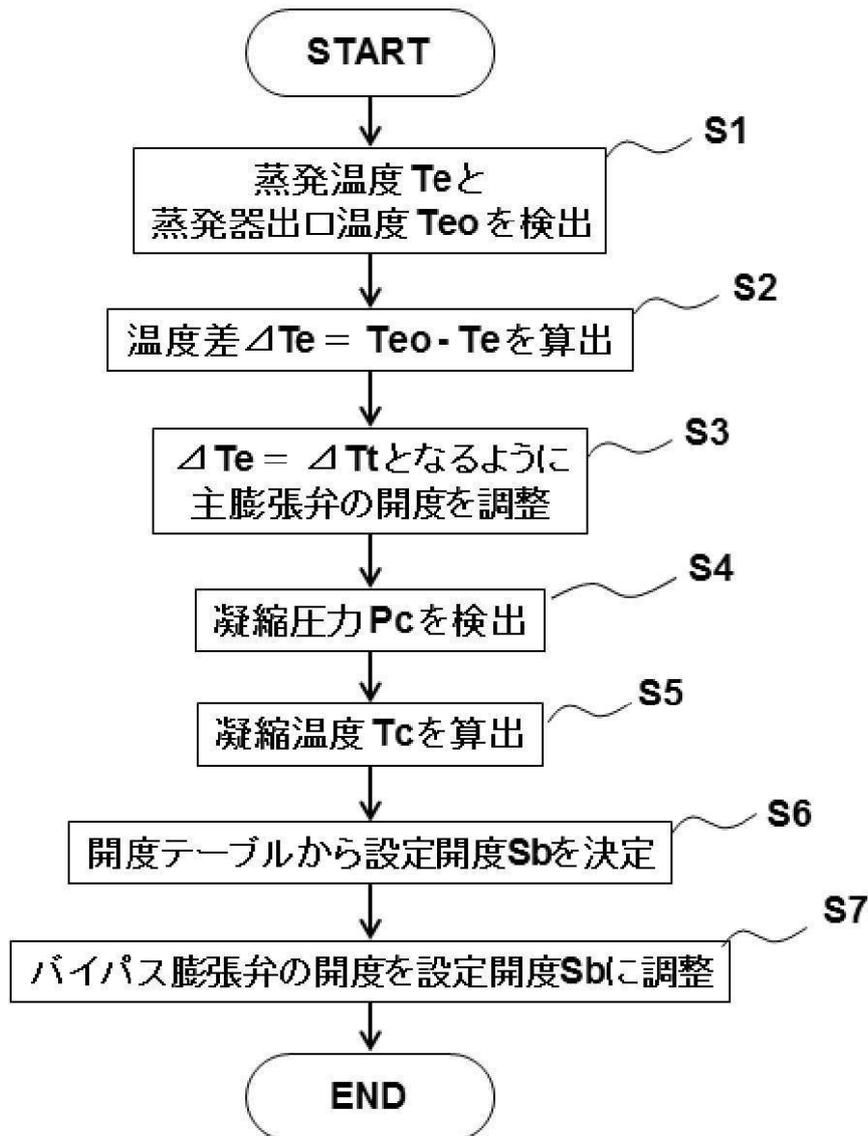
【 図 3 】



【 図 4 】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)

F 2 4 H 1/00 6 1 1 Z

F 2 5 B 1/00 3 7 1 B

Fターム(参考) 3L122 AA62 AA65 AC25 AC33 BC05 BC12 BC15 BC17 BC18 DA22
DA23 DA25 EA63