

(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2019-100638
(P2019-100638A)

(43) 公開日 令和1年6月24日(2019.6.24)

(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 0 4 H	
	F 2 5 B 1/00 3 0 4 F	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2017-232992 (P2017-232992)	(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29年12月5日(2017.12.5)	(74) 代理人	100106116 弁理士 鎌田 健司
		(74) 代理人	100115554 弁理士 野村 幸一
		(72) 発明者	境 寿和 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	堀尾 好正 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

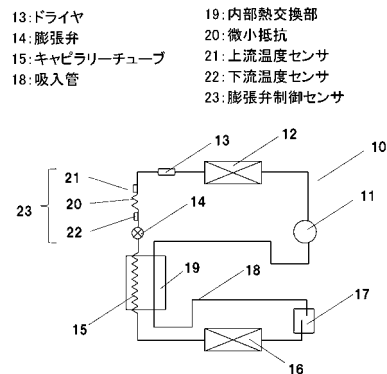
(54) 【発明の名称】 膨張弁制御センサ及びこれを用いた冷凍システム

(57) 【要約】

【課題】冷媒量や凝縮器の放熱能力に制限がある冷凍システムにおいて、膨張弁を最適に制御することで冷凍システムの省エネルギー化を図ることを目的とする。

【解決手段】微小抵抗20と、前記微小抵抗20の上流側の配管温度を検知する上流温度センサ21と、前記微小抵抗20の下流側の配管温度を検知する下流温度センサ22とを有し、前記上流温度センサ21と前記下流温度センサ22の温度差を検出する膨張弁制御センサ23を用いて凝縮器12出口の状態を略一定に保つように膨張弁14を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

微小抵抗と、前記微小抵抗の上流側の配管温度を検知する上流温度センサと、前記微小抵抗の下流側の配管温度を検知する下流温度センサとを有し、前記上流温度センサと前記下流温度センサの温度差を検出することを特徴とする膨張弁制御センサ。

【請求項 2】

少なくとも凝縮器と、膨張弁とを有し、前記凝縮器の下流側に請求項 1 に記載の膨張弁制御センサを配置し、前記膨張弁制御センサの下流側に前記膨張弁を配置することを特徴とする冷凍システム。

【請求項 3】

少なくとも圧縮機と、凝縮器と、膨張弁と、キャピラリーチューブとを有し、前記膨張弁の下流側にキャピラリーチューブを配置し、前記膨張弁を全開にして前記圧縮機を起動した後、膨張弁制御センサから得られる温度差を所定値に近づけるように、前記膨張弁を徐々に絞るように制御することを特徴とする請求項 2 に記載の冷凍システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、絞り量を可変する膨張弁を制御するためのセンサ及びこれを搭載する冷凍システムに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

省エネルギーの観点から、絞り量を可変する膨張弁を搭載した冷凍システムがある。

【0003】

以下、図面を参照しながら従来の冷凍システムを説明する。

【0004】

図 4 は従来の冷凍システムの模式図、図 5 は従来の冷凍システムの膨張弁の制御方法を示した図である。

【0005】

図 4 において、冷凍システム 40 は、圧縮機 41、凝縮器 42、レシーバ 43、膨張弁 44、キャピラリーチューブ 45、蒸発器 46、吸入管 47、内部熱交換部 48、吸入管温度センサ 49 を有する。

【0006】

ここで、レシーバ 43 は冷凍システム 40 内を循環する冷媒を液状態で貯留するものであり、膨張弁 44 の絞りを可変した際にレシーバ 43 内の液冷媒量の変動することで、凝縮器 42 や蒸発器 46 内部の冷媒量を適正に維持しながら、膨張弁 44 に流入する冷媒の過冷却度を略一定に保つ作用を有する。

【0007】

また、膨張弁 44 とキャピラリーチューブ 45 を直列に配置して、冷凍システム 40 の絞りを構成することにより、キャピラリーチューブ 45 と吸入管 47 を熱交換する内部熱交換部 48 を実現することができ、吸入管 47 内を還流する低温冷媒のエンタルピーを回収して冷凍システム 40 の効率を向上することができる。

【0008】

また、吸入管温度センサ 49 は内部熱交換部 48 を通過した後の吸入管 47 の温度を検知するものであり、吸入管温度センサ 49 が検知する温度に基づいて、膨張弁 44 の絞り量を可変することができる。

【0009】

以上のように構成された従来の冷凍システムについて以下にその動作を説明する。

【0010】

冷凍システム 40 を稼働させて冷却運転を行う際には、圧縮機 41 を運転する。圧縮機 41 で圧縮された冷媒は凝縮器 42 で放熱して凝縮し、レシーバ 43 に貯留される。そし

10

20

30

40

50

て、レシーバ 43 に滞留する液冷媒が膨張弁 44 とキャピラリーチューブ 45 で減圧された後、蒸発器 46 に供給されて蒸発し、吸入管 47 を介して圧縮機 41 へ還流する。このとき、蒸発器 46 で発生する冷熱を利用して冷却が行われる。

【0011】

ここで、冷凍システム 40 を用いて冷却する対象物（図示せず）の温度が低下して安定状態に近づくと、蒸発器 46 から供給する冷熱が余剰となり、吸入管 47 内に蒸発できなかった液冷媒が混入して、吸入管 47 の温度が低下していく。このとき、吸入管 47 内を還流する低温冷媒のエンタルピーを回収する内部熱交換部 48 を通過した後も吸入管 47 の温度が十分上昇せず、蒸発器 46 の温度に近づいていく。

【0012】

この結果、利用されなかった蒸発器 46 で発生する冷熱が圧縮機 41 に還流することで、冷凍システム 40 の効率が低下するとともに、この状態が持続すると、液冷媒が還流して圧縮機 41 の耐久性が低下する懸念が生じる。そこで、冷凍システム 40 の効率低下や圧縮機 41 の耐久性低下を回避するために、吸入管温度センサ 49 が検知する温度に基づいて、膨張弁 44 の絞り量を制御する。

【0013】

次に、図 5 に基づいて従来の冷凍システムの膨張弁の制御方法について説明する。

【0014】

図 5 の横軸は膨張弁 44 の絞り量に応じて発生する圧力損失であり、縦軸は吸入管温度センサ 49 が検知する吸入管 47 の温度 R である。前記したように、冷凍システム 40 を用いて冷却する対象物（図示せず）の温度が低下して安定状態に近づき、蒸発器 46 から供給する冷熱が余剰となって吸入管 47 の温度が低下して R1 を下回った場合、膨張弁 44 の絞り量を所定量増大させる。この結果、蒸発器 46 の蒸発温度が低下して冷媒循環量を小さくなり蒸発器 46 から供給する冷凍能力を低下させるとともに、吸入管 47 へ流出していた液冷媒を余剰冷媒としてレシーバ 43 に回収することで吸入管 47 の温度を上昇させるものである。

【0015】

一方、吸入管 47 の温度が上昇して R2 を上回った場合、膨張弁 44 の絞り量を所定量減少させる。この結果、蒸発器 46 の蒸発温度が上昇して冷媒循環量を大きくなり蒸発器 46 から供給する冷凍能力を増大させるとともに、レシーバ 43 に回収していた余剰冷媒を蒸発器 46 に供給することで吸入管 47 の温度を下降させるものである。

【0016】

このように膨張弁 44 の絞り量を制御することにより、吸入管 47 の温度 R を R1 から R2 の間に維持することができ、冷凍システム 40 の効率低下や圧縮機 41 の耐久性低下を回避することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0017】

【特許文献 1】特開平 5 - 196321 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

しかしながら、従来の冷凍システムの構成では、吸入管温度センサ 49 の出力に基づいて膨張弁 44 の絞り量を制御するため、膨張弁 44 の絞り量によって変動する余剰冷媒量を自動的に調整するレシーバ 43 が必要であった。この結果、常にレシーバ 43 に余剰冷媒を保持するだけの冷媒量が必要になるとともに、レシーバ 43 を所定量の過冷却度に保つだけの放熱能力を有した凝縮器 42 が必要であった。そのため、可燃性冷媒を使用する家庭用冷蔵庫など冷媒量に制限がある冷凍システムでは膨張弁を使用することが困難であった。

【0019】

10

20

30

40

50

また、筐体の外郭から自然対流で放熱する凝縮器を使用する家庭用冷蔵庫など環境条件によって放熱能力が大きく変化する冷凍システムでは、凝縮器出口を所定の過冷却度に保つことができないので、膨張弁を使用することが困難であった。

【0020】

そこで本発明は、冷媒量や凝縮器の放熱能力に制限がある冷凍システムにおいても膨張弁を用いて、この膨張弁の最適制御により冷凍システムの省エネルギー化を図ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0021】

この目的を達成するために、本発明は、微小抵抗と、前記微小抵抗の上流側の配管温度を検知する上流温度センサと、前記微小抵抗の下流側の配管温度を検知する下流温度センサとを有し、前記上流温度センサと前記下流温度センサの温度差を検出することを特徴とするものである。

10

【発明の効果】

【0022】

本発明の膨張弁制御センサを搭載した冷凍システムは、膨張弁の最適制御により、冷凍システムの省エネルギー化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の実施の形態1における冷凍システムの模式図

20

【図2】本発明の実施の形態1における冷凍システムの膨張弁の制御方法を示した図

【図3】本発明の実施の形態1における冷凍システムの膨張弁制御センサの出力と冷媒流速との相関を示した図

【図4】従来 of 冷凍システムの模式図

【図5】従来 of 冷凍システムの膨張弁の制御方法を示した図

【発明を実施するための形態】

【0024】

第1の発明は、微小抵抗と、前記微小抵抗の上流側の配管温度を検知する上流温度センサと、前記微小抵抗の下流側の配管温度を検知する下流温度センサとを有し、前記上流温度センサと前記下流温度センサの温度差を検出する膨張弁制御センサである。

30

【0025】

これによって、微小抵抗を通過する冷媒の流速や乾き度などの状態変化を相対的に検知することができ、その結果、冷凍システムの省エネルギー化を図ることができる。

【0026】

第2の発明は、少なくとも凝縮器と、膨張弁とを有し、前記凝縮器の下流側に第1の発明の膨張弁制御センサを配置し、前記膨張弁制御センサの下流側に前記膨張弁を配置することを特徴とする冷凍システムである。

【0027】

これによって、凝縮器出口の状態を略一定に保つように膨張弁を制御することができ、冷凍システムの省エネルギー化を図ることができる。

40

【0028】

第3の発明は、第2の発明において、少なくとも圧縮機と、凝縮器と、膨張弁と、キャピラリーチューブとを有し、前記膨張弁の下流側にキャピラリーチューブを配置し、前記膨張弁の絞り量を最小にして前記圧縮機を起動した後、膨張弁制御センサから得られる温度差を所定値に近づけるように、前記膨張弁を徐々に絞るように制御することを特徴とするものである。

【0029】

これによって、膨張弁の絞り量を最小にした時に予測される凝縮器出口の状態に基づいて、膨張弁制御センサから得られる温度差の目標値を相対的に決定することができ、より最適に膨張弁の制御することができ、その結果、冷凍システムの省エネルギー化を図るこ

50

とができる。

【0030】

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が、従来例と同一構成については同一符号を付して、その詳細な説明は省略する。なお、この実施の形態によってこの発明が限定されるものではない。

【0031】

(実施の形態1)

図1は本発明の実施の形態1における冷凍システムの模式図、図2は同実施の形態1における冷凍システムの膨張弁の制御方法を示した図、図3は同実施の形態1における冷凍システムの膨張弁制御センサの出力と冷媒流速の相関を示した図である。

10

【0032】

図1において、冷凍システム10は、圧縮機11、凝縮器12、ドライヤ13、膨張弁14、キャピラリーチューブ15、蒸発器16、アキュムレータ17、吸入管18、内部熱交換部19を有する。また、冷凍システム10は、微小抵抗20、上流温度センサ21及び下流温度センサ22からなる膨張弁制御センサ23を有する。

【0033】

ここで、ドライヤ13は、冷凍システム10内を循環する冷媒を乾燥するものであり、液冷媒と効率よく接触するために凝縮器12の下流に配置する。

【0034】

また、アキュムレータ17は、安定状態における余剰冷媒を貯留するものであり、蒸発器16と略同一の温度に保持するために蒸発器16の下流に配置する。冷凍システム10を用いて冷却する対象物(図示せず)の温度が上昇すると、アキュムレータ17に貯留される余剰冷媒量が減少して冷凍システム10内の冷媒循環量が增大することで冷凍能力を増加させる。一般に、筐体の外郭から自然対流で放熱する家庭用冷蔵庫など環境条件によって放熱能力が大きく変化する冷凍システムでは、レシーバを用いて冷凍システムの高圧側に余剰冷媒を貯留することができないので、本実施の形態1と同様に、アキュムレータを用いて冷凍システムの低圧側に余剰冷媒を貯留する。また、アキュムレータに貯留する余剰冷媒量は冷凍システム内の全冷媒量の10~30%程度であり、比較的少量で冷凍能力を調整する機能が得られるので、全冷媒量を抑制するために有効である。

20

【0035】

また、膨張弁14とキャピラリーチューブ15を直列に配置して、冷凍システム10の絞りを構成することにより、キャピラリーチューブ15と吸入管18を熱交換する内部熱交換部19を実現することができ、吸入管18内を還流する低温冷媒のエンタルピーを回収して冷凍システム10の効率を向上することができる。

30

【0036】

また、膨張弁制御センサ23を構成する微小抵抗20は長さ250mmの細径管からなり、直列配置された微小抵抗20、膨張弁14及びキャピラリーチューブ15の全抵抗の約5%に相当する抵抗を有する。全抵抗に対する微小抵抗20の比率は、1~20%が望ましい。1%未満では内部を流れる冷媒の状態変化を検知することが困難となる。20%超では内部熱交換19の熱交換が不十分となり、冷凍システムの効率が低下する。ここで

40

【0037】

また、膨張弁制御センサ23を構成する上流温度センサ21及び下流温度センサ22は、それぞれ微小抵抗20の上流側の配管温度及び下流側の配管温度を検知するものであり、微小抵抗20の内部を流れる冷媒の状態変化に応じて上流温度センサ21と下流温度センサ22が検知する温度の差が変化するものである。従って、上流温度センサ21と下流温度センサ22が検知する温度の差に基づいて膨張弁14の絞り量を可変することにより、冷凍システム10を所定の状態に制御することができる。

【0038】

50

以上のように構成された本発明の実施の形態 1 の冷凍システムについて以下にその動作を説明する。

【0039】

冷凍システム 10 を稼働させて冷却運転を行う際には、膨張弁 14 の絞り量を最小とし圧縮機 11 を運転する。圧縮機 11 で圧縮された冷媒は凝縮器 12 で放熱して凝縮した後、ドライヤ 13 で乾燥される。そして、膨張弁制御センサ 23 を通過した後、膨張弁 14 とキャピラリーチューブ 15 で減圧された後、蒸発器 16 に供給されて蒸発し、吸入管 18 を介して圧縮機 11 へ還流する。このとき、蒸発器 16 で発生する冷熱を利用して冷却が行われる。

【0040】

ここで、膨張弁 14 の絞り量を最小とし圧縮機 11 を運転した状態で、対象物（図示せず）の温度が低下して安定状態に近づくと、凝縮器 12 の出口冷媒は 2 相状態（望ましくは、乾き度 3 ~ 10 重量%）となる。これは、冷却する対象物（図示せず）の温度が上昇して、アキュムレータ 17 に貯留される余剰冷媒量が減少し冷凍システム 10 内の冷媒循環量が増大した場合でも、凝縮器 12 の出口冷媒が過冷却とならないように、直列配置された微小抵抗 20、膨張弁 14 及びキャピラリーチューブ 15 の全抵抗と冷凍システム 10 内の全冷媒量を設計しているためである。一般に、筐体の外郭から自然対流で放熱する家庭用冷蔵庫など環境条件によって放熱能力が大きく変化する冷凍システムにおいて、凝縮器の出口冷媒が過冷却になるように設計すると、環境条件によって放熱能力が増大した際に冷凍システム内のほぼすべての冷媒が凝縮器に滞留して、冷媒循環量が異常に低下する懸念が生じる。また、環境条件によって放熱能力が減少した際に凝縮器で凝縮できなかった余剰冷媒がアキュムレータに貯留しきれなくなって吸入管から圧縮機へ還流することで、圧縮機の耐久性が低下する懸念が生じる。

【0041】

そして、膨張弁制御センサ 23 が検知する微小抵抗 20 の前後の温度差が所定値あるいは、膨張弁 14 の絞り量を最小に保った安定状態に比べて所定量変化するように、膨張弁 14 の絞り量を制御する。この結果、凝縮器 12 の出口冷媒の乾き度が減少することで、冷凍効果が増大して冷凍システム 10 の効率を向上することができる。

【0042】

次に、図 2 及び図 3 に基づいて本発明の実施の形態 1 の冷凍システムの膨張弁の制御方法について説明する。

【0043】

図 2 の横軸は膨張弁 14 の絞り量に応じて発生する圧力損失であり、縦軸は膨張弁制御センサ 23 が検知する微小抵抗 20 の前後の温度差 S である。前記したように、膨張弁 14 の絞り量を最小とし圧縮機 11 を運転した状態で、冷凍システム 10 を用いて冷却する対象物（図示せず）の温度が低下して安定状態に近づくと、凝縮器 12 の出口冷媒は 2 相状態となる。このとき、膨張弁制御センサ 23 の出力は S_0 を示す。そして、膨張弁制御センサ 23 の出力が S_2 を下回るように膨張弁 14 の絞り量を増加させる。この結果、凝縮器 12 の出口冷媒の乾き度が減少することで、冷凍効果が増大して冷凍システム 10 の効率を向上することができる。

【0044】

一方、凝縮器 12 の出口冷媒の乾き度が減少し続け膨張弁制御センサ 23 の出力が S_1 を下回った場合、膨張弁 14 の絞り量を減少させる。この結果、膨張弁制御センサ 23 の出力が S_1 から S_2 を示す状態に安定させることができる。膨張弁制御センサ 23 の出力に下限値 S_1 を設けたのは、膨張弁 14 を絞り過ぎると凝縮器 12 の出口冷媒が過冷却状態となり、冷凍システム 10 内のほぼすべての冷媒が凝縮器 12 に滞留して、冷媒循環量が異常に低下する懸念が生じるためである。

【0045】

図 3 の横軸は、図 2 の縦軸と同じ膨張弁制御センサ 23 が検知する微小抵抗 20 の前後の温度差 S であり、図 3 の縦軸は、微小抵抗 20 内を通過する冷媒の流速 V である。前記

10

20

30

40

50

したように、膨張弁制御センサ23の出力がS0を示した状態から膨張弁14の絞り量を増加させると、凝縮器12の出口冷媒の乾き度が減少して微小抵抗20内を通過する冷媒の流速Vが遅くなり、結果として、膨張弁制御センサ23の出力がS0からS2へ低下する。同様に、膨張弁14の絞り量を調整して膨張弁制御センサ23の出力がS1からS2を示す状態に安定させると、凝縮器12の出口冷媒の乾き度が零近傍（望ましくは、乾き度0～1重量%）で安定し、冷媒の流速Vが最小値近傍で安定する。これは、冷凍システム10が安定状態では冷媒循環量が略一定となるので、凝縮器12の出口冷媒が液相になると微小抵抗20内を通過する冷媒の流速Vが略最小となるとともに、凝縮器12の出口冷媒の乾き度が増加するに従い、微小抵抗20内を通過する冷媒の流速Vが増加するためである。また一般に、液相に対する気相の比容積は50倍程度と大きいため、乾き度が0～10重量%の微小抵抗20内を通過する冷媒の流速Vの変化量が大きく、特にこの範囲では膨張弁制御センサ23による凝縮器12の出口冷媒の状態を検知しやすいといえる。

10

【0046】

このように膨張弁制御センサ23の出力に応じて膨張弁14の絞り量を制御することにより、凝縮器12の出口冷媒の乾き度が零近傍（望ましくは、乾き度0～1重量%）で安定させ、冷凍効果が増大して冷凍システム10の効率を向上することができる。

【0047】

以上のように、本実施の形態1の冷凍システムは、微小抵抗とその前後の温度差を検知する温度センサからなる膨張弁制御センサを用いて凝縮器出口の状態を略一定に保つように膨張弁を制御することにより、凝縮器出口にレシーバを有しない冷凍システムにおいて膨張弁の最適制御を行うことができ、冷凍システムの省エネルギー化を図るとともに、圧縮機の耐久性低下を回避することができる。

20

【0048】

なお、本実施の形態1では膨張弁制御センサ23の出力をS1からS2の所定値になるように膨張弁14の絞り量を調整したが、膨張弁14の絞り量を最小に保った安定状態に比べて所定量変化するように膨張弁14の絞り量を調整してもよい。冷凍システム10の周囲温度などの環境条件や凝縮温度や蒸発温度などの圧縮機11の運転条件から、安定状態における凝縮器12の出口冷媒の乾き度及び膨張弁制御センサ23の出力が予め想定することができるのであれば、その条件における最適な凝縮器12の出口冷媒の乾き度及び膨張弁制御センサ23の出力を推定することができる。膨張弁14をより精度よく調整することができる。一般に、冷凍システムは予め想定した環境条件や運転条件において、凝縮器の出口冷媒が過冷却とならないように、冷凍システムの全抵抗と全冷媒量を設計しているため、膨張弁の絞り量を最小に保った安定状態であれば凝縮器の出口冷媒の乾き度を想定することは可能である。

30

【0049】

なお、本実施の形態1では長さ250mmの細径管からなり、直列配置された微小抵抗20、膨張弁14及びキャピラリーチューブ15の全抵抗の約5%となる微小抵抗20を用いたが、全抵抗に対する微小抵抗20の比率が1～20%であれば、細径管あるいは微小なオリフィスなどで微小抵抗20を構成しても同様の効果を得ることができる。

40

【産業上の利用可能性】**【0050】**

以上のように、本発明にかかる冷凍システムは、筐体の外郭から自然対流で放熱する家庭用冷蔵庫など環境条件によって放熱能力が大きく変化する冷凍システムや、冷媒量に制限がある可燃性冷媒などを使用した冷凍システムにおいても膨張弁を用いることができ、この膨張弁を最適に制御することができるので、冷凍冷蔵応用商品に適用できる。

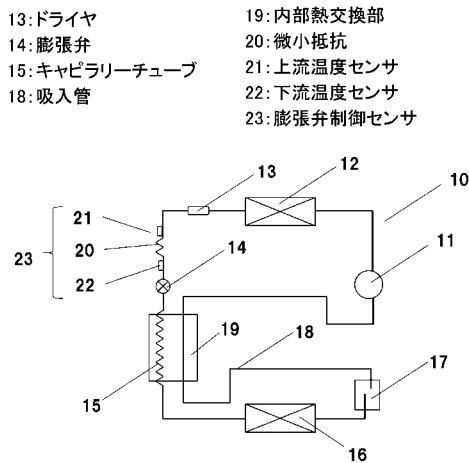
【符号の説明】**【0051】**

- 10 冷凍システム
- 11 圧縮機
- 12 凝縮器

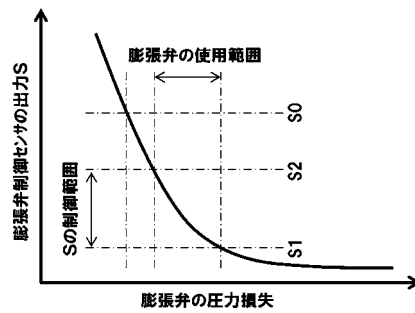
50

- 1 3 ドライヤ
- 1 4 膨張弁
- 1 5 キャピラリーチューブ
- 1 6 蒸発器
- 1 8 吸入管
- 1 9 内部熱交換部
- 2 0 微小抵抗
- 2 1 上流温度センサ
- 2 2 下流温度センサ
- 2 3 膨張弁制御センサ

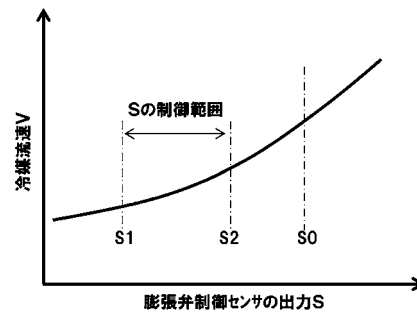
【 図 1 】



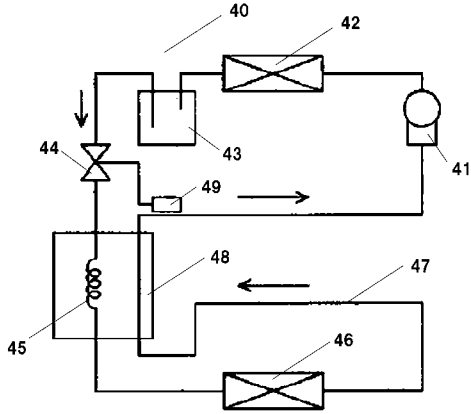
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

