



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

膨張弁装置は、ハウジング（20）、弁体（24）、駆動部（27）、第1検出部（31a, 31b）、第2検出部（32a, 32b）、第3検出部（33a, 33b）、および制御部（15）を含んでいる。ハウジングは、第1冷媒通路（21）と第2冷媒通路（22）とが内部に形成されている。弁体は、ハウジング内に設けられ、第2冷媒通路の開度を変更する。第1検出部は、第1冷媒通路を流れる冷媒の温度を検出する。第2検出部は、第2冷媒通路における弁体の上流側を流れる冷媒の温度および圧力を検出する。第3検出部は、第2冷媒通路における弁体の下流側を流れる冷媒の温度または圧力を検出する。制御部は、第2検出部および第3検出部によって検出された値を用いて、第2冷媒通路を流れる冷媒の流量を演算し、第1検出部によって検出された値を用いて、第1冷媒通路を流れる冷媒の過熱度を演算し、過熱度が所定範囲となるように弁体の開度を制御する。

明 細 書

発明の名称：膨張弁装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、当該開示内容が参照によって本出願に組み込まれた、2015年3月11日に出願された日本特許出願2015-048775号を基にしている。

技術分野

[0002] 本開示は、冷凍サイクルに設けられ、冷凍サイクルを循環する冷媒を減圧膨張可能な電動の膨張弁装置に関する。

背景技術

[0003] 冷凍サイクルを流れる冷媒の流量 G_r (kg/s) を算出する方法として、式F1が用いられている。

[0004] $G_r = C \times A \times (\Delta P / \rho)^{0.5} \quad \dots (F1)$

ここで、 C は、流量係数（無次元）であり、 A は、弁の開口面積 (m^2) であり、 ΔP は、膨張弁の上流側と下流側の差圧 (Pa) であり、 ρ は、入口冷媒密度 (kg/m³) である。

[0005] この式F1を活用する冷媒流量測定装置として、特許文献1では、膨張弁の上流に圧力と温度センサを搭載し、膨張弁の下流に圧力センサまたは温度センサを搭載した冷媒流量測定装置を開示している。そして各センサの検出値を用いて、膨張弁の上流側と下流側の差圧と冷媒密度を算出する。さらにアクチュエータの弁開度を用いて、式F1に基づき流量を検出している。また凝縮器の出口配管に圧力センサと温度センサを搭載することで、過熱度制御も同時に実現している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特公平5-65779号公報

発明の概要

- [0007] しかしながら、本開示の発明者らによる検討によれば、特許文献 1 に記載の冷媒流量測定装置では、膨張弁の上流側と下流側の配管に温度センサまたは圧力センサを搭載することで、圧力を推定もしくは直接検出している。しかし、外気温度の影響により過熱度演算および流量検出精度が悪化するおそれがある。
- [0008] また圧力センサまたは温度センサを複数の配管部位に取り付けるため、搭載性が悪化するとともに、取付部品点数が増加するおそれもある。
- [0009] さらに膨張弁の上流側と下流側のうちの片側の圧力センサにノイズがのると誤差となり、流量検出精度が悪化するおそれもある。
- [0010] そこで、本開示は上記点に鑑みてなされたものであり、流量の高精度に測定でき、小型化することができる膨張弁装置を提供することを目的とする。
- [0011] 本開示の膨張弁装置は、冷凍サイクルに設けられ、冷凍サイクルを循環する冷媒を減圧膨張可能である。膨張弁装置は、ハウジング、弁体、駆動部、第 1 検出部、第 2 検出部、第 3 検出部、および制御部を含んでいる。ハウジングは、蒸発器から圧縮機へ流れる冷媒が流通する第 1 冷媒通路と、凝縮器から蒸発器へ流れる冷媒が流通する第 2 冷媒通路とが内部に形成されている。弁体は、ハウジング内に設けられ、第 2 冷媒通路の開度を変更する。駆動部は、弁体を変位させる。第 1 検出部は、第 1 冷媒通路を流れる冷媒の温度を検出する。第 2 検出部は、第 2 冷媒通路における弁体の上流側を流れる冷媒の温度および圧力を検出する。第 3 検出部は、第 2 冷媒通路における弁体の下流側を流れる冷媒の温度または圧力を検出する。制御部は、第 1、第 2、第 3 検出部のそれぞれから検出された値を用いて、駆動部を制御して弁体の開度を調節する。制御部は、(i) 第 2 検出部および第 3 検出部によって検出された値を用いて、第 2 冷媒通路を流れる冷媒の流量を演算し、(i i) 第 1 検出部によって検出された値を用いて、第 1 冷媒通路を流れる冷媒の過熱度を演算し、(i i i) 過熱度が所定範囲となるように弁体の開度を制御する。
- [0012] 本開示によれば、膨張弁装置のハウジングに、各検出部が設けられる。膨

膨張弁装置に接続される配管に各検出部を設ける従来技術と比べて、搭載性を向上することができる。さらに膨張弁装置に検出部を設けるので、検出部を配管に設ける構成に比べて、外気温による影響を小さくすることができる。したがって、冷媒の流量を高精度に測定することができる。

[0013] また、制御部は、各検出部によって検出された値を用いて、第2冷媒通路を流れる冷媒の流量と、第1冷媒通路を流れる冷媒の過熱度の双方を演算する。したがって、冷凍サイクルを制御するための演算を、膨張弁装置に集約することができる。

図面の簡単な説明

[0014] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。

[図1]第1実施形態の冷凍サイクルを示す図である。

[図2]冷媒の流量の演算処理を示すフローチャートである。

[図3]第2実施形態の冷凍サイクルを示す図である。

[図4]冷媒のエントルピーと圧力との関係を示すP - h線図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照しながら本開示を実施するための形態を、複数の形態について説明する。各実施形態で先行する実施形態で説明している事項に対応している部分には同一の参照符を付すか、または先行の参照符号に一文字追加し、重複する説明を略する場合がある。また各実施形態にて構成の一部を説明している場合、構成の他の部分は、先行して説明している実施形態と同様とする。各実施形態で具体的に説明している部分の組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、実施形態同士を部分的に組合せることも可能である。

[0016] (第1実施形態)

第1実施形態に関して、図1および図2を用いて説明する。膨張弁装置10は、自動車等の空調装置の冷凍サイクル11に使用される減圧装置として機能する電動式の膨張弁装置10である。冷凍サイクル11は、圧縮機12

、凝縮器 13、膨張弁装置 10 および蒸発器 14 を含んで構成され、冷凍サイクル 11 内を冷媒が循環する。また冷凍サイクル 11 には、圧縮機 12 および膨張弁装置 10 を制御する制御装置（ECU）15 が設けられる。

[0017] 圧縮機 12 は、内蔵する駆動モータ（図示せず）によって回転駆動される。圧縮機 12 は、蒸発器 14 より吸入した冷媒をたとえば臨界圧力以上の高温、高圧となるまで圧縮して吐出する電動式の冷媒圧縮機である。凝縮器 13 は、圧縮機 12 より流入する冷媒ガスとの熱交換によって通過する空気に放熱する。

[0018] 膨張弁装置 10 は、凝縮器 13 から流出する冷媒を弁開度に応じて減圧膨張可能な減圧装置で、ECU 15 によって弁開度が電氣的に制御される電動式膨張弁（EVH）が使用されている。

[0019] 蒸発器 14 は、膨張弁装置 10 によって減圧された冷媒を空気との熱交換によって蒸発気化させ、圧縮機 12 に冷媒ガスを供給する。

[0020] ECU 15 は、制御処理や演算処理を行う CPU、各種プログラムやデータを保存する ROM、RAM などのメモリ、I/O ポートなどの機能を含んで構成され、それ自体は周知の構造を持つマイクロコンピュータを内蔵している。そして、ECU 15 は、電力供給されると、接続される装置からの操作信号、各種センサからのセンサ信号、およびメモリ内に格納された制御プログラムに基づいて、空調装置の各アクチュエータを電氣的に制御する。

[0021] 次に、膨張弁装置 10 に関して説明する。図 1 に示すように、膨張弁装置 10 は角柱状のハウジング 20 を有する。ハウジング 20 は、金属製、たとえばアルミニウム製である。ハウジング 20 には、蒸発器 14 から圧縮機 12 へ流れる冷媒が流通する第 1 冷媒通路 21 と、凝縮器 13 から蒸発器 14 へ流れる冷媒が流通する第 2 冷媒通路 22 とが内部に形成されている。具体的には、ハウジング 20 には、蒸発器 14 の出口から圧縮機 12 の入口へと向かう部分に介在される低圧の気相冷媒（低圧冷媒）が通過する第 1 冷媒通路 21 が形成されている。またハウジング 20 には、凝縮器 13 の出口から蒸発器 14 の冷媒入口へと向かう部分に介在される液相冷媒が通過する第 2

冷媒通路 2 2 が形成されている。第 1 冷媒通路 2 1 と第 2 冷媒通路 2 2 は、図 1 の上下方向に互いに離れて、図 1 の左右方向に延びるように形成されている。

[0022] 第 2 冷媒通路 2 2 には、凝縮器 1 3 から供給された液体冷媒を断熱膨張させるためのオリフィス部 2 3 が形成されている。オリフィス部 2 3 は、第 2 冷媒通路 2 2 において断面積の小さい狭い通路であり、弁部材 2 6 の軸方向に沿うように設けられている。オリフィス部 2 3 の入口には弁座 2 5 が形成されていて、弁座 2 5 には弁部材 2 6 により支持された弁体 2 4 が着座または離座する。これによって弁体 2 4 は、第 2 冷媒通路 2 2 の開度を変更する。具体的には、弁体 2 4 と弁座 2 5 との距離を調整することにより、オリフィス部 2 3 を流通する冷媒の量が調節される。

[0023] 弁体 2 4 と弁部材 2 6 とは溶接などによって、一体となるように固定されている。弁部材 2 6 は、長手状の部材であり、上方の端部が駆動部 2 7 に連結されており、下方の端部に弁体 2 4 が設けられる。

[0024] 第 2 冷媒通路 2 2 は、凝縮器 1 3 の液冷媒が導入される第 2 冷媒流入口 2 2 a から第 2 冷媒流出口 2 2 b に至るまでの通路であり、その途中に第 2 冷媒流入口 2 2 a に連通する弁室 2 8 が設けられている。弁室 2 8 は、オリフィス部 2 3 の中心線と同軸に形成される室である。

[0025] さらに、ハウジング 2 0 には、上下方向に延びる孔部 2 9 がオリフィス部 2 3 の中心軸線と同軸でその延長線上に第 1 冷媒通路 2 1 に連通するように形成されている。孔部 2 9 には、弁部材 2 6 が貫通するように配置されている。

[0026] ハウジング 2 0 の上端には、駆動部 2 7 が設けられている。駆動部 2 7 は、電動によって、弁体 2 4 を変位させる。駆動部 2 7 は、E C U 1 5 によって制御される。駆動部 2 7 は、ステッパモータなどのモータ（図示せず）と、モータの回転力を上下方向にスライド変位させる変換部（図示せず）とを備える。変換部は、外周面に雄ねじ部が形成された円筒形状の雄ねじ部材を有する。モータのロータの本体部は、雌ねじ部が形成されている。この雌

ねじ部と雄ねじ部とは螺合しており、ロータが回転するとロータが軸線方向（図 1 の上下方向）に変位するようになっている。ロータが回転して軸線方向に変位すると、ロータの本体部に係止している弁部材 26 も共に変位し、弁体 24 と弁座 25 と間の開度を変更可能になっている。

[0027] 次に、第 1 冷媒通路 21 および第 2 冷媒通路 22 に設けられるセンサに関して説明する。本実施形態では、第 1 検出部として、第 1 温度センサ 31a および第 1 圧力センサ 31b が第 1 冷媒通路 21 内に設けられている。第 1 温度センサ 31a は、第 1 冷媒通路 21 を流れる冷媒の温度を検出する。第 1 圧力センサ 31b は、第 1 冷媒通路 21 を流れる冷媒の圧力を検出する。

[0028] 第 2 冷媒通路 22 における弁体 24 の上流側を流れる冷媒の温度および圧力を検出する第 2 検出部として、第 2 温度センサ 32a および第 2 圧力センサ 32b が設けられている。第 2 冷媒通路 22 における弁体 24 の上流側は、弁体 24 の冷媒の流れ方向の上流側であり、凝縮器 13 側である。第 2 冷媒通路 22 における弁体 24 の下流側を流れる冷媒の圧力を検出する第 3 圧力センサ 33b が設けられている。第 2 冷媒通路 22 における弁体 24 の下流側は、弁体 24 の冷媒の流れ方向の下流側であり、蒸発器 14 側である。

[0029] 第 1 冷媒通路 21 および第 2 冷媒通路 22 に設けられるこれらのセンサは、ECU 15 に検出した情報を出力する。ECU 15 は、制御部であって、第 2 圧力センサ 32b、第 2 温度センサ 32a および第 3 圧力センサ 33b によって検出された値を用いて、第 2 冷媒通路 22 を流れる冷媒の流量 G_r (kg/s) を演算する。具体的には、以下の式 F2 を用いて流量 G_r (kg/s) を演算する。

$$[0030] \quad G_r = C \times A \times (\Delta P_1 / \rho)^{0.5} \quad \dots (F2)$$

前述のように、C は、流量係数（無次元）であり、A は、弁体 24 の開口面積 (m^2) であり、 ΔP_1 は、弁体 24 の上流側と下流側（前後）の差圧 (Pa) であり、 ρ は、冷媒密度 (kg/m^3) である。流量係数 C は、既知の値である。また開口面積 A は、膨張弁装置 10 の弁開度によって決まる既知の値である。差圧 ΔP_1 は、第 2 圧力センサ 32b および第 3 圧力センサ 3

3 b の差によって算出することができる。冷媒密度 ρ は、第 2 圧力センサ 3 2 b および第 2 温度センサ 3 2 a によって検出された冷媒の圧力と温度とから求めることができる。したがって前述のように、式 F 2 を用いることによって、冷媒の流量 G_r を演算することができる。

[0031] また ECU 15 は、第 1 温度センサ 3 1 a および第 1 圧力センサ 3 1 b によって検出された値を用いて、第 1 冷媒通路 2 1 を流れる冷媒の過熱度を演算する。過熱度は、特定の圧力下で冷媒蒸気が飽和温度から何度高いかを数字で表わしたものである。したがって過熱度を演算するためには、まず第 1 圧力センサ 3 1 b で圧力を測定し、飽和圧力を圧力温度表で温度に読み替える。次に、第 1 圧力センサ 3 1 b と同じ場所の温度を第 1 温度センサ 3 1 a によって検出し、読み替えた温度との差を求める。この差が過熱度となる。

[0032] 過熱度によって、蒸発器 1 4 へ流入する冷媒量が適切かどうか判断できる。たとえば過熱度が非常に高い状態では、十分な冷媒が供給されておらず、効率的な冷却が行われず、エネルギー効率が悪くなる。逆に過熱度が異常に低い状態では、過剰な冷媒が供給されており、液バックの可能性が発生し、圧縮機 1 2 の損傷を引き起こされるおそれがある。そこで ECU 15 は、過熱度が所定範囲となるように弁体 2 4 の開度を制御する。これによって、冷媒の蒸発状態が適度な過熱度となるような冷媒圧力になるように減圧される。

[0033] 次に、過冷却度に関する処理について、図 2 を用いて説明する。図 2 に示す処理は、過冷却度を監視するために、ECU 15 によって短時間に繰り返し実行される。S 1 では、過冷却度 SC を演算する。具体的には、ECU 15 が、第 2 温度センサ 3 2 a および第 2 圧力センサ 3 2 b によって検出された値を用いて、第 2 冷媒通路 2 2 における弁体 2 4 の上流側を流れる冷媒の過冷却度を演算する。過冷却度 SC とは、冷媒の飽和温度（沸点）と液冷媒の温度との差である。過冷却度 SC を演算した後、フローは S 2 に進む。

[0034] S 2 では、演算した過冷却度 SC と判定値とを比較し、過冷却度 SC が判定値よりも大きい場合には、フローは S 3 に進む。過冷却度 SC が判定値よ

りも大きくない場合、例えば、過冷却度 SC が判定値以下の場合には、フローを終了する。判定値は、冷媒が液状態であるか否かを判定する値である。過冷却度 SC が判定値よりも大きい場合、冷媒は液状態であると判断される。つまり、 $S3$ では、液状態の冷媒の流量 G_r を演算する。 $S3$ において流量 G_r を演算した後、フローを終了する。

[0035] このように過冷却度 SC が所定範囲外の場合、換言すれば、過冷却度 SC が判定値以下の場合には、流量 G_r を演算しない。これは流量測定において、過冷却度（サブクール）が小さい場合、冷媒は気液2相状態となり、冷媒密度を算出することができないからである。そこで図2に示すように、過冷却度を監視し、液状態の冷媒の流量のみを検出する。本実施形態では、 $S2$ において過冷却度 SC が所定値よりも大きいと判断された場合は（ $S2: YES$ ）、 $S3$ において流量 G_r を演算した後にフローを終了し、 $S2$ において過冷却度 SC が所定値以下であると判断された場合は（ $S3: NO$ ）、 $S3$ の処理をスキップしてフローを終了している。しかしながら、 $S2$ において NO と判定された場合にも流量 G_r を演算し、演算した流量 G_r をエラー値（正しくない値）であると判定する処理を設けても良い。

[0036] 以上説明したように本実施形態の膨張弁装置10では、ハウジング20に複数のセンサ31a, 31b, 32a, 32b, 33b（以下、これら複数のセンサをセンサ30と総称する）が設けられる。したがって従来技術のように膨張弁装置10に接続される配管にセンサ30を設けるのではなく、膨張弁装置10自体に各センサ30が設けられるので、搭載性を向上することができる。さらに膨張弁装置10にセンサ30を設けるので、外気温による影響を配管に設ける構成に比べて小さくすることができる。したがって冷媒の流量を高精度に測定することができる。換言すると、膨張弁装置10の内部にセンサ30が搭載されるため、外気温影響を受けることなく、外乱による誤差低減し、精度向上することができる。

[0037] また配管にセンサ30を取り付けることは、作業困難性、検出精度および取付性から困難である。しかし、予め、各種のセンサ30を膨張弁装置10

に一体にして、いわゆる機電一体とすることによって、現場作業にてセンサ 30 を配管に搭載する必要がないので搭載性を向上することができる。またセンサ 30 を配管に取付ける場合、取付け位置の違いにより検出精度のばらつきが生じる。これに対し、膨張弁装置 10 の固定位置にセンサ 30 を搭載することによって取付け位置による検出精度のばらつきを抑制し、検出精度も向上することができる。また取付構造に特別な制約がなくなるので、搭載性能を向上することができる。

[0038] また、配管にセンサ 30 を取り付ける場合、検出した値を送信する配線が必要である。この配線の取り回しが難しい場合がある。しかし、本実施形態では、膨張弁装置 10 に配線も一体に設けることができる。また冷凍サイクル 11 の制御に必要なセンサ 30 を膨張弁装置 10 に設けることによって、冷凍サイクル 11 の制御に必要なセンサ 30 の配線を集約することができる。これによって、冷凍サイクル 11 の構成を簡素化でき、製造コストを低減することができる。

[0039] また ECU 15 は、各センサ 30 によって検出された値を用いて、第 2 冷媒流路 22 を流れる冷媒の流量 G_r と第 1 冷媒通路 21 を流れる冷媒の過熱度を演算する。したがって、冷凍サイクル 11 を制御するための演算を、膨張弁装置 10 に集約することができる。換言すると、膨張弁装置 10 の内部に流量検出と過熱度制御用のセンサ 30 を集約配置することで、取付け部品削減による低コストおよび小型化を実現することができる。

[0040] また本実施形態では、第 2 冷媒通路 22 に第 2 圧力センサ 32b が設けられるので、圧縮機 12 の圧力制御を ECU 15 が行うことができる。さらに、前述のように、ECU 15 は、過熱度制御も実施する。したがって ECU 15 は、圧縮機 12 の圧力制御と過熱度制御の両方を実施するので、統括的に冷凍サイクル 11 の全体を制御することができる。これによって冷凍サイクル 11 の効率を向上することができる。

[0041] また本実施形態では、第 2 冷媒通路 22 では、弁体 24 の上流側および下流側における冷媒の圧力を、第 2 圧力センサ 32b および第 3 圧力センサ 3

3 bによって検出する。これによって、第2圧力センサ3 2 bと第3圧力センサ3 3 bとが第2冷媒通路2 2という同じノイズ環境に配置されることになる。したがって、圧力差を求める差分処理で、第2圧力センサ3 2 bと第3圧力センサ3 3 bの検出ノイズをキャンセルすることができる。その結果、差圧の検出精度が向上するので、流量検出精度を向上することができる。

[0042] さらに本実施形態では、第2冷媒通路2 2における弁体2 4の上流側を流れる冷媒の過冷却度SCを演算し、過冷却度SCが所定範囲外の場合、流量Grを演算しないか、または流量Grを演算して、演算した流量Grをエラー値（正しくない値）であると判定する。このように、過冷却度SCによって冷媒が液状態であるか否かを判定し、冷媒検出判定を実施することで、流量誤検出を回避することができる。

[0043] （第2実施形態）

第2実施形態に関して、図3および図4を用いて説明する。本実施形態では、第1実施形態に比べて、第1圧力センサ3 1 bを備えず、第3圧力センサ3 3 bに換えて第3温度センサ3 3 aを備える点が異なっている。つまり。第1冷媒通路2 1には、第1温度センサ3 1 aだけが設けられている。また第3圧力センサ3 3 bに換えて、第2冷媒通路2 2における弁体2 4の下流側を流れる冷媒の温度を検出する第3温度センサ3 3 aが設けられている。

[0044] ECU1 5は、第3温度センサ3 3 aが検出した値を用いて、気液2相状態の冷媒飽和温度より第2冷媒通路2 2の弁体2 4の下流側の圧力を演算する。したがって第3圧力センサ3 3 bが搭載されていなくても、第3温度センサ3 3 aが搭載されていれば、圧力を得ることができる。したがって、本実施形態では第3検出部として第3温度センサ3 3 aが用いられているが、第3温度センサ3 3 aに換えて第3圧力センサ3 3 bを用いてもよい。

[0045] また本実施形態では、第1圧力センサ3 1 bを備えないので、過熱度の制御のためには、第1冷媒通路2 1の冷媒圧力を算出する必要がある。そこで図4を用いて、第1冷媒通路2 1の冷媒圧力を演算し、過熱度の制御を実施

する方法に関して説明する。

[0046] まず、第2冷媒通路22における弁体24の上流側と下流側の圧力値は、第2圧力センサ32bおよび第3温度センサ33aより既知である。具体的には、第2冷媒通路22における弁体24の上流側の圧力値を第2圧力センサ32bが検出し、第2冷媒通路22における弁体24の下流側の圧力値を、第3温度センサ33aによって検出された値に基づいて演算されている。図4に示す(a)では、第2冷媒通路22における弁体24の上流側(入口)の圧力値と下流側(出口)の圧力値の差である差圧 $\Delta P1$ を算出する。

[0047] 次に、図4で示す(b)のように、第2冷媒通路22のうち弁体24の上流側のほぼ同位置に配置される第2圧力センサ32bおよび第2温度センサ32aによって検出された値を用いて、冷媒密度 ρ を算出する。

[0048] 次に、図4で示す(c)では、(a)で算出した差圧 $\Delta P1$ 、(b)で算出した冷媒密度 ρ 、および開口面積 A を用いて、式F3から冷媒の流量 G_r を算出する。

$$[0049] \quad G_r = C \times A \times (2 \times \Delta P1 / \rho)^{0.5} \quad \dots (F3)$$

次に、図4で示す(d)で、(c)で算出した流量 G_r と蒸発器14での圧力損失 $\Delta P2$ の相関関係である式F4を用いて、蒸発器14の圧力損失 $\Delta P2$ を算出する。換言すると、流量 G_r がわかれば、蒸発器14での圧力損失 $\Delta P2$ を、式F4を用いて算出することができる。

$$[0050] \quad \Delta P2 = f(G_r) \quad \dots (F4)$$

次に、図4で示す(e)では、第2冷媒通路22における弁体24の下流の第2冷媒流出口22bにおける圧力 P_{in} から、(d)で求めた圧力損失 $\Delta P2$ を減算することで、蒸発器14の出口の圧力 P_{out} を算出することができる。

$$[0051] \quad P_{out} = P_{in} - \Delta P2 \quad \dots (F5)$$

式F5で算出される蒸発器14の出口の圧力 P_{out} は、第1冷媒通路21の圧力である。したがって第1圧力センサ31bを用いずとも、第1冷媒通路21の圧力を算出することができる。

[0052] 上述のように求めた蒸発器 14 の出口の圧力 P_{out} に基づいて、過熱度制御を実施することができる。具体的には、図 4 で示す (f) のように、(e) で求めた第 1 冷媒通路 21 の圧力 P_{out} から圧力温度表で温度 T に読み替える。そして、第 1 温度センサ 31a によって検出された第 1 冷媒通路 21 の温度 T_{out} をもとに式 F6 を用いて過熱度 SH を算出する。第 1 冷媒通路 21 の温度 T_{out} は、換言すれば、蒸発器 14 の出口の温度である。

[0053] $SH = T_{out} - T \dots (F6)$

このように本実施形態では、第 1 冷媒通路 21 に過熱度制御用の第 1 圧力センサ 31b が設けられていないが、他の検出値および相関関係から、第 1 冷媒通路 21 における冷媒圧力を算出することができる。これによって、第 1 実施形態よりも部品点数をさらに削減して、製造コストを低減することができる。換言すると、第 1 圧力センサ 31b の廃止によるコスト低減および小型化を実現しつつ、過熱度制御を成立させ、かつ高精度な流量検出を実現することができる。

[0054] (その他の実施形態)

以上、本開示の好ましい実施形態について説明したが、本開示は上述した実施形態に何ら制限されることなく、本開示の主旨を逸脱しない範囲において種々変形して実施することが可能である。

[0055] 上記実施形態の構造は、あくまで例示であって、本開示の範囲はこれらの記載の範囲に限定されるものではない。本開示の範囲は、本開示の記載と均等の意味及び範囲内での全ての変更を含むものである。

[0056] 前述の第 1 実施形態では、冷凍サイクル 11 は車両用の空調装置に適用されているが、車両用に限るものではない。たとえば家庭用であってもよく、工場および店舗などの業務用であってもよい。

[0057] 前述の第 1 実施形態では、ECU 15 は、膨張弁装置 10 と別体であるが、膨張弁装置 10 を制御するための ECU 15 と膨張弁装置 10 とが一体であってもよい。ECU 15 と膨張弁装置 10 と一体の場合は、空調装置の全

体を制御する上位のECU15が必要となる。

請求の範囲

- [請求項1] 冷凍サイクル（１１）に設けられ、前記冷凍サイクルを循環する冷媒を減圧膨張可能な膨張弁装置であって、
- 蒸発器（１４）から圧縮機（１２）へ流れる冷媒が流通する第１冷媒通路（２１）と、凝縮器（１３）から前記蒸発器へ流れる冷媒が流通する第２冷媒通路（２２）とが内部に形成されたハウジング（２０）と、
- 前記ハウジング内に設けられ、前記第２冷媒通路の開度を変更する弁体（２４）と、
- 前記弁体を変位させる駆動部（２７）と、
- 前記第１冷媒通路を流れる冷媒の温度を検出する第１検出部（３１ a, ３１ b）と、
- 前記第２冷媒通路における前記弁体の上流側を流れる冷媒の温度および圧力を検出する第２検出部（３２ a, ３２ b）と、
- 前記第２冷媒通路における前記弁体の下流側を流れる冷媒の温度または圧力を検出する第３検出部（３３ a, ３３ b）と、
- 前記第１、第２、第３検出部のそれぞれから検出された値を用いて、前記駆動部を制御して前記弁体の開度を調節する制御部（１５）と、
- を含み、
- 前記制御部は、
- 前記第２検出部および前記第３検出部によって検出された値を用いて、前記第２冷媒通路を流れる冷媒の流量を演算し、
- 前記第１検出部によって検出された値を用いて、前記第１冷媒通路を流れる冷媒の過熱度を演算し、
- 前記過熱度が所定範囲となるように前記弁体の開度を制御する膨張弁装置。
- [請求項2] 前記第３検出部は、前記第２冷媒通路における前記弁体の下流側を流れる冷媒の圧力を検出する請求項１に記載の膨張弁装置。

[請求項3] 前記制御部は、演算した前記流量、および前記第3検出部によって検出された値を用いて、前記第1冷媒通路を流れる冷媒の圧力を演算する請求項1または2に記載の膨張弁装置。

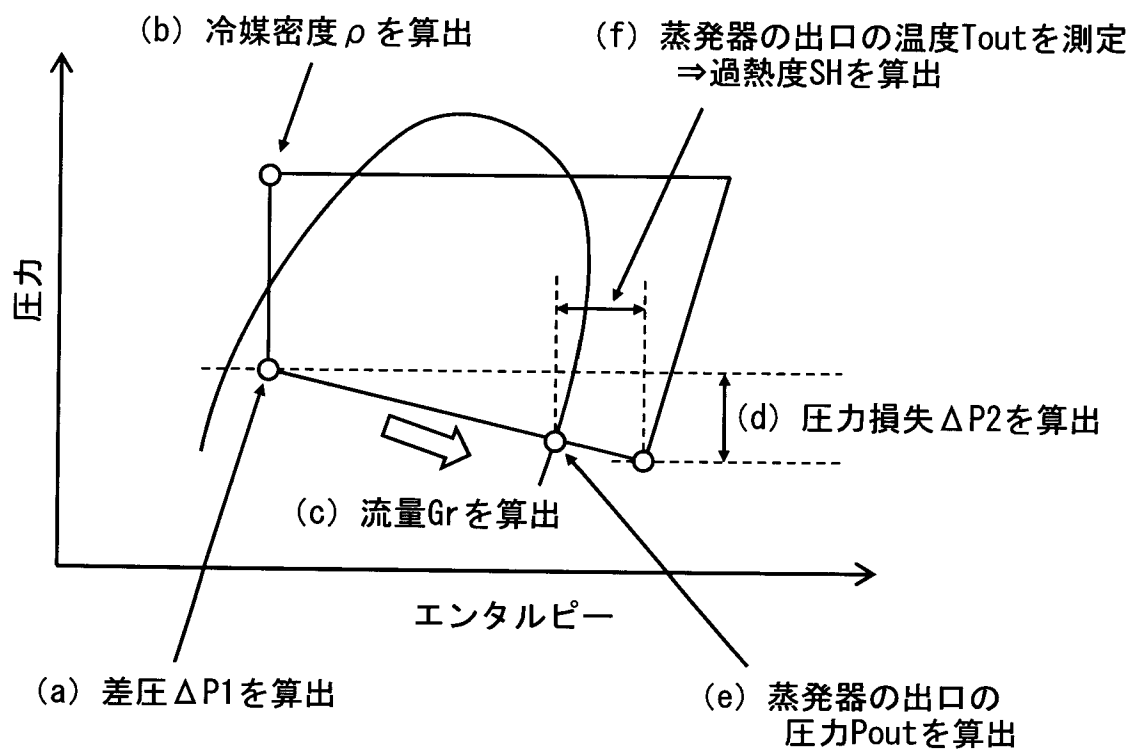
[請求項4] 前記制御部は、
前記第2検出部によって検出された値を用いて、前記第2冷媒通路における前記弁体の上流側を流れる冷媒の過冷却度を演算し、
前記過冷却度が所定範囲外の場合、前記流量を演算しないか、または前記流量を演算して、演算した前記流量をエラー値であると判定する請求項1ないし3のいずれか1つに記載の膨張弁装置。

[請求項5] 前記第1検出部は、前記第1冷媒通路を流れる冷媒の圧力を検出可能であり、
前記過熱度は、前記第1検出部によって検出された温度及び圧力の値を用いて演算される請求項1に記載の膨張弁装置。

```
graph TD; Start([スタート]) --> S1[S1: 過冷却度SCを演算]; S1 --> S2{S2: SC > 判定値?}; S2 -- YES --> S3[S3: 流量Grの演算]; S2 -- NO --> End([エンド]); S3 --> End;
```

Flowchart illustrating the control routine for the cooling water pump (Fig. 10):

- Start (スタート)
- S1: 過冷却度SCを演算 (Calculate supercooling degree SC)
- S2: SC > 判定値? (Decision: SC > Judgment Value?)
 - If YES: Proceed to S3.
 - If NO: Proceed to End.
- S3: 流量Grの演算 (Calculate flow rate Gr)
- End (エンド)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001320

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F25B41/06(2006.01)i, F16K31/04(2006.01)i, F16K37/00(2006.01)i, F25B1/00(2006.01)i, F25B49/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F25B41/06, F16K31/04, F16K37/00, F25B1/00, F25B49/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-315550 A (Yugen Kaisha YSD), 10 November 2005 (10.11.2005), paragraph [0020]; fig. 1 (Family: none)	1-5
A	US 2010/0031681 A1 (PARKER-HANNIFIN CORP.), 11 February 2010 (11.02.2010), fig. 1 to 3 & WO 2007/130769 A2 & EP 2005081 A & KR 10-2008-0111517 A	1-5
A	JP 61-15057 A (Hitachi, Ltd.), 23 January 1986 (23.01.1986), fig. 1 & US 4653288 A fig. 1 & CA 1247385 A	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 May 2016 (10.05.16)

Date of mailing of the international search report
24 May 2016 (24.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001320

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6375086 B1 (EATON CORP.), 23 April 2002 (23.04.2002), abstract (Family: none)	1-5
A	JP 2010-31998 A (Denso Corp.), 12 February 2010 (12.02.2010), paragraphs [0070], [0071]; fig. 1 (Family: none)	1-5
A	WO 2005/008132 A2 (EMERSON ELECTRIC CO.), 27 January 2005 (27.01.2005), fig. 1 & US 2005/0006489 A1 & EP 1652016 A & CN 1833210 A	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F25B41/06(2006.01)i, F16K31/04(2006.01)i, F16K37/00(2006.01)i, F25B1/00(2006.01)i, F25B49/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F25B41/06, F16K31/04, F16K37/00, F25B1/00, F25B49/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-315550 A (有限会社ワイエスデイ) 2005.11.10, 段落 [0020]、[図1] (ファミリーなし)	1-5
A	US 2010/0031681 A1 (PARKER-HANNIFIN CORPORATION) 2010.02.11, FIG. 1 ~ 3 & WO 2007/130769 A2 & EP 2005081 A & KR 10-2008-0111517 A	1-5
A	JP 61-15057 A (株式会社日立製作所) 1986.01.23, 第1図 & US 4653288 A, FIG. 1 & CA 1247385 A	1-5

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.05.2016

国際調査報告の発送日

24.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤崎 詔夫

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

3M

5075

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 6375086 B1 (EATON CORPORATION) 2002.04.23, ABSTRACT (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2010-31998 A (株式会社デンソー) 2010.02.12, 段落 [0070]、[0071]、[図1] (ファミリーなし)	1-5
A	WO 2005/008132 A2 (EMERSON ELECTRIC CO.) 2005.01.27, FIG.1 & US 2005/0006489 A1 & EP 1652016 A & CN 1833210 A	1-5