(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年12月23日(23.12.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/255921 A1

(51) 国際特許分類:
F25B 43/00 (2006.01) *F24F 11/84* (2018.01)
F25B 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/024140

(22) 国際出願日： 2020年6月19日(19.06.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者:森 有輝(**MORI, Yuki**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 藤塚 正史(**FUJITSUKA, Masashi**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 中井 孝洋(**NAKAI, Takahiro**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

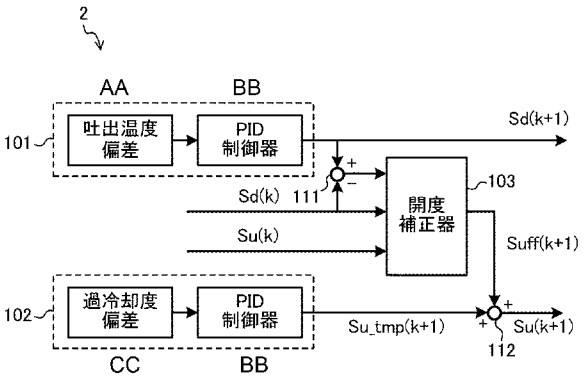
(74) 代理人:特許業務法人きさ特許商標事務所(**KISA PATENT & TRADEMARK FIRM**); 〒1050001 東京都港区虎ノ門二丁目１０番１号 虎ノ門ツインビルディング東棟８階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) **Title:** REFRIGERATION CYCLE DEVICE

(54) 発明の名称： 冷凍サイクル装置

[図3]



103... DEGREE OF OPENING CORRECTOR
AA... DISCHARGE TEMPERATURE DEVIATION
BB... PID CONTROLLER
CC... SUPERCOOLING DEGREE DEVIATION

(57) **Abstract:** This refrigeration cycle device has a refrigerant circuit in which a compressor that compresses a refrigerant, a condenser, a receiver that stores the refrigerant, and an evaporator are connected via piping, the refrigeration cycle device comprising: an upstream expansion valve which is provided between the condenser and the receiver in the refrigerant circuit and has a variable degree of opening; a downstream expansion valve which is provided between the receiver and the evaporator in the refrigerant circuit and has a variable degree of opening; and a control device which controls the degree of opening of the upstream expansion valve and the degree of opening of the downstream expansion valve. The control device calculates the degree of opening of the downstream expansion valve and a provisional degree of opening of the upstream expansion valve, calculates a correction value for the degree of opening of the upstream expansion valve on the basis of a difference between the calculated degree of opening of the downstream expansion value and the currently set degree of opening, and performs control so as to set the degree of opening of the downstream expansion valve to the calculated degree of opening of the downstream expansion valve, and to set the degree of opening of the upstream expansion valve in conjunction with the downstream expansion valve to a degree of opening obtained by correcting the

WO 2021/255921 A1

[続葉有]

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 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).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

calculated provisional degree of opening of the upstream expansion valve with the correction value. A correction change amount, which is the difference between the correction value of the upstream expansion valve or the calculated correction value and a previous correction value, is a value of the same sign as the difference with the degree of opening of the downstream expansion valve.

(57) 要約:冷凍サイクル装置は、冷媒を圧縮する圧縮機と、凝縮器と、冷媒を貯留するレシーバと、蒸発器とが配管を介して接続された冷媒回路を有する冷凍サイクル装置であって、冷媒回路における凝縮器とレシーバとの間に設けられた開度可変の上流膨張弁と、冷媒回路におけるレシーバと蒸発器との間に設けられた開度可変の下流膨張弁と、上流膨張弁の開度及び下流膨張弁の開度を制御する制御装置と、を備え、制御装置は、下流膨張弁の開度及び上流膨張弁の暫定の開度をそれぞれ算出し、少なくとも、算出された下流膨張弁の開度と設定中の開度との差分に基づいて上流膨張弁の開度の補正値を算出し、下流膨張弁の開度を、算出された下流膨張弁の開度にするとともに、下流膨張弁と連動して、上流膨張弁の開度を、算出された上流膨張弁の暫定の開度を補正値で補正した開度にするように制御し、上流膨張弁の開度の補正値、又は算出された補正値と前回の補正値との差分である補正変化量は、下流膨張弁の開度の差分と同符号の値となるものである。

明　細　書

発明の名称 ： 冷凍サイクル装置

技術分野

[0001] 本開示は、液冷媒を貯留するレシーバを有した冷凍サイクル装置に関する。

背景技術

[0002] 冷凍サイクル装置において、上流膨張弁、液冷媒を貯留するレシーバ、及び下流膨張弁を含む冷媒回路を備え、上流膨張弁で過冷却度を、下流膨張弁で吸入過熱度をそれぞれ制御するように構成されたものがある。またこのような冷凍サイクル装置において、レシーバ内に液冷媒が溜まっているか否かを判定する液貯留判定部を有したものがある（例えば、特許文献１参照）。特許文献１の冷凍サイクル装置では、圧縮機の吸入過熱度がゼロのときにレシーバ内に液冷媒が貯まっていないと判定すると、下流膨張弁の制御間隔を短くする、又は制御量を大きくして、レシーバに液冷媒が貯留された状態に復帰する時間を短縮する構成とされる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１９－１４８３９５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献１に開示されている空気調和機では、下流膨張弁の開度を変更する間におけるレシーバ内の液冷媒量変化が考慮されていない。従って、特許文献１の空気調和機では、液冷媒の枯渇を事前に回避することができず、一時的な制御性能の低下は避けられない。

[0005] 本開示は、上記のような課題を解決するためになされたもので、レシーバ内の液冷媒量が不必要に変動することを抑制して制御性能の低下を回避できる冷凍サイクル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] 本開示に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を圧縮する圧縮機と、凝縮器と、前記冷媒を貯留するレシーバと、蒸発器とが配管を介して接続された冷媒回路を有する冷凍サイクル装置であって、前記冷媒回路における前記凝縮器と前記レシーバとの間に設けられた開度可変の上流膨張弁と、前記冷媒回路における前記レシーバと前記蒸発器との間に設けられた開度可変の下流膨張弁と、前記上流膨張弁の開度及び前記下流膨張弁の開度を制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記下流膨張弁の開度及び前記上流膨張弁の暫定の開度をそれぞれ算出し、少なくとも、算出された前記下流膨張弁の開度と設定中の開度との差分に基づいて前記上流膨張弁の開度の補正値を算出し、前記下流膨張弁の開度を、算出された前記下流膨張弁の開度にするとともに、前記下流膨張弁と連動して、前記上流膨張弁の開度を、算出された前記上流膨張弁の暫定の開度を前記補正値で補正した開度にするように制御し、前記上流膨張弁の開度の前記補正値、又は算出された前記補正値と前回の補正値との差分である補正変化量は、前記下流膨張弁の開度の前記差分と同符号の値となるものである。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、下流膨張弁の開度を算出されている開度に変更する際に、下流膨張弁の開度の差分に基づいて算出された補正値で補正した開度で上流膨張弁が制御され、また、補正値又は補正変化量は下流膨張弁の開度の差分と同符号の値とされる。これにより、下流膨張弁の開度を算出されている開度に変更する際、レシーバの上流と下流における冷媒流量の変動が抑制されることにより、レシーバ内の液冷媒量の変動を抑制し、過渡的な液冷媒の枯渇を回避することができる。したがって、下流膨張弁の開度が変更されている間でも、上流膨張弁及び下流膨張弁の制御により、レシーバ内に貯留されている液冷媒を用いて冷媒回路の冷媒量の制御ができ、上流膨張弁及び下流膨張弁の制御性能の低下を回避できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態１による冷凍サイクル装置の構成の一例を示す概略図である。

[図2]図１に記載された制御装置の機能を示す機能ブロック図である。

[図3]図１に記載された制御装置における上流膨張弁及び下流膨張弁の制御を行う部分の構成の一例を示すブロック線図である。

[図4]図３に記載された開度補正器の構成の一例を示すブロック線図である。

[図5]図３に記載された制御装置の部分の第１変形例を示すブロック線図である。

[図6]図５に記載された開度補正器の構成を示すブロック線図である。

[図7]図１に記載された冷凍サイクル装置の第２変形例を示す概略図である。

[図8]図１に記載された冷凍サイクル装置の第３変形例を示す概略図である。

[図9]実施の形態１に係るによる効果を説明する図である。

[図10]実施の形態２による開度補正器の構成の一例を示すブロック線図である。

[図11]実施の形態３による開度補正器の構成の一例を示すブロック線図である。

[図12]実施の形態１及び２の冷凍サイクル装置を用いたシミュレーションにおける下流膨張弁の動作を示す図である。

[図13]実施の形態１及び２の冷凍サイクル装置を用いたシミュレーションにおける上流膨張弁の動作を示す図である。

[図14]実施の形態１及び２の冷凍サイクル装置を用いたシミュレーションにおける冷媒流量の変化を示す図である。

[図15]実施の形態１及び２の冷凍サイクル装置を用いたシミュレーションにおけるレシーバ内の冷媒体積の変化を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示の実施の形態に係る冷凍サイクル装置１について図面を参照しながら説明する。なお、以下の図面において、同一の符号を付したものは、同一又はこれに相当するものであり、このことは明細書の全文において共

通することとする。

[0010] 実施の形態１．

図１は、実施の形態１による冷凍サイクル装置１の構成の一例を示す概略図である。図１に示されるように、冷凍サイクル装置１は、制御装置２と、圧縮機３と、凝縮器４と、上流膨張弁５と、レシーバ６と、下流膨張弁７と、蒸発器８とを備えている。圧縮機３と、凝縮器４と、上流膨張弁５と、レシーバ６と、下流膨張弁７と、蒸発器８とが配管９により接続されて冷媒回路１０を形成しており、冷媒回路１０には冷媒が流れている。図１中、実線の矢印は、冷媒が流れる方向を表す。以下、冷凍サイクル装置１が空気調和装置である場合を例に説明するが、特にこれに限定されるものではない。

[0011] 圧縮機３は、吸入した冷媒を圧縮して吐出するものである。圧縮機３は、例えば、図示しないインバータ回路等により駆動周波数を任意に変化させることにより、圧縮機３の容量（単位時間あたりの冷媒を送り出す量）が変化するものでもよい。凝縮器４は、圧縮機３の吐出側に設置されている。凝縮器４は、冷媒と空気との熱交換を行うものであり、冷媒を凝縮して液化させるとともに、空気を加熱する。上流膨張弁５は、冷媒回路１０における凝縮器４とレシーバ６との間の配管９に設けられる。上流膨張弁５は、例えば電子膨張弁のような開度可変の膨張弁で構成され、冷媒の圧力及び流量を調整する。レシーバ６は、冷媒を貯溜する冷媒容器である。レシーバ６は、凝縮器４と蒸発器８との間の配管９に設置され、運転中に余剰となった液状の冷媒（液冷媒）を貯溜する。すなわち、レシーバ６は、凝縮器４から流出した液冷媒を溜める構成とされる。下流膨張弁７は、冷媒回路１０におけるレシーバ６と蒸発器８との間の配管９に設けられる。下流膨張弁７は、例えば電子膨張弁のような開度可変の膨張弁で構成され、冷媒の圧力及び流量を調整する。蒸発器８は、圧縮機３の吸入側の配管９に設置される。蒸発器８は、冷媒と空気との熱交換を行うものであり、冷媒を蒸発させ気化させるとともに、空気を冷却する。

[0012] つまり、レシーバ６は上流膨張弁５と下流膨張弁７との間の配管９に設け

られ、上流膨張弁５の開度と下流膨張弁７の開度とに応じて、レシーバ６から配管９へ戻る液冷媒の量、及び配管９からレシーバ６内に留まる液冷媒の量が変化する構成とされている。

[0013] また冷凍サイクル装置１は、例えば、吐出温度センサ１１と、出口温度センサ１２と、高圧圧力センサ１３と、低圧圧力センサ１４等とを備えている。吐出温度センサ１１及び高圧圧力センサ１３はそれぞれ圧縮機３の吐出側の配管９に配置され、吐出温度センサ１１は圧縮機３から吐出される冷媒の温度を検出し、高圧圧力センサ１３は圧縮機３から吐出される冷媒の圧力を検出する。出口温度センサ１２は、凝縮器４における冷媒の出口に設置され、凝縮器４から流出する冷媒の温度を検出する。低圧圧力センサ１４は、圧縮機３の吸入側の配管９に配置され、圧縮機３へ吸入される冷媒の圧力を検出する。

[0014] 図２は、図１に記載された制御装置の機能を示す機能ブロック図である。図２に示されるように、制御装置２には、上述した各種センサが接続され、各種センサから温度又は圧力等のデータが入力される。また、制御装置２には、図示していない操作部を介して利用者の指令等が入力される。

[0015] 図２に示されるように、制御装置２は、制御処理装置２１、記憶装置２３及び計時装置２２を有している。制御処理装置２１は、入力される温度等のデータに基づいて、演算及び判定等の処理を行い、圧縮機３、上流膨張弁５及び下流膨張弁７等の冷凍サイクル装置１の機器を制御するものである。記憶装置２３は、制御処理装置２１が処理を行うために必要となるデータを記憶する装置である。記憶装置２３は、データを一時的に記憶できるランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）等の揮発性記憶装置（図示せず）およびハードディスク、データを長期的に記憶できるフラッシュメモリ等の不揮発性の補助記憶装置（図示せず）を有している。計時装置２２は、例えばタイマ等で構成され、計時を行うものである。計時装置２２は、制御処理装置２１の判定等に使用される。

[0016] 制御処理装置２１は、例えば、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓ

ｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）等の制御演算処理装置を有するマイクロコンピュータ等で構成することができる。記憶装置２３は、制御処理装置２１が行う処理手順をプログラムとしたデータを有している。制御演算処理装置が、プログラムのデータに基づいて処理を実行して制御を実現する。なお、各装置は、専用機器（ハードウェア）で構成することができる。

[0017] 本開示の制御装置２は、下流膨張弁７の開度を算出されている開度に変更する際に、算出されている上流膨張弁５の開度に、下流膨張弁７の開度に応じた補正をするように構成されている。また制御装置２は、下流膨張弁７の開度を算出されている開度に変更する際に、下流膨張弁７と連動させて上流膨張弁５の開度を補正後の開度とするように制御する構成とされている。

[0018] 図１を参照して、冷凍サイクル装置１の動作について説明する。圧縮機３で圧縮されることにより高温高圧となったガス状の冷媒は、圧縮機３の吐出口から吐出されて凝縮器４へ流入する。凝縮器４に流入したガス状の冷媒は、凝縮器４で放熱して高圧下で液化し、凝縮器４から流出する。凝縮器４から流出した冷媒は、上流膨張弁５によって減圧され、中温の二相状態となり、レシーバ６に流入する。レシーバ６において二相状態の冷媒は、気相と液相とに分離され、レシーバ６から液相の冷媒が吐出される。レシーバ６から吐出された冷媒は、下流膨張弁７によって減圧され、低温の二相状態となり、蒸発器８に流入する。蒸発器８に流入した低温の二相状態の冷媒は、蒸発器８において吸熱して低圧下で気化し、蒸発器８から流出する。蒸発器８から流出した冷媒は、圧縮機３に吸入されて再び圧縮される。このような動作を繰り返すことによって、冷凍サイクル装置１の冷凍サイクルが実現される。

[0019] なお、図１に示される冷媒回路１０は、本開示に係る冷凍サイクルを実現するための最小構成であり、必要に応じて、冷媒の流路を切り替える四方弁、及び圧縮機３への液冷媒の吸入を抑制するアキュムレータ等を含む構成としてもよい。

[0020] 図３は、図１に記載された制御装置における上流膨張弁及び下流膨張弁の

制御を行う部分の構成の一例を示すブロック線図である。図３には、繰り返し計算におけるステップ数をｋで表し、ステップｋ＋１における上流膨張弁５の開度Ｓｕ（ｋ＋１）及び下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ＋１）を演算する場合が示されている。図３に示されるように、制御装置２は、第１の制御器１０１と、第２の制御器１０２と、開度補正器１０３等とを含んで構成されている。また図３に示される例において、制御装置２は、減算を行う減算器１１１、及び加算を行う加算器１１２を含む構成とされる。

[0021] ここで、ステップｋにおける下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ）は、下流膨張弁７に設定されている開度であり、制御装置２において計算された値でもよく、あるいは、下流膨張弁７の実開度であってもよい。また、ステップｋにおける上流膨張弁５の開度Ｓｕ（ｋ）は、上流膨張弁５に設定されている開度であり、制御装置２において計算された値でもよく、あるいは、上流膨張弁５の実開度であってもよい。以降の説明では、ステップｋ＋１における下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ＋１）を算出する場合において、ステップｋにおける下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ）を下流膨張弁７の設定値と称する場合がある。また、ステップｋ＋１における上流膨張弁５の開度Ｓｕ（ｋ＋１）を算出する場合において、ステップｋにおける上流膨張弁５の開度Ｓｄ（ｋ）を上流膨張弁５の設定値と称する場合がある。

[0022] 第１の制御器１０１は、吐出温度（第１の制御対象値）を目標吐出温度（第１の制御対象目標値）に追従させる下流膨張弁７の開度（制御操作値）を出力する位置型のＰＩＤ制御器で構成されている。ＰＩＤ（Ｐｒｏｐｏｒｔｉｏｎａｌ－Ｉｎｔｅｇｒａｌ－Ｄｉｆｆｅｒｅｎｔｉａｌ）制御器とは、比例制御器、積分制御器及び微分制御器を有するものである。第１の制御器１０１のＰＩＤ制御器には、吐出温度センサ１１から取得した吐出温度の、予め設定された目標吐出温度からの偏差が入力される。第１の制御器１０１のＰＩＤ制御器は、入力されたデータを用いて予め決められた演算により上流膨張弁５の開度Ｓｕ（ｋ＋１）を求めて出力する。具体的な演算内容については後述する。

[0023] 第２の制御器１０２は、過冷却度（第２の制御対象値）を目標過冷却度（第２の制御対象目標値）に追従させる上流膨張弁５の暫定の開度（制御操作値）を出力する位置型のＰＩＤ制御器で構成されている。第２の制御器１０２のＰＩＤ制御器には、過冷却度の、目標過冷却度からの偏差が入力される。第２の制御器１０２のＰＩＤ制御器は、入力されたデータを用いて予め決められた演算により下流膨張弁７の開度の暫定値Ｓｕ＿ｔｍｐ（ｋ＋１）を求めて出力する。具体的な演算内容については後述する。

[0024] ここで、過冷却度は、高圧圧力センサ１３及び出口温度センサ１２からの入力に基づいて算出することができる。具体的には、まず、高圧圧力センサ１３から取得した高圧圧力から冷媒の物性値を利用した変換式を用いて凝縮温度が算出される。そして、算出された凝縮温度と、出口温度センサ１２から取得した凝縮器４の出口における冷媒の温度との差を求めることによって過冷却度が算出される。

[0025] 第１の制御器１０１が制御する第１の制御対象値と、第２の制御器１０２が制御する第２の制御対象値との組み合わせは、必ずしも吐出温度と過冷却度との組み合わせでなくても良い。例えば、第１の制御対象値と第２の制御対象値との組み合わせは、吐出温度、吐出圧力、吸入温度、吸入圧力、蒸発温度、低圧圧力、凝縮温度、高圧圧力、室内機吸込み温度、吸入過熱度、吐出過熱度、及び過冷却度等から選択されてもよい。

[0026] なお、第１の制御器１０１及び第２の制御器１０２がそれぞれＰＩＤ制御器で構成されるものとして説明したが、特にこれに限定されない。例えば、第１の制御器１０１及び第２の制御器１０２をそれぞれ、Ｐ制御器（比例制御器）又はＰＩ制御器（比例、積分制御器）で構成することもできる。あるいは、第１の制御器１０１と第２の制御器１０２とはそれぞれ、モデル予測制御器等の動的なフィードバック制御器、又は、事前に定められたテーブル等に従う動的または静的な制御器で構成することもできる。また第１の制御器１０１と第２の制御器１０２とはそれぞれ、定数を出力する構成とされてもよい。

[0027] 減算器１１１は、第１の制御器１０１と開度補正器１０３との間に設けられている。減算器１１１には、第１の制御器１０１で算出されたステップｋ＋１における下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ＋１）が入力されるとともに、ステップｋにおける下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ）が入力される。減算器１１１は、ステップｋ＋１における下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ＋１）からステップｋにおける下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ）を減算することにより下流膨張弁７の開度の変化量すなわち差分を求めて出力する。具体的な演算内容については後述する。

[0028] ここで、ステップｋにおける下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ）は、下流膨張弁７に設定されている開度であり、例えば、制御装置２において計算された値でもよく、あるいは、下流膨張弁７の実開度であってもよい。また、ステップｋにおける上流膨張弁５の開度Ｓｕ（ｋ）は、上流膨張弁５に設定されている開度であり、例えば、制御装置２において計算された値でもよく、あるいは、上流膨張弁５の実開度であってもよい。以下の説明において、ステップｋ＋１における下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ＋１）を算出する場合において、ステップｋにおける下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ）を下流膨張弁７の設定中の開度又は設定値と称する場合がある。

[0029] 開度補正器１０３には、ステップｋにおける下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ）と、ステップｋにおける上流膨張弁５の開度Ｓｕ（ｋ）と、が入力される。また開度補正器１０３には、減算器１１１から下流膨張弁７の開度の変化量が入力される。開度補正器１０３は、入力された下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ）と、上流膨張弁５の開度Ｓｕ（ｋ）と、下流膨張弁７の開度の変化量とを基に演算を行うことにより上流膨張弁５の開度の補正値Ｓｕｆｆ（ｋ＋１）を求めて出力する。すなわち、開度補正器１０３では、下流膨張弁７の開度に応じた上流膨張弁５の開度の補正値Ｓｕｆｆ（ｋ＋１）が算出される。

[0030] 加算器１１２には、開度補正器１０３で算出された上流膨張弁５の開度の補正値Ｓｕｆｆ（ｋ＋１）と、第２の制御器１０２で算出された上流膨張弁

５の開度の暫定値Ｓｕ＿ｔｍｐ（ｋ＋１）が入力される。加算器１１２は、上流膨張弁５の開度の暫定値Ｓｕ＿ｔｍｐ（ｋ＋１）に補正値Ｓｕｆｆ（ｋ＋１）を加算することにより上流膨張弁５の開度Ｓｕ（ｋ＋１）を求めて出力する。

[0031] 図４は、図３に記載された開度補正器の構成の一例を示すブロック線図である。図４に示されるように、開度補正器１０３は、冷媒量保持部１０４と、積分器１０５とを備えている。冷媒量保持部１０４は、下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ）すなわち設定値と、下流膨張弁７の開度の変化量と、上流膨張弁５の開度Ｓｕ（ｋ）すなわち設定値とから以下の式に従って、上流膨張弁５の開度の補正変化量ΔＳｕｆｆ（ｋ＋１）を計算する。補正変化量ΔＳｕｆｆ（ｋ＋１）は、算出される補正値すなわちステップｋ＋１の補正値と、前回の補正値すなわちステップｋの補正値との差分である。

[0032] [数1]

$$\Delta Suff(k+1) = \frac{Su(k)}{Sd(k)}\{Sd(k+1) - Sd(k)\} \quad \cdots(式1)$$

[0033] 式１からわかるように、補正変化量ΔＳｕｆｆ（ｋ＋１）は、下流膨張弁７の開度の変化量と同符号の値として出力されるといった特徴を有する。具体的には、下流膨張弁７の開度の変化量が正の値であるとき、すなわち下流膨張弁７の開度が大きくなるときには、上流膨張弁５の算出された開度に加算される補正値は、前回のステップで加算された補正値よりも大きくなる。また、下流膨張弁７の開度の変化量が負の値であるとき、すなわち下流膨張弁７の開度が小さくなるときには、上流膨張弁５の算出された開度に加算する補正値は、前回のステップで加算された補正値よりも小さくなる。

[0034] そして、式１からわかるように、上流膨張弁５の開度の補正変化量ΔＳｕｆｆ（ｋ＋１）は、上流膨張弁５の開度Ｓｕ（ｋ）すなわち設定値と比例関係を持つ。よって、補正変化量ΔＳｕｆｆ（ｋ＋１）の絶対値の大きさは、上流膨張弁５の開度が大きいときほど大きくなる傾向がある。また、補正変化量ΔＳｕｆｆ（ｋ＋１）は、下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ）すなわち設定

値と反比例関係を持つ。よって、補正変化量ΔＳｕｆｆ（ｋ＋１）の絶対値の大きさは、下流膨張弁７の開度が大きいときほど小さくなる傾向がある。

[0035] なお、式１は、補正変化量ΔＳｕｆｆ（ｋ＋１）に上記の特徴及び傾向を備えさせるための一例であり、上記の特徴及び傾向に相当する動作の一部、または全部を実現する式であれば、必ずしも式１で補正変化量ΔＳｕｆｆ（ｋ＋１）を算出する必要はない。

[0036] 積分器１０５は、上流膨張弁５の開度の補正変化量ΔＳｕｆｆ（ｋ＋１）から以下の式に従って補正値Ｓｕｆｆ（ｋ＋１）を計算する。すなわち積分器１０５は、補正変化量を積分することにより、上流膨張弁５の開度の補正値Ｓｕｆｆ（ｋ＋１）を算出する。

[0037] [数2]

$$Suff(k+1) = \sum_{l=0}^{k+1} \Delta Suff(l) \quad \cdots(式2)$$

[0038] 上述したように上流膨張弁５の開度の補正変化量ΔＳｕｆｆ（ｋ＋１）は、下流膨張弁７の開度の変化量と同符号の値として出力されるので、式２から、上流膨張弁５の開度の補正値Ｓｕｆｆ（ｋ＋１）の変化量もまた、下流膨張弁７の開度の変化量と同符号の値となる。

[0039] ＜第１変形例＞

図５は、図３に記載された制御装置の部分の第１変形例を示すブロック線図である。第１変形例において、第１の制御器１０１及び第２の制御器１０２はそれぞれ、各膨張弁の開度の変化量を演算する速度型の制御器で構成されている。また、図３に示される制御装置２において第１の制御器１０１と開度補正器１０３との間に設けられていた減算器１１１は、第１変形例では設けられず、第１変形例の制御装置２において、第１の制御器１０１の出力はそのまま開度補正器１０３に入力される。

[0040] 図５を参照して、速度型の制御器を用いた場合の制御器の演算アルゴリズムについて説明する。図５に示されるように、第１の制御器１０１は、入力された吐出温度の偏差から下流膨張弁７の開度の変化量ΔＳｄ（ｋ＋１）を

演算により求めて出力する。第２の制御器１０２は、入力された過冷却度の偏差から上流膨張弁５の開度の変化量の暫定値ΔＳｕ＿ｔｍｐ（ｋ＋１）を演算により求めて出力する。

[0041] 開度補正器１０３には、ステップｋにおける下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ）と、ステップｋにおける上流膨張弁５の開度Ｓｕ（ｋ）と、第１の制御器１０１で算出されたステップｋ＋１における下流膨張弁７の開度の変化量ΔＳｄ（ｋ＋１）とが入力される。開度補正器１０３は、下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ）すなわち設定値と、上流膨張弁５の開度Ｓｕ（ｋ）すなわち設定値と、下流膨張弁７の開度の変化量ΔＳｄ（ｋ＋１）とを基に、上流膨張弁５の開度の補正値Ｓｕｆｆ（ｋ＋１）を演算により求めて出力する。加算器１１２は、第２の制御器１０２から出力された上流膨張弁５の開度の暫定値Ｓｕ＿ｔｍｐ（ｋ＋１）に、開度補正器１０３から出力された補正値Ｓｕｆｆ（ｋ＋１）を加算することでステップｋ＋１における上流膨張弁５の開度Ｓｕ（ｋ＋１）を出力する。

[0042] 図６は、図５に記載された開度補正器の構成を示すブロック線図である。図６に示されるように、第１変形例の開度補正器１０３は、冷媒量保持部１０４を備えているが、図４に示される積分器１０５を備えていない。冷媒量保持部１０４は、下流膨張弁７の開度Ｓｄ（ｋ）と、下流膨張弁７の開度の変化量ΔＳｄ（ｋ＋１）と、上流膨張弁５の開度Ｓｕ（ｋ）とから以下の式に従って上流膨張弁５の開度の補正値Ｓｕｆｆ（ｋ＋１）を計算する。

[0043] [数3]

$$Suff(k+1) = \frac{Su(k)}{Sd(k)}\{Sd(k+1) - Sd(k)\} \quad \cdots(式3)$$

[0044] 図６に示される第１変形例においては、補正値Ｓｕｆｆ（ｋ＋１）を積分することなく開度補正器１０３から出力しているので、上流膨張弁５の開度の補正値Ｓｕｆｆ（ｋ＋１）は、下流膨張弁７の開度の変化量ΔＳｄ（ｋ＋１）と同符号の値となる。

[0045] なお、冷凍サイクル装置１は、冷媒回路１０において熱交換器が複数並列

に接続される構成とされてもよい。

[0046] ＜変形例２＞

図７は、図１に記載された冷凍サイクル装置の第２変形例を示す概略図である。第２変形例の冷媒回路１０において、２台の凝縮器４ａ、４ｂが並列に２台接続されている。また、凝縮器４ａが設けられる配管９に上流膨張弁５ａが設けられ、凝縮器４ｂが設けられる配管９に上流膨張弁５ｂが設けられている。なお、図７には、冷媒回路１０において凝縮器が２台設けられる場合が示されているが、凝縮器は３台以上設けられてもよい良い。

[0047] 図７のように凝縮器が複数ある場合にも、各上流膨張弁５ａ、５ｂについて、式１と同様の式によって補正変化量を算出することができる。凝縮器４ａに対応する上流膨張弁５ａの開度をＳｕ＿ａ、補正変化量をΔＳｕｆｆ＿ａ（ｋ＋１）とし、凝縮器４ｂに対応する上流膨張弁５ｂの開度をＳｕ＿ｂとし、補正変化量をΔＳｕｆｆ＿ｂ（ｋ＋１）と定義する。この場合、各補正変化量は以下の式４及び式５で算出できる。

[0048] [数4]

$$\Delta Suff_a(k+1) = \frac{Su_a(k)}{Sd(k)}\{Sd(k+1) - Sd(k)\} \quad \cdots(式4)$$

[0049] [数5]

$$\Delta Suff_b(k+1) = \frac{Su_b(k)}{Sd(k)}\{Sd(k+1) - Sd(k)\} \quad \cdots(式5)$$

[0050] 図８は、図１に記載された冷凍サイクル装置の第３変形例を示す概略図である。第３変形例の冷媒回路１０において、２台の蒸発器８ａ、８ｂが並列に２台接続されている。また、蒸発器８ａが設けられる配管９に下流膨張弁７ａが設けられ、蒸発器８ｂが設けられる配管９に下流膨張弁７ｂが設けられている。なお、図８には、冷媒回路１０において蒸発器が２台設けられる場合が示されているが、蒸発器は３台以上設けられてもよい良い。

[0051] 図８のように蒸発器が複数ある場合にも、式１と同様の式によって上流膨張弁５の開度の補正変化量ΔＳｕｆｆ＿ｂ（ｋ＋１）を算出することができ

る。蒸発器８ａに対応する下流膨張弁７ａの開度をＳｄ＿ａとし、蒸発器８ｂに対応する下流膨張弁７ｂの開度をＳｄ＿ｂと定義すると、上流膨張弁５の開度の補正変化量ΔＳｕｆｆ（ｋ＋１）は以下の式６で算出できる。

[0052] [数6]

$$\Delta Suff(k+1) = \frac{Su(k)}{Sd_a(k) + Sd_b(k)} \{Sd_a(k+1) + Sd_b(k+1) - Sd_a(k) - Sd_b(k)\}$$

・・・（式６）

[0053] 以上のように、実施の形態１の冷凍サイクル装置１は、冷媒を圧縮する圧縮機３と、凝縮器４と、冷媒を貯留するレシーバ６と、蒸発器８とが配管９を介して接続された冷媒回路１０を有する。また冷凍サイクル装置１は、冷媒回路１０における凝縮器４とレシーバ６との間に設けられた開度可変の上流膨張弁５と、冷媒回路１０におけるレシーバ６と蒸発器８との間に設けられた開度可変の下流膨張弁７と、制御装置２とを備える。制御装置２は、下流膨張弁７の開度及び上流膨張弁５の暫定の開度をそれぞれ算出し、少なくとも、算出された下流膨張弁７の開度と設定中の開度の差分に基づいて上流膨張弁５の開度の補正値を算出する。また制御装置２は、下流膨張弁７の開度を、算出された下流膨張弁７の開度にするとともに、下流膨張弁７と連動して、上流膨張弁５の開度を、算出された上流膨張弁５の暫定の開度を補正値で補正した開度にするように制御する。上流膨張弁５の開度の補正値又は前回からの補正変化量が、下流膨張弁７の開度の差分と同符号の値となるものである。

[0054] これにより、下流膨張弁７の開度を算出されている開度に変更する際、レシーバ６の上流と下流における冷媒流量の変動が抑制されることにより、レシーバ６内の液冷媒量の変動を抑制し、過渡的な液冷媒の枯渇を回避することができる。したがって、下流膨張弁７の開度が変更されている間でも、上流膨張弁５及び下流膨張弁７の制御により、レシーバ６内に貯留されている液冷媒を用いて冷媒回路１０の冷媒量の制御ができ、上流膨張弁５及び下流膨張弁７の制御性能の低下を回避できる。

[0055] また制御装置は、第１の制御器１０１と第２の制御器１０２と開度補正器

１０３とを含むものである。第１の制御器１０１は、下流膨張弁７の開度を制御操作値として操作することで第１の制御対象値を第１の制御対象目標値へ制御する。第２の制御器１０２は、上流膨張弁５の開度を制御操作値として操作することで第１の制御対象値とは異なる第２の制御対象値を第２の制御対象目標値へ制御する。開度補正器１０３は、少なくとも下流膨張弁７の開度の変化量に基づいて上流膨張弁５の開度の補正値を演算する。また制御装置２は、第２の制御器１０２の制御操作値と開度補正器１０３により演算された補正値とを加算することにより上流膨張弁５の補正後の開度を算出する。

[0056] これにより、第１の制御器１０１及び第２の制御器１０２それぞれを単入力単出力の制御器で構成することが可能であり、各制御器のアルゴリズムを簡潔なものとできる。よって、上述したような上流膨張弁５及び下流膨張弁７の制御を、計算負荷が小さく、低コストの装置で実現できる。さらに、第１の制御器１０１及び第２の制御器１０２を互いに独立した構成とすることができ、それぞれに対する制御設計が可能であり、冷凍サイクル特有の非線形性及び外乱に対して、制御系を柔軟に設計することができる。すなわち、直感的で可読性且つ拡張性の高い制御系を提供することができる。

[0057] また冷凍サイクル装置１は、圧縮機３から吐出される冷媒の温度を検出する吐出温度センサ１１と、圧縮機３から吐出される冷媒の圧力を検出する高圧圧力センサ１３と、凝縮器４から流出する冷媒の温度を検出する出口温度センサ１２と、を備える。制御装置２は、吐出温度センサ１１により検出された冷媒の温度に基づいて下流膨張弁７の開度を算出する。また制御装置２は、高圧圧力センサ１３で検出された冷媒の圧力及び出口温度センサ１２で検出された冷媒の温度から求められた過冷却度に基づいて上流膨張弁５の暫定の開度を算出する。これにより、過冷却度に基づいて算出された上流膨張弁５の暫定の開度は、吐出温度に基づいて算出された下流膨張弁７の開度に応じた補正値で補正されるので、過冷却度及び吐出温度の制御が行われているときでも、冷媒の枯渇による制御性能の低下を回避できる。

[0058] ＜効果＞

図９は、実施の形態１による効果を説明する図である。実施の形態１の冷凍サイクル装置１によれば、レシーバ６内の連続的な液冷媒量の変化を考慮し、液冷媒の枯渇を事前に回避する動作がなされ、レシーバ６内の液冷媒量が不必要に変動することを抑制できる。

[0059] 図９を参照して、上記の効果が得られることについて説明する。図９に示されるように、定常状態では冷媒回路１０を流れる冷媒流量Ｇｒ［ｋｇ／ｓ］は各点でほぼ等しい。冷媒流量Ｇｒについては、各膨張弁の開度（Ｓｕ、Ｓｄ）と、各膨張弁における圧力損失（ｄＰｕ［ＭＰａ］、ｄＰｄ［ＭＰａ］）と、定数αとによって以下の式７で表される近似関係が成り立つ。

[0060] [数7]

$$Gr = \alpha \times Su \times \sqrt{dPu} = \alpha \times Sd \times \sqrt{dPd} \quad \cdots(式7)$$

[0061] 下流膨張弁７の開度及び上流膨張弁５の開度が、Ｓｄ→Ｓｄ＋ΔＳｄ及びＳｕ→Ｓｕ＋ΔＳｕと変化したとき、圧力損失が変化しないと仮定すると以下の式８及び式９が成り立つ。

[0062] [数8]

$$\Delta Gr = \alpha \times \Delta Sd \times \sqrt{dPd} \quad \cdots(式8)$$

[0063] [数9]

$$\Delta Gr = \alpha \times \Delta Su \times \sqrt{dPu} \quad \cdots(式9)$$

[0064] また、式８及び式９より、以下が成り立つ。

[数10]

$$\Delta Su = \frac{Su}{Sd} \Delta Sd \quad \cdots(式10)$$

[0065] すなわち、下流膨張弁７の開度がΔＳｄ変化したとき、上流膨張弁５の開度の変化量を式１０に従って補正することにより、レシーバ６の上流と下流における冷媒流量Ｇｒの変動が等しくなり、レシーバ６内の冷媒量が連続的

かつ過渡的にほぼ一定量に維持される。これにより、不必要な液冷媒量の変動が抑制できるので、上流膨張弁５と下流膨張弁７とによる制御性能の低下を回避でき、冷凍サイクルを高効率な運転状態に素早く移行させることができる。

[0066] 実施の形態２．

図１０は、実施の形態２による開度補正器の構成の一例を示すブロック線図である。実施の形態２の開度補正器２０３は、さらに係数決定部２０６を有し、係数決定部２０６が係数ｃ（ｋ）を冷媒量保持部２０４へ出力し、冷媒量保持部２０４の演算において係数ｃ（ｋ）が乗算される点で、実施の形態１の図４に示される開度補正器１０３と異なる。その他の構成および動作は、実施の形態１と同様であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

[0067] 実施の形態２の冷媒量保持部２０４は、以下の式１１に従って補正変化量ΔＳｕｆｆ（ｋ＋１）を計算する。

[0068] [数11]

$$\Delta Suff(k+1) = c(k)\frac{Su(k)}{Sd(k)}\{Sd(k+1) - Sd(k)\} \quad \cdots(式11)$$

[0069] 以下、係数決定部２０６が出力する係数ｃ（ｋ）の設定方法の一例について説明する。実施の形態１において、定常状態では冷媒回路１０を流れる冷媒流量Ｇｒ［ｋｇ／ｓ］の変化量すなわち流量変化量ΔＧｒが、圧力損失の変化がないと仮定して式８及び式９で表されると説明した。係数ｃ（ｋ）は、この仮定による誤差を修正するように決定されるとよい。

[0070] 開度の変化によって、上流膨張弁５と下流膨張弁７における圧力損失が、それぞれΔｄＰｕ及びΔｄＰｄ変化したとき、テイラー展開を用い、２次以上の項をＯ（Δ^2）にまとめることで、上流膨張弁５の流量変化量ΔＧｒは以下の式１２で表すことができる。

[0071] [数12]

$$\Delta Gr = \alpha \times \Delta Su \times \sqrt{dPu} \times \left(1 + \frac{1}{2}\frac{Su}{dPu}\frac{\Delta dPu}{\Delta Su} + O(\Delta^2)\right) \quad \cdots(式12)$$

[0072] ここで、次の式１３のように新たな変数Ｃｕを定義すると、式１２の上流膨張弁５の流量変化量ΔＧｒは、次の式１４のように表すことができる。

[0073] [数13]

$$Cu = 1 + \frac{1}{2}\frac{Su}{dPu}\frac{\Delta dPu}{\Delta Su} + O(\Delta^2) \qquad \cdots(式13)$$

[0074] [数14]

$$\Delta Gr = \alpha \times \Delta Su \times \sqrt{dPu} \times Cu \qquad \cdots(式14)$$

[0075] また同様に、下流膨張弁７の流量変化量ΔＧｒは、次の式１５のように新たな変数Ｃｄを定義すると、以下の式１６で表せる。

[0076] [数15]

$$Cd = 1 + \frac{1}{2}\frac{Sd}{dPd}\frac{\Delta dPd}{\Delta Sd} + O(\Delta^2) \qquad \cdots(式15)$$

[0077] [数16]

$$\Delta Gr = \alpha \times \Delta Sd \times \sqrt{dPd} \times Cd \qquad \cdots(式16)$$

[0078] そして、上記の式１３～１６から、以下の関係が成立する。

[0079] [数17]

$$\Delta Su = \frac{Cd}{Cu}\frac{Su}{Sd}\Delta Sd \qquad \cdots(式17)$$

[0080] 式１７において、Ｃｄ／Ｃｕをｃと定義することで、式１１のｃ（ｋ）を決定することができる。変数Ｃｄと変数Ｃｕとの値は、実験又はシミュレーション等によって得たデータから、圧力損失及び膨張弁の開度等を入力とするテーブルを作成し、それを基に作成したデータベースによって取得しても良く、又は数理モデルを用いて逐次推定して取得しても良い。あるいは、平均的な値を定数として与えても良い。

[0081] 以上のように、実施の形態２において、制御装置２は、予め決められた係数で乗算することにより、上流膨張弁５の開度の補正量又は補正変化量を算

出する構成とされている。また制御装置２は、上流膨張弁５の開度の設定値と、下流膨張弁７の開度の設定値と、上流膨張弁５及び下流膨張弁７それぞれにおける圧力損失とを基に、係数ｃ（ｋ）を決定する。これにより、上流膨張弁５及び下流膨張弁７の開度の変化が圧力損失に与える影響が大きい場合でも、モデル化誤差を補正することで、高精度でレシーバ６における冷媒の流量を制御でき、レシーバ６内の液冷媒の枯渇を回避できる。

[0082] 実施の形態３．

図１１は、実施の形態３による開度補正器の構成の一例を示すブロック線図である。実施の形態３の開度補正器３０３は、さらに符号関数ブロック３０７を構成として含み、冷媒量保持部３０４の演算において、関数ｃ（θ）で表される係数が乗算される点で、実施の形態１の図４に示される開度補正器１０３と異なる。その他の構成及び動作は、実施の形態１と同様であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

[0083] 実施の形態３の冷媒量保持部３０４は、以下の式１８に従って補正変化量ΔＳｕｆｆ（ｋ＋１）を計算する。

[0084] [数18]

$$\Delta Suff(k+1) = c(\theta)\frac{Su(k)}{Sd(k)}\{Sd(k+1) - Sd(k)\} \quad \cdots(式18)$$

[0085] 関数ｃ（θ）の引数θを演算する符号関数ｓｇｎは以下の式１９で定義される。

[0086] [数19]

$$\theta = sgn(x) = \begin{cases} 1 & if\ x > 0 \\ 0 & if\ x = 0 \\ -1 & if\ x < 0 \end{cases} \quad \cdots(式19)$$

[0087] また関数ｃ（θ）は、θを引数として次のように定義される。

[0088] [数20]

$$c(\theta) = \begin{cases} c1 & if\ \theta = 1 \\ 0 & if\ \theta = 0 \\ c2 & if\ \theta = -1 \end{cases} \quad \cdots(式20)$$

[0089] ここで、式２０におけるｃ１とｃ２は定数であり、０≦ｃ２≦ｃ１という関係を満たすように設定される。定数ｃ１は下流膨張弁７の開度を大きくする時の上流膨張弁５の開度の変化に対する係数であり、ｃ２は下流膨張弁７の開度を小さくする時の上流膨張弁５の開度変化に対する係数である。例えば、ｃ２＜ｃ１とし、且つｃ２＝０として、下流膨張弁７の開度を大きくする時には上流膨張弁５の開度を変化させる一方で、下流膨張弁７の開度を小さくする時には上流膨張弁５の開度を変化させない構成としてもよい。

[0090] ｃ２＜ｃ１とすることで、下流膨張弁開度が大きくなる時の上流膨張弁５の開度補正量が、下流膨張弁開度が小さくなる時の上流膨張弁５の開度補正量よりも大きくなり、レシーバ６内の液冷媒量が増加しやすい傾向となる。その結果、モデル化誤差及び外乱が大きい場合にも、レシーバ６内の液冷媒の枯渇を回避することができる。

[0091] ＜実施の形態１～２の冷凍サイクル装置のシミュレーション結果＞

図１２は、実施の形態１及び２の冷凍サイクル装置を用いたシミュレーションにおける下流膨張弁７の動作を示す図である。図１２において、縦軸は下流膨張弁７の開度［パルス］、横軸はシミュレーションの開始からの時刻を表す。図１３は、実施の形態１及び２の冷凍サイクル装置１を用いたシミュレーションにおける上流膨張弁５の動作を示す図である。図１３において、縦軸は上流膨張弁５の開度［パルス］、横軸はシミュレーションの開始からの時刻を表す。図１４は、実施の形態１及び２の冷凍サイクル装置を用いたシミュレーションにおける冷媒流量の変化を示す図である。図１４において、縦軸は冷媒回路１０中の冷媒流量Ｇｒを表し、横軸はシミュレーションの開始からの時刻を表す。図１５は、実施の形態１及び２の冷凍サイクル装置を用いたシミュレーションにおけるレシーバ内の冷媒体積の変化を示す図である。図１５において、縦軸はレシーバ６内に貯留されている液冷媒の体積を表し、横軸はシミュレーションの開始からの時刻を表す。図１、及び図１２～図１５を参照して、特定の条件でレシーバ６内に貯留される液冷媒の体積をシミュレーションした結果について説明する。

[0092] 上流膨張弁５及び下流膨張弁７としてそれぞれ電子膨張弁を用いることとし、基準となる膨張弁開度（開始時の膨張弁開度）は各膨張弁とともに２９０パルスとした。その時の冷媒回路１０の冷媒流量Ｇｒは、図１４に一点鎖線で示されるように２２５．２［ｋｇ／ｈ］であり、レシーバ６内に貯留されている液冷媒の体積は図１５に示されるように０．７１６［Ｌ］である。第２の制御器１０２の出力は定数とし、第１の制御器１０１は冷媒流量を目標値（例えば、図１４において破線で表す２２８．７［ｋｇ／ｈ］）に制御するために動作するものとする。

[0093] まずは、開度補正がないケースを実行する。時刻１０分において、図１２に示されるように、下流膨張弁７の開度のみ２９０パルスから３００パルスに変化させ、それにより、冷媒流量Ｇｒを目標値に到達させた。図１５に示されるように、冷媒流量Ｇｒが目標値に到達したときのレシーバ６内の液冷媒体積は０．６５［Ｌ］となった。その後、図１２に示されるように、時刻２０分において、下流膨張弁７の動作点を基準点に戻した。

[0094] 次に、式１に従って開度補正をするケースとして、時刻３０分において、下流膨張弁７の開度と上流膨張弁５の開度を、式１の関係を満たすように連動して２９０パルスから２９７パルス（図１２及び図１３に破線で示される）に変化させた。それにより、冷媒流量Ｇｒを目標値に到達させた。冷媒流量Ｇｒが目標値に到達したときのレシーバ６内の液冷媒体積は、図１５に破線で示されるように、０．７３５［Ｌ］となった。図１５に示されるように、式１に従って開度補正をするケースにおけるレシーバ６内の液冷媒体積の変動量（０．０１９Ｌ）は、開度補正がないケースにおけるレシーバ６内の液冷媒体積の変動量（０．０６６Ｌ）と比べて小さい。すなわち、開度補正をするケースにおいて、冷媒量の保持機能が有効に動作していることがわかる。その後、時刻４０分において、下流膨張弁７及び上流膨張弁５の動作点を基準点に戻した。

[0095] 最後に、式１１に従って開度補正をするケースとして、時刻５０分において、下流膨張弁７の開度と上流膨張弁５の開度を、式１０の関係を満たすよ

うに連動して変化させ、冷媒流量を目標値に到達させた。ここで、係数ｃは０．６２５とし、図１２に示されるように下流膨張弁７の開度は２９０パルスから一点鎖線で示す２９８パルスに変化させ、図１３に示されるように上流膨張弁５の開度は２９０パルスから２９５パルスに変化させた。冷媒流量Ｇｒが目標値に到達したときのレシーバ６内の液冷媒体積は、図１５に一点鎖線で示されるように０．７１４［Ｌ］となった。図１５に示されるように、式１１に従って開度補正をするケースにおけるレシーバ６内の液冷媒体積の変動量（０．００２Ｌ）は、式１に従って開度補正をするケースにおける変動量（０．０１９Ｌ）よりもさらに小さく、冷媒量の保持機能がさらに向上している。

[0096] 本開示は、その開示の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせることができ、また各実施の形態を適宜、変形、又は省略することが可能である。本開示は詳細に説明されたが、上記の説明は、すべての態様において、例示であって、本開示がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、本開示の範囲から外れることなく想定されうるものと解される。

符号の説明

[0097] １　冷凍サイクル装置、２　制御装置、３　圧縮機、４　凝縮器、５　上流膨張弁、６　レシーバ、７　下流膨張弁、８　蒸発器、９　配管、１０　冷媒回路、１１　吐出温度センサ、１２　出口温度センサ、１３　高圧圧力センサ、１４　低圧圧力センサ、２１　制御処理装置、２２　計時装置、２３　記憶装置、１０１　第１の制御器、１０２　第２の制御器、１０３、２０３、３０３　開度補正器、１０４、２０４、３０４　冷媒量保持部、１０５　積分器、１１１　減算器、１１２　加算器、２０６　係数決定部、３０７　符号関数ブロック、Ｇｒ　冷媒流量、Ｓｄ、Ｓｕ　開度、Ｓｕ＿ｔｍｐ　暫定値、Ｓｕｆｆ　補正値。

請求の範囲

[請求項1] 冷媒を圧縮する圧縮機と、凝縮器と、前記冷媒を貯留するレシーバと、蒸発器とが配管を介して接続された冷媒回路を有する冷凍サイクル装置であって、

前記冷媒回路における前記凝縮器と前記レシーバとの間に設けられた開度可変の上流膨張弁と、

前記冷媒回路における前記レシーバと前記蒸発器との間に設けられた開度可変の下流膨張弁と、

前記上流膨張弁の開度及び前記下流膨張弁の開度を制御する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、

前記下流膨張弁の開度及び前記上流膨張弁の暫定の開度をそれぞれ算出し、

少なくとも、算出された前記下流膨張弁の開度と設定中の開度との差分に基づいて前記上流膨張弁の開度の補正値を算出し、

前記下流膨張弁の開度を、算出された前記下流膨張弁の開度にするとともに、前記下流膨張弁と連動して、前記上流膨張弁の開度を、算出された前記上流膨張弁の暫定の開度を前記補正値で補正した開度にするように制御し、

前記上流膨張弁の開度の前記補正値、又は算出された前記補正値と前回の補正値との差分である補正変化量は、前記下流膨張弁の開度の前記差分と同符号の値となるものである

冷凍サイクル装置。

[請求項2] 前記制御装置は、

前記下流膨張弁の開度を制御操作値として操作することで第１の制御対象値を第１の制御対象目標値へ制御する第１の制御器と、

前記上流膨張弁の暫定の開度を制御操作値として操作することで前記第１の制御対象値とは異なる第２の制御対象値を第２の制御対象目

標値へ制御する第２の制御器と、

少なくとも前記下流膨張弁の開度の前記差分に基づいて前記上流膨張弁の開度の前記補正値を演算する開度補正器と、を含むものであり、

前記第２の制御器の制御操作値と前記開度補正器により演算された前記補正値とを加算することにより前記上流膨張弁の補正後の開度を算出する

請求項１に記載の冷凍サイクル装置。

[請求項3] 前記圧縮機から吐出される前記冷媒の温度を検出する吐出温度センサと、

前記圧縮機から吐出される前記冷媒の圧力を検出する高圧圧力センサと、

前記凝縮器から流出する前記冷媒の温度を検出する出口温度センサと、を備え、

前記制御装置は、

前記吐出温度センサにより検出された前記冷媒の温度に基づいて前記下流膨張弁の開度を算出し、前記高圧圧力センサで検出された前記冷媒の圧力及び前記出口温度センサで検出された前記冷媒の温度から求められた過冷却度に基づいて前記上流膨張弁の暫定の開度を算出するものである

請求項１又は２に記載の冷凍サイクル装置。

[請求項4] 前記制御装置は、前記下流膨張弁の開度の前記差分と、前記下流膨張弁の開度の設定値と、前記上流膨張弁の開度の設定値とに基づいて前記上流膨張弁の開度の前記補正値を算出する

請求項１～３のいずれか一項に記載の冷凍サイクル装置。

[請求項5] 前記上流膨張弁の開度の前記補正値又は前記補正変化量の絶対値は、前記上流膨張弁の設定中の開度が大きいときほど大きい値となり、前記下流膨張弁の設定中の開度が大きいときほど小さい値となる

請求項１～４のいずれか一項に記載の冷凍サイクル装置。

[請求項6] 前記上流膨張弁の開度の前記補正値又は前記補正変化量は、前記下流膨張弁の設定中の開度に反比例し、算出された前記下流膨張弁の開度と設定中の開度との前記差分に比例し、前記上流膨張弁の設定中の開度に比例する

請求項１～５のいずれか一項に記載の冷凍サイクル装置。

[請求項7] 前記制御装置は、予め決められた係数で乗算することにより前記上流膨張弁の開度の前記補正値又は前記補正変化量を算出する

請求項１～６のいずれか一項に記載の冷凍サイクル装置。

[請求項8] 制御装置は、前記上流膨張弁の開度の設定値と、前記下流膨張弁の開度の設定値と、前記上流膨張弁及び前記下流膨張弁それぞれにおける圧力損失とを基に、前記係数を決定する

請求項７に記載の冷凍サイクル装置。

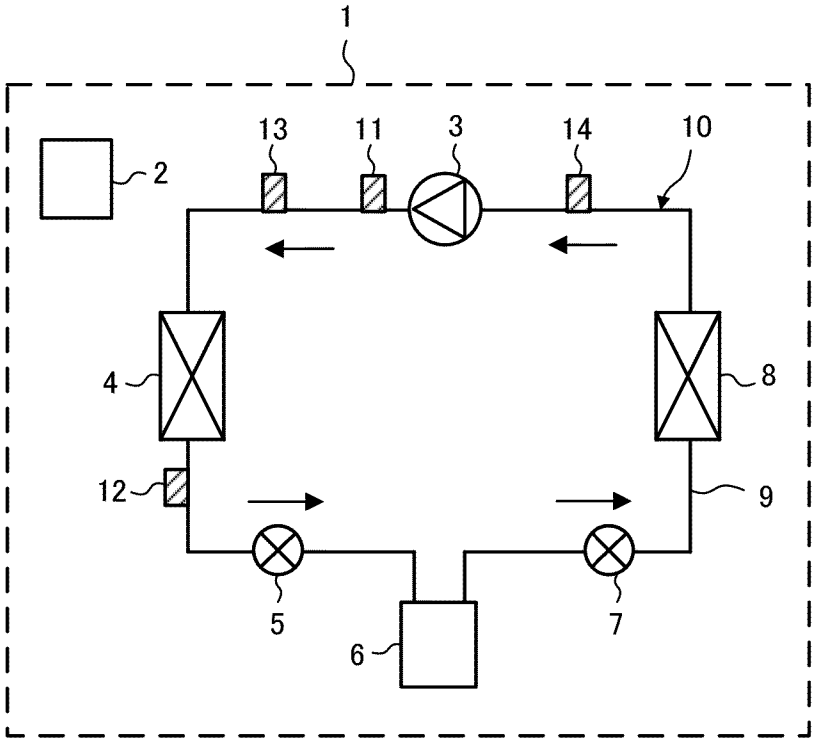
[請求項9] 算出された前記下流膨張弁の開度と設定中の開度との前記差分が正の場合の前記係数の値は、前記差分が正の場合の前記係数の値以上となる

請求項７に記載の冷凍サイクル装置。

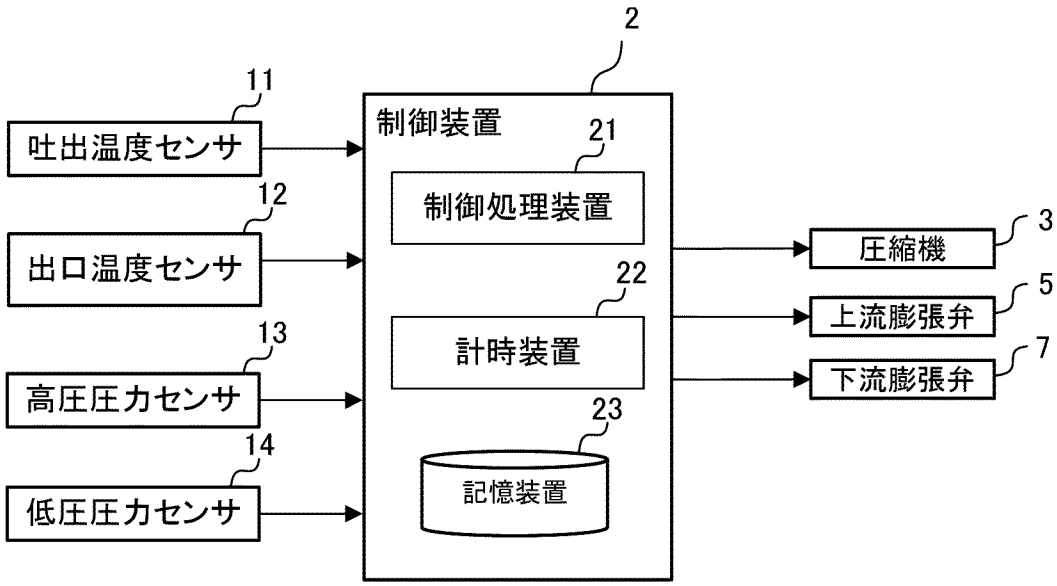
[請求項10] 前記下流膨張弁の開度が小さくなるときの前記係数は０である

請求項９に記載の冷凍サイクル装置。

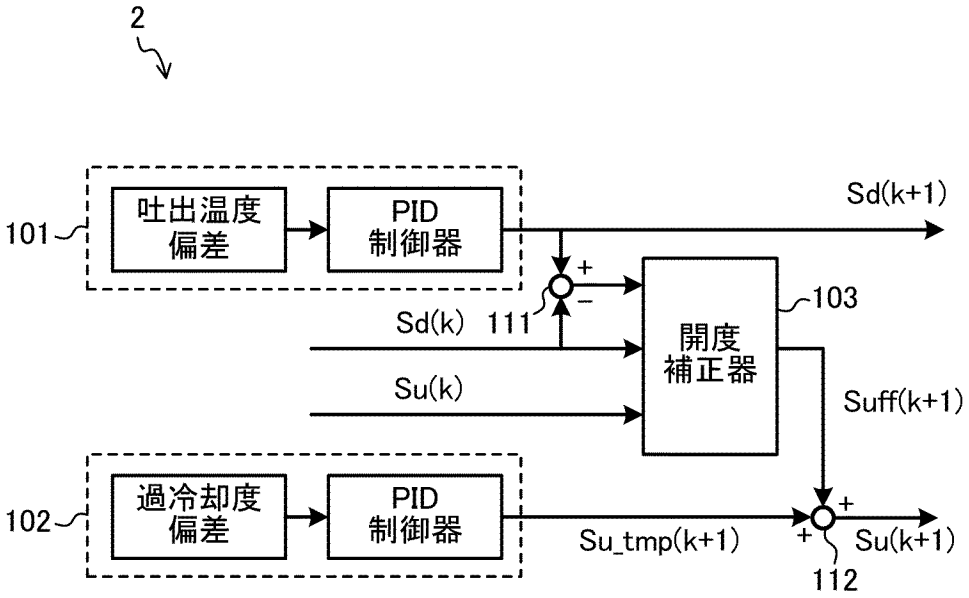
[図1]


1
2
13
11
3
14
10
4
8
12
9
5
7
6

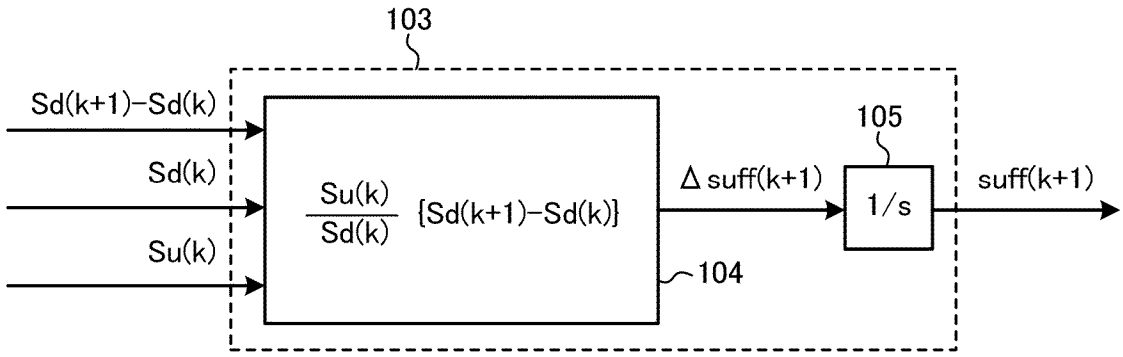
[図2]


2
11
吐出温度センサ
制御装置
21
制御処理装置
12
出口温度センサ
22
計時装置
13
高圧圧力センサ
23
記憶装置
14
低圧圧力センサ
3
圧縮機
5
上流膨張弁
7
下流膨張弁

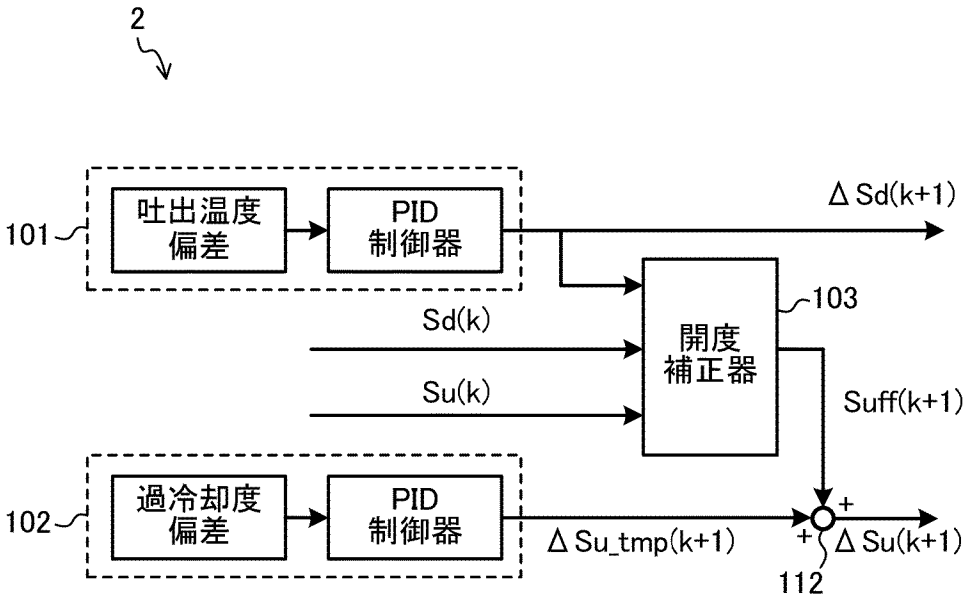
[図3]


2
101
吐出温度
偏差
PID
制御器
Sd(k+1)
+
−
Sd(k)
111
103
開度
補正器
Su(k)
Suff(k+1)
102
過冷却度
偏差
PID
制御器
Su_tmp(k+1)
+
+
Su(k+1)
112

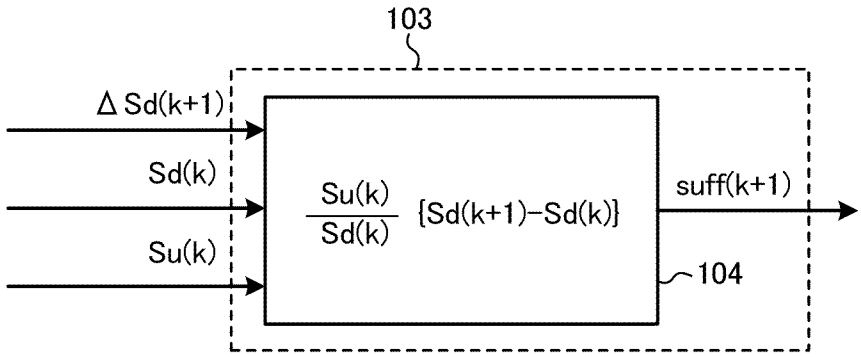
[図4]


103
Sd(k+1)−Sd(k)
Sd(k)
Su(k)
Su(k)/Sd(k) {Sd(k+1)−Sd(k)}
Δsuff(k+1)
105
1/s
suff(k+1)
104

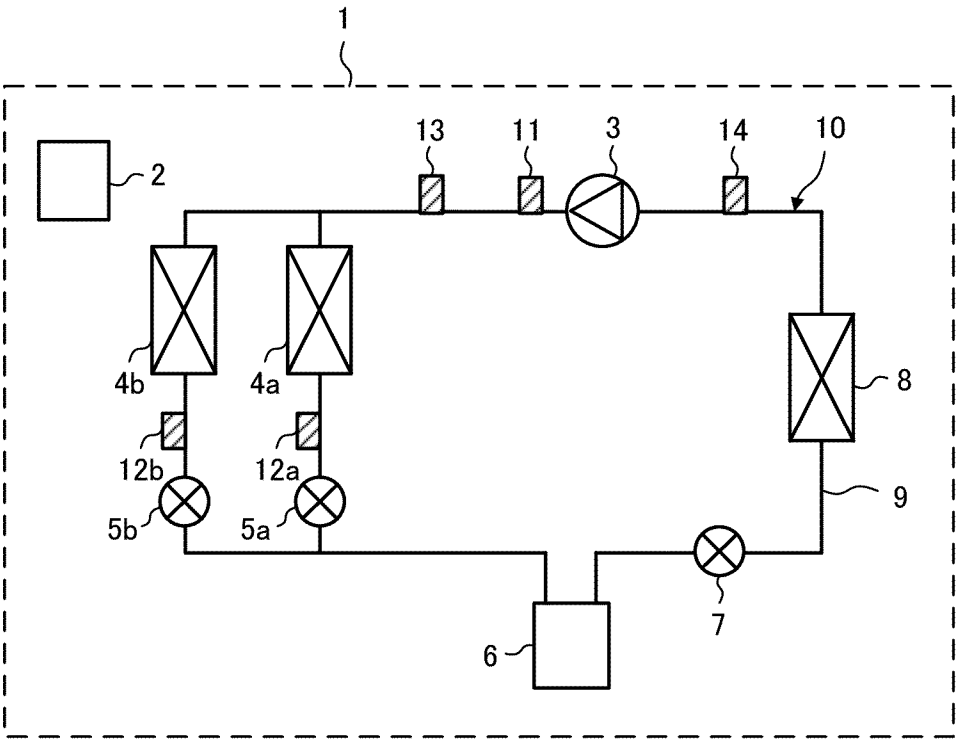
[図5]


2
101
吐出温度
偏差
PID
制御器
ΔSd(k+1)
103
Sd(k)
開度
補正器
Su(k)
Suff(k+1)
102
過冷却度
偏差
PID
制御器
ΔSu_tmp(k+1)
+
+
ΔSu(k+1)
112

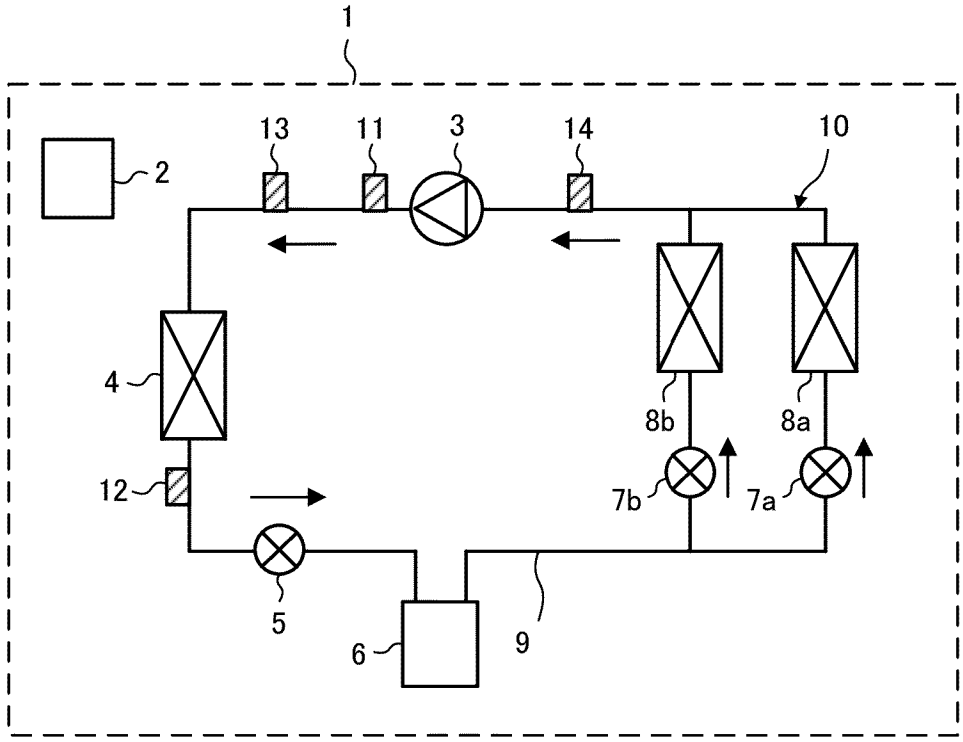
[図6]


103
Δ Sd(k+1)
Sd(k)
Su(k)
Su(k)/Sd(k) {Sd(k+1)−Sd(k)}
suff(k+1)
104

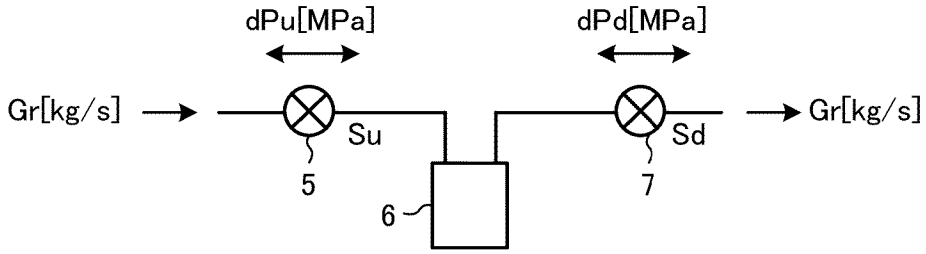
[図7]


1
2
13
11
3
14
10
4b
4a
8
12b
12a
9
5b
5a
7
6

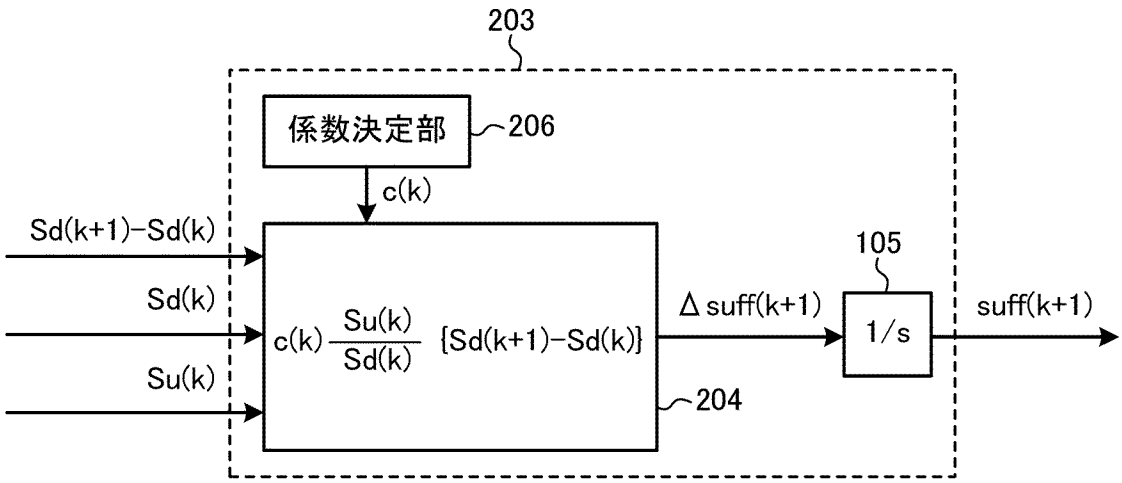
[図8]


1
2
13
11
3
14
10
4
8b
8a
12
7b
7a
5
6
9

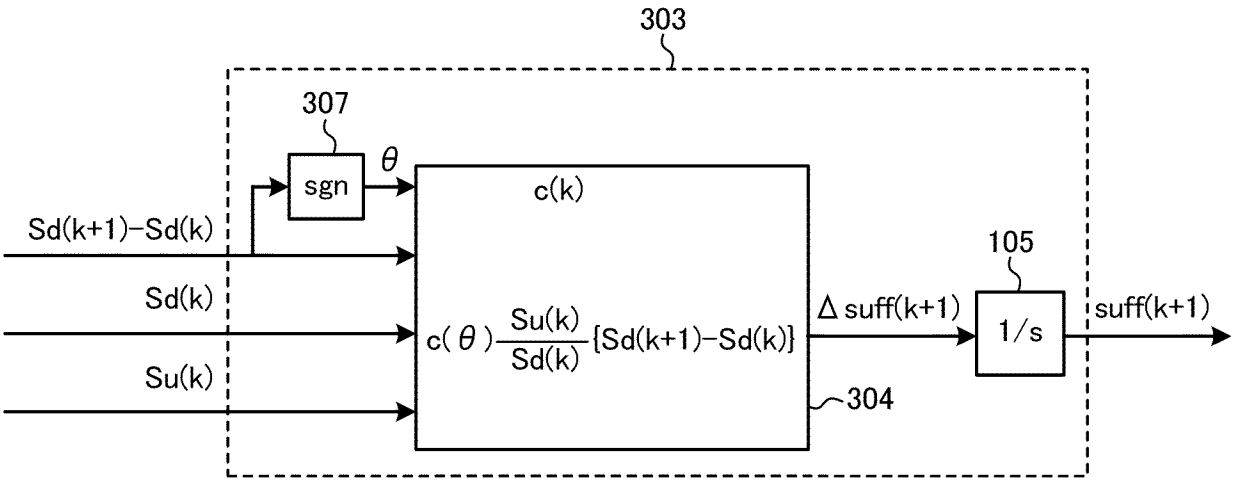
[図9]


dPu[MPa]
dPd[MPa]
Gr[kg/s]
Su
Sd
Gr[kg/s]
5
6
7

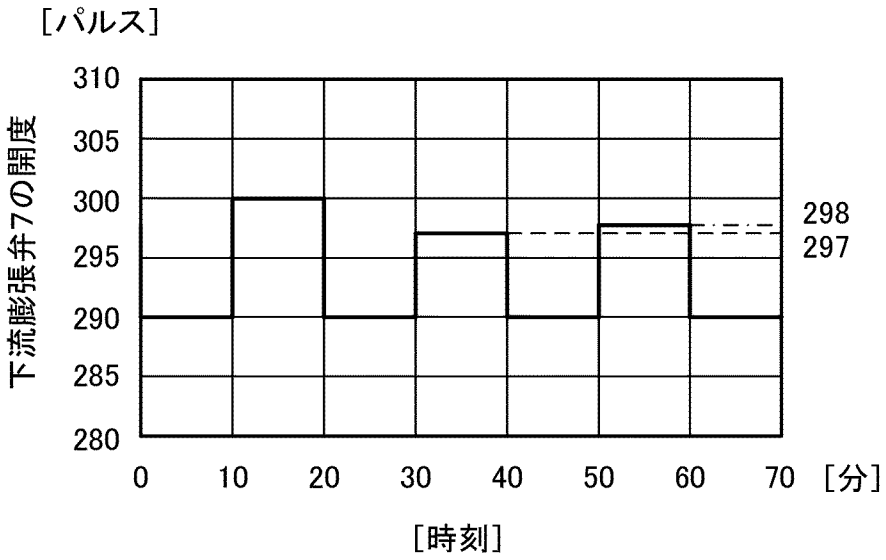
[図10]


203
係数決定部
206
c(k)
Sd(k+1)−Sd(k)
Sd(k)
Su(k)
c(k) Su(k)/Sd(k) {Sd(k+1)−Sd(k)}
204
Δsuff(k+1)
105
1/s
suff(k+1)

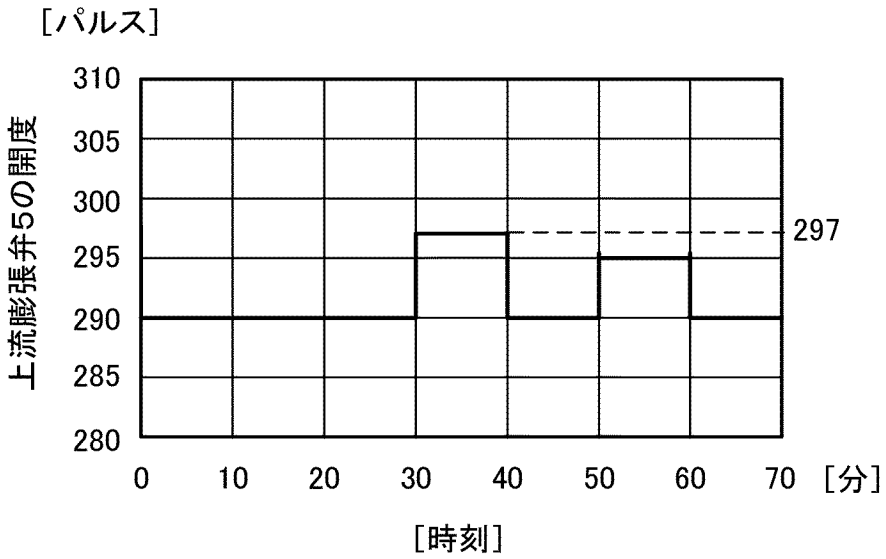
[図11]


303
307
sgn
θ
c(k)
Sd(k+1)−Sd(k)
Sd(k)
Su(k)
c(θ)Su(k)/Sd(k){Sd(k+1)−Sd(k)}
Δsuff(k+1)
105
1/s
suff(k+1)
304

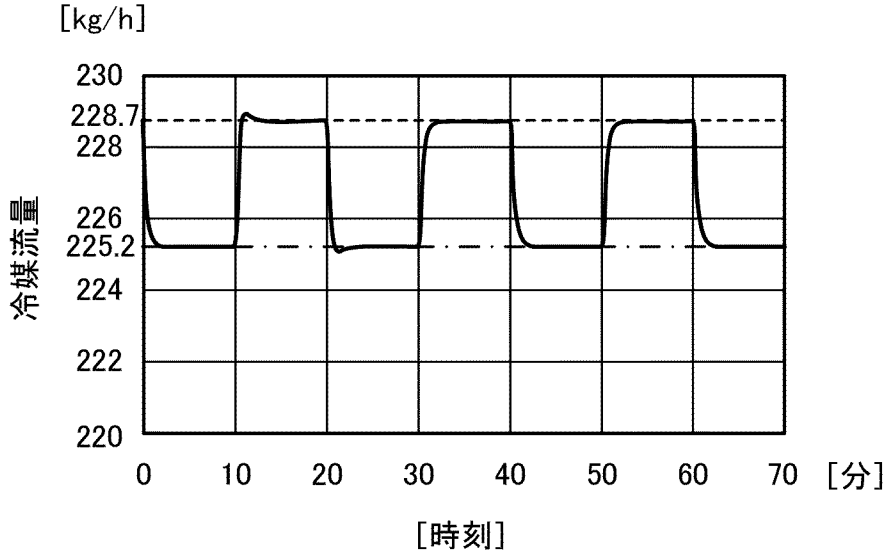
[図12]


[パルス]
下流膨張弁7の開度
310
305
300
295
290
285
280
298
297
0
10
20
30
40
50
60
70
[分]
[時刻]

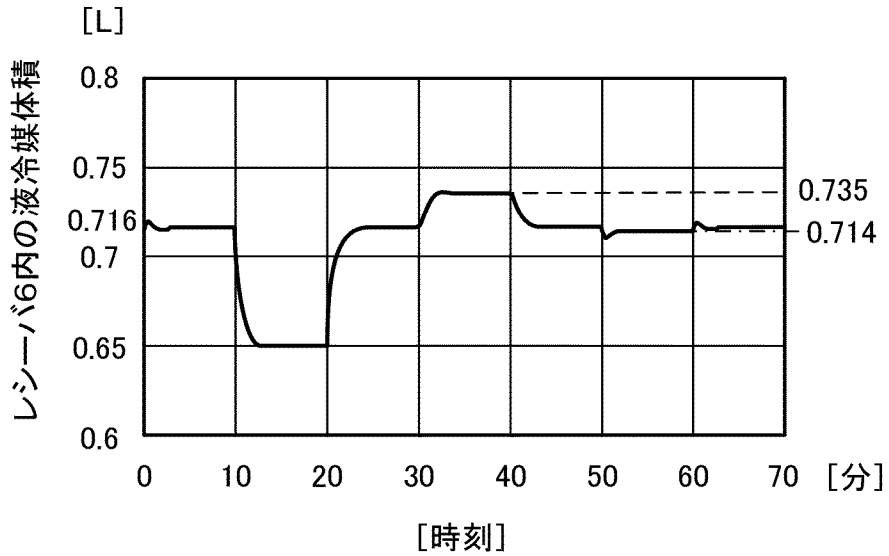
[図13]


[パルス]
上流膨張弁5の開度
310
305
300
295
290
285
280
297
0
10
20
30
40
50
60
70
[分]
[時刻]

[図14]


[kg/h]
230
228.7
228
226
225.2
224
222
220
冷媒流量
0
10
20
30
40
50
60
70
[分]
[時刻]

[図15]


[L]
0.8
0.75
0.716
0.7
0.65
0.6
レシーバ6内の液冷媒体積
0.735
0.714
0
10
20
30
40
50
60
70
[分]
[時刻]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/024140

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F25B 43/00(2006.01)i; F25B 1/00(2006.01)i; F24F 11/84(2018.01)i
FI: F25B43/00 R; F25B1/00 385Z; F25B1/00 304H; F24F11/84

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)
F25B43/00; F25B1/00; F24F11/84

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2008-064436 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 21 March 2008 (2008-03-21) paragraphs [0017]-[0057], fig. 1-4	1-10
A	JP 2019-173987 A (FUJITSU GENERAL LTD.) 10 October 2019 (2019-10-10) paragraphs [0011]-[0012], [0025]-[0026], [0046]-[0049], fig. 1, 6-7	1-10
A	WO 2017/017767 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 02 February (2017-02-02) entire text, all drawings	1-10
A	EP 3147592 A1 (HONEYWELL SPOL S. R. O.) 29 March 2017 (2017-03-29) entire text, all drawings	1-10

☐ 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	Date of mailing of the international search report
13 August 2020 (13.08.2020)	25 August 2020 (25.08.2020)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/024140

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2008-064436 A	21 Mar. 2008	US 2010/0037641 A1 paragraphs [0036]-[0096], fig. 1-4 WO 2008/032578 A1 EP 2068094 A1 CN 101512245 A	
JP 2019-173987 A	10 Oct. 2019	(Family: none)	
WO 2017/017767 A1	02 Feb. 2017	EP 3147587 A1 entire text, all drawings	
EP 3147592 A1	29 Mar. 2017	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/024140

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

F25B 43/00(2006.01)i; F25B 1/00(2006.01)i; F24F 11/84(2018.01)i
FI: F25B43/00 R; F25B1/00 385Z; F25B1/00 304H; F24F11/84

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））

F25B43/00; F25B1/00; F24F11/84

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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 2008-064436 A（ダイキン工業株式会社）21.03.2008（2008-03-21） 段落００１７－００５７、図１－４	1-10
A	JP 2019-173987 A（株式会社富士通ゼネラル）10.10.2019（2019-10-10） 段落００１１－００１２，００２５－００２６，００４６－００４９、図１，６－７	1-10
A	WO 2017/017767 A1（三菱電機株式会社）02.02.2017（2017-02-02） 全文、全図	1-10
A	EP 3147592 A1（ＨＯＮＥＹＷＥＬＬ　ＳＰＯＬ　Ｓ．Ｒ．Ｏ．）29.03.2017（2017-03-29） 全文、全図	1-10

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
13.08.2020	25.08.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
庭月野　恭 3M 5793
電話番号 03-3581-1101 内線 3375

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/024140

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2008-064436 A	21.03.2008	US 2010/0037641 A1 段落００３６－００９６、 図１－４ WO 2008/032578 A1 EP 2068094 A1 CN 101512245 A	
JP 2019-173987 A	10.10.2019	（ファミリーなし）	
WO 2017/017767 A1	02.02.2017	EP 3147587 A1 全文、全図	
EP 3147592 A1	29.03.2017	（ファミリーなし）	