

(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
2020年2月20日(20.02.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/035993 A1

- (51) 国際特許分類:
F25B 1/00 (2006.01) *H02P 5/46* (2006.01)
F04D 27/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/024025
- (22) 国際出願日: 2019年6月18日(18.06.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-152256 2018年8月13日(13.08.2018) JP
- (71) 出願人: 三菱重工サーマルシステムズ株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES THERMAL SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 末光 亮介 (SUEMITSU Ryosuke); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工サーマルシステムズ株式会社内 Tokyo (JP). 横山 明正(YOKOYAMA Akimasa);

〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工サーマルシステムズ株式会社内 Tokyo (JP). 河野 剛洋(KONO Takahiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工サーマルシステムズ株式会社内 Tokyo (JP). 長谷川 泰士(HASEGAWA Yasushi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工サーマルシステムズ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 松沼 泰史, 外(MATSUNUMA Yasushi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

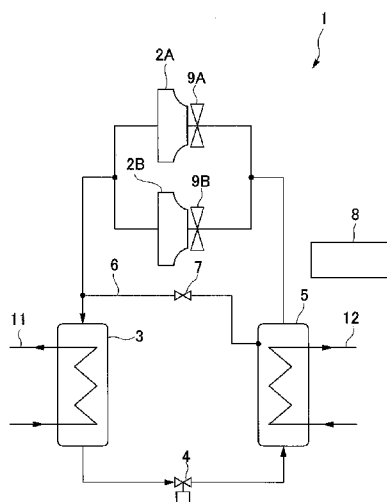
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) **Title:** CONTROL DEVICE, REFRIGERATOR, CONTROL METHOD, AND ABNORMALITY DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: 制御装置、冷凍機、制御方法及び異常検出方法

(57) **Abstract:** Provided is a control device that detects an abnormal operation state of a compressor in a parallel refrigerator. This control device, provided on a refrigerator that comprises a plurality of compressors connected in parallel, detects the occurrence of surging and droplet suction on the basis of deviations between the values of currents flowing through electric motors that drive the plurality of compressors and an operating point indicated by the air volume and compression ratio of the plurality of compressors.

(57) 要約: パラレル冷凍機において、圧縮機の異常な運転状態を検出する制御装置を提供する。制御装置は、並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機の制御装置であって、複数の圧縮機の各々を駆動するそれぞれの電動機に流れる電流値の偏差と、複数の圧縮機の風量と圧縮比が示す作動点と、に基づいて、サージングの発生と液滴吸い込みの発生を検出する。



QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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))

明 細 書

発明の名称：制御装置、冷凍機、制御方法及び異常検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、制御装置、冷凍機、制御方法及び異常検出方法に関するものである。

本願は、2018年8月13日に、日本に出願された特願2018-152256号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 並列に接続された複数の圧縮機を有するパラレル冷凍機において、各圧縮機の冷媒風量は同程度とされることが望ましい。しかし、実際には、各圧縮機の冷媒風量には差が生じる。この差が許容範囲を超えると、冷媒風量が少ない圧縮機においてサージングが発生する可能性がある。

[0003] 圧縮機における冷媒流量は、圧縮機を駆動する電動機の電流（以下、単に圧縮機の電流値等と記載する場合がある。）と関係がある。例えば、2台の圧縮機における電流値に大きな差がある場合、片方の圧縮機ではサージングが発生している可能性がある。片方の圧縮機でサージングが発生していると判定されると、圧縮機の吐出側と吸込側を接続するホットガスバイパスに気相冷媒を流し、圧縮機の冷媒風量を増加させてサージングを抑制する保護動作を実行する。

[0004] 特許文献1には、圧縮機を駆動する電動機の運転電流の変化率が許容範囲外となると、サージングが発生したと判定するサージング検出装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第5543175号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、複数の圧縮機の電流値の間に許容範囲を超える差があることだけで、サージングが発生したと判定すると、サージング以外の原因で電流値の偏差が生じたときにもサージングが発生したと誤検出し、不必要な保護動作を行ってしまう可能性がある。

[0007] 本発明は、上述の課題を解決することのできる制御装置、冷凍機、制御方法及び異常検出方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様によれば、並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機の制御装置であって、複数の前記圧縮機の各々を駆動するそれぞれの電動機に流れる電流値の偏差と、複数の前記圧縮機の風量と圧縮比が示す作動点と、に基づいて、サージングの発生と液滴吸い込みの発生を検出する。

[0009] 本発明の一態様によれば、前記制御装置において、前記電流値の偏差が所定の閾値以上で、且つ、前記作動点が所定の基準より風量が小さいことを示す場合、複数の前記圧縮機の一部で前記サージングが発生していると判定する。

[0010] 本発明の一態様によれば、前記冷凍機は、複数の前記圧縮機の吐出側と吸込側を接続するバイパス管と、前記バイパス管に設けられたバイパス弁とを備え、前記制御装置は、前記サージングの発生を検出すると、前記バイパス弁を開く制御を行う。

[0011] 本発明の一態様によれば、前記制御装置において、前記サージングの発生を検出してから、所定時間が経過しても前記電流値の偏差が所定の閾値以上となる状態が継続する場合、前記バイパス弁を開く制御を停止する。

[0012] 本発明の一態様によれば、前記制御装置において、前記電流値の偏差が所定の閾値以上で、且つ、前記作動点が所定の基準より風量が大きいことを示す場合、複数の前記圧縮機の一部で前記冷凍機が備える蒸発器からの前記液滴吸い込みが発生していると判定する。

[0013] 本発明の一態様によれば、前記制御装置において、前記液滴吸い込みの発生を検出すると、前記電流値の偏差が所定の閾値未満となるまで現在の運転

を維持する。

[0014] 本発明の一態様によれば、前記制御装置において、前記液滴吸い込みの発生を検出してから所定時間が経過しても、前記電流値の偏差が所定の閾値未満とならない場合、前記冷凍機が備える膨張弁の開度を低下させる。

[0015] 本発明の一態様によれば、並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機の制御装置であって、複数の前記圧縮機の各々を駆動するそれぞれの電動機に流れる電流値の偏差が所定の閾値以上で、且つ、複数の前記圧縮機の風量と圧縮比が示す作動点が所定の基準より風量が小さいことを示す場合、複数の前記圧縮機の一部で前記サージングが発生していると判定する。

[0016] 本発明の一態様によれば、並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機の制御装置であって、複数の前記圧縮機の各々を駆動するそれぞれの電動機に流れる電流値の偏差が所定の閾値以上で、且つ、複数の前記圧縮機の風量と圧縮比が示す作動点が所定の基準より風量大きいことを示す場合、複数の前記圧縮機の一部で前記冷凍機が備える蒸発器からの前記液滴吸い込みが発生していると判定する。

[0017] 本発明の一態様によれば、並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機であって、上記の何れかに記載の制御装置、を備える。

[0018] 本発明の一態様によれば、並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機の制御方法であって、複数の前記圧縮機の各々を駆動するそれぞれの電動機に流れる電流値を取得し、複数の前記圧縮機の風量と圧縮比が示す作動点を算出し、複数の前記電流値の偏差と前記作動点とに基づいて、サージング又は液滴吸い込みの発生を検出し、前記サージングの発生を検出した場合、所定のサージング保護動作を行い、前記液滴吸い込みを検出した場合、現在の運転状態を維持する。

[0019] 本発明の一態様によれば、並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機における異常検出方法であって、複数の前記圧縮機の各々を駆動するそれぞれの電動機に流れる電流値を取得し、複数の前記圧縮機の風量と圧縮比が示す作動点を算出し、複数の前記電流値の偏差が所定の閾値以上で、且つ、前

記作動点が所定の基準より風量が小さいことを示す場合、複数の前記圧縮機の一部でサージングが発生していると判定する。

[0020] 本発明の一態様によれば、並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機における異常検出方法であって、複数の前記圧縮機の各々を駆動するそれぞれの電動機に流れる電流値を取得し、複数の前記圧縮機の風量と圧縮比が示す作動点を算出し、複数の前記電流値の偏差が所定の閾値以上で、且つ、前記作動点が所定の基準より風量が大きいことを示す場合、複数の前記圧縮機の一部で液滴吸い込みが発生していると判定する。

発明の効果

[0021] 上記した制御装置、冷凍機、制御方法及び判定方法によれば、サージングの検出精度を高め、不要なサージング用保護制御の作動を防ぐことができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の一実施形態における冷凍機の一例を示す概略構成図である。
[図2]本発明の一実施形態における制御装置の一例を示すブロック図である。
[図3]本発明の一実施形態における異常検出処理を説明する図である。
[図4]本発明の一実施形態における制御装置による異常検出処理および異常検出時の制御の一例を示すフローチャートである。
[図5]従来の制御装置によるサージングの判定および保護動作のフローチャートである。
[図6]従来の制御装置によるバイパス弁制御と電動機に流れる電流値の関係を示した図である。

発明を実施するための形態

[0023] <実施形態>

以下、本発明の一実施形態によるパラレル冷凍機における圧縮機の異常検出処理および異常検出時の制御について、図1～図6を参照して説明する。

図1は、本発明の一実施形態における冷凍機の一例を示す概略構成図である。図1に示すように、本実施形態に係る冷凍機1は、並列に接続された圧

縮機 2 A, 2 B と、凝縮器 3 と、膨張弁 4 と、蒸発器 5 と、バイパス管 6 と、バイパス弁 7 と、制御装置 8 とを備えている。冷凍機 1 では、圧縮機 2 A, 2 B と、凝縮器 3 と、膨張弁 4 と、蒸発器 5 とが接続されて冷媒回路を形成している。

[0024] 図 1 に例示する冷凍機 1 では、2 台の圧縮機 2 A, 2 B が並列に接続されているが、複数の圧縮機が並列に接続される構成であれば、圧縮機は 3 台以上であってもよい。直列接続された複数台の圧縮機が、他の直列接続された複数台の圧縮機と並列に接続されている構成であってもよい。本実施形態では、2 台の圧縮機 2 A, 2 B に対してバイパス管 6 を 1 つ設けることとしているが、圧縮機 2 A, 2 B のそれぞれにバイパス管 6 が設けられる構成としてもよい。

[0025] 圧縮機 2 A, 2 B は、冷媒を圧縮し、高温高压の冷媒を吐出する。圧縮機 2 A, 2 B の吸込側には、それぞれベーン 9 A, 9 B が設けられている。ベーン 9 A, 9 B は、制御装置 8 によって制御され、蒸発器 5 から圧縮機 2 へ流れる冷媒風量を調整する。圧縮機 2 A, 2 B はそれぞれ電動機（図示せず）と接続されており、各電動機によって駆動されている。制御装置 8 は、各電動機の電流を制御することにより、圧縮機 2 A, 2 B の回転数（電動機の回転数）を制御し、負荷に応じた冷媒を冷媒回路へ供給している。2 台の圧縮機 2 A, 2 B を並列に接続することによって、圧縮機 2 全体の容量を増加させることができる。

圧縮機 2 A, 2 B の区別が必要ない場合、圧縮機 2 と記載する場合がある。ベーン 9 A, 9 B についても同様にベーン 9 と記載することがある。圧縮機 2 A を駆動する電動機の電流を電流値 I_a 、圧縮機 2 B を駆動する電動機の電流を電流値 I_b とする。

[0026] 圧縮機 2 A, 2 B が吐出した冷媒は、凝縮器 3 へ供給される。凝縮器 3 は、高温高压の冷媒を凝縮させる。凝縮器 3 には、配管 11 が接続されており、配管 11 には、冷却塔等から冷却水が供給される。凝縮器 3 において、冷媒は、配管 11 を流れる冷却水との間で熱交換を行う。冷媒は冷却水へ放熱

することによって凝縮する。凝縮器 3 によって凝縮された冷媒は、膨張弁 4 によって減圧される。減圧された低圧冷媒は、蒸発器 5 へ供給される。蒸発器 5 は、低圧冷媒を蒸発させる。蒸発器 5 には、配管 1 2 が接続されており、配管 1 2 には、負荷側から冷水が供給される。蒸発器 5 において、冷媒は、配管 1 2 を流れる冷水との間で熱交換を行う。冷媒は、負荷側へ供給される冷水を冷やし、自身は冷水から吸熱することによって気化する。気化した気相冷媒は、圧縮機 2 A, 2 B へ吸入され、圧縮機 2 A, 2 B によって再び圧縮される。その後の冷媒の流れは、上記のとおりである。冷媒は、このようにして冷媒回路中を循環する。

[0027] バイパス管 6 は、圧縮機 2 の吐出側と吸込側を接続する冷媒配管である。具体的には、バイパス管 6 の一方の端は、圧縮機 2 の吐出側であって凝縮器 3 の冷媒流れの上流側と接続し、他方の端は、圧縮機 2 の吸込側に設けられた蒸発器 5 の気相部（気相冷媒が存在する空間）と接続している。つまり、バイパス管 6 は、圧縮機 2 が吐出した冷媒が流れる、凝縮器 3、膨張弁 4、蒸発器 5 という流路をバイパスするように形成されている。

[0028] バイパス管 6 には、バイパス管 6 を流れる冷媒風量を調整するバイパス弁 7 が設けられている。バイパス弁 7 は、開度が調整可能な調整弁であり、制御装置 8 は、バイパス弁 7 の開度を制御する。バイパス弁 7 を開くと、圧縮機 2 が吐出した気相冷媒は、バイパス管 6 を介して蒸発器 5 の気相部を通過し、圧縮機 2 の吸込側へと供給される。つまり、バイパス弁 7 を開いてバイパス管 6 に流れる冷媒を増やすと、圧縮機 2 へ供給される気相冷媒の量を増加させることができる。バイパス管 6 はホットガスバイパス、バイパス弁 7 はホットガスバイパス弁とも呼ばれる。

[0029] 圧縮機 2 におけるサージングは、圧縮機 2 を流れる冷媒流量の減少が原因となって発生する。圧縮機 2 でサージングが発生した場合、バイパス弁 7 を開き、バイパス管 6 を介して圧縮機 2 が吐出した気相冷媒を圧縮機 2 の吸込側へ供給する。これにより、圧縮機 2 の冷媒風量が増加し、サージングを解消することができる。この制御をサージング保護動作と呼ぶ。本実施形態で

は、バイパス弁7を流量調整弁として説明するが、バイパス弁7は、単に開閉弁であってもよい。

[0030] 冷凍機1の運転中あるいは起動直後などに、圧縮機2A、2Bで冷媒風量に大きな差が生じることがある。このとき、例えば、圧縮機2Aの冷媒風量が十分に多く、圧縮機2Bの冷媒風量が所定値より少ないとする。この場合、冷媒風量が少ない圧縮機2Bでサージングが生じる可能性がある。圧縮機2A、2Bにおける冷媒風量の差は、圧縮機2Aを駆動する電動機の電流値 I_a と、圧縮機2Bを駆動する電動機の電流値 I_b の差として現れる。サージングの場合、風量が低下した圧縮機2Bの電流値 I_b が低下する。この性質を利用して、電流値 I_a と電流値 I_b の偏差が所定の閾値以上であることに基づいて、サージングが発生していると判定し、上記のサージング保護動作（バイパス弁7を開く）を行う制御装置が従来から提供されている。

[0031] しかし、電流値 I_a と電流値 I_b の偏差が所定の閾値以上であることが、必ずしもサージングの発生を示しているとは限らない。例えば、蒸発器5の内部では、液面が水平で均一とは限らず、液面の高さに偏りが生じていたり、波立っていたりすることがある。例えば、圧縮機2Bへ接続する配管側の液面が高いとすると、圧縮機2Bへ供給される気相冷媒の流れが蒸発器5の液面表面を掠めることにより、液相冷媒が飛散し、冷媒風量が多い場合には飛散した液相冷媒が気相冷媒に混ざって運ばれ、圧縮機2Aに比べて多くの液相冷媒が圧縮機2Bへ供給される現象が生じる。すると、圧縮機2Bでは、蒸発器5からの液滴吸い込みが生じる。液相冷媒を多く吸い込むことにより、圧縮機2Bの負荷は増大し、電流値 I_b は増加する。一方、圧縮機2A側の液面は、相対的に低く、圧縮機2Aへ供給される冷媒は気相冷媒が主であるとする。すると、圧縮機2Aでは、液滴吸い込みが発生せず、電流値 I_a も上昇しない。このようにパラレル冷凍機では、一部の圧縮機にのみ液滴吸い込みが発生することがある。このような状況でも圧縮機2A、2Bの電動機を流れる電流値 I_a 、 I_b の偏差が大きくなり、電流値 I_a と電流値 I_b の偏差が所定の閾値以上となることがある。この現象をサージングと判定し、

サージング保護動作を行うと、圧縮機 2 B における液滴吸い込みを助長する可能性がある。この理由を次に説明する。

[0032] 上記の通り、バイパス管 6 の他端は蒸発器 5 の気相側に接続される。サージング保護動作により、バイパス弁 7 を開き、圧縮機 2 が吐出した気相冷媒をバイパス管 6 へと導くと、蒸発器 5 を通過する冷媒風量は増加する。上で説明したように冷媒風量が増加すると、気相冷媒とともに圧縮機 2 へと運ばれる液相冷媒が増加する。つまり、サージング保護動作を行うと、蒸発器 5 の気相部を通過する冷媒風量が増加するため、圧縮機 2 B へと運ばれる液相冷媒も増加し、液滴吸い込みが助長される。圧縮機 2 にとっては気相冷媒を吸入することが望ましいため、液滴吸い込み発生時にサージング保護動作を行うと、圧縮機 2 にとっての状況を悪化（液相冷媒の増加）させることになる。

[0033] このような不具合を解消するため、本実施形態の制御装置 8 は、圧縮機 2 の電流値の偏差に加え、運転中の圧縮機 2 の作動点を圧縮機 2 の特性曲線（圧力比－風量曲線）と比較することにより、圧縮機 2 の運転状態を確認し、サージングが発生したか、液滴吸い込みが発生したかを区別する。

[0034] 圧縮機 2 A, 2 B を駆動する電動機の各々には、図示しない電流計（電流計 a、電流計 b とする。）が設けられている。これらの電流計 a, b は、電動機の電流値 I_a , I_b を計測する。冷凍機 1 の冷媒回路には、以下に例示する、図示しない各種センサが設けられる。具体的には、蒸発器 5 の配管 1 2 を流れる冷水の入口温度を計測する温度計（第 1 センサ）、冷水の出口温度を計測する温度計（第 2 センサ）、冷水の流量を計測する流量計（第 3 センサ）、蒸発器 5 における冷媒の圧力を計測する圧力計（第 4 センサ）、膨張弁 4 の冷媒流れ上流側における冷媒の温度を計測する温度計（第 5 センサ）等が設けられている。

[0035] 図 2 は、本発明の一実施形態における制御装置の一例を示すブロック図である。

制御装置 8 は、例えばマイコン等のコンピュータ装置である。制御装置 8

は、図示しない電流計 a、電流計 b、第 1 センサ～第 5 センサと接続されている。図 2 に示すように制御装置 8 は、センサ情報取得部 8 1 と、異常検出部 8 2 と、保護制御部 8 3 と、バイパス弁制御部 8 4 と、膨張弁制御部 8 5 と、タイマ 8 6 と、記憶部 8 7 とを備えている。制御装置 8 は、冷凍機 1 に関する種々の制御を行うが、本明細書では圧縮機 2 の異常検出処理と異常が検出されたときの制御に関する機能の説明を行い、その他の機能の説明を省略する。

[0036] センサ情報取得部 8 1 は、電流計 a、電流計 b、第 1 センサ～第 5 センサから、各センサが計測した計測値（センサ情報）を取得する。

異常検出部 8 2 は、センサ情報取得部 8 1 が取得したセンサ情報を用いて、圧縮機 2 A、2 B に生じる異常な運転状態を検出する。異常な運転状態とは、本実施形態においては、サージングと液滴吸い込みである。具体的には、異常検出部 8 2 は、電流値 I a、I b の偏差と、第 1 センサ～第 5 センサを用いて算出される圧縮機 2 の作動点と、に基づいて、圧縮機 2 A、2 B の何れか一方でサージングまたは液滴吸い込みが生じていることを検出する。

[0037] 保護制御部 8 3 は、異常検出部 8 2 が圧縮機 2 の異常な運転状態を検出すると、その運転状態に応じた制御を実行し、圧縮機 2 の運転状態を正常な状態に戻し、圧縮機 2 の故障等を防ぐ制御を行う。

バイパス弁制御部 8 4 は、バイパス弁 7 の開度を調整する。例えば、異常検出部 8 2 がサージングの発生を検出すると、バイパス弁制御部 8 4 は、保護制御部 8 3 からの指示に基づいて、バイパス弁 7 を開く制御を行う。

膨張弁制御部 8 5 は、膨張弁 4 の開度を調整する。例えば、異常検出部 8 2 が液滴吸い込みの発生を検出すると、膨張弁制御部 8 5 は、保護制御部 8 3 からの指示に基づいて、膨張弁 4 を閉じる制御を行う。

タイマ 8 6 は、時間を計測する。

記憶部 8 7 は、センサ情報取得部 8 1 が取得したセンサ情報や、異常な運転状態か否かを判定するのに用いる閾値など、各種情報を記憶することがある。

[0038] 次に異常検出部 8 2 による異常検出処理について説明する。上記のとおり、電流 I_a 、 I_b は圧縮機 2 A、2 B の運転状態を示している。電動機に流れる電流が大きくなると圧縮機 2 の圧縮能力が上昇し、電流が小さくなると圧縮機 2 の圧縮能力が低下する。例えば、圧縮機 2 B でサージングが生じる場合、圧縮機 2 B では、冷媒風量が少ないため圧縮能力は低く、電流値 I_b は低下する。その為、一方の圧縮機 2 でサージングが発生すると、電流値 I_a 、 I_b の偏差が大きくなる。しかし、圧縮機 2 B で液滴吸い込みが生じる場合のように、電流値 I_b が増加することによって偏差が大きくなることもある。従って、電流値 I_a と電流値 I_b の偏差だけでは、サージングや液滴吸い込みを正確に検出することができない。そこで、異常検出部 8 2 は、電流値 I_a 、 I_b に加え、圧縮機 2 の特性曲線を用いて、圧縮機 2 の異常な運転状態を検出する。

[0039] 図 3 は、本発明の一実施形態における異常検出処理を説明する図である。図 3 を用いて、異常検出部 8 2 による圧縮機 2 の特性曲線を用いた異常検出について説明する。

図 3 に例示するのは、圧縮機 2 の圧縮比－風量の特性曲線 L 1 である。図 3 のグラフの縦軸は圧縮機 2 の圧縮比、横軸は冷媒風量である。特性曲線 L 1 は、圧縮機 2 の圧縮比と冷媒風量との関係におけるサージングと液滴吸い込みの境界となる作動点を示している。特性曲線 L 1 は、圧縮機 2 ごとに、予め検証実験などを行って算出され、記憶部 8 7 に登録されている。

[0040] サージングは、圧縮機 2 にて冷媒風量が低下したときに生じる異常な運転状態である。圧縮機 2 の作動点が、特性曲線 L 1 の左側の領域に含まれる圧縮比と風量の関係にあるとき、つまり、冷媒の風量が少ないときにサージングが発生する可能性が高くなる。特性曲線 L 1 の左側の領域をサージング領域と呼ぶ。

[0041] 液滴吸い込みは、冷媒風量が多いときに生じやすい異常な運転状態である。冷媒風量が少ない場合、蒸発器 5 で液相冷媒の飛散が生じにくく、また、風量が小さいため、液相冷媒も運ばれにくくなる。その為、圧縮機 2 へ吸

入される液相冷媒も少なくなる。圧縮機 2 の作動点が、特性曲線 L 1 の右側の領域に含まれる圧縮比と風量の関係にあるとき、つまり、冷媒風量が大きいつきに液滴吸い込みが発生する可能性が高くなる。特性曲線 L 1 の右側の領域を液滴吸い込み領域と呼ぶ。

[0042] 記憶部 8 7 には、関数 α が登録されている。関数 α は、蒸発器 5 によって冷却される冷水の入口温度および出口温度、冷水流量、蒸発器 5 の冷媒圧力、膨張弁 4 の上流側における冷媒温度を入力すると、圧縮機 2 における圧縮比と冷媒風量とを出力する関数である。異常検出部 8 2 は、第 1 センサ～第 5 センサが計測したセンサ情報を関数 α に入力し、関数 α が出力する圧縮機 2 の圧縮比と冷媒風量とを取得する。異常検出部 8 2 は、関数 α に基づく圧縮比および冷媒風量が示す現在の圧縮機 2 の作動点と特性曲線 L 1 との関係を比較し、圧縮機 2 の作動点がサージング領域に属するか、液滴吸い込み領域に属するかを判定する。

[0043] (サージングの検出)

異常検出部 8 2 は、電流値 I a と電流値 I b の偏差が所定の閾値 β 以上であり、且つ、圧縮機 2 の作動点がサージング領域に属している場合、圧縮機 2 A, 2 B の何れかでサージングが発生していると判定する。閾値 β は、圧縮機 2 が異常な運転状態となることを判定するための閾値であって、予め検証実験などで確認された値である。

[0044] (液滴吸い込みの検出)

異常検出部 8 2 は、電流値 I a と電流値 I b の偏差が所定の閾値 β 以上であり、且つ、圧縮機 2 の作動点が液滴吸い込み領域に属している場合、圧縮機 2 A, 2 B の何れかで液滴吸い込みが発生していると判定する。

[0045] 保護制御部 8 3 は、異常検出部 8 2 が圧縮機 2 の異常な運転状態を検出した場合、圧縮機 2 の異常な運転状態を是正し、圧縮機 2 を故障等から保護する制御を行う。次に図 1 ～図 3 に例示した構成を例に、制御装置 8 による異常検出処理と異常時の制御について図 4 を用いて説明する。

[0046] 図 4 は、本発明の一実施形態における制御装置による異常検出処理および

異常検出時の制御の一例を示すフローチャートである。

まず、センサ情報取得部 81 が、電流値などのセンサ情報を取得する（ステップ S 11）。具体的には、センサ情報取得部 81 は、電流計 a および電流計 b が計測した電流値 I_a 、 I_b を取得する。センサ情報取得部 81 が、第 1 センサ～第 5 センサの計測した計測値を取得する。センサ情報取得部 81 は、所定の時間間隔で、これらのセンサ情報の取得を継続する。

[0047] 次に、異常検出部 82 が、作動点を算出する（ステップ S 12）。具体的には異常検出部 82 は、センサ情報取得部 81 によって取得された冷水入口温度、冷水出口温度、冷水流量、蒸発器 5 での冷媒圧力、蒸発器 5 出口での冷媒温度、膨張弁 4 の上流側での冷媒温度、記憶部 87 が記憶する関数 α に基づいて、圧縮機 2 の冷媒風量と圧縮比を算出する。

[0048] 次に、制御装置 8 は、圧縮機 2 が運転中かどうかを判定する（ステップ S 13）。圧縮機 2 が運転中の場合（ステップ S 13；Yes）、ステップ S 14 以降の処理を行う。圧縮機 2 が運転中ではない場合（ステップ S 13；No）、ステップ S 11 からの処理を繰り返す。

[0049] 次に、異常検出部 82 が、電流値 I_a 、 I_b の偏差の絶対値（ $|I_a - I_b|$ ）が閾値 β 以上であるか否かを判定する（ステップ S 14）。電流値 I_a 、 I_b の偏差の絶対値が閾値 β 未満の場合（ステップ S 14；No）、ステップ S 11 からの処理を繰り返す。

電流値 I_a 、 I_b の偏差の絶対値が閾値 β 以上の場合（ステップ S 14；Yes）、異常検出部 82 は、ステップ S 12 で算出した作動点が大風量側であるか否かを判定する（ステップ S 15）。具体的には、異常検出部 82 は、作動点が、記憶部 87 が記憶する圧縮機 2 の特性曲線 L 1（図 3）のどちら側に位置するかを判定する。作動点がサージング領域に位置する場合、異常検出部 82 は、作動点は大風量側ではないと判定する。作動点が液滴吸い込み領域に位置する場合、異常検出部 82 は、作動点は大風量側であると判定する。作動点が大風量側であると判定した場合（ステップ S 15；Yes）、異常検出部 82 は、液滴吸い込みの発生を検出する（ステップ S 16）。

）。この場合、圧縮機２の何れかで液滴吸い込みが発生していると推定される。制御装置８（保護制御部８３）は、以下に説明するステップＳ１７～ステップＳ１９の制御を行う。

[0050] 作動点が大風量側ではない判定した場合（ステップＳ１５；Ｎｏ）、異常検出部８２は、サージングの発生を検出する（ステップＳ２０）。この場合、圧縮機２の何れかでサージングが発生していると推定される。制御装置８（保護制御部８３）は、以下に説明するステップＳ２１～ステップＳ２４の制御を行う。

[0051] （液滴吸い込み検出時の制御）

異常検出部８２が液滴吸い込みの発生を検出すると、保護制御部８３は、所定時間が経過するまで、経過観察を行う。具体的には、保護制御部８３は、例えば、所定の時間間隔で、センサ情報取得部８１が取得した電流値 I_a 、 I_b の偏差の絶対値が閾値 β 以上の状態が継続しているかどうかを判定する（ステップＳ１７）。電流値 I_a 、 I_b の偏差の絶対値が閾値 β 未満の場合（ステップＳ１７；Ｎｏ）、保護制御部８３は、圧縮機２における液滴吸い込み運転状態が解消されたと判定する。異常な運転状態が解消されたので、制御装置８は、ステップＳ１１からの処理を繰り返す。

[0052] 電流値 I_a 、 I_b の偏差の絶対値が閾値 β 以上の場合（ステップＳ１７；Ｙｅｓ）、保護制御部８３は、タイマ８６を参照して、異常検出部８２が液滴吸い込みの発生を検出してから所定時間 T_1 が経過したかどうかを判定する（ステップＳ１８）。この所定時間 T_1 には、例えば、外乱などで冷水、冷却水が不安定な状態になったときに安定するまでに必要な時間が設定される。所定時間 T_1 が経過していない場合（ステップＳ１８；Ｎｏ）、ステップＳ１７以降の処理を繰り返す。所定時間 T_1 が経過した場合（ステップＳ１８；Ｙｅｓ）、所定時間 T_1 が経過しても液滴吸い込みが継続するということは、風量が過大であると考えられるため、保護制御部８３は、膨張弁制御部８５に膨張弁４を閉制御するよう指示する。膨張弁制御部８５は膨張弁４を閉じる方向に制御する（ステップＳ１９）。このときの膨張弁４の開度

は、液滴吸い込みを抑制し、且つ、冷凍機 1 の運転状態や負荷に対する影響が十分に小さい範囲で設定される。このような膨張弁 4 の開度は、予め実験等により定められた値が適用される。保護制御部 83 は、膨張弁 4 の開度を低下させた後もステップ S 17 と同様の判定を行い、電流値 I_a 、 I_b の偏差の絶対値が閾値 β 未満に復帰すると、膨張弁 4 の開度を元の開度に戻す。

[0053] ステップ S 19 における膨張弁 4 を閉制御する処理は必須ではない。保護制御部 83 は、液滴吸い込み状態が抑制されるまで経過観察（電流値 I_a 、 I_b の偏差を監視しつつ、現在の運転状態を維持する。）を継続してもよい。例えば、膨張弁 4 の開度を変更することにより、冷凍機 1 の運転状態に強い影響が生じるような場合、経過観察を継続してもよい。あるいは、保護制御部 83 は、電流値 I_a 、 I_b の偏差の絶対値が閾値 β 未満に復帰しない場合、膨張弁 4 を閉制御する代わりにアラーム等を通知してもよい。

一般に液滴吸い込みが生じる運転状態は外乱などにより発生し、一定時間待機することにより過渡的な状態が安定すると解消されることが多い。ステップ S 16～ステップ S 19（膨張弁 4 の制御を行わない場合は、ステップ S 16～ステップ S 18）の制御により、不必要な制御を行って状況を悪化させることなく、液滴吸い込みが生じる運転状態を解消することができる。サージングの誤検出を防ぎ、バイパス弁 7 の不要な開制御を防止することができる。

[0054] （サージング検出時の制御）

異常検出部 82 がサージングの発生を検出すると、保護制御部 83 は、バイパス弁 7 を強制的に開く制御を行う（ステップ S 21）。具体的には、保護制御部 83 は、バイパス弁制御部 84 へ、例えば、バイパス弁 7 の開度を所定値まで増加させる指示を行う。バイパス弁制御部 84 はバイパス弁 7 の開度を増加（例えば、全開）する。バイパス管 6 の口径は、バイパス弁 7 を全開とした場合に、サージングを解消できるよう設計されている。従って、保護制御部 83 の指示により、バイパス弁 7 の開度を 100% とすると、風量が増加し、圧縮機 2A、2B の何れかで生じるサージングは解消される。

[0055] バイパス弁 7 を強制的に開とする制御を行うと、次に保護制御部 83 は、センサ情報取得部 81 が取得した電流値 I_a 、 I_b の偏差の絶対値が閾値 β 以上の状態が継続しているかどうかを判定する（ステップ S22）。電流値 I_a 、 I_b の偏差の絶対値が閾値 β 未満の場合（ステップ S22；No）、保護制御部 83 は、圧縮機 2 におけるサージングが解消されたと判定する。異常な運転状態が解消されたので、制御装置 8 は、ステップ S11 からの処理を繰り返す。

[0056] 電流値 I_a 、 I_b の偏差の絶対値が閾値 β 以上の場合（ステップ S22；Yes）、保護制御部 83 は、タイマ 86 を参照して、異常検出部 82 がサージングの発生を検出してから所定時間 T_2 が経過したかどうかを判定する（ステップ S23）。この所定時間 T_2 には、実験などで確認されたサージングの解消に必要な時間が設定される。所定時間 T_2 が経過していない場合（ステップ S23；No）、ステップ S22 以降の処理を繰り返す。所定時間 T_2 が経過した場合（ステップ S23；Yes）、電流計 a などのセンサの故障などサージング以外の異常が生じたと考えられるため、保護制御部 83 は、バイパス弁 7 の開度をクリアする（ステップ S24）。バイパス弁 7 の開度をクリアするとは、ステップ S21 における強制的な開制御を行う直前の開度に戻すことである。これは、もし、サージングが発生しているのであれば、バイパス弁 7 の強制的な開制御によりサージングは解消されるはず（そのように設計されている）であるが、サージングが解消されないということは、他の異常が生じていると考えられ、その場合、バイパス弁 7 の開度が大きい状態を続けることが適切ではないために行う。なお、バイパス弁 7 の開度は、通常運転時も所定の規則に従って制御されており、例えば、圧縮機 2 の作動点に応じた値に設定される。保護制御部 83 は、バイパス弁 7 の開度をこの値に制御する。保護制御部 83 は、バイパス弁 7 のクリア処理に加え、センサ故障等が疑われることを示すアラーム等を通知してもよい。

ステップ S21～ステップ S24 の制御により、サージングの発生が検出されたときには、サージング保護動作を行って、速やかにサージングの発生

を解消することができる。また、サージング以外の異常が疑われるような状況を検出することができる。

図4に示す処理は、圧縮機2が運転中の間、所定の制御周期で繰り返し実行される。

[0057] ここで、比較のため従来の制御装置によるサージング判定処理と保護動作の流れについて、図1の構成を例に説明する。従来の制御装置を、制御装置8'と記載する。

図5は、従来の制御装置によるサージングの判定および保護動作のフローチャートである。

まず、制御装置8'が電流値I_aおよび電流値I_bを取得する（ステップS31）。制御装置8'は、その後も所定の時間間隔で電流値I_a、I_bを取得し続ける。

次に、制御装置8'は、圧縮機2が運転中かどうかを判定する（ステップS32）。圧縮機2が運転中の場合、以下の処理を行う。

制御装置8'は、電流値I_a、I_bの偏差の絶対値（ $|I_a - I_b|$ ）が、所定の閾値 β 以上であるか否かを判定する（ステップS33）。電流値I_a、I_bの偏差の絶対値が閾値 β 未満の場合（ステップS33；No）、ステップS22以降の処理を繰り返す。

電流値I_a、I_bの偏差の絶対値が閾値 β 以上である場合（ステップS33；Yes）、圧縮機2にサージングが発生している可能性があるため、サージング保護動作を開始する（S34）。具体的には、制御装置8'は、バイパス弁7を開制御する。その後、制御装置8'は、例えば、電流値I_a、I_bの偏差の絶対値が閾値 β 未満となるまで、サージング保護動作を継続する。

[0058] 図5に例示した制御の場合、実際に圧縮機2に発生しているのがサージングではなく、液滴吸い込みである場合に圧縮機2の異常な運転状態を是正することができない。その結果、冷凍機1を停止させなければならない可能性がある。次に、図5に例示する従来の制御によって冷凍機1に生じる現象に

ついて図6を用いて説明する。

[0059] 図6は、従来の制御装置によるバイパス弁制御と電動機に流れる電流値の関係を示した図である。

図6の各グラフ61～67は、冷凍機1の運転中に外乱が生じた際に計測された状態量や制御装置8'が出力した制御量（弁開度等）の推移を示している。図6のグラフの縦軸は状態量や制御量の大きさを示し、横軸は時間の経過を示す。グラフ61は冷水流量を示す。グラフ62は圧縮機2Bを駆動する電動機の電流値**l**_bを示し、グラフ63は圧縮機2Aを駆動する電動機の電流値**l**_aを示す。グラフ64はベーン9（ベーン9Aおよびベーン9B）の開度を示し、グラフ65はバイパス弁7の開度を示す。グラフ66は冷水の入り口温度を示し、グラフ67は冷水の出口温度を示す。グラフ68は、電流値**l**_a、**l**_bに課される電流制限値を示している。制御装置8'は、電流値**l**_a、**l**_bが電流制限値を超えるとベーン9を閉じる制御を行う。ベーン9の開度が低下すると、電流値**l**_a、**l**_bも低下する。

[0060] まず、外乱等により冷水の入口温度が上昇する（e1）。この影響で冷水の出口温度も上昇する。冷水の出口温度の上昇に伴い、制御装置8'は、膨張弁4の開度を増加させる方向で制御する。すると、蒸発器5内の冷媒が増加する。蒸発器5では、例えば、液面に偏りが生じており圧縮機2B側に液相冷媒が供給されやすくなっているとする。蒸発器5内の冷媒の増加に伴い、圧縮機2Bにて液滴吸い込みが生じ、電流値**l**_bが制限値を超える（e2）。すると、制御装置8'は、ベーン9を強制的に閉とし（グラフ64）、電流値**l**_a、**l**_bの偏差が閾値 β 以上となったことによりバイパス弁7を強制的に開とする（グラフ65）制御を行う。その後、電流値**l**_bの低下により、制御装置8'は、一旦サージング保護動作を停止する。サージング保護動作の停止によりバイパス弁7が全閉となると、電動機の負荷が増加する。負荷が増加に伴い電流値**l**_a、**l**_bは共に上昇する（e3a、e3b）。

[0061] その後、圧縮機2Bで、液滴吸い込みが再発し、電流値**l**_bが再び電流制限値を超える（e4）。すると、制御装置8'は、ベーン9を強制的に閉と

する制御を行う（e 5）。圧縮機 2 A には、液滴吸い込みが発生しておらず、また、ベーン 9 が閉制御されることにより、電流値 I_a は低下する。ベーン 9 の閉制御にもかかわらず、液滴吸い込みによる負荷により、圧縮機 2 B の電流値 I_b は低下しない。すると、電流値 I_a と電流値 I_b の偏差は次第に大きくなり、時刻 t_1 にて、偏差は閾値 β を超える。すると、制御装置 8 は、サージング保護動作を開始する。つまり、制御装置 8 は、バイパス弁 7 を強制開とする。バイパス弁 7 が開となり、気相冷媒がバイパス管 6、蒸発器 5 を経由して圧縮機 2 へと吸入されるようになると、風量の増加により圧縮機 2 B における液滴吸い込みが助長される。その結果、電流値 I_b は、高い値を維持し、電流値 I_a と電流値 I_b の偏差は閾値 β 未満の状態に復帰しない（e 6）。その結果、この例では、冷凍機 1 を一旦停止することが必要となり、連続運転ができなくなった。一般に、圧縮機 2 B における液滴吸い込みは、配管 12 を流れる冷水や、配管 11 を流れる冷却水の過渡的な変動によって発生する一過性の現象である可能性が高い。冷水や冷却水が安定すれば、液滴吸い込みも収まり、電流値 I_a と電流値 I_b の偏差も規定値内（閾値 β 未満）に復帰する。

[0062] 本実施形態に係る制御装置 8 によれば、図 4 で説明したフローチャートの処理により、時刻 t_1 にてサージングの誤検出を行うことなく、液滴吸い込みを検出する。そして、制御装置 8 は、液滴吸い込みを検出した後、経過観察を続ける。やがて、冷凍機 1 の運転状態（冷水や冷却水の状態）が安定すれば、圧縮機 2 B の液滴吸い込みが収まり、冷凍機 1 を停止させることなく連続運転が可能となる。また、誤って、サージング保護動作を行った場合、圧縮機 2 B において液滴吸い込みが続き、機器の損傷が生じるおそれがあるが、本実施形態の異常検出処理および異常検出時の制御によれば、機器の損傷を防ぐことができる。

[0063] 従来、パラレル冷凍機 1 においては、複数の圧縮機 2 のそれぞれを駆動する電動機に流れる各電流値の偏差のみによって異常な運転状態を検出することが多い。このような検出方法では、誤検出が生じ、冷凍機 1 を正常な運転

状態に復帰させることが難しい場合がある。これに対し、本実施形態の制御装置 8 によれば、複数の圧縮機 2 のそれぞれを駆動する電動機の各々に流れる電流値の偏差が所定の閾値 β 以上の場合に、複数の圧縮機 2 の圧縮比および風量が示す作動点の圧縮比および風量の特性曲線に対する関係に基づいて、複数の圧縮機 2 の一部で生じるサージングおよび蒸発器 5 からの液滴吸い込みを精度よく検出することができる。制御装置 8 は、サージングおよび液滴吸い込みに応じて、それぞれの事象に適した制御を行う。これにより、液滴吸い込みが発生しているにもかかわらず、サージングが発生したと誤検出し、誤った保護制御によって冷凍機 1 の緊急停止を招いたり、機器の故障を招いたりすることを防ぐことができる。反対にサージングが発生しているにもかかわらず、液滴吸い込みが発生したと誤検出し、サージングが継続することを防ぐことができる。

[0064] また、本実施形態によれば、サージングの発生を検出した場合には、バイパス弁 7 の強制開制御により、速やかにサージングを抑制することができる。また、適切にサージング保護動作を行ったにもかかわらず、電流値の偏差が閾値内に収束しない場合には、他の異常（センサの異常など）が疑われるが、制御装置 8 によれば、このような可能性も検出することができる。

[0065] また、液滴吸い込みが発生した場合には、冷水、冷却水などの過渡的な状態が収まるまで経過観察することにより、不要な制御を行ってシステムに変動を生じさせることなく、液滴吸い込み状態を解消することができる。

[0066] また、本実施形態における液滴吸い込みの検出方法によれば、複数の圧縮機を備えるパラレル冷凍機で生じがちな、（全ての圧縮機では無く）一部の圧縮機で生じる液滴吸い込み運転状態を精度よく検出することができる。

[0067] 上記実施形態では、制御装置 8 は、サージングと液滴吸い込みの両方を検出することとしたが、例えば、液滴吸い込みについては他の検出方法によって検出するような場合、上記で説明したサージングの検出機能およびサージング保護動作の機能のみを実装した制御装置として構成してもよい。同様に液滴吸い込みの検出および液滴吸い込み検出時の制御だけが必要とされる場合

、上記で説明した液滴吸い込みの検出機能およびその後の制御（ステップS 16～ステップS 19）を実行する機能のみを実装した制御装置として構成してもよい。

[0068] 制御装置8は、例えば、CPU（Central Processing Unit）等のプロセッサ、主記憶装置、補助記憶装置、入出力インタフェース、通信インタフェース等を備えるコンピュータに実装される。そして、上述した各機能部の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置に記憶されている。CPUは、プログラムを補助記憶装置から読み出して主記憶装置に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。CPUは、プログラムに従って、記憶領域を主記憶装置に確保する。CPUは、プログラムに従って、処理中のデータを記憶する記憶領域を補助記憶装置に確保する。

[0069] その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施の形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能である。この発明の技術範囲は上記の実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、制御装置8の本実施形態に係る機能を、冷凍機1の通常運転を実行する制御装置とは別の装置に設ける構成としてもよい。バイパス管6の他方の端は、圧縮機2の吸込側かつ蒸発器5の冷媒流れの下流側と接続されていてもよい。電流値I aと電流値I bの偏差は、所定時間において計測された電流値I aおよび電流値I bの平均値に基づいて算出してもよい。同様に圧縮機2の作動点は、所定時間において計測された第1センサ～第5センサによる計測値の平均値と関数 α によって算出してもよい。

また、3台以上の圧縮機が並列に接続されたパラレル冷凍機の場合、複数台のうちの2台ずつを組み合わせた組を、全組み合わせ分生成し、全組み合わせに対して、1組ずつ上記の異常検出処理を実行してもよい。これにより、3台以上の圧縮機を備える冷凍機についても、本実施形態の異常検出処理およびその後の保護制御を適用することができる。

産業上の利用可能性

[0070] 上記した制御装置、冷凍機、制御方法及び判定方法によれば、サージングの検出精度を高め、不要なサージング用保護制御の作動を防ぐことができる。

符号の説明

- [0071] 1 冷凍機
- 2、2 A、2 B 圧縮機
- 3 凝縮器
- 4 膨張弁
- 5 蒸発器
- 6 バイパス管
- 7 バイパス弁
- 8 制御装置
- 9 ベーン
- 11、12 配管
- 81 センサ情報取得部
- 82 異常検出部
- 83 保護制御部
- 84 バイパス弁制御部
- 85 膨張弁制御部
- 86 タイマ
- 87 記憶部

請求の範囲

- [請求項1] 並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機の制御装置であって、
- 、
- 複数の前記圧縮機の各々を駆動するそれぞれの電動機に流れる電流値の偏差と、複数の前記圧縮機の風量と圧縮比が示す作動点とに基づいて、サージングの発生と液滴吸い込みの発生を検出する、
- 制御装置。
- [請求項2] 前記電流値の偏差が所定の閾値以上で、且つ、前記作動点が所定の基準より風量が小さいことを示す場合、複数の前記圧縮機の一部でサージングが発生していると判定する、
- 請求項1に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記冷凍機は、複数の前記圧縮機の吐出側と吸込側とを接続するバイパス管と、前記バイパス管に設けられたバイパス弁とを備え、
- 前記サージングの発生を検出すると、前記バイパス弁を開く制御を行う、
- 請求項1または請求項2に記載の制御装置。
- [請求項4] 前記サージングの発生を検出してから、所定時間が経過しても前記電流値の偏差が所定の閾値以上となる状態が継続する場合、前記バイパス弁を開く制御を停止する、
- 請求項3に記載の制御装置。
- [請求項5] 前記電流値の偏差が所定の閾値以上で、且つ、前記作動点が所定の基準より風量が大きいことを示す場合、複数の前記圧縮機の一部で前記冷凍機が備える蒸発器からの液滴吸い込みが発生していると判定する、
- 請求項1から請求項4の何れか1項に記載の制御装置。
- [請求項6] 前記液滴吸い込みの発生を検出すると、前記電流値の偏差が所定の閾値未満となるまで、現在の運転を維持する、
- 請求項1から請求項5の何れか1項に記載の制御装置。

- [請求項7] 前記液滴吸い込みの発生を検出してから所定時間が経過しても、前記電流値の偏差が所定の閾値未満とならない場合、前記冷凍機が備える膨張弁の開度を低下させる、
請求項1から請求項5の何れか1項に記載の制御装置。
- [請求項8] 並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機の制御装置であって、
、
複数の前記圧縮機の各々を駆動するそれぞれの電動機に流れる電流値の偏差が所定の閾値以上で、且つ、複数の前記圧縮機の風量と圧縮比が示す作動点が所定の基準より風量が小さいことを示す場合、複数の前記圧縮機の一部でサージングが発生していると判定する、
制御装置。
- [請求項9] 並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機の制御装置であって、
、
複数の前記圧縮機の各々を駆動するそれぞれの電動機に流れる電流値の偏差が所定の閾値以上で、且つ、複数の前記圧縮機の風量と圧縮比が示す作動点が所定の基準より風量大きいことを示す場合、複数の前記圧縮機の一部で前記冷凍機が備える蒸発器からの液滴吸い込みが発生していると判定する、
制御装置。
- [請求項10] 並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機であって、
請求項1から請求項9のいずれか1項に記載の制御装置、
を備える冷凍機。
- [請求項11] 並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機の制御方法であって、
、
複数の前記圧縮機の各々を駆動するそれぞれの電動機に流れる電流値を取得し、
複数の前記圧縮機の風量と圧縮比が示す作動点を算出し、
複数の前記電流値の偏差と前記作動点とに基づいて、サージング又

は液滴吸い込みの発生を検出し、

前記サージングの発生を検出した場合、所定のサージング保護動作を行い、

前記液滴吸い込みを検出した場合、現在の運転状態を維持する、制御方法。

[請求項12]

並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機において、

複数の前記圧縮機の各々を駆動するそれぞれの電動機に流れる電流値を取得し、

複数の前記圧縮機の風量と圧縮比が示す作動点を算出し、

複数の前記電流値の偏差が所定の閾値以上で、且つ、前記作動点が所定の基準より風量が小さいことを示す場合、複数の前記圧縮機の一部でサージングが発生していると判定する、

異常検出方法。

[請求項13]

並列に接続された複数の圧縮機を備える冷凍機において、

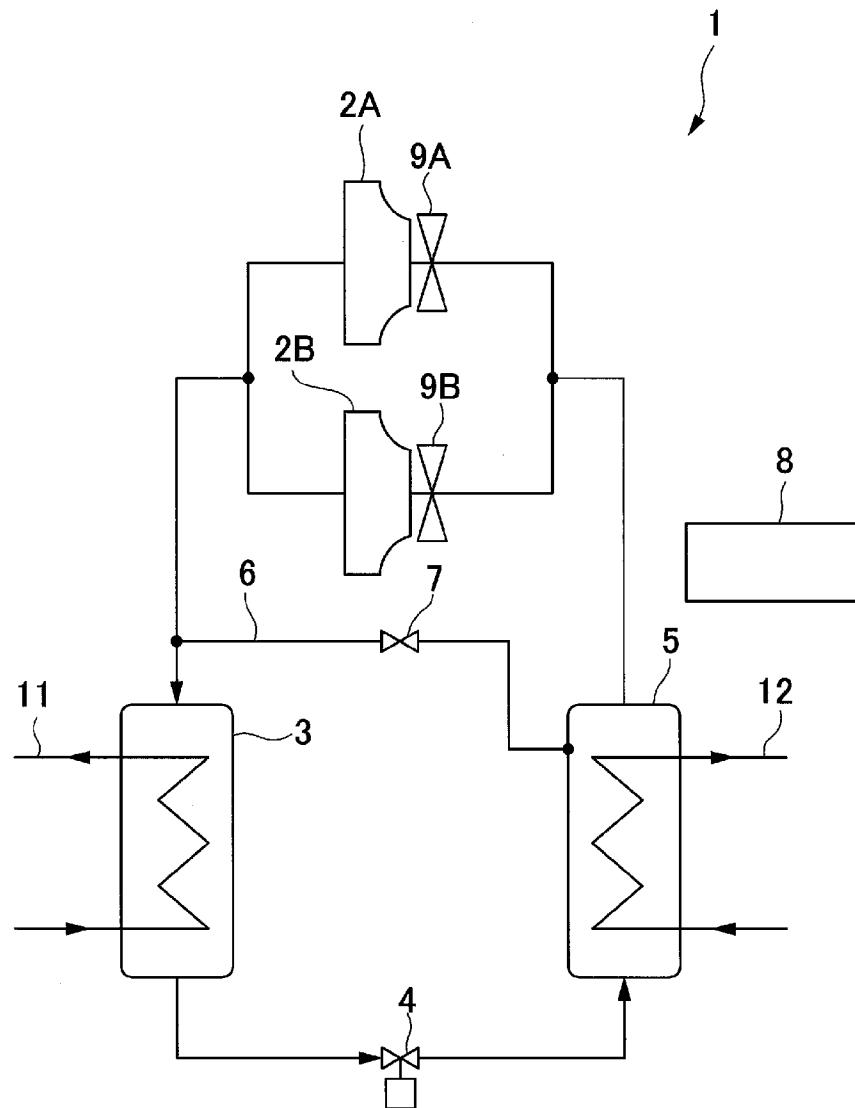
複数の前記圧縮機の各々を駆動するそれぞれの電動機に流れる電流値を取得し、

複数の前記圧縮機の風量と圧縮比が示す作動点を算出し、

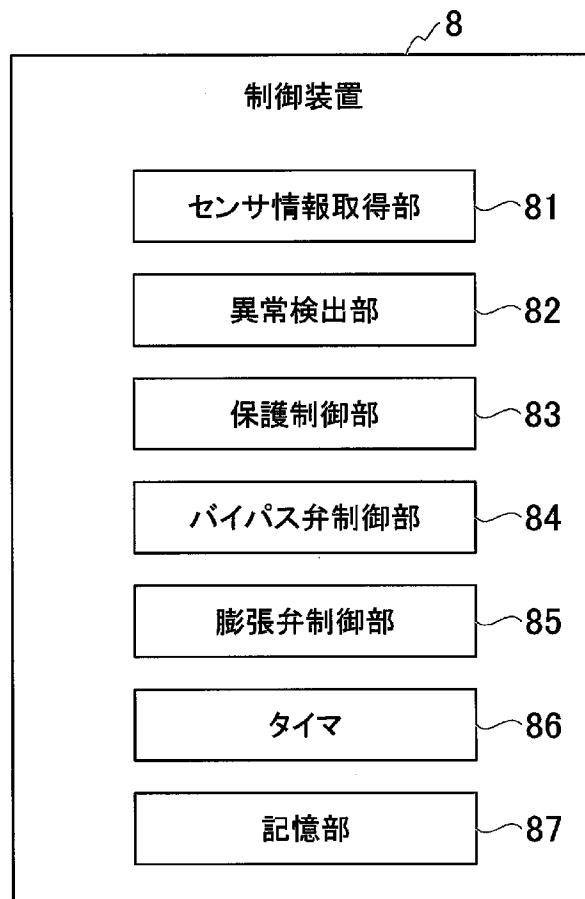
複数の前記電流値の偏差が所定の閾値以上で、且つ、前記作動点が所定の基準より風量が大きいことを示す場合、複数の前記圧縮機の一部で液滴吸い込みが発生していると判定する、

異常検出方法。

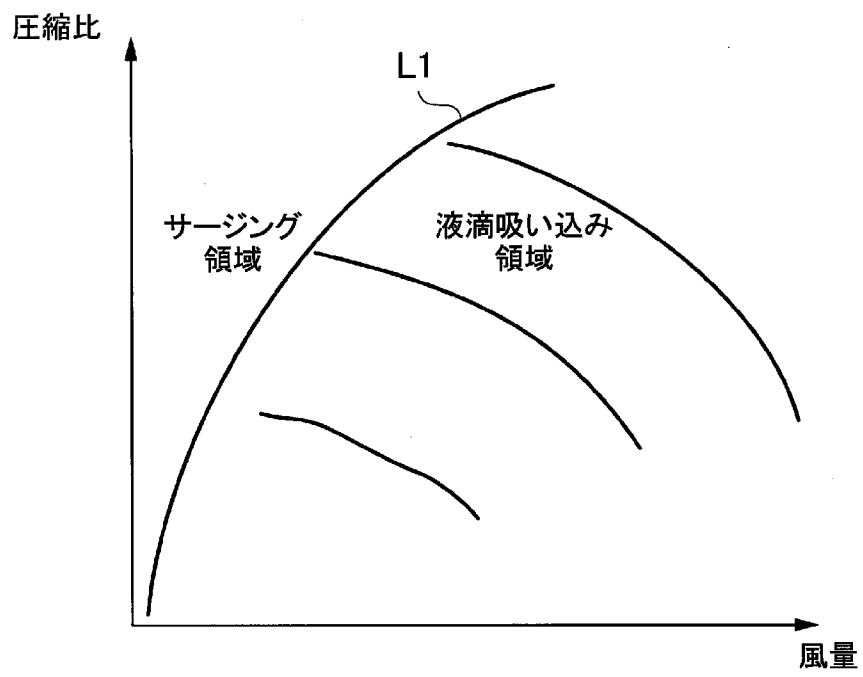
[図1]



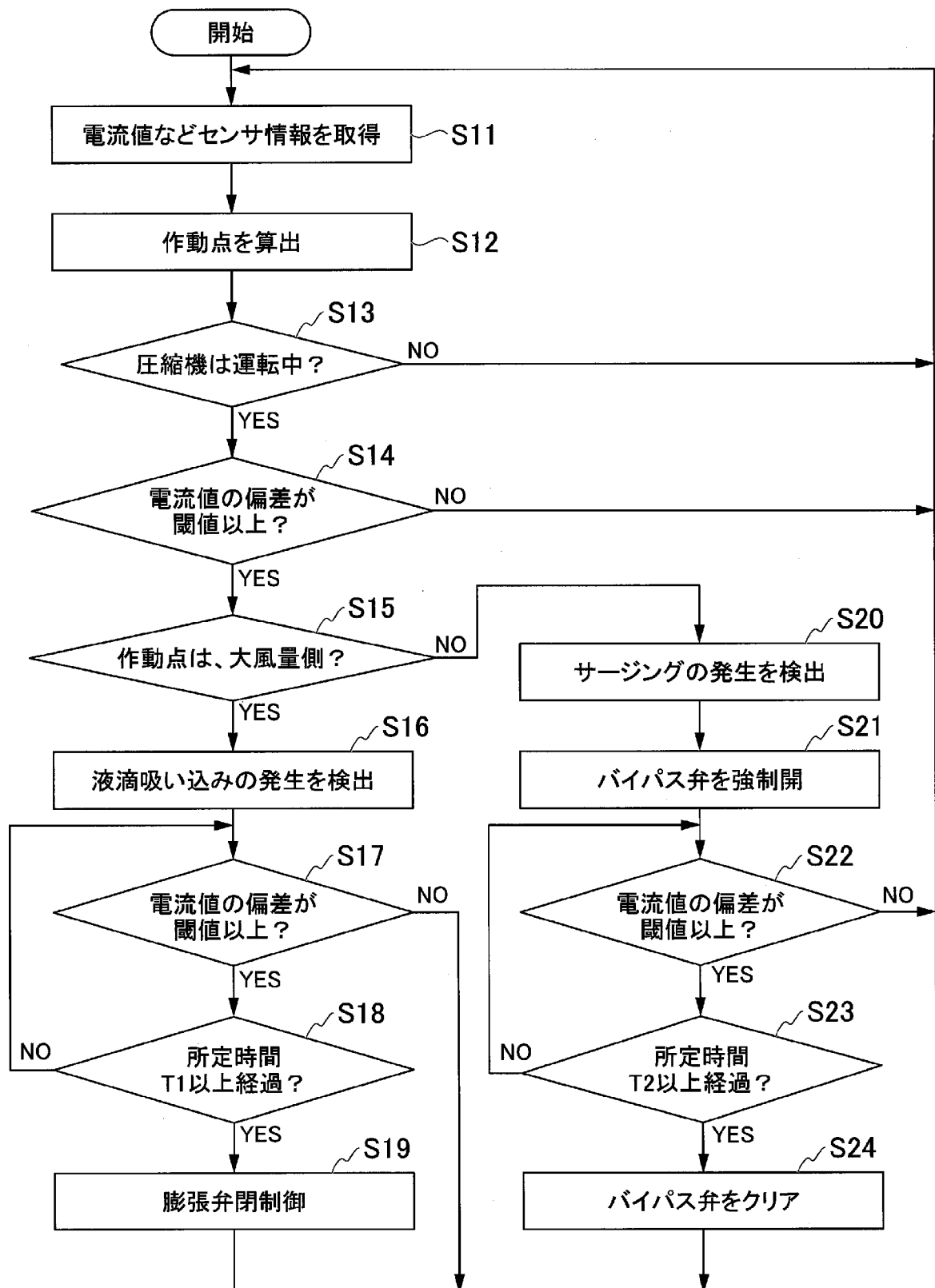
[図2]



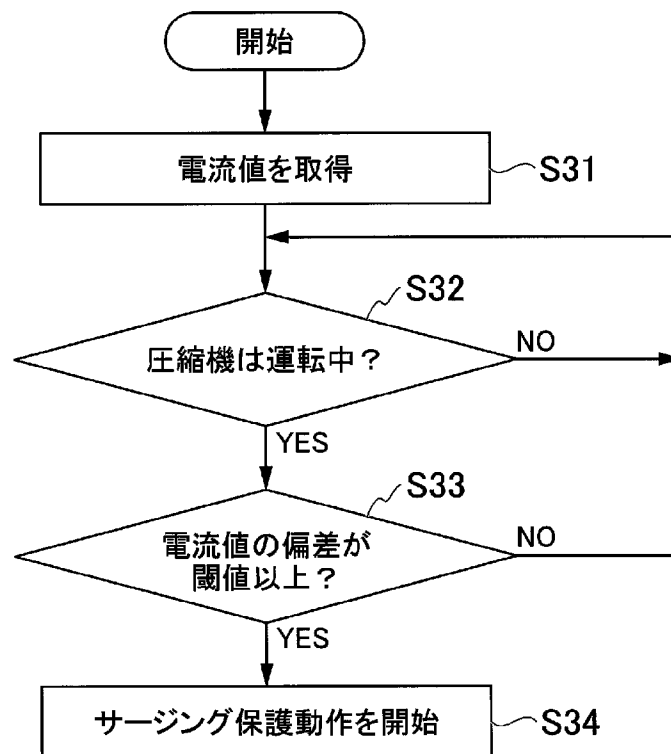
[図3]



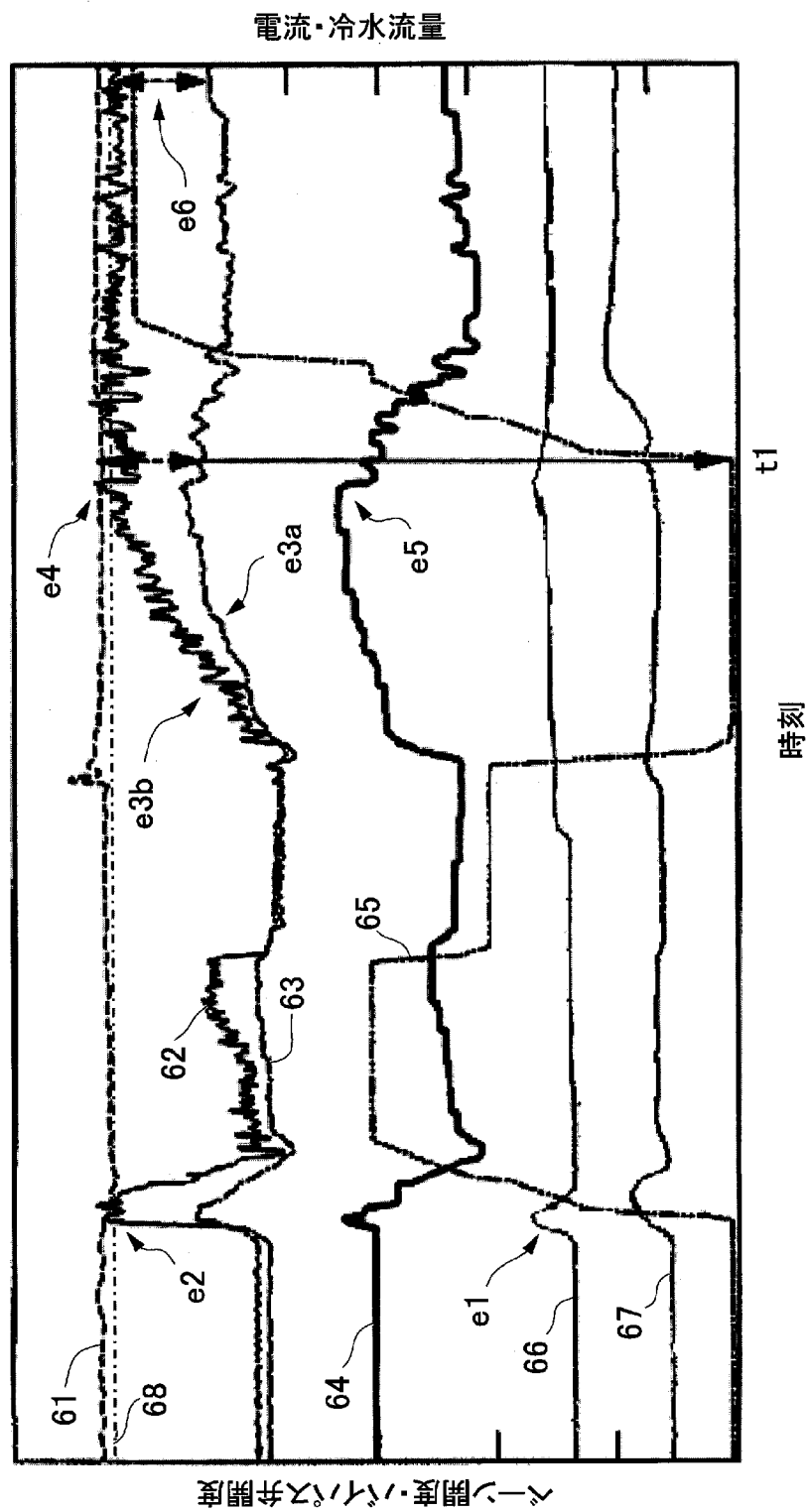
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/024025

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F25B1/00 (2006.01) i, F04D27/02 (2006.01) i, H02P5/46 (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)

Int.Cl. F25B1/00, F04D27/02, H02P5/46

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 2005-534858 A (YORK INTERNATIONAL CORPORATION) 17 November 2005, fig. 1, paragraph [0014] & US 2004/0025523 A1 & WO 2004/013494 A1 & CA 2492465 A1 & KR 10-2005-0028922 A & CN 1671967 A	1-13
A	JP 2011-111950 A (KOBE STEEL, LTD.) 09 June 2011, fig. 2 & CN 102072186 A	1-13



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
11 September 2019 (11.09.2019)

Date of mailing of the international search report
24 September 2019 (24.09.2019)

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/JP2019/024025

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5543175 B2 (EBARA REFRIGERATION EQUIPMENT & SYSTEMS CO., LTD.) 09 July 2014, claims (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F25B1/00(2006.01)i, F04D27/02(2006.01)i, H02P5/46(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. F25B1/00, F04D27/02, H02P5/46

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 2005-534858 A (ヨーク・インターナショナル・コーポレーション) 2005.11.17, 図1, 段落 [0014] & US 2004/0025523 A1 & WO 2004/013494 A1 & CA 2492465 A1 & KR 10-2005-0028922 A & CN 1671967 A	1-13
A	JP 2011-111950 A (株式会社神戸製鋼所) 2011.06.09, 図2 & CN 102072186 A	1-13

☒ 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

11.09.2019

国際調査報告の発送日

24.09.2019

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)

所村 陽一

30

9718

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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	JP 5543175 B2 (荏原冷熱システム株式会社) 2014. 07. 09, [特許請求の範囲] (ファミリーなし)	1-13