

(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2017-138034

(P2017-138034A)

(43) 公開日 平成29年8月10日(2017.8.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 5 B 1/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/00	3 8 7 A
F 2 5 B 43/02 (2006.01)	F 2 5 B 1/00	3 8 7 K
	F 2 5 B 1/00	3 8 7 L
	F 2 5 B 43/02	A

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-18048 (P2016-18048)
 (22) 出願日 平成28年2月2日 (2016.2.2)

(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域見2丁目1番61号
 (74) 代理人 100105050
 弁理士 鷺田 公一
 (72) 発明者 倉本 哲英
 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 木屋 豊明
 大阪府門真市大字門真1006番地 パ
 ナソニック株式会社内
 (72) 発明者 森 徹
 大阪府門真市大字門真1006番地 パ
 ナソニック株式会社内

最終頁に続く

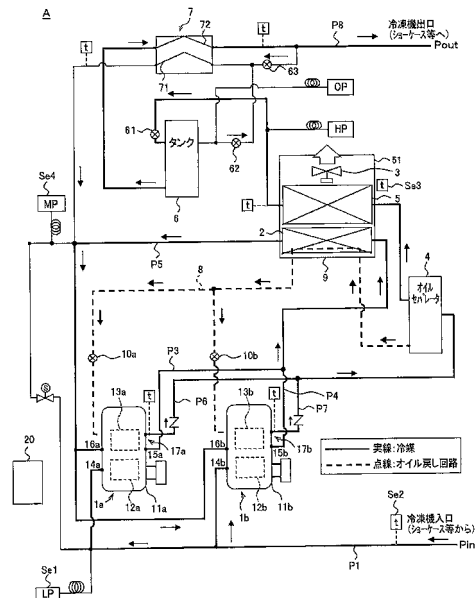
(54) 【発明の名称】 冷凍装置

(57) 【要約】

【課題】 運転信頼性を向上可能な冷凍装置を提供すること。

【解決手段】 冷凍装置は、前記冷凍装置の入口を通じて低段吸込口から冷媒が吸入され、複数段圧縮を行って高段吐出口から冷媒を吐出する圧縮機と、前記高段吐出口からの吐出冷媒からオイルを分離するオイルセパレータと、前記オイルセパレータで分離されたオイルを冷却するオイルクーラと、前記オイルクーラで冷却されたオイルを前記圧縮機に戻すオイル戻し回路と、所定の温度情報に基づき、前記オイル戻し回路でのオイル循環量が少ない状態にあるとみなすと、前記オイル戻し回路内を流れるオイル循環量を増大させる制御部と、を備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷凍装置であって、

前記冷凍装置の入口を通じて低段吸込口から冷媒が吸入され、複数段圧縮を行って高段吐出口から冷媒を吐出する圧縮機と、

前記高段吐出口からの吐出冷媒からオイルを分離するオイルセパレータと、

前記オイルセパレータで分離されたオイルを冷却するオイルクーラと、

前記オイルクーラで冷却されたオイルを前記圧縮機に戻すオイル戻し回路と、

所定の温度情報に基づき、前記オイル戻し回路でのオイル循環量が少ない状態にあるとみなすと、前記オイル戻し回路内を流れるオイル循環量を増大させる制御部と、を備えた冷凍装置。

10

【請求項 2】

外気温を検出する外気温センサと、

前記入口から前記低段吸込口に向かう冷媒の吸込圧力および温度を検出する低圧センサおよび温度センサと、をさらに備え、

前記制御部は、前記外気温センサ、前記低圧センサおよび前記温度センサの各検出結果に基づいて、前記オイル循環量が少ない状態にあるとみなす、請求項 1 に記載の冷凍装置。

【請求項 3】

前記制御部は、

前記温度センサの検出結果と、前記低圧センサの検出結果とに基づき、前記入口から前記低段吸込口に向かう冷媒の過熱度を導出し、

前記外気温センサの検出結果が所定温度以上、前記低圧センサの検出結果が所定圧力以下、かつ、導出した過熱度が所定値以上の場合に、前記オイル循環量が少ない状態にあるとみなす、請求項 2 に記載の冷凍装置。

20

【請求項 4】

前記制御部は、前記外気温センサの検出結果が所定温度以上、前記低圧センサの検出結果が所定圧力以下、かつ、導出した過熱度が所定値以上の状態で前記圧縮機が所定時間連続運転すると、前記オイル戻し回路内を流れるオイル循環量を増大させる、請求項 3 に記載の冷凍装置。

30

【請求項 5】

冷凍装置であって、

前記冷凍装置の入口を通じて低段吸込口から吸入された冷媒を圧縮して低段吐出口から吐出する圧縮機と、

前記低段吐出口からの吐出冷媒を冷却するインタークーラと、を備え、

前記圧縮機は、前記インタークーラで冷却された冷媒が高段吸込口から吸入されると、吸入冷媒を圧縮して高段吐出口から吐出し、

前記冷凍装置はさらに、

前記高段吐出口の吐出冷媒からオイルを分離するオイルセパレータと、

前記オイルセパレータで分離されたオイルを冷却するオイルクーラと、

前記オイルクーラで冷却されたオイルを前記圧縮機に戻すオイル戻し回路と、

前記低段吐出口の吐出冷媒の温度が所定温度以上であれば、前記オイル戻し回路内を流れるオイル循環を増大させる制御部と、を備える冷凍装置。

40

【請求項 6】

前記入口から前記低段吸込口に向かう冷媒の吸込圧力および温度を検出する低圧センサおよび温度センサと、

前記高段吸込口に向かう冷媒の吸込圧力を検出する中間圧センサと、をさらに備え、

前記制御部は、前記低圧センサ、前記温度センサおよび前記中間圧センサの各検出結果に基づき、前記低段吐出口からの吐出冷媒の温度を推定する、請求項 5 に記載の冷凍装置。

50

【請求項 7】

前記制御部は、推定した吐出冷媒温度が所定温度以上の状態で前記圧縮機が所定時間連続運転すると、前記オイル戻し回路内を流れるオイル循環量を増大させる、請求項 5 または 6 に記載の冷凍装置。

【請求項 8】

前記戻し回路上に設けられた電動弁を、さらに備え、

前記制御部は、前記電動弁の開度を大きくして、前記オイル戻し回路内を流れるオイル循環量を増大させる、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の冷凍装置。

【請求項 9】

前記冷媒は二酸化炭素である、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の冷凍装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、オイルセパレータで分離されたオイルを、少なくとも一つの圧縮機の内部に戻すオイル戻し回路を備えた冷凍装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の冷凍装置は、例えば特許文献 1 に記載されている。この冷凍装置は、ケース内が中間圧となる多段式の圧縮機と、この圧縮機の高圧吐出管に設けられたオイルセパレータと、オイルセパレータで捕捉したオイルを冷却するオイルクーラと、オイルクーラで冷却されたオイルをケース内に戻すオイル戻し管と、このオイル戻し管に設けられた電動弁と、電動弁の弁開度を圧縮機の運転周波数に応じて調整する弁開度調整手段と、を備えている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011 - 7351 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

従来の冷凍装置では、運転条件によっては、負荷安定時に、オイルセパレータからオイルクーラを経て圧縮機に戻されるオイル循環量が少なくなる。その結果、圧縮機やオイルの温度が高くなり過ぎて、冷凍装置の運転信頼性が低下するという問題点があった。

【0005】

それゆえに、本発明の目的は、運転信頼性を向上可能な冷凍装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一面は、冷凍装置であって、前記冷凍装置の入口を通じて低段吸込口から冷媒が吸入され、複数段圧縮を行って高段吐出口から冷媒を吐出する圧縮機と、前記高段吐出口からの吐出冷媒からオイルを分離するオイルセパレータと、前記オイルセパレータで分離されたオイルを冷却するオイルクーラと、前記オイルクーラで冷却されたオイルを前記圧縮機に戻すオイル戻し回路と、所定の温度情報に基づき、前記オイル戻し回路でのオイル循環量が少ない状態にあるとみなすと、前記オイル戻し回路内を流れるオイル循環量を増大させる制御部と、を備えている。

40

【0007】

また、他の局面は、冷凍装置であって、前記冷凍装置の入口を通じて低段吸込口から吸入された冷媒を圧縮して低段吐出口から吐出する圧縮機と、前記低段吐出口からの吐出冷媒を冷却するインタークーラと、を備え、前記圧縮機は、前記インタークーラで冷却され

50

た冷媒が高段吸込口から吸入されると、吸入冷媒を圧縮して高段吐出口から吐出し、前記冷凍装置はさらに、前記高段吐出口の吐出冷媒からオイルを分離するオイルセパレータと、前記オイルセパレータで分離されたオイルを冷却するオイルクーラと、前記オイルクーラで冷却されたオイルを前記圧縮機に戻すオイル戻し回路と、前記低段吐出口の吐出冷媒の温度が所定温度以上であれば、前記オイル戻し回路内を流れるオイル循環を増大させる制御部と、を備えている。

【発明の効果】

【0008】

上記各局面によれば、運転信頼性を向上可能な冷凍装置を提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

10

【0009】

【図1】本発明の一実施形態に係る冷凍装置の構成を示す図である。

【図2】図1の冷凍装置の要部（第一例）を示すブロック図である。

【図3A】図2の制御部による流量制御の第一例の前半部分を示すフロー図である。

【図3B】図2の制御部による流量制御の第一例の後半部分を示すフロー図である。

【図4】図3A，図3Bの流量制御による圧縮機温度の時間変化を示す図である。

【図5】図1の冷凍装置の要部（第二例）を示すブロック図である。

【図6A】図2の制御部による流量制御の第二例の前半部分を示すフロー図である。

【図6B】図2の制御部による流量制御の第二例の後半部分を示すフロー図である。

【図7】図1の冷凍装置のp-h線図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0010】

1. 実施形態

以下、上記図面を参照して、一実施形態に係る冷凍装置Aを詳説する。

【0011】

1-1. 冷凍装置Aの大略的な構成

図1において、冷凍装置Aは、例えばコンビニエンスストア等の店舗外（例えば屋上）に設置される。また、冷凍装置Aは、ガス冷媒配管P1および液冷媒配管P8を用いて店舗内に設置されたショーケース（図示せず）と接続されて冷凍サイクルを構成し、ショーケースに陳列された商品群を冷凍・冷蔵する。この冷凍サイクルでは、冷媒としてCO₂が使用される。

30

【0012】

冷凍装置Aは、大略的に、例えば二台の圧縮機1a，1bと、インタークーラ2と、ファン3と、オイルセパレータ4と、ガスクーラ（放熱器）5と、タンク6と、スプリット熱交換器7と、オイル戻し回路8と、オイルクーラ9と、電動弁10a，10bと、を備えている。

【0013】

圧縮機1a，1bは、冷凍サイクルにおいて並列に配置される。

圧縮機1a，1bのケース11a，11bの内部には、低段圧縮要素12a，12bと、高段圧縮要素13a，13bと、が設けられる。各圧縮要素12a，13aは、ケース11aの内部に配置されたモータ（図示せず）の回転と同期回転する。同様に、圧縮要素12b，13bも、ケース11b内のモータ（図示せず）と同期して回転する。かかる回転により、低段圧縮要素12a，12bは、冷凍装置Aの入口Pinからガス冷媒配管P1を通じて圧縮機1a，1bの低段吸込口14a，14bから吸入された低圧の冷媒を中間圧まで昇圧する。かかる中間圧の冷媒を、低段圧縮要素12a，12bは圧縮機1a，1bの低段吐出口15a，15bから吐出する。

40

【0014】

また、高段圧縮要素13a，13bの高段吸込口16a，16bには、低段圧縮要素12a，12bで圧縮された中間圧の冷媒が吸入される。高段圧縮要素13a，13bは、吸入冷媒を更に高圧まで昇圧して高段吐出口17a，17bから吐出する。

50

以上のように、本実施形態では、圧縮機 1 a , 1 b は冷媒を二段圧縮している。

【 0 0 1 5 】

また、圧縮機 1 a , 1 b は、後述の制御部 2 0 による制御下でモータの運転周波数を変更する。この制御により、低段圧縮要素 1 2 a , 1 2 b 及び高段圧縮要素 1 3 a , 1 3 b の回転数が調整可能となっている。

【 0 0 1 6 】

低段吐出口 1 5 a , 1 5 b には、中間圧吐出管 P 3 , P 4 が接続される。中間圧吐出管 P 3 , P 4 は、低段吐出口 1 5 a , 1 5 b の下流側で合流した後、インタークーラ 2 に接続される。また、インタークーラ 2 の近くにはファン 3 が配置される。インタークーラ 2 は、低段圧縮要素 1 2 a , 1 2 b の吐出冷媒を、ファン 3 からのエアフローで冷却する。インタークーラ 2 は、冷却した冷媒を吐出ポートから吐出する。この出力ポートには中間圧吸入管 P 5 が接続される。中間圧吸入管 P 5 は、高段吸込口 1 6 a , 1 6 b の直ぐ上流側で二分岐した後に、高段吸込口 1 6 a , 1 6 b に接続される。高段圧縮要素 1 3 a , 1 3 b は、中間圧の冷媒を高段吸込口 1 6 a , 1 6 b から吸い込んで、更に高圧まで昇圧して高段吐出口 1 7 a , 1 7 b から吐出する。

10

【 0 0 1 7 】

また、高段吐出口 1 7 a , 1 7 b には高圧吐出管 P 6 , P 7 が接続される。高圧吐出管 P 6 , P 7 は、高段吐出口 1 7 a , 1 7 b の下流側で合流した後、オイルセパレータ 4 に接続され、ガスクーラ 5、タンク 6 及びスプリット熱交換器 7 を経て、液冷媒配管 P 8 と接続される。

20

【 0 0 1 8 】

オイルセパレータ 4 は、高段吐出口 1 7 a , 1 7 b の吐出冷媒中に含まれるオイルを冷媒から分離して捕捉する。オイルセパレータ 4 にはさらに、捕捉したオイルを圧縮機 1 a , 1 b に戻すオイル戻し回路 8 が接続される。図 1 中、戻し回路 8 は太い点線で示される。オイル戻し回路 8 においてオイルセパレータ 4 の直ぐ下流には、オイルクーラ 9 が設けられる。オイルクーラ 9 は、捕捉したオイルを冷却する。本実施形態では、オイルクーラ 9 は、インタークーラ 2 の一部を用いて実現され、吸込ポートから吸い込まれたオイルをファン 3 からのエアフローを用いて冷却して吐出ポートから吐出する。オイル戻し回路 8 は、オイルクーラ 9 の下流側で二系統に分岐され、流量調整用の電動弁 1 0 a , 1 0 b を介して圧縮機 1 a , 1 b のケース 1 1 a , 1 1 b に接続される。

30

【 0 0 1 9 】

また、オイルセパレータ 4 の吐出ポートは、ガスクーラ 5 の吸込ポートとも接続される。オイルが分離された冷媒は、オイルセパレータ 4 の吐出ポートからガスクーラ 5 の吸込ポートに向けて吐出される。ガスクーラ 5 は、吸込ポートから吸入冷媒を、自身に近接配置されたファン 3 からのエアフローで冷却し、冷却した冷媒を、自身の吐出ポートからタンク 6 に向けて吐出する。

【 0 0 2 0 】

タンク 6 は所定容積の空間を有する。ガスクーラ 5 の吐出冷媒は、減圧電動弁 6 1 により減圧・冷却されてタンク 6 の上部から内部空間に吸入される。タンク 6 の下部からは、スプリット熱交換器 7 の第二流路 7 2 に向けて液冷媒が吐出される。また、タンク 6 の上部からは、ガス戻し電動弁 6 2 を介して、スプリット熱交換器 7 の第一流路 7 1 に向けて、ガス冷媒が吐出される。

40

【 0 0 2 1 】

スプリット熱交換器 7 において、タンク 6 下部からの吐出冷媒は第二流路 7 2 を通過すると共に、タンク 6 上部からの吐出冷媒と第二流路 7 2 からの吐出冷媒の一部とが第一流路 7 1 を通過する。これにより、第二流路 7 2 を通過する冷媒が過冷却される。過冷却された冷媒の大部分は、液冷媒配管 P 8 を通じて、冷凍装置 A の出口 P o u t から、ショーケース（図示せず）に向けて吐出されるが、上述の通り、一部は、液戻し電動弁 6 3 を介して、第一流路 7 1 に戻される。また、第一流路 7 1 を通過した冷媒は、中間圧吸入管 P 5 を介して、高段圧縮要素 1 3 a , 1 3 b の高段吸込口 1 6 a , 1 6 b から吸入される。

50

【 0 0 2 2 】

1 - 2 . 冷凍装置 A における各種センサ

次に、冷凍装置 A には様々な温度センサや圧力センサが設けられているが、本実施形態に係る戻し回路 8 の流量制御で重要となるのは、下記である。

【 0 0 2 3 】

ガス冷媒配管 P 1 において入口 P i n から低段吸込口 1 4 a , 1 4 b までの区間には、低圧センサ S e 1 および低段吸込温度センサ S e 2 が設けられる。低圧センサ S e 1 および低段吸込温度センサ S e 2 は、入口 P i n から低段吸込口 1 4 a , 1 4 b に向かって流れる冷媒の吸込圧力および吸込温度を検出する。

【 0 0 2 4 】

また、ファン 3 やガスクーラ 5 を収容する筐体 5 1 の外周面には、外気温センサ S e 3 が設けられる。外気温センサ S e 3 は、例えばサーミスタであって、冷凍装置 A の周囲温度を外気温として検出する。

【 0 0 2 5 】

また、中間圧吸入管 P 5 には中間圧センサ S e 4 が設けられる。中間圧センサ S e 4 は、中間圧吸入管 P 5 を流れる冷媒の中間圧力を検出する。

【 0 0 2 6 】

1 - 3 . 冷凍装置 A の制御部

上記各センサの検出結果は、マイクロコンピュータ等を含む制御部 2 0 に出力される。制御部 2 0 は、各種センサの検出結果に基づき、圧縮機 1 a , 1 b の各モータ (図示せず) の運転周波数、各種電動弁 1 0 a , 1 0 b , 6 1 ~ 6 3 の開度、ファン 3 の風量、ショーケース (図示せず) の電動膨張弁の開度等を制御して、これによって、ショーケース内を目標温度にする。なお、ショーケースの温度制御は周知技術で足りるため、その説明を省略する。

【 0 0 2 7 】

1 - 4 . 技術的課題の詳細

従来の冷凍装置をある条件で運転させると、圧縮機の温度がカロリーメータ試験で定義された基準値を超過することが判明した。具体的には、カロリーメータ試験では、例えば、低段吐出口 1 5 a 他の吐出温度 (以下、低段吐出温度という) 、圧縮機のケース温度 (以下、ケース温度という) 、および、圧縮機のモータに備わるコイル温度等について基準値が定義されている。しかし、外気温が高温、ショーケース側の蒸発温度が低温、かつ、冷凍装置の入口での冷媒過熱度が大きいという条件で、圧縮機を長時間連続運転すると (但し、負荷安定時) 、低段吐出温度等の少なくとも一つが基準値を超えることが判明した。この理由は下記のように考えられる。

【 0 0 2 8 】

従来の冷凍装置が上記の厳しい条件で運転しているにも関わらず、負荷が安定していると、圧縮機からのオイル持ち出し量が少なくなる。また、特許文献 1 の冷凍装置では、負荷安定時、戻し管に設けられた流量調整用の電動弁の開度が小さくなる。上記の要因により、オイルクーラで冷却されるオイル量 (即ち、オイル循環量) が少なくなり、その結果、低段吐出温度等が高温になり過ぎると考えられる。このような問題点は、運転時の吐出オイル量が元々少ない圧縮機 (所謂、低吐油タイプの圧縮機) の方が顕在化する。

【 0 0 2 9 】

なお、ショーケースの扉の開閉頻度が高い場合、ショーケースの扉が長時間開放された場合、店舗屋上に設置された冷凍装置から店舗内のショーケースまでの配管長が長い場合、または、冷凍装置およびショーケース接続する配管が剥き出しの場合にも、上記と同様の理由から、圧縮機の温度 (低段吐出温度、ケース温度およびコイル温度等の少なくとも一つ) が高温になり過ぎる可能性がある。

【 0 0 3 0 】

以上の問題点を鑑み、本冷凍装置 A は、運転中、ショーケースの温度制御と並行して、下記のようなオイル戻し回路 8 の流量制御 (第一例) を実行して、圧縮機 1 a , 1 b が高

10

20

30

40

50

温になり過ぎることを防止している。

【0031】

1 - 5 . オイル戻し回路 8 の流量制御 (第一例)

図 2 に示すように、本流量制御 (第一例) では、制御部 20 は、低圧センサ S e 1、低段吸込温度センサ S e 2 および外気温センサ S e 3 の検出結果を受け取り、受け取った各検出結果に基づき、オイル戻し回路 8 の電動弁 10 a , 10 b の開度を制御する。以下、図 3 A , 図 3 B をさらに参照して、制御部 20 による流量制御 (第一例) の詳細について説明する。

【0032】

図 3 A において、制御部 20 は、例えば定期的に、低圧センサ S e 1 , 低段吸込温度センサ S e 2 および外気温センサ S e 3 の検出結果を取得する (ステップ S 0 1 , S 0 2 , S 0 3) 。

10

【0033】

次に、制御部 20 は、ステップ S 0 3 で得た外気温センサ S e 3 の検出結果が所定温度以上か否かを判断する (ステップ S 0 4) 。所定温度は、外気温が高いか否かを示す閾値であって、本冷凍装置 A の設計開発段階で実験等により得られる。ステップ S 0 4 で所定温度以上と判断すると (即ち、Y E S と判断すると) 、オイル戻し回路 8 でのオイル循環量が少ない状態になる可能性 (即ち、圧縮機 1 a , 1 b が高温になり過ぎる可能性) があるとみなして、制御部 20 はステップ S 0 5 を実行する。

【0034】

20

ステップ S 0 5 において、制御部 20 は、ステップ S 0 1 で得た低圧センサ S e 1 の検出結果が所定圧力以下か否かを判断する。ここで、低圧センサ S e 1 の検出結果は、ショーケース側の蒸発温度を実質的に一意に相関する。所定圧力は、この蒸発温度が低いか否かを示す閾値であって、本冷凍装置 A の設計開発段階で実験等により得られる。ステップ S 0 5 で所定圧力以下と判断すると (即ち、Y E S と判断すると) 、オイル循環量が少ない状態になる可能性があるるとみなして、制御部 20 はステップ S 0 6 を実行する。

【0035】

ステップ S 0 6 において、制御部 20 は、ステップ S 0 1 で得た低圧センサ S e 1 の検出結果を、周知の方法で飽和温度に変換する。次に、制御部 20 は、ステップ S 0 2 で得た検出結果とステップ S 0 6 で得た飽和温度との差分値を、冷凍装置 A の入口 P i n における過熱度として導出する (ステップ S 0 7) 。次に、制御部 20 は、ステップ S 0 7 で得た過熱度が所定過熱度以上か否かを判断する (ステップ S 0 8) 。所定過熱度は、過熱度が高いか否かを示す閾値であって、本冷凍装置 A の設計開発段階で実験等により得られる。ステップ S 0 8 で所定過熱度以上と判断すると (即ち、Y E S と判断すると) 、オイル循環量が少ない状態になる可能性があるるとみなして、制御部 20 はステップ S 0 9 を実行する。

30

【0036】

ステップ S 0 9 において、制御部 20 は、内蔵のタイマを起動して、圧縮機 1 a 他 の連続運転時間の計時を開始する。なお、本実施形態において、圧縮機 1 a 他は、圧縮機 1 a , 1 b を意味する。次に、制御部 20 は、タイマによる計時開始から第一所定時間が経過したか否か (即ち、圧縮機 1 a 他が第一所定時間だけ連続運転したか否か) を判断する (ステップ S 0 10) 。第一所定時間は、オイル戻し回路 8 におけるオイル循環量が少ない状態に陥る程、ステップ S 0 4 , S 0 5 , S 0 8 の条件を満たした状態で圧縮機 1 a 他が連続運転したとみなせる時間であって、本冷凍装置 A の設計開発段階で実験等により得られる。第一所定時間が経過したと判断すると (即ち Y E S と判断すると) 、圧縮機 1 a 他 が高温になり過ぎる可能性があるるとみなして、制御部 20 は、図 3 B のステップ S 0 11 を実行する。

40

【0037】

ステップ S 0 11 において、制御部 20 は、電動弁 10 a , 10 b の開度を大きくして、オイル戻し回路 8 におけるオイル循環量を増大させる。電動弁 10 a , 10 b の開度は

50

、例えばパルス数で定義される。この場合、ステップS 0 1 1の実行前よりも多い数のパルスを電動弁1 0 a , 1 0 bに与える。これによって、高圧のオイルセパレータ4から中間圧の圧縮機1 a他へと流れるオイル量が増大する。その過程でオイルは、オイルクーラ9により冷却されるため、圧縮機1 a他の各部が冷却される。

【0038】

ステップS 0 1 1の次に、制御部2 0は、内蔵のタイマを起動して、電動弁1 0 a , 1 0 bの開度を調整する時間の計時を開始する(ステップS 0 1 2)。次に、制御部2 0は、タイマによる計時開始から第二所定時間が経過したか否かを判断する(ステップS 0 1 3)。第二所定時間は、圧縮機1 a他が十分に冷却されたとみなせる時間であって、カオリメータ試験等の基準値等を考慮し、本冷凍装置Aの設計開発段階で実験等により得られる。第二所定時間が経過していないと判断すると(即ちN Oと判断すると)、制御部2 0は、ステップS 0 1 2を実行する。それに対し、第二所定時間が経過したと判断すると(即ちY E Sと判断すると)、制御部2 0は、電動弁1 0 a , 1 0 bの開度を例えばステップS 0 1 1の実行前の状態に戻す(ステップS 0 1 4)。

10

【0039】

再度図3 Aを参照する。ステップS 0 1 0において、制御部2 0は、第一所定時間が未経過と判断すると(即ち、N Oと判断すると)、連続運転時間の計時を停止させる条件を満たしているか否かを判断する(ステップS 0 1 5)。停止条件は、例えば、サーモオフや除霜運転により圧縮機1 a他の運転が停止することが挙げられる。ステップS 0 1 5で停止条件を満たしていないと判断すると(即ち、N Oと判断すると)、制御部2 0は、ステップS 0 1 0を再度実行する。それに対し、停止条件を満たしていると判断すると(即ち、Y E Sと判断すると)、制御部2 0は、連続運転時間の計時を停止させ、タイマの初期化を行う(ステップS 0 1 6)。

20

【0040】

また、図3 AのステップS 0 4 , S 0 5 , S 0 8でN Oと判断した場合、図3 AのステップS 0 1 6を実行した場合、または、図3 BのステップS 0 1 4を実行した場合、制御部2 0は、図3 AのステップS 0 1を再度実行する。

【0041】

1 - 6 . 流量制御(第一例)の主たる効果

本願発明者は、本冷凍装置Aの試作機に流量制御(第一例)を実装し、効果を確認した。その結果を図4に示す。図4では、電動弁1 0 a , 1 0 bの開度の経時変化が破線で、低段吐出口1 5 a他での冷媒温度(即ち、低段吐出温度)の経時変化が実線で、モータ(図示せず)のコイル温度の経時変化が一点鎖線で、ケース1 1 a他の温度(即ち、ケース温度)の経時変化が二点鎖線で示されている。電動弁1 0 a , 1 0 bの開度は、本冷凍装置Aの運転開始直後では過渡的に大きく変動するが、負荷が安定した後は、原則として、小さく概ね一定である。そのため、低頻度ではあるが、外気温が高温、ショーケース側の蒸発温度が低温、かつ、冷凍装置Aの入口P i nでの冷媒過熱度が大きいという条件で、圧縮機1 a他が長時間連続運転してしまうことがある。この時、オイル戻し回路8のオイル循環量が少ないと、図4の時間T a , T b , T c等に示すように、圧縮機1 a他の温度(即ち、低段吐出温度、コイル温度、ケース温度)が高温になり過ぎる。

30

40

【0042】

本冷凍装置Aにおける流量制御(第一例)では、制御部2 0は、時間T a , T b , T cで、オイル戻し回路8におけるオイル循環量が少ない状態にあるとみなすと、電動弁1 0 a , 1 0 bの開度を大きくして、オイル戻し回路8におけるオイル循環量を増大させる。これによって、高圧のオイルセパレータ4から中間圧の圧縮機1 a他へと流れるオイル量が増大する。その過程でオイルはオイルクーラ9により冷却されるため、圧縮機1 a他の各部が冷却されて、圧縮機1 a他の温度(即ち、低段吐出温度、コイル温度、ケース温度)が低下する(図4の時間T d , T e , T fを参照)。その結果、圧縮機1 a他が高温になり過ぎることが防止できて、冷凍装置Aの運転信頼性を向上することが可能となる。

【0043】

50

1 - 7 . 流量制御 (第一例) の他の効果

また、制御部 20 は、低圧センサ S e 1、低段吸込温度センサ S e 2 および外気温センサ S e 3 の検出結果と、圧縮機 1 a 他の連続運転時間とから、オイル循環量が少ない状態であることを定義している。それゆえ、本冷凍装置 A には、オイル戻し回路 8 の流量制御 (第一例) のためにオイル循環量を検出するセンサを別途設けなくとも良い。さらに言えば、低圧センサ S e 1、低段吸込温度センサ S e 2 および外気温センサ S e 3 は、一般的な冷凍装置であれば、別用途のために備わっているものである。換言すると、本冷凍装置 A によれば、既存のセンサを用いて製造コストを抑えつつも、運転信頼性を向上させることが可能となる。

【 0 0 4 4 】

10

1 - 8 . 流量制御 (第一例) の付記

なお、本冷凍装置 A に備わる圧縮機の台数は二個以外であっても良いし、各圧縮機の段数は二段以上であれば良い。

【 0 0 4 5 】

また、流量制御 (第一例) は、ステップ S 0 1 3 に代えて、外気温センサ S e 3 の検出結果が所定温度以上でなくなった場合、低圧センサ S e 1 の検出結果が所定圧力以下でなくなった場合、または、過熱度が所定過熱度以上でなくなった場合に、ステップ S 0 1 4 を実行するように変形しても構わない。

【 0 0 4 6 】

さらに、流量制御 (第一例) は、ステップ S 0 1 5 に代えて、外気温センサ S e 3 の検出結果が所定温度以上でなくなった場合、低圧センサ S e 1 の検出結果が所定圧力以下でなくなった場合、または、過熱度が所定過熱度以上でなくなった場合に、ステップ S 0 1 6 を実行するように変形しても構わない。

20

【 0 0 4 7 】

また、上記では好ましい形態として、圧縮機 1 a 他の連続運転時間が考慮されていた (図 3 A のステップ S 0 9 等を参照) 。しかし、これに限らず、ステップ S 0 8 で Y E S と判断した直後に、ステップ S 0 1 1 が実行されても構わない。

【 0 0 4 8 】

1 - 9 . オイル戻し回路 8 の流量制御 (第二例)

上記流量制御 (第一例) 以外にも、制御部 20 は、図 5 に示すように、低圧センサ S e 1、低段吸込温度センサ S e 2 および中間圧センサ S e 4 の検出結果を受け取り、受け取った各検出結果に基づき、オイル戻し回路 8 の電動弁 1 0 a , 1 0 b の開度を制御することでも、上記流量制御 (第一例) と同様の効果を得ることが出来る。以下、図 6 A , 図 6 B をさらに参照して、制御部 20 による流量制御 (第二例) を詳説する。

30

【 0 0 4 9 】

図 6 A において、制御部 20 は、例えば定期的に、低圧センサ S e 1 , 低段吸込温度センサ S e 2 および中間圧センサ S e 4 の検出結果を取得する (ステップ S 1 1 , S 1 2 , S 1 3) 。

【 0 0 5 0 】

ところで、圧縮機 1 a 他のように冷媒を断熱圧縮する場合、低段吸込口 1 4 a 他での温度および圧力を T 1 , P 1、低段吐出口 1 5 a 他での温度および圧力を T 2 , P 2 とすると (図 7 を参照)、断熱指数を k (既知の値) とすると、次式 (1) が成立する。

40

【 0 0 5 1 】

【 数 1 】

$$\frac{T1}{T2} = \left(\frac{P1}{P2} \right)^{\frac{k-1}{k}} \dots (1)$$

【0052】

今、上式(1)において、低圧センサS e 1の検出結果はP 1に、低段吸込温度センサS e 2の検出結果はT 1に、中間圧センサS e 4の検出結果はP 2に相当する。未知数である低段吐出口15 a他での温度(即ち、低段吐出温度)T 2は、低圧センサS e 1、低段吸込温度センサS e 2、および中間圧センサS e 4の検出結果を、上式(1)に代入することで導出可能である。

【0053】

ステップS 13の次に、制御部20は、上記演算により、低段吐出温度T 2を導出する(ステップS 14)。制御部20は他にも、テーブル参照により低段吐出温度T 2を導出することも出来る。具体的には、制御部20の不揮発性メモリには、低圧センサS e 1、低段吸込温度センサS e 2、および中間圧センサS e 4の検出結果の組み合わせ毎に、本冷凍装置Aの設計開発段階で実験等により得た低段吐出温度T 2が記述されたテーブルが格納されている。制御部20は、ステップS 11, S 12, S 13で得た検出結果に対応する低段吐出温度T 2を取得する。

10

【0054】

次に、制御部20は、ステップS 14で得た低段吐出温度T 2が所定温度以上か否かを判断する(ステップS 15)。所定温度は、低段吐出温度T 2が高いか否かを示す閾値であって、本冷凍装置Aの設計開発段階で実験等により得られる。なお、上式(1)は理想気体の断熱圧縮と仮定した場合の推定式であるため、導出した低段吐出温度T 2には、理想気体と使用冷媒(CO₂)との相違や使用冷媒へのオイル混入の影響等による誤差が含まれる。かかる誤差を考慮して、ステップS 15で使用される所定温度は設定されることが望ましい。ステップS 15で所定温度以上と判断すると(即ち、YESと判断すると)、オイル戻し回路8を循環するオイル量が少なく、圧縮機1 a, 1 bが高温になり過ぎていとみなす。

20

【0055】

その後、制御部20は、ステップS 09~S 016の処理を行う。ステップS 09~S 016については、1-5. オイル戻し回路8の流量制御(第一例)にて詳細に説明したので、ここでは、それぞれの説明を省略する。

【0056】

1-10. 流量制御(第二例)の効果

本冷凍装置Aにおける流量制御(第二例)もまた、1-6. 流量制御(第一例)の主たる効果で説明したのと同様の効果を奏する。

30

【0057】

また、制御部20は、低圧センサS e 1、低段吸込温度センサS e 2および中間圧センサS e 4の検出結果と、圧縮機1 a他の連続運転時間とから、圧縮機1 a他の過昇温の状態にあることを推定している。それゆえ、本冷凍装置Aには、オイル戻し回路8の流量制御(第二例)のために、低段吐出温度を検出するセンサを別途設けなくとも良い。さらに言えば、低圧センサS e 1、低段吸込温度センサS e 2および中間圧センサS e 4は、一般的な冷凍装置であれば、別用途のために備わっているものである。換言すると、本冷凍装置Aによれば、既存のセンサを用いて製造コストを抑えつつも、運転信頼性を向上させることが可能となる。

40

【0058】

1-11. 流量制御(第二例)の付記

また、上記では好ましい形態として、圧縮機1 a他の連続運転時間が考慮されていた(図6AのステップS 09等を参照)。しかし、これに限らず、ステップS 15でYESと判断した直後に、ステップS 011が実行されても構わない。

【0059】

また、流量制御(第二例)は、図6A, 図6BのステップS 015, S 013に代えて、低段吐出温度が所定温度以上でなくなった場合に、ステップS 016, S 014を実行

50

するように変形しても構わない。

【産業上の利用可能性】

【0060】

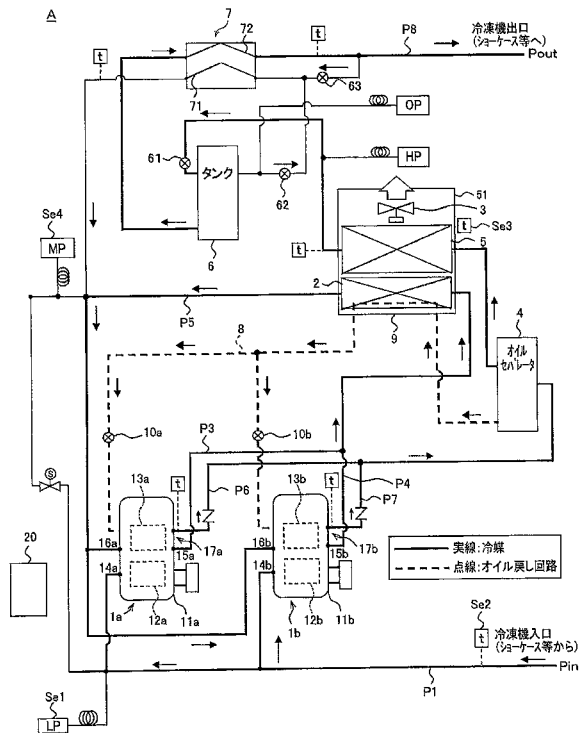
本発明に係る冷凍装置は、運転信頼性を向上可能であり、冷凍機システム等に好適である。

【符号の説明】

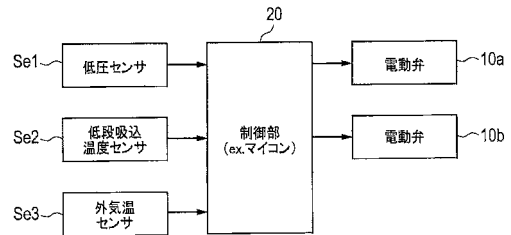
【0061】

- A ... 冷凍装置
- 1 a , 1 b ... 圧縮機
- 4 ... オイルセパレータ
- 8 ... オイル戻し回路
- 9 ... オイルクーラ
- 10 a , 10 b ... 電動弁
- 20 ... 制御部
- Se 1 ... 低圧センサ
- Se 2 ... 低段吸込温度センサ
- Se 3 ... 外気温センサ
- Se 4 ... 中間圧センサ

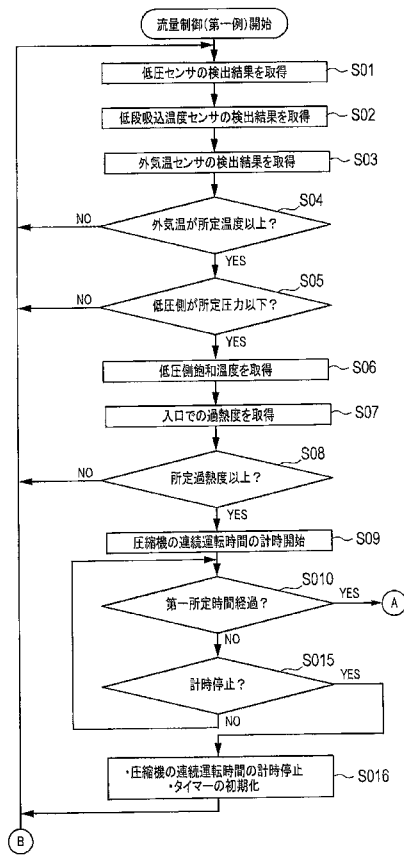
【図1】



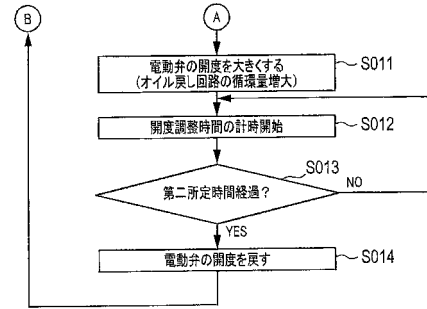
【図2】



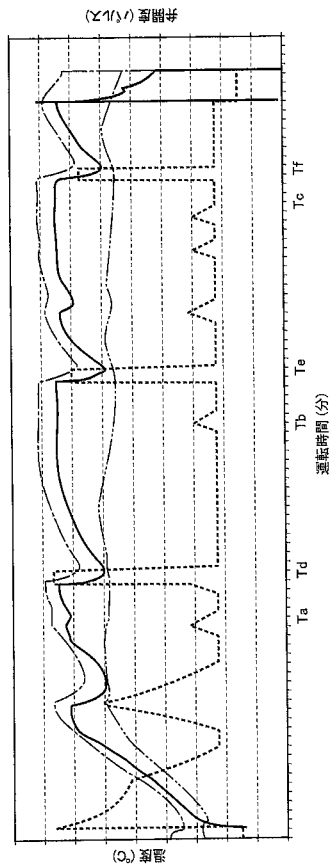
【 図 3 A 】



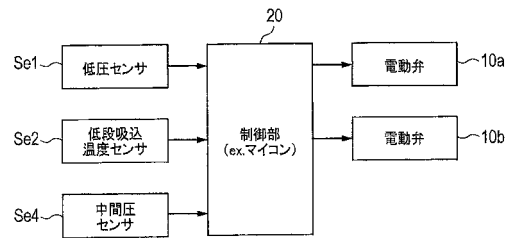
【 図 3 B 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 倉田 裕輔
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内