

(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2009-293901

(P2009-293901A)

(43) 公開日 平成21年12月17日(2009.12.17)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>F 2 5 B</b> 1/10 (2006.01)	F 2 5 B 1/10 S	
<b>F 2 5 B</b> 1/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 8 7 K	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 (22) 出願日  (出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願 (平成18年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構『エネルギー使用合理化技術戦略的開発/エネルギー使用合理化技術実用化開発/ターボ冷凍機の高効率化技術研究開発』共同研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願)	特願2008-150575 (P2008-150575) 平成20年6月9日 (2008.6.9)	(71) 出願人 503164502 荏原冷熱システム株式会社 東京都大田区羽田5丁目1番13号 (74) 代理人 100087066 弁理士 熊谷 隆 (74) 代理人 100094226 弁理士 高木 裕 (72) 発明者 井上 修行 東京都大田区羽田5丁目1番13号 荏原冷熱システム株式会社内 (72) 発明者 山口 忠司 東京都大田区羽田5丁目1番13号 荏原冷熱システム株式会社内 (72) 発明者 遠藤 哲也 東京都大田区羽田5丁目1番13号 荏原冷熱システム株式会社内
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

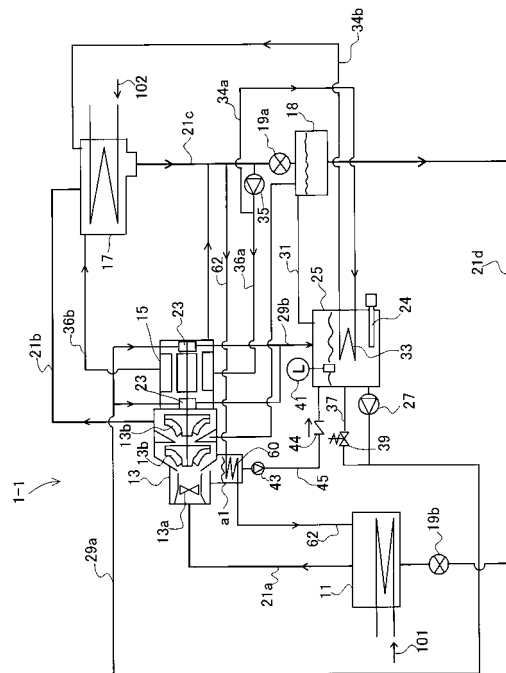
(54) 【発明の名称】 圧縮式冷凍機

(57) 【要約】

【課題】 潤滑油が冷媒中に混入するのを極力避け、潤滑油の適正な粘度を保持することができるとともに、冷凍機の負荷を増大させない圧縮式冷凍機であって、運転中にフォーミング等による潤滑油の供給不能な状態を避けることができる圧縮式冷凍機を提供する。

【解決手段】 二段以上の多段圧縮機13と、凝縮器17と、蒸発器11と、エコマイザ18を冷媒が循環する冷媒配管21によって連結してなる冷媒循環系を具備すると共に、多段圧縮機13の軸受23を潤滑する潤滑油が貯留されている潤滑油タンク25を具備する圧縮式冷凍機において、潤滑油タンク25内の潤滑油を潤滑油供給管29aを介して油ポンプ27で軸受23に供給し、該軸受23を潤滑した潤滑油を潤滑油戻し管29bを介して潤滑油タンク25に戻す潤滑油循環系を設け、潤滑油タンク25内とエコマイザ18内を均圧管31で連結し、潤滑油タンク内圧とエコマイザ内圧を均圧にした。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

二段以上の多段圧縮機と、凝縮器と、蒸発器と、エコノマイザを冷媒が循環する冷媒配管によって連結してなる冷媒循環系を具備すると共に、前記多段圧縮機の軸受を潤滑する潤滑油が貯留されている潤滑油タンクを具備してなる圧縮式冷凍機において、

前記潤滑油タンク内の潤滑油を潤滑油供給管を介して油ポンプで前記軸受に供給し、該軸受を潤滑した潤滑油を潤滑油戻し管を介して潤滑油タンクに戻す潤滑油循環系を設け、

前記潤滑油タンク内と前記エコノマイザ内を均圧管で連結し、前記潤滑油タンク内圧と前記エコノマイザ内圧を均圧にしたことを特徴とする圧縮式冷凍機。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の圧縮式冷凍機において、

前記軸受を軸受室で囲み、前記多段圧縮機の吐出側圧力部と該多段圧縮機を駆動する駆動機のロータ室内をラビリンス或いは狭い隙間で分離したことを特徴とする圧縮式冷凍機。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の圧縮式冷凍機において、

前記潤滑油循環系に前記冷媒によって潤滑油を冷却する油冷却手段を設け、

潤滑油温度と、エコノマイザ温度或いはエコノマイザ温度に関連する物理量とを関連付けたデータを用いて前記油冷却手段を制御する制御手段を有することを特徴とする圧縮式冷凍機。

## 【請求項 4】

請求項 1 又は 2 又は 3 に記載の圧縮式冷凍機において、

前記冷媒循環系から潤滑油を含む冷媒を受け入れ加熱して冷媒を蒸発させ潤滑油を濃縮する濃縮器を設け、

前記濃縮器で蒸発した冷媒蒸気を、前記蒸発器から前記多段圧縮機の吸込み部までの低圧部に戻し、前記濃縮器で濃縮した冷媒を前記潤滑油循環系に戻すことを特徴とする圧縮式冷凍機。

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載の圧縮式冷凍機において、

冷媒加熱手段が凝縮器或いはエコノマイザから供給される冷媒であることを特徴とする圧縮式冷凍機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、二段以上の多段圧縮機、凝縮器、蒸発器、及びエコノマイザを備えた圧縮式冷凍機に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、この種の圧縮式冷凍機は、電動機によって駆動される圧縮機、凝縮器、蒸発器、エコノマイザを備え、これらを冷媒配管で連結して構成されている。また、この種の圧縮式冷凍機は、軸受を潤滑するための潤滑油循環系を備えている。この潤滑油循環系は、油ポンプ、潤滑油タンクを備え、該潤滑油タンク内の潤滑油を潤滑油供給管を通して、例えば電動機の軸受に供給し、該軸受を潤滑した後の潤滑油を戻し管を通して潤滑油タンクに戻すように構成している。潤滑油には冷媒と相溶性のあるものを用いており、潤滑油循環系の軸受部から漏れ出した潤滑油は、運転中、冷媒循環系の冷媒中に溶け込むが、潤滑油循環系にも冷媒が溶け込むことになる。軸受潤滑に供する潤滑油は、適正な粘性を保持する必要があり、現実的には潤滑油の温度と濃度を調整することになる。

## 【0003】

一方潤滑油は軸受の冷却をも兼ねており、機械損失による発熱分を除去し、潤滑油自身は温度上昇する。この熱量を滑油循環系を循環する潤滑油から除去するため、従来は油冷却器を設置し、この熱量（即ち油冷却器を冷却して蒸発した冷媒蒸気）を蒸発器に戻して

10

20

30

40

50

おり、蒸発器の負荷となっていた。

【0004】

圧縮機は、駆動する電動機、軸受、増速ギアを含めて密閉化されており、上述のように潤滑油は冷媒蒸気を吸収して冷媒との混合溶液になる。一方、軸受や増速ギア部から少量の潤滑が漏れ出て冷媒中に混入する。長期間の潤滑油漏出により、潤滑油循環系の油不足による循環不能が生じるので、冷媒液中から潤滑油を回収し潤滑油循環系に戻すと共に、冷媒を濃縮する操作も行っている。この際、潤滑油と共に冷媒が潤滑油循環系に入るが、過剰な冷媒は蒸発して、潤滑油タンクから均圧管を通して、蒸発器に戻される。

【0005】

圧縮式冷凍機の起動時には、蒸発器圧力や温度が急激に低下する（冷媒は常温から冷水を冷却する温度に変化する。空調条件でいえば、夏期の外気温30℃付近から蒸発温度6℃に変化する。）。この際、潤滑油中に溶け込んでいる冷媒が蒸発してきて、粘性の高い潤滑油中に気泡となって現われる。即ちフォーミングが生じる。このフォーミングにより、潤滑油の見かけの体積が急膨張し、潤滑油が潤滑油タンクから流出したり、或いは潤滑油ポンプでの油圧が上昇しない等の悪影響が生じる。このフォーミング現象を抑えるため、圧縮式冷凍機の停止中はヒータで加熱し、潤滑油を所定の温度（60～65℃程度）に維持し、潤滑油が冷媒を吸収するのを抑え、潤滑油中の冷媒濃度を低く保持している。しかし圧縮式冷凍機の停止中の潤滑油温度を高く維持する分、放熱量が増え、ヒータで消費される電力が無駄になる。また、蒸発器圧力などの急変を避けるため、潤滑油タンクの圧力を徐々に低下させるようにしたりしているが、そうすると圧縮式冷凍機の起動時の立ち上がり時間が長くなってしまふ。

【0006】

また、従来は、潤滑油タンク内圧を蒸発器圧力に均圧し、軸受室で潤滑油に吸収或いは入り込んだ冷媒を、潤滑油タンクで蒸発させ、該冷媒蒸気を蒸発器に放出していた。そのため、放出された冷媒量だけ、圧縮機の仕事が増加することになっていた。また潤滑油タンク内圧を蒸発器内圧力と均圧にした場合、既に述べたように、起動時の急激な圧力低下によるフォーミングの懸念などがあった。これに対して潤滑油タンク内圧を凝縮器圧力に均圧にすれば、潤滑油循環系に入り込んだ冷媒は、凝縮器系に放出され、圧縮機負荷にならず、また、圧縮式冷凍機の起動時の油タンクの大きな圧力低下は無く、省エネルギー及び起動特性で優れたものとなっている。実際の実機運転でこれらの利点を確認されている。

【0007】

ただし、実験では、潤滑油タンク内圧を凝縮器圧に均圧にしたときに、軸受室から冷媒循環系に漏れ出す潤滑油の量が多く、なかなか減らすことが出来ない。潤滑油が漏れ出す経路を推定すると、軸受室から該軸受室に隣り合わせとなる圧縮機羽根車の裏側部に最も多く、電動機室側にも少量漏れていると考えられる（潤滑油タンクの油の量を測定、各部圧力測定から油の漏れ経路を推定している。）。これらの境にはラビリンスシール等を設け、潤滑油が移動するのを防いでいる。500冷凍トンのターボ冷凍機の実験では、凝縮器均圧にて当初500～1000cc/hあり、ラビリンスの強化で半減させることができたが、皆無に近くすることはできない（冷媒循環系からの油回収機能を強化すれば、運転は可能であるが、蒸発器に溜まる油を回収するための装置が大きくなり、また場合によってはエネルギーも必要になってくる。）。ところで、均圧管により均圧にすると、均圧管を通して蒸気の移動をさせ、圧力差を殆ど無くすることである。蒸気が移動するので完全に圧力が等しくなるわけではない。

【0008】

なお、潤滑油循環系からの油が減少し過ぎると、潤滑油ポンプの運転が不能になり、油循環ができなくなる。また、漏れ出た油は、冷媒循環系に入り蒸発器に溜まることになるが、沸騰伝熱を悪化させると共に、油混入による沸点上昇で同一冷媒温度に対して沸騰圧力が低下するので、圧縮機の仕事量を増大させることになり、冷凍機の効率低下をも招くことになる。

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2008-14577号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は上述の点に鑑みてなされたものであり、その目的は、潤滑油が冷媒中に混入するのを極力避け、潤滑油の適正な粘度を保持することができるとともに、冷凍機の負荷を増大させない圧縮式冷凍機を提供することにある。

【0010】

また、本発明の他の目的は、圧縮式冷凍機運転中にフォーミング等による潤滑油の供給不能な状態を避けることができる圧縮式冷凍機を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するため本発明は、二段以上の多段圧縮機と、凝縮器と、蒸発器と、エコノマイザを冷媒が循環する冷媒配管によって連結してなる冷媒循環系を具備すると共に、多段圧縮機の軸受を潤滑する潤滑油が貯留されている潤滑油タンクを具備してなる圧縮式冷凍機において、潤滑油タンク内の潤滑油を潤滑油供給管を介して油ポンプで軸受に供給し、該軸受を潤滑した潤滑油を潤滑油戻し管を介して潤滑油タンクに戻す潤滑油循環系を設け、潤滑油タンク内とエコノマイザ内を均圧管で連結し、潤滑油タンク内圧とエコノマイザ内圧を均圧にしたことを特徴とする。

【0012】

20

上記のように、潤滑油タンク内とエコノマイザ内を均圧管で連結し、潤滑油タンク内圧とエコノマイザ内圧を均圧にしたので、潤滑油タンク内圧を蒸発器内圧に均圧させる従来の方式に比較して潤滑油の温度と濃度を適正な値に容易に調整できる。また、損失を出さずに省エネルギー化を図ることができる。なお、潤滑油タンク内と凝縮器内を均圧管で連結し、潤滑油タンク内圧が凝縮器内圧と均圧になるようにし、電動機の冷却を凝縮器冷媒で行って、電動機の損失熱で蒸発した冷媒蒸気を凝縮器に戻しているシステムでは、軸受室の圧力が電動機室の圧力よりも少し高くなる傾向があり、軸受室の潤滑油が電動機室に漏れ出る量が多くなるという問題がある。また、漏れ出た潤滑油回収の際にエネルギーを消費するので、あまり省エネルギーにならない。

【0013】

30

また、本発明は、上記圧縮式冷凍機において、軸受を軸受室で囲み、多段圧縮機の吐出側圧力部と該多段圧縮機を駆動する駆動機のロータ室内をラビリンス或いは狭い隙間で分離したことを特徴とする。

【0014】

上記のように、軸受を軸受室で囲み、多段圧縮機の吐出側圧力部と該多段圧縮機を駆動する駆動機のロータ室内をラビリンス或いは狭い隙間で分離したので、軸受室内圧が略エコノマイザ内圧となり、多段圧縮機の吐出段の羽根車の主板裏側圧力よりも少し低い圧力となり、多段圧縮機の吐出側から軸受室への冷媒蒸気の漏れ込み量は僅かになる。また、軸受室の圧力は電動機室（ロータ室）の圧力よりも低いので、圧力差によって軸受室の潤滑油が電動機室に漏れ出ることはない。従来の軸受室内圧（潤滑油タンク内圧）を蒸発器内圧に均圧していた技術に比較し、多段圧縮機の吐出段羽根車の主板裏側圧力との差、及び電動機室との圧力差が小さくなるので、軸受室への冷媒蒸気漏れ量は少なくなる。なお、潤滑油タンク内圧を凝縮器内圧に均圧とした場合は、軸受室の圧力は多段圧縮機の吐出段羽根車の主板裏側圧力より高く、また電動機室の圧力よりは少し高くなるので、軸受室の潤滑油が多段圧縮機の吐出段羽根車の主板裏側及び電動機室に漏れ出る危険が高く、漏れ量も多くなるという問題がある。従って、潤滑油タンク内圧をエコノマイザ内圧に均圧した方が、潤滑油漏れに関して、ずっと安全である。

40

【0015】

2段圧縮機及びエコノマイザを持つ冷凍機では、機内に、大きく分けて、蒸発器圧力、凝縮器圧力、それらの中間的な圧力であるエコノマイザ圧力の3レベルの圧力がある。そ

50

ここで、潤滑油タンクの均圧先をエコノマイザにして実験すると、潤滑油循環系の油の減少量は極端に少なくなり、ラピリンスを強化している実験機では、1～10cc/h以下となった。圧力計測の結果、軸受室の圧力が圧縮機の羽根裏圧力より低く、且つ電動機室圧力よりも低く、基本的な冷媒ガスの流れが軸受室方向になり、油の減少がなくなっていると考えられる。少量の油は軸を伝わって漏れ出る、或いは起動時などの圧力の定まらないときの油の漏れ出しと考えられる。この潤滑油タンク内をエコノマイザ内圧に均圧にすることで、従来技術の蒸発器均圧と油減少に関しては略同等で、省エネルギー性の改善を図ることができた。

【0016】

また、本発明は、上記圧縮式冷凍機において、潤滑油循環系に冷媒によって潤滑油を冷却する油冷却手段を設け、潤滑油温度と、エコノマイザ温度或いはエコノマイザ温度に関連する物理量とを関連付けたデータを用いて油冷却手段を制御する制御手段を有することを特徴とする。

10

【0017】

上記のように、潤滑油循環系に冷媒によって潤滑油を冷却する油冷却手段を設け、制御手段により潤滑油温度と、エコノマイザ温度或いはエコノマイザ温度に関連する物理量とを関連付けたデータを用いて油冷却手段を制御するので、潤滑油は軸受の冷却を兼ねており、機械損失による発熱分を受取り、潤滑油自身は昇温している。この熱量を潤滑油循環系から除去するために、冷却手段に凝縮器からの冷媒を導入して冷却し、この熱量（即ち油冷却器を冷却して蒸発した冷媒蒸気）を凝縮器或はエコノマイザに戻して、この冷媒蒸気

20

【0018】

また、本発明は、上記圧縮式冷凍機において、冷媒循環系から潤滑油を含む冷媒を受け入れ加熱して冷媒を蒸発させ潤滑油を濃縮する濃縮器を設け、濃縮器で蒸発した冷媒蒸気を、蒸発器から多段圧縮機の吸込み部までの低圧部に戻し、濃縮器で濃縮した冷媒を潤滑油循環系に戻すことを特徴とする。

【0019】

上記のように、冷媒循環系から潤滑油を含む冷媒を受け入れ加熱濃縮する濃縮器を設け、濃縮器で蒸発した冷媒蒸気を、蒸発器から多段圧縮機の吸込み部までの低圧部に戻し、濃縮器で濃縮した冷媒を潤滑油循環系に戻すので、冷媒循環系から潤滑油を含む冷媒を濃縮器で受け入れ加熱濃縮した後、潤滑油循環系に潤滑油を戻すため、潤滑油循環系に多量の冷媒が入ることを防ぎ、フォーミングの発生を防ぐことができる。また、潤滑油循環系に入った冷媒は、蒸発器ではなくエコノマイザに放出するので、濃縮による損失を少なくすることができる。

30

【0020】

また、本発明は、上記圧縮式冷凍機において、冷媒加熱手段が凝縮器或いはエコノマイザから供給される冷媒であることを特徴とする。

【0021】

上記冷媒加熱手段が凝縮器或いはエコノマイザから供給される冷媒であるので、冷媒を加熱放出する熱源が、凝縮器或いはエコノマイザからの冷媒となり、放出される冷媒の冷凍効果は、熱源となる冷媒を冷却することで、その冷媒に冷凍効果を与えることにより、省エネルギーを計ることができる。

40

【発明の効果】

【0022】

請求項1に記載の発明によれば、潤滑油タンク内圧とエコノマイザ内圧を均圧にしたので、潤滑油タンク内圧を蒸発器内圧に均圧させる従来の方式と比較して潤滑油の温度と濃度を適正な値に容易に調整できる。また、損失を出さずに省エネルギー化を図ることができる。

【0023】

請求項2に記載の発明によれば、軸受室内圧が略エコノマイザ内圧となり、多段圧縮機

50

の吐出段の羽根車の主板裏側圧力よりも少し低い圧力となり、多段圧縮機の吐出側から軸受室への冷媒蒸気漏れ込み量は僅かになる。また、軸受室の圧力は電動機室の圧力よりも低いので、圧力差によって軸受室の潤滑油が電動機室に漏れ出ることはない。

【0024】

請求項3に記載の発明によれば、制御手段により潤滑油温度と、エコマイザ温度或いはエコマイザ温度に関連する物理量とを関連付けたデータを用いて油冷却手段を制御するので、省エネルギーになる。

【0025】

請求項4に記載の発明によれば、冷媒循環系から潤滑油を含む冷媒を凝縮器に受け入れ加熱凝縮した後、潤滑油循環系に潤滑油を戻すため、潤滑油循環系に多量の冷媒が入ることを防ぎ、フォーミングの発生を防ぐことができる。また、潤滑油循環系に入った冷媒は、蒸発器ではなくエコマイザに放出するので、凝縮による損失を少なくすることができる。

10

【0026】

請求項5に記載の発明によれば、冷媒を加熱放出する熱源が、凝縮器或いはエコマイザからの冷媒となり、放出される冷媒の冷凍効果は、熱源となる冷媒を冷却することで、その冷媒に冷凍効果を与えることにより、省エネルギーを計ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、本願発明の実施の形態例を図面に基づいて説明する。

20

〔第1実施形態例〕

図1は本発明の第1実施形態としての圧縮式冷凍機1-1の全体概略構成を示す図である。図1に示す圧縮式冷凍機1-1は、蒸気圧縮式の冷凍サイクルを有する圧縮式冷凍機であり、冷媒を封入したクロードシステムを備えている。即ち、冷水(被冷却流体)101から熱を奪って冷媒が蒸発し、冷凍作用を発揮する蒸発器11と、該蒸発器11で発生した冷媒蒸気を圧縮して高圧蒸気にする圧縮機13と、該高圧蒸気を冷却水102で冷却して凝縮させる凝縮器17と、該凝縮器17で凝縮した冷媒を中間圧力にて蒸発冷却させるエコマイザ18とを、冷媒配管21で連結したクロードシステムを構成している。圧縮機13は2段以上の多圧縮機(ここでは2段圧縮)であり、電動機15で駆動されるようになっている。

30

【0028】

本圧縮式冷凍機1-1は、図示を省略する制御装置(制御手段)を備え、電動機15の駆動制御や、後述する各種ポンプや各種機器の駆動制御をするようになっている。後に詳述するように、圧縮機13と電動機15の軸は一体に構成され軸受23、23により回転自在に支持されている。蒸発器11と圧縮機13は冷媒配管21aで連結され、圧縮機13と凝縮器17は冷媒配管21bで連結され、凝縮器17とエコマイザ18は冷媒配管21cで連結され、エコマイザ18と蒸発器11は冷媒配管21dで連結されている。また、凝縮器17とエコマイザ18を連結する冷媒配管21cには膨張機(膨張弁)19a、エコマイザ18と蒸発器11を連結する冷媒配管21dには膨張機(膨張弁)19bが設けられている。

40

【0029】

この圧縮式冷凍機1-1は、軸受23、23を潤滑するため潤滑油が循環する潤滑油循環系を備えている。該潤滑油循環系は、潤滑油を貯留する潤滑油タンク25と、油ポンプ27と、潤滑油供給配管29aと、潤滑油戻り配管29bとを備えている。潤滑油タンク25内の潤滑油は油ポンプ27により潤滑油供給配管29aを通過して電動機15の両側に設置された軸受23、23に供給され、該軸受23、23を潤滑した後の潤滑油は潤滑油戻り配管29bを通過して潤滑油タンク25に戻るようになっている。なお、軸受23に転がり軸受を用いれば、従来のすべり軸受よりも、潤滑油の許容粘性範囲を広くとることができ、潤滑油管理が容易となる。

【0030】

50

潤滑油タンク 25 内には潤滑油液面が形成され、その上部は冷媒蒸気、下部は潤滑油と冷媒の混合溶液（以下場合に依じて「混合溶液」又は「潤滑油」という）が存在する部分となっている。潤滑油タンク 25 内には、油冷却手段として熱交換器（以下「油冷却器」という）33 が設置されている。この油冷却器 33 は冷媒によって潤滑油を冷却するようになっており、凝縮器 17 とエコノマイザ 18 を連結する冷媒配管 21c を通る冷媒（液）がポンプ 35 により配管 34a を通って油冷却器 33 に供給され、油冷却器 33 で潤滑油を冷却した冷媒（蒸気）は配管 34b を通って凝縮器 17 に戻るようになっている。また、冷媒配管 21c を通る冷媒（液）はポンプ 35 により配管 36a を通って電動機 15 のステータ部に供給され、該ステータ部を冷却した冷媒（蒸気）は配管 36b を通って凝縮器 17 に戻るようになっている。

10

#### 【0031】

潤滑油タンク 25 には油ポンプ 27 の下流側の配管 29a に潤滑油を潤滑タンク 25 内に戻す油逃し配管 37 が接続され、該油逃し配管 37 には圧力調整用の油逃し弁 39 が設けられている。油逃し弁 39 で潤滑油タンク 25 に所定圧力以上となった潤滑油を戻す場合、潤滑油タンク 25 中の潤滑油液面の下に戻すのが望ましい。なお、油冷却器 33 は潤滑油タンク 25 の外に設けても良い。また、油ポンプ 27 は潤滑油タンク 25 内に設けてもよく、また油逃し弁 39 は油ポンプ 27 と一体に設けても良い。なお、圧縮式冷凍機 1-1 の停止中に、潤滑油温度が冷媒温度に近づくと、冷媒を多量に吸収してしまうため、潤滑油タンク 25 内には油加熱用のヒータ 24 を設置し、圧縮式冷凍機 1-1 が停止中の潤滑油温度の調整に用いている。

20

#### 【0032】

本実施形態例では、電動機 15 の両側に配置された軸受 23、23 をころがり軸受としている。そして軸受 23、23 がころがり軸受の場合、ボール或いはローラーに潤滑油を噴射或いは流下させて潤滑し、潤滑した潤滑油を潤滑油戻り配管 29b を通して潤滑油タンク 25 に戻している。潤滑油中の冷媒の一部は軸受 23 内の空間では冷媒蒸気になっており、潤滑油タンク 25 と後述する軸受室 70 との間に均圧管 71（図 5 参照）を連結し、軸受室 70 の内圧と潤滑油タンク 25 の内圧とを均圧にすることが、軸受 23、23 を潤滑した潤滑油を潤滑油タンク 25 に戻す点から好ましい。

#### 【0033】

潤滑油タンク 25 とエコノマイザ 18 とは均圧管 31 によって連結されている。従って、潤滑油タンク 25 の内圧（液面上方の空間圧）とエコノマイザ 18 の内圧は均圧しており、軸受 23、23 にかから戻ってきた潤滑油が潤滑タンク 25 の上部から落下していく間、及び潤滑油液面で、冷媒蒸気空間に暴露され、略気液平衡関係で潤滑油の冷媒の濃度が決まる。ここで図 7 は潤滑油（混合溶液）の特性例を示す図である。各冷媒濃度における冷媒露点（冷媒圧力を飽和温度に換算したもの）と、混合溶液温度との関係を示す図である。なお、図中の濃度は質量濃度 mass% である。そして例えばエコノマイザ温度 20、混合溶液温度 55 で定常運転していると、図 7 から混合溶液の冷媒濃度は約 10% であることが分かる。

30

#### 【0034】

潤滑油タンク 25 内の潤滑油溜り部には、油冷却器 33 が配置され凝縮器 17 からの冷媒で冷却され、例えば 45 になって軸受 23 に供給される。軸受 23 の機械損失分で混合溶液温度が上昇し、先ほどの 55 になって潤滑油タンク 25 に戻る。つまり例えば図 7 に示す混合溶液の温度を露点と関連付けたデータを用いた油冷却器 33 を制御装置で制御することで、冷媒濃度を略一定にすることも可能である。逆に混合溶液の温度を露点に追従させれば、冷媒濃度変化は生じない。即ちフォーミングを防ぐことができる。このように潤滑油（冷媒 + 油の混合溶液）を簡易な構成で適正な粘度（温度と濃度）に保持することができる。

40

#### 【0035】

図 6 は電動機 15 及び軸受 23 の部分の詳細を示す図である。軸受 23 は電動機 15 の軸の一端部と、電動機 15 の軸の他端部と圧縮機 13 の吐出側の間に配置されている。軸

50

受 2 3、2 3 は、軸受室 7 0 で囲まれ（軸受室 7 0 内に配置され）、圧縮機 1 3 の吐出側圧力部（羽根車裏側部）と電動機 1 5 のロータ室 1 5 b が配置されているロータ室 1 5 b の間にはラビリンス或いは狭い隙間 L が配置され分離されている。軸受室 7 0 は前述のように均圧管 7 1 によって潤滑油タンク 2 5 と均圧が取られているので、略エコノマイザ 1 8 の圧力である。従来の軸受室は、蒸発器 1 1 と均圧を取っていたので、冷媒蒸気が圧縮機 1 3 及び電動機 1 5 から多量に入り込むようになっており、この蒸気が蒸発器 1 1 に入っていくので、効率低下を招いていた。なお、軸受室 7 0 を凝縮器 1 7 に均圧させた場合には、軸受室 7 0 の圧力が電動機 1 5 のロータ室 1 5 b よりも僅かに高くなる傾向にあり、また、圧縮機 1 3 の吐出段羽根車の主板裏側圧力よりは高い圧力となるので、軸受室 7 0 に冷媒蒸気は入ってこないが、軸受室 7 0 の潤滑油が電動機 1 5 のロータ室 1 5 b 及び圧縮機 1 3 の吐出段羽根車の主板裏側に漏れ、その量が多くなる。

#### 【0036】

本発明の場合はこのようなことがないので、軸受室 7 0 の境は簡単なラビリンス或いは狭い隙間 L の隔壁とすることができ、簡易化が可能となる。また、上記実施形態例では、軸受室 7 0 が略エコノマイザ 1 8 の圧力で、凝縮器 1 7 と蒸発器 1 1 の中間圧力となり、圧縮機 1 3 の吐出段の羽根車の主板裏側圧力よりも少し低い圧力で、圧縮機 1 3 の吐出側から軸受室 7 0 への冷媒蒸気漏れこみ量は僅かである。また、軸受室 7 0 の内圧は電動機 1 5 のロータ室 1 5 b 内圧よりも低いので、圧力差によって軸受室 7 0 の潤滑油が電動機 1 5 のロータ室 1 5 b に漏れ出すことはなく、従来の蒸発器 1 1 に均圧していた場合よりも、冷媒蒸気漏れ込み量を少なくすることができる。

#### 【0037】

圧縮式冷凍機 1 - 1 を長期間運転していると、潤滑油循環系の潤滑油が少量であるが冷媒循環系に漏れ出してきて、蒸発器 1 1 内に冷媒に溶け込んだ状態で蓄積してくる。その結果、圧縮式冷凍機 1 - 1 を運転すると、蒸発器 1 1 から潤滑油分を含んだ冷媒ミストが圧縮機 1 3 の吸込部の液溜り部 a 1 に留まってくる。そしてこの冷媒を潤滑油の濃度を上げて（或いはそのまま）配管 4 5 及び該配管 4 5 に接続したポンプ 4 3 によって潤滑油タンク 2 5 に回収する。6 0 は液溜り部 a 1 に設けた加熱手段であり、凝縮器 1 7 から蒸発器 1 1 に向う配管 6 2 の冷媒により液溜り部 a 1 に留まっている潤滑油分を含んだ冷媒ミストを加熱して潤滑油の濃度を上げるためのものである。つまり、液溜り部 a 1 は、加熱手段 6 0 と共同して加熱濃縮器となっている。

#### 【0038】

本実施形態例では、潤滑油タンク 2 5 内に設置した液面センサー 4 1 によって潤滑油の液面を測定し、所定の液面の範囲になるようにポンプ 4 3 の駆動を制御する。ポンプ 4 3 の駆動制御は吸込部の液溜り部 a 1 の温度が所定の温度に上昇したこと（即ち、所定の油濃度になったこと）を検知して所定時間ポンプを駆動するようにしてもよい。4 4 は逆止弁であり、ポンプ 4 3 の停止中に潤滑油タンク 2 5 から潤滑油が逆流するのを防いでいる。潤滑油タンク 2 5 と液溜り部 a 1 には圧力差があるので、小容量のポンプ 4 3 を用いている。

#### 【0039】

潤滑油タンク 2 5 は均圧管 3 1 によってエコノマイザ圧力の系統に均圧しており、冷媒系統に漏れ出した潤滑油を潤滑油濃度を上げて潤滑油循環系（圧縮機 1 3 の吸込部の液溜り部 a 1 から潤滑油タンク 2 5 ）に回収するが、回収潤滑油の冷媒濃度を高く、一部の冷媒は油冷却の効果を出しながら蒸発する。蒸発した冷媒蒸気を潤滑油タンク 2 5 の均圧管 3 1 を通してエコノマイザ系統（エコノマイザ 1 8 ）に導く構成となっている。潤滑油中の余分な冷媒は、蒸発して油を冷却することができる。従って、冷却手段としては、凝縮器 1 7 から供給される冷媒（液）を、直接潤滑油に混入して蒸発熱にて冷却し、蒸発冷媒をエコノマイザ 1 8 に戻してもよい。

#### 【0040】

以上のように本実施形態においては、軸受 2 3、2 3 の機械損失分の熱を、凝縮器 1 7 経由で冷却水に放熱或いはエコノマイザ 1 8 に放熱したので、従来のように蒸発器 1 1 に

10

20

30

40

50

戻す場合に比べて、省エネルギー化を図ることができる。また、上記のように２段の圧縮機 13 及びエコマイザ 18 を備えた圧縮式冷凍機では、機内に、大きく分けて、蒸発器 11 の圧力、凝縮器 17 の圧力、それらの中間的な圧力であるエコマイザ 18 の圧力の 3 レベルの圧力がある。そこで、潤滑油タンク 25 の均圧先をエコマイザ 18 にして実験すると、潤滑油循環系の油の減少量は極端に少なくなり、ラビリンスを強化している実験機では 1 ~ 10 cc/h 以下となった。

#### 【0041】

ところで、フォーミングを防止する方策の一つとして、急激にエコマイザ 18 の温度の低下（露点低下）をさせない運転をすることが重要である。このため本実施形態例では制御手段によって、圧縮式冷凍機 1-1 の停止時に、吸込みベーン 13a を徐々に閉止すると共に羽根車 13b、13b の回転速度も徐々に低下させながら停止させることとした。エコマイザ 18 の温度の急変は圧縮式冷凍機 1-1 の停止時がもっとも激しいので、このような圧縮式冷凍機 1-1 の停止時においてエコマイザ 18 の温度の急変を避ける圧縮式冷凍機 1-1 の運転を行うことで、フォーミングを効果的に防止することができる。

10

#### 【0042】

##### 〔第 2 実施形態例〕

図 2 は本発明の第 2 実施形態例としての圧縮式冷凍機 1-2 の全体概略構成を示す図である。同図に示す圧縮式冷凍機 1-2 において、図 1 の第 1 実施形態例の圧縮式冷凍機 1-1 と同一又は相当部分には同一符号を付す。なお、以下に説明する事項以外の事項については、図 1 に示す圧縮式冷凍機 1-1 と同じである。図 2 に示す圧縮式冷凍機 1-2 において図 1 に示す圧縮式冷凍機 1-1 と相違する点は、蒸発器 11 の冷媒から潤滑油を回収し、潤滑油タンク 25 に戻す油回収手段を付け加えている点と、油冷却器 33 の出口からの冷媒を凝縮器 17 か蒸発器 11 に選択的に切替え可能とする切替え手段（切替え弁）53 を設けている点である。

20

#### 【0043】

油回収手段は、蒸発器 11 内の潤滑油を含有している冷媒を油回収熱交換器 47 を経由して圧縮機 13 の吸込部の液溜り部 a1 に導くように配管 48 を接続すると共に、油回収熱交換器 47 を通る前記冷媒を、凝縮器 17 から蒸発器 11 へ向かう配管 50 中の冷媒にて加熱するように構成されている。即ち凝縮器 17 から配管 50 を通して蒸発器 11 に導入される冷媒により、配管 48 中の潤滑油の混入した冷媒を加熱し、加熱された冷媒は冷媒蒸気を発生し、気泡ポンプの原理で液溜り部 a1 に持ち上げられる。加熱されて蒸発した冷媒は圧縮機 13 に吸引され、一方油は液溜り部 a1 に溜り、回収される。蒸発器 11 から油回収熱交換器 47 への冷媒流量は、蒸発後の過熱度を過熱度検出手段 49 で検出し、弁 51 の開度を制御することで、所定の流量になるように調節される。その際配管 50 を通して蒸発器 11 に導入される冷媒は冷却される（熱量同一）ので、蒸発した冷媒と同熱量は蒸発器 11 で冷凍効果を発揮したと同じことになる。

30

#### 【0044】

一方切替え手段 53 は、図示しない制御手段によって、通常は油冷却器 33 の出口からの冷媒蒸気を凝縮器 17 に導いているが、冷媒のエコマイザ 18 での温度低下速度を検出し、或いはエコマイザ 18 での冷媒温度と関連の深い凝縮温度を検出し、検出した低下速度が所定の速度以上であれば、これを切り替えて油冷却器 33 出口の冷媒蒸気を蒸発器 11 に導き、これによって蒸発温度レベルで潤滑油の冷却を行い、油冷却器 33 の出口からの冷媒蒸気を蒸発器 11 に導き、これによって蒸発温度レベルで潤滑油の冷却を行い、油冷却器 33 の出口からの冷媒蒸気を凝縮器 17 に導いた場合に比べて、潤滑油温度を急激に低下させる。

40

#### 【0045】

潤滑油温度がエコマイザ 18 の露点の急激な温度低下に追従しきれないときにフォーミングが起きる可能性がある（急激な露点の温度上昇に対してはフォーミングは起きない）。そして潤滑油タンク 25 の潤滑油液面よりも下部で、潤滑油温度を低下させておけば

50

、蒸気の発生は抑えられ、フォーミングを防ぐことができる。液面より下部は気液平衡はないので、温度を下げて冷媒濃度が上昇することはない（液面を含め、液面上部で気液平衡関係が出てくる）。そこで本実施形態例では切替え手段 5 3 によって、冷媒の凝縮温度の急変が生じつつあるときは油冷却器 3 3 の冷却能力を急激に上げて対応している。即ち、通常凝縮温度で潤滑油を冷却している（即ち油冷却器 3 3 の蒸発蒸気を凝縮器 1 7 に導いている）が、冷媒蒸気を蒸発器 1 1 に導くように変更することで、蒸発器温度相当で潤滑油を冷却し、潤滑油タンク 2 5 内の液面より下の潤滑油の温度を下げ、フォーミングを防止するようにしている。即ち、本実施形態例では、油冷却器 3 3 に凝縮温度系と蒸発温度系の二系統を持たせ、通常は凝縮系としている。急変時には蒸発系としている。なお、急変時には凝縮系と蒸発系を併用してもよい。

10

## 【 0 0 4 6 】

なお、本実施形態例での切替え手段 5 3 は、油冷却器 3 3 の出口からの冷媒の戻りを凝縮器 1 7 か蒸発器 1 1 に選択的に切替え可能とするのであるが、図 3 に示すように蒸発器 1 1 の代りにエコノマイザ 1 8 に油冷却器 3 3 の出口からの冷媒を戻してもよい。

## 【 0 0 4 7 】

一方圧縮式冷凍機 1 - 2 が圧縮機 1 3 の吸込みベーン 1 3 a を閉止しないで緊急停止するような場合、凝縮器 1 7 及びエコノマイザ 1 8 から蒸発器 1 1 に圧縮機 1 3 を経由して冷媒蒸気が逆流し、凝縮器圧力及びエコノマイザ 1 8 の圧力が蒸発器 1 1 の圧力付近まで低下することがある。この対策のために、凝縮器 1 7 の圧力変化或いはエコノマイザ 1 8 の圧力変化の際に閉止する弁を潤滑油タンク 2 5 とエコノマイザ 1 8 を連結する均圧ライン（均圧管 3 1 ）に設け、潤滑油タンク 2 5 の急激な圧力低下を防いでもよい。

20

## 【 0 0 4 8 】

図 3 に示す圧縮式冷凍機 1 - 3 は、図 2 に示す圧縮式冷凍機 1 - 2 における油回収熱交換器 4 7 廻りを変更したものである。蒸発器 1 1 内の潤滑油を含浸している冷媒を弁 5 1 を所定時間開くことにより、配管 4 8 を介して油回収熱交換器 4 7 に所定量導いた後弁 5 1 を閉じ、加熱濃縮にて冷媒を蒸発して蒸発した冷媒を蒸発器 1 1 に戻すと共に、油濃度の上昇した冷媒（溶液）をポンプ 3 2 により配管 2 8 を介して直接潤滑油タンク 2 5 に戻すようにしたものである。ポンプ 3 2 の駆動は油濃度（溶液温度）を検知して所定時間運転する。ポンプ 3 2 の停止中の逆流を防止するため、配管 2 8 には逆止弁 3 0 を設けている。その後、前述したのと同様に、蒸発器 1 1 内の冷媒を油回収熱交換器 4 7 に導いて操作を繰り返す。なお、油濃度の上昇した冷媒（溶液）を、ポンプ 4 3 で圧縮機 1 3 の吸込部の液溜り部 a 1 に導くようにしてもよい。

30

## 【 0 0 4 9 】

## 〔 第 3 実施形態例 〕

図 4 は本発明の第 3 実施形態例としての圧縮式冷凍機 1 - 4 の全体概略構成を示す図である。同図に示す圧縮式冷凍機 1 - 4 において、図 1 に示す圧縮式冷凍機 1 - 1 と同一又は相当部分には同一符号を付す。なお、以下で説明する事項以外の事項については、図 1 に示す圧縮式冷凍機と同じである。図 4 に示す圧縮式冷凍機が図 1 に示す圧縮式冷凍機 1 - 1 と相違する点は、圧縮式冷凍機 1 - 1 では圧縮機 1 3 の吸込み部の潤滑油を潤滑油タンク 2 5 に戻すのにポンプ 4 3 を用いているが、圧縮式冷凍機 1 - 4 では圧縮機 1 3 の吸込み部と潤滑油タンク 2 5 を連結する配管 4 5 の途中に潤滑油を溜める濃縮液タンク 5 5 と、該濃縮液タンク 5 5 に蒸発器 1 1 （圧縮機 1 3 の吸込み部）と潤滑油タンク 2 5 （或いはエコノマイザ 1 8 ）とを切替えて接続する切替え手段 5 7 とを取り付け、切替え手段 5 7 によって濃縮液タンク 5 5 内に供給する圧力を蒸発器 1 1 の圧力とエコノマイザ 1 8 の圧力に切替えできるように構成している点である。

40

## 【 0 0 5 0 】

このように構成すれば、潤滑油タンク 2 5 に濃縮液タンク 5 5 内の潤滑油を戻す際には、切替え手段 5 7 を切替えることで濃縮液タンク 5 5 を潤滑油タンク 2 5 に接続すれば、濃縮液タンク 5 5 内の圧力がエコノマイザ 1 8 内の圧力となり、均圧管 3 1 によってエコノマイザ 1 8 の内圧と同等とされている潤滑油タンク 2 5 への潤滑油の移送が行われる。

50

切替え手段 57 によって潤滑油タンク 25 への潤滑油の移送を行うか否かは、第 1 実施形態例のポンプ 43 の駆動操作と同様に、潤滑油タンク 25 内に設置した液面センサー 41 によって潤滑油の液面を測定し、所定の液面の範囲になるように切替え手段 57 を切替え制御する。或いは圧縮機 13 の吸込部の液溜り部 a1 の温度が所定の温度に上昇したこと（即ち、所定の油濃度になったこと）を検知して所定時間切替え手段 57 を動作させるようにしてもよい。なお、液溜り部 a1 の液を確実に濃縮液タンク 55 に移動させるため、破線で示す均圧管と弁を設け、液溜り部 a1 の濃縮液をタンク 55 に移動させる際に弁を開にしてもよい。

#### 【0051】

〔第 4 実施形態例〕

図 5 は本発明の第 4 実施形態としての圧縮式冷凍機 1-5 の全体概略構成を示す図である。同図に示す圧縮式冷凍機 1-5 において、図 1 に示す圧縮冷凍機 1-1 と同一又は相当部分に同一符号を付す（但し二重化した部分については「-1」「-2」の符号を付して、共用した部分については前記符号はつけていない）。なお、以下説明する事項以外の事項については、図 1 に示す圧縮式冷凍機 1-1 と同じである。

#### 【0052】

この圧縮式冷凍機 1-5 は、冷媒を封入した 2 つのクローズドシステムで二重化した冷凍サイクルを備えた圧縮式冷凍機に本発明を適用したものであり、蒸発器 11-1、11-2 と、圧縮機 13-1、13-2 と、凝縮器 17-1、17-2 と、エコマイザ 18-1、18-2 とを、冷媒を循環する冷媒配管 21-1a~d、21-2a~d によって連結して構成されている。圧縮機 13-1 と圧縮機 13-2 は電動機（駆動機）15 の両側に配置され、該電動機 15 によって駆動されるようになっている。

#### 【0053】

また、潤滑油タンク 25、油ポンプ 27、均圧管 31、油冷却器 33、ポンプ 35、ポンプ 43 等は、両冷凍サイクルで共用している。2 つの凝縮器 17-1 と凝縮器 17-2 は冷却水 102 が直列に供給されており、同様に 2 つの蒸発器 11-1 と蒸発器 11-2 には冷水 101 が直列に供給されている。その際、均圧管 31 は冷却水 102 の入口側のサイクル（即ち、冷却水 102 を最初に供給する側：低圧側サイクル）のエコマイザ 18-1 に接続され、潤滑油タンク 25 の圧力は、低圧側サイクルのエコマイザ 18-1 に均圧を取っている。また、油冷却器 33 に供給する冷媒、及び電動機 15 を冷却する冷媒は、冷却水入口側の凝縮器 17-1 の冷媒を用いる。また、両圧縮機 13-1、13-2 の吸込み部の液溜り部 a1-1、a1-2 の溜まり液は、濃縮液タンク 55 に集めて加熱濃縮し、加熱濃縮で発生する冷媒蒸気は圧縮機 13-1 の吸込み部に戻し、濃縮液はポンプ 43 で潤滑油タンク 25 に戻すようになっている。なお、均圧管 31 の接続は前述の接続に限定されるものではなく、高圧側サイクルに接続しても差し支えない。

#### 【0054】

以上、本発明の実施形態例を説明したが、本発明は上記実施形態例に限定されるものではなく、特許請求の範囲、及び明細書と図面に記載された技術的思想の範囲内において種々の変形が可能である。なお、直接明細書及び図面に記載がない何れの形状や構造であっても、本願発明の作用効果を奏する以上、本願発明の技術範囲である。例えば、上記実施形態例では電動機 15 と羽根車 13b を直結するように記載されているが、電動機の回転をギア等で構成される変速機を解して羽根車に伝達する構成の圧縮式冷凍機であってもよい。また、凝縮器を過冷却するサブクーラがあってもよい。

#### 【0055】

また、上記各実施形態例では、潤滑油を冷却する油冷却手段として、油冷却器 33 を設けたが、その代わりに、潤滑油循環系に冷媒液を導入する、或いは潤滑油循環系の潤滑油よりも冷媒含有率の高い潤滑油を潤滑油循環系に導入する、構成の冷却手段を用いても良い。冷媒系から潤滑油を回収してくる場合、冷媒含有率が高めの潤滑油が回収されることが多く、これを利用できる。

#### 【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 6 】

- 【図 1】本発明に係る圧縮式冷凍機の全体概略構成例を示す図である。  
 【図 2】本発明に係る圧縮式冷凍機の全体概略構成例を示す図である。  
 【図 3】本発明に係る圧縮式冷凍機の全体概略構成例を示す図である。  
 【図 4】本発明に係る圧縮式冷凍機の全体概略構成例を示す図である。  
 【図 5】本発明に係る圧縮式冷凍機の全体概略構成例を示す図である。  
 【図 6】圧縮機、電動機、及び軸受部の詳細を示す図である。  
 【図 7】混合溶液と冷媒露点と冷媒濃度の関係の一例を示す図である。

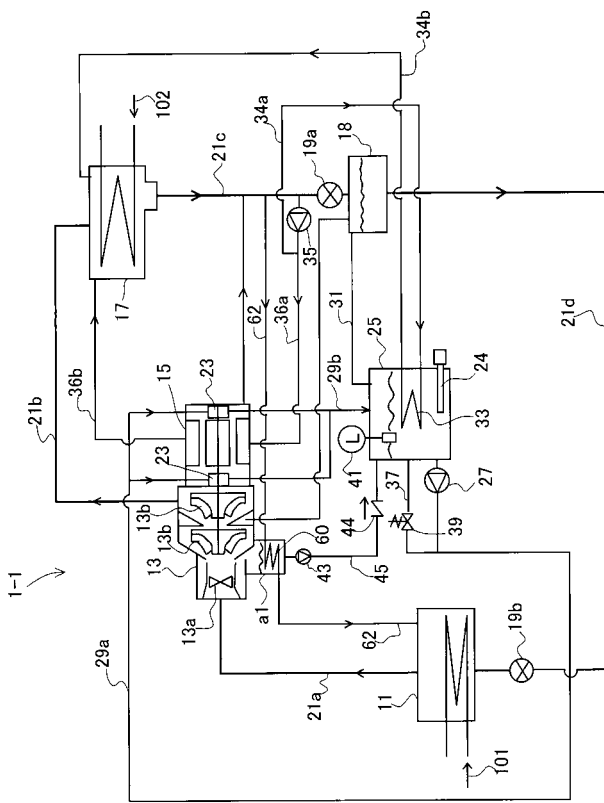
## 【符号の説明】

## 【 0 0 5 7 】

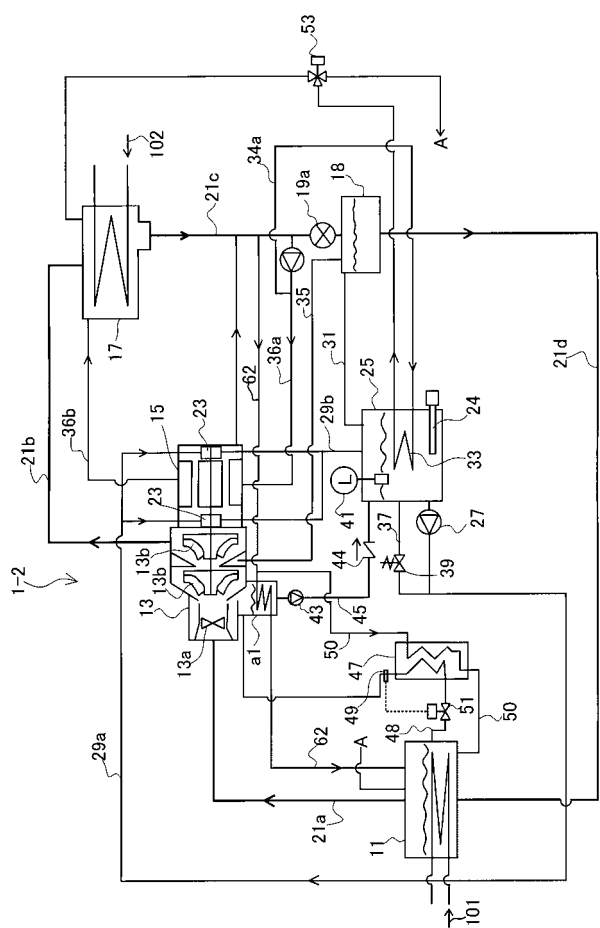
- |                   |              |    |
|-------------------|--------------|----|
| 1 - 1 ~ 5         | 圧縮式冷凍機       |    |
| 1 1 , 1 1 - 1 , 2 | 蒸発器          |    |
| 1 3 , 1 3 - 1 , 2 | 圧縮機          |    |
| 1 3 a             | 吸込みベーン       |    |
| 1 3 b             | 羽根車          |    |
| 1 5               | 電動機          |    |
| 1 7 , 1 7 - 1 , 2 | 凝縮器          |    |
| 1 8 , 1 8 - 1 , 2 | エコノマイザ       |    |
| 1 9 a , b         | 膨張機 (膨張弁)    |    |
| 2 1 a ~ d         | 冷媒配管         | 20 |
| 2 3               | 軸受           |    |
| 2 4               | ヒータ          |    |
| 2 5               | 潤滑油タンク       |    |
| 2 7               | 油ポンプ         |    |
| 2 8               | 配管           |    |
| 2 9 a             | 潤滑油供給配管      |    |
| 2 9 b             | 潤滑油戻り配管      |    |
| 3 0               | 逆止弁          |    |
| 3 1               | 均圧管          |    |
| 3 2               | ポンプ          | 30 |
| 3 3               | 熱交換器 (油冷却器)  |    |
| 3 4 a , b         | 配管           |    |
| 3 5               | ポンプ          |    |
| 3 6 a , b         | 配管           |    |
| 3 7               | 油逃し配管        |    |
| 3 9               | 油逃し弁         |    |
| 4 1               | 液面センサー       |    |
| 4 3               | ポンプ          |    |
| 4 4               | 逆止弁          |    |
| 4 5               | 配管           | 40 |
| 4 7               | 油回収熱交換器      |    |
| 4 8               | 配管           |    |
| 4 9               | 過熱度検出手段      |    |
| 5 0               | 配管           |    |
| 5 1               | 弁            |    |
| 5 3               | 切替え手段 (切替え弁) |    |
| 5 5               | 濃縮液タンク       |    |
| 5 7               | 切替え手段        |    |
| 6 0               | 加熱手段         |    |
| 6 2               | 配管           | 50 |

- 70 軸受室
- 71 均圧管
- 101 冷水
- 102 冷却水
- a1 - 1, 2 液溜り部

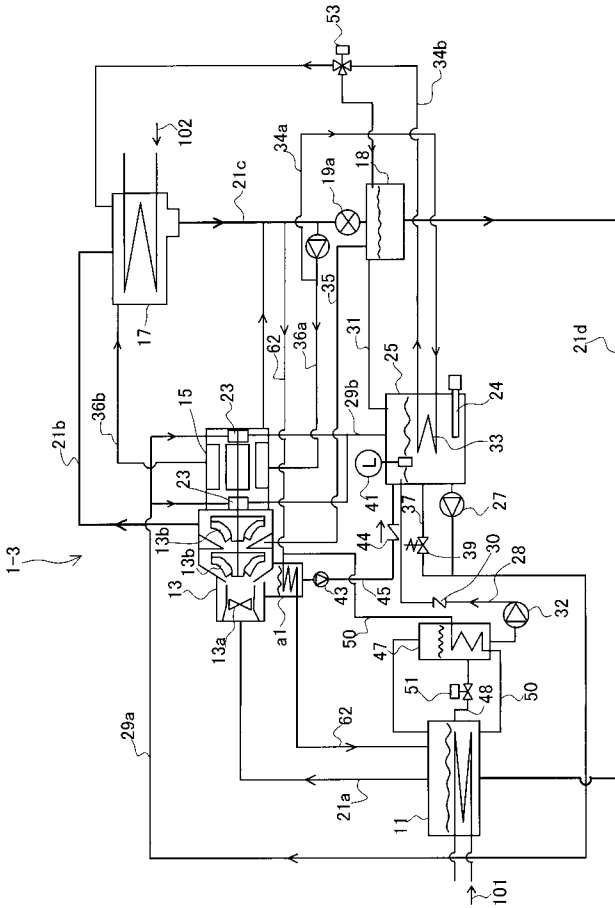
【 図 1 】



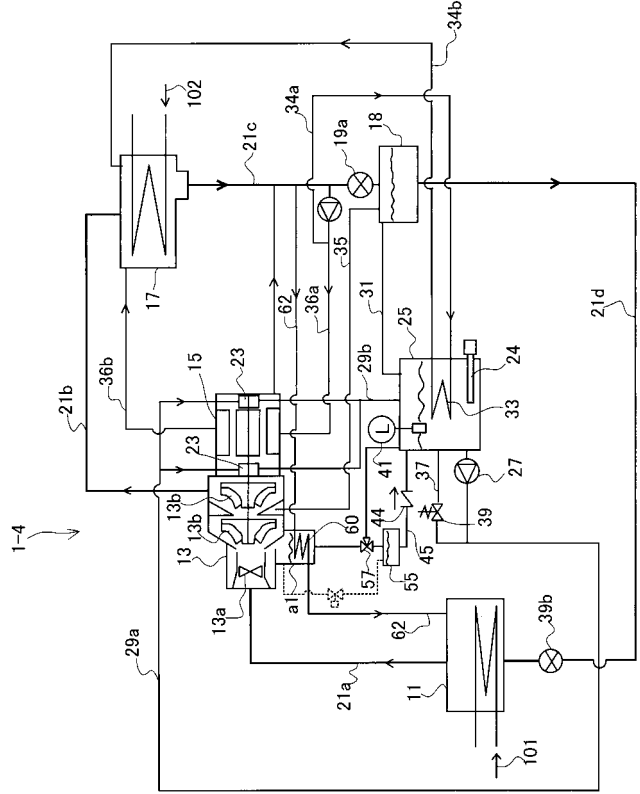
【 図 2 】



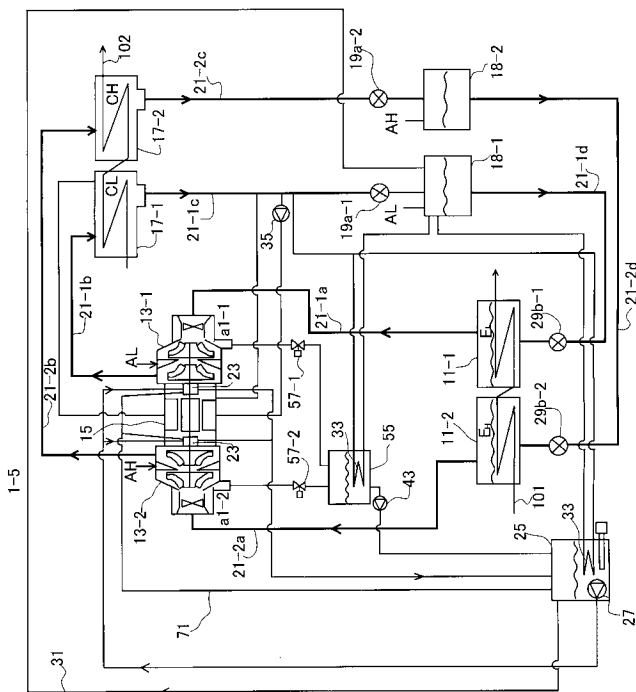
【図3】



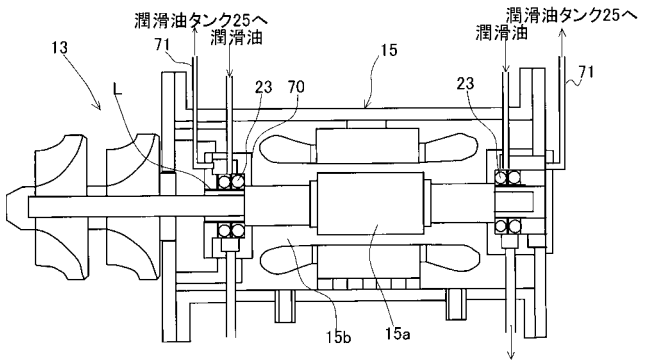
【図4】



【図5】



【図6】



【 图 7 】

