

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6143633号
(P6143633)

(45) 発行日 平成29年6月7日(2017.6.7)

(24) 登録日 平成29年5月19日(2017.5.19)

(51) Int. Cl.	F 1
FO4B 49/10 (2006.01)	FO4B 49/10 331N
FO4B 39/02 (2006.01)	FO4B 39/02 A
FO4B 39/00 (2006.01)	FO4B 39/00 105

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-214889 (P2013-214889)	(73) 特許権者	000002107
(22) 出願日	平成25年10月15日 (2013.10.15)		住友重機械工業株式会社
(65) 公開番号	特開2015-78616 (P2015-78616A)		東京都品川区大崎二丁目1番1号
(43) 公開日	平成27年4月23日 (2015.4.23)	(74) 代理人	100105924
審査請求日	平成28年2月15日 (2016.2.15)		弁理士 森下 賢樹
		(74) 代理人	100109047
			弁理士 村田 雄祐
		(74) 代理人	100109081
			弁理士 三木 友由
		(74) 代理人	100116274
			弁理士 富所 輝観夫
		(72) 発明者	幾島 悠喜
			東京都西東京市谷戸町二丁目1番1号 住友重機械工業株式会社田無製造所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧縮機および圧縮機の油量管理システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

冷凍機から戻ってくる冷媒ガスを圧縮して前記冷凍機に供給する圧縮機であって、冷媒ガスを圧縮するとともに前記冷媒ガスの圧縮熱をオイルを用いて冷却する圧縮カプセルと、

前記圧縮カプセルが圧縮した冷媒ガスに含まれるオイルを分離して蓄えるオイルセパレータと、

前記圧縮カプセル内のオイルの油面高を計測するカプセル油面計と、

前記オイルセパレータ内のオイル量の油面高を計測するセパレータ油面計と、

前記オイルセパレータに蓄えられたオイルを前記圧縮カプセルに戻すオイル戻り配管と

10

前記カプセル油面計が計測した前記圧縮カプセル内の油面高と、前記セパレータ油面計が計測した前記オイルセパレータ内の油面高とをもとに、前記圧縮機におけるオイルの循環状態を判定する判定器と、を備え、

前記判定器は、

前記圧縮カプセル内のオイルの油面高をもとに、前記圧縮カプセル内のオイル量を取得するカプセル油量取得部と、

前記オイルセパレータ内の油面高をもとに、前記オイルセパレータ内のオイル量を取得するセパレータ油量取得部と、

前記カプセル油量取得部が取得した前記圧縮カプセル内のオイル量と、前記セパレータ

20

油量取得部が取得した前記オイルセパレータ内のオイル量とをもちに、前記圧縮機内のオイルの総量を取得する総量取得部と、を備えることを特徴とする圧縮機。

【請求項 2】

前記判定器は、前記圧縮機内にあるべきオイル量として定められた圧縮機油量範囲に、前記総量取得部が取得したオイルの総量が含まれるか否かを判定する総量判定部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の圧縮機。

【請求項 3】

前記総量取得部が取得したオイルの総量が前記圧縮機油量範囲を外れる場合、その旨をユーザに通知する通知部をさらに備えることを特徴とする請求項 2 に記載の圧縮機。

【請求項 4】

前記判定器は、
前記圧縮カプセル内にあるべきオイル量として定められたカプセル油量範囲に、前記カプセル油量取得部が取得したオイル量が含まれるか否かを判定するカプセル油量判定部と、

前記オイルセパレータが蓄えるべきオイル量として定められたセパレータ油量範囲に、前記セパレータ油量取得部が取得したオイル量が含まれるか否かを判定するセパレータ油量判定部とをさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の圧縮機。

【請求項 5】

前記カプセル油量取得部が取得したオイル量が前記カプセル油量範囲を外れる場合、またはセパレータオイル量取得部が取得したオイル量が前記セパレータ油量範囲を外れる場合の少なくともいずれか 1 つの場合、その旨をユーザに通知する通知部をさらに備えることを特徴とする請求項 4 に記載の圧縮機。

【請求項 6】

冷凍機から戻ってくる冷媒ガスを圧縮するとともに前記冷媒ガスの圧縮熱をオイルを用いて冷却する圧縮カプセルと、

前記圧縮カプセルが圧縮した冷媒ガスに含まれるオイルを分離して蓄えるオイルセパレータと、

前記圧縮カプセル内のオイルの油面高を計測するカプセル油面計と、

前記オイルセパレータ内のオイル量の油面高を計測するセパレータ油面計と、

前記オイルセパレータに蓄えられたオイルを前記圧縮カプセルに戻すオイル戻り配管と

を備える圧縮機と、
前記カプセル油面計が計測した前記圧縮カプセル内の油面高と、前記セパレータ油面計が計測した前記オイルセパレータ内の油面高とをもちに、前記圧縮機内のオイルの総量を取得する判定器と、を備え、

前記判定器は、

前記圧縮カプセル内のオイルの油面高をもちに、前記圧縮カプセル内のオイル量を取得するカプセル油量取得部と、

前記オイルセパレータ内の油面高をもちに、前記オイルセパレータ内のオイル量を取得するセパレータ油量取得部と、

前記カプセル油量取得部が取得した前記圧縮カプセル内のオイル量と、前記セパレータ油量取得部が取得した前記オイルセパレータ内のオイル量とをもちに、前記圧縮機内のオイルの総量を取得する総量取得部と、を備えることを特徴とする圧縮機の油量管理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧縮機および圧縮機の油量管理システムに関する。

【背景技術】

【0002】

ギフォード・マクマホン式 (GM) 冷凍機、パルスチューブ冷凍機、スターリング冷凍

10

20

30

40

50

機、およびソルベール冷凍機等の冷凍機は、冷却対象物を、100K(ケルビン)程度の低温から4Kの極低温までの範囲で冷却することができる。そのような冷凍機は、超伝導磁石や検出器等の冷却、クライオポンプ等に用いられている。冷凍機には、冷凍機において動作ガスとして使用されるヘリウムガスを圧縮するための圧縮機が付随する。

【0003】

圧縮機の中には、動作ガスの圧縮熱による発熱を冷却したり、圧縮機を潤滑したりするためにオイルを用いるものが存在する。このような圧縮機は、圧縮機内に適切な量のオイルが存在することが良好な動作をするために必要となる。このため、圧縮機は定期的なメンテナンスが必要となる。

【0004】

圧縮機内のオイル不足を検出するために、圧縮機内のオイルセパレータの油面高を検出し、圧縮機内のオイル量を推定する技術が提案されている(例えば、特許文献1参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2001-124388号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

一般に、圧縮機内のオイルはオイルセパレータのみならず、圧縮機内の他の構成部材の間を循環する。このため、特許文献1に記載されるように圧縮機内における1つの構成部材の油面高を検出するだけでは、圧縮機内を循環するオイルの循環状態を精度よく推定することは難しい。

【0007】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、圧縮機内を循環するオイルの循環状態を適切に推定することができる技術の提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明のある態様は、冷凍機から戻ってくる冷媒ガスを圧縮して冷凍機に供給する圧縮機である。この圧縮機は、冷媒ガスを圧縮するとともに冷媒ガスの圧縮熱をオイルを用いて冷却する圧縮カプセルと、圧縮カプセルが圧縮した冷媒ガスに含まれるオイルを分離して蓄えるオイルセパレータと、圧縮カプセル内のオイルの油面高を計測するカプセル油面計と、オイルセパレータ内のオイル量の油面高を計測するセパレータ油面計とを備える。

【0009】

本発明の別の態様は、圧縮機の油量管理システムである。このシステムは、冷凍機から戻ってくる冷媒ガスを圧縮するとともに冷媒ガスの圧縮熱をオイルを用いて冷却する圧縮カプセルと、圧縮カプセルが圧縮した冷媒ガスに含まれるオイルを分離して蓄えるオイルセパレータと、圧縮カプセル内のオイルの油面高を計測するカプセル油面計と、オイルセパレータ内のオイル量の油面高を計測するセパレータ油面計とを備える圧縮機と、カプセル油面計が計測した圧縮カプセル内の油面高と、セパレータ油面計が計測したオイルセパレータ内の油面高とをもとに、圧縮機内のオイルの総量を取得する判定器とを備える。

【0010】

なお、以上の構成要素の任意の組み合わせや、本発明の構成要素や表現を装置、方法、システム、コンピュータプログラム、コンピュータプログラムを格納した記録媒体などの間で相互に置換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、圧縮機内を循環するオイルの循環状態を適切に推定することができる技術を提供できる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施の形態に係る蓄冷器式冷凍機用の圧縮機の内部構成を模式的に示す図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る判定器の機能構成を模式的に示す図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る判定器が実行する総量判定処理の流れを説明するフローチャートである。

【図4】本発明の実施の形態に係る判定器が実行するカプセル油量判定処理およびセパレータ油量判定処理の流れを説明するフローチャートである。

【図5】圧縮機内のオイルの循環状態を表形式で表した循環状態表を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、各図面に示される同一または同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。また、各図面における部材の寸法は、理解を容易にするために適宜拡大、縮小して示される。また、各図面において実施の形態を説明する上で重要ではない部材の一部は省略して表示する。

【0014】

図1を参照し、本発明の第1の実施の形態に係るオイルセパレータを備えた蓄冷器式冷凍機用圧縮機について説明する。また、実施の形態では、蓄冷器式冷凍機としてギフォード・マクマホン式冷凍機（以下、「GM冷凍機」という。）を用いた例について説明する。

20

【0015】

図1は、本発明の実施の形態に係る蓄冷器式冷凍機用の圧縮機10の内部構成を模式的に示す図である。

【0016】

圧縮機10は、圧縮カプセル11、水冷式熱交換器12、高圧配管13、低圧配管14、オイルセパレータ15、アドソーバ16、ストレージタンク17、およびバイパス機構18を含む。圧縮機10は、高圧フレキシブル配管22と低圧フレキシブル配管23とによりGM冷凍機30と接続される。圧縮機10は、GM冷凍機30から低圧フレキシブル配管23を介して戻ってくる低圧のヘリウムガスを圧縮カプセル11で昇圧し、高圧フレキシブル配管22を介して再びGM冷凍機30に供給する。

30

【0017】

GM冷凍機30から戻ってくるヘリウムガスは、低圧フレキシブル配管23を介して先ずストレージタンク17に流入する。ストレージタンク17は、戻ってくるヘリウムガスに含まれる脈動を除去する。ストレージタンク17は比較的大きな容量を有しているため、ヘリウムガスをストレージタンク17内に導入することにより脈動を軽減または除去することができる。

【0018】

ストレージタンク17で脈動が軽減または除去されたヘリウムガスは、低圧配管14に導出される。低圧配管14は圧縮カプセル11に接続されており、よってストレージタンク17において脈動が軽減または除去されたヘリウムガスは圧縮カプセル11に供給される。

40

【0019】

圧縮カプセル11は、例えばスクロール方式あるいはロータリ式のポンプであり、低圧配管14のヘリウムガスを圧縮して昇圧する。圧縮カプセル11は、昇圧されたヘリウムガスを高圧配管13A(13)に送り出す。ヘリウムガスは圧縮カプセル11で昇圧される際、圧縮カプセル11内のオイルが若干混入した状態で高圧配管13A(13)に送り出される。

【0020】

なお、高圧配管13は、圧縮機10からGM冷凍機30へ冷媒ガスが流れる冷媒ガス流

50

路に相当する。

【 0 0 2 1 】

圧縮カプセル 1 1 は、オイルを用いて冷却を行う構成とされている。このため、オイルを循環させるオイル冷却配管 3 3 は、水冷式熱交換器 1 2 に含まれるオイル熱交換部 2 6 に接続される。また、オイル冷却配管 3 3 には、内部を流れるオイル流量を制御するオリフィス 3 2 が設けられている。

【 0 0 2 2 】

水冷式熱交換器 1 2 は、冷却水配管 2 5 に冷却水が循環するよう構成されている。水冷式熱交換器 1 2 は、圧縮カプセル 1 1 におけるヘリウムガスの圧縮の際に発生する熱（以下、「圧縮熱」という。）を圧縮機 1 0 の外部へ放出するための熱交換を実現する。水冷式熱交換器 1 2 は、オイル冷却配管 3 3 を流れるオイルの冷却処理を行うオイル熱交換部 2 6 と、昇圧されたヘリウムガスを冷却するガス熱交換部 2 7 と、を有している。

10

【 0 0 2 3 】

オイル熱交換部 2 6 は、オイルが流れるオイル冷却配管 3 3 の一部 2 6 A と、冷却水が流れる第 1 冷却水配管 3 4 とを備え、それらの配管の間で熱交換が行われるよう構成される。圧縮カプセル 1 1 からオイル冷却配管 3 3 へ排出されるオイルは圧縮熱により高温となっている。そのような高温のオイルがオイル熱交換部 2 6 を通過すると、熱交換によりオイルの熱が冷却水に移送され、オイル熱交換部 2 6 を出るオイルの温度はオイル熱交換部 2 6 に入るオイルの温度よりも低くなる。すなわち、圧縮熱はオイル冷却配管 3 3 を流れるオイルを介して冷却水に移送され、外部に排出される。

20

【 0 0 2 4 】

ガス熱交換部 2 7 は、高圧のヘリウムガスが流れる高圧配管 1 3 A の一部 2 7 A と、冷却水が流れる第 2 冷却水配管 3 6 と、を有する。ガス熱交換部 2 7 において、オイル熱交換部 2 6 と同様に、圧縮熱は高圧配管 1 3 A (1 3) 内を流れるヘリウムガスを介して冷却水に移送され、外部に排出される。

【 0 0 2 5 】

第 1 冷却水配管 3 4 と第 2 冷却水配管 3 6 とは直列に接続される。第 1 冷却水配管 3 4 の一端は水冷式熱交換器 1 2 の冷却水受け入れポート 1 2 A として機能する。第 1 冷却水配管 3 4 の他端は第 2 冷却水配管 3 6 の一端と接続される。第 2 冷却水配管 3 6 の他端は水冷式熱交換器 1 2 の冷却水排出ポート 1 2 B として機能する。

30

【 0 0 2 6 】

圧縮カプセル 1 1 で昇圧され、ガス熱交換部 2 7 で冷却されたヘリウムガスは、高圧配管 1 3 A (1 3) を介してオイルセパレータ 1 5 に供給される。オイルセパレータ 1 5 ではヘリウムガスに含まれるオイルが分離されると共に、オイルに含まれる不純物や塵埃も除去される。オイルセパレータ 1 5 が分離したオイルは、オイルセパレータ 1 5 に一時的に蓄えられる。

【 0 0 2 7 】

オイルセパレータ 1 5 でオイル除去が行われたヘリウムガスは、高圧配管 1 3 B (1 3) を介してアドソーバ 1 6 に送られる。アドソーバ 1 6 は例えば活性炭等を含み、ヘリウムガスに含まれる特に気化したオイル成分を吸着して除去する。そして、アドソーバ 1 6 において気化したオイル成分が除去されると、ヘリウムガスは高圧フレキシブル配管 2 2 に導出され、これにより GM 冷凍機 3 0 に供給される。

40

【 0 0 2 8 】

バイパス機構 1 8 は、バイパス配管 1 9、高圧側圧力検出装置 2 0、およびバイパス弁 2 1 を有する。バイパス配管 1 9 は、高圧配管 1 3 B と低圧配管 1 4 とを連通する配管である。高圧側圧力検出装置 2 0 は、高圧配管 1 3 B 内のヘリウムガスの圧力（以下、「高圧側圧力」という。）を検出する。バイパス弁 2 1 は、バイパス配管 1 9 を開閉する電動弁装置である。また、バイパス弁 2 1 は常閉弁とされているが、高圧側圧力検出装置 2 0 により駆動制御される構成とされている。

【 0 0 2 9 】

50

具体的には、高圧側圧力検出装置 20 がオイルセパレータ 15 からアドソーバ 16 に至るヘリウムガスの圧力（すなわち、高圧側圧力）が既定圧力以上になったことを検出した際、バイパス弁 21 は高圧側圧力検出装置 20 に駆動されて開弁される構成とされている。これにより、既定圧力以上のヘリウムガスが GM 冷凍機 30 に供給される可能性が低減される。

【0030】

オイル戻り配管 24 は、高圧側がオイルセパレータ 15 に接続されており、低圧側が低圧配管 14 に接続されている。また、オイル戻り配管 24 の途中には、オイルセパレータ 15 で分離されたオイルに含まれる塵埃を除去するフィルタ 28 と、オイルの戻り量を制御するオリフィス 29 が設けられている。

10

【0031】

このように、圧縮カプセル 11 で用いられるオイルの一部は高圧配管 13A (13) を介してオイルセパレータ 15 に運ばれ、オイル戻り配管 24 を介して再び圧縮カプセル 11 に戻る。すなわち、圧縮カプセル 11 で用いられるオイルは、圧縮機 10 内において圧縮カプセル 11、高圧配管 13A (13)、オイルセパレータ 15、およびオイル戻り配管 24 を通る循環経路を循環する。さらに、循環経路を通るオイルの一部はアドソーバ 16 で除去され、循環経路の外部に出る。

【0032】

圧縮カプセル 11 には、圧縮カプセル 11 内のオイルの油面高を計測するカプセル油面計 41 が取り付けられている。またオイルセパレータ 15 には、オイルセパレータ 15 内のオイル量の油面高を計測するセパレータ油面計 42 が取り付けられている。

20

【0033】

カプセル油面計 41 が計測した圧縮カプセル 11 内の油面高は、判定器 43 に送られる。また、セパレータ油面計 42 が計測したオイルセパレータ 15 内の油面高も、判定器 43 に送られる。判定器 43 は、圧縮カプセル 11 内の油面高とオイルセパレータ 15 内の油面高とをもとに、圧縮機 10 におけるオイルの循環状態を判定する。

【0034】

ここで「オイルの循環状態」とは、例えば上述した圧縮機 10 内の循環経路の各部に存在するオイルの量やオイル量のバランスを意味する。オイルの循環状態の具体例は、判定器 43 の機能構成とともに後述する。

30

【0035】

図 2 は、本発明の実施の形態に係る判定器 43 の機能構成を模式的に示す図である。判定器 43 は、算出部 50、判定部 51、出力部 52、および記憶部 53 を備える。

【0036】

図 2 は、実施の形態に係る判定器 43 を実現するための機能構成を示しており、その他の構成は省略している。図 2 において、さまざまな処理を行う機能ブロックとして記載される各要素は、ハードウェア的には、CPU (Central Processing Unit)、メモリ、その他の LSI (Large Scale Integration) で構成することができ、ソフトウェア的には、メモリにロードされたプログラムなどによって実現される。したがって、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組み合わせによっていろいろな形で実現できることは当業者には理解されるところであり、いずれかに限定されるものではない。

40

【0037】

算出部 50 は、カプセル油面計 41 から取得した圧縮カプセル 11 内の油面高から圧縮カプセル 11 内のオイル量を算出したり、セパレータ油面計 42 から取得したオイルセパレータ 15 内のオイル量を算出したりする。このため算出部 50 は、カプセル油量取得部 54、セパレータ油量取得部 55、および総量取得部 56 を備える。

【0038】

圧縮カプセル 11 内のオイルは、圧縮カプセル 11 の潤滑や冷却に用いられ、圧縮カプセル 11 の下部に存在する。圧縮カプセル 11 の底面付近の断面積は必ずしも一定ではな

50

く、高さによって異なる場合もある。また圧縮カプセル 1 1 内にはヘリウムガスを圧縮するための駆動部材がある。このため、圧縮カプセル 1 1 内の油面高と圧縮カプセル 1 1 内のオイル量とは必ずしも比例関係とはならない。

【 0 0 3 9 】

そこで記憶部 5 3 は、圧縮カプセル 1 1 内の油面高とオイル量とを対応付けたカプセル油量表を格納する。カプセル油量取得部 5 4 は、カプセル油面計 4 1 から圧縮カプセル 1 1 内の油面高を取得すると、記憶部 5 3 が格納するカプセル油量表を参照して、圧縮カプセル 1 1 内のオイル量を算出して取得する。なお、カプセル油量表は、圧縮カプセル 1 1 に実際にオイルを入れ、入れたオイルの量とそのときの油面高とを計測することで予め作成しておけばよい。

10

【 0 0 4 0 】

オイルセパレータ 1 5 においてヘリウムガスから分離されたオイルはオイルセパレータ 1 5 の下部に格納された後、オイル戻り配管 2 4 を通って再び圧縮カプセル 1 1 に戻る。ここでオイルセパレータ 1 5 の底面付近の断面積は、圧縮カプセル 1 1 の底面付近の断面積と同様に、必ずしも一定ではなく、高さによって異なる場合もある。またオイルセパレータ 1 5 には、オイルに含まれる不純物や塵埃も除去するためのフィルタ等も存在する。このため、オイルセパレータ 1 5 内の油面高とオイルセパレータ 1 5 内のオイル量とは必ずしも比例関係とはならない。

【 0 0 4 1 】

そこで記憶部 5 3 は、オイルセパレータ 1 5 内の油面高とオイル量とを対応付けたセパレータ油量表も格納する。セパレータ油量取得部 5 5 は、セパレータ油面計 4 2 からオイルセパレータ 1 5 内の油面高を取得すると、記憶部 5 3 が格納するセパレータ油量表を参照して、オイルセパレータ 1 5 内のオイル量を算出して取得する。なお、セパレータ油量表は、カプセル油量表と同様に、オイルセパレータ 1 5 に実際にオイルを入れ、入れたオイルの量とそのときの油面高とを計測することで予め作成しておけばよい。

20

【 0 0 4 2 】

総量取得部 5 6 は、カプセル油量取得部 5 4 が取得した圧縮カプセル 1 1 内のオイル量と、セパレータ油量取得部 5 5 が取得したオイルセパレータ 1 5 内のオイル量とをもとに、圧縮機 1 0 内のオイルの総量を取得する。圧縮機 1 0 内を循環するオイルは、圧縮カプセル 1 1 およびオイルセパレータ 1 5 のみならず、高圧配管 1 3 A (1 3) とオイル戻り配管 2 4 とにも存在しうる。そこで総量取得部 5 6 は、圧縮カプセル 1 1 内のオイル量とオイルセパレータ 1 5 内のオイル量に加え、高圧配管 1 3 A (1 3 とオイル戻り配管 2 4 とにも存在しうるオイル量を補正量として加算することで、圧縮機 1 0 内のオイルの総量を取得する。オイルの補正量は記憶部 5 3 に格納されている。

30

【 0 0 4 3 】

なお、高圧配管 1 3 A (1 3) とオイル戻り配管 2 4 とにも存在しうるオイル量が、圧縮カプセル 1 1 内のオイル量とオイルセパレータ 1 5 内のオイル量との合計よりも十分少ない量である場合は、総量取得部 5 6 は、圧縮カプセル 1 1 内のオイル量とオイルセパレータ 1 5 内のオイル量との合計を算出して、圧縮機 1 0 内のオイルの総量としてもよい。この場合、補正量は 0 となる。いずれにしても、圧縮機 1 0 内のオイルの総量の取得に用いる補正量は、高圧配管 1 3 A (1 3) とオイル戻り配管 2 4 との直径や長さ等を考慮して実験により定めればよい。

40

また、高圧配管 1 3 A (1 3) とオイル戻り配管 2 4 とにも存在しうるオイル量が一定であると見なしても良い。

【 0 0 4 4 】

判定部 5 1 は、算出部 5 0 の算出結果をもとに、圧縮機 1 0 におけるオイルの循環状態を判定する。このため判定部 5 1 は、カプセル油量判定部 5 7、総量判定部 5 8、およびセパレータ油量判定部 5 9 を備える。

【 0 0 4 5 】

前述したように、圧縮カプセル 1 1 内のオイルは、圧縮カプセル 1 1 の冷却や潤滑に利

50

用される。このため、圧縮カプセル 11 が油量不足となると、圧縮機 10 の動作に支障をきたしかねない。一方、圧縮機 10 内のオイルは、圧縮機 10 内の循環経路を循環するうちに、例えばアドソーバ 16 に吸着される等の理由によって時間とともに減少する。そのため圧縮機 10 内のオイルの総量は、例えばオイルの補充等の圧縮機 10 のメンテナンスのタイミングを知る手がかりとなる。このように、圧縮機 10 内のオイルの総量は、圧縮機 10 におけるオイルの循環状態を計るひとつの指標となる。

【 0046 】

そこで総量判定部 58 は、圧縮機 10 内にあるべきオイル量として定められた圧縮機油量範囲に、総量取得部 56 が取得したオイルの総量が含まれるか否かを判定する。

【 0047 】

ここで「圧縮機油量範囲」とは、圧縮機 10 内にあるべきオイル量の下限值として定められた「圧縮機下限油量」と、圧縮機 10 内にあるべきオイル量の上限值として定められた「圧縮機上限油量」との間の範囲である。圧縮機下限油量と圧縮機上限油量とは、圧縮カプセル 11 の大きさや性能、オイルセパレータ 15 の大きさ等を考慮して定めればよい。また、圧縮機下限油量と圧縮機上限油量とは記憶部 53 に格納されている。

【 0048 】

総量判定部 58 は、記憶部 53 から圧縮機下限油量と圧縮機上限油量とを読み出し、総量取得部 56 が取得したオイルの総量が圧縮機下限油量以上であり、かつ圧縮機上限油量以下である場合、オイルの総量が圧縮機油量範囲であると判定する。

【 0049 】

出力部 52 は、オイルの総量が圧縮機油量範囲を外れることを総量判定部 58 が判定した場合、その旨を通知部 44 に出力する。より具体的には、出力部 52 は、オイルの総量が圧縮機下限油量未満の場合、または圧縮機上限油量を超えている場合、その旨を通知部 44 に出力する。

【 0050 】

通知部 44 は、出力部 52 から取得した情報をユーザに通知する。通知部 44 は、図示しない LED (Light Emitting Diode) や液晶表示部等を備え、オイルの総量が圧縮機油量範囲を外れる場合 LED を点灯したり、その旨を液晶表示部に表示したりする。これにより、ユーザは圧縮機 10 内のオイルが多すぎたり少なすぎたりすることを認識することができ、適切なメンテナンスを実行することができる。

【 0051 】

なお、通知部 44 は、LED や液晶表示に代えて、あるいはこれらに加えて、図示しないスピーカやビープ音源等を備え、音を用いて情報の通知を行ってもよい。あるいは、図示しないネットワークを介して、例えば電子メール等の手段を用いて遠隔でユーザに情報を通知してもよい。

【 0052 】

図 3 は実施の形態に係る判定器 43 が実行する総量判定処理の流れを説明するフローチャートである。本フローチャートにおける処理は、例えば判定器 43 の電源が投入されたときに開始する。

【 0053 】

カプセル油量取得部 54 は、カプセル油面計 41 から圧縮カプセル 11 内のオイルの油面高を取得する (S2)。カプセル油量取得部 54 は、記憶部 53 から読み出したカプセル油量表を参照して、圧縮カプセル 11 内のオイルの油面高から圧縮カプセル 11 内のオイル量 O_c を取得する (S4)。

【 0054 】

セパレータ油量取得部 55 は、セパレータ油面計 42 からオイルセパレータ 15 内のオイルの油面高を取得する (S6)。セパレータ油量取得部 55 は、記憶部 53 から読み出したセパレータ油量表を参照して、オイルセパレータ 15 内のオイルの油面高からオイルセパレータ 15 内のオイル量 O_s を取得する (S8)。

【 0055 】

10

20

30

40

50

総量取得部 5 6 は、圧縮カプセル 1 1 内のオイル量 O_c とオイルセパレータ 1 5 内のオイル量 O_s との合計量にオイルの補正量を加算して、圧縮機 1 0 内のオイルの総量 O_t を取得する (S 1 0)。

【 0 0 5 6 】

総量判定部 5 8 は、総量取得部 5 6 が取得した圧縮機 1 0 内のオイルの総量 O_t と、圧縮機油量範囲 R_t とを比較する (S 1 2)。圧縮機 1 0 内のオイルの総量 O_t が圧縮機油量範囲 R_t を外れている場合 (S 1 4 の N)、通知部 4 4 はその旨をユーザに通知する (S 1 6)。

【 0 0 5 7 】

通知部 4 4 がユーザに情報を通知するか、あるいは圧縮機 1 0 内のオイルの総量 O_t が圧縮機油量範囲 R_t の範囲内である場合 (S 1 4 の Y)、本フローチャートにおける処理は終了する。

【 0 0 5 8 】

以上説明したように、実施の形態に係る圧縮機 1 0 は、圧縮カプセル 1 1 の油面高を計測するカプセル油面計 4 1 と、オイルセパレータ 1 5 の油面高を計測するセパレータ油面計 4 2 とを備える。これにより、いずれか一方の油面計のみを備える場合と比較して、圧縮カプセル 1 1 内のオイル量とオイルセパレータ 1 5 内のオイル量との両方を取得できるため、圧縮機 1 0 全体で利用可能なオイルの総量を取得することができる。これにより、圧縮機 1 0 全体としてのオイル不足等、圧縮機 1 0 のオイルの循環状態を判定することが可能となる。

【 0 0 5 9 】

ここで、圧縮機 1 0 のオイルの循環状態を示す指標は、圧縮機 1 0 内のオイルの総量に限られない。以下、オイルの総量以外のオイルの循環状態を示す指標について説明する。

【 0 0 6 0 】

上述したように、圧縮カプセル 1 1 で用いられるオイルは、圧縮機 1 0 内において圧縮カプセル 1 1、高压配管 1 3 A (1 3)、オイルセパレータ 1 5、およびオイル戻り配管 2 4 を通る循環経路を循環する。したがって、例えば圧縮機 1 0 内のオイルの総量が圧縮機油量範囲内であったとしても、圧縮カプセル 1 1 内のオイルの量が少ない場合、圧縮カプセル 1 1 の動作に支障をきたすことになる。この場合、オイル戻り配管 2 4 中に設けられたオリフィス 2 9 の開度が小さかったり、オリフィス 2 9 に異物が詰まっていたりすることが考えられる。

【 0 0 6 1 】

そこでカプセル油量判定部 5 7 は、圧縮カプセル 1 1 内にあるべきオイル量として定められたカプセル油量範囲に、カプセル油量取得部 5 4 が取得したオイル量が含まれるか否かを判定する。

【 0 0 6 2 】

ここで「カプセル油量範囲」とは、圧縮カプセル 1 1 内にあるべきオイル量の下限值として定められた「カプセル下限油量」と、圧縮カプセル 1 1 内にあるべきオイル量の上限值として定められた「カプセル上限油量」との間の範囲である。カプセル下限油量とカプセル上限油量とは、圧縮カプセル 1 1 の大きさや性能等を考慮して定めればよい。また、カプセル下限油量とカプセル上限油量とは記憶部 5 3 に格納されている。

【 0 0 6 3 】

カプセル油量判定部 5 7 は、記憶部 5 3 からカプセル下限油量とカプセル上限油量とを読み出し、カプセル油量取得部 5 4 が取得したオイルの総量がカプセル下限油量以上であり、かつカプセル上限油量以下である場合、圧縮カプセル 1 1 内オイル量がカプセル油量範囲であると判定する。

【 0 0 6 4 】

カプセル油量判定部 5 7 と同様に、セパレータ油量判定部 5 9 は、オイルセパレータ 1 5 内にあるべきオイル量として定められたセパレータ油量範囲に、セパレータ油量取得部 5 5 が取得したオイル量が含まれるか否かを判定する。

【 0 0 6 5 】

ここで「セパレータ油量範囲」とは、オイルセパレータ 1 5 内にあるべきオイル量の下
 限值として定められた「セパレータ下限油量」と、オイルセパレータ 1 5 内にあるべきオ
 イル量の上限值として定められた「セパレータ上限油量」との間の範囲である。セパレー
 タ下限油量とセパレータ上限油量とは、オイルセパレータ 1 5 の大きさや性能等を考慮し
 て定めればよい。また、セパレータ下限油量とセパレータ上限油量とは記憶部 5 3 に格納
 されている。

【 0 0 6 6 】

セパレータ油量判定部 5 9 は、記憶部 5 3 からセパレータ下限油量とセパレータ上限油
 量とを読み出し、セパレータ油量取得部 5 5 が取得したオイルの総量がセパレータ下限油
 量以上であり、かつセパレータ上限油量以下である場合、オイルセパレータ 1 5 内オイル
 量がカプセル油量範囲であると判定する。

10

【 0 0 6 7 】

出力部 5 2 は、圧縮カプセル 1 1 内のオイル量がカプセル油量範囲を外れることをカプ
 セル油量判定部 5 7 が判定した場合、その旨を通知部 4 4 に出力する。より具体的には、
 出力部 5 2 は、圧縮カプセル 1 1 内のオイル量がカプセル下限油量未満の場合、またはカ
 プセル上限油量を超えている場合、その旨を通知部 4 4 に出力する。

【 0 0 6 8 】

出力部 5 2 は同様に、オイルセパレータ 1 5 内のオイル量がセパレータ油量範囲を外
 れることをセパレータ油量判定部 5 9 が判定した場合、その旨を通知部 4 4 に出力する。よ
 り具体的には、出力部 5 2 は、オイルセパレータ 1 5 内のオイル量がセパレータ下限油量
 未満の場合、またはセパレータ上限油量を超えている場合、その旨を通知部 4 4 に出力す
 る。

20

【 0 0 6 9 】

図 4 は、実施の形態に係る判定器 4 3 が実行するカプセル油量判定処理およびセパレー
 タ油量判定処理の流れを説明するフローチャートである。本フローチャートにおける処理
 は、例えば判定器 4 3 の電源が投入されたときに開始する。なお、図 4 において、初めの
 4 ステップ（ステップ S 2 からステップ S 8）は図 3 と同様であるため説明を省略する。

【 0 0 7 0 】

カプセル油量判定部 5 7 は、カプセル油量取得部 5 4 が取得した圧縮カプセル 1 1 内の
 オイル量 O_c と、カプセル油量範囲 R_c とを比較する（S 2 0）。圧縮カプセル 1 1 内の
 オイル量 O_c がカプセル油量範囲 R_c を外れている場合（S 2 2 の N）、通知部 4 4 はそ
 の旨をユーザに通知する（S 2 4）。圧縮カプセル 1 1 内のオイル量 O_c がカプセル油量
 範囲 R_c の範囲内の場合（S 2 2 の Y）、特段の処理はしない。

30

【 0 0 7 1 】

セパレータ油量判定部 5 9 は、セパレータ油量取得部 5 5 が取得したオイルセパレータ
 1 5 内のオイル量 O_s と、セパレータ油量範囲 R_s とを比較する（S 2 6）。オイルセパ
 レータ 1 5 内のオイル量 O_s がセパレータ油量範囲 R_s を外れている場合（S 2 8 の N）
 、通知部 4 4 はその旨をユーザに通知する（S 3 0）。

【 0 0 7 2 】

オイルセパレータ 1 5 内のオイル量 O_s がセパレータ油量範囲 R_s の範囲内の場合（S 2
 8 の Y）、またはオイルセパレータ 1 5 内のオイル量 O_s がセパレータ油量範囲 R_s を外
 れている旨を通知部 4 4 がユーザに通知すると本フローチャートにおける処理は終了す
 る。

40

【 0 0 7 3 】

このように、ユーザは圧縮機 1 0 内のオイルの総量のみならず、圧縮カプセル 1 1 内の
 オイル量とオイルセパレータ 1 5 内のオイル量とを個別に知ることができる。これにより
 、ユーザは圧縮機 1 0 内の循環経路におけるオイルの循環状態として、圧縮機 1 0 内のオ
 イル量のバランスも知ることができる。例えば圧縮機 1 0 内のオイルの総量が圧縮機油量
 範囲内であっても、圧縮カプセル 1 1 内のオイル量がカプセル油量範囲を超えており、か

50

つオイルセパレータ 15 内のオイル量がセパレータ油量範囲を下回っている場合、オイルは圧縮カプセル 11 に偏って存在することになる。原因として、例えばオイル戻り配管 24 中に設けられたオリフィス 29 の開度が大きすぎることが考えられる。

【 0 0 7 4 】

図 5 は、圧縮機 10 内のオイルの循環状態を表形式で表した循環状態表を示す図である。図 5 に示すように、圧縮機 10 内のオイルの総量が圧縮機油量範囲の下限値以下であり、かつオイルセパレータ 15 内のオイル量がセパレータ油量範囲の下限値以下である場合、圧縮機 10 におけるオイルの総量も圧縮機油量範囲の下限値以下となる。このような状態が発生したとすると、メンテナンス時に圧縮機 10 に入れたオイルの総量が足りないかもしれない。また圧縮機 10 内のオイルは何らかの理由で減少したかもしれない。

10

【 0 0 7 5 】

圧縮機 10 内のオイル総量が圧縮機油量範囲内であっても、圧縮カプセル 11 内のオイル量がカプセル油量範囲の下限値以下であり、かつオイルセパレータ 15 内のオイル量がセパレータ油量範囲内か上限値以上の場合、圧縮機 10 内のオイルはオイルセパレータ 15 に偏っていると考えられる。このような状態が発生したとすると、オリフィス 29 の開度が小さいことを示唆するかもしれない。また、オリフィス 29 に異物が詰まり、下りるが流れにくくなっているかもしれない。

【 0 0 7 6 】

圧縮カプセル 11 内のオイル量がカプセル油量範囲内であっても、オイルセパレータ 15 内のオイル量がセパレータ油量範囲の下限値以下であり、圧縮機 10 内のオイルの総量も圧縮機油量範囲の下限値以下となる場合、圧縮機 10 内のオイルの総量不足を示唆する。これはアドソーバ 16 にオイルが流出したことを示唆するため、アドソーバ 16 を点検し、必要に応じて交換すべきことを示唆する。

20

【 0 0 7 7 】

圧縮カプセル 11 内のオイル量がカプセル油量範囲を越えており、オイルセパレータ 15 内のオイル量がセパレータ油量範囲の上限値である場合、圧縮機 10 内のオイルの総量は圧縮機油量範囲の上限値を越えることになる。これは、圧縮機 10 内のオイルが多いことを示唆する。この状態は圧縮機 10 の動作にすぐに支障をきたすことは少ないが、オイル漏れ等の原因ともなりうるため、メンテナンスでオイル量を減らすことを示唆する。

【 0 0 7 8 】

このように、実施の形態に係る圧縮機 10 は、圧縮機 10 内の圧縮カプセル 11 内のオイル量とオイルセパレータ 15 内のオイル量とを個別に得ることができ、図 5 に示したように圧縮機 10 内のオイルの循環状態が詳細に得ることができる。

30

【 0 0 7 9 】

そこで記憶部 53 は、図 5 に示した圧縮カプセル 11 内のオイル量、オイルセパレータ 15 内のオイル量、および圧縮機 10 内のオイルの総量に対して圧縮機 10 内のオイルの循環状態を対応付けた循環状態表を記憶する。出力部 52 は、カプセル油量判定部 57、総量判定部 58、およびセパレータ油量判定部 59 からそれぞれ圧縮カプセル 11 内のオイル量、オイルセパレータ 15 内のオイル量、および圧縮機 10 内のオイルの総量を取得する。出力部 52 は、取得したこれらのオイル量をもとに、記憶部 53 から読み出した循環状態表を参照して、圧縮機 10 内のオイルの循環状態を通知部 44 に通知させてもよい。これにより、ユーザは圧縮機 10 内のオイルの循環状態を知ることができ、圧縮機 10 のメンテナンスの内容およびそのタイミングを知ることができる。

40

【 0 0 8 0 】

以上説明したとおり、実施の形態に係る圧縮機 10 によれば、圧縮機内を循環するオイルの循環状態を適切に推定することができる。

【 0 0 8 1 】

特に、圧縮機 10 内の圧縮カプセル 11 内のオイル量とオイルセパレータ 15 内のオイル量とを個別に取得することで、圧縮機内を循環するオイルの総量を精度よく取得することができる。また、圧縮カプセル 11 内のオイル量とオイルセパレータ 15 内のオイル量

50

とを個別に取得することで、圧縮機 10 内のオイルの偏りが分かるので、配管やオリフィスの詰まり等、メンテナンスに関する情報を得ることもできる。また圧縮カプセル 11 内のオイル量とオイルセパレータ 15 内のオイル量とのそれぞれの時間変動を調べれば、圧縮機内にて適正にオイル循環ができていないかの診断をすることも可能となる。

【0082】

以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組み合わせにいろいろな変形例が可能なおこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【符号の説明】

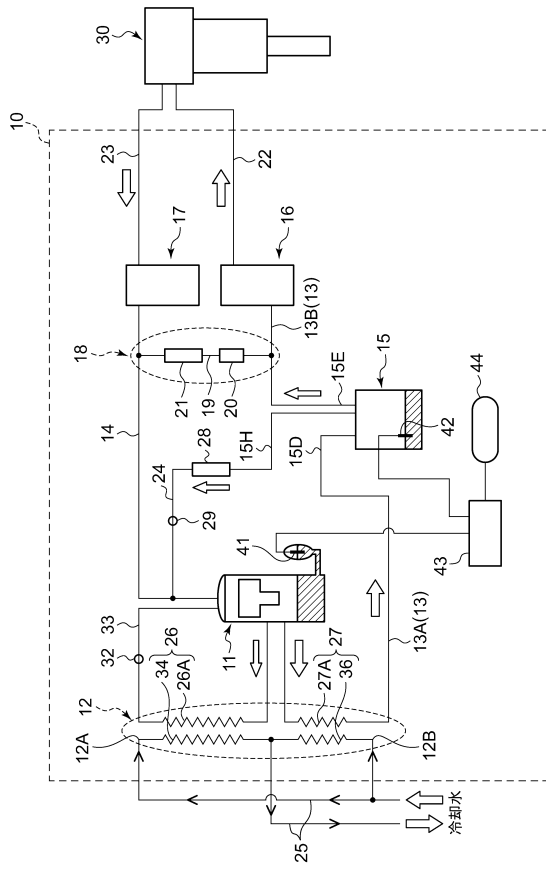
【0083】

10 圧縮機、 11 圧縮カプセル、 12 水冷式熱交換器、 12A 冷却水受け入れポート、 12B 冷却水排出ポート、 13 高压配管、 14 低压配管、 15 オイルセパレータ、 16 アドソバ、 17 ストレージタンク、 18 バイパス機構、 19 バイパス配管、 20 高压側圧力検出装置、 21 バイパス弁、 22 高压フレキシブル配管、 23 低压フレキシブル配管、 24 オイル戻り配管、 25 冷却水配管、 26 オイル熱交換部、 27 ガス熱交換部、 28 フィルタ、 29 オリフィス、 30 GM冷凍機、 32 オリフィス、 33 オイル冷却配管、 34 第1冷却水配管、 36 第2冷却水配管、 41 カプセル油面計、 42 セパレータ油面計、 43 判定器、 44 通知部、 50 算出部、 51 判定部、 52 出力部、 53 記憶部、 54 カプセル油量取得部、 55 セパレータ油量取得部、 56 総量取得部、 57 カプセル油量判定部、 58 総量判定部、 59 セパレータ油量判定部、 59 総量判定部、 59 セパレータ油量判定部。

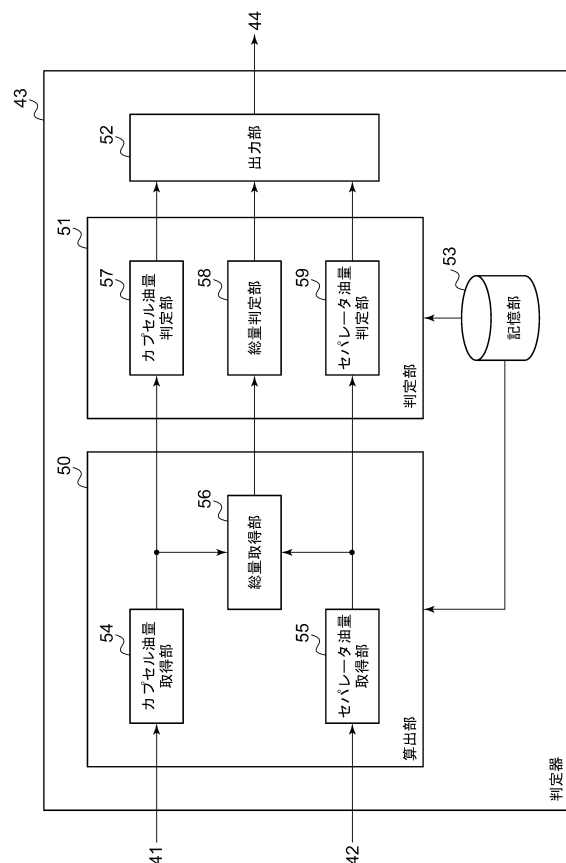
10

20

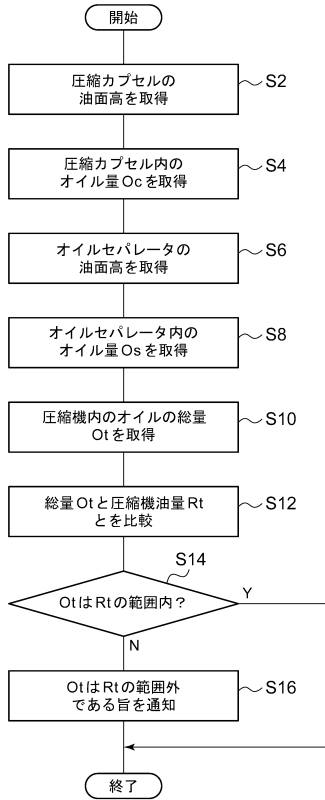
【図1】



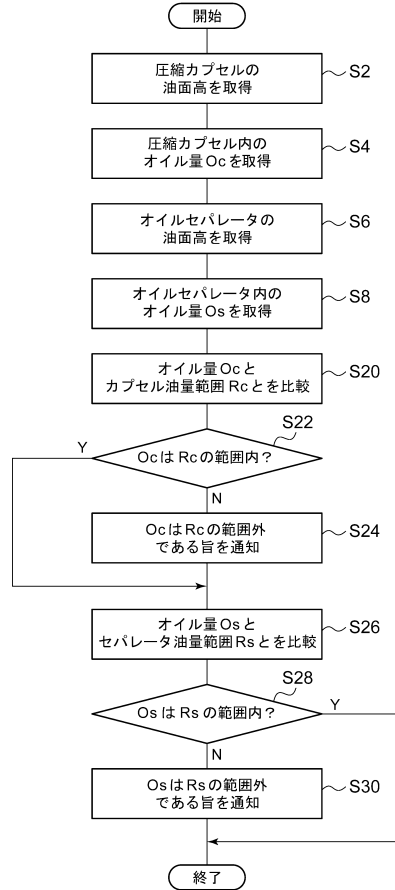
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

オイルの循環状態	トータルオイル量	オイルセパレータのオイル量	圧縮カプセルのオイル量
総量不足	下限値以下	下限値以下	下限値以下
アドソーバ交換	圧縮機油量範囲内	上限値以上 または セパレータ油量範囲内	下限値以下
オリフィス開度小	圧縮機油量範囲内	下限値以下	上限値以上
オリフィス詰まり	圧縮機油量範囲内	下限値以下	上限値以上
総量不足 (アドソーバへの流出)	圧縮機油量範囲内	下限値以下	上限値以上
オリフィス開度大	圧縮機油量範囲内	下限値以下	上限値以上
オイル量大	上限値以上	上限値以上	上限値以上

フロントページの続き

審査官 北川 大地

- (56)参考文献 特開昭57-173584(JP,A)
特開平04-166685(JP,A)
特開2011-117626(JP,A)
特開2005-024168(JP,A)
米国特許第05634345(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F04B 49/10
F04B 39/00
F04B 39/02