

(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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 極低温冷凍機 (10) の圧縮機 (12) は、極低温冷凍機 (10) の膨張機 (14) に供給される高圧のヘリウムガスが流れる高圧流路 (20) と、極低温冷凍機 (10) の膨張機 (14) から回収される低圧のヘリウムガスが流れる低圧流路 (21) と、ヘリウムガスの物理量を測定する測定器 (22) と、測定器 (22) に高圧流路 (20) と低圧流路 (21) のうちいずれかを選択的に接続する切替機構 (24) と、を備える。測定器 (22) は、ヘリウムガスの圧力を測定してもよい。

明 細 書

発明の名称： 極低温冷凍機の圧縮機

技術分野

[0001] 本発明は、極低温冷凍機の圧縮機に関する。

背景技術

[0002] 従来から、圧縮機と、コールドヘッドとも呼ばれる膨張機とを備える極低温冷凍機が知られている。圧縮機は、極低温冷凍機の作動ガスを高圧に圧縮して膨張機に供給する。作動ガスは膨張機で膨張し寒冷を発生する。膨張により作動ガスの圧力は低下する。低圧の作動ガスは圧縮機に回収され再び圧縮される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-85048号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 極低温冷凍機の圧縮機においては運転制御や監視のために作動ガスの物理量が測定される。圧縮機の高圧側と低圧側で作動ガスの物理量は異なりうるから、高圧側と低圧側それぞれに測定器が設置されるのが通例である。このように2つの測定器を搭載した圧縮機において、両者の測定値が一致する状況（例えば、圧縮機の停止中には高圧側と低圧側に圧力差が無くなる）も想定される。ところが、こうした状況で現実には、2つの測定器の精度など諸事情により2つの測定器の測定値が不一致となることがあり、これを避けることが望まれる場合がある。また、圧縮機に2つの測定器を搭載することは製造コストの上昇を招きうる。測定される物理量の代表例は圧力であるが、温度などその他の物理量の測定についても、同様の課題は生じうる。

[0005] 本発明のある態様の例示的な目的のひとつは、極低温冷凍機の圧縮機において例えばヘリウムガスなど作動ガスの物理量を測定する簡易な構成を提供

することにある。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明のある態様によると、極低温冷凍機の圧縮機は、前記極低温冷凍機の膨張機に供給される高圧のヘリウムガスが流れる高圧流路と、前記極低温冷凍機の膨張機から回収される低圧のヘリウムガスが流れる低圧流路と、前記ヘリウムガスの物理量を測定する測定器と、前記測定器に前記高圧流路と前記低圧流路のうちいずれかを選択的に接続する切替機構と、を備える。
- [0007] 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、方法、装置、システム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

- [0008] 本発明によれば、極低温冷凍機の圧縮機において例えばヘリウムガスなど作動ガスの物理量を測定する簡易な構成を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]実施の形態に係る極低温冷凍機を概略的に示す図である。
- [図2]実施の形態に係る作動ガスの物理量測定系の一例を概略的に示す図である。
- [図3]実施の形態に係る作動ガスの物理量測定系の一例を概略的に示す図である。

発明を実施するための形態

- [0010] 以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための形態について詳細に説明する。説明および図面において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し、重複する説明は適宜省略する。図示される各部の縮尺や形状は、説明を容易にするために便宜的に設定されており、特に言及がない限り限定的に解釈されるものではない。実施の形態は例示であり、本発明の範囲を何ら限定するものではない。実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

[0011] 図 1 は、実施の形態に係る極低温冷凍機 10 を概略的に示す図である。

[0012] 極低温冷凍機 10 は、圧縮機 12 と、膨張機 14 とを備える。圧縮機 12 は、極低温冷凍機 10 の作動ガスを膨張機 14 から回収し、回収した作動ガスを昇圧して、再び作動ガスを膨張機 14 に供給するよう構成されている。膨張機 14 は、コールドヘッドとも称され、室温部 14 a と、冷却ステージとも称される低温部 14 b とを有する。圧縮機 12 と膨張機 14 により極低温冷凍機 10 の冷凍サイクルが構成され、それにより低温部 14 b が所望の極低温に冷却される。作動ガスは、冷媒ガスとも称され、通例はヘリウムガスであるが、適切な他のガスが用いられてもよい。理解のために、作動ガスの流れる方向を図 1 に矢印で示す。

[0013] 極低温冷凍機 10 は、一例として、単段式または二段式のギフォード・マクマホン (Gifford-McMahon ; GM) 冷凍機であるが、パルス管冷凍機、スターリング冷凍機、またはそのほかのタイプの極低温冷凍機であってもよい。膨張機 14 は、極低温冷凍機 10 のタイプに応じて異なる構成を有するが、圧縮機 12 は、極低温冷凍機 10 のタイプによらず、以下に説明する構成を用いることができる。

[0014] なお、一般に、圧縮機 12 から膨張機 14 に供給される作動ガスの圧力と、膨張機 14 から圧縮機 12 に回収される作動ガスの圧力は、ともに大気圧よりかなり高く、それぞれ第 1 高压及び第 2 高压と呼ぶことができる。説明の便宜上、第 1 高压及び第 2 高压はそれぞれ単に高压及び低压とも呼ばれる。典型的には、高压は例えば 2 ～ 3 MPa である。低压は例えば 0.5 ～ 1.5 MPa であり、例えば約 0.8 MPa である。

[0015] 圧縮機 12 は、高压ガス出口 18、低压ガス入口 19、高压流路 20、低压流路 21、測定器 22、切替機構 24、圧縮機本体 25、圧縮機筐体 26、および測定器流路 28 を備える。高压ガス出口 18 は、圧縮機 12 の作動ガス吐出ポートとして圧縮機筐体 26 に設置され、低压ガス入口 19 は、圧縮機 12 の作動ガス吸入ポートとして圧縮機筐体 26 に設置されている。高压流路 20 は、圧縮機本体 25 の吐出口を高压ガス出口 18 に接続し、低压

流路 21 は、低圧ガス入口 19 を圧縮機本体 25 の吸入口に接続する。圧縮機筐体 26 は、高圧流路 20、低圧流路 21、測定器 22、切替機構 24、圧縮機本体 25、および測定器流路 28 を収容する。圧縮機 12 は、圧縮機ユニットとも称される。

[0016] 圧縮機本体 25 は、その吸入口から吸入される作動ガスを内部で圧縮して吐出口から吐出するよう構成されている。圧縮機本体 25 は、例えば、スクロール方式、ロータリ式、または作動ガスを昇圧するそのほかのポンプであってもよい。圧縮機本体 25 は、固定された一定の作動ガス流量を吐出するよう構成されていてもよい。あるいは、圧縮機本体 25 は、吐出する作動ガス流量を可変とするよう構成されていてもよい。圧縮機本体 25 は、圧縮カプセルと称されることもある。

[0017] 測定器 22 は、作動ガスの物理量を測定するように構成されている。この実施の形態では、測定すべき物理量は作動ガスの圧力であり、測定器 22 は、圧力ゲージ、圧力センサ、または作動ガスの圧力を測定するように構成された任意の圧力計である。測定器 22 は、測定値を表示する表示部を有してもよく、表示部は圧縮機筐体 26 に取り付けられていてもよい。

[0018] 測定器 22 は、測定器流路 28 に設けられた唯一の圧力センサである。後述するように、測定器 22 は、圧縮機 12 の高圧側（吐出側）と低圧側（吸入側）の両方の圧力を測定可能とするように測定器流路 28 に配置されている。測定器 22 は、切替機構 24 の状態に応じて、高圧側圧力または低圧側圧力のいずれかを測定する。

[0019] 切替機構 24 は、測定器 22 に高圧流路 20 と低圧流路 21 のうちいずれかを選択的に接続するように構成されている。また、切替機構 24 は、高圧流路 20 と低圧流路 21 とを互いに流体的に隔離するように構成されている。切替機構 24 は、高圧流路 20 と低圧流路 21 との間で作動ガスの直接の流通は無く、高圧流路 20 と低圧流路 21 との間の圧力差は保持される。

[0020] 切替機構 24 は、測定器流路 28 に設けられている。切替機構 24 は、測定器流路 28 を第 1 状態と第 2 状態に切り替えることができる。切替機構 2

4を第1状態に切り替えることにより、測定器22が測定器流路28を通じて高圧流路20に接続される。第1状態においては、低圧流路21は測定器22から切り離される。切替機構24を第2状態に切り替えることにより、測定器22が測定器流路28を通じて低圧流路21に接続される。第2状態においては、高圧流路20は測定器22から切り離される。

[0021] 切替機構24は、例えば電磁三方弁またはその他の駆動方式の三方弁である。切替機構24は3つのポートを有し、第1ポートに第2ポートと第3ポートのいずれかを選択的に接続することができる。第1状態では第1ポートが第2ポートに接続され、第2状態では第1ポートが第3ポートに接続される。

[0022] 測定器流路28は、測定器接続路28a、高圧導入路28b、および低圧導入路28cを備える。測定器接続路28aは、測定器22を切替機構24の第1ポートに接続する。高圧導入路28bは、高圧流路20上の高圧分岐20aから分岐して切替機構24の第2ポートに接続されている。低圧導入路28cは、低圧流路21上の低圧分岐21aから分岐して切替機構24の第3ポートに接続されている。切替機構24は、測定器接続路28aから高圧導入路28bおよび低圧導入路28cへの分岐部を構成している。

[0023] 切替機構24の第1状態においては、高圧流路20から高圧導入路28b、切替機構24、および測定器接続路28aを通じて測定器22へと高圧の作動ガスが導入される。低圧導入路28cは、切替機構24によって測定器接続路28aと高圧導入路28bのいずれにも接続されていない。

[0024] 切替機構24の第2状態においては、低圧流路21から低圧導入路28c、切替機構24、および測定器接続路28aを通じて測定器22へと低圧の作動ガスが導入される。高圧導入路28bは、切替機構24によって、測定器接続路28aと高圧導入路28bのいずれにも接続されていない。

[0025] よって、切替機構24の第1状態においては、測定器22は、高圧流路20を流れる作動ガスの圧力を測定する高圧センサとして機能する。切替機構24の第2状態においては、測定器22は、低圧流路21を流れる作動ガス

の圧力を測定する低圧センサとして機能する。

[0026] また、切替機構 24 は、測定器 22 の非測定時に測定器 22 を高压流路 20 と低压流路 21 の両方から切り離すように構成されていてもよい。測定器 22 が作動ガスの物理量を測定しないときには、切替機構 24 は第 3 状態をとることができる。切替機構 24 の第 3 状態においては、測定器接続路 28a は高压導入路 28b と低压導入路 28c のいずれにも接続されず、高压流路 20 および低压流路 21 からの作動ガスは測定器 22 に導入されない。切替機構 24 が三方弁である場合、三方弁は、第 1 ポートが第 2 ポートにも第 3 ポートにも接続されない状態を選択することができるように構成されていてもよい。

[0027] 圧縮機 12 は、切替機構 24 の切り替えのための切替操作部 30 を備えてもよい。切替操作部 30 は、圧縮機筐体 26 に設置された例えば操作ボタンまたはスイッチのような人手により操作可能な操作具であってもよい。切替操作部 30 は、操作入力を受けて切替機構 24 の第 1 状態と第 2 状態を切り替えるように切替機構 24 に機械的または電氣的に接続されている。切替操作部 30 は、切替機構 24 の第 1 状態と第 2 状態と第 3 状態とを切替可能に構成されていてもよい。

[0028] 切替操作部 30 は、切替機構 24 の状態を表すように構成されていてもよい。例えば、操作ボタンが押下されると切替機構 24 が第 1 状態となり、押下が解除されると切替機構 24 が第 2 状態となるといったように、切替操作部 30 の外観から切替機構 24 の状態を識別可能であってもよい。切替操作部 30 は、第 1 状態と第 2 状態と第 3 状態とを識別可能であってもよい。このようにすれば、ユーザは切替機構 24 の状態を視覚的に把握できるので便利である。

[0029] なお、圧縮機 12 は、そのほか種々の構成要素を有しうる。例えば、高压流路 20 には、オイルセパレータ、アドソーバなどが設けられていてもよい。低压流路 21 には、ストレージタンクそのほかの構成要素が設けられていてもよい。測定器流路 28 と並列にバイパス流路が設けられ、バイパス流路

は、膨張機 14 を迂回して高圧流路 20 から低圧流路 21 に作動ガスを還流させるように高圧流路 20 を低圧流路 21 に接続してもよい。また、圧縮機 12 には、圧縮機本体 25 をオイルで冷却するオイル循環系や、オイルを冷却する冷却系などが設けられていてもよい。

[0030] また、極低温冷凍機 10 は、圧縮機 12 と膨張機 14 の間で作動ガスを循環させるガスライン 34 を備える。ガスライン 34 は、圧縮機 12 から膨張機 14 に作動ガスを供給する高圧ライン 35 と、膨張機 14 から圧縮機 12 に作動ガスを回収する低圧ライン 36 とを備える。膨張機 14 の室温部 14a は、高圧ガス入口 37 と低圧ガス出口 38 とを備える。高圧ガス入口 37 は、高圧配管 39 によって高圧ガス出口 18 に接続され、低圧ガス出口 38 は、低圧配管 40 によって低圧ガス入口 19 に接続されている。高圧ライン 35 は、高圧配管 39 と高圧流路 20 からなり、低圧ライン 36 は、低圧配管 40 と低圧流路 21 からなる。

[0031] したがって、膨張機 14 から圧縮機 12 に回収される作動ガスは、膨張機 14 の低圧ガス出口 38 から低圧配管 40 を通じて圧縮機 12 の低圧ガス入口 19 に入り、さらに低圧流路 21 を経て圧縮機本体 25 に戻り、圧縮機本体 25 によって圧縮され昇圧される。圧縮機 12 から膨張機 14 に供給される作動ガスは、圧縮機本体 25 から高圧流路 20 を通じて圧縮機 12 の高圧ガス出口 18 から出て、さらに高圧配管 39 と膨張機 14 の高圧ガス入口 37 を経て膨張機 14 に供給される。

[0032] 以上、実施の形態に係る極低温冷凍機 10、とくに圧縮機 12 の作動ガス物理量測定系の構成を述べた。続いてその動作を説明する。

[0033] 圧縮機 12 の高圧側圧力を測定すべき場合には、ユーザは、切替操作部 30 を目視して切替機構 24 の状態を確認する。切替機構 24 が第 1 状態にある場合には、高圧流路 20 からの作動ガスが測定器 22 に導入されているから、測定器 22 は圧縮機 12 の高圧側圧力を出力している。切替機構 24 が第 2 状態（または第 3 状態）にある場合には、ユーザは切替操作部 30 を操作して切替機構 24 を第 1 状態に切り替える。こうして、ユーザは、測定器

22から高圧側圧力の測定値を取得する。例えば、ユーザは、測定器22の表示部を目視し圧力測定値を読み取る。

[0034] 同様に、圧縮機12の低圧側圧力を測定すべき場合には、ユーザは、切替操作部30を目視して切替機構24の状態を確認する。切替機構24が第1状態（または第3状態）にある場合には、ユーザは切替操作部30を操作して切替機構24を第2状態に切り替える。切替機構24が第2状態にある場合には、低圧流路21からの作動ガスが測定器22に導入されているから、測定器22は圧縮機12の低圧側圧力を出力している。こうして、ユーザは、測定器22から低圧側圧力の測定値を取得する。

[0035] したがって、実施の形態によれば、切替機構24を切り替えることにより、測定器22を使用して、圧縮機12の高圧側（吐出側）または低圧側（吸入側）のいずれかの圧力を選択して測定することができる。切替機構24を適当なタイミングで（例えば、定期的に、または必要に応じて）切り替えることにより、測定器流路28に一つだけしか測定器22が存在しないにもかかわらず、圧縮機12の高圧側と低圧側の圧力を両方測定することができる。

[0036] 厳密に言えば、測定器22は、高圧側圧力と低圧側圧力を交互に順番に測定している。しかし、圧縮機12の運転制御または運転監視といった測定目的を果たすうえで、切替機構24を頻繁に（例えば毎秒1回）切り替えた場合には、高圧側圧力と低圧側圧力を実質的に同時に取得したものと取り扱ったとしても、実際には支障がない。その意味で、実施の形態によれば、高圧側と低圧側の圧力を実質的に同時に測定できると言える。

[0037] 上述のように、高圧側と低圧側それぞれに測定器が設置された場合には、2つの測定器の測定値が一致すべき状況で、個々の測定器の精度そのほかの事情により、測定値が相違しうる。しかし、実施の形態によれば、高圧側と低圧側の物理量を測定する測定器22は一つだけであるから、このような表示の不一致は起こり得ない。また、圧縮機に2つの測定器を搭載する場合に比べて、測定器に要する製造コストが低減される。このようにして、極低温

冷凍機 10 の圧縮機 12 において作動ガスの物理量を測定する簡易な構成を提供することができる。

[0038] 膨張機 14 の動作（例えば、膨張機 14 への作動ガスの吸気工程と膨張機 14 からの作動ガスの排気工程との切替動作）に伴って、高压流路 20 及び／または低压流路 21 の圧力には脈動が生じうる。こうした圧力の脈動は測定器 22 の劣化の原因となりうる。とくに、測定器 22 が圧力の脈動に常時さらされていたとすると、長期の使用とともに測定器 22 の内部構成要素の劣化が促進されやすい。例えば測定器 22 が機械式の圧力ゲージの場合には内部の部品（例えば歯車など）が絶えず圧力変動によって作動し（例えば、歯車の場合、正転と逆転の繰り返しが頻繁に繰り返され）、部品の摩耗が進みやすくなる。また、測定器 22 が電氣的な圧力センサである場合にも内部の検出器が絶えず圧力変動を受けることとなり、やはり劣化が進行しやすくなる。

[0039] 上述のように、実施の形態によれば、切替機構 24 は、測定器 22 の非測定時に測定器 22 を高压流路 20 と低压流路 21 の両方から切り離すことができる。このようにすれば、作動ガスの物理量の測定を必要としない状況では、物理量測定系が圧縮機 12 の高压側と低压側の両方から切り離される。膨張機 14 の動作に伴う作動ガス圧力の脈動による物理量測定系への影響を低減し、測定器 22 の劣化を抑制することができる。

[0040] また、膨張機 14 の動作に伴う作動ガス圧力の脈動は、膨張機 14 の動作周期（例えば、吸気工程と排気工程の切替周期）に関連する周期をもって周期的に発生する。実施の形態に係る物理量測定系は、脈動の周期におけるある特定のタイミング（または位相）で作動ガスの物理量を周期的に測定するように構成されていてもよい。このようにすれば、毎回の物理量測定を圧力の脈動に関して共通の条件で行うことができる。よって、圧力の脈動に起因する物理量測定ノイズを抑制することができる。

[0041] 図 2 は、実施の形態に係る作動ガスの物理量測定系の一例を概略的に示す図である。この測定系は、図 1 に示される圧縮機 12 またはその他の極低温

冷凍機 10 の圧縮機に適用可能である。

[0042] 図 2 に示されるように、切替機構 24 は、測定器流路 28 に設けられた一組のオンオフ弁、具体的には第 1 オンオフ弁 42 と第 2 オンオフ弁 44 を備えてもよい。第 1 オンオフ弁 42 は、高圧導入路 28 b に設けられ、第 2 オンオフ弁 44 は、低圧導入路 28 c に設けられている。より具体的に言えば、第 1 オンオフ弁 42 は、測定器接続路 28 a、高圧導入路 28 b、低圧導入路 28 c の合流点の片側に配置され、第 2 オンオフ弁 44 は、この合流点の反対側に配置されている。これらオンオフ弁は、例えば電磁弁、いわゆるソレノイドバルブである。オンオフ弁は、常閉型であってもよい。

[0043] 切替機構 24 の第 1 状態においては、第 1 オンオフ弁 42 が開（オン）とされ、第 2 オンオフ弁 44 が閉（オフ）とされる。これにより、高圧流路 20 から高圧導入路 28 b、切替機構 24、および測定器接続路 28 a を通じて測定器 22 へと高圧の作動ガスが導入される。切替機構 24 の第 2 状態においては、第 1 オンオフ弁 42 が閉（オフ）とされ、第 2 オンオフ弁 44 が開（オン）とされる。これにより、低圧流路 21 から低圧導入路 28 c、切替機構 24、および測定器接続路 28 a を通じて測定器 22 へと低圧の作動ガスが導入される。なお第 1 オンオフ弁 42 と第 2 オンオフ弁 44 は同時に開かれることはない。

[0044] このような構成を採用しても、切替機構 24 を切り替えることにより、測定器 22 を使用して圧縮機 12 の高圧側（吐出側）と低圧側（吸入側）の圧力を測定することができる。

[0045] また、切替機構 24 は、測定器 22 の非測定時に第 3 状態をとるように構成されていてもよい。切替機構 24 の第 3 状態においては、第 1 オンオフ弁 42 と第 2 オンオフ弁 44 は同時に閉鎖される。このようにすれば、膨張機 14 の動作に伴う作動ガス圧力変動による物理量測定系への影響を低減し、測定器 22 の劣化を抑制することができる。

[0046] 図 3 は、実施の形態に係る作動ガスの物理量測定系の一例を概略的に示す図である。この測定系は、図 1 に示される圧縮機 12 またはその他の極低温

冷凍機 10 の圧縮機に適用可能である。

[0047] 図 3 に示されるように、圧縮機 12 は、切替機構 24 を制御する切替制御部 46 と、記憶部 48 とを備えてもよい。切替制御部 46 および記憶部 48 は、極低温冷凍機 10 を制御する制御装置 50 の一部を構成していてもよい。切替制御部 46 は、切替指令信号 S1 を切替機構 24 に送信することができるように切替機構 24 に通信可能に接続されている。切替指令信号 S1 は、切替機構 24 がとるべき状態を表す情報を含む。すなわち、高圧側の物理量を測定すべき場合には、切替制御部 46 は、第 1 状態を表す切替指令信号 S1 を生成し切替機構 24 に送信する。低圧側の物理量を測定すべき場合には、切替制御部 46 は、第 2 状態を表す切替指令信号 S1 を生成し切替機構 24 に送信する。切替機構 24 が第 3 状態をとることができる場合には、切替制御部 46 は、測定器 22 の非測定時に、第 3 状態を表す切替指令信号 S1 を生成し切替機構 24 に送信してもよい。切替機構 24 は、切替指令信号 S1 を受信すると、切替指令信号 S1 に従って第 1 状態または第 2 状態（または第 3 状態）のいずれかに切り替わるように動作する。

[0048] また、測定器 22 は、測定値を表す測定信号 S2 を出力するように構成されている。切替制御部 46 は、測定信号 S2 を取得するように測定器 22 と電氣的に接続されている。切替制御部 46 は、切替機構 24 が第 1 状態にあるとき取得された測定値を高圧側の物理量として記憶部 48 に保存し、切替機構 24 が第 2 状態にあるとき取得された測定値を低圧側の物理量として記憶部 48 に保存する。言い換えれば、切替制御部 46 は、第 1 状態を表す切替指令信号 S1 に応答して受信された測定信号 S2 を高圧側の物理量として記憶部 48 に保存し、第 2 状態を表す切替指令信号 S1 に応答して受信された測定信号 S2 を低圧側の物理量として記憶部 48 に保存する。なお、第 3 状態において受信された測定信号 S2 は、高圧側の物理量でも低圧側の物理量でもなく、有効な物理量を表さないので、記憶部 48 に保存する必要はない。

[0049] 切替制御部 46 は、一定時間ごとに切替指令信号 S1 を第 1 状態と第 2 状

態に切り替えてもよい。このようにすれば、高圧側の物理量と低圧側の物理量を交互に自動的に測定することができる。また、切替制御部46は、制御装置50またはユーザからの入力を受けて、切替指令信号S1を第1状態と第2状態に切り替えてもよい。このようにすれば、制御装置50またはユーザからの要求に応じて高圧側の物理量と低圧側の物理量を切り替えて測定することができる。

[0050] また、切替制御部46は、切替指令信号S1を第1状態と第2状態を切り替えるときに、第1状態と第2状態の間に第3状態を含めてもよい。この場合、切替制御部46は、切替指令信号S1を第1状態から第3状態に切り替え、その後第2状態に切り替えてもよい。同様に、切替制御部46は、切替指令信号S1を第2状態から第3状態に切り替え、その後第1状態に切り替えてもよい。

[0051] 切替制御部46は、膨張機14の動作周期と同期した測定周期で物理量測定系（すなわち測定器22および切替機構24）を動作させてもよい。切替制御部46は、第1状態が選択されている間におけるある特定の第1タイミング（または第1位相）で作動ガスの物理量を測定するように物理量測定系を制御してもよい。同様に、切替制御部46は、第2状態が選択されている間におけるある特定の第2タイミング（または第2位相）で作動ガスの物理量を測定するように物理量測定系を制御してもよい。このようにすれば、高圧側と低圧側それぞれにおける毎回の物理量測定を圧力の脈動に関して共通の条件で行うことができ、圧力の脈動に起因する物理量測定のノイズを抑制することができる。

[0052] 制御装置50（すなわち切替制御部46および記憶部48）は、ハードウェア構成としてはコンピュータのCPUやメモリをはじめとする素子や回路で実現され、ソフトウェア構成としてはコンピュータプログラム等によって実現されるが、図3では適宜、それらの連携によって実現される機能ブロックとして描いている。これらの機能ブロックはハードウェア、ソフトウェアの組合せによっていろいろなかたちで実現できることは、当業者には理解さ

れるところである。

[0053] 以上、本発明を実施例にもとづいて説明した。本発明は上記実施形態に限定されず、種々の設計変更が可能であり、様々な変形例が可能であること、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。

[0054] ある実施の形態に関連して説明した種々の特徴は、他の実施の形態にも適用可能である。組合せによって生じる新たな実施の形態は、組み合わされる実施の形態それぞれの効果をあわせもつ。

[0055] 上述の実施の形態では、測定器 22 は、作動ガスの物理量として圧力を測定するように構成されているが、本発明はこれには限定されない。測定器 22 は、作動ガスの温度、流量、またはその他の物理量を測定するように構成されていてもよい。

[0056] 上述の実施の形態では、切替機構 24 が三方弁である場合、三方弁が第 1 状態と第 2 状態と第 3 状態を切り替えるように構成されているが、本発明はこれには限定されない。三方弁は、第 1 状態と第 2 状態にのみ切り替えるように構成されていてもよい。この場合、切替機構 24 は、三方弁に加えて、測定器接続路 28a に設けられた追加のオンオフ弁を有してもよい。第 1 状態と第 2 状態においてはオンオフ弁を開くことにより作動ガスを測定器 22 に導入することができる。第 3 状態においてはオンオフ弁を閉じることにより測定器 22 を高压流路 20 と低压流路 21 の両方から切り離すことができる。

産業上の利用可能性

[0057] 本発明は、極低温冷凍機の圧縮機における利用が可能である。

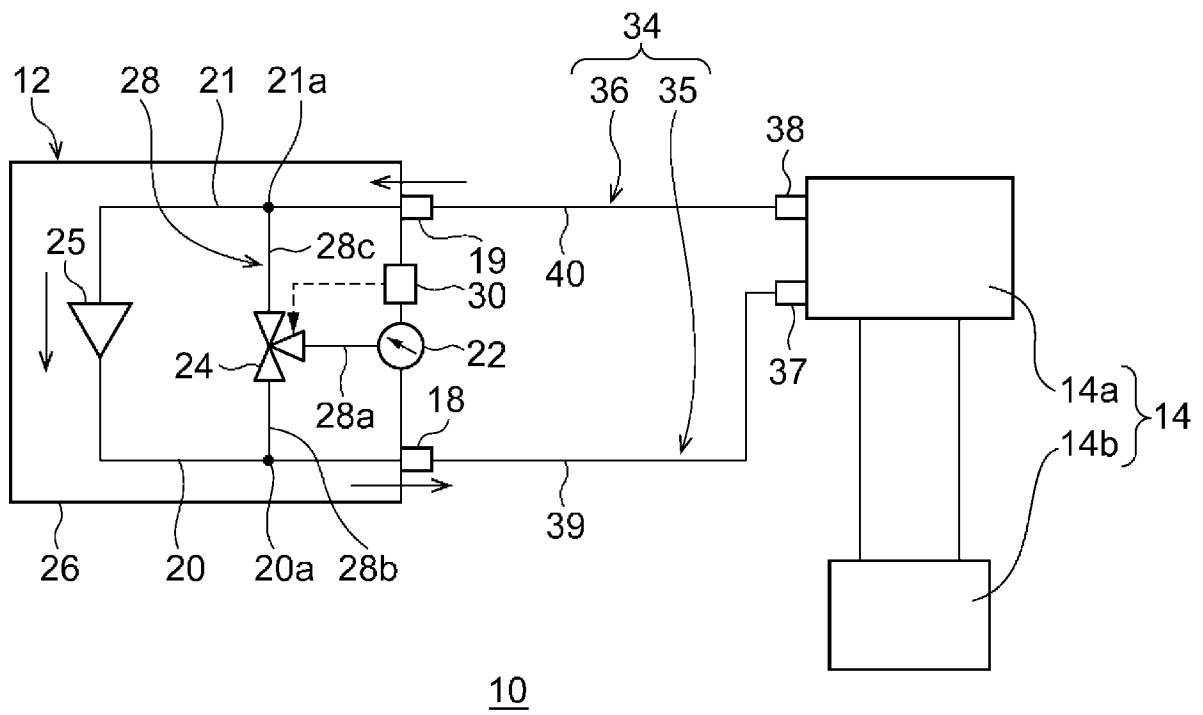
符号の説明

[0058] 10 極低温冷凍機、 12 圧縮機、 14 膨張機、 20 高压流路、 21 低压流路、 22 測定器、 24 切替機構。

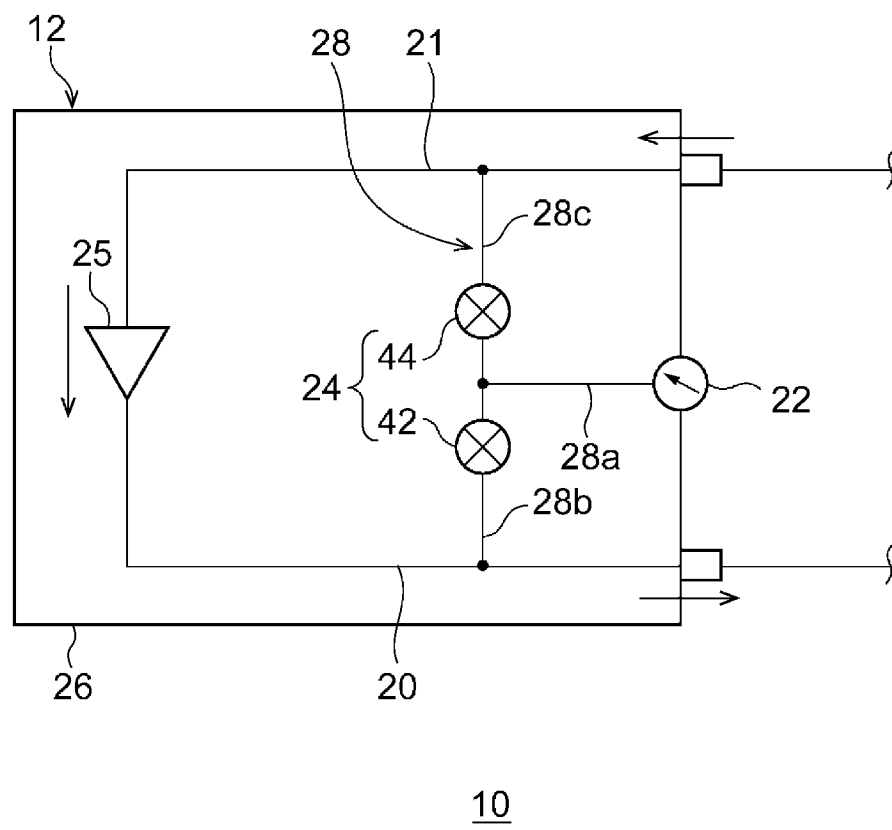
請求の範囲

- [請求項1] 極低温冷凍機の圧縮機であって、
前記極低温冷凍機の膨張機に供給される高圧のヘリウムガスが流れる高圧流路と、
前記極低温冷凍機の膨張機から回収される低圧のヘリウムガスが流れる低圧流路と、
前記ヘリウムガスの物理量を測定する測定器と、
前記測定器に前記高圧流路と前記低圧流路のうちいずれかを選択的に接続する切替機構と、を備えることを特徴とする極低温冷凍機の圧縮機。
- [請求項2] 前記測定器は、前記ヘリウムガスの圧力を測定することを特徴とする請求項1に記載の極低温冷凍機の圧縮機。
- [請求項3] 前記切替機構は、前記測定器の非測定時に前記測定器を前記高圧流路と前記低圧流路の両方から切り離すことを特徴とする請求項1または2に記載の極低温冷凍機の圧縮機。
- [請求項4] 前記圧縮機は、前記切替機構が設けられ、前記測定器を前記高圧流路と前記低圧流路に接続する測定器流路を備え、
前記測定器は、前記測定器流路に設けられた唯一の測定器であ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極低温冷凍機の圧縮機。
- [請求項5] 前記測定器は、前記極低温冷凍機の膨張機の動作周期と同期した測定周期で前記ヘリウムガスの物理量を測定することを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の極低温冷凍機の圧縮機。

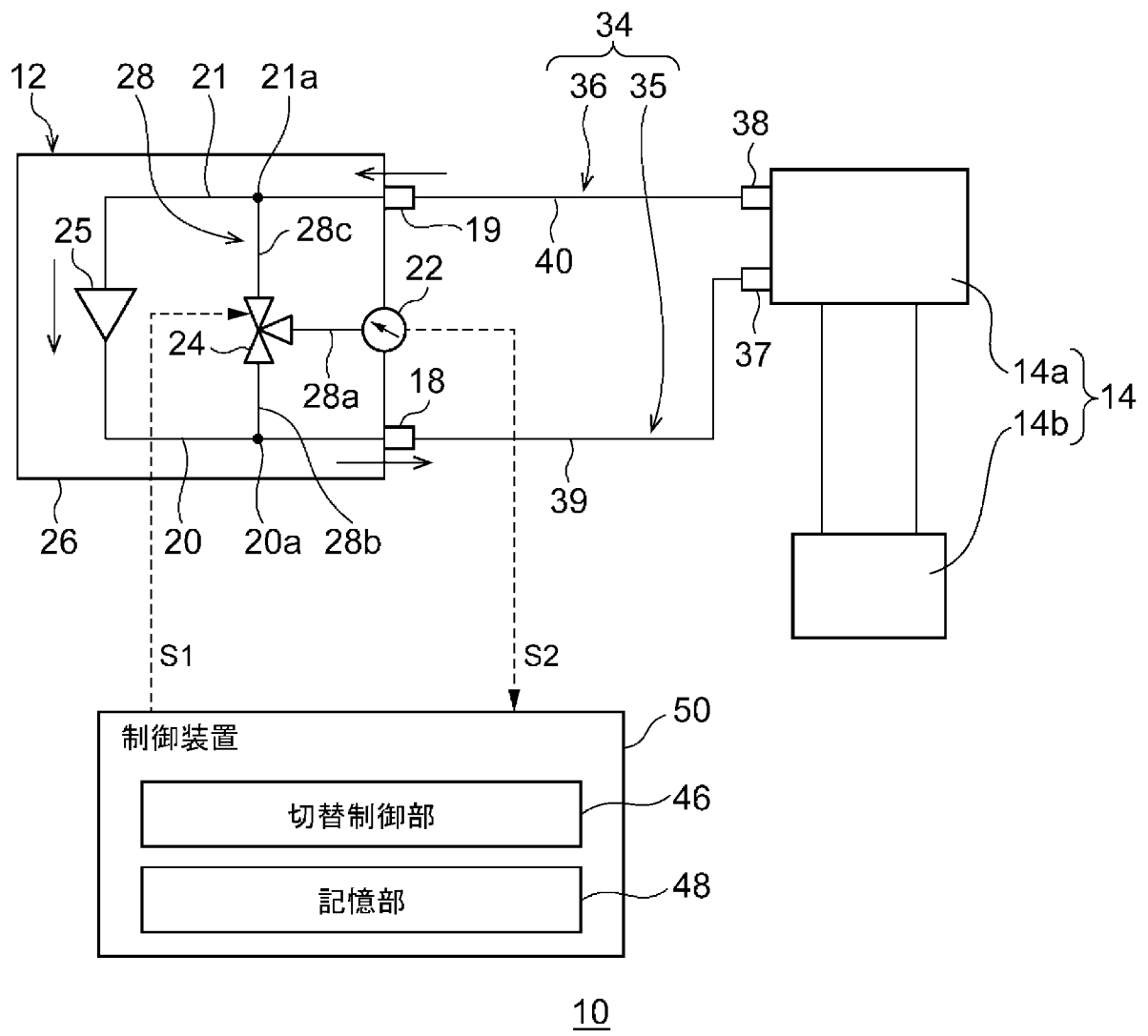
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/026295

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F25B9/00 (2006.01) i, F25B9/14 (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. F25B9/00, F25B9/14

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.
Y A	JP 2015-178910 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 08 October 2015, claims, paragraphs [0061]-[0080], fig. 1, 5-7 & US 2015/0267942 A1: claims, paragraphs [0070]-[0090], fig. 1, 5-7 & CN 104930761 A	1-4 5
Y A	JP 2005-083214 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 31 March 2005, claims, paragraph [0031], fig. 2 (Family: none)	1-4 5



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
27 August 2019 (27.08.2019)

Date of mailing of the international search report
10 September 2019 (10.09.2019)

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/JP2019/026295

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-085048 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 18 March 2004, paragraph [0010], fig. 2 (Family: none)	1-4 5
Y A	JP 04-028978 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 31 January 1992, claims, page 2, upper left column, line 2 to lower right column, line 10, fig. 1-2 (Family: none)	1-4 5
A	JP 10-110846 A (TORIGOE, Ippei) 28 April 1998, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 60-171359 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 04 September 1985, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 113344/1988 (Laid-open No. 034963/1990) (HITACHI, LTD.) 06 March 1990, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 06-018108 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 25 January 1994, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2013-242112 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 05 December 2013, entire text, all drawings & US 2013/0312428 A1 & CN 103423910 A	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F25B9/00(2006.01)i, F25B9/14(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. F25B9/00, F25B9/14

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
Y A	JP 2015-178910 A（住友重機械工業株式会社）2015.10.08, 特許請求の範囲, [0061] - [0080], 第1, 5-7図 & US 2015/0267942 A1 : CLAIMS, [0070]-[0090], FIGS. 1, 5-7 & CN 104930761 A	1-4 5
Y A	JP 2005-083214 A（ダイキン工業株式会社）2005.03.31, 特許請求の範囲, [0031], 第2図（ファミリーなし）	1-4 5

☒ 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

27.08.2019

国際調査報告の発送日

10.09.2019

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）

伊藤 紀史

3M

3545

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

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
Y A	JP 2004-085048 A (住友重機械工業株式会社) 2004.03.18, [0010], 第2図 (ファミリーなし)	1-4 5
Y A	JP 04-028978 A (ダイキン工業株式会社) 1992.01.31, 特許請求の範囲, 第2頁左上欄第2行-右下欄第10行, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-4 5
A	JP 10-110846 A (鳥越 一平) 1998.04.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 60-171359 A (ダイキン工業株式会社) 1985.09.04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	日本国実用新案登録出願63-113344号(日本国実用新案登録出願公開02-034963号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社日立製作所) 1990.03.06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 06-018108 A (三洋電機株式会社) 1994.01.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2013-242112 A (住友重機械工業株式会社) 2013.12.05, 全文, 全図 & US 2013/0312428 A1 & CN 103423910 A	1-5