

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 は、ディスプレイサシリンダ 26 と、ディスプレイサシリンダ 26 内に配置され、ガス圧により往復動が駆動されるディスプレイサ 20 と、ディスプレイサ 20 とともに往復動するようにディスプレイサ 20 に剛に連結されたカラー 70 と、カラー 70 によって上部区画 72 a と下部区画 72 b とに分けられたカラー室 72 と、ディスプレイサ 20 が下死点にあるときディスプレイサ 20 とディスプレイサシリンダ 26 との干渉を緩和するように下部区画 72 b に設けられた下部バンパー 76 と、ディスプレイサ 20 が下死点にあるとき上部区画 72 a と下部区画 72 b との連通を保証するようにカラー 70 またはカラー室 72 に形成された連通路 80 と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 極低温冷凍機

技術分野

[0001] 本発明は、極低温冷凍機に関する。

背景技術

[0002] 極低温冷凍機の代表例の1つであるGM（ギフォード・マクマホン、Gifford-McMahon）冷凍機は、ディスプレイサの駆動源によってモータ駆動型とガス駆動型の2種類に大きく分けられる。モータ駆動型においては、ディスプレイサがモータに機械的に連結され、モータによって駆動される。ガス駆動型においては、ディスプレイサがガス圧によって駆動される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平2-197765号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明者らは、ガス駆動型の極低温冷凍機について鋭意研究を重ねた結果、以下の課題を認識するに至った。典型的なガス駆動型の極低温冷凍機では、ガス圧によってディスプレイサがシリンダ端部に干渉（例えば衝突）するまで移動する。干渉は振動および騒音を生じさせうる。ディスプレイサとシリンダ端部との干渉を防止し、振動および騒音を低減するために、「カラーバンパー（collar bumper）」と称される設計が採用されうる。しかしながら、カラーバンパー方式のガス駆動型極低温冷凍機では、ディスプレイサが下死点に到達するとき、カラーの一方側に低圧の密閉領域が形成され、カラーの他方側の高圧領域との差圧によって上死点に向かうディスプレイサの移動が妨げられうる。

[0005] 本発明のある態様の例示的な目的のひとつは、カラーバンパー方式のガス駆動型極低温冷凍機においてディスプレイサの下死点から上死点に向かう移

動を容易にすることにある。

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、極低温冷凍機は、シリンダと、シリンダ内に配置され、ガス圧により往復動が駆動されるディスプレイサと、ディスプレイサとともに往復動するようにディスプレイサに剛に連結されたカラーと、カラーによって上部区画と下部区画とに分けられたカラー室と、ディスプレイサが下死点にあるときディスプレイサとシリンダとの干渉を緩和するように下部区画に設けられた下部バンパーと、ディスプレイサが下死点にあるとき上部区画と下部区画との連通を保証するようにカラーまたはカラー室に形成された連通路と、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を、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、カラーバンパー方式のガス駆動型極低温冷凍機においてディスプレイサの下死点から上死点に向かう移動を容易にすることができる。

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]実施の形態に係る極低温冷凍機を概略的に示す図である。

[図3]他の実施の形態に係るカラーおよびバンパー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および図2は、実施の形態に係る極低温冷凍機10を示す概略図である。極低温冷凍機10は、例えば、ガス駆動型のGM冷凍機である。

[0012] 極低温冷凍機10は、作動ガス（例えばヘリウムガス）を圧縮する圧縮機12と、作動ガスを断熱膨張により冷却するコールドヘッド14と、を備える。圧縮機12は、圧縮機吐出口12a及び圧縮機吸入口12bを有する。圧縮機吐出口12a及び圧縮機吸入口12bはそれぞれ、極低温冷凍機10の高圧源及び低圧源として機能する。コールドヘッド14は膨張機とも呼ばれる。

[0013] 詳しくは後述するように、圧縮機12は、圧縮機吐出口12aからコールドヘッド14に高圧（PH）の作動ガスを供給する。コールドヘッド14には作動ガスを予冷する蓄冷器15が備えられている。予冷された作動ガスは、コールドヘッド14内での膨張によって更に冷却される。作動ガスは蓄冷器15を通じて圧縮機吸入口12bに回収される。作動ガスは蓄冷器15を通るとき蓄冷器15を冷却する。圧縮機12は、回収した低圧（PL）の作動ガスを圧縮し、再びコールドヘッド14に供給する。

[0014] 図示されるコールドヘッド14は単段式である。ただし、コールドヘッド14は、多段式であってもよい。

[0015] コールドヘッド14は、ガス圧で駆動されるフリーピストンとしての軸方向可動体16と、気密に構成され軸方向可動体16を収容するコールドヘッドハウジング18と、を備える。コールドヘッドハウジング18は、軸方向可動体16を軸方向に往復動可能に支持するとともに、作動ガスの圧力容器として構成されている。モータ駆動型のGM冷凍機とは異なり、コールドヘッド14は、軸方向可動体16を駆動するモータおよび連結機構（例えばスコッチヨーク機構）を有しない。

[0016] 軸方向可動体16は、軸方向（図1において上下方向、矢印Cで示す）に往復動可能なディスプレイサ20と、ディスプレイサ20を軸方向に駆動す

るようにディスプレイサ２０に同軸に連結された駆動ピストン２２と、を備える。駆動ピストン２２は、ディスプレイサ２０が駆動ピストン２２と一体に軸方向に往復動するようにディスプレイサ２０に剛に連結されている。駆動ピストン２２は、ディスプレイサ２０に比べて小さい寸法を有する。駆動ピストン２２の軸方向長さはディスプレイサ２０のそれより短く、駆動ピストン２２の径もディスプレイサ２０のそれより小さい。

[0017] コールドヘッドハウジング１８は、ディスプレイサ２０を収容するディスプレイサシリンダ２６と、駆動ピストン２２を収容するピストンシリンダ２８と、を備える。ピストンシリンダ２８は、ディスプレイサシリンダ２６と同軸にかつ軸方向に隣接して配設されている。詳細は後述するが、ガス駆動型であるコールドヘッド１４の駆動部は、駆動ピストン２２とピストンシリンダ２８を含んで構成されている。ピストンシリンダ２８の容積はディスプレイサシリンダ２６のそれより小さい。ピストンシリンダ２８の軸方向長さはディスプレイサシリンダ２６のそれより短く、ピストンシリンダ２８の径もディスプレイサシリンダ２６のそれより小さい。

[0018] ディスプレーサ２０の軸方向往復動は、ディスプレイサシリンダ２６によって案内される。通例、ディスプレイサ２０およびディスプレイサシリンダ２６はそれぞれ軸方向に延在する円筒状の部材であり、ディスプレイサシリンダ２６の内径はディスプレイサ２０の外径に一致するか又はわずかに大きい。同様に、駆動ピストン２２の軸方向往復動は、ピストンシリンダ２８によって案内される。通例、駆動ピストン２２およびピストンシリンダ２８はそれぞれ軸方向に延在する円筒状の部材であり、ピストンシリンダ２８の内径は駆動ピストン２２の外径に一致するか又はわずかに大きい。

[0019] ディスプレーサ２０と駆動ピストン２２は剛に連結されているので、駆動ピストン２２の軸方向ストロークはディスプレイサ２０の軸方向ストロークと等しく、両者はストローク全体にわたって一体に移動する。ディスプレイサ２０に対する駆動ピストン２２の位置は軸方向可動体１６の軸方向往復動の間、不変である。

[0020] 第1シール部32が、駆動ピストン22とピストンシリンダ28の間に設けられている。第1シール部32は、駆動ピストン22またはピストンシリンダ28のいずれか一方に装着され、駆動ピストン22またはピストンシリンダ28の他方と摺動する。第1シール部32は例えば、スリッパシールまたはOリングなどのシール部材で構成される。第1シール部32によって、ピストンシリンダ28は、ディスプレイサシリンダ26に対し気密に構成されている。第1シール部32が設けられているので、ピストンシリンダ28とディスプレイサシリンダ26との直接のガス流通は生じない。ピストンシリンダ28の内圧とディスプレイサシリンダ26の内圧は異なる大きさをとることができる。

[0021] ディスプレーサシリンダ26は、ディスプレイサ20によって膨張室34と室温室36に仕切られている。ディスプレイサ20は、軸方向一端にてディスプレイサシリンダ26との間に膨張室34を形成し、軸方向他端にてディスプレイサシリンダ26との間に室温室36を形成する。室温室36は圧縮室と呼ぶこともできる。また、コールドヘッド14には、膨張室34を外包するようディスプレイサシリンダ26に固着された冷却ステージ38が設けられている。

[0022] 蓄冷器15はディスプレイサ20に内蔵されている。ディスプレイサ20はその上蓋部に、蓄冷器15を室温室36に連通する入口流路40を有する。また、ディスプレイサ20はその筒部に、蓄冷器15を膨張室34に連通する出口流路42を有する。あるいは、出口流路42は、ディスプレイサ20の下蓋部に設けられていてもよい。加えて、蓄冷器15は、上蓋部に内接する入口リテーナ41と、下蓋部に内接する出口リテーナ43と、を備える。蓄冷材は、たとえば銅製の金網でもよい。リテーナは蓄冷材よりも粗い金網でもよい。

[0023] 第2シール部44が、ディスプレイサ20とディスプレイサシリンダ26の間に設けられている。第2シール部44は、例えばスリッパシールであり、ディスプレイサ20の筒部または上蓋部に装着されている。ディスプレ

ーサ 20 とディスプレイサシリンダ 26 とのクリアランスが第 2 シール部 44 によって封じられているので、室温室 36 と膨張室 34 との直接のガス流通（つまり蓄冷器 15 を迂回するガス流れ）はない。

[0024] 作動ガスは、室温室 36 から入口流路 40 を通じて蓄冷器 15 に流入する。より正確には、作動ガスは、入口流路 40 から入口リテーナ 41 を通って蓄冷器 15 に流入する。作動ガスは、蓄冷器 15 から出口リテーナ 43 および出口流路 42 を経由して膨張室 34 に流入する。作動ガスが膨張室 34 から室温室 36 に戻るときは逆の経路を通る。つまり、作動ガスは、膨張室 34 から、出口流路 42、蓄冷器 15、および入口流路 40 を通って室温室 36 に戻る。蓄冷器 15 を迂回してクリアランスを流れようとする作動ガスは第 2 シール部 44 によって遮断される。

[0025] コールドヘッド 14 は、使用される現場で図示の向きに設置される。すなわち、ディスプレイサシリンダ 26 が鉛直方向下方に、ピストンシリンダ 28 が鉛直方向上方に、それぞれ配置されるようにして、コールドヘッド 14 は縦向きに設置される。このように、冷却ステージ 38 を鉛直方向下方に向ける姿勢で設置されるとき極低温冷凍機 10 は冷凍能力が最も高くなる。ただし、極低温冷凍機 10 の配置はこれに限定されない。逆に、コールドヘッド 14 は冷却ステージ 38 を鉛直方向上方に向ける姿勢で設置されてもよい。あるいは、コールドヘッド 14 は、横向きまたはその他の向きに設置されてもよい。コールドヘッド 14 はどのような姿勢で設置されたとしても冷却運転可能である。

[0026] ディスプレーサ 20 の往復動ストロークの膨張室 34 側の末端をディスプレイサ 20 の下死点と称し、ディスプレイサ 20 の往復動ストロークの室温室 36 側の末端をディスプレイサ 20 の上死点と称する。上死点に向かうディスプレイサ 20 の移動を上動と称し、下死点に向かうディスプレイサ 20 の移動を下動と称してもよい。ただし、こうした用語は、コールドヘッド 14 の姿勢を限定するものではない。

[0027] ディスプレーサ 20 が軸方向に動くとき、膨張室 34 および室温室 36 は

相補的に容積を増減させる。すなわち、ディスプレイサ２０が下動するとき、膨張室３４は狭くなり室温室３６は広くなる。逆も同様である。したがって、ディスプレイサ２０が下死点に位置するとき膨張室３４の容積は最小となる（室温室３６の容積は最大となる）。ディスプレイサ２０が上死点に位置するとき膨張室３４の容積は最大となる（室温室３６の容積は最小となる）。

[0028] さらに、極低温冷凍機１０は、圧縮機１２をコールドヘッド１４に接続する作動ガス回路５２を備える。作動ガス回路５２は、ピストンシリンダ２８とディスプレイサシリンダ２６（すなわち膨張室３４及び／または室温室３６）との間に圧力差を生成するよう構成されている。この圧力差によって軸方向可動体１６が軸方向に動く。ピストンシリンダ２８に対しディスプレイサシリンダ２６の圧力が低ければ、駆動ピストン２２が下動し、それに伴ってディスプレイサ２０も下動する。逆に、ピストンシリンダ２８に対しディスプレイサシリンダ２６の圧力が高ければ、駆動ピストン２２が上動し、それに伴ってディスプレイサ２０も上動する。

[0029] 作動ガス回路５２は、バルブ部５４を備える。バルブ部５４は、コールドヘッドハウジング１８と一体となるようにピストンシリンダ２８に隣接して配設され、圧縮機１２と配管で接続されていてもよい。バルブ部５４は、コールドヘッドハウジング１８の外に配設され、圧縮機１２およびコールドヘッド１４それぞれと配管で接続されていてもよい。

[0030] バルブ部５４は、膨張室圧力切替バルブ（以下、主圧力切替バルブともいう）６０と駆動室圧力切替バルブ（以下、副圧力切替バルブともいう）６２を備える。主圧力切替バルブ６０は、主吸気開閉バルブＶ１と主排気開閉バルブＶ２とを有する。副圧力切替バルブ６２は、副吸気開閉バルブＶ３と副排気開閉バルブＶ４とを有する。

[0031] 作動ガス回路５２は、圧縮機１２をバルブ部５４に接続する高圧ライン１３ａおよび低圧ライン１３ｂを備える。高圧ライン１３ａは、圧縮機吐出口１２ａから延び、途中で分岐し、主吸気開閉バルブＶ１と副吸気開閉バルブ

V 3 に接続されている。低圧ライン 1 3 b は、圧縮機吸入口 1 2 b から延び、途中で分岐し、主排気開閉バルブ V 2 と副排気開閉バルブ V 4 に接続されている。

[0032] また、作動ガス回路 5 2 は、コールドヘッド 1 4 をバルブ部 5 4 に接続する主連通路 6 4 および副連通路 6 6 を備える。主連通路 6 4 は、ディスプレイサシリンダ 2 6 を主圧力切替バルブ 6 0 に接続する。主連通路 6 4 は、室温室 3 6 から延び、途中で分岐して、主吸気開閉バルブ V 1 と主排気開閉バルブ V 2 に接続されている。副連通路 6 6 は、ピストンシリンダ 2 8 を副圧力切替バルブ 6 2 に接続する。副連通路 6 6 は、ピストンシリンダ 2 8 から延び、途中で分岐して、副吸気開閉バルブ V 3 と副排気開閉バルブ V 4 に接続されている。

[0033] 主圧力切替バルブ 6 0 は、圧縮機吐出口 1 2 a または圧縮機吸入口 1 2 b をディスプレイサシリンダ 2 6 の室温室 3 6 に選択的に連通するよう構成されている。主圧力切替バルブ 6 0 においては、主吸気開閉バルブ V 1 および主排気開閉バルブ V 2 がそれぞれ排他的に開放される。すなわち、主吸気開閉バルブ V 1 および主排気開閉バルブ V 2 が同時に開くことは禁止されている。なお主吸気開閉バルブ V 1 および主排気開閉バルブ V 2 が一時的にともに閉じられてもよい。

[0034] 主吸気開閉バルブ V 1 が開いているとき主排気開閉バルブ V 2 は閉じられる。圧縮機吐出口 1 2 a から高圧ライン 1 3 a および主連通路 6 4 を通じてディスプレイサシリンダ 2 6 に作動ガスが流れる。上述のように作動ガスは室温室 3 6 から蓄冷器 1 5 を通じて膨張室 3 4 に流れる。こうして、高圧 P H の作動ガスが圧縮機 1 2 から膨張室 3 4 に供給され、膨張室 3 4 は昇圧される。逆に主吸気開閉バルブ V 1 が閉じているときは、圧縮機 1 2 から膨張室 3 4 への作動ガスの供給は停止される。

[0035] 一方、主排気開閉バルブ V 2 が開いているとき主吸気開閉バルブ V 1 は閉じられる。まず高圧 P H の作動ガスが膨張室 3 4 で膨張し減圧される。膨張室 3 4 から蓄冷器 1 5 を通じて室温室 3 6 に作動ガスが流れる。ディスプレ

ーサシリンダ 26 から主連通路 64 および低压ライン 13b を通じて圧縮機吸入口 12b に作動ガスが流れる。こうして、低压 PL の作動ガスがコールドヘッド 14 から圧縮機 12 に回収される。主排気開閉バルブ V2 が閉じているときは、膨張室 34 から圧縮機 12 への作動ガスの回収は停止される。

[0036] 副圧力切替バルブ 62 は、圧縮機吐出口 12a または圧縮機吸入口 12b をピストンシリンダ 28 に選択的に連通するよう構成されている。副圧力切替バルブ 62 は、副吸気開閉バルブ V3 および副排気開閉バルブ V4 がそれぞれ排他的に開放されるよう構成されている。すなわち、副吸気開閉バルブ V3 および副排気開閉バルブ V4 が同時に開くことは禁止されている。なお副吸気開閉バルブ V3 および副排気開閉バルブ V4 が一時的にともに閉じられてもよい。

[0037] 副吸気開閉バルブ V3 が開いているとき副排気開閉バルブ V4 は閉じられる。圧縮機吐出口 12a から高压ライン 13a および副連通路 66 を通じてピストンシリンダ 28 に作動ガスが流れる。こうして、高压 PH の作動ガスが圧縮機 12 からピストンシリンダ 28 に供給され、ピストンシリンダ 28 は昇圧される。副吸気開閉バルブ V3 が閉じているときは、圧縮機 12 からピストンシリンダ 28 への作動ガスの供給は停止される。

[0038] 一方、副排気開閉バルブ V4 が開いているとき副吸気開閉バルブ V3 は閉じられる。ピストンシリンダ 28 から副連通路 66 および低压ライン 13b を通じて圧縮機吸入口 12b に作動ガスが回収され、ピストンシリンダ 28 は低压 PL に降圧される。副排気開閉バルブ V4 が閉じているときは、ピストンシリンダ 28 から圧縮機 12 への作動ガスの回収は停止される。

[0039] このようにして、主圧力切替バルブ 60 は、高压 PH と低压 PL の周期的な圧力変動を膨張室 34 に生成する。また、副圧力切替バルブ 62 は、ピストンシリンダ 28 に高压 PH と低压 PL の周期的な圧力変動を生成する。

[0040] 副圧力切替バルブ 62 は、駆動ピストン 22 がディスプレイサ 20 の軸方向往復動を駆動するようにピストンシリンダ 28 の圧力を制御するように構成されている。典型的には、ピストンシリンダ 28 での圧力変動は、膨張室

３４での圧力変動と同じ周期でほぼ逆の位相で生成される。膨張室３４が高圧ＰＨのときピストンシリンダ２８は低圧ＰＬとなり、駆動ピストン２２はディスプレイサ２０を上動させることができる。膨張室３４が低圧ＰＬのときピストンシリンダ２８は高圧ＰＨとなり、駆動ピストン２２はディスプレイサ２０を下動させることができる。

[0041] バルブ部５４は、ロータリーバルブの形式をとってもよい。この場合、一群のバルブ（Ｖ１～Ｖ４）がバルブ部５４に組み込まれており、同期して駆動される。バルブ部５４は、バルブ本体（またはバルブステータ）に対するバルブディスク（またはバルブロータ）の回転摺動によってバルブ（Ｖ１～Ｖ４）が適正に切り替わるよう構成されている。一群のバルブ（Ｖ１～Ｖ４）は、極低温冷凍機１０の運転中に同一周期で切り替えられ、それにより４つの開閉バルブ（Ｖ１～Ｖ４）は周期的に開閉状態を変化させる。４つの開閉バルブ（Ｖ１～Ｖ４）はそれぞれ異なる位相で開閉される。

[0042] 極低温冷凍機１０は、バルブ部５４を回転させるようバルブ部５４に連結された回転駆動源５６を備えてもよい。回転駆動源５６はバルブ部５４と機械的に連結される。回転駆動源５６は例えばモータである。ただし、回転駆動源５６は、軸方向可動体１６には機械的に接続されていない。また、極低温冷凍機１０は、バルブ部５４を制御する制御部５８を備えてもよい。制御部５８は、回転駆動源５６を制御してもよい。

[0043] ある実施形態においては、一群のバルブ（Ｖ１～Ｖ４）は、複数の個別に制御可能なバルブの形式をとってもよい。各バルブ（Ｖ１～Ｖ４）は、電磁開閉弁であってもよい。この場合、回転駆動源５６が設けられるのではなく、各バルブ（Ｖ１～Ｖ４）は、制御部５８に電氣的に接続される。制御部５８は、各バルブ（Ｖ１～Ｖ４）の開閉を制御してもよい。

[0044] 図１には、ディスプレイサ２０が下死点に位置する状態が示され、図２には、ディスプレイサ２０が上死点に位置する状態が示されている。

[0045] 極低温冷凍機１０はカラーバンパー方式であるため、コールドヘッド１４は、カラー７０と、カラー７０によって上部区画７２ａと下部区画７２ｂと

に分けられたカラー室 7 2 とを備える。カラー 7 0 は、ディスプレイサ 2 0 とともに往復動するようにディスプレイサ 2 0 に剛に連結されており、軸方向可動体 1 6 の一部を構成する。後述するように、カラー室 7 2 におけるカラー 7 0 の往復動ストロークがディスプレイサ 2 0 の往復動ストロークを定めている。

[0046] ディスプレーサシリンダ 2 6 は、シリンダ上部開口を定めるシリンダフランジ 2 6 a を備える。シリンダフランジ 2 6 a は、ディスプレイサシリンダ 2 6 の軸方向上端から径方向外側に延出している。コールドヘッドハウジング 1 8 は、天板 3 0 とスリーブ 7 3 とを備える。ピストンシリンダ 2 8 およびスリーブ 7 3 は天板 3 0 に固定され、バルブ部 5 4 が天板 3 0 上に搭載されている。シリンダフランジ 2 6 a はスリーブ 7 3 を介して天板 3 0 に接続されている。スリーブ 7 3 は、ピストンシリンダ 2 8 を囲むようにピストンシリンダ 2 8 の外側に配置されている。

[0047] カラー 7 0 は、筒状の本体 7 0 a と、カラー上端 7 0 b とを備える。本体 7 0 a は、ディスプレイサ 2 0 とほぼ同一の外径を有し、ディスプレイサ 2 0 の室温室 3 6 側から上方に延びている。本体 7 0 a の内径は、ピストンシリンダ 2 8 の外径より大きい。カラー上端 7 0 b は、ディスプレイサ 2 0 の外径よりも外側に存在する。カラー上端 7 0 b によって、カラー室 7 2 は、上部区画 7 2 a と下部区画 7 2 b とに分けられている。カラー室 7 2 は、室温室 3 6 に連通している。ディスプレイサ 2 0 がディスプレイサシリンダ 2 6 内を往復するとき、カラー 7 0 は、ディスプレイサシリンダ 2 6 およびピストンシリンダ 2 8 と摩擦することなくカラー室 7 2 を往復する。カラー 7 0 は、スリーブ 7 3 の内周面と摩擦することもない。

[0048] また、コールドヘッド 1 4 は、ディスプレイサ 2 0 が上死点にあるときディスプレイサ 2 0 とディスプレイサシリンダ 2 6 との干渉を緩和するように上部区画 7 2 a に設けられた上部バンパー 7 4 を備える。上部バンパー 7 4 は、カラー室 7 2 の上面に設置され、上部緩衝材 7 4 a および上部リテーナ 7 4 b を有する。上部バンパー 7 4 は、例えば、スリーブ 7 3 に取り付けら

れている。上部緩衝材 74 a は、例えばリングのような樹脂製の環状部材であり、カラー室 72 の上面と上部リテーナ 74 b に挟まれている。上部リテーナ 74 b は例えば樹脂材料で形成されている。なお、上部リテーナ 74 b は設けられていなくてもよい。

[0049] 上部バンパー 74 は、ディスプレイサ 20 が上死点に位置するときカラー 70 と接触し、ディスプレイサ 20 とディスプレイサシリンダ 26 との室温室 36 側での衝突を防止する。カラー上端 70 b は、ディスプレイサ 20 が上動するときディスプレイサ 20 がピストンシリンダ 28 に衝突する前に、カラー室 72 内で上部バンパー 74 と係合する。このとき、カラー上端 70 b は上部リテーナ 74 b に接触し、上部緩衝材 74 a が圧縮され、衝撃が吸収される。

[0050] コールドヘッド 14 は、ディスプレイサ 20 が下死点にあるときディスプレイサ 20 とディスプレイサシリンダ 26 との干渉を緩和するように下部区画 72 b に設けられた下部バンパー 76 を備える。下部バンパー 76 は、カラー室 72 の下面に設置され、下部緩衝材 76 a および下部リテーナ 76 b を有する。下部バンパー 76 は、例えば、シリンダフランジ 26 a に取り付けられている。下部バンパー 76 は、スリーブ 73 に取り付けられていてもよい。下部緩衝材 76 a は、例えばリングのような樹脂製の環状部材であり、カラー室 72 の下面と下部リテーナ 76 b に挟まれている。下部リテーナ 76 b は例えば樹脂材料で形成されている。なお、下部リテーナ 76 b は設けられていなくてもよい。

[0051] 下部バンパー 76 は、ディスプレイサ 20 が下死点に位置するときカラー 70 と接触し、ディスプレイサ 20 とディスプレイサシリンダ 26 との膨張室 34 側での衝突を防止する。カラー上端 70 b は、ディスプレイサ 20 が下動するときディスプレイサ 20 が膨張室 34 側でディスプレイサシリンダ 26 と衝突する前に、カラー室 72 内で下部バンパー 76 と係合する。このとき、カラー上端 70 b は下部リテーナ 76 b に接触し、下部緩衝材 76 a が圧縮され、衝撃が吸収される。

- [0052] 上部区画 7 2 a は、室温室 3 6 と連通している。ピストンシリンダ 2 8 の外周面とカラー 7 0 の内周面との間に第 1 隙間 7 8 a が形成され、第 1 隙間 7 8 a を通じて室温室 3 6 と上部区画 7 2 a との間で作動ガスが流れることができる。
- [0053] 下部区画 7 2 b は、上部区画 7 2 a と連通している。スリーブ 7 3 の内周面とカラー上端 7 0 b の外周面との間に第 2 隙間 7 8 b が形成され、第 2 隙間 7 8 b を通じて上部区画 7 2 a と下部区画 7 2 b との間で作動ガスが流れることができる。ただし、ディスプレイサ 2 0 が下死点に位置するときには、カラー上端 7 0 b が下部バンパー 7 6 と接触し、第 2 隙間 7 8 b を通じた下部区画 7 2 b と上部区画 7 2 a の連通は遮断される。ディスプレイサ 2 0 が上死点に位置するときには、カラー上端 7 0 b が上部バンパー 7 4 と接触し、第 2 隙間 7 8 b を通じた下部区画 7 2 b と上部区画 7 2 a の連通は遮断される。よって、ディスプレイサ 2 0 が上死点と下死点との間の中間位置にあるとき、下部区画 7 2 b は、上部区画 7 2 a を通じて室温室 3 6 に連通し、室温室 3 6 と下部区画 7 2 b との間で作動ガスが流れることができる。また、下部区画 7 2 b は、第 2 シール部 4 4 によって封じられているので、膨張室 3 4 とは連通していない。
- [0054] また、コールドヘッド 1 4 は、ディスプレイサ 2 0 が下死点にあるとき上部区画 7 2 a と下部区画 7 2 b との連通を保証する連通路 8 0 を備える。連通路 8 0 は、カラー上端 7 0 b が下部バンパー 7 6 と接触した状態において上部区画 7 2 a が下部区画 7 2 b と連通するように、カラー 7 0 に形成されている。連通路 8 0 は、上部区画 7 2 a から下部区画 7 2 b へとカラー 7 0（例えばカラー上端 7 0 b）を貫通するように形成され、周方向に少なくとも 1 つあればよい。図示されるように、カラー上端 7 0 b がカラー 7 0 の本体 7 0 a から径方向外向きに延出している場合には、連通路 8 0 は、下部バンパー 7 6 に対して径方向内側の位置においてカラー上端 7 0 b に形成される。連通路 8 0 は、カラー 7 0 の本体 7 0 a を貫通するように形成されてもよい。

[0055] 第1隙間78a、第2隙間78b、および連通路80は、流路抵抗として働く。そのため、ディスプレイサ20が往復するとき、上部区画72aおよび下部区画72bはそれぞれガスばね力を発生させることができる。ディスプレイサ20が上動するとともにカラー上端70bも上動し、上部区画72aは狭くなる。このとき上部区画72aのガスは圧縮され、圧力が高まる。上部区画72aの圧力はカラー上端70bの上面に下向きに作用する。よって、上部区画72aは、カラー70およびディスプレイサ20の上動に抗するガスばね力を発生させる。同様に、ディスプレイサ20が下動するとき、下部区画72bは、カラー70およびディスプレイサ20の下動に抗するガスばね力を発生させる。上部区画72aおよび下部区画72bはそれぞれ、上部ガスばね室および下部ガスばね室と称してもよい。ガスばね力は、カラー70が上部バンパー74および下部バンパー76と接触するとき生じうる振動および騒音を低減することに役立つ。

[0056] 極低温冷凍機10の動作を説明する。ディスプレイサ20が下死点またはその近傍の位置にあるとき、極低温冷凍機10の吸気工程が開始される。主吸気開閉バルブV1は開かれ、主排気開閉バルブV2は閉じる。圧縮機吐出口12aから主吸気開閉バルブV1を通じてコールドヘッド14のディスプレイサシリンダ26に作動ガスが供給され、膨張室34および室温室36は、高圧PHとなる。膨張室34への吸気と同時にピストンシリンダ28の排気が行われる。副吸気開閉バルブV3は閉じ、副排気開閉バルブV4が開かれる。ピストンシリンダ28から副排気開閉バルブV4を通じて圧縮機吸入口12bへと作動ガスが排出され、ピストンシリンダ28は低圧PLへと降圧される。

[0057] したがって、吸気工程において駆動ピストン22にはピストンシリンダ28と膨張室34との差圧(PH-PL)による駆動力が上向きに作用する。その結果、ディスプレイサ20は駆動ピストン22とともに、下死点から上死点に向けて動く。こうして、膨張室34の容積が増加されるとともに高圧ガスで満たされる。

[0058] ディスプレーサ20とともにカラー70も上動する。カラー70は、ディスプレーサ20がディスプレーサシリンダ26の高温端部（例えばピストンシリンダ28）と衝突する前に、上部バンパー74に接触する。上部緩衝材74aが圧縮され、衝撃が吸収される。カラー70が上動する間、上部区画72aは第1隙間78aを通じて室温室36に連通し、下部区画72bは第2隙間78bおよび連通路80を通じて上部区画72aに連通しているから、上部区画72aおよび下部区画72bは、室温室36と同様に高圧PHとなる。

[0059] ディスプレーサ20が上死点またはその近傍の位置にあるとき、極低温冷凍機10の排気工程が開始される。主排気開閉バルブV2が開かれ、主吸気開閉バルブV1は閉じる。高圧ガスは膨張室34で膨張し冷却される。膨張したガスは、蓄冷器15を冷却しながら室温室36を経て圧縮機吸入口12bに回収される。膨張室34および室温室36は、低圧PLとなる。膨張室34からの排気と同時にピストンシリンダ28への吸気が行われる。副排気開閉バルブV4は閉じ、副吸気開閉バルブV3が開かれる。圧縮機吐出口12aから副吸気開閉バルブV3を通じてピストンシリンダ28に作動ガスが供給され、ピストンシリンダ28は高圧PHへと昇圧される。

[0060] したがって、排気工程において駆動ピストン22にはピストンシリンダ28と膨張室34との差圧（ $PH - PL$ ）による駆動力が下向きに作用する。その結果、ディスプレーサ20は駆動ピストン22とともに、上死点から下死点に向けて動く。こうして、膨張室34の容積が減少されるとともに低圧ガスは排出される。

[0061] ディスプレーサ20とともにカラー70も下動する。カラー70は、ディスプレーサ20がディスプレーサシリンダ26の低温端部と衝突する前に、下部バンパー76に接触する。下部緩衝材76aが圧縮され、衝撃が吸収される。カラー70が下動する間、上部区画72aは第1隙間78aを通じて室温室36に連通し、下部区画72bは第2隙間78bおよび連通路80を通じて上部区画72aに連通しているから、上部区画72aおよび下部区画

72bは、室温室36と同様に低圧PLとなる。

[0062] 極低温冷凍機10はこのような冷凍サイクル（すなわちGMサイクル）を繰り返すことで、冷却ステージ38を冷却する。それにより、極低温冷凍機10は、冷却ステージ38に熱的に結合された被冷却物（図示せず）を冷却することができる。

[0063] 極低温冷凍機10は、カラーバンパー方式であるため、カラー70とバンパー（74、76）との接触によりディスプレイサ20とディスプレイサリング26との干渉（例えば衝突）を防止し、振動および騒音を低減することができる。

[0064] ところで、典型的なカラーバンパー方式のガス駆動型極低温冷凍機は、上述の実施の形態と異なり、連通路80を有しない。この場合、カラー70が下死点に位置するとき、下部区画72bには低圧PLの作動ガスが密閉される。この状態において吸気工程の開始時に上部区画72aが高圧PHに昇圧されると、カラー上端70bが差圧（PH-PL）によって下部バンパー76に押し付けられうる。この差圧力は、ディスプレイサ20の上動を妨げうる。

[0065] しかしながら、実施の形態に係る極低温冷凍機10は、ディスプレイサ20が下死点にあるとき上部区画72aと下部区画72bとの連通を保証するようにカラー70に形成された連通路80を備える。そのため、カラー70が下死点に位置しカラー上端70bが下部バンパー76に接触していても、下部区画72bが連通路80を通じて上部区画72aに連通している。下部区画72bは密閉されない。上部区画72aと下部区画72bとの間に生じうる差圧は連通路80を通じて低減または解消されるので、ディスプレイサ20の上動は妨げられない。したがって、ディスプレイサ20は下死点から上死点に向けて移動することができる。

[0066] 連通路80は、カラー70に形成されている。このようにすれば、製造上、連通路80を形成することが容易である。

[0067] 図3は、他の実施の形態に係るカラーおよびバンパーを概略的に示す図で

ある。図示されるように、連通路８０は、カラー７０の本体７０ａまたはカラー上端７０ｂに形成されるのではなく、カラー室７２に形成されてもよい。連通路８０は、例えば、下部バンパー７６に形成されてもよい。連通路８０は、例えば、下部緩衝材７６ａとは反対側となる下部リテーナ７６ｂの上面に形成された溝であってもよい。図３に示されるカラー室７２に形成された連通路８０は、図１および図２に示される極低温冷凍機１０またはその他のカラーバンパー方式のガス駆動型極低温冷凍機に適用可能である。

[0068] このようにしても、連通路８０は、ディスプレイサ２０が下死点にあるとき上部区画７２ａと下部区画７２ｂとの連通を保証することができる。上部区画７２ａと下部区画７２ｂとの間に生じうる差圧は連通路８０を通じて低減または解消されるので、ディスプレイサ２０の下死点から上死点に向かう移動を容易にすることができる。

[0069] 連通路８０がカラー室７２に形成される他の例においては、連通路８０は、コールドヘッドハウジング１８に形成された流路であってもよい。例えば、連通路８０は、上部区画７２ａからスリーブ７３およびシリンダフランジ２６ａを経由して下部区画７２ｂへと延びていてもよい。このようにしても、連通路８０は、ディスプレイサ２０が下死点にあるとき上部区画７２ａと下部区画７２ｂとの連通を保証することができる。

[0070] 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。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、組み合わせられる実施の形態それぞれの効果をあわせもつ。

[0071] 上述の実施の形態では、カラー上端７０ｂは、ディスプレイサ２０に対して径方向に外側に設けられているが、こうした具体的形状であることは必須ではない。例えば、カラー上端７０ｂは、本体７０ａから径方向に内向きに延出し、ディスプレイサ２０の外径よりも内側に存在してもよい。この場合

、カラー室 7 2 は、上述のようにスリーブ 7 3 側に形成されるのではなく、ピストンシリンダ 2 8 側に形成される。

[0072] 上述の実施の形態では、上部バンパー 7 4 は、カラー室 7 2 の上面に取り付けられ、上部区画 7 2 a に配置され、下部バンパー 7 6 は、カラー室 7 2 の下面に取り付けられ、下部区画 7 2 b に配置されている。しかし、上部バンパー 7 4 および下部バンパー 7 6 がカラー 7 0 に取り付けられてもよい。例えば、上部バンパー 7 4 がカラー上端 7 0 b の上面に取り付けられて上部区画 7 2 a に配置され、下部バンパー 7 6 がカラー上端 7 0 b の下面に取り付けられて下部区画 7 2 b に配置されてもよい。このようにしても、カラー室 7 2 とバンパー（7 4、7 6）との接触によりディスプレイサ 2 0 とディスプレイサシリンダ 2 6 との干渉（例えば衝突）を防止し、振動および騒音を低減することができる。

[0073] 上述の実施の形態は、GM冷凍機を例として説明したが、上述の連通路 8 0 を有するカラーバンパー方式の設計は、ガス駆動型の他の極低温冷凍機にも適用されうる。その場合、上述の説明における「ディスプレイサ」および「駆動ピストン」との用語はそれぞれ、「第 1 ピストン」および「第 2 ピストン」を意味しうる。

産業上の利用可能性

[0074] 本発明は、極低温冷凍機の分野における利用が可能である。

符号の説明

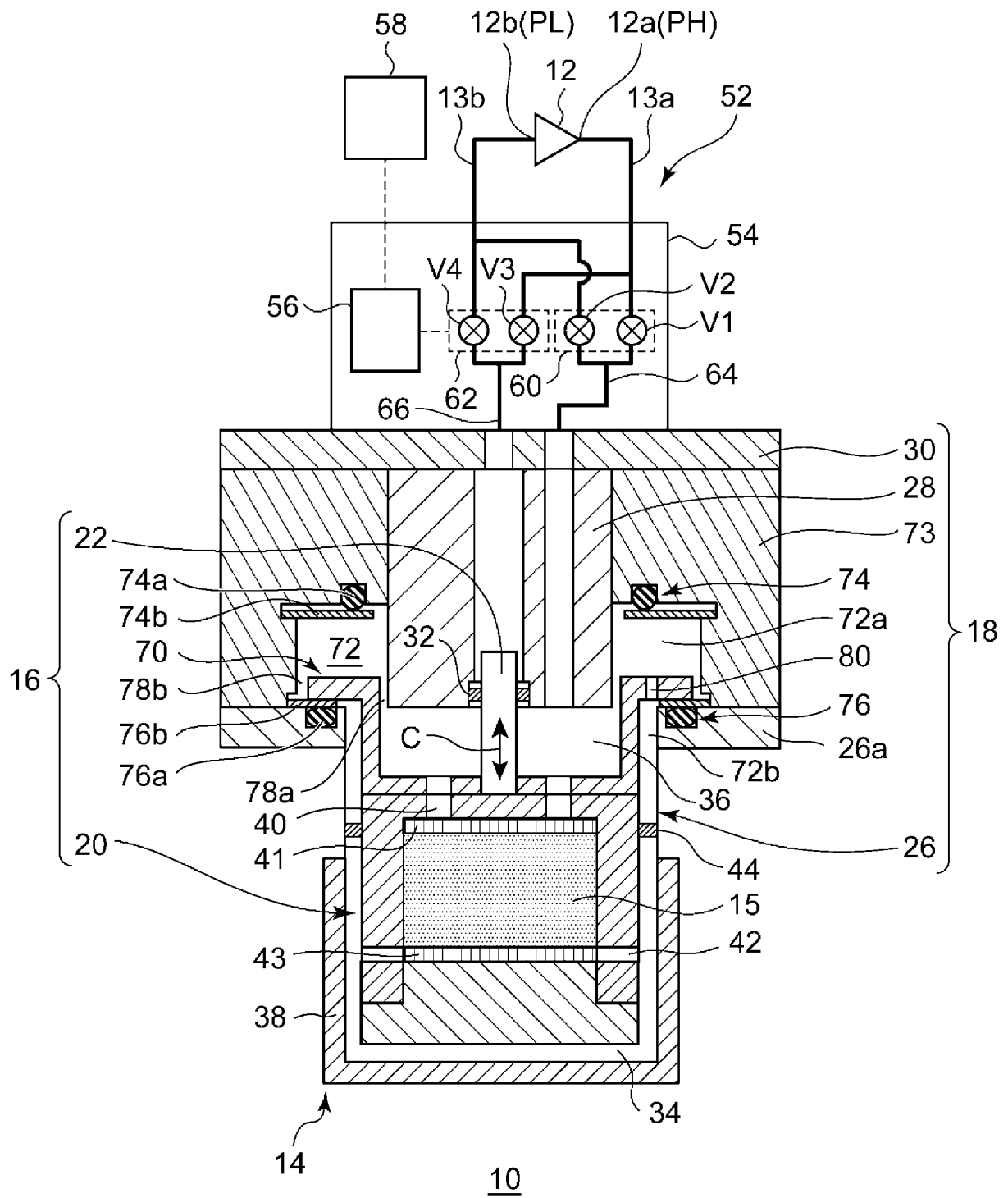
[0075] 1 0 極低温冷凍機、 2 0 ディスプレーサ、 7 0 カラー、 7 2 カラー室、 7 2 a 上部区画、 7 2 b 下部区画、 7 6 下部バンパー、 8 0 連通路。

請求の範囲

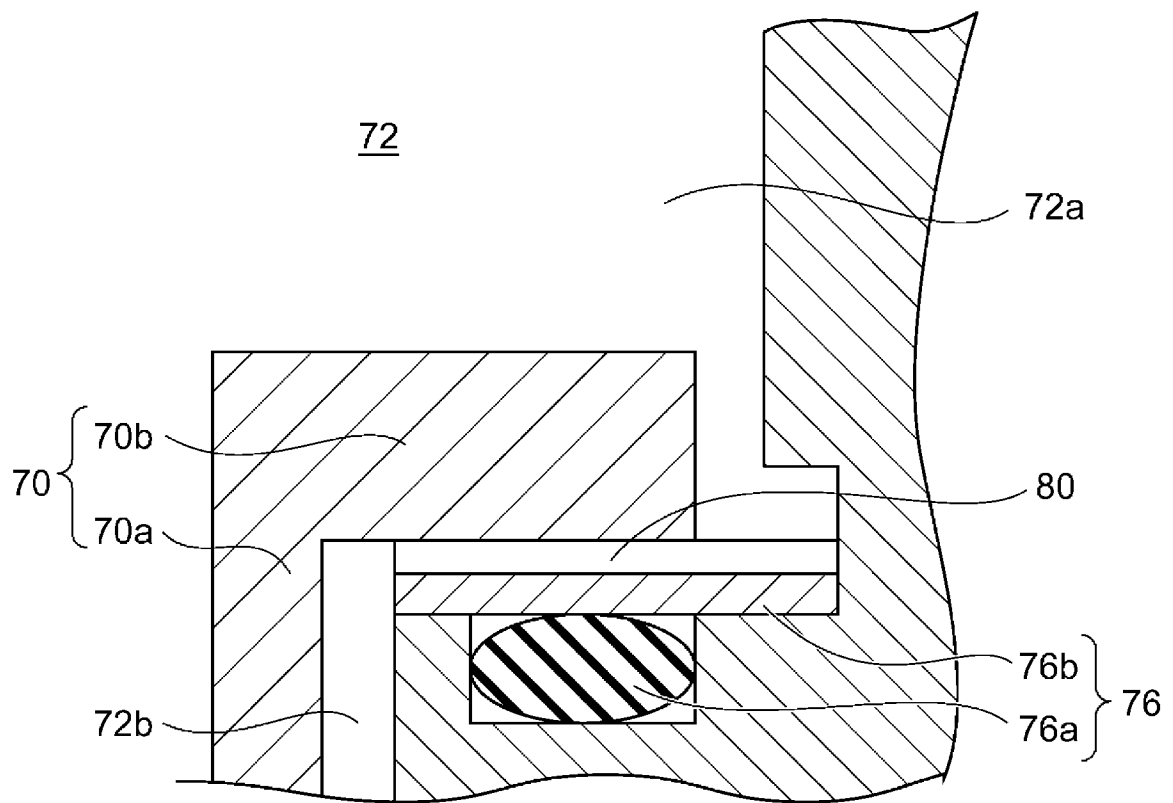
- [請求項1] シリンダと、
 前記シリンダ内に配置され、ガス圧により往復動が駆動されるディスプレイサと、
 前記ディスプレイサとともに往復動するように前記ディスプレイサに剛に連結されたカラーと、
 前記カラーによって上部区画と下部区画とに分けられたカラー室と、
 、
 前記ディスプレイサが下死点にあるとき前記ディスプレイサと前記シリンダとの干渉を緩和するように前記下部区画に設けられた下部バンパーと、
 前記ディスプレイサが下死点にあるとき前記上部区画と前記下部区画との連通を保证するように前記カラーまたは前記カラー室に形成された連通路と、を備えることを特徴とする極低温冷凍機。
- [請求項2] 前記連通路は、前記カラーに形成されていることを特徴とする請求項1に記載の極低温冷凍機。
- [請求項3] 前記カラーは、前記ディスプレイサの軸方向に前記ディスプレイサから上方に延在する筒状の本体と、前記本体から径方向に延出するカラー上端と、を備え、
 前記連通路は、前記ディスプレイサの軸方向に前記カラー上端を貫通していることを特徴とする請求項2に記載の極低温冷凍機。
- [請求項4] 前記連通路は、前記下部バンパーに形成されていることを特徴とする請求項1に記載の極低温冷凍機。
- [請求項5] 前記下部バンパーは、前記カラー室の下面に設置された下部緩衝材および下部リテーナを備え、
 前記連通路は、前記下部緩衝材とは反対側となる前記下部リテーナの上面に形成された溝を含むことを特徴とする請求項4に記載の極低温冷凍機。

- [請求項6] 前記シリンダを含むコールドヘッドハウジングと、
前記ディスプレイサが上死点にあるとき前記ディスプレイサと前記コールドヘッドハウジングとの干渉を緩和するように前記上部区画に設けられた上部バンパーと、をさらに備えることを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の極低温冷凍機。
- [請求項7] 前記カラー室の前記上部区画は、上部ガスばね室として働き、前記カラー室の前記下部区画は、下部ガスばね室として働くことを特徴とする請求項1から6のいずれかに記載の極低温冷凍機。
- [請求項8] 前記ディスプレイサは、軸方向一端にて前記シリンダとの間に膨張室を形成し、軸方向他端にて前記シリンダとの間に室温室を形成し、
第1隙間が、前記カラーの内周面に径方向に内側に隣接して形成され、第2隙間が、前記カラーの外周面に径方向に外側に隣接して形成され、
前記カラー室の前記上部区画は、前記第1隙間を通じて前記室温室と連通し、
前記カラー室の前記下部区画は、前記第1隙間、前記上部区画、前記第2隙間を通じて前記室温室と連通し、
前記ディスプレイサが下死点にあるとき前記第2隙間を通じた前記下部区画と前記上部区画の連通が遮断されることを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の極低温冷凍機。
- [請求項9] 前記ディスプレイサを往復動させる前記ガス圧を制御するバルブ部と、
前記バルブ部を駆動する駆動源と、をさらに備え、
前記ディスプレイサおよび前記カラーは、前記駆動源と機械的に連結されていないことを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載の極低温冷凍機。
- [請求項10] 前記極低温冷凍機は、ガス駆動型GM冷凍機であることを特徴とする請求項1から9のいずれかに記載の極低温冷凍機。

[図1]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/031007

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F25B9/14(2006.01)i, F25B9/06(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. F25B9/00-9/14

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.
X Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 123153/1988 (Laid-open No. 44662/1990) (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 27 March 1990, specification, page 7, line 16 to page 8, line 16, page 10, lines 12-18, page 12, line 2 to page 14, line 8, page 16, line 5 to page 17, line 14, fig. 1 (Family: none)	1-2, 6-7, 9-10 3, 6-7, 9-10 4-5, 8



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

24.09.2019

Date of mailing of the international search report

08.10.2019

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/JP2019/031007

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2018-36042 A (SUMITOMO (SHI) CRYOGENICS OF AMERICA, INC.) 08 March 2018, paragraphs [0018], [0019], fig. 2, 3 & US 2018/0023849 A1, paragraphs [0021], [0022], fig. 2, 3 & GB 2553214 A & DE 102017116805 A1 & CN 107655231 A & KR 10-2018-0011737 A	3, 6-7, 9-10
Y	WO 2018/101271 A1 (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 07 June 2018, paragraphs [0063], [0064], fig. 3 & CN 110023696 A	3, 6-7, 9-10
A	JP 8-303889 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 22 November 1996, paragraphs [0028]-[0037], [0058]-[0063], fig. 2, 9, 10 (Family: none)	1-2, 6, 9-10
A	JP 2003-523496 A (INTERMAGNETICS GENERAL CORPORATION) 05 August 2003, paragraphs [0017]-[0019], [0027]-[0029], fig. 2A, 2B & US 6256997 B1, column 3, lines 28-47, column 4, line 43 to column 5, line 6, fig. 2A, 2B & GB 2362205 A & WO 2001/061256 A1 & DE 10190484 B3	1, 6, 9-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F25B9/14(2006.01)i, F25B9/06(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. F25B9/00-9/14

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
X Y A	日本国実用新案登録出願63-123153号(日本国実用新案登録出願公開2-44662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 (ダイキン工業株式会社) 1990.03.27, 明細書7ページ16行-8ページ16行, 10ページ12-18行, 12ページ2行-14ページ8行, 16ページ5行-17ページ14行, 図1 (ファミリーなし)	1-2, 6-7, 9-10 3, 6-7, 9-10 4-5, 8

☒ 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

24.09.2019

国際調査報告の発送日

08.10.2019

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)

笹木 俊男

3M

3750

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	JP 2018-36042 A (スミトモ (エスエイチアイ) クライオジェ ニックス オブ アメリカ インコーポレイテッド) 2018.03.08, [0018]-[0019], 図 2-3 & US 2018/0023849 A1 [0021]-[0022], 図 2-3 & GB 2553214 A & DE 102017116805 A1 & CN 107655231 A & KR 10-2018-0011737 A	3, 6-7, 9-10
Y	WO 2018/101271 A1 (住友重機械工業株式会社) 2018.06.07, [0063]-[0064], 図 3 & CN 110023696 A	3, 6-7, 9-10
A	JP 8-303889 A (ダイキン工業株式会社) 1996.11.22, [0028]-[0037], [0058]-[0063], 図 2, 9-10 (ファミリーなし)	1-2, 6, 9-10
A	JP 2003-523496 A (インターマグネティクス ゼネラル コーポレ イション) 2003.08.05, [0017]-[0019], [0027]-[0029], 図 2A-2B & US 6256997 B1 3 欄 28-47 行, 4 欄 43 行-5 欄 6 行, 図 2A-2B & GB 2362205 A & WO 2001/061256 A1 & DE 10190484 B3	1, 6, 9-10