

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6400100号
(P6400100)

(45) 発行日 平成30年10月3日(2018.10.3)

(24) 登録日 平成30年9月14日(2018.9.14)

(51) Int. Cl. F I
F 2 5 B 9/14 (2006.01) F 2 5 B 9/14 5 3 0 A
F 2 5 B 9/10 (2006.01) F 2 5 B 9/10 Z

請求項の数 16 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-534963 (P2016-534963) (86) (22) 出願日 平成26年12月19日(2014.12.19) (65) 公表番号 特表2017-500526 (P2017-500526A) (43) 公表日 平成29年1月5日(2017.1.5) (86) 国際出願番号 PCT/US2014/071506 (87) 国際公開番号 W02015/095707 (87) 国際公開日 平成27年6月25日(2015.6.25) 審査請求日 平成28年7月25日(2016.7.25) (31) 優先権主張番号 61/917,999 (32) 優先日 平成25年12月19日(2013.12.19) (33) 優先権主張国 米国 (US)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 501356112 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 Sumitomo (SHI) Cryoge nics of America, Inc . アメリカ合衆国 18103 ペンシルベ ニア州 アレンタウン ヴァルティエー ス トリート 1833 (74) 代理人 110000811 特許業務法人貴和特許事務所</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド型ブレイトン・ギフォード・マクマホン膨張機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ピストン暖温端およびピストン冷温端を有する往復動ピストンを備え、第1の温度の冷却を生成する、ブレイトン膨張エンジンと、

前記ピストン冷温端に隣接する冷温側容積部に接続され、該冷温側容積部にガスを循環させる、調節可能な入口弁および出口弁と、

前記ピストン冷温端に取り付けられて、前記ピストンと同時に往復動するディスプレイサを備え、前記入口弁および出口弁を使用してガスを循環させ、第1の温度よりも低い第2の温度の冷却を生成する、ギフォード・マクマホン膨張機と、
 を備え、

供給源から第1の圧力で供給され、第1の圧力よりも低い第2の圧力で前記供給源に戻されるガスとともに作動する、極低温の冷却を生成するハイブリッド型膨張機。

【請求項 2】

第1の温度に近い温度で、前記ブレイトン膨張エンジンを通ずる前あるいは後のガスにより冷却される、第1の低温ヒートステーションをさらに備える、請求項1に記載のハイブリッド型膨張機。

【請求項 3】

第2の温度に近い温度で、ガスにより冷却される第2の低温ヒートステーションをさらに備える、請求項2に記載のハイブリッド型膨張機。

【請求項 4】

前記ピストン暖温端に取り付けられた駆動ステムをさらに備える、請求項 1 に記載のハイブリッド型膨張機。

【請求項 5】

前記ピストン暖温端に取り付けられた駆動ステムと、

前記ステムの暖温端に隣接する暖温側容積部に取り付けられた、入口逆止弁および出口逆止弁と、

をさらに備える、請求項 1 に記載のハイブリッド型膨張機。

【請求項 6】

前記ピストン冷温端に隣接する冷温側容積部に接続された、調節可能な入口弁および出口弁をさらに備える、請求項 5 に記載のハイブリッド型膨張機。

10

【請求項 7】

前記ギフォード・マクマホン膨張機を第 1 のギフォード・マクマホン膨張機とし、

第 1 のギフォード・マクマホン膨張機の冷温端に取り付けられて、前記ピストンと同時に往復動する、第 2 のディスプレイサを備え、第 2 の温度よりも低い第 3 の温度の冷却を生成する、第 2 のギフォード・マクマホン膨張機をさらに備える、請求項 1 に記載のハイブリッド型膨張機。

【請求項 8】

前記ブレイトン膨張エンジンの冷温側を通じて流れるガスを收容し、前記ギフォード・マクマホン膨張機に接続されるラインであって、該ライン中のガスから前記ギフォード・マクマホン膨張機の膨張容積部内のガスに熱を移動させる熱交換器を有するラインを備える、請求項 1 に記載のハイブリッド型膨張機。

20

【請求項 9】

ピストン暖温端およびピストン冷温端を有する往復動ピストンを備える、ブレイトン膨張エンジンと、

前記ピストン暖温端に取り付けられ、かつ、ステム暖温端を有する、駆動ステムと、

前記ピストン冷温端に取り付けられて、前記ピストンと同時に往復動するディスプレイサを備える、ギフォード・マクマホン膨張機と、

前記ピストン冷温端に隣接する冷温側容積部に接続された、調節可能な入口弁および調節可能な出口弁と、

を備える、ハイブリッド型膨張機を用いて、極低温の冷却を生成する方法であって、

30

該方法は、

(a) 供給源から前記調節可能な入口弁に第 1 の圧力でガスを供給し、および、

(b) 前記ピストン、前記ディスプレイサ、および、前記駆動ステムを、

(i) 第 1 の位置の近傍で、前記調節可能な入口弁を閉じ、前記調節可能な出口弁を開けて、第 2 の圧力のガスを排出ラインに排出して、前記冷温側容積部の大きさを減少させ、かつ、

(ii) 第 2 の位置の近傍で、前記調節可能な出口弁を閉じ、前記調節可能な入口弁を開けて、第 1 の圧力の前記ガスを入口ラインから導入し、前記冷温側容積部の大きさを増加させる、

ことにより、第 1 の位置から第 2 の位置まで、同時に往復動させる、

40

工程を備え、

前記ガスを前記冷温側容積部および前記ギフォード・マクマホン膨張機に循環させ、前記ピストンおよび前記ディスプレイサにより、前記冷温側容積部の容積および前記ギフォード・マクマホン膨張機の容積を変化させる、

極低温の冷却を生成する方法。

【請求項 10】

前記排出ラインは、第 1 の温度の負荷からの熱を受領する熱交換器に接続されている、請求項 9 に記載の極低温の冷却を生成する方法。

【請求項 11】

前記排出ラインに、該排出ラインを第 1 の分配ラインと第 2 の分配ラインに分配する流

50

れ分配器がさらに備えられており、

第1の分配ラインは、第1の温度の負荷からの熱を受領する第1の熱交換器に接続されており、

第2の分配ラインは、第2の温度の負荷からの熱を受領する第2の熱交換器に接続されており、

第1の温度は第2の温度より高い、
請求項9に記載の極低温の冷却を生成する方法。

【請求項12】

第2の分配ラインは、第2の分配ライン内のガスからの熱を、前記ギフォード・マクマホン膨張機内のガスに移動させるための第3の熱交換器を備える、請求項11に記載の極低温の冷却を生成する方法。

【請求項13】

ピストン暖温端およびピストン冷温端を有する往復動ピストンを備える、ブレイトン膨張エンジンと、

前記ピストン暖温端に取り付けられ、かつ、ステム暖温端を有する、駆動ステムと、
前記ピストン冷温端に取り付けられて、前記ピストンと同時に往復動するディスプレイサを備える、ギフォード・マクマホン膨張機と、

前記ピストン冷温端に隣接する冷温側容積部に接続された、調節可能な入口弁および調節可能な出口弁と、

前記ステムの暖温端に隣接する暖温側容積部に取り付けられた、入口逆止弁および出口逆止弁と、
を備え、

ガスは、供給源から前記調節可能な入口弁および前記入口逆止弁に第1の圧力で供給され、

前記ピストン、前記ディスプレイサ、および、前記駆動ステムは、

(i) 第1の位置の近傍で、前記調節可能な入口弁を閉じ、前記調節可能な出口弁を開けて、第1の圧力よりも低い第2の圧力のガスを、排出ラインに排出して、前記冷温側容積部の大きさを減少させ、および、ガスを、前記入口逆止弁を通じて第1の圧力で導入し、前記暖温側容積部の大きさを増加させ、かつ、

(ii) 第2の位置の近傍で、前記調節可能な出口弁を閉じ、前記調節可能な入口弁を開けて、第1の圧力の前記ガスを入口ラインから導入し、前記冷温側容積部の大きさを増加させ、および、ガスを、第1の圧力よりも高い第3の圧力で前記出口逆止弁を通じて排出する、

ことにより、第1の位置から第2の位置まで、同時に往復動するようになっていて、

前記ガスを前記冷温側容積部および前記ギフォード・マクマホン膨張機に循環させ、前記ピストンおよび前記ディスプレイサにより、前記冷温側容積部の容積および前記ギフォード・マクマホン膨張機の容積を変化させる、

極低温の冷却を生成するハイブリッド型膨張機。

【請求項14】

前記排出ラインは、第1の温度の負荷からの熱を受領する熱交換器に接続されている、請求項13に記載のハイブリッド型膨張機。

【請求項15】

前記排出ラインに配され、該排出ラインを第1の分配ラインと第2の分配ラインに分配する流れ分配器をさらに備え、

第1の分配ラインは、第1の温度の負荷からの熱を受領する第1の熱交換器に接続されており、

第2の分配ラインは、第2の温度の負荷からの熱を受領する第2の熱交換器に接続されており、

第1の温度は第2の温度より高い、
請求項13に記載のハイブリッド型膨張機。

10

20

30

40

50

【請求項16】

第2の分配ラインは、第2の分配ライン内のガスからの熱を、前記ギフォード・マクマホン膨張機内のガスに移動させるための第3の熱交換器を備える、請求項15に記載のハイブリッド型膨張機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ブレイトンサイクルエンジンによる第1段と、1以上のギフォード・マクマホン(GM)膨張機とを組み合わせ、2以上の極低温度の冷却を生成するための冷却装置に関する。特に、本発明は、ブレイトンサイクルエンジンを循環した低温ガスを、1以上のGM膨張機でさらに冷却して、1以上の遠隔にある熱交換器に搬送する、冷却装置に関する。該冷却装置は、たとえば、超伝導磁石を30Kの温度に、かつ、周囲シールドを70Kの温度まで冷却するために使用することができる。

10

【背景技術】

【0002】

ブレイトンサイクルで作動する冷却システムは、吐出圧力のガスを向流型熱交換器に供給する圧縮機を備え、ガスを、冷却入口弁を通じて膨張空間に導入し、該ガスを断熱膨張させ、このより冷却された膨張ガスを、出口弁を通じて排出し、冷却される負荷を通じて該冷却ガスを循環させ、該ガスを、前記向流型熱交換器を通じて、前記圧縮機に戻り圧力で戻すように構成されている。

20

【0003】

W.E.ギフォードおよびH.O.マクマホンによる米国特許第3045436号公報には、前記ギフォード・マクマホン(GM)サイクルについて記載されている。この冷却システムも、吐出圧力のガスを膨張機に供給する圧縮機を備え、ガスを、入口弁を通じて、熱交換する蓄冷機の暖温側に導入し、さらにピストンの冷温側の膨張空間に導入し、該ピストンの冷温側の膨張空間から、前記蓄冷機および暖温側出口弁を通じて、前記圧縮機に戻り圧力で戻すように構成されている。現在製造されている一般的なGM型の膨張機では、前記蓄冷機は前記ピストン内に配置され、該ピストン/蓄冷機がディスプレイサを構成し、該ディスプレイサは、高圧のガスとともに、冷温側から暖温側に移動し、その後、低圧のガスとともに、暖温側から冷温側に移動するようになっている。GM型の冷却装置とブレイトン型の冷却装置との間の重要な相違は、ブレイトンサイクル冷却装置では、冷却ガスを遠隔の負荷まで供給できるのに対して、GM膨張機内の冷却膨張ガスは、膨張空間内にあるということである。

30

【0004】

2011年9月15日に発行された、R.C.ロングスワースによる発明に関する、米国特許出願公開第2011/0219810号公報には、ブレイトンサイクルで作動する往復動膨張エンジンについて記述されている。該往復動膨張エンジンでは、前記ピストンは、機械的駆動あるいは高圧および低圧の間で変化するガス圧により駆動される駆動ステムを暖温側に備え、該ピストンの移動中では、前記駆動ステムの周囲の領域における前記ピストンの暖温側の圧力が、該ピストンの冷温側の圧力と実質的に同じになるように構成されている。S.ダンらによる発明に関する、米国特許出願公開第2012/0285181号公報(2011年5月12日出願の出願番号第13/106218号)には、膨張機ピストンを作動させる代替手段について記述されている。2006年4月28日出願されたS.ダンによる発明に関し、その発明の名称が「オイルバイパス付き膨張機」である、米国特許出願公開第2007/0253854号公報には、これらのエンジンにガスを供給するために使用される膨張機システムについて記述されている。これらの出願に記述されたエンジンは、本発明において使用することができるブレイトンエンジンの例である。

40

【0005】

ブレイトンエンジンに別のピストンを追加するためには、別の一对の弁およびこれらに

50

付属するアクチュエータが必要とされるのに対して、ブレイトンピストンに取り付けられるGMディスプレイサは、第2段へ圧力を循環させるための第1段弁を使用する。したがって、本発明の目的は、遠隔のヒートステーションにまで循環する冷却ガスを出力できるブレイトンエンジンの利点と、1以上のGM冷却をブレイトンエンジンに追加する簡易な構造とを組み合わせ、循環ガスをより低温で1以上の遠隔のヒートステーションを冷却するために使用できるようにすることにある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第3045436号公報

10

【特許文献2】米国特許出願公開第2011/0219810号公報

【特許文献3】米国特許出願公開第2012/0285181号公報

【特許文献4】米国特許出願公開第2007/0253854号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、ブレイトンエンジンによる第1段と、該ブレイトンエンジンからの流れを使用する、1以上の遠隔のヒートステーションに冷却を提供する1以上のGMサイクルによるより低温段とを組み合わせる。

【課題を解決するための手段】

20

【0008】

極低温の冷却を生成するためのハイブリッド型膨張機は、第1の圧力でソースから供給され、第2の圧力でソースに戻される、ガスにより作動する。第2の圧力は、第1の圧力よりも低い。ハイブリッド型膨張機は、

ピストン暖温端とピストン冷温端を有する往復動ピストンを備え、第1の温度で冷却を生成するブレイトン膨張エンジンと、

前記ピストン冷温端に取り付けられ、前記ピストンと同時に往復動するディスプレイサを備え、第1の温度よりも低温である第2の温度で冷却を生成するギフォード・マクマホン膨張機と、
を備える。

30

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、第1段の空圧作動式ガス平衡ブレイトンエンジンと、第2段のGMサイクルと、第1段の遠隔の熱交換器と、第2段の遠隔の熱交換器とを備える、ハイブリッド型膨張機100の概念図である。

【図2】図2は、第1段のブレイトンエンジンと、第2段のGMサイクルと、第1段の遠隔の熱交換器と、第2段の一体式の熱交換器とを備える、ハイブリッド型膨張機200の概念図である。

【図3】図3は、第1段のブレイトンエンジンと、第2段のGMサイクルと、第3段のGMサイクルと、第1段の遠隔の熱交換器と、第3段の遠隔の熱交換器とを備える、ハイブリッド型膨張機300の概念図である。

40

【図4】図4は、第1段のブレイトンエンジンと、第2段のGMサイクルと、第2段の遠隔の熱交換器とを備える、ハイブリッド型膨張機400の概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明の1以上の実施形態を通じて、図1～図4において、同様の部分には、同じ参照番号および同じ図表示が使用される。

【0011】

膨張エンジンは、熱交換器における対流損失を最小限とするために、通常、冷温側が下側となるように配置されるため、ピストンの冷温側から暖温側への移動は、多くの場合に

50

、上昇移動として表現される。すなわち、該ピストンは、上下移動する。図面では、暖温側フランジ7が取り付けられる暖温側の取付板および該暖温側フランジ7の下方に配置され、冷温側の部材を外気から離隔する真空ハウジングは、省略されている。

【0012】

図1は、発明の名称を「ガス平衡極低温膨張エンジン」とし、2012年11月14日に公開された、米国特許出願公開第2012/0285181号公報に記載された、ブレイトンエンジン駆動機構を用いた例を示している。一方、図2～図4は、一般的な駆動機構を用いた本発明の変更例を示している。

【0013】

図1では、ハイブリッド型膨張機100は、ブレイトンピストン/GMディスプレイサアセンブリ、暖温側の駆動アセンブリ、シリンダアセンブリ、および、多管式熱交換器を含む配管アセンブリを備える。ブレイトンピストン1は、暖温側の駆動ステム2に取り付けられ、かつ、冷温側の連結具60により、蓄冷機21を含むGMディスプレイサ20に連結される。シール51は、ガスが、駆動ステム2の上にある変位容積部DV_s5から、ブレイトンピストン1の上にある変位容積部DV_w4に抜けてしまうことを防止する。シール50は、ガスが、変位容積部DV_w4から、ブレイトンピストン1の下にある変位容積部DV_c3に抜けてしまうことを防止する。シール52は、ガスが、変位容積部DV_c3から、ディスプレイサ20の下にある変位容積部23に抜けてしまうことを防止する。このピストン/ディスプレイサアセンブリは、シリンダアセンブリ内で往復動する。シリンダアセンブリは、暖温側フランジ7、第1段のシリンダ6、第1段のエンドキャップ9、第2段のシリンダ22、および、第2段のエンドキャップ24を備える。

【0014】

空圧作動式の駆動アセンブリは、図示はされていないが、ピストン1が冷温端近傍にあるときに入口弁V_i10を開け、ピストン1が頂上部にあるときに入口弁V_i10を閉じる部材、および、ピストン1が頂上部にあるときに出口弁V_o11を開けて、ピストン1が底部近傍にあるときに出口弁V_o11を閉じる部材を備える。変位容積部DV_c3、変位容積部23、および、蓄冷機21におけるガス圧は、ほぼ同じである。ただし、蓄冷機21の圧力は、ガスの移動時には低下する。

【0015】

ピストン1が頂上部に到達すると、変位容積部DV_c3および変位容積部DV_w4は、高圧P_hに近い圧力のガスを有する。入口弁V_i10が閉じて、出口弁V_o11が開くことにより、低温ガスが流れ出て、低圧P_lとなる。変位容積部DV_w4と変位容積部DV_c3との間の圧力の相違により、ピストン1が下方に移動し、高圧供給ライン30から、暖温側入口弁V_wi15、入口逆止弁C_Vi13、および接続ライン33を通じて、ガスが変位容積部DV_w4内に引き込まれる。ピストン1が下方に移動する速度は、暖温側入口弁V_wi15の設定により調節される。

【0016】

ピストン1が底部に到達すると、出口弁V_o11が閉じるが、ガスは、圧力P_hに近くなるまで、変位容積部DV_w4内に引き続き流れ込む。次に、入口弁V_i10が開き、変位容積部DV_c3内のガスが圧力P_hになる。ピストン1の冷温端に作用する圧力P_hと駆動ステム2に作用する圧力P_lとの不均衡により、変位容積部DV_w4内のガスが押圧されて圧力P_hよりも大きい第3の圧力となり、これによりガスが押されて、出口逆止弁C_Vo12、暖温側出口弁V_wo14、アフタクーラ48、および、接続ライン34を通じて、高圧ライン30に排出される。

【0017】

ピストン1が上方に移動する速度は、暖温側出口弁V_wo14の設定により調節される。変位容積部DV_s5は、ライン32を通じて、低圧の戻りライン31に接続されているため、変位容積部DV_s5内は常に圧力P_lとなっている。

【0018】

配管アセンブリは、室温と第1段の温度との間にある向流型熱交換器40と、第1段の

10

20

30

40

50

温度と第2段の温度との間にある向流型熱交換器41と、温度T1にある負荷から熱を受領する遠隔の熱交換器43と、温度T2にある負荷から熱を受領する遠隔の熱交換器44と、循環ガスからの熱を、第2段の冷温端部24を介して、GM膨張空間23内のガスに移動させる熱交換器46と、および、接続配管とを備える。

【0019】

配管は、このシステムにおいて、上述の部材間を接続するものとして定義される。ここで、ライン30は、圧力Phのガスを、圧縮機から熱交換器40を介して入口弁V10まで搬送するためのものであり、ライン35は、圧力P1のガスを、出口弁V11から流れ分配器16まで搬送するためのものであり、ライン36は、分配された一部のガスを、流れ分配器16から熱交換器43を介してT字管17まで搬送するためのものであり、ライン37は、分配された残りのガスを、熱交換器41、46、44、41を順次介してT字管17まで搬送するためのものであり、および、ライン31は、戻りガスを、T字管17から熱交換器40を介して圧縮機に搬送するためのものである。

10

【0020】

図2は、ブレイトンピストン/GMディスプレイサアセンブリ、シリンダアセンブリ、および、多管式熱交換器を含む配管アセンブリを備える、ハイブリッド型膨張機200を示す。ピストン/ディスプレイサアセンブリを上下に駆動するための手段は示されていないが、これらは機械式の駆動機構あるいは空圧作動式の駆動機構により、駆動される。ブレイトンピストン/GMディスプレイサアセンブリおよびシリンダアセンブリは、膨張機100におけるものと同様である。膨張機200は、配管アセンブリが1つの遠隔のヒートステーションのみを備えている点で、膨張機100と異なっている。低温ガスは、出口弁V11から、遠隔の熱交換器43を通して、熱交換器40まで、ライン38を介して流れる。熱は、温度T1の負荷から熱交換器43に移動し、かつ、温度T2のより低温の負荷から冷温端部24に直接移動する。

20

【0021】

図3は、ブレイトンピストン/GMディスプレイサアセンブリ、シリンダアセンブリ、および、多管式熱交換器を含む配管アセンブリを備える、ハイブリッド型膨張機300を示す。ピストン/ディスプレイサアセンブリを上下に駆動するための手段は示されていないが、これらは機械式の駆動機構あるいは空圧作動式の駆動機構により、駆動される。第1段および第2段のブレイトンピストン/GMディスプレイサアセンブリは、図1および図2に示したものと同様である。本発明のこの実施形態には、蓄冷機26およびシール53を備え、連結具61により第2段のディスプレイサ20に連結され、シリンダ27および冷温端部29からなるシリンダアセンブリの延長部内で往復動する、第3段のGMディスプレイサ25が備えられる。冷却は、変位容積部28内のガスの膨張により生成される。

30

【0022】

膨張機300の配管は、より低温の遠隔の熱交換器に配管が施されている点で、膨張機100と異なっている。低温ガスの一部は、ライン36を介して、分配器16から遠隔の熱交換器43を通して、T字管17まで、膨張機100と場合と同様に流れる。低温ガスの流れの残部は、ライン39内を、分配器16から、熱交換器41、46、42、および47を順次流れるに従って、より低い温度まで冷却され、その後、熱交換器45、42、および41において温められたのち、T字管17において、前記ガスの一部と合流する。熱は、温度T1の負荷から熱交換器43に移動し、かつ、温度T3の負荷から熱交換器45に移動する。

40

【0023】

図4は、膨張機100と同様のブレイトンピストン/GMディスプレイサアセンブリおよびシリンダアセンブリを備える、ハイブリッド型膨張機400を示す。ピストン/ディスプレイサアセンブリを上下に駆動するための手段は示されていないが、これらは機械式の駆動機構あるいは空圧作動式の駆動機構により、駆動される。配管アセンブリは、圧力Phの循環ガスが、温度T2にある単一の遠隔の熱交換器を通ずるオプションとなってい

50

る。圧力 P_h のガスの密度は、圧力 P_l のガスの密度よりも大きいため、配管をより小さくすることができる。図4に示したオプションでは、第1段の冷却のすべてが、熱交換器40における熱損失を除去することに使用され、このエンジンにより循環する流れのすべてが、温度 T_2 にある熱交換器44を通ずるようになっている。膨張機400内の配管は、圧縮機から熱交換器40、41、44、46、および41を順次通じて、入口弁 V_{i1} 0まで伸長するライン30を含む。圧力 P_l のガスは、ライン38を介して、出口弁 V_{o1} 1から熱交換器40に流れる。

【0024】

これらの実施形態は、本発明の基本概念を適用可能である多様な手段の例を示したものである。本発明の1以上の実施形態では、GMディスプレイサは、ブレイトンエンジンピストンの冷温側に配され、ブレイトンエンジンの入口弁および出口弁を使用してガスを循環させ、ピストンおよびディスプレイサにより容積を変化させている。本発明の1以上の実施形態では、ガスは、ブレイトンエンジンにより循環し、高圧あるいは低圧のいずれかの状態で、1以上の遠隔の位置から熱を除去する。向流型熱交換器は、複数段のGM膨張機の上に配置し、ガスを、1以上の向流熱交換器により1段以上のGMサイクルに課される熱損失を小さくした状態で、遠隔の負荷から1以上のGM膨張機による1以上の低温段に熱を移動させるのに利用することもできる。代替的に、熱をGMのヒートステーションに直接移動させることもできる。ブレイトンエンジン用の駆動機構、および、入口弁と出口弁を開閉する手段は、選択可能である。最も極低温の冷却用ガスとしてはヘリウムを用いることが好ましいが、水素やネオンなどの他のガスも使用可能である。

【0025】

圧縮機で、 11 g/s で供給される室温のヘリウムを、 0.8 MPa から 2.2 MPa まで圧縮し、約 14 kW の出力を引き出した場合のハイブリッド型膨張機100および400に対して予想される冷却能力は次のように推定される。直径 100 mm のブレイトンエンジンピストンおよび直径 50 mm のGMディスプレイサを有するハイブリッド型膨張機100では、 80 K の遠隔の熱交換器において約 200 W の冷却、および、 30 K の遠隔の熱交換器において約 100 W の冷却が提供される。直径 100 mm のブレイトンエンジンピストンおよび直径 75 mm のGMディスプレイサを有するハイブリッド型膨張機400では、 30 K の遠隔の熱交換器において約 175 W の冷却が提供され、 100 K では冷却なしである。この設計において、ブレイトンエンジンからの冷却は、熱交換器40における熱損失の除去のみに使用される。

フロントページの続き

(72)発明者 ロングスワース,ラルフ
アメリカ合衆国, 18103-4783, ペンシルベニア州, アレンタウン, パルティー ストリ
ート 1833番地, 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内

審査官 西山 真二

(56)参考文献 特公昭50-007304(JP, B1)
米国特許出願公開第2012/0285181(US, A1)
特開平05-322343(JP, A)
特開2007-298029(JP, A)
特表2014-513269(JP, A)
特表2016-513978(JP, A)
米国特許第03045436(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F25B 9/00 - 9/14