

(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2006-162201

(P2006-162201A)

(43) 公開日 平成18年6月22日(2006.6.22)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 5 B 9/14 (2006.01)	F 2 5 B 9/14 5 2 O A	
F 2 5 B 9/00 (2006.01)	F 2 5 B 9/14 5 2 O Z	
	F 2 5 B 9/00 J	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-357187 (P2004-357187)	(71) 出願人	000005049
(22) 出願日	平成16年12月9日 (2004. 12. 9)		シャープ株式会社
			大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号
		(74) 代理人	100064746
			弁理士 深見 久郎
		(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100083703
			弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100098316
			弁理士 野田 久登
		(74) 代理人	100109162
			弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

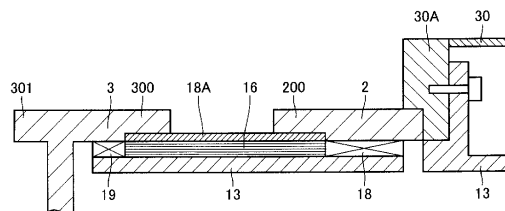
(54) 【発明の名称】 スターリング機関およびスターリング冷却庫

(57) 【要約】

【課題】 熱交換の効率を向上させることができるスターリング機関および該スターリング機関を備えたスターリング冷却庫を提供する。

【解決手段】 スターリング冷凍機 4 は、外殻体と、作動媒体を封入した外殻体内に組み付けられたシリンダ 1 3 と、シリンダ内で往復運動するピストンおよびディスプレイサと、作動空間としての圧縮空間および膨張空間と、圧縮空間と膨張空間とを連通する連通路に設けられた再生器 1 6 と、再生器 1 6 を挟むように設けられた放熱部 2 および吸熱部 3 と、再生器 1 6 の外周を取り囲むように設けられ、放熱部 2 と吸熱部 3 との間の外殻体を構成するチューブ 1 8 A とを備え、放熱部 2 および吸熱部 3 が、チューブ 1 8 A の外周面上に向けて突出するオーバーハング部 2 0 0 , 3 0 0 を有する。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外殻体と、
作動媒体を封入した前記外殻体内に組み付けられたシリンダと、
前記シリンダ内で往復運動するピストンと、
前記シリンダ内で前記ピストンに対し位相差をもって往復運動するディスプレイサと、
前記ピストンと前記ディスプレイサとの間に形成された圧縮空間と、
前記ディスプレイサに対して前記ピストンの反対側に形成された膨張空間と、
前記圧縮空間と前記膨張空間とを連通する連通路に設けられた再生器と、
前記再生器に対して前記圧縮空間側の外殻体に設けられた放熱部と、
前記再生器に対して前記膨張空間側の外殻体に設けられた吸熱部と、
前記再生器を取り囲むように設けられ、前記放熱部と前記吸熱部との間の外殻体を構成する筒状部材とを備え、
前記放熱部および / または前記吸熱部が、前記筒状部材の外周面上に向けて突出する突出部を有する、スターリング機関。

【請求項 2】

前記吸熱部は、該吸熱部の軸方向端面に設けられ、前記筒状部材から離れる方向に延びる延出部を有する、請求項 1 に記載のスターリング機関。

【請求項 3】

前記突出部と前記放熱部および / または前記吸熱部との間に隙間部が形成される、請求項 1 または請求項 2 に記載のスターリング機関。

【請求項 4】

前記放熱部および / または吸熱部は、
前記筒状部材と突合される第 1 部材と、
前記第 1 部材の外周面上に取付けられ、該第 1 部材の外周面上から前記筒状部材の外周面上に延びる第 2 部材とを含む、請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載のスターリング機関。

【請求項 5】

前記放熱部および / または吸熱部は、
前記筒状部材と突合される筒状部分と、
前記筒状部分から前記シリンダの径方向外方に立ち上がる立ち上がり部とを含む、請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載のスターリング機関。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載のスターリング機関を備えた、スターリング冷却庫。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スターリング機関およびスターリング冷却庫 (Stirling Refrigerator / Freezer) に関し、特に、熱交換の効率を向上させることができるスターリング機関および該スターリング機関を備えたスターリング冷却庫に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、スターリング機関の一例としてのスターリング冷凍機が知られている。このスターリング冷凍機を採用した冷蔵庫の一例が、たとえば特開 2001-33139 号公報に記載されている。

【0003】

上記文献に記載のスターリング冷凍機では、小径部分にピストンやディスプレイサーおよびリニアモータなどの作動媒体を流動させるための要素が収納されており、その基部が放熱部となっている。ここには銅板製のフィンが取り付けられてあり、小径部分の先端部 (上

10

20

30

40

50

端)が吸熱部となっている。そしてサーマルサイフオンの凝縮器部がスターリング冷凍機の吸熱部に巻回されることとなる。

【特許文献1】特開2001-33139号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述の従来例では、サーマルサイフオンの凝縮器部がスターリング冷凍機の吸熱部に巻回されるが、吸熱部の面積が十分に大きくない場合には、サーマルサイフオンの凝縮器部とスターリング冷凍機の吸熱部間の伝熱面積が小さくなり、吸熱部と外部との間の熱伝達効率を十分に向上させることができない場合がある。なお、スターリング冷凍機の放熱部においても、これと同様の問題が生じる場合がある。

10

【0005】

本発明は、上記のような問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、熱交換の効率を向上させることができるスターリング機関および該スターリング機関を備えたスターリング冷却庫を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係るスターリング機関は、外殻体と、作動媒体を封入した外殻体内に組み付けられたシリンダと、シリンダ内で往復運動するピストンと、シリンダ内でピストンに対し位相差をもって往復運動するディスプレイサと、ピストンとディスプレイサとの間に形成された圧縮空間と、ディスプレイサに対してピストンの反対側に形成された膨張空間と、圧縮空間と膨張空間とを連通する連通路に設けられた再生器と、再生器に対して圧縮空間側の外殻体に設けられた放熱部と、再生器に対して膨張空間側の外殻体に設けられた吸熱部と、再生器を取り囲むように設けられ、放熱部と吸熱部との間の外殻体を構成する筒状部材とを備え、放熱部および/または吸熱部が、筒状部材の外周面上に向けて突出する突出部を有する。

20

【0007】

上記構成によれば、放熱部および/または吸熱部とその外周面上に取り付けられる熱交換器との接触面積を増大させることができる。結果として、熱交換効率が向上する。

【0008】

上記スターリング機関において、吸熱部は、該吸熱部の軸方向端面に設けられ、筒状部材から離れる方向に延びる延出部を有することが好ましい。

30

【0009】

これにより、吸熱部とその外周面に取り付けられる熱交換器との接触面積を増大させることができる。結果として、熱交換効率が向上する。

【0010】

上記スターリング機関において、突出部と放熱部および/または吸熱部との間に隙間部が形成されることが好ましい。

【0011】

これにより、放熱部および/または吸熱部とその外周面上に取り付けられる熱交換器との接触面積を増大させながら、再生器の外周を取り囲む筒状部材から外部に熱が漏れることを抑制することができる。結果として、スターリング機関の成績係数が向上する。

40

【0012】

上記スターリング機関において、放熱部および/または吸熱部は、筒状部材と突合される第1部材と、第1部材の外周面上に取付けられ、該第1部材の外周面上から筒状部材の外周面上に延びる第2部材とを含むことが好ましい。

【0013】

上記構成によれば、第2部材によって突出部を形成することができる。また、第2部材と外部熱交換器とを一体化した構造を採用することもできる。

【0014】

50

上記スターリング機関において、放熱部および／または吸熱部は、筒状部材と突合される筒状部分と、筒状部分からシリンダの径方向外方に立ち上がる立ち上がり部とを含むことが好ましい。

【0015】

上記構成によれば、筒状部分および立ち上がり部分の両方を外部熱交換器に当接させることができる。結果として、熱交換効率が向上する。

【0016】

本発明に係るスターリング冷却庫は、上述したスターリング機関を備える。

【0017】

これにより、冷却効率の高いスターリング冷却庫が提供される。

10

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、スターリング機関の放熱部および／または吸熱部と外部熱交換器との熱交換の効率を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下に、本発明に基づくスターリング機関および該スターリング機関を備えたスターリング冷却庫の実施の形態について説明する。

【0020】

なお、本願明細書において、「冷却庫」とは、「冷蔵庫」、「冷凍庫」および「冷凍冷蔵庫」の全てを含む概念である。

20

【0021】

また、本実施の形態においては、スターリング機関としてのスターリング冷凍機、および、該スターリング冷凍機を備えたスターリング機関搭載機器としてのスターリング冷却庫について説明するが、本発明に係るスターリング機関は、スターリング冷凍機に限定されるものではなく、たとえば、発電機としても用いられる。

【0022】

（実施の形態１）

図１は、本発明の実施の形態１に係るスターリング冷却庫の配管系統図である。

【0023】

30

本実施の形態に係るスターリング冷却庫１は、図１に示すように、放熱部２と吸熱部３とを有するスターリング冷凍機４（スターリング機関）と、放熱部２に取付けられた高温側蒸発器５、高温側凝縮器７およびパイプ２Ａ，２Ｂを含む第１高温側循環回路（第１循環回路）と、高温側蒸発器５、循環ポンプ６、発露防止パイプ９およびパイプ２Ｃ，２Ｄ，２Ｅを含む第２高温側循環回路（第２循環回路）と、吸熱部３に取付けられた低温側凝縮器１０、低温側蒸発器１１およびパイプ３Ａ，３Ｂを含む低温側循環回路とを備える。第１高温側循環回路は、スターリング冷凍機４の放熱部２の冷却を行ない、第２高温側循環回路は、発露防止パイプ９に熱を供給する。また、低温側循環回路は、冷却庫内の空気とスターリング冷凍機４の吸熱部３との熱交換を行なう。

【0024】

40

第１と第２高温側循環回路内には水（ H_2O ）などが冷媒として封入されている。高温側蒸発器５において蒸発した冷媒はパイプ２Ａ（高温側導管）を介して高温側凝縮器７に達する（図１中の破線矢印）。高温側凝縮器７において外気との熱交換が行なわれることで冷媒が凝縮する。この熱交換を促進するために、高温側凝縮器７近傍に気流を生じさせるファン８が設けられている。凝縮した冷媒は、パイプ２Ｂ（高温側戻り管）を介して高温側蒸発器５に戻る。第１高温側循環回路においては、このように、冷媒の蒸発と凝縮とによる自然循環を利用して、放熱部２で発生した熱を伝達することができるように、高温側凝縮器７が高温側蒸発器５より上方に配置されている。また、冷媒の沸点を調整するために、循環回路系内の圧力が調整（ほぼ真空状態に減圧）されている。

【0025】

50

一方、高温側蒸発器 5 の下部には、パイプ 2 C が接続されている。高温側蒸発器 5 からパイプ 2 C に液相の冷媒が流入する。パイプ 2 C に流入した冷媒は、スターリング冷凍機 4 よりも下方に設けられた循環ポンプ 6 に達する。循環ポンプ 6 から吐出された冷媒は、パイプ 2 D を介して発露防止パイプ 9 に送られる。ここで、発露防止パイプ 9 内を流れる冷媒は、スターリング冷凍機 4 の放熱部 2 から与えられた熱により比較的高温に保たれている。したがって、発露防止パイプ 9 を冷却庫の前面に配置することで、ドア部等における発露を抑制することができる。発露防止パイプ 9 内を流れた冷媒は、パイプ 2 E を介して高温側蒸発器 5 内に戻る。このように、第 2 高温側循環回路においては、循環ポンプ 6 による強制循環が行なわれている。

【 0 0 2 6 】

10

低温側循環回路内には二酸化炭素や炭化水素などが冷媒として封入されている。低温側凝縮器 1 0 において凝縮した冷媒はパイプ 3 A (低温側導管) を介して低温側蒸発器 1 1 に達する。低温側蒸発器 1 1 において冷媒が蒸発することで熱交換が行なわれる。この熱交換を促進するために、低温側蒸発器 1 1 近傍に気流を生じさせるファン 1 2 が設けられている。熱交換の後、ガス化された冷媒は、パイプ 3 B (低温側戻り管) を介して低温側凝縮器 1 0 に戻る。低温側循環回路においては、このように、冷媒の蒸発と凝縮とによる自然循環を利用して、吸熱部 3 で発生した冷熱を伝達することができるよう、低温側蒸発器 1 1 が低温側凝縮器 1 0 より下方に配置されている。また、冷媒の沸点を調整するために、循環回路系内の圧力が調整されている。

【 0 0 2 7 】

20

スターリング冷凍機 4 を作動させると、該冷凍機 4 の放熱部 2 で発生した熱が、高温側凝縮器 7 を介して空気と熱交換される。一方、スターリング冷凍機 4 の吸熱部 3 で発生した冷熱は、低温側蒸発器 1 1 を介して冷却庫内の空気と熱交換される。冷却庫内からの暖かくなった気流は、再び低温側蒸発器 1 1 近傍に送られ、繰り返し冷却される。

【 0 0 2 8 】

次に、図 2 を用いて、スターリング冷凍機 4 の構造の一例およびその動作について説明する。

【 0 0 2 9 】

図 2 に示すように、本実施の形態のスターリング冷凍機 4 は、フリーピストン型のスターリング機関であって、ケーシング 3 0 と、該ケーシング 3 0 に組付けられたシリンダ 1 3 と、シリンダ 1 3 内で往復動するピストン 1 4 およびディスプレイサ 1 5 と、再生器 1 6 と、圧縮空間 1 7 A と膨張空間 1 7 B とを含む作動空間 1 7 と、放熱部 2 と、吸熱部 3 と、ピストン駆動手段としてのリニアモータ 2 3 と、ピストンスプリング 2 4 と、ディスプレイサスプリング 2 5 と、ディスプレイサロッド 2 6 と、背圧空間 2 7 とを備える。

30

【 0 0 3 0 】

図 2 の例では、スターリング冷凍機 4 の外殻体 (外壁) は、単一の容器で構成されず、背圧空間 2 7 側に位置するケーシング 3 0 (ベッセル部分) と、作動空間 1 7 側に位置する放熱部 2、チューブ 1 8 A および吸熱部 3 とで主に構成される。ケーシング 3 0 は、背圧空間 2 7 を規定する。ケーシング 3 0 には、シリンダ 1 3、リニアモータ 2 3、ピストンスプリング 2 4 およびディスプレイサスプリング 2 5 をはじめとする種々の部品が組付けられる。上記外殻体の内部には、ヘリウムガスや水素ガス、窒素ガスなどの作動媒体が充填される。

40

【 0 0 3 1 】

シリンダ 1 3 は、略円筒状の形状を有し、内部にピストン 1 4 とフリーピストンとしてのディスプレイサ 1 5 とを往復動可能に受け入れる。シリンダ 1 3 内において、ピストン 1 4 とディスプレイサ 1 5 とは同軸上に間隔をあけて配置され、このピストン 1 4 およびディスプレイサ 1 5 によってシリンダ 1 3 内の作動空間 1 7 が圧縮空間 1 7 A と膨張空間 1 7 B とに区画される。より詳しくは、作動空間 1 7 は、ピストン 1 4 におけるディスプレイサ 1 5 側の端面よりもディスプレイサ 1 5 側に位置する空間であり、ピストン 1 4 とディスプレイサ 1 5 との間に圧縮空間 1 7 A が形成され、ディスプレイサ 1 5 と吸熱部 3

50

との間に膨張空間 17 B が形成される。圧縮空間 17 A は主に放熱部 2 によって囲まれ、膨張空間 17 B は主に吸熱部 3 によって囲まれている。

【0032】

圧縮空間 17 A と膨張空間 17 B との間には、チューブ 18 A の内周面上に所定の隙間を有しながらフィルムが巻回されてなる再生器 16 が配設されており、この再生器 16 を介して圧縮空間 17 A と膨張空間 17 B とが連通する。それにより、スターリング冷凍機 4 内に閉回路が構成される。この閉回路内に封入された作動媒体が、ピストン 14 およびディスプレイサ 15 の動作に合わせて流動することにより、後述する逆スターリングサイクルが実現される。

【0033】

シリンダ 13 の外側に位置する背圧空間 27 にはリニアモータ 23 が配設される。リニアモータ 23 は、インナーヨーク 20 と、可動マグネット部 21 と、アウターヨーク 22 とを有し、このリニアモータ 23 によって、シリンダ 13 の軸方向にピストン 14 が駆動される。

【0034】

ピストン 14 の一端は、板バネなどで構成されるピストンスプリング 24 と接続される。該ピストンスプリング 24 は、ピストン 14 に弾性力を付与する弾性力付与手段として機能する。該ピストンスプリング 24 に弾性力を付加することにより、シリンダ 13 内でピストン 14 をより安定して周期的に往復動させることが可能となる。ディスプレイサ 15 の一端は、ディスプレイサロッド 26 を介してディスプレイサスプリング 25 と接続される。ディスプレイサロッド 26 はピストン 14 を貫通して配設され、ディスプレイサスプリング 25 は板バネなどで構成される。該ディスプレイサスプリング 25 の周縁部と、ピストンスプリング 24 の周縁部は、リニアモータ 23 からピストン 14 の背圧空間 27 側（以下、後方と称する場合がある。）に延びる支持部材により支持される。

【0035】

ピストン 14 に対しディスプレイサ 15 と反対側には、ケーシング 30 によって囲まれた背圧空間 27 が配設されている。背圧空間 27 は、ケーシング 30 内でピストン 14 の周囲に位置する外周領域と、ケーシング 30 内でピストン 14 よりもピストンスプリング 24 側（後方側）に位置する後方領域とを含む。この背圧空間 27 内にも、作動媒体が存在する。

【0036】

放熱部 2 は、ベース部材 30 A を介してケーシング 30 に取付けられる。放熱部 2 と吸熱部 3 とはチューブ 18 A を介して接続される。放熱部 2、吸熱部 3 の内周面上には、それぞれ内部熱交換器 18 と内部熱交換器 19 とが設けられる。内部熱交換器 18、19 は、それぞれ、圧縮空間 17 A、膨張空間 17 B と放熱部 2、吸熱部 3 との間の熱交換を行なう。

【0037】

吸熱部 3 には、延出部 301 が設けられている。延出部 301 の詳細については後述する。

【0038】

ケーシング 30 の後方側には、板バネ 28 を介してバランスマス 29 が取付けられている。バランスマス 29 は、ピストン 14 やディスプレイサ 15 が振動することによって生じるケーシング 30 の振動を吸収する質量部材である。具体的には、ピストン 14 やディスプレイサ 15 が振動することによってケーシング 30 に振動が生じた場合に、このケーシング 30 の振動に対して追従するようにバランスマス 29 が振動することにより、スターリング冷凍機 4 の振動が低減される。

【0039】

たとえば、ピストン 14 のディスプレイサ 15 側の端面上に第 1 距離センサが設けられ、ディスプレイサ 15 の吸熱部 3 側の端面上に第 2 距離センサが設けられる。第 1 距離センサは、スターリング冷凍機 4 の動作時のピストン 14 とディスプレイサ 15 との間隔の

10

20

30

40

50

経時変化を計測可能である。また、第 2 距離センサは、スターリング冷凍機 4 の動作時のディスプレイサ 15 と吸熱部 3 との間隔の経時変化を計測可能である。

【 0 0 4 0 】

次に、このスターリング冷凍機 4 の動作について説明する。

【 0 0 4 1 】

まず、リニアモータ 23 を作動させてピストン 14 を駆動する。リニアモータ 23 によって駆動されたピストン 14 は、ディスプレイサ 15 に接近し、圧縮空間 17 A 内の作動媒体（作動ガス）を圧縮する。

【 0 0 4 2 】

ピストン 14 がディスプレイサ 15 に接近することにより、圧縮空間 17 A 内の作動媒体の温度は上昇するが、放熱部 2 によってこの圧縮空間 17 A 内に発生した熱が外部へと放出される。そのため、圧縮空間 17 A 内の作動媒体の温度はほぼ等温に維持される。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルにおける等温圧縮過程に相当する。

【 0 0 4 3 】

ピストン 14 がディスプレイサ 15 に接近した後にディスプレイサ 15 は吸熱部 3 側に移動する。他方、ピストン 14 によって圧縮空間 17 A 内において圧縮された作動媒体は再生器 16 内に流入し、さらに膨張空間 17 B へと流れ込む。その際、作動媒体の持つ熱が再生器 16 に蓄熱される。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルの等容冷却過程に相当する。

【 0 0 4 4 】

膨張空間 17 B 内に流入した高圧の作動媒体は、ディスプレイサ 15 がピストン 14 側（後方側）へ移動することにより膨張する。このようにディスプレイサ 15 が後方側へ移動するのに伴い、ディスプレイサスプリング 25 の中央部も後方側に突出するように変形する。

【 0 0 4 5 】

上記のように膨張空間 17 B 内で作動媒体が膨張することにより、膨張空間 17 B 内の作動媒体の温度は下降するが、吸熱部 3 によって外部の熱が膨張空間 17 B 内へと伝熱されるため、膨張空間 17 B 内はほぼ等温に保たれる。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルの等温膨張過程に相当する。

【 0 0 4 6 】

その後、ディスプレイサ 15 がピストン 14 から遠ざかる方向に移動し始める。それにより、膨張空間 17 B 内の作動媒体は再生器 16 を通過して再び圧縮空間 17 A 側へと戻る。その際に再生器 16 に蓄熱されていた熱が作動媒体に与えられるため、作動媒体は昇温する。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルの等容加熱過程に相当する。

【 0 0 4 7 】

この一連の過程（等温圧縮過程 - 等容冷却過程 - 等温膨張過程 - 等容加熱過程）が繰り返されることにより、逆スターリングサイクルが構成される。この結果、吸熱部 3 は徐々に低温になり、極低温（たとえば - 50 程度）を有するに至る。一方で、放熱部 2 は徐々に高温（たとえば 60 程度）になる。上述したように、吸熱部 3 における冷熱は、低温側循環回路を介して冷却庫内に供給され、放熱部 2 における熱は、第 1 と第 2 高温側循環回路を介して冷却庫外に放出される。

【 0 0 4 8 】

図 2 に示すように、放熱部 2 および吸熱部 3 の外周上には、外部熱交換器としての高温側蒸発器 5 および低温側凝縮器 10 が取付けられている。高温側蒸発器 5 および低温側凝縮器 10 は、放熱部 2 および吸熱部 3 と外気および冷却庫内の空気との熱交換を担う。したがって、放熱部 2 および吸熱部 3 と、高温側蒸発器 5 および低温側凝縮器 10 との間の熱伝達効率を向上させることは重要である。

【 0 0 4 9 】

図 3 は、スターリング冷凍機 4 における放熱部 2 および吸熱部 3 周辺を模式化して示した側断面図である。

【 0 0 5 0 】

図 3 を参照して、放熱部 2 および吸熱部 3 は、チューブ 1 8 A の外周面上に向けて突出するオーバーハング部 2 0 0 , 3 0 0 (突出部) を有している。これにより、放熱部 2 および吸熱部 3 とその外周面上に取り付けられる高温側蒸発器 5 および低温側凝縮器 1 0 との接触面積を増大させることができる。その結果として、高温側蒸発器 5 および低温側凝縮器 1 0 との間の熱交換効率が向上する。

【 0 0 5 1 】

また、吸熱部 3 には、その軸方向端面に設けられ、チューブ 1 8 A から離れる方向に延びる延出部 3 0 1 が形成されている。これにより、吸熱部とその外周面に取り付けられる熱交換器との接触面積をさらに増大させることができる。結果として、熱交換効率が向上する。

10

【 0 0 5 2 】

上述した内容について要約すると、以下のようになる。

【 0 0 5 3 】

本実施の形態に係るスターリング冷凍機 4 (スターリング機関) は、ケーシング 3 0 , 放熱部 2 , 吸熱部 3 , チューブ 1 8 A を含む外殻体と、作動媒体を封入した外殻体内に組み付けられたシリンダ 1 3 と、シリンダ 1 3 内で往復運動するピストン 1 4 と、シリンダ 1 3 内でピストン 1 4 に対し位相差をもって往復運動するディスプレイサ 1 5 と、ピストン 1 4 とディスプレイサ 1 5 との間に形成された圧縮空間 1 7 A と、ディスプレイサ 1 5 に対してピストン 1 4 の反対側に形成された膨張空間 1 7 B と、圧縮空間 1 7 A と膨張空間 1 7 B とを連通する連通路に設けられた再生器 1 6 と、再生器 1 6 に対して圧縮空間 1 7 A 側の外殻体に設けられた放熱部 2 と、再生器 1 6 に対して膨張空間 1 7 B 側の外殻体に設けられた吸熱部 3 と、再生器 1 6 を取り囲むように設けられ、放熱部 2 と吸熱部 3 との間の外殻体を構成するチューブ 1 8 A (筒状部材) とを備え、放熱部 2 および吸熱部 3 が、チューブ 1 8 A の外周面上に向けて突出するオーバーハング部 2 0 0 , 3 0 0 (突出部) を有する。なお、オーバーハング 2 0 0 , 3 0 0 は、必ずしも両方設けられる必要は無く、一方のみが形成されてもよい。

20

【 0 0 5 4 】

本実施の形態においては、上述した構成により、冷却効率の高いスターリング冷却庫が提供される。

30

【 0 0 5 5 】

(実施の形態 2)

図 4 は、実施の形態 2 に係るスターリング冷凍機 4 (スターリング機関) における放熱部 2 および吸熱部 3 周辺を模式化して示した側断面図である。

【 0 0 5 6 】

本実施の形態に係るスターリング冷凍機 4 は、実施の形態 1 に係るスターリング冷凍機 4 の 1 つの変形例であって、基本的には実施の形態 1 に係るスターリング冷凍機 4 と同様の構成を有する。

【 0 0 5 7 】

図 4 を参照して、本実施の形態に係るスターリング冷凍機 4 においては、オーバーハング部 2 0 0 , 3 0 0 と放熱部 2 および吸熱部 3 との間に、それぞれ隙間部 2 0 0 A , 3 0 0 A が形成されている。

40

【 0 0 5 8 】

放熱部 2 および吸熱部 3 は、たとえば銅などの比較的熱伝導率の高い素材で構成される。一方、再生器 1 6 が外部と熱のやり取りを行なうと、スターリング冷凍機 4 の冷却効率が低下するので、再生器 1 6 の外周を取り囲むように設けられるチューブ 1 8 A は、比較的熱伝達率の低いステンレスなどの素材で構成される。

【 0 0 5 9 】

ここで、放熱部 2 および吸熱部 3 にチューブ 1 8 A の外周面上に向けて突出するオーバーハング部 2 0 0 , 3 0 0 が設けられた場合、再生器 1 6 がチューブ 1 8 A を介して外部

50

と熱のやり取りを行ないやすくなる場合があると考えられる。

【 0 0 6 0 】

これに対し、オーバーハング部 2 0 0 , 3 0 0 と放熱部 2 および吸熱部 3 との間に隙間部 2 0 0 A , 3 0 0 A が形成されることにより、放熱部 2 および吸熱部 3 とその外周面上に取り付けられる外部熱交換器としての高温側蒸発器 5 および低温側凝縮器 1 0 との接触面積を増大させながら、再生器 1 6 の外周を取り囲むチューブ 1 8 A と放熱部 2 / 吸熱部 3 とが熱のやりとりを行なうことを抑制することができる。結果として、スターリング冷凍機の成績係数がさらに向上する。

【 0 0 6 1 】

図 5 , 図 6 は、それぞれ、図 4 に示されるスターリング冷凍機 4 の変形例における放熱部 2 および吸熱部 3 周辺を模式化して示した側断面図である。 10

【 0 0 6 2 】

図 5 を参照して、吸熱部 3 のオーバーハング部 3 0 0 が省略されてもよい。また、図 6 を参照して、放熱部 2 のオーバーハング部 2 0 0 が省略されてもよい。さらには、オーバーハング部 2 0 0 , 3 0 0 が双方とも形成される場合に、放熱部 2 近傍または吸熱部 3 近傍の一方のみに隙間部を形成してもよい。

【 0 0 6 3 】

図 7 は、図 4 に示されるスターリング冷凍機 4 の他の変形例における放熱部 2 および吸熱部 3 を模式化して示した側断面図である。

【 0 0 6 4 】

図 7 を参照して、オーバーハング部 2 0 0 , 3 0 0 は、先端に向かって厚みが小さくなるテーパ形状を有してもよい。テーパ形状を採用することで、隙間部 2 0 0 A , 3 0 0 A に断熱材を挿入しやすくなる。断熱材が挿入されることで、チューブ 1 8 A と放熱部 2 / 吸熱部 3 とが熱のやりとりを行なうことを抑制する効果を高めることができる。 20

【 0 0 6 5 】

なお、本実施の形態において、上述した実施の形態 1 と同様の事項については、詳細な説明は繰り返されない。

【 0 0 6 6 】

(実施の形態 3)

図 8 は、実施の形態 3 に係るスターリング冷凍機 4 (スターリング機関) における放熱部 2 および吸熱部 3 周辺を模式化して示した側断面図である。 30

【 0 0 6 7 】

本実施の形態に係るスターリング冷凍機 4 は、実施の形態 1 に係るスターリング冷凍機 4 の 1 つの変形例であって、基本的には実施の形態 1 に係るスターリング冷凍機 4 と同様の構成を有する。

【 0 0 6 8 】

図 8 を参照して、本実施の形態に係るスターリング冷凍機 4 において、放熱部 2 は、チューブ 1 8 A と突合される第 1 部材 2 0 0 B と、第 1 部材 2 0 0 B の外周面上に取付けられ、該第 1 部材 2 0 0 B の外周面上からチューブ 1 8 A の外周面上に延びる第 2 部材 2 0 0 C (伝熱部材) とを含む。同様に、吸熱部 3 は、チューブ 1 8 A と突合される第 1 部材 3 0 0 B と、第 1 部材 3 0 0 B の外周面上に取付けられ、該第 1 部材 3 0 0 B の外周面上からチューブ 1 8 A の外周面上に延びる第 2 部材 3 0 0 C (伝熱部材) とを含む。 40

【 0 0 6 9 】

この構成によれば、第 2 部材 2 0 0 C , 3 0 0 C によってオーバーハング部 2 0 0 , 3 0 0 を形成することができる。この場合、オーバーハング部 2 0 0 , 3 0 0 を有するスターリング冷凍機 4 の製作が容易になる。

【 0 0 7 0 】

図 9 は、図 8 に示されるスターリング冷凍機 4 の変形例における放熱部 2 および吸熱部 3 周辺を模式化して示した側断面図である。

【 0 0 7 1 】

図 9 を参照して、第 2 部材 2 0 0 C と高温側蒸発器 5 とが一体で形成され、第 2 部材 3 0 0 C と低温側凝縮器 1 0 とが一体で形成されてもよい。

【 0 0 7 2 】

なお、本実施の形態において、上述した実施の形態 1 と同様の事項については、詳細な説明は繰り返されない。

【 0 0 7 3 】

(実施の形態 4)

図 1 0 は、実施の形態 4 に係るスターリング冷凍機 4 (スターリング機関) における放熱部 2 および吸熱部 3 周辺を模式化して示した側断面図である。

【 0 0 7 4 】

本実施の形態に係るスターリング冷凍機 4 は、実施の形態 1 に係るスターリング冷凍機 4 の 1 つの変形例であって、基本的には実施の形態 1 に係るスターリング冷凍機 4 と同様の構成を有する。

【 0 0 7 5 】

図 1 0 を参照して、本実施の形態に係るスターリング冷凍機 4 において、放熱部 2 は、チューブ 1 8 A と突合される筒状部分 2 0 0 D と、筒状部分 2 0 0 D からシリンダ 1 3 の径方向外方に立ち上がる立ち上がり部 2 0 0 E とを含む。

【 0 0 7 6 】

この構成によれば、筒状部分 2 0 0 D および立ち上がり部分 2 0 0 E の両方を外部熱交換器としての高温側蒸発器 5 に当接させることができる。結果として、放熱部 2 と高温側蒸発器 5 との間の熱交換効率が向上する。

【 0 0 7 7 】

図 1 1 は、図 1 0 に示されるスターリング冷凍機 4 の 1 つの変形例における放熱部 2 および吸熱部 3 周辺を模式化して示した側断面図である。

【 0 0 7 8 】

図 1 1 を参照して、本変形例においては、ベース部材 3 0 A が省略され、放熱部 2 を構成する部材がケーシング 3 0 に直接接合されている。これにより、放熱部 2 に立ち上がり部 2 0 0 E を構成するとともに、スターリング冷凍機 4 の部品点数削減および製作工程数減を図ることができる。

【 0 0 7 9 】

図 1 2 は、図 1 0 に示されるスターリング冷凍機 4 の他の変形例における放熱部 2 および吸熱部 3 周辺を模式化して示した側断面図である。

【 0 0 8 0 】

図 1 2 を参照して、本変形例においては、吸熱部 3 は、チューブ 1 8 A と突合される筒状部分 3 0 0 D と、筒状部分 3 0 0 D からシリンダ 1 3 の径方向外方に立ち上がる立ち上がり部 3 0 0 E とを含む。

【 0 0 8 1 】

この構成によれば、筒状部分 3 0 0 D および立ち上がり部分 3 0 0 E の両方を外部熱交換器としての低温側凝縮器 1 0 に当接させることができる。結果として、吸熱部 3 と低温側凝縮器 1 0 との間の熱交換効率が向上する。

【 0 0 8 2 】

なお、図 1 2 に示す例では、放熱部 2 および吸熱部 3 の双方に立ち上がり部が設けられているが、放熱部 2 に立ち上がり部を設けず、吸熱部 3 のみに立ち上がり部を設けてもよい。

【 0 0 8 3 】

図 1 3 は、図 1 0 に示されるスターリング冷凍機 4 のさらに他の変形例における放熱部 2 および吸熱部 3 周辺を模式化して示した側断面図である。

【 0 0 8 4 】

図 1 3 を参照して、本変形例においては、シリンダ 1 3 と放熱部 2 との間に断熱用部材としての断熱シート 3 0 B が設けられている。断熱シートは、たとえば、金属よりも熱伝

10

20

30

40

50

達率の低い樹脂などを含む。これにより、放熱部 2 からシリンダ 1 3 への伝熱を抑制することができる。なお、放熱部 2 からシリンダ 1 3 に熱が伝わりやすいと、リニアモータ 2 3 の動作効率が低下したり、スターリング冷凍機 4 の内部部品が熱による影響を受けやすくなるなどの問題が生じる場合がある。

【0085】

また、図 10 において、ベース部材 30 A として比較的断熱性の高い金属材料を用いることも考えられる。

【0086】

なお、本実施の形態において、上述した実施の形態 1 と同様の事項については、詳細な説明は繰り返されない。

10

【0087】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、上述した各実施の形態の特徴部分を適宜組合せることは、当所から予定されている。また、今回開示された実施の形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係るスターリング冷却庫の配管系統図である。

【図 2】本発明の実施の形態 1 に係るスターリング冷却庫におけるスターリング冷凍機（スターリング機関）を示した側断面図である。

20

【図 3】本発明の実施の形態 1 に係るスターリング機関における放熱部および吸熱部周辺を模式化して示した側断面図である。

【図 4】本発明の実施の形態 2 に係るスターリング機関における放熱部および吸熱部周辺を模式化して示した側断面図である。

【図 5】本発明の実施の形態 2 に係るスターリング機関の変形例における放熱部および吸熱部周辺を模式化して示した側断面図である。

【図 6】本発明の実施の形態 2 に係るスターリング機関の他の変形例における放熱部および吸熱部周辺を模式化して示した側断面図である。

【図 7】本発明の実施の形態 2 に係るスターリング機関のさらに他の変形例における放熱部および吸熱部周辺を模式化して示した側断面図である。

30

【図 8】本発明の実施の形態 3 に係るスターリング機関における放熱部および吸熱部周辺を模式化して示した側断面図である。

【図 9】本発明の実施の形態 3 に係るスターリング機関の変形例における放熱部および吸熱部周辺を模式化して示した側断面図である。

【図 10】本発明の実施の形態 4 に係るスターリング機関における放熱部および吸熱部周辺を模式化して示した側断面図である。

【図 11】本発明の実施の形態 4 に係るスターリング機関の変形例における放熱部および吸熱部周辺を模式化して示した側断面図である。

【図 12】本発明の実施の形態 4 に係るスターリング機関の他の変形例における放熱部および吸熱部周辺を模式化して示した側断面図である。

40

【図 13】本発明の実施の形態 4 に係るスターリング機関のさらに他の変形例における放熱部および吸熱部周辺を模式化して示した側断面図である。

【符号の説明】

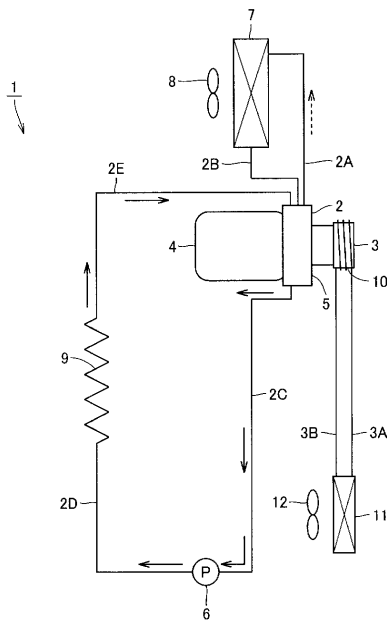
【0089】

1 スターリング冷却庫、2 放熱部、2 A ~ 2 E パイプ（高温側循環回路）、3 吸熱部、3 A , 3 B パイプ（低温側循環回路）、4 スターリング冷凍機、5 高温側蒸発器、6 循環ポンプ、7 高温側凝縮器、8 ファン、9 発露防止パイプ、10 低温側凝縮器、11 低温側蒸発器、12 ファン、13 シリンダ、14 ピストン、15 ディスプレーサ、16 再生器、17 作動空間、17 A 圧縮空間、17 B 膨

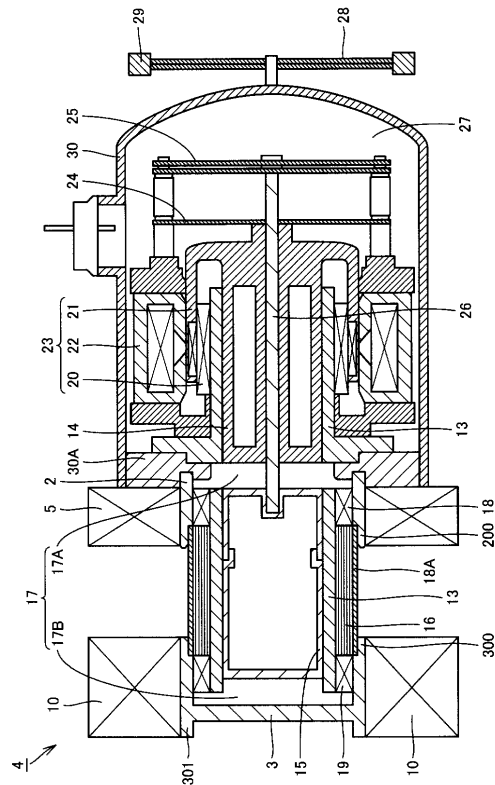
50

張空間、18, 19 内部熱交換器、18A チューブ、20 インナーヨーク、21 可動マグネット、22 アウターヨーク、23 リニアモータ、24 ピストンスプリング、25 ディスプレーサスプリング、26 ディスプレーサロッド、27 背圧空間、28 板バネ、29 バランスマス、30 ケーシング、30A ベース部材、30B 断熱シート、200, 300 オーバーハング部、200A, 300A 隙間部、200B, 300B 第1部材、200C, 300C 第2部材、200D, 300D 筒状部分、200E, 300E 立ち上がり部、301 延出部。

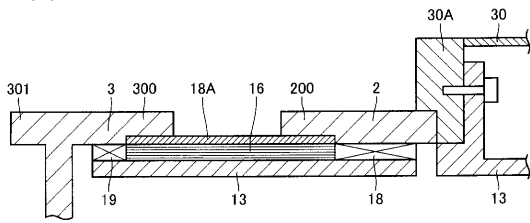
【図1】



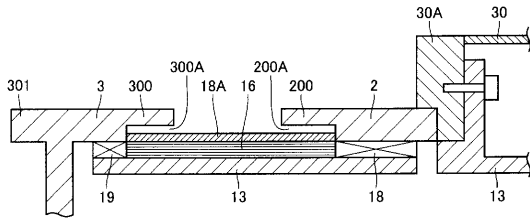
【図2】



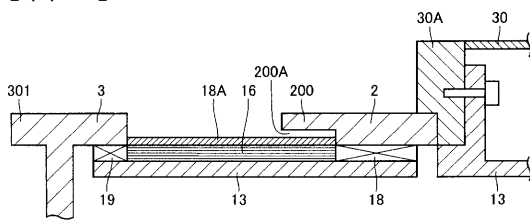
【図 3】



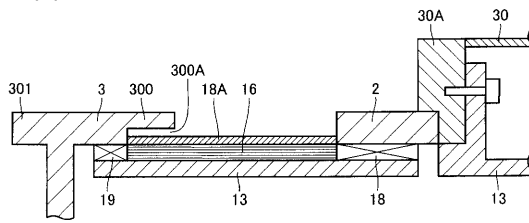
【図 4】



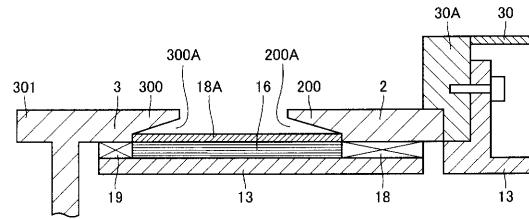
【図 5】



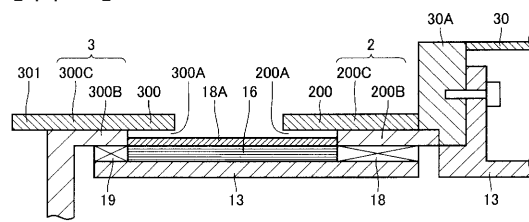
【図 6】



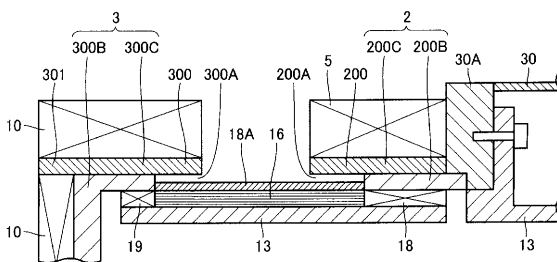
【図 7】



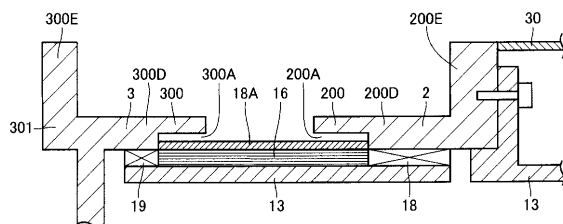
【図 8】



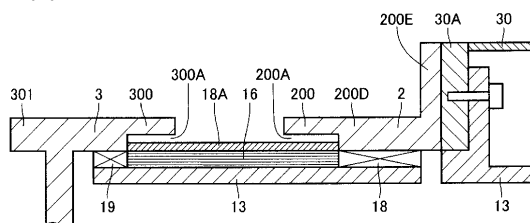
【図 9】



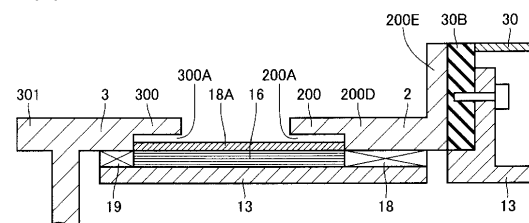
【図 12】



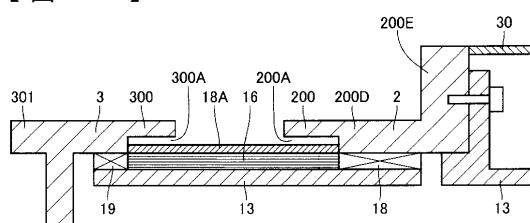
【図 10】



【図 13】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 坂元 仁
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 吉村 和士
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 高井 健二
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 尾崎 勲
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 山上 真司
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 北村 義之
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 安村 浩至
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内