

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3784286号
(P3784286)

(45) 発行日 平成18年6月7日(2006.6.7)

(24) 登録日 平成18年3月24日(2006.3.24)

(51) Int. Cl.	F I	
F 2 5 B 9/00 (2006.01)	F 2 5 B 9/00	H
F 2 5 B 9/14 (2006.01)	F 2 5 B 9/14	5 2 O Z
F 2 5 D 17/00 (2006.01)	F 2 5 D 17/00	3 O 1
F 2 5 D 11/00 (2006.01)	F 2 5 D 11/00	1 O 1 A
F 2 8 D 15/02 (2006.01)	F 2 8 D 15/02	R
請求項の数 4 (全 10 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2001-267381 (P2001-267381)	(73) 特許権者	000005049
(22) 出願日	平成13年9月4日(2001.9.4)		シャープ株式会社
(65) 公開番号	特開2003-75000 (P2003-75000A)		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(43) 公開日	平成15年3月12日(2003.3.12)	(74) 代理人	100064746
審査請求日	平成16年6月18日(2004.6.18)		弁理士 深見 久郎
		(72) 発明者	西本 貴志
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内
		(72) 発明者	増田 雅昭
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内
		審査官	清水 富夫
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スターリング冷凍機用熱交換器およびスターリング冷蔵庫

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スターリング冷凍機の端部に位置する冷熱部から冷熱を受けて空気にその冷熱を供給する低温側熱交換器であって、

内部に冷媒を含み、前記端部から前記冷熱を受ける中空の基板と、

前記基板上に設けられ、前記空気との熱交換を行うフィンと、

前記端部に対向するように前記基板に設けられ、前記端部が挿入されるように配置された筒状部とを備える、スターリング冷凍機用熱交換器。

【請求項2】

前記筒状部を構成する壁が中空であり、前記基板の内部と連通している、請求項1に記載のスターリング冷凍機用熱交換器。 10

【請求項3】

先端側ほど細くなるテーパ形状の前記端部に適合するように、前記筒状部は前記スターリング冷凍機に向かって広がるテーパ形状がついている、請求項1または2に記載のスターリング冷凍機用熱交換器。

【請求項4】

前記請求項1～3のいずれかに記載の前記スターリング冷凍機用熱交換器を備え、前記スターリング冷凍機用熱交換器から冷熱を受けた空気を冷蔵庫内に導入する通路と、

前記スターリング冷凍機からの高熱を受けた空気を冷蔵庫外に排出する通路とを備えた、スターリング冷蔵庫。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、逆スターリングサイクルによるスターリング冷凍機に用いられるスターリング冷凍機用熱交換器、およびそれを備えたスターリング冷蔵庫に関する。

【0002】

【従来の技術】

これまで家庭用冷蔵庫に用いられてきた冷凍サイクルは、圧縮機により作動媒体を圧縮して液化し、気化熱を冷熱として取り出す蒸気圧縮式冷凍サイクルである。しかし、上記作動媒体は、オゾン層破壊や地球温暖化の原因となるため、地球環境への配慮から全世界的にその使用が規制されている。

10

【0003】

一方、冷熱または高熱を取り出すことができる熱サイクルである逆スターリングサイクルでは、上記のような地球環境に影響を及ぼすおそれのある作動媒体を使用する必要はない。このため、逆スターリングサイクルを用いた冷凍装置であるスターリング冷凍機およびこれを用いたスターリング冷蔵庫の研究開発が進められている。このスターリング冷凍機では、作動媒体にヘリウムや窒素などの不活性ガスを用いる。

【0004】

スターリング冷凍機は外部動力によりピストンとディスプレーサを稼動させることによって作動媒体の圧縮と膨張とを繰り返す密閉サイクルである。作動媒体が、圧縮される部分では外部に放熱し、また、膨張される部分では外部から吸熱する。すなわち、圧縮部が高温部になり、膨張部が低温部を構成する。

20

【0005】

冷蔵庫内の冷却は、スターリング冷凍機の低温部であるコールドヘッドに接続された低温側熱交換器（とくに混同を生じない場合、熱交換器と記す）によって、冷蔵庫内を循環する空気から吸熱することにより行われる。また、同時に、スターリング冷凍機の高温部であるウォームヘッドに接続された高温側熱交換器によって、冷蔵庫の外へ熱が放熱される。上記の吸熱と放熱とは、スターリング冷凍機において表裏の関係にあり、並行して進行する。

【0006】

スターリング冷凍機は、従来の蒸気圧縮式冷凍サイクルと異なり、冷凍機の効率向上のために作動媒体流路の容積をできるだけ小さく構成することが求められる。しかし、コールドヘッドおよびウォームヘッドともに伝熱面積を小さくした上で、冷蔵庫に必要な数百ワットの冷凍能力を得るには多くの困難をとまなう。たとえば、上記の条件下では、効率的な熱搬送が行えない結果として、冷凍機への入力が増大してしまう場合が生じる。

30

【0007】

図6において、スターリング冷凍機の低温部では、再生器164を経て圧縮部から送り込まれた作動媒体は、ディスプレーサ165によって膨張室167にて膨張され、冷熱を生じる。この冷熱は、低温側内部熱交換器163を経て、コールドヘッド162に伝えられる。低温部から冷蔵庫内への冷熱の伝達を効率よく行うために、図6に示すように、スターリング冷凍機160のコールドヘッド162の先端部に低温側熱交換器100を接続する。低温側熱交換器100は、中空の基板部101とフィン部103とを備える。基板部101の中空領域には冷媒が充填されており、基板部101をヒートパイプとして機能させる。このため、スターリング冷凍機160で発生した冷熱は、コールドヘッド162を通じて基板部101に伝達される。その後、基板部はヒートパイプの冷媒の凝縮と蒸発により均熱化される。この均熱化により、庫内空気と熱交換するフィン部103とコールドヘッド162との間の温度差を低くできる。この結果、効率よく庫内を所定温度に冷却することができる。

40

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

50

スターリング冷凍機 160 の内部において、作動媒体であるヘリウムと直接熱交換する低温側内部熱交換器 163 は、コールドヘッド 162 の円筒内面に密着するように配置されている。しかしながら、コールドヘッド 162 の先端に基板部 101 の平坦表面を接触させるだけでは、たとえば、コールドヘッドの部分で熱伝導が発生したりする。コールドヘッドで熱伝導が生じると、コールドヘッドで温度上昇が生じ、温度損失が発生する。冷凍冷蔵庫の使用温度に比べて、スターリング冷凍機の作動冷媒は、より低温である必要がある。また、上記コールドヘッドでの熱伝導は作動媒体の高温化をもたらすものであり、冷凍システム全体の冷凍効率の低下を生じさせる。

【0009】

本発明は、効率よくコールドヘッドから吸熱でき、かつ冷凍システム全体の冷凍効率を高めたスターリング冷凍機用熱交換器およびそれを備えたスターリング冷蔵庫を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明のスターリング冷凍機用熱交換器は、スターリング冷凍機の端部に位置する冷熱部から冷熱を受けて空気にその冷熱を供給する低温側熱交換器である。この熱交換器は、内部に冷媒を含み、端部から冷熱を受ける中空の基板と、基板上に設けられ、空気との熱交換を行うフィンと、端部に対向するように基板に設けられ、端部が挿入されるように配置された筒状部とを備える（請求項 1）。

【0011】

この構成により、上記筒状部は、コールドヘッドよりも低温部側に位置する低温側内部熱交換器からコールドヘッド側壁を通して冷熱を受け取り、基板部に伝達することができる。このため、上記熱交換器は効率よく低温部から冷熱を受けることができる。また、コールドヘッドでの熱伝導が抑制されるので、作動冷媒を高温化することが避けられ、冷凍システム全体の冷凍効率を向上することが可能となる。なお、スターリング冷凍機は、通常、円筒形なので、コールドヘッド等も円筒形をとり、上記筒状部は円筒形状をとる場合が多い。スターリング冷凍機が角型であれば、上記筒状部もそれに合わせた角筒状とする。筒状部内面とコールドヘッド外面とは、できるだけ熱伝導を確保するような配置、たとえば、間に何も介在させない場合は、密着するように接触させることが望ましい。

【0012】

上記本発明のスターリング冷凍機用熱交換器では、筒状部を構成する壁が中空であり、基板の内部と連通している構成とすることができる（請求項 2）。

【0013】

この構成によれば、円筒部から基板部へと冷媒が内部の中空を拡散する。このため、コールドヘッド側部から基板部への冷熱の伝達を促進し、フィン部とコールドヘッドとの温度差を低減することができる。

【0014】

上記本発明のスターリング冷凍機用熱交換器では、先端側ほど細くなるテーパ形状の端部に適合するように、筒状部はスターリング冷凍機に向かって広がるテーパ形状がついているようにできる（請求項 3）。

【0015】

この構成によれば、筒状部とコールドヘッドとの接触圧力を向上させることができる。この結果、両者間の接触熱抵抗を低減し、フィン部とコールドヘッドとの温度差を低減することができる。

【0016】

上記本発明のスターリング冷凍機用熱交換器では、円筒状の端部に適合するように、筒状部が円筒状であるように構成できる（請求項 4）。

【0017】

通常のスターリング冷凍機のシリンダ部は円筒状であり、安価にスターリング冷凍機を形成することができる。したがって、格別にたとえば角断面とする必要性がない場合、上記

10

20

30

40

50

の構成により、安価で効率のよい熱交換器を得ることが可能になる。

【0018】

上記本発明のスターリング冷凍機用熱交換器では、円筒部の内径が円筒状端部の外径よりも小さくなるようにできる（請求項5）。

【0019】

この構成では、コールドヘッドへの上記熱交換器の接続には焼嵌めなどを行なうことを前提としている。たとえば、円筒部を加熱して径を広げ、コールドヘッドを挿入して冷却するか、またはコールドヘッドを冷却して円筒部に挿入して常温にするなどの手法を用いる。このため、低温側熱交換器とコールドヘッドとの接触圧力を高めることができ、接触熱抵抗を低くすることができる。また、コールドヘッドを十分に熱収縮させるか、または円筒部を十分に熱膨張させるので、接触部の加工精度を高める必要がなくなり、製造コストを減少させることができる。上記の手法を用いない場合には、コールドヘッドと円筒部との密着性を確保するために、非常に高い加工精度が要求される。上記構成は、このような非常に高い加工精度の要求を不要とすることができる。

10

【0020】

上記本発明のスターリング冷凍機用熱交換器では、スターリング冷凍機用熱交換器が筒状部を縦割りに分割する面によって2分割され、端部がその分割された筒状部の間に挟着される構成とできる（請求項6）。

【0021】

この構成によっても、非常に高い加工精度を要求することなく、接触熱抵抗を減少させることができる。たとえば、2分割された熱交換器によってコールドヘッドを挟んで、その2つの熱交換器の部分が互いに相手側の部分に引き寄せられる部材を設ける。この結果、製造コストを低減することが可能となる。

20

【0022】

上記本発明のスターリング冷凍機用熱交換器では、冷媒が、炭酸ガス、炭化水素、アンモニアおよびアセトンのうちの少なくとも1つであるようにできる（請求項7）。

【0023】

これにより、基板に含まれる冷媒にフロン等を用いないので、微量でオゾン層を破壊するガスを排除する構成とすることができる。また、上記の冷媒は、その使用量から見て、地球温暖化への影響はほとんど無視できるものである。

30

【0024】

本発明のスターリング冷蔵庫は、上記のいずれかのスターリング冷凍機用熱交換器を備え、スターリング冷凍機用熱交換器から冷熱を受けた空気を冷蔵庫内に導入する通路と、スターリング冷凍機からの放熱を受けた空気を冷蔵庫外に排出する通路とを備える（請求項8）。

【0025】

この構成により、微量でオゾン層を破壊するフロン等を用いずに、効率を向上させたスターリング冷凍機を備えた冷蔵庫を得ることが可能となる。

【0026】

【発明の実施の形態】

次に、図面を用いて、本発明の実施の形態について説明する。

40

【0027】

（実施の形態1）

図1は、本発明の実施の形態1のスターリング冷蔵庫の断面構成図である。また、図2は、図1に用いられる熱交換器の断面図である。図1において、冷蔵庫本体1は、断熱材2および開閉扉3によって取り囲まれている。冷蔵庫内は、仕切板4によって仕切られている。上部には最も低温の冷凍室1aが、次いで冷蔵室1bが、下部には最も常温に近い野菜室4が、それぞれ配置されている。冷凍室の上方には、冷蔵庫外に連通する通路も兼ねる機械室5が設けられている。この機械室には、スターリング冷凍機6が設置されている。スターリング冷凍機6のウォームヘッド31には高温側熱交換器7が取り付けられてお

50

り、ウォームヘッド 3 1 に伝達された温熱は、高温側熱交換器 7 に伝達される。さらにこの温熱は、放熱ファン 8 によって冷蔵庫外へ強制的に排出される。

【 0 0 2 8 】

コールドヘッド 3 2 は、冷蔵庫本体 1 の背面に設けられた冷風ダクト 9 に臨んでいる。コールドヘッド 3 2 の先端には低温側熱交換器 1 0 が取り付けられる。冷風ファン 1 2 によって、各庫内の空気が循環し、低温側熱交換器 1 0 と熱交換する。冷風ファン 1 2 は、冷凍室 1 a および冷蔵室 1 b の負荷状態に応じて適当な風量が循環されるように制御がかけられている。冷蔵室 1 b と野菜室 1 c とは、仕切板 4 に設けた通風管 1 4 により連通しており、冷蔵室 1 b を循環する冷風の一部が野菜室へ導入される。

【 0 0 2 9 】

図 2 を参照して、再生器 3 4 を経て低温側内部熱交換器 3 3 に送り込まれた作動媒体は、ディスプレイサ 3 5 によって膨張室 3 7 に引き込まれ、冷熱を発生する。この冷熱は、低温側内部熱交換器 3 3 を経て、また膨張室から直接、コールドヘッド 3 2 に伝達される。コールドヘッド 3 2 はヘリウムのガス圧に耐えうように円筒形の先端壁は比較的肉厚に形成し、側壁は肉薄とする。コールドヘッド 3 2 の側壁を肉薄とすることは、内部熱交換器 3 3 から円筒部 2 2 への熱伝導性を向上するのに有効である。

【 0 0 3 0 】

低温側熱交換器 1 0 は、アルミや銅など良熱伝導性の材料で構成する。この低温側熱交換器 1 0 は、中空 2 1 a を含む基板部 2 1 と、基板部 2 1 に取り付けられた円筒部 2 2 と、基板部 2 1 に取り付けられた複数のフィン 2 3 を備える。円筒部 2 2 およびフィン 2 3 とともに、アルミや銅で構成され、基板部 2 1 にろう付け等により取り付けられる。

【 0 0 3 1 】

基板部 2 1 の内部の中空領域 2 1 a には冷媒が充填されており、基板部をヒートパイプとして機能させる。このため、基板部において、良好な熱拡散を得ることができる。この冷媒には、二酸化炭素などの炭酸ガスや、プロパン、ブタン、ペンタンなどの炭化水素ガス、アンモニア、またはアセトン等を用いる。上記冷媒は、冷蔵庫で用いる温度範囲 0 ~ - 4 0 で有効であり、かつオゾン層を破壊せず、地球温暖化係数が小さい。

【 0 0 3 2 】

円筒部 2 2 の内面および / またはコールドヘッド 3 2 の外面には、熱伝導性の高いシリコングリス 1 3 などを被覆させ、円筒部とコールドヘッドとの接触熱抵抗を低下させている。また、接触熱抵抗を低下させるためには、円筒部 2 2 の内径とコールドヘッド 3 2 の外径の嵌め合い精度、すなわち真円度の加工精度を高めることによっても可能である。

【 0 0 3 3 】

円筒部 2 2 は、内部熱交換器 3 3 の直上にあるように配置されるので、コールドヘッドの冷熱を効率よく低温側熱交換器 1 0 に熱伝達することができる。

【 0 0 3 4 】

上記実施の形態 1 における円筒部およびコールドヘッドを変形した本発明例を図 3 に示す。図 3 では、円筒部 2 2 およびコールドヘッド 3 2 の両方の接触面にテーパを付けている。このような接触面をテーパ状とすることにより、接続後に充分低い接触熱抵抗を得ることができる。

【 0 0 3 5 】

上記実施の形態 1 における円筒部およびコールドヘッドを変形したさらに別の本発明例として次のものがある。円筒部 2 2 の内径を d とし、コールドヘッド 3 2 の外径を D と表すとき、 $d < D$ となるように、円筒部 2 2 およびコールドヘッド 3 2 を形成する。両者を接続する直前に低温側熱交換器 1 0 を加熱する工程、および / またはコールドヘッド 3 2 を冷却する工程を行う。接続後、熱膨張および / または熱収縮が発生し、その結果生じる残留応力を利用することができる。この結果、円筒部とコールドヘッドとの間に大きな接触圧力が生じ、良好な熱伝達を得ることができる。

【 0 0 3 6 】

上記のコールドヘッド 3 2 の冷却に際して、スターリング冷凍機を運転し、そこで発生す

10

20

30

40

50

る冷熱を利用することができる。

【0037】

(実施の形態2)

図4は、本発明の実施の形態2におけるスターリング冷凍機用熱交換器およびスターリング冷凍機の低温部の先端部の断面構成図である。本実施の形態では、低温側熱交換器10の円筒部22の内部に中空領域22aが設けられ、その中空領域22aが基板部21の中空領域21aと連通している。

【0038】

円筒部の中空領域22aと基板部の中空領域21aとが連通しているため、両方の中空領域に共通の冷媒が充填される。このため、円筒部も凝縮部として用い、ヒートパイプを拡大して動作させることができる。したがって、基板部の熱拡散性をさらに向上させることができる。この結果、スターリング冷凍機を用いた冷蔵庫の冷凍効率をさらに向上させることができる。

10

【0039】

(実施の形態3)

図5は、本発明の実施の形態3におけるスターリング冷凍機用熱交換器およびスターリング冷凍機の低温部の先端部の断面構成図である。本実施の形態では、低温側熱交換器が、円筒部の中心軸を通る面で2つの部分10a, 10bに分割されている。このような構成によれば、2つの部分10a, 10bによってコールドヘッド32を挟み込んで密着させることができる。挟み込んで密着固定させる方法としては、バンド部材によって突き合せた円筒部を巻き回して締め付ける方法、両方の円筒部にねじ孔を設けてボルトとナットで締め付ける方法などがある。この場合、円筒部の内径をコールドヘッドの外径より少し小さめに設定することにより、加工精度をそれほど高くしなくても密着性を確保することができる。また、フィンを取り付けを2つの小部分に分けて行うことによってフィン取付作業が容易化、高能率化されるメリットも得ることができる。このため、製造コストを低減することが可能である。

20

【0040】

上記の密着させる挟み込みにより、コールドヘッド32と円筒部22との間の接触熱抵抗を低減することができる。このため、スターリング冷凍機を用いた冷蔵庫の冷凍効率をさらに向上させることができる。

30

【0041】

上記において、本発明の実施の形態について説明を行ったが、上記に開示された本発明の実施の形態は、あくまで例示であって、本発明の範囲はこれら発明の実施の形態に限定されない。本発明の範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

【0042】

【発明の効果】

上記本発明の請求項1のスターリング冷凍機用熱交換器によれば、筒状部は、コールドヘッドよりも低温部側に位置する低温側内部熱交換器からコールドヘッド側壁を通して冷熱を受け取り、基板部に効率よく伝達することができる。

40

【0043】

また、請求項2のスターリング冷凍機用熱交換器によれば、円筒部から基板部へと冷媒が中空領域を拡散する。このため、コールドヘッド側部から基板部への冷熱の伝達を促進し、フィン部とコールドヘッドとの温度差を低減することができる。

【0044】

請求項3のスターリング冷凍機用熱交換器によれば、筒状部とコールドヘッドとの接触圧力を向上させることができる。この結果、両者間の接触熱抵抗を低減し、フィン部とコールドヘッドとの温度差を低減することができる。

【0045】

請求項4のスターリング冷凍機用熱交換器によれば、通常のスターリング冷凍機のシリン

50

ダ部は円筒状であり、格別、たとえば角断面とする必要性がない場合、安価で効率のよい熱交換器を得ることが可能になる。

【0046】

請求項5のスターリング冷凍機用熱交換器によれば、熱交換器とコールドヘッドとの接触圧力を高めることができ、接触熱抵抗を低くすることができる。また、コールドヘッドを十分に熱収縮させるか、または円筒部を十分に熱膨張させるので、接触部の加工精度を高める必要がなくなり、製造コストを減少させることができる。

【0047】

請求項6のスターリング冷凍機用熱交換器によれば、非常に高い加工精度を要求することなく、接触熱抵抗を減少させることができる。たとえば、2分割された熱交換器によってコールドヘッドを挟んで、その2つの熱交換器の部分が互いに相手側の部分に引き寄せられる部材を設ける。この結果、製造コストを低減することが可能となる。

10

【0048】

請求項7のスターリング冷凍機用熱交換器によれば、基板に含まれる冷媒にフロン等を用いないので、微量でオゾン層を破壊するガスを排除する構成とすることができる。また、上記の冷媒は、その使用量から見て、地球温暖化への影響はほとんど無視できるものである。

【0049】

請求項8のスターリング冷蔵庫によれば、上記のいずれかのスターリング冷凍機用熱交換器を備えるので、微量でオゾン層を破壊するフロン等を用いずに、効率を向上させたスターリング冷凍機を備えた冷蔵庫を得ることが可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1におけるスターリング冷蔵庫の断面構成図である。

【図2】 図1のスターリング冷凍機用熱交換器およびスターリング冷凍機の低温部の先端部の断面構成図である。

【図3】 実施の形態1を変形した本発明例におけるスターリング冷凍機用熱交換器およびスターリング冷凍機の低温部の先端部の断面構成図である。

【図4】 本発明の実施の形態2におけるスターリング冷凍機用熱交換器およびスターリング冷凍機の低温部の先端部の断面構成図である。

【図5】 本発明の実施の形態3におけるスターリング冷凍機用熱交換器およびスターリング冷凍機の低温部の先端部の断面構成図である。

30

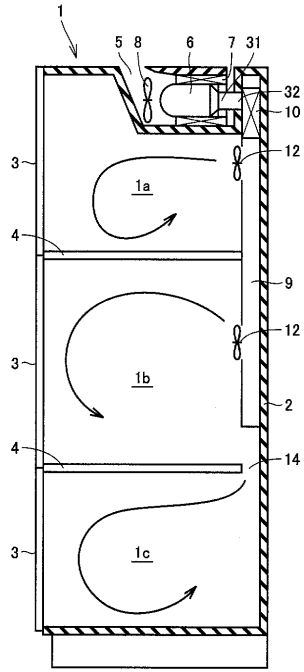
【図6】 従来のスターリング冷凍機用熱交換器およびスターリング冷凍機の低温部の先端部の断面構成図である。

【符号の説明】

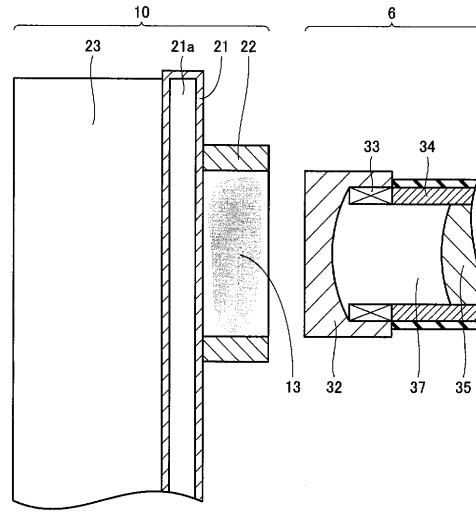
1 冷蔵庫、2 断熱材、3 扉、4 仕切板、5 機械室（放熱通路）、6 スターリング冷凍機、7 高温側熱交換器、8 放熱ファン、9 冷風ダクト（冷風通路）、10 低温側熱交換器（熱交換器）、12 冷風ファン、13 グリス（接触補助剤）、14 連通孔、21 基板部、21a 基板部の中空領域、22 円筒部、22a 円筒部の中空領域、23 フィン、31 ウォームヘッド、32 コールドヘッド、33 低温側内部熱交換器、34 再生器、35 ディスプレーサ、37 膨張室。

40

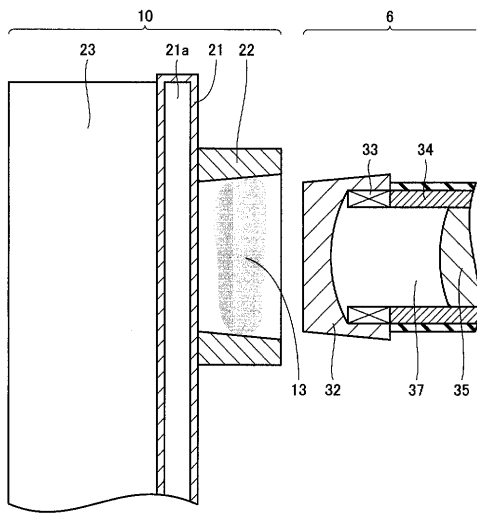
【 図 1 】



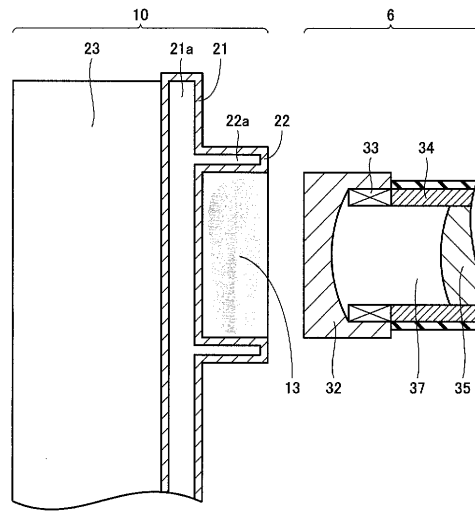
【 図 2 】



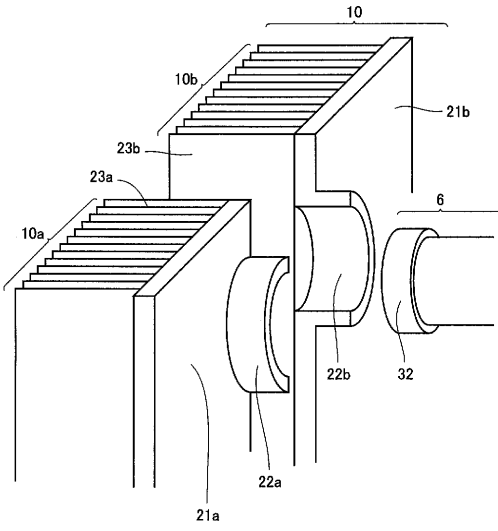
【 図 3 】



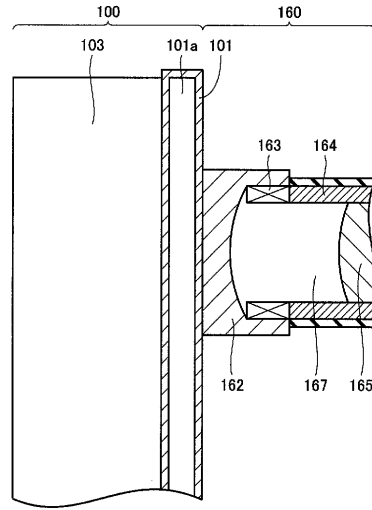
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

F 2 8 D 15/02 1 0 2 H

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

F25B 9/00

F25B 9/14

F25D 11/00

F25D 17/00

F28D 15/02