(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3574568号
(P3574568)
(45)発行日　平成16年10月6日(2004.10.6)　(24)登録日　平成16年7月9日(2004.7.9)

(51)Int.Cl.[7]　F I
F25B 9/14　F25B 9/14 520Z
F25B 9/14 510B

請求項の数 5　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願平10-207270
(22)出願日　平成10年7月23日(1998.7.23)
(65)公開番号　特開2000-39222(P2000-39222A)
(43)公開日　平成12年2月8日(2000.2.8)
審査請求日　平成14年6月25日(2002.6.25)

(73)特許権者　000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号
(74)代理人　100103296
弁理士　小池　隆彌
(72)発明者　上田　和彦
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　岡野　哲之
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】スターリングエンジン

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

シリンダーの内側を往復運動するピストンと、前記シリンダーの内側において前記ピストンに対向し、前記ピストンの動きによって圧縮，膨張する作動媒体の働きにより駆動されるディスプレーサーと、を備え、前記ディスプレーサーと前記ピストンとの間に第１の作動空間を、前記ディスプレーサーの前記ピストンとの対向側とは反対側に第２の作動空間を、前記ピストンの前記ディスプレーサーとの対向側とは反対側に背面空間を有するように密閉して形成されたフリーピストン型のスターリングエンジンであって、

前記背面空間は、前記ピストンの往復運動の方向に垂直な方向において、前記シリンダーの側壁の少なくとも一部と隣接する部分にまで延びて形成されており、

前記ピストンに設けられ第１の作動空間と結ばれる第１の流路と、前記シリンダーの側壁を貫通して前記シリンダーに隣接する部分の前記背面空間と結ばれる第２の流路とを有し、前記ピストンがその往復運動の中立位置にあるときに、第１の流路と第２の流路とが結合して第１の作動空間と前記背面空間とを結ぶよう形成されてなることを特徴とするスターリングエンジンにおいて、

第２の流路は、少なくとも第１の流路と結合する側の開口部が前記ピストンの往復運動の方向に対して傾いて形成されてなることを特徴とするスターリングエンジン。

【請求項２】

シリンダーの内側を往復運動するピストンと、前記シリンダーの内側において前記ピストンに対向し、前記ピストンの動きによって圧縮，膨張する作動媒体の働きにより駆動され

るディスプレーサーと、を備え、前記ディスプレーサーと前記ピストンとの間に第１の作動空間を、前記ディスプレーサーの前記ピストンとの対向側とは反対側に第２の作動空間を、前記ピストンの前記ディスプレーサーとの対向側とは反対側に背面空間を有するように密閉して形成されたフリーピストン型のスターリングエンジンであって、
前記背面空間は、前記ピストンの往復運動の方向に垂直な方向において、前記シリンダーの側壁の少なくとも一部と隣接する部分にまで延びて形成されており、
前記ピストンに設けられ第１の作動空間と結ばれる第１の流路と、前記シリンダーの側壁を貫通して前記シリンダーに隣接する部分の前記背面空間と結ばれる第２の流路とを有し、前記ピストンがその往復運動の中立位置にあるときに、第１の流路と第２の流路とが結合して第１の作動空間と前記背面空間とを結ぶよう形成されてなることを特徴とするスターリングエンジンにおいて、
第２の流路は、少なくとも第１の流路と結合する側の開口部が第１の流路の位置ずれを吸収できる溝形状であることを特徴とするスターリングエンジン。

【請求項３】
シリンダーの内側を往復運動するピストンと、前記シリンダーの内側において前記ピストンに対向し、前記ピストンの動きによって圧縮，膨張する作動媒体の働きにより駆動されるディスプレーサーと、を備え、前記ディスプレーサーと前記ピストンとの間に第１の作動空間を、前記ディスプレーサーの前記ピストンとの対向側とは反対側に第２の作動空間を、前記ピストンの前記ディスプレーサーとの対向側とは反対側に背面空間を有するように密閉して形成されたフリーピストン型のスターリングエンジンであって、
前記背面空間は、前記ピストンの往復運動の方向に垂直な方向において、前記シリンダーの側壁の少なくとも一部と隣接する部分にまで延びて形成されており、
前記ピストンに設けられ第１の作動空間と結ばれる第１の流路と、前記シリンダーの側壁を貫通して前記シリンダーに隣接する部分の前記背面空間と結ばれる第２の流路とを有し、前記ピストンがその往復運動の中立位置にあるときに、第１の流路と第２の流路とが結合して第１の作動空間と前記背面空間とを結ぶよう形成されてなることを特徴とするスターリングエンジンにおいて、
第１の流路は、少なくとも第２の流路と結合する部分が前記ピストンの往復運動の方向に対して傾いて形成されてなることを特徴とするスターリングエンジン。

【請求項４】
シリンダーの内側を往復運動するピストンと、前記シリンダーの内側において前記ピストンに対向し、前記ピストンの動きによって圧縮，膨張する作動媒体の働きにより駆動されるディスプレーサーと、を備え、前記ディスプレーサーと前記ピストンとの間に第１の作動空間を、前記ディスプレーサーの前記ピストンとの対向側とは反対側に第２の作動空間を、前記ピストンの前記ディスプレーサーとの対向側とは反対側に背面空間を有するように密閉して形成されたフリーピストン型のスターリングエンジンであって、
前記背面空間は、前記ピストンの往復運動の方向に垂直な方向において、前記シリンダーの側壁の少なくとも一部と隣接する部分にまで延びて形成されており、
前記ピストンに設けられ第１の作動空間と結ばれる第１の流路と、前記シリンダーの側壁を貫通して前記シリンダーに隣接する部分の前記背面空間と結ばれる第２の流路とを有し、前記ピストンがその往復運動の中立位置にあるときに、第１の流路と第２の流路とが結合して第１の作動空間と前記背面空間とを結ぶよう形成されてなることを特徴とするスターリングエンジンにおいて、
第１の流路は、ピストンの摺動面に設けられた溝形状であることを特徴とするスターリングエンジン。

【請求項５】
シリンダーの内側を往復運動するピストンと、前記シリンダーの内側において前記ピストンに対向し、前記ピストンの動きによって圧縮，膨張する作動媒体の働きにより駆動されるディスプレーサーと、を備え、前記ディスプレーサーと前記ピストンとの間に第１の作動空間を、前記ディスプレーサーの前記ピストンとの対向側とは反対側に第２の作動空間

を、前記ピストンの前記ディスプレーサーとの対向側とは反対側に背面空間を有するように密閉して形成されたフリーピストン型のスターリングエンジンにおいて、
前記シリンダーは、ピストン摺動面の長さが前記ピストンの長さよりも短く形成されており、
前記ピストンは、前記ピストンが往復運動の中立位置にあるときに第１の作動空間と背面空間とを結ぶ、前記ピストン摺動面よりも長く形成された溝部を有してなることを特徴とするスターリングエンジン。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、低温の発生に用いられるスターリングエンジンに関し、特に、ピストン位置を精密に保持できるスターリングエンジンに関する。

【０００２】

【従来の技術】

冷熱の発生を目的としたフリーピストン型スターリングエンジンは、熱サイクル的には逆スターリングサイクルエンジンとも呼ばれている。図６に示すように、一般的には、直線往復運動するピストン１とディスプレーサ２を含むシリンダー３を有する。ピストン１及びディスプレーサ２は同軸上に構成されており、ディスプレーサに形成されたロッド２－ａはピストン中心部に設けた摺動穴１－ａを貫通し、ピストン１、ディスプレーサ２はシリンダー内周摺動面３－ａを滑らかに摺動可能である。またピストン１はピストン支持バネ５、ディスプレーサ２はディスプレーサ支持バネ６によってシリンダー底面３－ｂに対して弾性支持されている。

【０００３】

シリンダー３により形成される空間はピストン１によって２つの空間に分割される。一つはピストン１のディスプレーサ２側である作動空間７であり、もう一つはピストン１のディスプレーサ２側と反対側である背面空間８である。この２つの空間には高圧のヘリウムガス等の作動媒体が充填されている。ピストンはリニアモータ等の図示しないピストン駆動体により所定周期で往復動される。これにより作動媒体は作動空間内で圧縮、膨張される。ディスプレーサ２は、作動空間内で圧縮、膨張される作動媒体の圧力変化により直線的に往復動される。この時ピストン１とディスプレーサ２は、一般に約９０度の位相差をもって同一周期にて往復動するよう設定されている。

【０００４】

また、作動空間７は、ディスプレーサ２によってさらに２つの空間に分割されている。一つはピストン１とディスプレーサ２に挟まれた圧縮空間（第１の作動空間）７－ａであり、もう一つはシリンダー先端部の膨張空間（第２の作動空間）７－ｂである。この２つの空間は再生器９を介して連結され、再生器９は一般にメッシュ形状の銅材などにより形成されている。膨張空間７－ｂにおける作動媒体により、シリンダー先端のコールドヘッドにおいて冷熱の発生がなされる。この冷熱の発生原理等の逆スターリング熱サイクルに関しては、一般によく知られているので、ここでは説明を省略する。

【０００５】

シリンダー摺動面３－ａとピストン摺動面１－ｂとの間には、作動空間７－ａと背面空間８とを遮断する図示しないシール手段が設けられる。シール手段は一般に、単純な構成で安価なシールリングが用いられる。しかし、熱膨張の影響や、長期間の運転によるシールリングの摩耗などから完全に遮断することはできず、シリンダー摺動面３－ａとピストン摺動面１－ｂとの間には微小な隙間が生じる。エンジン駆動時にはピストン１の往復動により、作動空間７－ａ、背面空間８ともに作動媒体の圧力変動が生じるため、両空間の圧力差により作動媒体は前記微小隙間を通って両空間間を流れる。したがって、作動空間７－ａの圧力が背面空間８の圧力より高い場合は、作動空間７－ａから背面空間８に向かって作動媒体が漏れることになる。また逆に、背面空間８の圧力が作動空間７－ａの圧力より高い場合は、背面空間８から作動空間７－ａに向かって作動媒体が流れる。

【０００６】
ところで、シリンダー摺動面３－ａとピストン摺動面１－ｂとの間に生じる微小隙間は常に一定の隙間量ではなく、摺動部の表面状態やシールリングの接触状態、摩耗状態等により変化するため、作動空間７－ａからみた背面空間８への作動媒体の流出量、流入量が全く同量であることはない。このためエンジンを連続駆動し、仮に作動空間７－ａから背面空間８へ少しずつ作動媒体が漏れていった場合、ピストン振幅の中心位置は圧力が低下した作動空間７－ａ側に徐々に移動する。その結果、作動空間内の作動媒体圧力低下に伴う冷却特性の低下が生じたり、ピストンの振幅中心が初期位置からずれることによりピストン１とディスプレーサ２が衝突を起こしたりするなどの問題を生じる。
【０００７】
これに対し、ピストン支持バネ５のバネ定数を大きくしてピストン１の支持力を増す方法が考えられるが、作動空間７－ａ内からの作動媒体の漏洩には効果がないのに加え、ピストン駆動手段の必要駆動力の増加は入力電力の増加となり、結果、冷却効率が落ちるという別の問題が生じる。
【０００８】
そこで、作動空間と背面空間との作動媒体の圧力バランスを保ちピストン振幅の中心位置の変動を抑える方法が、米国特許ＵＳＰ４，５８３，３６４号，米国特許ＵＳＰ５，４６１，８５９号に開示されている。
【０００９】
図７は米国特許ＵＳＰ４，５８３，３６４号に記載のスターリングエンジンの構成を示す図である。ここでは、固定されたセンターポスト１３内部に圧縮空間７－ａ連結された作動媒体流路１３－ａと、該センターポスト１３に沿って往復動するピストン１内部に背面空間８と連結された作動媒体流路１０が設けられており、ピストン１が設定された振幅中心位置にある場合、作動空間７－ａと背面空間８は該流路によって結ばれるようにされている。ピストン１がこの中心位置を通過するごとに、作動空間７－ａと背面空間８との間で、作動媒体圧力が高い側から低い側へが作動媒体が流れるため両空間の圧力差が是正され、ピストンの振幅中心位置が保持される。
【００１０】
図８は米国特許ＵＳＰ５，４６１，８５９号に記載のスターリングエンジンの構成を示す図である。ここでは、作動空間７－ａと背面空間８とを結ぶ流路に、背面空間側から作動空間側の一方向のみ作動媒体を流す弁構造１４が設けられている。
【００１１】
【発明が解決しようとする課題】
ピストン振幅の中心位置を当初の設定位置に保つために、ピストンが設定された中心位置で作動空間と背面空間とを微小流路で結ぶ手法が有効であることは上に述べた。ところが、この微小流路をピストン及びシリンダーに形成することは非常に困難である。
【００１２】
図７に示した米国特許ＵＳＰ４，５８３，３６４号に開示されたものでは、センターポール１３内に微小流路の一部１５が形成される。この微小流路形状はコ字型であり、センターポール内部に形成されたセンターポール中心軸との平行部１５－ａは単純な穴加工で形成することはできない。加工方法の一例としては、センターポール端面から穴加工した後、穴端部を塞ぐ方法があるが、作動媒体が漏れないように穴端部を確実にシールする工程が必要であり、微小流路形成時のコストアップに繋がるばかりでなく、長期間のエンジン運転時に前記シール部から作動媒体が漏れるようになる危険性があり信頼性にも問題がある。
【００１３】
また、図８に示した米国特許ＵＳＰ５，４６１，８５９号に開示されたものは、ピストン１が摺動するシリンダー内周壁面３－ａに微小流路の一部３－ｃが形成されている。ピストン形状は一般に円筒型であり、円筒中心軸に対して同心円形状である。シリンダー内周壁面形状はピストンが摺動可能となるようにピストン外径寸法に微小なクリアランスを設

けた形状であり、基本的にピストンと同形状である。シリンダー外形状についてもピストンと同様に円筒型が一般であり、旋盤加工によりシリンダー内周壁面３－ａは寸法精度良く仕上げられる。したがって、シリンダー内周壁面３－ａへの流路加工は、中心軸Ｘ回りへの加工は比較的容易であるが、中心軸と平行方向へピストン長さを超える長さの微小流路加工は非常に困難であり大きなコストアップに繋がるという問題点がある。

【００１４】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもであって、容易な加工で安価に微小流路を形成した上で、ピストンの振幅中心位置が変動しない信頼性の高いスターリングエンジンを提供することを目的とする。

【００１５】

【課題を解決するための手段】

本発明に記載のスターリングエンジンは、シリンダーの内側を往復運動するピストンと、前記シリンダーの内側において前記ピストンに対向し、前記ピストンの動きによって圧縮，膨張する作動媒体の働きにより駆動されるディスプレーサーと、を備え、前記ディスプレーサーと前記ピストンとの間に第１の作動空間を、前記ディスプレーサーの前記ピストンとの対向側とは反対側に第２の作動空間を、前記ピストンの前記ディスプレーサーとの対向側とは反対側に背面空間を有するように密閉して形成されたフリーピストン型のスターリングエンジンであって、前記背面空間は、前記ピストンの往復運動の方向に垂直な方向において、前記シリンダーの側壁の少なくとも一部と隣接する部分にまで延びて形成されており、前記ピストンに設けられ第１の作動空間と結ばれる第１の流路と、前記シリンダーの側壁を貫通して前記シリンダーに隣接する部分の前記背面空間と結ばれる第２の流路とを有し、前記ピストンがその往復運動の中立位置にあるときに、第１の流路と第２の流路とが結合して第１の作動空間と前記背面空間とを結ぶよう形成されてなることを特徴とするスターリングエンジンにおいて、第２の流路は、少なくとも第１の流路と結合する側の開口部が前記ピストンの往復運動の方向に対して傾いて形成されてなることを特徴とする。

また、本発明に記載のスターリングエンジンは、第２の流路は、少なくとも第１の流路と結合する側の開口部が第１の流路の位置ずれを吸収できる溝形状であることを特徴とする。

【００１６】

本発明のスターリングエンジンは、シリンダーの内側を往復運動するピストンと、前記シリンダーの内側において前記ピストンに対向し、前記ピストンの動きによって圧縮，膨張する作動媒体の働きにより駆動されるディスプレーサーと、を備え、前記ディスプレーサーと前記ピストンとの間に第１の作動空間を、前記ディスプレーサーの前記ピストンとの対向側とは反対側に第２の作動空間を、前記ピストンの前記ディスプレーサーとの対向側とは反対側に背面空間を有するように密閉して形成されたフリーピストン型のスターリングエンジンであって、前記背面空間は、前記ピストンの往復運動の方向に垂直な方向において、前記シリンダーの側壁の少なくとも一部と隣接する部分にまで延びて形成されており、前記ピストンに設けられ第１の作動空間と結ばれる第１の流路と、前記シリンダーの側壁を貫通して前記シリンダーに隣接する部分の前記背面空間と結ばれる第２の流路とを有し、前記ピストンがその往復運動の中立位置にあるときに、第１の流路と第２の流路とが結合して第１の作動空間と前記背面空間とを結ぶよう形成されてなることを特徴とするスターリングエンジンにおいて、第１の流路は、少なくとも第２の流路と結合する部分が前記ピストンの往復運動の方向に対して傾いて形成されてなることを特徴とする。

また、本発明に記載のスターリングエンジンは、第１の流路は、ピストンの摺動面に設けられた溝形状であることを特徴とする。

【００１８】

本発明に記載のスターリングエンジンは、シリンダーの内側を往復運動するピストンと、前記シリンダーの内側において前記ピストンに対向し、前記ピストンの動きによって圧縮，膨張する作動媒体の働きにより駆動されるディスプレーサーと、を備え、前記ディスプ

レーサーと前記ピストンとの間に第１の作動空間を、前記ディスプレーサーの前記ピストンとの対向側とは反対側に第２の作動空間を、前記ピストンの前記ディスプレーサーとの対向側とは反対側に背面空間を有するように密閉して形成されたフリーピストン型のスターリングエンジンにおいて、前記シリンダーは、前記ピストンの摺動面の長さが前記ピストンの長さよりも短く形成されており、前記ピストンは、前記ピストンが往復運動の中立位置にあるときに第１の作動空間と背面空間とを結び、前記摺動面よりも長く形成された溝部を有してなるものである。

【００１９】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。

【００２０】

（実施の形態１）

図１は、本発明によるスターリングエンジンの一構成例を示す断面構成図である。

図１に示すように、ピストン１とディスプレーサ２はシリンダー３の内周壁面３－ａを往復摺動可能に配されている。該シリンダー３は密閉された圧力容器４に固定されている。ピストン１及びディスプレーサ２は同軸上に構成されており、ディスプレーサ２に形成されたロッド２－ａはシリンダー中心部に設けた摺動穴１－ａを貫通し、それぞれはシリンダー内周摺動面３－ａを滑らかに摺動可能である。また、ピストン１はピストン支持バネ５、ディスプレーサ２はディスプレーサ支持バネ６によって圧力容器４に対して弾性支持されており、該ピストン支持バネ５が変形していない状態において、ピストン１はある設定された振幅中心位置に位置決めされる。

【００２１】

圧力容器４とシリンダー３により形成される空間はピストン１によって２つの空間に分割される。一つはピストン１のディスプレーサ２側である作動空間７であり、もう一つはピストン１のディスプレーサ２側と反対側である背面空間８である。作動空間７はディスプレーサ２でさらに２つの空間に分割されており、一つはピストン１とディスプレーサ２とに挟まれた圧縮空間７－ａであり、もう一つはシリンダー先端部の膨張空間７－ｂである。この２つの空間は再生器９を介して連結されている。背面空間８はシリンダー３のピストン１が挿入された側を取囲むように形成されている。つまり、背面空間８はシリンダー３の内周摺動面３－ａに隣接する位置まで延びて形成されている。なお、これらの空間には高圧のヘリウムガス等の作動媒体が充填されている。

【００２２】

ピストン１は背面空間８に収められたリニアモータ等のピストン駆動体（図示せず）により所定周期で往復動される。これにより作動媒体は作動空間７内で圧縮、膨張される。ディスプレーサ２は、作動空間内で圧縮、膨張される作動媒体の圧力変化により直線的に往復動される。この時ピストン１とディスプレーサ２は、一般に約９０度の位相差をもって同一周期にて往復動するようディスプレーサ支持バネ６のバネ定数等は設定されている。また、シリンダー内周摺動面３－ａとピストン摺動面１－ｂとの間には、圧縮空間７－ａと背面空間８とを遮断するシール手段（図示せず）が設けられる。

【００２３】

図２（ａ）は、ピストン１が予め設定された振幅中心位置にある場合におけるその主要部を示す図である。ピストン１には、作動空間側端面１－ｃとシリンダー側摺動面１－ｂとを結ぶ微小な第１の穴部（第１の流路）１０が形成されている。この第１の穴部は、例えば作動空間側端面１－ｃとシリンダー側摺動面１－ｂからのドリル加工のみで形成可能であり、加工後に穴端部をシールするなどの工程は不要である。

【００２４】

一方、ピストン摺動面１－ｂに形成された穴部１０－ａに対向するシリンダー内周壁面位置には、シリンダー壁面３を貫通し背面空間８と結ばれた第２の穴部１１（第２の流路）が形成されている。この第２の穴部１１も、シリンダー壁３を貫通する穴をシリンダー外側からのドリル加工のみで形成可能であり非常に形成は容易である。

【００２５】
図２（ｂ）は、上記した第１の穴部１０と第２の穴部１１の他の例を示す図である。ここでは、ピストン１の内部に形成され作動空間側端面１－ｃとシリンダー側摺動面１－ｂとを結ぶ微小流路が、ピストン中心軸Ｘに対して傾きを持つ一本の穴１０－ｂにより形成されている。
【００２６】
図２（ａ）、２（ｂ）に示された構成において、ピストン１に形成された第１の穴部のシリンダー側開口部１０－ａと、シリンダー３に設けられた第２の穴部のピストン側開口部１１とは、ピストン１が所定の振幅中心位置にある時、互い対向し合う位置に配される必要がある。これは、作動空間７－ａと背面空間８との間で作動媒体の流れをスムーズに行うためである。
【００２７】
ところで、ピストン１はある一定周期で駆動されており、ピストン１が所定の振幅中立位置にあって前記作動媒体が微小流路を流れることが可能な時間は非常に短時間である。そのため、第１の穴部開口部１０－ａと第２の穴部１１の開口部との位置が僅かでもずれていると、作動媒体の流れはスムーズにいかず作動空間と背面空間との間の作動媒体圧力調整が十分にできず、ピストン振幅中心位置を所定位置に保つことができなくなる。前述のようにピストン１は、ピストン支持バネ５を介して圧力容器４に弾性支持されている。このため、ピストン１をピストン支持バネ５に固定する際の取付け誤差や、ピストン支持バネ５が変形する際に直線的に変形せずピストンが僅かに回転して往復動されるなどの問題により、第１の穴部開口部１０－ａと第２の穴部１１の開口部との位置を精度良く合わせることは非常に困難である。
【００２８】
図３は上記問題を解決する一手法を示すものである。この図は、背面空間８側から見たシリンダー３及びシリンダー３内に収められたピストン１を示している。ここで、ピストン１は所定の振幅中心位置に位置している。図３において、シリンダー３に設けられた第２の穴部１１は、少なくともそのピストン内側の開口部１１－ａがピストンの往復運動方向Ｘに対して傾き（図３では９０度）を持つように、背面空間８に連通している。
【００２９】
シリンダー壁面を貫通して形成された第２の穴部１１は、少なくともその開口部１１－ａがピストンの往復運動方向Ｘに対して傾きを持つ形状であり、ここでは往復運動方向Ｘに対して約９０度傾いている。このため、ピストンが振幅の中心位置にあるとき、ピストン１に設けられた第１の穴部１０の開口部１０－ａの位置が上記した理由により多少回転したとしても、第２の穴部の開口部１１－ａが第１の穴部の開口部１０－ａの位置ずれを吸収できる溝形状であるため、第１の穴部開口部１０－ａと第２の穴部開口部１１－ａの位置は必ず対向する。
【００３０】
また、シリンダー３に設けた開口部（例えば溝部）１１－ａが、ピストン往復運動方向Ｘに対して傾斜している構成であり、ピストン１が所定の振幅中心位置にあるときのみピストン１に設けられた第１の穴部１０と流路を形成し、ピストン１が所定の振幅中心位置以外にある場合には流路が形成されない。これにより、第１、第２の穴部を溝ではなく穴にて形成した場合と同じ効果を得ることができ、作動空間と背面空間との間の作動媒体圧力調整が確実に行うことができ、ピストン振幅中心位置を所定位置に保つことが可能となる。
【００３１】
（実施の形態２）
図４（ａ），４（ｂ）図は、上記した第１の穴部１０，第２の穴部１１の他の例を示すものであり、背面空間８側から見たシリンダー３及び、シリンダー内に収められたピストン１を示している。ここで、ピストン１は所定の振幅中心位置に位置している。シリンダー３の壁面を貫通するように設けられ背面空間８と結ばれた穴部１１と、ピストン摺動面に

設けられ、前記穴部１１の対向位置にピストン１の往復運動方向に対して傾きを持つように作動空間と結ばれた溝部とにより形成された微小流路構成を示している。

【００３２】

図４（ａ）において、ピストン摺動面１－ｂにはピストンの往復運動方向Ｘに対して傾きを持つ溝部１０－ｃが形成されている。この溝部１０－ｃは、ピストン作動空間側端部１－ｃから設けられており溝部内の作動媒体圧力は作動空間内圧力と等しい。ピストン摺動部１－ｂへの溝加工は、例えば旋盤加工やエンドミルによるフライス加工にて非常に容易に形成可能である。また、加工後に穴端部をシールするなどの工程も不要である。

【００３３】

前述のように、ピストンが僅かに回転して往復動したとしても、このピストン１に設けられた傾斜溝１０－ｃとシリンダー壁面３を貫通して形成された穴部１１とは必ず対向し結合するため、作動空間と背面空間との間の作動媒体圧力調整が確実に行うことができ、ピストン振幅中心位置を所定位置に保つことが可能である。

【００３４】

図４（ｂ）は、ピストン摺動部１－ｂに形成された傾斜溝が、ピストンの往復運動方向Ｘの溝１０－ｄと、運動方向Ｘに対して傾きを持つ連続溝１０－ｅによって形成された状態を示す。

【００３５】

このような構成によっても、取り付け誤差等に起因するピストン１の位置ずれを吸収して、常に振幅中心位置を所定位置に保持できる。

【００３６】

（実施の形態３）

図５（ａ）は、本発明によるスターリングエンジンの他の構成例を示す断面構成図である。

【００３７】

シリンダーの内周壁面３－ａは、ピストン側からディスプレーサ側まで同一内径ではなく、ディスプレーサ２により２つの空間に分割された作動空間７のうち、ピストン１とディスプレーサ２に挟まれた圧縮空間部３－ｂの内径がピストン摺動部３－ｃ内径より大きく形成されている。また、振幅中心位置にあるピストン１のピストン長さＬ１に対して、シリンダー３のピストン摺動面長さＬ２はシリンダー前後方向ともに短くなるよう形成されている。

【００３８】

ピストンの摺動面３－ａには、ピストン往復運動方向Ｘと平行な溝部１０－ｆが形成されている。この溝部長さＬ３は、前記シリンダーのピストン摺動面長さＬ２より、その前後方向とも僅かに長く形成されている。したがって、ピストン１が所定の振幅中心位置にある場合、ピストン摺動部に設けられた溝部１０－ｆによって作動空間７－ａと背面空間８との間は流路が形成され、両空間の間で作動媒体の圧力調整が行われる。

【００３９】

一方、図５（ｂ）に示すように、一定周期で駆動されるピストン１が振幅中心位置を超えると、ピストン摺動部の溝部端部１０－ｇがシリンダーの内周摺動面３－ｃによって隠されてしまい、作動空間７－ａと背面空間８との間の流路は形成されず作動媒体の流れは生じない。

【００４０】

ここでは、図５（ｃ）に示すように、ピストン摺動面１－ｂのみにピストン往復運動方向Ｘと平行な溝部１０－ｆが形成されている。ピストン摺動部３－ｃへの溝加工は、例えばエンドミルによるフライス加工にて形成可能であり非常に容易で安価である。

【００４１】

【発明の効果】

本発明のスターリングエンジンでは、ピストンとシリンダー壁面に第１の流路，第２の流路を設け、ピストンが予め設定された振幅中心位置に位置したときに、第１の流路と第２

の流路が結合して作動空間と背面空間とを結ぶ微小流路を形成する。

【００４２】

このため、作動空間と背面空間との間を作動媒体が流れ、両空間の作動媒体圧力差を是正し、ピストンの振幅中心位置ずれを防ぐことができる。

【００４３】

また、ピストン及びシリンダーに形成する第１の流路，第２の流路は、形成が容易な穴や溝で構成できるため、スターリングエンジンの製造を非常に安価に微行える。

【００４４】

さらに、微小流路形成時にシール工程が入らないため、長期間の運転時にも信頼性の高いスターリングエンジンを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明のスターリングエンジン構成を示す図である。

【図２】図１の第１の穴部と第２の穴部の構成を示す図である。

【図３】第１の穴部と第２の穴部の他の構成例を示す図である。

【図４】第１の穴部と第２の穴部のさらに他の構成例を示す図である。

【図５】本発明のスターリングエンジンの他の構成を示す図である。

【図６】従来のスターリングエンジンの構成を示す図である。

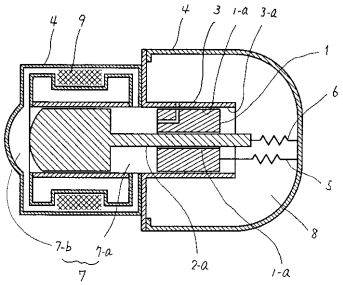
【図７】従来のスターリングエンジンの他の構成を示す図である。

【図８】従来のスターリングエンジンのさらに他の構成を示す図である。

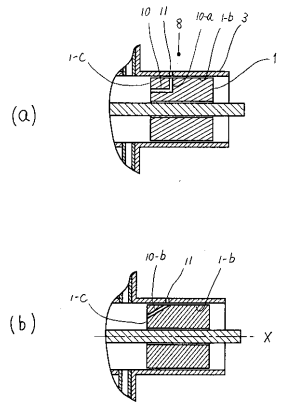
【符号の説明】

１　ピストン
２　ディスプレーサ
３　シリンダー
４　圧力容器
５　ピストン支持バネ
６　ディスプレーサ支持バネ
７　作動空間
７－ａ　圧縮空間（第１の作動空間）
７－ｂ　膨張空間（第２の作動空間）
８　背面空間
９　再生器
１０　第１の穴部
１１　第２の穴部
１２　コールドヘッド

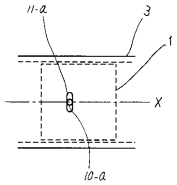
【図１】



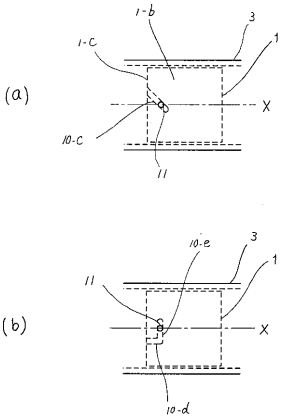

【図２】



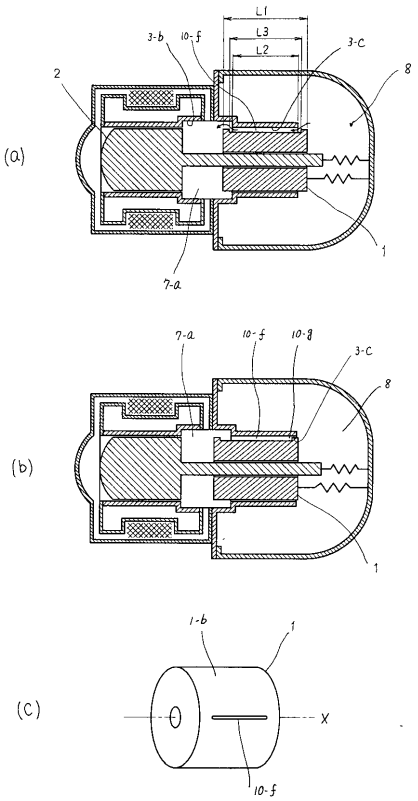

【図３】



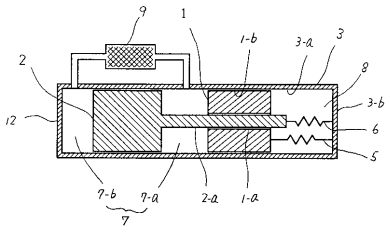

【図４】



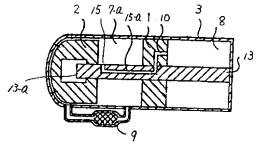

【図５】



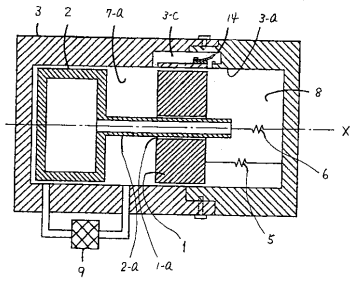

【図６】




【図７】




【図８】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
F25B 9/14 520
F25B 9/14 510