

(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2010-144518

(P2010-144518A)

(43) 公開日 平成22年7月1日(2010.7.1)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

F 0 2 G 1/043 (2006.01)

F 0 2 G 1/043

C

F 0 2 G 1/055 (2006.01)

F 0 2 G 1/055

G

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2008-319142 (P2008-319142)
 (22) 出願日 平成20年12月16日 (2008.12.16)

(71) 出願人 506375381
 松本 邦夫
 埼玉県越谷市大字南荻島4 2 7 4 番地 3
 (72) 発明者 松本 邦夫
 埼玉県越谷市大字南荻島4 2 7 4 番地 3

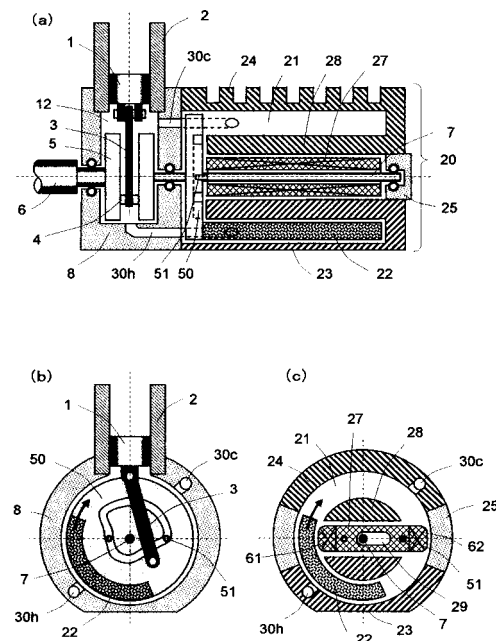
(54) 【発明の名称】 ロータリースターリングエンジン

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ロータリーディスプレーサを用いたγ型スターリングエンジンにおいて、作動流体の移動時の無駄な熱流を低減し、高熱効率スターリングエンジンを提供する。

【解決手段】容積室21に、ロータリーディスプレーサ22とともにスライド式ヒートパイプ27の両端に固定された吸熱再生器61および放熱再生器62を内在させる。ロータリーディスプレーサ22の回転により、容積室21内の作動流体は吸放熱再生器61、62の隙間を通して移動し、これらと熱の授受を行う。吸放熱再生器61、62間の熱伝達はスライド式ヒートパイプ27で行い、吸熱再生器61で蓄えた熱エネルギーを半サイクル後放熱再生器62から作動流体に戻すことで熱効率の向上を図る。なお、カム機構によりロータリーディスプレーサ22と吸放熱再生器61、62の衝突を回避する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

往復動ピストンをレシプロパワーピストンとしてコネクティングロッドおよびクランクシャフトを介して外部に回転動力として取り出す機構とし、該クランクシャフトに同期回転するロータシャフトに固定され加熱冷却器に設けられた円筒状の容積室内の作動流体を加熱部と冷却部に周期的に移動させるロータリーディスプレーサを具備し、該容積室とピストン室を連結パイプで接続し該容積室内の作動流体圧力を該レシプロパワーピストンに伝えるスターリングエンジンにおいて、

該容積室の該加熱部と該冷却部との境界に往復動できるスライド式ヒートパイプを設け、該スライド式ヒートパイプの両端に吸熱再生器および放熱再生器を接合させ、該ロータリーディスプレーサの回転先端が該スライド式ヒートパイプに接合された該吸熱再生器または該放熱再生器に接近したとき該クランクシャフトと該スライド式ヒートパイプ間に設けたカム機構により、該スライド式ヒートパイプを退避動作させ、該吸熱再生器または該放熱再生器と該ロータリーディスプレーサとの衝突を回避することを特徴とするロータリースターリングエンジン。

10

【請求項 2】

ロータリーエンジンのローターを固定パワーピストンとして加熱冷却器に固定するとともに、該ロータリーエンジンのステーターを固定せずロータリーハウジングとして偏芯回転できるようにし、該ロータリーエンジンのエキセントリックシャフトの回転中心を該固定パワーピストンの中心軸に一致させ外部に回転動力として取り出す機構とし、該加熱冷却器に 3 個の円筒状容積室を設け、該 3 個の各容積室と該固定パワーピストンのピストン室側の 3 面に設けられた吸排気口とを個別に連結パイプで連結するとともに、該各 3 個の容積室にはそれぞれ該各容積室内の作動流体を該加熱部と該冷却部に周期的に移動させる 3 個のロータリーディスプレーサを 120° の位相差で配置して、各 3 個の該ロータリーディスプレーサを該エキセントリックシャフトと同期して回転できるようにしたスターリングエンジンにおいて、

20

該各 3 個の容積室内にはそれぞれ該加熱部と該冷却部との境界に往復動できるスライド式ヒートパイプを設け、該 3 個のスライド式ヒートパイプの両端にそれぞれ吸熱再生器および放熱再生器を接合させ、該各 3 個のロータリーディスプレーサの回転先端が該各 3 個のスライド式ヒートパイプに接合された該吸熱再生器または該放熱再生器に接近したとき該エキセントリックシャフトと同期して回転するロータシャフトと該各 3 個のスライド式ヒートパイプ間に設けた個別の 3 個のカム機構により、該各 3 個のスライド式ヒートパイプを個別に退避動作させ、該各 3 個の吸熱再生器または該各 3 個の放熱再生器と該各 3 個のロータリーディスプレーサとの衝突を回避することを特徴とするロータリースターリングエンジン。

30

【請求項 3】

請求項 1 および 2 記載のロータリースターリングエンジンにおいて、該スライド式ヒートパイプの外面および該スライド式ヒートパイプの両端に接合された該吸熱再生器および該放熱再生器にウイックを付設し、作動流体として、不飽和乃至飽和蒸気熱媒体を用いることを特徴とするロータリースターリングエンジン。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動損失の少ないロータリー式の γ 型スターリングエンジンに関する。

【背景技術】

【0002】

50

従来の γ 型スターリングエンジンは、往復動するパワーピストンと往復動するディスプレイサピストンを備え、両ピストンはそれぞれコネクティングロッドを介し、クランクシャフトに 90° の位相差で連結されるとともに回転動力を取り出す構造になっている。このため、従来の γ 型スターリングエンジンは、パワーピストンとディスプレイサピストンが往復運動するため、振動損失が大きく、結果として熱効率の低下を招いていた。

【0003】

これを改善するため、振動損失の軽減を目的に、ディスプレイサを往復動ピストン機構ではなくロータリー式回転機構にしたスターリングエンジンが考案されている。例えば、特許文献1および非特許文献1に記載されているスターリングエンジンは図10に示すように、レシプロパワーピストン1の往復運動を、コネクティングロッド3を介してロータシャフト7並びにロータリーディスプレイサ22の回転運動に変え、加熱部23および冷却部24を備えたロータハウジング26で構成される容積室21内に封入された作動流体をロータシャフト7の回転に同期させて、加熱部23および冷却部24に周期的に接するようにさせる構造になっている。容積室21内の作動流体は、加熱部23および冷却部24に周期的に接することにより圧力が脈動し、結果としてレシプロパワーピストン1を往復動させる。

10

【0004】

一方、特許文献2にはディスプレイサをロータリー式回転機構にするのみならず、パワーピストンについてもロータリー式回転機構とし、完全に往復動機構を排除した低振動損失のスターリングエンジンが開示されている。ディスプレイサをロータリー式回転機構とする基本的な考え方は上記と同じであるが、パワーピストンをロータリー式回転機構とする方法は、次のような構成となっている。すなわち、通常のロータリーエンジンのローターを固定パワーピストンとして加熱冷却器に固定するとともに、通常固定されているロータリーエンジンのステーターを固定せず、ロータリーハウジングとして偏心回転できるようになっている。

20

それとともに、エキセントリックシャフトの回転中心を通常のロータリーエンジンのステーター中心軸ではなく、固定されたローター、すなわち固定パワーピストンの中心軸に一致させ外部に回転動力として取り出す構造となっている。

【0005】

このような構造をとることにより、エキセントリックシャフトが時計方向に1回転するとき、ロータリーハウジングは反時計方向に1/2回転する。このとき、固定パワーピストンとロータリーハウジングで囲まれた3個のピストン室の容積はロータリーハウジングの1/2回転に対し120°の位相差で略正弦関数的に1回変化する。特許文献2の γ 型スターリングエンジンでは、加熱冷却器に3個の円筒状の容積室を設け、各容積室内にはエキセントリックシャフトにロータリーディスプレイサを120°の角度で固定し同期回転できるようにしてあるので、各容積室内に封入されている作動流体は、エキセントリックシャフト1回転に対し1サイクルの圧力変化をする。3個の各容積室と3個のピストン室はそれぞれパイプで接続されているので、作動流体の圧力変化が対応するピストン室に伝達されロータリーハウジングを反時計方向に回転させる力を発生させ、エキセントリックシャフトを時計方向に回転させる。

30

40

【特許文献1】特開平3-185253号 公報

【特許文献2】特開2008-115851号 公報

【非特許文献1】岩本昭一、他「ロータリーディスプレイサ形スターリング機関の開発」設計工学 Vol.28, No.10, pp35~40(1993年10月)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

以上に述べた回転式のディスプレイサを用いた従来の γ 型スターリングエンジンは、振動損失の低減を可能としたが、再生器が無く熱効率を低下させていた。すなわち、上記背景技術の項で図10を用いて説明した特許文献1のスターリングエンジンでは、容積室21

50

内の作動流体はロータリーディスプレーサ 22 により加熱部 23 と冷却部 24 との間を、再生器を通ることなく周期的に移動する。このため、作動流体を介して加熱部 23 から冷却部 24 に無駄な熱の流れが生じ、熱効率を低下させていた。

また、特許文献 2 のスターリングエンジンでは、容積室内の作動流体が加熱部と冷却部に交互に接するようにロータリーディスプレーサで遮蔽する構造であり、再生器が設けられていないため、特許文献 1 のスターリングエンジンと同様に、作動流体が加熱部で吸熱した熱を冷却部に無駄に放熱し、熱効率を低下させていた。

本発明の課題は、回転式のディスプレーサを用いた γ 型スターリングエンジンにおいて、作動流体が加熱部と冷却部とを周期的に移動するときの無駄な熱流を低減し、かつ振動損失の少ない高熱効率スターリングエンジンを得ることである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を達成するため、加熱冷却器部にロータリーディスプレーサとともに再生器を内在させる手段を採った。なお、パワーピストン部は基本的に特許文献 1 および 2 記載の構造と同じ構造を採るので、以下加熱冷却器部について採った手段を詳述する。

【0008】

回転式ロータリーディスプレーサを内在する加熱冷却器は円筒状の容積室を持ち、向き合う内壁は加熱部と冷却部となっている。本発明では、両者の境界に往復動できるスライド式ヒートパイプを設置し、その両端に吸熱再生器および放熱再生器を接合させる構造とした。ロータリーディスプレーサの回転により作動流体が加熱器側から冷却器側に移動するとき、スライド式ヒートパイプはロータリーディスプレーサの反対側に位置し、作動流体が吸熱再生器の隙間を通して移動するようにして高温の作動流体の熱エネルギーを吸熱再生器に与える。吸熱再生器に与えられた熱エネルギーはヒートパイプを介して放熱再生器に移動し、放熱再生器を高温にする。

【0009】

次にロータリーディスプレーサの回転先端がスライド式ヒートパイプに接合された吸熱再生器に接近したとき、クランクシャフトとスライド式ヒートパイプ間に設けたカム機構により、スライド式ヒートパイプを退避動作させ、吸熱再生器とロータリーディスプレーサとの衝突を回避するとともに、放熱再生器を作動流体の流路に移動させる。

さらにロータリーディスプレーサが回転し、冷却器側に移動した作動流体を再び加熱器側に移動させるときは、すでにスライド式ヒートパイプはロータリーディスプレーサの反対側に位置しており、作動流体が放熱再生器の隙間を通して移動するようになっている。このとき、低温の作動流体は高温になっている放熱再生器から熱エネルギーを回収し、暖められながら加熱器側に移動する。

ロータリーディスプレーサの回転先端がスライド式ヒートパイプに接合された放熱再生器に接近したとき、クランクシャフトとスライド式ヒートパイプ間に設けたカム機構により、スライド式ヒートパイプを反対方向に退避動作させ、放熱再生器とロータリーディスプレーサとの衝突を回避するとともに、吸熱再生器を作動流体の流路に戻す。

【0010】

以上の動作を 1 サイクルとしてロータリーディスプレーサを回転させたとき、作動流体が加熱器側に多くある状態では作動流体の圧力が高くなり、冷却器側に多くある状態では作動流体の圧力は低くなる。請求項 1 に記載した往復動型のスターリングエンジンでは、容積室とピストン室とは連結パイプで接続されているので、作動流体の脈動圧力はピストン室に伝達されピストンを往復動させ、クランクシャフトに回転動力を発生させる。

【0011】

請求項 2 に記載したロータリー型のスターリングエンジンでは、加熱冷却器に 3 個の円筒状容積室を設け、3 個の各容積室と固定パワーピストンのピストン室側の 3 面に設けられた吸排気口とを個別に連結パイプで連結するとともに、各 3 個の容積室にはそれぞれ各容積室内の作動流体を加熱部と冷却部に移動させる 3 個のロータリーディスプレーサを 120° の角度で配置して、各ロータリーディスプレーサをエキセントリックシャフトと同期

10

20

30

40

50

して回転できるようにする。各容積室内のロータリーディスプレーサおよび吸放熱再生器が接合されたスライド式ヒートパイプは120°の位相差で上記と同じ動きをする。かくして各容積室の作動流体の脈動圧力是对应する3個のピストン室に伝達されロータリーハウジングを回転させ、結果としてエキセントリックシャフトに回転動力を発生させる。

【0012】

請求項3は、作動流体として不飽和乃至飽和蒸気熱媒体を用いた場合、加熱器側で蒸気となった熱媒体をスライド式ヒートパイプに接合された吸熱再生器に付設されたウイックで結露させ低温低圧の飽和蒸気熱媒体にし、冷却器側に通過させる。吸熱再生器に付設されたウイックに結露した液体の熱媒体は、毛細管力によってスライド式ヒートパイプ外面に付設されたウイックを経由し、反対側の放熱再生器に付設されたウイックに移動する。放熱再生器に付設されたウイックに移動した液体の熱媒体は、ロータリーディスプレーサの回転が進みスライド式ヒートパイプが移動して放熱再生器が作動流体の流路になったとき蒸発し、冷却器側から移動してきた熱媒体とともに加熱器側に送られ高温高圧の不飽和乃至飽和蒸気熱媒体となる。

すなわち、吸熱再生器のウイックで結露した不飽和乃至飽和蒸気熱媒体の液体は、スライド式ヒートパイプ外面のウイックを経由し、放熱再生器のウイックで蒸発する液体循環経路を構成するとともに、吸熱再生器で回収した不飽和乃至飽和蒸気熱媒体の液化潜熱をスライド式ヒートパイプ内部の熱伝達機構を介して放熱再生器で気化潜熱として再生できるので、低熱損失熱サイクルが構成できる。

【0013】

気体の圧力はほぼ絶対温度に比例するのに対し、不飽和乃至飽和蒸気熱媒体の圧力は絶対温度の指数関数で近似的に変化するので、熱媒体に不飽和乃至飽和蒸気熱媒体を採用することで、所望の圧力差を得るのに必要な加熱器と冷却器の温度差を小さくでき、低温度差高熱効率スターリングエンジンを得ることが可能となる。

なお、スライド式ヒートパイプ内部は通常のヒートパイプと同様、作動液が減圧密封され内壁には作動液を還流させるためのウイックが付設されている。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、振動損失の少ないロータリーディスプレーサを用いたγ型スターリングエンジンにおいて、加熱冷却器部に上記ロータリーディスプレーサとともに再生器を内在させる手段を採ったことにより、高熱効率スターリングエンジンを得ることができた。また、熱媒体に不飽和乃至飽和蒸気を使ったとき、容積室内に液体循環経路を設けるとともに、液化潜熱を気化潜熱として再生できるようにしたので、さらなる高熱効率化を図ることが可能となった。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の第1の実施例について、その実施の形態を図1から図4を用いて説明する。

【実施例1】

【0016】

図1(a)は、本発明の実施例1を説明するロータリースターリングエンジンの正面断面図であり、同図(b)はパワーピストン部を軸左方向から見た側面断面図、同図(c)は同様に軸左方向から見た側面断面図でロータリーディスプレーサ、再生器などの位置関係を示すものである。

図1において、レシプロパワーピストン1は、コネクティングロッド3およびクランクシャフト4を介し動力シャフト6にて外部に回転動力を取り出す機構となっている。クランクシャフト4は同時にロータシャフト7に連結され、これに軸固定されている回転溝カム盤50およびロータリーディスプレーサ22を回転させる。ロータリーディスプレーサ22は、その回転により加熱冷却器20に設けられた円筒状の容積室21内の作動流体を加熱部23と冷却部24に移動させる。また、容積室21は冷却側連結パイプ30cおよび

10

20

30

40

50

加熱側連結パイプ 30h に接続され、ロータリーディスプレーサ 22 に邪魔されることなく容積室 21 内の作動流体圧力をレシプロパワーピストン 1 に伝える構造となっていて、レシプロパワーピストン 1 は作動流体の圧力を受けて往復運動を行う。

一方、容積室 21 内には、加熱冷却器 20 の加熱部 23 と冷却部 24 の境界に往復動できるスライド式ヒートパイプ 27 が設置され、その両端に吸熱再生器 61 および放熱再生器 62 を接合させる構造とした。スライド式ヒートパイプ 27 の両側にはスライド式ヒートパイプ 27 の動きをガイドし、ロータリーディスプレーサ 22 の回転を妨げないように部分円筒状のヒートパイプガイド 28 を設置する。

また、ロータリーディスプレーサ 22 とスライド式ヒートパイプ 27 の両端に固定された吸放熱再生器 61、62 との衝突回避動作は、回転溝カム盤 50 とスライド式ヒートパイプ 27 の 2 箇所 に設けられたカムフォロウ 51 で行う。すなわち、ロータリーディスプレーサ 22 の回転先端がスライド式ヒートパイプ 27 に接合された吸熱再生器 61 に接近したとき、上記カム機構により、スライド式ヒートパイプ 27 をロータリーディスプレーサ 22 とは反対の方向に退避動作させる。このとき同時に放熱再生器 62 を作動流体の流路に移動させる。次の半回転でロータリーディスプレーサ 22 の回転先端がスライド式ヒートパイプ 27 に接合された放熱再生器 62 に接近したとき、同様にカム機構により、スライド式ヒートパイプ 27 をロータリーディスプレーサ 22 とは反対の方向に退避動作させる。このとき同時に吸熱再生器 61 を作動流体の流路に移動させる機構となっている。

【0017】

以下、動作の詳細をレシプロパワーピストン 1、回転溝カム盤 50、ロータリーディスプレーサ 22、スライド式ヒートパイプ 27 などの可動部品の位置関係を示す図 2～図 4 を使って説明する。

ここで図 2 (1) を初期状態 ($\theta = 0^\circ$) とする。

図 2 (1) では、レシプロパワーピストン 1 は上死点にあり、ロータリーディスプレーサ 22 は加熱部 23 と冷却部 24 の中間に位置している。スライド式ヒートパイプ 27 はロータリーディスプレーサ 22 とは反対側 (図中左側) にあって、吸熱再生器 61 は容積室 21 に封入されている作動流体の流路に位置する。作動流体は、加熱部 23 と冷却部 24 に均等に接しているため膨張も収縮もしない。

【0018】

次に、ロータシャフト 7 が慣性力で 45° 回転した図 2 (2) の行程を説明する。

図 2 (2) では、レシプロパワーピストン 1 は上死点よりやや下方にあり、ロータリーディスプレーサ 22 は加熱部 23 側に回転が進み、スライド式ヒートパイプ 27 は図 2 (1) と同じ左側にあって、吸熱再生器 61 は容積室 21 に封入されている作動流体の流路に位置する。加熱部 23 の作動流体は吸熱再生器 61 に熱エネルギーを与えながら冷却され冷却部 24 に移動する。作動流体は加熱部 23 より冷却部 24 に多く接するようになるため収縮し、レシプロパワーピストン 1 を下方に動かす働きをする。吸熱再生器 61 に与えられた熱エネルギーはスライド式ヒートパイプ 27 を通って放熱再生器 62 に伝達されその温度を上昇させる。

【0019】

次に、ロータシャフト 7 が 90° 回転した図 2 (3) の行程を説明する。

図 2 (3) では、レシプロパワーピストン 1 はピストンシリンダ 2 の中間点まで下降し、ロータリーディスプレーサ 22 は加熱部 23 側に位置する。加熱部 23 にあった作動流体のほとんどは吸熱再生器 61 に熱エネルギーを与えながら冷却され冷却部 24 に移動し、さらに冷却部 24 で冷却される。その結果、作動流体の収縮は進み、レシプロパワーピストン 1 を下方に動かす働きをする。吸熱再生器 61 に与えられた熱エネルギーは、スライド式ヒートパイプ 27 を通って放熱再生器 62 に伝達されその温度を上昇させる。

【0020】

次に、ロータシャフト 7 が 135° 回転した図 3 (4) の行程を説明する。

図 3 (4) では、レシプロパワーピストン 1 はさらに下降を続け、回転溝カム盤 50 を回転させ、スライド式ヒートパイプ 27 はその 2 箇所 に設置されたカムフォロウ 51 により

10

20

30

40

50

右側にスライドし、吸熱再生器 6 1 とロータリーディスプレーサ 2 2 の衝突を回避する。このとき同時に放熱再生器 6 2 は作動流体の流路に移動する。冷却部 2 4 の作動流体は高温になっている放熱再生器 6 2 から熱エネルギーを回収しながら加熱され加熱部 2 3 に移動する。しかし、作動流体はまだ加熱部 2 3 より冷却部 2 4 に多く接するようになっているため収縮状態にあり、レシプロパワーピストン 1 を下方に動かす働きをする。放熱再生器 6 2 は作動流体に熱エネルギーを与える代わりにその温度は下降方向に転じ、スライド式ヒートパイプ 2 7 を通して吸熱再生器 6 1 に蓄えられている熱エネルギーの供給を受け、吸熱再生器 6 1 の温度を徐々に低下させる。

【 0 0 2 1 】

次に、ロータシャフト 7 が 1 8 0 ° 回転した図 3 (5) の行程を説明する。

図 3 (5) では、レシプロパワーピストン 1 は下死点にあり、ロータリーディスプレーサ 2 2 は加熱部 2 3 と冷却部 2 4 の中間に位置する。スライド式ヒートパイプ 2 7 は図 2 (4) と同じ右側であって、放熱再生器 6 2 は作動流体の流路に位置する。作動流体は、加熱部 2 3 と冷却部 2 4 に均等に接しているため膨張も収縮もしない。

【 0 0 2 2 】

次に、ロータシャフト 7 が慣性力で 2 2 5 ° に回転した図 3 (6) の行程を説明する。

図 3 (6) では、レシプロパワーピストン 1 は下死点よりやや上方にもどり、ロータリーディスプレーサ 2 2 は冷却部 2 4 側に回転が進み、スライド式ヒートパイプ 2 7 は図 3 (5) と同じ右側であって、放熱再生器 6 2 は作動流体の流路に位置する。冷却部 2 4 の作動流体は高温の放熱再生器 6 2 から熱エネルギーを回収しながら加熱され加熱部 2 3 に移動する。作動流体は冷却部 2 4 より加熱部 2 3 に多く接するようになるためさらに加熱され膨張し、レシプロパワーピストン 1 を上方に動かす働きをする。放熱再生器 6 2 は失われた熱エネルギーをスライド式ヒートパイプ 2 7 を通って吸熱再生器 6 1 から回収し、吸熱再生器 6 1 の温度を下降させる。

【 0 0 2 3 】

次に、ロータシャフト 7 が 2 7 0 ° 回転した図 4 (7) の行程を説明する。

図 4 (7) では、レシプロパワーピストン 1 はピストンシリンダ 2 の中間点まで上昇し、ロータリーディスプレーサ 2 2 は冷却部 2 4 側に位置する。冷却部 2 4 にあった作動流体のほとんどは放熱再生器 6 2 から熱エネルギーを回収しながら加熱され加熱部 2 3 に移動し、さらに加熱される。その結果、作動流体の膨張は進み、レシプロパワーピストン 1 を上方に動かす働きをする。放熱再生器 6 2 は失われた熱エネルギーを、スライド式ヒートパイプ 2 7 を通して吸熱再生器 6 1 から回収し、吸熱再生器 6 1 の温度を下降させる。

【 0 0 2 4 】

次に、ロータシャフト 7 が 3 1 5 ° 回転した図 4 (8) の行程を説明する。

図 4 (8) では、レシプロパワーピストン 1 はさらに上昇を続け、回転溝カム盤 5 0 を回転させ、スライド式ヒートパイプ 2 7 はその 2 箇所設置されたカムフォロワ 5 1 により左側にスライドし、放熱再生器 6 2 とロータリーディスプレーサ 2 2 の衝突を回避する。このとき同時に吸熱再生器 6 1 は作動流体の流路に移動する。加熱部 2 3 の作動流体は低温になっている吸熱再生器 6 1 に熱エネルギーを与えながら冷却され冷却部 2 4 に移動する。しかし、作動流体はまだ冷却部 2 4 より加熱部 2 3 に多く接するようになっているため膨張状態にあり、レシプロパワーピストン 1 を上方に動かす働きをする。吸熱再生器 6 1 は作動流体から熱エネルギーを吸収しその温度は上昇方向に転じ、スライド式ヒートパイプ 2 7 を通して放熱再生器 6 2 に熱エネルギーを伝え、放熱再生器 6 2 の温度を徐々に上昇させる。

【 0 0 2 5 】

次に、ロータシャフト 7 が 3 6 0 ° 回転した図 4 (9) の行程を説明する。

図 4 (9) では、レシプロパワーピストン 1 は上死点にあり、ロータリーディスプレーサ 2 2 は加熱部 2 3 と冷却部 2 4 の中間に位置している。スライド式ヒートパイプ 2 7 は左側であって、吸熱再生器 6 1 は作動流体の流路に位置する。作動流体は、加熱部 2 3 と冷却部 2 4 に均等に接しているため膨張も収縮もしない。この状態は図 2 (1) と同じであ

10

20

30

40

50

り、ロータリーシャフト7は慣性力で回転し、図2(2)の状態に行程が進む。かくして、実施例1のロータリースターリングエンジンは回転を継続する。なお、クランクシャフト4はフライホイール5を兼ねる構造とすることにより回転を滑らかにできる。

以上、本発明の実施例として往復動パワーピストンをもつγ型スターリングエンジンへの適用例について説明した。

【実施例2】

【0026】

次に、ロータリー型パワーピストンをもつγ型スターリングエンジンへの適用について、その実施の形態を図5から図8を用いて説明する。

図5(a)は、本発明の実施例2を説明するロータリースターリングエンジンの正面断面図であり、同図(b)はパワーピストン部を軸左方向から見た側面断面図、同図(c)は同様に軸左方向から見た側面断面図で位相の異なる3組のロータリーディスプレーサ、再生器などの位置関係を示すものである。

図5において、10は固定パワーピストンであり通常のロータリーエンジンではローターに相当する。11はロータリーハウジングであり通常のロータリーエンジンではステーターに相当する。12A、12B、12Cは固定パワーピストン10とロータリーハウジング11に囲まれた3つのピストン室であり通常のロータリーエンジンでは燃焼室に相当する。13は固定パワーピストンギア、14はロータリーハウジングギアでありそれぞれ固定パワーピストン10およびロータリーハウジング11に設置され歯数比3:2で内接しながら噛み合っている。これらは、通常のロータリーエンジンのローター側ギアとステーター固定ギアに相当する。40はエキセントリックシャフトであり、通常のロータリーエンジンのエキセントリックシャフトに相当する。ただし、両者の形状は類似しているが、通常のロータリーエンジンのエキセントリックシャフトが小径のステーター固定ギアの中心を中心軸として回転するのに対し、本発明のエキセントリックシャフト40は大径の固定パワーピストンギア13の中心を中心軸として回転する。なぜならば、通常のロータリーエンジンは当然ながらステーターを固定させているため、ローターがステーター固定ギアをガイドに偏芯しながら回転するのに対し、本実施例のロータリースターリングエンジンでは固定パワーピストン10を固定させているため、相対的にロータリーハウジング11が固定パワーピストンギア13をガイドに偏芯しながら逆回転するため、エキセントリックシャフト40は固定パワーピストンギア13の中心を中心軸として2倍速で正回転する。

【0027】

一方、静止状態にある固定パワーピストン10は円筒状の加熱冷却器20に同芯状に固定され、エキセントリックシャフト40が両者を貫通し、加熱冷却器20内ではロータシャフト7となっている。加熱冷却器20は下部が加熱部23、上部が冷却部24で構成され、両者は熱的に断熱ロータハウジング25で隔てられている。加熱冷却器20には3つの円筒状容積室21A、21B、21Cが同芯状に並んで作られており、各容積室21A、21B、21C内にはそれぞれ実施例1と同様にロータリーディスプレーサ22A、22B、22Cおよび両端に吸放熱再生器が固定されたスライド式ヒートパイプ27A、27B、27Cと、両者の衝突を回避するとともに吸放熱再生器を適宜作動流体の流路に移動させる回転溝カム盤50A、50B、50Cが120°の位相差で配置されている。また、実施例1と同様に各スライド式ヒートパイプ27A、27B、27Cの両側にはその動きをガイドするように部分円筒状のヒートパイプガイド28A、28B、28Cが加熱冷却器20に固定されている。

【0028】

さらに、固定パワーピストン10とロータリーハウジング11に囲まれた3つのピストン室12A、12B、12Cはそれぞれ個別に容積室21A、21B、21Cに連結パイプで連結され、各容積室21A、21B、21Cに封入されている作動流体の圧力を各ピストン室12A、12B、12Cに伝達するような構造となっている。すなわち、各ピストン室12A、12B、12Cに接続されるピストン室側連結パイプ30A、30B、30C

は、ロータリーディスプレーサ 22 A、22 B、22 C に邪魔されないように、冷却側連結パイプ 30 A c、30 B c、30 C c と加熱側連結パイプ 30 A h、30 B h、30 C h に分岐（図示せず）し、各容積室 21 A、21 B、21 C に接続されている。こうすることで、各容積室 21 A、21 B、21 C 内の作動流体の圧力変動を各ピストン室 12 A、12 B、12 C に伝達し、ロータリーハウジング 11 に回転力を与え、結果としてエキセントリックシャフト 40 ならびに動力シャフト 6 に回転動力を発生する。

【0029】

図 5 (b) および (c) には、真下方向を角度 0° とし時計方向に、エキセントリックシャフト 40 の回転角 $\theta_s = 30^\circ$ のときの各可動部の角度および位置関係を示した。このときロータリーハウジング 11 の回転角 $\theta_h = -15^\circ$ 、ロータリーディスプレーサ 22 A、22 B、22 C の各回転角 $\theta_d = -60^\circ$ 、 60° 、 180° であり、スライド式ヒートパイプ 27 A は左側、スライド式ヒートパイプ 27 B、27 C は右側に位置する。

10

【0030】

以下、動作の詳細を可動部品の位置関係を示す図 6 ~ 図 8 を使って説明する。ただし、説明は容積室 21 A 内の可動部品とパワーピストン部の動きを詳細に述べ、容積室 21 B、21 C 内の可動部品の動きについては各 120° および 240° の位相差で同様な動きをするだけであるので説明は省略する。

まず、図 6 (1) を初期状態とする。

すなわち、真下方向を角度 0° としたとき、エキセントリックシャフト 40 は回転角 $\theta_s = 0^\circ$ 、ロータリーハウジング 11 は回転角 $\theta_h = 0^\circ$ 、ロータリーディスプレーサ 22 A は回転角 $\theta_d = -90^\circ$ であり、スライド式ヒートパイプ 27 A は左側に位置する。このとき、ロータリーディスプレーサ 22 A は加熱部 23 と冷却部 24 の中間に位置している。スライド式ヒートパイプ 27 A はロータリーディスプレーサ 22 A とは反対側にあつて、吸熱再生器 61 A は容積室 21 A に封入されている作動流体の流路に位置する。作動流体は、加熱部 23 と冷却部 24 に均等に接しているため膨張も収縮もしない。

20

【0031】

次に、エキセントリックシャフト 40、すなわちロータシャフト 7 が慣性力で $\theta_s = 30^\circ$ 回転した図 6 (2) の行程を説明する。

図 6 (2) では、ロータリーハウジング 11 の回転角 $\theta_h = -15^\circ$ 、ロータリーディスプレーサ 22 A の回転角 $\theta_d = -60^\circ$ となり、スライド式ヒートパイプ 27 A は左側にあり、吸熱再生器 61 A は作動流体の流路に位置する。加熱部 23 の作動流体は吸熱再生器 61 A に熱エネルギーを与えながら冷却され冷却部 24 に移動する。吸熱再生器 61 A は暖められ、スライド式ヒートパイプ 27 A を通して放熱再生器 62 A の温度を上昇させる。一方、作動流体は加熱部 23 より冷却部 24 に多く接するようになるため収縮し、ピストン室 12 A の体積が少なくなるような力が働き、ロータリーハウジング 11 を反時計方向に回転させ、結果としてエキセントリックシャフト 40 を時計方向に回転させる。

30

【0032】

次に、エキセントリックシャフト 40、すなわちロータシャフト 7 が $\theta_s = 60^\circ$ 回転した図 6 (3) の行程を説明する。

図 6 (3) では、ロータリーハウジング 11 の回転角 $\theta_h = -30^\circ$ 、ロータリーディスプレーサ 22 A の回転角 $\theta_d = -30^\circ$ となり、スライド式ヒートパイプ 27 A は左側にあり、吸熱再生器 61 A は作動流体の流路に位置する。加熱部 23 の作動流体は吸熱再生器 61 A に熱エネルギーを与えながら冷却され冷却部 24 に移動する。吸熱再生器 61 A はより暖められ、スライド式ヒートパイプ 27 A を通して放熱再生器 62 A の温度をさらに上昇させる。一方、作動流体は加熱部 23 より冷却部 24 にさらに多く接するようになるため収縮し、ピストン室 12 A の体積がより少なくなるような力が働き、ロータリーハウジング 11 を反時計方向に回転させ、結果としてエキセントリックシャフト 40 を時計方向に回転させる。

40

【0033】

次に、エキセントリックシャフト 40、すなわちロータシャフト 7 が $\theta_s = 90^\circ$ 回転し

50

た図 6 (4) の行程を説明する。

図 6 (4) では、ロータリーハウジング 1 1 の回転角 $\theta h = -45^\circ$ 、ロータリーディスプレイサ 2 2 A の回転角 $\theta d = 0^\circ$ となり、スライド式ヒートパイプ 2 7 A は左側にあり、吸熱再生器 6 1 A は作動流体の流路に位置する。加熱部 2 3 の作動流体のほとんどは吸熱再生器 6 1 A に熱エネルギーを与えながら冷却され冷却部 2 4 に移動する。吸熱再生器 6 1 A はより暖められ、スライド式ヒートパイプ 2 7 A を通して放熱再生器 6 2 A の温度をさらに上昇させる。一方、作動流体はほとんど冷却部 2 4 に接するようになるためさらに収縮し、ピストン室 1 2 A の体積がより少なくなるような力が働き、ロータリーハウジング 1 1 を反時計方向に回転させ、結果としてエキセントリックシャフト 4 0 を時計方向に回転させる。

10

【 0 0 3 4 】

次に、エキセントリックシャフト 4 0、すなわちロータシャフト 7 が $\theta s = 120^\circ$ 回転した図 7 (5) の行程を説明する。

図 7 (5) では、ロータリーハウジング 1 1 の回転角 $\theta h = -60^\circ$ 、ロータリーディスプレイサ 2 2 A の回転角 $\theta d = 30^\circ$ となる。ロータシャフト 7 に固定されている回転溝カム盤 5 0 A の回転により、スライド式ヒートパイプ 2 7 A はその 2 箇所に設置されたカムフォロワ 5 1 A を介し右側にスライドし、吸熱再生器 6 1 A とロータリーディスプレイサ 2 2 A の衝突を回避する。このとき同時に放熱再生器 6 2 A は作動流体の流路に移動する。冷却部 2 4 の作動流体は高温になっている放熱再生器 6 2 A から熱エネルギーを回収しながら加熱され加熱部 2 3 に移動し始める。しかし、作動流体はまだ加熱部 2 3 より冷却部 2 4 に多く接するようになっているため収縮状態にあり、ピストン室 1 2 A の体積がより少なくなるような力が働き、ロータリーハウジング 1 1 を反時計方向に回転させ、結果としてエキセントリックシャフト 4 0 を時計方向に回転させる。

20

【 0 0 3 5 】

次に、エキセントリックシャフト 4 0、すなわちロータシャフト 7 が $\theta s = 150^\circ$ 回転した図 7 (6) の行程を説明する。

図 7 (6) では、ロータリーハウジング 1 1 の回転角 $\theta h = -75^\circ$ 、ロータリーディスプレイサ 2 2 A の回転角 $\theta d = 60^\circ$ となり、スライド式ヒートパイプ 2 7 A は右側にあり、放熱再生器 6 2 A は作動流体の流路に位置する。冷却部 2 4 の作動流体は高温の放熱再生器 6 2 A から熱エネルギーを回収しながら加熱され加熱部 2 3 に移動する。放熱再生器 6 2 A は冷却され、スライド式ヒートパイプ 2 7 A を通して吸熱再生器 6 1 A の温度を下げる。一方、作動流体はまだ加熱部 2 3 より冷却部 2 4 に多く接するようになっているため収縮状態にあり、ピストン室 1 2 A の体積がより少なくなるような力が働き、ロータリーハウジング 1 1 を反時計方向に回転させ、結果としてエキセントリックシャフト 4 0 を時計方向に回転させる。

30

【 0 0 3 6 】

次に、エキセントリックシャフト 4 0、すなわちロータシャフト 7 が $\theta s = 180^\circ$ 回転した図 7 (7) の行程を説明する。

図 7 (7) では、ロータリーハウジング 1 1 の回転角 $\theta h = -90^\circ$ 、ロータリーディスプレイサ 2 2 A の回転角 $\theta d = 90^\circ$ となり、スライド式ヒートパイプ 2 7 A は右側にあり、放熱再生器 6 2 A は作動流体の流路に位置する。冷却部 2 4 の作動流体は高温の放熱再生器 6 2 A から熱エネルギーを回収しながら加熱され加熱部 2 3 に移動する。放熱再生器 6 2 A は冷却され、スライド式ヒートパイプ 2 7 A を通して吸熱再生器 6 1 A の温度を下げる。一方、作動流体は加熱部 2 3 と冷却部 2 4 に均等に接するため膨張も収縮もせず、ピストン室 1 2 A には力が作用しない。ただし、慣性力および他のピストン室 1 2 B、1 2 C の圧力変化によりロータリーハウジング 1 1 は反時計方向に回転し、エキセントリックシャフト 4 0 は時計方向に回転する。

40

【 0 0 3 7 】

次に、エキセントリックシャフト 4 0、すなわちロータシャフト 7 が $\theta s = 210^\circ$ 回転した図 7 (8) の行程を説明する。

50

図 7 (8) では、ロータリーハウジング 1 1 の回転角 $\theta h = - 1 0 5 ^{\circ}$ 、ロータリーディスプレイサ 2 2 A の回転角 $\theta d = 1 2 0 ^{\circ}$ となり、スライド式ヒートパイプ 2 7 A は右側にあり、放熱再生器 6 2 A は作動流体の流路に位置する。冷却部 2 4 の作動流体は高温の放熱再生器 6 2 A から熱エネルギーを回収しながら加熱され加熱部 2 3 に移動する。放熱再生器 6 2 A は冷却され、スライド式ヒートパイプ 2 7 A を通して吸熱再生器 6 2 A の温度を下げる。一方、作動流体は冷却部 2 4 より加熱部 2 3 に多く接するようになるため膨張し、ピストン室 1 2 A の体積を増加させるような力が働き、ロータリーハウジング 1 1 を反時計方向に回転させ、結果としてエキセントリックシャフト 4 0 を時計方向に回転させる。

【 0 0 3 8 】

次に、エキセントリックシャフト 4 0、すなわちロータシャフト 7 が $\theta s = 2 4 0 ^{\circ}$ 回転した図 8 (9) の行程を説明する。

図 8 (9) では、ロータリーハウジング 1 1 の回転角 $\theta h = - 1 2 0 ^{\circ}$ 、ロータリーディスプレイサ 2 2 A の回転角 $\theta d = 1 5 0 ^{\circ}$ となり、スライド式ヒートパイプ 2 7 A は右側にあり、放熱再生器 6 2 A は作動流体の流路に位置する。冷却部 2 4 の作動流体は高温の放熱再生器 6 2 A から熱エネルギーを回収しながら加熱され加熱部 2 3 に移動する。放熱再生器 6 2 A は冷却され、スライド式ヒートパイプ 2 7 A を通して吸熱再生器 6 2 A の温度を下げる。一方、作動流体は冷却部 2 4 より加熱部 2 3 に多く接しているため膨張し、ピストン室 1 2 A の体積を増加させるような力が働き、ロータリーハウジング 1 1 を反時計方向に回転させ、結果としてエキセントリックシャフト 4 0 を時計方向に回転させる。

【 0 0 3 9 】

次に、エキセントリックシャフト 4 0、すなわちロータシャフト 7 が $\theta s = 2 7 0 ^{\circ}$ 回転した図 8 (1 0) の行程を説明する。

図 8 (1 0) では、ロータリーハウジング 1 1 の回転角 $\theta h = - 1 3 5 ^{\circ}$ 、ロータリーディスプレイサ 2 2 A の回転角 $\theta d = 1 8 0 ^{\circ}$ となり、スライド式ヒートパイプ 2 7 A は右側にあり、放熱再生器 6 2 A は作動流体の流路に位置する。冷却部 2 4 の作動流体は高温の放熱再生器 6 2 A から熱エネルギーを回収しながら加熱され加熱部 2 3 に移動する。放熱再生器 6 2 A は冷却され、スライド式ヒートパイプ 2 7 A を通して吸熱再生器 6 2 A の温度をさらに下げる。一方、作動流体のほとんどは加熱部 2 3 に接するようになるためさらに膨張し、ピストン室 1 2 A の体積をより増加させるような力が働き、ロータリーハウジング 1 1 を反時計方向に回転させ、結果としてエキセントリックシャフト 4 0 を時計方向に回転させる。

【 0 0 4 0 】

次に、エキセントリックシャフト 4 0、すなわちロータシャフト 7 が $\theta s = 3 0 0 ^{\circ}$ 回転した図 8 (1 1) の行程を説明する。

図 8 (1 1) では、ロータリーハウジング 1 1 の回転角 $\theta h = - 1 5 0 ^{\circ}$ 、ロータリーディスプレイサ 2 2 A の回転角 $\theta d = 2 1 0 ^{\circ}$ となる。ロータシャフト 7 に固定されている回転溝カム盤 5 0 A の回転により、スライド式ヒートパイプ 2 7 A はその 2 箇所に設置されたカムフォロワ 5 1 A を介し左側にスライドし、放熱再生器 6 2 A とロータリーディスプレイサ 2 2 A の衝突を回避する。このとき同時に吸熱再生器 6 1 A は作動流体の流路に移動する。加熱部 2 3 の作動流体は低温になっている吸熱再生器 6 1 A に熱エネルギーを与えながら冷却され冷却部 2 4 に移動し始める。吸熱再生器 6 1 A は加熱され、スライド式ヒートパイプ 2 7 A を通して放熱再生器 6 2 A の温度は上昇に転じる。一方、作動流体は冷却部 2 4 より加熱部 2 3 に多く接しているため膨張は継続し、ピストン室 1 2 A の体積を増加させるような力が働き、ロータリーハウジング 1 1 を反時計方向に回転させ、結果としてエキセントリックシャフト 4 0 を時計方向に回転させる。

【 0 0 4 1 】

次に、エキセントリックシャフト 4 0、すなわちロータシャフト 7 が $\theta s = 3 3 0 ^{\circ}$ 回転した図 8 (1 2) の行程を説明する。

図 8 (1 2) では、ロータリーハウジング 1 1 の回転角 $\theta h = - 1 6 5 ^{\circ}$ 、ロータリーデ

イスプレーサ 22A の回転角 $\theta d = 240^\circ$ となり、スライド式ヒートパイプ 27A は左側にあり、吸熱再生器 61A は作動流体の流路に位置する。加熱部 23 の作動流体は吸熱再生器 61A に熱エネルギーを与えながら冷却され冷却部 24 に移動する。吸熱再生器 61A は加熱され、スライド式ヒートパイプ 27A を通して放熱再生器 62A の温度を上昇させる。一方、作動流体は冷却部 24 より加熱部 23 にまだ多く接しているため膨張は継続し、ピストン室 12A の体積を増加させるような力が働き、ロータリーハウジング 11 を反時計方向に回転させ、結果としてエキセントリックシャフト 40 を時計方向に回転させる。

次の工程では、図 6(1) で説明した初期状態にもどる。かくして、実施例 2 のロータリースターリングエンジンは回転を継続する。

【実施例 3】

【0042】

次に、作動流体として不飽和乃至飽和蒸気熱媒体を用いた場合の実施例について、図 1 および図 9 を用いて説明する。なお、実施例 3 は、実施例 1 および実施例 2 で説明したレシプロパワーピストン型スターリングエンジンおよびロータリーパワーピストン型スターリングエンジンのロータリーディスプレイサに共通に適用できるので、以下実施例 1 への適用について説明し、実施例 2 への適用説明は省略する。

実施例 3 は、作動流体として不飽和乃至飽和蒸気熱媒体を用いた場合、冷却時の結露、液状熱媒体の移動、加熱時の蒸発を主にスライド式ヒートパイプ 27 の外面に付設されたウイックで行うものである。その実施の形態を図 9 のスライド式ヒートパイプ 27 の組立図に示した。

図 9(a)(b)(c) はその部品で、27x はロングヒートパイプ、27y はショートヒートパイプ、19 は外部ウイックである。

ロングヒートパイプ 27x およびショートヒートパイプ 27y は銅など高熱伝導材で中空薄板形状に作られ、内部は通常のヒートパイプと同様、水などの作動液が減圧密封されており、内壁には作動液を還流させるためのウイック(図示せず)が付設されている。さらに、中央部にはロータシャフト 7 と干渉しないようにヒートパイプ貫通孔 29 が形成されている。

また、外部ウイック 19 は同様に銅など高熱伝導材でメッシュ状に織り込まれ薄板形状に作られ、中央部にはロータシャフト 7 と干渉しないようにヒートパイプ貫通孔 29 が形成されている。

【0043】

作動流体にヘリウムなどのガスを使用する場合、スライド式ヒートパイプ 27 は図 9(d) に示すように、ロングヒートパイプ 27x およびショートヒートパイプ 27y を交互に積層し、隙間を持つ両端部が吸熱再生器 61 および放熱再生器 62 となる。作動流体はこの隙間を通して熱交換し、熱エネルギーは吸熱再生器 61 から放熱再生器 62 に伝達される。なお、端面にはカムフォロワ 51 が 2ヶ所設けられ、左右にスライドさせる動きをする。

【0044】

一方、作動流体として不飽和乃至飽和蒸気熱媒体を用いる実施例 3 の場合、スライド式ヒートパイプ 27 は図 9(e) に示すように、外部ウイック 19 およびショートヒートパイプ 27y を交互に積層し、隙間を持つ両端部が吸熱再生器 61 および放熱再生器 62 となる。作動流体はこの隙間を通して熱交換し、熱エネルギーは吸熱再生器 61 から放熱再生器 62 に伝達される。また、吸熱再生器 61 では高温の不飽和乃至飽和蒸気熱媒体が冷却され結露し、結露した液体は外部ウイック 19 の毛細管力によって放熱再生器 62 に運ばれる。

放熱再生器 62 の外部ウイック 19 に移動した液体の熱媒体は、図 1 のようにロータリーディスプレイサ 22 の回転が進みスライド式ヒートパイプ 27 が移動して放熱再生器 62 が作動流体の流路になったとき蒸発し、冷却器 23 から移動してきた作動流体とともに加熱器 23 に送られ高温高圧の不飽和乃至飽和蒸気熱媒体となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

すなわち、吸熱再生器 6 1 の外部ウイック 1 9 で結露した不飽和乃至飽和蒸気熱媒体の液体は、スライド式ヒートパイプ 2 7 の外部ウイック 1 9 を経由し、放熱再生器 6 2 の外部ウイック 1 9 で蒸発する液体循環経路を構成するとともに、吸熱再生器 6 1 で回収した不飽和乃至飽和蒸気熱媒体の液化潜熱をスライド式ヒートパイプ 2 7 内部の熱伝達機構を介して放熱再生器 6 2 で気化潜熱として再生できるので、低熱損失熱サイクルが構成できる。

気体の圧力はほぼ絶対温度に比例するのに対し、不飽和乃至飽和蒸気熱媒体の圧力は絶対温度の指数関数で近似的に変化するので、熱媒体に不飽和乃至飽和蒸気熱媒体を採用することで、所望の圧力差を得るのに必要な加熱器と冷却器の温度差を小さくでき、低温度差高熱効率スターリングエンジンを得ることが可能となる。

なお、不飽和乃至飽和蒸気熱媒体として具体的には常温付近での飽和蒸気圧差が大きく気化潜熱の小さい、かつ安全安価な水、メチルアルコール、エチルアルコール、プロピルアルコールなどのアルコール類、アンモニアなどが好適である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 4 6 】

本発明は外燃機関としてよく知られているスターリングエンジンにかかわるものであり、温度差を動力に変換する熱機関であるが、逆に回転動力を入力し温度差を発生させるヒートポンプとしても利用可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 7 】

【 図 1 】 本発明の実施例 1 を説明するロータリースターリングエンジンの断面図

【 図 2 】 本発明の実施例 1 を説明するロータリースターリングエンジンの動作説明図

【 図 3 】 図 2 に続く動作説明図

【 図 4 】 図 3 に続く動作説明図

【 図 5 】 本発明の実施例 2 を説明するロータリースターリングエンジンの断面図

【 図 6 】 本発明の実施例 2 を説明するロータリースターリングエンジンの動作説明図

【 図 7 】 図 6 に続く動作説明図

【 図 8 】 図 7 に続く動作説明図

【 図 9 】 本発明の実施例 3 を説明するスライド式ヒートパイプの部品組立図

【 図 1 0 】 ロータリーディスプレーサを用いた従来のスターリングエンジンの断面図

【 符号の説明 】

【 0 0 4 8 】

1 レシプロパワーピストン

2 ピストンシリンダ

3 コネクティングロッド

4 クランクシャフト

5 フライホイール

6 動力シャフト

7 ロータシャフト

8 ピストンハウジング

1 0 固定パワーピストン

1 1 ロータリーハウジング

1 2、1 2 A、1 2 B、1 2 C ピストン室

1 3 固定パワーピストンギア

1 4 ロータリーハウジングギア

1 9 外部ウイック

2 0 加熱冷却器

2 1、2 1 A、2 1 B、2 1 C 容積室

2 2、2 2 A、2 2 B、2 2 C ロータリーディスプレーサ

10

20

30

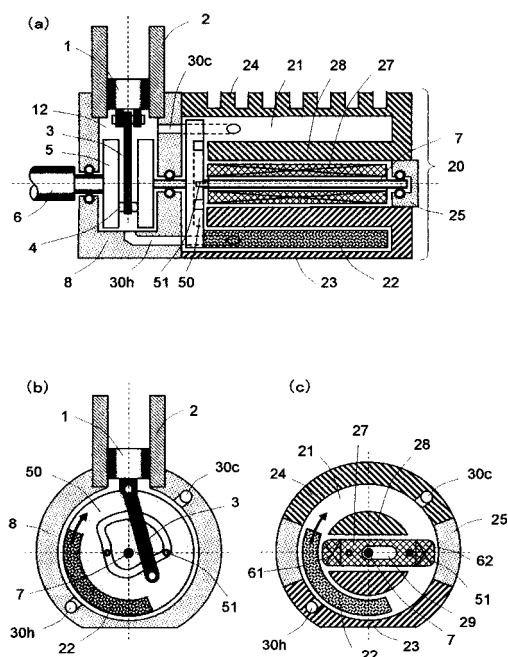
40

50

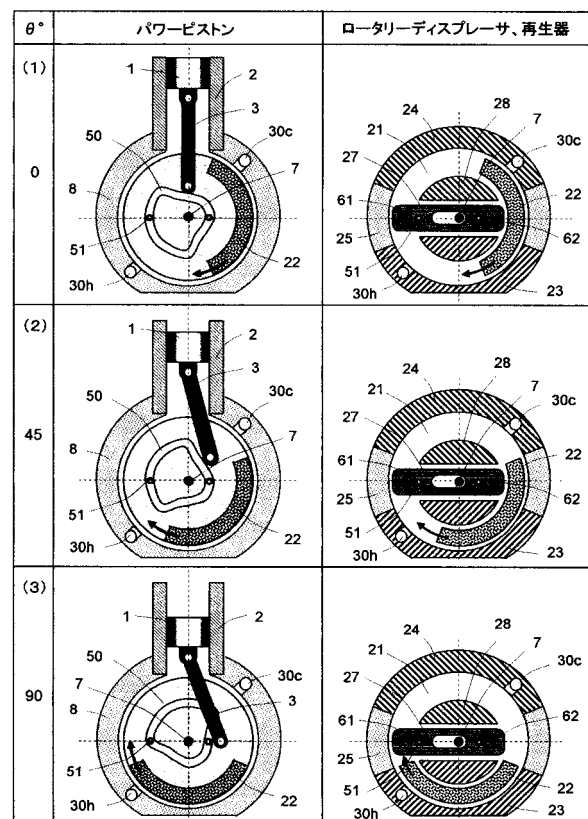
- 2 3 加熱部
- 2 4 冷却部
- 2 5 断熱ロータハウジング
- 2 6 ロータハウジング
- 2 7、2 7 A、2 7 B、2 7 C スライド式ヒートパイプ
- 2 7 x ロングヒートパイプ
- 2 7 y ショートヒートパイプ
- 2 8、2 8 A、2 8 B、2 8 C ヒートパイプガイド
- 2 9 ヒートパイプ貫通孔
- 3 0 c、3 0 A c、3 0 B c、3 0 C c 冷却側連結パイプ
- 3 0 h、3 0 A h、3 0 B h、3 0 C h 加熱側連結パイプ
- 3 0 A、3 0 B、3 0 C ピストン室側連結パイプ
- 4 0 エキセントリックシャフト
- 5 0、5 0 A、5 0 B、5 0 C 回転溝カム盤
- 5 1、5 1 A、5 1 B、5 1 C カムフォロワ
- 6 1、6 1 A、6 1 B、6 1 C 吸熱再生器
- 6 2、6 2 A、6 2 B、6 2 C 放熱再生器

10

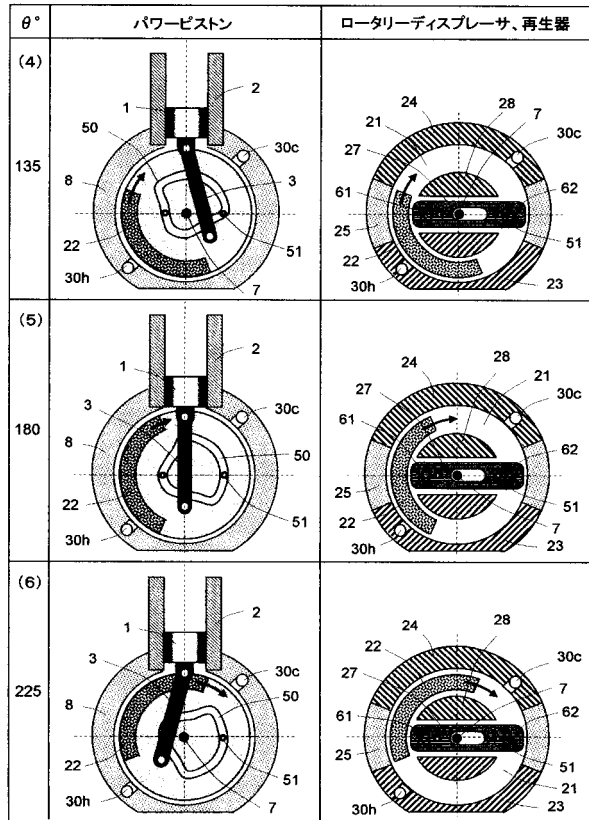
【図 1】



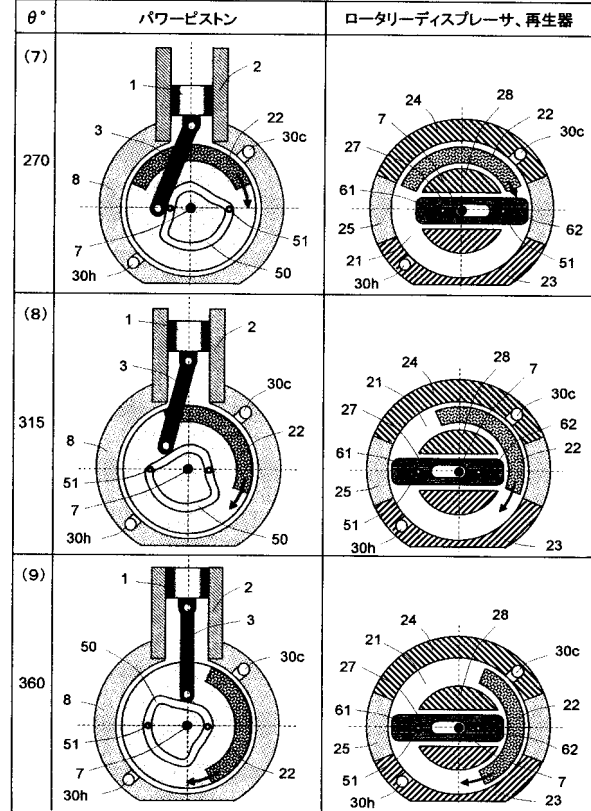
【図 2】



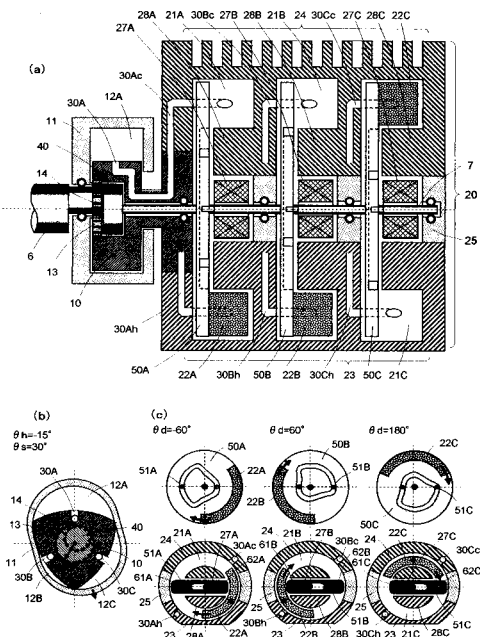
【図 3】



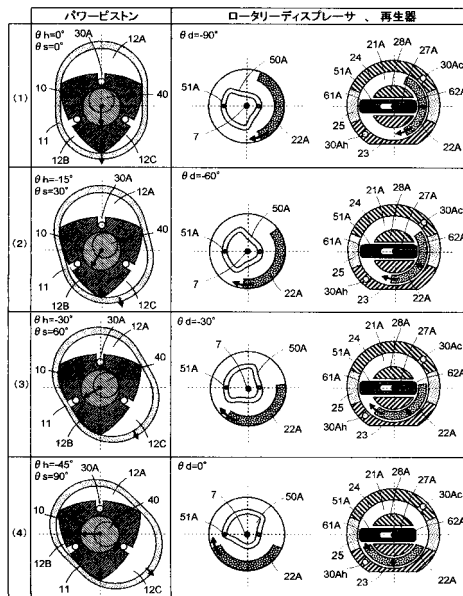
【図 4】



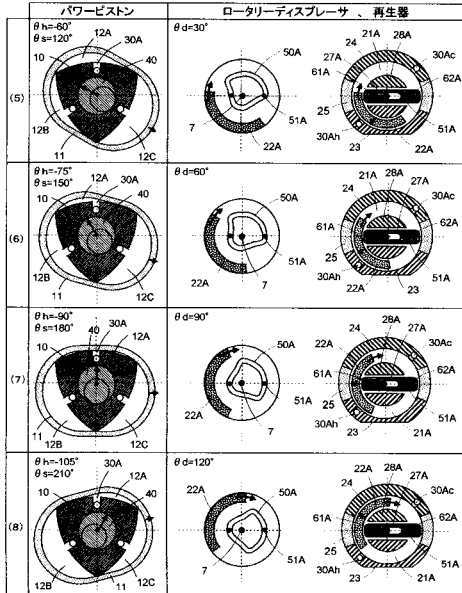
【図 5】



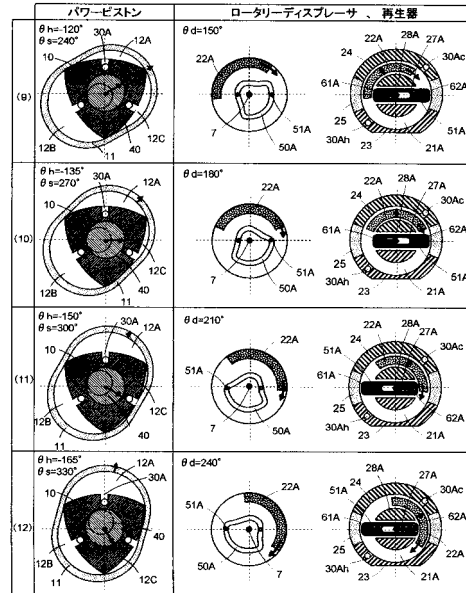
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

