

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開2003-56402

( P2003-56402A )

(43) 公開日 平成15年2月26日 (2003.2.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
F 0 2 G 1/02

識別記号

F I  
F 0 2 G 1/02

テーマコード\* (参考)

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願2001-246880 (P2001-246880)

(22) 出願日 平成13年8月16日 (2001.8.16)

(71) 出願人 501204525

独立行政法人 海上技術安全研究所

東京都三鷹市新川6丁目38番1号

(72) 発明者 汐崎 浩毅

東京都多摩市見取5-2-6-105

(72) 発明者 平田 宏一

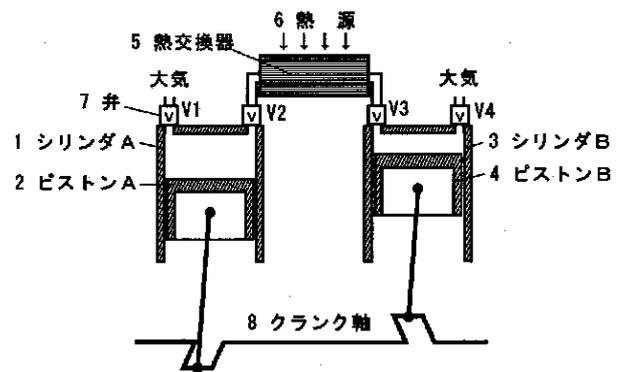
東京都立川市砂川町7-23-20

(54) 【発明の名称】 開放型オットーサイクル外燃機関

(57) 【要約】

【課題】 環境との温度差が小さいためにこれまで利用されていなかった熱源、廃熱等を利用し、そこから動力をとりだし得る特長を持つ熱機関の考案。

【解決手段】 本機関は、様々な熱源が利用できる利点を持つ外燃機関であるが、同時に内燃機関と同様、外部と給排気を行う開放型の機構をとることによって、機関の熱サイクルにおける作動ガス最低温度を環境温度まで下げることができる。これにより、熱源温度が環境温度に近い場合でも、その温度範囲内で実用的に有意な熱サイクルを構成することができ、動力をとりだすことが可能となる。本機関は、図1に示すように2つのピストン-シリンダ系を熱交換器で接続した構造を持つ。作動ガスはシリンダAに給気され、断熱圧縮後、熱交換器で加熱されつつシリンダBに移動し、そこで断熱膨張した後、排気される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】内燃機関と同様、作動ガスの給排気を行う開放型の外燃機関であって、2組のシリンダ-ピストン系を熱交換器で接続し、ピストンの動きと弁の開閉の連動によって作動ガスが一方に送られる過程の中で、オットーサイクル（断熱圧縮-等容加熱-断熱膨張-等容冷却）に沿ったガスの状態変化が実現される機関。

【請求項2】請求項1の機関を動力により回転させて得られるヒートポンプ及びクーラー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は外燃機関の一種である。

## 【0002】

【従来の技術】外燃式機関の代表的なものとして、作動ガス密封型のスターリング機関がある。弁機構を有する開放型の外燃機関として普及しているものはない。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】作動ガス密封型の外燃機関は、ガス圧力を高め出力を大きくし得る長所を持つ一方、冷却過程においても加熱過程と同様、熱交換器を用いた熱交換が必要である。そのため作動ガス最低温度と冷却源（冷却水、大気等）温度の間には温度差が存在し、この差は高回転で運転するほど大きくなる。特に環境温度に近い熱源を利用しようとする場合、この温度差の存在は熱サイクルを構成する上で制約となる。また外部冷却を行うには、冷却水供給系、ラジエータ等の機器の付加、及びそのための動力が必要である。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本機関は、内燃機関と同様、外部と給排気を行う開放型の構造をとることによって、熱サイクルにおける作動ガス最低温度を環境温度まで下げ得るようにしたものである。さらに、本機関はガスの圧縮・膨張が行われる空間と熱交換器（加熱用）とが弁によって適宜遮断される機構を持つため、作動ガスの圧縮比・膨張比とは独立に、熱交換器の伝熱面積を大きく設定することができる。これらにより、作動ガスの温度変化域が高温側・低温側両方向に広がるため、熱源温度が環境温度に近い場合でも、その温度範囲内で実用的に有意な熱サイクルを構成することができ、動力をとりだすことが容易になる。

【0005】また、サイクル毎に新たに作動ガスを取り入れる機構であることから、機関各部における少量のガス漏れはあまり問題でなく、ガスシールに特別な配慮がいらぬ点も実用面での利点である。

【0006】本機関は、図1に示すように2つのピストン-シリンダ系を熱交換器で接続した構造を持つ。各シリンダには図のように2個ずつの弁(V1~V4)が設けられている。2つのピストンは1本のクランク軸に、ある位相差をつけて接続されている。

【0007】本機関における作動ガスの状態変化はガソリンエンジンの理論サイクルであるオットーサイクルに従う。給排気や断熱圧縮/膨張のしくみはガソリンエンジンと同様である。異なる点は、ガソリンエンジンにおけるガスの加熱が機関内部での燃焼によるのに対し、本機関の場合は熱交換器を用いた外部加熱によることである。この外部加熱は、シリンダAにおける圧縮過程後、熱交換器を通じてガスをシリンダBに移動させる際になされる。

## 10 【0008】

【発明の実施の形態】本機関において、オットーサイクル（断熱圧縮-等容加熱-断熱膨張-等容冷却）に沿ったガスの状態変化が行われる様子を図2により説明する。各図における左右の長方形はシリンダを、その内部の太線はピストンヘッドを示す。斜線または点印は作動ガスを表している。両者は同物質（空気）であるが、別々に状態変化し移動していくため、便宜上区別したものである。また閉鎖状態の弁を、管路を黒く塗りつぶすことで示す。両ピストンに接続されたクランクの位相差はこの例では60度である。

20

【0009】まず(a)図に注目する。この時のクランクの状態が中央の図に示されている。(a)図の局面ではピストンAは上死点にあり、大気に通じる管路の弁V1は開き、熱交換器に通じる弁V2は閉じている。ここからクランクの回転によりピストンAが下降すると、外部より空気がシリンダAに給気される（斜線）。(b)図を経て、ピストンAが下死点に達したところでV1が閉じ、シリンダAは密閉される。これが(c)図である。

30

【0010】次にピストンAが上昇し、(d)図まで断熱圧縮がなされる。この例では圧縮比は4である。圧縮比は両ピストンの位相差を変えることで任意に設定できる。

40

【0011】ここでV2、V3が開き（同時にV4が閉じる）、シリンダA中のガスと、前過程の結果熱交換器内に封入されていたガスが混合する((e)図)。次にピストンAが上昇し、ピストンBが下降するに従って、シリンダAのガスは熱交換器に流入し、他方熱交換器内のガスはシリンダBに流出する。この移動が終了した後、V2、V3が閉じられて(f)図となる。

40

【0012】この(d)図 (f)図の過程では、シリンダAに有ったガスがそのままシリンダBに移動したわけではない（熱交換器内のガスが関わっている）。しかし、実質的にはそう見なしてよいこと、そして、(d)図 (f)図におけるガスの状態変化が、ガソリンエンジンにおける等容加熱と同様の意味を持つことを以下述べる。

50

【0013】(d)図 (f)図において、シリンダAから熱交換器に流入するガス質量と、熱交換器からシリンダBに流出するガス質量は、運転開始当初は一致していない。むろん初めから熱交換器内に適量のガスを封入すれば一致させることは可能であるが、必ずしもそうする

必要はなく、以下のような過程で自動的に一致するように変化していく。

【0014】例えば初め熱交換器に入るガス質量が出るガス質量より大きい場合は、熱交換器内のガス質量は運転に従って増加していくから、圧力が上昇し、これにより熱交換器から出るガス質量は増加していく。そしてある圧力において、入るガス質量と出るガス質量がバランスするようになる。逆に初め熱交換器に入るガス質量が出るガス質量より小さい場合は、熱交換器内の圧力が下がり、流出するガス質量が減少し、最終的にやはりある平衡値に落ち着く(ここで「平衡」とは、あるサイクルと次のサイクルが全く同じ状態変化となることを意味している)。

【0015】一方、熱交換器内ガスの温度についても、同様にある平衡状態へ収束していく。熱交換器内ガスの温度がサイクル毎に上昇していくか下降していくかは、熱交換器が外部熱源から受ける熱量と、熱交換器に流入・流出するガスが外部へ持ち出す正味熱量との差に依存する。前者が大きい場合、熱交換器内ガスの温度は上昇していくが、その結果熱源との温度差が縮まり、受熱量が減少するから、やがてある温度に落ち着く。

【0016】こうして平衡状態に達した後は、機関側から見れば、熱交換器に流入するガスと流出するガスの質量は同一であるから、シリンダA((d)図)のガスが受熱によって状態変化し、シリンダB((f)図)の状態になったと考えることができる。熱交換器内温度もサイクル毎に変動しない状態に至っているから、熱源から受けた熱量がそのままガスに加えられることになる。さらに(d)図と(f)図における斜線のガスの容積は等しい(最大容積の1/4)から、結局(d)図 (f)図において、斜線のガスが等容加熱され、シリンダAからシリンダBに移ったと考えればよいことになる。

【0017】さて、(f)図のピストン位置に達した段階で弁V2、V3が閉じ、ここで熱交換器内に封入されたガスは次のサイクルにおいて上記同様に使用される。一方、等容加熱を終えたシリンダB内のガスは、ピストンBの下降に従い断熱膨張する。(g)図は膨張が終了した後、

\* 排気弁V4が開いた状態である。さらにピストンBの上昇に従って作動ガスは排気される((h)、(i)図)

【0018】当然の事ながら給気 - 排気質量は同一であり、給気完了時((c)図)と排気開始時((g)図)のガス容積も同一(シリンダにおける最大容積)であるから、内燃機関の場合と同様、このガス交換は理想的な等容冷却過程となる。さらに、(a)図に戻り、上述の過程が繰り返される。

【0019】以上では斜線のガスに注目したが、これと位相をずらしつつ、別のガス(点印)が(f)図から出発して、(a)図からの場合と全く同じ過程を行っている。このように機関の各部は常に無駄なく作動ガスの状態変化に寄与しつつ動作している。

【0020】上記のプロセスにおいて、もし熱源のかわりに、温度が熱交換器内のガスよりも低い媒体(すなわち冷却源)を置いたとすると、断熱圧縮によって昇温されたガスは熱交換器内を移動中にこの媒体を加熱することになる。すなわちこれはヒートポンプである。このとき排気される空気は給気時より低温となるから、これは空気クーラーでもある。

【0021】

【発明の効果】環境との温度差が小さいためこれまで利用されていなかった熱源・廃熱等から動力がとりだせる可能性が広がり、エネルギー利用効率の向上が期待できる。

【図面の簡単な説明】

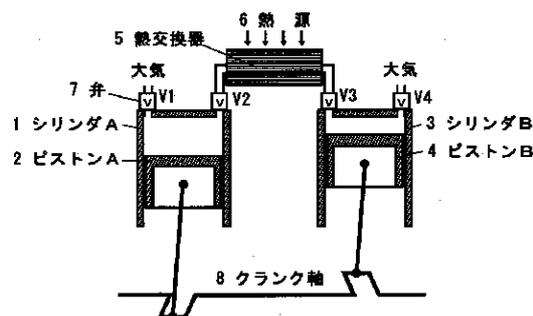
【図1】本機関の構造図である。

【図2】本機関の動作原理を示す図である。

【符号の説明】

- 30 1 シリンダA  
2 ピストンA  
3 シリンダB  
4 ピストンB  
5 熱交換器  
6 熱源  
7 弁  
8 クランク軸

【図1】



【図2】

