

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2730006号

(45)発行日 平成10年(1998) 3月25日

(24)登録日 平成 9年(1997)12月19日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 G 1/043			F 0 2 G 1/043	D
F 2 5 B 9/14	5 1 0		F 2 5 B 9/14	5 1 0 Z

請求項の数 2 (全 4 頁)

(21)出願番号	特願平2-161377	(73)特許権者	999999999 運輸省船舶技術研究所長 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(22)出願日	平成2年(1990)6月21日	(72)発明者	汐崎 浩毅 東京都多摩市貝取5-2-6-105
(65)公開番号	特開平4-54264	審査官	杉山 豊博
(43)公開日	平成4年(1992)2月21日	(56)参考文献	特開 昭63-32152 (J P, A) 特開 昭52-37645 (J P, A)

(54)【発明の名称】 カルノーサイクルに従って動作する往復動外燃機関

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】外燃式熱機関であって、熱容量が大きくほぼ等温と見なせる熱源に接して加熱されるシリンダA、断熱壁で覆われたシリンダB、前記同様の冷却源に接して冷却されるシリンダC、断熱壁で覆われたシリンダD、それらを順に環状につなぐ通気管、各通気管に設けた弁機構から構成され、各シリンダのピストンと弁機構の動作の連動によって内部に密封された流体が各シリンダを順に移動し、シリンダA内で等温膨張、シリンダB内で断熱膨張、シリンダC内で等温圧縮、シリンダD内で断熱圧縮の各過程が行われることにより、カルノーサイクルとして作動する機関。

【請求項2】請求項1の機関を逆回転させることにより、逆カルノーサイクルで動作するヒートポンプ。

【発明の詳細な説明】

2

[産業上の利用分野]

燃焼熱、排熱、太陽熱、冷熱などにより、温度差が存在する環境から、高効率で機械的エネルギーを取り出すことが求められるすべての分野、及び機械的エネルギーを投入して、高い動作係数により低温から高温に熱を汲み上げることが求められるすべての分野で利用可能である。

[従来技術]

カルノーサイクルを行わせるよう考案された発明として、径の異なるシリンダ - ピストンを組み合わせた機構による機関 (特開昭52 - 37645) がある。また、理論効率がカルノー効率に一致する機関としては、スターリング機関がある。

[発明が解決しようとする課題]

実用化されている機関で、カルノー効率に迫るような効率を持つ機関はまだない。本機関は、カルノーサイク

ルを模擬することにより、高効率の機関を得ることを目的としている。また、簡単な機関部品の交換・調整のみで、任意の熱源・冷却源温度に対応してカルノーサイクルとして運転可能な機関とすることも目的としている。

[課題を解決するための手段]

本機関は、カルノーサイクルの各課程（等温加熱膨張、断熱膨張、等温冷却圧縮、断熱圧縮）をそれぞれ受け持つ、4つのシリンダから構成される。各シリンダは隣どうし順に通気管で連結され、環状の密閉構造となっている。シリンダと通気管の間には弁があり、これらの弁と各ピストンが連動して動くことにより、流体が自動的に一方向に循環し、カルノー線図に沿った状態変化を行う。

内部には3つに独立した流体が入っており、互いに位相をずらしながら、各々カルノーサイクルに従って状態変化する。一つのシリンダについてみると、ある流体を隣のシリンダに送り出すと、すぐに反対側のシリンダから次の流体が送り込まれるという形で、各シリンダは常に動作状態にある。

[作用]

第1図に機関の動作説明図を示す。

①動作

3つの独立した流体のうち、例として太い斜線の流体に注目する。(a)図の状態、流体はシリンダAに有り、 $p-v$ 線図及び $T-S$ 線図上では1の状態にある（弁は二つとも閉じており、シリンダ内は密閉状態）。また、このとき通気管Aには、線図上の2に対応する圧力、温度の流体が前課程の結果残存している。図では省略しているが、各ピストンの下にはクランク機構があり、4つのクランクは互いに位相をずらしながら連動する。クランク角の相対関係は、中央の円の図に示すとおりである。この局面は(a)図に対応している（例えばDのピストンは上死点に来ている）。

クランクの回転により、A内の流体は、大きな熱容量を持ちほぼ等温と見なせる高温熱源から熱を吸収し、等温膨張する。(b)図の位置で、必要な等温膨張は終了（線図の2）であるが、往復運動のために、一度下死点まで行った後（線図の2）、(c)図で再び線図2に帰る。この動作は来た道を戻すだけで（線図の点線）、仕事には影響しない。

通気管Aの両側の弁は、(c)図の局面で開く。通気管内の流体も前述のように線図の2の状態にあったため、弁が開いても流体の移動、温度の変化等はない。次に、シリンダAのピストンの上昇、シリンダBのピストンの下降により、流体はAからBに移動する。(d)図は、完全にAが空になった後に、通気管Aの両側の弁を閉じたところである。移動前後の体積は等しいから、流体はやはり線図上の2の状態にある。従って、通気管A内には先ほどと同じように線図2の状態の流体が密閉され、次にくる流体に利用される。

一方シリンダBは周囲から断熱されており、B内の流体はクランクの回転により断熱膨張し、(e)図を経て(f)図に達する。このとき、線図では状態3に達する。ここで通気管イの両側の弁を開く。通気管Aの場合と同様、イ内には状態3の流体が残存している。

次にクランクの回転により、流体はシリンダBからCへ移される。(g)図は流体が完全にCに移った後、通気管イの両端の弁を閉じたところである。イには、やはり状態3の流体が密閉される。

シリンダC内の状態3の流体は、大きな熱容量を持ちほぼ等温と見なせる冷却源によって冷却され、熱を放出しつつ等温圧縮される。(h)を経て(i)に達し（線図上では状態4）、通気管ウの両側の弁が開く。ウには、やはり状態4の流体が残存している。

(j)図で流体はシリンダDに移動し、ウの両側の弁が閉じられる。D中の状態4の流体は、断熱条件下で、一度ピストンが下降して下死点に達した後（線図では状態4）、再び圧縮され(l)図で状態1に達する。ここで通気管エの両側の弁が開く。エには、やはり状態1の流体が残存している。

最後に、クランクの回転により、流体はシリンダAに送り込まれ、(a)図で通気管エの弁が閉じられる。これが初期状態である。

以上は1つの流体に注目したが、他の2つの流体については、(a)図の代わりに(e)図または(i)図から始まって、上と同じ課程が行われている。

②熱源温度の変化への対応

以上の例のクランク相対角は、ある熱源温度に対応した設定となっている。異なる熱源温度比の場合（例えば高温熱源温度が変わる場合）も、クランクの相対角、及びそれに連動する弁の開閉のタイミングを若干変えるだけで、対応するカルノーサイクルとすることができる。弁のタイミングについては、カム機構で動かす場合にはカムを温度比に対応したものと交換し、電気制御式の弁とする場合にはタイミングを温度比に合わせて制御する。

なお、クランク角の関係を運転中に制御することができれば、電気制御式の弁とあわせて、熱源温度が経時的に変化する場合にも、リアルタイムで追従し、常にカルノーサイクルで運転させることが可能である。

[発明の効果]

高効率の機関として、エネルギー利用の効率化に寄与する。また環境に存在する、従来利用できなかった比較的温度差の小さい熱源からも、エネルギーを取り出すことができるようになる。

特に本機関は、製作後に、クランク角やカム機構の設定を若干変更するだけで、任意の熱源温度に対してカルノーサイクルとして動作させることができる特徴を有している。さらに各クランクの相対角を自動制御できれば、熱源温度が経時的に変化するような場合にも、リア

ルタイムで最適運転させることが可能である。

なお、カルノー線図の形状からくる短所として、発生エネルギー当りの装置体積は、従来の機関に比べて大きくなる。試算によると、これは特に熱源温度差が大きい場合に顕著である。従って本機関は、装置サイズに厳しい制約が無く、比較的溫度差の小さい熱源を利用する場合に用いるのが最も効果的である。

一方、本機関を逆回転し、逆カルノーサイクルのヒートポンプとして用いると、非常に大きな動作係数が得られる。特に冷暖房、給湯など溫度差が小さい場合に効果的である。例えば常温付近で、溫度差が30 である場合

を考えると、理論的には投入仕事 1 に対し、10 程度の熱を供給（または除去）することができる。

【図面の簡単な説明】

第 1 図 (a) ~ (l) は、機関の 1 サイクル間の諸局面を示している。

各図の長方形はシリンダを示し、内部の横線はピストンの上端を示している。またシリンダをつなぐ通気管の両端には弁があり、その閉状態を太線で示している。

中央の図は、機関の $p - v$ 線図、 $T - S$ 線図及びクランク角の相互関係である。

【第1図】

