

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-520095

(P2005-520095A)

(43) 公表日 平成17年7月7日(2005.7.7)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
F O 2 B 75/28	F O 2 B 75/28	3 G O 2 4
F O 1 B 3/04	F O 1 B 3/04	3 J O 4 4
F O 1 B 9/06	F O 1 B 9/06	
F O 2 B 67/00	F O 2 B 67/00	E
F O 2 B 77/00	F O 2 B 67/00	F
	審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 34 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2004-513619 (P2004-513619)  
 (86) (22) 出願日 平成14年10月2日 (2002.10.2)  
 (85) 翻訳文提出日 平成16年8月12日 (2004.8.12)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/031438  
 (87) 国際公開番号 W02003/106827  
 (87) 国際公開日 平成15年12月24日 (2003.12.24)  
 (31) 優先権主張番号 60/341,781  
 (32) 優先日 平成13年12月18日 (2001.12.18)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

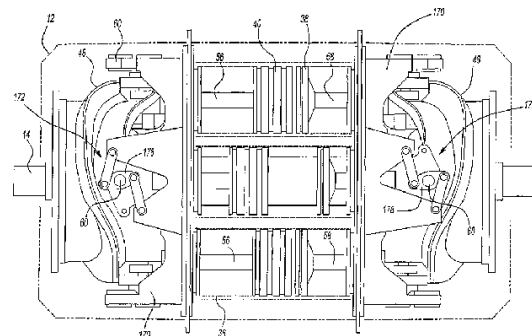
(71) 出願人 504236846  
 デルフィ テクノロジーズ, インコーポレ  
 イティド  
 アメリカ合衆国, ミシガン 48007-  
 5052, トロイ, ピー. オー. ボックス  
 5052, エム/シー 480-410  
 -202  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100092624  
 弁理士 鶴田 準一  
 (74) 代理人 100102819  
 弁理士 島田 哲郎  
 (74) 代理人 100133008  
 弁理士 谷光 正晴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対向ピストン式内燃機関

(57) 【要約】

環状に設置された出力シリンダを形成する円筒形シリンダを持つ円筒形外部ハウジング12を有する内燃機関。シリンダはそれぞれ、対向した吸気及び排気ピストン38、40を有する。吸気及び排気ピストンは、潤滑剤として従来のオイルの代わりに空気ベアリングを使用する。吸気及び排気ピストンは内燃機関の対向端に設置された回転カム46、48に出力を伝達する。カム追従システムがピストンに設置される。回転カムは、作用上、出力取出し軸14に連結されている。4本バー・リンク装置172が、ピストン側面負荷を最小にするために、ピストンロッド56、58に連結されている。ジャンパ84が、出力シリンダの端に連結され、燃焼後のシリンダを掃気するために内燃機関に吸い込まれる空気を加圧し、熱効率を向上することを目的として空気を燃焼行程時に間接的に加熱する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内燃機関のための燃焼用シリンダであって、  
その内部を往復動する少なくとも1つのピストンを収納するように適合されており、燃料と空気混合物が導入され、圧縮され、着火される燃焼室を形成しており、高熱膨張係数と低熱伝導性を持つ、予め決められた長さを持つ第1中空チューブにより形成された第1部材と、

前記第1部材に当接して装着され、高熱膨張係数と高熱伝導性を持つ第2部材と、  
前記第1中空チューブの燃焼室に当接して前記第1中空チューブ回りに取付けられ、低熱膨張係数と低熱伝導性を持つ第3部材とを備え、

10

前記第1部材、前記第2部材、前記第3部材は、最初、前記燃焼室内に前記第3部材を通じて熱を溜め、前記燃焼室の膨張を減少させ、その後前記燃焼室で発生した熱を、前記第1部材の全長に沿って概略一定の温度を維持するために、熱を前記第2部材に沿うように導きながら、前記第1部材に沿って分配して、前記第1部材の予め決められた長さに沿ったテーパ化を減少させるよう相互作用をすることを特徴とする、内燃機関のための燃焼用シリンダ。

## 【請求項 2】

請求項1に記載の燃焼用シリンダであって、  
前記第2部材は、前記燃焼室に当接した位置まで伸びていることを特徴とする、燃焼用シリンダ。

20

## 【請求項 3】

請求項1に記載の燃焼用シリンダであって、  
前記第2部材は、前記第1中空チューブと同軸である第2中空チューブにより形成されていることを特徴とする、燃焼用シリンダ。

## 【請求項 4】

請求項1に記載の燃焼用シリンダであって、  
前記第2部材は、銅から作られていることを特徴とする、燃焼用シリンダ。

## 【請求項 5】

請求項1に記載の燃焼用シリンダであって、  
前記第3部材は、ステンレス鋼から作られていることを特徴とする、燃焼用シリンダ。

30

## 【請求項 6】

請求項1に記載の燃焼用シリンダであって、  
前記第1部材は、2つの対向するピストンを収納するに適した予め決められた長さを持ち、2つの端部と中央部を持ち、  
前記燃焼室は前記第1部材の概略中央部に位置し、  
前記第2部材は、前記燃焼室で開いており、前記第1部材に沿って前記第1部材の端部へ伸びていることを特徴とする、燃焼用シリンダ。

## 【請求項 7】

請求項6に記載の燃焼用シリンダであって、  
前記第2部材は、前記燃焼室の当接地点から前記第1部材のそれぞれの端部へ伸びる、少なくとも2つの分離した部材を含んでいることを特徴とする、燃焼用シリンダ。

40

## 【請求項 8】

請求項6に記載の燃焼用シリンダであって、  
前記第3部材は、前記燃焼室において前記第1部材を囲繞していることを特徴とする、燃焼用シリンダ。

## 【請求項 9】

内燃機関であって、  
対向する端部と、少なくとも1つの吸入孔と、第1と第2の中間孔と、前記吸入孔と前記中間孔を相互連結するジャンパとを有する、少なくとも1対の燃焼用シリンダと、  
前記1対の燃焼用シリンダそれぞれの内部に往復動可能に搭載された1対の対向ピストン

50

であって、前記 1 対の対向ピストンは、1 つの排気ピストンと 1 つの吸気ピストンで形成され、前記 1 つの排気ピストンと前記 1 つの吸気ピストンは、対向する燃焼面を持ち、前記複数のピストンは、上死点と下死点の間を往復動し、前記複数の燃焼面の間で燃焼室を形成している 1 対の対向ピストンと、

前記吸気ピストンが下死点にある時、前記吸気ピストンに当接している前記吸入孔と、前記排気ピストンの上死点と前記排気ピストンの下死点の間に位置する前記排気孔と、前記吸入孔と前記燃焼室の間に位置する前記第 1 中間孔と、前記排気ピストンの下死点で前記排気ピストンに当接して位置する前記第 2 中間孔とを備えることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 10】

10

請求項 9 に記載の内燃機関であって、前記吸気孔へ流入する吸気を制御するバルブを更に含むことを特徴とする、内燃機関。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の内燃機関であって、下死点へ向かう前記吸気ピストン及び前記排気ピストンの移動により、前記ジャンパに圧縮空気を充填することを特徴とする、内燃機関。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の内燃機関であって、下死点へ向かう前記吸気ピストン及び前記排気ピストンの移動により、前記第 1 又は第 2 中間孔の少なくとも 1 つを開き、そして前記排気孔を開き前記圧縮空気により前記燃焼室を掃気して前記燃焼室を空気で充填することを特徴とする、内燃機関。

20

【請求項 13】

請求項 12 に記載の内燃機関であって、前記吸気孔が閉じることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 14】

請求項 9 に記載の内燃機関であって、前記吸気ピストン及び前記排気ピストンの下死点から上死点への移動により、前記燃焼用シリンダ内において、前記吸気ピストン及び前記排気ピストンの前記後ろ側付近に空間を作り、空気を前記ジャンパの中へ引込み、前記中間孔を通じて前記空間へ空気を引込むことを特徴とする、内燃機関。

30

【請求項 15】

請求項 14 に記載の内燃機関であって、前記吸気ピストン及び前記排気ピストンが、下死点から上死点へ移動している時、前記吸気孔が開くことを特徴とする、内燃機関。

【請求項 16】

請求項 14 に記載の内燃機関であって、前記吸気ピストン及び前記排気ピストンの上死点から下死点への移動により、前記空間を減少させ、前記ジャンパ内の空気を圧縮することを特徴とする、内燃機関。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の内燃機関であって、前記吸気ピストン及び前記排気ピストンが、上死点から下死点へ移動する時、前記吸気孔が閉じることを特徴とする、内燃機関。

40

【請求項 18】

請求項 9 に記載の内燃機関であって、更に、前記燃焼室内へ燃料を噴射するための燃料インジェクタを含んでいることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 19】

請求項 9 に記載の内燃機関であって、更に、前記第 1 中間孔と作用上連結されている吸気マニホールドと、前記第 2 中間孔と作用上連結されている圧縮マニホールドベースと、前記吸気マニホールドと前記圧縮マニホ

50

ールドベースを作用上連結している前記ジャンパとを含んでいることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 20】

請求項 19 に記載の内燃機関であって、

前記吸気マニホールドと前記圧縮マニホールドベースはそれぞれ、前記燃焼用シリンダの前記端部を受け入れる大きさの環状穴を持つハウジングにより形成され、

前記ジャンパは、前記吸気マニホールドと前記圧縮マニホールドベースの間を前記燃焼用シリンダに対し概略平行に伸び、

前記吸気マニホールドは吸気のための少なくとも 1 つの穴を有していることを特徴とする、内燃機関。

10

【請求項 21】

請求項 19 に記載の内燃機関であって、

前記吸気マニホールドと前記圧縮マニホールドベースと前記ジャンパは、一对の締結ロッドで連結され、

締結ロッドはそれぞれ前記ジャンパと前記マニホールドの 1 つを通過して伸びていることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 22】

請求項 20 に記載の内燃機関であって、

前記バルブは、前記少なくとも 1 つの穴に装着されていることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 23】

請求項 20 に記載の内燃機関であって、

更に、前記環状穴と前記燃焼用シリンダの前記端部との間に装着されたシールを含んでいることを特徴とする、内燃機関。

20

【請求項 24】

請求項 23 に記載の内燃機関であって、

前記シールは、対向端部を持つ第 1 リングと対向端部を持つ第 2 リングとを有する V 形スプリングを備え、前記第 2 リングは、前記端部の間で角度を付けられており、前記第 1 リングの前記端部の 1 つは前記第 2 リングの前記端部の 1 つに連結されていることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 25】

請求項 22 に記載の内燃機関であって、

前記シールは、それぞれが対向端部を持つ環状真直スプリングと V 形環状スプリングを有する、径方向に小さいばね力を持つ環状スプリングを備え、前記環状真直スプリングと前記 V 形環状スプリングのそれぞれの前記端部の 1 つは、前記マニホールド又は前記燃焼用シリンダのいずれかに取付けられていることを特徴とする、内燃機関。

30

【請求項 26】

請求項 25 に記載の内燃機関であって、

前記シールは、対向端部を持つ第 1 リングと対向端部を持つ第 2 リングとを有する V 形スプリングを備え、前記第 2 リングは、前記端部の間で角度を付けられており、前記第 1 リングの前記端部の 1 つは前記第 2 リングの前記端部の 1 つに連結されていることを特徴とする、内燃機関。

40

【請求項 27】

請求項 25 に記載の内燃機関であって、

更に、前記環状真直スプリングと前記 V 形環状スプリングと前記燃焼用シリンダの間に装着された O リングを含んでいることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 28】

少なくとも 2 つの燃焼用シリンダを有し、それぞれの前記燃焼用シリンダ内に 2 つの対向ピストンを持つ内燃機関であって、

前記ピストンはそれぞれ前記ピストンから伸びベアリングパックと連結されるピストンロッドを持ち、

50

前記ベアリングパックは、  
頂面と、前記頂面から伸びる対向脚部を持つハウジングを持っており、  
前記脚部は、対向する内面と外面を持ち、  
1対の軸は、前記対向する内面の外へ伸び、1対のピンは、前記外面の外へ伸び、前記軸と前記ピンは、同軸であり  
4本バー・リンク装置が、前記ピンに連結され、案内回転輪は、前記軸に連結されて、第1回転輪と第2回転輪を持ち、前記第1回転輪は、前記第2回転輪よりも大きな直径をもっており、  
対向する複数のカムは、間隔を置いて離れた対向する軌道を持ち、前記第1回転輪は、一方の軌道に係合し、前記第2回転輪は、他方の軌道に係合することを特徴とする、内燃機関。 10

【請求項29】

請求項28に記載の内燃機関であって、  
前記第1回転輪と前記第2回転輪は、前記対向する軌道に係合するために、互いに片寄せしていることを特徴とする、内燃機関。

【請求項30】

請求項29に記載の内燃機関であって、  
更に、複数の溝が形成されたスリーブを含んでおり、前記スリーブは、前記第1回転輪に当接する前記軸上に装着されており、  
前記第2回転輪は、前記第2回転輪が前記第1回転輪に関して片寄せされるように前記スリーブに装着されていることを特徴とする、内燃機関。 20

【請求項31】

それぞれが対向する端部を持つ少なくとも2つの燃焼用シリンダを有し、それぞれの前記燃焼用シリンダ内に2つの対向ピストンを持つ内燃機関であって、  
前記ピストンはそれぞれ前記ピストンから伸びベアリングパックと連結されるピストンロッドを持ち、対向するカムは、作用上前記ベアリングパックと連結され、4本バー・リンク装置が、1対の装着用平板に連結され、前記ベアリングパックは、前記4本バー・リンク装置に連結され、  
前記装着用平板は、少なくとも2つの前記燃焼用シリンダの前記対向する端部に当接して装着され、前記ピストンロッドを受け入れる開口部を持ち、前記ピストンロッドは、前記開口部内を往復動し、前記開口部はシールを含み、  
前記ピストンは、外縁部をもつ対抗する複数の燃焼面を含み、複数の燃焼面の外縁部は、それぞれ決められた形状の表面を持ち、前記決められた形状の表面は、複数のピストン燃焼面の間で、燃焼室を対で形成し、  
燃焼時に前記燃焼室からの熱損失を減少させるために、前記燃焼面が概略閉鎖されることを特徴とする、内燃機関。 30

【請求項32】

請求項31に記載の内燃機関であって、  
前記決められた形状の表面は、前記燃焼面のそれぞれの凹部と環状突起部により形成され、  
1つの前記燃焼面の前記環状突起部は、他の前記燃焼面の前記凹部内に収納されることを特徴とする、内燃機関。 40

【請求項33】

請求項32に記載の内燃機関であって、  
前記複数のピストンは、前記燃焼室を形成するために、接近させられ、  
前記凹部と前記環状突起部は係合しないで近接させられることを特徴とする、内燃機関。

【請求項34】

請求項32に記載の内燃機関であって、  
前記ピストンは、前記燃焼面を持つピストン頂部とリングパックとピストンベースとピストンリングとを含んでおり、前記ピストン頂部は、前記ピストンベースと連結されており 50

、前記リングパックを前記ピストン頂部と前記ピストン底部の間で挟んでいることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 35】

請求項 34 に記載の内燃機関であって、  
前記ピストン頂部は突起部を含み、前記ピストン底部は穴を含み、前記突起部は前記穴を通過して伸び、ボルトが前記突起部の中へ取付けられ、前記ピストン頂部と前記ピストン底部を共に締めることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 36】

請求項 34 に記載の内燃機関であって、  
前記リングパックは、流体静学的浮上用ポケットを持つ分割形ピストンリングを含んでいることを特徴とする、内燃機関。 10

【請求項 37】

少なくとも 1 つのシリンダ内で往復動をするために搭載された対向ピストンを持つ前記少なくとも 1 つのシリンダを囲繞するハウジングを持つ内燃機関であって、  
対向した出力カムが出力軸上に搭載され、前記出力カムはそれぞれ、前記対向ピストンのそれぞれの 1 つに作用上連結されており、  
前記ハウジングは、対向する端部を持つ中央部と、2 つの端部平板と、2 つの端部とを備え、  
前記端部平板の 1 つは前記中央部の前記対向する端部の 1 つにそれぞれ連結されており、  
前記 2 つの端部の 1 つは、前記 2 つの端部平板の 1 つにそれぞれ連結されており、  
前記対向ピストンを持つ前記少なくとも 1 つのシリンダは、前記中央部に搭載されており、

20

前記対向した出力カムの 1 つが前記端部の 1 つに搭載されており、  
軸シールチューブが、前記中央部で複数の前記端部平板の間に搭載されており、  
出力軸が、前記対向した出力カムとの作用上の連結のために前記軸シールチューブを通過して前記端部の中へ伸びていることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 38】

請求項 37 に記載の内燃機関であって、  
前記軸シールチューブは、フランジを持つ対向する端部を有し、前記フランジは前記端部平板に連結され、前記端部平板はそれぞれ前記フランジがシールされる穴を持っていることを特徴とする、内燃機関。 30

【請求項 39】

請求項 38 に記載の内燃機関であって、  
更に、前記端部平板と前記フランジの間に装着されたリングを含んでいることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 40】

少なくとも 1 つのシリンダ内で往復動をするために搭載された対向ピストンを持つ前記少なくとも 1 つのシリンダを囲繞するハウジングを持つ内燃機関であって、  
対向した出力カムが出力軸上に搭載され、前記出力カムはそれぞれ、前記対向ピストンのそれぞれの 1 つに作用上連結されており、  
端部平板が、前記ハウジングに取付けられて、前記ハウジングを中央部と端部に分割しており、  
前記少なくとも 1 つのシリンダ内で往復動をするために搭載された前記対向ピストンを持つ前記少なくとも 1 つのシリンダは、中央部に搭載され、  
前記対向した出力カムの 1 つが、前記端部の 1 つに搭載されており、  
前記対向ピストンは、前記ピストンと前記カムに作用上連結されているコネクティングロッドを有し、  
前記端部平板は、前記コネクティングロッドの往復動を受け入れる開口部を有し、  
シールパックは、前記コネクティングロッドが前記開口部内で往復動する時、前記端部を前記中央部からシールするために、前記端部平板内の前記開口部に装着されており、前記 40

50

シールバックは更に、前記コネクティングロッドに対しシールをするシールを含んだハウジングと、前記端部平板と前記ハウジングの間に装着されたリングとを有しており、リングは、前記ハウジングと前記端部平板のそれぞれに部分的に形成された溝に収容されており、

前記溝に収容された前記リングにより、良好なシールが可能となり、前記コネクティングロッドが前記端部平板との間でわずかに動くことが可能となり、前記コネクティングロッドの揺動に対して高い保持力が与えられることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 4 1】

請求項 4 0 に記載の内燃機関であって、

前記ハウジングは、複数のケーシングと第 2 のリングと第 2 の収納用溝で形成され、前記第 2 のリングは前記複数のケーシングの間に装着され、前記ケーシング内の前記溝に収容されていることを特徴とする、内燃機関。

10

【請求項 4 2】

少なくとも 1 つのシリンダ内で往復動をするために搭載された対向ピストンを持つ前記少なくとも 1 つのシリンダを囲繞するハウジングを持つ内燃機関であって、

前記ピストンは、高圧側と低圧側を有し、

対向した出力カムが出力軸上に搭載され、前記出力カムはそれぞれ、前記対向ピストンのそれぞれの 1 つに作用上連結されており、

端部平板が、前記ハウジングに取付けられて、前記ハウジングを中央部と端部に分割しており、

20

前記少なくとも 1 つのシリンダ内で往復動をするために搭載された前記対向ピストンを持つ前記少なくとも 1 つのシリンダは、中央部に搭載され、

前記対向した出力カムの 1 つが、前記端部の 1 つに搭載されており、

前記対向ピストンは、前記ピストンと前記カムに作用上連結されているコネクティングロッドを有し、

前記端部平板は、前記コネクティングロッドの往復動を受け入れる開口部を有し、

前記端部は、潤滑剤を前記端部に保持し前記中央部へ潤滑剤が入ることができないように、前記中央部からシールされており、

前記内燃機関は空気ベアリングを含み、前記空気ベアリングは、前記ピストンの前記低圧側と通じた溝により囲まれたサポートポケットを備え、

30

前記溝は環状溝とバイパス溝で形成され、加圧された空気が前記サポートポケットに供給され、前記バイパス溝の空気圧は、前記サポートポケットの空気圧より概略低いことを特徴とする、内燃機関。

【請求項 4 3】

請求項 4 2 に記載の内燃機関であって、

更に、前記空気ベアリングへ加圧空気を供給するために、前記ピストンへ連結されている供給チューブを含んでいることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 4 4】

請求項 4 3 に記載の内燃機関であって、

前記供給チューブは、前記ピストンへ連結されている第 1 チューブと前記ハウジングへ連結されている第 2 チューブを含み、

40

更に、前記第 1 と第 2 チューブが互いに往復動でき、互いにシールし合うことができるように、前記第 1 チューブを前記第 2 チューブへ連結するコネクタを含み、

前記コネクタは、対向端を持つ長い部材と前記対向端を通過する中央穴と前記中央穴にあるリング溝と前記リング溝に装着されたリングを有し、

前記第 1 と第 2 チューブは、前記中央穴で往復動できるように前記長い部材に挿入されて、

前記長い部材は、前記第 1 と第 2 チューブの一端を前記第 1 と第 2 チューブの他端と連結することを特徴とする、内燃機関。

【請求項 4 5】

少なくとも 1 つの出力シリンダ内で往復動をするために搭載された対向ピストンと対向

50

する端部を持つ前記少なくとも1つの出力シリンダを持つ内燃機関であって、対向した出力カムが出力軸上に搭載され、前記出力カムはそれぞれ、前記対向ピストンのそれぞれの1つに作用上連結されており、前記出力シリンダは、前記出力シリンダの前記端部を受け入れる大きさの環状穴を持つハウジングにより形成された吸気マニホールドと、当該ハウジングにより形成された圧縮マニホールドベースと、前記吸気マニホールドと前記圧縮マニホールドベースの間を前記出力シリンダに対し概略平行に伸びる1対のジャンパとを備え、前記吸気マニホールドは吸気のための少なくとも1つの穴を有していることを特徴とする、内燃機関。

【請求項46】

10

請求項45に記載の内燃機関であって、前記吸気マニホールドと前記圧縮マニホールドベースと前記ジャンパは、一对の締結ロッドで連結され、締結ロッドはそれぞれ前記ジャンパと前記マニホールドの1つを通過して伸びていることを特徴とする、内燃機関。

【請求項47】

請求項46に記載の内燃機関であって、前記開口穴の少なくとも1つに装着されているバルブを更に含むことを特徴とする、内燃機関。

【請求項48】

20

請求項46に記載の内燃機関であって、前記環状穴と前記出力シリンダの前記端部の間に装着されたシールを更に含むことを特徴とする、内燃機関。

【請求項49】

請求項48に記載の内燃機関であって、前記シールは、対向端部を持つ第1リングと対向端部を持つ第2リングとを有するV形スプリングを備え、前記第2リングは、前記端部の間で角度を付けられており、前記第1リングの前記端部の1つは前記第2リングの前記端部の1つに連結されていることを特徴とする、内燃機関。

【請求項50】

30

請求項48に記載の内燃機関であって、前記シールは、それぞれが対向端部を持つ環状真直スプリングとV形環状スプリングを有する、径方向に小さいばね力を持つ環状スプリングを備え、前記環状真直スプリングと前記V形環状スプリングのそれぞれの前記端部の1つは、前記マニホールド又は前記出力シリンダのいずれかに取付けられていることを特徴とする、内燃機関。

【請求項51】

請求項48に記載の内燃機関であって、前記シールは、対向端部を持つ第1リングと対向端部を持つ第2リングとを有するV形スプリングを備え、前記第2リングは、前記端部の間で角度を付けられており、前記第1リングの前記端部の1つは前記第2リングの前記端部の1つに連結されていることを特徴とする、内燃機関。

40

【請求項52】

請求項51に記載の内燃機関であって、更に、前記環状真直スプリングと前記V形環状スプリングと前記出力シリンダの間に装着されたOリングを含んでいることを特徴とする、内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、往復動内燃機関に関し、特に、ピストン側面負荷を無くし、温度制御された出力シリンダ、対向した吸気及び排気ピストン、空気冷却され流体静力学的に空気潤滑さ

50

れたピストンリングを使用し、エンジン有害排気物を減少させエンジン性能を向上させる高温シリンダ壁を組み込んだ先進バージョンのものに関する。

【背景技術】

【0002】

周知のように、往復動形式のディーゼルエンジン、ガスエンジンは、一般に、ピストンやコネクティングロッドやクランク軸を使用して、ピストン直線運動を回転運動に変換する。この変換プロセスにより、相当なピストン側面負荷が生じることは明白である。このピストン側面負荷により、ピストンスカートやシリンダや頑丈で重いエンジンケースの磨耗及び摩擦を抑制するためにオイル潤滑が必要となる。オイルの劣化や潤滑機能の喪失を防ぐため、シリンダ壁やピストン側面やピストンリングは、最高温度約350°F(177)以下で温度が保持される。一般的に、これらのエンジンは、冷却システムを組み込まなければならない。冷却システムにより、全熱エネルギーの少なくとも25%が、大気に分散して捨てられる。そうしなければ、このエネルギーは、軸馬力になっているはずものである。

10

【0003】

詳細は以下に述べるが、本発明に係るエンジンは、先行技術とは異なり、側面負荷を吸収することにより、空気クッションを伴いシリンダ内のピストンを浮揚させる。そうしなければ、上死点から離れた位置において、ピストンに側面負荷が掛かる。本発明に係るエンジンの特徴は、しなやかな材料から作られるエア供給チューブを使用することである。このエア供給チューブにより、ピストンリングがピストンと同心に保持され、ピストンリングのくぼみ集合体に空気が供給され、ピストンリングをシリンダと相対的に流体静学的に押圧し、加圧された空気のポケット上でピストンとピストンリングを連続して浮揚させる。本発明に係るエンジンは、又、力を伝達しピストンへの側面負荷を減少させる4本バー・リンク装置と、カムに連結された独特なベアリングパックを使用している。本発明に係るエンジンは、又、圧縮空気を貯蔵する目的の独特なジャンパシステムを使用している。この圧縮空気は、燃焼室の燃焼物質を排出するために加圧され、燃焼に先立ち燃焼室へ予熱空気を供給する。本発明に係るエンジンは、又、シリンダ長に沿って燃焼による熱を分配し、出力シリンダ内で高作動温度を許容する、独特な出力シリンダを持っている。

20

【0004】

本発明に係る発明者の一人は、米国特許第5551383号の発明者である。この特許で、出力シリンダと共通環状の圧縮シリンダベースから供給される加圧空気に依存する空気軸受システムの使用が開示されている。前記特許は、又、4本バー・リンク装置を採用しているが、この装置は、実際に作動するエンジンにおいて再現するには幾分複雑であり、本発明に係る独特な4本バー・リンク装置のような利益を提供しない。前記特許は、又、熱制御により燃焼室内を高温にする出力シリンダを採用しない。本発明に係るエンジンでは、出力シリンダを採用している。前記特許で提示されていない改良が、本願で開示され、特許請求がされており、個別に考慮しても他の関連技術と組合せても前記特許を超えているので特許の可能性がある。

30

【0005】

1994年12月27日にエー・ロウイ・ジュニア(A.Lowi, Jr.)に与えられた米国特許第5375567号により、冷却が不要で、2つの二重調和カムを使用した2サイクルエンジンが開示されている。この特許は、全ての側面負荷を除去するように、全負荷及び全速度における往復運動と回転運動をバランスさせることを、特許請求している。以下に詳細に述べるが、本発明に係るエンジンは、大部分のピストンエンジンのようにピストン用潤滑剤としてオイルを必要とせず、潤滑剤として空気を使用するにも関わらず、本願は、無潤滑での作動能力に対して何ら特許請求していない。本発明に係るエンジンも又、側面負荷を減少させるために4本バー・リンク装置を利用する。更に、本発明は、ピストンにたまたま発生する軽い側面負荷をシールし吸収する独特なシールを採用している。

40

【0006】

対向ピストンと調和型カムを使用するが、側面負荷を減少又は消去するリンク装置を組

50

み込まない他の特許は、1937年4月6日にバーズ(E.B.Burns)に与えられた米国特許第2076334号、1931年1月6日にウールソン(L.M.Woolson)に与えられた米国特許第2076334号である。

【0007】

更に、オイルよりもむしろ潤滑用ガスを利用する数多くの特許が、先行技術において開示されている。例えば、1984年1月26日にシャピロ(Shapiro)その他に与えられた米国特許第4455974号は、エンジン内で発生したガスを、流体静力学的にピストンを支持するために利用している。同様に、1987年7月21日にクボ(I.Kubo)に与えられた米国特許第4681326号は、エンジンガスを、ピストンを支持するために利用している。1978年9月5日にディビソン・ジュニア(Davison, Jr.)に与えられた米国特許第4681326号は、エンジンガスを、ピストンを支持するために利用している。1973年12月11日にレンジャ(K.W.Lenger)に与えられた米国特許第3777722号は、摩擦減少用の空気を伴ったリング無しピストンを開示している。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明により、低重量出力比、低排ガス、低燃費を持つ改良型内燃機関が提供される。本発明に係るエンジンは、公知の内燃機関を超えた数多くの改良をともなうものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、シリンダ内で往復動をするために搭載された対向ピストンを持つ少なくとも1つのシリンダを囲繞するハウジングを持つ内燃機関を含む。対向した出力カムが出力軸上に搭載されている。それぞれの出力カムは、対向ピストンのそれぞれの1つに作用上連結されている。端部平板は、ハウジングに取付けられており、ハウジングを中心部と端部に分離している。シリンダ内で往復動をするために搭載された対向ピストンを持つ少なくとも1つのシリンダは、中心部に搭載されており、対向した出力カムのそれぞれの1つは、端部のそれぞれの1つに搭載されている。対向ピストンは、ピストンをカムに作用上、相互連結するコネクティングロッドを持つ。端部平板は、コネクティングロッドの往復動を受け入れる開口部を持つ。独特なシールは、中心部と端部の間をシールし、シリンダを端部平板に対しシールするために提供される。実施例のエンジン全体は、全てのばね定数をエンジン内の連結を偶然弱めることを避けるために受け入れ可能な定数に維持するように設計される。

20

30

【0010】

本発明に係る出力シリンダは、シリンダのテーパ化を避けるために、シリンダの全長に沿って熱を分配するよう、独特に設計されたものである。出力シリンダは、予め決められた長さを持つ第1中空チューブにより形成された第1部材を持つ。第1中空チューブは、第1中空チューブ内で往復動する少なくとも1つのピストンを収納するようにされている。第1中空チューブは、燃料と空気混合物が導入され、圧縮され、着火される燃烧室を形成する。第1中空チューブは、高熱膨張係数と低熱伝導性を持つ。

【0011】

第2部材は、第1部材に当接して装着される。第2部材は、高熱膨張係数と高熱伝導性を持つ。

40

【0012】

第3部材は、第1中空チューブの燃烧室に当接して、第1中空チューブ回りに取付けられる。第3部材は、低熱膨張係数と低熱伝導性を持つ。

【0013】

第1部材、第2部材、第3部材は、以下の方法により第1部材のテーパ化を減少させるよう、相互作用をする。すなわち、最初、燃烧室内に第3部材を通じて熱を溜め、燃烧室の膨張を減少させ、その後燃烧室で発生した熱を、第1部材の全長に沿って概略一定の温度を維持するために、熱を第2部材に沿うように導きながら、第1部材に沿って分配する

50

方法である。

【0014】

本発明に係るエンジンは、燃焼行程で発生した出力を1対の出力カムに伝達するベアリングパックを使用する。このベアリングパックは、ハウジングを持っており、ハウジングは、頂面と、頂面から伸びる対向脚部を持っている。脚部は、対向する内面と外面を持っている。1対の軸は、対向する内面の外へ伸び、1対のピンは、外面の外へ伸びる。軸とピンは、同軸である。

【0015】

4本バー・リンク装置は、ピンに連結され、案内回転輪は、軸に連結される。案内回転輪は、第1回転輪と第2回転輪を持ち、第1回転輪は、第2回転輪よりも大きな直径をもっている。対向する複数のカムは、間隔を置いて離れた対向する軌道を持つ。第1回転輪は、一方の軌道に係合し、第2回転輪は、他方の軌道に係合する。

10

【0016】

本発明に係るピストンは、外縁部をもつ対抗する複数の燃焼面を含み、独特に設計されている。複数の燃焼面の外縁部は、それぞれ決められた形状の表面を持つ。決められた形状の表面は、複数のピストン燃焼面の間で、燃焼室を対で形成する。これにより、燃焼時に燃焼室からの熱損失を減少させるために、燃焼面が概略閉鎖されるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

好適な実施例として、本発明に係るエンジンは、4シリンダと8ピストンで構成されており、正反対に対向した一对のピストンは、振動がほとんど無いエンジンを提供するためにエンジン運転中は常にアンバランスを最少にもしくは消去し、あるいは平面負荷を無くするように、軸対称的に、圧縮し膨張する。一对のピストンは、出力軸一回転に対し2度「燃焼」するので、一对のピストンは、出力軸RPM(毎分回転数)の半分で2度トルクを発生させる。本発明は、特殊パラメータを含んだ実施例で記述されているが、当業者にとり、本発明の範囲から外れること無く、多数のピストン及び付随するシリンダを含んだ他のパラメータを使用することが可能であることは容易に認識できる。単一のシリンダ内に対向する2つのピストンが、最少数のピストンとシリンダを構成するのが理解できよう。4シリンダと8個のピストンが使用可能であることも又、理解できよう。

20

【0018】

図1は、エンジン軸A回りを回転する回転軸14を囲むモジュール式円筒状エンジン外部ケースを備え、参照番号10で示される、本発明に係るエンジンの斜視図である。軸14は、前端16と後端18から外へ伸びている。吸気管20と排気管22は、エンジン外部ケース12を囲繞しており、吸気ピストンと排気ピストンにつながっている。吸気導入口24は、吸気ピストンを吸気管20に連結する。実施例において、排気管は、排気ピストン近くの孔に直接つながっている。以下に詳述するが、吸気管(適式なフィルタを含んでも良い)に設置された吸気孔80は、新鮮な大気をシリンダ内へ導入する。排気管22近くに設置された排気孔は、燃焼生成物を大気へ排出する。

30

【0019】

燃料管(図示せず)の圧力により燃料が供給される燃料ノズル・インジェクタを通じて、燃料がシリンダに入る。燃料溜めからの燃料は、適式なインジェクタポンプにより周知の方法で加圧される。実施例において、補機は、前端16から伸びる回転軸14の一部により駆動されるであろう。負荷を駆動する出力は、後端から伸びる軸から引出されるであろう。これはもちろん選択肢であり、補機又は負荷用出力のいずれかは、回転軸14のいずれの端部から引き出して良い。エンジンが駆動する負荷とは、制限は無く、乗用車、四輪駆動車、航空機、船用推進機、その他の出力ユニット、発電機、陸上移動車両、その他の類似物である。

40

【0020】

図2に示すように、図示のエンジンにおいて、周辺で等しく間隔を明けた4つの出力シリンダ組立体36があり、これらは、図2で点線により示される。出力シリンダ組立体3

50

6の構成は、以下に詳述する。出力シリンダ組立体36は、8個のピストン、すなわち、4個の排気ピストン40に対向する4個の吸気ピストン38を保持する。

【0021】

回転軸14は、対向している出力カム46と48に連結し回転させられる(図2、図3)。実施例において、カムは、鋼とアルミニウムで作られるが、他の材料を使用することもできる。出力カム46と48は、同心軸上にエンジンケース内に設置される。出力カム46と48はそれぞれ、吸気ピストン38と排気ピストン40により、コネクティングロッド58と56のそれぞれを介して駆動される。コネクティングロッド58と56は、各ベアリングパック60に作用上連結されている。図4に示すように、各ベアリングパック60は、側壁64と側壁66及び脚部65及び頂面68を持ち、概略U字形をしたハウジング62を含んでいる。実施例において、頂面68と脚部65は、1部材となっている。コネクティングロッド58と56は、頂面68を通過しコネクティングロッド58と56内のねじナット69内へねじ込まれるボルト67により、各ベアリングパック60に連結されている。実施例において、ばね定数は、予め3より大きく決められている。更に、本発明に係るエンジン10の至る所の全ての連結において、3より大きいばね定数が望ましい。ばね定数は、次の数式から決められる。

$$K = A E / L$$

A = 各部材の断面積      E = 弾性係数      L = 各部材の長さ

【0022】

例えば、ボルトとナットが、多数の材料を連結するために使用される場合、ばね定数は、次のような多数のボルトのばね定数の比により決められるであろう。

【数1】

$$\frac{K^S}{K^B} > 4 \quad \frac{\left( \frac{A_S E_S}{L_S} \right)}{\left( \frac{A_B E_B}{L_B} \right)} > \frac{4}{1}$$

【0023】

側壁64と側壁66はそれぞれ2つのローラーベアリング70、72を保持する(図5)。ベアリング70は、出力ベアリングであり、ベアリング72は、後退用ベアリングである。ベアリング70、72は、側壁64、66のそれぞれの内側から突き出る、共通軸としてのピン73に装着されている。ピン176は、4本バー・リンク装置のバーとの連結のために側壁64、66のそれぞれの外側へ突き出ている。ピン176は、ピン73と同軸である。このように、ベアリングパックの作動において、曲げモーメントが最少となる。

【0024】

それぞれのベアリングパックは、図5と図20に示す出力カム46と48に作用上装着されている。出力カム46と48は、ベアリング70、72が乗る対向する軌道75と77を有する。実施例において、側壁64、66は、脚部65と頂部68とボルト79に取り外しが可能なように組み付けられている。このように、ベアリング70、72を装着した側壁は、係合軌道75、77の間で、ベアリング70、72を組み付けられることができる。

【0025】

実施例において、ベアリングは、後退予荷重スプリング81により予め荷重が掛けられている。図示のように出力ベアリング70は、ピン73上に装着されており、後退ベアリ

10

20

30

40

50

ングは、予荷重スプリング 8 1 と後退キャリアを通過して、ピン 7 3 上に装着されている。スプリング 8 1 の溝 8 7 により、ベアリング 7 2 は、ピン 7 3 とベアリング 7 0 に関して片寄せされている。対向する軌道 7 5、7 7 の間の距離は、ベアリング 7 0、7 2 の組合せ半径よりも若干小さい（図 5）。このように組立てた時、ベアリングは、若干予荷重が掛けられている。これにより、常時、接触が確保され、隙間が吸収される。加えて、スプリング 8 1 により、軌道 7 5、7 7 に関して、ベアリング 7 0 と 7 2 を結合しないで、ベアリング 7 0 と 7 2 の間の相対的動きが可能となる。

#### 【0026】

出力シリンダ内の燃焼により、吸気ピストン 3 8 と排気ピストン 4 0 が互いに離れるように押圧される時、ベアリング 7 0 は、出力カム 4 6 と 4 8 を軸 A 回りに回転させるように、出力カム 4 6 と 4 8 の軌道 7 7 に対して力を伝達し、軌道 7 7 上を回転する（図 1 及び図 2）。ベアリング 7 2 は、軌道 7 5、7 7 とベアリングが接触を維持するように遊び車（idlers）として作動する。そしてベアリング 7 2 は、又、それぞれのピストン組立体の慣性力ベクトルが、出力カムによりピストン組立体に加えられる加速力より大きい時（そしてベクトル方向がピストン頂面へ向かう時）、出力カムを軸 A 回りに回転させるのを補助する。正反対のことが、他の特別な状況で起きる可能性があることは明らかである。ベアリング 7 0 は、ピストン 3 8 とピストン 4 0 の出力行程時に、カム 4 6 と 4 8 を駆動する。小形ローラーベアリングあるいは後退ベアリング 7 2 は、それぞれ吸気ピストン 3 8 と排気ピストン 4 0 を駆動させ、吸気ピストン 3 8 と排気ピストン 4 0 を下死点へ引張るカム 4 6 と 4 8 の軌道 7 5 を転がる。その時、吸気ピストン 3 8 と排気ピストン 4 0 は、軌道 7 7 を転がる複数の大形ローラーベアリング 7 0 により、一緒に押される（すなわちピストン頂面に向かう加速力ベクトルが反対方向の慣性力ベクトルより大きい時）。ある状況の下で、複数の大形ローラーベアリング 7 0 は、吸気ピストン 3 8 と排気ピストン 4 0 を全行程に位置付ける十分なエネルギーを持つ。他の状況において、小形ローラーベアリング 7 2 は、吸気ピストン 3 8 と排気ピストン 4 0 を下死点に位置付けるのを補助しなければならない。ベアリングの外形輪がカム表面で水上滑走（hydroplane）して、接触痕跡を最小にし、ベアリングが半径の合致した軌道を動く時、接触痕跡内の個々の部分の速度差を最小にし、クッション性を備え、金属接触を避けるように、カム 4 6 と 4 8 の軌道 7 7 は、大形ベアリング 7 0 より若干大きい半径に作られている。

#### 【0027】

ベアリングバックは、4 本バー・リンク装置 1 7 2 により作用上、支持されている（図 2）。装置 1 7 2 は、平板 1 7 0 上の装着バー 1 7 4 とベアリング 1 7 8 の間に連結される（図 2）、ピン 1 7 6（図 4）に装着された 4 本のバーを持っている。ベアリング 1 7 8 は、ピン 7 3 とベアリング 7 0 と 7 2 と、同軸である（図 5）。このようにピストン 3 8 と 4 0 には、曲げモーメントは存在しない。4 本バー・リンク装置 1 7 2 により、ピストン 3 8 と 4 0 の直線運動が、カムを駆動するピストンによりピストン 3 8 と 4 0 を通じてシリンダ壁 9 8 へ伝達される反作用力が引起されること無く、カム 4 6 と 4 8 の回転運動へ変換される。

#### 【0028】

4 本バー・リンク装置 1 7 2 を、更に図 1 9 と図 2 0 で説明する。本発明に係る 4 本バー・リンク装置 1 7 2 は、ピストン 3 8 と 4 0 を案内し、カム 4 6 と 4 8 の側面負荷を、リンク装着点 1 8 0 とリンク装着点 1 8 2 へ反作用力として掛ける。中央結合リンク又はベアリング 1 7 8 は、回転中心を持っているので、カム 4 6 と 4 8 の側面負荷が、ピストン 3 8 と 4 0 とピストンリング 1 3 0 に移されることは無い。複数のリンク 1 8 4 の間には、ピストン 3 8 と 4 0 とピストンリング 1 3 0 に要求直線運動を与えるような、幾何学的に正確な関係がある。その関係は、4 本バー・リンク装置 1 7 2 の部材の長さや装着点 1 8 0 と 1 8 2 の位置の組合せである。

#### 【0029】

例えば、ある 1 つのエンジンのデザインにおいて、ピストン 3 8 と 4 0 は、2 インチ（50.8 mm）の行程を持っている。公差及び設計範囲から外れる可能性も考慮して、そ

10

20

30

40

50

れぞれの行程終端に 0.1 インチ ( 2.54 mm ) が付加される。部材長は、2.2 インチ ( 55.9 mm ) の行程に関して選択される。エンジンのリンクは、次の寸法となる。

結合リンク 178 の行程：	2.2 インチ ( 55.9 mm )
装着点 180：	$X = 1.7726$ , $Y = 0.880$
装着点 182：	$X = -1.7726$ , $Y = -0.880$
リンク 184 の長さ：	1.99 インチ ( 50.5 mm )
結合リンク 178 の長さ：	1.77 インチ ( 45.0 mm )

#### 【 0030 】

エンジン行程を大きくしたり小さくしたりする際には、これらの部材の比率は維持されねばならない。それぞれの部材長は、行程の変化に合わせて比例して変化させる。行程が 2 倍になる時は、全ての寸法は、2 倍にしなければならない。部材の応力を減少させるために、全てのリンクは 2 倍のせん断力が掛かる。

10

#### 【 0031 】

エンジンの作動サイクルを、図 8 A から図 8 F に、詳細に表わす。図 8 A は上死点を、図 8 B は出力行程を、図 8 C は排気行程を、図 8 D、E は圧縮用空気の充填と出力シリンダ内の掃気を、図 8 F は、圧縮行程を示す。

#### 【 0032 】

図 8 A に示すように、吸気ピストン 38 と排気ピストン 40 は、上死点に位置し、圧縮行程の最後及び出力行程中であり、正確な圧縮比にするために互いに近接して位置している。前述より明らかなように、出力シリンダの圧縮室 29 内の空気 ( 吸気ピストンと排気ピストンの間の容積 ) は、十分に圧縮され、燃料ノズルインジェクタを通じて燃料が適時に導入され、複数のピストンを分離させる爆発を起させる。この作動点において、吸入チェックバルブ 85 の上流側と下流側の空気は、基本的に同一圧力であるか、あるいは上流側圧力は中間吸気通路 86 と 88 及び吸気伝達管もしくはジャンパ 84 よりまだ若干大きいので、吸入チェックバルブ 85 は、開いている。ピストン 38 と 40 の下部で接する容積を持つ室 ( 吸気通路 86 と 88 及びジャンパ 84 を含む ) をシールするために、Oリングシール 83 が使用される。このシールは又、シリンダ 36 と平板 170 の間の熱落差を調節する。吸気ピストン 38 と排気ピストン 40 の背後は、吸気通路 86 と 88 及び吸気ジャンパ 84 を介して吸気孔 80 と連結しているので、吸気ピストン 38 と排気ピストン 40 の背圧は同一である。

20

30

#### 【 0033 】

図 21 の実施例に示すように、シリンダ 36 は、低ばね定数の Oリングシール 83 により円周上で支持されており、端部平板上でエンジンに、特徴をもって取付けられている。この特徴とは、コネクティングロッド 56、58 と端部平板 170 の棒シール穴 190 との同心性を保つことである。シリンダの軸方向位置は、加工された部材の公差を補償するシム 251 により調整することができる。吸気側及び排気側端部平板 170 は、同一であり、スプリング 250 が排気側端部平板 170 に設置されているのと同じ位置で吸気側の隙間を充填するようにシム 251 が使用される。

#### 【 0034 】

シリンダ 36 は、他端の排気側端部平板 170 に反作用力を掛けるスプリング 250 により、吸気側端部平板 170 に組み付けられている。スプリング 250 ( 現在は波形スプリング ) は、出力シリンダ内壁 98 上でのピストンリング 130 又はピストンスカートにたまたま摩擦が生じた場合、これに打ち勝つための十分なスプリング力を有する。

40

#### 【 0035 】

図 8 B に示すように、2つのピストンとも、下死点に向かって移動中であるので、チェックバルブ 85 は、ガスが吸気孔 80 に向かって流ることができないように、そして吸気ピストン 38 と排気ピストン 40 の背圧が増加しないように閉じられる。出力シリンダ組立体 36 の圧縮室 29 内のピストン 38 とピストン 40 の間の燃焼生成物による圧力は、減少する。排気孔 90 は、このサイクル作動点において閉じられたままとなっている。

#### 【 0036 】

50

図 8 C に示すように、2つのピストンは、なお互いに離れながら下死点に向かって移動しており、排気孔 90 は開いており、吸気通路 86 は、圧縮室 29 とつながらないように遮蔽されており、空気が吸気孔 80 に向かって流ることができないように、チェックバルブ 85 により閉鎖されている。その結果、吸気圧はピストン下部で上昇し続ける。排気ガスは、圧縮室から排出している。このサイクル作動点において、出力シリンダ組立体 36 の圧縮室 29 内の流体圧はその最低値へすみやかに減少する。

【0037】

図 8 D に示すように、下死点において、排気孔 90 は、完全に開き、吸気通路 86 と 88 は、圧縮室と完全につながっている。これにより吸気ジャンパ 84 内に留まっている空気が出力シリンダを満たすことができることにより、出力シリンダ組立体 36 の圧縮室 29 が掃気される。出力シリンダ組立体 36 の充填に先立って、ジャンパ 84 内に留まっている空気は、燃焼プロセス時に燃焼生成物との間接的熱交換により予熱され、結果的にエンジン効率が增加する。なぜなら、このことによりピストン頂部が、高出力を可能にし、シリンダの熱テーパーを減少させる高温で運転されるからである。しかしこの予熱の割合は管理されなければならない。過大な予熱は、総合エンジン効率を悪化させる。

【0038】

図 8 B と図 8 C において、ピストン 38 とピストン 40 の背後に留まる空気は、吸気ピストン 38 により圧縮室 29 から遮断される。吸気ジャンパ 84 は、ピストン 38 とピストン 40 の背後の容積とのみつながっている。この空気は、ピストンがまだ出力行程にある間は、完全に留まっている。このため、出力行程により更に空気が圧縮される。図 8 B、8 C、8 D に示すように、出力行程の残りの期間中、ピストンは、行程終端に近づくので、吸気ピストンと排気ピストンの動きにより、非常な高圧の残留圧縮空気が生成される。

【0039】

図 8 E と図 8 F に、ピストンがカム 46 と 48 により出力行程への移行点である上死点（図 8 A）に向かって駆動される圧縮サイクルを示す。吸気ピストン 38 と排気ピストン 40 が、互いに対向して移動し、吸気通路 86、88 及び排気孔 90 を通過する時、出力シリンダの圧縮室 29 内に留まる空気が、上死点における最高値に到達するまで圧力を上昇させるよう、圧縮される。一旦、ピストンが吸気通路 86、88 を通過すると、吸気ピストン 38 と排気ピストン 40 の後端は、吸気圧力に対して開いたままとなる。そしてチェックバルブ 85 の背圧が、大気圧と等しくピストン 38 とピストン 40 の下部圧力より大きいので、これらのチェックバルブは、開いたままとなりピストン 38 とピストン 40 の後端は、大気を引き入れる。

【0040】

出力カム 46 と 48 の形状を変えることにより、エンジンの特性を変更することができることは、当業者が容易に理解することである。例えば、出力カム 46 と 48 の平面の長さを調節することにより、加速、速度、排ガス、出力、その他の特性を変えることができる。

【0041】

エンジン 10 では、本エンジンと同容量の吸排気孔を開閉するポペット弁のような弁装置を必要とせず、吸気ピストンと排気ピストンという手段により開いたり閉じたりすることが、以上から認識できるはずである。

【0042】

図 7 に示すように、圧縮シリンダ組立体ベースは、部分的にシリンダ 36 で囲まれて、概略 95 で示され、締結ボルト 93 とナット 91 を通じて吸気管 89 に装着される圧縮シリンダマニホールドベース 92 を含む。締結ボルト 93 は、吸気ジャンパ 84 を通過して伸びる。出力シリンダ組立体 36 は、マニホールド開口部 94 内に搭載される。出力シリンダ組立体 36 は、図 7 A に示され、以下で詳細に述べる。実施例において、吸気チェックバルブ 85（図 8 A、8 B、8 C、8 D、8 E）は、吸気管 89 の吸気孔 80 に装着されるリード弁である。締結ボルト 93 とナット 91 により、出力シリンダ組立体 36 と圧

10

20

30

40

50

縮シリンダ組立体ベース 95 は、単一組立体に連結される。これらの組立体はそれぞれ複数の平板 170 の間に搭載される (図 9)。平板 170 は、外部ケース 12 にボルト留めされる。

#### 【0043】

図 7C で、出力シリンダ組立体 36 をマニホールド 89 と 92 内に据え付ける好適な方法について説明する。マニホールド 89 と 92 の開口部 94 は、リング 110 収納用の溝 106、108 を持つ。径方向に小さいばね力を持つ環状スプリング 112、114 が、マニホールド 89、92 と出力シリンダ組立体 36 の間に設置されている。スプリング 112 は、真直スプリングが好ましく、スプリング 114 は、V 形スプリングが好ましい。スプリング 114 は、図 7D に詳細が示される。スプリング 114 は、環状外側スリーブ 117 に一端でろう付けされた環状内側スリーブ 115 から作られるのが好ましい。スプリング 112、114 はいずれも、低熱伝導材質で作られるのが好ましい。図 7C で、スプリング 112、114 は、シリンダ組立体 36 に、より詳しくは第 2 チューブ 102 にピン 116 によりピン留めされている。ピン 116 は、シリンダ組立体 36 の、より詳しくは第 2 チューブ 102 の孔に、プレスにより挿入されるのが好ましい。スプリング 112 に関して、孔はピン 116 の収納用にマニホールドに備えられる。リング 110 とともにスプリング 112、114 を使用することにより、適切なシールが確保され、結合部材間のばね定数のバランスも確保される。シールを完全にするために、リング 110 が更に平板 170 とシリンダ組立体 36 の間に装着される。シムがこの図に示されている。

10

20

#### 【0044】

図 7B に、吸気導管 24 から吸気管 89 へ通じる入口管 20 の相互連結を図示する。

#### 【0045】

図 7A、図 10 で、出力シリンダ組立体 36 を説明する。出力シリンダ組立体 36 は、いずれも熱伝達を遮断したり容易にしたりし、特にシリンダ全長に沿って安定した平均温度でシリンダを維持するために、3 つの異なる材料から構成されている。出力シリンダ組立体 36 のゆがみを防止するため、出力シリンダの温度を可能な限り一定に維持することは、重要である。シリンダ温度が維持されない場合には、典型的な標準型内燃機関においては、シリンダ 36 の直径は変化し、磨耗、ピストンガスの漏れ、効率の悪化の問題が生じ、本発明に係るエンジンにおいては、以下で詳述するが空気ペアリングの問題が生じる。典型的な内燃機関においては、シリンダは、熱い領域で膨張し、円錐化やテーパ化を引起す。シリンダ全長に沿ってシリンダ温度を狭い範囲内で維持することにより、明らかな円錐化やテーパ化は無くなる。

30

#### 【0046】

シリンダ 36 の温度は、典型的な内燃機関のシリンダ温度より高くなる。これは、いくつかの理由により、本エンジンに関しては問題を生じない。シリンダ 36 は、潤滑剤としてのオイルを含まず、空気が使用され、熱容量、熱伝導性が低い。そして、ピストン側面負荷やオイルせん断による摩擦熱は、本エンジンに関しては問題とならない。それゆえ、より高い温度を受け入れることができる。鍵となるのは、燃焼により生じた熱をシリンダ全長に沿って概略一定方法で配分することである。

40

#### 【0047】

熱配分は、シリンダ 36 において 3 つの別材料を使用することにより達成される。第 1 の材料は、鋼であり、A 286 が好ましい。実施例では、鋼スリーブ 100 が使用される。図 7A に示すように、入口 86 は、スリーブ 100 に形成される。この材料は、高アルファ (高熱膨張係数) と低伝導性を持つ。スリーブ 100 の周囲に第 2 の材料の銅で作られたスリーブ 102 が装着される。スリーブ 102 は、スリーブの必要性は無く、細い板状その他のものでも良い。スリーブ 102 は、2 つの部分に分けられ、燃焼室で 2 つの部分の間に隙間を設けて、燃焼室に当接して装着される。銅は、高アルファと高伝導性を持つ。第 3 の材料は、燃焼室まわりに装着され、部分的にスリーブ 102 を囲んでいるステンレス鋼スリーブ 104 である。このスリーブ 104 は、低アルファと低伝導性を持つ。

50

## 【0048】

この構成により、燃焼室内で発生した熱は、スリーブ104により顕著に遮断される。スリーブ104内に吸収される熱の大部分は、銅スリーブ102へ導かれる。高伝導性を持つ銅スリーブ102は、低伝導性スリーブ104から伝達される熱と燃焼領域と最も離れているスリーブ100の冷たい端部の間の温度を素早く平滑化する。従って、この構成により、熱応力によるシリンダのテーパ化は最小となる。ステンレス鋼スリーブ104に関して、その高アルファにより燃焼室におけるテーパ化を除去できず、低伝導性による耐熱性があるならば、厚さ等を減少させる。このように、シリンダ36に沿って異なった熱特性領域の間でテーパ化は減少され除去され、平衡化される。そして、有効な仕事を供給する出力行程の初期段階で燃焼室内に熱が保持される。スリーブ間の金属接触を様々な温度と熱勾配において保持するために、相対的なアルファは重要である。本実施例において、金属接触は、主として真鍮ろう付けによる熱接合により、結果的に達成される。他の機械的な接合あるいはハンダ付け等により同一の結果が得られることは、当業者にとり周知である。

10

## 【0049】

図11及び図13により、ピストン組立体120を説明する。本実施例において、ピストン組立体120は、ピストン頂面122、リングパック頂部124、リングパック底部126、ピストンベース128及びピストンリング130を含む。ピストン組立体120を構成する様々な部材が、ピストンベース128から伸びる突起134を通過してピストン頂面122から伸びる突起132内へ挿入されるボルト(図示せず)により互いに締結される。突起132は、リングパック頂部124と底部126上の穴136を通過して伸びている。突起132と134とボルトにより、ばね定数が、もう一度、調整される。

20

## 【0050】

ピストン頂部122は、シリンダ壁98に対する熱輻射効果を減ずるために特別な構造となっている。図12に示すように、排気ピストン40の面42と吸気ピストン38の面44は、外周で重なり合う表面142と144を持っている。

## 【0051】

これらの重なり合う表面142と144が、シリンダ壁を、燃焼時に発生する輻射熱から遮蔽し、輻射熱を燃焼室内に閉じ込める。重なり合う表面は異なる形状を持つことができる。例えば、突起部142は、吸気ピストン38上に位置することができ、突起部144は、排気ピストン40上に位置することができる。

30

## 【0052】

エンジン10の燃焼を更に調節するために、燃料噴射用凹部164がピストン頂部に備えられる。凹部164は、完全燃焼のため、燃料を通路に沿うよう導き、燃料液滴が燃焼前に固体表面に接触しないようにするため、その幅よりも長さが長くなっている。

## 【0053】

図11及び図12により、本発明に係るピストンリング130は、流体静学的浮上用ポケット244を持つ分割形ピストンリングが、好ましい。加圧された空気が、分割されたそれぞれのリングに形成され環状にスペースを持つポケット244に、小径で柔構造のチューブ148を介して流入する。柔構造のチューブ148は、一定のばね定数の曲線になるように概略U字形をしている。柔構造のチューブ148は、ピストンベース128からパイプで供給された加圧空気を溜める中央空気管150に差し込まれている。加圧空気は、コネクティングロッド56と58から管150の穴内へ流入する(図13)。保持壁154は、シール158を通過する柔構造チューブ148の自由端を、順番に保持する。それからリング130内へ差し込まれる。図11、図12、図13に示すが、保持壁154は、チューブ148を保持するための複数の溝156とシール158を持っている。溝156は、チューブ148の横方向の動きを可能にする。シール158は、平面160と相対的長手部162を持っている。長手部162は、チューブ148を保持し溝156に適合させ、平面160は、壁154に係合する。長手部162は、チューブ148に対して溝156内で孔を効果的にシールする。平面160は、溝156において孔をシールす

40

50

る。このシール方法の組合せにより、ピストン 38 とピストン 40 の凹部からの燃焼ガスがシールできる。

#### 【0054】

チューブ 148 から供給される空気は、ピストン 38 とピストン 40 をシリンダ壁から浮上させるため、リング 130 の浮上用ポケット 244 に流入する。ポケット 244 は、流入した空気がシリンダと相対的にピストンリングを押圧し更にピストンの浮上位置を決めるように、等しい空間を持ちピストンリング周上で最適に位置するように配置される。チューブ 148 はそれぞれ、概略 U 字形に曲げられており、一端がピストンに係止され他端がピストンリングに係止されているので、チューブ内の圧力とチューブ壁の応力により、流体静力学的浮上力とともに出力シリンダ壁と相対的にピストンとピストンリングを一定の間隔を空けて浮上させる力が発生する。チューブ 148 は、すぐ上で述べたように、ピストンリングを適切に取付けるために十分なばね定数を持つように良好な適合特性を示す、適式で柔軟性がある弾性材料（金属あるいは合成材料）から作られる。

10

#### 【0055】

前述したように、流体静力学的ベアリング用の空気は、ピストンリングを潤滑し冷却し、少量ではあるが燃焼用空気を追加する。加えて、流体静力学的ベアリングは、ピストンとピストンリングを浮上させ、側面負荷と摩擦を最小にする。側面負荷は、4 本バー・リンク装置を使用することにより更に除去される。流体静力学的ベアリングによる（ピストンとピストンリングの）中心位置への保持作動により、リングとシリンダの間の吹き抜け（ブローバイ）も又、最少となる。

20

#### 【0056】

空気ベアリングピストンリング 130 は、低質量の空気流デバイスであるが、より重要なことは、作動には 100 psig（ゲージ圧 689500 Pa）から 200 psig（ゲージ圧 1379000 Pa）しか必要ないことである。これらの低い作動圧によりいくつかの利益が生じる。1 つは、付随出力の損失が非常に小さいことである（すなわち空気供給に必要な出力は、50 馬力シリンダに対して 0.6 から 3.2 馬力である）。第 2 に、100 から 200 psig に加圧された大気は、空気に加えられた熱が小さいことである。それゆえ、空気の温度は、それ程は増加しない。結果的にピストンリング 130 用冷却剤としての加圧空気の価値は高まる。同様に、このことにより、リング 130 の材料許容限に到達せずに、高出力レベルで駆動できる。

30

#### 【0057】

低い作動圧が、サポートポケット 244 を囲むプレス溝 242 により達成される。溝 242 は、ピストン 38 とピストン 40 の低圧側（すなわち燃焼側と反対側）と通じている。溝 242 は、円周溝 246 とバイパス溝 248 を備える。溝 248 は、おおむね低圧であり、それゆえ空気ベアリング効果が発揮される。この供給作動圧における浮上リフト量を最大にするため、ポケット 244 の流入可能領域は周上で最大にされる。

#### 【0058】

非常に高い圧力が空気ベアリングピストンリング 130 上で生じる動的燃焼プロセス時に、この新しく構成され最適化された ABPR（空気ベアリングピストンリング）により、非常に複雑な仕様組合せが効果的に管理されている。例えば、50 馬力シリンダで運転される ABPR により、設計者が望むのなら、0 psig ではシリンダ間隙が 0.0009 インチ（0.023 mm）であって、供給圧 100 psig から 200 psig では燃焼時に上死点においてシリンダ間隙 0.0001 インチ（0.0025 mm）又は 0.00000 インチのリングを備えることができる。しかし、0.00000 インチの間隙においては、結局は上死点に非常に近い領域で起きる磨耗を最少にするため、特別な注意を払わなければならない。磨耗は燃焼により発生し、流体静力学的リフト力は、シリンダからリングを浮上させるため、かなり大きくなければならない。

40

#### 【0059】

燃焼時の浮上力は、大きくしなければならない。なぜなら空気供給管 204 の荷重とリング 130 の背後の正味燃焼圧力が反対側にあるからである。リング 130 の前面の燃焼

50

圧力は、影響の大きい効果的な領域が背後の燃焼圧力領域よりも小さいから、さほど重要ではない。この前面領域は、図 22 において面 A で表される。この正味燃焼圧力は A B P R を放射状に外側へ押し、リングとシリンダの間隙を減少させる。又、高圧燃焼ガス漏れ（ブローバイ）は、溝 242 により素早く短絡化され、燃焼ガス内へ逆流するのを妨げる。この短絡により、A B P R において供給空気の冷却効果を維持し、燃焼ガスの燃焼生成物による汚れを防止し、力を平衡状態にする A B P R 浮上システムが高頻度に応答できるようにする。

#### 【0060】

この磨耗はいくつかの理由で最少になる。すなわち、ピストン側面負荷や着座（0 インチの間隙）が、非常に低いピストン速度では無いこと及び磨耗は摩擦力と速度変化の関数だからである。 10

#### 【0061】

空気ベアリングピストンリング 130 は、オイルよりもむしろ空気で潤滑される。ピストンリング 130 の目的は、燃焼圧力の漏れを最少にすることであり、これは、リング 130 とシリンダ壁 98 の間の非常に小さい径方向の間隙を必要とする。リング 130 とシリンダ壁 98 の間の間隙は、小さくかつ負荷を浮上させるために十分に大きい。ピストンリング 130 の独特の特徴は、自己等量作用である。例えば、過大な空気が、リフトポケットあるいはサポートポケット 244 の端から漏れているなら、間隙が減少して、空気流量率を空気供給率に等しくなるように減少する。逆に、リフトポケット 244 の端からの空気漏れが過少の時は、空気圧は増加し、正確な空気流を得るために負荷を浮上させる。 20  
空気ベアリングピストンリング 130 の機能的間隙は小さく、燃焼圧力許容限を与える正確な範囲内にあることが判明した。この間隙は、オイルがピストンリングをシリンダ壁から分離している時の典型的な径方向間隙と同一である。そしてより重要なことは、間隙はピストンの周囲で偏りが無いことである。正常なオイル使用のピストンにおいては、ピストン側面負荷によりブローバイを増加させる偏心が増加する。従って、小さく偏心の無い、空気が充填された間隙は、オイル潤滑ピストンとピストンリング組立体のオイルが充填した間隙と、機能上同等である。

#### 【0062】

関数の変数の最適組合せは、最高のシールと、事実上磨耗無しの最小摩擦接触を与えるために存在する。ピストンリング 130 の機能を制御する主な変数は、次の通りである。 30

- 1 . 第 2 空気供給圧とピストンリングポケット溜り圧との圧力差  $P_s$
- 2 . 空気流量率  $Q_s$
- 3 . 空気ポケット面積  $A_N$
- 4 . 空気ポケットの周囲長  $P_L$
- 5 . ピストンリングのばね定数  $k_R$
- 6 . オフセット曲げ寸法による供給管体のばね定数  $k_t$
- 7 . ピストン溝とピストンリングのシール面との間の摩擦係数  $f_G$
- 8 . 空気供給管内側の空気流量面積  $A_t$
- 9 . ピストンリングポケットまわりの低圧溜り溝のサイズと深さ  $A_s$
- 10 . ピストンリングとシリンダの径方向の間隙  $R_c$  40
- 11 . 燃焼圧最大値  $P_c$
- 12 . 未決定の空気流量  $Q_s$
- 13 . 燃焼圧にさらされたリング内側面積  $A_{c1}$
- 14 . 燃焼圧にさらされたリング外側面積  $A_{c0}$

間隙  $R_c = f ( P_s , Q_s , A_N , k_R , k_t , f_G , A_t , A_s , P_c , \mu , A_{c1} , A_{c0} )$

#### 【0063】

上に掲げた変数は全て、要求が異なる場合には調整することができる。それぞれの要求に関して、磨耗あるいは漏れを最少にするための最適の組合せがある。例えば、研磨作用を持つ燃料が要求条件であれば、これらの変数は、ブローバイが少し増加するが、全行程を通じて空気膜上でリングを浮かせるように調整することができる。最高の効率と最少の 50

ブローパイのために、リングのシール面は、上死点での燃焼初期において高圧にさらされる時には、シリンダに接触することとなる。接触領域における磨耗を最少にするため、少し磨耗の不利益があるが、シリンダは、上死点での短い（ピストンの）移動区間で適当なコーティングをし、残りの行程区間でリングを浮かせることもできる。シリンダに押圧接触するリングの強度や接触する行程長は、調整可能である。例えば、第2空気圧  $P_s$  を単独で増加させることにより、リング接触圧が高い行程長を減少させ、接触圧を少し減少させる。

#### 【0064】

図14、図15、図16に、ピストンロッドシールパック188を示す。シールパック188は、平板170の開口部190に対して、ピストンロッドもしくはコネクティングロッド56と58をシールする。コネクティングロッド56と58は、開口部190に装着されたシールパック188内を往復動する。

10

#### 【0065】

シールパック188は、開口部190に対してロッド56と58をシールするために、そして平板170に対してロッド56と58の若干の横方向動きを許容するために、取付けられている。シールパック188は、外部ケース192と2つの内部ケース194、196を持つ。複数のケースは、スナップリング198で保持されている。単一のハウジングを使用することもできるが、製作を容易にするため、3つの分離したケースが使用されている。ハイグレードの複数のシールを1体化して組付け使用すると、シールの弾性限度を超えてシールをゆがめ、シール効果と耐久性を減少させる可能性がある。（製造設備やアプリケーションによっては、シールまわりにモールドすることができるエンジニアリング樹脂を使用することも可能である。）ケースは、コネクティングロッドをシールするシール199を含む。Oリング202は、平板170とケース192の間に装着される。第2のOリング200は、これらの部材のそれぞれに部分的に形成された溝に収容される。Oリング200を溝に収容することにより、より良いシールやシールされている部材が動くことが可能となり、ロッドの揺動時にはOリングが実際には純粹せん断状態となるので、ロッド56と58の揺動に抵抗する高い保持力を備えることとなる。

20

#### 【0066】

図17に、加圧空気をリング130へ供給するための空気供給管204を示す。空気供給管204は、ベアリングパック60に連結されている。ベアリングパック60は、空気をロッド56と58へ導く内部経路を有している。ロッド56と58は、空気を管150へ送るための経路206を持っている。管204は、ベアリングパック管210をケース管212へ連結するためのコネクタ208を有する。外部ケース管212は、ケース12へ連結され、加圧空気供給源へ連結される。標準コネクタ211は、管212をケース12へ連結するために使用される。コネクタ208は、Oリング溝216を持った長い部材を有している。長い穴を持つ長い管は、漏れを最少にするので、長い部材により、シールが容易になる。Oリングの使用により、漏れが更に減少する。結果として、コネクタ208は、漏れをシールすると同時に、管210が管212に対して移動あるいは往復動し、結果的にベアリングパック60内で動くことを許容する。

30

#### 【0067】

図18に、カム46、48と出力回転軸14との連結状態を示す。実施例において、カムおよび軸上のギヤ歯222を通じて、220において連結がなされる。更に、オイル噴射器230が、図18に示されている。オイル噴射器230は、カム46、48の一部であることが好ましい。オイル噴射器230は、回転軸14に沿って伸びている。オイル噴射器230は、ベアリングパック60を潤滑するためオイル噴射可能な複数の孔を持つ中空管であることが、最も好ましい。孔はベアリングパック60に面している。オイルは、供給管232を通過してオイル噴射器230へ供給される。

40

#### 【0068】

図21に、本発明に係る軸シールチューブ234を示す。軸シールチューブ234は、回転軸14と同心であり、回転軸14を収容している。軸シールチューブ234は、複数

50

の端部平板 170 の間に連結されている。軸シールチューブ 234 は、両端にフランジ 236 を持つ円筒体である。チューブ 234 により、静止している端部平板から回転軸 14 までのシールの必要性が無くなる。又、チューブ 234 により、端部平板 170 が支持され、剛性が加わる。端部平板 170 は、中央ケース 238 とベアリングケース 240 により、外径上で支持されている。中央ケース 238 とベアリングケース 240 は、外部ケース組立体 12 を形成している。端部平板 170 は、軸シールチューブ 234 により内径上で支持されている。ピストン 38 とピストン 40 からの負荷は、端部平板 170 へ伝達される。内径と外径で支持された端部平板 170 により、リンク装着点 180 と 182 のゆがみは最小となる。リンク装着点 180 と 182 のゆがみを最小にすることは、ピストン 38 とピストン 40 に装着されたベアリングパック 60 の一定直線運動を維持するために重要である。 10

【0069】

本発明について、実施例に基づいて説明したが、本発明の思想と範囲から離れることなく、当業者により様々な変形例が考えられることが認識されなければならない。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】本発明に係るエンジンの斜視図である。

【図2】ハウジングと出力シリンダを点線で示した本発明に係るエンジンの側面図である。

【図3】本発明に係る出力カムの斜視図である。 20

【図4】本発明に係るベアリング箱の部分の斜視図である。

【図5】出力カムの対向壁と係合するベアリング箱の複数の回転輪を示している、出力カムの部分断面図である。

【図6】本発明に係るベアリング箱の複数の回転輪の分解図である。

【図7】出力シリンダを仮想線で示した圧縮シリンダ基礎部の斜視図である。

【図7A】出力シリンダの斜視図である。

【図7B】吸気導入管を通じて吸気管に搭載された圧縮シリンダベースの斜視図である。

【図7C】出力シリンダと圧縮マニホールドを端部平板へ連結する方法を説明するための断面図である。

【図7D】本発明に係る低径方向荷重形円環スプリングの斜視図である。 30

【図7E】図7Dのスプリングの斜視図である。

【図8A】本発明に係るエンジンの作動サイクルを説明するための解説図である。

【図8B】本発明に係るエンジンの作動サイクルを説明するための解説図である。

【図8C】本発明に係るエンジンの作動サイクルを説明するための解説図である。

【図8D】本発明に係るエンジンの作動サイクルを説明するための解説図である。

【図8E】本発明に係るエンジンの作動サイクルを説明するための解説図である。

【図8F】本発明に係るエンジンの作動サイクルを説明するための解説図である。

【図9】本発明に係る端部平板の斜視図である。

【図10】ピストンが上死点に位置する時の出力シリンダの断面図である。

【図11】本発明に係るピストンの分解図である。 40

【図12】本発明に係る流体静力学軸受を示すピストンの部分断面図である。

【図13】本発明に係るピストンリングの部分斜視図である。

【図14】ピストンロッド・シール体の部分断面図である。

【図15】ピストンロッド・シール体の部分斜視図である。

【図16】本発明に係るピストンロッド・シール体の部分断面図である。

【図17】空気供給路コネクタを示すエンジンの部分断面図である。

【図18】本発明に係るオイル噴射器を示す、本発明に係るエンジンの部分断面図である。

【図19】本発明に係る4本バー・リンク装置の側面搭載図である。

【図20】本発明に係るベアリングパックとカムの断面図である。 50

【図 2 1】複数の出力シリンダの間を伸びる回転軸を持つ、2つの出力シリンダを示すエンジンの断面図である。

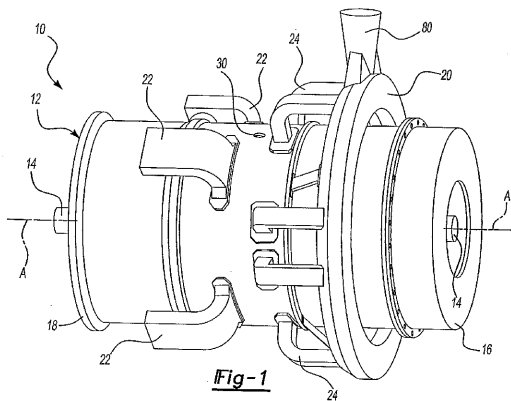
【図 2 2】本発明に係る空気軸受ピストンリングの斜視図である。

【図 2 3】本発明に係る空気軸受ピストンリングの部分拡大図である。

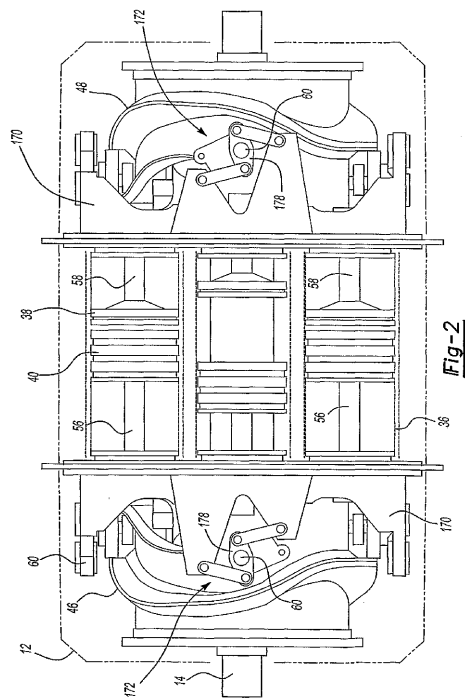
【図 2 4】本発明に係る空気軸受ピストンリングの空気吸入口で切った断面図である。

【図 2 5】本発明に係る空気軸受ピストンリングをバイパス溝で切断した断面図である。

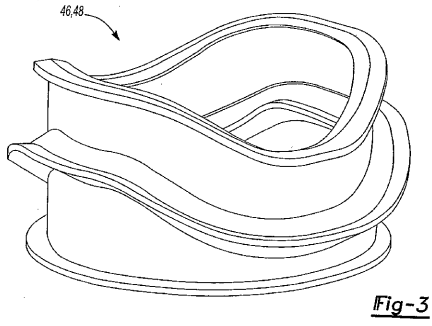
【 図 1 】



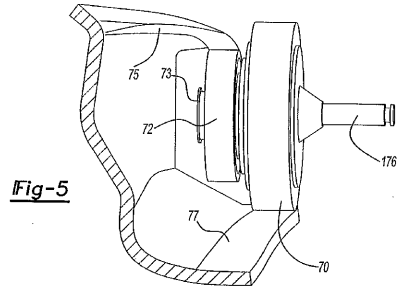
【 図 2 】



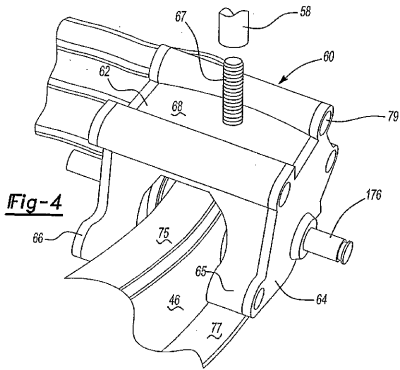
【 図 3 】



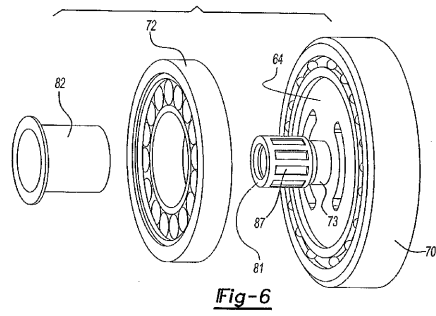
【 図 5 】



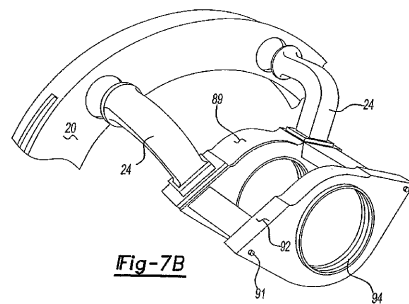
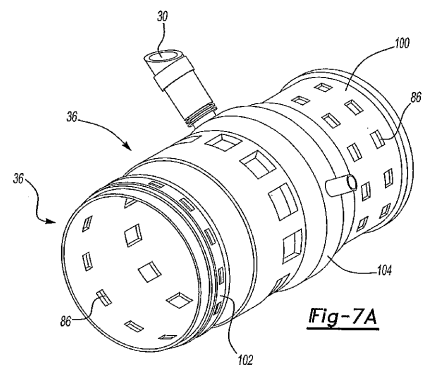
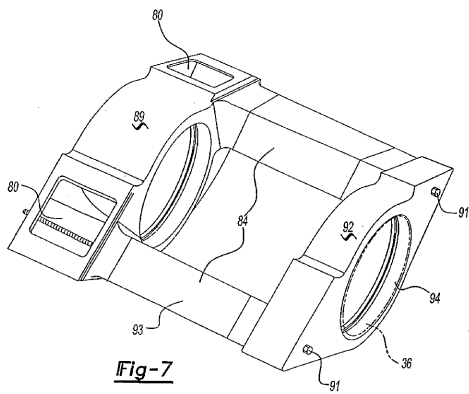
【 図 4 】

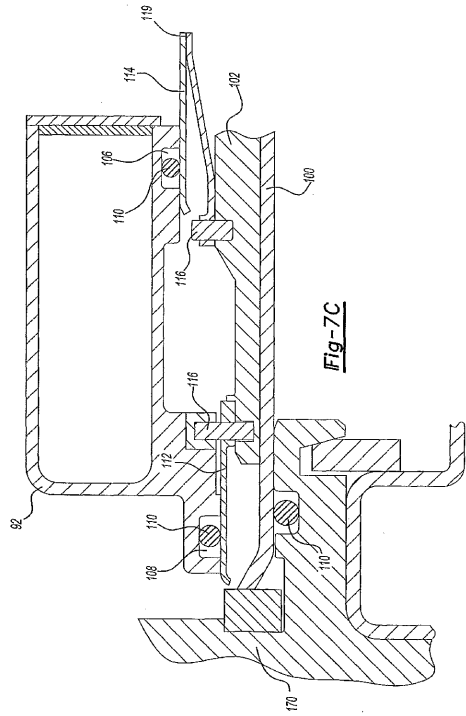


【 図 6 】

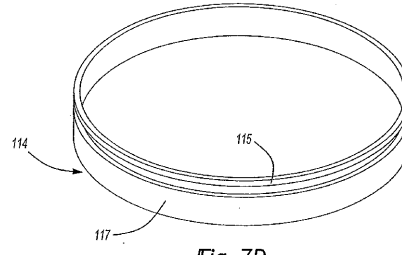


【 図 7 】

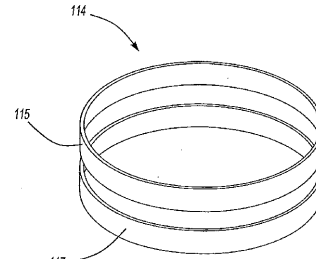




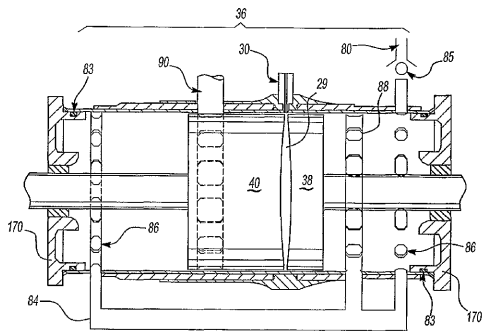
**Fig-7C**



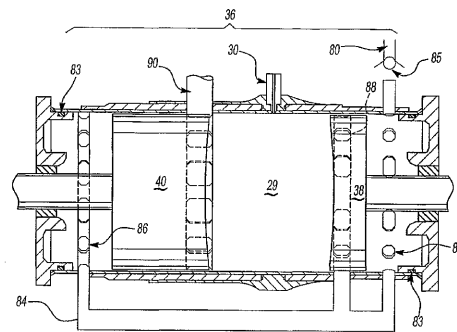
**Fig-7D**



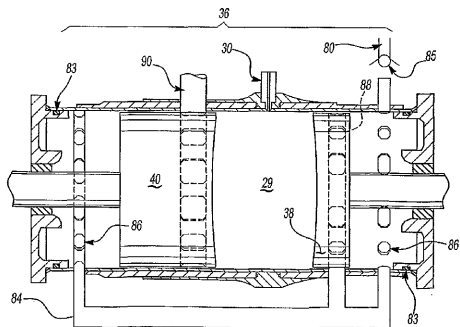
**Fig-7E**



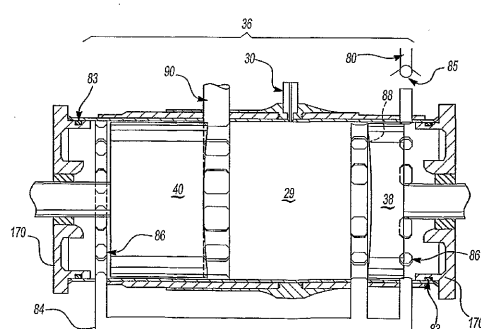
**Fig-8A**



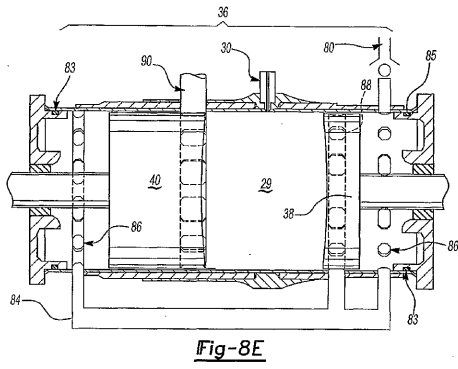
**Fig-8C**



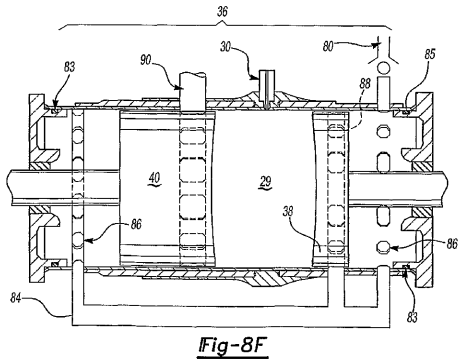
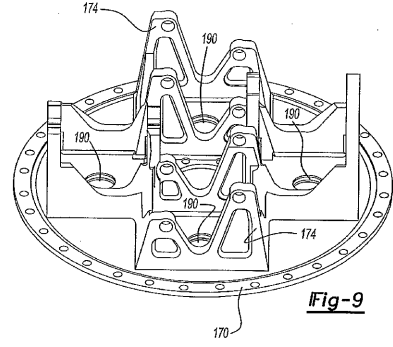
**Fig-8B**



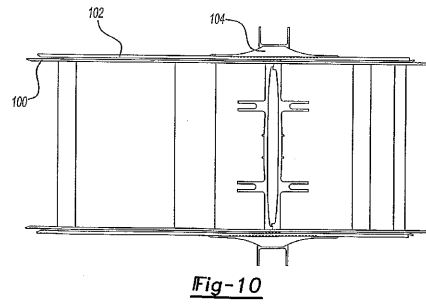
**Fig-8D**



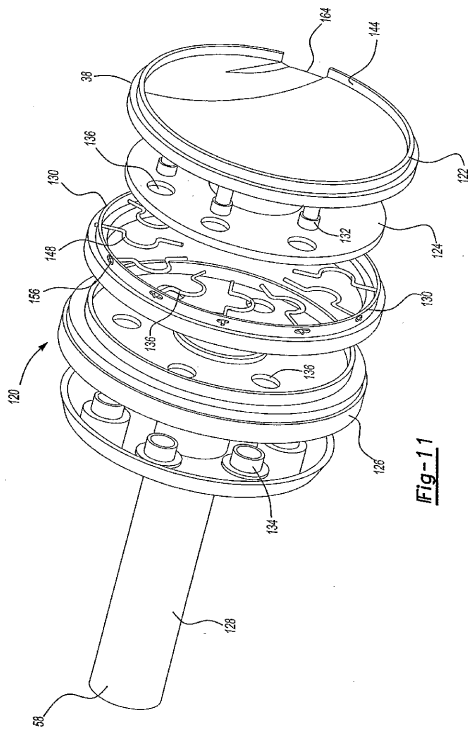
【 図 9 】



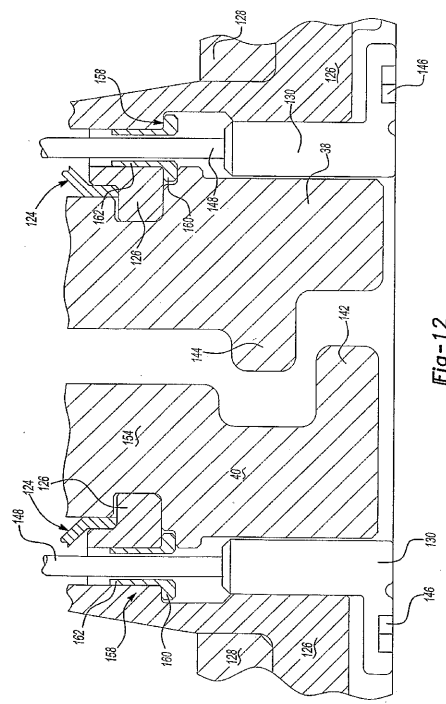
【 図 1 0 】



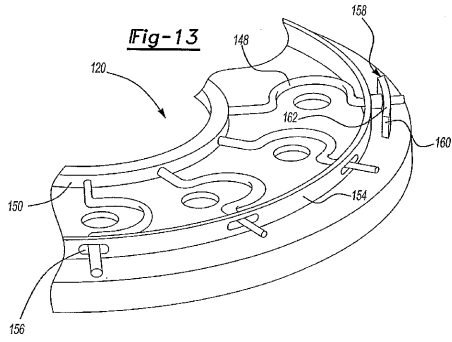
【 図 1 1 】



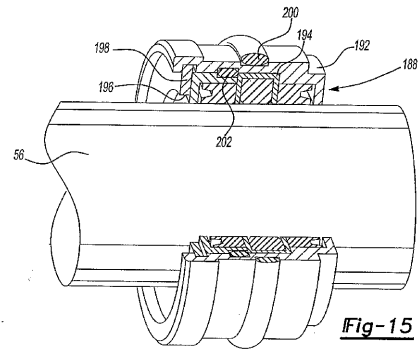
【 図 1 2 】



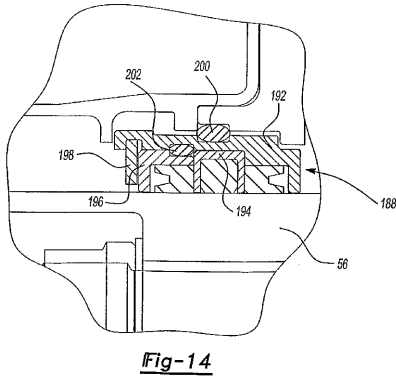
【 図 1 3 】



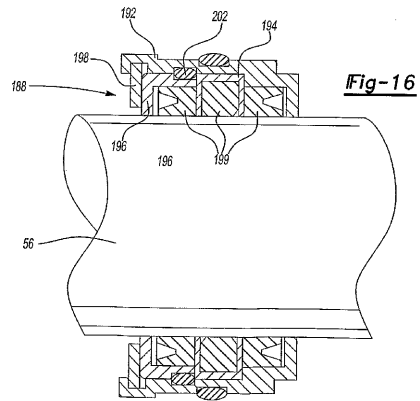
【 図 1 5 】



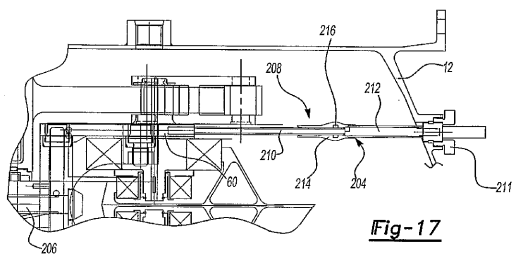
【 図 1 4 】



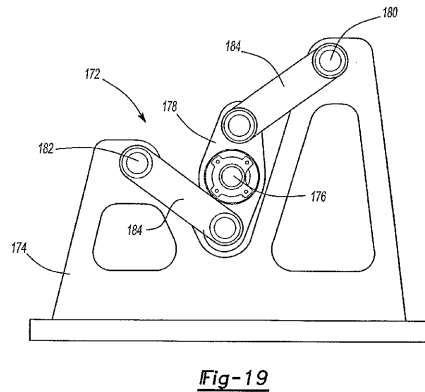
【 図 1 6 】



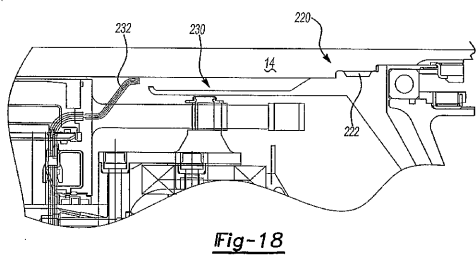
【 図 1 7 】



【 図 1 9 】



【 図 1 8 】



【 図 2 0 】

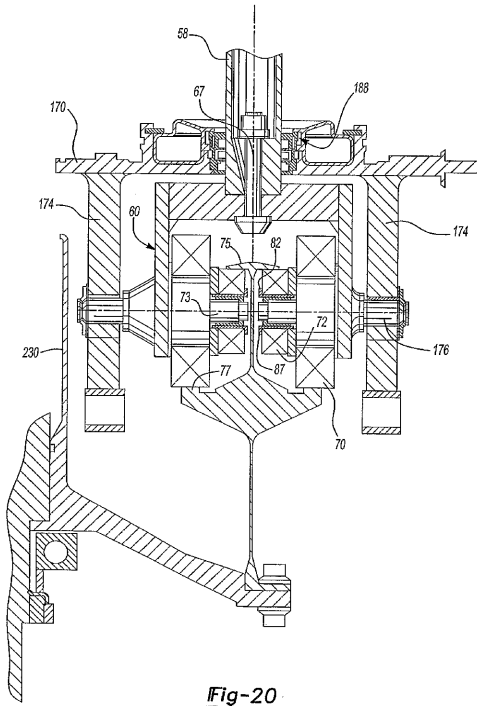


Fig-20

【 図 2 1 】

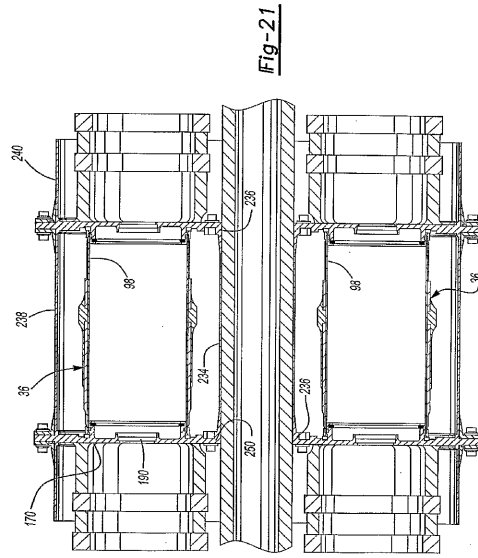


Fig-21

【 図 2 2 】

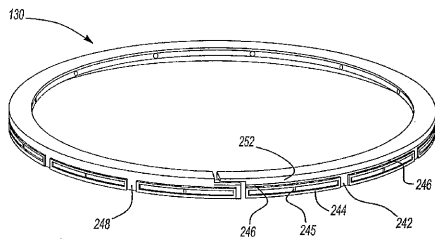


Fig-22

【 図 2 4 】

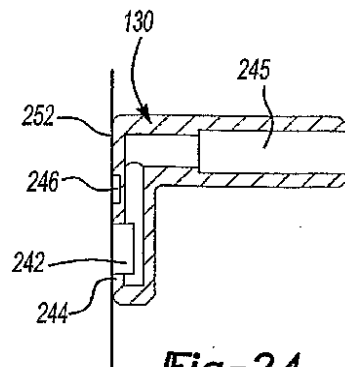


Fig-24

【 図 2 3 】

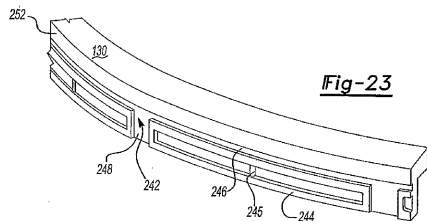
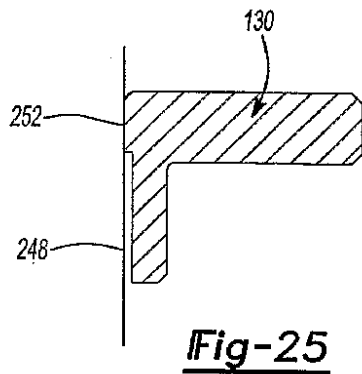


Fig-23

【 図 2 5 】



## 【 手続補正書 】

【 提出日 】 平成16年8月26日 (2004.8.26)

## 【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

内燃機関のための燃焼用シリンダであって、  
 その内部を往復動する少なくとも1つのピストンを収納するように大きさと形状が適合されており、燃料と空気混合物が導入され、圧縮され、着火される燃焼室を形成しており、高熱膨張係数と低熱伝導性を持つ、予め決められた長さを持つ第1中空チューブにより形成された第1部材と、  
 前記第1部材に当接して装着され、高熱膨張係数と高熱伝導性を持つ第2部材と、  
 前記第1中空チューブの燃焼室に当接して前記第1中空チューブ回りに取付けられ、低熱膨張係数と低熱伝導性を持つ第3部材とを備え、  
 前記第1部材、前記第2部材、前記第3部材は、最初、前記燃焼室内に前記第3部材を通じて熱を溜め、前記燃焼室の膨張を減少させ、その後前記燃焼室で発生した熱を、前記第1部材の全長に沿って概略一定の温度を維持するために、熱を前記第2部材に沿うように導きながら、前記第1部材に沿って分配して、前記第1部材の予め決められた長さに沿ったテーパ化を減少させるよう相互作用をすることを特徴とする、内燃機関のための燃焼用シリンダ。

【 請求項 2 】

内燃機関であって、

対向する端部と、少なくとも1つの吸入孔と、第1と第2の中間孔と、前記吸入孔と前記中間孔を相互連結するジャンパとを有する、複数の燃焼用シリンダと、  
前記複数の燃焼用シリンダそれぞれの内部に往復動可能に搭載された1対の対向ピストンであって、前記1対の対向ピストンは、1つの排気ピストンと1つの吸気ピストンで形成され、前記1つの排気ピストンと前記1つの吸気ピストンは、対向する燃焼面を持ち、前記複数のピストンは、上死点と下死点の間を往復動し、前記複数の燃焼面の間で燃焼室を形成している1対の対向ピストンと、  
前記吸気ピストンが下死点にある時、前記吸気ピストンに当接している前記吸入孔と、前記排気ピストンの上死点と前記排気ピストンの下死点の間に位置する前記排気孔と、前記吸入孔と前記燃焼室の間に位置する前記第1中間孔と、  
前記排気ピストンの下死点で前記排気ピストンに当接して位置する前記第2中間孔とを備えることを特徴とする、内燃機関。

【請求項3】

少なくとも2つの燃焼用シリンダを有し、それぞれの前記燃焼用シリンダ内に2つの対向ピストンを持つ内燃機関であって、  
前記ピストンはそれぞれ前記ピストンから伸びベアリングパックと連結されるピストンロッドを持ち、  
前記ベアリングパックは、  
頂面と、前記頂面から伸びる対向脚部を持つハウジングを持っており、  
前記脚部は、対向する内面と外面を持ち、  
1対の軸は、前記対向する内面の外へ伸び、1対のピンは、前記外面の外へ伸び、前記軸と前記ピンは、同軸であり  
4本バー・リンク装置が、前記ピンに連結され、案内回転輪は、前記軸に連結されて、第1回転輪と第2回転輪を持ち、前記第1回転輪は、前記第2回転輪よりも大きな直径をもっており、  
対向する複数のカムは、間隔を置いて離れた対向する軌道を持ち、前記第1回転輪は、一方の軌道に係合し、前記第2回転輪は、他方の軌道に係合することを特徴とする、内燃機関。

【請求項4】

それぞれが対向する端部を持つ少なくとも2つの燃焼用シリンダを有し、それぞれの前記燃焼用シリンダ内に2つの対向ピストンを持つ内燃機関であって、  
前記ピストンはそれぞれ前記ピストンから伸びベアリングパックと連結されるピストンロッドを持ち、対向するカムは、作用上前記ベアリングパックと連結され、4本バー・リンク装置が、1対の装着用平板に連結され、前記ベアリングパックは、前記4本バー・リンク装置に連結され、  
前記装着用平板は、少なくとも2つの前記燃焼用シリンダの前記対向する端部に当接して装着され、前記ピストンロッドを受け入れる開口部を持ち、前記ピストンロッドは、前記開口部内を往復動し、前記開口部はシールを含み、  
前記ピストンは、外縁部をもつ対抗する複数の燃焼面を含み、複数の燃焼面の外縁部は、それぞれ決められた形状の表面を持ち、前記決められた形状の表面は、複数のピストン燃焼面の間で、燃焼室を対で形成し、  
燃焼時に前記燃焼室からの熱損失を減少させるために、前記燃焼面が概略閉鎖されることを特徴とする、内燃機関。

【請求項5】

少なくとも1つのシリンダ内で往復動をするために搭載された対向ピストンを持つ前記少なくとも1つのシリンダを囲繞するハウジングを持つ内燃機関であって、  
対向した出力カムが出力軸上に搭載され、前記出力カムはそれぞれ、前記対向ピストンのそれぞれの1つに作用上連結されており、  
前記ハウジングは、対向する端部を持つ中央部と、2つの端部平板と、2つの端部とを備え、

前記端部平板の1つは前記中央部の前記対向する端部の1つにそれぞれ連結されており、前記2つの端部の1つは、前記2つの端部平板の1つにそれぞれ連結されており、前記対向ピストンを持つ前記少なくとも1つのシリンダは、前記中央部に搭載されており、前記対向した出力カムが前記端部の1つに搭載されており、軸シールチューブが、前記中央部で複数の前記端部平板の間に搭載されており、出力軸が、前記対向した出力カムとの作用上の連結のために前記軸シールチューブを通過して前記端部の中へ伸びていることを特徴とする、内燃機関。

【請求項6】

少なくとも1つのシリンダ内で往復動をするために搭載された対向ピストンを持つ前記少なくとも1つのシリンダを囲繞するハウジングを持つ内燃機関であって、対向した出力カムが出力軸上に搭載され、前記出力カムはそれぞれ、前記対向ピストンのそれぞれの1つに作用上連結されており、端部平板が、前記ハウジングに取付けられて、前記ハウジングを中央部と端部に分割しており、前記少なくとも1つのシリンダ内で往復動をするために搭載された前記対向ピストンを持つ前記少なくとも1つのシリンダは、中央部に搭載され、前記対向した出力カムの1つが、前記端部の1つに搭載されており、前記対向ピストンは、前記ピストンと前記カムに作用上連結されているコネクティングロッドを有し、前記端部平板は、前記コネクティングロッドの往復動を受け入れる開口部を有し、シールバックは、前記コネクティングロッドが前記開口部内で往復動する時、前記端部を前記中央部からシールするために、前記端部平板内の前記開口部に装着されており、前記シールバックは更に、前記コネクティングロッドに対しシールをするシールを含んだハウジングと、前記端部平板と前記ハウジングの間に装着されたリングとを有しており、リングは、前記ハウジングと前記端部平板のそれぞれに部分的に形成された溝に収容されており、前記溝に収容された前記リングにより、良好なシールが可能となり、前記コネクティングロッドが前記端部平板との間でわずかに動くことが可能となり、前記コネクティングロッドの揺動に対して高い保持力が与えられることを特徴とする、内燃機関。

【請求項7】

少なくとも1つのシリンダ内で往復動をするために搭載された対向ピストンを持つ前記少なくとも1つのシリンダを囲繞するハウジングを持つ内燃機関であって、前記ピストンは、高圧側と低圧側を有し、対向した出力カムが出力軸上に搭載され、前記出力カムはそれぞれ、前記対向ピストンのそれぞれの1つに作用上連結されており、端部平板が、前記ハウジングに取付けられて、前記ハウジングを中央部と端部に分割しており、前記少なくとも1つのシリンダ内で往復動をするために搭載された前記対向ピストンを持つ前記少なくとも1つのシリンダは、中央部に搭載され、前記対向した出力カムの1つが、前記端部の1つに搭載されており、前記対向ピストンは、前記ピストンと前記カムに作用上連結されているコネクティングロッドを有し、前記端部平板は、前記コネクティングロッドの往復動を受け入れる開口部を有し、前記端部は、潤滑剤を前記端部に保持し前記中央部へ潤滑剤が入ることができないように、前記中央部からシールされており、前記内燃機関は空気ベアリングを含み、前記空気ベアリングは、前記ピストンの前記低圧側と通じた溝により囲まれたサポートポケットを備え、前記溝は環状溝とバイパス溝で形成され、加圧された空気が前記サポートポケットに供給され、前記バイパス溝の空気圧は、前記サポートポケットの空気圧より概略低いことを特

徴とする、内燃機関。

【請求項 8】

少なくとも 1 つの出力シリンダ内で往復動をするために搭載された対向ピストンと対向する端部を持つ前記少なくとも 1 つの出力シリンダを持つ内燃機関であって、対向した出力カムが出力軸上に搭載され、前記出力カムはそれぞれ、前記対向ピストンのそれぞれの 1 つに作用上連結されており、前記出力シリンダは、前記出力シリンダの前記端部を受け入れる大きさの環状穴を持つハウジングにより形成された吸気マニホールドと、当該ハウジングにより形成された圧縮マニホールドベースと、前記吸気マニホールドと前記圧縮マニホールドベースの間を前記出力シリンダに対し概略平行に伸びる 1 対のジャンパとを備え、前記吸気マニホールドは吸気のための少なくとも 1 つの穴を有していることを特徴とする、内燃機関。

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US02/31438
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
IPC(7) : F02B 75/28 US CL : 123/51BD, 56.9, 193.2 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 123/51BD, 56.1-56.9, 193.2		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched NONE		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) NONE		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6,138,630 A (LAZCANO-NAVARRO) 31 October 2000 (31.10.2000), see abstract and Figure 1.	1-8
A --- Y	US 5,551,383 A (NOVOTNY) 03 September 1996 (03.09.1996), see Figure 10 and column 8, lines 25-67.	9-41, 45-52 ----- 42-44
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* "A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier document published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"C"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"Z" document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 13 MAY 2003	Date of mailing of the international search report <b>04 SEP 2003</b>	
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230	Authorized officer <i>A. Hurley</i> MARGUERITE MCMAHON Telephone No. (703) 308-1956	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/US02/51435
---

## BOX II. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION WAS LACKING

This ISA found multiple inventions as follows:

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be searched, the appropriate additional search fees must be paid.

Group I, claim(s) 1-8, drawn to a combustion cylinder with three members having relative thermal expansion coefficients and conductivity.

Group II, claim(s) 9-27 and 45-52, drawn to an internal combustion engine with opposed pistons and having intermediate ports and a jumper connecting an air intake manifold and base compression manifold.

Group III, claim(s) 28-36, drawn to an internal combustion engine with opposed pistons, the claims being drawn to the details of a bearing pack.

Group IV, claims 37-41, drawn to an internal combustion engine with opposed pistons, the claims being drawn to the details of a shaft seal tube.

Group V, claims 42-44, drawn to an internal combustion engine with opposed pistons, the claims being drawn to the details of an air bearing.

The inventions listed as Groups I-V do not relate to a single inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons: The groups are drawn to different, patentably distinct, aspects of an engine with opposed pistons. Engines with opposed pistons are well known in the art, and this common feature does not constitute a patentable distinction. The inventions constitute subcombinations, useable together.

## フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
F 0 2 F 1/16	F 0 2 B 77/00	Q
F 0 2 F 1/24	F 0 2 F 1/16	Z
F 1 6 J 9/00	F 0 2 F 1/24	K
F 1 6 J 10/02	F 1 6 J 9/00	Z
	F 1 6 J 10/02	Z

(81) 指定国 AP(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, N O, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74) 代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72) 発明者 ベバリー, ジーン

アメリカ合衆国, フロリダ 3 3 4 1 8, パーム ビーチ ガーデنز, セブンティシックス  
トレイル ノース 1 5 6 9 6

(72) 発明者 ケルチ, ジョージ

アメリカ合衆国, フロリダ 3 3 4 1 8, パーム ビーチ ガーデنز, サーズトン  
ドライブ 1

(72) 発明者 ミッケルソン, ダニエル シー.

アメリカ合衆国, フロリダ 3 4 9 9 0, パーム シティ, サウスウエスト ライトハウス  
ドライブ 9 5 4

(72) 発明者 ノボトニー, ルドルフ

アメリカ合衆国, フロリダ 3 4 9 9 4, スチュアート, ノースウエスト リバー  
トレイル 1  
8 9 7

(72) 発明者 オズマー, ジェレ

アメリカ合衆国, ノースカロライナ 2 8 7 9 1, ヘンダーソンビル, コールド ストリーム  
ウェイ 1 1 9

(72) 発明者 オーウェン, サム

アメリカ合衆国, フロリダ 3 3 4 1 0, パーム ビーチ ガーデنز, ビーチ アベニュー 1 1  
6 9 2

(72) 発明者 ラニー, ジム

アメリカ合衆国, フロリダ 3 3 4 6 9, テケスタ, カリブビーン コート 1 9 3 1 3

(72) 発明者 セラーズ, ロバート

アメリカ合衆国, フロリダ 3 3 4 1 0, パーム ビーチ ガーデنز, オークウェイ  
サークル  
1 1 0 8 6

(72) 発明者 サイズモア, リック エル.

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 5 0 1, イースト アムハースト, ウェストミンスター  
ドライブ 6 5 9 5

(72) 発明者 カント, ネイル

アメリカ合衆国, フロリダ 3 3 4 0 8, ジュノ ビーチ, アスコット ロード 2 1 2 9

Fターム(参考) 3G024 AA27 AA31 AA33 AA41 DA17 FA00

3J044 AA02 AA09 AA12 AA14 CB34 CB37 CC09 CC16 DA09