

(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2009-525433

(P2009-525433A)

(43) 公表日 平成21年7月9日(2009.7.9)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F02F 5/00 (2006.01)	F02F 5/00	C 3 G 02 3
F02F 3/26 (2006.01)	F02F 5/00	E 3 G 02 4
F02F 1/00 (2006.01)	F02F 3/26	A
F02F 1/24 (2006.01)	F02F 1/00	G
F02F 3/00 (2006.01)	F02F 1/24	B

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 173 頁) 最終頁に続く

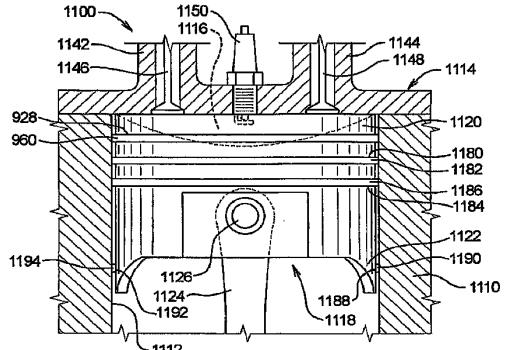
(21) 出願番号	特願2008-553371 (P2008-553371)	(71) 出願人	508233467 リッチ アイディアズ クリエイティッド ホールディング カンパニー インク アメリカ合衆国 ロードアイランド州 O 2813 チャールズタウン ブラックサ イド ドライブ 59
(86) (22) 出願日	平成19年2月1日 (2007.2.1)	(74) 代理人	100079049 弁理士 中島 淳
(85) 翻訳文提出日	平成20年9月30日 (2008.9.30)	(74) 代理人	100084995 弁理士 加藤 和詳
(86) 國際出願番号	PCT/US2007/002879	(74) 代理人	100085279 弁理士 西元 勝一
(87) 國際公開番号	W02007/089924		
(87) 國際公開日	平成19年8月9日 (2007.8.9)		
(31) 優先権主張番号	60/764,429		
(32) 優先日	平成18年2月1日 (2006.2.1)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】内燃機関

(57) 【要約】

エンジンにおいて、非金属製リングの1つ以上の組合せを用いて、プローバイは、実質的になくなり、摩擦は、大幅に低減される。プローバイを実質的になくすことにより、かつ摩擦を低減することにより、いくつかのエンジンパラメータを変えることができる。加えて、プローバイを実質的になくすことにより、かつ摩擦を低減することにより、汚染を低減することができ、燃費を向上させることができ、かつ動力を増加させることができる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

シリンドラ壁を含むシリンドラと、
前記シリンドラ内での往復動のために前記シリンドラ内に配置され、リング溝を含むピストンと、

前記リング溝内に収容され、第1の非金属製リングおよび第2の非金属製リングを含むリングアセンブリであって、前記第1の非金属製リングは、前記第2の非金属製リングを前記シリンドラ壁へ向かって付勢し、その結果、静的力が、前記第1の非金属製リングを介して、前記第2の非金属製リングと前記シリンドラ壁との間の支持領域に加えられ、かつ動的力は、動力行程の間、前記支持領域には加えられない、前記リングアセンブリと、
10
を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項 2】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されていることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 3】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができる特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 4】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 5】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 6】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 7】

前記第2の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 8】

前記第2の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 9】

前記第2の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 10】

前記第2の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 11】

前記第2の非金属製リングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 12】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができる特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 13】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 14】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

10

20

30

40

50

【請求項 15】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項8に記載の内燃機関。

【請求項 16】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができる特徴とする請求項8に記載の内燃機関。

【請求項 17】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項8に記載の内燃機関。

【請求項 18】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項8に記載の内燃機関。

10

【請求項 19】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項8に記載の内燃機関。

【請求項 20】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項9に記載の内燃機関。

【請求項 21】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができる特徴とする請求項9に記載の内燃機関。

20

【請求項 22】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項9に記載の内燃機関。

【請求項 23】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項9に記載の内燃機関。

【請求項 24】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項9に記載の内燃機関。

30

【請求項 25】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項10に記載の内燃機関。

【請求項 26】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができる特徴とする請求項10に記載の内燃機関。

【請求項 27】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項10に記載の内燃機関。

【請求項 28】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項10に記載の内燃機関。

40

【請求項 29】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項10に記載の内燃機関。

【請求項 30】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項11に記載の内燃機関。

【請求項 31】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動す

50

ることができることを特徴とする請求項 1 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 2】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315)の温度に耐えることができるることを特徴とする請求項 1 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3】

前記第 1 の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 1 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4】

前記第 1 の非金属製リングは、バイトン O リング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 1 1 に記載の内燃機関。

10

【請求項 3 5】

前記第 1 の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 1 2 に記載の内燃機関。

【請求項 3 6】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度(約 260)の温度で作動することができるることを特徴とする請求項 1 2 に記載の内燃機関。

【請求項 3 7】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315)の温度に耐えることができるることを特徴とする請求項 1 2 に記載の内燃機関。

【請求項 3 8】

前記第 1 の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 1 2 に記載の内燃機関。

20

【請求項 3 9】

前記第 1 の非金属製リングは、バイトン O リング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 1 2 に記載の内燃機関。

【請求項 4 0】

前記第 1 および第 2 の非金属製リングは、連続的であることを特徴とする請求項 3 3 に記載の内燃機関。

【請求項 4 1】

前記ピストンが第 2 のリング溝を含み、

30

前記第 2 のリング溝内に第 2 のリングアセンブリが収容されており、前記第 2 のリングアセンブリは、第 3 の非金属製リングおよび第 4 の非金属製リングを含み、前記第 3 の非金属製リングは、前記第 4 の非金属製リングを前記シリンドラ壁に向かって付勢し、その結果、静的力が、前記第 3 の非金属製リングを介して、前記第 4 の非金属製リングと前記シリンドラ壁との間の支持領域に加えられることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 2】

前記第 3 の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 3】

前記第 3 の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度(約 260)の温度で作動することができるることを特徴とする請求項 4 1 に記載の内燃機関。

40

【請求項 4 4】

前記第 3 の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315)の温度に耐えることができるることを特徴とする請求項 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 5】

前記第 3 の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 6】

前記第 3 の非金属製リングは、バイトン O リング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 4 1 に記載の内燃機関。

50

【請求項 4 7】

前記第4の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 4 8】

前記第4の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 4 9】

前記第4の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 5 0】

前記第4の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 5 1】

前記第4の非金属製リングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 5 2】

前記第4の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができる特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 5 3】

前記第4の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 5 4】

前記第3および第4のリングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 5 5】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、前記第2のリング溝内に、第1の非金属製ガイドリングが収容されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 5 6】

前記第1の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項55に記載の内燃機関。

【請求項 5 7】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項56に記載の内燃機関。

【請求項 5 8】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項56に記載の内燃機関。

【請求項 5 9】

前記第1の非金属製ガイドリングは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項55に記載の内燃機関。

【請求項 6 0】

前記第1の非金属製ガイドリングは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項55に記載の内燃機関。

【請求項 6 1】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項55に記載の内燃機関。

【請求項 6 2】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項57に記載の内燃機関。

【請求項 6 3】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項58に記載

10

20

30

40

50

の内燃機関。

【請求項 6 4】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項59に記載の内燃機関。

【請求項 6 5】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項60に記載の内燃機関。

【請求項 6 6】

前記ピストンが第3のリング溝を含み、第2の非金属製ガイドリングが、前記第3のリング溝内に収容されることを特徴とする請求項55に記載の内燃機関。 10

【請求項 6 7】

前記第2の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項66に記載の内燃機関。

【請求項 6 8】

前記第2の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項67に記載の内燃機関。

【請求項 6 9】

前記第2の非金属製ガイドリングは、フッ素ポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項67に記載の内燃機関。

【請求項 7 0】

前記第2の非金属製ガイドリングは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項66に記載の内燃機関。 20

【請求項 7 1】

前記第2の非金属製ガイドリングは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項66に記載の内燃機関。

【請求項 7 2】

前記第2の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項66に記載の内燃機関。

【請求項 7 3】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。 30

【請求項 7 4】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 7 5】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項55に記載の内燃機関。

【請求項 7 6】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項66に記載の内燃機関。 40

【請求項 7 7】

前記ピストンが第1のガイドボタン凹部を含み、第1の非金属製ガイドボタンが、前記凹部内に収容されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 7 8】

前記ピストンがスカートを含み、前記第1のガイドボタン凹部が前記スカート内に配置されることを特徴とする請求項77に記載の内燃機関。

【請求項 7 9】

前記ピストンがスカートを含んでいないことを特徴とする請求項77に記載の内燃機関。 50

【請求項 8 0】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項77に記載の内燃機関。

【請求項81】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項80に記載の内燃機関。

【請求項82】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項80に記載の内燃機関。

【請求項83】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項77に記載の内燃機関。 10

【請求項84】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項77に記載の内燃機関。

【請求項85】

前記ピストンが、第2のガイドボタン凹部を含み、第2の非金属製ガイドボタンが、前記第2のガイドボタン凹部に収容されることを特徴とする請求項77に記載の内燃機関。

【請求項86】

前記シリンダは、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。 20

【請求項87】

前記非金属製コーティングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項86に記載の内燃機関。

【請求項88】

前記非金属製コーティングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項86に記載の内燃機関。

【請求項89】

前記非金属製コーティングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項86に記載の内燃機関。

【請求項90】

前記非金属製コーティングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項86に記載の内燃機関。 30

【請求項91】

前記非金属製コーティングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項86に記載の内燃機関。

【請求項92】

前記シリンダ壁を滑らかにするために、オイルは供給されないことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項93】

オイルリングが設けられていないことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。 40

【請求項94】

前記シリンダ壁に接触する非金属製部分を有するオイルリングを含むことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項95】

前記ピストンが凹部を含み、その結果、燃焼室が、前記ピストンのヘッド内に形成されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項96】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、連続的な円弧部を形成することを特徴とする請求項95に記載の内燃機関。

【請求項97】

10

20

30

40

50

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、円錐台形状を形成することを特徴とする請求項 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 9 8】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は、橢円形状であることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 9】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は、橢円形状であることを特徴とする請求項 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 1 0 0】

前記ピストンと協働して燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの部分が平坦であることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。 10

【請求項 1 0 1】

前記ピストンと協働して前記燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの部分が平坦であることを特徴とする請求項 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 1 0 2】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する吸気弁を備え、前記吸気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記吸気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。 20

【請求項 1 0 3】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する排気弁をさらに含み、前記排気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記排気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 1 0 4】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げであることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 1 0 5】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項 1 0 4 に記載の内燃機関。 30

【請求項 1 0 6】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 1 0 7】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 1 0 4 に記載の内燃機関。

【請求項 1 0 8】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項 1 0 7 に記載の内燃機関。 40

【請求項 1 0 9】

前記非金属製コーティングは、0.0254 mm (0.001インチ) 未満の厚さを有することを特徴とする請求項 1 0 8 に記載の内燃機関。

【請求項 1 1 0】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 1 1 1】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 1 1 0 に記載の内燃機関。 50

【請求項 112】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項110に記載の内燃機関。

【請求項 113】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項110に記載の内燃機関。

【請求項 114】

空気または燃料を前記シリンダ内に導入するための吸気弁をさらに含み、前記吸気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 115】

排気ガスを前記シリンダから排出する排気弁をさらに含み、前記排気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 116】

燃焼にさらされるヘッドアセンブリの一部をさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの一部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 117】

前記平坦なヘッドアセンブリが酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項101に記載の内燃機関。

【請求項 118】

前記酸素インジェクタは、酸素を前記燃焼室に注入することを特徴とする請求項117に記載の内燃機関。

【請求項 119】

前記酸素は、酸素タンク内に貯蔵されることを特徴とする請求項118に記載の内燃機関。

【請求項 120】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項118に記載の内燃機関。

【請求項 121】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項120に記載の内燃機関。

【請求項 122】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、実質的に窒素は注入されないことを特徴とする請求項121に記載の内燃機関。

【請求項 123】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は中心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項118に記載の内燃機関。

【請求項 124】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は重心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項118に記載の内燃機関。

【請求項 125】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項123に記載の内燃機関。

【請求項 126】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項125に記載の内燃機関。

【請求項 127】

10

20

30

40

50

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 1 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 1 2 8】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 1 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 1 2 9】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 1 2 4 に記載の内燃機関。 10

【請求項 1 3 0】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 1 2 9 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 1】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 1 2 9 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 2】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 1 2 9 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 3】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタが、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 1 2 3 に記載の内燃機関。 20

【請求項 1 3 4】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 1 3 3 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 5】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタは、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 1 2 4 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 6】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 1 3 5 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 7】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。 30

【請求項 1 3 8】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 9】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 1 4 0】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

。

【請求項 1 4 1】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 1 3 7 に記載の内燃機関。

。

【請求項 1 4 2】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 1 3 7 に記載の内燃機関。

【請求項 1 4 3】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 1 3 8 に記載の内燃機関。

。

【請求項 1 4 4】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 1 3 8 に記載の内燃

50

機関。

【請求項 145】

前記ピストンは、地面と平行な方向に往復動することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 146】

前記ピストンは、第1のピストンヘッドと、第2のピストンヘッドを含むことを特徴とする請求項145に記載の内燃機関。

【請求項 147】

前記第1のピストンヘッドには、第1の燃焼室を形成するために凹所が設けられており、前記第2のピストンヘッドには、第2の燃焼室を形成するために、凹所が設けられることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。10

【請求項 148】

前記第1のピストンヘッドには、前記第2のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項147に記載の内燃機関。

【請求項 149】

前記第1のピストンヘッドと協働して前記第1の燃焼室を形成する第1のヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第1のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項147に記載の内燃機関。

【請求項 150】

前記第2のピストンヘッドと協働して前記第2の燃焼室を形成する第2のヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第2のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項149に記載の内燃機関。20

【請求項 151】

前記第1のピストンヘッドには、前記第2のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項150に記載の内燃機関。

【請求項 152】

ロッドが前記第1のピストンヘッドを通っていることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。

【請求項 153】

第1のピストンが第1の上部を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第1の上部および前記第2の上部が橜円形状であることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。30

【請求項 154】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げであることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。

【請求項 155】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項154に記載の内燃機関。

【請求項 156】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。40

【請求項 157】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項156に記載の内燃機関。

【請求項 158】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項154に記載の内燃機関。

【請求項 159】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項158に記載の内燃機関。50

【請求項 160】

前記非金属製コーティングは、0.0254mm(0.001インチ)未満の厚さを有することを特徴とする請求項159に記載の内燃機関。

【請求項 161】

前記第1のピストンヘッドおよび第2のピストンヘッドは、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。

【請求項 162】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項161に記載の内燃機関。

【請求項 163】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項161に記載の内燃機関。

【請求項 164】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項161に記載の内燃機関。

【請求項 165】

前記第1のヘッドアセンブリが第1の酸素インジェクタを含み、前記第2のヘッドアセンブリが第2の酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項150に記載の内燃機関。

【請求項 166】

前記第1の酸素インジェクタは、酸素を前記第1の燃焼室に注入し、前記第2の酸素インジェクタは、酸素を前記第2の燃焼室に注入することを特徴とする請求項165に記載の内燃機関。

【請求項 167】

前記酸素は、酸素タンクに貯蔵されることを特徴とする請求項166に記載の内燃機関。

【請求項 168】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項166に記載の内燃機関。

【請求項 169】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項168に記載の内燃機関。

【請求項 170】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、窒素は実質的に注入されないことを特徴とする請求項169に記載の内燃機関。

【請求項 171】

前記第1のピストンヘッドが第1の上部を有し、前記第1の上部が中心を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第2の上部が中心を有し、前記第1の酸素インジェクタによって酸素が前記第1の上部の中心に向かって注入され、前記第2の酸素インジェクタによって酸素が前記第2の上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項166に記載の内燃機関。

【請求項 172】

前記第1のピストンヘッドが第1の上部を有し、前記第1の上部が重心を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第2の上部が重心を有し、前記第1の酸素インジェクタによって酸素が前記第1の上部の重心に向かって注入され、前記第2の酸素インジェクタによって酸素が前記第2の上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項166に記載の内燃機関。

【請求項 173】

前記第1の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第2の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項171に記載の内燃機関。

10

20

30

40

50

【請求項 174】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項173に記載の内燃機関。

【請求項 175】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項173に記載の内燃機関。

【請求項 176】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項173に記載の内燃機関。

【請求項 177】

前記第1の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第2の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項172に記載の内燃機関。 10

【請求項 178】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項177に記載の内燃機関。

【請求項 179】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項177に記載の内燃機関。

【請求項 180】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項177に記載の内燃機関。 20

【請求項 181】

前記第1の上部が周辺部を有し、第1の燃料インジェクタが、前記第1の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられる特徴とする請求項171に記載の内燃機関。

【請求項 182】

前記燃料は、360度の噴霧液として、前記第1の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項181に記載の内燃機関。

【請求項 183】

前記第2の上部が周辺部を有し、第2の燃料インジェクタが、前記第2の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられる特徴とする請求項182に記載の内燃機関。 30

【請求項 184】

前記燃料は、360度の噴霧液として、前記第2の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項183に記載の内燃機関。

【請求項 185】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。

【請求項 186】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。

【請求項 187】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。 40

【請求項 188】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。

【請求項 189】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項185に記載の内燃機関。 45

【請求項 190】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項185に記載の内燃

50

機関。

【請求項 191】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項186に記載の内燃機関。

【請求項 192】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項186に記載の内燃機関。

【請求項 193】

前記第1の非金属製リングは、流体静力学的に作動することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 194】

前記第1の非金属製リングは、逆止弁として作動して第2の非金属製リングに圧力を与え、前記支持領域に加わる力に影響を及ぼすようには設計されていないことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 195】

前記第1の非金属製リングは、前記第2の非金属製リングが摩耗するにつれて、前記第2の非金属製リングに前記シリンダ壁への送りを与えることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 196】

前記第1の非金属製リングはバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項195に記載の内燃機関。

【請求項 197】

前記第1の非金属製リングはバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項95に記載の内燃機関。

【請求項 198】

前記第1の非金属製リングはバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項102に記載の内燃機関。

【請求項 199】

前記第1の非金属製リングはバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項110に記載の内燃機関。

【請求項 200】

前記第1の非金属製リングはバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項117に記載の内燃機関。

【請求項 201】

シリンダ壁を含むシリンダと、

前記シリンダ内での往復動のために前記シリンダ内に配置され、リング溝を含むピストンと、

前記リング溝内に収容され、第1の非金属製リングおよび第2の非金属製リングを含むリングアセンブリであって、前記第1の非金属製リングは、前記第2の非金属製リングを前記シリンダ壁へ向かって付勢し、前記ピストンと前記シリンダ壁の間にはギャップが存在し、可変システム圧力が、前記ピストンとシリンダ壁の間に流れ、前記第2の非金属製リングとシリンダ壁の間の支持力が、前記可変システム圧力が増加するにつれて増加しないリングアセンブリと、

を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項 202】

10

20

30

40

50

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項203】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項204】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項205】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。 10

【請求項206】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項207】

前記第2の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項208】

前記第2の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。 20

【請求項209】

前記第2の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)で形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項210】

前記第2の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項211】

前記第2の非金属製リングは、ルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。 30

【請求項212】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項213】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項214】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項215】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項208に記載の内燃機関。 40

【請求項216】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項208に記載の内燃機関。

【請求項217】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項208に記載の内燃機関。

【請求項218】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項208に記載の内燃機関。 50

【請求項 219】

前記第1の非金属製リングは、バイトン〇リング（Viton、登録商標）であることを特徴とする請求項208に記載の内燃機関。

【請求項 220】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項209に記載の内燃機関。

【請求項 221】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度（約260）の温度で作動することができることを特徴とする請求項209に記載の内燃機関。

【請求項 222】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度（約315）の温度に耐えることができることを特徴とする請求項209に記載の内燃機関。

【請求項 223】

前記第1の非金属製リングは、バイトン（Viton、登録商標）で形成されることを特徴とする請求項209に記載の内燃機関。

【請求項 224】

前記第1の非金属製リングは、バイトン〇リング（Viton、登録商標）であることを特徴とする請求項209に記載の内燃機関。

【請求項 225】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項210に記載の内燃機関。

【請求項 226】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度（約260）の温度で作動することができることを特徴とする請求項210に記載の内燃機関。

【請求項 227】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度（約315）の温度に耐えることができることを特徴とする請求項210に記載の内燃機関。

【請求項 228】

前記第1の非金属製リングは、バイトン（Viton、登録商標）で形成されることを特徴とする請求項210に記載の内燃機関。

【請求項 229】

前記第1の非金属製リングは、バイトン〇リング（Viton、登録商標）であることを特徴とする請求項210に記載の内燃機関。

【請求項 230】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項211に記載の内燃機関。

【請求項 231】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度（約260）の温度で作動することができることを特徴とする請求項211に記載の内燃機関。

【請求項 232】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度（約315）の温度に耐えることができることを特徴とする請求項211に記載の内燃機関。

【請求項 233】

前記第1の非金属製リングは、バイトン（Viton、登録商標）で形成されることを特徴とする請求項211に記載の内燃機関。

【請求項 234】

前記第1の非金属製リングは、バイトン〇リング（Viton、登録商標）であることを特徴とする請求項211に記載の内燃機関。

【請求項 235】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする

10

20

30

40

50

請求項 2 1 2 に記載の内燃機関。

【請求項 2 3 6】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度(約 260) の温度で作動することができる特徴とする請求項 2 1 2 に記載の内燃機関。

【請求項 2 3 7】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315) の温度に耐えることができる特徴とする請求項 2 1 2 に記載の内燃機関。

【請求項 2 3 8】

前記第 1 の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 2 1 2 に記載の内燃機関。

10

【請求項 2 3 9】

前記非金属製リングは、バイトン O リング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 2 1 2 に記載の内燃機関。

【請求項 2 4 0】

前記第 1 および第 2 の非金属製リングは、連続的であることを特徴とする請求項 2 3 3 に記載の内燃機関。

【請求項 2 4 1】

前記ピストンが第 2 のリング溝を含み、

前記第 2 のリング溝内に第 2 のリングアセンブリが収容されており、前記第 2 のリングアセンブリは、第 3 の非金属製リングおよび第 4 の非金属製リングを含み、前記第 3 の非金属製リングは、前記第 4 の非金属製リングを前記シリンダ壁に向かって付勢し、その結果、静的力が、前記第 3 の非金属製リングを介して、前記第 4 の非金属製リングと前記シリンダ壁との間の支持領域に加えられることを特徴とする請求項 2 0 1 に記載の内燃機関。

20

【請求項 2 4 2】

前記第 3 の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 2 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 2 4 3】

前記第 3 の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度(約 260) の温度で作動することができる特徴とする請求項 2 4 1 に記載の内燃機関。

30

【請求項 2 4 4】

前記第 3 の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315) の温度に耐えることができる特徴とする請求項 2 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 2 4 5】

前記第 3 の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 2 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 2 4 6】

前記第 3 の非金属製リングは、バイトン O リング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 2 4 1 に記載の内燃機関。

40

【請求項 2 4 7】

前記第 4 の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 2 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 2 4 8】

前記第 4 の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 2 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 2 4 9】

前記第 4 の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)で形成されることを特徴とする請求項 2 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 2 5 0】

前記第 4 の非金属製リングは、テフロンで形成されることを特徴とする請求項 2 4 1 に

50

記載の内燃機関。

【請求項 251】

前記第4の非金属製リングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 252】

前記第4の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができる特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 253】

前記第4の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 254】

前記第3および第4のリングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 255】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、前記第2のリング溝内に、第1の非金属製ガイドリングが収容されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項 256】

前記第1の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項255に記載の内燃機関。

【請求項 257】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項256に記載の内燃機関。

【請求項 258】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項256に記載の内燃機関。

【請求項 259】

前記第1の非金属製ガイドリングは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項255に記載の内燃機関。

【請求項 260】

前記第1の非金属製ガイドリングは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項255に記載の内燃機関。

【請求項 261】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項255に記載の内燃機関。

【請求項 262】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項257に記載の内燃機関。

【請求項 263】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項258に記載の内燃機関。

【請求項 264】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項259に記載の内燃機関。

【請求項 265】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項260に記載の内燃機関。

【請求項 266】

前記ピストンが第3のリング溝を含み、第2の非金属製ガイドリングが、前記第3のリング溝に収容されることを特徴とする請求項255に記載の内燃機関。

【請求項 267】

10

20

30

40

50

前記第2の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項266に記載の内燃機関。

【請求項268】

前記第2の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項267に記載の内燃機関。

【請求項269】

前記第2の非金属製ガイドリングは、フッ素ポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項267に記載の内燃機関。

【請求項270】

前記第2の非金属製ガイドリングは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項266に記載の内燃機関。 10

【請求項271】

前記第2の非金属製ガイドリングは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項266に記載の内燃機関。

【請求項272】

前記第2の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項266に記載の内燃機関。

【請求項273】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。 20

【請求項274】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項275】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項255に記載の内燃機関。

【請求項276】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項266に記載の内燃機関。

【請求項277】

前記ピストンが第1のガイドボタン凹部を含み、第1の非金属製ガイドボタンが、前記凹部内に収容されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。 30

【請求項278】

前記ピストンがスカートを含み、前記第1のガイドボタン凹部が前記スカート内に配置されることを特徴とする請求項277に記載の内燃機関。

【請求項279】

前記ピストンがスカートを含んでいないことを特徴とする請求項277に記載の内燃機関。

【請求項280】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項277に記載の内燃機関。 40

【請求項281】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項280に記載の内燃機関。

【請求項282】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項280に記載の内燃機関。

【請求項283】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項277に記載の内燃機関。 50

【請求項 284】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、ベスペル (Vespel、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項277に記載の内燃機関。

【請求項 285】

前記ピストンが、第2のガイドボタン凹部を含み、第2の非金属製ガイドボタンが、前記第2のガイドボタン凹部に収容されることを特徴とする請求項277に記載の内燃機関。

【請求項 286】

前記シリンドラは、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項 287】

前記非金属製コーティングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項286に記載の内燃機関。

【請求項 288】

前記非金属製コーティングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項286に記載の内燃機関。

【請求項 289】

前記非金属製コーティングは、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) で形成されることを特徴とする請求項286に記載の内燃機関。

【請求項 290】

前記非金属製コーティングは、テフロン (Teflon、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項286に記載の内燃機関。

【請求項 291】

前記非金属製コーティングは、ルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項286に記載の内燃機関。

【請求項 292】

前記シリンドラ壁を滑らかにするために、オイルは供給されないことを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項 293】

オイルリングが設けられていないことを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項 294】

前記シリンドラ壁に接触する非金属製部分を有するオイルリングを含むことを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項 295】

前記ピストンが凹部を含み、その結果、燃焼室が、前記ピストンのヘッド内に形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項 296】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、連続的な円弧部を形成することを特徴とする請求項295に記載の内燃機関。

【請求項 297】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、円錐台形状を形成することを特徴とする請求項295に記載の内燃機関。

【請求項 298】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項 299】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項295に記載の内燃機関。

【請求項 300】

前記ピストンと協働して燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさら

10

20

30

40

50

される前記ヘッドアセンブリの部分が平坦であることを特徴とする請求項 201 に記載の内燃機関。

【請求項 301】

前記ピストンと協働して前記燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの部分が平坦であることを特徴とする請求項 295 に記載の内燃機関。

【請求項 302】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する吸気弁を備え、前記吸気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記吸気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 303】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する排気弁をさらに含み、前記排気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記排気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 304】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げであることを特徴とする請求項 201 に記載の内燃機関。

【請求項 305】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項 304 に記載の内燃機関。

【請求項 306】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 201 に記載の内燃機関。

【請求項 307】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項 306 に記載の内燃機関。

【請求項 308】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 304 に記載の内燃機関。

【請求項 309】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項 308 に記載の内燃機関。

【請求項 310】

前記非金属製コーティングは、0.0254 mm (0.001 インチ) 未満の厚さを有することを特徴とする請求項 309 に記載の内燃機関。

【請求項 311】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 295 に記載の内燃機関。

【請求項 312】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 311 に記載の内燃機関。

【請求項 313】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 311 に記載の内燃機関。

【請求項 314】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 311 に記載の内燃機関。

【請求項 315】

10

20

30

40

50

空気または燃料を前記シリンダ内に導入する吸気弁をさらに含み、前記吸気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項316】

排気ガスを前記シリンダから排出する排気弁をさらに含み、前記排気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項317】

燃焼にさらされるヘッドアセンブリの一部をさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの一部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項318】

前記平坦なヘッドアセンブリが酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項301に記載の内燃機関。

【請求項319】

前記酸素インジェクタは、酸素を前記燃焼室に注入することを特徴とする請求項318に記載の内燃機関。

【請求項320】

前記酸素は、酸素タンク内に貯蔵されることを特徴とする請求項319に記載の内燃機関。

【請求項321】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項319に記載の内燃機関。

【請求項322】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項321に記載の内燃機関。

【請求項323】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、実質的に窒素は注入されないことを特徴とする請求項322に記載の内燃機関。

【請求項324】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は中心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項319に記載の内燃機関。

【請求項325】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は重心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項319に記載の内燃機関。

【請求項326】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項324に記載の内燃機関。

【請求項327】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項326に記載の内燃機関。

【請求項328】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項326に記載の内燃機関。

【請求項329】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項326に記載の内燃機関。

【請求項330】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項325

10

20

30

40

50

に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 1】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 3 3 0 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 2】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 3 3 0 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 3】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 3 3 0 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 4】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタが、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 3 2 4 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 5】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 3 3 4 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 6】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタは、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 3 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 7】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 3 3 6 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 8】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項 2 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 9】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 2 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 0】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 2 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 1】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 2 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 2】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 3 3 8 に記載の内燃機関。

。

【請求項 3 4 3】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 3 3 8 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 4】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 3 3 9 に記載の内燃機関。

。

【請求項 3 4 5】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 3 3 9 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 6】

前記ピストンは、地面と平行な方向に往復動することを特徴とする請求項 2 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 7】

10

20

30

40

50

前記ピストンは、第1のピストンヘッドと、第2のピストンヘッドを含むことを特徴とする請求項346に記載の内燃機関。

【請求項348】

前記第1のピストンヘッドには、第1の燃焼室を形成するために凹所が設けられており、前記第2のピストンヘッドには、第2の燃焼室を形成するために凹所が設けられていることを特徴とする請求項347に記載の内燃機関。

【請求項349】

前記第1のピストンヘッドには、前記第2のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項348に記載の内燃機関。

【請求項350】

前記第1のピストンヘッドと協働して前記第1の燃焼室を形成する第1のヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第1のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項348に記載の内燃機関。

【請求項351】

前記第2のピストンヘッドと協働して前記第2の燃焼室を形成する第2のヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第2のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項350に記載の内燃機関。

【請求項352】

前記第1のピストンヘッドには、前記第2のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項351に記載の内燃機関。

【請求項353】

ロッドが前記第1のピストンヘッドを通っていることを特徴とする請求項347に記載の内燃機関。

【請求項354】

第1のピストンが第1の上部を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第1の上部および前記第2の上部が橢円形状であることを特徴とする請求項347に記載の内燃機関。

【請求項355】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げであることを特徴とする請求項347に記載の内燃機関。

【請求項356】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項355に記載の内燃機関。

【請求項357】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項347に記載の内燃機関。

【請求項358】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項357に記載の内燃機関。

【請求項359】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項355に記載の内燃機関。

【請求項360】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項359に記載の内燃機関。

【請求項361】

前記非金属製コーティングは、0.0254mm(0.001インチ)未満の厚さを有することを特徴とする請求項360に記載の内燃機関。

【請求項362】

前記第1のピストンヘッドおよび第2のピストンヘッドは、酸素に対する触媒で被覆さ

10

20

30

40

50

れることを特徴とする請求項 3 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 3 6 3】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 3 6 2 に記載の内燃機関。

【請求項 3 6 4】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 3 6 2 に記載の内燃機関。

【請求項 3 6 5】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 3 6 2 に記載の内燃機関。

【請求項 3 6 6】

前記第 1 のヘッドアセンブリが第 1 の酸素インジェクタを含み、前記第 2 のヘッドアセンブリが第 2 の酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項 3 5 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 6 7】

前記第 1 の酸素インジェクタは、酸素を前記第 1 の燃焼室に注入し、前記第 2 の酸素インジェクタは、酸素を前記第 2 の燃焼室に注入することを特徴とする請求項 3 6 6 に記載の内燃機関。

【請求項 3 6 8】

前記酸素は、酸素タンクに貯蔵されることを特徴とする請求項 3 6 7 に記載の内燃機関。

【請求項 3 6 9】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項 3 6 7 に記載の内燃機関。

【請求項 3 7 0】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項 3 6 9 に記載の内燃機関。

【請求項 3 7 1】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、窒素は実質的に注入されないことを特徴とする請求項 3 7 0 に記載の内燃機関。

【請求項 3 7 2】

前記第 1 のピストンヘッドが第 1 の上部を有し、前記第 1 の上部が中心を有し、前記第 2 のピストンヘッドが第 2 の上部を有し、前記第 2 の上部が中心を有し、前記第 1 の酸素インジェクタによって酸素が前記第 1 の上部の中心に向かって注入され、前記第 2 の酸素インジェクタによって酸素が前記第 2 の上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項 3 6 7 に記載の内燃機関。

【請求項 3 7 3】

前記第 1 のピストンヘッドが第 1 の上部を有し、前記第 1 の上部が重心を有し、前記第 2 のピストンヘッドが第 2 の上部を有し、前記第 2 の上部が重心を有し、前記第 1 の酸素インジェクタによって酸素が前記第 1 の上部の重心に向かって注入され、前記第 2 の酸素インジェクタによって酸素が前記第 2 の上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項 3 6 7 に記載の内燃機関。

【請求項 3 7 4】

前記第 1 の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第 2 の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項 3 7 2 に記載の内燃機関。

【請求項 3 7 5】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 3 7 4 に記載の内燃機関。

【請求項 3 7 6】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 3 7 4 に記載の内燃機

10

20

30

40

50

関。

【請求項 3 7 7】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 3 7 4 に記載の内燃機関。

【請求項 3 7 8】

前記第 1 の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第 2 の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項 3 7 3 に記載の内燃機関。

【請求項 3 7 9】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 3 7 8 に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 0】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 3 7 8 に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 1】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 3 7 8 に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 2】

前記第 1 の上部が周辺部を有し、第 1 の燃料インジェクタが、前記第 1 の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 3 7 2 に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 3】

前記燃料は、360 度の噴霧液として、前記第 1 の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 3 8 2 に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 4】

前記第 2 の上部が周辺部を有し、第 2 の燃料インジェクタが、前記第 2 の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 3 8 3 に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 5】

前記燃料は、360 度の噴霧液として、前記第 2 の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 3 8 4 に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 6】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項 3 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 7】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 3 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 8】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 3 4 7 に記載の内燃機関。

。

【請求項 3 8 9】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 3 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 0】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 3 8 6 に記載の内燃機関。

。

【請求項 3 9 1】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 3 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 2】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 3 8 7 に記載の内燃機関。

。

【請求項 3 9 3】

10 20 30 40 50

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 3 8 7 に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 4】

前記第 1 の非金属製リングは、流体静力学的に作動することを特徴とする請求項 2 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 5】

前記第 1 の非金属製リングは、逆止弁として作動して第 2 の非金属製リングに圧力を与え、前記支持領域に加わる力に影響を及ぼすようには設計されていないことを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 6】

前記第 1 の非金属製リングは、前記第 2 の非金属製リングが摩耗するにつれて、前記第 2 の非金属製リングに前記シリンダ壁への送りを与えることを特徴とする請求項 2 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 7】

前記第 1 の非金属製リングはバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第 2 の非金属製リングはルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 3 9 6 に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 8】

前記第 1 の非金属製リングはバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第 2 の非金属製リングはルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 2 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 9】

前記第 1 の非金属製リングはバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第 2 の非金属製リングはルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 3 0 2 に記載の内燃機関。

【請求項 4 0 0】

前記第 1 の非金属製リングはバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第 2 の非金属製リングはルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 3 1 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 0 1】

シリンダ壁を含むシリンダと、

前記シリンダ内での往復動のために前記シリンダ内に配置され、リング溝を含むピストンと、

前記リング溝内に収容され、第 1 の非金属製リングおよび第 2 の非金属製リングを含むリングアセンブリであって、前記第 1 の非金属製リングは、前記第 2 の非金属製リングを前記シリンダ壁へ向かって付勢し、前記第 2 の非金属製リングは前記シリンダ壁に接触し、前記第 2 の非金属製リングは、前記シリンダ壁に近接する前部を有し、前記第 2 の非金属製リングは、前記シリンダ壁から遠位の後部を有し、前記第 2 の非金属製リングの前部は、ある高さを有し、前記第 2 の非金属製リングの後部は、ある高さを有し、および前記第 2 の非金属製リングの前部の高さは、前記第 2 の非金属製リングの後部の高さと実質的に等しい、リングアセンブリと、

を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項 4 0 2】

前記第 1 の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 0 3】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度 (約 260) の温度で作動することができる特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 0 4】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度 (約 315) の温度に耐える

10

20

30

40

50

ことができる特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 405】

前記第1の非金属製リングは、バイトン (Viton、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 406】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング (Viton、登録商標) であることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 407】

前記第2の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 408】

前記第2の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 409】

前記第2の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) で形成されることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 410】

前記第2の非金属製リングは、テフロン (登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 411】

前記第2の非金属製リングは、ルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 412】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度 (約 260) の温度で作動することができる特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 413】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度 (約 315) の温度に耐えることができる特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 414】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 415】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 408 に記載の内燃機関。

【請求項 416】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度 (約 260) の温度で作動することができる特徴とする請求項 408 に記載の内燃機関。

【請求項 417】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度 (約 315) の温度に耐えることができる特徴とする請求項 408 に記載の内燃機関。

【請求項 418】

前記第1の非金属製リングは、バイトン (Viton、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 408 に記載の内燃機関。

【請求項 419】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング (Viton、登録商標) であることを特徴とする請求項 408 に記載の内燃機関。

【請求項 420】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 409 に記載の内燃機関。

【請求項 421】

10

20

30

40

50

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項409に記載の内燃機関。

【請求項422】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項409に記載の内燃機関。

【請求項423】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項409に記載の内燃機関。

【請求項424】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項409に記載の内燃機関。 10

【請求項425】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項410に記載の内燃機関。

【請求項426】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項410に記載の内燃機関。

【請求項427】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項410に記載の内燃機関。 20

【請求項428】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項410に記載の内燃機関。

【請求項429】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項410に記載の内燃機関。

【請求項430】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項411に記載の内燃機関。

【請求項431】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項411に記載の内燃機関。 30

【請求項432】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項411に記載の内燃機関。

【請求項433】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項411に記載の内燃機関。

【請求項434】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項411に記載の内燃機関。 40

【請求項435】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項412に記載の内燃機関。

【請求項436】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項412に記載の内燃機関。

【請求項437】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項412に記載の内燃機関。 50

【請求項 4 3 8】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項4 1 2に記載の内燃機関。

【請求項 4 3 9】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項4 1 2に記載の内燃機関。

【請求項 4 4 0】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的であることを特徴とする請求項4 3 3に記載の内燃機関。

【請求項 4 4 1】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、

前記第2のリング溝内に第2のリングアセンブリが収容されており、前記第2のリングアセンブリは、第3の非金属製リングおよび第4の非金属製リングを含み、前記第3の非金属製リングは、前記第4の非金属製リングを前記シリンダ壁に向かって付勢し、その結果、静的力が、前記第3の非金属製リングを介して、前記第4の非金属製リングと前記シリンダ壁との間の支持領域に加えられることを特徴とする請求項4 0 1に記載の内燃機関。

【請求項 4 4 2】

前記第3の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項4 4 1に記載の内燃機関。

【請求項 4 4 3】

前記第3の非金属製リングは、少なくとも華氏5 0 0 度(約2 6 0)の温度で作動することができることを特徴とする請求項4 4 1に記載の内燃機関。

【請求項 4 4 4】

前記第3の非金属製リングは、少なくとも華氏6 0 0 度(約3 1 5)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項4 4 1に記載の内燃機関。

【請求項 4 4 5】

前記第3の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項4 4 1に記載の内燃機関。

【請求項 4 4 6】

前記第3の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項4 4 1に記載の内燃機関。

【請求項 4 4 7】

前記第4の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項4 4 1に記載の内燃機関。

【請求項 4 4 8】

前記第4の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項4 4 1に記載の内燃機関。

【請求項 4 4 9】

前記第4の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)で形成されることを特徴とする請求項4 4 1に記載の内燃機関。

【請求項 4 5 0】

前記第4の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項4 4 1に記載の内燃機関。

【請求項 4 5 1】

前記第4の非金属製リングは、ルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項4 4 1に記載の内燃機関。

【請求項 4 5 2】

前記第4の非金属製リングは、少なくとも華氏5 0 0 度(約2 6 0)の温度で作動することができることを特徴とする請求項4 4 1に記載の内燃機関。

10

20

30

40

50

【請求項 4 5 3】

前記第4の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項 4 5 4】

前記第3および第4のリングは、連続的なリングである特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項 4 5 5】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、前記第2のリング溝内に、第1の非金属製ガイドリングが収容されることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項 4 5 6】

前記第1の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項455に記載の内燃機関。

10

【請求項 4 5 7】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項456に記載の内燃機関。

【請求項 4 5 8】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項456に記載の内燃機関。

20

【請求項 4 5 9】

前記第1の非金属製ガイドリングは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項455に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 0】

前記第1の非金属製ガイドリングは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項455に記載の内燃機関。

30

【請求項 4 6 1】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項455に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 2】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項457に記載の内燃機関。

30

【請求項 4 6 3】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項458に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 4】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項459に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 5】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項460に記載の内燃機関。

40

【請求項 4 6 6】

前記ピストンが第3のリング溝を含み、第2の非金属製ガイドリングが、前記第3のリング溝に収容されることを特徴とする請求項455に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 7】

前記第2の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項466に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 8】

前記第2の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項467に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 9】

前記第2の非金属製ガイドリングは、フッ素ポリマー材料で形成されることを特徴とす

50

る請求項 4 6 7 に記載の内燃機関。

【請求項 4 7 0】

前記第 2 の非金属製ガイドリングは、メルディン (M e l d i n 、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 4 6 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 7 1】

前記第 2 の非金属製ガイドリングは、ベスペル (V e s p e l 、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 4 6 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 7 2】

前記第 2 の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項 4 6 6 に記載の内燃機関。

10

【請求項 4 7 3】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 7 4】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項 4 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 7 5】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項 4 5 5 に記載の内燃機関。

20

【請求項 4 7 6】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項 4 6 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 7 7】

前記ピストンが第 1 のガイドボタン凹部を含み、第 1 の非金属製ガイドボタンが、前記凹部内に収容されることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 7 8】

前記ピストンがスカートを含み、前記第 1 のガイドボタン凹部が前記スカート内に配置されることを特徴とする請求項 4 7 7 に記載の内燃機関。

【請求項 4 7 9】

前記ピストンがスカートを含んでいないことを特徴とする請求項 4 7 7 に記載の内燃機関。

30

【請求項 4 8 0】

前記第 1 の非金属製ガイドボタンは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項 4 7 7 に記載の内燃機関。

【請求項 4 8 1】

前記第 1 の非金属製ガイドボタンは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 4 8 0 に記載の内燃機関。

【請求項 4 8 2】

前記第 1 の非金属製ガイドボタンは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 4 8 0 に記載の内燃機関。

40

【請求項 4 8 3】

前記第 1 の非金属製ガイドボタンは、メルディン (M e l d i n 、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 4 7 7 に記載の内燃機関。

【請求項 4 8 4】

前記第 1 の非金属製ガイドボタンは、ベスペル (V e s p e l 、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 4 7 7 に記載の内燃機関。

【請求項 4 8 5】

前記ピストンが、第 2 のガイドボタン凹部を含み、第 2 の非金属製ガイドボタンが、前記第 2 のガイドボタン凹部に収容されることを特徴とする請求項 4 7 7 に記載の内燃機関。

50

【請求項 4 8 6】

前記シリンダは、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 8 7】

前記非金属製コーティングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 4 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 8 8】

前記非金属製コーティングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 4 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 8 9】

前記非金属製コーティングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項 4 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 0】

前記非金属製コーティングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 4 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 1】

前記非金属製コーティングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項 4 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 2】

前記シリンダ壁を滑らかにするために、オイルは供給されないことを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 3】

オイルリングが設けられていないことを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 4】

前記シリンダ壁に接触する非金属製部分を有するオイルリングを含むことを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 5】

前記ピストンが凹部を含み、その結果、燃焼室が、前記ピストンのヘッド内に形成されることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 6】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、連続的な円弧部を形成することを特徴とする請求項 4 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 7】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、概して円錐台形状を形成することを特徴とする請求項 4 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 8】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 9】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 4 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 5 0 0】

前記ピストンと協働して燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 0 1】

前記ピストンと協働して前記燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 4 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 5 0 2】

10

20

30

40

50

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する吸気弁を備え、前記吸気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記吸気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項503】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する排気弁をさらに含み、前記排気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記排気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項504】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げであることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項505】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項504に記載の内燃機関。

【請求項506】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項507】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項506に記載の内燃機関。

【請求項508】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項504に記載の内燃機関。

【請求項509】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項508に記載の内燃機関。

【請求項510】

前記非金属製コーティングは、0.0254mm(0.001インチ)未満の厚さを有することを特徴とする請求項509に記載の内燃機関。

【請求項511】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項495に記載の内燃機関。

【請求項512】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項511に記載の内燃機関。

【請求項513】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項511に記載の内燃機関。

【請求項514】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項511に記載の内燃機関。

【請求項515】

空気または燃料を前記シリンダ内に導入できるようにするための吸気弁をさらに含み、前記吸気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項516】

排気ガスが前記シリンダから出ることを可能にする排気弁をさらに含み、前記排気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

10

20

30

40

50

【請求項 5 1 7】

燃焼にさらされるヘッドアセンブリの一部をさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの一部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 1 8】

前記平坦なヘッドアセンブリが酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項 5 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 1 9】

前記酸素インジェクタは、酸素を前記燃焼室に注入することを特徴とする請求項 5 1 8 に記載の内燃機関。

10

【請求項 5 2 0】

前記酸素は、酸素タンク内に貯蔵されることを特徴とする請求項 5 1 9 に記載の内燃機関。

【請求項 5 2 1】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項 5 1 9 に記載の内燃機関。

20

【請求項 5 2 2】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項 5 2 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 2 3】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、実質的に窒素は注入されないことを特徴とする請求項 5 2 2 に記載の内燃機関。

【請求項 5 2 4】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は中心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項 5 1 9 に記載の内燃機関。

30

【請求項 5 2 5】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は重心を有し、前記酸素は、前記ピストンの重心に向かって注入されることを特徴とする請求項 5 1 9 に記載の内燃機関。

【請求項 5 2 6】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 5 2 4 に記載の内燃機関。

【請求項 5 2 7】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 5 2 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 2 8】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 5 2 6 に記載の内燃機関。

40

【請求項 5 2 9】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 5 2 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 0】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 5 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 1】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 5 3 0 に記載の内燃機関。

50

【請求項 5 3 2】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 5 3 0 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 3】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 5 3 0 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 4】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタが、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 5 2 4 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 5】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 5 3 4 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 6】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタは、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 5 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 7】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 5 3 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 8】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 9】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 0】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 1】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 2】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 5 3 8 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 3】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 5 3 8 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 4】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 5 3 9 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 5】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 5 3 9 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 6】

前記ピストンは、地面と平行な方向に往復動することを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 7】

前記ピストンは、第1のピストンヘッドと、第2のピストンヘッドを含むことを特徴とする請求項 5 4 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 8】

前記第1のピストンヘッドには、第1の燃焼室を形成するために凹所が設けられており、前記第2のピストンヘッドには、第2の燃焼室を形成するために凹所が設けられていることを特徴とする請求項 5 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 9】

10

20

30

40

50

前記第1のピストンヘッドには、前記第2のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項548に記載の内燃機関。

【請求項550】

前記第1のピストンヘッドと協働して前記第1の燃焼室を形成する第1のヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第1のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項548に記載の内燃機関。

【請求項551】

前記第2のピストンヘッドと協働して前記第2の燃焼室を形成する第2のヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第2のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項550に記載の内燃機関。

10

【請求項552】

前記第1のピストンヘッドには、前記第2のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項551に記載の内燃機関。

【請求項553】

ロッドが前記第1のピストンヘッドを通っていることを特徴とする請求項547に記載の内燃機関。

【請求項554】

第1のピストンが第1の上部を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第1の上部および前記第2の上部が橢円形状であることを特徴とする請求項547に記載の内燃機関。

20

【請求項555】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項547に記載の内燃機関。

【請求項556】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項555に記載の内燃機関。

30

【請求項557】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項547に記載の内燃機関。

【請求項558】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項557に記載の内燃機関。

【請求項559】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項555に記載の内燃機関。

【請求項560】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項559に記載の内燃機関。

【請求項561】

前記非金属製コーティングは、0.0254mm(0.001インチ)未満の厚さを有することを特徴とする請求項560に記載の内燃機関。

40

【請求項562】

前記第1のピストンヘッドおよび第2のピストンヘッドは、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項547に記載の内燃機関。

【請求項563】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項562に記載の内燃機関。

【請求項564】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項562に記載の内燃機関。

50

【請求項 5 6 5】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 5 6 2 に記載の内燃機関。

【請求項 5 6 6】

前記第 1 のヘッドアセンブリが第 1 の酸素インジェクタを含み、前記第 2 のヘッドアセンブリが第 2 の酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項 5 5 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 6 7】

前記第 1 の酸素インジェクタは、酸素を前記第 1 の燃焼室に注入し、前記第 2 の酸素インジェクタは、酸素を前記第 2 の燃焼室に注入することを特徴とする請求項 5 6 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 6 8】

前記酸素は、酸素タンクに貯蔵されることを特徴とする請求項 5 6 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 6 9】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項 5 6 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 0】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項 5 6 9 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 1】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、窒素は実質的に注入されないことを特徴とする請求項 5 7 0 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 2】

前記第 1 のピストンヘッドが第 1 の上部を有し、前記第 1 の上部が中心を有し、前記第 2 のピストンヘッドが第 2 の上部を有し、前記第 2 の上部が中心を有し、前記第 1 の酸素インジェクタによって酸素が前記第 1 の上部の中心に向かって注入され、前記第 2 の酸素インジェクタによって酸素が前記第 2 の上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項 5 6 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 3】

前記第 1 のピストンヘッドが第 1 の上部を有し、前記第 1 の上部が重心を有し、前記第 2 のピストンヘッドが第 2 の上部を有し、前記第 2 の上部が重心を有し、前記第 1 の酸素インジェクタによって酸素が前記第 1 の上部の重心に向かって注入され、前記第 2 の酸素インジェクタによって酸素が前記第 2 の上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項 5 6 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 4】

前記第 1 の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第 2 の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項 5 7 2 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 5】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 5 7 4 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 6】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 5 7 4 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 7】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 5 7 4 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 8】

前記第 1 の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第 2 の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項 5 7 3 に記載の内燃機関。

10

20

30

40

50

【請求項 5 7 9】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 5 7 8 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 0】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 5 7 8 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 1】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 5 7 8 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 2】

前記第 1 の上部が周辺部を有し、第 1 の燃料インジェクタが、前記第 1 の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられる特徴とする請求項 5 7 2 に記載の内燃機関。 10

【請求項 5 8 3】

前記燃料は、360 度の噴霧液として、前記第 1 の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 5 8 2 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 4】

前記第 2 の上部が周辺部を有し、第 2 の燃料インジェクタが、前記第 2 の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられる特徴とする請求項 5 8 3 に記載の内燃機関。 20

【請求項 5 8 5】

前記燃料は、360 度の噴霧液として、前記第 2 の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 5 8 4 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 6】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項 5 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 7】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 5 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 8】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 5 4 7 に記載の内燃機関。 30

【請求項 5 8 9】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 5 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 0】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 5 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 1】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 5 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 2】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 5 8 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 3】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 5 8 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 4】

前記第 1 の非金属製リングは、流体静力学的に作動することを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 5】

前記第 1 の非金属製リングは、逆止弁として作動して、第 2 の非金属製リングに圧力を

10

20

30

40

50

与え、前記支持領域に加わる力に影響を及ぼすようには設計されていないことを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 596】

前記第1の非金属製リングは、前記第2の非金属製リングが摩耗するにつれて、前記第2の非金属製リングに前記シリンダ壁への送りを与えることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 597】

前記第1の非金属製リングはバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 596 に記載の内燃機関。

10

【請求項 598】

前記第1の非金属製リングはバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 596 に記載の内燃機関。

【請求項 599】

前記第1の非金属製リングはバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 596 に記載の内燃機関。

20

【請求項 600】

前記第1の非金属製リングはバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 596 に記載の内燃機関。

【請求項 601】

シリンダ壁を含むシリンダと、
前記シリンダ内での往復動のために前記シリンダ内に配置され、リング溝を含むピストンと、

前記リング溝内に収容され、第1の非金属製リングおよび第2の非金属製リングを含むリングアセンブリであって、前記第1の非金属製リングは、前記第2の非金属製リングを前記シリンダ壁へ向かって付勢し、前記第2の非金属製リングは前記シリンダ壁に接触し、前記リング溝は、前記シリンダ壁に近接する前部を有し、前記リング溝は、前記シリンダ壁から遠位の後部を有し、前記リング溝は、その前部と後部の間に少なくともある高さを有し、前記第2の非金属製リングは、前記シリンダ壁に近接する前部を有し、前記第2の非金属製リングは、前記シリンダ壁から遠位の後部を有し、前記第2の非金属製リングは、その前部と後部の間に少なくともある高さを有し、前記リング溝の高さおよび前記第2の非金属製リングの高さは、少なくともある位置において等しい、リングアセンブリと、

30

を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項 602】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

40

【請求項 603】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度 (約 260) の温度で作動することができる特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 604】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度 (約 315) の温度に耐えることができる特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 605】

前記第1の非金属製リングは、バイトン (Viton、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 606】

50

前記第1の非金属製リングは、バイトン〇リング（Viton、登録商標）であることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項607】

前記第2の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項608】

前記第2の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項609】

前記第2の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）で形成されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。 10

【請求項610】

前記第2の非金属製リングは、テフロン（登録商標）で形成されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項611】

前記第2の非金属製リングは、ルーロン（Rulon、商標）で形成されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項612】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏500度（約260）の温度で作動することができるることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。 20

【請求項613】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏600度（約315）の温度に耐えることができるることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項614】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項615】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項608に記載の内燃機関。

【請求項616】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度（約260）の温度で作動することができるることを特徴とする請求項608に記載の内燃機関。 30

【請求項617】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度（約315）の温度に耐えることができるることを特徴とする請求項608に記載の内燃機関。

【請求項618】

前記第1の非金属製リングは、バイトン（Viton、登録商標）で形成されることを特徴とする請求項608に記載の内燃機関。

【請求項619】

前記第1の非金属製リングは、バイトン〇リング（Viton、登録商標）であることを特徴とする請求項608に記載の内燃機関。 40

【請求項620】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項609に記載の内燃機関。

【請求項621】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度（約260）の温度で作動することができるることを特徴とする請求項609に記載の内燃機関。

【請求項622】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度（約315）の温度に耐えることができるることを特徴とする請求項609に記載の内燃機関。 50

【請求項 6 2 3】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 6 0 9 に記載の内燃機関。

【請求項 6 2 4】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 6 0 9 に記載の内燃機関。

【請求項 6 2 5】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 6 1 0 に記載の内燃機関。

【請求項 6 2 6】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 5 0 0 度(約 2 6 0)の温度で作動することができる特徴とする請求項 6 1 0 に記載の内燃機関。

【請求項 6 2 7】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 6 0 0 度(約 3 1 5)の温度に耐えることができる特徴とする請求項 6 1 0 に記載の内燃機関。

【請求項 6 2 8】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 6 1 0 に記載の内燃機関。

【請求項 6 2 9】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 6 1 0 に記載の内燃機関。

【請求項 6 3 0】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 6 1 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 3 1】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 5 0 0 度(約 2 6 0)の温度で作動することができる特徴とする請求項 6 1 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 3 2】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 6 0 0 度(約 3 1 5)の温度に耐えることができる特徴とする請求項 6 1 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 3 3】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 6 1 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 3 4】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 6 1 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 3 5】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 6 1 2 に記載の内燃機関。

【請求項 6 3 6】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 5 0 0 度(約 2 6 0)の温度で作動することができる特徴とする請求項 6 1 2 に記載の内燃機関。

【請求項 6 3 7】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 6 0 0 度(約 3 1 5)の温度に耐えることができる特徴とする請求項 6 1 2 に記載の内燃機関。

【請求項 6 3 8】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 6 1 2 に記載の内燃機関。

【請求項 6 3 9】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であること

10

20

30

40

50

を特徴とする請求項 6 1 2 に記載の内燃機関。

【請求項 6 4 0】

前記第 1 および第 2 の非金属製リングは、連続的であることを特徴とする請求項 6 3 3 に記載の内燃機関。

【請求項 6 4 1】

前記ピストンが第 2 のリング溝を含み、

前記第 2 のリング溝内に第 2 のリングアセンブリが収容されており、前記第 2 のリングアセンブリは、第 3 の非金属製リングおよび第 4 の非金属製リングを含み、前記第 3 の非金属製リングは、前記第 4 の非金属製リングを前記シリンドラ壁に向かって付勢し、その結果、静的力が、前記第 3 の非金属製リングを介して、前記第 4 の非金属製リングと前記シリンドラ壁との間の支持領域に加えられることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。
10

【請求項 6 4 2】

前記第 3 の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 4 3】

前記第 3 の非金属製リングは、少なくとも華氏 5 0 0 度(約 2 6 0) の温度で作動することができることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 4 4】

前記第 3 の非金属製リングは、少なくとも華氏 6 0 0 度(約 3 1 5) の温度に耐えることができることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。
20

【請求項 6 4 5】

前記第 3 の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 4 6】

前記第 3 の非金属製リングは、バイトン O リング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。
30

【請求項 6 4 7】

前記第 4 の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 4 8】

前記第 4 の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 4 9】

前記第 4 の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)で形成されることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 0】

前記第 4 の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。
40

【請求項 6 5 1】

前記第 4 の非金属製リングは、ルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 2】

前記第 4 の非金属製リングは、少なくとも華氏 5 0 0 度(約 2 6 0) の温度で作動することができることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 3】

前記第 4 の非金属製リングは、少なくとも華氏 6 0 0 度(約 3 1 5) の温度に耐えることができることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 4】

前記第 3 および第 4 のリングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項 6 4 1
50

に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 5】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、前記第2のリング溝内に、第1の非金属製ガイドリングが収容されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 6】

前記第1の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項655に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 7】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項656に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 8】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項656に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 9】

前記第1の非金属製ガイドリングは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項655に記載の内燃機関。

【請求項 6 6 0】

前記第1の非金属製ガイドリングは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項655に記載の内燃機関。

【請求項 6 6 1】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項655に記載の内燃機関。

【請求項 6 6 2】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項657に記載の内燃機関。

【請求項 6 6 3】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項658に記載の内燃機関。

【請求項 6 6 4】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項659に記載の内燃機関。

【請求項 6 6 5】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項660に記載の内燃機関。

【請求項 6 6 6】

前記ピストンが第3のリング溝を含み、第2の非金属製ガイドリングが、前記第3のリング溝に収容されることを特徴とする請求項655に記載の内燃機関。

【請求項 6 6 7】

前記第2の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項666に記載の内燃機関。

【請求項 6 6 8】

前記第2の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項667に記載の内燃機関。

【請求項 6 6 9】

前記第2の非金属製ガイドリングは、フッ素ポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項667に記載の内燃機関。

【請求項 6 7 0】

前記第2の非金属製ガイドリングは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項666に記載の内燃機関。

【請求項 6 7 1】

10

20

30

40

50

前記第2の非金属製ガイドリングは、ベスペル(V e s p e l 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項666に記載の内燃機関。

【請求項672】

前記第2の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項666に記載の内燃機関。

【請求項673】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項674】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項641に記載の内燃機関。 10

【請求項675】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項655に記載の内燃機関。

【請求項676】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項666に記載の内燃機関。

【請求項677】

前記ピストンが第1のガイドボタン凹部を含み、第1の非金属製ガイドボタンが、前記凹部内に収容されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。 20

【請求項678】

前記ピストンがスカートを含み、前記第1のガイドボタン凹部が前記スカート内に配置されることを特徴とする請求項677に記載の内燃機関。

【請求項679】

前記ピストンがスカートを含んでいないことを特徴とする請求項677に記載の内燃機関。

【請求項680】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項677に記載の内燃機関。

【請求項681】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項680に記載の内燃機関。 30

【請求項682】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項680に記載の内燃機関。

【請求項683】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、メルディン(M e l d i n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項677に記載の内燃機関。

【請求項684】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、ベスペル(V e s p e l 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項677に記載の内燃機関。 40

【請求項685】

前記ピストンが、第2のガイドボタン凹部を含み、第2の非金属製ガイドボタンが、前記第2のガイドボタン凹部に収容されることを特徴とする請求項677に記載の内燃機関。

【請求項686】

前記シリンダは、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項687】

前記非金属製コーティングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項6 50

8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 6 8 8】

前記非金属製コーティングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 6 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 6 8 9】

前記非金属製コーティングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項 6 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 6 9 0】

前記非金属製コーティングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 6 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 6 9 1】

前記非金属製コーティングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項 6 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 6 9 2】

前記シリンダ壁を滑らかにするために、オイルは供給されないことを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 9 3】

オイルリングが設けられていないことを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 9 4】

前記シリンダ壁に接触する非金属製部分を有するオイルリングを含むことを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 9 5】

前記ピストンが凹部を含み、その結果、燃焼室が、前記ピストンのヘッド内に形成されることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 9 6】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、連続的な円弧部を形成することを特徴とする請求項 6 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 6 9 7】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、概して円錐台形状を形成することを特徴とする請求項 6 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 6 9 8】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 9 9】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 6 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 7 0 0】

前記ピストンと協働して燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 0 1】

前記ピストンと協働して前記燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 6 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 7 0 2】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する吸気弁を備え、前記吸気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記吸気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 0 3】

10

20

30

40

50

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する排気弁をさらに含み、前記排気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記排気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 704】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 705】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項 704 に記載の内燃機関。 10

【請求項 706】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 707】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項 706 に記載の内燃機関。

【請求項 708】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 704 に記載の内燃機関。

【請求項 709】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項 708 に記載の内燃機関。 20

【請求項 710】

前記非金属製コーティングは、0.0254 mm (0.001インチ) 未満の厚さを有することを特徴とする請求項 709 に記載の内燃機関。

【請求項 711】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 695 に記載の内燃機関。

【請求項 712】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 711 に記載の内燃機関。 30

【請求項 713】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 711 に記載の内燃機関。

【請求項 714】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 711 に記載の内燃機関。

【請求項 715】

空気または燃料を前記シリンダ内に導入できるようにするための吸気弁をさらに含み、前記吸気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。 40

【請求項 716】

排気ガスが前記シリンダから出ることを可能にする排気弁をさらに含み、前記排気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 717】

燃焼にさらされるヘッドアセンブリの一部をさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの一部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 718】

10

20

30

40

50

前記平坦なヘッドアセンブリが酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項 701 に記載の内燃機関。

【請求項 719】

前記酸素インジェクタは、酸素を前記燃焼室に注入することを特徴とする請求項 718 に記載の内燃機関。

【請求項 720】

前記酸素は、酸素タンク内に貯蔵されることを特徴とする請求項 719 に記載の内燃機関。

【請求項 721】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項 719 に記載の内燃機関。 10

【請求項 722】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項 721 に記載の内燃機関。

【請求項 723】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、実質的に窒素は注入されないことを特徴とする請求項 722 に記載の内燃機関。

【請求項 724】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は中心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項 719 に記載の内燃機関。 20

【請求項 725】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は重心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項 719 に記載の内燃機関。

【請求項 726】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 724 に記載の内燃機関。

【請求項 727】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 726 に記載の内燃機関。 30

【請求項 728】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 726 に記載の内燃機関。

【請求項 729】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 726 に記載の内燃機関。

【請求項 730】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 725 に記載の内燃機関。 40

【請求項 731】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 730 に記載の内燃機関。

【請求項 732】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 730 に記載の内燃機関。

【請求項 733】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 730 に記載の内燃機関。

【請求項 734】

10

20

30

40

50

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタが、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 7 2 4 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 5】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 7 3 4 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 6】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタは、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 7 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 7】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 7 3 6 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 8】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 9】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 0】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 1】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 2】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 7 3 8 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 3】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 7 3 8 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 4】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 7 3 9 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 5】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 7 3 9 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 6】

前記ピストンは、地面と実質的に平行な方向に往復動することを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 7】

前記ピストンは、第1のピストンヘッドと、第2のピストンヘッドを含むことを特徴とする請求項 7 4 6 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 8】

前記第1のピストンヘッドには、第1の燃焼室を形成するために凹所が設けられており、前記第2のピストンヘッドには、第2の燃焼室を形成するために凹所が設けられていることを特徴とする請求項 7 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 9】

前記第1のピストンヘッドには、前記第2のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項 7 4 8 に記載の内燃機関。

【請求項 7 5 0】

前記第1のピストンヘッドと協働して前記第1の燃焼室を形成する第1のヘッドアセン

10

20

30

40

50

ブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第1のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項748に記載の内燃機関。

【請求項751】

前記第2のピストンヘッドと協働して前記第2の燃焼室を形成する第2のヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第2のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項750に記載の内燃機関。

【請求項752】

前記第1のピストンヘッドには、前記第2のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項751に記載の内燃機関。

【請求項753】

ロッドが前記第1のピストンヘッドを通っていることを特徴とする請求項747に記載の内燃機関。

【請求項754】

第1のピストンが第1の上部を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第1の上部および前記第2の上部が橜円形状であることを特徴とする請求項747に記載の内燃機関。

【請求項755】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項747に記載の内燃機関。

【請求項756】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項755に記載の内燃機関。

【請求項757】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項747に記載の内燃機関。

【請求項758】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項757に記載の内燃機関。

【請求項759】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項755に記載の内燃機関。

【請求項760】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項759に記載の内燃機関。

【請求項761】

前記非金属製コーティングは、0.0254mm(0.001インチ)未満の厚さを有することを特徴とする請求項760に記載の内燃機関。

【請求項762】

前記第1のピストンヘッドおよび第2のピストンヘッドは、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項747に記載の内燃機関。

【請求項763】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項762に記載の内燃機関。

【請求項764】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項762に記載の内燃機関。

【請求項765】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項762に記載の内燃機関。

【請求項766】

10

20

30

40

50

前記第1のヘッドアセンブリが第1の酸素インジェクタを含み、前記第2のヘッドアセンブリが第2の酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項751に記載の内燃機関。

【請求項767】

前記第1の酸素インジェクタは、酸素を前記第1の燃焼室に注入し、前記第2の酸素インジェクタは、酸素を前記第2の燃焼室に注入することを特徴とする請求項766に記載の内燃機関。

【請求項768】

前記酸素は、酸素タンクに貯蔵されることを特徴とする請求項767に記載の内燃機関。

10

【請求項769】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項767に記載の内燃機関。

【請求項770】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項769に記載の内燃機関。

【請求項771】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、窒素は実質的に注入されないことを特徴とする請求項770に記載の内燃機関。

20

【請求項772】

前記第1のピストンヘッドが第1の上部を有し、前記第1の上部が中心を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第2の上部が中心を有し、前記第1の酸素インジェクタによって酸素が前記第1の上部の中心に向かって注入され、前記第2の酸素インジェクタによって酸素が前記第2の上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項767に記載の内燃機関。

【請求項773】

前記第1のピストンヘッドが第1の上部を有し、前記第1の上部が重心を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第2の上部が重心を有し、前記第1の酸素インジェクタによって酸素が前記第1の上部の重心に向かって注入され、前記第2の酸素インジェクタによって酸素が前記第2の上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項767に記載の内燃機関。

30

【請求項774】

前記第1の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第2の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項772に記載の内燃機関。

【請求項775】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項774に記載の内燃機関。

40

【請求項776】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項774に記載の内燃機関。

【請求項777】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項774に記載の内燃機関。

【請求項778】

前記第1の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第2の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項773に記載の内燃機関。

【請求項779】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項778に記載の内燃機関。

【請求項780】

50

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 7 7 8 に記載の内燃機関。

【請求項 7 8 1】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 7 7 8 に記載の内燃機関。

【請求項 7 8 2】

前記第 1 の上部が周辺部を有し、第 1 の燃料インジェクタが、前記第 1 の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 7 7 2 に記載の内燃機関。

【請求項 7 8 3】

前記燃料は、360 度の噴霧液として、前記第 1 の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 7 8 2 に記載の内燃機関。

10

【請求項 7 8 4】

前記第 2 の上部が周辺部を有し、第 2 の燃料インジェクタが、前記第 2 の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 7 8 3 に記載の内燃機関。

【請求項 7 8 5】

前記燃料は、360 度の噴霧液として、前記第 2 の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 7 8 4 に記載の内燃機関。

【請求項 7 8 6】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項 7 4 7 に記載の内燃機関。

20

【請求項 7 8 7】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 7 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 7 8 8】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 7 4 7 に記載の内燃機

。

【請求項 7 8 9】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 7 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 7 9 0】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 7 8 6 に記載の内燃機

。

【請求項 7 9 1】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 7 8 6 に記載の内燃機関。

30

【請求項 7 9 2】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 7 8 7 に記載の内燃機

。

【請求項 7 9 3】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 7 8 7 に記載の内燃機関。

40

【請求項 7 9 4】

前記第 1 の非金属製リングは、流体静力学的に作動することを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 9 5】

前記第 1 の非金属製リングは、逆止弁として作動して、第 2 の非金属製リングに圧力を与え、前記支持領域に加わる力に影響を及ぼすようには設計されていないことを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 9 6】

前記第 1 の非金属製リングは、前記第 2 の非金属製リングが摩耗するにつれて、前記第

50

2の非金属製リングに前記シリンダ壁への送りを与えることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項797】

前記第1の非金属製リングはバイトン(V i t o n 、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項796に記載の内燃機関。

【請求項798】

前記第1の非金属製リングはバイトン(V i t o n 、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項695に記載の内燃機関。

10

【請求項799】

前記第1の非金属製リングはバイトン(V i t o n 、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項702に記載の内燃機関。

【請求項800】

前記第1の非金属製リングはバイトン(V i t o n 、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項711に記載の内燃機関。

20

【請求項801】

シリンダ壁を含むシリンダと、

前記シリンダ内での往復動のために前記シリンダ内に配置され、第1のリング溝および第2のリング溝を含むピストンと、

前記第1のリング溝内に収容され、第1の非金属製リングおよび第2の非金属製リングを含む第1のリングアセンブリであって、前記第1の非金属製リングが、前記第2の非金属製リングを前記シリンダ壁へ向かって付勢する、第1のリングアセンブリと、

前記第2のリング溝に収容されている第1の非金属製ガイドリングと、
を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項802】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

30

【請求項803】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができる特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項804】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項805】

前記第1の非金属製リングがバイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

40

【請求項806】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項807】

前記第2の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項808】

前記第2の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項809】

前記第2の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)で形成される

50

ことを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 1 0】

前記第 2 の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 1 1】

前記第 2 の非金属製リングは、ルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 1 2】

前記第 2 の非金属製リングは、少なくとも華氏 5 0 0 度(約 2 6 0)の温度で作動することができる特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 1 3】

前記第 2 の非金属製リングは、少なくとも華氏 6 0 0 度(約 3 1 5)の温度に耐えることができる特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 1 4】

前記第 1 および第 2 の非金属製リングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 1 5】

前記第 1 の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 8 0 8 に記載の内燃機関。

【請求項 8 1 6】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 5 0 0 度(約 2 6 0)の温度で作動することができる特徴とする請求項 8 0 8 に記載の内燃機関。

【請求項 8 1 7】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 6 0 0 度(約 3 1 5)の温度に耐えることができる特徴とする請求項 8 0 8 に記載の内燃機関。

【請求項 8 1 8】

前記第 1 の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 8 0 8 に記載の内燃機関。

【請求項 8 1 9】

前記第 1 の非金属製リングは、バイトン O リング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 8 0 8 に記載の内燃機関。

【請求項 8 2 0】

前記第 1 の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 8 0 9 に記載の内燃機関。

【請求項 8 2 1】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 5 0 0 度(約 2 6 0)の温度で作動することができる特徴とする請求項 8 0 9 に記載の内燃機関。

【請求項 8 2 2】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 6 0 0 度(約 3 1 5)の温度に耐えることができる特徴とする請求項 8 0 9 に記載の内燃機関。

【請求項 8 2 3】

前記第 1 の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 8 0 9 に記載の内燃機関。

【請求項 8 2 4】

前記第 1 の非金属製リングは、バイトン O リング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 8 0 9 に記載の内燃機関。

【請求項 8 2 5】

前記第 1 の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 8 1 0 に記載の内燃機関。

【請求項 8 2 6】

10

20

30

40

50

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項810に記載の内燃機関。

【請求項827】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項810に記載の内燃機関。

【請求項828】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項810に記載の内燃機関。

【請求項829】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項810に記載の内燃機関。 10

【請求項830】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項811に記載の内燃機関。

【請求項831】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項811に記載の内燃機関。

【請求項832】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項811に記載の内燃機関。 20

【請求項833】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項811に記載の内燃機関。

【請求項834】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項811に記載の内燃機関。

【請求項835】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項812に記載の内燃機関。

【請求項836】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項812に記載の内燃機関。 30

【請求項837】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項812に記載の内燃機関。

【請求項838】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項812に記載の内燃機関。

【請求項839】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項812に記載の内燃機関。 40

【請求項840】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的であることを特徴とする請求項833に記載の内燃機関。

【請求項841】

前記第2の非金属製リングが割れ目を含むことを特徴とする請求項833に記載の内燃機関。

【請求項842】

前記第1の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。 50

【請求項 8 4 3】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 4 4】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 4 5】

前記第1の非金属製ガイドリングは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 4 6】

前記第1の非金属製ガイドリングは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

10

【請求項 8 4 7】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 4 8】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項842に記載の内燃機関。

20

【請求項 8 4 9】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項843に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 0】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項844に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 1】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項845に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 2】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項846に記載の内燃機関。

30

【請求項 8 5 3】

前記ピストンが第1のガイドボタン凹部を含み、第1の非金属製ガイドボタンが、前記凹部内に収容されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 4】

前記ピストンがスカートを含み、前記第1のガイドボタン凹部が前記スカート内に配置されることを特徴とする請求項853に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 5】

前記ピストンがスカートを含まないことを特徴とする請求項853に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 6】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項853に記載の内燃機関。

40

【請求項 8 5 7】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項853に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 8】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項853に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 9】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項853に記載の内燃機関。

50

【請求項 8 6 0】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、ベスペル(V e s p e l 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 8 5 3 に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 1】

前記シリンダは、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 2】

前記非金属製コーティングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 8 6 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 3】

前記非金属製コーティングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 8 6 1 に記載の内燃機関。

10

【請求項 8 6 4】

前記非金属製コーティングは、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)で形成されることを特徴とする請求項 8 6 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 5】

前記非金属製コーティングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 8 6 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 6】

前記非金属製コーティングは、ルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項 8 6 1 に記載の内燃機関。

20

【請求項 8 6 7】

前記シリンダ壁を滑らかにするために、オイルは供給されないことを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 8】

オイルリングが設けられていないことを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 9】

前記シリンダ壁に接触する非金属製部分を有するオイルリングを含むことを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 0】

前記ピストンが凹部を含み、その結果、燃焼室が、前記ピストンのヘッド内に形成されることを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

30

【請求項 8 7 1】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、連続的な円弧部を形成することを特徴とする請求項 8 7 0 に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 2】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、概して円錐台形状を形成することを特徴とする請求項 8 7 0 に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 3】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

40

【請求項 8 7 4】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 8 7 0 に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 5】

前記ピストンと協働して燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 6】

前記ピストンと協働して前記燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼に

50

さらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 870 に記載の内燃機関。

【請求項 877】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する吸気弁を備え、前記吸気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記吸気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 801 に記載の内燃機関。

【請求項 878】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する排気弁をさらに含み、前記排気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記排気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 801 に記載の内燃機関。

10

【請求項 879】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項 801 に記載の内燃機関。

【請求項 880】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項 879 に記載の内燃機関。

20

【請求項 881】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 879 に記載の内燃機関。

【請求項 882】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項 881 に記載の内燃機関。

【請求項 883】

前記非金属製コーティングは、0.0254 mm (0.001 インチ) 未満の厚さを有することを特徴とする請求項 882 に記載の内燃機関。

30

【請求項 884】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 870 に記載の内燃機関。

【請求項 885】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 884 に記載の内燃機関。

【請求項 886】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 884 に記載の内燃機関。

【請求項 887】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 884 に記載の内燃機関。

40

【請求項 888】

空気または燃料を前記シリンダ内に導入できるようにするための吸気弁をさらに含み、前記吸気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項 801 に記載の内燃機関。

【請求項 889】

排気ガスが前記シリンダから出ることを可能にする排気弁をさらに含み、前記排気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項 801 に記載の内燃機関。

【請求項 890】

燃焼にさらされるヘッドアセンブリの一部をさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの一部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項 801

50

に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 1】

前記平坦なヘッドアセンブリが酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項 8 7 6 に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 2】

前記酸素インジェクタは、酸素を前記燃焼室に注入することを特徴とする請求項 8 9 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 3】

前記酸素は、酸素タンク内に貯蔵されることを特徴とする請求項 8 9 2 に記載の内燃機関。

10

【請求項 8 9 4】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項 8 9 2 に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 5】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項 8 9 4 に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 6】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、実質的に窒素は注入されないことを特徴とする請求項 8 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 7】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は中心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項 8 9 2 に記載の内燃機関。

20

【請求項 8 9 8】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は重心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項 8 9 2 に記載の内燃機関。

30

【請求項 8 9 9】

前記第 1 のリングアセンブリが、プローバイを低減するための動的シールを形成することを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 0 0】

前記第 1 のリングアセンブリが、プローバイを低減するための静的シールを形成することを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 0 1】

シリンダ壁を含むシリンダと、
前記シリンダ内での往復動のために前記シリンダ内に配置され、第 1 のリング溝を含むピストンと、

前記第 1 のリング溝内に収容され、第 1 の非金属製リング、第 2 の非金属製リングおよび第 1 の非金属製ガイドリングを含む複数のリングであって、前記第 1 の非金属製リングが、前記第 2 の非金属製リングを前記シリンダ壁へ向かって付勢する、複数のリングと、
40
を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項 9 0 2】

前記第 1 の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 0 3】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 5 0 0 度(約 2 6 0) の温度で作動することができることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 0 4】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 6 0 0 度(約 3 1 5) の温度に耐える
50
ことができるることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 905】

前記第1の非金属製リングがバイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 906】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 907】

前記第2の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 908】

前記第2の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 909】

前記第2の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 910】

前記第2の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 911】

前記第2の非金属製リングは、ルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 912】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 913】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 914】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 915】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項908に記載の内燃機関。

【請求項 916】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項908に記載の内燃機関。

【請求項 917】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項908に記載の内燃機関。

【請求項 918】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項908に記載の内燃機関。

【請求項 919】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項908に記載の内燃機関。

【請求項 920】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項909に記載の内燃機関。

【請求項 921】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動す

10

20

30

40

50

ることができることを特徴とする請求項 909 に記載の内燃機関。

【請求項 922】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項 909 に記載の内燃機関。

【請求項 923】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 909 に記載の内燃機関。

【請求項 924】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 909 に記載の内燃機関。

10

【請求項 925】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 910 に記載の内燃機関。

【請求項 926】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度(約 260)の温度で作動することができる特徴とする請求項 910 に記載の内燃機関。

【請求項 927】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項 910 に記載の内燃機関。

20

【請求項 928】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 910 に記載の内燃機関。

【請求項 929】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 910 に記載の内燃機関。

【請求項 930】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 911 に記載の内燃機関。

【請求項 931】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度(約 260)の温度で作動することができる特徴とする請求項 911 に記載の内燃機関。

30

【請求項 932】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項 911 に記載の内燃機関。

【請求項 933】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 911 に記載の内燃機関。

【請求項 934】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 911 に記載の内燃機関。

40

【請求項 935】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 912 に記載の内燃機関。

【請求項 936】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度(約 260)の温度で作動することができる特徴とする請求項 912 に記載の内燃機関。

【請求項 937】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項 912 に記載の内燃機関。

【請求項 938】

50

前記第1の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項912に記載の内燃機関。

【請求項939】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項912に記載の内燃機関。

【請求項940】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的であることを特徴とする請求項933に記載の内燃機関。

【請求項941】

前記第2の非金属製リングが割れ目を含むことを特徴とする請求項933に記載の内燃機関。 10

【請求項942】

前記第1の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項943】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項944】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。 20

【請求項945】

前記第1の非金属製ガイドリングは、メルディン(M e l d i n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項946】

前記第1の非金属製ガイドリングは、ベスペル(V e s p e l 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項947】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項948】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項942に記載の内燃機関。 30

【請求項949】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項943に記載の内燃機関。

【請求項950】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項944に記載の内燃機関。

【請求項951】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項945に記載の内燃機関。 40

【請求項952】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項946に記載の内燃機関。

【請求項953】

前記ピストンが第1のガイドボタン凹部を含み、第1の非金属製ガイドボタンが、前記凹部内に収容されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項954】

前記ピストンがスカートを含み、前記第1のガイドボタン凹部が前記スカート内に配置されることを特徴とする請求項953に記載の内燃機関。 50

【請求項 9 5 5】

前記ピストンがスカートを含まないことを特徴とする請求項 9 5 3 に記載の内燃機関。

【請求項 9 5 6】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項 9 5 3 に記載の内燃機関。

【請求項 9 5 7】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 9 5 3 に記載の内燃機関。

【請求項 9 5 8】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 9 5 3 に記載の内燃機関。 10

【請求項 9 5 9】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、メルディン (M e l d i n、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 9 5 3 に記載の内燃機関。

【請求項 9 6 0】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、ベスペル (V e s p e l、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 9 5 3 に記載の内燃機関。

【請求項 9 6 1】

前記シリンダは、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。 20

【請求項 9 6 2】

前記非金属製コーティングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 9 6 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 6 3】

前記非金属製コーティングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 9 6 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 6 4】

前記非金属製コーティングは、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E) で形成されることを特徴とする請求項 9 6 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 6 5】

前記非金属製コーティングは、テフロン (登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 9 6 1 に記載の内燃機関。 30

【請求項 9 6 6】

前記非金属製コーティングは、ルーロン (R u l o n、商標) で形成されることを特徴とする請求項 9 6 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 6 7】

前記シリンダ壁を滑らかにするために、オイルは供給されないことを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 6 8】

オイルリングが設けられていないことを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。 40

【請求項 9 6 9】

前記シリンダ壁に接触する非金属製部分を有するオイルリングを含むことを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 7 0】

前記ピストンが凹部を含み、その結果、燃焼室が、前記ピストンのヘッド内に形成されることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 7 1】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、連続的な円弧部を形成することを特徴とする請求項 9 7 0 に記載の内燃機関。

【請求項 9 7 2】

50

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、概して円錐台形状を形成することを特徴とする請求項 9 7 0 に記載の内燃機関。

【請求項 9 7 3】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 7 4】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 9 7 0 に記載の内燃機関。

【請求項 9 7 5】

前記ピストンと協働して燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。 10

【請求項 9 7 6】

前記ピストンと協働して前記燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 9 7 0 に記載の内燃機関。

【請求項 9 7 7】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する吸気弁を備え、前記吸気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記吸気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。 20

【請求項 9 7 8】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する排気弁をさらに含み、前記排気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記排気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 7 9】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。 30

【請求項 9 8 0】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項 9 7 9 に記載の内燃機関。

【請求項 9 8 1】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 9 7 9 に記載の内燃機関。

【請求項 9 8 2】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項 9 8 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 8 3】

前記非金属製コーティングは、0.0254 mm (0.001インチ) 未満の厚さを有することを特徴とする請求項 9 8 2 に記載の内燃機関。 40

【請求項 9 8 4】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 9 7 0 に記載の内燃機関。

【請求項 9 8 5】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 9 8 4 に記載の内燃機関。

【請求項 9 8 6】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 9 8 4 に記載の内燃機関。 50

【請求項 9 8 7】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 9 8 4 に記載の内燃機関。

【請求項 9 8 8】

空気または燃料を前記シリンダ内に導入できるようにするための吸気弁をさらに含み、前記吸気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 8 9】

排気ガスが前記シリンダから出ることを可能にする排気弁をさらに含み、前記排気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 9 0】

燃焼にさらされるヘッドアセンブリの一部をさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの一部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 9 1】

前記平坦なヘッドアセンブリが酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項 9 7 6 に記載の内燃機関。

【請求項 9 9 2】

前記酸素インジェクタは、酸素を前記燃焼室に注入することを特徴とする請求項 9 9 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 9 3】

前記酸素は、酸素タンク内に貯蔵されることを特徴とする請求項 9 9 2 に記載の内燃機関。

【請求項 9 9 4】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項 9 9 2 に記載の内燃機関。

【請求項 9 9 5】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項 9 9 4 に記載の内燃機関。

【請求項 9 9 6】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、実質的に窒素は注入されないことを特徴とする請求項 9 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 9 9 7】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は中心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項 9 9 2 に記載の内燃機関。

【請求項 9 9 8】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は重心を有し、前記酸素は、前記ピストンの重心に向かって注入されることを特徴とする請求項 9 9 2 に記載の内燃機関。

【請求項 9 9 9】

前記第 1 のリングアセンブリが、ブローバイを低減するための動的シールを形成することを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 1 0 0 0】

前記複数のリングは、第 2 の非金属製ガイドリングを含むことを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 1 0 0 1】

前記第 2 の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチック材料で形成されることを特徴とする請求項 1 0 0 0 に記載の内燃機関。

【請求項 1 0 0 2】

10

20

30

40

50

前記第2の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項1001に記載の内燃機関。

【請求項1003】

前記第2の非金属製リングは、前記第1の非金属製ガイドリングと前記第2の非金属製ガイドリングの間に挿入されることを特徴とする請求項1001に記載の内燃機関。

【請求項1004】

前記第1の非金属製リングは、前記第1の非金属製ガイドリングを前記シリンダ壁に向かって付勢することを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項1005】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、第2の複数のリングが前記第2のリング溝に収容され、前記第2の複数のリングは、第3の非金属製リング、第4の非金属製リングおよび第2の非金属製ガイドリングを含み、前記第3の非金属製リングは、前記第4の非金属製リングを前記シリンダ壁に向かって付勢することを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。 10

【請求項1006】

シリンダ壁を含むシリンダと、

前記シリンダ内での往復動のために前記シリンダ内に配置され、第1のリング溝および第1のガイドボタン凹部を含むピストンと、

前記第1のリング溝内に収容され、第1の非金属製リングおよび第2の非金属製リングを含む第1のリングアセンブリであって、前記第1の非金属製リングが、前記第2の非金属製リングを前記シリンダ壁へ向かって付勢する、第1のリングアセンブリと、 20

前記第1のガイドボタン凹部内に収容される第1の非金属製ガイドボタンと、
を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項1007】

前記第1のリングアセンブリは、プローバイを低減するための動的シールを形成することを特徴とする請求項1006に記載の内燃機関。

【請求項1008】

前記第1のリングアセンブリが、プローバイを低減するための静的シールを形成することを特徴とする請求項1006に記載の内燃機関。

【請求項1009】

シリンダ壁を含むシリンダと、

前記シリンダ内での往復動のために前記シリンダ内に配置され、第1のリング溝および第2のリング溝を含むピストンと、

前記第1のリング溝内に収容され、第1の非金属製リングおよび第2の非金属製リングを含む第1のリングアセンブリであって、前記第1の非金属製リングが、前記第2の非金属製リングを前記シリンダ壁へ向かって付勢する、第1のリングアセンブリと、

前記第2のリング溝内に収容され、第3の非金属製リングおよび第4の非金属製リングを含む第2のリングアセンブリであって、前記第3の非金属製リングが、前記第4の非金属製リングを前記シリンダ壁へ向かって付勢する、第2のリングアセンブリと、
を備えることを特徴とする内燃機関。 40

【請求項1010】

前記第1のリングアセンブリは、プローバイを低減するための動的シールを形成することを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1011】

前記第1のリングアセンブリは、プローバイを低減するための静的シールを形成することを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1012】

前記第2のリングアセンブリは、プローバイを低減するための動的シールを形成することを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1013】

10

20

30

40

50

前記第2のリングアセンブリは、プローバイを低減するための静的シールを形成することを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1014】

前記シリンダ壁を滑らかにするために、オイルは用いられないことを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1015】

前記シリンダ壁は、滑らかな仕上げを有することを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1016】

前記シリンダ壁は、鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。 10

【請求項1017】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1018】

前記第2の非金属製リングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1019】

前記第4の非金属製リングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項1018に記載の内燃機関。 20

【請求項1020】

圧縮行程中に、閉じる吸気弁をさらに含み、前記吸気弁は、前記ピストンが、そのストローク長の少なくとも50%進むまで、前記圧縮行程中には閉じないことを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1021】

前記吸気弁は、前記ピストンが、そのストローク長の少なくとも55%進むまで、前記圧縮行程中には閉じないことを特徴とする請求項1020に記載の内燃機関。

【請求項1022】

前記吸気弁は、前記ピストンが、そのストローク長の少なくとも60%進むまで、前記圧縮行程中には閉じないことを特徴とする請求項1020に記載の内燃機関。 30

【請求項1023】

前記吸気弁は、前記ピストンが、そのストローク長の少なくとも65%進むまで、前記圧縮行程中には閉じないことを特徴とする請求項1020に記載の内燃機関。

【請求項1024】

前記吸気弁が閉じていない場合、空気/燃料混合物が吸気マニホールド内に押し込まれることを特徴とする請求項1020に記載の内燃機関。

【請求項1025】

前記空気/燃料混合物は、別のシリンダへ供給される前に予め加熱されることを特徴とする請求項1024に記載の内燃機関。

【請求項1026】

前記空気/燃料混合物は、別のシリンダへ供給される前に予め混合されることを特徴とする請求項1024に記載の内燃機関。 40

【請求項1027】

前記ピストンは、ピストンヘッドを含み、前記ピストンヘッドには、凹所が設けられていることを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1028】

前記凹所が設けられたピストンヘッドと協働して燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含むことを特徴とする請求項1027に記載の内燃機関。

【請求項1029】

前記第1の非金属製リングがバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2

50

の非金属製リングガルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 318 に記載の内燃機関。

【請求項 1030】

前記第1の非金属製リングがバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第2の非金属製リングガルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 324 に記載の内燃機関。

【請求項 1031】

前記シリンダ壁が滑らかな仕上げを有することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 1032】

前記シリンダ壁が、鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 1033】

前記第1の非金属製リングがバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第2の非金属製リングガルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 718 に記載の内燃機関。

【請求項 1034】

前記第1の非金属製リングがバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第2の非金属製リングガルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 724 に記載の内燃機関。

【請求項 1035】

前記第1の非金属製リングがバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第2の非金属製リングガルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 518 に記載の内燃機関。

【請求項 1036】

前記第1の非金属製リングがバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第2の非金属製リングガルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 524 に記載の内燃機関。

【請求項 1037】

前記シリンダ壁が滑らかな仕上げを有することを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 1038】

前記シリンダ壁が、鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[関連出願の相互参照]

この出願は、「エンジン (Engine)」というタイトルの、2006年2月1日に出願された米国特許仮出願第60/764,429号の利益を主張し、該仮出願明細書を参照により本願明細書に援用する。

【0002】

本発明は、一般に、例えば、自動車に使用される内燃機関を含むエンジンに関する。

【背景技術】

【0003】

環境汚染は、今日、世界で最も議論されている問題の1つである。汚染ガスや温室効果ガスは、気候変動、健康障害、およびハリケーンや洪水等の自然災害を引き起こす原因とされている。

【0004】

環境汚染および温室効果ガスの2大原因は、自動車業界および電力業界であり、これらはいずれも内燃機関で化石燃料を燃焼する。(特に)車、トラック、航空機、列車、船、

10

20

30

40

50

ポート、バス、オートバイ、モペット、スノーモービル、チェーンソーおよび芝刈り機用のエンジンは、環境中に汚染ガスおよび温室効果ガスを排出する。発電所は、追加的な汚染ガスおよび温室効果ガスを発生させる、天然ガス、ディーゼルおよび石炭等の化石燃料を燃焼するエンジンを使用する。

【0005】

汚染ガスおよび温室効果ガスに関連する懸念は、中国やインド等の新興国が経済発展を続けるにつれて増加すると予想される。化石燃料を燃焼する内燃機関の総数は、増加する一方であると予想される。汚染ガスや温室効果ガスを規制する方法は、一般に、国によって異なる。また、そのような規制の実施の程度も、一般に、国によって異なる。しかし、汚染ガスや温室効果ガスの拡散に関する厳密な境界はない。従って、現時点で、この地球規模の問題を解決するための現実的な解決策はない。

10

【0006】

汚染ガスまたは温室効果ガスを低減するのに、水素やエタノール等の代替燃料が提案されている。水素をベースとする燃料電池技術によって動く自動車は、完全に無公害であると期待されている。しかし、水素に関しては、いわゆる水素ベースの経済のためのインフラストラクチャーがまだ整備されていない。例えば、水素ベースのガソリンスタンドは、広く利用可能にはなっていない。さらに、水素を大量に生産して貯蔵する低成本の方法はない。

【0007】

自動車エンジンが、エタノールのみを燃料として使用する場合、エタノールは、排ガスのきれいな燃料であるため、汚染は低減される。しかし、温室効果ガスである二酸化炭素は、それでも生じる。エタノール燃焼エンジンの設計により（例えば、圧縮比、およびそれに応じて、該エンジン内部の温度）、他の温室効果ガス（例えば、窒素の酸化物）が生成される可能性もある。

20

【0008】

さらに、十分なエタノールを供給して、エタノールをベースとする燃料経済を持続させる技術はまだない。実際には、10%を超えるエタノールと他のエンジン燃料の混合物を世界に供給するという不十分なエタノールを生成能力がある。

【0009】

化石燃料を使用する内燃機関に起因する汚染を低減するための努力がなされてきた。例えば、内燃機関内に燃焼しないで残る炭化水素を燃やそうとする場合には、該内燃機関と共に、触媒コンバータが使用されている。触媒コンバータを用いるエンジンに付随するいくつかの問題を説明するために、図1について説明する。

30

【0010】

図1は、内燃機関110と、給気部120と、燃料供給部130と、気化器／燃料インジェクタ140と、ドライブシャフト150と、触媒コンバータ160と、送風機170と、PCVバルブ180とを含むシステム100の簡略化したブロック図である。周囲空気は、給気部120によって周囲環境から引き込まれて、燃料供給部130によって供給される燃料と混合される。この空気-燃料混合物は、その後、気化器または燃料インジェクタ140を介して内燃機関110へ供給される。

40

【0011】

周知の方法により、燃焼プロセスが行われ、それにより、化学エネルギーが、多くのステップを通じて、ドライブシャフトを回転させるのに用いられる機械的エネルギーに変換される（例えば、化学エネルギーから熱エネルギーへ、熱エネルギーから運動エネルギーへ、および運動エネルギーから機械的エネルギーへ、および発電所の場合には、機械的エネルギーから電気エネルギーへ）。不完全燃焼のため、エンジン110内には、未燃焼の炭化水素および一酸化炭素が存在する。これらの汚染物質を環境へ排出する代わりに、該未燃焼の炭化水素および一酸化炭素は、触媒コンバータ160（場合によっては、多数の触媒コンバータ）へ送られるため、このような未燃焼の炭化水素および一酸化炭素の大部分は、残留物を環境へ排出する前に燃焼される。

50

【0012】

このような未燃焼の炭化水素を燃焼させるため、内燃機関内の燃焼プロセスには関与してこなかった周囲空気を導入するために送風機170が使用される。この周囲空気は、2つの主なガス、すなわち、窒素および酸素を含む。周囲空気からの酸素は、未燃焼の炭化水素を燃焼させる触媒として用いられる。しかし、（それ自体が難燃剤であり、消火器に用いられている）窒素の（ある程度の）抑制作用のため、触媒コンバータには、プラチナが、酸素のための触媒として使用される。プラチナは、酸素の触媒作用を増強して、触媒コンバータ160内の温度を、未燃焼の炭化水素および一酸化炭素のほとんどの燃焼を達成する十分なレベルまで上昇させる。

【0013】

そのようなレベル（例えば、華氏約1850度（約1010°C）を超える）まで温度を上昇させることに関する重大な問題は、酸素化合物と様々な窒素化合物との化合が、NO_xと総称されている様々な窒素酸化物を形成することである。NO_xは、温室効果ガスを含むと考えられており、この温室効果ガスは、地球温暖化の一因と考えられている。実際に、NO_xは、二酸化炭素の300倍も温室効果ガスに影響を及ぼすと考えられている。

10

【0014】

本発明者は、送風機170によって触媒コンバータ160内に導入される窒素を低減またはなくす技術が利用可能であれば、NO_xを著しく低減することができることに気付いていた。また本発明者は、内燃機関110の内部燃焼室内に導入される窒素を低減またはなくす技術が利用可能であれば、未燃焼の炭化水素の量を大幅に低減することができることに気付いていた。

20

【0015】

図1を見て分かるように、内燃機関110から出る未燃焼の炭化水素は、熱エネルギーに変換されていない化学エネルギーを呈する。未燃焼の炭化水素が一旦、触媒コンバータへ送られると、該炭化水素は、熱エネルギーに変換される。しかし、このような熱エネルギーは、運動エネルギーに変換されないため、機械的エネルギー（または、発電所の場合、最終的に電気エネルギー）に変換することができない。換言すれば、ドライブシャフト150を駆動することに関しては、該未燃焼の炭化水素によって有効な仕事は実行されない。本発明者は、内燃機関110の燃焼室の燃料のほとんどをより完全に燃焼させる技術が利用可能であれば、ドライブシャフト150の駆動に関連する有効な仕事の量を増加させることができ、その結果、内燃機関110の燃焼室からは、未燃焼の炭化水素は、ほとんど放出されないことに気付いた。

30

【0016】

図1についてさらに説明すると、未使用の熱エネルギーも、内燃機関110の燃焼室から触媒コンバータ160へ送られ、未燃焼の炭化水素の割合が大きければ大きいほど、無駄な熱（すなわち、機械的エネルギーに変換されない熱）の割合が大きくなる。本発明者は、内燃機関110の燃焼室の燃料のほとんどをより完全に燃焼させる技術が利用可能であれば、ドライブシャフト150の駆動に関連する有効な仕事の量を増加させることができ、それにより、内燃機関110の燃焼室から排出される無駄な熱の量を低減できることに気付いた。

40

【0017】

加えて、無駄な熱は、該内燃機関の燃焼室の内部コンポーネント（例えば、ヘッド、ピストン、排気弁、吸気弁、シリンダ壁等）によって吸収される。本発明者は、内燃機関110の燃焼室の内部コンポーネントによって吸収される無駄な熱に関連する潜在的なエネルギーを回収する技術が利用可能であれば、ドライブシャフト150の駆動に関連する有効な仕事の量を増加させることに気付いた。

【0018】

図2は、エンジンブロック210、シリンダ212、ヘッドアセンブリ214、燃焼室216、（ヘッド部220およびスカート222を含む）ピストン218、ロッド224、リストピン226、第1の金属製圧縮リング230、第2の金属製圧縮リング238、

50

金属製オイルリング 239、吸気マニホールド 242、排気マニホールド 244、吸気弁 246、排気弁 248 およびスパークプラグ 250 を示す、従来の内燃機関 200 の一部の単純化し、かつ拡大した断面図である。図 3 は、図 2 の線 3-3 に沿った断面図であり、ピストン 218、リストピン 226 およびロッド 224 の断面を示す。図 4 は、金属製オイルリング 239 が図示されていない、図 3 の一部の拡大図であり、第 1 の金属製圧縮リング 230 および第 2 の金属製圧縮リング 238 を示す。図 5 は、従来の 4 サイクルエンジンのシリンダ内部のピストン部および関連するバルブ位置の概略図である。

【0019】

内燃機関 200 の動作は公知であるため、簡単に説明する。図 2 ~ 図 5 を参照すると、ピストン 218 は、上死点でスタートする。上死点は、吸気弁 246 または排気弁 248 の開閉に關係のない、図 2 に示すピストンの位置である。

10

【0020】

吸気行程は、ピストン 218 が下方へ動き、同時に、(排気弁 248 が閉じた状態で)カム(図示せず)が吸気弁 246 を開いたときに始まり、その結果、ピストン 218 の動きによって生じた吸気により、空気・燃料混合物がシリンダ 212 内に吸い込まれる(図 5 参照)。一旦、ピストン 218 が下死点に達すると、吸気弁 246 は閉じられ、排気弁 248 は閉じられたままであり、それによって吸気行程が終了し、圧縮行程が始まる。

【0021】

圧縮行程の間、ピストン 218 は、上方へ移動し、それにより、空気・燃料混合物を圧縮する。圧縮行程が終了すると、吸気弁 246 および排気弁 248 が共に閉じた状態で、ピストン 218 が上死点に達したときに動力行程が始まる。

20

【0022】

動力行程の間、スパークプラグ 250 が発火し、これにより燃料が点火されて、ピストン 218 を下方へ押し込むのに十分なエネルギーが生成される。動力行程が終了して、ピストン 218 が下死点に達すると、排気行程が始まる。

【0023】

排気行程の間、ピストン 218 が下死点に達したときに、排気弁 248 を開くためにカム(図示せず)が用いられる。ピストン 218 が上方へ動く際に、燃焼生成物が(排気弁 248 を通って)該シリンダから排気マニホールド 244 内へ押し出される。最終的には、該ピストンが上死点に達した後(すなわち、排気行程の終了)、燃焼生成物のほとんどは、触媒コンバータ 160 へ送られ(図 1 参照)、そこで第 2 の燃焼が行われ、その間に未燃焼の炭化水素の燃焼が試みられる。

30

【0024】

排気行程は、ピストン 218 が上死点に達し、かつ排気弁 248 が閉じられ、同時に吸気弁 246 が開かれると終了する。4 サイクルプロセスが完了し、該プロセスは、再び、次の吸気行程で始まる。

【0025】

図 4 を見て分かるように、第 1 の金属製圧縮リング 230 は、ピストン 218 の第 1 の環状溝 228 内に配設されており、第 2 の金属製圧縮リング 238 は、ピストン 218 の第 2 の環状溝 236 内に配設されている。第 1 および第 2 の金属製圧縮リング 230、238 は、それぞれ、該ピストンの外径を越えて伸びており、シリンダ壁 212 に接触するように設計されている(図 2 参照)。

40

【0026】

シリンダ 212 内の温度の変化のため、第 1 および第 2 の金属製リング 230、238 は、膨張および収縮するように設計されているバネ鋼で形成されている。第 1 および第 2 の金属製リング 230、238 は、それぞれ、図 6 に示すようなギャップ 252 を含む。ギャップ 252 は、シリンダ 212 内部の温度が上昇したときに閉じる。逆に、ギャップ 252 は、シリンダ 212 内部の温度が低下したときに開く。より具体的には、ピストン 218 が加熱されて膨張したときに、第 1 および第 2 の金属製リング 230、238 は、シリンダ壁 212 に押し付けられ、このことが該バネ鋼を締め付けて、ギャップ 252 の

50

サイズを小さくする。

【0027】

第1および第2の金属製リング230、238は、それぞれ、高さ254、256を有する。第1の金属製リング230の高さは、シリンダ212内の熱により膨張するため、第1の金属製リング230は、第1の環状溝228内に密接に嵌っていない。(同様に、第2の金属製リング238は、第2の環状溝236内に密接に嵌っていない。)従って、第1の環状溝228の高さと、第1の金属製リング230の高さとの間には、ある程度の公差(図示せず)が設けられている。十分な公差が設けられていない場合には、第1の金属製リング230の上面/下面と、第1の環状溝228の対応する面との間の摩擦が、第1の金属製リング230のギャップ252が、より高い温度で閉じることを妨げることになる。そのため、金属製リング230と、シリンダ壁212との間の摩擦が増加し、該エンジンを停止させる(該エンジンが、エンジン冷却液またはエンジンオイルを使い切ったときに起きることと似ている)。

10

【0028】

第1の金属製リング230と第1の環状溝228との間の公差(および同様に、第2の金属製リング238と第2の環状溝236との間の公差)は、プローバイを生じさせる場合があり、このことは、それぞれがエンジンにダメージを与える多くの問題を引き起こす。例えば、吸気行程の間、ピストン218とシリンダ壁212との間のギャップを介した(図示されていないが、ピストン218の下の)クランク室への空気-燃料混合物のプローバイは、該エンジンの体積効率を低減し(それによって、燃費を低下させ)、P C Vバルブ180(図1参照)が該クランク室からオイル蒸気および燃料蒸気を取り出す必要性を生じさせる。

20

【0029】

圧縮行程の間、(オイル蒸気および燃料蒸気等の)炭化水素は、該第1の金属製圧縮リング230および第2の金属製圧縮リング238から漏出した後、該クランク室から燃焼室へ引き寄せられる。該クランク室内のオイルは、シリンダ壁212を円滑にすると共に、燃焼しないように設計される。したがって、同様に、オイル蒸気は燃焼しないように設計され、一方、燃料蒸気は、燃焼するように設計される。都合の悪いことに、オイル蒸気は、圧縮行程中の燃焼のために準備されている空気-燃料混合物と混合する。このオイル蒸気の一部は、該燃焼室の内部コンポーネント(例えば、ピストンヘッド220、吸気弁246の底部、排気弁248の底部、スパークプラグ250等)に付着することになる。加えて、該オイル蒸気の一部は、第1および第2の圧縮リング230、238に付着することになる。

30

【0030】

動力行程の間、該空気-燃料混合物と混合するオイル蒸気は、不完全燃焼をもたらす。具体的には、燃焼しない該空気-燃料混合物の一部は、特に、未燃焼の炭化水素の生成を招く。同様に、燃焼しないオイル蒸気の一部も、特に、未燃焼の炭化水素の生成を招く。オイル蒸気は、燃焼するように設計されていないため、該オイル蒸気は、火炎前面の効果的な動きを妨げ、そのことが該空気-燃料混合物のさらなる不完全燃焼を招いて、より多くの未燃焼炭化水素および運動エネルギーの低下を引き起こす。

40

【0031】

さらに動力行程には、一部の未燃焼の炭化水素および未燃焼の空気-燃料混合物が、リングを吹き抜けて該クランク室に入り、さらなるオイル蒸気を生じ、一方、残りの未燃焼の炭化水素は、該クランク室に達する前に、第1および第2の金属製リング230、238に付着することになる。該未燃焼の炭化水素および空気-燃料混合物の温度は、吸気行程中の温度と比較して高いため、動力行程中に生成されるオイル蒸気の量は、一般的に、吸気行程中に生成されるオイル蒸気の量よりも多い。このことは、P C Vバルブ180に対するより多くの必要性を生じさせる。また、未燃焼の炭化水素も、動力行程中に、ピストンヘッド220やシリンダ壁212に付着する可能性があることに留意すべきである。

50

【0032】

排気行程の間、オイル蒸気および燃料蒸気は、上昇するピストン218によって該クランク室から引き抜かれる。該オイル蒸気の一部は、第1および第2の金属製圧縮リング230、238に、および第1および第2の環状溝228、236に付着する。残りのオイル蒸気は、未燃焼の炭化水素（すなわち、燃焼プロセスにさらされている炭化水素）と共にリングを吹き抜けて燃焼室216内に入り、シリンダ壁212、ピストンヘッド220、吸気弁246の底部、排気弁248の底部、ヘッドアセンブリ214の底部、スパークプラグ250、該排気弁の弁座および排気マニホールド244（および、存在するならば、燃料インジェクタ）を含む、該エンジンの内部コンポーネントに付着することになる。該オイル蒸気および未燃焼の炭化水素は、該排気弁の弁座上に一様に分布していないため、排気弁248に漏れが生じる可能性がある。

10

【0033】

該エンジンの内部コンポーネントに付着するオイル蒸気および未燃焼炭化水素、ならびに排気弁248から放射される熱の結果として、ブレイグニッショーン、ディーゼリング、ノッキング、ノック音および衝撃波等の問題を引き起こす可能性があり、さらなるプローバイおよび該エンジンへのダメージをもたらす。最終的に、このことは、燃費の低下、動力の低下、汚染の増加、エンジン摩耗およびメンテナンスの必要性の増加をもたらす。

【0034】

また、プローバイは、エンジンにおける他の問題も引き起こす。未燃焼の炭化水素の化学的性質は、摩損性において砂およびガラスと等しいため、該未燃焼の炭化水素が、該クランク室のオイルと混合した場合、該オイルの粘度は弱まる。該オイルが該エンジンの可動部材を円滑にする代わりに、該オイルは、未燃焼の炭化水素を可動部材まで運ぶ媒体になり、それによって、可動部材の過剰な摩耗を引き起こす。

20

【0035】

オイル中の未燃焼の炭化水素およびシリンダ壁212上の未燃焼の炭化水素は、オイルリング239（図3参照）のオリフィスを塞ぎ、それによってオイルリング239を動作不可能にする可能性もある。そのため、オイルリング239は、少なくともいくつかのオリフィスを介しては十分な量のオイルを、シリンダ壁212に沿った位置に供給することができない。そのような位置において、ピストン218のスカート222間の金属間接触は、シリンダ壁212のスコアリングを引き起こし、または、ピストン218のスカート222の摩耗を引き起こす（例えば、ピストンスラップを生じる可能性がある）。さらにも、そのような位置における、第1および第2の金属製圧縮リング230、238と、シリンダ壁212との間の金属間接触は、第1および第2の金属製圧縮リング230、238の摩耗、シリンダ壁212のスコアリング、または、エンジンの停止を引き起こす可能性がある。シリンダ壁212のスコアリング、ピストン218のスカート222の摩耗および第1および第2の金属製圧縮リング230、238の摩耗は全て、さらなるプローバイをもたらす。

30

【0036】

さらに、第1および第2の金属製圧縮リング230、238に付着する、および第1および第2の環状溝228、236内に留まる未燃焼の炭化水素は、これらのリングがギャップ252を適切に開閉することができないため、（例えば、リングジョブを要する）第1および第2の金属製圧縮リング230、238の有効性を低下させる。そのため、第1および第2の金属製圧縮リング230、238は、破損し、摩耗し、または、シリンダ壁212のスコアリングを引き起こす可能性がある。従って、プローバイが増加し、それにより、問題をさらに悪化させ、該エンジンの寿命を早める。

40

【0037】

本発明の発明者は、プローバイを低減またはなくす技術が利用可能であれば、燃料効率が向上し、動力が増加し、汚染が低減され、エンジン寿命が延び、メンテナンスコストが低減され、かつ余分なパーツをなくすことができる（例えば、触媒コンバータ160、送風機170、P C Vバルブ180およびこのようなアイテムの調整に関連するセンサおよ

50

び演算電力であり、それによって、エンジンのコストおよび重量が低減され、かつ設置スペースが低減される）ことに気付いた。

【0038】

図2～図6に示すエンジンと同様のエンジンは、該シリンダ壁に係合する第1および第2の金属製圧縮リングを用いるため、このようなエンジンの設計は、これらの金属リングとシリンダ壁との間の接触面積によって限定される。例えば、該金属リングとシリンダ壁との間の接触面積は指數関数的に増加するため、摩擦は、該シリンダの直径が大きくなるにつれて、指數関数的に増加する。また、該シリンダの直径が大きくなる際に、プローバイが発生する可能性のある面積も指數関数的に増加するため、プローバイの可能性および量も増加する（上述したプローバイに関連する問題の可能性も同様に増加する）。さらに、該シリンダ内のピストンのストロークの長さが増すにつれて、該金属リングとシリンダ壁との間の接触面積が指數関数的に増加するため、該金属リングとシリンダ壁との間の摩擦は、指數関数的に増加する。

10

【0039】

各個別のシリンダにおける摩擦およびプローバイを低減するために、シリンダのサイズおよびストロークの長さは、比較的小さくなるように設計される。しかし、各個別のシリンダに関連する動力の量を増加させるためには、該シリンダ内部の（ストローク当たりの）ピストンの平均速度を、それに応じて増加させなければならない。該ピストンの平均速度を増加させることの結果として、単位時間当たりの摩擦の量が増加し、温度が上昇する（窒素の酸化物の形成の可能性が生じ、このことがエンジン設計者に、エンジンの再設計によって圧縮比を低減させる）。

20

【0040】

さらに、全体として、十分な動力をエンジンに与えるためには、より多くのシリンダが必要であり、それによってコンポーネントパーツの数が増加し、そのようなパーツに必要なスペースが増大し、重量が増加し（このことは、燃費を低下させる）、メンテナンスを増加させ、およびコストを増加させる。さらに、シリンダ数の増加は、摩擦の総量、熱損失の総量およびプローバイの総量（および上述したこれらに関連する問題）を増加させる。

30

【0041】

本発明の発明者は、シリンダ当たりの動力の量を維持し、または増加させたエンジンを形成すると共に、該シリンダ内部のピストンの（ストローク当たりの）平均速度を低下させることができ、その結果、シリンダの総数を減らすことができ、コンポーネントパーツの数を減らすことができ、必要な総スペースを低減することができ、重量を低減することができ、燃費を向上させることができ、メンテナンスの総量を低減することができ、相対コストを低減することができ、摩擦の総量を低減することができ、熱損失の総量を低減することができ、プローバイの総量（および上述したその関連する問題）を低減することができ、かつ汚染の総量を低減することができることに気付いた。

30

【0042】

1970年代および1980年代、プローバイを低減する努力において、本発明の発明者は、内燃機関を研究し、改良し、かつ検査した。より具体的には、本発明者は、既存のシボレーV8エンジンを改造して、自身の技術を組み込んだ。本発明者が改造したエンジンの特徴は以下に述べるが、本発明者は、「従来技術」という用語が法的に定義されているため、そのようなエンジンが従来技術であることを認めるものではない。

40

【0043】

本発明者が改造したエンジンは、図2～図6で論じた内燃機関とは異なっていた。具体的には、図2～図4の第2の金属製圧縮リング238を有する代わりに、（図7に示す）非金属製リングアセンブリ738を用いた。第1の金属製圧縮リング230もオイルリング239も置き換わっていない。加えて、該シリンダは、わずかに1.52mm（約0.060インチ）穴が開けられており、円滑な鏡面仕上げを有していた。

50

【0044】

図7は、シリンダ壁712の一部、ピストン218の一部、シリンダ壁712とピストン218の間のギャップ232、環状溝736および非金属製リングアセンブリ738の単純化し、拡大し、かつ強調した概略図である。非金属製リングアセンブリ738は、(断面が)概してT字状のルーロン(Rulon、商標)リング740と、バイトン(Viton、登録商標)Oリング742とを含む。

【0045】

ルーロンリング740(Rulon、商標)は、支持面としてシリンダ壁712に接触する前部744と、シリンダ壁712から最も遠い面である後部746とを有する。ルーロンリング740(Rulon、商標)の後部746の高さは、ルーロンリング740(Rulon、商標)の前部744の高さの約2倍である。

10

【0046】

バイトンOリング742は、ルーロンリング740(Rulon、商標)に対するばねとして作動し、ルーロンリング740(Rulon、商標)にシリンダ壁712に対する負荷を予め加える。バイトンOリング742は、ルーロンリング740(Rulon、商標)の後部746と、環状溝736の後部748との間の領域に位置している。加熱し、かつ圧力を加えると、バイトンOリング742は、流体静力学的に作動する。

【0047】

(上記エンジンのストロークにより、正または負のいずれかの)システム圧力が、シリンダ壁712とピストン218との間のギャップ232内に生じる。上記予負荷に付随する支持圧力は、システム圧力を、ルーロンリング740(Rulon、商標)の後部746と、環状溝736の後部748との間に案内して、最小抵抗の経路をとるのに十分である。

20

【0048】

流体静力学的に作動するバイトンOリング742は、(システム圧力が正か負かにより)該ルーロンリング(Rulon、商標)の上部または底部の方へ移動し、該システム圧力が流れるのを防ぐ逆止弁として機能する。この結果、バイトンOリング742は、システム圧力が正かまたは負かにより、(環状溝736を通って)非金属製リングアセンブリ738を越えてクランク室または燃焼室216に入るいかなるプローバイも防ぐ。

【0049】

システム圧力に付随する力のモーメントは、ルーロンリング740(Rulon、商標)の後部746から、ルーロンリング740(Rulon、商標)の前部744の方へ(垂直方向に)向いている。ルーロンリング740(Rulon、商標)の後部746は、ルーロンリング740(Rulon、商標)の前部744の高さの約2倍であるため、シリンダ壁712に対する力は増幅されて、システム圧力の力の約2倍になり、このことが、ルーロンリング740(Rulon、商標)とシリンダ壁712との間のいかなるプローバイも防ぐ。上記に照らして、非金属製リングアセンブリ738は、システム圧力が、燃焼室216からクランク室へ向かっているか、または、該クランク室から燃焼室216へ向かっているかに關係なく、上記支持面における、または、該非金属製リングアセンブリの後部におけるプローバイを防ぎ、汎用シールを完成していることが分かる。

30

【0050】

該支持面における力は、システム圧力がルーロンリング740(Rulon、商標)を越えて流れるため、該システム圧力に依存する。従って、該支持面における力は、該システム圧力によって変化することになる。この結果、システム圧力が大きくなればなるほど、支持圧力は高くなる(逆もまた同様である)。そのため、非金属製リングアセンブリ738は、動的シールを構成する。

40

【0051】

図7に示す非金属製リングアセンブリ738についての問題の一つは、(シリンダ壁712上のオイルからの、および該クランク室からのオイルの)オイル蒸気および(化石燃料からの)未燃焼の炭化水素が、ルーロンリング740(Rulon、商標)の後部746にたどり着くということである。このことは、バイトンOリング742を汚し、かつバ

50

イトン〇リング 742 の、逆止弁として機能する能力を失わせる可能性がある。さらに、バイトン〇リング 742 は、その弾性ばね状の性質を失って、適切な予負荷を与えない可能性がある。従って、該非金属製リングアセンブリ 738 は、時間がたつと、ルーロンリング 740 (Rulon、商標) の前部 744 (すなわち、非金属製リングアセンブリ 738 の前部) 付近と、バイトン〇リング 742 付近 (すなわち、非金属製リングアセンブリ 738 の後部) の両方において、プローバイを許容する可能性がある。

【0052】

上述した変更に加えて、本発明者の改良エンジンは、より大きなフライホイール (図示せず)、すなわち、改良されていないシボレーV8エンジンに使用されていたフライホイールも使用した。さらに、該フライホイールは、該改良されていないシボレーV8エンジンのフライホイールよりも大きな重量を、その周辺に集中して有していた。

10

【0053】

本発明者の改良エンジンは、エミッショントестを受け、該改良エンジンは、そのようなテストに合格した。しかし、より印象的なことに、本発明者の改良エンジンは、触媒コンバータまたは送風機なしで、該エミッショントестに合格した。

【0054】

2005年1月4日、本発明の発明者は、2002年10月28日に出願された「内燃機関 (Internal Combustion Engine)」というタイトルの米国特許第6,837,205号を取得した。この米国特許第6,837,205号明細書を参照により本願明細書に援用する。

20

【0055】

図7の非金属製リングアセンブリに関して説明したプローバイの可能性を低減するために、米国特許第6,837,205号は、(当該用語は、この特許では用いられていないが)第1の圧縮リングアセンブリ800と、非金属製圧縮リング838とを開示している。そして、オイルリングは変更されていなかった。

【0056】

図8に示すように、第1の圧縮リングアセンブリ800は、ピストン818の第1の環状溝828内に収容されており、ギャップを介したプローバイを低減するために、180度離れて配置されている(図6のギャップ252と同様の)ギャップを有する第1および第2の外側金属製リング830、832を含む。加えて、第1の圧縮リングアセンブリ800は、第1および第2の外側金属製リング830、832を付勢して、シリンダ壁812に接触させる非金属製Oリング834を含む。Oリング834は、プローバイを低減するための逆止弁としても機能する。

30

【0057】

非金属製圧縮リング838には、予負荷を与えるために、およびいかなるプローバイも本質的に防ぐように、ギャップがない。非金属製圧縮リング838の高さは、非金属製圧縮リング838と環状溝836との間に異物が入り込まないように、中に該圧縮リングが収容されている該環状溝836の高さと同じである。

【0058】

図8に示す第1の圧縮リングアセンブリ800および非金属製圧縮リング838の両方に関しては、問題が生じる可能性がある。例えば、第1の圧縮リングアセンブリ800についての問題の一つは、外側金属製リング830、832と、シリンダ壁812との間に、金属間接触があるということである。このことは、摩擦および熱を生じ、潤滑剤としてオイルを必要とする。さらに、オイルリング(図8には図示されていない)およびピストンのスカート(図8には図示されていない)からの摩擦は、問題を悪化させる。

40

【0059】

また、非金属製圧縮リング838についての問題の一つは、非金属製圧縮リング838自体の特性が、非金属製圧縮リング838のシリンダ壁812に対する予負荷の唯一の提供者であるということである。該金属シリンダ壁からの摩擦のため、非金属製圧縮リング838は摩耗し始めて、それにより、予負荷が減少する。この予負荷が、一旦、十分に減

50

少すると、ブローバイを止めるのが難しくなる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0060】

従って、上述した問題の一部または全てを解決することができる画期的なエンジンに対する要求がある。

【課題を解決するための手段】

【0061】

本発明は、上述した問題のうちの少なくとも1つ以上を解決するように設計されている。

10

【0062】

エンジンにおいては、非金属製リングの1つ以上の組合せを用いて、ブローバイはかなり排除され、また、摩擦は、著しく低減されている。ブローバイを実質的になくすことにより、かつ摩擦を低減することにより、いくつかのエンジンパラメータを変更することができる。加えて、ブローバイを実質的になくすことにより、および摩擦を低減することにより、汚染を低減することができ、燃費を向上させることができ、かつ動力を増加させることができ。

【0063】

本発明の実施形態は、燃料 - 電気ハイブリッド技術等の現在のハイブリッド技術を高める。本発明の実施形態は、燃料 - 蒸気のハイブリッド技術または燃料 - 蒸気 - 電気の「トライブリッド (tribrid)」技術等の新たなハイブリッド（または、「トライブリッド」）技術を利用できるようにする。

20

【0064】

様々な実施形態の1つ以上で説明するエンジンは、例えば、特に車、トラック、航空機、発電所、列車、船、ボート、バス、オートバイ、モペット、スノーモービル、チェーンソーおよび芝刈り機を含む、多くの環境で用いることができる。

【0065】

本発明の他の実施形態、目的、特徴および効果は、以下の図面と共に理解すれば、以下の詳述から明らかになるであろう。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0066】

本発明は、多くの異なる形式の実施形態が可能であるが、本開示は、本発明の原理の例示と見なすべきであり、かつ本発明の幅広い態様を、図示されている実施形態に限定しようと意図するものではないという了解の下で、本発明の好適な実施形態が図面に示されており、また、本願明細書にその詳細が記載されている。

【0067】

図9は、シリンダ壁912の一部、ピストン918の一部、リング溝928、シリンダ壁912とピストン918の間のギャップ932、および非金属製リングアセンブリ960の拡大し、かつ強調した概略図である。ピストン918は、シリンダ壁912によって形成されるシリンダ内で往復動するように設計されている。

40

【0068】

非金属製リングアセンブリ960は、第1の非金属製リング962と、リング溝928内に収容されている第2の非金属製リング964とを含む。第1の非金属製リング962は、第2の非金属製リング964をシリンダ壁912の方へ付勢する。第2の非金属製リング964は、シリンダ壁912に接触しており、（図7と共に説明したような動的な力とは対照的に）静的力が、第1の非金属製リング962と協働して、第2の非金属製リング964とシリンダ壁912との間の支持面に加わる。

【0069】

すなわち、図7とは対照的に、第1の非金属製リング962および第2の非金属製リング964は、ギャップ932におけるシステム圧力を、第2の非金属製リング964を越

50

えて導いて、該システム圧力により、第2の非金属製リング964とシリンドラ壁912との間の力を意図的に変化させることができるようには設計されていない。従って、図9に示す実施形態においては、第2の非金属製リング964とシリンドラ壁912との間の支持面における力は、該システム圧力が増加するにつれて増加しない。そのため、非金属製リングアセンブリ960は、シリンドラ壁912と協働して、動的とは対照的な静的シールを形成する。

【0070】

図10Aは、第2の非金属製リング964の断面の拡大概略図である。図10Aに示すように、第2の非金属製リング964は、高さ968を有する前部966を有し、かつ高さ972を有する後部970を有する。図7に示すルーロンリング740(Rulon、商標)とは対照的に、第2の非金属製リング964の前部966の高さ968は、第2の非金属製リング964の後部970の高さ972とほぼ等しい。さらに、図9に示すように、リング溝928は、第2の非金属製リング964をぴったりと収容するように設計されている高さ974を有し、このことは、第1の非金属製リング962が、(例えば、オイル蒸気および未燃焼の炭化水素と接触することによって)汚れる可能性を低減する。

10

【0071】

リング溝928は、必ずしも実質的に一定の高さ974を有する必要はないことを理解すべきである。従って、一実施形態において、リング溝928の実質的な高さが示されていなかつた場合も、第2の非金属製リング964は、第2の非金属製リング964の少なくとも一部がリング溝928にぴったりと収容される少なくとも1つの高さを有する。

20

【0072】

第2の非金属製リング964の前部966の高さ968は、第2の非金属製リング964の後部970の高さ972と実質的に等しくなくてもよいことを理解すべきである。一実施形態において、第2の非金属製リング964の後部970の高さ972は、第2の非金属製リング964の前部966の高さ968よりも大きい。別の実施形態においては、第2の非金属製リング964の後部970の高さ972は、第2の非金属製リング964の前部966の高さ968よりも小さい。

20

【0073】

図9に戻ると、第1の非金属製リング962は、第2の非金属製リング964の摩耗を補償するために、第2の非金属製リング964に予負荷を与え、このことは、第2の非金属製リング964の耐用年数を延ばす。これは、その自体の特性を利用すること以外に、摩耗を補償するための他の何らかのメカニズムを有していない、図8の非金属製圧縮リング838とは対照的である。

30

【0074】

さらに、第1の非金属製リング962は、加圧下で逆止弁として作動する。例えば、システム圧力が第2の非金属製リング964の前部966から、第2の非金属製リング964の上部976に沿って、第2の非金属製リング964の後部970への経路を形成する場合、第1の非金属製リング962は、そのようなシステム圧力が、第2の非金属製リング964の底部978に沿って第2の非金属製リング964の前部966へ戻ることを防ぐ。システム圧力が、第2の非金属製リング964の前部966から、第2の非金属製リング964の底部978に沿って第2の非金属製リング964の後部970への経路を形成する場合には、当然、第1の非金属製リング962は、そのようなシステム圧力が、第2の非金属製リング964の上部976に沿って、第2の非金属製リング964の前部966へ戻るのを防ぐ。

40

【0075】

好ましくは、第1の非金属製リング962は、ゴムまたはゴム状材料で形成されているギャップレス(すなわち、連続的な)リングであり、ばねのような性質を有し、かつ加圧下で逆止弁として作動することができる。(しかし、第1の非金属製リング962は、「O」字状の断面を有する必要はなく、また、例えば、特に「D字状」断面または矩形状断面等を含む様々な異なる形状をとることができることを理解すべきである。)加えて、第

50

1の非金属製リング962は、好ましくは、華氏約550度(約287)までの温度で有効に作動し、および好ましくは、華氏約600度(約315)の温度に耐えることができる。他の温度も可能であるため、上記の温度は限定的である必要はないことを理解すべきである。さらに、第1の非金属製リング962は、好ましくは柔軟(例えば、ピストン918を越えて伸びることが可能)であり、記憶を有する(すなわち、冷却時に、または、圧力が低下したときにその元の形状に戻る)。例えば、第1の非金属製リング962は、バイトン(Viton、登録商標)等の高温フルオロエラストマで形成することができる。

【0076】

一実施形態において、第2の非金属製リング964は、華氏約550度(約287)までの温度で有効に作動することができ、かつ好ましくは、華氏約600度(約315)の温度に耐えることができるギャップレス(すなわち、連続的な)リングである。他の温度も可能であるため、上記の温度は限定的である必要はないことを理解すべきである。加えて、好ましくは、第2の非金属製リング964は、比較的低い摩擦係数を有する。さらに、一実施形態において、第2の非金属製リング964は、加熱時に(例えば、取付けのために、ピストン918を越えて伸ばされたときに)伸長可能であるべきであるが、冷却時には、その元の形状に戻るように、記憶を有するべきである。

【0077】

好ましくは、第2の非金属製リング964は、フッ素樹脂またはフッ素ポリマー材料で形成される。例えば、該第2の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、テフロン(登録商標、デュポン社製品)およびルーロン(Rulon、商標、サンゴバン(St. Gobain)社製品)等の製品を含む、フッ素樹脂およびフッ素ポリマー系の材料等の、または、該材料と同様のゴム状のプラスチック材料とすることができる。

【0078】

1つの非金属製リングアセンブリ960を設ける代わりに、複数の非金属製リングアセンブリ960を、例えば、対応する複数のリング溝928に設けてもよい。さらに、ギャップレスリングとする代わりに、第1の非金属製リング962および第2の非金属製リング964の一方または両方は、ギャップを含んでもよく、あるいは、割れ目を含んでもよいことを理解すべきである。

【0079】

上で触れたように、(ギャップレスの)第2の非金属製リング964を取付けるために、該リングがピストン918を越えて伸びるように、該リングを加熱することができる。一つの実施例においては、第2の非金属製リング964がルーロン(Rulon、商標)で形成されている場合、該リングは、華氏約200度(約93)まで加熱することができる。(第2の非金属製リング964が別の材料で形成されている場合には、当然、該リングは、異なる温度まで加熱する必要がある可能性がある。)そして、該リングは、(例えば、手によって)ピストン918を越えて伸ばされて、リング溝928に嵌められる。第2の非金属製リング964は、既にリング溝928内に配置されているであろう第1の非金属製リング962の前部(すなわち、シリンダ壁912の近く)に配置される。別法として、(ギャップレスの)第1の非金属製リング962および(ギャップレスの)第2の非金属製リング964は、該ピストンを越えて伸ばすことができ、かつ一緒にリング溝928に取付けることができる。第2の非金属製リング964は、その通常のサイズおよび形状に戻ることができるよう、冷却できるようになっている。標準的なリングシリンダ(図示せず)が、第2の非金属製リングを圧縮するために用いられ、その結果、ピストン918を、そのシリンダ内に設けることができる。

【0080】

別の代替例として、第1の非金属製リング962および第2の非金属製リング964がギャップレスである場合には、概して円錐台形状の治具(図示せず)を、これらのリングの一方または両方をリング溝928にはめ込むのに用いることができる。第1および第2

10

20

30

40

50

の非金属製リング962、964の一方または両方は加熱される。その結果、第1および第2の非金属製リング962、964は、該治具を用いて適切なサイズに伸ばされ、ピストン918を越えてリング溝928に嵌められる。第2の非金属製リング964は、その通常のサイズおよび形状に戻すことができるよう、冷却できるようになっている。第2の非金属製リング964を圧縮するために、標準的なリングシリンダが用いられ、その結果、ピストン918を、該シリンダ内に設けることができる。

【0081】

別の実施形態においては、第1および第2の非金属製リング962、964の一方または両方は、割れ目を含んでもよい。図10Bは、割れ目1000を含む第2の非金属製リング964Aの平面の概略図である。図10Cは、割れ目1000を含む第2の非金属製リング964Aの一部の拡大した立体概略図である。割れ目1000を有する第2の非金属製リング964Aを用いると、第2の非金属製リング964Aは、(ギャップレスの第2の非金属製リング964と比較して)第1の非金属製リング962によって加えられる圧力に対して、より敏感になる。その結果、割れ目付の第2の非金属製リング964Aは、特に、(例えば、シリンダ壁912の形状の変化、または、シリンダ壁912のスコアリングによる)シリンダ壁912における何らかの凹凸に追従する必要がある場合、シリンダ壁912に接触したままになることがより可能となる。加えて、第2の非金属製リング964Aの割れ目1000を含むことにより、第2の非金属製リング964Aの取付けがより容易となる。

【0082】

図10Cに示すように、一実施形態において、割れ目1000は、第2の非金属製リング964Aの上部976に対して90度とは異なる角度で、第2の非金属製リング964Aの上部976から底部978まで(逆もまた同様に)及んでいる。リング溝928内部にはめ込んだときに、第2の非金属製リング964Aのぴったりとしたはめ込みは、割れ目1000を有効に密封する。

【0083】

一実施形態において、割れ目1000の角度は、第2の非金属製リング964Aの上部976から約22度である。別の実施形態においては、割れ目1000の角度は、第2の非金属製リング964Aの上部976から約45度である。当然、他の角度も可能である。

【0084】

割れ目1000は、例えば、コンピュータ制御の切削工具を用いて形成することができる。別法として、第2の非金属製リング964Aは、割れ目1000と共に製造してもよい。

【0085】

一実施形態において、第2の非金属製リング964のような1つ以上のギャップレスの非金属製リングを、同じリング溝928内の割れ目付の第2の非金属製リング964A付近に配置することができる。このような構造を用いると、割れ目1000が受けるシステム圧力の量を低減することができる。連続的な第2の非金属製リング964と、割れ目付の第2の非金属製リング964Aとを付勢するために、1つ以上の第1の非金属製リング962を設けてもよい。一実施形態において、第1の非金属製リング962は、設けなくてもよい。

【0086】

一実施形態においては、一方の割れ目付の第2の非金属製リング964Aが、ヘッド(例えば、ヘッド214)に隣接する第1のリング溝に配置され、別の割れ目付の第2の非金属製リング964Aが、該ヘッドから遠位の第2のリング溝に配置されている。このような場合、ギャップレスの第2の非金属製リング964は、該第1のリング溝内の割れ目付の第2の非金属製リング964Aよりも該ヘッドに近い位置に配置される。別のギャップレスの第2の非金属製リング964は、該第2のリング溝内の、他の割れ目付の第2の非金属製リング964よりも該ヘッドから遠位の位置に配置することができる。

10

20

30

40

50

【0087】

一実施形態においては、2つの割れ目付の第2の非金属製リング964Aが、それらの割れ目1000が互いにずれた状態で、同じリング溝内に配置されている。一実施形態において、これらの割れ目1000は、互いに180度ずれている。

【0088】

図11は、本発明のいくつかの他の実施形態を説明するのに用いる。図11は、エンジンブロック1110、シリンダ1112、ヘッドアセンブリ1114、燃焼室1116、(ヘッド部1120およびスカート1122を含む)ピストン1118、ロッド1124、リストピン1126、吸気マニホールド1142、排気マニホールド1144、吸気弁1146、排気弁1148、スパークプラグ1150、第1のリング溝928、非金属製リングアセンブリ960、第2のリング溝1180、非金属製ガイドリング1182、第3のリング溝1184、オイルリング1186、第1のガイドボタン凹部1188、第1の非金属製ガイドボタン1190、第2のガイドボタン凹部1192および第2の非金属製ガイドボタン1194を示す、内燃機関1100の一部の単純化し、かつ拡大した断面図である。

10

【0089】

図2に示す従来の内燃機関とは対照的に、図11の内燃機関1100は、第1および第2の金属製圧縮リング230、238を含んでない。さらに、図7および図8に関して説明した内燃機関とは異なり、図11の内燃機関1100には、非金属製圧縮リングは使用されていない。

20

【0090】

その代わりに、エンジン1100は、非金属製リングアセンブリ960と、非金属製ガイドリング1182と、第1の非金属製ガイドボタン1190と、第2の非金属製ガイドボタン1194とを含む。これらのうちの後の3つの部材は、主に、シリンダ1112内で往復動する際に、ピストン1118を案内するのに用いられ、それによって、ピストン1118とシリンダ1112の間の最も重大な金属間接触を低減する(および好ましくは、なくす)。

30

【0091】

非金属製ガイドリング1182、第1の非金属製ガイドボタン1190および第2の非金属製ガイドボタン1194は、好ましくは、例えば、メルディン(Meldin、登録商標)(サンゴバン社製品)またはベスペル(Vespel、登録商標)(デュポン社製品)等の製品を含むフッ素樹脂およびフッ素ポリマー系の硬質プラスチック材料で形成される。メルディン(Meldin、登録商標)およびベスペル(Vespel、登録商標)は、蒸気等の特殊な環境中で作動するように改質することのできる純粋なポリプラスチックである。

30

【0092】

上記非金属製ガイドリングおよび非金属製ガイドボタンの両方の数および位置は、図11に図示されている実施形態に限定されないことを理解すべきである。およそ1つの非金属製ガイドリングを設けることができる。また、およそ2つの非金属製ガイドボタンを設けることができる。さらに、1つ以上の非金属製ガイドボタンを、1つのガイドリング(または、偶数のガイドリング)の代わりに用いることができる。加えて、非金属製リングアセンブリ960に対する、非金属製ガイドリングまたは非金属製ガイドボタンの位置も変えることができる。例えば、非金属製リングアセンブリ960は、2つの非金属製ガイドリングの間に設けることができる。一実施形態において、ピストンスカート1122が設けられていない場合、第1および第2の非金属製ガイドボタン1190、1194(の一方または両方)(およびこれらの対応する凹部1188、1192)は、なくすことができ、または、再配置することができる。

40

【0093】

図12は、シリンダ壁1112の一部、ピストン1118の一部、シリンダ壁1112とピストン1118の間のギャップ1132、第2のリング溝1180(図11参照)お

50

および非金属製ガイドリング 1182 の拡大し、かつ強調した概略図である。ピストン 1118 は、シリンダ壁 1112 によって形成されたシリンダ内を往復動するように設計されている。

【0094】

図 13A は、非金属製ガイドリング 1182 の断面の拡大した概略図である。図 13A に示すように、非金属製ガイドリング 1182 は、高さ 1168 を有する前部 1166 を有し、また、高さ 1172 を有する後部 1170 を有する。さらに、図 12 に示すように、第 2 のリング溝 1180 は、非金属製ガイドリング 1182 をぴったりと収容するように設計されている高さ 1174 を有する。

【0095】

第 2 のリング溝 1180 は、実質的に一定の高さ 1174 を必ずしも有する必要はないことを理解すべきである。一実施形態において、リング溝 1180 の高さが示されていない場合でも、非金属製ガイドリング 1182 は、非金属製ガイドリング 1182 の少なくとも一部が、第 2 のリング溝 1180 にぴったりと収容される高さを有する。

【0096】

非金属製ガイドリング 1182 の前部 1166 の高さ 1168 は、非金属製ガイドリング 1182 の後部 1170 の高さ 1172 と実質的に等しい必要はないことを理解すべきである。一実施形態において、非金属製ガイドリング 1182 の後部 1170 の高さ 1172 は、非金属製ガイドリング 1182 の前部 1166 の高さ 1168 よりも大きい。別の実施形態においては、非金属製ガイドリング 1182 の後部 1170 の高さ 1172 は、非金属製ガイドリング 1182 の前部 1166 の高さ 1168 よりも小さい。

【0097】

非金属製ガイドリング 1182 は、好ましくは、華氏約 550 度(約 287)までの温度で有効に作動することができ、また好ましくは、華氏約 600 度(約 315)の温度に耐えることができる。他の温度も可能であるため、上記の温度は、必ずしも限定的ではないことを理解すべきである。加えて、好ましくは、非金属製ガイドリング 1182 は、比較的低い摩擦係数を有する。

【0098】

非金属製ガイドリング 1182 は、硬質プラスチック材料で形成されるため、該ガイドリングは、より容易な取付けを可能にするための割れ目 1300 (図 13B および図 13C 参照) を含む。図 13B は、割れ目 1300 を示す、非金属製ガイドリング 1182 の平面の概略図である。図 13C は、割れ目 1300 を含む非金属製ガイドリング 1182 の一部の拡大した立体概略図である。

【0099】

図 13C に示すように、一実施形態において、割れ目 1300 は、非金属製ガイドリング 1182 の上部 1176 に対して 90 度とは異なる角度で、非金属製ガイドリング 1182 の上部 1176 から底部 1178 へ及んでいる。リング溝 1180 内部にはめ込む場合、非金属製ガイドリング 1182 のぴったりとしたはめ込みは、割れ目 1300 を実質的に密封する。

【0100】

一実施形態において、割れ目 1300 の角度は、非金属製ガイドリング 1182 の上部 1176 に対して約 22 度である。別の実施形態においては、割れ目 1300 の角度は、非金属製ガイドリング 1182 の上部 976 に対して約 45 度である。当然、他の角度も可能である。

【0101】

割れ目 1300 は、例えば、コンピュータ制御の切削工具を用いて形成することができる。別法として、非金属製ガイドリング 1182 は、割れ目 1300 と共に製造してもよい。

【0102】

図 14 は、シリンダ壁 1112 の一部、ピストン 1118 の一部 (例えば、図 11 に示

10

20

30

40

50

すのと同様のピストンスカート 1122)、シリンダ壁 1112 とピストン 1118 の間のギャップ 1132、第 1 のガイドボタン凹部 1188 (図 11 も参照) および第 1 の非金属製ガイドボタン 1190 の拡大し、かつ強調した概略図である。第 1 の非金属製ガイドボタン 1190 は、様々な形状を有することができ、ボタンという用語の使用は、円形形状が可能であり、見込まれるもの、円形形状に形状を限定しようと意図するものではない。正確に言えば、ボタンという用語は、第 1 の非金属製ガイドボタン 1190 が、ピストン 1118 の周囲全体に実質的に及んでいないことを示唆するために用いられている。例えば、一実施形態において、第 1 の非金属製ガイドボタン 1190 は、リングの部分形状をとることができる。別の実施形態においては、第 1 の非金属製ガイドボタン 1190 は、概して円形または橢円形の前部 1466 を有することができる。

10

【0103】

第 1 のガイドボタン凹部 1188 のサイズおよび形状は、第 1 の非金属製ガイドボタン 1190 のサイズおよび形状に依存する。好ましくは、第 1 の非金属製ガイドボタン 1190 は、第 1 の非金属製ガイドボタン凹部 1188 によって、ぴったりと収容されるように設計される。

【0104】

第 1 の非金属製ガイドボタン 1190 は、好ましくは、華氏約 550 度 (約 287) までの温度で有効に作動することができ、および好ましくは、華氏約 600 度 (約 315) の温度に耐えることができる。他の温度も可能であるため、上記の温度は、限定的である必要はないことを理解すべきである。加えて、第 1 の非金属製ガイドボタン 1190 は、好ましくは、比較的低い摩擦係数を有する。

20

【0105】

第 1 の非金属製ガイドボタン 1190 に関する上記の説明は、第 2 の非金属製ガイドボタン 1194 にも同様に適用できる。従って、このような説明は、以下において繰り返さない。

【0106】

図 11 を参照して、オイルリング 1186 は、図 2 および図 3 に示すオイルリング 239 と同様の従来の金属オイルリングである。しかし、金属間接触をさらに低減するために、シリンダ壁 1112 に接触するオイルリング 1186 の少なくとも一部は、メルディン (Meldin、登録商標) (サンゴバン社製品) またはベスペル (Vespel、登録商標) (デュポン社製品) 等の製品を含む、フッ素樹脂およびフッ素ポリマー系の硬質プラスチック材料で形成することができる。別の実施形態においては、オイルリング 1186 の実質的に全体は、メルディン (Meldin、登録商標、サンゴバン社製品) またはベスペル (Vespel、登録商標、デュポン社製品) 等の製品を含む、フッ素樹脂およびフッ素ポリマー系の硬質プラスチック材料で形成することができる。

30

【0107】

一実施形態において、内燃機関 1100 は、シリンダ壁 1112 を滑らかにするためのオイルを必要としない。従って、そのような実施形態においては、オイルリング 1186 は、全て排除される。

40

【0108】

非金属製ガイドリング 1182 は、ピストン 1118 またはシリンダ 1112 の形状の変化に完全に追従することができない硬質プラスチックで形成されるため、非金属製ガイドリング 1182 は、(場合によっては、プローバイを低減するのに役に立つが) ピストン 1118 とシリンダ壁 1112 の間のギャップ 1132 を通るプローバイを単独で阻止することができない。対照的に、非金属製リングアセンブリ 960 (図 9 参照) は、そのような形状の変化に追従できる 1 つ以上の軟質プラスチックで形成されている。従って、非金属製ガイドリング 1182 は、第 1 および第 2 の非金属製ガイドボタン 1190、1194 と共に、ピストン 1118 のシリンダ壁 1112 との接触を低減する (および、より好ましくは、阻止する) ように設計される。

【0109】

50

ガイドリングまたはガイドボタンを用いることにより、オイルによってシリンダ壁 1112を滑らかにする必要はないため、(図7に関連して、本出願の発明の背景の項で説明した)非金属製リングアセンブリ 738に関連するいくつかの問題は、克服(または、少なくとも低減)することができる。従って、一実施形態において、シリンダ壁 1112を滑らかにするのに、オイルを使用しなかった場合(または、低減された量のオイルを使用した場合)、動的シーリング能力を有する非金属製リングアセンブリ 1560(図15参照)を用いることもできる。

【0110】

図15は、シリンダ壁 1112の一部、ピストン 1118の一部、シリンダ壁 1112とピストン 1118の間のギャップ 1132、リング溝 1528および非金属製リングアセンブリ 1560の拡大し、かつ強調した概略図である。非金属製リングアセンブリ 1560は、第1の非金属製リング 1562と、第2の非金属製リング 1564とを含む。

【0111】

好ましくは、第1の非金属製リング 1562は、ゴムまたはゴム状材料で形成されているギャップレス(すなわち、連続的な)リングであり、ばねのような性質を有し、加圧された場合には、逆止弁として機能することができる。(しかし、該第1の非金属製リングは、「O字状」断面を有する必要はなく、様々な異なる形状をとることを理解すべきである。)加えて、第1の非金属製リング 1562は、好ましくは、華氏約 550 度(約 287)までの温度で有効に作動することができ、また好ましくは、華氏約 600 度(約 315)の温度に耐えることができる。他の温度も可能であるため、上記の温度は限定的ではないことを理解すべきである。さらに、第1の非金属製リング 1562は、好ましくは、(例えば、ピストン 1118を越えて伸ばすことが可能な)軟らかさであり、かつ記憶を有する(すなわち、冷却時に、または、圧力が低下したときに、その元の形状に戻る)。第1の非金属製リング 1562は、例えば、バイトン等の高温フルオロエラストマで形成することができる。

【0112】

第2の非金属製リング 1564は、好ましくは、華氏約 550 度(約 287)までの温度で有効に作動することができ、かつ好ましくは、華氏約 600 度(約 315)の温度に耐えることができるギャップレス(すなわち、連続的な)リングである。他の温度も可能であるため、上記の温度は限定的ではないことを理解すべきである。加えて、第2の非金属製リング 1564は、好ましくは、比較的低い摩擦係数を有する。さらに、第2の非金属製リング 1564は、(例えば、取付けのために、ピストン 1118を越えて伸ばされる際に)加熱されると伸びることが可能でなければならず、また、記憶も有していなければならず、その結果、該リングは、冷却されると、その元の形状に戻る。

【0113】

好ましくは、第2の非金属製リング 1564は、フッ素樹脂またはフッ素ポリマー材料で形成される。例えば、該第2の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、テフロン(登録商標、デュポン社製品)およびルーロン(Rulon、商標)(サンゴバン(St. Gobain)社製品)等の製品を含む、フッ素樹脂およびフッ素ポリマー系の材料等の、または、該材料と同様のゴム状のプラスチック材料とすることができる。

【0114】

非金属製リングアセンブリ 1564は、図9に関して説明した非金属製リングアセンブリ 960と共に、またはその代わりに用いることができる。また、1つの非金属製リングアセンブリ 1564を設ける代わりに、複数の非金属製リングアセンブリ 1564を、対応する複数のリング溝 1528に設けてもよい。さらに、連続的なリングとする代わりに、第1および第2の非金属製リング 1562、1564の一方または両方を非連続的(例えば、割れ目を有するリング)としてもよいことを理解すべきである。

【0115】

非金属製リングアセンブリ 1560は、非金属製リングアセンブリ 960に関して説明

10

20

30

40

50

したのと同様の方法を用いて取付けることができる。

【0116】

非金属製リングアセンブリ1560の動作について、図15について説明する。一実施形態において、第2の非金属製リング1562は、（他の形状も可能であり、見込まれるが）断面が概してT字状であり、また、支持面としてシリンダ壁1112に接触する前部1544と、シリンダ壁1112から最も遠い面である後部1546とを有する。第2の非金属製リング1564の後部1546の高さは、（他の異なる高さの違いも可能であり、見込まれるが）第2の非金属製リング1564の前部1544の高さの約2倍である。

【0117】

第1の非金属製リング1562は、第2の非金属製リング1564に抗するばねとして作動し、また、シリンダ壁1112に抗する予負荷を第2の非金属製リング1564にかける。第1の非金属製リング1562は、第2の非金属製リング1564の後部1546と、リング溝1528の後部1548との間の領域に位置している。加熱され、かつ加圧されると、第1の非金属製リング1562は、流体静力学的に作動する。

【0118】

（上記エンジンのストロークによる正または負の）システム圧力が、シリンダ壁1112とピストン1118の間のギャップ1132に生成される。上記予負荷に付随する支持圧力は、第2の非金属製リング1564の後部1546と、リング溝1528の後部1548との間に該システム圧力を向けるのに十分であり、最小抵抗の経路をとる。

【0119】

流体静力学的に作動する第1の非金属製リング1562は、（該システム圧力が正かまたは負かにより）第2の非金属製リング1564の上部1568または底部1570の方へ移動し、逆止弁として機能し、それによって、該システム圧力が流れるのを防ぐ。この結果、第1の非金属製リング1564は、リング溝1528を通って非金属製リングアセンブリ1560を越えていかなるプローバイも防ぐ。

【0120】

上記システム圧力に付随する力のモーメントは、第2の非金属製リング1564の後部1546から、第2の非金属製リング1564の前部1544へ（直角に）向かう。第2の非金属製リング1564の後部1546は、第2の非金属製リング1564の前部1544の高さの約2倍であるため、シリンダ壁1112に抗する力は増幅され、該システム圧力の力の約2倍となり、このことが、第2の非金属製リング1564とシリンダ壁1112の間のいかなるプローバイも防ぐ。上記に照らして、非金属製リングアセンブリ1560は、プローバイを防ぐことが分かる。

【0121】

該システム圧力は、第2の非金属製リング1564を越えて流れるため、上記支持領域における力は、該システム圧力に依存する。従って、該支持領域における力は、該システム圧力によって変化することになる。そのため、該システム圧力が大きくなればなるほど、該支持圧力は高くなる（逆もまた同様である）。その結果、非金属製リングアセンブリ1560は、動的シールを形成する。

【0122】

第2の非金属製リング1546の後部1546は、第2の非金属製リング1564の前部1544の高さの約2倍であることに限定されないことを理解すべきである。他の高さも可能である。

【0123】

図11に戻って、いくつかの実施形態においては、非金属製リングアセンブリ960および非金属製ガイドリング1182は、異なるリング溝内にある必要はないことを理解すべきである。

【0124】

例えば、図16Aは、第1の非金属製リング962B、第2の非金属製リング964B、第1の非金属製ガイドリング1182Aおよび第2の非金属製ガイドリング1182B

10

20

30

40

50

を収容するリング溝 928A を示す。図 16A に示すように、第 2 の非金属製リング 964B は、第 1 の非金属製ガイドリング 1182A と第 2 の非金属製ガイドリング 1182B の間に挿入されている。さらに、第 1 の非金属製リング 962B は、第 1 の非金属製ガイドリング 1182A、第 2 の非金属製ガイドリング 1182B および第 2 の非金属製リング 964B を、シリンダ壁 1112 に向けて付勢する。

【0125】

図 16B は、第 1 の非金属製リング 962C、第 2 の非金属製リング 964C、第 1 の非金属製ガイドリング 1182A および第 2 の非金属製ガイドリング 1182B を収容するリング溝 928B を示す。図 16B に示すように、第 2 の非金属製リング 964C は、第 1 の非金属製ガイドリング 1182A と第 2 の非金属製ガイドリング 1182B の間に挿入されている。リング溝 928B は、第 1 の非金属製リング 962C の少なくとも一部を収容するチャネル 1600 を含む。従って、図 16A とは対照的に、第 1 の非金属製リング 962C は、（第 1 および第 2 の非金属製ガイドリング 1182A、1182B ではなく）第 2 の非金属製リング 964C のみをシリンダ壁 1112 に向かって付勢する。

10

【0126】

図 17 は、第 1 の非金属製リング 962D、第 1 の非金属製ガイドリング 1182D および第 2 の非金属製リング 964D を収容する第 1 のリング溝 928D を示す。また、図 17 は、第 1 の非金属製リング 962E、第 2 の非金属製ガイドリング 1182E および第 2 の非金属製リング 964E を収容する第 2 のリング溝 1180E も示す。第 1 の非金属製リング 962D は、第 1 の非金属製ガイドリング 1182D および第 2 の非金属製リング 964D をシリンダ壁 1112 に向かって付勢する。同様に、第 1 の非金属製リング 962E は、第 2 の非金属製ガイドリング 1182E および第 2 の非金属製リング 964E をシリンダ壁 1112 に向かって付勢する。

20

【0127】

よく理解されるように、第 1 の非金属製リング 962B、962C、962D および 962E の構成およびこれらのリングに関連する様々な特徴は、第 1 の非金属製リング 962 と一致する（例えば、（バイトン等の）フルオロエラストマで形成することができ、連続的とすることができます、および様々な断面形状、特に、O 字状、D 字状または矩形を有することができる）。同様に、第 2 の非金属製リング 964A、964B、964C、964D および 964E の構成およびこれらのリングに関連する様々な特徴は、第 2 の非金属製リング 964 に一致する（例えば、軟質プラスチックで形成することができ、および連続的または割れ目付きとすることができます）。加えて、（第 1 および第 2 の）非金属製ガイドリング 1182A、1182B、1182D および 1182E の構成およびこれらのリングに関連する様々な特徴は、非金属製ガイドリング 1182 に一致する（例えば、硬質プラスチック材料で形成することができ、および連続的または割れ目付きとすることができます）。

30

【0128】

1 つ以上の第 1 の非金属製リング 962 は、1 つ以上の第 2 の非金属製リング 964 および 1 つ以上の非金属製ガイドリング 1182 と共に、単一のリング溝内に設けることができることを理解すべきである。さらに、このようなリング溝が、1 つ以上の非金属製リング 964 または 1 つ以上の非金属製ガイドリング 1182 を含む場合であっても、第 1 の非金属製リング 962 を、いくつかのリング溝に設けなくてもよいことを理解すべきである。また、1 つ以上の第 1 の非金属製リング 962 が設けられている場合、1 つの非金属製リング（例えば、第 2 の非金属製 964）に作用する予負荷の量は、別の非金属製リング（例えば、非金属製ガイドリング 1182）に作用する予負荷の量とは異なっていてもよいことを理解すべきである。

40

【0129】

また、1 つ以上の第 2 の非金属製リング 964 のどれもが、割れ目を含んでいなくてもよく、または 1 つ以上の非金属製ガイドリング 1182 が割れ目を含んでいなくてもよいことを理解すべきである。また、2 つ以上の非金属製リング（例えば、1 つの第 2 の非金

50

属製リング 964 と、1つの非金属製ガイドリング 1182) が割れ目を含み、かつ同じ(または、異なる) リング溝内にある実施形態においては、該割れ目が互いにずれていてもよいことを理解すべきである。一実施形態において、同じリング溝内の N 個の非金属製リングが割れ目を含む場合、それらの割れ目は、互いに $360^\circ / N$ ずれている。

【0130】

図 16A、図 16B および図 17 の実施形態に示すもの以外にも、他の多くのリングの組合せがあることを理解すべきである。従って、このような実施形態は、単に典型的な実施形態と見なすべきである。

【0131】

従来のエンジンにおいては、(図 2 におけるシリンダ壁 212 のような) シリンダ壁は、クロスハッチング(図示せず)を含み、これは、第 1 の金属製圧縮リング 230 および第 2 の金属製圧縮リング 238 をやすりがけして、シリンダ壁 212 の真円度を補正するのに用いられる。従来のエンジンとは対照的に、一実施形態において、該シリンダ壁(例えば、図 11 のシリンダ壁 1112 を参照)は、滑らかな鏡面仕上げ(図示せず)を有する。とりわけ、このことは、シリンダ壁 1112 と、シリンダ壁 1112 に接触する非金属製リングとの間の摩擦を低減する。さらに、このことは、シリンダ壁 1112 に接触する非金属製リングの摩耗を低減する。本発明の 1 つ以上の特徴を、既存のエンジンに対して実施する場合(すなわち、改造)、該鏡面仕上げは、該シリンダを穿孔、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得ることができる。

【0132】

図 18 は、摩擦を低減するために、非金属製コーティング 1894 で被覆されているシリンダ壁 1112 の断面の概略図である。シリンダ壁 1112 上の非金属製コーティング 1894 は、PTFE、テフロン(登録商標)またはルーロン(Rulon、商標)等の製品を含む、フッ素樹脂およびフルオロポリマー系の材料等の、または該材料と同様のゴム状プラスチック材料とすることができる。一実施形態において、非金属製コーティング 1894 は、非金属製リングアセンブリ 960(または、非金属製リングアセンブリ 1560)、第 1 の非金属製ガイドリング 1182、第 2 の非金属製ガイドリング 1186、第 1 の非金属製ガイドボタン 1190 または第 2 の非金属製ガイドボタン 1194(図 11 参照)に接触する可能性のある、シリンダ壁 1112 の当該部分に沿って拡がっている。非金属製コーティング 1894 の使用は、さらに、ピストン 1118 とシリンダ壁 1112 の間の金属間接触が確実に低減される(および、いくつかの実施形態においては、なくす)ようにする。

【0133】

一実施形態において、非金属製コーティング 1894 は、シリンダ壁 1112 上に焼き付けられている。一実施形態において、非金属製コーティング 1984 の厚さは、約 0.0254 mm(約 0.001 インチ)である。一実施形態において、非金属製コーティング 1894 の厚さは、約 0.0254 mm(0.001 インチ)未満である。一実施形態において、シリンダ壁 1112 は、チタンまたは 1 つ以上のチタン合金で形成されている。

【0134】

上述した軟質および硬質プラスチック材料の一部は、グラファイト、ガラス纖維、テフロン(登録商標)、および特別な環境での使用に関して、温度、剛性、圧縮、摩擦、弾性、記憶および蒸気等固有の性質で機能する他の多くの物質の様々なフィラーによって、機能強化することができることを理解すべきである。

【0135】

再び図 11 を参照して、内燃機関 1100 は、ピストン 1118 内(より具体的には、ピストン 1118 のヘッド部 1120 内)に形成されている燃焼室 1116 を含む。さらに、ヘッドアセンブリ 1114 は、平坦である(すなわち、その内部に沿って湾曲していない)。このことは、湾曲した(すなわち、その内部に沿って湾曲している)ヘッドアセンブリ 214 内に形成されている(図 2 に示す)燃焼室 216 と対照的である。

10

20

30

40

50

【0136】

図11に示すように、ピストン1118のヘッド部1120は、皿型である（すなわち、連続的な滑らかな曲線を有する）。しかし、ピストン1118のヘッド部1120は、多くの異なる形状をとることができることを理解すべきである。例えば、一実施形態において、ピストン1118のヘッド部1120は、概して円錐台形状とすることができます。別の実施形態においては、ピストン1118のヘッド部1120は、底部に平坦部を有する円錐台形状とすることができます。包括的に説明すると、このような実施形態の全てにおいて、ピストン1118のヘッド部1120は、凹んでいる。

【0137】

ピストン1118の凹んだヘッド部1120を用いると、エンジン効率が向上し、非金属製リングを用いることの利点を実現できる。例えば、ピストン1118の凹んだヘッド部1120は、（例えば、屈折により）力のモーメントを、凹んだヘッド部1120の底部の中心に向け、このことが、上記シリンダの中心に熱を保持し、それにより、熱損失の可能性を低減する。力のモーメントが、ピストン1118の中心に、および該中心の軸に沿って向けられると、ピストン1118（および、それに伴って、接続ロッド1124）へのエネルギーの伝達が改善される。この熱が、冷たいシリンダ壁1112に接触しない場合、より短時間で、燃焼を終えることが可能であり、熱損失の時間を少なくすることができる。さらに、周辺部の方へ放射する熱は、シリンダ壁1112に到達せず、すなわち、該熱は、凹んだピストンヘッド1120の壁部にぶつかる。さらに、燃焼は、凹んだピストン1118の中心で行われるため、放射した熱は、シリンダ壁1112およびリング（例えば、非金属製リングアセンブリ960および非金属製ガイドリング1182）から離れて流れ、それによって、これらの非金属製リングを保護する。ピストンヘッド1120のお椀形状は、一旦、ガスがピストンヘッド1120の底部に到達すると、該ガスを衝突させて、ピストンヘッド1120の中心にガスの噴出を形成させ、このことが、より適切な噴霧化、均質化、ガス化および蒸発をもたらす。従って、燃焼プロセスは、より効率的かつ短時間で行われる。従って、熱損失は低減される。最終的に、（ピストンヘッド1120の凹んだ形状による）表面積の増加は、分子を分散できるようにし、このことが、燃焼プロセスを改善し、かつ該燃焼プロセスをより短時間で行えるようになる。

【0138】

いくつかの実施形態においては、使用温度が華氏180度（約82）を超える冷却剤を有する加圧ラジエータを設けてもよい。一実施形態において、該冷却剤の使用温度は、少なくとも華氏200度（約93）である。一実施形態において、該冷却剤の使用温度は、少なくとも華氏225度（約107）である。一実施形態において、該冷却剤の使用温度は、少なくとも華氏250度（約121）である。一実施形態において、該冷却剤の使用温度は、華氏300度（約149）を超える。一実施形態において、該冷却剤の使用温度は、華氏350度（約176）を超える。一実施形態において、該冷却剤の使用温度は、約華氏400度（約204）である。

【0139】

従って、熱の一部が、凹んだピストンヘッド1120の上部より上に上昇して、シリンダ壁1112に接触する限りにおいて、シリンダ壁1112は、上記加圧ラジエータにより、従来のエンジンよりも実質的に高い温度を有することになる。そのため、熱損失は、さらに減少する。

【0140】

図11に示すように、平坦なヘッドアセンブリ1114は、ピストン1118の動きの方向と実質的に平行である方向に動く吸気弁1146を含む。同様に、平坦なヘッドアセンブリ1114は、ピストン1118の動きの方向と実質的に平行である方向に動く排気弁1148を含む。

【0141】

平坦なヘッドアセンブリ1114を用いると、いくつかの利点を実現できる。例えば、従来のエンジン（図2参照）において、エンジンブロック210のヘッドアセンブリ21

10

20

30

40

50

4とシリンダ212の間にヘッドガスケット（図示せず）を密封するために、必要なトルクが加えられた場合、そのようなトルクは、シリンダ212をわずかに歪ませる傾向がある。この問題は、エンジンが加熱された場合に深刻になり、シリンダ212をより多く歪ませる。

【0142】

平坦なヘッドアセンブリ1114（図11参照）を用いることにより、ヘッドアセンブリ1114とエンジンブロック1110の間にヘッドガスケット（図示せず）を密封するのに用いられるトルクの影響は、密封性を犠牲にすることなく、平方インチ当たりで小さくすることができる。この結果、該シリンダのひずみは実質的に低下し、このことは、該エンジンが加熱されたときに生じるひずみの量も低減する。

10

【0143】

プローバイを実質的になくすことにより、および上述した非金属製リングの1つ以上の組合せを用いて、摩擦を減らすことにより、既存のエンジン設計に対して、多くの変更を行うことができる。実行できる1つの主な設計変更は、エンジンを、もはや「方形状」に形成する必要がないことである。以下に、簡単な説明を記載する。

【0144】

自動車エンジンの設計者は、動力を増加させると同時に、汚染量を制限し、かつ所要の燃費を実現する際に、多くの障害に直面してきた。例えば、動力は、シリンダ内のピストンストローク長を増加させることにより、該ピストンの直径を増加させることにより、または、該エンジンの毎分回転数を増加させることにより、増加させることができる。しかし、これらの設計変更の各々は、従来のエンジンにおいては、プローバイ、摩擦および温度を増加させ、汚染の増加および燃費の低下をもたらす。さらに、エンジン設計においては、一般に、動力を増加させるパラメータ、汚染を減少させるパラメータおよび燃費を向上させるパラメータのうちで、1つか2つのパラメータは利益をもたらし、該パラメータのうちの少なくとも1つは、損失をもたらすことが広く受け容れられている原則である。

20

【0145】

汚染の量が許容レベルを超えて増加せず、かつ燃費が所要レベルを超えて低下しないようするために、自動車エンジンの設計者は、エンジンは、「不規則に(out-of-square)」作ることができないということを「学んだ」。すなわち、ピストンのストローク長は、該ピストンの直径の約70%より大きくすることができない。従って、動力を増加させるために、一部の自動車エンジンの設計者は、ピストンの直径を低減し、ストローク長を低減し、シリンダの数を増加させ、かつエンジンの毎分回転数を増加させた。

30

【0146】

本発明の実施形態は、プローバイを実質的になくし、かつ摩擦を低減するため、自動車エンジンの設計者に課せられたいくつかの制限は、切り離すことができる。例えば、従来の教示とは対照的に、動力を増加させ、汚染を減少させ、かつ燃費を向上させるエンジンを作ることができる。さらに、このようなエンジンは、「規則的に(square)」または「不規則に(out-of-square)」作ることができる。加えて、既存のエンジンをオーバーロードさせないために、本発明の1つ以上の実施形態は、動力が維持されると共に、汚染が減少し、かつ燃費が向上するように、既存のエンジンを改造するのに用いることができる。

40

【0147】

一実施形態において、ピストン1118の直径は、（ピストン218のような）従来のピストンと比較して、著しく増加している。より大きな直径のピストン1118を用いることにより、コンポーネントを付加するまたは動かすためのより多くの空間があるため、さらなるエンジン設計の変更を行うことができる。一実施形態においては、より大きな直径のピストン1118が、平坦なヘッドアセンブリ1114と組合わせて用いられる。従来のヘッドアセンブリと共に、より大きな直径のピストンを用いることにより、いくつの効果を得ることを理解すべきである。

50

【0148】

一実施形態において、平坦なヘッドアセンブリ 1114 は、1つ以上の酸素インジェクタを含む。その代わりに、またはさらに、該平坦なヘッドアセンブリは、1つ以上の酸素インジェクタおよび燃料インジェクタの組合せをさらに含むことができる。一実施形態においては、1つ以上のスパークプラグが設けられており、例えば、1つのスパークプラグが1つのスパークを発し、別のスパークプラグが複数のスパークを発する。一実施形態において、平坦なヘッドアセンブリ 1114 は、ピストン 1118 のヘッド部 1120 の上部（例えば、燃焼室 1116 の上部付近）に燃料を供給する燃料インジェクタを含む。

【0149】

一実施形態において、ピストン 1118（より具体的には、ピストン 1118 のヘッド 1120 の上部）は、酸素に対する触媒、例えば、プラチナ、ロジウムまたはパラジウム（または、これらの組合せ）で被覆することができる。酸素に対する他の触媒も用いることができ、さらに、酸素に対する2つ以上の触媒を用いてもよいことを理解すべきである。

10

【0150】

一実施形態において、燃焼プロセスにさらされるエンジンの1つ以上の部材は、酸素に対する1つ以上の触媒で被覆される。例えば、ヘッドアセンブリ 1114 の一部、吸気弁 1146 の底部、排気弁 1148 の底部、または1つ以上のスパークプラグ 1150 は、酸素に対する1つ以上の触媒で被覆される。このような部材は、ピストン 1118 のヘッド 1120 に加えて、または、該ヘッドの代わりに、酸素に対する1つ以上の触媒で被覆してもよいことを理解すべきである。

20

【0151】

本発明者は、酸素に対する触媒（例えば、プラチナ）を、従来のエンジンの場合のように外部ではなく、上記燃焼室内部に用いた場合、熱エネルギーを、有効な仕事のための機械的エネルギーに変換することができることに気がついた。また、いくつかの実施形態においては、該燃焼室内の残りの熱エネルギーの大部分を、1つ以上の蒸気ストロークのための運動エネルギーに変換することができる。

20

【0152】

一実施形態においては、上記非金属製リングを用いることによって得られる摩擦の減少により、より効率的なフライホイールを用いることができ、このことは、該エンジンが、かなり低い毎分回転数でアイドリングすることを可能にする。具体的には、フライホイールは、該フライホイールの残りの部分と比較してその周辺部の重量または質量が増加する。例えば、主に、比較的軽量の金属で作られた金属製フライホイールは、その周辺部に、比較的重い重量の金属を含むことができる。一実施形態において、該フライホイールの直径も、従来のフライホイールと比較して、増加させることができ、このことが、供給トルクを増加させる。

30

【0153】

一実施形態において、該フライホイールは、チタン（または、1つ以上のチタン合金）で形成されているシャフトを有し、該フライホイールに関連するベアリングは、摩擦をさらに低減するように、かつ毎分回転数をさらに減少させるように改良することができる。より具体的には、一実施形態において、該ベアリングは、メルディン（M e l d i n、登録商標、サンゴバン社製品）またはベスペル（V e s p e l、登録商標、デュポン社製品）等の製品を含む、フッ素樹脂およびフッ素ポリマー系の硬質プラスチック材料（すなわち、非金属材料）で形成（または、被覆）することができる。別の実施形態においては、該ベアリングは、ポリテトラフルオロエチレン（P T F E）、テフロン（登録商標、デュポン社製品）およびルーロン（R u l o n、商標、サンゴバン（S t . G o b a i n ）社製品）等の製品を含む、フッ素樹脂およびフッ素ポリマー系の軟質プラスチック材料（すなわち、非金属材料）で形成（または、被覆）することができる。該エンジンは、低い毎分回転数でアイドリングすることが可能なため、燃費は向上し、汚染は減少し、騒音は低減され、エンジン摩耗は減る。このようにして、該フライホイールは、機械的エネルギーを

40

50

50

蓄積するより有効なコンポーネントとして形成される。

【0154】

一実施形態において、アイドリング速度は、500 rpm未満とすることができます。一実施形態において、アイドリング速度は、200 rpm未満とすることができます。一実施形態において、アイドリング速度は、100 rpm未満とすることができます。さらに別の実施形態においては、アイドリング速度は、約60 rpmとすることができます。

【0155】

一部の人は、低い毎分回転数でエンジンを作動させることは、触媒コンバータの使用を非実用的にすることに気付く可能性がある。しかし、図7に関連して説明した本発明者の従来のエンジンのように、本発明の実施形態は、触媒コンバータまたは送風機なしで、エミッション要件を満たすことができると考えられる。さらに、本発明の実施形態においては、PCVバルブもなくすことができる。

10

【0156】

(例えば、上記ピストンに凹所を設けることにより、またはその直径を大きくすることによって)ピストン1118の上部の表面積を増加させ、ピストン1118が動力行程を完了するのにかかる時間を長くすることができると共に、同じ量の動力を維持することができる。動力行程を完了する時間を長くすることにより、燃料および酸素を、ピストン1118の行程に関連する正確な時間に供給することができ、このことは、以下の説明によって理解されるように、効率を向上させることができる。

20

【0157】

クランク軸(図示せず)が回転すると、ピストン1118は、異なる速度で動く。ピストン1118の位置に基づく燃料の適時の燃焼は、該ピストンが、てこの原理に基づいて、より有効な仕事を行うことを可能にし、それにより、該クランクは、レバーアームとして用いられる。上死点を12時の位置(0度)に有するエンジンにおいては、該クランク軸に及ぼすことのできる最大トルクの可能性は、動力行程中の該ピストンの行程の中途付近の箇所である、クランクが3時の位置(90度)にあるときである。

30

【0158】

1つの実施例のエンジンにおいて、該ピストンが上死点にあるとき、該ピストンは、動いていない。該クランク軸が5度回転すると、ダイヤルインジケータで測定すると、0.076mm(0.003インチ)の該ピストンの動きが生じる。該クランク軸の次の5度の回転は、該ピストンの0.381mm(0.015インチ)の動きを生じる。簡潔に言うと、その後、該クランク軸が、3時の位置近くになると、該クランク軸の5度の回転が、該ピストンの6.35mm(0.250インチ)の動きをもたらし、これは、該ピストンが、該クランク軸の最初の5度の回転時に移動する距離よりも約83倍長い(そのため、83倍速い)。都合の悪いことに、従来のエンジンにおいては、該ピストンが、その動きの速い位置に到達する時間までに、かなりの量の燃料が、既に消費されている。米国環境保護庁(Environmental Protection Agency; EPA)も、これらのエンジニアリング上の事実の一部を認識し、2005年3月に、そのような事実を利用する公開特許出願を公開している。

30

【0159】

ニュートンの運動の法則によれば、運動エネルギーは、力に速度の2乗を掛けたものを2で割ったものに等しい。本発明者は、上記ピストンによってなされる仕事の約80%は、該ピストンの行程の約40%の間(本発明者は、これを動力効率のスイートスポット(power-efficiency sweet spot)と呼ぶ)に行われることを認識した。ピストンのストロークに沿った正しい位置で(すなわち、クランクが、約3時の位置にあるときに)燃焼が実行されるために、動力行程を完了するのに必要な時間の量は、長くすると共に、同じ量の動力を維持しなければならない。さらに、燃焼は、より速く、かつより完全でなければならない。

40

【0160】

一実施形態において、ピストン1118の上部の表面積は、該ピストンの直径を増加さ

50

せることにより増加する。一実施形態において、ピストン 1118 の上部の表面積は、該ピストンを橢円形状にすることによって増加する。一実施形態において、ピストン 1118 の表面積は、ピストン 1118 に凹所を設けることにより（または、ピストン 1118 にさらに凹所を設けることにより）増加する。該ピストンの上部の表面積は、上記の 2 つ以上を組合せることによって増加させることができることを理解すべきである。

【0161】

一実施形態において、該ピストンをその盲点 (blind spot) を越えさせるために、火炎前面が少量の燃料を導入することによって形成される。酸素インジェクタによつて、酸素が（例えば、音速で）ピストン 1118 の上部の中心（または、該ピストンが橢円形の場合には、重心）に対して垂直に直接注入される。ほぼ同時に、燃料（例えば、予め加熱され、均質化された霧状の燃料）が、凹所が設けられたピストン 1118 の最上領域のすぐ内側の 1 つ以上の燃料インジェクタを用いて、360 度のスプレーで注入される。この燃料のスプレーは、屈折により、凹所が設けられたピストンヘッド 1120 の壁部に押し下げられ、凹所が設けられたピストンヘッド 1120 の壁部に屈折して上がってくる酸素とぶつかる。噴霧化は、相対速度の 2 乗の関数であるため、この激しい爆発的な状況は、上から下に来る火炎前面の近傍で生じ、完全かつ急速な燃焼のための竜巻状の作用を引き起こす。これはエンジン効率の主な到達点である。好ましいことに、燃焼は、動力効率のスイートスポットで行われる。

10

【0162】

一実施形態においては、周囲空気が浄化器にかけられ、これにより、該空気中の酸素の少なくとも一部から、窒素の少なくとも一部が分離される。この結果、一実施形態において、純粋な酸素をピストン 1118 の上部に向かって注入する代わりに、酸素と窒素の混合物（該混合物は、窒素の含有量が周囲空気よりも少ない）が、ピストン 1118 の上部に向かって注入される。

20

【0163】

一実施形態において、酸素は、車両に収容されている浄化器を介した電気分解によって得ることができる。一実施形態において、燃焼する燃料の副生成物から得られた水は、浄化器に供給することができ、これにより、該水から酸素が得られる。一実施形態においては、水が搭載されており、この水が、該浄化器に供給される。

30

【0164】

一実施形態において、浄化器は、エンジンに関連するバッテリーからの電力によって駆動することができる。一実施形態において、浄化器は、エンジンからの廃熱を用いたスチームジェニー (steam jenny) によって駆動することができる。

【0165】

一実施形態において、酸素は、酸素タンクに搭載されている。しかし、本発明者は、タンク内での酸素の貯蔵が危険である可能性を認識している。従って、浄化器を用いることが、より良い代替方法であると考えられる。

【0166】

一実施形態において、上記エンジンのいくつかの部材は、チタン、または、1 つ以上のチタン合金から作ることができる。これらの部材は、特に、エンジンブロック 1110、シリンダ壁 1112、ピストン 1118、ヘッドアセンブリ 1114、（中空バルブステムを有する）吸気弁 1146 および排気弁 1148、カム（設けられる場合）、接続ロッド 1124、リストピン 1126、クランク軸、ドライブシャフト、ギア、燃料インジェクタ、酸素インジェクタを含むことができる。チタンの使用は、軽量であることを含む多くの効果を可能にし、軽量であることは、重力に逆らって持ち上げるとき、および回転するときに、エネルギーを節約する。チタンの別の効果は、特に、中空状に形成した場合に、動力行程の間に、シャフトおよびロッドが曲がらないということである。また、（例えば、該ピストンの上部の表面積を増加させる場合に）より少ないシリンダおよび接続ロッドを用いることができるため、該クランク軸の長さを減じることができ、それにより、湾曲をさらに防ぐ。

40

50

【0167】

チタンは容易に曲がらないため、非金属製ベアリングを用いることができる。例えば、一実施形態において、1つ以上の非金属製ベアリングを、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、テフロン(登録商標、デュポン社製品)およびルーロン(Rulon、商標、サンゴバン社製品)等の製品を含む、フッ素樹脂およびフッ素ポリマー系の材料等の、または、該材料と同様のゴム状のプラスチック材料で形成または被覆することができる。一実施形態において、1つ以上の非金属製ベアリングは、メルディン(Meldin、登録商標、サンゴバン社製品)またはベスペル(Vespel、登録商標、デュポン社製品)等の製品を含む、フッ素樹脂およびフッ素ポリマー系の硬質プラスチック材料で形成することができる。一実施形態において、1つ以上の非金属製ベアリングは、オイルポンプ用ベアリングとして、および主ベアリングとして使用される。加えて、非金属製ベアリングの材料は、他のコンポーネントの中でも特に、リストピン、カム、リフター、および吸気弁および排気弁、タイミングギアおよびアセンブリ、フライホイールシャフトおよびディストリビュータシャフトに付随する摩擦を減少させるのに用いることができる。

10

【0168】

チタン製ピストン1118およびチタン製シリンダを用いることの主な利点は、シリンダ壁1112とピストン1118の間の公差を低減できるということである。これは、チタンで形成した場合の、特に、ピストン1118が薄い場合の、ピストン1118の膨張が低減されるためである。該シリンダは、より頑丈に形成されているため、歪むことはない。これらの要因の全てを、シリンダ壁1112とピストン1118の間のギャップ1132を少なくするのに用いることができる。そのため、システム圧力が、ギャップ1132内に入り込む機会は少ない。いくらかのシステム圧力がギャップ1132内に入り込んだ場合、該システム圧力は、ギャップ1132のサイズによって低減されることになる。従って、チタン製ピストン1118およびチタン製シリンダ壁1112を用いると、上記非金属製リングを保護する際に役に立つ。

20

【0169】

さらに、チタン製シリンダ壁1112は、薄く形成することができるため、温度勾配は、シリンダ壁1112に達するいかなる熱も、該非金属製リングに悪影響を及ぼすことなく、迅速にウォータージャケット内へ消散する。さらに、ピストン1118を介して該非金属製リングに伝達される熱も、該非金属製リングに悪影響を及ぼすことなく、該ウォータージャケット内へ消散する。

30

【0170】

一実施形態において、チタン製スリーブを、既存のエンジンを改造するのに用いることができる。具体的には、従来のシリンダを中ぐりして、チタン製スリーブを中に挿入することができる。加えて、該既存のエンジン内の湾曲したヘッドアセンブリは、チタンで形成された平坦なヘッドアセンブリと置き換えてよい。一実施形態においては、1つ以上のチタン製スリーブと、該平坦なヘッドアセンブリの少なくとも一部は、1つの部材として一体化してもよい。

40

【0171】

従来のエンジンにおけるシリンダを中ぐりする場合に直面する1つの問題は、上記第1および第2の金属製圧縮リングが、該中ぐりされたシリンダ壁によって摩耗して上記ウォータージャケットに達し、このことがエンジンを破壊するであろうということである。しかし、チタン製スリーブを用いることにより、該エンジンは、そのようなスリーブを挿入した後には、元のエンジンと比べて、より強固な壁部を実質的に有することになり、このことは、該エンジンを長持ちさせることを可能にする。さらに、該第1および第2の金属製圧縮リングは、上記の様々な実施形態において説明したように、取り除かれるであろう。

【0172】

一実施形態において、該チタン製スリーブは、滑らかな鏡面仕上げを有する。一実施形態において、該チタン製スリーブは、摩擦を低減するために、非金属製コーティングで被

50

覆されている。該非金属製コーティングは、P T F E、T e f l o n(登録商標)またはR u l o n(商標)等の製品を含む、フッ素樹脂およびフッ素ポリマー系の材料等の、または、該材料と同様のゴム状のプラスチック材料とすることができます。

【0173】

チタンは、鍛造、引き抜きまたは加工することができる。上記の部材のうちのいくつかは、このような方法のうちの1つ以上を用いて形成することができる。

【0174】

一実施形態において、吸気弁1146の閉塞は、圧縮行程中に遅らせててもよく、それにより、上記燃焼室内に導入されている空気・燃料混合物(または、酸素・燃料混合物など)の一部を、上記吸気マニホールド内へ押し戻す。このことは、該空気・燃料混合物が、次の燃焼室へ供給される前に、該空気・燃料混合物の予加熱および予混合を引き起こし、このことが、完全燃焼の可能性を高める。

10

【0175】

純粋な(または、ほぼ純粋な)酸素を燃料と共に用いると、この酸素・燃料混合物は、(標準的なエンジンにおいて、該空気・燃料混合物を約8から1に圧縮するのと比べて)約2から1に圧縮される。従って、圧縮行程中の該吸気弁の閉塞は、さらに遅らせててもよく、このことがエネルギーを節約する。

【0176】

一実施形態において、該吸気弁は、該ピストンが、その圧縮行程の長さの少なくとも約50%進むまで閉じられない。一実施形態において、該吸気弁は、該ピストンが、その圧縮行程の長さの少なくとも約55%進むまで閉じられない。一実施形態において、該吸気弁は、該ピストンが、その圧縮行程の長さの少なくとも約60%進むまで閉じられない。一実施形態において、該吸気弁は、該ピストンが、その圧縮行程の長さの少なくとも約65%進むまで閉じられない。

20

【0177】

上述したような(ブローバイを停止し、かつ摩擦を低減する)非金属製リングの組合せを用いることは、該エンジンの部材をチタン(または、チタン合金)から形成することと共に、蒸気・燃料ハイブリッドエンジンを可能にする。一実施形態において、蒸気は、(例えば、該平坦なヘッド内の蒸気インジェクタを介して)燃焼室内に導入され、この場合、前のストローク時に、燃料が燃焼されている。蒸気は溶解性であるため、一実施形態において、該蒸気・燃料ハイブリッドエンジンは、そのシリンダ壁を滑らかにするためのオイルを使用しない。

30

【0178】

該蒸気・燃料ハイブリッドエンジンは、燃料・電気ハイブリッド技術と組合わせて、蒸気・燃料・電気ハイブリッドエンジンを実現することもできることを理解すべきである。さらに、そのような技術は、水素燃料電池および太陽発電と組み合わせてもよい。さらに、該エンジンの実施形態は、蒸気なしで用いることができ、燃料・電気ハイブリッドエンジンまたは他のハイブリッド技術の一部として用いることができる。

【0179】

例えば、該エンジンの実施形態は、いくつかのエンジンコンポーネントの低減により、スペースおよび重量の削減を実行できるため、燃料・電気ハイブリッドエンジンのために、より大きなバッテリーを使用することができる。該バッテリーは、該エンジンの燃料部が作動しているときの余分なエネルギーを蓄積するのに用いることができ、その結果、該エンジンの燃料部は、低速で停止させることができ、また、該バッテリーは、電力を供給することができる。さらに、エネルギーは、当業者には公知である回生制動技術を用いて、該バッテリーに貯蔵することができる。一実施形態において、該バッテリーと上記ドライブシャフトの間には、直接駆動接続が形成され、その結果、何らかの歯車装置、ピストン、接続ロッド等を要することなく、電力が供給される。一実施形態において、該バッテリーのレベルが低いと、該エンジンの燃料部は、電力を生成するのに用いられる。

40

【0180】

50

一実施形態においては、「サイドワインダー」エンジン構成が用いられる。すなわち、該ピストンは、地面と実質的に平行な軸に沿って往復動する。一実施形態においては、デュアルヘッド型ピストンが設けられ、この場合、各ピストンヘッドは、凹所が設けられており、燃焼室を形成する。このような実施形態においては、2つの平坦なヘッドアセンブリが設けられている。ピストンロッドが該ピストンに接続され、該ピストンヘッドの一方の中心（または、重心）を通過する。加えて、該ピストンには、スカートがない。

【0181】

一実施形態において、該ピストンヘッドは、橢円形状の上部を有する。一実施形態において、該ピストンヘッドの橢円形状上部の長さは、約20.32cm（約8インチ）（シボレー350 V8エンジンで使用されたピストンの直径の約2倍）であり、該ピストンヘッドの各々の橢円形状上部の幅は、約15.24cm（約6インチ）である。該ピストンは、プローバイを低減する（または、実質的になくす）ために、上述した非金属製リングの組合せのうちの少なくとも1つを用いる。

10

【0182】

一実施形態において、該サイドワインダーエンジンは、上述したようなチタンまたはチタン合金で形成されている部材を有する。一実施形態において、該シリンダ壁は、非金属製材料で被覆され、該被覆は焼付けられ、厚さが0.0254mm（0.001インチ）未満になる。

【0183】

一実施形態においては、一方のピストンヘッドには、ピストンロッドによってふさがれる領域により、他方のピストンヘッドよりも多い凹所が設けられている。一実施形態において、上記リストピンは、該シリンダの外側に設けられている。

20

【0184】

本発明の実施形態に従って作られたエンジンは、次の燃料、すなわち、ディーゼル燃料またはその混合物、ガソリンまたはその混合物、メタノールまたはその混合物、エタノールまたはその混合物、または天然ガスまたはその混合物を用いることができる。他の燃料を用いてもよいことも見込まれている。

【0185】

本発明を、シリンダ内を往復動するピストンを有するエンジンに関連して説明してきたが、本発明のいくつかの特徴は、ロータリーエンジン用に設計されたピストンを含むロータリーエンジンに関しても用いることができる。

30

【0186】

本発明は、様々な実施形態において、様々な実施形態、その組合せおよびそのサブセットを含む、本願明細書に十分に描写されかつ記載されているコンポーネント、方法、プロセス、システムまたは装置を含む。当業者は、本開示を理解した後には、本発明をどのように構成して利用するかを理解するであろう。本発明および様々な実施形態は、本願明細書に描写または記載されていないアイテムがない装置およびプロセスを提供すること、または、本発明の様々な実施形態において、例えば、性能を改良するための、実施の容易さを実現するためのまたは実施のコストを低減するための、これまでの装置またはプロセスで用いられている可能性のあるような、そのようなアイテムがない場合を含む。本発明は、新規なアイテムを含み、および新規なアイテムまたはプロセスを説明する際の便宜のため、これまでのまたは同様の技術に適合された用語は、そのような用語の従来の用法の全ての態様を維持する必要はない。

40

【0187】

本発明の上記の考察は、例示および説明のために提示されている。上記のことは本発明を、本願明細書に開示されている形式に限定しようとするものではない。本発明の説明は、1つ以上の実施形態およびいくつかの変形例および変更例の説明を含んでいたが、例えば、本開示を理解した後には、当業者の技術や知識になる可能性があるため、他の変形および変更も本発明の範囲内にある。許される範囲内で、特許請求の範囲に記載されていることに対する代替的な、置換可能なまたは等価な構造、機能、範囲またはステップが本

50

願明細書に開示されているか否かに関わらず、および何らかの特許性のある対象を別にする意図なしに、そのような代替的な、置換え可能なまたは等価な構造、機能、範囲またはステップを含む、代替的な実施形態を含む権利を得ることが意図されている。

【0188】

好適な実施形態に対するいくつかの代替例を説明する努力をしてきたが、他の代替例も当業者には容易に思い浮かぶであろう。そのため、本発明は、本発明の趣旨または主要な特徴から逸脱することなく、他の具体的な形式で具体化することができることを理解すべきである。従って、本発明の実施例および実施形態は、あらゆる点で例示的であり、かつ限定的ではないと考えるべきであり、また、本発明は、本願明細書に示されている詳細に限定しようとするものではない。

10

【図面の簡単な説明】

【0189】

【図1】内燃機関と、触媒コンバータと、いくつかの関連するコンポーネントとを含むシステムの単純化したブロック図である。

【図2】従来の内燃機関の一部の単純化し、かつ拡大した断面図である。

【図3】図2の線3-3に沿った断面図である。

【図4】図3の一部の拡大図である。

【図5】従来の4サイクルエンジンのシリンダ内部のピストン位置および関連するバルブ位置の概略図である。

20

【図6】ギャップを有する金属製圧縮リングの拡大概略図である。

【図7】非金属製リングアセンブリ、およびピストンの一部およびシリンダの一部の、断面における拡大し、かつ強調した概略図である。

【図8】ピストンの一部およびシリンダの一部の断面図の(図4とある程度同様の)拡大図である。

【図9】本発明の実施形態による、非金属製リングアセンブリ、ピストンの一部およびシリンダの一部の断面における拡大し、かつ強調した概略図である。

【図10A】第2の非金属製リングの断面の拡大概略図である。

【図10B】第2の非金属製リングにおける割れ目を示す第2の非金属製リングの平面の概略図である。

30

【図10C】割れ目を有する第2の非金属製リングの一部の拡大した立体概略図である。

【図11】本発明の実施形態による内燃機関の一部の単純化した拡大断面図である。

【図12】本発明の実施形態による、非金属製ガイドリング、ピストンの一部およびシリンダの一部の断面における拡大し、かつ強調した概略図である。

【図13A】非金属製ガイドリングの断面の拡大概略図である。

【図13B】非金属製ガイドリングの割れ目を示す非金属製ガイドリングの平面の概略図である。

【図13C】割れ目を有する非金属製ガイドリングの一部の拡大した立体概略図である。

【図14】本発明の実施形態による、非金属製ガイドボタン、シリンダ壁の一部およびピストンの一部の断面における拡大し、かつ強調した概略図である。

【図15】本発明の実施形態による、非金属製リングアセンブリ、シリンダ壁の一部およびピストンの一部の拡大し、かつ強調した概略図である。

40

【図16A】本発明の実施形態による、ピストンの一部、シリンダの一部、および同じリング溝内の非金属製ガイドリングと非金属製リングアセンブリのペアの断面における拡大し、かつ強調した概略図である。

【図16B】本発明の実施形態による、ピストンの一部、シリンダの一部、およびチャネル付きリング溝内の非金属製ガイドリングと非金属製リングアセンブリのペアの断面における拡大し、かつ強調した概略図である。

【図17】本発明の実施形態による、ピストンの一部、シリンダの一部、第1のリング溝内の第1の非金属製ガイドリングおよび第1の非金属製リングアセンブリ、および第2のリング溝内の第2の非金属製ガイドリングおよび第2の非金属製リングアセンブリの断面

50

における拡大し、かつ強調した概略図である。

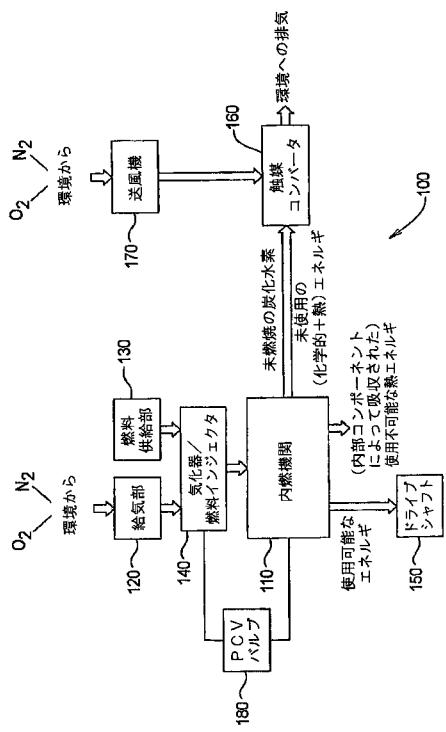
【図18】本発明の一実施形態による、非金属製コーティングで被覆されているシリンダ壁の断面の概略図である。

【符号の説明】

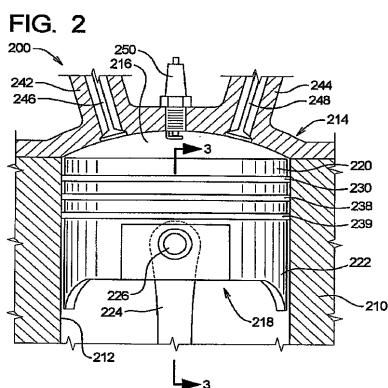
【0190】

928...第1のリング溝、960...非金属製リングアセンブリ、1100...内燃機関、1110...エンジンブロック、1112...シリンダ、1114...ヘッドアセンブリ、1116...燃焼室、1118...ピストン、1120...ヘッド部、1122...スカート、1124...ロッド、1126...リストピン、1142...吸気マニホールド、1144...排気マニホールド、1146...吸気弁、1148...排気弁、1150...スパークプラグ、1180...第2のリング溝、1182...非金属製ガイドリング、1184...第3のリング溝、1186...オイルリング、1188...第1のガイドボタン凹部、1190...第1の非金属製ガイドボタン、1192...第2のガイドボタン凹部、1194...第2の非金属製ガイドボタン1194。

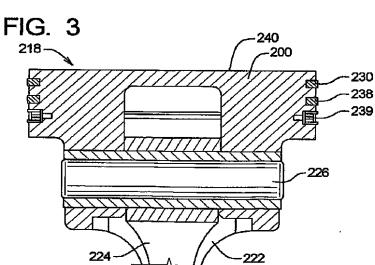
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

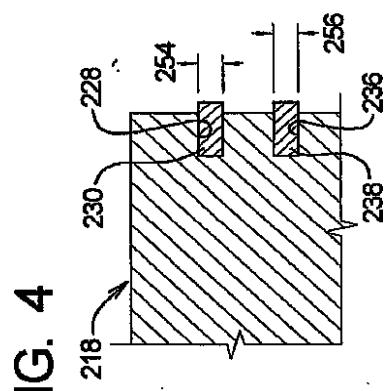


FIG. 4

【図5】

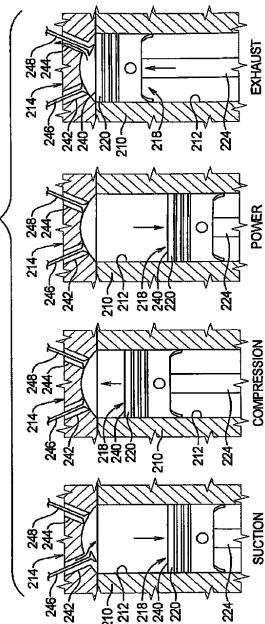


FIG. 5

【図6】

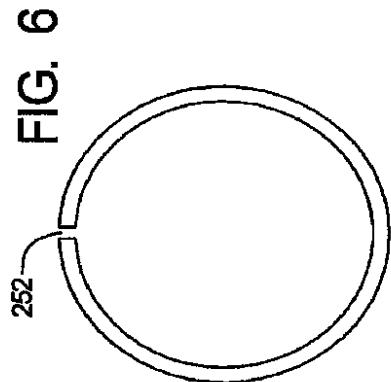


FIG. 6

【図7】

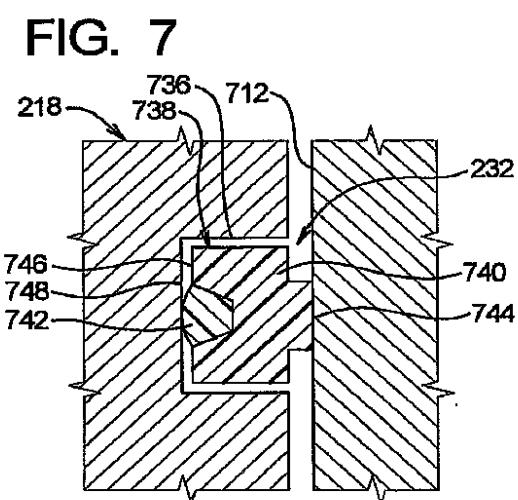
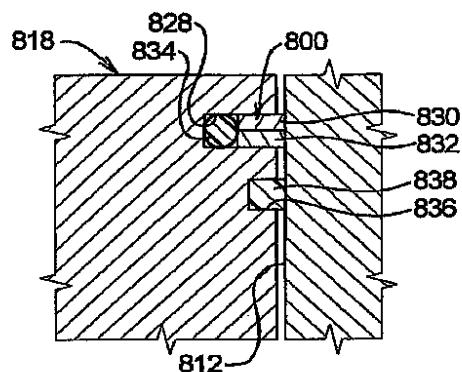


FIG. 7

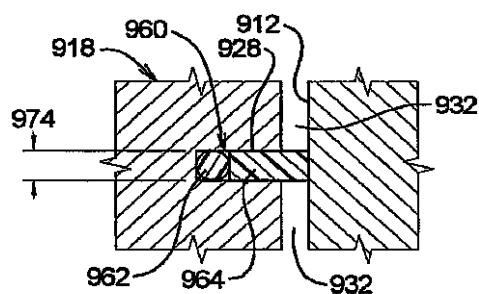
【図 8】

FIG. 8



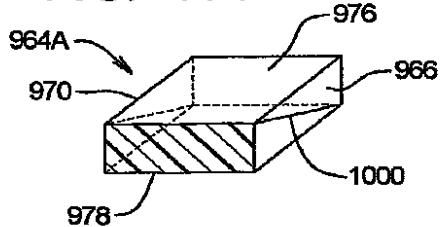
【図 9】

FIG. 9



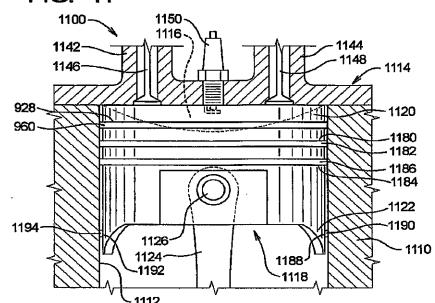
【図 10 C】

FIG. 10C



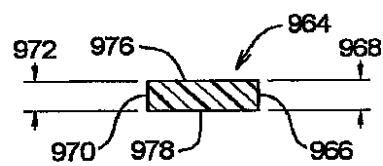
【図 11】

FIG. 11



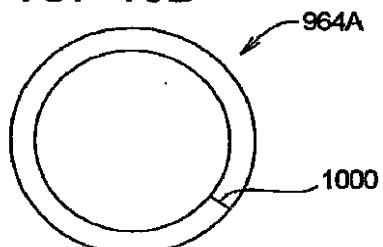
【図 10 A】

FIG. 10A



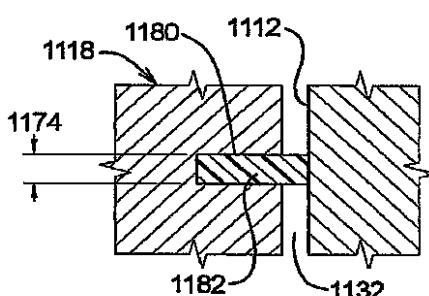
【図 10 B】

FIG. 10B



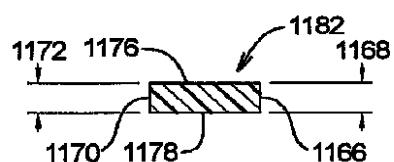
【図 12】

FIG. 12



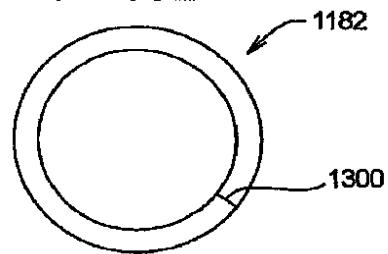
【図 13 A】

FIG. 13A



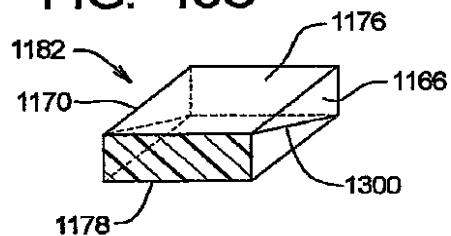
【図 13B】

FIG. 13B



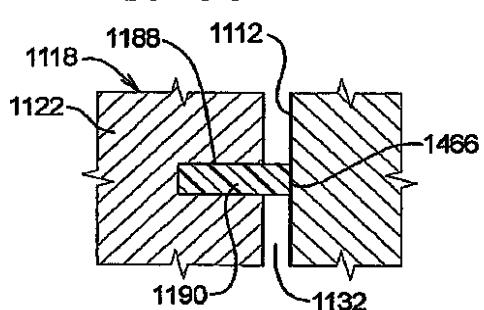
【図 13C】

FIG. 13C



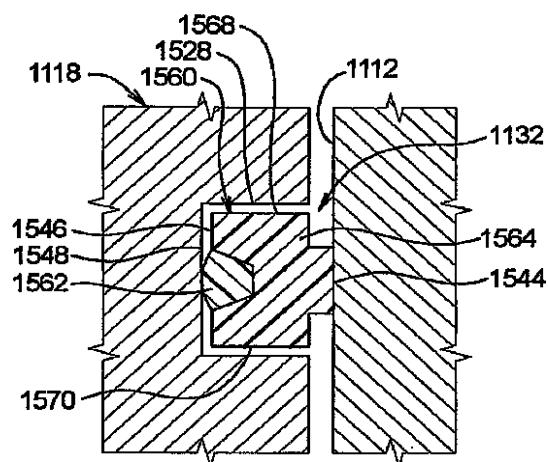
【図 14】

FIG. 14



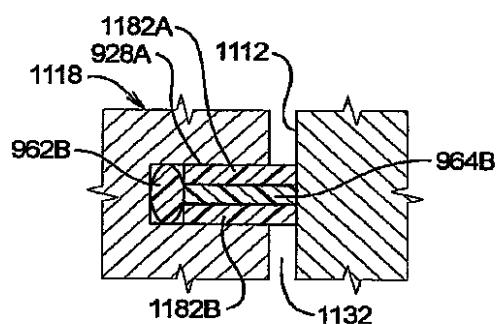
【図 15】

FIG. 15



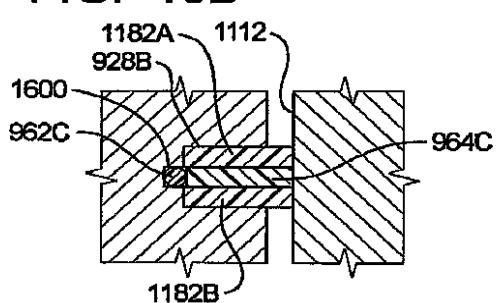
【図 16A】

FIG. 16A



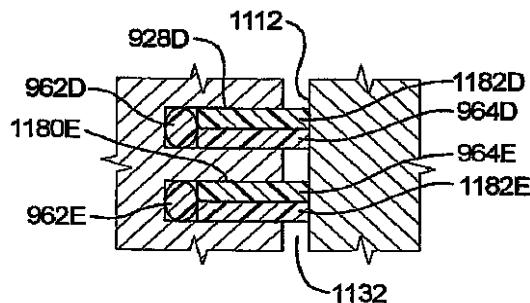
【図 16B】

FIG. 16B



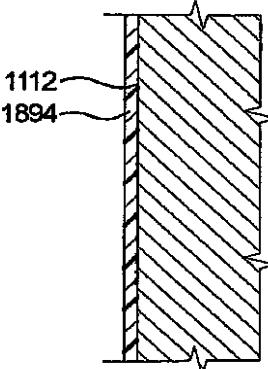
【図17】

FIG. 17



【図18】

FIG. 18



【手続補正書】

【提出日】平成19年8月31日(2007.8.31)

【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】

シリンドラ壁を含むシリンドラと、前記シリンドラ内での往復動のために前記シリンドラ内に配置され、リング溝を含むピストンと、前記リング溝内に収容され、第1の非金属製リングおよび第2の非金属製リングを含むリングアセンブリであって、前記第1の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第2の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第1の非金属製リングが、前記第2の非金属製リングを前記シリンドラ壁へ向かって付勢し、その結果、前記第2の非金属製リングと前記シリンドラ壁との間の支持領域に、前記第1の非金属製リングを介して静的力が加えられ、動力行程中には、前記支持領域には動的力が加えられない、リングアセンブリと、を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項2】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されていることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項3】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260℃)の温度で作動す

ることができることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315)の温度に耐えることができるることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5】

前記第 1 の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6】

前記第 1 の非金属製リングは、バイトンローリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7】

前記第 2 の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8】

前記第 2 の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9】

前記第 2 の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)で形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 10】

前記第 2 の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 11】

前記第 2 の非金属製リングは、ルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 12】

前記第 2 の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度(約 260)の温度で作動することができるることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 13】

前記第 2 の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315)の温度に耐えることができるることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 14】

前記第 1 および第 2 の非金属製リングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 15】

前記第 1 の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関。

【請求項 16】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度(約 260)の温度で作動することができるることを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関。

【請求項 17】

前記第 1 の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315)の温度に耐えることができるることを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関。

【請求項 18】

前記第 1 の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関。

【請求項 19】

前記第 1 の非金属製リングは、バイトンローリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関。

【請求項 20】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項9に記載の内燃機関。

【請求項21】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260°)の温度で作動することができることを特徴とする請求項9に記載の内燃機関。

【請求項22】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315°)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項9に記載の内燃機関。

【請求項23】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項9に記載の内燃機関。

【請求項24】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項9に記載の内燃機関。

【請求項25】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項10に記載の内燃機関。

【請求項26】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260°)の温度で作動することができることを特徴とする請求項10に記載の内燃機関。

【請求項27】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315°)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項10に記載の内燃機関。

【請求項28】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項10に記載の内燃機関。

【請求項29】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項10に記載の内燃機関。

【請求項30】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項11に記載の内燃機関。

【請求項31】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260°)の温度で作動することができることを特徴とする請求項11に記載の内燃機関。

【請求項32】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315°)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項11に記載の内燃機関。

【請求項33】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項11に記載の内燃機関。

【請求項34】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項11に記載の内燃機関。

【請求項35】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項12に記載の内燃機関。

【請求項36】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260°)の温度で作動することができることを特徴とする請求項12に記載の内燃機関。

【請求項 3 7】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315°)の温度に耐えることができる特徴とする請求項12に記載の内燃機関。

【請求項 3 8】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項12に記載の内燃機関。

【請求項 3 9】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項12に記載の内燃機関。

【請求項 4 0】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的であることを特徴とする請求項33に記載の内燃機関。

【請求項 4 1】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、

前記第2のリング溝内に第2のリングアセンブリが収容されており、前記第2のリングアセンブリは、第3の非金属製リングおよび第4の非金属製リングを含み、前記第3の非金属製リングは、前記第4の非金属製リングを前記シリンダ壁に向かって付勢し、その結果、静的力が、前記第3の非金属製リングを介して、前記第4の非金属製リングと前記シリンダ壁との間の支持領域に加えられることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 4 2】

前記第3の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 4 3】

前記第3の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260°)の温度で作動することができる特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 4 4】

前記第3の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315°)の温度に耐えることができる特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 4 5】

前記第3の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 4 6】

前記第3の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 4 7】

前記第4の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 4 8】

前記第4の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 4 9】

前記第4の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 5 0】

前記第4の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 5 1】

前記第4の非金属製リングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 5 2】

前記第4の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項53】

前記第4の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項54】

前記第3および第4のリングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項55】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、前記第2のリング溝内に、第1の非金属製ガイドリングが収容されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項56】

前記第1の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項55に記載の内燃機関。

【請求項57】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項56に記載の内燃機関。

【請求項58】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項56に記載の内燃機関。

【請求項59】

前記第1の非金属製ガイドリングは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項55に記載の内燃機関。

【請求項60】

前記第1の非金属製ガイドリングは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項55に記載の内燃機関。

【請求項61】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項55に記載の内燃機関。

【請求項62】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項57に記載の内燃機関。

【請求項63】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項58に記載の内燃機関。

【請求項64】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項59に記載の内燃機関。

【請求項65】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項60に記載の内燃機関。

【請求項66】

前記ピストンが第3のリング溝を含み、第2の非金属製ガイドリングが、前記第3のリング溝内に収容されることを特徴とする請求項55に記載の内燃機関。

【請求項67】

前記第2の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項66に記載の内燃機関。

【請求項68】

前記第2の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項67に記載の内燃機関。

【請求項 6 9】

前記第2の非金属製ガイドリングは、フッ素ポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項67に記載の内燃機関。

【請求項 7 0】

前記第2の非金属製ガイドリングは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項66に記載の内燃機関。

【請求項 7 1】

前記第2の非金属製ガイドリングは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項66に記載の内燃機関。

【請求項 7 2】

前記第2の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項66に記載の内燃機関。

【請求項 7 3】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 7 4】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項41に記載の内燃機関。

【請求項 7 5】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項55に記載の内燃機関。

【請求項 7 6】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項66に記載の内燃機関。

【請求項 7 7】

前記ピストンが第1のガイドボタン凹部を含み、第1の非金属製ガイドボタンが、前記凹部内に収容されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 7 8】

前記ピストンがスカートを含み、前記第1のガイドボタン凹部が前記スカート内に配置されることを特徴とする請求項77に記載の内燃機関。

【請求項 7 9】

前記ピストンがスカートを含んでいないことを特徴とする請求項77に記載の内燃機関。

【請求項 8 0】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項77に記載の内燃機関。

【請求項 8 1】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項80に記載の内燃機関。

【請求項 8 2】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項80に記載の内燃機関。

【請求項 8 3】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項77に記載の内燃機関。

【請求項 8 4】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項77に記載の内燃機関。

【請求項 8 5】

前記ピストンが、第2のガイドボタン凹部を含み、第2の非金属製ガイドボタンが、前

記第2のガイドボタン凹部に収容されることを特徴とする請求項77に記載の内燃機関。

【請求項86】

前記シリンダは、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項87】

前記非金属製コーティングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項86に記載の内燃機関。

【請求項88】

前記非金属製コーティングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項86に記載の内燃機関。

【請求項89】

前記非金属製コーティングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項86に記載の内燃機関。

【請求項90】

前記非金属製コーティングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項86に記載の内燃機関。

【請求項91】

前記非金属製コーティングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項86に記載の内燃機関。

【請求項92】

前記シリンダ壁を滑らかにするために、オイルは供給されないことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項93】

オイルリングが設けられていないことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項94】

前記シリンダ壁に接触する非金属製部分を有するオイルリングを含むことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項95】

前記ピストンが凹部を含み、その結果、燃焼室が、前記ピストンのヘッド内に形成されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項96】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、連続的な円弧部を形成することを特徴とする請求項95に記載の内燃機関。

【請求項97】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、円錐台形状を形成することを特徴とする請求項95に記載の内燃機関。

【請求項98】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は、橢円形状であることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項99】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は、橢円形状であることを特徴とする請求項95に記載の内燃機関。

【請求項100】

前記ピストンと協働して燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの部分が平坦であることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項101】

前記ピストンと協働して前記燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの部分が平坦であることを特徴とする請求項95に記載の内燃機関。

【請求項 102】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する吸気弁を備え、前記吸気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記吸気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 103】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する排気弁をさらに含み、前記排気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記排気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 104】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げであることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 105】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項104に記載の内燃機関。

【請求項 106】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項86に記載の内燃機関。

【請求項 107】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項104に記載の内燃機関。

【請求項 108】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項107に記載の内燃機関。

【請求項 109】

前記非金属製コーティングは、0.0254mm(0.001インチ)未満の厚さを有することを特徴とする請求項108に記載の内燃機関。

【請求項 110】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項95に記載の内燃機関。

【請求項 111】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項110に記載の内燃機関。

【請求項 112】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項110に記載の内燃機関。

【請求項 113】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項110に記載の内燃機関。

【請求項 114】

空気または燃料を前記シリンダ内に導入するための吸気弁をさらに含み、前記吸気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 115】

排気ガスを前記シリンダから排出する排気弁をさらに含み、前記排気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 116】

燃焼にさらされるヘッドアセンブリの一部をさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの一部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項1に記

載の内燃機関。

【請求項 1 1 7】

前記平坦なヘッドアセンブリが酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項 1 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 1 1 8】

前記酸素インジェクタは、酸素を前記燃焼室に注入することを特徴とする請求項 1 1 7 に記載の内燃機関。

【請求項 1 1 9】

前記酸素は、酸素タンク内に貯蔵されることを特徴とする請求項 1 1 8 に記載の内燃機関。

【請求項 1 2 0】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項 1 1 8 に記載の内燃機関。

【請求項 1 2 1】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項 1 2 0 に記載の内燃機関。

【請求項 1 2 2】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、実質的に窒素は注入されないことを特徴とする請求項 1 2 1 に記載の内燃機関。

【請求項 1 2 3】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は中心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項 1 1 8 に記載の内燃機関。

【請求項 1 2 4】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は重心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項 1 1 8 に記載の内燃機関。

【請求項 1 2 5】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 1 2 3 に記載の内燃機関。

【請求項 1 2 6】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 1 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 1 2 7】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 1 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 1 2 8】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 1 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 1 2 9】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 1 2 4 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 0】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 1 2 9 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 1】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 1 2 9 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 2】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 1 2 9 に記載の内燃

機関。

【請求項 1 3 3】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタが、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 1 2 3 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 4】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 1 3 3 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 5】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタは、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 1 2 4 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 6】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 1 3 5 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 7】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 8】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 1 3 9】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 1 4 0】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

。

【請求項 1 4 1】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 1 3 7 に記載の内燃機関。

。

【請求項 1 4 2】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 1 3 7 に記載の内燃機関。

【請求項 1 4 3】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 1 3 8 に記載の内燃機関。

。

【請求項 1 4 4】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 1 3 8 に記載の内燃機関。

【請求項 1 4 5】

前記ピストンは、地面と平行な方向に往復動することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 1 4 6】

前記ピストンは、第1のピストンヘッドと、第2のピストンヘッドを含むことを特徴とする請求項 1 4 5 に記載の内燃機関。

【請求項 1 4 7】

前記第1のピストンヘッドには、第1の燃焼室を形成するために凹所が設けられており、前記第2のピストンヘッドには、第2の燃焼室を形成するために、凹所が設けられていることを特徴とする請求項 1 4 6 に記載の内燃機関。

【請求項 1 4 8】

前記第1のピストンヘッドには、前記第2のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項 1 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 1 4 9】

前記第1のピストンヘッドと協働して前記第1の燃焼室を形成する第1のヘッドアセン

ブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第1のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項147に記載の内燃機関。

【請求項150】

前記第2のピストンヘッドと協働して前記第2の燃焼室を形成する第2のヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第2のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項149に記載の内燃機関。

【請求項151】

前記第1のピストンヘッドには、前記第2のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項150に記載の内燃機関。

【請求項152】

ロッドが前記第1のピストンヘッドを通っていることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。

【請求項153】

第1のピストンが第1の上部を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第1の上部および前記第2の上部が橜円形状であることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。

【請求項154】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げであることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。

【請求項155】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項154に記載の内燃機関。

【請求項156】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。

【請求項157】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項156に記載の内燃機関。

【請求項158】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項154に記載の内燃機関。

【請求項159】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項158に記載の内燃機関。

【請求項160】

前記非金属製コーティングは、0.0254mm(0.001インチ)未満の厚さを有することを特徴とする請求項159に記載の内燃機関。

【請求項161】

前記第1のピストンヘッドおよび第2のピストンヘッドは、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項146に記載の内燃機関。

【請求項162】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項161に記載の内燃機関。

【請求項163】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項161に記載の内燃機関。

【請求項164】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項161に記載の内燃機関。

【請求項165】

前記第1のヘッドアセンブリが第1の酸素インジェクタを含み、前記第2のヘッドアセンブリが第2の酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項150に記載の内燃機関。

【請求項166】

前記第1の酸素インジェクタは、酸素を前記第1の燃焼室に注入し、前記第2の酸素インジェクタは、酸素を前記第2の燃焼室に注入することを特徴とする請求項165に記載の内燃機関。

【請求項167】

前記酸素は、酸素タンクに貯蔵されることを特徴とする請求項166に記載の内燃機関。

【請求項168】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項166に記載の内燃機関。

【請求項169】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項168に記載の内燃機関。

【請求項170】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、窒素は実質的に注入されないことを特徴とする請求項169に記載の内燃機関。

【請求項171】

前記第1のピストンヘッドが第1の上部を有し、前記第1の上部が中心を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第2の上部が中心を有し、前記第1の酸素インジェクタによって酸素が前記第1の上部の中心に向かって注入され、前記第2の酸素インジェクタによって酸素が前記第2の上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項166に記載の内燃機関。

【請求項172】

前記第1のピストンヘッドが第1の上部を有し、前記第1の上部が重心を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第2の上部が重心を有し、前記第1の酸素インジェクタによって酸素が前記第1の上部の重心に向かって注入され、前記第2の酸素インジェクタによって酸素が前記第2の上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項166に記載の内燃機関。

【請求項173】

前記第1の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第2の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項171に記載の内燃機関。

【請求項174】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項173に記載の内燃機関。

【請求項175】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項173に記載の内燃機関。

【請求項176】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項173に記載の内燃機関。

【請求項177】

前記第1の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第2の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項172に記載の内燃機関。

【請求項178】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項177に記載の内燃機関。

【請求項179】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 177 に記載の内燃機関。

【請求項 180】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 177 に記載の内燃機関。

【請求項 181】

前記第1の上部が周辺部を有し、第1の燃料インジェクタが、前記第1の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 171 に記載の内燃機関。

【請求項 182】

前記燃料は、360度の噴霧液として、前記第1の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 181 に記載の内燃機関。

【請求項 183】

前記第2の上部が周辺部を有し、第2の燃料インジェクタが、前記第2の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 182 に記載の内燃機関。

【請求項 184】

前記燃料は、360度の噴霧液として、前記第2の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 183 に記載の内燃機関。

【請求項 185】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項 146 に記載の内燃機関。

【請求項 186】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 146 に記載の内燃機関。

【請求項 187】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 146 に記載の内燃機関。

【請求項 188】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 146 に記載の内燃機関。

【請求項 189】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 185 に記載の内燃機関。

【請求項 190】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 185 に記載の内燃機関。

【請求項 191】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 186 に記載の内燃機関。

【請求項 192】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 186 に記載の内燃機関。

【請求項 193】

前記第1の非金属製リングは、流体静力学的に作動することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 194】

前記第1の非金属製リングは、逆止弁として作動して第2の非金属製リングに圧力を与え、前記支持領域に加わる力に影響を及ぼすようには設計されていないことを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 195】

前記第1の非金属製リングは、前記第2の非金属製リングが摩耗するにつれて、前記第

2の非金属製リングに前記シリンドラ壁への送りを与えることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項196】

前記第1の非金属製リングはバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項195に記載の内燃機関。

【請求項197】

前記第1の非金属製リングはバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項95に記載の内燃機関。

【請求項198】

前記第1の非金属製リングはバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項102に記載の内燃機関。

【請求項199】

前記第1の非金属製リングはバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項110に記載の内燃機関。

【請求項200】

前記第1の非金属製リングはバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項117に記載の内燃機関。

【請求項201】

シリンドラ壁を含むシリンドラと、

前記シリンドラ内での往復動のために前記シリンドラ内に配置され、リング溝を含むピストンと、

前記リング溝内に収容され、第1の非金属製リングおよび第2の非金属製リングを含むリングアセンブリであって、前記第1の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第2の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第1の非金属製リングが、前記第2の非金属製リングを前記シリンドラ壁へ向かって付勢し、前記ピストンと前記シリンドラ壁との間にはギャップが存在し、前記ピストンと前記シリンドラ壁との間に可変システム圧力が向けられ、前記第2の非金属製リングと前記シリンドラ壁との間の支持力は、前記可変システム圧力の増加によって増加しない、リングアセンブリと、

を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項202】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項203】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項204】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項205】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項206】

前記第1の非金属製リングは、バイトンローリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項207】

前記第2の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項208】

前記第2の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項209】

前記第2の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項210】

前記第2の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項211】

前記第2の非金属製リングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項212】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項213】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項214】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項215】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項208に記載の内燃機関。

【請求項216】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項208に記載の内燃機関。

【請求項217】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項208に記載の内燃機関。

【請求項218】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項208に記載の内燃機関。

【請求項219】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項208に記載の内燃機関。

【請求項220】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項209に記載の内燃機関。

【請求項221】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項209に記載の内燃機関。

【請求項222】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項209に記載の内燃機関。

【請求項223】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項209に記載の内燃機関。

【請求項 224】

前記第1の非金属製リングは、バイトン〇リング（Viton、登録商標）であることを特徴とする請求項209に記載の内燃機関。

【請求項 225】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項210に記載の内燃機関。

【請求項 226】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度（約260）の温度で作動することができることを特徴とする請求項210に記載の内燃機関。

【請求項 227】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度（約315）の温度に耐えることができることを特徴とする請求項210に記載の内燃機関。

【請求項 228】

前記第1の非金属製リングは、バイトン（Viton、登録商標）で形成されることを特徴とする請求項210に記載の内燃機関。

【請求項 229】

前記第1の非金属製リングは、バイトン〇リング（Viton、登録商標）であることを特徴とする請求項210に記載の内燃機関。

【請求項 230】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項211に記載の内燃機関。

【請求項 231】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度（約260）の温度で作動することができることを特徴とする請求項211に記載の内燃機関。

【請求項 232】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度（約315）の温度に耐えることができることを特徴とする請求項211に記載の内燃機関。

【請求項 233】

前記第1の非金属製リングは、バイトン（Viton、登録商標）で形成されることを特徴とする請求項211に記載の内燃機関。

【請求項 234】

前記第1の非金属製リングは、バイトン〇リング（Viton、登録商標）であることを特徴とする請求項211に記載の内燃機関。

【請求項 235】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項212に記載の内燃機関。

【請求項 236】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度（約260）の温度で作動することができることを特徴とする請求項212に記載の内燃機関。

【請求項 237】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度（約315）の温度に耐えることができることを特徴とする請求項212に記載の内燃機関。

【請求項 238】

前記第1の非金属製リングは、バイトン（Viton、登録商標）で形成されることを特徴とする請求項212に記載の内燃機関。

【請求項 239】

前記非金属製リングは、バイトン〇リング（Viton、登録商標）であることを特徴とする請求項212に記載の内燃機関。

【請求項 240】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的であることを特徴とする請求項233

に記載の内燃機関。

【請求項 241】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、

前記第2のリング溝内に第2のリングアセンブリが収容されており、前記第2のリングアセンブリは、第3の非金属製リングおよび第4の非金属製リングを含み、前記第3の非金属製リングは、前記第4の非金属製リングを前記シリンダ壁に向かって付勢し、その結果、静的力が、前記第3の非金属製リングを介して、前記第4の非金属製リングと前記シリンダ壁との間の支持領域に加えられることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項 242】

前記第3の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 243】

前記第3の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260°)の温度で作動することができるることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 244】

前記第3の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315°)の温度に耐えることができるることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 245】

前記第3の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 246】

前記第3の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 247】

前記第4の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 248】

前記第4の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 249】

前記第4の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 250】

前記第4の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 251】

前記第4の非金属製リングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 252】

前記第4の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260°)の温度で作動することができるることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 253】

前記第4の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315°)の温度に耐えることができるることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 254】

前記第3および第4のリングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項 255】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、前記第2のリング溝内に、第1の非金属製ガイ

ドーリングが収容されることを特徴とする請求項 201 に記載の内燃機関。

【請求項 256】

前記第1の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項 255 に記載の内燃機関。

【請求項 257】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 256 に記載の内燃機関。

【請求項 258】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 256 に記載の内燃機関。

【請求項 259】

前記第1の非金属製ガイドリングは、メルディン (Meldin、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 255 に記載の内燃機関。

【請求項 260】

前記第1の非金属製ガイドリングは、ベスペル (Vespel、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 255 に記載の内燃機関。

【請求項 261】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項 255 に記載の内燃機関。

【請求項 262】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項 257 に記載の内燃機関。

【請求項 263】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項 258 に記載の内燃機関。

【請求項 264】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項 259 に記載の内燃機関。

【請求項 265】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項 260 に記載の内燃機関。

【請求項 266】

前記ピストンが第3のリング溝を含み、第2の非金属製ガイドリングが、前記第3のリング溝に収容されることを特徴とする請求項 255 に記載の内燃機関。

【請求項 267】

前記第2の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項 266 に記載の内燃機関。

【請求項 268】

前記第2の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 267 に記載の内燃機関。

【請求項 269】

前記第2の非金属製ガイドリングは、フッ素ポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 267 に記載の内燃機関。

【請求項 270】

前記第2の非金属製ガイドリングは、メルディン (Meldin、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 266 に記載の内燃機関。

【請求項 271】

前記第2の非金属製ガイドリングは、ベスペル (Vespel、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 266 に記載の内燃機関。

【請求項 272】

前記第2の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項266に記載の内燃機関。

【請求項273】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項274】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項241に記載の内燃機関。

【請求項275】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項255に記載の内燃機関。

【請求項276】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項266に記載の内燃機関。

【請求項277】

前記ピストンが第1のガイドボタン凹部を含み、第1の非金属製ガイドボタンが、前記凹部内に収容されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項278】

前記ピストンがスカートを含み、前記第1のガイドボタン凹部が前記スカート内に配置されることを特徴とする請求項277に記載の内燃機関。

【請求項279】

前記ピストンがスカートを含んでいないことを特徴とする請求項277に記載の内燃機関。

【請求項280】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項277に記載の内燃機関。

【請求項281】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項280に記載の内燃機関。

【請求項282】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項280に記載の内燃機関。

【請求項283】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項277に記載の内燃機関。

【請求項284】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項277に記載の内燃機関。

【請求項285】

前記ピストンが、第2のガイドボタン凹部を含み、第2の非金属製ガイドボタンが、前記第2のガイドボタン凹部に収容されることを特徴とする請求項277に記載の内燃機関。

【請求項286】

前記シリンダは、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項287】

前記非金属製コーティングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項286に記載の内燃機関。

【請求項288】

前記非金属製コーティングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請

求項 286 に記載の内燃機関。

【請求項 289】

前記非金属製コーティングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項 286 に記載の内燃機関。

【請求項 290】

前記非金属製コーティングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 286 に記載の内燃機関。

【請求項 291】

前記非金属製コーティングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項 286 に記載の内燃機関。

【請求項 292】

前記シリンダ壁を滑らかにするために、オイルは供給されないことを特徴とする請求項 201 に記載の内燃機関。

【請求項 293】

オイルリングが設けられていないことを特徴とする請求項 201 に記載の内燃機関。

【請求項 294】

前記シリンダ壁に接触する非金属製部分を有するオイルリングを含むことを特徴とする請求項 201 に記載の内燃機関。

【請求項 295】

前記ピストンが凹部を含み、その結果、燃焼室が、前記ピストンのヘッド内に形成されることを特徴とする請求項 201 に記載の内燃機関。

【請求項 296】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、連続的な円弧部を形成することを特徴とする請求項 295 に記載の内燃機関。

【請求項 297】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、円錐台形状を形成することを特徴とする請求項 295 に記載の内燃機関。

【請求項 298】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 201 に記載の内燃機関。

【請求項 299】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 295 に記載の内燃機関。

【請求項 300】

前記ピストンと協働して燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの部分が平坦であることを特徴とする請求項 201 に記載の内燃機関。

【請求項 301】

前記ピストンと協働して前記燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの部分が平坦であることを特徴とする請求項 295 に記載の内燃機関。

【請求項 302】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する吸気弁を備え、前記吸気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記吸気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 303】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する排気弁をさらに含み、前記排気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記排気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請

求項1に記載の内燃機関。

【請求項304】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げであることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項305】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項304に記載の内燃機関。

【請求項306】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項307】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項306に記載の内燃機関。

【請求項308】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項304に記載の内燃機関。

【請求項309】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項308に記載の内燃機関。

【請求項310】

前記非金属製コーティングは、0.0254mm(0.001インチ)未満の厚さを有することを特徴とする請求項309に記載の内燃機関。

【請求項311】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項295に記載の内燃機関。

【請求項312】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項311に記載の内燃機関。

【請求項313】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項311に記載の内燃機関。

【請求項314】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項311に記載の内燃機関。

【請求項315】

空気または燃料を前記シリンダ内に導入する吸気弁をさらに含み、前記吸気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項316】

排気ガスを前記シリンダから排出する排気弁をさらに含み、前記排気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項317】

燃焼にさらされるヘッドアセンブリの一部をさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの一部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項318】

前記平坦なヘッドアセンブリが酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項301に記載の内燃機関。

【請求項319】

前記酸素インジェクタは、酸素を前記燃焼室に注入することを特徴とする請求項318

に記載の内燃機関。

【請求項 3 2 0】

前記酸素は、酸素タンク内に貯蔵されることを特徴とする請求項 3 1 9 に記載の内燃機関。

【請求項 3 2 1】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項 3 1 9 に記載の内燃機関。

【請求項 3 2 2】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項 3 2 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 2 3】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、実質的に窒素は注入されないことを特徴とする請求項 3 2 2 に記載の内燃機関。

【請求項 3 2 4】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は中心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項 3 1 9 に記載の内燃機関。

【請求項 3 2 5】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は重心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項 3 1 9 に記載の内燃機関。

【請求項 3 2 6】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 3 2 4 に記載の内燃機関。

【請求項 3 2 7】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 3 2 6 に記載の内燃機関。

【請求項 3 2 8】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 3 2 6 に記載の内燃機関。

【請求項 3 2 9】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 3 2 6 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 0】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 3 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 1】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 3 3 0 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 2】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 3 3 0 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 3】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 3 3 0 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 4】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタが、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 3 2 4 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 5】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特

徴とする請求項 3 3 4 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 6】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタは、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 3 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 7】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 3 3 6 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 8】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項 2 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 3 9】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 2 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 0】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 2 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 1】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 2 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 2】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 3 3 8 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 3】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 3 3 8 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 4】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 3 3 9 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 5】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 3 3 9 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 6】

前記ピストンは、地面と平行な方向に往復動することを特徴とする請求項 2 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 7】

前記ピストンは、第1のピストンヘッドと、第2のピストンヘッドを含むことを特徴とする請求項 3 4 6 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 8】

前記第1のピストンヘッドには、第1の燃焼室を形成するために凹所が設けられており、前記第2のピストンヘッドには、第2の燃焼室を形成するために凹所が設けられていることを特徴とする請求項 3 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 3 4 9】

前記第1のピストンヘッドには、前記第2のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項 3 4 8 に記載の内燃機関。

【請求項 3 5 0】

前記第1のピストンヘッドと協働して前記第1の燃焼室を形成する第1のヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第1のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 3 4 8 に記載の内燃機関。

【請求項 3 5 1】

前記第2のピストンヘッドと協働して前記第2の燃焼室を形成する第2のヘッドアセン

ブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第2のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項350に記載の内燃機関。

【請求項352】

前記第1のピストンヘッドには、前記第2のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項351に記載の内燃機関。

【請求項353】

ロッドが前記第1のピストンヘッドを通っていることを特徴とする請求項347に記載の内燃機関。

【請求項354】

第1のピストンが第1の上部を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第1の上部および前記第2の上部が橢円形状であることを特徴とする請求項347に記載の内燃機関。

【請求項355】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げであることを特徴とする請求項347に記載の内燃機関。

【請求項356】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項355に記載の内燃機関。

【請求項357】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項347に記載の内燃機関。

【請求項358】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項357に記載の内燃機関。

【請求項359】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項355に記載の内燃機関。

【請求項360】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項359に記載の内燃機関。

【請求項361】

前記非金属製コーティングは、0.0254mm(0.001インチ)未満の厚さを有することを特徴とする請求項360に記載の内燃機関。

【請求項362】

前記第1のピストンヘッドおよび第2のピストンヘッドは、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項347に記載の内燃機関。

【請求項363】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項362に記載の内燃機関。

【請求項364】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項362に記載の内燃機関。

【請求項365】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項362に記載の内燃機関。

【請求項366】

前記第1のヘッドアセンブリが第1の酸素インジェクタを含み、前記第2のヘッドアセンブリが第2の酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項351に記載の内燃機関。

【請求項367】

前記第1の酸素インジェクタは、酸素を前記第1の燃焼室に注入し、前記第2の酸素インジェクタは、酸素を前記第2の燃焼室に注入することを特徴とする請求項366に記載の内燃機関。

【請求項368】

前記酸素は、酸素タンクに貯蔵されることを特徴とする請求項367に記載の内燃機関。

【請求項369】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項367に記載の内燃機関。

【請求項370】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項369に記載の内燃機関。

【請求項371】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、窒素は実質的に注入されないことを特徴とする請求項370に記載の内燃機関。

【請求項372】

前記第1のピストンヘッドが第1の上部を有し、前記第1の上部が中心を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第2の上部が中心を有し、前記第1の酸素インジェクタによって酸素が前記第1の上部の中心に向かって注入され、前記第2の酸素インジェクタによって酸素が前記第2の上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項367に記載の内燃機関。

【請求項373】

前記第1のピストンヘッドが第1の上部を有し、前記第1の上部が重心を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第2の上部が重心を有し、前記第1の酸素インジェクタによって酸素が前記第1の上部の重心に向かって注入され、前記第2の酸素インジェクタによって酸素が前記第2の上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項367に記載の内燃機関。

【請求項374】

前記第1の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第2の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項372に記載の内燃機関。

【請求項375】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項374に記載の内燃機関。

【請求項376】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項374に記載の内燃機関。

【請求項377】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項374に記載の内燃機関。

【請求項378】

前記第1の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第2の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項373に記載の内燃機関。

【請求項379】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項378に記載の内燃機関。

【請求項380】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項378に記載の内燃機関。

【請求項381】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項378に記載の内燃

機関。

【請求項 3 8 2】

前記第1の上部が周辺部を有し、第1の燃料インジェクタが、前記第1の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項372に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 3】

前記燃料は、360度の噴霧液として、前記第1の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項382に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 4】

前記第2の上部が周辺部を有し、第2の燃料インジェクタが、前記第2の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項383に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 5】

前記燃料は、360度の噴霧液として、前記第2の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項384に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 6】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項347に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 7】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項347に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 8】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項347に記載の内燃機関。

【請求項 3 8 9】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項347に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 0】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項386に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 1】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項386に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 2】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項387に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 3】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項387に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 4】

前記第1の非金属製リングは、流体静力学的に作動することを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 5】

前記第1の非金属製リングは、逆止弁として作動して第2の非金属製リングに圧力を与え、前記支持領域に加わる力に影響を及ぼすようには設計されていないことを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 6】

前記第1の非金属製リングは、前記第2の非金属製リングが摩耗するにつれて、前記第2の非金属製リングに前記シリンダ壁への送りを与えることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項 3 9 7】

前記第1の非金属製リングはバイトン(V i t o n 、登録商標)で形成され、前記第2

の非金属製リングはルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 396 に記載の内燃機関。

【請求項 398】

前記第1の非金属製リングはバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 295 に記載の内燃機関。

【請求項 399】

前記第1の非金属製リングはバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 302 に記載の内燃機関。

【請求項 400】

前記第1の非金属製リングはバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 311 に記載の内燃機関。

【請求項 401】

シリンドラ壁を含むシリンドラと、

前記シリンドラ内での往復動のために前記シリンドラ内に配置され、リング溝を含むピストンと、

前記リング溝内に収容され、第1の非金属製リングおよび第2の非金属製リングを含むリングアセンブリであって、前記第1の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第2の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第1の非金属製リングが、前記第2の非金属製リングを前記シリンドラ壁へ向かって付勢し、前記第2の非金属製リングは前記シリンドラ壁に接触し、前記第2の非金属製リングは、前記シリンドラ壁に近接する前部と、前記シリンドラ壁から遠位の後部とを有し、前記第2の非金属製リングの前部は高さを有し、前記第2の非金属製リングの後部は高さを有し、前記第2の非金属製リングの前部の高さは、前記第2の非金属製リングの後部の高さと実質的に等しい、リングアセンブリと、

を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項 402】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 403】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度 (約 260) の温度で作動することができる特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 404】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度 (約 315) の温度に耐えることができる特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 405】

前記第1の非金属製リングは、バイトン (Viton、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 406】

前記第1の非金属製リングは、バイトン O リング (Viton、登録商標) であることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 407】

前記第2の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 408】

前記第2の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 409】

前記第2の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項410】

前記第2の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項411】

前記第2の非金属製リングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項412】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項413】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項414】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項415】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項408に記載の内燃機関。

【請求項416】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項408に記載の内燃機関。

【請求項417】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項408に記載の内燃機関。

【請求項418】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項408に記載の内燃機関。

【請求項419】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項408に記載の内燃機関。

【請求項420】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項409に記載の内燃機関。

【請求項421】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項409に記載の内燃機関。

【請求項422】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項409に記載の内燃機関。

【請求項423】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項409に記載の内燃機関。

【請求項424】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項409に記載の内燃機関。

【請求項425】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項410に記載の内燃機関。

【請求項 4 2 6】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項410に記載の内燃機関。

【請求項 4 2 7】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項410に記載の内燃機関。

【請求項 4 2 8】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項410に記載の内燃機関。

【請求項 4 2 9】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項410に記載の内燃機関。

【請求項 4 3 0】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項411に記載の内燃機関。

【請求項 4 3 1】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項411に記載の内燃機関。

【請求項 4 3 2】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項411に記載の内燃機関。

【請求項 4 3 3】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項411に記載の内燃機関。

【請求項 4 3 4】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項411に記載の内燃機関。

【請求項 4 3 5】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項412に記載の内燃機関。

【請求項 4 3 6】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項412に記載の内燃機関。

【請求項 4 3 7】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項412に記載の内燃機関。

【請求項 4 3 8】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項412に記載の内燃機関。

【請求項 4 3 9】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項412に記載の内燃機関。

【請求項 4 4 0】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的であることを特徴とする請求項433に記載の内燃機関。

【請求項 4 4 1】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、

前記第2のリング溝内に第2のリングアセンブリが収容されており、前記第2のリングアセンブリは、第3の非金属製リングおよび第4の非金属製リングを含み、前記第3の非金属製リングは、前記第4の非金属製リングを前記シリンダ壁に向かって付勢し、その結

果、静的力が、前記第3の非金属製リングを介して、前記第4の非金属製リングと前記シリンダ壁との間の支持領域に加えられることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項442】

前記第3の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項443】

前記第3の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項444】

前記第3の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項445】

前記第3の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項446】

前記第3の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項447】

前記第4の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項448】

前記第4の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項449】

前記第4の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項450】

前記第4の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項451】

前記第4の非金属製リングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項452】

前記第4の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項453】

前記第4の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項454】

前記第3および第4のリングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項455】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、前記第2のリング溝内に、第1の非金属製ガイドリングが収容されることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項456】

前記第1の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項455に記載の内燃機関。

【請求項457】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請

求項 4 5 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 5 8】

前記第 1 の非金属製ガイドリングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 4 5 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 5 9】

前記第 1 の非金属製ガイドリングは、メルディン (M e l d i n、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 4 5 5 に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 0】

前記第 1 の非金属製ガイドリングは、ベスペル (V e s p e l、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 4 5 5 に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 1】

前記第 1 の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項 4 5 5 に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 2】

前記第 1 の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項 4 5 7 に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 3】

前記第 1 の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項 4 5 8 に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 4】

前記第 1 の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項 4 5 9 に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 5】

前記第 1 の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項 4 6 0 に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 6】

前記ピストンが第 3 のリング溝を含み、第 2 の非金属製ガイドリングが、前記第 3 のリング溝に収容されることを特徴とする請求項 4 5 5 に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 7】

前記第 2 の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項 4 6 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 8】

前記第 2 の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 4 6 7 に記載の内燃機関。

【請求項 4 6 9】

前記第 2 の非金属製ガイドリングは、フッ素ポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 4 6 7 に記載の内燃機関。

【請求項 4 7 0】

前記第 2 の非金属製ガイドリングは、メルディン (M e l d i n、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 4 6 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 7 1】

前記第 2 の非金属製ガイドリングは、ベスペル (V e s p e l、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 4 6 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 7 2】

前記第 2 の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項 4 6 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 7 3】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 7 4】

前記シリンドラ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項441に記載の内燃機関。

【請求項475】

前記シリンドラ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項455に記載の内燃機関。

【請求項476】

前記シリンドラ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項466に記載の内燃機関。

【請求項477】

前記ピストンが第1のガイドボタン凹部を含み、第1の非金属製ガイドボタンが、前記凹部内に収容されることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項478】

前記ピストンがスカートを含み、前記第1のガイドボタン凹部が前記スカート内に配置されることを特徴とする請求項477に記載の内燃機関。

【請求項479】

前記ピストンがスカートを含んでいないことを特徴とする請求項477に記載の内燃機関。

【請求項480】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項477に記載の内燃機関。

【請求項481】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項480に記載の内燃機関。

【請求項482】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項480に記載の内燃機関。

【請求項483】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項477に記載の内燃機関。

【請求項484】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項477に記載の内燃機関。

【請求項485】

前記ピストンが、第2のガイドボタン凹部を含み、第2の非金属製ガイドボタンが、前記第2のガイドボタン凹部に収容されることを特徴とする請求項477に記載の内燃機関。

【請求項486】

前記シリンドラは、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項487】

前記非金属製コーティングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項486に記載の内燃機関。

【請求項488】

前記非金属製コーティングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項486に記載の内燃機関。

【請求項489】

前記非金属製コーティングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項486に記載の内燃機関。

【請求項490】

前記非金属製コーティングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請

求項 4 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 1】

前記非金属製コーティングは、ルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 4 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 2】

前記シリンダ壁を滑らかにするために、オイルは供給されないことを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 3】

オイルリングが設けられていないことを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 4】

前記シリンダ壁に接触する非金属製部分を有するオイルリングを含むことを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 5】

前記ピストンが凹部を含み、その結果、燃焼室が、前記ピストンのヘッド内に形成されることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 6】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、連続的な円弧部を形成することを特徴とする請求項 4 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 7】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、概して円錐台形状を形成することを特徴とする請求項 4 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 8】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4 9 9】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 4 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 5 0 0】

前記ピストンと協働して燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 0 1】

前記ピストンと協働して前記燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 4 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 5 0 2】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する吸気弁を備え、前記吸気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記吸気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 0 3】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する排気弁をさらに含み、前記排気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記排気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 0 4】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げであることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 0 5】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング

仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項 504 に記載の内燃機関。

【請求項 506】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 507】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項 506 に記載の内燃機関。

【請求項 508】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 504 に記載の内燃機関。

【請求項 509】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項 508 に記載の内燃機関。

【請求項 510】

前記非金属製コーティングは、0.0254mm(0.001インチ)未満の厚さを有することを特徴とする請求項 509 に記載の内燃機関。

【請求項 511】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 495 に記載の内燃機関。

【請求項 512】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 511 に記載の内燃機関。

【請求項 513】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 511 に記載の内燃機関。

【請求項 514】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 511 に記載の内燃機関。

【請求項 515】

空気または燃料を前記シリンダ内に導入できるようにするための吸気弁をさらに含み、前記吸気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 516】

排気ガスが前記シリンダから出ることを可能にする排気弁をさらに含み、前記排気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 517】

燃焼にさらされるヘッドアセンブリの一部をさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの一部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項 401 に記載の内燃機関。

【請求項 518】

前記平坦なヘッドアセンブリが酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項 501 に記載の内燃機関。

【請求項 519】

前記酸素インジェクタは、酸素を前記燃焼室に注入することを特徴とする請求項 518 に記載の内燃機関。

【請求項 520】

前記酸素は、酸素タンク内に貯蔵されることを特徴とする請求項 519 に記載の内燃機関。

【請求項 521】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項 5 1 9 に記載の内燃機関。

【請求項 5 2 2】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項 5 2 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 2 3】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、実質的に窒素は注入されないことを特徴とする請求項 5 2 2 に記載の内燃機関。

【請求項 5 2 4】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は中心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項 5 1 9 に記載の内燃機関。

【請求項 5 2 5】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は重心を有し、前記酸素は、前記ピストンの重心に向かって注入されることを特徴とする請求項 5 1 9 に記載の内燃機関。

【請求項 5 2 6】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 5 2 4 に記載の内燃機関。

【請求項 5 2 7】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 5 2 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 2 8】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 5 2 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 2 9】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 5 2 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 0】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 5 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 1】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 5 3 0 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 2】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 5 3 0 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 3】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 5 3 0 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 4】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタが、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 5 2 4 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 5】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 5 3 4 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 6】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタは、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 5 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 7】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特

徴とする請求項 5 3 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 8】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 3 9】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 0】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 1】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 2】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 5 3 8 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 3】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 5 3 8 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 4】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 5 3 9 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 5】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 5 3 9 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 6】

前記ピストンは、地面と平行な方向に往復動することを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 7】

前記ピストンは、第 1 のピストンヘッドと、第 2 のピストンヘッドを含むことを特徴とする請求項 5 4 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 8】

前記第 1 のピストンヘッドには、第 1 の燃焼室を形成するために凹所が設けられており、前記第 2 のピストンヘッドには、第 2 の燃焼室を形成するために凹所が設けられていることを特徴とする請求項 5 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 4 9】

前記第 1 のピストンヘッドには、前記第 2 のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項 5 4 8 に記載の内燃機関。

【請求項 5 5 0】

前記第 1 のピストンヘッドと協働して前記第 1 の燃焼室を形成する第 1 のヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第 1 のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 5 4 8 に記載の内燃機関。

【請求項 5 5 1】

前記第 2 のピストンヘッドと協働して前記第 2 の燃焼室を形成する第 2 のヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第 2 のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 5 5 0 に記載の内燃機関。

【請求項 5 5 2】

前記第 1 のピストンヘッドには、前記第 2 のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項 5 5 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 5 3】

ロッドが前記第1のピストンヘッドを通っていることを特徴とする請求項547に記載の内燃機関。

【請求項554】

第1のピストンが第1の上部を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第1の上部および前記第2の上部が橢円形状であることを特徴とする請求項547に記載の内燃機関。

【請求項555】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項547に記載の内燃機関。

【請求項556】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項555に記載の内燃機関。

【請求項557】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項547に記載の内燃機関。

【請求項558】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項557に記載の内燃機関。

【請求項559】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項555に記載の内燃機関。

【請求項560】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項559に記載の内燃機関。

【請求項561】

前記非金属製コーティングは、0.0254mm(0.001インチ)未満の厚さを有することを特徴とする請求項560に記載の内燃機関。

【請求項562】

前記第1のピストンヘッドおよび第2のピストンヘッドは、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項547に記載の内燃機関。

【請求項563】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項562に記載の内燃機関。

【請求項564】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項562に記載の内燃機関。

【請求項565】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項562に記載の内燃機関。

【請求項566】

前記第1のヘッドアセンブリが第1の酸素インジェクタを含み、前記第2のヘッドアセンブリが第2の酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項551に記載の内燃機関。

【請求項567】

前記第1の酸素インジェクタは、酸素を前記第1の燃焼室に注入し、前記第2の酸素インジェクタは、酸素を前記第2の燃焼室に注入することを特徴とする請求項566に記載の内燃機関。

【請求項568】

前記酸素は、酸素タンクに貯蔵されることを特徴とする請求項567に記載の内燃機関。

【請求項 5 6 9】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項 5 6 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 0】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項 5 6 9 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 1】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、窒素は実質的に注入されないことを特徴とする請求項 5 7 0 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 2】

前記第1のピストンヘッドが第1の上部を有し、前記第1の上部が中心を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第2の上部が中心を有し、前記第1の酸素インジェクタによって酸素が前記第1の上部の中心に向かって注入され、前記第2の酸素インジェクタによって酸素が前記第2の上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項 5 6 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 3】

前記第1のピストンヘッドが第1の上部を有し、前記第1の上部が重心を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第2の上部が重心を有し、前記第1の酸素インジェクタによって酸素が前記第1の上部の重心に向かって注入され、前記第2の酸素インジェクタによって酸素が前記第2の上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項 5 6 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 4】

前記第1の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第2の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項 5 7 2 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 5】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 5 7 4 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 6】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 5 7 4 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 7】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 5 7 4 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 8】

前記第1の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第2の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項 5 7 3 に記載の内燃機関。

【請求項 5 7 9】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 5 7 8 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 0】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 5 7 8 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 1】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 5 7 8 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 2】

前記第1の上部が周辺部を有し、第1の燃料インジェクタが、前記第1の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 5 7 2 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 3】

前記燃料は、360度の噴霧液として、前記第1の上部の周辺部付近に注入されること

を特徴とする請求項 5 8 2 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 4】

前記第 2 の上部が周辺部を有し、第 2 の燃料インジェクタが、前記第 2 の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 5 8 3 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 5】

前記燃料は、360 度の噴霧液として、前記第 2 の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 5 8 4 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 6】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項 5 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 7】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 5 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 8】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 5 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 8 9】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 5 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 0】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 5 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 1】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 5 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 2】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 5 8 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 3】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 5 8 7 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 4】

前記第 1 の非金属製リングは、流体静力学的に作動することを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 5】

前記第 1 の非金属製リングは、逆止弁として作動して、第 2 の非金属製リングに圧力を与え、前記支持領域に加わる力に影響を及ぼすようには設計されていないことを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 6】

前記第 1 の非金属製リングは、前記第 2 の非金属製リングが摩耗するにつれて、前記第 2 の非金属製リングに前記シリンダ壁への送りを与えることを特徴とする請求項 4 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 7】

前記第 1 の非金属製リングはバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第 2 の非金属製リングはルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 5 9 6 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 8】

前記第 1 の非金属製リングはバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第 2 の非金属製リングはルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 4 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 5 9 9】

前記第1の非金属製リングはバイトン(V i t o n 、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項502に記載の内燃機関。

【請求項 6 0 0】

前記第1の非金属製リングはバイトン(V i t o n 、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項511に記載の内燃機関。

【請求項 6 0 1】**シリンドラ壁を含むシリンドラと、**

前記シリンドラ内での往復動のために前記シリンドラ内に配置され、リング溝を含むピストンと、

前記リング溝内に収容され、第1の非金属製リングおよび第2の非金属製リングを含む
リングアセンブリであって、前記第1の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目
があり、前記第2の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第1の
非金属製リングが、前記第2の非金属製リングを前記シリンドラ壁へ向かって付勢し、前記
第2の非金属製リングは前記シリンドラ壁に接触し、前記リング溝は、前記シリンドラ壁に近
接する前部と、前記シリンドラ壁から遠位の後部を有し、前記リング溝は、その前部と後部
の間に少なくともある高さを有し、前記第2の非金属製リングは、前記シリンドラ壁に近接
する前部と、前記シリンドラ壁から遠位の後部を有し、前記第2の非金属製リングは、その
前部と後部の間に少なくともある高さを有し、前記リング溝の高さと、前記第2の非金属
製リングの高さとが、少なくとも1つの位置において等しい、リングアセンブリと、

を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項 6 0 2】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 6 0 3】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができる特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 6 0 4】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 6 0 5】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 6 0 6】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 6 0 7】

前記第2の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 6 0 8】

前記第2の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 6 0 9】

前記第2の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)で形成されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 6 1 0】

前記第2の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 6 1 1】

前記第2の非金属製リングは、ルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 6 1 2】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 6 1 3】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 6 1 4】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 6 1 5】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項608に記載の内燃機関。

【請求項 6 1 6】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項608に記載の内燃機関。

【請求項 6 1 7】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項608に記載の内燃機関。

【請求項 6 1 8】

前記第1の非金属製リングは、バイトン (Viton、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項608に記載の内燃機関。

【請求項 6 1 9】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング (Viton、登録商標) であることを特徴とする請求項608に記載の内燃機関。

【請求項 6 2 0】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項609に記載の内燃機関。

【請求項 6 2 1】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項609に記載の内燃機関。

【請求項 6 2 2】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項609に記載の内燃機関。

【請求項 6 2 3】

前記第1の非金属製リングは、バイトン (Viton、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項609に記載の内燃機関。

【請求項 6 2 4】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング (Viton、登録商標) であることを特徴とする請求項609に記載の内燃機関。

【請求項 6 2 5】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項610に記載の内燃機関。

【請求項 6 2 6】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項610に記載の内燃機関。

【請求項 6 2 7】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐える

ことができる特徴とする請求項 610 に記載の内燃機関。

【請求項 628】

前記第1の非金属製リングは、バイトン (Viton、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 610 に記載の内燃機関。

【請求項 629】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング (Viton、登録商標) であることを特徴とする請求項 610 に記載の内燃機関。

【請求項 630】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 611 に記載の内燃機関。

【請求項 631】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度 (約 260) の温度で作動することができる特徴とする請求項 611 に記載の内燃機関。

【請求項 632】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度 (約 315) の温度に耐えることができる特徴とする請求項 611 に記載の内燃機関。

【請求項 633】

前記第1の非金属製リングは、バイトン (Viton、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 611 に記載の内燃機関。

【請求項 634】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング (Viton、登録商標) であることを特徴とする請求項 611 に記載の内燃機関。

【請求項 635】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 612 に記載の内燃機関。

【請求項 636】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度 (約 260) の温度で作動することができる特徴とする請求項 612 に記載の内燃機関。

【請求項 637】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度 (約 315) の温度に耐えることができる特徴とする請求項 612 に記載の内燃機関。

【請求項 638】

前記第1の非金属製リングは、バイトン (Viton、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 612 に記載の内燃機関。

【請求項 639】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング (Viton、登録商標) であることを特徴とする請求項 612 に記載の内燃機関。

【請求項 640】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的であることを特徴とする請求項 633 に記載の内燃機関。

【請求項 641】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、

前記第2のリング溝内に第2のリングアセンブリが収容されており、前記第2のリングアセンブリは、第3の非金属製リングおよび第4の非金属製リングを含み、前記第3の非金属製リングは、前記第4の非金属製リングを前記シリンダ壁に向かって付勢し、その結果、静的力が、前記第3の非金属製リングを介して、前記第4の非金属製リングと前記シリンダ壁との間の支持領域に加えられることを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 642】

前記第3の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする

請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 4 3】

前記第3の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 4 4】

前記第3の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 4 5】

前記第3の非金属製リングは、バイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 4 6】

前記第3の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 4 7】

前記第4の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 4 8】

前記第4の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 4 9】

前記第4の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)で形成されることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 0】

前記第4の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 1】

前記第4の非金属製リングは、ルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 2】

前記第4の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 3】

前記第4の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 4】

前記第3および第4のリングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項 6 4 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 5】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、前記第2のリング溝内に、第1の非金属製ガイドリングが収容されることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 6】

前記第1の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項 6 5 5 に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 7】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 6 5 6 に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 8】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 6 5 6 に記載の内燃機関。

【請求項 6 5 9】

前記第1の非金属製ガイドリングは、メルディン（M e l d i n、登録商標）で形成されることを特徴とする請求項655に記載の内燃機関。

【請求項660】

前記第1の非金属製ガイドリングは、ベスペル（V e s p e l、登録商標）で形成されることを特徴とする請求項655に記載の内燃機関。

【請求項661】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項655に記載の内燃機関。

【請求項662】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項657に記載の内燃機関。

【請求項663】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項658に記載の内燃機関。

【請求項664】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項659に記載の内燃機関。

【請求項665】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項660に記載の内燃機関。

【請求項666】

前記ピストンが第3のリング溝を含み、第2の非金属製ガイドリングが、前記第3のリング溝に収容されることを特徴とする請求項655に記載の内燃機関。

【請求項667】

前記第2の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項666に記載の内燃機関。

【請求項668】

前記第2の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項667に記載の内燃機関。

【請求項669】

前記第2の非金属製ガイドリングは、フッ素ポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項667に記載の内燃機関。

【請求項670】

前記第2の非金属製ガイドリングは、メルディン（M e l d i n、登録商標）で形成されることを特徴とする請求項666に記載の内燃機関。

【請求項671】

前記第2の非金属製ガイドリングは、ベスペル（V e s p e l、登録商標）で形成されることを特徴とする請求項666に記載の内燃機関。

【請求項672】

前記第2の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項666に記載の内燃機関。

【請求項673】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項674】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項641に記載の内燃機関。

【請求項675】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項655に記載の内燃機関。

【請求項 6 7 6】

前記シリンダ壁には、どの金属製リングも接触しないことを特徴とする請求項 6 6 6 に記載の内燃機関。

【請求項 6 7 7】

前記ピストンが第 1 のガイドボタン凹部を含み、第 1 の非金属製ガイドボタンが、前記凹部内に収容されることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 7 8】

前記ピストンがスカートを含み、前記第 1 のガイドボタン凹部が前記スカート内に配置されることを特徴とする請求項 6 7 7 に記載の内燃機関。

【請求項 6 7 9】

前記ピストンがスカートを含んでいないことを特徴とする請求項 6 7 7 に記載の内燃機関。

【請求項 6 8 0】

前記第 1 の非金属製ガイドボタンは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項 6 7 7 に記載の内燃機関。

【請求項 6 8 1】

前記第 1 の非金属製ガイドボタンは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 6 8 0 に記載の内燃機関。

【請求項 6 8 2】

前記第 1 の非金属製ガイドボタンは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 6 8 0 に記載の内燃機関。

【請求項 6 8 3】

前記第 1 の非金属製ガイドボタンは、メルディン (M e l d i n、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 6 7 7 に記載の内燃機関。

【請求項 6 8 4】

前記第 1 の非金属製ガイドボタンは、ベスペル (V e s p e l、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 6 7 7 に記載の内燃機関。

【請求項 6 8 5】

前記ピストンが、第 2 のガイドボタン凹部を含み、第 2 の非金属製ガイドボタンが、前記第 2 のガイドボタン凹部に収容されることを特徴とする請求項 6 7 7 に記載の内燃機関。

【請求項 6 8 6】

前記シリンダは、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 6 8 7】

前記非金属製コーティングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 6 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 6 8 8】

前記非金属製コーティングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 6 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 6 8 9】

前記非金属製コーティングは、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E) で形成されることを特徴とする請求項 6 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 6 9 0】

前記非金属製コーティングは、テフロン (登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 6 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 6 9 1】

前記非金属製コーティングは、ルーロン (R u l o n、商標) で形成されることを特徴とする請求項 6 8 6 に記載の内燃機関。

【請求項 6 9 2】

前記シリンダ壁を滑らかにするために、オイルは供給されないことを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 693】

オイルリングが設けられていないことを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 694】

前記シリンダ壁に接触する非金属製部分を有するオイルリングを含むことを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 695】

前記ピストンが凹部を含み、その結果、燃焼室が、前記ピストンのヘッド内に形成されることを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 696】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、連続的な円弧部を形成することを特徴とする請求項 695 に記載の内燃機関。

【請求項 697】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、概して円錐台形状を形成することを特徴とする請求項 695 に記載の内燃機関。

【請求項 698】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 699】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 695 に記載の内燃機関。

【請求項 700】

前記ピストンと協働して燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 701】

前記ピストンと協働して前記燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 695 に記載の内燃機関。

【請求項 702】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する吸気弁を備え、前記吸気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記吸気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 703】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する排気弁をさらに含み、前記排気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記排気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 704】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 705】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項 704 に記載の内燃機関。

【請求項 706】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 601 に記載の内燃機関。

【請求項 707】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項706に記載の内燃機関。

【請求項708】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項704に記載の内燃機関。

【請求項709】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項708に記載の内燃機関。

【請求項710】

前記非金属製コーティングは、0.0254mm(0.001インチ)未満の厚さを有することを特徴とする請求項709に記載の内燃機関。

【請求項711】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項695に記載の内燃機関。

【請求項712】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項711に記載の内燃機関。

【請求項713】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項711に記載の内燃機関。

【請求項714】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項711に記載の内燃機関。

【請求項715】

空気または燃料を前記シリンダ内に導入できるようにするための吸気弁をさらに含み、前記吸気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項716】

排気ガスが前記シリンダから出ることを可能にする排気弁をさらに含み、前記排気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項717】

燃焼にさらされるヘッドアセンブリの一部をさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの一部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項718】

前記平坦なヘッドアセンブリが酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項701に記載の内燃機関。

【請求項719】

前記酸素インジェクタは、酸素を前記燃焼室に注入することを特徴とする請求項718に記載の内燃機関。

【請求項720】

前記酸素は、酸素タンク内に貯蔵されることを特徴とする請求項719に記載の内燃機関。

【請求項721】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項719に記載の内燃機関。

【請求項722】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項721に記載の内燃機関。

【請求項 7 2 3】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、実質的に窒素は注入されないことを特徴とする請求項 7 2 2 に記載の内燃機関。

【請求項 7 2 4】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は中心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項 7 1 9 に記載の内燃機関。

【請求項 7 2 5】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は重心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項 7 1 9 に記載の内燃機関。

【請求項 7 2 6】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 7 2 4 に記載の内燃機関。

【請求項 7 2 7】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 7 2 6 に記載の内燃機関。

【請求項 7 2 8】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 7 2 6 に記載の内燃機関。

【請求項 7 2 9】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 7 2 6 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 0】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 7 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 1】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 7 3 0 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 2】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 7 3 0 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 3】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 7 3 0 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 4】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタが、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 7 2 4 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 5】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 7 3 4 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 6】

前記ピストンの上部が周辺部を有し、燃料インジェクタは、前記ピストンの周辺部付近に燃料を注入するのに用いられることを特徴とする請求項 7 2 5 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 7】

前記燃料は、360度の噴霧液として前記ピストンの周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項 7 3 6 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 8】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 3 9】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 0】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 1】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 2】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 7 3 8 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 3】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 7 3 8 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 4】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項 7 3 9 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 5】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項 7 3 9 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 6】

前記ピストンは、地面と実質的に平行な方向に往復動することを特徴とする請求項 6 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 7】

前記ピストンは、第 1 のピストンヘッドと、第 2 のピストンヘッドを含むことを特徴とする請求項 7 4 6 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 8】

前記第 1 のピストンヘッドには、第 1 の燃焼室を形成するために凹所が設けられており、前記第 2 のピストンヘッドには、第 2 の燃焼室を形成するために凹所が設けられていることを特徴とする請求項 7 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 7 4 9】

前記第 1 のピストンヘッドには、前記第 2 のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項 7 4 8 に記載の内燃機関。

【請求項 7 5 0】

前記第 1 のピストンヘッドと協働して前記第 1 の燃焼室を形成する第 1 のヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第 1 のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 7 4 8 に記載の内燃機関。

【請求項 7 5 1】

前記第 2 のピストンヘッドと協働して前記第 2 の燃焼室を形成する第 2 のヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記第 2 のヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 7 5 0 に記載の内燃機関。

【請求項 7 5 2】

前記第 1 のピストンヘッドには、前記第 2 のピストンヘッドよりも大きい凹所が設けられていることを特徴とする請求項 7 5 1 に記載の内燃機関。

【請求項 7 5 3】

ロッドが前記第 1 のピストンヘッドを通っていることを特徴とする請求項 7 4 7 に記載の内燃機関。

【請求項 7 5 4】

第 1 のピストンが第 1 の上部を有し、前記第 2 のピストンヘッドが第 2 の上部を有し、

前記第1の上部および前記第2の上部が橜円形状であることを特徴とする請求項747に記載の内燃機関。

【請求項755】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項747に記載の内燃機関。

【請求項756】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項755に記載の内燃機関。

【請求項757】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項747に記載の内燃機関。

【請求項758】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項757に記載の内燃機関。

【請求項759】

前記シリンダ壁は、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項755に記載の内燃機関。

【請求項760】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項759に記載の内燃機関。

【請求項761】

前記非金属製コーティングは、0.0254mm(0.001インチ)未満の厚さを有することを特徴とする請求項760に記載の内燃機関。

【請求項762】

前記第1のピストンヘッドおよび第2のピストンヘッドは、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項747に記載の内燃機関。

【請求項763】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項762に記載の内燃機関。

【請求項764】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項762に記載の内燃機関。

【請求項765】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項762に記載の内燃機関。

【請求項766】

前記第1のヘッドアセンブリが第1の酸素インジェクタを含み、前記第2のヘッドアセンブリが第2の酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項751に記載の内燃機関。

【請求項767】

前記第1の酸素インジェクタは、酸素を前記第1の燃焼室に注入し、前記第2の酸素インジェクタは、酸素を前記第2の燃焼室に注入することを特徴とする請求項766に記載の内燃機関。

【請求項768】

前記酸素は、酸素タンクに貯蔵されることを特徴とする請求項767に記載の内燃機関。

【請求項769】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項767に記載の内燃機関。

【請求項770】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項769に記載の内燃機関。

【請求項771】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、窒素は実質的に注入されないことを特徴とする請求項770に記載の内燃機関。

【請求項772】

前記第1のピストンヘッドが第1の上部を有し、前記第1の上部が中心を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第2の上部が中心を有し、前記第1の酸素インジェクタによって酸素が前記第1の上部の中心に向かって注入され、前記第2の酸素インジェクタによって酸素が前記第2の上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項767に記載の内燃機関。

【請求項773】

前記第1のピストンヘッドが第1の上部を有し、前記第1の上部が重心を有し、前記第2のピストンヘッドが第2の上部を有し、前記第2の上部が重心を有し、前記第1の酸素インジェクタによって酸素が前記第1の上部の重心に向かって注入され、前記第2の酸素インジェクタによって酸素が前記第2の上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項767に記載の内燃機関。

【請求項774】

前記第1の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第2の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項772に記載の内燃機関。

【請求項775】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項774に記載の内燃機関。

【請求項776】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項774に記載の内燃機関。

【請求項777】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項774に記載の内燃機関。

【請求項778】

前記第1の上部が、酸素に対する触媒で被覆され、前記第2の上部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項773に記載の内燃機関。

【請求項779】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項778に記載の内燃機関。

【請求項780】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項778に記載の内燃機関。

【請求項781】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項778に記載の内燃機関。

【請求項782】

前記第1の上部が周辺部を有し、第1の燃料インジェクタが、前記第1の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられる特徴とする請求項772に記載の内燃機関。

【請求項783】

前記燃料は、360度の噴霧液として、前記第1の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項782に記載の内燃機関。

【請求項784】

前記第2の上部が周辺部を有し、第2の燃料インジェクタが、前記第2の上部の周辺部付近に燃料を注入するのに用いられる特徴とする請求項783に記載の内燃機関。

【請求項 7 8 5】

前記燃料は、360度の噴霧液として、前記第2の上部の周辺部付近に注入されることを特徴とする請求項784に記載の内燃機関。

【請求項 7 8 6】

前記シリンダ壁は、チタンで形成されることを特徴とする請求項747に記載の内燃機関。

【請求項 7 8 7】

前記シリンダ壁は、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項747に記載の内燃機関。

【請求項 7 8 8】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項747に記載の内燃機関。

【請求項 7 8 9】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項747に記載の内燃機関。

【請求項 7 9 0】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項786に記載の内燃機関。

【請求項 7 9 1】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項786に記載の内燃機関。

【請求項 7 9 2】

前記ピストンは、チタンで形成されることを特徴とする請求項787に記載の内燃機関。

【請求項 7 9 3】

前記ピストンは、チタン合金で形成されることを特徴とする請求項787に記載の内燃機関。

【請求項 7 9 4】

前記第1の非金属製リングは、流体静力学的に作動することを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 7 9 5】

前記第1の非金属製リングは、逆止弁として作動して、第2の非金属製リングに圧力を与え、前記支持領域に加わる力に影響を及ぼすようには設計されていないことを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 7 9 6】

前記第1の非金属製リングは、前記第2の非金属製リングが摩耗するにつれて、前記第2の非金属製リングに前記シリンダ壁への送りを与えることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 7 9 7】

前記第1の非金属製リングはバイトン(V i t o n 、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項796に記載の内燃機関。

【請求項 7 9 8】

前記第1の非金属製リングはバイトン(V i t o n 、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項695に記載の内燃機関。

【請求項 7 9 9】

前記第1の非金属製リングはバイトン(V i t o n 、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項702に記載の内燃機関。

【請求項 800】

前記第1の非金属製リングはバイトン(V i t o n 、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングはルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項711に記載の内燃機関。

【請求項 801】

シリンドラ壁を含むシリンドラと、

前記シリンドラ内での往復動のために前記シリンドラ内に配置され、第1のリング溝と第2のリング溝を含むピストンと、

前記第1のリング溝内に収容され、第1の非金属製リングおよび第2の非金属製リングを含むリングアセンブリであって、前記第1の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第2の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第1の非金属製リングが、前記第2の非金属製リングを前記シリンドラ壁へ向かって付勢する、第1のリングアセンブリと、

前記第2のリング溝によって収容される第1の非金属製ガイドリングと、

を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項 802】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 803】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 804】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 805】

前記第1の非金属製リングがバイトン(V i t o n 、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 806】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(V i t o n 、登録商標)であることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 807】

前記第2の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 808】

前記第2の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 809】

前記第2の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 810】

前記第2の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 811】

前記第2の非金属製リングは、ルーロン(R u l o n 、商標)で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 812】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 813】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐える

ことができる特徴とする請求項 801 に記載の内燃機関。

【請求項 814】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的なリングである特徴とする請求項 801 に記載の内燃機関。

【請求項 815】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることの特徴とする請求項 808 に記載の内燃機関。

【請求項 816】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度(約 260)の温度で作動することができる特徴とする請求項 808 に記載の内燃機関。

【請求項 817】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項 808 に記載の内燃機関。

【請求項 818】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton 、登録商標)で形成されることの特徴とする請求項 808 に記載の内燃機関。

【請求項 819】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton 、登録商標)である特徴とする請求項 808 に記載の内燃機関。

【請求項 820】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることの特徴とする請求項 809 に記載の内燃機関。

【請求項 821】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度(約 260)の温度で作動することができる特徴とする請求項 809 に記載の内燃機関。

【請求項 822】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項 809 に記載の内燃機関。

【請求項 823】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton 、登録商標)で形成されることの特徴とする請求項 809 に記載の内燃機関。

【請求項 824】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton 、登録商標)である特徴とする請求項 809 に記載の内燃機関。

【請求項 825】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることの特徴とする請求項 810 に記載の内燃機関。

【請求項 826】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 500 度(約 260)の温度で作動することができる特徴とする請求項 810 に記載の内燃機関。

【請求項 827】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 600 度(約 315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項 810 に記載の内燃機関。

【請求項 828】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton 、登録商標)で形成されることの特徴とする請求項 810 に記載の内燃機関。

【請求項 829】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton 、登録商標)である特徴とする請求項 810 に記載の内燃機関。

【請求項 830】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項811に記載の内燃機関。

【請求項831】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260°)の温度で作動することができることを特徴とする請求項811に記載の内燃機関。

【請求項832】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315°)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項811に記載の内燃機関。

【請求項833】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項811に記載の内燃機関。

【請求項834】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項811に記載の内燃機関。

【請求項835】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項812に記載の内燃機関。

【請求項836】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260°)の温度で作動することができることを特徴とする請求項812に記載の内燃機関。

【請求項837】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315°)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項812に記載の内燃機関。

【請求項838】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項812に記載の内燃機関。

【請求項839】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項812に記載の内燃機関。

【請求項840】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的であることを特徴とする請求項833に記載の内燃機関。

【請求項841】

前記第2の非金属製リングが割れ目を含むことを特徴とする請求項833に記載の内燃機関。

【請求項842】

前記第1の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項843】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項844】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項845】

前記第1の非金属製ガイドリングは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項846】

前記第1の非金属製ガイドリングは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 4 7】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 4 8】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項842に記載の内燃機関。

【請求項 8 4 9】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項843に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 0】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項844に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 1】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項845に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 2】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項846に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 3】

前記ピストンが第1のガイドボタン凹部を含み、第1の非金属製ガイドボタンが、前記凹部内に収容されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 4】

前記ピストンがスカートを含み、前記第1のガイドボタン凹部が前記スカート内に配置されることを特徴とする請求項853に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 5】

前記ピストンがスカートを含まないことを特徴とする請求項853に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 6】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項853に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 7】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項853に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 8】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項853に記載の内燃機関。

【請求項 8 5 9】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項853に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 0】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項853に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 1】

前記シリンドラは、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 2】

前記非金属製コーティングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項861に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 3】

前記非金属製コーティングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項861に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 4】

前記非金属製コーティングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項861に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 5】

前記非金属製コーティングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項861に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 6】

前記非金属製コーティングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項861に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 7】

前記シリンダ壁を滑らかにするために、オイルは供給されないことを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 8】

オイルリングが設けられていないことを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 6 9】

前記シリンダ壁に接触する非金属製部分を有するオイルリングを含むことを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 0】

前記ピストンが凹部を含み、その結果、燃焼室が、前記ピストンのヘッド内に形成されることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 1】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、連続的な円弧部を形成することを特徴とする請求項870に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 2】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、概して円錐台形状を形成することを特徴とする請求項870に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 3】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 4】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項870に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 5】

前記ピストンと協働して燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 6】

前記ピストンと協働して前記燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項870に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 7】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する吸気弁を備え、前記吸気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記吸気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 8】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する排気弁をさらに含み、前記排気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記排気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 8 7 9】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 8 0】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項 8 7 9 に記載の内燃機関。

【請求項 8 8 1】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 8 7 9 に記載の内燃機関。

【請求項 8 8 2】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項 8 8 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 8 3】

前記非金属製コーティングは、0.0254 mm (0.001インチ) 未満の厚さを有することを特徴とする請求項 8 8 2 に記載の内燃機関。

【請求項 8 8 4】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 8 7 0 に記載の内燃機関。

【請求項 8 8 5】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 8 8 4 に記載の内燃機関。

【請求項 8 8 6】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 8 8 4 に記載の内燃機関。

【請求項 8 8 7】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 8 8 4 に記載の内燃機関。

【請求項 8 8 8】

空気または燃料を前記シリンダ内に導入できるようにするための吸気弁をさらに含み、前記吸気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 8 9】

排気ガスが前記シリンダから出ることを可能にする排気弁をさらに含み、前記排気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 0】

燃焼にさらされるヘッドアセンブリの一部をさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの一部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 1】

前記平坦なヘッドアセンブリが酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項 8 7 6 に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 2】

前記酸素インジェクタは、酸素を前記燃焼室に注入することを特徴とする請求項 8 9 1 に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 3】

前記酸素は、酸素タンク内に貯蔵されることを特徴とする請求項 8 9 2 に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 4】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項 8 9 2 に記

載の内燃機関。

【請求項 8 9 5】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項 8 9 4 に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 6】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、実質的に窒素は注入されないことを特徴とする請求項 8 9 5 に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 7】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は中心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項 8 9 2 に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 8】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は重心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の重心に向かって注入されることを特徴とする請求項 8 9 2 に記載の内燃機関。

【請求項 8 9 9】

前記第1のリングアセンブリが、ブローバイを低減するための動的シールを形成することを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 0 0】

前記第1のリングアセンブリが、ブローバイを低減するための静的シールを形成することを特徴とする請求項 8 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 0 1】

シリンドラ壁を含むシリンドラと、

前記シリンドラ内での往復動のために前記シリンドラ内に配置され、第1のリング溝を含むピストンと、

前記第1のリング溝内に収容され、第1の非金属製リング、第2の非金属製リングおよび第1の非金属製ガイドリングを含む複数のリングであって、前記第1の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第2の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第1の非金属製リングが、前記第2の非金属製リングを前記シリンドラ壁へ向かって付勢する、複数のリングと、

を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項 9 0 2】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 0 3】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 5 0 0 度(約 2 6 0) の温度で作動することができるることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 0 4】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏 6 0 0 度(約 3 1 5) の温度に耐えることができるることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 0 5】

前記第1の非金属製リングがバイトン (Viton、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 0 6】

前記第1の非金属製リングは、バイトン O リング (Viton、登録商標) であることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 0 7】

前記第2の非金属製リングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 9 0 1 に記載の内燃機関。

【請求項 9 0 8】

前記第2の非金属製リングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項909】

前記第2の非金属製リングは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項910】

前記第2の非金属製リングは、テフロン(登録商標)で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項911】

前記第2の非金属製リングは、ルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項912】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項913】

前記第2の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項914】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的なリングであることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項915】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項908に記載の内燃機関。

【請求項916】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項908に記載の内燃機関。

【請求項917】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項908に記載の内燃機関。

【請求項918】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項908に記載の内燃機関。

【請求項919】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項908に記載の内燃機関。

【請求項920】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項909に記載の内燃機関。

【請求項921】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができることを特徴とする請求項909に記載の内燃機関。

【請求項922】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができることを特徴とする請求項909に記載の内燃機関。

【請求項923】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項909に記載の内燃機関。

【請求項924】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項909に記載の内燃機関。

【請求項 9 2 5】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項910に記載の内燃機関。

【請求項 9 2 6】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができる特徴とする請求項910に記載の内燃機関。

【請求項 9 2 7】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項910に記載の内燃機関。

【請求項 9 2 8】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項910に記載の内燃機関。

【請求項 9 2 9】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項910に記載の内燃機関。

【請求項 9 3 0】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項911に記載の内燃機関。

【請求項 9 3 1】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができる特徴とする請求項911に記載の内燃機関。

【請求項 9 3 2】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項911に記載の内燃機関。

【請求項 9 3 3】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項911に記載の内燃機関。

【請求項 9 3 4】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項911に記載の内燃機関。

【請求項 9 3 5】

前記第1の非金属製リングは、フルオロエラストマ材料で形成されることを特徴とする請求項912に記載の内燃機関。

【請求項 9 3 6】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏500度(約260)の温度で作動することができる特徴とする請求項912に記載の内燃機関。

【請求項 9 3 7】

前記第1の非金属製リングは、少なくとも華氏600度(約315)の温度に耐えることができる特徴とする請求項912に記載の内燃機関。

【請求項 9 3 8】

前記第1の非金属製リングは、バイトン(Viton、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項912に記載の内燃機関。

【請求項 9 3 9】

前記第1の非金属製リングは、バイトンOリング(Viton、登録商標)であることを特徴とする請求項912に記載の内燃機関。

【請求項 9 4 0】

前記第1および第2の非金属製リングは、連続的であることを特徴とする請求項933に記載の内燃機関。

【請求項 9 4 1】

前記第2の非金属製リングが割れ目を含むことを特徴とする請求項933に記載の内燃

機関。

【請求項 9 4 2】

前記第1の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 9 4 3】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 9 4 4】

前記第1の非金属製ガイドリングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 9 4 5】

前記第1の非金属製ガイドリングは、メルディン(Meldin、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 9 4 6】

前記第1の非金属製ガイドリングは、ベスペル(Vespel、登録商標)で形成されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 9 4 7】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 9 4 8】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項942に記載の内燃機関。

【請求項 9 4 9】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項943に記載の内燃機関。

【請求項 9 5 0】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項944に記載の内燃機関。

【請求項 9 5 1】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項945に記載の内燃機関。

【請求項 9 5 2】

前記第1の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項946に記載の内燃機関。

【請求項 9 5 3】

前記ピストンが第1のガイドボタン凹部を含み、第1の非金属製ガイドボタンが、前記凹部内に収容されることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 9 5 4】

前記ピストンがスカートを含み、前記第1のガイドボタン凹部が前記スカート内に配置されることを特徴とする請求項953に記載の内燃機関。

【請求項 9 5 5】

前記ピストンがスカートを含まないことを特徴とする請求項953に記載の内燃機関。

【請求項 9 5 6】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、硬質プラスチックで形成されることを特徴とする請求項953に記載の内燃機関。

【請求項 9 5 7】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項953に記載の内燃機関。

【請求項 9 5 8】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴と

する請求項 953 に記載の内燃機関。

【請求項 959】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、メルディン (M e l d i n、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 953 に記載の内燃機関。

【請求項 960】

前記第1の非金属製ガイドボタンは、ベスペル (V e s p e l、登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 953 に記載の内燃機関。

【請求項 961】

前記シリンドラは、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 901 に記載の内燃機関。

【請求項 962】

前記非金属製コーティングは、フッ素樹脂材料で形成されることを特徴とする請求項 961 に記載の内燃機関。

【請求項 963】

前記非金属製コーティングは、フルオロポリマー材料で形成されることを特徴とする請求項 961 に記載の内燃機関。

【請求項 964】

前記非金属製コーティングは、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E) で形成されることを特徴とする請求項 961 に記載の内燃機関。

【請求項 965】

前記非金属製コーティングは、テフロン (登録商標) で形成されることを特徴とする請求項 961 に記載の内燃機関。

【請求項 966】

前記非金属製コーティングは、ルーロン (R u l o n、商標) で形成されることを特徴とする請求項 961 に記載の内燃機関。

【請求項 967】

前記シリンドラ壁を滑らかにするために、オイルは供給されないことを特徴とする請求項 901 に記載の内燃機関。

【請求項 968】

オイルリングが設けられていないことを特徴とする請求項 901 に記載の内燃機関。

【請求項 969】

前記シリンドラ壁に接触する非金属製部分を有するオイルリングを含むことを特徴とする請求項 901 に記載の内燃機関。

【請求項 970】

前記ピストンが凹部を含み、その結果、燃焼室が、前記ピストンのヘッド内に形成されることを特徴とする請求項 901 に記載の内燃機関。

【請求項 971】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、連続的な円弧部を形成することを特徴とする請求項 970 に記載の内燃機関。

【請求項 972】

前記凹部は、前記ピストンのヘッド内に、概して円錐台形状を形成することを特徴とする請求項 970 に記載の内燃機関。

【請求項 973】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 901 に記載の内燃機関。

【請求項 974】

前記ピストンが上部を有し、前記上部は橢円形状であることを特徴とする請求項 970 に記載の内燃機関。

【請求項 975】

前記ピストンと協働して燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさら

される前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 901 に記載の内燃機関。

【請求項 976】

前記ピストンと協働して前記燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの当該部分が平坦であることを特徴とする請求項 970 に記載の内燃機関。

【請求項 977】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する吸気弁を備え、前記吸気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記吸気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 901 に記載の内燃機関。

【請求項 978】

前記内燃機関はさらに、中心を通る軸を有する排気弁をさらに含み、前記排気弁は前記中心に沿って動き、前記ピストンは中心を通る軸を有し、前記ピストンは前記中心に沿って動き、前記排気弁の軸と前記ピストンの軸は、実質的に平行であることを特徴とする請求項 901 に記載の内燃機関。

【請求項 979】

前記シリンダ壁は、滑らかな鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項 901 に記載の内燃機関。

【請求項 980】

前記滑らかな鏡面仕上げは、前記シリンダを中ぐりし、リーマ仕上げまたはホーニング仕上げすることによって得られることを特徴とする請求項 979 に記載の内燃機関。

【請求項 981】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 979 に記載の内燃機関。

【請求項 982】

前記非金属製コーティングは、前記シリンダ壁に焼き付けられることを特徴とする請求項 981 に記載の内燃機関。

【請求項 983】

前記非金属製コーティングは、0.0254 mm (0.001 インチ) 未満の厚さを有することを特徴とする請求項 982 に記載の内燃機関。

【請求項 984】

前記ピストンの上部は、酸素に対する触媒で被覆されることを特徴とする請求項 970 に記載の内燃機関。

【請求項 985】

前記酸素に対する触媒がプラチナを含むことを特徴とする請求項 984 に記載の内燃機関。

【請求項 986】

前記酸素に対する触媒がロジウムを含むことを特徴とする請求項 984 に記載の内燃機関。

【請求項 987】

前記酸素に対する触媒がパラジウムを含むことを特徴とする請求項 984 に記載の内燃機関。

【請求項 988】

空気または燃料を前記シリンダ内に導入できるようにするための吸気弁をさらに含み、前記吸気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項 901 に記載の内燃機関。

【請求項 989】

排気ガスが前記シリンダから出ることを可能にする排気弁をさらに含み、前記排気弁は、酸素に対する触媒で被覆されている底部を有することを特徴とする請求項 901 に記載

の内燃機関。

【請求項 990】

燃焼にさらされるヘッドアセンブリの一部をさらに含み、燃焼にさらされる前記ヘッドアセンブリの一部が、酸素に対する触媒で被覆されていることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 991】

前記平坦なヘッドアセンブリが酸素インジェクタを含むことを特徴とする請求項976に記載の内燃機関。

【請求項 992】

前記酸素インジェクタは、酸素を前記燃焼室に注入することを特徴とする請求項991に記載の内燃機関。

【請求項 993】

前記酸素は、酸素タンク内に貯蔵されることを特徴とする請求項992に記載の内燃機関。

【請求項 994】

前記酸素は、浄化器を用いて周囲空気から得られることを特徴とする請求項992に記載の内燃機関。

【請求項 995】

前記浄化器は、酸素から窒素を分離し、その結果、前記燃焼室に注入される酸素は、周囲空気よりも窒素含有量が少ないことを特徴とする請求項994に記載の内燃機関。

【請求項 996】

前記酸素を伴う前記燃焼室には、実質的に窒素は注入されないことを特徴とする請求項995に記載の内燃機関。

【請求項 997】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は中心を有し、前記酸素は、前記ピストンの上部の中心に向かって注入されることを特徴とする請求項992に記載の内燃機関。

【請求項 998】

前記ピストンが上部を有し、前記ピストンの上部は重心を有し、前記酸素は、前記ピストンの重心に向かって注入されることを特徴とする請求項992に記載の内燃機関。

【請求項 999】

前記第1のリングアセンブリが、プローバイを低減するための動的シールを形成することを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 1000】

前記複数のリングは、第2の非金属製ガイドリングを含むことを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 1001】

前記第2の非金属製ガイドリングは、硬質プラスチック材料で形成されることを特徴とする請求項1000に記載の内燃機関。

【請求項 1002】

前記第2の非金属製ガイドリングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項1001に記載の内燃機関。

【請求項 1003】

前記第2の非金属製リングは、前記第1の非金属製ガイドリングと前記第2の非金属製ガイドリングの間に挿入されることを特徴とする請求項1001に記載の内燃機関。

【請求項 1004】

前記第1の非金属製リングは、前記第1の非金属製ガイドリングを前記シリンダ壁に向かって付勢することを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 1005】

前記ピストンが第2のリング溝を含み、第2の複数のリングが前記第2のリング溝に收

容され、前記第2の複数のリングは、第3の非金属製リング、第4の非金属製リングおよび第2の非金属製ガイドリングを含み、前記第3の非金属製リングは、前記第4の非金属製リングを前記シリンダ壁に向かって付勢することを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項1006】

シリンダ壁を含むシリンダと、

前記シリンダ内での往復動のために前記シリンダ内に配置され、第1のリング溝および第1のガイドボタン凹部を含むピストンと、

前記第1のリング溝内に収容され、第1の非金属製リングおよび第2の非金属製リングを含む第1のリングアセンブリであって、前記第1の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第2の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第1の非金属製リングが、前記第2の非金属製リングを前記シリンダ壁へ向かって付勢する、第1のリングアセンブリと、

前記第1のガイドボタン凹部に収容された第1の非金属製ガイドボタンと、

を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項1007】

前記第1のリングアセンブリは、ブローバイを低減するための動的シールを形成することを特徴とする請求項1006に記載の内燃機関。

【請求項1008】

前記第1のリングアセンブリが、ブローバイを低減するための静的シールを形成することを特徴とする請求項1006に記載の内燃機関。

【請求項1009】

シリンダ壁を含むシリンダと、

前記シリンダ内での往復動のために前記シリンダ内に配置され、第1のリング溝および第2のリング溝を含むピストンと、

前記第1のリング溝内に収容され、第1の非金属製リングおよび第2の非金属製リングを含む第1のリングアセンブリであって、前記第1の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第2の非金属製リングは連続的であるか、または割れ目があり、前記第1の非金属製リングが、前記第2の非金属製リングを前記シリンダ壁へ向かって付勢する、第1のリングアセンブリと、

前記第2のリング溝内に収容され、第3の非金属製リングおよび第4の非金属製リングを含む第2のリングアセンブリであって、前記第3の非金属製リングが、前記第4の非金属製リングを前記シリンダ壁へ向かって付勢する、第2のリングアセンブリと、

を備えることを特徴とする内燃機関。

【請求項1010】

前記第1のリングアセンブリは、ブローバイを低減するための動的シールを形成することを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1011】

前記第1のリングアセンブリは、ブローバイを低減するための静的シールを形成することを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1012】

前記第2のリングアセンブリは、ブローバイを低減するための動的シールを形成することを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1013】

前記第2のリングアセンブリは、ブローバイを低減するための静的シールを形成することを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1014】

前記シリンダ壁を滑らかにするために、オイルは用いられないことを特徴とする請求項1009に記載の内燃機関。

【請求項1015】

前記シリンダ壁は、滑らかな仕上げを有することを特徴とする請求項 1009 に記載の内燃機関。

【請求項 1016】

前記シリンダ壁は、鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項 1009 に記載の内燃機関。

【請求項 1017】

前記シリンダ壁が、非金属製コーティングで被覆されることを特徴とする請求項 1009 に記載の内燃機関。

【請求項 1018】

前記第 2 の非金属製リングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項 1009 に記載の内燃機関。

【請求項 1019】

前記第 4 の非金属製リングは、割れ目を含むことを特徴とする請求項 1018 に記載の内燃機関。

【請求項 1020】

圧縮行程中に、閉じる吸気弁をさらに含み、前記吸気弁は、前記ピストンが、そのストローク長の少なくとも 50 % 進むまで、前記圧縮行程中には閉じないことを特徴とする請求項 1009 に記載の内燃機関。

【請求項 1021】

前記吸気弁は、前記ピストンが、そのストローク長の少なくとも 55 % 進むまで、前記圧縮行程中には閉じないことを特徴とする請求項 1020 に記載の内燃機関。

【請求項 1022】

前記吸気弁は、前記ピストンが、そのストローク長の少なくとも 60 % 進むまで、前記圧縮行程中には閉じないことを特徴とする請求項 1020 に記載の内燃機関。

【請求項 1023】

前記吸気弁は、前記ピストンが、そのストローク長の少なくとも 65 % 進むまで、前記圧縮行程中には閉じないことを特徴とする請求項 1020 に記載の内燃機関。

【請求項 1024】

前記吸気弁が閉じていない場合、空気 - 燃料混合物が吸気マニホールド内に押し込まれることを特徴とする請求項 1020 に記載の内燃機関。

【請求項 1025】

前記空気 - 燃料混合物は、別のシリンダへ供給される前に予め加熱されることを特徴とする請求項 1024 に記載の内燃機関。

【請求項 1026】

前記空気 - 燃料混合物は、別のシリンダへ供給される前に予め混合されることを特徴とする請求項 1024 に記載の内燃機関。

【請求項 1027】

前記ピストンは、ピストンヘッドを含み、前記ピストンヘッドには、凹所が設けられていることを特徴とする請求項 1009 に記載の内燃機関。

【請求項 1028】

前記凹所が設けられたピストンヘッドと協働して燃焼室を形成するヘッドアセンブリをさらに含むことを特徴とする請求項 1027 に記載の内燃機関。

【請求項 1029】

前記第 1 の非金属製リングがバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第 2 の非金属製リングガルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 318 に記載の内燃機関。

【請求項 1030】

前記第 1 の非金属製リングがバイトン (Viton、登録商標) で形成され、前記第 2 の非金属製リングガルーロン (Rulon、商標) で形成されることを特徴とする請求項 324 に記載の内燃機関。

【請求項 1031】

前記シリンドラ壁が滑らかな仕上げを有することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 1032】

前記シリンドラ壁が、鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 1033】

前記第1の非金属製リングがバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングがルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項718に記載の内燃機関。

【請求項 1034】

前記第1の非金属製リングがバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングがルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項724に記載の内燃機関。

【請求項 1035】

前記第1の非金属製リングがバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングがルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項518に記載の内燃機関。

【請求項 1036】

前記第1の非金属製リングがバイトン(Viton、登録商標)で形成され、前記第2の非金属製リングがルーロン(Rulon、商標)で形成されることを特徴とする請求項524に記載の内燃機関。

【請求項 1037】

前記シリンドラ壁が滑らかな仕上げを有することを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項 1038】

前記シリンドラ壁が、鏡面仕上げを有することを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項 1039】

前記第2の非金属製リングには割れ目があることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 1040】

前記第2の非金属製リングには割れ目があることを特徴とする請求項201に記載の内燃機関。

【請求項 1041】

前記第2の非金属製リングには割れ目があることを特徴とする請求項401に記載の内燃機関。

【請求項 1042】

前記第2の非金属製リングには割れ目があることを特徴とする請求項601に記載の内燃機関。

【請求項 1043】

前記第2の非金属製リングには割れ目があることを特徴とする請求項801に記載の内燃機関。

【請求項 1044】

前記第2の非金属製リングには割れ目があることを特徴とする請求項901に記載の内燃機関。

【請求項 1045】

前記第2の非金属製リングには割れ目があることを特徴とする請求項1006に記載の内燃機関。

【請求項 1046】

前記第2の非金属製リングには割れ目があることを特徴とする請求項1009に記載の

内燃機関。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 07/02879												
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - F02F 5/00 (2007.10) USPC - 123/193.6; 277/437 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8): F02F 5/00 (2007.10) USPC: 123/193.6; 277/437														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched IPC(8): F02F 5/00; B60T 11/236; F16J 9/20 USPC: 123/193.4; 277/446, 436														
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PubWEST(USPT, PGPB, EPAB, JPAB); GoogleScholar, Google Search Terms: internal, combustion, engine, piston, cylinder, PTFE, ring, groove, skirt, oxygen catalyst, titanium alloy, oil ring														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Y</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">US 6,837,205 B1 (CHIPPERFIELD) 4 January 2005 (04.01.2005) entire document, especially Fig. 1, Fig. 3, col 2, ln 64-65, col 5, ln 5-40, and col 6, ln 30-32</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1- 1038</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Y</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">US 5,133,564 A (CHANG) 28 July 1992 (28.07.1992) entire document, especially Fig. 6 and col 3, ln 17-37</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1- 1038</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; padding: 2px;">—————continued in Supplemental Box—————</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	US 6,837,205 B1 (CHIPPERFIELD) 4 January 2005 (04.01.2005) entire document, especially Fig. 1, Fig. 3, col 2, ln 64-65, col 5, ln 5-40, and col 6, ln 30-32	1- 1038	Y	US 5,133,564 A (CHANG) 28 July 1992 (28.07.1992) entire document, especially Fig. 6 and col 3, ln 17-37	1- 1038	—————continued in Supplemental Box—————		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y	US 6,837,205 B1 (CHIPPERFIELD) 4 January 2005 (04.01.2005) entire document, especially Fig. 1, Fig. 3, col 2, ln 64-65, col 5, ln 5-40, and col 6, ln 30-32	1- 1038												
Y	US 5,133,564 A (CHANG) 28 July 1992 (28.07.1992) entire document, especially Fig. 6 and col 3, ln 17-37	1- 1038												
—————continued in Supplemental Box—————														
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>														
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "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 9 November 2007 (09.11.2007)		Date of mailing of the international search report 20 DEC 2007												
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 07/02879
C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US RE31005 E (PRASSE et al.) 3 August 1982 (03.08.1982) entire document, especially col 4, In 60-65	2, 5-6, 15, 18-20, 23-25, 28-30, 33-35, 38-39, 40, 42, 45-46, 55-72, 75-79, 80-85, 94, 196-200, 202, 205-206, 215, 218-220, 223-225, 228-230, 233-235, 238-239, 240, 242, 245-246, 255-272, 275-279, 280-285, 294, 397-400, 402, 405-406, 415, 418-420, 423-425, 428-430, 433-435, 438-439, 440, 442, 445-446, 455-472, 475-479, 480-485, 494, 597-600, 602, 605-606, 615, 618-620, 623-625, 628-630, 633-635, 638-639, 640, 642, 645-646, 655-672, 675-679, 680-685, 694, 797-800, 802, 805-806, 815, 818-820, 823-825, 828-830, 833-835, 838-855, 856-860, 902, 905-906, 915, 918-920, 923-925, 928-30, 933-935, 938-954, 956-960, 969, 1001, 1002, 1018-1019, 1029-1030 and 1033-1036
Y	US 4,353,218 A (WHEATLEY et al.) 12 October 1982 (12.10.1982) entire document, especially col 6, In 18-20	77-78, 80-85, 277-278, 280-285, 477-478, 480-485, 677-678, 680-685, 853-854, 856-860, 953-954, 956-960 and 1006-1008
Y	US 5,778,834 A (PICCININI) 14 July 1998 (14.07.1998) entire document, especially col 2, In 63-65	79, 279, 479, 679, 855 and 955
Y	US 2002/0179034 A1 (SISKEN) 5 December 2002 (05.12.2002) entire document, especially para[0011] and para[0024]	88-91, 106-109, 156-160, 286-291, 306-310, 357-361, 486-491, 506-510, 557-561, 686-691, 706-710, 757-761, 861-866, 881-883, 961-966, 981-983 and 1017

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US 07/02879

Y US 4,884,986 A (BETHEL et al.) 12 September 1989 (12.09.1989) entire document, especially Abstract
98-99, 124, 129-132, 153, 172, 177-180, 298-299, 325, 330-333, 354, 373, 378-381, 498-499, 525, 530-533, 554, 573, 578-581, 698-699, 723, 725, 730-733, 754, 773, 778-781, 873-874, 897-898, 973-974, 997-998
—

Y US 3,011,368 A (HAYES) 5 December 1961 (05.12.1961) entire document, especially col 1, ln 7-10
104-105, 107-109, 154-155, 158-160, 304-305, 308-310, 355-356, 359-361, 504-505, 508-510, 555-556, 559-561, 704-705, 708-710, 755-756, 759-761, 879-883, 979-983, 1015, 1016, 1031-1032 and 1037-1038
—

Y US 2005/0133001 A1 (KANEKO) 23 June 2005 (23.06.2005) entire document, especially para[0027]
110-116, 125-132, 161-164, 173-180, 199, 311-317, 326-333, 362-365, 374-381, 400, 511-517, 526-533, 562-565, 574-581, 600, 711-717, 726-733, 774-781, 762-765, 800, 884-890 and 984-990
—

Y US 6,087,973 A (CHANDA et al.) 30 May 2000 (30.05.2000) entire document, especially Abstract
117-132, 133-136, 165-180, 181-184, 200, 318-333, 334-337, 368-381, 382-385, 518-533, 534-537, 566-585, 718-724, 728-733-737, 766-781, 782-785, 891-898, 991-998, 1029-1030 and 1033-1036
—

Y US 3,696,795 A (SMITH et al.) 10 October 1972 (10.10.1972) entire document, especially Abstract
119, 122, 167, 170, 320, 323, 368, 371, 520, 523, 568, 571, 720, 723, 768, 771, 893, 896, 993 and 996
—

Y US 2002/0014219 A1 (SUZUKI et al.) 7 February 2002 (07.02.2002) entire document, especially Abstract and para[0005]
133-136, 181-184, 334-337, 382-385, 534-537, 582-585, 734-737 and 782-785
—

Y US 2005/0214540 A1 (MASLAR) 29 September 2005 (29.09.2005) entire document, especially para[0037]
137-144, 185-192, 338-345, 386-393, 538-545, 586-593, 738-745 and 786-793
—

Y US RE34143 E (RAO et al.) 15 December 1992 (15.12.1992) entire document, especially Title and Abstract
92-93, 292-293, 492-493, 692-693, 867-869, 967-968 and 1014
—

A US 3,885,800 A (SIEVENPIPER) 27 May 1975 (27.05.1975) entire document, especially Fig. 1 and col 2, ln 25-30
41-72, 74-76, 241-254 and 274
—

A US 6,517,081 B2 (ZITTING et al.) 11 February 2003 (11.02.2003) entire document, especially col 1, ln 56-62 and col 2, ln 15-20
1-1038
—

A US 4,714,259 A (MACK et al.) 22 December 1987 (22.12.1987) entire document, especially col 1, ln 23-27
1-1038
—

A US 3,268,235 A (JACOBELLIS) 23 August 1966 (23.08.1966) entire document, especially col 2, ln 24-26
1-1038

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
F 02B 23/00 (2006.01)	F 02F 1/24	F
F 02B 23/08 (2006.01)	F 02F 3/00	3 02Z
F 02B 23/10 (2006.01)	F 02B 23/00	G
	F 02B 23/00	D
	F 02B 23/00	K
	F 02B 23/08	K
	F 02B 23/08	H
	F 02B 23/08	Y
	F 02B 23/08	X
	F 02B 23/00	X
	F 02B 23/00	Y
	F 02B 23/10	K
	F 02B 23/10	S
	F 02B 23/10	Q
	F 02B 23/10	V
	F 02B 23/10	H

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,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,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,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,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,L A,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE ,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 チッパーフィールド、リチャード、エス .

アメリカ合衆国 ロードアイランド州 02813 チャールズタウン ブルックサイド ドライ
ブ 59

F ターム(参考) 3G023 AA03 AA04 AA05 AA11 AA15 AA16 AA19 AB01 AC04 AC09
AD02 AE01 AE03 AE05 AE06 AE07 AF03
3G024 AA02 AA13 FA06 FA08 GA16