

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6125533号
(P6125533)

(45) 発行日 平成29年5月10日 (2017.5.10)

(24) 登録日 平成29年4月14日 (2017.4.14)

(51) Int. Cl.

F I

F O 2 B 75/28 (2006.01)

F O 2 B 75/28 D

F O 2 B 75/24 (2006.01)

F O 2 B 75/24

F O 2 B 75/32 (2006.01)

F O 2 B 75/32 A

F O 2 B 15/00 (2006.01)

F O 2 B 75/28 E

F O 2 B 23/08 (2006.01)

F O 2 B 75/28 A

請求項の数 17 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-548203 (P2014-548203)
 (86) (22) 出願日 平成24年12月21日 (2012.12.21)
 (65) 公表番号 特表2015-502493 (P2015-502493A)
 (43) 公表日 平成27年1月22日 (2015.1.22)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2012/053238
 (87) 国際公開番号 W02013/093501
 (87) 国際公開日 平成25年6月27日 (2013.6.27)
 審査請求日 平成27年10月28日 (2015.10.28)
 (31) 優先権主張番号 1122432.6
 (32) 優先日 平成23年12月23日 (2011.12.23)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

(73) 特許権者 513295397
 コックス パワートレイン リミテッド
 イギリス イーシー4ヴィ 6ビーダブリ
 ュ グレーター ロンドン ロンドン,
 ニューブリッジ ストリート 35
 (74) 代理人 100121821
 弁理士 山田 強
 (72) 発明者 バックセー, クリスチャン
 イギリス ビーエヌ54 7エーエフ サ
 セックス, ブライトン, ポイニングス, ミ
 ル クローズ 5

審査官 稲葉 大紀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つのシリンダと、

前記シリンダ内の対向する往復動ピストンの対であって、それらの間に燃焼室を形成するピストンの対と、

前記シリンダに取り付けられた少なくとも1つの燃焼点火装置であって、前記対向するピストンの間に形成される前記燃焼室内にその一部が露出する燃焼点火装置とを備え、

前記燃焼点火装置は、前記シリンダの一端において固定されており、かつその端部から前記シリンダ内に、前記シリンダの中心軸線に沿って又は平行して突出し、エンジンのサイクルを通して、前記燃焼点火装置の前記突出部分が前記燃焼室内の定位置に配置される
10
内燃機関。

【請求項 2】

前記燃焼点火装置は、当該燃焼点火装置が突出する前記シリンダの端部に最も接近した前記ピストンを貫通し、前記ピストンは、前記燃焼点火装置が内部に収容されたハウジングに沿って往復運動するように構成されている請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3】

吸気マニホールドを介して前記シリンダ内へ間接的に燃料を噴射するための1つ又は複数の燃料噴射器を備える請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関。

【請求項 4】

前記シリンダ内へ直接燃料を噴射するために、前記燃焼室に直接露出するノズルを有す
20

る少なくとも1つの燃料噴射器を備える請求項1又は2に記載の内燃機関。

【請求項5】

前記少なくとも1つの燃料噴射器は、前記シリンダの側壁に設けられる請求項4に記載の内燃機関。

【請求項6】

少なくとも1つのシリンダと、

前記シリンダ内の対向する往復動ピストンの対であって、それらの間に燃焼室を形成するピストンの対と、

前記シリンダに取り付けられた少なくとも1つの燃焼点火装置であって、前記対向するピストンの間に形成される前記燃焼室内にその一部が露出する燃焼点火装置と、

前記シリンダ内へ直接燃料を噴射するために、前記燃焼室に直接露出する噴射ノズルを有する少なくとも1つの燃料噴射器とを備え、

前記少なくとも1つの燃料噴射器は、前記シリンダの一端に取り付けられており、前記噴射ノズルが、前記シリンダの一端でそれぞれのピストンクラウンを貫通して前記燃焼室内に突出している内燃機関。

【請求項7】

前記少なくとも1つの燃料噴射器は、前記シリンダ内の位置に取り付けられ、前記ピストンが、前記燃料噴射器のハウジングに沿って摺動する請求項6に記載の内燃機関。

【請求項8】

前記少なくとも1つの燃料噴射器は、前記ピストンに固定され、前記シリンダ内で前記ピストンが往復運動するのと共に動く請求項6に記載の内燃機関。

【請求項9】

前記燃料噴射器と前記燃焼点火装置とは、前記シリンダの対向する端部から突出する請求項6～8のいずれか1項に記載の内燃機関。

【請求項10】

前記燃料噴射器と前記燃焼点火装置とは、前記シリンダの同じ端部から突出する請求項6～8のいずれか1項に記載の内燃機関。

【請求項11】

前記燃料噴射器と前記燃焼点火装置とは、1つのハウジング内に収容される請求項10に記載の内燃機関。

【請求項12】

前記燃焼点火装置は、前記ピストンのうちの1つに固定され、前記ピストンと共に動く請求項6～11のいずれか1項に記載の内燃機関。

【請求項13】

前記燃焼点火装置に電力を供給するための可撓リード線、摺動電気コネクション又は非接触電気コネクションを備える請求項12に記載の内燃機関。

【請求項14】

前記燃焼点火装置が、前記シリンダ又は前記ピストンの中心軸線上、又は前記シリンダ又は前記ピストンの中心軸線上の近傍に配置される請求項1～13のいずれか1項に記載の内燃機関。

【請求項15】

複数のシリンダを備える請求項1～14のいずれか一項に記載の内燃機関。

【請求項16】

同軸上に対向する少なくとも2つのシリンダを備え、各シリンダが対向ピストンの対を有し、前記ピストンの全てが、前記2つのシリンダ間に配置された1つのクランクシャフトを駆動する請求項15に記載の内燃機関。

【請求項17】

同軸上に対向するシリンダの2つの対を備え、前記シリンダの対が水平対向4気筒構成において互いに隣接して配置され、各シリンダが対向ピストンの対を有し、前記ピストンの全てが、各対の前記2つのシリンダ間に配置された1つのクランクシャフトを駆動する

10

20

30

40

50

請求項 1 6 に記載の内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は内燃機関に関する。特にこれは、対向ピストン構成を有する内燃機関に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

国際公開第 2 0 0 8 / 1 4 9 0 6 1 号パンフレット (Cox Powertrain) は 2 気筒 2 ストローク直噴式内燃機関について記載している。2 つのシリンダは水平に対向し、各シリンダ内には対向する往復動ピストンがあり、それらの間に燃焼室が形成される。ピストンは 2 つのシリンダの間の中央クランクシャフトを駆動する。各シリンダ内の内側ピストン (すなわちクランクシャフトにより近いピストン) が一対の並列のスコッチヨーク機構を介してクランクシャフトを駆動する。各シリンダの外側ピストンが、内側ピストンの 2 つのスコッチヨーク機構の間に入れ子状になっている第 3 のスコッチヨークを介して、クランクシャフトを、内側ピストンの中心を通るドライブロッドによって駆動する。コネクティングロッドは中空管状形態を有し、コネクティングロッド内に収容される燃料噴射器によって燃料が燃焼室に噴射される。コネクティングロッドの壁は一連の周方向に離間した孔を有し、それを通じて、側方に外側に向かって燃焼室内に燃料が放出される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 3 】

本発明は、概して、シリンダ内の 2 つの対向する往復動ピストン間に形成された燃焼室内で燃焼を起こすか補助するためのスパークプラグを各シリンダ内に有する対向ピストン式内燃機関に関する。このようにして、対向ピストンエンジンの「スパーク点火」又は「スパーク補助」の変形例を提供することが可能となる。これは、エンジンを作動させる燃料としてより多様な燃料を使用できる機会を創出する。圧縮点火エンジンに要求される高圧縮比 (典型的には、15 : 1 以上) はスパーク点火エンジンには必要でなく、ここでは、圧縮比は約 10 : 1 で十分である。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 4 】

第 1 の態様では、本発明は、少なくとも 1 つのシリンダと、シリンダ内の対向する往復動ピストンの対であって、それらの間に燃焼室を形成するピストンの対と、前記シリンダに取り付けられた少なくとも 1 つの燃焼点火装置であって、前記対向するピストンの間に形成される前記燃焼室内にその一部が露出する燃焼点火装置とを備えた内燃機関を提供する。

【 0 0 0 5 】

燃焼点火装置は、例えば、スパークプラグ、プラズマスパーク発生器又はグロープラグであってもよい。便宜上、燃焼点火装置は、「スパークプラグ」として以下に参照されるものの、文脈上許される場合、プラズマスパーク発生器、グロープラグ、又は、シリンダ内の燃料又は混合気の点火又は点火を補助するための他の任意の適切な手段を含む。

【 0 0 0 6 】

特に、スパークプラグを 1 つのみ用いる場合、スパークプラグは、シリンダ又はピストンの中心軸線上又はその近傍にあることが好ましい。スパークプラグの電極は、通常、スパークプラグの一端 (シリンダ内に突出する端部) にある。

【 0 0 0 7 】

いくつかの実施形態では、スパークプラグはシリンダの一端に固定され、典型的には、所定の構成部品に固定されており、その端部から、シリンダの中心軸線に沿って又は平行してシリンダ内に突出し、エンジンサイクルを通して、燃焼室内の定位置に配置される。

この場合、スパークプラグが突出するシリンダの端部に最も接近したピストンをスパークプラグが貫通し、このピストンはスパークプラグが内部に収容されたハウジングに沿って往復運動するように構成されている。

【0008】

別の構成では、スパークプラグはピストンの1つに固定され、ピストンと共に動く。この場合、可撓リード線や、ブラシ又は非接触の電気接続（例えば、誘導結合）のような摺動電気接続を、点火プラグに電力を提供するために使用してもよい。

【0009】

通常、ピストンの運動が、シリンダの一端に配置されたクランクシャフトを駆動する。シリンダのクランクシャフト端に最も近いピストンは「内側ピストン」と称され、クランクシャフトから最も遠いピストンは「外側ピストン」と称される。このスパークプラグ又は各スパークプラグを、外側ピストン又は内側ピストンのいずれかに取り付けてもよい。

10

【0010】

特に、スパークプラグが固定されており、取り付けられた（例えば外側）ピストンがスパークプラグのハウジングに沿って往復運動する場合、スパークプラグは冷却されることが好ましい。冷却は、例えば、空気、オイル、又はエンジン冷却剤、又はこれらの組み合わせによって行うことができる。

【0011】

ピストンの1つがスパークプラグのハウジング上で往復運動する場合、ハウジングの外側表面が滑動面となり、それに沿ってピストンが摺動することができることが好ましい。例えば、1つ又は複数のシールリングのようなシールシステムがピストンとハウジングの滑動面との間に設けられ、燃焼室への燃焼ガスの漏れ及び潤滑油の移入を規制する。

20

【0012】

スパークプラグは、任意の適切な継手によって、エンジン構造の外側部分に、直接又は間接的に固定してもよい。一般的には、スパークプラグは、スパークプラグのハウジングに固定され、ハウジングは、エンジン構造の外側部分に固定される。場合によっては、スパークプラグのハウジングがシリンダの中心線と平行に自己調心することを可能にしたり、スパークプラグのハウジングが取り付けられたピストンの公差や熱ひずみを吸収することを可能にする継手を使用することが望ましい場合がある。例えば、オルダム継手を使用してもよい（このタイプの継手は、スパークプラグのハウジングがその軸線に垂直な平面内で動くことを可能にして所望の配置を可能にする一方、その軸線に沿った動きを妨げる）。

30

【0013】

本発明の実施形態は、直噴エンジン又は燃料がシリンダ内へ直接噴射されない種類のエンジンとすることができる。後者は、「ポート燃料噴射」又は「マニホールド燃料噴射」（以下においては、概して、「間接噴射」と称される）として例示される。

【0014】

間接噴射の実施形態はシングルポイントであってもマルチポイントであってもよい。シングルポイントの間接噴射の実施形態では、燃料は、典型的には、エンジンの吸気マニホールドの中心点に注入され、そこから複数のエンジンシリンダ内に導入される。一方で、マルチポイント噴射の実施形態では、各シリンダに取り付けられた1又は複数の燃料噴射器が、吸気マニホールド、又は、シリンダの吸気ポートに露出したランナへ燃料を噴射し、燃料はそこから吸気ポートを通してシリンダ内へ移る。

40

【0015】

本発明の直接噴射の実施形態は、シリンダの燃焼室に直接露出するノズルを有する少なくとも1つの燃料噴射器を備える。例えば、噴射器は、シリンダの側壁に取り付けでもよい。あるいは、噴射器は、シリンダの一端に取り付けられて、噴射器のノズルがシリンダの一端でそれぞれのピストンクラウンを貫通して燃焼室内に突出してもよい。スパークプラグと同様に、燃料噴射器がピストンの1つに取り付けられる場合では、シリンダ内の位置に固定されてピストンがその周囲を摺動するものとしてもよいし、シリンダ内でピスト

50

ンが往復運動するのと共に動くものとしてもよい。

【 0 0 1 6 】

燃料噴射器は、スパークプラグと同じ側のシリンダの端部から突出してもよく、また、スパークプラグとは反対側のシリンダの端部から突出してもよい。燃料噴射器とスパークプラグがシリンダの同じ端部から突出するとき、燃料噴射器とスパークプラグを1つのハウジング内に含めることができる。

【 0 0 1 7 】

ピストンがクランクシャフトを駆動する場合、対向するピストンの往復運動をクランクシャフトの回転運動に変換するために、任意の適切なドライプリングを使用してもよい。しかしながら、好適な実施形態では、スコッチヨーク機構が使用される。スコッチヨーク機構が使用される場合、内側ピストン（すなわち、クランクシャフトに最も近いピストン）がクランクシャフトを駆動できるようにする少なくとも1つのスコッチヨークと、外側ピストンがクランクシャフトを駆動できるようにする少なくとも1つのスコッチヨークとを、最低限有している必要がある。しかしながら、望ましくない不均衡な力が外側ピストンにかかることを避けるため、シリンダを貫通する中央ドライブロッドを不要とする一方、外側ピストンが、一对のスコッチヨークにより、クランクシャフトを駆動することがより好ましい。この一对のスコッチヨークの一方はシリンダの一方側、他方は他方側に設けられ、シリンダのそれぞれの側にある各連結部材によって外側ピストンに連結されている。連結部材は、例えば、シリンダ内の周縁部又はその近傍にあるロッド又はスリーブ部であってもよい。連結部材はシリンダの外部にあることがより好ましい。連結部材は、例えば、1つ又は複数のドライブロッドを備えてもよい。

【 0 0 1 8 】

単気筒構成は可能ではあるが、本発明の実施形態による好適なエンジンは、例えば、2つのシリンダ、4つのシリンダ、6つのシリンダ、8つのシリンダ又はそれを超える複数のシリンダを備える。

【 0 0 1 9 】

複数のシリンダが使用される場合、力の均衡、エンジン全体の形状及びサイズ等の点において種々の利点を提供しうる種々の構成が可能である。例示的な構成には、同軸対向シリンダの対（例えば、「水平対向2気筒」、「水平対向4気筒」等）、シリンダの全てが並んだ「直列」型、2つの直列するシリンダバンクが並列する「U」型（例えば「スクエア4」）、「V」型及び「W」型（すなわち「V」を構成するシリンダバンクが2つ隣接する）、及びラジアル型を含む（しかしながら、それらに限定されない）。型に応じて、複数のシリンダが、単一のクランクシャフト又は複数のクランクシャフトを駆動してもよい。通常、「水平」型、「直列」型、「V」型及びラジアル型が1つのクランクシャフトを有する一方で、「U」型及び「W」型は2つのクランクシャフト（シリンダの各バンクには1つ）を有することができるが、「U」型と「W」型の実施形態では、接続ロッドを介して単一のクランクシャフトを駆動するようにしてもよい。

【 0 0 2 0 】

ここで、本発明の実施形態を例として添付の図面を参照して記載する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図1】本発明の一実施形態による水平対向4気筒エンジン構成の断面図である。

【図2】図1の線z-zに沿った図1のエンジンの断面図である。

【図3】図2に示される最上段の対向シリンダ対の中心線に沿った図1及び2のエンジンの断面図である。

【図4】(a)～(m)図の左下に示されるシリンダの最小燃焼室容積（以下では利便性のため「上死点」又は「TDC」と呼ばれる。この専門用語（TDC）が使用される理由は、当業者であれば、そこが、より慣例的に配置されたエンジンの動作サイクル内の類似箇所であると理解するからである）のサイクルの時点から開始する、クランクシャフトの1回の全回転（one complete revolution）中の0°、30°、

10

20

30

40

50

60°、90°、120°、150°、180°、210°、240°、272°、300°、330°、360°のそれぞれにおける図1のエンジン（簡潔に図示している）のスナップショットを示す。

【図5】本発明の第2実施形態によるエンジンの、図3と同様の断面図を示す。

【図6】本発明の第3実施形態によるエンジンの、図3と同様の断面図を示す。

【図7】本発明の第4実施形態によるエンジンの、図3と同様の断面図を示す。

【図8】本発明の第5実施形態によるエンジンの、図3と同様の断面図を示す。

【図9】本発明の第6実施形態によるエンジンの、図3と同様の断面図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0022】

本発明を例示するためにここで使用する実施形態は2ストローク、副室式かつ4気筒のスパーク点火エンジンである。エンジンは2つの水平に対向するシリンダの対を備えて構成されている。シリンダの1つの対が、もう一方の対に並んで配置されており、「水平対向4気筒」構成を形成する。この構成は、例えば、船舶用船外エンジンとしての使用等、いくつかの用途において、エンジンに有利な全体として低背高の筐体を提供する。本発明の実施形態によるエンジンは、他の海洋用途並びに陸上用車両及び航空機用の推進ユニット又は発電ユニットとしても使用することができる。

【0023】

より詳細には、まず図1～3を見ると、エンジン10は、中央クランクシャフト14の周りに配置された4つのシリンダ12を備え、中央クランクシャフトは軸線z-z（図1を参照）を中心として回転するよう取り付けられている。クランクシャフトの一方の側にあり図1の下側の2つのシリンダは、一方の対向シリンダ対であり、図1の上側の他の2つのシリンダは、他方の対向シリンダ対である。

【0024】

各シリンダ内には内側ピストン16及び外側ピストン18の2つのピストンがある。各シリンダ内の2つのピストンは互いに対向し、この例では180度の位相ずれで反対方向に往復運動する。

【0025】

各ピストンはクラウン20、22と、クラウンから垂下するスカート24、26とを有し、2つのピストンのクラウンは互いに面している。この例では、クラウン24、26は、共に、浅い碗型の形状となっている。上死点において、ピストンクラウンが互いに最も接近する（かつほぼ接触しそうな）とき、対向するクラウン24、26は、燃焼室28を形成する。この燃焼室28では、先立って燃焼室内へ導入された混合気がスパーク点火されて燃焼し、サイクルの動力行程をもたらす。

【0026】

以下にさらにより詳細に説明するように、図1の左上のシリンダ及び右下のシリンダに示すように、サイクル内で、ピストンが互いに最も離れて配置され、シリンダ内の最大収容容積（「下死点」）を画定する位置にある場合、ピストンクラウンはシリンダの内側端部及び外側端部それぞれに向かって十分に離れて引き寄せられて、吸気ポート30及び排気ポート32を開く。サイクルの圧縮行程においてピストン16、18が互いに近づく方向に動くと、ピストンスカートがポートを覆って閉じる。内側ピストン16のスカート24は吸気ポート30を閉じ、外側ピストン18のスカート26は排気ポート32を閉じる。図1及び図2において最も良く示されるように、排気ポート32は軸方向の長さ（すなわち、シリンダの長手方向の軸線方向における寸法）が吸気ポートよりも長いため、排気ポートは吸気ポートよりも早く開き、吸気ポートよりも長く開いたままとなり、シリンダの掃気を助ける。

【0027】

各シリンダ12には燃料噴射器34が取り付けられている。この副室式の例において、燃料噴射器はシリンダ12の側面に取り付けられ、吸気ポート30に隣接するシリンダ壁を取り囲む環状吸気マニホールド35内へ燃料を噴射する。この例で見られるように、噴

10

20

30

40

50

射器は、内側ピストン 16 が吸気ポート 30 を覆っていないときは、吸気ポート 30 を介して直接燃料を噴射するように配置することができる。燃料は、従来の方法により噴射器 34 へ供給される。

【0028】

標準的な噴射器と燃料レールの構成を用いることができる。一部の実施形態では、それぞれのシリンダに複数の噴射器（2、3又はそれ以上の噴射器）を用いることができる。複数の噴射器を用いる際には、シリンダ周りの円周方向に間隔を空けて（好ましくは実質的に等間隔に）使用するものとすることができる。

【0029】

本発明に従うと、それぞれのシリンダ 12 は、スパークプラグアッセンブリ 36 をも備えている。このスパークプラグアッセンブリ 36 は、ハウジング 37 とハウジング内部に取り付けられたスパークプラグ 38 とを有しており、スパークプラグ 38 は、ハウジング 37 の端部から燃焼室 28 内へ露出したスパークプラグの電極 39 を備えている。この例において、スパークプラグ 38 は、それが固定されたハウジング内で、シリンダ 12 の中心軸線に沿って取り付けられている。ハウジング 37 の外側端部はシリンダの外側端部（すなわち、クランクシャフト 14 と逆側のシリンダの端部）の構成要素 40 に固定されている。スパークプラグアッセンブリ 36 が外側ピストンクラウン 22 の中心開口部 42 を貫いて延び、スパークプラグ 38 の内側端部、すなわち、電極 39 が位置する端部がシリンダ 12 内の中心に配置される。より具体的には、図 2 の左下のシリンダ及び右上のシリンダ並びに図 1 の左側のシリンダにおいて見られるように、ピストン 16、18 が上死点にある場合、スパークプラグ 38 の電極 39 は、直接燃焼室 28 内の真直中にある。

【0030】

ここで示されるようにスパークプラグが中心にある配置では、スパークプラグアッセンブリ 36 は所定の位置に固定されており、エンジン 10 の動作中、外側ピストン 18 はスパークプラグハウジング 37 の外側に沿って移動する。外側ピストンクラウン 22 の開口部 42 の周縁部の周りに適切なシール（図示しない）が設けられ、ピストン 18 がスパークプラグハウジング 37 に沿って前後に往復運動するときに、ピストンクラウン 22 とスパークプラグハウジング 37 との間をシールして、シリンダ内部からの加圧ガスの漏洩を防止又は少なくとも最小限に抑えたり、燃焼室へのオイルの移入を防止する。スパークプラグハウジング 37 の外面は、ピストン 18 と摺動可能に接触するように構成されている。一部の実施例では必要とされないかもしれないが、スパークプラグ 38 はハウジング 37 内の冷却液によって囲まれていてもよい。

【0031】

スパークプラグ 38 自体は、従来の構造とすることができる。それらは、従来のコイルにより、電力が供給されてもよい。

【0032】

この例では、スパークプラグアッセンブリ 36 が外側ピストンを貫通してシリンダの外側端部に突出しているが、他の実施形態では、内側ピストンを貫通して（内側ピストンがスパークプラグハウジング上を摺動して）シリンダの内側端部に突出してもよい。

【0033】

この例では、ピストン 16、18 はクランクシャフト 14 上の各々の偏心輪 58 に取り付けられた 4 つのスコッチヨーク配置 50、52、54、56 を介してクランクシャフト 14 を駆動する。必要なスコッチヨークの数を最小限にし、クランクシャフトに必要な長さを最小化してよりコンパクトな設計を提供するために、スコッチヨークが複数のピストンによって共有されている。

【0034】

スコッチヨーク配置は、同時係属中の英国特許出願 GB 1108766.4 及び GB 1108767.3 に示されたものでもよく、これら出願の全内容を本明細書の一部として参照する。具体的には、これら先願の図 5 及び図 6 と図に関する記述が、先のスコッチヨーク配置の説明のために参照される。

【 0 0 3 5 】

エンジンの動作

図 4 は、クランクシャフトの 1 回転における、図 1 ~ 3 のエンジンの動作を示す。具体的には、図 4 (a) ~ 4 (m) は、30°刻みのピストン位置を示す。

【 0 0 3 6 】

0°ADC の図 4 (a) は、0°のクランクシャフト位置（ここでは図 1 の左下側シリンダ 1 2 の TDC と定義する）におけるエンジンを示す。この位置において、左下の外側ピストン 1 8 c 及び左下の内側ピストン 1 6 c は最も接近している。クランクシャフトの回転におけるこの角度において、例示の副室式エンジンでは燃焼が継続中であるが、この燃焼は、エンジンの速度や負荷といったエンジン制御パラメータによって、TDC より前の約 10° ~ 40°における点火により開始されている。この時点では、左下のシリンダの排気ポート 3 2 及び吸気ポート 3 0 は、外側ピストン及び内側ピストンそれぞれによって完全に閉じられている。

10

【 0 0 3 7 】

30°ADC の図 4 (b) では、爆発行程の開始時において、左下のシリンダの内側ピストンと外側ピストンは離れている。

【 0 0 3 8 】

60°ADC の図 4 (c) では、左下のシリンダは爆発行程を継続し、2つのピストンは等しい速度で逆向きとなる。

【 0 0 3 9 】

90°ADC の図 4 (d) では、左下のシリンダは爆発行程を継続する。

20

【 0 0 4 0 】

120°ADC の図 4 (e) では、左下のシリンダの外側ピストンが排気ポート 3 2 を開いている一方、吸気ポートは閉じたままである。この「ブローダウン」状態においては、燃焼室から出る膨張ガスの運動エネルギーの一部は、必要であれば、例えば次の圧縮のためのターボチャージャー（「パルス」ターボチャージング）によって、外部で回収することができる。

【 0 0 4 1 】

150°ADC の図 4 (f) では、左下のシリンダの内側ピストンは吸気ポート 3 0 を開いており、シリンダは単流掃気されている。

30

【 0 0 4 2 】

180°ADC の図 4 (g) では、左下のシリンダの内側ピストン及び外側ピストンが吸気ポート 3 0 及び排気ポート 3 2 の両方を開いたままにし、単流掃気は継続される。ピストンは下死点にある。

【 0 0 4 3 】

210°ADC の図 4 (h) では、左下のシリンダにおいて、ポート 3 0 , 3 2 の両方が開いたままであり、単流掃気は継続される。燃料は、噴射器から入口マニホールドへ噴射され、噴射器に隣接する吸気ポートを介してシリンダへ運ばれる。

【 0 0 4 4 】

240°ADC の図 4 (i) では、左下のシリンダにおいて、内側ピストンは吸気ポート 3 0 を閉じている一方で、排気ポート 3 2 は一部開いたままである。他の実施形態では、入口ポートが開いた後又は閉じた後に排気ポートが開き、かつ、入口ポートが開く前又は閉じる前に排気ポートが閉じてよい。あるいは、入口ポートが開いた後又は閉じた後に排気ポートが開くか、又は、入口ポートが開く前又は閉じる前に排気ポートが閉じてよい。ポートの形状は、新たに供給された空気がシリンダを介して排気管へ移動することなく、良好な掃気を促進するように設計されていることが好ましい。また、いくつかの用途においては、例えば、スリーブバルブを使用してポートの開閉を制御することにより、ポートタイミングが非対称として、排気ポートを図示の例よりも早く閉じるようにすることが望ましい場合がある。また、吸気上昇の適切な制御や調整により、良好な掃気を促すことができる。

40

50

【 0 0 4 5 】

270° A D C の図 4 (j) では、左下のシリンダにおいて、外側ピストンは排気ポート 3 2 を閉じており、2つのピストンは互いに近づいており、それらの間の混合気を圧縮している。

【 0 0 4 6 】

300° A D C の図 4 (k) では、左下のシリンダにおいて、ピストンは圧縮行程を継続している。

【 0 0 4 7 】

330° A D C の図 4 (l) では、左下のシリンダは圧縮行程の終了に近づいている。

【 0 0 4 8 】

360° A D C の図 4 (m) では、位置は図 3 (a) と同じである。左下のシリンダが T D C 位置に達しており、外側と内側のピストンは最も接近している。

【 0 0 4 9 】

特定の角度及びタイミングは、クランクシャフトの配置や、ポートのサイズ及び位置に依存する。上記は単に本発明の概念を示すことを意図するものである。吸気マニホールドへの燃料供給のタイミングは、エンジンの特性と、その制御パラメータに基づく従来の方法で決定することができる。

【 0 0 5 0 】

変形例

図 5 ~ 9 は、本発明のさらなる代表的な実施形態を示す。これらの動作は、上述した実施形態と概ね類似している。これらは、下記で説明されるように、上述した実施形態とは、スパークプラグ及び燃料噴射器の両方又はいずれか一方の形状と配置が異なっている。

【 0 0 5 1 】

図 5 は、他の副室式の構成を示す。燃料噴射器 3 4 は、図 1 ~ 4 の実施形態と同様に構成され動作する。しかしながら、この例では、スパークプラグ 3 8 は外側ピストン 1 8 に固定され、外側ピストンと共に動く。他の実施形態では、スパークプラグ 3 8 を内側ピストン 1 6 に固定して、内側ピストンと共に動くようにしてもよい。

【 0 0 5 2 】

スパークプラグ 3 8 に電力を供給するために、摺動電気コネクタ 6 0 がスパークプラグ 3 8 の外端に取り付けられている。

【 0 0 5 3 】

図 6 は、直噴エンジンの 4 つの変形例のうちの最初のもの示す。この例では、燃料噴射器 3 4 は、シリンダ 1 2 の壁の定位置にある。必要に応じて、複数の噴射器がシリンダの周りに円周方向に間隔を空けて配置されてもよい。噴射ノズルはシリンダ内に直接露出しており、(図 6 の左側シリンダにみられるように) ピストン同士が最も接近したときに形成される燃焼室と直列となっている。排気ポートが閉じた後、かつ、T D C の前の所定の時点で、燃料がシリンダ内へ直接噴射される。混合気はスパークプラグ 3 8 により点火される。この例では、スパークプラグの構成は、図 1 ~ 4 の実施形態について上述したものと同様である。

【 0 0 5 4 】

図 7 は、別の直噴の例を示す。しかしながら、この例では、燃料噴射器 3 4 は、スパークプラグ 3 8 と並んで取り付けられており、シリンダの一端 (図示の例では、外側端部) から延びて、シリンダと同軸上にある。噴射器 3 4 とスパークプラグは、この例では同じハウジング 3 7 に設けられており、このハウジング内の冷却剤により冷却されてもよい。この例では、スパークプラグと噴射器が結合したアセンブリが、外側ピストンに取り付けられているが、他の実施形態では、アセンブリは、内側ピストンを貫通してシリンダの内側の端部から突き出るようにすることもできる。

【 0 0 5 5 】

図 8 に見られる変形例は、内側ピストンに固定され、内側ピストンと共に動くスパークプラグ 3 8 を有している。図 5 に見られる変形例と同様に、摺動電気コネクタ 6 0 はス

10

20

30

40

50

ークプラグ 38 に電力を供給するために用いられる。この例の燃料噴射器 34 は、シリンダ内中央の定位置に取り付けられており、外側ピストン 18 を貫通してシリンダの外側端部から延びている。外側ピストン 18 は、燃料噴射器のハウジングに沿って摺動する。それゆえに、この例では、燃料噴射器 34 のノズルは、スパークプラグ 38 の電極と対向しており、ピストン同士が最も接近するときに、互いに接近して対向する（図 8 の左側のシリンダ参照）。

【0056】

図 9 は、図 8 のものに類似した変形例を示している（スパークプラグ 38 の構成は同様である）が、燃料噴射器 34 は、シリンダ内の定位置に固定されるのではなく、外側ピストン 18 に固定され、外側ピストン 18 と共に動く。図 8 の例と同様に、ピストンが互いに最も接近する位置にあるとき、スパークプラグの電極と噴射器のノズルは、シリンダの中心線上で互いに接近して対向する（図 9 の左側のシリンダ参照）。他の実施形態では、燃料噴射器 34 とスパークプラグ 38 との位置を逆にして、スパークプラグ 38 が外側ピストン 18 と共に動き、燃料噴射器が内側ピストン 16 と共に動くようにしてもよい。

【0057】

図 5 ～ 9 は、数多の考え得る変形例のうちのいくつかを示しており、これら説明した変形例の特徴は、特に説明されていない他の組み合わせにおいて、互いに用いてもよい。例えば、図 8 における動くスパークプラグの配置を、図 6 に見られる、シリンダの側壁内に直噴の噴射器を固定した配置と共に用いてもよいし、図 1 及び 5 に見られる、間接的な噴射器の配置と共に用いてもよい。他の組み合わせも可能である。

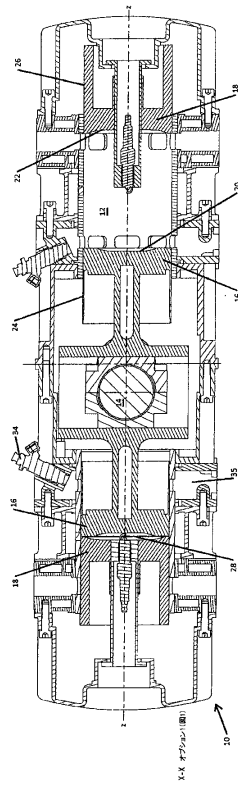
【0058】

当業者であれば、具体的に記載した実施形態の種々の変形が本発明から逸脱することなく可能であることを理解するであろう。例えば、本発明は、2 ストロークスパーク点火エンジンという文脈で示されているが、本発明の実施形態は 2 ストロークであっても 4 ストロークであってもよく、スパーク点火であってもスパーク補助エンジンタイプであってもよいということも、当業者は理解するであろう。

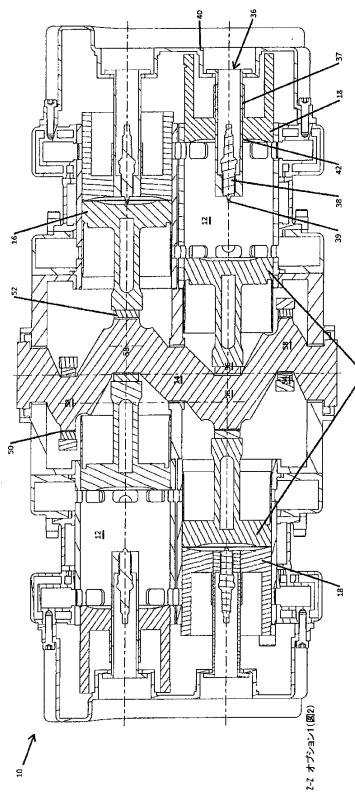
10

20

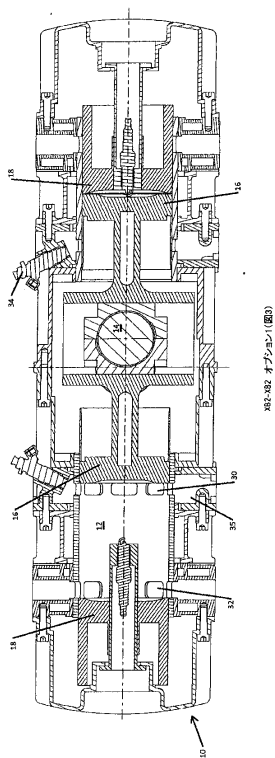
【図 1】



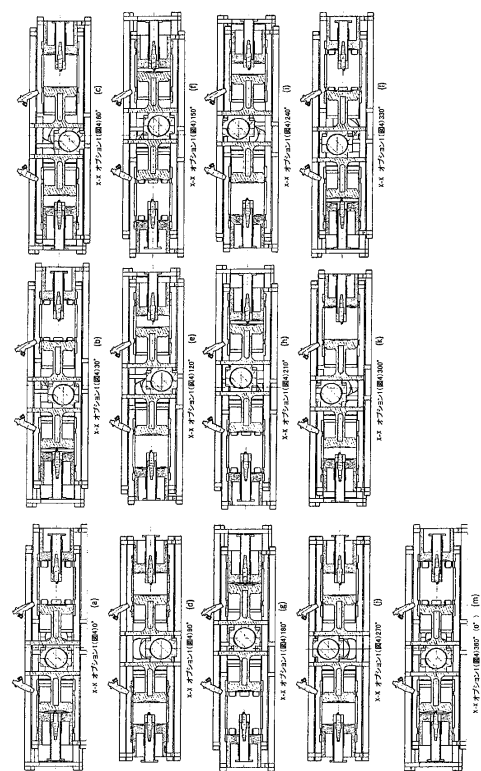
【図 2】



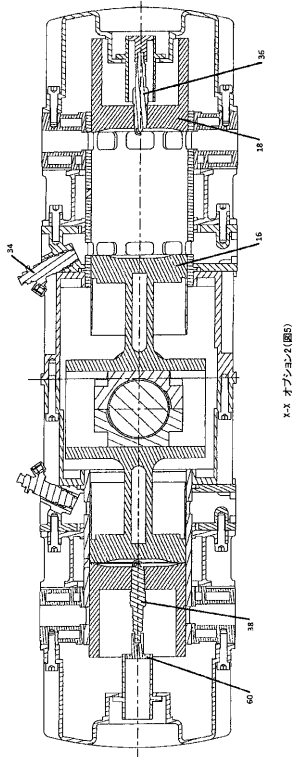
【図 3】



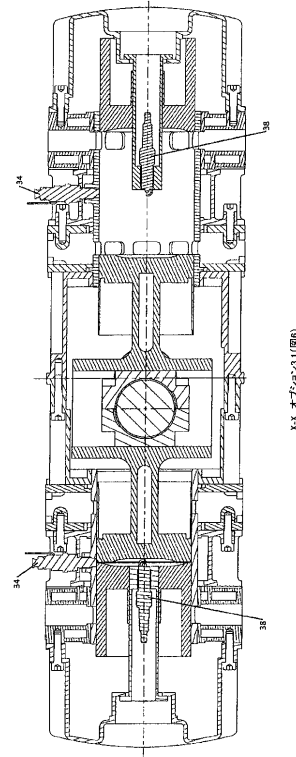
【図 4】



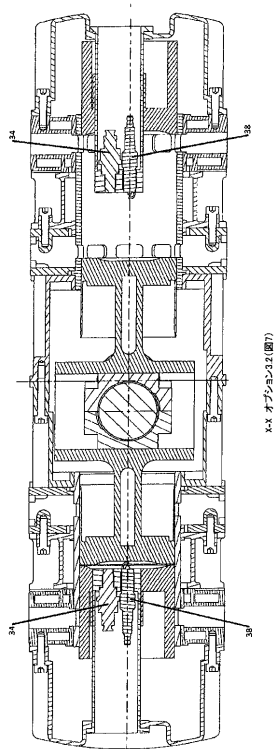
【図 5】



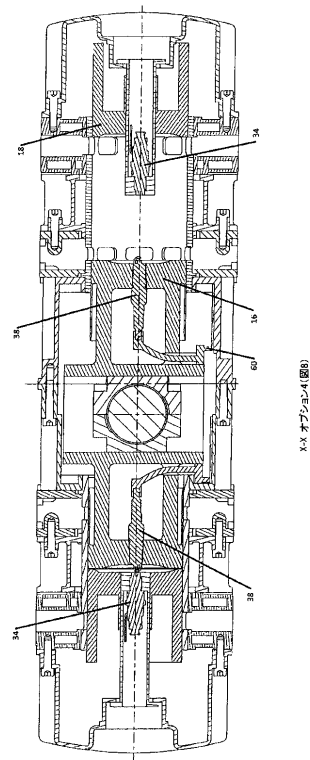
【図 6】



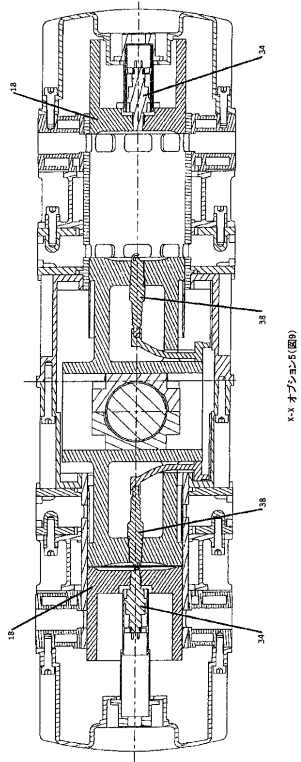
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

| | | | | | |
|----------------|--------------|------------------|----------------|--------------|----------------|
| (51)Int.Cl. | | | F I | | |
| <i>F 0 2 B</i> | <i>23/10</i> | <i>(2006.01)</i> | <i>F 0 2 B</i> | <i>15/00</i> | <i>E</i> |
| <i>F 0 2 M</i> | <i>61/14</i> | <i>(2006.01)</i> | <i>F 0 2 B</i> | <i>23/08</i> | <i>G</i> |
| <i>F 0 2 P</i> | <i>13/00</i> | <i>(2006.01)</i> | <i>F 0 2 B</i> | <i>23/08</i> | <i>E</i> |
| | | | <i>F 0 2 B</i> | <i>23/10</i> | <i>J</i> |
| | | | <i>F 0 2 M</i> | <i>61/14</i> | <i>3 1 0 E</i> |
| | | | <i>F 0 2 M</i> | <i>61/14</i> | <i>3 1 0 D</i> |
| | | | <i>F 0 2 M</i> | <i>61/14</i> | <i>3 1 0 H</i> |
| | | | <i>F 0 2 M</i> | <i>61/14</i> | <i>3 1 0 L</i> |
| | | | <i>F 0 2 P</i> | <i>13/00</i> | <i>3 0 1 A</i> |

(56)参考文献 特表 2 0 0 9 - 5 2 6 9 4 6 (J P , A)
 特開 2 0 0 5 - 0 0 9 4 7 1 (J P , A)
 特開 2 0 0 9 - 1 9 7 7 3 7 (J P , A)
 特開 2 0 0 1 - 2 2 7 3 5 6 (J P , A)
 米国特許第 0 6 1 7 0 4 4 3 (U S , B 1)
 米国特許出願公開第 2 0 0 7 / 0 2 8 3 9 0 9 (U S , A 1)
 台湾特許出願公開第 2 0 1 0 3 7 1 4 6 (T W , A)
 米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 0 4 8 7 2 9 (U S , A 1)
 特表 2 0 0 7 - 5 0 0 2 9 7 (J P , A)
 米国特許第 1 2 7 0 2 9 5 (U S , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F 0 1 B *7 / 0 4* , *9 / 0 2*
F 0 2 B *7 5 / 2 8*
F 0 1 P *1 5 / 0 4*