

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4897083号  
(P4897083)

(45) 発行日 平成24年3月14日(2012.3.14)

(24) 登録日 平成24年1月6日(2012.1.6)

(51) Int.Cl.	F I
<b>F O 2 B 75/18 (2006.01)</b>	F O 2 B 75/18 D
<b>F O 2 B 23/08 (2006.01)</b>	F O 2 B 23/08 E
<b>F O 2 P 13/00 (2006.01)</b>	F O 2 P 13/00 3 O 1 A
<b>F O 2 B 33/22 (2006.01)</b>	F O 2 B 33/22 P
	F O 2 B 75/18 P

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2010-511220 (P2010-511220)  
 (86) (22) 出願日 平成20年6月11日(2008.6.11)  
 (65) 公表番号 特表2010-529354 (P2010-529354A)  
 (43) 公表日 平成22年8月26日(2010.8.26)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/007312  
 (87) 国際公開番号 W02009/020488  
 (87) 国際公開日 平成21年2月12日(2009.2.12)  
 審査請求日 平成21年12月8日(2009.12.8)  
 (31) 優先権主張番号 60/963,742  
 (32) 優先日 平成19年8月7日(2007.8.7)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 504023903  
 スクデリ グループ リミテッド ライア  
 ビリティ カンパニー  
 アメリカ合衆国 01089 マサチュー  
 セッツ州 ウェスト スプリングフィール  
 ド エルム ストリート 1111 スイ  
 ート 33  
 (74) 代理人 100077481  
 弁理士 谷 義一  
 (74) 代理人 100088915  
 弁理士 阿部 和夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分割サイクルエンジンの点火プラグ配置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンのクランクシャフト軸線の回りに回転可能なクランクシャフト、  
 圧縮シリンダー内に摺動可能に収容された圧縮ピストンであって、クランクシャフトの  
 1回転の間に吸気ストローク及び圧縮ストロークを通して往復するように、クランクシャ  
 フトに作用的に連結された圧縮ピストン、

膨張シリンダー内に摺動可能に収容された膨張ピストンであって、クランクシャフトの  
 1回転の間に膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復するように、クランクシャ  
 フトに作用的に連結された膨張ピストン、

2つのクロスオーバー膨張バルブポートであって、各々がクロスオーバー膨張バルブを  
 着座させるクロスオーバー膨張バルブポート、

各々が圧縮シリンダーと膨張シリンダーを相互に連結する2つのクロスオーバー通路で  
 あって、各々がクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブ及びクロスオーバー膨張(XovrE)バル  
 ブを含み、クロスオーバー圧縮(XovrC)バルブとクロスオーバー膨張(XovrE)バルブとの  
 間に圧力チャンバーを画成する2つのクロスオーバー通路、

膨張シリンダーの端部を閉じ、2つのクロスオーバー膨張バルブポートを含むシリンダ  
 ーヘッド、及び

膨張シリンダーに配置された2つの着火源であって、各々が着火源中心を有し、膨張シ  
 リンダー内で燃焼ガスの火炎前面を確立するために、2つのクロスオーバー膨張(XovrE)  
 バルブが閉じられる前に空気/燃料混合気を着火させるべく作用する2つの着火源、を含

10

20

み、

ここで、2つの着火源中心の各々について、それぞれの着火源中心から2つのクロスオーバー膨張バルブポートの最も近い周囲縁までの距離は、膨張シリンダーの中心から2つのクロスオーバー膨張バルブポートの最も近い周囲縁までの距離よりも大きいことを特徴とする内燃機関。

【請求項2】

2つの着火源中心の各々は、2つのクロスオーバー膨張バルブポートのそれぞれ最も近い周囲縁からの少なくとも安全な距離「S」にあり、安全な距離「S」は、19(mm)以上であることを特徴とする請求項1に記載のエンジン。

【請求項3】

安全な距離「S」は、19mmから35mmの範囲であることを特徴とする請求項2に記載のエンジン。

【請求項4】

2つの着火源の中心の各々は、着火後の火炎の冷却及び消炎を回避すべくシリンダー壁から離れて配置されていることを特徴とする請求項1に記載のエンジン。

【請求項5】

2つの着火源の中心の各々は、膨張シリンダーの閉じられた端部に隣り合う膨張シリンダーの壁のいかなる部分から、膨張シリンダー直径の60%を超えずに位置されていることを特徴とする請求項4に記載のエンジン。

【請求項6】

2つの着火源の中心の各々は、膨張シリンダーの閉じられた端部に隣り合う膨張シリンダーの壁から、シリンダー直径の少なくとも20%に位置されていることを特徴とする請求項4に記載のエンジン。

【請求項7】

シリンダーヘッドは、排気バルブが着座する排気ポートを含み、及び2つの着火源の中心の各々は、2つの着火源の各々に隣り合う膨張シリンダー壁の適度な冷却のための空間を許容すべく、排気ポートのそれぞれの最も近い周囲縁から少なくとも12mmに位置されていることを特徴とする請求項1に記載のエンジン。

【請求項8】

クロスオーバー圧縮は圧縮シリンダーから外に離れて開き、及び2つのクロスオーバー膨張バルブは、膨張シリンダーから外に離れて開くことを特徴とする請求項1に記載のエンジン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この出願は、2007年8月7日に提出された米国仮出願第60/963,742号の利益を主張している。

【0002】

本発明は、内燃機関に関する。より詳しくは、本発明は、クロスオーバー膨張バルブの閉鎖タイミングの前に、1つ以上のクロスオーバー通路のクロスオーバー膨張バルブポートに、燃焼している空気/燃料の混合気が進入するのを避けるための、分割サイクルエンジンの膨張シリンダー内での着火源の配置に関する。

【背景技術】

【0003】

明確化の目的のために、先行技術に開示されたエンジンに適用され、及び本出願に言及されるように、用語「分割サイクルエンジン」について以下の定義が提供されている。

【0004】

ここに言及される分割サイクルエンジンは、

クランクシャフト軸線の回りに回転可能なクランクシャフト、

圧縮シリンダー内に摺動可能に収容された圧縮ピストンであって、クランクシャフトの

10

20

30

40

50

単一の回転の間に吸気ストローク及び圧縮ストロークを通して往復動するようにクランクシャフトに作用的に連結された圧縮ピストン、

膨張シリンダー内に摺動可能に収容された膨張(動力)ピストンであって、クランクシャフトの単一の回転の間に膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復動するようにクランクシャフトに作用的に連結された膨張ピストン、及び

圧縮シリンダー及び膨張シリンダーを相互に連結するクロスオーバー通路(ポート)であって、間に圧力チャンバーを画成するクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブ及びクロスオーバー膨張(XovrE)バルブを含むクロスオーバー通路、  
を備えている。

【0005】

2003年4月8日にCarmelo J. Scuderiに許可された特許文献1は、分割サイクル及び同様なタイプのエンジンの広範囲に亘る議論を含んでいる。加えて、該特許は、さらなる開発から成る本発明のエンジンの先行バージョンの詳細を開示している。

【0006】

図1を参照するに、特許文献1に記載されたタイプの先行技術分割サイクルエンジン概念の例示的な実施形態が、概括的に数字10で示されている。この分割サイクルエンジン10は、従来の4ストロークエンジンの2つの隣接するシリンダーを、1つの圧縮シリンダー12及び1つの膨張シリンダー14の組合せに置き換えている。これらの2つのシリンダー12及び14は、クランクシャフト16の1回転毎にそれらのそれぞれの機能を遂行する。吸入空気及び燃料の充填物が典型的なポペット型の吸気バルブ18を介して、圧縮シリンダー12内に引き込まれる。圧縮ピストン20が充填物を加圧し、及び、膨張シリンダー14に対して吸気通路として作用する、クロスオーバー通路22を通して充填物を後押しする。

【0007】

クロスオーバー通路の入口において、阻止型のクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブ24がクロスオーバー通路22からの逆流を防止するために用いられている。クロスオーバー通路22の出口においては、クロスオーバー膨張(XovrE)バルブ26が、膨張ピストン30がその上死点位置に到達した直後に充填物が十分に膨張シリンダー14に進入するように、加圧された吸気充填物の流れを制御する。点火プラグ28は、吸気充填物が膨張シリンダー14に進入した後、直ぐに点火され、結果として生じる燃焼が膨張ピストン30を下方に駆動する。排気ガスはポペットの排気バルブ32を介して膨張シリンダーの外に排出される。

【0008】

分割サイクルエンジンの概念では、圧縮シリンダー及び膨張シリンダーの幾何学的なエンジンパラメータ(すなわち、ボア、ストローク、連結ロッドの長さ、圧縮比等)は一般に互いに独立している。例えば、各シリンダーについてのクランクスロー34及び36は異なる半径を有してもよく、及び膨張ピストン30の上死点(TDC)が圧縮ピストン20のTDCの前に生ずる状態で、互いに位相がずれていてもよい。この独立性は、典型的な4ストロークエンジンよりも、より高い効率レベル及びより大きなトルクを分割サイクルエンジンが達成することを可能にしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】米国特許第6、543、225号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

クロスオーバー膨張(XovrE)バルブ26は、圧縮シリンダーピストンのストロークの完了の前に加圧された空気/燃料の混合気を膨張シリンダー内に排出するには、短い時間(約30°クランク角)のみを有しているため、クロスオーバー膨張バルブの閉鎖が空気/

10

20

30

40

50

燃料の充填物の着火の後に起こる。バルブの長寿命化のためには、バルブの閉鎖タイミングを短縮することなく、燃烧している燃料混合気のクロスオーバー膨張バルブへの進入を避けることが望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明による分割サイクルエンジンでは、点火プラグ、又は複数のプラグが、膨張シリンダー内でクロスオーバー膨張(XovrE)バルブから、着火点から燃える混合気がXovrEバルブの実質的な閉鎖の前にそれらに到達しない、「安全な距離」に配置されている。このことは、エンジン速度の範囲内でのシリンダー火炎速度の設計プロセスでの考察のみならず、従来のエンジンでの点火プラグの配置についての他の考察を要求する。

10

【0012】

本発明によるエンジンは、

エンジンのクランクシャフト軸線の回りに回転可能なクランクシャフト、

圧縮シリンダー内に摺動可能に収容された圧縮ピストンであって、クランクシャフトの1回転の間に吸気ストローク及び圧縮ストロークを通して往復するように、クランクシャフトに作用的に連結された圧縮ピストン、

膨張シリンダー内に摺動可能に収容された膨張ピストンであって、クランクシャフトの1回転の間に膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復するように、クランクシャフトに作用的に連結された膨張ピストン、

圧縮シリンダーと膨張シリンダーを相互に連結するクロスオーバー通路であって、圧力チャンバーを間に画成するクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブ及びクロスオーバー膨張(XovrE)バルブを含むクロスオーバー通路、

20

膨張シリンダーの端部を閉じ、クロスオーバー膨張バルブを着座させるクロスオーバー膨張バルブポートを有するシリンダーヘッド、及びクロスオーバー膨張バルブのポートの最も近い周囲縁から離間された着火源中心を有する着火源であって、膨張シリンダー内で燃焼ガスの火炎前面を確立するために、規定された着火タイミングで空気/燃料混合気を着火させる着火源を含み、ここで、着火源中心は、エンジンの運転速度の少なくとも一部分に亘る前記バルブの実質的な閉鎖の前の燃焼ガスの前記クロスオーバー膨張バルブポートへの移行を避けるために、決められた「安全な距離」と少なくとも同じ大きさである、クロスオーバー膨張バルブポートの最も近い周囲縁からある距離に位置され、そして、安全な距離「S」は次式で表される。「 $S(\text{mm}) = \text{燃焼速度}(\text{mm}/\text{クランク角度}) \times (\text{着火からクロスオーバー膨張バルブの閉じまでのクランク角度})$ 」

30

追加の特徴は以下を含む。

【0013】

着火源中心は、着火後の火炎の冷却及び消炎を避けるために、十分にシリンダー壁から離され、及び充填物の過剰に延長された燃焼時間及び火炎前面を越えての自己着火を起こさないようにシリンダー壁から離される。

【0014】

着火源の中心は、着火源に隣接するシリンダー壁の適度な冷却のための空間を許容するために、シリンダーヘッドで排気バルブの最も近い周囲縁から少なくとも12mmに位置されている。

40

【0015】

本発明のこれらの、及び他の特徴及び利点は、添付の図面と共になされる本発明の以下の詳細な説明から、より完全に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明のエンジンに関連する先行技術の分割サイクルエンジンの横断面図である。

【図2】本発明による例示的な分割サイクルエンジンの横断面図である。

【図3】燃料インジェクターが重ね合わされた状態の、図2の3-3線を通して採られた

50

分割サイクルエンジンの頂断面図である。

【図4】バルブ及び着火源の相対的配置で主要な寸法を示しているシリンダーヘッドの底面図である。

【図5】バルブが閉じるとき、25度ATDCでのXovrEバルブシートへの火炎の侵入の図解である。

【図6】エンジン速度に対する、着火源の中心とXovrCバルブポートの最も近い周囲縁との間の予測される「安全な距離」の線グラフである。

【図7】1400rpmで、14度ATDCでの着火から23度ATDCまでの演算された火炎進行を示す二次元ダイアグラムである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

さて、図面の図2及び3を詳細に参照するに、数字50は、本発明による分割サイクルエンジンの例示的な実施形態を概括的に指示している。エンジン50は、クランクシャフト軸線54の回りを、図面に示されるように、時計回り方向に回転するクランクシャフト52を含んでいる。クランクシャフト52は、連結ロッド60、62にそれぞれ連結され、隣り合う角度的に変位された先行及び従属のクランクスロー56、58を含んでいる。

【0018】

エンジン50は、一对の隣り合うシリンダーを画成するシリンダーブロック64をさらに含む。特に、エンジン50は、クランクシャフト52と反対のシリンダー端部においてシリンダーヘッド70により閉鎖された圧縮シリンダー66及び膨張シリンダー68を含んでいる。

【0019】

圧縮ピストン72は圧縮シリンダー66に収容され、そして上死点(TDC)及び下死点(BDC)の位置の間でのピストン72の往復のために、従属の連結ロッド62に連結されている。膨張ピストン74は膨張シリンダー68に収容され、そして同様のTDC/BDCの往復のために先行する連結ロッド60に連結されている。

【0020】

例示的な実施形態では、シリンダーヘッド70は、シリンダー66及び68へ、シリンダー66及び68から、及びシリンダー66及び68の間のガスの流れのための構造を提供している。ガスの流れの順において、シリンダーヘッド70は、吸入空気が圧縮シリンダー66に引き入れられる吸気通路76、圧縮シリンダー66から膨張シリンダー68に圧縮された空気が移送される、一对のクロスオーバー(Xovr)通路78、及び費やされたガスが膨張シリンダー68から排出される排気通路80を含んでいる。クロスオーバー通路78の各々はまた、クロスオーバーバルブが閉じられたとき加圧されたガスが貯留される圧力チャンバー81を画成している。

【0021】

圧縮シリンダー66へのガスの流れは、内開きのポペット型の吸気バルブ82によって制御される。クロスオーバー通路78各々への、及びそれらからのガスの流れは、一对の外開きのポペットバルブ、すなわち、クロスオーバー通路の入口端部におけるクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブ84、及びクロスオーバー通路の出口端部におけるクロスオーバー膨張(XovrE)バルブ86によって制御され得る。排気通路80の外の排気ガスの流れは、内開きのポペット型の排気バルブ88によって制御される。これらのバルブ82、84、86及び88は、機械的に駆動されるカム、可変バルブ作動技術などのような適切な方法で作動されてもよい。

【0022】

図面の図2及び3を引き続き参照するに、例示のエンジン50はまた、混合された燃料及び空気の充填物が着火され、及び膨張ストロークの間に燃焼し得る、膨張シリンダーの端部の適切な位置に配置されている1つ以上の点火プラグ90又は他の着火装置を含んでいる。

【0023】

10

20

30

40

50

また、エンジンは、クロスオーバー通路 7 8 及び圧力チャンバー 8 1 の少なくとも 1 つ (又は、両方) 内の圧縮された空気充填物に燃料を噴射するべく作用する少なくとも 1 つの燃料インジェクター 9 2 を必要としている。

【 0 0 2 4 】

図 4 を参照するに、火花点火(SI)の分割サイクルエンジン 5 0 の実施形態は、図示されるように、XovrEバルブポート 9 8 に着座する 2 つのクロスオーバー膨張(XovrE)バルブ 9 6 を備えるシリンダーヘッド面 9 4 を有しており、ここでXovrEバルブは膨張シリンダー 6 8 (不図示)に対して外方に開く。

【 0 0 2 5 】

シリンダーヘッド面 9 4 はまた、排気バルブポート 1 0 2 に着座する少なくとも 1 つの排気バルブ 1 0 0、及び、点火プラグ、グロープラグ、スイッチ付レーザー、又は、ある位置で燃焼の開始を確立させるために、その位置で燃料/空気の温度を十分に上昇させるいずれかの制御手段のような、少なくとも 1 つの着火源 1 0 4 を含んでいる。ここにより詳しく論じられるように、各着火源 1 0 4 の中心 1 0 6 は、各々のXovrEバルブポート 9 8 の最も近い周囲縁 1 1 0 から安全な距離「S」(参照番号 1 0 8 で指示されている)に配置されている。XovrEバルブ 9 6、排気バルブ 1 0 0、及び着火源 1 0 4 の相対的位置は

- a) 良好な燃料混合を保証するため、
- b) シリンダー内での適度な充填運動を促進するため、
- c) 燃焼火炎のクロスオーバー通路への侵入を回避するため、
- d) 火炎が到達する前の燃料/空気混合気の自己着火(「デトネーション」)(デトネーションとは、未燃焼燃料及び空気のポケットの制御されていない自己着火の現象であり、多くの火花点火エンジンの運転において一般に避けるべきである)を避けるため、及び
- e) ピストンが余りに遠くに下降する前の適度に早い燃焼を達成するために、重要である。

【 0 0 2 6 】

対の着火源 1 0 4 を有することは、燃焼の速度が増大されるという点で利点があり、分割サイクルエンジン 5 0 についてはより重要なことに、対の着火源 1 0 4 を用いることは、XovrEバルブポート 9 8 の最も近い周囲縁 1 1 0 からの安全な距離 1 0 8 を実現させるのに、より柔軟性を提供することである。これは、単一の着火源は、全ての方向に等しい火炎経路移行をもたらし、かくてオフセットされた着火源に比べて比較的早い燃焼時間を提供するために、通常、シリンダーの中心に置かれるからである。しかしながら、中心の着火源は分割サイクルエンジン 5 0 に対して理想的ではない。というのも、中心的に配置された着火源の中心は、対の着火源 1 0 4 の中心 1 0 6 よりもXovrEバルブポート 9 8 の最も近い周囲縁に、より近くなる傾向にあり、そしてそれ故に、最小の安全な距離基準を対の着火源に対して満たし難くなるからである。対の着火源 1 0 4 は、適度に早い燃焼時間を達成しつつ、シリンダーの中心、及びXovrEバルブポート 9 8 の最も近い周囲縁から、さらに移動され得る。

【 0 0 2 7 】

分割サイクルエンジン 5 0 の着火源 1 0 4 の選択される配置に影響する 3 つの主なパラメートルがある。

【 0 0 2 8 】

パラメートル 1. XovrEバルブポート 9 8 の最も近い周囲縁 1 1 0 への距離

図 5 を参照するに、分割サイクルエンジン 5 0 においてTDCにできるだけ近くでの燃焼を達成するためには、着火がXovrEバルブ 9 6 が閉じる前に起こることが必要である。しかしながら、火炎 1 1 2 がXovrEバルブポート 9 8 に進入するのを避けることもまた、XovrEバルブ 9 6 の耐久性、及び熱効率の損失の理由により、重要である。着火源 1 0 4 の中心 1 0 6 はそれ故に、火炎 1 1 2 がそれらに到達する前に実質的に閉じるのを許容するために、XovrEバルブポート 9 8 の最も近い周囲縁 1 1 0 からXovrEバルブ 9 6 が十分に遠くに位置されることが必要である。「実質的な」閉じは、実際のバルブ 9 6 の閉じはATDC 2

10

20

30

40

50

5度であるけれども、火炎112の進入安全性に関する限り、上死点後(ATDC)23度にとられるべきである。図5は、ATDC23度において、火炎112が、到達し、進入し、及びバルブ96に重なっていることを示しているが、しかし、これは、火炎がクロスオーバー膨張バルブポート98の最も近い周囲縁110に到着したときに、バルブ/シートの間隙がATDC23度において0.5mmより小さいなら容認可能とされる。

【0029】

パラメートル2. シリンダー壁68への距離

第一に、シリンダー壁168(ボア)に余りに近い着火源104は火炎112の冷却及び消炎に帰し、早期の燃焼段階での燃焼を促進するには理想的ではない。

【0030】

第二に、シリンダー壁168のいずれもから余りに遠い着火源104は、火炎112が未燃焼の混合気に到達するのに延長された燃焼時間に帰す。これは、熱効率を悪くし、そして、未燃焼混合気の圧縮、及び未燃焼混合気の位置への火炎の到着前の火炎からの放射熱の伝達の故に、自己着火(デトネーション)に帰し得る。

【0031】

第1の理由のために、第1及び第2の着火源104はまた、典型的には、シリンダーボア68の周囲からシリンダーボア直径の少なくとも20%である。第2の理由のために、単一の着火源104は、シリンダーボア68の頂部において、シリンダー壁領域のいかなる部分からもシリンダーボア直径の60%より大きくあるべきではない。

【0032】

パラメートル3. 排気バルブポート102の最も近い周囲縁への距離

適切な冷却通路(不図示)が、シリンダーヘッドのウォータージャケット内で不図示の点火プラグのポストと、排気ポート102の開きとの間に必要である。最小の距離は、通常、可能である最小鋳造壁厚のみならず、冷却ジャケットを形成するのが可能な最小の砂中子部のような鋳造上の制約に支配される。この要求は、一般に、着火源104の中心106と排気バルブポート102の最も近い周囲縁との間に最小12mmを必要としている。

【0033】

図6を参照するに、グラフ114は燃焼計算流体力学(CFD)の予測結果に由来し、分割サイクルエンジン50にとってのパラメートル1の重要性を示している。線116は、全負荷状態でのエンジン速度(グラフ114の水平軸)に対する、着火の開始から閉じているクロスオーバー膨張バルブ96の点への火炎112により移動される距離(グラフ114の垂直軸)を描写している。仮に、XovrEバルブポート98の最も近い周囲縁110からの着火源104の距離108が、線116で指示された値よりも大きいなら、この配列は、クロスオーバー膨張バルブ96が閉じる前に火炎112がクロスオーバー膨張バルブポート98に進入するのを回避し、「安全な距離(S)」と云ってもよい。仮に、距離が線116で指示された値よりも小さいなら、この配列は、クロスオーバー膨張バルブ96が閉じる前に火炎112がクロスオーバー膨張バルブポート98に進入することになる。グラフ114はまた、理論的に安全な距離は、1400rpmで~19mm、火炎速度2.14mm/度(点118)、及び4000rpmで35mm、火炎速度5.74mm/度(点120)であることを示している。点122は、このグラフ114を生じさせたCFD分析でモデルとされた着火源104の実際の位置である。点122は、エンジン50について1500rpmで最適な着火を可能にするための安全な距離19.8mmを表している。

【0034】

線116の勾配は、各エンジン速度における燃焼速度(火炎112前面の速度)と、全負荷においてATDC14から20度まで変わる着火の開始から、ATDC25度であるクロスオーバー膨張バルブ96の閉じまでの時間との両者に依存する。従来2及び4ストロークの燃焼については、主な燃焼速度は、増大するエンジン速度に伴って線形に増大する一方、燃焼が進行し且つ完了するのに利用できる時間は、増大するエンジン速度に伴って線形に減少し、これらの2つの要因は、結果としてエンジン速度の範囲に亘る完全な燃焼のためには凡そ一定の角度の期間に帰する。分割サイクルエンジン50については、CFDの燃焼

10

20

30

40

50

予測に基づけば、mm/クランク角度で定義される、シリンダーヘッド面94の下の1mmまでの単一の面内では、4000rpmでの燃焼速度は、1400rpmでの燃焼速度より凡そ2.5倍高く、そして、着火源104とクロスオーバー膨張バルブ96との間には、1400rpmで要求される安全な距離よりも、4000rpmでは凡そ1.8倍大きな距離が要求される。

#### 【0035】

4000rpm及び1400rpmでの、1.8倍の「安全な距離」と2.5倍の角度の燃焼速度との間の不一致は、おそらく幾つかの要因のせいである。

最も重大なのは、1400rpmでの着火(14度ATDC)からXovrEバルブ96の安全な閉じ点(23度ATDC)までのより長い角度期間(9度のクランク角)に対する、4000rpmでの遅角された17度ATDCの着火タイミングのせいでの4000rpmで6度ATDCの同等の期間であり、後者は、クロスオーバーポート98への火炎の進入を回避するために、着火タイミングの早い最良な判断であった。仮に、着火源中心106とクロスオーバー膨張バルブポート98の最も近い周囲縁110との間の要求される安全な距離を達成することが物理的に不可能であれば、着火はTDC後のそのタイミングからさらに遅角されねばならず、これはエンジンの熱効率を悪くするであろう。

#### 【0036】

図7を参照するに、着火源104とクロスオーバー膨張バルブポート98の最も近い周囲縁110との間の凡その火炎経路移動が、火炎前面が2000度Kの輪郭線ととられた、燃焼の進行のCFD輪郭線を測ることにより、1400rpmで推定されている。単一の中心着火についてである、図7の実施例では、17度ATDCの輪郭線が単純な白い楕円124として近似され、クロスオーバーバルブの25度ATDCにおける閉じの前に、燃焼がちょうどクロスオーバーバルブポートの最も近い周囲縁に到達している、23度ATDCの輪郭線126に進行している。図7において、測定された距離は凡そ19mmであり、これは、図6の1400rpmでの安全な距離(点118)に対応する。

#### 【0037】

図6を参照するに、XovrEバルブ96方向への1400rpmでの燃焼速度は、2つの2000度Kの火炎前面上の2つの位置の間で移動する距離を、1400rpmでの各々の火炎前面の間における時間又は角度の増分で除すことから計算できる。これらの大まかに平均された1400rpmでの燃焼速度は、1.8(m/s)、すなわち、2.14mm/crank度、一方、4000rpmでの対応する値は、1.38m/s、すなわち、5.74mm/crank度であり、これらの後者の両数値は、4000rpmでのCFD計算においてリーン空燃比の使用について補正するために、測定された値から名目30%だけ増大されている。

#### 【0038】

(図1及び図3に従う)ガソリン燃料用の分割サイクルエンジン50の燃焼室配列については、パラメータ1により、安全な距離は35mmより大きくあるべきであり、35mmより小さい距離では4000rpmでの熱効率の損失を伴うであろう。より低い速度については、安全な距離が、例えば、1400rpmでの19mmに低減でき、及び中間の速度についてはおそらく19及び35mmの間で按分される。例えば、19.8mmである着火源中心106の位置とXovrEバルブポート98の最も近い周囲縁110との間の距離についての設計値は、1500rpm(図6の点122)まで、最適な着火を提供する。

#### 【0039】

4000rpmまでの最適な着火タイミングを可能にするであろうより大きな安全距離のためには、着火源104が、(パラメータ2及び3により)排気バルブ100に向けてより近くに動かされるべきであり、且つクロスオーバー膨張バルブ96が着火源104からさらに動かされるべきである。制限されたシリンダーボア68の大きさ、及び排気バルブ100の大きさの故に、妥協がなされるべきであり、及び中心から余りに離れた着火配列は、速い燃焼及び多くの場合デトネーションに対し有害であることを思い起こすべきである。19.8mmのような「不十分な」安全距離の利益は、絞られたエンジン運転の自然な結果としてより低い燃焼速度が期待されている部分負荷状態のために、より良好な燃焼時

10

20

30

40

50

間が維持されるであろうということである。しかしながら、ハイブリッドの用途のためには、より全負荷運転が要求されるであろうし、及びこれはおそらく図6に示された安全な距離を要求するであろう。

【0040】

分割サイクルエンジン50についての燃焼速度のさらなる知識を受けて、着火源中心106とXovrEバルブポート98の最も近い周囲縁110との間の、1400から4000rpmでの全負荷運転のための、予測された19から35mmの安全な距離は、ガソリン燃料で作動する分割サイクルエンジンについて、全てのシリンダーボアの大きさに適用可能な絶対的な数値であるということが出来る。安全な距離は、より高い葉状の燃焼速度を有する燃料が用いられるか、又は燃焼速度を増大させる何らかの手段、例えば、増大された乱流が見出されたら、変わるであろう。ディーゼル運転についての同様な安全距離もCFD予測の利用可能性をなぞって計算されよう。

10

【0041】

要約すると、全ての分割サイクルエンジンについての安全な距離「S」は、一般に以下の関係により特定することができる。

「S」(mm) = 燃焼速度(ミリメートル/クランク角・度(mm/CAD)) × (着火からXovrEバルブの閉じまでのクランク角・度)

【0042】

より容易には、「S」は、エンジンの全負荷での運転速度範囲について、着火源から移動されたATDC23度までの火炎の輪郭線距離、エンジンの期待されたデューティサイクルに従って選ばれた最高に安全な値の距離を示しているCFDの結果から測ることができ、この選ばれた速度より上では、XovrEバルブポート98への燃焼の進入を回避するために、着火が遅角される。

20

【0043】

上記の表現はまた、エンジン速度とクランク角とから計算されるように、m/sの燃焼速度及び秒の燃焼時間を有する同様の式で表現され得る。

【0044】

パラメートル2によれば、着火源104の両中心106はシリンダーボア68の周囲からボア直径の20%にあるべきで、パラメートル3によれば、着火源104の両中心106は排気バルブポート102の最も近い周囲縁から少なくとも12mmにあるべきである。

30

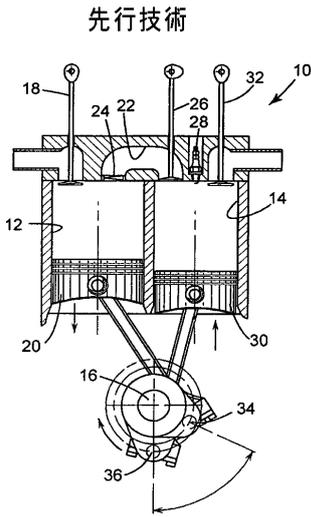
【0045】

この配列は、クロスオーバー膨張バルブ96が閉じる前に燃焼がクロスオーバー膨張バルブポート98に進入するのを回避する燃焼システムを提供し、一方、シリンダー68の内容物の完全な燃焼とデトネーションの回避との間の最適な相殺取引を達成する。

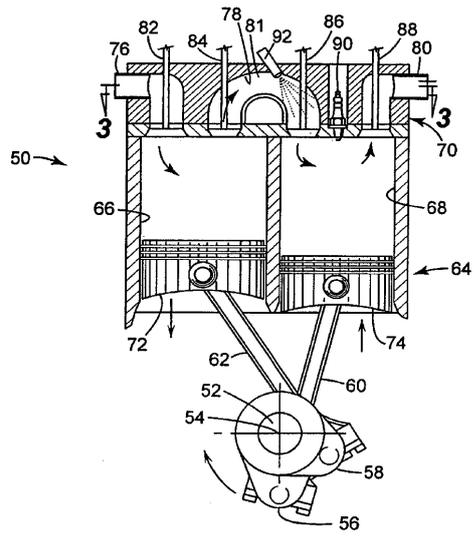
【0046】

本発明が特定の実施形態を参照して説明されたが、多数の変更が説明された本発明概念の趣旨及び範囲内でなされ得ることが理解されるべきである。したがって、本発明は説明された実施形態に限定されないが、しかし以下の請求項の言語で定義された全範囲を有していることが意図されている。

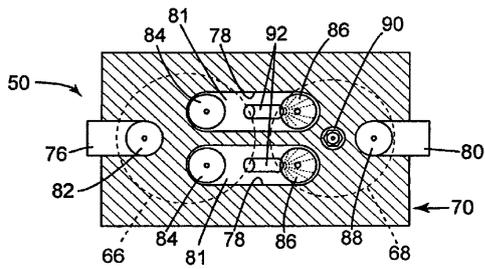
【 図 1 】



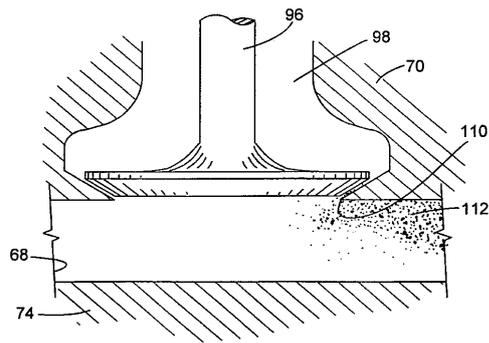
【 図 2 】



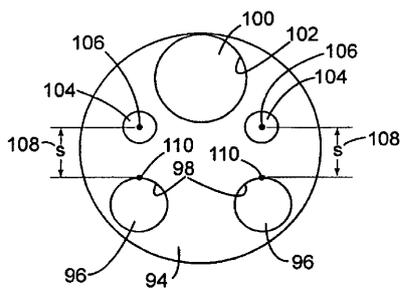
【 図 3 】



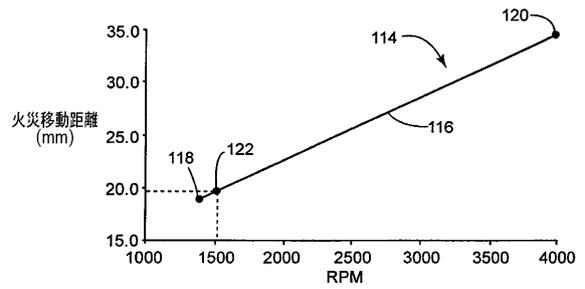
【 図 5 】



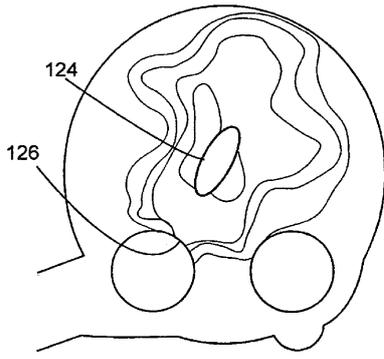
【 図 4 】



【 図 6 】



【図 7】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ジャン - ピエール ペロー  
イギリス ビーエヌ43 5エヌティ ウェスト サセックス ショアーム - パイ - シー レッサ  
ー フォックスホールズ 30
- (72)発明者 イアン ピー . ギルバート  
イギリス ビーエヌ43 5ワイイー ウェスト サセックス ショアーム - パイ - シー ビーチ  
グリーン 67

審査官 稲葉 大紀

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2005/0268609 (US, A1)  
特表2004-536252 (JP, A)  
特表2006-528741 (JP, A)  
米国特許出願公開第2003/0019444 (US, A1)  
米国特許第04565167 (US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F02B75/18  
F02B33/06-33/22  
F02B55/08