(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2008-111381
(P2008-111381A)
(43)公開日　平成20年5月15日(2008.5.15)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F02D 41/04	(2006.01)	F02D	41/04	385P	3G023
F02D 19/08	(2006.01)	F02D	41/04	385Z	3G066
F02B 23/02	(2006.01)	F02D	19/08	Z	3G092
F02D 41/06	(2006.01)	F02B	23/02	M	3G301
F02M 43/00	(2006.01)	F02D	41/04	385C	

審査請求 未請求　請求項の数 17　ＯＬ　（全 17 頁）　最終頁に続く

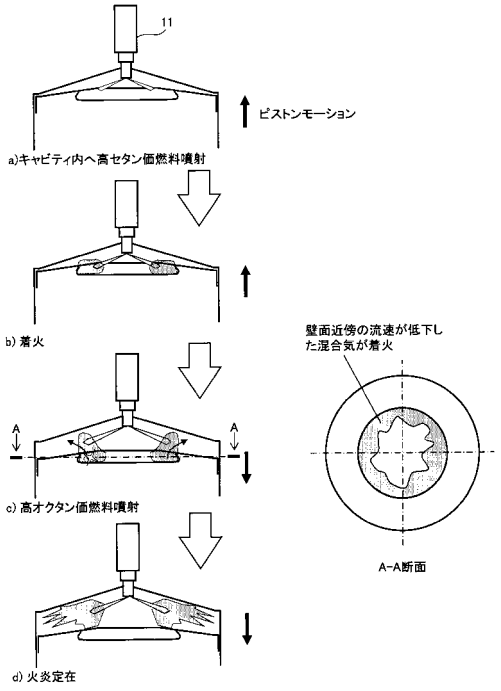
(21)出願番号　特願2006-295051 (P2006-295051)
(22)出願日　平成18年10月31日 (2006.10.31)

(71)出願人　000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地
(74)代理人　100078330
弁理士　笹島　富二雄
(72)発明者　寺地　淳
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地　日産自動車株式会社内
(72)発明者　野田　徹
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地　日産自動車株式会社内
(72)発明者　田中　大輔
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地　日産自動車株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】筒内直接噴射式内燃機関

(57)【要約】
【課題】　着火性の比較的高い高セタン価燃料と着火性の比較的低い高オクタン価燃料とを用いて、低ＮＯｘで、着火時期の安定した自己着火燃焼を実現する。
【解決手段】　低負荷運転条件では、高セタン価燃料を高オクタン価燃料よりも前に噴射して、燃焼室内に高セタン価燃料の着火火炎を形成し、高オクタン価燃料を前記着火火炎に衝突させるように噴射して燃焼させる。その一方、高負荷運転条件では、高セタン価燃料を高オクタン価燃料より後に噴射して、火炎伝播燃焼を実現する。
【選択図】　図６



【特許請求の範囲】
【請求項１】
燃焼室内に直接燃料を噴射可能な燃料供給手段を有し、該燃料供給手段が高セタン価燃料および高オクタン価燃料を噴射可能な筒内直接噴射式内燃機関において、
所定の第１の運転条件にて、前記高セタン価燃料を前記高オクタン価燃料よりも前に噴射して、燃焼室内に前記高セタン価燃料の着火火炎を形成し、前記高オクタン価燃料を前記着火火炎に衝突する時期に噴射することを特徴とする筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項２】
ピストン冠面にキャビティを有し、前記高セタン価燃料を前記キャビティに衝突する時期に噴射することを特徴とする請求項１記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項３】
前記高セタン価燃料の噴射率を前記高オクタン価燃料の噴射率に比して小さくすることを特徴とする請求項１又は請求項２記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項４】
前記高セタン価燃料の噴射開始時期と前記高オクタン価燃料の噴射開始時期との差を略一定に保つことを特徴とする請求項１～請求項３のいずれか１つに記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項５】
前記所定の第１の運転条件は、低負荷時又は低回転時であることを特徴とする請求項１～請求項４のいずれか１つに記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項６】
機関の圧縮比を変更可能な可変圧縮比機構を有し、該可変圧縮比機構が高圧縮比時には低圧縮比時に比してピストンが上死点付近に長く留まる構成であり、前記所定の第１の運転条件にて、機関の圧縮比を高圧縮比にすることを特徴とする請求項１～請求項５のいずれか１つに記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項７】
所定の第２の運転条件にて、前記高セタン価燃料を前記高オクタン価燃料より後に噴射して、火炎伝播燃焼を実現することを特徴とする請求項１～請求項６のいずれか１つに記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項８】
前記所定の第２の運転条件は、高負荷時又は高回転時であることを特徴とする請求項７記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項９】
高負荷時又は高回転時に、負荷又は回転数が増加するほど、前記高オクタン価燃料の噴射開始時期を進角することを特徴とする請求項８記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項１０】
前記高セタン価燃料の噴射と前記高オクタン価燃料の噴射とは、一方の噴射後に他方の噴射が連続的に行われるようにすることを特徴とする請求項１～請求項９のいずれか１つに記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項１１】
所定の第３の運転条件にて、前記高セタン価燃料を前記高オクタン価燃料より前と後にそれぞれ噴射することを特徴とする請求項１～請求項１０のいずれか１つに記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項１２】
前記所定の第３の運転条件は、冷間始動時であることを特徴とする請求項１１記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項１３】
前記燃料供給手段が、前記高セタン価燃料および前記高オクタン価燃料を噴射可能な単一の燃料噴射弁であることを特徴とする請求項１～請求項１２のいずれか１つに記載の筒内直接噴射式内燃機関。

【請求項１４】
前記単一の燃料噴射弁が、前記高セタン価燃料の燃料配管と前記高オクタン価燃料の燃料配管との２つの燃料配管を有すると共に、少なくとも前記高セタン価燃料の燃料配管に開閉時期を制御可能な制御弁を有し、該制御弁の制御により前記高セタン価燃料の噴射を制御することを特徴とする請求項１３記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項１５】
前記燃料供給手段が、前記高セタン価燃料を噴射する高セタン価燃料噴射弁と前記高オクタン価燃料を噴射する高オクタン価燃料噴射弁とを各別に有してなることを特徴とする請求項１～請求項１２のいずれか１つに記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項１６】
前記高セタン価燃料噴射弁と前記高オクタン価燃料噴射弁とが共に燃焼室上方の略中央部に位置し、略同一方向に燃料を噴射することを特徴とする請求項１５記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【請求項１７】
前記高セタン価燃料噴射弁が燃焼室上方の略中央部に位置すると共に、前記高オクタン価燃料噴射弁が燃焼室の周縁部に位置し、それぞれの燃料噴射弁が燃焼室の中央部に向けて燃料を噴射することを特徴とする請求項１５記載の筒内直接噴射式内燃機関。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、着火性の異なる２種類の燃料を用いる筒内直接噴射式内燃機関に関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１記載の技術では、着火性に優れた低オクタン価燃料（高セタン価燃料）と耐ノック性に優れた高オクタン価燃料とを用い、低負荷時には低オクタン価燃料の供給割合を大きくして安定した自己着火燃焼（リーン燃焼）を可能にし、高負荷時には高オクタン価燃料の供給割合を大きくして過早着火を抑制する場合に、２種類の燃料を噴射することから、局所的に燃料濃度の濃い領域（リッチ領域）が発生して、当該領域での燃焼の高温化によりＮＯｘの排出量が増加したり、当該領域での空気不足によりスモークの排出量が増加したりするのを防止すべく、低オクタン価燃料と高オクタン価燃料とが燃焼室内で重ならないように、低オクタン価燃料を燃焼室の中央部に向けて噴射し、高オクタン価燃料を燃焼室の周辺部に向けて噴射している。
【特許文献１】特開２００５－１３９９４５号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
しかしながら、特許文献１記載の技術のように、着火性の異なる２種類の燃料を燃焼室中心部と周辺部とに振り分けるとしても、連続的に燃焼させるためには、これらを近接させる必要があることから、完全に重ならないようにすることのは難しく、局所的にリッチ領域が発生するのは避けられないことから、ＮＯｘ排出量等の低減は難しい。
【０００４】
また、圧縮自己着火燃焼では、着火時期を安定させることが重要であるが、着火時期の制御が難しく、着火時期の不安定化により、燃焼速度の過剰な増加を招いて、燃焼騒音が大きくなるなどの問題もある。
【０００５】
本発明は、このような実状に鑑み、着火性の異なる２種類の燃料（着火性の比較的高い高セタン価燃料と着火性の比較的低い高オクタン価燃料）の噴射形態を工夫することにより、自己着火燃焼の安定化を図ることを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】

このため、本発明では、高セタン価燃料を高オクタン価燃料よりも前に噴射して、燃焼室内に高セタン価燃料の着火火炎を形成し、高オクタン価燃料を前記着火火炎に衝突する時期に噴射する構成とする。

【発明の効果】

【０００７】

本発明によれば、先に高セタン価燃料を噴射して、着火火炎を形成し、これに高オクタン価燃料を衝突させることで、高オクタン価燃料を燃焼させるため、噴射燃料が即座に燃焼し、低ＨＣを実現できる。また、時間的にずらして噴射するため、局所的にリッチ領域が発生することもなく、低ＮＯｘを実現できる。更に、着火時期も安定し、燃焼騒音等の問題も生じない。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００８】

以下に本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【０００９】

先ず本発明の第１実施形態について説明する。

【００１０】

図１および図２は第１実施形態での内燃機関の構成図（正面図および側面図）である。

【００１１】

内燃機関は、燃焼室１と、燃焼室１を形成するシリンダヘッド２と、シリンダブロック３と、ピストン４と、吸気ポート５と、排気ポート６と、吸気弁７と、排気弁８と、吸気弁用カム９と、排気弁用カム１０と、燃料噴射弁１１とを備えている。そして、機関コントロールユニット１２からの信号に基づいて、燃料噴射などが行われる。

【００１２】

ピストン４はその冠面の中央部にキャビティ１３を有している。燃料噴射弁１１はマルチホール噴射弁である。燃料噴射弁の種類は外開き噴射弁やスワール噴射弁などでもよいが、噴霧断面の平均当量比が概ね２以下となるように設定されており、燃焼室１内において燃料噴射弁１１より供給される混合気の供給速度と燃焼速度（火炎伝播速度）とを釣り合わせ、火炎を定在させることを特徴とする。

【００１３】

燃料噴射弁１１は、高セタン価燃料（低オクタン価燃料）および高オクタン価燃料を噴射可能であり、具体的構成を図３により説明する。

【００１４】

図３の燃料噴射弁には、高セタン価燃料の燃料配管１０１と高オクタン価燃料の燃料配管１０２とが具備されている。そして、それぞれの燃料配管１０１、１０２に開閉時期を制御可能な制御弁１０３、１０４が備えられており、噴射時期に応じて制御弁１０３、１０４を開閉することで、１つの燃料噴射弁から２種類の燃料を切り替えて噴射することが可能である。尚、図３中の左右どちらの構成であっても同様の効果を奏する。

【００１５】

低負荷運転時に高セタン価燃料を高オクタン価燃料より前に噴射する場合は、最初に高セタン価燃料配管１０１の制御弁１０３を開いて、高セタン価燃料を噴射させ、次いで高セタン価燃料配管１０１の制御弁１０３を閉じると共に、高オクタン価燃料配管１０２の制御弁１０４を開いて、高オクタン価燃料を噴射させる。

【００１６】

高負荷運転時に高セタン価燃料を高オクタン価燃料より後に噴射する場合は、最初に高オクタン価燃料配管１０２の制御弁１０４を開いて、高オクタン価燃料を噴射させ、次いで高オクタン価燃料配管１０２の制御弁１０４を閉じると共に、高セタン価燃料配管１０１の制御弁１０３を開いて、高セタン価燃料を噴射させる。

【００１７】

また、図４に第１実施形態における燃料噴射弁の別の具体的構成を示す。図４の燃料噴射弁には、高セタン価燃料の燃料配管１０１と高オクタン価燃料の燃料配管１０２とが具

備されている。そして、高セタン価燃料配管１０１にのみ開閉時期を制御可能な制御弁１０３が備えられており、噴射時期に応じて制御弁１０３を開閉することで、１つの燃料噴射弁から２種類の燃料を切り替えて噴射することが可能である。

【００１８】

低負荷運転時に高セタン価燃料を高オクタン価燃料より前に噴射する場合は、高セタン価燃料配管１０１の制御弁１０３を燃料噴射弁開時期と比較して進角側より開とし、燃料噴射弁開時期と若干のオーバーラップを持たせて閉とする。この際、高セタン価燃料と高オクタン価燃料との若干の混合が行われるが、高セタン価燃料の着火性が高いため、問題は無い。

【００１９】

高負荷運転時に高セタン価燃料を高オクタン価燃料より後に噴射する場合は、高セタン価燃料配管１０１の制御弁１０３を閉として、燃料噴射弁を開とすることにより、筒内に高オクタン価燃料の混合気を形成する。形成後、再度燃料噴射弁を開とし、このとき高セタン価燃料配管１０１の制御弁１０３を燃料噴射弁開時期と比較して進角側より開とすることで、高セタン価燃料を筒内に噴射させる。

【００２０】

次に、図５を用いて、本発明の低負荷運転条件における筒内の燃料挙動の概略と火炎の定在化について説明する。

【００２１】

燃料噴射弁から最初に着火性に優れる高セタン価燃料を噴射し、噴射後、連続して、高オクタン価燃料を噴射する。

【００２２】

後から噴射された高オクタン価燃料は、周囲の高温空気を取り込みながら霧化・蒸発し、可燃混合気を形成する。高オクタン価燃料による可燃混合気は、先に噴射された高セタン価燃料の燃焼によって高温領域に達することで燃焼が開始され、以後火炎が成長して噴霧上流へ燃焼火炎が伝播する。

【００２３】

ここで本発明では、噴霧の平均流速（噴霧速度）と火炎の燃焼速度（火炎伝播速度）とがバランスし、釣り合うことで噴霧内部に火炎面が形成され、以後定在化することになる。火炎面での混合気濃度は平均当量比で概ね２以下の可燃混合気となっており、スモークやＣＯなどの有害な排出ガス成分が生成されない濃度となっている。

【００２４】

以上、形成した混合気を即座に燃焼させることで、未燃混合気を発生させない噴霧燃焼が実現される。なお、ここでは微小領域で予混合燃焼が持続するものと仮定して燃焼の反応帯を火炎面とする表現を用いているが、未燃混合気が発生せず、排気性能の良い燃焼特性が得られれば、燃焼火炎の形態は特に問わず、火炎面が明確に定義できなくとも良い。

【００２５】

また、燃焼期間中に煤が生成されたとしても、例えば煤の後燃え等で酸化反応を促進するなどして排気管出口にて煤が検出されなければ問題はない。

【００２６】

ここで、燃焼速度は圧力、温度、乱れ、混合気の濃度により変化する特性を持つため、筒内の雰囲気条件の変化に伴って火炎が定在する位置（距離）が変化することになるが、燃焼火炎が燃焼期間中一定の位置に定在化される必要はなく、上記条件を満たす範囲に収まればよい。

【００２７】

次に、図６に示す混合気形成と燃焼形態の模式図に沿って説明を行う。

【００２８】

本実施形態では、噴射初期の高セタン価噴霧をキャビティ内へ指向させ、キャビティ内に着火用混合気を形成する（図６（ａ））。着火用混合気を形成するための燃料がキャビティ内へ噴射されるタイミングは、圧縮行程の後半かつ噴霧がキャビティを指向する噴射

時期に設定される。

【００２９】

ここで、着火用の噴霧の噴射とそれに続く主噴霧の噴射は、連続して噴射される場合に加えて、着火用パイロット噴射とメイン噴射それぞれの噴射時期を異ならせることにより分割噴射を行い、少なくとも着火用パイロット噴射による燃料の一部がキャビティを指向する場合を含むものとする。

【００３０】

次に図６（ｂ）に進み、キャビティ内に噴射された低セタン価燃料の燃焼により高温度場を形成する（図６（ａ）および（ｂ）は圧縮行程（ピストン上昇）とする）。

【００３１】

図７に示すように、混合気はキャビティの壁面に衝突し、拡散することで流速が低下するため、噴口からキャビティまでの距離が近くても安定した点火が可能となる。

【００３２】

これに加えて、キャビティ壁面へ衝突した混合気はボウル内の壁面付近に概ね環状のドーナツ形状に広がるが、高セタン価燃料は着火性が高く、燃焼が開始されるため、ドーナツ状の高温度場の形成が可能となる。

【００３３】

また、図８に示すように、キャビティを指向する着火用パイロット噴霧の噴射期間中に噴射量が低い区間（低噴射率区間）を設け、この間に高セタン価燃料を噴射する。これによりキャビティを指向する燃料量を少量にすることができるため、キャビティを小さくでき、キャビティ壁面への燃料の付着や過濃混合気によるスモークの悪化を回避できる。この結果、キャビティ容積が小さくなるため燃焼室のＳ／Ｖが改善し、冷却損失を低減できると共に、機関の機械圧縮比を上げることができる。また、過度の高セタン価燃料の噴射を抑制することができ、燃料消費率としても有利である。

【００３４】

次に図６（ｃ）に進み、上記着火用パイロット噴霧に続き主噴霧の燃料噴射を行う。主噴射の燃料はキャビティ外を指向する噴射時期に設定されており、ピストンや燃焼室上壁への噴霧が干渉しないように噴射方向は広角に設計されている。

【００３５】

これにより、燃焼室内の空気を十分に活用できる。キャビティ内に形成された着火火炎は噴霧による運動量とピストンボウルのガイド効果による循環流により、キャビティ上空へと巻き上がる。これにより、キャビティ外を指向する主噴霧による混合気を確実に着火させ、以後燃焼に至らしめることが可能となる。

【００３６】

ピストン形状は図９に示すように通常のキャビティ形状に加えて、リエント（凹角）形状により逆スキッシュが強化されており、着火用火炎は逆スキッシュにより主燃焼室へ流出する。ここで、キャビティ形状はキャビティ壁面が外開きとなっているタイプなども含まれ、積極的に混合気を主燃焼室側へ誘導する効果が得られれば良い。

【００３７】

この結果、噴霧による運動量や流動によりキャビティ内に形成された着火用火炎が高オクタン価噴霧の噴射される方向と交わるため、主噴霧への確実な体積的な着火が可能となる。

【００３８】

次に図６（ｄ）に進み、複数噴射された主噴霧はキャビティ内で形成された着火用火炎に突入することで、複数の噴霧がほぼ同時に体積的に着火に至る。これにより、その主噴霧による燃焼火炎は噴霧により形成した混合気を即座に燃焼させながら燃焼室内に定在することとなる（図６（ｃ）および（ｄ）は膨張行程（ピストン下降）とする）。

【００３９】

次に、図１０を用いて、高負荷運転条件における筒内の燃料挙動の概略と火炎伝播の開始する様子について説明する。なお、図１０の左側の図は相対的に高負荷の場合を示す。

【００４０】
燃料噴射弁から噴射された高オクタン価燃料は、筒内に可燃領域の均質混合気分布を形成する。この際、運転負荷の条件によって、高オクタン価燃料を成層することによってポンプロスの低減を行う（図１０（ａ）～（ｂ））。そして、上死点近傍において高セタン価燃料を噴射することによって、通常の火炎伝播の開始を行う。筒内の主燃料は高オクタン価燃料であることであるから、ノッキングのない燃焼が実現し、出力が向上する。
【００４１】
図１１は機関負荷Loadと燃料噴射開始時期の差ΔＴ（＝高セタン価燃料噴射開始時期Ｔinj cetane－高オクタン価燃料噴射開始時期Ｔinj octane）との関係を示したものである。
【００４２】
図１１からわかるように、高セタン価燃料を先行噴射する低負荷領域においては、ΔＴを略一定に保つ。高セタン価燃料を後から噴射する高負荷領域では、負荷の上昇に伴って、ΔＴが大きくなるように制御する。高オクタン価燃料を噴射し終えるまでの時間を確保するためである。
【００４３】
本実施形態によれば、互いの比較で着火性の高い高セタン価燃料（低オクタン価燃料）と着火性の低い高オクタン価燃料とを利用することにより、負荷に応じた燃焼形態を成立させることが可能となる。
【００４４】
これにより、低負荷ではポンプロスを低減し、かつ低ＨＣの非常に高効率、低排気な燃焼を実現し、高負荷では高出力な内燃機関を実現することが可能となる。
【００４５】
また、本実施形態によれば、所定の第１の運転条件（低負荷時又は低回転時）にて、高セタン価燃料を高オクタン価燃料よりも前に噴射して、燃焼室内に高セタン価燃料の着火火炎を形成し、高オクタン価燃料を前記着火火炎に衝突する時期に噴射することにより、最初に噴射した高セタン価燃料が燃焼を開始することによる高温領域に高オクタン価燃料を供給して燃焼させ、その後、高オクタン価燃料の供給速度と燃焼速度とを釣り合せて、燃焼室内に火炎を定在化（定在化燃焼）させることが可能となる。
【００４６】
これにより、混合気の供給速度により燃焼が制御でき、噴射期間と燃焼期間とがほぼ等しい燃焼が成立する。また、形成した混合気が即座に燃焼されるため未燃混合気が発生せず、低ＨＣが実現できる。
【００４７】
また、高オクタン価燃料を用いているため自着火性は低く、ディーゼル燃焼で見られる高濃度燃料の自着火が抑制され、ＮＯｘ増加は抑制される。
【００４８】
加えて、本燃焼形態はスロットルを絞ることを必要としないため、ポンプロスの低減が可能となる。
【００４９】
また、本実施形態によれば、ピストン冠面にキャビティを有し、高セタン価燃料をキャビティに衝突する時期に噴射することにより、キャビティを使って高セタン価の着火火炎形成位置を定め、その着火火炎に高オクタン価燃料を突入させることで、確実に高オクタン価燃料を燃焼させることができる。
【００５０】
また、本実施形態によれば、高セタン価燃料の噴射率を高オクタン価燃料の噴射率に比して小さくすることにより、高セタン価燃料の噴射量が少ないため、キャビティを小さくすることができる。その結果、キャビティ壁面への燃料の付着や過濃混合気によるスモークの悪化、高セタン価燃料の消費を抑えることができる。また、キャビティ容積が小さいためＳ／Ｖが改善し、冷却損失を低減することができる。

【００５１】
また、本実施形態によれば、高セタン価燃料の噴射開始時期と高オクタン価燃料の噴射開始時期との差を略一定に保つことにより、高オクタン価燃料の噴射制御を容易にすることができる。この際、機関運転条件によっては定在火炎とならず、火炎位置が移動することになるが、噴射弁もしくはピストン冠面に衝突しない範囲であれば問題とならない。
【００５２】
また、本実施形態によれば、所定の第２の運転条件（高負荷時又は高回転時）にて、高セタン価燃料を高オクタン価燃料より後に噴射して、火炎伝播燃焼を実現することにより、予混合圧縮自己着火燃焼に比べ、比較的燃焼の緩慢な燃焼騒音の小さい燃焼が可能となり、高出力化が図れる。
【００５３】
また、本実施形態によれば、高負荷時（又は高回転時）に、負荷（又は回転数）が増加するほど、高オクタン価燃料の噴射開始時期を進角することにより、負荷の増大にあわせて燃料の噴射量が多くなることから、筒内に高オクタン燃料を広く均一に分布することが可能となり、ＳｏｏｔおよびＮＯｘ排出量の少ない運転が実現できる。また、高回転域では、燃料噴射に要するクランク角度の増大に対応できる。その一方、負荷が低くなるにつれて噴射時期を遅角することにより、高オクタン価燃料の成層化が可能となる。よって、ポンプロスのない燃焼が可能となる。
【００５４】
また、本実施形態によれば、高セタン価燃料の噴射と高オクタン価燃料の噴射とは、一方の噴射後に他方の噴射が連続的に行われるようにすることにより、双方の燃料が必要以上に混ざることを防止できる。
【００５５】
また、本実施形態によれば、燃料供給手段として、高セタン価燃料および高オクタン価燃料を噴射可能な単一の燃料噴射弁を用いることにより、すなわち、燃料噴射は一つの噴射弁から行うことにより、同一方向への燃料噴射が容易に実現可能となり、低負荷運転条件において先に噴射した高セタン価燃料の燃焼による高温領域に高オクタン価燃料を確実に供給できる。また、前記噴射弁を燃焼室ヘッド略中央に配することにより、高負荷運転条件においては、先に供給された高オクタン価燃料に対し、燃焼室中央からの燃焼開始が可能となる。同時に一つの噴射弁により、内燃機関の小型化が可能となるとともに、高効率でクリーンな低負荷運転と高出力な高負荷運転が実現できる。
【００５６】
また、本実施形態によれば、前記単一の燃料噴射弁が、高セタン価燃料の燃料配管と高オクタン価燃料の燃料配管との２つの燃料配管を有すると共に、少なくとも高セタン価燃料の燃料配管に開閉時期を制御可能な制御弁を有し、該制御弁の制御により高セタン価燃料の噴射を制御する構成としたので、高セタン価燃料、高オクタン価燃料のそれぞれの燃料タンクから供給される燃料を噴射弁内で切り替えることにより、容易に燃料噴射の切り替えが可能となる。制御弁は二つ有してもよいし、高セタン価燃料の燃料配管のみに有してもよい（高セタン価燃料の噴射時期をより正確に制御する必要があるため、このような構成とした）。
【００５７】
次に第２実施形態について説明する。
【００５８】
図１２に第２実施形態における構成を示す。本構成は、第１実施形態の構成に対し、高セタン価燃料を噴射する高セタン価燃料噴射弁１１ａと高オクタン価燃料を噴射する高オクタン価燃料噴射弁１１ｂとを別々に具備する。双方の燃料噴射弁を燃焼室上方の略中央部（燃焼室ヘッド中央）に配置し、噴射方向を略同一のものとすることにより、第１実施形態と同じ燃焼形態と同じ効果が得られる。
【００５９】
本実施形態によれば、燃料供給手段が、高セタン価燃料を噴射する高セタン価燃料噴射

弁１１ａと高オクタン価燃料を噴射する高オクタン価燃料噴射弁１１ｂとを各別に有してなることにより、既存の燃料噴射弁によって本発明を低コストで実現することができる。

【００６０】

また、本実施形態によれば、高セタン価燃料噴射弁１１ａと高オクタン価燃料噴射弁１１ｂとが共に燃焼室上方の略中央部に位置し、略同一方向に燃料を噴射することにより、低負荷運転条件における先に噴射した高セタン価燃料の燃焼による高温領域に高オクタン燃料を確実に供給することが可能となり、定在化燃焼を実現可能となる。

【００６１】

次に第３実施形態について説明する。

【００６２】

図１３に第３実施形態における構成を示す。本構成は、第２実施形態同様、高セタン価燃料噴射弁１１ａと高オクタン価燃料噴射弁１１ｂとを別々に具備する。第２実施形態と異なるのは、高セタン価燃料噴射弁１１ａを燃焼室上方の略中央部（燃焼室ヘッド中央）に配置し、高オクタン価燃料噴射弁１１ｂを燃焼室の周縁部（一対の吸気ポート間）に配置し、それぞれの燃料噴射弁１１ａ、１１ｂが燃焼室の中央部を指向する方向へ燃料噴射を行う。

【００６３】

燃焼室ヘッド中央に配置された燃料噴射弁１１ａから噴射された高セタン価燃料は、ピストンキャビティ内にて着火し、高温度場を形成する（図１３（ａ）～（ｂ））。続いて燃焼室周縁部に配置された燃料用噴射弁１１ｂから噴射された高オクタン価燃料は、先に噴射された高セタン価燃料により生成された高温度場へ供給される（図１３（ｃ））。そして、燃焼室の中心近くで火炎を定在させる（図１３（ｄ））。

【００６４】

本実施形態によれば、第１実施形態同様、形成した混合気を即座に燃焼させることで、未燃混合気を発生させない噴霧燃焼が実現される。

【００６５】

また、本実施形態によれば、高セタン価燃料噴射弁１１ａが燃焼室上方の略中央部に位置すると共に、高オクタン価燃料噴射弁１１ｂが燃焼室の周縁部に位置し、それぞれの燃料噴射弁１１ａ、１１ｂが燃焼室の中央部に向けて燃料を噴射することにより、低負荷運転条件において、先に噴射した高セタン価燃料の燃焼による高温領域に高オクタン燃料を供給することが可能となり、定在化燃焼を実現可能となる。一方、高負荷運転条件においては、先に供給された高オクタン価燃料に対し、燃焼室中央から燃焼開始が可能となる。この効果により、高効率でクリーンな低負荷運転と高出力な高負荷運転とが実現できる。

【００６６】

次に第４実施形態について説明する。

【００６７】

第４実施形態の構成は、図１４に示すように、機関の圧縮比を変更可能な可変圧縮比機構を備えることを特徴とし、この可変圧縮比機構は、第１リンク１４、第２リンク１５、第３リンク１６、クランク軸１７、コントロールシャフト１８、アクチュエータ１９を有している。ここで機関の圧縮比は、図１４に示すアクチュエータ１９によってコントロールシャフト１８を回転させることで制御する。その他の構成は、第１実施形態と同じであるため割愛する。

【００６８】

第４実施形態では、図６に示したように、圧縮行程終期に高セタン価燃料を噴射し、その後、膨張行程初期に高オクタン価燃料を噴射することで、燃焼室内に火炎を定在させる第１の運転モードと、逆に、図１０に示したように、高オクタン価燃料の噴射後に高セタン価燃料を噴射し、火炎伝播を行う第２の運転モードとを有する。そして、少なくとも所定の低回転、低負荷運転条件においては、第１の運転モードを行う。

【００６９】

ここで、機関の圧縮比は第１の運転モードにおいては第２の運転モードと比較して高圧

縮比に設定される。これにより熱効率が向上し、トルクが向上する。

【００７０】

また、高圧縮比化により最適点火時期がリタードするため、ピストンが下降し始める圧縮上死点後の膨張行程に主燃焼期間が設定されてもトルクの目減りは少ない。

【００７１】

また、通常の燃焼形態では高圧縮比化によりノッキングが発生し、出力の低下を招くことになるが、第１の運転モードでは噴霧燃焼によりノッキングが発生しない燃焼が実現するため、トルクが向上できる。

【００７２】

一般に高圧縮比化を図ることで冷却損失が増加するため、最適点火時期は遅角化する傾向となる。第１の運転モードでは図６に示したように主燃料の噴射が圧縮行程の後半から膨張行程となり熱発生重心が遅角するが、前述の高圧縮比化による最適点火時期の遅角効果によって、熱効率の悪化は小さい。

【００７３】

第４実施形態においては、図１５に高圧縮比・低圧縮比でのピストンストローク特性を示すように、高圧縮比時のピストンモーションは単振動に近いモーションに設定され、低圧縮比の時よりも上死点付近に長く留まる構成とする。第１の運転モードにおいては、混合気の供給速度と燃焼速度とを釣り合わせて火炎を定在化させるため、噴射期間により燃焼期間を制御する。そのため、負荷の上昇により総噴射量が増加すると燃焼期間が長くなり等容度が悪化する問題がある。しかしながら、前述の高圧縮比の効果に加えて、ピストンが圧縮上死点付近に長く留まる効果により、燃焼期間が長くても熱効率は悪化しない。

【００７４】

また、第１の運転モードでは噴射期間によって燃焼期間が制御されるため、燃焼機関の回転速度が高まると燃焼期間が長くなってしまう。その結果、第２の運転モードよりもトルクが低下してしまう懸念がある。このため、高負荷・高速回転速度域においては、第２の運転モードを適用する。

【００７５】

本実施形態によれば、機関の圧縮比を変更可能な可変圧縮比機構を有し、該可変圧縮比機構が高圧縮比時には低圧縮比時に比してピストンが上死点付近に長く留まる構成であり、高セタン価燃料を先行噴射する前記所定の第１の運転条件（低負荷時又は低回転時）にて、機関の圧縮比を高圧縮比にすることにより、非常に高効率な運転が可能となる。加えて、低負荷時に上死点付近に長く留まる構成であるため、十分な燃焼期間を確保することができる。その一方、高セタン価燃料を後から噴射する高負荷運転時には、負荷の増大と共に機関圧縮比を下げることで、高負荷運転時におけるエンドガスの自己着火を抑制可能となる。

【００７６】

次に第５実施形態として、図１６に示す冷間始動時における実施形態を説明する。

【００７７】

第５実施形態では、高セタン価燃料を高オクタン価燃料より前と後に噴射する。

【００７８】

従って、第１実施形態で示した例と同様、キャビティ内で形成された高セタン価燃料の着火火炎に高オクタン価燃料が突入することで複数の噴霧がほぼ同時に体積的に着火し、その主噴霧による燃焼火炎は噴霧により形成した混合気を即座に燃焼させながら燃焼室内に定在することとなる。

【００７９】

冷間始動時においては触媒を早く昇温さえる必要がある。よって、燃焼時期を通常の燃焼時期と比較して遅角化することが有効である。本燃焼形態は、混合気を即座に燃焼させ、定在させることが可能なため、燃焼を遅角化させたとしても安定した火炎の形成可能である。

【００８０】

そこで、高オクタン価燃料の噴射後に、更に高セタン価燃料を噴射することにより、燃焼室温度の上昇が期待できる。また、高セタン価燃料は着火性が高いため、高オクタン価燃料と比較し、未燃ＨＣ排出のない燃焼が実現できる。

【００８１】

本実施形態によれば、所定の第３の運転条件（冷間始動時）にて、高セタン価燃料を高オクタン価燃料より前と後にそれぞれ噴射することにより、高オクタン価燃料噴射の前に噴射した高セタン価燃料により、主燃焼の安定した開始が可能となる。また、冷間始動時においては触媒の温度を早く上昇させる必要があるため、排気温度の増大が必要となるが、高セタン価燃料を高オクタン価燃料の噴射後に更に噴射することにより、高セタン価燃料は着火性が高いため、比較的遅角側においても未燃燃料の少ない、燃焼が実現でき、排気温度の上昇が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００８２】

【図１】本発明の第１実施形態での内燃機関の構成図（正面図）
【図２】同上の内燃機関の側面図
【図３】第１実施形態における燃料噴射弁の具体的構成図
【図４】第１実施形態における燃料噴射弁の別の具体的構成図
【図５】低負荷運転条件での筒内の燃料挙動と火炎の定在化の説明図
【図６】混合気形成と燃焼形態の模式図
【図７】高セタン価燃料がキャビティに衝突する様子を示すピストン冠面の平面図
【図８】噴射期間中に低噴射率区間を持つ噴射率パターンを例示する図
【図９】着火用混合気を形成するキャビティ形状を例示する図
【図１０】高負荷運転条件での筒内の燃料挙動と火炎伝播の説明図
【図１１】機関負荷と燃料噴射開始時期の差との関係を示す図
【図１２】第２実施形態での混合気形成と燃焼形態の模式図
【図１３】第３実施形態での混合気形成と燃焼形態の模式図
【図１４】第４実施形態での可変圧縮比機構の構成図
【図１５】高圧縮比でのピストンストローク特性の説明図
【図１６】第５実施形態での混合気形成と燃焼形態の模式図

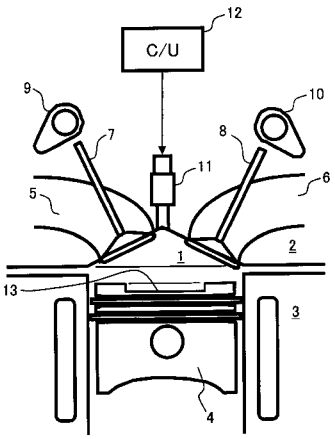
【符号の説明】

【００８３】

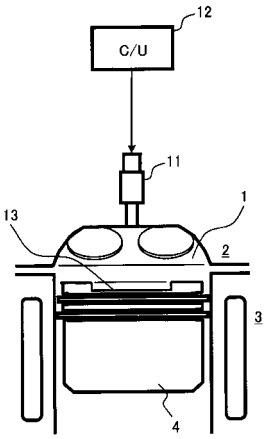
１　燃焼室
２　シリンダヘッド
３　シリンダブロック
４　ピストン
５　吸気ポート
６　排気ポート
７　吸気弁
８　排気弁
９　吸気弁用カム
１０　排気弁用カム
１１　燃料噴射弁
１１ａ　高セタン価燃料噴射弁
１１ｂ　高オクタン価燃料噴射弁
１２　機関コントロールユニット
１３　キャビティ
１４　第１リンク
１５　第２リンク
１６　第３リンク
１７　クランク軸

１８　コントロールシャフト
１９　アクチュエータ
１０１　高セタン価燃料配管
１０２　高オクタン価燃料配管
１０３、１０４　制御弁

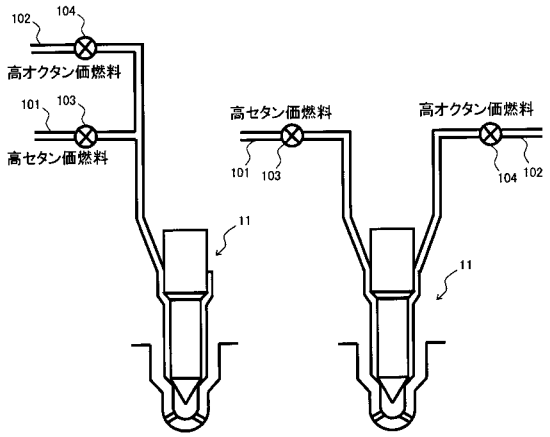
【図１】



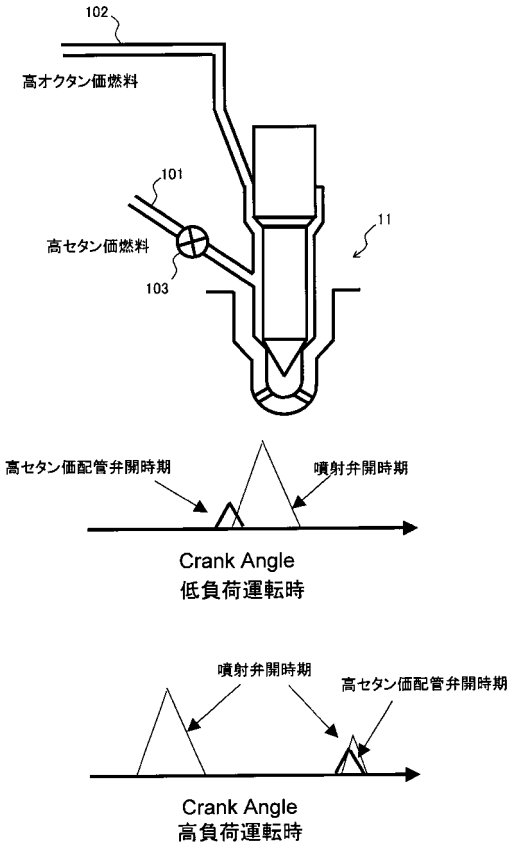
【図２】



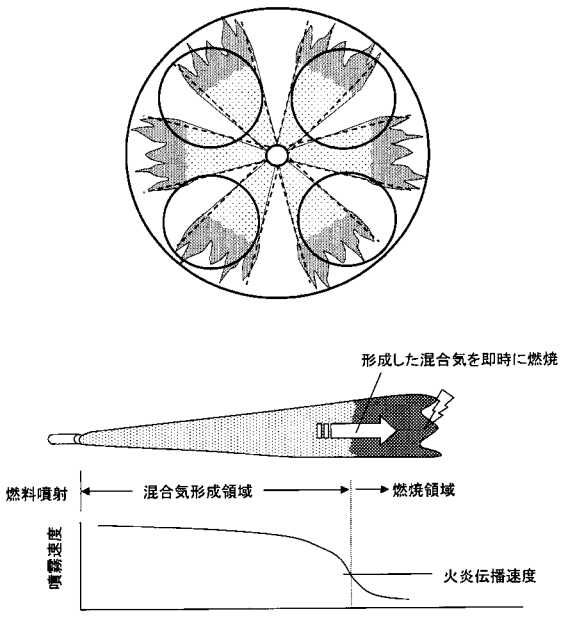
【図３】


102
104
高オクタン価燃料
101
103
高セタン価燃料
11
高セタン価燃料
101
103
高オクタン価燃料
104
102
11

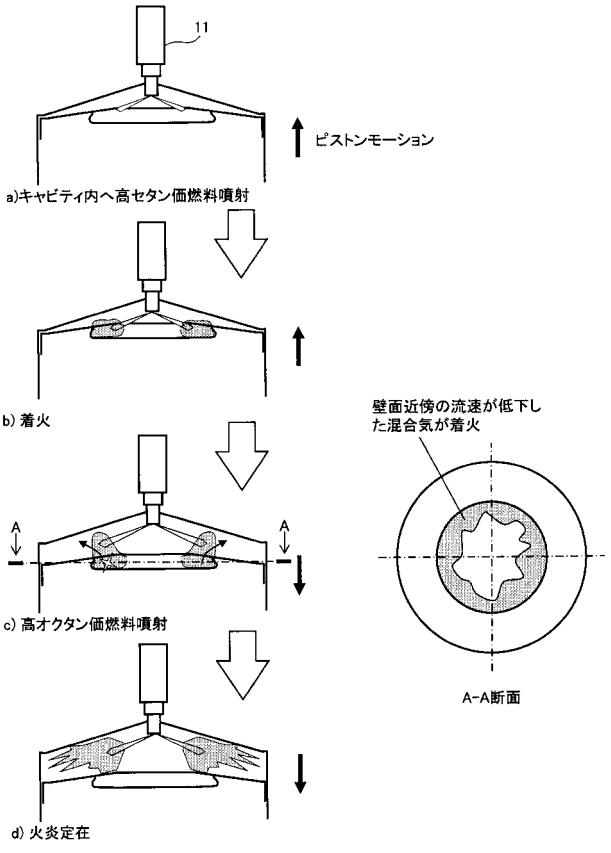
【図４】


102
高オクタン価燃料
101
高セタン価燃料
103
11
高セタン価配管弁開時期
噴射弁開時期
Crank Angle
低負荷運転時
噴射弁開時期
高セタン価配管弁開時期
Crank Angle
高負荷運転時

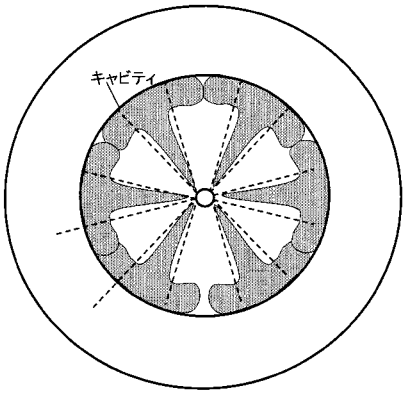
【図５】


形成した混合気を即時に燃焼
燃料噴射
混合気形成領域
燃焼領域
噴霧速度
火炎伝播速度

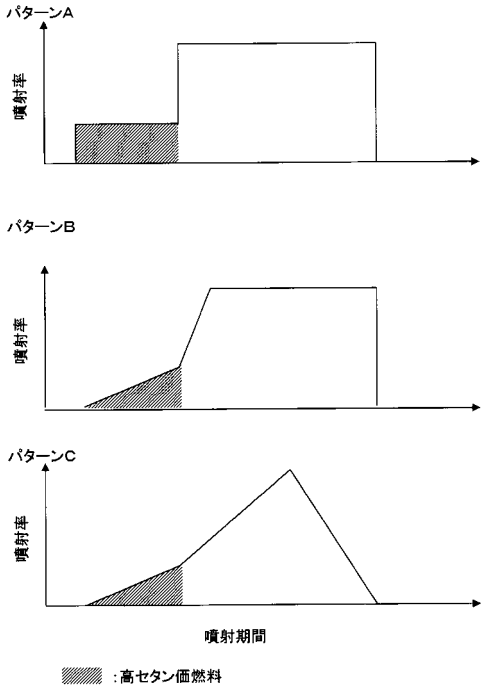
【図６】


11
ピストンモーション
a)キャビティ内へ高セタン価燃料噴射
b) 着火
c) 高オクタン価燃料噴射
d) 火炎定在
A
A
壁面近傍の流速が低下した混合気が着火
A-A断面

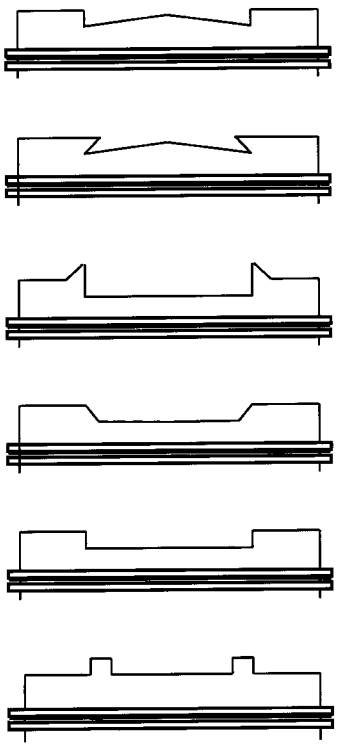
【図７】


キャビティ

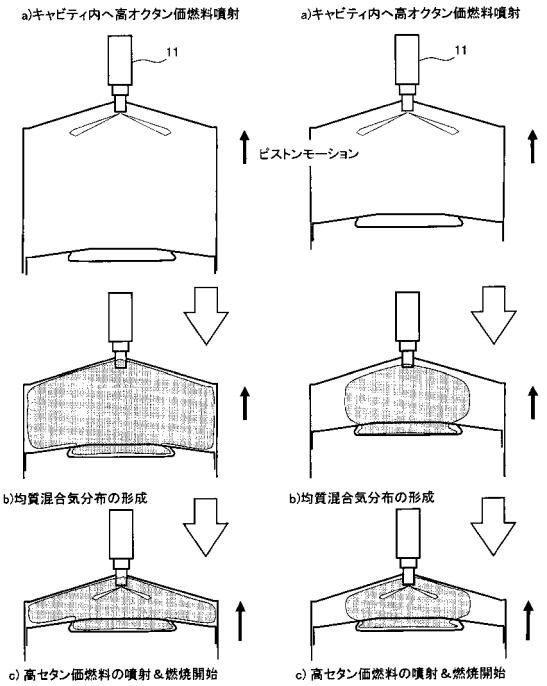
【図８】


パターンA
噴射率
パターンB
噴射率
パターンC
噴射率
噴射期間
：高セタン価燃料

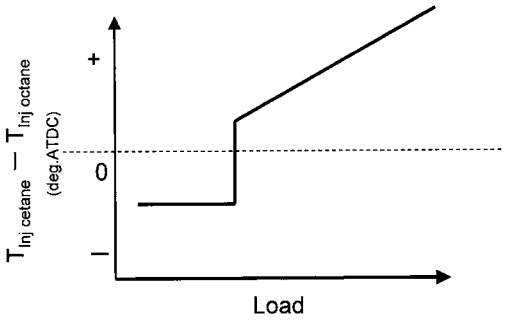
【図９】



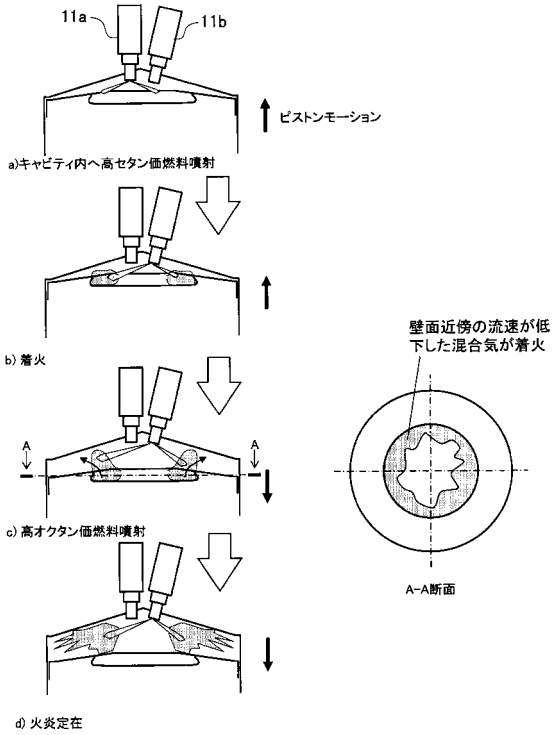
【図１０】


a)キャビティ内へ高オクタン価燃料噴射
11
ピストンモーション
b)均質混合気分布の形成
c) 高セタン価燃料の噴射＆燃焼開始
a)キャビティ内へ高オクタン価燃料噴射
11
b)均質混合気分布の形成
c) 高セタン価燃料の噴射＆燃焼開始

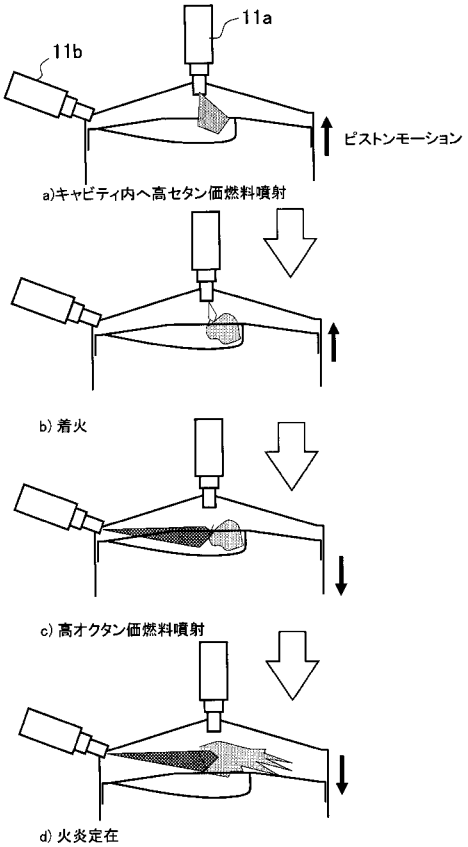
【図１１】



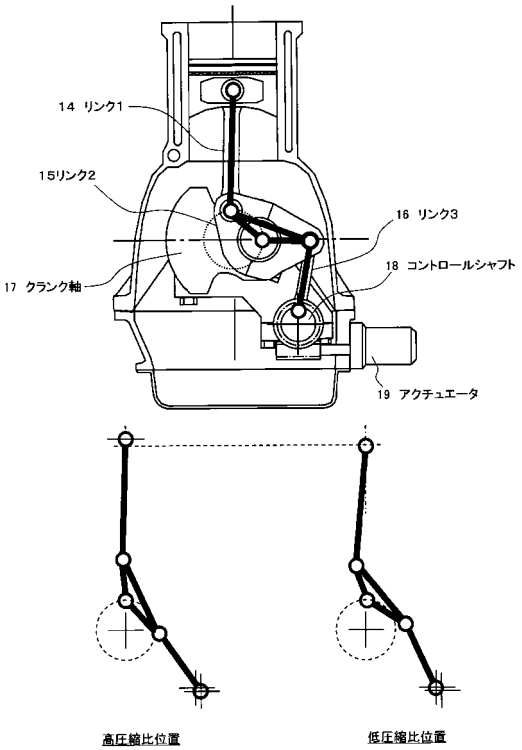
【図１２】



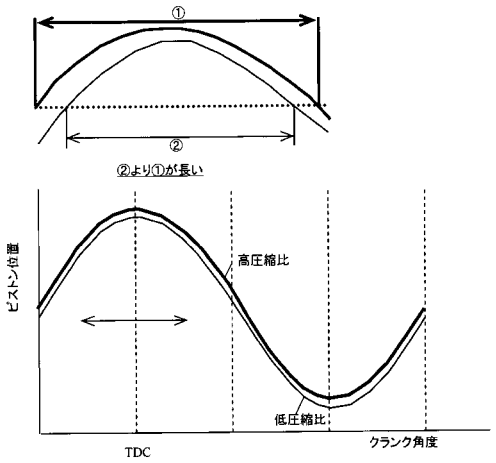
【図１３】



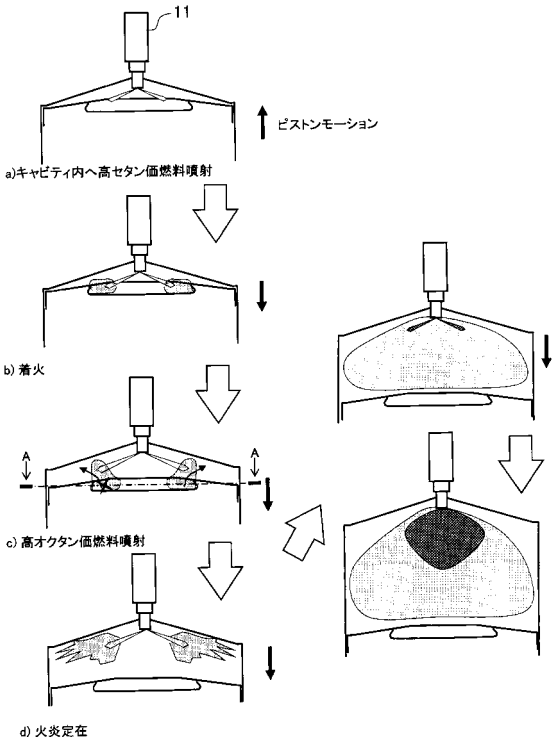
【図１４】



【図１５】


①
②
②より①が長い
ピストン位置
高圧縮比
低圧縮比
TDC
クランク角度

【図１６】


11
ピストンモーション
a)キャビティ内へ高セタン価燃料噴射
b) 着火
c) 高オクタン価燃料噴射
d) 火炎定在

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
F02M 61/14	***(2006.01)***	F02D 41/04	385D	
F02B 3/06	***(2006.01)***	F02D 41/06	385S	
		F02M 43/00		
		F02M 61/14	310D	
		F02B 3/06	B	

Fターム(参考) 3G023 AA03 AA05 AB05 AC04 AC05 AC08 AD12
3G066 AA07 AB02 BA14 BA22 BA25 BA26 CC34 DA04 DA16 DB01
DB08 DB09 DB12 DB13 DC14
3G092 AA02 AA06 AB03 AB05 AB14 BB01 BB06 BB19 BB20 DE03S
DF03 FA14 FA17 FA18
3G301 HA02 HA04 HA24 JA24 JA25 LB04 MA11 MA19 PB02A PB02Z
PB03A PB03Z PB05A PB05Z