

(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2005-291065

(P2005-291065A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

F O 2 P 15/08

F O 2 P 15/08

3 O 1 B

3 G O 1 9

F O 2 B 7/06

F O 2 B 7/06

3 G O 2 3

F O 2 B 11/00

F O 2 B 11/00

B

3 G O 9 2

F O 2 B 19/10

F O 2 B 19/10

F

3 G 3 O 1

F O 2 B 19/12

F O 2 B 19/10

P

3 G 3 8 4

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-106082 (P2004-106082)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004.3.31)

(71) 出願人 000000284

大阪瓦斯株式会社

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

(71) 出願人 000221834

東邦瓦斯株式会社

愛知県名古屋市熱田区桜田町19番18号

(71) 出願人 000006208

三菱重工株式会社

東京都港区港南二丁目16番5号

(74) 代理人 100107308

弁理士 北村 修一郎

(72) 発明者 田中 大樹

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

大阪瓦斯株式会社内

最終頁に続く

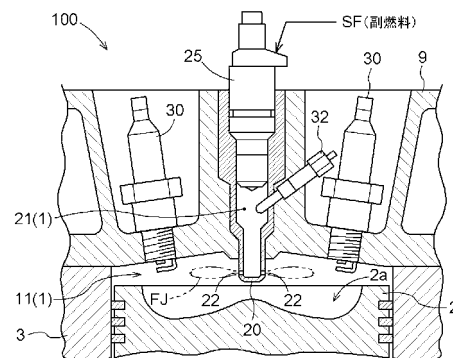
(54) 【発明の名称】 エンジン

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、主燃料からなる混合気を圧縮した燃焼室1において、燃料噴射弁25から副燃料SFを噴射して自己着火燃焼させることで混合気を着火させる噴射着火運転を行うエンジン100に関し、その目的は、火花点火運転と噴射着火運転との間の移行をスムーズに行い、更には、火花点火運転において混合気を適切に燃焼させて失火及び排ガスの温度の高温化を回避することができる技術を提供する点にある。

【解決手段】 燃焼室1に複数の点火プラグ30を備え、起動運転時若しくは無負荷運転時に、燃焼室1において圧縮された混合気を複数の点火プラグ30の全てを作動させて点火する火花点火運転を行うように構成され、火花点火運転と噴射着火運転との間の移行時に、燃焼室1において圧縮された混合気を複数の点火プラグ30のうちの一部のみを作動させて点火する部分点火運転を移行運転として行うように構成されている。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

主燃料と酸素含有ガスとの混合気を圧縮した燃焼室において、燃料噴射弁から副燃料を噴射して自己着火燃焼させることで前記混合気を着火させる噴射着火運転を行うエンジンであって、

前記燃焼室に複数の点火プラグを備え、

起動運転時若しくは無負荷運転時に、前記燃焼室において圧縮された混合気を前記複数の点火プラグの全てを作動させて点火する火花点火運転を行うように構成され、

前記火花点火運転と前記噴射着火運転との間の移行時に、前記燃焼室において圧縮された混合気を前記複数の点火プラグのうち一部の点火プラグのみを作動させて点火する部分点火運転を移行運転として行うように構成されているエンジン。 10

## 【請求項 2】

前記燃料噴射弁が前記燃焼室の中央部に配置され、前記複数の点火プラグが前記燃焼室の中央部を中心に対称配置されている請求項 1 に記載のエンジン。

## 【請求項 3】

主燃料と酸素含有ガスとの混合気を圧縮した燃焼室において、燃料噴射弁から副燃料を噴射して自己着火燃焼させることで前記混合気を着火させる噴射着火運転を行うエンジンであって、

前記燃焼室に点火プラグを備えると共に、前記燃焼室の前記燃料噴射弁により副燃料が噴射される領域に予熱プラグを備え、 20

起動運転時若しくは無負荷運転時に、前記燃焼室において圧縮された混合気を前記点火プラグにより点火する火花点火運転を行うように構成され、

前記火花点火運転と前記噴射着火運転との間の移行時に、前記点火プラグの作動を停止させ前記予熱プラグを作動させた状態で前記燃料噴射弁により噴射される副燃料を自己着火燃焼させる予熱噴射着火運転を移行運転として行うように構成されているエンジン。

## 【請求項 4】

前記燃焼室から排出される排ガス状態を検出する排ガス状態検出手段を備え、

前記排ガス状態検出手段の検出結果に基づいて前記火花点火運転と前記移行運転と前記噴射着火運転との間の移行時期を判定する移行時期判定手段を備えた請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載のエンジン。 30

## 【請求項 5】

前記燃焼室として、シリンダ内に形成された主室と、シリンダヘッド内に形成され前記主室に連通する副室とを備え、

前記燃料噴射弁が前記副室に配置され、前記点火プラグが前記主室に配置されている請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載のエンジン。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、主燃料と酸素含有ガスとの混合気を圧縮した燃焼室において、燃料噴射弁から副燃料を噴射して自己着火燃焼させることで前記混合気を着火させる噴射着火運転を行うエンジンに関する。 40

## 【背景技術】

## 【0002】

天然ガスなどの主燃料と空気（酸素含有ガス）との混合気を圧縮した燃焼室において、燃料噴射弁から軽油や灯油などの副燃料を噴射して自己着火燃焼させることで該混合気を着火させる噴射着火運転を行うエンジン（上記副燃料を着火用パイロット燃料と呼ぶ場合があることから、このようなエンジンをパイロット着火エンジンと呼ぶ場合がある。）が知られている（例えば、特許文献 1 を参照。）。

また、このようなエンジンは、上記噴射着火運転において、主燃料からなる混合気の着 50

火のために燃料噴射弁により副燃料を噴射して自己着火させるので、副燃料の噴射量の総熱量に対する熱量比が数%と微量である点でディーゼルエンジンとは異なる。

【0003】

上記のようなエンジンでは、主燃料からなる混合気を副燃料の自己着火燃焼により発生する熱エネルギーにより安定して着火させることができるので、燃焼室における平均有効圧を上げて高効率化を図ることができ、更には、上記主燃料からなる混合気を比較的低下当量比で安定して希薄燃焼させることができるので、低NO<sub>x</sub>化を図ることができる。

【0004】

また、上記特許文献1のエンジンは、燃焼室に1つの点火プラグが設けられ、起動運転時などに燃焼室における副燃料の自己着火が安定して発生しない場合に、その点火プラグを10  
作動させて、主燃料からなる混合気を点火する火花点火運転を行うように構成されている。また、燃料噴射弁から噴射された副燃料の自己着火が開始されて噴射着火運転が行われるようになって、この点火プラグを継続して作動させることで主燃料からなる混合気の着火を補助するように構成されている。

【0005】

【特許文献1】特開2000-64838号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献1に記載のエンジンでは、起動運転時に、点火プラグを作動させた状態で、燃料噴射弁から噴射された副燃料の自己着火が開始されて噴射着火運転が開始されると、混合気の燃焼期間が短くなりすぎて、ノッキングなどが発生する場合がある。 20

【0007】

一方、エンジンにかかる負荷が遮断された無負荷状態においても、燃焼室の圧力が比較的低いことから、火花点火運転により点火プラグを作動させて混合気を火花点火する場合が考えられるが、この場合でも、無負荷状態からエンジンに負荷が加えられる加負荷状態に移行して、点火プラグを作動させた状態で、燃焼室の圧力が上昇することにより燃料噴射弁から噴射された副燃料の自己着火が開始されて噴射着火運転が開始されると、混合気の燃焼期間が短くなりすぎて、ノッキングなどが発生する場合がある。

【0008】

また、上記のようなノッキングを回避するために、燃料噴射弁から噴射された副燃料の自己着火が開始されたときに点火プラグの作動を停止すると、副燃料が噴射される副室が十分に暖機されていないなどの理由により、副燃料の自己着火が不安定となって失火やエンジンストールが発生する場合がある。 30

【0009】

また、火花点火運転において、作動される点火プラグの点火エネルギーが小さすぎると、失火が発生したり混合気の燃焼期間が長期化して燃焼した排ガスが例えば700程度と高温のまま排気路に排出されてしまう場合がある。

【0010】

従って、本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、所謂パイロット着火エンジンにおいて、火花点火運転と噴射着火運転との間の移行をスムーズに行い、更には、火花点火運転において混合気を適切に燃焼させて失火及び排ガス温度の高温化を回避することができる技術を提供する点にある。 40

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するための本発明に係るエンジンは、主燃料と酸素含有ガスとの混合気を圧縮した燃焼室において、燃料噴射弁から副燃料を噴射して自己着火燃焼させることで前記混合気を着火させる噴射着火運転を行うエンジンであって、その第1特徴構成は、前記燃焼室に複数の点火プラグを備え、

起動運転時若しくは無負荷運転時に、前記燃焼室において圧縮された混合気を前記複数 50

の点火プラグの全てを作動させて点火する火花点火運転を行うように構成され、

前記火花点火運転と前記噴射着火運転との間の移行時に、前記燃焼室において圧縮された混合気を前記複数の点火プラグのうち一部の点火プラグのみを作動させて点火する部分点火運転を移行運転として行うように構成されている点にある。

【0012】

上記第1特徴構成によれば、上記起動運転時や無負荷運転時において、複数の点火プラグを作動させる火花点火運転を行うことで、点火エネルギーを十分に大きくして主燃料からなる混合気を安定して点火することができるので、失火及び排ガスの高温化を回避することができる。

また、火花点火運転と噴射着火運転との間の移行時に行われる移行運転として上記部分点火運転を行うことで、燃料噴射弁から噴射された副燃料の自己着火が不安定となっている移行時において、一部の点火プラグの点火エネルギーにより混合気の着火を補助して混合気を安定して燃焼させながら、点火エネルギーを極力低下させることによりノッキングを回避することができ、火花点火運転と噴射着火運転との間の移行をスムーズに行うことができる。

【0013】

本発明に係るエンジンの第2特徴構成は、前記燃料噴射弁が前記燃焼室の中央部に配置され、前記複数の点火プラグが前記燃焼室の中央部を中心に対称配置されている点にある。

【0014】

上記第2特徴構成によれば、複数の点火プラグを設ける場合には、その複数の点火プラグを燃料噴射弁が配置されている燃焼室の中央部を中心に対称配置することで、火花点火運転において、その複数の点火プラグの全てを作動させて混合気を点火すると、混合気が燃焼室において均一な状態で燃焼することになるので、混合気の燃焼期間をできるだけ短くして、排ガス温度の高温化を一層抑制することができる。

【0015】

上記目的を達成するための本発明に係るエンジンの第3特徴構成は、前記燃焼室に点火プラグを備えと共に、前記燃焼室の前記燃料噴射弁により副燃料が噴射される領域に予熱プラグを備え、

起動運転時若しくは無負荷運転時に、前記燃焼室において圧縮された混合気を前記点火プラグにより点火する火花点火運転を行うように構成され、

前記火花点火運転と前記噴射着火運転との間の移行時に、前記点火プラグの作動を停止させ前記予熱プラグを作動させた状態で前記燃料噴射弁により噴射される副燃料を自己着火燃焼させる予熱噴射着火運転を移行運転として行うように構成されている点にある。

【0016】

上記第3特徴構成によれば、上記起動運転時や無負荷運転時において、複数又は単数の点火プラグを作動させる火花点火運転を行う場合において、その火花点火運転と噴射着火運転との間の移行時に行われる移行運転として上記予熱噴射着火運転を行うことで、燃料噴射弁から噴射された副燃料の自己着火が不安定となっている移行時において、その副燃料を予熱プラグにより確実に燃焼させながら、点火プラグを停止させることによりノッキングを回避することができ、火花点火運転と噴射着火運転との間の移行をスムーズに行うことができる。

【0017】

本発明に係るエンジンの第4特徴構成は、前記燃焼室から排出される排ガス状態を検出する排ガス状態検出手段を備え、

前記排ガス状態検出手段の検出結果に基づいて前記火花点火運転と前記移行運転と前記噴射着火運転との間の移行時期を判定する移行時期判定手段を備えた点にある。

【0018】

これまで説明してきた火花点火運転と移行運転と噴射着火運転との間の移行時期は、夫々の運転時間を予め決定し、その時間が経過したことにより判定しても構わないが、上記

10

20

30

40

50

第4特徴構成によれば、排ガス状態検出手段により検出した排ガス状態の変化により上記移行時期を判定することができ、エンジンの運転環境等が変化した場合でも、その変化に応じて上記移行時期を適切な時期とすることができる。

例えば、排ガス状態検出手段により、上記排ガス状態として、排ガスの温度や酸素濃度を検出する場合には、排ガスの温度や酸素濃度の低下により、燃焼室に噴射された副燃料が自己着火し始めたか否かを認識することができるので、その自己着火が開始されたが未だ不安定である時期には上記移行運転を行い、その自己着火が安定した時期には上記噴射着火運転を行うように、上記移行時期を判定することができる。

【0019】

本発明に係るエンジンの第5特徴構成は、前記燃焼室として、シリンダ内に形成された主室と、シリンダヘッド内に形成され前記主室に連通する副室とを備え、

前記燃料噴射弁が前記副室に配置され、前記点火プラグが前記主室に配置されている点にある。

【0020】

上記第5特徴構成によれば、燃焼室として上記主室と上記副室とを設け、その副室に燃料噴射弁を配置することで、副室に噴射された副燃料を燃焼室全体に拡散することを抑制しながら副室において良好に自己着火燃焼させることができ、その自己着火燃焼により発生する火炎ジェットを主室に噴出させることで主室の例えば低当量比の混合気を良好に着火させることができる。

そして、このようなエンジンにおいても、火花点火運転と噴射着火運転との間で、上述した移行運転を行うことで、その移行をスムーズに行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

本発明の実施の形態について、図1～図3に基づいて説明する。

エンジン100は、ピストン2と、ピストン2を収容するシリンダ3とを備え、ピストン2をシリンダ3内で往復運動させると共に、吸気弁4及び排気弁5を開閉動作させて、シリンダ3内に形成された燃焼室1において吸気、圧縮、燃焼・膨張、排気の諸行程を行い、ピストン2の往復動をクランク軸17の回転運動として出力されるものであり、このような構成は、通常の4ストローク内燃機関と変わるところはない。

【0022】

このエンジン100は、メタンを主成分とする天然ガスである主燃料MFと空気との混合気MGを吸気路6に形成し、吸気行程において吸気弁4を開状態として吸気路6からその混合気MGを燃焼室1に吸気して、圧縮行程において排気弁5を閉状態としてその吸気した混合気MGを圧縮し、燃焼・膨張行程においてその圧縮した混合気を着火して燃焼させ、排気行程において排気弁5を開状態として燃焼後の排ガスを排気路7に排出する。

尚、混合気MGの当量比は、1未満、好ましくは0.5以上0.7以下の範囲内程度に設定される。

【0023】

燃焼室1には、上記吸気路6から吸気される主燃料MFとは異なり、主燃料MFよりも着火性に優れた液体燃料である軽油や灯油などの副燃料SFを、圧縮行程終了時に燃焼室1に高圧噴射して自己着火させる燃料噴射弁25が設けられている。

【0024】

この燃料噴射弁25は、一般的なディーゼルエンジンなどで用いられている例えばコモンレール方式の燃料噴射機構と同様の構成を採用することができ、高圧縮された状態で供給された副燃料SFを燃焼室1に噴射するように構成される。

【0025】

しかし、そのディーゼルエンジン用の燃料噴射機構は高圧噴射した液体燃料を拡散燃焼させることによりピストンを押し下げるために比較的多くの液体燃料を噴射する点と比較して、この燃料噴射弁25は、副燃料SFの噴射量が微量である点で相違する。

【0026】

10

20

30

40

50

即ち、本実施形態のエンジン 100 では、圧縮行程終了時において、燃料噴射弁 25 から燃焼室 1 に微量の副燃料 S F を高圧噴射して自己着火燃焼させることにより、燃焼・膨張行程において、その副燃料 M F の自己着火燃焼により発生した熱エネルギーによって吸気路 6 から吸気された混合気 M G が安定して着火されて燃焼し、その燃焼によりピストン 2 が押し下げられて、運転が継続されるのである。

#### 【0027】

尚、燃料噴射弁 25 による副燃料 S F の噴射量は、主燃料 M F と副燃料 S F との熱量の合計に対する熱量比で 0.2% 以上 5% 以下の範囲内好ましくは 1% 以下の範囲内とされる。

即ち、副燃料 S F の噴射量の総熱量に対する熱量比を 0.2% よりも小さくすると、その自己着火燃焼により発生する熱量が小さすぎて混合気 M G を安定して着火させることができず失火が発生する場合があります、一方 5% よりも大きくすると、その自己着火燃焼により発生する熱量が大きすぎて燃焼室 1 の最高圧力が過剰に大きくなりノッキング等が発生する場合があります、更に、主燃料 M F に対する副燃料 S F の消費量が大きくなるから、副燃料 S F を貯留しておくタンクなどの大型化により装置の大型化を招いてしまう。

また、副燃料 S F の噴射量の総熱量に対する熱量比を 1% 以下とすることで、上記のような失火及びノッキングを回避しながら、一層の小型化を図ることができる。

#### 【0028】

そして、エンジン 100 は、上記のような構成を採用することにより、主燃料 M F として天然ガス等を用いた当量比 0.5 ~ 0.7 の混合気 M G を、燃料噴射弁 25 から高圧噴射された微量の副燃料 M F の自己着火燃焼により安定して着火させることができるので、燃焼室 1 における図示平均有効圧力を高くして、高出力且つ高効率化を図ることができる。

#### 【0029】

また、燃料噴射弁 25 への副燃料 S F を供給する副燃料供給手段 50 について説明を加えると、副燃料 S F は、副燃料タンク 53 に貯留されており、その副燃料タンク 53 に貯留されている副燃料 S F が、副燃料供給路 54 において、クランク軸 17 の回転動力を利用して駆動する燃料ポンプ 51 により高圧縮され、燃料噴射弁 25 に供給される。

また、燃料噴射弁 25 による副燃料 S F の噴射量は、燃料噴射弁 25 自身の作動を調整することにより調整される。尚、この燃料噴射弁 25 における噴射量は、副燃料供給路 54 に設けたガバナを調整して、燃料噴射弁 25 へ供給される副燃料 S F の圧力を調整することも調整することができる。

また、副燃料供給路 54 には、副燃料 S F の流量を計測する流量計 52 が設けられている。

#### 【0030】

また、本実施形態のエンジン 100 は、燃焼室 1 として、シリンダ 3 の内面とピストン 2 の頂面とシリンダヘッド 9 の下面とで規定される主室 11 と、シリンダヘッド 9 の中央部（シリンダ 3 の軸心に沿った部分）に設けられた副室口金 20 内に形成された副室 21 とが設けられ、この主室 11 と副室 21 とは、上記副室口金 20 の主室 11 への突出部に形成された連通孔 22 を介して連通する。尚、上記副室 21 の容積比は、燃焼室 1 全体の 2% 以上 20% 以下程度が好ましい。

#### 【0031】

更に、ピストン 2 の頂面の中央部には、ピストン 2 が上死点に位置するときに、主室 11 に突出する上記副室口金 20 を囲う形態で凹部 2a が形成されており、凹部 2a により、圧縮行程においてピストン 2 が上昇するときに、ピストン 2 の頂面外周部から凹部 2a の中心部に流れるスキッシュが発生する。

#### 【0032】

更に、燃料噴射弁 25 は、上記副室口金 20 の上方に設けられて、副室 21 に副燃料 S F を高圧噴射するように構成されている。

#### 【0033】

即ち、このエンジン 100 は、上記のような構成を採用することにより、主室 11 に吸

10

20

30

40

50

気された混合気 M G をピストン 2 の上昇により圧縮して、圧縮された混合気 M G を主室 11 に開口する連通孔 22 を介して副室 21 に流入させ、副室 21 において圧縮された混合気 M G に燃料噴射弁 25 により副燃料 S F を噴射して自己着火燃焼させることで火炎を形成し、その火炎を副室 21 から連通孔 22 を介して主室 11 に火炎ジェット F J として噴射して、この火炎ジェット F J により主室 11 の混合気 M G を着火させて燃焼させる所謂噴射着火運転を行うように構成されている。

【0034】

エンジン 100 には、コンピュータからなるエンジン・コントロール・ユニット（以下、E C U と呼ぶ。）40 が設けられ、この E C U 40 は、クランク軸 17 の回転角度を測定するクランク角センサ 16 の検出結果によりエンジン回転数を監視しながら、そのエンジン回転数が所望の目標回転数範囲内に設定するように、吸気路 6 に設けられたスロットルバルブ 15 の開度調整により燃焼室 1 への混合気 M G の吸気量を調整するエンジン回転数設定手段 41 として機能するように構成されている。

10

【0035】

エンジン 100 は、図 2 に示すように、燃料噴射弁 25 が燃焼室 1 の中央部に配置され、複数具体的には 2 個の点火プラグ 30 が燃焼室 1 の中央部を中心に対称配置されており、更に、燃料噴射弁 25 は副室 21 に配置され、複数の点火プラグ 30 は主室 11 に配置されている。また、これら点火プラグ 30 は、例えば起動運転時や無負荷運転時等の燃焼室 1 において副燃料 S F の自己着火や混合気 M G の着火が安定していないときに、E C U 40 により作動されて、主室 11 に吸気された混合気 M G を安定して火花点火して燃焼させるものである。

20

【0036】

特に、エンジン 100 の起動運転時には、燃焼室 1 が十分に昇温しておらず、更には、燃料噴射弁 25 に供給される副燃料 S F の圧力が十分に上昇していないので、噴射着火運転を行って燃料噴射弁 25 により副燃料 S F を噴射しても、その副燃料 S F が自己着火しない場合がある。

また、エンジン 100 のクランク軸 17 にかかるエンジン負荷が遮断された無負荷状態においても、燃焼室 1 の圧力が比較的低いことから、噴射着火運転を行って燃料噴射弁 25 により副燃料 S F を噴射しても、その副燃料 S F が自己着火しない場合がある。

【0037】

そこで、E C U 40 は、起動運転時や無負荷運転時において、燃焼室 1 において圧縮された混合気 M G を、上記点火プラグ 30 を作動させて点火する火花点火運転を行う運転制御手段 42 として機能するように構成されている。

30

【0038】

即ち、この運転制御手段 42 は、エンジン始動指令が入力されエンジン 100 を起動させる起動運転を行ったときに、先ず、モータ 8 によりクランク軸 17 を回転駆動させながら、上記点火プラグ 30 を作動させることにより、上記火花点火運転を行うことで、点火プラグ 30 の火花点火により混合気 M G が火花点火されて燃焼し、その混合気 M G の燃焼により、エンジン 100 が十分に暖機されることになり、上記火花点火運転の初期若しくは中期から燃料噴射弁 25 からの副燃料 S F の噴射を開始することにより、エンジン 100 の暖機が進行して、その副燃料 S F の自己着火燃焼が開始される。

40

【0039】

そして、燃料噴射弁 25 により噴射された副燃料 S F の自己着火燃焼が安定して発生する状態となったときに、運転制御手段 42 は、上記点火プラグ 30 の作動が停止されて、副燃料 S F の自己着火燃焼により主燃料 M F からなる混合気 M G を着火させる噴射着火運転に移行させる。

【0040】

また、この運転制御手段 42 は、エンジン負荷 36 が遮断されて無負荷状態となったときにも、上記点火プラグ 30 を作動させることにより、上記火花点火運転を行う。そして、エンジン負荷 36 が加えられる加負荷状態となったときには、上記点火プラグ 30 の作

50

動を停止して、副燃料 S F の自己着火燃焼により主燃料 M F からなる混合気 M G を着火させる噴射着火運転に移行させる。

【 0 0 4 1 】

更に、上記火花点火運転から上記噴射着火運転との間の移行時においては、燃料噴射弁から噴射された副燃料の自己着火が不安定となっている場合がある。そこで、上記運転制御手段 4 2 は、その移行時において所定の移行運転を行うことで、その移行をスムーズなものとするように構成されている。

【 0 0 4 2 】

即ち、運転制御手段 4 2 は、火花点火運転において、全ての点火プラグ 3 0 を作動させて混合気 M G を火花点火している場合には、噴射着火運転との間の移行運転として、混合気 M G を複数の点火プラグ 3 0 のうちの一部具体的には 1 個の点火プラグ 3 0 のみを作動させて点火する部分点火運転を行うように構成されており、この部分点火運転を移行運転として行うことで、一部の点火プラグ 3 0 の点火エネルギーにより混合気 M G の着火を補助して混合気 M G を安定して燃焼させながら、点火エネルギーを極力低下させることによりノッキングを回避することができる。

【 0 0 4 3 】

尚、上記のように火花点火運転において複数の点火プラグ 3 0 で混合気 M G を火花点火することにより、混合気 M G の燃焼期間が長期化を抑制して、排気路 7 に排出される排ガスの温度を 6 0 0 程度と低下させることができる。

また、燃料噴射弁 2 5 により噴射された副燃料 S F の自己着火が開始されて噴射着火運転が開始されると、混合気 M G の燃焼期間が一層短くなって排気路 7 に排出される排ガスの温度が更に 4 5 0 程度と大幅に低下する。

ちなみに、火花点火運転において 1 つの点火プラグ 3 0 のみで混合気 M G を火花点火した場合には、混合気 M G の燃焼期間が長期化により、排ガスが例えば 7 0 0 程度と高温のまま排気路 7 に排出されてしまう。

【 0 0 4 4 】

更に、燃焼室 1 の燃料噴射弁 2 5 により副燃料 S F が噴射される領域即ち副室 2 1 に予熱プラグ 3 2 が設けられており、運転制御手段 4 2 は、火花点火運転と噴射着火運転との間の移行運転として、点火プラグ 3 0 の作動を停止させ予熱プラグ 3 2 を作動させた状態で燃料噴射弁 2 5 により噴射される副燃料 S F を自己着火燃焼させる予熱噴射着火運転を行うように構成されており、この予熱噴射着火運転を移行運転として行うことで、副燃料 S F を予熱プラグ 3 2 により確実に燃焼させながら、点火プラグ 3 0 を停止させることによりノッキングを回避することができる。

【 0 0 4 5 】

また、運転制御手段 4 2 は、上記移行運転として、上記部分点火運転及び上記予熱噴射着火運転との一方のみを行うように構成することができるが、例えば、移行運転において、先ず上記部分点火運転を行って後に上記予熱噴射着火運転を行うように構成することができる。

【 0 0 4 6 】

更に、火花点火運転と噴射着火運転との移行時において、燃料噴射弁 2 5 による副燃料 S F の噴射は継続しておくことができるが、火花点火運転において副燃料 S F の噴射を停止し、例えば、移行時に先立って副燃料 S F の噴射を再開するように構成しても構わない。

【 0 0 4 7 】

また、エンジン 1 0 0 の排気路 7 には、燃焼室 1 から排出される排ガス状態として、排ガス E の温度を検出する温度センサ 3 4 ( 排ガス状態検出手段の一例 ) 、及び、排ガス E の酸素濃度を検出する酸素濃度センサ 3 5 ( 排ガス状態検出手段の一例 ) が設けられている。

そして、E C U 4 0 は、温度センサ 3 4 及び酸素濃度センサ 3 5 で検出された排ガス状態としての排ガス E の温度又は酸素濃度に基づいて、上記火花点火運転と上記移行運転と

10

20

30

40

50



上記噴射着火運転との間の移行時期を判定する移行時期判定手段４３として機能するように構成されている。

即ち、移行時期判定手段４３は、排ガスＥの温度や酸素濃度が所定の閾値以下に低下となったときに、燃焼室１が、副燃料ＳＧが安定して自己着火燃焼し得る状態となったと認識して、上記火花点火運転から上記移行運転への移行時期、若しくは、上記移行運転から上記噴射着火運転への移行時期であると判定することができる。

尚、上記火花点火運転から上記移行運転への切替えは、火花点火運転において６００程度であった排ガスＥの温度が副燃料ＳＦの自己着火燃焼が開始された場合に４５０程度と大幅に低下することを利用して、排ガスＥの温度が４５０よりも若干大きい閾値以下になったときに行うことが好ましい。

10

#### 【００４８】

また、起動運転時においてエンジン１００の暖機が進行し、燃焼室１において混合気ＭＧが安定して着火されるようになると、エンジン回転数やエンジン出力が安定状態となる。

そこで、移行時期判定手段４３は、エンジン出力又はクランク角センサ１６の検出結果から認識されるエンジン回転数を監視し、それらの分散が所定閾値以下となった場合に、エンジン１００の暖機が進行したと認識して、火花点火運転から移行運転を介して噴射着火運転への移行時期であると判定しても構わない。

#### 【００４９】

〔別実施形態〕

20

（１）上記実施の形態では、火花点火運転で作動させる点火プラグ３０を２個設けたが、別に、３個以上の点火プラグを設け火花点火運転において作動させても構わない。

また、火花点火運転において３個以上の点火プラグを作動させる場合には、部分点火運転において作動させる点火プラグの数を１個又は複数個づつ段階的減少させる形態で作動させることができる。

#### 【００５０】

（２）上記実施の形態では、火花点火運転と噴射着火運転との間の移行時に、部分点火運転と予熱噴射着火運転の両方を行うように構成したが、別に、一方のみを行うように構成しても構わない。また、予熱噴射着火運転を行わない場合には、予熱プラグ３２を省略することができるが、更に、火花点火運転で作動せる点火プラグ３０の数を１個としても構わない。

30

#### 【００５１】

（３）上記実施の形態では、燃料噴射弁２５を燃焼室１の中央部に配置された副室２１に配置し、更に、点火プラグ３０を燃焼室１としての主室１１の中央部を中心に対称配置したが、上記燃料噴射弁２５及び点火プラグ３０の配置は適宜改変可能である。

#### 【００５２】

（４）上記実施の形態では、火花点火運転と移行運転と噴射着火運転との移行時期を、排ガスＥの温度や酸素濃度を用いて判定する移行時期判定手段４３を設けたが、別に、火花点火運転と移行運転と噴射着火運転との夫々の運転時間を予め決定しておき、その運転時間が経過することにより、上記移行時期を判定しても構わない。

40

#### 【００５３】

（５）上記実施の形態では、燃焼室１として主室１１及び副室２１を設けたが、別に、副室２１を設けることなく、主室１１のみで燃焼室１を構成しても構わない。

#### 【００５４】

（６）上記実施の形態では、主燃料ＭＦとして天然ガスを、副燃料ＳＦとして軽油や灯油を用いたが、別に、主燃料ＭＦ及び副燃料ＳＦは適宜改変可能である。尚、特に、副燃料ＳＦについては、燃焼室１に高圧状態で噴射して自己着火させるので、着火性に優れた液体燃料を利用することが好ましい。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【００５５】

50

【図 1】エンジンの燃焼室部分の側断面及び概略構成を示す図

【図 2】エンジンの燃焼室部分の側断面図

【図 3】エンジンの燃焼室部分の平断面図

【符号の説明】

【 0 0 5 6 】

1 : 燃焼室

1 1 : 主室 ( 燃焼室 )

1 5 : スロットルバルブ

1 6 : クランク角センサ

2 1 : 副室 ( 燃焼室 )

2 2 : 連通孔

2 5 : 燃料噴射弁

3 0 : 点火プラグ

3 2 : 予熱プラグ

3 4 : 温度センサ ( 排ガス状態検出手段 )

3 5 : 酸素濃度センサ ( 排ガス状態検出手段 )

3 6 : エンジン負荷

4 0 : エンジン・コントロール・ユニット ( E C U )

4 1 : エンジン回転数設定手段

4 2 : 運転制御手段

4 3 : 移行時期判定手段

5 0 : 副燃料供給手段

1 0 0 : エンジン

M F : 主燃料

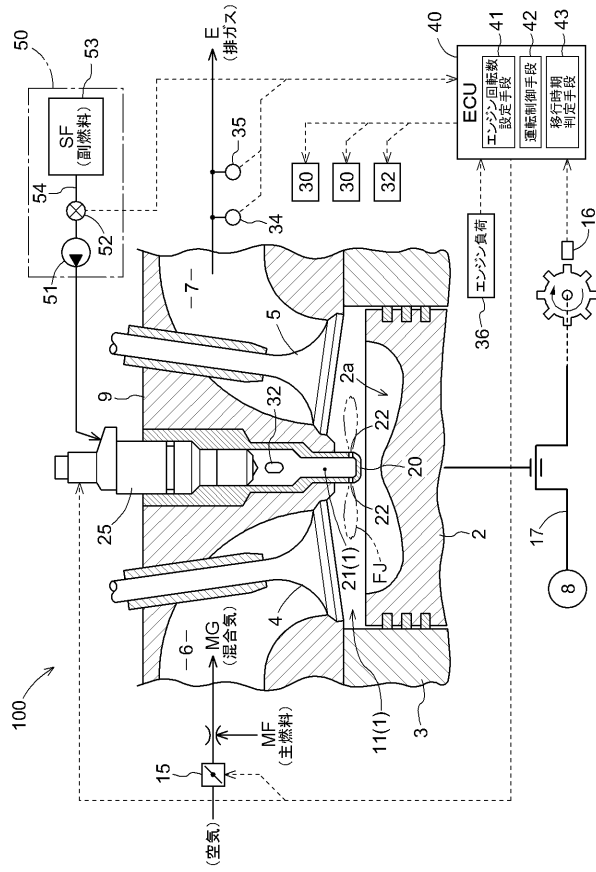
S F : 副燃料

M G : 混合気

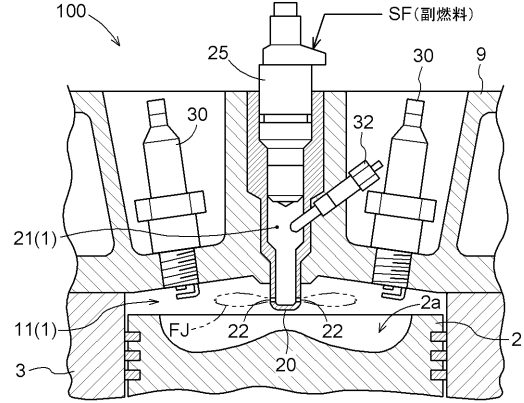
10

20

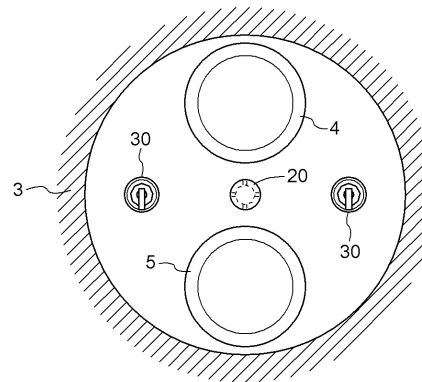
【図 1】



【図 2】



【図 3】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード(参考)
F 0 2 B 19/14	F 0 2 B 19/12	D
F 0 2 B 23/08	F 0 2 B 19/12	E
F 0 2 B 43/00	F 0 2 B 19/14	D
F 0 2 D 19/02	F 0 2 B 23/08	M
F 0 2 D 19/10	F 0 2 B 43/00	A
F 0 2 D 41/02	F 0 2 D 19/02	D
F 0 2 D 43/00	F 0 2 D 19/10	
F 0 2 D 45/00	F 0 2 D 41/02	3 3 0 K
F 0 2 M 21/02	F 0 2 D 43/00	3 0 1 A
	F 0 2 D 43/00	3 0 1 C
	F 0 2 D 43/00	3 0 1 G
	F 0 2 D 45/00	3 1 2 H
	F 0 2 M 21/02	L
	F 0 2 M 21/02	N
	F 0 2 M 21/02	3 0 1 R

(72)発明者 藤若 貴生  
大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内

(72)発明者 伊藤 好晴  
愛知県名古屋市熱田区桜田町19番18号 東邦瓦斯株式会社内

(72)発明者 高橋 義博  
愛知県名古屋市熱田区桜田町19番18号 東邦瓦斯株式会社内

(72)発明者 今道 晃  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 遠藤 浩之  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

F ターム(参考) 3G019 AA01 AA02 AB01 AB03 AB06 AC01 AC03 BB13 BB14 DB07  
DC02 GA00 GA01 GA12 KA12  
3G023 AA05 AA06 AA08 AA18 AB02 AB06 AB09 AC03 AC05 AC07  
AC08 AD02 AD21 AD28  
3G092 AA07 AB03 AB08 BB20 DE03S EA11 FA31 GA01 HB05X  
3G301 HA05 HA22 HA24 JA22 JA23 KA01 KA05 KA06 LB11 LB13  
MA11 MA16 MA28 PB03A PB03Z PB05A PB08A PD02Z PD11Z  
3G384 AA02 AA14 AA16 BA13 BA15 BA18 BA24 BA25 BA29 CA01  
CA03 CA04 CA11 CA27 DA38 DA54 DA55 FA14Z FA40Z FA45Z