

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6471041号
(P6471041)

(45) 発行日 平成31年2月13日(2019.2.13)

(24) 登録日 平成31年1月25日(2019.1.25)

| | | | | | |
|-------------------------|------------------|------------|-----|--|---|
| (51) Int.Cl. | F I | | | | |
| FO2D 19/08 | (2006.01) | FO2D 19/08 | | | C |
| FO2D 41/34 | (2006.01) | FO2D 41/34 | | | C |
| FO2D 41/02 | (2006.01) | FO2D 41/34 | | | H |
| FO2B 43/00 | (2006.01) | FO2D 41/02 | 335 | | |
| FO2M 21/02 | (2006.01) | FO2B 43/00 | | | A |
| 請求項の数 8 (全 12 頁) 最終頁に続く | | | | | |

(21) 出願番号 特願2015-108068 (P2015-108068)
 (22) 出願日 平成27年5月28日(2015.5.28)
 (65) 公開番号 特開2016-223313 (P2016-223313A)
 (43) 公開日 平成28年12月28日(2016.12.28)
 審査請求日 平成30年4月3日(2018.4.3)

(73) 特許権者 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (72) 発明者 助川 義寛
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 株式会社日立製作所
 内
 審査官 田村 佳孝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 火花点火機関の噴射制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液体燃料を噴射する第1のインジェクタと、ガス燃料を噴射する第2のインジェクタとを備える火花点火機関の噴射制御を行う噴射制御装置において、前記第1のインジェクタもしくは前記第2のインジェクタが点火用の噴射を行い、前記点火用の噴射に先行して、前記第1のインジェクタもしくは前記第2のインジェクタもしくは、前記第1のインジェクタと前記第2のインジェクタが主燃焼用の噴射を行うように構成され、前記主燃焼用の噴射による燃料中の液体燃料比率が高くなるに伴って、点火プラグ周りの当量比を高くすることを特徴とする火花点火機関の噴射制御装置。

【請求項2】

点火プラグ周りの当量比を高くする手段が、前記点火用の噴射の噴射量を増やすことを特徴とした請求項1に記載の火花点火機関の噴射制御装置。

【請求項3】

点火プラグ周りの当量比を高くする手段が、前記点火用の噴射の噴射タイミングを遅角化することを特徴とした請求項1に記載の火花点火機関の噴射制御装置。

【請求項4】

点火プラグ周りの当量比を高くする手段が、前記点火用の噴射の噴射量を増やすことと、前記点火用の噴射の噴射タイミングを遅角化することを特徴とした請求項1に記載の火花点火機関の噴射制御装置。

【請求項5】

液体燃料を噴射する第1のインジェクタが筒内直接噴射式であり、ガス燃料を噴射する第2のインジェクタがポート噴射式であり、第1のインジェクタにより点火用の噴射を行うことを特徴とする請求項1から請求項4に記載の火花点火機関の噴射制御装置。

【請求項6】

ガス燃料を噴射する第1のインジェクタが筒内直接噴射式であり、液体燃料を噴射する第2のインジェクタがポート噴射式であり、第1のインジェクタにより点火用の噴射を行うことを特徴とする請求項1から請求項4に記載の火花点火機関の噴射制御装置。

【請求項7】

液体燃料を噴射する第1のインジェクタとガス燃料を噴射する第2のインジェクタが共に筒内直接噴射式であり、前記インジェクタのうち点火プラグに近く配置されたインジェクタにより点火用の噴射を行うことを特徴とする請求項1から請求項4に記載の火花点火機関の噴射制御装置。

10

【請求項8】

液体燃料を噴射する第1のインジェクタとガス燃料を噴射する第2のインジェクタが共にポート噴射式であり、前記第1のインジェクタからは吸気バルブを指向した複数の噴霧を噴射し、前記第2のインジェクタからは燃焼室の中央を指向したガス燃料を噴射し、前記第2のインジェクタにより点火用の噴射を行うことを特徴とする請求項1から請求項4に記載の火花点火機関の噴射制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、火花点火機関の燃料噴射制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

液体燃料と気体燃料を筒内で混合して燃焼させる火花点火機関が広く知られており、例えば特開平07-063076号公報(特許文献1)などが開示されている。このように2種類の燃料を混ぜて燃焼させるエンジンはデュアルフューエルエンジンと呼ばれる。

【0003】

火花点火機関では燃料と空気の混合比を空気過剰にする所謂リーンバーンや排ガス再循環、所謂EGRの導入によって燃費が向上できる。しかしリーンバーンやEGR燃焼では、空気や排ガスで希釈された混合気への着火性が低下するため、燃焼が不安定になる虞がある。この課題に対して、例えば前記公報においては、吸入行程で吸入空気中に圧縮天然ガス(CNG)を供給するキャブレターを設けるとともに、点火前にピストン上面上の点火プラグに対向する部分に向けて点火用の液体燃料を噴射する液体燃料噴射手段を設け、点火時に点火プラグの周囲に十分にリッチな混合気を形成して強い火種を形成するようにした。これによって強い火種で燃焼伝播が円滑に行われ、燃料リーンな混合気であっても安定した燃焼が行われるようにした。

30

【0004】

一般に、デュアルフューエルエンジンでは、2つの燃料の比率は種々に選択できる。すると、点火プラグの周囲に形成する混合気の燃料成分は種々に変化するため、火花点火によって円滑な燃焼を行うには、点火プラグ周囲の燃料成分に応じて最適な混合気を形成する必要がある。しかし、従来の技術において、このような混合気形成については考慮されていなかった。

40

【0005】

そこで本発明では、デュアルフューエルエンジンにおいて2つの燃料の比率が種々に変化する場合にも、リーンバーンやEGR燃焼を良好に行うことが可能な火花点火機関の噴射制御装置を提供することを目的とする。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

50

上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。即ち、本発明は、液体燃料を噴射する第1のインジェクタと、ガス燃料を噴射する第2のインジェクタとを備える火花点火機関の噴射制御を行う噴射制御装置において、前記第1のインジェクタもしくは前記第2のインジェクタが点火用の噴射を行い、前記点火用の噴射に先行して、前記第1のインジェクタもしくは前記第2のインジェクタもしくは、前記第1のインジェクタと前記第2のインジェクタが主燃焼用の噴射を行うように構成され、前記主燃焼用の噴射による燃料中の液体燃料比率が高くなるに伴って、点火プラグ周りの当量比を高くすることを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

10

本発明によれば、デュアルフューエルエンジンにおいて2つの燃料の比率が種々に変化する場合にも、リーンバーンやEGR燃焼を良好に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施形態に係るエンジンシステムを示す図である。

【図2】エンジンの運転マップである。

【図3】リーンバーン運転時の燃料噴射タイミングチャートである。

【図4】本実施形態における主燃焼用噴射のガソリン比率に対する点火アシスト用噴射量の設定例である。

【図5】点火タイミングにおける筒内混合気の形態である。

20

【図6】主燃焼用混合気のガソリン比率に対する、点火アシスト用混合気のガソリン比率を示した図である。

【図7】天然ガスとガソリンの最小点火エネルギーの当量比依存性を示した図である。

【図8】液体燃料の比率に対する最適當量比の変化を示した図である。

【図9】リーンバーン運転時の燃料噴射タイミングチャートであり、点火アシスト用噴射のタイミングを変えた例を示した図である。

【図10】点火アシスト用噴射の噴射量と噴射タイミングの双方を主燃焼用噴射におけるガソリン噴射量の比率に応じて変更した例を示した図である。

【図11】本発明の一実施形態に係るエンジン構成を示した図であり、ガソリン用の燃料噴射弁をポート噴射式、天然ガス用の燃料噴射弁を筒内直接噴射式としたエンジン構成を示す図である。

30

【図12】本発明の一実施形態に係るエンジン構成を示した図であり、ガソリン用の燃料噴射弁と天然ガス用の燃料噴射弁を筒内直接噴射式としたエンジン構成を示す図である。

【図13】本発明の一実施形態に係るエンジン構成を示した図であり、ガソリン用の燃料噴射弁と天然ガス用の燃料噴射弁を筒内直接噴射式としたエンジン構成を示す図である。

【図14】本発明の一実施形態に係るエンジン構成を示した図であり、ガソリン用の燃料噴射弁と天然ガス用の燃料噴射弁をポート噴射式としたエンジンの平面図である。

【図15】本発明の一実施形態に係るエンジン構成を示した図であり、ガソリン用の燃料噴射弁と天然ガス用の燃料噴射弁をポート噴射式としたエンジンの縦断面図である。

【図16】本実施形態におけるリーンバーン時の燃料噴射タイミングチャートである。

40

【図17】点火タイミングにおける筒内混合気の形態である。

【図18】本発明の一実施形態に係るエンジン構成を示した図であり、ガソリン用の燃料噴射弁と天然ガス用の燃料噴射弁をポート噴射式としたエンジンの平面図である。

【図19】主燃焼用混合気のガソリン比率と点火アシスト用混合気中の燃料に占めるガソリン比率との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、実施例を図面を用いて説明する。

【実施例】

【0010】

50

本発明の一実施形態によるエンジンシステム、エンジン構成を図1を用いて説明する。

【0011】

図1は、エンジン構成の概略を示す。本実施例の4サイクルエンジンは、エンジンヘッド1、シリンダブロック2、ピストン3、吸気弁7、排気弁8によって燃焼室10が形成されている。ガソリン用の燃料噴射弁100がシリンダブロック2に設けられ、その噴射ノズルは燃焼室10に貫通しており、所謂、筒内直接噴射式エンジンを構成している。また吸気ポート11には天然ガス用の燃料噴射弁101が設けられている。このようにガソリンを筒内直接噴射で供給することで、ガソリン酸化による燃焼室内の混合気冷却が可能となり、高負荷運転時のノッキング抑制や高出力化の利点がある。また一般にガス燃料は噴射貫徹力が弱い空気と混合することが難しい。しかし、天然ガスをポート噴射により供給することで混合距離、混合時間を長くできるため空気と天然ガスとの混合が良好になる利点がある。

10

【0012】

ピストン3はコンロッド17を介してクランク軸18と連結されており、クランク軸18にはクランク角度とエンジン回転数を検出可能なクランク角センサ19が設置されている。シリンダブロック2には冷却水の温度を検出する水温センサ20が設置されている。

【0013】

吸気管5には吸入する空気量を調節可能な絞り弁23が設けられており、その上流には吸入する空気量を検出可能なエアフローセンサ(図示しない)が設けられている。

【0014】

排気管6には三元触媒14を備えており、その上流側には空燃比センサ15を、下流にはO₂センサ16が設けられている。

20

【0015】

アクセルペダル21には運転者の踏み込み量を検出するアクセル開度センサ22を備えている。

【0016】

ガソリンタンク25内に充填されたガソリンは、高圧燃料ポンプ27によって約5~30MPaに加圧され、ガソリン用燃料噴射弁100に送られる。

【0017】

また圧縮天然ガス(CNG)タンク28に約20MPaの圧力で充填された天然ガスは、レギュレータ29によって300kPa程度に減圧され天然ガス用燃料噴射弁101に送られる。

30

【0018】

ECU120は、設定されたプログラムに従って演算処理を実行する中央処理装置(CPU)30、制御プログラムや演算に必要なデータを記憶しているリードオンリーメモリ(ROM)31、演算結果を一時的に格納するためのランダムアクセスメモリ(RAM)32と、各センサからの信号を受信する入力回路33、演算結果から各装置に信号を送信する出力回路34等で構成されている。ECU120は、アクセル開度センサ22、冷却水温センサ20、空燃比センサ15、O₂センサ16など、各センサの検出値を基に、ガソリン用燃料噴射弁100および天然ガス用燃料噴射弁101の噴射タイミング、噴射期間、点火プラグ4の点火タイミング、スロットル弁23の開度等を決定し、これら各装置に制御信号を送信し、エンジンを所定の運転条件に設定する。

40

【0019】

ガソリン用燃料噴射弁100は駆動回路121によって駆動される。より具体的には、ECU120から駆動回路121に噴射指令値123が送られ、駆動回路121ではガソリン用燃料噴射弁100を噴射指令値123に対応したタイミング及び期間、開弁可能な駆動電流をガソリン用燃料噴射弁100に出力する。

【0020】

また、天然ガス用燃料噴射弁101は駆動回路122によって駆動される。より具体的には、ECU120から駆動回路122に噴射指令値124が送られ、駆動回路122で

50

は天然ガス用燃料噴射弁 101 を噴射指令値 124 に対応したタイミング及び期間、開弁可能な駆動電流を天然ガス用燃料噴射弁 101 に出力する。

【0021】

次に図2を用いて、本実施例における火花点火機関の運転モードについて説明する。

【0022】

図2は、本実施例における火花点火機関の運転マップを示す図である。エンジン回転数とエンジントルクが所定より低い場合は、筒内混合気の当量比が1よりも小さい、所謂リーンバーンモードで運転する。また、それ以外のエンジン回転数、エンジントルク領域では、筒内混合気の当量比を1とした、所謂ストイキ燃焼を実行する。

【0023】

一般に火花点火機関では、エンジン負荷が小さい場合には、スロットル弁の絞りによるポンプロスによって燃費が悪化するが、前記のように低負荷領域をリーンバーンモードで運転することによって、スロットル開度を大きくしてポンプ損失を低減することができる。

【0024】

次に図3を用いて、本実施例における火花点火機関の燃料噴射方法について説明する。

【0025】

図3は、本実施例における火花点火機関のリーンバーン運転時の燃料噴射タイミングを示したチャートである。図3では一定負荷運転における(a)から(d)までの4つの噴射パターンの例を示している。本実施例では、排気行程から吸気行程において、天然ガスまたはガソリン、または天然ガスとガソリンがそれぞれの燃料噴射弁から供給され、圧縮行程においてガソリン用燃料噴射弁からガソリンが噴射された後、点火プラグによる点火が実行される。

【0026】

以降、排気行程から吸気行程における噴射を主燃焼用噴射、圧縮行程における点火前の噴射を点火アシスト用噴射と定義する。点火アシスト用噴射の量は、1行程内に噴射される全燃料量に対して、例えば10~20%程度である。(a)から(b)の噴射パターンで示されるように、主燃焼用噴射では天然ガスとガソリンの噴射量比率が種々に設定される。この天然ガスとガソリンの噴射量比率は、例えば、機関の燃料消費量やエミッション排出量が最小になるよう、機関の負荷などに応じて最適値が予め決められている。そして

【0027】

一方、点火アシスト用噴射に関しては、図4に示されるように、主燃焼用噴射におけるガソリン噴射量の比率が高くなるほど点火アシスト用噴射の量が多くなるように、ECUによってガソリン用燃料噴射弁の噴射期間が設定される。

【0028】

本実施例の点火タイミングにおける筒内混合気の形態を図5に示す。主燃焼用噴射によって筒内の広い範囲に主燃焼用混合気が形成され、点火アシスト用噴射によって点火プラグ4の電極周りに点火アシスト用混合気が形成される。点火アシスト用混合気は主燃焼用混合気に点火アシスト用噴射の燃料が混合して形成される。従って、点火アシスト用混合気の当量比 i は、主燃焼用混合気の当量比 m よりも高くなる。点火プラグ周りの当量比の高い混合気に点火することで、主燃焼用混合気が燃料希薄な混合気 ($m < 1$) であっても、速やかな火炎伝播が行われ安定な燃焼を行うことができる。

【0029】

図6は、主燃焼用混合気のガソリン比率(主燃焼用混合気中の全燃料に対するガソリンの質量比率)に対する、点火アシスト用混合気のガソリン比率(点火アシスト用混合気中の全燃料に対するガソリンの質量比率)を示した図である。点火アシスト用混合気は、主燃焼用混合気に全噴射量の10~20%程度のガソリンが加わり形成されるため、主燃焼用混合気に対してややガソリン比率が高くなる。しかし、図6に示されるように主燃焼用

10

20

30

40

50

混合気のカソリン比率の増加に対して、点火アシスト用混合気のカソリン比率は単調に増加する。

【0030】

図7には、天然ガス-空気混合気とカソリン-空気混合気における最小点火エネルギーの当量比依存性を示している。最小点火エネルギーは、混合気を例えば点火プラグによって点火させるための必要最小エネルギー量であり、最小点火エネルギーが小さいほど点火しやすいことを示す。図7に示されるように、最小点火エネルギーは当量比によって大きく変化し、最小点火エネルギーが最小となる当量比（以下、最適當量比と記載する）が存在する。天然ガスやプロパンなどガス燃料の最適當量比 g は、カソリンやアルコールなどの液体燃料の最適當量比 l に対して小さくなることが知られている。例えば、天然ガスの最適當量比は0.9、カソリンの最適當量比は1.8程度である。

10

【0031】

従って、ガス燃料と液体燃料が混ざった混合気においては、図8に示されるように燃料全体に占める液体燃料の比率増加に伴い、最適當量比は g から l に向かって上昇する。

【0032】

本実施例では、図4に示したように、主燃焼用噴射におけるカソリン噴射量の比率が高くなるほど点火アシスト用噴射の量が多くなるように、ECUによってカソリン用燃料噴射弁の噴射期間が設定される。これによって、図19に示すように、点火アシスト用混合気中の燃料に占めるカソリン比率が高くなるほど、点火プラグ周りの当量比が高くなる。

20

【0033】

前述したように、ガス燃料、液体燃料、空気から成る混合気では、燃料中の液体燃料比率が高いほど、最適當量比、即ち火花点火で点火しやすい当量比は高くなる（図8）。従って、主燃焼用噴射におけるカソリン噴射量の比率が高くなるほど点火アシスト用噴射の量が多くなるようにカソリン用燃料噴射弁の噴射期間を設定することで、点火プラグ周りに着火しやすい当量比の混合気が形成され、容易に混合気に着火できるようになる。点火プラグで着火された高温の初期火炎はその周囲の主燃焼用混合気に大きな熱エネルギーを与えるため、主燃焼用混合気がリーンであっても速やかな火炎伝播が行われる。これによって安定性の高いリーンバーン運転を行うことができる。また大量にEGRを導入する場合においても、上記と同様に噴射制御を行うことで、液体燃料とガス燃料の比率に応じて点火しやすい濃度の混合気が点火プラグ周りに形成され、安定性の高いEGR運転を行うことができる。リーンバーンやEGR燃焼が安定化することでリーン限界やEGR限界を伸ばすことができるので、燃費やエミッションを低減することができる。

30

【0034】

上記実施例では、点火アシスト用噴射量を変えることによって、点火アシスト用混合気の当量比を制御する例を示したが、点火アシスト用噴射のタイミングを変えることでも同様の効果を得ることができる。

【0035】

図9には点火アシスト用噴射のタイミングを変えた実施例を示す。エンジンの構成は前記実施例と同様である。本実施例では、主燃焼用噴射におけるカソリン噴射量の比率が大きくなるに伴い、点火アシスト用噴射のタイミングを遅角化する。噴射を遅角化することにより、噴射から点火までの時間が短縮されるため、点火アシスト用に噴射された燃料の分散が小さくなり、点火アシスト用混合気の当量比は高くなる。その結果、液体燃料とガス燃料の比率に応じて点火しやすい濃度の混合気が点火プラグ周りに形成され、安定性の高いリーンバーン運転やEGR運転を行うことができる。

40

【0036】

このように噴射タイミングを変えることで点火アシスト用混合気の当量比を制御するようになると、液体燃料とガス燃料の比率変化に対して点火アシスト用噴射の量を一定となり、エンジンの制御が容易となる利点がある。即ち点火アシスト用噴射の量が変わると、その噴射量の変化によるエンジントルク変動分を考慮して、主燃焼用の噴射量を補正する

50

必要がある。しかし噴射タイミングで点火アシスト用混合気の当量比を制御すると、点火アシスト用噴射量は変化しないので主燃焼用の噴射量を補正する必要がなくなる。

【 0 0 3 7 】

更に、図 1 0 に示すように、点火アシスト用噴射の噴射量と噴射タイミングの双方を主燃焼用噴射におけるガソリン噴射量の比率に応じて変更してもよい。例えば、点火アシスト用噴射の量が多いと点火までの燃料気化が不十分になる虞がある。また点火アシスト用噴射のタイミングが遅いと、燃料がピストンに付着する虞がある。これらは、エンジンのエミッションや燃費を悪化させる原因となる。しかし、図 1 0 に示すように、点火アシスト用噴射の噴射量と噴射タイミングの双方を制御することで、噴射量、噴射タイミングの変化量をそれぞれ小さく抑えることができ、燃料気化の不足やピストンへの燃料付着の課題を軽減し、エンジンのエミッションや燃費の悪化を抑制できる。

10

【 0 0 3 8 】

これまでに示した実施例では、天然ガスをポート噴射で供給し、ガソリンを筒内直接噴射で供給するエンジン構成における例を示したが、本発明における燃料の供給方法はこれに限定するものではない。

【 0 0 3 9 】

例えば、図 1 1 に示すように、ガソリン用の燃料噴射弁 1 0 0 をポート噴射式、天然ガス用の燃料噴射弁 1 0 1 を筒内直接噴射式になるように取りつけてもよい。このような構成のエンジンにおいては、主燃焼用噴射は、ガソリン用の燃料噴射弁 1 0 0 と天然ガス用の燃料噴射弁 1 0 1 のそれぞれ、もしくは両方で行い、点火アシスト用噴射は天然ガス用の燃料噴射弁 1 0 1 で実施する。これにより点火アシスト用として噴射された天然ガスと主燃焼用混合気が混合し、点火プラグの周りに燃料リッチな点火アシスト用混合気が形成される。

20

【 0 0 4 0 】

天然ガスを筒内直接噴射で供給すると、ガス燃料は燃焼室壁面に付着しないので、燃料の壁面付着による煤や未燃炭化水素の排出が無くなる。またガソリンをポートから噴射することで、燃料の噴射圧を例えば 3 0 0 k P a 程度に低くすることができるので、ガソリンを加圧するための高圧燃料ポンプが不要となり、ポンプ駆動損失による燃費悪化が無くなる、コストが安くなるなどの利点がある。

【 0 0 4 1 】

このようなエンジン構成において、前記実施例と同様に、主燃焼用噴射におけるガソリン噴射量の比率が高くなるほど、点火アシスト用天然ガス噴射の量が多くなるように、もしくは点火アシスト用天然ガスの噴射タイミングが遅くなるように天然ガス用の燃料噴射弁を制御する。その結果、液体燃料とガス燃料の比率に応じて点火しやすい濃度の混合気が点火プラグ周りに形成され、安定性の高いリーンバーン運転や E G R 運転を行うことができる。

30

【 0 0 4 2 】

更に、図 1 2 もしくは図 1 3 に示すように、ガソリン用の燃料噴射弁 1 0 0 及び天然ガス用の燃料噴射弁 1 0 1 の両方を筒内直接噴射式になるように取りつけてもよい。このような構成の場合、点火プラグ 4 に近い方の燃料噴射弁を用いて点火アシスト用の燃料を噴射すると、点火プラグ周りに燃料リッチな点火アシスト用混合気を作り易い。例えば、図 1 2 に示すエンジン構成においては天然ガス用燃料噴射弁 1 0 1 を用いて点火アシスト用の燃料を噴射するのが良い。また図 1 3 に示すエンジン構成においてはガソリン用燃料噴射弁 1 0 0 を用いて点火アシスト用の燃料を噴射するのが良い。

40

【 0 0 4 3 】

このようにガソリン用の燃料噴射弁と天然ガス用の燃料噴射弁の両方を筒内直接噴射とすると、筒内の混合気の分布を種々に変えて燃焼状態を制御することが可能となる。

【 0 0 4 4 】

さらに、図 1 4 及び図 1 5 に示すように、ガソリン用の燃料噴射弁と天然ガス用の燃料噴射弁の両方をポート噴射式にしても良い。図 1 4 はガソリン用の燃料噴射弁と天然ガス

50

用の燃料噴射弁の両方をポート噴射式に構成したエンジンの平面図、図15はそのエンジンの縦断面図を示す。本実施例のエンジンでは、吸気ポートの下流側に天然ガス用の燃料噴射弁101、吸気ポートの上流側にガソリン用の燃料噴射弁100が設けられている。2つの燃料噴射弁は吸気ポートの軸方向に向かって直列に配置されている。天然ガス用燃料噴射弁101からは天然ガスが単一のコーン形状で噴射される。そしてそのコーンの中心がエンジン気筒の中心を指向するように天然ガス用燃料噴射弁101の噴射方向が決められている。一方、ガソリン用燃料噴射弁100からはガソリン噴霧が2つの分離したコーン形状で噴射される。そして、それぞれのコーン形状噴霧の中心が概ね吸気バルブ7の中心を指向するようにガソリン用燃料噴射弁100の噴射方向が決められている。このような燃料噴射弁の配置及び噴射燃料の形態を有するエンジンにおいて、リーンバーン運転時に図16に示すような燃料噴射制御を行う。即ち排気行程において、主燃焼用噴射が天然ガス用燃料噴射弁101、もしくはガソリン用燃料噴射弁100、もしくは双方によって行われる。引き続き点火アシスト用噴射が吸気行程において天然ガス用燃料噴射弁101によって行われる。そして圧縮行程の後期に点火プラグによって混合気への点火が行われる。

10

【0045】

このようにして形成された筒内混合気の形態を図17に示す。排気行程に噴射されたガソリン及び天然ガスは燃焼室内に広く分散し、主燃焼用混合気を形成する。一方、吸気行程に噴射された天然ガスは燃焼室の中心断面付近に留まり、燃焼室の中心断面付近の主燃焼用混合気と混合して、点火プラグ4の周りに点火アシスト用混合気が形成される。点火アシスト用混合気の当量比 i は主燃焼用混合気の当量比 m よりも高くなる。

20

【0046】

点火アシスト用混合気の当量比は、点火アシスト用の噴射量を増やすことで高くできる。また点火アシスト用の噴射タイミングを吸気行程内で遅角化すると、点火アシスト用に噴射された天然ガスの燃焼室内での分散が抑えられるので、点火アシスト用混合気の当量比を高くすることができる。そこで、本実施例においては、主燃焼用噴射におけるガソリン噴射量の比率が高くなるほど、点火アシスト用天然ガス噴射の量が多くなるように、もしくは点火アシスト用天然ガスの噴射タイミングが遅くなるように天然ガス用の燃料噴射弁を制御する。その結果、液体燃料とガス燃料の比率に応じて点火しやすい濃度の混合気が点火プラグ周りに形成され、安定性の高いリーンバーン運転やEGR運転を行うことができる。

30

【0047】

なお、図14及び図15に示す実施例において、ガソリン用燃料噴射弁100と天然ガス用燃料噴射弁の配置は入れ替わっても良い。即ち図18に示すように、吸気ポート下流側にガソリン用燃料噴射弁100、吸気ポート上流側に天然ガス用燃料噴射弁101を配置しても同様の効果を得ることができる。

【0048】

ガソリン用燃料噴射弁と天然ガス用燃料噴射弁の双方をポート噴射にすることによって、ガソリン加圧用の高圧燃料ポンプが不要となりコストが安くなる、高圧ポンプによる燃費損失が無くなるなどの利点がある。またデュアルフェューエルでは、片方の燃料噴射弁からの噴射を長期間停止する場合があるため、筒内直接噴射の場合には燃料噴射弁が高温となり燃料の変質によりコーキングが発生する場合がある。しかし双方の燃料噴射弁をポート噴射にすることによって、この課題を回避できる。

40

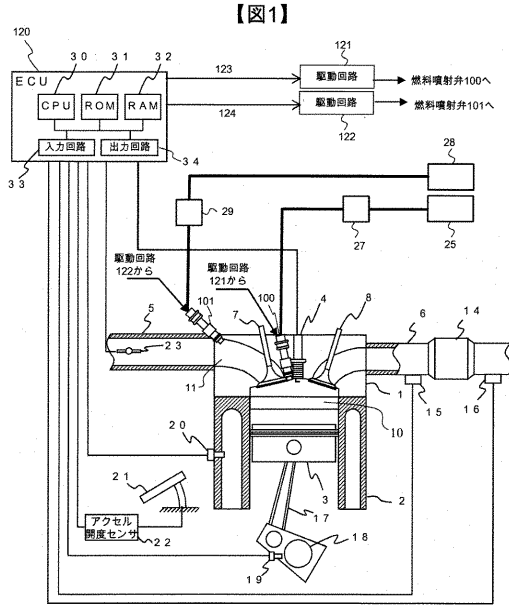
【符号の説明】

【0049】

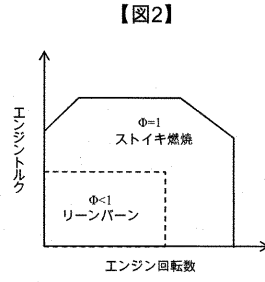
1...シリンダヘッド、2...エンジンブロック、4...点火プラグ、5...吸気管、6...排気管、7...吸気バルブ、8...排気バルブ、10...燃焼室、11...吸気ポート、24...スロットル弁、25...ガソリントank、27...高圧燃料ポンプ、28...CNGタンク、29...レギュレータ、100...ガソリン用燃料噴射弁、101...天然ガス用燃料噴射弁、120...ECU、121...ガソリン燃料噴射弁用駆動回路、122...天然ガス燃料噴射弁用駆動回路

50

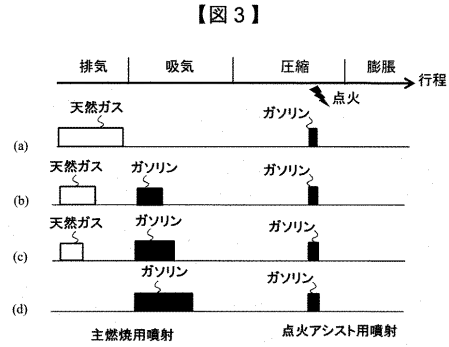
【図1】



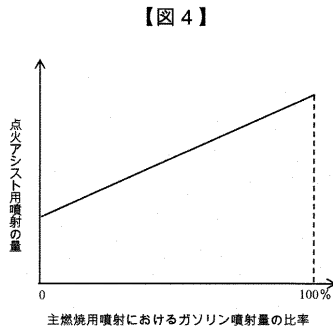
【図2】



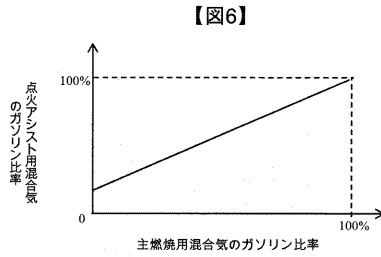
【図3】



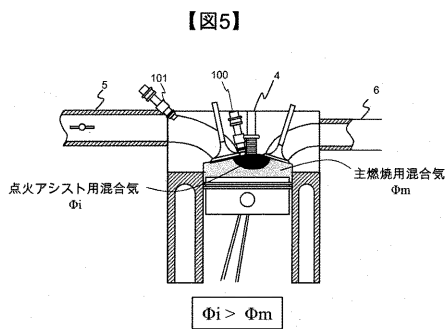
【図4】



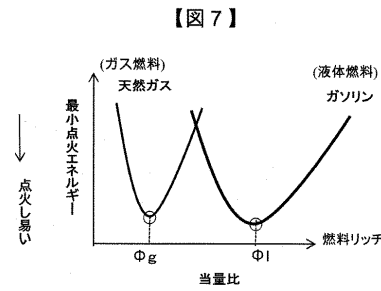
【図6】



【図5】

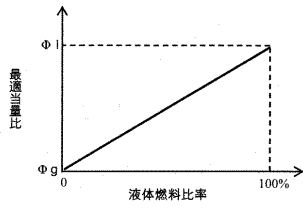


【図7】



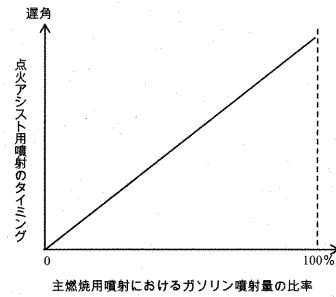
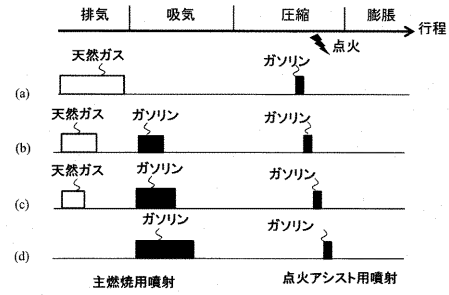
【図8】

【図8】



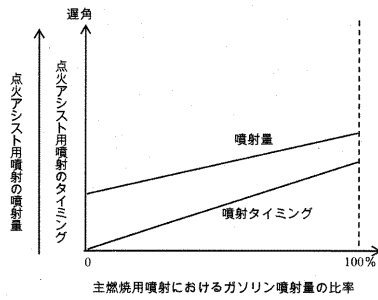
【図9】

【図9】



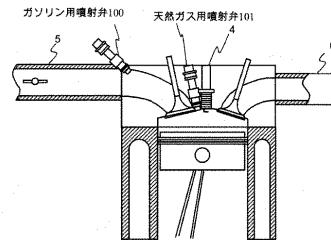
【図10】

【図10】



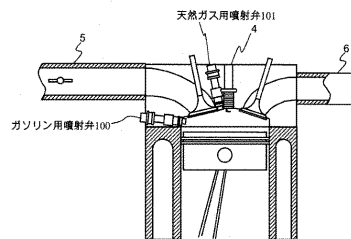
【図11】

【図11】



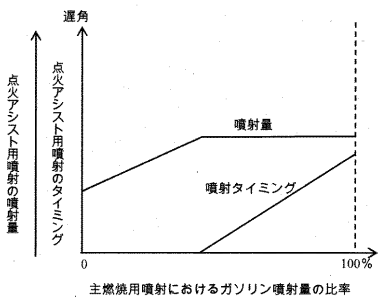
【図12】

【図12】



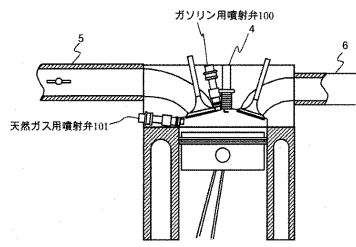
【図10】

【図10】



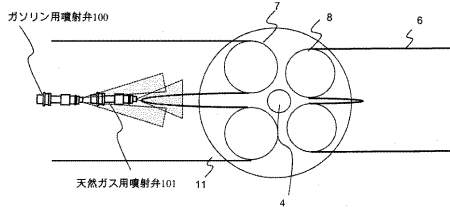
【図13】

【図13】



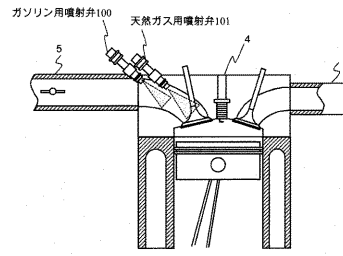
【図14】

【図14】



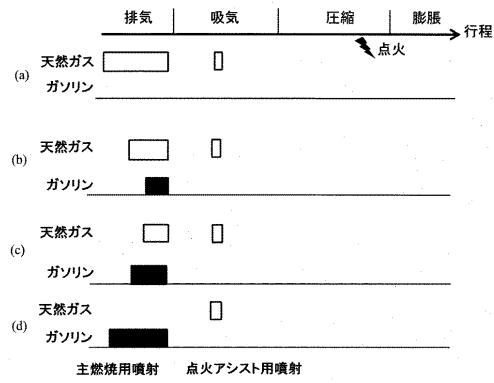
【図15】

【図15】



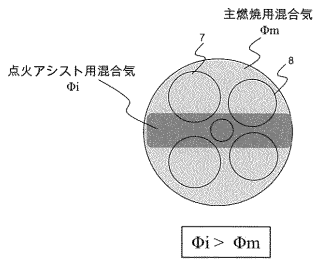
【図16】

【図16】



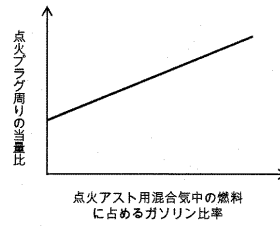
【図17】

【図17】



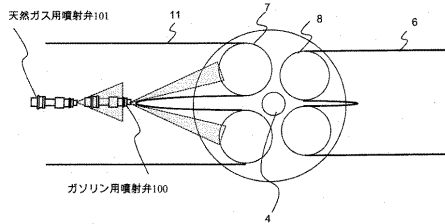
【図19】

【図19】



【図18】

【図18】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 M 21/02 L
F 0 2 M 21/02 Z
F 0 2 M 21/02 3 0 1 J

(56)参考文献 特開2013-234652(JP,A)
特開2007-24009(JP,A)
特開2004-76668(JP,A)
特開平7-63076(JP,A)
特開2005-337073(JP,A)
特開2011-153543(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 D 1 3 / 0 0 - 2 8 / 0 0
F 0 2 D 4 1 / 0 0 - 4 5 / 0 0
F 0 2 B 4 3 / 0 0 - 4 5 / 1 0
F 0 2 M 2 1 / 0 0 - 2 1 / 1 2