(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2017-2845
(P2017-2845A)
(43)公開日　平成29年1月5日(2017.1.5)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F02D 45/00	(2006.01)	F02D	45/00	364K	3G301
F02D 41/22	(2006.01)	F02D	45/00	364N	3G384
G01N 33/22	(2006.01)	F02D	45/00	368S	
		F02D	41/22	380S	
		G01N	33/22	B	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 14 頁）

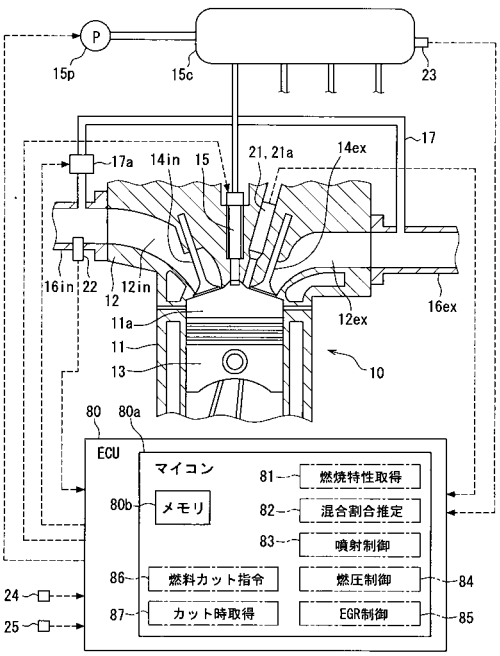
(21)出願番号　特願2015-118593 (P2015-118593)
(22)出願日　平成27年6月11日 (2015.6.11)

(71)出願人　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(74)代理人　100106149
弁理士　矢作　和行
(74)代理人　100121991
弁理士　野々部　泰平
(74)代理人　100145595
弁理士　久保　貴則
(72)発明者　星　真弥
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　岡林　篤紀
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】燃料推定装置

(57)【要約】
【課題】燃料の性状に含まれている各種成分の混合割合を推定すること、燃料の性状をより正確に把握することを図る。
【解決手段】ＥＣＵ８０（燃料推定装置）は、燃焼特性取得手段８１および混合割合推定手段８２を備える。燃焼特性取得手段８１は、内燃機関１０の燃焼に関する物理量を表した燃焼特性値であって、異なる燃焼条件で燃焼した場合の各々の燃焼特性値を取得する。混合割合推定手段８２は、燃焼特性取得手段８１により取得された複数の燃焼特性値に基づき、燃料に含まれている各種成分の混合割合を推定する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
内燃機関（１０）の燃焼に関する物理量を表した燃焼特性値を取得する手段であって、異なる燃焼条件で燃焼した場合の各々の前記燃焼特性値を取得する燃焼特性取得手段（８１）と、
前記燃焼特性取得手段により取得された複数の前記燃焼特性値に基づき、燃料に含まれている各種成分の混合割合を推定する混合割合推定手段（８２）と、
を備えることを特徴とする燃料推定装置。
【請求項２】
前記混合割合の推定対象となる成分は、分子構造の種類の違いにより分類される成分であることを特徴とする請求項１に記載の燃料推定装置。
【請求項３】
前記分子構造の種類には、直鎖パラフィン類、側鎖パラフィン類、ナフテン類および芳香族類の少なくとも１つが含まれていることを特徴とする請求項２に記載の燃料推定装置。
【請求項４】
前記燃焼条件は、複数種類のパラメータの組み合わせにより特定される条件であることを特徴とする請求項１～３のいずれか１つに記載の燃料推定装置。
【請求項５】
複数種類の前記パラメータには、筒内圧、筒内温度、吸気酸素濃度および燃料噴射圧力の少なくとも１つが含まれていることを特徴とする請求項４に記載の燃料推定装置。
【請求項６】
前記内燃機関は圧縮自着火式であり、
前記燃焼特性値は、前記内燃機関の燃焼室（１１ａ）へ燃料を噴射してから自着火するまでの時間、或いは燃料噴射を指令してから自着火するまでの時間であることを特徴とする請求項１～５のいずれか１つに記載の燃料推定装置。
【請求項７】
前記燃焼特性取得手段は、前記内燃機関の１燃焼サイクル中に複数回燃料を噴射する多段噴射を実施するにあたり、最も噴射量が多いメイン噴射の前または後に噴射された燃料の燃焼に関する前記燃焼特性値を取得することを特徴とする請求項１～６のいずれか１つに記載の燃料推定装置。
【請求項８】
前記内燃機関の運転中に所定条件を満たした場合に、燃料の噴射を一時的に停止させるように指令する燃料カット指令手段（８６）と、
前記燃料カット指令手段による指令期間中に、所望の前記燃焼条件で燃焼させて前記燃焼特性値を取得するカット時取得手段（８７）と、
を備えることを特徴とする請求項１～７のいずれか１つに記載の燃料推定装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、内燃機関の燃焼に用いる燃料に係る燃料推定装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
ユーザにより供給される燃料の性状は様々であり、その性状を表わす指標の一つにセタン価（着火性）が挙げられる。セタン価が低い燃料が供給された場合には、着火性が悪いので、燃料の噴射時期や噴射量、噴射圧力、ＥＧＲ量等の制御内容を変更して着火しやすい状態にしている。
【０００３】
特許文献１では、セタン価が燃料密度と相関があることに着目し、燃料密度を検出してセタン価を推定し、その推定結果に応じて上記制御内容を変更している。これによれば、

排気に含まれる未燃ＨＣやＮＯｘ、粒子状物質（ＰＭ）等を低減でき、また、省燃費化を図ることができる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０１３－２４１３８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、燃料に含まれる成分が燃料毎に異なることは勿論のこと、その各種成分の混合割合も燃料毎に異なる。そのため、同じセタン価の燃料であっても、実際には燃料に含まれている成分が異なっていたり、その混合割合が異なっていたりする。よって、セタン価に応じて制御内容を変更する従来手法では、燃料に応じた最適な制御を実施することに限界がある。
【０００６】
このように近年では、例えば、ユーザにより供給された燃料に合わせて内燃機関の制御を変更する場合等において、燃料の性状をより正確に把握することが要求されるようになってきている。
【０００７】
本発明は、上記問題を鑑みてなされたもので、その目的は、燃料の性状に含まれている各種成分の混合割合を推定することで、燃料の性状をより正確に把握することを図った燃料推定装置を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
ここに開示される発明は上記目的を達成するために以下の技術的手段を採用する。なお、特許請求の範囲およびこの項に記載した括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであって、発明の技術的範囲を限定するものではない。
【０００９】
開示される発明のひとつは、内燃機関（１０）の燃焼に関する物理量を表した燃焼特性値であって、異なる燃焼条件で燃焼した場合の各々の燃焼特性値を取得する燃焼特性取得手段（８１）と、燃焼特性取得手段により取得された複数の燃焼特性値に基づき、燃料に含まれている各種成分の混合割合を推定する混合割合推定手段（８２）と、を備えることを特徴とする。
【００１０】
ここで、全く同じ燃料を燃焼させても、その時の筒内圧や筒内温度等の燃焼条件が異なれば、着火遅れ時間や熱発生量等の燃焼特性値は異なってくる。そして、燃焼条件の変化に対する燃焼特性値の変化の度合いは、燃料性状の違いに起因して異なってくる。この点を鑑みた上記発明では、異なる燃焼条件で検出された複数の燃焼特性値に基づき、燃料に含まれている各種成分の混合割合を推定するので、燃料の性状をより正確に把握できるようになる。
【図面の簡単な説明】
【００１１】
【図１】本発明の一実施形態に係る燃料推定装置と、その装置が適用される内燃機関の燃焼システムを説明する図。
【図２】着火遅れ時間の説明図。
【図３】複数の着火遅れ時間、燃えやすさを表わすパラメータ、および各種成分の混合量の関係を説明する図。
【図４】筒内酸素濃度に起因して生じる着火遅れ時間の変化を表す特性線と、燃料の分子構造種との関係を示す図。
【図５】筒内温度に起因して生じる着火遅れ時間の変化を表す特性線と、燃料の分子構造

種との関係を示す図。
【図６】着火遅れ時間に基づき特定される特性線と、分子構造種の混合割合との関係を示す図。
【図７】図１に示すマイコンの処理フローであって、着火遅れ時間を記憶する手順を示すフローチャート。
【図８】図１に示すマイコンの処理フローであって、分子構造種毎の混合量を推定する手順を示すフローチャート。
【図９】図１に示すマイコンの処理フローであって、燃焼システムを制御する手順を示すフローチャート。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
本実施形態に係る燃料推定装置は、図１に示す電子制御装置（ＥＣＵ８０）により提供される。ＥＣＵ８０は、マイクロコンピュータ（マイコン８０ａ）およびメモリ８０ｂ等を備える。マイコン８０ａは、所定のプログラムを実行することで、内燃機関１０が備える燃料噴射弁１５、燃料ポンプ１５ｐおよびＥＧＲバルブ１７ａ等の作動を制御する。これらの制御により、内燃機関１０の燃焼室１１ａで生じる燃料の燃焼状態は所望の状態に制御される。これらの内燃機関１０およびＥＣＵ８０は車両に搭載されたものであり、当該車両は、内燃機関１０の出力を駆動源として走行する。
【００１３】
内燃機関１０は、シリンダブロック１１、シリンダヘッド１２、ピストン１３、吸気バルブ１４ｉｎ、排気バルブ１４ｅｘ、および燃料噴射弁１５等を備える。燃料タンク内の燃料は、燃料ポンプ１５ｐによりコモンレール１５ｃへ圧送される。ＥＣＵ８０が燃料ポンプ１５ｐの作動を制御することで、コモンレール１５ｃ内の燃料は、目標圧力Ｐｔｒｇに維持された状態でコモンレール１５ｃに蓄えられる。コモンレール１５ｃは、蓄圧された燃料を各気筒の燃料噴射弁１５へ分配する。
【００１４】
燃料噴射弁１５はシリンダヘッド１２に取り付けられている。燃料噴射弁１５から噴射された燃料は、燃焼室１１ａで吸気と混合して混合気を形成し、混合気はピストン１３により圧縮されて自着火する。要するに、内燃機関１０は圧縮自着火式のディーゼルエンジンであり、燃料には軽油が用いられている。
【００１５】
燃料噴射弁１５は、電磁アクチュエータおよび弁体をボデー内部に収容して構成されている。電磁アクチュエータへの通電をＥＣＵ８０がオンさせると、電磁アクチュエータの電磁吸引力により図示しない背圧室のリーク通路が開弁し、背圧低下に伴い弁体が開弁作動し、ボデーに形成されている噴孔が開弁されて噴孔から燃料が噴射される。上記通電をオフさせると、弁体が閉弁作動して燃料噴射が停止される。
【００１６】
シリンダヘッド１２に形成されている吸気ポート１２ｉｎおよび排気ポート１２ｅｘには、吸気管１６ｉｎおよび排気管１６ｅｘが接続されている。吸気管１６ｉｎおよび排気管１６ｅｘにはＥＧＲ管１７が接続されており、排気の一部（ＥＧＲガス）がＥＧＲ管１７を通じて吸気管１６ｉｎへ流入（還流）する。ＥＧＲ管１７にはＥＧＲバルブ１７ａが取り付けられている。ＥＣＵ８０がＥＧＲバルブ１７ａの作動を制御することで、ＥＧＲ管１７の開度が制御され、ＥＧＲガスの流量が制御される。
【００１７】
ＥＣＵ８０には、筒内圧センサ２１、酸素濃度センサ２２、レール圧センサ２３、クランク角センサ２４およびアクセルペダルセンサ２５等、各種センサによる検出信号が入力される。
【００１８】
筒内圧センサ２１は、シリンダヘッド１２に取り付けられ、燃焼室１１ａの圧力（筒内圧）に応じた検出信号を出力する。筒内圧センサ２１は、圧力検出素子に加えて温度検出

素子２１ａを有しており、燃焼室１１ａの温度（筒内温度）に応じた検出信号も出力する。酸素濃度センサ２２は、吸気管１６ｉｎに取り付けられ、吸気中の酸素濃度に応じた検出信号を出力する。検出対象となる吸気は、新気とＥＧＲガスが混合したものである。レール圧センサ２３はコモンレール１５ｃに取り付けられており、蓄圧されている燃料の圧力（レール圧）に応じた検出信号を出力する。クランク角センサ２４は、ピストン１３により回転駆動するクランク軸の回転速度（エンジン回転数）に応じた検出信号を出力する。アクセルペダルセンサ２５は、車両運転者により踏み込み操作されるアクセルペダルの踏込量（エンジン負荷）に応じた検出信号を出力する。

【００１９】

ＥＣＵ８０は、これらの検出信号に基づき、燃料噴射弁１５、燃料ポンプ１５ｐおよびＥＧＲバルブ１７ａの作動を制御することで、燃料の噴射開始時期、噴射量、噴射圧、ＥＧＲガス流量を制御する。燃料噴射弁１５の作動を制御している時のマイコン８０ａは、噴射制御手段８３に相当する。燃料ポンプ１５ｐの作動を制御している時のマイコン８０ａは、燃圧制御手段８４に相当する。ＥＧＲバルブ１７ａの作動を制御している時のマイコン８０ａは、ＥＧＲ制御手段８５に相当する。

【００２０】

マイコン８０ａは、燃焼に関する物理量の検出値（燃焼特性値）を取得する燃焼特性取得手段８１としても機能する。本実施形態に係る燃焼特性値とは、図２に示す着火遅れ時間ＴＤのことである。図２の上段は、マイコン８０ａから出力されるパルス信号を示す。パルス信号にしたがって燃料噴射弁１５への通電が制御される。具体的には、パルスオンのｔ１時点で通電が開始され、パルスオン期間Ｔｑに通電オンが継続される。要するに、パルスオンのタイミングにより噴射開始時期が制御される。また、パルスオン期間Ｔｑにより噴射期間が制御され、ひいては噴射量が制御される。

【００２１】

図２の中段は、パルス信号にしたがって弁体が開弁作動および閉弁作動した結果生じる、噴孔からの燃料の噴射状態の変化を示す。具体的には、単位時間あたりに噴射される燃料の噴射量（噴射率）の変化を示す。図示されるように、通電開始のｔ１時点から、実際に噴射が開始されるｔ２時点までにはタイムラグが存在する。また、通電終了時点から実際に噴射が停止されるまでにもタイムラグが存在する。実際に噴射が為されている期間Ｔｑ１は、パルスオン期間Ｔｑで制御される。

【００２２】

図２の下段は、噴射された燃料の、燃焼室１１ａでの燃焼状態の変化を示す。具体的には、噴射された燃料と吸気の混合気が自着火燃焼することに伴い生じる、単位時間あたりの熱量（熱発生率）の変化を示す。図示されるように、噴射開始のｔ２時点から、実際に燃焼が開始されるｔ３時点までにはタイムラグが存在する。本実施形態では、通電開始のｔ１時点から燃焼開始のｔ３時点までの時間を着火遅れ時間ＴＤと定義する。

【００２３】

燃焼特性取得手段８１は、筒内圧センサ２１で検出される筒内圧の変化に基づき、燃焼開始のｔ３時点を推定する。具体的には、ピストン１３が上死点に達してからクランク角が所定量だけ回転する期間において、筒内圧が急上昇した時期を燃焼開始時期（ｔ３時点）と推定する。この推定結果に基づき、着火遅れ時間ＴＤは燃焼特性取得手段８１により算出される。さらに燃焼特性取得手段８１は、燃焼時の各種状態（燃焼条件）を、燃焼毎に取得する。具体的には、筒内圧、筒内温度、吸気酸素濃度および噴射圧力を、燃焼条件として取得する。

【００２４】

これらの燃焼条件は、燃料の燃えやすさを表わすパラメータであり、燃焼直前での筒内圧が高いほど、燃焼直前での筒内温度が高いほど、吸気酸素濃度が高いほど、噴射圧力が高いほど、混合気が自着火しやすく燃えやすいと言える。燃焼直前での筒内圧および筒内温度として、例えば、燃料噴射弁１５への通電を開始するｔ１時点で検出された値を用いればよい。筒内圧は筒内圧センサ２１により検出され、筒内温度は温度検出素子２１ａに

より検出され、吸気酸素濃度は酸素濃度センサ２２により検出され、噴射圧力はレール圧センサ２３により検出される。燃焼特性取得手段８１は、取得した着火遅れ時間ＴＤを、その燃焼に係る上記パラメータ（燃焼条件）と関連付けてメモリ８０ｂに記憶させる。

【００２５】

マイコン８０ａは、異なる燃焼条件で検出された複数の燃焼特性値に基づき、燃料に含まれている各種成分の混合割合を推定する、混合割合推定手段８２としても機能する。例えば、異なる燃焼条件毎の着火遅れ時間ＴＤを図３に示す行列式に代入することで、各種成分の混合量を算出する。なお、算出された各々の混合量を総量で除算することで、各種成分の混合割合が算出される。

【００２６】

図３の左辺にある行列は、ｘ行１列でありｘ個の数値から構成される。これらの数値は、各種成分の混合量を表わす。各種成分とは、分子構造の種類の違いにより分類される成分である。分子構造の種類には、直鎖パラフィン類、側鎖パラフィン類、ナフテン類および芳香族類が含まれている。

【００２７】

右辺の左側にある行列は、ｘ行ｙ列でありｘ・ｙ個の数値から構成される。これらの数値は、予め実施した試験に基づき定められた定数である。右辺の右側にある行列は、ｙ行１列でありｙ個の数値から構成される。これらの数値は、燃焼特性取得手段８１により取得された着火遅れ時間ＴＤである。例えば、１行１列目の数値は、パラメータの所定の組み合わせからなる燃焼条件ｉの時に取得された着火遅れ時間ＴＤ（ｉ）であり、２行１列目の数値は、燃焼条件ｊの時に取得された着火遅れ時間ＴＤ（ｊ）である。燃焼条件ｉと燃焼条件ｊとでは、全てのパラメータが異なる値に設定されている。なお、図３中の符号Ｐ（ｉ）、Ｔ（ｉ）、$Ｏ_2$（ｉ）、Ｐｃ（ｉ）の各々は、燃焼条件ｉに係る筒内圧、筒内温度、吸気酸素濃度および噴射圧力を示し、符号Ｐ（ｊ）、Ｔ（ｊ）、$Ｏ_2$（ｊ）、Ｐｃ（ｊ）の各々は、燃焼条件ｊに係る各パラメータを示す。

【００２８】

次に、図４、図５および図６を用いて、図３の行列式に燃焼条件毎の着火遅れ時間ＴＤを代入することで各分子構造種の混合量が算出できる理屈を説明する。

【００２９】

図４に示すように、燃焼に係る混合気に含まれる酸素の濃度（筒内酸素濃度）が高いほど自着火しやすくなるので、着火遅れ時間ＴＤが短くなる。図中の３本の実線（１）（２）（３）は、筒内酸素濃度と着火遅れ時間ＴＤとの関係を示す特性線である。但し、この特性線は燃料に応じて異なる。厳密には、燃料に含まれている各々の分子構造種の混合割合に応じて異なる。したがって、筒内酸素濃度が$Ｏ_2$（ｉ）の場合の着火遅れ時間ＴＤを検出すれば、いずれの分子構造種であるかを推測できる。特に、筒内酸素濃度が$Ｏ_2$（ｉ）の場合と$Ｏ_2$（ｊ）の場合とで着火遅れ時間ＴＤを比較すれば、より高精度で混合割合を推定できる。

【００３０】

同様にして、図５に示すように、筒内温度が高いほど自着火しやすくなるので、着火遅れ時間ＴＤが短くなる。図中の３本の実線（１）（２）（３）は、筒内温度と着火遅れ時間ＴＤとの関係を示す特性線である。但し、この特性線は燃料に応じて異なる。厳密には、燃料に含まれている各々の分子構造種の混合割合に応じて異なる。したがって、筒内温度がＢ１の場合の着火遅れ時間ＴＤを検出すれば、いずれの分子構造種であるかを推測できる。特に、筒内温度がＴ（ｉ）の場合とＴ（ｊ）の場合とで着火遅れ時間ＴＤを比較すれば、より高精度で混合割合を推定できる。

【００３１】

また、筒内酸素濃度に係る特性線（図４参照）に対する影響度の高い分子構造種と、筒内温度に係る特性線（図５参照）に対する影響度の高い分子構造種とは異なる。このように、複数の燃焼条件の各々に係る特性線に対して影響度の高い分子構造種は異なる。したがって、複数のパラメータ（燃焼条件）を異なる値にして取得された着火遅れ時間ＴＤの

組み合わせに基づけば、例えば図６の如くいずれの分子構造種の混合割合が多いのかを高精度で推定できる。

【００３２】

図６に例示する分子構造種Ａは、筒内酸素濃度（第１パラメータ）に係る特性線（第１特性線）に対する影響度が高い分子構造種である。また、分子構造種Ｂは、筒内温度（第２パラメータ）に係る特性線（第２特性線）に対する影響度が高い分子構造種であり、分子構造種Ｃは、第３パラメータに係る特性線（第３特性線）に対する影響度が高い分子構造種である。第１パラメータの変化に対して着火遅れ時間ＴＤの変化が大きく現れるほど、分子構造種Ａが多く混合していると言える。同様にして、第２パラメータの変化に対して着火遅れ時間ＴＤの変化が大きく現れるほど分子構造種Ｂが多く混合しており、第３パラメータの変化に対して着火遅れ時間ＴＤの変化が大きく現れるほど分子構造種Ｃが多く混合していると言える。したがって、異なる燃料（１）（２）（３）の各々に対し、分子構造種Ａ、Ｂ、Ｃの混合割合を推定できる。

【００３３】

図７は、燃焼特性取得手段８１が実行するプログラムの処理手順を示すフローチャートである。この処理は、以下に説明するパイロット噴射が指令される毎に実行される。１燃焼サイクル中に同一の燃料噴射弁１５から複数回噴射（多段噴射）させるように噴射制御する場合がある。これら複数回の噴射のうち、最も噴射量が多く設定された噴射をメイン噴射と呼び、その直前の噴射をパイロット噴射と呼ぶ。

【００３４】

先ず、図７のステップＳ１０において、上述した通り複数のパラメータを取得する。次に、ステップＳ１１において、上述した通り筒内圧センサ２１の検出値に基づき燃焼開始のｔ３時点を推定して、パイロット噴射に係る着火遅れ時間ＴＤを算出する。次に、ステップＳ１２において、ステップＳ１０で取得した複数のパラメータ（燃焼条件）と関連付けて、ステップＳ１１で算出した着火遅れ時間ＴＤをメモリ８０ｂに記憶させる。

【００３５】

具体的には、各パラメータが取り得る数値範囲を複数の領域に区分けしておき、複数のパラメータの領域の組み合わせ予め設定しておく。例えば図３に示す着火遅れ時間ＴＤ（ｉ）は、Ｐ（ｉ）、Ｔ（ｉ）、$Ｏ_2$（ｉ）、Ｐｃ（ｉ）の領域の組み合わせ時に取得された着火遅れ時間ＴＤを表わす。同様に、着火遅れ時間ＴＤ（ｊ）は、Ｐ（ｊ）、Ｔ（ｊ）、$Ｏ_2$（ｊ）、Ｐｃ（ｊ）の領域の組み合わせ時に取得された着火遅れ時間ＴＤを表わす。ステップＳ１２では、ステップＳ１０で取得した複数のパラメータの組み合わせ（燃焼条件）が、予め設定した組み合わせ（燃焼条件）のいずれに該当するかを判別する。そして、該当する燃焼条件に対応する着火遅れ時間ＴＤとして、ステップＳ１１で算出した着火遅れ時間ＴＤを記憶させる。つまり、該当する燃焼条件と関連付けて着火遅れ時間ＴＤを記憶させる。

【００３６】

なお、予め設定した複数の燃焼条件の中に、ステップＳ１０で取得した燃焼条件に該当するものが存在しない場合がある。この場合には、着火遅れ時間ＴＤをメモリ８０ｂに記憶させることなく図７の処理を終了する。また、ステップＳ１０で取得した燃焼条件と同じ燃焼条件に係る着火遅れ時間ＴＤが既にメモリ８０ｂに記憶されている場合には、今回算出された着火遅れ時間ＴＤを書き換えて記憶更新させる。

【００３７】

図８は、混合割合推定手段８２が実行するプログラムの処理手順を示すフローチャートである。この処理は、内燃機関１０の運転期間中、所定周期で繰返し実行される。先ず、図８のステップＳ２０において、ユーザが給油することに起因して、燃料タンクに貯留されている燃料に別の燃料が混合した可能性が高い場合に、分子構造種の混合割合が変化したとみなし、リセット条件が成立したと判定する。例えば、内燃機関１０の運転停止時に、燃料タンクの燃料残量を検出するセンサにより燃料残量の増大が検出された場合に、リセット条件が成立したと判定する。

【００３８】
リセット条件が成立したと判定された場合、続くステップＳ２１において、推定されていた混合量の値をリセットする。このリセットでは、後述するステップＳ２３で推定された最新の混合量の値をリセットするとともに、図７の処理にて記憶させた着火遅れ時間ＴＤの値もリセットする。したがって、前回リセット条件が成立してから次のリセット条件が成立するまでの期間、メモリ８０ｂに記憶される着火遅れ時間ＴＤが蓄積されていくこととなる。
【００３９】
続くステップＳ２２では、メモリ８０ｂに記憶されている着火遅れ時間ＴＤの数（サンプリング数）が、分子構造種の混合割合を推定するのに十分な数だけ蓄積されているか否かを判定する。具体的には、メモリ８０ｂに蓄積されているサンプル数が、予め設定された数以上である場合に、サンプリング数が十分であると判定する。或いは、記憶対象となる領域の組み合わせ（燃焼条件）のうち、予め設定しておいた複数の燃焼条件に対して着火遅れ時間ＴＤが記憶されている場合に、サンプリング数が十分であると判定する。
【００４０】
サンプリング数が十分であると判定された場合、続くステップＳ２３において、サンプリングされた着火遅れ時間ＴＤを図３の行列式に代入して、分子構造種毎の混合量を算出する。なお、サンプリング数、つまり行列式の右辺右側の行列の行数に応じて、定数を表わす行列の列数を変更する。或いは、取得されていない着火遅れ時間ＴＤについては、予め設定しておいたノミナル値を着火遅れ時間ＴＤの行列に代入する。このように算出された分子構造種毎の混合量に基づき、分子構造種毎の混合割合を算出する。
【００４１】
先述した通り、マイコン８０ａは、噴射制御手段８３、燃圧制御手段８４およびＥＧＲ制御手段８５としても機能する。
【００４２】
噴射制御手段８３は、噴射開始時期、噴射量および噴射段数が目標値となるように図２のパルス信号を設定することで、噴射開始時期、噴射量および噴射段数を制御（噴射制御）する。上記噴射段数とは、先述した多段噴射に係る噴射回数のことである。
【００４３】
燃圧制御手段８４は、燃料ポンプ１５ｐに吸入される燃料の流量を制御する調量弁の作動を制御する。具体的には、レール圧センサ２３で検出された実レール圧と目標圧力Ｐｔｒｇ（目標値）との偏差に基づき、調量弁の作動をフィードバック制御する。その結果、燃料ポンプ１５ｐによる単位時間当りの吐出量が制御され、実レール圧が目標値となるように制御（燃圧制御）される。また、ＥＧＲ制御手段８５は、ＥＧＲ量が目標値となるようにＥＧＲバルブ１７ａのバルブ開度を制御（ＥＧＲ制御）する。
【００４４】
さらにマイコン８０ａは、以下に説明する燃料カット指令手段８６およびカット時取得手段８７としても機能する。
【００４５】
燃料カット指令手段８６は、内燃機関１０の運転中に所定条件を満たした場合に、燃料の噴射を一時的に停止させるように指令して省燃費化を図る。具体的には、エンジン回転数がアイドル回転数以上に設定された所定値以上であり、かつ、アクセルペダル踏込量がゼロであれば、上記所定条件を満たすと判定する。例えば、エンジンブレーキが発揮された状態で走行している場合に上記所定条件が満たされ、燃料カット指令により燃料の噴射が一時的に停止される。
【００４６】
カット時取得手段８７は、燃料カット指令手段８６による燃料カット指令期間中に、所望の燃焼条件で燃焼（学習用燃焼）させるように内燃機関１０の作動を制御する。所望の燃焼条件は、着火遅れ時間ＴＤが未だ取得されていない領域の燃焼条件に設定される。学習用燃焼での燃料噴射量は、車両乗員がトルク変動を体感しない程度の微小量に設定され

る。また、学習用燃焼での噴射段数は１段に設定される。さらにカット時取得手段８７は、学習用燃焼時に、燃焼特性取得手段８１と同様にして着火遅れ時間ＴＤ（燃焼特性値）およびパラメータ（燃焼条件）を取得し、取得した燃焼特性値を燃焼条件と関連付けてメモリ８０ｂに記憶する。

【００４７】

図９は、噴射制御手段８３、燃圧制御手段８４およびＥＧＲ制御手段８５が実行するプログラムの処理手順を示すフローチャートである。この処理は、内燃機関１０の運転期間中、所定周期で繰返し実行される。先ず、図９のステップＳ３０において、エンジン回転数、エンジン負荷およびエンジン冷却水温度等を取得する。続くステップＳ３１では、噴射制御手段８３による噴射制御、燃圧制御手段８４による燃圧制御、およびＥＧＲ制御手段８５によるＥＧＲ制御に係る先述した各種目標値を、ステップＳ３０で取得した各種値に基づき設定する。

【００４８】

続くステップＳ３２では、図８の処理で分子構造種毎の混合割合がリセットされずに推定されているか否かを判定する。混合割合が推定されていると判定された場合、続くステップＳ３３において、ステップＳ３１で設定した各種目標値を、その混合割合に応じて補正する。例えば、図６に示す燃料（１）（２）（３）のいずれであるかに応じて、噴射制御、燃圧制御およびＥＧＲ制御に係る各種目標値の少なくとも１つを補正する。続くステップＳ３４では、ステップＳ３１で設定された目標値、またはステップＳ３３による補正後の目標値にしたがって、噴射制御、燃圧制御およびＥＧＲ制御を実行するための指令信号を出力する。

【００４９】

以上により、本実施形態に係る燃料推定装置（ＥＣＵ８０）は、燃焼特性取得手段８１および混合割合推定手段８２を備える。燃焼特性取得手段８１は、内燃機関１０の燃焼に関する物理量の検出値を燃焼特性値として取得する。混合割合推定手段８２は、異なる燃焼条件で検出された複数の燃焼特性値に基づき、燃料に含まれている各種成分の混合割合を推定する。

【００５０】

ここで、全く同じ燃料を燃焼させても、その時の筒内圧や筒内温度等の燃焼条件が異なれば、着火遅れ時間や熱発生量等の燃焼特性値は異なってくる。例えば、図４の燃料（１）は、筒内酸素濃度が多いといった燃焼条件であるほど、着火遅れ時間ＴＤ（燃焼特性値）は短くなる。そして、燃焼条件の変化に対する燃焼特性値の変化の度合い、つまり図４の実線に示す特性線は、分子構造種の混合割合が互いに異なる燃料（１）（２）（３）の各々で、異なってくる。この点を鑑みた本実施形態では、異なる燃焼条件で検出された複数の着火遅れ時間ＴＤ（燃焼特性値）に基づき、燃料に含まれている分子構造種の混合割合を推定するので、燃料の性状をより正確に把握できるようになる。

【００５１】

さらに本実施形態では、混合割合の推定対象となる成分は、分子構造の種類の違いにより分類される成分である。ここで、同じセタン価の燃料であっても、分子構造種の混合割合が異なる燃料であれば、図４および図５に例示する着火遅れ時間ＴＤ（燃焼特性値）の特性線は異なってくる。よって、上記混合割合を、噴射制御、燃圧制御およびＥＧＲ制御に反映させる本実施形態によれば、例えばセタン価や燃料密度等の値を反映させる場合に比べて、所望の燃焼状態にすることを高精度で実現できる。

【００５２】

さらに本実施形態では、分子構造の種類に、直鎖パラフィン類、側鎖パラフィン類、ナフテン類および芳香族類の少なくとも１つが含まれている。これらの分子構造種は、燃焼状態に与える影響が大きいので、これらで分類される成分の混合割合を推定することは、燃焼に関する各種制御に混合割合を反映させる上で、有意義である。

【００５３】

さらに本実施形態では、燃焼条件は、複数種類のパラメータの組み合わせにより特定さ

れる条件である。つまり、複数種類のパラメータ各々について、パラメータの値が異なる燃焼時の燃焼特性値を取得する。これによれば、同一種類のパラメータについてそのパラメータの値が異なる燃焼時の燃焼特性値を取得し、それらの燃焼条件および燃焼特性値に基づき混合割合を推定する場合に比べて、混合割合を高精度で推定できる。

【００５４】

さらに本実施形態では、燃焼条件に係る複数種類のパラメータには、筒内圧、筒内温度、吸気酸素濃度および燃料噴射圧力の少なくとも１つが含まれている。これらのパラメータは、燃焼状態に与える影響が大きいので、これらの条件が異なる燃焼時の燃焼特性値を用いて混合割合を推定する本実施形態によれば、混合割合を精度良く推定できる。

【００５５】

さらに本実施形態では、燃焼特性値は、燃料噴射を指令してから自着火するまで着火遅れ時間ＴＤであることを特徴とする。着火遅れ時間ＴＤは、各種成分の混合割合の影響を大きく受けるので、着火遅れ時間ＴＤに基づき混合割合を推定する本実施形態によれば、混合割合を精度良く推定できる。

【００５６】

さらに本実施形態では、燃焼特性取得手段８１は、メイン噴射の前に噴射（パイロット噴射）された燃料の燃焼に関する燃焼特性値を取得する。メイン噴射の燃料が燃焼すると、筒内温度が高くなるので、メイン噴射後の燃料が燃焼しやすくなる。そのため、燃料の混合割合の違いに起因した燃焼特性値の変化が現れにくくなる。これに対し、メイン噴射の前に噴射（パイロット噴射）された燃料は、メイン燃焼の影響を受けないので、混合割合の違いに起因した燃焼特性値の変化が現れやすくなる。よって、燃焼特性値に基づき混合割合を推定するにあたり、その推定精度を向上できる。

【００５７】

さらに本実施形態では、燃料カット指令手段８６およびカット時取得手段８７を備える。燃料カット指令手段８６は、内燃機関１０の運転中に所定条件を満たした場合に、燃料の噴射を一時的に停止させるように指令する。カット時取得手段８７は、燃料カット指令手段８６による指令期間中に、所望の燃焼条件で燃焼させて燃焼特性値を取得する。これによれば、着火遅れ時間ＴＤが未だ取得されていない領域の燃焼条件で学習用燃焼を実施するので、分子構造種の混合割合を推定するのに十分な数だけ着火遅れ時間ＴＤの数（サンプリング数）を蓄積させるにあたり、その蓄積に要する期間を短くできる。よって、混合割合を内燃機関１０の制御に反映させることを早期に実現できる。

【００５８】

（他の実施形態）

以上、発明の好ましい実施形態について説明したが、発明は上述した実施形態に何ら制限されることなく、以下に例示するように種々変形して実施することが可能である。各実施形態で具体的に組合せが可能であることを明示している部分同士の組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、明示してなくとも実施形態同士を部分的に組み合せることも可能である。

【００５９】

図２に示す上記実施形態では、通電開始のｔ１時点から燃焼開始のｔ３時点までの時間を着火遅れ時間ＴＤと定義している。これに対し、噴射開始のｔ２時点から燃焼開始のｔ３時点までの時間を着火遅れ時間ＴＤと定義してもよい。噴射開始のｔ２時点は、噴射開始に伴いレール圧等の燃圧に変化が生じた時期を検出し、その検出時期に基づき推定すればよい。

【００６０】

図１に示す燃焼特性取得手段８１は、燃焼に関する物理量の検出値（燃焼特性値）として、着火遅れ時間ＴＤを取得している。これに対し、熱発生率の変化を表わす波形や、該当する燃料の燃焼で発生した熱量（熱発生量）等を燃焼特性値として取得してもよい。また、着火遅れ時間ＴＤ、熱発生率の波形、および熱発生量等、複数種類の燃焼特性値に基づき、各種成分の混合割合を推定してもよい。例えば、図３の右辺左側の行列（定数）を

、複数種類の燃焼特性値に対応した値に設定しておき、図３の右辺右側の行列に、複数種類の燃焼特性値を代入して混合割合を推定する。

【００６１】

図３の例では、複数の着火遅れ時間ＴＤの各々について、全てのパラメータが異なるように燃焼条件が設定されている。つまり、パラメータの所定の組み合わせからなる燃焼条件ｉ、ｊ、ｋ、ｌ（図３参照）の各々について、筒内圧は全て異なる値Ｐ（ｉ）、Ｐ（ｊ）、Ｐ（ｋ）、Ｐ（ｌ）に設定されている。同様に、筒内温度Ｔ、吸気酸素濃度$Ｏ_2$および噴射圧力Ｐｃも全て異なる値に設定されている。これに対し、異なる燃焼条件の各々において、少なくとも１つのパラメータの値が異なっていればよい。例えば燃焼条件ｉ、ｊの各々において、筒内温度Ｔ、吸気酸素濃度$Ｏ_2$および噴射圧力Ｐｃを同じ値に設定し、筒内圧だけを異なる値Ｐ（ｉ）、Ｐ（ｊ）に設定してもよい。

【００６２】

図３の例では、複数種類のパラメータの組み合わせにより特定される条件（燃焼条件）を複数設定し、各々の燃焼条件で燃焼した場合の燃焼特性値を取得する。これに対し、パラメータを１種類に設定し、パラメータの値が異なる燃焼条件で燃焼した場合の燃焼特性値を取得してもよい。

【００６３】

また、取得したい筒内温度になる時期（クランク角度）に噴射時期を変更して、積極的に所望の燃焼条件における燃焼特性値を取得してもよい。この場合、全気筒の噴射時期を変更させるのではなく、所定の気筒に特定して噴射時期を変更することが望ましい。但し、メイン噴射については、上記変更を禁止させることが望ましい。さらに、メイン燃焼への影響が大きいパイロット噴射についても、上記変更を禁止させることが望ましい。さらに、燃焼特性値を検出する専用の噴射を追加して、この専用の噴射について、所望の状態で燃焼させて燃焼特性値を取得してもよい。

【００６４】

上述した実施形態では、メイン噴射の直前に噴射（パイロット噴射）された燃料の燃焼に関する燃焼特性値を取得している。これに対し、メイン噴射の後に噴射された燃料の燃焼に関する燃焼特性値を取得してもよい。メイン噴射後の噴射の具体的例として、アフター噴射やポスト噴射が挙げられる。また、メイン噴射の前に複数回噴射する多段噴射を実施する場合には、初回に噴射された燃料の燃焼に関する燃焼特性値を取得すれば、メイン燃焼の影響を大きく受けずに済むので望ましい。

【００６５】

上述した実施形態では、筒内圧センサ２１の検出値に基づき燃焼特性値を取得している。これに対し、筒内圧センサ２１を備えていない構成において、回転角センサの回転変動（微分値）に基づき燃焼特性値を推定してもよい。例えば、パイロット燃焼に起因して微分値が既定の閾値を超えた時期をパイロット着火時期として推定できる。また、微分値の大きさからパイロット燃焼量を推定できる。

【００６６】

図１に示す実施形態では、筒内温度は温度検出素子２１ａにより検出されているが、筒内圧センサ２１により検出された筒内圧に基づき推定してもよい。具体的には、筒内温度を、筒内圧力、シリンダ容積、シリンダ内のガス重量、ガス定数から演算して推定する。

【００６７】

ＥＣＵ８０（制御装置）が提供する手段および／または機能は、実体的な記憶媒体に記録されたソフトウェアおよびそれを実行するコンピュータ、ソフトウェアのみ、ハードウェアのみ、あるいはそれらの組合せによって提供することができる。例えば、制御装置がハードウェアである回路によって提供される場合、それは多数の論理回路を含むデジタル回路、またはアナログ回路によって提供することができる。

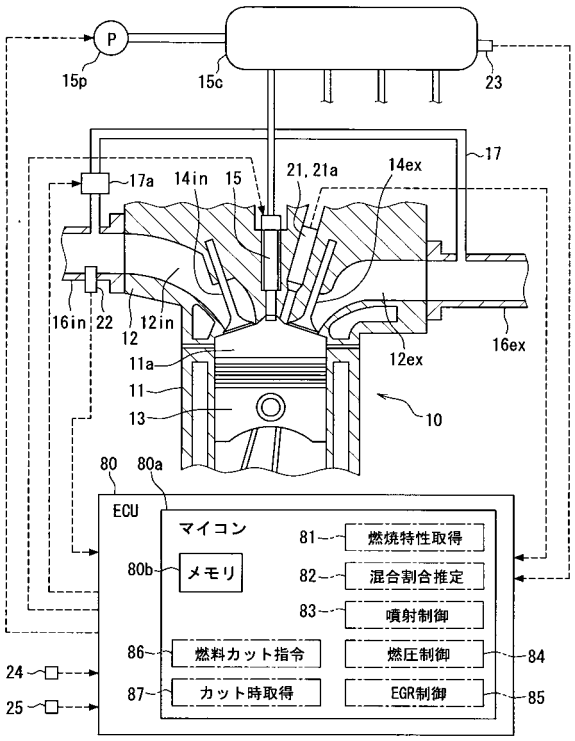
【符号の説明】

【００６８】

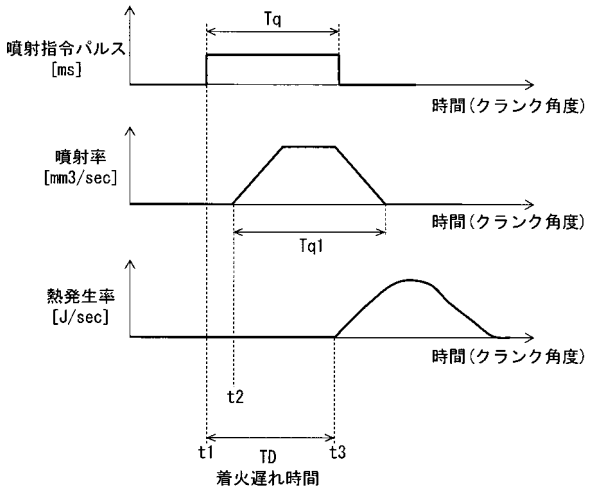
１０…内燃機関、８０…ＥＣＵ（燃料推定装置）、８１…燃焼特性取得手段、８２…混

合割合推定手段、８６…燃料カット指令手段、８７…カット時取得手段。

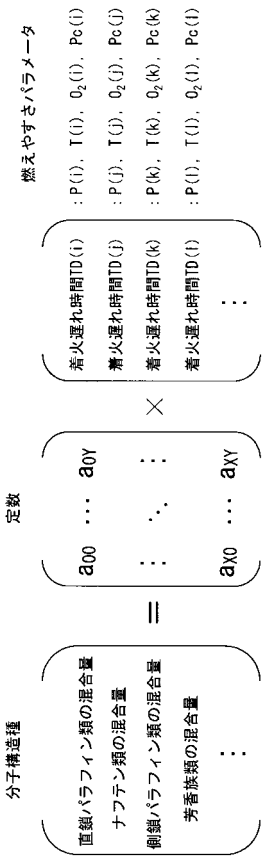
【図１】



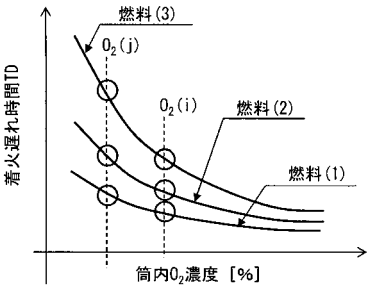
【図２】



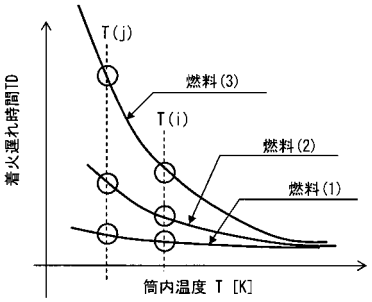
【図３】



【図４】



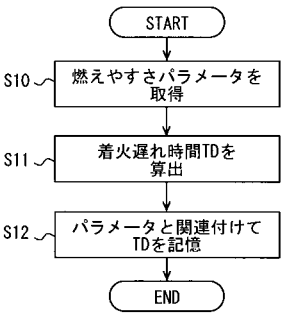
【図５】



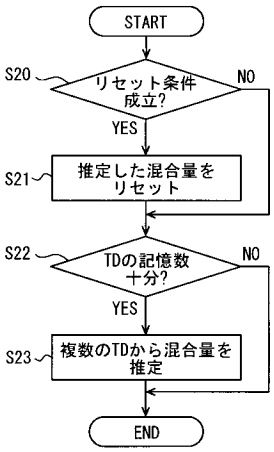
【図６】

	分子構造種A	分子構造種B	分子構造種C
燃料(1)	多	多	少
燃料(2)	少	多	少
燃料(3)	多	少	多

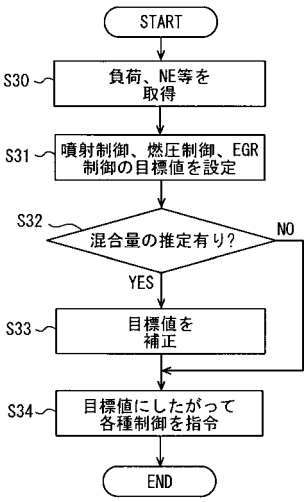
【図７】



【図８】



【図９】



フロントページの続き

Ｆターム(参考) 3G301 HA02 HA13 JA21 JA24 NB20 NC07 PB03Z PB08Z PC01Z PC05Z
PD15Z PE01Z PE03Z PF03Z
3G384 AA03 BA16 BA27 DA14 EC05 FA06Z FA14Z FA15Z FA16Z FA29Z
FA30Z FA34Z FA40Z FA48Z FA56Z FA58Z