(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 5 月 18 日(18.05.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/081929 A1

(51) 国際特許分類:
F02D 41/04 (2006.01) *F02D 45/00* (2006.01)
F02D 41/38 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/076877

(22) 国際出願日: 2016 年 9 月 13 日(13.09.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-222311 2015 年 11 月 12 日(12.11.2015) JP

(71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 星 真弥(HOSHI Shinya); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 岡林 篤紀(OKABAYASHI Atsunori); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 金 順姫(JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦２丁目１３番１９号 瀧定ビル６階 Aichi (JP).

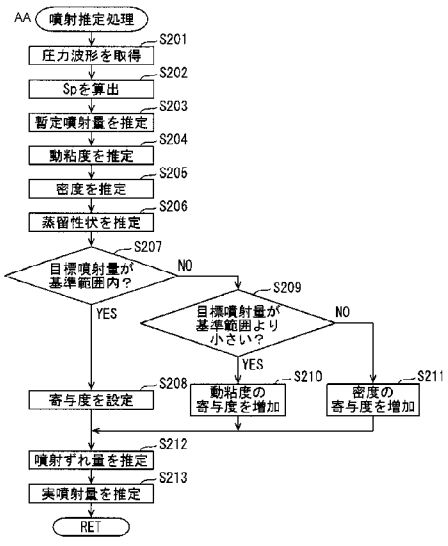
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) **Title**: ESTIMATION DEVICE AND CONTROL DEVICE FOR COMBUSTION SYSTEM

(54) 発明の名称 : 燃焼システムの推定装置及び制御装置



AA Injection estimation processing
S201 Acquire pressure waveform
S202 Calculate Sp
S203 Estimate provisional injection amount
S204 Estimate kinematic viscosity
S205 Estimate density
S206 Estimate distillation characteristics
S207 Is target injection amount within reference range?
S208 Set contribution degree
S209 Is target injection amount lower than reference range?
S210 Increase kinematic viscosity contribution degree
S211 Increase density contribution degree
S212 Estimate injection deviation amount
S213 Estimate actual injection amount

(57) **Abstract**: According to the present invention, a fuel channel (42b, 51a) distributes a fuel from a pressure storage container (42) to an injection hole (51b) in a fuel injection valve (15). A fuel pressure sensor (60) detects fuel pressure inside the fuel channel (42b, 51a). An estimation device (80) that is applied to a combustion system provided with the abovementioned is provided with a mixture acquisition unit (S101) and an injection amount estimation unit (S213, S305). The mixture acquisition unit (S101) acquires the mixing ratios of various components included in a fuel that is used for combustion in an internal combustion engine. The injection amount estimation unit (S213, S305) estimates the amount of fuel injected from the injection hole on the basis of: the state of change of fuel pressure detected by the fuel pressure sensor (60) in conjunction with the injection of fuel from the injection hole (51b); and the mixing ratios acquired by the mixture acquisition unit (S101).

(57) 要約: 燃料通路（４２ｂ、５１ａ）は、蓄圧容器（４２）から燃料噴射弁（１５）の噴射孔（５１ｂ）まで燃料を流通させる。燃圧センサ（６０）は、燃料通路（４２ｂ、５１ａ）内の燃料圧力を検出する。これらを備える燃焼システムに適用される推定装置（８０）は、混合取得部（Ｓ１０１）および噴射量推定部（Ｓ２１３，Ｓ３０５）を備える。混合取得部（Ｓ１０１）は、内燃機関での燃焼に用いる燃料に含まれた各種成分の混合割合を取得する。噴射量推定部（Ｓ２１３，Ｓ３０５）は、噴射孔（５１ｂ）からの燃料の噴射に伴って燃圧センサ（６０）により検出された燃料圧力の変化態様と、混合取得部（Ｓ１０１）により取得された混合割合とに基づいて、噴射孔からの燃料の噴射量を推定する。

WO 2017/081929 A1

MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 燃焼システムの推定装置及び制御装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、２０１５年１１月１２日に出願された日本出願番号２０１５－２２２３１１号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、燃焼システムにおいて燃料噴射弁からの燃料の噴射量を推定する推定装置、及び燃焼システムの制御を行う制御装置に関する。

背景技術

[0003] 従来より、コモンレール等の蓄圧容器と、蓄圧容器に蓄圧された燃料を噴孔から噴射する燃料噴射弁と、蓄圧容器から噴孔まで燃料を流通させる燃料通路と、を有する燃焼システムが知られている。例えば特許文献１では、燃料通路の燃料圧力を検出する燃圧センサが燃焼システムに含まれている。この構成では、噴孔から燃料が噴射されることで燃料通路の燃料圧力が変化した場合に、その変化態様が燃圧センサにより検出され、この検出結果に基づいて燃料の噴射量が推定される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００５－４８７０３号公報

[0005] しかしながら、蓄圧容器から燃料噴射弁に対して供給される燃料としては、様々な性状を有する燃料が存在する。燃料圧力の変化態様に基づいて燃料の噴射量を推定する場合に、その推定精度が低下することが懸念される。

発明の概要

[0006] 本開示は、燃料噴射弁からの燃料の噴射量の推定精度を高めることができる燃焼システムの推定装置及び制御装置を提供することを目的とする。

[0007] 発明者らは、燃料に含まれている成分が異なっていたり成分の混合割合が異なっていたりした場合、噴孔からの燃料の噴射に伴う燃料圧力の変化態様

が同一であっても噴孔からの燃料の噴射量（特に噴射質量）が異なることがある、という知見を得た。このため、燃料圧力の変化態様に基づいて燃料の噴射量を推定する場合に、その推定精度が低下することが懸念される。

[0008] 本開示の第一の態様において、内燃機関での燃焼に用いる燃料を蓄圧する蓄圧容器と、前記燃料を噴射孔から噴射する燃料噴射弁と、前記蓄圧容器から前記噴射孔まで前記燃料を流通させる燃料通路と、前記燃料通路内の燃料圧力を検出する燃圧センサと、を備えている燃焼システムに適用された推定装置は、前記内燃機関での燃焼に用いる燃料に含まれた各種成分の混合割合を取得する混合取得部を備える。前記推定装置は、前記噴射孔からの前記燃料の噴射に伴って前記燃圧センサにより検出された前記燃料圧力の変化態様と、前記混合取得部により取得された前記混合割合とに基づいて、前記噴射孔からの前記燃料の噴射量を推定する噴射量推定部を、更に備える。

[0009] 本開示の第二の態様において、内燃機関での燃焼に用いる燃料を蓄圧保持する蓄圧容器と、前記燃料を噴射孔から噴射する燃料噴射弁と、前記蓄圧容器から前記噴射孔まで前記燃料を流通させる燃料通路と、前記燃料通路内の燃料圧力を検出する燃圧センサと、を備えている燃焼システムに適用された制御装置は、前記内燃機関での燃焼に用いる燃料に含まれた各種成分の混合割合を取得する混合取得部を、備える。前記制御装置は、前記噴射孔からの前記燃料の噴射に伴って前記燃圧センサにより検出された前記燃料圧力の変化態様と、前記混合取得部により取得された前記混合割合とに基づいて、前記噴射孔からの前記燃料の噴射量を推定する噴射量推定部を、更に備える。前記制御装置は、前記噴射量推定部の推定結果に基づいて、前記燃焼システムの制御を行う燃焼制御部を、更に備える。

図面の簡単な説明

[0010] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、

[図1]第１実施形態における燃焼システムの概略図であり、

[図2]着火遅れ時間の説明図であり、

[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であり、

[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であり、

[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であり、

[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であり、

[図7]燃焼システムが有する燃料噴射システムの概略図であり、

[図8]燃料噴射に伴う燃料圧力の変化について説明するための図であり、

[図9]噴射制御処理の手順を示すフローチャートであり、

[図10]噴射推定処理の手順を示すフローチャートであり、

[図11]蒸留性状について説明するための図であり、

[図12]噴射量の推定について説明するための図であり、

[図13]噴射量を推定するためのモデルを示す図であり、

[図14]第２実施形態における噴射推定処理の手順を示すフローチャートであり、また

[図15]噴射指標を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照しながら開示を実施するための複数の形態を説明する。各形態において、先行する形態で説明した事項に対応する部分には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する場合がある。各形態において、構成の一部のみを説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した他の形態を参照し適用することができる。

[0012] （第１実施形態）

本実施形態に係る燃焼システムの推定装置及び制御装置は、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）や、図示しない入力処理回路および出力処理回

路等を備える。マイコン８０ａは、図示しない中央処理装置（ＣＰＵ）およびメモリ８０ｂを備える。メモリ８０ｂに記憶された所定のプログラムをＣＰＵが実行することで、マイコン８０ａは、燃焼システムが備える燃料噴射弁１５、燃料ポンプ１５ｐ、ＥＧＲバルブ１７ａ、調温バルブ１７ｄ、および過給調圧機器２６等の作動を制御する。これらの制御により、燃焼システムが備える内燃機関１０での燃焼状態は、所望の状態に制御される。燃焼システムおよび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およびピストン１３等を備える。シリンダヘッド１２には、吸気バルブ１４ｉｎ、排気バルブ１４ｅｘ、燃料噴射弁１５および筒内圧センサ２１が取り付けられている。

[0014] 燃料ポンプ１５ｐは、燃料タンク４０（図７参照）内の燃料をコモンレール４２へ圧送する。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４２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４２に蓄えられる。コモンレール４２は、燃料を蓄圧する蓄圧容器であり、蓄圧された燃料を各気筒の燃料噴射弁１５へ分配する。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。なお、燃料噴射弁１５による燃料の噴射としては、燃料を霧状に噴く噴霧が挙げられる。

[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] さらに、ＥＧＲ管１７のうちＥＧＲバルブ１７ａの上流部分には、ＥＧＲガスを冷却するＥＧＲクーラ１７ｂ、バイパス管１７ｃおよび調温バルブ１７ｄが取り付けられている。バイパス管１７ｃは、ＥＧＲガスがＥＧＲクーラ１７ｂをバイパスするバイパス流路を形成する。調温バルブ１７ｄは、バイパス流路の開度を調整することで、ＥＧＲクーラ１７ｂを流れるＥＧＲガスと、バイパス流路を流れるＥＧＲガスとの割合を調整し、ひいては、吸気管１６ｉｎへ流入するＥＧＲガスの温度を調整する。ここで、吸気ポート１２ｉｎへ流入する吸気には、吸気管１６ｉｎから流入する外部空気（新気）およびＥＧＲガスが含まれる。したがって、調温バルブ１７ｄによりＥＧＲガスの温度を調整することは、吸気ポート１２ｉｎへ流入する吸気の温度（インマニ温度）を調整することを意味する。

[0018] 燃焼システムは図示しない過給機を備える。過給機は、排気管１６ｅｘに取り付けられるタービン、および吸気管１６ｉｎに取り付けられるコンプレッサを有する。排気の流速エネルギによりタービンが回転すると、タービンの回転力によりコンプレッサが回転し、コンプレッサにより新気が圧縮（過給）される。先述した過給調圧機器２６は、タービンの容量を変化させる機器であり、ＥＣＵ８０が過給調圧機器２６の作動を制御することで、タービン容量が調整され、これにより、コンプレッサによる過給圧が制御される。

[0019] また、燃焼システムは、ＮＯｘ浄化触媒３１、ＤＰＦ３２を備えている。ＮＯｘ浄化触媒３１は、排気中の窒素酸化物ＮＯｘを吸着する吸着触媒や、ＮＯｘを窒素N_2に還元する還元触媒などを有しており、排気管１６ｅｘにお

いてタービンの下流側に配置されている。ＤＰＦ３２（Diesel Particulate Filter）は、ＮＯｘ浄化触媒３１の更に下流側に配置されており、排気に含まれている微粒子を捕集する微粒子捕集装置である。排気管１６ｅｘを流れる排気は、ＮＯｘ浄化触媒３１及びＤＰＦ３２の両方を通過した後に、排気管１６ｅｘの下流端部から放出される。なお、燃焼システムにおいては、ＮＯｘ浄化触媒３１及びＤＰＦ３２が排気浄化装置を構成している。

[0020] 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、アクセルペダルセンサ２５、排気温度センサ３３、排気圧センサ３４および触媒温度センサ３５等、各種センサによる検出信号が入力される。

[0021] 筒内圧センサ２１は、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）に応じた検出信号を出力する。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４２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。

[0022] 排気温度センサ３３は、排気管１６ｅｘに取り付けられて排気温度を検出する。排気圧センサ３４は、排気管１６ｅｘに取り付けられて排気圧力を検出する。排気温度センサ３３及び排気圧センサ３４は、排気管１６ｅｘにおいてＮＯｘ浄化触媒３１とタービンとの間に配置されている。

[0023] 触媒温度センサ３５は、排気管１６ｅｘにおいてＮＯｘ浄化触媒３１とＤＰＦ３２との間に設けられており、ＮＯｘ浄化触媒３１を通過した排気の温度を検出することでＮＯｘ浄化触媒３１の内部温度を検出する。なお、触媒

温度センサ３５は、ＮＯｘ浄化触媒３１に取り付けられていてもよい。

[0024] ＥＣＵ８０は、センサ２１～２５，３３～３５の各検出信号に基づき、燃料噴射弁１５、燃料ポンプ１５ｐ、ＥＧＲバルブ１７ａ、調温バルブ１７ｄおよび過給調圧機器２６の作動を制御する。これにより、燃料の噴射開始時期、噴射量、噴射圧、ＥＧＲガス流量、インマニ温度および過給圧が制御される。

[0025] 燃料噴射弁１５の作動を制御している時のマイコン８０ａは、燃料の噴射開始時期、噴射量、および多段噴射に係る噴射段数を制御する噴射制御部８３として機能する。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には、最も噴射量が多く設定されたメイン噴射と、メイン噴射より前のタイミングで行われるパイロット噴射と、メイン噴射より後のタイミングで行われるポスト噴射とが含まれている。

[0026] 燃料ポンプ１５ｐの作動を制御している時のマイコン８０ａは、噴射圧を制御する燃圧制御部８４として機能する。ＥＧＲバルブ１７ａの作動を制御している時のマイコン８０ａは、ＥＧＲガス流量を制御するＥＧＲ制御部８５として機能する。調温バルブ１７ｄの作動を制御している時のマイコン８０ａは、インマニ温度を制御するインマニ温度制御部８７として機能する。過給調圧機器２６の作動を制御している時のマイコン８０ａは、過給圧を制御する過給圧制御部８６として機能する。

[0027] 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部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。

[0028] 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。

[0029] 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。

[0030] 燃焼特性取得部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は燃焼特性取得部８１により算出される。さらに燃焼特性取得部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。

[0031] 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。燃焼特性取得部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。

[0032] 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分子構造種の混合割合を推定する、混合割合推定部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、分子構造種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、分子構造種の混合割合が算出される。

[0033] 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。

[0034] 右辺の左側にある行列は、ｘ行ｙ列であり、例えばａ00…ａXYという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、燃焼特性取得部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）、Ｏ２（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）、Ｏ２（ｊ）、Ｐｃ（ｊ）の各々は、燃焼条件ｊに係る各パラメータを示す。

[0035] 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を代入することで分子構造種の混合量が算出できる理屈を説明する。

[0036] 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Ｏ２（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Ｏ２（ｉ）の場合とＯ２（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。

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 次に、燃焼特性取得部８１が実行するプログラムの処理について説明する。この処理は、パイロット噴射が指令される毎に実行される。

[0041] 先ず、燃焼特性取得部８１は、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、複数のパラメータ（燃焼条件）と関連付けて、着火遅れ時間ＴＤをメモリ８０ｂに記憶させる。

[0042] 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）、Ｏ２（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）、Ｏ２（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。

[0043] なお、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、推定されていた混合量の値をリセットする。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する。

[0044] 燃焼特性取得部８１は、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。

[0045] 先述した通り、マイコン８０ａは、噴射制御部８３、燃圧制御部８４、ＥＧＲ制御部８５、過給圧制御部８６およびインマニ温度制御部８７としても機能する。これらの制御手段は、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に基づき目標値を設定し、制御対象が目標値となるようにフィードバック制御する。或いは、目標値に対応する内容でオープン制御する。

[0046] 噴射制御部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。具体的には、上記目標値に対応するパルス信号のオン時間（通電時間）およびパルスオン立ち上がり時期（通電開始時期）を、マップ上に予め記憶させておく。そして、目標値に対応する通電時間および通電開始時期をマップから取得してパルス信号を設定する。

[0047] また、噴射により得られた出力トルクや、ＮＯｘ量およびＰＭ量等のエミッション状態値を記憶しておく。そして、次回以降の噴射において、エンジン回転数およびエンジン負荷等に基づき目標値を設定するにあたり、上述の如く記憶された値に基づき、目標値を補正する。要するに、実際の出力トルクやエミッション状態値と、所望する出力トルクやエミッション状態値との偏差をゼロにするよう、目標値を補正してフィードバック制御する。

[0048] 燃圧制御部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。

[0049] ＥＧＲ制御部８５は、エンジン回転数およびエンジン負荷等に基づき、ＥＧＲ量の目標値を設定する。そして、この目標値に基づき、ＥＧＲバルブ１７ａのバルブ開度を制御（ＥＧＲ制御）してＥＧＲ量を制御する。過給圧制御部８６は、エンジン回転数およびエンジン負荷等に基づき、過給圧の目標値を設定する。そして、この目標値に基づき、過給調圧機器２６の作動を制御（過給圧制御）して過給圧を制御する。インマニ温度制御部８７は、外気温度、エンジン回転数およびエンジン負荷等に基づき、インマニ温度の目標値を設定する。そして、この目標値に基づき、調温バルブ１７ｄのバルブ開度を制御（インマニ温度制御）してインマニ温度を制御する。

[0050] 燃焼システムは、燃料噴射弁１５を含んで構成された燃料噴射システムを有している。ディーゼルエンジンである内燃機関１０は、４つの気筒＃１～＃４を有している。ここでは、燃料噴射システムについて、図７、図８を参照しつつ説明する。

[0051] 図７において、燃料タンク４０内の燃料は、燃料ポンプ１５ｐによりコモンレール４２に圧送されて蓄圧され、各気筒＃１～＃４の燃料噴射弁１５へ分配供給される。これら燃料噴射弁１５は、それぞれ接続通路４２ａを介してコモンレール４２に個別に接続されており、予め設定された順番で燃料の噴射を順次行う。なお、燃料ポンプ１５ｐにはプランジャポンプが用いられているため、プランジャの往復動に同期して間欠的に燃料は圧送される。

[0052] コモンレール４２には、コモンレール４２内の燃料温度を検出するレール温度センサ４３が設けられている。レール温度センサ４３は、ＥＣＵ８０に電気的に接続されており、検出信号をＥＣＵ８０に対して出力する。

[0053] 燃料噴射弁１５は、ボデー５１、弁体５２、アクチュエータ５３、制御弁５４及び燃圧センサ６０等を備える。弁体５２、アクチュエータ５３及び制御弁５４は、ボデー５１の内部に収容されている。ボデー５１には、メイン通路５１ａ、噴孔５１ｂ、背圧室５１ｃ、低圧通路５１ｄ、ボデー側分岐通路５１ｅ、着座面５１ｆが形成されている。例えば、低圧通路５１ｄおよびボデー側分岐通路５１ｅは、ボデー５１にドリル加工することで形成されて

いる。噴孔５１ｂが噴射孔に相当する。

[0054] 弁体５２には、ボデー５１の着座面５１ｆに離着座するシート面５２ａが形成されており、弁体５２が着座面５１ｆに着座すると、シート面５２ａによりメイン通路５１ａが閉弁される。弁体５２が着座面５１ｆから離座するとメイン通路５１ａが開弁される。接続通路４２ａはメイン通路５１ａに接続されており、これら接続通路４２ａ及びメイン通路５１ａが、コモンレール４２から噴孔５１ｂまで燃料を流通させる燃料通路を構成している。

[0055] メイン通路５１ａ及び低圧通路５１ｄは、背圧室５１ｃと接続されている。メイン通路５１ａと背圧室５１ｃとの連通状態、及び低圧通路５１ｄと背圧室５１ｃとの連通状態は、制御弁５４により切り替えられる。

[0056] 電磁コイルやピエゾ素子等のアクチュエータ５３へ通電して制御弁５４を図７の下方へ押し下げ作動させると、制御弁５４が第１シート面５１ｐから離座して第２シート面５１ｑに着座し、背圧室５１ｃは低圧通路５１ｄと連通する。その結果、背圧室５１ｃ内の燃料圧力は低下し、弁体５２へ付与される背圧力が低下して、弁体５２は開弁作動する。

[0057] 一方、アクチュエータ５３への通電をオフして制御弁５４を図７の上方へ作動させると、制御弁５４が第２シート面５１ｑから離座して第１シート面５１ｐに着座し（図７参照）、背圧室５１ｃはメイン通路５１ａと連通する。その結果、背圧室５１ｃ内の燃料圧力は上昇し、弁体５２へ付与される背圧力が上昇して弁体５２は閉弁作動する。

[0058] このように、ＥＣＵ８０がアクチュエータ５３への通電を制御することで、制御弁５４の開閉作動が制御され、その結果、弁体５２の開閉作動が制御される。これにより、コモンレール４２からメイン通路５１ａへ供給された高圧燃料は、弁体５２の開閉作動に応じて噴孔５１ｂから噴射される。例えばＥＣＵ８０は、エンジン出力軸の回転速度及びエンジン負荷等に基づき、噴射開始時期、噴射終了時期及び噴射量等の目標噴射状態を算出する。さらに、算出した目標噴射状態となるようアクチュエータ５３へ噴射指令信号を出力して、燃料噴射弁１５の作動を制御する。

[0059] ＥＣＵ８０は、アクセル操作量等から算出されるエンジン負荷やエンジン回転速度に基づき目標噴射状態を算出する。例えば、エンジン負荷及びエンジン回転速度に対応する最適噴射状態を噴射状態マップにして、メモリ８０ｂに予め記憶させておく。記憶される噴射状態の具体例として、噴射段数、噴射開始時期、噴射終了時期、噴射量等が挙げられる。そして、現時点でのエンジン負荷及びエンジン回転速度に基づき、噴射状態マップを参照して目標噴射状態を算出する。

[0060] また、ＥＣＵ８０は、算出した目標噴射状態に基づき噴射指令信号を設定する。例えば、目標噴射状態に対応する噴射指令信号を指令マップにして、メモリ８０ｂに予め記憶させておく。そして、算出した目標噴射状態に基づき、指令マップを参照して噴射指令信号を設定する。以上により、エンジン負荷及びエンジン回転速度に応じた噴射指令信号が設定され、ＥＣＵ８０から燃料噴射弁１５へ出力される。

[0061] 燃圧センサ６０は、ボデー５１に取り付けられ、ボデー側分岐通路５１ｅの燃料の圧力を燃料圧力として検出する。燃圧センサ６０は、本体部６１、圧力センサ素子６２及びモールドＩＣ６３等を備えて構成されている。本実施形態では、燃料噴射弁１５において、ボデー側分岐通路５１ｅとメイン通路５１ａとで内部圧力が同じであり、メイン通路５１ａにおいては、接続通路４２ａが接続された上流端部と、噴孔５１ｂに通じた下流端部とで内部圧力が同じであるとする。また、メイン通路５１ａと接続通路４２ａとで内部圧力が同じであるとする。この場合、燃圧センサ６０は、ボデー側分岐通路５１ｅの燃料圧力を検出することで、メイン通路５１ａ及び接続通路４２ａの燃料圧力を検出することになる。

[0062] 圧力センサ素子６２及びモールドＩＣ６３は本体部６１に保持され、本体部６１はボデー５１に取り付けられている。本体部６１は、ボデー側分岐通路５１ｅの燃料が導入される導入通路６１ｂを内部に形成するとともに、導入通路６１ｂの燃料圧力を受けて弾性変形する起歪部６１ａを有する。起歪部６１ａは、本体部６１のうち導入通路６１ｂの突き当たり部分、つまり導

入通路６１ｂの最下流部分に形成されている。本体部６１は有底円筒形状であり、本体部６１の底部が起歪部６１ａに相当し、本体部６１の円筒開口部が導入通路６１ｂの流入口に相当する。

[0063] 圧力センサ素子６２は、起歪部６１ａに取り付けられており、起歪部６１ａの弾性変形量に応じた圧力検出信号を出力する。モールドＩＣ６３は、圧力センサ素子６２から出力された圧力検出信号を増幅する増幅回路や、圧力検出信号を送信する送信回路等の電子部品を樹脂モールドして形成されている。

[0064] 次に、燃料噴射中に燃圧センサ６０により検出された燃料圧力の波形である検出波形について、図８を用いて説明する。

[0065] 図８の上段は、マイコン８０ａからアクチュエータ５３に出力される噴射指令信号を示しており、この噴射指令信号は、上記した図２の上段に示すパルス信号と同じ信号である。燃料噴射弁１５においては、噴射指令信号のパルスオンによりアクチュエータ５３が通電作動して弁体５２が開弁作動する。この場合、指令信号の通電期間（噴射指令期間Ｔｑ）により噴孔５１ｂの開弁時間（噴射時間）を制御することで、噴射量Ｑを制御している。

[0066] 燃料噴射弁１５においては、噴射開始指令がなされたｔ１時点で制御弁５４が作動し、その後、応答遅れ時間経過後に弁体５２が開弁作動を開始すると、噴孔５１ｂからの燃料の噴射が開始される。燃圧センサ６０により検出される燃料圧力は、噴射開始指令がなされた後に、変化点Ｐ１にて下降を開始する。その後、噴孔５１ｂからの燃料の噴射量が最大に到達したことに伴い、燃料圧力の下降は変化点Ｐ２にて停止する。この場合、燃料圧力は、噴射開始前の基準圧力Ｐｓから噴射終了後の圧力Ｐｅまで低下量ΔＰだけ低下しており、燃料の噴射量が大きいほどこの低下量ΔＰが大きくなりやすい。また、変化点Ｐ１～Ｐ３までの燃料圧力と基準圧力Ｐｓとの間の面積を低下面積Ｓｐと称した場合、低下量ΔＰと同様に、燃料の噴射量が大きいほどこの低下面積Ｓｐが大きくなりやすい。

[0067] 次に、噴射終了指令がなされることで制御弁５４が作動し、その後、応答

遅れ時間経過後に弁体５２が閉弁作動を開始すると、燃料の噴射量が下降を開始する。一方、燃料圧力は、噴射終了指令がなされた後に、変化点Ｐ３にて上昇を開始する。その後、燃料の噴射量がゼロになり実際の噴射が終了したことに伴い、燃料圧力の上昇は変化点Ｐ３にて停止する。

[0068] 以上のように、噴孔５１ｂから燃料の噴射を開始することに伴い燃料圧力が低下し、噴射を終了することに伴い燃料圧力が上昇する。この場合、燃料圧力の変化と噴射量とは相関があり、燃料圧力の変化を示す圧力波形から噴射量を推定できる。例えば、燃料圧力の低下量ΔＰや低下面積Ｓｐに基づいて燃料の噴射量を推定することが可能である。

[0069] ところが、発明者らは、燃料圧力の低下量ΔＰや低下面積Ｓｐが同一であっても、燃料に含まれた分子構造種の混合割合が異なれば燃料の噴射量が異なる、という知見を得た。ここで、本実施形態のマイコン８０ａは、噴射制御部８３として機能することで、燃料噴射についての制御を行う噴射制御処理を実行する。この噴射制御処理においては、燃料の噴射量が分子構造種の混合割合に基づいて推定される。ここでは、燃料制御処理について図９のフローチャートを参照しつつ説明する。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。

[0070] 先ず、図９のステップＳ１０１において、混合割合推定部８２により推定された混合割合（実混合割合）を取得する。つまり、図３の左辺に示す分子構造種の各々についての混合割合を取得する。一方、分子構造種の各々に対する混合割合の基準値（基準混合割合）が、予め設定されてメモリ８０ｂに記憶されている。これらの基準混合割合は、車両の使用が装置される国や地域で流通している燃料を鑑みて設定されている。本ステップＳ１０１では、直鎖パラフィン類、側鎖パラフィン類、ナフテン類、芳香族類などグループ化された分子構造種を推定している。なお、ステップＳ１０１が混合取得部に対応する。

[0071] ステップＳ１０２では、基準混合割合をメモリ８０ｂから読み込んで取得する。ステップＳ１０３では、燃料噴射についての噴射条件を取得する。噴

射条件としては、コモンレール４２内の燃料圧力であるレール圧や、噴射量の目標値である目標噴射量、燃料噴射弁１５への通電期間、燃料噴射弁１５のニードルリフト量、コモンレール４２内の燃料温度、燃料噴射弁１５内の燃料圧力などが挙げられる。

[0072] ステップＳ１０４では、燃料噴射が行われる場合の筒内環境条件を取得する。筒内環境条件としては、燃焼室１１ａの温度である筒内温度や、燃焼室１１ａの酸素濃度である筒内酸素濃度、燃焼室１１ａでの混合気の流速である筒内流速などが挙げられる。なお、筒内温度は、燃焼条件にも含まれている。また、筒内酸素濃度は、燃焼条件に含まれている吸気酸素濃度に基づいて取得される。

[0073] ステップＳ１０５では、噴射推定処理を行う。噴射推定処理については、図１０のフローチャートを参照しつつ説明する。

[0074] 図１０において、ステップＳ２０１では、燃圧センサ６０の検出信号に基づいて燃料圧力の圧力波形を取得する。ステップＳ２０２では、圧力波形に基づいて低下面積Ｓｐを算出する。ステップＳ２０３では、低下面積Ｓｐに基づいて暫定噴射量を推定する。ここで、基準混合割合を有する基準燃料については、筒内環境に応じた低下面積Ｓｐと噴射量との相関データが試験等によりあらかじめ取得されており、この相関データがメモリ８０ｂに記憶されている。ここでは、基準燃料が用いられた場合の噴射量を暫定噴射量と称すれば、基準燃料が用いられた場合のメモリ８０ｂから相関データを読み込み、基準燃料が用いられた場合のこの相関データを用いて低下面積Ｓｐから暫定噴射量を推定する。

[0075] ステップＳ２０４～Ｓ２０６では、実混合割合を有する実燃料について、動粘度、密度及び蒸留性状といった燃料特性を実混合割合に基づいて推定する。ステップＳ２０４では実燃料の動粘度を推定し、ステップＳ２０５では実燃料の密度を推定する。これら処理では、例えば、実混合割合に対して関数や推定モデル、マップなどを用いて動粘度や密度を推定する。なお、動粘度、密度及び蒸留性状は燃料の一般性状であり、燃料特性には、これら一般

性状の他にも、水素数と炭素数との比であるＨＣ比などの実混合割合の要素が含まれている。

[0076] また、これらステップＳ２０４，Ｓ２０５においては、実混合割合に基づいて推定した動粘度や密度を、レール温度センサ４３の検出結果に応じて補正する。ここでは、レール温度センサ４３の検出信号に基づいて、メイン通路５１ａの上流端での燃料温度を推定し、この燃料温度に基づいて動粘度や密度の補正量を推定する。例えば、燃料温度が高いほど動粘度や密度が小さくなるように、これら動粘度や密度の補正量を設定する。なお、ステップＳ２０４が動粘度推定部に対応し、ステップＳ２０５が密度推定部に対応する。

[0077] ステップＳ２０６では、実燃料について、実混合割合に基づいて複数の蒸留性状を推定する。ここでは、ステップＳ２０４と同様に、実混合割合に対して関数や推定モデル、マップなどを用いて蒸留性状を推定する。図１１に示すように、実燃料として使用され得る燃料Ａ１，Ａ２について、５０％が蒸発する蒸留性状Ｔ５０が燃料Ａ１，Ａ２で同じであったとしても、蒸留性状Ｔ１０，Ｔ９０が燃料Ａ１，Ａ２で異なることがある。このため、実燃料の蒸留性状を複数推定しておくことで、実燃料の揮発性について推定精度が高められる。加えて、蒸留性状Ｔ５０自体も燃料Ａ１，Ａ２ごとに大きく異なることがある。

[0078] ステップＳ２０７～Ｓ２１２では、暫定噴射量を基準とした場合について、実混合割合による噴射量の「ずれ」を噴射ずれ量として推定する。ステップＳ２０７では、目標噴射量が基準範囲内であるか否かを判定する。ここで、燃料の噴射に際しては、目標噴射量に応じて燃料噴射弁１５のニードルリフト量や通電期間が設定される。ここでは、ニードルリフト量が基準範囲内にあるか否かを判定することで、目標噴射量が基準範囲内にあるか否かを判定する。基準範囲としては、都度の内燃機関１０の出力が高レベル、中レベル、低レベルのいずれかに属するとした場合に、中レベルになる程度の目標噴射量やニードルリフト量が挙げられる。

[0079] 目標噴射量が基準範囲内にある場合、ステップＳ２０８に進み、噴射ずれ量を推定する上での燃料特性の寄与度を設定する。ここでは、図１２に示すように、密度、動粘度及び複数の蒸留性状を含む燃料特性と、燃料温度、燃料圧力、通電期間及びニードルリフト量を含む噴射条件と、に基づいて噴射ずれ量を推定する。噴射ずれ量は、噴射条件によって左右されるものであり、図１３に示すような重回帰モデル等のモデルにより推定可能になっている。この数式においては、噴射条件に応じた噴射ずれ量ΔＱ１，ΔＱ２，ΔＱ３…が、あらかじめ定められた係数ｂ及び動粘度等の燃料特性に基づいて推定される。係数ｂは、ｘ行ｙ列であり、例えばｂ00…ｂXYという数値を有する行列になっている。

[0080] この数式においては、係数ｂが噴射ずれ量に対する燃料特性の寄与度であり、上記ステップＳ２０８では、噴射条件に基づいて係数ｂを設定する。ここで、目標噴射量が基準範囲内に含まれている場合について、噴射条件と係数ｂとの相関を示すマップやモデル、関数がメモリ８０ｂに記憶されており、これらマップやモデル、関数を用いて、都度の燃料噴射についての噴射条件に応じた係数ｂを設定する。

[0081] ステップＳ２０８の後、ステップＳ２１２に進み、図１３に示したようなモデルを用いて、実燃料の燃料特性及び寄与度に基づいて噴射ずれ量を推定する。そして、ステップＳ２１３では、暫定噴射量及び噴射ずれ量を用いて、実際に噴孔５１ｂから噴射される実噴射量を推定する。この場合、暫定噴射量を噴射ずれ量により補正して実噴射量を算出することになる。なお、ステップＳ２１３が噴射量推定部に対応する。

[0082] ステップＳ２０７にて目標噴射量が基準範囲内にないと判定した場合、ステップＳ２０９に進み、目標噴射量が基準範囲よりも小さいか否かを判定する。ここでは、目標噴射量やニードルリフト量が、内燃機関１０の出力が低レベルに属する程度の大きさになっている場合に、目標噴射量が基準範囲よりも小さいとする。目標噴射量が基準範囲より小さい場合、ステップＳ２１０に進む。なお、基準範囲の最小値が下側基準値に相当し、目標噴射量は、

下側基準値より小さいことで基準範囲を下回っていることになる。

[0083] ステップＳ２１０では、噴射ずれ量の推定について、目標噴射量が基準範囲内にある場合に比べて燃料特性のうち動粘度の寄与度が大きくなるように係数ｂを設定する。ここで、ニードルリフト量が基準範囲よりも小さい場合、ボデー５１の着座面５１ｆと弁体５２のシート面５２ａとの隙間が比較的小さいことに起因して、この隙間に対する燃料の通過しやすさが燃料の密度よりも動粘度から影響を受けやすくなっている。この場合、動粘度の寄与度が大きくされることで、噴射ずれ量の推定値に対する動粘度の依存度や影響度が大きくなっている。なお、目標噴射量が基準範囲より小さい場合について、噴射条件と係数ｂとの相関を示すマップやモデル、関数がメモリ８０ｂに記憶されており、これらマップ等を用いて都度の燃料噴射についての噴射条件に応じた係数ｂを設定する。

[0084] 一方、目標噴射量が基準範囲内になく且つ基準範囲よりも小さくない場合、目標噴射量が基準範囲よりも大きいとして、ステップＳ２１１に進む。なお、基準範囲の最大値が上側基準値に相当し、目標噴射量は、上側基準値より大きいことで基準範囲を上回っていることになる。

[0085] ステップＳ２１１では、噴射ずれ量の推定について、目標噴射量が基準範囲内にある場合に比べて燃料特性のうち密度の寄与度が大きくなるように係数ｂを設定する。ここで、ニードルリフト量が基準範囲よりも大きい場合、着座面５１ｆとシート面５２ａとの隙間が比較的大きいことに起因して、この隙間に対する燃料の通過しやすさが燃料の動粘度により影響を受けにくくなり、かつ噴射量が大きくなるため、密度ずれにより噴射質量ずれが顕著になる。なお、目標噴射量が基準範囲より大きい場合について、噴射条件と係数ｂとの相関を示すマップやモデル、関数がメモリ８０ｂに記憶されており、これらマップ等を用いて都度の燃料噴射についての噴射条件に応じた係数ｂを設定する。

[0086] ステップＳ２１０，Ｓ２１１の後、ステップＳ２０８の後と同様に、ステップＳ２１２にて噴射ずれ量を推定し、ステップＳ２１３にて実噴射量を推

定する。なお、ステップＳ２１０が動粘度寄与部に対応し、ステップＳ２１１が密度寄与部に対応する。

[0087] 図９に戻り、噴射推定処理の終了後、ステップＳ１０６では、メモリ８０ｂから基準燃料の噴射量を読み込み、この基準燃料の噴射量と実燃料の実噴射量との「ずれ」を差分として算出し、この差分があらかじめ定められた基準量より小さいか否かを判定する。この場合の差分は、基準燃料の噴射量と実燃料の実噴射量との差の絶対値である。

[0088] 噴射量の差分が基準量より小さくない場合、ステップＳ１０７に進み、差分が基準量より小さくなるように噴射量の調整処理を行う。この調整処理では、燃料噴射弁１５の通電期間を増減させる処理を行う。実噴射量が基準燃料の噴射量より小さい場合は、通電期間を長くすることで噴射量を増加させる増加処理を行い、実噴射量が基準燃料の噴射量より大きい場合は、通電期間を短くすることで噴射量を減少させる減少処理を行う。燃料噴射の低下面積Ｓｐは、増加処理が行われることで増加し、減少処理が行われることで減少する。

[0089] 噴射量の調整処理においては、噴射量の差分を基準量より小さくするための目標値を実混合割合に基づいて設定する。この場合、暫定の目標値を基準混合割合に基づいて取得し、この暫定の目標値を実混合割合を用いて補正することで、目標値を算出する。例えば、増加処理においては、実噴射量を差分で増減して暫定の目標値を算出し、この暫定の目標値を実混合割合を用いて補正することで実目標値を算出する。これにより、増加処理を行ったにもかかわらず、実混合割合に起因して噴射量が不足していたということが抑制される。

[0090] 噴射量の差分が基準量より小さい場合、噴射量の調整処理が必要ないとして、そのまま本噴射制御処理を終了する。

[0091] 着火時期の差分が基準時間より小さい場合、着火時期の調整処理が必要ないとして、そのまま本噴射制御処理を終了する。なお、ステップＳ１０７が燃焼制御部に対応する。

[0092] ここまで説明した第１実施形態の作用効果を、以下に説明する。

[0093] 第１実施形態によれば、噴孔５１ｂからの燃料の噴射量が実混合割合及び燃料圧力の両方に基づいて推定される。このため、燃料噴射弁１５内の燃料圧力が同一であっても、実混合割合に起因して噴射量がばらついている場合に、そのばらつきを適正に把握することができる。したがって、噴射量の推定に実混合割合を用いることで、その推定精度を高めることができる。

[0094] 第１実施形態によれば、実混合割合に基づいて実燃料の動粘度が推定されるため、例えば動粘度センサ等の性状センサにより動粘度が検出された場合に比べて、動粘度の取得精度を高めることができる。しかも、噴射量の推定に際して、実混合割合が動粘度を介して間接的に用いられているため、実混合割合が噴射量の推定に直接的に用いられた構成に比べて、噴射量を推定するためのマップやモデル、関数などの作成難易度を下げることができる。

[0095] 第１実施形態によれば、目標噴射量が基準範囲よりも小さい場合に、噴射ずれ量の推定について動粘度の寄与度が高く設定されている。このため、目標噴射量の大きさに関係なく動粘度の寄与度が一定に設定された構成に比べて、噴射ずれ量の推定精度を高めることができる。

[0096] 第１実施形態によれば、実混合割合に基づいて実燃料の密度が推定されるため、例えば密度センサ等の性状センサにより密度が検出された場合に比べて、密度の取得精度を高めることができる。しかも、噴射量の推定に際して、実混合割合が密度を介して間接的に用いられているため、実混合割合が噴射量の推定に直接的に用いられた構成に比べて、噴射量を推定するためのマップやモデル、関数などの作成難易度を下げることができる。

[0097] 第１実施形態によれば、目標噴射量が基準範囲よりも大きい場合に、噴射量ずれの推定について密度の寄与度が高く設定されている。このため、目標噴射量の大きさに関係なく密度の寄与度が一定に設定された構成に比べて、噴射ずれ量の推定精度を高めることができる。

[0098] 第１実施形態によれば、噴射量の調整処理が実混合割合に基づいて行われるため、この調整処理を行ったにもかかわらず噴射量のずれが基準量内に含

まれないという事態の発生を抑制できる。このため、燃料圧力及び実混合割合の両方を用いることで噴射量の推定精度を高めた構成において、高い推定精度を内燃機関１０の制御に有効に活用できる。

[0099] （第２実施形態）

上記第１実施形態では、燃料噴射が行われるたびに実混合割合に基づいて実噴射量が推定されたが、第２実施形態では、実噴射量の推定結果を利用して噴射指標を作成し、この噴射指標に基づいて実噴射量を推定する。ここでは、本実施形態の噴射推定処理について図１４、図１５を参照しつつ説明する。

[0100] 図１４において、ステップＳ３０１では、噴射指標が作成済みであるか否かを判定する。ここで、噴射指標は、車両のスタートスイッチやイグニッションスイッチがＯＦＦされるたびにクリアされ、スタートスイッチやイグニッションスイッチがＯＮされるたびに作成されるものである。スタートスイッチやイグニッションスイッチがＯＮされた直後など、新たな噴射指標がまだ作成されていない場合には、噴射指標が無いとしてステップＳ３０２に進む。なお、噴射指標は、エンジンが停止するたびにクリアされてもよい。この場合、エンジンが始動するたびに噴射指標が作成されることになる。

[0101] ステップＳ３０２では、暫定噴射量の推定処理を行う。この処理は、上記第１実施形態のステップＳ２０１～Ｓ２０３と同じ処理である。ステップＳ３０３では、実混合割合に基づいて、ＨＣ比を中間パラメータとして推定する。ここでは、実混合割合に対して関数や推定モデル、マップなどを用いてＨＣ比を推定する。燃料においては、ＨＣ比が小さいほど動粘度や密度が大きくなり、特に、指令噴射量が小さい場合など噴射期間が短い条件においては燃料圧力が同一であっても噴射量が小さくなりやすい。なお、ステップＳ３０３はＨＣ比推定部に対応する。

[0102] ステップＳ３０４，Ｓ３０５では、上記第１実施形態のステップＳ２１２，Ｓ２１３と同様に噴射ずれ量及び実噴射量を推定し、実噴射量をメモリ８０ｂに記憶する。ここでは、噴射ずれ量を推定するための燃料特性の寄与度

が、上記第１実施形態と同様に噴射条件に基づいて設定されるが、この噴射条件には目標噴射量が含まれていない。このため、係数ｂは、目標噴射量に関係なく設定されることになる。なお、ステップＳ３０５が噴射量推定部に対応する。

[0103] ステップＳ３０６では、実噴射量の推定回数があらかじめ定められた所定回数以上になったか否かを判定する。本実施形態では、所定回数が２回に設定されているが、所定回数は複数回であれば３回以上に設定されていてもよい。ここでは、車両のスタートスイッチやイグニッションスイッチがＯＮされた後に、本噴射推定処理が２回実施された場合に、推定回数が所定回数以上になったとして、ステップＳ３０７に進む。

[0104] ステップＳ３０７では、所定回数分の実噴射量を用いて、図１５に示すような噴射指標を作成する。まず、噴射推定処理の実施回ごとに目標噴射量とその目標噴射量に対応する実噴射量とを取得し、プロットする。例えば、燃料Ａ３について、１回目に目標噴射量Ｘａ及び実噴射量Ｙａを取得し、２回目に目標噴射量Ｘｂ，実噴射量Ｙｂを取得した場合、２つの実施点Ｚａ，Ｚｂをプロットする。そして、これら実施点Ｚａ，Ｚｂを結ぶことで燃料Ａ３の噴射指標を作成する。なお、ステップＳ３０７が指標作成部に対応する。

[0105] なお、例えばステップＳ３０６において所定回数が１０回に設定されていた場合には、１０個の実施点をプロットし、これら実施点を結ぶように直線や曲線の噴射指標を作成する。また、図１５には、燃料Ａ３に加えて、燃料Ａ４及び基準燃料のそれぞれについても噴射指標を図示している。燃料Ａ４及び基準燃料についても、燃料Ａ３と同様に複数の実施点をプロットし、これら実施点に基づいて噴射指標を作成している。

[0106] ステップＳ３０１にて噴射指標があると判定された場合、実噴射量の推定回数が３回目以上であるとして、ステップＳ３０８に進み、噴射指標を用いて実噴射量を推定する。ここでは、噴射条件として取得した目標噴射量に基づいて、噴射指標を用いて実噴射量を推定する。例えば、燃料Ａ３について目標噴射量がＸｃである場合、図１５に示す燃料Ａ３の噴射指標を用いるこ

とで実噴射量がＹｃであると推定する。

[0107] また、燃料Ａ４や基準燃料が実燃料として使用されている場合でも、これら燃料Ａ４や基準燃料のそれぞれについて噴射指標が作成されることで、目標噴射量から実噴射量を推定できる。例えば、目標噴射量がＸｃである場合、燃料Ａ４の実噴射量をＹｃ１と推定でき、基準燃料の実噴射量をＹｃ２と推定できる。

[0108] 第２実施形態によれば、実燃料について噴射指標が作成されるため、噴射指標の作成後には、噴射指標を用いて実噴射量を推定できる。この場合、全ての噴射について実噴射量の推定のために実混合割合を用いた演算を行う必要がないため、実噴射量を推定するための処理負担を低減できる。しかも、噴射指標の作成に実混合割合が用いられているため、噴射指標を用いた噴射量の推定精度を適正に保つことができる。

[0109] 第２実施形態によれば、実混合割合に基づいて実燃料のＨＣ比が推定されるため、例えば燃料の動粘度や密度に基づいてＨＣ比が推定される場合に比べて、ＨＣ比の推定精度を高めることができる。しかも、噴射量の推定に際して、実混合割合がＨＣ比を介して間接的に用いられているため、実混合割合が噴射量の推定に直接的に用いられた構成に比べて、噴射量を推定するためのマップやモデル、関数などの作成難易度を下げることができる。

[0110] （他の実施形態）

以上、開示の好ましい実施形態について説明したが、開示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。

[0111] 変形例１として、混合割合推定部８２が、複数の燃焼特性値に基づき分子構造種の混合割合を推定するのではなく、燃料の一般性状をセンサで検出し、その検出結果に基づき上記混合割合を推定してもよい。上記一般性状の具

体例としては、燃料の密度、動粘度、蒸留温度等が挙げられる。

[0112] また、混合割合推定部８２による推定結果と、上記センサの検出結果の両方に基づいて、上記混合割合を推定してもよい。例えば、推定結果及び検出結果のいずれか一方に基づいて推定された混合割合を、他方に基づいて補正すればよい。また、分子構造種に応じて異なる手法で推定してもよい。例えば、第１の分子構造種の混合割合については、混合割合推定部８２による推定結果に基づいて推定し、第２の分子構造種の混合割合については、上記センサの検出結果に基づいて推定する。

[0113] 変形例２として、燃料に含まれた分子構造種の混合割合を推定するのではなく、燃料に含まれている水素や炭素、硫黄、窒素、酸素といった成分の混合割合を推定してもよい。例えば、平均炭素数や平均水素数、水素数と炭素数との比であるＨＣ比などが、水素や炭素についての混合割合として挙げられる。この構成では、各種成分の混合割合に基づいて、噴射量等の噴射パラメータや燃焼量等の燃焼パラメータが推定される。この場合、実燃料に含まれた成分が異なっていたり成分の混合割合が異なっていたりしても、燃料噴射による燃焼状態を適正に推定できる。なお、平均炭素数等の燃料成分を中間パラメータと称することもできる。

[0114] 変形例３として、ステップＳ１０７の調整処理が、実混合割合に基づいて行われるのではなく、実混合割合に関係なく行われてもよい。例えば、上記第１実施形態において、ステップＳ１０５にて実混合割合に基づいて噴射量が推定された後、ステップＳ１０７において、噴射量を調整するための目標噴射量が実混合割合に関係なく設定される構成とする。

[0115] 変形例４として、上記第１実施形態において、噴射ずれ量の推定に際して動粘度や密度の寄与度を設定する場合の基準値を、動粘度と密度とで同じ値にしてもよい。例えば、内燃機関１０の出力が高レベル及び低レベルのうち一方に属し、これら高レベルと低レベルとの境界に基準値があるとする。そして、目標噴射量が基準値より小さい場合、その目標噴射量が基準値より大きい場合に比べて動粘度の寄与度を増加させる。

[0116] 変形例５として、上記第１実施形態において実噴射量を推定する際に、動粘度や密度の寄与度が目標噴射量に応じて可変設定しなくてもよい。この場合でも、実噴射量を実混合割合に基づいて推定することに変わりはないため、推定精度を適正に保つことができる。

[0117] 変形例６として、上記第１実施形態において、暫定噴射量を噴射ずれ量で補正して実噴射量を推定するのではなく、実混合割合及び燃料圧力を用いて直接的に実噴射量を推定してもよい。例えば、低下面積Ｓｐと動粘度等の一般性状と寄与度とに基づいて実噴射量を推定する。

[0118] 変形例７として、実混合割合及び基準混合割合のそれぞれについて、噴射量を個別に推定しなくてもよい。例えば、実混合割合と基準混合割合との差分を算出し、この差分に基づいて噴射量の差分を推定する。この場合、基準燃料の噴射量と実燃料の噴射量との「ずれ」を直接的に推定することになる。

[0119] 変形例８として、噴射量を動粘度や密度等の一般性状を用いずに推定してもよい。例えば、実混合割合に対して関数や推定モデル、マップなどを用いて噴射量を直接的に推定する。この場合でも、噴射量の推定に燃料の実混合割合を反映させることができる。

[0120] 変形例９として、燃料の一般性状を検出する性状センサが設けられていてもよい。例えば、燃料の動粘度や密度を検出する性状センサが燃料タンクやコモンレールに設けられた構成とする。この構成では、燃料の平均炭素数や平均水素数、ＨＣ比などが、性状センサの検出結果に基づいて推定されてもよい。

[0121] 変形例１０として、筒内温度は、温度検出素子２１ａにより検出されるのではなく、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。

[0122] 変形例１１として、燃焼システムの推定装置及び制御装置としてのＥＣＵ８０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、燃焼システムの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。

[0123] 変形例１２として、燃圧センサ６０がメイン通路５１ａや接続通路４２ａの燃料圧力を直接的に検出してもよい。例えば、燃圧センサ６０が燃料噴射弁１５から独立して設けられていてもよい。

[0124] 上述の第１の開示による推定装置８０が適用される燃焼システムは、内燃機関での燃焼に用いる燃料を蓄圧する蓄圧容器（コモンレール）４２と、燃料を噴射孔（噴孔）５１ｂから噴射する燃料噴射弁（燃料噴射弁）１５と、蓄圧容器から噴射孔まで燃料を流通させる燃料通路４２ｂ、５１ａと、燃料通路内の燃料圧力を検出する燃圧センサ６０と、を備える。この燃焼システムに適用された推定装置８０は、混合取得部Ｓ１０１と、噴射量推定部Ｓ２１３，Ｓ３０５と、を備える。混合取得部Ｓ１０１は、内燃機関での燃焼に用いる燃料に含まれた各種成分の混合割合を取得する。噴射量推定部Ｓ２１３，Ｓ３０５は、噴射孔からの燃料の噴射に伴って燃圧センサにより検出された燃料圧力の変化態様と、混合取得部により取得された混合割合とに基づいて、噴射孔からの燃料の噴射量を推定する。

[0125] 第１の開示によれば、噴射孔からの燃料の噴射量が、燃料に含まれた各種成分の混合割合及び燃料圧力の両方に基づいて推定される。このため、燃料に含まれている成分が異なっていたり成分の混合割合が異なっていたりすることで燃料の噴射量が変化した場合には、燃料通路の燃料圧力の変化態様が同一であっても、噴射量が異なることを適正に把握することができる。例えば、燃料については、水素数と炭素数との比であるＨＣ比が小さいほど密度や動粘度が大きくなり、特に、指令噴射量が小さい場合など噴射期間が短い条件においては燃料圧力が同一であっても噴射量が小さくなりやすい。一方、ＨＣ比が大きいほど密度や動粘度が小さくなり、特に、指令噴射量が小さ

いなど噴射期間が短い条件においては噴射量が大きくなりやすい。また、噴射期間が長い場合は逆の傾向となる。したがって、噴射量の推定に燃料の各種成分の混合割合を用いることで、その推定精度を高めることができる。

[0126] 上述の第２の開示による制御装置８０が適用される燃焼システムは、内燃機関での燃焼に用いる燃料を蓄圧保持する蓄圧容器４２と、燃料を噴射孔噴孔５１ｂから噴射する燃料噴射弁１５と、蓄圧容器から噴射孔まで燃料を流通させる燃料通路４２ｂ、５１ａと、燃料通路内の燃料圧力を検出する燃圧センサ６０と、を備える。この燃焼システムに適用される制御装置８０は、混合取得部Ｓ１０１と、噴射量推定部Ｓ２１３，Ｓ３０５と、燃焼制御部Ｓ１０７と、を備える。混合取得部Ｓ１０１は、内燃機関での燃焼に用いる燃料に含まれた各種成分の混合割合を取得する。噴射量推定部Ｓ２１３，Ｓ３０５は、噴射孔からの燃料の噴射に伴って燃圧センサにより検出された燃料圧力の変化態様と、混合取得部により取得された混合割合とに基づいて、噴射孔からの燃料の噴射量を推定する。燃焼制御部Ｓ１０７は、噴射量推定部の推定結果に基づいて、燃焼システムの制御を行う。

[0127] 第２の開示によれば、上記第１の開示と同様の効果を奏する。

[0128] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

[請求項1] 内燃機関での燃焼に用いる燃料を蓄圧する蓄圧容器（コモンレール４２）と、

前記燃料を噴射孔（噴孔５１ｂ）から噴射する燃料噴射弁（燃料噴射弁１５）と、

前記蓄圧容器から前記噴射孔まで前記燃料を流通させる燃料通路（４２ｂ、５１ａ）と、

前記燃料通路内の燃料圧力を検出する燃圧センサ（６０）と、

を備えている燃焼システムに適用された推定装置（８０）であって、

前記内燃機関での燃焼に用いる燃料に含まれた各種成分の混合割合を取得する混合取得部（Ｓ１０１）と、

前記噴射孔からの前記燃料の噴射に伴って前記燃圧センサにより検出された前記燃料圧力の変化態様と、前記混合取得部により取得された前記混合割合とに基づいて、前記噴射孔からの前記燃料の噴射量を推定する噴射量推定部（Ｓ２１３，Ｓ３０５）と、

を備えている燃焼システムの推定装置。

[請求項2] 前記混合割合に基づいて前記燃料の動粘度を推定する動粘度推定部（Ｓ２０４）を備え、

前記噴射量推定部は、前記動粘度推定部の推定結果に基づいて前記噴射量を推定することで、前記混合割合に基づいて前記噴射量を推定することになる請求項１に記載の燃焼システムの推定装置。

[請求項3] 前記燃料の目標噴射量があらかじめ定められた下側基準値より小さい場合、前記目標噴射量が前記下側基準値より小さくない場合に比べて、前記噴射量を推定する上で前記動粘度の寄与度を増加させる動粘度寄与部（Ｓ２１０）を備え、

前記噴射量推定部は、前記動粘度寄与部の設定結果及び前記混合割合に基づいて前記噴射量を推定するものである請求項２に記載の燃焼システムの推定装置。

[請求項4] 前記混合割合に基づいて前記燃料の密度を推定する密度推定部（Ｓ２０５）を備え、

前記噴射量推定部は、前記密度推定部の推定結果に基づいて前記噴射量を推定することで、前記混合割合に基づいて前記噴射量を推定することになる請求項１～３のいずれか１つに記載の燃焼システムの推定装置。

[請求項5] 前記燃料の目標噴射量があらかじめ定められた上側基準値より大きい場合、前記目標噴射量が前記上側基準値より大きくない場合に比べて、前記噴射量を推定する上で前記密度の寄与度を大きい値に設定する密度寄与部（Ｓ２１１）を備え、

前記噴射量推定部は、前記密度寄与部の設定結果及び前記混合割合に基づいて前記噴射量を推定するものである請求項４に記載の燃焼システムの推定装置。

[請求項6] 前記燃圧センサにより検出された前記燃料圧力と、前記混合取得部により取得された前記混合割合とに基づいて、前記噴射量を推定するための噴射指標を作成する指標作成部（Ｓ３０７）を備え、

前記噴射量推定部は、前記指標作成部により作成された前記噴射指標を用いることで、前記燃料圧力及び前記混合割合に基づいて前記噴射量を推定するものである請求項１～５のいずれか１つに記載の燃焼システムの推定装置。

[請求項7] 前記混合取得部は、

前記混合割合として、前記燃料に含まれた水素数と炭素数との比であるＨＣ比を推定するＨＣ比推定部（Ｓ３０３）を有しており、

前記噴射量推定部は、前記燃料圧力と、前記ＨＣ比推定部により推定された前記ＨＣ比とに基づいて前記噴射量を推定するものである請求項１～６のいずれか１つに記載の燃焼システムの推定装置。

[請求項8] 内燃機関での燃焼に用いる燃料を蓄圧保持する蓄圧容器（４２）と、

前記燃料を噴射孔（噴孔５１ｂ）から噴射する燃料噴射弁（１５）と、

前記蓄圧容器から前記噴射孔まで前記燃料を流通させる燃料通路（４２ｂ、５１ａ）と、

前記燃料通路内の燃料圧力を検出する燃圧センサ（６０）と、

を備えている燃焼システムに適用された制御装置（８０）であって、

前記内燃機関での燃焼に用いる燃料に含まれた各種成分の混合割合を取得する混合取得部（Ｓ１０１）と、

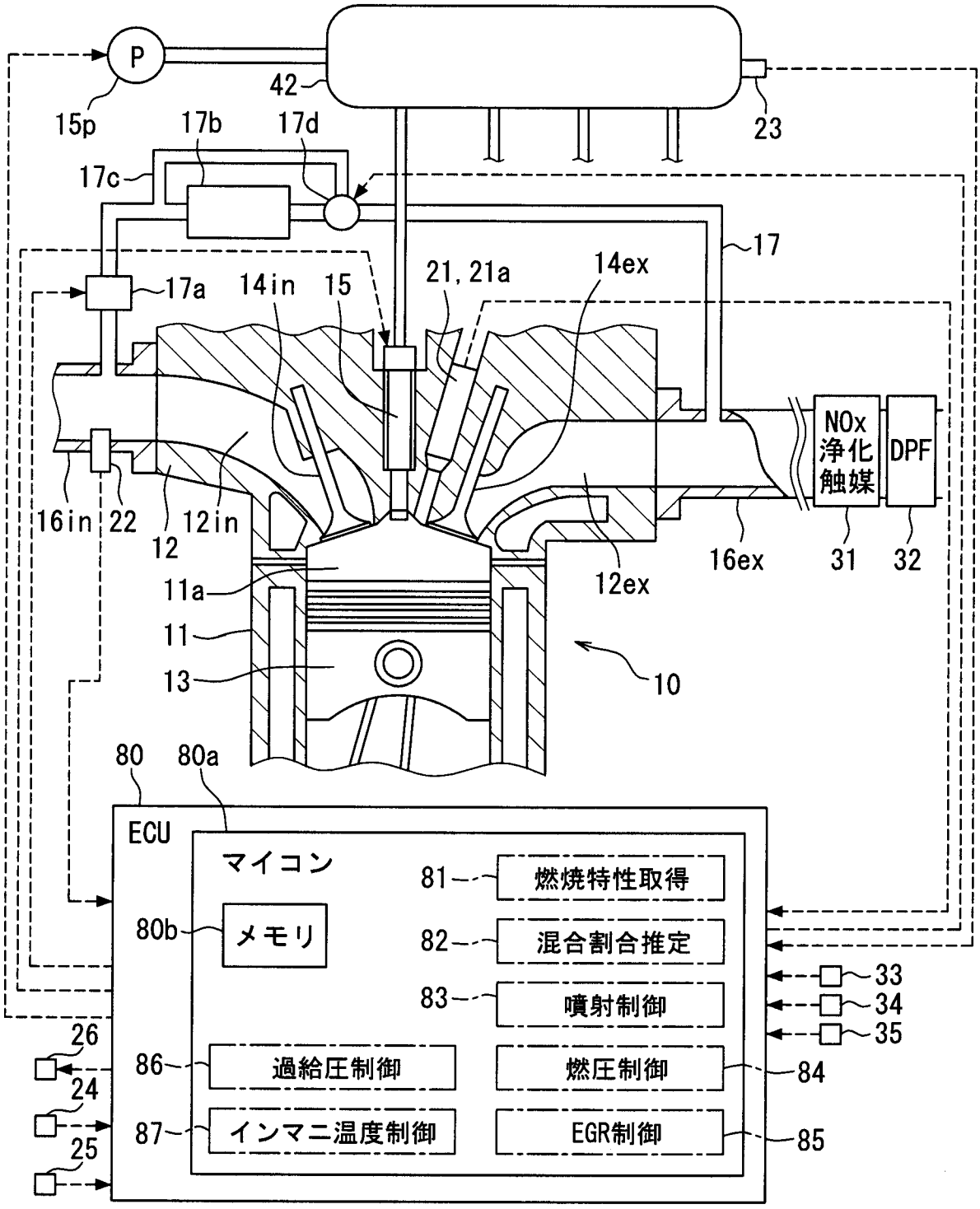
前記噴射孔からの前記燃料の噴射に伴って前記燃圧センサにより検出された前記燃料圧力の変化態様と、前記混合取得部により取得された前記混合割合とに基づいて、前記噴射孔からの前記燃料の噴射量を推定する噴射量推定部（Ｓ２１３，Ｓ３０５）と、

前記噴射量推定部の推定結果に基づいて、前記燃焼システムの制御を行う燃焼制御部（Ｓ１０７）と、

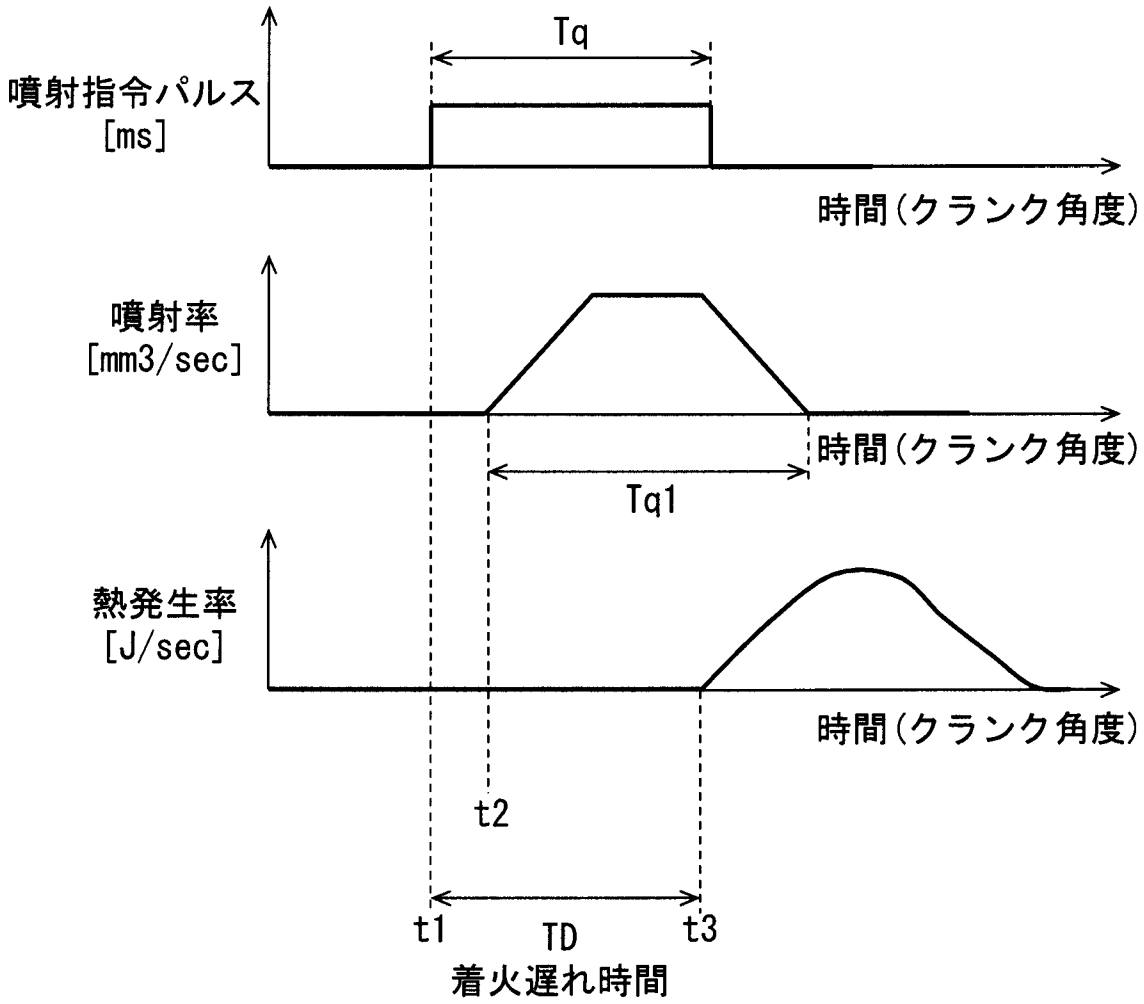
を備えている燃焼システムの制御装置。

[請求項9] 前記燃焼制御部は、前記噴射量推定部の推定結果に加えて、前記混合割合に基づいて、前記燃焼システムの制御を行うものである請求項８に記載の燃焼システムの制御装置。

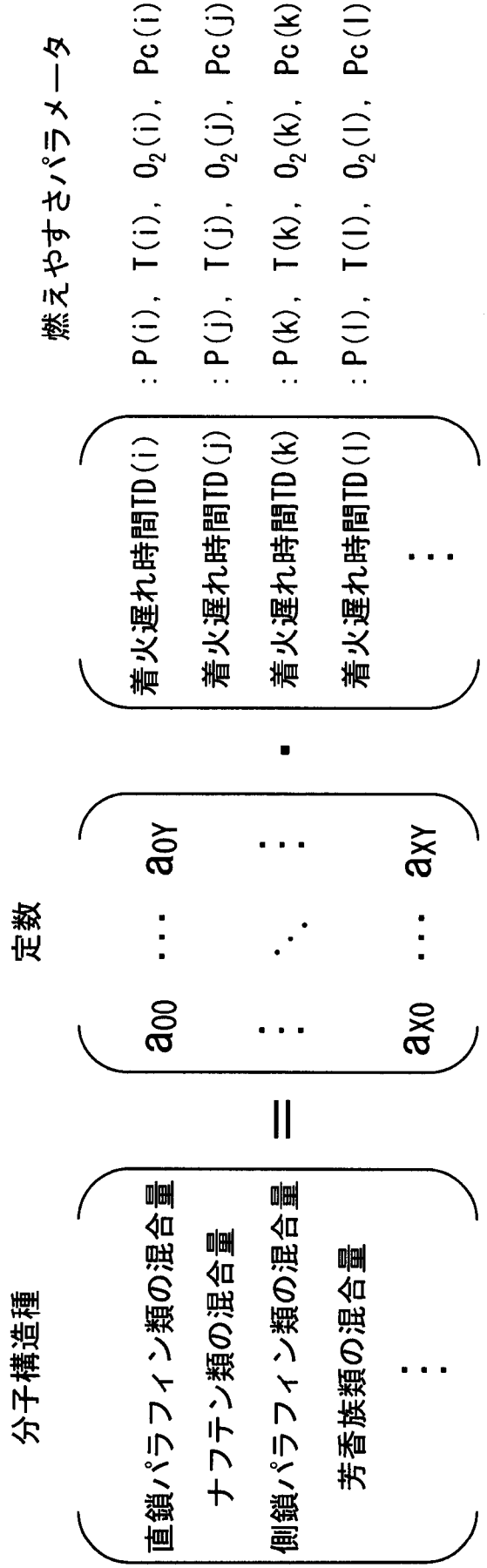
[図1]


P
42
15p
17b
17d
23
17c
17
17a
14in
15
21, 21a
14ex
NOx
浄化
触媒
DPF
16in
22
12
12in
16ex
31
32
12ex
11a
11
13
10
80
80a
ECU
マイコン
81
燃焼特性取得
80b
メモリ
82
混合割合推定
83
噴射制御
33
34
35
26
86
過給圧制御
燃圧制御
84
24
87
インマニ温度制御
EGR制御
85
25

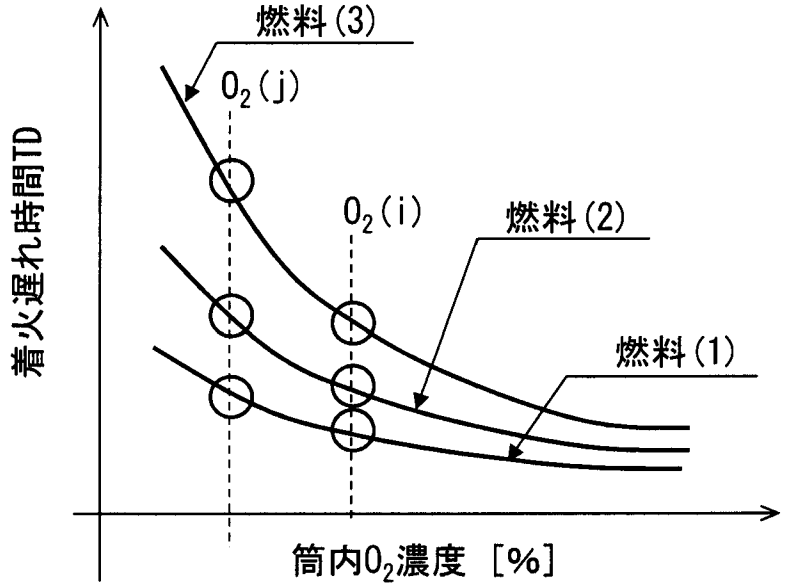
[図2]


Tq
噴射指令パルス
[ms]
時間(クランク角度)
噴射率
[mm3/sec]
時間(クランク角度)
Tq1
熱発生率
[J/sec]
時間(クランク角度)
t2
t1
TD
t3
着火遅れ時間

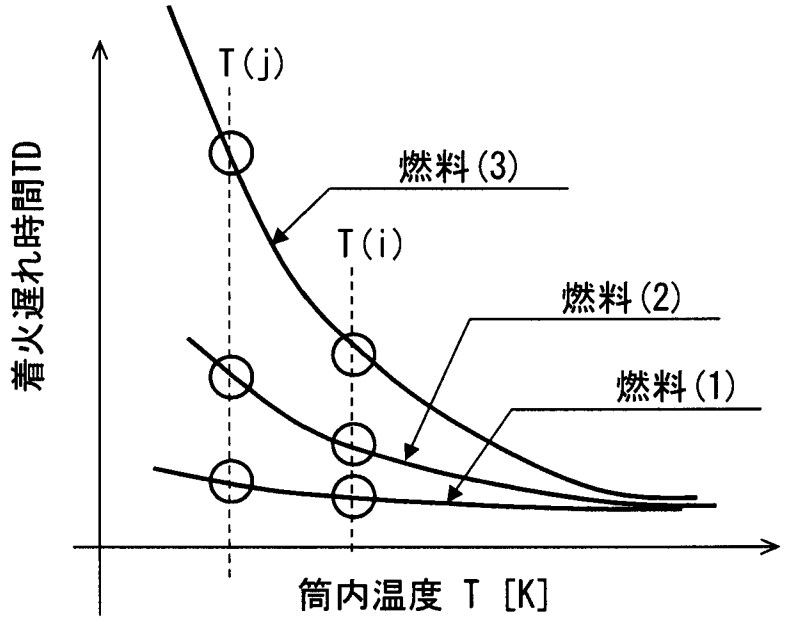
[図3]


分子構造種
定数
燃えやすさパラメータ
直鎖パラフィン類の混合量
ナフテン類の混合量
側鎖パラフィン類の混合量
芳香族類の混合量
a00 … a0Y
aX0 … aXY
着火遅れ時間TD(i)
着火遅れ時間TD(j)
着火遅れ時間TD(k)
着火遅れ時間TD(l)
: P(i), T(i), O2(i), Pc(i)
: P(j), T(j), O2(j), Pc(j)
: P(k), T(k), O2(k), Pc(k)
: P(l), T(l), O2(l), Pc(l)

[図4]



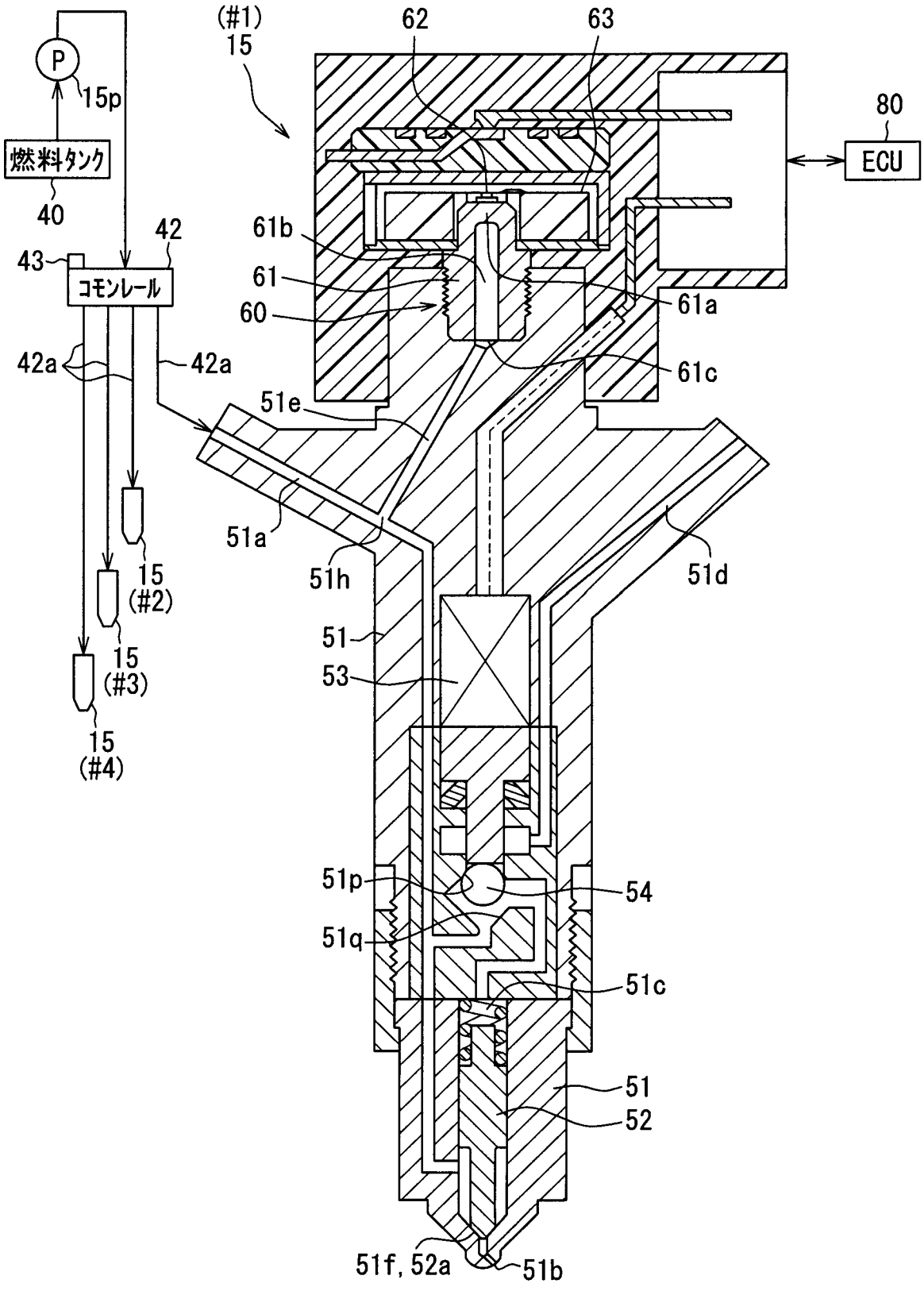
[図5]



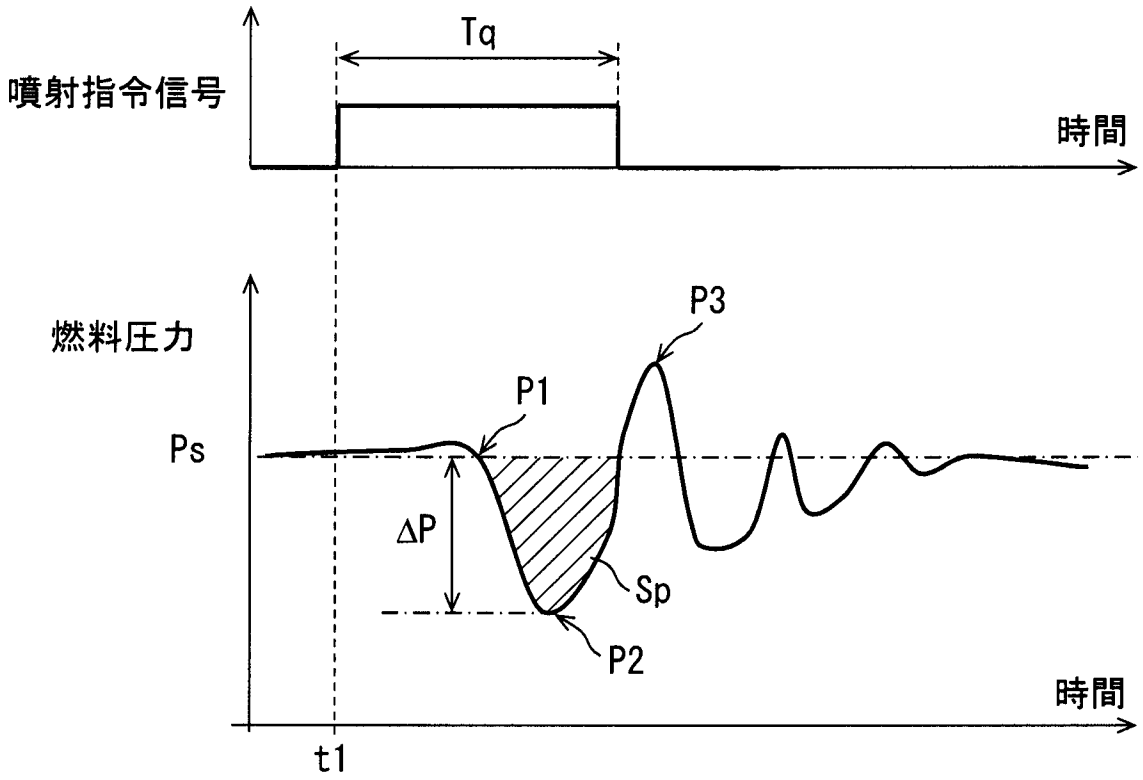
[図6]

	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

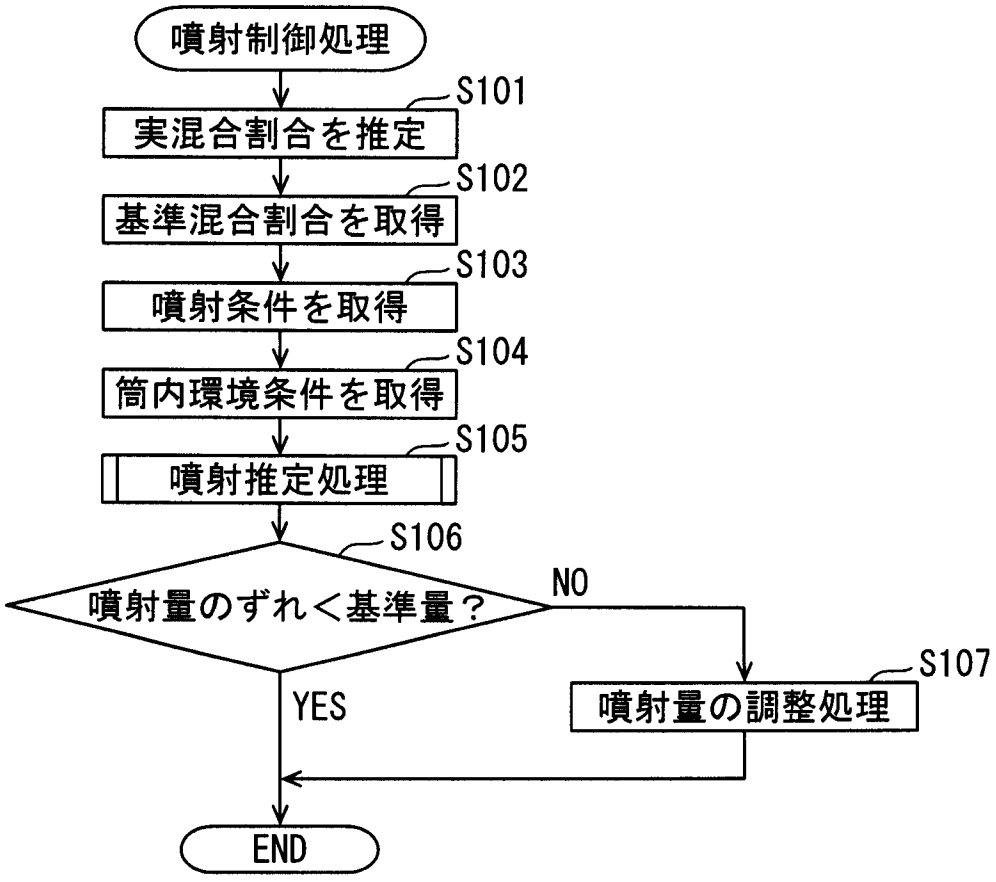
[図7]


(#1)
15
62
63
80
ECU
P
15p
燃料タンク
40
42
43
コモンレール
61b
61
60
61a
61c
42a
42a
51e
51a
51h
51d
15
(#2)
15
(#3)
15
(#4)
51
53
51p
54
51q
51c
51
52
51f, 52a
51b

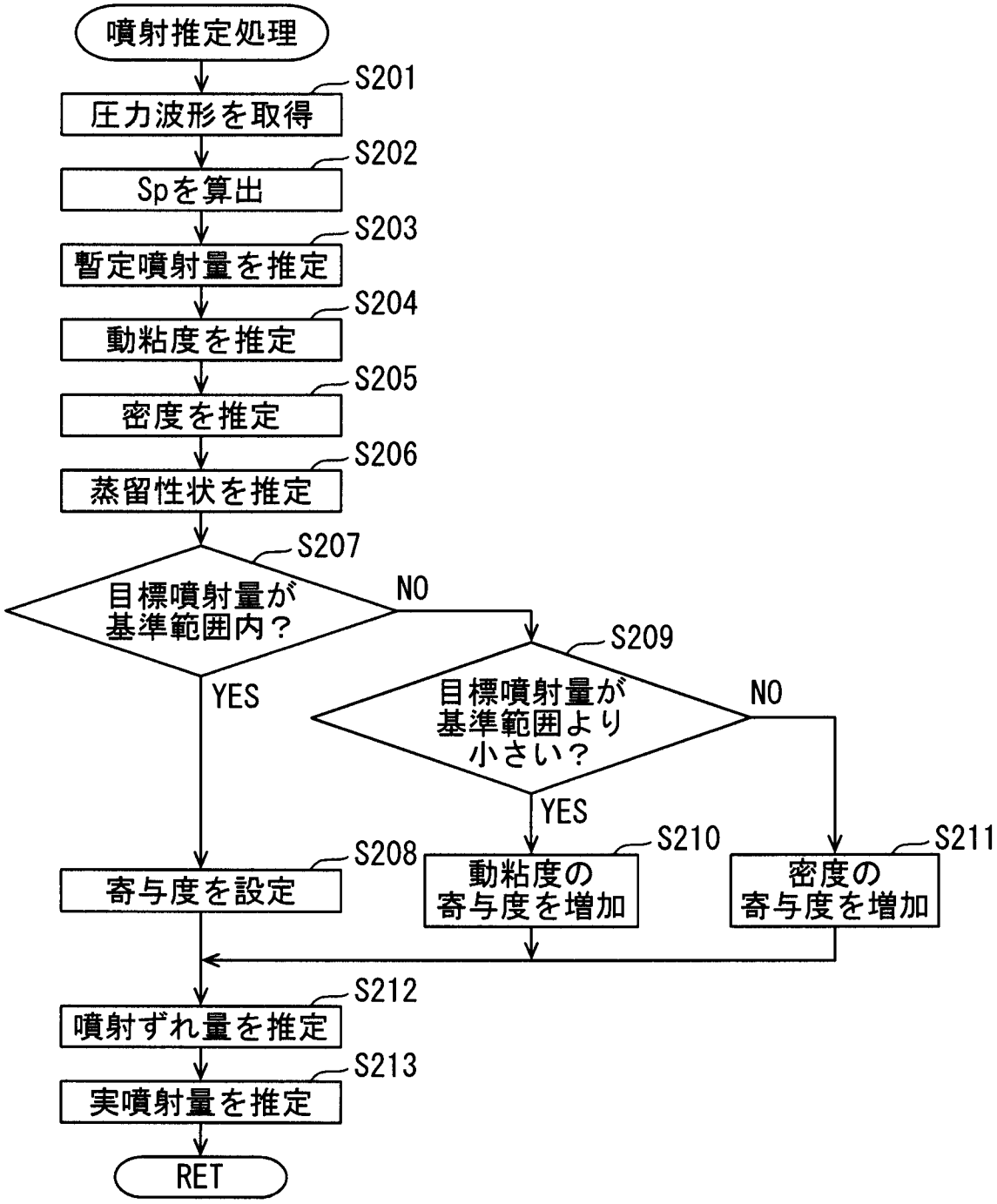
[図8]


噴射指令信号
Tq
時間
燃料圧力
Ps
P1
P2
P3
ΔP
Sp
時間
t1

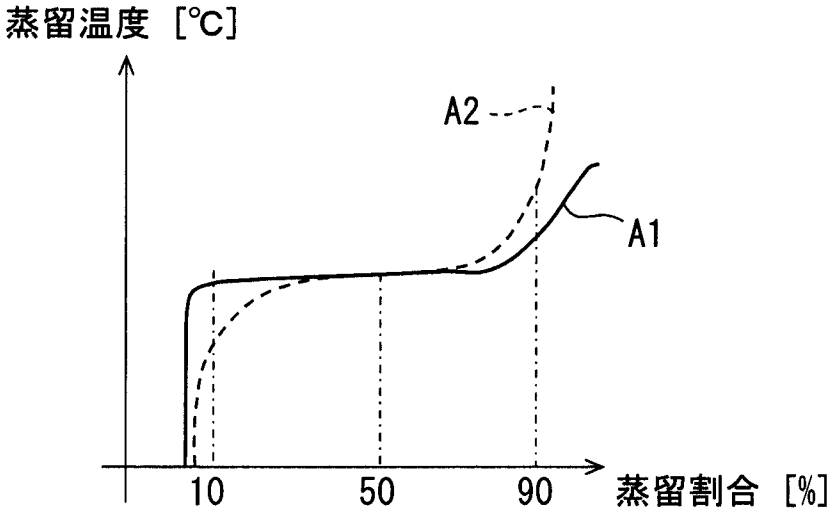
[図9]


噴射制御処理
S101
実混合割合を推定
S102
基準混合割合を取得
S103
噴射条件を取得
S104
筒内環境条件を取得
S105
噴射推定処理
S106
噴射量のずれ＜基準量？
NO
YES
S107
噴射量の調整処理
END

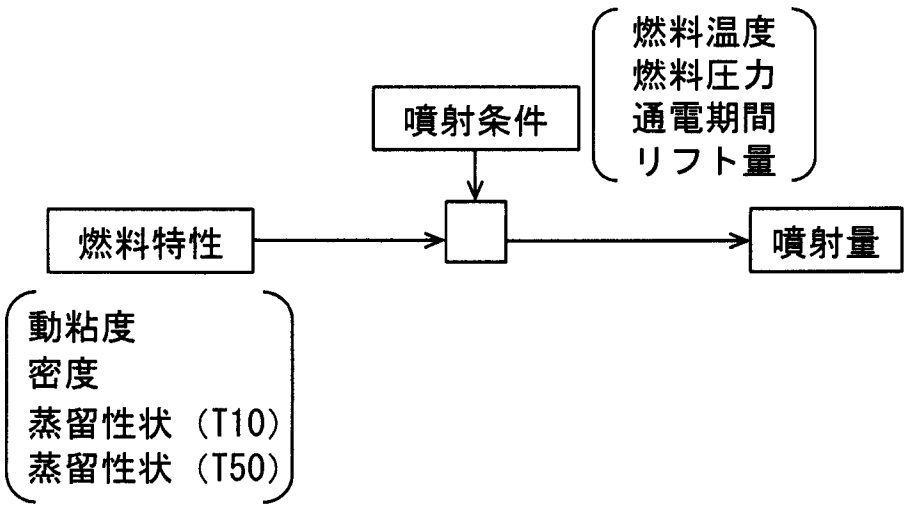
[図10]


噴射推定処理
S201
圧力波形を取得
S202
Spを算出
S203
暫定噴射量を推定
S204
動粘度を推定
S205
密度を推定
S206
蒸留性状を推定
S207
目標噴射量が基準範囲内？
NO
YES
S209
目標噴射量が基準範囲より小さい？
NO
YES
S208
寄与度を設定
S210
動粘度の寄与度を増加
S211
密度の寄与度を増加
S212
噴射ずれ量を推定
S213
実噴射量を推定
RET

[図11]



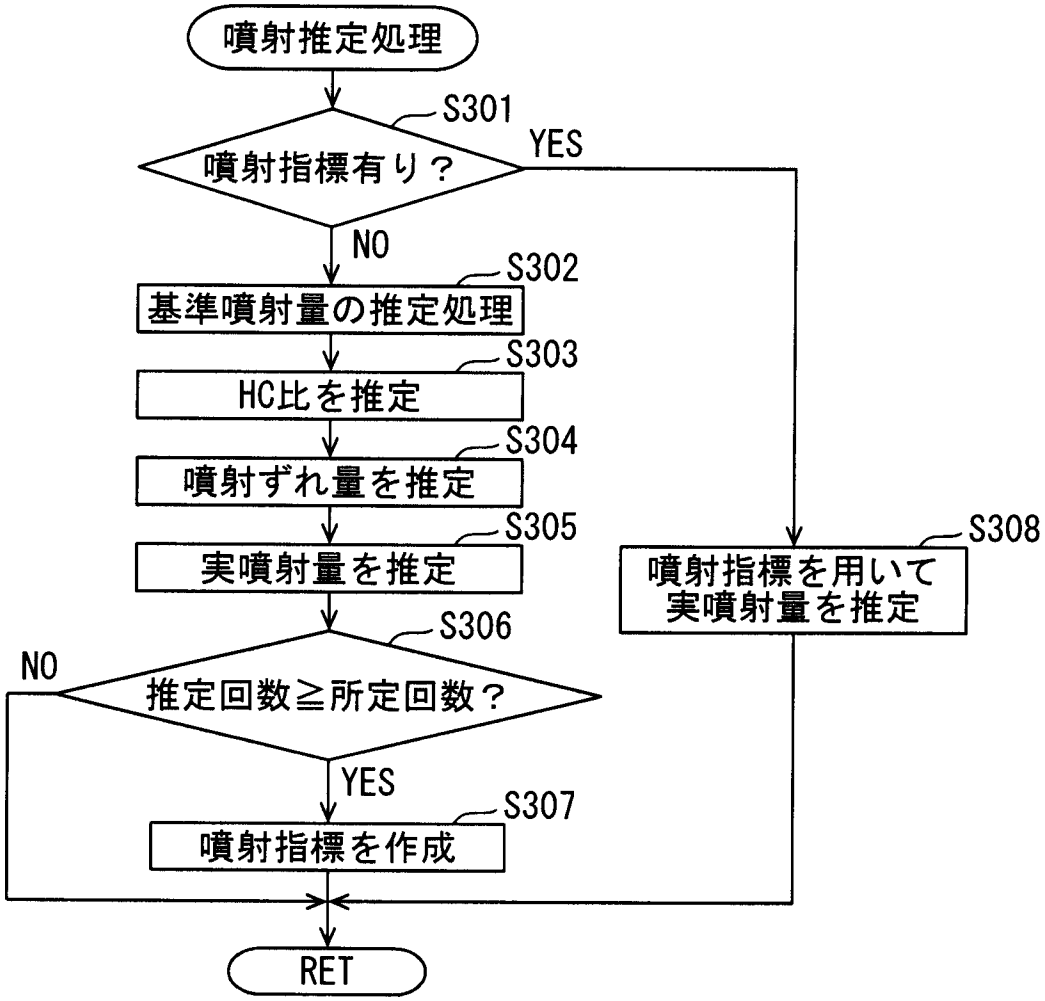
[図12]



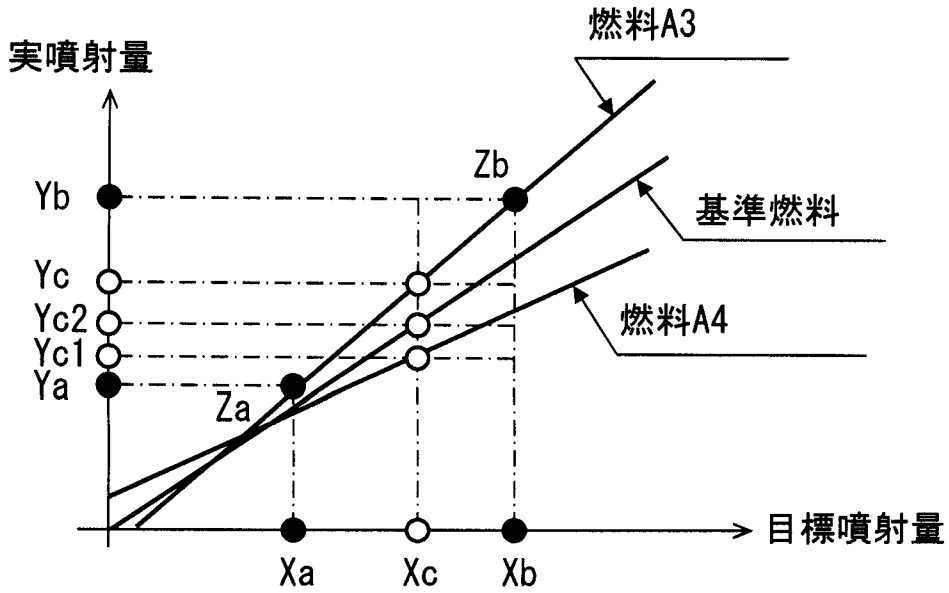
[図13]

$$\begin{pmatrix} \text{噴射ずれ量}\Delta Q1 \\ \text{噴射ずれ量}\Delta Q2 \\ \text{噴射ずれ量}\Delta Q3 \\ \cdots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{00} & \cdots & b_{0Y} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{X0} & \cdots & b_{XY} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \text{動粘度} \\ \text{密度} \\ \text{蒸留特性：T10} \\ \text{蒸留特性：T50} \\ \cdots \end{pmatrix}$$

[図14]


噴射推定処理
S301
噴射指標有り？
YES
NO
S302
基準噴射量の推定処理
S303
HC比を推定
S304
噴射ずれ量を推定
S305
実噴射量を推定
S306
NO
推定回数≧所定回数？
YES
S307
噴射指標を作成
S308
噴射指標を用いて
実噴射量を推定
RET

[図15]


実噴射量
燃料A3
Zb
Yb
基準燃料
Yc
Yc2
燃料A4
Yc1
Ya
Za
目標噴射量
Xa
Xc
Xb

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/076877

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02D41/04(2006.01)i, *F02D41/38*(2006.01)i, *F02D45/00*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02D41/04, F02D41/38, F02D45/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2013-24138 A (Nippon Soken, Inc.), 04 February 2013 (04.02.2013), paragraphs [0056] to [0077], [0079] to [0090], [0110]; fig. 2 to 5 (Family: none)	1-2,4,6,8-9 3,5,7
Y A	JP 2011-236788 A (Nippon Soken, Inc.), 24 November 2011 (24.11.2011), paragraphs [0031] to [0033]; fig. 2 (Family: none)	1-2,4,6,8-9 3,5,7
A	JP 2011-226351 A (Denso Corp.), 10 November 2011 (10.11.2011), (Family: none)	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
08 November 2016 (08.11.16)	22 November 2016 (22.11.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０７６８７７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02D41/04(2006.01)i, F02D41/38(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02D41/04, F02D41/38, F02D45/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ｙ Ａ	JP 2013-24138 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 2013.02.04, 段落［００５６］－［００７７］［００７９］－［００９０］［０１１０］図２－５（ファミリーなし）	1-2,4,6,8-9 3,5,7
Ｙ Ａ	JP 2011-236788 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 2011.11.24, 段落［００３１］－［００３３］図２（ファミリーなし）	1-2,4,6,8-9 3,5,7

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０８．１１．２０１６	２２．１１．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｚ　９５３３
大山　健
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３９５

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2011-226351 A（株式会社デンソー）2011.11.10,（ファミリーなし）	1-9