

(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 6 月 1 日(01.06.2017)



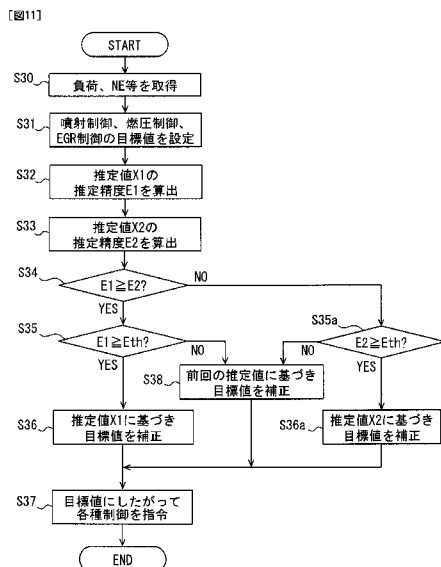
(10) 国際公開番号

WO 2017/090404 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 45/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/082746
- (22) 国際出願日: 2016 年 11 月 4 日(04.11.2016)
- (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 2015-228271 2015 年 11 月 23 日(23.11.2015) 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 1 3 番 1 9 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, DJ, 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), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, 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))

(54) Title: COMBUSTION SYSTEM CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 燃焼システム制御装置



S30... OBTAIN LOAD, NE, ETC.
S31... SET TARGET VALUES FOR INJECTION CONTROL, FUEL PRESSURE CONTROL, EGR CONTROL
S32... CALCULATE ESTIMATION PRECISION E1 FOR ESTIMATED VALUE X1
S33... CALCULATE ESTIMATION PRECISION E2 FOR ESTIMATED VALUE X2
S36... CORRECT TARGET VALUES ON BASIS OF ESTIMATED VALUE X1
S36a... CORRECT TARGET VALUES ON BASIS OF ESTIMATED VALUE X2
S37... MANDATE CONTROLS IN ACCORDANCE WITH TARGET VALUES
S38... CORRECT TARGET VALUES ON BASIS OF PREVIOUS ESTIMATED VALUE

(57) Abstract: As a combustion system control device, an ECU (80) is equipped with a first estimation unit (81a), a second estimation unit (82a), a comparison-selection unit (83), and various control units such as an injection control unit (85a). On the basis of a detection value from a cylinder sensor (21), which is a combustion sensor, the first estimation unit (81a) estimates, as a first estimated value, the air-fuel ratio for each type of molecular structure included in the fuel. On the basis of detection values from a density sensor (27) and a kinetic viscosity sensor (28), which are property sensors, the second estimation unit (82a) estimates the air-fuel ratios as a second estimated value. The comparison-selection unit (83) compares the first estimated value and the second estimated value, and selects the estimated value having the higher estimation precision. The various control units such as the injection control unit (85a) use the selected estimated value to control the operation of the combustion system.

(57) 要約: 燃焼システム制御装置としての ECU (80) は、第 1 推定部 (81a) と、第 2 推定部 (82a) と、比較選択部 (83) と、噴射制御部 (85a) 等の各種制御部と、を備える。第 1 推定部 (81a) は、燃焼センサである筒内圧センサ (21) の検出値に基づき、燃料に含まれている分子構造種毎の混合割合を第 1 推定値として推定する。第 2 推定部 (82a) は、性状センサである密度センサ (27) および動粘度センサ (28) の検出値に基づき、上記混合割合を第 2 推定値として推定する。比較選択部 (83) は、第 1 推定値および第 2 推定値を比較して推定精度が高い方の推定値を選択し、噴射制御部 (85a) 等の各種制御部は、選択された推定値を用いて燃焼システムの作動を制御する。

WO 2017/090404 A1

明 細 書

発明の名称： 燃焼システム制御装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2015年11月23日に出願された日本特許出願番号2015-228271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、燃焼システムの作動を制御する燃焼システム制御装置に関する。

背景技術

[0003] 内燃機関を備える燃焼システムの作動を制御する従来の制御装置は、例えば、排気エミッションや燃料消費率を適正範囲に保ちつつ所望の動力を出力させるように、燃料の噴射量や噴射時期、EGR量、過給圧等を制御する。

[0004] 燃焼システムに給油される燃料の性状、例えば燃料の動粘度や密度、揮発性、着火性等は、その燃料の採掘場所や精製場所等によって様々である。そして、燃料の性状が異なれば、最適な制御内容も異なってくる。そこで従来では、燃料の動粘度を動粘度センサで検出し、その検出結果に応じて上記制御内容を補正する技術が知られている。

[0005] しかしながら、燃料に含まれる成分が燃料毎に異なり、その各種成分の混合割合も燃料毎に異なる。例えば、アロマ類の成分が多い燃料やパラフィン類の成分が多い燃料等、その燃料の採掘場所や精製場所等によって、燃料に含まれる成分やその混合割合は様々である。そのため、動粘度センサによる検出値が同じ燃料であっても、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、動粘度センサの検出結果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。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2013-24138号公報

発明の概要

[0007] 本開示は、燃料に応じた最適な内容で燃焼システムの作動を制御することの向上を図った燃焼システム制御装置を提供することを目的とする。

[0008] 本開示の一態様によれば、燃焼システム制御装置は、内燃機関と、内燃機関の燃焼状態を表わす燃焼パラメータを検出する燃焼センサと、内燃機関の燃焼に用いる燃料の性状を表わす性状パラメータを検出する性状センサと、を備える燃焼システムに適用され、燃焼システムの作動を制御する。

[0009] 燃焼システム制御装置は、燃焼センサにより検出された燃焼パラメータのうち、異なる燃焼条件で燃焼した場合の各々の燃焼パラメータに基づき、燃料に含まれている分子構造種毎の混合割合および燃料の性状を表した性状値の少なくとも一方を第1推定値として推定する第1推定部と、性状センサにより検出された複数の性状パラメータに基づき、混合割合および性状値の少なくとも一方を第2推定値として推定する第2推定部と、第1推定値および第2推定値を比較して、推定精度が高い方の推定値を選択する比較選択部と、比較選択部により選択された推定値を用いて燃焼システムの作動を制御する制御部と、を備える。

[0010] 燃焼センサで検出される着火遅れ時間や熱発生量等の燃焼パラメータの値は、筒内圧力や筒内温度等の燃焼条件に応じて異なってくる。そして、燃焼条件の違いに対する燃焼パラメータの違いは、燃料に含まれている分子構造種毎の混合割合の違いに起因して異なってくる。例えば、燃料に含まれている直鎖パラフィン類、側鎖パラフィン類、ナフテン類および芳香族類の各々についての混合割合の違いに起因して、筒内圧力と着火遅れ時間との関係を表わす特性マップは異なってくる。このことは、燃焼条件の違いに応じた燃焼パラメータの違いを検出すれば、分子構造種毎の混合割合を推定できることを意味する。要するに、本発明者らは、「異なる燃焼条件による各々の燃焼パラメータから、燃料に含まれている分子構造種毎の混合割合を推定できる」との知見を得ている。なお、上述の如く混合割合を推定できるというこ

とは、それらの推定された混合割合から、燃料の蒸留性状 T 50 や動粘度、密度等の一般性状値、および平均炭素数や H C 比等の中間パラメータを高精度で推定できることを意味する。

[0011] これらの知見に鑑み、上記開示によれば、燃焼センサにより検出された燃焼パラメータのうち、異なる燃焼条件で燃焼した場合の各々の燃焼パラメータに基づき、上述した混合割合および性状値の少なくとも一方を第 1 推定値として推定する。なお、上記性状値の具体例としては、先述した一般性状値や中間パラメータが挙げられる。そして、第 1 推定値を用いて燃焼システムの作動を制御するので、動粘度センサで検出された動粘度に基づき制御する従来装置に比べて、燃料に応じた最適な内容で制御できる。

[0012] また、性状センサで検出される動粘度や密度等の複数種類の性状パラメータの組み合わせは、上記混合割合との相関がある。性状パラメータの種類が 1 つであっても、その性状パラメータが検出される時の条件、例えば燃料の温度や圧力が異なれば、条件毎に異なる複数の性状パラメータを取得することができる。そして、これら複数の性状パラメータの組み合わせは、上記混合割合との相関がある。要するに、「複数の性状パラメータから、燃料に含まれている分子構造種毎の混合割合を推定できる」との知見を本発明者らは得ている。なお、このように混合割合を推定できるということは、それらの推定された混合割合から上記一般性状および中間パラメータを高精度で推定できることを意味する。

[0013] これらの知見に鑑み、上記開示によれば、性状センサにより検出された複数の性状パラメータに基づき上記混合割合および性状値の少なくとも一方を第 2 推定値として推定する。そして、第 2 推定値を用いて燃焼システムの作動を制御するので、動粘度センサで検出された動粘度に基づき制御する従来装置に比べて、燃料に応じた最適な内容で制御できる。

[0014] さらに上記開示では、比較選択部を備え、第 1 推定値および第 2 推定値のうち推定精度が高い方の推定値が選択され、その選択された推定値を用いて燃焼システムの作動を制御するので、燃料に応じた最適な内容で制御するこ

とを、より一層向上できる。

図面の簡単な説明

[0015] 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。

[図1]図1は、本開示の第1実施形態に係る燃焼システム制御装置と、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]図2は、着火遅れ時間の説明図。

[図3]図3は、複数の着火遅れ時間、燃えやすさを表わす燃焼環境値の組み合わせである燃焼条件、および各種成分の混合量の関係を説明する図。

[図4]図4は、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]図5は、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]図6は、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7は、図1に示すマイクロコンピュータ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8は、図1に示すマイクロコンピュータの処理フローであって、分子構造種毎の混合割合を推定する手順を示すフローチャート。

[図9]図9は、複数の性状パラメータ、分子構造種の混合量、および感度係数の関係を説明する図。

[図10]図10は、分子構造種の混合量、複数の性状パラメータ、および換算値の関係を説明する図。

[図11]図11は、図1に示すマイクロコンピュータ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。

[図12]図12は、図11の処理で算出される推定精度が、時間経過とともに変化していく一態様を示す図。

[図13]図13は、本開示の第2実施形態において、燃焼条件および燃温条件

を変更する手順を示すフローチャート。

[図14]図14は、本開示の第3実施形態において、燃焼パラメータを再取得する手順を示すフローチャート。

[図15]図15は、本開示の第6実施形態において、燃焼センサの故障有無を診断する手順を示すフローチャート。

[図16]図16は、本開示の第6実施形態において、性状センサの故障有無を診断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

[0016] 以下、図面を参照しながら発明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。

[0017] (第1実施形態)

本実施形態に係る燃焼システム制御装置は、図1に示す電子制御装置（ECU）80により提供される。ECU80は、マイクロコンピュータ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。マイクロコンピュータ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、マイクロコンピュータ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。

[0018] 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、および燃焼センサをなす筒内圧センサ2

1 が取り付けられている。コモンレール 15 c 等の燃料通路を形成する部分または燃料タンクには、燃料の密度を検出する密度センサ 27、および燃料の動粘度を検出する動粘度センサ 28 が取り付けられている。密度センサ 27 により検出される燃料密度および動粘度センサ 28 により検出される動粘度は、燃料の性状を表わす性状パラメータに相当し、これらのセンサは性状パラメータを検出する性状センサに相当する。

[0019] 燃料ポンプ 15 p は、燃料タンク内の燃料をコモンレール 15 c へ圧送する。ECU 80 が燃料ポンプ 15 p の作動を制御することで、コモンレール 15 c 内の燃料は、目標圧力 P_{trg} に維持された状態でコモンレール 15 c に蓄えられる。コモンレール 15 c は、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 11 a 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。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。

[0020] 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 ECU 80 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。

[0021] 燃料ポンプ 15 p は、ピストン 15 p 1 およびシリンダ 15 p 2 を有する構造であり、ピストン 15 p 1 が燃料を圧送する構造の場合において、ピストン 15 p 1 の外周部 S1 が、シリンダ 15 p 2 の内周面と摺動する摺動部に該当する。燃料噴射弁 15 は、噴孔を開閉する弁体をボデー内部に収容した構造であり、弁体の外周部 S2 が、ボデーの内周面と摺動する摺動部に該当する。このような摺動部においては、燃料が潤滑剤として機能している。

[0022] シリンダヘッド 12 に形成されている吸気ポート 12 in および排気ポート 12 ex には、吸気管 16 in および排気管 16 ex が接続されている。

吸気管 16 i n および排気管 16 e x には E G R 管 17 が接続されており、排気の一部である E G R ガスが、E G R 管 17 を通じて吸気管 16 i n へ流入（還流）する。E G R 管 17 には E G R バルブ 17 a が取り付けられている。E C U 80 が E G R バルブ 17 a の作動を制御することで、E G R 管 17 の開度が制御され、E G R ガスの流量が制御される。

[0023] さらに、E G R 管 17 のうち E G R バルブ 17 a の上流部分には、E G R ガスを冷却する E G R クーラ 17 b、バイパス管 17 c および調温バルブ 17 d が取り付けられている。バイパス管 17 c は、E G R ガスが E G R クーラ 17 b をバイパスするバイパス流路を形成する。調温バルブ 17 d は、バイパス流路の開度を調整することで、E G R クーラ 17 b を流れる E G R ガスと、バイパス流路を流れる E G R ガスとの割合を調整し、ひいては、吸気管 16 i n へ流入する E G R ガスの温度を調整する。吸気ポート 12 i n へ流入する吸気には、吸気管 16 i n から流入する外部空気（新気）および E G R ガスが含まれる。したがって、調温バルブ 17 d により E G R ガスの温度を調整することは、吸気ポート 12 i n へ流入する吸気の温度であるインテークマニホールド温度を調整することに相当する。

[0024] 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 16 e x に取り付けられるタービン、および吸気管 16 i n 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ー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つまり過給される。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、E C U 80 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。

[0025] E C U 80 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。

[0026] 筒内圧センサ 21 は、燃焼室 11 a 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 21 a を有しており、燃焼室 11 a 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 16 i n 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 E G R 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 15 c 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であって、単位時間あたりのクランク軸の回転数（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。

[0027] E C U 80 は、これらの検出信号に基づき、燃料噴射弁 15、燃料ポンプ 15 p、E G R バルブ 17 a、調温バルブ 17 d 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、E G R ガス流量、インテークマニホールド温度および過給圧が制御される。

[0028] 燃料噴射弁 15 の作動を制御している時のマイクロコンピュータ 80 a 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 85 a として機能する。燃料ポンプ 15 p の作動を制御している時のマイクロコンピュータ 80 a は、噴射圧を制御する燃圧制御部 85 b として機能する。E G R バルブ 17 a の作動を制御している時のマイクロコンピュータ 80 a は、E G R ガス流量を制御する E G R 制御部 85 c 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クロコンピュータ 80 a は、過給圧を制御する過給圧制御部 85 d として機能する。調温バルブ 17 d の作動を制御している時のマイクロコンピュータ 80 a は、インテークマニホールド温度を制御するインテークマニホールド温度制御部 85 e として機能する。これらの制御部は、燃焼システムの作動を制御する制御部を提供する。

[0029] マイクロコンピュータ 80 a は、燃焼に関する物理量の検出値（燃焼パラ

メータ)を取得する燃焼パラメータ取得部81としても機能する。本実施形態に係る燃焼パラメータとは、図2に示す着火遅れ時間TDのことである。図2の上段は、マイクロコンピュータ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。

[0030] 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。

[0031] 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。

[0032] 燃焼パラメータ取得部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時点进行推定する。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は燃焼パラメータ取得部81により算出される。さらに燃焼パラメータ取得部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、噴射圧力

および混合気流速の少なくとも1つを、燃焼環境値として取得する。

[0033] これらの燃焼環境値は、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、燃焼直前での筒内温度、吸気酸素濃度、噴射圧力、混合気流速がそれぞれ増加するほど、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。混合気流速は、燃焼直前における燃焼室11a内での混合気の流速である。この流速は、上記エンジン回転数が速いほど速くなるので、エンジン回転数に基づき算出される。燃焼パラメータ取得部81は、取得した着火遅れ時間TDを、その燃焼に係る上記燃焼環境値の組み合わせ（燃焼条件）と関連付けてメモリ80bに記憶させる。

[0034] マイクロコンピュータ80aは、異なる燃焼条件で検出された複数の燃焼パラメータに基づき、燃料に含まれている複数種類の分子構造種について、分子構造種毎の混合割合を推定する。この推定を実行している時のマイクロコンピュータ80aは、筒内圧センサ21で検出された燃焼パラメータにもとづき混合割合を推定する第1推定部81aに相当する。

[0035] 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。

[0036] 図3の左辺にある行列は、x行1列であり、この行列が有する数値は、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、ナフテン類およびアロマ類が含まれている。

[0037] 右辺の左側にある行列は、x行y列であり、この行列が有する数値は、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、この行列が有する数値は、燃焼パラメータ取得部81によ

り取得された着火遅れ時間 T_D である。例えば、1 行 1 列目の数値は、燃焼環境値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 T_D (条件 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 T_D (条件 j) である。燃焼条件 i と燃焼条件 j とでは、全ての燃焼環境値が異なる値に設定されている。以下の説明では、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、 P (条件 i)、 T (条件 i)、 O_2 (条件 i)、 P_c (条件 i) とする。燃焼条件 j に係る筒内圧、筒内温度、吸気酸素濃度および噴射圧力を、 P (条件 j)、 T (条件 j)、 O_2 (条件 j)、 P_c (条件 j) とする。

[0038] 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 T_D を代入することで各分子構造種の混合割合が算出できる理屈を説明する。

[0039] 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 T_D 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 T_D 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特性線は異なる。したがって、筒内酸素濃度が O_2 (条件 i) の場合の着火遅れ時間 T_D 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 (条件 i) の場合と O_2 (条件 j) の場合とで着火遅れ時間 T_D を比較すれば、より高精度で混合割合を推定できる。

[0040] 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 T_D 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 T_D 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り、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 B_1 の場合の着火遅れ時間 T_D 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 (条件 i) の場合と T (条件 j) の場合とで着火遅れ時間

T Dを比較すれば、より高精度で混合割合を推定できる。

[0041] 同様に噴射圧が高ければ、酸素を取り込みやすく自着火しやすくなるので、着火遅れ時間T Dが短くなる。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感度が異なる。したがって、噴射圧が異なる場合の着火遅れ時間T Dを検出すれば、より高精度で混合割合を推定できる。

[0042] 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、複数の燃焼環境値の組み合わせ（燃焼条件）を異なる値にして取得された着火遅れ時間T D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。なお、以下の説明では筒内酸素濃度を第1燃焼環境値、筒内温度を第2燃焼環境値と呼び、第1燃焼環境値に係る特性線を第1特性線、第2燃焼環境値に係る特性線を第2特性線と呼ぶ。

[0043] 図6に例示する分子構造種Aは、第1燃焼環境値としての筒内酸素濃度に係る特性線（以下、第1特性線と呼ぶ）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、第2燃焼環境値としての筒内温度に係る特性線（以下、第2特性線と呼ぶ）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燃焼環境値に係る第3特性線に対する影響度が高い分子構造種である。第1燃焼環境値の変化に対して着火遅れ時間T D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燃焼環境値の変化に対して着火遅れ時間T D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燃焼環境値の変化に対して着火遅れ時間T D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。

[0044] 図7は、燃焼パラメータ取得部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。

[0045] 先ず、図 7 のステップ S 10 において、上述した通り複数の燃焼環境値を取得する。次に、ステップ S 11 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 t_3 時点を推定して、パイロット噴射に係る着火遅れ時間 T_D を算出する。次に、ステップ S 12 において、ステップ S 10 で取得した複数の燃焼環境値（燃焼条件）と関連付けて、ステップ S 11 で算出した着火遅れ時間 T_D をメモリ 80b に記憶させる。

[0046] 具体的には、各燃焼環境値が取り得る数値範囲を複数の領域に区分けしておき、複数の燃焼環境値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 $T_D(i)$ は、 $P(i)$ 、 $T(i)$ 、 $O_2(i)$ 、 $P_c(i)$ の領域の組み合わせ時に取得された着火遅れ時間 T_D を表わす。同様に、着火遅れ時間 $T_D(j)$ は、 $P(j)$ 、 $T(j)$ 、 $O_2(j)$ 、 $P_c(j)$ の領域の組み合わせ時に取得された着火遅れ時間 T_D を表わす。ステップ S 12 では、ステップ S 10 で取得した複数の燃焼環境値の組み合わせが、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 T_D として、ステップ S 11 で算出した着火遅れ時間 T_D 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 T_D を記憶させる。

[0047] なお、予め設定した複数の燃焼条件の中に、ステップ S 10 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 T_D 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。

[0048] 図 8 は、第 1 推定部 81a 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、マイクロコンピュータ 80a により所定周期で繰返し実行される。先ず、図 8 のステップ S 20 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。

[0049] 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 S 21 において、推定されていた混合割合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 S 23 で推定された最新の混合割合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 T D 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 80 b に記憶される着火遅れ時間 T D が蓄積されていくこととなる。

[0050] 続くステップ S 22 では、メモリ 80 b に記憶されている着火遅れ時間 T D 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 80 b に蓄積されているサンプリング数が、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 T D 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。

[0051] 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 S 23 において、サンプリングされた着火遅れ時間 T D 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。そして、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。

[0052] 先述した通り、マイクロコンピュータ 80 a は、噴射制御部 85 a、燃圧制御部 85 b および E G R 制御部 85 c としても機能する。噴射制御部 85 a 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ご

とである。

[0053] 燃圧制御部 85b 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 P_{trg} (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 制御部 85c 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。

[0054] 図 1 の説明に戻り、マイクロコンピュータ 80a は、燃料の性状を表わす物理量 (性状パラメータ) を取得する性状パラメータ取得部 82 としても機能する。性状パラメータの具体例としては、燃料の動粘度、密度、HC 比および低位発熱量等が挙げられる。HC 比とは、燃料に含まれている水素量と炭素量との比のことである。低位発熱量とは、ピストン 13 の運動エネルギーに変換可能な発熱量のことである。なお、燃焼により水蒸気が生成するが、これを水の状態で存在すると考えた場合、蒸発熱も発熱量に加わることであり、この蒸発熱を低位発熱量に加算した熱量は高位発熱量と呼ばれる。

[0055] 性状パラメータ取得部 82 は、密度センサ 27 から燃料の密度を性状パラメータとして取得するとともに、動粘度センサ 28 から動粘度を性状パラメータとして取得する。密度センサ 27 は、例えば固有振動周期測定法に基づいて燃料の密度を検出する。動粘度センサ 28 は、例えば細管粘度計や、細線加熱法に基づく動粘度計である。密度センサ 27 および動粘度センサ 28 が検出対象とする燃料は、コモンレール 15c 等の燃料通路内の燃料または燃料タンク内の燃料である。密度センサ 27 および動粘度センサ 28 は、図 1 に示すヒータ 28a を備えており、ヒータ 28a により所定温度に燃料を加熱した状態で燃料の密度及び動粘度をそれぞれ検出する。

[0056] ここで、本発明者らは、燃料の特定の性状パラメータが、燃料に含まれる分子構造種毎の混合量と相関があり、かつ、性状パラメータの種別ごとに分子構造種毎の混合量に対する感度が異なることに着目した。つまり、燃料に

において分子構造が異なると分子間の結合力、構造による立体障害や相互作用などが相違する。また、燃料には複数種の分子構造が含まれ、その混合量は燃料毎に異なる。この場合、分子構造種毎に性状パラメータに寄与する感度が異なると考えられるため、分子構造量に依存して性状パラメータの値が変化する。

[0057] そこで本発明者らは、性状パラメータと分子構造とについて、図9に示す相関式を構築した。この相関式は、複数の性状パラメータに対する複数の分子構造量の依存度を示す感度係数を用い、複数の分子構造量に感度係数を反映することで複数の性状パラメータを導出する性状算出モデルの演算式である。図9の相関式において、「c」は、各性状パラメータを推定する上での分子構造毎の感度（関与度合）を示す感度係数であり、性状パラメータと分子構造との相関関係に応じて実数として定められている。ただし、複数の感度係数のうちの一部は0であってもよい。

[0058] また、図9の相関式に基づいて分子構造種毎の混合量について逆行列で表すと、図10に示す相関式となる。この相関式において、複数の性状パラメータの値を入力することで、燃料に含まれる分子構造種毎の混合量の算出が可能となる。このとき、複数種類の分子構造のうち算出対象となる分子構造を特定しておき、その分子構造の混合量の算出に必要な性状パラメータの換算値bのみを有効にすることも可能である。例えば、混合量の算出に不要な性状パラメータについては、それに相応する換算値bを0にしておくもよい。換算値bは、性状パラメータごとの重み付け量でもある。図10の相関式は、図9の相関式の性状算出モデルを逆モデルで表したパラメータ演算式である。

[0059] 燃料の動粘度、密度は、密度センサ27および動粘度センサ28により計測可能な情報であり、自動車等の車両の使用に際して必要に応じて動粘度及び密度を取得することが可能となっている。また、低位発熱量は、燃料の動粘度及び密度と相関があることから、その相関を示すマップや演算式を用いることで、動粘度及び密度に基づいて算出することが可能である。HC比は

、低位発熱量と相関があることから、その相関を示すマップや演算式を用いることで、低位発熱量に基づいてHC比を算出することが可能である。その他、性状パラメータとして、セタン価や、蒸留性状に関するパラメータを用いることも可能である。

[0060] これらの性状パラメータの値を図10の演算式に代入することで、分子構造種毎の混合量が算出される。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。このように、マイクロコンピュータ80aは、複数の性状パラメータに基づき、燃料に含まれている複数種類の分子構造種について、分子構造種毎の混合割合を推定する。この推定を実行している時のマイクロコンピュータ80aは、密度センサ27および動粘度センサ28で検出された性状パラメータにもとづき混合割合を推定する第2推定部82aに相当する。

[0061] さて、密度センサ27や動粘度センサ28といった性状センサで検出される動粘度や密度等の性状パラメータは、検出対象となる燃料の温度や圧力に応じて異なってくる。そして、燃料の温度や圧力の違いに対する性状パラメータの違いは、燃料に含まれている分子構造種毎の混合割合の違いに起因して異なってくる。例えば、燃料に含まれている直鎖パラフィン類、側鎖パラフィン類、ナフテン類および芳香族類の各々についての混合割合の違いに起因して、燃料の温度または圧力と動粘度との関係を表わす特性マップは異なってくる。このことは、燃料の温度や圧力の違いに応じた性状パラメータの違いを検出すれば、分子構造種毎の混合割合を推定できることを意味する。要するに、本発明者らは、「異なる温度または圧力による各々の性状パラメータから、燃料に含まれている分子構造種毎の混合割合を推定できる」との知見を得ている。

[0062] この知見を鑑みて、第2推定部82aが複数の性状パラメータに基づき混合割合を推定するにあたり、異なる温度または圧力の時に検出された性状パラメータを、図9および図10に示す性状パラメータの行列に代入している。つまり、検出条件の異なる複数の性状パラメータに基づき混合割合を推定

している。

[0063] 具体的には、密度センサ 27 および動粘度センサ 28 には、通電により発熱するヒータ 28a が設けられている。ヒータ 28a の加熱条件を変えることで燃料の温度条件を変更し、各温度条件において燃料の密度及び動粘度をそれぞれ検出する。この場合、温度条件の異なる燃料の密度および動粘度をそれぞれ性状パラメータとして図 9 および図 10 に示す演算式を構築しておき、そのモデル演算式を用いて上記混合割合を算出する。

[0064] 図 8 の説明に戻り、ステップ S23 で混合割合を推定した後、ステップ S24 において、ステップ S23 で推定された混合割合を図 9 の相関式に代入することで、複数種類の性状パラメータを算出する。このステップ S24 の処理を実行している時のマイクロコンピュータ 80a は、異なる燃焼条件での各燃焼パラメータに基づき性状パラメータを推定する推定部に相当する。

[0065] 図 11 は、噴射制御部 85a、燃圧制御部 85b および EGR 制御部 85c 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、マイクロコンピュータ 80a により所定期間で繰返し実行される。まず、図 11 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、噴射制御部 85a による噴射制御、燃圧制御部 85b による燃圧制御、および EGR 制御部 85c 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。

[0066] 続くステップ S32 では、図 8 のステップ S23（第 1 推定部 81a）で推定された混合割合に対し、その推定精度（以下、第 1 推定精度 E1 と記載）を算出する。この算出を実行している時のマイクロコンピュータ 80a は第 1 精度算出部に相当する。

[0067] 先述した通り、燃焼センサである筒内圧センサ 21 により検出された燃焼パラメータのうち、異なる燃焼条件で燃焼した場合の各々の燃焼パラメータに基づき混合割合は推定される。したがって、第 1 推定部 81a の推定に用いられる燃焼パラメータのサンプリング数が多いほど、推定精度は高い筈で

ある。これを鑑みて、ステップS 3 2による第1精度算出部は、サンプリング数が多いほど推定精度E 1を高い値に算出する。

[0068] 具体的には、燃焼条件が筒内圧、筒内温度、吸気酸素濃度および噴射圧力である場合において、各々の燃焼条件の値（燃焼環境値）の組み合わせにより複数の燃焼条件を予め決めておく。例えば、以下の3つの燃焼条件が予め決められている場合について、以下に説明する。第1の燃焼条件は、筒内温度750K、吸気酸素濃度15%、噴射圧力40MPaに予め決められている。第2の燃焼条件は、筒内温度850K、吸気酸素濃度17%、噴射圧力50MPaに予め決められている。第3の燃焼条件は、筒内温度850K、吸気酸素濃度17%、噴射圧力60MPaに予め決められている。

[0069] 実際に燃焼した時の燃焼環境値が、燃焼条件にて予め決めておいた燃焼環境値を含む範囲にある場合、その燃焼で得られた燃焼パラメータつまり着火遅れ時間TDを、第1推定値X1の算出に用いるサンプリングとする。このサンプリングの数が多いほど、第1推定値X1の算出精度は高い。例えばサンプリング数に所定の係数を乗算して第1推定精度E1を算出する。一方、上記範囲にない場合には、サンプリングとしては不適格であるため、その時の着火遅れ時間TDは第1推定値X1の算出に用いられない。

[0070] 続くステップS 3 3では、第2推定部82aで推定された混合割合に対し、その推定精度（以下、第2推定精度E2と記載）を算出する。この算出を実行している時のマイクロコンピュータ80aは第2精度算出部に相当する。

[0071] 先述した通り、性状センサである密度センサ27および動粘度センサ28により検出された性状パラメータのうち、異なる温度条件で検出された各々の性状パラメータに基づき混合割合は推定される。したがって、第2推定部82aの推定に用いられる性状パラメータのサンプリング数が多いほど、推定精度は高い筈である。これを鑑みて、ステップS 3 3による第2精度算出部は、サンプリング数が多いほど推定精度E2を高い値に算出する。

[0072] 具体的には、動粘度、密度、HC比および低位発熱量等の各々の性状パラ

メータを、予め決めておいた燃料温度毎に取得する。例えば、燃料温度が 10℃、20℃、30℃の各々の場合において、上記各々の性状パラメータを取得する。

[0073] 実際の燃料温度が、決められている燃料温度を含む範囲にある場合、その燃料温度で得られた性状パラメータを、第2推定値 $\times 2$ の算出に用いるサンプリングとする。このサンプリングの数が多いほど、第2推定値 $\times 2$ の算出精度は高い。例えばサンプリング数に所定の係数を乗算して第2推定精度 E_2 を算出する。一方、上記範囲にない場合には、サンプリングとしては不適合であるため、その時の性状パラメータは第2推定値 $\times 2$ の算出に用いられない。

[0074] 続くステップS34では、第1推定精度 E_1 と第2推定精度 E_2 とを大小比較する。第1推定精度 E_1 が第2推定精度 E_2 以上であると判定された場合には、第1推定部81aによる推定値（以下、第1推定値 $\times 1$ と記載）が第2推定部82aによる推定値（以下、第2推定値 $\times 2$ と記載）に対して同等以上の精度であるとみなす。この場合には、続くステップS35において、第1推定精度 E_1 が所定の精度 E_{th} を満たしているか否かを判定する。所定の精度 E_{th} を満たしていると判定された場合、続くステップS36において、第1推定部81aにより推定された各混合割合の推定値（以下、第1推定値 $\times 1$ と記載）に応じて、ステップS31で設定した各種目標値を補正する。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S37では、ステップS36、S36a、S38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。

[0075] ステップS34で、第1推定精度 E_1 が第2推定精度 E_2 未満であると判定された場合には、第1推定値 $\times 1$ が第2推定値 $\times 2$ よりも低い精度であるとみなす。この場合には、続くステップS35aにおいて、第2推定精度 E_2 が所定の精度 E_{th} を満たしているか否かを判定する。所定の精度 E_{th}

を満たしていると判定された場合、続くステップS 3 6 aにおいて、第2 推定値X 2 に応じて、ステップS 3 6 と同様に各種目標値を補正する。

[0076] 第1 推定精度E 1 および第2 推定精度E 2 のいずれもが所定の精度E t h を満たしていないと判定された場合、つまり、ステップS 3 5 またはステップS 3 5 aにおいて、所定の精度E t h を満たしていないと判定された場合には、ステップS 3 8 に進む。このステップS 3 8 では、過去直近に用いられていた第1 推定値X 1 または第2 推定値X 2、つまり前回の補正に用いた推定値を用いて、上記目標値を補正する。

[0077] 図1 2の横軸は、ユーザが燃料タンクに給油した以降の内燃機関1 0の累積運転時間を示す。図1 2の縦軸は混合割合の推定精度の値を示しており、ステップS 3 2で算出された第1 推定精度E 1は図中の実線L E 1、ステップS 3 3で算出された第2 推定精度E 2の実線L E 2は図中の実線L E 2で示される。また、図中の一点鎖線に示す縦軸上の値は、ステップS 3 5、S 3 5 aの判定で用いた所定の精度E t hを示す。

[0078] 累積運転時間の経過とともに、予め決めておいた燃焼条件に合致した燃焼が為される機会が増えていく。また、累積運転時間の経過とともに、ヒータ2 8 aによる温度上昇が為され、予め決めたおいた燃料温度の条件に合致した性状パラメータを取得できる機会が増えていく。したがって、累積運転時間の経過とともに、燃焼パラメータおよび性状パラメータのサンプリング数は増加していく。そのため、実線L E 1、L E 2に示すように、第1 推定精度E 1 および第2 推定精度E 2は累積運転時間の経過とともに上昇する。但し、検出するべき燃焼条件つまり予め決めておいた燃焼環境値と、実検出時の燃焼条件とのずれが大きい場合や、サンプリング数の増加速度が遅い場合には、点線に示すように、第1 推定精度E 1の上昇速度が遅くなる。また、性状パラメータの検出条件として予め決められている燃料温度と、実検出時の燃料温度とのずれが大きい場合や、サンプリング数の増加速度が遅い場合には、点線に示すように、第2 推定精度E 2の上昇速度が遅くなる。

[0079] 累積運転時間の経過に伴う第1 推定精度E 1の上昇のしかた（以下、上昇

波形と記載)は、第2推定精度E2の上昇波形と異なる。具体的には、図12に示すように、累積運転時間が経過していく初期期間においては、第2推定精度E2の方が第1推定精度E1よりも速く上昇し、第2推定精度E2の方が第1推定精度E1よりも高くなる蓋然性が高い。但し、ある時点以降の期間においては、第1推定精度E1の方が第2推定精度E2よりも高くなる蓋然性が高い。

[0080] この場合、図11の処理を実行すると、図12に示すt10時点までの期間Maでは、ステップS38の処理が実行され、前回値を用いて目標値が補正されることとなる。その後、t20時点までの期間Mbでは、ステップS36aの処理が実行され、性状センサによる第2推定値X2を用いて目標値が補正されることとなる。その後、t20時点以降の期間Mcでは、ステップS36の処理が実行され、燃焼センサによる第1推定値X1を用いて目標値が補正されることとなる。

[0081] そして、先述した点線に示すように第2推定精度E2の上昇速度が遅くなると、第2推定値X2を用いた制御から第1推定値X1を用いた制御に切り替わるタイミングが、符号t20aに示すように早くなる。さらに、前回値を用いた制御から第1推定値X1を用いた制御に切り替わるタイミングが、符号t10aに示すように遅くなる。また、先述した点線に示すように第1推定精度E1の上昇速度が遅くなると、第2推定値X2を用いた制御から第1推定値X1を用いた制御に切り替わるタイミングが、符号t20bに示すように遅くなる。

[0082] 要するに、先述したステップS34では、燃焼パラメータのサンプリング数が増加していくことに伴い推定精度が向上していく第1推定値X1と、性状パラメータのサンプリング数が増加していくことに伴い推定精度が向上していく第2推定値X2とを比較する。そして、ステップS36、S36aにおいて、推定精度が高い方の推定値を燃焼システムの制御に用いる。このように第1推定値X1と第2推定値X2とを比較して、推定精度が高い方の推定値を選択する処理を実行している時のマイクロコンピュータ80aは、図

1 に示す比較選択部 8 3 を提供する。

[0083] 以上に説明した通り、本実施形態に係る燃焼システム制御装置は ECU 80 により提供され、この ECU 80 は、第 1 推定部 8 1 a、第 2 推定部 8 2 a、比較選択部 8 3 および噴射制御部 8 5 a 等の各種制御部を備える。

[0084] 第 1 推定部 8 1 a は、異なる燃焼条件で燃焼した場合の各々の燃焼パラメータに基づき、燃料に含まれている分子構造種毎の混合割合を推定する。「異なる燃焼条件による各々の燃焼パラメータから、燃料に含まれている分子構造種毎の混合割合を推定できる」との先述した知見からすれば、第 1 推定部 8 1 a により上記混合割合（第 1 推定値 $\times 1$ ）を推定することができる。第 2 推定部 8 2 a は、性状センサにより検出された複数の性状パラメータに基づき上記混合割合を推定する。「複数の性状パラメータから、燃料に含まれている分子構造種毎の混合割合を推定できる」との先述した知見からすれば、第 2 推定部 8 2 a により上記混合割合（第 2 推定値 $\times 2$ ）を推定することができる。

[0085] そして、このように推定された混合割合つまり第 1 推定値 $\times 1$ または第 2 推定値 $\times 2$ に基づき、各種制御部は燃焼システムの作動を制御するので、動粘度センサで検出された動粘度に基づき制御する従来制御に比べて、燃料に応じた最適な内容で制御できる。

[0086] さらに、比較選択部 8 3 は、第 1 推定値 $\times 1$ および第 2 推定値 $\times 2$ を比較して推定精度が高い方の推定値を選択する。そのため、高精度の推定値を用いて燃焼システムが制御されるので、燃料に応じた最適な内容で制御することを、より一層向上できる。

[0087] さらに本実施形態では、燃焼パラメータおよび性状パラメータのサンプリング数が増加していくことに伴い推定精度が向上していくことに着目し、ステップ S 3 2 による第 1 精度算出部と、ステップ S 3 3 による第 2 精度算出部とを備える。第 1 精度算出部は、第 1 推定部 8 1 a の推定に用いられる燃焼パラメータのサンプリング数が多いほど、高い推定精度であると算出する。つまり第 1 推定精度 E 1 の値を高くする。第 2 精度算出部は、第 2 推定部

8 2 a の推定に用いられる性状パラメータのサンプリング数が多いほど高い推定精度であると算出する。つまり第 2 推定精度 E_2 の値を高くする。図 1 2 にて例示したように、燃焼パラメータおよび性状パラメータのサンプリング数が増加していくことに伴い第 1 推定精度 E_1 および第 2 推定精度 E_2 の推定精度は向上する。よって、これらのサンプリング数が多いほど高い推定精度であると算出する本実施形態によれば、比較選択部 8 3 による比較選択を高精度で実現できる。

[0088] ここで、図 1 2 の符号 M a に例示されるように、燃焼パラメータおよび性状パラメータのサンプリング数が少ない場合等に起因して、推定精度が低くなっている場合がある。このような場合には、現時点で推定されている混合割合よりも、過去直近に用いられていた混合割合の方が、実際の混合割合に近い可能性が高い。換言すれば、現在用いている燃料が前回給油した燃料に近い可能性は少なからずある。

[0089] この点を鑑みた本実施形態では、噴射制御部 8 5 a 等の制御部は、第 1 推定精度 E_1 および第 2 推定精度 E_2 のいずれもが所定の精度 E_{th} よりも低い場合に、過去直近に用いられていた推定値を用いて燃焼システムの作動を制御する。そのため、実際の燃料に近い混合割合で燃焼システムが制御される可能性を高くできる。

[0090] 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、燃焼パラメータに与える影響が大きいので、これらで分類される分子構造種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、所望の燃焼状態にすることを精度良く実現できる。

[0091] さらに本実施形態では、性状パラメータには、燃料の動粘度、燃料の密度、燃料に含まれる水素と炭素の比率、および燃料の低位発熱量の少なくとも 1 つが含まれている。これらの性状パラメータは、分子構造種の混合割合の影響を大きく受けるので、複数の性状パラメータから上記混合割合を推定す

るにあたり、その推定精度を向上できる。

[0092] さらに本実施形態では、燃焼条件は、複数種類の燃焼条件値の組み合わせにより特定される条件である。つまり、複数種類の燃焼条件値の各々について、値が異なる燃焼時の燃焼パラメータを取得する。これによれば、同一種類の燃焼条件値についてその値が異なる燃焼時の燃焼パラメータを取得し、それらの燃焼条件および燃焼パラメータ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。

[0093] さらに本実施形態では、燃焼条件値には、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。これらの燃焼条件値は、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パラメータ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。

[0094] 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の着火遅れ時間TDである。着火遅れ時間TDは、分子構造種毎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。

[0095] さらに本実施形態では、燃焼パラメータ取得部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パラメータを取得する。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パラメータ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パラメータの変化が現れやすくなる。よって、燃焼パラメータ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。

[0096] （第2実施形態）

本実施形態では、マイクロコンピュータ80aは、図13に示す処理を内燃機関10の運転中に繰り返し実行している。すなわち、図13のステップS40では、ユーザが燃料タンクに給油した以降の内燃機関10の累積運転

時間が、所定時間を経過したか否かを判定する。所定時間を経過していると判定され、かつ、続くステップS 4 1で第1推定精度E 1が所定の精度E t hを満たしていないと判定された場合、続くステップS 4 2において、以下に説明する燃焼条件変更制御を実行する。燃焼条件変更制御では、検出すべき条件を強制的に作り出す制御を開始する。例えば、筒内温度、筒内酸素濃度、噴射圧等の、着火時期を検出するべき燃焼環境条件を予め設定しておく。そして、その燃焼環境条件となるように噴射制御や燃圧制御、E G R制御等の目標値を強制的に変更する。例えば、燃焼条件の1つである噴射圧力であり、その噴射圧力が1 0 0 M P a ~ 1 5 0 M P aの範囲で燃焼した時の燃焼パラメータしか取得できていない場合、燃圧制御部8 5 bは、噴射圧力が2 0 0 M P aとなるように燃料ポンプ1 5 pの作動を制御する。これによれば、噴射圧力が2 0 0 M P aの時の燃焼パラメータを取得でき、その取得した燃焼パラメータを第1推定値X 1の推定に反映できる。よって、第1推定精度E 1を所定の精度E t h以上にすることを速やかに実現できる。より具体的には、市街地で低速走行するユーザの場合、噴射圧力を2 0 0 M P aにする機会が無く、2 0 0 M P a時の燃焼パラメータを取得できていない状態で累積運転時間が所定時間を経過する場合がある。この場合には、強制的に2 0 0 M P aに噴射圧力を上昇させて燃料噴射させ、その時の燃焼パラメータを取得する。

[0097] 次に、ステップS 4 3で第2推定精度E 2が所定の精度E t hを満たしていないと判定された場合、続くステップS 4 4において、以下に説明する燃温条件変更制御を実行する。燃温条件変更制御では、予め決めておいた燃料性状を検出するべき燃温条件となるようにヒータ2 8 aの作動を制御する。

[0098] 例えば、燃料温度が1 0 °C ~ 7 0 °Cの範囲で推移している時の性状パラメータしか取得できていない場合、燃料温度が8 0 °Cとなるようにヒータ2 8 aを作動させて燃料温度を上昇させる。これによれば、燃料温度が8 0 °Cの時の性状パラメータを取得でき、その取得した性状パラメータを第2推定値X 2の推定に反映できる。よって、第2推定精度E 2を所定の精度E t h以

上にすることを速やかに実現できる。

[0099] なお、ステップS 4 2による燃焼条件変更制御を実行している時のマイクロコンピュータ8 0 aは燃焼条件制御部に相当し、ステップS 4 4による燃温条件変更制御を実行している時のマイクロコンピュータ8 0 aは燃温条件制御部に相当する。

[0100] 以上により、本実施形態に係るECU 8 0は、ステップS 4 2による燃焼条件制御部を備える。燃焼条件制御部は、内燃機関1 0の累積運転時間が所定時間を経過しているにも拘らず第1推定精度E 1が所定の精度E t hより低い場合に、予め決めておいた検出すべき燃焼条件となるように燃焼システムの作動を制御する。そのため、第1推定精度E 1を所定の精度E t h以上にすることを速やかに実現でき、累積運転時間が所定時間を経過した後、燃料に応じた最適な内容で制御する状態に速やかに移行できる。例えば、図1 2に例示する場合において、性状センサによる第2推定値X 2を用いて目標値が補正される期間M bから、燃焼センサによる第1推定値X 1を用いて目標値が補正される期間M cへ、速やかに移行できる。

[0101] さらに本実施形態では、第2推定部8 2 aが推定に用いる複数の性状パラメータの各々は、燃料温度が異なる状況で性状センサにより検出されたものであり、ECU 8 0は、ステップS 4 4による燃温条件制御部を備える。燃温条件制御部は、内燃機関1 0の累積運転時間が所定時間を経過しているにも拘らず第2推定精度E 2が所定の精度E t hより低い場合に、第2推定部8 2 aの推定に用いられていない燃料温度となるように燃料を加熱制御する。そのため、第2推定精度E 2を所定の精度E t h以上にすることを速やかに実現でき、累積運転時間が所定時間を経過した後、燃料に応じた最適な内容で制御する状態に速やかに移行できる。例えば、図1 2に例示する場合において、前回値を用いて目標値が補正される期間M aから、性状センサによる第2推定値X 2を用いて目標値が補正される期間M bへ、速やかに移行できる。

[0102] (第3実施形態)

本実施形態では、マイクロコンピュータ 80a は、上記第 1 実施形態で実行している処理に加えて、図 14 に示す処理を内燃機関 10 の運転中に繰り返し実行している。すなわち、図 14 のステップ S50 では、第 2 推定値 X_2 の推定精度、つまり第 2 推定精度 E_2 が、所定の精度 E_{th} を満たしているか否かを判定する。この判定で用いる所定の精度 E_{th} は、図 11 のステップ S35a の判定で用いる値と同じである。なお、第 2 推定精度 E_2 は、図 11 のステップ S33 による第 2 精度算出部により算出された値である。

[0103] 第 2 推定精度 E_2 が所定の精度 E_{th} を満たしていると判定された場合、続くステップ S51 では、第 1 推定値 X_1 および第 2 推定値 X_2 のズレ量（偏差）を算出する。具体的には、分子構造種毎に上記ズレ量を算出する。このステップ S51 の処理を実行している時のマイクロコンピュータ 80a は、第 1 推定値 X_1 および第 2 推定値 X_2 の偏差を算出する偏差算出部を提供する。

[0104] 続くステップ S52 では、ステップ S51 で算出したズレ量が所定量以上であるか否かを、分子構造種毎に算出する。ズレ量が所定量以上であると判定された分子構造種が 1 つでも存在する場合には、続くステップ S53 において、第 1 推定精度 E_1 が第 2 推定精度 E_2 より高い場合であっても、比較選択部 83 により選択される推定値を強制的に第 2 推定値 X_2 にする。

[0105] 続くステップ S54 では、燃焼パラメータ取得部 81 による燃焼パラメータの取得を再度実行する。つまり、筒内圧センサ 21 は燃焼パラメータを検出し直し、その検出し直された燃焼パラメータを用いて、第 1 推定部 81a は第 1 推定値 X_1 を推定し直す。例えば、ステップ S52 でズレ量が大きいと判定された分子構造種が 1 つの場合、その分子構造種の混合割合に最も大きく寄与する燃焼条件を推定する。そして、その燃焼条件で検出された燃焼パラメータを再取得して更新する。或いは、その燃焼条件になるように、図 13 のステップ S42 と同様にして強制的に燃焼条件を変更させる。また、強制的な燃焼条件の変更の有無に拘らず、全ての燃焼条件に対する燃焼パラメータを再取得して更新する。

[0106] 燃焼パラメータおよび性状パラメータのサンプリング数が十分に確保できている状態であれば、第1推定値 X_1 の方が第2推定値 X_2 よりも高精度であることは先述した通りである。しかし、基本的には第1推定値 X_1 の方が高精度であるものの、第1推定値 X_1 の推定に用いた燃焼パラメータの燃焼条件の値の誤差が大きくなっている場合等、例外的に第1推定値 X_1 の方が低精度になっている場合もある。つまり、第1推定値 X_1 は、サンプリング数が十分であっても低精度になっている可能性がある。これに対し、第2推定値 X_2 については、サンプリング数が十分であれば低精度になっている可能性は第1推定値 X_1 に比べて低い。したがって、サンプリング数が十分であるにも拘らず第1推定値 X_1 が低精度になっている場合には、第2推定精度 E_2 が所定の精度 E_{th} より高くなっていれば、上記偏差が大きくなる筈である。この点に鑑み、本実施形態では、第1推定値 X_1 および第2推定値 X_2 の偏差を算出するステップS51による偏差算出部を備える。そして、第1精度算出部により算出されている第1推定精度 E_1 が、第2精度算出部により算出されている第2推定精度 E_2 より高い場合であっても、以下の条件を満たしていれば、比較選択部83は第2推定値 X_2 を選択する。すなわち、第2推定精度 E_2 が所定の精度 E_{th} より高い場合、かつ上記偏差が所定量以上である場合には、比較選択部83は第2推定値 X_2 を選択する。

[0107] そのため、上述の如く例外的に第1推定値 X_1 の方が低精度になっている場合に、第2推定値 X_2 が選択されることになるので、実際の燃料に近い混合割合で燃焼システムが制御される可能性を高くできる。

[0108] さらに本実施形態では、上記偏差が所定量以上である場合に、筒内圧センサ21は燃焼パラメータを検出し直し、第1推定部81aは第1推定値 X_1 を推定し直す。

[0109] そのため、上述の如く例外的に第1推定値 X_1 の方が低精度になっている場合に、燃焼パラメータを検出し直して第1推定値 X_1 を推定し直すので、第2推定値 X_2 よりも高精度の第1推定値 X_1 が得られることになる。そして、上記偏差が所定量未満に収まることとなり、高精度の第1推定値 X_1 が

選択されて制御に用いられるようになる。よって、実際の燃料に近い混合割合で燃焼システムが制御される可能性を高くできる。

[0110] (第4実施形態)

上記第1実施形態に係る第1精度算出部は、複数種類の第1推定値 X_1 を纏めて、第1推定精度 E_1 を算出している。つまり、複数の第1推定値 X_1 の中にも推定精度にばらつきが存在するが、そのばらつきを平均化して第1推定精度 E_1 として算出していると言える。これに対し、本実施形態に係る第1精度算出部は、複数種類の第1推定値 X_1 の各々に対して第1推定精度を算出する。例えば、第1推定部81aにより推定された直鎖パラフィン類の混合割合の推定値と、側鎖パラフィン類の混合割合の推定値と、ナフテン類の混合割合の推定値と、アロマ類の混合割合の推定値との各々に対して、推定精度を算出する。同様にして、本実施形態に係る第2精度算出部は、複数種類の第2推定値 X_2 の各々に対して第2推定精度を算出する。

[0111] 本実施形態に係る比較選択部は、複数種類の第1推定値 X_1 および第2推定値 X_2 の各々に対して比較して選択する。例えば、直鎖パラフィン類の混合割合、側鎖パラフィン類の混合割合、ナフテン類の混合割合、アロマ類の混合割合の各々に対して、第1推定値 X_1 および第2推定値 X_2 のうち推定精度が高い方の推定値を選択する。本実施形態に係る制御部は、各々の選択された推定値を燃焼システムの制御に用いる。

[0112] さて、図12を用いて先述した通り、累積運転時間の経過に伴う第1推定精度 E_1 の上昇波形と、第2推定精度 E_2 の上昇波形とが異なる。そして厳密には、分子構造種に応じて上昇波形は異なる。そのため、第2推定値 X_2 を用いた制御から第1推定値 X_1 を用いた制御に切り替わるタイミング(t_{10} 参照)や、前回値を用いた制御から第1推定値 X_1 を用いた制御に切り替わるタイミング(t_{20} 参照)は、分子構造種に応じて異なる。

[0113] この点に鑑み、本実施形態では、第1精度算出部は、複数種類の第1推定値 X_1 の各々に対して第1推定精度 E_1 を算出し、第2精度算出部は、複数種類の第2推定値 X_2 の各々に対して第2推定精度 E_2 を算出する。そして

、比較選択部 83 は、複数種類の第 1 推定値 X1 および第 2 推定値 X2 の各々に対して比較して、推定精度が高い方の推定値を選択する。制御部は、各々の選択された推定値を燃焼システムの制御に用いる。そのため、燃焼システムの制御に用いる混合割合の推定値を、より一層高精度にできる。

[0114] (第 5 実施形態)

本実施形態では、上記第 4 実施形態と同様にして、複数種類の第 1 推定値 X1 および第 2 推定値 X2 の各々に対して第 1 推定精度および第 2 推定精度を算出する。その上で、さらに本実施形態では、複数種類の第 1 推定値 X1 および第 2 推定値 X2 には、以下に説明する潤滑指標および燃焼指標が含まれている。

[0115] 潤滑指標とは、燃焼システムが有する摺動部のうち、燃料に晒されながら摺動する摺動部の、燃料による潤滑性を表した指標である。上記摺動部の具体例としては、図 1 に示す燃料ポンプ 15p が有するピストン 15p1 の外周部 S1、および燃料噴射弁 15 が有する弁体の外周部 S2 が挙げられる。燃焼指数とは、燃焼のしやすさを表した指標であり、例えば自着火しやすさや熱発生量の大きさを表した指標である。

[0116] 潤滑指数および燃焼指数は、分子構造種毎の混合割合と相関がある。このことは、異なる燃焼条件で燃焼した場合の各々の燃焼パラメータに基づき、潤滑指数および燃焼指数を推定できることを意味するとともに、複数の性状パラメータに基づき、潤滑指数および燃焼指数を推定できることを意味する。このように推定可能な潤滑指数および燃焼指数は、燃料の性状を表した性状値に相当し、第 1 推定部 81a および第 2 推定部 82a の推定対象となり得る。性状値の別例としては、燃料の蒸留性状 T50 や動粘度、密度等の一般性状値、および平均炭素数や HC 比等の先述した中間パラメータが挙げられる。

[0117] さらに本実施形態では、図 11 のステップ S35 およびステップ S35a や、図 13 のステップ S41 およびステップ S43 で用いる所定の精度 E_{th} を、複数種類の第 1 推定値 X1 および第 2 推定値 X2 の各々に対して異な

る値に設定している。具体的には、潤滑指標に対して設定されている所定の精度 E_{th} を、燃焼指標に対して設定されている所定の精度 E_{th} よりも低い値にしている。

[0118] 以上により、本実施形態によれば、所定の精度 E_{th} は、複数種類の第1推定値 X_1 および第2推定値 X_2 の各々に対して異なる値に設定されている。そのため、第2推定値 X_2 を用いた制御から第1推定値 X_1 を用いた制御に切り替わるタイミング (t_{10} 参照) を、潤滑指数や燃焼指数等の性状値毎に適したタイミングに設定できる。また、前回値を用いた制御から第1推定値 X_1 を用いた制御に切り替わるタイミング (t_{20} 参照) を、潤滑指数や燃焼指数等の性状値毎に適したタイミングに設定できる。

[0119] (第6実施形態)

密度センサ27および動粘度センサ28 (性状センサ) や、筒内圧センサ21 (燃焼センサ) に、断線または短絡による故障が生じた場合には、センサの検出値が異常値で固定されることになる。そこで、本実施形態に係るマイクロコンピュータ80aは、検出値が異常値で固定されているか否かに基づき、性状センサおよび燃焼センサについて、断線短絡の故障有無を診断する。

[0120] 一方、例えばこれらのセンサの経年劣化に起因して、正常値に対してオフセットした値を出力している場合や、誤ったゲインによる値を出力している場合、つまり異常値で固定されない態様での故障 (中間値故障) に陥る場合がある。このような中間値故障に対しては、図15および図16に示す故障診断処理を、内燃機関10の運転期間中、マイクロコンピュータ80aが所定期間で繰返し実行する。

[0121] 図15のステップS60では、燃料噴射弁15からの燃料噴射を停止させている無噴射期間に、筒内圧センサ21の検出値を複数取得し、それら複数の検出値から形成される波形 (検出波形) を取得する。例えば、無噴射期間であれば、少なくとも圧縮行程を含む所定期間における筒内圧の変化を表した波形は、予め想定される波形 (基準波形) となる筈である。そこで、続く

ステップS 6 1では、上記所定期間に筒内圧センサ2 1で検出された検出波形と基準波形とのズレ量を算出する。

[0122] 続くステップS 6 2では、ステップS 6 1で算出したズレ量が許容範囲内であるか否かを判定する。許容範囲内であると判定されれば、続くステップS 6 3において、筒内圧センサ2 1が正常であると診断する。許容範囲外であると判定されれば、続くステップS 6 4において、筒内圧センサ2 1が故障していると診断する。

[0123] 図1 5の処理を実行している時のマイクロコンピュータ8 0 aは燃焼センサ診断部として機能する。燃焼センサ診断部により燃焼センサが故障していると診断された場合、ステップS 3 6による処理を禁止して、第1 推定値X 1に基づき燃焼システムの作動を制御することを禁止する。

[0124] 図1 6のステップS 7 0では、性状センサの検出値が正常範囲であるか否かを判定する。例えば、市場に流通している適正な燃料の動粘度から、想定し得る正常範囲を予め設定して記憶させておき、その正常範囲と検出値とを比較して判定する。正常範囲でないと判定された場合、続くステップS 7 1において燃焼センサが正常であるか否かを判定する。つまり、図1 5のステップS 6 2の判定結果を取得する。燃焼センサが正常であると判定された場合、続くステップS 7 2において、所定の精度E t hを満たした第1 推定値X 1および第2 推定値X 2が有るか否かを判定する。ステップS 7 2にて第1 推定値X 1および第2 推定値X 2が有ると判定された場合、続くステップS 7 3において両推定値X 1、X 2のズレ量を算出する。例えば、複数種類の混合割合の各々について、両推定値X 1、X 2の差分を算出する。

[0125] 続くステップS 7 4では、ステップS 7 3で算出したズレ量が許容範囲内であるか否かを判定する。例えば、複数種類の混合割合の全てが許容範囲内である場合に、ステップS 7 4で肯定判定され、続くステップS 7 5において、性状センサが正常であると診断する。そして、続くステップS 7 6において、想定されていた適正な燃料が使用されておらず、不正燃料が使用されていると診断する。一方、ステップS 7 4にて許容範囲外であると判定され

れば、続くステップS 7 7において、性状センサが故障していると診断する。

[0126] 図1 6の処理を実行している時のマイクロコンピュータ8 0 aは性状センサ診断部として機能する。性状センサ診断部により性状センサが故障していると診断された場合、ステップS 3 6 aによる処理を禁止して、第2 推定値 $\times 2$ に基づき燃焼システムの作動を制御することを禁止する。

[0127] 以上により、本実施形態に係るECU 8 0は、第1 推定部8 1 aおよび第2 推定部8 2 aに加え、燃焼センサ診断部および性状センサ診断部を備える。これによれば、燃焼センサ診断部により、燃焼が為されていない時の燃焼センサの検出値に基づき燃焼センサの故障有無を診断するので、高精度で燃焼センサを診断できる。したがって、燃焼センサから推定された混合割合（第1 推定値 $\times 1$ ）と性状センサから推定された混合割合（第2 推定値 $\times 2$ ）とが大きく乖離しており、かつ、燃焼センサが正常と診断されている場合には、性状センサが故障している蓋然性が高い。この点に鑑み、性状センサ診断部は、燃焼センサが正常であると診断されている場合に、両推定値 $\times 1$ 、 $\times 2$ を比較することで性状センサの故障有無を診断するので、性状センサの中間値故障の有無について診断可能となる。

[0128] そして、燃焼センサが故障していると診断された場合には第1 推定値 $\times 1$ を制御に用いることを禁止し、性状センサが故障していると診断された場合には第2 推定値 $\times 2$ を制御に用いることを禁止する。よって、誤った混合割合に基づき燃焼システムを制御することを回避できる。

[0129] （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わせることも可能である。

- [0130] 上記第1実施形態では、第1推定部81aによる第1推定値 X_1 を燃焼パラメータとしている。これに対し、第1推定値 X_1 を、先述した中間パラメータ等の性状値としてもよい。また、複数種類の第1推定値 X_1 を推定するにあたり、燃焼パラメータおよび性状値の両方を第1推定値 X_1 の推定対象に含ませてもよい。第2推定部82aによる第2推定値 X_2 についても同様であり、中間パラメータ等の性状値としてもよいし、燃焼パラメータおよび性状値の両方を第2推定値 X_2 の推定対象に含ませてもよい。
- [0131] 図2に示す上記実施形態では、通電開始の t_1 時点から燃焼開始の t_3 時点までの時間を着火遅れ時間 T_D と定義している。これに対し、噴射開始の t_2 時点から燃焼開始の t_3 時点までの時間を着火遅れ時間 T_D と定義してもよい。噴射開始の t_2 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。
- [0132] 図1に示す燃焼パラメータ取得部81は、燃焼に関する物理量の検出値（燃焼パラメータ）として、着火遅れ時間 T_D 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）等を燃焼パラメータとして取得してもよい。また、着火遅れ時間 T_D 、熱発生率の波形、および熱発生量等、複数種類の燃焼パラメータに基づき、各種成分の混合割合を推定してもよい。例えば、図3の右辺左側の行列に示す定数を、複数種類の燃焼パラメータに対応した値に設定しておき、図3の右辺右側の行列に、複数種類の燃焼パラメータを代入して混合割合を推定する。
- [0133] 図3の例では、複数の着火遅れ時間 T_D の各々について、全ての燃焼環境値が異なるように燃焼条件が設定されている。つまり、燃焼環境値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 （条件 i ）、 P （条件 j ）、 P （条件 k ）、 P （条件 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 P_c 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つの燃焼環境値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 P_c を同じ値に設定し、筒内圧だけを異なる値 P （条件 i ）、 P （条件 j ）に設定してもよい。

[0134] 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パラメータを取得している。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パラメータを取得してもよい。メイン噴射後の噴射の具体的例として、メイン燃焼中に噴射されるアフター噴射や、メイン燃焼後に噴射される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パラメータを取得すれば、メイン燃焼の影響を大きく受けずに済むので望ましい。

[0135] 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パラメータを取得している。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（回転数の微分値）に基づき燃焼パラメータを推定してもよい。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。

[0136] 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。

[0137] 上記第 1 実施形態では、燃焼パラメータ取得部 81 は、着火遅れ時間 T_D を図 3 の行列式に代入して分子構造種毎の混合割合を算出するにあたり、着火遅れ時間 T_D のサンプリング数が全て揃うまで、混合割合の算出を待機させている。具体的には、図 3 の行列式の右辺右側の行列に代入すべき全ての値が揃うまで、混合割合の算出を待機させている。これに対し、全て揃っていない状態であっても、サンプリング数に応じて定数を表わす行列の列数を変更させて、複数の混合割合のうちの一部を算出してもよい。或いは、取得

されていない着火遅れ時間 T_D 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 T_D の行列に代入して、複数の混合割合を算出してもよい。

[0138] 上記第1実施形態では、密度センサ27および動粘度センサ28にヒータ28aが設けられている。これに対し、性状センサを、燃料温度や燃料圧力が相違する複数箇所に設けることで、温度条件や圧力条件の異なる複数の性状パラメータを取得する構成としてもよい。この場合、性状センサを燃料タンク以外の異なる場所にそれぞれ設けるとよい。例えば、性状センサを、燃料フィードポンプから高圧ポンプに圧送される通路上、コモンレール内部、減圧弁から燃料タンクに燃料がリターンされる通路にそれぞれ設ける。これにより、異なる温度条件及び圧力条件で密度や動粘度を取得でき、その取得された密度や動粘度を用いて上記混合割合を算出することが可能となる。

[0139] また、圧力条件および温度条件の両方を相違させた複数の性状パラメータに基づき上記混合割合を算出してもよいし、いずれか一方を相違させた複数の性状パラメータに基づき上記混合割合を算出してもよい。

[0140] また、上記第1実施形態では、第2推定部82aが、密度センサ27により検出された性状パラメータ（燃料密度）、および動粘度センサ28により検出された性状パラメータ（動粘度）の両方に基づき混合割合を推定する。つまり、複数種類の性状パラメータに基づき混合割合を推定する。これに対し、密度センサ27および動粘度センサ28の一方による性状パラメータに基づき混合割合を推定してもよい。但しこの場合には、異なる温度または圧力の時に検出された性状パラメータに基づき推定することを要する。つまり、燃料の性状パラメータとして、燃料の温度条件や圧力条件といった検出条件を相違させることで複数の性状パラメータを取得する構成としてもよい。

[0141] 動粘度の算出は、動粘度センサ28による検出値に基づくものに限らない。例えば、コモンレール15cから燃料噴射弁15の噴射孔までの燃料通路内の燃料圧力を圧力センサで検出して、検出した燃料圧力の時間変化を示す圧力波形を取得する。そして、取得した圧力波形を形成する圧力波の速度を算出し、圧力波の速度に基づいて燃料の密度や動粘度を算出してもよい。

[0142] 上記第6実施形態では、第1推定部81aが燃焼パラメータに基づき推定した混合割合（推定値X1）と、第2推定部82aが性状パラメータに基づき推定された混合割合（推定値X2）とを比較して、性状センサの故障を診断する。つまり、混合割合同士を比較して診断する。これに対し、燃焼センサにより検出された燃焼パラメータに基づき性状パラメータを推定し、その推定値と、性状センサにより検出された性状パラメータとを比較して、性状センサの故障を診断してもよい。つまり、性状パラメータ同士を比較して診断する。

[0143] 上記第3実施形態では、図14のステップS51にてズレ量の算出に用いる第1推定値X1および第2推定値X2は、分子混合種毎の混合割合である。つまり、混合割合同士を比較してそれらのズレ量を算出する。これに対し、燃焼センサにより検出された燃焼パラメータに基づき性状パラメータを推定し、その推定値と、性状センサにより検出された性状パラメータとのズレ量を、図14のステップS51で算出してもよい。つまり、性状パラメータ同士を比較してそれらのズレ量を算出し、そのズレ量をステップS52での判定に用いてもよい。混合割合同士を比較する場合には、燃焼センサによる推定値と性状センサによる推定値との比較であり、互いの推定値を比較することになる。これに対し、性状パラメータ同士を比較する場合には、性状センサによる検出値から推定された混合割合を比較対象とするのではなく、性状センサによる検出値を比較対象にする。よって、第1推定値X1の推定に用いた燃焼パラメータの燃焼条件の値の誤差が大きくなっている場合等、例外的に第1推定値X1の方が低精度になっているか否かを、精度良く判定できる。

[0144] 上記第3実施形態の図14では、第2推定精度E2が所定の精度E_{th}を満たしていること、つまりステップS50で肯定判定されていることを条件として、ステップS51～ステップS54の処理を実行している。これに対し、第1推定精度E1が所定の精度E_{th}を満たしていることを、ステップS51～ステップS54の実行条件に加えてもよい。なお、第1推定精度E

1 は、図 1 1 のステップ S 3 2 による第 1 精度算出部により算出された値である。

[0145] 上記第 1 実施形態では、図 1 1 のステップ S 3 2 において、サンプリング数が多いほど、第 1 推定精度 E 1 を高い値に算出している。これに対し、サンプリングに係る燃焼環境値が、決められた燃焼環境値に近い値であるほど、第 1 推定精度 E 1 を高い値に算出してもよい。また、サンプリングに係る燃焼環境値と決められた燃焼環境値との乖離度合い、およびサンプリング数の両方にに基づき第 1 推定精度 E 1 を算出してもよい。

[0146] 上記第 1 実施形態では、図 1 1 のステップ S 3 3 において、サンプリング数が多いほど、第 2 推定精度 E 2 を高い値に算出している。これに対し、サンプリングに係る燃料温度が、決められた燃料温度に近い値であるほど、第 2 推定精度 E 2 を高い値に算出してもよい。また、サンプリングに係る燃料温度と決められた燃料温度との乖離度合い、およびサンプリング数の両方にに基づき第 2 推定精度 E 2 を算出してもよい。

[0147] 燃焼システム制御装置である ECU 80 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。

[0148] 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（10）と、前記内燃機関の燃焼状態を表わす燃焼パラメータを検出する燃焼センサ（21）と、前記内燃機関の燃焼に用いる燃料の性状を表わす性状パラメータを検出する性状センサ（27、28）と、を備える燃焼システムに適用され、前記燃焼システムの作動を制御する燃焼システム制御装置において、

前記燃焼センサにより検出された前記燃焼パラメータのうち、異なる燃焼条件で燃焼した場合の各々の前記燃焼パラメータに基づき、燃料に含まれている分子構造種毎の混合割合および燃料の性状を表した性状値の少なくとも一方を第1推定値として推定する第1推定部（81a）と、

前記性状センサにより検出された複数の前記性状パラメータに基づき、前記混合割合および前記性状値の少なくとも一方を第2推定値として推定する第2推定部（82a）と、

前記第1推定値および前記第2推定値を比較して、推定精度が高い方の推定値を選択する比較選択部（83）と、

前記比較選択部により選択された推定値を用いて前記燃焼システムの作動を制御する制御部（85a、85b、85c、85d、85e）と、

を備える燃焼システム制御装置。

[請求項2]

前記第1推定部による前記第1推定値の推定精度を算出する精度算出部であって、前記第1推定部に用いられる前記燃焼パラメータのサンプリング数が多いほど高い推定精度であると算出する第1精度算出部（S32）と、

前記第2推定部による前記第2推定値の推定精度を算出する精度算出部であって、前記第2推定部に用いられる前記性状パラメータのサンプリング数が多いほど高い推定精度であると算出する第2精度算出部（S33）と、

を備え、

前記比較選択部は、前記第1精度算出部により算出された推定精度である第1推定精度と、前記第2精度算出部により算出された推定精度である第2推定精度とを比較する請求項1に記載の燃焼システム制御装置。

[請求項3] 前記第1推定値および前記第2推定値の偏差を算出する偏差算出部（S51）を備え、

前記第1推定精度が前記第2推定精度より高い場合であっても、前記偏差が所定量以上である場合、かつ前記第2推定精度が所定の精度より高い場合には、前記比較選択部は前記第2推定値を選択する請求項2に記載の燃焼システム制御装置。

[請求項4] 前記偏差が所定量以上である場合に、前記燃焼センサは前記燃焼パラメータを検出し直し、前記第1推定部は前記第1推定値を推定し直す請求項3に記載の燃焼システム制御装置。

[請求項5] 前記第1推定部は、複数種類の前記第1推定値を推定し、
前記第2推定部は、複数種類の前記第2推定値を推定し、
前記第1精度算出部は、複数種類の前記第1推定値の各々に対して推定精度を算出し、

前記第2精度算出部は、複数種類の前記第2推定値の各々に対して推定精度を算出し、

前記比較選択部は、複数種類の前記第1推定値および前記第2推定値の各々に対して比較して選択し、

前記制御部は、各々の選択された推定値を前記燃焼システムの制御に用いる請求項2～4のいずれか1つに記載の燃焼システム制御装置。

[請求項6] 前記制御部は、前記第1精度算出部により算出される推定精度および前記第2精度算出部により算出される推定精度のいずれもが所定の精度よりも低い場合に、過去直近に用いられていた前記第1推定値ま

たは前記第2推定値を用いて前記燃焼システムの作動を制御し、

前記所定の精度は、複数種類の前記第1推定値および前記第2推定値の各々に対して、異なる値に設定されている請求項5に記載の燃焼システム制御装置。

[請求項7] 前記制御部は、前記第1精度算出部により算出される推定精度および前記第2精度算出部により算出される推定精度のいずれかが所定の精度よりも低い場合に、過去直近に用いられていた前記第1推定値または前記第2推定値を用いて前記燃焼システムの作動を制御する請求項2～5のいずれか1つに記載の燃焼システム制御装置。

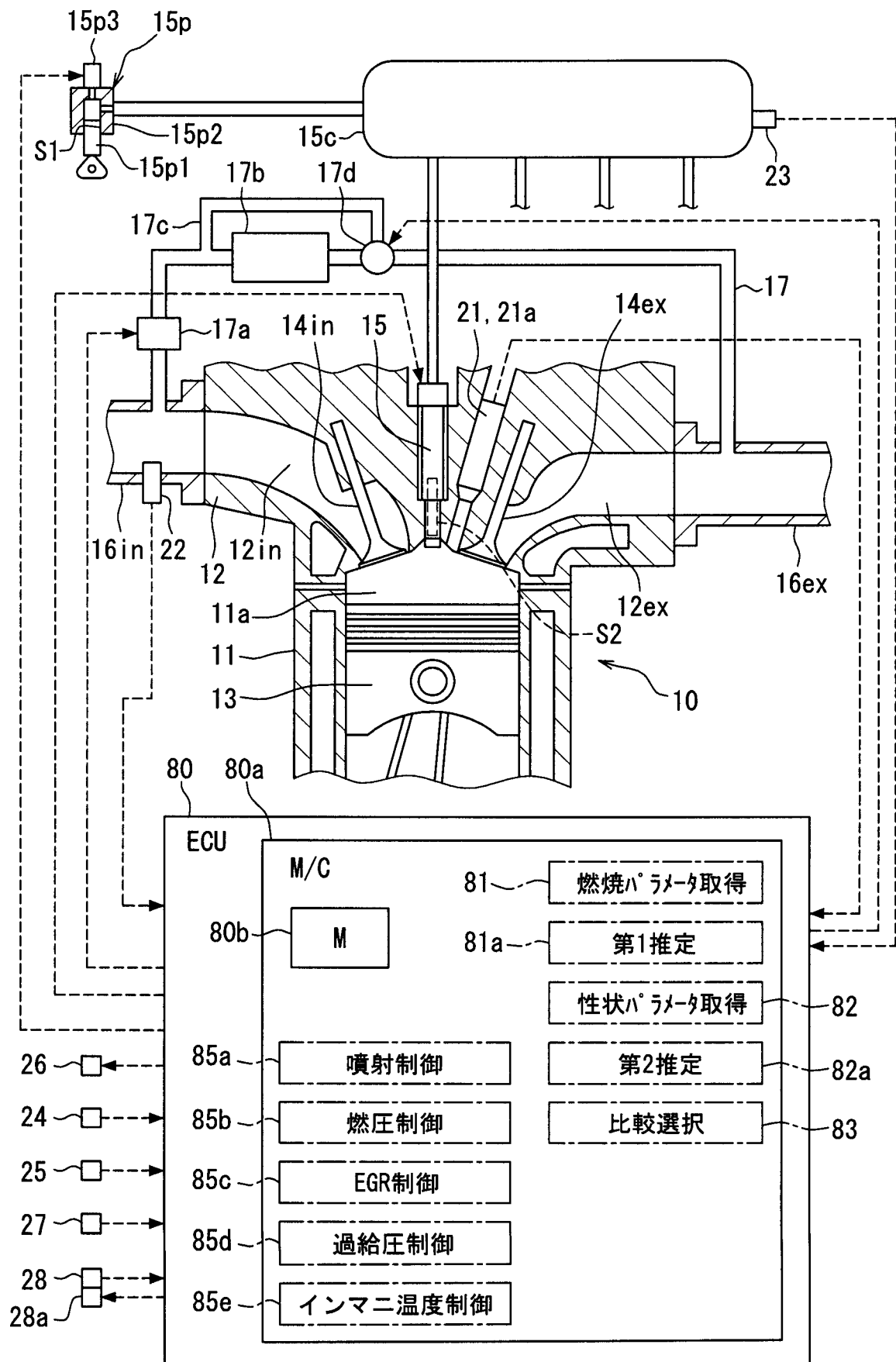
[請求項8] 燃料を給油した以降の前記内燃機関の累積運転時間が所定時間を経過しているにも拘らず、前記第1精度算出部により算出される推定精度が所定の精度より低い場合に、前記第1推定部の推定に用いられていない前記燃焼条件となるように前記燃焼システムの作動を制御する燃焼条件制御部（S42）を備える請求項2～7のいずれか1つに記載の燃焼システム制御装置。

[請求項9] 前記燃焼システムは、前記性状センサの検出対象となる燃料を加熱するヒータ（28a）を備えたものであり、

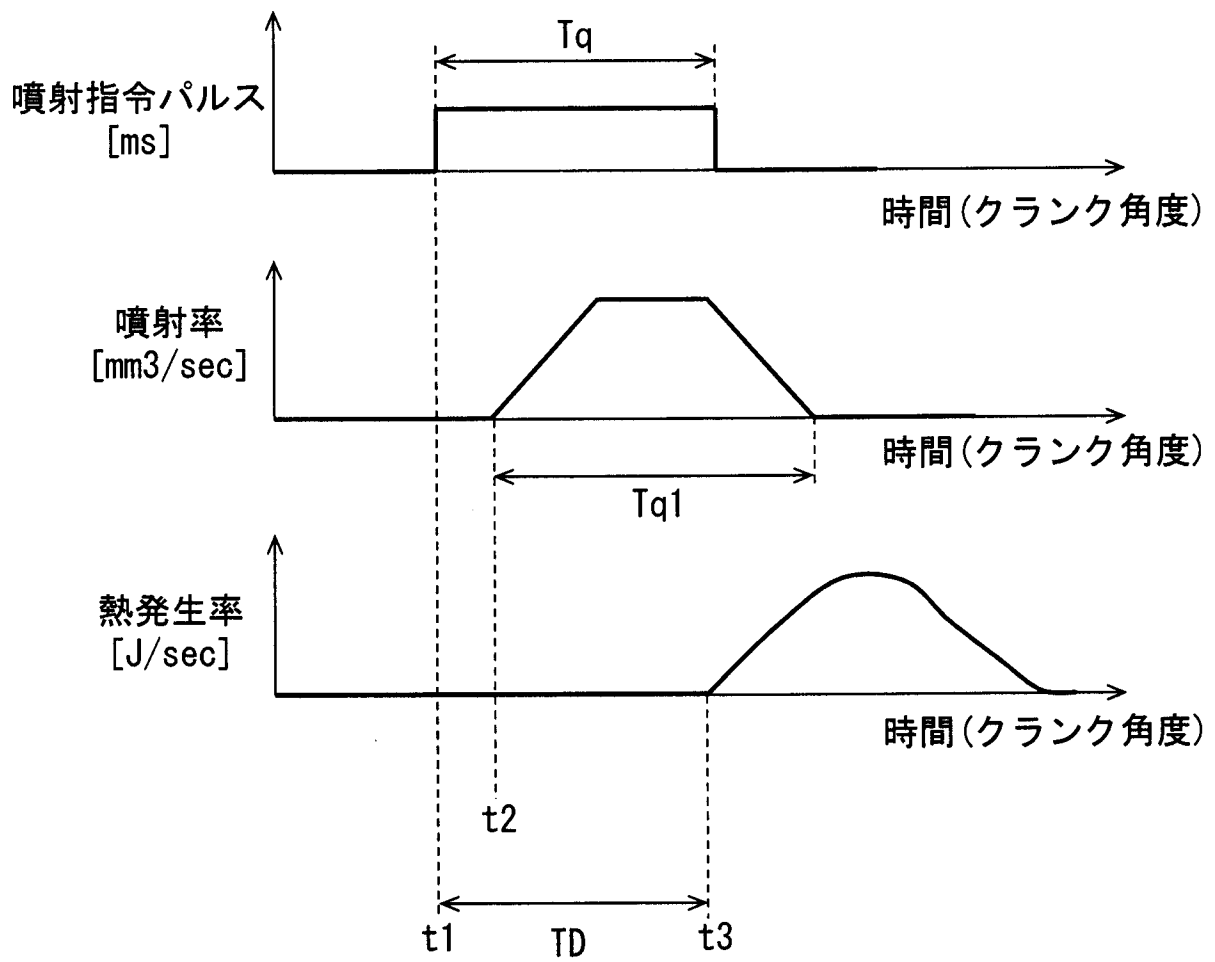
前記第2推定部が推定に用いる複数の前記性状パラメータの各々は、燃料温度が異なる状況で前記性状センサにより検出されたものであり、

燃料を給油した以降の前記内燃機関の累積運転時間が所定時間を経過しているにも拘らず、前記第2精度算出部により算出される推定精度が所定の精度より低い場合に、前記第2推定部の推定に用いられていない燃料温度となるように燃料を加熱制御する燃温条件制御部（S44）を備える請求項2～8のいずれか1つに記載の燃焼システム制御装置。

[図1]



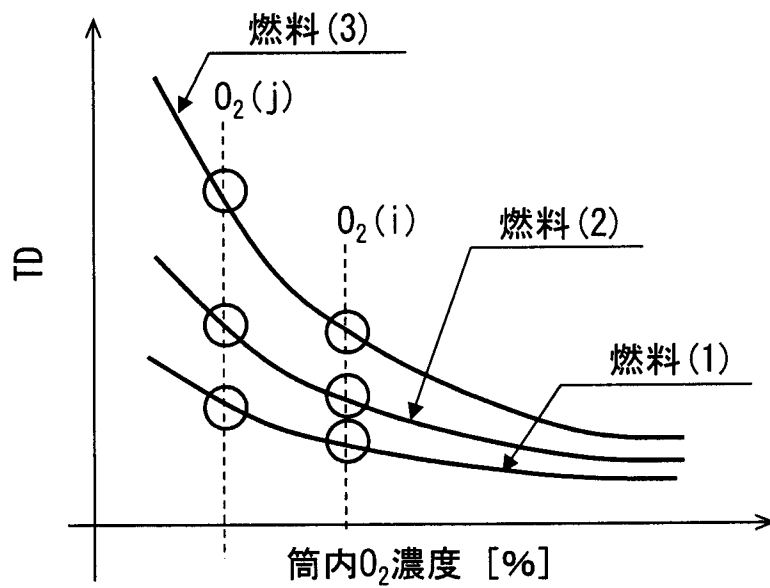
[図2]



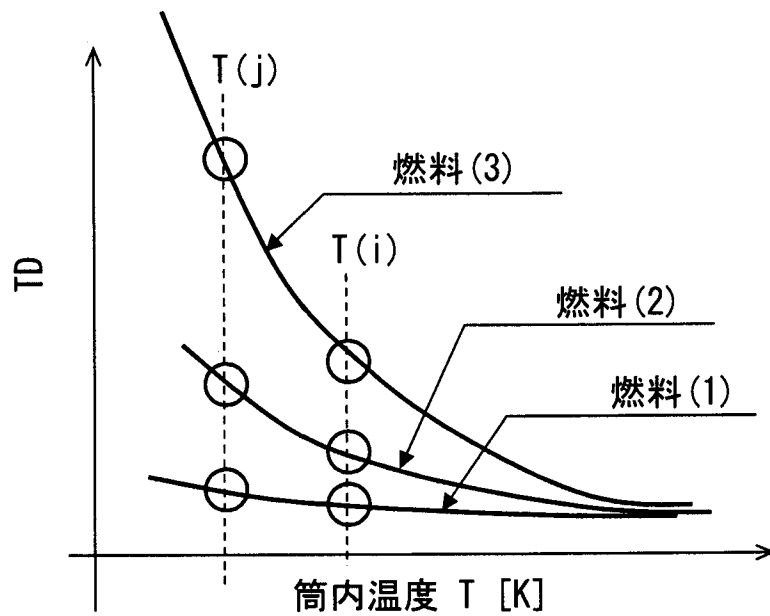
[図3]

分子構造種	定数	燃料パラメータ
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 ⋮	$\begin{matrix} a_{00} & \cdots & a_{0Y} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{X0} & \cdots & a_{XY} \end{matrix}$	$\begin{matrix} TD(i) \\ TD(j) \\ TD(k) \\ TD(l) \\ \vdots \end{matrix}$
$= \quad \cdot \quad$		

[図4]



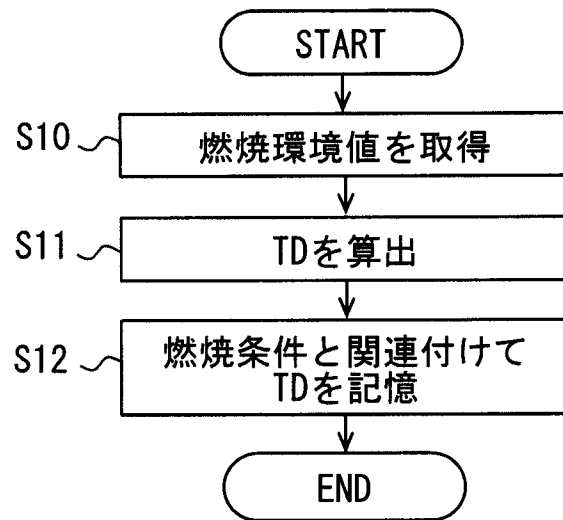
[図5]



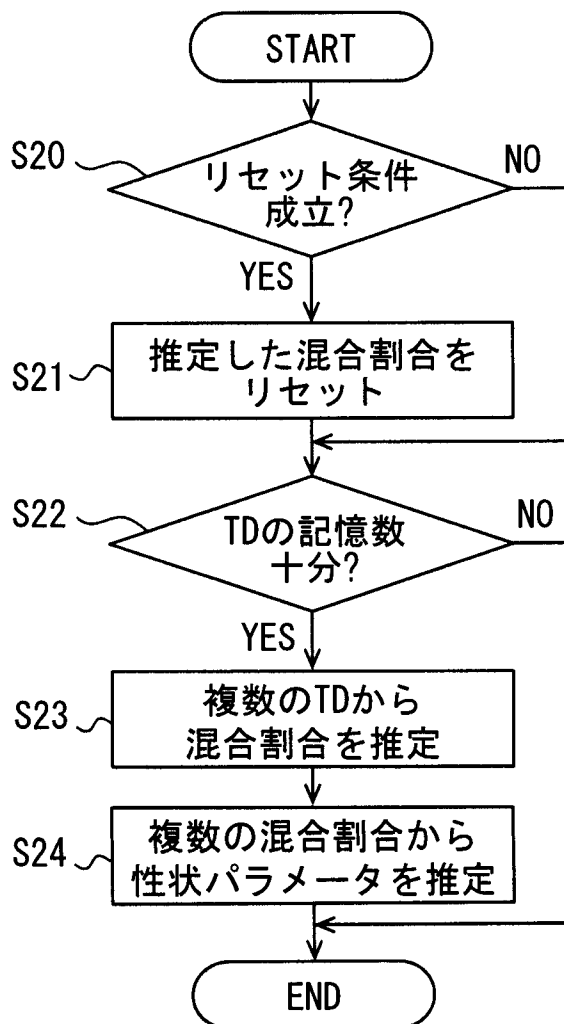
[図6]

	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]

性状パラメータ

感度係数

分子構造種

$$\begin{pmatrix} \text{動粘度} \\ \text{密度} \\ \text{HC比} \\ \text{低位発熱量} \\ \vdots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_{00} & \dots & C_{0Y} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{X0} & \dots & C_{XY} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \text{直鎖パラフィン類の混合量} \\ \text{ナフテン類の混合量} \\ \text{側鎖パラフィン類の混合量} \\ \text{芳香族類の混合量} \\ \vdots \end{pmatrix}$$

[図10]

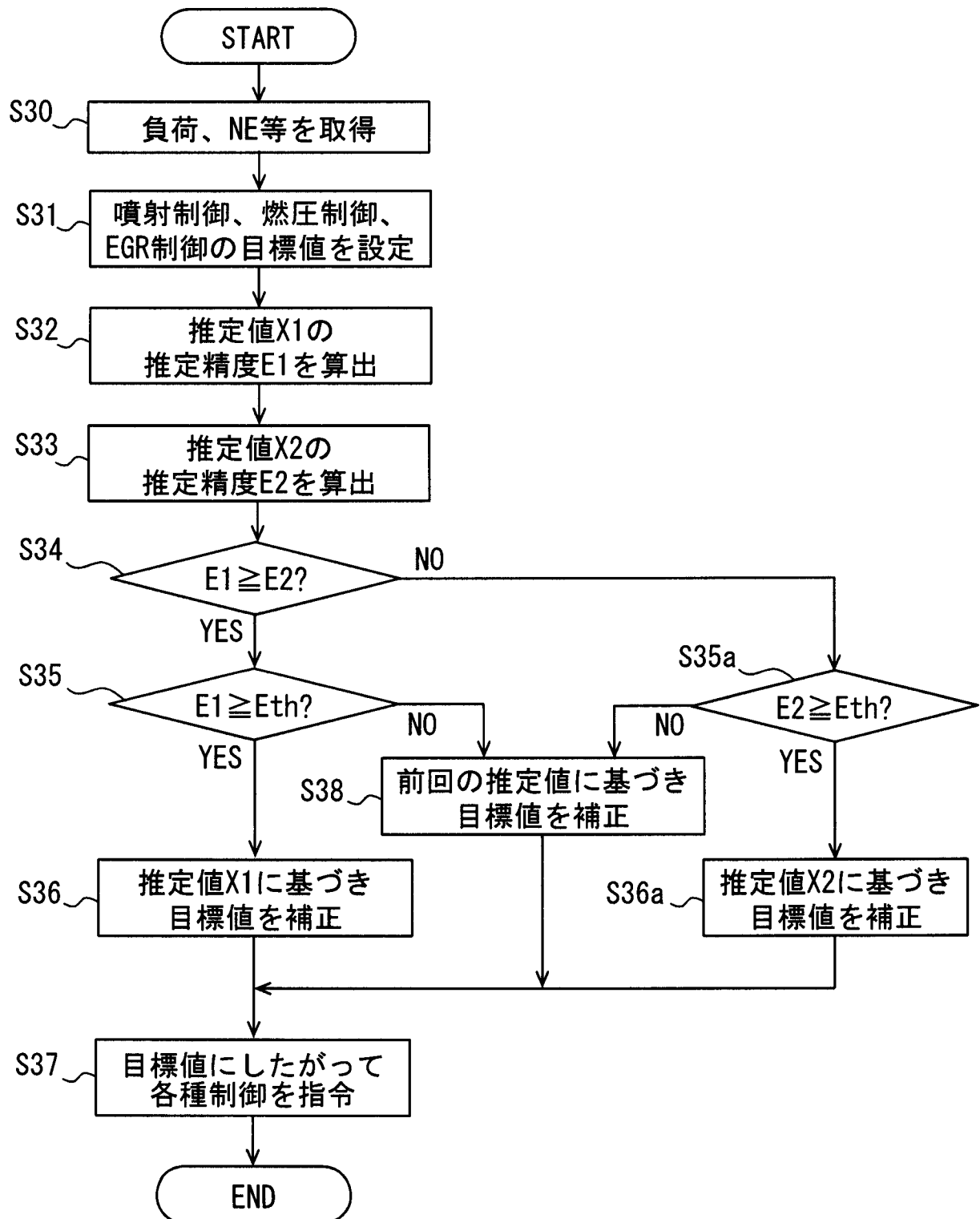
分子構造種

換算値

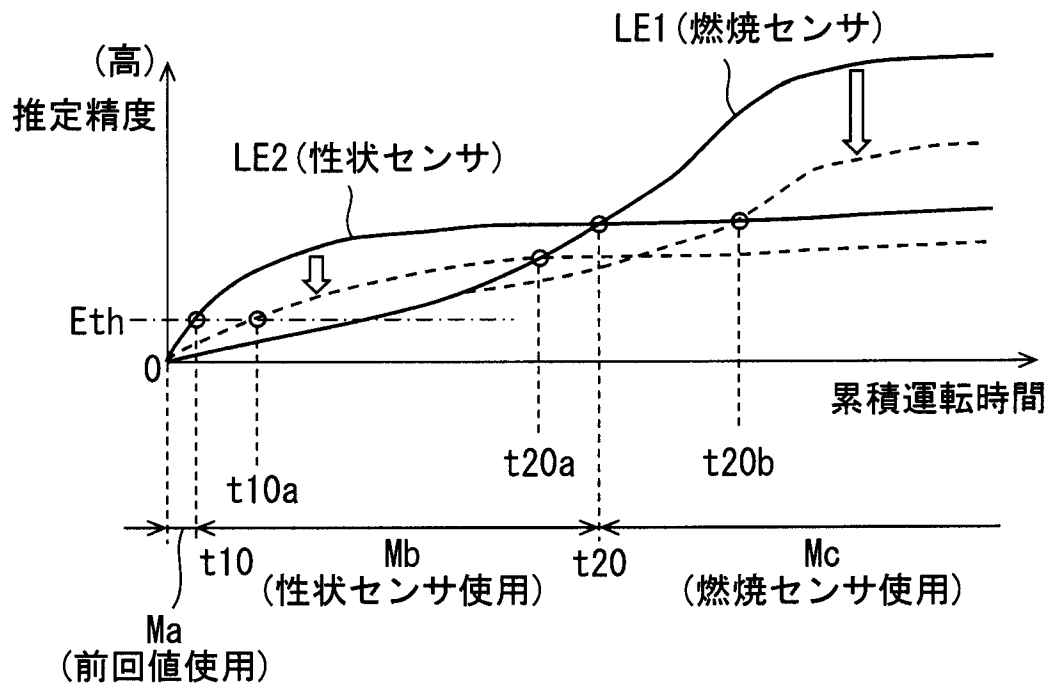
性状パラメータ

$$\begin{pmatrix} \text{直鎖パラフィン類の混合量} \\ \text{ナフテン類の混合量} \\ \text{側鎖パラフィン類の混合量} \\ \text{芳香族類の混合量} \\ \vdots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d_{00} & \dots & d_{0Y} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{X0} & \dots & d_{XY} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \text{動粘度} \\ \text{密度} \\ \text{HC比} \\ \text{低位発熱量} \\ \vdots \end{pmatrix}$$

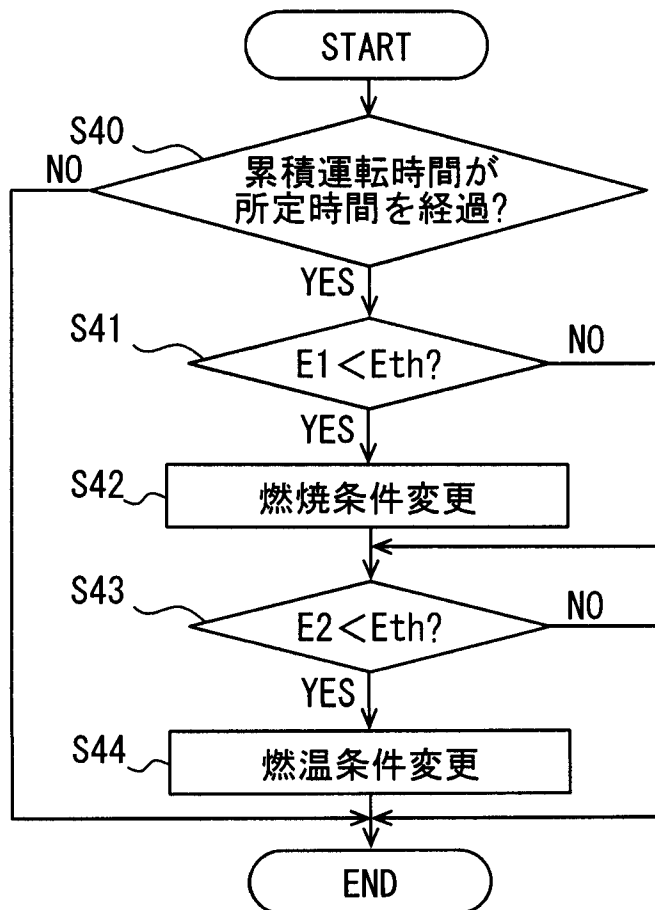
[図11]



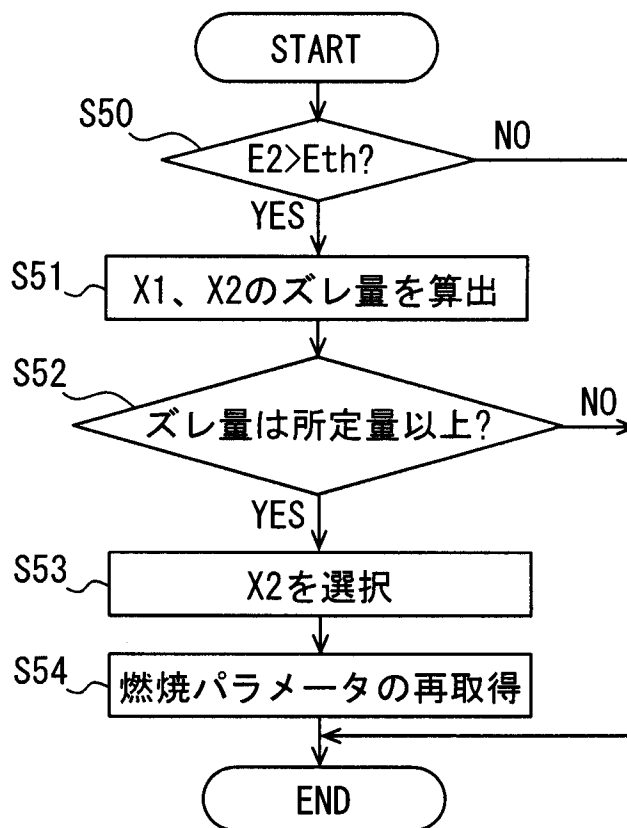
[図12]



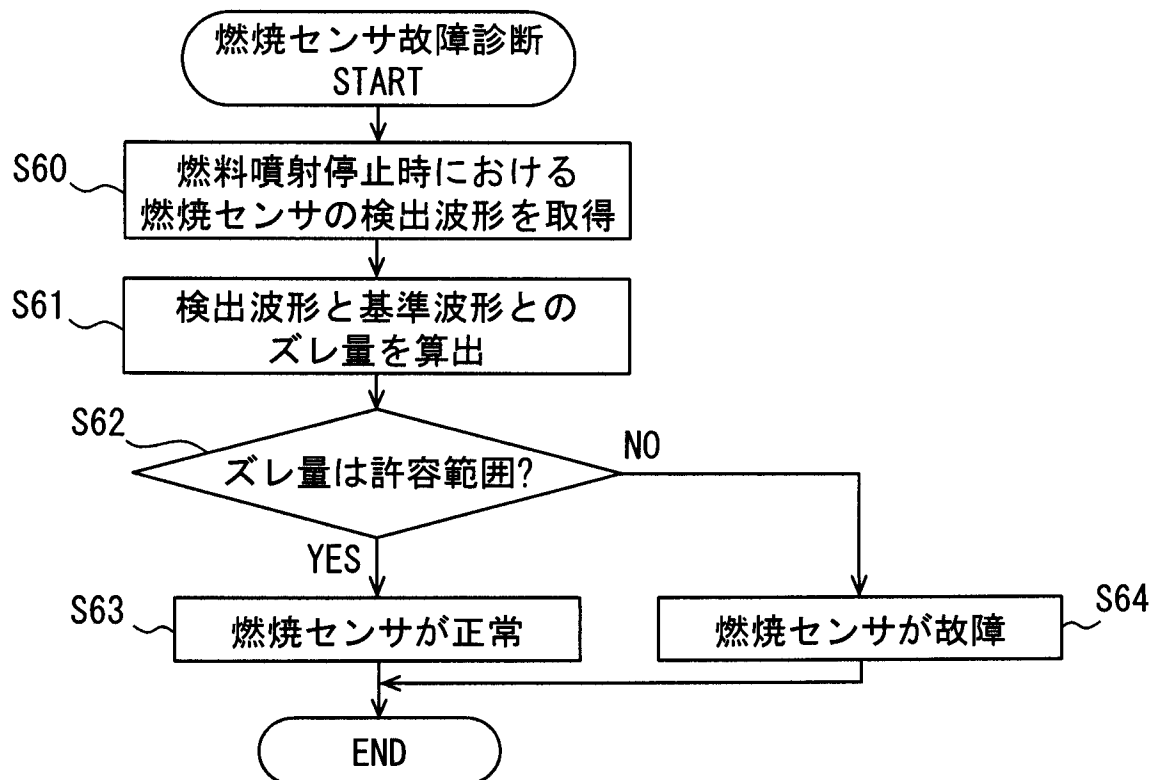
[図13]



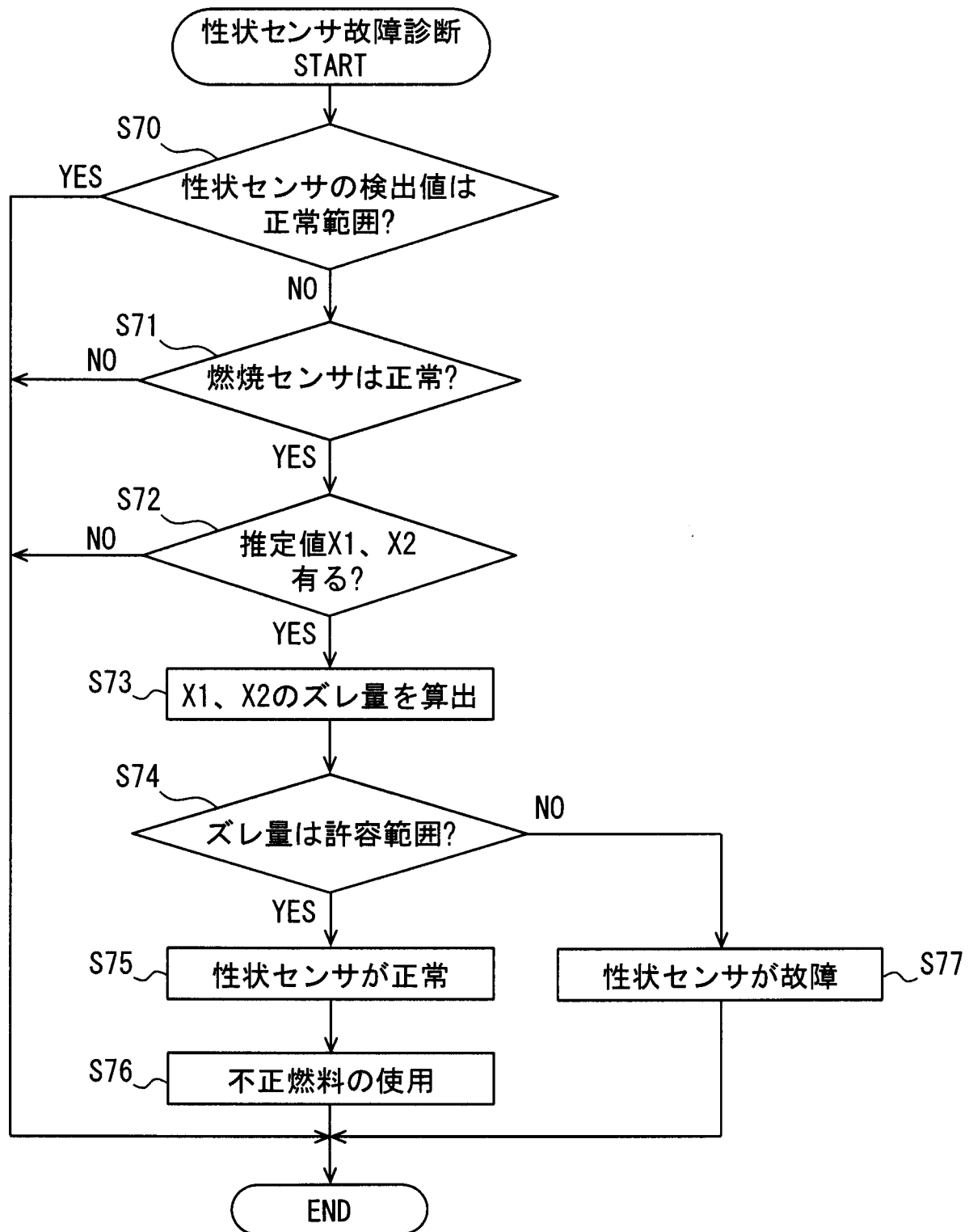
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/082746

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

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.
A	JP 2015-127529 A (Toyota Motor Corp.), 09 July 2015 (09.07.2015), claim 2 & WO 2015/079898 A1 & EP 3075996 A1 claim 2	1-9
A	JP 2002-276441 A (Toyota Motor Corp.), 25 September 2002 (25.09.2002), fig. 3; paragraphs [0046], [0048] & WO 2002/077433 A1 & EP 1371838 A1 fig. 3; paragraphs [0049], [0051]	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
12 December 2016 (12.12.16)

Date of mailing of the international search report
20 December 2016 (20.12.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/082746

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-234728 A (Toyota Motor Corp.), 15 December 2014 (15.12.2014), abstract; paragraphs [0005], [0121] & US 2016/0123247 A1 abstract; paragraphs [0008], [0189] to [0190] & WO 2014/192777 A1 & EP 3004603 A1	1-9
A	JP 2009-185654 A (Toyota Motor Corp.), 20 August 2009 (20.08.2009), claims 2 to 3 (Family: none)	1-9
A	JP 2009-127460 A (Toyota Motor Corp.), 11 June 2009 (11.06.2009), claim 2 (Family: none)	1-9
A	US 2011/0093181 A1 (Claudio CIARAVINO), 21 April 2011 (21.04.2011), abstract; fig. 1 & GB 2474512 A & CN 102042106 A & RU 2010142552 A	1-9
A	JP 2013-24138 A (Nippon Soken, Inc.), 04 February 2013 (04.02.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. 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. 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
A	JP 2015-127529 A（トヨタ自動車株式会社）2015.07.09, 請求項2 & WO 2015/079898 A1 & EP 3075996 A1, 請求項2	1-9
A	JP 2002-276441 A（トヨタ自動車株式会社）2002.09.25, 図3, 段落[0046], [0048] & WO 2002/077433 A1 & EP 1371838 A1, 図3, 段落[0049], [0051]	1-9

☒ 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

12.12.2016

国際調査報告の発送日

20.12.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

山村 秀政

3Z

3744

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 2014-234728 A (トヨタ自動車株式会社) 2014. 12. 15, [要約], 段落[0005], [0121] & US 2016/0123247 A1, [要約], 段落[0008], [0189]-[0190] & WO 2014/192777 A1 & EP 3004603 A1	1-9
A	JP 2009-185654 A (トヨタ自動車株式会社) 2009. 08. 20, 請求項 2-3 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2009-127460 A (トヨタ自動車株式会社) 2009. 06. 11, 請求項 2 (ファミリーなし)	1-9
A	US 2011/0093181 A1 (Claudio CIARAVINO) 2011. 04. 21, ABSTRACT, Fig. 1 & GB 2474512 A & CN 102042106 A & RU 2010142552 A	1-9
A	JP 2013-24138 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 2013. 02. 04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9