

(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)



(10) 国際公開番号

WO 2017/081994 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 33/22 (2006.01) F02D 45/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/080764
- (22) 国際出願日: 2016年10月18日(18.10.2016)
- (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 2015-222317 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: 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). 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).

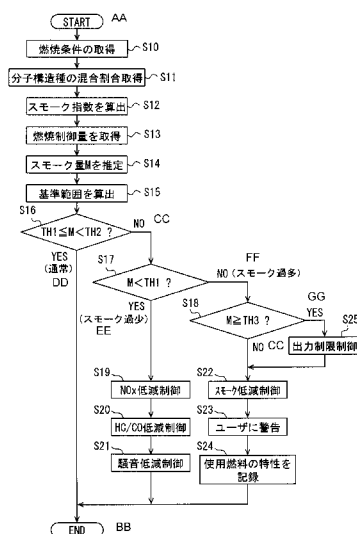
- (74) 代理人: 金 順姫(JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, 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.

[続葉有]

(54) Title: SMOKE AMOUNT ESTIMATION DEVICE AND COMBUSTION SYSTEM CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: スモーク量推定装置および燃焼システム制御装置

[図7]



S10 Acquire combustion conditions
S11 Acquire mixing ratios of molecular structure types
S12 Calculate smoke index
S13 Acquire combustion control amount
S14 Estimate smoke amount M
S15 Calculate standard range
S19 Control NOx reduction
S20 Control HC/CO reduction
S21 Control noise reduction
S22 Control smoke reduction
S23 Alert user
S24 Record characteristics of used fuel
S25 Control output restriction
AA Start
BB End
CC No
DD Yes (normal)
EE Yes (small amount of excess smoke)
FF No (large amount of excess smoke)
GG Yes

(57) Abstract: This smoke amount estimation device comprises a component amount acquisition unit and an estimation unit. The component amount acquisition unit acquires the amount of aromatic components that are included in a fuel, said fuel being used for combustion in an internal combustion engine, and also acquires the amount of aromatic-convertible components among the components that are included in the fuel, said aromatic-convertible components being components that break down before combustion and polymerize to form aromatic components. The estimation unit estimates, on the basis of the amount of aromatic components and the amount of aromatic-convertible components acquired by the component amount acquisition unit, the amount of smoke that will be included in exhaust gas expelled from the internal combustion engine.

(57) 要約: スモーク量推定装置は、成分量取得部と、推定部とを備える。成分量取得部は、内燃機関の燃焼に用いる燃料に含まれるアロマ類成分の量を取得するとともに、燃料に含まれる成分のうち、燃焼前に分解して重合することでアロマ類成分を形成する成分であるアロマ類可変成分の量を取得する。推定部は、成分量取得部により取得されたアロマ類成分およびアロマ類可変成分に基づき、内燃機関から排出される排気中に含まれるスモークの量を推定する。

WO 2017/081994 A1



(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, 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： スモーク量推定装置および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12日に出願された日本特許出願番号2015-222317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、内燃機関の排気中に含まれるスモークの量を推定するスモーク量推定装置、および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] 従来より、内燃機関の排気中に含まれるスモークの量を精度良く推定することが望まれている。スモークは、排気中の微粒子成分（PM）であって煤を主成分としており、煤は、多数のアロマ類成分が重合し、積層して形成されたものである。そのため、アロマ類成分が燃料に多く含まれているほど、スモーク量が多くなる傾向にある。この点を鑑みた特許文献1には、燃料に含まれるアロマ類成分の量に基づきスモーク量を推定する旨が開示されている。

[0004] しかしながら、本発明者らは各種試験を実施したところ、燃料が異なれば、それらの燃料に含まれているアロマ類成分の量が同じであっても、スモーク量が大きく異なる場合があることが分かった。つまり、アロマ類成分の量に基づきスモーク量を推定する従来手法では、推定精度の向上に限界がある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-46477号公報

発明の概要

[0006] 本開示は、スモーク量を高精度で推定可能なスモーク量推定装置、および

燃焼システム制御装置を提供することを目的とする。

[0007] 本開示の一態様によれば、スモーク量推定装置は、内燃機関の燃焼に用いる燃料に含まれるアロマ類成分の量を取得するとともに、燃料に含まれる成分のうち、燃焼前に分解して重合することでアロマ類成分を形成する成分であるアロマ類可変成分の量を取得する成分量取得部と、成分量取得部により取得されたアロマ類成分量およびアロマ類可変成分量に基づき、内燃機関から排出される排気中に含まれるスモークの量を推定する推定部と、を備える。

[0008] また、本開示の他の態様によれば、内燃機関を有する燃焼システムの作動を制御する燃焼システム制御装置は、内燃機関の燃焼に用いる燃料に含まれるアロマ類成分の量を取得するとともに、燃料に含まれる成分のうち、燃焼前に分解して重合することでアロマ類成分を形成する成分であるアロマ類可変成分の量を取得する成分量取得部と、成分量取得部により取得されたアロマ類成分量およびアロマ類可変成分量に基づき、内燃機関から排出される排気中に含まれるスモークの量を推定する推定部と、推定部により推定されたスモーク量に基づき、燃焼システムの作動を制御する制御部と、を備える。

[0009] 燃焼室へ噴射された燃焼前の燃料は、高温の環境に晒されることに起因して分子構造が変化する。その変化の1つに、以下に説明するアロマ類可変成分が、熱分解やラジカルにより分解して重合することで、アロマ類成分へ変化することが挙げられる。アロマ類可変成分の具体例としてはナフテン類やパラフィン類等が挙げられる。アロマ類は不飽和結合を有した環状構造であるが、このような構造にアロマ類可変成分は変化する。

[0010] 例えば、ナフテン類は環状構造であるものの不飽和結合を有していない。このようなナフテン類であっても、以下に説明するようにアロマ類に変化する可能性がある。すなわち、熱分解等により原子同士の結合が部分的に切れ、さらに水素引き抜き反応により水素が引き抜かれることでその切れた箇所が別の箇所に結合し、その結果、不飽和結合を有した環状構造、つまりアロマ類に変化する可能性がある。また、パラフィン類は環状構造を有していな

いが、同様に分解して重合することで、不飽和結合を有した環状構造、つまりアロマ類に変化する可能性がある。

[0011] 燃焼室では、燃焼直前にアロマ類成分が重合し、積層して煤を形成し、その煤の大半が燃焼により消失する。そして、燃焼せずに残った煤が燃焼室から排出され、排気中に含まれるスモークの成分となる。したがって、燃料に含まれているアロマ類成分が多いほどスモーク量は多くなる。

[0012] しかし、上述したように、アロマ類可変成分は燃焼直前にアロマ類成分に変化し得るので、常温常圧の状態ではアロマ類成分が少ない燃料であっても、燃焼直前にはアロマ類成分が多くなっている場合がある。このことは、燃料に含まれているアロマ類成分量が同じであっても、アロマ類可変成分量が異なればスモーク量は異なってくることを意味する。

[0013] この知見に基づき、上記第1の発明および第2の発明では、アロマ類成分量に加えてアロマ類可変成分量を取得し、アロマ類成分量およびアロマ類可変成分量の両方に基づいてスモーク量を推定する。そのため、燃焼前に生じる燃料の分子構造変化をも考慮してスモーク量が推定されるので、スモーク量を高精度で推定できる。

図面の簡単な説明

[0014] 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、燃焼システムの作動を制御する手順を示すフローチャート。

[図8]図8は、図7の推定処理の手法を説明する図であって、各種成分の混合量とスモーク量との関係を説明する図。

[図9]図9は、図7の判定処理で用いる閾値とスモーク量との関係を示す図。

[図10]図10は、図9の手法で推定されたスモーク量と、実際に計測したスモーク量との相関を示す図。

[図11]図11は、本開示の第2実施形態にかかるマイクロコンピュータにより発揮される機能をブロック毎に表した機能ブロック図。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本開示にかかるスモーク量推定装置および燃焼システム制御装置の各形態について、図面を参照しつつ説明する。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。

[0016] (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。

[0017] 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。

[0018] 燃料ポンプ15pは、燃料タンク内の燃料をコモンレール15c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15c内の燃料は、目標圧力Ptrgに維持された状態でコモンレール15cに蓄えられる。コモンレール15cは、蓄圧された燃料を各気筒の燃料噴射弁15へ分配する。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。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。

[0019] 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。

[0020] 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、排気の一部である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。

[0021] 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。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。

[0022] 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、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。

[0023] ECU80には、筒内圧センサ21、酸素濃度センサ22、レール圧センサ23、クランク角センサ24およびアクセルペダルセンサ25等、各種センサによる検出信号が入力される。

[0024] 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）に応じた検出信号も出力する。酸素濃度センサ22は、吸気管16inに取り付けられ、吸気中の酸素濃度に応じた検出信号を出力する。検出対象となる吸気は、新気とEGRガスが混合したものである。レール圧センサ23はコモンレール15cに取り付けられており、蓄圧されている燃料の圧力（レール圧）に応じた検出信号

を出力する。クランク角センサ 24 は、ピストン 13 により回転駆動するクランク軸の回転速度であって、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。

[0025] ECU 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、EGR 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、EGR 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。

[0026] 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 83 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 84 として機能する。EGR 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、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 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 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 86 として機能する。

[0027] 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 T_D のことである。図 2 の上段は、マイクロコンピュータ 80 a 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 t_1 時点で通電が開始され、パルスオン期間 T_q 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 T_q 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 t_1 時点から、実際に噴射が開始される t_2 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 T_{q1} は、パルスオン期間 T_q 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 t_2 時点から、実際に燃焼が開始される t_3 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 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 t_3 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（ t_3 時点）と推定する。この推定結果に基づき、着火遅れ時間 T_D 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、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。

[0031] 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 t_1 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。

[0032] 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特性値に基づき、燃料に含まれている各種成分の混合割合を推定する、混合割合推定部 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、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。

[0033] 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。

[0034] 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、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 TD（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 TD（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。

[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を代入することで各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TDを検出すれば、いずれの分子構造種であるかを推測できる。特に、筒内酸素濃度が O_2 （条件i）の場合と O_2 （条件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（条件i）の場合とT（条件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] 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TD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TDを検出すれば、より高精度で混合割合を推定できる。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] 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、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。

[0042] 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 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、複数の燃焼環境値の組み合わせ（燃焼条件）と関連付けて、着火遅れ時間 T_D をメモリ 80b に記憶させる。

[0043] 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 （条件 i ）は、 P （条件 i ）、 T （条件 i ）、 O_2 （条件 i ）、 P_c （条件 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 （条件 j ）は、 P （条件 j ）、 T （条件 j ）、 O_2 （条件 j ）、 P_c （条件 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。

[0044] 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。

[0045] 燃焼特性取得部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 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。

[0046] 先述した通り、マイクロコンピュータ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およびインテークマニホールド温度制御部87としても機能する。これらの制御部は、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。

[0047] 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。

[0048] また、噴射により得られた出力トルクや、 NO_x 量およびスモーク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。

[0049] 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 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。

[0050] 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。インテークマニホルド温度制御部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、インテークマニホルド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（インテークマニホルド温度制御）してインテークマニホルド温度を制御する。

[0051] さらに、上述した各種の制御部により設定される目標値は、混合割合推定部82により推定された混合割合によっても補正される。この補正をマイクロコンピュータ80aが実行する処理手順について、図7を用いて以下に説明する。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。

[0052] 先ず、図7のステップS10において、燃焼室11aで燃焼が生じる直前における燃焼条件、つまり先述した各種の燃焼環境値の各々を取得する。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。

[0053] 続くステップS11では、混合割合推定部82により推定された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。ステップS11の処理を実行している時のマイクロコンピュータ80aは、「成分量取得部」に相当する。続くステップS12では、スモークの発生しやすさを表した指数であるスモーク指数を、ステップS11で取得した混合割合に基づき推定する。

[0054] 異なる燃料のうち、セタン価や動粘度等の燃料性状が同等の燃料であっても、その燃料に含まれている各種成分の混合割合が異なれば、スモークの発生しやすさ（発生度合い）は異なってくる。本実施形態では、スモーク発生度合いを表した指標をスモーク指数と呼び、スモーク指数の値が大きいほど、スモーク発生度合いが大きい。各種成分の中には、スモーク指数に大きく影響する成分と、あまり影響しない成分とが存在する。このような影響度合いを鑑みて、各種成分の混合割合に基づきスモーク指数は算出される。なお、各種成分の各々が基準混合割合となっている燃料に係るスモーク指数を、基準スモーク指数と呼ぶ。

[0055] 先述した通り、排気中に含まれるスモークの主成分は煤であり、煤は、多数のアロマ類成分が重合し、積層して形成されたものである。この重合反応は、アロマ類成分を含んだ燃料が高温の環境に晒されることに起因して生じる。したがって、煤は、燃焼室11aへ噴射された燃料から燃焼の直前に生成される。但し、生成された煤の殆どは、生成直後に燃焼室11aで燃焼して消失する。そして、燃え残った煤が燃焼室11aから排出される。このように排出された煤が、排気スモークの主成分である。上記スモーク指数は、正確には、燃焼室11aで燃焼直前に存在している煤の増大しやすさを表わ

す。スモーク指数が高い燃料であるほど、燃焼直前に存在している煤の量が多くなるので、燃え残る煤の量つまりスモーク量Mが多くなる。

[0056] このように、煤は、燃焼室11aへ噴射された燃料から燃焼の直前に生成される。したがって、ステップS11で取得した分子構造種毎の混合割合のうち、アロマ類成分の混合割合が多いほど、スモーク指数が高くなる。また、先述したアロマ類可変成分は、燃焼直前にアロマ類成分に変化し得るので、ステップS11で取得した分子構造種毎の混合割合のうち、アロマ類可変成分の混合割合が多いほど、スモーク指数が高くなる。

[0057] これらの知見に鑑みて、ステップS12では、アロマ類成分およびアロマ類可変成分の混合割合が多いほど、スモーク指数を大きい値に推定する。詳細には、アロマ類成分のスモーク指数に対する影響度合を表した重み付け係数は、アロマ類可変成分のスモーク指数に対する重み付け係数よりも大きく設定されている。

[0058] アロマ類可変成分の中でも、アロマ類成分に変化しやすい成分であるほど重み付け係数が大きく設定されている。例えば、アロマ類可変成分の具体例として、ナフテン類成分、側鎖パラフィン類成分および直鎖パラフィン類成分等が挙げられる。そして、ナフテン類成分、側鎖パラフィン類成分および直鎖パラフィン類成分の順に、アロマ類成分に変化しやすいので、この順に上記重み付け係数が大きく設定されている。

[0059] ナフテン類成分の中でも、環状構造を2つ以上有する構造のナフテン類成分はアロマ類成分に変化しやすい。そのため、環状構造を2つ以上有する構造のナフテン類成分は、2つ未満のナフテン類成分に比べて上記重み付け係数が大きく設定されている。

[0060] 側鎖パラフィン類成分の中でも、燃料に含まれている複数種類の成分の平均炭素数よりも炭素数が少ない構造の側鎖パラフィン類成分は、アロマ類成分に変化しやすい。そのため、平均炭素数未満の炭素数を有する側鎖パラフィン類成分は、平均炭素数以上の側鎖パラフィン類成分に比べて上記重み付け係数が大きく設定されている。

[0061] 例えば、図8に示す行列式に分子構造種毎の混合割合を代入して、燃焼条件A、B、C、D毎のスモーク指数を算出する。図8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、異なる燃焼条件A、B、C、D毎のスモーク指数を表わす。燃焼条件A、B、C、Dは、複数の燃焼環境値の組み合わせにより特定される。燃焼環境値の具体例としては、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等が挙げられる。例えば、各々の燃焼環境値を複数領域に分割し、各々の燃焼環境値の領域の異なる組み合わせにより燃焼条件A、B、C、Dが特定される。

[0062] 図8の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、分子構造の種類の違いにより分類される成分であり、図3等の手法で算出された推定値である。

[0063] 図8の行列式への代入に係る分子構造の種類には、直鎖パラフィン類、側鎖パラフィン類およびナフテン類等のアロマ類可変成分と、アロマ類とが含まれている。ナフテン類成分は、環状構造を2つ以上有する構造のナフテン類と、環状構造が2つ未満のナフテン類とに区別して代入される。ナフテン類成分の中でも、環状構造を2つ以上有する構造のナフテン類成分は、特にアロマ類成分に変化しやすい。そのため、環状構造を2つ以上有する構造のナフテン類成分は、2つ未満のナフテン類成分に比べて上記重み付け係数が大きく設定されている。なお、環状構造が2つ未満のナフテン類については、2つ以上のナフテン類に比べてアロマ類に変化しにくいので、行列式への代入を廃止してもよい。

[0064] 側鎖パラフィン類成分は、炭素数が少ない構造の側鎖パラフィン類と、炭素数が多い構造の側鎖パラフィン類とに区別して代入される。具体的には、燃料に含まれている複数種類の成分の平均炭素数を算出し、その平均炭素数よりも該当する側鎖パラフィン類の炭素数が少ないか否かで上記区別を行う。側鎖パラフィン類成分の中でも、燃料に含まれている複数種類の成分の平均炭素数よりも炭素数が少ない構造の側鎖パラフィン類成分は、特にアロマ

類成分に変化しやすい。そのため、平均炭素数未満の炭素数を有する側鎖パラフィン類成分は、平均炭素数以上の側鎖パラフィン類成分に比べて上記重み付け係数が大きく設定されている。なお、炭素数が多い構造の側鎖パラフィン類については、少ない構造の側鎖パラフィン類に比べてアロマ類に変化しにくいので、行列式への代入を廃止してもよい。

[0065] 続くステップS 13では、噴射制御部83、燃圧制御部84、EGR制御部85、過給圧制御部86およびインテークマニホールド温度制御部87による各々の制御量を、燃焼制御量として取得する。例えば、噴射制御部83による制御量の具体的としては、燃料噴射量や燃料噴射時期が挙げられる。特にパイロット噴射量は、スモーク量Mに大きく影響する。

[0066] 続くステップS 14では、ステップS 10で取得した燃焼環境値、ステップS 12で算出したスモーク指数、およびステップS 13で取得した制御量に基づき、スモーク量Mを推定する。ステップS 14の処理を実行している時のマイクロコンピュータ80aは、「推定部」に相当する。

[0067] ここで、燃料の動粘度やセタン価等の性状が同じであっても、分子構造種毎の混合割合が異なれば、スモーク指数は異なる。そこで本実施形態では、分子構造種毎の混合割合に基づきスモーク指数を算出する。

[0068] また、分子構造種毎の混合割合が同じであっても、燃焼環境値に応じてスモーク指数は異なる。燃焼環境値が燃焼しやすい値であるほど、燃焼消失する煤の量が多くなるので、燃え残る煤の量、つまりスモーク量Mは少なくなる。例えば、燃料が噴射されてから着火するまでの着火遅れ時間が長いほど、燃料と空気との混合性が向上するので、燃焼消失する煤の量が多くなりスモーク量Mは少なくなる。例えば、燃焼直前における燃焼室11a内の環境が高酸素濃度、高流速、高温であるほど、燃焼消失する煤の量が多くなりスモーク量Mは少なくなる。そこでステップS 14では、取得した複数種類の燃焼環境値の組み合わせ（燃焼条件）に応じてスモーク指数を設定する。具体的には、図8の左辺に示す複数のスモーク指数の中から、取得した燃焼条件に適したスモーク指数を選択する。

[0069] スモーク指数が高いほどスモーク量Mは多く推定される。但し、スモーク指数が同じであっても、燃焼制御量が異なればスモーク量Mは異なる。例えば、燃焼制御量に基づき推定される、燃焼に伴い生じる熱発生量が大きいほど、上記燃焼消失量が多いとみなしてスモーク量Mを少なく推定する。また、燃焼制御量に基づき推定される、着火遅れ時間TDが長いほど、空気と燃料の混合性が向上して上記消失の量が多くなるとみなし、スモーク量Mを少なく推定する。このように、ステップS14では、燃焼条件に適したスモーク指数および燃焼制御量に基づき、スモーク量Mを推定する。

[0070] なお、ステップS14では、分子構造種毎の混合割合を第1演算式に代入してスモーク指数を算出し、スモーク指数、燃焼環境値および燃焼制御量を第2演算式に代入してスモーク量Mを算出すればよい。或いは、分子構造種毎の混合割合、燃焼環境値および燃焼制御量を第3演算式に代入して、スモーク指数を算出することなくスモーク量Mを算出してもよい。これらの演算式は、マイクロコンピュータ80a等に予め記憶させておけばよい。

[0071] 続くステップS15では、予め記憶させておいたスモーク指数の適正範囲、ステップS10で取得した燃焼環境値、およびステップS13で取得した制御量に基づき、スモーク量の基準範囲を算出する。この基準範囲は、適正な燃料を用いた場合に想定されるスモーク量の範囲である。例えば、燃焼環境値に応じた基準スモーク指数の数値範囲を、燃焼環境値と関連付けてマップ化して予め記憶させておき、ステップS10で取得した燃焼環境値に適したスモーク指数の数値範囲を、マップを参照して取得する。そして、取得したスモーク指数の数値範囲の下限値と制御量からスモーク量の基準範囲の下限値TH1を算出する。また、スモーク指数の上限値と制御量からスモーク量の基準範囲の上限値TH2を算出する。これにより、スモーク量の基準範囲が算出される。

[0072] 続くステップS16では、ステップS14で推定したスモーク量Mが、ステップS15で算出した基準範囲内であるか否かを判定する。基準範囲外であると判定された場合には、続くステップS17において、スモーク量Mが

下限値 $TH1$ 未満であるスモーク過少の状態、およびスモーク量 M が上限値 $TH2$ 以上であるスモーク過多の状態のいずれであるかを判定する。具体的には、スモーク量 M が下限値 $TH1$ 未満であるか否かを判定する。

[0073] スモーク過多の状態であると判定された場合、続くステップ $S18$ では、スモーク量 M が制限値 $TH3$ 以上であるか否かを判定する。制限値 $TH3$ は、上限値 $TH2$ よりも大きい値に設定され値であり、例えば、ステップ $S15$ で算出された上限値 $TH2$ に所定量を加算または所定係数を乗算することで、制限値 $TH3$ を算出する。

[0074] 要するに、ステップ $S16$ 、 $S17$ の処理を実行している時のマイクロコンピュータ $80a$ は、「判定部」に相当する。判定部は、ステップ $S14$ （推定部）で推定されたスモーク量が基準範囲の量である通常状態、基準範囲を超えて多い過多状態、および上記基準範囲よりも少ない過少状態のいずれであるかを判定する。図9は、基準範囲および制限値 $TH3$ と、通常状態、過多状態および過少状態との関係を示す。

[0075] ステップ $S16$ にてスモーク量 M が基準範囲内であると判定されれば、適正な燃料が用いられているとみなして、図7の処理を終了させる。これにより、適正燃料が用いられている場合には、噴射制御部 83 、燃圧制御部 84 、 EGR 制御部 85 、過給圧制御部 86 およびインテークマニホルド温度制御部 87 による先述した制御（通常制御）を実行する。

[0076] 排気中に含まれる NOx 量、 HC 量、 CO 量および燃焼騒音の大きさと、スモーク発生量とはトレードオフの関係にある。そこで、ステップ $S17$ にてスモーク過少と判定された場合には、続くステップ $S19$ 、 $S20$ 、 $S21$ において、スモーク量を増大させる代わりに、 NOx 量、 HC 量、 CO 量および燃焼騒音を低減させるよう、通常制御による各種の制御量を補正する。

[0077] 例えば、ステップ $S19$ において、 EGR 制御部 85 に係る EGR 量の目標値を低下させて、実 EGR 量を減少させる。或いは、インテークマニホルド温度制御部 87 による係るインテークマニホルド温度の目標値を低下させ

て、実インテークマニホールド温度を低下させる。これにより、 NO_x 量の低減を図る。ステップS20では、HC量およびCO量を低減させるよう、各種の制御量を補正する。ステップS21では、燃焼騒音を低減させるよう、各種の制御量を補正する。

[0078] 一方、ステップS17にてスモーク過多と判定された場合、かつ、ステップS18にてスモーク量Mが制限値TH3未満と判定された場合には、続くステップS22に進む。ステップS22では、 NO_x 量、HC量、CO量および燃焼騒音を増大させる代わりに、スモーク量を低減させるよう、通常制御による各種の制御量を補正する。

[0079] 続くステップS23では、スモーク過多となる不適正な燃料が用いられている旨を、ユーザに警告する。続くステップS24では、現在使用されている不適正な燃料の特性を記録する。例えば、ステップS11で取得した分子構造種の混合割合をメモリ80bに記憶させる。また、ステップS18にてスモーク量Mが制限値TH3以上と判定された場合には、続くステップS25において、内燃機関10による出力を所定値未満に制限するよう、各種の制御量を変更する。なお、ステップS19、S20、S21、S22、S25の処理を実行している時のマイクロコンピュータ80aは、「制御部」に相当する。

[0080] 以上に説明した通り、本実施形態では、燃料に含まれるアロマ類成分の量を取得するとともに、燃焼前に分解して重合することでアロマ類成分を形成する成分であるアロマ類可変成分の量を取得する成分量取得部を備える。そして、成分量取得部により取得されたアロマ類成分量およびアロマ類可変成分量に基づきスモーク量Mを推定する、ステップS14による推定部を備える。そのため、煤の元となるアロマ類成分の量に加え、燃焼前にアロマ類成分に分子構造変化するアロマ類可変成分の量をも考慮してスモーク量Mが推定されるので、スモーク量Mを高精度で推定できる。なお、上記分解には熱分解やラジカルによる分解等があり、厳密には、熱分解が生じた後に、ラジカルによる分解が生じる。

- [0081] さらに本実施形態では、成分量取得部の取得対象であるアロマ類可変成分には、ナフテン類成分が少なくとも含まれている。各種のアロマ類可変成分の中でも特にナフテン類成分はアロマ類成分に変化しやすい。したがって、スモーク量推定に用いるアロマ類可変成分量にナフテン類成分量を含ませる本実施形態によれば、スモーク量Mの推定精度を向上できる。
- [0082] さらに本実施形態では、成分量取得部の取得対象であるナフテン類成分には、環状構造を2つ以上有する構造のナフテン類成分が少なくとも含まれている。ナフテン類成分の中でも特に環状構造を2つ以上有する構造のナフテン類成分は、アロマ類成分に変化しやすい。したがって、スモーク量推定に用いるアロマ類可変成分量に、環状構造を2つ以上有する構造のナフテン類成分を含ませる本実施形態によれば、スモーク量Mの推定精度を向上できる。
- [0083] さらに本実施形態では、成分量取得部の取得対象であるアロマ類可変成分には、側鎖パラフィン類成分が少なくとも含まれている。各種のアロマ類可変成分の中でも特にナフテン類成分はアロマ類成分に変化しやすい。したがって、スモーク量推定に用いるアロマ類可変成分量に側鎖パラフィン類成分量を含ませる本実施形態によれば、スモーク量Mの推定精度を向上できる。
- [0084] さらに本実施形態では、成分量取得部の取得対象である側鎖パラフィン類成分には、燃料に含まれている複数種類の成分の平均炭素数よりも炭素数が少ない構造の側鎖パラフィン類成分が少なくとも含まれている。側鎖パラフィン類成分の中でも特に炭素数が少ない構造の側鎖パラフィン類成分は、アロマ類成分に変化しやすい。したがって、スモーク量推定に用いるアロマ類可変成分量に、平均炭素数よりも炭素数が少ない構造の側鎖パラフィン類成分を含ませる本実施形態によれば、スモーク量Mの推定精度を向上できる。
- [0085] さらに本実施形態では、燃焼室11aの温度、圧力、酸素濃度等の燃焼環境値に応じたスモークの量を、アロマ類成分量およびアロマ類可変成分量に基づき推定する。具体的には、燃料に含まれている分子構造種の混合割合に基づき、燃焼環境値毎のスモーク指数を算出する。そして、算出されたスモ

ーク指数の中から、実際の燃焼環境値に応じたスモーク指数を選択してスモーク量M推定に用いる。そのため、スモーク量Mの推定精度を向上できる。

[0086] この効果は、以下に説明する図10の試験結果の通り、発明者らにより確認されている。この試験では、異なる燃焼環境値毎、かつ、異なる燃料を燃焼させる毎に、単位時間あたりに排出されるスモーク量を計測する。また、その試験に用いた燃焼環境値および燃料の各々について、少なくともアロマ類成分およびアロマ類可変成分の量を取得する。そして、先述した手法により、取得した成分量および燃焼環境値に基づきスモーク量Mを推定する。図10の横軸はスモーク量の計測結果を表し、縦軸はスモーク量Mの推定結果を表わす。この試験結果により、あらゆる燃焼環境値や燃料に対して、推定値と計測値とのずれが小さく、十分な推定精度が得られていることが確認される。

[0087] さらに本実施形態では、先述した成分量取得部および推定部を備えるとともに、推定部により推定されたスモーク量に基づき燃焼システムの作動を制御する制御部を備える。制御部の具体例としては、噴射制御部83、燃圧制御部84、EGR制御部85、過給圧制御部86、インテークマニホールド温度制御部87が挙げられる。

[0088] ここで、燃料性状（例えばセタン価）が同一の燃料であっても、燃料に含まれている各種成分の混合割合が異なれば、燃焼システムを所望の状態で作動させるのに最適な制御の内容は、異なってくる。例えば、複数種類の成分のうちスモーク発生量に大きな影響を与える成分（スモーク因子成分）もあれば、NO_x発生量に大きな影響を与える成分もあり、熱発生量に大きな影響を与える成分もある。

[0089] この点を鑑みた本実施形態では、スモーク因子成分であるアロマ類成分量およびアロマ類可変成分量の混合割合に基づきスモーク量Mを推定し、その推定値に基づき、噴射制御、燃圧制御、EGR制御、過給圧制御およびインテークマニホールド温度制御等を制御する。そのため、セタン価等の燃料性状に応じた従来制御に比べて、所望のスモーク量Mになるように制御すること

を、高精度で実現できる。特に、所望のスモーク量M、HC量、CO量、燃焼騒音、出力トルク、燃料消費率等の各種状態のバランスを、高精度で所望の状態に制御できる。

[0090] さらに本実施形態では、燃焼特性取得部81および混合割合推定部82を備える。燃焼特性取得部81は、内燃機関10の燃焼に関する物理量の検出値を燃焼特性値として取得する。混合割合推定部82は、異なる燃焼条件で検出された複数の燃焼特性値に基づき、燃料に含まれている各種成分の混合割合を推定する。

[0091] ここで、全く同じ燃料を燃焼させても、その時の筒内圧や筒内温度等の燃焼条件が異なれば、着火遅れ時間や熱発生量等の燃焼特性値は異なってくる。例えば、図4の燃料(1)は、筒内酸素濃度が多いといった燃焼条件であるほど、着火遅れ時間TD(燃焼特性値)は短くなる。そして、燃焼条件の変化に対する燃焼特性値の変化の度合い、つまり図4の実線に示す特性線は、分子構造種の混合割合が互いに異なる燃料(1)(2)(3)の各々で、異なってくる。この点を鑑みた本実施形態では、異なる燃焼条件で検出された複数の着火遅れ時間TD(燃焼特性値)に基づき、燃料に含まれている分子構造種の混合割合を推定するので、燃料の性状をより正確に把握できるようになる。

[0092] さらに本実施形態では、燃焼条件は、複数種類の燃焼環境値の組み合わせにより特定される条件である。つまり、複数種類の燃焼環境値各々について、燃焼環境値の値が異なる燃焼時の燃焼特性値を取得する。これによれば、同一種類の燃焼環境値についてその燃焼環境値の値が異なる燃焼時の燃焼特性値を取得し、それらの燃焼条件および燃焼特性値に基づき混合割合を推定する場合に比べて、混合割合を高精度で推定できる。

[0093] さらに本実施形態では、燃焼条件に係る複数種類の燃焼環境値には、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。これらの燃焼環境値は、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特性値を用いて混合割合を推定する本実施形

態によれば、混合割合を精度良く推定できる。

[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着火遅れ時間TDである。着火遅れ時間TDは、各種成分の混合割合の影響を大きく受けるので、着火遅れ時間TDに基づき混合割合を推定する本実施形態によれば、混合割合を精度良く推定できる。

[0095] さらに本実施形態では、燃焼特性取得部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特性値を取得する。メイン噴射の燃料が燃焼すると、筒内温度が高くなるので、メイン噴射後の燃料が燃焼しやすくなる。そのため、燃料の混合割合の違いに起因した燃焼特性値の変化が現れにくくなる。これに対し、メイン噴射の前に噴射（パイロット噴射）された燃料は、メイン燃焼の影響を受けないので、混合割合の違いに起因した燃焼特性値の変化が現れやすくなる。よって、燃焼特性値に基づき混合割合を推定するにあたり、その推定精度を向上できる。

[0096] （第2実施形態）

上記第1実施形態では、アロマ類成分量およびアロマ類可変成分量の混合割合に基づきスモーク指数を算出している。これに対し本実施形態では、分子構造種毎の混合割合に応じて燃焼状態が異なり、燃焼状態が異なると燃焼されずに残る煤の量が異なりスモーク量が異なってくることに着目し、燃焼状態をも鑑みてスモーク量を算出する。燃焼状態の具体例としては、燃焼量、燃焼領域、着火時期等が挙げられる。

[0097] 図11に示すように、取得部801は、図1の混合割合推定部82により推定された、分子構造種毎の混合割合を取得する。スモーク指数算出部802は、取得された各々の混合割合のうち、アロマ類成分およびアロマ類可変成分の混合割合に基づき、スモーク指数を算出する。スモーク指数とは、燃焼直前の煤の量の生じやすさを表した指数であり、生じやすいほど高い値になる。先述した通り、アロマ類成分量およびアロマ類可変成分量が多いほど、燃焼直前の煤量は多くなり、スモーク指数は高い値となる。

[0098] さて、燃料の噴射量と相関のあるパラメータ、発熱量と相関のあるパラメ

ータ、ペネトレーションと相関のあるパラメータ、拡散状態と相関のあるパラメータ、および着火性と相関のあるパラメータを、噴射パラメータと呼ぶ。例えば、燃料噴射弁 15 へ供給する燃料の圧力や燃料噴射弁 15 の開弁時間が同じであっても燃料が異なれば噴射量は異なる。このように、燃料に起因した噴射量、発熱量、ペネトレーション、拡散状態および着火性を表わす指数が噴射パラメータである。なお、上記ペネトレーションとは、燃料噴射弁 15 から燃焼室 11 a へ噴射された燃料が、所定時間で到達する距離のことである。

[0099] これらの噴射パラメータは、燃料に含まれている分子構造種毎の混合割合との相関性が高い。そこで、噴射パラメータ推定部 804 は、取得部 801 により取得された複数種類の分子構造種毎の混合割合に基づき噴射パラメータを推定する。例えば、分子構造種毎の混合割合と噴射パラメータとの関係を予め試験して取得しておき、上記関係を表したマップや演算式を用いて、取得した混合割合から噴射パラメータを算出する。

[0100] また、燃料の燃焼量と相関のあるパラメータ、燃焼領域と相関のあるパラメータ、および着火時期と相関のあるパラメータを、燃焼パラメータと呼ぶ。例えば、噴射量や噴射時期等の条件が同じであっても燃料が異なれば燃焼量は異なる。このように、燃料に起因した燃焼量、燃焼領域、および着火時期の変化度合いを表わす指数が燃焼パラメータである。

[0101] これらの燃焼パラメータは、噴射パラメータとの相関性が高い。そこで、燃焼パラメータ推定部 803 は、噴射パラメータ推定部 804 により推定された噴射パラメータに基づき燃焼パラメータを推定する。例えば、複数種類の噴射パラメータと各々の燃焼パラメータとの関係を予め試験して取得しておき、上記関係を表したマップや演算式を用いて、取得した複数種類の噴射パラメータから各々の燃焼パラメータを推定する。

[0102] スモーク量推定部 805 は、燃焼パラメータ推定部 803 により推定された燃焼パラメータおよびスモーク指数算出部 802 により推定されたスモーク指数に基づき、燃焼後の煤の量（スモーク量）のを算出する。

[0103] 以上により、本実施形態によれば、分子構造種毎の混合割合に基づき噴射パラメータを推定するので、噴射パラメータを高精度で推定できる。そして、このように高精度で推定された噴射パラメータに基づき燃焼パラメータを推定するので、燃焼パラメータを高精度で推定できる。そして、このように高精度で推定された燃焼パラメータを考慮して、スモーク指数からスモーク量を算出するので、スモーク量を高精度で推定できる。したがって、本実施形態によれば、スモーク量Mの推定精度を向上できる。

[0104] (第3実施形態)

上記第1実施形態では、混合割合推定部82が、複数の燃焼特性値に基づき各種成分の混合割合を推定している。これに対し本実施形態では、燃料の一般性状をセンサ（性状センサ）で検出し、その検出結果に基づき上記混合割合を推定する。

[0105] 上記性状センサの具体例としては、燃料密度センサ、および動粘度センサ等が挙げられる。燃料密度センサは、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り、燃料タンク内の燃料の動粘度を検出する。なお、燃料密度センサ及び動粘度センサは、ヒータを備えており、ヒータ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。

[0106] 本発明者らは、燃料の特定の性状パラメータが、燃料組成に含まれる各分子構造の物理量に相関があること、各性状パラメータについては、性状パラメータの種別ごとに分子構造に対する感度が異なることに着目した。つまり、燃料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、その混合割合もまちまちである。この場合、分子構造ごと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。

[0107] 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。相関式において、上記性状センサにより検出された値を性状パラメータの値として入力することで、燃料組成に含まれる分子構造量の算出が可能となる。

[0108] 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。このようにして算出された低位発熱量を、相関式に入力する性状パラメータとしてもよい。

[0109] また、燃料に含まれている水素量と炭素量との比（H C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H C比を算出することが可能である。このようにして算出されたH C比を、相関式に入力する性状パラメータとしてもよい。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。

[0110] 以上により、本実施形態によれば、燃料の性状を示す複数の性状パラメータを取得する。そして、複数の性状パラメータと燃料における複数の分子構造量との相関を定義した相関データを用い、取得した複数の性状パラメータの取得値に基づいて複数の分子構造量、つまり分子構造種毎の混合割合を推定する。そのため、筒内圧センサ21の検出値を用いることなく、性状センサの検出値を用いて、スモーク量Mの推定に用いるアロマ類成分およびアロマ類可変成分の量を取得できる。

[0111] （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。

- [0112] 上記第2実施形態では、噴射パラメータ推定部804および燃焼パラメータ推定部803を備えるが、噴射パラメータ推定部804を廃止して、燃焼パラメータ推定部803が、分子構造種毎の混合割合に基づき燃焼パラメータを推定してもよい。
- [0113] 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。
- [0114] 図1に示す燃焼特性取得部81は、燃焼に関する物理量の検出値（燃焼特性値）として、着火遅れ時間 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）等を燃焼特性値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、複数種類の燃焼特性値に基づき、各種成分の混合割合を推定してもよい。例えば、図3の右辺左側の行列（定数）を、複数種類の燃焼特性値に対応した値に設定しておき、図3の右辺右側の行列に、複数種類の燃焼特性値を代入して混合割合を推定する。
- [0115] 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。
- [0116] 上述した実施形態では、メイン噴射の直前に噴射（パイロット噴射）され

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

[0117] 上述した実施形態では、筒内圧センサ 21 の検出値に基づき燃焼特性値を取得している。これに対し、筒内圧センサ 21 を備えていない構成において、回転角センサの回転変動（回転数の微分値）に基づき燃焼特性値を推定してもよい。例えば、パイロット燃焼に起因して微分値が既定の閾値を超えた時期をパイロット着火時期として推定できる。また、微分値の大きさからパイロット燃焼量を推定できる。

[0118] 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。

[0119] ECU 80（燃焼システム制御装置）が提供する手段および／または機能は、実体的な記憶媒体に記録されたソフトウェアおよびそれを実行するコンピュータ、ソフトウェアのみ、ハードウェアのみ、あるいはそれらの組合せによって提供することができる。例えば、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。

[0120] 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）の燃焼に用いる燃料に含まれるアロマ類成分の量を取得するとともに、前記燃料に含まれる成分のうち、燃焼前に分解して重合することでアロマ類成分を形成する成分であるアロマ類可変成分の量を取得する成分量取得部（S11）と、
- 前記成分量取得部により取得されたアロマ類成分量およびアロマ類可変成分量に基づき、前記内燃機関から排出される排気中に含まれるスモークの量を推定する推定部（S14）と、
- を備えるスモーク量推定装置。
- [請求項2] 前記成分量取得部の取得対象である前記アロマ類可変成分には、ナフテン類成分が少なくとも含まれている請求項1に記載のスモーク量推定装置。
- [請求項3] 前記成分量取得部の取得対象であるナフテン類成分には、環状構造を2つ以上有する構造のナフテン類成分が少なくとも含まれている請求項2に記載のスモーク量推定装置。
- [請求項4] 前記成分量取得部の取得対象である前記アロマ類可変成分には、側鎖パラフィン類成分が少なくとも含まれている請求項1～3のいずれか1つに記載のスモーク量推定装置。
- [請求項5] 前記成分量取得部の取得対象である側鎖パラフィン類成分には、前記燃料に含まれている複数種類の成分の平均炭素数よりも炭素数が少ない構造の側鎖パラフィン類成分が少なくとも含まれている請求項4に記載のスモーク量推定装置。
- [請求項6] 前記内燃機関の燃焼室（11a）の温度、圧力、および酸素濃度の少なくとも1つを燃焼環境値とし、
- 前記推定部は、前記燃焼環境値に応じたスモークの量を、前記アロマ類成分量および前記アロマ類可変成分量に基づき推定する請求項1～5のいずれか1つに記載のスモーク量推定装置。
- [請求項7] 燃料の燃焼量、燃焼領域および着火時期の各々について関連のある

パラメータを燃焼パラメータと呼び、各々の燃焼パラメータの少なくとも1つを、燃料に含まれている分子構造種毎の混合割合に基づき推定する燃焼パラメータ推定部（803）を備え、

前記推定部は、前記アロマ類成分量および前記アロマ類可変成分量に加えて前記燃焼パラメータにも基づき、スモークの量を推定する請求項1～6のいずれか1つに記載のスモーク量推定装置。

[請求項8] 前記内燃機関の燃焼室へ噴射される燃料の噴射量、発熱量、ペネトレーション、拡散状態および着火性の各々について相関のあるパラメータを噴射パラメータと呼び、各々の噴射パラメータの少なくとも1つを、燃料に含まれている分子構造種毎の混合割合に基づき推定する噴射パラメータ推定部（804）を備え、

前記燃焼パラメータ推定部は、前記噴射パラメータを用いて前記燃焼パラメータを推定する請求項7に記載のスモーク量推定装置。

[請求項9] 内燃機関（10）を有する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、

前記内燃機関の燃焼に用いる燃料に含まれるアロマ類成分の量を取得するとともに、前記燃料に含まれる成分のうち、燃焼前に分解して重合することでアロマ類成分を形成する成分であるアロマ類可変成分の量を取得する成分量取得部（S11）と、

前記成分量取得部により取得されたアロマ類成分量およびアロマ類可変成分量に基づき、前記内燃機関から排出される排気中に含まれるスモークの量を推定する推定部（S14）と、

前記推定部により推定されたスモーク量に基づき、前記燃焼システムの作動を制御する制御部（S19、S20、S21、S22、S25）と、

を備える燃焼システム制御装置。

[請求項10] 前記推定部により推定されたスモーク量が基準範囲の量である通常状態、前記基準範囲を超えて多い過多状態、および前記基準範囲より

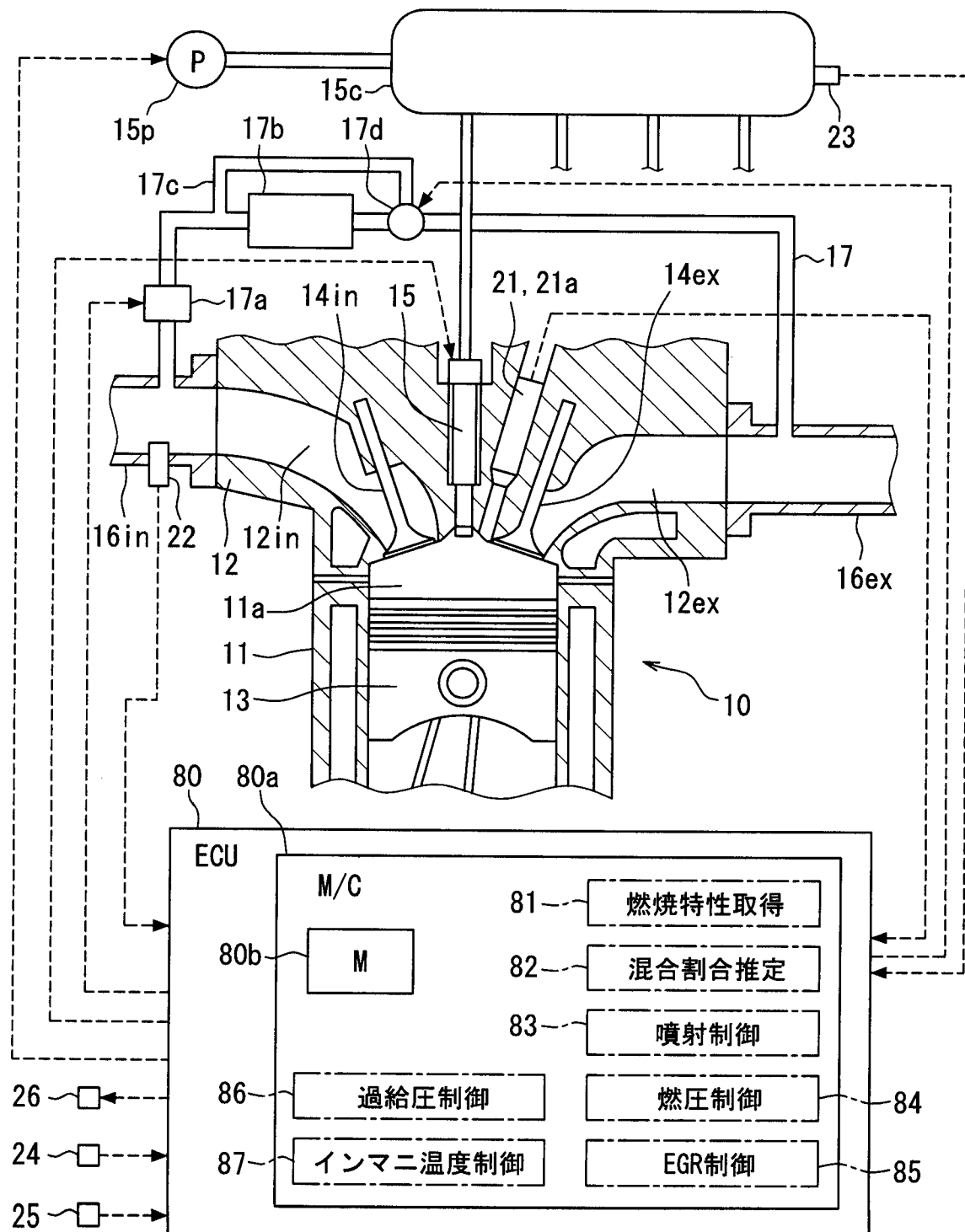
も少ない過少状態のいずれであるかを判定する判定部（S 1 6、S 1 7）を備え、

前記制御部は、

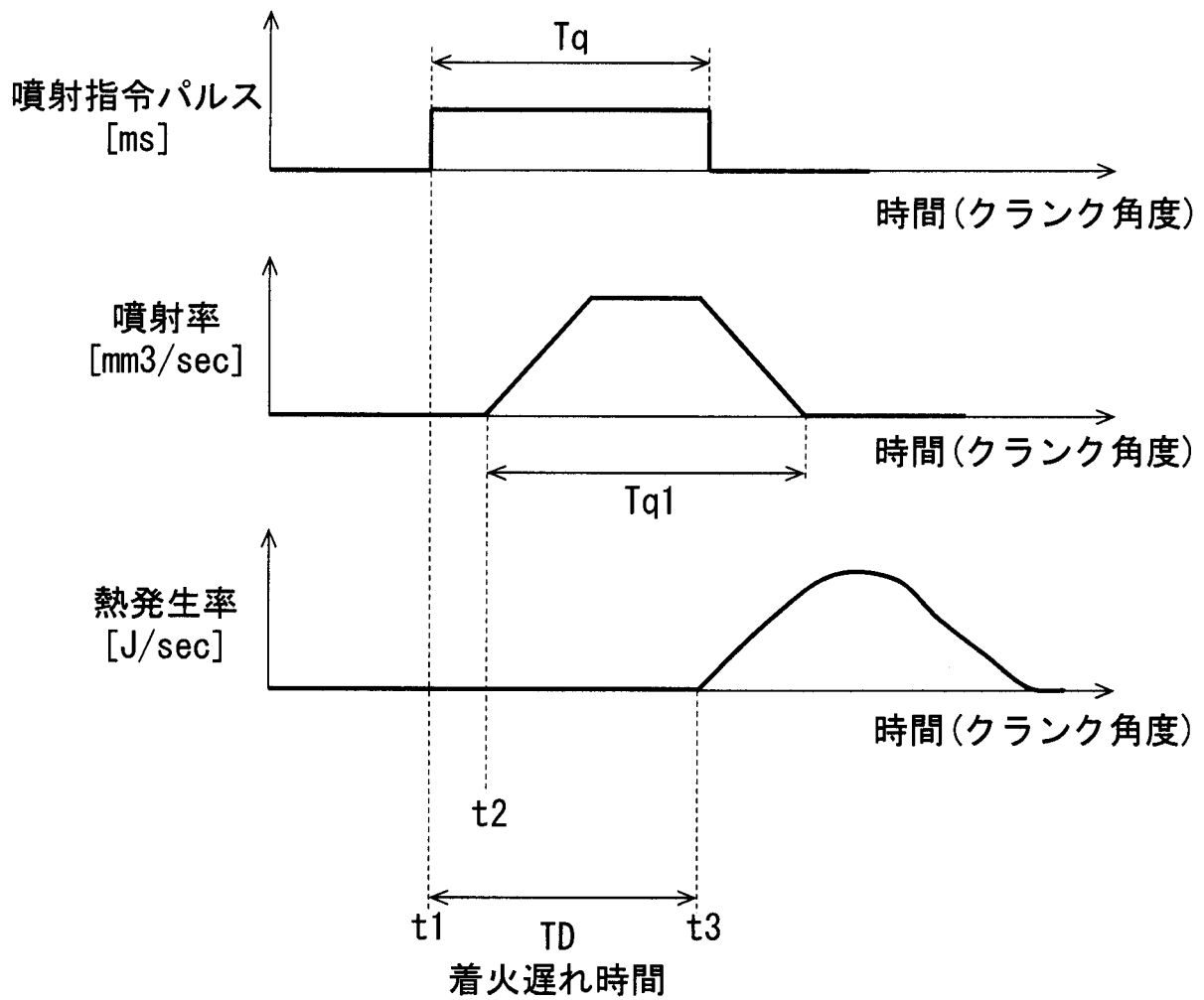
前記過多状態であると判定された場合に、燃焼騒音、排気中のNO_x量、HC量およびCO量の少なくとも1つを増大させるとともに、スモーク量を減少させるように制御し、

前記過少状態であると判定された場合に、燃焼騒音、排気中のNO_x量、HC量およびCO量の少なくとも1つを減少させるとともに、スモークを増大させるように制御する請求項9に記載の燃焼システム制御装置。

[図1]



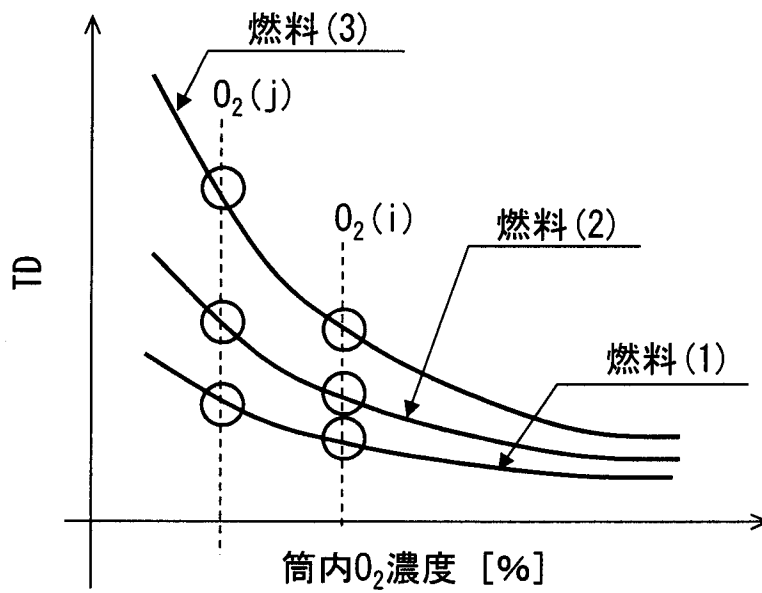
[図2]



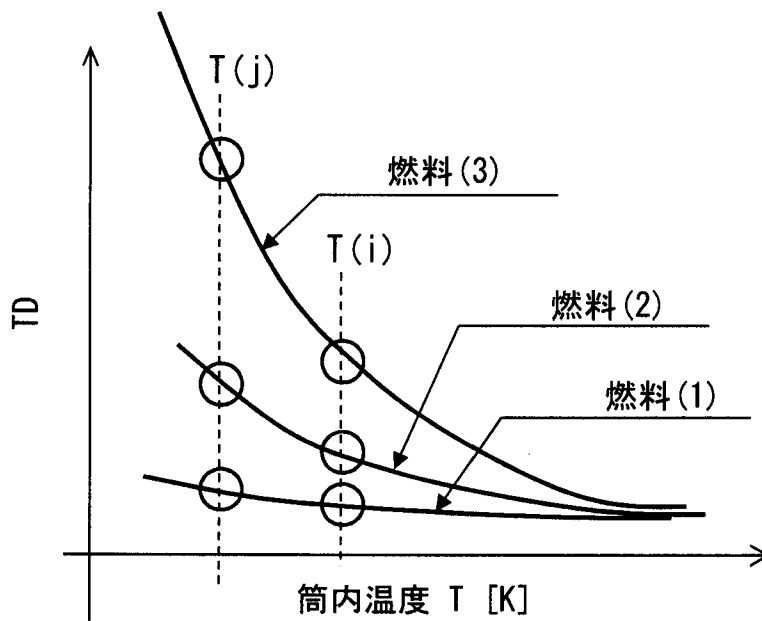
[図3]

分子構造種		定数		定数
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 アロマ類の混合量 ⋮	=	$a_{00} \dots a_{0Y}$ $\vdots \quad \ddots \quad \vdots$ $a_{X0} \dots a_{XY}$	⋅	TD(条件i) TD(条件j) TD(条件k) TD(条件l) ⋮

[図4]



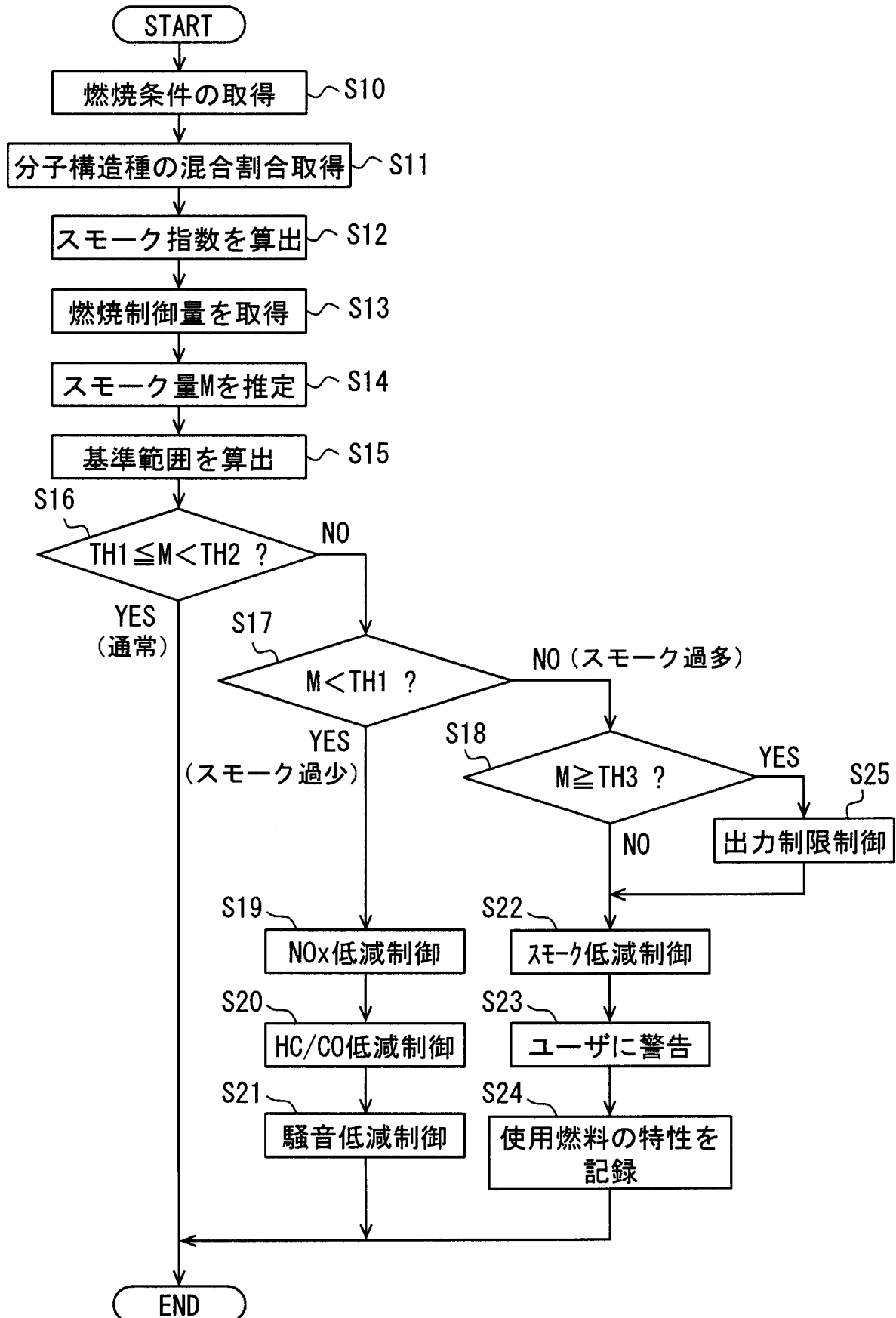
[図5]



[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

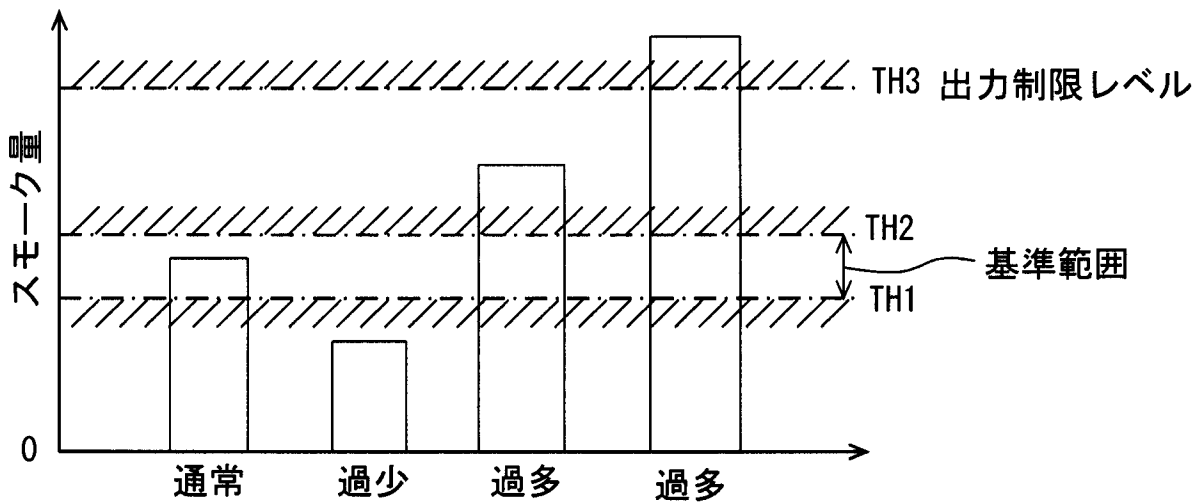
[図7]



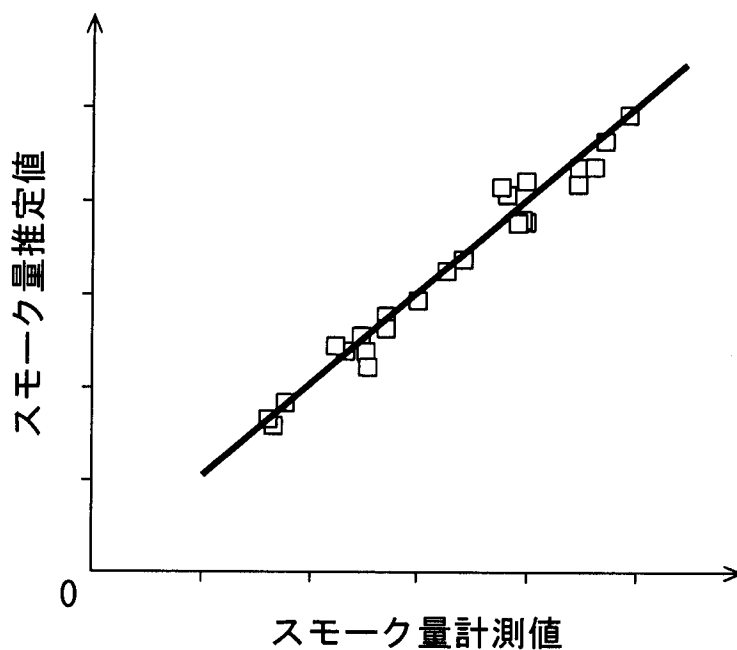
[図8]

$$\begin{pmatrix} \text{スモーク指数 (条件A)} \\ \text{スモーク指数 (条件B)} \\ \text{スモーク指数 (条件C)} \\ \text{スモーク指数 (条件D)} \\ \vdots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{00} & \dots & b_{0Y} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{X0} & \dots & b_{XY} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \text{アロマ類の混合量} \\ \text{ナフテン類の混合量} \\ \text{側鎖パラフィン類の混合量} \\ \text{直鎖パラフィン類の混合量} \\ \vdots \end{pmatrix}$$

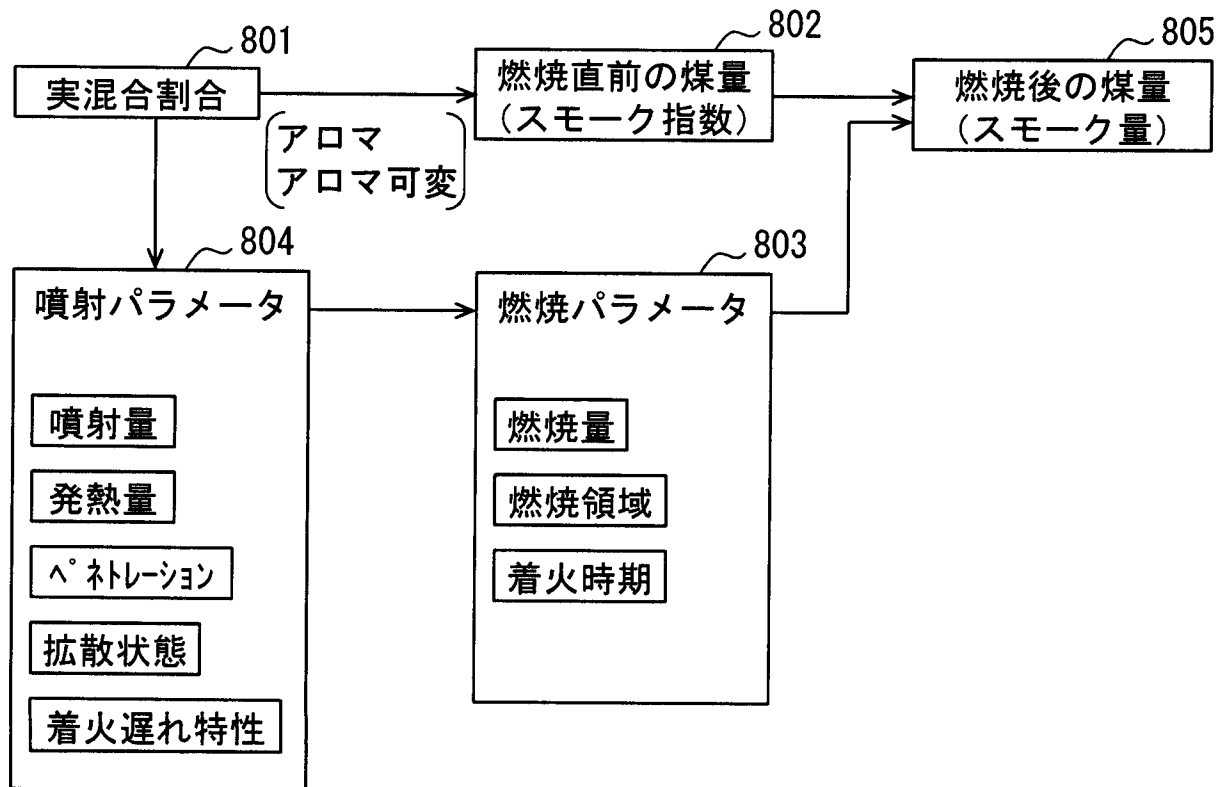
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/080764

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N33/22(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)

G01N33/22, 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	JP 2007-46477 A (Toyota Motor Corp.), 22 February 2007 (22.02.2007), paragraphs [0275] to [0276] & US 2010/0058832 A1 paragraphs [0252] to [0253] & WO 2007/018019 A1 & EP 1913245 A1	1-10
Y	JP 2011-213891 A (JX Nippon Oil & Energy Corp.), 27 October 2011 (27.10.2011), paragraphs [0021], [0029] (Family: none)	1-10
Y	JP 2010-19231 A (Toyota Motor Corp.), 28 January 2010 (28.01.2010), paragraph [0067] (Family: none)	6-8

☒ 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
06 December 2016 (06.12.16)

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/JP2016/080764

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-124622 A (Denso Corp.), 06 July 2015 (06.07.2015), abstract & DE 102014119518 A1	7-8
Y	JP 2009-144553 A (Toyota Motor Corp.), 02 July 2009 (02.07.2009), fig. 2; claim 3; paragraph [0017] (Family: none)	7-8
Y	JP 2002-21613 A (Mazda Motor Corp.), 23 January 2002 (23.01.2002), paragraph [0032]; fig. 3 (Family: none)	10
A	JP 2015-183632 A (Toyota Motor Corp.), 22 October 2015 (22.10.2015), entire text; all drawings & US 2015/0275752 A1 entire text; all drawings & EP 2924276 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N33/22(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. G01N33/22, 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	JP 2007-46477 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.02.22, 段落 [0275]-[0276] & US 2010/0058832 A1, 段落[0252]-[0253] & WO 2007/018019 A1 & EP 1913245 A1	1-10
Y	JP 2011-213891 A (J X日鉱日石エネルギー株式会社) 2011.10.27, 段落[0021], [0029] (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2010-19231 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.01.28, 段落[0067] (ファミリーなし)	6-8

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

06.12.2016

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
Y	JP 2015-124622 A (株式会社デンソー) 2015.07.06, [要約] & DE 102014119518 A1	7-8
Y	JP 2009-144553 A (トヨタ自動車株式会社) 2009.07.02, 図2, 請求項3, 段落[0017] (ファミリーなし)	7-8
Y	JP 2002-21613 A (マツダ株式会社) 2002.01.23, 段落[0032], 図3 (ファミリーなし)	10
A	JP 2015-183632 A (トヨタ自動車株式会社) 2015.10.22, 全文, 全図 & US 2015/0275752 A1, 全文, 全図 & EP 2924276 A1	1-10