

(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

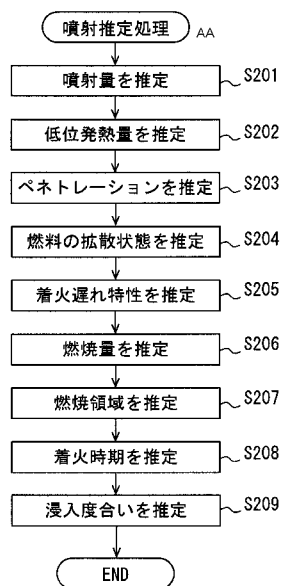
WO 2017/081928 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 45/00 (2006.01) F02D 43/00 (2006.01)
F02D 41/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/076876
- (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 2015-222310 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, 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 Estimate injection amount
S202 Estimate lower heating value
S203 Estimate penetration
S204 Estimate fuel diffusion condition
S205 Estimate ignition delay properties
S206 Estimate combustion amount
S207 Estimate combustion region
S208 Estimate ignition timing
S209 Estimate degree of penetration

(57) Abstract: This estimation device (80) is applied to a combustion system in which the relative movement of a piston (13) with respect to a cylinder (19) is lubricated by a lubricating oil. The estimation device (80) is provided with a mixture acquisition unit (S101, S301) and a penetration force estimation unit (S203). The mixture acquisition unit (S101, S301) acquires the mixing ratios of various components included in a fuel that is injected into a combustion chamber. The penetration force estimation unit (S203) estimates, on the basis of the mixing ratios acquired by the mixture acquisition unit (S101, S301), the penetration force of the fuel injected into the combustion chamber, and manages the fuel injected into the combustion chamber (11a) of an internal combustion engine (10) so as to reach the cylinder (19) and/or the piston (13).

(57) 要約: 推定装置(80)は、シリンダ(19)に対するピストン(13)の相対的な移動が潤滑油により潤滑になってい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, S301)および貫徹力推定部(S203)を備える。混合取得部(S101, S301)は、燃焼室に噴射される燃料に含まれた各種成分の混合割合を取得する。貫徹力推定部(S203)は、燃焼室に噴射される燃料の貫徹力を、混合取得部(S101, S301)により取得された混合割合に基づいて推定し、内燃機関(10)の燃焼室(11a)に噴射された燃料がシリンダ(19)及びピストン(13)の少なくとも一方に到達することを管理する。

WO 2017/081928 A1

MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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2015-222310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、燃焼システムでの燃料噴射について推定を行う推定装置、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、内燃機関の燃焼室がシリンダ及びピストンにより区画された構成が知られている。この構成では、燃焼室に噴射された燃料がシリンダとピストンとの間の隙間から漏れ出ること、シリンダに対するピストンの相対的な移動を潤滑にする潤滑油が希釈されることが懸念される。

[0004] これに対して、燃料による潤滑油の希釈を抑制する技術が提案されている。例えば特許文献1では、1燃焼サイクルにおいて燃焼室に噴射する燃料の総噴射量が増加した場合に、燃料の噴射回数が増加するように噴射制御が行われる。この構成では、燃焼室に噴射された燃料のペネトレーションが過度に長くなりやすく、燃焼室において燃料がシリンダやピストンに付着することが抑制される。すなわち、燃料がシリンダとピストンとの間の隙間から漏れ出ることが抑制される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-20211号公報

[0006] しかしながら、内燃機関での燃焼に用いられる燃料としては、様々な性状を有する燃料が存在する。このため、燃料に含まれている成分が異なったり成分の混合割合が異なったりした場合、シリンダの内周面に燃料が到達しないはずの噴射条件であっても、例えばペネトレーションが長くなる

ことで、実際にはシリンダの内周面に燃料が到達することがある。そして、噴射された燃料がシリンダやピストンに付着すると、付着した燃料がシリンダとピストンとの間の隙間から漏れ出ること、その燃料により潤滑油が希釈されることが懸念される。

発明の概要

[0007] 本開示は、燃料による潤滑油の希釈を適正に管理す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。

[0008] 本開示の第一の態様において、内燃機関の燃焼室が、シリンダとそのシリンダ内を移動するピストンとにより区画され、前記シリンダに対する前記ピストンの相対的な移動が潤滑油により潤滑になっている燃焼システムに適用された推定装置は、前記燃焼室に噴射され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、前記燃焼室に噴射された前記燃料が前記シリンダ及び前記ピストンの少なくとも一方に到達することを管理するべく、前記燃焼室に噴射される前記燃料の貫徹力を、前記混合取得部により取得された前記混合割合に基づいて推定する貫徹力推定部を更に備える。

[0009] 本開示の第二の態様において、内燃機関の燃焼室が、シリンダとそのシリンダ内を移動するピストンとにより区画され、前記シリンダに対する前記ピストンの相対的な移動が潤滑油により潤滑になっている燃焼システムに適用された制御装置は、前記燃焼室に噴射され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。制御装置は、前記燃焼室に噴射された前記燃料が前記シリンダ及び前記ピストンの少なくとも一方に到達することを管理するべく、前記燃焼室に噴射される前記燃料の貫徹力を、前記混合取得部により取得された前記混合割合に基づいて推定する貫徹力推定部を更に備える。制御装置は、前記貫徹力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]噴射制御処理の手順を示すフローチャートであり、

[図8]噴射推定処理の手順を示すフローチャートであり、

[図9]噴射パラメータとしての噴射量の推定について説明するための図であり、

、

[図10]噴射パラメータとしての低位発熱量の推定について説明するための図であり、

[図11]蒸留性状について説明するための図であり、

[図12]噴射パラメータとしてのペネトレーションの推定について説明するための図。

[図13]ペネトレーションを推定するための数式を示す図であり、

[図14]噴射パラメータとしての拡散状態の推定について説明するための図であり、

[図15]拡散状態を推定するための数式を示す図であり、

[図16]燃焼パラメータとしての燃焼量を推定するための数式を示す図であり、

、

[図17]燃焼率を推定するための数式を示す図であり、

[図18]ピストンの位置と噴射軸線との関係を示す図であり、

[図19]希釈度合いと噴射調整処理との関係を示す図であり、

[図20]第2実施形態における噴射制御処理の手順を示すフローチャートであり、また

[図21]変形例12における噴射制御処理の手順を示すフローチャートである。

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 P_{trg} 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。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] 内燃機関10は、シリンダブロック11やシリンダヘッド12により形成された円筒状のシリンダ19を有している。ピストン13は、シリンダ19の軸線方向に移動可能な状態で、シリンダ19の内部に設けられている。この場合、ピストン13の外周面とシリンダ19の内周面とが重ねられた状態になっている。

[0016] 内燃機関10においては、燃焼室11aがシリンダブロック11やシリンダヘッド12、ピストン13等により区画されている。また、内燃機関10は、エンジンオイル等の潤滑油を貯留するオイルパンを有している。オイルパンは、シリンダブロック11の下側に設けられていることで、燃焼室11aやシリンダ19の下方に配置されている。燃焼室11aに供給された燃料がピストン13とシリンダ19との間の隙間に浸入した場合、その燃料は、ピストン13及びシリンダ19より下方に流れ落ちることでオイルパンに貯留される。この場合、オイルパンに貯留される潤滑油が燃料により希釈されることになる。

[0017] 図1に戻り、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、弁体が開弁作動して燃料噴射が停止される。

- [0018] シリンダヘッド 12 に形成されている吸気ポート 12 i n および排気ポート 12 e x には、吸気管 16 i n および排気管 16 e x 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（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。
- [0019] 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。ここで、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（インマニ温度）を調整することを意味する。
- [0020] 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（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。
- [0021] また、燃焼システムは、N O x 浄化触媒 31、D P F 32 を備えている。N O x 浄化触媒 31 は、排気中の窒素酸化物 N O x を吸着する吸着触媒や、N O x を窒素 N₂ に還元する還元触媒などを有しており、排気管 16 e x にお

いてタービンの下流側に配置されている。D P F 3 2 (Diesel Particulate Filter) は、N O x 浄化触媒 3 1 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 1 6 e x を流れる排気は、N O x 浄化触媒 3 1 及び D P F 3 2 の両方を通過した後に、排気管 1 6 e x 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、N O x 浄化触媒 3 1 及び D P F 3 2 が排気浄化装置を構成している。

[0022] E C U 8 0 には、筒内圧センサ 2 1、酸素濃度センサ 2 2、レール圧センサ 2 3、クランク角センサ 2 4、アクセルペダルセンサ 2 5、排気温度センサ 3 3、排気圧センサ 3 4 および触媒温度センサ 3 5 等、各種センサによる検出信号が入力される。

[0023] 筒内圧センサ 2 1 は、燃焼室 1 1 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 2 1 は、圧力検出素子に加えて温度検出素子 2 1 a を有しており、燃焼室 1 1 a 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 2 2 は、吸気管 1 6 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 2 3 はコモンレール 1 5 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 2 4 は、ピストン 1 3 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 2 5 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。

[0024] 排気温度センサ 3 3 は、排気管 1 6 e x に取り付けられて排気温度を検出する。排気圧センサ 3 4 は、排気管 1 6 e x に取り付けられて排気圧を検出する。排気温度センサ 3 3 及び排気圧センサ 3 4 は、排気管 1 6 e x において N O x 浄化触媒 3 1 とタービンとの間に配置されている。

[0025] 触媒温度センサ 3 5 は、排気管 1 6 e x において N O x 浄化触媒 3 1 と D P F 3 2 との間に設けられており、N O x 浄化触媒 3 1 を通過した排気の温度を検出することで N O x 浄化触媒 3 1 の内部温度を検出する。なお、触媒

温度センサ 35 は、NO_x 浄化触媒 31 に取り付けられていてもよい。

[0026] ECU 80 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 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、インマニ温度および過給圧が制御される。

[0027] 燃料噴射弁 15 の作動を制御している時のマイコン 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。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。

[0028] 燃料ポンプ 15 p の作動を制御している時のマイコン 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コン 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コン 80 a 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 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。

[0029] マイコン 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 TD のことである。図 2 の上段は、マイコン 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 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 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。

[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 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。

[0032] 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（ 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、吸気酸素濃度および噴射圧力を、燃焼条件として取得する。

[0033] 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 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。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。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 右辺の左側にある行列は、 x 行 y 列であり、例えば $a_{00} \cdots a_{XY}$ 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 $P(i)$ 、 $T(i)$ 、 $O_2(i)$ 、 $P_c(i)$ の各々は、燃焼条件 i に係る筒内圧、筒内温度、吸気酸素濃度および噴射圧力を示し、符号 $P(j)$ 、 $T(j)$ 、 $O_2(j)$ 、 $P_c(j)$ の各々は、燃焼条件 j に係る各パラメータを示す。

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 同様に、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。

[0040] 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。

[0041] 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。

[0042] 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。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 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。

[0046] 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 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] また、噴射により得られた出力トルクや、 NO_x 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。

[0050] 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。

- [0051] 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。
- [0052] ここで、マイコン80aは、噴射制御部83として機能することで燃料制御処理を実行する。ここでは、噴射制御処理について図7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。
- [0053] 先ず、図7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。
- [0054] 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15c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などが挙げられる。なお、レール圧は、燃焼条件の噴射圧力である。

- [0055] ステップS 1 0 4 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 1 1 a の温度である筒内温度や、燃焼室 1 1 a の酸素濃度である筒内酸素濃度、燃焼室 1 1 a 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。
- [0056] ステップS 1 0 5 では、噴射推定処理を行う。噴射推定処理については、図 8 のフローチャートを参照しつつ説明する。ここで、燃料噴射については、燃料の性状（例えばセタン価）が同一の燃料であっても、その燃料に含まれている分子構造種の混合割合が異なれば、噴射された燃料のペネトレーションや拡散状態が異なってくる。例えば、噴射された燃料が飛び過ぎた場合、その燃料がピストン 1 3 やシリンダ 1 9 に到達し、これらピストン 1 3 とシリンダ 1 9 との間隙に浸入しやすくなる。
- [0057] 図 8 において、ステップS 2 0 1 ～S 2 0 5 では、ステップS 1 0 1 にて取得した分子構造種の実混合割合に基づいて、燃料の噴射状態を推定する。燃料の噴射状態を示す噴射パラメータとしては、噴射量、低位発熱量、ペネトレーション、拡散状態及び着火遅れ特性の 5 つが挙げられる。ここで、基準混合割合を有する基準燃料については、筒内環境に応じた各噴射パラメータの値が試験等によりあらかじめ取得されており、これら取得データが基準データとしてメモリ 8 0 b に記憶されている。そして、実混合割合を有する実燃料については、基準データと比較することで各噴射パラメータの値を推定する。
- [0058] ステップS 2 0 1 では、実混合割合に基づいて、燃料の噴射量を推定する。ここでは、図 9 に示すように、実混合割合に基づいて、燃料の一般性状のうち動粘度及び密度を推定し、これら動粘度及び密度と噴射条件の噴射圧力及び噴射期間とに対して所定の関数 $f_1()$ を用いることで、噴射量を推定する。この場合、動粘度や密度は、化学的な影響を受ける燃料特性の一部であり、噴射圧力や噴射期間は、物理的な影響を受ける使用条件や環境条件の

一部である。なお、ステップS 2 0 1が噴射量推定部に対応する。また、噴射量を推定する場合、関数 $f_1()$ に代えて、重回帰モデル等の推定モデルやマップなどを用いてもよい。さらに、噴射期間として、パルスオン期間 T_q を用いてもよい。

[0059] ステップS 2 0 2では、実混合割合に基づいて、実燃料の低位発熱量を推定する。ここでは、図10に示すように、実混合割合に基づいて、実燃料の平均炭素数及び平均水素数を推定し、これら平均炭素数及び平均水素数に対して所定の関数 $f_2()$ を用いることで、低位発熱量を推定する。この場合、平均炭素数及び平均水素数は、化学的な影響を受ける燃料特性により定められるものである。なお、低位発熱量を推定する場合、関数 $f_2()$ に代えて、推定モデルやマップなどを用いてもよい。なお、ステップS 2 0 2が発熱量推定部に対応する。

[0060] ステップS 2 0 3では、実混合割合に基づいて、噴射された燃料のペネトレーションを推定する。ペネトレーションは、燃料噴射弁15から噴射された燃料が燃焼室11aを直進する力を示す貫徹力である。噴射された燃料については、燃焼室11aでの蒸発量が多いほどペネトレーションが低下しやすい。そこで、複数の蒸留性状に基づいて燃料の揮発性を推定することで、その燃料のペネトレーションを推定する。なお、ステップS 2 0 3が貫徹力推定部に対応する。

[0061] 図11に示すように、基準混合割合を有する基準燃料と、実混合割合を有する実燃料とを比較した場合、50%が蒸発する蒸留性状 T_{50} が基準燃料と実燃料とで同じであったとしても、蒸留性状 T_{10} 、 T_{90} が基準燃料と実燃料とで異なることがある。この場合、複数の蒸留性状に基づいて燃料のペネトレーションを推定することで、その推定精度が高められる。加えて、蒸留性状 T_{50} 自体も基準燃料と実燃料とで大きく異なることがある。このため、燃料ごとの平均炭素数等から平均蒸留特性である蒸留性状 T_{50} を推定比較することでペネトレーションの推定精度を高めることができる。

[0062] 噴射されることで燃焼室11aにおいて拡散した燃料については、粒子の

質量が大きいほど運動量が大きくなり、ペネトレーションが大きくなりやすい。この場合、動粘度が大きくて微粒子化しにくい燃料ほど噴霧内の燃料密度が大きくなり、粒子の質量が大きくなりやすい。特に、空気に対する燃料のせん断力や、噴孔における燃料の噴射速度、燃料の密度などは、動粘度や粘度から影響を受けやすい。また、燃料のせん断力は、筒内圧力から影響を受けやすく、筒内圧力が高いほど燃料のせん断力が高くなりやすい。燃料においては、揮発性が高いほど粒子は質量を失い、運動量が小さくなる。例えば、蒸留性状の初留点～T 50までの温度が低い燃料は、比較的気化しやすく、ペネトレーションが小さくなりやすい。

[0063] 上記ステップS 203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、筒内温度及び筒内流速を含む筒内環境と、ステップS 201にて推定した噴射量と、に基づいてペネトレーションを推定する。ペネトレーションは、筒内環境条件や噴射条件によって左右されるものであり、図13に示すような数式によっても推定可能になっている。この数式においては、筒内環境条件や噴射条件に応じたペネトレーション P_1 , P_2 , $P_3 \dots$ が、あらかじめ定められた定数 b 及び動粘度等の燃料特性に基づいて推定される。定数 b は、 x 行 y 列であり、例えば $b_{00} \dots b_{XY}$ という数値を有する行列になっている。

[0064] なお、実混合割合に基づいて暫定ペネトレーションを推定し、その暫定ペネトレーションを噴射量で補正することによりペネトレーションを推定することも可能である。また、蒸留性状は、燃料に含まれた実混合割合に基づいて推定される。このため、燃料特性には、密度、動粘度及び蒸留性状といった一般性状に加えて、実混合割合の要素も含まれていることになる。

[0065] 図8に戻り、ステップS 204では、実混合割合に基づいて、噴射される燃料の拡散状態を推定する。拡散状態は、噴射された燃料がどの程度拡散するのかを示す拡散度合いである。噴射された燃料については、燃焼室11aでの蒸発量が多いほど拡散しやすい。そこで、ペネトレーションと同様に、複数の蒸留性状に基づいて燃焼の揮発性を推定することで、その燃料の拡散

状態を推定する。なお、ステップS 2 0 4 が拡散推定部に対応する。

[0066] このステップS 2 0 4 では、図 1 4 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、筒内温度及び筒内流速を含む筒内環境と、ステップS 2 0 1 にて推定した噴射量と、に基づいて拡散状態を推定する。拡散状態は、筒内環境条件や噴射条件によって左右されるものであり、図 1 5 に示すような数式によっても推定可能になっている。この数式においては、筒内環境条件や噴射条件に応じた拡散状態 D_1 , D_2 , $D_3 \dots$ が、あらかじめ定められた定数 c 及び動粘度等の燃料特性に基づいて推定される。定数 c は、 x 行 y 列であり、例えば $c_{00} \dots c_{XY}$ という数値を有する行列になっている。

[0067] なお、拡散状態は、噴霧の運動量理論を示す周知の数式を用いて算出することも可能になっている。

[0068] ステップS 2 0 5 では、実混合割合に基づいて、実燃料の着火遅れ特性を推定する。着火遅れ特性は、着火しやすさを示す特性であり、例えば、筒内環境が着火を促す状態にある場合について、燃料の着火が開始されるまでに要する時間で表現されるものである。筒内環境が着火を促す状態としては、例えば、筒内温度及び筒内圧が着火の発生にとって十分に高くなっている状態などが挙げられる。なお、ステップS 2 0 5 が着火遅れ推定部に対応する。

[0069] ステップS 2 0 6 ~ S 2 0 8 では、ステップS 2 0 1 ~ S 2 0 5 にて推定した各噴射パラメータを用いて、燃料の燃焼状態を推定する。この燃焼状態を示す燃焼パラメータとしては、燃焼量、燃焼領域、着火時期の3つが挙げられる。ここで、基準燃料については、筒内環境に応じた各燃焼パラメータの値が試験等によりあらかじめ取得されており、噴射パラメータと同様に、これら取得データが基準データとしてメモリ 8 0 b に記憶されている。そして、実燃料については、基準データと比較することで各燃焼パラメータの値を推定する。なお、着火時期は着火遅れ時間 T_D に相当する。

[0070] ステップS 2 0 6 では、燃料噴射による燃焼量を推定する。燃焼量の推定

には、噴射量、低位発熱量、ペネトレーション、拡散状態及び着火遅れ特性の5つの噴射パラメータの全てを用いる。例えば、燃焼量は、図16に示す数式を用いて算出される。この数式においては、 Q_{burn} が燃焼量、 α が燃焼率、 $\rho \times Q_{inj}$ がステップS201にて推定した噴射量、 A がステップS202にて推定した低位発熱量である。図17に示すように、燃焼率 α は、ステップS203にて推定したペネトレーションと、ステップS204にて推定した拡散状態と、ステップS205にて推定した着火遅れ特性と、に対して所定の関数 $f_3()$ を用いることで推定される。なお、燃料噴射の噴霧体積も、ペネトレーション及び拡散状態を用いて推定される。また、ステップS206が燃焼量推定部に対応する。

[0071] ステップS207では、燃料噴射による燃焼領域を推定する。燃焼領域の推定には、5つの噴射パラメータのうち噴射量、ペネトレーション、拡散状態及び着火遅れ特性の4つを用いる。例えば、噴射量、ペネトレーション、拡散状態及び着火遅れ特性に対して所定の関数やマップ、モデルなどを用いることで燃焼領域を推定する。なお、ステップS207が領域推定部に対応する。

[0072] ステップS208では、燃料噴射による着火時期を推定するための着火推定処理を行う。着火時期の推定には、5つの噴射パラメータのうち噴射量、拡散状態、着火遅れ特性の3つを用いる。例えば、噴射量、拡散状態及び着火時期に対して所定の関数やマップ、モデルなどを用いることで着火時期を推定する。なお、ステップS208が時期推定部に対応する。

[0073] ステップS209では、実混合割合に基づいて、燃料の浸入度合いを推定する。浸入度合いは、燃料がピストン13やシリンダ19に到達した場合に、ピストン13とシリンダ19との間の隙間への燃料の浸入しやすさである。ここでは、実混合割合に基づいて燃料の一般性状を推定し、この一般性状に基づいて浸入度合いを推定している。ピストン13とシリンダ19との間の隙間に到達した燃料については、動粘度が低いほど浸入度合いが高く、蒸留性状が高いほど浸入度合いが低い。そこで、実混合割合に基づいて動粘度

及び蒸留性状を推定し、これら動粘度及び蒸留性状に基づいて燃料の浸入度合いを推定する。なお、ステップS 2 0 9が浸入推定部に対応する。

[0074] なお、燃料の浸入度合いは、実混合割合に加えて内燃機関10の冷却水の温度に基づいて推定してもよい。内燃機関10においては、シリンダブロック11の内部等を冷却水が流れていることで、シリンダ19が冷却されている。冷却水の温度が低温の場合は、シリンダ19の内周面に到達した燃料の動粘度が上昇しやすくなり、浸入度合いが低下する。一方、内燃機関10が暖機された後の高負荷条件では、シリンダ19の温度が上昇することで、シリンダ19の内周面に到達した燃料の動粘度が低下しやすくなり、浸入度合いが高くなる。

[0075] 図7に戻り、ステップS 1 0 6では、クランク角センサ24の検出信号に基づいて、燃料噴射時のクランク角を取得する。ここでは、図2に示すような噴射指令パルス及び実混合割合に基づいて、実際に噴射が開始される実噴射時期を推定し、この実噴射時期について、シリンダ19に対するピストン13の相対的な位置を取得する。なお、ステップS 1 0 6が関係取得部に対応する。

[0076] ステップS 1 0 7では、実噴射時期が潤滑油の希釈が生じにくいタイミングであるか否かを判定する。ここで、図18に示すように、ピストン13の上端面13aには、凹部としてのキャビティ13bが設けられている。燃焼室11aは、キャビティ13bの内部空間を含んで形成されており、燃料噴射弁15は、ピストン13の幅方向において中心位置に配置されている。この場合、ピストン13の幅方向において、燃料噴射弁15の中心線とシリンダ19の内周面との離間距離Wは、ピストン13のボア半径のほぼ1/2になっている。燃料噴射弁15においては、噴射された燃料が伸びる噴射軸線Nが斜め下方に延びており、燃焼室11aにおいて噴射された燃料が拡散する領域は噴射軸線Nに沿って延びることになる。

[0077] シリンダ19に対するピストン13の相対移動に伴って、噴射軸線Nとピストン13との位置関係が変化する。図18の左図においては、ピストン1

3が上死点TDCにあり、噴射軸線Nがキャビティ13bの内周面に交差している。この場合の燃料噴射はメイン噴射やアフター噴射であり、燃料噴射弁15から噴射された燃料はキャビティ13bの外側にはみ出しにくくなっている。

[0078] 図18の右図においては、ピストン13がTDCよりも下死点BDC側に移動したことで、噴射軸線Nが上端面13aに交差している。この場合の燃料噴射は、パイロット噴射やアフター噴射であり、燃料噴射弁15から噴射された燃料がピストン13の上端面13aやシリンダ19の内周面に到達しやすくなっている。この場合、シリンダ19の内周面に付着した燃料は、その内周面に沿って流下することでピストン13とシリンダ19との間の隙間に浸入する。また、ピストン13の上端面13aに付着した燃料は、気流等により上端面13aに沿ってピストン13側に移動することで、ピストン13とシリンダ19との間の隙間に浸入することになる。図18においては、TDCを基準としたピストン13の位置を移動距離Hにて図示している。

[0079] 上記ステップS107では、噴射軸線Nがキャビティ13bの内周面に交差している期間に実噴射時期が含まれている場合、実噴射時期が潤滑油の希釈が生じにくいタイミングであるとして、そのまま本噴射制御処理を終了する。一方、噴射軸線Nがピストン13の上端面13aに交差している期間に実噴射時期が含まれている場合、実噴射時期が潤滑油の希釈が生じにくいタイミングではないとして、ステップS108に進む。なお、ステップS107が噴射判定部に対応する。

[0080] ステップS108では、メモリ80bから基準燃料のペネトレーションを読み込み、この基準燃料のペネトレーションと実燃料のペネトレーションとの「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値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ペネトレーションと実燃料のペネトレーションとの差の絶対値である。

[0081] ここで、ペネトレーション等の噴射パラメータの目標値は、内燃機関10の運転状態に応じて設定され、差分の判定基準は噴射パラメータの目標値に

応じて設定される。例えば、運転者によるアクセルペダルの踏込量が増加した場合、内燃機関 10 の出力を増加させるように燃焼パラメータの目標値が設定される。

[0082] ペネトレーションの差分が基準値より小さい場合、実噴射時期に関係なく、潤滑油の希釈が生じにくいとして、そのまま本噴射制御処理を終了する。一方、ペネトレーションの差分が基準値より小さくない場合、ステップ S 109 に進む。

[0083] ステップ S 109 では、実燃料の浸入度合いが適正であるか否かを判定する。ここで、基準燃料について、筒内環境に応じた浸入度合いのデータが試験等によりあらかじめ取得されており、このデータがメモリ 80b に記憶されている。ここでは、メモリ 80b から基準燃料の浸入度合いを読み込み、この基準燃料の浸入度合いと実燃料の浸入度合いとの「ずれ」を差分として算出し、この差分が基準値より小さいか否かを判定する。差分が基準値より小さい場合は実燃料の浸入度合いが適正であるとして、そのまま本噴射制御処理を終了する。一方、差分が基準値より小さくない場合は、実燃料の浸入度合いが適正でないとして、ステップ S 110 に進む。

[0084] ステップ S 110 では、5つの噴射パラメータのうち噴射量、ペネトレーション及び拡散状態と、燃料噴射時のクランク角とに基づいて、ピストン 13 の上端面 13a 及びシリンダ 19 の内周面への燃料の到達量を推定する。例えば、噴射量、ペネトレーション及び拡散状態に基づいて暫定到達量を推定し、この暫定到達量を実噴射時期におけるピストン 13 の位置に基づいて補正することで、燃料の到達量を推定する。ここで、燃料の到達量は、噴射量、ペネトレーションが大きいほど増加し、拡散範囲が広いほど減少する。また、燃料の実噴射時期について、燃料の到達量はピストン 13 の移動距離 H が大きいほど増加する。

[0085] ステップ S 111 では、ステップ S 110 にて推定した燃料の到達量と、ステップ S 209 にて推定した燃料の浸入度合いとに基づいて、ピストン 13 とシリンダ 19 との間の隙間に浸入した燃料の量を浸入量として推定する

。ここで、燃料の浸入量は、到達量や浸入度合いが高いほど増加する。

[0086] ステップS 1 1 2では、実燃料の浸入量に基づいて、実燃料による潤滑油の希釈度合いを推定する。ここで、基準燃料について、筒内環境に応じた希釈度合いが試験等によりあらかじめ取得され、この取得データがメモリ80bに記憶されている。ここでは、メモリ80bから基準燃料の浸入度合いを読み込み、この基準燃料の希釈度合いと実燃料の希釈度合いとの「ずれ」を差分として算出する。

[0087] ステップS 1 1 3では、潤滑油の希釈度合いに基づいて噴射調整処理を行う。噴射調整処理としては、潤滑油への燃料の混入を抑制する抑制処理と、潤滑油への燃料の混入を促進する促進処理とが挙げられる。図19に示すように、希釈度合いの差分が許容範囲を超えた状態で、実燃料の希釈度合いが基準燃料の希釈度合いより大きい場合、抑制処理を行うことで希釈度合いを適正に低下させることができる。一方、希釈度合いの差分が許容範囲を超えた状態で、実燃料の希釈度合いが基準燃料の希釈度合いより小さい場合、促進処理を行うことで、希釈度合いの進行を許容範囲内に抑えた上で、内燃機関10の出力を上昇させることができる。なお、ステップS 1 1 3が燃焼制御部に対応する。

[0088] 抑制処理としては、実噴射時期におけるピストン13の移動距離Hを小さくするピストン処理、ペネトレーションを小さくするペネトレーション処理や、燃焼領域を燃料噴射弁15に近付ける近付け処理が挙げられる。ピストン処理としては、燃料の噴射時期をTDC側にずらす処理が挙げられる。ペネトレーション処理としては、噴射量を減少させる処理や、燃料の噴射段数を増加させる処理、噴射圧力を減少させる処理が挙げられる。近付け処理としては、EGR量を減少させる処理や、吸気酸素量を増加させる処理、噴射圧力を上昇させる処理が挙げられる。

[0089] 促進処理としては、抑制処理とは基本的に逆の処理が挙げられる。例えば、ピストン13の移動距離Hを大きくする処理、ペネトレーションを大きくする処理、燃焼領域を燃料噴射弁15から遠ざける遠ざけ処理が挙げられる。

。また、促進処理として、メイン噴射ではなくポスト噴射を対象として、ポスト噴射の噴射量を増加させる処理が挙げられる。この処理によれば、排気温度が上昇しやすくなるため、 NO_x 浄化触媒 31 や DPF 32 の温度上昇を促進することや、排気の空燃比を速やかにリッチ側に移行させて NO_x 浄化触媒 31 の NO_x 還元の応答性を向上させることなどが可能になる。

[0090] 抑制処理及び推進処理においては、希釈度合いの差分が許容範囲内に含まれるように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。これにより、例えば噴射量を増加させる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。

[0091] 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。

[0092] 第 1 実施形態によれば、実燃料のペネトレーションが実混合割合に基づいて推定されるため、燃焼室 11a においてピストン 13 の上端面 13a やシリンダ 19 の内周面への燃料の到達状況を精度良く把握することができる。このため、ピストン 13 とシリンダ 19 との間の隙間を通じて燃焼室 11a から燃料が漏れ出たとしても、その燃料による潤滑油の希釈度合いを適正に管理することができる。したがって、潤滑油が希釈してピストン 13 とシリンダ 19 とが接触するというオイル上がりや、潤滑油がピストン 13 とシリンダ 19 との間から流れ出してしまう油膜切れなどの発生を抑制できる。

[0093] 第 1 実施形態によれば、実燃料についてペネトレーション及び噴射量の両方が実混合割合に基づいて推定されるため、ピストン 13 の上端面 13a やシリンダ 19 の内周面に到達する燃料の量を精度良く把握することができる。

[0094] しかも、第 1 実施形態によれば、ペネトレーションが噴射量及び実混合割合に基づいて推定されるため、ペネトレーションの推定精度を高めることができる。この場合、ペネトレーションを推定するために、実混合割合が直接的及び間接的に 2 段階で用いられているため、ペネトレーションの推定精度

を更に高めることができる。

[0095] 第1実施形態によれば、実燃料についてペネトレーション及び拡散状態の両方が実混合割合に基づいて推定されるため、燃焼室11aに噴射された燃料について、ピストン13の上端面13aやシリンダ19の内周面に到達する燃料の割合を適正に把握できる。

[0096] 第1実施形態によれば、実燃料の浸入度合いが実混合割合に基づいて推定されるため、ピストン13の上端面13aやシリンダ19の内周面に到達した燃料について、ピストン13とシリンダ19との間の隙間から漏れ出る燃料の割合を適正に把握できる。この場合、例えば動粘度について、ペネトレーションの高い燃料は浸入度合いが低く、ペネトレーションの低い燃料は浸入度合いが高いという互いに相反する燃料の性質を、燃料による潤滑油の希釈度合いの管理に有効に利用していることになる。

[0097] 第1実施形態によれば、ペネトレーション及び浸入度合いのそれぞれが、動粘度及び蒸留性状に基づいて推定される。このため、ペネトレーション及び浸入度合いのうち一方だけが低いという燃料や、両方が低いという燃料、両方が高いという燃料のそれぞれについて、潤滑油の希釈度合いの管理を適正に行うことができる。

[0098] 第1実施形態によれば、ピストン13の移動に対する噴射タイミングとペネトレーションとに両方に基づいて噴射調整処理が行われる。このため、燃料成分の影響によりペネトレーションが過剰に大きくなる場合でも、燃料がピストン13の上端面13aやシリンダ19の内周面に到達しないタイミングで燃料噴射が行われるのであれば、ペネトレーションを低減させる等の処理が行われない。したがって、燃料による潤滑油の希釈が生じない場合に噴射調整処理の実行によって内燃機関10の出力が低下するという事態を回避できる。

[0099] 第1実施形態によれば、潤滑油の希釈の生じにくいタイミングで燃料が噴射される場合には噴射調整処理が行われないため、燃料による潤滑油の希釈が進行する状況に限って噴射調整処理を行うことができる。また、この場合

、ペネトレーション及び浸入度合いの「ずれ」が適正であるか否かの判定が行われない。このため、燃料の噴射タイミングに応じて処理負担を低減できる。

[0100] (第2実施形態)

上記第1実施形態では、燃焼室11aにおいてピストン13の上端面13aやシリンダ19の内周面への燃料の到達量を推定したが、第2実施形態では、燃料の到達量を推定しない。ここでは、本実施形態の噴射制御処理について図20のフローチャートを参照しつつ説明する。

[0101] 図20において、ステップS301～S305では、上記第1実施形態のステップS101～S105と同じ処理を行う。ステップS306では、実行される噴射がメイン噴射又はアフター噴射であるか否かを判定する。メイン噴射又はアフター噴射である場合、噴射された燃料がピストン13の上端面13aやシリンダ19の内周面に到達しにくいとして、そのまま本噴射制御処理を終了する。メイン噴射又はアフター噴射でない場合、すなわち、パイロット噴射又はポスト噴射である場合、噴射された燃料がピストン13の上端面13aやシリンダ19の内周面に到達しやすいとして、ステップS307～S312にて噴射調整処理を行う。

[0102] ステップS307では、上記第1実施形態のステップS108と同様にペネトレーションの差分が基準値より小さいか否かを判定し、小さくない場合にステップS308に進む。ステップS308では、差分が基準値より小さくなるようにペネトレーションの調整処理を行う。実燃料のペネトレーションが基準燃料のペネトレーションより大きい場合には、噴射量を減少させる処理や燃料の噴射段数を増加させる処理、噴射圧力を減少させる処理などを行う。この場合、燃料による潤滑油の希釈の進行が抑制される。

[0103] 一方、実燃料のペネトレーションが基準燃料のペネトレーションより小さい場合には、噴射量を増加させる処理や燃料の噴射段数を減少させる処理、噴射圧力を増加させる処理などを行う。この場合、燃料による潤滑油の希釈の進行を許容範囲内に抑えつつ、ポスト噴射であれば触媒温度の応答性向上

、パイロット噴射であればパイロット燃焼量を増加させることでメイン燃焼の着火性安定性を向上させることができる。

[0104] ステップS309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噴射量との「ずれ」を差分として算出し、この差分が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噴射量との差の絶対値である。差分が基準量より小さい場合、ステップS310に進む。

[0105] ステップS310では、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。実燃料の噴射量が基準燃料の噴射量より大きい場合には、燃料噴射弁15の通電期間を短くするなど噴射量を低下させる処理を行う。この場合、燃焼室11aにおいてピストン13やシリンダ19への燃料の到達量が低減される。一方、実燃料の噴射量が基準燃料の噴射量より小さい場合には、燃料噴射弁15の通電期間を長くするなど噴射量を増加させる処理を行う。この場合、燃料による潤滑油の希釈の進行を許容範囲内に抑えつつ、ポスト噴射であれば触媒温度の応答性向上、パイロット噴射であればパイロット燃焼量を増加させることでメイン燃焼の着火性安定性を向上させることができる。

[0106] ステップS311では、実噴射時期が適正であるか否かを判定する。ここで、基準燃料について、筒内環境に応じた噴射時期のデータが試験等によりあらかじめ取得されており、このデータがメモリ80bに記憶されている。ここでは、メモリ80bから基準燃料の噴射時期を読み込み、この基準燃料の噴射時期と実噴射時期との「ずれ」を差分として算出し、この差分が基準値より小さいか否かを判定する。差分が基準値より小さい場合は実噴射時期が適正であるとして、ステップS312に進む。

[0107] ステップS312では、実噴射時期が適正になるように噴射時期の調整処理を行う。実噴射時期が基準燃料の噴射時期より遅い場合、TDC前に噴射されるパイロット噴射であれば噴射時期を調整せず、ポスト噴射であれば噴射時期をTDC側にずらす処理を行う。この場合、燃料による潤滑油の希釈

の進行が抑制される。一方、実噴射時期が基準燃料の噴射時期より早い場合、パイロット噴射であれば噴射時期をTDC側にずらす処理を行い、ポスト噴射であれば噴射時期を調整しない。この場合、燃料による潤滑油の希釈の進行を許容範囲内に抑えつつ、ポスト噴射であれば触媒温度の応答性を向上させることができ、パイロット噴射であればパイロット燃焼量の増加によりメイン燃焼の着火性安定性を向上させることができる。なお、ステップS308, S310, S312が燃焼制御部に対応する。

[0108] 第2実施形態によれば、ピストン13の上端面13aやシリンダ19への燃料の到達量や、ピストン13とシリンダ19との間の隙間への燃料の浸入量、燃料による潤滑油の希釈度合いが推定されない。この場合でも、ペネトレーションや浸入度合い、噴射時期の「ずれ」の推定結果に基づいて各種調整処理が行われるため、到達量や浸入量、希釈度合いを推定するための処理負担を低減した上で、燃料による潤滑油の希釈度合いを適正に管理することができる。

[0109] (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わせることも可能である。

[0110] 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。

[0111] 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。

[0112] 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。

[0113] 変形例3として、噴射パラメータの1つとしてOHラジカル分布を推定してもよい。OHラジカル分布は、燃焼室11aでのOHラジカルの発生状態を示すものであり、例えばOHラジカルの密度や量、位置などが挙げられる。OHラジカル分布は、例えば噴射量、低位発熱量、ペネトレーション、拡散状態及び実混合割合に対して所定の関数 $f_3()$ を用いることで推定することが可能になっている。燃料の燃焼状態を推定する場合には、OHラジカル分布を用いることで推定精度が高められるため、燃焼室11aにおいてピストン13やシリンダ19への燃料の到達量の推定精度が高められることになる。

[0114] 変形例4として、噴射軸線Nがキャビティ13bの内周面に交差している期間を、潤滑油の希釈が生じにくい期間とするのではなく、噴射軸線Nがキャビティ13bの内周面に交差していても、潤滑油の希釈が生じやすいタイミングがあるとしてもよい。例えば、燃料噴射弁15の噴孔の形状や噴射圧力などに基づいて、噴射された燃料の広がり角度を示す噴射角を算出する。そして、その噴射角及び拡散状態に基づいて、噴射軸線Nがキャビティ13

bの内周面に交差する期間において、霧状に拡がった燃料のうち噴射軸線Nよりも上側にある燃料がピストン13の上端面13aの上側に到達する期間を到達期間として推定する。この場合、噴射軸線Nがキャビティ13bの内周面に交差する期間のうち、推定した到達期間が潤滑油の希釈が生じやすい期間に含まれることになる。

[0115] 変形例5として、燃料による潤滑油の希釈度合いを調整する調整処理を、ペネトレーション、噴射量及び拡散状態の全てに基づいて行うのではなく、これらペネトレーション、噴射量及び拡散状態の少なくとも1つに基づいて行ってもよい。例えば、ペネトレーションだけに基づいて調整処理を行ってもよい。この場合でも、潤滑油の希釈度合いを適正に管理することができる。

[0116] 変形例6として、ペネトレーションを推定する場合に、燃料特性、筒内環境、噴射量の全てを用いるのではなく、これら燃料特性、筒内環境、噴射量の少なくとも1つを用いてもよい。この場合でも、ペネトレーションを実混合割合に基づいて推定することで、この推定精度が過剰に低下することを抑制できる。

[0117] 変形例7として、ペネトレーションや浸入度合いが、燃料の動粘度及び蒸留性状のうち少なくとも蒸留性状に基づいて推定されてもよい。この場合でも、ペネトレーションや浸入度合いの推定に実混合割合が用いられることで、これらペネトレーションや浸入度合いの推定精度が過剰に低下することが抑制される。

[0118] 変形例8として、第1実施形態において、潤滑油の希釈度合いに基づいて噴射調整処理を行うのではなく、燃料の到達量や浸入量に基づいて噴射調整処理を行ってもよい。例えば、実燃料の到達量や浸入量と基準燃料の到達量や浸入量との「ずれ」を差分として算出し、これら差分に基づいて噴射調整処理が行われる構成とする。

[0119] 変形例9として、上記第1実施形態のステップS113の噴射調整処理や、上記第2実施形態のステップ308等の調整処理が、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S112にて実混合割合に基づいて潤滑油の希釈度合いが推定された後、ステップS113において、潤滑油の希釈度合いを調整するために目標噴射量等が実混合割合に関係なく設定される構成とする。

[0120] 変形例10として、ポスト燃焼について、低位発熱量を噴射パラメータとして用いるのではなく、高位発熱量を噴射パラメータとして用いてもよい。また、低位発熱量及び高位発熱量の両方を含んだ発熱量を噴射パラメータとして用いてもよい。

[0121] 変形例11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、ペネトレーションや浸入度合いを個別に取得しなくてもよい。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ペネトレーションや浸入度合いの差分を推定する。この場合、基準燃料のペネトレーションや浸入度合いと実燃料のペネトレーションや浸入度合いとの「ずれ」を直接的に推定することになる。

[0122] 変形例12として、上記第1実施形態において、噴射調整処理を行うか否かの判定を行うパラメータをペネトレーション及び浸入度合いとするのではなく、潤滑油の希釈状態を直接的に示す希釈指標としてもよい。ここで、ピストン13の上端面13aやシリンダ19の内周面に到達する燃料量は、ペネトレーションから影響を受ける。その一方で、到達した燃料量のうちどれだけの量の燃料がピストン13とシリンダ19との間の隙間から漏れ出るかは、浸入度合いから影響を受ける。そこで、潤滑油に混入する燃料量を希釈指標として、ペネトレーション及び浸入度合いに基づいて取得する。

[0123] 例えば、図21において、ステップS401～S407では、上記第1実施形態のステップS101～S107と同じ処理を行う。ステップS408では、基準燃料の希釈指標と実燃料の希釈指標との「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値より小さいか否かを判定する。この場合の差分は、基準燃料の希釈指標と実燃料の希釈指標との差の絶対

値である。なお、基準燃料については、筒内環境に応じた希釈指標のデータが試験等にあらかじめ取得されており、このデータがメモリ 80b に記憶されている。

[0124] 希釈指標のずれが基準値より小さい場合には、噴射調整処理を行わないとして、そのまま本噴射制御処理を終了し、希釈指標のずれが基準値より小さい場合には、噴射調整処理を行うとして、ステップ S 409 に進む。ステップ S 409 ～ S 412 では、上記第一実施形態のステップ S 110 ～ S 113 と同じ処理を行う。

[0125] 変形例 13 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が、性状センサの検出結果に基づいて推定されてもよい。また、燃料の低位発熱量等の発熱量が、性状センサの検出結果に基づいて推定されてもよい。

[0126] 変形例 14 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。

[0127] 変形例 15 として、燃焼システムの推定装置及び制御装置としての 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。

[0128] 上述の第 1 の開示による推定装置 80 は、内燃機関 10 の燃焼室 11a が、シリンダ 19 とそのシリンダ内を移動するピストン 13 とにより区画され、シリンダに対するピストンの相対的な移動が潤滑油により潤滑になっている

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, S401 および貫徹力推定部 S203 を備える。混合取得部 S101, S401 は、燃焼室に噴射される燃料に含まれた各種成分の混合割合を取得する。貫徹力推定部 S203 は、燃焼室に噴射された燃料がシリンダ及びピストンの少なくとも一方に到達することを管理するべく、燃焼室に噴射される燃料の貫徹力を、混合取得部により取得された混合割合に基づいて推定する。

[0129] 第1の開示によれば、燃焼室に噴射される燃料の貫徹力が推定されるため、シリンダとピストンとの間の隙間から漏れ出て潤滑油に混入する燃料の量を把握することができる。例えば、燃料の貫徹力が高いほど、シリンダの内周面やピストンの端面への燃料の付着量が増え、シリンダとピストンとの間の隙間から漏れ出る燃料の量が増えやすくなる。このため、燃料の貫徹力を適正に管理することで、燃焼室に噴射された燃料が潤滑油に混入することを管理できる。

[0130] しかも、貫徹力が、燃料に含まれた各種成分の混合割合に基づいて推定されるため、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しても、燃焼室に噴射された燃料が潤滑油に混入することを適正に管理できる。このため、様々な性状を有する燃料のいずれが使用された場合でも、燃料による潤滑油の希釈を適正に管理することができる。

[0131] 上述の第2の開示による制御装置 80 は、内燃機関 10 の燃焼室 11a が、シリンダ 19 とそのシリンダ内を移動するピストン 13 とにより区画され、シリンダに対するピストンの相対的な移動が潤滑油により潤滑になっている燃焼システムに適用される。制御装置 80 は、混合取得部 S101, S401、貫徹力推定部 S203、および燃焼制御部 S113 を備える。混合取得部 S101, S401 は、燃焼室に噴射される燃料に含まれた各種成分の混合割合を取得する。貫徹力推定部 S203 は、燃焼室に噴射された燃料がシリンダ及びピストンの少なくとも一方に到達することを管理するべく、燃焼室に噴射される燃料の貫徹力を、混合取得部により取得された混合割合に基づいて推定する。燃焼制御部 S113 は、貫徹力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。

[0132] 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。

[0133] 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）の燃焼室（11a）が、シリンダ（19）とそのシリンダ内を移動するピストン（13）とにより区画され、前記シリンダに対する前記ピストンの相対的な移動が潤滑油により潤滑になっている燃焼システムに適用された推定装置（80）であって、
- 前記燃焼室に噴射され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、S301）と、
- 前記燃焼室に噴射された前記燃料が前記シリンダ及び前記ピストンの少なくとも一方に到達することを管理するべく、前記燃焼室に噴射される前記燃料の貫徹力を、前記混合取得部により取得された前記混合割合に基づいて推定する貫徹力推定部（S203）と、
- を備えている燃焼システムの推定装置。
- [請求項2] 前記燃焼室に噴射された前記燃料が前記シリンダ及び前記ピストンの少なくとも一方に到達する量を管理するべく、前記燃焼室に噴射される前記燃料の噴射量を、前記混合割合に基づいて推定する噴射量推定部（S201）を備えている請求項1に記載の燃焼システムの推定装置。
- [請求項3] 前記貫徹力推定部は、前記混合割合に加えて、前記噴射量推定部により推定された前記噴射量に基づいて、前記貫徹力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] 前記燃焼室に噴射された前記燃料が前記シリンダ及び前記ピストンの少なくとも一方に到達することを管理するべく、前記燃焼室に噴射される前記燃料の拡散状態を、前記混合割合に基づいて推定する拡散推定部（S204）を備えている請求項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] 前記燃料が前記シリンダ又は前記ピストンに到達した場合について、前記シリンダと前記ピストンとの間の隙間への前記燃料の浸入度合いを、前記混合割合に基づいて推定する浸入推定部（S209）を備

えている請求項 1 ～ 4 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6] 前記貫徹力推定部及び前記浸入推定部は、前記混合割合に加えて、前記燃料の動粘度及び蒸留性状に基づいて、それぞれ前記貫徹力及び前記浸入度合いを推定するものである請求項 5 に記載の燃焼システムの推定装置。

[請求項7] 内燃機関（10）の燃焼室（11a）が、シリンダ（19）とそのシリンダ内を移動するピストン（13）とにより区画され、前記シリンダに対する前記ピストンの相対的な移動が潤滑油により潤滑になっている燃焼システムに適用された制御装置（80）であって、

前記燃焼室に噴射され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，S301）と、

前記燃焼室に噴射された前記燃料が前記シリンダ及び前記ピストンの少なくとも一方に到達することを管理するべく、前記燃焼室に噴射される前記燃料の貫徹力を、前記混合取得部により取得された前記混合割合に基づいて推定する貫徹力推定部（S203）と、

前記貫徹力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（S113，S308，S310，S312）と、を備えている燃焼システムの制御装置。

[請求項8] 前記燃料が前記燃焼室に噴射される噴射時期と、前記シリンダに対する前記ピストンの相対的な位置と、の関係を取得する関係取得部（S106）を備え、

前記燃焼制御部は、前記貫徹力推定部の推定結果に加えて、前記関係取得部の取得結果に基づいて、前記燃焼システムの制御を行うものである請求項 7 に記載の燃焼システムの制御装置。

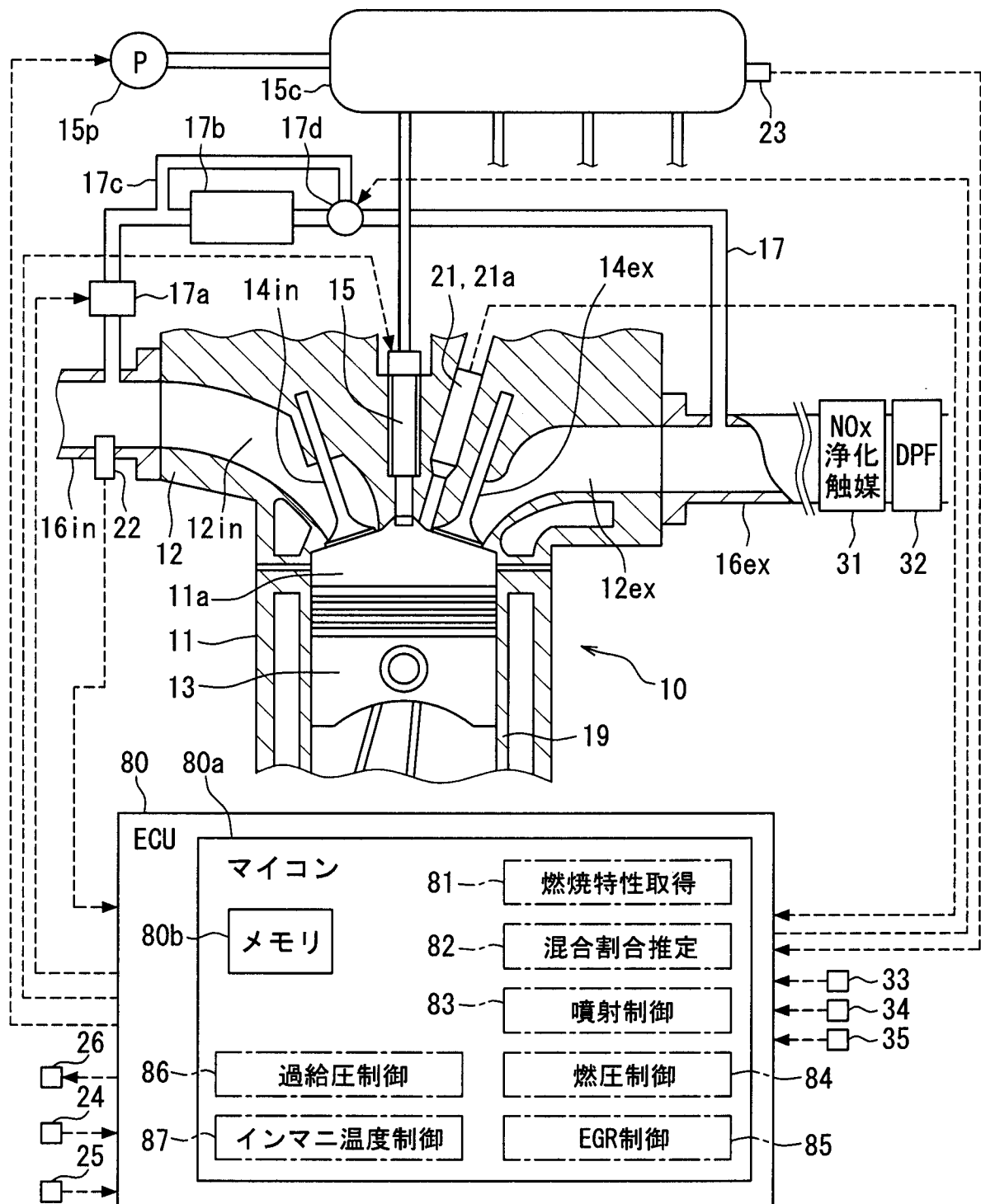
[請求項9] 前記燃焼室は、前記ピストンに設けられた凹部（13b）の内部空間を有しており、

前記関係取得部の取得結果に基づいて、前記噴射時期が前記燃料が

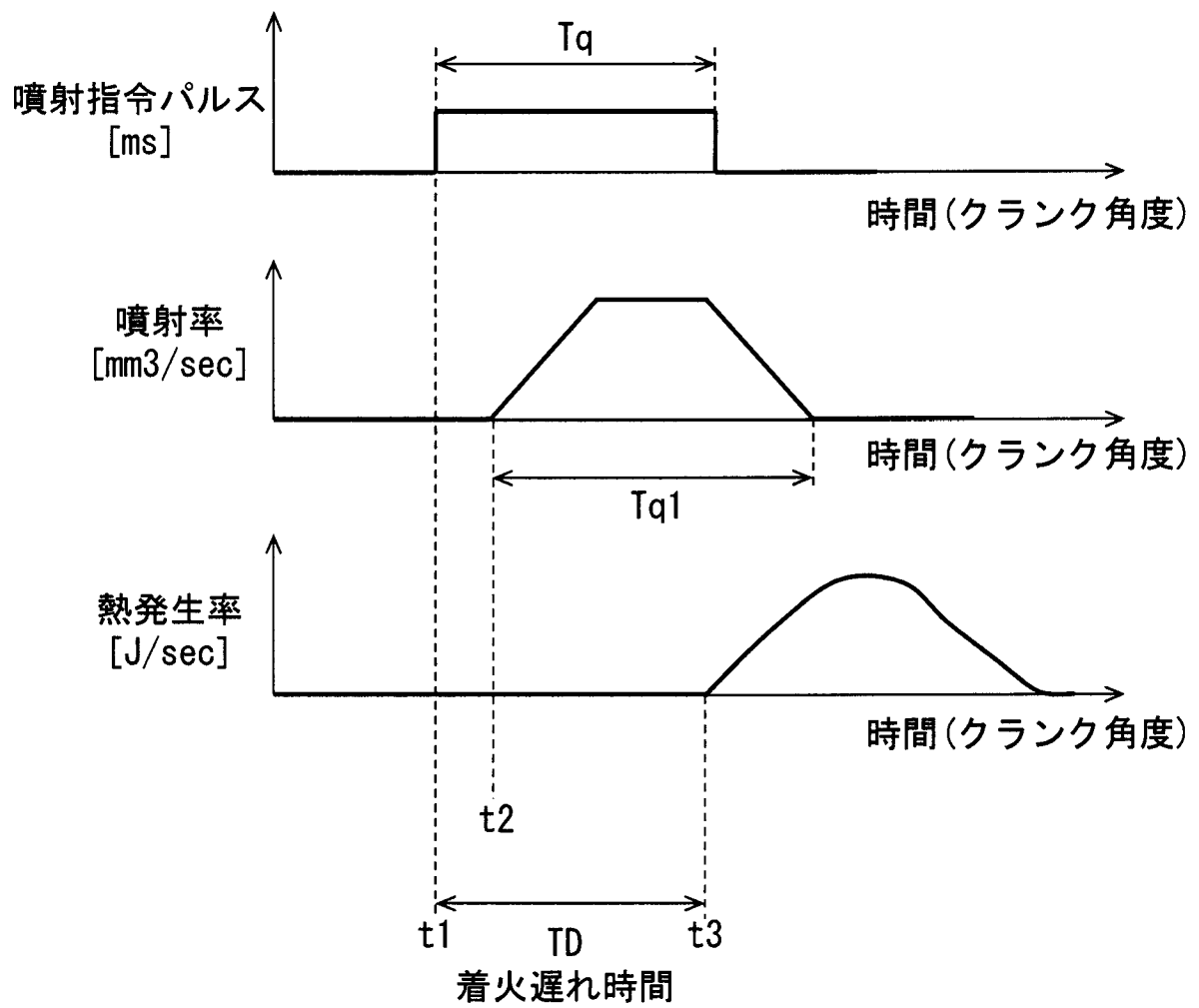
前記凹部の内部に向けて噴射される時期であるか否かを判定する噴射判定部（S 1 0 7）を備え、

前記燃焼制御部は、前記噴射判定部の判定結果に基づいて、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]



[図2]



[図3]

分子構造種

$$\begin{pmatrix} \text{直鎖パラフィン類の混合量} \\ \text{ナフテン類の混合量} \\ \text{側鎖パラフィン類の混合量} \\ \text{芳香族類の混合量} \\ \vdots \end{pmatrix}$$

定数

$$\begin{pmatrix} a_{00} & \cdots & a_{0Y} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{X0} & \cdots & a_{XY} \end{pmatrix}$$

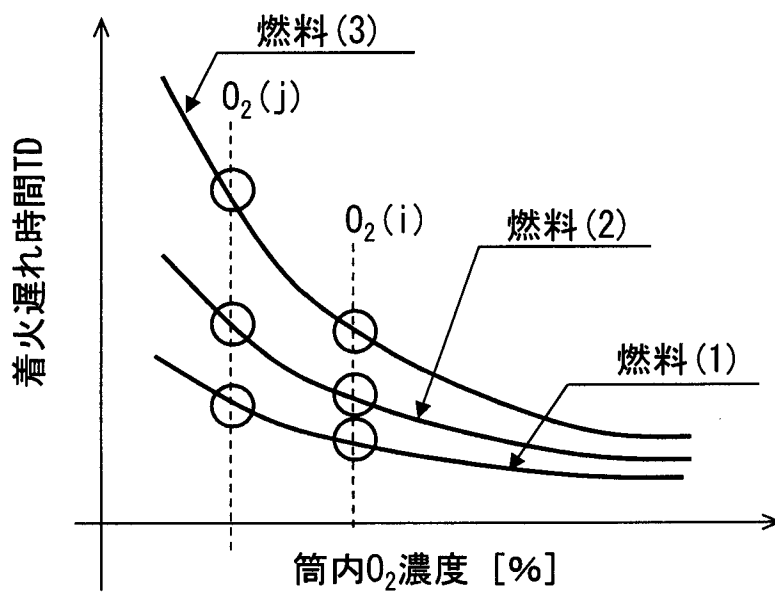
燃えやすさパラメータ

$$\begin{pmatrix} \text{着火遅れ時間TD}(i) \\ \text{着火遅れ時間TD}(j) \\ \text{着火遅れ時間TD}(k) \\ \text{着火遅れ時間TD}(l) \\ \vdots \end{pmatrix}$$

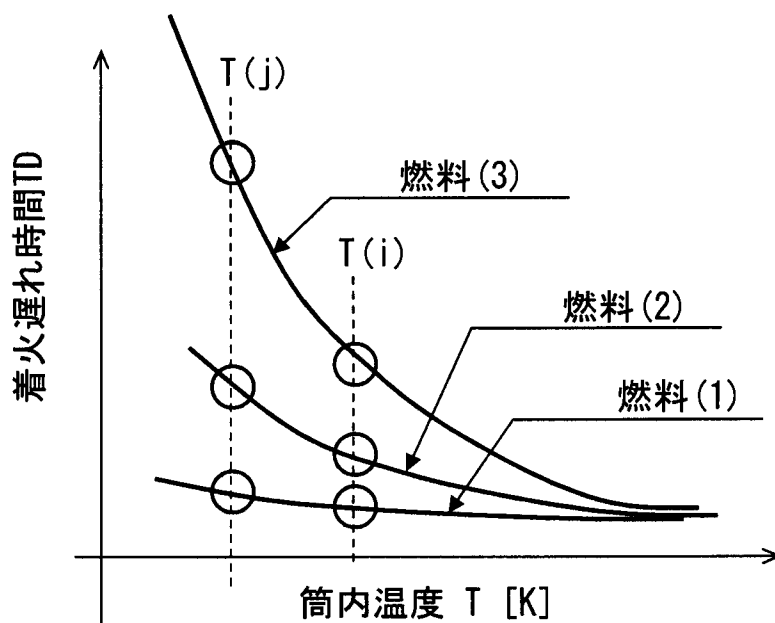
$$\begin{matrix} : P(i), T(i), O_2(i), Pc(i) \\ : P(j), T(j), O_2(j), Pc(j) \\ : P(k), T(k), O_2(k), Pc(k) \\ : P(l), T(l), O_2(l), Pc(l) \end{matrix}$$

$$=$$

[図4]



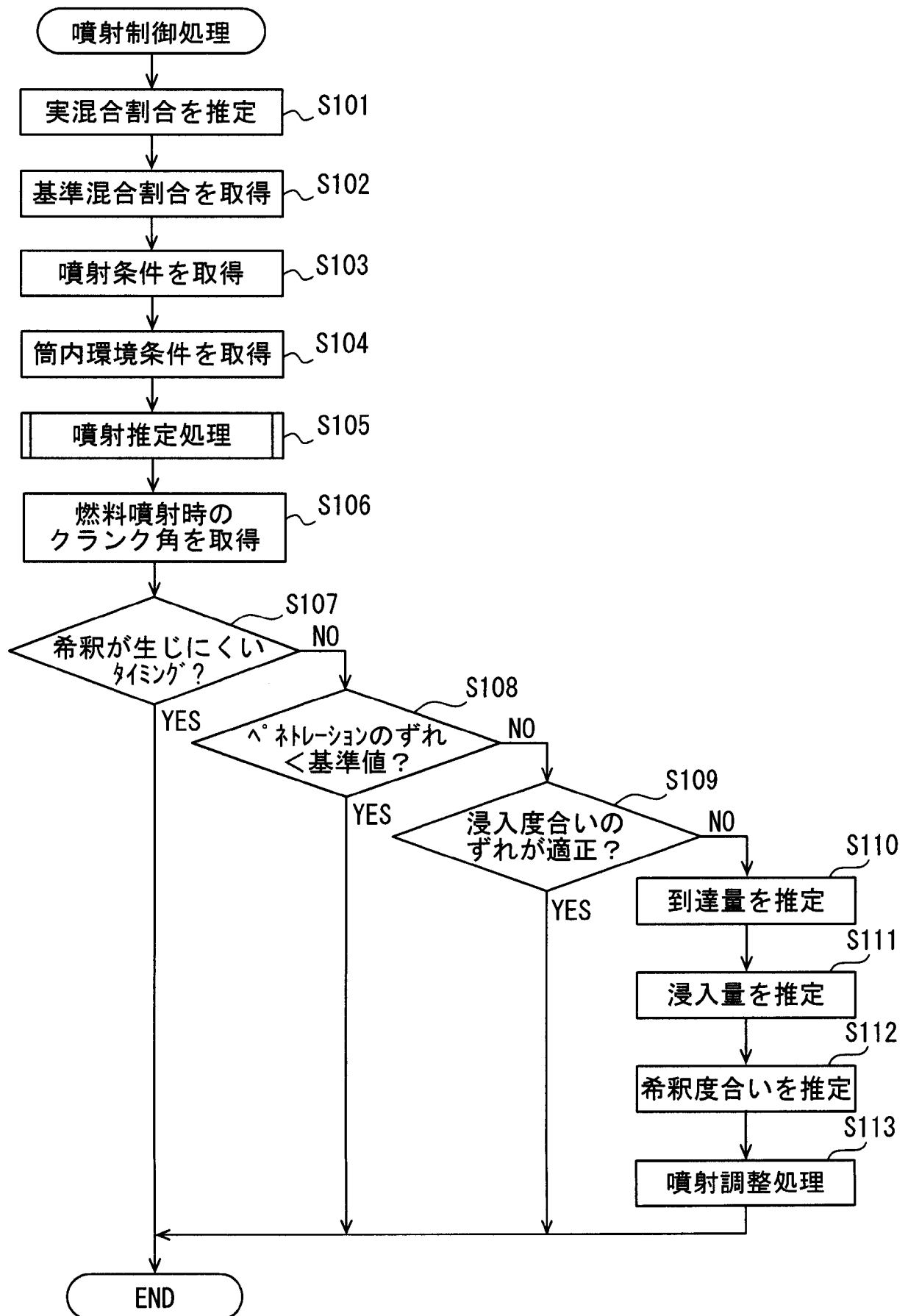
[図5]



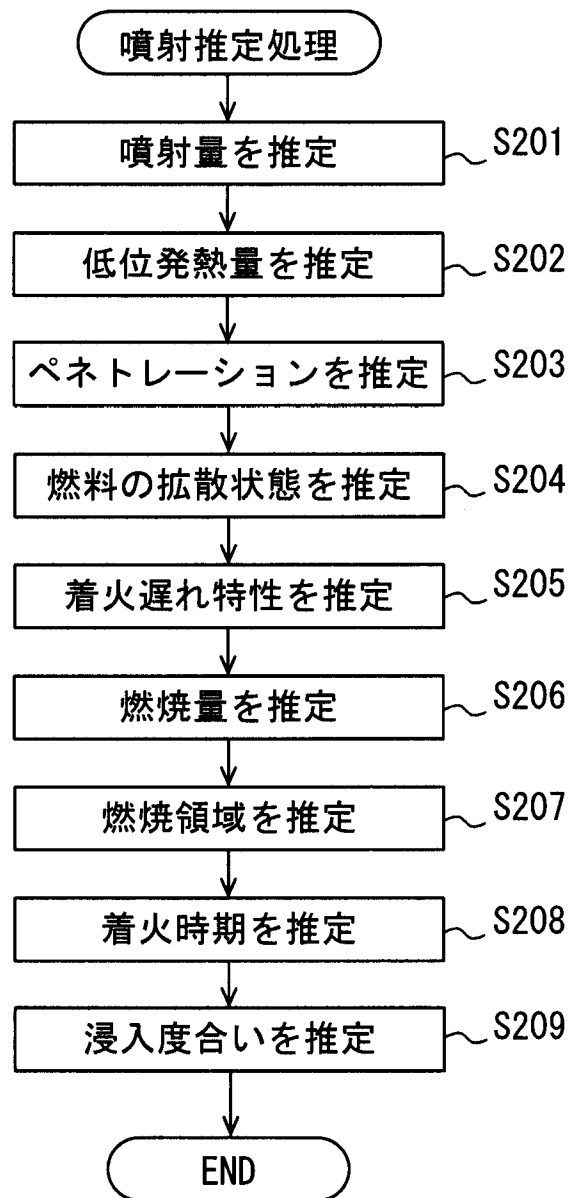
[図6]

	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

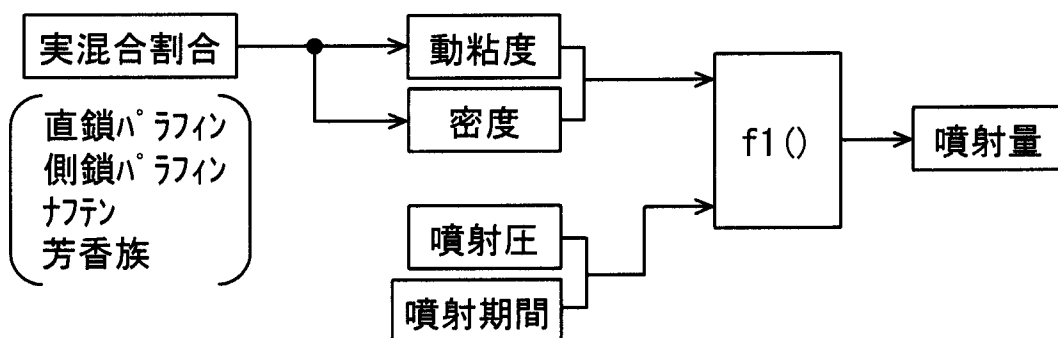
[図7]



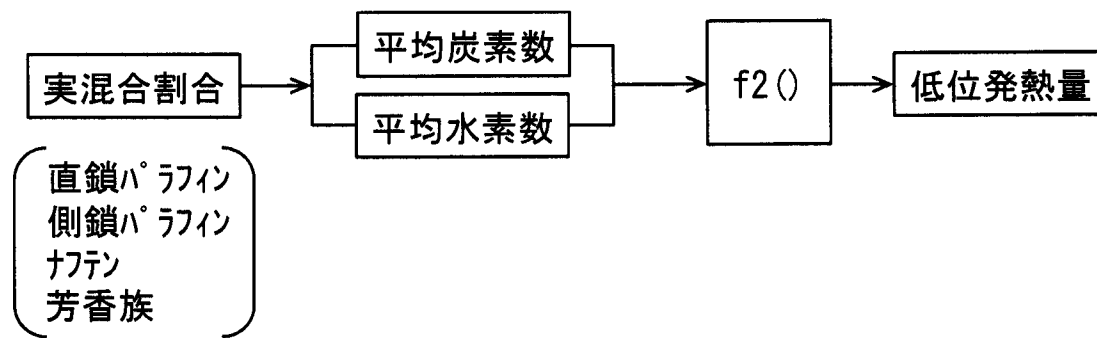
[図8]



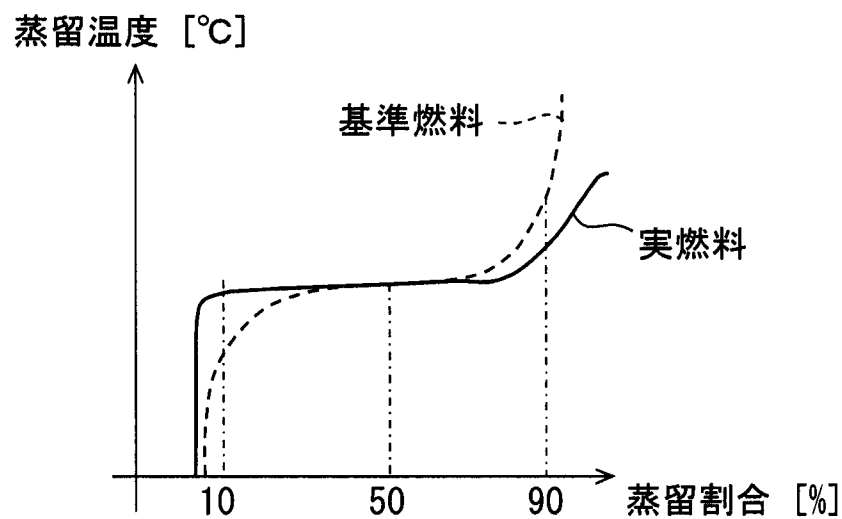
[図9]



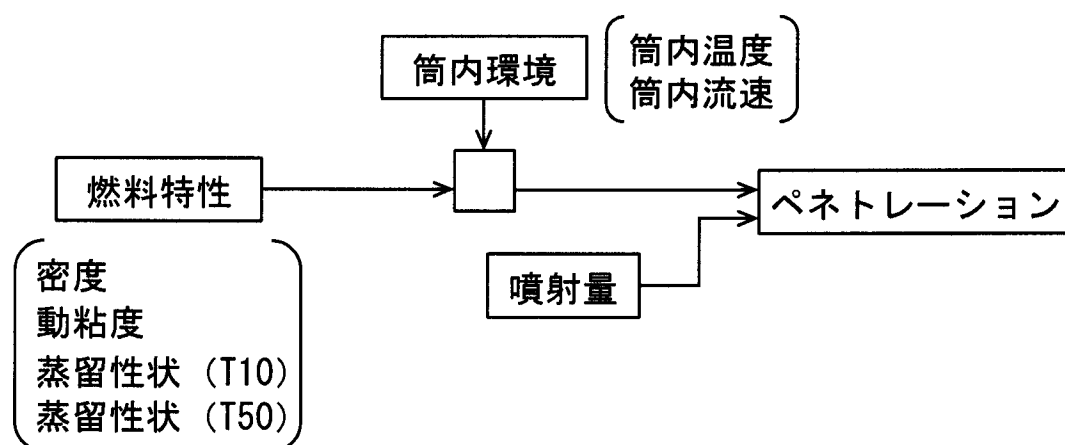
[図10]



[図11]



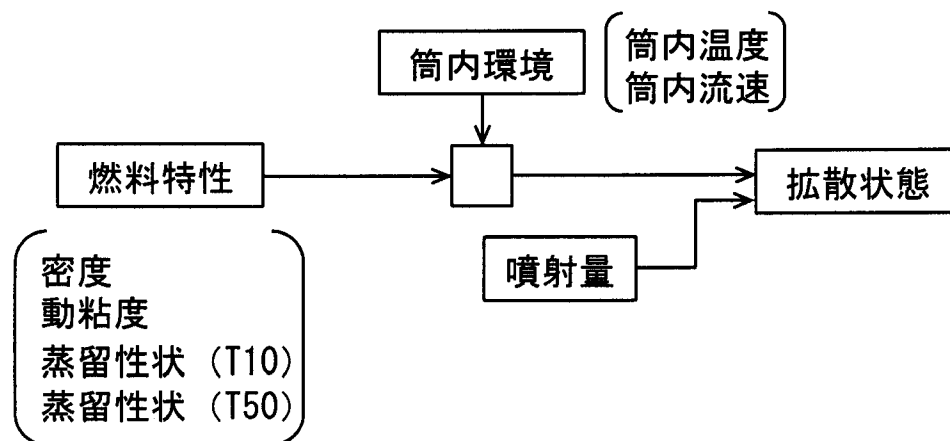
[図12]



[図13]

$$\begin{pmatrix} \text{ペネトレーションP1} \\ \text{ペネトレーションP2} \\ \text{ペネトレーションP3} \\ \dots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{00} & \dots & b_{0Y} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{X0} & \dots & b_{XY} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \text{動粘度} \\ \text{密度} \\ \text{蒸留特性 : T10} \\ \text{蒸留特性 : T50} \\ \dots \end{pmatrix}$$

[図14]



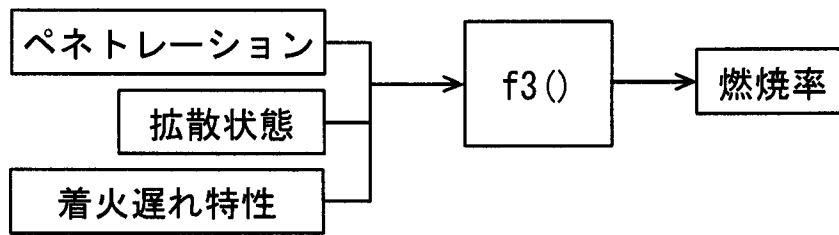
[図15]

$$\begin{pmatrix} \text{拡散状態D1} \\ \text{拡散状態D2} \\ \text{拡散状態D3} \\ \dots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_{00} & \dots & c_{0Y} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{X0} & \dots & c_{XY} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \text{動粘度} \\ \text{密度} \\ \text{蒸留特性 : T10} \\ \text{蒸留特性 : T50} \\ \dots \end{pmatrix}$$

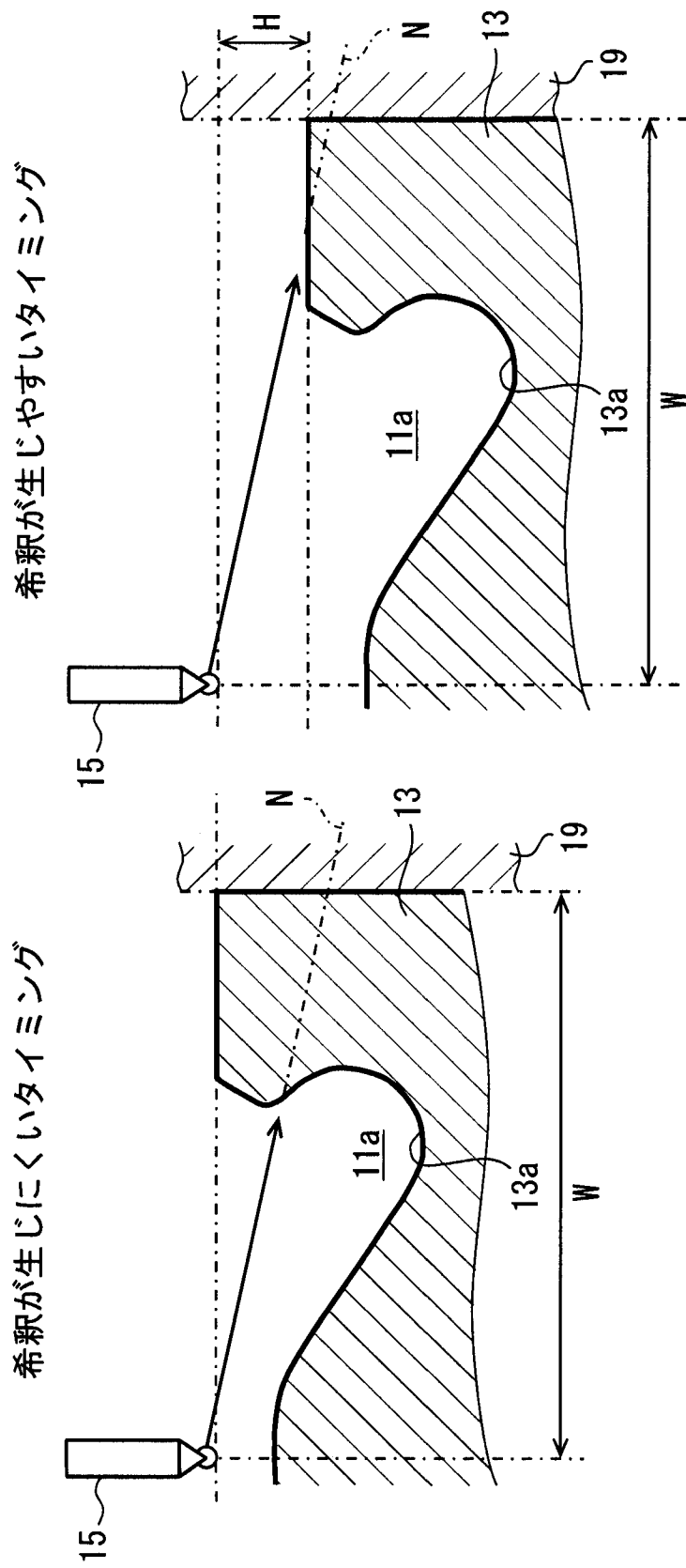
[図16]

$$\underbrace{Q_{burn}}_{\text{燃焼量}} [\text{J}] = \underbrace{\alpha}_{\text{燃焼率}} [-] \cdot \underbrace{\rho}_{\text{噴射量}} [\text{g/mm}^3] \cdot \underbrace{Q_{inj}}_{\text{低位発熱量}} [\text{mm}^3/\text{st}] \cdot \underbrace{A}_{\text{低位発熱量}} [\text{J/g}]$$

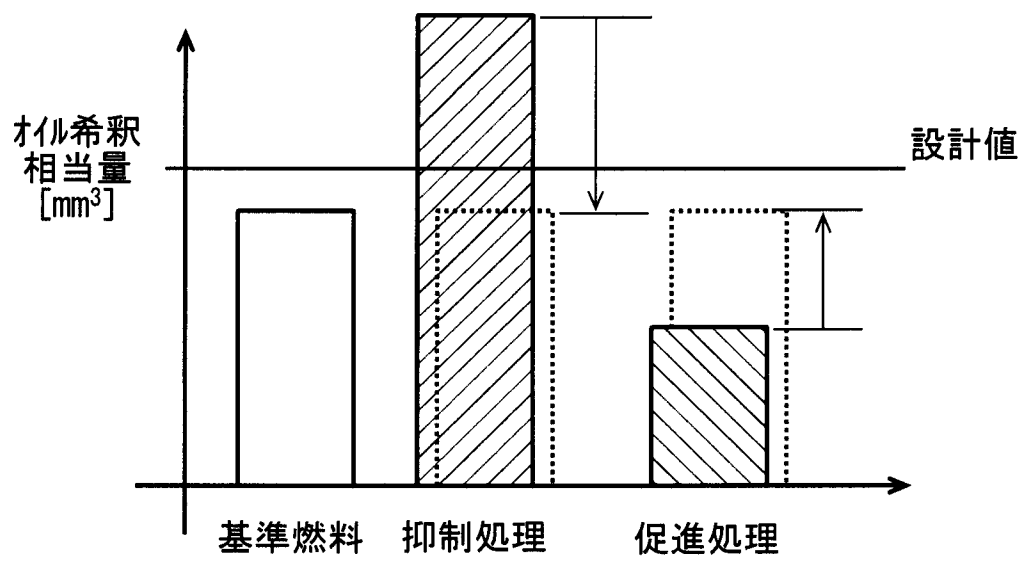
[図17]



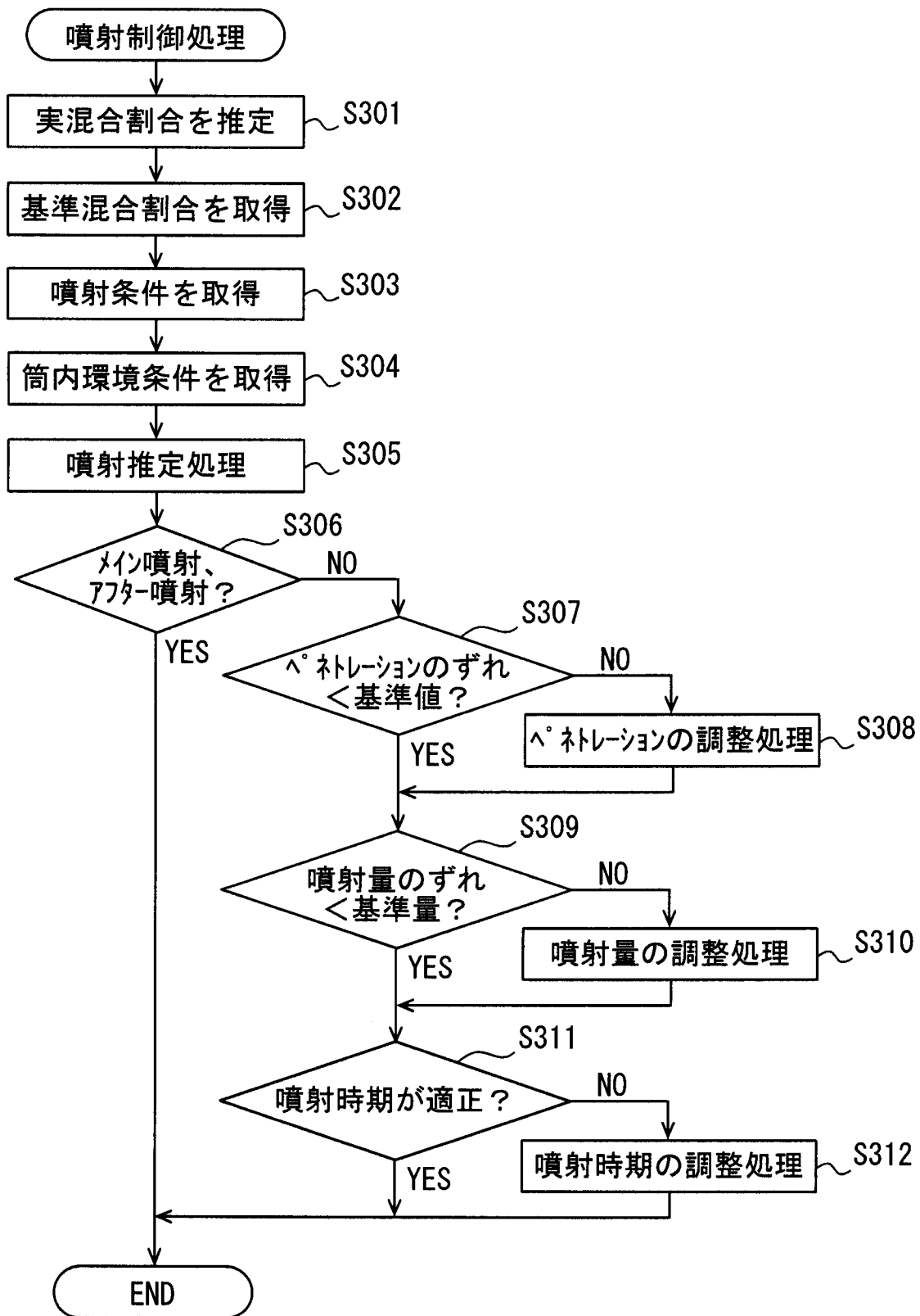
[図18]



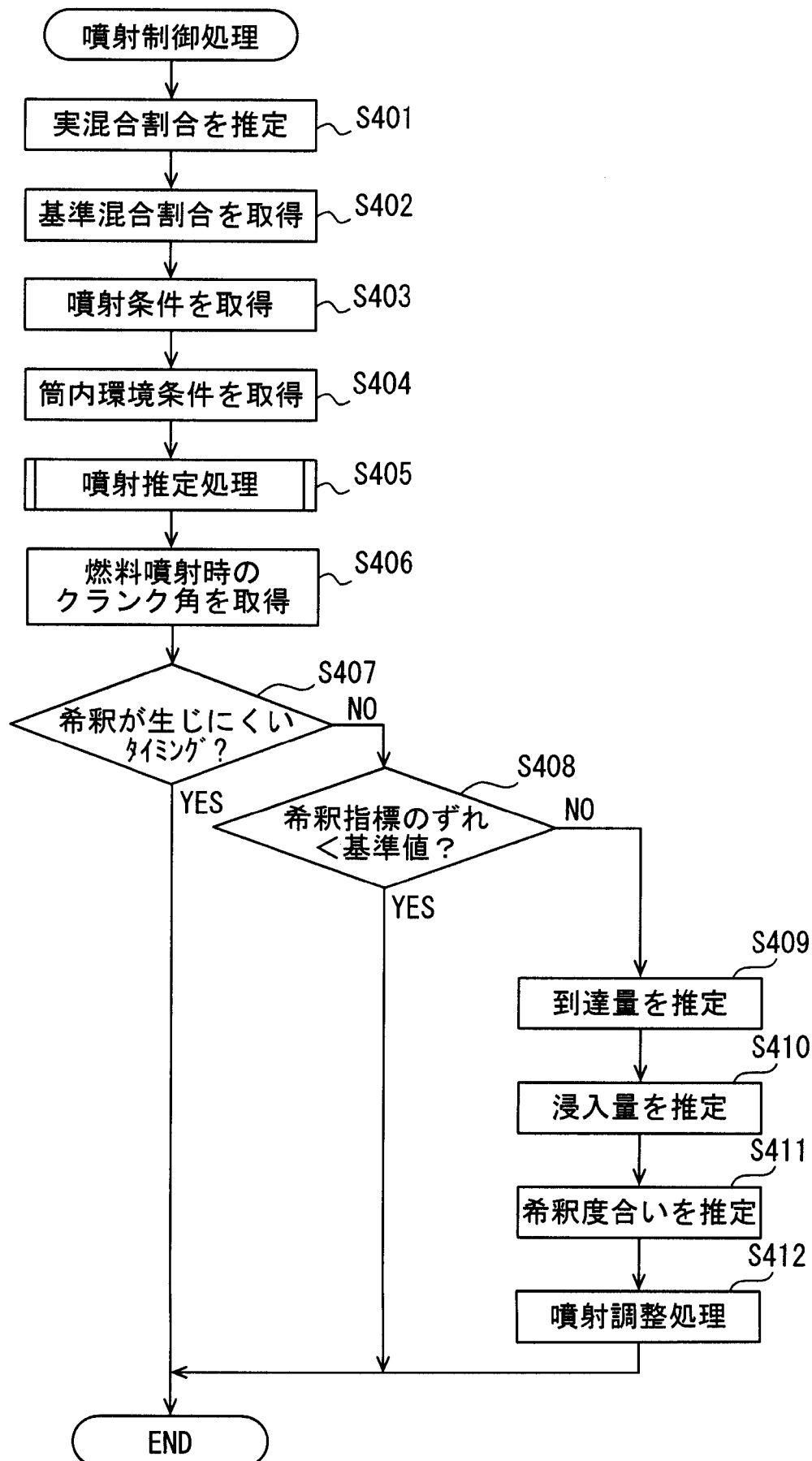
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/076876

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D45/00(2006.01)i, F02D41/22(2006.01)i, F02D43/00(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, F02D41/22, F02D43/00

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 [0004], [0005], [0012] to [0017], [0041], [0057], [0071], [0080] to [0095]; fig. 5 (Family: none)	1-4, 7-8 5-6, 9
Y A	JP 2011-236788 A (Nippon Soken, Inc.), 24 November 2011 (24.11.2011), paragraphs [0002], [0021], [0031] to [0033]; fig. 2 (Family: none)	1-4, 7-8 5-6, 9
A	JP 2014-505191 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 27 February 2014 (27.02.2014), & US 2013/0289849 A1 & WO 2012/093659 A1 & EP 2661547 A & CN 103299056 A	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
07 November 2016 (07.11.16)

Date of mailing of the international search report
22 November 2016 (22.11.16)

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/JP2016/076876

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 2009-36031 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 19 February 2009 (19.02.2009), (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, F02D41/22(2006.01)i, F02D43/00(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, F02D41/22, F02D43/00

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 [0004] [0005] [0012] - [0017] [0041] [0057] [0071] [0080] - [0095] 図5 (ファミリーなし)	1-4, 7-8 5-6, 9
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 [0002] [0021] [0031] - [0033] 図2 (ファミリーなし)	1-4, 7-8 5-6, 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

07.11.2016

国際調査報告の発送日

22.11.2016

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）

大山 健

3Z

9533

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 2014-505191 A (日産自動車株式会社) 2014. 02. 27, & US 2013/0289849 A1 & WO 2012/093659 A1 & EP 2661547 A & CN 103299056 A	1-9
A	JP 2009-36031 A (日産自動車株式会社) 2009. 02. 19, (ファミリーなし)	1-9