

(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
2013 年 7 月 25 日(25.07.2013)



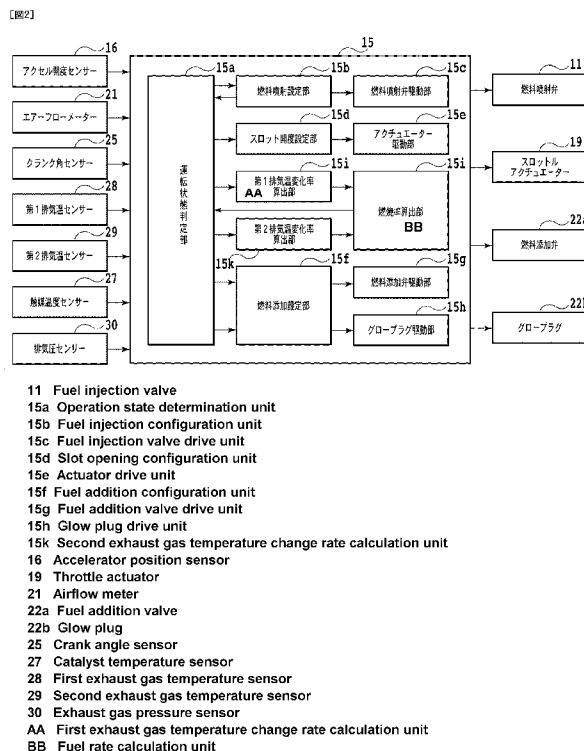
(10) 国際公開番号
WO 2013/108286 A1

- (51) 国際特許分類:
F01N 3/025 (2006.01) *F01N 3/029* (2006.01)
F01N 3/023 (2006.01) *F01N 3/36* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/000222
- (22) 国際出願日: 2012 年 1 月 16 日(16.01.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 森 俊博 (MORI, Toshihiro) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 布施 英孝(FUSE, Hidetaka) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 沼田 義貴(NUMATA, Yoshiki) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 谷・阿部特許事務所 (TANI & ABE, p.c.); 〒1070052 東京都港区赤坂 2 丁目 6-20 Tokyo (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF CALCULATING COMBUSTION RATE IN EXHAUST GAS HEATING DEVICE

(54) 発明の名称: 排気加熱装置の燃焼率算出方法



(57) Abstract: By adding fuel to an exhaust gas passage (23a) and heating and igniting said fuel added to the exhaust passage, this method calculates the combustion rate R_C of the fuel added in the exhaust gas passage when heating exhaust gas discharged from the engine (10). In this method, an exhaust gas temperature sensor (29) obtains the exhaust gas temperature T_o of exhaust gas flowing through the exhaust gas passage downstream of the region where the fuel added to the exhaust gas passage is combusted, the heat capacity C_E of the exhaust gas is obtained, the energy amount Q_F of the fuel supplied to the exhaust gas passage is obtained, the exhaust gas temperature increase amount ΔT_o from immediately before the exhaust gas is heated is calculated, the exhaust gas temperature change rate dT_o from immediately before the exhaust gas is heated is calculated, the parameter Z relating to exhaust gas flowing through the exhaust gas passage is obtained, and the combustion rate of the fuel added to the exhaust gas passage is calculated by $R_C = (C_E / Q_F) (Z \cdot dT_o + \Delta T_o)$.

(57) 要約:

[続葉有]



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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

排気通路(23a)に燃料を添加し、この排気通路に添加された燃料を加熱して着火させることにより、エンジン(10)から排出された排気を加熱する際に、排気通路に添加された燃料の燃焼率 R_o を算出する本発明の方法は、排気通路に添加された燃料が燃焼する領域よりも下流側の排気通路を流れる排気温度 T_o を排気温度センサー(29)にて取得し、排気の熱容量 C_E を取得し、排気通路に供給された燃料のエネルギー量 Q_F を取得し、排気を加熱する直前からの排気温度上昇量 ΔT_o を求め、排気を加熱する直前からの排気温度変化率 dT_o を求め、排気通路を流れる排気に関連するパラメーター Z を取得し、排気通路に添加された燃料の燃焼率を $R_o = (C_E / Q_F)(Z \cdot dT_o + \Delta T_o)$ によって算出する。

明 細 書

発明の名称： 排気加熱装置の燃焼率算出方法

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関の排気通路に配された排気加熱装置を用いて排気を加熱する際に排気通路に添加される燃料の燃焼率を算出するための方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、内燃機関に対する厳しい排気規制に対処するため、内燃機関の始動時に排気浄化装置の活性化を促進させたり、内燃機関の運転中にその活性状態を維持したりすることが必要となっている。このため、排気浄化装置よりも上流側の排気通路に排気加熱装置を組み込んだ内燃機関が特許文献 1 などで提案されている。この排気加熱装置は、排気中に加熱ガスを生成し、この生成された加熱ガスを下流側の排気浄化装置に供給することにより、排気浄化装置の活性化を促進させたり、活性状態を維持するものである。このため、排気加熱装置は、燃料を排気通路に添加する燃料添加弁と、この燃料を加熱して着火させることにより、加熱ガスを生成させるグロープラグなどの着火装置とを一般的に有する。

[0003] このような排気加熱装置において、排気通路に添加された燃料の着火状態を把握することは重要であり、排気加熱装置の運転中であっても、必要に応じてその運転停止などを行うことが望ましい場合がある。しかしながら、従来の排気加熱装置はこのような要求を満たすものではなかった。

[0004] 特許文献 2 や特許文献 3 に開示された内燃機関などで用いられる吸気加熱装置は、燃焼器に添加された燃料の着火温度を検出し、この検出温度が所定値よりも低い場合に失火と判定して燃焼器に対する燃料添加を停止するようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2010-084710号公報

特許文献2：特開2003-207128号公報

特許文献3：特開2004-309038号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 引用文献2においては、燃料が着火する際の吸気温を検出する場合、燃焼を終えた後の温度収束段階で着火／失火の判定を行うため、吸気温が収束するまでの間に失火していた場合、この失火期間に応じた量の未燃燃料がエンジン側に供給されるおそれがある。このため、引用文献2の技術を排気加熱装置に転用した場合、排気浄化装置に悪影響を与える可能性がある。

[0007] 引用文献3においては、吸気通路に添加した燃料の着火の際の温度変化に基づいて失火兆候を判定している。しかしながら、この方法においても温度変化が安定するまでは着火／失火の判定を行うことができず、引用文献2と同じような弊害を有する。

[0008] また、これらの引用文献2、3においては、ある燃料添加期間中での温度変化を計測しているため、実時間で着火／失火の判定を行うことが本質的に不可能である。しかも、燃焼器に流入する外気温の変化などによる影響を全く考慮していないため、その判定精度には大いなる改善の余地があった。

[0009] 本発明の目的は、排気加熱装置により排気通路に添加される燃料の燃焼率を高い信頼性を以て実時間で推定し得る方法を提供することにある。なお、ここでいう燃焼率とは、燃料のエネルギー供給量、すなわち燃料添加量に対して実際に燃料が燃焼した割合であり、例えば燃焼率が0％とは添加した燃料が全く燃焼しなかったことを示し、逆に燃焼率が100％とは燃料がすべて燃焼したことを示す。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明による燃焼率算出方法は、内燃機関の排気通路に燃料を添加し、この排気通路に添加された燃料を加熱して着火させることにより、内燃機関から排出される排気を加熱する際に、排気通路に添加された燃料の燃焼率を算

出する方法であって、排気通路に添加された燃料が燃焼する領域よりも下流側の排気通路を流れる排気の温度 T_o を排気温センサーにて取得するステップと、排気の熱容量 C_E を取得するステップと、排気通路に供給された燃料のエネルギー量 Q_F を取得するステップと、排気を加熱する直前からの排気温 T_o の上昇量 ΔT_o を求めるステップと、排気を加熱する直前からの排気温 T_o の変化率 dT_o を求めるステップと、排気通路を流れる排気に関連するパラメーター Z を取得するステップと、排気通路に添加された燃料の燃焼率 R_C を $R_C = (C_E / Q_F) (Z \cdot dT_o + \Delta T_o)$ にて算出するステップとを具えたことを特徴とするものである。

[0011] 排気温センサーの熱容量を C_S で表し、排気通路を流れる排気から排気温センサーに伝わる熱エネルギー量を Q で表した場合、排気温センサーによって検出される排気温 T_o の変化率 dT_o は、

$$dT_o = Q / C_S \quad \dots (1)$$

で表すことができる。また、 z_3 , z_5 を定数とし、排気温センサーの周囲の排気温を T_E で表し、排気温センサー自体の熱伝導率を κ_S で表し、排気通路を流れる排気から排気温センサーへと伝わる熱伝導率を κ_E で表すと、一般的な伝熱法則から

$$Q = (T_E - T_o) / \{ (1 / z_3 \cdot \kappa_S) + (1 / z_5 \cdot \kappa_E) \} \quad \dots (2)$$

である。ここで、(1)式に(2)式を代入すると、

$$T_E = C_S \cdot dT_o \{ (1 / z_3 \cdot \kappa_S) + (1 / z_5 \cdot \kappa_E) \} + T_o \quad \dots (3)$$

となる。

[0012] 一方、燃焼率 R_C を考慮した排気温センサーの周囲の排気温 T_E は、燃料の添加直前における排気通路の排気温を T_{oS} で表すと、

$$T_E = (Q_F \cdot R_C / C_E) + T_{oS} \quad \dots (4)$$

である。ここで、(4)式を(3)式に代入すると、

$$R_C = (C_E / Q_F) \cdot [C_S \cdot dT_o \{ (1 / z_3 \cdot \kappa_S) + (1 / z_5 \cdot \kappa_E) \} + T_o - T_{oS}] \quad \dots (5)$$

となる。(5)式における $C_S \{ (1 / z_3 \cdot \kappa_S) + (1 / z_5 \cdot \kappa_E) \}$ は、排気通路を

流れる排気に関連するパラメーター Z として表すことができるので、 $(T_o - T_{os})$ を排気温上昇量 ΔT_o として表すと、(5)式は

$$R_o = (C_E / Q_F) (Z \cdot dT_o + \Delta T_o) \quad \dots (6)$$

のように変形することができる。

[0013] 本発明による燃焼率算出方法において、排気通路の途中に排気浄化装置が組み込まれ、燃料は排気浄化装置よりも上流側の排気通路に添加され、排気温センサーは、排気浄化装置よりも上流側の排気通路を流れる排気温 T_o を検出するものであってよい。

[0014] パラメーター Z が排気温センサー自体の熱伝導率 κ_s および排気温センサーの熱容量 C_s および排気通路を流れる排気から排気温センサーに伝わる熱伝導率 κ_E のうちの少なくとも1つを含み、 z_1 , z_2 , z_4 をそれぞれ定数とした場合、 $Z = z_1 \cdot C_s$ か、 $Z = z_2 \cdot C_s \{1 / (z_3 \cdot \kappa_s)\}$ か、 $Z = z_4 \cdot C_s \{1 / (z_5 \cdot \kappa_E)\}$ か、 $Z = C_s [\{1 / (z_3 \cdot \kappa_s)\} + \{1 / (z_5 \cdot \kappa_E)\}]$ であってよい。

[0015] 排気通路を流れる排気の流量 v_E および排気温 T_o の少なくとも一方に基づき、排気温 T_o を補正するステップをさらに具えることができる。

[0016] 内燃機関の燃焼室よりも下流かつ排気通路に燃料が添加される領域よりも上流に位置する排気通路を流れる排気の温度 T_i を取得するステップと、排気を加熱する直前からの排気温 T_i の上昇量 ΔT_i を求めるステップと、排気を加熱する直前からの排気温 T_i の変化率 dT_i を求めるステップと、排気を加熱する直前からの排気温 T_o の上昇量 ΔT_o から排気温 T_i の上昇量 ΔT_i を減算して排気温 T_o の上昇量 ΔT_o を補正するステップと、排気を加熱する直前からの排気温 T_o の変化率 dT_o から排気温 T_i の変化率 dT_i を減算して排気温 T_o の変化率 dT_o を補正するステップとをさらに具えることができる。この場合、排気通路を流れる排気の流量 v_E および排気温 T_o の少なくとも一方に基づき、排気温 T_i を補正するステップをさらに具えることができる。

[0017] 排気温 T_o の変化率 dT_o と排気温 T_i の変化率 dT_i との差を求めるステップをさらに具え、排気を加熱する直前として、これら変化率 dT_o と変化率 dT_i

との差が所定値を越えた時点を設定することができる。

[0018] 排気通路への燃料の添加を開始してから所定時間 t 後の排気温 T_o の変化率 dT_o が予め設定した閾値以上であるか否かを判定するステップをさらに具え、排気通路への燃料の添加を開始してから所定時間 t 後の排気温 T_o の変化率 dT_o が閾値未満の場合、燃料の燃焼率を 0 と算出することができる。この場合、所定時間 t とは、排気通路における燃料の添加領域から排気温 T_o の検出領域に至る排気の流動時間を含むものであってよい。また、排気通路における燃料の添加領域から排気温 T_o の検出領域に至る排気通路の容積 A_E を取得するステップと、排気通路を流れる単位時間あたりの排気の流量 q を取得するステップとをさらに具えた場合、所定時間 t を $t = A_E / q$ で表すことができる。さらに、排気温センサーによって検出される排気温 T_o に基づいて所定時間 t を補正するステップをさらに具えることができる。この場合、排気圧を p で表し、単位時間あたりの排気の質量を W で表した場合、所定時間 t が $t = (1293 p \cdot A_E) / \{101.3 W (1 + 0.00367 T_o)\}$ により補正されるものであってよい。

[0019] 排気通路への燃料の添加を終了してからの排気温 T_o の変化率 dT_o と排気温 T_i の変化率 dT_i との差を求めるステップをさらに具え、燃料の燃焼率 R_c を算出するステップは、これら変化率 dT_o と変化率 dT_i との差が所定値以下となった時点で終了するものであってよい。あるいは、排気を加熱する直前から排気通路への燃料の添加に要する時間が経過した時点で燃料の燃焼率 R_c を算出するステップを終了することができる。

発明の効果

[0020] 本発明の燃焼率算出方法によると、排気通路に添加された燃料の燃焼率 R_c を $R_c = (C_E / Q_F) (Z \cdot dT_o + \Delta T_o)$ にて算出するので、燃焼率を実時間にて精度よく把握することができる。

[0021] 燃料を排気浄化装置よりも上流側の排気通路に添加し、排気温センサーが排気浄化装置よりも上流側の排気通路を流れる排気温 T_o を検出する場合、排気浄化装置へ流入する未燃燃料の量を高精度に推定することができる。

- [0022] パラメーター Z を $z_1 \cdot C_s$ か、 $z_2 \cdot C_s \{1/(z_3 \cdot \kappa_s)\}$ か、 $z_4 \cdot C_s \{1/(z_5 \cdot \kappa_e)\}$ か、 $C_s [\{1/(z_3 \cdot \kappa_s)\} + \{1/(z_5 \cdot \kappa_e)\}]$ とした場合、排気通路に添加された燃料の燃焼率をより高い信頼性にて把握することができる。
- [0023] 排気通路を流れる排気の流量 v_e および排気温 T_o の少なくとも一方に基づき、排気温 T_o を補正するステップをさらに具えた場合、燃焼率をさらに高精度に把握することができる。
- [0024] 排気温上昇量 ΔT_o を補正すると共に排気温変化率 dT_o を補正した場合、排気加熱装置に流入する排気温の変化による影響を加味することができる。特に、排気通路を流れる排気の流量 v_e および排気温 T_o の少なくとも一方に基づき、排気温 T_i を補正するステップをさらに具えた場合、排気通路に添加された燃料の燃焼率をより一層高精度に把握することができる。
- [0025] 排気温 T_o の変化率 dT_o と排気温 T_i の変化率 dT_i との差が所定値を越えた時点が、排気を加熱する直前として規定した場合、排気加熱装置から排気温センサーまでの距離が遠く離れていても、燃焼率の算出開始時期を正確に規定することができる。
- [0026] 排気通路への燃料の添加を開始してから所定時間 t 後の排気温 T_o の変化率 dT_o が閾値未満の場合、燃料の燃焼率を0と算出することにより、排気通路に添加される燃料が未燃状態のままとなるような不具合を未然に防止することができる。ここで、所定時間 t が排気通路における燃料の添加領域から排気温 T_o の検出領域に至る排気の流動時間を含み、合、特に所定時間 t を A_e/q とした場合、排気加熱装置から排気温センサーまでの距離に応じた適切なタイミングで燃焼率0の判定を行うことができる。また、排気温センサーによって検出される排気温 T_o に基づき、特に $t = (1293 p \cdot A_e) / \{101.3 W(1 + 0.00367 T_o)\}$ により補正した場合、より高い信頼性を持った燃焼率を算出することができる。
- [0027] 排気通路への燃料の添加を終了してからの排気温 T_o の変化率 dT_o と排気温 T_i の変化率 dT_i との差が所定値以下となった時点で、燃料の燃焼率 R_c を算

出するステップを終了する場合、燃焼の終了時期を精度よく予測することができる。この結果、より高精度な燃焼率の算出を行うことが可能となる。排気を加熱する直前から排気通路への燃料の添加に要する時間が経過した時点で、燃料の燃焼率 R_c を算出するステップを終了する場合も同様な効果を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図1は、本発明による燃焼率算出方法を圧縮点火方式の多気筒内燃機関に応用した一実施形態の概念図である。

[図2]図2は、図1に示した実施形態の主要部の制御ブロック図である。

[図3]図3は、排気流量と第2排気温に対する補正係数との関係を模式的に表すマップである。

[図4]図4は、排気温と第2排気温に対する補正係数との関係を模式的に表すマップである。

[図5]図5は、図1に示した実施形態における排気加熱処理の手順を表すフローチャートである。

[図6]図6は、図1に示した実施形態における第2排気温および燃焼率の変化を模式的に表すグラフである。

発明を実施するための形態

[0029] 本発明による燃焼率算出方法を圧縮点火方式の多気筒内燃機関に応用した実施形態について、図1～図6を参照しながら詳細に説明する。しかしながら、本発明はこのような実施形態のみに限らず、要求される特性に応じてその構成を自由に変更することが可能である。例えば、ガソリンやアルコールまたはLNG（液化天然ガス）などを燃料としてこれを点火プラグにて着火させる火花点火式内燃機関に対しても本発明は有効である。

[0030] 本実施形態におけるエンジンシステムの主要部を模式的に図1に示し、その主要部の制御ブロックを概略的に図2に示す。なお、図1にはエンジン10の吸排気のための動弁機構や消音器の他に、このエンジン10の補機として一般的な排気ターボ式過給機やEGR装置なども省略されている。また、

エンジン 10 の円滑な運転のために必要とされる各種センサー類もその一部が便宜的に省略されていることに注意されたい。

[0031] 本実施形態におけるエンジン 10 は、燃料である軽油を燃料噴射弁 11 から圧縮状態にある燃焼室 10 a 内に直接噴射することにより、自然着火させる圧縮点火式の多気筒内燃機関である。しかしながら、本発明の特性上、単気筒の内燃機関であってもかまわない。

[0032] 燃焼室 10 a にそれぞれ臨む吸気ポート 12 a および排気ポート 12 b が形成されたシリンダーヘッド 12 には、吸気ポート 12 a を開閉する吸気弁 13 a および排気ポート 12 b を開閉する排気弁 13 b を含む図示しない動弁機構が組み込まれている。燃焼室 10 a の上端中央に臨む先の燃料噴射弁 11 もまた、これら吸気弁 13 a および排気弁 13 b に挟まれるようにシリンダーヘッド 12 に組み付けられている。燃料噴射弁 11 から燃焼室 10 a 内に供給される燃料の量および噴射時期は、運転者によるアクセルペダル 14 の踏み込み量を含む車両の運転状態に基づいて ECU (Electronic Control Unit) 15 により制御される。アクセルペダル 14 の踏み込み量は、アクセル開度センサー 16 により検出され、その検出情報が ECU 15 に出力される。

[0033] ECU 15 は、このアクセル開度センサー 16 や後述する各種センサー類などからの情報に基づき、車両の運転状態を判定する運転状態判定部 15 a と、燃料噴射設定部 15 b と、燃料噴射弁駆動部 15 c とを有する。燃料噴射設定部 15 b は、運転状態判定部 15 a での判定結果に基づいて燃料噴射弁 11 からの燃料の噴射量や噴射時期を設定する。燃料噴射弁駆動部 15 c は、燃料噴射設定部 15 b にて設定された量の燃料が設定された時期に燃料噴射弁 11 から噴射されるように、燃料噴射弁 11 の作動を制御する。

[0034] 吸気ポート 12 a に連通するようにシリンダーヘッド 12 に連結されて吸気ポート 12 a と共に吸気通路 17 a を画成する吸気管 17 の途中には、サージタンク 18 が形成されている。このサージタンク 18 よりも上流側の吸気管 17 には、スロットルアクチュエーター 19 を介して吸気通路 17 a の

開度を調整するためのスロットル弁 20 が組み込まれている。また、スロットル弁 20 よりも上流側の吸気管 17 には、吸気通路 17 a を流れる吸気の流量を検出してこれを ECU 15 に出力するエアフローメーター 21 が取り付けられている。なお、このエアフローメーター 21 に代えて同じ構成の排気流量センサーを後述する排気加熱装置 22 とシリンダーヘッド 12 の排気ポート 12 b との間に位置する排気管 23 の部分に取り付けるようにしてもよい。

[0035] 先の ECU 15 は、スロットル開度設定部 15 d と、アクチュエーター駆動部 15 e とをさらに有する。スロットル開度設定部 15 d は、アクセルペダル 14 の踏み込み量に加え、先の運転状態判定部 15 a での判定結果に基づいてスロットル弁 20 の開度を設定する。アクチュエーター駆動部 15 e は、スロットル弁 20 がスロットル開度設定部 15 d にて設定された開度となるように、スロットルアクチュエーター 19 の作動を制御する。

[0036] ピストン 24 a が往復動するシリンダーブロック 24 には、接続棒 24 b を介してピストン 24 a が連結されるクランク軸 24 c の回転位相、つまりクランク角を検出してこれを ECU 15 に出力するクランク角センサー 25 が取り付けられている。ECU 15 の運転状態判定部 15 a は、このクランク角センサー 25 からの情報に基づき、クランク軸 24 c の回転位相やエンジン回転数の他に車両の走行速度などを実時間で把握する。

[0037] 排気ポート 12 b に連通するようにシリンダーヘッド 12 に連結される排気管 23 は、排気ポート 12 b と共に排気通路 23 a を画成する。下流端側に取り付けられた図示しない消音器よりも上流側の排気管 23 の途中には、燃焼室 10 a 内での混合気の燃焼により生成する有害物質を無害化するための排気浄化装置 26 が取り付けられている。本実施形態における排気浄化装置 26 は、少なくとも酸化触媒を含むが、この他に DPF (Diesel Particulate Filter) や NO_x 吸蔵触媒などを組み込むことも可能である。酸化触媒は、主として排気に含まれる未燃ガスを酸化、つまり燃焼させるためのものである。この酸化触媒の出口側の排気通路 23 a には、酸化触媒を出た排気の温

度（以下、これを触媒温度と記述する）を検出してこれをECU15に出力する触媒温度センサー27が組み込まれている。ECU15の運転状態判定部15aは、この触媒温度センサー27からの情報に基づき、酸化触媒が活性状態にあるか否かも把握する。

[0038] この排気浄化装置26よりも上流側の排気管23の途中には、加熱ガスを生成してこれを下流側に配された排気浄化装置26に供給し、その活性化および活性状態を維持するための排気加熱装置22が配されている。本実施形態における排気加熱装置22は、燃料添加弁22aと、グロープラグ22bとを具えている。この他、燃料供給弁26から供給される燃料を受けてその霧化およびグロープラグ22b側への飛散を促進させるための特許文献1に開示されたような衝突板や、これらよりも下流側の排気通路23aに補助的な酸化触媒を配することも有効である。

[0039] 燃料添加弁22aは、基本的な構成が通常の燃料噴射弁11と同じものであり、通電時間を制御することによって、任意の量の燃料を任意の時間間隔で排気通路23aにパルス状に供給することができるようになっている。

[0040] 燃料添加弁22aから排気通路23aに供給される1回あたりの燃料の量は、エアフローメーター21によって検出される吸入空気量および空燃比を含む車両の運転状態に基づき、ECU15の燃料添加設定部15fにより設定される。燃料添加設定部15fはまた、目標とすべき触媒温度と触媒温度センサー27によって検出される現在の触媒温度との差に基づき、供給すべき燃料のエネルギー量、すなわち燃料添加量 Q_F も併せて算出する。目標とすべき触媒温度は、酸化触媒が活性状態となる最低温度（以下、これを触媒活性最低温度と記述する）が一般的に選択される。

[0041] なお、本実施形態では空燃比を吸入空気量と燃料添加弁22aからの燃料添加量 Q_F とによってECU15の運転状態判定部15aにて算出するようにしている。しかしながら、空燃比センサーを排気通路23aの途中に組み込み、この空燃比センサーからの検出信号から読み出すようにしてもよい。

[0042] ECU15の燃料添加弁駆動部15gは、燃料添加設定部15fにて設定

された量の燃料が設定された周期で燃料添加弁 22 a から噴射されるように、燃料添加弁 22 a の作動を制御する。この場合、燃料添加弁 22 a の作動は、燃料添加を開始してから積算される燃料添加量が燃料添加設定部 15 f にて設定された燃料添加量 Q_F に達するまで、基本的に行われる。

[0043] 燃料添加弁 22 a から排気通路 23 a に添加された燃料を着火させるためのグロープラグ 22 b は、車載の図示しない電源にオン／オフスイッチとしての ECU 15 のグロープラグ駆動部 15 h を介して接続している。従って、グロープラグ 22 b に対する通電および非通電の切り替えは、予め設定されたプログラムに従って ECU 15 のグロープラグ駆動部 15 h により制御される。

[0044] 本実施形態においては、エンジン 10 がモータリング状態、すなわちエンジン 10 の運転中にアクセルペダル 14 の開度が 0 となり、燃料噴射弁 11 から燃料が噴射されない燃料カット状態になった場合、燃料添加弁 22 a からの燃料の添加処理が実行される。しかしながら、車両の運転状態に応じて燃料添加弁 22 a から燃料を添加し、これをグロープラグ 22 b によって着火燃焼させ、エンジン 10 から排出される排気を加熱するようにしてもよい。

[0045] 従って、吸気通路 17 a から燃焼室 10 a 内に供給される吸気は、燃料噴射弁 11 から燃焼室 10 a 内に噴射される燃料と混合気を形成する。そして、ピストン 24 a の圧縮上死点近傍にて自然着火して燃焼し、これによって生成する排気が排気浄化装置 26 を通って排気管 23 から大気中に排出される。一方、エンジン 10 が燃料カット状態になると、燃料添加弁 22 a から燃料が排気通路 23 a に供給され、これによって排気通路 23 a を流れる排気の昇温を図り、排気浄化装置 26 の酸化触媒の活性状態が維持される。

[0046] 排気加熱装置 22 よりも上流側の排気管 23 には、第 1 排気温センサー 28 が配されている。この第 1 排気温センサー 28 は、エンジン 10 の燃焼室 10 a よりも下流かつ排気通路 23 a に燃料が添加される領域よりも上流に位置する排気通路 23 a を流れる排気温（以下、これを第 1 排気温と記述す

る) T_i を検出してこれをECU 15に出力する。同様に、排気加熱装置22と排気浄化装置26との間の排気管23には、第2排気温センサー29および排気圧センサー30が配されている。第2排気温センサー29は、排気通路23aに添加された燃料が燃焼する領域よりも下流かつ排気浄化装置26よりも上流に位置する排気通路23aを流れる排気の温度(以下、これを第2排気温と記述する) T_o を検出してこれをECU 15に出力する。排気圧センサー30は、排気通路23aを流れる排気の圧力 p を検出してこれをECU 15に出力する。

[0047] ECU 15の第1排気温変化率算出部15iは、排気を加熱する直前からの排気温 T_i の変化率(以下、これを第1排気温変化率と記述する) dT_i を算出し、これを燃焼率算出部15jに出力する。同様に、ECU 15の第2排気温変化率算出部15kは、排気を加熱する直前からの排気温 T_o の変化率(以下、これを第2排気温変化率と記述する) dT_o を算出し、これを燃焼率算出部15jに出力する。

[0048] 燃焼率算出部15jは、排気通路23aに添加された燃料の燃焼率 R_c を下式(7)により算出する。

[0049]
$$R_c = (C_E / Q_F) [C_S [\{1 / (z_3 \cdot \kappa_S)\} + \{1 / (z_5 \cdot \kappa_E)\}] \cdot dT_o + \Delta T_o] \cdots (7)$$

ここで、 C_E は排気の熱容量、 Q_F は供給エネルギー量、 C_S は第2排気温センサー29の熱容量、 dT_o は第2排気温変化率、 ΔT_o は第2排気温上昇量である。供給エネルギー量 Q_F は、前述したように排気通路23aに添加される燃料量に対応し、第2排気温上昇量 ΔT_o は、現時点の第2排気温 T_o から排気を加熱する直前における第2排気温 T_{o_s} を減算した値に対応する。また、 κ_S は第2排気温センサー29自体の熱伝導率、 κ_E は排気通路23aを流れる排気から第2排気温センサー29へと伝わる熱伝導率、 z_3 、 z_5 は定数である。

[0050] なお、排気の熱容量 C_E や、使用する燃料の単位質量あたりの発熱量、第2排気温センサー29の熱容量 C_S などは、予めECU 15に取得され、記憶さ

れている。また、(7)式中の $C_S[\{1/(z_3 \cdot \kappa_S)\} + \{1/(z_5 \cdot \kappa_E)\}]$ は、排気通路23aを流れる排気に関連するパラメーターZとして見なすことができるので、(7)式を先の(6)式のように表すことも可能である。すなわち

$$R_C = (C_E/Q_F)(Z \cdot dT_O + \Delta T_O) \quad \dots (6)$$

この場合、排気通路23aを流れる排気に関連するパラメーターZを $z_1 \cdot C_S$ か、 $z_2 \cdot C_S\{1/(z_3 \cdot \kappa_S)\}$ か、 $z_4 \cdot C_S\{1/(z_5 \cdot \kappa_E)\}$ の何れかとし、簡易的に燃焼率 R_C を算出することも可能である。ただし、 z_1 、 z_2 、 z_4 は定数である。

[0051] 排気通路23aを流れる排気から第2排気温センサー29へと伝わる熱伝導率 κ_E は、一般的な熱伝導率の算出手法から、ヌセルト数 N_u を変数とする関数式、すなわち $\kappa_E = a \cdot f(N_u)$ で表すことができる。また、この関数式はプラントル数 P_r およびレイノルズ数 R_e を変数とする関数式、すなわち $\kappa_E = b \cdot f(P_r, R_e)$ に変換することができる。従って、この熱伝導率 κ_E は最終的に排気通路23aを流れる排気の流速 v_E を変数とする関数式、すなわち $\kappa_E = c \cdot f(v_E)$ に置換することが可能である。つまり、(6)式におけるパラメーターZのうち、排気通路23aを流れる排気から第2排気温センサー29へと伝わる熱伝導率 κ_E は、ヌセルト数 N_u か、プラントル数 P_r およびレイノルズ数 R_e か、排気通路23aを流れる排気流速 v_E を変数とする関数式で表すことも可能である。なお、上述の関数式における $a \sim c$ は何れも定数であり、これらは何れもECU15の燃焼率算出部15jに記憶されている。

[0052] 排気通路23aを流れる排気温 T_1 、 T_O は、排気通路23aの長手方向軸線に対して直交する平面内において均一ではなく、その排気系の構成に特有の分布がある。このため、第1および第2排気温センサー28、29の検出温度を補正することが望ましい。本実施形態では、排気通路23aを流れる排気の流量 v_E および第2排気温 T_O の少なくとも一方に基づき、第1および第2排気温 T_1 、 T_O を補正するようにしている。このため、運転状態判定部15aは、図4および図5に示すような排気温補正マップを記憶しており、これに基づいて第1および第2排気温 T_1 、 T_O が補正される。本実施形態に

においては、排気温センサー 28, 29 の排気温検出部が排気管 23 の管壁近傍に配され、排気流量 v_E が増大するほど排気通路 23 a を流れる排気の混合状態が良好となるような排気系を想定している。また、排気管 23 の管壁温度によって排気中に含まれる未燃燃料や粒子成分などが管壁に付着する量が変化し、その濃度分布が排気通路 23 a の中心から放射状に変化するような排気系を対象としている。従って、図 4 および図 5 に示すような排気温補正マップは、排気系の構成や特性などに応じて適宜変更させる必要があることに注意されたい。

[0053] また、排気加熱装置 22 に流入する排気温 T_I の変化が第 2 排気温変化率 dT_O や第 2 排気温上昇量 ΔT_O に影響を与えるため、第 2 排気温変化率 dT_O および第 2 排気温上昇量 ΔT_O が排気温 T_I の変化による影響を受けないようにすることが望まれる。

[0054] 燃焼率算出部 15 j は、排気を加熱する直前からの第 2 排気温上昇量 ΔT_O から第 1 排気温上昇量 ΔT_I を減算し、これを補正後の第 2 排気温上昇量 ΔT として (7) 式に代入する。第 1 排気温上昇量 ΔT_I は、現時点の第 1 排気温 T_I から排気を加熱する直前における第 1 排気温 T_{Is} を減算した値に対応する。同様に、第 2 排気温変化率算出部 15 k にて算出される第 2 排気温変化率 dT_O から第 1 排気温変化率 dT_I を減算し、これを補正後の第 2 排気温変化率 dT として (7) 式に代入する。

[0055] 燃焼率算出部 15 j は、第 2 排気温変化率 dT_O と第 1 排気温変化率 dT_I との差 $\Delta dT (=dT_O - dT_I)$ を算出し、これが所定値 S を越えた時点で、(7) 式による燃焼率 R_O の算出を開始する。つまり、排気を加熱する直前とは、第 2 排気温変化率 dT_O と第 1 排気温変化率 dT_I との差 ΔdT が所定値 S を越えた時点のことを指す。従って、この時の第 1 および第 2 排気温 T_{Is} , T_{Os} が第 1 および第 2 排気温上昇量 ΔT_I , ΔT_O ならびに第 1 および第 2 排気温変化率 dT_I , dT_O の算出基準となる。

[0056] また、燃焼率算出部 15 j は、排気通路 23 a への燃料の添加を開始してから所定時間 t 後の排気温変化率 dT_O が予め設定した閾値 θ 以上であるか否

かを判定する。そして、排気通路 23 a への燃料の添加を開始してから所定時間 t 後の排気温度変化率 dT_o が閾値 θ 未満の場合、燃料の燃焼率 R_c を 0 と算出する。この場合、所定時間 t は、排気通路 23 a における燃料の添加領域、つまり燃料添加弁 22 a の配設位置から排気温度 T_o の検出領域、つまり第 2 排気温度センサー 29 の配設位置に至る排気の流動時間に相当する。つまり、排気通路 23 a における燃料の添加領域から排気温度 T_o の検出領域に至る排気通路 23 a の容積 A_E とし、排気通路 23 a を流れる単位時間あたりの排気の流量を q で表した場合、所定時間 t は、次式

$$t = A_E / q \quad \cdots (8)$$

で表すことができる。ここで、排気流量 q は、エアフローメーター 21 によって検出される単位時間あたりの吸気の質量 W を排気の密度 ρ で除算することによって算出されるが、排気厚を p で表すと、 ρ は

$$\rho = \{1293 / (1 + 0.00367 T_o)\} \cdot (p / 101.3)$$

で表すことができるので、(8)式を以下のように変形させることができる。

$$[0057] \quad t = (1293 p \cdot A_E) / \{101.3 W (1 + 0.00367 T_o)\} \quad \cdots (9)$$

[0058] 本実施形態における燃焼率算出部 15 j は、所定時間 t を第 2 排気温度センサー 29 によって検出される排気温度 T_o に基づいて(9)式のように補正している。

[0059] 一方、燃焼率算出部 15 j は、燃料添加設定部 15 f にて設定された量の燃料を排気通路 23 a に添加し終えてからの第 2 排気温度変化率 dT_o と第 1 排気温度変化率 dT_i との差 ΔdT を再び算出する。そして、これが所定値 F よりも小さくなった時点で、燃料の燃焼率 R_c の算出を終了する。代わりに、燃料添加設定部 15 f にて設定された量の燃料の添加に要する時間 t_P に基づき、排気を加熱する直前からカウントを開始し、これが時間 t_P に達した時点で燃料の燃焼率 R_c の算出を終了するようにしてもよい。

[0060] このような本実施形態による排気加熱処理の手順を図 5 に模式的に示す。すなわち、S11のステップにて燃料の添加要求があるか否かを判定する。

ここで、燃料の添加要求があると判定した場合には、S 1 2のステップにて現在のエンジン 1 0の運転状態に応じた燃料添加量 Q_F などの設定を行った後、グロープラグ 2 2 bに対する通電を行ってS 1 3のステップにて燃料の添加を開始する。次に、S 1 4のステップに移行して開始フラグがセットされているか否かを判定する。最初は開始フラグがセットされていないので、S 1 5のステップに移行し、第2排気温度変化率 dT_o と第1排気温度変化率 dT_i との差 ΔdT が所定値 S よりも大きいと否かを判定する。ここで、第2排気温度変化率 dT_o と第1排気温度変化率 dT_i との差 ΔdT が所定値 S 以下である、すなわち排気通路 2 3 aに添加した燃料の着火による排気温度 T_o の上昇が始まっていないと判断した場合には、最初のステップに戻ってS 1 1以降の処理を繰り返す。

[0061] 一方、S 1 5のステップにて第2排気温度変化率 dT_o と第1排気温度変化率 dT_i との差 ΔdT が所定値 S よりも大きい、すなわち排気通路 2 3 aに添加した燃料の着火による排気温度 T_o の上昇が始まっていると判断した場合には、S 1 6のステップに移行する。そして、タイマーのカウントアップを開始すると共に開始フラグをセットした後、S 1 7のステップにて燃焼率 R_c の算出を開始する。次に、S 1 8のステップタイマーのカウント値 K_N が所定時間 t に達したか否かを判定する。最初はタイマーのカウント値 K_N が所定時間 t に達していないので、最初のステップに戻ってS 1 1以降の処理を繰り返す。この場合、2回目以降ではS 1 4のステップにて開始フラグがセットされている、すなわち燃焼率 R_c の算出処理を行っているとの判断により、S 1 7のステップに移行して燃焼率 R_c の算出処理を継続することとなる。このようにして、S 1 8のステップにてタイマーのカウント値 K_N が所定時間 t に達したと判断した場合には、S 1 9のステップに移行して排気通路 2 3 aへの燃料の添加を開始してから所定時間 t 後の排気温度変化率 dT_o が閾値 θ 以上あるか否かを判定する。ここで、排気温度変化率 dT_o が閾値 θ 以上である、すなわち排気通路 2 3 aに添加した燃料が正常に燃焼していると判断した場合には、S 2 0のステップに移行して終了フラグがセットされているか否かを判定する。

最初は終了フラグがセットされていないので、S 2 1のステップに移行し、S 1 2のステップにて設定された量 Q_F の燃料が排気通路2 3 aに添加し終えたか否かを判定する。ここで、設定された量 Q_F の燃料がまだ排気通路2 3 aに添加し終わっていないと判断した場合には、最初のステップに戻り、S 1 1以降の処理を繰り返す。

[0062] 一方、設定された量 Q_F の燃料を排気通路2 3 aに添加し終えたときS 2 1のステップにて判断した場合には、S 2 2のステップに移行して終了フラグをセットし、次いでS 2 3のステップにて第2排気温度変化率 dT_o と第1排気温度変化率 dT_i との差 ΔdT が所定値Fよりも小さいか否かを判定する。ここで、第2排気温度変化率 dT_o と第1排気温度変化率 dT_i との差 ΔdT が所定値F以上である、すなわち排気通路2 3 aに添加した燃料の燃焼による影響がまだ認められると判断した場合には、最初のステップに戻ってS 1 1以降の処理を繰り返す。

[0063] S 2 3のステップにて第2排気温度変化率 dT_o と第1排気温度変化率 dT_i との差 ΔdT が所定値Fよりも小さい、すなわち排気通路2 3 aに添加した燃料の燃焼による第2排気温度 T_o の変化がなくなったと判断した場合には、S 2 4のステップに移行する。ここでは、タイマーのカウント値 K_N を0にリセットすると共に開始フラグおよび終了フラグをリセットし、燃焼率の算出を終了する。

[0064] 一方、S 1 9のステップにて第2排気温度変化率 dT_o が閾値 θ 未満である、すなわち何らかの原因で燃料の着火燃焼が起こっていないと判断した場合には、S 2 5のステップに移行して燃料の燃焼率 R_o を0と算出した後、S 2 4のステップに移行する。また、S 2 0のステップにて終了フラグがセットされていると判断した場合には、排気通路2 3 aへの燃料の添加が終わっているので、先のS 2 3のステップに移行する。そして、第2排気温度変化率 dT_o と第1排気温度変化率 dT_i との差 ΔdT が所定値Fよりも小さいか否かを判定する。さらに、S 1 1のステップにて燃料添加要求がない、すなわち排気加熱処理を行う必要がないと判断した場合には、S 2 4のステップに移行してタ

イマーのカウント値 K_N を0にリセットすると共に開始フラグおよび終了フラグをリセットし、排気加熱処理を終了する。

[0065] 本実施形態による燃焼率 R_c の計測結果を模式的に図6に表す。図6は、第2排気温 T_o の変化と燃焼率 R_c との相関を示しており、排気温 R_c の変化に追従して燃焼率 R_c が連続的に計測されていることが理解されよう。図中の二点鎖線は、未燃状態における第2排気温 T_o を模式的に表している。

[0066] なお、本発明はその請求の範囲に記載された事項のみから解釈されるべきものであり、上述した実施形態においても、本発明の概念に包含されるあらゆる変更や修正が記載した事項以外に可能である。つまり、上述した実施形態におけるすべての事項は、本発明を限定するためのものではなく、本発明とは直接的に関係のないあらゆる構成を含め、その用途や目的などに応じて任意に変更し得るものである。

符号の説明

- [0067] 10 エンジン
10a 燃焼室
11 燃料噴射弁
12 シリンダーヘッド
12a 吸気ポート
12b 排気ポート
13a 吸気弁
13b 排気弁
14 アクセルペダル
15 ECU
15a 運転状態判定部
15b 燃料噴射設定部
15c 燃料噴射弁駆動部
15d スロットル開度設定部
15e アクチュエーター駆動部

- 1 5 f 燃料添加設定部
- 1 5 g 燃料添加弁駆動部
- 1 5 h グロープラグ駆動部
- 1 5 i 第1排気温度変化率算出部
- 1 5 j 燃焼率算出部
- 1 5 k 第2排気温度変化率算出部
- 1 6 アクセル開度センサー
- 1 7 吸気管
 - 1 7 a 吸気通路
- 1 8 サージタンク
- 1 9 スロットルアクチュエーター
- 2 0 スロットル弁
- 2 1 エアフローメーター
- 2 2 排気加熱装置
 - 2 2 a 燃料添加弁
 - 2 2 b グロープラグ
- 2 3 排気管
 - 2 3 a 排気通路
- 2 4 シリンダーブロック
 - 2 4 a ピストン
 - 2 4 b 連接棒
 - 2 4 c クランク軸
- 2 5 クランク角センサー
- 2 6 排気浄化装置
- 2 7 触媒温度センサー
- 2 8 第1排気温度センサー
- 2 9 第2排気温度センサー
- 3 0 排気圧センサー

t 所定時間

F, S 所定値

K_N タイマーのカウント値

Q_F 燃料添加量（供給エネルギー量）

R_C 燃焼率

θ 閾値

ΔdT 第2排気温変化率と第1排気温変化率との差

ΔT_0 第2排気温上昇量

請求の範囲

[請求項1] 排気通路に燃料を添加し、この排気通路に添加された燃料を加熱して着火させることにより、内燃機関から排出される排気を加熱する際に、排気通路に添加された燃料の燃焼率を算出する方法であって、

排気通路に添加された燃料が燃焼する領域よりも下流側の排気通路を流れる排気温 T_o を排気温センサーにて取得するステップと、

排気の熱容量 C_E を取得するステップと、

排気通路に供給された燃料のエネルギー量 Q_F を取得するステップと、

排気を加熱する直前からの排気温 T_o の上昇量 ΔT_o を求めるステップと、

排気を加熱する直前からの排気温 T_o の変化率 dT_o を求めるステップと、

排気通路を流れる排気に関連するパラメーター Z を取得するステップと、

排気通路に添加された燃料の燃焼率 R_C を次式

$$R_C = (C_E / Q_F) (Z \cdot dT_o + \Delta T_o)$$

にて算出するステップと

を具えたことを特徴とする燃焼率算出方法。

[請求項2] 排気通路の途中に排気浄化装置が組み込まれ、燃料は排気浄化装置よりも上流側の排気通路に添加され、排気温センサーは、排気浄化装置よりも上流側の排気通路を流れる排気温 T_o を検出することを特徴とする請求項1に記載の燃焼率算出方法。

[請求項3] パラメーター Z が排気温センサー自体の熱伝導率 κ_s および排気温センサーの熱容量 C_s および排気通路を流れる排気から排気温センサーに伝わる熱伝導率 κ_E のうちの少なくとも1つを含み、 z_1 , z_2 , z_3 , z_4 , z_5 をそれぞれ定数とした場合、

$$Z = z_1 \cdot C_s \text{ か、}$$

$$Z = z_2 \cdot C_S \{1 / (z_3 \cdot \kappa_S)\} \text{か、}$$

$$Z = z_4 \cdot C_S \{1 / (z_5 \cdot \kappa_E)\} \text{か、}$$

$Z = C_S [\{1 / (z_3 \cdot \kappa_S)\} + \{1 / (z_5 \cdot \kappa_E)\}]$ であることを特徴とする請求項1に記載の燃焼率算出方法。

[請求項4] 排気通路を流れる排気の流量 v_E および排気温 T_O の少なくとも一方に基づき、排気温 T_O を補正するステップをさらに具えたことを特徴とする請求項1から請求項3の何れかに記載の燃焼率算出方法。

[請求項5] 内燃機関の燃焼室よりも下流かつ排気通路に燃料が添加される領域よりも上流に位置する排気通路を流れる排気の温度 T_I を取得するステップと、

排気を加熱する直前からの排気温 T_I の上昇量 ΔT_I を求めるステップと、

排気を加熱する直前からの排気温 T_I の変化率 dT_I を求めるステップと、

排気を加熱する直前からの排気温 T_O の上昇量 ΔT_O から排気温 T_I の上昇量 ΔT_I を減算して排気温 T_O の上昇量 ΔT_O を補正するステップと、

排気を加熱する直前からの排気温 T_O の変化率 dT_O から排気温 T_I の変化率 dT_I を減算して排気温 T_O の変化率 dT_O を補正するステップと

をさらに具えたことを特徴とする請求項1から請求項4の何れかに記載の燃焼率算出方法。

[請求項6] 排気通路を流れる排気の流量 v_E および排気温 T_O の少なくとも一方に基づき、排気温 T_I を補正するステップをさらに具えたことを特徴とする請求項5に記載の燃焼率算出方法。

[請求項7] 排気温 T_O の変化率 dT_O と排気温 T_I の変化率 dT_I との差 ΔdT を求めるステップをさらに具え、

排気を加熱する直前とは、これら変化率 dT_O と変化率 dT_I との差

ΔdT が所定値 S を越えた時点であることを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の燃焼率算出方法。

[請求項 8] 排気通路への燃料の添加を開始してから所定時間 t 後の排気温変化率 dT_0 が予め設定した閾値以上であるか否かを判定するステップをさらに具え、

排気通路への燃料の添加を開始してから所定時間 t 後の排気温 T_0 の変化率 dT_0 が閾値未満の場合、燃料の燃焼率を 0 と算出することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 の何れかに記載の燃焼率算出方法。

[請求項 9] 所定時間 t とは、排気通路における燃料の添加領域から排気温 T_0 の検出領域に至る排気の流動時間を含むことを特徴とする請求項 8 に記載の燃焼率算出方法。

[請求項 10] 排気通路における燃料の添加領域から排気温 T_0 の検出領域に至る排気通路の容積 A_E を取得するステップと、

排気通路を流れる単位時間あたりの排気の流量 q を取得するステップと、

をさらに具え、所定時間 t が

$$t = A_E / q$$

で表されることを特徴とする請求項 8 または請求項 9 に記載の燃焼率算出方法。

[請求項 11] 排気温センサーによって検出される排気温 T_0 に基づいて所定時間 t を補正するステップをさらに具えたことを特徴とする請求項 8 から請求項 10 の何れかに記載の燃焼率算出方法。

[請求項 12] 大気圧を p で表し、単位時間あたりの排気の質量を W で表した場合、所定時間 t が

$$t = (1293 p \cdot A_E) / \{101.3 W (1 + 0.00367 T_0)\}$$

により補正されることを特徴とする請求項 11 に記載の燃焼率算出方法。

[請求項 13] 排気通路への燃料の添加を終了してからの排気温 T_0 の変化率 dT_0 。

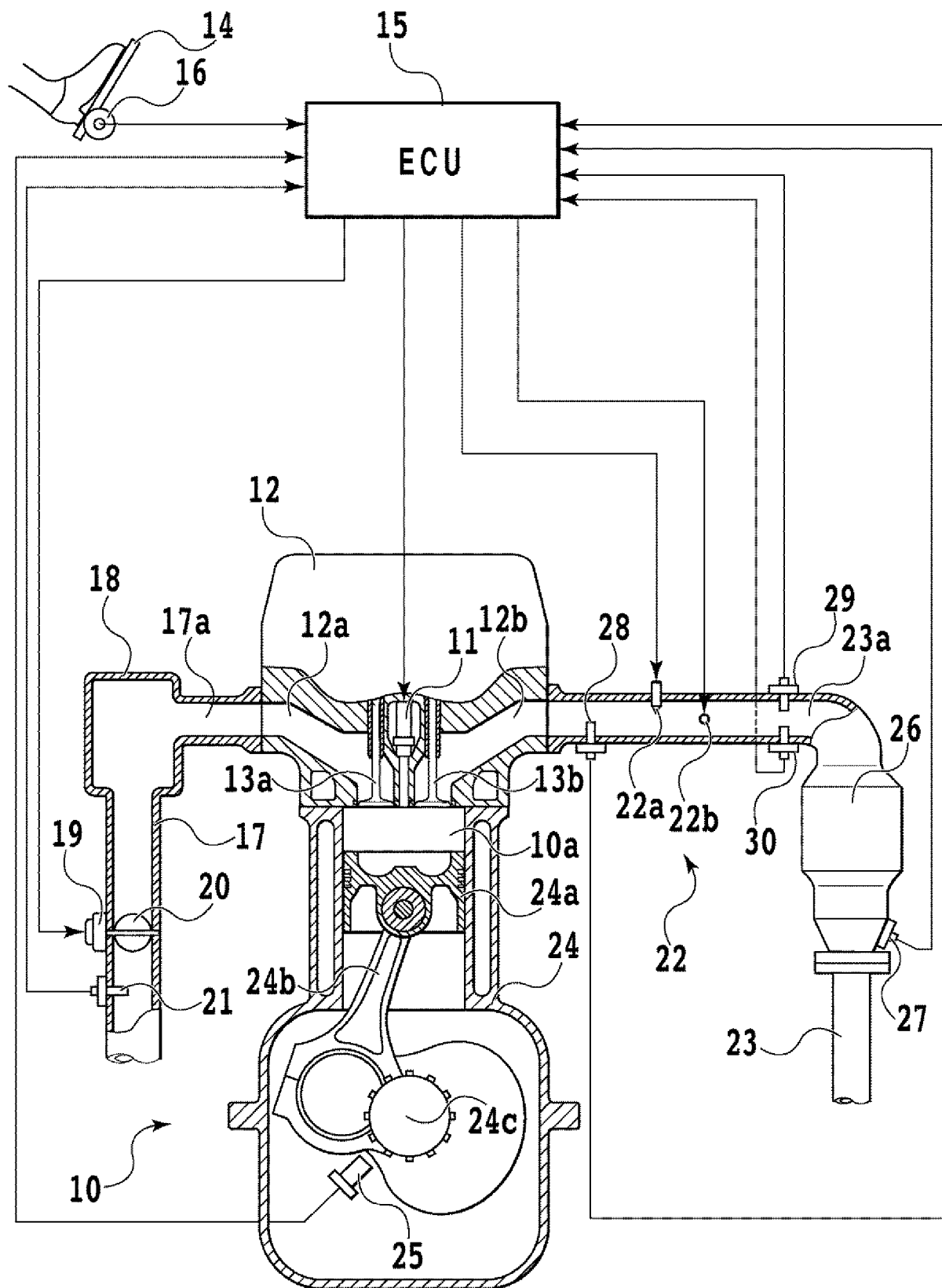
と排気温 T_i の変化率 dT_i との差 ΔdT を求めるステップをさらに具え、

燃料の燃焼率 R_c を算出するステップは、これら変化率 dT_o と変化率 dT_i との差 ΔdT が所定値 F 以下となった時点で終了することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 の何れかに記載の燃焼率算出方法。

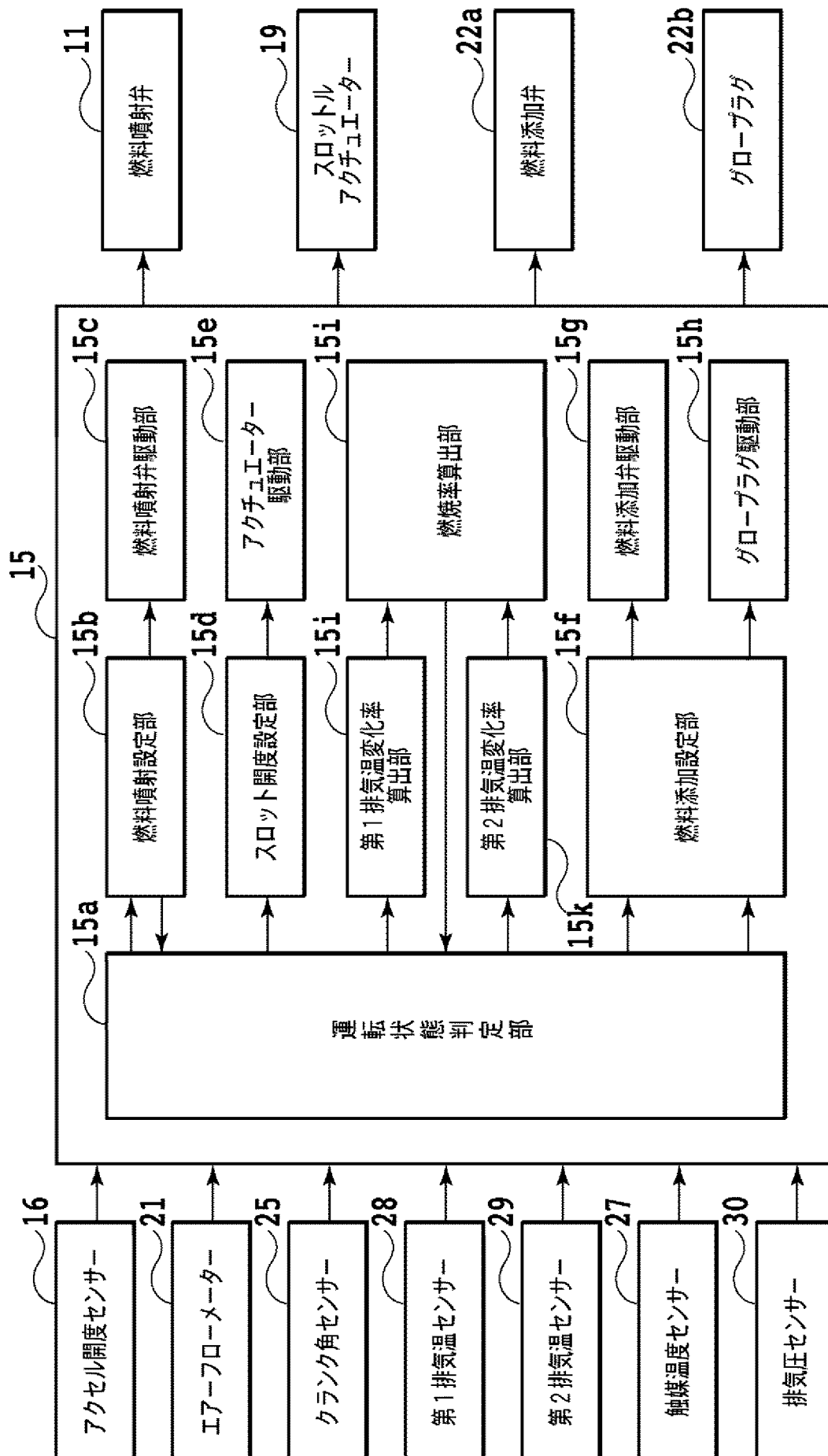
[請求項 14]

燃料の燃焼率 R_c を算出するステップは、排気を加熱する直前から排気通路への燃料の添加に要する時間が経過した時点で終了することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 の何れかに記載の燃焼率算出方法。

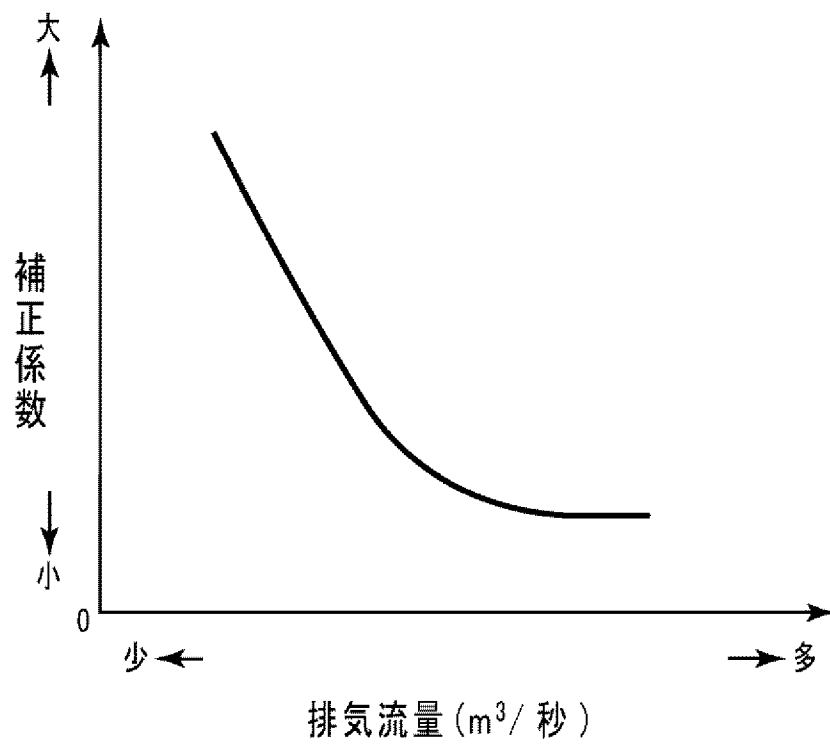
[図1]



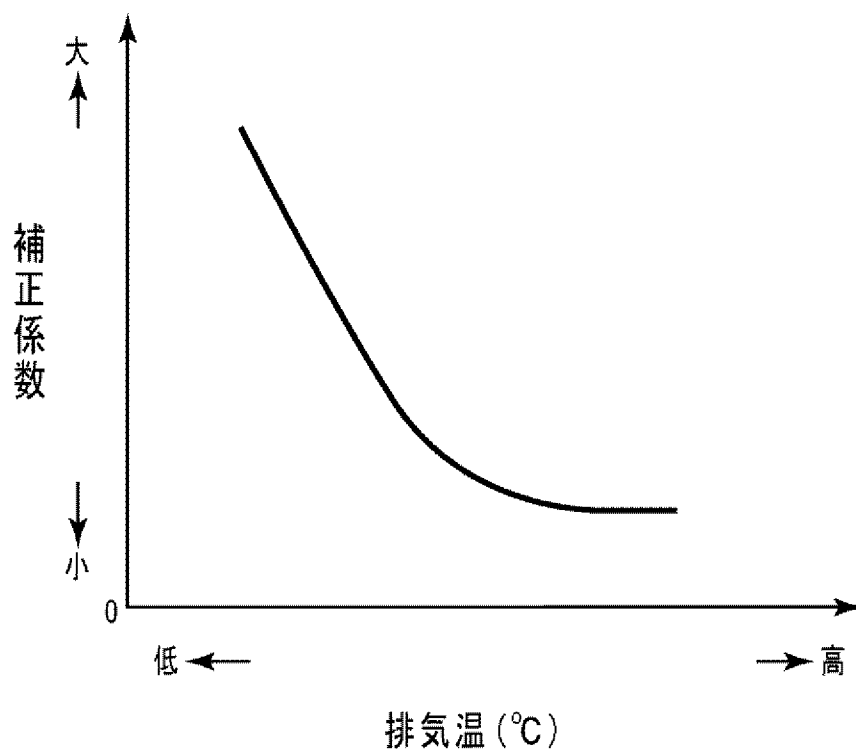
[図2]



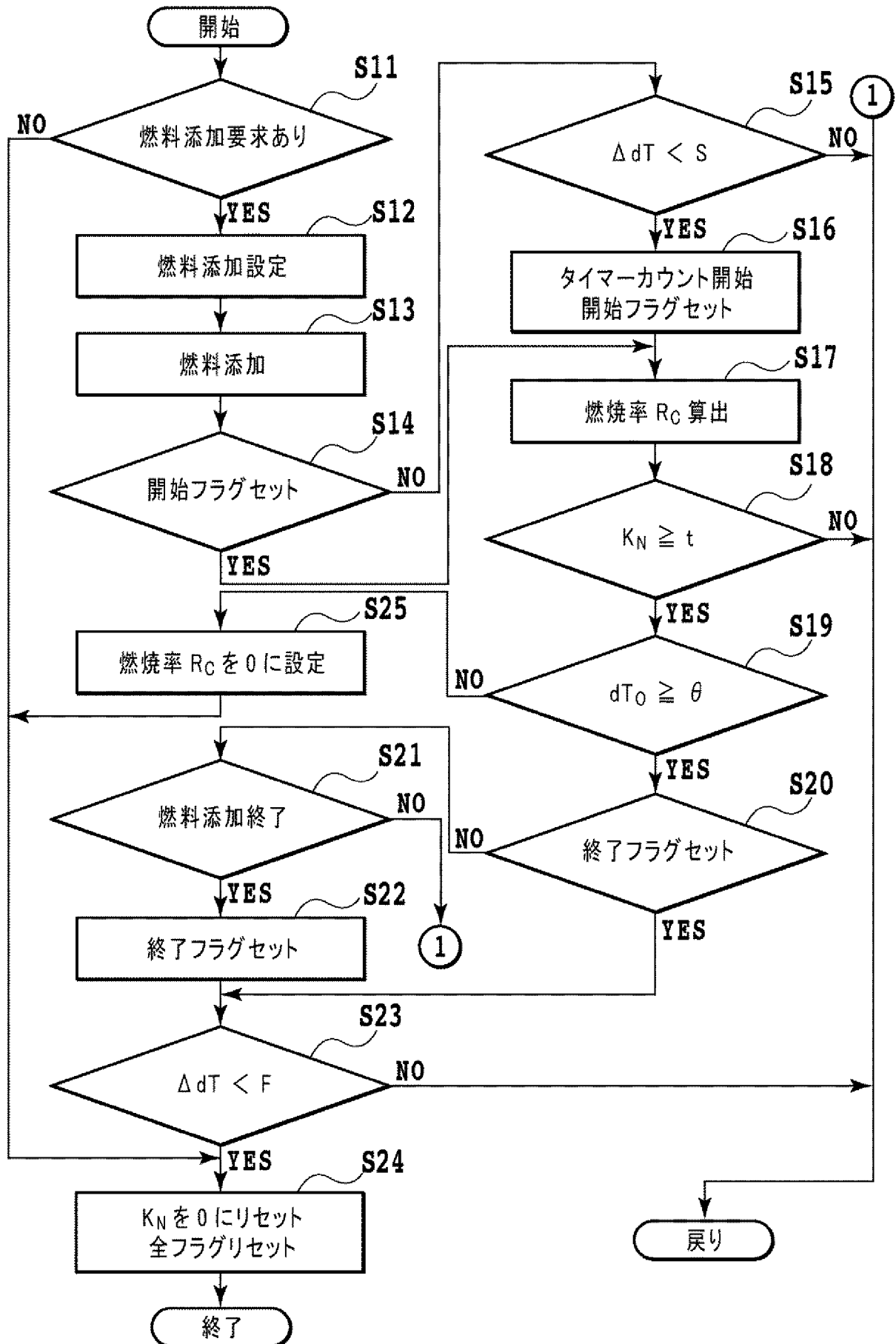
[図3]



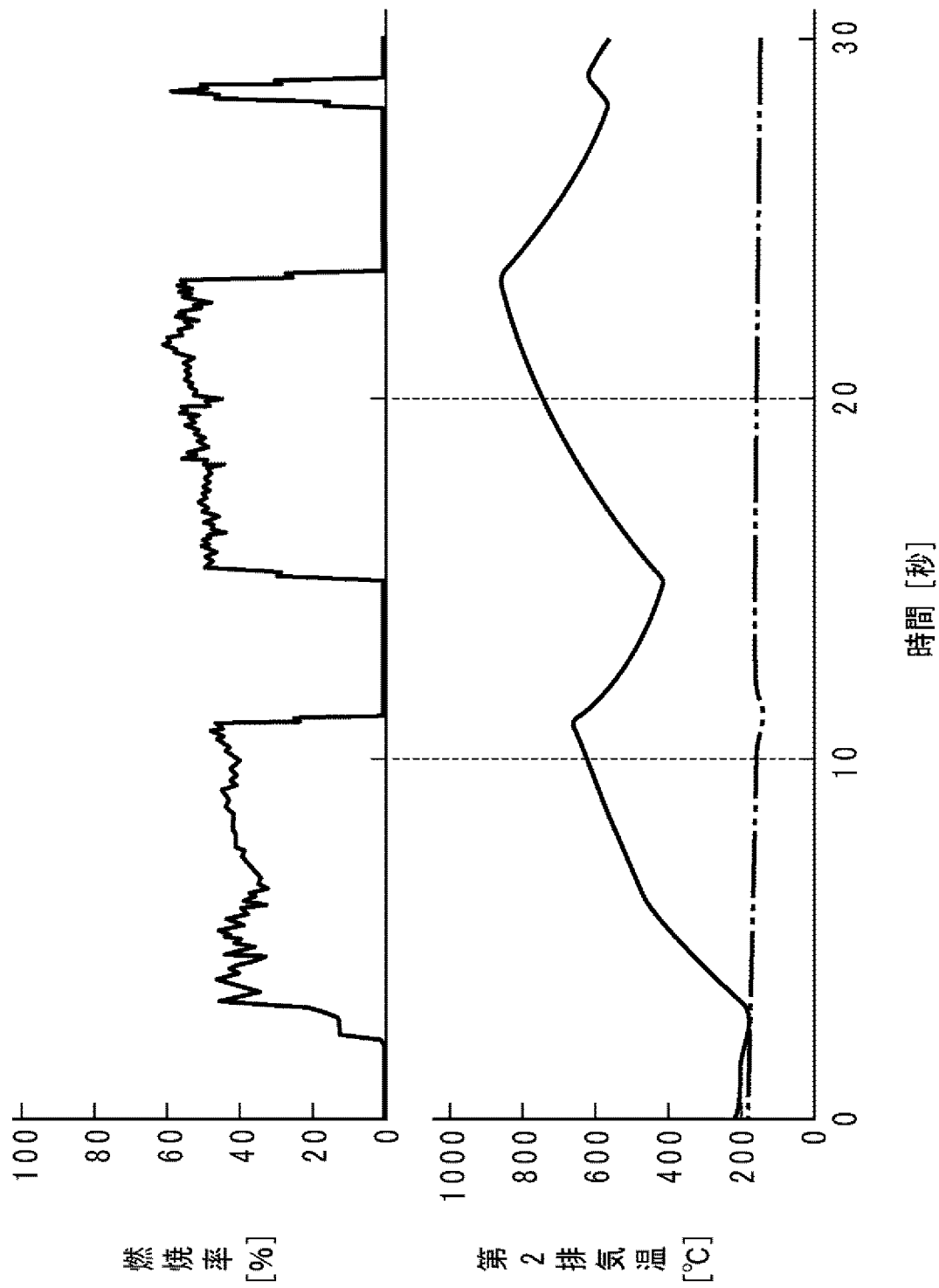
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/000222

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01N3/025(2006.01)i, F01N3/023(2006.01)i, F01N3/029(2006.01)i, F01N3/36(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)

F01N3/025, F01N3/023, F01N3/029, F01N3/36

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 2011-80399 A (Toyota Motor Corp.), 21 April 2011 (21.04.2011), paragraphs [0018] to [0041]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-14
A	JP 2010-510440 A (Renault S.A.S.), 02 April 2010 (02.04.2010), paragraphs [0009] to [0043]; fig. 1 & WO 2008/062119 A1 & DE 602007011318 D & FR 2909126 A & AT 491871 T	1-14
A	JP 2005-256633 A (Hiroshi MATSUOKA), 22 September 2005 (22.09.2005), paragraphs [0020], [0021], [0042] (Family: none)	1-4

☐ 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
04 April, 2012 (04.04.12)

Date of mailing of the international search report
17 April, 2012 (17.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F01N3/025 (2006.01)i, F01N3/023 (2006.01)i, F01N3/029 (2006.01)i, F01N3/36 (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 (I P C))

Int.Cl. F01N3/025, F01N3/023, F01N3/029, F01N3/36

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 2011-80399 A (トヨタ自動車株式会社) 2011.04.21, 段落【0018】～【0041】、図1～4 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2010-510440 A (ルノー・エス・アー・エス) 2010.04.02, 段落【0009】～【0043】、図1 & WO 2008/062119 A1 & DE 602007011318 D & FR 2909126 A & AT 491871 T	1-14
A	JP 2005-256633 A (松岡 寛) 2005.09.22,	1-4

☒ 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

0 4 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

赤間 充

3 G

3 9 2 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5

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
	段落【0020】，【0021】，【0042】（ファミリーなし）	