

(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  
2010年9月10日(10.09.2010)

PCT

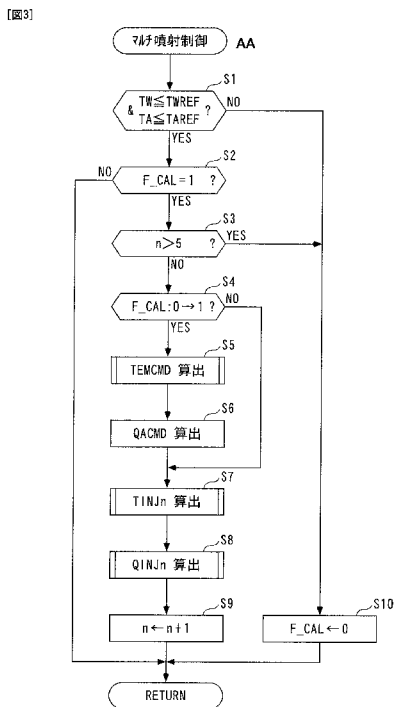
(10) 国際公開番号  
WO 2010/100965 A1

- (51) 国際特許分類:  
F02D 41/38 (2006.01) F02D 41/14 (2006.01)  
F01N 3/20 (2006.01) F02D 41/40 (2006.01)  
F01N 3/24 (2006.01) F02D 45/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/050564
- (22) 国際出願日: 2010年1月19日(19.01.2010)
- (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 2009-052929 2009年3月6日(06.03.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社(HONDA MOTOR CO., LTD.)  
[JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小堂 智史  
(KODO Satoshi) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市
- (74) 代理人: 高橋 友雄(TAKAHASHI Tomoo); 〒1080014 東京都港区芝4丁目11番5号 MSビル5階 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, RO, RS, RU, 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, LS, MW, MZ, NA, 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

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR CONTROLLING TEMPERATURE OF CATALYST

(54) 発明の名称: 触媒の温度制御装置



AA CONTROL MULTIPLE INJECTION  
 S5 CALCULATE TEMCMD  
 S6 CALCULATE QACMD  
 S7 CALCULATE TINJn  
 S8 CALCULATE QINJn

(57) Abstract: Provided is a device for controlling the temperature of a catalyst, wherein the exhaust gas characteristics can be satisfactorily maintained, and the catalyst can be rapidly activated. In a temperature control device (1) for a catalyst (10), fuel is supplied to an internal combustion engine (3) in several batches. Further, the operation states (TCAT, PMCMD, NE, QA, TA, PB, QEGR, PF) of the internal combustion engine (3) are detected, and a plurality of fuel supply timings (TINJ1 to TINJ5) by which the fuel is supplied by a fuel supply means in several batches, are set in accordance with the detected operation state of the internal combustion engine (3).

(57) 要約: 排ガスを良好に保てるとともに、触媒を速やかに活性化することができる触媒の温度制御装置を提供する。この触媒10の温度制御装置1では、内燃機関3に燃料を複数回に分割して供給する。また、内燃機関3の運転状態TCAT, PMCMD, NE, QA, TA, PB, QEGR, PFを検出するとともに、検出された内燃機関3の運転状態に応じて、燃料供給手段により燃料を分割してそれぞれ供給する複数の燃料供給タイミングTINJ1~TINJ5を設定する。

WO 2010/100965 A1

(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, 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))  
— 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

## 明 細 書

**発明の名称**：触媒の温度制御装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関から排出された排ガスを浄化する触媒の温度を制御する触媒の温度制御装置に関する。

### 背景技術

[0002] 従来この種の温度制御装置として、例えば特許文献1に開示されたものが知られている。この温度制御装置では、触媒が活性状態にないときに、内燃機関への燃料の供給を3回に分割して行い、それにより、排ガスの温度を高めることによって、触媒の温度を上昇させる。このときの燃料の供給タイミングは、1回目と2回目の間の燃料供給の間隔と、2回目と3回目の燃料供給の間隔が、互いに同じ一定の間隔になるように設定される。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2000-320386号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 一般に、同一の運転ポイントにおいて排ガスの温度が高くなるような燃焼が行われると、排ガスの温度が高くなるほど、排ガスに含まれる未燃燃料が多くなり、燃料消費量も多くなる。また、触媒が活性状態にないときには、触媒で反応することなく触媒を通過する未燃燃料の量は多くなる。これに対して、従来温度制御装置では、燃料供給を一定の等間隔で行うにすぎないため、内燃機関の運転状態によっては、複数回の燃焼期間に対応する複数の燃焼期間の間で燃焼の開始タイミングがばらつくことがある。その場合には、複数の燃焼期間の全体において燃焼状態が変動するため、排ガスの温度を精度良く制御することができない。例えば、排ガスの温度が低すぎる場合には、触媒の温度を速やかに上昇させることができないため、触媒を速やかに

活性化することができず、排ガス特性が悪化し、排ガスの温度が高すぎる場合には、上述したように排ガス中の未燃燃料が多くなるため、やはり排ガス特性が悪化する。

[0005] 本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、排ガス特性を良好に保てるとともに、触媒を速やかに活性化することができる触媒の温度制御装置を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0006] 上記の目的を達成するため、本願の請求項 1 に係る発明は、内燃機関 3 から排出された排ガスを浄化する触媒 10 の温度を制御する触媒 10 の温度制御装置 1 であって、内燃機関 3 に燃料を複数回に分割して供給する燃料供給手段（実施形態における（以下、本項において同じ）インジェクタ 4、ECU 2）と、内燃機関 3 の運転状態を検出する運転状態検出手段（クランク角センサ 26、エアフローセンサ 22、吸気温センサ 23、吸気圧センサ 24、EGR 量センサ 25、ECU 2）と、検出された内燃機関 3 の運転状態（触媒温度 T<sub>CAT</sub>、要求トルク P<sub>MCM</sub>D、エンジン回転数 N<sub>E</sub>、吸入空気量 Q<sub>A</sub>、吸気温 T<sub>A</sub>、吸気圧 P<sub>B</sub>、EGR 量 Q<sub>EGR</sub>、燃圧 P<sub>F</sub>、燃料の性状、エンジン 3 の暖機状態やグロープラグ 11 の通電状態）に応じて、燃料供給手段により燃料を分割してそれぞれ供給する複数の燃料供給タイミング（第 1～第 5 燃料噴射時期 T<sub>I</sub>NJ<sub>1</sub>～T<sub>I</sub>NJ<sub>5</sub>）を設定する燃料供給タイミング設定手段（ECU 2）と、を備えることを特徴とする。

[0007] この触媒の温度制御装置によれば、燃料供給手段により、内燃機関への燃料の供給が複数回に分割して行われる。これにより、例えば、触媒が活性状態にないときには、排ガスの温度が高められ、触媒の温度が上昇する。また、これらの複数の燃料供給タイミングは、検出された内燃機関の運転状態に応じて設定される。

[0008] 前述したように、排ガスに含まれる未燃燃料は、排ガスの温度に応じて変化する。また、複数回の燃料供給に対応する複数の燃焼期間においてそれぞれ燃焼が開始するタイミングは、燃料の供給タイミングに依存する。さらに

、燃料の供給タイミングと燃焼の開始タイミングの関係は、内燃機関の運転状態に応じて変化する。したがって、検出された内燃機関の運転状態に応じて複数の燃料供給タイミングを設定することによって、各燃焼開始タイミングを内燃機関の運転状態に応じた適切なタイミングに制御することができる。これにより、複数の燃焼期間の全体にわたって安定した燃焼状態を確保でき、排ガスの温度、ひいては触媒の温度を適切に制御することができる。その結果、触媒が活性状態にないときには、大気中に排出される未燃燃料の量を低減でき、排ガス特性を良好に保ちながら、触媒を速やかに活性化することができる。一方、触媒が活性状態にあるときには、触媒の温度および浄化能力を適切に維持しながら、排ガスの温度をできる限り低い温度に維持するため、大気中への未燃燃料の排出量を最大限、低減でき、それにより、排ガス特性を良好に保つことができる。また、排ガスの温度の不必要な上昇を回避できる分、消費燃料量を低減することができる。

[0009] 請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に記載の触媒 10 の温度制御装置 1 において、内燃機関 3 の運転状態に応じて、燃料供給手段による複数回の燃料供給に対応する複数の燃焼期間（第 1 ～ 第 5 燃焼期間）においてそれぞれ燃焼が開始する燃焼開始タイミングの目標となる複数の目標燃焼開始タイミング（第 1 ～ 第 5 目標燃焼時期 T I G 1 ～ T I G 5）を設定する目標燃焼開始タイミング設定手段（E C U 2、図 6 のステップ 4 2）と、内燃機関 3 の運転状態に応じて、複数回の燃料供給に対応する複数の燃焼の着火遅れ期間（第 1 ～ 第 5 着火遅れ期間 I G L 1 ～ I G L 5）を算出する着火遅れ期間算出手段（E C U 2）と、をさらに備え、燃料供給タイミング設定手段は、複数の目標燃焼開始タイミングから、対応する複数の着火遅れ期間をそれぞれ減算することによって、複数の燃料供給タイミングを設定することを特徴とする。

[0010] この構成によれば、内燃機関の運転状態に応じて、複数回の燃料供給に対応する複数の燃焼期間における複数の目標燃焼開始タイミングを設定し、内燃機関の運転状態に応じて、複数回の燃料供給に対応する複数の燃焼の着火

遅れ期間を算出する。そして、複数の目標燃焼開始タイミングから、対応する複数の着火遅れ期間をそれぞれ減算することによって、複数の燃料供給タイミングを設定する。

[0011] 前述したように、燃料の供給タイミングと燃焼の開始タイミングの関係は、内燃機関の運転状態に応じて変化する。これは、燃焼の着火遅れ期間が内燃機関の運転状態に応じて変化するためである。したがって、上述したように、検出された内燃機関の運転状態に応じて、複数の目標燃焼開始タイミングを設定するとともに、複数の着火遅れ期間を算出し、両者を用いて複数の燃料供給タイミングを設定することによって、設定した適切な目標燃焼開始タイミングで実際の燃焼を開始させることができる。それにより、排ガスの温度、ひいては触媒の温度を適切に制御できる結果、排ガス特性をより良好に保てるとともに、触媒を速やかに活性化することができる。

[0012] 請求項 3 に係る発明は、内燃機関 3 から排出された排ガスを浄化する触媒 10 の温度を制御する触媒 10 の温度制御装置 1 であって、内燃機関 3 に燃料を複数回に分割して供給する燃料供給手段（インジェクタ 4、ECU 2）と、燃料供給手段による複数回の燃料供給に対応する複数の燃焼期間（第 1～第 5 燃焼期間）においてそれぞれ燃焼が開始したタイミングを、複数の燃焼開始タイミング（第 1～第 5 実燃焼時期 IG1～IG5）として算出する燃焼開始タイミング算出手段（ECU 2、図 9～図 11 のステップ 73, 79, 86, 93, 100）と、内燃機関 3 の運転状態を検出する運転状態検出手段（クランク角センサ 26、アクセル開度センサ 29、ECU 2）と、検出された内燃機関 3 の運転状態（要求トルク PMCMD、目標排ガス温度 TEMCMD）に応じて、複数の燃焼開始タイミングのそれぞれの目標となる複数の目標燃焼開始タイミング（第 1～第 5 目標燃焼時期 TIG1～TIG5）を設定する目標燃焼開始タイミング設定手段（ECU 2、図 6 のステップ 42）と、算出された複数の燃焼開始タイミングがそれぞれ複数の目標燃焼開始タイミングになるように、フィードバック制御により、燃料供給手段により燃料をそれぞれ供給するタイミングを、複数の燃料供給タイミング

(第1～第5燃料噴射時期T I N J 1～T I N J 5)として設定する燃料供給タイミング設定手段( E C U 2、図3のステップ7)と、を備えることを特徴とする。

[0013] この触媒の温度制御装置によれば、燃料供給手段により、内燃機関への燃料の供給が複数回に分割して行われる。これにより、排ガスの温度を高め、触媒の温度を上昇させる。また、これらの複数回の燃料供給に対応する複数の燃焼期間においてそれぞれ燃焼が開始したタイミングを、複数の燃焼開始タイミングとして算出する。さらに、検出された内燃機関の運転状態に応じて、これらの燃焼開始タイミングのそれぞれの目標となる複数の目標燃焼開始タイミングを設定する。そして、複数の燃焼開始タイミングがそれぞれ、対応する目標燃焼開始タイミングになるように、フィードバック制御により、複数の燃料供給タイミングを設定する。

[0014] 前述したように、排ガスに含まれる未燃燃料は、排ガスの温度に応じて変化する。これに対し、本発明によれば、上述したように、各燃焼期間において算出された実際の燃焼開始タイミングが、検出された内燃機関の運転状態に応じて設定された、対応する目標燃焼開始タイミングになるように、燃料供給タイミングを設定するので、各燃焼開始タイミングを内燃機関の運転状態に応じた適切なタイミングに制御できる。これにより、複数の燃焼期間の全体にわたって安定した燃焼状態を確保でき、排ガスの温度、ひいては触媒の温度を適切に制御することができる。その結果、触媒が活性状態にないときには、大気中に排出される未燃燃料の量を低減でき、排ガス特性を良好に保ちながら、触媒を速やかに活性化することができる。一方、触媒が活性状態にあるときには、触媒の温度および浄化能力を適切に維持しながら、排ガスの温度をできる限り低い温度に維持することができるため、大気中への未燃燃料の排出量を最大限、低減でき、それにより、排ガス特性を良好に保つことができる。また、排ガスの温度の不必要な上昇を回避できる分、消費燃料量を低減することができる。

[0015] 請求項4に係る発明は、請求項2または3に記載の触媒10の温度制御装

置 1 において、目標燃焼開始タイミング設定手段は、複数の燃焼期間の間で燃焼が継続して行われるように複数の目標燃焼開始タイミングを設定することを特徴とする。

[0016] この構成によれば、各目標燃焼開始タイミングは、複数の燃焼期間の間で燃焼が継続して行われるように設定される。このため、各燃焼開始タイミングが対応する目標燃焼開始タイミングになるように複数の燃料供給タイミングを設定することによって、複数の燃焼期間の全体にわたって燃焼を途切れることなく行わせることができる。これにより、より安定した燃焼状態を確保することができ、排ガス特性を良好に保てるとともに、触媒を速やかに活性化することができる。

[0017] 請求項 5 に係る発明は、請求項 2 ないし 4 のいずれかに記載の触媒 10 の温度制御装置 1 において、排ガスの温度の目標となる目標排ガス温度 TEMCMD を設定する目標排ガス温度設定手段（ECU 2、図 4 のステップ 23、34）をさらに備え、目標燃焼開始タイミング設定手段は、設定された目標排ガス温度 TEMCMD が高いほど、複数の燃焼期間の長さがより長くなるように複数の目標燃焼開始タイミングを設定することを特徴とする。

[0018] この構成によれば、設定された目標排ガス温度が高いほど、各燃焼期間の長さがより長くなるように複数の目標燃焼開始タイミングを設定する。各燃焼期間の長さが長くなるほど、1 燃焼サイクルにおいて燃焼が行われる全体の燃焼期間も長くなるため、排ガスの温度は高くなる。したがって、上述したように、目標排ガス温度が高いほど、各燃焼期間の長さがより長くなるように目標燃焼開始タイミングを設定することによって、排ガスの温度を触媒の温度に応じて適切に制御することができる。その結果、排ガス特性をより良好に保てるとともに、触媒を速やかに活性化することができる。

[0019] 請求項 6 に係る発明は、請求項 5 に記載の触媒 10 の温度制御装置 1 において、燃料供給手段は、膨張行程の開始時付近から終了時までの所定の期間において、燃料供給を実行し、目標燃焼開始タイミング設定手段は、目標排ガス温度 TEMCMD が高いほど、複数の目標燃焼開始タイミングをより遅

角側に設定することを特徴とする。

[0020] この構成によれば、複数回の燃料供給は、膨張行程の開始時付近から終了時までの所定の期間において実行される。燃料供給を膨張行程で行う場合、排ガスの温度は、燃料供給タイミングが遅角側にあるほど、より高くなる。このような観点から、本発明によれば、目標排ガス温度が高いほど、複数の目標燃焼開始タイミングをより遅角側に設定するので、排ガスの温度を触媒の温度に応じて適切に制御でき、その結果、排ガス特性をより良好に保てるとともに、触媒を速やかに活性化することができる。

[0021] 請求項 7 に係る発明は、請求項 3 ないし 6 のいずれかに記載の触媒 10 の温度制御装置 1 において、内燃機関 3 の気筒 3 a 内の圧力を筒内圧 P C Y L として検出する筒内圧検出手段（筒内圧センサ 2 1）と、検出された筒内圧 P C Y L に基づいて、熱発生率 d Q H R を算出する熱発生率算出手段（E C U 2）と、をさらに備え、燃焼開始タイミング算出手段は、算出された熱発生率 d Q H R に基づいて、複数の燃焼開始タイミングを算出することを特徴とする。

[0022] この構成によれば、検出された筒内圧に基づいて、熱発生率が算出される。このようにして算出された熱発生率は、燃料の燃焼状態と高い相関性を有する。したがって、熱発生率に基づいて、複数の燃焼開始タイミングを適切に算出することができ、そのようにして算出した燃焼開始タイミングを用い、燃料供給タイミングを設定することにより、排ガスの温度を適切に制御でき、排ガス特性を良好に保てるとともに、触媒を速やかに活性化することができる。

[0023] 請求項 8 に係る発明は、内燃機関 3 から排出された排ガスを浄化する触媒 10 の温度を制御する触媒 10 の温度制御装置 1 であって、内燃機関 3 に燃料を複数回に分割して供給する燃料供給手段（インジェクタ 4、E C U 2）と、内燃機関 3 の気筒 3 a 内の圧力を筒内圧 P C Y L として検出する筒内圧検出手段（筒内圧センサ 2 1）と、検出された筒内圧 P C Y L に基づいて、熱発生率 d Q H R を算出する熱発生率算出手段（E C U 2）と、算出された

熱発生率  $dQHR$  の収束状態に応じて、燃料供給手段により燃料をそれぞれ供給するタイミングを、複数の燃料供給タイミングとして設定する燃料供給タイミング設定手段（ECU2）と、を備えることを特徴とする。

[0024] この触媒の温度制御装置によれば、燃料供給手段により、内燃機関への燃料の供給が複数回に分割して行われることによって、排ガスの温度を高め、触媒の温度を上昇させる。また、検出された筒内圧に基づいて算出された熱発生率の収束状態に応じて、複数の燃料供給タイミングを設定する。

[0025] 複数の燃焼期間の全体において燃焼状態が変動すると、排ガスの温度が変化する。また、燃料の燃焼の終期には、熱発生率は低下し、収束する。本発明によれば、熱発生率の収束状態に応じて、複数の燃料供給タイミングを設定するので、複数の燃焼期間の全体にわたって燃焼を途切れることなく行わせることができる。これにより、安定した燃焼状態を確保でき、排ガスの温度、ひいては触媒の温度を適切に制御することができる。その結果、触媒が活性状態にないときには、大気中に排出される未燃燃料の量を低減でき、排ガス特性を良好に保ちながら、触媒を速やかに活性化することができる。一方、触媒が活性状態にあるときには、触媒の温度および浄化能力を適切に維持しながら、排ガスの温度をできる限り低い温度に維持することができるため、大気中への未燃燃料の排出量を最大限、低減でき、それにより、排ガス特性を良好に保つことができる。また、排ガスの温度の不必要な上昇を回避できる分、消費燃料量を低減することができる。

[0026] 請求項9に係る発明は、請求項8に記載の触媒10の温度制御装置1において、排ガスの温度の目標となる目標排ガス温度  $TEM_{CMD}$  を設定する目標排ガス温度設定手段（ECU2、図4のステップ23、24）をさらに備え、燃料供給タイミング設定手段は、設定された目標排ガス温度  $TEM_{CMD}$  が高いほど、熱発生率  $dQHR$  の収束時期の前のより遅いタイミングで燃焼が開始するように、複数の燃料供給タイミングを設定することを特徴とする。

[0027] この構成によれば、設定された目標排ガス温度が高いほど、熱発生率の収

束時期の前で、かつより遅いタイミングで燃焼が開始するように燃料供給を行う。燃焼の開始タイミングが遅くなるように燃料供給を行うと、1 燃焼サイクルにおいて燃焼が行われる全体の燃焼期間も長くなるため、排ガスの温度は高くなる。したがって、上述したように、目標排ガス温度が高いほど、熱発生率の収束時期の前で、かつより遅いタイミングで燃焼が開始するように燃料供給を行うことによって、各燃焼期間を長く設定することができ、それにより、供給された燃料を確実に燃焼させることができる。その結果、未燃燃料の排出量を抑制しながら、複数の燃焼期間の全体にわたって途切れることなく、燃焼を確実に行うことができる。また、1 燃焼サイクルにおける全体の燃焼期間が長くなることによって、排ガスの温度を、目標排ガス温度に応じて適切に高めることができるので、触媒の温度を適正に制御でき、その結果、排ガス特性をより良好に保てるとともに、触媒を速やかに活性化することができる。

[0028] 請求項 10 に係る発明は、請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の触媒 10 の温度制御装置 1 において、燃料供給手段による複数回の燃料供給によるそれぞれの燃焼期間における最大燃焼速度（第 1 ～第 5 最大燃焼速度  $V_{MAX1} \sim V_{MAX5}$ ）が互いに等しくなるように、燃料供給手段による燃料の供給量および複数の燃料供給タイミングの少なくとも一方である燃料供給パラメータ（第 1 ～第 5 燃料噴射量  $Q_{INJ1} \sim Q_{INJ5}$ 、第 1 ～第 5 燃料噴射時期  $T_{INJ1} \sim T_{INJ5}$ ）を制御する制御手段をさらに備えることを特徴とする。

[0029] この構成によれば、複数回の燃料供給によるそれぞれの燃焼期間における最大燃焼速度が互いに等しくなるように制御される。この構成は、それぞれの燃焼期間に対応する最大燃焼速度の分布と、それによって得られる排ガスの温度との間に成立する以下のような関係に基づくものである。すなわち、燃焼期間が早いほど最大燃焼速度が大きい場合には、排ガスの温度が低くなり、触媒を速やかに活性化することができない。逆に、燃焼期間が遅いほど最大燃焼速度が大きい場合には、排ガスの温度が高くなり、未燃燃料が多く

なることで、排ガス特性が悪化する。また、それぞれの燃焼期間において最大燃焼速度が互いに等しい場合には、排ガスの温度と触媒の速やかな活性化をバランス良く得られることが確認された。以上のような関係に基づき、本発明によれば、複数回の燃料供給に伴う複数の燃焼期間において最大燃焼速度が互いに等しくなるように燃料供給パラメータを制御するので、排ガスの温度をより適切に制御でき、それにより、排ガス特性をより良好に保ちながら、触媒を速やかに活性化することができる。

[0030] 請求項 11 に係る発明は、請求項 10 に記載の触媒 10 の温度制御装置 1 において、排ガスの温度の目標となる目標排ガス温度  $T_{EMCMD}$  を設定する目標排ガス温度設定手段（ECU 2、図 4 のステップ 23, 24）と、目標排ガス温度  $T_{EMCMD}$  に応じて、最大燃焼速度の目標となる目標最大燃焼速度  $T_{VMAX}$  を設定する目標最大燃焼速度設定手段（ECU 2、図 8 のステップ 62）をさらに備えることを特徴とする。

[0031] この構成によれば、目標排ガス温度に応じて目標最大燃焼速度を設定するので、複数の燃焼期間における最大燃焼速度を目標最大燃焼速度になるように制御パラメータを制御することによって、排ガスの温度を目標排ガス温度に制御でき、排ガス特性をさらに良好に保ちながら、触媒を速やかに活性化することができる。

[0032] 請求項 12 に係る発明は、請求項 10 または 11 に記載の触媒 10 の温度制御装置 1 において、内燃機関 3 の気筒 3a 内の圧力を筒内圧  $P_{CYL}$  として検出する筒内圧検出手段（筒内圧センサ 21）と、検出された筒内圧  $P_{CYL}$  に基づいて、熱発生率  $dQ_{HR}$  を算出する熱発生率算出手段（ECU 2）と、をさらに備え、最大燃焼速度は、算出された熱発生率  $dQ_{HR}$  の最大値であることを特徴とする。

[0033] この構成によれば、検出された筒内圧に基づいて、熱発生率が算出される。このようにして算出された熱発生率は、燃焼速度と高い相関性を有する。したがって、熱発生率の最大値を最大燃焼速度として用い、前述した制御を行うことによって、排ガスの温度を適切に制御でき、排ガス特性を良好に保

ちながら、触媒を速やかに活性化することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0034] [図1]本発明を適用した内燃機関の構成を概略的に示す図である。
- [図2]温度制御装置の概略構成を示すブロック図である。
- [図3]本発明の第1実施形態によるマルチ噴射制御処理を示すメインフローである。
- [図4]目標排ガス温度の算出処理を示すサブルーチンである。
- [図5]燃料噴射時期の算出処理を示すサブルーチンである。
- [図6]燃料噴射時期のフィードバック補正値の算出処理を示すサブルーチンである。
- [図7]燃料噴射量の算出処理を示すサブルーチンである。
- [図8]燃料噴射量のフィードバック補正値の算出処理を示すサブルーチンである。
- [図9]実燃焼時期の算出処理の一部を示すサブルーチンである。
- [図10]図9の残りを示すサブルーチンである。
- [図11]図9のさらに残りを示すサブルーチンである。
- [図12]マルチ噴射による第1～第5燃焼期間における最大燃焼速度と実燃焼時期の一例を示す図である。
- [図13]本発明の第2実施形態によるマルチ噴射制御処理を示すメインフローである。

### 発明を実施するための形態

- [0035] 以下、図面を参照しながら、本発明の好ましい実施形態を詳細に説明する。図2に示すように、本実施形態による温度制御装置1は、後述する触媒10の温度制御を含む各種の制御を実行するためのECU2を備えており、図1に示す内燃機関（以下「エンジン」という）3に適用される。エンジン3は、車両（図示せず）に搭載されたディーゼルエンジンであり、例えば4つの気筒3a（1つのみ図示）を有している。

- [0036] エンジン3のシリンダヘッド3bには、燃料噴射弁（以下「インジェクタ

」という) 4 およびグロープラグ 11 が、燃焼室 3c に臨むように取り付けられている。このインジェクタ 4 の開弁時間および開弁タイミングは、ECU 2 からの駆動信号によって制御され、それにより、燃料噴射量および燃料噴射時期が制御される。また、エンジン 3 では、エンジン 3 が冷間運転状態にないときには、吸気行程から圧縮行程までの間に燃料を 1 回のみ噴射するシングル噴射が実行される。また、エンジン 3 が冷間運転状態にあるときには、圧縮行程から膨張行程までの所定の期間に燃料を噴射するマルチ噴射が実行される。このマルチ噴射による燃料の噴射は、複数回 (例えば 5 回) に分割して行われる。

[0037] グロープラグ 11 は、気筒 3a 内の着火を補助するためのものである。このグロープラグ 11 は、電極を介してバッテリー (いずれも図示せず) に接続されており、バッテリーから供給される電力によって発熱し、気筒 3a 内を加熱する。グロープラグ 11 の通電タイミングおよび通電時間は、ECU 2 からの制御信号によって制御される。

[0038] グロープラグ 11 には、筒内圧センサ 21 が取り付けられている (図 2 参照)。この筒内圧センサ 21 は、エンジン 3 の気筒 3a 内の圧力の変化量 (以下「筒内圧変化量」という) DP を検出し、その検出信号を ECU 2 に出力する。ECU 2 は、筒内圧変化量 DP に基づいて、筒内圧 PCYL を算出する。

[0039] エンジン 3 には、ターボチャージャ 7 が設けられている。このターボチャージャ 7 は、吸気通路 5 に設けられたコンプレッサブレード 7a と、排気通路 6 に設けられ、コンプレッサブレード 7a と一体に回転するタービンブレード 7b と、複数の可変ベーン 7c (2 つのみ図示) と、可変ベーン 7c を駆動するベーンアクチュエータ 7d などを備えている。

[0040] このターボチャージャ 7 では、排気通路 6 を流れる排ガスによってタービンブレード 7b が回転駆動されると、これと一体のコンプレッサブレード 7a も同時に回転することによって、吸気を過給する過給動作が行われる。

[0041] 可変ベーン 7c は、タービンブレード 7b を収容するハウジング (図示せ

ず)の壁部に回動自在に取り付けられており、ベーンアクチュエータ7dに機械的に連結されている。可変ベーン7cの開度は、ECU2により、ベーンアクチュエータ7dを介して制御される。これにより、タービンブレード7bに吹き付けられる排ガスの量が増加するに伴い、タービンブレード7bおよびコンプレッサブレード7aの回転速度が増加することによって、過給圧が制御される。

[0042] また、吸気通路5には、上流側から順に、エアフローセンサ22、吸気温度センサ23、スロットル弁機構8および吸気圧センサ24が設けられている。エアフローセンサ22および吸気温度センサ23は、コンプレッサブレード7aよりも上流側に設けられており、エンジン3に吸入される吸入空気量 $Q_A$ および吸気通路5内の温度(以下「吸気温度」という)  $T_A$ をそれぞれ検出し、それらを表す検出信号をECU2に出力する。吸気圧センサ24は、吸気通路5内の圧力(以下「吸気圧」という)  $P_B$ を検出し、それを表す検出信号をECU2に出力する。

[0043] スロットル弁機構8は、スロットル弁8aおよびこれを駆動するTHアクチュエータ8bなどを備えている。スロットル弁8aは、吸気通路5内に回動自在に設けられている。THアクチュエータ8bは、モータと減速ギヤ機構(いずれも図示せず)を組み合わせたものである。スロットル弁8aの開度は、ECU2により、THアクチュエータ8bを介して制御され、これにより、スロットル弁8aを通過する吸入空気量が制御される。

[0044] エンジン3には、EGR装置9が設けられている。このEGR装置9は、排気通路6に排出された排ガスの一部を吸気通路5に還流させるものであり、吸気通路5のコンプレッサブレード7aよりも下流側と排気通路6のタービンブレード7bよりも上流側に接続されたEGR通路9aと、このEGR通路9aを開閉するEGR制御弁9bなどで構成されている。

[0045] EGR制御弁9bは、そのリフトが最大値と最小値の間で連続的に変化する電磁弁で構成され、ECU2に電氣的に接続されている。ECU2は、EGR制御弁9bを介して、EGR通路9aの開度を変化させることにより、

EGR通路9 aを介して還流する排ガスの還流量（以下「EGR量」という）を制御する。

[0046] また、EGR通路9 aには、EGR量センサ25が設けられている。このEGR量センサ25は、EGR通路9 a内を通過するEGR量 $Q_{EGR}$ を検出し、それを表す検出信号をECU2に出力する。

[0047] また、エンジン3には、クランク角センサ26が設けられている。このクランク角センサ26は、マグネットロータ26 aおよびMREピックアップ26 bで構成されており、クランクシャフト3 dの回転に伴い、パルス信号であるCRK信号およびTDC信号をECU2に出力する。

[0048] CRK信号は、所定クランク角（例えば $1^\circ$ ）ごとに出力される。ECU2は、このCRK信号に基づき、エンジン3の回転数（以下「エンジン回転数」という）NEを算出する。また、TDC信号は、各気筒3 aのピストンが吸気行程の開始時の上死点よりも若干、手前の所定のクランク角位置にあることを表す信号であり、本実施形態のようにエンジン3が4気筒の場合には、クランク角 $180^\circ$ ごとに出力される。

[0049] また、エンジン3には、気筒判別センサ（図示せず）が設けられている。この気筒判別センサは、気筒3 aを判別するためのパルス信号である気筒判別信号を、ECU2に出力する。ECU2は、これらの気筒判別信号、CRK信号およびTDC信号に基づいて、クランク角CAを気筒3 aごとに算出する。具体的には、このクランク角CAは、TDC信号の発生時に値0にリセットされ、 $1^\circ$ ごとに出力されるCRK信号が発生するごとにインクリメントされる。

[0050] エンジン3の本体には、水温センサ27が設けられている。この水温センサ27は、エンジン3のシリンダブロック（図示せず）内を循環する冷却水の温度（以下「エンジン水温」という）TWを検出し、それを表す検出信号をECU2に出力する。

[0051] 前述した触媒10は、排気通路6のタービンブレード7 bよりも下流側に設けられている。この触媒10は、例えば酸化触媒で構成されており、その

温度が所定の活性温度  $T_{CATREF}$  よりも高いときに、活性状態に保たれ、排気通路 6 を流れる排ガス中の HC や CO を酸化させることによって、排ガスを浄化する。

[0052] また、排気通路 6 には、触媒前排ガス温度センサ 28 および触媒後排ガス温度センサ 29 が設けられている。触媒前排ガス温度センサ 28 は、触媒 10 のすぐ上流側の排ガスの温度（以下「触媒前排ガス温度」という） $T_{CATB}$  を検出し、それを表す検出信号を ECU 2 に出力する。触媒後排ガス温度センサ 29 は、触媒 10 のすぐ下流側の排ガスの温度（以下「触媒後排ガス温度」という） $T_{CATA}$  を検出し、それを表す検出信号を ECU 2 に出力する。

[0053] さらに、ECU 2 には、アクセル開度センサ 30 から、車両のアクセルペダル（図示せず）の踏み込み量（以下「アクセル開度」という）AP を表す検出信号が、燃圧センサ 31 から、インジェクタ 4 から噴射される燃料の圧力（以下「燃圧」という）PF を表す検出信号が、それぞれ出力される。

[0054] ECU 2 は、CPU、RAM、ROM および I/O インターフェース（いずれも図示せず）などから成るマイクロコンピュータで構成されている。ECU 2 は、前述した各種のセンサ 21 ~ 31 の検出信号などに応じて、エンジン 3 の運転状態を判別するとともに、判別した運転状態に応じて、前述したシングル噴射およびマルチ噴射を含む燃料噴射制御処理を実行する。この燃料噴射制御は、気筒判別信号に基づいて、気筒 3a ごとに行われるため、以下では、説明の便宜上、1 つの気筒 3a について説明を行うものとする。

[0055] シングル噴射による燃料噴射時期および燃料噴射量は、エンジン回転数 NE および要求トルク PMCMD に応じ、それぞれの所定のマップ（いずれも図示せず）を検索することによって算出される。この要求トルク PMCMD は、エンジン回転数 NE およびアクセル開度 AP に応じ、所定のマップ（図示せず）を検索することによって算出される。

[0056] なお、本実施形態では、ECU 2 が、燃料供給手段、運転状態検出手段、燃料供給タイミング設定手段、燃焼開始タイミング算出手段、目標燃焼開始

タイミング設定手段、目標排ガス温度設定手段、熱発生率算出手段、制御手段および目標最大燃焼速度設定手段に相当する。

[0057] 図3は、本発明の第1実施形態によるマルチ噴射を制御するマルチ噴射制御処理を示すフローチャートである。本処理は、TDC信号の発生間隔よりも短い所定の周期で実行される。なお、以下の説明では、マルチ噴射による1回目～5回目の燃料噴射の時期をそれぞれ第1～第5燃料噴射時期 $T_{INJ1}$ ～ $T_{INJ5}$ とし、1回目～5回目の燃料噴射によって噴射される燃料噴射量をそれぞれ第1～第5燃料噴射量 $Q_{INJ1}$ ～ $Q_{INJ5}$ とし、これらの第1～第5燃料噴射時期 $T_{INJ1}$ ～ $T_{INJ5}$ および第1～第5燃料噴射量 $Q_{INJ1}$ ～ $Q_{INJ5}$ を適宜、燃料噴射時期 $T_{INJn}$ および燃料噴射量 $Q_{INJn}$ という。両者の添え字 $n$ は、マルチ噴射による燃料の噴射回数（何回目の噴射であるか（ $n=1\sim5$ ））を表す。

[0058] 本処理では、まずステップ1（「S1」と図示。以下同じ）において、エンジン水温 $T_W$ が所定温度 $T_{WREF}$ 以下で、かつ吸気温度 $T_A$ が所定温度 $T_{AREF}$ 以下であるか否かを判別する。この判別結果がYESのときには、エンジン3が冷間運転状態にあると判定し、マルチ噴射による燃料噴射時期 $T_{INJn}$ および燃料噴射量 $Q_{INJn}$ の算出中であることを表す算出中フラグ $F\_CAL$ が「1」であるか否かを判別する（ステップ2）。この算出中フラグ $F\_CAL$ は、TDC信号の発生に同期して「1」にセットされるものである。また、このTDC信号の発生に同期して、前記噴射回数 $n$ が値1に初期化される。

[0059] このステップ2の判別結果がYESのときには、噴射回数 $n$ が値5よりも大きいか否かを判別する（ステップ3）。この判別結果がNOのときには、算出中フラグ $F\_CAL$ が前回と今回の間で「0」から「1」に変化したか否かを判別する（ステップ4）。

[0060] この判別結果がYESのとき、すなわち算出中フラグ $F\_CAL$ が「1」にセットされた最初のループのときには、目標排ガス温度 $T_{EMCMD}$ を算出する（ステップ5）。

- [0061] 図4は、この目標排ガス温度 $T_{EMCMD}$ の算出処理を示すサブルーチンである。本処理では、まずステップ21において、触媒前排ガス温度センサ28および触媒後排ガス温度センサ29でそれぞれ検出された触媒前排ガス温度 $T_{CATB}$ および触媒後排ガス温度 $T_{CATA}$ に基づいて、触媒10の温度（以下「触媒温度」という） $T_{CAT}$ を推定する。具体的には、触媒温度 $T_{CAT}$ は、触媒前排ガス温度 $T_{CATB}$ と触媒後排ガス温度 $T_{CATA}$ との加重平均によって算出される。
- [0062] 次に、算出された触媒温度 $T_{CAT}$ が前記活性温度 $T_{CATREF}$ 以下であるか否かを判別する（ステップ22）。この判別結果がYESで、触媒温度 $T_{CAT}$ が活性温度 $T_{CATREF}$ 以下のときには、触媒10が活性状態にないと判定して、触媒温度 $T_{CAT}$ に第1所定温度 $T_{REF1}$ （例えば20度）を加算した値を目標排ガス温度 $T_{EMCMD}$ として設定し（ステップ23）、本処理を終了する。
- [0063] 一方、ステップ22の判別結果がNOで、触媒温度 $T_{CAT}$ が活性温度 $T_{CATREF}$ よりも高いときには、触媒10が活性状態にあると判定して、活性温度 $T_{CATREF}$ から第2所定温度 $T_{REF2}$ （例えば10度）を減算した値を目標排ガス温度 $T_{EMCMD}$ として設定し（ステップ24）、本処理を終了する。
- [0064] 図3に戻り、前記ステップ5に続くステップ6では、算出した目標排ガス温度 $T_{EMCMD}$ に応じ、所定のマップ（図示せず）を検索することによって、目標吸入空気量 $Q_{ACMD}$ を算出する。検出された吸入空気量 $Q_A$ がこの目標吸入空気量 $Q_{ACMD}$ になるように、THアクチュエータ8bが制御されることで、吸入空気量 $Q_A$ が目標吸入空気量 $Q_{ACMD}$ に収束するようにフィードバック制御される。
- [0065] 次いで、噴射次数 $n$ に対する燃料噴射時期 $T_{INJn}$ を算出する（ステップ7）とともに、燃料噴射量 $Q_{INJn}$ を算出する（ステップ8）。これらの算出処理については後述する。なお、燃料噴射時期 $T_{INJn}$ は、燃料が噴射されるとき crank 角 $CA$ で表される。前述したように、噴射次数 $n$

は、算出中フラグF\_CALと同様、TDC信号の発生に同期して値1にリセットされるため、前記ステップ4の判別結果がYESのときには、噴射回数 $n=1$ になり、それに応じて、ステップ7および8では、燃料噴射時期 $T_{INJn}$ および燃料噴射量 $Q_{INJn}$ として、第1燃料噴射時期 $T_{INJ1}$ および第1燃料噴射量 $Q_{INJ1}$ がそれぞれ算出される。

[0066] そして、噴射回数 $n$ をインクリメントし（ステップ9）、本処理を終了する。このステップ9の実行により、次のループでは、噴射回数 $n=2$ になるとともに、前記ステップ4の判別結果がNOになり、その場合には、前記ステップ5および6をスキップし、前記ステップ7に進み、燃料噴射時期 $T_{INJn}$ および燃料噴射量 $Q_{INJn}$ として、第2燃料噴射時期 $T_{INJ2}$ および第2燃料噴射量 $Q_{INJ2}$ をそれぞれ算出する。その後、前記ステップ9を実行し、本処理を終了する。

[0067] その後、前記ステップ7および8が繰り返し実行されることによって、第3～第5燃料噴射時期 $T_{INJ3} \sim T_{INJ5}$ および第3～第5燃料噴射量 $Q_{INJ3} \sim Q_{INJ5}$ が順次、算出される。また、第5燃料噴射時期 $T_{INJ5}$ および第5燃料噴射量 $Q_{INJ5}$ の算出の終了直後には、前記ステップ9の実行により、噴射回数 $n$ が値5を上回ることで、前記ステップ3の判別結果がYESになる。その場合には、第1～第5燃料噴射時期 $T_{INJ1} \sim T_{INJ5}$ および第1～第5燃料噴射量 $Q_{INJ1} \sim Q_{INJ5}$ のすべての算出が終了したとして、算出中フラグF\_CALを「0」にリセットし（ステップ10）、本処理を終了する。このステップ10の実行により、前記ステップ2の判別結果がNOになり、その場合には、本処理をそのまま終了する。

[0068] 一方、前記ステップ1の判別結果がNOのとき、すなわちエンジン水温 $TW$ が所定温度 $TW_{REF}$ よりも高いとき、または吸気温度 $TA$ が所定温度 $TA_{REF}$ よりも高いときには、エンジン水温 $TW$ や吸気温度 $TA$ が比較的高く、エンジン3が冷間運転状態にないと判定し、前記ステップ10を実行し、本処理を終了する。

- [0069] 以上のようにして算出された第1～第5燃料噴射時期 $T_{INJ1} \sim T_{INJ5}$ および第1～第5燃料噴射量 $Q_{INJ1} \sim Q_{INJ5}$ に基づいて、インジェクタ4の開弁タイミングおよび開弁時間を制御することによって、マルチ噴射による5回の分割噴射が実行される。
- [0070] 図5は、前記ステップ7で実行される燃料噴射時期 $T_{INJn}$ の算出処理を示すサブルーチンである。なお、第1～第5燃料噴射時期 $T_{INJ1} \sim T_{INJ5}$ の算出方法は、基本的には互いに同じであるため、以下では、噴射次数 $n=1$ 、すなわち第1燃料噴射時期 $T_{INJ1}$ の場合を中心として説明を行うものとする。
- [0071] 本処理では、まずステップ31において、燃料噴射時期の基本値 $T_{INJBASEn}$ を算出する。具体的には、エンジン回転数 $NE$ 、要求トルク $PM_{CMD}$ 、目標吸入空気量 $Q_{ACMD}$ 、および前記ステップ23または24で算出された目標排ガス温度 $T_{EM_{CMD}}$ に応じ、所定の第1燃料噴射時期マップ（図示せず）を検索することによって、燃料噴射時期の第1基本値 $T_{INJBASE1}$ を算出する。この第1燃料噴射時期マップでは、第1基本値 $T_{INJBASE1}$ は、燃料の良好な着火性を確保するために、膨張行程の開始時付近に設定されており、より詳しくは、目標吸入空気量 $Q_{ACMD}$ が少ないほど、より進角側に設定されている。また、第1基本値 $T_{INJBASE1}$ は、エンジン回転数 $NE$ が低いほど、また要求トルク $PM_{CMD}$ が低いほど、より低い温度状態にある排ガスの温度を上昇させるために、より遅角側に設定されている。
- [0072] 次に、第1環境補正值 $C_{ENV1}$ を算出する（ステップ32）。この第1環境補正值 $C_{ENVn}$ の算出は、吸気温度 $T_A$ 、吸気圧 $P_B$ 、EGR量 $Q_{EGR}$ 、燃圧 $P_F$ 、燃料の性状、エンジン3の暖機状態やグロープラグ11の通電状態などに応じ、それぞれの所定のマップ（図示せず）を検索することによって、補正值をそれぞれ算出するとともに、これらの補正值を互に加算することによって行われる。なお、上記の燃料の性状は、例えばシングル噴射による燃料の実際の燃焼開始タイミングと目標燃焼開始タイミングに応じ

て算出され、エンジン3の暖機状態は、始動時からの燃料噴射量の積算値などにより推定された気筒3aの壁面温度などに応じて判定される。

[0073] 次に、第1フィードバック補正值CFBI1を後述するようにして算出する(ステップ33)。そして、算出した第1基本値TINJBASE1に、第1環境補正值CENV1および第1フィードバック補正值CFBI1を加算することによって、第1燃料噴射時期TINJ1を算出し(ステップ34)、本処理を終了する。

[0074] また、噴射次数 $n=2$ の場合には、第1燃料噴射時期TINJ1の場合と同様にして、前記ステップ31~34において、第2燃料噴射時期TINJ2を算出する。具体的には、ステップ31において、エンジン回転数NE、要求トルクPMCMD、目標吸入空気量QACMDおよび目標排ガス温度TEMCMDに応じ、所定の第2燃料噴射時期マップ(図示せず)を検索することによって、燃料噴射時期の第2基本値TINJBASE2を算出する。次に、吸気温TA、吸気圧PB、EGR量QEGR、燃圧PFや燃料の性状などに応じて、第2環境補正值CENV2を算出するとともに、第2フィードバック補正值CFBI2を算出する(ステップ32および33)。そして、第2基本値TINJBASE2に、第2環境補正值CENV2および第2フィードバック補正值CFBI2を加算することによって、第2燃料噴射時期TINJ2を算出する(ステップ34)。

[0075] 同様に、噴射次数 $n=3\sim 5$ の場合には、エンジン回転数NEなどに応じて、所定の第3~第5燃料噴射時期マップ(いずれも図示せず)を検索することによって、燃料噴射時期の第3~第5基本値TINJBASE3~TINJBASE5をそれぞれ算出する(ステップ31)。

[0076] 次に、算出した第3~第5基本値TINJBASE3~TINJBASE5に、ステップ32で算出した第3~第5環境補正值CENV3~CENV5、およびステップ33で算出した第3~第5フィードバック補正值CENV3~CENV5をそれぞれ加算することによって、第3~第5燃料噴射時期TINJ3~TINJ5を算出する(ステップ34)。

- [0077] 図6は、前記ステップ33で実行されるフィードバック補正值 $CFBI_n$ の算出処理を示すサブルーチンである。なお、第1～第5フィードバック補正值 $CFBI_1 \sim CFBI_5$ の算出方法は、基本的には互いに同じであるため、以下では、噴射回数 $n=1$ 、すなわち第1フィードバック補正值 $CFBI_1$ の場合を中心として説明を行うものとする。
- [0078] 本処理では、まずステップ41において、1回目の燃料噴射による燃料が実際に燃焼を開始した時期を第1実燃焼時期 $IG_1$ として算出する。この算出処理については後述する。
- [0079] 次に、目標排ガス温度 $TEMCMD$ および要求トルク $PMCMD$ に応じ、所定のマップ（図示せず）を検索することによって、第1実燃焼時期 $IG_1$ の目標となる第1目標燃焼時期 $TIG_1$ を算出する（ステップ42）。
- [0080] 次いで、算出した第1実燃焼時期 $IG_1$ および第1目標燃焼時期 $TIG_1$ に応じて、燃料噴射時期の第1フィードバック補正值 $CFBI_1$ を算出し（ステップ43）、本処理を終了する。この第1フィードバック補正值 $CFBI_1$ の算出は、第1実燃焼時期 $IG_1$ が第1目標燃焼時期 $TIG_1$ に収束するよう、例えばPIDフィードバック制御によって行われる。
- [0081] 以下、噴射回数 $n=2 \sim 5$ の場合にも、第1フィードバック補正值 $CFBI_1$ の場合と同様、第2～第5実燃焼時期 $IG_2 \sim IG_5$ を算出する（ステップ41）とともに、目標排ガス温度 $TEMCMD$ などに応じ、それぞれの所定のマップを検索することによって、第2～第5目標燃焼時期 $TIG_2 \sim TIG_5$ を算出する（ステップ42）。そして、これらの第2～第5実燃焼時期 $IG_2 \sim IG_5$ および第2～第5目標燃焼時期 $TIG_2 \sim TIG_5$ に応じて、第2～第5フィードバック補正值 $CFBI_2 \sim CFBI_5$ をそれぞれ算出する（ステップ43）。
- [0082] なお、これらのマップでは、第1～第5目標燃焼時期 $TIG_1 \sim TIG_5$ は、後述する第1燃焼期間の開始時から第5燃焼期間の終了時までの間で（図12参照）、燃焼が継続して行われるように設定されている。また、第1～第5目標燃焼時期 $TIG_1 \sim TIG_5$ は、目標排ガス温度 $TEMCMD$ が

高いほど、第1～第5燃焼期間のそれぞれの長さが長くなるように設定されている。これは、第1～第5燃焼期間が長いほど、1燃焼サイクルにおける全体の燃焼期間が長くなることで、排ガスの温度をより上昇させることができるからである。

[0083] 図7は、前記ステップ8で実行される燃料噴射量 $Q_{INJn}$ の算出処理のサブルーチンを示している。なお、第1～第5燃料噴射量 $Q_{INJ1} \sim Q_{INJ5}$ の算出方法は、基本的に互いに同じであるため、以下では、噴射回数 $n=1$ 、すなわち第1燃料噴射量 $Q_{INJ1}$ の場合を中心として説明を行うものとする。

[0084] 本処理では、まずステップ51において、エンジン回転数 $NE$ 、要求トルク $PMCMD$ 、目標排ガス温度 $TEMCMD$ および第1燃料噴射時期 $T_{INJ1}$ に応じ、所定の第1燃料噴射量マップ（図示せず）を検索することによって、燃料噴射量の第1基本値 $Q_{INJBASE1}$ を算出する。

[0085] 次に、第1フィードバック補正值 $CFBQ1$ を後述するようにして算出する（ステップ52）。そして、算出した第1基本値 $Q_{INJBASE1}$ に第1フィードバック補正值 $CFBQ1$ を加算することによって、第1燃料噴射量 $Q_{INJ1}$ を算出し（ステップ53）、本処理を終了する。

[0086] 以下、噴射回数 $n=2 \sim 5$ の場合にも、第1燃料噴射量 $Q_{INJ1}$ の場合と同様、第2～第5燃料噴射時期 $T_{INJ2} \sim T_{INJ5}$ などに応じ、所定の第2～第5燃料噴射量マップ（いずれも図示せず）を検索することによって、燃料噴射量の第2～第5基本値 $Q_{INJBASE2} \sim Q_{INJBASE5}$ をそれぞれ算出し（ステップ51）、これらの第2～第5基本値 $Q_{INJBASE2} \sim Q_{INJBASE5}$ に、ステップ52で算出した第2～第5フィードバック補正值 $CFBQ2 \sim CFBQ5$ を加算することによって、第2～第5燃料噴射量 $Q_{INJ2} \sim Q_{INJ5}$ を算出する（ステップ53）。なお、上記の第1～第5燃料噴射量マップでは、第1～第5基本値 $Q_{INJBASE1} \sim Q_{INJBASE5}$ はそれぞれ、目標排ガス温度 $TEMCMD$ が高いほど、より大きな値に設定されている。

- [0087] 図8は、前記ステップ52で実行されるフィードバック補正值 $CFBQ_n$ の算出処理を示すサブルーチンである。本処理では、まずステップ61において、噴射回数 $n$ が値1であるか否かを判別する。この判別結果がYESのときには、目標排ガス温度 $TEM_{CMD}$ および要求トルク $PMC_{CMD}$ に応じ、所定のマップ（図示せず）を検索することによって、目標最大燃焼速度 $TV_{MAX}$ を算出する（ステップ62）。
- [0088] 次に、第1燃焼期間における第1最大燃焼速度 $V_{MAX1}$ を読み込む（ステップ63）。この第1最大燃焼速度 $V_{MAX1}$ は、後述する実燃焼時期 $IG_n$ の算出サブルーチンにおいて、実燃焼時期 $IG_n$ と併せて算出される。そして、算出した目標最大燃焼速度 $TV_{MAX}$ および第1最大燃焼速度 $V_{MAX1}$ に応じて、燃料噴射量の第1フィードバック補正值 $CFBQ_1$ を算出し（ステップ64）、本処理を終了する。このフィードバック補正值 $CFBQ_n$ の算出は、第1最大燃焼速度 $V_{MAX1}$ が目標最大燃焼速度 $TV_{MAX}$ に収束するよう、例えばPIDフィードバック制御によって行われる。
- [0089] 一方、前記ステップ61の判別結果がNOのとき、すなわち噴射回数 $n=2\sim5$ のときには、前記ステップ62をスキップし、前記ステップ63以降を実行することによって、第2～第5フィードバック補正值 $CFBQ_2\sim CFBQ_5$ をそれぞれ算出する。
- [0090] 具体的には、第1フィードバック補正值 $CFBQ_1$ の場合と同様、第2～第5燃焼期間における第2～第5最大燃焼速度 $V_{MAX2}\sim V_{MAX5}$ を読み込み（ステップ63）、これらの第2～第5最大燃焼速度 $V_{MAX2}\sim V_{MAX5}$ 、および前記ステップ62で算出した目標最大燃焼速度 $TV_{MAX}$ に応じて、第2～第5フィードバック補正值 $CFBQ_2\sim CFBQ_5$ を算出する（ステップ64）。
- [0091] 図9～図11は、前記ステップ41で実行される実燃焼時期 $IG_n$ の算出処理を示すサブルーチンである。本処理は、第1～第5燃焼期間において実燃焼時期 $IG_n$ を、最大燃焼速度 $V_{MAX_n}$ と併せて算出するものである。また、これらの第1～第5燃焼期間はそれぞれ、図12に示すように、第1

および第2燃料噴射時期TINJ1, TINJ2の間の期間、第2および第3燃料噴射時期TINJ2, TINJ3の間の期間、第3および第4燃料噴射時期TINJ3, TINJ4の間の期間、第4および第5燃料噴射時期TINJ4, TINJ5の間の期間、ならびに第5燃料噴射時期TINJ5と所定クランク角CAREFとの間の期間として定義される。

[0092] 本処理では、まずステップ71において、第1燃焼期間フラグF\_LINJ1が「1」であるか否かを判別する。この第1燃焼期間フラグF\_LINJ1は、第1燃焼期間内にあるときに「1」にセットされるものである。このステップ71の判別結果がYESで、第1燃焼期間内のときには、第1燃焼期間フラグF\_LINJ1が前回と今回の間で「0」から「1」に変化したか否かを判別する（ステップ72）。この判別結果がYESで、1回目の燃料噴射の開始直後には、後述する熱発生率dQHRが上昇し始めたタイミングを検出し、このタイミングを第1実燃焼時期IG1として算出した（ステップ73）後、ステップ74に進む。

[0093] 一方、ステップ72の判別結果がNOのときには、前記ステップ73をスキップし、ステップ74に進む。

[0094] このステップ74では、熱発生率dQHRがその前回値dQHRZ以上であるか否かを判別する。この熱発生率dQHRは、単位クランク角当たりの熱発生量であり、筒内圧センサ21で検出された筒内圧PCYLを用い、次式（1）に従って算出される。

$$dQHR = (\kappa \times PCYL \times 1000 \times dV\theta + dPCYL \times 1000 \times V\theta) / (\kappa - 1) \quad \dots (1)$$

dQHR : 熱発生率

$\kappa$  : 混合気の比熱比

PCYL : 筒内圧

dV $\theta$  : 筒内容積変化率

dPCYL : 筒内圧変化率

V $\theta$  : 筒内容積

ここで、比熱比 $\kappa$ は所定値（例えば1.34）に設定されている。また、

筒内容積変化率  $dV/\theta$  および筒内容積  $V/\theta$  は、いずれもクランク角  $CA$  に基づいて算出される。

- [0095] ステップ74の判別結果がYESで、 $dQHR \geq dQHRZ$ のときには、そのときの熱発生量  $dQHR$  を第1最大燃焼速度  $VMAX1$  として設定し（ステップ75）、本処理を終了する。
- [0096] 一方、ステップ74の判別結果がNOで、 $dQHR < dQHRZ$ のときには、本処理をそのまま終了する。以上のように、熱発生率  $dQHR$  がその前回値  $dQHRZ$  以上である限り、第1最大燃焼速度  $VMAX1$  が更新されるため、第1最大燃焼速度  $VMAX1$  は、第1燃焼期間における熱発生率  $dQHR$  の最大値に相当する（図12参照）。
- [0097] 一方、前記ステップ71の判別結果がNOで、第1燃焼期間でないときには、第2燃焼期間フラグ  $F\_LINJ2$  が「1」であるか否かを判別する（ステップ76）。この第2燃焼期間フラグ  $F\_LINJ2$  は、第2燃焼期間内にあるときに「1」にセットされるものである。このステップ76の判別結果がYESで、第2燃焼期間内のときには、第2燃焼開始フラグ  $F\_INJ2$  が「1」であるか否かを判別する（ステップ77）。この第2燃焼開始フラグ  $F\_INJ2$ 、および後述する第3～第5燃焼開始フラグ  $F\_INJ3 \sim F\_INJ5$  は、第2～第5燃焼期間のそれぞれにおいて燃焼が開始したことを表し、TDC信号の発生に同期して「0」にリセットされるものである。
- [0098] このステップ77の判別結果がNOのときには、熱発生率  $dQHR$  がその前回値  $dQHRZ$  以下であるか否かを判別する（ステップ78）。この判別結果がYESで、熱発生率  $dQHR$  が低下しているときには、そのときのクランク角  $CA$  を第2実燃焼時期  $IG2$  として設定した（ステップ79）後、ステップ80に進む。
- [0099] 一方、ステップ78の判別結果がNOで、熱発生率  $dQHR$  がその前回値  $dQHRZ$  よりも大きくなり、上昇し始めたときには、2回目の燃料噴射による燃料の燃焼が開始されたと判定し、第2燃焼開始フラグ  $F\_INJ2$  を

「1」にセットし（ステップ82）、ステップ80に進む。

[0100] このステップ82の実行により、前記ステップ77の判別結果がYESになり、その場合には、ステップ80にそのまま進む。

[0101] このステップ80では、熱発生率 $dQHR$ がその前回値 $dQHRZ$ 以上であるか否かを判別する。この判別結果がYESのときには、そのときの熱発生率 $dQHR$ を第2最大燃焼速度 $VMAX2$ として設定した（ステップ81）後、本処理を終了する。一方、ステップ80の判別結果がNOのときには、本処理をそのまま終了する。

[0102] 以上のように、第2燃焼期間内にあるときには、第2燃焼開始フラグ $F\_INJ2=1$ が成立するまでの間、すなわち2回目の燃料噴射が実行されてから燃料が燃焼し始めるまでの間、 $dQHR \leq dQHRZ$ が成立する限り、第2実燃焼時期 $IG2$ が更新される。これにより、図12に示すように、第2実燃焼時期 $IG2$ は、第2燃焼期間において燃料が燃焼し始めるまでの間に熱発生率 $dQHR$ が最小値を示すときのクランク角 $CA$ に相当する。また、 $dQHR \geq dQHRZ$ が成立する限り、第2最大燃焼速度 $VMAX2$ が更新されるため、第2最大燃焼速度 $VMAX2$ は、第2燃焼期間における熱発生率 $dQHR$ の最大値に相当する。

[0103] 一方、前記ステップ76の判別結果がNOで、第2燃焼期間でないときには、第3燃焼期間フラグ $F\_LINJ3$ が「1」であるか否かを判別する（ステップ83）。この第3燃焼期間フラグ $F\_LINJ3$ は、第3燃焼期間内にあるときに「1」にセットされるものである。このステップ83の判別結果がYESで、第3燃焼期間内のときには、第3燃焼期間に対し、前記ステップ77～82と同様の処理をステップ84～89において行うことによって、第3実燃焼時期 $IG3$ および第3最大燃焼速度 $VMAX3$ を算出する。

[0104] 具体的には、まずステップ84において、第3燃焼開始フラグ $F\_INJ3$ が「1」であるか否かを判別する。この判別結果がNOのときには、3回目の燃料噴射による燃料の燃焼が開始されていないと判定し、熱発生率 $dQ$

HRがその前回値 $dQHRZ$ 以下であるか否かを判別する（ステップ85）。この判別結果がYESのときには、そのときのクランク角CAを第3実燃焼時期IG3として設定した（ステップ86）後、ステップ87に進む一方、ステップ85の判別結果がNOのときには、3回目の燃料噴射による燃料の燃焼が開始されたと判定し、第3燃焼開始フラグF\_INJ3を「1」にセットした（ステップ89）後、ステップ87に進む。

[0105] このステップ89の実行により、前記ステップ84の判別結果がYESになり、その場合には、ステップ87にそのまま進む。

[0106] このステップ87では、熱発生率 $dQHR$ がその前回値 $dQHRZ$ 以上であるか否かを判別する。この判別結果がYESのときには、そのときの熱発生率 $dQHR$ を第3最大燃焼速度 $VMAX3$ として設定した（ステップ88）後、本処理を終了する一方、ステップ87の判別結果がNOのときには、本処理をそのまま終了する。

[0107] 以上のように、第3燃焼期間においても、第2燃焼期間の場合と同様、3回目の燃料噴射が実行されてから燃料が燃焼し始めるまでの間、 $dQHR \leq dQHRZ$ が成立する限り、第3実燃焼時期IG3が更新されるため、図12に示すように、第3実燃焼時期IG3は、第3燃焼期間において燃料が燃焼し始めるまでの間に熱発生率 $dQHR$ が最小値を示すときのクランク角CAに相当する。また、 $dQHR \geq dQHRZ$ が成立する限り、第3最大燃焼速度 $VMAX3$ が更新されるため、第3最大燃焼速度 $VMAX3$ は、第3燃焼期間における熱発生率 $dQHR$ の最大値に相当する。

[0108] 一方、前記ステップ83の判別結果がNOで、第3燃焼期間でないときには、第4燃焼期間フラグF\_LINJ4が「1」であるか否かを判別する（ステップ90）。この第4燃焼期間フラグF\_LINJ4は、第4燃焼期間内にあるときに「1」にセットされるものである。このステップ90の判別結果がYESで、第4燃焼期間内のときには、第4燃焼期間に対し、前記ステップ77～82および前記ステップ84～89と同様の処理を、ステップ91～96において行うことによって、第4実燃焼時期IG4および第4最

大燃焼速度  $V_{MAX4}$  を算出した後、本処理を終了する。

[0109] 以上のように、第4燃焼期間においても、第2および第3燃焼期間の場合と同様、第4実燃焼時期  $I_{G4}$  および第4最大燃焼速度  $V_{MAX4}$  が更新されることにより、図12に示すように、第4実燃焼時期  $I_{G4}$  は、第4燃焼期間において燃料が燃焼し始めるまでの間に熱発生率  $dQ_{HR}$  が最小値を示すときのクランク角  $CA$  に相当し、第4最大燃焼速度  $V_{MAX4}$  は、第4燃焼期間における熱発生率  $dQ_{HR}$  の最大値に相当する。

[0110] 一方、前記ステップ90の判別結果がNOで、第4燃焼期間でないときには、第5燃焼期間フラグ  $F\_LINJ5$  が「1」であるか否かを判別する（ステップ97）。この第5燃焼期間フラグ  $F\_LINJ5$  は、第5燃焼期間内にあるときに「1」にセットされるものである。このステップ97の判別結果がYESで、第5燃焼期間内のときには、第5燃焼期間に対し、前記ステップ77～82などと同様の処理を、ステップ98～103において行うことによって、第5実燃焼時期  $I_{G5}$  および第5最大燃焼速度  $V_{MAX5}$  を算出した後、本処理を終了する。

[0111] 以上のように、第5燃焼期間においても、第2燃焼期間などの場合と同様、図12に示すように、第5実燃焼時期  $I_{G5}$  は、第5燃焼期間において燃料が燃焼し始めるまでの間に熱発生率  $dQ_{HR}$  が最小値を示すときのクランク角  $CA$  に相当し、第5最大燃焼速度  $V_{MAX5}$  は、第5燃焼期間における熱発生率  $dQ_{HR}$  の最大値に相当する。

[0112] 一方、前記ステップ97の判別結果がNOで、第1～第5燃焼期間のいずれでもないときには、本処理をそのまま終了する。

[0113] 以上のようにして第1～第5燃焼期間において算出された実燃焼時期  $I_{Gn}$  と最大燃焼速度  $V_{MAXn}$ 、および目標燃焼時期  $T_{IGN}$  と目標最大燃焼速度  $T_{VMAXn}$  を用い、図6のステップ43および図8のステップ64において、第1～第5フィードバック補正值  $CFBI1 \sim CFBI5$ 、 $CFBQ1 \sim CFBQ5$  を算出することによって、各燃焼期間において実燃焼時期  $I_{Gn}$  および最大燃焼速度  $V_{MAXn}$  が目標燃焼時期  $T_{IGN}$  および目標最

大燃焼速度 $T_{VMAX}$ に収束するように制御される。

[0114] 以上のように、第1実施形態によれば、第1～第5実燃焼時期 $T_{IG1} \sim T_{IG5}$ が、第1～第5目標燃焼時期 $T_{IG1} \sim T_{IG5}$ に収束するように、フィードバック制御により、第1～第5燃料噴射時期 $T_{INJ1} \sim T_{INJ5}$ を設定する。また、第1～第5目標燃焼時期 $T_{IG1} \sim T_{IG5}$ は、目標排ガス温度 $T_{EMCMD}$ および要求トルク $P_{MCMD}$ をパラメータとし、これらのパラメータに応じて設定される。したがって、第1～第5燃料噴射時期 $T_{INJ1} \sim T_{INJ5}$ を、上記のパラメータに応じた適切なタイミングに制御できる。その結果、触媒10が活性状態にないときには、大気中に排出される未燃燃料の量を低減でき、排ガス特性を良好に保ちながら、触媒を速やかに活性化することができる。一方、触媒10が活性状態にあるときには、触媒10の温度および浄化能力を適切に維持しながら、排ガスの温度をできる限り低い温度に維持することができるため、大気中への未燃燃料の排出量を最大限、低減でき、それにより、排ガス特性を良好に保つことができる。また、排ガスの温度の不必要な上昇を回避できる分、消費燃料量を低減することができる。

[0115] また、第1～第5目標燃焼開始時期 $T_{IG1} \sim T_{IG5}$ は、第1～第5燃焼期間の間で燃焼が継続して行われるように設定される。したがって、これらの第1～第5燃焼期間の全体にわたって燃焼を途切れることなく行わせることができ、より安定した燃焼状態を確保することができる結果、排ガス特性を良好に保てるとともに、触媒10を速やかに活性化することができる。

[0116] さらに、算出された触媒温度 $T_{CAT}$ に応じて目標排ガス温度 $T_{EMCMD}$ を設定するので、そのときの触媒10の温度に適した目標排ガス温度 $T_{EMCMD}$ を設定することができる。また、この目標排ガス温度 $T_{EMCMD}$ が高いほど、各燃焼期間の長さがより長くなるように第1～第5目標燃焼時期を設定するので、排ガスの温度を触媒10の温度に応じて適切に制御でき、排ガス特性をより良好に保てるとともに、触媒を速やかに活性化することができる。

- [0117] また、アフター噴射による5回の分割噴射を、膨張行程の開始時付近から終了時までの所定の期間において実行するとともに、目標排ガス温度 $TEM_{CMD}$ が高いほど、第1～第5目標燃焼時期 $TIG_1 \sim TIG_5$ をより遅角側に設定するので、排ガス特性をより良好に保てるとともに、触媒10を速やかに活性化することができる。
- [0118] さらに、検出された筒内圧 $PCYL$ に基づいて算出された熱発生率 $dQHR$ に基づいて、第1～第5燃焼時期 $IG_1 \sim IG_5$ を適切に算出することができる。したがって、これらの第1～第5燃焼時期 $IG_1 \sim IG_5$ を用い、第1～第5燃料噴射時期 $TINJ_1 \sim TINJ_5$ を設定するので、排ガスの温度を適切に制御でき、排ガス特性を良好に保てるとともに、触媒10を速やかに活性化することができる。
- [0119] また、目標排ガス温度 $TEM_{CMD}$ に応じて目標最大燃焼速度 $TVMAX$ を設定する（ステップ62）とともに、第1～第5最大燃焼速度 $VMAX_1 \sim VMAX_5$ が同一の目標最大燃焼速度 $TVMAX$ に収束するようにフィードバック制御が行われる（ステップ64）。したがって、第1～第5燃焼期間において第1～第5最大燃焼速度 $VMAX_1 \sim VMAX_5$ が互いに等しくなるように燃料噴射量 $QINJ_n$ が制御される（ステップ51～53）。このため、排ガスの温度をより適切に制御でき、それにより、排ガス特性をより良好に保ちながら、触媒10を速やかに活性化することができる。
- [0120] さらに、検出された筒内圧 $PCYL$ に基づいて算出された熱発生率 $dQHR$ の最大値を最大燃焼速度 $VMAX_n$ として用い、これに応じて燃料噴射量 $QINJ_n$ を制御するので、排ガスの温度を適切に制御でき、排ガス特性を良好に保ちながら、触媒10を速やかに活性化することができる。
- [0121] 図13は、本発明の第2実施形態によるマルチ噴射制御処理のフローチャートを示している。この第2実施形態では、第1実施形態と比較し、図13のステップ200の燃料噴射時期 $TINJ_n$ とステップ201の燃料噴射量 $QINJ_n$ の算出方法のみが異なる。すなわち、前述した第1実施形態では、実燃焼時期 $IG_n$ が目標燃焼時期 $TIG_n$ になるように、フィードバック

的に燃料噴射時期 $T_{INJn}$ を算出するのに対し、第2実施形態では、燃料噴射時期 $T_{INJn}$ をフィードフォワード的に算出する。また、第1実施形態では、最大燃焼速度 $V_{MAXn}$ が目標最大燃焼速度 $T_{VMAX}$ になるように、フィードバック的に燃料噴射量 $Q_{INJn}$ を算出するのに対し、第2実施形態では、燃料噴射量 $Q_{INJn}$ をフィードフォワード的に算出する。

[0122] 具体的には、ステップ200において、第1着火遅れ期間 $I_{GL1}$ を算出する。この第1着火遅れ期間 $I_{GL1}$ は、1回目の燃料噴射に伴う着火遅れ期間であり、エンジン回転数 $NE$ 、吸入空気量 $Q_A$ 、吸気温 $T_A$ 、吸気圧 $P_B$ 、EGR量 $Q_{EGR}$ 、燃圧 $P_F$ 、燃料の性状、エンジン3の暖機状態やグロープラグ11の通電状態などに応じて算出される。次に、第1目標燃焼時期 $T_{IG1}$ から第1着火遅れ期間 $I_{GL1}$ を減算する(= $T_{IG1} - I_{GL1}$ )ことによって、第1燃料噴射時期 $T_{INJ1}$ を算出する。また、噴射次数 $n=2$ の場合には、第2目標燃焼時期 $T_{IG2}$ から、第1着火遅れ期間 $I_{GL1}$ の算出に用いられたものと同様のパラメータに応じて算出された第2着火遅れ期間 $I_{GL2}$ を減算することによって、第2燃料噴射時期 $T_{INJ2}$ を算出する。さらに、噴射次数 $n=3\sim 5$ の場合には、第3～第5目標燃焼時期 $T_{IG3}\sim T_{IG5}$ から、上述したと同様の手法で算出された第3～第5着火遅れ期間 $I_{GL3}\sim I_{GL5}$ を減算することによって、第3～第5燃焼噴射時期 $T_{INJ3}\sim T_{INJ5}$ を算出する。

[0123] また、ステップ201において、エンジン回転数 $NE$ 、要求トルク $PM_{CMD}$ 、目標排ガス温度 $TEM_{CMD}$ および第1燃料噴射時期 $T_{INJ1}$ に応じ、所定の第1燃料噴射量マップ(図示せず)を検索することによって、第1燃料噴射量 $Q_{INJ1}$ を算出する。噴射次数 $n=2\sim 5$ の場合には、エンジン回転数 $NE$ や第2～第5燃料噴射時期 $T_{INJ2}\sim T_{INJ5}$ に応じ、所定の第2～第5燃料噴射量マップ(いずれも図示せず)を検索することによって、第2～第5燃料噴射量 $Q_{INJ2}\sim Q_{INJ5}$ を算出する。以上のように、第2実施形態では、エンジン回転数 $NE$ などのエンジン3の運転状態に応じ、フィードフォワード制御によって、マルチ噴射による5回の燃料

噴射時期  $T_{INJn}$  および燃料噴射量  $Q_{INJn}$  が設定される。

[0124] 以上のように、第2実施形態によれば、エンジン3の運転状態に応じ、フィードフォワード制御によって、燃料噴射時期  $T_{INJn}$  を設定するので、第1～第5実燃焼時期  $I_{G1} \sim I_{G5}$  をエンジン3の運転状態に応じて適切にタイミングに制御できる。その結果、触媒10が活性状態にないときには、大気中に排出される未燃燃料の量を低減でき、排ガス特性を良好に保ちながら、触媒を速やかに活性化することができる。一方、触媒10が活性状態にあるときには、触媒10の温度および浄化能力を適切に維持しながら、排ガスの温度をできる限り低い温度に維持することができるため、大気中への未燃燃料の排出量を最大限、低減でき、それにより、排ガス特性を良好に保つことができる。また、排ガスの温度の不必要な上昇を回避できる分、消費燃料量を低減することができる。

[0125] なお、本発明は、説明した実施形態に限定されることなく、種々の態様で実施することができる。例えば、第1実施形態では、燃料噴射時期  $T_{INJn}$  の設定を、実燃焼時期  $I_{Gn}$  が目標燃焼時期  $T_{IGN}$  に収束するように行っているが、他の手法によって行ってもよく、例えば熱発生率  $dQ_{HR}$  の収束状態に応じて行ってもよい。この場合には、例えば、第1燃焼期間における第1最大燃焼速度  $V_{MAX1}$  の算出後に、熱発生率  $dQ_{HR}$  が所定値を下回ったタイミングを算出し、このタイミングに第2実燃焼時期  $I_{G2}$  が一致するように第2燃料噴射時期  $T_{INJ2}$  が設定される。このことは、第3～第5燃料噴射時期  $T_{INJ3} \sim T_{INJ5}$  を設定する場合についても同様である。このように、熱発生率  $dQ_{HR}$  を用いて燃料噴射時期  $T_{INJn}$  を設定するので、燃料噴射時期  $T_{INJn}$  が燃焼状態に応じた適切なタイミングに設定され、第1～第5燃焼期間の全体にわたって燃焼を継続して行うことができる。また、このような設定手法において、熱発生率  $dQ_{HR}$  の収束状態の判定に用いる上記の所定値を、目標排ガス温度が高いほど、より小さな値に設定してもよい。これにより、目標排ガス温度が高い場合には、第1～第5燃焼期間がそれぞれ長くなることで、未燃燃料の排出量を抑制しながら

、第1～第5燃焼期間の全体にわたって確実に継続して燃焼を行うことができ、排ガスの温度を適切に高めることができる。

[0126] また、実施形態では、触媒10を活性化するためのマルチ噴射による噴射回数は、5であるが、2以上の任意の回数でもよい。

[0127] さらに、燃料噴射時期 $TINJ_n$ を、第1実施形態ではフィードバック制御によって算出し、第2実施形態ではフィードフォワード制御によって算出しているが、これに限らず、フィードバック制御とフィードフォワード制御とを組み合わせで算出してもよい。

[0128] また、実施形態では、目標排ガス温度 $TMCMD$ の設定を、触媒前排ガス温度 $TCATB$ および触媒後排ガス温度 $Tcata$ から推定した触媒温度 $Tcat$ に応じて行っているが、触媒温度 $Tcat$ を算出することなく、両排ガス温度 $TcatB$ 、 $Tcata$ の双方または一方に応じて行ってもよく、あるいは、触媒10に設けられたセンサで直接、検出した触媒温度に応じて行ってもよい。

[0129] さらに、実施形態では、実燃焼時期 $IGN$ を、熱発生率 $dQHR$ に基づいて算出しているが、これに限らず、燃焼状態と相関性を有する他の適当なパラメータを用いて算出してもよい。また、実施形態では、最大燃焼速度 $VMAX_n$ として、熱発生率 $dQHR$ の最大値を用いているが、これに限らず、燃焼速度と相関性を有する他の適当なパラメータを用いてもよい。

[0130] また、実施形態は、本発明を車両に搭載されたディーゼルエンジンに適用した例であるが、本発明は、これに限らず、ディーゼルエンジン以外のガソリンエンジンなどの各種のエンジンに適用してもよく、また、車両用以外のエンジン、例えば、クランク軸を鉛直に配置した船外機などのような船舶推進機用エンジンにも適用可能である。その他、本発明の趣旨の範囲内で、細部の構成を適宜、変更することが可能である。

### 産業上の利用可能性

[0131] 以上のように、本発明に係る触媒の温度制御装置は、排ガス特性を良好に保てるとともに、触媒を速やかに活性化することができるものとして、各種

の内燃機関に用いることができる。

## 符号の説明

- [0132]
- 1 温度制御装置
  - 2 ECU (燃料供給手段、運転状態検出手段、燃料供給タイミング設定手段、燃焼開始タイミング算出手段、目標燃焼開始タイミング設定手段、目標排ガス温度設定手段、熱発生率算出手段、制御手段および目標最大燃焼速度設定手段)
  - 3 エンジン
    - 3 a 気筒
    - 4 インジェクタ (燃料供給手段)
  - 10 触媒
    - 21 筒内圧センサ (筒内圧検出手段)
    - 22 エアフローセンサ (運転状態検出手段)
    - 23 吸気温センサ (運転状態検出手段)
    - 24 吸気圧センサ (運転状態検出手段)
    - 25 EGR量センサ (運転状態検出手段)
    - 26 クランク角センサ (運転状態検出手段)
    - 30 アクセル開度センサ (運転状態検出手段)
      - PCYL 筒内圧
      - T CAT 触媒温度 (内燃機関の運転状態)
      - PMCMD 要求トルク (内燃機関の運転状態)
      - TEMCMD 目標排ガス温度 (内燃機関の運転状態)
      - NE エンジン回転数 (内燃機関の運転状態)
      - QA 吸入空気量 (内燃機関の運転状態)
      - TA 吸気温 (内燃機関の運転状態)
      - PB 吸気圧 (内燃機関の運転状態)
      - Q EGR EGR量 (内燃機関の運転状態)
      - P F 燃圧 (内燃機関の運転状態)

T I G 1 ~ T I G 5	第 1 ~ 第 5 目標燃焼時期 (複数の目標燃焼開始タイミング)
I G 1 ~ I G 5	第 1 ~ 第 5 実燃焼時期 (複数の燃焼開始タイミング)
T I N J 1 ~ T I N J 5	第 1 ~ 第 5 燃料噴射時期 (複数の燃料供給タイミング、燃料供給パラメータ)
Q I N J 1 ~ Q I N J 5	第 1 ~ 第 5 燃料噴射量 (燃料供給パラメータ)
V M A X 1 ~ V M A X 5	第 1 ~ 第 5 最大燃焼速度 (最大燃焼速度)
T V M A X	目標最大燃焼速度
d Q H R	熱発生率

## 請求の範囲

- [請求項1] 内燃機関から排出された排ガスを浄化する触媒の温度を制御する触媒の温度制御装置であって、  
前記内燃機関に燃料を複数回に分割して供給する燃料供給手段と、  
前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、  
当該検出された前記内燃機関の運転状態に応じて、前記燃料供給手段により燃料を分割してそれぞれ供給する複数の燃料供給タイミングを設定する燃料供給タイミング設定手段と、  
を備えることを特徴とする触媒の温度制御装置。
- [請求項2] 前記内燃機関の運転状態に応じて、前記燃料供給手段による前記複数回の燃料供給に対応する複数の燃焼期間においてそれぞれ燃焼が開始する燃焼開始タイミングの目標となる複数の目標燃焼開始タイミングを設定する目標燃焼開始タイミング設定手段と、  
前記内燃機関の運転状態に応じて、前記複数回の燃料供給に対応する複数の燃焼の着火遅れ期間を算出する着火遅れ期間算出手段と、をさらに備え、  
前記燃料供給タイミング設定手段は、前記複数の目標燃焼開始タイミングから、対応する前記複数の着火遅れ期間をそれぞれ減算することによって、前記複数の燃料供給タイミングを設定することを特徴とする、請求項1に記載の触媒の温度制御装置。
- [請求項3] 内燃機関から排出された排ガスを浄化する触媒の温度を制御する触媒の温度制御装置であって、  
前記内燃機関に燃料を複数回に分割して供給する燃料供給手段と、  
当該燃料供給手段による前記複数回の燃料供給に対応する複数の燃焼期間においてそれぞれ燃焼が開始したタイミングを、複数の燃焼開始タイミングとして算出する燃焼開始タイミング算出手段と、  
前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、  
当該検出された前記内燃機関の運転状態に応じて、前記複数の燃焼

開始タイミングのそれぞれの目標となる複数の目標燃焼開始タイミングを設定する目標燃焼開始タイミング設定手段と、

前記算出された複数の燃焼開始タイミングがそれぞれ前記複数の目標燃焼開始タイミングになるように、フィードバック制御により、前記燃料供給手段により燃料をそれぞれ供給するタイミングを、複数の燃料供給タイミングとして設定する燃料供給タイミング設定手段と、  
を備えることを特徴とする触媒の温度制御装置。

[請求項4] 前記目標燃焼開始タイミング設定手段は、前記複数の燃焼期間の間で燃焼が継続して行われるように前記複数の目標燃焼開始タイミングを設定することを特徴とする、請求項2または3に記載の触媒の温度制御装置。

[請求項5] 排ガスの温度の目標となる目標排ガス温度を設定する目標排ガス温度設定手段をさらに備え、

前記目標燃焼開始タイミング設定手段は、前記設定された目標排ガス温度が高いほど、前記複数の燃焼期間の長さがより長くなるように前記複数の目標燃焼開始タイミングを設定することを特徴とする、請求項2ないし4のいずれかに記載の触媒の温度制御装置。

[請求項6] 前記燃料供給手段は、膨張行程の開始時付近から終了時までの所定の期間において、前記燃料供給を実行し、

前記目標燃焼開始タイミング設定手段は、前記目標排ガス温度が高いほど、前記複数の目標燃焼開始タイミングをより遅角側に設定することを特徴とする、請求項5に記載の触媒の温度制御装置。

[請求項7] 前記内燃機関の気筒内の圧力を筒内圧として検出する筒内圧検出手段と、

当該検出された筒内圧に基づいて、熱発生率を算出する熱発生率算出手段と、をさらに備え、

前記燃焼開始タイミング算出手段は、前記算出された熱発生率に基づいて、前記複数の燃焼開始タイミングを算出することを特徴とする

、請求項3ないし6のいずれかに記載の触媒の温度制御装置。

[請求項8]

内燃機関から排出された排ガスを浄化する触媒の温度を制御する触媒の温度制御装置であって、

前記内燃機関に燃料を複数回に分割して供給する燃料供給手段と、

前記内燃機関の気筒内の圧力を筒内圧として検出する筒内圧検出手段と、

当該検出された筒内圧に基づいて、熱発生率を算出する熱発生率算出手段と、

当該算出された熱発生率の収束状態に応じて、前記燃料供給手段により燃料をそれぞれ供給するタイミングを、複数の燃料供給タイミングとして設定する燃料供給タイミング設定手段と、

を備えることを特徴とする触媒の温度制御装置。

[請求項9]

排ガスの温度の目標となる目標排ガス温度を設定する目標排ガス温度設定手段をさらに備え、

前記燃料供給タイミング設定手段は、前記設定された目標排ガス温度が高いほど、前記熱発生率の収束時期の前のより遅いタイミングで燃焼が開始するように、前記複数の燃料供給タイミングを設定することを特徴とする、請求項8に記載の触媒の温度制御装置。

[請求項10]

前記燃料供給手段による複数回の燃料供給によるそれぞれの燃焼期間における最大燃焼速度が互いに等しくなるように、前記燃料供給手段による燃料の供給量および前記複数の燃料供給タイミングの少なくとも一方である燃料供給パラメータを制御する制御手段をさらに備えることを特徴とする、請求項1ないし9のいずれかに記載の触媒の温度制御装置。

[請求項11]

排ガスの温度の目標となる目標排ガス温度を設定する目標排ガス温度設定手段と、

当該目標排ガス温度に応じて、前記最大燃焼速度の目標となる目標最大燃焼速度を設定する目標最大燃焼速度設定手段と、をさらに備え

ることを特徴とする、請求項 10 に記載の触媒の温度制御装置。

[請求項 12]

前記内燃機関の気筒内の圧力を筒内圧として検出する筒内圧検出手段と、

当該検出された筒内圧に基づいて、熱発生率を算出する熱発生率算出手段と、をさらに備え、

前記最大燃焼速度は、前記算出された熱発生率の最大値であることを特徴とする、請求項 10 または 11 に記載の触媒の温度制御装置。

補正された請求の範囲  
[2010年6月8日(08.06.2010)国際事務局受理]

【請求項1】 (削除)

【請求項2】 (削除)

【請求項3】 (削除)

【請求項4】 (削除)

【請求項5】 (削除)

【請求項6】 (削除)

【請求項7】 (削除)

【請求項8】 (補正後) 内燃機関から排出された排ガスを浄化する触媒の温度を制御する触媒の温度制御装置であって、

前記内燃機関に燃料を複数回に分割して供給する燃料供給手段と、

前記内燃機関の気筒内の圧力を筒内圧として検出する筒内圧検出手段と、

当該検出された筒内圧に基づいて、熱発生率を算出する熱発生率算出手段と、

前記燃料供給手段による前記複数回の燃料供給に対応する複数の燃焼期間においてそれぞれ燃焼が開始したタイミングを、複数の燃焼開始タイミングとして算出する燃焼開始タイミング算出手段と、

前記複数の燃焼期間のそれぞれにおける最大燃焼速度を算出する最大燃焼速度算出手段と、

前記燃料供給手段によりそれぞれ燃料を供給するタイミングを、複数の燃料供給タイミングとして設定する燃料供給タイミング設定手段と、

前記複数の燃焼期間において前記最大燃焼速度が発生した後に前記熱発生率が所定値をそれぞれ下回ったタイミングを、複数の熱発生率収束タイミングとして算出する熱発生率収束タイミング算出手段と、を備え、

前記燃料供給タイミング設定手段は、前記燃料供給手段から今回、供給された燃料の前記燃焼開始タイミングが、前回、供給された燃料の燃焼による前記熱発生率収束タイミングに一致するように、前記複数の燃料供給タイミングを設定することを特徴とする触媒の温度制御装置。

## 【請求項 9】（削除）

【請求項 10】（補正後） 前記燃料供給手段による前記複数回の燃料供給によるそれぞれの燃焼期間における前記最大燃焼速度が互いに等しくなるように、前記燃料供給手段による燃料の供給量および前記複数の燃料供給タイミングの少なくとも一方である燃料供給パラメータを制御する制御手段をさらに備えることを特徴とする、請求項 8 に記載の触媒の温度制御装置。

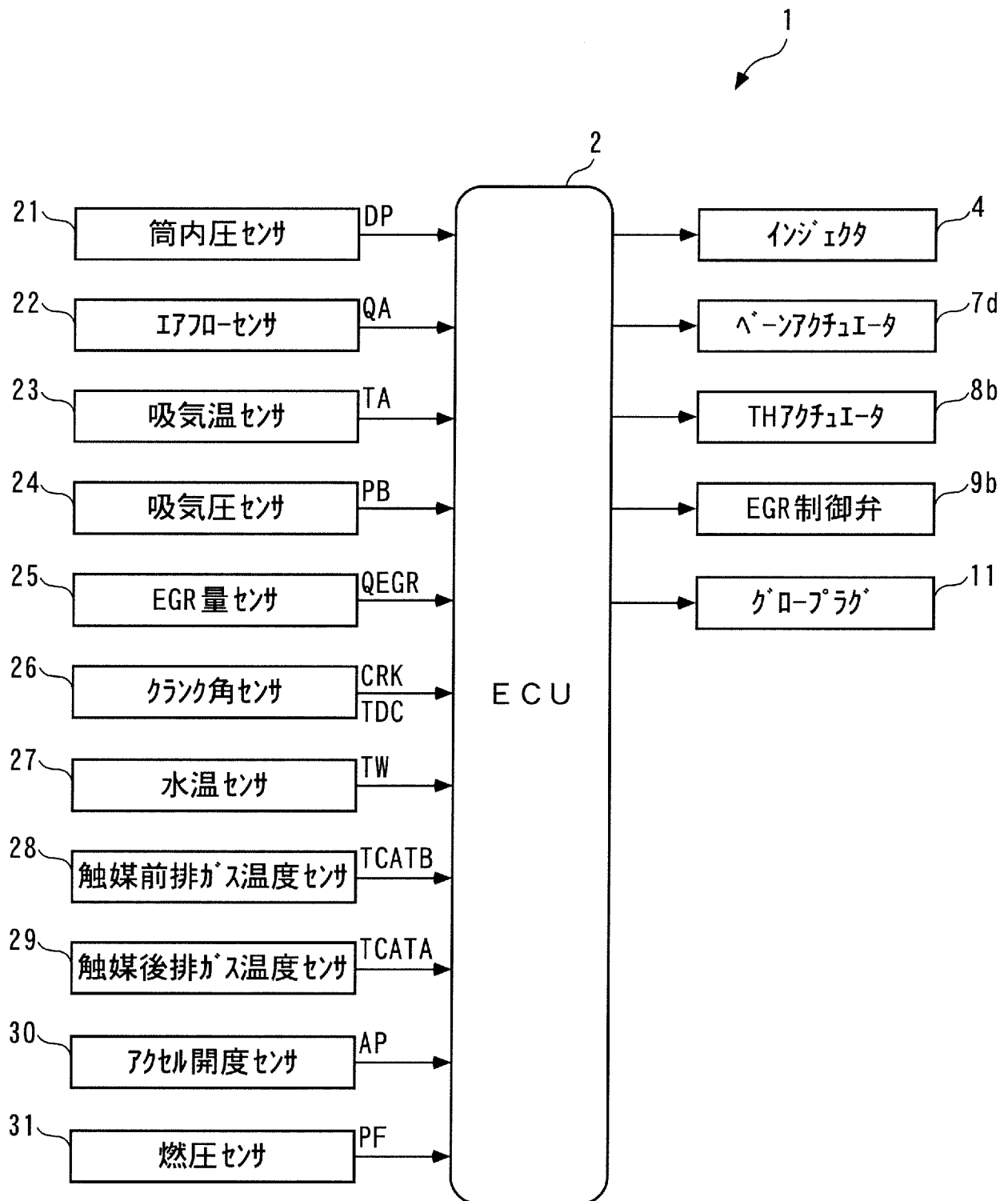
【請求項 11】（補正後） 排ガスの温度の目標となる目標排ガス温度を設定する目標排ガス温度設定手段と、

当該目標排ガス温度に応じて、前記最大燃焼速度の目標となる目標最大燃焼速度を設定する目標最大燃焼速度設定手段と、をさらに備えることを特徴とする、請求項 8 または 10 に記載の触媒の温度制御装置。

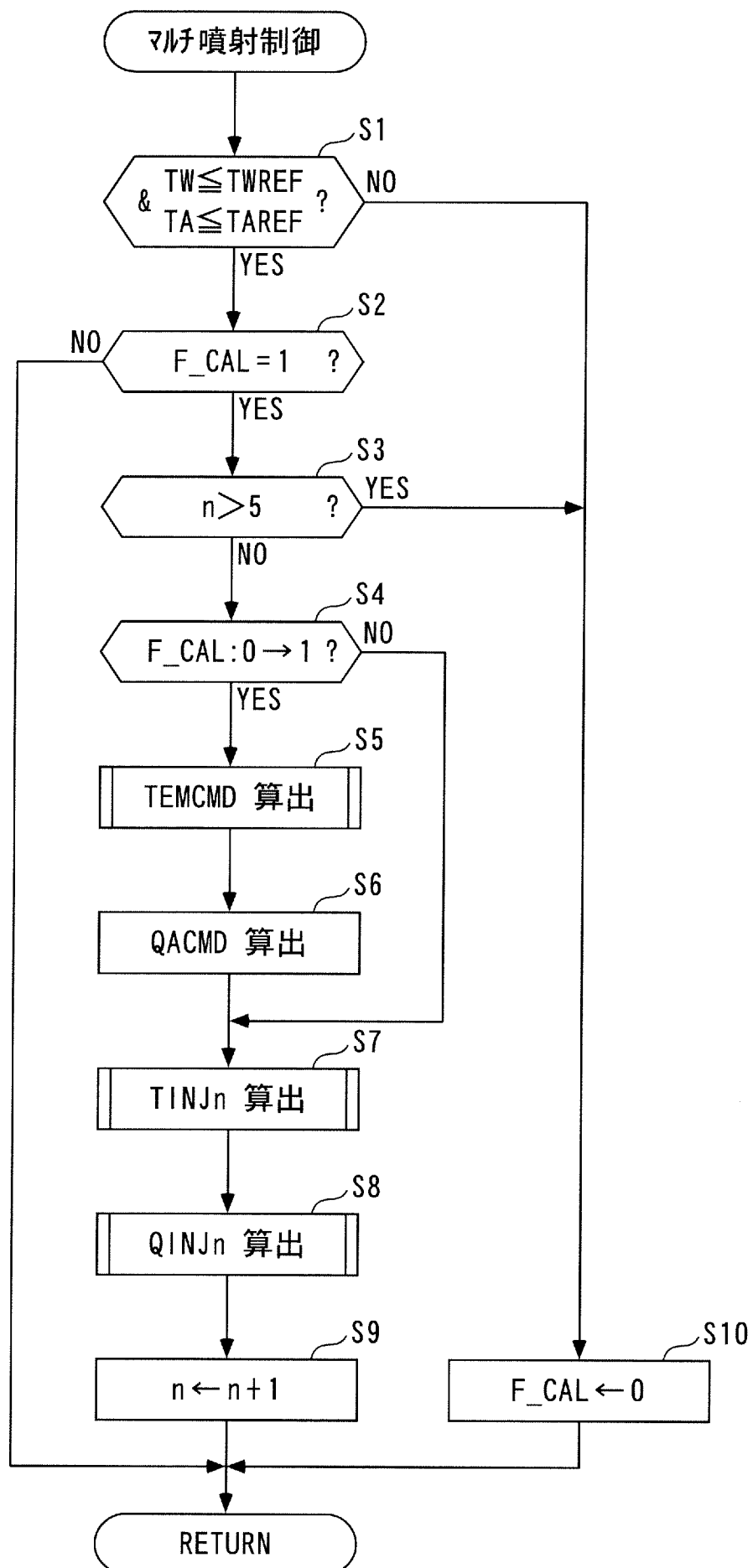
【請求項 12】（補正後） 前記最大燃焼速度は、前記算出された熱発生率の最大値であることを特徴とする、請求項 8、10 または 11 に記載の触媒の温度制御装置。



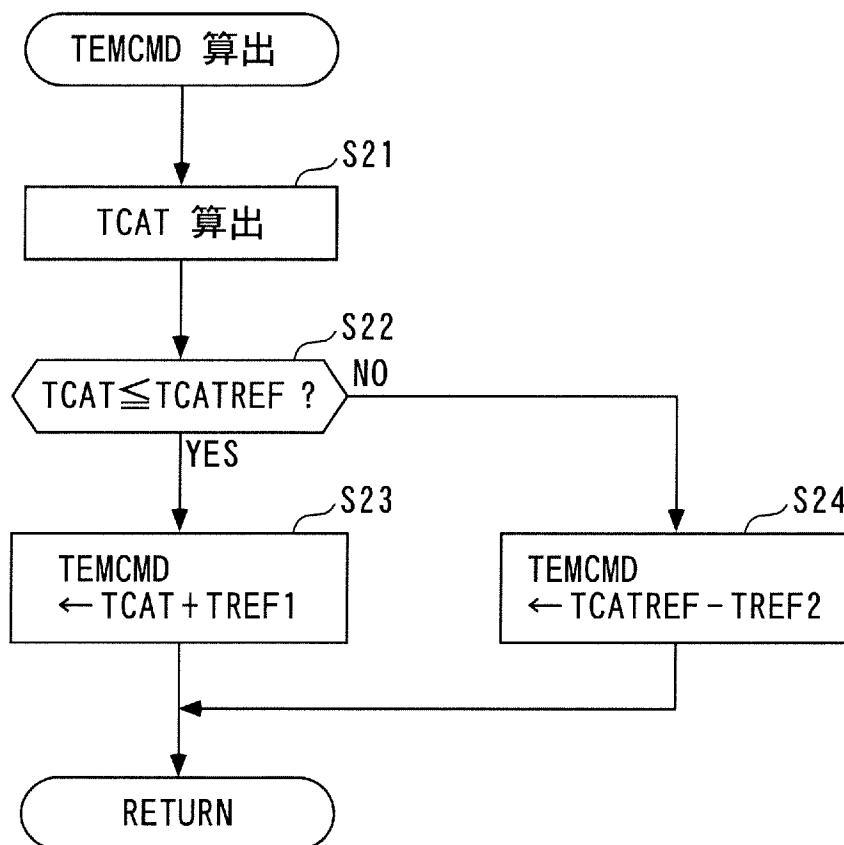
[図2]



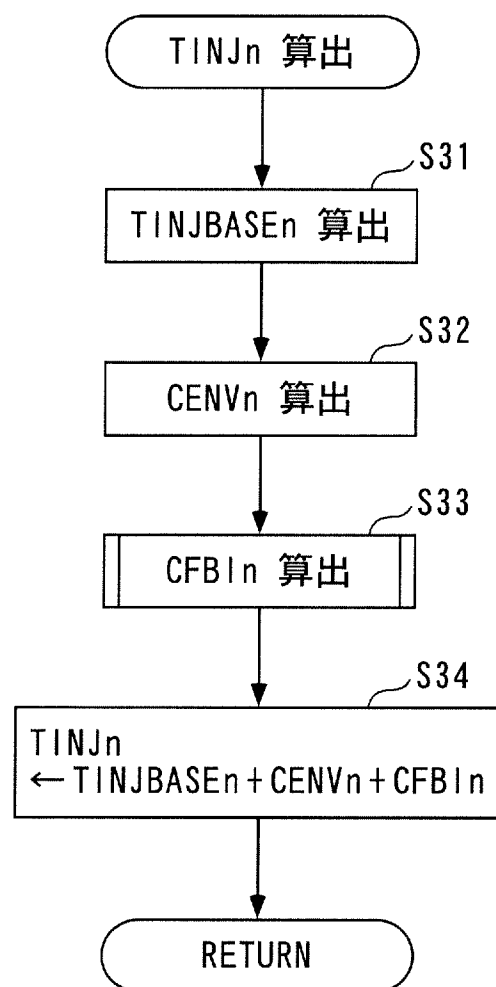
[図3]



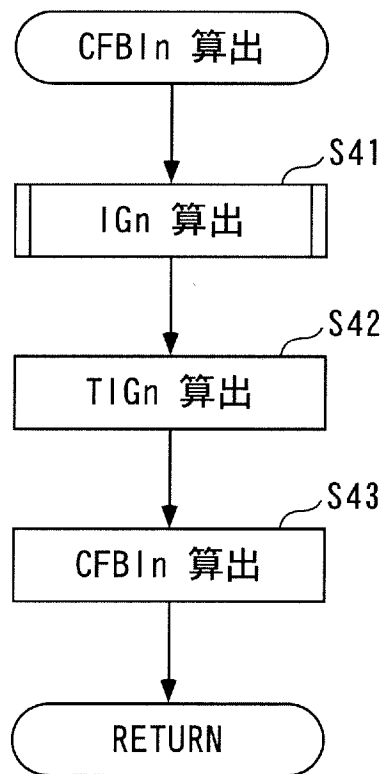
[図4]



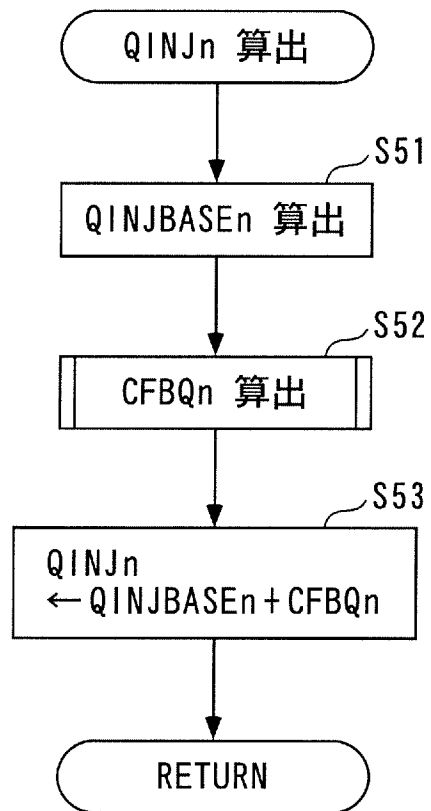
[図5]



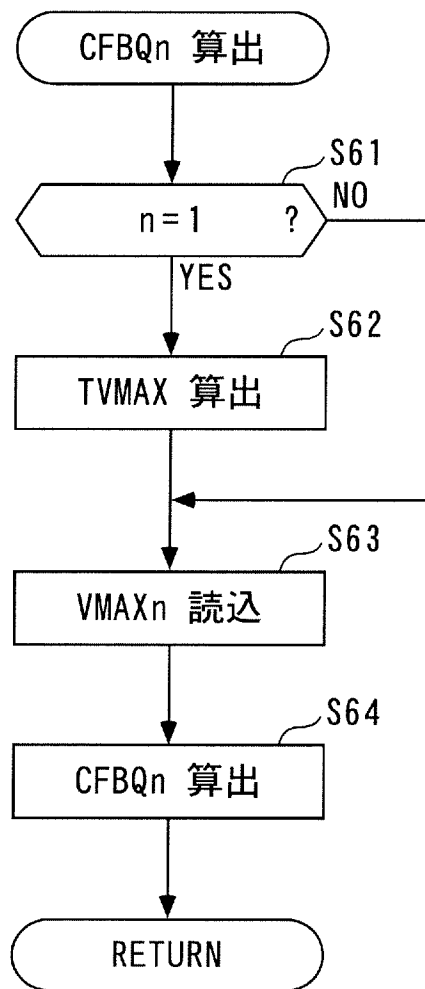
[図6]



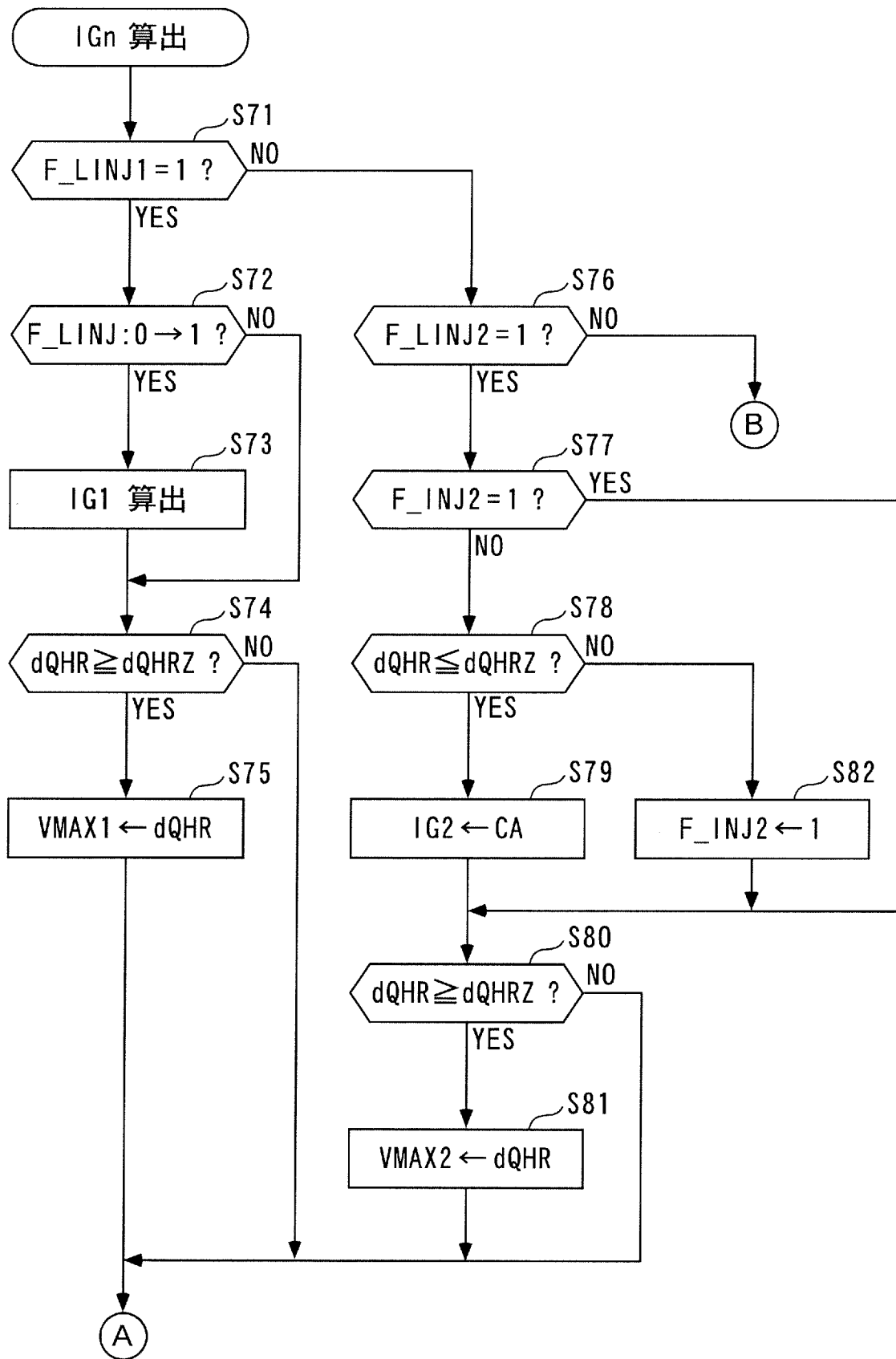
[図7]



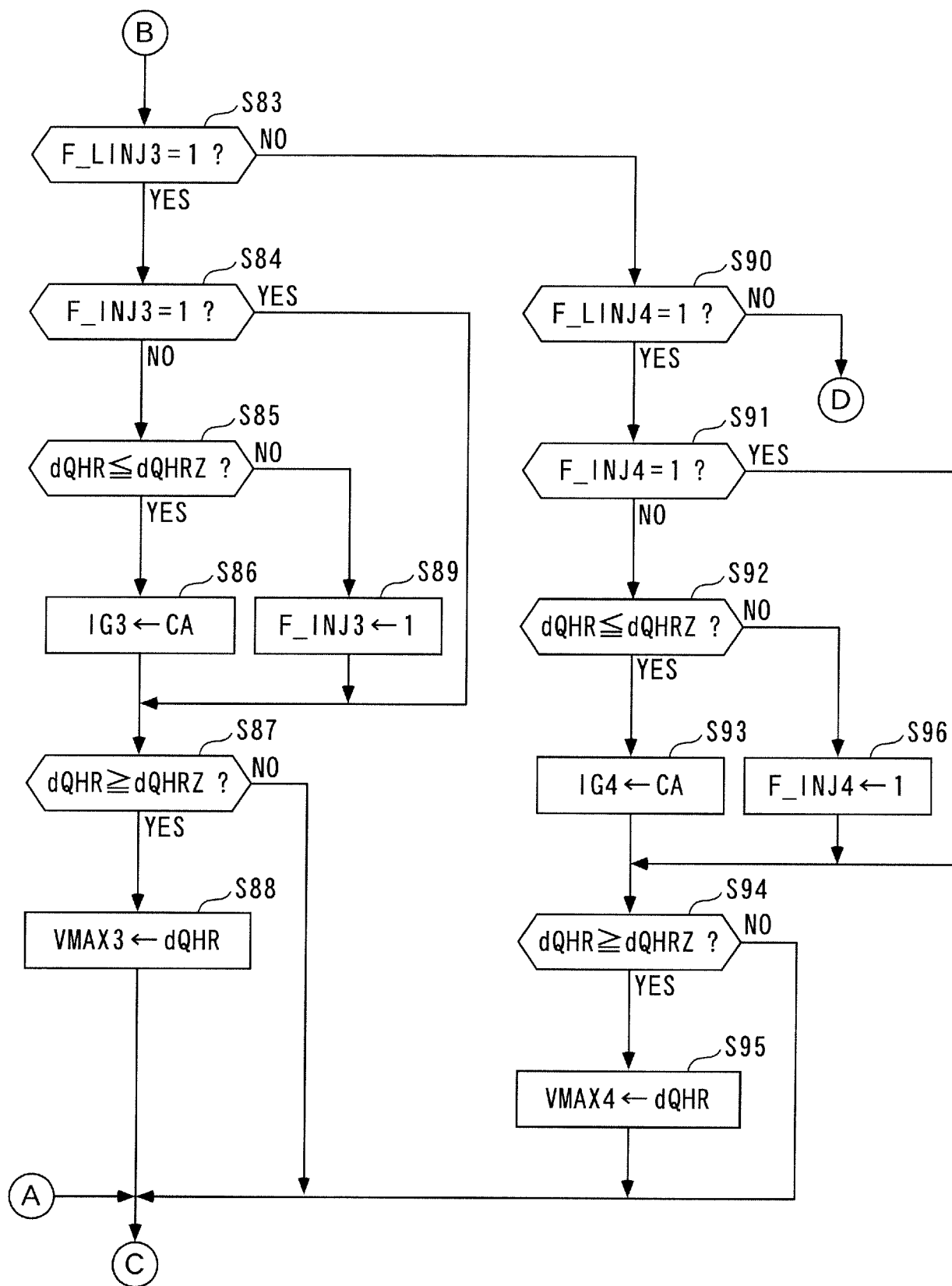
[図8]



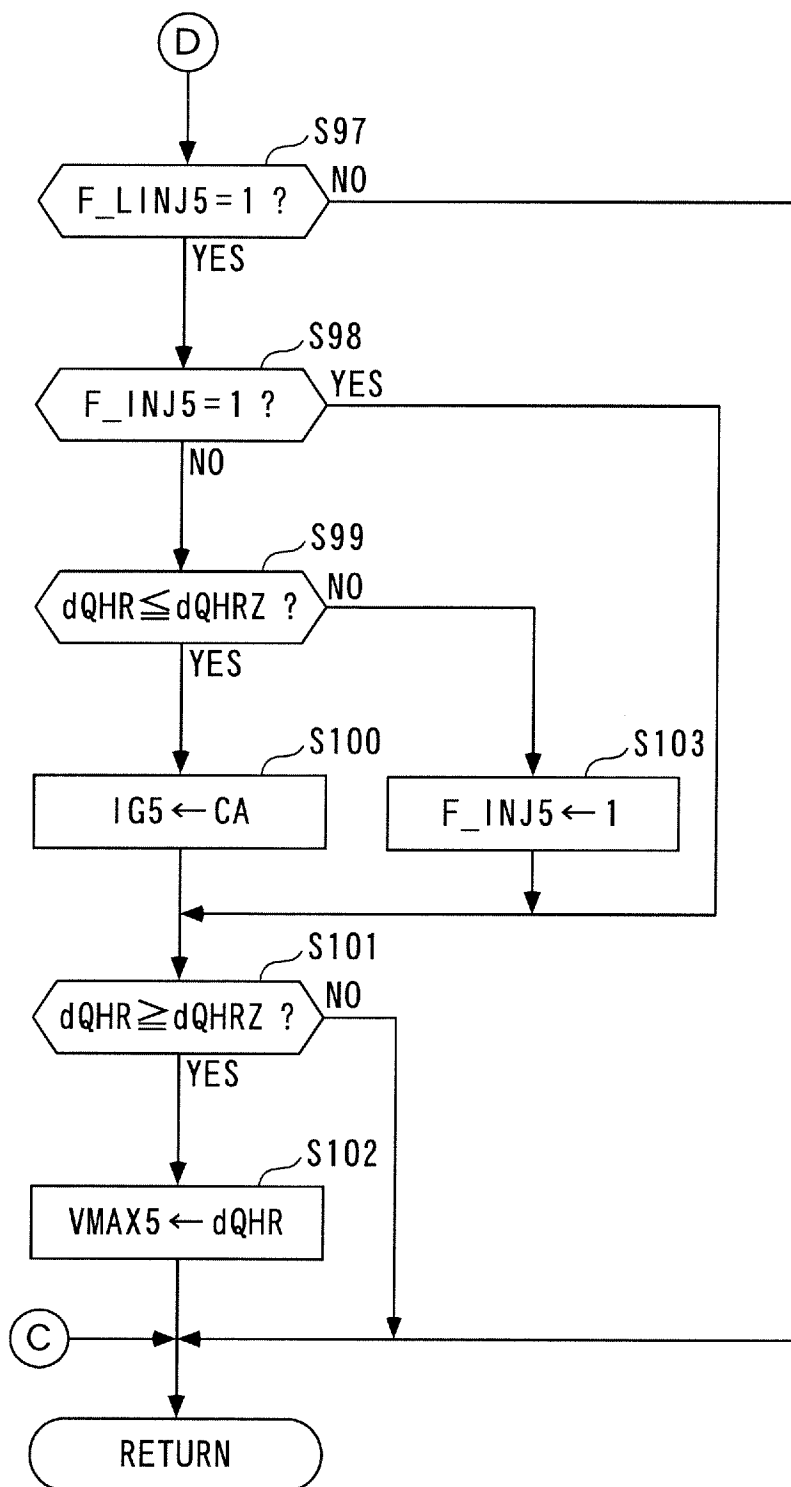
[図9]



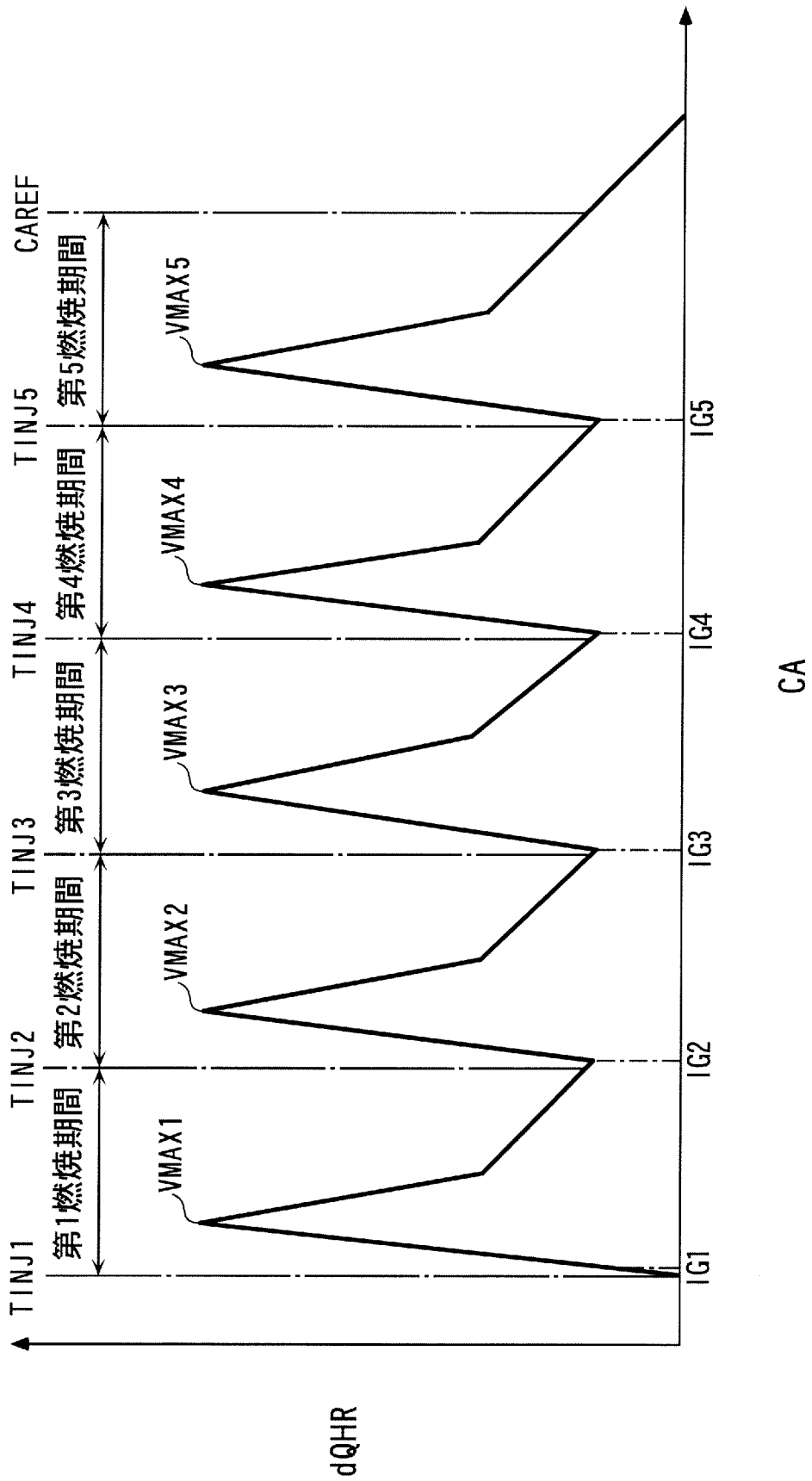
[図10]



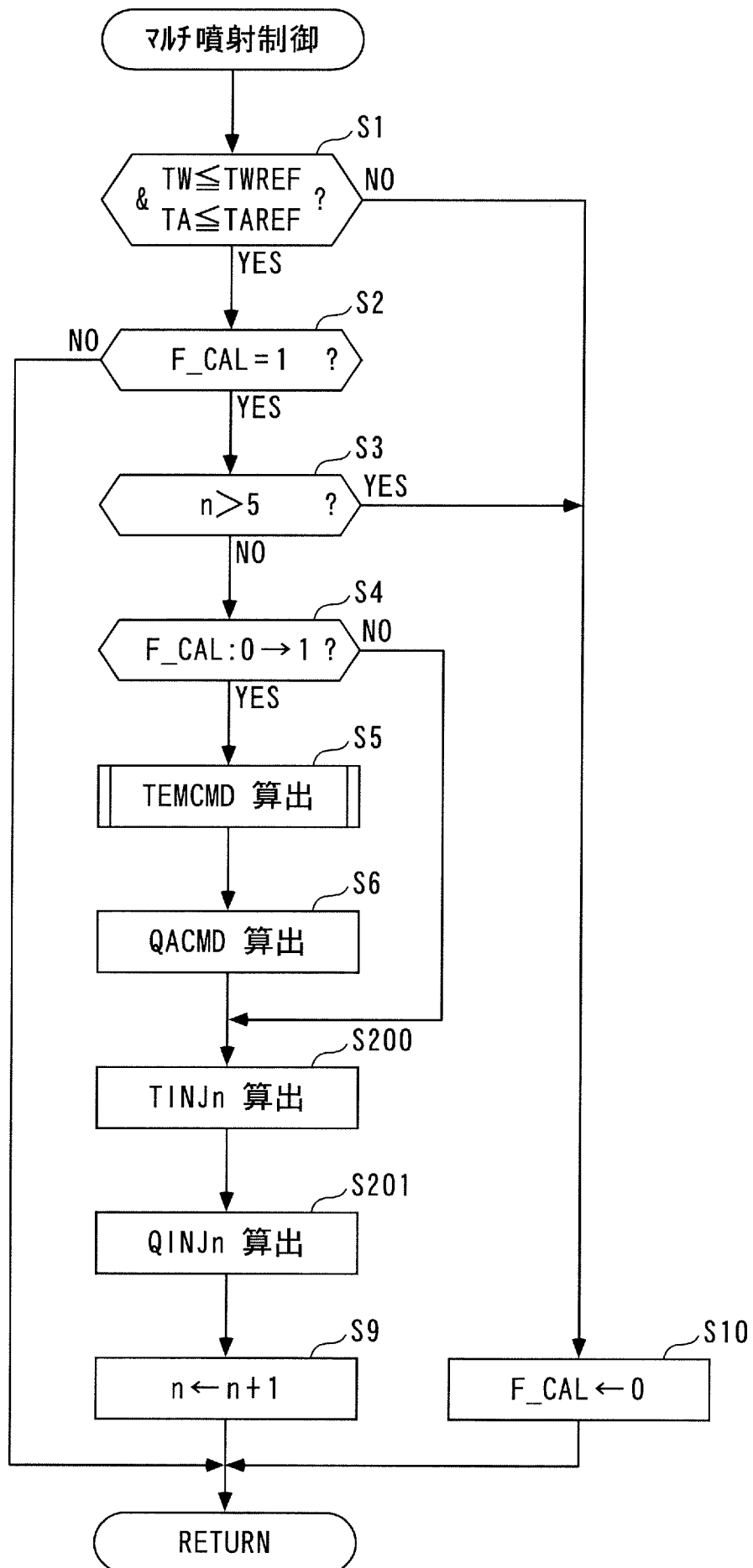
[図11]



[図12]



[図13]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/050564

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D41/38(2006.01)i, F01N3/20(2006.01)i, F01N3/24(2006.01)i, F02D41/14(2006.01)i, F02D41/40(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02D41/38, F01N3/20, F01N3/24, F02D41/14, F02D41/40, 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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
X Y	JP 2005-240757 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 08 September 2005 (08.09.2005), paragraphs [0022], [0025], [0026], [0029] to [0032], [0039]; fig. 15, 18, 20, 21 & US 2005/0188948 A1	1 2-12
Y A	JP 10-252529 A (Mitsubishi Motors Corp.), 22 September 1998 (22.09.1998), paragraphs [0015] to [0017], [0019] to [0021] (Family: none)	2-7, 10-12 1, 8, 9
Y A	JP 2003-184619 A (Toyota Motor Corp.), 03 July 2003 (03.07.2003), paragraphs [0030], [0032] (Family: none)	3-7, 10-12 1, 2, 8, 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  
19 February, 2010 (19.02.10)

Date of mailing of the international search report  
02 March, 2010 (02.03.10)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/050564

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2002-242744 A (Mazda Motor Corp.), 28 August 2002 (28.08.2002), claims 1, 2; paragraphs [0072], [0077]; fig. 7 (Family: none)	4-7, 10-12 1-3, 8, 9
Y A	JP 2004-316610 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 11 November 2004 (11.11.2004), claims 1 to 4; paragraphs [0021], [0068] & US 2004/0206070 A1	5-7, 9-12 1-4, 8
Y A	JP 2007-009864 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 18 January 2007 (18.01.2007), paragraph [0029]; fig. 6 (Family: none)	5-7, 9-12 1-4, 8
Y A	JP 11-173201 A (Isuzu Motors Ltd.), 29 June 1999 (29.06.1999), paragraphs [0015], [0053]; fig. 2 (Family: none)	7-12 1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. F02D41/38(2006.01)i, F01N3/20(2006.01)i, F01N3/24(2006.01)i, F02D41/14(2006.01)i,  
 F02D41/40(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. F02D41/38, F01N3/20, F01N3/24, F02D41/14, F02D41/40, 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 1971-2010年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2010年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2010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
X	J P 2 0 0 5 - 2 4 0 7 5 7 A (日産自動車株式会社)	1
Y	2 0 0 5 . 0 9 . 0 8 , 段落【0022】、【0025】、【0026】、 【0029】—【0032】、【0039】、図15、図18、図20、 図21 & U S 2 0 0 5 / 0 1 8 8 9 4 8 A 1	2-12

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	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 19.02.2010	国際調査報告の発送日 02.03.2010
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) 有賀 信 電話番号 03-3581-1101 内線 3355

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 10-252529 A (三菱自動車工業株式会社) 1998.09.22, 段落【0015】—【0017】, 【0019】—【0021】(ファミリーなし)	2-7, 10 -12
A		1, 8, 9
Y	JP 2003-184619 A (トヨタ自動車株式会社) 2003.07.03, 段落【0030】、【0032】 (ファミリーなし)	3-7, 10 -12
A		1, 2, 8, 9
Y	JP 2002-242744 A (マツダ株式会社) 2002.08.28, 請求項1, 2, 段落【0072】, 【0077】、図7 (ファミリーなし)	4-7, 10 -12
A		1-3, 8, 9
Y	JP 2004-316610 A (日産自動車株式会社) 2004.11.11, 請求項1-4, 段落【0021】, 【0068】	5-7, 9- 12
A	& US 2004/0206070 A1	1-4, 8
Y	JP 2007-009864 A (日産自動車株式会社) 2007.01.18, 段落【0029】、図6 (ファミリーなし)	5-7, 9- 12
A		1-4, 8
Y	JP 11-173201 A (いすゞ自動車株式会社) 1999.06.29, 段落【0015】、【0053】、図2	7-12
A	(ファミリーなし)	1-6