(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
2003 年10 月9 日 (09.10.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/083464 A1

(51) 国際特許分類[7]: G01N 27/409, 27/419, 27/41, F02D 41/14

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/03957

(22) 国際出願日: 2003 年3 月28 日 (28.03.2003)

(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2002-096299 2002 年3 月29 日 (29.03.2002) JP

(71) 出願人: 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒107-8556 東京都 港区 南青山二丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 安井 裕司 (YASUI,Yuji); 〒351-0193 埼玉県 和光市 中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 岩城 喜久 (IWAKI,Yoshihisa); 〒351-0193 埼玉県 和光市 中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 佐藤 辰彦, 外 (SATO,Tatsuhiko et al.); 〒151-0053 東京都 渋谷区 代々木 2-1-1 新宿マインズタワー 16 階 Tokyo (JP).

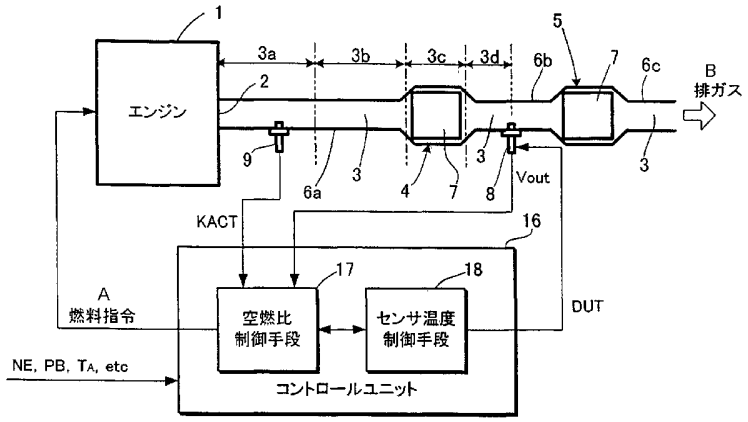
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: TEMPERATURE CONTROL DEVICE FOR EXHAUST GAS SENSOR AND TEMPERATURE CONTROL METHOD FOR THE SENSOR

(54) 発明の名称: 排ガスセンサの温度制御装置およびその温度制御方法



1...ENGINE
A...FUEL COMMAND
17...AIR-FUEL RATIO CONTROL MEANS
18...SENSOR TEMPERATURE CONTROL MEANS
16...CONTROL UNIT
B...EXHAUST GAS

(57) Abstract: The temperature of exhaust gas flowing through an exhaust gas passage (3) is estimated or measured and the temperature of an element portion of an exhaust gas sensor (8) (O_2 sensor) is controlled through a heater to a desired target temperature using the estimated or measured value. The exhaust gas passage (3) leading to the sensor (8) is partitioned into partial exhaust gas passages (3a-3d), and the exhaust gas temperatures in the partial exhaust gas passages (3a-3d) are estimated in sequence starting with an exhaust port (2) side of an engine (1). The estimation of the exhaust gas temperature is performed based on heat transmission between the exhaust gas and passage-forming members (6a, 6b, 7) of the exhaust gas passage (3) by an algorithm where heat radiation into the air is considered. A control input to the heater

[続葉有]

WO 03/083464 A1

at least include a component corresponding to the temperature of the element portion and a component corresponding to the exhaust gas temperature. The temperature of the element portion of the exhaust gas sensor can be controlled stably to a desired temperature even if the exhaust gas temperature changes.

(57) 要約:

排気通路（３）を流れる排ガスの温度を推定もしくは検出し、その推定値もしくは検出値を用いて排ガスセンサ（８）（O_2センサ）の素子部の温度をヒータを介して所定の目標温度に制御する。センサ（８）までの排気通路（３）を複数の部分排気通路（３ａ～３ｄ）に区分けし、エンジン（１）の排気ポート（２）側から各部分排気通路（３ａ～３ｄ）の排ガス温度を順番に推定する。排ガス温度の推定は、排ガスと排気通路（３）の通路形成物（６ａ、６ｂ、７）との熱伝達や、大気への放熱を考慮したアルゴリズムにより行う。ヒータに対する制御入力は、少なくとも素子部の温度に応じた成分と排ガス温度に応じた成分とを含む。排ガス温度が変化しても排ガスセンサの素子部の温度を所望の温度に安定して制御することができる。

明 細 書

排ガスセンサの温度制御装置およびその温度制御方法

技術分野

本発明は、内燃機関の排気通路に備えた排ガスセンサの温度制御装置およびその温度制御方法に関する。

背景技術

内燃機関の排気通路には、内燃機関の運転制御や排ガス浄化システムの状態監視等を目的として、排ガスの成分濃度等、排ガスの成分状態に関する物理量を検出する排ガスセンサが備えられることが多々ある。該排ガスセンサは、検出しようとする排ガスの成分状態に感応する素子部が排気通路を流れる排ガスに接触するようにして該排気通路の所要の箇所に配置される。例えば排気通路に備えた排ガス浄化用の触媒の浄化性能を良好に保つように内燃機関の空燃比を制御することを目的として、O_2センサ等の空燃比センサが触媒の上流側や下流側に配置される。

また、この種の排ガスセンサは、その素子部の本来の機能を発揮させるための昇温・活性化や、素子部に付着した異物の除去等を目的として該素子部を加熱するためのヒータを内蔵したものもある。例えば、前記O_2センサ等の空燃比センサには、通常、その素子部を加熱する電熱ヒータが備えられ、内燃機関の運転開始後、該電熱ヒータによりO_2センサの素子部を昇温して活性化し、その活性状態に維持することが行われている。

ところで、前記O_2センサは、後に説明する図3に示すように、その素子部が感応する排ガスの酸素濃度が表す排ガスの空燃比の極めて狭い

範囲Δ（理論空燃比近傍の範囲）においてのみ、該空燃比の変化に対して出力電圧Ｖout が大きな傾きで変化する（空燃比の変化に対する感度が高感度なものとなる）。そして、その高感度な範囲Δよりもリッチ側の空燃比域とリーン側の空燃比域とでは、O_2 センサの出力電圧Ｖout の変化（空燃比に対する傾き）は微小なものとなる。また、O_2 センサの出力特性（上記の高感度な部分の傾き等）は、素子部の温度の影響を受けて変化する。従って、このようなO_2 センサの出力を用いて空燃比制御を行うような場合には、O_2 センサの出力特性をできるだけ所要の特性に安定して維持し、ひいては空燃比制御を良好に行うために、O_2 センサの素子部の温度をできるだけ安定に所望の温度に維持することが望まれる。

また、O_2 センサに限らず、多くの排ガスセンサは、その出力特性が素子部の温度の影響を受けるため、該排ガスセンサの出力を用いて内燃機関等の制御を行う場合、その制御を良好に行うために、該排ガスセンサの素子部の温度を所望の温度にできるだけ安定に維持することが好ましい。さらに、排ガスセンサの素子部のクリニーングを行うために該素子部をヒータで加熱するような場合であっても、そのクリーニングを良好に行うためには、該排ガスセンサの素子部の温度を所望の温度に維持することが好ましい。

一方、例えば特開 2000-304721 号公報に本願出願人が開示したように、排ガスセンサ（同公報のものでは空燃比センサ）の素子部の温度を推定し、その推定した素子部の温度に応じてヒータ（電熱ヒータ）の通電制御を行うことで、素子部の温度が所望の温度になるようにして、該排ガスセンサの好適な出力特性が得られるようにしたものが知られている。尚、同公報のものでは、ヒータの通電電流及び印加電圧を検出してそれらの検出値からヒータの抵抗値を把握すると共に、該ヒータの抵抗

値に基づいて排ガスセンサの素子部の温度を推定するようにしている。

しかしながら、前記公報のものでは、素子部の温度の推定値のみに基づいてヒータを制御するようにしている。このため、内燃機関の負荷等の運転状態が頻繁に変化して、排ガスの温度が頻繁に変化するような場合には、素子部の温度を安定に所望の温度に確実に確保することが困難となる。そして、このような不都合は、素子部の温度を温度センサにより直接的に検出し、その検出温度に応じてヒータを制御するようにしても同様に生じる不都合である。

本発明はかかる背景に鑑みてなされたものであり、排ガス温度が変化しても排ガスセンサの素子部の温度を所望の温度に安定して制御することができる排ガスセンサの温度制御装置および温度制御方法を提供することを目的とする。

発明の開示

かかる目的を達成するために、本発明の第１の態様の排ガスセンサの温度制御装置は、内燃機関の排気通路に配置され、該排気通路を流れる排ガスに接触する素子部と該素子部を加熱するヒータとを有する排ガスセンサの温度制御装置であって、少なくとも前記内燃機関の運転状態を表すパラメータを用いて前記排気通路を流れる排ガスの温度を逐次推定する排ガス温度推定手段と、該排ガス温度推定手段による排ガスの温度の推定値を用いて前記排ガスセンサの素子部の温度が所定の目標温度になるように前記ヒータを制御するヒータ制御手段とを備えたことを特徴とするものである。

同様に、本発明の第１の態様の排ガスセンサの温度制御方法は、内燃機関の排気通路に配置され、該排気通路を流れる排ガスに接触する素子部と該素子部を加熱するヒータとを有する排ガスセンサの温度制御方法

であって、少なくとも前記内燃機関の運転状態を表すパラメータを用いて前記排気通路を流れる排ガスの温度を逐次推定する排ガス温度推定処理を実行しつつ、その排ガスの温度の推定値を用いて前記排ガスセンサの素子部の温度が所定の目標温度になるように前記ヒータを制御することを特徴とするものである。

かかる本発明の第１の態様によれば、排ガスの温度変化の主たる要因となる内燃機関の運転状態を表すパラメータを用いて排ガスの温度を推定するため、その推定を適正に行うことができる。そして、その排ガスの温度の推定値を用いて前記ヒータ手段が排ガスセンサのヒータを制御するため、排ガスの温度変化の影響を軽減するようにして、排ガスセンサの素子部の温度を所定の目標温度（所望の温度）に安定して制御することができる。

前記第１の態様の制御装置では、前記ヒータ制御手段は、前記排ガスセンサの素子部の温度を表すデータを逐次取得しつつ、前記ヒータに対する制御入力を、少なくとも該排ガスセンサの素子部の温度に応じた制御入力成分と、前記排ガス温度推定手段による排ガス温度の推定値に応じた制御入力成分とを加算することにより逐次算出し、その算出した制御入力に応じて前記ヒータを制御することが好ましい。

同様に、第１の態様の制御方法では、前記ヒータを制御するとき、前記排ガスセンサの素子部の温度を表すデータを逐次取得しつつ、前記ヒータに対する制御入力を、少なくとも該排ガスセンサの素子部の温度に応じた制御入力成分と、前記排ガスの温度の推定値に応じた制御入力成分とを加算することにより逐次算出し、その算出した制御入力に応じて前記ヒータを制御することが好ましい。

このように排ガスセンサの素子部の温度に応じた制御入力成分、すなわちフィードバック成分と、排ガスの温度の推定値もしくは検出値に応

じた制御入力成分、すなわち、該排ガスの温度に応じたフィードフォワード成分とを前記制御入力に含めるようにして該制御入力を算出することにより、排ガスセンサの素子部の温度を安定に目標温度に制御することができる。この場合、ヒータに対する制御入力は、排ガスの温度に応じたフィードフォワード成分を含むことから、排ガスの温度の変動の影響を補償して、素子部の温度を安定化できる。

尚、前記素子部の温度を表すデータは、該素子部に取着した温度センサにより直接的に検出したもの（素子部の温度の検出値）を用いてもよいが、ヒータと素子部との熱伝達や、素子部と排ガスとの熱伝達等を考慮した適宜のアルゴリズムにより素子部の温度を推定し、その推定値を素子部の温度を表すデータとして用いてもよい。また、制御入力には、上記の制御入力成分のほか、ヒータの温度に応じた成分や、素子部の目標温度に応じた成分等を必要に応じて含めてもよい。また、素子部の温度に応じた制御入力成分は、素子部の温度と目標温度との偏差に応じた制御入力成分であってもよい。

前記第１の態様の制御装置では、前記排ガス温度推定手段が推定する排ガスの温度は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を含み、前記ヒータ制御手段は、前記ヒータを制御するために該排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値を用いることが好適である。

同様に第１の態様の制御方法では、前記排ガス温度推定処理で推定する排ガスの温度は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を含み、前記ヒータを制御するために該排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値を用いることが好適である。

これらの発明によれば、排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度、すなわち、排ガスセンサの素子部の温度に直接的に影響を及ぼして

いる排ガスの温度が逐次推定される。そして、このような推定値を前記ヒータの制御のために用いることにより、排ガスセンサの素子部の温度をより安定に目標温度に制御することが可能となる。

ところで、本願発明者等の知見によれば、特に、内燃機関の排気ポートの近傍箇所における排ガスの温度、すなわち前記排気通路の入り口近傍の箇所における排ガスの温度は、内燃機関の運転状態と密接な相関関係がある。従って、その運転状態を表すパラメータに基づいて、排気ポート近傍箇所における排ガスの温度を比較的精度よく推定することが可能である。

一方、排ガスセンサは、内燃機関の排気ポートから下流側にある程度離間した箇所に配置されることが多い。この場合、各時点で排気ポートに存する排ガスは、排ガスの流速に応じた時間の遅れを伴って排ガスセンサの配置箇所に到達する。換言すれば、各時点での排気ポート近傍箇所における排ガスの温度は、一般には、その時点では排ガスセンサの配置箇所近傍での温度には影響せず、排ガスの流速に応じた時間の経過後に、排ガスセンサの配置箇所近傍での温度に影響する。尚、上記の遅れ時間は、より詳しくは排気ポートと排ガスセンサの配置箇所との間の排ガスの流れ方向での距離と、排ガスの流速とに応じたものとなるが、排気ポートと排ガスセンサの配置箇所との間の距離は一定値である。

そこで、前記第１の態様の制御装置では、前記排ガス温度推定手段は、前記内燃機関の運転状態を表すパラメータに基づいて内燃機関の排気ポート近傍箇所における排ガスの温度を逐次推定し、さらにその推定値と排ガスの流速を表すデータとを用いて排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することが好ましい。このことは、前記第１の態様の制御方法でも同様であり、上記排ガス温度推定手段の処理を前記排ガス温度推定処理で実行することが好ましい。

このようにすることにより、内燃機関の排気ポートから排ガスセンサの配置箇所まで排ガスが到達するまでの時間の遅れを考慮して、排ガスセンサの配置箇所近傍での瞬時瞬時の排ガスの温度を適正に推定することが可能となる。ひいては、その排ガスの温度の推定値を用いてヒータを制御することにより、排ガスセンサの素子部の温度制御をより良好に行うことができる。

尚、排ガスの流速を表すデータは、フローセンサによる検出値を用いるようにしてもよいが、内燃機関の回転速度や吸気圧（吸気管内圧）の検出データ等から推定した値を用いるようにしてもよい。また、排ガスセンサが内燃機関の排気ポート近傍箇所に配置されているような場合には、内燃機関の運転状態に基づく排気ポート近傍箇所での排ガスの温度の推定値をそのまま、排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値として用いてもよい。

上記のような内燃機関の運転状態と排気ポートの近傍箇所での排ガス温度との相関性は、内燃機関の定常的な運転状態（回転速度等が一定となる運転状態）において特に高まる。但し、内燃機関の運転状態が変化したような場合には、内燃機関の排気ポート周辺の物体と排ガスとの間の熱交換等に起因して、排気ポート近傍箇所における排ガスの温度が過渡的な変動を生じ易い。

そこで、前記のように排気ポート近傍箇所の排ガスの温度を推定する本発明の第１の態様の制御装置では、前記排ガス温度推定手段は、前記内燃機関の運転状態を表すパラメータから、該パラメータと排ガスの温度とのあらかじめ設定された相関関係に基づき排ガスの温度の基本値（これは内燃機関の定常的な運転状態に対応する排気ポート近傍箇所での排ガスの温度の推定値に相当する）を逐次求め、その基本値に対して応答遅れを有して追従する値を前記内燃機関の排気ポートの近傍箇所に

おける排ガスの温度の推定値として求めることが好適である。このことは、第１の態様の制御方法においても同様であり、上記排ガス温度推定手段の処理を前記排ガス温度推定処理で実行することが好ましい。

このようにすることにより、内燃機関の排気ポートの近傍箇所での排ガスの温度の推定値の精度を高めることができる。ひいては、排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値の精度を高めることができる。

尚、排気ポート近傍箇所での排ガスの温度は、特に、内燃機関の回転速度及び吸入空気量（単位時間当たりの吸入空気量）との相関性が高い。従って、前記排気ポート近傍箇所での排ガスの温度を推定するために用いる内燃機関の運転状態を表すパラメータは、少なくとも前記内燃機関の回転速度を表すパラメータと該内燃機関の吸入空気量を表すパラメータとを含むことが好適である。

また、前述のように内燃機関の排気ポート近傍箇所における排ガスの温度の推定値と排ガスの流速を表すデータとを用いて排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定する場合において、特に、排ガスセンサの配置箇所が排気ポートから比較的大きく離間しているようなときには、排気ポートから排ガスセンサの配置箇所までの排ガスの温度は、一般に、内燃機関の運転状態の変動に伴い排ガスの流れ方向で非単調的な変化を有する温度分布（排ガスの流れ方向に沿って、温度が凹凸を有して変化するような温度分布）になる。そして、排気通路の各部における瞬時瞬時の排ガスの温度は、基本的には直前の時刻においてその部分の上流側に存する排ガスの温度と、排ガスの流速とに応じたものになる。従って、排気通路のある箇所での排ガスの温度を逐次精度よく推定するためには、その箇所よりも若干上流側に離間した箇所での排ガスの温度を逐次把握することが好ましい。また、内燃機関の排気ポートから若干

下流側に離間した箇所での排ガスの温度は、基本的には、排気ポートの近傍箇所における排ガスの温度と排ガスの流速とに応じたものになる。

そこで、第１の態様の制御装置では、前記排気ポートから前記排ガスセンサの配置箇所近傍までの排気通路を排ガスの流れ方向に沿って複数の部分排気通路にあらかじめ区分けしておく。そして、前記排ガス温度推定手段は、その複数の部分排気通路のうちの最上流側の部分排気通路の排ガスの温度を少なくとも前記排気ポートの近傍箇所における温度の推定値と排ガスの流速を表すデータとを用いて推定すると共に、最上流側の部分排気通路以外の各部分排気通路の排ガスの温度を少なくとも該部分排気通路にその上流側で隣接する部分排気通路の排ガスの温度の推定値と排ガスの流速を表すデータとを用いて推定し、最下流側の部分排気通路の排ガスの温度の推定値を前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値として得ることが好ましい。このことは、第１の態様の制御方法でも同様であり、上記排ガス温度推定手段と同様の処理を、前記排ガス温度推定処理で実行することが好ましい。

このようにすることにより、内燃機関の排気ポートの近傍箇所と、排ガスセンサの配置箇所近傍との間の各部分排気通路の排ガスの温度を、排気ポートの近傍箇所を起点として、順次精度よく求めることが可能となる。そして、最下流側の部分排気通路の排ガスの温度の推定値を、排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値として得ることで、その配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値の精度を高めることができる。

次に、本発明の第２の態様の排ガスセンサの温度制御装置は、前記の目的を達成するために、内燃機関の排気通路に配置され、該排気通路を流れる排ガスに接触する素子部と該素子部を加熱するヒータ手段とを有する排ガスセンサの温度制御装置であって、前記排気通路を流れる排ガ

スの温度を検出すべく該排気通路に配置された排ガス温度センサと、該排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値を用いて前記排ガスセンサの素子部の温度が所定の目標温度になるように前記ヒータを制御するヒータ制御手段とを備えたことを特徴とするものである。

同様に、本発明の第２の態様の排ガスセンサの温度制御方法は、内燃機関の排気通路に配置され、該排気通路を流れる排ガスに接触する素子部と該素子部を加熱するヒータ手段とを有する排ガスセンサの温度制御方法であって、前記排気通路に配置された排ガス温度センサにより該排気通路を流れる排ガスの温度を検出しつつ、その排ガスの温度の検出値を用いて前記排ガスセンサの素子部の温度が所定の目標温度になるように前記ヒータを制御することを特徴とするものである。

かかる本発明の第２の態様によれば、前記排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値を用いて排ガスセンサのヒータを制御するため、排ガスの温度変化の影響を軽減するようにして、排ガスセンサの素子部の温度を所定の目標温度（所望の温度）に安定して制御することができる。

上記第２の態様の制御装置、および制御方法の１つの好適な形態では、前記排ガス温度センサは、例えば前記排ガスセンサの素子部の近傍箇所に配置される。換言すれば、前記排ガスの温度の検出値は、前記排ガスセンサの素子部の近傍箇所に配置された排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値である。

これによれば、排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度、すなわち、排ガスセンサの素子部の温度に直接的に影響を及ぼしている排ガスの温度が排ガス温度センサにより検出される。そして、このような検出値を前記ヒータの制御のために用いることにより、排ガスセンサの素子部の温度をより安定に目標温度に制御することが可能となる。

このように排ガス温度センサが排ガスセンサの素子部の近傍箇所に配

置される前記第２の態様の制御装置では、前記ヒータ制御手段は、前記排ガスセンサの素子部の温度を表すデータを逐次取得しつつ、前記ヒータに対する制御入力を、少なくとも該排ガスセンサの素子部の温度に応じた制御入力成分と、前記排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値に応じた制御入力成分とを加算することにより逐次算出し、その算出した制御入力に応じて前記ヒータを制御することが好ましい。このことは第２の態様の制御方法においても同様であり、上記のヒータ制御手段の制御処理をヒータを制御するときに実行することが好ましい。

これによれば、ヒータに対する制御入力は、排ガスセンサの素子部の温度に応じた制御入力成分（フィードバック成分）と排ガスの温度の検出値に応じた制御入力成分（フィードフォワード成分）とを含むことから、第１の態様におけるヒータの制御に関して説明した場合と同様に、排ガスセンサの素子部の温度を安定に目標温度に制御することができる。

ところで、内燃機関の排気系では、排ガスセンサの素子部の温度の制御とは別の目的（例えば排ガス浄化装置の状態把握等の目的）で排ガス温度センサが排気通路の所要の箇所に配置される場合がある。そして、このような排ガス温度センサは、排ガスセンサの配置箇所近傍に設けられているとは限らず、排ガスセンサから排気通路における排ガスの流れ方向で離間した箇所に配置される場合が多い。

そこで、本発明の第２の態様の制御装置において、このように排ガス温度センサが排ガスセンサから離間した箇所に配置されている場合には、該排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値を用いて排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を逐次推定する排ガス温度推定手段をさらに備え、前記ヒータ制御手段は、前記ヒータを制御するために前記排ガスの温度の検出値の代わりに、該排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値を用いることが好ましい。

同様に、第２の態様の制御方法において、排ガス温度センサが排ガスセンサから離間した箇所に配置されている場合には、該排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値を用いて排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を逐次推定する排ガス温度推定処理を実行しつつ、前記排ガスの温度の検出値の代わりに、該排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値を用いて前記ヒータを制御することが好ましい。

これらの発明によれば、排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値を用いて排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定するので、排ガスセンサの配置箇所近傍に別途、排ガス温度センサを備えたりすることなく、排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を適正に把握することができる。そして、この排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値を用いて排ガスセンサのヒータを制御することにより、排ガスセンサの素子部の温度を安定に所定の温度に制御することが可能となる。

尚、上記のように排ガスの温度の検出値を用いて排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定する場合におけるヒータの制御に関しては、前記第１の態様と同様に制御入力を算出して、該制御入力に応じてヒータを制御することで、排ガスセンサの素子部の温度を安定に目標温度に制御することができる。

上記のように排ガス温度センサの検出値を用いて排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定値を求める場合において、排ガス温度センサが排ガスセンサの上流側に存するときには、各時点で排ガス温度センサの配置箇所に存する排ガスは、排ガスの流速に応じた時間の遅れを伴って排ガスセンサの配置箇所に到達する。また、排ガス温度センサが排ガスセンサの下流側に存するときには、各時点で排ガスセンサの配置箇所に存する排ガスは、排ガスの流速に応じた時間の遅れを伴って排

ガス温度センサの配置箇所に到達する。

従って、前記排ガス温度推定手段を備える第２の態様の制御装置では、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値と、該排ガスの流速を表すデータとを用いて前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することが好ましい。同様に前記排ガス温度推定処理を実行する第２の態様の制御方法では、上記排ガス温度推定手段の処理を排ガス温度推定処理で実行することが好ましい。

このようにすることにより、排ガス温度センサ及び排ガスセンサのうちの上流側に存するセンサから、下流側に存するセンサまで排ガスが到達するまでの時間の遅れを考慮して、排ガスセンサの配置箇所近傍での瞬時瞬時の排ガスの温度を適正に推定することが可能となる。ひいては、その排ガスの温度の推定値を用いてヒータを制御することにより、排ガスセンサの素子部の温度制御をより良好に行うことができる。

なお、以降の本発明の説明では、第２の態様の制御装置は、特に言及しない限り、前記排ガス温度推定手段を含むものを意味するものとする。同様に、以降の本発明の説明では、第２の態様の制御方法は、前記排ガス温度推定処理を含むものとする。

上記のように排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定する第２の態様の発明において、排ガス温度センサと排ガスセンサとが比較的大きく離間しているような場合には、前記第１の態様において内燃機関の排気ポートから排ガスセンサの配置箇所近傍までの排気通路を複数の部分排気通路に区分けした場合と同様の考え方を適用することが好適である。

すなわち、第２の態様の制御装置においては、前記排ガス温度センサの配置箇所近傍から前記排ガスセンサの配置箇所近傍までの排気通路を

排ガスの流れ方向に沿って複数の部分排気通路にあらかじめ区分けしておく。そして、前記排ガス温度推定手段は、その複数の部分排気通路のうち、前記排ガス温度センサに最も近い部分排気通路の排ガスの温度を少なくとも該排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値と排ガスの流速を表すデータとを用いて推定すると共に、その排ガス温度センサに最も近い部分排気通路以外の各部分排気通路の排ガスの温度を少なくとも該部分排気通路に排ガス温度センサ側で隣接する部分排気通路の排ガスの温度の推定値と排ガスの流速を表すデータとを用いて推定し、前記排ガスセンサに最も近い部分排気通路の排ガスの温度の推定値を該排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値として得ることが好適である。

このことは、第2の態様の制御方法においても同様であり、上記排ガス温度推定手段と同様の処理を前記排ガス温度推定処理で実行して、排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値を得ることが好適である。

これらの発明によれば、排ガス温度センサの配置箇所近傍と、排ガスセンサの配置箇所近傍との間の各部分排気通路の排ガスの温度を、排ガス温度センサの配置箇所近傍を起点として、順次精度よく求めることが可能となる。そして、最も排ガスセンサに近い部分排気通路の排ガスの温度の推定値を、排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値として得ることで、その配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値の精度を高めることができる。

ところで、以上説明した如く排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定する本発明の第1の態様および第2の態様の制御装置では、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガス

との間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することが好ましい。

特に、本発明の第１の態様の制御装置では、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することが好ましい。同様に、本発明の第２の態様の制御装置では、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することが好ましい。

また、本発明の第１の態様および第２の態様のいずれの制御装置においても、前述のように各部分排気通路の排ガスの温度を推定する場合には、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記各部分排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより各部分排気通路の排ガスの温度を推定することが好適である。

すなわち、排ガスが排気通路を流れる際には、その排気通路を形成する通路形成物と排ガスとの間の熱伝達が発生し、その熱伝達は排ガスの温度に影響を及ぼす。従って、上記のように少なくとも排ガスとそれが流れる通路形成物との熱伝達を考慮した推定アルゴリズムにより排ガスの温度を推定することにより、その推定値の精度をより高めることができる。

なお、上記のように通路形成物と排ガスとの間の熱伝達を考慮するこ

とが好ましいことは、本発明の制御方法においても同様である。より詳しく言えば、本発明の第１の態様又は第２の態様の制御方法では、上記排ガス温度推定手段と同様の処理、すなわち前記熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより排ガスの温度を推定する処理を前記排ガス温度推定処理で実行することが好ましい。

また、排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定する本発明の第１の態様及び第２の態様の制御装置では、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することが好ましい。そして、この場合、より好ましくは、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定する。

さらに、本発明の第１の態様の制御装置では、前記排ガス温度推定手段は、特に、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することがより好ましい。そして、この場合、より好ましくは、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定する。

同様に、本発明の第２の態様の制御装置では、前記排ガス温度推定手段は、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することが好ましい。そして、この場合、より好ましくは、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定する。

また、本発明の第１の態様の制御装置及び第２の態様の制御装置のいずれにおいても、前述のように各部分排気通路の排ガスの温度を推定する場合には、前記排ガス温度推定手段は、前記各部分排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズム、より好ましくは、各部分排気通路の通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、上記放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより各部分排気通路での排ガスの温度を推定することが好ましい。

すなわち、排ガスが排気通路を流れるときに、該排気通路を形成する通路形成物から大気への放熱が発生し、その放熱は排ガスの温度に影響を及ぼす。従って、上記のように排ガスが流れる通路形成物から大気への放熱を考慮した推定アルゴリズムにより排ガスの温度を推定することにより、その推定値の精度を高めることができる。特に、排ガスと通路形成物との間の熱伝達をも併せて考慮した場合には、排ガスの温度の推定値の精度を効果的に高めることができる。

なお、上記のように通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮することが好ましいことは、本発明の制御方法においても同様である。より詳しく言えば、本発明の第１の態様又は第２の態様の制御方法では、上記排ガス温度推定手段と同様の処理、すなわち、前記放熱を考慮して構築された推定アルゴリズム（より好ましくは該放熱と前記熱伝達とを考慮して構築された推定アルゴリズム）により排ガスの温度を推定する処理を前記排ガス温度推定処理で実行することが好ましい。

また、本発明の第１の態様の制御装置において、前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路に、排ガス浄化用の触媒が該排気通路の一部分を形成する通路形成物として含まれているような場合には、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも該触媒の発熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することが好ましい。同様に、本発明の第２の態様の制御装置において、前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路に、排ガス浄化用の触媒が該排気通路の一部分を形成する通路形成物として含まれている場合には、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも該触媒の発熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することが好ましい。なお、このように触媒の発熱を考慮する場合、その発熱だけでなく、通路形成物と排ガスとの間の熱伝達と通路形成物から大気への放熱とをさらに考慮した推定アルゴリズムにより排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することがより好適である。

さらに、本発明の第１の態様の制御装置及び第２の態様の制御装置のいずれにおいても、前述のように各部分排気通路の排ガスの温度を推定する場合においては、前記複数の部分排気通路のうちの少なくとも１つ

が、該部分排気通路を形成する通路形成物として排ガス浄化用の触媒を含んでいる場合には、前記排ガス温度推定手段は、該触媒を含む部分排気通路の排ガスの温度を、少なくとも該触媒の発熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより推定することが好適である。なお、この場合、より好ましくは、触媒を含む部分排気通路の排ガスの温度は、該触媒の発熱だけでなく、その触媒を含む部分排気通路の通路形成物とその内部を流れる排ガスと間の熱伝達と、該通路形成物から大気への放熱とを考慮した推定アルゴリズムにより推定し、触媒を含まない部分排気通路の排ガスの温度は、少なくとも該部分排気通路の通路形成物とその内部を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物から大気への放熱とを考慮した推定アルゴリズムにより推定することが好適である。

すなわち、排ガス浄化用の触媒は、それを流れる排ガスの浄化作用（酸化、還元反応等）によって発熱し、その発熱は排ガスの温度に影響を及ぼす。従って、上記のように触媒の発熱を考慮した推定アルゴリズムにより排ガスの温度を推定することにより、その推定値の精度を高めることができる。特に、排ガスと通路形成物との熱伝達や通路形成物から大気への放熱をも併せて考慮することにより、排ガス温度の推定値の精度を効果的に高めることができる。

なお、上記のように触媒の発熱を考慮することが好ましいことは、本発明の制御方法においても同様である。より詳しく言えば、本発明の第１の態様又は第２の態様の制御方法では、上記排ガス温度推定手段と同様の処理、すなわち、前記触媒の発熱を考慮した推定アルゴリズム（より好ましくは該触媒の発熱と前記熱伝達と前記放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズム）により排ガスの温度を推定する処理を前記排ガス温度推定処理で実行することが好ましい。

本発明の第１の態様及び第２の態様の制御装置において、前述のよう

に排ガスと通路形成物との熱伝達を考慮して排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定するためには、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物の温度を表すデータを逐次取得しつつ、その通路形成物の温度を表すデータを用いて前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することが好ましい。このことは、第１の態様および第２の態様の制御方法においても同様であり、上記排ガス温度推定手段と同様の処理を前記排ガス温度推定処理で実行することが好ましい。

このように、排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物の温度を表すデータを逐次取得し、そのデータを用いて排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することにより、排ガスセンサの配置箇所近傍での通路形成物と、排ガスとの間の熱伝達に伴う排ガスの温度変化を考慮した形態で、排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することができ、その推定値の精度を高めることができる。

また、第１の態様および第２の態様の制御装置において、前述のように各部分排気通路の排ガスの温度を推定する場合には、前記排ガス温度推定手段は、前記各部分排気通路を形成する通路形成物の温度を表すデータを逐次取得しつつ、各部分排気通路を形成する通路形成物の温度を表すデータを用いて該部分排気通路での排ガスの温度を推定することが好ましい。このことは、第１の態様および第２の態様の制御方法においても同様であり、上記排ガス温度推定手段と同様の処理を前記排ガス温度推定処理で実行することが好ましい。

このようにすることにより、各部分排気通路での通路形成物と排ガスとの間の熱伝達に伴う排ガスの温度変化を考慮した形態で、各部分排気通路の排ガスの温度を推定することができ、その推定値の精度を高める

ことができる。その結果、排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値の精度も高めることができる。

尚、前記通路形成物の温度を表すデータは、温度センサを用いて検出したものでよいことはもちろん、あるいは、他のパラメータ等から適宜、推定したものであってもよい。

本発明の第１および第２の態様の制御装置において、前述のように排ガスセンサの配置箇所近傍での通路形成物の温度を表すデータを用いて排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定する場合には、より具体的には、前記排ガス温度推定手段は、前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの所定時間当たりの温度変化量を、少なくとも該排ガスセンサの配置箇所近傍における排ガスの流れ方向での温度勾配と排ガスの流速とに応じた温度変化成分と、該排ガスセンサの配置箇所近傍における排ガスの温度と前記通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分との総和として表現してなる熱モデルに基づき排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度変化量を逐次求め、その求めた温度変化量を前記内燃機関の運転開始時に設定した初期値に累積加算することにより、前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することが好ましい。このことは、第１の態様および第２の態様の制御方法においても同様であり、上記排ガス温度推定手段と同様の処理を前記排ガス温度推定処理で実行することが好ましい。

また、前記各部分排気通路を形成する通路形成物の温度を表すデータを用いて各部分排気通路での排ガスの温度を推定する場合には、前記排ガス温度推定手段は、前記各部分排気通路の排ガスの所定時間当たりの温度変化量を、少なくとも該部分排気通路における排ガスの流れ方向での温度勾配と排ガスの流速とに応じた温度変化成分と、該部分排気通路における排ガスの温度と該部分排気通路の通路形成物の温度との偏差に

応じた温度変化成分との総和として表現してなる熱モデルに基づき各部分排気通路での排ガスの温度変化量を逐次求め、その求めた温度変化量を各部分排気通路毎に前記内燃機関の運転開始時に設定した初期値に累積加算することにより、各部分排気通路での排ガスの温度を推定することが好ましい。このことは、第１の態様および第２の態様の制御方法においても同様であり、上記排ガス温度推定手段と同様の処理を前記排ガス温度推定処理で実行することが好ましい。

ここで、前記熱モデルにおいて、排ガスの流れ方向での温度勾配と排ガスの流速とに応じた温度変化成分は、排ガスの流れ方向で温度が一定でない排ガス（これは主として内燃機関の運転状態の変化に起因する）が移動することに伴って生じる排ガスの温度変化成分（熱モデルの対象とする箇所での温度変化成分）を意味するものである。また、通路形成物の温度と排ガスの温度との偏差に応じた温度変化成分は、該通路形成物と排ガスとの間の熱伝達に伴う排ガスの温度変化成分（熱モデルの対象とする箇所での温度変化成分）を意味するものである。従って、このような熱モデルに基づいて所定時間毎の排ガスの温度変化量を精度よく求めることができる。そして、この温度変化量を内燃機関の運転開始時に設定した初期値（熱モデルの対象とする箇所での内燃機関の運転開始時における排ガスの温度の予測値）に累積加算することにより、排ガスの温度の推定値を精度よく求めることができることとなる。ひいては、排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を精度よく推定することができる。

尚、前記熱モデルに基づいて所定時間毎の温度変化量を求めるために必要な排ガスの温度勾配に関しては、本発明の第１の態様では、例えば排ガスセンサが内燃機関の排気ポートの下流側で該排気ポートに比較的近い箇所に配置されている場合には、該排ガスセンサの配置箇所近傍で

の排ガスの温度の推定値の最新値（既に求めた値の中での最新値）と、排気ポートにおける排ガスの温度の推定値の最新値（既に求めた値の中での最新値）とから排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度勾配を求めることができる。同様に、本発明の第２の態様では、例えば排ガスセンサが排ガス温度センサに比較的近い箇所に配置されている場合には、該排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値の最新値と、排ガス温度センサによる排ガス温度の検出値の最新値とから排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度勾配を求めることができる。

また、本発明の第１の態様で、複数の部分排気通路の排ガスの温度を推定する場合には、例えば各部分排気通路での排ガスの温度の推定値の最新値と、該部分排気通路に隣接する部分排気通路の排ガスの温度の推定値の最新値とから該部分排気通路での排ガスの温度勾配を求めることができる。このことは、本発明の第２の態様で、複数の部分排気通路の排ガスの温度を推定する場合でも同様である。

また、通路形成物の温度と排ガスの温度との偏差に応じた温度変化成分成分は、例えば該通路形成物の温度を表すデータの最新値と、排ガスの温度の推定値の最新値とから求めることができる。

上述のように排ガス温度の推定のために通路形成物の温度を表すデータを用いる本発明の第１及び第２の態様の制御装置では、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍における排ガスの温度の推定値と通路形成物の外部の大気温度を表すデータとを用いて該通路形成物の温度を逐次推定し、該通路形成物の温度の推定値を該通路形成物の温度を表す前記データとして用いることが好ましい。特に、複数の部分排気通路の排ガスの温度を推定する場合には、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記各部分排気通路の排ガスの温度の推定値と該部分排気通路を形成する通路形成物の外部の大気温度を表すデ

ータとを用いて各部分排気通路を形成する通路形成物の温度を逐次推定し、その各部分排気通路を形成する通路形成物の温度の推定値を該通路形成物の温度を表す前記データとして用いることが好ましい。このことは、第１の態様および第２の態様の制御方法においても同様であり、上記排ガス温度推定手段と同様の処理を前記排ガス温度推定処理で実行することが好ましい。

このように、排ガスの温度の推定と併せて、通路形成物の温度も推定するようにすることにより、通路形成物の温度を表すデータを温度センサを用いずに取得することができ、コストを低減できる。そして、この場合、通路形成物の温度の推定のために排ガスの温度の推定値と大気温度を表すデータとを用いることにより、通路形成物とその内部を流れる排ガスとの間の熱伝達と、通路形成物から大気への放熱とを考慮した形態で通路形成物の温度を推定でき、その温度の推定値の精度を高めることができる。

尚、通常、内燃機関には、その運転制御のために大気温度を検出する大気温度センサが備えられており、上記大気温度を表すデータとして、その大気温度センサの検出値を用いるようにすればよい。

上述のように、排ガスセンサの配置箇所近傍での通路形成物の温度を推定する場合には、より具体的には、前記排ガス温度推定手段は、前記通路形成物の所定時間当たりの温度変化量が、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度と前記通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分と、該通路形成物の温度と大気温度との偏差に応じた温度変化成分とを含むとして該温度変化量を表現してなる熱モデルに基づき、該通路形成物の温度変化量を逐次推定し、その温度変化量の推定値を前記内燃機関の運転開始時に設定した初期値に累積加算することにより該通路形成物の温度を推定することが好ましい。このことは、

第１の態様および第２の態様の制御方法においても同様であり、上記排ガス温度推定手段と同様の処理を前記排ガス温度推定処理で実行することと好ましい。

また、前記各部分排気通路を生成する通路形成物の温度を推定する場合には、前記排ガス温度推定手段は、前記各部分排気通路を形成する通路形成物の所定時間当たりの温度変化量が、少なくとも該部分排気通路における排ガスの温度と該部分排気通路を形成する通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分と、該通路形成物の温度と大気温度との偏差に応じた温度変化成分とを含むとして表現してなる熱モデルに基づき、該通路形成物の温度変化量を逐次推定し、その温度変化量の推定値を各部分排気通路の通路形成物毎に前記内燃機関の運転開始時に設定した初期値に累積加算することにより各部分排気通路の通路形成物の温度を推定することが好ましい。このことは、第１の態様および第２の態様の制御方法においても同様であり、上記排ガス温度推定手段と同様の処理を前記排ガス温度推定処理で実行することが好ましい。

ここで、上記熱モデルにおいて、排ガスの温度と通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分は、該通路形成物と排ガスとの間の熱伝達に伴う通路形成物の温度変化成分（熱モデルの対象とする箇所での温度変化成分）を意味するものである。また、通路形成物の温度と大気温度との偏差に応じた温度変化成分は、該通路形成物から大気への放熱に伴う通路形成物の温度変化成分（熱モデルの対象とする箇所での温度変化成分）を意味するものである。従って、このような熱モデルに基づいて所定時間毎の通路形成物の温度変化量を精度よく求めることができる。そして、この温度変化量を内燃機関の運転開始時に設定した初期値（熱モデルの対象とする箇所での内燃機関の運転開始時における通路形成物の温度の予測値）に累積加算することにより、通路形成物の温度の推定

値を精度よく求めることができることとなる。ひいては、この通路形成物の温度の推定値を用いて、排ガスの温度を精度よく推定することができる。

尚、通路形成物の温度と排ガスの温度との偏差に応じた温度変化成分成分は、例えば該通路形成物の温度の推定値の最新値（既に求めた値の中での最新値）と、排ガスの温度の推定値の最新値（既に求めた値の中での最新値）とから求めることができる。また、通路形成物の温度と大気温度との偏差に応じた温度変化成分は、該通路形成物の温度の推定値の最新値と、大気温度を表すデータの最新値とから求めることができる。

また、本発明の第１および第２の態様の制御装置、および制御方法のいずれにおいても、特に、複数の部分排気通路の排ガスの温度と通路形成物の温度とを推定する場合において、その複数の部分排気通路のうちの少なくとも１つが、該部分排気通路を形成する通路形成物として排ガス浄化用の触媒を含んでいるときには、該触媒を含む部分排気通路に対応する前記熱モデルは、該部分排気通路の通路形成物の所定の単位時間当たりの温度変化量を、該部分排気通路における排ガスの温度と該部分排気通路を形成する通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分と、該通路形成物の温度と大気温度との偏差に応じた温度変化成分と、排ガスの流速とに応じた温度変化成分との総和として表現してなるモデルであることが好適である。

このような熱モデルでは、前記排ガスの流速に応じた温度変化成分が、触媒の排ガス浄化作用による発熱に伴う該触媒（通路形成物）の温度変化成分を意味するものとなる。すなわち、排ガスの流速が大きいほど、所定時間当たりに触媒が反応する排ガスの量が多くなるので、触媒の発熱量が多くなる。このため、触媒の発熱に伴う該触媒の温度変化成分は、排ガスの流速に応じたものとなる。そして、このような熱モデルに基づ

くことにより、触媒を含む部分排気通路での通路形成物の所定時間毎の温度変化量を精度よく推定することができる。ひいては、該通路形成物の温度の推定値の精度を高めることができる。

また、前述のように所定時間毎の温度変化量を初期値に累積加算して排ガス温度や通路形成物の温度を推定する場合には、その初期値は少なくとも前記内燃機関の運転開始時における大気温度及び／又は内燃機関の機関温度に応じて設定されていることが好適である。これによれば、内燃機関の運転開始時における排ガスの温度や通路形成物の温度の初期値を適正に設定することができる。

尚、本発明の第１及び第２の態様の制御装置、および制御方法（第２の態様に関しては、排ガスの温度の推定を行なわないものも含む）では、排ガスセンサとしては、例えば排ガス浄化用の触媒装置の下流側に配置したO_2センサが挙げられる。この場合、触媒装置による所要の浄化性能を確保するために、O_2センサの出力電圧を所定値に維持するように排ガスの空燃比を制御するような場合には、その空燃比制御を良好に行う上で、該O_2センサの素子部の温度を７５０℃以上の所定の目標温度（例えば８００℃）に制御することが好適である。

図面の簡単な説明

図１は本発明の第１実施形態の装置の全体構成を示すブロック図、図２は図１の装置に備えたO_2センサ（排ガスセンサ）の構造を示す断面図、図３は図２のO_2センサの出力特性を示すグラフ、図４は図１の装置に備えたセンサ温度制御手段の機能的構成を示すブロック図、図５は図４のセンサ温度制御手段に備えた排気温オブザーバの処理を説明するための断面図、図６は図４のセンサ温度制御手段に備えた排気温オブザーバの機能的構成を示すブロック図、図７は図４のセンサ温度制御手段

に備えたヒータコントローラの機能的構成を示すブロック図である。図８は図４のセンサ温度制御手段の全体的処理を示すフローチャート、図９～図１１は図８のフローチャートのサブルーチン処理を示すフローチャートである。図１２は本発明の第２実施形態の装置の全体構成を示すブロック図、図１３は図１２の装置のセンサ温度制御手段に備えた排気温オブザーバの機能的構成を示すブロック図、図１４（ａ）～（ｃ）はそれぞれ本発明の第３実施形態、第４実施形態、第５実施形態の装置の要部構成を示すブロック図、図１５は本発明の第６実施形態の装置の要部構成を示すブロック図、図１６は第６実施形態におけるセンサ温度制御手段の機能的構成を示すブロック図、図１７は本発明の第７実施形態の装置の全体構成を示すブロック図、図１８は第７実施形態における排気温オブザーバの機能的構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の第１実施形態を図１～図１１を参照して説明する。図１は、本実施形態の装置の全体構成を模式的に示すブロック図である。同図中、１は例えば自動車やハイブリッド車に搭載されるエンジン（内燃機関）であり、このエンジン１が燃料及び空気の混合気を燃焼させて生成する排ガスは、該エンジン１の排気ポート２に連通する排気通路３を介して大気側に排出される。排気通路３には、排ガスを浄化するための触媒装置４，５が上流側から順次介装されている。排気通路３のうち、触媒装置４の上流側の部分（排気ポート２と触媒装置４の間の部分）と、両触媒装置４，５の間の部分と、触媒装置５の下流側の部分とはそれぞれ管状の通路形成物である排気管６ａ，６ｂ，６ｃにより構成されている。

各触媒装置４，５はそれぞれ触媒７（本実施形態では三元触媒）を内蔵するものである。この触媒７は、ハニカム構造の通路形成物であり、

その内部を排ガスが流れるようになっている。尚、触媒装置４，５は一体構造のもの（例えば同一のケース内に三元触媒からなる二つの触媒床を上流部と下流部とに内蔵したもの）であってもよい。

本実施形態の装置では、特に触媒装置４の良好な浄化性能（触媒装置４によるＣＯ、ＨＣ、ＮＯx の浄化性能）を確保するようにエンジン１の排ガスの空燃比を制御する。そして、この空燃比制御を行うために、触媒装置４，５の間の排気通路３（排気管６ｂにより形成される排気通路）にO_2センサ８が配置され、触媒装置４の上流側の排気通路３（排気管６ａにより形成される排気通路）に広域空燃比センサ９が配置されている。

ここで、O_2センサ８は、本発明における排ガスセンサに相当するものであり、その基本構造や特性等をさらに説明する。このO_2センサ８は、図２に模式的に示すように、酸素イオンを通しやすい固体電解質、例えば安定ジルコニア（$ZrO_2+Y_2O_3$）を主材質とする有底筒形状の素子部１０（感応部）を備え、この素子部１０の外面及び内面には、それぞれ、多孔質の白金電極１１，１２がコーティングされている。また、この素子部１０の内部には、該素子部１０の昇温・活性化や温度制御等を行うために電熱ヒータとしての棒状のセラミックヒータ１３が挿入されると共に、セラミックヒータ１３の周囲の空間には一定酸素濃度（一定の酸素分圧）の空気が充填されている。そして、このO_2センサ８は、その素子部１０の先端部の外面が排気管６ｂ内の排ガスに接触するようにセンサ筐体１４を介して排気管６ｂに装着されている。

尚、図２中、１５は、排気管６ｂ内の素子部１０に異物等が当たらないようにするための筒状のプロテクタであり、排気管６ｂ内の素子部１０は、プロテクタ１５に穿設されている複数の孔（図示省略）を介して排ガスに接触するようになっている。

かかる構造のO_2センサ８では、素子部１０の先端部外面に接触する排ガスの酸素濃度と素子部１０の内部の空気の酸素濃度との差によって、前記白金電極１１，１２間に排ガスの酸素濃度に応じた起電力が生じる。そして、該O_2センサ８は、その起電力を図示しない増幅器で増幅してなる出力電圧Ｖoutを外部に出力する。

この場合、排ガスの酸素濃度、あるいは該酸素濃度から把握される排ガスの空燃比に対するO_2センサ８の出力電圧Ｖout の特性（出力特性）は、基本的には図３に実線のグラフａで示すような特性（所謂Ｚカーブ特性）となる。尚、図３の実線のグラフａは、より詳しくは、素子部１０の温度が８００℃であるときのO_2センサ８の出力特性を示すグラフである。素子部１０の温度とO_2センサ８の出力特性との関係については後述する。

図３のグラフａに見られるように、O_2センサ８の出力特性は、一般的に、排ガスの酸素濃度により表わされる空燃比が理論空燃比近傍の狭い空燃比域Δに存する状態でのみ、出力電圧Ｖout が排ガスの空燃比に対してほぼリニアに高感度な変化を示す。つまり、その空燃比域Δ（以下、高感度空燃比域Δという）において、空燃比の変化に対する出力電圧Ｖout の変化の傾き（出力特性のグラフの傾き）が大きなものとなる。そして、その高感度空燃比域Δよりもリッチ側の空燃比域とリーン側の空燃比域とでは、排ガスの空燃比の変化に対する出力電圧Ｖout の変化の傾き（出力特性のグラフの傾き）が微小なものとなる。

尚、前記広域空燃比センサ９は、ここでの詳細な説明は省略するが、例えば特開平４－３６９４７１号公報にて本願出願人が開示した空燃比センサであり、O_2センサ８よりも広い空燃比域において、排ガスの空燃比に対してリニアに変化する出力電圧 KACT を発生するセンサである。以下の説明では、O_2センサ８の出力電圧Ｖout、広域空燃比セン

サ９の出力電圧 KACT をそれぞれ単に出力Ｖout、KACT ということがある。

本実施形態の装置は、さらに排ガスの空燃比制御やO_2センサ８の素子部１０の温度制御等の処理を実行するコントロールユニット１６を備えている。このコントロールユニット１６は、図示を省略するＣＰＵ、ＲＡＭ、ＲＯＭを含むマイクロコンピュータにより構成されたものであり、後述の制御処理を実行するために、前記O_2センサ８、広域空燃比センサ９からそれらの出力Ｖout，KACT が入力されると共に、エンジン１に備えられたセンサ（図示省略）からエンジン１の回転数 NE（回転速度）、吸気圧 PB（詳しくはエンジン１の吸気管内圧の絶対圧）、大気温度T_A等の検出値を示すデータが与えられる。

上記コントロールユニット１６は、その処理の機能的手段として、エンジン１の排ガスの空燃比を制御する空燃比制御手段１７と、O_2センサ８の素子部１０の温度を制御するセンサ温度制御手段１８とを具備している。

空燃比制御手段１７は、触媒装置４によるＣＯ（一酸化炭素）、ＨＣ（炭化水素）、ＮＯx（窒素酸化物）の良好な浄化性能（浄化率）を確保するように、触媒装置４にエンジン１から供給される排ガスの空燃比を制御する処理を実行するものである。ここで、前述のような出力特性のO_2センサ８を触媒装置４の下流側に配置したとき、触媒装置４に供給する排ガスの空燃比（触媒装置４の上流側の排ガスの空燃比）を、O_2センサ８の出力Ｖout がある所定値Ｖop（図３参照）に整定するような空燃比状態に制御することにより、触媒装置４によるＣＯ、ＨＣ、ＮＯx の良好な浄化性能を該触媒装置４の劣化状態によらずに確保できる。

そこで、空燃比制御手段１７は、上記所定値Ｖop をO_2センサ８の出力Ｖout の目標値とし、この目標値Ｖop にO_2センサ８の出力Ｖout を

整定・維持するようにエンジン１から触媒装置４に供給される排ガスの空燃比を制御する。この空燃比制御は、例えば、O_2センサ８の出力Ｖout を目標値Ｖop に収束させるように、フィードバック制御処理により触媒装置４に供給する排ガスの目標空燃比を決定し、この目標空燃比に広域空燃比センサ９の出力 KACT（空燃比の検出値）を収束させるように、フィードバック制御処理によりエンジン１の燃料供給量を調整することで実行される。尚、空燃比制御手段１７のより具体的な処理は、本願発明の本質をなすものではないので、ここでの詳細な説明は省略するが、例えば本願出願人が特開平１１－３２４７６７号公報にて公開した明細書の【００７１】～【０３６２】、あるいは米国特許６１８８９５３号に記載されているように行われる。

ところで、O_2センサ８の出力特性は、素子部１０の温度の影響を受けて変化する。例えば、素子部１０の温度が８００℃、７５０℃、７００℃、６００℃であるときのO_2センサ８の出力特性は、それぞれ図３の実線のグラフａ、破線のグラフｂ、一点鎖線のグラフｂ、二点鎖線のグラフｄで示すような特性となる。この場合、図３を参照して明らかなように、特に７５０℃よりも低い温度域で素子部１０の温度が変化すると、理論空燃比近傍（前記高感度空燃比域Δ）におけるO_2センサ８の出力Ｖout の変化の傾き（感度）や、該高感度空燃比域Δよりもリッチ側における出力Ｖout のレベル等が変化しやすい。尚、素子部１０の温度が７５０℃以上である場合には、素子部１０の温度変化に対するO_2センサ８の出力特性の変化は微小になり、該出力特性がほぼ一定になる。

O_2センサ８の出力特性が上記のように素子部１０の温度状態によって変化するため、その温度状態によっては、前記空燃比制御手段１７による制御性（安定性や速応性）が悪化する虞れがある。これは、O_2センサ８の出力Ｖout をある目標値Ｖop に維持するように排ガスの空燃

比を制御する上では、特に、理論空燃比近傍でのO_2センサ８の出力特性、すなわち、前記高感度空燃比域Δにおける出力特性が制御性に大きな影響を及ぼしやすいからである。また、触媒装置４の触媒７による排ガスの浄化性能が良好に保たれるようなO_2センサ８の出力Ｖout の目標値Ｖop も、特に、７５０℃よりも低い温度域における素子部１０の温度状態によって変化する。従って、空燃比制御手段１７による空燃比の制御（O_2センサ８の出力Ｖout を目標値Ｖop に維持する制御）を良好に行い、また、触媒装置４の浄化性能を良好に確保するためには、O_2センサ８の素子部１０の温度は、基本的には一定温度に維持されていることが好ましい。

この場合、O_2センサ８では、素子部１０の温度を７５０℃以上の温度に維持すると、前述のようにO_2センサ８の出力特性がほぼ一定になって安定する。また、本願発明者等の知見によれば、素子部１０の温度を７５０℃以上の温度で、例えば８００℃に維持すると、触媒装置４の触媒７による排ガスの浄化性能が良好に保たれるようなO_2センサ８の出力Ｖout の目標値Ｖop が、図３のグラフａにおいて参照符号Ｙを付した部分、すなわち、O_2センサ８の出力特性のグラフａの傾きが空燃比のリッチ化に伴い大きな傾きから微小な傾きに切替る変曲点部分Ｙに存するようになる。そして、このとき、この目標値Ｖop にO_2センサ８の出力Ｖout を維持するような空燃比制御を良好に行うことができる。これは、変曲点部ＹにおけるO_2センサ８の出力Ｖout の空燃比に対する感度が過大でも過小でもない適正な感度になるためと考えられる。

このため、本実施形態では、前記センサ温度制御手段１８により、O_2センサ８の素子部１０の温度を前記セラミックヒータ１３を介して所望の温度に制御するようにしている。その所望の温度は、基本的には７５０℃以上の温度で、例えば８００℃である。このセンサ温度制御手段

１８の制御処理を以下に詳説する。

センサ温度制御手段１８は、その主要な機能を分類すると、図４に示すように、排気通路３でのO_2センサ８の配置箇所近傍（排気管６ｂの中間部分の箇所）の排ガス温度Ｔgd を逐次推定する排気温オブザーバ１９（排ガス温度推定手段）と、その排ガス温度Ｔgd の推定値を用いてO_2センサ８の素子部１０の温度T_{o2}及びセラミックヒータ１３の温度Ｔht を推定する素子温オブザーバ２０と、素子部１０の温度の目標値Ｒを設定する目標値設定手段２１と、素子部１０の温度T_{o2}及びセラミックヒータ１３の温度Ｔht の推定値、目標値Ｒ、並びに排ガス温度Ｔgd の推定値を用いてセラミックヒータ１３の通電制御（セラミックヒータ１３への供給電力の制御）を行うヒータコントローラ２２（ヒータ制御手段）とを備えている。

尚、本実施形態では、セラミックヒータ１３は、図示を省略するヒータ通電回路にパルス電圧を付与することにより通電制御（ＰＷＭ制御）されるものであり、該セラミックヒータ１３への供給電力は、そのパルス電圧のデューティ DUT（パルス電圧の１周期に対するパルス幅の割合）によって規定される。このため、ヒータコントローラ２２は、上記ヒータ通電回路に付与するパルス電圧のデューティ DUT をセラミックヒータ１３を制御するための制御入力（操作量）とし、このデューティ DUT を調整することにより、該セラミックヒータ１３への供給電力、ひいては、該ヒータ１３の発熱量を制御するようにしている。また、ヒータコントローラ２２が生成するデューティ DUT は、素子温オブザーバ２０の演算処理でも使用される。

排気温オブザーバ１９は、本実施形態では、エンジン１の排気ポート２からO_2センサ８の配置箇所までの排気通路３（O_2センサ８の上流側の排気通路３）を該排気通路３の延在方向（排ガスの流れ方向）に沿

って複数（本実施形態では例えば４個）の部分排気通路３ａ～３ｄに区分けしておき、所定のサイクルタイム（周期）で、排気ポート２（排気通路３の入り口部分）における排ガスの温度と、各部分排気通路３ａ～３ｄにおける排ガスの温度（詳しくは各部分排気通路３ａ～３ｄの下流端における排ガスの温度）とを上流側のものから順番に推定するものである。これらの部分排気通路３ａ～３ｄのうち、部分排気通路３ａ，３ｂは、触媒装置４の上流側の排気通路３（排気管６ａにより形成された排気通路）を２つに区分けしてなる部分排気通路であり、部分排気通路３ｃは、触媒装置４の入り口から出口までの部分排気通路（触媒装置４の触媒７の内部に形成された排気通路）、部分排気通路３ｄは、触媒装置４の出口からO_2センサ８の配置箇所までの部分排気通路である。この排気温オブザーバ１９のアルゴリズムは次のように構築されている。

まず、エンジン１の排気ポート２における排ガス温度は、エンジン１の定常的な運転状態（詳しくはエンジン１の回転数 NE 及び吸気圧 PB が一定に維持される運転状態で）では、基本的にはエンジン１の回転数 NE と吸気圧 PB とに応じたものとなる。従って、排気ポート２における排ガス温度は、基本的にはエンジン１の運転状態を表すパラメータとしての回転数 NE 及び吸気圧 PB の検出値から例えばあらかじめ実験等に基づいて定めたマップに基づいて推定することができる。但し、エンジン１の運転状態（回転数 NE や吸気圧 PB）が変動する場合には、排ガスと排気ポート２の近傍の壁部やエンジン１の燃焼室等との熱交換によって、排気ポート２における排ガス温度は、上記のようにマップにより求められる排ガス温度（以下、基本排ガス温度 TMAP(NE, PB)という）に対して応答遅れを生じる。

そこで、本実施形態では、排気温オブザーバ１９は、所定のサイクルタイム（演算処理周期）毎に、エンジン１の回転数 NE 及び吸気圧 PB

の検出値（最新の検出値）から基本排ガス温度 TMAP(NE, PB)をマップにより求めた後に、さらに排気ポート２における排ガス温度 Texg を、次式（１）のように基本排ガス温度 TMAP(NE, PB)に対して一次遅れを伴って追従する値として逐次推定する。

$$Texg(k)=(1-Ktex)\cdot Texg(k-1)+Ktex\cdot TMAP(NE, PB) \quad \cdots\cdots(1)$$

ここで、式（１）中のｋは、排気温オブザーバ１９の演算処理周期の番数である。また、Ktex はあらかじめ実験等に基づき定められた係数（遅れ係数）であり、０＜Ktex＜１である。尚、本実施形態では、エンジン１の吸気圧 PB は、エンジン１の吸入空気量を表すパラメータとしての意味をもつものである。従って、例えば吸入空気量を直接的に検出するフローセンサが備えられている場合には、そのフローセンサの出力（吸入空気量の検出値）を吸気圧 PB の検出値の代わりに用いてもよい。

このようにして求められる排気ポート２の排ガス温度 Texg の推定値を用いて、各部分排気通路３ａ～３ｅにおける排ガスの温度は以下に説明するように推定される。まず、説明の便宜上、一般的に、図５に示すように、大気中でＺ軸方向に延びる円管２３内を流体が円管２３の管壁と熱交換しながら流れる場合における熱伝達に関して説明する。ここで、流体温度Ｔg、管壁の温度Ｔw（以下、円管温度Ｔw という）が時刻ｔとＺ軸方向の位置ｚとの関数Ｔg(t,z)、Ｔw(t,z)であるとし、円管２３の管壁の熱伝導率は径方向に無限大で、且つＺ軸方向には「０」であると仮定する。また、流体と円管２３の管壁との間の熱伝達、並びに、円管２３の管壁とその外部の大気との間の熱伝達は、ニュートンの冷却則に従ってそれぞれの温度差に比例するものとする。このとき、次式（２

－１）、（２－２）が成立する。

$$Sg\cdot\rho g\cdot Cg\cdot\left(\frac{\partial Tg}{\partial t}+V\cdot\frac{\partial Tg}{\partial z}\right)=\alpha_1\cdot U\cdot(Tw-Tg) \quad \cdots\cdots(2-1)$$

$$Sw\cdot\rho w\cdot Cw\cdot\frac{\partial Tw}{\partial t}=\alpha_1\cdot U\cdot(Tg-Tw)+\alpha_2\cdot U\cdot(T_A-Tw) \quad \cdots\cdots(2-2)$$

ここで、Ｓｇ、ρｇ、Ｃｇはそれぞれ流体の密度、比熱、流路断面積、Ｓｗ、ρｗ、Ｃｗはそれぞれ円管２３の管壁の密度、比熱、断面積、Ｖは円管２３を流れる流体の流速、T_Aは円管２３の外部の大気温度である。また、Ｕは円管２３の内周長、α_1は流体と円管２３の管壁との間の熱伝達率、α_2は円管２３の管壁と大気との間の熱伝達率である。尚、大気温度T_Aは、円管２３の周囲で一定に維持されているとする。

これらの式（２－１）、（２－２）を整理すると、次式（３－１）、（３－２）が得られる。

$$\frac{\partial Tg}{\partial t}=-V\cdot\frac{\partial Tg}{\partial z}+a\cdot(Tw-Tg) \quad \cdots\cdots(3-1)$$

$$\frac{\partial Tw}{\partial t}=b\cdot(Tg-Tw)+c\cdot(T_A-Tw) \quad \cdots\cdots(3-2)$$

但し、これらの式（３－１）、（３－２）において、ａ，ｂ，ｃは定数であり、ａ＝α_1・Ｕ／（Ｓｇ・ρｇ・ｃｇ）、ｂ＝α_1・Ｕ／（Ｓｗ・ρｗ・ｃｗ）、ｃ＝α_2・Ｕ／（Ｓｗ・ρｗ・ｃｗ）である。

式（３－１）の右辺第１項は、位置ｚでの流体の流れ方向の温度勾配と流体の流速とに応じた流体温度Ｔｇの時間的変化率（単位時間当たり

の温度変化量）を表す移流項である。また、式（３－１）の右辺第２項は、位置ｚでの流体温度Ｔｇと円管温度Ｔｗとの偏差に応じた流体温度Ｔｇの時間的変化率（単位時間当たりの温度変化量）、すなわち、流体と円管２３の管壁との間の熱伝達に伴う流体温度Ｔｇの時間的変化率を表す熱伝達項である。従って、この式（３－１）は、位置ｚでの流体温度Ｔｇの時間的変化率∂Ｔｇ／∂ｔが、上記移流項の温度変化成分と、上記熱伝達項の温度変化成分とに応じたもの（それらの温度変化成分の総和）になるということを示すものである。

また、式（３－２）の右辺第１項は、位置ｚでの円管温度Ｔｗと流体温度Ｔｇとの偏差に応じた円管温度Ｔｗの時間的変化率（単位時間当たりの温度変化量）、すなわち、位置ｚでの流体と円管２３の管壁との間の熱伝達に伴う円管温度Ｔｗの時間的変化率を表す熱伝達項である。また、式（３－２）の右辺第２項は、位置ｚでの円管温度Ｔｗと外部の大気温度ＴＡとの偏差に応じた円管温度Ｔｗの時間的変化率（単位時間当たりの温度変化量）、すなわち、位置ｚでの円管２３の管壁から大気への放熱に応じた円管温度Ｔｗの時間的変化率を表す放熱項である。そして、式（３－２）は、位置ｚでの円管温度Ｔｗの時間的変化率∂Ｔｗ／∂ｔが、上記熱伝達項の温度変化成分と放熱項の温度変化成分とに応じたもの（それらの温度変化成分の総和）になるということを示すものである。

これらの式（３－１）、（３－２）を差分法によって書き改めて整理すると次式（４－１），（４－２）が得られる。

$$Tg(t+\Delta t,\ z)=Tg(t,\ z)-\frac{V\cdot\Delta t}{\Delta z}\cdot(Tg(t,\ z)-Tg(t,\ z-\Delta z))$$
$$+a\cdot\Delta t\cdot(Tw(t,\ z)-Tg(t,\ z)) \quad \cdots\cdots(4-1)$$

$$Tw(t+\Delta t,\ z)=Tw(t,\ z)+b\cdot\Delta t\cdot(Tg(t,\ z)-Tw(t,\ z))$$
$$+c\cdot\Delta t\cdot(T_A-Tw(t,\ z)) \quad \cdots\cdots(4-2)$$

これらの式（４－１）、（４－２）は、位置ｚ、時刻ｔでの流体温度Ｔg(t,z)及び円管温度Ｔw(t,z)と、位置ｚの直前（上流側）の位置ｚ-Δｚにおける時刻ｔでの流体温度Ｔg(t,z-Δz)とが判れば、位置ｚにおける次の時刻ｔ+Δｔでの流体温度Ｔg(t+Δt,z)、Ｔw(t+Δt,z)を求めることができ、さらにこれらの式を直列的に連立させることで、位置 z+Δz、z+2Δz、……での流体温度Ｔg 及び円管温度Ｔw を順番に求めることができることを意味する。つまり、各位置ｚ、z+Δz、z+2Δz、…でのＴg、Ｔw の初期値（t=0 での初期値）を与えるとともに、円管２３のＺ軸方向の任意の原点（例えば円管２３の入り口）の流体温度Ｔg(t,0)を与えれば（ここでは z-Δz=0 とする）、位置ｚ、z+Δz、z+2Δz、…における各時刻ｔ、t+Δt、t+2Δt、…でのＴｇ、Ｔw を算出できる。

この場合、位置ｚでの流体温度Ｔg(t,z)は、所定時間毎に、流速Ｖと位置ｚでの温度勾配とに応じた温度変化成分（式（４－１）の第２項が表す温度変化成分）と、位置ｚでの流体温度Ｔg と円管温度Ｔw との偏差に応じた温度変化成分（式（４－１）の第３項が表す温度変化成分）とを、初期値Ｔg(0,z)に累積加算（積分）することにより算出できる。他の位置 z+Δz、z+2Δz、…についても同様である。また、位置ｚでの円管温度Ｔw(t,z)は、所定時間毎に、位置ｚでの流体温度Ｔg と円管温度Ｔw との偏差に応じた温度変化成分（式（４－２）の第２項が表す温度変化成分）と、位置ｚでの円管温度Ｔw と大気温度T_Aと偏差に応じ

た温度変化成分（式（４－２）の第３項が表す温度変化成分）を、初期値Ｔｗ(0,z)に累積加算（積分）することにより算出できる。

そこで、本実施形態では、排気温オブザーバ１９は、式（４－１）、（４－２）のモデル式を基本式として用い、各部分排気通路３ａ～３ｄにおける排ガスの温度を次のようにして求める。

まず、部分排気通路３ａ～３ｄのうち、部分排気通路３ａ，３ｂは、いずれも排気管６ａを通路形成物として形成されている。そして、本実施形態では、これらの部分排気通路３ａ，３ｂにおける排ガスの温度を推定するために、前記円管２３に関して説明した場合と同様に、排ガスの流速と温度勾配（排ガスの流れ方向での温度勾配）とに応じた温度変化と、排ガスと排気管６ａとの間の熱伝達と、排気管６ａから大気への放熱とを考慮する。

この場合、部分排気通路３ａにおける排ガス温度Ｔga の推定値は、部分排気通路３ａにおける排気管６ａの温度Ｔwa（以下、排気管温度Ｔwa という）の推定値と併せて、排気温オブザーバ１９の処理のサイクルタイム毎に、次のモデル式（５－１）、（５－２）により求められる。また、部分排気通路３ｂにおける排ガスの温度Ｔgb の推定値は、部分排気通路３ｂにおける排気管温度Ｔwb の推定値と併せて、排気温オブザーバ１９の処理のサイクルタイム毎に、次のモデル式（６－１）、（６－２）により求められる。尚、式（５－１）、（５－２）により求められる排ガス温度Ｔga 及び排気管温度Ｔwa はより詳しくは、部分排気通路３ａの下流端近傍における温度の推定値である。同様に、式（６－１）、（６－２）により求められる排ガス温度Ｔgb 及び排気管温度Ｔwb はより詳しくは、部分排気通路３ｂの下流端近傍における温度の推定値である。

$$Tga(k+1)=Tga(k)-Vg\cdot\frac{dt}{La}\cdot(Tga(k)-Texg(k))+Aa\cdot dt\cdot(Twa(k)-Tga(k)) \quad \cdots\cdots(5-1)$$

$$Twa(k+1)=Twa(k)+Ba\cdot dt\cdot(Tga(k)-Twa(k))+Ca\cdot dt\cdot(TA(k)-Twa(k)) \quad \cdots\cdots(5-2)$$

$$Tgb(k+1)=Tgb(k)-Vg\cdot\frac{dt}{Lb}\cdot(Tgb(k)-Tga(k))+Ab\cdot dt\cdot(Twb(k)-Tgb(k)) \quad \cdots\cdots(6-1)$$

$$Twb(k+1)=Twb(k)+Bb\cdot dt\cdot(Tgb(k)-Twb(k))+Cb\cdot dt\cdot(TA(k)-Twb(k)) \quad \cdots\cdots(6-2)$$

これらの式（５－１）、（５－２）、（６－１）、（６－２）中の dt は、排気温オブザーバ１９の処理の周期（サイクルタイム）であり、前記式（４－１）、（４－２）のΔｔに相当する。この dt の値はあらかじめ定められている。また、式（５－１）、（６－１）中のＬａ，Ｌｂはそれぞれ部分排気通路３ａ，３ｂの長さ（固定値）であり、前記式（４－１）のΔｚに相当する。また、式（５－１）、（５－２）中のＡａ，Ｂａ，Ｃａ、並びに式（６－１）、（６－２）中のＡｂ，Ｂｂ，Ｃｂは、それぞれ式（４－１）、（４－２）のａ，ｂ，ｃに相当するモデル係数であり、それらの値はあらかじめ実験やシミュレーションに基づいて設定（同定）される。また、式（５－１）、（６－１）中のＶｇは排ガスの流速を示すパラメータ（これは後述するように求められる）であり、式（４－１）のＶに相当するものである。

ここで、式（５－１）により排ガス温度Ｔga の新たな推定値Ｔga(k+1)を算出するために必要な排ガス温度Ｔexg(k)（排気ポート２における排ガス温度）は、基本的には前記式（１）により求められた最新

値が用いられる。同様に、式（６－１）により排ガス温度Ｔgb の新たな推定値Ｔgb(k+1)を算出するために必要な排ガス温度Ｔga(k)（部分排気通路３ａにおける排ガス温度）は、基本的には前記式（５－１）により求められた最新値が用いられる。また、式（５－２）、（６－２）の演算に必要な大気温度T_A(k)は、図示しない大気温度センサ（これは本実施形態ではエンジン１に備えらたセンサが代用的に用いられる）により検出された大気温度の最新値が用いられる。さらに、式（５－１）、（６－１）の演算に必要な流速パラメータＶg は、本実施形態では、エンジン１の回転数 NE 及び吸気圧 PB の最新の検出値から、次式（７）により算出された値が用いられる。

$$Vg = \frac{NE}{NEBASE} \cdot \frac{PB}{PBBASE} \quad \cdots\cdots(7)$$

この式（７）中の NEBASE、PBBASE は、それぞれあらかじめ定めた所定回転数、所定吸気圧であり、それぞれ例えばエンジン１の最大回転数、７６０mmHg（≒１０１kPa）に設定されている。この式（７）により算出される流速パラメータＶg は排ガスの流速に比例し、また、Ｖg≦１となる。

尚、排ガス温度Ｔga 及び排気管温度Ｔwa、並びに排ガス温度Ｔgb 及び排気管温度Ｔwb のそれぞれの推定値の初期値Ｔga(0)、Ｔwa(0)、Ｔgb(0)、Ｔwb(0)は、本実施形態では、エンジン１の運転開始時（エンジン１の始動時）に前記大気温度センサ（図示しない）により検出された大気温度に設定される。

次に、部分排気通路３ｃは、触媒装置４の触媒７を通路形成物として

形成された排気通路である。そして、この触媒７はその排ガス浄化作用（詳しくは酸化・還元反応）によって自己発熱を伴い、その発熱量（単位時間当たりの発熱量）は概ね排ガスの流速に比例する。これは、排ガスの流速が大きい程、単位時間当たりに触媒７と反応する排ガス成分が多くなるためである。

そこで、本実施形態では、部分排気通路３ｃにおける排ガス温度の推定に関しては、その推定を精度よく行うために、排ガスの流速と温度勾配とに応じた温度変化と、排ガスと触媒装置４の触媒７との間の熱伝達と、該触媒７から大気への放熱とを考慮することに加えて、さらに、該触媒７の自己発熱を考慮する。

この場合、部分排気通路３ｃにおける排ガス温度Ｔgc の推定値は、部分排気通路３ｃを形成する触媒７の温度Ｔwc（以下、触媒温度Ｔwcという）の推定値と併せて、排気温オブザーバ１９の処理のサイクルタイム毎に、次のモデル式（８－１）、（８－２）により求められる。尚、式（８－１）により求められる排ガス温度Ｔgc 及び触媒温度Ｔwc はより詳しくは、部分排気通路３ａの下流端（触媒装置４の出口近傍）における温度の推定値である。

$$Tgc(k+1)=Tgc(k)-Vg\cdot\frac{dt}{Lc}\cdot(Tgc(k)-Tgb(k))+Ac\cdot dt\cdot(Twc(k)-Tgc(k)) \quad \cdots\cdots(8-1)$$

$$Twc(k+1)=Twc(k)+Bc\cdot dt\cdot(Tgc(k)-Twc(k))+Cc\cdot dt\cdot(TA(k)-Twc(k))+Dc\cdot dt\cdot Vg \quad \cdots\cdots(8-2)$$

式（８－１）中のＬｃは部分排気通路３ｃの長さ（固定値）であり、

前記式（４－１）のΔｚに相当する。また、式（８－１）、（８－２）中のＡｃ，Ｂｃ，Ｃｃは、それぞれ式（４－１）、（４－２）のａ，ｂ，ｃに相当するモデル係数であり、それらの値はあらかじめ実験やシミュレーションに基づいて設定（同定）される。また、式（８－２）の右辺第４項は、触媒装置４の触媒７の自己発熱による触媒７の温度変化成分（排気温オブザーバ１９の処理の１周期当たりの温度変化量）を示すものであり、流速パラメータＶｇに比例する。そして、この第４項のＤｃは、前記Ａｃ～Ｃｃと同様に、その値があらかじめ実験やシミュレーションに基づいて設定（同定）されるモデル係数である。従って、式（８－２）は、前記式（４－２）の右辺に、さらに通路形成物（ここでは触媒７）の自己発熱に伴う温度変化成分を付加したものに相当する。

尚、式（８－１）、（８－２）中のdt、Ｖｇの意味及びその値は、前記式（５－１）～（６－２）のものと同一である。また、式（８－２）の演算で用いるT_Aの値は、前記式（５－２）、（６－２）で用いるものと同一である。さらに、排ガス温度Ｔｇｃ及び触媒温度Ｔｗｃの初期値Ｔｇｃ(0)、Ｔｗｃ(0)は、本実施形態では、式（５－１）～（６－２）の場合と同様、エンジン１の運転開始時における大気温度の検出値である。

次に、部分排気通路３ｄは、それを形成する通路形成物が、前記部分排気通路３ａ，３ｂと同様の排気管６ｂである。従って、この部分排気通路３ｄの排気温度Ｔｇｄ及び排気管温度Ｔｗｄ（より詳しくは部分排気通路３ｄの下流端における温度）は、前記式（５－１）～（６－２）と同様の次のモデル式（９－１）、（９－２）により求められる。

$$Tgd(k+1)=Tgd(k)-Vg\cdot\frac{dt}{Ld}\cdot(Tgd(k)-Tgc(k))+Ad\cdot dt\cdot(Twd(k)-Tgd(k)) \quad \cdots\cdots(9-1)$$

$$Twd(k+1)=Twd(k)+Bd\cdot dt\cdot(Tgd(k)-Twd(k))+Cd\cdot dt\cdot(TA(k)-Twd(k)) \quad \cdots\cdots(9-2)$$

式（９－１）中のＬｄは部分排気通路３ｄの長さ（固定値）であり、前記式（４－１）のΔｚに相当する。また、式（９－１）、（９－２）中のＡｄ，Ｂｄ，Ｃｄは、それぞれ式（４－１）、（４－２）のａ，ｂ，ｃに相当するモデル係数であり、それらの値はあらかじめ実験やシミュレーションに基づいて設定（同定）される。

尚、式（９－１）、（９－２）中のdt、Ｖｇの意味及びその値は、前記式（５－１）～（６－２）のものと同一である。また、式（９－２）の演算で用いるＴＡの値は、前記式（５－２）、（６－２）、（８－２）で用いるものと同一である。さらに、排ガス温度Ｔgd及び触媒温度Ｔwdの推定値の初期値Ｔgd(0)、Ｔwd(0)は、式（５－１）～（６－２）の場合と同様、エンジン１の運転開始時における大気温度の検出値である。

以上説明した排気温オブザーバ１９の処理によって、各サイクルタイム毎に、エンジン１の排気ポート２及び各部分排気通路３ａ～３ｄの排ガス温度Ｔexe、Ｔga、Ｔgb、Ｔgc、Ｔgd の推定値が上流側から順番に求められる。この場合、最下流側の部分排気通路３ｄの排ガス温度Ｔgd の推定値は、O_2センサ８の配置箇所近傍での排ガスの温度に相当するものとなり、該排ガス温度Ｔgd の推定値がO_2センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度の推定値として得られる。

この排気温オブザーバ１９の推定処理のアルゴリズムをブロック図で表すと、図６に示すように表される。同図６では、前記式（１）のモデル式を排気ポート熱モデル２４、前記式（５－１）及び（５－２）のモ

デル式と、式（６－１）及び（６－２）のモデル式とをそれぞれ CAT 前排気系熱モデル２５，２６、式（８－１）及び（８－２）のモデル式を CAT 部排気系熱モデル２７、式（９－１）及び（９－２）のモデル式を CAT 後排気系熱モデル２８と称している。同図示のように、各熱モデル２４～２８には、エンジン１の回転数 NE 及び吸気圧 PB の検出値が与えられる。尚、排気ポート熱モデル２４に与えられる NE、PB は、基本排ガス温度 TMAP を求めるためのものであり、排気系熱モデル２５～２８に与えられる NE、PB は、前記流速パラメータＶg の値を求めるためのものである。さらに、排気系熱モデル２５～２８には、大気温度T_Aの検出値が与えられる。そして、CAT 前排気系熱モデル２５、CAT 前排気系熱モデル２６、CAT 部排気系熱モデル２７、CAT 後排気系熱モデル２８には、それぞれの一つ上位側の熱モデル２４，２５，２６，２７の出力としての排ガス温度Ｔexg、Ｔga、Ｔgb、Ｔgc の推定値がそれぞれ与えられ、最終的に CAT 後排気系熱モデル２８により、O_2センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度Ｔgd の推定値が得られる。

尚、本実施形態では、各部分排気通路３ａ～３ｄの通路形成物（排気管６ａ、触媒装置４の触媒７、排気管６ｂ）の温度を推定するために、エンジン１に備えた大気温度センサの検出値を代用するようにしたが、排気通路３の外方に大気温度センサを別途配置しておき、その大気温度センサの検出値を用いるようにしてもよい。

次に前記素子温オブザーバ２０について説明する。素子温オブザーバ２０は、本実施形態では、O_2センサ８の素子部１０とこれに接触する排ガスとの間の熱伝達、並びに、該素子部１０とこれを加熱するセラミックヒータ１３（以下、単にヒータ１３という）との間の熱伝達を考慮して素子部１０の温度T_{O2}を所定のサイクルタイムで逐次推定するものである。そして、この推定を行うためにヒータ１３の温度Ｔht の推

定も併せて行うようにしている。この場合、ヒータ１３の温度Ｔht の推定処理においては、該ヒータ１３と素子部１０との間の熱伝達を考慮すると共に、該ヒータ１３への電力供給に伴う該ヒータ１３の発熱を考慮する。このような推定処理を行う素子温オブザーバ２０の推定アルゴリズムは以下に説明するように構築されている。

すなわち、素子温オブザーバ２０は、O_2 センサ８の素子部１０の温度T_{O2}（以下、素子温度T_{O2}という）の推定値と、ヒータ１３の温度Ｔht（以下、ヒータ温度Ｔht という）の推定値とを、それぞれ次のモデル式（１０－１）、（１０－２）によりそれぞれ所定のサイクルタイムで逐次求める。

$$To2(k+1)=To2(k)+Ax\cdot dt\cdot(Tgd(k)-To2(k))+Bx\cdot dt\cdot(Tht(k)-To2(k)) \quad \cdots\cdots(10-1)$$

$$Tht(k+1)=Tht(k)-Cx\cdot dt\cdot(Tht(k)-To2(k))+Dx\cdot dt\cdot DUT(k) \quad \cdots\cdots(10-2)$$

式（１０－１）は、サイクルタイム毎の素子部１０の温度変化量が、O_2 センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度Ｔgd（前記部分排気通路３ｄの排ガス温度）と素子温度T_{O2}との偏差に応じた温度変化成分（式（１０－１）の右辺第２項）、すなわち、素子部１０とこれに接触する排ガスとの間の熱伝達に伴う温度変化成分と、素子温度T_{O2}とヒータ温度Ｔht との偏差に応じた温度変化成分（式（１０－１）の右辺第３項）、すなわち、素子部１０とセラミックヒータ１３との間の熱伝達に伴う温度変化成分とに応じたもの（それらの温度変化成分の総和）になるということを示している。

また、式（１０－２）は、サイクルタイム毎のヒータ１３の温度変化量が、素子温度T_{O2}とヒータ温度Ｔht との偏差に応じた温度変化成分（式（１０－２）の右辺第２項)、すなわち、素子部１０とヒータ１３との間の熱伝達に伴う温度変化成分と、ヒータコントローラ２２が後述するように生成するデューティ DUT に応じた温度変化成分、すなわちヒータ１３への電力供給による該ヒータ１３の発熱に伴う温度変化成分とに応じたもの（それらの温度変化成分の総和）になるということを示している。

尚、式（１０－１)、（１０－２）中のＡｘ，Ｂｘ，Ｃｘ，Ｄｘは、その値があらかじめ実験やシミュレーションに基づいて設定（同定）されるモデル係数である。また、dt は素子温オブザーバ２０の処理の周期（サイクルタイム）であり、本実施形態では前述の排気温オブザーバ１９の処理のサイクルタイム（前記式（５－１）～（９－２）の dt）と同一の値に設定されている。

ここで、式（１０－２）の演算に必要な DUT(k)は、ヒータコントローラ２２が後述するように算出したデューティ DUT の最新値が用いられる。さらに、素子温度T_{O2}及びヒータ温度Ｔht の推定値の初期値$T_{O2}(0)$、Ｔht(0)は、本実施形態では、エンジン１の運転開始時における大気温度の検出値である。

以上説明したアルゴリズムにより、素子温オブザーバ２０は、素子温度T_{O2}及びヒータ温度Ｔht の推定値を逐次算出する。

次に前記ヒータコントローラ２２について説明する。ヒータコントローラ２２は、最適予見制御アルゴリズムによりヒータ１３に対する制御入力（操作量）としてのデューティ DUT を逐次生成し、そのディーティ DUT でヒータ１３への供給電力を制御するものである。

この場合、本実施形態では、素子温度T_{O2}とそれに対する目標値と

の偏差と、その偏差の所定時間毎の変化量（これは偏差の変化速度に相当する）と、ヒータ温度Ｔht の所定時間毎の変化量（これはヒータ温度Ｔht の変化速度に相当する）とに着目し、これらをヒータコントローラ２２の制御対象に係わる状態量として、該制御対象のモデル式を導入している。そして、ヒータコントローラ２２のアルゴリズムは以下に説明するように構築されている。

まず、制御対象のモデル式について説明する。素子温度T_{o2}及びヒータ温度Ｔht の所定時間毎の変化量ΔT_{o2}、ΔＴht に着目すると、これらの変化量ΔT_{o2}、ΔＴht は、それぞれ素子温オブザーバ２０に係わる前記モデル式（１０－１）、（１０－２）に基づいて、次式（１１－１）、（１１－２）式により与えられる。

$$\begin{aligned}\Delta To2(k+1) &= \Delta To2(k) + Ax\cdot dt\cdot(\Delta Tgd(k) - \Delta To2(k)) \\ &\quad + Bx\cdot dt\cdot(\Delta Tht(k) - \Delta To2(k)) \\ &= (1 - Ax\cdot dt - Bx\cdot dt)\cdot \Delta To2(k) \\ &\quad + Ax\cdot dt\cdot \Delta Tgd(k) + Bx\cdot dt\cdot \Delta Tht(k)\end{aligned} \quad \cdots\cdots(11-1)$$

$$\begin{aligned}\Delta Tht(k+1) &= \Delta Tht(k) - Cx\cdot dt\cdot(\Delta Tht(k) - \Delta To2(k)) \\ &\quad + Dx\cdot dt\cdot \Delta DUT(k) \\ &= (1 - Cx\cdot dt)\cdot \Delta Tht(k) + Cx\cdot dt\cdot \Delta To2(k) \\ &\quad + Dx\cdot dt\cdot \Delta DUT(k)\end{aligned} \quad \cdots\cdots(11-2)$$

尚、これらの式（１１－２）、（１１－２）において、$\Delta T_{o2}(k) = T_{o2}(k+1) - T_{o2}(k)$、$\Delta T_{ht}(k) = T_{ht}(k+1) - T_{ht}(k)$、$\Delta T_{gd}(k) = T_{gd}(k+1) - T_{gd}(k)$、$\Delta DUT(k) = DUT(k+1) - DUT(k)$である。

次に、素子温度T_{o2}の目標値をＲとし、それらの間の偏差ｅ（所定のサイクルタイム毎の偏差。以下、素子温偏差ｅという）を次式（１２）により定義する。

$$e(k)=To_2(k)-R(k) \qquad \cdots\cdots(12)$$

このとき、この素子温偏差ｅのサイクルタイム毎の変化量Δｅ（以下、素子温偏差変化量Δｅという）は、前記式（１１－１）、（１２）に基づいて、次式（１３）により与えられる。

$$\begin{aligned}\Delta e(k+1)&=\Delta To_2(k+1)-\Delta R(k+1)\\&=(1-Ax\cdot dt-Bx\cdot dt)\cdot\Delta e(k)+Ax\cdot dt\cdot\Delta Tgd(k)+Bx\cdot dt\cdot\Delta Tht(k)\\&\quad-\Delta R(k+1)+(1-Ax\cdot dt-Bx\cdot dt)\cdot\Delta R(k)\end{aligned} \qquad \cdots\cdots(13)$$

尚、式（１３）において、Δｅ(k)＝ｅ(k+1)－ｅ(k)、ΔＲ(k)＝Ｒ(k+1)－Ｒ(k)である。また、この式（１３）の導出過程においては、ΔT_{O2}＝Δｅ(k)＋ΔＲ(k)という関係式（これは式（１２）に基づく）が用いられている。

さらに、前記式（１１－２）に、ΔT_{O2}＝Δｅ(k)＋ΔＲ(k)という関係式を適用して整理すると、次式（１４）が得られる。

$$\begin{aligned}\Delta Tht(k+1)&=(1-Cx\cdot dt)\cdot\Delta Tht(k)+Cx\cdot dt\cdot\Delta e(k)\\&\quad+Dx\cdot dt\cdot\Delta DUT(k)+Cx\cdot dt\cdot\Delta R(k)\end{aligned} \qquad \cdots\cdots(14)$$

ここで、状態量ベクトルＸ0(k)＝（ｅ(k)，Δｅ(k)，ΔT_{ht}(k)）^{T}を導入すると（Ｔは転置を意味する）、前記式（１４），（１５）と、ｅ(k+1)＝ｅ(k)＋Δｅ(k)という関係式とから、次式（１５）が得られる。

$$X0(k+1)=\Phi\cdot X0(k)+G\cdot\Delta DUT(k)+Gd\cdot\Delta Tgd(k)+Gr\cdot R0(k+1) \quad \cdots\cdots(15)$$

但し、 $X0(k)=(e(k),\ \Delta e(k),\ \Delta Tht(k))^T$

$R0(k+1)=(\Delta R(k+1),\ \Delta R(k))^T$

$G=(0,\ 0,\ Dx\cdot dt)^T$

$Gd=(0,\ Ax\cdot dt,\ 0)^T$

$$\Phi=\begin{bmatrix}1 & 1 & 0\\ 0 & 1-Ax\cdot dt-Bx\cdot dt & Bx\cdot dt\\ 0 & Cx\cdot dt & 1-Cx\cdot dt\end{bmatrix}$$

$$Gr=\begin{bmatrix}0 & 0\\ -1 & 1-Ax\cdot dt-Bx\cdot dt\\ 0 & Cx\cdot dt\end{bmatrix}$$

尚、式（１５）中の R0、Ｇ、Ｇｄ は、それぞれ同式（１５）の但し書きで定義されたベクトルであり、Φ、Ｇｒ はそれぞれ同式（１５）の但し書きで定義された行列である。

この式が、ヒータコントローラ２２の制御処理に係わる制御対象のモデルの基本式である。

ところで、上述の説明は、ヒータコントローラ２２による制御処理の周期を前記排気温オブザーバ１９や素子温オブザーバ２０の演算処理の周期 dt と同一として行っている。このため式（１５）のベクトルＧ，Ｇｄ並びに行列Φ，Ｇｒでは、dt が用いられている。この場合、排気温オブザーバ１９や素子温オブザーバ２０の演算処理は、温度推定の精度を高めるために、比較的早い周期（例えば２０～５０msec の周期）で行うことが望ましい。しかるに、ヒータコントローラ２２の制御処理に関しては、制御入力（デューティ DUT）に対する素子温度の変化の応答速度が比較的遅い（周波数換算で数Ｈｚ程度）であるため、該制御処理の周期は、排気温オブザーバ１９や素子温オブザーバ２０の演算処理

の周期 dt よりも長くてよい。また、後述する最適予見制御では、素子温度T_{O2}の目標値Rの未来値を一定時間分、記憶保持しておく必要があるため、ヒータコントローラ２２の制御処理の周期が短いと、目標値Rに対するメモリの記憶容量が大きくなる。

そこで、本実施形態では、ヒータコントローラ２２の制御処理の周期（サイクルタイム）は、排気温オブザーバ１９や素子温オブザーバ２０の演算処理の周期 dt よりも長い値 dtc（例えば３００～５００msec）に設定している。

このため、本実施形態では、ヒータコントローラ２２の制御対象のモデル式は、ヒータコントローラ２２の制御処理の周期 dtc を用いて、前記式（１５）から次式（１６）に書き改められる。

$$X0(n+1)=\Phi\cdot X0(n)+G\cdot\Delta DUT(n)+Gd\cdot\Delta Tgd(n)+Gr\cdot R0(n+1) \quad \cdots\cdots(16)$$

但し、 $X0(n)=(e(n),\ \Delta e(n),\ \Delta Tht(n))^T$

$R0(n+1)=(\Delta R(n+1),\ \Delta R(n))^T$

$G=(0,\ 0,\ Dx\cdot dtc)^T$

$Gd=(0,\ Ax\cdot dtc,\ 0)^T$

$$\Phi=\begin{bmatrix}1 & 1 & 0\\ 0 & 1-Ax\cdot dtc-Bx\cdot dtc & Bx\cdot dtc\\ 0 & Cx\cdot dtc & 1-Cx\cdot dtc\end{bmatrix}$$

$$Gr=\begin{bmatrix}0 & 0\\ -1 & 1-Ax\cdot dtc-Bx\cdot dtc\\ 0 & Cx\cdot dtc\end{bmatrix}$$

この式（１６）がヒータコントローラ２２の制御処理のアルゴリズムで実際に用いる制御対象のモデル式である。ここで、この式（１６）中

のｎはヒータコントローラ２２の制御処理の周期 dtc の番数を示すものである。

このモデル式を用いてヒータコントローラ２２の制御処理のアルゴリズム（最適予見制御のアルゴリズム）は次のように構築されている。前記式（１６）のモデル式に対して、素子温度T_{O2}の目標値ＲがＭｒ ステップ後（ヒータコントローラ２２の制御処理の周期 dtc のＭｒ 倍の時間後）の未来まで設定されており、また、外乱入力となる排ガス温度Ｔgd がＭｄ ステップ後（ヒータコントローラ２２の制御処理の周期 dtc のＭｄ 倍の時間後）の未来まで現在値に維持されるとする。尚、以下の説明では、Ｍｒ を目標値予見時間、Ｍｄ を排ガス温度予見時間と称する。これらの予見時間Ｍｒ，Ｍｄ は、ヒータコントローラ２２の制御処理の１周期 dtc を単位として表した整数値である。

このとき、次式（１７）の評価関数Ｊ０ の値を最小化するような制御入力ΔDUT を生成するコントローラが最適予見サーボコントローラとなる。

$$J0=\sum_{n=-M+1}^{\infty}[X0^{T}(n)\cdot Q0\cdot X0(n)+\Delta DUT^{T}(n)\cdot H0\cdot \Delta DUT(n)] \quad \cdots\cdots(17)$$

ここで、式（１７）におけるＭは、目標値予見時間Ｍｒ、排ガス温度予見時間Ｍｄ のうちのいずれか大きい方の値、すなわち、Ｍ＝ｍａｘ（Ｍｒ，Ｍｄ）である。また、Ｑ０，Ｈ０ は、それぞれ状態量ベクトルＸ０ の収束性、制御入力ΔDUT のパワー（大きさ）を調整するための重み行列である。この場合、Ｘ０ は３次のベクトルであるので、Ｑ０ は３行３列の対角行列である。また、ΔDUT はスカラーであるので、Ｈ０もスカラーである。尚、本実施形態では、ヒータ１３による電力消費を少なく

するために、Ｑ０は例えば単位行列（全ての対角成分が「１」である対角行列）に設定する一方、Ｈ０は行列Ｑ０の対角成分に比して大きな値（例えば１０００）に設定されている。また、前記目標値予見時間Ｍｒ及び排ガス温度予見時間Ｍｄに関しては、本実施形態では、ヒータコントローラ２２の制御処理の周期を３００～５００ｍｓｅｃとして、Ｍｒは、例えば２０に設定され、Ｍｄは例えば１０に設定されている。

前記式（１７）の評価関数の値を最小化する制御入力ΔＤＵＴは、次式（１８）によって与えられる。

$$\Delta DUT(n)=F0\cdot X0(n)+\sum_{i=1}^{Mr}[Fr0(i)\cdot R0(n+i)]+Fdt\cdot\Delta Tgd(n) \quad \cdots\cdots(18)$$

この式（１８）の右辺第１項のＦ０は３次の行ベクトル（Ｆｓ0，Ｆｅ0，Ｆｘ0）、右辺第２項（Σの項）のＦｒ0(i)（ｉ＝１，２，…，Ｍｒ）はそれぞれ２次の行ベクトル（Ｆｒ01(i)，Fr02(i)）、右辺第３項のＦｄｔはスカラーであり、それぞれ、次式（１９－１）～（１９－３）により与えられる。

$$F0\equiv(Fs0,\ Fe0,\ Fx0)$$
$$=-[H0+G^{T}\cdot P\cdot G]^{-1}\cdot G^{T}\cdot P\cdot\Phi \quad \cdots\cdots(19-1)$$
$$Fr0(i)\equiv(Fr01(i),\ Fr02(i)) \quad (但し、i=1,\ 2,\ \cdots,\ Mr)$$
$$=-[H0+G^{T}\cdot P\cdot G]^{-1}\cdot G^{T}\cdot(\zeta^{T})^{i-1}\cdot P\cdot Gr \quad \cdots\cdots(19-2)$$
$$Fdt=\sum_{i=0}^{Md}\{-[H0+G^{T}\cdot P\cdot G]^{-1}\cdot G^{T}\cdot(\zeta^{T})^{i}\cdot P\cdot Gd\} \quad \cdots\cdots(19-3)$$

この場合、これらの式（１９－１）～（１９－３）中のＰは次式（２０－１）のリカッチの方程式を満たす行列（この場合３行３列の行列）

であり、ζは次式（２０－２）により与えられる行列（この場合３行３列の行列）である。

$$P=Q0+\Phi^{T}\cdot P\cdot\Phi$$
$$-\Phi\cdot P\cdot G\cdot[H0+G^{T}\cdot P\cdot G]^{-1}\cdot G^{T}\cdot P\cdot\Phi \quad\cdots\cdots(20-1)$$

$$\zeta=\Phi+G\cdot F0 \quad\cdots\cdots(20-2)$$

尚、式（１９－１）～（１９－３）並びに式（２０－１）、（２０－２）中のＧ，Ｇｒ，Ｇｄ，Φは前記式（１６）の但し書きで定義されたものである。また、Ｈ0，Ｑ0 は前記式（１７）の評価関数Ｊ0 の重み行列（但し、この場合Ｈ0はスカラー）である。

ここで、前記式（１８）の右辺第２項（Σの項）をＦr0、Ｒ0 の成分（前記式（１９－２）並びに式（１６）の但し書きを参照）を用いて書き直し、それをさらに整理すると、次式（２１）が得られる。

$$\sum_{i=1}^{Mr}[Fr0(i)\cdot R0(n+i)]=\sum_{i=0}^{Mr}[Fr(i)\cdot\Delta R(n+i)] \quad\cdots\cdots(21)$$

但し、

$$Fr(i)=\begin{cases}Fr02(1) & :i=0\\ Fr01(i)+Fr02(i+1) & :i=1,2,\cdots,Mr-1\\ Fr01(Mr) & :i=Mr\end{cases}$$

この式（２１）を式（１８）に代入すると共に、式（１８）の右辺第１項をＦ0、Ｘ0 の成分（前記式（１９－１）並びに式（１６）の但し書きを参照）を用いて書き直すことにより、前記式（１８）は、次式（２２）により表される。

$$\Delta DUT(n)=Fs0\cdot e(n)+Fe0\cdot \Delta e(n)+Fx0\cdot \Delta Tht(n)$$
$$+\sum_{i=0}^{Mr}[Fr(i)\cdot \Delta R(n+i)]+Fdt\cdot \Delta Tgd(n) \quad \cdots\cdots(22)$$

このとき、ヒータコントローラ２２が生成すべき制御入力 DUT(n)は、その初期値 DUT(0)にΔDUT(1)、ΔDUT(2)、……、ΔDUT(n)を累積加算したものであるから、上記式（２２）により、次式（２３）が得られる。

$$DUT(n)=Fs0\cdot\sum_{j=1}^{n}e(j)+Fe0\cdot e(n)+Fx0\cdot Tht(n)$$
$$+\sum_{i=0}^{Mr}[Fr(i)\cdot R(n+i)]+Fdt\cdot Tgd(n)$$
$$-Fe0\cdot e(0)-Fx0\cdot Tht(0)$$
$$-\sum_{i=0}^{Mr}[Fr(i)\cdot R(0+i)]-Fdt\cdot Tgd(0)+DUT(0) \quad \cdots\cdots(23)$$

そして、この式（２３）の初期値項、すなわち、式（２３）の第６項（Ｆe0・ｅ(0)の項）～第１０項（DUT(0)の項）を全て「０」とすることで、ヒータコントローラ２２に実際に生成させる制御入力 DUT(n)を算出するための式が次式（２４）の通り得られる。

$$DUT(n)=Fs0\cdot\sum_{j=1}^{n}e(j)+Fe0\cdot e(n)+Fx0\cdot Tht(n)$$
$$+\sum_{i=0}^{Mr}[Fr(i)\cdot R(n+i)]+Fdt\cdot Tgd(n) \quad \cdots\cdots(24)$$

この式（２４）が、ヒータコントローラ２２によりヒータ１３を制御するための制御入力 DUT(n)（デューティ）を逐次算出するための演算式である。すなわち、ヒータコントローラ２２は、この制御入力

DUT(n)を該ヒータコントローラ２２の制御処理のサイクルタイム（周期）毎に式（２４）により逐次算出し、そのデューティ DUT(n)のパルス電圧を図示しないヒータ通電回路に付与することにより、ヒータ１３への供給電力を調整する。この式（２４）の第１から第３項まで（Σｅ(j)を含む項～Ｔht(n)を含む項まで）は、素子温偏差ｅやヒータ温度Ｔht に応じた制御入力成分（フィードバック成分。以下、この成分を最適 F/B 成分Ｕopfb と称する）である。また、式（２４）の右辺第４項（ΣＦr(i)・Ｒ(n+i)の項）は目標値Ｒに応じた制御入力成分（フィードフォワード成分。以下、この成分を最適目標値 F/F 成分Ｕopfr と称する）であり、第５項（Ｔgd(n)を含む項）は排ガス温度Ｔgd（これは制御対象に対して外乱として機能する）に応じた制御入力成分（フィードフォワード成分。以下、この成分を最適外乱 F/F 成分Ｕopfd を称する）である。このように式（２４）により制御入力としての DUT を求めるヒータコントローラ２２は、それをブロック線図で表現すると、図７に示すようになる。

ここで、この式（２４）により制御入力 DUT(n)を求めるために必要なＦs0、Ｆe0、Ｆx0 は、前記式（１９－１）に従ってあらかじめ算出された値が用いられる。また、Ｆr(i)（ｉ＝０，１，…，Ｍr）は、前記式（２１）及び式（１９－２）に従ってあらかじめ算出された値が用いられる。また、Ｆdt は前記式（１９－３）に従ってあらかじめ算出された値が用いられる。尚、これらの係数Ｆs0、Ｆe0、Ｆx0、Ｆr(i)、Ｆdt の値は必ずしも定義式通りの値を用いる必要ななく、シミュレーションや実験を通じて適宜調整するようにしてもよい。

また、式（２４）の演算に必要なヒータ温度Ｔht 及び排ガス温度Ｔgd は、それぞれ、前記素子温オブザーバ２０により求められたヒータ温度Ｔht の推定値の最新値、前記排気温オブザーバ１９により求めら

れた排ガス温度Tgdの推定値の最新値が用いられる。

さらに、式（２４）の演算に必要な素子温偏差ｅは、前記素子温オブザーバ２０により求められた素子温度TO2 の推定値の最新値と、前記目標値設定手段２１により前記目標値予見時間Mr 前のサイクルタイムで設定された目標値Rとから算出される。

ここで、前記目標値設定手段２１は、基本的には、O_2センサ８の出力特性が安定に良好なものとなる７５０℃以上の温度（本実施形態では例えば８００℃）を、ヒータコントローラ２２の処理のサイクルタイム（周期）と同じサイクルタイムで素子部１０の温度の目標値Rとして設定するようにしている。この場合、該目標値設定手段２１は、ヒータコントローラ２２による処理を前述の最適予見制御のアルゴリズムにより行うために、各サイクルタイムで設定する目標値Rを、現在のサイクルタイムから前記目標値予見時間Mr 後の目標値R(n+Mr)として設定し、それを該目標値予見時間Mr の時間分、時系列的に記憶保持するようにしている。つまり、Mr+1 個の目標値R(n)，R(n+1)，…，R(n+Mr)が逐次更新されつつ記憶保持される。そして、式（２４）の演算に必要な素子温偏差ｅを求めるために使用する目標値Rは、目標値予見時間Mr 前のサイクルタイムで目標値設定手段２１が上記のように設定して記憶保持した値R(n)である。また、上記のように記憶保持された目標値R(n)，R(n+1)，…，R(n+Mr)が、前記式（２４）の第４項（R(n+i)を含むΣの項）の値を求めるために使用される。

尚、エンジン１の運転開始時から、素子温度T_{O2}の目標値Rを８００℃のような高温に設定すると、エンジン１の運転開始時にO_2センサ８の素子部１０に水分等が付着していたような場合には、該素子部１０が急激な加熱に伴う応力で損傷する虞れがある。このため、本実施形態では、目標値設定手段２１は、エンジン１の運転開始後、所定時間（例

えば１５秒）が経過するまでは、素子温度T_{O2}の目標値Ｒを７５０℃よりも低い温度、例えば６００℃に設定するようにしている。

次に、本実施形態の装置、特に前記センサ温度制御手段１８の全体的な処理を説明する。

エンジン１が始動され、その運転が開始すると、センサ温度制御手段１８は、図８のフローチャートに示すメインルーチン処理を所定のサイクルタイムで実行する。尚、このメインルーチンの実行周期は、前記排気温オブザーバ１９、素子温オブザーバ２０の処理の周期 dt よりも短く、従って、目標値設定手段２１及びヒータコントローラ２２の処理の周期 dtc よりも短い。

センサ温度制御手段１８は、まず、エンジン１の回転数 NE、吸気圧 PB 及び大気温度ＴＡ の検出値を取得し（ＳＴＥＰ１）、さらに前記目標値設定手段２１及びヒータコントローラ２２の処理の１周期分の時間 dtc をカウントするためのカウントダウンタイマ COPC の値を判断する（ＳＴＥＰ２）。このカウントダウンタイマ COPC の値は、エンジン１の始動時に「０」に初期化されている。

そして、センサ温度制御手段１８は、COPC＝０である場合には、目標値設定手段２１及びヒータコントローラ２２の制御処理の周期 dtc に相当するタイマ設定時間 TM1 を COPC の値として新たに設定した後（ＳＴＥＰ３）、O_2センサ８の素子温度T_{O2}の目標値Ｒを設定する処理と、ヒータ１３のデューティ DUT を算出処理とを、それぞれ前記目標値設定手段２１及びヒータコントローラ２２により順次実行する（ＳＴＥＰ４，５）。また、ＳＴＥＰ２で COPC≠０である場合には、センサ温度制御手段１８は、ＳＴＥＰ５で COPC の値をカウントダウンし、ＳＴＥＰ４，５の処理を省略する。従って、ＳＴＥＰ４，５の処理は、上記タイマ設定時間 TM1 により規定される周期 dtc で実行されること

となる。

上記ＳＴＥＰ４，５の処理は、より具体的には次のように行われる。まず、目標値設定手段２１によるＳＴＥＰ４の処理は、図９のフローチャートに示すように実行される。

目標値設定手段２１によるＳＴＥＰ４の処理では、まず、エンジン１の始動後の経過時間を表すパラメータ TSH の値があらかじめ定めた所定値 XTM と比較される（ＳＴＥＰ４－１）。このとき、TSH≦XTM である場合、すなわち、エンジン１の運転開始直後の状態である場合には、目標値設定手段２１は、前述のようにO_2センサ８の素子部１０の損傷を防止するために、素子温度T_{O2}の目標値Ｒを低温側の温度（例えば６００℃）に設定する（ＳＴＥＰ４－２）。尚、ここで設定する目標値Ｒはより詳しくは、現在から目標値予見時間Ｍｒ後の目標値Ｒ(n+Mr)である。

また、ＳＴＥＰ４－１で TSH＞XTM である場合には、目標値設定手段２１は、大気温度T_Aの現在の検出値（図８のＳＴＰＥ１で取得されたもの）から、あらかじめ定められたデータテーブルに基づいて素子温度T_{O2}の目標値Ｒを設定する（ＳＴＥＰ４－３）。ここで設定される目標値Ｒは、大気温度T_Aが常温程度（例えばＴＡ≧０℃）である場合には、基本的には７５０℃以上の所定値（本実施形態では８００℃）である。但し、寒冷地でのエンジン１の運転時等、大気温度T_Aが低いとき（例えばT_A＜０℃）には、素子温度T_{O2}の目標値Ｒが８００℃のような高温であると、ヒータ１３の温度が過剰に高温になりやすい。そして、本実施形態では、後述するヒータ１３の過熱防止処理によって、ヒータ１３の温度が過剰に高温になると、該ヒータ１３の故障（断線、溶損等）を避けるために該ヒータ１３への通電は強制的に中止される。そこで、本実施形態では、ＳＴＥＰ４－３では、大気温度T_Aが低い場合

（例えばT_A＜０℃）には、素子温度T_{O2}の目標値Ｒを通常の場合よりも多少低い値（例えば７５０℃≦Ｒ＜８００℃となる値）に設定するようにしている。

尚、このＳＴＥＰ４－３で設定される目標値Ｒは、ＳＴＥＰ４－２で設定される目標値Ｒと同様、より詳しくは、現在から目標値予見時間Ｍｒ後の目標値Ｒ(n+Mr)である。

上記のようにＳＴＥＰ４－２又は４－３で目標値Ｒ（＝Ｒ(n+Mr)）を新たに設定した後、目標値設定手段２１は、該目標値Ｒを目標値予見時間Ｍｒの期間分、記憶保持するためのＭｒ＋１個のバッファ RBF(0), RBF(1), ……, RBF(Mr)の値をＳＴＥＰ４－４、４－５で更新する。これにより、ＳＴＥＰ４の処理が終了する。

この場合、ＳＴＥＰ４－４では、Ｍｒ個のバッファ RBF(j)（ｊ＝０，１，…，Ｍｒ－１）に対して順番に、RBF(j)の値を RBF(j+1)の現在値に更新する処理が実行される。尚、バッファ RBF(0)に今まで保持されていた値は消去される。また、ＳＴＥＰ４－５では、前記ＳＴＥＰ４－２又は４－３で新たに設定された目標値Ｒに、バッファ RBF(Mr)の値が更新される。このように更新されるバッファ RBF(0), RBF(1), ……, RBF(Mr)の値は、それぞれ、前記式（２４）の第４項のＲ(n), Ｒ(n+1), ……, Ｒ(n+Mr)に相当するものとなる。尚、バッファ RBF(0), RBF(1), ……, RBF(Mr)の値は、エンジン１の始動時に所定の値（例えばＳＴＥＰ４－２で設定する目標値）に初期化されている。

次に、ヒータコントローラ２２による前記ＳＴＥＰ５の処理は、図１０のフローチャートに示すように実行される。このＳＴＥＰ５の処理では、まず、前記素子温度T_{O2}の推定値の現在値$T_{O2}(n)$と、前記バッファ RBF(0)（＝Ｒ(n)）、すなわち、目標値予見時間Ｍｒ前に目標値設定手段２１により設定された目標値Ｒとからそれらの間の素子温偏差ｅ

(n)＝T_{O2}(n)－RBF(0)を算出する（ＳＴＥＰ５－１）。

次いで、ヒータコントローラ２２は、フラグ F/A，F/B の値を判断する（ＳＴＥＰ５－２）。ここで、フラグ F/Aはデューティ DUT の後述するリミット処理において値が“０”、“１”に設定されるフラグであり、F/A＝１は、デューティ DUT があらかじめ定めた所定の上限値あるいは下限値に強制的に制限されている状態を意味し、F/A＝０はこのようなデューティ DUT の値の制限がなされていない状態（上限値＞DUT＞下限値）を意味する。また、フラグ F/B は、後述するヒータ１３の過熱防止処理によりヒータ１３への通電が強制的に遮断されている状態で“１”に設定されるフラグである。尚、フラグ F/A，F/B の値の初期値は、“０”である。

ＳＴＥＰ５－２の判断で、F/A＝F/B＝０である場合には、ヒータコントローラ２２は、前記式（２４）の第１項のΣｅ(j)の現在値にＳＴＥＰ５－１で新たに算出した偏差ｅ(n)を加算する（ＳＴＥＰ５－３）。これにより、偏差ｅ（n)がヒータコントローラ２２の処理のサイクルタイム dtc 毎に累積加算（積分）したものが求められる。尚、Σｅ(j)の初期値は“０”である。

また、ＳＴＥＰ５－２の判断で、F/A＝１又は F/B＝１である場合には、デューティ DUT の現在値が通常的な正常値でないので、ヒータコントローラ２２は、ＳＴＥＰ５－４の処理を省略して次のＳＴＥＰ５－４に進み、Σｅ(j)の値を現在値に保持する。

次いで、ヒータコントローラ２２は、ＳＴＥＰ５－１で求めた素子温偏差ｅ(n)の現在値（最新値）やその累積加算値Σｅ(j)の現在値等を用いて、前記式（２４）の演算を行って、ヒータ１３に対する制御入力である DUT の今回値 DUT(n)を算出する（ＳＴＥＰ５－４）。すなわち、ＳＴＥＰ５－１で求めた偏差ｅ(n)の現在値と、その累積加算値Σｅ(j)

の現在値と、ヒータ温度Ｔht の推定値の現在値Ｔht(n)と、前記バッファ RBF(0)，ＲBF(1)，……，RBF(Mr)の現在値（＝Ｒ(n)，Ｒ(n+1)，……，Ｒ(n+Mr)）と、排ガス温度Ｔgd（O_2センサ８の配置箇所での排ガス温度）の推定値の現在値Ｔgd(n)と、あらかじめ定められた係数Ｆs0，Ｆe0，Ｆx0，Ｆr(i)（ｉ＝０，１，……，Ｍr），Ｆdt の値とから、前記式（２４）により、デューティ DUT(n)を算出する。尚、ヒータ温度Ｔht の推定値と排ガス温度Ｔgd の推定値とは、エンジン１の運転開始時（エンジン１の始動時）にその時点で検出された大気温度T_Aが初期値として設定されている。そして、前記排気温オブザーバ１９及び素子温オブザーバ２０の処理が未だ実行されていない段階では、それらの初期値が式（２４）の演算に用いられる。そして、両オブザーバ１９，２０の処理が実行された後には、それらのオブザーバ１９，２０がそれぞれの処理で求めた推定値の最新値が式（２４）の演算に用いられる。

次いで、ヒータコントローラ２２は、ＳＴＥＰ５－４で算出したデューティ DUT(n)のリミット処理をＳＴＥＰ５－５～５－１１で実行する。すなわち、デューティ DUT(n)が所定の下限値（例えば“０”）よりも小さいか否かを判断し（ＳＴＥＰ５－５）、DUT(n)＜下限値である場合には、DUT(n)の値を強制的にその“下限値”に設定し直す（ＳＴＥＰ５－６）。そして、このとき、前記フラグ F/A（ＳＴＥＰ５－２で使用するフラグ）の値を“１”に設定する（ＳＴＥＰ５－７）。

また、DUT(n)≧下限値である場合には、さらに、デューティ DUT(n)が所定の上限値（例えば１００％）よりも大きいか否かを判断する（ＳＴＥＰ５－８）。このとき DUT(n)＞上限値である場合には、DUT(n)の値を強制的にその“上限値”に設定し直す（ＳＴＥＰ５－９）。また、このとき、前記フラグ F/Aの値を“１”に設定する（ＳＴＥＰ５－１０）。尚、下限値≦DUT(n)≦上限値である場合には、DUT(n)の

値は維持され、前記フラグ F/Aの値は“０”に設定される（ＳＴＥＰ５－１１）。以上によりヒータコントローラ２２によるＳＴＥＰ５の処理は終了する。

図８のメインルーチンの処理に戻って、センサ温度制御手段１８は、次に、ＳＴＥＰ７～１３に示す処理を実行する。この処理は、ヒータ１３の過熱防止のための処理であり、まず、ＳＴＥＰ７において、ヒータ温度Ｔht の推定値の現在値（最新値）があらかじめ定められた所定の上限値 THTLMT（例えば９３０℃）以上であるか否かが判断される。この場合、本実施形態では、基本的には、Ｔht≧THTLMT となった場合に、ヒータ１３の損傷等を防止するために、該ヒータ１３への通電を強制的に遮断する。但し、外乱等の影響で、Ｔht の推定値の値が一時的に上記上限値 THTLMT 以上に上昇することも考えられる。そこで、本実施形態では、Ｔht≧THTLMT となる状態が所定時間（例えば３秒。以下、ヒータ OFF 遅延時間という）以上、継続した場合に、ヒータ１３の通電を遮断することとする。

このため、前記ＳＴＥＰ７で、Ｔht＜THTLMT である場合には、センサ温度制御手段１２は、上記ヒータ OFF 遅延時間を計時するためのカウントダウンタイマ TMHTOFF の値を上記ヒータ OFF 遅延時間に相当する所定値 TM2 に設定しておく（ＳＴＥＰ８）。そして、この場合には、ヒータ１３の通電は遮断しないので、センサ温度制御手段１８は、前述したフラグ F/B（図１０のＳＴＥＰ５－２で使用するフラグ）の値を“０”に設定する（ＳＴＥＰ９）。

一方、ＳＴＥＰ７でＴht≧THTLMT である場合には、センサ温度制御手段１８は、カウントダウンタイマ TMHTOFF の値を“１”だけカウントダウンした後（ＳＴＥＰ１０）、さらに、このカウントダウンタイマ TMHTOFF の値が“０”になったか否か、すなわち、Ｔht≧

THTLMT の状態のまま、前記ヒータ OFF 遅延時間 TM2 が経過したか否かを判断する（ＳＴＥＰ１１）。

このとき TMHTOFF≠０である場合には、前記ＳＴＥＰ９でフラグ F/B の値を“０”に設定する。また、TMHTOFF＝０である場合には、デューティ DUT のの現在値を強制的に“０”に設定し直し（ＳＴＥＰ１２）、さらに、フラグ F/B の値を“１”に設定する（ＳＴＥＰ１３）。

尚、ＳＴＥＰ９でフラグ F/B の値が“０”に設定された場合には、センサ温度制御手段１２は、デューティ DUT の現在値（前記ＳＴＥＰ５の処理で算出された最新値）に従ってパルス電圧を図示しないヒータ通電回路に付与し、該デューティ DUT に応じた電力で該ヒータ１３に通電させる。また、ＳＴＥＰ１２でフラグ F/B の値が“１”に設定された場合には、センサ温度制御手段１２は、ヒータ１２の通電回路にパルス電圧を付与せず、これにより、該ヒータ１３への通電を遮断する。

上述のようにしてＳＴＥＰ７～ＳＴＥＰ１３に係わる処理（ヒータ１３の過熱防止処理）を実行した後、センサ温度制御手段１８は、次に、前記排気温オブザーバ１９及び素子温オブザーバ２０の処理の１周期分の時間 dt をカウントするためのカウントダウンタイマ COBS の値を判断する（ＳＴＥＰ１４）。このカウントダウンタイマ COBS の値は、エンジン１の始動時に「０」に初期化されている。

そして、センサ温度制御手段１８は、COBS＝０である場合には、排気温オブザーバ１９及び素子温オブザーバ２０の処理の周期 dt に相当するタイマ設定時間 TM3（これはＳＴＥＰ３の TM1 よりも短い）を COBS の値として新たに設定した後（ＳＴＥＰ１５）、排ガス温度Ｔgd（O_2 センサ８の配置箇所近傍の排ガス温度）を推定する処理と、素子温度T_{o2}を推定する処理（ヒータ温度Ｔht の推定処理を含む）とをそれぞれ、排気温オブザーバ１９及び素子温オブザーバ２０により実行す

る（ＳＴＥＰ１６）。また、ＳＴＥＰ１４で COBS≠０である場合には、ＳＴＥＰ１５，１６の処理は省略される。従って、ＳＴＥＰ１６の処理は、上記タイマ設定時間 TM3 により規定される周期 dt で実行されることとなる。以上説明した処理が図８のメインルーチンの処理である。

上記ＳＴＥＰ１６の処理は、より具体的には、図１１のフローチャートに示すように行われる。すなわち、センサ温度制御手段１２は、まず、排気温オブザーバ１９により、ＳＴＥＰ１６－１～ＳＴＥＰ１６－６の処理を順次実行し、O_2センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度Ｔgd の推定値を求める。ＳＴＥＰ１６－１では、エンジン１の回転数 NE 及び吸気圧 PB の現在の検出値（前記ＳＴＥＰ１で取得された最新値）を用いて前記式（７）により流速パラメータＶg が求められる。尚、この流速パラメータＶg の値は、エンジン１の過回転等により前記式（７）の算出結果が“１”を越えたような場合には、強制的にＶg＝１に設定される。

次いで、排気温オブザーバ１９は、前記式（１）に基づいてエンジン１の排気ポート２での排ガス温度Ｔexg の推定値を算出する（ＳＴＥＰ１６－２）。すなわち、エンジン１の回転数 NE 及び吸気圧 PB の現在の検出値から所定のマップにより基本排ガス温度 TMAP(NE, PB)を求め、さらに、この TMAP(NE, PB)と、排ガス温度Ｔexg の推定値の現在値Ｔexg(k-1)（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－２で求められた値）と、あらかじめ定められた係数Ｋtex の値とを用いて前記式（１）の右辺の演算を行う。これにより、排ガス温度Ｔexg の新たな推定値Ｔexg(k)が算出される。尚、本実施形態では、エンジン１のアイドリン運転時と、フュエルカット中においては、式（１）の演算に用いる基本排ガス温度ＴMAP を、それぞれの運転状態に対応してあらかじめ定めた所定値に設定するようにしている。また、排ガス温度Ｔexg の

推定値は、前述のようにエンジン１の運転開始時（始動時）に、その時に検出された大気温度T_Aが初期値Texg(0)として設定されており、エンジン１の運転開始後、初めて式（１）の演算を行うときには、その初期値Texg(0)がTexg(k-1)の値として用いられる。

次いで、排気温オブザーバ１９は、前記式（５－１）、（５－２）に基づいて前記部分排気通路３ａでの排ガス温度Tga の推定値及び排気管温度Twa の推定値を算出する（ＳＴＥＰ１６－３）。すなわち、排ガス温度Tga の推定値の現在値Tga(k)（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－３で求められた値）と、排気管温度Twa の推定値の現在値（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－３で求められた値）と、前記ＳＴＥＰ１６－２で先に算出した排ガス温度Texg の推定値の現在値と、前記ＳＴＥＰ１６－１で算出した流速パラメータＶｇ の現在値と、あらかじめ定められたモデル係数Ａａの値及び排気温オブザーバ１９の処理の周期 dt の値とを用いて前記式（５－１）の右辺の演算を行うことで、排ガス温度Tga の新たな推定値Tga(k+1)を求める。

さらに、排ガス温度Tga の推定値の現在値Tga(k)（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－３で求められた値）と、排気管温度Twa の推定値の現在値（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－３で求められた値）と、あらかじめ定められたモデル係数Ｂａ，Ｃａの値及び排気温オブザーバ１９の処理の周期 dt の値とを用いて前記式（５－２）の右辺の演算を行うことで、排気管温度Twa の新たな推定値Twa(k+1)を求める。

尚、排ガス温度Tga 及び排気管温度Twa の推定値は、前述のようにエンジン１の運転開始時（始動時）に、その時に検出された大気温度T_Aがそれぞれの初期値Tga(0)，Twa(0)として設定されており、エンジン１の運転開始後、初めて式（５－１），（５－２）の演算を行うときに

は、それらの初期値Ｔga(0)，Ｔwa(0)がそれぞれＴga(k-1)，Ｔwa(k-1)の値として用いられる。

次いで、排気温オブザーバ１９は、前記式（６－１）、（６－２）に基づいて前記部分排気通路３ｂでの排ガス温度Ｔgb の推定値及び排気管温度Ｔwb の推定値を算出する（ＳＴＥＰ１６－４）。すなわち、排ガス温度Ｔgb の推定値の現在値Ｔgb(k)（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－４で求められた値）と、排気管温度Ｔwb の推定値の現在値（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－４で求められた値）と、前記ＳＴＥＰ１６－３で先に算出した排ガス温度Ｔga の推定値の現在値と、前記ＳＴＥＰ１６－１で算出した流速パラメータＶg の現在値と、あらかじめ定められたモデル係数Ａｂの値及び排気温オブザーバ１９の処理の周期 dt の値とを用いて前記式（６－１）の右辺の演算を行うことで、排ガス温度Ｔgb の新たな推定値Ｔgb(k+1)を求める。

さらに、排ガス温度Ｔgb の推定値の現在値Ｔgb(k)（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－４で求められた値）と、排気管温度Ｔwb の推定値の現在値（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－４で求められた値）と、あらかじめ定められたモデル係数Ｂｂ，Ｃｂの値及び排気温オブザーバ１９の処理の周期 dt の値とを用いて前記式（６－２）の右辺の演算を行うことで、排気管温度Ｔwb の新たな推定値Ｔwb(k+1)を求める。

尚、排ガス温度Ｔgb 及び排気管温度Ｔwb の推定値は、前述のようにエンジン１の運転開始時（始動時）に、その時に検出された大気温度ＴＡがそれぞれの初期値Ｔgb(0)，Ｔwb(0)として設定されており、エンジン１の運転開始後、初めて式（６－１），（６－２）の演算を行うときには、それらの初期値Ｔgb(0)，Ｔwb(0)がそれぞれＴgb(k-1)，Ｔwb(k-1)の値として用いられる。

次いで、排気温オブザーバ１９は、前記式（８－１）、（８－２）に基づいて前記部分排気通路３ｃでの排ガス温度Ｔgc の推定値及び触媒温度Ｔwc の推定値を算出する（ＳＴＥＰ１６－５）。すなわち、排ガス温度Ｔgc の推定値の現在値Ｔgc(k)（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－５で求められた値）と、触媒温度Ｔwc の推定値の現在値（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－５で求められた値）と、前記ＳＴＥＰ１６－４で先に算出した排ガス温度Ｔgb の推定値の現在値と、前記ＳＴＥＰ１６－１で算出した流速パラメータＶg の現在値と、あらかじめ定められたモデル係数Ａｃの値及び排気温オブザーバ１９の処理の周期 dt の値とを用いて前記式（８－１）の右辺の演算を行うことで、排ガス温度Ｔgc の新たな推定値Ｔgc(k+1)を求める。

さらに、排ガス温度Ｔgc の推定値の現在値Ｔgc(k)（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－５で求められた値）と、触媒温度Ｔwc の推定値の現在値（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－５で求められた値）と、前記ＳＴＥＰ１６－１で算出した流速パラメータＶg の現在値と、あらかじめ定められたモデル係数Ｂｃ，Ｃｃ，Ｄｃの値及び排気温オブザーバ１９の処理の周期 dt の値とを用いて前記式（８－２）の右辺の演算を行うことで、触媒温度Ｔwc の新たな推定値Ｔwc(k+1)を求める。

尚、排ガス温度Ｔgc 及び触媒温度Ｔwc の推定値は、前述のようにエンジン１の運転開始時（始動時）に、その時に検出された大気温度ＴＡがそれぞれの初期値Ｔgc(0)，Ｔwc(0)として設定されており、エンジン１の運転開始後、初めて式（８－１），（８－２）の演算を行うときには、それらの初期値Ｔgc(0)，Ｔwc(0)がそれぞれＴgc(k-1)，Ｔwc(k-1)の値として用いられる。

次いで、排気温オブザーバ１９は、前記式（９－１）、（９－２）に基

づいて前記部分排気通路３ｄでの（O_2センサ８の配置箇所近傍での）排ガス温度Ｔgdの推定値及び排気管温度Ｔwdの推定値を算出する（ＳＴＥＰ１６－６）。すなわち、排ガス温度Ｔgdの推定値の現在値Ｔgd(k)（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－６で求められた値）と、排気管温度Ｔwdの推定値の現在値（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－６で求められた値）と、前記ＳＴＥＰ１６－５で先に算出した排ガス温度Ｔgcの推定値の現在値と、前記ＳＴＥＰ１６－１で算出した流速パラメータＶgの現在値と、あらかじめ定められたモデル係数Ａｄの値及び排気温オブザーバ１９の処理の周期 dt の値とを用いて前記式（９－１）の右辺の演算を行うことで、排ガス温度Ｔgdの新たな推定値Ｔgd(k+1)を求める。

さらに、排ガス温度Ｔgdの推定値の現在値Ｔgd(k)（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－６で求められた値）と、排気管温度Ｔwdの推定値の現在値（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－６で求められた値）と、あらかじめ定められたモデル係数Ｂｄ，Ｃｄの値及び排気温オブザーバ１９の処理の周期 dt の値とを用いて前記式（９－２）の右辺の演算を行うことで、排気管温度Ｔwdの新たな推定値Ｔwd(k+1)を求める。

尚、排ガス温度Ｔgd及び排気管温度Ｔwdの推定値は、前述のようにエンジン１の運転開始時（始動時）に、その時に検出された大気温度ＴＡがそれぞれの初期値Ｔgd(0)，Ｔwd(0)として設定されており、エンジン１の運転開始後、初めて式（９－１），（９－２）の演算を行うときには、それらの初期値Ｔgd(0)，Ｔwd(0)がそれぞれＴgd(k-1)，Ｔwd(k-1)の値として用いられる。

次に、センサ温度制御手段１８は、素子温オブザーバ２０により、ＳＴＥＰ１６－７の処理を実行し、O_2センサ８の素子温度T_{o2}及びヒー

タ温度Tht の推定値を前記式（１０－１)、(１０－２）に基づいて求める。すなわち、素子温度T_{O2}の推定値の現在値$T_{O2}(k)$（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－７で求められた値）と、ヒータ温度Tht の推定値の現在値Tht(k)（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－７で求められた値）と、前記ＳＴＥＰ６－６で先に算出された排ガス温度Tgd の推定値の現在値と、あらかじめ定められたモデル係数Ａｘ，Ｂｘの値及び素子温オブザーバ２０の処理の周期 dt（＝排気温オブザーバ１９の処理の周期）の値とを用いて前記式（１０－１）の右辺の演算を行うことで、素子温度T_{O2}の新たな推定値$T_{O2}(k+1)$を求める。

さらに、素子温度T_{O2}の推定値の現在値$T_{O2}(k)$（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－７で求められた値）と、ヒータ温度Tht の推定値の現在値Tht(k)（前回のサイクルタイムにおけるＳＴＥＰ１６－７で求められた値）と、デューティ DUT の現在値 DUT(k)と、あらかじめ定められたモデル係数Ｃｘ，Ｄｘの値及び素子温オブザーバ２０の処理の周期 dt の値とを用いて前記式（１０－２）の右辺の演算を行うことで、ヒータ温度Tht の新たな推定値Tht(k+1)を求める。

尚、素子温度T_{O2}及びヒータ温度Tht の推定値は、前述のようにエンジン１の運転開始時（始動時）に、その時に検出された大気温度ＴＡがそれぞれの初期値$T_{O2}(0)$，Tht(0)として設定されており、エンジン１の運転開始後、初めて式（１０－１)，(１０－２）の演算を行うときには、それらの初期値$T_{O2}(0)$，Tht(0)がそれぞれ$T_{O2}(k\text{-}1)$，Tht(k-1)の値として用いられる。また、式（１０－２）で用いるデューティ DUT(k)は、基本的には前述のＳＴＥＰ５でヒータコントローラ２２が求めた最新値である。但し、前記ＳＴＥＰ１２でデューティ DUT の値が“０”に制限された場合（ヒータ１３への通電を遮断する場合）には、

その値が式（１０－２）で用いられる。

以上説明したセンサ温度制御手段１８の処理によって、O_2センサ８の素子温度T_{O2}が目標値Ｒに維持されるようにO_2センサ８のヒータ１３への供給電力が制御される。この場合、エンジン１の運転開始直後や、大気温度T_Aがかなり低い場合を除いて、通常的には目標値Ｒが８００℃に設定される。この結果、O_2センサ８の出力特性をエンジン１の空燃比制御（触媒装置４による良好な浄化性能を確保するための空燃比制御）に適した特性に安定に維持することができ、ひいては、その空燃比制御を良好に行って、触媒装置４の良好な浄化性能を確実に維持することができる。

また、本実施形態では、O_2センサ８の配置箇所近傍における排ガス温度Tgd が排気温オブザーバ１９により推定され、ヒータコントローラ２２によりヒータ１３を通電制御するためのデューティ DUT を算出するために、その排ガス温度Tgd の推定値が用いられる。より詳しくは、ヒータコントローラ２２の制御対象に対する制御入力としてのデューティ DUT は、素子温度T_{O2}（本実施形態では推定値）に応じた制御入力成分（前記式（２４）の第１項（Σe(j)を含む項）及び第２項（e(n)を含む項））はもちろん、素子温度T_{O2}の変動の外乱的な要因となる排ガス温度Tgd の推定値に応じた制御入力成分、すなわち、前記最適外乱 F/F 成分Uopfd を含むものとして算出される。また、この最適外乱 F/F 成分Uopfd に係る係数Fdt は、現在の排ガス温度が前記排ガス温度予見時間Md 後まで継続するとして、予見制御のアルゴリズムにより決定される。この結果、素子温度T_{O2}の目標値Ｒへの制御の安定性を効果的に高め、ひいては、O_2センサ８の出力特性の安定性を効果的に高めることができる。

さらには、本実施形態では、素子温度T_{O2}の目標値Ｒ（現在から前

記目標値予見時間Mr 後までの目標値R）に応じた制御入力成分、すなわち、前記最適目標値 F/F 成分Uopfr 成分をも含めて制御入力 DUT が算出される。このため、特に、目標値Rがエンジン1の運転開始直後の低温側温度（600℃）から通常の高温側温度（750℃～800℃）に切替ったときに、制御入力 DUT が一時的に過剰に大きくなる（素子温度T_{o2}が目標値Rに対してオーバーシュートを生じる）のを防止することができる。これによっても、O_2センサ8の出力特性の安定性を効果的に高めることができる。

さらに、排ガス温度Tgd の推定処理においては、排気ポート2からO_2センサ8の配置箇所までの排気通路3を複数個の部分排気通路3a～3dに区分けしている。そして、最上流側の部分排気通路3aの入り口としてのエンジン1の排気ポート2における排ガス温度Texg を、エンジン1の運転状態を表すパラメータとしての回転数 NE 及び吸気圧 PB の検出値を用いて推定すると共に、各部分排気通路3a～3dの排ガス温度Tga，Tgb，Tgc，Tgd が、それぞれの部分排気通路3a～3dの上流側における排ガス温度Texg，Tga，Tgb，Tgc の推定値を用いて上流側のものから順番に推定される。さらにこのとき、各部分排気通路3a～3dを形成する通路形成物（排気管6a、触媒装置4の触媒7、排気管6b）と排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物から大気への放熱を考慮して、排ガス温度Tga，Tgb，Tgc，Tgd が各部分排気通路3a～3dの通路形成物の温度（排気管温度Twa，Twb，Twd 及び触媒温度Twc）と共に推定される。加えて、触媒温度Twc の推定では、触媒装置4の触媒7の発熱も考慮される。この結果、各排ガス温度Texg，Tga，Tgb，Tgc，Tgd の推定値を順番に精度よく求めることができる。

そしてこのように、各排ガス温度Texg，Tga，Tgb，Tgc，Tgd

の推定値、特に、O_2センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度Ｔgdを精度よく推定できることから、この排ガス温度Ｔgdの推定値に応じた前記最適外乱F/F成分Ｕopfdは、該排ガス温度Ｔgdの変動に伴う素子温度T_{O2}の変動を補償する上で好適なものとなる。その結果、素子温度T_{O2}の目標値Ｒへの制御を良好に行うことができる。

尚、本実施形態では、排気ポート２からO_2センサ８の配置箇所までの排気通路３を４個の部分排気通路３ａ～３ｄに区分けしたが、その区分けの個数は必ずしも４個である必要はなく、排気系の長さやレイアウト、要求される推定値の精度、演算負荷等に応じて、適宜設定すればよい。例えば、排気管６ａの部分の排気通路３を３個以上に区分けしたり、触媒装置４の部分の排気通路３を２個以上に区分けするようにしてもよい。

また、本実施形態では、排ガス温度Ｔexg，Ｔga，Ｔgb，Ｔgc，Ｔgd、排気管温度Ｔwa，Ｔwb，Ｔwd、触媒温度Ｔwc、素子温度T_{O2}、ヒータ温度Ｔhtの推定値の初期値として、エンジン１の運転開始時に検出した大気温度T_Aを用いるようにしたが、それらの初期値としてエンジン１の運転開始時の機関温度等を用いてもよく、あるいは、大気温度T_Aと機関温度とに応じて該初期値を設定するようにしてもよい。また、エンジン１の通常始動時は、大気温度を用い、エンジン１の運転停止後まもなくの再始動時には機関温度等を用いるというように、初期値を設定するようにしてもよい。このことは、後述する他の実施形態でも同様である。

次に、本発明の第２実施形態を図１２及び図１３を参照して説明する。尚、本実施形態を含めて、後述する他の実施形態は、前記第１の実施形態と一部の構成もしくは機能のみが相違するものであるので、同一構成部分もしくは同一機能部分については、第１実施形態のものと同一の参

照符号を用いて詳細な説明を省略する。

本実施形態では、図１２に示すように、排気通路３の排気管６ａの中間部に、排ガスの温度Ｔｘを検出する排ガス温度センサ２９が装着され、この排ガス温度センサ２９による排ガス温度Ｔｘの検出値が、O_2センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度Ｔｇｄの推定処理のために、コントロールユニット１６のセンサ温度制御手段１８（より詳しくは排気温オブザーバ１９）に与えられるようになっている。尚、この排ガス温度センサ２９は、O_2センサ８の素子温度T_{O2}の制御処理に専用的なものである必要はなく、素子温度T_{O2}の制御とは別の目的（例えば空燃比のリッチ化に伴う触媒保護のための排ガス温度制御等の目的）で備えられた既存のものであってもよい。

本実施形態では、センサ温度制御手段１８の排気温オブザーバ１９は、この排ガス温度センサ２９による排ガス温度Ｔｘの検出値を用いて、以下に説明するようにO_2センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度Ｔｇｄを推定するようにしている。

すなわち、本実施形態では、排ガス温度センサ２９の配置箇所からO_2センサ８の配置箇所までの排気通路３が３個の部分排気通路３ｂ～３ｄに区分けされている。部分排気通路３ｃ，３ｄは、前記第１実施形態のものと同一であり、部分排気通路３ｂは、前記第１実施形態のものと同一であるか、もしくは長さのみが相違するものである。そして、これらの３個の部分排気通路３ｂ～３ｄに対応して、排気温オブザーバ１９のアルゴリズムは、図１３に示すように、前記式（６－１），（６－２）のモデル式により表されるCAT前排気系熱モデル２６と、前記式（８－１），（８－２）のモデル式により表されるCAT部排気系熱モデル２７、前記式（９－１），（９－２）のモデル式により表されるCAT後排気系熱モデル２８とから構成されている。

この場合、前記図６のブロック図と比較して明らかなように、本実施形態における排気系オブザーバ１９のアルゴリズムでは、前記第１実施形態のものの排気ポート熱モデル２４及び CAT 前排気系熱モデル２５は備えられていない。そして、本実施形態では、CAT 前排気系熱モデル２６には、前記排ガス温度センサ２９による排ガス温度の検出値Ｔｘが前記式（６－１）の演算に用いる“Ｔga”の値として与えられるようになっており、この点でのみ、前記第１実施形態のものの排気温オブザーバ１９のアルゴリズムと相違している。つまり、本実施形態では、CAT 前排気系熱モデル２６は、式（６－１）の“Ｔga”の値として、排ガス温度センサ２９による排ガス温度の検出値Ｔｘ（最新値）を用いて、部分排気通路３ｂの下流端での排ガス温度Ｔgb の推定値を逐次求めるようにしている。

以上説明した以外のセンサ温度制御手段１８の処理は、前記第１実施形態のものと同一である。かかる本実施形態においては、O_2 センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度Ｔgd を推定するために、排ガス温度センサ２９による排ガス温度の検出値Ｔｘ を用いる点でのみ、前記第１実施形態と相違するものである。そして、本実施形態においても、O_2 センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度Ｔgd を適正に精度よく推定することができる。従って、前記第１実施形態と同様の効果を奏することができる。

尚、前記第２実施形態では、排ガス温度センサ２９を排気管６ａの中間部に備えた場合について説明したが、該排ガス温度センサ２９は、他の箇所に備えられていてもよい。例えば、図１４（ａ）に示すように、エンジン１の排気ポート２の近傍箇所の排ガス温度Ｔｘ を検出する排ガス温度センサ２９が備えられている場合（第３実施形態）には、図６の排気ポート熱モデル２４を省略すると共に、その排ガス温度センサ２９

による排ガス温度Ｔｘの検出値（最新値）を、前記式（５－１）の演算に用いる“Ｔexg”の値として、CAT 前排気系熱モデル２５に与えるようにする。これにより、O_2センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度Ｔgdを推定できる。

また、例えば、図１４（ｂ）に示すように、触媒装置４の入り口近傍の排ガス温度Ｔｘを検出する排ガス温度センサ２９が備えられている場合（第４実施形態）には、図６の排気ポート熱モデル２４並びに CAT 前排気系熱モデル２５，２６を省略すると共に、その排ガス温度センサ２９による排ガス温度Ｔｘの検出値（最新値）を、前記式（８－１）の演算に用いる“Ｔgb”の値として、CAT 部排気系熱モデル２７に与えるようにする。これにより、O_2センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度Ｔgdを推定できる。

さらに、例えば、図１４（ｃ）に示すように、触媒装置４の出口近傍の排ガス温度Ｔｘを検出する排ガス温度センサ２９が備えられている場合（第５実施形態）には、図６の排気ポート熱モデル２４並びに CAT 前排気系熱モデル２５，２６、CAT 部排気系熱モデル２７を省略すると共に、その排ガス温度センサ２９による排ガス温度Ｔｘの検出値（最新値）を、前記式（９－１）の演算に用いる“Ｔgc”の値として、CAT 後排気系熱モデル２８に与えるようにする。これにより、O_2センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度Ｔgdを推定できる。

上記第３～第５実施形態のいずれの場合においても、センサ温度制御手段１８の他の処理（排ガス温度Ｔgd を推定する処理以外の処理）は前記第１実施形態のものと同一でよい。

尚、本明細書での詳細な説明は省略するが、排ガス温度センサをO_2センサ８よりも下流側に備えた場合であっても、その排ガス温度センサによる排ガス温度の検出値を用いてO_2センサ８の配置箇所近傍での排

ガス温度を推定するようにすることも可能である。すなわち、前記式（４－１）から判るように、排気通路の位置ｚ（排ガスの流れ方向の位置）における排ガス温度Ｔg(z)を検出して把握するようにすれば、逆算的に、位置ｚよりも上流側の位置ｚ－Δｚにおける排ガス温度Ｔg(z-Δz)を推定することが可能である。従って、O_2センサ８の下流側に備えた排ガス温度センサによる排ガス温度の検出値を用いて、O_2センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度を推定することができる。

さらに、図１５に示すように、O_2センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度Ｔdg を直接的に検出する排ガス温度センサ２９を備えた場合（第６実施形態）には、図１６に示すように、センサ温度制御手段１８には、排気温オブザーバが不要となる。この場合には、素子温オブザーバ２０とヒータコントローラ２２とに、排ガス温度センサ２９による排ガス温度Ｔgd の検出値を与える。そして、素子温オブザーバ２０は、前記式（１０－１）により素子温度T_{o2}の推定値を求める際に、同式の右辺の“Ｔgd”の値として排ガス温度センサ２９による排ガス温度Ｔgd の検出値（最新値）を用いる。また、ヒータコントローラ２２は、前記式（２４）によりデューティ DUT を求める際に、同式の右辺の“Ｔgd”の値として排ガス温度センサ２９による排ガス温度Ｔgd の検出値（最新値）を用いる。上記以外のセンサ温度制御手段１２の処理は、前記第１実施形態と同一でよい。

次に、本発明の第７実施形態を図１７及び図１８を参照して説明する。本実施形態では、触媒装置４の触媒７（部分排気通路３ｃの通路形成物）の温度、すなわち、前記触媒温度Ｔwc を検出する触媒温度センサ３０が触媒装置４に装着されている。そして、この触媒温度センサ３０による触媒温度Ｔwc の検出値が、O_2センサ８の配置箇所近傍での排ガス温度Ｔgd の推定処理のために、コントロールユニット１６のセン

サ温度制御手段１８（より詳しくは排気温オブザーバ１９）に与えられるようになっている。

本実施形態では、センサ温度制御手段１８の排気温オブザーバ１９のアルゴリズムは、図１８に示すようにその基本的構成は、前記第１実施形態のものと同様である。すなわち、エンジン１の排気ポート２に対応する排気ポート熱モデル２４と、部分排気通路３ａ，３ｂにそれぞれ対応する CAT 前排気系熱モデル２５，２６と、部分排気通路３ｃに対応する CAT 部排気系熱モデル２７’と、部分排気通路３ｄに対応する CAT 後排気系熱モデル２８とを備えている。この場合、CAT 部排気系熱モデル２７’以外の熱モデル２４，２５，２６，２８は、前記第１実施形態のものと全く同一である。

一方、本実施形態では、CAT 部排気系熱モデル２７’は、前記式（８－１）のみにより構成されており、この式（８－１）の演算に必要な“Ｔwc”の値として、前記触媒温度センサ３０による触媒温度Ｔwcの検出値（最新値）が与えられるようになっている。つまり、CAT 部排気系熱モデル２７’は、この触媒温度Ｔwc の検出値（最新値）を用いて式（８－１）の演算を行うことにより、排ガス温度Ｔgc を逐次求めるようにしている。尚、CAT 部排気系熱モデル２７’は、前記式（８－２）の演算（触媒温度Ｔwc を推定するための演算）を行わないので、該排気系熱モデル２７’には大気温度T_Aの検出値は与えられない。

このように、本実施形態は、排気温オブザーバ１９の CAT 部排気系熱モデル２７’で、排ガス温度Ｔgc の推定値を求めるために、触媒温度センサ３０による触媒温度Ｔwc の検出値を用いるようにしており、この点でのみ前記第１実施形態のものと相違するものである。

かかる本実施形態においてもO_2センサ８の配置箇所近傍での排ガス

温度Ｔgd を適正に精度よく推定することができ、前記第１実施形態と同様の効果を奏することができる。

尚、前記第７実施形態では、触媒温度Ｔwc を検出するようにしたが、部分排気通路３ａ，３ｂ，３ｄを形成する排気管６ａ，６ｂの温度を検出し、その検出値を用いて排気温オブザーバ１９の処理を行うようにすることも可能である。例えば、部分排気通路３ａにおける排気管６ａの温度を温度センサにより検出するようにした場合には、前記式（５－１）の“Ｔwa”の値として、該温度センサによる検出値（最新値）を用い、式（５－１）のみにより、排ガス温度Ｔga を推定するようにすればよい。

また、以上説明した各実施形態では、最適予見制御のアルゴリズムによりO_2センサ８の素子部１０の温度を目標値Ｒに制御するようにしたが、その他の制御アルゴリズム（例えば通常的なＰＩ制御もしくはＰＩＤ制御に、排ガス温度Ｔgd に応じたフィードフォワード成分を含めて制御入力 DUT を生成するようなアルゴリズム）により制御入力 DUT を生成するようにしてもよい。

また、前記各実施形態では、O_2センサ８の素子温度T_{o2}と、ヒータ温度Ｔht を推定するようにしたが、それらの両者を温度センサにより直接的に検出するようにしてもよい。あるいは、いずれか一方を温度センサにより直接的に検出し、その検出値を用いて他方を推定するようにしてもよい。

また、前記各実施形態では、O_2センサ８の素子温度T_{o2}を制御する場合を例にとって説明したが、O_2センサ８以外の排ガスセンサ（例えば、前記広域空燃比センサ９や、排ガスの水分含有量に応じた出力を発生する湿度センサ等）についても本発明を適用することができることはもちろんである。この場合、排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガス温

度を推定するためのアルゴリズムは、該排ガスセンサの配置箇所等によって、適宜構築すればよい。例えば、排ガスセンサが、図１の排気管６ａの中間部に配置されているような場合には、前記式（１）並びに式（５－１），（５－２）の熱モデルにより、排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガス温度を推定することができる。

尚、ここで、内燃機関としては、通常のポート噴射式内燃機関、筒内直接噴射型火花点火式内燃機関、ディーゼル機関等、さらには船外機用の内燃機関等についても本発明を適用可能であることは言うまでも無い。

産業上の利用可能性

以上のように、本発明は自動車、ハイブリッド車、船外機等に搭載される内燃機関の排気系に備えた排ガスセンサの温度を、該排ガスセンサの出力特性の安定化等のために所望の温度に好適に制御し得る技術として有用である。

請 求 の 範 囲

1．内燃機関の排気通路に配置され、該排気通路を流れる排ガスに接触する素子部と該素子部を加熱するヒータとを有する排ガスセンサの温度制御装置であって、

少なくとも前記内燃機関の運転状態を表すパラメータを用いて前記排気通路を流れる排ガスの温度を逐次推定する排ガス温度推定手段と、該排ガス温度推定手段による排ガスの温度の推定値を用いて前記排ガスセンサの素子部の温度が所定の目標温度になるように前記ヒータを制御するヒータ制御手段とを備えたことを特徴とする排ガスセンサの温度制御装置。

2．前記ヒータ制御手段は、前記排ガスセンサの素子部の温度を表すデータを逐次取得しつつ、前記ヒータに対する制御入力を、少なくとも該排ガスセンサの素子部の温度に応じた制御入力成分と、前記排ガス温度推定手段による排ガスの温度の推定値に応じた制御入力成分とを加算することにより逐次算出し、その算出した制御入力に応じて前記ヒータを制御することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

3．前記排ガス温度推定手段が推定する排ガスの温度は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を含み、前記ヒータ制御手段は、前記ヒータを制御するために該排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値を用いることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

4．前記排ガス温度推定手段は、前記内燃機関の運転状態を表すパラメータに基づき該内燃機関の排気ポートの近傍箇所における排ガスの温度を逐次推定し、少なくともその排気ポートの近傍箇所における排ガスの温度の推定値と、該排ガスの流速を表すデータとを用いて前記排ガスセ

ンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第3項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

5．前記排ガス温度推定手段は、前記内燃機関の運転状態を表すパラメータから、該パラメータと排ガスの温度とのあらかじめ設定された相関関係に基づき排ガスの温度の基本値を逐次求め、その基本値に対して応答遅れを有して追従する値を前記内燃機関の排気ポートの近傍箇所における排ガスの温度の推定値として求めることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

6．前記パラメータは、少なくとも前記内燃機関の回転速度を表すパラメータと該内燃機関の吸入空気量を表すパラメータとを含むことを特徴とする請求の範囲第4項または第5項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

7．前記排ガス温度推定手段は、前記排気ポートから前記排ガスセンサの配置箇所近傍までの排気通路を排ガスの流れ方向に沿って複数の部分排気通路にあらかじめ区分けしておき、その複数の部分排気通路のうちの最上流側の部分排気通路の排ガスの温度を少なくとも前記排気ポートの近傍箇所における温度の推定値と排ガスの流速を表すデータとを用いて推定すると共に、最上流側の部分排気通路以外の各部分排気通路の排ガスの温度を少なくとも該部分排気通路にその上流側で隣接する部分排気通路の排ガスの温度の推定値と排ガスの流速を表すデータとを用いて推定し、最下流側の部分排気通路の排ガスの温度の推定値を前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値として得ることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

8．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記

排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第３項または第４項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

９．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第３項または第４項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

１０．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記各部分排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより各部分排気通路の排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第７項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

１１．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第３項または第４項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

１２．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第３項または第４項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

１３．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置

箇所近傍から上流側の排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第３項または第４項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

１４．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第３項または第４項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

１５．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記各部分排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより各部分排気通路での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第７項または第１０項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

１６．前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路には、排ガス浄化用の触媒が該排気通路の一部分を形成する通路形成物として含まれており、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも該触媒の発熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第３項または第４項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

１７．前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路には、排ガス浄化用の触媒が該排気通路の一部分を形成する通路形成物として含まれており、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の

大気への放熱と、前記触媒の発熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第３項または第４項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

１８．前記複数の部分排気通路のうちの少なくとも１つは、該部分排気通路を形成する通路形成物として排ガス浄化用の触媒を含んでおり、前記排ガス温度推定手段は、該触媒を含む部分排気通路の排ガスの温度を、少なくとも該触媒の発熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより推定することを特徴とする請求の範囲第７項または第１０項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

１９．前記複数の部分排気通路のうちの少なくとも１つは、該部分排気通路を形成する通路形成物として排ガス浄化用の触媒を含んでおり、前記排ガス温度推定手段は、該触媒を含む部分排気通路の排ガスの温度を、少なくとも該部分排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱と、前記触媒の発熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより推定すると共に、前記触媒を含まない部分排気通路の排ガスの温度を、少なくとも該部分排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより推定することを特徴とする請求の範囲第７項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

２０．内燃機関の排気通路に配置され、該排気通路を流れる排ガスに接触する素子部と該素子部を加熱するヒータ手段とを有する排ガスセンサの温度制御装置であって、

前記排気通路を流れる排ガスの温度を検出すべく該排気通路に配置された排ガス温度センサと、該排ガス温度センサによる排ガスの温度の検

出値を用いて前記排ガスセンサの素子部の温度が所定の目標温度になるように前記ヒータを制御するヒータ制御手段とを備えたことを特徴とする排ガスセンサの温度制御装置。

２１．前記排ガス温度センサは、前記排ガスセンサの素子部の近傍箇所に配置されていることを特徴とする請求の範囲第２０項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

２２．前記ヒータ制御手段は、前記排ガスセンサの素子部の温度を表すデータを逐次取得しつつ、前記ヒータに対する制御入力を、少なくとも該排ガスセンサの素子部の温度に応じた制御入力成分と、前記排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値に応じた制御入力成分とを加算することにより逐次算出し、その算出した制御入力に応じて前記ヒータを制御することを特徴とする請求の範囲第２０項または第２１項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

２３．前記排ガス温度センサは、前記排ガスセンサから前記排気通路における排ガスの流れ方向で離間した箇所に配置されており、

該排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値を用いて排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を逐次推定する排ガス温度推定手段をさらに備え、前記ヒータ制御手段は、前記ヒータを制御するために前記排ガスの温度の検出値の代わりに、該排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値を用いることを特徴とする請求の範囲第２０項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

２４．前記ヒータ制御手段は、前記排ガスセンサの素子部の温度を表すデータを逐次取得しつつ、前記ヒータに対する制御入力を、少なくとも該排ガスセンサの素子部の温度に応じた制御入力成分と、前記排ガス温度推定手段による排ガスの温度の推定値に応じた制御入力成分とを加算することにより逐次算出し、その算出した制御入力に応じて前記ヒータ

を制御することを特徴とする請求の範囲第２３項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

２５．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値と、該排ガスの流速を表すデータとを用いて前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第２３項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

２６．前記排ガス温度推定手段は、前記排ガス温度センサの配置箇所近傍から前記排ガスセンサの配置箇所近傍までの排気通路を排ガスの流れ方向に沿って複数の部分排気通路にあらかじめ区分けしておき、その複数の部分排気通路のうち、前記排ガス温度センサに最も近い部分排気通路の排ガスの温度を少なくとも該排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値と排ガスの流速を表すデータとを用いて推定すると共に、その排ガス温度センサに最も近い部分排気通路以外の各部分排気通路の排ガスの温度を少なくとも該部分排気通路に排ガス温度センサ側で隣接する部分排気通路の排ガスの温度の推定値と排ガスの流速を表すデータとを用いて推定し、前記排ガスセンサに最も近い部分排気通路の排ガスの温度の推定値を該排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値として得ることを特徴とする請求の範囲第２３項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

２７．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第２３項または第２５項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

２８．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置

箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第２３項または第２５項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

２９．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記各部分排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより各部分排気通路の排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第２６項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

３０．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求項２３又は２５記載の排ガスセンサの温度制御装置。

３１．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第２３項または第２５項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

３２．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第２３項または第２５項に記

載の排ガスセンサの温度制御装置。

３３．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第２３項または第２５項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

３４．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記各部分排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより各部分排気通路の排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第２６項または第２９項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

３５．前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路には、排ガス浄化用の触媒が該排気通路の一部分を形成する通路形成物として含まれており、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも該触媒の発熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第２３項または第２５項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

３６．前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路には、排ガス浄化用の触媒が該排気通路の一部分を形成する通路形成物として含まれており、前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の

大気への放熱と、前記触媒の発熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第２３項または第２５項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

３７．前記複数の部分排気通路のうちの少なくとも１つは、該部分排気通路を形成する通路形成物としての排ガス浄化用の触媒を含んでおり、前記排ガス温度推定手段は、該触媒を含む部分排気通路の排ガスの温度を、少なくとも該触媒の発熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより推定することを特徴とする請求の範囲第２６項または第２９項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

３８．前記複数の部分排気通路のうちの少なくとも１つは、該部分排気通路を形成する通路形成物としての排ガス浄化用の触媒を含んでおり、前記排ガス温度推定手段は、該触媒を含む部分排気通路の排ガスの温度を、少なくとも該部分排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱と、前記触媒の発熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより推定すると共に、前記触媒を含まない部分排気通路の排ガスの温度を、少なくとも該部分排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより推定することを特徴とする請求の範囲第２６項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

３９．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物の温度を表すデータを逐次取得しつつ、その通路形成物の温度を表すデータを用いて前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第３項、第４項、第２３項および第２５項のいずれか１項に記載

の排ガスセンサの温度制御装置。

４０．前記排ガス温度推定手段は、前記各部分排気通路を形成する通路形成物の温度を表すデータを逐次取得しつつ、各部分排気通路を形成する通路形成物の温度を表すデータを用いて該部分排気通路での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第７項または第２６項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

４１．前記排ガス温度推定手段は、前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの所定時間当たりの温度変化量を、少なくとも該排ガスセンサの配置箇所近傍における排ガスの流れ方向での温度勾配と排ガスの流速とに応じた温度変化成分と、該排ガスセンサの配置箇所近傍における排ガスの温度と前記通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分との総和として表現してなる熱モデルに基づき排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度変化量を逐次求め、その求めた温度変化量を前記内燃機関の運転開始時に設定した初期値に累積加算することにより、前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第３９項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

４２．前記排ガス温度推定手段は、前記各部分排気通路の排ガスの所定時間当たりの温度変化量を、少なくとも該部分排気通路における排ガスの流れ方向での温度勾配と排ガスの流速とに応じた温度変化成分と、該部分排気通路における排ガスの温度と該部分排気通路の通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分との総和として表現してなる熱モデルに基づき各部分排気通路での排ガスの温度変化量を逐次求め、その求めた温度変化量を各部分排気通路毎に前記内燃機関の運転開始時に設定した初期値に累積加算することにより、各部分排気通路での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第４０項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

４３．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍における排ガスの温度の推定値と前記通路形成物の外部の大気温度を表すデータとを用いて該通路形成物の温度を逐次推定し、該通路形成物の温度の推定値を該通路形成物の温度を表す前記データとして用いることを特徴とする請求の範囲第３９項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

４４．前記排ガス温度推定手段は、少なくとも前記各部分排気通路の排ガスの温度の推定値と該部分排気通路を形成する通路形成物の外部の大気温度を表すデータとを用いて各部分排気通路を形成する通路形成物の温度を逐次推定し、その各部分排気通路を形成する通路形成物の温度の推定値を該通路形成物の温度を表す前記データとして用いることを特徴とする請求の範囲第４０項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

４５．前記排ガス温度推定手段は、前記通路形成物の所定時間当たりの温度変化量が、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度と前記通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分と、該通路形成物の温度と大気温度との偏差に応じた温度変化成分とを含むとして該温度変化量を表現してなる熱モデルに基づき、該通路形成物の温度変化量を逐次推定し、その温度変化量の推定値を前記内燃機関の運転開始時に設定した初期値に累積加算することにより該通路形成物の温度を推定することを特徴とする請求の範囲第４３項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

４６．前記排ガス温度推定手段は、前記各部分排気通路を形成する通路形成物の所定時間当たりの温度変化量が、少なくとも該部分排気通路における排ガスの温度と該部分排気通路を形成する通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分と、該通路形成物の温度と大気温度との偏差に応じた温度変化成分とを含むとして該温度変化量を表現してなる熱モ

デルに基づき、該通路形成物の温度変化量を逐次推定し、その温度変化量の推定値を各部分排気通路の通路形成物毎に前記内燃機関の運転開始時に設定した初期値に累積加算することにより各部分排気通路の通路形成物の温度を推定することを特徴とする請求の範囲第４４項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

４７．前記複数の部分排気通路のうちの少なくとも１つは、該部分排気通路を形成する通路形成物として排ガス浄化用の触媒を含んでおり、該触媒を含む部分排気通路に対応する前記熱モデルは、該部分排気通路の通路形成物の所定時間当たりの温度変化量を、少なくとも該部分排気通路における排ガスの温度と該部分排気通路を形成する通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分と、該通路形成物の温度と大気温度との偏差に応じた温度変化成分と、排ガスの流速とに応じた温度変化成分との総和として表現してなるモデルであることを特徴とする請求の範囲第４６項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

４８．前記初期値は少なくとも前記内燃機関の運転開始時における大気温度及び／又は内燃機関の機関温度に応じて設定されていることを特徴とする請求の範囲第４１項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

４９．前記初期値は少なくとも前記内燃機関の運転開始時における大気温度及び／又は内燃機関の機関温度に応じて設定されていることを特徴とする請求の範囲第４２項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

５０．前記初期値は少なくとも前記内燃機関の運転開始時における大気温度及び／又は内燃機関の機関温度に応じて設定されていることを特徴とする請求の範囲第４５項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

５１．前記初期値は少なくとも前記内燃機関の運転開始時における大気温度及び／又は内燃機関の機関温度に応じて設定されていることを特徴とする請求の範囲第４６項に記載の排ガスセンサの温度制御装置。

５２．内燃機関の排気通路に配置され、該排気通路を流れる排ガスに接触する素子部と該素子部を加熱するヒータとを有する排ガスセンサの温度制御方法であって、

少なくとも前記内燃機関の運転状態を表すパラメータを用いて前記排気通路を流れる排ガスの温度を逐次推定する排ガス温度推定処理を実行しつつ、その排ガスの温度の推定値を用いて前記排ガスセンサの素子部の温度が所定の目標温度になるように前記ヒータを制御することを特徴とする排ガスセンサの温度制御方法。

５３．前記ヒータを制御するとき、前記排ガスセンサの素子部の温度を表すデータを逐次取得しつつ、前記ヒータに対する制御入力を、少なくとも該排ガスセンサの素子部の温度に応じた制御入力成分と、前記排ガスの温度の推定値に応じた制御入力成分とを加算することにより逐次算出し、その算出した制御入力に応じて前記ヒータを制御することを特徴とする請求の範囲第５２項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

５４．前記排ガス温度推定処理で推定する排ガスの温度は、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を含み、前記ヒータを制御するために該排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値を用いることを特徴とする請求の範囲第５２項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

５５．前記排ガス温度推定処理では、前記内燃機関の運転状態を表すパラメータに基づき該内燃機関の排気ポートの近傍箇所における排ガスの温度を逐次推定し、少なくともその排気ポートの近傍箇所における排ガスの温度の推定値と、該排ガスの流速を表すデータとを用いて前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第５４項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

５６．前記排ガス温度推定処理では、前記内燃機関の運転状態を表すパ

ラメータから、該パラメータと排ガスの温度とのあらかじめ設定された相関関係に基づき排ガスの温度の基本値を逐次求め、その基本値に対して応答遅れを有して追従する値を前記内燃機関の排気ポートの近傍箇所における排ガスの温度の推定値として求めることを特徴とする請求の範囲第５５項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

５７．前記パラメータは、少なくとも前記内燃機関の回転速度を表すパラメータと該内燃機関の吸入空気量を表すパラメータとを含むことを特徴とする請求の範囲第５５項または第５６項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

５８．前記排ガス温度推定処理では、前記排気ポートから前記排ガスセンサの配置箇所近傍までの排気通路を排ガスの流れ方向に沿ってあらかじめ区分けしてなる複数の部分排気通路のうちの最上流側の部分排気通路の排ガスの温度を少なくとも前記排気ポートの近傍箇所における温度の推定値と排ガスの流速を表すデータとを用いて推定すると共に、最上流側の部分排気通路以外の各部分排気通路の排ガスの温度を少なくとも該部分排気通路にその上流側で隣接する部分排気通路の排ガスの温度の推定値と排ガスの流速を表すデータとを用いて推定し、最下流側の部分排気通路の排ガスの温度の推定値を前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値として得ることを特徴とする請求の範囲第５５項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

５９．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第５４項または第５５項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

６０．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第５４項または第５５項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

６１．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記各部分排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより各部分排気通路の排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第５８項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

６２．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第５４項または第５５項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

６３．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第５４項または第５５項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

６４．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請

求の範囲第５４項または第５５項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

６５．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第５４項または第５５項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

６６．前記第排ガス温度推定処理では、少なくとも前記各部分排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより各部分排気通路での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第５８項または第６１項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

６７．前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路には、排ガス浄化用の触媒が該排気通路の一部分を形成する通路形成物として含まれており、前記排ガス温度推定処理では、少なくとも該触媒の発熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第５４項または第５５項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

６８．前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路には、排ガス浄化用の触媒が該排気通路の一部分を形成する通路形成物として含まれており、前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から上流側の排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱と、前記触媒の発熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第５４項または第５５項に記載の排ガ

スセンサの温度制御方法。

６９．前記複数の部分排気通路のうちの少なくとも１つは、該部分排気通路を形成する通路形成物として排ガス浄化用の触媒を含んでおり、前記排ガス温度推定処理では、該触媒を含む部分排気通路の排ガスの温度を、少なくとも該触媒の発熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより推定することを特徴とする請求の範囲第５８項または第６１項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

７０．前記複数の部分排気通路のうちの少なくとも１つは、該部分排気通路を形成する通路形成物として排ガス浄化用の触媒を含んでおり、前記排ガス温度推定処理では、該触媒を含む部分排気通路の排ガスの温度を、少なくとも該部分排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱と、前記触媒の発熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより推定すると共に、前記触媒を含まない部分排気通路の排ガスの温度を、少なくとも該部分排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより推定することを特徴とする請求の範囲第５８項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

７１．内燃機関の排気通路に配置され、該排気通路を流れる排ガスに接触する素子部と該素子部を加熱するヒータ手段とを有する排ガスセンサの温度制御方法であって、

前記排気通路に配置された排ガス温度センサにより該排気通路を流れる排ガスの温度を検出しつつ、その排ガスの温度の検出値を用いて前記排ガスセンサの素子部の温度が所定の目標温度になるように前記ヒータを制御することを特徴とする排ガスセンサの温度制御方法。

７２．前記排ガス温度センサは、前記排ガスセンサの素子部の近傍箇所

に配置されていることを特徴とする請求の範囲第７１項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

７３．前記ヒータを制御するとき、前記排ガスセンサの素子部の温度を表すデータを逐次取得しつつ、前記ヒータに対する制御入力を、少なくとも該排ガスセンサの素子部の温度に応じた制御入力成分と、前記排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値に応じた制御入力成分とを加算することにより逐次算出し、その算出した制御入力に応じて前記ヒータを制御することを特徴とする請求の範囲第７１項または第７２項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

７４．前記排ガス温度センサは、前記排ガスセンサから前記排気通路における排ガスの流れ方向で離間した箇所に配置されており、

該排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値を用いて排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を逐次推定する排ガス温度推定処理を実行しつつ、前記排ガスの温度の検出値の代わりに、該排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値を用いて前記ヒータを制御することを特徴とする請求の範囲第７１項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

７５．前記ヒータを制御するとき、前記排ガスセンサの素子部の温度を表すデータを逐次取得しつつ、前記ヒータに対する制御入力を、少なくとも該排ガスセンサの素子部の温度に応じた制御入力成分と、前記排ガスの温度の推定値に応じた制御入力成分とを加算することにより逐次算出し、その算出した制御入力に応じて前記ヒータを制御することを特徴とする請求の範囲第７４項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

７６．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値と、該排ガスの流速を表すデータとを用いて前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを

特徴とする請求の範囲第７４項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

７７．前記排ガス温度推定処理では、前記排ガス温度センサの配置箇所近傍から前記排ガスセンサの配置箇所近傍までの排気通路を排ガスの流れ方向に沿ってあらかじめ区分けしてなる複数の部分排気通路のうち、前記排ガス温度センサに最も近い部分排気通路の排ガスの温度を少なくとも該排ガス温度センサによる排ガスの温度の検出値と排ガスの流速を表すデータとを用いて推定すると共に、その排ガス温度センサに最も近い部分排気通路以外の各部分排気通路の排ガスの温度を少なくとも該部分排気通路に排ガス温度センサ側で隣接する部分排気通路の排ガスの温度の推定値と排ガスの流速を表すデータとを用いて推定し、前記排ガスセンサに最も近い部分排気通路の排ガスの温度の推定値を該排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度の推定値として得ることを特徴とする請求の範囲第７４項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

７８．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第７４項または第７６項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

７９．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第７４項または第７６項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

８０．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記各部分排気通路を

形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達を考慮して構築された推定アルゴリズムにより各部分排気通路の排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第７７項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

８１．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第７４項または第７６項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

８２．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第７４項または第７６項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

８３．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第７４項または第７６項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

８４．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度

を推定することを特徴とする請求の範囲第７４項または第７６項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

８５．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記各部分排気通路を形成する通路形成物からその外部の大気への放熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより各部分排気通路の排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第７７項または第８０項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

８６．前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路には、排ガス浄化用の触媒が該排気通路の一部分を形成する通路形成物として含まれており、前記排ガス温度推定処理では、少なくとも該触媒の発熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第７４項または第７６項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

８７．前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路には、排ガス浄化用の触媒が該排気通路の一部分を形成する通路形成物として含まれており、前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍から前記排ガス温度センサの配置箇所近傍までの排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱と、前記触媒の発熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第７４項または第７６項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

８８．前記複数の部分排気通路のうちの少なくとも１つは、該部分排気通路を形成する通路形成物としての排ガス浄化用の触媒を含んでおり、

前記排ガス温度推定処理では、該触媒を含む部分排気通路の排ガスの温度を、少なくとも該触媒の発熱を考慮して構築された推定アルゴリズムにより推定することを特徴とする請求の範囲第７７項または第８０項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

８９．前記複数の部分排気通路のうちの少なくとも１つは、該部分排気通路を形成する通路形成物としての排ガス浄化用の触媒を含んでおり、前記排ガス温度推定処理では、該触媒を含む部分排気通路の排ガスの温度を、少なくとも該部分排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱と、前記触媒の発熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより推定すると共に、前記触媒を含まない部分排気通路の排ガスの温度を、少なくとも該部分排気通路を形成する通路形成物と該通路形成物内を流れる排ガスとの間の熱伝達と、該通路形成物からその外部の大気への放熱とを考慮して構築された推定アルゴリズムにより推定することを特徴とする請求の範囲第７７項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

９０．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排気通路を形成する通路形成物の温度を表すデータを逐次取得しつつ、その通路形成物の温度を表すデータを用いて前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第５４項、第５５項、第７４項および第７６項のいずれか１項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

９１．前記排ガス温度推定処理では、前記各部分排気通路を形成する通路形成物の温度を表すデータを逐次取得しつつ、各部分排気通路を形成する通路形成物の温度を表すデータを用いて該部分排気通路での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第５８項または第７７項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

９２．前記排ガス温度推定処理では、前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの所定時間当たりの温度変化量を、少なくとも該排ガスセンサの配置箇所近傍における排ガスの流れ方向での温度勾配と排ガスの流速とに応じた温度変化成分と、該排ガスセンサの配置箇所近傍における排ガスの温度と前記通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分との総和として表現してなる熱モデルに基づき排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度変化量を逐次求め、その求めた温度変化量を前記内燃機関の運転開始時に設定した初期値に累積加算することにより、前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第９０項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

９３．前記排ガス温度推定処理では、前記各部分排気通路の排ガスの所定時間当たりの温度変化量を、少なくとも該部分排気通路における排ガスの流れ方向での温度勾配と排ガスの流速とに応じた温度変化成分と、該部分排気通路における排ガスの温度と該部分排気通路の通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分との総和として表現してなる熱モデルに基づき各部分排気通路での排ガスの温度変化量を逐次求め、その求めた温度変化量を各部分排気通路毎に前記内燃機関の運転開始時に設定した初期値に累積加算することにより、各部分排気通路での排ガスの温度を推定することを特徴とする請求の範囲第９１項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

９４．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍における排ガスの温度の推定値と前記通路形成物の外部の大気温度を表すデータとを用いて該通路形成物の温度を逐次推定し、該通路形成物の温度の推定値を該通路形成物の温度を表す前記データとして用いることを特徴とする請求の範囲第９０項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

９５．前記排ガス温度推定処理では、少なくとも前記各部分排気通路の排ガスの温度の推定値と該部分排気通路を形成する通路形成物の外部の大気温度を表すデータとを用いて各部分排気通路を形成する通路形成物の温度を逐次推定し、その各部分排気通路を形成する通路形成物の温度の推定値を該通路形成物の温度を表す前記データとして用いることを特徴とする請求の範囲第９１項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

９６．前記排ガス温度推定処理では、前記通路形成物の所定時間当たりの温度変化量が、少なくとも前記排ガスセンサの配置箇所近傍での排ガスの温度と前記通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分と、該通路形成物の温度と大気温度との偏差に応じた温度変化成分とを含むとして該温度変化量を表現してなる熱モデルに基づき、該通路形成物の温度変化量を逐次推定し、その温度変化量の推定値を前記内燃機関の運転開始時に設定した初期値に累積加算することにより該通路形成物の温度を推定することを特徴とする請求の範囲第９４項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

９７．前記排ガス温度推定処理では、前記各部分排気通路を形成する通路形成物の所定時間当たりの温度変化量が、少なくとも該部分排気通路における排ガスの温度と該部分排気通路を形成する通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分と、該通路形成物の温度と大気温度との偏差に応じた温度変化成分とを含むとして該温度変化量を表現してなる熱モデルに基づき、該通路形成物の温度変化量を逐次推定し、その温度変化量の推定値を各部分排気通路の通路形成物毎に前記内燃機関の運転開始時に設定した初期値に累積加算することにより各部分排気通路の通路形成物の温度を推定することを特徴とする請求の範囲第９５項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

９８．前記複数の部分排気通路のうちの少なくとも１つは、該部分排気

通路を形成する通路形成物として排ガス浄化用の触媒を含んでおり、該触媒を含む部分排気通路に対応する前記熱モデルは、該部分排気通路の通路形成物の所定時間当たりの温度変化量を、少なくとも該部分排気通路における排ガスの温度と該部分排気通路を形成する通路形成物の温度との偏差に応じた温度変化成分と、該通路形成物の温度と大気温度との偏差に応じた温度変化成分と、排ガスの流速とに応じた温度変化成分との総和として表現してなるモデルであることを特徴とする請求の範囲第９７項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

９９．前記初期値は少なくとも前記内燃機関の運転開始時における大気温度及び／又は内燃機関の機関温度に応じて設定されていることを特徴とする請求の範囲第９２項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

１００．前記初期値は少なくとも前記内燃機関の運転開始時における大気温度及び／又は内燃機関の機関温度に応じて設定されていることを特徴とする請求の範囲第９３項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

１０１．前記初期値は少なくとも前記内燃機関の運転開始時における大気温度及び／又は内燃機関の機関温度に応じて設定されていることを特徴とする請求の範囲第９６項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

１０２．前記初期値は少なくとも前記内燃機関の運転開始時における大気温度及び／又は内燃機関の機関温度に応じて設定されていることを特徴とする請求の範囲第９７項に記載の排ガスセンサの温度制御方法。

FIG.1

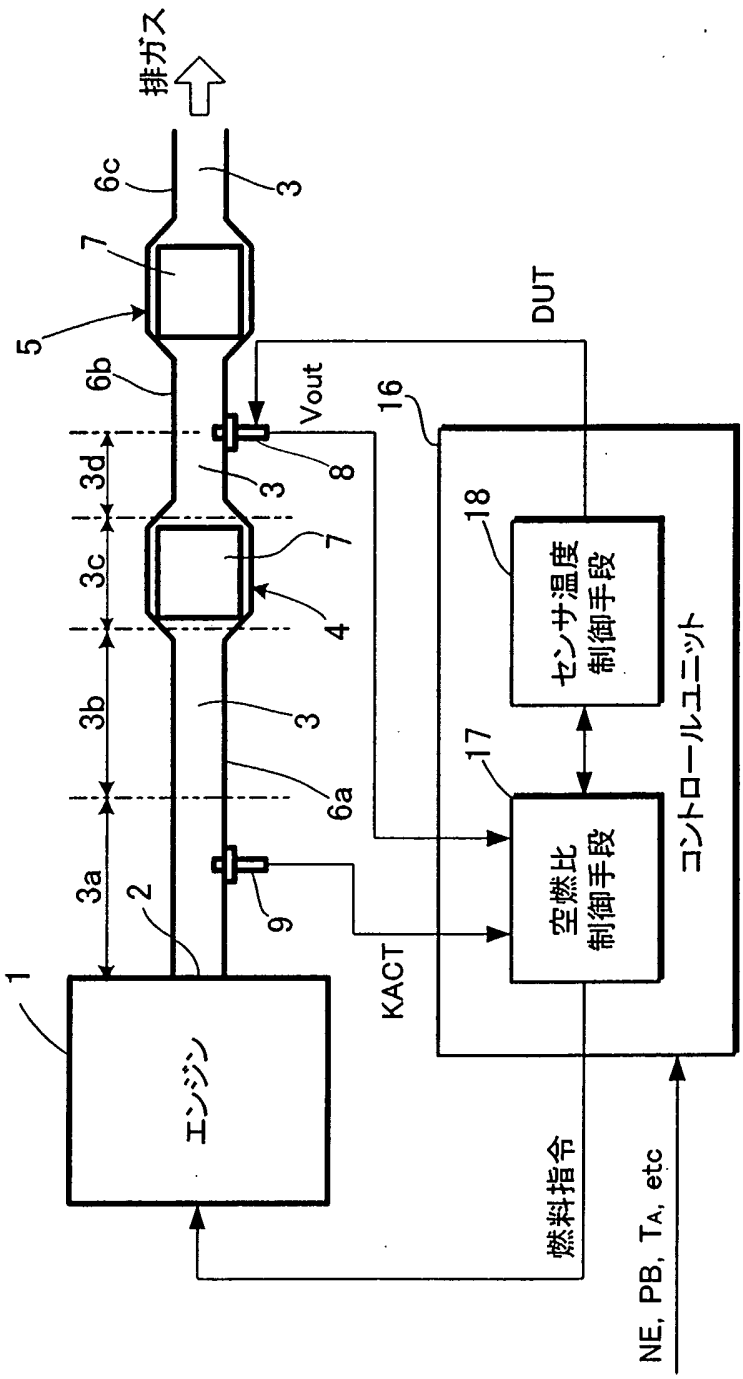

排ガス
6c
3
7
5
6b
DUT
Vout
16
8
3d
3
18
センサ温度
制御手段
3c
7
4
3b
3
17
6a
空燃比
制御手段
コントロールユニット
3a
2
9
1
KACT
エンジン
燃料指令
NE, PB, TA, etc

FIG.2

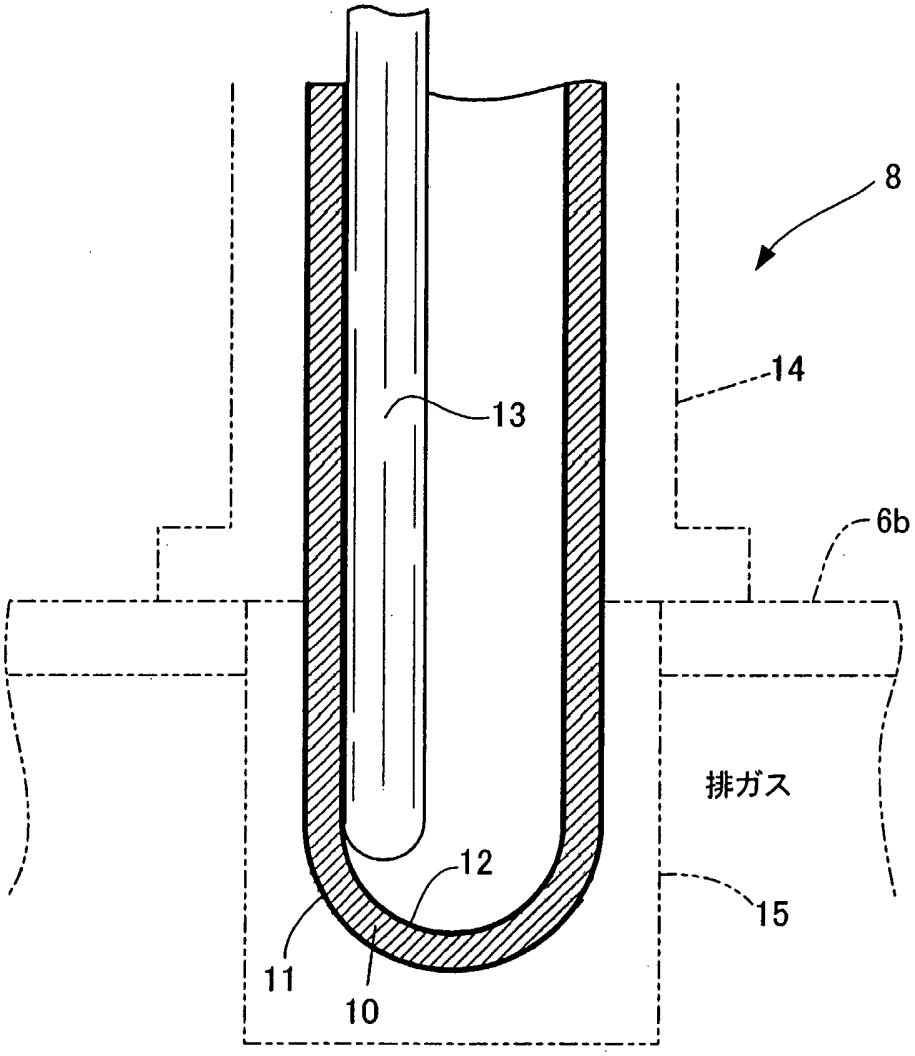


FIG.3

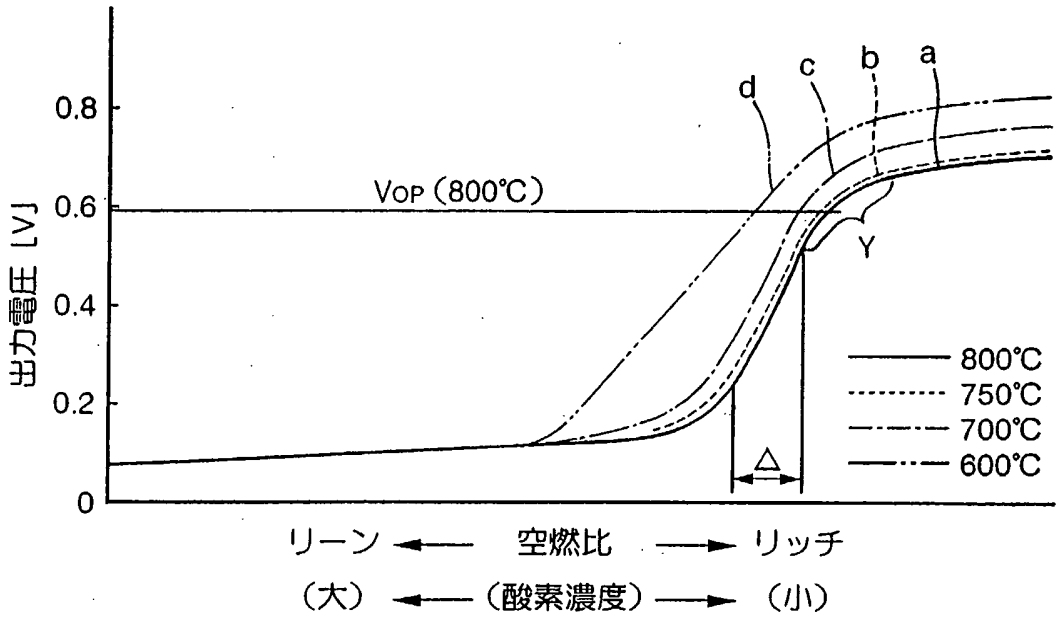

出力電圧 [V]
0.8
0.6
0.4
0.2
0
VOP (800℃)
d
c
b
a
Y
Δ
800℃
750℃
700℃
600℃
リーン ← 空燃比 → リッチ
(大) ← (酸素濃度) → (小)

FIG.4

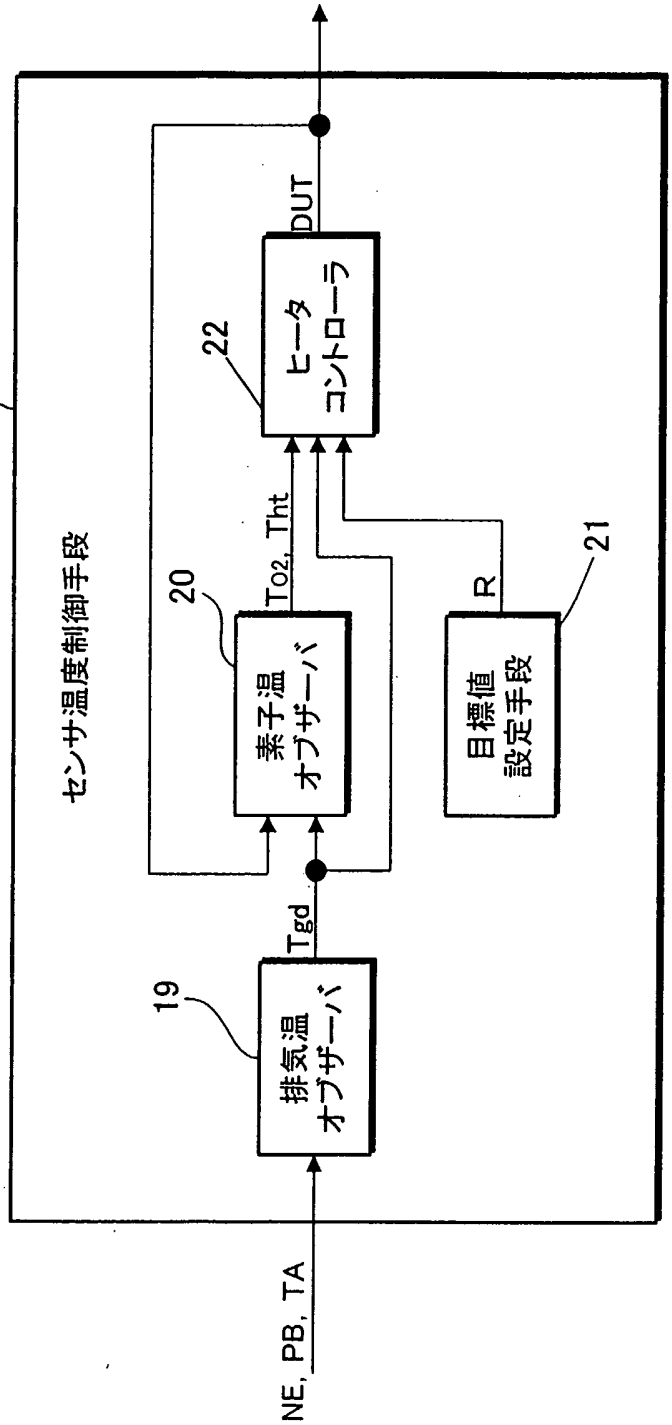

18
センサ温度制御手段
22
ヒータ
コントローラ
DUT
20
素子温
オブザーバ
To2, Tht
21
目標値
設定手段
R
19
排気温
オブザーバ
Tgd
NE, PB, TA

FIG.5

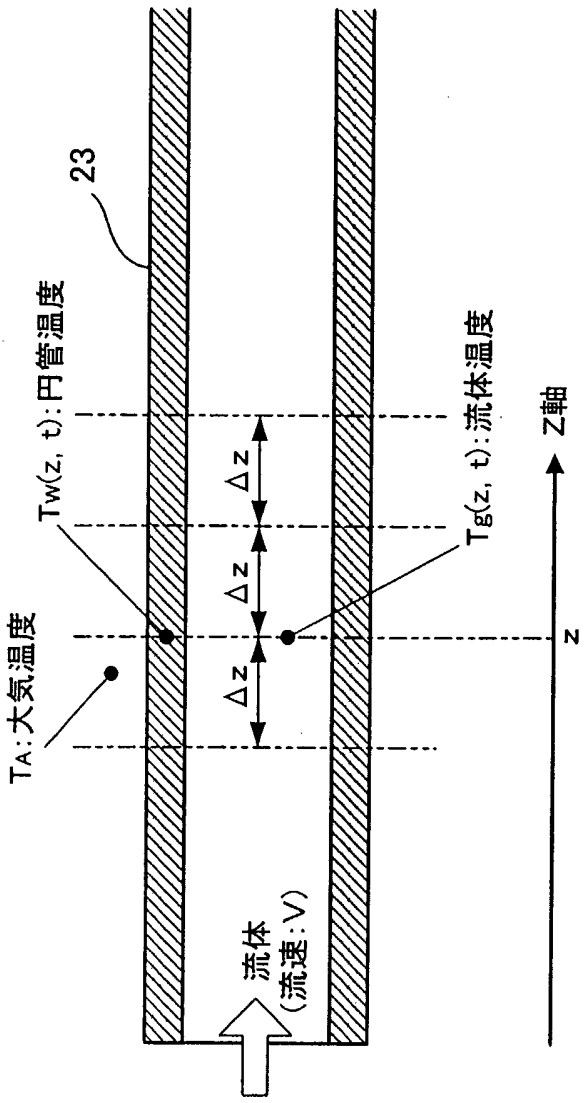


FIG.6

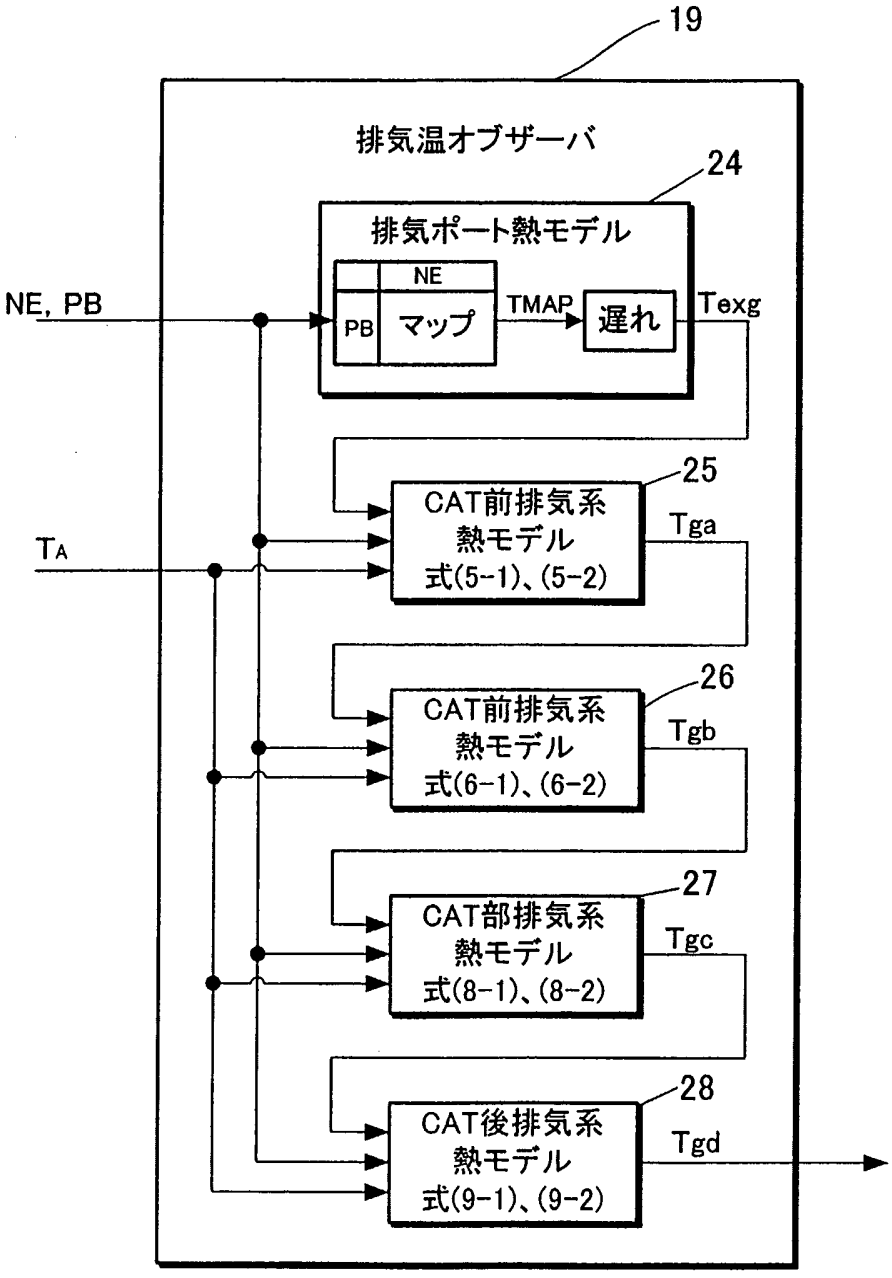
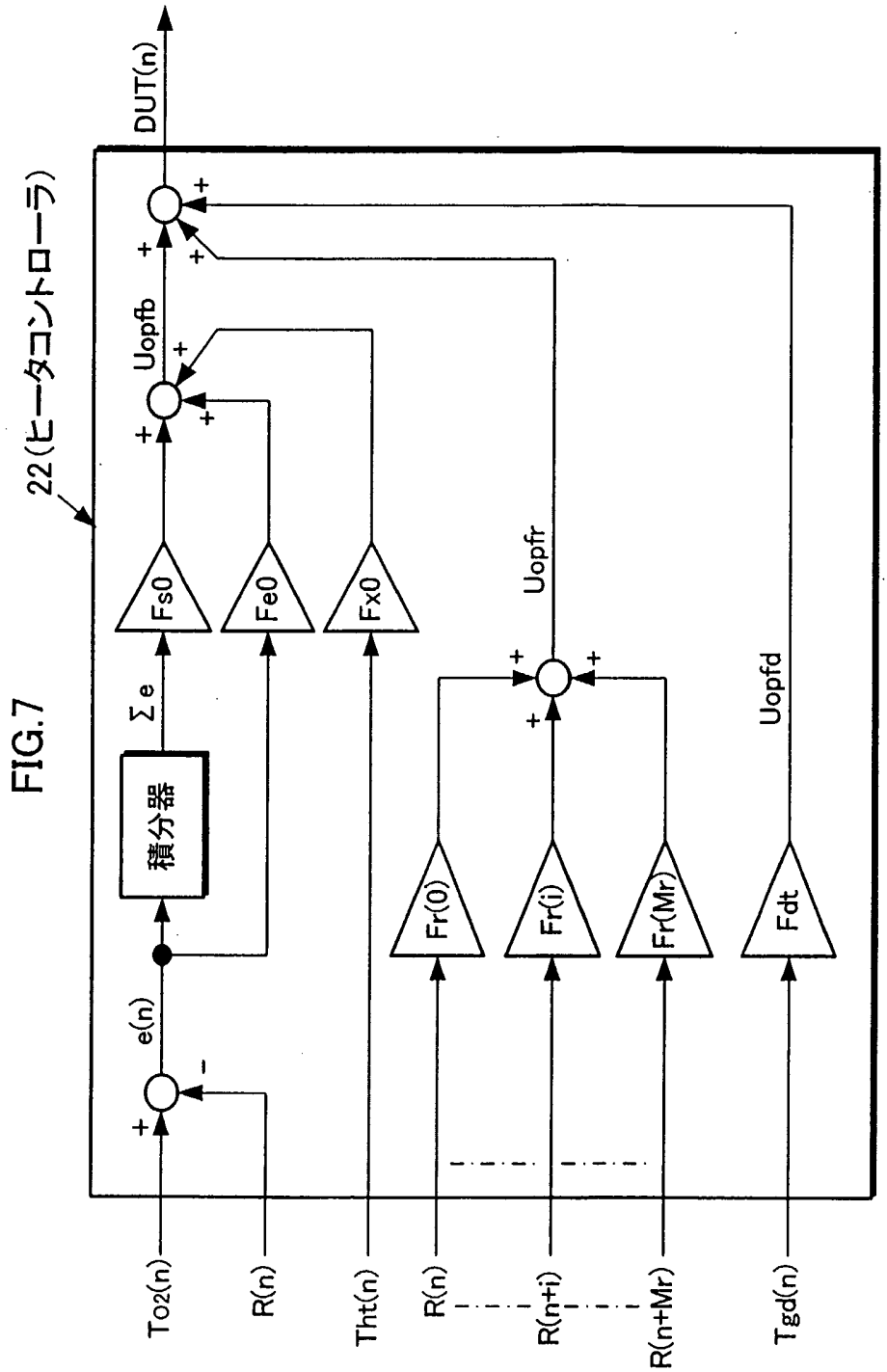

19
排気温オブザーバ
24
排気ポート熱モデル
NE
PB
マップ
TMAP
遅れ
Texg
NE, PB
25
CAT前排気系
熱モデル
式(5-1)、(5-2)
Tga
TA
26
CAT前排気系
熱モデル
式(6-1)、(6-2)
Tgb
27
CAT部排気系
熱モデル
式(8-1)、(8-2)
Tgc
28
CAT後排気系
熱モデル
式(9-1)、(9-2)
Tgd

FIG.7


22(ヒータコントローラ)
DUT(n)
Uopfb
Fs0
Fe0
Fx0
Σe
積分器
e(n)
Uopfr
Fr(0)
Fr(i)
Fr(Mr)
Uopfd
Fdt
To2(n)
R(n)
Tht(n)
R(n)
R(n+i)
R(n+Mr)
Tgd(n)

8/17

FIG.8

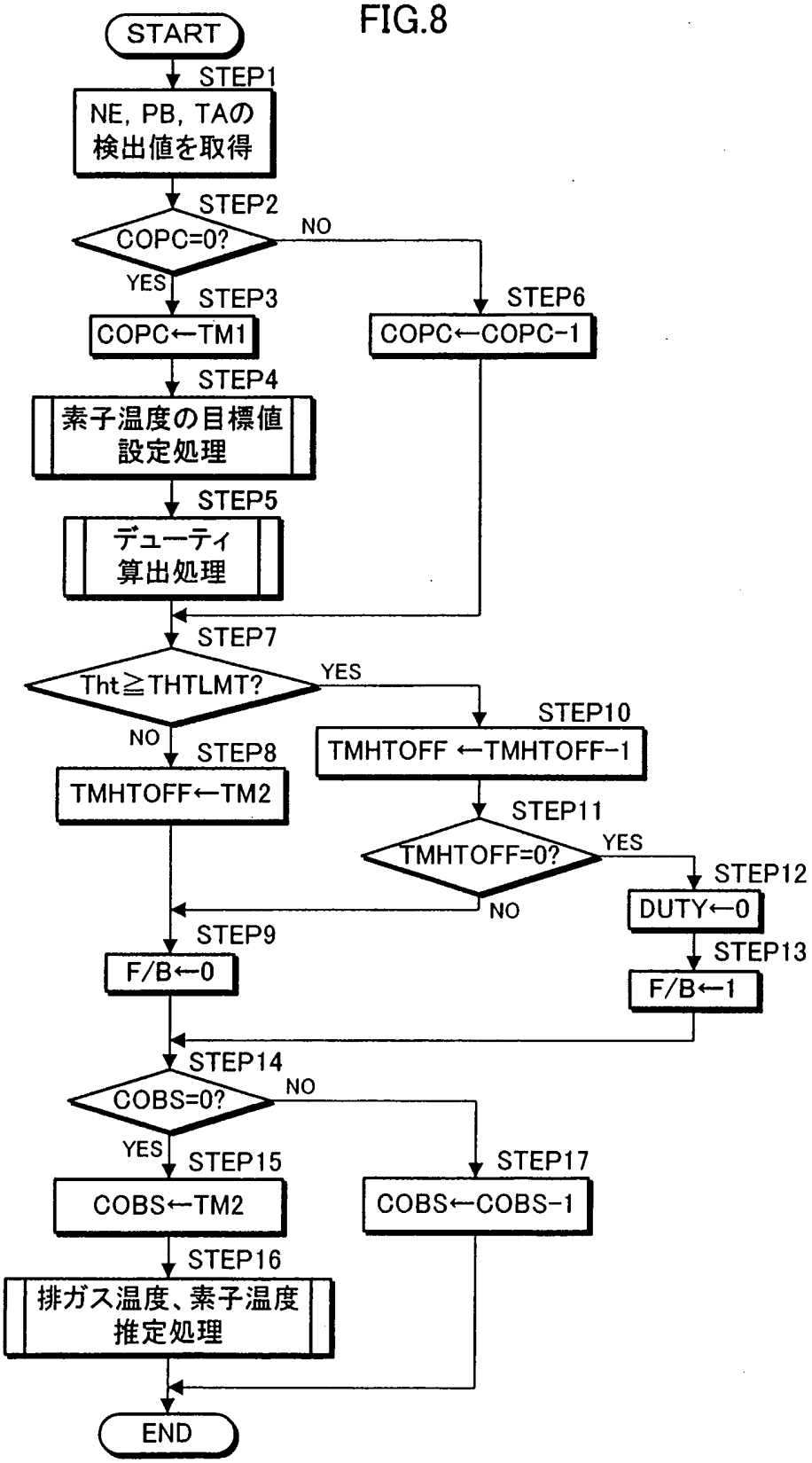

START
STEP1
NE, PB, TAの検出値を取得
STEP2
COPC=0?
NO
YES
STEP3
COPC←TM1
STEP6
COPC←COPC-1
STEP4
素子温度の目標値設定処理
STEP5
デューティ算出処理
STEP7
Tht≧THTLMT?
YES
NO
STEP10
TMHTOFF ←TMHTOFF-1
STEP8
TMHTOFF←TM2
STEP11
TMHTOFF=0?
YES
NO
STEP12
DUTY←0
STEP13
F/B←1
STEP9
F/B←0
STEP14
COBS=0?
NO
YES
STEP15
COBS←TM2
STEP17
COBS←COBS-1
STEP16
排ガス温度、素子温度推定処理
END

FIG.9

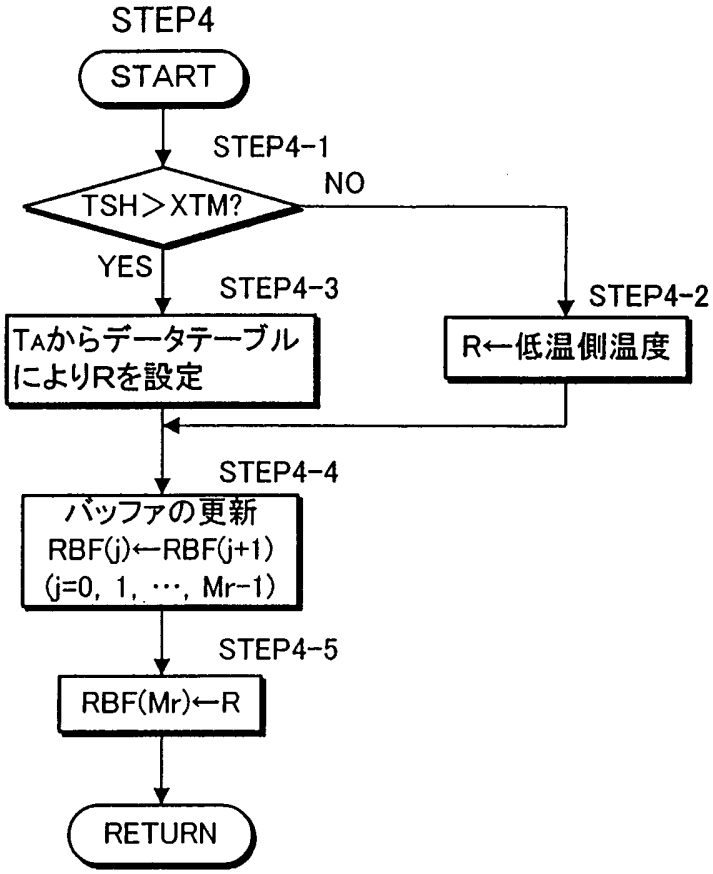

STEP4
START
STEP4-1
TSH＞XTM?
NO
YES
STEP4-3
TAからデータテーブル
によりRを設定
STEP4-2
R←低温側温度
STEP4-4
バッファの更新
RBF(j)←RBF(j+1)
(j=0, 1, …, Mr−1)
STEP4-5
RBF(Mr)←R
RETURN

FIG.10

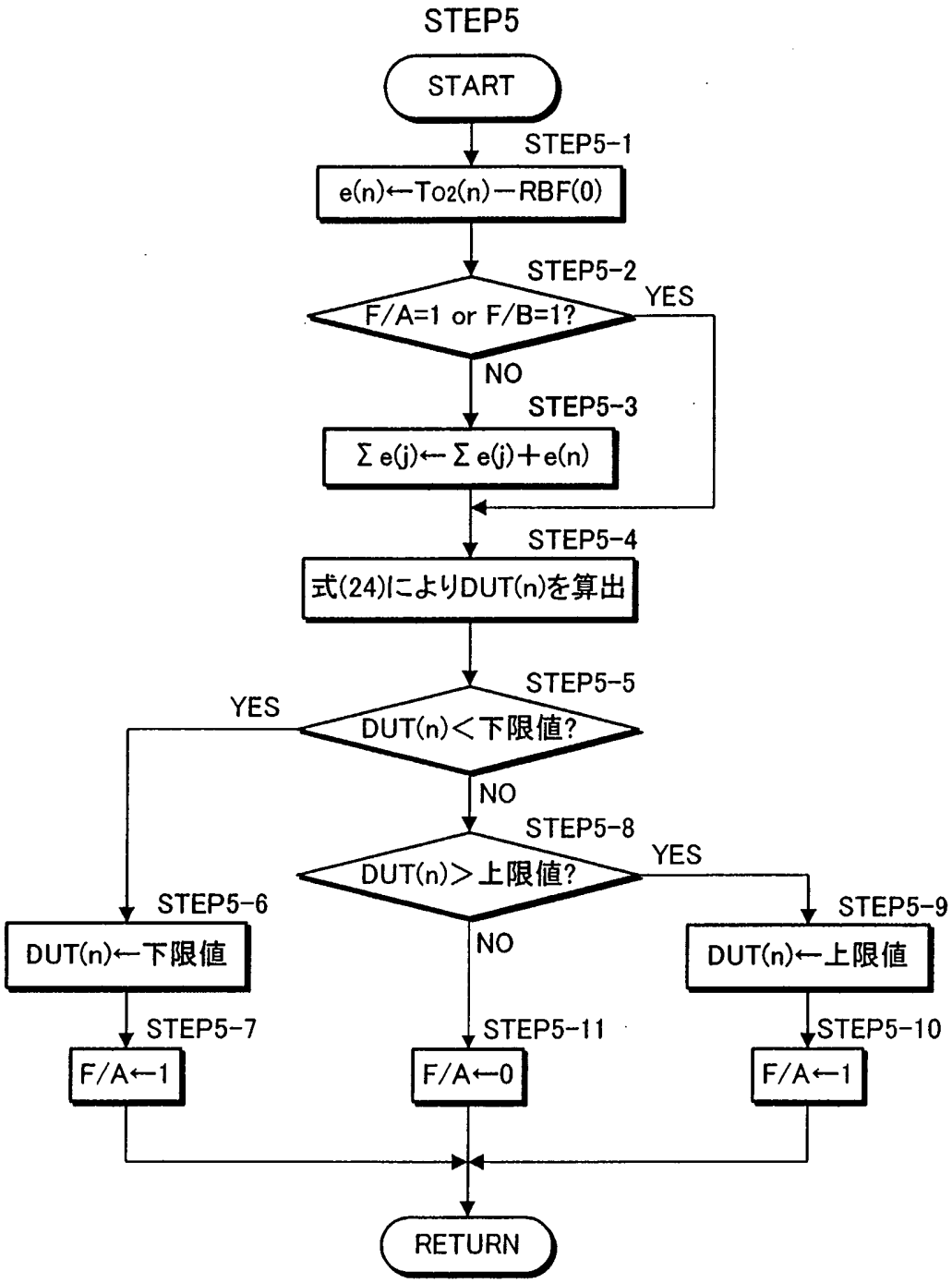

STEP5
START
STEP5-1
e(n)←To2(n)−RBF(0)
STEP5-2
F/A=1 or F/B=1?
YES
NO
STEP5-3
Σ e(j)← Σ e(j)＋e(n)
STEP5-4
式(24)によりDUT(n)を算出
STEP5-5
YES
DUT(n)＜下限値?
NO
STEP5-8
DUT(n)＞上限値?
YES
STEP5-6
DUT(n)←下限値
NO
STEP5-9
DUT(n)←上限値
STEP5-7
F/A←1
STEP5-11
F/A←0
STEP5-10
F/A←1
RETURN

FIG.11

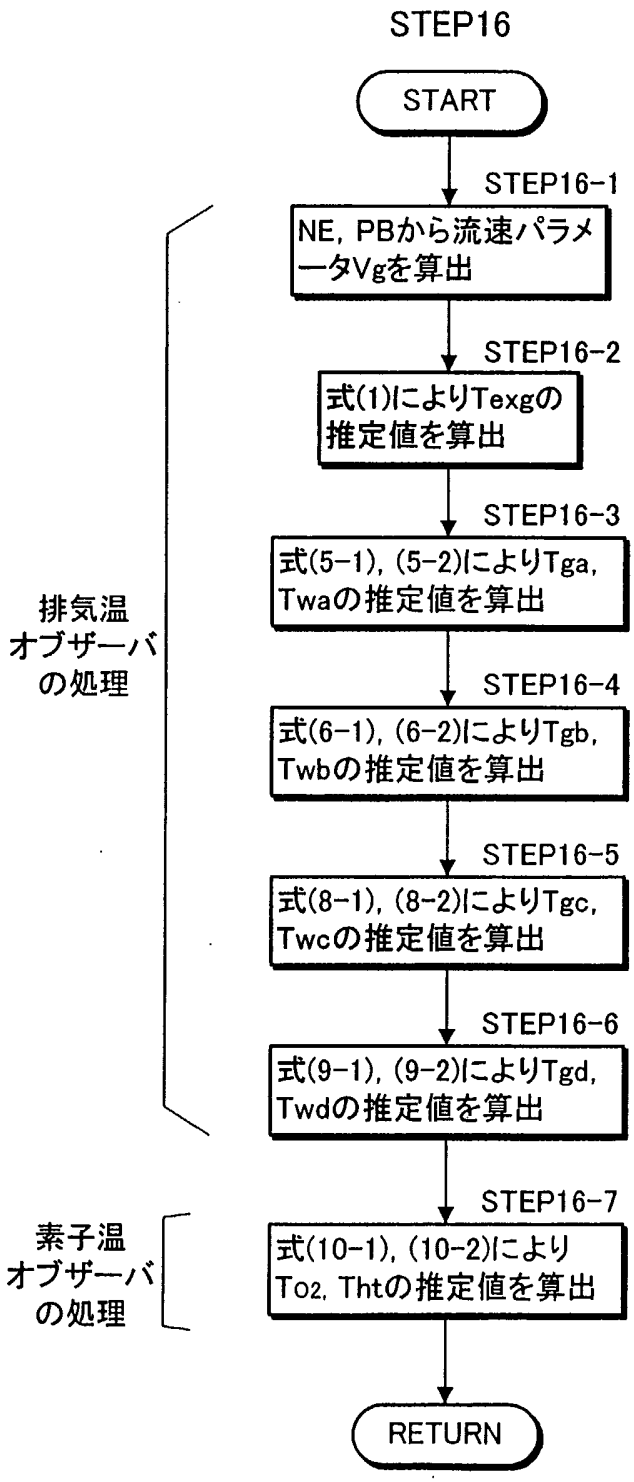

STEP16
START
STEP16-1
NE, PBから流速パラメータVgを算出
STEP16-2
式(1)によりTexgの推定値を算出
STEP16-3
式(5-1), (5-2)によりTga, Twaの推定値を算出
STEP16-4
式(6-1), (6-2)によりTgb, Twbの推定値を算出
STEP16-5
式(8-1), (8-2)によりTgc, Twcの推定値を算出
STEP16-6
式(9-1), (9-2)によりTgd, Twdの推定値を算出
STEP16-7
式(10-1), (10-2)によりTo2, Thtの推定値を算出
RETURN
排気温オブザーバの処理
素子温オブザーバの処理

FIG.12

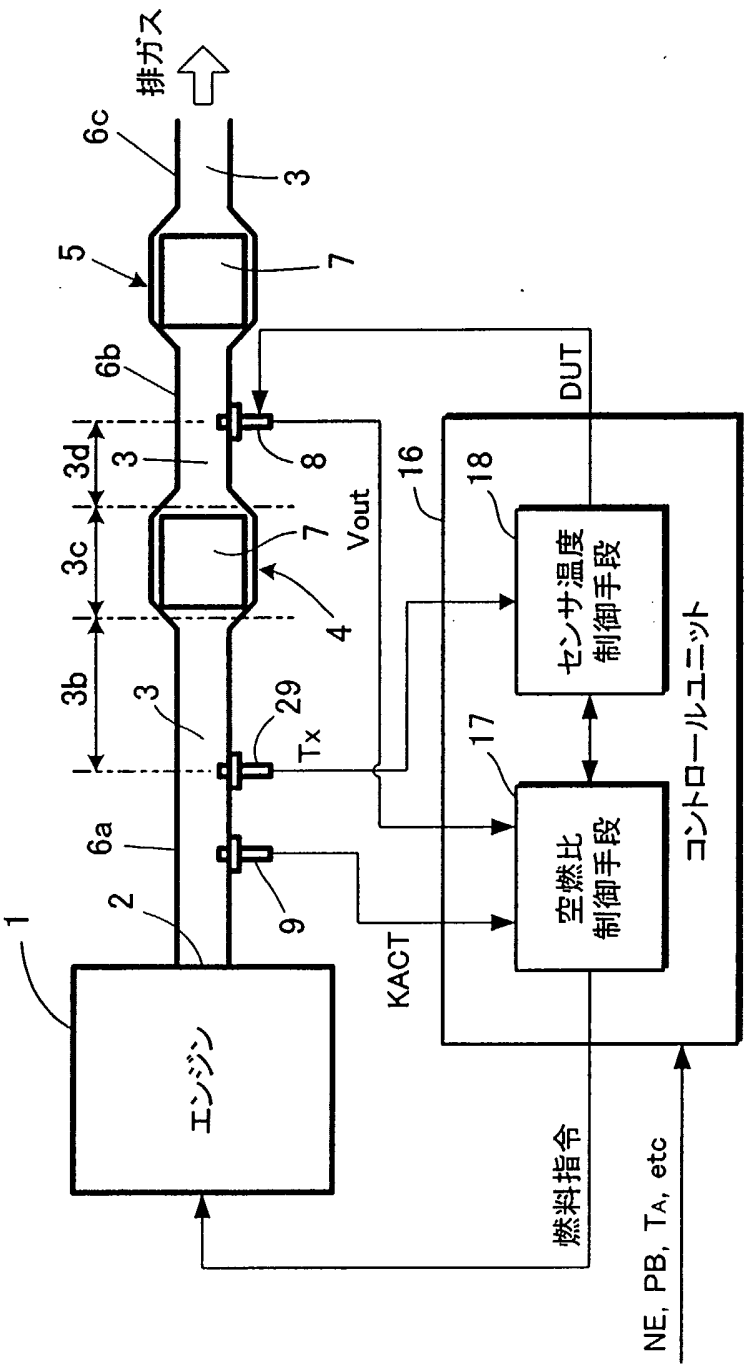

排ガス
6c
3
5
7
6b
DUT
3d
3
8
16
18
センサ温度
制御手段
3c
7
Vout
4
3b
3
29
Tx
17
6a
2
9
KACT
空燃比
制御手段
コントロールユニット
1
エンジン
燃料指令
NE, PB, TA, etc

FIG.13

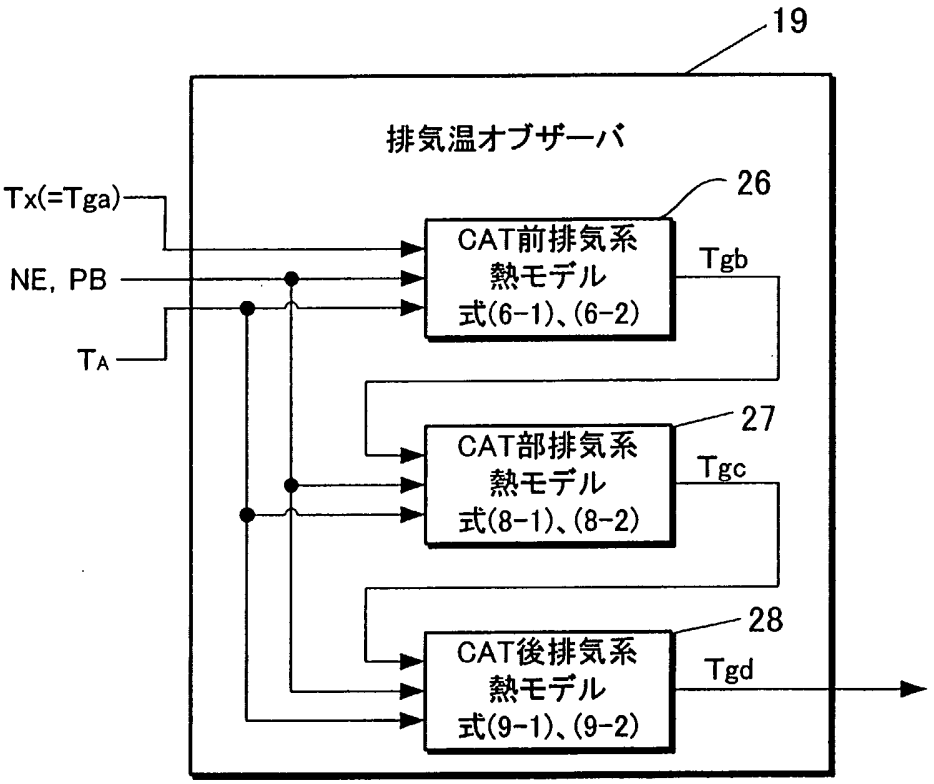

19
排気温オブザーバ
Tx(=Tga)
NE, PB
TA
26
CAT前排気系
熱モデル
式(6-1)、(6-2)
Tgb
27
CAT部排気系
熱モデル
式(8-1)、(8-2)
Tgc
28
CAT後排気系
熱モデル
式(9-1)、(9-2)
Tgd

FIG.14(a)

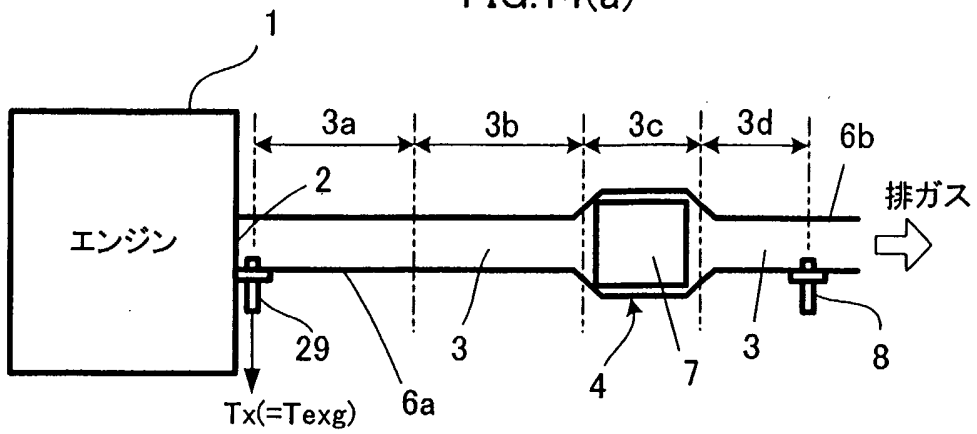


FIG.14(b)

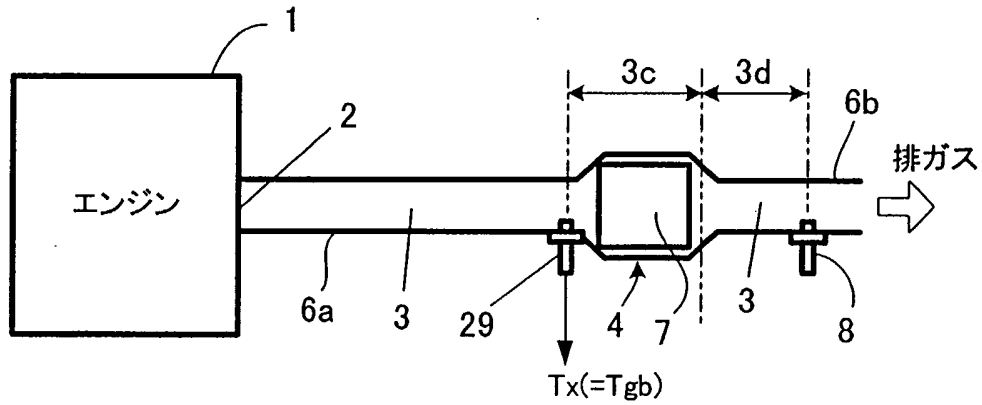


FIG.14(c)

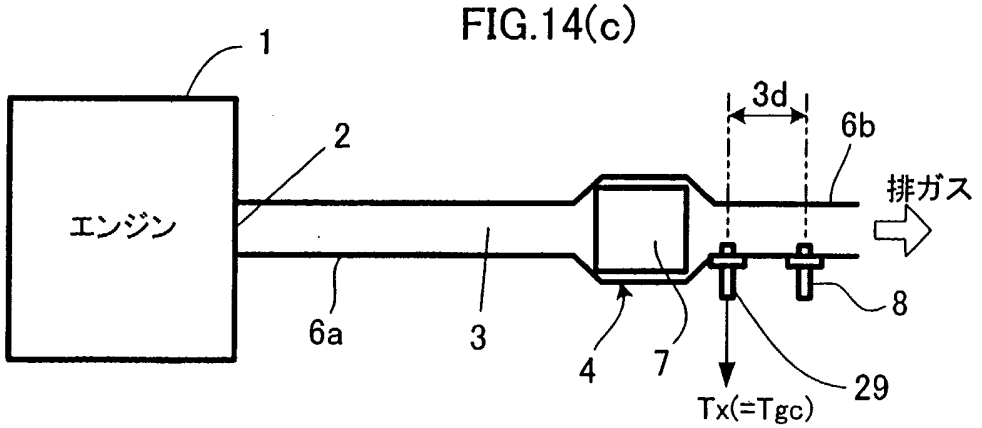


FIG.15

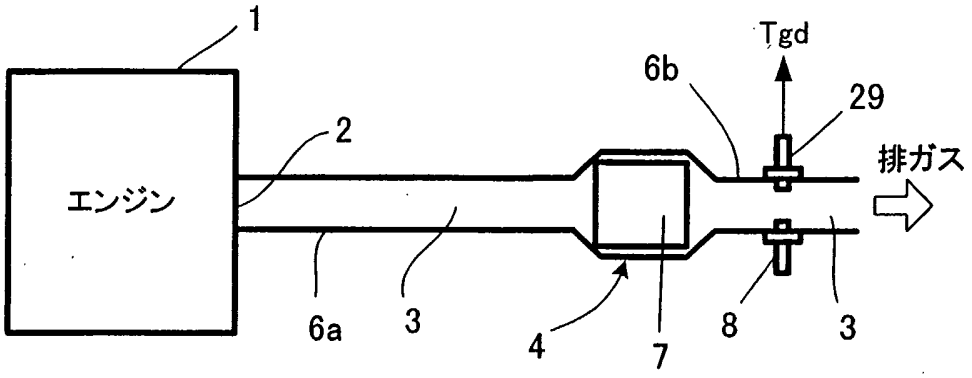

1
Tgd
6b
29
2
エンジン
排ガス
6a
3
4
7
8
3

FIG.16

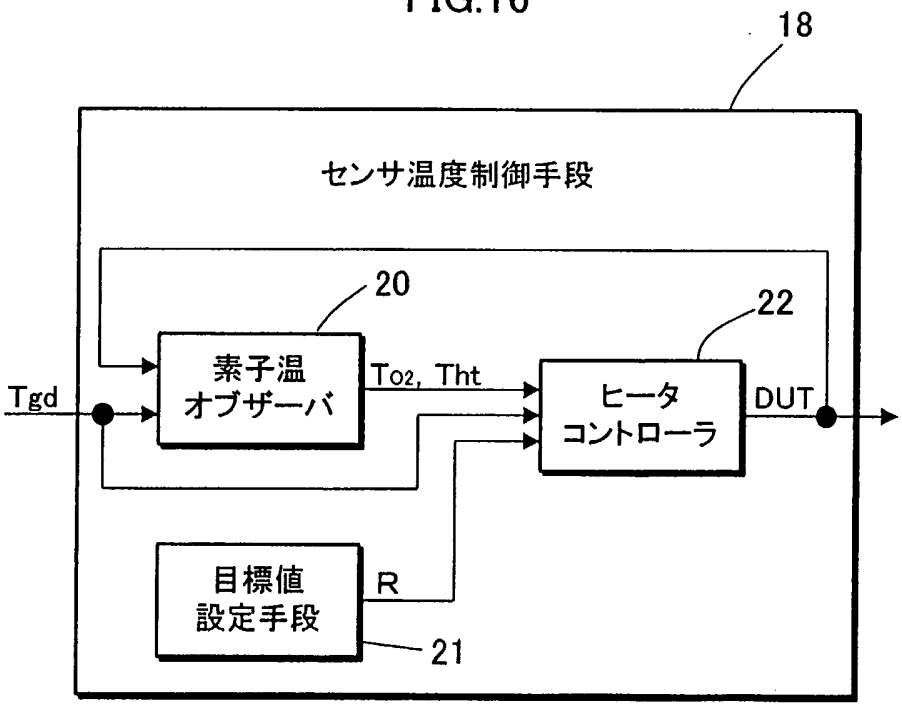

18
センサ温度制御手段
20
22
素子温
オブザーバ
To2, Tht
ヒータ
コントローラ
Tgd
DUT
目標値
設定手段
R
21

FIG.17

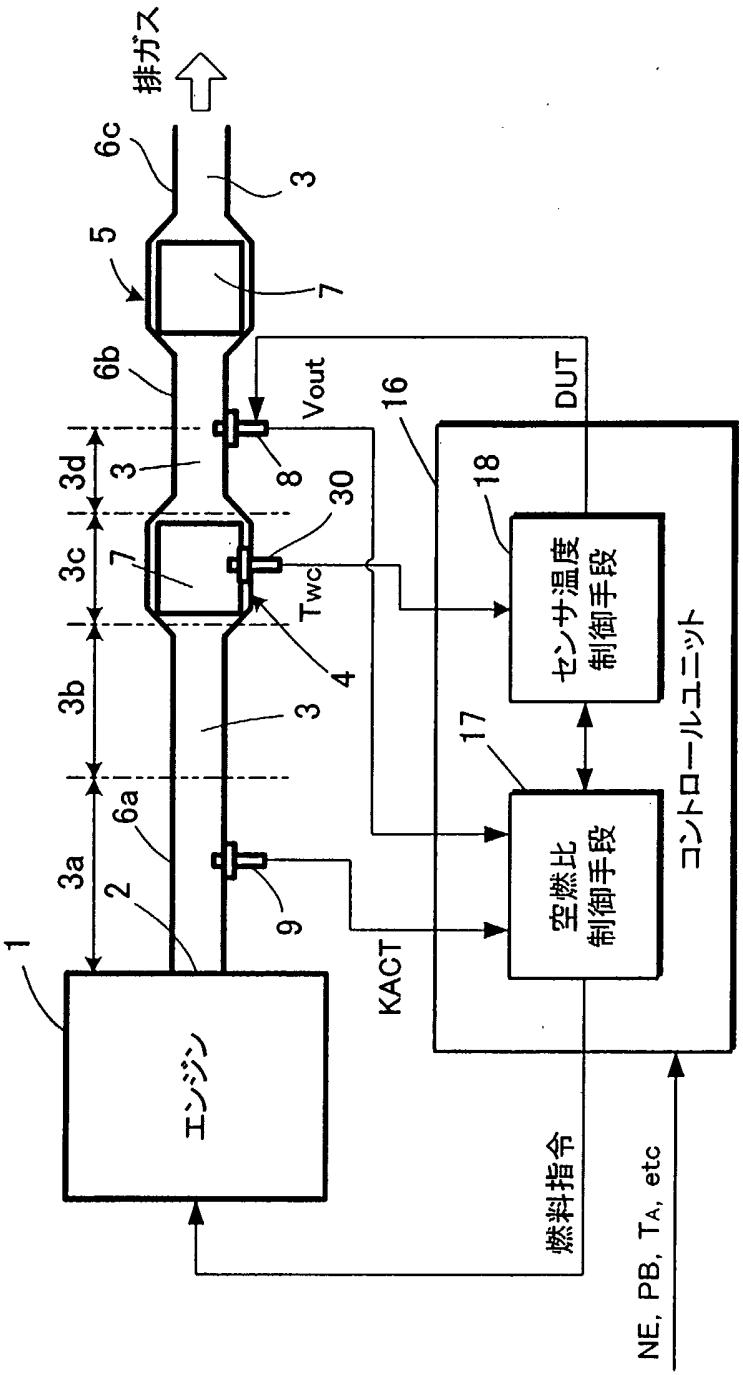
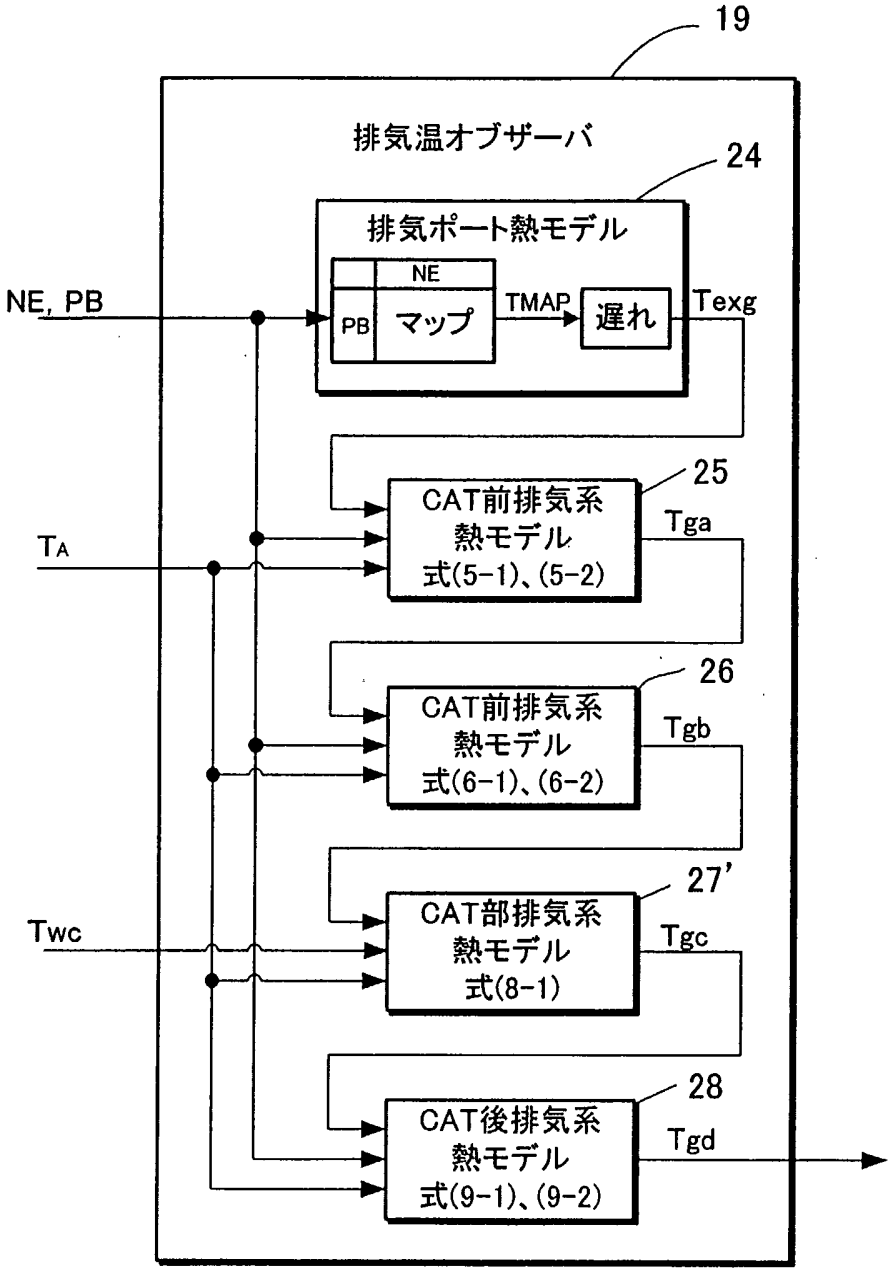

排ガス
6c
3
5
7
6b
Vout
16
DUT
3d
3
8
30
18
3c
7
Twc
センサ温度
制御手段
4
3b
3
17
6a
3a
2
9
KACT
空燃比
制御手段
コントロールユニット
1
エンジン
燃料指令
NE, PB, TA, etc

FIG.18


19
排気温オブザーバ
24
排気ポート熱モデル
NE
PB
マップ
TMAP
遅れ
Texg
NE, PB
25
CAT前排気系
熱モデル
式(5-1)、(5-2)
Tga
TA
26
CAT前排気系
熱モデル
式(6-1)、(6-2)
Tgb
27'
CAT部排気系
熱モデル
式(8-1)
Tgc
Twc
28
CAT後排気系
熱モデル
式(9-1)、(9-2)
Tgd

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/03957

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] G01N27/409, 27/419, 27/41, F02D41/14

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)
Int.Cl[7] G01N27/409, 27/419, 27/41, F02D41/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

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	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 119911/1984 (Laid-open No. 34469/1986) (Nissan Motor Co., Ltd.), 03 March, 1986 (03.03.86), Full text; all drawings (Family: none)	1,20,21,52, 71,72
X	JP 1-172745 A (Honda Motor Co., Ltd.), 07 July, 1989 (07.07.89), Full text; all drawings (Family: none)	1,20,21,52, 71,72
X	JP 2000-249677 A (Suzuki Motor Corp.), 14 September, 2000 (14.09.00), Full text; all drawings (Family: none)	1,20,21,52, 71,72

☒ 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 document 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	Date of mailing of the international search report
30 June, 2003 (30.06.03)	22 July, 2003 (22.07.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/03957

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 72561/1983(Laid-open No. 72561/1985) (Nissan Motor Co., Ltd.), 22 May, 1985 (22.05.85), Full text; all drawings (Family: none)	1,52
E,A	JP 2003-65999 A (Denso Corp.), 05 March, 2003 (05.03.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-102
A	JP 7-167830 A (Robert Bosch GmbH.), 04 July, 1995 (04.07.95), Full text; all drawings & DE 4106308 A1	1-102
A	JP 8-278279 A (Nippondenso Co., Ltd.), 22 October, 1996 (22.10.96), Full text; all drawings & EP 695983 A2 & US 5719778 A1 & KR 242812 B	1-102
A	JP 2003-97323 A (Hitachi, Ltd.), 03 April, 2003 (03.04.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-102
A	JP 2001-324469 A (Unisia Jecs Corp.), 22 November, 2001 (22.11.01), Full text; all drawings & DE 10124129 A & US 2002-8100 A1	1-102
A	JP 10-10074 A (Toyota Motor Corp.), 16 January, 1998 (16.01.98), Full text; all drawings & DE 19726601 A & US 5752493 A1	1-102
A	JP 2000-292407 A (Toyota Motor Corp.), 20 October, 2000 (20.10.00), Full text; all drawings & US 2002-3831 A1	1-102

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/03957

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
(see extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/03957

Continuation of Box No.II of continuation of first sheet(1)

I. Claims 1-19 and 52-70 relate to a temperature control device and method for an exhaust gas sensor, which device and method sequentially estimate the temperature of exhaust gas flowing through an exhaust gas passage using a parameter representing the operating condition of an internal combustion engine, and control a heater for heating an element portion using the estimated value.

II. Claims 20-51 and 71-102 relate to a temperature control device and method for an exhaust gas sensor, which device and method control a heater for heating an element portion using an exhaust gas temperature value measured by an exhaust gas temperature sensor placed in an exhaust gas passage.

The two groups of inventions are not so linked as to form a single inventive concept.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ０３／０３９５７

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Ｉｎｔ．Ｃｌ⁷　Ｇ０１Ｎ２７／４０９、２７／４１９、２７／４１、Ｆ０２Ｄ４１／１４

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．Ｃｌ⁷　Ｇ０１Ｎ２７／４０９、２７／４１９、２７／４１、Ｆ０２Ｄ４１／１４

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	１９７１－２００３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００３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	関連する請求の範囲の番号
X	日本国実用新案登録出願59-119911号（日本国実用新案登録出願公開61-34469号）の願書に添付した明細書及び及び図面の内容を記録したマイクロフィルム（日産自動車株式会社）1986.03.03 全文、全図 （ファミリーなし）	1,20,21,52,71,72
X	JP 1-172745 A(本田技研工業株式会社)　1989.07.07 全文、全図 （ファミリーなし）	1,20,21,52,71,72

☒ 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 30.06.03	国際調査報告の発送日 22.07.03
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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） 黒田　浩一　２Ｊ　９２１８ 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５１

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（１９９８年７月）

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	関連する請求の範囲の番号
X	JP 2000-249677 A(スズキ株式会社)　2000.09.14 全文、全図 （ファミリーなし）	1,20,21,52,71,72
X	日本国実用新案登録出願58-72561号（日本国実用新案登録出願公開60-72561号）の願書に添付した明細書及び及び図面の内容を記録したマイクロフィルム（日産自動車株式会社）1985.05.22 全文、全図 （ファミリーなし）	1、52
E，A	JP 2003-65999 A(株式会社デンソー)　2003.03.05 全文、全図 (ファミリーなし)	1-102
A	JP 7-167830 A(ローベルト　ボッシュ　ゲゼルシャフト　ミツト　ベシュレンクテル　ハフツング)　1995.07.04 全文、全図 & DE 4106308 A1	1-102
A	JP 8-278279 A(日本電装株式会社)　1996.10.22 全文、全図 & EP 695983 A2 & US 5719778 A1 & KR 242812 B	1-102
A	JP 2003-97323 A(株式会社日立製作所)　2003.04.03 全文、全図 (ファミリーなし)	1-102
A	JP 2001-324469 A(株式会社ユニシアジェックス)　2001.11.22 全文、全図 & DE 10124129 A & US 2002-8100 A1	1-102
A	JP 10-10074 A(トヨタ自動車株式会社)　1998.01.16 全文、全図 & DE 19726601 A & US 5752493 A1	1-102
A	JP 2000-292407 A(トヨタ自動車株式会社)　2000.10.20 全文、全図 & US 2002-3831 A1	1-102

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ０３／０３９５７

第Ⅰ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第８条第３項（ＰＣＴ１７条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1．☐ 請求の範囲 _____は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2．☐ 請求の範囲 _____は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3．☐ 請求の範囲 _____は、従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第２文及び第３文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

別紙参照

1．☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。

2．☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

3．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。

4．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

第Ⅱ欄の続き

Ⅰ．請求の範囲１－１９、５２－７０は、内燃機関の運転状態を表すパラメータを用いて排気通路を流れる排ガスの温度を逐次推定し、該推定値を用いて素子部を加熱するヒータを制御する排ガスセンサの温度制御装置及び方法に関するものである。

Ⅱ．請求の範囲２０－５１、７１－１０２は、排気通路に配置された排ガス温度センサによる排ガスの温度検出値を用いて、素子部を加熱するヒータを制御する排ガスセンサの温度制御装置及び方法に関するものである。

そして、これら２つの発明群が単一の発明概念を形成するように関連している一群の発明であるとは認められない。