

(11) 特許出願公開番号

特開2010-14082

(P2010-14082A)

(43) 公開日 平成22年1月21日(2010.1.21)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

FOI N 3/20 (2006.01)

FOI N 3/20

ZABC

36004

F02D 41/14 (2006.01)

FO2D 41/14

310F

36091

FOI N 13/00 (2010.01)

FOI N 7/00

A

3 G 3 0 1

FOI N 99/00 (2010.01)

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2008-176857 (P2008-176857)

(22) 出願日 平成20年7月7日 (2008.7.7)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

(74) 代理人 100110423

弁理士 曾我 道治

(74) 代理人 100084010

弁理士 古川 秀利

(74) 代理人 100094695

弁理士 鈴木 憲七

(74) 代理人 100111648

弁理士 梶並 順

(74) 代理人 100122437

弁理士 大宅 一宏

(74) 代理人 100147566

弁理士 上田 俊一

[最終頁に続く](#)

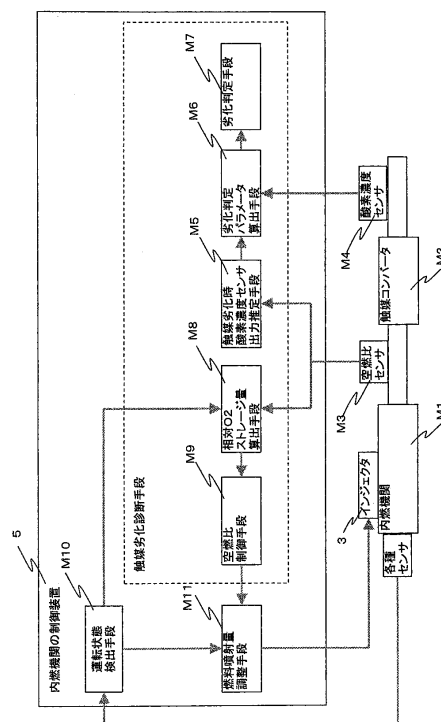
(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

【課題】触媒コンバータの上流に空燃比センサを、下流には酸素濃度センサを用いる場合において、触媒コンバータの劣化度合いに対して相関性の高い劣化判定パラメータを生成し、高い診断精度を得る。

【解決手段】内燃機関から排出される排気ガスの浄化を行う触媒コンバータM2と、触媒コンバータM2の上流に配設された空燃比センサM3と、触媒コンバータM2の下流に配設された酸素濃度センサM4と、ECU5内に設けられ、空燃比センサM3と酸素濃度センサM4との出力に基づいて触媒コンバータM2の劣化を診断する触媒劣化診断手段とを備え、上流の空燃比センサM3の出力信号を下流の酸素濃度センサM4の出力信号相当値に変換し、触媒コンバータM2が完全に劣化した状態における酸素濃度センサM4の出力信号を推定し、この推定信号と実際の酸素濃度センサM4の出力の波形の近似度から触媒コンバータM2の劣化を判定する。

【選択図】図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の排気通路に配設され、前記内燃機関から排出される排気ガスの浄化を行う触媒コンバータと、

前記触媒コンバータの上流に配設され、前記内燃機関から排出される排気ガスの空燃比を検出する空燃比センサと、

前記触媒コンバータの下流に配設され、前記触媒コンバータより下流の排気ガス中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサと、

前記空燃比センサの出力と前記酸素濃度センサの出力とに基づいて、前記触媒コンバータの劣化を診断する触媒劣化診断手段と

10

を備え、

前記触媒劣化診断手段は、

前記空燃比センサの出力と運転状態とに基づいて、前記触媒コンバータへ供給あるいは前記触媒コンバータから消費する酸素量を算出する相対 O_2 ストレージ量算出手段と、

前記相対 O_2 ストレージ量算出手段の算出結果に基づいて、空燃比をリッチ、リーンの交互に操作する空燃比制御手段と、

前記空燃比センサの出力に基づいて、前記触媒コンバータが劣化した場合の酸素濃度センサ出力を推定する触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段と、

前記触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段の出力と前記酸素濃度センサの出力の近似度から触媒の劣化度を劣化判定パラメータとして算出する劣化判定パラメータ算出手段と

20

、
前記劣化判定パラメータ算出手段から算出された劣化判定パラメータの値が所定の値を超過した場合に、前記触媒コンバータの状態を劣化として判定する劣化判定手段と

を有し、

前記触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段は、前記空燃比センサの出力を前記酸素濃度センサの空燃比対出力電圧の関係を基に出力変換して、前記酸素濃度センサ出力の推定を行うことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

前記触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段は、前記空燃比センサと前記酸素濃度センサの出力応答の差を吸収する出力応答調整手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

30

【請求項 3】

前記応答調整手段は、内燃機関の回転速度および吸入空気量を示すパラメータを少なくとも含む運転状態に基づいて、前記空燃比センサと前記酸素濃度センサとの出力応答の差を吸収するフィルタゲインを調整するフィルタゲイン調整手段を有することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

前記触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段は、前記酸素濃度センサの素子温度を基に前記酸素濃度センサの空燃比対出力電圧の関係を切り替える変換テーブル切替手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

40

【請求項 5】

前記変換テーブル切替手段は、内燃機関の運転状態から前記酸素濃度センサの素子温度を推定することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は内燃機関の制御装置に関し、特に、運転者に触媒劣化を警告する機能を備えた内燃機関の制御装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

50

従来の内燃機関の触媒劣化検出装置として、触媒コンバータの上流および下流に配設された酸素濃度センサ（ O_2 センサ）の出力信号とフィードバック制御中の制御目標値とにより囲まれた図形の面積相当値を演算する手段と、該出力信号が該制御目標値に対して反転する周期を演算する手段と、該面積相当値あるいは反転周期あるいは両者の組合せにより触媒の劣化判定パラメータを演算する手段と、この劣化判定パラメータを所定値と比較し、劣化を判定する劣化判定手段を備えたものがある（例えば、特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 3 】

また、別の従来装置として、触媒コンバータの上流および下流側に配設された空燃比センサと酸素濃度センサの出力特性の相違に着目し、空燃比センサの出力の軌跡長又は変動幅が所定の範囲内にあるときのみ、触媒劣化検出を許可したり、劣化判定の基準値を変更するものがある（例えば、特許文献 2 参照）。

10

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特許第 2 6 1 1 0 7 0 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 1 2 5 9 3 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 に記載の従来の触媒劣化診断装置では、触媒コンバータの上流および下流に配設された酸素濃度センサの出力信号の軌跡と制御目標値で囲まれた面積とをそれぞれ算出し、上流および下流のセンサから算出されたそれぞれの面積の比率（下流のセンサの軌跡面積 ÷ 上流のセンサの軌跡面積）から、劣化判定パラメータを生成している。触媒コンバータの劣化が進むと、下流のセンサの出力信号の軌跡は上流のセンサに近似してくるので、下流のセンサの出力信号から算出した面積は徐々に増大し、劣化判定パラメータの値が増大する。この様に、上流および下流に配設されたセンサの出力特性が同じ酸素濃度センサを用いる場合、面積の比率から算出された劣化判定パラメータは、触媒コンバータの劣化度合いと非常に相関が高く、このパラメータを用いることによって精度の良い診断結果を得ることが出来る。

20

【 0 0 0 6 】

しかしながら、精密な燃料制御を実現するために、触媒コンバータの上流に従来の酸素濃度センサの代わりに、広域空燃比センサ（以下、空燃比センサと記す）を用いた場合には、触媒コンバータの上流および下流から、それぞれ異なる物理量の出力信号を得ることになる。すなわち、上流のセンサからは排ガスの酸素濃度に応じた広範な空燃比が、下流のセンサからは理論空燃比近傍以外の領域で出力値が飽和する電圧である。これらの異なる物理量の出力信号の軌跡が、触媒コンバータの劣化度合いに応じて近似することは無い。従って、触媒コンバータの上流に空燃比センサを、下流に酸素濃度センサを配設する内燃機関の制御装置に対して、従来の触媒劣化診断装置を適用すると、触媒コンバータの上流および下流のセンサ出力の物理量が異なることに起因して、触媒劣化診断装置において算出される劣化判定パラメータと触媒コンバータの劣化度合いの間の相関性が低くなり、劣化診断の精度が下がってしまうという問題点があった。

30

【 0 0 0 7 】

この現象を図 2 2 を用いて説明する。図 2 2 は、内燃機関の空燃比をリッチ/リーンの交互に反転操作した際の空燃比センサおよび酸素濃度センサの出力波形を示すタイミングチャートである。最上段のグラフと中段のグラフは、それぞれ、触媒コンバータの上流に、空燃比センサを配設した場合と、酸素濃度センサを配設した場合（すなわち、特許文献 1 記載の構成）の出力波形である。また、最下段のグラフは触媒コンバータの下流に配設した酸素濃度センサの出力波形である。なお、ここで使用している酸素濃度センサは、図 4 に示す出力特性を有するものである。最上段のグラフの波形を最下段のグラフの波形と比較すれば明らかなように、近似度が低い、すなわち、相関性が低いことが分かる。

40

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 2 記載の様に、空燃比センサの出力の軌跡長又は変動幅が所定の範囲内

50

にあるときのみ、触媒劣化検出を許可する構成の場合、次のような問題点が生じる。内燃機関の空燃比をリッチ/リーンの交互に反転操作した際に、例えば、燃焼不良などの外乱によって、実際の空燃比が目標の空燃比範囲より大きく変動した場合に、診断が禁止されてしまい、触媒コンバータの劣化を検出できない。すなわち、診断の実施頻度が低くなってしまうという問題点が発生する。

【 0 0 0 9 】

この発明は、かかる問題点を解決するためになされたものであり、触媒コンバータの上流に空燃比センサを、下流には酸素濃度センサを用いる場合において、触媒コンバータの劣化度合いに対して相関性の高い劣化判定パラメータを生成することにより、触媒劣化診断の実施頻度を高めつつ、精度の高い診断を行うことが可能な内燃機関の制御装置を得るものである。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

この発明は、内燃機関の排気通路に配設され、前記内燃機関から排出される排気ガスの浄化を行う触媒コンバータと、前記触媒コンバータの上流に配設され、前記内燃機関から排出される排気ガスの空燃比を検出する空燃比センサと、前記触媒コンバータの下流に配設され、前記触媒コンバータより下流の排気ガス中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサと、前記空燃比センサの出力と前記酸素濃度センサの出力とに基づいて、前記触媒コンバータの劣化を診断する触媒劣化診断手段とを備え、前記触媒劣化診断手段は、前記空燃比センサの出力と運転状態とに基づいて、前記触媒コンバータへ供給あるいは前記触媒コンバータから消費する酸素量を算出する相対 O_2 ストレージ量算出手段と、前記相対 O_2 ストレージ量算出手段の算出結果に基づいて、空燃比をリッチ、リーンの交互に操作する空燃比制御手段と、前記空燃比センサの出力に基づいて、前記触媒コンバータが劣化した場合の酸素濃度センサ出力を推定する触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段と、前記触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段の出力と前記酸素濃度センサの出力の近似度から触媒の劣化度を劣化判定パラメータとして算出する劣化判定パラメータ算出手段と、前記劣化判定パラメータ算出手段から算出された劣化判定パラメータの値が所定の値を超過した場合に、前記触媒コンバータの状態を劣化として判定する劣化判定手段とを有し、前記触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段は、前記空燃比センサの出力を前記酸素濃度センサの空燃比対出力電圧の関係を基に出力変換して、前記酸素濃度センサ出力の推定を行う。

20

30

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

この発明は、内燃機関の排気通路に配設され、前記内燃機関から排出される排気ガスの浄化を行う触媒コンバータと、前記触媒コンバータの上流に配設され、前記内燃機関から排出される排気ガスの空燃比を検出する空燃比センサと、前記触媒コンバータの下流に配設され、前記触媒コンバータより下流の排気ガス中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサと、前記空燃比センサの出力と前記酸素濃度センサの出力とに基づいて、前記触媒コンバータの劣化を診断する触媒劣化診断手段とを備え、前記触媒劣化診断手段は、前記空燃比センサの出力と運転状態とに基づいて、前記触媒コンバータへ供給あるいは前記触媒コンバータから消費する酸素量を算出する相対 O_2 ストレージ量算出手段と、前記相対 O_2 ストレージ量算出手段の算出結果に基づいて、空燃比をリッチ、リーンの交互に操作する空燃比制御手段と、前記空燃比センサの出力に基づいて、前記触媒コンバータが劣化した場合の酸素濃度センサ出力を推定する触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段と、前記触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段の出力と前記酸素濃度センサの出力の近似度から触媒の劣化度を劣化判定パラメータとして算出する劣化判定パラメータ算出手段と、前記劣化判定パラメータ算出手段から算出された劣化判定パラメータの値が所定の値を超過した場合に、前記触媒コンバータの状態を劣化として判定する劣化判定手段とを有し、前記触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段は、前記空燃比センサの出力を前記酸素濃度センサの空燃比対出力電圧の関係を基に出力変換して、前記酸素濃度センサ出力の推定を行うようにしたので、触媒コンバータの上流に空燃比センサを、下流には酸素濃度センサを用いる

40

50

場合において、触媒コンバータの劣化度合いに対して相関性の高い劣化判定パラメータを生成することにより、触媒劣化診断の実施頻度を高めつつ、精度の高い診断を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

実施の形態 1 .

図 1 は、この発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の制御装置の構成を示した図であり、図 2 は、この発明を実施するための実施の形態 1 における内燃機関と内燃機関の制御装置との構成を示した図である。これらの図において、M 1 は内燃機関、M 2 は触媒コンバータ、M 3 は内燃機関 M 1 から排出される排気ガスの空燃比を検出する空燃比センサ、M 4 は触媒コンバータ M 2 の下流の排気ガスの酸素濃度を示す酸素濃度センサである。また、1 はクランクシャフトの角度位置を検出するクランク角センサ、2 は内燃機関 M 1 が吸入する空気量の量を計測するエアフローセンサ、3 は内燃機関 M 1 のシリンダ内へ燃料を供給するインジェクタ、4 は内燃機関 M 1 のシリンダ内部に火花を点火する点火プラグ、5 は、クランク角センサ 1 やエアフローセンサ 2 等から内燃機関 M 1 の運転状態を検出して供給燃料量や点火時期を制御しつつ、触媒コンバータ M 2 の劣化状態を検出する内燃機関の制御装置（以下、ECU 5 とする。）である。ECU 5 は、図 1 に示すように、内部に触媒劣化診断手段（装置）を備えている。触媒劣化診断手段は、空燃比センサ M 3 の出力と酸素濃度センサ M 4 の出力とに基づいて、触媒コンバータ M 2 の劣化を診断するものである。

10

20

【0013】

図 1 に示すように、触媒劣化診断手段には、触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段 M 5、劣化判定パラメータ算出手段 M 6、劣化判定手段 M 7、相対 O₂ ストレージ量算出手段 M 8、空燃比制御手段 M 9 を備えている。なお、図 1 において、M 10 は ECU 5 内に設けられた運転状態検出手段、M 11 は同じく ECU 5 内に設けられた燃料噴射量調整手段である。

【0014】

図 1 に従って、本実施の形態 1 における触媒劣化診断手段における基本的な劣化検出の処理の流れについて説明する。触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段 M 5 は、触媒コンバータ M 2 の上流に配設された空燃比センサ M 3 の出力を基に、触媒コンバータ M 2 が完全に劣化した状態における酸素濃度センサ M 4 の出力信号を推定する。劣化判定パラメータ算出手段 M 6 は、触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段 M 5 で算出された推定出力と実際の酸素濃度センサ M 4 の出力信号（実出力）とを比較して、推定出力の実出力に対する近似度を劣化判定パラメータとして算出する。劣化判定手段 M 7 は劣化判定パラメータ算出手段 M 6 で算出された劣化判定パラメータの値と（予め実験的に設定された所定の）劣化判定基準値とを比較し、劣化判定パラメータが当該劣化判定基準値を上回っている場合に、「劣化」とであると判定する。この点について詳細に説明すると次のようになる。

30

【0015】

一般に、触媒コンバータ M 2 の排ガス浄化能力は、触媒コンバータ M 2 が有する最大酸素吸蔵量と相関性が高く、最大酸素吸蔵量が低下すると排ガスの浄化能力は低下する。一方、最大酸素吸蔵量が低下してくると、内燃機関 M 1 に対して空燃比をリッチ/リーンの交互に反転操作した際に得られる酸素濃度センサ M 4 の出力信号は、高電圧側（例えば約 1 V）および低電圧側（例えば約 0 V）の交互に変動するようになる。触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段 M 5 で算出される推定出力は、触媒の最大酸素吸蔵量がほとんどなくなった状態における酸素濃度センサ M 4 の挙動が算出されるため、内燃機関 M 1 に対して空燃比をリッチ/リーンの交互に反転操作すると、高電圧側（例えば約 1 V）および低電圧側（例えば約 0 V）の交互に極めて大きく変動する。従って、内燃機関 M 1 に対して空燃比をリッチ/リーンの双方向に反転操作した際に得られる実際の酸素濃度センサ M 4 の出力と、触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段 M 5 で算出される出力とから求まる劣化判定パラメータの値が大きい程（すなわち、両出力の近似度が高い程）、触媒コンバー

40

50

タ M 2 の浄化能力が低い、すなわち、「劣化」と判断できる。劣化判定手段 M 7 で触媒コンバータ M 2 を「劣化」と判定した場合には、故障ランプ等を点灯し、運転者に触媒コンバータ M 2 の故障を知らしめる。

【 0 0 1 6 】

なお、運転状態検出手段 M 1 0 は、内燃機関 M 1 に配される各種センサ（例えば、クランク角センサ 1、エアフローセンサ 2）の出力（例えば、クランク角、吸入空気量）から、運転状態（例えば、内燃機関の回転速度や充填効率）を検出する。相対 O 2 ストレージ量算出手段 M 8 は、空燃比センサ M 3 と運転状態検出手段 M 1 0 の検出値に基づいて、触媒コンバータ M 2 への酸素の供給量および触媒コンバータ M 2 から消費する酸素の消費量を算出する。空燃比制御手段 M 9 は、相対 O 2 ストレージ量算出手段 M 8 の算出結果を基準として、内燃機関 M 1 の目標 A / F（空燃比）をリッチあるいはリーンに設定するものである。燃料噴射量調整手段 M 1 1 は、通常、運転状態検出手段 M 1 0 が検出した運転状態を基に、内燃機関 M 1 ヘインジェクタ 3 を介して噴射する燃料の量を調整するものであるが、触媒劣化診断の実施時には、空燃比制御手段 M 9 からの指令とあわせて燃料の量を調整する。

【 0 0 1 7 】

次に、触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段 M 5 の構成の詳細について説明する。図 3 は、触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段 M 5 の構成を示す図である。図 3 において、M 5 1 は空燃比センサ M 3 の出力と酸素濃度センサ M 4 の出力の応答時間差を調整する出力応答調整手段である。M 5 2 は、後述の、 $A / F \rightarrow \lambda O_2$ 出力変換手段である。出力応答調整手段 M 5 1 は、例えば、空燃比センサ M 3 の応答が酸素濃度センサ M 4 と比較して著しく速い場合は、酸素濃度センサ M 4 の応答に一致するように、フィルタ処理を施す。フィルタ処理は、 $A / F_{out}(t) = K_1 \times A / F_{out}(t - 1) + \{1 - K_1\} \times A / F_{in}(t)$ の様な 1 次遅れ処理が適切であることが実験的に判っている。ここで、 A / F_{in} は空燃比センサ M 3 の出力であり、 A / F_{out} は、 $A / F \rightarrow \lambda O_2$ 出力変換手段 M 5 2 への出力である。また、添え字 t は離散時間系のある時刻を示すパラメータである。

【 0 0 1 8 】

$A / F \rightarrow \lambda O_2$ 出力変換手段 M 5 2 は、酸素濃度センサ M 4 の A / F と出力電圧の特性を用いて、空燃比センサ M 3 からの出力を電圧に変換するものである。図 4 は酸素濃度センサ M 4 の入出力特性である A / F と出力電圧の関係を示している。図 5 は図 4 の特性を 2 次元テーブル（CNV __ A F __ L M D）に置き換えたものである。A / F $\rightarrow$ λO_2 出力変換手段 M 5 2 では、この特性を利用して、図 5 に示した 2 次元テーブル（CNV __ A F __ L M D）を利用して、 A / F_{in} から A / F_{out} を算出する。

【 0 0 1 9 】

次に、この処理の流れを図 6 のフローチャートを用いて説明する。まず、ステップ S 6 0 1 にて、空燃比センサ M 3 から A / F（ A / F_{in} ）を読み出す。読み出した A / F_{in} は、ステップ S 6 0 2 において、式 $A / F_{out}(t) = K_1 \times A / F_{out}(t - 1) + \{1 - K_1\} \times A / F_{in}(t)$ によるフィルタ処理を施された後、 A / F_{out} として、ステップ S 6 0 3 の処理（ $\lambda O_2'(t) = CNV_AF_LMD(A / F_{in}(t))$ ）に引き渡される。ステップ S 6 0 2 のフィルタ処理によって、 A / F_{in} に重畳する高周波のノイズ成分が除去されつつ、 A / F_{out} の出力の応答性を遅らせる。このフィルタ定数 K_1 を適切に調整することにより、酸素濃度センサ M 4 との応答性のズレに起因する波形の歪みを解消することが出来る。ひいては波形の近似度が向上する。

【 0 0 2 0 】

図 7 は、触媒コンバータ M 2 が完全に劣化した状態における空燃比センサ M 3 と酸素濃度センサ M 4 の出力の関係を示している。空燃比センサ M 3 の出力 A / F_{in} が、出力応答調整部 M 5 1 でなまされて A / F_{out} として、 $A / F \rightarrow \lambda O_2$ 出力変換手段 M 5 2 に入力される。この結果、 $A / F \rightarrow \lambda O_2$ 出力変換手段 M 5 2 の出力である CNV __ A F __

LMD (A / F o u t) は、酸素濃度センサ M 4 の実際の出力と近似度が高くなる。なお、図 7 A は、フィルタ処理をせずに A / F → λ O 2 出力変換を行なった結果を示している。この図より、A / F i n に重畳する高周波ノイズ成分と、酸素濃度センサ M 4 との応答性の違いにより、波形が歪み、近似度が低いことが分かる。

【 0 0 2 1 】

ここで、一連の触媒劣化診断の処理の内容をフローチャートを使って説明する。なお、触媒劣化診断は大別して、

(a) 触媒コンバータ M 2 に対して酸素を消費、供給する、という操作と、

(b) 空燃比センサ M 3 の出力を基に触媒劣化時の酸素濃度センサの出力を推定し、実際の酸素濃度センサ M 4 の出力との近似度を劣化診断パラメータとして算出する（すなわち、触媒劣化判定の処理）という操作と、

の 2 つの操作を同時並行的に実施する。これらの処理内容はそれぞれ図 8 と図 9 においてフローチャートに示している。

【 0 0 2 2 】

まず、図 8 を用いて、触媒コンバータ M 2 に対して酸素を消費、供給する、という操作の内容を説明する。ただし、内燃機関 M 1 が、空燃比センサ M 3 と酸素濃度センサ M 4 を利用して、サブ空燃比フィードバック制御を実施していることが前提であり、この運転状態が所定の時間継続した場合に、触媒劣化診断が実施される。なお、サブ空燃比フィードバック制御については、例えば、特許文献 2 の段落 [0 0 3 8] に記載されているようにして行う。このとき、まず、ステップ S 8 0 1 で、診断の継続時間を示す診断実施時間を初期化する。ステップ S 8 0 2 では、触媒コンバータ M 2 に吸蔵されている酸素量を示す触媒吸蔵量（以下、O 2 S 量と記す）の相対変化量（以下、相対 O 2 S 量と記す）を 0 にリセットする。この値は、触媒コンバータ M 2 に対して、酸素を供給する（すなわち、理論空燃比よりもリッチ側で運転する）と増加し、反対に消費する（すなわち、理論空燃比よりもリッチ側で運転する）と減少する値である。一定の期間、内燃機関 M 1 を理論空燃比で運転させると、触媒コンバータ M 2 中の O 2 S 量は、触媒コンバータ M 2 が有する最大酸素吸蔵量の約半分で安定することが知られている。従って、ステップ S 8 0 2 の処理が実施される状況においては、触媒コンバータ M 2 中の O 2 S 量は、その触媒コンバータが有する最大酸素吸蔵量の約半分となっている。

【 0 0 2 3 】

ステップ S 8 0 3 では、触媒劣化診断の実施条件が継続しているかどうかを判断し、Y E S の場合はステップ S 8 0 4 に進む。一方、N O の場合は処理を終了する。ステップ S 8 0 4 , S 8 0 5 では、それぞれ、内燃機関 M 1 の A / F をリッチ化、リーン化する制御を実施する。これらの制御の目的は、診断対象となる触媒コンバータ M 2 に対して、酸素を消費、あるいは、供給することで、触媒の O S C 量を調整することである。触媒コンバータ M 2 の最大酸素吸蔵量の範囲内で、O S C 量が増減しても、触媒コンバータ下流の酸素濃度は、ほぼ一定となるため、酸素濃度センサ M 4 の出力はほとんど変化しない。すなわち、触媒コンバータの劣化度合いが小さい場合は、ステップ S 8 0 4 , S 8 0 5 による O S C 量の増減操作によっても、酸素濃度センサ M 4 の出力に変化は得られない。一方、触媒コンバータの劣化度合いが大きい場合は、触媒コンバータの最大酸素吸蔵量が少なくなっているため、前述の O S C 量の増減操作によって、触媒コンバータの下流の酸素濃度が大きく変化する。この結果、酸素濃度センサ M 4 の出力は大きく変動することになる。

【 0 0 2 4 】

ステップ S 8 0 6 では、触媒劣化診断の期間が所定の時間を経過したかどうかを判断し、Y E S の場合は、一連の触媒コンバータ M 2 に対する酸素の消費、供給の操作を完了する。一方、N O の場合は、触媒劣化診断を継続すべくステップ S 8 0 3 に戻る。

【 0 0 2 5 】

次に、ステップ S 8 0 4 の処理の詳細を図 8 A を用いて説明する。この処理は、触媒コンバータ M 2 の酸素を消費する、すなわち O S C 量を減少させることを目的としている。ステップ S 8 A 0 1 で、サブ空燃比フィードバック制御で得られた中心 A / F （すなわち

10

20

30

40

50

、理論空燃比)から所定量 α だけリッチ側に目標 A/F を設定する。この操作により、 $ECU5$ は空燃比センサ $M2$ の出力が目標 A/F に一致するように、インジェクタ 3 の燃料噴射量を調整する。この結果、内燃機関 $M1$ の空燃比は理論空燃比よりリッチとなる。

【0026】

ステップ $S8A02$ では、相対 $O2S$ 量を算出する。相対 $O2S$ 量は触媒劣化診断が開始された時点からの $O2S$ 量の増減を示すものであり、ステップ $S8A01$ で内燃機関 $M1$ の空燃比がリッチ側に操作されていることから、次第に減少していく。なお、相対 $O2S$ 量を求める式は、次式のとおりである。

【0027】

相対 $O2S$ 量(t) = 相対 $O2S$ 量($t-1$) + { (実 A/F (t) - 中心 A/F)
÷ 中心 A/F × $Qa(t)$ × ΔT × 0.23 } 10

【0028】

ここで、「実 A/F 」は内燃機関 $M1$ の実際の空燃比、「中心 A/F 」は、サブ空燃比フィードバック制御で得られた理論空燃比、「 Qa 」は、内燃機関 $M1$ の単位時間当たりの吸入空気量、「 ΔT 」は、相対 $O2S$ 量を算出する時間間隔(例えば、 $10ms$)、「 0.23 」は、「 Qa 」中の酸素の質量比率(すなわち、大気中の酸素の質量比率)、各項の「 t 」は時刻を表すパラメータである。

【0029】

ステップ $S8A03$ では、ステップ $S8A02$ で求めた相対 $O2S$ 量が目標 $O2S$ 量(-側)以下となったかどうか判断する。ここで、目標 $O2S$ 量(-側)は、劣化触媒の最大酸素吸蔵量の $1/2$ より大きく、かつ、正常な触媒の最大酸素吸蔵量の $1/2$ より小さくなるように予め設定されている。これは、触媒コンバータ $M2$ の下流の酸素濃度が、劣化触媒の場合に低く(すなわち、酸素濃度センサ $M4$ の出力は高電圧)、正常な触媒の場合に理論空燃比相当(すなわち、酸素濃度センサの出力は中間電圧)となることを狙って設定されている。なお、触媒の最大酸素吸蔵量は正の数であり、目標 $O2S$ 量(-側)は便宜上、負の数となるため、符号を付した状態の大小関係は次の様になる。 20

【0030】

(-1) × $OSC_N \div 2$ < 目標 $O2S$ 量(-側) < (-1) × $OSC_D \div 2$

【0031】

ここで、 OSC_N は、正常触媒の最大酸素吸蔵量、 OSC_D は、劣化触媒の最大酸素吸蔵量である。 30

【0032】

ステップ $S8A03$ の判断が YES の場合は A/F リッチ化制御を完了して処理を終了する。一方、 NO の場合は A/F リッチ化制御を継続すべく、ステップ $S8A01$ に戻る。

【0033】

次に、ステップ $S805$ の処理の詳細を図 $8B$ を用いて説明する。この処理は、触媒コンバータ $M2$ に酸素を供給する、すなわち、 OSC 量を増加させることを目的としている。ステップ $S8B01$ で、サブ空燃比フィードバック制御で得られた中心 A/F (すなわち、理論空燃比)から所定量 α だけリーン側に目標 A/F を設定する。この操作により、ステップ $S8A01$ の $ECU5$ によるインジェクタ 3 の制御の結果と同様に、内燃機関 $M1$ の空燃比は理論空燃比よりリーンとなる。ステップ $S8B02$ での処理内容は、ステップ $S8A02$ と同じであるため説明は割愛する。 40

【0034】

ステップ $S8B03$ では、ステップ $S8A02$ で求めた相対 $O2S$ 量が目標 $O2S$ 量(+側)以上となったかどうか判断する。ここで、目標 $O2S$ 量(+側)は、劣化触媒の最大酸素吸蔵量の $1/2$ より大きく、かつ、正常な触媒の最大酸素吸蔵量の $1/2$ より小さくなるように予め設定されている。これは、触媒コンバータ $M2$ の下流の酸素濃度が、劣化触媒の場合に高く(すなわち、酸素濃度センサ $M4$ の出力は低電圧)、正常な触媒の場合に理論空燃比相当(すなわち、酸素濃度センサの出力は中間電圧)となることを狙って 50

設定されている。

【 0 0 3 5 】

ステップ S 8 B 0 3 の判断が Y E S の場合は A / F リッチ化制御を完了して処理を終了する。一方、N O の場合は A / F リッチ化制御を継続すべく、ステップ S 8 B 0 1 に戻る。

【 0 0 3 6 】

前述の図 8 のステップ S 8 0 4 および S 8 0 5 の A / F 操作による、相対 O₂ 量の挙動と酸素濃度センサ M 4 の出力の挙動について、図 1 4 に示すタイミングチャートを用いて説明する。時刻 t 0 で、触媒劣化診断が開始される。時刻 t 0 以前はサブ空燃比フィードバック制御が所定時間以上継続しているため、触媒コンバータ M 2 の O S C 量は触媒の持つ最大酸素吸蔵量の約半分となっている。時刻 t 0 からステップ S 8 0 4 の A / F リッチ化制御を実施することにより、相対 O₂ S 量は低下する。ここで、触媒コンバータ M 2 が劣化している場合は、相対 O₂ S 量の低下量が劣化触媒の最大酸素吸蔵量の 1 / 2 (図中では一点鎖線で記載) を下回ると、診断開始時に触媒コンバータ M 2 内に蓄えられていた酸素は全て消費され、触媒コンバータ M 2 の下流にリッチガスが放出される。この際、酸素濃度センサ M 4 は高電圧側の出力となる。触媒コンバータ M 2 が正常である場合は、この時点で触媒コンバータ M 2 内に十分な酸素が残されているため、触媒コンバータ内の酸化還元反応は可能であり、理論空燃比相当のガスが放出される。従って、触媒コンバータ M 2 が正常の場合は酸素濃度センサ M 4 の出力は変動しない。更に、A / F リッチ化制御を継続すると、相対 O₂ S 量が目標 O₂ S (- 側) に達するタイミング (すなわち時刻 t 1) で、ステップ S 8 A 0 1 ~ S 8 A 0 3 で示されたステップ S 8 0 4 の処理は完了し、次のステップ S 8 0 5 に進む。

【 0 0 3 7 】

時刻 t 1 からステップ S 8 0 5 のリーン化制御を実施すると、相対 O₂ S 量は徐々に減少から増加方向に変化する。図 1 4 では、最も相対 O₂ S 量が小さくなるタイミングにおいても、相対 O₂ 量の診断開始時 (すなわち 0) からの減少量は、正常触媒の最大酸素吸蔵量の 1 / 2 より少ないため、触媒コンバータ下流 M 5 にリッチガスが放出されることは無い。すなわち、酸素濃度センサ M 4 の出力は変動しない。一方で、触媒コンバータ M 2 が劣化している場合は、実際の A / F が理論空燃比よりリーン側になったタイミングから酸素濃度センサの出力が中間電圧に戻る。これは、前述のリッチ化制御で触媒コンバータ M 2 内で完全に欠乏していた酸素がリーン化制御によって供給されて酸化還元反応が可能となり、触媒コンバータ M 2 下流に理論空燃比相当のガスが排出されるようになったからである。このままリーン化制御を継続すると、触媒コンバータ M 2 の下流からリーンガスが放出され、酸素濃度センサ M 4 の出力は低電圧側に変化する。これは、リーン化制御の継続により、最大酸素吸蔵量を超える酸素が供給され、触媒内での酸化還元反応が出来なくなったことに起因する。つまり、A / F リーン化制御により、触媒コンバータ M 2 に酸素が供給され始めてから、劣化触媒の最大触媒吸蔵量に達するまでの間は、酸素濃度センサ M 4 の出力は理論空燃比相当の中間電圧で維持され、さらに A / F リーン化制御を継続すると酸素濃度センサ M 4 の出力は低電圧となる。

【 0 0 3 8 】

A / F リーン化制御により、相対 O₂ S 量が目標 O₂ S (+ 側) に達するタイミング (すなわち時刻 t 2) でステップ S 8 B 0 1 ~ S 8 B 0 3 で示されたステップ S 8 0 5 の処理は完了し、次のステップ S 8 0 6 に進む。なお、触媒コンバータ M 2 が正常である場合は、この時点においても触媒内の酸素は飽和しきっていないため、触媒コンバータ 2 内の酸化還元反応は可能であり、理論空燃比相当のガスが放出し続ける。従って、正常触媒の場合はリーン化制御においても酸素濃度センサ M 4 の出力は変動しない。

【 0 0 3 9 】

前述のように、触媒劣化診断が実施される期間中に、ステップ S 8 0 4 , S 8 0 5 による相対 O₂ S 量を制御対象として A / F リッチ化制御 , リーン化制御を実施することにより、劣化触媒に対してのみ、酸素濃度センサ M 4 の出力を変動させることができる。

【 0 0 4 0 】

次に、前述の触媒劣化検出用 A / F 制御（ステップ S 8 0 1 から S 8 0 6 まで）と同時並行的に実施される触媒劣化判定の処理を説明する。触媒劣化判定では、触媒コンバータの劣化度合いを示す劣化判定パラメータ S I A M P が、予め、劣化した触媒を基に設定した劣化判定基準値以上となる事で、触媒の劣化状態を判定する。劣化判定パラメータ S I A M P は、触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定 M 5 で得られる出力 R O 2 ' と、酸素濃度センサ M 4 で得られる出力 R O 2 の波形近似度を基に求められる。この波形近似度を算出するために、さらに振幅比 A M P R と面積比 S I R といった 2 種類の指標値を算出する。

【 0 0 4 1 】

まず、振幅比 A M P R の算出方法について説明する。A M P R は、 $A M P R = \Sigma A M P R O 2 \div \Sigma A M P R O 2 '$ の式で求められる。ここで、 $\Sigma A M P R O 2$ は R O 2 の波形の振幅を積算して求めたもの、 $\Sigma A M P R O 2 '$ は R O 2 ' の波形の振幅を積算して求めたもの、である。

【 0 0 4 2 】

$\Sigma A M P R O 2$ の算出方法について、図 1 1 を用いて説明する。酸素濃度センサ M 4 の出力が予め定められた電圧値を横切る（以降、反転する、と表現する）毎に、直前で求められた R O 2 の最大値と最小値から振幅 A M P R O 2 を算出し、 $\Sigma A M P R O 2$ に積算していく。図 1 1 では、この反転タイミングを、 $t 1$, $t 2$... で表しており、このタイミングでの $\Sigma A M P R O 2$ の算出結果を示している。この操作を触媒劣化診断条件が継続する間繰り返す。 $\Sigma A M P R O 2 '$ の算出の仕方は、前述の $\Sigma A M P R O 2$ に準じており、対象波形を R O 2 の代わりに R O 2 ' として読み替える。反転タイミングは、また、酸素濃度センサ M 4 の出力ではなく、空燃比センサ M 3 の出力が予め定められた A / F 値を横切る（反転する）タイミングが適用される。

【 0 0 4 3 】

次に、面積比 S I R の算出方法について説明する。S I R は、 $S I R = \Sigma S _ R O 2 \div \Sigma S _ R O 2 '$ の式で求められる。ここで、 $\Sigma S _ R O 2$ は R O 2 の波形と、R O 2 にフィルタを通して得られた波形 R O 2 F とで囲まれた面積、 $\Sigma S _ R O 2 '$ は R O 2 ' の波形と、R O 2 ' にフィルタを通して得られた波形 R O 2 ' F とで囲まれた面積、である。

【 0 0 4 4 】

$\Sigma S _ R O 2$ の算出方法について、説明する。R O 2 F は R O 2 より次の式で求められる。 $R O 2 F (t) = K 2 \times R O 2 F (t - 1) + \{ 1 - K 2 \} \times R O 2 (t)$ 。ここで、K 2 はフィルタ定数である。次に所定時間毎（例えば、1 0 m s 毎）に $\Sigma S _ R O 2 (t) = \Sigma S _ R O 2 (t - 1) + | R O 2 (t) - R O 2 F (t) |$ として、触媒劣化診断実施条件が終了するまで $\Sigma S _ R O 2 (t)$ の算出を継続する。この結果、図 1 3 に示すように、R O 2 と R O 2 F で囲まれた面積として、 $\Sigma S _ R O 2$ が求まる。 $\Sigma S _ R O 2 ' (t)$ の算出の仕方も、前述の $\Sigma S _ R O 2$ に準じており、対象波形を R O 2 の代わりに R O 2 ' として読み替える。

【 0 0 4 5 】

振幅比 A M P R , 面積比 S I R は共に、R O 2 と R O 2 ' の波形の近似度が高いほど、1 . 0 に近づく。触媒の劣化状態を判定する劣化判定パラメータ S I A M P は、 $S I A M P = A M P R \times S I R$ で求められるため、A M P R , S I R と同様に、R O 2 と R O 2 ' の波形の近似度が高いほど 1 . 0 に近づく。一方で、R O 2 と R O 2 ' の波形の近似度が低い場合は、S I A M P の値は 0 に近づく。例えば、触媒コンバータ M 2 が正常である場合、前述した触媒劣化検出用 A / F 制御を適用しても、酸素濃度センサ M 4 の変動量は極めて少なく、振幅の変動量を 0 と仮定すると、前述した $\Sigma A M P R O 2$ は 0 となり、A M P R も 0 となる。この結果、S I A M P も 0 になる。従って、診断と対象となる触媒コンバータ M 2 の劣化度に応じて、劣化判定パラメータ S I A M P は 0 ~ 1 の値をとることが分かる。ここで、内燃機関 M 1 の排ガスが、法令の定めた値を超過する程度まで劣化した触媒を、前述した装置を用いて計測した場合に、 $S I A M P = 0 . 5$ が得られたならば、劣化判定基準値を 0 . 4 とすることで、法令の定めた値を超過する前に、対象となる触媒

10

20

30

40

50

コンバータM2を劣化として判定出来る。

【0046】

次に、前述した一連の触媒劣化判定の処理の詳細を図9のフローチャートを用いて説明する。まず、触媒劣化診断の実施条件が成立した場合に、ステップS901で振幅比AMP R、面積比SIRを0に初期化しておく。また、AMP R、SIRの算出過程で使用する各種パラメータ（後述する）も同様に0に初期化しておく。次に、ステップS902で触媒劣化診断の実施条件が継続して成立しているかどうかを判断する。YESの場合は、既にステップS601～603で説明した、触媒劣化時の酸素濃度センサ出力RO2'の推定を行なう。NOの場合は処理を終了する。

【0047】

ステップS601～S603でRO2'を算出した後、ステップS903で振幅比AMP Rの算出を行なう。この処理の詳細は、図10のフローチャートを用いて説明する。ステップS1001では触媒劣化時酸素濃度センサ出力RO2'の最大値、最小値の更新を行なう。この処理は図10Aでその詳細を説明する。ステップS10a01で、RO2'が、この時点までのRO2'の最大値RO2'MX以上かどうか判断する。YESの場合は、ステップS10a02に進み、RO2'MXにRO2'を代入して処理を終了する。NOの場合はステップS10a03に進み、この時点までのRO2'の最小値RO2'MN以下かどうか判断する。YESの場合は、ステップS10a04に進み、RO2'MNにRO2'を代入して処理を終了する。NOの場合は、そのまま処理を終了する。

【0048】

ステップS1002では酸素濃度センサ出力RO2の最大値、最小値の更新を行なう。この処理は図10Bでその詳細を示しているが、対象がRO2'とRO2で異なる以外は、本質的に図10Aの処理内容と同じであるため、説明を割愛する。

【0049】

ステップS1003では、空燃比センサM3の出力が反転した際のRO2'の振幅の積算処理を行なう。この処理は図10Cでその詳細を説明する。ステップS10c01では、空燃比センサM3の出力が反転したかどうかを判断する。YESの場合はステップS10c02へ進む。NOの場合はそのまま処理を終了する。ステップS10c02では、RO2'の反転方向に関して、リッチからリーン方向へ反転したかどうかを判断する。YESの場合は、ステップS10c03で、この時点でのRO2'の最大値RO2'MXと最小値RO2'MNの差より、振幅AMP RO2'を求める。この後、ステップS10c04で、最小値RO2'MNに最大値RO2'MXを代入することによりRO2'MNをリセットする。ステップS10c05はステップS10c03と同じ処理である。ステップS10c05の後、ステップS10c06に進み、最大値RO2'MXに最小値RO2'MNを代入することによりRO2'MXをリセットする。ステップS10c07では、ステップS10c03あるいはS10c05で求めた振幅をΣA__RO2'として積算し、処理を終了する。

【0050】

ステップS1004では酸素濃度センサM4の出力が反転した際のRO2の振幅の積算処理を行なう。この処理は図10Dでその詳細を示しているが、反転判断の対象が空燃比センサと酸素濃度センサで異なること、また、処理する波形の対象がRO2'とRO2で異なる以外は、本質的に図10-(c)の処理内容と同じであるため、説明を割愛する。

【0051】

ステップS1005では、ステップS1003、S1004で求めた振幅積算値ΣA__RO2'、ΣA__RO2から、振幅比AMP Rを $AMP R = \Sigma A_RO2' \div \Sigma A_RO2$ で求め、処理を終了する。

【0052】

再び、図9に戻って説明する。次に、ステップS904で面積比SIRの算出を行なう。この処理の詳細は、図12のフローチャートを用いて説明する。ステップS1201では、触媒劣化時酸素濃度センサ出力の推定値RO2'によって囲まれた面積ΣS__RO2

を求める。この処理は図 12 A でその詳細を示している。ステップ S 12 a 0 1 で $RO2'$ にフィルタを適用した出力 $RO2'F$ を求める。これは、 $RO2'F(t) = K2 \times RO2'F(t-1) + \{1 - K2\} \times RO2'(t)$ の算式から求められる。次にステップ S 12 a 0 2 で、 $|RO2'(t) - RO2'F(t)|$ を算出し、 $\Sigma S_RO2'(t)$ に積算する。この処理は所定時間毎（例えば 10 ms 毎）に行なわれるので、 $\Sigma S_RO2'$ は、 $RO2'(t)$ と $RO2'F(t)$ で囲まれた面積となる。

【0053】

ステップ S 12 0 2 では酸素濃度センサ出力 $RO2$ によって囲まれた面積 ΣS_RO2 を求める。この処理は図 12 B でその詳細を示しているが、対象が $RO2'$ と $RO2$ で異なる以外は、本質的に図 12 B の処理内容と同じであるため、説明を割愛する。

10

【0054】

ステップ S 12 0 3 では、ステップ S 12 0 1 と S 12 0 2 で求めた面積 $\Sigma S_RO2'$ 、 ΣS_RO2 から、面積比 SIR を $SIR = \Sigma S_RO2 \div \Sigma S_RO2'$ で求め、処理を終了する。

【0055】

再度、図 9 に戻って説明する。ステップ S 9 0 5 では、触媒劣化診断の実施条件成立時間が所定時間継続しているかどうか判断する。YES の場合は、ステップ S 9 0 6 に進み、劣化判定パラメータ $SIAMP$ を $SIAMP = SIR \times AMPR$ の式で算出する。NO の場合は、ステップ S 9 0 2 に戻って診断を継続する。ステップ S 9 0 7 で劣化判定パラメータ $SIAMP$ が劣化判定基準値（例えば、0.4）より大きいかどうかを判断し、YES の場合はステップ S 9 0 8 で劣化と判定して処理を終了する。NO の場合はステップ S 9 0 9 で正常と判定して処理を終了する。

20

【0056】

このように、本実施の形態 1 によれば、触媒コンバータの上流に配設された空燃比センサの出力信号を、触媒下流に配設された酸素濃度センサの出力信号相当値に変換するため、触媒コンバータが完全に劣化した状態における酸素濃度センサの出力信号を推定することができる。この信号と酸素濃度センサの出力信号の物理的な次元は一致し、これらの信号の軌跡を利用して触媒コンバータの劣化判定パラメータを算出することによって、触媒コンバータの劣化状況に対して相関性の高い指標値が得られる。従って、信頼性の高い触媒コンバータの劣化判定の結果を得ることが可能となる。

30

【0057】

また、本実施の形態 1 によれば、空燃比センサ M 3 の出力と酸素濃度センサ M 4 の出力の応答時間差を調整する手段を有するため、酸素濃度センサの出力信号の推定値と実際の酸素濃度センサとの応答ズレに起因する波形の歪みを解消することが出来るので、図 7 のように波形の近似度が向上する。ひいては、劣化判定パラメータの精度が向上し、信頼性の高い触媒コンバータの判定結果を得ることが可能となる。

【0058】

実施の形態 2 .

この発明の実施の形態 2 における内燃機関および内燃機関の制御装置の構成は図 2 に示す通りである。個々の構成要素に関しては、内燃機関の制御装置 5 を除いて、実施の形態 1 と同じであるため、ここでは説明を割愛する。ここで、内燃機関の制御装置 5 に関して、実施の形態 1 との構成の差異を明確化するために、図 15 および図 16 を用いて説明する。図 15 は、本実施の形態 2 における構成図である。また、図 16 は本実施の形態 2 における概念構成を示す図である。

40

【0059】

図 15 において、図 1 の構成との違いは、運転状態検出手段 M 10 の出力を、相対 O 2 ストレージ量算出手段 M 8 だけでなく、触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段 M 5 へも入力するようにした点である。他の構成については、図 1 の構成と同じである。また、図 16 において、図 3 との構成の違いは、触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段 M 5 に、フィルタゲイン調整手段 M 53 を追加し、前述した運転状態検出手段 M 10 の出力をフィ

50

ルタゲイン調整手段 M 5 3 へ入力するようにした点である。フィルタゲイン調整手段 M 5 3 は、内燃機関 M 1 の運転状態（少なくとも、回転速度および吸入空気量等を示すパラメータを含む）に基づいて、空燃比センサ M 3 と酸素濃度センサ M 4 との出力応答の差を吸収するフィルタゲインを調整する。他の構成については、図 3 と同じである。

【 0 0 6 0 】

内燃機関 M 1 の回転速度や充填効率が変わると、酸素濃度センサ M 4 に対する排気ガスの当たり方が変わるので、酸素濃度センサ M 4 の応答性が変化する。そこで、図 1 7 に示す内燃機関の回転速度 N_e と充填効率 E_c から参照するフィルタゲインの 3 次元マップ $T C A T F G (N_e, E_c)$ を酸素濃度センサの出力推定に利用する。具体的には、図 6 のステップ S 6 0 2 でフィルタ処理する際に、 $K 1 = T C A T F G (N_e, E_c)$ とする。

10

【 0 0 6 1 】

このように、本実施の形態 2 によれば、運転状態に応じて変化する酸素濃度センサ M 4 の応答性に対して、最適なフィルタゲインを選択することで、運転状態に関わらず、触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段 M 5 による、劣化触媒に対する酸素濃度センサ M 4 の出力波形の近似度が向上する。ひいては、劣化判定パラメータの精度が向上し、信頼性の高い触媒コンバータの判定結果を得ることが可能となる。

【 0 0 6 2 】

実施の形態 3 .

この発明の実施の形態 2 における内燃機関および内燃機関の制御装置の構成は図 2 に示す通りである。個々の構成要素に関しては、内燃機関の制御装置 5 を除いて、実施の形態 1 および実施の形態 2 と同じであるため、ここでは説明を割愛する。ここで、内燃機関の制御装置 5 に関して、実施の形態 1 および実施の形態 2 との構成の差異を明確化するために、図 1 8 を用いて説明する。

20

【 0 0 6 3 】

図 1 8 は、本実施の形態 3 における概念構成を示す図である。図 1 8 において、図 1 6 の構成との違いは、触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段 M 5 に、変換テーブル切替手段 M 5 4 を追加し、前述した運転状態検出手段 M 1 0 の出力をフィルタゲイン調整手段 M 5 3 だけでなく、変換テーブル切替手段 M 5 4 にも入力するようにした点である。他の構成については、図 1 6 と同じである。なお、変換テーブル切替手段 M 5 4 は、 $A / F \rightarrow \lambda$ O 2 出力変換手段 M 5 2 で使用する変換テーブル $C N V _ A F _ L M D$ (図 5 に記載) を運転状態検出手段 M 1 0 の出力に応じて切り替えるものである。

30

【 0 0 6 4 】

酸素濃度センサ M 4 の A / F に対する出力電圧の関係は、一般に素子温度に依存して変化する。この様子を図 1 9 に示す。 A / F がリッチの場合、素子温度が低くなると、素子温度が高い場合に比べて、出力電圧が高くなる。一方、 A / F がリーンの場合は、素子温度が低くなると、素子温度が高い場合に比べて、出力電圧が低くなる。酸素濃度センサ M 4 の素子温度は、内燃機関 M 1 から排出される排気ガスの温度に依存する。また、排気ガスの温度は、内燃機関 M 1 の回転速度および充填効率に依存する（一般的に、回転速度が高い場合、充填効率が高い場合に排気ガス温度が高くなる）。そこで、素子温度毎に、 A / F から出力電圧に変換する 3 次元マップ $T C N V _ A F _ L M D (A / F, T M P)$ と、内燃機関 M 1 の回転速度 N_e と充填効率 E_c とから、前述 $T C N V _ A F _ L M D$ を選択するための素子温度 $T M P$ を求める 3 次元マップ $T T M P (N_e, E_c)$ とを予め用意しておき、それらを利用する。これらはそれぞれ図 2 0 と図 2 1 に示している。

40

【 0 0 6 5 】

これにより、変換テーブル切替手段 M 5 4 は、図 2 1 の 3 次元マップを用いて、内燃機関 M 1 の運転状態から酸素濃度センサ M 4 の素子温度を推定し、図 2 2 の 3 次元マップを用いて、酸素濃度センサ M 4 の素子温度に基づいて、酸素濃度センサ M 4 の空燃比対出力電圧の関係を切り替える。

【 0 0 6 6 】

このように、本実施の形態 3 によれば、素子温度に依存して変化する酸素濃度センサ M

50

4のA/Fに対する出力電圧に対して、A/Fから出力電圧に変換するテーブルを素子温度に応じて選択することになる。この結果、触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段M5による、劣化触媒に対する酸素濃度センサM4の出力波形の近似度が向上する。ひいては、劣化判定パラメータの精度が向上し、信頼性の高い触媒コンバータの判定結果を得ることが可能となる。

【0067】

また、このように、本実施の形態3によれば、内燃機関M1の運転状態から酸素濃度センサM4の素子温度を推定するため、高い排ガス温度を計測できる高価な温度センサ等を使用すること無しに、A/F→λO₂出力変換手段M52の変換テーブルを適切に選択できる。この結果、触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段M5による、劣化触媒に対する酸素濃度センサM4の出力波形の近似度を向上しつつ、コストダウンが図れる。

10

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置の構成を示したブロック図である。

【図2】この発明の実施の形態1に係る内燃機関および内燃機関の制御装置の構成を示した構成図である。

【図3】この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置における触媒劣化酸素濃度センサ出力推定手段の構成を示した構成図である。

【図4】酸素濃度センサのA/Fと出力電圧の関係を示す図である。

20

【図5】A/Fと出力の関係を2次元テーブル化した図である。

【図6】この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図7】空燃比センサの出力を触媒劣化時の酸素濃度センサの推定出力に変換したタイミングチャートである。

【図7A】空燃比センサの出力を触媒劣化時の酸素濃度センサの推定出力に変換したタイミングチャートである。

【図8】この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図8A】この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

30

【図8B】この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図9】この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図10】この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図10A】この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図10B】この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

40

【図10C】この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図10D】この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図11】酸素濃度センサの出力の振幅を積算する過程を示した図である。

【図12】この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図12A】この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

50

【図 1 2 B】この発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の制御装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 1 3】酸素濃度センサの出力とその出力をフィルタ処理した出力で囲まれる面積を示した図である。

【図 1 4】A / F 制御と相対 O₂ S 量と酸素濃度センサの出力の関係を示したタイミングチャートである。

【図 1 5】この発明の実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置の構成を示したブロック図である。

【図 1 6】この発明の実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置における触媒劣化酸素濃度センサ出力推定手段の構成を示した構成図である。

10

【図 1 7】フィルタゲインの 3 次元マップである。

【図 1 8】この発明の実施の形態 3 に係る内燃機関の制御装置における触媒劣化酸素濃度センサ出力推定手段の構成を示した構成図である。

【図 1 9】素子温度を変化させた際の、酸素濃度センサの A / F と出力電圧の関係を示す図である。

【図 2 0】素子温度を変化させた際の、酸素濃度センサの A / F と出力電圧の関係を 3 次元マップ化した図である。

【図 2 1】運転状態と素子温度の関係を示す図である。

【図 2 2】内燃機関の空燃比をリッチ / リーンの交互に反転操作した際の空燃比センサの A / F と酸素濃度センサの出力電圧を示す図である。

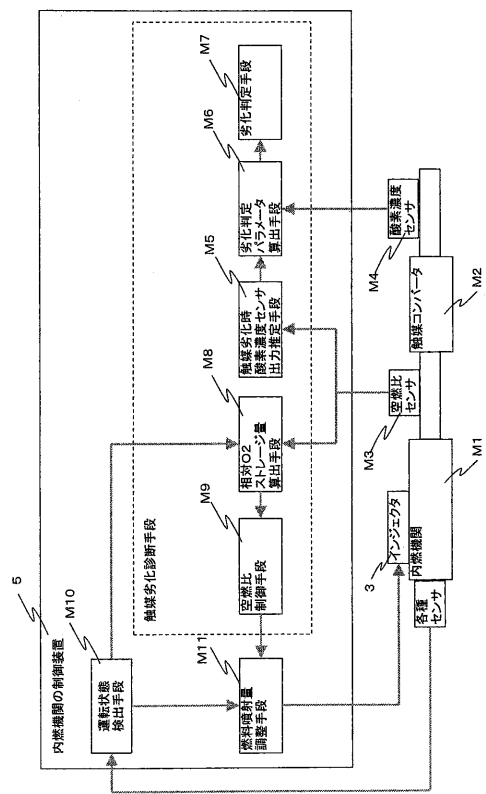
20

【符号の説明】

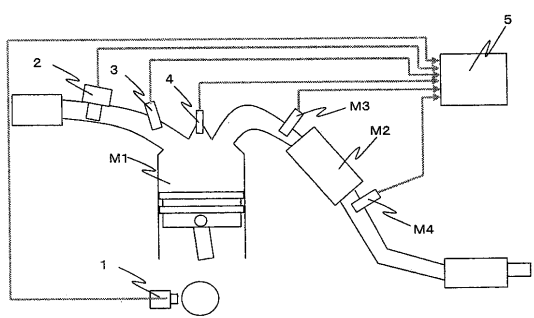
【0069】

1 クランク角センサ、2 エアフローセンサ、3 インジェクタ、4 点火プラグ、5 ECU、M1 内燃機関、M2 触媒コンバータ、M3 空燃比センサ、M4 酸素濃度センサ、M5 触媒劣化時酸素濃度センサ出力推定手段、M6 劣化判定パラメータ算出手段、M7 劣化判定手段、M8 相対 O₂ ストレージ量算出手段、M9 空燃比制御手段、M10 運転状態検出手段、M11 燃料噴射量調整手段、M51 出力応答調整手段、M52 A / F → λ O₂ 出力変換手段、M53 フィルタゲイン調整手段、M54 変換テーブル切替手段。

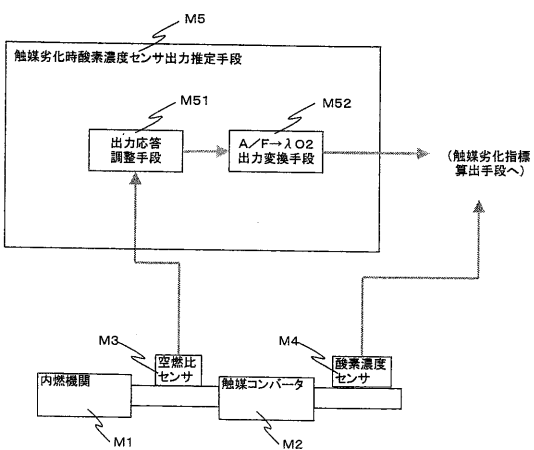
【図 1】



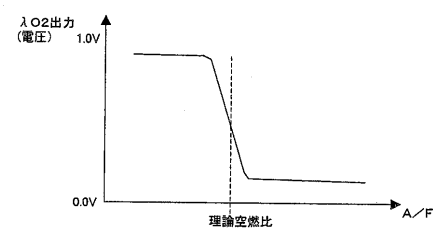
【図 2】



【図 3】



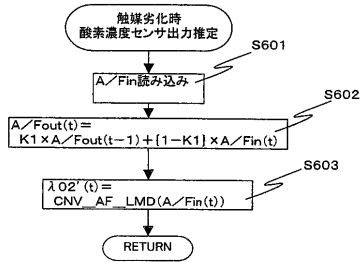
【図 4】



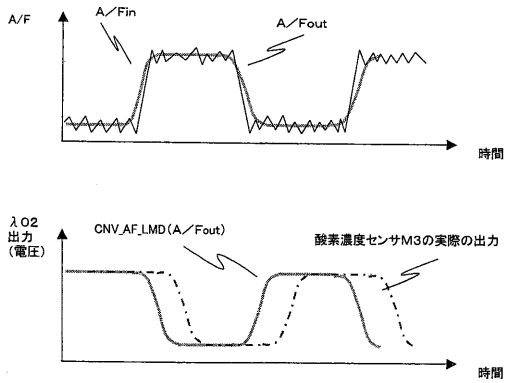
【図 5】

CNV_AF_LMD		10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0
A/Fout [A/F]	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70
λ O2出力 [V]	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70

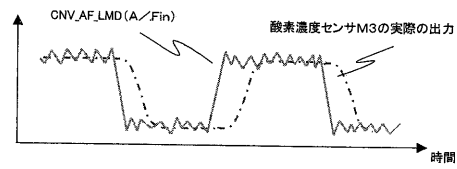
【図 6】



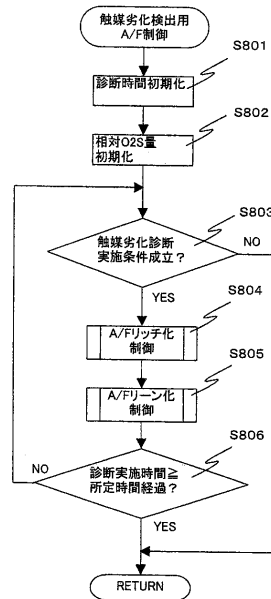
【図 7】



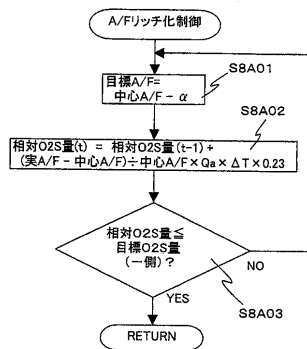
【図 7 A】



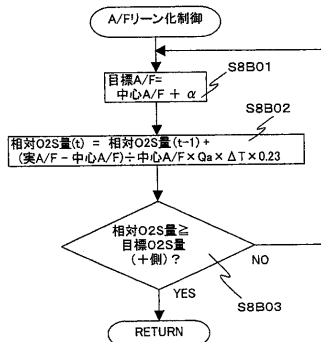
【図 8】



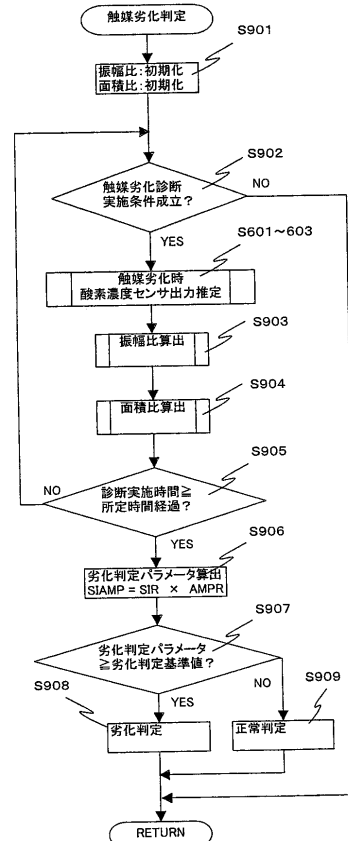
【図 8 A】



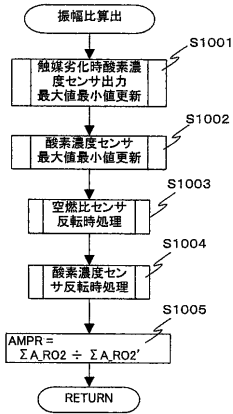
【図 8 B】



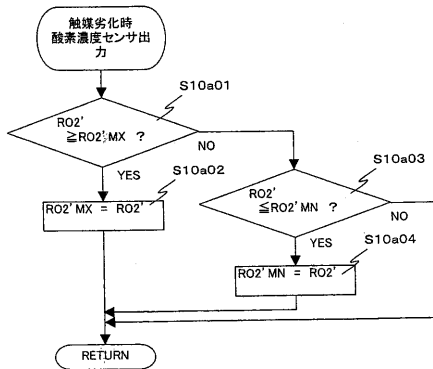
【図 9】



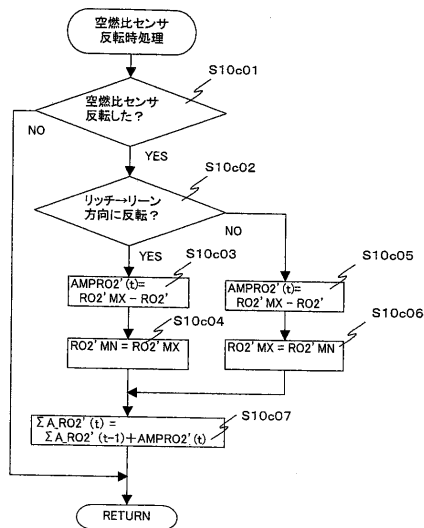
【図 10】



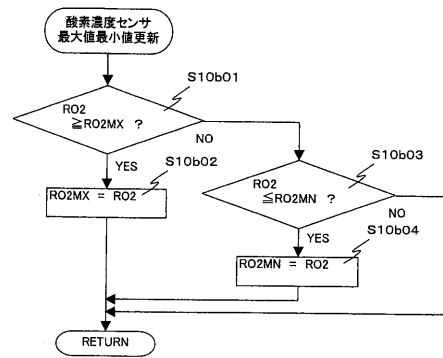
【図 10 A】



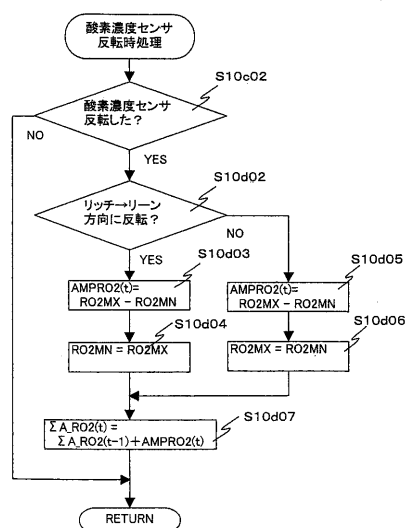
【図 10 C】



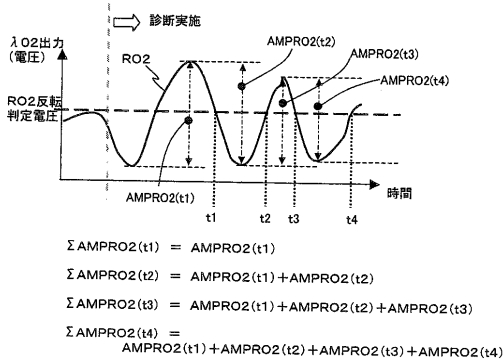
【図 10 B】



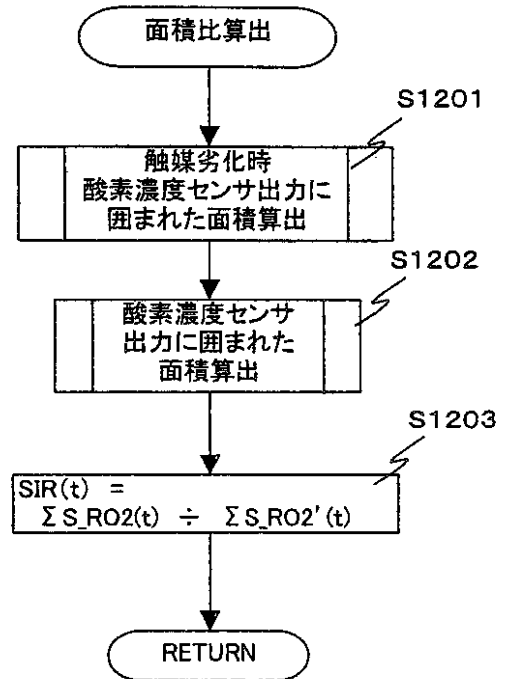
【図 10 D】



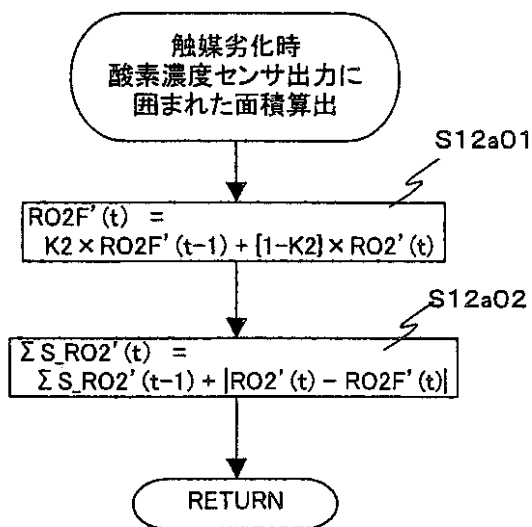
【図 1 1】



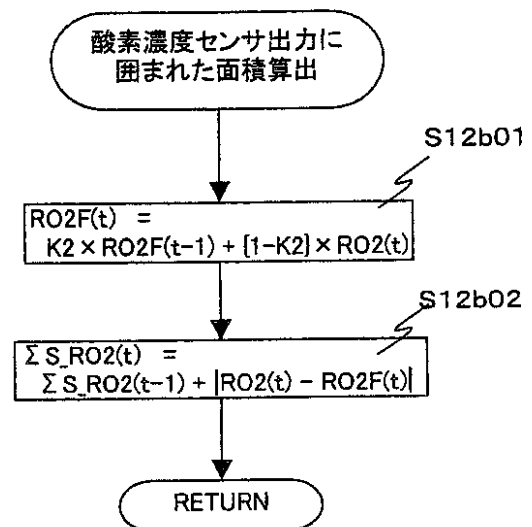
【図 1 2】



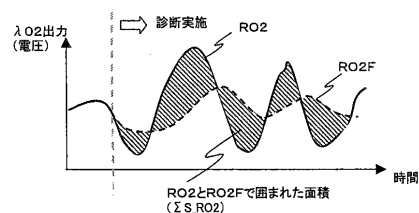
【図 1 2 A】



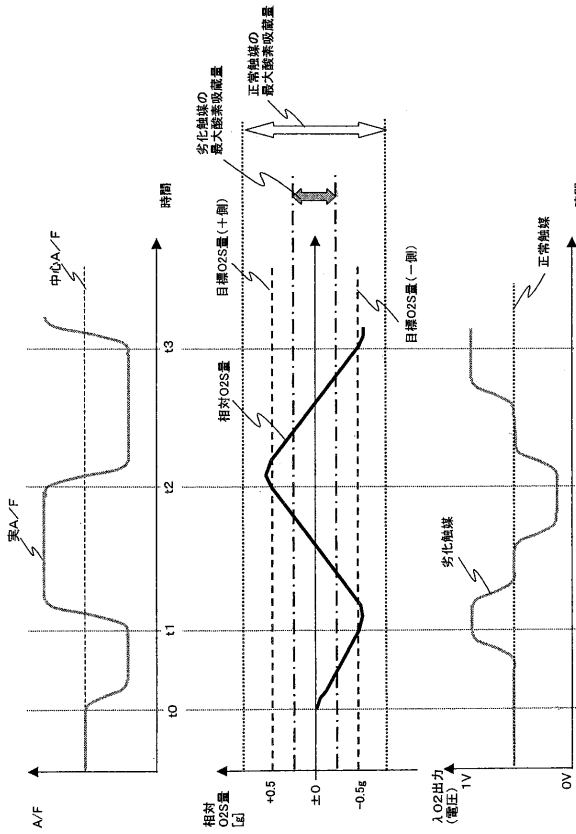
【図 1 2 B】



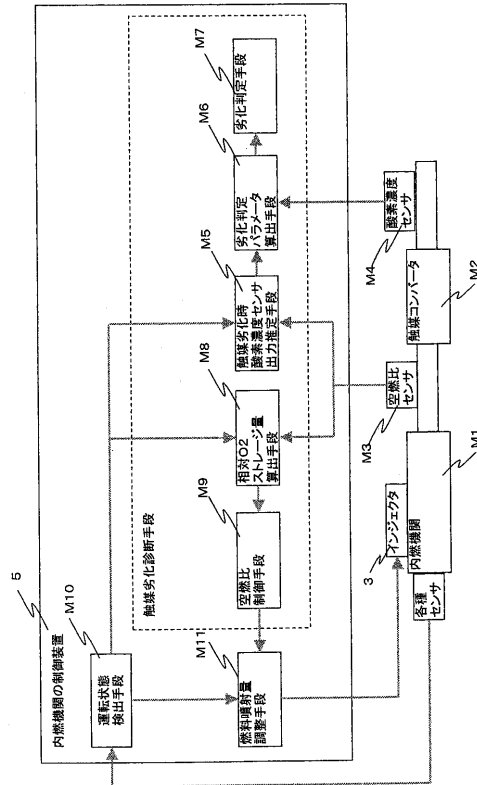
【図 1 3】



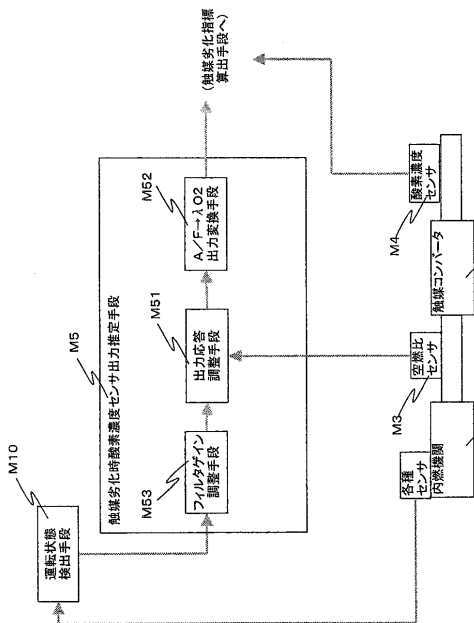
【図 14】



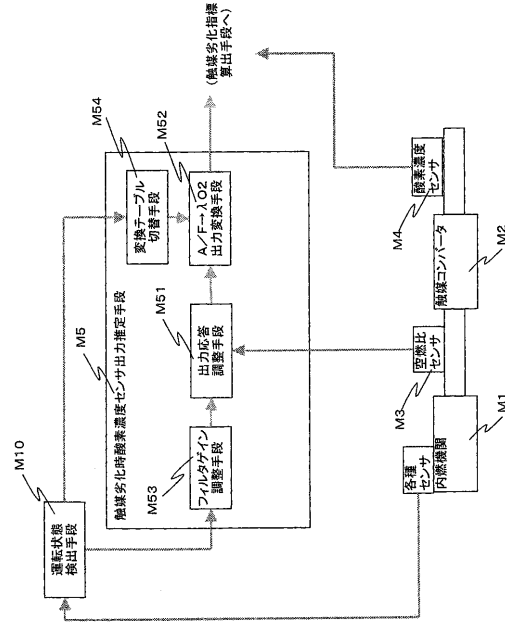
【図 15】



【図 16】



【図 18】

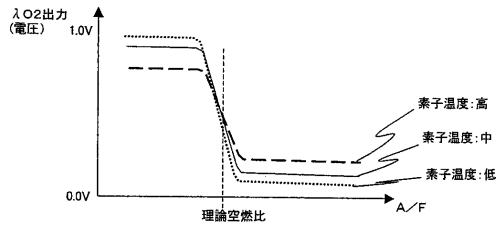


【図 17】

TCATFG(Ne, Ec)

Ec [%]	Ne(r/min)				
	1000	1500	2000	4000	4500
10	0.5	0.45	...	0.15	0.1
20	0.45	0.4	...	0.12	0.09
...	...	...	...	...	...
90	0.2	0.18	...	0.03	0.02
100	0.1	0.09	...	0.02	0.01

【図 19】



【図 20】

TCNV_AF_LMD

		A/F											
		10.0	10.5	...	13.5	14.0	14.5	15	...	16.5	17		
TMP	TMP1	0.92	0.89	...	0.87	0.79	0.75	0.24	...	0.16	0.15		
	TMP2	0.85	0.84	...	0.80	0.78	0.75	0.25	...	0.18	0.17		
	TMP3	0.82	0.82	...	0.79	0.78	0.75	0.26	...	0.19	0.18		
	TMP4	0.80	0.79	...	0.78	0.78	0.75	0.3	...	0.25	0.23		

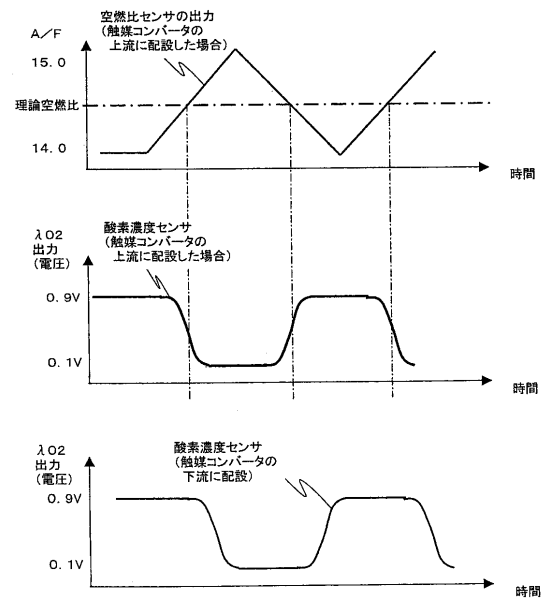
【図 21】

TTMP(Ne, Ec)

		Ne		
		2500r/min未満	2500r/min以上	
Ec	50%未満	TMP1	TMP3	低 ↓ 素子温度 高
	50%以上	TMP2	TMP4	

低 ← 素子温度 → 高

【図 22】



フロントページの続き

(72)発明者 和田 浩司

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 3G004 BA06 DA25

3G091 AA17 AB01 BA33 CB02 DB11 DB16 DC03 DC06 EA01 EA05

EA15 EA34 FA07 FA11 FC02 HA36 HA37 HA42

3G301 JB09 JB10 NC02 ND45 NE17 NE19 PA01Z PD03Z PD04Z PD09Z

PE01Z PE03Z