

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4384129号
(P4384129)

(45) 発行日 平成21年12月16日(2009.12.16)

(24) 登録日 平成21年10月2日(2009.10.2)

(51) Int.Cl.	F I
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N 3/20 ZABC
FO1N 3/24 (2006.01)	FO1N 3/24 R
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 314Z
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 45/00 366F
FO2D 41/14 (2006.01)	FO2D 45/00 368G
請求項の数 3 (全 20 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2006-82098 (P2006-82098)	(73) 特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成18年3月24日(2006.3.24)	(74) 代理人	100105119 弁理士 新井 孝治
(65) 公開番号	特開2007-255336 (P2007-255336A)	(72) 発明者	飯田 潤 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 社本田技術研究所内
(43) 公開日	平成19年10月4日(2007.10.4)	(72) 発明者	牧 秀隆 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 社本田技術研究所内
審査請求日	平成19年1月25日(2007.1.25)	(72) 発明者	末廣 幸夫 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 社本田技術研究所内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 触媒劣化検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の排気系に設けられた排気浄化用の触媒の劣化を検出する触媒劣化検出装置において、

前記機関の吸入空気流量を検出する吸入空気流量検出手段と、

前記触媒の上流側に設けられた第1酸素濃度センサと、

前記触媒の下流側に設けられた第2酸素濃度センサと、

前記第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度及び前記吸入空気流量検出手段により検出される吸入空気流量に応じて前記触媒に流入する酸素量を算出する流入酸素量算出手段と、

前記流入酸素量と該流入酸素量の目標値との比較結果に応じて前記機関に供給する混合気の空燃比の制御指示値を、理論空燃比よりリーン側のリーン空燃比及びリッチ側のリッチ空燃比に交互に切り換える空燃比切換制御手段と、

前記制御指示値を前記リーン空燃比からリッチ空燃比へ、またはその逆に切り換えた時点から前記第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度が理論空燃比に相当する値に達する時点までの間に前記触媒に流入する過剰流入酸素量を算出する過剰流入酸素量算出手段と、

前記過剰流入酸素量により前記流入酸素量の目標値を補正する目標値補正手段と、

前記空燃比切換制御手段の作動中に、前記第2酸素濃度センサの出力に基づいて、前記触媒の劣化度合を検出する劣化検出手段とを備え、

前記空燃比切換制御手段は、前記目標値補正手段により補正された目標値を用いて前記空燃比の切換制御を行うことを特徴とする触媒劣化検出装置。

【請求項 2】

前記過剰流入酸素量算出手段は、前記制御指示値を前記リーン空燃比からリッチ空燃比へ、またはその逆に切り換えた時点から前記第 1 酸素濃度センサにより検出される酸素濃度が理論空燃比に相当する値に達する時点までの間に前記第 1 酸素濃度センサにより検出される酸素濃度を積算し、該積算した酸素濃度に前記吸入空気流量を乗算することにより、前記過剰流入酸素量を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の触媒劣化検出装置。

【請求項 3】

前記過剰流入酸素量算出手段は、前記制御指示値を前記リーン空燃比からリッチ空燃比へ、またはその逆に切り換えた時点における前記流入酸素量を切換時流入酸素量として記憶する記憶手段と、前記第 1 酸素濃度センサにより検出される酸素濃度が理論空燃比に相当する値に達した時点から次に理論空燃比に相当する値に達する時点までの間に前記触媒に流入する総流入酸素量を算出する総流入酸素量算出手段とを備え、前記切換時流入酸素量及び前記総流入酸素量により前記過剰流入酸素量を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の触媒劣化検出装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気系に設けられる排気浄化用触媒の劣化度合を検出する触媒劣化検出装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

内燃機関の排気系に設けられる排気浄化用触媒（以下単に「触媒」という）の劣化を判定する技術は、従来より知られている。例えば特許文献 1 には、機関に供給する混合気空燃比を理論空燃比よりリーン側からリッチ側に切り換えた時点から、触媒の下流側に設けられた空燃比センサ（酸素濃度センサ）の出力がリッチ空燃比を示す値に変化するまでの第 1 の時間 C B、及び / または空燃比を理論空燃比よりリッチ側からリーン側に切り換えた時点から、触媒の下流側に設けられた空燃比センサの出力がリーン空燃比を示す値に変化するまでの第 2 の時間 C A を計測し、第 1 の時間 C B 及び / または第 2 の時間 C A に基づいて、触媒の劣化を判定する装置が示されている。

30

【0003】

【特許文献 1】特開平 2 - 207159 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来の装置では、触媒下流側に設けられた空燃比センサの出力を所定値以上変化させることにより触媒の劣化度合が検出されるため、正常な（劣化していない）触媒について判定を行う場合でも必ず下流側空燃比センサの出力が所定値以上変化する程度に空燃比を変化させる必要がある。そのため、劣化検出を行うことによって排気特性を悪化させる時間が長くなるという課題があった。

40

【0005】

本発明はこの点に着目してなされたものであり、排気特性をほとんど悪化させることなく、触媒の劣化度合を精度良く検出することができる触媒劣化検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため請求項 1 に記載の発明は、内燃機関（1）の排気系（13）に設けられた排気浄化用の触媒（14a）の劣化を検出する触媒劣化検出装置において、前記機関の吸入空気流量（GAIR）を検出する吸入空気流量検出手段（7）と、前記触媒

50

の上流側に設けられた第1酸素濃度センサ(17)と、前記触媒の下流側に設けられた第2酸素濃度センサ(18)と、前記第1酸素濃度センサ(17)により検出される酸素濃度(O₂N)及び前記吸入空気流量検出手段により検出される吸入空気流量(GAIR)に応じて前記触媒(14a)に流入する酸素量(OS)を算出する流入酸素量算出手段と、前記流入酸素量(OS)と該流入酸素量の目標値(OSOBJR, OSOBJL)との比較結果に応じて前記機関に供給する混合気の空燃比の制御指示値(KCMD)を、理論空燃比よりリーン側のリーン空燃比(KCMDL)及びリッチ側のリッチ空燃比(KCMDH)に交互に制御する空燃比切換制御手段と、前記制御指示値(KCMD)を前記リーン空燃比(KCMDL)からリッチ空燃比(KCMDH)へ、またはその逆に切り換えた時点(t₂, t₄, t₆, t₈)から前記第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度(KACT)が理論空燃比に相当する値(1.0)に達する時点(t₃, t₅, t₇, t₉)までの間に前記触媒(14a)に流入する過剰流入酸素量(KOSOBJL, KOSOBJR)を算出する過剰流入酸素量算出手段と、前記過剰流入酸素量(KOSOBJL, KOSOBJR)により前記流入酸素量の目標値(OSOBJR, OSOBJL)を補正する目標値補正手段と、前記空燃比切換制御手段の作動中に、前記第2酸素濃度センサの出力(SVO2)に基づいて、前記触媒の劣化度合(RESULT)を検出する劣化検出手段とを備え、前記空燃比切換制御手段は、前記目標値補正手段により補正された目標値(OSOBJRM, OSOBJLM)を用いて前記空燃比の切換制御を行うことを特徴とする。

10

【0007】

20

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の触媒劣化検出装置において、前記過剰流入酸素量算出手段は、前記制御指示値を前記リーン空燃比からリッチ空燃比へ、またはその逆に切り換えた時点(t₂, t₄, t₆, t₈)から前記第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度が理論空燃比に相当する値に達する時点(t₃, t₅, t₇, t₉)までの間に前記第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度(O₂N)を積算し、該積算した酸素濃度(SUMO₂)に前記吸入空気流量(GAIR)を乗算することにより、前記過剰流入酸素量(KOSOBJL, KOSOBJR)を算出することを特徴とする。

【0008】

請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の触媒劣化検出装置において、前記過剰流入酸素量算出手段は、前記制御指示値を前記リーン空燃比からリッチ空燃比へ、またはその逆に切り換えた時点(t₂, t₄, t₆, t₈)における前記流入酸素量を切換時流入酸素量(BOSOBJ)として記憶する記憶手段と、前記第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度が理論空燃比に相当する値に達した時点(t₁, t₃, t₅, t₇)から次に理論空燃比に相当する値に達する時点(t₃, t₅, t₇, t₉)までの間に前記触媒に流入する総流入酸素量(OS)を算出する総流入酸素量算出手段とを備え、前記切換時流入酸素量(BOSOBJ)及び前記総流入酸素量(OS)により前記過剰流入酸素量(KOSOBJL, KOSOBJR)を算出することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0009】

請求項1に記載の発明によれば、第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度及び吸入空気流量検出手段により検出される吸入空気流量に応じて触媒に流入する酸素量が算出され、該流入酸素量と該流入酸素量の目標値との比較結果に応じて機関に供給する混合気の空燃比の制御指示値を、理論空燃比よりリーン側のリーン空燃比からリッチ側のリッチ空燃比に、またはその逆に切り換える空燃比切換制御(パータベーション制御)が行われる。そして、空燃比切換制御実行中に第2酸素濃度センサの出力に基づいて、触媒の劣化度合が検出される。流入酸素量の目標値を、触媒が正常であるときは第2酸素濃度センサ出力がほとんど変化せず、触媒が劣化すると第2酸素濃度センサ出力が大きく変化するように設定することにより、触媒が正常な状態では排気特性を全く悪化させることがなく、触媒が劣化し始めた時点で排気特性をほとんど悪化させることなく、迅速に劣化度合を検出することが可能となる。

40

50

【0010】

また、空燃比の制御指示値をリーン空燃比からリッチ空燃比へ、またはその逆に切り換えた時点から第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度が理論空燃比に相当する値に達する時点までの間に触媒に流入する過剰流入酸素量が算出され、前記目標値が過剰流入酸素量により補正される。吸気ポートへの燃料の付着、あるいは第1酸素濃度センサの応答遅れなどの要因により、空燃比の制御指示値を変更しても第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度が変更された空燃比に対応する値に変化するまでに遅れ時間がある。その遅れ時間の間に触媒に流入する酸素量が過剰流入酸素量であり、過剰流入酸素量によって目標値を補正することにより、触媒に流入する実酸素量が適切に制御され、触媒劣化の判定精度を高めることができる。

10

【0011】

請求項2に記載の発明によれば、制御指示値を前記リーン空燃比からリッチ空燃比へ、またはその逆に切り換えた時点から第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度が理論空燃比に相当する値に達する時点までの間に第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度が積算され、該積算された酸素濃度に吸入空気流量が乗算されて、過剰流入酸素量が算出される。

【0012】

請求項3に記載の発明によれば、制御指示値をリーン空燃比からリッチ空燃比へ、またはその逆に切り換えた時点における流入酸素量が切替時流入酸素量として記憶されるとともに、第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度が理論空燃比に相当する値に達した時点から次に理論空燃比に相当する値に達する時点まで間に触媒に流入する総流入酸素量が算出され、切替時流入酸素量及び総流入酸素量により過剰流入酸素量が算出される。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図1は、本発明の一実施形態にかかる触媒劣化検出装置を含む、内燃機関（以下「エンジン」という）及びその制御装置の全体構成図であり、例えば4気筒のエンジン1の吸気管2の途中にはスロットル弁3が配されている。スロットル弁3にはスロットル弁開度（TH）センサ4が連結されており、当該スロットル弁3の開度に応じた電気信号を出力して電子制御ユニット（以下「ECU」という）5に供給する。

30

【0014】

燃料噴射弁6はエンジン1とスロットル弁3との間かつ吸気管2の図示しない吸気弁の少し上流側に各気筒毎に設けられており、各噴射弁は図示しない燃料ポンプに接続されていると共にECU5に電気的に接続されて当該ECU5からの信号により燃料噴射弁6の開弁時間が制御される。

【0015】

スロットル弁3の上流側には吸入空気流量GAI Rを検出する吸入空気流量センサ7が設けられている。またスロットル弁3の下流側には吸気圧PBAを検出する吸気圧センサ8、及び吸気温TAを検出する吸気温センサ9が設けられている。これらのセンサの検出信号は、ECU5に供給される。

40

【0016】

エンジン1の本体に装着されたエンジン水温（TW）センサ10はサーミスタ等から成り、エンジン水温（冷却水温）TWを検出して対応する温度信号を出力してECU5に供給する。

ECU5には、エンジン1のクランク軸（図示せず）の回転角度を検出するクランク角度位置センサ11が接続されており、クランク軸の回転角度に応じた信号がECU5に供給される。クランク角度位置センサ11は、エンジン1の特定の気筒の所定クランク角度位置でパルス（以下「CYLパルス」という）を出力する気筒判別センサ、各気筒の吸入行程開始時の上死点（TDC）に関し所定クランク角度前のクランク角度位置で（4気筒エンジンではクランク角180度毎に）TDCパルスを出力するTDCセンサ及びTDC

50

パルスより短い一定クランク角周期（例えば30度周期）で1パルス（以下「CRKパルス」という）を発生するCRKセンサから成り、CYLパルス、TDCパルス及びCRKパルスがECU5に供給される。これらのパルスは、燃料噴射時期、点火時期等の各種タイミング制御、エンジン回転数（エンジン回転速度）NEの検出に使用される。

【0017】

排気管13には三元触媒14a及び14bが1つの容器内に収容された触媒ユニット15が設けられている。

三元触媒14a及び14bは、酸素蓄積能力を有し、エンジン1に供給される混合気空燃比が理論空燃比よりリーン側に設定され、排気中の酸素濃度が比較的高い排気リーン状態では、排気中の酸素を蓄積し、逆にエンジン1に供給される混合気空燃比が理論空燃比よりリッチ側に設定され、排気中の酸素濃度が低く、HC、CO成分が多い排気リッチ状態では、蓄積した酸素により排気中のHC、COを酸化する機能を有する。

10

【0018】

触媒ユニット15の上流側には、比例型酸素濃度センサ17（以下「LAFセンサ17」という）が装着されており、このLAFセンサ17は排気中の酸素濃度（空燃比）にほぼ比例した電気信号を出力し、ECU5に供給する。

三元触媒14aと14bの間には、二値型酸素濃度センサ（以下「O2センサ」という）18が装着されており、その検出信号はECU5に供給される。このO2センサ18は、その出力が理論空燃比の前後において急激に変化する特性を有し、その出力は理論空燃比よりリッチ側で高レベルとなり、リーン側で低レベルとなる。また三元触媒14aには、その温度（以下「触媒温度」という）TCATを検出する触媒温度センサ19が設けられており、その検出信号はECU5に供給される。

20

【0019】

ECU5は、各種センサからの入力信号波形を整形し、電圧レベルを所定レベルに修正し、アナログ信号値をデジタル信号値に変換する等の機能を有する入力回路、中央演算処理ユニット（以下「CPU」という）、該CPUで実行される各種演算プログラム及び演算結果等を記憶する記憶回路、前記燃料噴射弁6に駆動信号を供給する出力回路等から構成される。

【0020】

ECU5のCPUは、上述の各種エンジンパラメータ信号に基づいて、種々のエンジン運転状態を判別するとともに、該判別されたエンジン運転状態に応じて、次式(1)を用いて、前記TDC信号パルスに同期して開弁作動する燃料噴射弁6の燃料噴射時間TOUTを演算する。

30

$$TOUT = TIM \times KCMD \times KAF \times K1 + K2 \quad (1)$$

【0021】

ここに、TIMは基本燃料量、具体的には燃料噴射弁6の基本燃料噴射時間であり、吸入空気流量GAIRに応じて設定されたTIMテーブルを検索して決定される。TIMテーブルは、エンジンに供給する混合気空燃比がほぼ理論空燃比になるように設定されている。

【0022】

KCMDは目標空燃比係数であり、通常制御中は、O2センサ18の出力SVO2に応じて設定される。目標空燃比係数KCMDは、空燃比A/Fの逆数、すなわち燃空比F/Aに比例し、理論空燃比のとき値1.0をとるので、目標当量比ともいう。後述する触媒の劣化判定を行うときは、空燃比を理論空燃比よりリッチ側及びリーン側に交互に制御するように設定される。

40

【0023】

KAFは、フィードバック制御の実行条件が成立するときは、LAFセンサ17の検出値から算出される検出当量比KACTが目標当量比KCMDに一致するようにPID（比例積分微分）制御あるいは適応制御器（Self Tuning Regulator）を用いた適応制御により算出される空燃比補正係数である。

50

【 0 0 2 4 】

K 1 及び K 2 は夫々各種エンジンパラメータ信号に応じて演算される他の補正係数および補正変数であり、エンジン運転状態に応じた燃費特性、エンジン加速特性等の諸特性の最適化が図れるような所定値に決定される。

E C U 5 の C P U は上述のようにして求めた燃料噴射時間 T O U T に基づいて燃料噴射弁 6 を開弁させる駆動信号を出力回路を介して燃料噴射弁 6 に供給する。また、E C U 5 の C P U は、以下に説明するように三元触媒 1 4 a の劣化判定を行う。なお、三元触媒 1 4 a が劣化したと判定されたときは、三元触媒 1 4 b もほぼ同様に劣化していると推定され、例えば警告灯の点灯が行われる。

【 0 0 2 5 】

三元触媒の劣化判定は、エンジン 1 に供給する混合気の空燃比を理論空燃比を中心として変動させたとき（リーン運転とリッチ運転を交互に行ったとき）の O 2 センサ出力 S V O 2 に基づいて行われる。このようにリーン運転とリッチ運転とを交互に実行する制御を、以下「パートベーション制御」という。具体的には、正常な三元触媒は蓄積可能であるが、劣化した三元触媒は蓄積できない程度の量の酸素を三元触媒に供給するようにリーン運転を実行し、その後リッチ運転に切り換えて蓄積した酸素をほぼすべて放出するようにリッチ運転を実行する。このようなパートベーション制御を実行したとき、三元触媒が劣化していなければ、図 2 (a) に示すように、O 2 センサ出力 S V O 2 はほとんど変化しないが、三元触媒が劣化しているときは、同図 (b) に示すように大きく変化する。したがって、本実施形態では、この違いを検出することにより、三元触媒の劣化判定を行う。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、三元触媒の劣化判定処理のメインルーチンのフローチャートである。この処理は、E C U 5 の C P U で所定時間（例えば 1 0 ミリ秒）毎に実行される。

ステップ S 1 では、図 4 及び図 5 に示す処理を実行し、空燃比を変化させるためのパートベーション信号を生成する。具体的には、パートベーション信号の生成は、空燃比切換パラメータ K O S F B を「 1 」または「 - 1 」に設定することに相当する。ステップ S 2 では、図 7 に示す処理を実行し、空燃比切換パラメータ K O S F B に応じて、目標空燃比係数 K C M D の設定を行う。目標空燃比係数 K C M D は、通常制御中は、O 2 センサ 1 8 の出力 S V O 2 に応じて設定されるが、三元触媒の劣化判定を行うときは、ステップ S 1 で設定される、空燃比切換パラメータ K O S F B に応じて設定される。これにより、空燃比のパートベーション制御が行われる。

【 0 0 2 7 】

ステップ S 3 では、図 1 2 及び図 1 3 に示す処理を実行し、パートベーション制御中の O 2 センサ出力 S V O 2 に基づいて、三元触媒 1 4 a の劣化度合を示す判定パラメータ R E S U L T を算出するとともに、判定パラメータ R E S U L T が判定閾値 R S T T H を超えると、三元触媒 1 4 a が異常と判定する。

【 0 0 2 8 】

図 4 及び図 5 は、図 3 のステップ S 1 で実行されるパートベーション信号生成処理のフローチャートである。

ステップ S 1 1 では、L A F センサ 1 7 の出力に応じて算出される検出当量比 K A C T に応じて図 6 (a) に示す O 2 N テーブルを検索し、排気中の酸素濃度に比例する酸素濃度パラメータ O 2 N を算出する。O 2 N テーブルは、理論空燃比に相当する酸素濃度 O 2 S T (K A C T = 1 . 0) で酸素濃度パラメータ O 2 N が「 0 」となり、L A F センサ 1 7 により検出される酸素濃度が、酸素濃度 O 2 S T より高いとき（空燃比が理論空燃比よりリーン側にあるとき）正の値をとり、酸素濃度 O 2 S T より低いとき（空燃比が理論空燃比よりリッチ側にあるとき）負の値をとるように設定されている。

【 0 0 2 9 】

ステップ S 1 2 では、吸入空気流量 G A I R に応じて図 6 (b) に示す O S C テーブルを検索し、劣化触媒の基準となる基準酸素量 O S C [g] を算出する。O S C テーブルは、吸入空気流量 G A I R が増加するほど基準酸素量 O S C が減少するように設定されてい

10

20

30

40

50

る。吸入空気流量 $G A I R$ が増加するほど、排気が三元触媒を通過する時間が短くなる一方、三元触媒における反応速度（酸素の蓄積速度）は、触媒温度、及び三元触媒に流入する排気中の酸素濃度（ a ）と三元触媒内の排気中の酸素濃度（ b ）との差（ $b - a$ ）が一定であれば、ほぼ一定である。そのため、吸入空気流量 $G A I R$ が増加するほど、三元触媒に蓄積可能な酸素量は減少する。したがって、 $O S C$ テーブルは、図 6（b）に示すように設定されている。

【0030】

ステップ S 1 3 では、触媒温度 $T C A T$ に応じて図 6（c）に示す $K T C A T R$ テーブルを検索し、第 1 温度補正係数 $K T C A T R$ を算出する。 $K T C A T R$ テーブルは、第 1 温度補正係数 $K T C A T R$ が負の値をとり、触媒温度 $T C A T$ が上昇するほど第 1 温度補正係数 $K T C A T R$ が減少する（絶対値が増加する）ように設定されている。

10

【0031】

ステップ S 1 4 では、触媒温度 $T C A T$ に応じて図 6（d）に示す $K T C A T L$ テーブルを検索し、第 2 温度補正係数 $K T C A T L$ を算出する。 $K T C A T L$ テーブルは、第 2 温度補正係数 $K T C A T L$ が正の値をとり、触媒温度 $T C A T$ が上昇するほど第 2 側温度補正係数 $K T C A T L$ が増加するように設定されている。

【0032】

ステップ S 1 5 では、下記式（2）、（3）に基準酸素量 $O S C$ 、温度補正係数 $K T C A T R$ 及び $K T C A T L$ を適用し、リッチ側限界値 $O S O B J R$ 及びリーン側限界値 $O S O B J L$ を算出する。

20

$$O S O B J R = O S C \times K T C A T R \quad (2)$$

$$O S O B J L = O S C \times K T C A T L \quad (3)$$

【0033】

このようにして算出されるリッチ側限界値 $O S O B J R$ 及びリーン側限界値 $O S O B J L$ は、ステップ S 1 6 で算出される流入酸素量 $O S$ の目標値であり、空燃比を切り換える時点を決めるための閾値として、後述するステップ S 3 1 または S 3 2 で使用される。リーン側限界値 $O S O B J L$ は、正常な三元触媒は蓄積可能であるが、劣化した三元触媒では蓄積できない程度の流入酸素量に相当し、リッチ側限界値 $O S O B J R$ は、リーン側限界値 $O S O B J L$ と絶対値がほぼ等しい負の値に設定される。換言すれば、リッチ側限界値 $O S O B J R$ 及びリーン側限界値 $O S O B J L$ は、三元触媒が正常なときは O_2 センサ出力 $S V O_2$ がほとんど変化せず、三元触媒が劣化すると O_2 センサ出力 $S V O_2$ が大きく変化するように設定される。

30

【0034】

ステップ S 1 6 では、下記式（4）に酸素濃度パラメータ $O_2 N$ を適用して流入酸素流量 O_2 を算出し、下記式（5）に流入酸素流量 O_2 を適用して流入酸素量 $O S$ を算出するとともに、空燃比切換パラメータの前回値 $K O S F B Z$ を今回値 $K O S F B$ に設定する。

$$O_2 = O_2 N \times G A I R A V E \quad (4)$$

$$O S = O S + O_2 \quad (5)$$

【0035】

ここで、 $G A I R A V E$ は、吸入空気流量 $G A I R$ の例えば 6 個程度のデータの移動平均値であり、式（5）の右辺の $O S$ は前回算出値である。なお、移動平均値 $G A I R A V E$ の算出処理（図示せず）は、 $C R K$ パルスの発生に同期して実行される。

40

【0036】

ステップ S 1 7 では、空燃比切換パラメータ $K O S F B$ が「- 1」であるか否かを判別し、その答が肯定（ $Y E S$ ）であってリーン運転中であるときは、リセットフラグ $F R E S E T O S$ が「1」であるか否かを判別する（ステップ S 2 5）。リセットフラグ $F R E S E T O S$ は、空燃比切換パラメータ $K O S F B$ の値を変更したとき（ステップ S 3 8、S 4 0 参照）、「1」に設定される。空燃比切換パラメータ $K O S F B$ が「- 1」に変更された直後であるときは、ステップ S 2 5 の答は肯定（ $Y E S$ ）となるので、ステップ S 2 8 に進み、流入酸素流量 O_2 が正の値であるか否かを判別する。リーン運転の開始当初

50

は、ステップS 2 8の答は否定(N O)となり、ステップS 3 0に進んで、酸素濃度パラメータO 2 Nの積算値(以下「濃度積算値」という)S U M O 2を算出する。その後、ステップS 3 2(図5)に進む。リーン運転を行って排気中の酸素濃度が高くなってくると、ステップS 2 8の答が肯定(Y E S)となり、ステップS 2 9に進んで、図8に示すK O S O B J R算出処理を実行する。

【0037】

図8のステップS 1 1 1では、濃度積算値S U M O 2の積算値(以下「リッチ側積算値」という)S U M O 2 Rを算出する。ステップS 1 1 2では、カウンタC S U M O 2 Rを「1」だけインクリメントする。ステップS 1 1 3では、下記式(6)に移動平均値G A I R A V E、リッチ側積算値S U M O 2 R、及びカウンタC S U M O 2 Rの値を適用して、リッチ側補正值K O S O B J Rを算出する。

$$K O S O B J R = G A I R A V E \times S U M O 2 R / C S U M O 2 R \quad (6)$$

【0038】

リッチ側補正值K O S O B J Rは、空燃比切換パラメータK O S F Bを「1」から「-1」に切り換えた時点(図11,時刻t 4, t 8参照)から、検出当量比K A C Tが「1.0」に達する時点(図11,時刻t 5, t 9参照)までの間に、三元触媒14aに流入した酸素量(過剰流入酸素量)に相当するパラメータである。ただし、リッチ側積算値S U M O 2 Rは負の値であるので、リッチ側補正值K O S O B J Rも負の値となり、実際には三元触媒14aから流出した酸素量を示す。

リッチ側補正值K O S O B J Rは、後述するステップS 3 1でリッチ側限界値O S O B J Rの補正に適用される。

【0039】

図8のステップS 1 1 4では、濃度積算値S U M O 2及び流入酸素量O Sを「0」に設定するとともに、リセットフラグF R E S E T O Sを「0」に戻す。

【0040】

図4に戻り、ステップS 2 9実行後は、ステップS 3 2(図5)に進む。

リセットフラグF R E S E T O Sが「0」に戻されると、ステップS 2 5の答が否定(N O)となり、ステップS 2 6に進んで、流入酸素量O Sが負の値であるか否かを判別する。通常この答が否定(N O)となるので、直ちにステップS 3 2に進む。もし流入酸素量O Sが負の値となっているときは、「0」にリセットして(ステップS 2 7)、ステップS 3 2に進む。

【0041】

ステップS 3 2では、流入酸素量O Sがリーン側限界値O S O B J Lからリーン側補正值K O S O B J Lを減算した補正リーン側限界値(O S O B J L - K O S O B J L)より大きいか否かを判別する。リーン側補正值K O S O B J Lは、後述するステップS 2 3でリッチ側補正值K O S O B J Rと同様に算出されるリーン側限界値O S O B J Lの補正值である。なお、リーン側補正值K O S O B J L及びリッチ側補正值K O S O B J Rは、ともに初期値は「0」に設定されている。

【0042】

リーン運転開始当初はステップS 3 2の答は否定(N O)となるので、ステップS 3 3に進み、O 2センサ出力S V O 2が理論空燃比より若干リーン側の空燃比に相当するリーン側所定値S V O 2 L E A Nより小さく、かつ下流酸素濃度パラメータK O S L E A Nが「1」であるか否かを判別する(ステップS 3 3)。下流側酸素濃度パラメータK O S L E A Nは、O 2センサ出力S V O 2がリーン空燃比を示す値であるとき「0」に設定されるパラメータである(ステップS 3 9参照)。通常はこの答が否定(N O)となるので、ステップS 3 5に進んで、O 2センサ出力S V O 2が理論空燃比より若干リッチ側の空燃比に相当するリッチ側所定値S V O 2 R I C H (> S V O 2 L E A N)より大きく、かつ下流側酸素濃度パラメータK O S L E A Nが「0」であるか否かを判別する。この答も通常は否定(N O)となるので、直ちにステップS 4 1に進む。

【0043】

10

20

30

40

50

その後リーン運転を継続すると、流入酸素量OSが徐々に増加していく。そして、ステップS32で流入酸素量OSが補正リーン側限界値(OSOB JL - KOSOB JL)を超えると、ステップS40に進んで、空燃比切換パラメータKOSFBを「1」に設定するとともに、リセットフラグFRESE TOSを「1」に設定する。これにより、リッチ運転が開始される。

【0044】

空燃比切換パラメータKOSFBが「-1」から「1」に変更されると、ステップS17からステップS19に進み、リセットフラグFRESE TOSが「1」であるか否かを判別する。最初は、ステップS19の答は肯定(YES)となるので、ステップS22に進み、流入酸素流量O2が負の値であるか否かを判別する。リッチ運転の開始当初は、ステップS22の答は否定(NO)となり、ステップS24に進んで、ステップS30と同様に濃度積算値SUMO2を算出する。その後ステップSステップS31(図5)に進む。

10

【0045】

リッチ運転を開始して排気中の酸素濃度が低下してくると、ステップS22の答が肯定(YES)となり、ステップS23に進んで、図7に示すKOSOB JL算出処理を実行する。

【0046】

図7のステップS101では、濃度積算値SUMO2の積算値(以下「リーン側積算値」という)SUMO2Lを算出する。ステップS102では、カウンタCSUMO2Lを「1」だけインクリメントする。ステップS103では、下記式(7)に移動平均値GAIRAVE、リーン側積算値SUMO2L、及びカウンタCSUMO2Lの値を適用して、リーン側補正值KOSOB JLを算出する。

20

$$KOSOB JL = GAIRAVE \times SUMO2L / CSUMO2L \quad (7)$$

【0047】

リーン側補正值KOSOB JLは、空燃比切換パラメータKOSFBを「-1」から「1」に切り換えた時点(図11,時刻t2, t6参照)から、検出当量比KACTが「1.0」に達する時点(図11,時刻t3, t7参照)までの間に、三元触媒14aに流入した酸素量(過剰流入酸素量)に相当するパラメータである。

【0048】

図7のステップS104では、濃度積算値SUMO2及び流入酸素量OSを「0」に設定するとともに、リセットフラグFRESE TOSを「0」に戻す。

30

【0049】

図4に戻り、ステップS23実行後は、ステップS31に進む。流入酸素量OSは、以後リッチ運転中は負の値をとる。このことは、三元触媒14aに還元剤(HC, CO)が供給され、蓄積された酸素が還元剤の酸化に使われて減少(流出)することを意味する。

【0050】

リセットフラグFRESE TOSが「0」に戻されると、ステップS19の答が否定(NO)となり、ステップS20に進んで、流入酸素量OSが正の値であるか否かを判別する。通常この答が否定(NO)となるので、直ちにステップS31に進む。もし流入酸素量OSが正の値となっているときは、「0」にリセットして(ステップS21)、ステップS31に進む。

40

【0051】

ステップS31では、流入酸素量OSがリッチ側限界値OSOB JRからリッチ側補正值KOSOB JRを減算した補正リッチ側限界値(OSOB JR - KOSOB JR)より小さいか否かを判別する。リッチ運転開始当初はこの答は否定(NO)となるので、前記ステップS33に進む。通常はステップS33及びS35の答がともに否定(NO)となる。

【0052】

その後リッチ運転を継続すると、流入酸素量OSが徐々に減少していく(負の値の絶対

50

値が増加していく)。そして、ステップS31で流入酸素量OSが補正リッチ側限界値(OSOBJR - KOSOBJR)を下回ると、ステップS38に進んで、空燃比切換パラメータKOSFBを「-1」に設定するとともに、リセットフラグFRESETO Sを「1」に設定する。これにより、リーン運転が開始される。

【0053】

三元触媒14aの劣化が進むと、リーン運転中にステップS33の答が肯定(YES)となることがある。そのときは、ステップS33からステップS39に進み、下流側酸素濃度パラメータKOSLEANを「0」に設定する。その後ステップS40に進んでリッチ運転に移行する。すなわち、この場合には流入酸素量OSがリーン側限界値OSOBJLを超える前に、リッチ運転への切換が行われる。また、リッチ運転中にステップS35の答が肯定(YES)となることもある。そのときは、ステップS35からステップS37に進み、下流側酸素濃度パラメータKOSLEANを「1」に設定する。その後ステップS38に進んでリーン運転に移行する。すなわち、この場合には流入酸素量OSがリッチ側限界値OSOBJRを下回る前に、リーン運転への切換が行われる。

10

O2センサ出力SVO2に加えて下流側酸素濃度パラメータKOSLEANを用いて判定を行うのは、ヒステリシスによって制御のハンチングを防止するためである。

【0054】

ステップS33, S35, S37, 及びS39により、三元触媒14aが劣化し、流入酸素量OSが限界値OSOBJLまたはOSOBJRを超える前にO2センサ出力SVO2が変化した場合でも、排気特性を悪化させることを防止できる。

20

【0055】

ステップS41では、触媒温度TCATに依りて図6(e)に示すKTCA TDテーブルを検索し、第3温度補正係数KTCA TDを算出する。KTCA TDテーブルは、KTCA TLテーブルと同様に、触媒温度TCATが上昇するほど、第3温度補正係数KTCA TDが増加し、かつ同一の触媒温度TCATでは、第2温度補正係数KTCA TLより大きな値となるように設定されている。

【0056】

ステップS42では、下記式(8)に第3温度補正係数及びステップS12で算出される基準酸素量OS Cを適用し、禁止判定閾値OSDISABLEを算出する。

$$OSDISABLE = OSC \times KTCA TD \quad (8)$$

30

【0057】

ステップS43では、流入酸素量OSの絶対値が禁止判定閾値OSDISABLEより大きいか否かを判別し、その答が肯定(YES)であるときは、禁止フラグFDISABLE OSを「1」に設定する(ステップS45)。|OS| > OSDISABLEであるときは、禁止フラグFDISABLE OSを「0」に設定する(ステップS44)。禁止フラグFDISABLE OSが「1」に設定されると、触媒の劣化判定が中止される(図12, ステップS71参照)。

【0058】

例えば、スロットル弁開度が急激に変化したときに空燃比制御が吸入空気量の変化に迅速に追従できなかったような場合に、流入酸素量OSの絶対値が異常に大きくなる可能性がある。そのような場合には、正確な劣化判定を行うことができないため、劣化判定を禁止することにより、判定精度の低下を防止することができる。

40

【0059】

図9は、図3のステップS2で実行されるKC MD算出処理のフローチャートである。

ステップS51では、空燃比のパータベーションを実行しているか否かを判別し、その答が肯定(YES)であるときは、図4及び図5の処理で設定される空燃比切換パラメータKOSFBが、その前回値KOSFB Zと等しいか否かを判別する(ステップS52)。

【0060】

ステップS51またはS52の答が否定(NO)であって、パータベーションを実行し

50

ていないとき、または空燃比切換パラメータKOSFBの値が変化したときは、目標空燃比係数KCMDを「1.0」に設定し(ステップS53)、ステップS54に進む。KOSFB = KOSFBZであるときは、直ちにステップS54に進む。

【0061】

ステップS54では、空燃比切換パラメータKOSFBが「1」であるか否かを判別する。この答が肯定(YES)であるときは、下記式(9)により目標空燃比係数KCMDを更新する(ステップS55)。

$$KCMD = KCMD + KCMD \quad (9)$$

ここで、KCMDは、所定更新値であり、例えば0.0002に設定される。

【0062】

空燃比切換パラメータKOSFBが「1」であるときは、ステップS55を繰り返し実行することにより、目標空燃比係数KCMDは「1.0」から徐々に増加していく。すなわち空燃比が徐々にリッチ方向に変化する。

【0063】

ステップS54でKOSFB = -1であるときは、下記式(10)により目標空燃比係数KCMDを更新する(ステップS56)。

$$KCMD = KCMD - KCMD \quad (10)$$

したがって、空燃比切換パラメータKOSFBが「-1」であるときは、ステップS56を繰り返し実行することにより、目標空燃比係数KCMDは「1.0」から徐々に減少していく。すなわち空燃比が徐々にリーン方向に変化する。

【0064】

ステップS57～S60では、算出された目標空燃比係数KCMDのリミット処理を行う。すなわち、目標空燃比係数KCMDが上限値KCMDH(例えば1.03)より大きいときは、目標空燃比係数KCMDを上限値KCMDHに設定し(ステップS57、S58)、目標空燃比係数KCMDが下限値KCMDL(例えば0.97)より小さいときは、目標空燃比係数KCMDを下限値KCMDLに設定する(ステップS59、S60)。

【0065】

図9の処理により、目標空燃比係数KCMDは、図10に示すように、空燃比切換パラメータKOSFBの値(同図(a))に応じて、同図(b)に示すように変化する。

【0066】

図11は、目標当量比KCMD、検出当量比KACT、及び流入酸素量OSの推移を示すタイムチャートである。この図に示す例では、リーン側補正值KOSOB JLは時刻t3までは「0」であり、リッチ側補正值KOSOB JRは時刻t5まで「0」である。時刻t2に流入酸素量OSがリーン側限界値OSOB JLを超えると、空燃比切換パラメータKOSFBが「-1」から「1」に変更され、濃度積算値SUMO2が徐々に増加する(図4、ステップS24)。時刻t3に検出当量比KACTが1.0に達すると、リーン側補正值KOSOB JLが算出されるとともに、流入酸素量OSが「0」にリセットされる(図4、ステップS23)。

【0067】

その後流入酸素量OSは徐々に減少し、時刻t4にリッチ側限界値OSOB JRを下回ると、空燃比切換パラメータKOSFBが「1」から「-1」に変更され、濃度積算値SUMO2が徐々に減少し(図4、ステップS30)、時刻t5に検出当量比KACTが1.0に達すると、リッチ側補正值KOSOB JRが算出されるとともに、流入酸素量OSが「0」にリセットされる(図4、ステップS29)。

【0068】

その後流入酸素量OSは徐々に増加し、時刻t6において補正リーン側限界値(OSOB JL - KOSOB JL)を超える。時刻t7に検出当量比KACTが1.0に達し、流入酸素量OSがリセットされる。その後流入酸素量OSは徐々に減少し、時刻t8において補正リッチ側限界値(OSOB JR - KOSOB JR)を下回る。時刻t9に検出当量比KACTが1.0に達し、流入酸素量OSがリセットされる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

補正リーン側限界値 (O S O B J L - K O S O B J L) 及び補正リッチ側限界値 (O S O B J R - K O S O B J R) を用いることにより、流入酸素量 O S がリーン側限界値 O S O B J L 及びリッチ側限界値 O S O B J R の範囲内で変化するように、空燃比のパータベーション制御が実行される。その結果、三元触媒 1 4 a に流入する実酸素量をより適切に制御し、触媒劣化の判定精度を高めることができる。

【 0 0 7 0 】

図 1 2 及び図 1 3 は、図 3 のステップ S 3 で実行される劣化判定処理のフローチャートである。

ステップ S 7 1 では、禁止フラグ F D I S A B L E O S が「 1 」であるか否かを判別する。この答が否定 (N O) であるときは、空燃比のパータベーション実行中であるか否かを判別する (ステップ S 7 2)。ステップ S 7 1 の答が肯定 (Y E S) またはステップ S 7 2 の答が否定 (N O) であるときは、O 2 センサ出力 S V O 2 の最大値 S V O 2 M A X を「 0 」に設定するとともに、最小値 S V O 2 M I N を「 1 5 0 0 」に設定し (ステップ S 7 3)、直ちに本処理を終了する。

10

【 0 0 7 1 】

ステップ S 7 2 の答が肯定 (Y E S)、すなわち空燃比のパータベーションを実行しているときは、空燃比切換パラメータ K O S F B が前回値 K O S F B Z と等しいか否かを判別する (ステップ S 7 4)。K O S F B = K O S F B Z であるときは、下記式 (1 1) 及び (1 2) により、最大値 S V O 2 M A X 及び最小値 S V O 2 M I N を更新する。式 (1 1) の右辺は、前回までに算出された最大値 S V O 2 M A X と、今回の O 2 センサ出力 S V O 2 のうち大きい方を選択する演算であり、式 (1 2) の右辺は、前回までに算出された最小値 S V O 2 M I N と、今回の O 2 センサ出力 S V O 2 のうち小さい方を選択する演算である。ステップ S 7 5 を実行した後は、ステップ S 8 9 に進む。

20

$$S V O 2 M A X = \max (S V O 2 M A X , S V O 2) \quad (1 1)$$

$$S V O 2 M I N = \min (S V O 2 M I N , S V O 2) \quad (1 2)$$

【 0 0 7 2 】

ステップ S 7 4 の答が否定 (N O)、すなわち空燃比切換パラメータ K O S F B が変更された直後であるときは、最大値 S V O 2 M A X または最小値 S V O 2 M I N の第 2 記憶値 S V O 2 L P 2 を、第 1 記憶値 S V O 2 L P 1 に設定する (ステップ S 7 6)。第 1 記憶値 S V O 2 L P 1 は、前回の空燃比切換直後にステップ S 7 8 または S 8 0 で最大値 S V O 2 M A X または最小値 S V O 2 M I N に設定されている。

30

【 0 0 7 3 】

ステップ S 7 7 では、空燃比切換パラメータ K O S F B が「 1 」であるか否かを判別する。この答が肯定 (Y E S) であるときは、第 1 記憶値 S V O 2 L P 1 をそのときの最大値 S V O 2 M A X に設定するとともに、最大値 S V O 2 M A X を「 0 」にリセットする (ステップ S 7 8)。空燃比切換パラメータ K O S F B が「 - 1 」であるときは、ステップ S 7 7 の答は否定 (N O) となるので、直ちにステップ S 7 9 に進む。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 7 9 では、空燃比切換パラメータ K O S F B が「 - 1 」であるか否かを判別する。空燃比切換パラメータ K O S F B が「 - 1 」であるときは、ステップ S 8 0 に進み、第 1 記憶値 S V O 2 L P 1 をそのときの最小値 S V O 2 M I N に設定するとともに、最小値 S V O 2 M I N を「 1 5 0 0 」にリセットする (ステップ S 7 8)。空燃比切換パラメータ K O S F B が「 1 」であるときは、ステップ S 7 9 の答は否定 (N O) となるので、直ちにステップ S 8 1 に進む。

40

【 0 0 7 5 】

ステップ S 8 1 では、最大値 S V O 2 M A X と最小値 S V O 2 M I N の差分を示す第 3 差分パラメータ S V O 2 D 3 を第 2 差分パラメータ S V O 2 D 2 に設定するとともに、第 2 差分パラメータ S V O 2 D 2 を第 1 差分パラメータ S V O 2 D 1 に設定する。そして、ステップ S 8 2 ~ S 8 7 により、第 1 差分パラメータ S V O 2 D 1 の更新を行う。

50

【 0 0 7 6 】

ステップ S 8 2 では、第 2 記憶値 S V O 2 L P 2 が、理論空燃比に相当する所定値 S V O 2 O B J より大きく、かつ第 1 記憶値 S V O 2 L P 1 が所定値 S V O 2 O B J より小さいか否かを判別する。この答が否定 (N O) であるときは、さらに第 2 記憶値 S V O 2 L P 2 が所定値 S V O 2 O B J より小さく、かつ第 1 記憶値 S V O 2 L P 1 が所定値 S V O 2 O B J より大きいと判別する (ステップ S 8 4)。ステップ S 8 2 及び S 8 4 の答がともに否定 (N O) であるとき、すなわち、第 1 及び第 2 記憶値 S V O 2 L P 1 , S V O 2 L P 2 がともに所定値 S V O 2 O B J より小さいとき、または第 1 及び第 2 記憶値 S V O 2 L P 1 , S V O 2 L P 2 がともに所定値 S V O 2 O B J より大きいときは、O 2 センサ出力 S V O 2 がほとんど変化していないことを示す。したがって、第 1 差分パラメータ S V O 2 D 1 を「 0 」に設定し (ステップ S 8 7)、ステップ S 8 8 に進む。

10

【 0 0 7 7 】

ステップ S 8 2 または S 8 4 の答が肯定 (Y E S) であるとき、すなわち連続する空燃比切換時点における最大値 S V O 2 M A X が所定値 S V O 2 O B J より大きくかつ最小値 S V O 2 M I N が所定値 S V O 2 O B J より小さいときは、下記式 (1 3) に第 1 記憶値 S V O 2 L P 1 及び第 2 記憶値 S V O 2 L P 2 を適用し、第 1 差分パラメータ S V O 2 D 1 を算出する (ステップ S 8 6)。その後、ステップ S 8 8 に進む。

$$S V O 2 D 1 = | S V O 2 L P 1 - S V O 2 L P 2 | \quad (1 3)$$

【 0 0 7 8 】

ステップ S 8 8 では下記式 (1 4) により、第 1 ~ 第 3 差分パラメータ S V O 2 D 1 , S V O 2 D 2 , S V O 2 D 3 の最小値として、最小差分値 S V O 2 D を算出し、さらに下記式 (1 5) により、最小差分値 S V O 2 D を積算して判定パラメータ R E S U L T を算出するとともに、カウンタ C R E S U L T を「 1 」だけインクリメントする。判定パラメータ R E S U L T が、三元触媒 1 4 a の劣化度合を示す。

20

$$S V O 2 D = \min (S V O 2 D 1 , S V O 2 D 2 , S V O 2 D 3) \quad (1 4)$$

$$R E S U L T = R E S U L T + S V O 2 D \quad (1 5)$$

【 0 0 7 9 】

差分パラメータ S V O 2 D 1 が 3 回以上連続して大きな値をとらない限り、最小差分値 S V O 2 D は比較的小さな値となる。したがって連続する 3 つのサンプリング時点における差分パラメータ S V O 2 D 1 , S V O 2 D 2 , S V O 2 D 3 の最小値である最小差分値 S V O 2 D を用いることにより、O 2 センサ出力 S V O 2 の一時的な変動の影響を排除して、正確な判定パラメータ R E S U L T を得ることができる。

30

【 0 0 8 0 】

ステップ S 8 9 では、カウンタ C R E S U L T の値が所定回数 C R S T 0 (例えば 6) より大きいと判別し、この答が否定 (N O) であるときは直ちに本処理を終了する。ステップ S 8 9 でカウンタ C R E S U L T の値が所定回数 C R S T 0 を超えると、ステップ S 9 0 に進み、判定パラメータ R E S U L T が劣化判定閾値 R S T T H より大きいと判別する。この答が否定 (N O) であるときは、三元触媒 1 4 a は正常と判定する (ステップ S 9 2)。判定パラメータ R E S U L T が劣化判定閾値 R S T T H を超えているときは、三元触媒 1 4 a は異常と判定する (ステップ S 9 1)。異常と判定したときは、例えば警告灯を点灯させる。

40

【 0 0 8 1 】

判定パラメータ R E S U L T は、O 2 センサ出力 S V O 2 が図 2 (a) に示すように推移するとき、すなわち三元触媒 1 4 a の正常時はほぼゼロとなる一方、O 2 センサ出力 S V O 2 が図 2 (b) に示すように推移するとき、すなわち三元触媒 1 4 a の劣化時は大きな値となるので、判定パラメータ R E S U L T により、三元触媒 1 4 a の劣化度合を正確に検出することができる。

【 0 0 8 2 】

以上詳述したように本実施形態では、L A F センサ 1 7 出力に応じて算出される酸素濃

50

度パラメータ O_2N 、及び吸入空気流量センサ7により検出される吸入空気流量 $GAIR$ に応じて三元触媒14aに流入する酸素量 OS が算出され、該流入酸素量 OS と、補正リッチ側限界値($OSOBJR - KOSOBJR$)または補正リーン側限界値($OSOBJL - KOSOBJL$)との比較結果に応じて、空燃比を理論空燃比よりリーン側及びリッチ側に交互に制御するパータベーション制御が実行される。そして、パータベーション制御実行中の O_2 センサ出力 SVO_2 に基づいて、三元触媒14aの劣化度合を示す判定パラメータ $RESULT$ が算出される。流入酸素量 OS の目標値である補正リッチ側限界値($OSOBJR - KOSOBJR$)及び補正リーン側限界値($OSOBJL - KOSOBJL$)は、三元触媒が正常であるときは O_2 センサ出力 SVO_2 がほとんど変化せず、三元触媒が劣化すると O_2 センサ出力 SVO_2 が大きく変化するように設定されるので、三元触媒が正常な状態では排気特性を全く悪化させることがなく、三元触媒が劣化し始めた時点で排気特性をほとんど悪化させることなく、迅速に劣化度合を検出することが可能となる。

10

【0083】

また本実施形態では、空燃比切換パラメータ $KOSFB$ を「-1」から「1」に、またはその逆に切り換えた時点から、検出当量比 $KACT$ が理論空燃比に相当する「1.0」に達する時点までの間に三元触媒14aに流入する過剰流入酸素量として、補正值 $KOSOBJL$ 及び $KOSOBJR$ が算出され、これらの補正值 $KOSOBJL$ 及び $KOSOBJR$ により、リーン側限界値 $OSOBJL$ 及びリッチ側限界値 $OSOBJR$ が補正される。エンジン1の吸気ポートへの燃料の付着、あるいは LAF センサ17の応答遅れなどの要因により、目標当量比 $KCMD$ を変更しても検出当量比 $KACT$ が変更された空燃比に対応する値に変化するまでに遅れ時間がある。その遅れ時間の間に三元触媒に流入する酸素量が過剰流入酸素量であり、過剰流入酸素量、すなわち補正值 $KOSOBJL$ 及び $KOSOBJR$ によってリーン側限界値 $OSOBJL$ 及びリッチ側限界値 $OSOBJR$ を補正することにより、三元触媒に流入する実酸素量を適切に制御し、触媒劣化の判定精度を高めることができる。

20

【0084】

本実施形態では、吸入空気流量センサ7、 LAF センサ17、及び O_2 センサ18が、それぞれ吸入空気流量検出手段、第1酸素濃度センサ、及び第2酸素濃度センサに相当する。また、 $ECU5$ が流入酸素量算出手段、空燃比切換制御手段、過剰流入酸素量算出手段、目標値補正手段、及び劣化検出手段を構成する。具体的には、図4のステップ $S11$ 及び $S16$ が流入酸素量算出手段に相当し、図4のステップ $S12 \sim S15$ 、 $S17 \sim S30$ 、及び図5のステップ $S31 \sim S40$ 、並びに図9の処理が空燃比切換制御手段に相当し、図4のステップ $S23$ 、 $S24$ 、 $S29$ 、及び $S30$ が過剰流入酸素量算出手段に相当し、図5のステップ $S31$ 及び $S32$ が目標値補正手段に相当し、図12のステップ $S72 \sim S81$ 、及び図13のステップ $S82 \sim S92$ が劣化検出手段に相当する。

30

【0085】

なお本発明は上述した実施形態に限るものではなく、種々の変形が可能である。例えば図4及び図5に示すパータベーション信号生成処理に代えて、図14及び図15に示すパータベーション信号生成処理を用いてもよい。

40

【0086】

図14は、図4のステップ $S24$ 及び $S30$ を削除し、ステップ $S23$ 及び $S29$ をそれぞれステップ $S23a$ 及び $S29a$ に代えたものである。また、図15は、図5のステップ $S38$ 及び $S40$ をそれぞれステップ $S38a$ 及び $S40a$ に代えたものである。以上の点以外は、図4及び図5の処理と同一である。

【0087】

ステップ $S23a$ では、下記式(16)により、リーン側補正值 $KOSOBJL$ を算出するとともに、流入酸素量 OS 及びリセットフラグ $FRESETOS$ をとともに「0」にリセットする。

$$KOSOBJL = OS - BOSOBJ \quad (16)$$

50

【0088】

ここで、BOSOB Jは、直前に実行されたステップS40aで記憶された、空燃比切換パラメータKOSFBを「-1」から「1」に切り換えたときの流入酸素量OSの記憶値である。これは図11(c)の時刻t2における流入酸素量OSに対応する。また式(16)のOSは、図11(c)の時刻t3における値に対応する。したがって、式(16)によって、リーン側の過剰流入酸素量を算出することができる。

【0089】

ステップS29aでは、下記式(17)により、リッチ側補正值KOSOBJRを算出するとともに、流入酸素量OS及びリセットフラグFRESETO Sをとともに「0」にリセットする。

$$KOSOBJR = OS - BOSOB J \quad (17)$$

ここで、BOSOB Jは、直前に実行されたステップS38aで記憶された、空燃比切換パラメータKOSFBを「1」から「-1」に切り換えたときの流入酸素量OSの記憶値である。これは図11(c)の時刻t4における流入酸素量OSに対応する。また式(17)のOSは、図11(c)の時刻t5における値に対応する。したがって、式(17)によって、リッチ側の過剰流入酸素量(実際には負の値となる流出酸素量である)を算出することができる。

【0090】

図15のステップS38aでは、空燃比切換パラメータKOSFBを「-1」に設定し、リセットフラグFRESETO Sを「1」に設定するとともに、その時点の流入酸素量OSを、記憶値BOSOB Jとして記憶する。またステップS40aでは、空燃比切換パラメータKOSFBを「1」に設定し、リセットフラグFRESETO Sを「1」に設定するとともに、その時点の流入酸素量OSを、記憶値BOSOB Jとして記憶する。

【0091】

本変形例によっても、過剰流入酸素量に相当するリーン側補正值KOSOB JL及びリッチ側補正值KOSOB JRを算出し、リーン側限界値OSOB JL及びリッチ側限界値OSOB JRを適切に補正することができる。

本変形例では、図15のステップS38a及びS40aが記憶手段に相当する。

【0092】

上述した実施形態では、三元触媒14a及び14bが1つの容器に格納されているが、別体に構成されていてもよい。また、O2センサ18の下流側に三元触媒が設けられていない場合であっても、本発明の適用は可能であり、従来技術と比較して、劣化判定実行時の排気特性の悪化をより軽減することができる。

【0093】

また本発明は、クランク軸を鉛直方向とした船外機などのような船舶推進機用エンジンなどの排気系に装着される排気浄化用触媒の劣化判定にも適用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0094】

【図1】本発明の一実施形態にかかる触媒劣化検出装置を含む、内燃機関及びその制御装置の構成を示す図である。

【図2】触媒の劣化検出手法を説明するための図である。

【図3】触媒劣化検出を行うメインルーチンのフローチャートである。

【図4】図3の処理で実行されるパータベーション信号生成処理のフローチャートである。

。

【図5】図3の処理で実行されるパータベーション信号生成処理のフローチャートである。

。

【図6】図4または図5の処理で参照されるテーブルを示す図である。

【図7】図4の処理で実行されるKOSOB JL算出処理のフローチャートである。

【図8】図4の処理で実行されるKOSOB JR算出処理のフローチャートである。

【図9】図3の処理で実行されるKCMD算出処理のフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図10】図9の処理を説明するためのタイムチャートである。

【図11】図4, 5, 及び図9の処理を説明するためタイムチャートである。

【図12】図3の処理で実行される劣化判定処理のフローチャートである。

【図13】図3の処理で実行される劣化判定処理のフローチャートである。

【図14】図4の処理の変形例を示すフローチャートである。

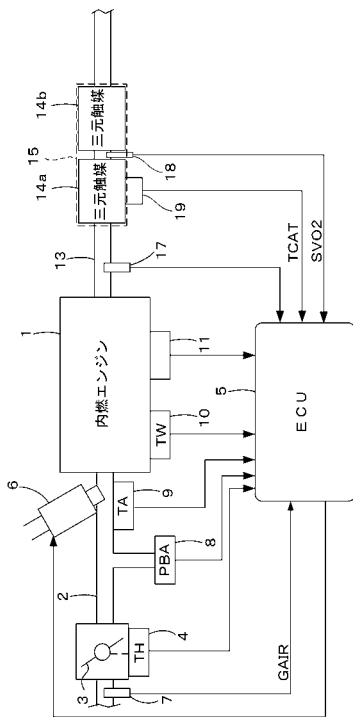
【図15】図5の処理の変形例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

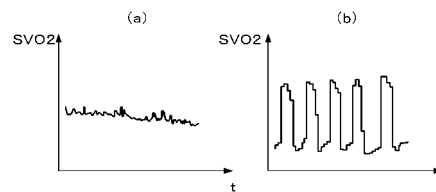
【0095】

- 1 内燃機関
- 5 電子制御ユニット（流入酸素量算出手段、空燃比切換制御手段、過剰流入酸素量算出手段、目標値補正手段、劣化検出手段、記憶手段）
- 6 燃料噴射弁
- 7 吸入空気流量センサ（吸入空気量検出手段）
- 17 比例型酸素濃度センサ（第1酸素濃度センサ）
- 18 二値型酸素濃度センサ（第2酸素濃度センサ）

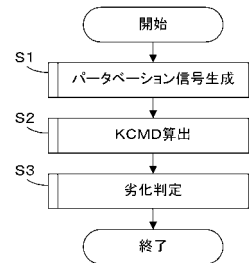
【図1】



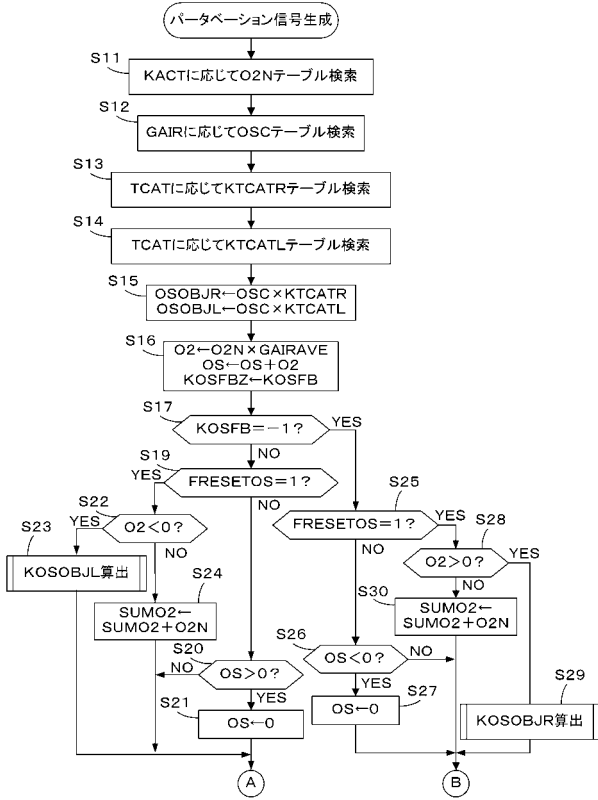
【図2】



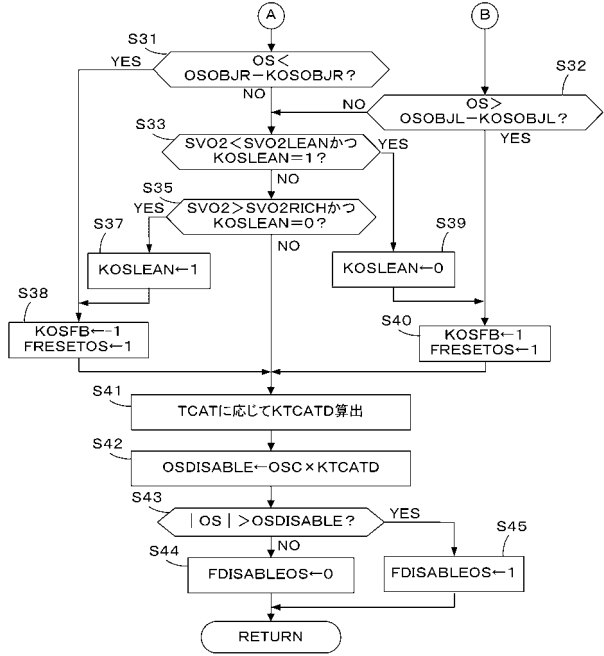
【図3】



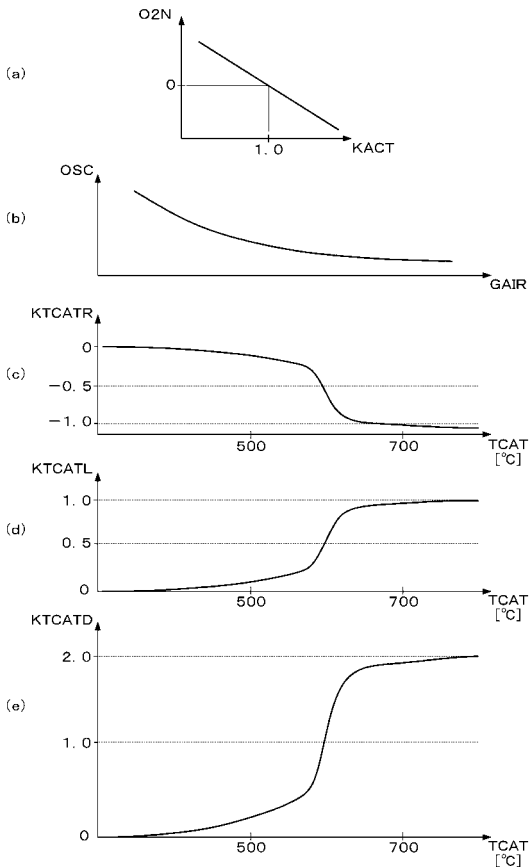
【図4】



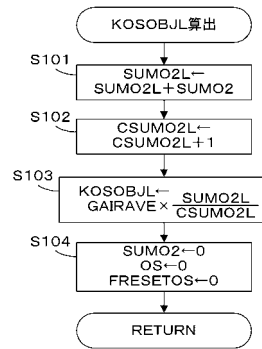
【図5】



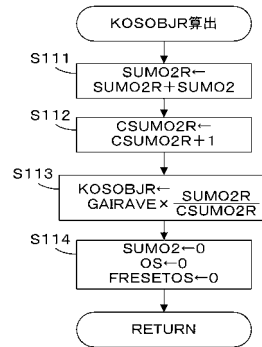
【図6】



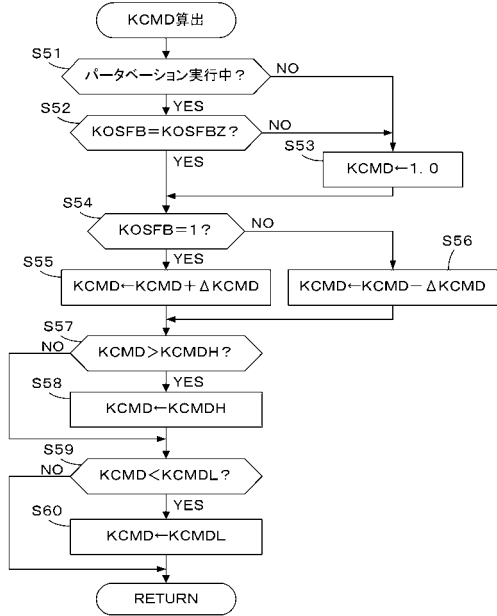
【図7】



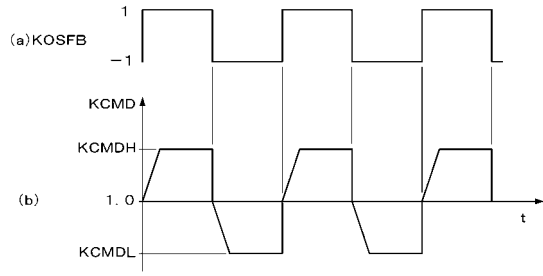
【図8】



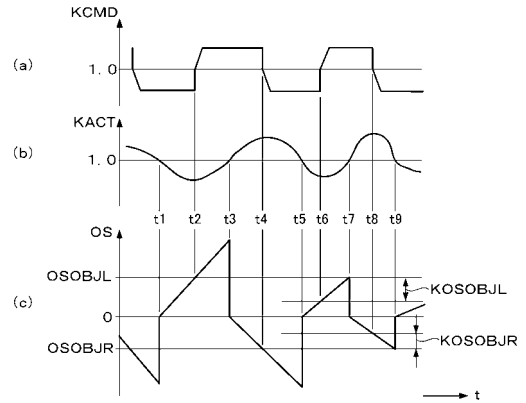
【図9】



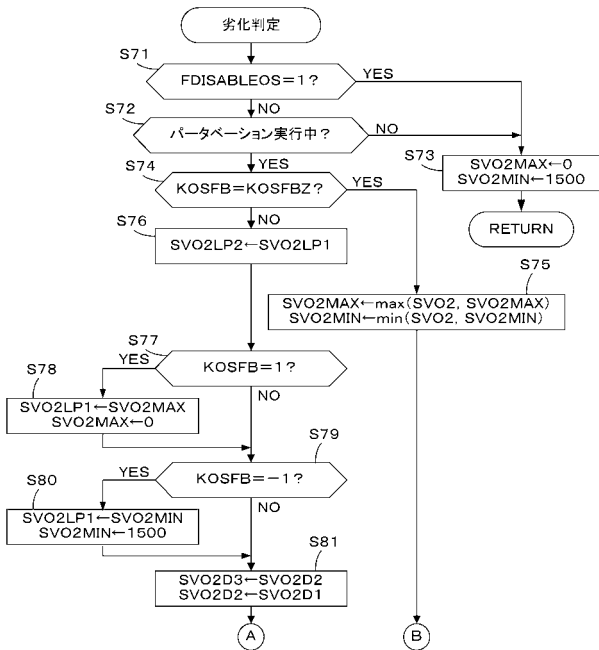
【図10】



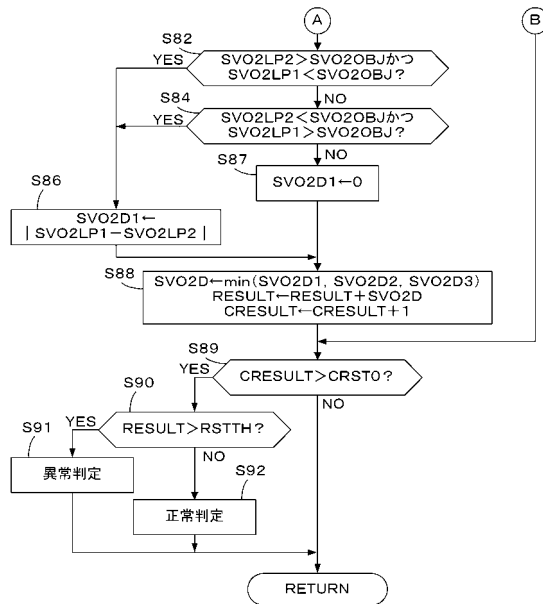
【図11】



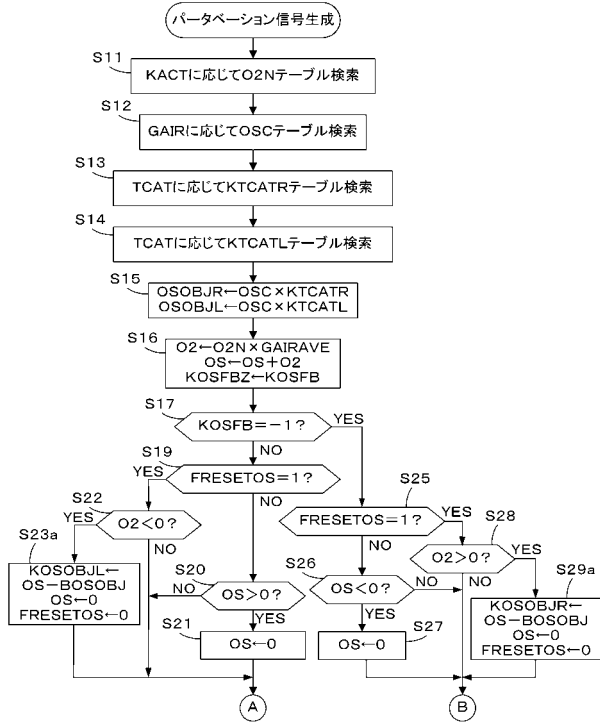
【図12】



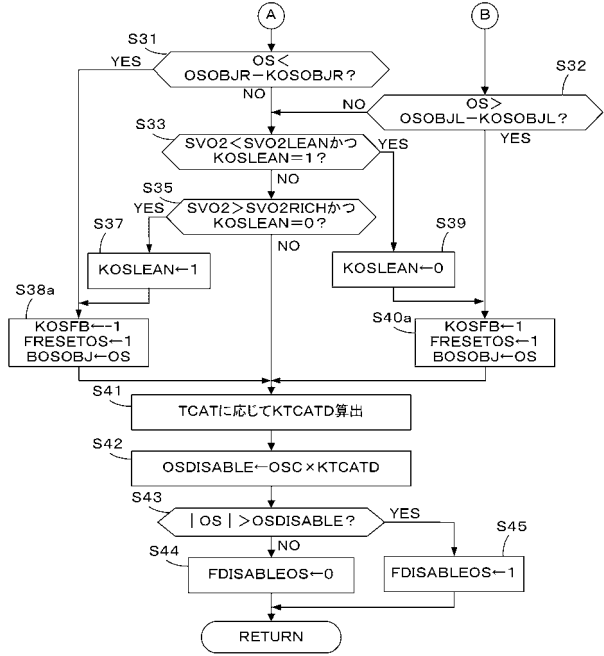
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

F 0 2 D 41/04 3 0 5 A

F 0 2 D 41/14 3 1 0 L

審査官 佐々木 訓

(56)参考文献 特開2005-180201(JP,A)

特開2005-194981(JP,A)

特開2002-130018(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 1 N 3 / 2 0

F 0 1 N 3 / 2 4

F 0 2 D 4 1 / 0 4

F 0 2 D 4 1 / 1 4

F 0 2 D 4 5 / 0 0