

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4226612号
(P4226612)

(45) 発行日 平成21年2月18日(2009.2.18)

(24) 登録日 平成20年12月5日(2008.12.5)

(51) Int. Cl.	F I	
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00	358N
FO2D 41/14 (2006.01)	FO2D 41/14	310F
FO2D 41/02 (2006.01)	FO2D 41/02	301H
FO1N 3/24 (2006.01)	FO2D 45/00	301K
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N 3/24	R
請求項の数 3 (全 25 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2006-101503 (P2006-101503)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成18年4月3日(2006.4.3)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2007-278075 (P2007-278075A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成19年10月25日(2007.10.25)	(74) 代理人	100105119
審査請求日	平成19年1月25日(2007.1.25)		弁理士 新井 孝治
		(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
			社本田技術研究所内
		(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
			社本田技術研究所内
		(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
			社本田技術研究所内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 内燃機関の空燃比制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

排気系に排気浄化用の触媒を備える内燃機関に供給する混合気空燃比を制御する、内燃機関の空燃比制御装置において、

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蓄積した酸素量の変化量を示す酸素量変化量を算出する変化量算出手段と、

前記酸素量変化量と前記酸素量変化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空燃比を、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制御する空燃比切換制御手段と、

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よりリッチ側の空燃比を示す値に変化した第1時点から、前記第2酸素濃度センサの出力が理論空燃比よりリッチ側の空燃比を示す値に変化した第2時点までの間に前記触媒から流出したリッチ運転酸素量を算出するリッチ運転酸素量算出手段と、

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よりリーン側の空燃比を示す値に変化した第3時点から、前記第2酸素濃度センサの出力が理論空燃比よりリーン側の空燃比を示す値に変化した第4時点までの間に前記触媒に流入したリーン運転酸素

量を算出するリーン運転酸素量算出手段と、

前記リッチ運転酸素量、前記リーン運転酸素量、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の積算値に基づいて、前記第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度を補正する補正量を算出する補正量算出手段とを備え、

前記変化量算出手段、前記リッチ運転酸素量算出手段、及び前記リーン運転酸素量算出手段は、前記補正量により補正された酸素濃度を用いて前記酸素量変化量、リッチ運転酸素量、及びリーン運転酸素量をそれぞれ算出し、

前記リッチ運転酸素量算出手段は、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に応じて、前記第1時点から、前記第2時点までの間において前記触媒から流出した酸素量を示す流出酸素量パラメータを算出する流出酸素量パラメータ算出手段を有し、

10

前記流出酸素量パラメータのピーク値を前記リッチ運転酸素量として算出し、

前記リーン運転酸素量算出手段は、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に応じて、前記第3時点から、前記第4時点までの間において前記触媒に流入した酸素量を示す流入酸素量パラメータを算出する流入酸素量パラメータ算出手段を有し、

前記流入酸素量パラメータのピーク値を前記リーン運転酸素量として算出し、

前記流出酸素量パラメータ算出手段は、前記第4時点における前記流入酸素量パラメータから該流入酸素量パラメータのピーク値を減算した値を初期値として、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に応じて算出される前記酸素量変化量を積算することにより前記流出酸素量パラメータを算出し、前記流入酸素量パラメータ算出手段は、前記第2時点における前記流出酸素量パラメータから該流出酸素量パラメータのピーク値を減算した値を初期値として、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に応じて算出される前記酸素量変化量を積算することにより前記流入酸素量パラメータを算出することを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

20

【請求項2】

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をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項3】

30

前記空燃比切換制御手段は、前記補正量に応じて前記空燃比切換制御の中心空燃比を変更することを特徴とする請求項1または2に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の空燃比制御装置に関し、特に排気系に排気浄化用の触媒を備える内燃機関に供給する混合気の空燃比を制御するものに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、排気系に触媒を備える内燃機関の空燃比制御装置が示されている。この装置によれば、触媒の酸素の実際充填度が目標充填度と比較され、実際充填度が目標充填度以上であるときは、空燃比が理論空燃比よりリッチ側に制御される一方、実際充填度が目標充填度より小さいときは、空燃比が理論空燃比よりリーン側に制御される。これにより、触媒における酸素充填度が常に適切に維持され、良好な排気特性が得られる。

40

【0003】

【特許文献1】特開平5-195842号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来の装置において、触媒の酸素の実際充填度は、機関の吸入空気流量及び触媒の

50

上流側に設けられる空燃比センサの出力に応じて算出される。したがって、この空燃比センサの検出特性のばらつきや経時変化により、酸素の実際充填度の算出値が影響を受ける。この影響を軽減するために特許文献1には、触媒の下流側に設けられる空燃比センサ出力の平均値及び上流側に設けられる空燃比センサ出力の平均値を算出し、2つの平均値の比率に応じて上流側空燃比センサ出力を補正する手法が示されている。

【0005】

しかしながら、排気管の形状や上流側空燃比センサ及び下流側空燃比センサの取り付け位置によっては、機関運転状態の変化に起因して各空燃比センサの近傍の排気中の酸素濃度が異なるものとなり、2つの空燃比センサ出力の相対関係が短時間のうちに変動する場合がある。

10

【0006】

例えば機関の高負荷運転時は排気流速が速まり、図17に実線A1で示す排気流の酸素濃度と、破線A2で示す排気流の酸素濃度が若干ずれる可能性がある。このとき、上流側空燃比センサ101は、実線A1で示す排気流の酸素濃度を検出する。一方触媒下流側では、上流側で実線A1及び破線A2で示した排気流の混合が進んで、太い実線A3で示すような排気流となり、下流側空燃比センサ102はこの排気流の酸素濃度を検出する。したがって、2つの空燃比センサ101及び102の検出特性が全く同一であったとしても、センサ出力に差が出ることになる。

【0007】

上記特許文献1に示された手法では、このように機関運転状態の変化によって短時間に発生する2つのセンサ出力のずれに対応することができない。

20

【0008】

本発明はこの点に着目してなされたものであり、酸素濃度(空燃比)センサの特性ばらつきや経時変化だけでなく、より短時間で発生する検出値のずれを精度良く補正し、排気浄化用触媒に流入する排気中の酸素濃度を適切に制御することにより、良好な排気特性を維持することができる空燃比制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するため請求項1に記載の発明は、排気系(13)に排気浄化用の触媒(14a)を備える内燃機関(1)に供給する混合気空燃比を制御する、内燃機関の空燃比制御装置において、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と、前記触媒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(KACT)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)に応じて前記触媒に蓄積した酸素量の変化量を示す酸素量変化量(OS)を算出する変化量算出手段と、前記酸素量変化量(OS)と前記酸素量変化量の目標値(OSOBL, OSOBL)との比較結果に応じて前記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)が理論空燃比よりリッチ側の空燃比を示す値に変化した第1時点から、前記第2酸素濃度センサの出力(SVO2)が理論空燃比よりリッチ側の空燃比を示す値に変化した第2時点までの間に前記触媒から流出したリッチ運転酸素量(OSCR)を算出するリッチ運転酸素量算出手段と、前記第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度(KACT)が理論空燃比よりリーン側の空燃比を示す値に変化した第3時点から、前記第2酸素濃度センサの出力(SVO2)が理論空燃比よりリーン側の空燃比を示す値に変化した第4時点までの間に前記触媒に流入したリーン運転酸素量(OSCL)を算出するリーン運転酸素量算出手段と、前記リッチ運転酸素量(OSCR)、前記リーン運転酸素量(OSCL)、及び前記吸入空気量検出手段により検出される吸入空気流量の積算値(GAIRSUM)に基づいて、前記第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度を補正する補正量(PO2C)を算出する補正量算出手段とを備え、前記

30

40

50

変化量算出手段、前記リッチ運転酸素量算出手段、及び前記リーン運転酸素量算出手段は、前記補正量（P O 2 C）により補正された酸素濃度（K A C T M）を用いて前記酸素量変化量（O S）、リッチ運転酸素量（O S C R）、及びリーン運転酸素量（O S C L）をそれぞれ算出し、前記リッチ運転酸素量算出手段は、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に応じて、前記第1時点から、前記第2時点までの間において前記触媒から流出した酸素量を示す流出酸素量パラメータ（O S S V O 2）を算出する流出酸素量パラメータ算出手段を有し、前記流出酸素量パラメータ（O S S V O 2）のピーク値（O S C S V O 2）を前記リッチ運転酸素量（O S C R）として算出し、前記リーン運転酸素量算出手段は、前記第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度（K A C T）及び前記吸入空気流量に応じて、前記第3時点から、前記第4時点までの間に前記触媒に流入した酸素量を示す流入酸素量パラメータ（O S S V O 2）を算出する流入酸素量パラメータ算出手段を有し、前記流入酸素量パラメータ（O S S V O 2）のピーク値（O S C S V O 2）を前記リーン運転酸素量（O S C L）として算出し、前記流出酸素量パラメータ算出手段は、前記第4時点における前記流入酸素量パラメータ（O S S V O 2）から該流入酸素量パラメータのピーク値（O S C S V O 2）を減算した値を初期値として、前記第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度（K A C T）及び前記吸入空気流量（G A I R）に応じて算出される前記酸素量変化量（O S）を積算することにより前記流出酸素量パラメータ（O S S V O 2）を算出し、前記流入酸素量パラメータ算出手段は、前記第2時点における前記流出酸素量パラメータ（O S S V O 2）から該流出酸素量パラメータのピーク値（O S C S V O 2）を減算した値を初期値として、前記第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度（K A C T）及び前記吸入空気流量（G A I R）に応じて算出される前記酸素量変化量（O S）を積算することにより前記流入酸素量パラメータ（O S S V O 2）を算出することを特徴とする。

【0010】

【0011】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、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（S V O 2）に基づいて、前記触媒（14a）の劣化度合（R E S U L T）を検出する劣化検出手段をさらに備えることを特徴とする。

【0012】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、前記空燃比切換制御手段は、前記補正量（P O 2 C）に応じて前記空燃比切換制御の中心空燃比を変更することを特徴とする。

【0013】

前記第2酸素濃度センサ出力の反転が少なくとも2回連続して発生するように前記酸素量変化量の目標値を適時修正する目標値修正手段（図5，S16，S17）をさらに備えることが望ましい。ここで「第2酸素濃度センサ出力の反転」とは、前記第2酸素濃度センサ出力がリーン空燃比を示す値からリッチ空燃比を示す値へ変化すること、またはその逆に変化することを意味する。

【発明の効果】

【0014】

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蓄積した酸素量の変化量を示す酸素量変化量が算出され、算出された酸素量変化量とこの酸素量変化量の目標値との比較結果に応じて空燃比が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制御される。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よりリッチ側の空燃比を示す値に変化した第1時点から、第2酸素濃度センサの出力が理論空燃比よりリッチ側の空燃比を示す値に変化した第2時点までの間に触媒から流出したリッチ運転酸素量と、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よりリーン側の空燃比を示す値に変化した第3時点から、第2酸素濃度センサの出力が理論

10

20

30

40

50

空燃比よりリーン側の空燃比を示す値に変化した第4時点までの間に触媒に流入したリーン運転酸素量とが算出され、リッチ運転酸素量、リーン運転酸素量、及び検出される吸入空気流量の積算値に基づいて、第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度を補正する補正量が算出される。そして、この補正量により補正された酸素濃度を用いて酸素量変化量、リッチ運転酸素量、及びリーン運転酸素量がそれぞれ算出される。

【0015】

したがって、第2酸素濃度センサ出力が2回反転した時点で補正量を算出し、直ちに第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度を補正することができる。よって、機関運転状態の変化による検出酸素濃度のずれを迅速に補正して、正確な空燃比切換制御を行うことができる。その結果、触媒に流入する排気中の酸素濃度が適切に制御され、良好な排気特性を維持することができる。

10

【0016】

さらに、第1時点から、第2時点までの間において触媒から流出した酸素量を示す流出酸素量パラメータが算出され、その流出酸素量パラメータのピーク値がリッチ運転酸素量として算出されるとともに、第3時点から、第4時点までの間に触媒に流入した酸素量を示す流入酸素量パラメータが算出され、その流入酸素量パラメータのピーク値がリーン運転酸素量として算出される。そして、第4時点における流入酸素量パラメータから該流入酸素量パラメータのピーク値を減算した値を初期値として、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に応じて算出される酸素量変化量を積算することにより流出酸素量パラメータが算出され、第2時点における流出酸素量パラメータから該流出酸素量パラメータのピーク値を減算した値を初期値として、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に応じて算出される酸素量変化量を積算することにより流入酸素量パラメータが算出される。

20

【0017】

通常は、第2酸素濃度センサの出力がリッチ/リーン側に変化してから、第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度がリーン/リッチ側に变化するが、第2酸素濃度センサの応答特性が劣化してくると、第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度がリーン/リッチ側に变化した後で、第2酸素濃度センサの出力がリッチ/リーン側に变化する場合がある。そのような場合でも、第4時点における流入酸素量パラメータから該流入酸素量パラメータのピーク値を減算した値を流出酸素量パラメータの初期値とし、第2時点における流出酸素量パラメータから該流出酸素量パラメータのピーク値を減算した値を流入酸素量パラメータの初期値とすることにより、正確なリッチ運転酸素量及びリーン運転酸素量を得ることができ、第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度を正確に補正することができる。

30

【0018】

請求項2に記載の発明によれば、空燃比切換制御手段の作動中に第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。すなわち、機関運転状態の影響を受けない、正確な空燃比切換制御を行っている状態における第2酸素濃度センサ出力に基づいて、触媒の劣化度合が検出されるので、触媒の劣化度合をより精度良く検出することができる。

40

【0019】

請求項3に記載の発明によれば、空燃比切換制御の中心空燃比が前記補正量に応じて変更されるので、リッチ空燃比及びリーン空燃比が第1酸素濃度センサにより検出される酸素濃度に対応したものとなり、触媒の流入する酸素量及び流出する酸素量をほぼ同量に維持することができる。その結果、第2酸素濃度センサ出力の反転周期が長くなり、同センサの応答特性劣化の影響を受けにくくなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

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内燃機関（以下「エンジン」という）及びその空

50

燃比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。

【0021】

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に電氣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。

【0022】

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。

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。

【0023】

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。

【0024】

排気管13には三元触媒14a及び14bが1つの容器内に收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の実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の実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。

【0025】

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。

【0026】

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

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 2 7 】

E C U 5 の C P U 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 T D C 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 T O U T を演算する。

$$T O U T = T I M \times K C M D \times K A F \times K 1 + K 2 \quad (1)$$

【 0 0 2 8 】

ここに、T I M 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 G A I R に応じて設定された T I M テーブルを検索して決定される。T I M テーブルは、エンジンに供給する混合気の空燃比がほぼ理論空燃比になるように設定されている。

【 0 0 2 9 】

K C M D は目標空燃比係数であり、通常制御中は、O 2 センサ出力 S V O 2 に応じて設定される。目標空燃比係数 K C M D 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。

【 0 0 3 0 】

K A F は、フィードバック制御の実行条件が成立するときは、L A F センサ 1 7 の検出値から算出される検出当量比 K A C T が目標当量比 K C M D に一致するように P I D (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。L A F センサ 1 7 の検出値と、O 2 センサ 1 8 の検出値とにずれが生じているときは、検出当量比 K A C T が、後述する補正量 P O 2 C により補正され、補正当量比 K A C T M が算出される。すなわち、空燃比補正係数 K A F は、補正当量比 K A C T M が、目標当量比 K C M D に一致するように算出される。

【 0 0 3 1 】

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。

【 0 0 3 2 】

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 3 3 】

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「パータベーション制御」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。このようなパータ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 1 8 の出力 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 3 4 】

図3は、空燃比制御及び三元触媒の劣化判定を行うモジュールの構成を示すブロック図である。このモジュールを構成する各ブロックの機能は、実際にはECU5のCPUによる演算処理により実現される。

【0035】

図3に示すモジュールは、減算部31と、目標当量比の基本値KC MDBを算出するKC MDB算出部32と、検出当量比KACTを補正する補正量PO2Cを算出するPO2C算出部33と、加算部34と、空燃比補正係数KAFを算出するKAF算出部35と、三元触媒14aの劣化判定を行う劣化判定部36とを備えている。

【0036】

減算部31は、検出当量比KACTから補正量PO2Cを減算することにより、補正当量比KACTMを算出する。KC MDB算出部32は、吸入空気流量GAIR、補正当量比KACTM、及びO2センサ出力SVO2に応じて、基本値KC MDBを算出する。より具体的には、KC MDB算出部32は、リッチ運転とリーン運転を交互に行うパータベーション制御を実行すべく、基本値KC MDBを設定する。

【0037】

PO2C算出部33は、吸入空気流量GAIR、補正当量比KACTM、及びO2センサ出力SVO2に応じて、検出当量比KACTの補正量PO2Cを算出する。この補正量PO2Cは、LAFセンサ17の検出特性の経時変化、あるいはエンジン1の運転状態の変化に起因して発生する検出当量比KACTのずれを補正するためのパラメータである。

【0038】

加算部34は、基本値KC MDBに補正量PO2Cを加算することにより、目標当量比KC MDを算出する。KAF算出部35は、補正当量比KACTMが目標当量比KC MDに一致するように、空燃比補正係数KAFを算出する。

また劣化判定部36は、パータベーション制御を実行しているときのO2センサ出力SVO2に応じて、三元触媒14aの劣化判定を行う。

【0039】

図4は、上述した減算部31、KC MDB算出部32、PO2C算出部33、加算部34、及び劣化判定部36の機能を実現する演算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、ECU5のCPUで所定時間（例えば10ミリ秒）毎に実行される。

【0040】

ステップS1では、図5及び図6に示す処理を実行し、空燃比を変化させるためのパータベーション信号を生成する。具体的には、パータベーション信号の生成は、空燃比切換パラメータKOSFBを「1」または「-1」に設定することに相当する。ステップS2では、図8に示す処理を実行し、空燃比切換パラメータKOSFBに応じて、目標空燃比係数KC MDの設定を行う。目標空燃比係数KC MDは、通常制御中は、O2センサ18の出力SVO2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S1で設定される、空燃比切換パラメータKOSFBに応じて設定される。これにより、空燃比のパータベーション制御が行われる。

【0041】

ステップS3では、図10及び図11に示す処理を実行し、検出当量比KACTの補正量PO2Cを算出する。

ステップS4では、図14及び図15に示す処理を実行し、パータベーション制御中のO2センサ出力SVO2に基づいて、三元触媒の劣化度合を示す判定パラメータRESULTを算出するとともに、判定パラメータRESULTが判定閾値RSTTHを超えると、三元触媒が異常と判定する。

【0042】

図5及び図6は、図4のステップS1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。

ステップS10では、検出当量比KACTから補正量PO2Cを減算することにより、補正当量比KACTMを算出する。ステップS11では、補正当量比KACTMに応じて

10

20

30

40

50

図7(a)に示すO₂N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O₂Nを算出する。O₂Nテーブルは、理論空燃比に相当する酸素濃度O₂ST(KACTM=1.0)で酸素濃度パラメータO₂Nが「0」となり、LAFセンサ17により検出される酸素濃度が、酸素濃度O₂ST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O₂ST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。

【0043】

ステップS12では、吸入空気流量GAIRに応じて図7(b)に示すOSCテーブルを検索し、劣化触媒の基準となる基準酸素量OSC[g]を算出する。OSCテーブルは、吸入空気流量GAIRが増加するほど基準酸素量OSCが減少するように設定されている。吸入空気流量GAIR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GAIR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、OSCテーブルは、図7(b)に示すように設定されている。

10

【0044】

ステップS13では、触媒温度TCATに応じて図7(c)に示すKTCA TRテーブルを検索し、第1温度補正係数KTCA TRを算出する。KTCA TRテーブルは、第1温度補正係数KTCA TRが負の値をとり、触媒温度TCATが上昇するほど第1温度補正係数KTCA TRが減少する(絶対値が増加する)ように設定されている。

20

【0045】

ステップS14では、触媒温度TCATに応じて図7(d)に示すKTCA TLテーブルを検索し、第2温度補正係数KTCA TLを算出する。KTCA TLテーブルは、第2温度補正係数KTCA TLが正の値をとり、触媒温度TCATが上昇するほど第2側温度補正係数KTCA TLが増加するように設定されている。

【0046】

ステップS15では、下記式(2)、(3)に基準酸素量OSC、温度補正係数KTCA TR及びKTCA TLを適用し、リッチ側限界値OSOB JR及びリーン側限界値OSOB JLを算出する。

30

$$OSOB JR = OSC \times KTCA TR \quad (2)$$

$$OSOB JL = OSC \times KTCA TL \quad (3)$$

【0047】

このようにして算出されるリッチ側限界値OSOB JR及びリーン側限界値OSOB JLは、ステップS18で算出される第1酸素量変化量OSの目標値であり、空燃比を切り換える時点を決定するための閾値として、後述するステップS31またはS32で使用される。リーン側限界値OSOB JL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OSOB JRは、リーン側限界値OSOB JL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OSOB JR及びリーン側限界値OSOB JLは、三元触媒が正常なときはO₂センサ出力SVO₂がほとんど変化せず、三元触媒が劣化するとO₂センサ出力SVO₂が大きく変化するように設定される。

40

【0048】

ステップS16では、カウンタCDO₂の値が所定値CCR₀(例えば2)より小さいか否かを判別する。カウンタCDO₂は、後述する図10のステップS112でインクリメントされるカウンタであり、補正量PO₂Cを算出するために必要なパラメータの算出回数を計数する。パータベーション制御開始後、少なくとも2回、O₂センサ出力SVO₂が反転(リーン空燃比を示す値からリッチ空燃比を示す値への変化、またはその逆の変化)した時点で、補正量PO₂Cの算出が可能となる。したがって、ステップS16でCDO₂ < CCR₀であるときは、下記式(4)及び(5)により、リッチ側限界値OSO

50

B J Rを減少させるとともに、リーン側限界値O S O B J Lを増加させる（ステップS 17）。

$$O S O B J R = O S O B J R - O S \quad (4)$$

$$O S O B J L = O S O B J L + O S \quad (5)$$

ステップS 16及びS 17により、O2センサ出力S V O2を確実にC C R 0回反転させ、補正量P O 2 Cを算出することができる。

【0049】

ステップS 18では、下記式(5)に酸素濃度パラメータO2Nを適用して酸素量変化流量O2を算出し、下記式(6)に酸素量変化流量O2を適用して第1酸素量変化量OS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。

$$O2 = O2N \times G A I R A V E \quad (5)$$

$$O S = O S + O2 \quad (6)$$

【0050】

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(6)の右辺のOSは前回算出値である。平均化空気流量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。

【0051】

ステップS 19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 25)。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 38, S 40参照)、「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 25の答は肯定(Y E S)となるので、ステップS 28に進み、酸素量変化流量O2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は、ステップS 28の答は否定(N O)となり、直ちにステップS 32(図6)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 28の答が肯定(Y E S)となり、ステップS 29に進んで、第1酸素量変化量OS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。その後ステップS 32に進む。

【0052】

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 25の答が否定(N O)となり、ステップS 26に進んで、第1酸素量変化量OS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 32に進む。もし第1酸素量変化量OS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 27)、ステップS 32に進む。

【0053】

ステップS 32では、第1酸素量変化量OSがリーン側限界値O S O B J Lより大きい
か否かを判別する。リーン運転開始当初はこの答は否定(N O)となるので、ステップS 33に進み、O2センサ出力S V O2が理論空燃比より若干リーン側の空燃比に相当する第1リーン側所定値S V O2 L E A Nより小さく、かつ下流側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 33)。下流側酸素濃度パラメータK O S L E A Nは、O2センサ出力S V O2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 39参照)。通常はこの答が否定(N O)となるので、ステップS 35に進んで、O2センサ出力S V O2が理論空燃比より若干リッチ側の空燃比に相当する第1リッチ側所定値S V O2 R I C H (> S V O2 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 41に進む。

【0054】

その後リーン運転を継続すると、第1酸素量変化量OSが徐々に増加していく。そして

10

20

30

40

50

、ステップS32で第1酸素量変化量OSがリーン側限界値OSOBJL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FRESETO Sを「1」に設定する。これにより、リッチ運転が開始される。

【0055】

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S19からステップS20に進み、リセットフラグFRESETO Sが「1」であるか否かを判別する。最初は、ステップS20の答は肯定(YES)となるので、ステップS23に進み、酸素量変化流量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S23の答は否定(NO)となり、直ちにステップS31(図6)に進む。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S23の答が肯定(YES)となり、ステップS24に進んで、第1酸素量変化量OSを「0」に設定するとともに、リセットフラグFRESETO Sを「0」に戻す。その後ステップS31に進む。第1酸素量変化量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。

10

【0056】

リセットフラグFRESETO Sが「0」に戻されると、ステップS20の答が否定(NO)となり、ステップS21に進んで、第1酸素量変化量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。もし第1酸素量変化量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S22)、ステップS31に進む。

20

【0057】

ステップS31では、第1酸素量変化量OSがリッチ側限界値OSOBJR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。

【0058】

その後リッチ運転を継続すると、第1酸素量変化量OSが徐々に減少していく(負の値の絶対値が増加していく)。そして、ステップS31で第1酸素量変化量OSがリッチ側限界値OSOBJR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。

30

【0059】

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、この場合には第1酸素量変化量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、この場合には第1酸素量変化量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。

40

【0060】

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。

【0061】

上述したステップS16, S17並びにステップS33, S35, S37, 及びS39により、O2センサ出力SVO2を反転させて、補正量PO2Cを確実に算出することができる。また三元触媒14aが劣化し、第1酸素量変化量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

50

化させることを防止できる。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 4 1 では、触媒温度 T C A T に応じて図 7 (e) に示す K T C A T D テーブルを検索し、第 3 温度補正係数 K T C A T D を算出する。K T C A T D テーブルは、K T C A T L テーブルと同様に、触媒温度 T C A T が上昇するほど、第 3 温度補正係数 K T C A T D が増加し、かつ同一の触媒温度 T C A T では、第 2 温度補正係数 K T C A T L より大きな値となるように設定されている。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 4 2 では、下記式 (7) に第 3 温度補正係数及びステップ S 1 2 で算出される基準酸素量 O S C を適用し、禁止判定閾値 O S D I S A B L E を算出する。

$$O S D I S A B L E = O S C \times K T C A T D \quad (7)$$

【 0 0 6 4 】

ステップ S 4 3 では、第 1 酸素量変化量 O S の絶対値が禁止判定閾値 O S D I S A B L E より大きいかなかを判別し、その答が肯定 (Y E S) であるときは、禁止フラグ F D I S A B L E O S を「 1 」に設定する (ステップ S 4 5) 。 | O S | O S D I S A B L E であるときは、禁止フラグ F D I S A B L E O S を「 0 」に設定する (ステップ S 4 4) 。禁止フラグ F D I S A B L E O S が「 1 」に設定されると、触媒の劣化判定が中止される (図 1 4 , ステップ S 7 1 参照) 。

【 0 0 6 5 】

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くなったような場合に、第 1 酸素量変化量 O S 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。

【 0 0 6 6 】

図 8 は、図 4 のステップ S 2 で実行される K C M D 算出処理のフローチャートである。

ステップ S 5 1 では、空燃比のパータベーションを実行しているかなかを判別し、その答が肯定 (Y E S) であるときは、図 5 及び図 6 の処理で設定される空燃比切換パラメータ K O S F B が、その前回値 K O S F B Z と等しいかなかを判別する (ステップ S 5 2) 。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 5 1 または S 5 2 の答が否定 (N O) であって、パータベーションを実行していないとき、または空燃比切換パラメータ K O S F B の値が変化したときは、目標空燃比係数の基本値 K C M D B を「 1 . 0 」に設定し (ステップ S 5 3) 、ステップ S 5 4 に進む。K O S F B = K O S F B Z であるときは、直ちにステップ S 5 4 に進む。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 5 4 では、空燃比切換パラメータ K O S F B が「 1 」であるかなかを判別する。この答が肯定 (Y E S) であるときは、下記式 (8) により基本値 K C M D B を更新する (ステップ S 5 5) 。

$$K C M D B = K C M D B + K C M D \quad (8)$$

ここで、K C M D は、所定更新値であり、例えば 0 . 0 0 0 2 に設定される。

【 0 0 6 9 】

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 5 5 を繰り返し実行することにより、基本値 K C M D B 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。

ステップ S 5 4 で K O S F B = - 1 であるときは、下記式 (9) により基本値 K C M D B を更新する (ステップ S 5 6) 。

$$K C M D B = K C M D B - K C M D \quad (9)$$

【 0 0 7 0 】

したがって、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 5 6 を繰り返し実行することにより、基本値 K C M D B は「 1 . 0 」から徐々に減少してい

10

20

30

40

50

く。すなわち空燃比が徐々にリーン方向に変化する。

【0071】

ステップS57～S60では、算出された基本値KC MDBのリミット処理を行う。すなわち、基本値KC MDBが上限値KC MDH（例えば1.03）より大きいときは、基本値KC MDBを上限値KC MDHに設定し（ステップS57, S58）、基本値KC MDBが下限値KC MDL（例えば0.97）より小さいときは、基本値KC MDBを下限値KC MDLに設定する（ステップS59, S60）。

ステップS61では、基本値KC MDBに補正量PO2Cを加算することにより、目標空燃比係数（目標当量比）KC MDを算出する。

【0072】

図8の処理により、基本値KC MDBは、図9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。

【0073】

図10及び図11は、図4のステップS3で実行されるPO2C算出処理のフローチャートである。

ステップS101では、空燃比のパータベーション実行中であるか否かを判別し、その答が否定（NO）であるときは、ステップS102に進んで、本処理で使用されるパラメータの初期化を行う。すなわち、吸入空気量GAIRSUM、第2酸素量変化量OSSVO2、ピーク酸素量変化量OSCSVO2、補正量PO2C、及びカウンタCDO2の値を、すべて「0」に設定する。吸入空気量GAIRSUMは、ステップS117で算出される吸入空気流量GAIRの積算値であり、第2酸素量変化量OSSVO2は、ステップS117で算出される、三元触媒14aに蓄積した酸素量の変化量を示すパラメータである。

【0074】

ステップS103では、O2センサ出力SVO2が理論空燃比より若干リッチ側の空燃比に相当する第2リッチ側所定値SVO2OBJH（第1リッチ側所定値SVO2RICHより僅かに小さい値に設定される）より大きいかが否かを判別する。この答が肯定（YES）であるときは、下流側濃度フラグFSVO2LEANを「1」に設定し（ステップS104）、ステップS105に進む。ステップS103でSVO2 SVO2OBJHであるときは、直ちにステップS105に進む。

【0075】

ステップS105では、O2センサ出力SVO2が理論空燃比より若干リーン側の空燃比に相当する第2リーン側所定値SVO2OBJL（第1リーン側所定値SVO2LEANより僅かに大きい値に設定される）より小さいかが否かを判別する。この答が肯定（YES）であるときは、下流側濃度フラグFSVO2LEANを「0」に設定し（ステップS106）、その後本処理を終了する。ステップS105でSVO2 SVO2OBJLであるときは、直ちに本処理を終了する。

【0076】

ステップS101の答が肯定（YES）、すなわちパータベーションを実行しているときは、O2センサ出力SVO2が第2リッチ側所定値SVO2OBJHより大きく、かつ酸素量変化流量O2が正の値であり、かつ下流側濃度フラグFSVO2LEANが「0」であるか否かを判別する（ステップS107）。すなわち、ステップS107では、O2センサ出力SVO2がリーン空燃比を示す値からリッチ空燃比を示す値に変化し、かつ酸素量変化流量O2が正の値に変化したか（補正当量比KACTMが1.0を下回ったか）否かを判別する。パータベーション制御中は、O2センサ出力SVO2がリーン空燃比を示す値からリッチ空燃比を示す値に変化してリーン運転が開始された後、酸素量変化流量O2が正の値に変化する。

【0077】

ステップS107の答が否定（NO）であるときは、O2センサ出力SVO2が第2リーン側所定値SVO2OBJLより小さく、かつ酸素量変化流量O2が負の値であり、か

10

20

30

40

50

つ下流側濃度フラグ F S V O 2 L E A N が「 1 」であるか否かを判別する（ステップ S 1 0 9）。すなわち、ステップ S 1 0 9 では、O 2 センサ出力 S V O 2 がリッチ空燃比を示す値からリーン空燃比を示す値に変化し、かつ酸素量変化流量 O 2 が負の値に変化したか（補正当量比 K A C T M が 1 . 0 を超えたか）否かを判別する。パータベーション制御中は、O 2 センサ出力 S V O 2 がリッチ空燃比を示す値からリーン空燃比を示す値に変化してリッチ運転が開始された後、酸素量変化流量 O 2 が負の値に変化する。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 1 0 9 の答が否定（N O）であるときは、ステップ S 1 1 7 に進み、下記式（ 1 0 ）及び（ 1 1 ）により、第 2 酸素量変化量 O S S V O 2 及び吸入空気量 G A I R S U M を算出する。

$$O S S V O 2 = O S S V O 2 + O 2 \quad (1 0)$$

$$G A I R S U M = G A I R S U M + G A I R \quad (1 1)$$

【 0 0 7 9 】

ステップ S 1 1 8 では、下流側濃度フラグ F S V O 2 L E A N が「 1 」であるか否かを判別する。この答が肯定（Y E S）、すなわち O 2 センサ出力 S V O 2 がリッチ空燃比を示し、かつ酸素量変化流量 O 2 が正の値であるときは、下記式（ 1 2 ）及び（ 1 3 ）により、第 2 酸素量変化量 O S S V O 2 及びピーク酸素量変化量 O S C S V O 2 を算出する（ステップ S 1 2 0）。

$$O S S V O 2 = \max (O S S V O 2 , 0) \quad (1 2)$$

$$O S C S V O 2 = \max (O S C S V O 2 , O S S V O 2) \quad (1 3)$$

【 0 0 8 0 】

式（ 1 2 ）により、第 2 酸素量変化量 O S S V O 2 が負の値であるときは、「 0 」にリセットされる。また式（ 1 3 ）により、第 2 酸素量変化量 O S S V O 2 の最大値として、ピーク酸素量変化量 O S C S V O 2 が算出される。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 1 1 8 で F S V O 2 L E A N = 0 であるとき、すなわち O 2 センサ出力 S V O 2 がリーン空燃比を示し、かつ酸素量変化流量 O 2 が負の値であるときは、下記式（ 1 4 ）及び（ 1 5 ）により、第 2 酸素量変化量 O S S V O 2 及びピーク酸素量変化量 O S C S V O 2 を算出する（ステップ S 1 1 9）。

$$O S S V O 2 = \min (O S S V O 2 , 0) \quad (1 4)$$

$$O S C S V O 2 = \min (O S C S V O 2 , O S S V O 2) \quad (1 5)$$

【 0 0 8 2 】

式（ 1 4 ）により、第 2 酸素量変化量 O S S V O 2 が正の値であるときは、「 0 」にリセットされる。また式（ 1 5 ）により、第 2 酸素量変化量 O S S V O 2 の最小値として、ピーク酸素量変化量 O S C S V O 2 が算出される。

【 0 0 8 3 】

ステップ S 1 0 7 の答が肯定（Y E S）となったときは、ステップ S 1 0 8 に進み、下流側濃度フラグ F S V O 2 L E A N を「 1 」に設定し、リッチ側酸素量変化量 O S C R を、その時点のピーク酸素量変化量 O S C S V O 2 に設定するとともに、リッチ側吸入空気量 G A I R S U M R を、その時点の吸入空気量 G A I R S U M に設定する。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 1 1 2 では、下記式（ 1 6 ）により第 2 酸素量変化量 O S S V O 2 をリセットするとともに、ピーク酸素量変化量 O S C S V O 2 及び吸入空気量 G A I R S U M をともに「 0 」にリセットし、カウンタ C D O 2 を「 1 」だけインクリメントする。式（ 1 6 ）により、第 2 酸素量変化量 O S S V O 2 は通常は「 0 」にリセットされる。ただし、O 2 センサ 1 8 の応答遅れが大きくなったときには、「 0 」とはならないことがある。この点については後述する。

$$O S S V O 2 = O S S V O 2 - O S C S V O 2 \quad (1 6)$$

ステップ S 1 1 3 では、カウンタ C D O 2 の値が「 2 」以上か否かを判別する。最初はこの答が否定（N O）となるので、直ちに前記ステップ S 1 1 7 に進む。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 5 】

その後リーン運転が行われて、ステップ S 1 0 9 の答が肯定 (Y E S) となると、ステップ S 1 1 1 に進み、下流側濃度フラグ F S V O 2 L E A N を「 0 」に設定し、リーン側酸素量変化量 O S C L を、その時点のピーク酸素量変化量 O S C S V O 2 に設定するとともに、リーン側吸入空気量 G A I R S U M L を、その時点の吸入空気量 G A I R S U M に設定する。その後ステップ S 1 1 2 を経てステップ S 1 1 3 に進む。このときステップ S 1 1 3 の答は肯定 (Y E S) となり、ステップ S 1 1 4 に進んで、下記式 (1 7) にリッチ側酸素量変化量 O S C R、リーン側酸素量変化量 O S C L、リッチ側吸入空気量 G A I R S U M R、及びリーン側吸入空気量 G A I R S U M L を適用し、酸素濃度ずれ量 D O 2 を算出する。酸素濃度ずれ量 D O 2 は、O 2 センサ出力 S V O 2 により検出される酸素濃度 O 2 S V O 2 と、L A F センサ 1 7 により検出される酸素濃度 O 2 L A F とのずれ量を示す。

$$D O 2 = (O S C R + O S C L) / (G A I R S U M R + G A I R S U M L) \quad (1 7)$$

10

【 0 0 8 6 】

酸素濃度 O 2 L A F が酸素濃度 O 2 S V O 2 と一致しているときは、リッチ側酸素量変化量 O S C R とリーン側酸素量変化量 O S C L の和は「 0 」となるため、酸素濃度ずれ量 D O 2 は「 0 」となる。また酸素濃度 O 2 L A F が、酸素濃度 O 2 S V O 2 より低いときは、酸素濃度ずれ量 D O 2 は負の値となり、逆に酸素濃度 O 2 L A F が、酸素濃度 O 2 S V O 2 より高いときは、酸素濃度ずれ量 D O 2 は正の値となる。

20

【 0 0 8 7 】

ステップ S 1 1 5 では、酸素濃度ずれ量 D O 2 に応じて図 1 2 に示す D S O 2 テーブルを検索し、酸素濃度ずれ量 D O 2 の当量比換算値 D S O 2 を算出する。ステップ S 1 1 6 では、当量比換算値 D S O 2 を下記式 (1 8) により積算し、補正量 P O 2 C を算出する。その後前記ステップ S 1 1 7 に進む。

$$P O 2 C = P O 2 C + D S O 2 \quad (1 8)$$

【 0 0 8 8 】

ステップ S 1 1 5 での換算により、当量比換算値 D S O 2 の正負は、酸素濃度ずれ量 D O 2 の正負と逆になり、補正量 P O 2 C は、検出当量比 K A C T がリッチ方向にずれているときは正の値となり、検出当量比 K A C T がリーン方向にずれているときは負の値となる。

30

【 0 0 8 9 】

図 1 3 は、図 1 0 及び図 1 1 の処理を説明するためのタイムチャートである。時刻 t 4 までは、図 5 のステップ S 1 6 及び S 1 7 により、パータベーション制御の限界値 O S O B J L 及び O S O B J R の絶対値が大きくなるように変更され、リッチ運転及びリーン運転の継続時間が長くなるので、O 2 センサ出力 S V O 2 が反転する (図 1 3 (d) , 時刻 t 1 , t 3)。時刻 t 4 において、補正量 P O 2 C が最初に算出され、検出当量比 K A C T の中心値が補正量 P O 2 C だけ減少方向に補正される (同図 (b))。図 1 3 (b) では、検出当量比 K A C T の減少方向の補正は、等価的に当量比 1 . 0 のレベル (図中に破線で示す) を補正量 P O 2 C だけ増加させることで示されている。また時刻 t 4 において目標空燃比係数 K C M D が補正量 P O 2 C だけ増加する (同図 (a))。その後時刻 t 6 , t 8 , t 1 0 , t 1 2 , ... において、酸素濃度ずれ量 D O 2 が算出され、補正量 P O 2 C が更新される。

40

【 0 0 9 0 】

第 2 酸素量変化量 O S S V O 2 は、同図 (c) に示すように、補正当量比 K A C T M が 1 . 0 より大きな値をとるとき、徐々に減少し、O 2 センサ出力 S V O 2 がリッチ空燃比を示す値に変化してリーン運転が開始され (t 3 , t 7 , t 1 1)、その後補正当量比 K A C T M が 1 . 0 に達した時点 (t 4 , t 8 , t 1 2) で、リッチ側酸素量変化量 O S C R として検出される。また、第 2 酸素量変化量 O S S V O 2 は、補正当量比 K A C T M が 1 . 0 より小さな値をとるとき、徐々に増加し、O 2 センサ出力 S V O 2 がリーン空燃比

50

を示す値に変化してリッチ運転が開始され (t_1 , t_5 , t_9)、その後補正当量比 K_{ACTM} が 1.0 に達した時点 (t_2 , t_6 , t_{10}) で、リーン側酸素量変化量 O_{SCL} として検出される。

【0091】

なお、図 13 には三元触媒 14a が劣化していて、時刻 t_3 以後も継続して、 O_2 センサ出力 S_{VO2} の反転が起きる例が示されている。

【0092】

図 10 及び図 11 の処理によれば、検出当量比 K_{ACT} (または補正当量比 K_{ACTM}) がリッチ空燃比を示す値に変化した時点 (t_2 , t_6 , t_{10}) から、 O_2 センサ出力 S_{VO2} がリッチ空燃比を示す値に変化した時点 (t_3 , t_7 , t_{11}) までの期間に、三元触媒 14a から流出した酸素量を示すリッチ側酸素量変化量 O_{SCR} が算出されるとともに、検出当量比 K_{ACT} (または補正当量比 K_{ACTM}) がリーン空燃比を示す値に変化した時点 (t_4 , t_8) から、 O_2 センサ出力 S_{VO2} がリーン空燃比を示す値に変化した時点 (t_5 , t_9) までの期間に、三元触媒 14a に流入した酸素量を示すリーン側酸素量変化量 O_{SCL} が算出される。そして、リッチ側酸素量変化量 O_{SCR} 、リーン側酸素量変化量 O_{SCL} 、及び対応する吸入空気量 $G_{AIRSUMR}$ 及び $G_{AIRSUML}$ を用いて、酸素濃度ずれ量 D_{O2} が算出され、酸素濃度ずれ量 D_{O2} から補正量 P_{O2C} が算出される。補正量 P_{O2C} は、 O_2 センサ出力 S_{VO2} が少なくとも 2 回反転すれば得られるので、エンジン運転状態の変化に起因するずれのように短時間で発生する検出値のずれを迅速に補正し、正確な補正当量比 K_{ACTM} を得ることができる。その結果、正確な空燃比切換制御を行って、三元触媒 14a に流入する排気中の酸素濃度を適切に制御し、良好な排気特性を維持することができる。

【0093】

図 14 及び図 15 は、図 4 のステップ S4 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 S71 では、禁止フラグ $F_{DISABLEOS}$ が「1」であるか否かを判別する。この答が否定 (NO) 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 S72)。ステップ S71 の答が肯定 (YES) またはステップ S72 の答が否定 (NO) であるときは、 O_2 センサ出力 S_{VO2} の最大値 S_{VO2MAX} を「0」に設定するとともに、最小値 S_{VO2MIN} を「1500」に設定し (ステップ S73)、直ちに本処理を終了する。

【0094】

ステップ S72 の答が肯定 (YES)、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_{OSFB} が前回値 K_{OSFBZ} と等しいか否かを判別する (ステップ S74)。 $K_{OSFB} = K_{OSFBZ}$ であるときは、下記式 (19) 及び (20) により、最大値 S_{VO2MAX} 及び最小値 S_{VO2MIN} を更新する。式 (9) の右辺は、前回までに算出された最大値 S_{VO2MAX} と、今回の O_2 センサ出力 S_{VO2} のうち大きい方を選択する演算であり、式 (20) の右辺は、前回までに算出された最小値 S_{VO2MIN} と、今回の O_2 センサ出力 S_{VO2} のうち小さい方を選択する演算である。ステップ S75 を実行した後は、ステップ S89 に進む。

$$S_{VO2MAX} = \max(S_{VO2MAX}, S_{VO2}) \quad (19)$$

$$S_{VO2MIN} = \min(S_{VO2MIN}, S_{VO2}) \quad (20)$$

【0095】

ステップ S74 の答が否定 (NO)、すなわち空燃比切換パラメータ K_{OSFB} が変更された直後であるときは、最大値 S_{VO2MAX} または最小値 S_{VO2MIN} の第 2 記憶値 S_{VO2LP2} を、第 1 記憶値 S_{VO2LP1} に設定する (ステップ S76)。第 1 記憶値 S_{VO2LP1} は、前回の空燃比切換直後にステップ S78 または S80 で最大値 S_{VO2MAX} または最小値 S_{VO2MIN} に設定されている。

【0096】

ステップ S77 では、空燃比切換パラメータ K_{OSFB} が「1」であるか否かを判別す

10

20

30

40

50

る。この答が肯定 (YES) であるときは、第1記憶値 SVO2LP1 をそのときの最大値 SVO2MAX に設定するとともに、最大値 SVO2MAX を「0」にリセットする (ステップ S78)。空燃比切換パラメータ KOSFB が「-1」であるときは、ステップ S77 の答は否定 (NO) となるので、直ちにステップ S79 に進む。

【0097】

ステップ S79 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。空燃比切換パラメータ KOSFB が「-1」であるときは、ステップ S80 に進み、第1記憶値 SVO2LP1 をそのときの最小値 SVO2MIN に設定するとともに、最小値 SVO2MIN を「1500」にリセットする (ステップ S78)。空燃比切換パラメータ KOSFB が「1」であるときは、ステップ S79 の答は否定 (NO) となるので、直ちにステップ S81 に進む。

10

【0098】

ステップ S81 では、最大値 SVO2MAX と最小値 SVO2MIN の差分を示す第3差分パラメータ SVO2D3 を第2差分パラメータ SVO2D2 に設定するとともに、第2差分パラメータ SVO2D2 を第1差分パラメータ SVO2D1 に設定する。そして、ステップ S82 ~ S87 により、第1差分パラメータ SVO2D1 の更新を行う。

【0099】

ステップ S82 では、第2記憶値 SVO2LP2 が、理論空燃比に相当する所定値 SVO2OBJ より大きく、かつ第1記憶値 SVO2LP1 が所定値 SVO2OBJ より小さいか否かを判別する。この答が否定 (NO) であるときは、さらに第2記憶値 SVO2LP2 が所定値 SVO2OBJ より小さく、かつ第1記憶値 SVO2LP1 が所定値 SVO2OBJ より大きいと判別する (ステップ S84)。ステップ S82 及び S84 の答がともに否定 (NO) であるとき、すなわち、第1及び第2記憶値 SVO2LP1、SVO2LP2 がともに所定値 SVO2OBJ より小さいとき、または第1及び第2記憶値 SVO2LP1、SVO2LP2 がともに所定値 SVO2OBJ より大きいときは、O2 センサ出力 SVO2 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 SVO2D1 を「0」に設定し (ステップ S87)、ステップ S88 に進む。

20

【0100】

ステップ S82 または S84 の答が肯定 (YES) 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 SVO2MAX が所定値 SVO2OBJ より大きくかつ最小値 SVO2MIN が所定値 SVO2OBJ より小さいときは、下記式 (21) に第1記憶値 SVO2LP1 及び第2記憶値 SVO2LP2 を適用し、第1差分パラメータ SVO2D1 を算出する (ステップ S86)。その後、ステップ S88 に進む。

30

$$SVO2D1 = |SVO2LP1 - SVO2LP2| \quad (21)$$

【0101】

ステップ S88 では下記式 (22) により、第1 ~ 第3差分パラメータ SVO2D1、SVO2D2、SVO2D3 の最小値として、最小差分値 SVO2D を算出し、さらに下記式 (23) により、最小差分値 SVO2D を積算して判定パラメータ RESULT を算出するとともに、カウンタ CRESULT を「1」だけインクリメントする。判定パラメータ RESULT が、三元触媒 14a の劣化度合を示す。

40

$$SVO2D = \min(SVO2D1, SVO2D2, SVO2D3) \quad (22)$$

$$RESULT = RESULT + SVO2D \quad (23)$$

【0102】

差分パラメータ SVO2D1 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 SVO2D 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 SVO2D1、SVO2D2、SVO2D3 の最小値である最小差分値 SVO2D を用いることにより、O2 センサ出力 SVO2 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 RESULT を得ることができる。

【0103】

50

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）より大きいか否かを判別し、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より大きいか否かを判別する。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。

【0104】

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。

【0105】

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度パラメータO 2 N、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G A I Rに応じて三元触媒1 4 aに蓄積した酸素量の変化量を示す第1酸素量変化量O Sが算出され、該第1酸素量変化量O Sと、リッチ側限界値O S O B J Rまたはリーン側限界値O S O B J L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が算出される。第1酸素量変化量O Sの目標値であるリッチ側限界値O S O B J R及びリーン側限界値O S O B J Lは、三元触媒が正常であるときは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。

【0106】

またL A Fセンサ1 7により検出される酸素濃度と、O 2センサ1 8により検出される酸素濃度がずれていると、三元触媒1 4 aが劣化していても、O 2センサ出力S V O 2が図2（b）に示すように変動せず、正常であると誤判定するおそれがある。本実施形態では、補正量P O 2 Cにより、酸素濃度ずれを補正するようにしたので、エンジン1の運転状態の変化に拘わらず、正確な判定を行うことができる。

【0107】

また目標空燃比係数の基本値K C M D Bを補正量P O 2 Cで補正することにより、目標空燃比係数K C M Dを算出するようにしたので、リッチ運転時の空燃比及びリーン運転時の空燃比が、L A Fセンサ1 7により検出される酸素濃度に対応したものとなり、三元触媒1 4 aに流入する酸素量及び流出する酸素量をほぼ同量に維持し、三元触媒1 4 aの良好な酸素蓄積状態を維持することができる。

【0108】

次に図10のステップS 1 1 2において、下記式（16）（再掲）により、第2酸素量変化量O S S V O 2の初期化（リセット）を行う点について、図16を参照して詳細に説明する。

$$O S S V O 2 = O S S V O 2 - O S C S V O 2 \quad (16)$$

【0109】

図16に示す例では、O 2センサ1 8の応答特性が劣化しているため、O 2センサ出力S V O 2がリーン空燃比を示す値に変化する時刻t 2 1より前に、検出当量比K A C Tが1.0を超える期間があるため、時刻t 2 1における第2酸素量変化量O S S V O 2は、ピーク値P 1より下がって最終値X 1となっている。一方ピーク酸素量変化量O S C S V

10

20

30

40

50

O₂はピーク値P₁であるから、第2酸素量変化量O_{SSVO2}の初期値A₁は、式(16)により(X₁-P₁)として算出される。これは、リッチ側酸素量変化量O_{SCR}の初期値を「0」でなくA₁とすることにより、リッチ側酸素量変化量O_{SCR}を補正していることに相当する。

【0110】

またO₂センサ出力S_{VO2}がリッチ空燃比を示す値に変化する時刻t₂₂より前に、検出当量比KACTが1.0を下回る期間があるため、時刻t₂₂における第2酸素量変化量O_{SSVO2}は、ピーク値P₂より大きく(絶対値が小さく)なり、最終値X₂となっている。第2酸素量変化量O_{SSVO2}の初期値A₂は、式(16)により(X₂-P₂)として算出される。これは、リーン側酸素量変化量O_{SL}の初期値を「0」でなくA₂とすることにより、リーン側酸素量変化量O_{SL}を補正していることに相当する。

このように第2酸素量変化量O_{SSVO2}の初期値を補正することにより、O₂センサ18の特性劣化時においても正確な酸素量変化量を算出することができる。

【0111】

本実施形態では、吸入空気流量センサ7、LAFセンサ17、及びO₂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が酸素量変化量算出手段、空燃比切換制御手段、リッチ運転酸素量算出手段、リーン運転酸素量算出手段、補正量算出手段、ピークリッチ運転酸素量算出手段、ピークリーン運転酸素量算出手段、リッチ運転酸素量補正手段、リーン運転酸素量補正手段、及び劣化検出手段を構成する。具体的には、図5のステップS11、及び図11のステップS117が酸素量変化量算出手段に相当し、図5のステップS12~S17、S19~S29、及び図6のステップS31~S40、並びに図8の処理が空燃比切換制御手段に相当し、図10のステップS107、S108、S112、及び図11のステップS117、S119がリッチ運転酸素量算出手段に相当し、図10のステップS109、S111、S112、及び図11のステップS117、S120がリーン運転酸素量算出手段に相当し、図10のステップS109、S111、S112、及び図11のステップS117が流出酸素量パラメータ算出手段に相当し、図10のステップS107、S108、S112、及び図11のステップS117が流入酸素量パラメータ算出手段に相当し、図14のステップS72~S81、及び図15のステップS82~S92が劣化検出手段に相当する。

【0112】

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、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。

【0113】

また上述した実施形態では、三元触媒14aの劣化判定を行うときに空燃比のパータベーション制御を行うようにしたが、特許文献1に示されるように、常に三元触媒14aに蓄積される酸素量が適量となるようにパータベーション制御を実行するようにしてもよい。その場合には、適当な時間間隔TCRでO₂センサ出力S_{VO2}を少なくとも2回反転させて補正量PO2Cを算出し、検出当量比KACTの補正を行うことが望ましい。時間間隔TCRは、例えば吸入空気量GAIRが増加するほど、短くすることが望ましい。

【0114】

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空燃比制御及び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】

【0115】

【図1】本発明の一実施形態にかかる内燃機関及びその空燃比制御装置の構成を示す図で

10

20

30

40

50

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】空燃比制御及び触媒の劣化検出を行うモジュールの構成を示すブロック図である

。

【図 4】図 3 に示すモジュールを構成するブロックの機能を実現する処理のフローチャートである。

【図 5】図 4 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 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 7】図 5 または図 6 の処理で参照されるテーブルを示す図である。

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

【図 9】図 8 の処理を説明するためのタイムチャートである。

【図 10】図 4 の処理で実行される補正量 (P O 2 C) 算出処理のフローチャートである

。

【図 11】図 4 の処理で実行される補正量 (P O 2 C) 算出処理のフローチャートである

。

【図 12】図 10 の処理で参照されるテーブルを示す図である。

【図 13】図 10 及び図 11 の処理を説明するためのタイムチャートである。

【図 14】図 4 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 15】図 4 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 16】三元触媒に蓄積した酸素量の変化量を示すパラメータの補正手法を説明するためのタイムチャートである。

【図 17】従来技術の課題を説明するための図である。

【符号の説明】

【 0 1 1 6 】

1 内燃機関

5 電子制御ユニット (酸素量変化量算出手段、空燃比切換制御手段、リッチ運転酸素量算出手段、流出酸素量パラメータ算出手段、リーン運転酸素量算出手段、流入酸素量パラメータ算出手段、補正量算出手段、劣化検出手段)

6 燃料噴射弁

7 吸入空気流量センサ (吸入空気流量検出手段)

17 比例型酸素濃度センサ (第 1 酸素濃度センサ)

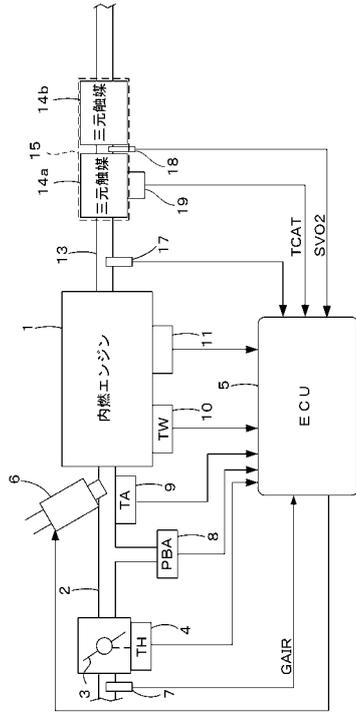
18 二値型酸素濃度センサ (第 2 酸素濃度センサ)

10

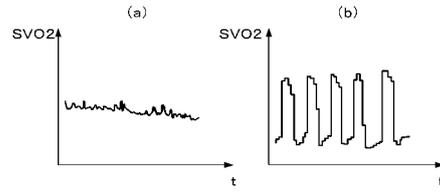
20

30

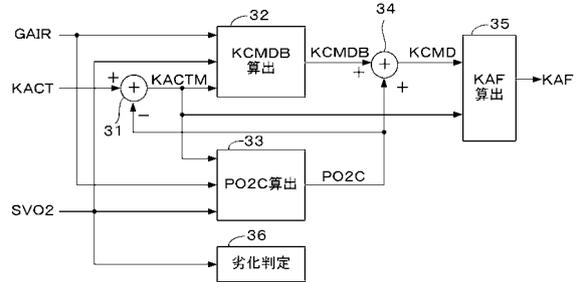
【図1】



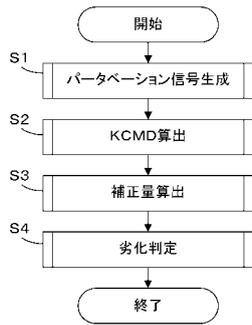
【図2】



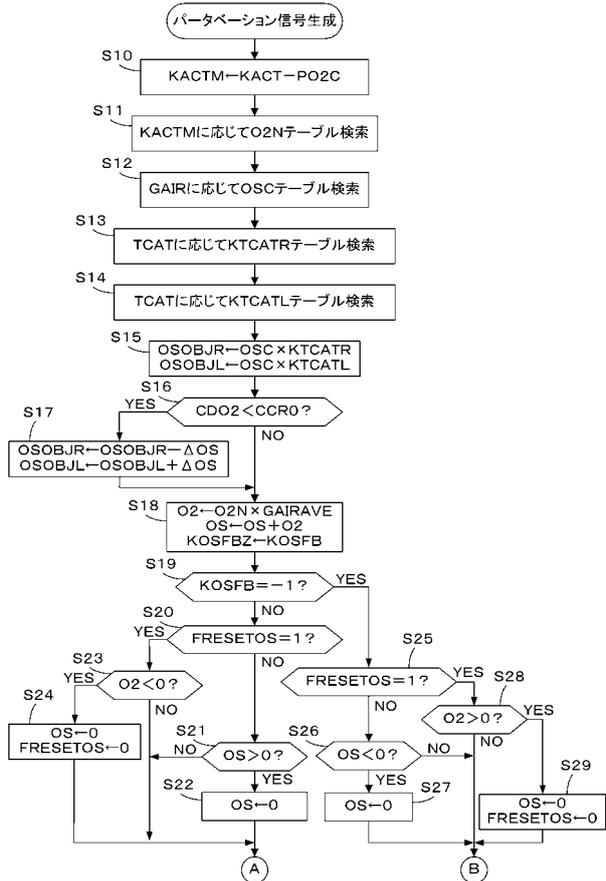
【図3】



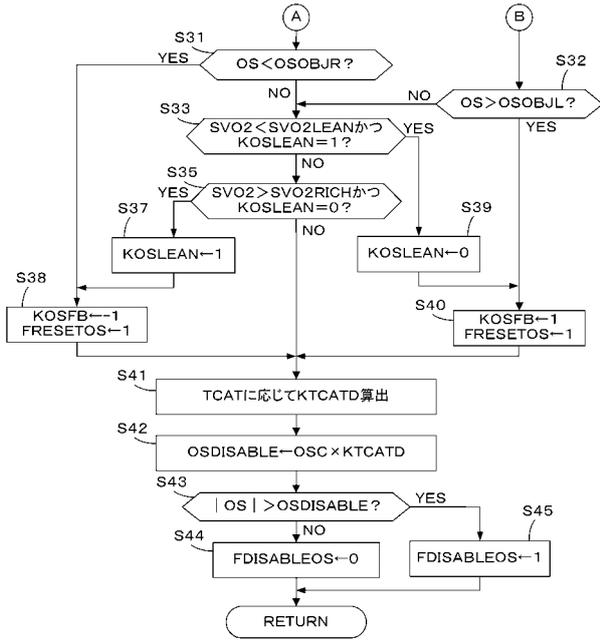
【図4】



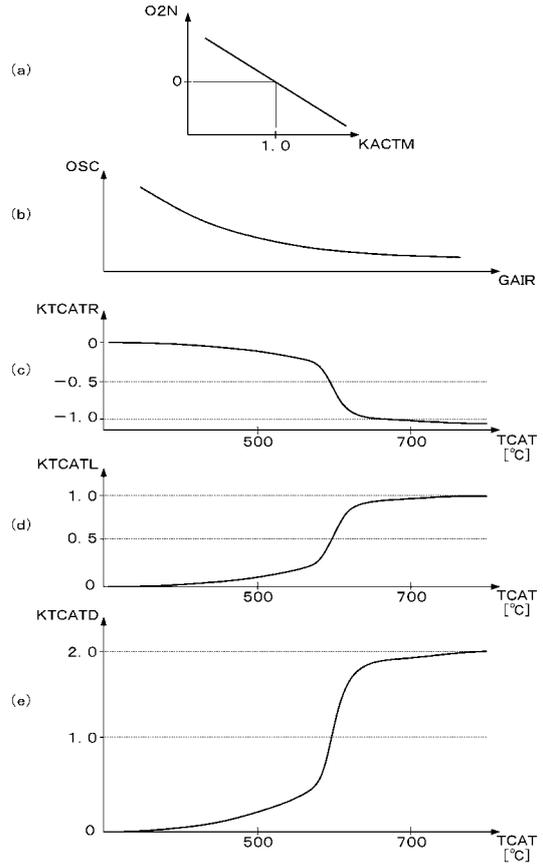
【図5】



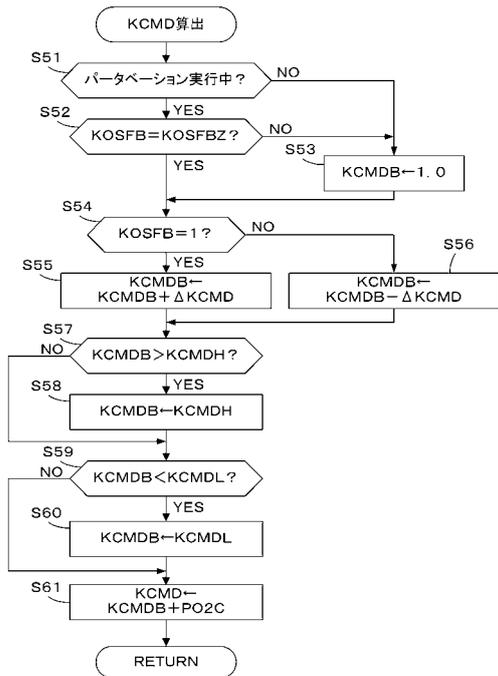
【図6】



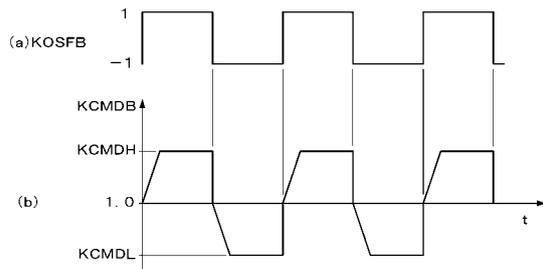
【図7】



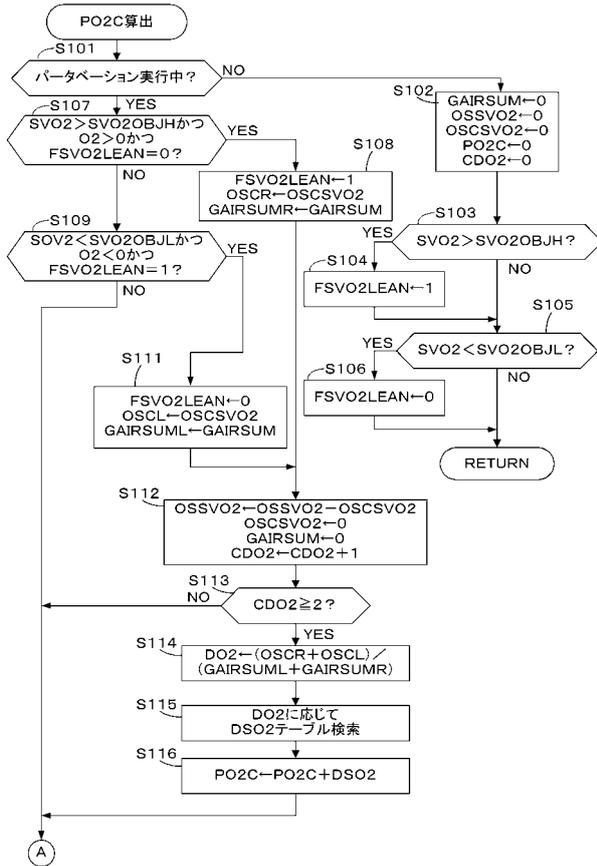
【図8】



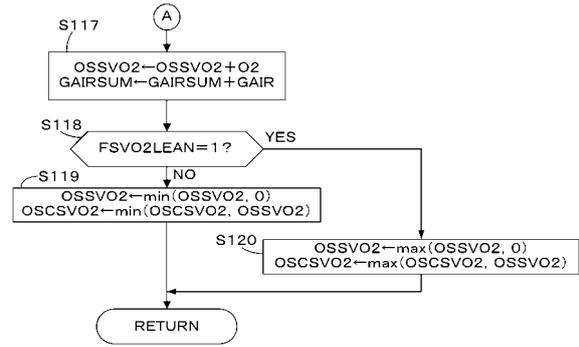
【図9】



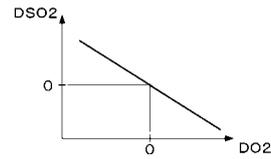
【図10】



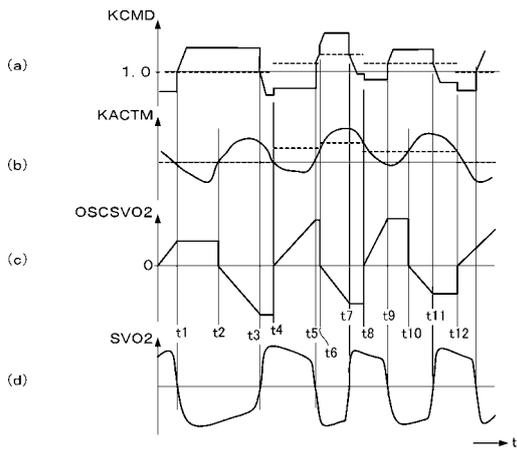
【図11】



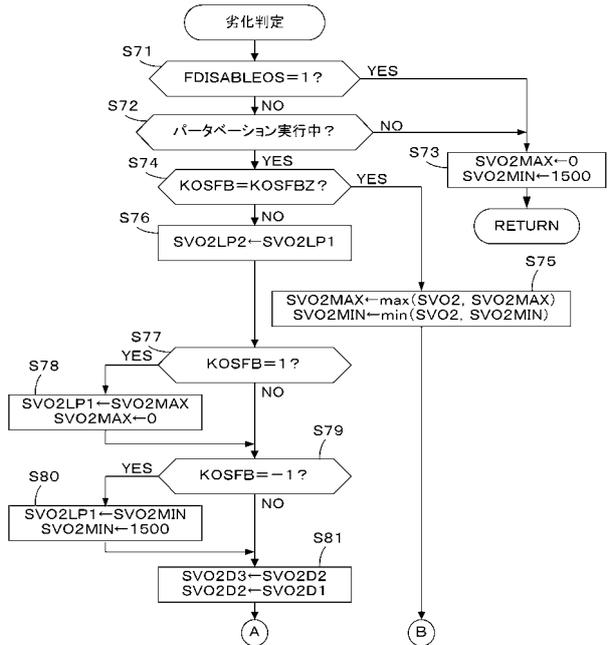
【図12】



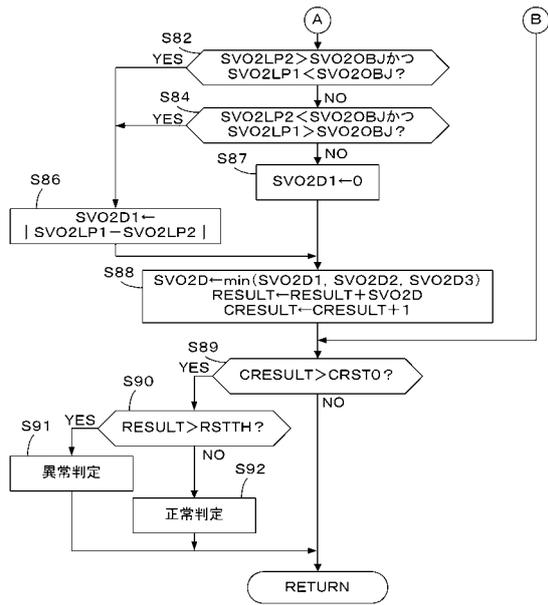
【図13】



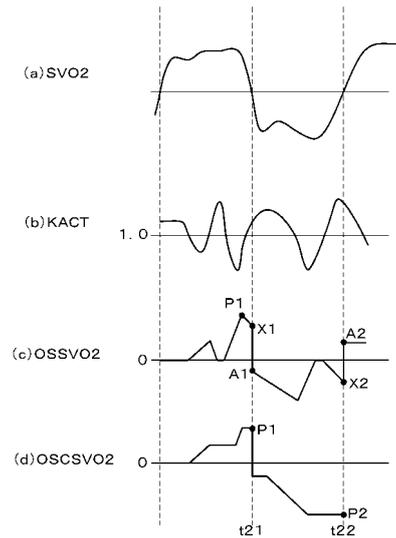
【図14】



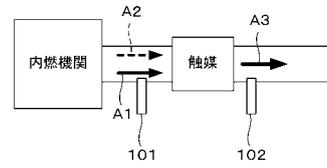
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	F 0 1 N	3/24	B
	F 0 1 N	3/24	C
	F 0 1 N	3/20	C

審査官 寺川 ゆりか

(56)参考文献 特開2001-234784(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 D	4 5 / 0 0
F 0 1 N	3 / 2 0
F 0 1 N	3 / 2 4
F 0 2 D	4 1 / 0 2
F 0 2 D	4 1 / 1 4