

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5261470号
(P5261470)

(45) 発行日 平成25年8月14日(2013.8.14)

(24) 登録日 平成25年5月2日(2013.5.2)

(51) Int.Cl.		F I		
FO2D 41/14	(2006.01)		FO2D 41/14	310B
FO2D 41/04	(2006.01)		FO2D 41/04	301Z
FO2D 41/02	(2006.01)		FO2D 41/02	305

請求項の数 11 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2010-287552 (P2010-287552)	(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22年12月24日(2010.12.24)	(74) 代理人	100095566 弁理士 高橋 友雄
(65) 公開番号	特開2012-26431 (P2012-26431A)	(72) 発明者	谷 理範 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24年2月9日(2012.2.9)	(72) 発明者	前田 健一 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23年11月23日(2011.11.23)	(72) 発明者	宮内 淳宏 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
(31) 優先権主張番号	特願2010-144486 (P2010-144486)		
(32) 優先日	平成22年6月25日(2010.6.25)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

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】

内燃機関の排気通路に設けられ、排ガスを浄化する触媒と、
前記排気通路の前記触媒の途中または下流側に設けられ、排ガスの空燃比を検出する空燃比センサと、

所定のフィードバック制御条件が成立しているときに、前記空燃比センサの出力値を目標値になるようにフィードバック制御するための、積分項を含む制御入力を算出する制御入力算出手段と、

前記フィードバック制御中、前記触媒の上流側の排ガスの空燃比が前記触媒の途中または下流側の排ガスの空燃比に良好に反映されていると推定されるような条件であって、前記所定のフィードバック制御条件と異なる所定の条件が成立しているか否かを判定する条件成立判定手段と、

当該条件成立判定手段により前記所定の条件が成立していると判定されたときに、前記フィードバック制御中の、前記所定の条件が成立している期間中に算出された前記積分項に相当する積分項相当値を、次のフィードバック制御用の積分項の初期値として更新し、記憶するとともに、前記所定の条件が成立していないと判定されたときに、前記積分項の前記初期値の更新を保留する初期値更新手段と、を備え、

前記制御入力算出手段は、フィードバック制御の開始時に、前記積分項の初期値として、前記記憶された初期値を用いることを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項2】

前記初期値更新手段は、前記積分項の前記初期値の更新を保留する際、前記積分項の前記初期値を、前記所定の条件が成立していないと判定されたときのフィードバック制御中に算出された積分項に相当する積分項相当値と異なる値に保持す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】

前記初期値更新手段は、前記積分項の前記初期値の更新を保留する際、前記積分項の前記初期値をその時点で記憶されている値に保持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。

【請求項 4】

前記初期値更新手段は、前記フィードバック制御が停止されているときに、前記条件成立判定手段の判定結果に基づき、前記積分項の前記初期値の更新および当該更新の保留の一方を実行す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。

10

【請求項 5】

前記初期値更新手段は、前記フィードバック制御の停止直後において前記所定の条件が成立していると判定されたときに、前記積分項の初期値の更新を 1 回のみ実行することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 6】

前記積分項相当値は、前記フィードバック制御が終了する直前のタイミングで算出された積分項であることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置。

20

【請求項 7】

前記積分項相当値は、前記所定の条件が成立している期間中に算出された前記積分項の極大値および極小値の平均値であることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 8】

前記初期値更新手段は、前記フィードバック制御中の前記空燃比センサの前記出力値の状態に応じて、前記フィードバック制御が終了する直前のタイミングで算出された積分項と、前記所定の条件が成立している期間中に算出された前記積分項の極大値および極小値の平均値との一方を、前記積分項相当値として選択することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置。

30

【請求項 9】

前記触媒の上流側に設けられ、排ガスの空燃比を検出する上流側空燃比センサと、前記触媒に流入する排ガスの流量を取得する排ガス流量取得手段と、をさらに備え、前記条件成立判定手段は、前記フィードバック制御中、前記空燃比センサの前記出力値が前記目標値に対して反転していない状態で、前記上流側空燃比センサによって検出された排ガスの空燃比と前記取得された排ガス流量とに基づいて、ストイキ状態に対する排ガス中の余剰酸素量および不足酸素量の少なくとも一方の積算値を算出する酸素量積算値算出手段を有し、当該算出された酸素量積算値が所定量以上になったときに、前記所定の条件が成立していると判定することを特徴とする、請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置。

40

【請求項 10】

前記条件成立判定手段は、前記フィードバック制御中、前記空燃比センサの前記出力値が前記目標値に対して反転した反転回数を算出する反転回数算出手段を有し、当該算出された反転回数が所定回数以上になったときに、前記所定の条件が成立していると判定することを特徴とする、請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 11】

前記触媒の上流側に設けられ、排ガスの空燃比を検出する上流側空燃比センサをさらに

50

備え、

前記制御入力算出手段は、前記空燃比センサの前記出力値が前記目標値になるように、スライディングモード制御により、前記制御入力としての目標空燃比を算出するとともに、前記上流側空燃比センサで検出された排ガスの空燃比が前記算出された目標空燃比になるように、前記内燃機関に供給される燃料量を制御し、

前記制御入力の積分項は、スライディングモード制御における適応則入力であることを特徴とする、請求項 1 ないし 10 のいずれか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、内燃機関の排気通路の触媒の途中または下流側に設けられた空燃比センサの出力値を目標値になるようにフィードバック制御する内燃機関の空燃比制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の内燃機関の空燃比制御装置として、例えば特許文献 1 に開示されたものが知られている。この内燃機関の排気通路には、排ガスを浄化する排気浄化装置が設けられ、その上流側には空燃比センサが配置されている。この空燃比センサは、排ガス中の酸素濃度に基づいて空燃比をリニアに検出するタイプのものである。

【0003】

この空燃比制御装置では、内燃機関の運転状態に応じて基本燃料噴射量を算出し、目標空燃比を設定するとともに、フィードバック制御の条件が成立しているときに、空燃比センサで検出された空燃比が目標空燃比になるよう、フィードバック制御によってフィードバック補正係数を算出する。そして、上記の基本燃料噴射量に目標空燃比およびフィードバック補正係数を乗算することによって、最終的な燃料噴射量を算出し、空燃比を制御する。

【0004】

また、この空燃比制御装置では、フィードバック制御を停止した後、再開する時に、フィードバック制御の積分項を、運転状態に応じてあらかじめ設定された所定の初期値にセットするとともに、その後の所定期間、この初期値に保持することにより、フィードバック制御の再開時に、フィードバック制御量を適正に算出するようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 3 9 6 1 2 7 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、この従来の空燃比制御装置では、フィードバック制御の再開時およびその後の所定期間、その積分項が、常に、運転状態に応じた所定の初期値にセットされる。このため、この初期値には、前回のフィードバック制御時に燃料噴射弁の噴射特性などに応じて算出された積分項の学習結果がまったく反映されないため、積分項が適正值からかけ離れた状態で、フィードバック制御が開始されるおそれがある。その場合には、積分項が適正值に達するまでに遅れが生じ、その間、フィードバック制御量を適切に算出できず、空燃比制御の精度が低下してしまう。

【0007】

本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、空燃比のフィードバック制御の再開時に、その積分項の初期値を、それ以前のフィードバック制御において適正に学習された値に設定でき、それにより、空燃比制御の精度を向上させることができる内燃機関の空燃比制御装置を提供することを目的とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0008】

この目的を達成するため、請求項1に係る内燃機関の空燃比制御装置は、内燃機関3の排気通路（実施形態における（以下、本項において同じ）排気管5）に設けられ、排ガスを浄化する触媒8と、排気通路の触媒8の途中または下流側に設けられ、排ガスの空燃比を検出する空燃比センサ（酸素濃度センサ21）と、所定のフィードバック制御条件が成立しているときに、空燃比センサの出力値（O₂出力値SV_{O2}）を目標値SV_{O2}CM_Dになるようにフィードバック制御するための、積分項（適応則入力UADP）を含む制御入力（目標空燃比KC_MD）を算出する制御入力算出手段（ECU2、図2のステップ3、図3）と、フィードバック制御中、触媒8の上流側の排ガスの空燃比が触媒8の途中または下流側の排ガスの空燃比に良好に反映されていると推定されるような条件であって、所定のフィードバック制御条件と異なる所定の条件が成立しているか否かを判定する条件成立判定手段（ECU2、図7、11のステップ82～84）と、条件成立判定手段により所定の条件が成立していると判定されたときに、当該フィードバック制御中の、所定の条件が成立している期間中に算出された積分項に相当する積分項相当値を、次回のフィードバック制御用の積分項の初期値（適応則入力UADPの初期値UADPWINI）として更新し、記憶するとともに、所定の条件が成立していないと判定されたときに、積分項の初期値の更新を保留する初期値更新手段（ECU2、図4のステップ28～30、図8のステップ28、30、100、図9）と、を備え、制御入力算出手段は、フィードバック制御の開始時に、積分項の初期値として、記憶された初期値を用いることを特徴とする。

10

20

【0009】

この空燃比制御装置によれば、触媒の途中または下流側に設けられた空燃比センサによって排ガスの空燃比が検出されるとともに、所定のフィードバック制御条件が成立しているときに、空燃比センサの出力値を目標値にフィードバック制御するための、積分項を含む制御入力を算出することによって、空燃比のフィードバック制御が行われる。

【0010】

また、このフィードバック制御中、所定の条件が成立しているか否かを判定する。ここで、所定の条件とは、触媒の上流側の排ガスの空燃比が触媒の途中または下流側の排ガスの空燃比に良好に反映されていると推定されるような条件であって、所定のフィードバック制御条件と異なる条件である。この所定の条件が成立していると判定されたときには、当該フィードバック制御中の、所定の条件が成立している期間中に算出された積分項に相当する積分項相当値を、次回のフィードバック制御用の積分項の初期値として更新し、記憶する。一方、所定の条件が成立していないと判定されたときに、初期値の更新を保留する。以上のように更新・記憶された初期値は、次回のフィードバック制御の開始時に、積分項の初期値として用いられる。

30

【0011】

以上のように、フィードバック制御中に上述した所定の条件が成立していると判定されたときのみ、所定の条件が成立している期間中に算出された積分項に相当する積分項相当値を初期値として更新し、次回のフィードバック制御の開始時に積分項の初期値として用いる。したがって、触媒の上流側の排ガスの空燃比を下流側の排ガスの空燃比に良好に反映した状態で算出（学習）された信頼性の高い積分項のみを、次回のフィードバック制御の開始時の初期値として採用でき、その結果、その開始当初から制御入力を適切に算出でき、空燃比制御の精度を向上させることができる。

40

請求項2に係る発明は、請求項1に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、初期値更新手段は、積分項の初期値の更新を保留する際、積分項の初期値を、所定の条件が成立していないと判定されたときのフィードバック制御中に算出された積分項に相当する積分項相当値と異なる値に保持することを特徴とする。

請求項3に係る発明は、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、初期値更新手段は、積分項の初期値の更新を保留する際、積分項の初期値をその時点で

50

記憶されている値に保持することを特徴とする。

請求項4に係る発明は、請求項1に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、初期値更新手段は、フィードバック制御が停止されているときに、条件成立判定手段の判定結果に基づき、積分項の初期値の更新および更新の保留の一方を実行することを特徴とする。

請求項5に係る発明は、請求項4に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、初期値更新手段は、フィードバック制御の停止直後において所定の条件が成立していると判定されたときに、積分項の初期値の更新を1回のみ実行することを特徴とする。

【0012】

請求項6に係る発明は、請求項1ないし5のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置において、積分項相当値は、フィードバック制御が終了する直前のタイミングで算出された積分項である(図4のステップ29, 図9のステップ103)ことを特徴とする。

10

【0013】

この空燃比制御装置によれば、触媒の上流側の排ガスの空燃比が触媒の途中または下流側の排ガスの空燃比に良好に反映されている期間中に算出された積分項のうち、フィードバック制御の停止直前に算出された積分項が、次のフィードバック制御の開始時に積分項の初期値として用いられるので、複雑な演算処理を行うことなく、信頼性の高い積分項を、次のフィードバック制御の開始時の初期値として採用することができる。それにより、空燃比制御において、演算負荷の上昇を回避しながら、高い制御精度を確保することができる。

【0014】

20

請求項7に係る発明は、請求項1ないし5のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置において、積分項相当値は、所定の条件が成立している期間中に算出された積分項の極大値UADPMAXおよび極小値UADPMINの平均値である(図9のステップ102)ことを特徴とする。

【0015】

この空燃比制御装置によれば、所定の条件が成立している期間中、すなわち触媒の上流側の排ガスの空燃比が触媒の途中または下流側の排ガスの空燃比に良好に反映されている期間中に算出された積分項の極大値および極小値の平均値が、次のフィードバック制御の開始時に積分項の初期値として用いられる。それにより、所定の条件が成立している期間中、空燃比センサの出力値が目標値を中心として反転を繰り返す状況にあることなどに起因して、積分項が安定せず、比較的大きな幅で反転を繰り返す状態にあるときでも、次のフィードバック制御における積分項の初期値を適切に算出することができ、その結果、空燃比制御において、高い制御精度を確保することができる。

30

【0016】

請求項8に係る発明は、請求項1ないし5のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置において、初期値更新手段は、フィードバック制御中の空燃比センサの出力値の状態に応じて、フィードバック制御が終了する直前のタイミングで算出された積分項と、所定の条件が成立している期間中に算出された積分項の極大値UADPMAXおよび極小値UADPMINの平均値との一方を、積分項相当値として選択する(図9のステップ101~103)ことを特徴とする。

40

【0017】

この空燃比制御装置によれば、フィードバック制御中の空燃比センサの出力値の状態に応じて、フィードバック制御が終了する直前のタイミングで算出された積分項と、所定の条件が成立している期間中に算出された積分項の極大値および極小値の平均値との一方が、積分項相当値として選択される。それにより、例えば、空燃比センサの出力値が目標値を中心として反転を繰り返すことで、積分項が比較的大きな幅で反転を繰り返すような状況下では、積分項の極大値および極小値の平均値を積分項相当値として選択することによって、空燃比制御において、高い制御精度を確保することが可能となる。一方、空燃比センサの出力値が目標値付近に収束している状況下では、フィードバック制御の停止直前に算出された積分項を積分項相当値として選択することによって、空燃比制御において、演

50

算負荷の上昇を回避しながら、高い制御精度を確保することができる。その結果、フィードバック制御中の空燃比センサの出力値と目標値との関係にかかわらず、高い制御精度を確保することができる。

【0018】

請求項9に係る発明は、請求項1ないし8のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置において、触媒8の上流側に設けられ、排ガスの空燃比（実空燃比KACT）を検出する上流側空燃比センサ（LAFセンサ22）と、触媒8に流入する排ガスの流量GAIRCLAVBを取得する排ガス流量取得手段（エアフローメータ23、ECU2）と、をさらに備え、条件成立判定手段は、フィードバック制御中、空燃比センサの出力値が目標値SVO2CMDに対して反転していない状態で、上流側空燃比センサによって検出された排ガスの空燃比と取得された排ガス流量GAIRCLAVBとに基づいて、ストイキ状態に対する排ガス中の余剰酸素量および不足酸素量の少なくとも一方の積算値（OSC量OSCPM）を算出する酸素量積算値算出手段（ECU2、図6、10のステップ64～75）を有し、算出された酸素量積算値が所定量OSCPMH以上になったときに、所定の条件が成立していると判定すること（図7、11のステップ82、83）を特徴とする。

10

【0019】

触媒の下流側の排ガスの空燃比は、触媒における酸素の貯蔵状態に応じて変化するため、上流側の排ガスの空燃比とは必ずしも一致しない。例えば、内燃機関への燃料の供給を停止するフューエルカット運転が比較的長く行われた場合には、触媒に多量の酸素が貯蔵される。その状態で触媒にリッチな空燃比の排ガスが流入すると、触媒から放出された酸素による酸化反応が行われるため、触媒の下流側の排ガスの空燃比は、上流側の排ガスの空燃比よりもリーン側の値を示し、その状態は、触媒内の酸素の消費が終了するまで継続する。したがって、そのような状態で行われたフィードバック制御において得られた積分項は、上流側の排ガスの空燃比に対してずれた状態の下流側の排ガスの空燃比に基づいて算出されるため、信頼性に乏しい。

20

【0020】

上記とは逆に、例えば、フューエルカット運転の後に、NOxの排出量を低減するためにリッチな空燃比の排ガスを触媒に供給する触媒還元制御が比較的長く行われた場合には、触媒に貯蔵された酸素量は非常に小さくなる。その状態で触媒にリーンな空燃比の排ガスが流入すると、排ガス中の余剰の酸素が触媒に貯蔵されるため、触媒の下流側の排ガスの空燃比は、上流側の排ガスの空燃比よりもリッチ側の値を示し、その状態は、触媒内で酸素が飽和するまで継続する。したがって、そのような状態で行われたフィードバック制御において得られた積分項もまた、信頼性に乏しい。

30

【0021】

以上のような観点から、本発明によれば、フィードバック制御中、空燃比センサの出力値が目標値に対して反転していない状態で、上流側空燃比センサによって検出された排ガスの空燃比と排ガス流量に基づいて、ストイキ状態に対する排ガス中の余剰酸素量および不足酸素量の少なくとも一方の積算値を算出する。そして、算出された酸素量積算値が所定量以上になったとき、すなわち、触媒にリーンな空燃比の排ガスが流入し続けたことで、触媒に貯蔵された酸素が飽和状態になったとみなされるとき、または、触媒にリッチな空燃比の排ガスが流入し続けたことで、触媒に酸素がほとんどなくなったとみなされるときに、所定の条件が成立していると判定する。したがって、そのように判定された状態で算出された積分項を初期値として更新することにより、触媒の上流側の排ガスの空燃比が下流側の排ガスの空燃比に良好に反映した状態で算出された信頼性の高い積分項のみを、次のフィードバック制御の開始時に初期値として用いることができ、それにより、空燃比制御の精度を向上させることができる。

40

【0022】

請求項10に係る発明は、請求項1ないし8のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置において、条件成立判定手段は、フィードバック制御中、空燃比センサの出力値が目標値SVO2CMDに対して反転した反転回数（反転回数カウンタ値CO2RVSPM）

50

を算出する反転回数算出手段（ECU2、図7、11のステップ76～79）を有し、算出された反転回数が所定回数CTO2RVSPML以上になったときに、所定の条件が成立していると判定すること（図7、11のステップ83、84）を特徴とする。

【0023】

前述したように、本発明では、空燃比センサの出力値が目標値になるように空燃比のフィードバック制御が行われるため、この出力値が目標値に対してリッチ側であれば、それを補正するように、上流側の排ガスの空燃比がリーン側に制御され、さらにこのリーン側への制御に伴い、空燃比センサの出力値が目標値に対してリーン側に転じると、それを補正するように、上流側の排ガスの空燃比がリッチ側に制御される。したがって、空燃比センサの出力値の目標値に対する反転が繰り返されていることは、触媒の上流側の排ガスの空燃比が下流側の排ガスの空燃比に良好に反映している状態を示す。

10

【0024】

以上のような観点から、本発明によれば、フィードバック制御中、空燃比センサの出力値の目標値に対する反転回数を算出するとともに、算出された反転回数が所定回数以上になったときに、所定の条件が成立していると判定する。したがって、そのように判定された状態で算出された積分項を初期値として更新することにより、触媒の上流側の排ガスの空燃比が下流側の排ガスの空燃比に良好に反映した状態で算出された信頼性の高い積分項のみを、次のフィードバック制御の開始時に初期値として用いることができ、それにより、空燃比制御の精度を向上させることができる。

【0025】

20

請求項11に係る発明は、請求項1ないし10のいずれかに記載の内燃機関の空燃比制御装置において、触媒8の上流側に設けられ、排ガスの空燃比（実空燃比KACT）を検出する上流側空燃比センサ（LAFセンサ22）をさらに備え、制御入力算出手段は、空燃比センサの出力値が目標値SVO2CMDになるように、スライディングモード制御により、制御入力としての目標空燃比KCMDを算出する（図2のステップ3、図3）とともに、上流側空燃比センサで検出された排ガスの空燃比が算出された目標空燃比KCMDになるように、内燃機関3に供給される燃料量（燃料噴射量Tout）を制御し、制御入力の積分項は、スライディングモード制御における適応則入力UADPであることを特徴とする。

【0026】

30

この構成によれば、触媒の上流側には、上流側空燃比センサが設けられている。また、制御入力としての目標空燃比を、空燃比センサの出力値が目標値になるように、スライディングモード制御により算出する。したがって、空燃比センサで検出された排ガスの空燃比を用い、外乱の影響が少なく、かつ目標値への収束が早いという特性を有するスライディングモード制御によって、目標空燃比を適切に算出することができる。

【0027】

また、そのように算出された目標空燃比を用いて、上流側空燃比センサで検出された排ガスの空燃比が算出された目標空燃比になるように、内燃機関に供給される燃料量を制御するので、空燃比の制御精度をさらに向上させることができる。また、制御入力の積分項は、スライディングモード制御における適応則入力に相当する。したがって、スライディングモード制御の開始時において適応則入力を初期化する際に、本発明による前述した利点を同様に得ることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の第1実施形態による空燃比制御装置を、内燃機関とともに示す図である。

【図2】燃料噴射量の算出処理を示すフローチャートである。

【図3】目標空燃比のCAT後F/B制御用値の算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図4】適応則入力の算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

50

【図5】適応則入力の今回成分の算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図6】適応則入力の初期値更新許可判定処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図7】図6の初期値更新許可判定処理の残りの部分を示すフローチャートである。

【図8】第2実施形態の空燃比制御装置における適応則入力の算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図9】適応則入力の初期値の算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図10】適応則入力の初期値更新許可判定処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図11】図10の初期値更新許可判定処理の残りの部分を示すフローチャートである。

10

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、図面を参照しながら、本発明の第1実施形態に係る内燃機関の空燃比制御装置について説明する。図1に示すように、本実施形態の空燃比制御装置1は、ECU2を備えており、このECU2は、内燃機関（以下「エンジン」という）3の空燃比制御を含む各種の制御処理を行う。エンジン3は、車両（図示せず）に搭載された、例えば4気筒のガソリンエンジンである。エンジン3の吸気管4には、スロットル弁6が設けられ、その下流側の吸気マニホールド4aには、燃料噴射弁（以下「インジェクタ」という）7が設けられている。インジェクタ7の開弁時間および開閉タイミングは、ECU2によって制御され、それにより、燃料噴射量 $Tout$ および燃料噴射時期が制御される。

20

【0030】

一方、排気管5の下流側には、触媒8が設けられている。この触媒8は、三元触媒で構成されており、酸化還元作用によって、排ガス中のCO、HCおよびNOxを浄化する。また、三元触媒は、酸素を貯蔵する酸素貯蔵能を有する。

【0031】

また、排気管5の触媒8よりも下流側には、酸素濃度センサ（以下「O2センサ」という）21が設けられている。O2センサ21は、触媒8の下流側における排ガス中の酸素濃度を検出し、その酸素濃度に応じた検出信号をECU2に出力する。また、このO2センサ21は、混合気の理論空燃比に相当する排ガスの空燃比の前後において急激に変化する出力特性を有する、いわゆる反転タイプのものであり、その検出値（以下「O2出力値」という） SV_{O2} は、排ガス空燃比がリッチ側にあるほど、より大きな値を示す。なお、「排ガス空燃比」とは、排ガス中の空気と可燃性気体との重量比をいう。

30

【0032】

また、排気管5の触媒8よりも上流側には、LAFセンサ22が設けられている。LAFセンサ22は、広範囲の排ガス空燃比に対して、排ガス中の酸素濃度をリニアに検出し、酸素濃度に応じた排ガス空燃比（以下「実空燃比」という） $KACT$ を表す検出信号をECU2に出力する。この実空燃比 $KACT$ 、および後述する目標空燃比 $KCMD$ は、当量比で表される。

【0033】

また、吸気管4のスロットル弁6よりも上流側にはエアフローメータ23が、下流側には吸気圧センサ24が、それぞれ設けられている。エアフローメータ23は、吸気管4を流れる空気の質量（以下「空気質量」という） $GAIR$ を検出し、吸気圧センサ24は、吸気の圧力（以下「吸気圧」という） PBA を検出し、それらの検出信号をECU2に出力する。さらに、ECU2には、水温センサ26から、エンジン3の冷却水の温度（以下「エンジン水温」という） TW を表す検出信号が出力される。

40

【0034】

一方、エンジン3のクランクシャフト（図示せず）には、クランク角センサ25が設けられている。クランク角センサ25は、クランクシャフトの回転に伴い、パルス信号であるCRK信号およびTDC信号を、ECU2に出力する。

【0035】

50

このCRK信号は、所定のクランク角（例えば30°）ごとに出力される。ECU2は、CRK信号に基づき、エンジン3の回転数（以下「エンジン回転数」という）NEを算出する。TDC信号は、いずれかの気筒（図示せず）においてピストン（図示せず）が吸気行程開始時のTDC（上死点）付近の所定のクランク角度位置にあることを表す信号であり、4気筒タイプの本例では、クランク角180°ごとに出力される。

【0036】

ECU2は、CPU、RAM、ROMおよび入出力インターフェース（いずれも図示せず）などから成るマイクロコンピュータで構成されている。ECU2は、上述したセンサ21～26からの検出信号に応じ、ROMに記憶された制御プログラムなどに基づいて、空燃比制御などのための各種の演算処理を実行する。なお、本実施形態では、ECU2は

10

【0037】

次に、図2～図7を参照しながら、ECU2で実行される空燃比制御処理について説明する。なお、以下の制御処理において算出される値はすべてRAM内に記憶されるものとする。この空燃比制御処理は、O2センサ21のO2出力値SVO2がエンジン運転状態に応じた値になるように、目標空燃比KCMDを算出するとともに、LAFセンサ22で検出された実空燃比KACTが目標空燃比KCMDになるように、燃料噴射量Toutを算出することによって、空燃比を制御するものである。

【0038】

20

図2は、燃料噴射量Toutの算出処理を示す。本処理は、TDC信号の発生に同期して実行される。本処理ではまず、ステップ1（「S1」と図示。以下同じ）において、エンジン回転数NEおよび吸気圧PBAに応じ、所定のマップ（図示せず）を検索することによって、基本燃料量TIBaseを算出する。この基本燃料量TIBaseは、燃料噴射量Toutの基本値であり、このマップでは、エンジン回転数NEが高いほど、また、吸気圧PBAが高いほど、より大きな値に設定されている。なお、この基本燃料量TIBaseの算出を、エアフローメータ23で検出された空気質量GAIRに応じて行ってもよい。

【0039】

次に、ステップ2において、CAT後F/BフラグF_PRISMOが「1」であるかを判別する。このCAT後F/BフラグF_PRISMOは、図示しない設定処理において、所定のCAT後フィードバック制御の実行条件が成立しているときに「1」に設定され、それ以外のときには「0」に設定される。なお、CAT後フィードバック制御は、後述するスライディングモード制御アルゴリズムによって、CAT後F/B制御用値KCMDSLDを算出するものであり、その具体的な内容については後述する。

30

【0040】

ステップ2の答がYESのときには、CAT後フィードバック制御を実行すべきであると判定して、ステップ3に進み、目標空燃比KCMDをRAM内に記憶されているCAT後F/B制御用値KCMDSLDに設定する。

【0041】

40

一方、ステップ2の答がNOのときには、CAT後フィードバック制御を中止すべきであると判定して、ステップ4に進み、目標空燃比KCMDをRAM内に記憶されているFF制御用値KCMDMAPに設定する。このFF制御用値KCMDMAPは、図示しない算出処理において、エンジン3の運転状態に応じて、マップ検索手法や、所定値を選択する手法などによって算出される。

【0042】

ステップ3または4に続くステップ5において、PIDフィードバック制御によって、LAFセンサ22で検出された実空燃比KACTが目標空燃比KCMDに収束するように、空燃比補正係数KAFを算出する。なお、この空燃比補正係数KAFの算出を、STR（セルフ・チューニング・レギュレータ）などを用いて行ってもよい。次に、ステップ6

50

において、総補正係数 K_{TOTAL} を算出する。この総補正係数 K_{TOTAL} は、エンジン水温 T_W に応じて算出される水温補正係数などを含む各種の補正係数を互いに乗算することによって、算出される。

【0043】

次に、ステップ7において、ステップ1, 3~6で算出された基本燃料量 T_{Ibase} 、目標空燃比 K_{CMD} 、空燃比補正係数 K_{AF} および総補正係数 K_{TOTAL} を用い、次式(1)によって、燃料噴射量 T_{out} を算出し、本処理を終了する。

$$T_{out} = T_{Ibase} \cdot K_{CMD} \cdot K_{AF} \cdot K_{TOTAL} \quad \dots (1)$$

【0044】

以下、図3を参照しながら、前述したCAT後F/B制御用値 K_{CMDSLD} の算出処理について説明する。この処理は、以下に述べるように、CAT後フィードバック制御の実行条件が成立しているときには、スライディングモード制御アルゴリズムによって、O₂センサ21のO₂出力値 S_{VO2} が目標値 S_{VO2CMD} になるように、CAT後F/B制御用値 K_{CMDSLD} を算出するものであり、所定時間(例えば50ms)ごとに実行される。なお、本実施形態では、NO_xの排出量の低減などのために、目標値 S_{VO2CMD} は、理論空燃比に相当する値よりも若干大きな値、すなわち若干リッチ側に設定されている。

10

【0045】

本処理ではまず、ステップ11において、スライディングモード制御の適応則入力 U_{ADP} を算出する。その算出処理については後述する。

20

【0046】

次に、ステップ12では、所定の到達則ゲイン K_{RCH} 、および後述する切換関数 (k) を用い、次式(2)によって到達則入力 U_{RCH} を算出するとともに、その値にリミット処理を施した値を、最終的な到達則入力 U_{RCH} として算出する。

$$U_{RCH} = K_{RCH} \cdot \quad \dots (2)$$

【0047】

次に、ステップ13において、算出された適応則入力 U_{ADP} および到達則入力 U_{RCH} を用い、次式(3)によって、補正值 U_{SL} を算出する。

$$U_{SL} = U_{ADP} + U_{RCH} \quad \dots (3)$$

【0048】

30

次に、ステップ14において、所定の空燃比基準値 $F_{LAFBASE}$ および算出された補正值 U_{SL} を用い、次式(4)によって、目標空燃比 K_{CMD} を算出し、本処理を終了する。

$$K_{CMD} = F_{LAFBASE} + U_{SL} \quad \dots (4)$$

【0049】

図4は、図3のステップ11で実行される適応則入力 U_{ADP} の算出処理を示す。本処理ではまず、ステップ21において、適応則入力 U_{ADP} の初期化済みフラグ $F_{UADPWINI}$ が「1」であるか否かを判別する。

【0050】

この答がNOで、適応則入力 U_{ADP} の初期化がまだ行われていないときには、後述するようにして設定され、記憶された適応則入力 U_{ADP} 用の初期値 $U_{ADPWINI}$ を、適応則入力暫定値 u_{adptmp} として設定し(ステップ22)、適応則入力 U_{ADP} を初期化する。次に、初期化済みフラグ $F_{UADPWINI}$ を「1」にセットした(ステップ23)後、後述するステップ31に進む。

40

【0051】

前記ステップ21の答がYESで、適応則入力 U_{ADP} の初期化が終了しているときには、CAT後F/Bフラグ F_{PRISMO} が「1」であるか否かを判別する(ステップ24)。この答がYESで、CAT後フィードバック制御の実行中のときには、触媒還元モードフラグ $F_{CTRDMOD}$ が「1」であるか否かを判別する(ステップ25)。この触媒還元モードフラグ $F_{CTRDMOD}$ は、触媒還元モードの実行中のときに「1」

50

にセットされるものである。また、この触媒還元モードは、エンジン3への燃料の供給を停止するフューエルカット運転の後などに、NOxの排出量を低減すべく触媒8を還元状態にするために、触媒8に供給する排ガスを強制的にリッチ化するものである。

【0052】

このステップ25の答がNOのとき、すなわち、CAT後フィードバック制御の実行中であり、かつ触媒還元モード中でないときには、適応則入力UADPの今回成分DUADPを算出する(ステップ26)。

【0053】

図5は、そのサブルーチンを示す。本処理ではまず、ステップ41において、O2出力値SVO2と目標値SVO2CMDとの差を、出力偏差SVO2Pとして算出し、ステップ42において、算出された出力偏差SVO2Pに応じ、変換値ERRADPNを算出する。次に、ステップ43において、O2出力値SVO2に応じ、所定のマップ(図示せず)を検索することによって、第1ゲインKADPV02Nを算出する。

10

【0054】

次に、ステップ44では、空気質量GAIRに応じ、所定のマップ(図示せず)を検索することによって、第2ゲインKADPAIRNを算出し、ステップ45において、算出された第2ゲインKADPAIRNを第1ゲインKADPV02Nに乗算することによって、総ゲインSLDKADPNを算出する。

【0055】

次に、ステップ46において、今回および前回の変換値ERRADPN(k)、ERRADPN(k-1)と、所定の応答指定パラメータs(-1 < s < 0)を用い、次式(5)によって、切換関数(k)を算出する。

20

$$(k) = \text{ERRADPN}(k) + s \cdot \text{ERRADPN}(k-1) \cdots (5)$$

【0056】

次に、ステップ47において、算出した総ゲインSLDKADPNおよび切換関数(k)を用い、次式(6)によって、適応則入力UADPの今回成分DUADPを算出し、本処理を終了する。

$$\text{DUADP} = \text{SLDKADPN} \cdot (k) \cdots (6)$$

【0057】

図4に戻り、前記ステップ26に続くステップ27では、上記のようにして算出した今回成分DUADPを、そのときまでに算出されている適応則入力UADPに加算することによって、適応則入力暫定値uadptmpを算出し、その後、後述するステップ31に進む。

30

【0058】

一方、前記ステップ24の答がNOで、CAT後フィードバック制御の停止中のときには、初期値更新許可フラグF__UAICMDが「1」であるか否かを判別する(ステップ28)。この初期値更新許可フラグF__UAICMDは、後述するステップ32の判定処理において、CAT後フィードバック制御の実行中、適応則入力UADP用の初期値UADPWINIの更新が許可されたときに「1」にセットされるものである。

【0059】

40

このステップ28の答がYESで、初期値UADPWINIの更新が許可されているときには、そのときの適応則入力UADP、すなわちCAT後フィードバック制御の停止直前に算出された適応則入力UADPを、初期値UADPWINIとして設定し(ステップ29)、これを更新する。なお、後述するように、初期値更新許可フラグF__UAICMDは、前記ステップ28の判別に用いられた直後に「0」にリセットされるので、上記ステップ29による初期値UADPWINIの更新は、CAT後フィードバック制御の停止直後に1回のみ行われる。

【0060】

一方、上記ステップ28の答がNOで、F__UAICMD = 0のときには、前記ステップ22と同様、初期値UADPWINIを適応則入力暫定値uadptmpとして設定し

50

た（ステップ30）後、ステップ31に進む。また、前記ステップ25の答がYESで、触媒還元モード中のときには、適応則入力UADPの算出を行うことなく、上記ステップ30を実行する。

【0061】

前記ステップ23、27または30に続くステップ31では、算出された適応則入力暫定値uadptmpに対してリミット処理を行い、最終的な適応則入力UADPを算出する。具体的には、適応則入力暫定値uadptmpが所定の下限值UADPLMTLを下回っているときには、適応則入力UADPを下限値UADPLMTLに設定し、適応則入力暫定値uadptmpが所定の上限値UADPLMTHを上回っているときには、適応則入力UADPを上限値UADPLMTHに設定し、それ以外ときには、適応則入力暫定値uadptmpをそのまま適応則入力UADPとして設定する。

10

【0062】

前記ステップ29の後、または上記ステップ31のリミット処理の後には、初期値UADPWINIの更新許可判定処理を実行する（ステップ32）。図6および図7は、そのサブルーチンを示す。本処理ではまず、CAT後F/BフラグF__PRISM0が「1」であるか否か（ステップ51）、および触媒還元モードフラグF__CTRDMODが「1」であるか否か（ステップ52）を、それぞれ判別する。

【0063】

ステップ51の答がNOで、CAT後フィードバック制御の停止中のとき、またはステップ52の答がYESで、触媒還元モード中のとき、すなわち適応則入力UADPが算出されていないときには、後述するリッチ側反転の初期設定フラグF__O2RVSINI、OSC量OSCPM、および反転回数カウンタ値CO2RVSPMを、それぞれ0にリセットする（ステップ53～55）。また、初期値更新許可フラグF__UAICMDを「0」にリセットし（ステップ56）、本処理を終了する。

20

【0064】

前記ステップ51の答がYESで、かつ前記ステップ52の答がNOのとき、すなわちCAT後フィードバック制御の実行中であり、かつ触媒還元モード中でないときには、初期設定フラグF__O2RVSINIが「1」であるか否かを判別する（ステップ57）。前記ステップ53の実行により、初回のループでは、このステップ57の答がNOになるので、その場合には、ステップ58に進み、O2出力値SVO2と目標値SVO2CMDとの偏差である出力偏差SVO2Pが、値0よりも大きいかなかを判別する。

30

【0065】

この答がYESで、O2出力値SVO2が目標値SVO2CMDよりもリッチ側にあるときには、第1リッチ側反転フラグF__SVO2PMHおよび第2リッチ側反転フラグF__SVO2PMHHをそれぞれ「1」にセットする（ステップ59、60）。

【0066】

一方、ステップ58の答がNOで、O2出力値SVO2が目標値SVO2CMDと一致しているか、またはそれよりもリーン側にあるときには、第1および第2リッチ側反転フラグF__SVO2PMH、F__SVO2PMHHをそれぞれ「0」にセットする（ステップ61、62）。上記のステップ60または62の後には、初期設定フラグF__O2RVSINIを「1」にセットし（ステップ63）、本処理を終了する。

40

【0067】

このステップ63が実行された後には、前記ステップ57の答がYESになるので、その場合には、ステップ64～75において、OSC量OSCPMを算出する。このOSC量OSCPMは、CAT後フィードバック制御中、O2出力値SVO2が目標値SVO2CMDに対して反転していない状態での、ストイキ状態に対する排ガス中の余剰酸素量または不足酸素量の積算値に相当する。

【0068】

まずステップ64では、フェールセーフフラグF__FSPOSCPMが「1」であるか否かを判別する。この答がYESで、フェールセーフ中のときには、OSC量OSCPM

50

を値0にリセットし(ステップ65)、後述するステップ76に進む。

【0069】

前記ステップ64の答がNOのときには、LAFセンサ22で検出された実空燃比KACTと基準空燃比KSTOICとの差(=KACT-KSTOIC)を、今回サイクルの空燃比偏差dkacttmpとして算出する(ステップ66)。

【0070】

上記の基準空燃比KSTOICは、理論空燃比に相当するものであり、適応則入力UADPの初期値UADPWINIなどを用いて算出される。したがって、空燃比偏差dkacttmpは、今回サイクルの実空燃比KACTの理論空燃比に対するずれ量に相当する。また、実空燃比KACTなどが当量比で表されるため、空燃比偏差dkacttmpが
10
正值であることは、排ガス空燃比がリッチ側にずれ、ストイキ状態に対して排ガス中の酸素が不足している状態を表し、逆に空燃比偏差dkacttmpが負値であることは、排ガス空燃比がリーン側にずれ、ストイキ状態に対して余剰の酸素が排ガス中に存在している状態を表す。

【0071】

上記ステップ66に続くステップ67では、算出した空燃比偏差dkacttmpに今回サイクル相当の排ガス流量GAIRCLAVBを乗算した値を、それまでに算出されているOSC量OSCPMから減算することによって、OSC量暫定値oscpmtmpを算出する。なお、排ガス流量GAIRCLAVBは、空気質量GAIRに基づき、ECU
20
2によって算出される。

【0072】

次に、出力偏差SVO2Pが値0よりも大きいかなんかを判別し(ステップ68)、その答がYESのときには、第1リッチ側反転フラグF__SVO2PMHが「1」であるか否かを判別する(ステップ69)。この答がYESのとき、すなわち、O2出力値SVO2が目標値SVO2CMDよりもリッチ側にある状態が継続しているときには、ステップ67で算出されたOSC量暫定値oscpmtmpと値0のうちの大きい方を、OSC量OSCPMとして算出し(ステップ70)、後述するステップ76に進む。このようにOSC量暫定値oscpmtmpをリミット処理し、OSC量OSCPMを0以上の値に維持するのは、LAFセンサ22の検出遅れを考慮し、それに起因するOSC量OSCPMの誤算出を回避するためである。
30

【0073】

前記ステップ69の答がNOのとき、すなわち、O2出力値SVO2が目標値SVO2CMDに対してリーン側からリッチ側に変化したときには、第1リッチ側反転フラグF__SVO2PMHを「1」にセットする(ステップ71)とともに、OSC量OSCPMを値0にリセットし(ステップ72)、ステップ76に進む。

【0074】

一方、前記ステップ68の答がNOで、出力偏差SVO2P=0のときには、前記ステップ69と同様、第1リッチ側反転フラグF__SVO2PMHが「1」であるか否かを判別する(ステップ73)。この答がNOのとき、すなわち、O2出力値SVO2が目標値SVO2CMDよりもリーン側にある状態が継続しているときには、OSC量暫定値os
40
cpmtmpと値0のうちの小さい方を、OSC量OSCPMとして算出し(ステップ74)、ステップ76に進む。このリミット処理もまた、LAFセンサ22の検出遅れによるOSC量OSCPMの誤算出を回避するためである。

【0075】

前記ステップ73の答がYESのとき、すなわち、O2出力値SVO2が目標値SVO2CMDに対してリッチ側からリーン側に変化したときには、第1リッチ側反転フラグF__SVO2PMHを「0」にセットする(ステップ75)とともに、前記ステップ72に進み、OSC量OSCPMを値0にリセットした後、ステップ76に進む。

【0076】

次に、ステップ76~81において、O2出力値SVO2の目標値SVO2CMDに対
50

する反転回数を算出する。まずステップ76では、出力偏差SVO2Pが反転判定用の所定値VO2RV SJGよりも大きいか否かを判別する。この所定値VO2RV SJGは、値0に所定のヒステリシスを付したものである。このステップ76の答がYESのときには、第2リッチ側反転フラグF__SVO2PMHHが「1」であるか否かを判別する(ステップ77)。この答がYESのとき、すなわち、O2出力値SVO2が目標値VO2よりもリッチ側にある状態が継続しているときには、後述するステップ82に進む。

【0077】

一方、前記ステップ77の答がNOのとき、すなわち、O2出力値SVO2が目標値SVO2CMDに対してリーン側からリッチ側に反転したときには、第2リッチ側反転フラグF__SVO2PMHHを「1」にセットする(ステップ78)とともに、反転回数カウンタ値CO2RVSPMをインクリメントし(ステップ79)、ステップ82に進む。

10

【0078】

前記ステップ76の答がNOのときには、前記ステップ77と同様、第2リッチ側反転フラグF__SVO2PMHHが「1」であるか否かを判別する(ステップ80)。この答がNOのとき、すなわち、O2出力値SVO2が目標値SVO2CMDよりもリーン側にある状態が継続しているときには、ステップ82に進む。

【0079】

一方、前記ステップ80の答がYESのとき、すなわち、O2出力値SVO2が目標値SVO2CMDに対してリッチ側からリーン側に反転したときには、第2リッチ側反転フラグF__SVO2PMHHを「0」にセットする(ステップ81)とともに、前記ステップ79に進み、反転回数カウンタ値CO2RVSPMをインクリメントする。以上の算出方法から明らかなように、反転回数カウンタ値CO2RVSPMは、CAT後フィードバック制御中、O2出力値SVO2が目標値SVO2CMDに対してリーン側とリッチ側の間で反転した回数を表す。

20

【0080】

次に、ステップ82では、前記ステップ65、70、72または74で算出されたOSC量OSCPMの絶対値|OSCPM|が、所定量OSCPMH以上であるか否かを判別する。この所定量OSCPMHは、触媒8がフレッシュな状態にあるときに貯蔵可能な最大酸素量に相当する。

【0081】

このステップ82の答がYESで、|OSCPM| > OSCPMHのとき、すなわち、CAT後フィードバック制御中、ストイキ状態に対する排ガス中の余剰酸素量の積算値が触媒8に貯蔵可能な最大酸素量以上になり、触媒8が酸素で飽和した状態になったと推定されるとき、またはストイキ状態に対する排ガス中の不足酸素量の積算値が触媒8の最大酸素量以上になり、触媒8内に酸素がほとんどなくなったと推定されるときには、触媒8の上流側の排ガス空燃比が下流側の排ガス空燃比に良好に反映されるという所定の条件が成立しているとして、初期値更新許可フラグF__UAICMDを「1」にセットし(ステップ83)、本処理を終了する。

30

【0082】

前記ステップ82の答がNOのときには、前記ステップ79で算出された反転回数カウンタ値CO2RVSPMが所定回数CTO2RVSPML(例えば2回)以上であるか否かを判別する(ステップ84)。

40

【0083】

この答がYESで、CAT後フィードバック制御中、O2出力値SVO2の目標値SVO2CMDに対する反転回数が、所定回数CTO2RVSPMLに達したときには、触媒8の上流側の排ガス空燃比が下流側の排ガス空燃比に良好に反映されるという所定の条件が成立しているとして、前記ステップ83に進み、初期値更新許可フラグF__UAICMDを「1」にセットする。一方、上記ステップ84の答がNOのときには、そのまま本処理を終了する。

【0084】

50

上記のように初期値更新許可フラグF__UAICMDが「1」にセットされると、前記ステップ29において、CAT後フィードバック制御の停止直前に算出された適応則入力UADPが、初期値UADPWINIとして更新され、次回のCAT後フィードバック制御の開始時に適応則入力UADPの初期値として用いられる。

【0085】

以上のように、本実施形態によれば、CAT後フィードバック制御中、O2出力値SVO2が目標値SVO2CMDに対して反転していない状態で、LAFセンサ22で検出された実空燃比KACTと排ガス流量GAIRCLAVBに基づいて、OSC量OSCPMを算出する。そして、算出されたOSC量OSCPMの絶対値が所定量OSCPMH以上になったときに、初期値更新許可フラグF__UAICMDを「1」にセットし（図7のステップ82、83）、そのCAT後フィードバック制御の停止直前に算出された適応則入力UADPを、次回のCAT後フィードバック制御の開始時用の初期値UADPWINIとして更新する（図4のステップ29）。

10

【0086】

また、CAT後フィードバック制御中、目標値SVO2CMDに対するO2出力値SVO2の反転回数（反転回数カウンタ値CO2RVSP）が所定回数CTO2RVSPML以上になったときにも、初期値更新許可フラグF__UAICMDを「1」にセットし（図7のステップ82、83）、適応則入力UADPの初期値UADPWINIの更新を許可する。

【0087】

20

したがって、触媒8の上流側の排ガスの空燃比が下流側の排ガスの空燃比に良好に反映した状態で算出された信頼性の高い適応則入力UADPのみを、次回のCAT後フィードバック制御の開始時に適応則入力UADPの初期値として用いることができ、それにより、空燃比制御の精度を向上させることができる。

【0088】

また、目標空燃比KCMDを、O2出力値SVO2が目標値SVO2CMDになるように、スライディングモード制御により算出する。したがって、O2センサ21で検出されたO2出力値SVO2を用い、外乱の影響が少なく、かつ目標値SVO2CMDへの収束が早いという特性を有するスライディングモード制御によって、目標空燃比KCMDを適切に算出することができる。また、そのように算出された目標空燃比KCMDを用いて、LAFセンサ22で検出された実空燃比KACTが目標空燃比KCMDになるように、燃料噴射量Toutを制御するので、空燃比の制御精度をさらに向上させることができる。

30

【0089】

次に、本発明の第2実施形態に係る内燃機関の空燃比制御装置について説明する。この第2実施形態の空燃比制御装置の場合、第1実施形態の空燃比制御装置1と比較すると、電気的な構成および機械的な構成は同じであり、制御処理の一部の内容が異なっているのみであるので、以下、異なる点を中心に説明するとともに、第1実施形態の制御装置1と同じ構成および制御処理に関しては、その説明および図示を省略する。

【0090】

この空燃比制御装置では、前述した図3のステップ11における適応則入力UADPの算出処理が、図8に示すように実行される。同図に示すように、この算出処理は、前述した図4の算出処理と比べて、ステップ100で適応則入力UADP用の初期値UADPWINIの算出処理を実行する点と、ステップ110における初期値UADPWINIの更新許可判定処理の内容とが異なっているのみであるので、以下、これらの処理の内容について説明する。

40

【0091】

まず、図9を参照しながら、上述した適応則入力UADP用の初期値UADPWINIの算出処理について説明する。同図に示すように、この処理の場合、まず、ステップ101で、RAM内に記憶されている反転回数カウンタ値CO2RVSPMが所定回数CTO2RVSPML以上であるか否かを判別する。

50

【 0 0 9 2 】

この答が Y E S のとき、すなわち、C A T 後フィードバック制御中、O 2 出力値 S V O 2 が目標値 S V O 2 C M D に対して収束しておらず、反転を繰り返していると推定される際には、ステップ 1 0 2 に進み、適応則入力 U A D P 用の初期値 U A D P W I N I を、適応則入力 U A D P の極大値 U A D P M A X と極小値 U A D P M I N の相加平均値 $[= (U A D P M A X + U A D P M I N) / 2]$ に設定した後、本処理を終了する。なお、これらの極大値 U A D P M A X および極小値 U A D P M I N は、後述するように、初期値 U A D P W I N I の更新許可判定処理において算出される。

【 0 0 9 3 】

一方、ステップ 1 0 1 の答が N O のとき、すなわち、C A T 後フィードバック制御中、O 2 出力値 S V O 2 が目標値 S V O 2 C M D の近傍に収束していると推定される際には、ステップ 1 0 3 に進み、適応則入力 U A D P 用の初期値 U A D P W I N I を、R A M 内に記憶されている適応則入力 U A D P に設定した後、本処理を終了する。

10

【 0 0 9 4 】

次に、図 1 0 , 1 1 を参照しながら、前述した初期値 U A D P W I N I の更新許可判定処理について説明する。両図 1 0 , 1 1 に示すように、この判定処理は、前述した図 6 , 7 の判定処理と比べて、ステップ 1 1 1 ~ 1 1 3 のみが異なっているので、以下、これらの内容を中心にして説明する。

【 0 0 9 5 】

図 1 0 に示すように、ステップ 6 4 で、フェールセーフフラグ F _ F S P O S C P M が「 1 」であるか否かを判別し、その答が Y E S で、フェールセーフ中のときには、ステップ 1 1 1 に進み、O S C 量暫定値 o s c p m t m p を値 0 に設定する。一方、ステップ 6 4 の答が N O のときには、前述したように、ステップ 6 6 , 6 7 を実行する。

20

【 0 0 9 6 】

ステップ 6 7 または 1 1 1 に続くステップ 6 8 で、前述したように、出力偏差 S V O 2 P が値 0 よりも大きいかなかを判別し、その答が Y E S のときには、前述したように、ステップ 6 9 に進み、第 1 リッチ側反転フラグ F _ S V O 2 P M H が「 1 」であるか否かを判別する。

【 0 0 9 7 】

この答が Y E S で、O 2 出力値 S V O 2 が目標値 S V O 2 C M D よりもリッチ側にある状態が継続しているときには、前述したように、ステップ 7 0 を実行した後、図 1 1 のステップ 7 6 以降を実行し、本処理を終了する。一方、ステップ 6 9 の答が N O で、O 2 出力値 S V O 2 が目標値 S V O 2 C M D に対してリーン側からリッチ側に変化したときには、前述したように、ステップ 7 1 を実行した後、ステップ 1 1 2 に進み、適応則入力 U A D P の極大値 U A D P M A X を、R A M 内に記憶されている適応則入力 U A D P に設定する。次いで、前述したように、ステップ 7 2 を実行した後、図 1 1 のステップ 7 6 以降を実行し、本処理を終了する。

30

【 0 0 9 8 】

一方、ステップ 6 8 の答が N O のときには、前述したように、ステップ 7 3 で、第 1 リッチ側反転フラグ F _ S V O 2 P M H が「 1 」であるか否かを判別し、この答が N O で、O 2 出力値 S V O 2 が目標値 S V O 2 C M D よりもリーン側にある状態が継続しているときには、前述したように、ステップ 7 4 を実行した後、図 1 1 のステップ 7 6 以降を実行し、本処理を終了する。

40

【 0 0 9 9 】

一方、ステップ 7 3 の答が Y E S で、O 2 出力値 S V O 2 が目標値 S V O 2 C M D に対してリッチ側からリーン側に変化したときには、前述したように、ステップ 7 5 を実行した後、ステップ 1 1 3 に進み、適応則入力 U A D P の極小値 U A D P M I N を、R A M 内に記憶されている適応則入力 U A D P に設定する。次いで、前述したように、ステップ 7 2 を実行した後、図 1 1 のステップ 7 6 以降を実行し、本処理を終了する。

【 0 1 0 0 】

50

以上のように、第2実施形態の空燃比制御装置によれば、 $CO_2RVSPM < CTO_2RVSPML$ のときには、適応則入力UADP用の初期値UADPWINIが、RAM内に記憶されている適応則入力UADPに設定されるので、第1実施形態の空燃比制御装置1と同様の作用効果を得ることができる。

【0101】

一方、 $CO_2RVSPM < CTO_2RVSPML$ のときには、適応則入力UADP用の初期値UADPWINIが、適応則入力UADPの極大値UADPMAXと極小値UADPMINの相加平均値 $[= (UADPMAX + UADPMIN) / 2]$ に設定されるので、CAT後フィードバック制御を停止する直前において、適応則入力UADPの値が安定せず、比較的大きな幅で反転を繰り返す状態にあったときでも、次のフィードバック制御における適応則入力UADP用の初期値UADPWINIを適切に算出することができる。以上により、フィードバック制御中の空燃比センサの出力値と目標値との関係にかかわらず、高い制御精度を確保することができる。

10

【0102】

なお、本発明は、説明した各実施形態に限定されることなく、種々の態様で実施することができる。例えば、各実施形態では、適応則入力UADPの初期値UADPWINIの更新を許可する所定の条件として、前述したようにして算出されたOSC量OSCPMの絶対値が所定量以上であるという条件と、目標値SVO2CMDに対するO2出力値SVO2の反転回数が所定回数以上であるという条件を用いているが、これらの2つの条件の一方のみを用いてもよい。また、OSC量OSCPMの算出手法についても、各実施形態で示したものに限らず、他の適当な手法を採用できる。

20

【0103】

また、CAT後フィードバック制御中、触媒8の上流側の排ガスの空燃比が下流側の排ガスの空燃比に良好に反映されていると推定される限り、所定の条件として、上記の2つの条件に代えてまたは加えて、他の適当な条件を用いることが可能である。

【0104】

また、各実施形態では、O2センサ21は、触媒8の下流側に配置されているが、触媒8の途中に配置されていてもよい。さらに、O2センサ21は、いわゆる反転タイプのものであるが、上流側のLAFセンサ22と同様、排ガス中の酸素濃度をリニアに検出するタイプのものでよい。

30

【0105】

さらに、各実施形態では、O2出力値SVO2および目標値SVO2CMDに応じた目標空燃比KCMDの算出を、スライディングモード制御により行っているが、例えばPIDフィードバック制御によって行ってもよい。その場合には、フィードバック制御の積分項Iは、出力偏差SVO2Pおよび積分項ゲインKIを用い、次式(7)によって算出され、本発明は、この積分項Iの初期値を更新するのに適用される。

$$I(k) = KI \cdot SVO2P + I(k-1) \quad \dots (7)$$

【0106】

また、各実施形態は、本発明を車両に搭載されたガソリンエンジンに適用した例であるが、本発明は、これに限らず、ガソリンエンジン以外の各種のエンジンに適用してもよく、また、車両用以外のエンジン、例えば、クランクシャフトを鉛直に配置した船外機などの船舶推進機用のエンジンにも適用可能である。その他、本発明の趣旨の範囲内で、細部の構成を適宜、変更することが可能である。

40

【符号の説明】

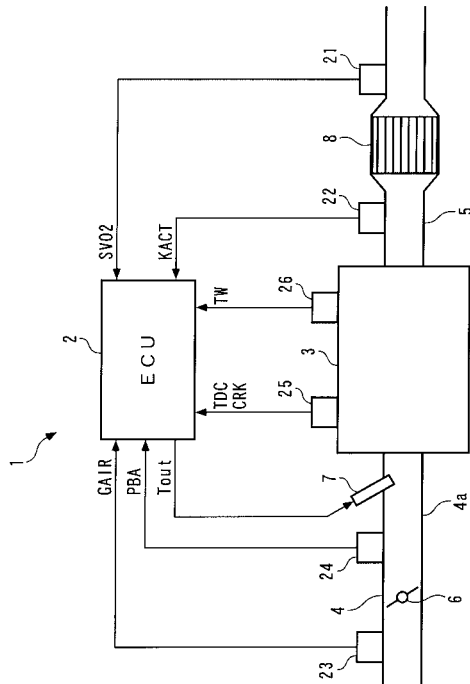
【0107】

- 1 空燃比制御装置
- 2 ECU(制御入力算出手段、条件成立判定手段、初期値更新手段、排ガス流量取得手段、酸素量積算値算出手段、反転回数算出手段)
- 3 内燃機関
- 5 排気管(排気通路)

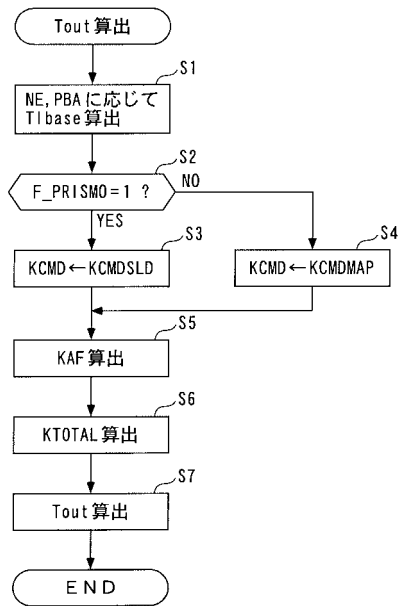
50

- 8 触媒
- 2 1 酸素濃度センサ (空燃比センサ)
- 2 2 L A F センサ (上流側空燃比センサ)
- 2 3 エアフローメータ (排ガス流量取得手段)
 - S V O 2 酸素濃度センサの出力値 (空燃比センサの出力値)
 - S V O 2 C M D 目標値
 - U A D P 適応則入力 (積分項)
 - U A D P W I N I 適応則入力の初期値 (積分項の初期値)
 - K A C T 実空燃比 (上流側空燃比センサで検出された排ガスの空燃比)
 - K C M D 目標空燃比 (制御入力)
 - G A I R C L A V B 排ガス流量
 - O S C P M O S C 量 (酸素量積算値)
 - O S C P M H 所定量
 - C O 2 R V S P M 反転回数カウンタ値 (反転回数)
 - C T O 2 R V S P M L 所定回数
 - T o u t 燃料噴射量 (内燃機関に供給される燃料量)
 - I 積分項

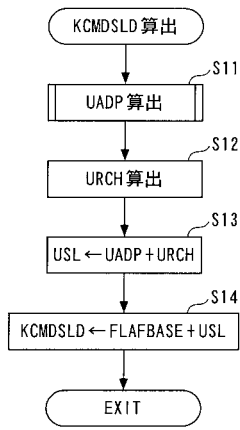
【図 1】



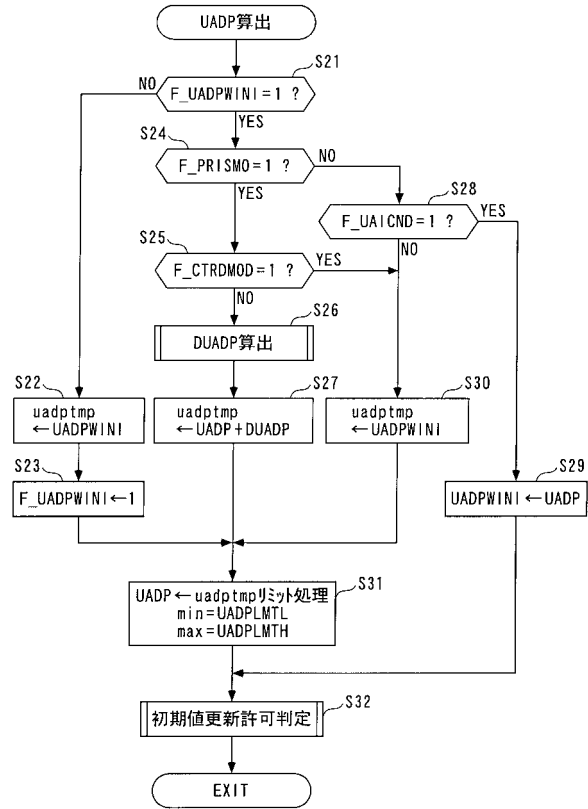
【図 2】



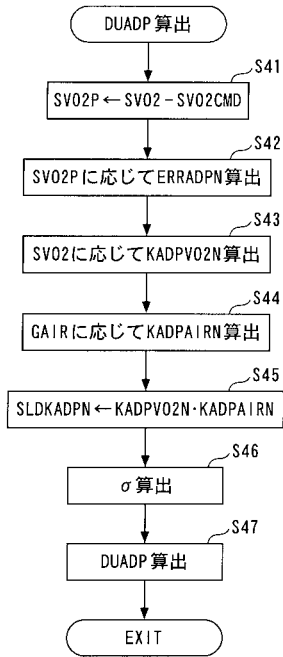
【図3】



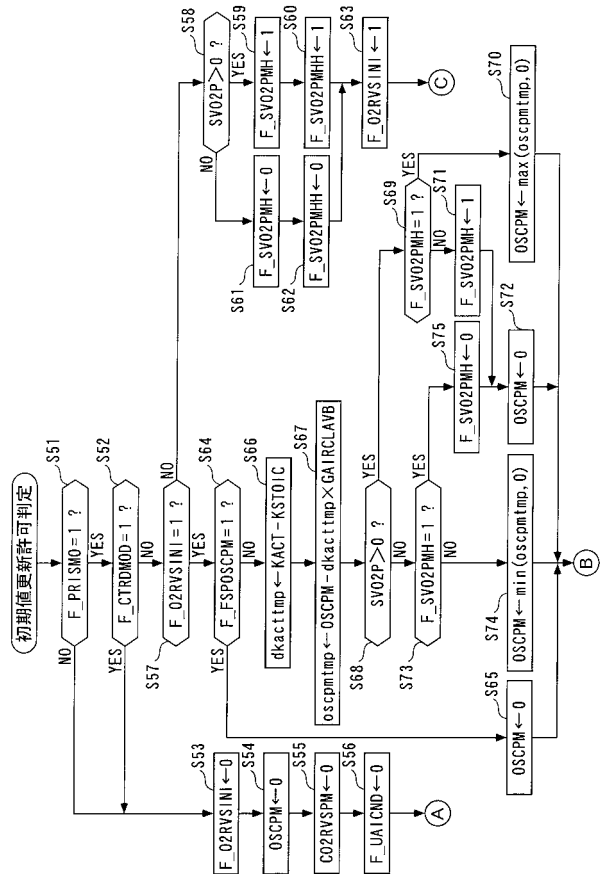
【図4】



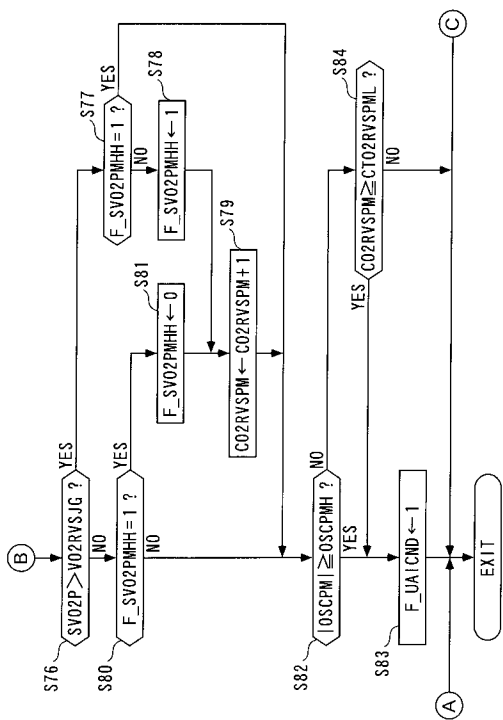
【図5】



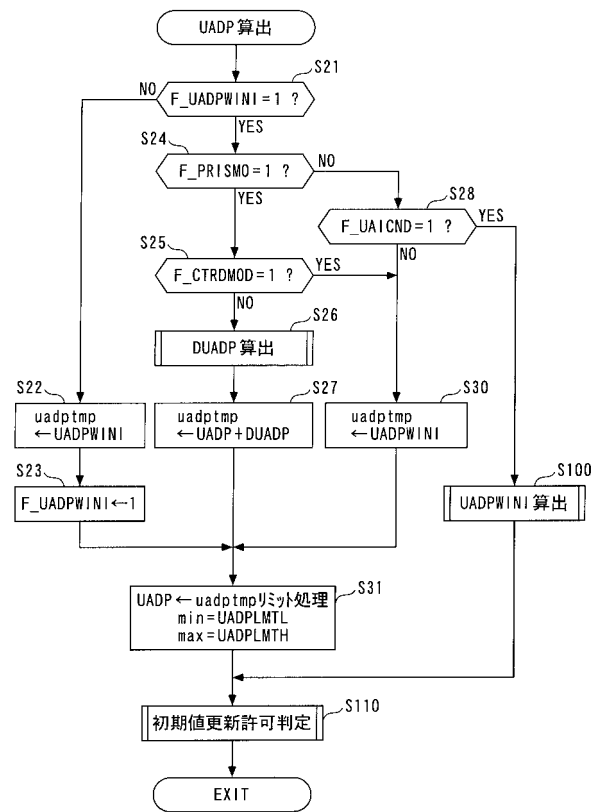
【図6】



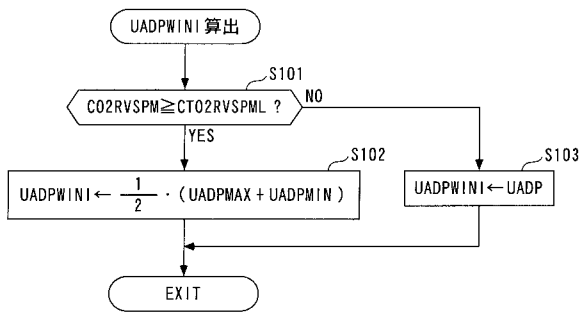
【図7】



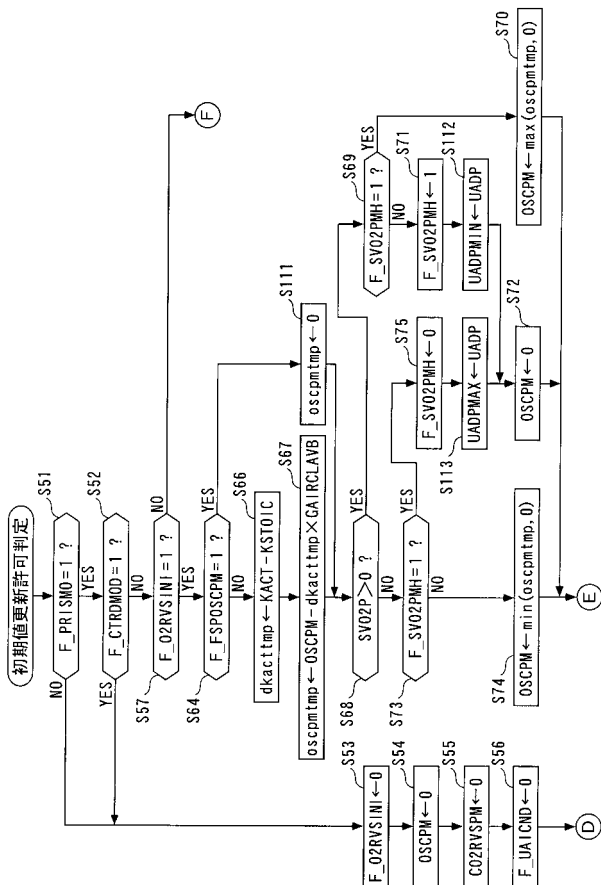
【図8】



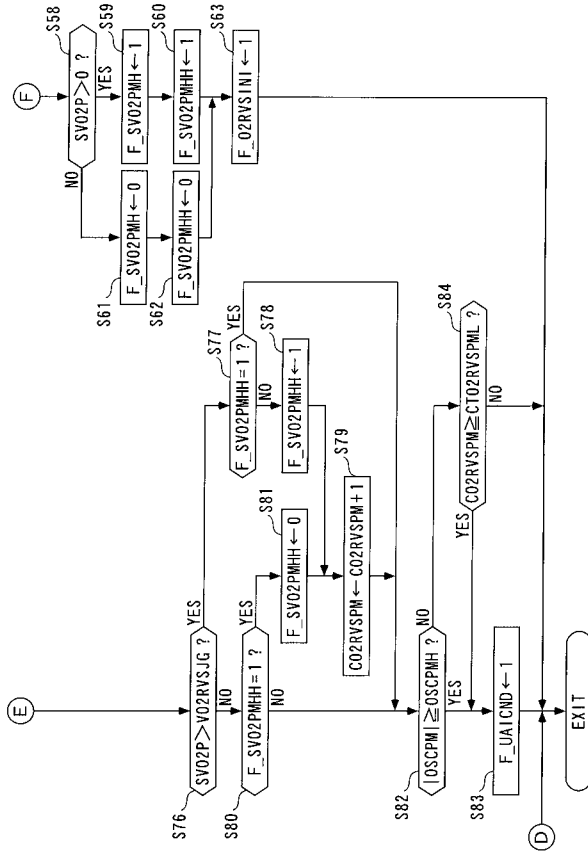
【図9】



【図10】



【 1 1 1 】



フロントページの続き

- (72)発明者 渡辺 誠二
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 後藤 宗一郎
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

審査官 小川 恭司

- (56)参考文献 特開2003-214228(JP,A)
特開2008-075495(JP,A)
特開2003-214146(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- F02D 41/00 - 45/00
F02D 13/00 - 28/00