

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-113729

(P2005-113729A)

(43) 公開日 平成17年4月28日(2005.4.28)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
FO2D 41/14	FO2D 41/14 310H	3G084
FO2D 45/00	FO2D 45/00 368G	3G301

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-346854 (P2003-346854)	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成15年10月6日(2003.10.6)	(74) 代理人	100106150 弁理士 高橋 英樹
		(74) 代理人	100082175 弁理士 高田 守
		(74) 代理人	100120499 弁理士 平山 淳
		(72) 発明者	加藤 直人 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		Fターム(参考)	3G084 BA09 BA13 DA04 DA10 DA27 EB08 EB12 EB13 EB14 EB15 EB17 EB25 FA26 FA29

最終頁に続く

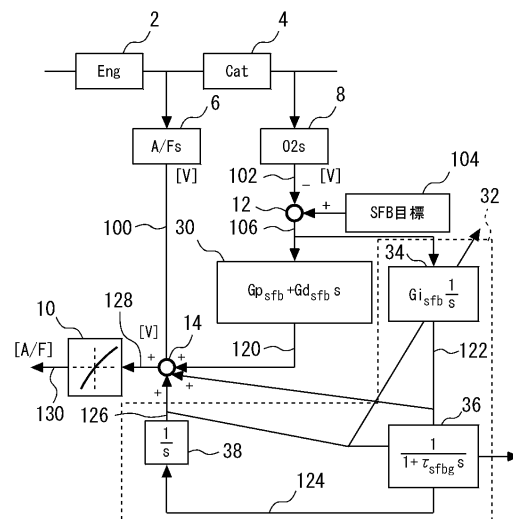
(54) 【発明の名称】 内燃機関の空燃比制御装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は内燃機関の空燃比制御装置に関し、サブフィードバック制御における学習値を安定して学習できるようにすることで、安定したエミッション特性を維持できるようにする。

【解決手段】 触媒から流出する排気ガスの空燃比が基準値と一致するように、下流側排気ガスセンサ8からの出力信号102を燃料噴射量にフィードバックする。このサブフィードバック制御において、積分値算出手段34により下流側排気ガスセンサからの出力信号102と基準値104との偏差106の積分値を算出し、その積分値信号122を平滑化手段36によって平滑化する。そして、平滑化された積分値信号124から、A/Fセンサ6からの空燃比信号100に含まれる恒常的な誤差を補償するための学習値126を学習する、

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の排気通路において触媒の上流に配置された上流側排気ガスセンサと、
前記触媒の下流に配置された下流側排気ガスセンサと、
前記触媒に流入する排気ガスの空燃比が目標空燃比と一致するように、前記上流側排気ガスセンサからの出力信号を燃料噴射量にフィードバックするメインフィードバック手段と、

前記メインフィードバック手段によるフィードバック制御を補完するように、前記下流側排気ガスセンサからの出力信号を燃料噴射量にフィードバックするサブフィードバック手段とを備え、

10

前記サブフィードバック手段は、

前記下流側排気ガスセンサからの出力信号と基準値との偏差の積分値を算出する積分値算出手段と、

前記積分値算出手段からの積分値信号を平滑化する平滑化手段と、

前記上流側排気ガスセンサからの出力信号に含まれる恒常的な誤差を補償するための学習値を、前記平滑化された積分値信号から学習する学習手段とを含むことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 2】

前記サブフィードバック手段は、前記下流側排気ガスセンサからの出力信号を燃料噴射量にフィードバックすべき条件が成立したか否かを判定する実行条件判定手段と、

20

前記条件の不成立時には、前記条件が再び成立するまで、前記学習値の算出に関するパラメータの値を前記条件の不成立前の値に保持するパラメータ値保持手段とをさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 3】

前記サブフィードバック手段は、燃料カット中か否かを判定する燃料カット判定手段と、

前記触媒の酸素吸蔵状態が所定の適正範囲内にあるか否かを判定する酸素吸蔵状態判定手段と、

前記燃料カットの実行後は、前記酸素吸蔵状態が前記適正範囲に入るまで、前記学習値の算出に関するパラメータの値を前記燃料カットの実行前の値に保持するパラメータ値保持手段とをさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の空燃比制御装置。

30

【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、触媒の上流側と下流側とにそれぞれ排気ガスセンサを配置し、これら排気ガスセンサの出力信号に基づいて燃料供給量を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、排気通路における触媒の上流側に A / F センサ（広域空燃比センサ）を配置し、触媒の下流側に O₂ センサ（酸素センサ）を配置し、これら 2 つの排気ガスセンサの出力信号に基づいて空燃比を制御する装置が知られている。A / F センサは空燃比に対してリニアな出力特性を示す排気ガスセンサであり、O₂ センサは空燃比に対し理論空燃比を基準にしてリッチ側とリーン側とで出力が急変するいわゆる Z 特性を示す排気ガスセンサである。このような 2 つの排気ガスセンサを備えた制御装置では、まず、A / F センサからの出力信号（空燃比信号）に基づき、触媒に流入する排気ガスの空燃比が目標空燃比になるよう燃料噴射量がフィードバック制御されている（以下、この制御をメインフィードバック制御という）。また、このメインフィードバック制御と併せて、O₂ センサからの出力信号を燃料噴射量にフィードバックする制御も行われている（以下、この制御をサブフィードバック制御という）。

40

50

【0003】

サブフィードバック制御は、メインフィードバック制御を補完し、内燃機関のエミッション特性を向上させるために実行される。メインフィードバック制御において用いられる目標空燃比は、触媒が最も効率的に排気ガスを浄化することのできる空燃比に設定され、メインフィードバック制御では、A/Fセンサからの空燃比信号と目標空燃比との偏差に応じてフィードバック補正値を算出している。しかしながら、内燃機関における種々のバラツキの影響により、メインフィードバック制御が実行されているにもかかわらず、排気ガスの実空燃比が目標空燃比に対してリッチ側、或いはリーン側に偏ることがある。このような傾向が継続すれば、やがて触媒の酸素吸蔵状態が枯渇状態になってHCやCOを浄化できなくなったり（リッチ側に偏った場合）、逆に触媒の酸素吸蔵状態が飽和状態になってNO_xを浄化できなくなったりしてしまう（リーン側に偏った場合）。 10

【0004】

O₂センサからの出力信号は、この触媒の酸素吸蔵状態を代表しており、触媒の酸素吸蔵状態が枯渇状態になった場合にはO₂センサからの出力信号はリッチ出力となり、触媒の酸素吸蔵状態が飽和状態になった場合にはO₂センサからの出力信号はリーン出力となる。したがって、O₂センサからの出力信号がリッチ出力に反転したら、触媒に流入する排気ガスの実空燃比はリッチ側に偏っていると判断することができ、逆にO₂センサからの出力信号がリーン出力に反転したら、実空燃比はリーン側に偏っていると判断することができる。 20

【0005】

サブフィードバック制御では、O₂センサからの出力信号に基づきサブフィードバック補正値を算出し、このサブフィードバック補正値をメインフィードバック制御にフィードバックすることで、A/Fセンサからの空燃比信号と目標空燃比との偏差を補正している。これによれば、A/Fセンサからの空燃比信号と目標空燃比との偏差を現実の空燃比と目標空燃比との偏差に近づけることが可能であり、メインフィードバック制御による空燃比の制御精度を高めることができる。 20

【0006】

空燃比制御においてメインフィードバック制御とともにサブフィードバック制御を行う制御装置としては、従来、例えば、特許文献1に開示されている制御装置が知られている。この制御装置におけるサブフィードバック制御では、具体的には、O₂センサからの出力信号に基づきPI制御を行い、P項（比例項）とI項（積分項）を演算して空燃比補正量を算出している。また、この空燃比補正量を加重平均し、その結果を空燃比学習量として算出している。そして、空燃比補正量と空燃比学習量とを標空燃比に加算して目標空燃比を補正することで、メインフィードバック制御を補完している。 30

【特許文献1】特開平8-291738号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1に開示された従来の制御装置では、空燃比補正量から学習値としての空燃比学習量を学習しているが、この空燃比補正量はO₂センサからの出力信号をPI制御して得られるP項とI項からなる。I項がO₂センサからの出力信号の定常偏差を示す定常成分であるに対し、P項はO₂センサからの出力信号の変化に応じて変動する変動成分であるため、P項を学習に取り込むことで学習値にも変動成分が含まれてしまう。 40

【0008】

このため、従来の制御装置には、サブフィードバック制御における学習値が荒れてしまったり、安定した学習値を学習するのに時間がかかってしまったり等といった不都合があった。学習値の荒れや、学習速度の遅さは排気ガスの空燃比のリーン側、或いはリッチ側への偏りを許容することになり、安定したエミッション特性を維持することができなくなってしまう。

【0009】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、サブフィードバック制御における学習値を安定して学習できるようにすることで、安定したエミッション特性を維持できるようにした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。

【課題を解決するための手段】

【0010】

第1の発明は、上記の目的を達成するため、内燃機関の空燃比制御装置であって、内燃機関の排気通路において触媒の上流に配置された上流側排気ガスセンサと、前記触媒の下流に配置された下流側排気ガスセンサと、前記触媒に流入する排気ガスの空燃比が目標空燃比と一致するように、前記上流側排気ガスセンサからの出力信号を燃料噴射量にフィードバックするメインフィードバック手段と、

10

前記メインフィードバック手段によるフィードバック制御を補完するように、前記下流側排気ガスセンサからの出力信号を燃料噴射量にフィードバックするサブフィードバック手段とを備え、

前記サブフィードバック手段は、

前記下流側排気ガスセンサからの出力信号と基準値との偏差の積分値を算出する積分値算出手段と、

前記積分値算出手段からの積分値信号を平滑化する平滑化手段と、

前記上流側排気ガスセンサからの出力信号に含まれる恒常的な誤差を補償するための学習値を、前記平滑化された積分値信号から学習する学習手段とを含むことを特徴としている。

20

【0011】

第2の発明は、第1の発明において、前記サブフィードバック手段は、前記下流側排気ガスセンサからの出力信号を燃料噴射量にフィードバックすべき条件が成立したか否かを判定する実行条件判定手段と、

前記条件の不成立時には、前記条件が再び成立するまで、前記学習値の算出に関するパラメータの値を前記条件の不成立前の値に保持するパラメータ値保持手段とをさらに含むことを特徴としている。

【0012】

第3の発明は、第1の発明において、前記サブフィードバック手段は、燃料カット中か否かを判定する燃料カット判定手段と、

30

前記触媒の酸素吸蔵状態が所定の適正範囲内にあるか否かを判定する酸素吸蔵状態判定手段と、

前記燃料カットの実行後は、前記酸素吸蔵状態が前記適正範囲に入るまで、前記学習値の算出に関するパラメータの値を前記燃料カットの実行前の値に保持するパラメータ値保持手段とをさらに含むことを特徴としている。

【発明の効果】

【0013】

第1の発明によれば、下流側排気ガスセンサからの出力信号の定常偏差を示す積分値から学習値が学習されるので、学習値が比例値や微分値のような変動成分の影響を受けない。しかも積分値は平滑化されているので、下流側排気ガスセンサからの出力信号の変動の影響による二次振動も抑制され、安定した学習値を得ることができる。

40

【0014】

また、第2の発明によれば、フィードバック条件が不成立になった時、学習値の算出に関するパラメータの値がクリアされることなく、フィードバック条件が不成立になる前の値に保持されるので、フィードバック再開後も学習速度を維持することができる。

【0015】

また、第3の発明によれば、燃料カット時には触媒の酸素吸蔵状態が飽和状態になるため、そのまま学習を行うと学習値がリッチ側に誤学習されてしまうが、酸素吸蔵状態が適正範囲に入るまでは学習値の算出に関するパラメータの値が燃料カットの実行前の値に

50

保持されるので、学習値が誤学習されてしまうことがない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

実施の形態1.

以下、図1乃至図4を参照して、本発明の実施の形態1について説明する。

図1は本発明の実施の形態1である空燃比制御装置の構成を示すブロック図、図2は本発明の創案過程において案出された空燃比制御装置（以下、比較対象装置という）の構成を示すブロック図である。以下では、これら2つの空燃比制御装置を対比することで、本実施形態の空燃比制御装置の特徴を明らかにする。なお、本実施形態の空燃比制御装置は、メインフィードバック制御とサブフィードバック制御とを実行可能な装置であるが、ここでは、サブフィードバック制御に関連する部分を抜き出して示している。メインフィードバック制御の方法については、本発明の主要部ではないので、ここではその詳細な説明は省略する。また、図中、双方に共通する要素については、同一の符号を付している。

10

【0017】

先ず、比較対象装置の構成について説明する。特許文献1に記載された従来の制御装置では、PI制御によって空燃比補正量を算出して目標空燃比を補正している。これに対して比較対象装置では、PID制御によって空燃比補正量を算出するとともに、A/Fセンサからの空燃比信号を空燃比補正量により補正する。

【0018】

図2に示すように、比較対象装置では、内燃機関2と触媒4との間にA/Fセンサ6が配置され、触媒4の下流にO₂センサ8が配置されている。A/Fセンサ6からは、触媒4に流入する排気ガスの空燃比にリニアに対応する空燃比信号100が出力され、O₂センサ8からは、触媒4から流出する排気ガスの空燃比の状態（リーン或いはリッチ）を示す信号102が出力される。O₂センサ8からの出力信号102は、比較部12によってSFB目標値（基準値）104と比較される。SFB目標値104は理論空燃比に相当する出力値であり、触媒4から流出する排気ガスの空燃比がリッチのときには、O₂センサ8からの出力信号102はSFB目標値104よりも大きい値を示し、逆にリーンのときには小さい値を示す。比較部12は、SFB目標値104とO₂センサ8からの出力信号102との出力偏差106を出力する。

20

【0019】

比較部12から出力された出力偏差106はサブF Bコントローラ20に入力される。サブF Bコントローラ20は、入力された出力偏差106に基づきPID制御を行い、サブF B補正量（空燃比補正量）110を算出する。図2中のサブF Bコントローラ20の枠内に示す演算式はPID制御のための伝達関数であり、 $G_{p_{sfb}}$ はP項（比例項）の比例ゲイン、 $G_{i_{sfb}}$ はI項（積分項）の積分ゲイン、 $G_{d_{sfb}}$ はD項（微分項）の微分ゲインをそれぞれ示している。PID制御によって算出されたサブF B補正量110は、加算部14においてA/Fセンサ6からの空燃比信号100に加算される。このサブF B補正量110は、O₂センサ8からの出力信号102がリッチ出力に反転したとき、すなわち、触媒4に流入する排気ガスの空燃比がリッチ側に偏っていると判断されるときには負方向（補正後の空燃比信号116をリッチ化させる方向）に更新される。反対に、O₂センサ8からの出力信号102がリーン出力に反転したとき、すなわち、触媒4に流入する排気ガスの空燃比がリーン側に偏っていると判断されるときには正方向（補正後の空燃比信号116をリーン化させる方向）に更新される。

30

40

【0020】

比較対象装置では、サブフィードバック学習も行われている。サブフィードバック学習は、A/Fセンサ6からの空燃比信号100のストイキ点（理論空燃比相当出力）のずれを学習値114として学習する制御である。ここでは、サブフィードバック学習のための手段としてサブF B学習部22が備えられ、サブF Bコントローラ20からサブF B補正量110が入力される。サブF B学習部22では、適当なタイミングで、サブF B補正量110の平均的な値を学習値114に移し替える処理が行われる。

50

【0021】

具体的には、サブFB学習部22は、ローパスフィルタ24とSRAM(Static Random Access Memory)26とから構成されている。図2中のローパスフィルタ24の枠内に示す演算式は、ローパスフィルタの構成を示す伝達関数であり、ここではローパスフィルタとして一次遅れ要素が用いられている。サブFB学習部22に入力されたサブFB補正量110は、ローパスフィルタ24を通ることによってその高周波成分をカットされる。

【0022】

ローパスフィルタ24を通ったサブFB補正量112は、所定のタイミング(例えば所定の燃料噴射回数)でSRAM26に取り込まれる。図2中のSRAM26の枠内に示す演算式は、サブFB補正量112をSRAM26に取り込むための積分動作を示している。学習値114はSRAM26に記憶されており、新たに取り込まれる空燃比補正量112は積分動作によって学習値114に積算されていく。つまり、学習値114は新たにサブFB補正量112が取り込まれる毎に、その補正量112の値を加えた値に学習更新される。このようにサブFB補正量112が積算されていくことで、空燃比信号100に含まれる恒常的な誤差のための補正量は、サブFB補正量112から学習値114に移し変えられていく。なお、ローパスフィルタ24からSRAM26にサブFB補正量112が取り込まれた際には、ローパスフィルタ24の状態量がクリアされるとともに、クリアされたローパスフィルタ24の状態量に応じてサブFBコントローラ20のI項が補正される。

10

【0023】

SRAM26に記憶された学習値114は、サブFBコントローラ20で算出された空燃比補正量110とともに加算部14に入力され、A/Fセンサ6からの空燃比信号100に加算される。これにより、A/Fセンサ6からの空燃比信号100は、実空燃比のリーン側、或いはリッチ側への偏りを解消する方向に補正される。補正された空燃比信号116は変換マップ10において電圧値から空燃比そのものに変換され、その補正された空燃比信号116から変換された空燃比118に基づいてメインフィールドバック制御が実行される。

20

【0024】

以上説明した構成の比較対象装置によれば、サブFB補正量(空燃比補正量)110をPID制御により算出することで、PI制御により空燃比補正量を算出する従来の制御装置と比べて、サブFB補正量110をより速やかに収束させることができる。また、サブFB補正量110が速やかに収束することで、サブFB補正量110から学習される学習値114もより安定したものになると考えられる。

30

【0025】

しかしながら、サブFB補正量110には、従来の制御装置と同様に、変動成分であるP項及びD項が含まれている。このため、これらP項やD項が学習に取り込まれる学習値114にも変動成分が含まれており、学習値114はO₂センサ8からの出力信号の変化の影響を受けてしまう。また、SRAM26にサブFB補正量112を取り込む際には、整合を取るために、取り込んだサブFB補正量112に応じてサブFBコントローラ20のI項が補正されるが、サブFB補正量112はP項やD項を含んでいるため、補正によってI項にもO₂センサ8からの出力信号の変化が影響してしまうことになる。

40

【0026】

そこで、本実施形態の空燃比制御装置は、上記のような比較対象装置における不都合を解消すべく、以下に説明するような構成を採った。

【0027】

図1に示すように、本実施形態の空燃比制御装置は、触媒4の上流に上流側排気ガスセンサとしてのA/Fセンサ6を備え、触媒4の下流に下流側排気ガスセンサとしてのO₂センサ8を備えたダブルセンサシステムとして構成されている。A/Fセンサ6からの空燃比信号100は、説明を省略するメインフィールドバック制御において、燃料噴射量を補正するためのフィードバック補正值の算出に用いられる。O₂センサ8からの出力信号1

50

02は、以下に説明するサブフィードバック制御において、サブFB補正量（空燃比補正量）及び学習値の算出に用いられる。

【0028】

O₂センサ8からの出力信号102は、先ず、比較部12に入力される。比較部12では、O₂センサ8からの出力信号102は理論空燃比に相当する出力値であるSFB目標値（基準値）104と比較され、SFB目標値104とO₂センサ8からの出力信号102との出力偏差106が出力される。この出力偏差106は、触媒4から流出する排気ガスの空燃比がリッチのときには負の値となり、触媒4から流出する排気ガスの空燃比がリーンのときには正の値となる。

【0029】

本実施形態の空燃比制御装置は、サブFBコントローラ30とサブFB学習部32とを備えている。比較部14から出力された出力偏差106は、サブFBコントローラ30とサブFB学習部32とに並行して入力される。サブFBコントローラ30は、O₂センサ8からの出力信号102の変化に応じたサブFB補正量120を算出する手段である。比較対象装置では、サブFBコントローラ20はPID制御を行っていたが、本実施形態にかかるサブFBコントローラ30ではPD制御が行われる。図1中のサブFBコントローラ30の枠内に示す演算式はPD制御のための伝達関数であり、G_{p_{sfb}}はP項（比例項）の比例ゲイン、G_{d_{sfb}}はD項（微分項）の微分ゲインをそれぞれ示している。サブFBコントローラ30によるPD制御によって算出されたサブFB補正量120は、加算部14においてA/Fセンサ6からの空燃比信号100に加算される。サブFB補正量120は、O₂センサ8からの出力信号102がリッチ出力に反転したときには負方向（補正後の空燃比信号128をリッチ化させる方向）に更新され、O₂センサ8からの出力信号102がリーン出力に反転したときには正方向（補正後の空燃比信号128をリーン化させる方向）に更新される。

【0030】

サブFB学習部32は、A/Fセンサ6からの空燃比信号100に含まれる恒常的な誤差、すなわち、空燃比信号100のストイキ点のずれを学習値126として学習する手段である。比較対象装置では、学習値114をP項、I項、及びD項を含むサブFB補正量110から学習していたが、本実施形態の空燃比制御装置では、学習値126を出力偏差106のI制御によって得られる積分項（I項）のみから学習する。本実施形態にかかるサブFB学習部32は、積分部34とローパスフィルタ36とSRAM38とから構成されている。出力偏差106に基づくI制御は、本発明にかかる積分値算出手段としての積分部34によって行われ、比較部12からの偏差信号106は積分部34によって積分されていく。図1中の積分部34の枠内に示す演算式はI制御のための伝達関数であり、G_{i_{sfb}}はI項の積分ゲインを示している。積分部34のI制御によって得られた積分項信号（積分値信号）122は、O₂センサ8からの出力信号102のSFB目標値104からの定常偏差を示している。

【0031】

積分部34は、I制御によって得られた積分項信号122を加算部14とローパスフィルタ36とに並行に入力する。ローパスフィルタ36に入力された積分項信号122は、本発明にかかる平滑化手段としてのローパスフィルタ36によってその高周波成分をカットされ、平滑化される。図1中のローパスフィルタ36の枠内に示す演算式は、ローパスフィルタの構成を示す伝達関数であり、ここではローパスフィルタとして一次遅れ要素が用いられている。_{sfbg}はローパスフィルタの応答時定数を示している。なお、ここで示す伝達関数はあくまでもローパスフィルタの一例であり、他の伝達関数で表されるローパスフィルタを用いてもよい。また、高周波成分をカットして信号を平滑化できる手段であれば、加重平均等、ローパスフィルタ以外の平滑化手段を用いてもよい。

【0032】

ローパスフィルタ36を通り平滑化された積分項信号（積分値信号）124は、所定のタイミング（例えば所定の燃料噴射回数）で本発明にかかる学習手段としてのSRAM3

10

20

30

40

50

8に取り込まれる。図1中のSRAM38の枠内に示す演算式は、積分項信号124をSRAM38に取り込むための積分動作を示している。学習値126はSRAM38に記憶されており、新たに積分項信号124が取り込まれる毎に、学習値126は積分項信号124を積算した値に学習更新されていく。これにより、空燃比信号100に含まれる恒常的な誤差のための補正量は、積分項信号124から学習値126に移し変えられていく。ローパスフィルタ36からSRAM38に積分項信号124が取り込まれた際には、ローパスフィルタ36の状態量がクリアされるとともに、クリアされたローパスフィルタ36の状態量に応じて積分部34の状態量(I項)が補正される。

【0033】

SRAM38に記憶された学習値126は、上述のサブFB補正量120や積分項信号124とともに加算部14に入力され、A/Fセンサ6からの空燃比信号100に加算される。これにより、A/Fセンサ6からの空燃比信号100は、実空燃比のリーン側、或いはリッチ側への偏りを解消する方向に補正される。補正された空燃比信号128は変換マップ10において電圧値から空燃比そのものに変換され、変換された空燃比130に基づいてメインフィードバック制御が実行される。

10

【0034】

以上のような空燃比制御装置の構成において、比較部12、加算部14、サブFBコントローラ30、サブ学習部32、及び変換マップ10は、内燃機関を総合制御するECU(Electronic Control Unit)の一機能として実現されている。ECUは、本発明にかかるメインフィードバック手段としての機能とサブフィードバック手段としての機能を備えており、サブフィードバック手段として機能する場合には、A/Fセンサ6及びO₂センサ8から出力信号の供給を受け、図3に示すルーチンに従いサブフィードバック制御を実行する。

20

【0035】

図3は、本実施形態において、ECUが実行するサブフィードバック制御の流れを説明するためのフローチャートである。図3に示すルーチンは燃料噴射タイミング毎に実行され、最初のステップでは、サブフィードバック制御の実行条件が成立しているか否かが判定される(ステップ100)。実行条件としては、O₂センサ8が活性していることと、冷却水温が所定温度まで上昇していることである。この判定により、サブフィードバック制御の実行条件が成立している場合には、O₂センサ8からの出力信号が取りこまれる(ステップ102)。

30

【0036】

ステップ104では、O₂センサ8からの出力信号から、以下の(1)式、及び(2)式に従ってサブFB補正量が算出される。(1)式は図1の制御装置において比較部12により行われる処理内容に対応し、(2)式はサブFBコントローラ30により行われる処理内容に対応している。

$$\text{doxs}(k) = \text{oxsref}(k) - \text{gaoxs}(k) \quad \dots (1)$$

$$\text{sfb}(k) = G_{p_{sfb}} * \text{doxs}(k) + G_{d_{sfb}} * \{\text{doxs}(k) - \text{doxs}(k-1)\} \quad \dots (2)$$

上記(1)式中、gaoxsはO₂センサ8からの出力信号値であり、oxsrefはSFB目標値である。したがって、doxsはO₂センサ8からの出力信号の出力偏差を示している。上記(2)式中、sfbはサブFB補正量であり、G_{p_{sfb}}はサブFBコントローラ30によるPD制御の比例ゲインであり、G_{d_{sfb}}はその微分ゲインである。各項中のkはその項が今回値(今回周期での計算値)であることを意味し、k-1は前回値(前回周期での計算値)であることを意味している。

40

【0037】

ステップ106では、以下の(3)式、及び(4)式に従って学習用の積分項が算出される。(3)式、及び(4)式は、図1の制御装置においてサブFB学習部32の積分部34により行われる処理内容に対応している。

$$\text{sumdoxs} = \text{doxs}(k) + \text{sfb}(k-1) \quad \dots (3)$$

$$\text{sfb}(k) = G_{i_{sfb}} * \text{sumdoxs}(k-1) \quad \dots (4)$$

50

上記(3)及び(4)式中、sumdoxsは出力偏差doxsの積分値であり、sfbiはsumdoxsにゲイン $G_{i_{sfb}}$ を乗じて得られる積分項である。このsfbiが積分項信号として積分部34から出力される。 $G_{i_{sfb}}$ はサブFB学習部32の積分部34によるI制御の積分ゲインである。

【0038】

ステップ108では、以下の(5)式に従って積分項信号のローパス処理(平滑化処理)が行われる。(5)式は、図1の制御装置においてサブFB学習部32のローパスフィルタ36により行われる処理内容に対応している。

$$sfbism(k) = \{sfbi(k-1) - (1 - s_{fbg}) * sfbism(k-1)\} / s_{fbg} \quad \dots (5)$$

上記(5)式中、sfbismはローパス処理後の積分項信号であり、 s_{fbg} はローパス処理におけるサンプリング数(応答時定数)である。 10

【0039】

ステップ110では、ステップ108でローパス処理された積分項信号の学習値への取り込み条件、すなわち、学習の実行条件が成立しているか否かが判定される(ステップ110)。ここでは、前回の学習からの噴射回数が所定回に達することが実行条件とされている。この判定により、学習の実行条件が成立している場合には、ステップ108でローパス処理された積分項信号がSRAM38に書き込まれ、学習値が学習更新される(ステップ112)。

【0040】

SRAM38への積分項信号の書き込みが実行されると、同時に、積分部34とローパスフィルタ36の状態量の補正(クリア)が行われる。まず、ローパスフィルタ36の状態量の補正は、以下の(6)式、及び(7)式に従って行われる。 20

$$sfbi(k-1) = 0 \quad \dots (6)$$

$$sfbism(k-1) = 0 \quad \dots (7)$$

すなわち、(5)式におけるローパス処理の各要素の値が全て0にリセットされる。

【0041】

積分部34の状態量の補正は、以下の(8)式に従って行われる。

$$sumdoxs = sumdoxs - sfbism(k) / G_{i_{sfb}} \quad \dots (8)$$

すなわち、SRAM38に取り込まれた積分項信号の大きさに整合させて、(3)式における積分値が補正される。なお、上記(8)式において右辺のsumdoxsは補正前の値を示し、左辺のsumdoxsは補正後の値を示している。 30

【0042】

以上の制御が実行されることにより、A/Fセンサ6からの空燃比信号100は、サブFB補正量と学習値とによって、実空燃比のリーン側、或いはリッチ側への偏りを解消する方向に補正され、目標空燃比近傍での運転が可能になる。特に、本実施形態の空燃比制御装置では、上述のように O_2 センサ8からの出力信号とSFB目標値との出力偏差に基づきI制御を行い、このI制御で得られる積分項のみから学習値を学習しているので、従来のように微分項や比例項の影響によって学習が不安定になってしまうことがない。

【0043】

ここで、図4の上段は、 O_2 センサ8からの出力信号の時間変化を示すグラフであり、図4の下段は、上段のような出力信号に基づきI制御を行った場合に得られる積分項の時間変化を示すグラフである。図4の上段に示すように、内燃機関2の運転中は、 O_2 センサ8からの出力信号はリーン出力とリッチ出力との間で絶えず変化している。このため、図4の下段に示すように、 O_2 センサ8からの出力信号の変動にともない、I制御で得られる積分項には二次振動が生じる。この積分項の二次振動の振幅は、微分項や比例項による振動の振幅と比較すると小さいものの、学習のタイミング(SRAM38への書き込みタイミング)によって二次振動の振幅の分だけ学習値に誤差が生じてしまうことになる。 40

【0044】

積分項に含まれる振動を低減する手段としては、I制御の制御ゲインを下げるのが一般的な手法である。しかしながら、制御ゲインを下げると、その分、応答が遅れることにな 50

るため、学習速度が低下してしまう。この点に関し、本実施形態の空燃比制御装置では、ローパスフィルタ36を用いて積分項に含まれる高周波成分を切り落とすようにしている。ローパスフィルタ36によれば、学習速度を低下させることなく、高周波成分を含まない平滑な積分値信号から学習値を学習することができる。つまり、本実施形態の空燃比制御装置によれば、O₂センサ8からの出力信号の定常偏差を示す積分項(積分値)から学習値が学習され、さらにこの積分項は平滑化されているので、学習値が比例項や微分項のような変動成分の影響を受けることがないだけでなく、O₂センサ8からの出力信号の変動の影響による二次振動も抑制され、安定した学習値を得ることができる。

【0045】

なお、本実施形態では、サブFBコントローラ30はPD制御を行っているが、P制御を行うようにしてもよい。また、本実施形態では、サブFB補正量と学習値によりAFセンサ6からの空燃比信号100を補正しているが、メインフィードバック制御における目標空燃比をサブFB補正量と学習値により補正するようにしてもよい。また、本実施形態では、積分項信号124をローパスフィルタ36と並行に加算部14にも入力しているが、ローパスフィルタ36のみに入力するようにしてもよい。さらに、本実施形態では、上流側排気ガスセンサとしてA/Fセンサを用いているが、下流側排気ガスセンサと同様にO₂センサを用いてもよい。

【0046】

実施の形態2 .

以下、図5を参照して、本発明の実施の形態2について説明する。

空燃比制御装置のサブフィードバック制御における学習値の算出には、複数のパラメータが用いられている。本発明の空燃比制御装置においても、実施の形態1において説明したように、複数のパラメータsfbi, sumdoxs, sfbismが学習値の算出に用いられている。従来、これら学習値の算出に係るパラメータの値は、サブフィードバック実行条件が成立してサブフィードバック制御が実施されている間は更新され続けているが、サブフィードバック実行条件が不成立になった場合にはクリアされ、次のサブフィードバック実行条件の成立時に最初から新たに計算される。しかし、このようにサブフィードバック実行条件が不成立になる毎にパラメータがクリアされると、サブフィードバック制御の再開時に学習値の収束に時間がかかり学習速度は低下してしまう。

【0047】

そこで、本実施形態の空燃比制御装置は、実施の形態1において、ECUに、さらに図5のルーチンを実行させることにより、サブフィードバック制御の再開時における学習速度の低下を防止している。図5に示すルーチンは燃料噴射タイミング毎に実行され、最初のステップでは、サブフィードバック制御の実行条件が成立しているか否かが判定される(ステップ200)。

【0048】

ステップ200でサブフィードバック実行条件が不成立になった場合、本実施形態の空燃比制御装置では、学習値の算出に係るパラメータの値はホールドされる。すなわち、各パラメータの値はクリアされることなく、サブフィードバック実行条件の不成立前の値、すなわち前回周期における値のまま保持される(ステップ202)。

【0049】

サブフィードバック実行条件の成立時には、サブフィードバック制御の再開とともに学習値の学習も再開される。学習再開時におけるパラメータの初期値には、ステップ202で保持されていたパラメータの値が用いられる(ステップ204)。これによれば、最初から各パラメータの値を算出する場合に比較して、学習値の収束に要する時間を短縮することができる。サブフィードバック再開後も学習速度を維持することができる。

【0050】

なお、上述した実施の形態においては、ECUによる上記ステップ200の処理の実行により、第2の発明の「実行条件判定手段」が実現されている。また、ECUによる上記ステップ202の処理の実行により、第2の発明の「パラメータ値保持手段」が実現され

10

20

30

40

50

ている。

【0051】

実施の形態3.

以下、図6を参照して、本発明の実施の形態3について説明する。

内燃機関では、車両が制限最高速度を超えた場合や回転数が制限回転数に達した場合等、所定の運転条件下において、一時的に燃料噴射を停止する燃料カットが実施される。燃料カットが実施されたときには、燃焼していない新気がそのまま触媒4に流入することになるため、触媒4の酸素吸蔵状態はやがて飽和状態になり、燃料カット後暫くはO₂センサ8はリーン側の出力信号を出力するようになる。このような状況下においてサブフィードバック制御における学習値の学習が実施されると、学習値はA/Fセンサ6からの空燃比信号100をリッチ側に補正するように誤学習されてしまう。

【0052】

そこで、本実施形態の空燃比制御装置は、実施の形態1において、ECUに、さらに図6のルーチンを実行させることにより、燃料カット時における学習値の誤学習を防止している。図6に示すルーチンは燃料噴射タイミング毎に実行され、最初のステップでは、燃料カットが実行されたか否かが判定される(ステップ300)。

【0053】

燃料カットが実行された場合には、次に、触媒4の酸素吸蔵状態が適正な状態になっているか否かが判定される(ステップ302)。触媒4の酸素吸蔵状態の判定方法としては、例えば、燃料カット後、O₂センサ8からの出力信号がリッチ側に反転した場合に適正状態になったものと判定することができる。また、触媒4の最大酸素吸蔵量に対し燃料カット後の推定脱離酸素量が所定量(所定%)になった場合に、触媒4の酸素吸蔵状態が適正状態になったものと判定してもよい。

【0054】

燃料カットの実行後、触媒4の酸素吸蔵状態が適正状態になるまでの間、すなわち、ステップ302の条件が成立するまでの間は、本実施形態の空燃比制御装置では、学習値の算出に係るパラメータの値はホールドされる。すなわち、各パラメータの値は更新されることなく、燃料カット実行前の値のまま保持される(ステップ304)。

【0055】

ステップ302の条件の成立時には、学習値の更新が再開される。燃料カット後の学習値の更新再開時におけるパラメータの初期値には、ステップ304で保持されていたパラメータの値が用いられる(ステップ306)。これによれば、燃料カットの影響を受けていないパラメータを用いて学習することができるので、燃料カットに伴う空燃比のリーン側への偏りによって学習値が誤学習されることを防止できる。

【0056】

なお、上述した実施の形態においては、ECUによる上記ステップ300の処理の実行により、第3の発明の「燃料カット判定手段」が実現されている。また、ECUによる上記ステップ302の処理の実行により、第3の発明の「酸素吸蔵状態判定手段」が実現されている。さらに、ECUによる上記ステップ304の処理の実行により、第3の発明の「パラメータ値保持手段」が実現されている。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】本発明の実施の形態1としての内燃機関の空燃比制御装置の構成を説明するための図である。

【図2】本発明の創案過程において案出された空燃比制御装置の構成を説明するための図である。

【図3】本発明の実施の形態1において実行されるサブフィードバック制御ルーチンのフローチャートである。

【図4】本発明の実施の形態1において実行される学習値の学習方法の特徴について説明するための図である。

10

20

30

40

50

【図5】本発明の実施の形態2において実行される学習ルーチンのフローチャートである。

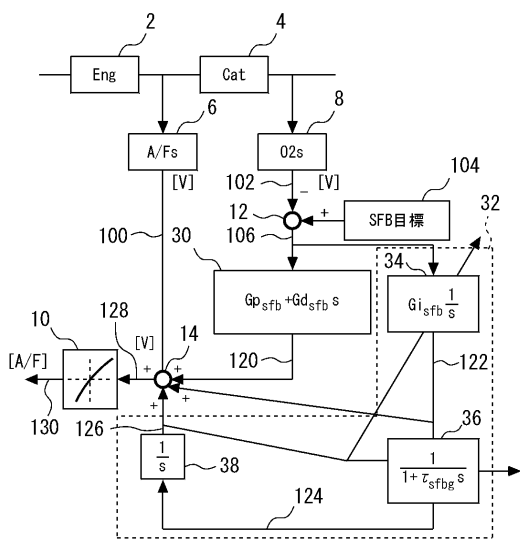
【図6】本発明の実施の形態3において実行される学習ルーチンのフローチャートである。

【符号の説明】

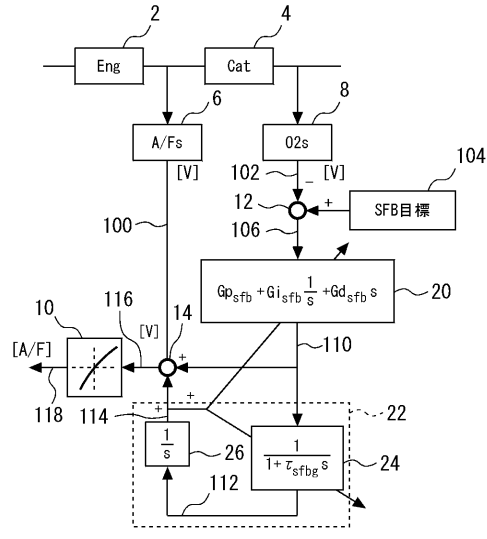
【0058】

- 2 内燃機関
- 4 触媒
- 6 A/Fセンサ
- 8 O₂センサ
- 10 変換マップ
- 12 比較部
- 14 加算部
- 30 サブFBコントローラ
- 32 サブ学習部
- 34 積分部
- 36 ローパスフィルタ
- 38 S R A M

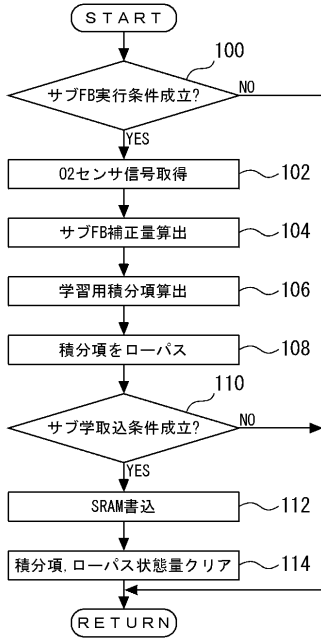
【図1】



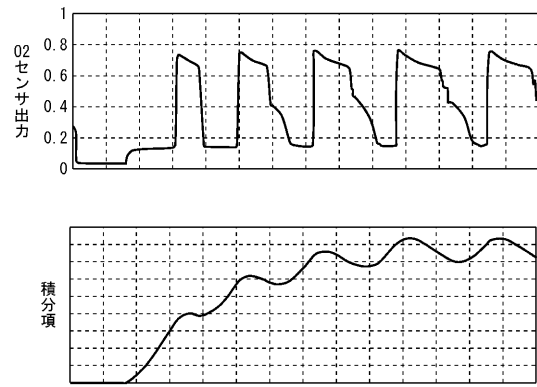
【図2】



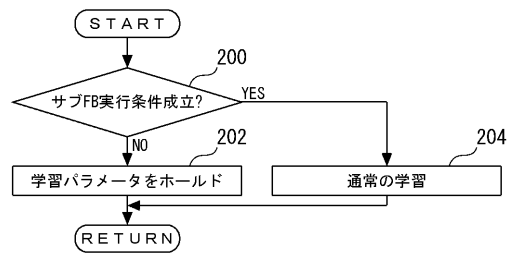
【 図 3 】



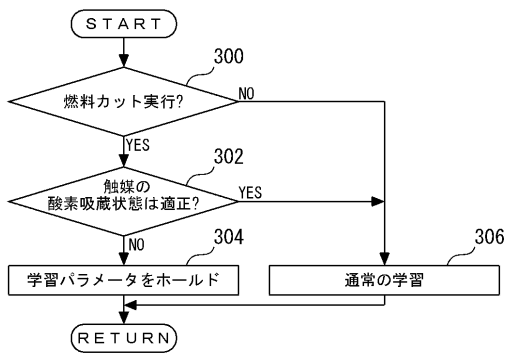
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G301 JA18 JA24 JA25 JA26 JA27 KA26 MA01 MA11 MA24 MA26
NA01 NA03 NA04 NA05 NC02 ND05 ND22 PD09A PD09Z PE01Z