

(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2010-71259
(P2010-71259A)

(43) 公開日 平成22年4月2日 (2010. 4. 2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 41/14 (2006.01)	FO2D 41/14 310H	3G301
FO2D 41/22 (2006.01)	FO2D 41/14 310F	
	FO2D 41/14 310K	
	FO2D 41/22 305K	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2008-242539 (P2008-242539)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成20年9月22日 (2008. 9. 22)		トヨタ自動車株式会社
			愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(74) 代理人	110000213
			特許業務法人プロスペック特許事務所
		(72) 発明者	石田 真規
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	岡崎 俊太郎
			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)	3G301 JA21 JB01 JB09 MA01 ND02 ND07 ND25 PA01Z PA11Z PD09Z PE01Z PE08Z PF03Z

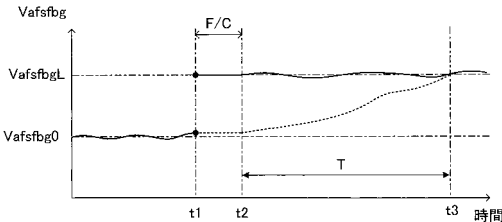
(54) 【発明の名称】 内燃機関の空燃比制御装置

(57) 【要約】

【課題】上流側空燃比センサの出力値が正常値と乖離する異常状態（センサ出力値拡大異常又はセンサ出力値縮小異常）が発生した場合、下流側空燃比センサの出力値に基いて算出されるサブフィードバック量の学習値を直ちに適正值近傍の値に修正することにより、エミッションの悪化を回避す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。

【解決手段】この制御装置は、上流側空燃比センサの出力値が「上流側空燃比センサが正常である場合の出力値（正常値）」と乖離する第1異常状態が発生しているか否かを判定する。制御装置は、第1異常状態が発生したと判定した場合、所定状態における上流側空燃比センサの出力値に基いて「サブフィードバック量の学習値の収束値」である収束予想値Vafsfbgy（=VafsfbgL）を求め、学習値Vafsfbgをその収束予想値に直ちに設定する（時刻t1）。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の排気通路に配設された触媒と、

前記排気通路であって前記触媒よりも上流側の部位に配設されるとともに同配設された部位を流れるガスの空燃比に応じた出力値を出力する上流側空燃比センサと、

前記排気通路であって前記触媒よりも下流側の部位に配設されるとともに同配設された部位を流れるガスの空燃比に応じた出力値を出力する下流側空燃比センサと、

前記下流側空燃比センサの出力値を下流側目標値に一致させるためのサブフィードバック量を算出するサブフィードバック量算出手段と、

前記サブフィードバック量に含まれる定常成分に応じた値に基づいて学習値を更新する学習を行うとともに同サブフィードバック量を同更新した学習値に応じて補正する学習手段と、

前記上流側空燃比センサの出力値と前記補正されたサブフィードバック量と前記更新された学習値とに基づき前記機関に供給される混合気の実空燃比を理論空燃比に一致させる空燃比フィードバック制御を実行する空燃比制御手段と、

を備えた内燃機関の空燃比制御装置であって、

前記上流側空燃比センサの実際の出力値である実出力値が同上流側空燃比センサが正常であるときの同上流側空燃比センサの出力値である正常値と相違する第 1 異常状態が発生したか否かを判定する第 1 異常判定手段と、

前記上流側空燃比センサに所定のガスが到達している時点である所定ガス到達時における前記上流側空燃比センサの出力値と前記学習値の収束値である収束予想値との関係を予め記憶するとともに、前記第 1 異常状態が発生したと判定されたとき同所定ガス到達時における前記実出力値と前記関係とに基づいて前記学習値の実際の収束予想値を取得し且つ前記学習値を同取得した実際の収束予想値に設定する学習値設定手段と、

を備えた空燃比制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置であって、

前記学習値設定手段は、

前記第 1 異常状態以外の第 2 異常状態であって、且つ、前記学習値の収束値が同第 2 異常状態の発生前後において相違する第 2 異常状態が発生したか否かを判定するとともに、前記第 1 異常状態が発生したと判定された場合に前記第 2 異常状態が既に発生していると判定されているときには前記学習値の前記取得された実際の収束予想値への設定を実行しないように構成された空燃比制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記学習値設定手段は、

前記関係を、前記所定ガス到達時における前記上流側空燃比センサの出力値と前記所定ガス到達時における前記正常値との差と、前記収束予想値と前記上流側空燃比センサが正常である場合に予想される前記学習値の収束値である正常時収束予想値との差と、の関係を示す学習値差関係として記憶し、前記第 1 異常状態が発生したと判定されたとき、前記所定ガス到達時における前記実出力値と前記所定ガス到達時における前記正常値との差と、前記学習値差関係と、に基づいて前記学習値の変化量を予想し、同予想した変化量だけ現時点における前記学習値を変化させた値を前記実際の収束予想値として取得するように構成された空燃比制御装置。

【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であって「同排気通路に設けられた触媒（排気浄化触媒、三元触媒）」の上流側及び下流側にそれぞれ配設された上流側空燃比センサ及び下流側空燃比センサの出力値に基づき「機関に供給される混合気の実空燃比（以下、単に「機関の

空燃比」と称呼することもある。）」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】

従来から、内燃機関の排気通路の上流から下流に向け上流側空燃比センサ、触媒及び下流側空燃比センサを備えるとともに、上流側空燃比センサの出力値と下流側空燃比センサの出力値とに基づいて機関の空燃比を制御する空燃比制御装置が広く採用されている。

【0003】

より具体的に述べると、従来の空燃比制御装置は、前記下流側空燃比センサの出力値を下流側目標値に一致させるためのサブフィードバック量を算出する。更に、従来の空燃比制御装置は、「前記算出されたサブフィードバック量に含まれる定常成分に応じた値」に基づいて学習値を更新する「学習」を行い、且つ、サブフィードバック量を「更新した学習値」に応じて補正する。そして、従来の空燃比制御装置は、前記上流側空燃比センサの出力値と、サブフィードバック量と、学習値と、に基づいて、機関の空燃比を理論空燃比に一致させるためのメインフィードバック量を算出し、その算出したメインフィードバック量に基づき機関の空燃比（例えば、燃料噴射量）をフィードバック制御するようになっている。

10

【0004】

本明細書において、メインフィードバック量を新たに算出（更新）し、そのメインフィードバック量を機関の空燃比の制御に使用することを「メインフィードバック制御を実行する。」とも言う。同様に、サブフィードバック量を新たに算出（更新）し、そのサブフィードバック量を機関の空燃比の制御に使用することを「サブフィードバック制御を実行する。」とも言う。

20

【0005】

上記学習値は、空燃比制御装置が備えるバックアップRAM（スタンバイRAM）に格納される。バックアップRAMには機関が搭載された車両のイグニッション・キー・スイッチの位置に拘らずバッテリーから電力が供給される。バックアップRAMはバッテリーから電力が供給されている限り「格納した値（データ）」を保持することができる。従って、例えば、下流側空燃比センサが活性化することに伴ってサブフィードバック制御が開始された時点からサブフィードバック量が収束値（定常値）近傍に至る時点までの間、サブフィードバック量の収束値からのズレを学習値によって補償することができる。その結果、サブフィードバック制御の開始直後において、機関の空燃比は適正值近傍の空燃比となるように制御され得る。なお、学習値はEEPROM等の不揮発性メモリに記憶されてもよい（特許文献1を参照。）。

30

【特許文献1】特開2007-162626号公報

【0006】

ところで、限界電流式等の上流側空燃比センサは、例えば、上流側空燃比（上流側空燃比センサに到達している排ガスの空燃比）abyfsに対し「図3の実線CTにより示した出力値（正常値）Vabyfs」を出力する。より具体的に述べると、上流側空燃比センサの出力値Vabyfsは上流側空燃比abyfsが理論空燃比よりも大きくなるほど（リーン側の空燃比になるほど）増大する。更に、上流側空燃比abyfsが理論空燃比であるとき、出力値Vabyfsは所定値Vstoichとなる。制御装置は、この実線CTにより示された「出力値Vabyfsと上流側空燃比abyfsとの関係」をテーブル（ルック・アップ・テーブル）Mapabyfsの形式にて記憶している。制御装置は、例えば、上流側空燃比センサが出力値V1（ $V1 < Vstoich$ ）を出力しているとき、その出力値V1とテーブルMapabyfsとに基づいて「上流側空燃比abyfsがA1である。」と認識する。

40

【0007】

しかしながら、上流側空燃比センサの出力値は種々の原因によって正常値から乖離する場合がある。例えば、上流側空燃比センサに排ガス中の水分が付着することに起因して上流側空燃比センサの空燃比検出素子の内部に大きな熱応力が生じ、その結果、その素子にクラックが生じる場合（素子割れが発生する場合）がある。この場合、上流側空燃比セン

50

サの出力値は、図3の破線CLに示したように変化する。即ち、上流側空燃比センサの出力値Vabyfs（破線CL）は正常値（実線CT）よりも値Vstoichから遠ざかる。このような出力値Vabyfsの異常は、「センサ出力値拡大異常」とも称呼される。

【0008】

この場合、上流側空燃比センサの出力値Vabyfsは、真の上流側空燃比abyfsが「上流側空燃比A1よりも理論空燃比に近い空燃比（リーン側の空燃比、大きい空燃比）であるA2」であるときに値V1となる。このため、制御装置は、現時点の上流側空燃比abyfsは「真の上流側空燃比abyfsである空燃比A2」よりも「よりリッチ側（小さい）空燃比A1」であると認識する。

【0009】

この結果、メインフィードバック量による空燃比制御が実行されると、機関の空燃比はリーン側に過補正される。一方、よく知られているように、触媒の下流に流出する排ガスの空燃比は「機関の空燃比の平均値」に応じた値となる。従って、上述した「空燃比のリーン側への過補正」は「下流側空燃比センサの出力値に基づくサブフィードバック量」の変化となって現れる。即ち、サブフィードバック量は「機関の空燃比をよりリッチ側に補正する値」へと変化する。このため、サブフィードバック量の学習値も「機関の空燃比をよりリッチ側に補正する値」へと変化する。

【0010】

また、上流側空燃比センサの出力値Vabyfsが正常値である場合、上流側空燃比センサが出力値V2（ $V2 > Vstoich$ ）を出力しているとき、制御装置はその出力値V2とテーブルMapabyfsとに基づいて上流側空燃比abyfsはA3であると認識する。これに対し、センサ出力値拡大異常が発生した場合、出力値Vabyfsは、真の上流側空燃比abyfsが「上流側空燃比A3よりも理論空燃比に近い空燃比（リッチ側の空燃比、小さい空燃比）であるA4」であるときに値V2となる。このため、制御装置は、現時点の上流側空燃比abyfsは「真の上流側空燃比abyfsである空燃比A4」よりも「よりリーン側の（大きい）空燃比A3」であると認識する。

【0011】

この結果、メインフィードバック量による空燃比制御が実行されると、機関の空燃比はリッチ側に過補正される。従って、この「空燃比のリッチ側への過補正」は「下流側空燃比センサの出力値に基づくサブフィードバック量」の変化となって現れる。即ち、サブフィードバック量は「機関の空燃比をよりリーン側に補正する値」へと変化する。このため、サブフィードバック量の学習値も「機関の空燃比をよりリーン側に補正する値」へと変化する。

【0012】

加えて、このようなセンサ出力値拡大異常が発生した場合、上流側空燃比センサの実際の出力値VabyfsとテーブルMapabyfsとにより取得される上流側空燃比と、真の上流側空燃比と、の差が、理論空燃比を中心としてリーン側とリッチ側とで対称ではない状況（空燃比検出誤差の非対称性）が発生する。その結果、サブフィードバック量の学習値は出力値Vabyfsが正常値であるときとは異なる値に収束する。この点について、以下により具体的に述べる。

【0013】

いま、上記空燃比A2が理論空燃比に対して正の値dAFだけ小さい空燃比であり、上記空燃比A4が理論空燃比に対して正の値dAFだけ大きい空燃比であると仮定する。このとき、上記値A1と上記値A2との差の大きさは、通常、上記値A3と上記値A4との差の大きさよりも大きくなる。この結果、メインフィードバック制御によって、機関の空燃比は理論空燃比よりもリーン側に過補正される。従って、サブフィードバック量の学習値は、機関の空燃比を「よりリッチ側に補正するための値」へと収束する。

【0014】

このように、センサ出力値拡大異常が発生すると、学習値はセンサ出力値拡大異常が発生する直前の値とは異なる値（収束値）に向けて変化する。但し、学習値は、誤った学習

10

20

30

40

50

が行われないようにするために急速には変更されない。従って、従来の制御装置によれば、センサ出力値拡大異常が発生した直後の時点から学習値が収束するまでに比較的長い時間を要し、その結果、エミッションが悪化するという問題がある。

【 0 0 1 5 】

他方、空燃比検出素子を覆う拡散抵抗層が目詰まりしたり空燃比検出素子自体が経年劣化すること等に起因して、上流側空燃比センサの出力値が図 3 の一点鎖線 C S に示したように変化する場合がある。即ち、上流側空燃比センサの出力値 V_{abyfs} (一点鎖線 C S) は正常値 (実線 C T) よりも値 V_{stoich} に近づく。このような出力値 V_{abyfs} の異常は、「センサ出力値縮小異常」とも称呼される。

【 0 0 1 6 】

この結果、上流側空燃比センサの出力値 V_{abyfs} とテーブル Map_{abyfs} とにより取得される上流側空燃比は、真の上流側空燃比を表さなくなるから、メインフィードバック量による空燃比制御が実行されると、機関の空燃比はリッチ側又はリーン側に過補正される。この空燃比の過補正は下流側空燃比センサの出力値に基づくサブフィードバック量に現れ、従って、サブフィードバック量の学習値も変化する。

【 0 0 1 7 】

更に、このようなセンサ出力値縮小異常が発生した場合においても、上流側空燃比センサの実際の出力値 V_{abyfs} とテーブル Map_{abyfs} とにより取得される上流側空燃比と、真の上流側空燃比と、の差が、理論空燃比を中心としてリーン側とリッチ側とで対称ではない状況が発生する。即ち、この場合にも上述した「空燃比検出誤差の非対称性」が発生する。この結果、メインフィードバック制御によって、一般に、機関の空燃比は理論空燃比よりもリッチ側に過補正される。従って、サブフィードバック量の学習値は、機関の空燃比を「よりリーン側に補正するための値」に向けて変化する。

【 0 0 1 8 】

このように、センサ出力値縮小異常が発生した場合にも、学習値はセンサ出力値縮小異常が発生する直前の値とは異なる値 (収束値) に向けて変化する。従って、従来の制御装置によれば、センサ出力値縮小異常が発生した直後の時点から学習値が収束するまでに比較的長い時間を要し、その結果、エミッションが悪化するという問題がある。

【 発明の開示 】

【 0 0 1 9 】

本発明は上記課題に対処するためになされたものである。即ち、本発明の目的の一つは、上流側空燃比センサの出力値が正常値と乖離した場合において、サブフィードバック量の学習値を速やかに収束値に近づけ、以って、エミッションの悪化を回避することが可能な空燃比制御装置を提供することにある。

【 0 0 2 0 】

具体的に述べると、本発明による内燃機関の空燃比制御装置は、内燃機関の排気通路に配設された触媒 (三元触媒) と、上流側空燃比センサと、下流側空燃比センサと、サブフィードバック量算出手段と、学習手段 (サブフィードバック量学習手段、サブフィードバック量学習値更新手段) と、空燃比制御手段と、第 1 異常判定手段と、学習値設定手段と、を備える。

【 0 0 2 1 】

上流側空燃比センサは、前記排気通路であって前記触媒よりも上流側の部位に配設される。上流側空燃比センサは、それが配設された部位を流れるガスの空燃比に応じた出力値を出力するようになっている。

【 0 0 2 2 】

下流側空燃比センサは、前記排気通路であって前記触媒よりも下流側の部位に配設される。下流側空燃比センサは、それが配設された部位を流れるガスの空燃比に応じた出力値を出力するようになっている。

【 0 0 2 3 】

サブフィードバック量算出手段は、前記下流側空燃比センサの出力値を下流側目標値に

10

20

30

40

50

一致させるためのサブフィードバック量を、例えば、比例積分制御又は比例積分微分制御によって算出するようになっている。下流側目標値は、一般に、理論空燃比に対応した値に設定される。即ち、下流側目標値は、下流側空燃比センサに理論空燃比のガスが到達している場合における下流側空燃比センサの出力値に設定される。サブフィードバック量は、後述するように、機関に供給される混合気の空燃比（機関の空燃比）をフィードバック制御するために使用される。

【 0 0 2 4 】

学習手段は、前記サブフィードバック量に含まれる定常成分（例えば、比例積分制御における積分項又は比例積分微分制御における積分項）に応じた値に基づいて学習値を更新する学習を行うようになっている。学習手段は、サブフィードバック量を「更新した学習値」に応じて補正するようになっている。即ち、学習手段は、学習値を更新する毎に、その学習値の更新分に応じてサブフィードバック量を修正する。これにより、サブフィードバック量と学習値との二重補正を回避する。

10

【 0 0 2 5 】

空燃比制御手段は、前記上流側空燃比センサの出力値と、前記補正されたサブフィードバック量と、前記更新された学習値と、に基づき、「機関に供給される混合気の空燃比」を理論空燃比に一致させる「空燃比フィードバック制御」を実行するようになっている。

【 0 0 2 6 】

第 1 異常判定手段は、「第 1 異常状態」が発生したか否かを判定するようになっている。この第 1 異常状態の例は、上述したセンサ出力値拡大異常及びセンサ出力値縮小異常等である。即ち、第 1 異常状態は、「上流側空燃比センサの実際の出力値である実出力値」が「上流側空燃比センサが正常であるときの上流側空燃比センサの出力値、即ち、正常値」と相違する状態である。

20

【 0 0 2 7 】

学習値設定手段は、上流側空燃比センサに「所定のガスが到達している時点」である「所定ガス到達時」における前記上流側空燃比センサの出力値と、前記学習値の収束値である収束予想値と、の関係、を予め記憶している。所定ガス到達時における上流側空燃比センサの出力値は、上流側空燃比センサに発生している第 1 異常状態（センサ出力値拡大異常又はセンサ出力値縮小異常）の程度を表す。従って、所定ガス到達時における上流側空燃比センサの出力値と、そのような第 1 異常状態が発生している場合の学習値の収束値と、の関係は一義的に定まり、予め実験により取得しておくことができる。

30

【 0 0 2 8 】

学習値設定手段は、更に、前記第 1 異常状態が発生したと判定されたとき「所定ガス到達時における前記実出力値」と「前記関係」とに基づいて「前記学習値の実際の収束値である収束予想値」を取得し、且つ、前記学習値を同取得した実際の収束予想値に設定（置換）するようになっている。

【 0 0 2 9 】

これによれば、「上流側空燃比センサの実際の出力値である実出力値が、上流側空燃比センサが正常であるときの上流側空燃比センサの出力値（正常値）と相違する第 1 異常状態が発生したとき、学習値は予想される収束値（収束予想値）に直ちに更新される。従って、学習値は、第 1 異常状態が発生した直後において適正值に近い値となる。これにより、本発明の空燃比制御装置は、第 1 異常状態発生時点から学習値が収束する時点までの時間を短くすることができる。その結果、「学習値が適正值と乖離していることに起因するエミッションの悪化」を回避することができる。

40

【 0 0 3 0 】

この場合、前記学習値設定手段は、

第 2 異常状態が発生していると判定される場合には第 1 異常状態が発生したと判定された場合であっても「前記学習値の、前記取得された実際の収束予想値（第 1 異常状態発生時における学習値の収束予想値）への設定」を実行しないように構成されることが好適である。この第 2 異常状態は、「第 1 異常状態以外の異常状態」であって、且つ、「学習値

50

の収束値が第2異常状態の発生前後において相違するような異常状態」である。

【0031】

例えば、複数の気筒のうちの特定の気筒に対して設けられている燃料噴射弁が「指示される燃料量」よりも多量の燃料を噴射するというような異常状態（燃料噴射弁リッチずれ異常）が発生した場合、その特定気筒から排出されるHC、CO及びH₂は急激に増大する。その結果、上流側空燃比センサは、分子径の小さいH₂の影響を受け、実際の空燃比の平均値よりもリッチ側の空燃比に相当する出力値を発生するようになる。この結果、その上流側空燃比センサの出力値に基くメインフィードバック制御により、機関の空燃比の中心は理論空燃比よりもリーン側に偏移する。従って、サブフィードバック量は燃料噴射弁リッチずれ異常が発生する直前に比べ「機関の空燃比をよりリッチ側に移行させる値」へと変化する。よって、サブフィードバック量の学習値も「機関の空燃比をよりリッチ側に移行させる値」へと収束する。

10

【0032】

更に、例えば、失火が発生した場合（混合気が燃焼室において燃焼しなかった場合）、サブフィードバック量の学習値は、失火が発生する直前の学習値に比べ「機関の空燃比をよりリーン側へ移行する値」に収束することがある。

【0033】

これらの「燃料噴射弁のリッチずれ異常（空燃比気筒間インバランス）」及び「失火」等は、上述した第2異常状態の代表例である。そして、このような第2異常状態が発生している場合に前記第1異常状態が発生すると、サブフィードバック量の学習値は、前記学習値設定手段が予想する「第1異常発生時（第1異常状態単独発生時）における収束予想値」とは異なる値に収束する。従って、このような場合、学習値を「第1異常発生時が単独で発生している場合に予想される収束予想値」に設定すると、学習値を実際の収束値から却って遠ざけてしまう虞がある。

20

【0034】

これに対し、上記構成によれば、「第2異常状態が発生していると判定される場合には前記学習値の前記取得された実際の収束予想値への設定が実行されない」から、学習値が実際の収束値から却って乖離してしまう可能性を低減することができる。その結果、エミッションが却って悪化することを回避することができる。

【0035】

30

一方、前記学習値設定手段は、

前記関係（即ち、前記所定ガス到達時における前記上流側空燃比センサの出力値と前記学習値の収束予想値との関係）を、「前記所定ガス到達時における前記上流側空燃比センサの出力値と、前記所定ガス到達時における前記正常値と、の差」と、「前記収束予想値と、前記上流側空燃比センサが正常である場合に予想される前記学習値の収束値である正常時収束予想値と、の差」と、の「関係」を示す「学習値差関係」として記憶しておくこともできる。

【0036】

そして、前記学習値設定手段は、

前記第1異常状態が発生したと判定されたとき、前記所定ガス到達時における前記実出力値と前記所定ガス到達時における前記正常値との差と、前記学習値差関係と、に基づいて前記学習値の変化量を予想し、「同予想した変化量だけ現時点における前記学習値を変化させた値」を「前記実際の収束予想値」として取得するように構成されることが好適である。

40

【0037】

これによれば、上流側空燃比センサが正常である場合の学習値の収束値と、第1異常状態が単独で発生したときの学習値の収束値、との差に基いて、第1異常状態発生直前の学習値が補正される。従って、上述したような第2異常状態が発生している場合に第1異常状態が発生したときにも、第1異常状態の発生に起因する学習値の変化量のみが学習値に反映されるので、学習値がより適正值（収束値）に近づく。その結果、エミッションをよ

50

り良好にすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

<第1実施形態>

以下、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（以下、単に「第1制御装置」と称呼する。）について図面を参照しながら説明する。この第1制御装置は、機関に対して噴射・供給される燃料の量（燃料噴射量）を制御する燃料噴射量制御装置でもある。

【0039】

（構成）

図1は、この第1制御装置が適用される内燃機関10の概略構成を示している。機関10は、4サイクル・火花点火式・多気筒（本例において4気筒）・ガソリン燃料機関である。機関10は、本体部20、吸気系統30及び排気系統40を備えている。

【0040】

本体部20は、シリンダブロック部とシリンダヘッド部とを備えている。本体部20は、ピストン頂面、シリンダ壁面及びシリンダヘッド部の下面からなる複数（4個）の燃焼室（第1気筒#1乃至第4気筒#4）21を備えている。

【0041】

シリンダヘッド部には、各燃焼室（各気筒）21に空気及び燃料からなる混合気を供給するための吸気ポート22と、各燃焼室21から排ガス（既燃ガス）を排出するための排気ポート23と、が形成されている。吸気ポート22は図示しない吸気弁により開閉され、排気ポート23は図示しない排気弁により開閉されるようになっている。

【0042】

シリンダヘッド部には複数（4個）の点火プラグ24が固定されている。各点火プラグ24は、その火花発生部が各燃焼室21の中央部であってシリンダヘッド部の下面近傍位置に露呈するように配設されている。各点火プラグ24は、点火信号にตอบสนองして火花発生部から点火用火花を発生するようになっている。更に、シリンダヘッド部には複数（4個）の燃料噴射弁（インジェクタ）25が固定されている。燃料噴射弁25は、各吸気ポート22に一つずつ設けられている。燃料噴射弁25は、噴射指示信号にตอบสนองし、その噴射指示信号に含まれる指示噴射量の燃料を対応する吸気ポート22内に噴射するようになっている。

【0043】

更に、シリンダヘッド部には、吸気弁制御装置26が設けられている。この吸気弁制御装置26は、インテークカムシャフト（図示せず）とインテークカム（図示せず）との相対回転角度（位相角度）を油圧により調整・制御する周知の構成を備えている。吸気弁制御装置26は、指示信号（駆動信号）に基づいて作動し、吸気弁の開弁タイミング（吸気弁開弁タイミング）を変更することができるようになっている。

【0044】

吸気系統30は、インテークマニホールド31、吸気管32、エアフィルタ33、スロットル弁34及びスロットル弁アクチュエータ34aを備えている。

【0045】

インテークマニホールド31は、各吸気ポート22に接続された複数の枝部と、それらの枝部が集合したサージタンク部と、を備えている。吸気管32はサージタンク部に接続されている。インテークマニホールド31、吸気管32及び複数の吸気ポート22は、吸気通路を構成している。エアフィルタ33は吸気管32の端部に設けられている。スロットル弁34はエアフィルタ33とインテークマニホールド31との間の位置において吸気管32に回動可能に取り付けられている。スロットル弁34は、回動することにより吸気管32が形成する吸気通路の開口断面積を変更するようになっている。スロットル弁アクチュエータ34aは、DCモータからなり、指示信号（駆動信号）にตอบสนองしてスロットル弁34を回動させるようになっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

排気系統 4 0 は、エキゾーストマニホールド 4 1、エキゾーストパイプ（排気管）4 2 上流側触媒 4 3 及び下流側触媒 4 4 を備えている。

【 0 0 4 7 】

エキゾーストマニホールド 4 1 は、各排気ポート 2 3 に接続された複数の枝部 4 1 a と、それらの枝部 4 1 a が集合した集合部 4 1 b と、からなっている。エキゾーストパイプ 4 2 は、エキゾーストマニホールド 4 1 の集合部 4 1 b に接続されている。エキゾーストマニホールド 4 1、エキゾーストパイプ 4 2 及び複数の排気ポート 2 3 は、排ガスが通過する通路を構成している。なお、本明細書において、エキゾーストマニホールド 4 1 の集合部 4 1 b 及びエキゾーストパイプ 4 2 を、便宜上、「排気通路」と称呼する。

10

【 0 0 4 8 】

上流側触媒 4 3 は、セラミックからなる担持体に「触媒物質である貴金属」及び「セリア（CeO₂）」を担持していて、酸素吸蔵・放出機能（酸素吸蔵機能）を有する三元触媒である。上流側触媒 4 3 はエキゾーストパイプ 4 2 に配設（介装）されている。上流側触媒 4 3 は所定の活性温度に到達すると、「未燃物（HC、CO、H₂等）と窒素酸化物（NO_x）とを同時に浄化する触媒機能」及び「酸素吸蔵機能」を発揮する。

【 0 0 4 9 】

下流側触媒 4 4 は、上流側触媒 4 3 と同様の三元触媒である。下流側触媒 4 4 は、上流側触媒 4 3 よりも下流においてエキゾーストパイプ 4 2 に配設（介装）されている。

【 0 0 5 0 】

20

更に、この第 1 制御装置は、熱線式エアフローメータ 5 1、スロットルポジションセンサ 5 2、機関回転速度センサ 5 3、水温センサ 5 4、上流側空燃比センサ 5 5、下流側空燃比センサ 5 6 及びアクセル開度センサ 5 7 を備えている。

【 0 0 5 1 】

熱線式エアフローメータ 5 1 は、吸気管 3 2 内を流れる吸入空気の質量流量を検出し、その質量流量（機関 1 0 の単位時間あたりの吸入空気量）G a を表す信号を出力するようになっている。

スロットルポジションセンサ 5 2 は、スロットル弁 3 4 の開度を検出し、スロットル弁開度 T A を表す信号を出力するようになっている。

【 0 0 5 2 】

30

機関回転速度センサ 5 3 は、インテークカムシャフトが 5 ° 回転する毎に幅狭のパルス有するとともにインテークカムシャフトが 3 6 0 ° 回転する毎に幅広のパルス有する信号を出力するようになっている。機関回転速度センサ 5 3 から出力される信号は電気制御装置 6 0 により機関回転速度 N E を表す信号に変換されるようになっている。更に、電気制御装置 6 0 は、機関回転速度センサ 5 3 及び図示しないクランク角センサからの信号に基いて、機関 1 0 のクランク角度（絶対クランク角）を取得するようになっている。

【 0 0 5 3 】

水温センサ 5 4 は、内燃機関 1 0 の冷却水の温度を検出し、冷却水温 T H W を表す信号を出力するようになっている。

【 0 0 5 4 】

40

上流側空燃比センサ 5 5 は、エキゾーストマニホールド 4 1 の集合部 4 1 b と上流側触媒 4 3 との間の位置においてエキゾーストマニホールド 4 1 及びエキゾーストパイプ 4 2 の何れか（即ち、排気通路）に配設されている。上流側空燃比センサ 5 5 は、例えば、特開平 1 1 - 7 2 4 7 3 号公報、特開 2 0 0 0 - 6 5 7 8 2 号公報及び特開 2 0 0 4 - 6 9 5 4 7 号公報等の開示された「拡散抵抗層を備える限界電流式広域空燃比センサ」である。

【 0 0 5 5 】

上流側空燃比センサ 5 5 は、図 2 に示したように、上流側空燃比センサ 5 5 の排気側電極及び大気側電極の間に印加される電圧 V が一定電圧 V p 以上となると、上流側空燃比 a b y f s に応じた出力値 V a b y f s （限界電流値 I p に応じた値）を出力するようになっている。

50

換言すると、上流側空燃比センサ 55 は、図 3 の実線 C T により示したように、「排気通路であって上流側空燃比センサ 55 が配設されている部位を流れる排ガスの空燃比（即ち、上流側空燃比 $abyfs$ ）」に応じた「出力値 $Vabyfs$ 」を発生するようになっている。なお、上流側空燃比 $abyfs$ は、上流側触媒 43 に流入するガスの空燃比であり、機関 10 に供給される混合気の空燃比であると言える。

【0056】

上流側空燃比センサ 55 の出力値 $Vabyfs$ は、上流側空燃比 $abyfs$ の空燃比が大きくなる（リーン側の空燃比になる）ほど増大する。出力値 $Vabyfs$ は、上流側空燃比 $abyfs$ が理論空燃比であるときに値 $Vstoich$ に一致する。

【0057】

後述する電気制御装置 60 は、図 3 の実線 C T により示したデータを「ルックアップテーブル（マップ） $Mapabyfs$ （ $Vabyfs$ ）」の形式により記憶していて、そのテーブル $Mapabyfs$ に実際の出力値 $Vabyfs$ を適用することによって「実際の上流側空燃比 $abyfs$ 」を取得するようになっている。

【0058】

再び、図 1 を参照すると、下流側空燃比センサ 56 は、上流側触媒 43 と下流側触媒 44 との間の位置においてエキゾーストパイプ 42（即ち、排気通路）に配設されている。下流側空燃比センサ 56 は、周知の濃淡電池型の酸素濃度センサ（O2 センサ）である。下流側空燃比センサ 56 は、「排気通路であって下流側空燃比センサ 56 が配設されている部位を流れる排ガスの空燃比（即ち、下流側空燃比 $afdown$ ）」に応じた出力値 $Voxs$ を出力するようになっている。下流側空燃比 $afdown$ は、上流側触媒 43 から流出するガスの空燃比である。上流側触媒 43 から流出するガスの空燃比は、周知のように、機関 10 に供給される混合気の空燃比の平均値を精度良く表す。

【0059】

下流側空燃比センサ 56 の出力値 $Voxs$ は、図 4 に示したように、下流側空燃比 $afdown$ が理論空燃比よりもリッチのとき最大出力値 max （例えば、約 0.9 V）となり、下流側空燃比 $afdown$ が理論空燃比よりもリーンのとき最小出力値 min （例えば、約 0.1 V）となる。更に、出力値 $Voxs$ は、下流側空燃比 $afdown$ が理論空燃比であるとき「最大出力値 max と最小出力値 min の略中間の電圧 Vst （中間電圧 Vst 、例えば、約 0.5 V）」となる。また、この出力値 $Voxs$ は、下流側空燃比 $afdown$ が理論空燃比よりもリッチな空燃比からリーンな空燃比へと変化する際に最大出力値 max から最小出力値 min へと急変し、下流側空燃比 $afdown$ が理論空燃比よりもリーンな空燃比からリッチな空燃比へと変化する際に最小出力値 min から最大出力値 max へと急変する。

【0060】

再び図 1 を参照すると、アクセル開度センサ 57 は、運転者によって操作されるアクセルペダル A P の操作量を検出し、アクセルペダル A P の操作量 $Accp$ を表す信号を出力するようになっている。

【0061】

電気制御装置 60 は、「CPU、ROM、RAM、電源が投入された状態でデータを格納するとともに格納したデータを電源が遮断されている間も保持するバックアップ RAM、並びに、AD コンバータを含むインターフェース等」からなる「周知のマイクロコンピュータ」である。

【0062】

電気制御装置 60 のインターフェースは、前記センサ 51 ~ 57 と接続され、CPU にセンサ 51 ~ 57 からの信号を供給するようになっている。更に、そのインターフェースは、CPU の指示に応じて、各気筒の点火プラグ 24、各気筒の燃料噴射弁 25、吸気弁制御装置 26 及びスロットル弁アクチュエータ 34a 等に指示信号（駆動信号）等を送出するようになっている。なお、電気制御装置 60 は、取得されたアクセルペダルの操作量 $Accp$ が大きくなるほどスロットル弁開度 TA が大きくなるように、スロットル弁アクチュエータ 34a に指示信号を送出するようになっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

(第 1 制御装置の作動の概要)

次に、上記第 1 制御装置の作動の概要について説明する。第 1 制御装置は、後に詳述するように、下流側空燃比センサ 5 6 の出力値 V_{oxs} を「理論空燃比に相当する下流側目標値 V_{oxsref} 」に一致させるためのサブフィードバック量 V_{afsfb} を、比例積分制御 (P I 制御) 又は比例積分微分制御 (P I D 制御) に従って算出する。更に、第 1 制御装置は、「サブフィードバック量 V_{afsfb} に含まれる定常成分 (積分項) に応じた値」に基づいてサブフィードバック量の学習値 V_{afsfbg} (以下、「サブ F B 学習値 V_{afsfbg} 」とも称呼する。) を所定のタイミングにて更新する。このとき、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} が変化量 ΔG だけ増大したとすると、第 1 制御装置は、サブフィードバック量 V_{afsfb} を変化量 ΔG だけ減少させる。

10

【 0 0 6 4 】

加えて、第 1 制御装置は、上流側空燃比センサ 5 5 の出力値 V_{abyfs} と、サブフィードバック量 V_{afsfb} と、学習値 V_{afsfbg} と、テーブル Map_{abyfs} とに基いて、制御用空燃比 $abyfsc$ を算出する。そして、第 1 制御装置は、その制御用空燃比 $abyfsc$ を「理論空燃比である上流側空燃比 $abyfs$ 」に一致させるためのメインフィードバック量を算出し、その算出したメインフィードバック量に基づき機関の空燃比 (燃料噴射量) を制御する。

【 0 0 6 5 】

ところで、いま、上述した「センサ出力値拡大異常」が発生したと仮定する。このとき、真の上流側空燃比 $abyfs$ が理論空燃比よりもリーン側の空燃比であると、図 3 の破線 C L により示したように、上流側空燃比センサの出力値 V_{abyfs} は実線 C T により示した「上流側空燃比センサ 5 5 が正常である場合の出力値 (正常値) V_{abyfs} 」よりも大きくなる。更に、真の上流側空燃比 $abyfs$ が理論空燃比よりもリッチ側の空燃比であると、図 3 の破線 C L により示したように、上流側空燃比センサの出力値 V_{abyfs} は実線 C T により示した正常値 V_{abyfs} よりも小さくなる。

20

【 0 0 6 6 】

更に、前述したように、「上流側空燃比センサ 5 5 のセンサ出力値拡大異常」が発生した場合、上流側空燃比センサの実際の出力値 V_{abyfs} とテーブル Map_{abyfs} とにより取得される上流側空燃比と、真の上流側空燃比と、の差が、理論空燃比を中心としてリーン側とリッチ側とで対称ではない状況 (空燃比検出誤差の非対称性) が発生する。

30

【 0 0 6 7 】

即ち、いま、図 3 に示した空燃比 A 2 が理論空燃比に対して正の値 dAF だけ小さい空燃比であり、図 3 に示した空燃比 A 4 が理論空燃比に対して正の値 dAF だけ大きい空燃比であると仮定する。上流側空燃比センサ 5 5 に出力値拡大異常が発生していると、真の空燃比が A 2 であるとき、出力値 V_{abyfs} は V 1 となる。従って、検出上流側空燃比は A 1 となる。また、上流側空燃比センサ 5 5 に出力値拡大異常が発生していると、真の空燃比が A 4 であるとき、出力値 V_{abyfs} は V 2 となる。従って、検出上流側空燃比は A 3 となる。

【 0 0 6 8 】

このとき、図 3 から明らかなように、検出上流側空燃比 A 1 と真の空燃比 A 2 との差の大きさ ($|A 2 - A 1|$) は、検出上流側空燃比 A 3 と真の空燃比 A 4 との差の大きさ ($|A 3 - A 4|$) よりも大きくなる。この結果、メインフィードバック制御によって、機関の空燃比は理論空燃比よりもリーン側に過補正される。従って、サブフィードバック量 V_{afsfb} は「機関の空燃比をよりリッチ側に補正するための値」へと変化し、その結果、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} も「機関の空燃比をよりリッチ側に補正するための値」へと変化する (収束する。) 。

40

【 0 0 6 9 】

図 5 は、時刻 $t 1 \sim t 2$ の期間においてフューエルカット制御が実行されるととともに、そのフューエルカット制御中に「上流側空燃比センサ 5 5 のセンサ出力値拡大異常」が発生した状況における「サブ F B 学習値 V_{afsfbg} の変化」を示すタイムチャートである。図 5 に示した状況において、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} の収束値はフューエルカット制御の

50

前後において値Vafsfbg0から値VafsfbgLへと変化する。なお、一般に、フューエルカット制御中においてサブフィードバック制御は停止される。

【 0 0 7 0 】

この場合、従来の制御装置によれば、フューエルカット終了時（時刻 t_2 ）からサブフィードバック制御が再開され、サブフィードバック量Vafsfbgは機関の空燃比をリッチ側に変更する値へと除々に変化する。その結果、サブF B 学習値Vafsfbgは「フューエルカット開始直前の値Vafsfbg0」から「収束値VafsfbgL」へと除々に変化し、時刻 t_2 から時間 T が経過した後の時刻 t_3 にて収束値VafsfbgLに到達する。換言すると、サブF B 学習値Vafsfbgは、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間、適正值（収束値）とは大きく相違する。また、フィードバック制御は不可避免的な制御遅れを伴うので、サブフィードバック量Vafsfbgが「かかるサブF B 学習値Vafsfbgの適正值からの乖離」を直ちに補償する値とはならない。この結果、機関の空燃比が理論空燃比から乖離し、エミッションが悪化する場合が生じる。

【 0 0 7 1 】

これに対し、第1制御装置は、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの期間（フューエルカット制御中）に「上流側空燃比センサ55のセンサ出力値拡大異常」が発生したか否かを判定する。そして、第1制御装置は、「上流側空燃比センサ55のセンサ出力値拡大異常」が発生したと判定したとき、時刻 t_1 から時刻 t_2 の間（遅くとも、時刻 t_2 ）においてサブF B 学習値Vafsfbgの値を「上流側空燃比センサ55のセンサ出力値拡大異常の発生時に予想される収束値VafsfbgL」に直ちに設定する。この結果、センサ出力値拡大異常が発生した後にエミッションが大きく悪化することを排除することができる。

【 0 0 7 2 】

なお、第1制御装置は、実際には、フューエルカット制御中において「上流側空燃比センサ55のセンサ出力値拡大異常」及び「上流側空燃比センサ55のセンサ出力値縮小異常」の両者の何れかが発生したか否かを判定する。換言すると、第1制御装置は、フューエルカット制御中において、「上流側空燃比センサ55の実際の出力値Vabyfsである実出力値」が「上流側空燃比センサ55が正常であるときの上流側空燃比センサの出力値Vabyfsである正常値」と相違する「第1異常状態が発生したか否か」を判定する第1異常判定手段を備える。そして、第1制御装置は、第1異常状態が発生したと判定すると、サブF B 学習値Vafsfbgを、「第1異常状態発生時に予想されるサブF B 学習値Vafsfbgの収束値（収束予想値）VafsfbgL」に直ちに設定する。以上が、第1制御装置の作動の概要である。

【 0 0 7 3 】

（実際の作動）

次に、第1制御装置の実際の作動について説明する。

【 0 0 7 4 】

< 燃料噴射量制御 >

第1制御装置のCPUは、図6に示した「燃料噴射量Fiの計算及び燃料噴射の指示を行うルーチン」を、所定の気筒のクランク角が吸気上死点前の所定クランク角度（例えば、BTDC90°CA）となる毎に、その気筒（以下、「燃料噴射気筒」とも称呼する。）に対して繰り返し実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPUはステップ600から処理を開始し、ステップ610にてフューエルカットフラグXCF（以下、「F/CフラグXFC」と表記する。）の値が「0」であるか否かを判定する。

【 0 0 7 5 】

F/CフラグXFCの値は、後述するフューエルカット開始条件が成立してからフューエルカット復帰条件が成立するまで「1」に設定され、それ以外の場合に「0」に設定される。即ち、F/CフラグXFCの値は、フューエルカット制御を実行すべきときに「1」に設定される。なお、F/CフラグXFCの値は、「機関10が搭載された図示しない車両のイグニッション・キー・スイッチ」がオフ位置からオン位置に切り換えられた際に

実行されるイニシャルルーチンにより「0」に設定されるようになっている。

【0076】

いま、図5に示した時刻 t_1 以前であり、 F/C フラグ $\times F/C$ の値が「0」であると仮定する。この場合、CPUは、以下に述べるステップ620乃至ステップ650の処理を順に行い、ステップ695に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0077】

ステップ620：CPUは、「エアフローメータ51により計測された吸入空気量 G_a 、機関回転速度センサ53の信号に基いて取得された機関回転速度 NE 、及び、ルックアップテーブル $MapMc$ 」に基いて「燃料噴射気筒に吸入される空気量」である「筒内吸入空気量 $Mc(k)$ 」を取得する。筒内吸入空気量 $Mc(k)$ は、各吸気行程に対応されながらRAM内に記憶される。筒内吸入空気量 $Mc(k)$ は、周知の空気モデル（吸気通路における空気の挙動を模した物理法則に従って構築されたモデル）により算出されてもよい。

10

【0078】

ステップ630：CPUは、筒内吸入空気量 $Mc(k)$ を上流側目標空燃比 $abyfr$ で除することにより基本燃料噴射量 $Fbase$ を求める。上流側目標空燃比 $abyfr$ は理論空燃比 $stoich$ に設定されている。

【0079】

ステップ640：CPUは、基本燃料噴射量 $Fbase$ をメインフィードバック量 DFi により補正する。より具体的には、CPUは、基本燃料噴射量 $Fbase$ にメインフィードバック量 DFi を加えることにより、最終燃料噴射量 Fi を算出する。メインフィードバック量 DFi については後述する。

20

ステップ650：CPUは、最終燃料噴射量 Fi の燃料を燃料噴射気筒に対応して設けられている燃料噴射弁25から噴射する。

【0080】

<メインフィードバック量の算出>

CPUは図7にフローチャートにより示した「メインフィードバック量算出ルーチン」を所定時間の経過毎に繰り返し実行している。従って、所定のタイミングになると、CPUはステップ700から処理を開始し、ステップ705に進んで「メインフィードバック制御条件（上流側空燃比フィードバック制御条件）」が成立しているか否かを判定する。

30

【0081】

メインフィードバック制御条件は以下の総ての条件が成立したときに成立する。

- (A1) 上流側空燃比センサ55が活性化している。
- (A2) 機関の負荷（負荷率） KL が閾値 KL_{th} 以下である。
- (A3) フューエルカット制御中でない（ F/C フラグ $\times F/C$ の値が「1」でない。）。

【0082】

なお、負荷率 KL は、ここでは下記の(1)式により求められる。この負荷率 KL に代え、アクセルペダル操作量 $Accp$ が用いられても良い。(1)式において、 Mc は筒内吸入空気量であり、 ρ は空気密度（単位は (g/l) ）、 L は機関10の排気量（単位は (l) ）、「4」は機関10の気筒数である。

40

$$KL = (Mc / (\rho \cdot L / 4)) \cdot 100\% \quad \dots (1)$$

【0083】

いま、メインフィードバック制御条件が成立しているものとして説明を続ける。この場合、CPUはステップ705にて「Yes」と判定して以下に述べるステップ710乃至ステップ740の処理を順に行い、ステップ795に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0084】

ステップ710：CPUは、下記(2)式に従ってフィードバック制御用出力値 $Vabyfc$ を取得する。(2)式において、 $Vabyfs$ は上流側空燃比センサ55の出力値、 $Vafsfb$ は下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ に基づいて算出されるサブフィードバック量、 $Vafsbg$ はサブフィードバック量の学習値（サブFB学習値 $Vafsfbg$ ）である。これらの値は、何

50

れも現時点において得られている値である。サブフィードバック量Vafsfb及びサブF B 学習値Vafsfbgの算出方法については、後述する。

$$Vabyfc = Vabyfs + (Vafsfb + Vafsfbg) \quad \dots (2)$$

【0085】

ステップ715：CPUは、下記(3)式に示したように、上記フィードバック制御用出力値Vabyfcを図3の実線CTにより示したテーブルMapabyfsに適用することにより、フィードバック制御用空燃比abyfscを得る。

$$abyfsc = \text{Mapabyfs}(Vabyfc) \quad \dots (3)$$

【0086】

ステップ720：CPUは、下記(4)式に従って、「現時点よりもNサイクル前の時点において燃焼室21に実際に供給された燃料の量」である「筒内燃料供給量Fc(k-N)」を求める。即ち、CPUは、「現時点よりもNサイクル(即ち、N・720°クラ

10

ンク角)前の時点における筒内吸入空気量Mc(k-N)」を「上記フィードバック制御用空燃比abyfsc」により除すことにより、筒内燃料供給量Fc(k-N)を求める。

$$Fc(k-N) = Mc(k-N) / abyfsc \quad \dots (4)$$

【0087】

このように、筒内燃料供給量Fc(k-N)を求めるために、現時点からNストローク前の筒内吸入空気量Mc(k-N)をフィードバック制御用空燃比abyfscで除すのは、「燃焼室21内での混合気の燃焼により生成された排ガス」が上流側空燃比センサ55に到達するまでに「Nストロークに相当する時間」を要しているからである。

20

【0088】

ステップ725：CPUは、下記(5)式に従って、「現時点よりもNサイクル前の時点において燃焼室21に供給されるべきであった燃料の量」である「目標筒内燃料供給量Fcr(k-N)」を求める。即ち、CPUは、現時点からNストローク前の筒内吸入空気量Mc(k-N)を上流側目標空燃比abyfr(=stoich)で除すことにより、目標筒内燃料供給量Fcr(k-N)を求める。

$$Fcr = Mc(k-N) / abyfr \quad \dots (5)$$

【0089】

ステップ730：CPUは、上記(6)式に従って、筒内燃料供給量偏差DFcを取得する。即ち、CPUは、目標筒内燃料供給量Fcr(k-N)から筒内燃料供給量Fc(k-N)を減じることにより、筒内燃料供給量偏差DFcを求める。この筒内燃料供給量偏差DFcは、Nストローク前の時点で筒内に供給された燃料の過不足分を表す量となる。

30

$$DFc = Fcr(k-N) - Fc(k-N) \quad \dots (6)$$

【0090】

ステップ735：CPUは、上記(7)式に従って、メインフィードバック量DFiを求める。この(7)式において、Gpは予め設定された比例ゲイン、Giは予め設定された積分ゲインである。更に、(7)式の「値SDFc」は「筒内燃料供給量偏差DFcの積分値」である。つまり、CPUは、フィードバック制御用空燃比abyfscを上流側目標空燃比abyfrに一致させるための比例積分制御により「メインフィードバック量DFi」を算出する。

40

$$DFi = Gp \cdot DFc + Gi \cdot SDFc \quad \dots (7)$$

【0091】

ステップ740：CPUは、その時点における筒内燃料供給量偏差DFcの積分値SDFcに上記ステップ730にて求められた筒内燃料供給量偏差DFcを加えることにより、新たな筒内燃料供給量偏差の積分値SDFcを取得する。

【0092】

以上により、メインフィードバック量DFiが比例積分制御により求められ、このメインフィードバック量DFiが前述した図6のステップ640の処理により最終燃料噴射量Fiに反映される。

50

【 0 0 9 3 】

ところで、上記（２）式の右辺の「サブフィードバック量Vafsfb及びサブF B 学習値Vafsfbg」は、後述するように、「下流側空燃比センサ５６の出力値Voxs」を「理論空燃比に相当する値である下流側目標値Voxsref」に一致させるための「補助的な補正量」と考えることができる。従って、フィードバック制御用空燃比abyfscは上流側空燃比センサ５５の出力値Vabyfsに実質的に基づく値であるから、メインフィードバック量DFiは「上流側空燃比センサ５５の出力値Vabyfsにより表される機関の空燃比」を「上流側目標空燃比abyfr（理論空燃比）」に一致させるための補正量であると言える。

【 0 0 9 4 】

一方、図７のステップ７０５の判定時において、メインフィードバック制御条件が不成立であると、CPUはそのステップ７０５にて「No」と判定してステップ７４５に進み、メインフィードバック量DFiの値を「０」に設定する。次いで、CPUは、ステップ７５０にて筒内燃料供給量偏差の積分値SDFcに「０」を格納する。その後、CPUは、ステップ７９５に進んで本ルーチンを一旦終了する。このように、メインフィードバック制御条件が不成立であるとき、メインフィードバック量DFiは「０」に設定される。従って、基本燃料噴射量Fbaseのメインフィードバック量DFiによる補正は行わない。

【 0 0 9 5 】

< サブフィードバック量及びサブF B 学習値の算出 >

CPUは、「サブフィードバック量Vafsfb」及び「サブF B 学習値Vafsfbg」を算出するために、図８示したルーチンを所定時間の経過毎に実行している。従って、所定のタイミングになると、CPUはステップ８００から処理を開始し、ステップ８０５に進んで「サブフィードバック制御条件（下流側空燃比フィードバック制御条件）」が成立しているか否かを判定する。

【 0 0 9 6 】

サブフィードバック制御条件は以下の総ての条件が成立したときに成立する。

- （Ｂ１）メインフィードバック制御条件が成立している。
- （Ｂ２）下流側空燃比センサ５６が活性化している。
- （Ｂ３）上流側目標空燃比abyfrが理論空燃比stoichに設定されている。

【 0 0 9 7 】

いま、サブフィードバック制御条件が成立していると仮定して説明を続ける。この場合、CPUはステップ８０５にて「Yes」と判定し、以下に述べるステップ８１０乃至ステップ８２０の処理を順に行い、サブフィードバック量Vafsfbを算出する。

【 0 0 9 8 】

ステップ８１０：CPUは、下記（８）式に従って、「下流側目標値Voxsref」と「下流側空燃比センサ５６の出力値Voxs」との差である「出力偏差量DVOxs」を取得する。下流側目標値Voxsrefは理論空燃比に相当する値Vst（０．５Ｖ）に設定されている。即ち、CPUは、「下流側目標値Voxsref」から「現時点の下流側空燃比センサ５６の出力値Voxs」を減じることにより「出力偏差量DVOxs」を求める。なお、下流側目標値Voxsrefは値Vstよりも「僅かにリッチ側の空燃比に対応した値」に設定されてもよい。但し、この値も「上流側触媒４３の所謂ウインドウ」の範囲内の空燃比に対応した値であるので、実質的に理論空燃比に相当した値である。

$$DVOxs = Voxsref - Voxs \quad \dots (8)$$

【 0 0 9 9 】

ステップ８１５：CPUは、下記（９）式に従って、サブフィードバック量Vafsfbを求める。この（９）式において、Kpは予め設定された比例ゲイン（比例定数）、Kiは予め設定された積分ゲイン（積分定数）である。また、SDVOxsは、出力偏差量DVOxsの積分値である。

$$Vafsfb = Kp \cdot DVOxs + Ki \cdot SDVOxs \quad \dots (9)$$

【 0 1 0 0 】

ステップ 8 2 0 : C P U は、「その時点における出力偏差量の積分値SDVoxs」に「上記ステップ 8 1 0 にて求めた出力偏差量DVoxs」を加えることにより、新たな出力偏差量の積分値SDVoxsを求める。

【 0 1 0 1 】

このように、C P U は、下流側空燃比センサ 5 6 の出力値Voxsを下流側目標値Voxsrefに一致させるための比例積分制御により「サブフィードバック量Vafsfb」を算出する。このサブフィードバック量Vafsfbは、上述した(2) 式に示したように、フィードバック制御用出力値Vabyfcを算出するために使用される。なお、C P U は上記(9) 式の右辺に微分項Kd・DDVoxを加えることにより、P I D (比例積分微分制御) によりサブF B 学習値Vafsfbgを算出してもよい。この場合、Kdは予め設定された微分ゲイン(定数) である。また、DDVoxsは、出力偏差量DVoxsの微分値(時間微分値) である。 10

【 0 1 0 2 】

次いで、C P U は、以下に述べるステップ 8 2 5 乃至ステップ 8 4 0 の処理を順に行うことにより「サブF B 学習値Vafsfbg」を算出するとともに「サブフィードバック量Vafsfb」を補正し、その後、ステップ 8 9 5 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【 0 1 0 3 】

ステップ 8 2 5 : C P U は、その時点のサブF B 学習値Vafsfbgを更新前学習値Vafsfbgbfとして格納する。

【 0 1 0 4 】

ステップ 8 3 0 : C P U は、下記(1 0) 式に従ってサブF B 学習値Vafsfbgを更新する。この(1 0) 式の左辺Vafsfbg(k + 1) は更新後のサブF B 学習値Vafsfbgを表し、右辺のVafsfbg(k) は更新前のサブF B 学習値Vafsfbgを表す。値αは0より大きく且つ1より小さい任意の値である。 20

$$Vafsfbg(k+1) = \alpha \cdot Vafsfbg + (1 - \alpha) \cdot K_i \cdot SDVoxs \quad \dots (10)$$

【 0 1 0 5 】

(1 0) 式から明らかなように、サブF B 学習値Vafsfbgは「サブフィードバック量Vafsfbの積分項Ki・SDVoxs」に「ノイズ除去のためのフィルタ処理」を施した値である。換言すると、サブF B 学習値Vafsfbgは、サブフィードバック量Vafsfbの定常成分(積分項) に応じた値である。サブF B 学習値VafsfbgはバックアップR A M に格納される。

【 0 1 0 6 】

ステップ 8 3 5 : C P U は、下記(1 1) 式に従ってサブF B 学習値Vafsfbgの変更量(更新量) ΔGを算出する。 30

$$\Delta G = Vafsfbg - Vafsfbgbf \quad \dots (11)$$

【 0 1 0 7 】

ステップ 8 4 0 : C P U は、下記(1 2) 式に従ってサブフィードバック量Vafsfbを変更量ΔGにより補正する。(1 2) 式において、Vafsfb(k + 1) は補正後のサブフィードバック量Vafsfbであり、Vafsfbg(k) は補正前のサブフィードバック量Vafsfbである。

$$Vafsfb(k+1) = Vafsfb(k) - \Delta G \quad \dots (12)$$

【 0 1 0 8 】

このステップ 8 3 5 及びステップ 8 4 0 の処理について説明する。上記(2) 式に示したように、C P U は、「サブフィードバック量Vafsfb及びサブF B 学習値Vafsfbg」を「上流側空燃比センサ 5 5 の出力値Vabyfs」に加えることにより、フィードバック制御用出力値Vabyfcを得る。サブF B 学習値Vafsfbgはサブフィードバック量Vafsfbの積分項Ki・SDVoxs(定常成分) の一部を取り込んだ値である。従って、サブF B 学習値Vafsfbgを更新した場合、サブフィードバック量Vafsfbをその更新分に応じて補正しないと、「更新後のサブF B 学習値Vafsfbg及び更新後のサブフィードバック量Vafsfb」により二重の補正が行われる。従って、C P U は、サブF B 学習値Vafsfbgを更新した場合、サブフィードバック量Vafsfbを「サブF B 学習値Vafsfbgの更新分ΔG」に応じて補正する必要がある。 40

【 0 1 0 9 】

そこで、CPUは上記(11)及び上記(12)式に示したように、サブFB学習値Vafsfbgを変更量 ΔG だけ増加するように更新したとき、サブフィードバック量Vafsfbを変更量 ΔG だけ減少させる。(11)式において、Vafsfbgbfは更新直前のサブFB学習値Vafsfbgであり、Vafsfbgは更新直後のサブFB学習値Vafsfbgである。従って、変更量 ΔG は正の値及び負の値の何れともなる。

【0110】

以上の処理により、所定時間の経過毎にサブフィードバック量VafsfbとサブFB学習値Vafsfbgとが更新される。

【0111】

一方、サブフィードバック制御条件が成立していない場合、CPUは図8のステップ805にて「No」と判定し、以下に述べるステップ845及びステップ850の処理を順に行い、ステップ895に進んで本ルーチンを一旦終了する。

ステップ845：CPUはサブフィードバック量Vafsfbの値を「0」に設定する。

ステップ850：CPUは出力偏差量の積分値SDVoxsの値を「0」に設定する。

【0112】

これにより、上記(2)式から明らかなように、フィードバック制御用出力値Vabyfcは、上流側空燃比センサ55の出力値VabyfsとサブFB学習値Vafsfbgとの和となる。即ち、この場合、「サブフィードバック量Vafsfbの更新」及び「サブフィードバック量Vafsfbの最終燃料噴射量Fiへの反映」は停止される。但し、少なくとも、「サブフィードバック量Vafsfbの積分項」に対応する「サブFB学習値Vafsfbg」は最終燃料噴射量Fiに反映される。

【0113】

<フューエルカット制御>

CPUは、フューエルカット制御を実行するために、図9示したフューエルカット制御ルーチンを所定時間の経過毎に実行している。従って、所定のタイミングになると、CPUはステップ900から処理を開始し、ステップ910に進んでF/CフラグXFCの値が「1」であるか否かを判定する。

【0114】

いま、F/CフラグXFCの値が「0」である(即ち、フューエルカット制御が実行されていない)と仮定する。この場合、CPUはステップ910にて「No」と判定してステップ920に進み、フューエルカット開始条件が成立しているか否かを判定する。フューエルカット開始条件は、以下に述べる条件1及び条件2の双方が成立したときにのみ成立する。

(条件1)スロットル弁34の開度TAが「ゼロ(又は所定開度TAth以下)」であること。

(条件2)機関回転速度NEが「フューエルカット開始回転速度NEfcth以上」であること。

【0115】

このとき、フューエルカット開始条件が成立していなければ、CPUはステップ920にて「No」と判定し、ステップ995に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。よって、F/CフラグXFCの値は「0」に維持される。

【0116】

これに対し、フューエルカット開始条件が成立していると、CPUはステップ920にて「Yes」と判定し、ステップ930に進んでF/CフラグXFCの値を「1」に設定する。これにより、CPUは図6のステップ610にて「No」と判定し、ステップ695に直接進むようになる。この結果、ステップ650が実行されないで、燃料噴射が停止される(フューエルカット制御が実行される。)。

【0117】

再び、図9を参照すると、CPUはステップ930に続くステップ940に進み、第1異常状態判定実施フラグXIL(以下、「判定実施フラグXIL」と表記する。)の値を

「１」に設定する。この判定実施フラグX I Lの値が「１」に設定されると、「上流側空燃比センサ５５の出力値Vabyfsが正常値から乖離している第１異常状態」が発生しているか否かの判定が実行される（後述する図１０を参照。）。その後、CPUはステップ９９５に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【０１１８】

このようにF / CフラグX F Cの値が「１」に設定された後、CPUが図９に示したルーチンの処理を再び開始すると、CPUはステップ９００に続くステップ９１０にて「Y e s」と判定し、ステップ９５０に進む。そして、CPUはそのステップ９５０にてフューエルカット復帰条件（フューエルカット制御終了条件）が成立したか否かを判定する。

【０１１９】

フューエルカット復帰条件は、以下に述べる条件３及び条件４のうちの少なくとも一つが成立したときに成立する。

（条件３）スロットル弁開度T Aが「ゼロ（又は所定開度T A t h）」より大きいこと。
（条件４）機関回転速度N Eが「フューエルカット復帰回転速度Nefcre」より小さいこと。
なお、フューエルカット復帰回転速度Nefcreは、フューエルカット開始回転速度Nefcthよりも所定回転速度ΔNだけ小さい回転速度である。

【０１２０】

いま、フューエルカット復帰条件が成立していないと仮定する。この場合、CPUはステップ９５０にて「N o」と判定し、ステップ９９５に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。従って、F / CフラグX F Cの値は「１」に維持される。その結果、フューエルカット制御が継続して実行される。

【０１２１】

これに対し、フューエルカット復帰条件が成立すると、CPUはステップ９５０に進んだとき、そのステップ９５０にて「Y e s」と判定してステップ９６０に進み、F / CフラグX F Cの値を「０」に設定する。その後、CPUはステップ９９５に進んで本ルーチンを一旦終了する。この結果、CPUは図６のステップ６１０にて「Y e s」と判定してステップ６２０乃至ステップ６５０の処理を実行するようになる。従って、燃料噴射が再開される（フューエルカット制御が停止される。）。

【０１２２】

< 第１異常状態の判定とサブF B学習値の設定 >

更に、CPUは図１０に示した「サブF B学習値設定ルーチン（第１異常状態判定ルーチン）」を所定時間の経過毎に繰り返し実行している。従って、所定のタイミングになると、CPUはステップ１０００から処理を開始してステップ１０１０に進み、判定実施フラグX I Lの値が「１」であるか否かを判定する。このとき、判定実施フラグX I Lの値が「１」でなければ、CPUはステップ１０１０にて「N o」と判定し、ステップ１０６０に進んで判定実施フラグX I Lの値を「０」に設定する。その後、CPUは、ステップ１０９５に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【０１２３】

これに対し、フューエルカット開始条件が成立することに伴って、前述した図９のステップ９４０の処理が実行されることにより判定実施フラグX I Lの値が「１」に設定されると、CPUは図１０のステップ１０１０にて「Y e s」と判定し、次のステップ１０２０及びステップ１０３０の処理を実行する。なお、CPUは、ステップ１０１０にて「Y e s」と判定してから所定時間（フューエルカット制御によるガスが燃焼室２１から上流側空燃比センサ５５に到達するのに要する時間よりも長い時間）後に、以下のステップ１０２０以降に進むように構成されてもよい。換言すると、本例においては、この所定時間は実質的に「０」であると想定されている。また、この点については、後述他の実施形態においても同様に適用される。

【０１２４】

ステップ１０２０：CPUは上流側空燃比センサ５５の現時点における出力値Vabyfsを取得する。

10

20

30

40

50

ステップ1030: CPUは、「ステップ1020にて取得した出力値Vabyfs」から「フューエルカット中正常値Vabyfsfc(以下、「FC中正常値Vabyfsfc」と称呼する。)」を減じた値を、センサ出力変化量 ΔV として取得する。このFC中正常値Vabyfsfcは、図2に示したように、上流側空燃比センサ55が正常である場合であってフューエルカット制御が実行されたとき(即ち、上流側空燃比センサ55に所定の(酸素濃度の)ガスである大気が到達したとき)に上流側空燃比センサ55が出力する出力値Vabyfsである。

【0125】

次に、CPUはステップ1040に進み、センサ出力変化量 ΔV の大きさ(絶対値)が異常判定閾値 ε ($\varepsilon > 0$)より大きいか否かを判定する。このとき、センサ出力変化量 ΔV の大きさが異常判定閾値 ε 以下であると、第1異常状態が発生していないと判定することができる。従って、センサ出力変化量 ΔV の大きさが異常判定閾値 ε 以下である場合、CPUはステップ1040にて「No」と判定し、ステップ1060に進んで判定実施フラグXILの値を「0」に設定する。その後、CPUは、ステップ1095に進んで本ルーチンを一旦終了する。

10

【0126】

これに対し、第1異常状態のうちの「センサ出力値拡大異常」が発生していると、図2に示したように、「ステップ1020にて取得した出力値Vabyfs」はFC中正常値Vabyfsfcよりも相当に大きくなる。即ち、センサ出力変化量 ΔV は異常判定閾値 ε よりも大きくなる。この場合、CPUはステップ1040にて「Yes」と判定しステップ1050に進む。同様に、第1異常状態のうちの「センサ出力値縮小異常」が発生していると、図2に示したように、「ステップ1020にて取得した出力値Vabyfs」はFC中正常値Vabyfsfcよりも相当に小さくなる。即ち、センサ出力変化量 ΔV の絶対値は異常判定閾値 ε よりも大きくなる。この場合にも、CPUはステップ1040にて「Yes」と判定しステップ1050に進む。

20

【0127】

CPUはステップ1050にてサブFB学習値Vafsfbgの収束予想値Vafsfbg_yを決定するとともに、その収束予想値Vafsfbg_yをサブFB学習値Vafsfbgとして設定する。この結果、サブFB学習値Vafsfbgは収束予想値Vafsfbg_yに一致せしめられる。

【0128】

より具体的に述べると、CPUはセンサ出力変化量 ΔV と収束予想値Vafsfbg_yとの関係をルックアップテーブルの形式にてROM内に記憶している。収束予想値Vafsfbg_yとは、上流側空燃比センサ55のフューエルカット制御中の出力値VabyfsがFC中正常値Vabyfsfcからセンサ出力変化量 ΔV だけ乖離するような第1異常状態となった場合に、サブFB学習値Vafsfbgが収束するであろう収束値のことである。このテーブルのデータは、予め実験により求められたデータである。

30

【0129】

このテーブルによれば、図10のブロック1050内に示したように、センサ出力変化量 ΔV が「0」であるとき、収束予想値Vafsfbg_yは基準値Vafsfbg₀となる。更に、このテーブルによれば、収束予想値Vafsfbg_yは、センサ出力変化量 ΔV が大きくなるほど大きくなるように決定される。即ち、例えば、センサ出力値拡大異常が生じているためにセンサ出力変化量 ΔV が ΔV_L ($\Delta V_L > 0$)であるとき、収束予想値Vafsfbg_yは「基準値Vafsfbg₀よりも大きいVafsfbg_L」に設定される。更に、例えば、センサ出力値縮小異常が生じているためにセンサ出力変化量 ΔV が ΔV_R ($\Delta V_R < 0$)であるとき、収束予想値Vafsfbg_yは「基準値Vafsfbg₀よりも小さいVafsfbg_R」に設定される。その後、CPUはステップ1060に進んで判定実施フラグXILの値を「0」に設定し、ステップ1095に進んで本ルーチンを一旦終了する。

40

【0130】

先に説明した図5のタイムチャートは、センサ出力変化量 ΔV が ΔV_L となるような「センサ出力値拡大異常」が発生した場合のサブFB学習値Vafsfbgの変化を示している。この図5に示したように、第1制御装置によれば、「センサ出力値拡大異常」が発生した

50

と判定されたとき（時刻 t_1 の直後）、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} は収束予想値 V_{afsfbg_y} である値 V_{afsfbg_L} に一致させられる。従って、フューエルカット制御の終了後にサブフィードバック制御が再開される時点（時刻 t_2 ）から、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} は適正值（収束値）に近い値となる。この結果、エミッションが悪化することを回避することができる。

【0131】

以上、説明したように、第 1 制御装置は、

前記下流側空燃比センサの出力値を下流側目標値に一致させるためのサブフィードバック量を算出するサブフィードバック量算出手段（図 8 のステップ 810 乃至ステップ 820 を参照。）と、

10

前記サブフィードバック量に含まれる定常成分に応じた値に基づいて学習値を更新する学習を行うとともに同サブフィードバック量を同更新した学習値に応じて補正する学習手段と（図 8 のステップ 825 乃至ステップ 840 を参照。）、

前記上流側空燃比センサの出力値と前記補正されたサブフィードバック量と前記更新された学習値とに基づき前記機関に供給される混合気の空燃比を理論空燃比に一致させる空燃比フィードバック制御を実行する空燃比制御手段と（図 7 の各ステップ及び図 6 のステップ 640 を参照。）、

を備えた内燃機関の空燃比制御装置であって、

前記上流側空燃比センサの実際の出力値である実出力値が同上流側空燃比センサが正常であるときの同上流側空燃比センサの出力値である正常値と相違する第 1 異常状態が発生したか否かを判定する第 1 異常判定手段（図 10 のステップ 1020 乃至ステップ 1040 を参照。）と、

20

前記上流側空燃比センサに所定のガス（例えば、フューエルカット制御中の排気、即ち、大気）が到達している時点である所定ガス到達時における前記上流側空燃比センサの出力値と、前記学習値の収束値である収束予想値との関係（図 10 のステップ 1050 のブロック内に示された関係）を予め記憶するとともに、前記第 1 異常状態が発生したと判定されたとき同所定ガス到達時における前記実出力値（図 10 のステップ 1020 にて取得される出力値 V_{abyfs} ）と前記関係とに基づいて前記学習値の実際の収束予想値を取得し且つ前記学習値を同取得した実際の収束予想値に設定する学習値設定手段と（図 10 のステップ 1040 及びステップ 1050 を参照。）、

30

を備えた空燃比制御装置である。

【0132】

従って、上流側空燃比センサ 55 が第 1 異常状態となったとき、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} は予想される収束値（収束予想値 V_{afsfbg_y} ）に直ちに更新させられる。従って、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} は、第 1 異常状態が発生した直後において適正值に近い値となる。これにより、第 1 制御装置は、第 1 異常状態発生時点からサブ F B 学習値 V_{afsfbg} が収束する時点までの時間を短くすることができる。その結果、「サブ F B 学習値 V_{afsfbg} が適正值と乖離していることに起因するエミッションの悪化」を回避することができる。

【0133】

< 第 2 実施形態 >

40

以下、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（以下、単に「第 2 制御装置」と称する。）について説明する。第 2 制御装置は、第 1 制御装置が収束予想値 V_{afsfbg_y} を決定する際に使用するテーブル（図 10 のステップ 1050 のブロック内に示したテーブル）を、図 11 に示したテーブルに置換する点においてのみ、第 1 制御装置と相違している。

【0134】

図 11 に示したテーブルは、収束予想値 V_{afsfbg_y} を、実際の機関回転速度 N_E が属する領域毎に定めたテーブルである。収束予想値 V_{afsfbg_y} は、機関回転速度 N_E に応じて変化する。より具体的に述べると、収束予想値 V_{afsfbg_y} は、機関回転速度 N_E が 1500 rpm より小さい場合には図 11 の線 L1 により示したように変化する。収束予想値 V_{afsfbg_y}

50

は、機関回転速度NEが1500rpm以上であり且つ3000rpmより小さい場合には図11の線L2により示したように変化する。更に、収束予想値Vafsfbgyは、機関回転速度NEが3000rpm以上である場合には図11の線L3により示したように変化する。

【0135】

従って、第2制御装置のCPUは、ステップ1050に進んだとき、その時点の機関回転速度NEと、センサ出力変化量ΔVと、図11に示したテーブルとに基いて、収束予想値Vafsfbgyを取得し、その収束予想値VafsfbgyをサブFB学習値Vafsfbgに格納する。この結果、第1異常状態発生時における収束予想値Vafsfbgyが機関回転速度NEに応じて相違する場合であっても、第1異常状態発生直後におけるサブFB学習値Vafsfbgを適正值に近い値に設定することができる。

10

【0136】

なお、第2制御装置は、次のように構成されることもできる。即ち、第2制御装置は、第1異常状態が発生したと判定したとき（即ち、ステップ1050に進んだとき）、センサ出力変化量ΔVと図11に示したテーブルとに基いて「機関回転速度NEの領域毎に収束予想値Vafsfbgyを決定する」とともに、バックアップRAMにそれらの収束予想値Vafsfbgyを格納させておく。そして、その時点以降において、機関回転速度NEが異なる領域へと変化する毎に、その変化した領域に対応する収束予想値VafsfbgyをバックアップRAMから読み出し、その読み出した収束予想値VafsfbgyをサブFB学習値Vafsfbgに設定するように構成されてもよい。

20

【0137】

更に、図11に示したテーブルは、収束予想値Vafsfbgyを、機関10の負荷KLが属する領域毎に定めるテーブルに置換することもできる。この場合、第2制御装置は、第1異常状態が発生したと判定したとき（即ち、ステップ1050に進んだとき）、センサ出力変化量ΔVとその置換したテーブルとに基いて「機関10の負荷KLの領域毎に収束予想値Vafsfbgyを決定する」とともに、バックアップRAMにそれらの収束予想値Vafsfbgyを格納させておく。そして、その時点以降において、機関の負荷KLが異なる領域へと変化する毎に、その変化した領域に対応する収束予想値VafsfbgyをバックアップRAMから読み出し、その読み出した収束予想値VafsfbgyをサブFB学習値Vafsfbgに設定するように構成される。

30

【0138】

加えて、図11に示したテーブルは、収束予想値Vafsfbgyを、機関回転速度NEと機関10の負荷KLとにより定まる運転状態が属する領域毎に定めるテーブルに置換することもできる。この場合、第2制御装置は、第1異常状態が発生したと判定したとき（即ち、ステップ1050に進んだとき）、センサ出力変化量ΔVとその置換したテーブルとに基いて「機関10の負荷KLの領域毎に収束予想値Vafsfbgyを決定する」とともに、バックアップRAMにそれらの収束予想値Vafsfbgyを格納させておく。そして、その時点以降において、機関回転速度NEと機関10の負荷KLとにより定まる運転状態が変化する毎に、その変化した領域に対応する収束予想値VafsfbgyをバックアップRAMから読み出し、その読み出した収束予想値VafsfbgyをサブFB学習値Vafsfbgに設定するように構成される。

40

【0139】

< 第3実施形態 >

以下、本発明の第3実施形態に係る内燃機関の空燃比制御装置（以下、単に「第3制御装置」と称呼する。）について説明する。

【0140】

（第3制御装置の作動の概要）

サブFB学習値Vafsfbgは、上述した「センサ出力値拡大異常及びセンサ出力値縮小異常等」の「第1異常状態」が発生した場合のみでなく、第1異常状態とは異なる他の異常状態（第2異常状態）が発生した場合にも、その第2異常状態が発生する前とは異なる値

50

へと収束する。

【 0 1 4 1 】

例えば、複数の気筒のうちの特定の気筒に対して設けられている燃料噴射弁 2 5 が「指示される燃料量よりも多量の燃料」を噴射する異常状態（燃料噴射弁リッチずれ異常）が発生した場合、その特定気筒から排出される HC 、 CO 及び H_2 は急激に増大する。一方、水素分子は、その分子径が他の未燃物に比べて小さいので、上流側空燃比センサ 5 5 の拡散抵抗層をより迅速に拡散する。その結果、上流側空燃比センサ 5 5 は、分子径の小さい H_2 の影響を受け、実際の空燃比の平均値よりもリッチ側の空燃比に相当する出力値 V_{afsfbs} を発生するようになる。

【 0 1 4 2 】

この結果、その上流側空燃比センサ 5 5 の出力値に基くメインフィードバック制御により機関の空燃比の中心は理論空燃比よりもリーン側に偏移する。従って、サブフィードバック量 V_{afsfbs} は「燃料噴射弁リッチずれ異常」が発生する直前に比べ「機関 1 0 の空燃比をよりリッチ側に移行させる値」へと変化する。よって、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} も「機関 1 0 の空燃比をよりリッチ側に移行させる値」へと収束する。

【 0 1 4 3 】

更に、例えば、失火が発生した場合（混合気が燃焼室において燃焼しなかった場合）、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} は、失火が発生する直前のサブ F B 学習値 V_{afsfbg} に比べ「機関の空燃比をよりリーン側へ移行する値」に収束することがある。

【 0 1 4 4 】

これらの「燃料噴射弁のリッチずれ異常（空燃比気筒間インバランス）」及び「失火」等は、上述した第 2 異常状態の代表例である。そして、このような第 2 異常状態が発生している場合に第 1 異常状態が重なって発生すると、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} は、図 1 0 のステップ 1 0 5 0 にて決定（予想）される「第 1 異常発生時（第 1 異常状態単独発生時）における収束予想値 V_{afsfbg_y} 」とは異なる値に収束する。従って、第 2 異常状態が発生している場合に第 1 異常状態が重なって発生した場合、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} を「第 1 異常発生時が単独で発生した場合に予想される収束予想値 V_{afsfbg_y} 」に設定すると、却ってサブ F B 学習値 V_{afsfbg} を「実際の収束値」から遠ざけてしまう虞がある。

【 0 1 4 5 】

図 1 2 は、このような状況におけるサブ F B 学習値 V_{afsfbg} の一例を示すタイムチャートである。図 1 2 に示した例においては、時刻 t_1 にて第 2 異常状態としての失火が発生している。そのため、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} は時刻 t_1 以降において値 V_{afsfbg_0} から値 V_{afsfbg_A} に向かって減少し、時刻 t_2 以降において値 V_{afsfbg_A} に収束する。

【 0 1 4 6 】

その後、時刻 t_3 にて第 1 異常状態としてのセンサ出力値拡大異常が発生する。この場合、第 1 制御装置は、時刻 t_3 にてサブフィードバック量 V_{afsfbs} を収束予想値 V_{afsfbg_y} に設定する。

【 0 1 4 7 】

しかしながら、実際には、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} は「値 V_{afsfbg_A} と値 V_{afsfbg_y} との間の値 V_{afsfbg_B} に収束する。従って、第 1 制御装置は、時刻 t_3 においてサブ F B 学習値 V_{afsfbg} を「実際の収束値」から却って遠ざけてしまう。

【 0 1 4 8 】

そこで、第 3 制御装置は、第 2 異常状態が発生している場合に第 1 異常状態が重なって発生した場合、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} の「収束予想値 V_{afsfbg_y} 」への設定を行わないように構成されている（図 3 の時刻 t_3 以降における実線を参照。）。従って、サブフィードバック量 V_{afsfbs} が実際の収束値から却って乖離してしまう可能性を低減することができる。その結果、エミッションが却って悪化することを回避することができる。

【 0 1 4 9 】

（実際の作動）

次に、第 3 制御装置の実際の作動について説明する。

10

20

30

40

50

第3制御装置のCPUは、図6乃至図9に示したルーチンを第1制御装置のCPUと同様に実行するようになっている。更に、第3制御装置のCPUは、図10に代わる図13に示した「サブFB学習値設定ルーチン（第1異常状態判定ルーチン）」を所定時間の経過毎に繰り返し実行している。図6乃至図9に示したルーチンについては説明済みである。従って、以下、図13に示されたルーチンに焦点を当てて説明する。なお、図13に示したステップのうち図10に示したステップと同じ処理を行うステップには、図10のそのようなステップに付された符号と同一の符号が付されている。

【0150】

所定のタイミングになると、CPUは図13のステップ1300から処理を開始してステップ1010に進み、判定実施フラグXILの値が「1」であるか否かを判定する。前述したように、判定実施フラグXILの値はフューエルカット開始条件が成立することに伴って、図9のステップ940の処理により「1」に設定される。

10

【0151】

いま、判定実施フラグXILの値が「1」でないと仮定する。この仮定に従えば、CPUはステップ1010にて「No」と判定し、ステップ1060に進んで判定実施フラグXILの値を「0」に設定する。その後、CPUは、ステップ1395に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0152】

一方、フューエルカット開始条件が成立することに伴って、図9のステップ940の処理が実行されることにより判定実施フラグXILの値が「1」に設定されると、CPUは図13のステップ1010にて「Yes」と判定し、次のステップ1020及びステップ1030の処理を実行する。この結果、実際の出力値VabyfsからFC中正常値Vabyfsfcを減じた値である「センサ出力変化量 ΔV 」が取得される。

20

【0153】

次に、CPUはステップ1040に進み、センサ出力変化量 ΔV の大きさ（絶対値）が異常判定閾値 ε （ $\varepsilon > 0$ ）より大きいか否かを判定する。このとき、センサ出力変化量 ΔV の大きさが異常判定閾値 ε 以下であると、第1異常状態が発生していないと判定することができる。従って、センサ出力変化量 ΔV の大きさが異常判定閾値 ε 以下である場合、CPUはステップ1040にて「No」と判定し、ステップ1060に進んで判定実施フラグXILの値を「0」に設定する。その後、CPUは、ステップ1395に進んで本ルーチンを一旦終了する。

30

【0154】

これに対し、第1異常状態が発生していると、センサ出力変化量 ΔV の大きさは異常判定閾値 ε より大きくなる。この場合、CPUはステップ1040にて「Yes」と判定してステップ1310に進み、上述した第2異常状態が発生しているか否かを判定する。

【0155】

第2異常状態が発生しているか否かは、図示しない「第2異常状態発生判定ルーチン」により判定されている。例えば、CPUは、サブFB学習値Vafsfbgが第2異常状態判定閾値以上になったとき、第2異常状態が発生したと判定するようになっている。或いは、CPUは、機関回転速度NEの変化速度に基いて「第2異常状態としての失火」が発生しているか否かを判定することもできる。

40

【0156】

この時点において、第2異常状態が発生していなければ、CPUはステップ1310にて「No」と判定し、前述したステップ1050及びステップ1060の処理を実行し、その後、ステップ1395に進んで本ルーチンを一旦終了する。この結果、第1制御装置と同様、第1異常状態が単独で発生した直後にサブFB学習値Vafsfbgは収束予想値Vafsfbgyに設定される。従って、第3制御装置も、第1異常状態が単独にて発生した直後においてエミッションが悪化することを回避することができる。

【0157】

一方、CPUがステップ1310の処理を実行する時点において、第2異常状態が発生

50

している場合、CPUはそのステップ1310にて「Yes」と判定してステップ1060に直接進み、その後、ステップ1395に進んで本ルーチンを一旦終了する。この結果、第1異常状態が発生したと判定された場合（ステップ1040にて「Yes」と判定された場合）であっても、第2異常状態が既に発生しているときには、サブFB学習値Vafsfbgは収束予想値Vafsfbg_yに設定されない。

【0158】

この結果、第3制御装置は、サブFB学習値Vafsfbgが実際の収束値から却って乖離してしまう可能性を低減することができる。その結果、エミッションが却って悪化することを回避することができる。

【0159】

10

< 第4実施形態 >

以下、本発明の第4実施形態に係る内燃機関の空燃比制御装置（以下、単に「第4制御装置」と称呼する。）について説明する。

【0160】

（第4制御装置の作動の概要）

第4制御装置は、第2異常状態が発生している場合に第1異常状態が重ねて発生したとき、その第1異常状態が発生したことに伴ってサブFB学習値Vafsfbgの収束値が変化する量だけ、サブFB学習値Vafsfbgを変更する装置である。

【0161】

即ち、第4制御装置は、第1異常状態が発生した場合においてその異常の程度を表す「上記センサ出力変化量 ΔV 」とサブFB学習値Vafsfbgの変化量との関係（以下、「学習値差関係」と称呼する。）を予め記憶しておく。

20

【0162】

より具体的に述べると、学習値差関係は、下記差 $\Delta 1$ と下記差 $\Delta 2$ との関係である。

差 $\Delta 1$ は、所定のガス（例えば、フューエルカット制御中のガスである大気）が上流側空燃比センサ55に到達した時（所定ガス到達時）における「上流側空燃比センサ55の出力値Vabyfs」と、「所定ガス到達時における正常値（FC中正常値Vabyfsfc）」と、の差である。差 $\Delta 1$ はフューエルカット制御中に得られる差であるとき、上記差 ΔV と一致する。

差 $\Delta 2$ は、「上流側空燃比センサ55が上記差 $\Delta 1$ を生じるような第1異常状態が単独で発生した場合におけるサブFB学習値Vafsfbgの収束予想値Vafsfbg_y」と、「上流側空燃比センサ55が正常である場合に予想されるサブFB学習値Vafsfbgの収束値（正常時収束予想値）Vafsfbg₀」と、の差である。

30

【0163】

そして、第4制御装置は、第1異常状態発生時に「上記差 $\Delta 1$ を取得する」とともに、上記学習値差関係と取得した差 $\Delta 1$ とから差 $\Delta 2$ を求め、その時点のサブFB学習値Vafsfbgに「求めた差 $\Delta 2$ 」を加えた値を新たなサブFB学習値Vafsfbgとして設定する。第1異常状態発生時点のサブFB学習値Vafsfbgは、それ以前に第2異常状態が発生している場合、その第2異常状態が発生した状態におけるサブFB学習値Vafsfbgの収束値近傍の値になっている可能性が高い。従って、第4制御装置によれば、第2異常状態が発生しているときに第1異常状態が重ねて発生した場合においても、サブFB学習値Vafsfbgを適正値に直ちに近づけることができる。従って、エミッションが悪化することを回避することができる。

40

【0164】

図14は、このような状況におけるサブFB学習値Vafsfbgの一例を示すタイムチャートである。図14に示した例においては、時刻 t_1 にて第2異常状態としての失火が発生している。そのため、サブFB学習値Vafsfbgは時刻 t_1 以降において値Vafsfbg₀から値VafsfbgAに向かって減少し、時刻 t_2 以降において値VafsfbgAに収束する。

【0165】

その後、時刻 t_3 にて第1異常状態としてのセンサ出力値拡大異常が発生する。この場

50

合、上記第 3 実施形態に係る第 3 制御装置は、時刻 t_3 にてサブフィードバック量 V_{afsfb} 変化させない。そのため、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} は時刻 t_4 にて値 $V_{afsfbgB}$ に収束する。

【0166】

これに対し、第 4 制御装置は、時刻 t_3 において「サブ F B 学習値 V_{afsfbg} 」を「差 $\Delta 2$ 」だけ変更（この場合、増大）する（図 14 の実線を参照。）。その結果、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} が実際の収束値に速やかに近づくので、エミッションが却って悪化することを回避することができる。

【0167】

（実際の作動）

10

次に、第 4 制御装置の実際の作動について説明する。

第 4 制御装置の CPU は、図 6 乃至図 9 に示したルーチンを第 1 制御装置の CPU と同様に実行するようになっている。更に、第 4 制御装置の CPU は、図 10 に代わる図 15 に示した「サブ F B 学習値設定ルーチン（第 1 異常状態判定ルーチン）」を所定時間の経過毎に繰り返し実行している。図 6 乃至図 9 に示したルーチンについては説明済みである。従って、以下、図 15 に示されたルーチンに焦点を当てて説明する。なお、図 15 に示したステップのうち図 10 に示したステップと同じ処理を行うステップには、図 10 のそのようなステップに付された符号と同一の符号が付されている。

【0168】

所定のタイミングになると、CPU は図 15 のステップ 1500 から処理を開始してステップ 1010 に進み、判定実施フラグ X_{IL} の値が「1」であるか否かを判定する。前述したように、判定実施フラグ X_{IL} の値はフューエルカット開始条件が成立することに伴って、図 9 のステップ 940 の処理により「1」に設定される。

20

【0169】

いま、判定実施フラグ X_{IL} の値が「1」でないと仮定する。この仮定に従えば、CPU はステップ 1010 にて「No」と判定し、ステップ 1060 に進んで判定実施フラグ X_{IL} の値を「0」に設定する。その後、CPU は、ステップ 1595 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0170】

一方、フューエルカット開始条件が成立することに伴って、図 9 のステップ 940 の処理が実行されることにより判定実施フラグ X_{IL} の値が「1」に設定されると、CPU は図 15 のステップ 1010 にて「Yes」と判定し、次のステップ 1020 及びステップ 1030 の処理を実行する。この結果、実際の出力値 V_{abyfs} から F C 中正常値 $V_{abyfsfc}$ を減じた値である「センサ出力変化量 $\Delta V = \Delta 1$ 」が取得される。

30

【0171】

次に、CPU はステップ 1040 に進み、センサ出力変化量 ΔV の大きさ（絶対値）が異常判定閾値 ε （ $\varepsilon > 0$ ）より大きいと判定する。このとき、センサ出力変化量 ΔV の大きさが異常判定閾値 ε 以下であると、第 1 異常状態が発生していないと判定することができる。従って、センサ出力変化量 ΔV の大きさが異常判定閾値 ε 以下である場合、CPU はステップ 1040 にて「No」と判定し、ステップ 1060 に進んで判定実施フラグ X_{IL} の値を「0」に設定する。その後、CPU は、ステップ 1595 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

40

【0172】

これに対し、第 1 異常状態が発生していると、センサ出力変化量 ΔV の大きさは異常判定閾値 ε より大きくなる。この場合、CPU はステップ 1040 にて「Yes」と判定してステップ 1510 に進み、上述した「学習値差関係」に「上記ステップ 1030 にて取得したセンサ出力変化量 ΔV 」を適用することにより「上記差 $\Delta 2$ （即ち、サブ F B 学習値 V_{afsfbg} の補正量 ΔV_{afsfbg} ）」を取得する。本例において、差 $\Delta 2$ （補正量 ΔV_{afsfbg} ）は、センサ出力変化量 ΔV が大きいほど大きくなる。また、差 $\Delta 2$ （補正量 ΔV_{afsfbg} ）は、センサ出力変化量 ΔV が正の値のとき正の値をとり、センサ出力変化量 ΔV が負の

50

値のとき正の値をとる。なお、この場合においても、上記第 2 実施形態のように、学習値差関係を、更に、機関回転速度 N E 領域別及び / または機関の負荷 K L 別に設定しておいでもよい。

【 0 1 7 3 】

次いで、C P U はステップ 1 5 2 0 に進み、その時点のサブ F B 学習値 Vafsfbg に差 $\Delta 2$ (補正量 $\Delta Vafsfbg$) を加えることによりサブ F B 学習値 Vafsfbg を更新する。即ち、サブ F B 学習値 Vafsfbg に、「その時点の直前のサブ F B 学習値 Vafsfbg と差 $\Delta 2$ との和」を設定する。その後、C P U はステップ 1 5 9 5 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【 0 1 7 4 】

この結果、第 1 異常状態が発生したと判定されたとき、学習値 Vafsfbg は差 $\Delta 2$ だけ補正 (増大又は減少) させられる。その差 $\Delta 2$ は、第 1 異常状態が単独で発生した場合における学習値 Vafsfbg の変化量である。従って、第 4 制御装置によれば、第 1 異常状態が発生した時点において第 2 異常状態が発生しているか否かに関わらず、サブ F B 学習値 Vafsfbg は直ちに適正值に近づく。よって、エミッションが悪化することを回避することができる。

10

【 0 1 7 5 】

以上、説明したように、本発明の各実施形態に係る空燃比制御装置は、上流側空燃比センサ 5 5 に第 1 異常状態が発生した場合において、サブ F B 学習値 Vafsfbg を速やかに適正值 (収束値) に近づけることができる。従って、それらの空燃比制御装置は、「サブ F B 学習値 Vafsfbg が適正值から乖離することに起因するエミッションの悪化」を回避することができる。

20

【 0 1 7 6 】

本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、上記各実施形態に係る空燃比制御装置は、第 1 異常状態が発生した時点から所定時間が経過するまでの間 (第 1 期間)、サブ F B 学習値 Vafsfbg の更新速度を第 1 期間以外の期間におけるサブ F B 学習値 Vafsfbg の更新速度よりも上昇させてもよい。サブ F B 学習値 Vafsfbg の更新速度は、例えば、図 8 のステップ 8 3 0 における値 α を小さい値に変更することにより容易に上昇させることができる。これによれば、第 1 異常状態発生後からサブ F B 学習値 Vafsfbg が収束するまでの時間を一層短くすることができる。

30

【 0 1 7 7 】

また、例えば、空燃比フィードバック制御は、例えば特開 2 0 0 5 - 2 7 3 5 2 4 に開示されているように、上流側空燃比センサの出力値をハイパスフィルタ処理した値に基づくメインフィードバック量と、下流側空燃比センサの出力値をローパスフィルタ処理した値に基づくサブフィードバック量と、を独立して算出し、それらに基いて空燃比フィードバック制御を実行する態様でもよい。更に、空燃比フィードバック制御は、例えば特開平 0 6 - 0 1 0 7 3 8 号公報に開示されているように、下流側空燃比センサ 5 6 の出力値 V o x s に基づいてサブフィードバック量を算出し、そのサブフィードバック量により上流側空燃比センサの出力値に基づいて作成されるメインフィードバック量 (空燃比補正係数) を変更する態様であってもよい。

40

【 0 1 7 8 】

加えて、上記各空燃比制御装置は、第 1 異常状態の判定を、フューエルカット制御中に実行していた。これに代え、上記空燃比制御装置は、基準用上流側空燃比センサを上記上流側空燃比センサ 5 5 に加えて上流側空燃比センサ 5 5 に隣接する位置に配設しておき、その基準用上流側空燃比センサの出力値と上流側空燃比センサ 5 5 の出力値との差に基いて第 1 異常状態が発生したか否かを判定するように構成されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 7 9 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る空燃比制御装置 (第 1 制御装置) を適用した内燃機関の概略図である。

【図 2】図 1 に示した上流側空燃比センサに対する印加電圧と出力値 (限界電流値) と空

50

燃比との関係を示したグラフである。

【図 3】上流側空燃比と図 1 に示した上流側空燃比センサの出力値の関係を示したグラフである。

【図 4】下流側空燃比と図 1 に示した下流側空燃比センサの出力値の関係を示したグラフである。

【図 5】第 1 制御装置の作動を説明するためのタイムチャートである。

【図 6】図 1 に示した CPU が実行する燃料噴射制御ルーチンを示したフローチャートである。

【図 7】図 1 に示した CPU がメインフィードバック量を算出するために実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図 8】図 1 に示した CPU がサブフィードバック量及びサブ F B 学習値を算出するために実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図 9】図 1 に示した CPU がフューエルカット制御を実行するためのフラグを設定するルーチンである。

【図 10】図 1 に示した CPU が第 1 異常状態発生時にサブ F B 学習値を適値に設定するために実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図 11】本発明の第 2 実施形態に係る空燃比制御装置（第 2 制御装置）の CPU が、サブ F B 学習値の収束予想値を決定する際に参照するテーブルである。

【図 12】本発明の第 3 実施形態に係る空燃比制御装置（第 3 制御装置）の作動を説明するためのタイムチャートである。

【図 13】第 3 制御装置の CPU が第 1 異常状態発生時にサブ F B 学習値を適値に設定するために実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図 14】本発明の第 4 実施形態に係る空燃比制御装置（第 4 制御装置）の作動を説明するためのタイムチャートである。

【図 15】第 4 制御装置の CPU が第 1 異常状態発生時にサブ F B 学習値を適値に設定するために実行するルーチンを示したフローチャートである。

【符号の説明】

【0180】

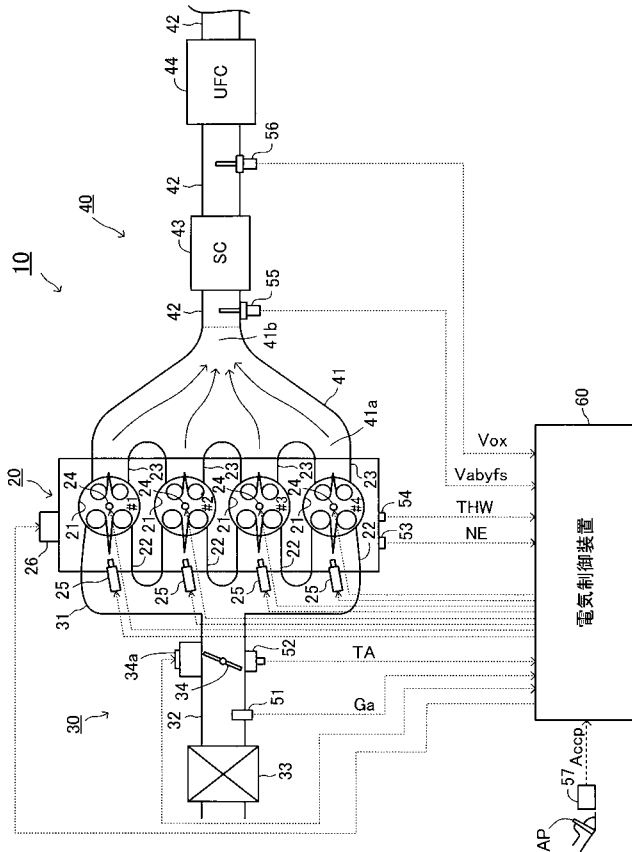
10 ... 内燃機関、20 ... 本体部、21 ... 燃焼室、25 ... 燃料噴射弁、30 ... 吸気系統、34 ... スロットル弁、40 ... 排気系統、41 ... エキゾーストマニホールド、42 ... エキゾーストパイプ、43 ... 上流側触媒、44 ... 下流側触媒、55 ... 上流側空燃比センサ、56 ... 下流側空燃比センサ、60 ... 電気制御装置。

10

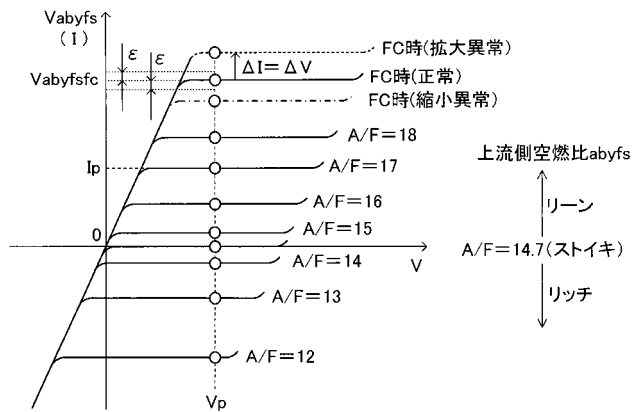
20

30

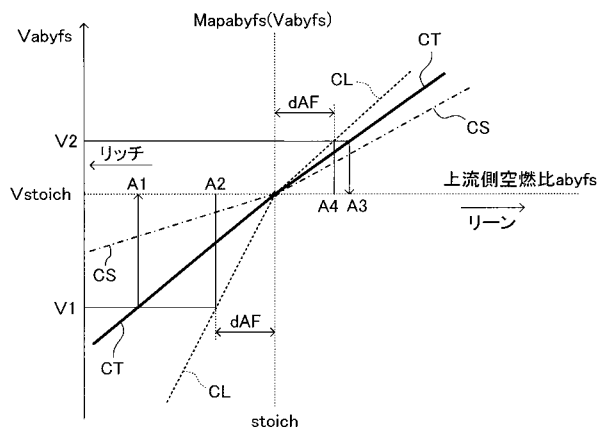
【図 1】



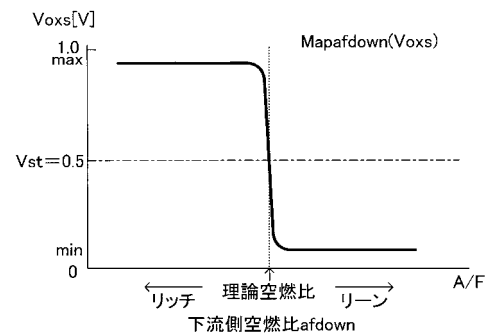
【図 2】



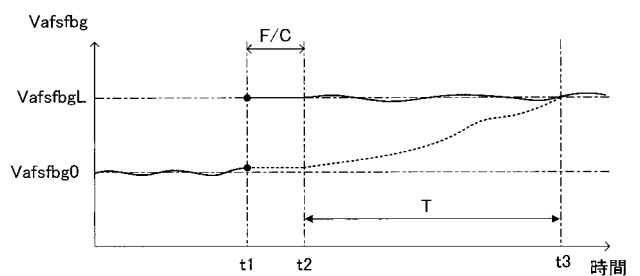
【図 3】



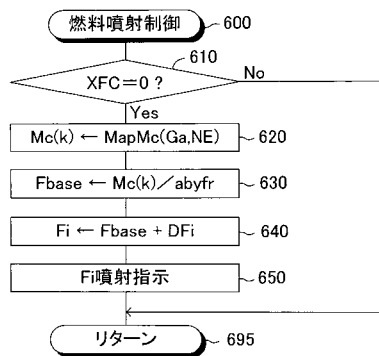
【図 4】



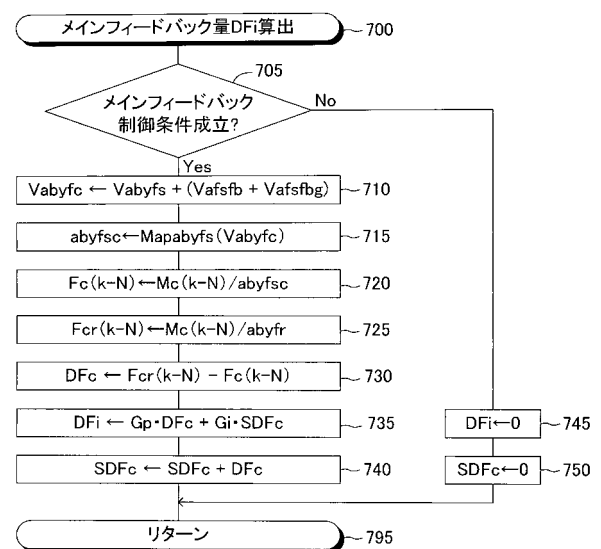
【図 5】



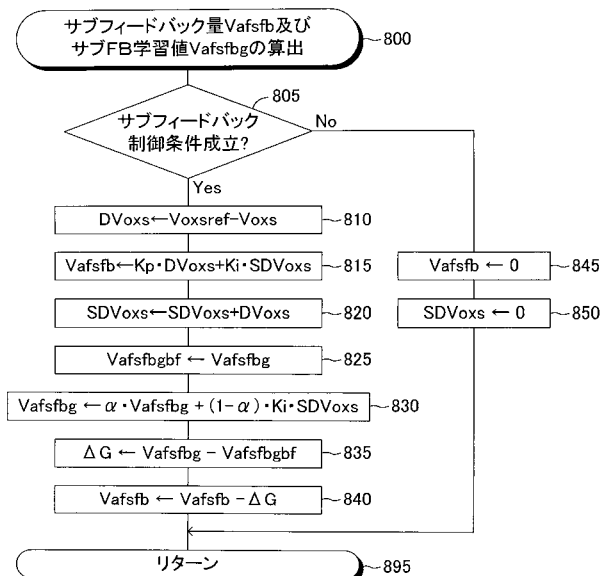
【図 6】



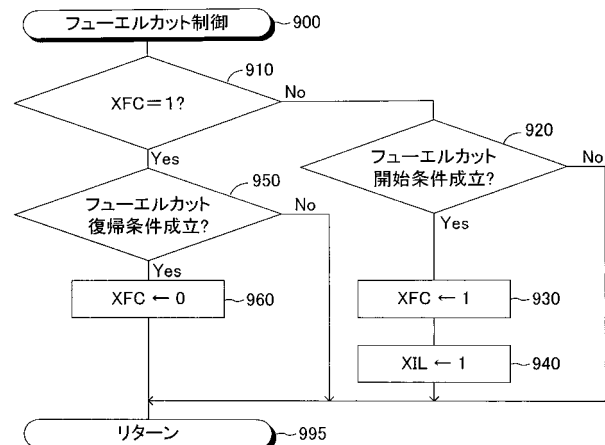
【図 7】



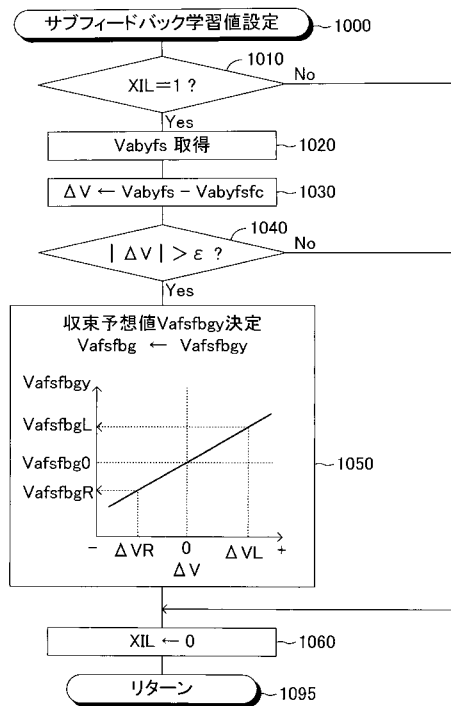
【図 8】



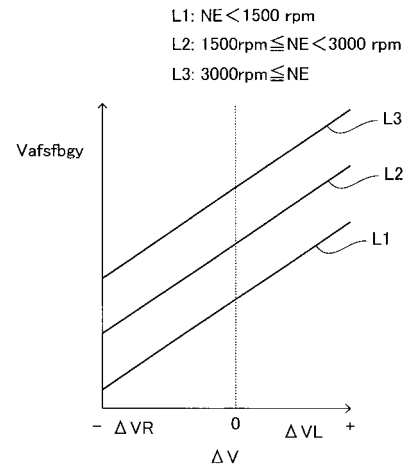
【図 9】



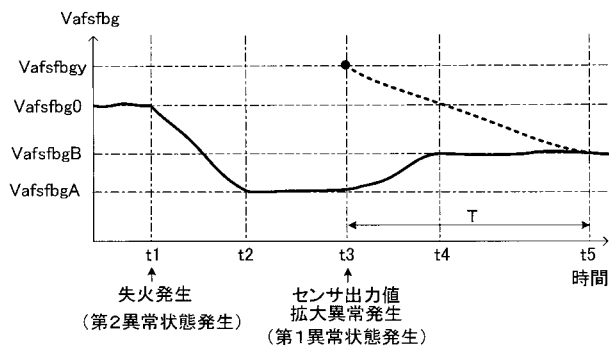
【図 10】



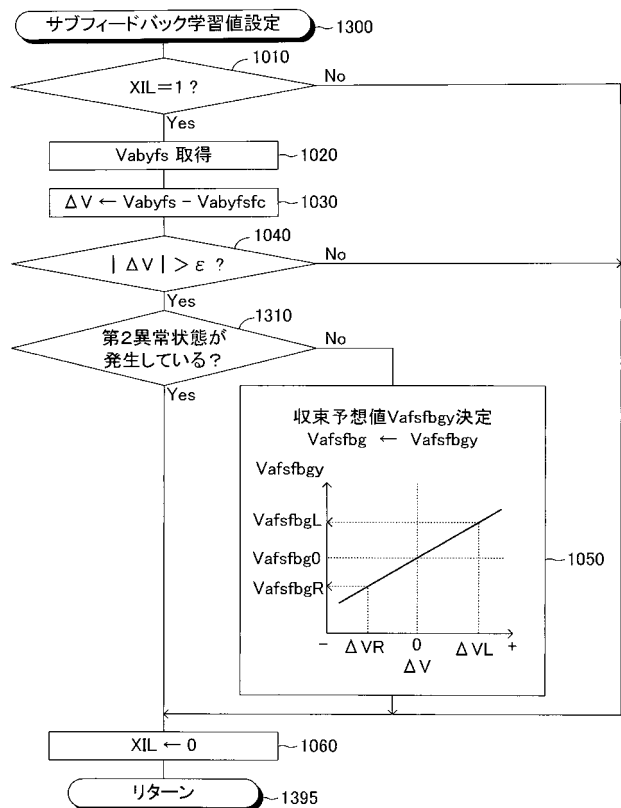
【図 11】



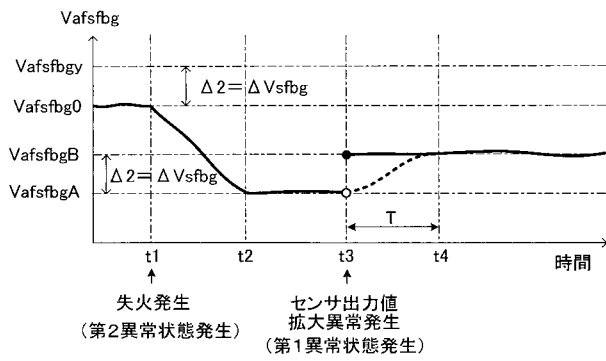
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【図 15】

