

(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2012-177316

(P2012-177316A)

(43) 公開日 平成24年9月13日(2012.9.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 41/14 (2006.01)	FO2D 41/14 310L	3G301
FO2D 41/10 (2006.01)	FO2D 41/10 305	3G384
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 41/14 310A	
	FO2D 45/00 314E	
	FO2D 45/00 324	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-39752 (P2011-39752)
 (22) 出願日 平成23年2月25日 (2011.2.25)

(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
 (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 富松 亮
 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 藤原 孝彦
 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 鈴木 純一
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

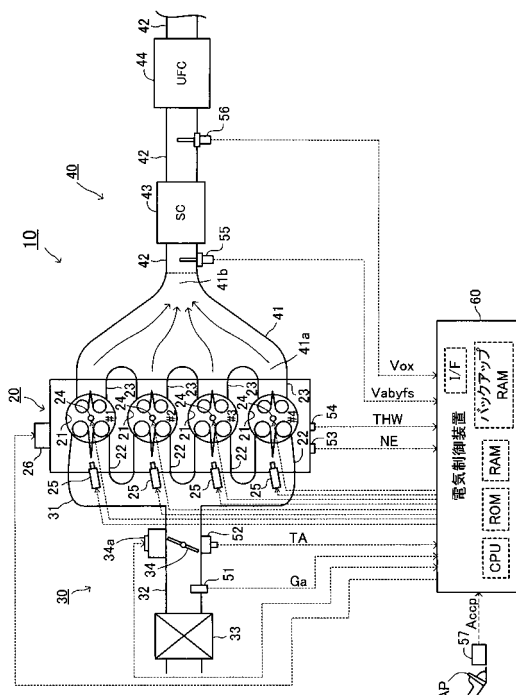
(54) 【発明の名称】 内燃機関の空燃比制御装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 内燃機関の吸入空気量増大時に空燃比が過度にリーン空燃比に維持されず、NOxの排出量を低減できる空燃比制御装置を提供する。

【解決手段】 内燃機関10の排気通路であって触媒43の下流側に配置された下流側空燃比センサ56の出力値Voxsが判定値Vth以上であるとき機関の空燃比をリーン空燃比に設定し、出力値Voxsが判定値Vth未満であるとき機関の空燃比をリッチ空燃比に設定する。空燃比センサの出力値Voxsが判定値Vthよりも大きい状態において吸入空気量Gaが増大すると、吸入空気変化量Gaが大きいほど判定値Vthを大きくする修正を行う。この修正により、出力値Voxsが判定値Vthよりも小さい値になる時期を早めることができ、「吸入空気量Gaが大きくなるほど下流側空燃比センサ56の出力値Voxsがリッチ空燃比に相当する値からリーン空燃比に相当する値へと変化する速度が遅くなること」を補償できる。

【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配設された三元触媒と、

前記排気通路の前記触媒よりも下流に配設された濃淡電池型の酸素濃度センサであ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が判定値よりも大きい場合には前記三元触媒に流入する排ガスである触媒流入ガスの空燃比が理論空燃比よりも大きい空燃比であるリーン空燃比となるように、且つ、前記下流側空燃比センサの出力値が前記判定値よりも小さい場合には前記触媒流入ガスの空燃比が理論空燃比よりも小さい空燃比であるリッチ空燃比となるように、前記機関に供給される混合気空燃比である機関空燃比を制御する空燃比制御手段と、

10

を備えた内燃機関の空燃比制御装置において、

前記空燃比制御手段は、

前記触媒流入ガスの空燃比が前記リーン空燃比となるように前記機関の空燃比を制御し且つ前記機関の吸入空気量が増加している場合、前記吸入空気量の所定時間あたりの変化量の大きさが大きくなるほど前記下流側空燃比センサの出力値と前記判定値との差の大きさが小さくなるように同出力値及び同判定値のうち少なくとも一方を修正する第1の修正を行うことにより、前記出力値が前記判定値よりも大きい値から前記判定値よりも小さい値へと変化する時点を前記第1の修正を行わない場合に比較して早期に到来させる第1パラメータ修正手段を含む空燃比制御装置。

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記空燃比制御手段は、

前記触媒流入ガスの空燃比が前記リッチ空燃比となるように前記機関の空燃比を制御し且つ前記機関の吸入空気量が減少している場合、前記吸入空気量の所定時間あたりの変化量の大きさが大きくなるほど前記下流側空燃比センサの出力値と前記判定値との差の大きさが小さくなるように同出力値及び同判定値のうち少なくとも一方を修正する第2の修正を行うことにより、前記出力値が前記判定値よりも小さい値から前記判定値よりも大きい値へと変化する時点を前記第2の修正を行わない場合に比較して早期に到来させる第2パラメータ修正手段を含む空燃比制御装置。

30

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記空燃比制御手段は、

前記触媒流入ガスの空燃比が前記リッチ空燃比となるように前記機関の空燃比を制御し且つ前記機関の吸入空気量が増大している場合、前記吸入空気量の所定時間あたりの変化量の大きさが大きくなるほど前記下流側空燃比センサの出力値と前記判定値との差の大きさが小さくなるように同出力値及び同判定値のうち少なくとも一方を修正する第3の修正を行うことにより、前記出力値が前記判定値よりも小さい値から前記判定値よりも大きい値へと変化する時点を前記第3の修正を行わない場合に比較して早期に到来させる第3パラメータ修正手段を含む空燃比制御装置。

40

【請求項 4】

内燃機関の排気通路に配設された三元触媒と、

前記排気通路の前記触媒よりも下流に配設された濃淡電池型の酸素濃度センサであ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が判定値よりも大きい場合には前記三元触媒に流入する排ガスである触媒流入ガスの空燃比が理論空燃比よりも大きい空燃比であるリーン空燃比となるように、且つ、前記下流側空燃比センサの出力値が前記判定値よりも小さい場合には前記触媒流入ガスの空燃比が理論空燃比よりも小さい空燃比であるリッチ空燃比となるように、前記機関に供給される混合気空燃比である機関空燃比を制御する空燃比制御手段と、

50

を備えた内燃機関の空燃比制御装置において、
前記空燃比制御手段は、

前記吸入空気量の所定時間あたりの変化量の大きさが大きくなるほど、前記下流側空燃比センサの出力値と前記判定値との差の大きさが小さくなるように同出力値及び同判定値のうち少なくとも一方を修正することにより、前記下流側空燃比センサの出力値と前記判定値との大小関係が逆転する時点を前記修正を行わない場合に比較して早期に到来させるパラメータ修正手段を含む空燃比制御装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、
前記パラメータ修正手段は、

前記触媒流入ガスの空燃比が前記リーン空燃比となるように前記機関の空燃比が制御され且つ前記機関の吸入空気量が減少している場合には、前記修正を行わない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、排気通路に三元触媒を備えた内燃機関の空燃比制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、内燃機関から排出される排ガスを浄化するために同機関の排気通路に三元触媒が配設されている。三元触媒は、周知のように、その三元触媒に流入するガス（触媒流入ガス）に過剰の酸素が含まれているとき、その酸素を吸蔵するとともにNO_xを浄化する。三元触媒は、触媒流入ガスに過剰な未燃物が含まれているとき、吸蔵している酸素を放出してその未燃物を浄化する。以下、三元触媒は単に「触媒」とも称呼される。

【0003】

従来の空燃比制御装置（従来装置）は、機関の排気通路であって触媒の下流に配設された下流側空燃比センサを備える。従来装置は、その下流側空燃比センサの出力値に基づいて触媒の状態（酸素吸蔵状態）を実質的に判定し、その判定した触媒の状態に基づいて触媒流入ガスの空燃比を変更する。

【0004】

より具体的に述べると、下流側空燃比センサは図 2 に示した出力値Voxsを出力する。下流側空燃比センサは濃淡電池型の酸素濃度センサとも称呼される。酸素濃度センサは、例えば、図 3 の（A）に示した試験管状の素子部を備える。素子部は、図 3 の（B）に示したように、固体電解質層 56a と、固体電解質層 56a の外側に形成された排ガス側電極層（外側電極）56b と、大気室 AR（固体電解質層 56a の内側）に露呈し且つ固体電解質層 56a を挟んで排ガス側電極層 56b と対向するように固体電解質層 56a の内側に形成された大気側電極層（内側電極）56c と、排ガス側電極層 56b を覆うコーティング層 56d と、そのコーティング層 56d を覆う触媒層 56e と、触媒層 56e を覆うとともに排ガス Ex が接触する（図示しない保護カバーを通過して保護カバー内に流入した排ガス Ex 中に晒されるように配置される）保護層（トラップ層）56f を備える。なお、固体電解質層 56a 等は板状であってもよい。

【0005】

下流側空燃比センサの出力値Voxsは、「排ガス側電極層（外側電極）56b における酸素分圧と、大気側電極層（内側電極）56c における酸素分圧と、の差」に応じた起電力であって、固体電解質層 56a に酸素イオンの移動を生じさせる起電力である。即ち、下流側空燃比センサの出力値Voxsは、図 2 に示したように、触媒から流出するガス（以下、「触媒流出ガス」とも称呼される。）の空燃比が理論空燃比よりも小さい場合（理論空燃比よりもリッチ側の空燃比である場合）、即ち、触媒流出ガスに過剰な酸素が含まれていない場合、最大値Vmax又は最大値Vmax近傍の値となる。この場合、触媒の状態は、一般に、酸素不足状態である（触媒内に酸素が殆ど吸蔵されていない）と判断され得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

一方、下流側空燃比センサの出力値Voxsは、触媒流出ガスの空燃比が理論空燃比よりも大きい場合（理論空燃比よりもリーン側の空燃比である場合）、即ち、触媒流出ガスに過剰の酸素が含まれている場合、最小値Vmin又は最小値Vmin近傍の値となる。この場合、触媒の状態は、一般に、酸素過剰状態である（触媒内に吸蔵されている酸素の量が、最大酸素吸蔵量Cmaxに近い）と判断され得る。

【 0 0 0 7 】

そこで、従来装置は、出力値Voxsと、「最大値Vmaxと最小値Vminとの平均値（中央の値）である中央値Vmid = (Vmax + Vmin) / 2」に設定された判定値Vth（目標値）と、に基づいて触媒の状態を実質的に判定し、その判定結果に基づいて機関に供給される混合気の空燃比（機関の空燃比）を制御している。

10

【 0 0 0 8 】

即ち、従来装置は、下流側空燃比センサの出力値Voxsが判定値Vthよりも大きい場合、触媒流入ガスの空燃比が理論空燃比よりも大きい空燃比（リーン空燃比）となるように（触媒に過剰な酸素が流入するように）、機関の空燃比を制御する。更に、従来装置は、下流側空燃比センサの出力値Voxsが判定値Vthよりも小さい場合、触媒流入ガスの空燃比が理論空燃比よりも小さい空燃比（リッチ空燃比）となるように（触媒に過剰な未燃物が流入するように）、機関の空燃比を制御する。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

20

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 5 - 1 7 1 9 8 2 号 公 報

【 発明の概要 】

【 0 0 1 0 】

ところで、検出対象である排ガスの空燃比がリーン空燃比からリッチ空燃比へと変化すると、そのリッチ空燃比の排ガスに含まれる還元成分（未燃物）が下流側空燃比センサの触媒層 5 6 e において酸化反応を引き起こす。その結果、下流側空燃比センサのコーティング層 5 6 d から酸素が奪われるので、コーティング層 5 6 d に覆われている排ガス側電極層（外側電極） 5 6 b の酸素分圧が低下し、出力値Voxsが上昇する。

【 0 0 1 1 】

30

ここで、触媒層 5 6 e での酸化反応の速度 v は、排ガスに含まれる還元成分が CO であるとすると、 k を定数、 $[CO]$ を CO の濃度、 $[O_2]$ を O_2 の濃度とすると、

$$v = k \cdot [CO] \cdot [O_2]$$

である。

【 0 0 1 2 】

この酸化反応が発生すれば、還元成分（ここでは CO）の濃度は低下する。このとき、排ガスの流量を表す吸入空気量 G_a が大きいほどより多くの還元成分が触媒層 5 6 e に到達する（供給される）ので、還元成分の濃度が高い値に維持される。この結果、図 4 に示したように、下流側空燃比センサの出力値Voxsは、排ガスの空燃比がリーン空燃比からリッチ空燃比へと変化する場合、排ガスの流量を表す吸入空気量 G_a が大きくなるほど迅速に上昇する。

40

【 0 0 1 3 】

これに対し、排ガスの空燃比がリッチ空燃比からリーン空燃比へと変化した場合には、コーティング層 5 6 d に O_2 が直接取り込まれ、「排ガス側電極層（外側電極） 5 6 b における酸素分圧と、大気側電極層（内側電極） 5 6 c における酸素分圧と、の差」が小さくなり、その結果、出力値Voxsが低下する。即ち、排ガスの空燃比がリーン空燃比へと変化した場合におけるコーティング層 5 6 d の酸素濃度（酸素分圧）は、その排ガスの酸素濃度（酸素分圧）に強く依存するが、排ガスの流量には殆ど依存しない。その結果、図 5 に示したように、排ガスの空燃比がリッチ空燃比からリーン空燃比へと変化する場合、酸素濃度センサの出力値Voxsの変化速度は吸入空気量 G_a に実質的に依存しない。

50

【0014】

このように、排ガスの流量（吸入空気量 G_a ）が大きいほど、コーティング層 56d が還元状態へとより短時間にて変化するので、出力値 V_{oxs} はより迅速に増大する。これに対し、コーティング層 56d が酸化状態へと変化するまでの時間は排ガスの流量（吸入空気量 G_a ）に依存しない。その結果、下流側空燃比センサのリーン感度（出力値 V_{oxs} がリーン空燃比に対応する値へと変化する際の応答性）は低下する。

【0015】

このため、機関の運転状態が「吸入空気量 G_a が急変する運転状態（加速運転状態等）」となった場合、触媒の状態が酸素過剰状態（リーン状態）であるとの判定が遅れ、機関の空燃比がリーン空燃比に維持される期間が過度に長くなり、その結果、窒素酸化物（ NO_x ）が排出されるという問題がある。

10

【0016】

本発明は上述した問題に対処するためになされたものであり、その目的は吸入空気量変動する場合のエミッションをより改善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にある。

【0017】

より具体的に述べると、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三元触媒と、
前記排気通路の前記触媒よりも下流に配設された濃淡電池型の酸素濃度センサである下流側空燃比センサと、
前記機関に供給される混合気の空燃比である機関の空燃比を制御する空燃比制御手段と、
を備える。

20

【0018】

前記空燃比制御装置は、
（１）前記下流側空燃比センサの出力値が判定値よりも大きい場合には「前記三元触媒に流入する排ガスである触媒流入ガス」の空燃比が「理論空燃比よりも大きい空燃比であるリーン空燃比」となるように、前記機関の空燃比を制御し、且つ、
（２）前記下流側空燃比センサの出力値が前記判定値よりも小さい場合には前記触媒流入ガスの空燃比が「理論空燃比よりも小さい空燃比であるリッチ空燃比」となるように、前記機関の空燃比を制御する。

30

【0019】

更に、前記空燃比制御装置は、
前記触媒流入ガスの空燃比が前記リーン空燃比となるように前記機関の空燃比を制御し且つ前記機関の吸入空気量が増加している場合、前記吸入空気量の所定時間あたりの変化量の大きさが大きくなるほど前記下流側空燃比センサの出力値と前記判定値との差の大きさが小さくなるように同出力値及び同判定値のうち少なくとも一方を修正する第１の修正を行うことにより、前記出力値が前記判定値よりも大きい値から前記判定値よりも小さい値へと変化する時点を前記第１の修正を行わない場合に比較して早期に到来させる第１パラメータ修正手段を含む。

40

【0020】

図 6 は、従来装置における種々の値と、本発明による空燃比制御装置（本発明装置）の一態様における種々の値と、を示したタイムチャートである。この例においては、（A）及び（B）に示したように、時刻 t_1 にて加速運転が開始され、それにより、吸入空気量 G_a が急増する。更に、（D）及び（G）に示したように、時刻 t_1 において、下流側空燃比センサの出力値 V_{oxs} は判定値 V_{th} よりも大きい。

【0021】

そのため、従来装置は、（C）に示したように、時刻 t_1 の時点にて目標空燃比 $abyfr$ をリーン空燃比に維持している。しかしながら、前述したように、吸入空気量 G_a が増大する場合、下流側空燃比センサのリーン感度は低下する。よって、従来装置においては、

50

(D)に示したように時刻 t_4 に至るまで出力値 V_{oxs} は判定値 V_{th} よりも大きい。その結果、(C)に示したように時刻 t_4 の直後の時点まで機関の空燃比がリーン空燃比に設定されるので、(E)に示したように時刻 t_4 前後において過大な NO_x が発生して触媒の下流に排出される。

【0022】

これに対し、本発明装置の一態様によれば、(G)に示したように、時刻 t_1 以降において「所定時間における吸入空気量 G_a の変化量」が大きいほど判定値 V_{th} が大きくなるように判定値 V_{th} が修正される。それにより、出力値 V_{oxs} と判定値 V_{th} との差が小さくなる。この修正は第1の修正と称される。この第1の修正によって、出力値 V_{oxs} が判定値 V_{th} よりも大きい値から判定値 V_{th} よりも小さい値へと変化する時点((G)の時刻 t_2)が、前記第1の修正を行わない場合((D)の時刻4を参照。)に比較して早期に到来する。その結果、本発明装置の一態様によれば、機関の空燃比がリーン空燃比に設定される期間が短くなるので、(H)に示したように、 NO_x の排出量を低減することができる。

10

【0023】

なお、図6に示した本発明装置の一態様においては、第1の修正として判定値 V_{th} を増大させる修正が行われていたが、第1の修正として出力値 V_{oxs} を減少させる修正が行われてもよい。

【0024】

更に、本発明装置の他の態様における前記空燃比制御手段は、

前記触媒流入ガスの空燃比が前記リッチ空燃比となるように前記機関の空燃比を制御し且つ前記機関の吸入空気量が減少している場合、前記吸入空気量の所定時間あたりの変化量の大きさが大きくなるほど、前記下流側空燃比センサの出力値と前記判定値との差の大きさが小さくなるように同出力値及び同判定値のうちの少なくとも一方を修正する第2の修正を行うことにより、前記出力値が前記判定値よりも小さい値から前記判定値よりも大きい値へと変化する時点を前記第2の修正を行わない場合に比較して早期に到来させる第2パラメータ修正手段を含む。

20

【0025】

図10の時刻 t_3 ～時刻5に示したように、前記触媒流入ガスの空燃比が前記リッチ空燃比となるように前記機関の空燃比が制御され且つ前記機関の吸入空気量が減少している場合、(D)に示したように出力値及び判定値の両方を修正しないと、出力値 V_{oxs} が判定値 V_{th} を上回る時点が遅くなる(時刻 t_5 を参照。)。その結果、時刻 t_2 ～時刻5に対応する期間において、機関の空燃比がリッチ空燃比に維持されることから、時刻 t_5 直後において出力値 V_{oxs} は非常に大きくなる。このため、出力値 V_{oxs} が次に判定値 V_{th} を下回る時点が遅くなるので(時刻 t_7 を参照。)、機関の空燃比は長期間に渡りリーン空燃比に維持され(時刻 t_5 ～時刻 t_7 に対応する期間を参照。)、それにより多量の NO_x が発生する。その結果、(E)に示したように、時刻 t_7 の直後において NO_x が触媒から流出する。

30

【0026】

これに対し、上記本発明装置の他の態様によれば、図10の(G)の時刻 t_3 直後に示したように、前記触媒流入ガスの空燃比が前記リッチ空燃比となるように前記機関の空燃比が制御され且つ前記機関の吸入空気量が減少している場合、前記吸入空気量の所定時間あたりの変化量の大きさが大きくなるほど出力値 V_{oxs} と判定値 V_{th} との差の大きさが小さくなるように出力値 V_{oxs} 及び判定値 V_{th} のうちの少なくとも一方が修正される(図10の例においては判定値 V_{th} が減少するように修正される。)。この修正は第2の修正と称される。

40

【0027】

これによれば、出力値 V_{oxs} が判定値 V_{th} を上回る時点が早くなる(図10の(D)の時刻 t_5 に対する(G)の時刻 t_4 を参照。)。その結果、機関の空燃比がリッチ空燃比に維持される期間が短くなるので(図10の(F)の時刻 t_2 ～時刻 t_4 に対応する期間を参照。)、出力値 V_{oxs} は時刻 t_4 直後において過大とならない。このため、出力値 V_{oxs} が

50

次に判定値 V_{th} を下回る時点が早くなるので(図10の(D)の時刻 t_7 に対する(G)の時刻 t_6 を参照。)、 NO_x の発生量が過大にならない。その結果、(H)に示したように、時刻 t_6 の直後において NO_x が流出しない。

【0028】

なお、図10に示した本発明の他の態様においては、第2の修正として判定値 V_{th} を減少させる修正が行われていたが、第2の修正として出力値 V_{oxs} を増大させる修正が行われても良い。

【0029】

更に、本発明装置の他の態様における前記空燃比制御手段は、

前記触媒流入ガスの空燃比が前記リッチ空燃比となるように前記機関の空燃比を制御し且つ前記機関の吸入空気量が増大している場合、前記吸入空気量の所定時間あたりの変化量の大きさが大きくなるほど前記下流側空燃比センサの出力値と前記判定値との差の大きさが小さくなるように同出力値及び同判定値のうちの少なくとも一方を修正する第3の修正を行うことにより、前記出力値が前記判定値よりも小さい値から前記判定値よりも大きい値へと変化する時点を前記第3の修正を行わない場合に比較して早期に到来させる第3パラメータ修正手段を含む。

10

【0030】

図12の時刻 t_3 以前に示したように、前記触媒流入ガスの空燃比が前記リッチ空燃比となるように前記機関の空燃比を制御し且つ前記機関の吸入空気量が増大している場合、(D)に示したように出力値 V_{oxs} 及び判定値 V_{th} の両方を修正しないと、出力値 V_{oxs} が判定値 V_{th} を上回る時点が遅くなる(時刻 t_3 を参照。)。その結果、時刻 t_3 直後までの期間において、機関の空燃比がリッチ空燃比に維持されることから、時刻 t_3 直後において出力値 V_{oxs} は非常に大きくなる。このため、出力値 V_{oxs} が次に判定値 V_{th} を下回る時点が遅くなるので(時刻 t_6 を参照。)、機関の空燃比は長期間に渡りリーン空燃比に維持され(時刻 t_3 ~時刻 t_6 に対応する期間を参照。)、それにより多量の NO_x が発生する。その結果、(E)に示したように、時刻 t_6 の直後において多量の NO_x が触媒から流出する。

20

【0031】

これに対し、上記本発明装置の他の態様によれば、図12の(G)の時刻 t_2 までに示したように、前記触媒流入ガスの空燃比が前記リッチ空燃比となるように前記機関の空燃比が制御され且つ前記機関の吸入空気量が増大している場合、前記吸入空気量の所定時間あたりの変化量の大きさが大きくなるほど出力値 V_{oxs} と判定値 V_{th} との差の大きさが小さくなるように出力値 V_{oxs} 及び判定値 V_{th} のうちの少なくとも一方が修正される(図12の例においては判定値 V_{th} が減少するように修正される。)。この修正は第3の修正と称呼される。

30

【0032】

これによれば、出力値 V_{oxs} が判定値 V_{th} を上回る時点が早くなる(図12の(D)の時刻 t_3 に対する(G)の時刻 t_2 を参照。)。その結果、機関の空燃比がリッチ空燃比に維持される期間が短くなるので(図12の(F)の時刻 t_2 の直後を参照。)、出力値 V_{oxs} は時刻 t_2 直後において過大とならない。このため、出力値 V_{oxs} が次に判定値 V_{th} を下回る時点が早くなるので(図12の(D)の時刻 t_6 に対する(G)の時刻 t_4 を参照。)、 NO_x の発生量が過大にならない。その結果、触媒から流出する NO_x の量は、(H)の時刻 t_4 の直後に示したように、(E)の時刻 t_6 の前後に示した場合よりも格段に少なくなる。

40

【0033】

なお、図12に示した本発明の他の態様においては、第3の修正として判定値 V_{th} を減少させる修正が行われていたが、第3の修正として出力値 V_{oxs} を増大させる修正が行われても良い。

【0034】

このように、本発明装置の空燃比制御手段は、

50

前記下流側空燃比センサの出力値が判定値よりも大きい場合には前記三元触媒に流入する排ガスである触媒流入ガスの空燃比が理論空燃比よりも大きい空燃比であるリーン空燃比となるように、且つ、前記下流側空燃比センサの出力値が前記判定値よりも小さい場合には前記触媒流入ガスの空燃比が理論空燃比よりも小さい空燃比であるリッチ空燃比となるように、前記機関に供給される混合気空燃比である機関空燃比を制御し、且つ、

前記吸入空気量の所定時間あたりの変化量の大きさが大きくなるほど、前記下流側空燃比センサの出力値と前記判定値との差の大きさが小さくなるように同出力値及び同判定値のうちの少なくとも一方を修正することにより、前記下流側空燃比センサの出力値と前記判定値との大小関係が逆転する時点を前記修正を行わない場合に比較して早期に到来させるパラメータ修正手段を含む。

10

【0035】

更に、前記パラメータ修正手段は、

前記触媒流入ガスの空燃比が前記リーン空燃比となるように前記機関の空燃比が制御され且つ前記機関の吸入空気量が減少している場合には、前記修正を行わないように構成されていると表現することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】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（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に示した下流側空燃比センサの出力電圧と空燃比との関係を示したグラフである。

20

【図3】図3の(A)は図1に示した下流側空燃比センサの素子部の概略断面図であり、図3の(B)は素子部の拡大概略断面図である。

【図4】排ガスの空燃比がリーン空燃比からリッチ空燃比に変化した場合の下流側空燃比センサの出力値の変化の様子を示したタイムチャートである。

【図5】排ガスの空燃比がリッチ空燃比からリーン空燃比に変化した場合の下流側空燃比センサの出力値の変化の様子を示したタイムチャートである。

【図6】第1制御装置の作動を説明するために種々の値の変化を示したタイムチャートである。

【図7】第1制御装置の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。

30

【図8】第1制御装置のCPUが参照する目標空燃比のマップである。

【図9】第1制御装置のCPUが実行する触媒状態判定ルーチンを示したフローチャートである。

【図10】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（第2制御装置）の作動を説明するために種々の値の変化を示したタイムチャートである。

【図11】第2制御装置のCPUが実行する触媒状態判定ルーチンを示したフローチャートである。

【図12】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（第3制御装置）の作動を説明するために種々の値の変化を示したタイムチャートである。

40

【図13】第3制御装置のCPUが実行する触媒状態判定ルーチンを示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0037】

以下、本発明の各実施形態に係る内燃機関の空燃比制御装置について図面を参照しながら説明する。

【0038】

<第1実施形態>

(構成)

図1は、本発明の第1実施形態に係る空燃比制御装置（以下、「第1制御装置」とも称

50

呼する。)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。

【0039】

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。

【0040】

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。

10

【0041】

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、点火信号に应答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。

【0042】

シリンダヘッド部には更に複数(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(即ち、一つの気筒に対して一つ)設けられている。燃料噴射弁25は、噴射指示信号に应答し、「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。

20

【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。

30

【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)に应答してスロットル弁34を回動させるようになっている。

40

【0046】

排気系統40は、エキゾーストマニホールド41、エキゾーストパイプ(排気管)42、上流側触媒43及び下流側触媒44を備えている。

【0047】

エキゾーストマニホールド41は、各排気ポート23に接続された複数の枝部41aと、それらの枝部41aが集合した集合部(排気集合部)41bと、からなっている。エキゾーストパイプ42は、エキゾーストマニホールド41の集合部41bに接続されている。エキゾーストマニホールド41、エキゾーストパイプ42及び複数の排気ポート23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

50

ールド41の集合部41b及びエキゾーストパイプ42により形成される通路を、便宜上、「排気通路」と称呼する。

【0048】

上流側触媒43は、セラミックからなる担持体に「触媒物質である貴金属（パラジウムPd及び白金Pt、ロジウムRh等の種類以上）」及び「酸素吸蔵材であるセリア（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43はエキゾーストパイプ42に配設（介装）されている。上流側触媒43は所定の活性温度に到達すると、「未燃物（HC、CO及び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。上流側触媒43は、スタート・キャタリティック・コンバータ（SC）又は第1触媒とも称呼される。

10

【0049】

下流側触媒44は、上流側触媒43と同様の三元触媒である。下流側触媒44は、上流側触媒43よりも下流においてエキゾーストパイプ42に配設（介装）されている。下流側触媒44は、車両のフロア下方に配設されているため、アンダ・フロア・キャタリティック・コンバータ（UFC）又は第2触媒とも称呼される。なお、本明細書において、単に「触媒」と言うとき、その「触媒」は上流側触媒43を意味する。

【0050】

本制御装置は、熱線式エアフローメータ51、スロットルポジションセンサ52、機関回転速度センサ53、水温センサ54、上流側空燃比センサ55、下流側空燃比センサ56及びアクセル開度センサ57を備えている。

20

【0051】

熱線式エアフローメータ51は、吸気管32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10の単位時間あたりの吸入空気量）Gaを表す信号を出力するようになっている。

【0052】

スロットルポジションセンサ52は、スロットル弁34の開度を検出し、スロットル弁開度TAを表す信号を出力するようになっている。

【0053】

機関回転速度センサ53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を有するとともにインテークカムシャフトが360°回転する毎に幅広のパルスを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53から出力される信号は後述する電気制御装置60により機関回転速度NE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60は、機関回転速度センサ53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10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。

30

【0054】

水温センサ54は、内燃機関10の冷却水の温度を検出し、冷却水温THWを表す信号を出力するようになっている。

【0055】

上流側空燃比センサ55は、エキゾーストマニホールド41の集合部41bと上流側触媒43との間の位置においてエキゾーストマニホールド41及びエキゾーストパイプ42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55は、例えば、特開平11-72473号公報、特開2000-65782号公報及び特開2004-69547号公報等が開示された「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。

40

【0056】

上流側空燃比センサ55は、上流側空燃比センサ55の配設位置を流れる排ガスの空燃比（触媒43に流入するガスである「触媒流入ガス」の空燃比、上流側空燃比abyfs）に応じた出力値Vabyfsを出力する。出力値Vabyfsは触媒流入ガスの空燃比が大きくなるほど（即ち、触媒流入ガスの空燃比がリーン側の空燃比になるほど）増大する。

50

【 0 0 5 7 】

電気制御装置 6 0 は、出力値 V_{abyfs} と上流側空燃比 $abyfs$ との関係の規定した空燃比変換テーブル (マップ) Map_{abyfs} を記憶している。電気制御装置 6 0 は、出力値 V_{abyfs} を空燃比変換テーブル Map_{abyfs} に適用することにより、実際の上流側空燃比 $abyfs$ を検出する (検出上流側空燃比 $abyfs$ を取得する) ようになっている。

【 0 0 5 8 】

再び、図 1 を参照すると、下流側空燃比センサ 5 6 は、上流側触媒 4 3 と下流側触媒 4 4 との間の位置においてエキゾーストパイプ 4 2 (即ち、排気通路) に配設されている。下流側空燃比センサ 5 6 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 5 6 は図 2 に示した出力値 V_{oxs} を出力する。

10

【 0 0 5 9 】

下流側空燃比センサ 5 6 は、図 3 の (A) に示した試験管状の素子部を備える。素子部は、図 3 の (B) に示したように、固体電解質層 5 6 a と、固体電解質層 5 6 a の外側に形成された排ガス側電極層 5 6 b と、大気室 A R (固体電解質層 5 6 a の内側) に露呈し且つ固体電解質層 5 6 a を挟んで排ガス側電極層 (外側電極) 5 6 b と対向するように固体電解質層 5 6 a の内側に形成された大気側電極層 (内側電極) 5 6 c と、排ガス側電極層 5 6 b を覆うコーティング層 5 6 d と、そのコーティング層 5 6 d を覆う触媒層 5 6 e と、触媒層 5 6 e を覆うとともに排ガス E_x が接触する (図示しない保護カバーの貫通孔を通過して保護カバー内に流入した排ガス E_x 中に晒されるように配置される) 保護層 (トラップ層) 5 6 f を備える。

20

【 0 0 6 0 】

なお、固体電解質層 5 6 a 等は板状であってもよい。触媒 4 3 から流出するガス (以下、「触媒流出ガス」とも称呼される。) は、保護カバーの貫通孔を通過して保護カバー内に流入し、次いで、保護層 5 6 f、触媒層 5 6 e 及びコーティング層 5 6 d を通過して、排ガス側電極層 5 6 b に到達する。

【 0 0 6 1 】

下流側空燃比センサ 5 6 の出力値 V_{oxs} は、「排ガス側電極層 (外側電極) 5 6 b における酸素分圧と、大気側電極層 (内側電極) 5 6 c における酸素分圧と、の差」に応じた起電力であって、固体電解質層 5 6 a に酸素イオンの移動を生じさせる起電力である。

【 0 0 6 2 】

より具体的に述べると、出力値 V_{oxs} は、触媒流出ガスの空燃比が理論空燃比よりも小さい場合 (理論空燃比よりもリッチ側の空燃比である場合)、即ち、触媒流出ガスに過剰な酸素が含まれていない場合、最大値 V_{max} 又は最大値 V_{max} 近傍の値 (例えば、約 0.9 ~ 1.0 V) となる。この場合、触媒 4 3 の状態は、一般に、酸素不足状態である (触媒内に酸素が殆ど吸蔵されていない) と判断され得る。

30

【 0 0 6 3 】

一方、出力値 V_{oxs} は、触媒流出ガスの空燃比が理論空燃比よりも大きい場合 (理論空燃比よりもリーン側の空燃比である場合)、即ち、触媒流出ガスに過剰の酸素が含まれている場合、最小値 V_{min} 又は最小値 V_{min} 近傍の値 (例えば、約 0 ~ 0.1 V) となる。この場合、触媒 4 3 の状態は、一般に、酸素過剰状態である (触媒内に吸蔵されている酸素の量が、最大酸素吸蔵量 C_{max} に近い) と判断され得る。

40

【 0 0 6 4 】

更に、この出力値 V_{oxs} は、触媒流出ガスの空燃比が理論空燃比よりもリッチ側の空燃比からリーン側の空燃比へと変化する際に最大値 V_{max} から最小値 V_{min} へと急激に減少する。逆に、出力値 V_{oxs} は、触媒流出ガスの空燃比が理論空燃比よりもリーン側の空燃比からリッチ側の空燃比へと変化する際に最小値 V_{min} から最大値 V_{max} へと急激に増大する。なお、最小値 V_{min} と最大値 V_{max} との平均値は中央値 V_{mid} ($= (V_{max} + V_{min}) / 2$) 又は理論空燃比相当電圧 V_{st} と称呼される。

【 0 0 6 5 】

ところで、触媒流出ガスの空燃比がリーン空燃比からリッチ空燃比へと変化する、そ

50

のリッチ空燃比の排ガスに含まれる還元成分（未燃物）が下流側空燃比センサ56の触媒層56eにおいて酸化反応を引き起こす。その結果、下流側空燃比センサ56のコーティング層56dから酸素が奪われるので、コーティング層56dに覆われている排ガス側電極層（外側電極）56bの酸素分圧が低下し、出力値Voxsが上昇する。

【0066】

ここで、触媒層56eでの酸化反応の速度 v は、排ガスに含まれる還元成分がCOであるとすると、 k を定数、 $[CO]$ をCOの濃度、 $[O_2]$ を O_2 の濃度とすると、

$$v = k \cdot [CO] \cdot [O_2]$$

である。

【0067】

この酸化反応が発生すれば、還元成分（ここではCO）の濃度は低下する。このとき、排ガスの流量を表す吸入空気量 G_a が大きいほど多くの還元成分が触媒層56eに到達する（供給される）ので、還元成分の濃度が高い値に維持される。この結果、図4に示したように、下流側空燃比センサの出力値Voxsは、排ガスの空燃比がリーン空燃比からリッチ空燃比へと変化した場合、排ガスの流量を表す吸入空気量 G_a が大きくなるほど迅速に上昇する。

【0068】

これに対し、排ガスの空燃比がリッチ空燃比からリーン空燃比へと変化した場合には、コーティング層56dに O_2 が直接取り込まれ、「排ガス側電極層（外側電極）56bにおける酸素分圧と、大気側電極層（内側電極）56cにおける酸素分圧と、の差」が小さくなり、その結果、出力値Voxsが低下する。即ち、排ガスの空燃比がリーン空燃比へと変化した場合におけるコーティング層56dの酸素濃度（酸素分圧）は、その排ガスの酸素濃度（酸素分圧）に強く依存するが、排ガスの流量には殆ど依存しない。その結果、図5に示したように、排ガスの空燃比がリッチ空燃比からリーン空燃比へと変化した場合、酸素濃度センサの出力値Voxsの変化速度は吸入空気量 G_a に実質的に依存しない。

【0069】

このように、排ガスの空燃比がリッチ空燃比へと変化した際、排ガスの流量（吸入空気量 G_a ）が大きいほどコーティング層56dが還元状態へとより短時間にて変化するので、出力値Voxsはより迅速に増大する。これに対し、排ガスの空燃比がリーン空燃比へと変化した際、コーティング層56dが酸化状態へと変化するまでの時間は排ガスの流量（吸入空気量 G_a ）に依存しない。その結果、下流側空燃比センサのリーン感度（出力値Voxsがリーン空燃比に対応する値へと変化する際の応答性）は低下する。

【0070】

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APの操作量を検出し、アクセルペダルAPの操作量Accpを表す信号を出力するようになっている。

【0071】

電気制御装置60は、「CPU、ROM、RAM、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」を含む電子回路である。

【0072】

電気制御装置60が備えるバックアップRAMは、機関10を搭載した車両の図示しないイグニッション・キー・スイッチの位置（オフ位置、始動位置及びオン位置等の何れか）に関わらず、車両に搭載されたバッテリーから電力の供給を受けるようになっている。バックアップRAMは、バッテリーから電力の供給を受けている場合、CPUの指示に応じてデータを格納する（データが書き込まれる）とともに、そのデータを読み出し可能となるように保持（記憶）する。バックアップRAMは、バッテリーが車両から取り外される等によりバッテリーからの電力供給が遮断されると、データを保持することができない。即ち、それまでに保持していたデータが消失（破壊）される。

【0073】

10

20

30

40

50

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 34 a 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 34 a に指示信号を送出するようになっている。

【0074】

（第 1 制御装置による空燃比フィードバック制御の概要）

第 1 制御装置は、以下に述べるように触媒 43 の状態（酸素吸蔵状態、触媒状態）を判定するとともに、判定された触媒 43 の状態に基づいて触媒 43 に流入する排ガス（触媒流入ガス）の空燃比（従って、機関 10 に供給される混合気の実空燃比）をフィードバック制御する。触媒 43 は、触媒 43 が酸素をその最大酸素吸蔵量に近い値まで吸蔵している状態（即ち、酸素過剰状態、リーン状態）、及び、触媒 43 が酸素を殆ど吸蔵していない状態（即ち、酸素不足状態、還元状態、リッチ状態）の何れかの状態にあると判定される。

10

【0075】

1. 従来装置

第 1 制御装置による空燃比フィードバック制御を説明するために、先ず、本発明が適用されていない従来装置による空燃比フィードバック制御について説明する。従来装置における「目標空燃比 $abyfr$ 、下流側空燃比センサ 56 の出力値 $Voxs$ 、及び、排出される NO_x の量」は、それぞれ図 6 の (C)、(D) 及び (E) に示されている。

20

【0076】

従来装置は、下流側空燃比センサ 56 の出力値 $Voxs$ が「常に上記中央値 $Vmid$ に設定された判定値 Vth 」以上であるとき、触媒 43 の状態が酸素不足状態（リッチ状態）であると判定し、機関の空燃比を所定のリーン空燃比 $afLean$ に設定する（図 6 の時刻 t_4 以前に実質的に対応する期間、及び、時刻 t_5 以降に実質的に対応する期間を参照。）。

【0077】

従来装置は、下流側空燃比センサ 56 の出力値 $Voxs$ が「常に上記中央値 $Vmid$ に設定された判定値 Vth 」未満であるとき、触媒 43 の状態が酸素過剰状態（リーン状態）であると判定し、機関の空燃比を所定のリッチ空燃比 $afRich$ に設定する（図 6 の時刻 t_4 ~ 時刻 t_5 に実質的に対応する期間を参照。）。

30

【0078】

ところで、図 6 に示した例においては、(A) の車速の変化から理解されるように、時刻 t_1 にて加速運転が開始され、(B) に示したように、吸入空気量 G_a が時刻 t_1 ~ 時刻 t_3 において増加し、時刻 t_3 以降において減少している。更に、加速開始時点（時刻 t_1 ）において、(D) に示したように、下流側空燃比センサ 56 の出力値 $Voxs$ は判定値 Vth よりも大きいので、従来装置は触媒 43 の状態はリッチ状態（酸素不足状態）であると判定し、触媒流入ガスの空燃比及び機関の空燃比に実質的に等しい目標空燃比 $abyfr$ を目標リーン空燃比 $afLean$ （理論空燃比よりも大きい空燃比）に設定している。

40

【0079】

前述したように、下流側空燃比センサ 56 のリーン感度は吸入空気量 G_a が大きくなるほど低下する。このため、時刻 t_1 ~ 時刻 t_3 において吸入空気量 G_a が増大しているにも関わらず、出力値 $Voxs$ は判定値 Vth よりも大きい値を維持する。その後、(D) に示したように、出力値 $Voxs$ は時刻 t_4 にて判定値 Vth よりも大きい値から小さい値へと変化する（判定値 Vth を下回る。）。

【0080】

従って、従来装置は、時刻 t_4 にて触媒 43 の状態はリーン状態（酸素過剰状態）であると判定し、時刻 t_4 の直後に目標空燃比 $abyfr$ を目標リッチ空燃比 $afRich$ （理論空燃比よりも小さい空燃比）に設定する。しかしながら、時刻 t_4 に至るまでの期間（特に、吸

50

入空気量 G_a が大きい時刻 $t_1 \sim$ 時刻 t_4 までの期間)において「多量かつ触媒 43 にとって過剰な NO_x 」が排気通路に排出されているので、(E)に示したように、時刻 t_4 の前後において触媒 43 から NO_x が排出されてしまう。

【0081】

2. 第1制御装置

次に、第1制御装置による空燃比フィードバック制御を説明する。第1制御装置における「目標空燃比 $abyfr$ 、下流側空燃比センサ 56 の出力値 $Voxs$ 、及び、排出される NO_x の量」は、それぞれ図6の(F)、(G)及び(H)に示されている。

【0082】

第1制御装置は、機関の空燃比をリーン空燃比に設定している場合(目標空燃比 $abyfr$ として目標リーン空燃比 $afLean$ を設定している場合、即ち、出力値 $Voxs$ が判定値 V_{th} よりも大きい場合)であって、吸入空気量 G_a が増大しているとき、「吸入空気量 G_a の単位時間(所定時間)あたりの変化量 G_a (以下、「吸入空気変化量 G_a 」とも称する。)」の大きさが大きくなるほど判定値 V_{th} が大きくなるように、判定値 V_{th} を修正する点においてのみ従来装置と相違している。この判定値 V_{th} の修正は、便宜上、第1の修正とも称される。

【0083】

より具体的に述べると、図6の(B)及び(G)に示したように、第1制御装置は時刻 t_1 以降において吸入空気量 G_a が増大すると、時刻 t_1 において目標空燃比 $abyfr$ が目標リーン空燃比 $afLean$ に設定されていることから、吸入空気変化量 G_a の大きさが大きくなるほど判定値 V_{th} を大きくする(判定値 V_{th} と中央値 V_{mid} との差の大きさが小さくなるように判定値 V_{th} を増大させる。)。これにより、下流側空燃比センサ 56 のリーン感度の低下が補償される。

【0084】

この修正(第1の修正)によって、出力値 $Voxs$ が判定値 V_{th} よりも大きい値から判定値 V_{th} よりも小さい値へと変化する時点((G)の時刻 t_2)が、前記第1の修正を行わない場合((D)の時刻 4 を参照。)に比較して早期に到来する。従って、第1制御装置は、従来装置よりも早い時点にて、目標空燃比 $abyfr$ を目標リッチ空燃比 $afRich$ へと切り替える((F)の時刻 t_2 の直後を参照。)。その結果、(H)に示したように、 NO_x の排出量を低減することができる。

【0085】

(作動)

次に、第1制御装置の実際の作動について説明する。

【0086】

<燃料噴射制御>

第1制御装置のCPUは、図7に示した燃料噴射制御ルーチンを、任意の気筒のクランク角度が吸気上死点前の所定クランク角度となる毎に、その気筒に対して繰り返し実行するようになっている。前記所定クランク角度は、例えば、 $BTD C 90^\circ CA$ (吸気上死点前 90° クランク角度)である。クランク角度が前記所定クランク角度に一致した気筒は「燃料噴射気筒」とも称される。CPUは、この燃料噴射制御ルーチンにより、指示燃料噴射量(最終燃料噴射量) F_i の計算及び燃料噴射の指示を行う。

【0087】

任意の気筒のクランク角度が吸気上死点前の所定クランク角度と一致すると、CPUはステップ700から処理を開始し、ステップ705にてフューエルカットフラグ XFC の値が「0」であるか否かを判定する。フューエルカットフラグ XFC の値は、フューエルカット開始条件が成立したときに「1」に設定され、フューエルカットフラグ XFC の値が「1」であるときにフューエルカット終了条件が成立したときに「0」に設定される。フューエルカットフラグ XFC の値は更にイニシャルルーチンにおいて「0」に設定されるようになっている。イニシャルルーチンは、機関10が搭載された車両のイグニッション・キー・スイッチがオフからオンに変更されたときにCPUにより実行されるルーチン

10

20

30

40

50

である。

【 0 0 8 8 】

フューエルカット開始条件は、スロットル弁開度 $T A$ が「 0 」であり且つ機関回転速度 $N E$ がフューエルカット回転閾値速度 $N E F C$ 以上であるとき成立する。フューエルカット終了条件は、スロットル弁開度 $T A$ が「 0 」でなくなるか、又は、機関回転速度 $N E$ がフューエルカット終了回転閾値速度 $N E R T$ 以下となったとき、成立する。フューエルカット終了回転閾値速度 $N E R T$ はフューエルカット回転閾値速度 $N E F C$ よりも小さい。

【 0 0 8 9 】

いま、フューエルカットフラグ $X F C$ の値が「 0 」であると仮定する。この場合、 $C P U$ は、ステップ 7 0 5 にて「 $Y e s$ 」と判定してステップ 7 1 0 に進み、「エアフローメータ 5 1 により計測された吸入空気量 $G a$ 、機関回転速度センサ 5 3 の信号に基いて取得された機関回転速度 $N E$ 、及び、ルックアップテーブル $MapMc (G a , N E)$ 」に基いて「燃料噴射気筒に吸入される空気量（即ち、筒内吸入空気量） $M c$ 」を取得する。筒内吸入空気量 $M c$ 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

【 0 0 9 0 】

次に、 $C P U$ はステップ 7 1 5 に進み、フィードバック制御フラグ $X F B$ の値が「 1 」であるか否かを判定する。このフィードバック制御フラグ $X F B$ の値は、フィードバック制御条件が成立しているときに「 1 」に設定され、フィードバック制御条件が成立していないときに「 0 」に設定される。フィードバック制御条件は、例えば、以下の総ての条件が成立したときに成立する。

20

(A 1) 上流側空燃比センサ 5 5 が活性化している。

(A 2) 下流側空燃比センサ 5 6 が活性化している。

(A 3) 機関の負荷 $K L$ が閾値 $K L t h$ 以下である。

(A 4) フューエルカットフラグ $X F C$ の値が「 0 」である。

【 0 0 9 1 】

このとき、フィードバック制御フラグ $X F B$ の値が「 1 」でなければ、 $C P U$ はステップ 7 1 5 にて「 $N o$ 」と判定してステップ 7 2 0 に進み、目標空燃比 $abyfr$ を理論空燃比 $s toich$ （例えば、1 4 . 6）に設定する。

【 0 0 9 2 】

次に、 $C P U$ は以下に述べるステップ 7 2 5 乃至ステップ 7 4 0 の処理を順に行い、ステップ 7 9 5 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

30

【 0 0 9 3 】

ステップ 7 2 5 : $C P U$ は、筒内吸入空気量 $M c$ を目標空燃比 $abyfr$ で除することによって基本燃料噴射量 $F b a s e$ を算出する。基本燃料噴射量 $F b a s e$ は、機関の空燃比を目標空燃比 $abyfr$ に一致させるために必要な燃料噴射量のフィードフォワード量である。

【 0 0 9 4 】

ステップ 7 3 0 : $C P U$ は、図示しないルーチンにより別途計算されているメインフィードバック量 $K F m a i n$ を読み込む。メインフィードバック量 $K F m a i n$ は、検出上流側空燃比 $abyfs$ が目標空燃比 $abyfr$ に一致するように周知の $P I D$ 制御に基づいて算出される。なお、メインフィードバック量 $K F m a i n$ は、フィードバック制御フラグ $X F B$ の値が「 0 」であるとき「 1 」に設定される。更に、メインフィードバック量 $K F m a i n$ は常に「 1 」に設定されてもよい。即ち、メインフィードバック量 $K F m a i n$ を用いたフィードバック制御は本実施形態において必須ではない。

40

【 0 0 9 5 】

ステップ 7 3 5 : $C P U$ は、基本燃料噴射量 $F b a s e$ をメインフィードバック量 $K F m a i n$ により補正することによって指示燃料噴射量 $F i$ を算出する。より具体的に述べると、 $C P U$ は、基本燃料噴射量 $F b a s e$ にメインフィードバック量 $K F m a i n$ を乗じることによって指示燃料噴射量 $F i$ を算出する。

50

【 0 0 9 6 】

ステップ 7 4 0 : CPU は、「指示燃料噴射量 F_i 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 2 5」から噴射させるための噴射指示信号を、その燃料噴射弁 2 5 に送出する。

【 0 0 9 7 】

この結果、機関の空燃比を目標空燃比 $abyfr$ に一致させるために必要な量の燃料が燃料噴射気筒の燃料噴射弁 2 5 から噴射させられる。即ち、ステップ 7 2 5 乃至ステップ 7 4 0 は、「機関の空燃比が目標空燃比 $abyfr$ に一致するように指示燃料噴射量 F_i を制御する」指示燃料噴射量制御手段を構成している。

【 0 0 9 8 】

一方、CPU がステップ 7 1 5 の処理を行う時点において、フィードバック制御フラグ XFB の値が「1」であると、CPU はそのステップ 7 1 5 にて「Yes」と判定してステップ 7 4 5 に進み、触媒リッチ状態表示フラグ $XCCRORich$ の値が「1」であるか否かを判定する。触媒リッチ状態表示フラグ $XCCRORich$ の値は後述するルーチンにより設定される。

【 0 0 9 9 】

触媒リッチ状態表示フラグ $XCCRORich$ の値が「1」であると、CPU はステップ 7 4 5 にて「Yes」と判定してステップ 7 5 0 に進み、目標空燃比 $abyfr$ を「所定の目標リーン空燃比 $afLean$ 」に設定する。

【 0 1 0 0 】

より具体的に述べると、CPU は図 8 に示した「目標空燃比 $abyfr$ の一つである目標リーン空燃比 $afLean$ と、吸入空気量 G_a と、の関係を規定したテーブル $f_L(G_a)$ 」に、実際の吸入空気量 G_a を適用することにより、目標リーン空燃比 $afLean$ を決定する。このテーブル $f_L(G_a)$ によれば、目標リーン空燃比 $afLean$ は、理論空燃比よりも大きい範囲の空燃比であって、且つ、吸入空気量 G_a が大きいほど理論空燃比に近づく（小さくなる）空燃比となるように決定される。その後、CPU はステップ 7 2 5 以降に進む。従って、機関の空燃比は目標リーン空燃比 $afLean$ に一致させられる。

【 0 1 0 1 】

これに対し、CPU がステップ 7 4 5 の処理を実行する時点において、触媒リッチ状態表示フラグ $XCCRORich$ の値が「0」であると、CPU はステップ 7 4 5 にて「No」と判定してステップ 7 5 5 に進み、目標空燃比 $abyfr$ を「所定の目標リッチ空燃比 $afRich$ 」に設定する。

【 0 1 0 2 】

より具体的に述べると、CPU は図 8 に示した「目標空燃比 $abyfr$ の一つである目標リッチ空燃比 $afRich$ と、吸入空気量 G_a と、の関係を規定したテーブル $f_R(G_a)$ 」に、実際の吸入空気量 G_a を適用することにより、目標リッチ空燃比 $afRich$ を決定する。このテーブル $f_R(G_a)$ によれば、目標リッチ空燃比 $afRich$ は、理論空燃比よりも小さい範囲の空燃比であって、且つ、吸入空気量 G_a が大きいほど理論空燃比に近づく（大きくなる）空燃比となるように決定される。その後、CPU はステップ 7 2 5 以降に進む。従って、機関の空燃比は目標リッチ空燃比 $afRich$ に一致させられる。

【 0 1 0 3 】

一方、CPU がステップ 7 0 5 の処理を実行する時点において、フューエルカットフラグ XFC の値が「1」であると、CPU はそのステップ 7 0 5 にて「No」と判定してステップ 7 9 5 に直接進み、本ルーチンを一旦終了する。この場合、ステップ 7 4 0 の処理による燃料噴射が実行されないため、フューエルカット制御（燃料供給停止制御）が実行される。即ち、機関 1 0 の運転状態はフューエルカット運転状態となる。

【 0 1 0 4 】

< 触媒状態（触媒 4 3 の酸素吸蔵状態）判定 >

CPU は図 9 にフローチャートにより示した「触媒状態判定ルーチン」を所定時間 t_s 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

10

20

30

40

50

ブ 9 0 0 から処理を開始してステップ 9 1 0 に進み、「現時点の吸入空気量 G_a 」から「前回の吸入空気量 G_{aold} 」を減じることにより、所定時間 t_s （単位時間）あたりの吸入空気量 G_a の変化量 ΔG_a （吸入空気変化量 ΔG_a ）を算出する。前回の吸入空気量 G_{aold} は、次のステップ 9 2 0 にて更新される値であり、現時点から所定時間 t_s だけ前の時点の吸入空気量 G_a （本ルーチンが前回実行されたときの吸入空気量 G_a ）である。次に、CPU はステップ 9 2 0 に進み、現時点の吸入空気量 G_a を「前回の吸入空気量 G_{aold} 」として記憶する。

【 0 1 0 5 】

次に、CPU はステップ 9 3 0 に進み、触媒リッチ状態表示フラグ $X_{CCRORich}$ の値が「1」であるか否かを判定する。触媒リッチ状態表示フラグ $X_{CCRORich}$ は、上述したイニシャルルーチンにおいて「0」に設定されるようになっている。更に、触媒リッチ状態表示フラグ $X_{CCRORich}$ の値は、後述するように、下流側空燃比センサ 5 6 の出力値 V_{oxs} が判定値 V_{th} 以上であるとき（即ち、触媒 4 3 の状態が酸素不足状態（リッチ状態）であると判定されるとき）に「1」に設定され、下流側空燃比センサ 5 6 の出力値 V_{oxs} が判定値 V_{th} よりも小さいとき（即ち、触媒 4 3 の状態が酸素過剰状態（リーン状態）であると判定されるとき）に「0」に設定される。

10

【 0 1 0 6 】

いま、触媒リッチ状態表示フラグ $X_{CCRORich}$ の値が「1」であると仮定する。この場合、CPU はステップ 9 3 0 にて「Yes」と判定してステップ 9 4 0 に進み、「吸入空気変化量 ΔG_a と、暫定判定値 V_{thnew} と、の関係」を規定したテーブル $f_{leanvth}(\Delta G_a)$ に、ステップ 9 1 0 にて算出した実際の吸入空気変化量 ΔG_a を適用することにより、暫定判定値 V_{thnew} を決定する。

20

【 0 1 0 7 】

このテーブル $f_{leanvth}(\Delta G_a)$ によれば、吸入空気変化量 ΔG_a が負であるとき（即ち、吸入空気量 G_a が減少しているとき）、暫定判定値 V_{thnew} は中央値 V_{mid} に設定される。更に、このテーブル $f_{leanvth}(\Delta G_a)$ によれば、吸入空気変化量 ΔG_a が正であるとき（即ち、吸入空気量 G_a が増大しているとき）、暫定判定値 V_{thnew} は吸入空気変化量 ΔG_a の大きさが大きくなるほど中央値 V_{mid} から離れるように次第に大きくなる値に設定される。

【 0 1 0 8 】

次に、CPU はステップ 9 5 0 に進み、下記の（1）式に従って最終的な判定値 V_{th} （比較値 V_{th} 、フィードバック目標値 V_{th} ）を決定する。（1）式において、 $V_{th}(n)$ は最終的な判定値 V_{th} 、 $V_{th}(n-1)$ は所定時間 t_s 前の判定値 V_{th} 、 α は 0 以上であり、且つ、1 よりも小さい定数（例えば、 $1/2$ ）である。

30

なお、 α は「0」であってもよい。即ち、ステップ 9 5 0 を省略し、暫定判定値 V_{thnew} を最終的な判定値 V_{th} として設定してもよい。

$$V_{th}(n) = \alpha \cdot V_{th}(n-1) + (1 - \alpha) \cdot V_{thnew} \quad \dots (1)$$

【 0 1 0 9 】

次に、CPU はステップ 9 6 0 に進み、下流側空燃比センサ 5 6 の出力値 V_{oxs} が「ステップ 9 5 0 にて決定された判定値 V_{th} 」よりも小さいか否かを判定する。このとき、出力値 V_{oxs} が判定値 V_{th} 以上であれば、CPU はステップ 9 6 0 にて「No」と判定してステップ 9 7 0 に進み、触媒リッチ状態表示フラグ $X_{CCRORich}$ の値を「1」に設定する。即ち、この場合、触媒リッチ状態表示フラグ $X_{CCRORich}$ の値は「1」に維持される。その後、CPU はステップ 9 9 5 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

40

【 0 1 1 0 】

この結果、目標空燃比 a_{byfr} は目標リーン空燃比 a_{fLean} に維持・設定される（図 7 のステップ 7 4 5 及びステップ 7 5 0 を参照。）。従って、触媒 4 3 には過剰の酸素が流入し、所定の時間が経過すると触媒 4 3 から酸素が流出する。この結果、下流側空燃比センサ

50

56の出力値Voxsは判定値Vth未満となる。この場合、CPUはステップ960に進んだとき、そのステップ960にて「Yes」と判定してステップ980に進み、触媒リッチ状態表示フラグXCCRORich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。

【0111】

この結果、CPUは図7のステップ745に進んだとき、そのステップ745にて「No」と判定してステップ755に進む。従って、目標空燃比abyfrが目標リッチ空燃比afRichに設定されるので、触媒43には過剰の未燃物が流入する。更に、CPUは図9のステップ930に進んだとき、触媒リッチ状態表示フラグXCCRORichの値が「0」に設定されていることから、そのステップ930にて「No」と判定してステップ990に進み、暫定判定値Vthnewに中央値Vmidを設定する。換言すると、触媒リッチ状態表示フラグXCCRORichの値が「0」であるとき（目標空燃比abyfrが目標リッチ空燃比afRichであるとき）、暫定判定値Vthnewは吸入空気変化量Gaに依存せず一定値となる。その後、CPUはステップ950以降に進む。

10

【0112】

触媒リッチ状態表示フラグXCCRORichの値が「0」に変更になった直後においては、触媒43から未燃物は流出しない。従って、出力値Voxsは判定値Vth未満であるから、CPUはステップ960及びステップ980へと進む。この結果、触媒リッチ状態表示フラグXCCRORichの値は「0」に維持される。

20

【0113】

その後、所定の時間が経過すると触媒43から未燃物が流出する。この結果、下流側空燃比センサの出力値Voxsは判定値Vth以上となる。従って、CPUは図9のステップ960に進んだとき、そのステップ960にて「No」と判定してステップ970に進み、触媒リッチ状態表示フラグXCCRORichを「1」に設定する。この結果、目標空燃比abyfrは再び目標リーン空燃比afLeanに設定される。

【0114】

以上、説明したように、第1制御装置は、

濃淡電池型の酸素濃度センサである下流側空燃比センサ56の出力値Voxsが判定値Vthよりも大きい場合には触媒流入ガスの空燃比がリーン空燃比となるように、且つ、出力値Voxsが判定値Vthよりも小さい場合には触媒流入ガスの空燃比がリッチ空燃比となるように、機関に供給される混合気空燃比（機関空燃比）を制御する空燃比制御手段を備える（図9のステップ960乃至ステップ980と、図7のステップ745乃至755と、等を参照。）。

30

【0115】

更に、その空燃比制御手段は、

触媒流入ガスの空燃比がリーン空燃比となるように機関空燃比を制御し（図9のステップ930での「Yes」との判定、図7のステップ745及びステップ750を参照。）、且つ、吸入空気量Gaが増加している場合、吸入空気量Gaの所定時間あたりの変化量（吸入空気変化量Ga）の大きさが大きくなるほど「下流側空燃比センサ56の出力値Voxsと判定値Vthとの差の大きさ」が小さくなるように、出力値Voxs及び判定値Vthのうち少なくとも一方（本例においては、判定値Vth）を修正する第1の修正を行う第1パラメータ修正手段を含む（図9のステップ940のテーブル、及び、ステップ950を参照。）。

40

【0116】

これにより、出力値Voxsが判定値Vthよりも大きい値から判定値Vthよりも小さい値へと変化する時点（図6の（G）における時刻t2）が、前記第1の修正を行わない場合（図6の（D）における時刻t4）に比較して早期に到来する。即ち、吸入空気量Gaが増大する場合の下流側空燃比センサ56のリーン感度の低下が補償される。その結果、機関空燃比が必要以上にリーン空燃比に維持されることがないので、NOxの排出量を低減することができる（図6の（E）に対する（H）を参照。）。

50

【0117】

なお、第1制御装置において、第1の修正は判定値 V_{th} を増大することであったが、第1の修正は出力値 V_{oxs} を修正することであってもよい。即ち、触媒流入ガスの空燃比がリーン空燃比となるように機関の空燃比を制御し、且つ、吸入空気量 G_a が増加している場合、吸入空気量 G_a の所定時間あたりの変化量（吸入空気変化量 G_a ）の大きさが大きくなるほど大きくなる値を出力値 V_{oxs} から減じた値（吸入空気変化量 G_a の大きさが大きいほど出力値 V_{oxs} がより小さくなるように出力値 V_{oxs} を修正した値）を、触媒状態の判定のための出力値（判定値 V_{th} と比較する出力値）として採用してもよい。

【0118】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態に係る空燃比制御装置（以下、「第2制御装置」とも称呼する。）について説明する。

【0119】

第2制御装置は、触媒流入ガスの空燃比がリッチ空燃比となるように機関の空燃比が制御されていて（目標空燃比 $abyfr$ が目標リッチ空燃比 $afRich$ に設定されていて）、且つ、吸入空気量 G_a が減少している（吸入空気変化量 G_a が負である）場合に、吸入空気変化量 G_a の大きさ（ $|G_a|$ ）が大きくなるほど判定値 V_{th} を小さくする（中央値 V_{mid} と判定値 V_{th} との差が大きくなるように判定値 V_{th} を減少させる）点のみにおいて、第1制御装置と相違している。以下、この相違点を中心に説明する。

【0120】

（第2制御装置による空燃比フィードバック制御の概要）

図10の時刻 t_3 ～時刻5に示したように、触媒流入ガスの空燃比がリッチ空燃比となるように機関の空燃比が制御され且つ吸入空気量 G_a が減少している場合、第1制御装置によれば、出力値 V_{oxs} 及び判定値 V_{th} の何れもが修正されない（図10の（D）の時刻 t_3 ～時刻 t_5 を参照。）。そのため、第1制御装置においては、出力値 V_{oxs} が判定値 V_{th} を上回る時点が遅くなる（（D）における時刻 t_5 を参照。）。その結果、時刻 t_2 ～時刻 t_5 に対応する期間において、機関の空燃比がリッチ空燃比に維持されることから、時刻 t_5 直後において出力値 V_{oxs} は非常に大きくなる。このため、出力値 V_{oxs} が次に判定値 V_{th} を下回る時点が遅くなるので（（D）における時刻 t_7 を参照。）、機関の空燃比は長期間に渡りリーン空燃比に維持され（（C）における時刻 t_5 ～時刻 t_7 に対応する期間を参照。）、それにより多量の NO_x が発生する。その結果、（E）に示したように、時刻 t_7 の直後において NO_x が触媒43から流出する。

【0121】

これに対し、第2制御装置によれば、図10の（G）の時刻 t_3 直後に示したように、触媒流入ガスの空燃比がリッチ空燃比となるように機関の空燃比が制御され且つ吸入空気量 G_a が減少している場合、出力値 V_{oxs} と判定値 V_{th} との差の大きさが小さくなるように判定値 V_{th} が修正される（図10の例においては、吸入空気変化量 G_a の大きさが大きいほど、判定値 V_{th} と中央値 V_{mid} との差が大きくなるように判定値 V_{th} が減少させられる。）。この修正は第2の修正と称呼される。

【0122】

これによれば、出力値 V_{oxs} が判定値 V_{th} を上回る時点が早くなる（図10の（D）の時刻 t_5 に対する（G）の時刻 t_4 を参照。）。その結果、機関の空燃比がリッチ空燃比に維持される期間が短くなるので（図10の（F）の時刻 t_2 ～時刻 t_4 に対応する期間を参照。）、出力値 V_{oxs} は時刻 t_4 直後において過大とならない（図10の（G）を参照。）。このため、出力値 V_{oxs} が次に判定値 V_{th} を下回る時点が早くなるので（図10の（D）の時刻 t_7 に対する（G）の時刻 t_6 を参照。）、 NO_x の発生量が過大にならない。その結果、（H）に示したように、時刻 t_6 の直後において NO_x が流出しない。

【0123】

（作動）

次に、第2制御装置の実際の作動について説明する。第2制御装置のCPUは、第1制

10

20

30

40

50

御装置のCPUと同様、図7の燃料噴射制御ルーチンを実行する。更に、第2制御装置のCPUは、図9に代わる図11に示した「触媒状態判定ルーチン」を所定時間 t_s の経過毎に繰り返し実行する。図7に示したルーチンについては説明済みである。よって、以下、図11に示したルーチンについて説明する。なお、図11に示したステップであって図9にも示されたステップには、図9に示されたステップと同一の符号が付されている。

【0124】

図11のルーチンは、図9のルーチンのステップ990をステップ1110に置換したルーチンである。より具体的に説明すると、CPUは、図11のステップ930にて触媒リッチ状態表示フラグXCCRORichの値が「0」であると判定すると（即ち、目標空燃比 af_{yfr} が目標リッチ空燃比 af_{Rich} に設定されていると判定すると）、ステップ1110に進み、「吸入空気変化量 G_a と、暫定判定値 V_{thnew} と、の関係」を規定したテーブル $f_{richvth}(G_a)$ に、ステップ910にて算出した実際の吸入空気変化量 G_a を適用することにより、暫定判定値 V_{thnew} を決定する。

10

【0125】

このテーブル $f_{richvth}(G_a)$ によれば、吸入空気変化量 G_a が正であるとき（即ち、吸入空気量 G_a が増大しているとき）、暫定判定値 V_{thnew} は中央値 V_{mid} に設定される。更に、このテーブル $f_{richvth}(G_a)$ によれば、吸入空気変化量 G_a が負であるとき（即ち、吸入空気量 G_a が減少しているとき）、暫定判定値 V_{thnew} は吸入空気変化量 G_a の大きさ（ $|G_a|$ ）が大きくなるほど中央値 V_{mid} から離れるように次第に小さくなる値に設定される。その後、CPUはステップ950以降に進む。この結果、吸入空気変化量 G_a が負であるとき判定値 V_{th} は次第に小さくなる。

20

【0126】

以上、説明したように、第2制御装置は、第1制御装置と同様の空燃比制御手段を備える。更に、第2制御装置の空燃比制御手段は、触媒流入ガスの空燃比がリッチ空燃比となるように機関の空燃比を制御し（図11のステップ930での「No」との判定、図7のステップ745及びステップ755を参照。）、且つ、吸入空気量 G_a が減少している場合、吸入空気変化量 G_a の大きさが大きくなるほど「下流側空燃比センサ56の出力値 V_{oxs} と判定値 V_{th} との差の大きさ」が小さくなるように、出力値 V_{oxs} 及び判定値 V_{th} のうちの少なくとも一方（本例においては、判定値 V_{th} ）を修正する第2の修正を行う第2パラメータ修正手段を含む（図11のステップ1110及びステップ950を参照。）。

30

【0127】

これにより、出力値 V_{oxs} が判定値 V_{th} よりも小さい値から判定値 V_{th} よりも大きい値へと変化する時点（図10の（G）における時刻 t_4 ）が、前記第2の修正を行わない場合（図10の（D）における時刻 t_5 ）に比較して早期に到来する。

【0128】

その結果、機関の空燃比がリッチ空燃比に維持される期間が短くなるので（図10の（F）の時刻 t_2 ～時刻 t_4 に対応する期間を参照。）、出力値 V_{oxs} は時刻 t_4 直後において過大とならない。このため、出力値 V_{oxs} が次に判定値 V_{th} を下回る時点が早くなるので（図10の（D）の時刻 t_7 に対する（G）の時刻 t_6 を参照。）、機関の空燃比は長期間に渡りリーン空燃比に維持されず、よって、（H）に示したように時刻 t_6 の直後において NO_x が流出しない。

40

【0129】

なお、第2制御装置において、第2の修正は判定値 V_{th} を減少することであったが、第2の修正は出力値 V_{oxs} を修正することであってもよい。即ち、触媒流入ガスの空燃比がリッチ空燃比となるように機関の空燃比が制御され、且つ、吸入空気量 G_a が減少している場合、吸入空気変化量 G_a の大きさが大きくなるほど大きくなる値を出力値 V_{oxs} に加えた値（吸入空気変化量 G_a の大きさが大きいほど出力値 V_{oxs} がより大きくなるように出力値 V_{oxs} を修正した値）を、触媒状態の判定のための出力値（判定値 V_{th} と比較する出力値）として採用してもよい。

【0130】

50

< 第3実施形態 >

次に、本発明の第3実施形態に係る空燃比制御装置（以下、「第3制御装置」とも称呼する。）について説明する。

【0131】

第3制御装置は、触媒流入ガスの空燃比がリッチ空燃比となるように機関の空燃比が制御されていて（目標空燃比 $abyfr$ が目標リッチ空燃比 $afRich$ に設定されていて）、且つ、吸入空気量 G_a が増加している（吸入空気変化量 G_a が正である）場合に、吸入空気変化量 G_a の大きさ（ $|G_a|$ ）が大きくなるほど判定値 V_{th} を小さくする（中央値 V_{mid} と判定値 V_{th} との差が大きくなるように判定値 V_{th} を減少させる）点のみにおいて、第2制御装置と相違している。以下、この相違点を中心に説明する。

10

【0132】

（第3制御装置による空燃比フィードバック制御の概要）

図12の時刻 t_3 以前に示したように、触媒流入ガスの空燃比がリッチ空燃比となるように機関の空燃比が制御され且つ吸入空気量 G_a が増大している場合、図12の（D）に示したように出力値 V_{oxs} 及び判定値 V_{th} の両方を修正しないと、出力値 V_{oxs} が判定値 V_{th} を上回る時点が遅くなる（（D）の時刻 t_3 を参照。）。その結果、時刻 t_3 直後までの期間において、機関の空燃比がリッチ空燃比に維持されることから、時刻 t_3 直後において出力値 V_{oxs} は非常に大きくなる。このため、出力値 V_{oxs} が次に判定値 V_{th} を下回る時点が遅くなるので（時刻 t_6 を参照。）、機関の空燃比は長期間に渡りリーン空燃比に維持され（（C）の時刻 t_3 ～時刻 t_6 に対応する期間を参照。）、それにより多量の NO_x が発生する。その結果、（E）に示したように、時刻 t_6 の直後において多量の NO_x が触媒から流出する。

20

【0133】

これに対し、第3制御装置によれば、図12の（G）の時刻 t_2 までに示したように、触媒流入ガスの空燃比がリッチ空燃比となるように機関の空燃比が制御され且つ吸入空気量 G_a が増大している場合、出力値 V_{oxs} と判定値 V_{th} との差の大きさが小さくなるように判定値 V_{th} が修正される（図12の例においては、判定値 V_{th} と中央値 V_{mid} との差が大きくなるように判定値 V_{th} が減少させられる。）。この修正は第3の修正と称呼される。

【0134】

これによれば、出力値 V_{oxs} が判定値 V_{th} を上回る時点が早くなる（図12の（D）の時刻 t_3 に対する（G）の時刻 t_2 を参照。）。その結果、機関の空燃比がリッチ空燃比に維持される期間が短くなるので（図12の（F）の時刻 t_2 の直後を参照。）、出力値 V_{oxs} は時刻 t_2 直後において過大とならない。このため、出力値 V_{oxs} が次に判定値 V_{th} を下回る時点が早くなるので（図12の（D）の時刻 t_6 に対する（G）の時刻 t_4 を参照。）、 NO_x の発生量が過大にならない。その結果、触媒から流出する NO_x の量は、（H）の時刻 t_4 の直後に示したように、（E）の時刻 t_6 の前後に示した場合よりも格段に少なくなる。

30

【0135】

（作動）

次に、第3制御装置の実際の作動について説明する。第3制御装置のCPUは、第1制御装置のCPUと同様、図7の燃料噴射制御ルーチンを実行する。更に、第3制御装置のCPUは、図9に代わる図13に示した「触媒状態判定ルーチン」を所定時間 t_s の経過毎に繰り返し実行する。図7に示したルーチンについては説明済みである。よって、以下、図13に示したルーチンについて説明する。なお、図13に示したステップであって図9にも示されたステップには、図9に示されたステップと同一の符号が付されている。

40

【0136】

図13のルーチンは、図9のルーチンのステップ990をステップ1310に置換したルーチンである。より具体的に説明すると、CPUは、図13のステップ930にて触媒リッチ状態表示フラグ $XCCRORich$ の値が「0」であると判定すると（即ち、目標空燃比 $abyfr$ が目標リッチ空燃比 $afRich$ に設定されていると判定すると）、ステップ1310に進

50

み、「吸入空気変化量 G_a と、暫定判定値 V_{thnew} と、の関係」を規定したテーブル $f_{richvth}(G_a)$ に、ステップ 910 にて算出した実際の吸入空気変化量 G_a を適用することにより、暫定判定値 V_{thnew} を決定する。

【0137】

このテーブル $f_{richvth}(G_a)$ によれば、吸入空気変化量 G_a が正であるとき（即ち、吸入空気量 G_a が増大しているとき）、暫定判定値 V_{thnew} は吸入空気変化量 G_a の大きさ（ $|G_a|$ ）が大きくなるほど中央値 V_{mid} から離れるように次第に小さくなる値に設定される。同様に、テーブル $f_{richvth}(G_a)$ によれば、吸入空気変化量 G_a が負であるとき（即ち、吸入空気量 G_a が減少しているとき）、暫定判定値 V_{thnew} は吸入空気変化量 G_a の大きさ（ $|G_a|$ ）が大きくなるほど中央値 V_{mid} から離れるように次第に小さくなる値に設定される。即ち、機関の空燃比がリッチ空燃比に設定されている場合には、吸入空気量 G_a が増大しているか否かに関らず、吸入空気変化量 G_a の大きさ（ $|G_a|$ ）が大きいほど判定値 V_{th} が小さくなるように決定される。その後、CPU はステップ 950 以降に進む。

10

【0138】

以上、説明したように、第3制御装置は、第1制御装置と同様の空燃比制御手段を備える。更に、第3制御装置の空燃比制御手段は、触媒流入ガスの空燃比がリッチ空燃比となるように機関の空燃比を制御し（図13のステップ930での「No」との判定、図7のステップ745及びステップ755を参照。）、且つ、吸入空気量 G_a が増大している場合、吸入空気変化量 G_a の大きさが大きくなるほど「下流側空燃比センサ56の出力値 V_{oxs} と判定値 V_{th} との差の大きさ」が小さくなるように、出力値 V_{oxs} 及び判定値 V_{th} のうちの少なくとも一方（本例においては、判定値 V_{th} ）を修正する第3の修正を行う第3パラメータ修正手段を含む（図13のステップ1310及びステップ950を参照。）。

20

【0139】

これにより、出力値 V_{oxs} が判定値 V_{th} よりも小さい値から判定値 V_{th} よりも大きい値へと変化する時点（図12の（G）における時刻 t_2 ）が、前記第3の修正を行わない場合（図12の（D）における時刻 t_3 ）に比較して早期に到来する。

【0140】

よって、出力値 V_{oxs} は時刻 t_2 直後において過大とならないので、出力値 V_{oxs} が次に判定値 V_{th} を下回る時点が早くなる（図12の（G）の時刻 t_4 を参照。）。その結果、触媒から流出する NO_x の量は、（H）の時刻 t_4 の直後に示したように、（E）の時刻 t_6 の前後に示した場合よりも格段に少なくなる。

30

【0141】

なお、第3制御装置において、第3の修正は判定値 V_{th} を減少することであったが、第3の修正は出力値 V_{oxs} を修正することであってもよい。即ち、触媒流入ガスの空燃比がリッチ空燃比となるように機関の空燃比が制御され、且つ、吸入空気量 G_a が増大している場合、吸入空気変化量 G_a の大きさが大きくなるほど大きくなる値を出力値 V_{oxs} に加えた値（吸入空気変化量 G_a の大きさが大きいほど出力値 V_{oxs} がより大きくなるように出力値 V_{oxs} を修正した値）を、触媒状態の判定のための出力値（判定値 V_{th} と比較する出力値）として採用してもよい。

40

【0142】

以上、本発明による空燃比制御装置の種々の実施形態について説明した。これらの実施形態の空燃比制御手段は、吸入空気変化量 G_a の大きさが大きくなるほど、下流側空燃比センサ56の出力値 V_{oxs} と判定値 V_{th} との差の大きさが小さくなるように、出力値 V_{oxs} 及び判定値 V_{th} のうちの少なくとも一方を修正することにより、「出力値 V_{oxs} と判定値 V_{th} との大小関係が逆転する時点」を前記修正を行わない場合に比較して早期に到来させるパラメータ修正手段（即ち、第1～第3パラメータ修正手段を組み合わせた手段）を含むと表現することもできる。

【0143】

但し、図13の「ステップ940及びステップ1310」に示したテーブルから理解さ

50

れるように、触媒リッチ状態表示フラグ XCCRORichの値が「1」の場合（機関の空燃比がリーン空燃比に設定されている場合）であって吸入空気変化量 G_a が負の場合（吸入空気量 G_a が減少している場合）には、出力値 V_{oxs} 及び判定値 V_{th} の何れも修正されない。

【0144】

本発明は上記実施形態に限定されることはなく、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、目標リッチ空燃比 $afRich$ は一定値であってもよい。更に、目標リーン空燃比 $afLean$ は一定値であってもよい。また、上記実施形態の空燃比制御手段は、目標空燃比 $abyfr$ を、周知のサブフィードバック制御により変更する空燃比制御を行ってもよい。即ち、空燃比制御手段は、下流側空燃比センサ 56 の出力値 V_{oxs} を判定値 V_{th} に接近させるサブフィードバック量を求め、そのサブフィードバック量により目標空燃比 $abyfr$ を修正してもよい（例えば、特開 2005-171982 号公報を参照。）

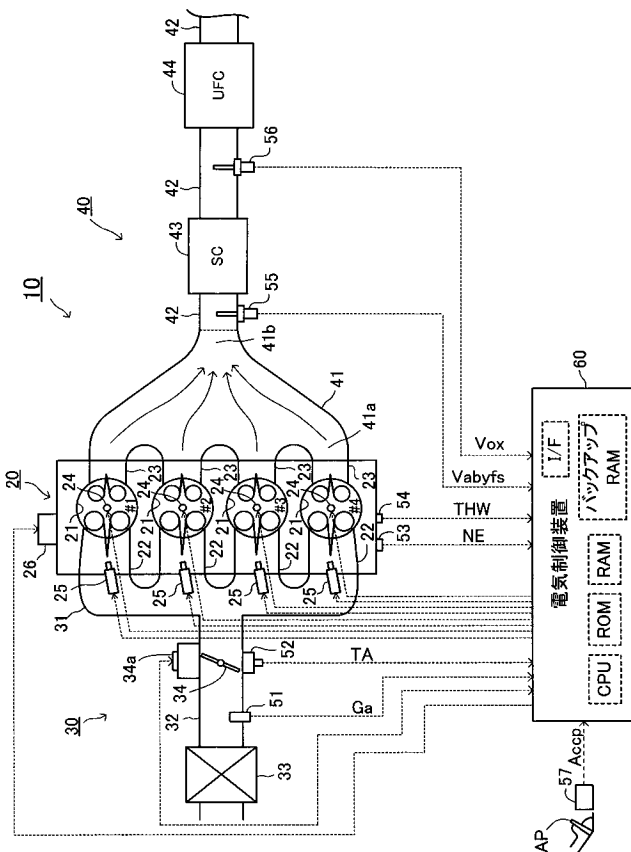
10

【符号の説明】

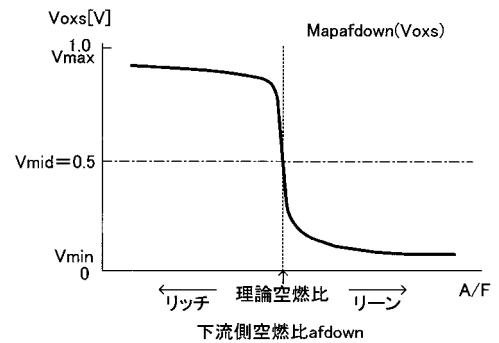
【0145】

10 ... 内燃機関、21 ... 燃烧室、22 ... 吸気ポート、23 ... 排気ポート、25 ... 燃料噴射弁、41 ... エキゾーストマニホールド、41a ... 枝部、41b ... 集合部、42 ... エキゾーストパイプ、43 ... 上流側触媒（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。

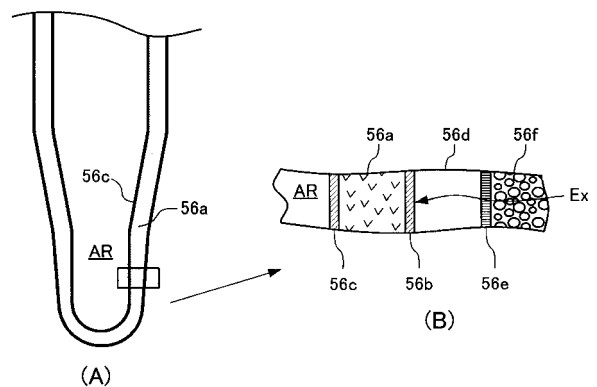
【図1】



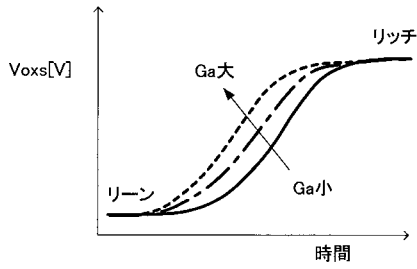
【図2】



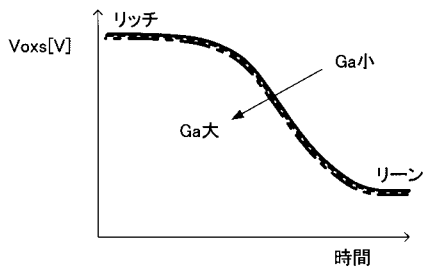
【図3】



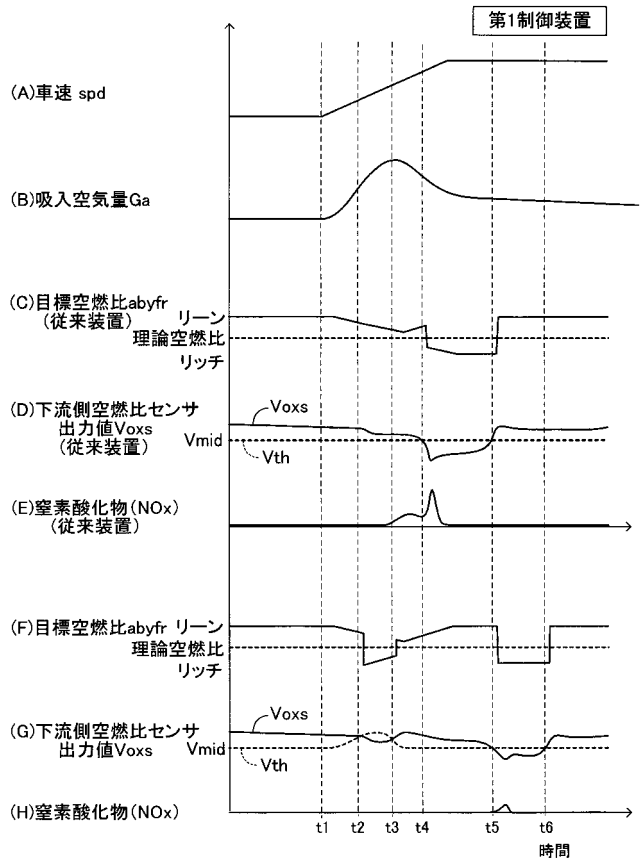
【 図 4 】



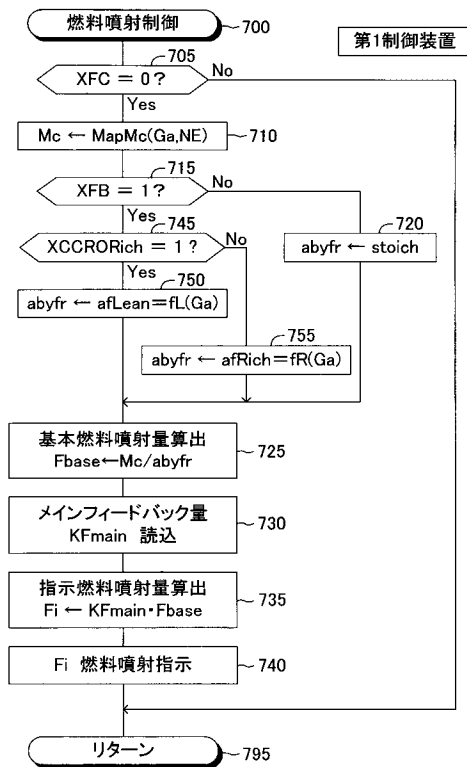
【 図 5 】



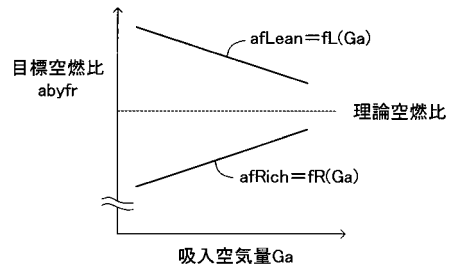
【 図 6 】



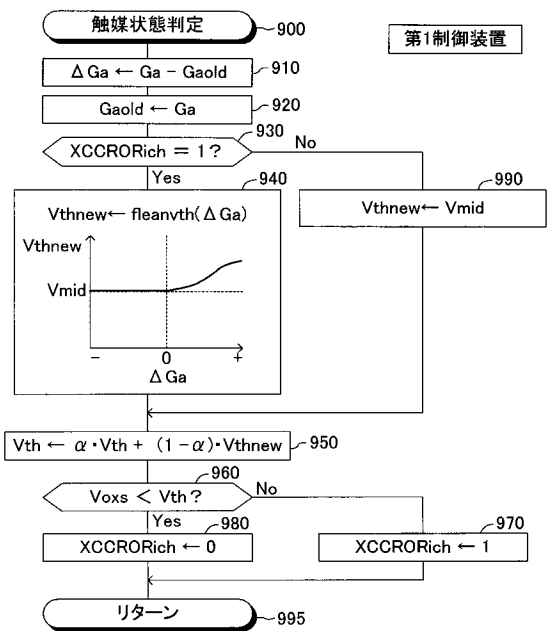
【 図 7 】



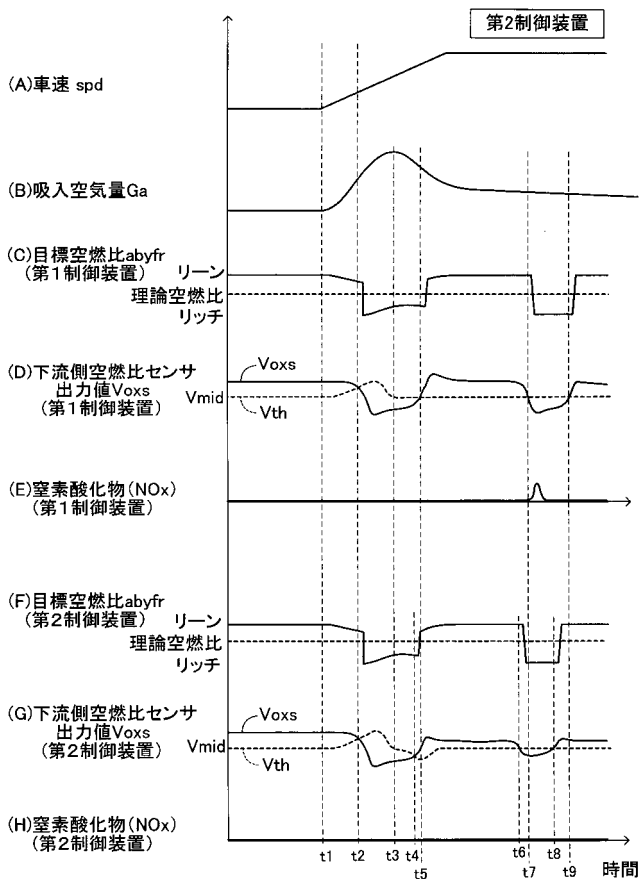
【 図 8 】



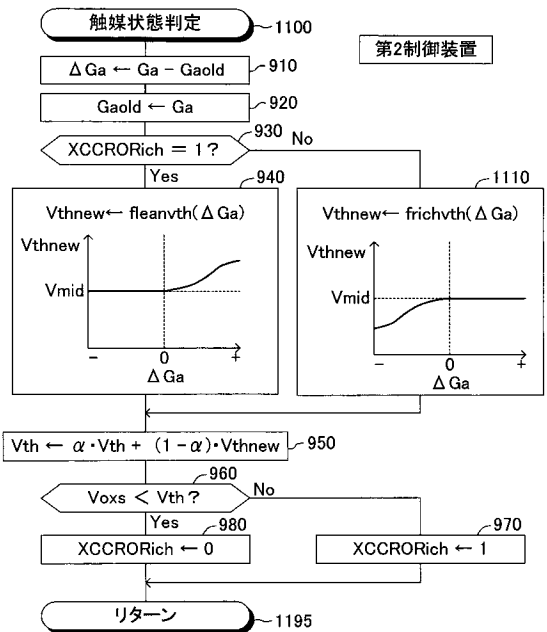
【 図 9 】



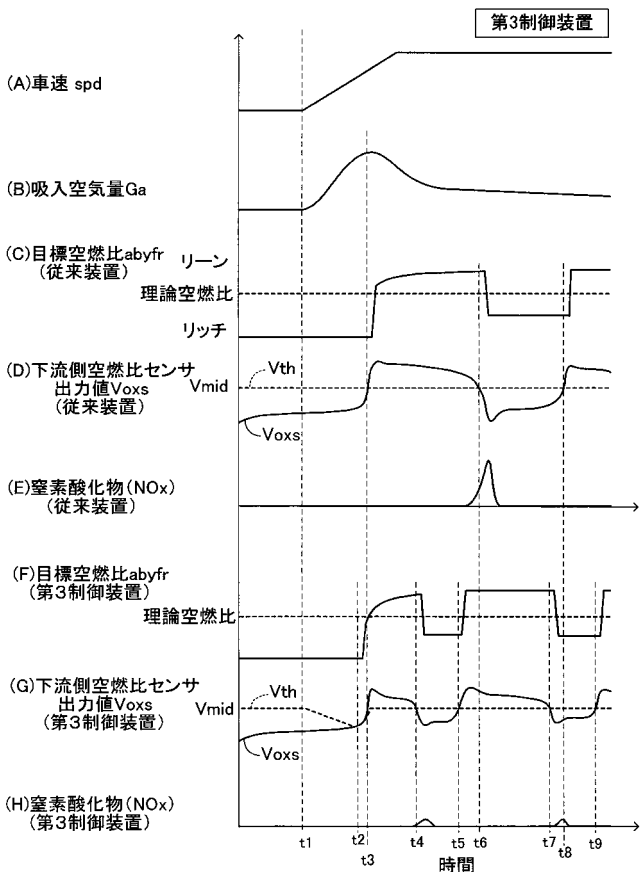
【 図 10 】



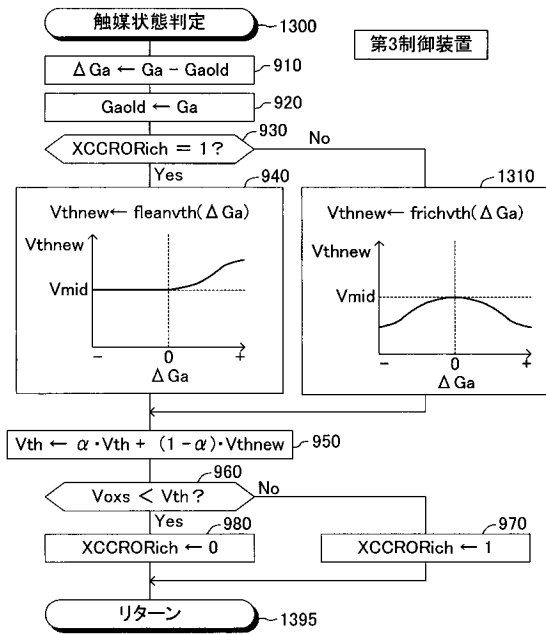
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
F 0 2 D 45/00 3 6 8 G

(72)発明者 尾上 亮太

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 HA01 JA03 JA25 KA12 LB02 MA01 NB01 ND03 NE13 NE15
PA04Z PA11Z PD09Z PE01Z PE08Z PF03Z
3G384 AA01 BA09 CA12 DA05 DA14 EA02 EB05 EB07 EC04 FA02Z
FA05Z FA06Z FA28Z FA42Z FA56Z