(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3721878号
(P3721878)
(45)発行日　平成17年11月30日(2005.11.30)　(24)登録日　平成17年9月22日(2005.9.22)

(51)Int.Cl.[7]　F I
F02D 41/14　F02D 41/14　310L
F02D 45/00　F02D 45/00　340C

請求項の数 2　(全 19 頁)

(21)出願番号　特願平11-240336
(22)出願日　平成11年8月26日(1999.8.26)
(65)公開番号　特開2001-65391(P2001-65391A)
(43)公開日　平成13年3月13日(2001.3.13)
審査請求日　平成14年9月25日(2002.9.25)

(73)特許権者　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　100077517
弁理士　石田　敬
(74)代理人　100092624
弁理士　鶴田　準一
(74)代理人　100100871
弁理士　土屋　繁
(74)代理人　100082898
弁理士　西山　雅也
(72)発明者　武藤　晴文
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)【特許請求の範囲】
【請求項１】
排気系に排気ガスを浄化する触媒コンバータを備えた内燃機関の空燃比制御装置であって、
前記触媒コンバータの上流側に配設された上流側O_2センサと、
前記触媒コンバータの下流側に配設された下流側O_2センサと、
前記下流側O_2センサの出力電圧の学習結果に基づいて、前記下流側O_2センサの出力電圧を、特性のばらつきを吸収した相対電圧値に変換する電圧変換手段と、
空燃比フィードバック制御に関与する制御定数を演算する制御定数演算手段であって、前記電圧変換手段によって得られる相対電圧値がリッチを示すときには前記制御定数を空燃比がリーン側に向かうような値に更新する一方、前記電圧変換手段によって得られる相対電圧値がリーンを示すときには前記制御定数を空燃比がリッチ側に向かうような値に更新するものと、
前記電圧変換手段によって得られる相対電圧値に応じて、前記制御定数演算手段で演算された制御定数を補正する制御定数補正手段であって、該相対電圧値が一定以上のリッチを示すときには空燃比がリーン側に向かうように、該相対電圧値が一定以上のリーンを示すときには空燃比がリッチ側に向かうように、前記制御定数を補正するものと、
前記上流側O_2センサの出力と、前記制御定数補正手段によって補正された制御定数と、に応じて空燃比フィードバック補正量を演算するフィードバック補正量演算手段と、
前記空燃比フィードバック補正量に応じて該機関の空燃比を調整する空燃比調整手段と

、
を具備する、内燃機関の空燃比制御装置。
【請求項２】
排気系に排気ガスを浄化する触媒コンバータを備えた内燃機関の空燃比制御装置であって、
前記触媒コンバータの上流側に配設され、排気ガスの空燃比にほぼ比例する出力電圧を発生させる空燃比センサと、
前記触媒コンバータの下流側に配設されたO_2センサと、
前記O_2センサの出力電圧の目標値からの偏差に応じて、前記空燃比センサの出力電圧を補正する空燃比センサ出力電圧補正手段と、
前記空燃比センサの前記補正後の出力電圧の目標値からの偏差に応じて、空燃比が目標空燃比となるような空燃比フィードバック補正量を演算するフィードバック補正量演算手段と、
前記O_2センサの出力電圧に応じて、前記フィードバック補正量演算手段において使用される所定のゲインを補正するゲイン補正手段と、
前記空燃比フィードバック補正量に応じて該機関の空燃比を調整する空燃比調整手段と、
を具備する、内燃機関の空燃比制御装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、内燃機関において、吸入空気量に応じて適量の燃料を供給することにより、空気と燃料との混合比（空燃比（Ａ／Ｆ））を運転状態に応じた所望の値に制御する装置（空燃比制御装置）に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来より、自動車用内燃機関においては、排気ガス浄化対策として、不完全燃焼成分であるＨＣ（炭化水素）及びＣＯ（一酸化炭素）の酸化と、空気中の窒素と燃え残りの酸素とが反応して生成されるNO_x（窒素酸化物）の還元とを同時に促進する三元触媒が利用されている。そのような三元触媒による酸化・還元能力を高めるためには、機関の燃焼状態を示す空燃比（Ａ／Ｆ）を理論空燃比近傍（ウィンドウ）に制御する必要がある。そのため、機関における燃料噴射制御においては、排気ガス中の残留酸素濃度に基づき空燃比が理論空燃比よりもリッチかリーンかを感知するO_2センサ（酸素センサ）を設け、そのセンサ出力に基づいて燃料量を補正する空燃比フィードバック制御が行われている。
【０００３】
かかる空燃比フィードバック制御では、酸素濃度を検出するO_2センサをできるだけ燃焼室に近い箇所、すなわち触媒コンバータより上流側に設けているが、そのO_2センサの出力特性のばらつきを補償するために、触媒コンバータより下流側に第２のO_2センサを更に設けたダブルO_2センサシステムも実現されている。すなわち、触媒下流側では、排気ガスは十分に攪拌されており、その酸素濃度も三元触媒の作用によりほぼ平衡状態にあることにより、下流側O_2センサの出力は、上流側O_2センサの出力よりも緩やかに変化し、従って混合気全体のリッチ／リーン傾向を示す。ダブルO_2センサシステムは、触媒上流側O_2センサによるメイン空燃比フィードバック制御に加え、触媒下流側O_2センサによるサブ空燃比フィードバック制御を実施するものであり、メイン空燃比フィードバック制御にて空燃比補正係数を演算する際の各種定数を下流側O_2センサの出力に基づいて修正することにより、又は下流側O_2センサの出力に基づく第２の空燃比補正係数を導入することにより、上流側O_2センサの出力特性のばらつきを吸収し、空燃比制御精度の向上を図っている（例えば、特開平８－２１２８３号公報参照）。
【０００４】
例えば、空燃比補正係数のスキップ量を可変にしたダブルO_2センサシステムが知られて

いる。このシステムでは、メイン空燃比フィードバック制御は、上流側O_2センサによって感知される空燃比が継続してリーン又はリッチであるときには空燃比フィードバック補正係数を一定割合で増大又は減少せしめるとともに、リッチからリーンへ又はリーンからリッチへと反転するときには空燃比フィードバック補正係数を所定のスキップ量だけ階段状に増大又は減少せしめる。一方、サブ空燃比フィードバック制御は、上流側空燃比のリッチからリーンへの反転時における空燃比補正係数のリッチスキップ量を、下流側O_2センサによって感知される空燃比が継続してリーン又はリッチであるときには一定割合で増大又は減少せしめるとともに、リッチからリーンへ又はリーンからリッチへと反転するときには所定のスキップ量だけ階段状に増大又は減少せしめる。そして、上流側空燃比のリーンからリッチへの反転時における空燃比補正係数のリーンスキップ量は、その量と空燃比補正係数のリッチスキップ量との和が一定に維持されるように設定される。

【０００５】

ところで、三元触媒は、排気ガスがリーン状態にあるときに過剰分の酸素を吸着し、排気ガスがリッチ状態にあるときに不足分の酸素を放出することにより、排気ガスを浄化する、というO_2ストレージ効果を奏するものであるが、そのO_2ストレージ量は有限である。サブ空燃比フィードバック制御は、基本的に、触媒のO_2ストレージ量を零と飽和との間で制御するものである。そして、O_2ストレージ量の増減は、基本的に、空燃比の理論空燃比からの偏移量と吸入空気質量流量との積の積算値によって決まる。サブ空燃比フィードバック制御が継続しているときに、下流側O_2センサの出力の反転が繰り返されると、O_2ストレージ量と空燃比補正係数のリッチスキップ量とはほぼ対応してくる。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、燃料カット、減速リッチ、加速リーン等の外乱により、過渡状態となり、空燃比の荒れが発生すると、以下のような問題が生ずる。すなわち、外乱の発生後、サブ空燃比フィードバック制御を停止することなく継続すると、リッチスキップ量によるO_2ストレージ量の学習に狂いが生じ、最終的には、空燃比制御精度が悪化し、したがって排出ガス浄化性能も悪化する。また、外乱の発生後、学習性を維持するために一定期間、サブ空燃比フィードバック制御を停止すると、その停止期間中、排出ガス浄化性能が悪化する。

【０００７】

また、O_2ストレージ量が飽和する直前から飽和状態へと到るのが急であるとともに、飽和状態から非飽和状態へと退出するのが緩やかとなって、やはり排出ガス浄化性能が悪化するという問題がある。しかも、そのときの触媒流入ガスの空燃比は、最もリーンな値の近辺にある。なお、空燃比がリッチ側になる場合、すなわちO_2ストレージ量が零となる場合も、同様の問題が生ずる。

【０００８】

本発明は、上述した問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、過渡状態で空燃比が荒れたときにおける瞬時的な空燃比の制御性とO_2ストレージ量の学習性とを両立させるサブ空燃比フィードバック制御を実現する内燃機関の空燃比制御装置を提供することにある。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明によれば、排気系に排気ガスを浄化する触媒コンバータを備えた内燃機関の空燃比制御装置であって、前記触媒コンバータの上流側に配設された上流側O_2センサと、前記触媒コンバータの下流側に配設された下流側O_2センサと、前記下流側O_2センサの出力電圧の学習結果に基づいて、前記下流側O_2センサの出力電圧を、特性のばらつきを吸収した相対電圧値に補正する手段と、空燃比フィードバック制御に関与する制御定数を演算する制御定数演算手段であって、前記下流側O_2センサの相対電圧値がリッチを示すときには前記制御定数を空燃比がリーン側に向かうような値に更新する一方、前記下流側O_2センサの相対電圧値がリーンを示すときには前記制御定数を空燃比がリッチ側に向かうような値に更新するものと、前記下流側O_2センサの相対電圧

値に応じて、前記制御定数演算手段で演算された制御定数を補正する制御定数補正手段と、前記上流側O_2センサの出力と前記制御定数とに応じて空燃比フィードバック補正量を演算するフィードバック補正量演算手段と、前記空燃比フィードバック補正量に応じて該機関の空燃比を調整する空燃比調整手段と、を具備する、内燃機関の空燃比制御装置が提供される。

【００１０】

ここで、本発明によれば、前記制御定数補正手段は、前記下流側O_2センサの相対電圧値が、リッチを示すときには空燃比がリーン側に向かうように、リーンを示すときには空燃比がリッチ側に向かうように、前記制御定数を補正する。

【００１１】

また、本発明によれば、排気系に排気ガスを浄化する触媒コンバータを備えた内燃機関の空燃比制御装置であって、前記触媒コンバータの上流側に配設され、排気ガスの空燃比にほぼ比例する出力電圧を発生させる空燃比センサと、前記触媒コンバータの下流側に配設されたO_2センサと、前記O_2センサの出力電圧の目標値からの偏差に応じて、前記空燃比センサの出力電圧を補正する空燃比センサ出力電圧補正手段と、前記空燃比センサの前記補正後の出力電圧の目標値からの偏差に応じて、空燃比が目標空燃比となるような空燃比フィードバック補正量を演算するフィードバック補正量演算手段と、前記O_2センサの出力電圧に応じて、前記フィードバック補正量演算手段において使用される所定のゲインを補正するゲイン補正手段と、前記空燃比フィードバック補正量に応じて該機関の空燃比を調整する空燃比調整手段と、を具備する、内燃機関の空燃比制御装置が提供される。

【００１２】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【００１３】

図１は、本発明の一実施形態に係る制御装置を備えた内燃機関の全体概要図である。内燃機関１は、車両搭載用の直列多気筒４ストロークサイクルレシプロガソリン機関である。機関１は、シリンダブロック２及びシリンダヘッド３を備えている。シリンダブロック２には、上下方向へ延びる複数個のシリンダ４が紙面の厚み方向へ並設され、各シリンダ４内には、ピストン５が往復動可能に収容されている。各ピストン５は、コネクティングロッド６を介し共通のクランクシャフト７に連結されている。各ピストン５の往復運動は、コネクティングロッド６を介してクランクシャフト７の回転運動に変換される。

【００１４】

シリンダブロック２とシリンダヘッド３との間において、各ピストン５の上側は燃焼室８となっている。シリンダヘッド３には、その両外側面と各燃焼室８とを連通させる吸気ポート９及び排気ポート１０がそれぞれ設けられている。これらのポート９及び１０を開閉するために、シリンダヘッド３には吸気バルブ１１及び排気バルブ１２がそれぞれ略上下方向への往復動可能に支持されている。また、シリンダヘッド３において、各バルブ１１，１２の上方には、吸気側カムシャフト１３及び排気側カムシャフト１４がそれぞれ回転可能に設けられている。カムシャフト１３及び１４には、吸気バルブ１１及び排気バルブ１２を駆動するためのカム１５及び１６が取り付けられている。カムシャフト１３及び１４の端部にそれぞれ設けられたタイミングプーリ１７及び１８は、クランクシャフト７の端部に設けられたタイミングプーリ１９へタイミングベルト２０により連結されている。

【００１５】

吸気ポート９には、エアクリーナ３１、スロットルバルブ３２、サージタンク３３、吸気マニホルド３４等を備えた吸気通路３０が接続されている。機関１外部の空気（外気）は、燃焼室８へ向けて吸気通路３０の各部３１，３２，３３及び３４を順に通過する。また、スロットルバルブ３２をバイパスするアイドルアジャスト通路３５には、アイドル時の空気流量を調節するためのアイドル回転速度制御弁（ＩＳＣＶ）３６が設けられている。吸気マニホルド３４には、各吸気ポート９へ向けて燃料を噴射するインジェクタ４０が取付けられている。燃料は、燃料タンク４１に貯蔵されており、そこから燃料ポンプ４２に

よりくみ上げられ、燃料配管４３を経てインジェクタ４０に供給される。そして、インジェクタ４０から噴射される燃料と吸気通路３０内を流れる空気とからなる混合気は、吸気バルブ１１を介して燃焼室８へ導入される。

【００１６】

この混合気に着火するために、シリンダヘッド３には点火プラグ５０が取付けられている。点火時には、点火信号を受けたイグナイタ５１が、点火コイル５２の１次電流の通電及び遮断を制御し、その２次電流が、点火ディストリビュータ５３を介して点火プラグ５０に供給される。

【００１７】

燃焼した混合気は、排気ガスとして排気バルブ１２を介して排気ポート１０に導かれる。排気ポート１０には、排気マニホルド６１、触媒コンバータ６２等を備えた排気通路６０が接続されている。触媒コンバータ６２には、不完全燃焼成分であるＨＣ（炭化水素）及びＣＯ（一酸化炭素）の酸化と、空気中の窒素と燃え残りの酸素とが反応して生成されるNO_x（窒素酸化物）の還元とを同時に促進する三元触媒が収容されている。こうして触媒コンバータ６２において浄化された排気ガスが大気中に排出される。

【００１８】

機関１には各種のセンサが取付けられている。シリンダブロック２には、機関１の冷却水の温度を検出するための水温センサ７４が取付けられている。吸気通路３０には、吸入空気量（質量流量）を検出するためのエアフローメータ７０が取り付けられている。吸気通路３０においてエアクリーナ３１の近傍には、吸入空気の温度を検出するための吸気温センサ７３が取付けられている。吸気通路３０において、スロットルバルブ３２の近傍には、その軸の回動角度を検出するためのスロットル開度センサ７２が設けられている。また、スロットルバルブ３２が全閉状態のときには、アイドルスイッチ８２がオンとなり、その出力であるスロットル全閉信号がアクティブとなる。排気通路６０の触媒コンバータ６２より上流側の部分には、空燃比センサとして排気ガスの空燃比が理論空燃比に対してリッチかリーンかを検出する上流側O_2センサ（メインO_2センサ）７５が取付けられている。また、この機関は、O_2センサ７５の出力特性のばらつきを補償するサブ空燃比フィードバック制御を実施する機関であり、触媒コンバータ６２より下流の排気通路には、下流側O_2センサ（サブO_2センサ）７６が設けられている。

【００１９】

ディストリビュータ５３には、クランクシャフト７の回転に同期して回転する２個のロータが内蔵されており、クランクシャフト７の基準位置を検出するために一方のロータの回転に基づいてクランク角（ＣＡ）に換算して７２０°ＣＡごとに基準位置検出用パルスを発生させるクランク基準位置センサ８０が設けられ、また、クランクシャフト７の回転速度（機関回転速度ＮＥ）を検出するために他方のロータの回転に基づいて３０°ＣＡごとに回転速度検出用パルスを発生させるクランク角センサ８１が設けられている。なお、車両には、トランスミッション出力軸の回転速度すなわち車速ＳＰＤに比例した数の出力パルスを単位時間当たりに発生する車速センサ８３が取り付けられている。

【００２０】

機関電子制御装置（エンジンＥＣＵ）９０は、空燃比制御（燃料噴射制御）、点火時期制御、アイドル回転速度制御等を実行するマイクロコンピュータシステムであり、そのハードウェア構成は、図２のブロック図に示される。リードオンリメモリ（ＲＯＭ）９３に格納されたプログラム及び各種のマップに従って、中央処理装置（ＣＰＵ）９１は、各種センサ及びスイッチからの信号をＡ／Ｄ変換回路（ＡＤＣ）９５又は入力インタフェース回路９６を介して入力し、その入力信号に基づいて演算処理を実行し、その演算結果に基づき駆動回路９７ａ～９７ｃを介して各種アクチュエータ用制御信号を出力する。ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）９４は、その演算・制御処理過程における一時的なデータ記憶場所として使用される。また、バックアップＲＡＭ９９は、バッテリ（図示せず）に直接接続されることにより電力の供給を受け、イグニションスイッチがオフの状態においても保持されるべきデータ（例えば、各種の学習値）を格納するために使用される。また、こ

れらのＥＣＵ内の各構成要素は、アドレスバス、データバス及びコントロールバスからなるシステムバス９２を介して接続されている。

【００２１】

ＥＣＵ９０においては、各種制御のために、吸入空気量信号、スロットル開度信号、吸気温信号及び冷却水温信号が、一定クランク角ごとに実行されるＡ／Ｄ変換ルーチンによって取り込まれ、ＲＡＭ９４の所定領域にそれぞれ吸入空気量データＧＡ、スロットル開度データＴＡ、吸気温データＴＨＡ及び冷却水温データＴＨＷとして格納される。また、クランク角センサ８１のパルス信号が入力するごとに、そのパルス間隔から図示しないルーチンにより機関回転速度が算出され、ＲＡＭ９４の所定領域に機関回転速度データＮＥとして格納される。

【００２２】

点火時期制御は、クランク角センサ８１から得られる機関回転速度及びその他のセンサからの信号により、機関の状態を総合的に判定し、最適な点火時期を決定し、駆動回路９７ｂを介してイグナイタ５１に点火信号を送るものである。また、アイドル回転速度制御は、アイドルスイッチ８２からのスロットル全閉信号及び車速センサ８３からの車速信号によってアイドル状態を検出するとともに、水温センサ７４からの機関冷却水温度等によって決められる目標回転速度と実際の機関回転速度とを比較し、その差に応じて目標回転速度となるように制御量を決定し、駆動回路９７ｃを介してＩＳＣＶ３６を制御して空気量を調節することにより、最適なアイドル回転速度を維持するものである。以下、本実施形態における空燃比制御について詳細に説明する。

【００２３】

図３は、ＣＰＵ９１によって実行される噴射量演算ルーチンの処理手順を示すフローチャートに示される。本ルーチンは、一定クランク角ごと（例えば３６０°ごと）に実行される。このルーチンでは、燃料噴射量、すなわちインジェクタ４０による燃料噴射時間ＴＡＵが、機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮと、後述する空燃比補正係数ＦＡＦとに基づいて算出される。

【００２４】

具体的には、まず、ステップ１０２において、吸入空気量データＧＡ及び回転速度データＮＥをＲＡＭ９４の所定領域から読み込み、機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮを、

ＧＮ←ＧＡ／ＮＥ

なる演算により求める。次いで、ステップ１０４では、基本燃料噴射時間ＴＡＵＰを、

ＴＡＵＰ＝Ｋ＊ＧＮ

として算出する。ここで、基本燃料噴射時間ＴＡＵＰは、燃焼室に供給される混合気の空燃比を理論空燃比とするために必要とされる燃料噴射時間であり、Ｋは定数である。

【００２５】

また、実際の燃料噴射時間ＴＡＵは、ステップ１０６において、上記ＴＡＵＰを空燃比補正係数ＦＡＦで補正した値、すなわち、

ＴＡＵ＝ＴＡＵＰ＊ＦＡＦ＊α＋β

として算出される。ここで、α及びβは、それぞれ機関運転状態に応じて決定される定数である。また、上記により燃料噴射時間ＴＡＵが算出されると、ステップ１０８では、時間ＴＡＵが駆動回路９７ａにセットされ、時間ＴＡＵに応じた量の燃料がインジェクタ４０から噴射される。

【００２６】

なお、燃料噴射制御では、スロットルバルブ３２が全閉で機関回転速度が所定値以上のときに、燃料供給の不必要な減速状態にあると判断し、燃料噴射を一時的に停止する燃料カットが行われる。一方、機関運転状態に応じて加速増量補正、出力増量補正等の燃料増量補正も行われる。

【００２７】

上記空燃比補正係数ＦＡＦを求める制御が空燃比フィードバック制御であり、本実施形態に係る空燃比フィードバック制御においては、上流側O_2センサ７５の出力に基づいて空

燃比がフィードバック制御されるとともに、下流側O_2センサ７６の出力に基づいて上流側O_2センサ７５の出力特性のずれ等を補正する制御も行われる。

【００２８】

図４及び図５は、上流側O_2センサ７５の出力に基づくメイン空燃比フィードバック制御の処理手順を示すフローチャートである。本ルーチンは、ＣＰＵ９１により一定時間毎（例えば４ｍｓ毎）に実行される。本ルーチンでは、上流側O_2センサ７５の出力ＶＯＭを基準電圧V_{R1}（理論空燃比相当電圧）と比較し、触媒コンバータ上流側での排気空燃比が理論空燃比よりリッチ（ＶＯＭ＞V_{R1}）のときには空燃比補正係数ＦＡＦを減少させ、リーン（ＶＯＭ≦V_{R1}）のときにはＦＡＦを増大させる制御を行う。O_2センサは、排気空燃比が理論空燃比よりリッチのときに例えば０．９Ｖの電圧信号を出力し、排気空燃比が理論空燃比よりリーンのときに例えば０．１Ｖ程度の電圧信号を出力する。本実施形態では、上記基準電圧V_{R1}は０．４５Ｖ程度に設定される。上記のように空燃比補正係数ＦＡＦを排気空燃比に応じて増減することにより、エアフローメータ７０、インジェクタ４０等の燃料供給系の機器に多少の誤差が生じている場合でも、機関空燃比は正確に理論空燃比近傍に修正される。

【００２９】

具体的には、まず、ステップ２０２において、上流側O_2センサ７５によるメイン空燃比フィードバック制御の実行条件が成立しているか否かを判別する。例えば、冷却水温が所定値以下のとき、機関始動中、始動後増量中、暖機増量中、出力増量中、上流側O_2センサ７５の出力信号が一度も反転していないとき、燃料カット中、等においては、いずれもフィードバック制御実行条件が不成立となり、その他の場合においてはフィードバック制御実行条件が成立する。条件が不成立のときには、ステップ２３８において空燃比補正係数ＦＡＦを１．０とした後、本ルーチンを終了する。他方、条件が成立するときにはステップ２０４に進む。

【００３０】

ステップ２０４では、上流側O_2センサ７５の出力ＶＯＭをＡ／Ｄ変換して取り込む。次のステップ２０６では、ＶＯＭが基準電圧V_{R1}（例えば０．４５Ｖ）以下か否か、すなわち空燃比がリーンかリッチかを判別し、空燃比がリーン（ＶＯＭ≦V_{R1}）であれば、ステップ２０８に進む。ステップ２０８では、ディレイカウンタＣＤＬＹが正か否かを判別し、ＣＤＬＹ＞０であれば、ステップ２１０にてＣＤＬＹを０としてからステップ２１２に進み、一方、ＣＤＬＹ≦０であれば、直接ステップ２１２に進む。ステップ２１２では、ディレイカウンタＣＤＬＹから１を減算する。次いで、ステップ２１４では、ディレイカウンタＣＤＬＹを所定の最小値ＴＤＬと比較し、ＣＤＬＹ＜ＴＤＬのときには、ステップ２１６にてディレイカウンタＣＤＬＹを最小値ＴＤＬでガードし、ステップ２１８にて空燃比フラグＦ１を０（リーン）として、ステップ２３２に進み、一方、ＣＤＬＹ≧ＴＤＬのときには、直接ステップ２３２に進む。なお、最小値ＴＤＬは上流側O_2センサ７５の出力においてリッチからリーンへの変化があってもリッチ状態であるとの判断を保持するためのリーン判定遅延時間であって、負の値で定義される。

【００３１】

また、ステップ２０６においてリッチ（ＶＯＭ＞V_{R1}）と判定されるときには、ステップ２２０に進む。ステップ２２０では、ディレイカウンタＣＤＬＹが負か否かを判別し、ＣＤＬＹ＜０であれば、ステップ２２２にてＣＤＬＹを０としてからステップ２２４に進み、一方、ＣＤＬＹ≧０であれば、直接ステップ２２４に進む。ステップ２２４では、ディレイカウンタＣＤＬＹに１を加算する。次いで、ステップ２２６では、ディレイカウンタＣＤＬＹを所定の最大値ＴＤＲと比較し、ＣＤＬＹ＞ＴＤＲのときには、ステップ２２８にてディレイカウンタＣＤＬＹを最大値ＴＤＲでガードし、ステップ２３０にて空燃比フラグＦ１を１（リッチ）として、ステップ２３２に進み、一方、ＣＤＬＹ≦ＴＤＲのときには、直接ステップ２３２に進む。なお、最大値ＴＤＲは上流側O_2センサ７５の出力においてリーンからリッチへの変化があってもリーン状態であるとの判断を保持するためのリッチ判定遅延時間であって、正の値で定義される。

【００３２】
ステップ２３２では、空燃比フラグＦ１の値（０又は１）が変化したか否か、すなわち遅延処理後の空燃比が反転したか否かを判別する。空燃比が反転していれば、ステップ２３４にて、リッチからリーンへの反転か、リーンからリッチへの反転かを判別する。リッチからリーンへの反転であれば、ステップ２４０において、
ＦＡＦ←ＦＡＦ＋ＲＳＲ
として空燃比補正係数ＦＡＦをスキップ的に増大させ、逆に、リーンからリッチへの反転であれば、ステップ２４２において、
ＦＡＦ←ＦＡＦ－ＲＳＬ
として空燃比補正係数ＦＡＦをスキップ的に減少させる。つまり、スキップ処理を行う。
【００３３】
ステップ２３２にて空燃比フラグＦ１の値が変化していなければ、ステップ２３６、２４４及び２４６にて積分処理を行う。つまり、ステップ２３６にて“Ｆ１＝０”か否かを判別し、“Ｆ１＝０”（リーン）であればステップ２４４において、
ＦＡＦ←ＦＡＦ＋ＫＩＲ
とし、一方、“Ｆ１＝１”（リッチ）であればステップ２４６において、
ＦＡＦ←ＦＡＦ－ＫＩＬ
とする。ここで、積分定数ＫＩＲ及びＫＩＬは、スキップ定数ＲＳＲ及びＲＳＬに比して十分小さく設定してあり、つまり、ＫＩＲ＜ＲＳＲ、かつ、ＫＩＬ＜ＲＳＬ、である。したがって、ステップ２４４は、リーン状態（Ｆ１＝０）で燃料噴射量を徐々に増大させる一方、ステップ２４６は、リッチ状態（Ｆ１＝１）で燃料噴射量を徐々に減少させる。
【００３４】
ステップ２４８、２５０、２５２及び２５４では、演算された空燃比補正係数ＦＡＦが、所定の最小値（例えば０．８）以上で、かつ、所定の最大値（例えば１．２）以下となるように、ガード処理が施される。これにより、何らかの原因で空燃比補正係数ＦＡＦの演算結果が過度に大きく又は小さくなる場合においても、そのガード値で機関の空燃比が制御され、オーバリッチ又はオーバリーンになるのが防止される。
【００３５】
図６は、図４及び図５のメイン空燃比フィードバック制御を行った場合に、上流側O_2センサ７５で検出された空燃比（Ａ／Ｆ）変化（図６(A)）に対してカウンタＣＤＬＹ（同(B)）、フラグＦ１（同(C)）、空燃比補正係数ＦＡＦ（同(D)）がどのように変化するかを例示している。図６(A)に示すように、Ａ／Ｆがリーンからリッチに変化した場合でも、空燃比フラグＦ１（図６(C)）の値は直ちに０から１には変化せず、カウンタＣＤＬＹの値が０からＴＤＲに増大するまでの時間（図６(C)のT_1）の間は０のまま保持され、T_1経過後に０から１に変化する。また、Ａ／Ｆがリッチからリーンに変化した場合も、Ｆ１の値はカウンタＣＤＬＹの値が０からＴＤＬ（ＴＤＬは負の値）に減少するまでの時間（図６(C)のT_2）の間は１のまま保持され、T_2経過後に１から０に変化する。このため、図６(A)にＮで示したように、外乱等により上流側O_2センサ７５の出力が短い周期で変化したような場合でも、フラグＦ１の値は追従して変化しないため、空燃比制御が安定する。
【００３６】
メイン空燃比フィードバック制御の結果、空燃比補正係数ＦＡＦの値は図６(D)に示すように周期的に増減を繰り返し、機関空燃比はリッチ空燃比とリーン空燃比とに交互に変動する。また、図３で説明したように、ＦＡＦの値が増大すると燃料噴射時間ＴＡＵは増大し、ＦＡＦの値が減少すると燃料噴射時間ＴＡＵも減少する。
【００３７】
次に、下流側O_2センサ７６の出力に基づくサブ空燃比フィードバック制御について説明する。前述のように、サブ空燃比フィードバック制御としては、メイン空燃比フィードバック制御にて空燃比補正係数を演算する際の各種定数を下流側O_2センサの出力に基づいて修正するものと、下流側O_2センサの出力に基づく第２の空燃比補正係数を導入するも

のとがある。前者は、上述のＦＡＦ演算の際に使用される、スキップ量ＲＳＲ及びＲＳＬ、積分量ＫＩＲ及びＫＩＬ、判定遅延時間ＴＤＲ及びＴＤＬ、上流側O_2センサ出力判定用基準電圧V_{R1}、等を可変にするものである。

【００３８】

その中で、空燃比補正係数ＦＡＦのスキップ量ＲＳＲ及びＲＳＬを可変にするサブ空燃比フィードバック制御は、図６(D) から判るように、ＲＳＲが増大しＲＳＬが減少すると、機関空燃比のリッチ空燃比側への振れ幅が大きくなり、空燃比が全体的にリッチ空燃比側に移行する一方、逆に、ＲＳＲが減少しＲＳＬが増大すると、機関空燃比のリーン空燃比側への振れ幅が大きくなり、空燃比が全体的にリーン空燃比側に移行する、という知見に基づき、ＲＳＲ及びＲＳＬの値を増減せしめることにより、機関空燃比をリッチ側又はリーン側に変化させるものである。具体的には、下流側O_2センサによって感知される空燃比が継続してリーン又はリッチであるときには一定割合でＲＳＲを増大又は減少せしめるとともに、リッチからリーンへ又はリーンからリッチへと反転するときには所定のスキップ量だけ階段状にＲＳＲを増大又は減少せしめる。そして、空燃比補正係数ＦＡＦのリーンスキップ量ＲＳＬは、そのＲＳＬの値とＲＳＲの値との和が一定に維持されるように設定される。

【００３９】

図７は、空燃比補正係数ＦＡＦのスキップ量ＲＳＲ及びＲＳＬを可変にする従来のサブ空燃比フィードバック制御における下流側O_2センサ出力電圧ＶＯＳ、リッチスキップ量ＲＳＲ及びO_2ストレージ量ＯＳＣの挙動を例示するタイムチャートである。前述のように、サブ空燃比フィードバック制御は、基本的に、触媒のO_2ストレージ量を零と飽和との間で制御するものであり、O_2ストレージ量の増減は、基本的に、空燃比の理論空燃比からの偏移量と吸入空気質量流量との積の積算値によって決まる。すなわち、下流側O_2センサ出力信号は、主に、触媒のO_2ストレージ量をモニタする信号として使用され、その出力を基にして空燃比フィードバック系の制御量がコントロールされていることとなる。

【００４０】

図８は、外乱（減速リッチ）が発生したときの空燃比Ａ／Ｆ、下流側O_2センサ出力電圧ＶＯＳ及びリッチスキップ量ＲＳＲの挙動を示すタイムチャートである。外乱に対しては、従来、サブ空燃比フィードバック制御を停止することなく継続する場合（従来技術Ｉ）と、一定期間、サブ空燃比フィードバック制御を停止する場合（従来技術II）とがあった。

【００４１】

図８に示されるように、従来技術Ｉでは、外乱直後もＲＳＲが更新され、排気浄化性を維持するための空燃比補正が施されることとなるが、その補正量は十分なものではない。また、次のＶＯＳ反転時には、ＲＳＲのアンダシュートが大となり、触媒流入ガスがリーンとなる。そして、O_2ストレージ量の学習性は、不良となる。

【００４２】

一方、従来技術IIでは、外乱直後、ＲＳＲは更新されず、空燃比補正が施されないため、排気浄化性が悪化する。また、次のＶＯＳ反転時におけるＲＳＲのアンダシュートは多少改善される。さらに、O_2ストレージ量の学習性は、従来技術Ｉに比較して良好ではあるが、十分ではない。

【００４３】

そこで、本発明は、図８に示されるように、外乱直後、ＲＳＲに十分な補正を施すとともに、次のＶＯＳ反転時におけるＲＳＲのアンダシュートを抑制し、さらにはO_2ストレージ量の学習性をも良好に維持しようというものである。そのため、本発明では、下流側O_2センサ出力電圧ＶＯＳに基づきＲＳＲに対する新たな補正量を導入する。なお、下流側O_2センサ出力電圧ＶＯＳ又はそのなまし値を用いてもよいが、本実施形態では、O_2センサの特性のばらつきを吸収すべく、O_2センサの出力電圧ＶＯＳを学習し、その結果に基づいて、ＶＯＳを相対電圧ＲＶＯＳに変換するようにしている。

【００４４】

図９は、下流側O_2センサの出力電圧ＶＯＳの学習について説明するための図である。図９（Ａ）に示されるように、本実施形態においては、図示しないルーチンにより、ＶＯＳのハイ(high)側ピーク値ＶＯＳＨ及びロウ(low) 側ピーク値ＶＯＳＬが検出され、

ＶＯＳＨＡ←（１５＊ＶＯＳＨＡ＋ＶＯＳＨ）／１６

ＶＯＳＬＡ←（１５＊ＶＯＳＬＡ＋ＶＯＳＬ）／１６

なる演算により、なまし値ＶＯＳＨＡ及びＶＯＳＬＡが算出されている。

【００４５】

そして、図９（Ｂ）に示されるように、ＶＯＳ－ＲＶＯＳ平面上に、点（ＶＯＳＬＡ，０．１）と点（ＶＯＳＨＡ，０．９）とを結ぶ直線が描かれ、この関係を満たすように、出力電圧ＶＯＳに対する相対電圧値ＲＶＯＳが決定されることとなる。

【００４６】

図１０は、このようにして求められる下流側O_2センサ相対電圧値ＲＶＯＳからＲＳＲに対する補正量ＲＳＲＯＳＣＲ，ＲＳＲＯＳＣＬを求めるためのマップを示す図である。図１０（Ａ）のリッチ側マップによれば、ＲＶＯＳが大のとき、すなわちリッチのときには、ＲＳＲＯＳＣＲが負となり、ＲＳＲが減少せしめられ、空燃比がリーン側に向かうようにされる。一方、図１０（Ｂ）のリーン側マップによれば、ＲＶＯＳが小のとき、すなわちリーンのときには、ＲＳＲＯＳＣＬが正となり、ＲＳＲが増大せしめられ、空燃比がリッチ側に向かうようにされる。

【００４７】

図１１及び図１２は、下流側O_2センサ７６の出力に基づくサブ空燃比フィードバック制御ルーチンの処理手順を示すフローチャートであって、上述した図１０のマップによる補正を実施するものである。本ルーチンは、ＣＰＵ９１によって一定時間周期（例えば１６ｍｓ）で実行される。まず、ステップ３０２では、サブ空燃比フィードバック制御の実行条件が成立するか否かを判定する。具体的には、この条件は、下流側O_2センサが活性化していること、冷却水温が一定値以上であること、アイドル状態でないこと、上流側O_2センサによるフィードバック制御の実行中であること、吸入空気流量ＧＡが一定値以上であること、燃料カットからの復帰後所定時間が経過していること、等が共に成立することである。このサブ空燃比フィードバック制御実行条件が不成立のときには、ステップ３２２に進み、一方、成立するときには、ステップ３０４に進む。

【００４８】

ステップ３０４では、下流側O_2センサ７６の出力ＶＯＳをＡ／Ｄ変換して取り込む。次いで、ステップ３０６では、前述した図９（Ｂ）の関係より相対電圧値ＲＶＯＳを決定する。次いで、ステップ３０８では、ＲＶＯＳが基準電圧V_{R2}（例えば０．４５Ｖ）以上か否かを判定し、ＲＶＯＳ≧V_{R2}のときには、ステップ３１０に進む一方、ＲＶＯＳ＜V_{R2}のときには、ステップ３１２に進む。ステップ３１０では、前回の本ルーチンの走行時に決定され記憶されている下流側O_2センサ相対出力値ＲＶＯＳＯが基準電圧V_{R2}以上か否かを判定し、ＲＶＯＳＯ≧V_{R2}のときには、ステップ３１６に進む一方、ＲＶＯＳＯ＜V_{R2}のときには、ステップ３１４に進む。同様に、ステップ３１２では、ＲＶＯＳＯが基準電圧V_{R2}以上か否かを判定し、ＲＶＯＳＯ≧V_{R2}のときには、ステップ３１８に進む一方、ＲＶＯＳＯ＜V_{R2}のときには、ステップ３２０に進む。

【００４９】

かくして、ステップ３１４は、下流側O_2センサ出力が前回はリーンで今回はリッチを示すときに実行されることとなり、ＲＳＲのベース値ＲＳＲＢを比較的大きく減少させるべくＲＳＲＢから所定のスキップ量S_Lを減じる。また、ステップ３１８は、下流側O_2センサ出力が前回はリッチで今回はリーンを示すときに実行されることとなり、ＲＳＲＢを比較的大きく増大させるべくＲＳＲＢに所定のスキップ量S_Rを加える。

【００５０】

また、ステップ３１６は、下流側O_2センサ出力が前回も今回もリッチを示すときに実行されることとなり、ＲＳＲＢを比較的小さく減少させるべく、ＲＳＲＢから所定の積分量I_L（＜S_L）を減じる。また、ステップ３２０は、下流側O_2センサ出力が前回も今回

もリーンを示すときに実行されることとなり、ＲＳＲＢを比較的小さく増大させるべく、ＲＳＲＢに所定の積分量I_R（＜S_R）を加える。

【００５１】

ステップ３０２、３１４、３１６、３１８又は３２０に次いで実行されるステップ３２２では、下流側O_2センサが活性化しているか否かを判定し、活性化しているときにはステップ３２４に進む一方、活性化していないときにはステップ３２６に進む。ステップ３２４では、ＲＶＯＳが基準電圧V_{R2}以上か否かを判定し、ＲＶＯＳ≧V_{R2}のときにはステップ３２８に進む一方、ＲＶＯＳ＜V_{R2}のときには、ステップ３３０に進む。

【００５２】

ステップ３２８は、下流側O_2センサ出力がリッチを示すときに実行されるため、図１０（Ａ）のリッチ側マップＲＳＲＯＳＣＲを参照してＲＶＯＳに応じた補正量ＲＳＲＯＳＣを決定する。一方、ステップ３３０は、下流側O_2センサ出力がリーンを示すときに実行されるため、図１０（Ｂ）のリーン側マップＲＳＲＯＳＣＬを参照してＲＶＯＳに応じた補正量ＲＳＲＯＳＣを決定する。なお、下流側O_2センサが活性化していないときに実行されるステップ３２６では、ＲＳＲＯＳＣを０に設定する。

【００５３】

そして、ステップ３２６、３２８又は３３０に次いで実行されるステップ３３２では、以上のステップから決定されたベース値ＲＳＲＢと補正量ＲＳＲＯＳＣとに基づいて、

ＲＳＲ←ＲＳＲＢ＋ＲＳＲＯＳＣ

なる演算を実行し、メイン空燃比フィードバック制御で使用されるべきＦＡＦリッチスキップ量ＲＳＲを決定する。

【００５４】

ステップ３３４では、ＲＳＲと０．０２とを比較し、ＲＳＲ＜０．０２のときには、ステップ３３８にてＲＳＲに０．０２を代入する下限ガード処理を行ってステップ３４２に進む一方、０．０２≦ＲＳＲのときには、ステップ３３６に進む。ステップ３３６では、ＲＳＲと０．０８とを比較し、ＲＳＲ≦０．０８のときには、直接ステップ３４２に進む一方、０．０８＜ＲＳＲのときには、ステップ３４０にてＲＳＲに０．０８を代入する上限ガード処理を行ってからステップ３４２に進む。ステップ３４２では、

ＲＳＬ←０．１－ＲＳＲ

なる演算を行うことにより、メイン空燃比フィードバック制御で使用されるべきＦＡＦリーンスキップ量ＲＳＬを決定する。最後のステップ３４４では、次回の本ルーチンの走行に備え、ＲＶＯＳをＲＶＯＳＯとして記憶する。

【００５５】

図１３は、上述の制御による場合の下流側O_2センサ出力電圧ＶＯＳ、リッチスキップ量ＲＳＲ、触媒O_2ストレージ量ＯＳＣ及び触媒流入ガス空燃比の挙動を示すタイムチャートである。ＶＯＳがリッチからリーンへと変化した時点において、本発明の場合のＲＳＲは、従来のＲＳＲと同一の演算によるベース値ＲＳＲＢに、下流側O_2センサ相対電圧値による補正量ＲＳＲＯＳＣを加えたものとなるため、急に増大する。その結果、ＶＯＳの次の反転も早まる。

【００５６】

また、ＲＳＲの急増により、従来技術に比して、制御空燃比が急速にリッチ側に移行し、触媒流入ガス空燃比も急速にリッチとなる。そのため、触媒O_2ストレージ量ＯＳＣは、従来技術に比較して、飽和ゾーンより迅速に退出することとなる。結果として、排出ガス浄化性が向上する。

【００５７】

次に、本発明をO_2ストレージ量一定制御システムに対して適用する場合について説明する。近年、三元触媒が常に一定の安定した浄化性能を発揮しうるように空燃比を制御する内燃機関が開発されている。すなわち、三元触媒のO_2ストレージ能力は、排気ガスがリーン状態にあるときに過剰分の酸素を吸着し、排気ガスがリッチ状態にあるときに不足分の酸素を放出することにより、排気ガスを浄化するものであるが、このような能力は有限

なものである。従って、O_2 ストレージ能力を効果的に利用するためには、排気ガスの空燃比が次にリッチ状態又はリーン状態のいずれとなってもよいように、触媒中に貯蔵されている酸素の量を所定量（例えば、最大酸素貯蔵量の半分）に維持することが肝要であり、そのように維持されていれば、常に一定のO_2 吸着・放出作用が可能となり、結果として触媒による一定の酸化・還元能力が常に得られる。

【００５８】

このように触媒の浄化性能を維持すべくO_2 ストレージ量を一定に制御する内燃機関においては、例えば、空燃比をリニアに検出可能な全域空燃比センサ（Ａ／Ｆセンサ）が用いられ、比例及び積分動作（ＰＩ動作）によるフィードバック制御（Ｆ／Ｂ制御）が行われる。すなわち、

次回燃料補正量＝K_P ＊（今回燃料偏差）＋K_I ＊Σ（今までの燃料偏差）

但し、燃料偏差＝実筒内燃料量－目標筒内燃料量

実筒内燃料量＝実際に筒内で燃焼せしめられた燃料量

＝空気量検出値／空燃比検出値

目標筒内燃料量＝筒内吸気を目標空燃比の混合気とする筒内燃料量

＝空気量検出値／目標空燃比

K_P ＝比例項ゲイン

K_I ＝積分項ゲイン

なる演算により、フィードバック燃料補正量が算出される。

【００５９】

上記した燃料補正量の演算式からわかるように、その比例項は、O_2 センサによるフィードバック制御と同様に、空燃比をストイキに維持すべく作用する成分であり、積分項は、定常偏差（オフセット）を消去するように作用する成分である。すなわち、この積分項の作用により、触媒におけるO_2 ストレージ量が一定に維持される結果となる。例えば、急加速等でリーンガスが発生した場合には、かかる積分項の作用により、リッチガスが発生せしめられ、リーンガス発生の効果が相殺される。このようなO_2 ストレージ量を一定に維持するため故意に空燃比を変動させる制御は、カウンタ制御と呼ばれる。なお、かかるO_2 ストレージ量一定制御システムにおいても、Ａ／Ｆセンサの出力特性のばらつきを補償するために、触媒下流側にO_2 センサが設けられることがある。そして、そのO_2 センサの出力電圧の目標値からの偏差に応じて、Ａ／Ｆセンサの出力電圧が補正される。

【００６０】

ところで、その下流側O_2 センサ出力がリーンを示す場合には、触媒O_2 ストレージ量が飽和している可能性があり、基本的には制御空燃比をリッチ側にすることが望まれる。このような状況の下で、空燃比をリーンにするような外乱が発生したときには、制御空燃比をリッチとするカウンタ制御は強いものとすることが好ましい。一方、空燃比をリッチにするような外乱が発生したときには、制御空燃比をリーンとするカウンタ制御は弱いもので十分である。同様にして、下流側O_2 センサ出力がリッチを示す場合には、触媒O_2 ストレージ量が零となっている可能性があり、基本的には制御空燃比をリーン側にすることが望まれる。このような状況の下で、空燃比をリッチにするような外乱が発生したときには、制御空燃比をリーンとするカウンタ制御は強いものとすることが好ましい。一方、空燃比をリーンにするような外乱が発生したときには、制御空燃比をリッチとするカウンタ制御は弱いもので十分である。

【００６１】

そこで、本発明では、下流側O_2 センサの相対電圧値ＲＶＯＳからゲイン補正係数を求めるためのマップとして、図１４（Ａ）及び（Ｂ）を採用する。図１４（Ａ）は、上流側Ａ／Ｆセンサが、空燃比をリッチとする外乱を感知した場合に使用される。この場合、カウ

ンタ制御は空燃比をリーンにするものとなる。図１４（Ａ）によれば、ＲＶＯＳのリッチ側ではゲイン補正係数が１より大きくされる一方、ＲＶＯＳのリーン側ではゲイン補正係数が１より小さくされる。同様にして、図１４（Ｂ）は、上流側Ａ／Ｆセンサが、空燃比をリーンとする外乱を感知した場合に使用される。この場合、カウンタ制御は空燃比をリッチにするものとなる。図１４（Ｂ）によれば、ＲＶＯＳのリーン側ではゲイン補正係数が１より大きくされる一方、ＲＶＯＳのリッチ側ではゲイン補正係数が１より小さくされる。

【００６２】

図１４に示されるゲイン補正係数によりゲインK_P及びK_Iを補正した場合のカウンタ制御が図１５に示される。図１５（Ａ）に示されるように、下流側O_2センサの相対電圧値ＲＶＯＳがリーンを示す場合において、空燃比をリッチとする外乱が発生したときには、空燃比をリーンとするカウンタ制御は、従来技術に比較して弱くなる。その結果、NO_x排出量が抑制される。また、図１５（Ｂ）に示されるように、下流側O_2センサの相対電圧値ＲＶＯＳがリッチを示す場合において、空燃比をリーンとする外乱が発生したときには、空燃比をリッチとするカウンタ制御は、従来技術に比較して弱くなる。その結果、ＣＯ及びＨＣの排出量が抑制される。

【００６３】

以上、本発明の実施形態について述べてきたが、もちろん本発明はこれに限定されるものではなく、様々な実施形態を採用することが可能である。例えば、吸入空気流量ＧＡが大きくなるほど、補正量も大きくすることが好ましいため、下流側O_2センサの相対電圧値と吸入空気流量ＧＡとの二次元マップから補正量を求めるようにしてもよい。

【００６４】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、過渡状態で空燃比が荒れたときにおける瞬時的な空燃比の制御性とO_2ストレージ量の学習性とを両立させるサブ空燃比フィードバック制御が実現される。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施形態に係る空燃比制御装置を備えた電子制御式内燃機関の全体概要図である。

【図２】機関電子制御装置（エンジンＥＣＵ）のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図３】ＣＰＵによって実行される噴射量演算ルーチンの処理手順を示すフローチャートである。

【図４】ＣＰＵによって実行されるメイン空燃比フィードバック制御ルーチンの処理手順を示すフローチャート（１／２）である。

【図５】ＣＰＵによって実行されるメイン空燃比フィードバック制御ルーチンの処理手順を示すフローチャート（２／２）である。

【図６】メイン空燃比フィードバック制御により、上流側O_2センサで検出される空燃比（Ａ／Ｆ）の変化に対してカウンタＣＤＬＹ、フラグＦ１及び空燃比補正係数ＦＡＦがどのように変化するかを例示するタイムチャートである。

【図７】空燃比補正係数ＦＡＦのスキップ量ＲＳＲ及びＲＳＬを可変にする従来のサブ空燃比フィードバック制御における下流側O_2センサ出力電圧ＶＯＳ、リッチスキップ量ＲＳＲ及びO_2ストレージ量ＯＳＣの挙動を例示するタイムチャートである。

【図８】外乱（減速リッチ）が発生したときの空燃比Ａ／Ｆ、下流側O_2センサ出力電圧ＶＯＳ及びリッチスキップ量ＲＳＲの挙動を示すタイムチャートである。

【図９】下流側O_2センサの出力電圧の学習について説明するための図である。

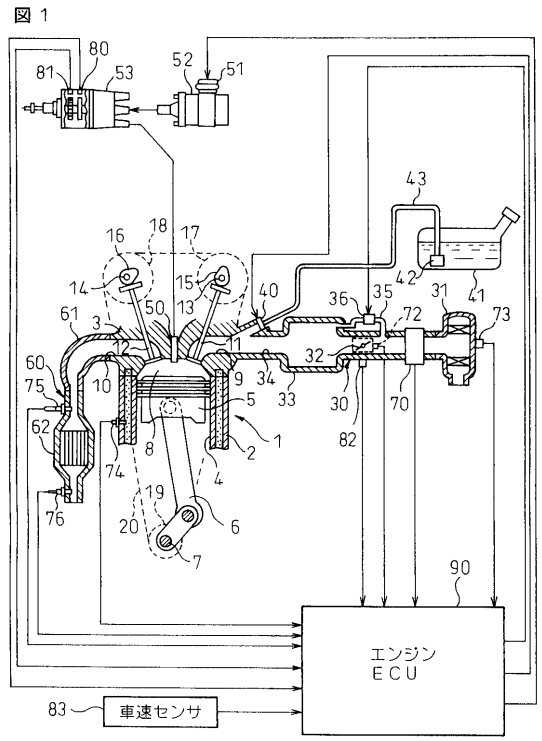
【図１０】下流側O_2センサの相対電圧値からＲＳＲに対する補正量を求めるためのマップを示す図である。

【図１１】ＣＰＵによって実行されるサブ空燃比フィードバック制御ルーチンの処理手順を示すフローチャート（１／２）である。

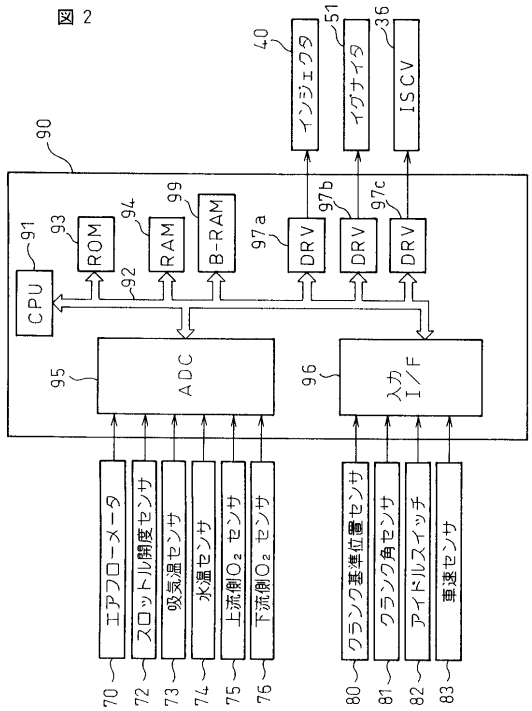
【図１２】ＣＰＵによって実行されるサブ空燃比フィードバック制御ルーチンの処理手順を示すフローチャート（２／２）である。
【図１３】本発明における下流側O_2センサ出力電圧ＶＯＳ、リッチスキップ量ＲＳＲ、触媒O_2ストレージ量ＯＳＣ及び触媒流入ガス空燃比の挙動を示すタイムチャートである。
【図１４】O_2ストレージ量一定制御システムにおける下流側O_2センサの相対電圧値からゲインに対する補正係数を求めるためのマップを示す図である。
【図１５】本発明をO_2ストレージ量一定制御システムに対して適用する場合のカウンタ制御について説明するための図である。
【符号の説明】
１…直列多気筒４ストロークサイクルレシプロガソリン機関
２…シリンダブロック
３…シリンダヘッド
４…シリンダ
５…ピストン
６…コネクティングロッド
７…クランクシャフト
８…燃焼室
９…吸気ポート
１０…排気ポート
１１…吸気バルブ
１２…排気バルブ
１３…吸気側カムシャフト
１４…排気側カムシャフト
１５…吸気側カム
１６…排気側カム
１７，１８，１９…タイミングプーリ
２０…タイミングベルト
３０…吸気通路
３１…エアクリーナ
３２…スロットルバルブ
３３…サージタンク
３４…吸気マニホルド
３５…アイドルアジャスト通路
３６…アイドル回転速度制御弁（ＩＳＣＶ）
４０…インジェクタ
４１…燃料タンク
４２…燃料ポンプ
４３…燃料配管
５０…点火プラグ
５１…イグナイタ
５２…点火コイル
５３…点火ディストリビュータ
６０…排気通路
６１…排気マニホルド
６２…触媒コンバータ
７０…エアフローメータ
７２…スロットル開度センサ
７３…吸気温センサ
７４…水温センサ

７５…上流側O_2センサ（メインO_2センサ）
７６…下流側O_2センサ（サブO_2センサ）
８０…クランク基準位置センサ
８１…クランク角センサ
８２…アイドルスイッチ
８３…車速センサ
９０…機関ＥＣＵ
９１…ＣＰＵ
９２…システムバス
９３…ＲＯＭ
９４…ＲＡＭ
９５…Ａ／Ｄ変換回路
９６…入力インタフェース回路
９７ａ，９７ｂ，９７ｃ…駆動回路
９９…バックアップＲＡＭ

【図１】

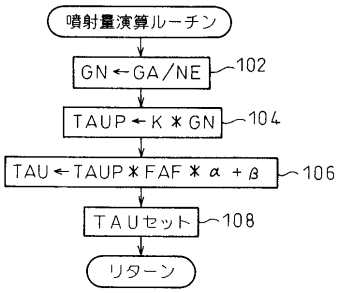


【図２】



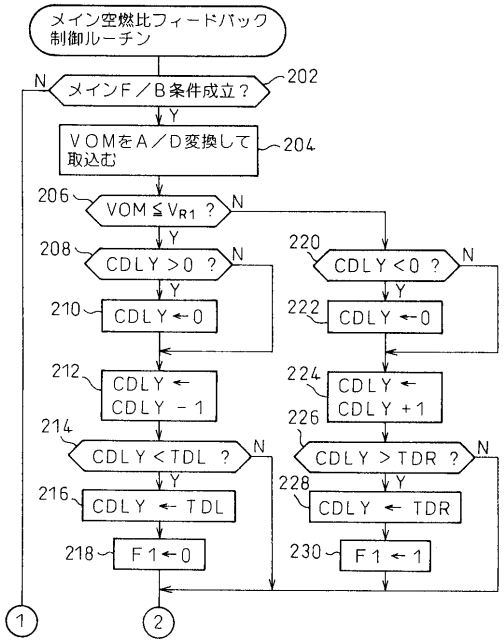
【図３】

図３



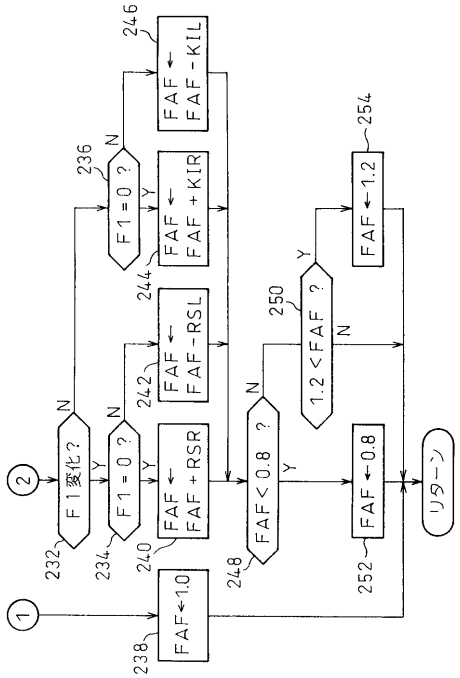
【図４】

図４



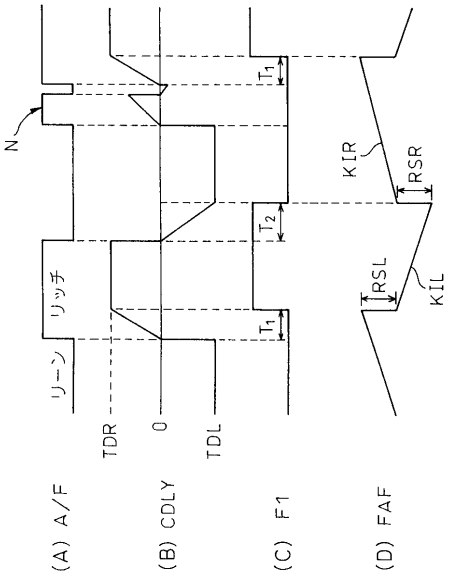
【図５】

図５



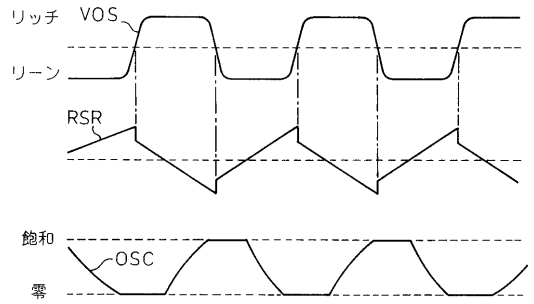
【図６】

図６



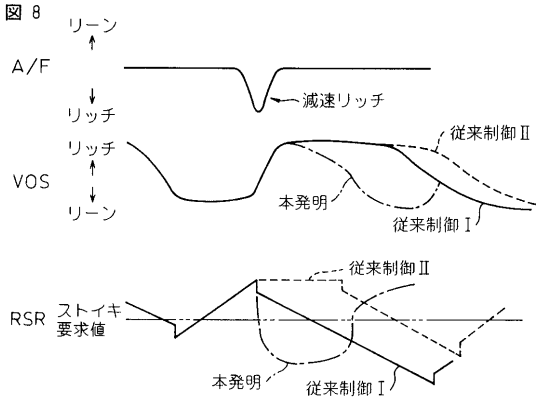
【図７】

図 7



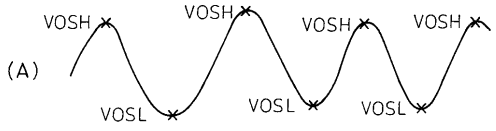
【図８】

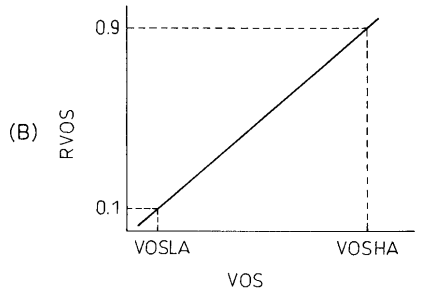
図 8



【図９】

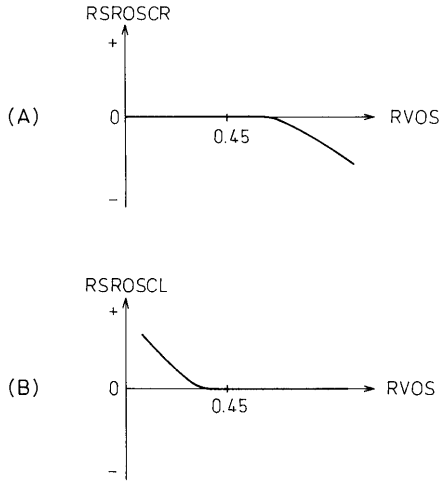
図 9





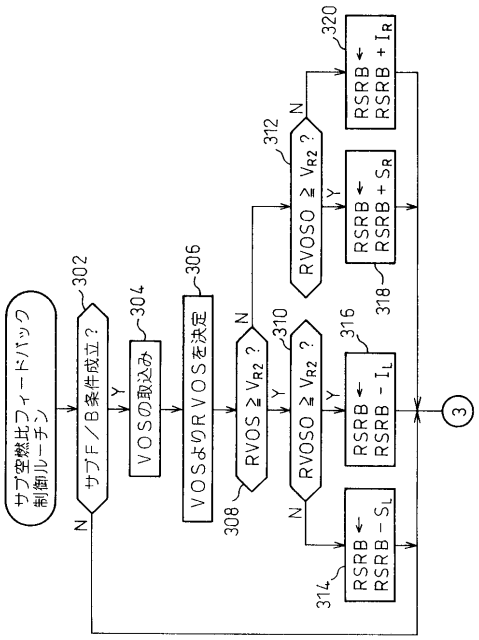
【図１０】

図 10



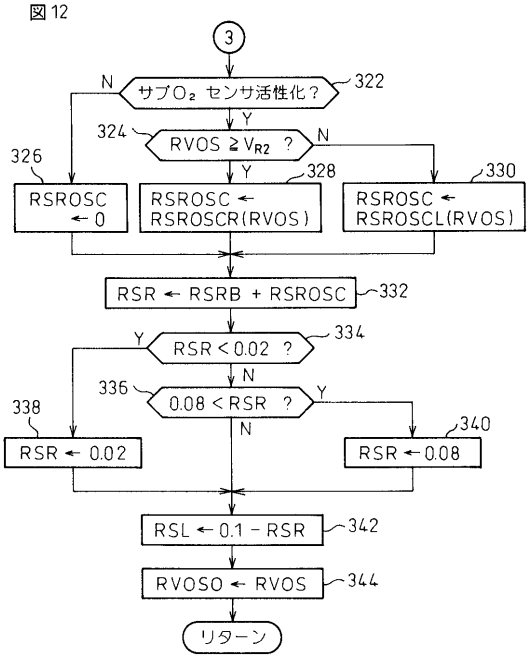
【図１１】

図 11



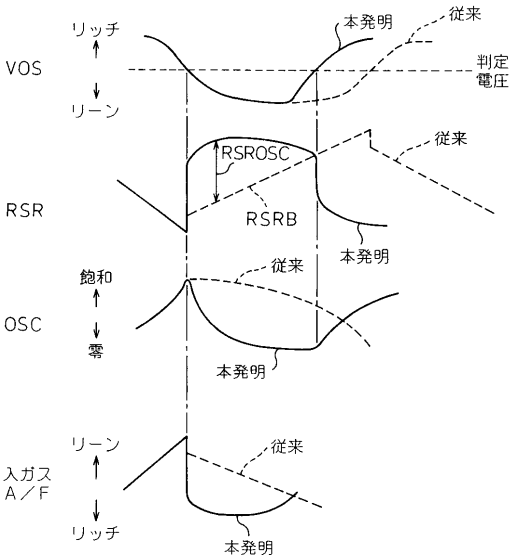
【図１２】

図12



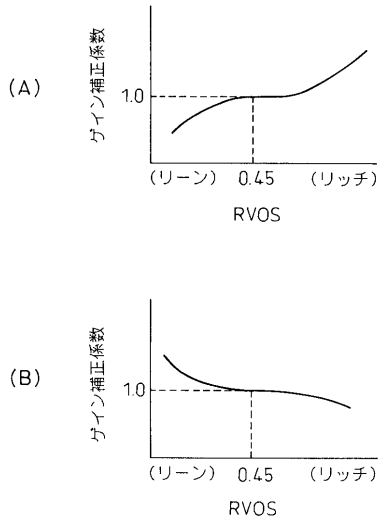
【図１３】

図13



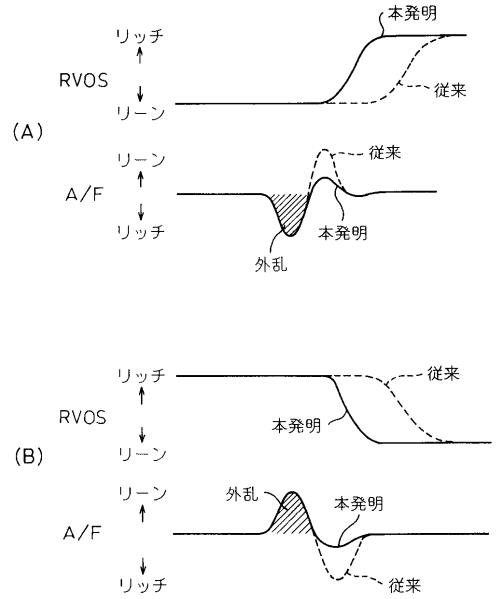
【図１４】

図14



【図１５】

図15



フロントページの続き

(72)発明者　光谷　典丈
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

審査官　岩瀬　昌治

(56)参考文献　特開昭６３－１９５３５１（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－０８２１１４（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２１８８５３（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１７７５７１（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－０２１２８３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
F02D 41/14　310
F02D 45/00　340