



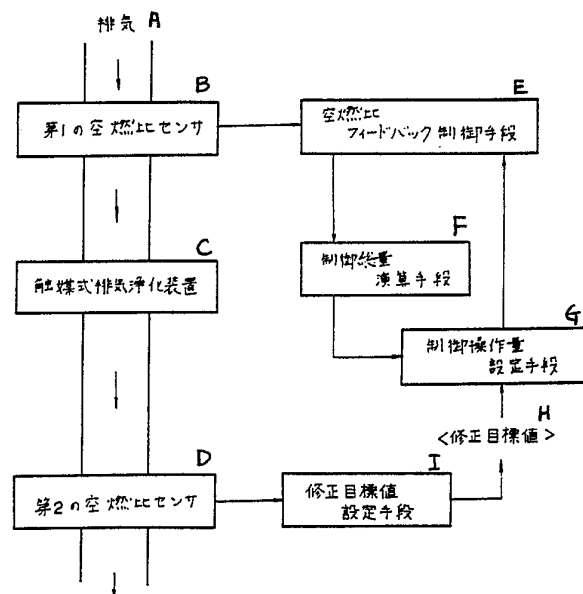
特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5 F02D 41/14		A1	(11) 国際公開番号 WO 91/17349
		(43) 国際公開日 1991年11月14日 (14. 11. 1991)	
(21) 国際出願番号 PCT/JP91/00607 (22) 国際出願日 1991年5月7日 (07. 05. 91) (30) 優先権データ 特願平 2/115892 1990年5月7日 (07. 05. 90) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 日本電子機器株式会社 (JAPAN ELECTRONIC CONTROL SYSTEMS CO., LTD.) [JP/JP] 〒372 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 Gunma, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 中庭伸平 (NAKANIWA, Shinpei) [JP/JP] 〒372 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 日本電子機器株式会社内 Gunma, (JP) (74) 代理人 弁理士 笹島富二雄 (SASAJIMA, Fujio) 〒105 東京都港区西新橋1丁目4番10号 第三森ビル Tokyo, (JP) (81) 指定国 DE, US.		添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title : METHOD OF CONTROLLING AIR-FUEL RATIO IN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND SYSTEM THEREFOR

(54) 発明の名称 内燃機関の空燃比制御方法及び装置

- A exhaust gas
 B first air-fuel ratio sensor
 C catalytic type exhaust gas purifier
 D second air-fuel ratio sensor
 E means for air-fuel ratio feedback control
 F means for calculating total amount of control
 G means for setting amount of control operation
 H correction target value
 I means for setting correction target value



(57) Abstract

A system for controlling an air-fuel ratio provided with oxygen sensors across a three-way catalytic converter to perform the feedback control of an air-fuel ratio, wherein a target correction value for rich-lean balance in the air-fuel ratio feedback control performed in response to an output from the oxygen sensor on the upstream side is corrected in response to an output from the oxygen sensor on the downstream side, so that the amount of operation for the feedback control is corrected so as to decrease the deviation between the said correction target value and the actual value. With the above-described arrangement, the magnitudes of fluctuations of an air-fuel ratio can be prevented from going excessively large while compensating for the shift of an air-fuel ratio control point caused by a change in the output characteristics of the oxygen sensor on the upstream side, so that the properties of exhaust gas can be kept satisfactory.

(57) 要約

三元触媒の上下流にそれぞれ酸素センサを備えて空燃比フィードバック制御を行う空燃比制御装置において、上流側の酸素センサの出力に基づいて行われる空燃比フィードバック制御のリッチ・リーンバランスの修正目標値を、下流側の酸素センサの出力に基づいて修正し、前記修正目標値と実際値との偏差を減少させる方向にフィードバック制御操作量を補正するようにした。

かかる構成により、上流側の酸素センサの出力特性変化に伴う空燃比制御点のずれを補償しつつ、空燃比の振れ巾が過大に大きくなることを抑止でき、排気性状の良好に維持できるようになる。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	ES	スペイン	ML	マリ
AU	オーストラリア	FI	フィンランド	MN	モンゴル
BB	バルバドス	FR	フランス	MR	モーリタニア
BE	ベルギー	GA	ガボン	MW	マラウイ
BF	ブルキナ・ファソ	GI	ギニア	NL	オランダ
BG	ブルガリア	GB	イギリス	NO	ノルウェー
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	PL	ポーランド
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	RO	ルーマニア
CA	カナダ	IT	イタリア	SD	スーダン
CF	中央アフリカ共和国	JP	日本	SE	スウェーデン
CG	コンゴ	KP	朝鮮民主主義人民共和国	SN	セネガル
CH	スイス	KR	大韓民国	SU	ソビエト連邦
CI	コート・ジボアール	LI	リヒテンシュタイン	TD	チャード
CM	カメルーン	LK	スリランカ	TG	トーゴ
CS	チェコスロバキア	LU	ルクセンブルグ	US	米国
DE	ドイツ	MC	モナコ		
DK	デンマーク	MG	マダガスカル		

明 細 書

内燃機関の空燃比制御方法及び装置

〈技術分野〉

本発明は内燃機関の空燃比制御方法及び装置に関し、詳しくは、自動車用内燃機関の排気系に設けられた触媒式排気浄化装置の上流側及び下流側それぞれにおいて、排気成分濃度に基づいて空燃比を検出し、該検出結果に基づいて機関吸入混合気 of 空燃比を目標空燃比にフィードバック制御するよう構成された空燃比制御方法及び装置に関する。

〈背景技術〉

従来から、排気浄化用に排気系に設けられる三元触媒における転換効率を良好に維持するために、機関吸入混合気 of 空燃比を理論空燃比にフィードバック制御することが行われている。

かかる空燃比フィードバック制御においては、排気中の酸素濃度を介して空燃比を検出する酸素センサ（空燃比センサ）を、応答性を確保するために燃焼室に比較的近い排気マニホールドの集合部などに設け、この酸素センサで検出される排気中の酸素濃度に基づいて理論空燃比（目標空燃比）に対する実際の空燃比のリッチ・リーンを検出し、該検出結果に基づいて機関への燃料供給量をフィードバック制御するようにしている。

しかしながら、上記のように燃焼室に比較的近い排気系に設けられる酸素センサは、高温排気に曝されることになるため、熱劣化などにより特性が変化し易いという問題があった。また、特に排気マニホールドの集合部に設けられる場合には、気筒毎の排気の混合が不十分であるために、全気筒の平均的な空燃比を検出することが困難であって、空燃比の検出精度にバラツキが発生するという問題があった。このため、前述の

2

ように燃焼室の近くに酸素センサを設けることで検出応答性は確保できるものの、該酸素センサのみを用いた空燃比フィードバック制御では、空燃比の制御精度を安定して得ることが困難であった。

かかる問題点に鑑み、従来の触媒上流側の酸素センサに加え、触媒の下流側にも酸素センサを設け、これら2つの酸素センサの検出値を用いて空燃比をフィードバック制御するものが提案されている（特開昭58-48756号公報等参照）。

即ち、下流側の酸素センサは、三元触媒の O_2 ストレージ効果（理論空燃比よりもリーン時は酸素量大、リッチ時は酸素量小の状態が継続して出力が遅延する。）によって応答性は悪いが、三元触媒においてCO, HC, NO_x の転換効率が最も良い空燃比を安定して検出できるため、上流側の酸素センサの劣化状態を補償した高精度で安定した検出性能が得られる。

そこで、2つの酸素センサの検出値に基づいてそれぞれに独立した空燃比のフィードバック制御を行わせたり、下流側の酸素センサで検出される空燃比が目標空燃比に近づく方向に、上流側の酸素センサによる空燃比フィードバック制御の操作量を修正させたりする。よって、上流側の酸素センサで空燃比制御の応答性を確保しつつ、下流側の酸素センサで空燃比制御の制御精度を補償して、高精度な空燃比フィードバック制御が行えるようにしている。

しかしながら、上記の従来の2つの酸素センサを用いた空燃比制御システムによると、その時々での下流側酸素センサの出力に基づき、機関への燃料供給量を直接更新しており、上流側の酸素センサの出力特性が変化した場合に、目標空燃比を得られる制御に戻すための制御の修正目標をもたなかったため、以下のように、制御のオーバーシュートが発生

してしまうことがあった。

即ち、下流側の酸素センサの出力は上流側に比べ大きな応答遅れがあるが、下流側の酸素センサで目標空燃比に対するリーン（リッチ）状態が検出されていると、従来制御では、かかるリーン（リッチ）状態を解消するように燃料供給量の補正を直接行うから、燃焼室内の空燃比が既にリーン（リッチ）状態からリッチ（リーン）状態に反転していても、下流側の酸素センサで検出される空燃比がかかる反転を示すまでは、実空燃比をリッチ化（リーン化）のための制御を継続することになる。

このため、下流側の酸素センサによる検出空燃比がリッチ・リーン反転する直前の段階では、制御がオーバーシュート現象を生じ、平均空燃比としては目標空燃比が得られても、前記オーバーシュートによって空燃比の変動幅が大きくなるので、前記オーバーシュート時にCO、HC、NO_xのスパイクが発生するという問題があった。

本発明は上記問題点に鑑みなされたもので、触媒下流側に設けられる空燃比センサの検出応答遅れに影響されて、空燃比フィードバック制御のオーバーシュートが発生することを防止することを目的とする。

具体的には、触媒上流側の空燃比センサの出力特性が熱劣化等により変化したときに、空燃比フィードバック制御を真に目標空燃比が得られる制御に修正するための修正目標値を、下流側の空燃比センサによる検出結果に基づいて設定し、該修正目標値と実際値との比較を行わせつつ、制御の修正を行わせることで、修正目標値を大きく越える制御の修正が行われないようにして、空燃比振れ幅の増大を回避することを目的とする。

また、前記修正目標値の設定が、下流側の空燃比センサで検出される空燃比に対して過敏に反応して、修正目標値値の設定安定性が損なわれ

4

ることを防止することを目的とする。

更に、前記修正目標値に対応する実際値が、空燃比フィードバック制御の一時的な変動に影響されることがないようにして、空燃比フィードバック制御の誤制御が誤って判断されたり、過敏に制御の修正が行われたりすることを防止することを目的とする。

〈発明の開示〉

上記目的達成のため本発明にかかる内燃機関の空燃比制御方法及び装置では、まず、基本的に、内燃機関の排気系に設けられた触媒式排気浄化装置の上流側及び下流側に、機関吸入混合気の実燃比によって変化する排気中の特定成分の濃度に感応して出力値が変化する第1及び第2の実燃比センサをそれぞれ設け、第1の実燃比センサの出力値に基づいて機関吸入混合気の実燃比を目標実燃比にフィードバック制御する。ここまでの構成は従来技術に存在する。

ここで、本発明にかかる特徴的な構成として、前記第1の実燃比センサを用いた実燃比フィードバック制御におけるリーン方向制御量の総量（実実燃比をリーン化させるために用いた制御量の総和）とリッチ方向制御量の総量（実実燃比をリッチ化させるために用いた制御量の総和）とをそれぞれに求める。一方、第2の実燃比センサの出力値に基づいて、前記リッチ方向とリーン方向とでのそれぞれの制御総量の相違の程度を示す差又は比等を含むパラメータの修正目標値を可変設定させる。そして、前記リッチ方向とリーン方向とでの制御総量の相違の程度を示すパラメータが、前記修正目標値になるように、前記第1の実燃比センサを用いた実燃比フィードバック制御における制御操作量を変化させるようにした。

即ち、第1の実燃比センサの出力特性が変化すると、換言すれば、何

らかの原因で第1の空燃比センサに検出誤差が生じると、目標空燃比が実際に得られるリーン方向制御量の総量とリッチ方向制御の総量とのバランスが変化する。ここで、初期のバランスを維持すべく制御するので、実際に目標空燃比に制御できなくなってくるが、このことは、第2の空燃比センサで検出される空燃比が目標空燃比からずれることによって検出されるので、前記バランス状態の目標である修正目標値を第2の空燃比センサの出力値に基づき変化させることで、前記バランスを目標空燃比相当レベルに随時修正し、第1の空燃比センサの検出結果に基づいて行われる空燃比フィードバック制御で正しく目標空燃比が得られるようにするものである。

前記第1及び第2の空燃比センサとしては、排気中の酸素濃度に感応して出力値が変化するセンサを用いることができ、空燃比フィードバック制御は、機関への燃料供給量をフィードバック制御して行わせることができる。

リーン方向制御量の総量及びリッチ方向制御量の総量は、第1の空燃比センサで検出される実際の空燃比の目標空燃比に対するリッチ・リーン反転間において求めるようにすれば良く、更に、前記総量をそれぞれに加重平均することで、制御バランスの一時的な変動に影響されることを回避することが可能となる。

また、空燃比フィードバック制御における目標空燃比と同じ目標空燃比に相当する値に第2の空燃比センサの出力値が近づくように、前記修正目標値を所定値ずつ変化させるよう構成すれば、修正目標値に一致させる制御によって空燃比フィードバック制御で得られる実空燃比を正しく目標空燃比に一致させることができる。

更に、第2の空燃比センサの出力値における所定の不感帯を設け、第

2の空燃比センサの出力値が前記所定の不感帯内であるときに修正目標値の可変設定が停止すれば、第2の空燃比センサの出力値に基づく修正目標値の設定が不安定になることを回避できる。

また、リーン方向制御量の総量とリッチ方向制御量の総量との相違の程度を示すパラメータが修正目標値になるように制御操作量を変化させるに当たっては、前記修正目標値に対する偏差に応じて制御操作量の補正值を設定し、この補正值を用いて制御操作量を変化させるようにすることが好ましく、ここで、前記偏差に対する補正值の特性を適宜設定することで、修正目標値と実際値とのずれが大きいときの応答性確保と、ずれが少ないときの安定性の確保とを、容易に実現できる。

〈図面の簡単な説明〉

第1図は本発明にかかる内燃機関の空燃比制御装置の基本構成を示すブロック図である。

第2図は本発明にかかる内燃機関の空燃比制御方法及び装置の一実施例のシステム概略図である。

第3図及び第4図はそれぞれ同上実施例における空燃比フィードバック制御の様子を示すフローチャートである。

第5図は同上実施例における空燃比フィードバック補正係数 α の変化特性を示すタイムチャートである。

第6図は三元触媒の転換効率と同上実施例における修正目標値との関係を示す線図である。

〈発明の実施例〉

本発明にかかる内燃機関の空燃比制御装置の概略構成は、第1図に示すとおりであり、かかる内燃機関の空燃比学習制御装置及び方法の実施例は第2図～第6図に示される。

一実施例を示す第2図において、機関1には、エアクリーナ2から吸気ダクト3、スロットル弁4及び吸気マニホールド5を介して空気が吸入される。吸気マニホールド5のブランチ部には各気筒毎に燃料噴射弁6が設けられている。前記燃料噴射弁6は、ソレノイドに通電されて開弁し、通電停止されて閉弁する電磁式燃料噴射弁であって、後述するコントロールユニット12からの駆動パルス信号により通電されて開弁し、図示しない燃料ポンプから圧送されプレッシャレギュレータにより所定の圧力に調整された燃料を吸気マニホールド5内に噴射供給する。

尚、本実施例では上記のようにマルチポイントインジェクションシステム(MP I方式)としたが、スロットル弁4の上流などに全気筒共通に単一の燃料噴射弁を設けるシングルポイントインジェクションシステム(SPI方式)であっても良い。

機関1の燃焼室にはそれぞれ点火栓7が設けられていて、これにより火花点火して混合気を着火燃焼させる。

そして、機関1からは、排気マニホールド8、排気ダクト9、三元触媒10及びマフラー11を介して排気が排出される。前記三元触媒10は、排気成分中のCO、HCを酸化し、また、NO_xを還元して、他の無害な物質に転換する触媒式排気浄化装置であり、機関吸入混合気を理論空燃比で燃焼させたときに還元・酸化の両転換効率が最も良好なものとなる(第6図参照)。

コントロールユニット12は、CPU、ROM、RAM、A/D変換器及び入出力インタフェースを含んで構成されるマイクロコンピュータを備え、各種のセンサからの検出出力を入力して、後述の如く演算処理して燃料噴射弁6の作動を制御する。

前記各種のセンサとしては、吸気ダクト3中に熱線式或いはフラップ

式などのエアフローメータ13が設けられていて、機関1の吸入空気流量 Q に応じた電圧信号を出力する。

また、クランク角センサ14が設けられていて、4気筒の場合、クランク角 180° 毎の基準信号と、クランク角 1° 又は 2° 毎の単位信号とを出力する。ここで、前記基準信号の周期、或いは、所定時間内における前記単位信号の発生数を計測することより、機関回転速度 N を算出することができる。

また、機関1のウォータジャケットの冷却水温度 T_w を検出する水温センサ15が設けられている。

更に、三元触媒10の上流側となる排気マニホールド8の集合部に第1の空燃比センサとしての第1酸素センサ16が設けられており、また、三元触媒10の下流側でマフラー11の上流側には第2の空燃比センサとしての第2酸素センサ17が設けられている。

前記第1酸素センサ16及び第2酸素センサ17は、排気中の特定成分としての酸素の濃度に感応して出力値が変化する公知のセンサであり、理論空燃比を境に排気中の酸素濃度が急変することを利用し、基準気体としての大気と排気との酸素濃度差に応じて理論空燃比よりもリッチであるときには1V付近の電圧を、また、理論空燃比よりもリーンであるときには0付近の電圧を出力するリッチ・リーンセンサである（第6図参照）。

ここにおいて、コントロールユニット12に内蔵されたマイクロコンピュータのCPUは、第3図及び第4図のフローチャートにそれぞれ示すROM上のプログラムに従って演算処理を行い、機関吸入混合気の空燃比が目標空燃比（理論空燃比）になるようにフィードバック制御を行いつつ機関1への燃料供給量を制御する。

尚、第1図に示される本発明にかかる空燃比制御装置の基本構成である空燃比フィードバック制御手段、制御総量演算手段、制御操作量設定手段、修正目標値設定手段としての機能は、前記第3図及び第4図のフローチャートにそれぞれ示すようにコントロールユニット12がソフトウェア的に備えている。

次に第3図及び第4図のフローチャートを参照しつつコントロールユニット12内のマイクロコンピュータの演算処理の様子を説明する。

第3図のフローチャートは、所定微小時間（例えば10ms）毎に実行され、空燃比フィードバック補正係数 α を比例積分制御で設定して、該空燃比フィードバック補正係数 α に基づいて基本燃料噴射量 T_p を補正して燃料噴射量 T_i を設定するプログラムであり、このプログラムで設定される燃料噴射量 T_i に対応する駆動パルス信号を、燃料噴射弁6に所定タイミングで出力して燃料噴射を実行させるようになっている。

まず、ステップ1（図中ではS1としてある。以下同様）では、排気マニホールド8の集合部、即ち、三元触媒10の上流側に設けられた第1酸素センサ16（ FO_2/S ）の出力値を FVO_2 にセットする。

次のステップ2では、ステップ1で FVO_2 にセットした出力値（電圧値）と、目標空燃比である理論空燃比相当のスライスレベルである所定電圧（例えば500mV）とを比較することによって、第1酸素センサ16で検出される機関吸入混合気空燃比が理論空燃比に対してリッチであるかリーンであるかを判別する（第5図参照）。

そして、ステップ2で $FVO_2 > 500\text{mV}$ であると判別されて、理論空燃比よりもリッチであるときには、ステップ3へ進み、フラグFRの判別を行う。

前記フラグFRは、後述するようにリーン判別の初回、即ち、リッチ

からリーンに反転した初回にゼロがセットされるようにしてあり、リーン状態ではゼロを保ち、然も、リーンからリッチへ反転した初回に1がセットされるようにしてあるので、ステップ3でフラグFRがゼロであると判別されたときは、リーンからリッチへの反転初回である。

ステップ3でフラグFRがゼロであると判別されたリッチへの反転初回時には、ステップ4へ進み、後述するように基本燃料噴射量 T_p に乘算される空燃比フィードバック補正係数 α （基準値＝1）の比例制御による減少設定を以下の式に従って行う。

$$\alpha \leftarrow \alpha - P \times SR$$

上式で、Pは予め設定された空燃比フィードバック制御における制御操作量としての比例定数であり、SR（%）は前記比例定数の補正係数（補正值）であって、後述するように空燃比フィードバック補正係数 α の増大（リッチ方向）制御量の総量と減少（リーン）方向制御量の総量との差と、該差の修正目標値との比較結果に基づいて可変設定されるようになっている。

次のステップ5では、今回上記のステップ4で空燃比フィードバック補正係数 α を減少させた量である $P \times SR$ を $\Sigma \alpha R$ にセットする。

次のステップ6では、空燃比がリーンであると判別されている間において、空燃比フィードバック補正係数 α を増大補正させて空燃比のリッチ化を図ったときの補正係数 α の増大制御量の総量をサンプリングした $\Sigma \alpha L$ をMLにセットする。尚、上記の $\Sigma \alpha L$ は、今回リッチに反転する前のリーン空燃比状態において補正係数 α を比例積分制御で増大補正した値の総量であり、MLにセットされた後はリセットされて、次のリーン空燃比状態での制御総量がセットされるようにする。

ステップ7では、前記フラグFRに1をセットする。これにより、次

回もリッチ判別されると、ステップ3でフラグFRが1であると判別されることにより、ステップ9へ進むことになる。

次のステップ8では、前記ステップ6で求めた最新のリーン状態における補正係数 α の増大補正の総量であるMLと、前回までの加重平均結果MLavとを加重平均して、その結果を新たにMLavにセットする。

一方、ステップ3でフラグFRが1であると判別されるリッチ空燃比の継続状態においては、ステップ9で補正係数 α を積分制御によって徐々に減少設定させる。ここでは、機関負荷に対応する燃料噴射量Tiと所定の積分定数Iとを乗算した値を補正係数 α から減算するようにしてあり($\alpha \leftarrow \alpha - I \times Ti$)、ここでの補正係数 α の減少制御量(制御操作量)は $I \times Ti$ となる。

従って、次のステップ10では、リッチ空燃比への反転初回に比例制御分の $P \times SR$ をセットした $\Sigma \alpha R$ に、ステップ9での減少制御量である $I \times Ti$ を加算して、該加算結果を新たに $\Sigma \alpha R$ とする。このように、リッチ空燃比への反転初回における比例制御での $P \times SR$ に対して、その後の積分制御における $I \times Ti$ がその都度加算されて、空燃比のリッチ状態において補正係数 α を全部でどれだけ減少制御したかが $\Sigma \alpha R$ (=リーン方向の制御操作量の総量)に設定されるようにしてある。

上記のリッチ状態における制御と略同様な制御がリーン状態においても行われるが、リーンへの反転初回における比例制御では、所定の比例定数Pに対して $(1 - SR)$ を乗算した結果を補正係数 α に加算するようにしてある(ステップ12)。従って、制御操作量の補正係数SRを増大させたときには、補正係数 α を比例制御で減少させる値が大きくなり、逆に、補正係数 α を比例制御で増大させる値が小さくなり、結果、空燃比フィードバック制御における空燃比制御点がリーン側にずれることにな

る。

また、リーンへの反転初回においては、前回までのリッチ空燃比状態において補正係数 α を減少制御した総量がサンプリングされている $\Sigma \alpha R$ をMRにセットし（ステップ14）、このMRの加重平均値MRavを演算する（ステップ16）。

更に、空燃比リーン状態において、補正係数 α を増大制御した値の総量を $\Sigma \alpha L$ に積算していく制御も行われる（ステップ13, 18）。

上記のようにして、空燃比のリッチ・リーン反転時に更新設定されるリッチ状態における補正係数 α の減少補正の総量MRav及びリーン状態における補正係数 α の増大補正の総量MLavは、ステップ19の演算処理で用いられる。

ステップ19は、リッチ又はリーンへの反転初回に実行されるものであり、上記のようにして算出されるMLavとMRavとの差、即ち、リーン方向制御総量の加重平均値MRavと、リッチ方向制御総量の加重平均値MLavとの偏差（総量相互の相違の程度を示すパラメータ）を求め（ $MLav - MRav$ ）、この差を ΔD にセットする。尚、前記偏差 ΔD が、リッチ方向とリーン方向とでの制御総量相互の相違の程度を示すパラメータに相当する。

そして、次のステップ20では、前記ステップ19で求めた ΔD と該 ΔD の修正目標値との差（ $\Delta D - \text{修正目標値}$ ）に基づいて、前記比例定数Pの補正係数であるSRの更新設定を行わせる。

即ち、 $\Delta D - \text{修正目標値}$ が略ゼロであって、 ΔD が略修正目標値と一致しているときには、前記補正係数SRは更新されないが、図中に示すように、 $\Delta D - \text{修正目標値}$ がプラスの値となった場合、換言すれば、修正目標値に対してリッチ方向の制御量MLavが大きすぎて（MRavが小

13

さすぎて)、修正目標値に対して制御点がリッチ側にずれているときには、SRがプラス側に補正設定されるようにしてある。

補正係数SRがプラス補正されると、 $P \times SR$ が大きくなり、逆に、 $P \times (1 - SR)$ が小さくなるから、ステップ4において補正係数 α が比例制御で減少する割合が大きくなり、逆に、ステップ12において補正係数 α が比例制御で増大する割合が小さくなる。従って、SRがプラス補正されると、リッチ方向の制御量 ML_{av} を減少させ、 MR_{av} を増大させる方向に補正されることになり、これによって、 $\Delta D (= ML_{av} - MR_{av})$ を減少させて修正目標値に近づけることができる。

逆に、 ΔD - 修正目標値がマイナス側の値となったときには、SRはマイナス側に補正され、これによって ML_{av} が大きくなり MR_{av} が小さくなって ΔD を大きくすることができるから、この場合にも ΔD を修正目標値に近づけることができる。

尚、 ΔD - 修正目標値がゼロ近傍であるときには、 ΔD - 修正目標値に応じたSRの補正値がゼロ近傍に設定されるようにして、修正目標値に近い ΔD で空燃比フィードバック制御されているときの安定性を図り、 ΔD - 修正目標値が大きくプラス又はマイナス側に振れているときには、大きく補正係数SRが補正されて応答性が確保できるようにしてある。

前記偏差 ΔD の修正目標値は、第1酸素センサ16による空燃比フィードバック補正によって実際に得られる空燃比を決定することになり、第1酸素センサ16の出力特性が熱劣化などで変化して理論空燃比を境とした出力反転特性がずれた場合でも、前記修正目標値を理論空燃比相当とすれば、第1酸素センサ16に基づいて理論空燃比にフィードバック制御させることができる(第6図参照)。

即ち、例えば初期状態において $ML_{av} : MR_{av} = 50 : 50$ で理論空燃比

14

にフィードバック制御できていても、第1酸素センサ16の出力特性が変化すると、例えば $MLav : MRav = 45 : 55$ にして初めて理論空燃比にフィードバック制御されるようになることがある。このとき、 $MLav : MRav = 50 : 50$ では理論空燃比に制御されてなく、目標よりもリッチ側に空燃比がずれていることが分かれば、 ΔD の修正目標値を徐々に減少させることで前記SRが増大補正されるようになり、これによって $MLav$ を減少させ、 $MRav$ を増大させる方向に補正して、理論空燃比相当の $MLav : MRav = 45 : 55$ に近づけることができるものである（第6図参照）。ここで、後述するように第1酸素センサ16に基づくフィードバック制御で得られる空燃比の理論空燃比（目標空燃比）からのずれを第2酸素センサ17の出力に基づいて検出し、このずれに基づいて修正目標値を増減変化させるようにしてある。

上記のようにして、空燃比フィードバック補正係数 α が設定されると、本プログラム実行毎に処理されることになるステップ21で、前記補正係数 α を用いた燃料噴射量 T_i の設定が行われる。

ステップ21では、まず、エアフローメータ13で検出される吸入空気流量 Q と、クランク角センサ14からの検出信号に基づいて算出される機関回転速度 N とから、基本燃料噴射量 T_p （ $= K \times Q / N$ ； K は定数）を演算する一方、水温センサ15で検出される冷却水温度 T_w を主とした機関運転条件による各種補正係数 $COEF$ を設定し、また、バッテリー電圧による燃料噴射弁6の有効開弁時間の変化を補正するための補正分 T_s を設定し、これらの補正值と前記空燃比フィードバック補正係数 α とによって前記基本燃料噴射量 T_p を補正して最終的な燃料噴射量 T_i （ $\leftarrow 2 T_p \times \alpha \times COEF + T_s$ ）を設定する。

コントロールユニット12は、所定の燃料噴射タイミングになったとき

に、上記ステップ21で本プログラム実行毎に更新演算される燃料噴射量 T_i の最新値を読み出して、該燃料噴射量 T_i に対応するパルス巾の駆動パルス信号を燃料噴射弁6に出力することにより、燃料噴射弁6による燃料噴射量を制御する。

ところで、上記のように、 ΔD の修正目標値を理論空燃比相当に可変設定する必要がある、かかる修正目標値の設定制御を第4図のフローチャートに従って以下に説明する。

第4図のフローチャートに示すプログラムは、微小時間（例えば10ms）毎に実行されるようになっており、まず、ステップ31では、三元触媒10の下流側に設けた第2酸素センサ17の出力電圧を RV_{O_2} にセットする。

そして、次のステップ32では、前記ステップ31で第2酸素センサ17の出力電圧をセットした RV_{O_2} が、理論空燃比を中心とする所定電圧範囲に含まれているか否かを判別する。

ここで、理論空燃比相当のスライスレベルを例えば500mv とすると、この値を中心とする例えば400 ~ 600mv を不感帯として設定し、第2酸素センサ17の出力電圧 RV_{O_2} がこの不感帯内であれば、空燃比が理論空燃比になっているものと見做し、600mv を越える電圧が出力されているときに空燃比がリッチ、400mv 未満の電圧が出力されているときにリーンであると判別されるようにする。

上記のようにして一定値のスライスレベルとの比較でリッチ・リーンを判定させるのではなく、所定電圧範囲以外でリッチ・リーン判定させるようにすることで不感帯を設けたものである。第1酸素センサ16によるリッチ・リーン判定は、応答速度の確保のために一定値のスライスレベルと比較することによって行わせることが望ましいが、三元触媒10の下流側に設けられる第2酸素センサ17は元々応答速度が低く、然も、第

16

1 酸素センサ16の出力に基づいて行われる空燃比フィードバック制御における制御空燃比の第6図に示すようなウィンドを越えるズレを検出できれば良いので、上記のように不感帯を設けるようにした。

第2酸素センサ17は、前述のように三元触媒10の下流側に設けられるから、比較的低い温度の排気に曝されることになり、また、鉛、イオウなどの有害物質が三元触媒10でトラップされて被毒が避けられるので、劣化し難い状況にあり、然も、各気筒からの排気が十分に混合にされて略平衡状態の酸素濃度を検出することができる。従って、第1酸素センサ16に対して第2酸素センサ17の検出信頼性が高く、然も、第1酸素センサ16による空燃比フィードバック制御でリッチ・リーンを繰り返す空燃比の制御中心を検出することができる。

従って、ステップ32で空燃比が不感帯を越えてリッチ化していると判別されたときには、第1酸素センサ16に基づいて理論空燃比にフィードバック制御させているつもりが、実際には目標よりもリッチ側にずれていることになり、この場合は、ステップ33へ進んで前記 ΔD の修正目標値を所定微小値 m （例えば0.0001%）だけ減少させる。

この修正目標値は、前記第3図のフローチャートにおけるステップ20で用いられるものであり、修正目標値が減少すると ΔD - 修正目標値がプラス側に変化し、補正係数 SR を増大補正することになる。補正係数 SR が増大補正されると、比例制御によって補正係数 α を減少させる量が大きくなって、逆に、比例制御によって補正係数 α を増大させる量（ $=P \times SR$ ）が小さくなるから、減少制御量側の MR_{av} が増大し、増大制御量側の ML_{av} が減少する。これにより、 $\Delta D = ML_{av} - MR_{av}$ が減少するから、リッチ検出によって減少させられた修正目標値に $\Delta D = ML_{av} - MR_{av}$ が近づくことになる。

17

第2酸素センサ17によるリッチ検出が継続している間は修正目標値が所定微小値 m ずつ徐々に減少するが、その割合を十分に小さくしてあり、これに対して ΔD が目標に近づく速度を比較的早くしてあるので、 ΔD が目標にどんどん近づいていって、補正係数 SR の補正量をゼロ近傍にすることになり、かかる補正係数 SR の補正を何回か繰り返すことによって修正目標値が理論空燃比相当の値となって、結果、理論空燃比相当の ΔD を得て、第2酸素センサ17で検出される空燃比が略理論空燃比付近になるフィードバック制御に戻すことができる。

一方、ステップ32で空燃比がリーンであると判別されたときにはステップ34で目標を所定値 m だけ増大させ、 ΔD を現状よりも増大させることにより、上記の場合と同様にして空燃比フィードバック制御で実際に得られる空燃比を理論空燃比に戻すことができる。

従って、熱的影響を受け易く、然も、被毒量の比較的多い第1酸素センサ16が劣化して、その出力特性が変化したために、初期の制御定数を用いたのでは空燃比フィードバック制御で得られる空燃比が目標空燃比である理論空燃比からずれるようになったときに、これを補償して理論空燃比へのフィードバックを実行させることができるようになる。

尚、目標の変化速度を上記のように十分に小さくしても、第1酸素センサ16の劣化による特性変化が急激に起こることが少ないので充分に対応させることができる。

ここで、第2酸素センサ17で検出される空燃比に応じて増減設定される修正目標値と実際の ΔD とを比較して比例制御の操作量（比例定数 P を補正する補正係数 SR ）を変化させるので、修正目標値から遠い場合には大きく変化させる一方、目標に近い場合には操作量の変化を鈍らすという望ましい制御が容易に行え、応答性を確保しつつ修正目標値に近

18

づくときのオーバーシュート（リーン・リッチスパイクの発生）を抑止させることができ、以て、空燃比の振れ巾を抑止して、三元触媒10における転換効率を良好に維持できる。

換言すれば、第2酸素センサ17の出力に基づく空燃比フィードバック制御によって理論空燃比を精度良く得るための修正目標値を設定し、該修正目標値と実際値との偏差に応じて制御操作量を補正するから、制御操作量の修正を最適に行って、無用な空燃比の振れを抑止できるものであり、本実施例のように、目標空燃比に達するリッチ・リーンのみを検出する酸素センサを用いる場合であっても、見掛け上は真の実空燃比と目標空燃比との偏差に対応するような修正を行わせることができるものである。

また、前記ステップ32におけるリッチ・リーン判定において、例えば500mvのスライスレベルとの比較を行わせるようにしても良いが、本実施例のように第2酸素センサ17によるリッチ・リーン検出の不感帯を設けてあれば、更に、目標空燃比付近での無用な制御操作量（比例定数P）の増減補正を避けることができる。

尚、酸素センサ16, 17が空燃比をリニアに計測できるものである場合には、三元触媒10の転換効率が悪化である目標空燃比状態と、第2酸素センサ17で検出される実際の空燃比とのずれ量が分かるので、前記第4図のフローチャートにおいて目標を増減させる所定微小値 m を前記空燃比ずれ量に応じて変化させるようにすることもでき、この場合には更に応答性を向上させつつ空燃比の振れ巾を三元触媒のストレージ効果が発揮される所定巾内に抑えることができる。

本実施例では、減少補正の総量 MR_{av} と増大補正の総量 ML_{av} との相違の程度を示すパラメータとして偏差 ΔD を求め、この偏差 ΔD を目標

に近づけるように、比例制御の操作量を増減変化させるようにしたが、減少補正の総量 MR_{av} と増大補正の総量 ML_{av} との比を、相互の相違の程度を示すパラメータとして用い、この比を目標に近づけるように構成しても、同様な効果が得られる。

〈産業上の利用可能性〉

以上のように本発明による内燃機関の空燃比制御方法及び装置によると、空燃比フィードバック制御の精度を長期に渡って安定させつつ、空燃比の変動巾を十分に抑制できるので、電子制御燃料噴射式ガソリン内燃機関の空燃比制御に最も適しており、内燃機関の品質・性能を高める上で極めて有効なものである。

請求の範囲

(1)内燃機関の排気系に設けられた触媒式排気浄化装置の上流側及び下流側にそれぞれ設けられ、機関吸入混合気の空燃比によって変化する排気中の特定成分の濃度に感応して出力値が変化する第1及び第2の空燃比センサを備えて構成され、前記第1の空燃比センサの出力値に基づいて機関吸入混合気の空燃比を目標空燃比にフィードバック制御するステップと、該空燃比フィードバック制御における空燃比のリーン方向制御量の総量とリッチ方向制御の総量とをそれぞれに演算するステップと、前記総量相互の相違の程度を示すパラメータの修正目標値を前記第2の空燃比センサの出力値に基づいて可変設定するステップと、前記前記総量相互の相違の程度を示すパラメータが前記修正目標値になるように前記空燃比フィードバック制御における制御操作量を可変設定するステップとからなる内燃機関の空燃比制御方法。

(2)前記第1及び第2の空燃比センサが、排気中の酸素濃度に感応して出力値が変化するセンサである請求項1記載の内燃機関の空燃比制御方法。

(3)前記空燃比フィードバック制御を、機関への燃料供給量のフィードバック制御によって行う請求項1記載の内燃機関の空燃比制御方法。

(4)前記リーン方向制御量の総量及びリッチ方向制御量の総量を、前記第1の空燃比センサで検出される実際の空燃比の目標空燃比に対するリッチ・リーン反転間において求める請求項1記載の内燃機関の空燃比制御方法。

(5)前記リーン方向制御量の総量とリッチ方向制御量の総量とをそれぞれに加重平均する請求項1記載の内燃機関の空燃比制御方法。

(6)前記修正目標値が、空燃比フィードバック制御における目標空燃比

21

と同じ目標空燃比に相当する値に前記第2の空燃比センサの出力値が近づく方向に所定値ずつ可変設定される請求項1記載の内燃機関の空燃比制御方法。

(7)前記第2の空燃比センサの出力値における所定の不感帯を設け、第2の空燃比センサの出力値が前記不感帯内であるときに修正目標値の可変設定を停止する請求項1記載の内燃機関の空燃比制御方法。

(8)前記リーン方向制御量の総量とリッチ方向制御量の総量との相違を示すパラメータと、前記修正目標値との偏差に応じて制御操作量の補正値を設定し、該補正値を用いて制御操作量を可変とする請求項1記載の内燃機関の空燃比制御方法。

(9)内燃機関の排気系に設けられた触媒式排気浄化装置の上流側及び下流側にそれぞれ設けられ、機関吸入混合気の空燃比によって変化する排気中の特定成分の濃度に感応して出力値が変化する第1及び第2の空燃比センサと、

前記第1の空燃比センサの出力値に基づいて機関吸入混合気の空燃比を目標空燃比にフィードバック制御する空燃比フィードバック制御手段と、

該空燃比フィードバック制御手段による空燃比のリーン方向制御量の総量とリッチ方向制御量の総量とをそれぞれ演算する制御総量演算手段と、

該制御総量演算手段で演算されるリーン方向制御量の総量とリッチ方向制御量の総量との相違の程度を示すパラメータが修正目標値になるように前記空燃比フィードバック制御手段における制御操作量を可変設定する制御操作量設定手段と、

前記第2の空燃比センサの出力値に基づいて前記修正目標値を可変設

定する修正目標値設定手段と、

を含んで構成した内燃機関の空燃比制御装置。

(10)前記第1及び第2の空燃比センサが、排気中の酸素濃度に感応して出力値が変化するセンサである請求項9記載の内燃機関の空燃比制御装置。

(11)前記空燃比フィードバック制御手段が、機関への燃料供給量をフィードバック制御することによって機関吸入混合気の空燃比を目標空燃比にフィードバック制御するよう構成された請求項9記載の内燃機関の空燃比制御装置。

(12)前記制御操作量設定手段におけるリーン方向制御量の総量及びリッチ方向制御量の総量を、前記第1の空燃比センサで検出される実際の空燃比の目標空燃比に対するリッチ・リーン反転間における制御量の総量とする請求項9記載の内燃機関の空燃比制御装置。

(13)前記制御総量演算手段が、リーン方向制御量の総量とリッチ方向制御量の総量とをそれぞれに加重平均して求めるよう構成された請求項9記載の内燃機関の空燃比制御装置。

(14)前記修正目標値設定手段が、前記空燃比フィードバック制御手段と同じ目標空燃比に相当する値に前記第2の空燃比センサの出力値が近づく方向に修正目標値を所定値ずつ可変設定するよう構成された請求項9記載の内燃機関の空燃比制御装置。

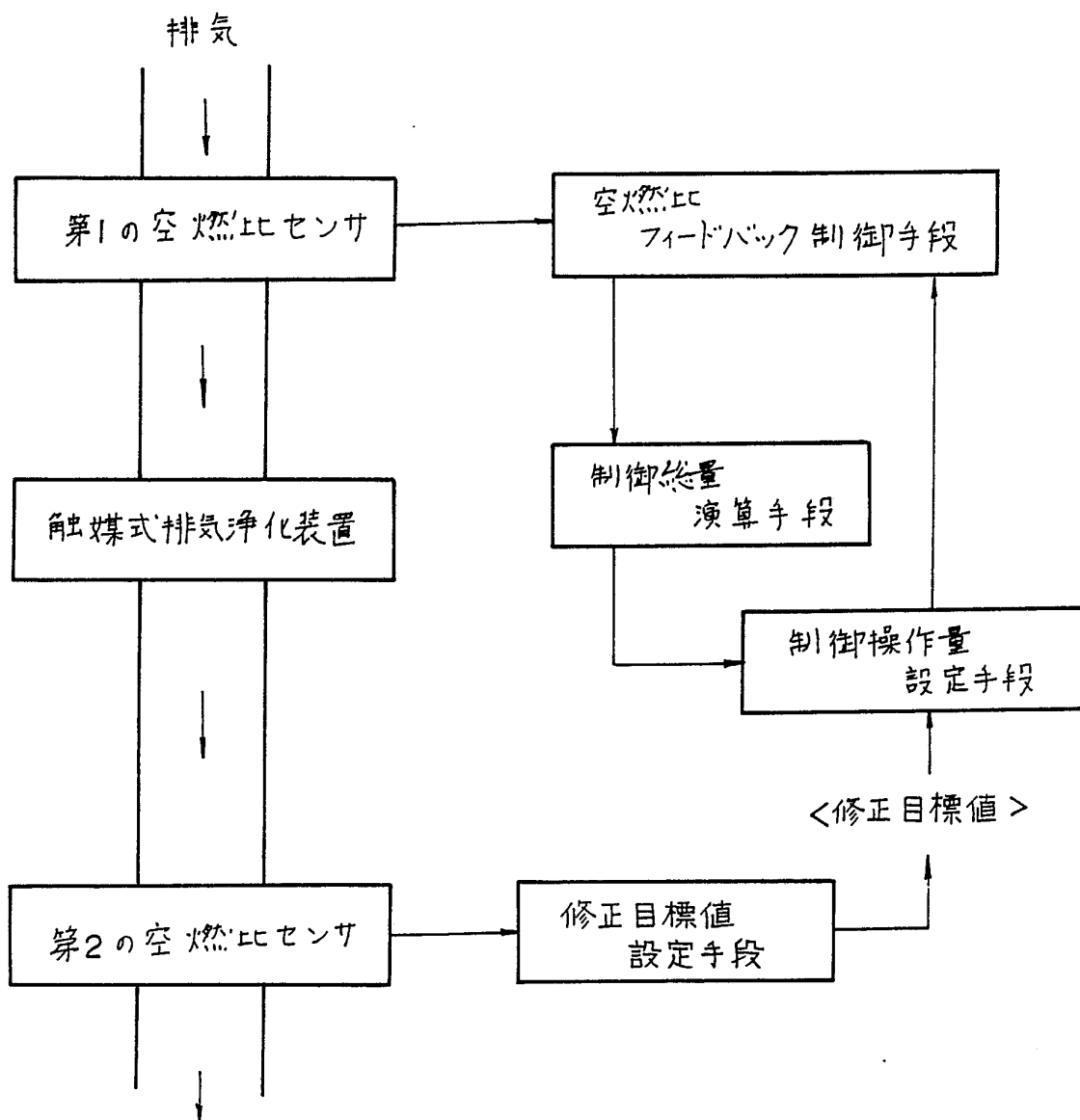
(15)前記第2の空燃比センサの出力値における所定の不感帯を設け、前記修正目標値設定手段が、前記第2の空燃比センサの出力値が前記所定の不感帯内であるときに修正目標値の可変設定を停止するよう構成された請求項9記載の内燃機関の空燃比制御装置。

(16)前記制御操作量設定手段が、前記制御総量演算手段で演算されるリ

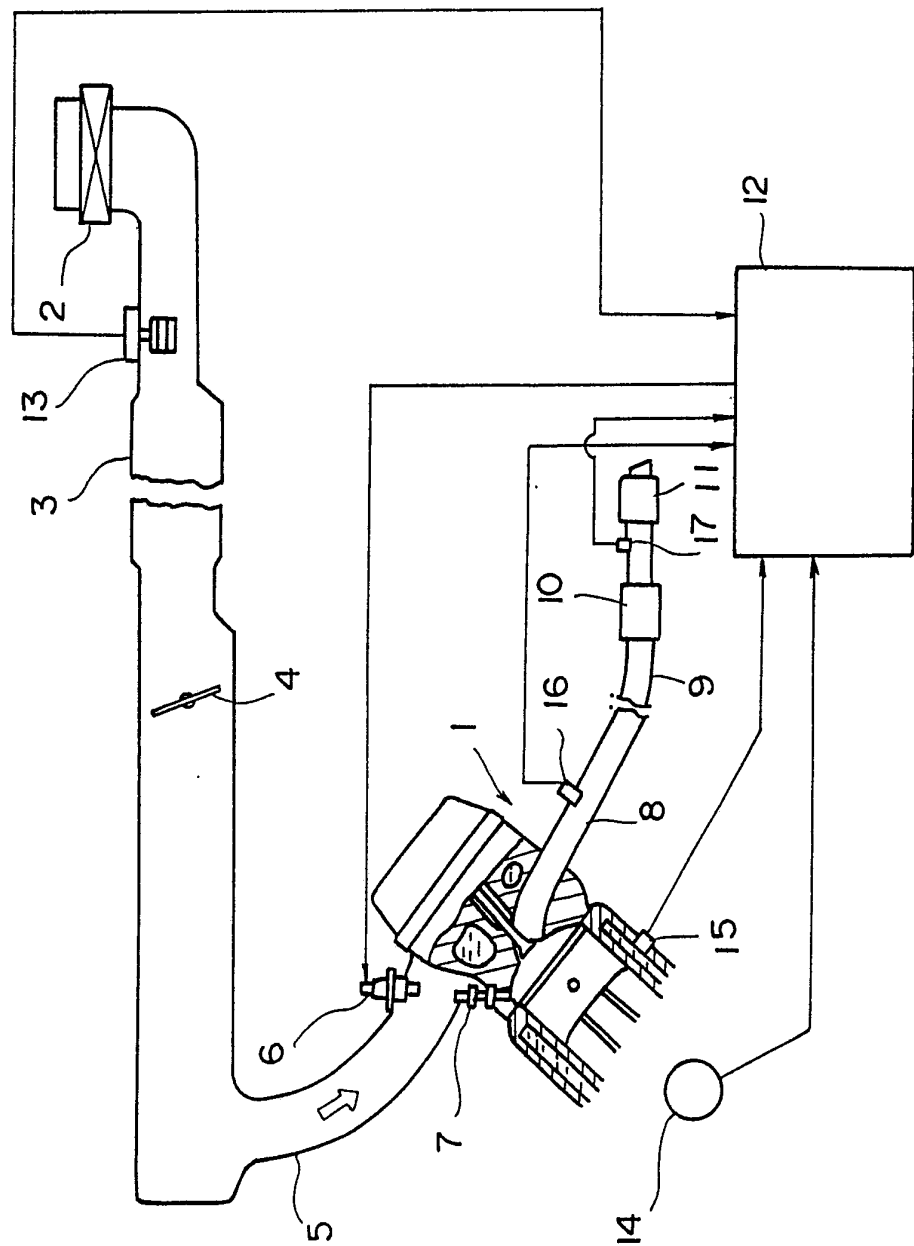
23

ーン方向制御量の総量とリッチ方向制御量の総量との相違を示すパラメータと、前記修正目標値との偏差に応じて制御操作量の補正值を設定し、該補正值を用いて制御操作量を可変とするよう構成された請求項9記載の内燃機関の空燃比制御装置。

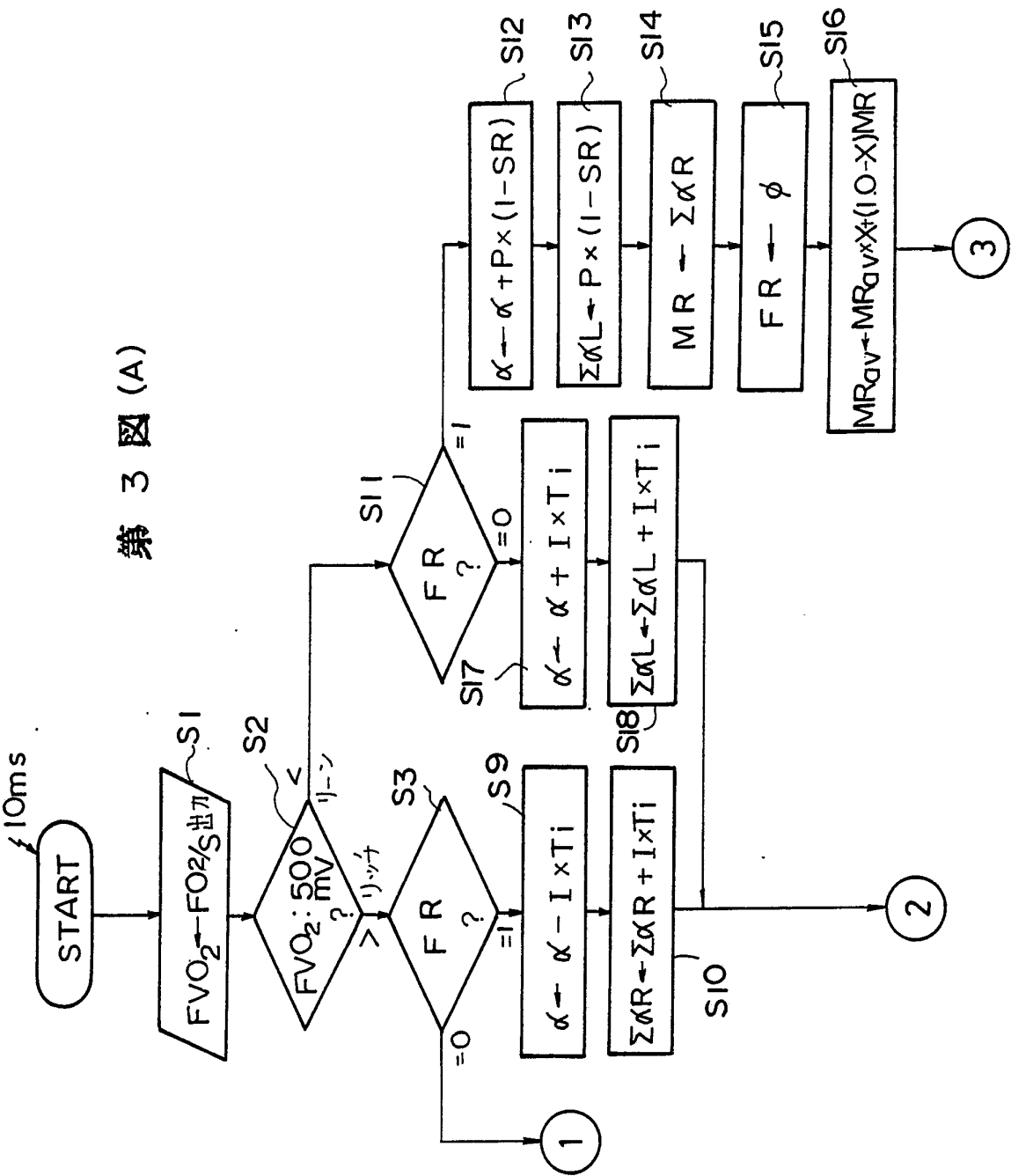
第 1 図



第 2 図

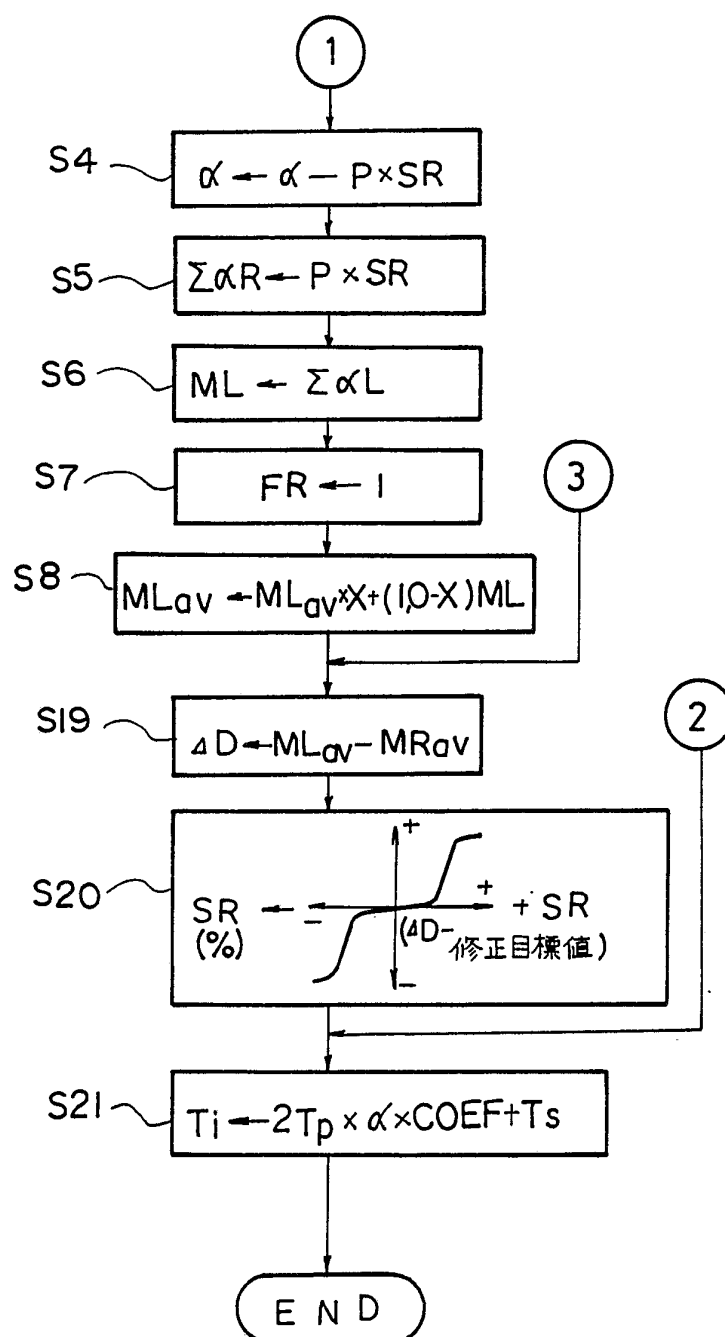


第 3 図 (A)

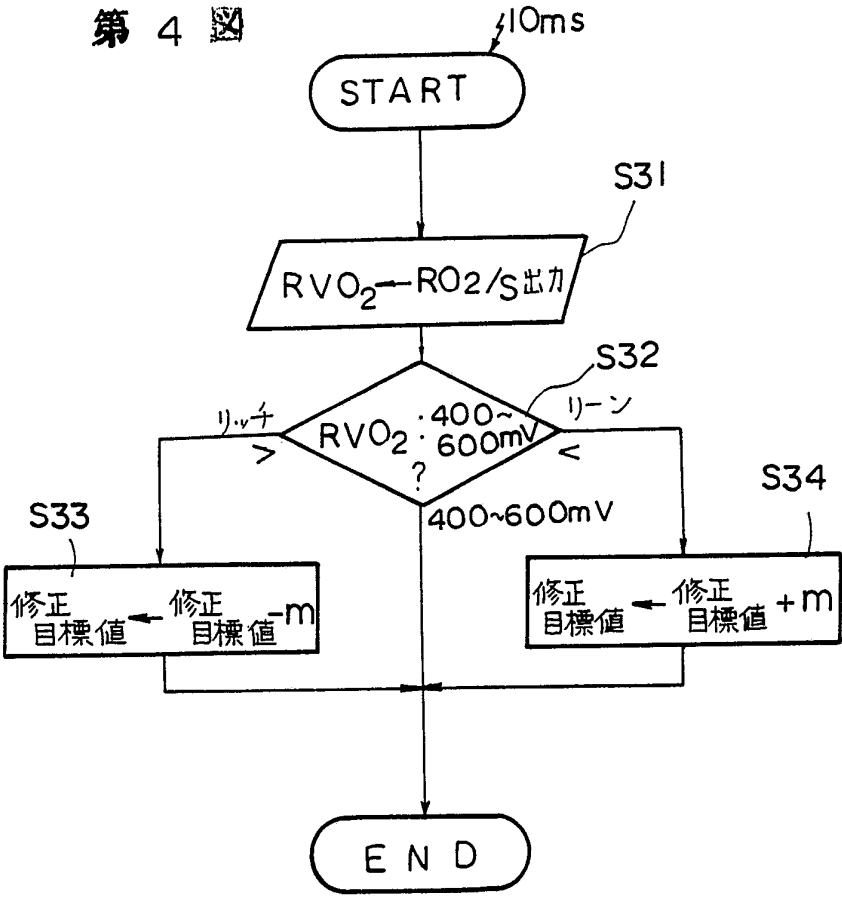


4/6

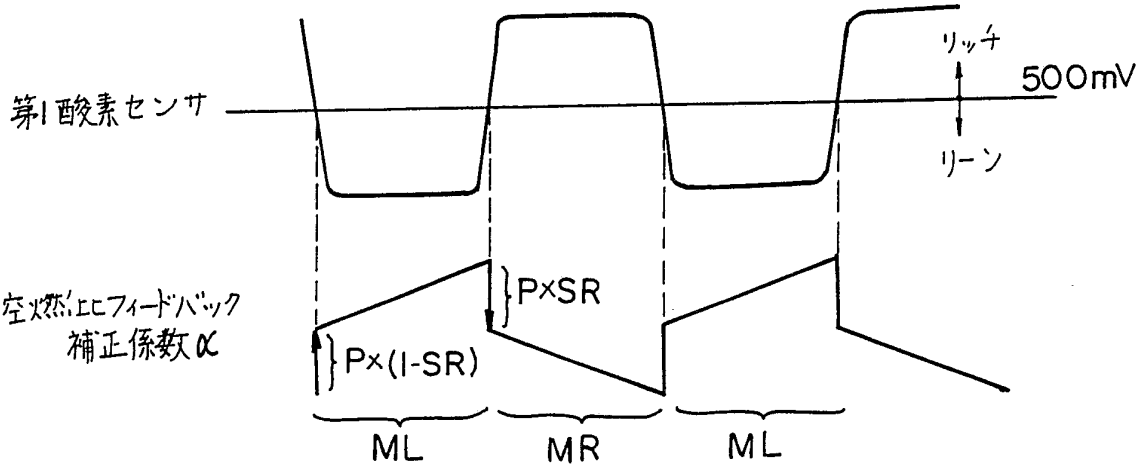
第 3 図 (B)



第 4 図

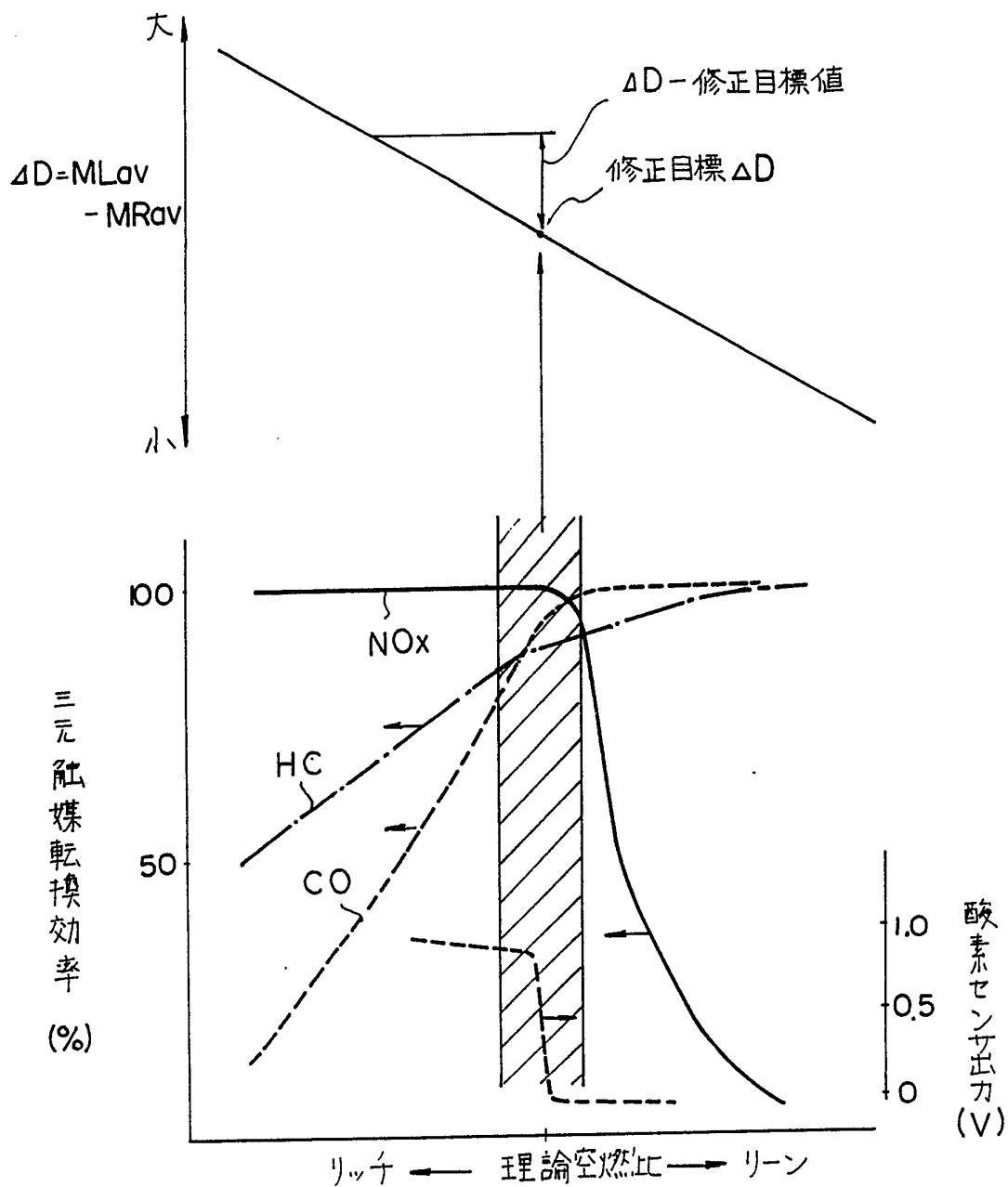


第 5 図



6/6

第 6 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/JP91/00607

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl ⁵ F02D41/14		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
IPC	F02D41/00-41/40	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1987 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1987		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
Y	JP, A, 62-29737 (Toyota Motor Corp.), February 7, 1987 (07. 02. 87), Line 3, column 1 to line 7, column 4, page 3 (Family: none)	1-4, 6, 8, 9-12, 14, 16
Y	JP, A, 52-102934 (Nippondenso Co., Ltd.), August 29, 1977 (29. 08. 77), Lines 4 to 7, column 3, page 2, lines 10 to 16, column 2, page 3 (Family: none)	1-3, 9-11
Y	JP, A, 58-72647 (Toyota Motor Corp.), April 30, 1983 (30. 04. 83), Line 4, column 1 to line 4, column 2, page 2 & US, A, 4,251,989	1-3, 9-11
* Special categories of cited documents: ¹⁰ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
July 8, 1991 (08. 07. 91)	July 22, 1991 (22. 07. 91)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
Japanese Patent Office		

国際調査報告

国際出願番号PCT/JP 91/ 00607

I. 発明の属する分野の分類			
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. ⁵ F 0 2 D 4 1 / 1 4			
II. 国際調査を行った分野			
調査を行った最小限資料			
分類体系	分類記号		
IPC	F 0 2 D 4 1 / 0 0 - 4 1 / 4 0		
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの			
日本国実用新案公報		1926-1987年	
日本国公開実用新案公報		1971-1987年	
III. 関連する技術に関する文献			
引用文献の カテゴリー※	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		請求の範囲の番号
Y	JP, A, 62-29737 (トヨタ自動車株式会社), 7. 2月. 1987 (07. 02. 87), 第3頁, 第1欄第3行-第4欄, 第7行 (ファミリーなし)		1-4, 6, 8, 9-12, 14, 16
Y	JP, A, 52-102934 (日本電装株式会社), 29. 8月. 1977 (29. 08. 77), 第2頁, 第3欄, 第4-7行, 第3頁, 第2欄, 第10-16行 (ファミリーなし)		1-3, 9-11
Y	JP, A, 58-72647 (トヨタ自動車株式会社), 30. 4月. 1983 (30. 04. 83), 第2頁, 第1欄, 第4行-第2欄, 第4行 & US, A, 4,251,989		1-3, 9-11
※引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日の後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリーの文献			
IV. 認 証			
国際調査を完了した日 08. 07. 91		国際調査報告の発送日 22.07.91	
国際調査機関 日本国特許庁 (ISA/JP)		権限のある職員 特許庁審査官 大河原 裕	3G 7813