

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5331931号

(P5331931)

(45) 発行日 平成25年10月30日 (2013. 10. 30)

(24) 登録日 平成25年8月2日 (2013. 8. 2)

(51) Int. Cl.

F 1

F O 2 D 41/12 (2006. 01)

F O 2 D 41/12 3 3 O J

F O 2 D 41/04 (2006. 01)

F O 2 D 41/04 3 O 5 B

F O 2 D 41/10 (2006. 01)

F O 2 D 41/10 3 3 O J

F O 2 D 41/14 (2006. 01)

F O 2 D 41/14 3 3 O A

F O 2 D 41/14 3 1 O B

請求項の数 1 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2012-228647 (P2012-228647)  
 (22) 出願日 平成24年10月16日 (2012. 10. 16)  
 (62) 分割の表示 特願2011-177462 (P2011-177462)  
                   の分割  
           原出願日 平成20年1月11日 (2008. 1. 11)  
 (65) 公開番号 特開2013-11284 (P2013-11284A)  
 (43) 公開日 平成25年1月17日 (2013. 1. 17)  
           審査請求日 平成24年11月15日 (2012. 11. 15)

(73) 特許権者 509186579  
                   日立オートモティブシステムズ株式会社  
                   茨城県ひたちなか市高場2 5 2 0 番地  
 (74) 代理人 100078330  
                   弁理士 笹島 富二雄  
 (72) 発明者 ▲高▼▲柳▼ 恵一  
                   群馬県伊勢崎市柏川町1 6 7 1 番地1 日  
                   立オートモティブシステムズ株式会社内  
 (72) 発明者 大部 隆幸  
                   群馬県伊勢崎市柏川町1 6 7 1 番地1 日  
                   立オートモティブシステムズ株式会社内  
                   審査官 小川 恭司

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】

排気管に排気浄化触媒を備えた内燃機関に適用される空燃比制御装置であって、  
燃料カット状態からアクセルが開くことによって燃料供給が再開されるときに空燃比を  
リッチ化すると共に、前記リッチ化中の吸入空気量が多いほど速い速度でリッチ化が小さ  
くなる方向に変化させる、内燃機関の空燃比制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の空燃比制御装置に関し、詳しくは、燃料カット状態から燃料噴射  
 を再開させた直後における空燃比の補正技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、内燃機関において、排気管に三元触媒を配置し、該三元触媒で排気中の窒素  
 酸化物 (NO<sub>x</sub>)、一酸化炭素 (CO)、炭化水素 (HC) を転換して浄化することが行  
 われている。

ところで、減速運転時において燃料噴射を一時的に停止する所謂燃料カットが行われる  
 と、三元触媒に空気がそのまま流れ込み、酸素ストレージ能力によって三元触媒に吸蔵さ  
 れる酸素量が過大となり、燃料カット状態から燃料噴射を再開させたときに、触媒の浄化  
 作用 (NO<sub>x</sub> の還元能力) が低下する。

## 【 0 0 0 3 】

そのため、特許文献 1 のものでは、燃料カット状態から燃料噴射を再開するときに、目標空燃比をリッチ側に設定し、再開後における吸入空気量の積算値に応じて目標空燃比をストイキ（理論空燃比）にまで戻すようにした燃料噴射制御装置が開示されている。

上記のように、燃料カットからの復帰直後に空燃比をリッチ化すれば、早期に  $\text{NO}_x$  の還元能力を回復させることが可能となる。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 5 - 0 6 9 1 8 8 号公報

10

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 5 】

しかし、前記特許文献 1 のものでは、燃料カットからの復帰直後に空燃比をリッチ化させるときの目標が一定であるため、燃料カット状態における酸素ストレージ量の増大変化の違いによって、リッチシフト量に過不足を生じるという問題があった。

例えば、燃料カット状態での酸素ストレージ量の増大が比較的少ない状態で、過大にリッチ化してしまうと、リッチ化によって三元触媒の酸素ストレージ量が過少になり、加速に伴って燃料カットから復帰させた場合には、 $\text{HC}$  の転換率が低下してしまう。

20

## 【 0 0 0 6 】

逆に、燃料カット状態での酸素ストレージ量の増大が比較的多い状態で、リッチ化が過小であると、三元触媒の酸素ストレージ量を速やかに減少させることができず、結果、 $\text{NO}_x$  の還元能力の復活が遅れ、 $\text{NO}_x$  の排出量が増大してしまう。

本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、燃料カットからの復帰直後のリッチ化を過不足なく行わせることができるようにして、復帰直後における排気エミッションを低減することを目的とする。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 7 】

そのため請求項 1 記載の発明では、燃料カット状態からアクセルが開くことによって燃料供給が再開されるときに空燃比をリッチ化すると共に、前記リッチ化中の吸入空気量が多いほど速い速度でリッチ化が小さくなる方向に変化させるようにした。

30

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 8 】

上記発明によると、燃料カットからの復帰直後のリッチ化を過不足なく行わせることができ、復帰直後における排気エミッションを低減できる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 実施形態における内燃機関を示すシステム図。

【 図 2 】 実施形態における燃料カット後のリッチスパイク制御のメインルーチンを示すフローチャート。

40

【 図 3 】 実施形態における燃料カット中の酸素ストレージ量の推定処理を示すフローチャート。

【 図 4 】 実施形態におけるリッチスパイク量の演算処理を示すフローチャート。

【 図 5 】 実施形態における燃料増量フラグの設定処理を示すフローチャート。

【 図 6 】 実施形態における燃料増量係数の算出処理を示すフローチャート。

【 図 7 】 実施形態における中心空燃比（目標空燃比）の算出処理を示すフローチャート。

【 図 8 】 実施形態における空燃比制御の切り換え設定処理を示すフローチャート。

【 図 9 】 実施形態における燃料噴射制御を示すフローチャート。

【 図 1 0 】 実施形態のリッチスパイク制御における各データの特性を示すタイムチャート

50

【図 1 1】空燃比制御の切り換え設定処理の第 2 実施形態を示すフローチャート。

【図 1 2】前記第 2 実施形態における空燃比制御の切り換えタイミングを示すタイムチャート。

【図 1 3】空燃比制御の切り換え設定処理の第 3 実施形態を示すフローチャート。

【図 1 4】前記第 3 実施形態における空燃比制御の切り換えタイミングを示すタイムチャート。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下に本発明の実施の形態を説明する。

図 1 は、本願発明に係る空燃比制御装置を含む車両用内燃機関のシステム図である。

図 1 において、内燃機関 101 の吸気管 102 には、スロットルモータ 103a でバタフライ式のスロットルバルブ 103b を開閉駆動する電子制御スロットル 104 が介装される。

【0021】

そして、前記電子制御スロットル 104 及び吸気バルブ 105 を介して、燃焼室 106 内に空気が吸入される。

各気筒の吸気バルブ 105 上流の吸気ポート 130 には、燃料噴射弁 131 がそれぞれ設けられている。尚、燃料噴射弁 131 が燃焼室 106 内に直接燃料を噴射する筒内直接噴射式内燃機関であってもよい。

【0022】

前記燃料噴射弁 131 は、コントロールユニット 114 からの噴射パルス信号によって開弁駆動されると、燃料を吸気バルブ 105 に向けて噴射する。

前記燃焼室 106 内に空気と混合して吸引された燃料は、点火プラグ 151 による火花点火によって着火燃焼する。

前記点火プラグ 151 には、それぞれパワートランジスタ内蔵式イグニッションコイル 152 が直付けされており、前記コントロールユニット 114 から前記パワートランジスタのオン・オフを制御する点火制御信号を出力することで、各気筒の点火時期が制御される。

【0023】

前記燃焼室 106 内の燃焼排気は、排気バルブ 107 を介して排気管 112 に排出され、フロント触媒コンバータ 108 及びリア触媒コンバータ 109 で浄化された後、大気中に放出される。

尚、上記のように、触媒コンバータを上下流に 2 つ備える機関に限定されるものではなく、触媒コンバータを 1 つだけ備える機関であっても良い。

【0024】

前記フロント触媒コンバータ 108 及びリア触媒コンバータ 109 は、三元触媒方式の排気浄化触媒であり、酸素のストレージ能力を有する。

前記吸気バルブ 105 及び排気バルブ 107 は、それぞれ吸気側カムシャフト 111、排気側カムシャフト 110 に設けられたカムによって開閉駆動される。

燃料タンク 135 には、電動式の燃料ポンプ 136 が内蔵され、この燃料ポンプ 136 を駆動することで燃料タンク 135 内の燃料が前記燃料噴射弁 131 に向けて圧送される。

【0025】

前記コントロールユニット 114 はマイクロコンピュータを内蔵し、予め記憶されたプログラムに従って各種センサからの検出信号を演算処理することによって、前記電子制御スロットル 104、燃料噴射弁 131、パワートランジスタ等を制御する。

前記各種センサとしては、運転者が操作するアクセルペダルの踏み込み量（アクセル開度）を検出するアクセル開度センサ 116、機関 101 の吸入空気流量  $Q$  を検出するエアフローメータ 115（吸入空気量検出手段）、クランクシャフト 120 の回転位置を検出するクランク角センサ 117、スロットルバルブ 103b の開度  $TVO$  を検出するスロッ

10

20

30

40

50

トルセンサ 118、機関 101 の冷却水温度を検出する水温センサ 119、前記フロント触媒 108 の上流側の排気管 112 に配置され排気中の酸素濃度に基づいて空燃比を広域に検出する広域空燃比センサ 121（空燃比検出手段）、前記リア触媒 109 の下流側の排気管 112 に配置され排気中の酸素濃度に基づいて理論空燃比に対するリッチ・リーン（酸素の有無）を検出する酸素センサ 122 などが設けられている。

【0026】

尚、前記酸素センサ 122 は、排気中の酸素濃度が低いリッチ条件で最大電圧（例えば 1V）付近の起電力を発生し、排気中の酸素濃度が高いリーン条件で最小電圧（例えば 0V）付近の出力を示す公知のストイキセンサである。

また、前記広域空燃比センサ 121 は、理論空燃比よりもリッチ領域及びリーン領域の空燃比を広く検出できる公知の空燃比センサである。

10

【0027】

前記コントロールユニット 114 は、前記各種センサからの検出信号に基づいて目標吸入空気量（目標スロットル開度）を演算し、前記電子制御スロットル 104 を制御し、燃料噴射量を演算して、該燃料噴射量に対応するパルス幅の噴射パルス信号を前記燃料噴射弁 131 に出力し、また、点火時期を演算して前記パワートランジスタのオン・オフを制御する。

【0028】

前記燃料噴射量の演算においては、目標空燃比の混合気を生成すべく、そのときのシリンダ吸入空気量に対して基本燃料噴射量を演算する一方、前記広域空燃比センサ 121 の検出結果に基づき、実際の空燃比を前記目標空燃比に近づけるためのフィードバック補正係数を演算し、前記基本燃料噴射量を前記フィードバック補正係数で補正することで、最終的な燃料噴射量を演算する。

20

【0029】

前記フィードバック補正係数（空燃比操作量）は、広域空燃比センサ 121 で検出される空燃比が、フロント触媒コンバータ 108 及びリア触媒コンバータ 109 において酸化・還元の転化率が同時に高い値を示す空燃比である中心空燃比（目標空燃比）に近づくように、例えば、広域空燃比センサ 121 で検出される空燃比と前記中心空燃比（目標空燃比）との偏差に基づく比例・積分・微分制御によって算出される（フィードバック制御手段）。

30

【0030】

尚、前記中心空燃比（目標空燃比）は、理論空燃比近傍の値である。

また、触媒コンバータ 108、109 において酸化・還元の転化率が同時に高い値を示す実際の中心空燃比を、前記酸素センサ 122 の検出結果に基づき判断し、前記広域空燃比センサ 121 で検出された実際の空燃比と比較する中心空燃比（目標空燃比）を補正する。

【0031】

上記の中心空燃比（目標空燃比）の補正制御においては、前記広域空燃比センサ 121 で検出される実空燃比、前記中心空燃比及び吸入空気量から、吸入空気量 ×（実空燃比 - 中心空燃比）なる演算を所定周期毎に行ってその結果を積算することで、フロント触媒コンバータ 108 及びリア触媒コンバータ 109 に吸蔵される酸素量（酸素ストレージ量）を推定し、該酸素ストレージ量と酸素センサ 122 の出力とに基づいて、前記中心空燃比（目標空燃比）を修正する。

40

【0032】

具体的には、酸素センサ 122 の出力がリッチ判定電圧よりも大きく空燃比がリッチで、かつ、酸素ストレージ量が下限判定レベルよりも多い場合には、前記中心空燃比（目標空燃比）をよりリーン側に修正し、酸素センサ 122 の出力がリーン判定電圧（<リッチ判定電圧）よりも小さく空燃比がリーンで、かつ、酸素ストレージ量が上限判定レベル（>下限判定レベル）よりも少ない場合には、前記中心空燃比（目標空燃比）をよりリッチ側に修正する。

50

## 【 0 0 3 3 】

前記広域空燃比センサ 1 2 1 のバラツキや劣化が殆どない状態であれば、理論空燃比を目標空燃比に制御している場合、酸素ストレージ量は上下限の範囲内に収まるが、加速時等で空燃比のリッチ状態が継続すると、触媒の吸着酸素が未燃焼成分の酸化に消費されるため、酸素ストレージ量が減り、やがて下限値を下回って 0 となり、また、燃料カット等の非燃焼状態が継続すると、酸素ストレージ量が上限値を越えて増え、やがて飽和することになる。

## 【 0 0 3 4 】

一方、前記広域空燃比センサ 1 2 1 のバラツキや経時劣化などにより、空燃比に対する出力特性（電圧特性）が規定値（設計値）からズレている場合に、前記広域空燃比センサ 1 2 1 の出力に基づくフィードバック制御によって理論空燃比に収束させていても、実際の空燃比は理論空燃比に対してリッチ又はリーンにずれることになる。

10

そして、前記フィードバック制御点のずれによるリッチ状態が継続すれば、触媒の酸素ストレージ量が 0 にまで減り、リーン状態が継続すれば触媒の酸素ストレージ量が飽和し、酸素センサ 1 2 2 はリッチ又はリーンを検出するようになる。

## 【 0 0 3 5 】

また、酸素ストレージ量は、前記広域空燃比センサ 1 2 1 の検出空燃比と中心空燃比との差に基づいて計算されるため、前記広域空燃比センサ 1 2 1 のバラツキや経時劣化が生じると、算出される酸素ストレージ量が実際の酸素ストレージ量に対してズレることになる。

20

例えば、前記広域空燃比センサ 1 2 1 が実際よりもリーンに検出することで、フィードバック制御の結果として得られる実際の空燃比がリッチとなる場合には、触媒の吸着酸素が消費されて実際の酸素ストレージ量が最終的に 0 となり、酸素センサ 1 2 2 がリッチ判定をするようになるが、酸素ストレージ量の演算値は、広域空燃比センサ 1 2 1 の出力がリーン側にずれている分だけ実際よりも多く計算される。

## 【 0 0 3 6 】

即ち、酸素センサ 1 2 2 がリッチ判定をしているのに、酸素ストレージ量が 0 にまで低下していない場合には、広域空燃比センサ 1 2 1 が実際よりもリーンに検出していて、フィードバック制御点としては理論空燃比よりもリッチになっていると判断できるので、フィードバック制御点を理論空燃比に戻すべく、前記中心空燃比（目標空燃比）をよりリーン側に修正する。

30

## 【 0 0 3 7 】

尚、広域空燃比センサ 1 2 1 が実際よりもリーンに検出する傾向がより大きくなると、酸素ストレージ量が上限判定レベルを上回る可能性があるが、この場合、前記中心空燃比（目標空燃比）を、より大きくリーン側に修正すべくリーン側への修正量を大きくしても良い。即ち、リーン側への修正量として、酸素ストレージ量の上限判定レベルを境に大小の 2 つの修正量を予め設定しておき、下限判定レベルよりも多いか、上限判定レベルよりも多いかによって、前記中心空燃比（目標空燃比）のリーン側への修正量を切り換えることができる。

## 【 0 0 3 8 】

40

一方、前記広域空燃比センサ 1 2 1 が実際よりもリッチに検出することで、フィードバック制御の結果として得られる実際の空燃比がリーンとなる場合には、触媒の吸着酸素が増えるため実際の酸素ストレージ量が最終的に飽和することになり、酸素センサ 1 2 2 がリーン判定をするようになるが、酸素ストレージ量の演算値は、広域空燃比センサ 1 2 1 の出力がリッチ側にずれている分だけ実際よりも少なく計算される。

## 【 0 0 3 9 】

即ち、酸素センサ 1 2 2 がリーン判定をしているのに、酸素ストレージ量が飽和していない場合には、広域空燃比センサ 1 2 1 が実際よりもリッチに検出していて、フィードバック制御点としては理論空燃比よりもリーンになっていると判断できるので、フィードバック制御点を理論空燃比に戻すべく、前記中心空燃比（目標空燃比）をよりリッチ側に修

50

正する。

【 0 0 4 0 】

尚、広域空燃比センサ 1 2 1 が実際よりもリッチに検出する傾向がより大きくなると、酸素ストレージ量が下限判定レベルを下回る可能性があるが、この場合、前記中心空燃比（目標空燃比）を、より大きくリッチ側に修正すべくリッチ側への修正量を大きくしても良い。即ち、リッチ側への修正量として、酸素ストレージ量の下限判定レベルを境に大小の 2 つの修正量を予め設定しておき、上限判定レベルよりも少ないか、下限判定レベルよりも少ないかによって、前記中心空燃比（目標空燃比）のリッチ側への修正量を切り換えることができる。

【 0 0 4 1 】

更に、コントロールユニット 1 1 4 は、内燃機関 1 0 1 の減速運転時に前記燃料噴射弁 1 3 1 による燃料噴射を停止させる燃料カット制御を行う。

具体的には、アクセル（スロットル）全閉でかつ機関回転速度がカット開始回転速度を超える場合に燃料カットを開始し、アクセル（スロットル）が開かれるか又は機関回転速度がリカバー回転速度を下回るようになると、燃料噴射を再開させる。

【 0 0 4 2 】

尚、上記減速時の燃料カットの他、コントロールユニット 1 1 4 は、高回転、高車速時にも燃料カットを実行する。

ここで、前記コントロールユニット 1 1 4 は、燃料カット状態から燃料噴射を再開させるときに、酸素ストレージ量を早期に適正值（最大量の半分程度）にまで低下させるために、空燃比を一時的にリッチ化するリッチスパイク制御を行う。

【 0 0 4 3 】

以下では、本願発明の特徴である前記リッチスパイク制御を詳細に説明する。

図 2 のフローチャートは、前記リッチ制御のメインルーチンを示す。尚、前記メインルーチンは、所定微小時間毎に実行されるものとする。

まず、ステップ S 1 0 0 では、前記中心空燃比（目標空燃比）の補正制御に用いる酸素ストレージ量（酸素吸蔵量）O S 1 を算出する。

【 0 0 4 4 】

前記中心空燃比（目標空燃比）の補正制御に用いる酸素ストレージ量 O S 1 は、前述のように、吸入空気量  $\times$  （触媒上流側実空燃比 - 中心空燃比）なる演算を所定周期毎に行ってその結果を積算することで求められる。

前記吸入空気量  $\times$  （触媒上流側実空燃比 - 中心空燃比）なる演算では、触媒上流側実空燃比が中心空燃比よりもリッチになると、（触媒上流側実空燃比 - 中心空燃比）がマイナスの値になって酸素ストレージ量 O S 1 を減少変化させることになるのに対し、触媒上流側実空燃比が中心空燃比よりもリーンになると、（触媒上流側実空燃比 - 中心空燃比）がプラスの値になって酸素ストレージ量 O S 1 を増大変化させることになる。

【 0 0 4 5 】

前記酸素ストレージ量 O S 1 の算出を、燃料カット中も継続させることができ、この場合、燃料カット中は、本ルーチンの実行周期当たりの酸素ストレージ量の変化量 O S 1 を、 $O S 1 = Q * G a i n$ （ $Q$  = 吸入空気量、 $G a i n$  = 定数）として算出させることができる。

また、前記酸素ストレージ量 O S 1 を、酸素センサ 1 2 2 の出力が反転する毎に初期値（例えば最大酸素ストレージ量の半分）にリセットさせることができる。前記リセット処理によって、酸素ストレージ量の演算誤差（積算による演算誤差の増大）による演算値と実際の酸素ストレージ量のズレを防止できる。

【 0 0 4 6 】

また、酸素センサ 1 2 2 の出力が反転した時点は、実質的に理論空燃比状態であるとみなすことができ、酸素ストレージ量は最大量の半分とみなすことが出来るから、初期値を最大酸素ストレージ量の半分とすれば、実際の酸素ストレージ量に見合ったリセット処理が可能となり、酸素ストレージ量の演算値の精度を向上させることが出来る。

10

20

30

40

50

尚、本実施形態では、フロント触媒コンバータ１０８とリア触媒コンバータ１０９とを一体と見なし、各触媒での酸素ストレージ量の総和を推定させるものとする。

【００４７】

ステップＳ２００（積算手段）では、燃料カットが行われているときの酸素ストレージ量ＯＳ２を推定し、ステップＳ３００では、前記酸素ストレージ量ＯＳ２に基づいて、燃料噴射を再開させるときのリッチシフト量ＲＳを算出する（リッチシフト量設定手段）。

ステップＳ４００では、燃料噴射を再開させるときに実際にリッチスパイク制御を行わせるか否かを示すフラグの設定を行い、ステップＳ５００では、リッチスパイク制御（リッチ化）を実現するための燃料増量係数ＫＲＳを算出する。

【００４８】

ステップＳ６００では、前記中心空燃比（目標空燃比）の設定を行い、ステップＳ７００では、前記フラグに応じて空燃比制御をオープン制御とフィードバック制御とに切り換え、ステップＳ８００（リッチ化手段）では、燃料噴射制御を行う。

次に前記ステップＳ２００～ステップＳ８００の各ステップにおける処理内容を、図３～図９のフローチャートに従って詳細に説明する。

【００４９】

尚、図３～図９のフローチャートに示される各ルーチンも所定微小時間毎に実行されるものとする。

図３のフローチャートは、ステップＳ２００における、燃料カット状態での酸素ストレージ量ＯＳ２の推定処理を示す。

ステップＳ２０１では、燃料カット状態であるか否かを判断する。

【００５０】

燃料カット状態でない場合には、ステップＳ２０２へ進み、燃料カット時の酸素ストレージ量ＯＳ２に初期値をセットする。

前記初期値は、例えば、酸素ストレージ量ＯＳ２の最小値に近い固定値とする。

但し、ステップＳ１００における酸素ストレージ量ＯＳ１の推定が正確である場合には、燃料カットの開始時にこの推定値ＯＳ１を初期値として、燃料カット後の酸素ストレージ量ＯＳ２の増大変化を推定させることができる。

【００５１】

一方、燃料カットが行われるようになると、ステップＳ２０３へ進む。

ステップＳ２０３では、本ルーチンの実行周期の間に内燃機関１０１に吸引された吸入空気量Ｑに、予め記憶したゲインGainを乗算して、本ルーチンの実行周期当たりの酸素ストレージ量の増大量を求め、これを燃料カット時の酸素ストレージ量ＯＳ２の前回値に加算し（積算手段）、該加算結果を酸素ストレージ量ＯＳ２に設定する。

【００５２】

従って、燃料噴射状態から燃料カットが開始されると、前記初期値から吸入空気量の積算値に比例する分だけ酸素ストレージ量ＯＳ２が増加するものとして、その時点での酸素ストレージ量ＯＳ２が求められることになる。

尚、前記ゲインGainは、吸入空気量に対する触媒の酸素吸着能力に基づくものであり、実験結果などに基づき予め設定される。

【００５３】

ステップＳ２０４では、ステップＳ２０３で更新した酸素ストレージ量ＯＳが予め記憶された最大値（上限値）を超えているか否かを判断し、最大値を超えている場合にはステップＳ２０５へ進んで、酸素ストレージ量ＯＳ２を前記最大値にリセットする。

前記最大値は、必ずしも実際に吸蔵できる酸素量の最大値とする必要はなく、リッチシフトの要求から適宜設定することができ、フロント触媒コンバータ１０８の最大酸素ストレージ量とリア触媒コンバータ１０９の最大酸素ストレージ量との合計値を前記最大値とすることができると共に、例えば、フロント触媒コンバータ１０８の最大酸素ストレージ量と、リア触媒コンバータ１０９の最大酸素ストレージ量の半分程度の量との合計値を前記最大値とすることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 4 】

また、フロント触媒コンバータ 1 0 8 のみを備える内燃機関 1 0 1 では、フロント触媒コンバータ 1 0 8 の最大酸素ストレージ量若しくは最大量の半分程度を、前記最大値とすることができる。

更に、触媒コンバータ 1 0 8 , 1 0 9 の劣化状態（酸素ストレージ能力の劣化）を、例えば前記広域空燃比センサ 1 2 1 及び酸素センサ 1 2 2 の検出結果から判断し、触媒コンバータ 1 0 8 , 1 0 9 の劣化状態からそのときの最大ストレージ量を推定し、この最大ストレージ量を前記最大値とすることができる。

## 【 0 0 5 5 】

このように、燃料カットによってどれだけ酸素ストレージ量  $OS_2$  が増えたかを判断すれば、過剰な酸素ストレージ量を適正值にまで低下させるためのリッチスパイク制御において、リッチシフトの目標を適切に設定させることができ、リッチシフト量の過不足によって排気エミッションを悪化させてしまうことを防止できる。

図 4 のフローチャートは、前記ステップ S 3 0 0 におけるリッチシフト量の算出を詳細に示すものである。

## 【 0 0 5 6 】

ステップ S 3 0 1 では、燃料カット中であるか否かを判断する。

そして、燃料カット中であれば、ステップ S 3 0 2 へ進み、前記燃料カット時の酸素ストレージ量  $OS_2$  から、リッチシフト量  $RS$  を設定する（リッチシフト量設定手段）。

ここで、燃料カット時の酸素ストレージ量  $OS_2$  が多いほど、前記リッチシフト量  $RS$  の絶対値をより大きく設定し、よりリッチ化（空燃比を低下）させるようにする。

## 【 0 0 5 7 】

本実施形態では、リッチシフト量  $RS$  は、目標空燃比（中心空燃比）に加算される補正分として設定され、リッチシフト量  $RS$  が 0 であれば、実質的にリッチ制御は行われず、リッチシフト量  $RS$  が 0 よりも小さいほど（マイナスの絶対値が大きいほど）より大きくリッチ化されるようになっている。

ステップ S 3 0 1 で燃料カット中でないと判断されると、ステップ S 3 0 3 へ進み、リッチシフト量  $RS$  の前回値が 0 よりも小さいか否か、換言すれば、燃料カットからの燃料噴射再開直後であるか否かを判断する。

## 【 0 0 5 8 】

リッチシフト量  $RS$  の前回値が 0 よりも小さい場合には、リッチシフト量  $RS$  がまだ 0 にまで収束していないことになり、この場合には、ステップ S 3 0 4 へ進み、そのときの吸入空気量  $Q$  に応じて設定される補正值  $RS (> 0)$  をリッチシフト量  $RS$  の前回値に加算することで、リッチシフト量  $RS$  を 0 に徐々に近づけ（リッチ化度合いを徐々に小さくし）、目標空燃比を本来の中心空燃比に徐々に近づけるようにする。

## 【 0 0 5 9 】

尚、補正值  $RS$  は、吸入空気量が多いほど大きな値に設定され、リッチシフト量  $RS$  は吸入空気量が多いときほど速い速度で増大変化し、0 に近づくようになっている（図 1 0 参照）。

上記のように、燃料カット状態では吸入空気流量  $Q$  の積算値に応じて逐次燃料カット時の酸素ストレージ量  $OS_2$  を更新すると共に、該酸素ストレージ量  $OS_2$  に応じてリッチシフト量  $RS$  を逐次更新する。

## 【 0 0 6 0 】

そして、燃料噴射が再開されると、燃料カット状態の最後に設定されたリッチシフト量  $RS$ 、換言すれば、燃料カットによって最終的に触媒コンバータ 1 0 8 , 1 0 9 に吸蔵された酸素量に見合うリッチシフト量  $RS$  を初期値としてリッチスパイク制御が開始され、その後、リッチシフト量  $RS$  をそのときの吸入空気量  $Q$  に応じた速度で 0 に近づけることで、リッチシフトを徐々に縮小させ、本来の中心空燃比に戻すようにする。

## 【 0 0 6 1 】

上記のように、燃料カットから噴射を再開させた直後のリッチスパイク制御においては

10

20

30

40

50



、燃料カット中に吸蔵された酸素量に応じてリッチシフト量  $RS$  が決定されるから、触媒コンバータ 108, 109 の酸素過剰状態を早期に解消させるためのリッチシフト量として過不足ない値を設定させることができる。

従って、酸素過剰状態を速やかに解消することで還元能力が回復し、燃料噴射再開直後に  $NO_x$  排出量が増大することを回避でき、また、過剰なリッチ化によって  $HC$  排出量を増大させてしまうことを防止できる。

#### 【0062】

更に、リッチシフト量  $RS$  を吸入空気量  $Q$  に応じた速度で徐々に 0 に近づけ、また、後述するように、リッチシフト量  $RS$  が 0 まで変化してから空燃比フィードバック制御を再開させるので、空燃比が滑らかに変化して空燃比の変動が少なく、空燃比変動に伴う排気エミッションの悪化も回避できる。

10

また、例えば、リッチ化しているときに、加速によって吸入空気量が増大すると、リッチシフト量  $RS$  がより速い速度で 0 に近づくから、リッチシフトと加速に伴う増量分とが重なることで、オーバーリッチになることを防止することができ、これによっても  $HC$  の排出量を抑制できる。

#### 【0063】

尚、リッチシフト量  $RS$  の設定には、酸素センサ 122 の出力を用いないので、リア触媒コンバータ 109 下流側に酸素センサ又は広域空燃比センサを備えない内燃機関にも、本願のリッチシフト制御を適用できる。

ステップ S 303 で、リッチシフト量  $RS$  の前回値が 0 以上であると判断された場合には、ステップ S 305 へ進み、リッチシフト量  $RS$  を 0 にリセットして、リッチシフト量  $RS$  によって逆にリーン補正されてしまうことを防止すると共に、リッチスパイク制御を停止させる。

20

#### 【0064】

図 5 のフローチャートは、前記ステップ S 400 におけるフラグの設定処理を詳細に示す。

ステップ S 401 では、燃料カット中であるか否かを判断し、燃料カット中でなく燃料噴射が行われている通常状態であれば、ステップ S 402 へ進む。

ステップ S 402 では、前回燃料カット状態であったか否かを判断し、前回燃料カットを行っていて今回燃料カット中でないと判断されると、ステップ S 403 へ進み、前記リッチシフト量  $RS$  が 0 よりも小さいリッチスパイク制御要求状態であるか否かを判断する。

30

#### 【0065】

ステップ S 403 で前記リッチシフト量  $RS$  が 0 よりも小さいと判断された場合には、リッチシフト量  $RS$  に基づいて実際に空燃比をリッチ化させるべく、ステップ S 404 へ進んで、燃料増量フラグに 1 をセットする（図 10 参照）。

一方、ステップ S 401 で燃料カット中であると判断された場合、ステップ S 402 で前回も燃料カット中でなかったと判断された場合、ステップ S 403 でリッチシフト量  $RS$  が 0 以上であると判断された場合には、ステップ S 405 へ進む。

#### 【0066】

40

ステップ S 405 では、前記燃料増量フラグに 1 がセットされているか否かを判断する。

燃料増量フラグ = 0 であれば、そのまま本ルーチンを終了させることで、燃料増量フラグ = 0 の状態を保持させる。

一方、燃料増量フラグ = 1 であれば、ステップ S 406 へ進み、リッチシフト量  $RS$  が 0 であるか否かを判断する。

#### 【0067】

燃料増量フラグ = 1 であって、かつ、リッチシフト量  $RS$  が 0 でない場合には、リッチ制御を継続させるべく、そのまま本ルーチンを終了させることで、燃料増量フラグ = 1 の状態を保持させる。

50

一方、燃料増量フラグ = 1 であるが、リッチシフト量  $RS$  が 0 である場合には、リッチスパイク制御を開始させてから、リッチシフト量  $RS$  を酸素ストレージ量  $OS2$  に応じたマイナス値から吸入空気量に応じた速度で 0 に近づけた結果、リッチシフト量  $RS$  が 0 にまで戻り（リッチ化が停止し）、もはやリッチスパイク制御の必要性は無くなったものと判断し、ステップ  $S407$  へ進んで、前記燃料増量フラグを 0 にリセットする（図 10 参照）。

#### 【0068】

図 6 のフローチャートは、ステップ  $S500$  における燃料増量係数  $KRS$  の算出処理を詳細に示す。

ステップ  $S501$  では、前記燃料増量フラグに 1 がセットされているか否かを判断する。 10

そして、前記燃料増量フラグ = 0 であれば、リッチスパイク制御の必要はないので、ステップ  $S503$  へ進んで、燃料増量係数  $KRS$  に 0 をセットすることで、燃料増量係数  $KRS$  を用いて燃料噴射量を演算しても、燃料増量係数  $KRS$  によって増量（リッチシフト）が行われないようにする。

#### 【0069】

一方、前記燃料増量フラグ = 1 であれば、リッチスパイク制御を実行すべく、ステップ  $S502$  へ進んで、燃料増量係数  $KRS$  を、 $KRS = \text{中心空燃比} / (\text{中心空燃比} + \text{リッチシフト量 } RS) - 1$  として算出する。

前記中心空燃比は、前述のように、三元触媒式のフロント触媒コンバータ 108 及びリア触媒コンバータ 109 において、酸化・還元の変換率が同時に高い値を示す空燃比であって、広域空燃比センサ 121 の検出結果に基づく空燃比フィードバック制御の目標空燃比であり、かつ、酸素ストレージ量  $OS1$  の推定に用いられる値であり、前述のように、酸素センサ 122 の出力と酸素ストレージ量  $OS1$  との相関から修正される値である。 20

#### 【0070】

前記リッチシフト量  $RS$  はリッチスパイク制御時にはマイナスの値であり、その結果、燃料増量係数  $KRS$  はリッチスパイク量  $RS$  の絶対値が大きいほど大きな値として算出され（図 10 参照）、該係数  $KRS$  に基づいて燃料噴射量を増量補正することで、中心空燃比よりもリッチに制御されることになる。

図 7 のフローチャートは、ステップ  $S600$  における中心空燃比（目標空燃比）の設定処理を詳細に示す。 30

#### 【0071】

ステップ  $S601$  では、リッチシフト量  $RS$  が 0 であるか否かを判断し、リッチシフト  $RS = 0$  であれば、ステップ  $S602$  へ進み、前述のように、酸素ストレージ量  $OS1$  と酸素センサ 122 の出力とに基づく、中心空燃比（目標空燃比）の補正を行う。

一方、リッチシフト量  $RS$  が 0 でない場合には、ステップ  $S603$  へ進み、中心空燃比にリッチシフト量  $RS$  を加算して、中心空燃比（目標空燃比）をリッチ補正する（図 10 参照）。

#### 【0072】

従って、リッチシフト量  $RS$  が 0 になる前に空燃比フィードバック制御が開始される場合には、前記リッチシフト量  $RS$  によって補正された中心空燃比を目標として制御されることになる。 40

図 8 のフローチャートは、ステップ  $S700$  におけるオープン制御とフィードバック制御との切り換えを詳細に示す。

#### 【0073】

ステップ  $S701$  では、燃料カット中であるか否かを判断し、燃料カット中でない場合には、ステップ  $S702$  へ進む。

ステップ  $S702$  では、燃料増量フラグの判別を行い、燃料増量フラグ = 1 であれば、ステップ  $S703$  へ進んで、空燃比制御をオープン制御（フィードホワード制御）とし、広域空燃比センサ 121 の検出結果に基づく空燃比フィードバック制御を停止させ、空燃 50

比フィードバック補正係数をクランプする。

【 0 0 7 4 】

また、ステップ S 7 0 1 で燃料カット中であると判断されたときにも、ステップ S 7 0 3 へ進み、空燃比制御をオープン制御（フィードホワード制御）とし、広域空燃比センサ 1 2 1 の検出結果に基づく空燃比フィードバック制御を停止させ、空燃比フィードバック補正係数をクランプする。

一方、燃料カット中ではなく、かつ、燃料増量フラグ = 0 であってリッチ化が停止されていれば、図 1 0 に示すように、広域空燃比センサ 1 2 1 の検出結果を中心空燃比に近づける空燃比フィードバック制御を実行させる（フィードバック開始手段）。

【 0 0 7 5 】

図 9 のフローチャートは、ステップ S 8 0 0 における燃料噴射制御を詳細に示す。

ステップ S 8 0 1 では、基本燃料噴射量に前記燃料増量係数 K R S を乗算して求めた増量補正分を燃料噴射量に加算することで、前記燃料増量係数 K R S が  $K R S > 0$  であれば、燃料噴射量が増量補正され、リッチスパイクが実行されるようにする。

図 1 0 は、上記実施形態における燃料カットの有無、酸素ストレージ量、空燃比、リッチシフト量 R S、増量係数 K R S などの相関を示すタイミングチャートである。

【 0 0 7 6 】

この図 1 0 に示すように、燃料カットが開始されると、それまでの広域空燃比センサ 1 2 1 の検出結果に基づくフィードバック制御状態から、空燃比のオープン制御状態に移行する一方、燃料カット状態での酸素ストレージ量の増大分 O S 2 が、そのときの吸入空気量 Q に基づいて算出される。

そして、前記酸素ストレージ量 O S 2 が大きくなるほど、リッチシフト量 R S の絶対値をより大きくし、燃料カットが終了されて燃料噴射を再開させるときに、そのときのリッチシフト量 R S に応じた増量係数 K R S で燃料噴射量を増量補正することで、燃料カット中に過大になった酸素ストレージ量を適切な量に速やかに戻すことができる。

【 0 0 7 7 】

前記リッチシフト量 R S は、燃料噴射が再開されると、吸入空気量 Q に応じて設定される補正值 R S に基づく補正によってその絶対値が徐々に 0 に近づき、リッチシフト量 R S の絶対値が小さくなることに対応して増量係数 K R S による増量分も徐々に 0 に収束する。

そして、リッチシフト量 R S が 0 に戻ると、広域空燃比センサ 1 2 1 の検出結果に基づくフィードバック制御が再開され、広域空燃比センサ 1 2 1 で検出される空燃比が中心空燃比（目標空燃比）に近づくように、燃料噴射量が補正される。

【 0 0 7 8 】

前記空燃比フィードバックに用いる中心空燃比（目標空燃比）は、酸素センサ 1 2 2 によるリッチ・リーン検出と酸素ストレージ量 O S 1 とから修正されることで、広域空燃比センサ 1 2 1 のばらつきや劣化による検出空燃比のずれが補償される。

尚、酸素センサ 1 2 2 の上流側には、酸素ストレージ能力を有するフロント触媒コンバータ 1 0 8 とリア触媒コンバータ 1 0 9 とが存在するため、酸素センサ 1 2 2 は、燃料カットの開始に対して遅れてリーン状態を検出し、燃料噴射の再開直後の期間は、引き続きリーン状態を検出することになる。

【 0 0 7 9 】

ところで、上記実施形態では、燃料増量フラグが 1 から 0 に切り替わってから（リッチシフト量 R S が 0 にまで変化してから）、空燃比フィードバック制御を再開させるようにしたが、広域空燃比センサ 1 2 1 で検出される触媒上流側での空燃比が、燃料噴射を再開させた後に、所定空燃比未満にまで低下した時点で、空燃比フィードバック制御を再開させることができる。

【 0 0 8 0 】

図 1 1 のフローチャートは、ステップ S 7 0 0 におけるオープン制御とフィードバック制御との切り換え処理の第 2 実施形態を示す。

10

20

30

40

50

ステップS 7 1 1では、燃料カット中であるか否かを判断し、燃料カット中でない場合に、ステップS 7 1 2へ進む。

ステップS 7 1 2では、燃料増量フラグの判別を行い、燃料増量フラグ = 1でリッチシフト量RSに応じたリッチスパイク制御中であれば、ステップS 7 1 3へ進む。

【0081】

ステップS 7 1 3では、広域空燃比センサ121で検出される触媒上流側での実空燃比が判定値未満であるか否かを判断し、実空燃比が前記判定値以上のリーン状態であれば、ステップS 7 1 4へ進んで、空燃比制御をオープン制御（フィードホワード制御）とし、広域空燃比センサ121の検出結果に基づく空燃比フィードバック制御を停止させ、空燃比フィードバック補正係数をクランプする。

10

【0082】

また、ステップS 7 1 1で燃料カット中であると判断されたときにも、ステップS 7 1 4へ進み、空燃比制御をオープン制御（フィードホワード制御）とし、広域空燃比センサ121の検出結果に基づく空燃比フィードバック制御を停止させ、空燃比フィードバック補正係数をクランプする。

一方、ステップS 7 1 2で燃料増量フラグ = 0でリッチシフト量RSが0にまで収束された後（リッチ化停止後）であると判断されると、ステップS 7 1 5へ進み、広域空燃比センサ121の検出結果を中心空燃比に近づける空燃比フィードバック制御を実行させる（フィードバック開始手段）。

【0083】

20

また、リッチスパイク制御中（リッチシフト量RS < 0）であっても、ステップS 7 1 3で、広域空燃比センサ121で検出される触媒上流側での実空燃比が判定値未満であると判断された場合には（図12参照）、ステップS 7 1 5へ進み、広域空燃比センサ121の検出結果を中心空燃比に近づける空燃比フィードバック制御を実行させる（フィードバック開始手段）。

【0084】

前記判定値は、広域空燃比センサ121の燃料噴射再開後の燃焼混合気の実空燃比を検出するようになったと判断させるための値であって、中心空燃比よりもリーン側の値に設定される。

上記のように、広域空燃比センサ121の検出空燃比が判定値未満にまで低下してから空燃比フィードバック制御を再開させるようにすれば、広域空燃比センサ121の雰囲気燃料カット中の影響が残っている状態で空燃比フィードバック制御が開始されることを回避できる。

30

【0085】

従って、空燃比フィードバック制御の再開によって空燃比が大きく変動することがなく、空燃比の変動による排気エミッションの悪化を回避しつつ、空燃比フィードバック制御を早期に再開させることができる。

ここで、リッチシフト量RSが0になる前に空燃比フィードバック制御が開始されることになるが、ステップS 6 0 3で中心空燃比がリッチシフト量RSで補正されることで、リッチシフト要求に対応する中心空燃比（目標空燃比）に向けてフィードバック制御が行われることになり、触媒コンバータ108、109の酸素ストレージ量を速やかに低下させるためのリッチ化は継続されることになる。

40

【0086】

図12のタイミングチャートは、燃料カットから燃料噴射を再開した後に、空燃比フィードバック制御を再開させるタイミングのみが図10のタイミングチャートと異なり、その他の部分は図10のタイミングチャートと同じであり、既述した図10の説明は、空燃比フィードバック制御を再開させるタイミングを除いて、図12のタイミングチャートにも適用される。

【0087】

図12のタイミングチャートは、広域空燃比センサ121で検出される触媒上流側での

50

実空燃比が判定値未満であると判断されるか、リッチシフト量RSが0にまで収束されたと判断されると、広域空燃比センサ121の検出結果を中心空燃比に近づける空燃比フィードバック制御を実行させることを示している。

尚、図11のフローチャートに示すオープン制御・フィードバック制御の切り替えでは、燃料増量フラグと、広域空燃比センサ121で検出される触媒上流側での実空燃比との双方を判断したが、図13のフローチャートに示す第3実施形態のように、燃料増量フラグの判断を省略することができる。

【0088】

図13のフローチャートにおいて、ステップS721では、燃料カット中であるか否かを判断し、燃料カット中でない場合には、ステップS722へ進んで、広域空燃比センサ121の検出空燃比が判定値未満であるか否かを判断する。

10

そして、広域空燃比センサ121の検出空燃比が判定値未満であれば、ステップS723（フィードバック開始手段）へ進んで、広域空燃比センサ121の検出結果を中心空燃比に近づける空燃比フィードバック制御を実行させる（図14参照）。

【0089】

一方、広域空燃比センサ121の検出空燃比が判定値以上であれば、ステップS724へ進んで、空燃比制御をオープン制御（フィードホワード制御）とし、広域空燃比センサ121の検出結果に基づく空燃比フィードバック制御を停止させ、空燃比フィードバック補正係数をクランプする。

また、燃料カット中であるときにも、ステップS724へ進んで、空燃比制御をオープン制御（フィードホワード制御）とし、広域空燃比センサ121の検出結果に基づく空燃比フィードバック制御を停止させ、空燃比フィードバック補正係数をクランプする。

20

【0090】

更に、前記図11のフローチャートのステップS713の判断内容を、燃料噴射の再開後から所定時間が経過したか否かという判断に置き換えることができる。

前記所定時間は、燃料噴射の再開後、広域空燃比センサ121で検出される触媒上流側での実空燃比が判定値未満にまで低下するものと推定される所定時間であり、換言すれば、広域空燃比センサ121の雰囲気は燃料カット中の超リーン状態から燃料噴射開始後の燃焼排気雰囲気に入れ替わるまでの時間である。

【0091】

30

上記構成によると、リッチシフト量RSが0になる前であっても、燃料カットから燃料噴射を再開させてからの時間が所定時間に達すると、空燃比フィードバック制御が開始されることになるが、前述のように、前記所定時間の経過は、広域空燃比センサ121の雰囲気が燃料カット中の超リーン状態から燃料噴射開始後の燃焼排気雰囲気に入れ替わっていることを示すから、フィードバック制御の開始によって空燃比が大きくハンチングすることを防止できる。

【0092】

図14のタイミングチャートは、燃料カットから燃料噴射を再開した後に、空燃比フィードバック制御を再開させるタイミングのみが図10のタイミングチャートと異なり、その他の部分は図10のタイミングチャートと同じであり、既述した図10の説明は、空燃比フィードバック制御を再開させるタイミングを除いて、図14のタイミングチャートにも適用される。

40

【0093】

図14のタイミングチャートは、広域空燃比センサ121で検出される触媒上流側での実空燃比が判定値未満であると判断されると、広域空燃比センサ121の検出結果を中心空燃比に近づける空燃比フィードバック制御を実行させることを示している。

【符号の説明】

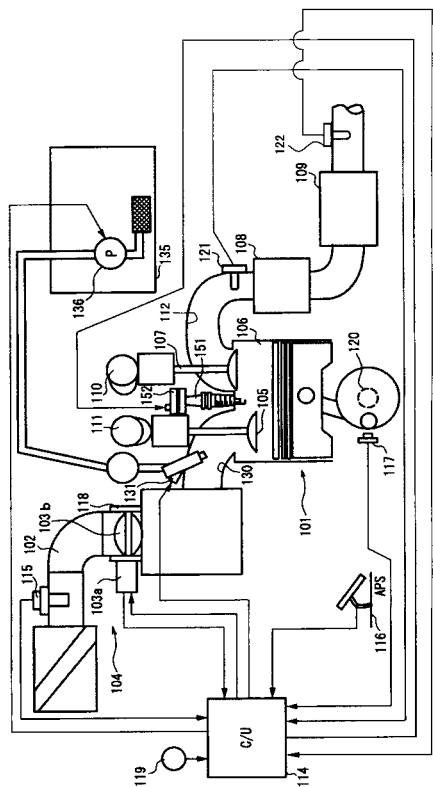
【0096】

101...エンジン、104...電子制御スロットル、108...フロント触媒コンバータ、109...リア触媒コンバータ、114...コントロールユニット、115...エアフローメー

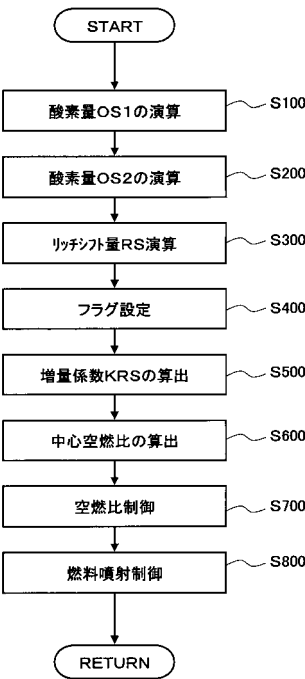
50

タ、 1 2 1 ... 広域空燃比センサ、 1 2 2 ... 酸素センサ、 1 3 1 ... 燃料噴射弁

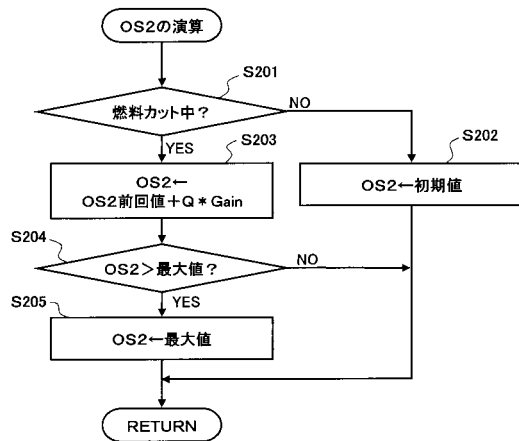
【 図 1 】



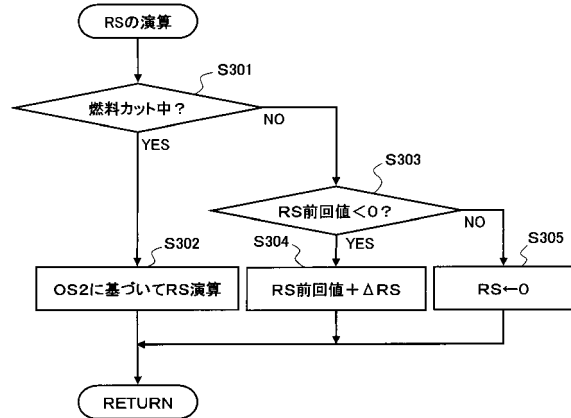
【 図 2 】



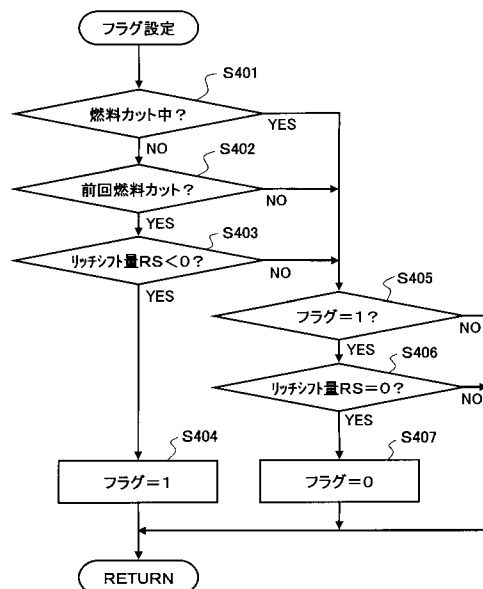
【図3】



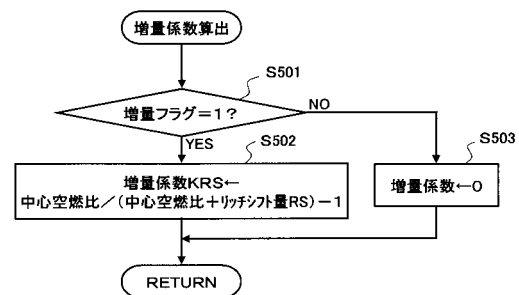
【図4】



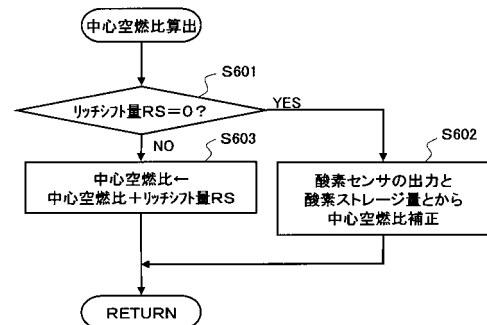
【図5】



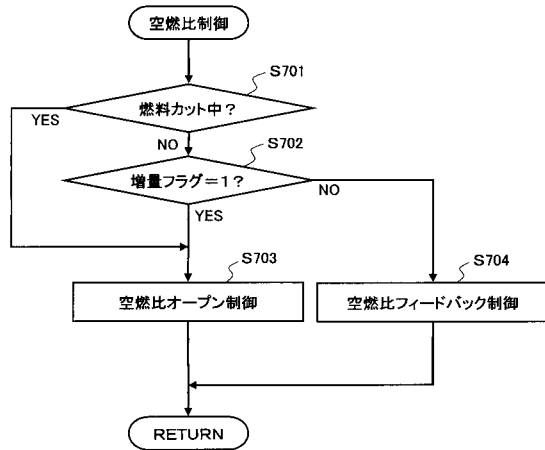
【図6】



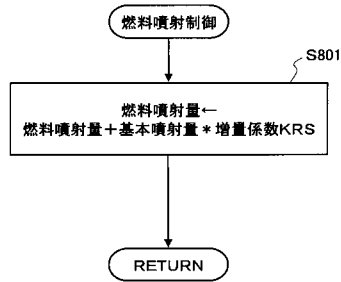
【図7】



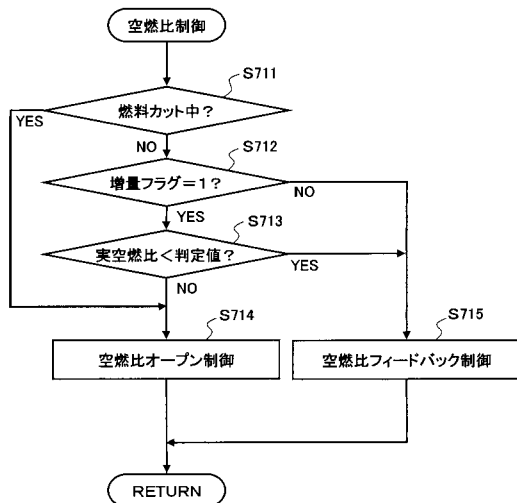
【図 8】



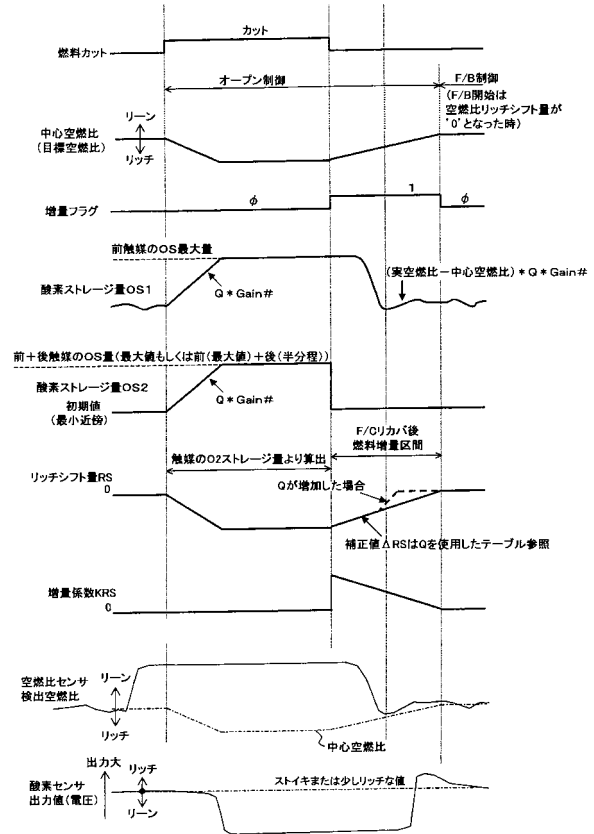
【図 9】



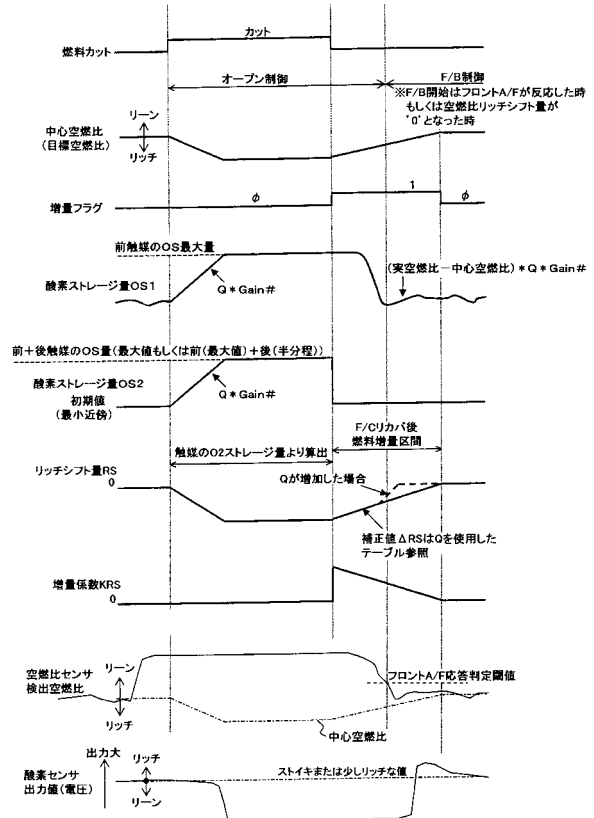
【図 11】



【図 10】

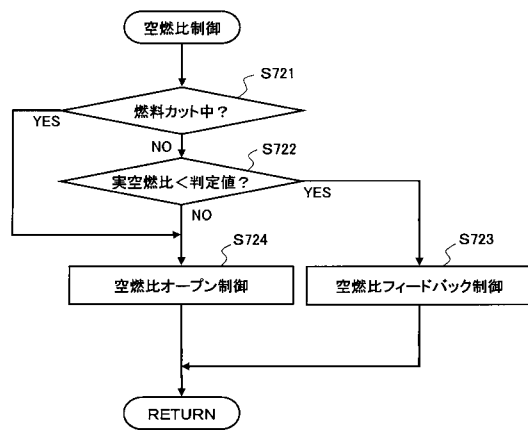


【図 12】

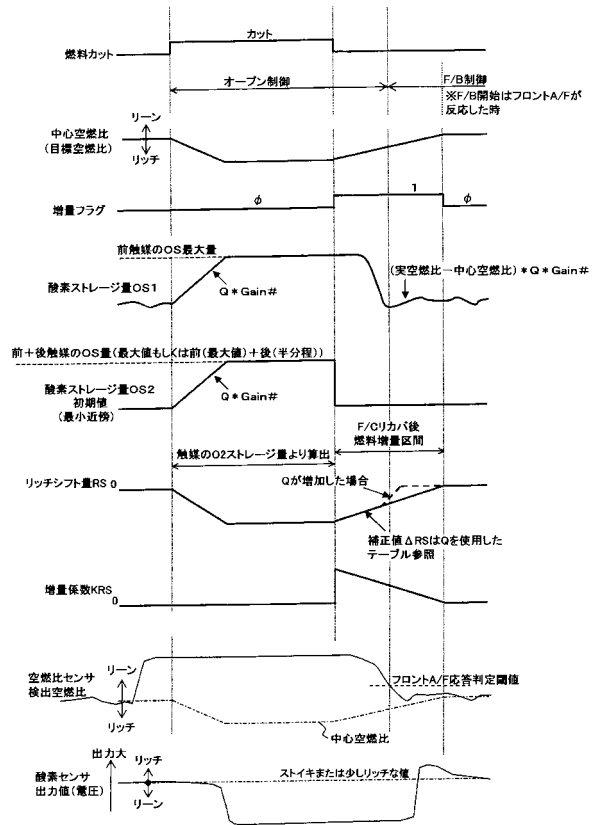




【図 13】



【図 14】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-130221(JP,A)  
特開2003-254126(JP,A)  
特開2005-337059(JP,A)  
特開2003-13777(JP,A)  
特開2006-118433(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 41/00 - 45/00