

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3663896号
(P3663896)

(45) 発行日 平成17年6月22日(2005.6.22)

(24) 登録日 平成17年4月8日(2005.4.8)

(51) Int. Cl.⁷

F I

FO1N 3/20
FO1N 3/24
FO2D 41/04

FO1N 3/20 ZABC
FO1N 3/24 U
FO1N 3/24 ZABE
FO2D 41/04 305A
FO2D 41/04 ZAB

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願平10-68756	(73) 特許権者	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(22) 出願日	平成10年3月18日(1998.3.18)	(74) 代理人	100075513 弁理士 後藤 政喜
(65) 公開番号	特開平11-264316	(74) 代理人	100084537 弁理士 松田 嘉夫
(43) 公開日	平成11年9月28日(1999.9.28)	(72) 発明者	高橋 秀明 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
審査請求日	平成15年5月29日(2003.5.29)	(72) 発明者	西沢 公良 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
		審査官	亀田 貴志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの排気浄化装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

リーン混合気運転時に排気中のNO_xを吸着するとともにストイキないしリッチ混合気運転時にNO_xを脱離、還元するNO_x吸蔵還元型三元触媒と、

リーン混合気運転時から混合気の空燃比を一時的にリッチ化するリッチスパイク処理を複数回連続して行いNO_xの脱離、還元を促す空燃比制御手段と、

前記NO_x吸蔵還元型三元触媒を通過した排気空燃比を検出する空燃比検出手段と、を備えるエンジンの排気浄化装置において、

1回目のリッチスパイク処理時に検出される空燃比のピーク値A/F1を基にNO_x吸蔵還元型三元触媒のNO_x吸蔵能力の劣化を診断する第1診断手段と、2回目以降のリッチスパイク処理時に検出される空燃比のピーク値A/F1を基に前記NO_x吸蔵還元型三元触媒のO₂ストレージ能力の劣化を診断する第2診断手段とからなる触媒能力診断手段と、

を設けたことを特徴とするエンジンの排気浄化装置。

【請求項2】

前記触媒能力診断手段は、前記第1診断手段で劣化しているものと診断され、前記第2診断手段で正常であるものと診断された場合に、前記NO_x吸蔵還元型三元触媒のNO_x吸蔵能力のみが劣化していると診断することを特徴とする請求項1に記載のエンジンの排気浄化装置。

【請求項3】

10

20

前記第1および第2診断手段はリッチスパイク処理時に検出される空燃比のピーク値 $A/F1$ とエンジンの吸入空気量に応じて NOx 吸蔵還元型三元触媒の NOx 吸蔵能力および O_2 ストレージ能力をそれぞれ診断することを特徴とする請求項1または2に記載のエンジンの排気浄化装置。

【請求項4】

前記第1診断手段は、リッチスパイク処理時に検出される排気空燃比のピーク値 $A/F1$ とリッチスパイク処理後に落ち着く排気空燃比 $A/F2$ とからピーク偏差 A/F を $A/F = A/F2 - A/F1$ として算出し、予め設定された敷居値1と前記 $A/F2$ および理論空燃比とから最終的な敷居値を敷居値 = 敷居値1 + $A/F2$ - 理論空燃比として算出し、ピーク偏差 A/F が敷居値より大きい場合に NOx 吸蔵還元型三元触媒の NOx 吸蔵能力が劣化しているものと診断することを特徴とする請求項1から3のいずれか一つに記載のエンジンの排気浄化装置。

10

【請求項5】

前記エンジンの吸入空気量が増加するのに応じて前記敷居値1を大きく設定することを特徴とする請求項4に記載のエンジンの排気浄化装置。

【請求項6】

前記ピーク偏差 A/F が敷居値より小さい場合に前記第1診断手段および第2診断手段はともに正常であるものと診断することを特徴とする請求項4に記載のエンジンの排気浄化装置。

【請求項7】

前記第2診断手段は、2回目以降のリッチスパイク処理時に検出される排気空燃比のピーク値 $A/F1$ とリッチスパイク処理後に落ち着く排気空燃比 $A/F2$ とからピーク偏差 A/F を $A/F = A/F2 - A/F1$ として算出し、予め設定された敷居値2と理論空燃比から最終的な敷居値を敷居値 = 敷居値2 - 理論空燃比として算出し、ピーク偏差 A/F が敷居値より大きい場合に NOx 吸蔵還元型三元触媒の O_2 ストレージ能力が劣化しているものと診断することを特徴とする請求項1から6のいずれか一つに記載のエンジンの排気浄化装置。

20

【請求項8】

エンジンの吸入空気量が増加するのに応じて前記敷居値2を大きく設定することを特徴とする請求項7に記載のエンジンの排気浄化装置。

30

【請求項9】

前記 NOx 吸蔵還元型三元触媒の上流側に別の三元触媒を設置したことを特徴とする請求項1から8のいずれか一つに記載のエンジンの排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は NOx 吸蔵還元型三元触媒を備えたエンジンの排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、例えば特開平6-129246号公報にあるように、リーン混合気で運転されるエンジンの排気浄化装置として、 NOx 吸蔵還元型三元触媒によりリーン混合気運転時に発生する NOx を吸着する技術が知られている。

40

【0003】

これはエンジンの排気通路に NOx を吸着する能力のある NOx 吸蔵還元型三元触媒を設置したもので、この触媒はリッチ混合気で運転すると、リーン混合気運転時に吸着した NOx を脱離し、かつ排気中に含まれる HC 、 CO により脱離された NOx を還元する。

【0004】

触媒が NOx を吸着できる NOx 吸蔵能力には限界があるため、リーン混合気運転が続くと定期的に混合気を一時的に理論空燃比よりリッチ化するリッチスパイク処理を行い、吸着された NOx を脱離させるとともに、脱離した NOx をリッチ運転において多く排出さ

50

れるHC、COを還元剤として用いて浄化するようになっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、NOx吸蔵還元型三元触媒は経時劣化等によりNOx吸蔵能力が低下する可能性がある。NOx吸蔵能力が低下した場合、同じ条件でリッチスパイク処理が行われると、NOx吸蔵還元型三元触媒に対して供給されたHC、CO量が過剰となり、NOxを効率よく還元処理できなくなる。このため、NOx吸蔵能力を診断することが望ましい。

【0006】

さらには、NOx吸蔵還元型三元触媒は、経時劣化等によりO₂ストレージ能力も低下する可能性があるため、O₂ストレージ能力をNOx吸蔵能力と分けて診断することが望ましい。

10

【0007】

そこで、本発明は、NOx吸蔵還元型三元触媒を備えるエンジンの排気浄化装置において、NOx吸蔵能力またはO₂ストレージ能力を診断することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、リーン混合気運転時に排気中のNOxを吸着するとともにストイキないしリッチ混合気運転時にNOxを脱離、還元するNOx吸蔵還元型三元触媒と、リーン混合気運転時から混合気の空燃比を一時的にリッチ化するリッチスパイク処理を複数回連続して行いNOxの脱離、還元を促す空燃比制御手段とを備えるエンジンの排気浄化装置に適用する。

20

【0009】

そして、1回目のリッチスパイク処理時に検出される空燃比のピーク値A/F1を基にNOx吸蔵還元型三元触媒のNOx吸蔵能力の劣化を診断する第1診断手段と、2回目以降のリッチスパイク処理時に検出される空燃比のピーク値A/F1を基に前記NOx吸蔵還元型三元触媒のO₂ストレージ能力の劣化を診断する第2診断手段とからなる触媒能力診断手段とを設けるものとした。

【0010】

請求項2に記載のエンジンの排気浄化装置は、請求項1から7に記載の発明において、前記触媒能力診断手段は、前記第1診断手段で劣化しているものと診断され、前記第2診断手段で正常であるものと診断された場合に、前記NOx吸蔵還元型三元触媒のNOx吸蔵能力のみが劣化していると診断する構成とした。

30

【0011】

請求項3に記載のエンジンの排気浄化装置は、請求項1または2に記載の発明において、前記第1および第2診断手段はリッチスパイク処理時に検出される空燃比のピーク値A/F1とエンジンの吸入空気量に応じてNOx吸蔵還元型三元触媒のNOx吸蔵能力およびO₂ストレージ能力をそれぞれ診断する構成とした。

【0012】

請求項4に記載のエンジンの排気浄化装置は、請求項1から3のいずれか一つに記載の発明において、前記第1診断手段は、リッチスパイク処理時に検出される排気空燃比のピーク値A/F1とリッチスパイク処理後に落ち着く排気空燃比A/F2とからピーク偏差 A/F を $A/F = A/F2 - A/F1$ として算出し、予め設定された敷居値1と前記A/F2および理論空燃比とから最終的な敷居値を敷居値 = 敷居値1 + A/F2 - 理論空燃比として算出し、ピーク偏差 A/F が敷居値より大きい場合にNOx吸蔵還元型三元触媒のNOx吸蔵能力が劣化しているものと診断する構成とした。

40

【0013】

請求項5に記載のエンジンの排気浄化装置は、請求項4に記載のエンジンの排気浄化装置において、エンジンの吸入空気量が増加するのに応じて敷居値1を大きく設定する構成とした。

50

【 0 0 1 4 】

請求項 6 に記載のエンジンの排気浄化装置は、請求項 3 に記載の発明において、前記ピーク偏差 A / F が敷居値より小さい場合に前記第 1 診断手段および第 2 診断手段はともに正常であるものと診断する構成とした。

【 0 0 1 5 】

請求項 7 に記載のエンジンの排気浄化装置は、請求項 1 から 6 のいずれか一つに記載の発明において、前記第 2 診断手段は、2 回目以降のリッチスパイク処理時に検出される排気空燃比のピーク値 $A / F 1$ とリッチスパイク処理後に落ち着く排気空燃比 $A / F 2$ とからピーク偏差 A / F を $A / F = A / F 2 - A / F 1$ として算出し、予め設定された敷居値 2 と理論空燃比から最終的な敷居値を敷居値 = 敷居値 2 - 理論空燃比として算出し、ピーク偏差 A / F が敷居値より大きい場合に $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒の O_2 ストレージ能力が劣化しているものと診断する構成とした。

10

【 0 0 1 6 】

請求項 8 に記載のエンジンの排気浄化装置は、請求項 7 に記載の発明において、エンジンの吸入空気量が増加するのに応じて敷居値 2 を大きく設定する構成とした。

【 0 0 1 7 】

請求項 9 に記載のエンジンの排気浄化装置は、請求項 1 から 8 のいずれか一つに記載の発明において、 $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒の上流側に別の三元触媒を設置するものとした。

【 0 0 1 8 】

20

【 発明の作用・効果 】

請求項 1 に記載の排気浄化装置において、1 回目のリッチスパイク処理時に検出される空燃比のピーク値 $A / F 1$ が大きい程、 $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒の $\text{NO} \times$ 吸蔵能力が低下したものと診断する。また、2 回目以降のリッチスパイク処理時に検出されるピーク値 $A / F 1$ が大きい程、 $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒の O_2 ストレージ能力が低下したものと診断する。 $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒に吸着された $\text{NO} \times$ 量が減少すると、リッチスパイク処理時に $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒を介して $\text{NO} \times$ を脱離、還元するのに消費される HC 、 CO の量も減少し、 $\text{NO} \times$ を還元しないで $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒をそのまま通過する HC 、 CO の量が増加するため、リッチスパイク処理時に $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒を通過した排気空燃比のピーク値 $A / F 1$ は $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒の正常時より劣化時に大きくなる特性がある。この特性によりピーク値 $A / F 1$ から $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒の $\text{NO} \times$ 吸蔵能力を的確に診断することができる。また、1 回目のリッチスパイク処理時に $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒に吸着された $\text{NO} \times$ のほとんどが脱離、還元されているので、続いて行われる 2 回目以降のリッチスパイク処理時に供給される HC 、 CO は、 $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒に吸着された O_2 のみの脱離、還元消費される。このため、2 回目以降のリッチスパイク処理時に検出される空燃比のピーク値 $A / F 1$ は O_2 ストレージ能力の正常時に比べて劣化時に大きくなる特性がある。この特性により、2 回目以降のリッチスパイク処理時に検出されるピーク値 $A / F 1$ に基づいて O_2 ストレージ能力が的確に診断することができる。

30

【 0 0 1 9 】

40

請求項 2 に記載の排気浄化装置において、第 1 診断手段により $\text{NO} \times$ 吸蔵能力が劣化していると診断され、第 2 診断手段により O_2 ストレージ能力は正常であると診断された場合には、 O_2 ストレージ能力は $\text{NO} \times$ 吸蔵能力よりも先に劣化することはないという特性に基づいて、 $\text{NO} \times$ 吸蔵能力のみが劣化していると診断することができる。

【 0 0 2 0 】

請求項 3 に記載の排気浄化装置において、吸入空気量が増加すると、 $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒に供給される HC 、 CO も増加して、 $\text{NO} \times$ を還元しないまま $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒を通過する HC 、 CO の量が増加するため、 $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒を通過した排気空燃比のピーク値 $A / F 1$ が増大する特性がある。この特性により吸入空気量に応じて $\text{NO} \times$ 吸蔵還元型三元触媒の $\text{NO} \times$ 吸蔵能力および O_2 ストレージ能力を的確に診

50

断することができる。

【0021】

請求項4に記載の排気浄化装置において、ピーク偏差 A/F ($= A/F_2 - A/F_1$) と敷居値 ($=$ 敷居値1 + A/F_2 - 理論空燃比) を比較することにより、リッチスパイク処理後に落ち着く空燃比 A/F_2 に影響されることなく NO_x 吸蔵能力が劣化しているかどうかを的確に診断することができる。

【0022】

請求項5に記載の排気浄化装置において、吸入空気量が大きくなるのに伴って敷居値1を大きくなるように設定する。

【0023】

吸入空気量が増加すると、 NO_x 吸蔵還元型三元触媒に供給される HC 、 CO も増加して、 NO_x を還元しないまま NO_x 吸蔵還元型三元触媒を通過する HC 、 CO の量が増加するため、 NO_x 吸蔵還元型三元触媒を通過した排気空燃比のピーク値 A/F_1 が増大する特性がある。この特性に対応して吸入空気量が大きくなるのに伴って敷居値1が大きくなることにより、吸入空気量の変化に影響されることなく、 NO_x 吸蔵能力が劣化しているかどうかを的確に診断することができる。

【0024】

請求項6に記載の排気浄化装置において、 NO_x 吸蔵能力は O_2 ストレージ能力よりも先に劣化するため、ピーク偏差 A/F が敷居値より小さい場合は、 NO_x 吸蔵能力と O_2 ストレージ能力の両方が劣化していないものと診断できる。

【0027】

請求項7に記載の排気浄化装置において、2回目以降のピーク偏差 A/F ($= A/F_2 - A/F_1$) と敷居値 ($=$ 敷居値1 + A/F_2 - 理論空燃比) を比較することにより、リッチスパイク処理後に落ち着く空燃比 A/F_2 に影響されることなく O_2 ストレージ能力が劣化しているかどうかを的確に診断することができる。

【0028】

請求項8に記載の排気浄化装置において、吸入空気量が大きくなるのに伴って敷居値2が大きくなるように設定される。

【0029】

吸入空気量が増加すると、 NO_x 吸蔵還元型三元触媒に供給される HC 、 CO も増加して、 NO_x を還元しないまま NO_x 吸蔵還元型三元触媒を通過する HC 、 CO の量が増加するため、 NO_x 吸蔵還元型三元触媒を通過した排気空燃比のピーク値 A/F_1 が増大する特性がある。この特性に対応して吸入空気量が大きくなるのに伴って大きく敷居値2が大きくなることにより、吸入空気量の変化に影響されることなく、 O_2 ストレージ能力が劣化しているかどうかを的確に診断することができる。

【0030】

請求項9に記載の排気浄化装置において、2回目以降のリッチスパイク処理時に検出されるピーク値 A/F_1 を基に、 NO_x 吸蔵還元型三元触媒およびその上流側に設置される三元触媒の O_2 ストレージ能力を診断することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】

図1において、1はエンジン本体、2は吸気通路、3は吸気通路2に介装される吸気絞り弁、4は筒内に臨む燃料噴射弁である。燃料噴射弁4はコントロールユニット11からの噴射信号により運転条件に応じて所定の空燃比となるように燃料を噴射供給する。

【0032】

コントロールユニット11にはクランク角センサ12からの Ref 信号と Pos 信号、エアフローメータ13からの吸入空気量信号、排気通路5に設置した O_2 センサ14からの空燃比(酸素濃度)信号、さらには水温センサ(図示しない)からのエンジン冷却水温信号、トランスミッションのギア位置センサ(図示しない)からのギア位置信号、車速センサ(図示しない)からの車速信号等が入力され、これらに基づいて運転状態を判断しながら

10

20

30

40

50

ら、負荷のそれほど大きくない所定の運転域においてはリーン空燃比による運転を行い、それ以外の運転域では空燃比を主にストイキへと制御する。たとえば、車速が図2に示したように変化するとき、リーン混合気運転を許可するフラグF L E A N（後述する）が図示のように変化し、F L E A N = 1のときリーン混合気運転が行われ、またF L E A N = 0のときストイキ混合気運転が行われる。

【0033】

排気通路5には第二触媒として、排気中のH C、C Oの酸化と、N O xの還元を行う三元触媒6が設置され、ストイキ混合気運転時に最大の転換効率をもって、排気中のN O xの還元とH C、C Oの酸化を行う。しかしながら、三元触媒6はリーン空燃比のときにはH C、C Oを酸化するが、N O xの還元効率が低い。このため、三元触媒6の下流側に第一触媒としてN O x吸蔵還元型三元触媒7が設置され、リーン混合気運転域で発生するN O xがこのN O x吸蔵還元型三元触媒7に吸蔵される。

10

【0034】

そして、リーン混合気運転が長時間続くときには、N O x吸蔵還元型三元触媒7がN O xを吸蔵しきれなくなるので、所定のインターバルで空燃比のリッチスパイク処理を行い、さらにリーン混合気運転からストイキ混合気運転への切替時にも空燃比のリッチスパイク処理を行う（図2の場合であれば、B区間でN O x吸蔵還元型三元触媒7に吸蔵したN O xを還元処理するため、その直後のC点でリッチスパイク処理を行う）。

【0035】

図3に示したようにリーン混合気運転からストイキ混合気運転への切替タイミングで行われるリッチスパイク処理は、空燃比フィードバック補正係数（ストイキ混合気運転時にフロント側O₂センサ14の出力に基づいて演算され、ストイキ混合気運転以外では1.0にクランプされる）をリッチ化程度K R I C H S Tの分だけステップ的に大きくし、その後はリカバー速度D R S Pで小さくし、フロント側O₂センサ14の出力がスライスレベルと一致したタイミングで処理を終了する。ステップ変化時のリッチ化程度K R I C H S Tは、三元触媒6 O₂ストレージ能力を考慮して、O₂ストレージ能力が大きいほど大きく設定されるものである。

20

【0036】

コントロールユニット11で実行されるこの空燃比制御の内容を、以下のフローチャートにしたがって説明する。

30

【0037】

まず、図4はリーン混合気運転条件の判定を行うためのもので、一定時間毎（たとえば10 msec毎）に実行する。

【0038】

ステップ1では、エンジン回転数N E、車速V S P、アクセル開度A P T V、冷却水温T W Nなどを読み込む。

【0039】

ステップ2ではリーン混合気運転許可フラグF L E A Nの値を前回リーン混合気運転許可フラグ（前回のリーン混合気運転許可フラグの値を格納するためのフラグ）F L E A N O L Dに移す。

40

【0040】

ステップ3、4では次の条件

1 リッチスパイク処理フラグF R S P = 0であること（つまりリッチスパイク処理中でないこと）、

2 リーン許可条件の全てのフラグが1であること、

をみて、いずれかの条件を満たさないときは、ステップ5に進んでリーン混合気運転許可フラグF L E A Nに“0”（リーン混合気運転を許可しない）を、また2つの条件とも満たすときはステップ6に進んでリーン混合気運転許可フラグF L E A Nに“1”（リーン混合気運転を許可する）を入れる。

【0041】

50

ここで、2 のリーン許可条件には、エンジンの暖機が完了していること（このときフラグ $F L T W N = 1$ ）、エンジン回転数 $N E$ が所定のリーン混合気運転領域にあること（このときフラグ $F L R P M = 1$ ）、車速 $V S P$ が所定の範囲にあること（このときフラグ $F L V S P = 1$ ）、アクセル開度 $A P T V$ が所定値以下であること（このときフラグ $F L A P T V = 1$ ）などがあり、2 のフラグとは、これら各フラグ $F L T W N$ 、 $F L R P M$ 、 $F L V S P$ 、 $F L A P T V$ のことである。

【0042】

ステップ7では前回リーン混合気運転許可 $F L E A N O L D$ をみて、 $F L E A N O L D = 1$ のとき（つまり今回、リーン混合気運転許可に切換わったとき）はステップ8でリーン混合気運転継続時間を計測するためのカウンタ $C L T$ に0を入れてリセットし、これに対して $F L E A N O L D = 1$ のとき（つまりリーン混合気運転許可が継続されているとき）はステップ9に進んでカウンタ $C L T$ をインクリメントする。

10

【0043】

図5はリッチスパイク処理フラグを設定するためのもので、一定時間 10 msec 毎に実行する。ステップ41、42では2つのフラグ $F L E A N O L D$ 、 $F L E A N$ をみて、 $F L E A N O L D = 1$ かつ $F L E A N = 0$ のとき（つまりリーン混合気運転よりストイキ混合気運転への切換時）に限りステップ43、44に進んで、リッチスパイク処理フラグ $F R S P$ （始動時に“0”に初期設定）=1とするとともに、前回のリーン混合気運転許可フラグ $F L E A N O L D = 0$ とする。

【0044】

図6は空燃比のリッチ化程度 $K R I C H$ を演算するためのもので、図5に続けて 10 msec 毎に実行する。

20

【0045】

ステップ51ではリッチスパイク処理フラグ $F R S P$ をみて $F R S P = 1$ のときはステップ52に進み、リッチ化程度 $K R I C H$ （始動時に0に初期設定）をみる。リッチスパイク処理フラグ $F R S P = 1$ となるタイミングでは $K R I C H = 0$ であることよりステップ53、54に進み、リッチ化程度初期値（ステップ変化時のリッチ化程度） $K R I C H S T$ を演算し（後述する）、この初期値 $K R I C H S T$ （ $K R I C H S T > 0$ ）を $K R I C H$ に移す。

【0046】

一方、 $K R I C H > 0$ であればステップ52よりステップ55、56に進み、吸入空気量 $Q a$ から図7を内容とするテーブルを検索してリカバー速度（演算当たり（ 10 msec 当たり）のストイキ側戻し量） $D R S P$ を求め、 $K R I C H$ からこの値 $D R S P$ だけ差し引いた値をあらためて $K R I C H$ とする。

30

【0047】

ここで、リカバー速度 $D R S P$ を図7に示す特性としたのは、空気量（空気流量） $Q a$ が大きいほど $H C$ 、 $C O$ の供給流量が増えるからである。

【0048】

ステップ57では $K R I C H$ の値をみて $K R I C H$ の値が0以下でなければ、ステップ55、56の操作を繰り返す。やがて $K R I C H$ が0以下になると、ステップ57よりステップ58、59に進み、 $K R I C H$ に0を入れ、リッチスパイク処理フラグを $F R S P = 0$ としてリッチスパイク処理を終了する。

40

【0049】

このようにして演算したリッチ化程度 $K R I C H$ を用いることで、前述したように、リーン混合気運転からストイキ混合気運転への切換時に空燃比フィードバック補正係数 $K F B C$ が初期値 $K R I C H S T$ だけステップ的に大きくなり、その後はリカバー速度 $D R S P$ で $K F B C$ が小さくなる。そして、フロント側 O_2 センサ14出力がスライスレベルと一致したタイミングで通常空燃比フィードバック制御が開始される（図3参照）。

【0050】

上記の空燃比リッチ化程度の初期値 $K R I C H S T$ の演算については図8（図6のステッ

50

プ53のサブルーチン)により説明する。

【0051】

図8において、ステップ61、62では、リーン混合気運転継続時間カウンタCLTから図9、図10を内容とするテーブルを検索して、NOx吸蔵還元型三元触媒7に対するNOx脱離還元用基本値SNORS、三元触媒6に対する酸素吸蔵基本値B__FORSを、またステップ63において

$$KRICHST = SNORS + B_FORS \quad \dots (1)$$

の式によりリッチ化程度初期値KRICHSTを計算する。

【0052】

ここで、NOx脱離還元基本値SNORSは、NOx吸蔵還元型三元触媒7に吸着されているNOxを脱離還元するためのHC、COを発生させるに必要な値である。具体的にはSNORSは図9に示したようにリーン混合気運転の継続時間とともに増加し、NOx吸蔵還元型三元触媒7にNOxが一杯にまで吸着された後は一定値となる。

10

【0053】

酸素吸蔵基本値B__FORSは、新品状態の三元触媒6に吸着される酸素量に対応する値であり、図10に示したように、特性としては図9と同様である(リーン混合気運転の継続時間とともに増加し、三元触媒6に酸素が一杯にまで吸着された後は一定値となる)。なお、図9、図10において斜めに立ち上がる直線の傾きは、触媒容量に依存し、同じエンジンであれば、触媒容量が大きいほど直線の傾きが緩やかになる。

【0054】

また、リッチ化程度の初期値KRICHSTをどこまでも大きくすることはできず、リッチ側の燃焼安定の制限から上限値RSPMAX(リッチ側の燃焼安定限界)が存在する。初期値KRICHSTが上限値RSPMAXに制限されたからといってもNOx吸蔵還元型三元触媒7に供給するHC、CO量は上限値RSPMAXに制限されない場合と同じに確保しなければならない。

20

【0055】

そこで、初期値をKRICHST、リカバー速度をDRSPとするとき、NOx吸蔵還元型三元触媒7に供給するHC、CO量は図11においてハッチングで示した三角形の面積にほぼ相当するので、上限値RSPMAXに制限されるときにも、同じ量のHC、COをNOx吸蔵還元型三元触媒7に供給するには三角形の面積が同じになるようにリカバー速度を緩くしてやればよい。上限値RSPMAXに制限される場合のリカバー速度をDRSP1(破線参照)とすれば、計算により $DRSP1 = DRSP \times (RSPMAX / KRICHST)^2$ が得られる。

30

【0056】

ところで、経時劣化等により、NOx吸蔵還元型三元触媒7のNOx吸蔵能力やNOx吸蔵還元型三元触媒7および三元触媒6のO₂ストレージ能力が低下する可能性があるため、これらの触媒能力を診断する必要がある。

【0057】

そこで本発明では、NOx吸蔵還元型三元触媒7より下流の排気通路5に、NOx吸蔵還元型三元触媒7を通過した排気の空燃比を検出する空燃比センサ15を設置し、リッチスパイク処理時に生じる空燃比センサ15のピーク値A/F1を検出し、このピーク値A/F1に基づいてNOx吸蔵還元型三元触媒7のNOx吸蔵能力を診断する。

40

【0058】

たとえば図12、図13に示すように、NOx吸蔵還元型三元触媒7のNOx吸蔵能力が衰えると、リッチスパイク処理時に空燃比センサ15によって検出される空燃比のピーク値A/F1は正常時に比べて大きくなる。これは、NOx吸蔵還元型三元触媒7に吸着されたNOx量が減少すると、NOx吸蔵還元型三元触媒7を介してNOxを脱離、還元するのに消費されるHC、COの量も減少し、NOxを還元しないでNOx吸蔵還元型三元触媒7をそのまま通過するHC、COの量が増加するためと考えられる。したがって、リッチスパイク処理時に検出されるピーク値A/F1に基づいてNOx吸蔵還元型三元触媒

50

7のNO_x吸蔵能力を算出することができる。

【0059】

しかし、図12に示すようにリーン混合気運転からストイキ混合気運転への切替時に空燃比のリッチスパイク処理が行われる場合に対して、図13に示すようにリーン混合気運転が継続されている途中で空燃比のリッチスパイク処理が行われる場合がある。

【0060】

これに対応して、本実施の形態において、リッチスパイク処理が行われるときに検出される排気空燃比のピーク値A/F1とリッチスパイク処理後に落ち着く排気空燃比A/F2の差であるピーク偏差A/Fを求める一方、劣化を判定するための最終的な敷居値を吸入空気量Q_aに応じて予め設定された所定の敷居値1にA/F2と理論空燃比(14.7)の差を加えた値として求め、ピーク偏差A/Fが敷居値より大きい場合にNO_x吸蔵能力が劣化しているものと判定し、ピーク偏差A/Fが敷居値より小さい場合に正常であるものと判定する。

10

【0061】

つまり、ピーク偏差A/F(=A/F2-A/F1)を敷居値(=敷居値1+A/F2-理論空燃比)と比較することにより、リッチスパイク処理後に落ち着く空燃比A/F2に影響されることなく、NO_x吸蔵能力が劣化しているかどうかを的確に判定することができる。

【0062】

図14はNO_x吸蔵還元型三元触媒7および三元触媒6の耐熱性を測定した実験結果を示すが、温度上昇に伴って上記NO_x吸蔵能力はO₂ストレージ能力より先に低下することがわかる。この特性からNO_x吸蔵還元型三元触媒7のNO_x吸蔵能力がNO_x吸蔵還元型三元触媒7および三元触媒6のO₂ストレージ能力よりも先に経時劣化するものと考えられる。したがって、三元触媒6のO₂ストレージ能力がNO_x吸蔵還元型三元触媒7のNO_x吸蔵能力より先に低下してリッチスパイク処理時に検出される空燃比センサ15のピーク値A/F1が小さくなることはなく、ピーク偏差A/Fが敷居値よりも大きい場合には少なくともNO_x吸蔵還元型三元触媒7のNO_x吸蔵能力が低下したものと判定することができる。

20

【0063】

本実施形態は、リッチスパイク処理を2回続けて行い、1回目のリッチスパイク処理が行われるときに検出される空燃比のピーク値A/F1を基に三元触媒6のNO_x吸蔵能力を、そして2回目のリッチスパイク処理が行われるときに検出される空燃比のピーク値A/F1を基に三元触媒6およびNO_x吸蔵還元型三元触媒7のO₂ストレージ能力を分けて診断するものである。図15はリッチスパイク処理によって生じる空燃比のピーク偏差A/Fを検出し、このピーク偏差A/Fに基づいてNO_x吸蔵還元型三元触媒7のNO_x吸蔵能力が劣化しているかどうかを診断するためのもので、一定時間10msec毎に実行する。

30

【0064】

この実施の形態では、診断をエンジン始動直後に1回だけ行うものであり、ステップ71でスタータスイッチがONからOFFに切替わったとき始動直後と判定した場合、ステップ72に進んで診断終了フラグFDGNSを0にクリアする。ステップ73では診断終了フラグFDGNSが0にクリアされていることを確認してステップ74以降の診断ルーチンに進む。

40

【0065】

ステップ74ではNO_x吸蔵還元型三元触媒7の診断条件が成立しているか否か、具体的にはNO_x吸蔵還元型三元触媒7の温度が所定値以上となっている等を確認し、診断条件が成立していると判定された場合、ステップ75、76に進んで空燃比センサ15の出力を読み込むと共に、NO_x吸蔵還元型三元触媒7を通過した排気空燃比A/Fを計算する。

【0066】

50

次に、ステップ77ではリッチスパイク実行フラグFRSPが1にセットされていることを確認し、リッチスパイク処理が行われている間はステップ77～80のルーチンで空燃比のピーク値A/F1を検出する。つまり、ステップ78で現在の空燃比A/Fが前回セットした空燃比のピーク値A/F1よりリッチ側にあるかどうかを判定し、現在の空燃比A/Fが前回セットした空燃比A/F1よりリッチ側にある場合、ステップ79に進んで前回セットした空燃比A/F1を現在の空燃比A/Fに置き換える。現在の空燃比A/Fが前回セットした空燃比A/F1よりリーン側になったら、ステップ80に進んで前回セットした空燃比A/F1が空燃比のピーク値であるから、ピーク値を検出したことを示すフラグF2をセットする。

【0067】

リッチスパイク処理が終了するとステップ77からステップ81に進んでリッチスパイク処理終了後の空燃比A/F2を検出する。

【0068】

すなわち、ステップ77にてリッチスパイク実行フラグFRSPがクリアされていると判定されると、リッチスパイク処理が終了しているから、ステップ81に進んで空燃比のピーク値A/F1が検出されたことを示すフラグF2が1にセットされているかどうかを判定する。

【0069】

ステップ81にてフラグF2が1にセットされていることを確認した場合、ステップ82に進んで前回リッチスパイク実行フラグFRSPがセットされていたか、すなわち、リッチスパイクの直後かどうかを判定する。リッチスパイクの直後であったならば、ステップ83～85にて後述するタイマTm1、タイマTm2、リッチスパイク処理終了後の空燃比A/F2にそれぞれ0を入れてリセットする。リッチスパイクの直後でない場合はステップ86に進んでリッチスパイク処理終了後にカウントアップされるタイマTm1が所定時間Aに達したか否かを判定する。このタイマTm1は、リッチスパイク処理終了後、空燃比が落ち着くまでA/F2の演算を待つものであり、所定時間Aに達するまでの間、ステップ100に進んで、Tm1をカウントアップする。Tm1が所定時間Aに達すると、ステップ87に進んでタイマTm2が所定時間Bに達したかどうかを判定する。このタイマTm2は、リッチスパイク処理終了後の空燃比A/F2の荷重平均を計算するものであり、タイマTm2が所定時間Bに達していないと判定される間は、ステップ95～99のルーチンにてリッチスパイク処理終了後の空燃比A/F2の加重平均値を計算する。すなわち、ステップ95にてA/F2=0となっている初回では、ステップ96に進んでA/F2に現在の空燃比A/Fを入れ、ステップ97に進んでタイマTm2をカウントアップする。一方、2回目以降はA/F2=0であるから、ステップ95からステップ98に進んで加重平均値A/F2を次式で計算し、ステップ99でタイマTm2をカウントアップする。ただし、C、Dは加重平均係数、A/Foldは前回検出された空燃比、A/Fは今回検出された空燃比である。

【0070】

$$A/F2 = (C * A/Fold + D * A/F) / (C + D) \quad \dots (2)$$

ここではA/F2の計算方法として、加重平均法を一例として挙げるが、実際はこの限りではない。

【0071】

タイマTm2が所定時間Bに達したら、荷重平均値A/F2の計算を終了してステップ88に進む。ステップ88では空燃比センサ15のピーク偏差A/Fを求められたピーク値A/F1とリッチスパイク処理終了後の空燃比A/F2とから次式で計算する。

【0072】

$$A/F = A/F2 - A/F1 \quad \dots (3)$$

続いてステップ89に進んで後述する図16に示すサブルーチンで敷居値を計算し、ステップ90にて計算されたピーク偏差A/Fを敷居値以上かどうかを判定する。ピーク偏差A/Fが敷居値以上と判定された場合は、ステップ91に進んでNOx吸蔵還元型三

10

20

30

40

50

元触媒 7 の NO_x 吸蔵還元型三元触媒 7 が劣化していると判定し、図示しない警告ランプ等を点灯して運転者にこれを知らせる。一方、ピーク偏差 A/F が敷居値より小さいと判定された場合は、ステップ 92 に進んで NO_x 吸蔵還元型三元触媒 7 の NO_x 吸蔵能力が正常であると判定する。

【0073】

続いてステップ 93 に進んで、診断終了フラグ $FDGNS$ を 1 にセットした後、ステップ 94 に進んでピーク値 A/F_1 に 0 を入れてリセットし、本診断ルーチンを終了する。

【0074】

こうして診断ルーチンが終了して、ステップ 73 で診断終了フラグ $FDGNS$ を基に診断が終了していると判定された場合等は、ステップ 101、102 に進んでフラグ F_2 をクリアするとともに、ピーク値 A/F_1 に 0 を入れてリセットする。

10

【0075】

上記の敷居値の演算については図 16 (図 15 のステップ 89 のサブルーチン) により説明する。

【0076】

図 16 において、ステップ 106 ではエアフローメータ 13 の検出信号を基に算出される吸入空気量 Q_a を読み込み、ステップ 107 では敷居値 1 を吸入空気量 Q_a から図 17 を内容とするテーブルを検索して求め、ステップ 108 ではリッチスパイク処理終了後の荷重平均値 A/F_2 とストイキ $A/F (= 14.7)$ との差をストイキから A/F 偏差として算出し、ステップ 109 では敷居値を敷居値 1 とストイキからの A/F 偏差の和として算出する。

20

【0077】

吸入空気量 Q_a が増加すると、 NO_x 吸蔵還元型三元触媒 7 に供給される HC 、 CO も増加して、吸着された NO_x を還元しないまま NO_x 吸蔵還元型三元触媒 7 を通過する HC 、 CO の量が増加するため、空燃比センサ 15 のピーク値 A/F_1 が増大する。したがって、図 17 に示すテーブルに基づき敷居値を吸入空気量 Q_a が大きくなるのに伴って大きく補正することにより、リッチスパイク処理時に検出される空燃比センサ 15 のピーク値 A/F_1 に基づいて NO_x 吸蔵還元型三元触媒 7 の NO_x 吸蔵能力を的確に判定することができる。

【0078】

また、リッチスパイク処理時に検出される空燃比センサ 15 のピーク値 A/F_1 を吸入空気量 Q_a に応じて補正してもよい。この場合、敷居値を一定値としても、 NO_x 吸蔵還元型三元触媒 7 の NO_x 吸蔵能力を的確に判定することができる。

30

【0079】

また、リッチスパイク処理時に検出される空燃比センサ 15 のピーク値 A/F_1 と吸入空気量 Q_a に応じて NO_x 吸蔵還元型三元触媒 7 の NO_x 吸蔵能力を算出し、 NO_x 吸蔵能力に応じてリッチスパイク処理の周期またはリッチスパイク量を修正し、 NO_x 吸蔵還元型三元触媒 7 の劣化度合いに対応して NO_x の脱離と還元が行われるようにしてもよい。

【0080】

次に、三元触媒 6 および NO_x 吸蔵還元型三元触媒 7 の O_2 ストレージ能力の診断について説明する。

40

【0081】

1 回目のリッチスパイク処理時に NO_x 吸蔵能力が劣化していないと診断された場合、 O_2 ストレージ能力も劣化していないものと診断する。

【0082】

2 回目のリッチスパイク処理時に検出されるピーク値 A/F_1 が敷居値より大きい場合、三元触媒 6 および NO_x 吸蔵還元型三元触媒 7 の O_2 ストレージ能力が劣化しているものと診断する。

【0083】

図 14 に示す特性から O_2 ストレージ能力は NO_x 吸蔵能力より先に劣化することはな

50

い。したがって、1回目のリッチスパイク処理時に検出されるピーク値A/F1が敷居地より小さい場合、NOx吸蔵能力とO₂ストレージ能力の双方が劣化していないものと診断できる。

【0084】

一方、1回目のリッチスパイク処理時にNOx吸蔵還元型三元触媒7に吸着されたNOxのほとんどが脱離、還元されているので、続いて行われる2回目のリッチスパイク処理時に供給されるHC、COは、三元触媒6およびNOx吸蔵還元型三元触媒7に吸着されたO₂のみの脱離、還元消費される。このため、たとえば図24、図25に示すように、2回目のリッチスパイク処理時に空燃比センサ15によって検出される空燃比のピーク値A/F1はO₂ストレージ能力の正常時に比べて劣化時に大きくなる。したがって、2回

10

【0085】

図18は、1回目のリッチスパイク処理が終了してから所定時間Eが経過した後に2回目のリッチスパイク処理を行うために、2回目のリッチスパイク実行フラグFRSP2をセットするためのもので、図15に続けて10msec毎に実行する。

【0086】

この診断をエンジン始動後に1回だけ行うため、ステップ111でスタータスイッチがONからOFFに切替わる始動後と判定された場合、ステップ112に進んで診断終了フラグFDGNSをクリアした後、ステップ113、114に進んで診断終了フラグFDGNSとリッチスパイク実行フラグFRSPがそれぞれクリアされていることを確認する。

20

【0087】

続いてステップ115以降のルーチンに進んで1回目のリッチスパイクが終了してから所定時間Eが経過したらリッチスパイク実行フラグFRSP2をセットする。すなわち、ステップ115では前回のリッチスパイク実行フラグFRSPが1にセットされているかどうかを判定する。前回のリッチスパイク処理が行われた直後は前回FRSP=1であるから、ステップ116、117に進んでタイマTm3をクリアし、フラグF3を1にセットする。次回からは前回FRSP=1であるから、ステップ118に進んでフラグF3が1にセットされていることを確認し、ステップ119、123にて1回目のリッチスパイク

30

処理の直後からカウントアップされるタイマTm3が所定時間Eに達するのを待つ。ステップ120に進んで空燃比のリッチ化程度KRICHを0にリセットするとともに、ステップ121に進んで2回目のリッチスパイクを実行するためのフラグFRSP2を1にセットし、ステップ122でフラグF3を0にクリアして本ルーチンを終了する。

【0088】

また、ステップ113、114、118で条件が成立しない場合、ステップ124に進んでフラグF3を0にクリアする。

【0089】

図19は2回目のリッチスパイク処理時における空燃比のリッチ化程度KRICHを演算するためのもので、一定時間10msec毎に実行する。

40

【0090】

ステップ131で2回目のリッチスパイク実行フラグFRSP2を読み込み、ステップ132で2回目のリッチスパイク実行フラグFRSP2が1にセットされていることが確認された場合、ステップ133に進んでリッチ化程度KRICH(始動時に0に初期設定)を0と比較する。2回目のリッチスパイク処理フラグFRSP2=1となるタイミングではKRICH=0であることより、ステップ135に進み、リッチ化程度初期値(ステップ

【0091】

変化時のリッチ化程度)KRICH(所定値)2をKRICHに移す。

一方、次回からはKRICH>0であるから、ステップ133よりステップ134に進み、KRICHから所定のリカバー速度DRSPだけ差し引いた値をあらためてKRICH

50

とする。

【 0 0 9 2 】

ステップ 1 3 6 では K R I C H の値をみて K R I C H の値が 0 以下でなければ、ステップ 1 3 3、1 3 4 の操作を繰り返す。やがて K R I C H が 0 以下になると、ステップ 1 3 6 よりステップ 1 3 7 に進み、2 回目のリッチスパイク処理フラグを F R S P 2 = 0 としてリッチスパイク処理を終了する。

【 0 0 9 3 】

このようにして演算したリッチ化程度 K R I C H を用いることで、前述したように、空燃比フィードバック補正係数 が初期値 K R I C H 2 だけステップ的に大きくなり、その後はリカバー速度 D R S P で が小さくなる。

10

【 0 0 9 4 】

図 2 0 は 2 回目のリッチスパイク処理によって生じる空燃比のピーク偏差 A / F を検出し、このピーク偏差 A / F に基づいて三元触媒 6 および N O x 吸蔵還元型三元触媒 7 が劣化しているかどうかを診断するためのもので、図 1 8 に続いて一定時間 1 0 m s e c 毎に実行する。

【 0 0 9 5 】

これについて説明すると、ステップ 1 7 3 で診断終了フラグ F D G N S 2 が 0 にクリアされていることを確認し、ステップ 1 7 4 に進んで、診断条件が成立しているかどうかを判断する。具体的には N O x 吸蔵還元型三元触媒 7 の温度が所定値以上となっているときの、断条件が成立していると判定し、ステップ 1 7 5、1 7 6 に進んで空燃比センサ 1 5 の出力を読み込み、空燃比 A / F を計算する。

20

【 0 0 9 6 】

次に、ステップ 1 7 7 ではリッチスパイク実行フラグ F R S P が 1 にセットされていることを確認し、リッチスパイク処理が行われている間はステップ 1 7 7 ~ 1 8 0 のルーチンで空燃比のピーク値 A / F 1 を検出する。つまりステップ 1 7 8 で現在の空燃比 A / F が前回セットした空燃比 A / F 1 よりリッチ側にあるかを判定し、現在の空燃比 A / F が前回セットした空燃比 A / F 1 よりリッチ側にある場合、ステップ 1 7 9 に進んで前回セットした空燃比 A / F 1 を現在の空燃比 A / F に置き換える。現在の空燃比 A / F が前回セットした空燃比 A / F 1 よりリーン側にあったら、ステップ 1 8 0 に進んで前回セットした空燃比 A / F 1 が空燃比のピーク値であるから、ピーク値を検出したことを示すフラグ F 2 をセットする。

30

【 0 0 9 7 】

リッチスパイク処理が終了すると以下のルーチンでリッチスパイク処理終了後の空燃比 A / F 2 を検出する。

【 0 0 9 8 】

すなわち、ステップ 1 7 7 にてリッチスパイク実行フラグ F R S P がクリアされていると判定されると、リッチスパイク処理が終了してから、ステップ 1 8 1 に進んで空燃比のピーク値 A / F 1 が検出されたことを示すフラグ F 2 が 1 にセットされているかどうかを判定する。

【 0 0 9 9 】

ステップ 1 8 1 にてフラグ F 2 が 1 にセットされていることを確認した場合、ステップ 1 8 2 に進んで前回リッチスパイク実行フラグ F R S P がセットされたか、すなわちリッチスパイクの直後かどうかを判定する。リッチスパイクの直後ではステップ 1 8 3 ~ 1 8 5 にて後述するタイマ T m 1、タイマ T m 2、リッチスパイク処理終了後の空燃比 A / F 2 にそれぞれ 0 を入れてリセットする。リッチスパイク直後でない場合はステップ 1 8 6 に進んでリッチスパイク処理終了後にカウントアップされるタイマ T m 1 が所定時間 A に達したか否かを判定する。このタイマ T m 1 は、リッチスパイク処理終了後、空燃比が落ち着くまで A / F 2 の演算を待つものであり、所定時間 A に達するまでの間、ステップ 2 0 0 に進んで、T m 1 をカウントアップする。T m 1 が所定時間 A に達すると、ステップ 1 8 7 に進んでタイマ T m 2 が所定時間 B に達したかどうかを判定する。このタイマ T m 2

40

50

は、リッチスパイク処理終了後の空燃比 $A / F 2$ の荷重平均を計算するものであり、タイマ $T m 2$ が所定時間 B に達していないと判定される間は、ステップ 195 ~ 199 のルーチンにてリッチスパイク処理終了後の空燃比 $A / F 2$ の加重平均値を計算する。すなわち、ステップ 195 にて $A / F 2 = 0$ となっている初回では、ステップ 196 に進んで $A / F 2$ に現在の空燃比 A / F を入れ、ステップ 197 に進んでタイマ $T m 2$ をカウントアップする。一方、2 回目以降は $A / F 2 = 0$ であるから、ステップ 195、ステップ 198 に進んで加重平均値 $A / F 2$ を次式で計算し、ステップ 199 で $T m 2$ をカウントアップする。ただし、 C 、 D は加重平均係数、 $A / F o l d$ は前回検出された空燃比、 A / F は今回検出された空燃比である。

【0100】

$$A / F 2 = (C * A / F o l d + D * A / F) / (C + D) \quad \dots (2)$$

ここでは $A / F 2$ の計算方法として、加重平均法を一例として挙げるが、実際はこの限りではない。

【0101】

タイマ $T m 2$ が所定時間 B に達したら、荷重平均値 $A / F 2$ の計算を終了してステップ 188 に進む。ステップ 188 では空燃比センサ 15 のピーク偏差 A / F を求められたピーク値 $A / F 1$ とリッチスパイク処理終了後の空燃比 $A / F 2$ とから次式で計算する。

【0102】

$$A / F = A / F 2 - A / F 1 \quad \dots (3)$$

続いてステップ 189 に進んで後述する図 21 に示すサブルーチンで敷居値を計算し、ステップ 190 にて計算されたピーク偏差 A / F を敷居値以上かどうかを判定する。ピーク偏差 A / F が敷居値以上と判定された場合は、ステップ 191 に進んで各触媒 6、7 が劣化していると判定し、図示しない警告ランプ等を点灯して運転者にこれを知らせる。一方、ピーク偏差 A / F が敷居値より小さいと判定された場合は、ステップ 192 に進んで各触媒 6、7 が正常であると判定する。

【0103】

続いてステップ 193 に進んで、診断終了フラグ $F D G N S 2$ を 1 にセットした後、ステップ 194 に進んでピーク値 $A / F 1$ に 0 を入れてリセットし、本診断ルーチンを終了する。

【0104】

こうして診断ルーチンが終了して、ステップ 173 で診断終了フラグ $F D G N S 2$ を基に診断が終了していると判定された場合等は、ステップ 201、202 に進んでフラグ $F 2$ をクリアするとともに、ピーク値 $A / F 1$ に 0 を入れてリセットする。

【0105】

上記の敷居値の演算については図 21 (図 20 のステップ 189 のサブルーチン) に示すように、ステップ 206 ではエアフローメータ 13 の検出信号を基に算出される吸入空気量 $Q a$ を読み込み、ステップ 207 では敷居値 2 を吸入空気量 $Q a$ から図 22 を内容とするテーブルを検索して求め、ステップ 208 では敷居値を敷居値 2 から理論空燃比を減算した値として算出する。

【0106】

2 回目のリッチスパイク処理時においても吸入空気量 $Q a$ が増加すると、三元触媒 6 および $N O x$ 吸蔵還元型三元触媒 7 に供給される $H C$ 、 $C O$ も増加して、これらに吸着された O_2 を還元しないまま通過する $H C$ 、 $C O$ の量が増加するため、空燃比センサ 15 のピーク値 $A / F 1$ が増大する。したがって、図 22 に示すテーブルに基づき吸入空気量 $Q a$ が大きくなるのに伴って敷居値を大きく補正することにより、リッチスパイク処理時に検出されるピーク値 $A / F 1$ に基づいて O_2 ストレージ能力を的確に判定することができる。

【0107】

図 23 は、図 15 のフローチャートによる 1 回目の診断結果と、図 20 のフローチャートによる 2 回目の診断結果に基づいて $N O x$ 吸蔵能力と O_2 ストレージ能力の劣化を判定するものである。

10

20

30

40

50

【0108】

これについて説明すると、ステップ211で1回目の診断終了フラグFDGNSと2回目の診断終了フラグFDGNS2が共に1にセットされていることを確認してステップ212に進み、1回目の診断結果が劣化かどうかを判定する。

【0109】

図14に示す特性からNOx吸蔵還元型三元触媒7のNOx吸蔵能力がNOx吸蔵還元型三元触媒7および三元触媒6のO₂ストレージ能力よりも先に劣化するものと考えられるため、1回目の診断結果が正常と判定された場合はステップ216に進み、NOx吸蔵能力とO₂ストレージ能力の両方が劣化していないものと診断する。

【0110】

ステップ212、213で、1回目の診断結果が劣化、2回目の診断結果が正常と判定された場合は、ステップ215に進んでNOx吸蔵能力のみが劣化し、O₂ストレージ能力が劣化していないものと診断する。

【0111】

ステップ212、213で、1回目と2回目の診断結果が共に劣化と判定された場合は、ステップ214に進んでNOx吸蔵能力とO₂ストレージ能力の両方が劣化しているものと診断する。

【0112】

本実施形態では筒内直噴式火花点火エンジンの場合で説明したが、吸気通路に燃料噴射弁が臨むエンジンに対しても本発明を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を示す制御システム図。

【図2】同じく車速が変化したときのリーン運転許可フラグの設定の様子を説明するための波形図。

【図3】同じく空燃比のリッチスパイク処理を説明するための波形図。

【図4】同じくリーン運転条件の判定を説明するためのフローチャート。

【図5】同じくりッチスパイク処理フラグFRSPの設定を説明するためのフローチャート。

【図6】同じくりッチ化程度KRICHの演算を説明するためのフローチャート。

【図7】同じくりカバー速度DRSPの特性図。

【図8】同じくりッチ化程度の初期値KRICHSの演算を説明するためフローチャート。

【図9】同じくNOx脱離還元基本値SNORSの特性図。

【図10】同じく酸素吸蔵基本値B_FORの特性図。

【図11】同じくりッチ化程度の初期値KRICHSが上限値RめSPMAXに制限された場合のリカバー速度の計算方法を説明するための説明図。

【図12】同じくりッチスパイク処理時における空燃比の特性図。

【図13】同じくりッチスパイク処理時における空燃比の特性図。

【図14】同じく温度に対するNOx吸蔵能力とO₂ストレージ能力の特性図。

【図15】同じく触媒の劣化診断を説明するためのフローチャート。

【図16】同じく敷居値の演算を説明するためのフローチャート。

【図17】同じく敷居値1の特性図。

【図18】同じく2回目のリッチスパイク処理を行うタイミングの演算を説明するためのフローチャート。

【図19】同じく2回目のリッチスパイク量を演算を説明するためのフローチャート。

【図20】同じく触媒の劣化診断を説明するためのフローチャート。

【図21】同じく敷居値の演算を説明するためのフローチャート。

【図22】同じく敷居値2の特性図。

【図23】同じく触媒の劣化診断を説明するためのフローチャート。

【図24】同じくりッチスパイク処理時における空燃比の特性図。

10

20

30

40

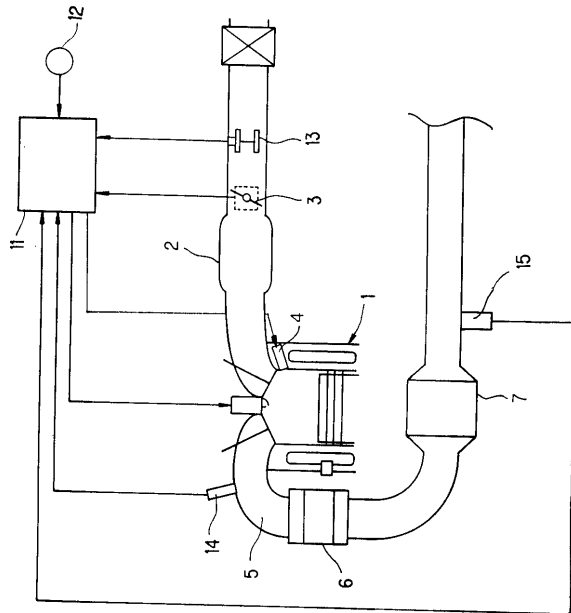
50

【図25】同じくリッチスパイク処理時における空燃比の特性図。

【符号の説明】

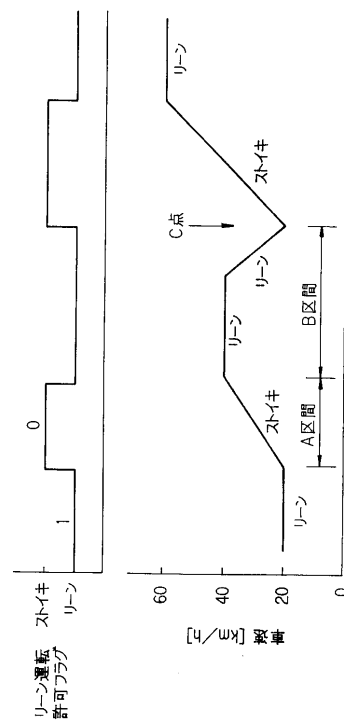
- 1 エンジン本体
- 4 燃料噴射弁
- 5 排気通路
- 6 三元触媒
- 7 NO_x吸蔵還元型三元触媒
- 11 コントロールユニット
- 12 クラセンク角センサ
- 13 エアフローメータ
- 14 O₂センサ
- 15 A/Fセンサ

【図1】

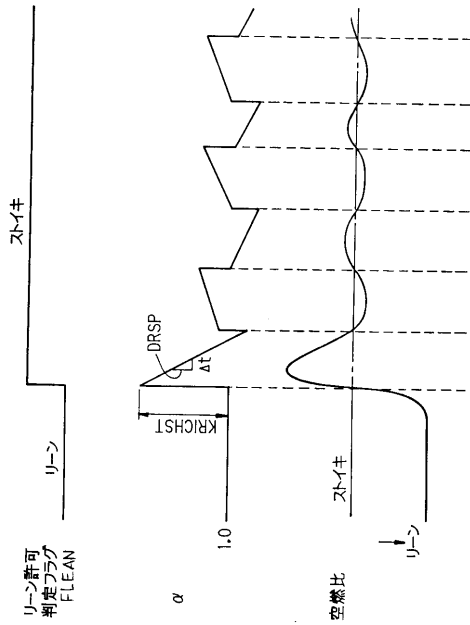


- 1 エンジン本体
- 4 燃料噴射弁
- 5 排気通路
- 6 三元触媒
- 7 NO_x吸蔵還元型三元触媒
- 11 コントロールユニット
- 12 クラセンク角センサ
- 13 エアフローメータ
- 14 O₂センサ
- 15 A/Fセンサ

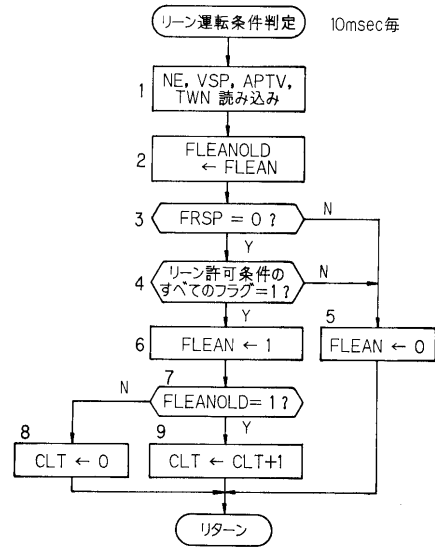
【図2】



【 図 3 】

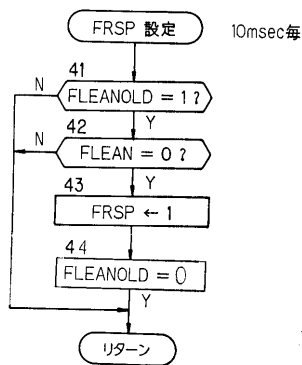


【 図 4 】

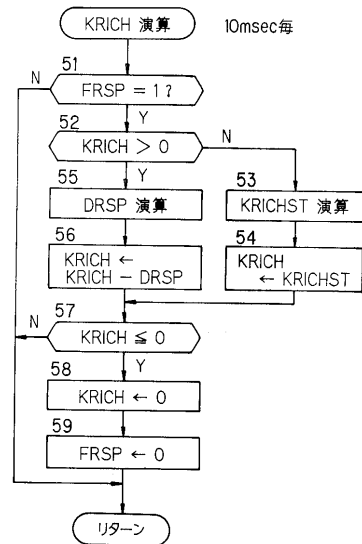


FLEAN : リーン運転許可フラグ
 FLEANOLD : 前回リーン運転許可フラグ
 FRSP : リッチ化処理フラグ
 CLT : リーン運転継続時間を計測するためのカウンタ

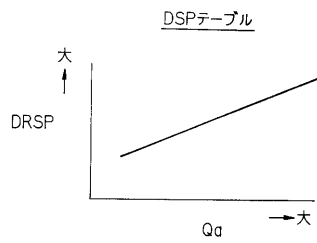
【 図 5 】



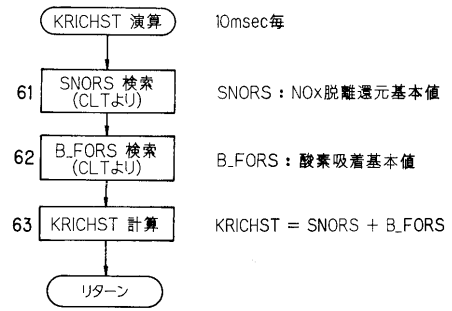
【 図 6 】



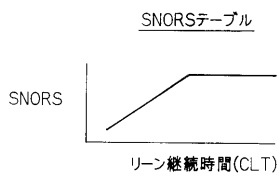
【 図 7 】



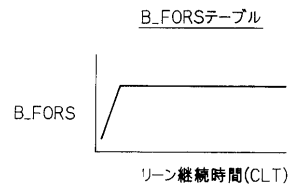
【 図 8 】



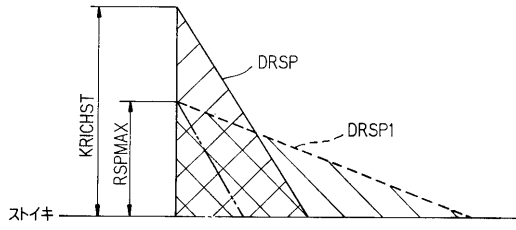
【 図 9 】



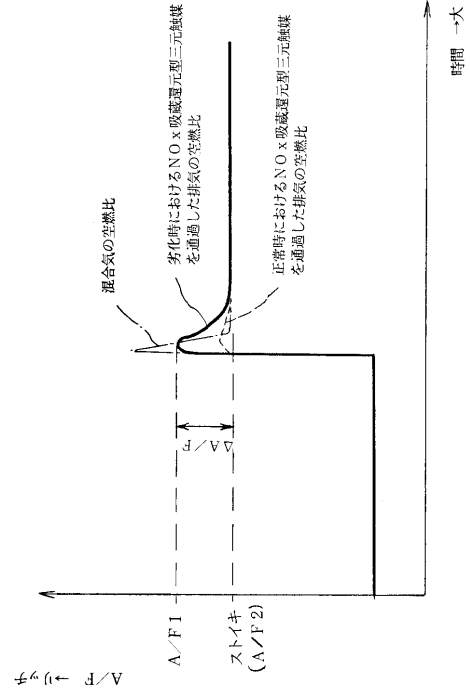
【 図 10 】



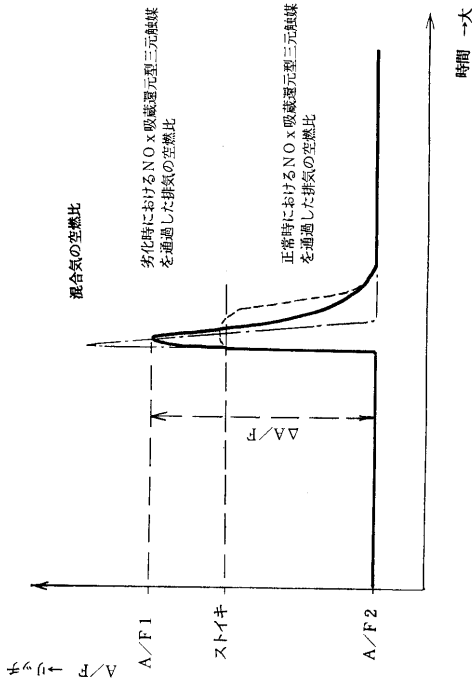
【 図 1 1 】



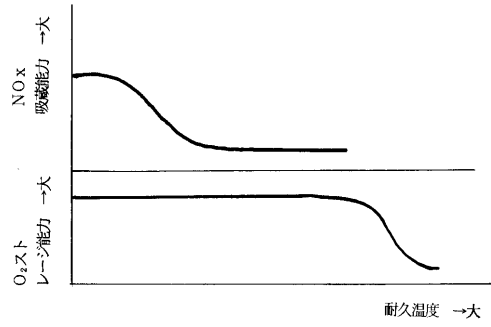
【 図 1 2 】



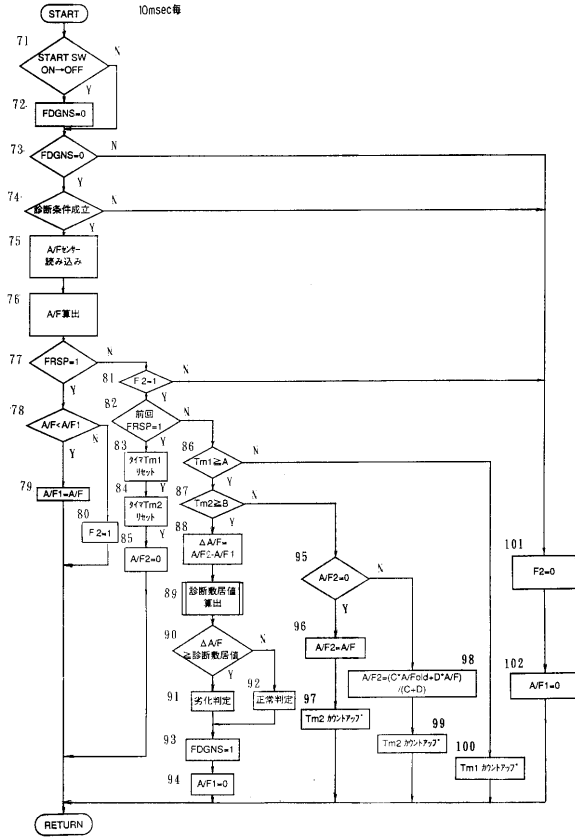
【 図 1 3 】



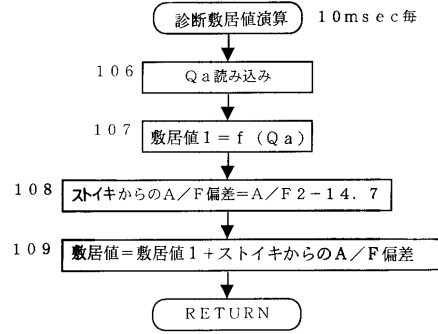
【 図 1 4 】



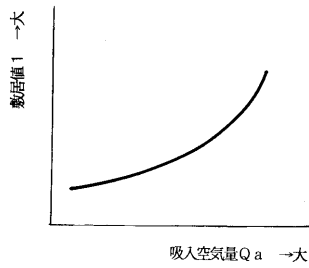
【 図 15 】



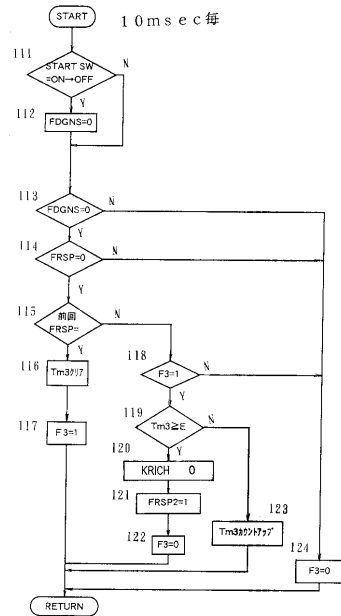
【 図 16 】



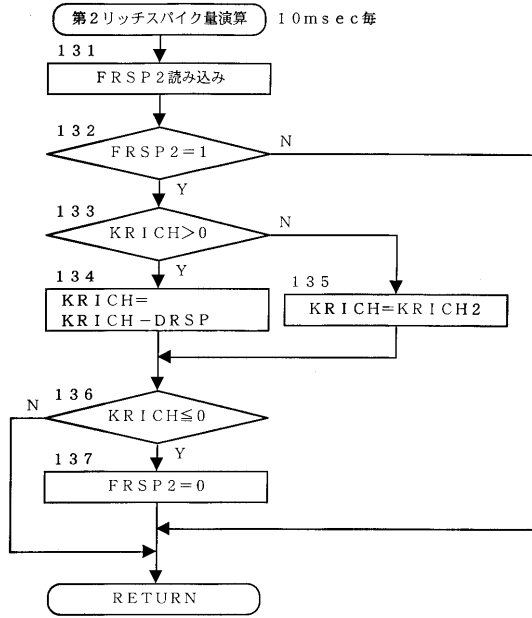
【 図 17 】



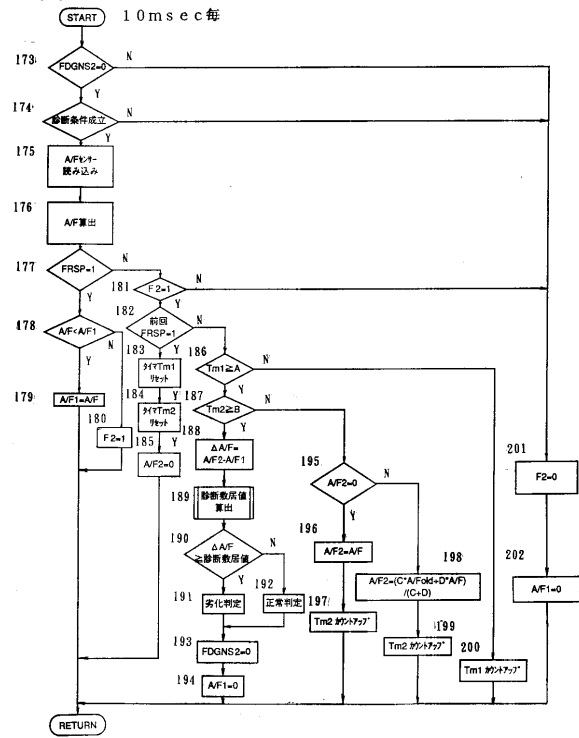
【 図 18 】



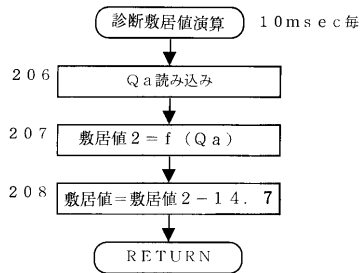
【 図 19 】



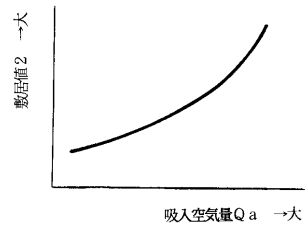
【 図 20 】



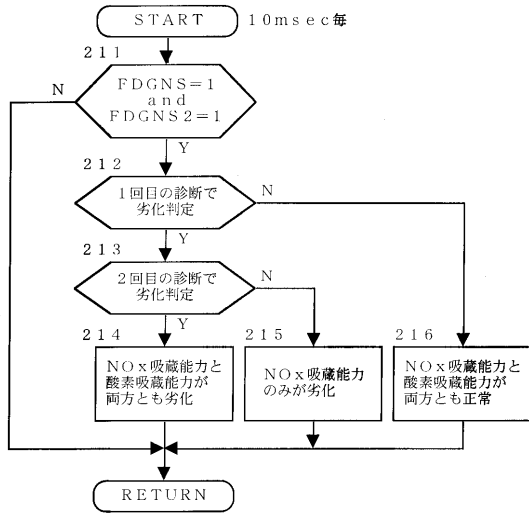
【 図 21 】



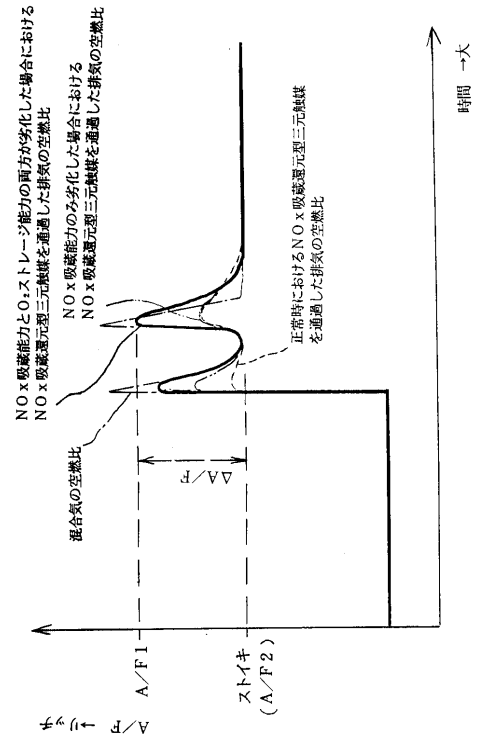
【 図 22 】



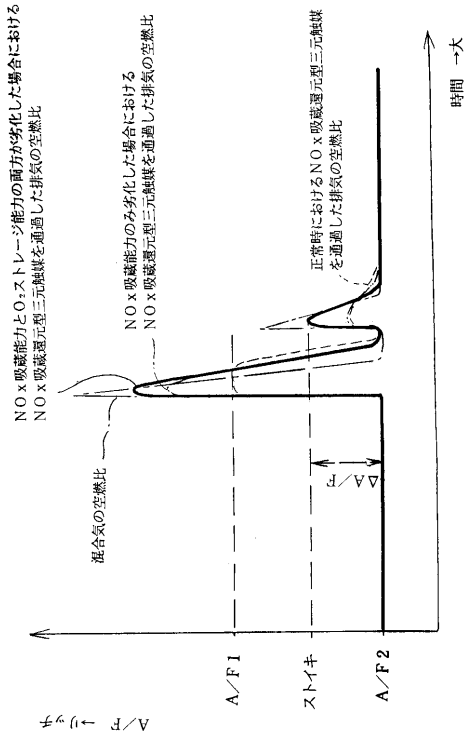
【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08 - 014030 (JP, A)
特開平08 - 232644 (JP, A)
特開平08 - 260949 (JP, A)
特開平06 - 336916 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
F01N 3/08 - 3/36
F02D 41/04