

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5088632号
(P5088632)

(45) 発行日 平成24年12月5日(2012.12.5)

(24) 登録日 平成24年9月21日(2012.9.21)

(51) Int.Cl.

F I

FO1N	3/20	(2006.01)	FO1N	3/20	ZABC
FO1N	3/24	(2006.01)	FO1N	3/24	R
FO2D	41/04	(2006.01)	FO2D	41/04	305A
FO2D	41/14	(2006.01)	FO2D	41/14	310A
FO2D	45/00	(2006.01)	FO2D	41/14	310P

請求項の数 5 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-280014 (P2008-280014)
 (22) 出願日 平成20年10月30日(2008.10.30)
 (65) 公開番号 特開2010-106771 (P2010-106771A)
 (43) 公開日 平成22年5月13日(2010.5.13)
 審査請求日 平成22年12月6日(2010.12.6)

(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 100077481
 弁理士 谷 義一
 (74) 代理人 100088915
 弁理士 阿部 和夫
 (72) 発明者 官本 寛史
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 澤田 裕
 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】 触媒劣化診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の排気通路に配置された触媒の劣化を診断する装置であって、
 触媒下流側の排気空燃比を検出するための触媒後センサと、
 前記触媒後センサの出力が反転するのに応じて空燃比をリッチ及びリーンの一方から他方にアクティブに切り替えるアクティブ空燃比制御手段と、
 前記空燃比がリッチ及びリーンの一方に制御されている間に前記触媒の酸素吸蔵容量を計測する計測手段と

を備え、

前記アクティブ空燃比制御手段における前記空燃比の切替タイミングと、前記計測手段における前記酸素吸蔵容量の計測終了タイミングとを異ならせ、

前記酸素吸蔵容量の計測終了タイミングが、前記空燃比の切替タイミングより早いタイミングに設定され、

前記アクティブ空燃比制御手段が、前記触媒後センサの出力が第1の所定値に達した時に空燃比を切り替え、前記計測手段が、前記触媒後センサの出力が第2の所定値に達した時に前記酸素吸蔵容量の計測を終了し、前記第1の所定値と前記第2の所定値とが異なる値に設定されている

ことを特徴とする触媒劣化診断装置。

【請求項2】

前記空燃比のリッチ制御時において、前記第2の所定値が前記第1の所定値よりもリー

ン側の値に設定されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の触媒劣化診断装置。

【請求項 3】

前記空燃比のリーン制御時において、前記第 2 の所定値が前記第 1 の所定値よりもリッチ側の値に設定されている

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の触媒劣化診断装置。

【請求項 4】

前記第 2 の所定値が、前記内燃機関の吸入空気量が多いほど前記第 1 の所定値に近い値となるように設定される

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の触媒劣化診断装置。

10

【請求項 5】

前記空燃比のリッチ制御中の所定期間における平均吸入空気量を算出する手段をさらに備え、

前記算出された平均吸入空気量が所定値以上の場合には前記空燃比切替タイミングと前記計測終了タイミングとを異ならせ、前記算出された平均吸入空気量が所定値未満の場合には前記空燃比切替タイミングと前記計測終了タイミングとを同一とする

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の触媒劣化診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、触媒の劣化を診断するための装置に係り、特に、内燃機関の排気通路に配置された触媒の劣化を診断するための装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば車両用の内燃機関において、その排気系には排気ガスを浄化するための触媒が設置されている。この触媒の中には酸素吸蔵能（ O_2 ストレージ能）を有するものがあり、これは、触媒に流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比（ストイキ）よりも大きくなると、即ちリーンになると排気ガス中に存在する過剰酸素を吸着保持し、触媒流入排気ガスの空燃比がストイキよりも小さくなると、即ちリッチになると吸着保持された酸素を放出する。例えばガソリンエンジンでは触媒に流入する排気ガスがストイキ近傍となるよう空燃比制御が行われるが、酸素吸蔵能を有する三元触媒を使用すると、運転条件により実際の空燃比がストイキから多少振れてしまっても、三元触媒による酸素の吸蔵・放出作用により、かかる空燃比ずれを吸収することができる。

30

【0003】

ところで、触媒が劣化すると触媒の浄化効率が低下する。一方、触媒の劣化度と酸素吸蔵能の低下度との間にはともに貴金属を介する反応であるため相関関係がある。よって、酸素吸蔵能が低下したことを検出することで触媒が劣化したことを検出することができる。一般的には、燃焼室内の混合気ひいては触媒に流入する排気ガスの空燃比を強制的にリッチ及びリーンに交互に切り替えるアクティブ空燃比制御を行い、このアクティブ空燃比制御の実行に伴って触媒の酸素吸蔵容量を計測し、触媒の劣化を診断する方法（所謂 Cmax 法）が採用される。

40

【0004】

ところで、アクティブ空燃比制御の実行に際し、触媒下流側に設けられた触媒後センサの出力値が反転したのに応じて目標空燃比を切り替え、触媒に流入する排気ガスの空燃比を切り替える場合がある。この場合、目標空燃比の切り替えは触媒後センサの出力値が所定値に達するのと同時に行われるが、触媒後センサが劣化してくるとその出力特性が変化し、センサ正常時と同様の方法で行ったのでは触媒の劣化度を正確に検出できないことがある。つまり、真の触媒劣化度に、触媒後センサ劣化相当分の触媒劣化度が加わって検出されてしまい、真の触媒劣化度を正確に検出できないことがある。

【0005】

50

そこでこの問題に対処すべく、特許文献1に記載の技術では、酸素吸蔵容量の計測値から、触媒後センサの劣化に起因する誤差を排除するため、当該計測値に応じて、空燃比切替タイミングを規定する触媒後センサ出力の所定値を補正している。

【0006】

【特許文献1】特開2008-31901号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

一方、前記Cmax法では、空燃比がリッチ及びリーンの一方に制御されている間に酸素吸蔵容量を計測するようにしている。より詳しくは、空燃比がリッチ及びリーンの方に制御されている間に、触媒に吸蔵或いはこれから放出される短周期毎の酸素量を順次積算していき、空燃比が切り替わったと同時に積算を終了し、その最終積算値を触媒の酸素吸蔵容量の値としている。

10

【0008】

このように、従来は、空燃比の切替タイミングと酸素吸蔵容量の計測終了タイミングとが同じであった。一方、本発明者らは、これらタイミングに着目して、触媒後センサの劣化影響を排除し酸素吸蔵容量を精度良く計測し得る手法を新たに開発した。

【0009】

そこで本発明は、触媒後センサの劣化による影響を排除して酸素吸蔵容量の計測精度を向上し得る触媒劣化診断装置を提供することを目的の一つとするものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一形態によれば、
内燃機関の排気通路に配置された触媒の劣化を診断する装置であって、
触媒下流側の排気空燃比を検出するための触媒後センサと、
前記触媒後センサの出力が反転するのに応じて空燃比をリッチ及びリーンの一方から他方にアクティブに切り替えるアクティブ空燃比制御手段と、
前記空燃比がリッチ及びリーンの方に制御されている間に前記触媒の酸素吸蔵容量を計測する計測手段と

30

を備え、

前記アクティブ空燃比制御手段における前記空燃比の切替タイミングと、前記計測手段における前記酸素吸蔵容量の計測終了タイミングとを異ならせた

ことを特徴とする触媒劣化診断装置が提供される。

【0011】

このように空燃比の切替タイミングと酸素吸蔵容量の計測終了タイミングとを異ならせることにより、触媒後センサの劣化影響を排除し得るような最適な計測終了タイミングを設定することが可能となる。これにより酸素吸蔵容量の計測精度を向上し、ひいては診断精度をも向上することが可能となる。

【0012】

好ましくは、前記酸素吸蔵容量の計測終了タイミングが、前記空燃比の切替タイミングより早いタイミングに設定されている。

40

【0013】

触媒後センサが劣化し、その応答性が悪化すると、触媒後センサの出力反転時における出力変化速度が遅くなり、触媒後センサの劣化に基づく誤差が大きくなる。よって、酸素吸蔵容量の計測終了タイミングを空燃比の切替タイミングより早いタイミングに設定すれば、かかる誤差を減少して酸素吸蔵容量の計測精度を向上することができる。

【0014】

好ましくは、前記アクティブ空燃比制御手段が、前記触媒後センサの出力が第1の所定値に達した時に空燃比を切り替え、前記計測手段が、前記触媒後センサの出力が第2の所定値に達した時に前記酸素吸蔵容量の計測を終了し、前記第1の所定値と前記第2の所定

50

値とが異なる値に設定されている。

【0015】

好ましくは、前記空燃比のリッチ制御時において、前記第2の所定値が前記第1の所定値よりもリーン側の値に設定されている。

【0016】

好ましくは、前記空燃比のリーン制御時において、前記第2の所定値が前記第1の所定値よりもリッチ側の値に設定されている。

【0017】

好ましくは、前記第2の所定値が、前記内燃機関の吸入空気量が多いほど前記第1の所定値に近い値となるように設定される。

10

【0018】

内燃機関の吸入空気量が多いほど排気ガス流量が多くなり、触媒後センサの応答性が良好となる傾向にある。よって内燃機関の吸入空気量が多いほど第2の所定値を第1の所定値に近づければ、排気ガス流量に応じた最適な計測終了タイミングを設定することが可能となる。

【0019】

好ましくは、前記触媒劣化診断装置が、前記空燃比のリッチ制御中の所定期間における平均吸入空気量を算出する手段をさらに備え、

前記算出された平均吸入空気量が所定値以上の場合には前記空燃比切替タイミングと前記計測終了タイミングとを異ならせ、前記算出された平均吸入空気量が所定値未満の場合には前記空燃比切替タイミングと前記計測終了タイミングとを同一とする。

20

【0020】

リッチ制御時における酸素吸蔵容量の計測誤差は、触媒後センサが劣化しているときのみならず、吸入空気量が少ないとき即ち排気ガス流量が少ないときにも大きくなる。この好ましい形態によれば、平均吸入空気量の大小に応じて計測終了タイミングを変更するので、排気ガス流量の大小をも考慮した最適な計測終了タイミングを設定できる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、触媒後センサの劣化による影響を排除し、酸素吸蔵容量の計測精度を向上することができるという、優れた効果が発揮される。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明を実施するための最良の形態を添付図面に基づき説明する。

【0023】

図1は、本実施形態の構成を示す概略図である。図示されるように、内燃機関1は、シリンダブロック2に形成された燃焼室3の内部で燃料および空気の混合気を燃焼させ、燃焼室3内でピストン4を往復移動させることにより動力を発生する。内燃機関1は車両用多気筒エンジン（1気筒のみ図示）であり、火花点火式内燃機関、より具体的にはガソリンエンジンである。

【0024】

内燃機関1のシリンダヘッドには、吸気ポートを開閉する吸気弁Viと、排気ポートを開閉する排気弁Veとが気筒ごとに配設されている。各吸気弁Viおよび各排気弁Veは図示しないカムシャフトによって開閉させられる。また、シリンダヘッドの頂部には、燃焼室3内の混合気に点火するための点火プラグ7が気筒ごとに取り付けられている。

40

【0025】

各気筒の吸気ポートは気筒毎の枝管を介して吸気集合室であるサージタンク8に接続されている。サージタンク8の上流側には吸気集合通路をなす吸気管13が接続されており、吸気管13の上流端にはエアクリーナ9が設けられている。そして吸気管13には、上流側から順に、吸入空気量（内燃機関に流入する空気量）を検出するためのエアフローメータ5と、電子制御式スロットルバルブ10とが組み込まれている。なお吸気ポート、サ

50

ージタンク 8 及び吸気管 13 により吸気通路が形成される。

【0026】

吸気通路、特に吸気ポート内に燃料を噴射するインジェクタ（燃料噴射弁）12 が気筒ごとに配設される。インジェクタ 12 から噴射された燃料は吸入空気と混合されて混合気をなし、この混合気が吸気弁 V_i の開弁時に燃焼室 3 に吸入され、ピストン 4 で圧縮され、点火プラグ 7 で点火燃焼させられる。

【0027】

一方、各気筒の排気ポートは気筒毎の枝管を介して排気集合通路をなす排気管 6 に接続されており、排気管 6 には、酸素吸蔵能を有する三元触媒からなる触媒 11, 19 が直列に取り付けられている。なお排気ポート、枝管及び排気管 6 により排気通路が形成される。上流触媒 11 の上流側と下流側とにそれぞれ排気ガスの空燃比を検出するための空燃比センサ、即ち触媒前センサ 17 及び触媒後センサ 18 が設置されている。触媒前センサ 17 は所謂広域空燃比センサからなり、比較的広範囲に亘る空燃比を連続的に検出可能で、その空燃比に比例した値の信号を出力する。他方、触媒後センサ 18 は所謂 O_2 センサからなり、理論空燃比を境に出力値が急変する特性（Z 特性）を持つ。これら触媒前センサ 17 及び触媒後センサ 18 の出力特性を図 5 に示す。なお触媒後センサ 18 は上流触媒 11 と下流触媒 19 の間に設置されている。

【0028】

上述の点火プラグ 7、スロットルバルブ 10 及びインジェクタ 12 等は、制御手段としての電子制御ユニット（以下 ECU と称す）20 に電氣的に接続されている。ECU 20 は、何れも図示されない CPU、ROM、RAM、入出力ポート、および記憶装置等を含むものである。また ECU 20 には、図示されるように、前述のエアフロメータ 5、触媒前センサ 17、触媒後センサ 18 のほか、内燃機関 1 のクランク角を検出するクランク角センサ 14、アクセル開度を検出するアクセル開度センサ 15、その他の各種センサが図示されない A/D 変換器等を介して電氣的に接続されている。ECU 20 は、各種センサの検出値等に基づいて、所望の出力が得られるように、点火プラグ 7、スロットルバルブ 10、インジェクタ 12 等を制御し、点火時期、燃料噴射量、燃料噴射時期、スロットル開度等を制御する。

【0029】

ECU 20 は、触媒前センサ 17 により検出された触媒前空燃比 A/F_f が目標空燃比 A/F_t に一致するように空燃比をフィードバック制御する。一方、触媒 11, 19 は、これに流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比（ストイキ、例えば $A/F_s = 14.6$ ）のときに NO_x 、HC および CO を同時に高効率で浄化する。よって ECU 20 は、内燃機関の通常運転時、理論空燃比に等しい目標空燃比 A/F_t を設定し、触媒前センサ 17 により検出された触媒前空燃比 A/F_f が理論空燃比に一致するようにインジェクタ 12 から噴射される燃料噴射量をフィードバック制御する。これにより触媒 11 に流入する排気ガスの空燃比は理論空燃比近傍に保たれ、触媒 11 において最大の浄化性能が発揮されるようになる。

【0030】

ここで上流触媒 11 についてより詳細に説明する。なお下流触媒 19 も上流触媒 11 と同様に構成されている。図 2 に示すように、触媒 11 においては、図示しない担体基材の表面上にコート材 31 が被覆され、このコート材 31 に微粒子状の触媒成分 32 が多数分散配置された状態で保持され、触媒 11 内部で露出されている。触媒成分 32 は主に Pt, Pd 等の貴金属からなり、 NO_x 、HC および CO といった排ガス成分を反応させる際の活性点となる。他方、コート材 31 は、排気ガスと触媒成分 32 との界面における反応を促進させる助触媒の役割を担うと共に、雰囲気ガスの空燃比に応じて酸素を吸収放出可能な酸素吸蔵成分を含む。酸素吸蔵成分は例えば二酸化セリウム CeO_2 やジルコニアからなる。例えば、触媒成分 32 及びコート材 31 の雰囲気ガスが理論空燃比よりリッチであると、触媒成分 32 の周囲に存在する酸素吸蔵成分に吸蔵されていた酸素が放出され、この結果、放出された酸素により HC および CO といった未燃成分が酸化され、浄化さ

10

20

30

40

50

れる。逆に、触媒成分 3 2 及びコート材 3 1 の雰囲気ガスが理論空燃比よりリーンであると、触媒成分 3 2 の周囲に存在する酸素吸蔵成分が雰囲気ガスから酸素を吸収し、この結果 NO_x が還元浄化される。

【 0 0 3 1 】

このような酸素吸放出作用により、通常空燃比制御の際に触媒前空燃比 A / F_f が理論空燃比に対し多少ばらついたとしても、 NO_x 、 HC および CO といった三つの排気ガス成分を同時浄化することができる。よって通常空燃比制御において、触媒前空燃比 A / F_f を敢えて理論空燃比を中心に微小振動させ、酸素の吸放出を繰り返させることにより排ガス浄化を行うことも可能である。

【 0 0 3 2 】

ところで、新品状態の触媒 1 1 では前述したように細かい粒子状の触媒成分 3 2 が多数均等に分散配置されており、排気ガスと触媒成分 3 2 との接触確率が高い状態に維持されている。しかしながら、触媒 1 1 が劣化してくると、一部の触媒成分 3 2 に消失が見られるほか、触媒成分 3 2 同士が排気熱で焼き固まって焼結状態になるものがある（図の破線参照）。こうなると排気ガスと触媒成分 3 2 との接触確率の低下を引き起こし、浄化率を落とす原因となる。そしてこのほかに、触媒成分 3 2 の周囲に存在するコート材 3 1 の量、即ち酸素吸蔵成分の量が減少し、酸素吸蔵能自体が低下する。

【 0 0 3 3 】

このように、触媒 1 1 の劣化度と触媒 1 1 の持つ酸素吸蔵能の低下度とは相関関係にある。そこで本実施形態では、特にエミッションへの影響が大きい上流触媒 1 1 の酸素吸蔵能を検出することにより、上流触媒 1 1 の劣化度を検出することとしている。ここで、触媒 1 1 の酸素吸蔵能は、現状の触媒 1 1 が吸蔵し得る最大酸素量である酸素吸蔵容量 ($\text{OSC}; \text{O}_2 \text{ Storage Capacity}$ 、単位は g) の大きさによって表される。

【 0 0 3 4 】

本実施形態の触媒劣化診断は前述の Cmax 法によるものを基本とする。そして触媒 1 1 の劣化診断に際しては、 $\text{ECU} 20$ によりアクティブ空燃比制御が実行される。アクティブ空燃比制御において、混合気の空燃比については触媒前空燃比 A / F_f は、所定の中心空燃比 A / F_c を境にリッチ側及びリーン側にアクティブに（強制的に）交互に切り替えられる。なおリッチ側に切り替えられているときの空燃比をリッチ空燃比 A / F_r 、リーン側に切り替えられているときの空燃比をリーン空燃比 A / F_l と称す。このアクティブ空燃比制御によって触媒前空燃比 A / F_f がリッチ及びリーンの一方に制御されている間に触媒の酸素吸蔵容量 OSC が計測される。

【 0 0 3 5 】

触媒 1 1 の劣化診断は、内燃機関 1 の定常運転時で且つ触媒 1 1 が活性温度域にあるときに実行される。触媒 1 1 の温度（触媒床温）の計測については、温度センサを用いて直接検出してもよいが、本実施形態の場合内燃機関の運転状態から推定することとしている。例えば $\text{ECU} 20$ は、エアフローメータ 5 によって検出される吸入空気量 G_a に基づいて、予め設定されたマップを利用し、触媒 1 1 の温度 T_c を推定する。なお、吸入空気量 G_a 以外のパラメータ、例えばエンジン回転速度 N_e (rpm) などを触媒温度推定に用いるパラメータに含めてもよい。

【 0 0 3 6 】

以下、図 3 及び図 4 を用いて酸素吸蔵容量計測の基本態様を説明する。図 3 (A), (B) にはそれぞれ、アクティブ空燃比制御を実行したときの、触媒前センサ 1 7 及び触媒後センサ 1 8 の出力挙動を実線で示す。また、図 3 (A) には、 $\text{ECU} 20$ 内部で発生される目標空燃比 A / F_t を破線で示す。図 3 (A) に示される触媒前センサ 1 7 の出力値は触媒前空燃比 A / F_f に換算した値である。また図 3 (B) に示される触媒後センサ 1 8 の出力値はその出力値自体、即ち出力電圧 V_r の値である。

【 0 0 3 7 】

図 3 (A) に示されるように、目標空燃比 A / F_t は、中心空燃比としての理論空燃比 A / F_s を中心として、そこからリッチ側に所定の振幅（リッチ振幅 A_r 、 $A_r > 0$ ）だ

10

20

30

40

50

け離れた空燃比（リッチ空燃比 A/F_r ）と、そこからリーン側に所定の振幅（リーン振幅 A_l 、 $A_l > 0$ ）だけ離れた空燃比（リーン空燃比 A/F_l ）とに強制的に、且つ交互に切り替えられる。そしてこの目標空燃比 A/F_t の切り替えに追従して、実際値としての触媒前空燃比 A/F_f も、目標空燃比 A/F_t に対し僅かな時間遅れを伴って切り替わる。このことから目標空燃比 A/F_t と触媒前空燃比 A/F_f とは時間遅れがあること以外等価であることが理解されよう。

【0038】

図示例においてリッチ振幅 A_r とリーン振幅 A_l とは等しい。例えばリッチ空燃比 $A/F_r = 14.1$ 、リーン空燃比 $A/F_l = 15.1$ 、リッチ振幅 $A_r =$ リーン振幅 $A_l = 0.5$ とされる。通常空燃比制御の場合に比べ、アクティブ空燃比制御の場合は空燃比の振り幅が大きく、即ちリッチ振幅 A_r とリーン振幅 A_l との値は大きい。

10

【0039】

目標空燃比 A/F_t は、触媒後センサ18の出力が反転するのに応じて切り替えられる。この基本態様において、目標空燃比 A/F_t が切り替えられる時期ないしタイミングは、触媒後センサ18の出力がリッチからリーンに、又はリーンからリッチに切り替わるタイミングと同時である。図示されるように、触媒後センサ18の出力電圧 V_r は理論空燃比 A/F_s を境に急変する。そして当該出力電圧 V_r の反転時期、即ち当該出力電圧 V_r がリッチ側に反転した時期及びリーン側に反転した時期を定めるため、当該出力電圧 V_r に関する二つの反転しきい値 V_R 、 V_L が予め定められている。ここで V_R をリッチ判定値、 V_L をリーン判定値という。 $V_R > V_L$ であり、例えば $V_R = 0.59$ (V)、 $V_L = 0.21$ (V) とされる。出力電圧 V_r がリーン側即ち減少方向に変化してリーン判定値 V_L に達した時、出力電圧 V_r はリーン側に反転したとみなされ、触媒後センサ18によって検出された触媒後空燃比 A/F_r は少なくとも理論空燃比よりリーンであると判断される。他方、出力電圧 V_r がリッチ側即ち増大方向に変化してリッチ判定値 V_R に達した時、出力電圧 V_r はリッチ側に反転したとみなされ、触媒後空燃比 A/F_r は少なくとも理論空燃比よりリッチであると判断される。図5に示すように、リッチ判定値 V_R はストイキ相当値 V_{st} よりも大きな（リッチ側の）値であり、リーン判定値 V_L はストイキ相当値 V_{st} よりも小さな（リーン側の）値である。リッチ判定値 V_R とリーン判定値 V_L とにそれぞれ対応する空燃比の間の狭い領域 Y （これを遷移領域という）に理論空燃比が含まれている。基本的に、出力電圧 V_r からは触媒後空燃比 A/F_r が理論空燃比よりもリッチかリーンかを検出できるのみで、触媒後空燃比 A/F_r の絶対値まで検出するのは困難である。

20

30

【0040】

図3(A)、(B)に示されるように、触媒後センサ18の出力電圧 V_r がリッチ側の値からリーン側に変化してリーン判定値 V_L に等しくなった時（時刻 t_1 ）、目標空燃比 A/F_t はリーン空燃比 A/F_l からリッチ空燃比 A/F_r に切り替えられる。その後、触媒後センサ18の出力電圧 V_r がリーン側の値からリッチ側に変化してリッチ判定値 V_R に等しくなった時（時刻 t_2 ）、目標空燃比 A/F_t はリッチ空燃比 A/F_r からリーン空燃比 A/F_l に切り替えられる。このように、触媒後センサ18の出力がリーン側又はリッチ側に反転する毎に空燃比がリッチ側又はリーン側にアクティブに切替制御される。

40

【0041】

このアクティブ空燃比制御を実行しつつ、次のようにして触媒11の酸素吸蔵容量 OSC が計測され、触媒11の劣化が判定される。

【0042】

図3を参照して、時刻 t_1 より前では目標空燃比 A/F_t がリーン空燃比 A/F_l とされ、触媒11にはリーンガスが流入されている。このとき触媒11では酸素を吸収し続けているが、一杯に酸素を吸収した時点でそれ以上酸素を吸収できなくなり、リーンガスが触媒11を通り抜けて触媒11の下流側に流れ出す。こうなると触媒後空燃比 A/F_r がリーン側に変化し、触媒後センサ18の出力電圧がリーン判定値 V_L に達した時点（ t_1

50

)で、目標空燃比 A/F_t がリッチ空燃比 A/F_r に切り替えられ、或いは反転される。

【0043】

そして今度は触媒11にリッチガスが流入されることとなる。このとき触媒11では、それまで吸蔵されていた酸素が放出され続ける。よって触媒11の下流側にはほぼ理論空燃比 A/F_s の排気ガスが流出し、触媒後空燃比 A/F_r がリッチにならないことから、触媒後センサ18の出力は反転しない。触媒11から酸素が放出され続けるとやがて触媒11からは全ての吸蔵酸素が放出され尽くし、その時点でそれ以上酸素を放出できなくなり、リッチガスが触媒11を通り抜けて触媒11の下流側に流れ出す。こうなると触媒後空燃比 A/F_r がリッチ側に变化し、触媒後センサ18の出力電圧がリッチ判定値 V_R に達した時点 (t_2) で、目標空燃比 A/F_t がリーン空燃比 A/F_l に切り替えられる。

10

【0044】

酸素吸蔵容量 OSC が大きいほど、酸素を吸収或いは放出し続けることのできる時間が長くなる。つまり、触媒が劣化していない場合は目標空燃比 A/F_t の反転周期 (例えば t_1 から t_2 までの時間) が長くなり、触媒の劣化が進むほど目標空燃比 A/F_t の反転周期は短くなる。

【0045】

そこで、このことを利用して酸素吸蔵容量 OSC が以下のようにして計測される。図4に示すように、時刻 t_1 で目標空燃比 A/F_t がリッチ空燃比 A/F_r に切り替えられた直後、僅かに遅れて実際値としての触媒前空燃比 A/F_f がリッチ空燃比 A/F_r に切り替わる。そして触媒前空燃比 A/F_f が理論空燃比 A/F_s に達した時点 t_{11} から、次に目標空燃比 A/F_t が反転する時点 t_2 まで、次式(1)により、所定の微小時間毎の酸素吸蔵容量 $dOSC$ (酸素吸蔵容量の瞬時値) が算出され、且つこの微小時間毎の酸素吸蔵容量 $dOSC$ が時刻 t_{11} から時刻 t_2 まで積算される。こうしてこの酸素放出サイクルにおいて、最終積算値としての酸素吸蔵容量 OSC 、即ち放出酸素量が計測される。

20

【0046】

【数1】

$$dOSC = \Delta A/F \times Q \times K = |A/F_f - A/F_s| \times Q \times K \quad \dots (1)$$

【0047】

ここで、 Q は燃料噴射量であり、空燃比差 A/F に燃料噴射量 Q を乗じるとストイキに対し不足又は過剰分の空気量を算出できる。 K は空気に含まれる酸素割合 (約 0.23) を表す定数である。

30

【0048】

基本的には、この1回で計測された酸素吸蔵容量 OSC を用い、これを所定の劣化判定値 OSC_s と比較し、酸素吸蔵容量 OSC が劣化判定値 OSC_s を超えていれば正常、酸素吸蔵容量 OSC が劣化判定値 OSC_s 以下ならば劣化、というように触媒の劣化を判定できる。しかしながら、本実施形態では精度を向上させるため、目標空燃比 A/F_t がリーン側となっている酸素吸蔵サイクルでも同様に酸素吸蔵容量 (この場合吸蔵酸素量) を計測し、これら酸素吸蔵容量の平均値を1吸放出サイクルに係る1単位の酸素吸蔵容量として計測している。そしてさらに、吸放出サイクルを複数回繰り返し、複数単位の酸素吸蔵容量の値を得、その平均値を最終的な酸素吸蔵容量計測値としている。

40

【0049】

なお、酸素吸蔵サイクルにおける酸素吸蔵容量 (吸蔵酸素量) の計測については、図4に示すように、時刻 t_2 で目標空燃比 A/F_t がリーン空燃比 A/F_l に切り替えられた後、触媒前空燃比 A/F_f が理論空燃比 A/F_s に達した時点 t_{21} から、次に目標空燃比 A/F_t がリッチ側に反転する時点 t_3 まで、前式(1)により微小時間毎の酸素吸蔵容量 $dOSC$ が算出され、且つこの微小時間毎の酸素吸蔵容量 $dOSC$ が積算される。こうしてこの酸素吸蔵サイクルにおける酸素吸蔵容量 OSC 即ち吸蔵酸素量 (図4の OSC_2) が計測される。酸素放出サイクルの酸素吸蔵容量 OSC_1 と酸素吸蔵サイクルの酸素吸蔵容量 OSC_2 とはほぼ等しい値となるのが理想的である。

50

【 0 0 5 0 】

次に、この酸素吸蔵容量計測値を用いて触媒の劣化判定がなされる。即ち、酸素吸蔵容量計測値 OSC が所定の劣化判定値 OSC_s と比較され、酸素吸蔵容量計測値 OSC が劣化判定値 OSC_s より大きければ触媒は正常、酸素吸蔵容量計測値 OSC が劣化判定値 OSC_s 以下ならば触媒は劣化と判定される。なお、触媒が劣化と判定された場合、その事実をユーザに知らせるため、チェックランプ等の警告装置を起動させるのが好ましい。

【 0 0 5 1 】

ところで、ここで述べた基本態様においては、触媒後センサ 18 の出力が所定のリッチ判定値 VR 又はリーン判定値 VL に達したと同時に、酸素吸蔵容量 OSC の計測ないし積算が終了し、且つ目標空燃比 A/F_t が切り替えられる。つまり目標空燃比 A/F_t の切替タイミングと酸素吸蔵容量 OSC の計測終了タイミングは同一である。しかし、これだと触媒後センサ 18 が劣化し、その応答性が悪化したときに、センサ劣化相当分の誤差が酸素吸蔵容量計測値に比較的多く含まれてしまい、酸素吸蔵容量の計測精度が悪化するという問題がある。

【 0 0 5 2 】

これを図示して説明する。図 6 は、目標空燃比 A/F_t をリッチ空燃比 A/F_r とするリッチ制御の終了付近における触媒後センサ 18 の出力 V_r の変化（(A) 図）と、これに対応した酸素吸蔵容量計測値ないし積算値 OSC の変化（(B) 図）とを示すタイムチャートである。（A）図から分かるように、応答性が劣化した触媒後センサ b の場合、応答性が正常な触媒後センサ a の場合よりも出力変化速度が遅い。従って、リッチ判定値 VR に達するタイミングも応答性劣化センサ b の方が応答性正常センサ a よりも遅い。そしてこの時間差に伴って、(B) 図に R で示すような酸素吸蔵容量の誤差が生じ、この R が加算される結果、応答性劣化センサ b の場合には応答性正常センサ a の場合よりも大きい酸素吸蔵容量の値が計測されてしまう。

【 0 0 5 3 】

そこでこの対策として、本実施形態では、目標空燃比 A/F_t の切替タイミングと酸素吸蔵容量 OSC の計測終了タイミングを異ならせる。具体的には、酸素吸蔵容量 OSC の計測終了タイミングを目標空燃比 A/F_t の切替タイミングより早いタイミングに設定する。詳細には、目標空燃比 A/F_t の切替タイミングは、触媒後センサ 18 の出力がリッチ判定値 VR に達した時（即ち、基本態様と同じ）とする一方、酸素吸蔵容量 OSC の計測終了タイミングは、触媒後センサ 18 の出力が、リッチ判定値 VR より小さい（リーン側の）所定値 VR' に達した時とする。以下、 VR' をリッチ計測終了値という。

【 0 0 5 4 】

こうすると、センサ劣化相当分の酸素吸蔵容量の誤差は (B) 図に示す如き S となり、 $S < R$ であるから、当該誤差を少なくすることができる。そして結果的に、現状の触媒の劣化状態に見合った真の値により近い酸素吸蔵容量の値を計測できるようになり、酸素吸蔵容量の計測精度を向上し、ひいては診断精度をも向上することができる。

【 0 0 5 5 】

ここで述べたのはリッチ制御時の例であるが、リーン制御時にも同様のことが行われる。図 7 には、リッチ制御及びリーン制御の両方を含めた、基本態様と本実施形態の比較を示す。図中、(A) は触媒後センサ出力 V_r 、(B) は目標空燃比 A/F_t 、(C) は基本態様における酸素吸蔵容量の計測値ないし積算値 OSC 、(D) は本実施形態における酸素吸蔵容量の計測値ないし積算値 OSC を示す。

【 0 0 5 6 】

まず、目標空燃比 A/F_t の切替は、本実施形態も基本態様と同様、触媒後センサ出力 V_r がリッチ判定値 VR に達するタイミング t_2 およびリーン判定値 VL に達するタイミング t_4 で行われる。

【 0 0 5 7 】

他方、酸素吸蔵容量の計測終了タイミングは、基本態様では空燃比切替と同一タイミング t_2 、 t_4 であるが、本実施形態では基本態様より早く、触媒後センサ出力 V_r がリッ

10

20

30

40

50

チ計測終了値 V_R' に達するタイミング t_1 およびリーン計測終了値 V_L' に達するタイミング t_3 である。ここで、リーン計測終了値 V_L' は、リーン判定値 V_L よりも大きい(リッチ側の)値である。より詳しくは、図5に示すように、リッチ計測終了値 V_R' はリッチ判定値 V_R より小さくストイキ相当値 V_{st} より大きい値に設定されており、リーン計測終了値 V_L' はリーン判定値 V_L より大きくストイキ相当値 V_{st} より小さい値に設定されている。

【0058】

こうすることで、リーン制御時においてもセンサ劣化相当分の誤差を少なくし、酸素吸蔵容量の計測精度を向上できる。また、リッチ計測終了値 V_R' およびリーン計測終了値 V_L' がリッチ判定値 V_R およびリーン判定値 V_L よりもストイキ寄りの値に設定されているため、リッチ制御時とリーン制御時のいずれの場合にあっても、酸素吸蔵容量の計測終了タイミングを空燃比切替タイミングより早めることができる。

10

【0059】

なお、リッチ判定値 V_R およびリーン判定値 V_L が本発明にいう第1の所定値をなし、リッチ計測終了値 V_R' およびリーン計測終了値 V_L' が本発明にいう第2の所定値をなす。

【0060】

ここで、触媒後センサ18の応答性はセンサの劣化度以外に吸入空気量 G_a の大小にも依存する。応答性は、吸入空気量 G_a が多いほど即ち排気ガス流量が多いほど良好となり、反対に吸入空気量 G_a が少ないほど即ち排気ガス流量が少ないほど悪化する傾向にある。そこでECU20が、吸入空気量 G_a の実際値、具体的にはエアフローメータ5による吸入空気量 G_a の検出値に基づき、予め定められたマップ又は関数に従って、リッチ計測終了値 V_R' およびリーン計測終了値 V_L' を変更するのが好ましい。より具体的には、吸入空気量 G_a が多いほど、リッチ計測終了値 V_R' およびリーン計測終了値 V_L' をリッチ判定値 V_R およびリーン判定値 V_L に近づけるように設定するのが好ましい。こうすることで、排気ガス流量の大小に応じた適切な計測終了タイミングを設定することが可能となる。

20

【0061】

なお、触媒後センサ18が正常で良好な応答性を示す場合には、リッチ制御又はリーン制御の終了時付近でセンサ出力が急峻に変化、反転するため、酸素吸蔵容量の計測終了タイミングと空燃比切替タイミングとを異ならせたとしても、両者の時間差は非常に小さくなる。よって当該時間差に基づく酸素吸蔵容量計測値の差も非常に小さくなり、実用上は殆ど問題とならない。

30

【0062】

次に、図8を参照しつつ、本実施形態における酸素吸蔵容量計測処理の内容を説明する。図示するルーチンはECU20により所定周期(例えば16msec)毎に繰り返し実行される。

【0063】

まずステップS101において、リッチ制御中であるか否かが判断され、リッチ制御中であるときはステップS102に、リッチ制御中でないとき(リーン制御中であるとき)はステップS108に、それぞれ進む。

40

【0064】

リッチ制御中の場合、ステップS102において、触媒後センサ出力 V_r がリッチ判定値 V_R より小さいか否かが判断される。 $V_r < V_R$ のとき、ステップS103に進んで、触媒後センサ出力 V_r がリッチ計測終了値 V_R' より小さいか否かが判断される。 $V_r < V_R'$ のときには、ステップS104に進んで、酸素吸蔵容量OSCの積算が実行され、処理が終了される。

【0065】

他方、ステップS103において $V_r \geq V_R'$ のときには、ステップS105に進んで、酸素吸蔵容量OSCの最終的な積算値ないし計測値 OSC_{max} が未算出であるか否か

50

が判断される。未算出であるときにはステップS106に進んで最終積算値ないし計測値OS Cmaxが算出(取得)され、処理が終了される。他方、算出済みであるときにはステップS106がスキップされ、処理が終了される。

【0066】

ステップS102において $V_r < V_R'$ のときには、ステップS107に進んで、目標空燃比A/Ftがリーンに切り替えられ、処理が終了される。

【0067】

他方、ステップS101でリーン制御中の場合、ステップS108において、触媒後センサ出力 V_r がリーン判定値 V_L より大きいか否かが判断される。 $V_r > V_L$ のとき、ステップS109に進んで、触媒後センサ出力 V_r がリーン計測終了値 V_L' より大きいか否かが判断される。 $V_r > V_L'$ のときには、ステップS110に進んで、酸素吸蔵容量OS Cの積算が実行され、処理が終了される。

10

【0068】

他方、ステップS109において $V_r < V_L'$ のときには、ステップS111に進んで、酸素吸蔵容量OS Cの最終的な積算値ないし計測値OS Cmaxが未算出であるか否かが判断される。未算出であるときにはステップS112に進んで最終積算値ないし計測値OS Cmaxが算出され、処理が終了される。他方、算出済みであるときにはステップS112がスキップされ、処理が終了される。

【0069】

ステップS108において $V_r < V_L$ のときには、ステップS113に進んで、目標空燃比A/Ftがリッチに切り替えられ、処理が終了される。

20

【0070】

以上の処理を実際の状況に当て嵌めて説明する。例えばリッチ制御中、触媒の酸素放出がまだ完全に終わっていない段階では、ステップS101, S102, S103, S104と進んで酸素吸蔵容量OS Cの積算が実行される。そして酸素放出の終了付近で触媒後センサ出力 V_r が徐々に増加してくると、まず最初にリッチ計測終了値 V_R' に達し、ステップS105に進む。この到達時点では、最終積算値OS Cmaxが未算出であるので、ステップS106においてこの時点での酸素吸蔵容量積算値が最終積算値OS Cmaxとして算出、取得される。

【0071】

30

一旦、最終積算値OS Cmaxが算出されると、ステップS105の判定結果はノーとなり、最終積算値OS Cmaxは再度算出されない。よってその算出された最終積算値OS Cmaxが、今回のリッチ制御時に計測された酸素吸蔵容量OS Cの値として確定することとなる。 $V_r' < V_r < V_R$ である間は、ステップS101, S102, S103, S105という流れが継続的に実行され、ステップS104における酸素吸蔵容量OS Cの積算も、ステップS106における最終積算値OS Cmaxの算出も実行されない。

【0072】

その後、触媒後センサ出力 V_r がリッチ判定値 V_R に達すると、ステップS107に進んで、目標空燃比A/Ftがリーンに切り替えられる。

【0073】

40

リーン制御時もリッチ制御時と同様である。リーン制御中、触媒の酸素吸蔵がまだ完全に終わっていない段階では、ステップS101, S108, S109, S110と進んで酸素吸蔵容量OS Cの積算が実行される。そして酸素吸蔵の終了付近で触媒後センサ出力 V_r が徐々に低下してくると、まず最初にリーン計測終了値 V_L' に達し、ステップS111に進む。この到達時点では、最終積算値OS Cmaxが未算出であるので、ステップS112において最終積算値OS Cmaxが算出され、この値が今回のリーン制御時の酸素吸蔵容量OS Cの値として確定する。

【0074】

$V_L' < V_r < V_L$ である間は、ステップS101, S108, S109, S111という流れが継続的に実行され、酸素吸蔵容量OS Cの積算も最終積算値OS Cmaxの算

50

出も実行されない。そしてその後、触媒後センサ出力 V_r がリーン判定値 V_L に達すると、ステップ S_{113} で目標空燃比 A/F_t がリッチに切り替えられる。

【0075】

このようにしてリッチ制御とリーン制御とが交互に繰り返して実行され、これらに対応した複数ずつの酸素吸蔵容量計測値 OSC の平均値が算出され、当該平均値が劣化判定値 OSC_s と比較され、触媒の正常・劣化が診断される。

【0076】

次に、他の実施形態について説明する。

【0077】

この他の実施形態は、リッチ制御時、触媒後センサ 18 が劣化しているときのみならず、吸入空気量 G_a が少ないとき即ち排気ガス流量が少ないときにも、酸素吸蔵容量計測値の誤差が大きくなるという問題の解決を図ったものである。

【0078】

図9は、吸入空気量 G_a が比較的多いときの触媒後センサ出力 V_r 及び酸素吸蔵容量計測値（積算値） OSC を示す。図中、 L はリーン制御時、 R はリッチ制御時であることを示す。図示するように、リッチ制御時において、吸入空気量 G_a が比較的多いときには、触媒後センサ 18 がストイキ付近で急峻に出力変化するというZ特性を示す。よって、酸素吸蔵容量計測終了タイミングを規定する値をリッチ判定値 V_R からリッチ計測終了値 $V_{R'}$ に変更したとしても、酸素吸蔵容量計測値の差は図中 T で示すように比較的少ない。

【0079】

ところが図10に示すように、吸入空気量 G_a が比較的少ない場合だと、リッチ制御時において上記Z特性を示さなくなり、触媒後センサ出力 V_r は緩慢に変化するようになる。よって酸素吸蔵容量計測終了タイミングを規定する値をリッチ判定値 V_R からリッチ計測終了値 $V_{R'}$ に変更すると、図中 U で示すように、酸素吸蔵容量計測値に比較的大きな差が生じ、より少ない酸素吸蔵容量計測値が得られてしまう。

【0080】

本来、触媒の酸素吸蔵容量の値は吸入空気量 G_a の大きさに無関係であるため、かかる吸入空気量 G_a の大きさに応じた計測値の違いは問題である。なお、リーン制御時には、吸入空気量 G_a の大きさに拘わらず上記Z特性を示し、よって吸入空気量 G_a の大きさに応じた計測値の違いも生じない。

【0081】

かかる現象が起こる理由を考察するに、リッチ制御時（酸素放出時）とリーン制御時（酸素吸蔵時）とでは、触媒における酸素吸放出メカニズムが相違することが原因として考えられる。即ち、リーン制御時には、単にリーングス中の酸素が触媒の触媒成分 32 を介さずに酸素吸蔵成分に吸蔵されるのみであり、吸入空気量 G_a の大きさによってその吸蔵速度はそれほど変わらない。

【0082】

他方、リッチ制御時には、触媒の酸素吸蔵成分に吸蔵されていた酸素が、貴金属からなる触媒成分 32 を介して、排ガス中のリッチ成分と反応するメカニズムである。そして吸入空気量 G_a が少ないと、排気ガス流量が低下して触媒床温が低下し、触媒の活性も低下する。よって、吸入空気量 G_a が少ない場合には触媒がリッチ成分（ HC 、 CO ）を十分に浄化できず、リッチ成分が比較的早い段階から触媒を素通りし、漏れ出してしまふ。このリッチ成分に触媒後センサ 18 が反応して、触媒後センサ出力 V_r が早い段階から緩慢に変化し出すものと思われる。

【0083】

特に、触媒後センサ 18 は、図11に示すように、排ガスに曝される検出素子 41 が孔付きカバー 42 で覆われる構成となっており、カバー 42 の孔 43 を通過してカバー 42 内に流入してきた排ガスを、検出素子 41 が検知するようになっている。本発明者らの実験によれば、ベース品となる触媒後センサに比べ、カバーの孔が大径であったりより多孔である触媒後センサを用いると、上記結果を顕著に得られることが確認されている。この

10

20

30

40

50

理由は、カバーの孔が大径又は多孔であると、漏れ出したリッチ成分に検出素子が敏感に反応してセンサ出力が変化し易くなるからと考えられる。

【 0 0 8 4 】

そこで、かかる低吸入空気量のときの誤差を解消すべく、本実施形態では、リッチ制御中の所定期間における平均吸入空気量を算出し、この算出された平均吸入空気量が所定値以上の場合には空燃比切替タイミングと計測終了タイミングとを異ならせ、算出された平均吸入空気量が所定値未満の場合には空燃比切替タイミングと計測終了タイミングとを同一とする。具体的には、当該平均吸入空気量が所定値以上の場合には、計測終了タイミングを前記実施形態同様に、触媒後センサ出力 V_r がリッチ計測終了値 V_R' 又はリーン計測終了値 V_L' に達したタイミングとし、他方、当該平均吸入空気量が所定値未満の場合には、計測終了タイミングを基本態様同様に、触媒後センサ出力 V_r がリッチ判定値 V_R 又はリーン判定値 V_L に達したタイミングとする。こうすることにより、吸入空気量が多いときには、計測終了タイミングを早めて触媒後センサ劣化相当分の誤差を抑制できる一方、吸入空気量が少ないときには、計測終了タイミングを遅らせて（基本態様と同じタイミングとして）低吸入空気量に基づく誤差を抑制することができる。

10

【 0 0 8 5 】

以下、図 1 2 を参照しつつ、当該他の実施形態における酸素吸蔵容量計測処理の内容を説明する。図示するルーチンは ECU 2 0 により所定周期（例えば 1 6 m s e c）毎に繰り返し実行される。

【 0 0 8 6 】

まずステップ S 2 0 1 において、リッチ制御中であるか否かが判断され、リッチ制御中であるときはステップ S 2 0 2 に、リッチ制御中でないとき（リーン制御中であるとき）はステップ S 2 1 5 に、それぞれ進む。

20

【 0 0 8 7 】

リッチ制御中の場合、ステップ S 2 0 2 において、触媒後センサ出力 V_r がリッチ判定値 V_R より小さいか否かが判断される。 $V_r < V_R$ のとき、ステップ S 2 0 3 に進んで、触媒後センサ出力 V_r がリッチ計測終了値 V_R' より小さいか否かが判断される。 $V_r < V_R'$ のときには、ステップ S 2 0 4 に進んで、エアフローメータ 5 により検出された吸入空気量 G_a の値が積算され、次いでステップ S 2 0 5 において酸素吸蔵容量 O S C の積算が実行され、処理が終了される。

30

【 0 0 8 8 】

他方、ステップ S 2 0 3 において $V_r > V_R'$ のときには、ステップ S 2 0 6 に進んで、吸入空気量 G_a の積算値の平均値である平均吸入空気量 $G_{a h}$ が未算出であるか否かが判断される。この平均吸入空気量 $G_{a h}$ は、ECU 2 0 により、吸入空気量 G_a の積算値をサンプル数で除することにより算出される値である。平均吸入空気量 $G_{a h}$ が未算出であるときにはステップ S 2 0 7 に進んで平均吸入空気量 $G_{a h}$ が算出され、ステップ S 2 0 8 に至る。他方、平均吸入空気量 $G_{a h}$ が算出済みであるときにはステップ S 2 0 7 がスキップされ、ステップ S 2 0 8 に至る。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 2 0 8 においては、平均吸入空気量 $G_{a h}$ が所定値 $G_{a h s}$ 以上か否かが判断される。 $G_{a h} > G_{a h s}$ のときにはステップ S 2 0 9 , S 2 1 0 が実行される一方、 $G_{a h} < G_{a h s}$ のときにはステップ S 2 1 1 に進んで酸素吸蔵容量 O S C の積算が実行され、処理が終了される。

40

【 0 0 9 0 】

ステップ S 2 0 9 においては、酸素吸蔵容量の最終積算値 O S C m a x が未算出であるか否かが判断される。未算出であるときにはステップ S 2 1 0 に進んで最終積算値 O S C m a x が算出され、処理が終了される。他方、算出済みであるときにはステップ S 2 1 0 がスキップされ、処理が終了される。

【 0 0 9 1 】

ステップ S 2 0 2 において $V_r > V_R'$ のときには、ステップ S 2 1 2 に進んで、目標

50

空燃比 A/F_t がリーンに切り替えられる。次いでステップ S 2 1 3 において酸素吸蔵容量の最終積算値 OSC_{max} が未算出であるか否かが判断される。未算出であるときにはステップ S 2 1 4 に進んで最終積算値 OSC_{max} が算出され、処理が終了される。他方、算出済みであるときにはステップ S 2 1 4 がスキップされ、処理が終了される。

【 0 0 9 2 】

他方、ステップ S 2 0 1 でリーン制御中の場合、ステップ S 2 1 5 に進み、触媒後センサ出力 V_r がリーン判定値 V_L より大きいかが判断される。 $V_r > V_L$ のとき、ステップ S 2 1 6 に進んで、触媒後センサ出力 V_r がリーン計測終了値 V_L' より大きいかが判断される。 $V_r > V_L'$ のときには、ステップ S 2 1 7 に進んで、酸素吸蔵容量 OSC の積算が実行され、処理が終了される。

10

【 0 0 9 3 】

他方、ステップ S 2 1 6 において $V_r > V_L'$ のときには、ステップ S 2 1 8 に進んで、酸素吸蔵容量 OSC の最終積算値 OSC_{max} が未算出であるか否かが判断される。未算出であるときにはステップ S 2 1 9 に進んで最終積算値 OSC_{max} が算出され、処理が終了される。他方、算出済みであるときにはステップ S 2 1 9 がスキップされ、処理が終了される。

【 0 0 9 4 】

ステップ S 2 1 5 において $V_r > V_L$ のときには、ステップ S 2 2 0 に進んで、目標空燃比 A/F_t がリッチに切り替えられ、処理が終了される。

【 0 0 9 5 】

以上の処理を実際の状況に当て嵌めて説明する。例えばリッチ制御中、触媒の酸素放出がまだ完全に終わっていない段階では、ステップ S 2 0 1 , S 2 0 2 , S 2 0 3 , S 2 0 4 , S 2 0 5 と進んで、吸入空気量 G_a と酸素吸蔵容量 OSC の積算が実行される。そして酸素放出の終了付近で触媒後センサ出力 V_r が徐々に増加してくると、まず最初にリッチ計測終了値 V_R' に達し、ステップ S 2 0 6 に進む。

20

【 0 0 9 6 】

この到達時点では、平均吸入空気量 G_{ah} が未算出であるので、ステップ S 2 0 7 においてこの時点での平均吸入空気量 G_{ah} が算出される。ここで理解されるように、平均吸入空気量 G_{ah} を算出するためのデータ取得期間（本発明にいう所定期間）は、目標空燃比 A/F_t がリッチに切り替えられた時から、触媒後センサ出力 V_r がリッチ計測終了値 V_R' に達した時までの期間である。但しこの期間は適宜変更可能であり、例えば、触媒後センサ出力 V_r がリッチ計測終了値 V_R' に達する直前の所定期間などとすることもできる。

30

【 0 0 9 7 】

この後、ステップ S 2 0 8 において、算出された平均吸入空気量 G_{ah} が所定値 G_{ahs} 以上か否かが判断される。 $G_{ah} > G_{ahs}$ 即ち平均吸入空気量 G_{ah} が比較的多いときには、低吸気量による誤差は無視し得るものとして、ステップ S 2 0 9 , S 2 1 0 と進んで最終積算値 OSC_{max} が算出される。他方、 $G_{ah} < G_{ahs}$ 即ち平均吸入空気量 G_{ah} が比較的少ないときには、低吸気量による誤差が著しいとして、ステップ S 2 0 9 , S 2 1 0 がスキップされ、最終積算値 OSC_{max} が算出されない。

40

【 0 0 9 8 】

一旦、平均吸入空気量 G_{ah} が算出されると、ステップ S 2 0 6 の判定結果はノーとなり、平均吸入空気量 G_{ah} は再度算出されない。よってその算出された平均吸入空気量 G_{ah} が、今回のリッチ制御時の平均吸入空気量 G_{ah} の値として確定することとなる。また、一旦最終積算値 OSC_{max} が算出されると、ステップ S 2 0 9 の判定結果がノーとなり、その算出された最終積算値 OSC_{max} が今回のリッチ制御時の酸素吸蔵容量 OSC の値として確定する。

【 0 0 9 9 】

$V_r' < V_r < V_r$ である間、 $G_{ah} > G_{ahs}$ のときにはステップ S 2 0 1 , S 2 0 2 , S 2 0 3 , S 2 0 6 , S 2 0 8 , S 2 0 9 という流れが継続的に実行される。他方、

50

G a h < G a h s のときにはステップ S 2 0 1 , S 2 0 2 , S 2 0 3 , S 2 0 6 , S 2 0 8 , S 2 1 1 という流れが継続的に実行され、酸素吸蔵容量 O S C の積算が実行される。

【 0 1 0 0 】

その後、触媒後センサ出力 V r がリッチ判定値 V R に達すると、ステップ S 2 1 2 に進んで、目標空燃比 A / F t がリーンに切り替えられる。そしてこの時点において、G a h < G a h s のときにはまだ最終積算値 O S C m a x が算出されていないので、ステップ S 2 1 3 がイエスとなり、ステップ S 2 1 4 で最終積算値 O S C m a x が算出される。なお G a h = G a h s のときにはステップ S 2 1 0 で既に最終積算値 O S C m a x が算出されているので、ステップ S 2 1 3 がノーとなり、ステップ S 2 1 4 がスキップされる。

【 0 1 0 1 】

リーン制御時には前記実施形態と同様の処理が行われる。本実施形態のステップ S 2 1 5 ~ S 2 2 0 はそれぞれ前記実施形態のステップ S 1 0 8 ~ 1 1 3 と同様である。リッチ制御とリーン制御にそれぞれ対応した複数ずつの酸素吸蔵容量計測値 O S C が得られたならば、その平均値が算出され、当該平均値が劣化判定値 O S C s と比較され、触媒の正常・劣化が診断される。

【 0 1 0 2 】

以上、本発明の実施形態について詳細に述べたが、本発明の実施形態は他にも様々なものが考えられる。例えば、内燃機関の用途や形式は任意であり、例えば車両用以外であってもよいし、直噴式等であってもよい。触媒後センサに触媒前センサと同様の広域空燃比センサを用いてもよいし、触媒前センサに触媒後センサと同様の O₂ センサを用いてもよい。これら広域空燃比センサや O₂ センサを含め、広く、排気空燃比を検出するセンサを空燃比センサということとする。

【 0 1 0 3 】

本発明には、特許請求の範囲によって規定される本発明の思想に包含されるあらゆる変形例や応用例、均等物が含まれる。従って本発明は、限定的に解釈されるべきではなく、本発明の思想の範囲内に帰属する他の任意の技術にも適用することが可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 4 】

【 図 1 】 本発明の実施形態の構成を示す概略図である。

【 図 2 】 触媒の構成を示す概略断面図である。

【 図 3 】 触媒劣化診断時のアクティブ空燃比制御の内容を説明するためのタイムチャートである。

【 図 4 】 図 3 と同様のタイムチャートであり、酸素吸蔵容量の計測方法を説明するための図である。

【 図 5 】 触媒前センサ及び触媒後センサの出力特性を示すグラフである。

【 図 6 】 リッチ制御終了付近における触媒後センサ出力と酸素吸蔵容量計測値の変化を示すタイムチャートである。

【 図 7 】 基本態様と本実施形態の比較を示すタイムチャートである。

【 図 8 】 酸素吸蔵容量計測処理のフローチャートである。

【 図 9 】 吸入空気量が比較的多いときの触媒後センサ出力及び酸素吸蔵容量計測値を示すタイムチャートである。

【 図 1 0 】 吸入空気量が比較的少ないときの触媒後センサ出力及び酸素吸蔵容量計測値を示すタイムチャートである。

【 図 1 1 】 触媒後センサの構成を示す部分断面図である。

【 図 1 2 】 他の実施形態に係る酸素吸蔵容量計測処理のフローチャートである。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 5 】

1 内燃機関

6 排気管

1 1 上流触媒

10

20

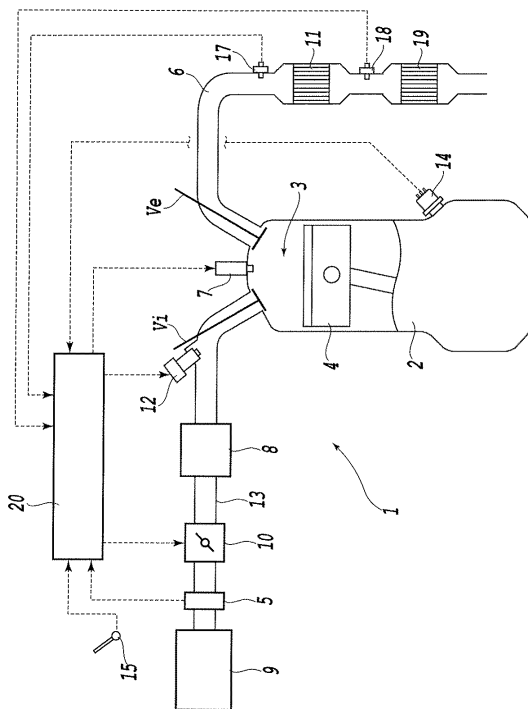
30

40

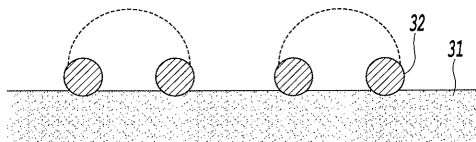
50

- 1 2 インジェクタ
- 1 7 触媒前センサ
- 1 8 触媒後センサ
- 1 9 下流触媒
- 2 0 電子制御ユニット (E C U)
- O S C 酸素吸蔵容量
- O S C m a x 最大積算値
- V r 触媒後センサ出力
- V R リッチ判定値
- V R ' リッチ計測終了値
- V L リーン判定値
- V L ' リーン計測終了値
- A / F t 目標空燃比
- G a 吸入空気量
- G a h 平均吸入空気量
- G a h s 平均吸入空気量の所定値

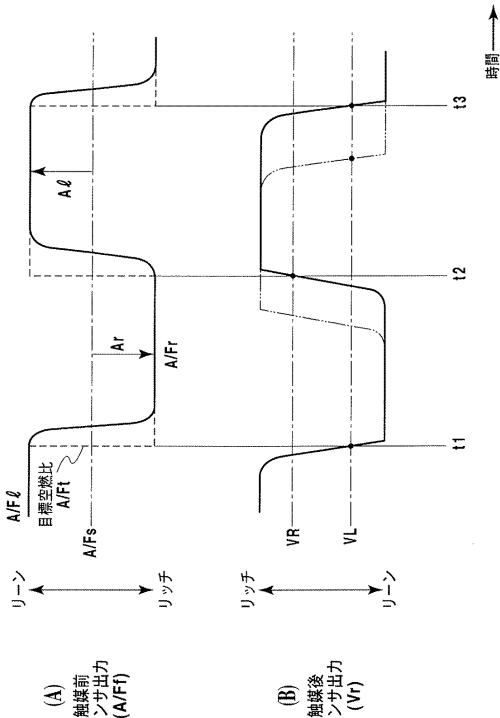
【 図 1 】



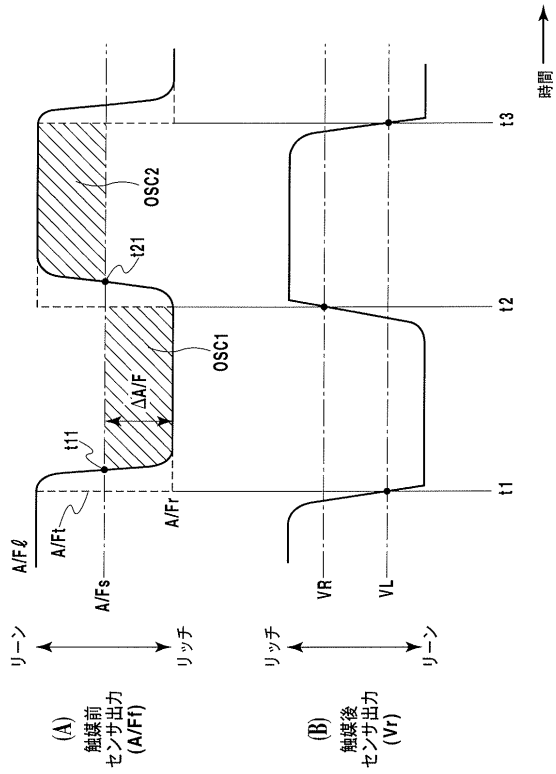
【 図 2 】



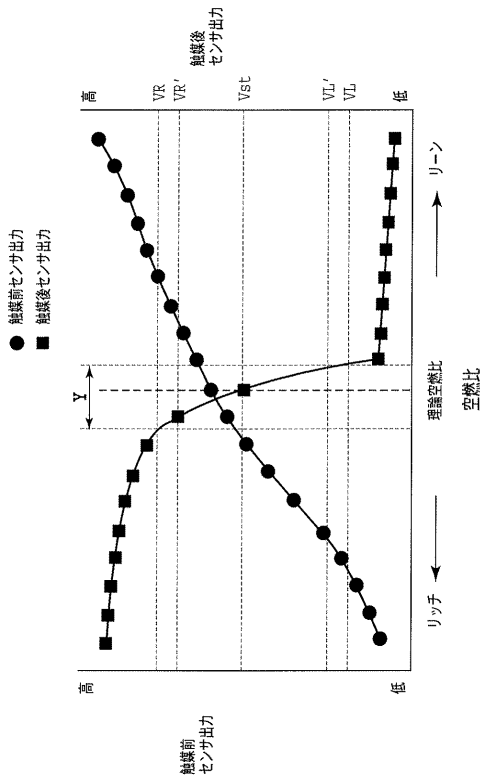
【図3】



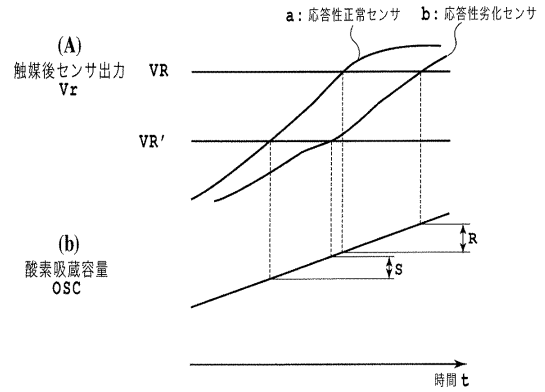
【図4】



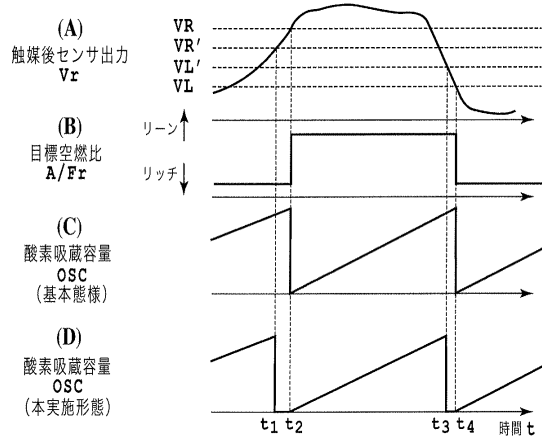
【図5】



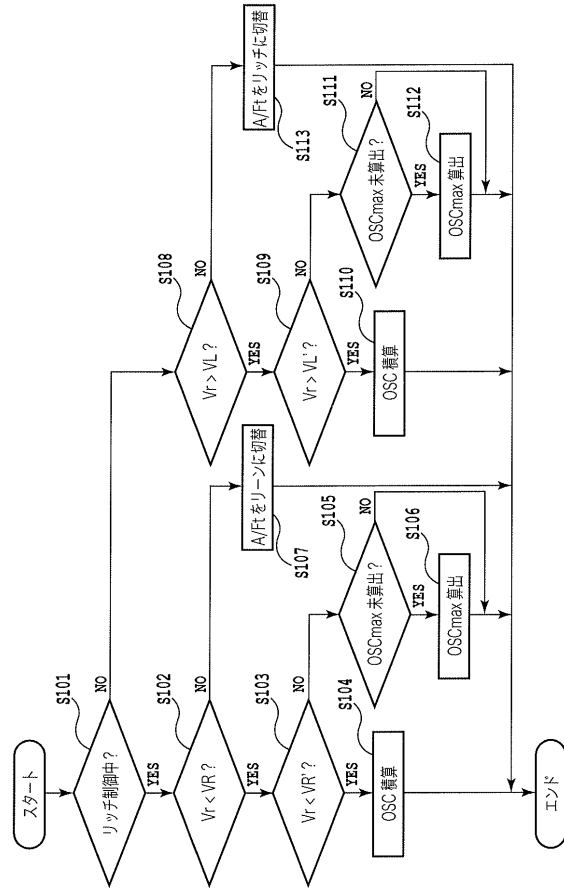
【図6】



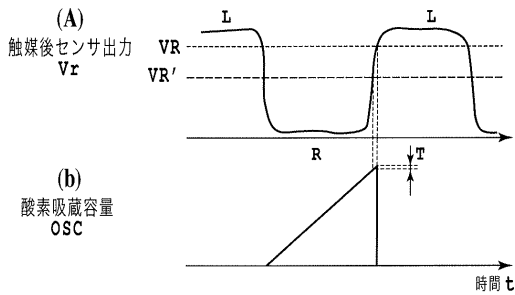
【図7】



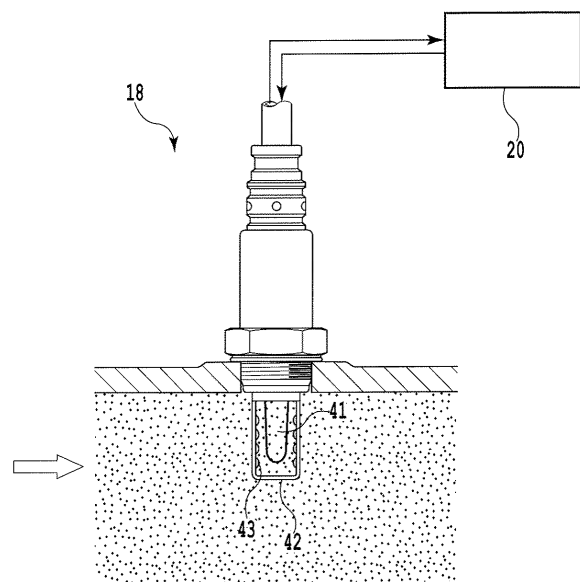
【図8】



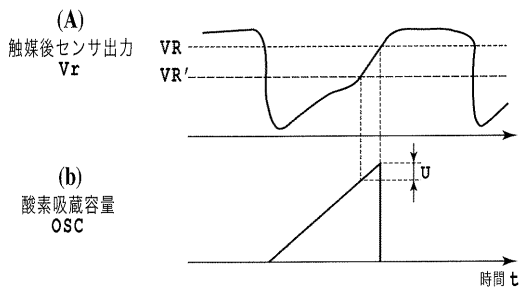
【図9】



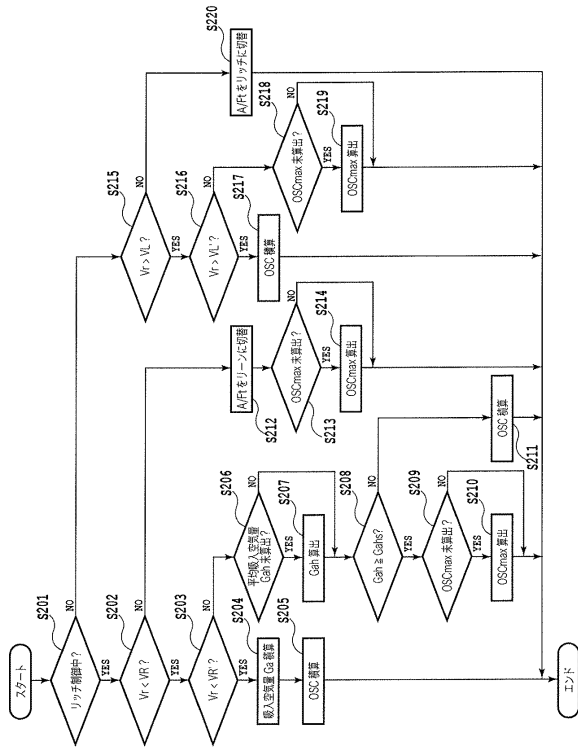
【図11】



【図10】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 0 1 D 53/94 (2006.01) F 0 2 D 45/00 3 6 8 G
B 0 1 D 53/36 1 0 3 B
B 0 1 D 53/36 1 0 1 B

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

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

審査官 中村 一雄

(56)参考文献 特開2005-098205(JP,A)
特開2007-247499(JP,A)
特開2007-032438(JP,A)
国際公開第2008/001584(WO,A1)
特開2003-041990(JP,A)
特開2008-008158(JP,A)
特開2008-031901(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 1 N 3 / 2 0
B 0 1 D 5 3 / 9 4
F 0 1 N 3 / 2 4
F 0 2 D 4 1 / 0 4
F 0 2 D 4 1 / 1 4
F 0 2 D 4 5 / 0 0