(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011 年 10 月 27 日(27.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/132232 A1

(51) 国際特許分類:
F02D 45/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/002948

(22) 国際出願日: 2010 年 4 月 23 日(23.04.2010)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 北浦浩一 (KITAURA, Koichi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 藤原孝彦 (FUJIWARA, Takahiko) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 三好悠司 (MIYOSHI, Yuuji) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 尾上亮太 (ONOE, Ryota) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 谷義一, 外 (TANI, Yoshikazu et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂２丁目６－２０ Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

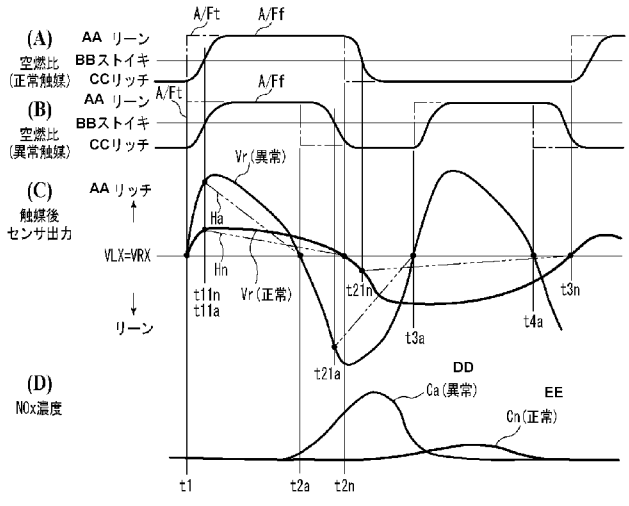
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,

[続葉有]

(54) **Title**: CATALYST ANOMALY DIAGNOSTIC SYSTEM

(54) 発明の名称 : 触媒異常診断装置

[図8]



(A) Air-fuel ratio (normal catalyst)
(B) Air-fuel ratio (anomalous catalyst)
(C) Post-catalyst sensor output
(D) NOx concentration
AA Lean
BB Stoichiometry
CC Rich
DD Anomalous
EE Normal

(57) **Abstract**: The disclosed catalyst anomaly diagnostic system actively controls the air-fuel ratio upstream of a catalyst to be alternately rich and lean. As soon as post-catalyst sensor output reaches a prescribed threshold, the air-fuel ratio is switched between lean control and rich control. The catalyst is determined to be normal or anomalous on the basis of the rate of change of the post-catalyst sensor output over an interval starting at a first time at which, after the post-catalyst sensor output has reached the threshold, the pre-catalyst air-fuel ratio reaches stoichiometry, and extending to a second time at which the post-catalyst sensor output next reaches the threshold value.

(57) 要約: 触媒上流側の空燃比をリーンおよびリッチに交互に制御するアクティブ空燃比制御を実行する。触媒後センサ出力が所定の閾値に達したと同時にリーン制御とリッチ制御とを切り替える。触媒後センサ出力が閾値に達した後に触媒前空燃比がストイキに達する第１時点から、触媒後センサ出力が次に閾値に達する第２時点までの触媒後センサ出力の変化率に基づき、触媒が正常か異常かを判定する。

WO 2011/132232 A1

NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 触媒異常診断装置

技術分野

[0001] 本発明は、触媒の異常診断に係り、特に、内燃機関の排気通路に配置された触媒の異常を診断する装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば自動車用内燃機関において、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）を有するものがある。この酸素吸蔵能を有する触媒は、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蔵し、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蔵した酸素を放出する。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ズレてしまっても、三元触媒の酸素吸蔵・放出作用により、かかる空燃比ズレを吸収することができる。

[0003] 一方、触媒が劣化すると触媒の浄化率が低下する。触媒の劣化度と酸素吸蔵能の低下度との間には相関関係がある。よって、酸素吸蔵能の低下を検出することで触媒の劣化ないし異常を検出することができる。一般的には、触媒上流側の空燃比をリッチおよびリーンに交互に制御するアクティブ空燃比制御を行い、それらリーン制御中およびリッチ制御中に前記触媒が吸放出する酸素量を計測し、この酸素量に基づき触媒の異常を診断する方法（所謂Ｃｍａｘ法）が採用される（例えば特許文献１参照）。

[0004] ところでこのＣｍａｘ法では、触媒の下流側の排気空燃比を検出する触媒後センサを設け、触媒後センサの出力が反転するのと同時にリーン制御とリッチ制御を切り替え、且つ酸素量の計測を終了するようにしている。

[0005] しかしながら酸素量の計測に際して、実際には吸放出されていない酸素量

が併せて計測されてしまうという計測誤差の問題がある。特に、従来のＣｍａｘ法だと、異常触媒の場合に、正常触媒の場合に比べ、触媒後センサ出力反転直前における誤差割合が大きくなり、計測値が真の値より大きくなる傾向が強まる。こうなると、実際には異常な触媒を正常と誤診断することに繋がりかねない。また正常触媒と異常触媒の間での酸素量計測値の差を拡大することができず、特にこれらの差が元々小さい触媒の場合では、十分な診断精度を確保できない虞がある。

[0006] そこで本発明は以上の事情に鑑みて創案されたものであり、その一の目的は、診断精度を向上して誤診断を抑制し得る触媒異常診断装置を提供することにある。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２００２－３６４４２８号公報

発明の概要

[0008] 本発明の一の態様によれば、

内燃機関の排気通路に配置された触媒の異常を診断する装置であって、

触媒上流側の排気空燃比である触媒前空燃比を取得する取得手段と、

触媒下流側の排気空燃比を検出する触媒後センサと、

触媒上流側の空燃比をストイキを境にリーンおよびリッチに交互に制御するアクティブ空燃比制御手段と、

前記触媒が正常か異常かを判定する判定手段と、

を備え、

前記アクティブ空燃比制御手段は、前記触媒後センサの出力が所定の閾値に達したと同時に前記リーン制御と前記リッチ制御とを切り替え、

前記判定手段は、前記触媒後センサ出力が前記閾値に達した後に前記取得手段により取得された触媒前空燃比がストイキに達する第１時点から、前記触媒後センサ出力が次に前記閾値に達する第２時点までの前記触媒後センサ出力の変化率に基づき、前記触媒が正常か異常かを判定する

ことを特徴とする触媒異常診断装置が提供される。

[0009] 好ましくは、前記閾値は、前記リーン制御から前記リッチ制御への切替タイミングを規定するリーン閾値と、前記リッチ制御から前記リーン制御への切替タイミングを規定するリッチ閾値とからなり、

前記リーン閾値は、前記触媒後センサ出力のストイキ相当値よりもリーン側に定められた基準のリーン判定値よりもリッチ側の値に設定され、

前記リッチ閾値は、前記ストイキ相当値よりもリッチ側に定められた基準のリッチ判定値よりもリーン側の値に設定されている。

[0010] 好ましくは、前記リーン閾値と前記リッチ閾値が、互いに等しい値に設定されている。

[0011] 好ましくは、前記リーン閾値と前記リッチ閾値が、前記ストイキ相当値と等しい値に設定されている。

[0012] 好ましくは、前記リーン閾値が、前記ストイキ相当値よりリッチ側の値に設定され、前記リッチ閾値が、前記ストイキ相当値よりリーン側の値に設定されている。

[0013] 好ましくは、前記リーン閾値と前記リッチ閾値が、排気ガス流量に応じて設定される。

[0014] 好ましくは、前記変化率が、前記第１時点と前記第２時点における前記触媒後センサ出力の差を、前記第１時点から前記第２時点までの時間で除してなる値である。

[0015] 好ましくは、前記変化率が、前記第１時点と前記第２時点における前記触媒後センサ出力の差を、前記第１時点から前記第２時点までの排気ガス量で除してなる値である。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図１は、本発明の実施形態の構成を示す概略図である。

[図2]図２は、触媒の構成を示す概略断面図である。

[図3]図３は、基本方法におけるアクティブ空燃比制御のタイムチャートである。

[図4]図４は、基本方法における酸素吸蔵容量の計測方法を示すタイムチャートである。

[図5]図５は、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]図６は、リッチ制御時の試験結果を示すタイムチャートであり、正常触媒の場合である。

[図7]図７は、リッチ制御時の試験結果を示すタイムチャートであり、異常触媒の場合である。

[図8]図８は、本実施形態の異常診断における各値の推移を示すタイムチャートである。

[図9]図９は、図３および図４を本実施形態に即するよう修正したタイムチャートである。

[図10]図１０は、アクティブ空燃比制御に関するフローチャートである。

[図11]図１１は、変化率検出に関するフローチャートである。

[図12]図１２は、触媒の正異常判定に関するフローチャートである。

[図13]図１３は、触媒の正異常判定に関する別のフローチャートである。

[図14]図１４は、リッチ閾値を設定するためのマップを示す。

[図15]図１５は、リーン閾値を設定するためのマップを示す。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の好適実施形態を添付図面に基づき説明する。

[0018] 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、内燃機関たるエンジン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。本実施形態のエンジン１は自動車用多気筒エンジン（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。

[0019] エンジン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。

[0020] 各気筒の吸気ポートは吸気マニホールド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、エンジンに流入する単位時間当たりの空気量すなわち吸入空気量Ｇａ（ｇ／ｓ）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とが設けられている。なお吸気ポート、吸気マニホールド、サージタンク８及び吸気管１３により吸気通路が形成される。

[0021] 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すなわち燃料噴射弁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Ｖｉ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。

[0022] 一方、各気筒の排気ポートは、排気マニホールドを介して排気集合通路をなす排気管６に接続されている。これら排気ポート、排気マニホールド及び排気管６により排気通路が形成される。排気管６には、その上流側と下流側に、酸素吸蔵能を有する三元触媒からなる触媒、即ち上流触媒１１及び下流触媒１９が直列に設けられている。例えば、上流触媒１１は排気マニホールドの直後に配置され、下流触媒１９は車両の床下などに配置される。

[0023] 上流触媒１１の上流側及び下流側に、それぞれ、酸素濃度に基づいて排気ガスの空燃比（排気空燃比）を検出する空燃比センサ、即ち触媒前センサ１７及び触媒後センサ１８が設けられている。図５に示すように、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は所謂酸素センサ（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。

[0024] 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に電気的に接続されている。ＥＣＵ２０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ＥＣＵ２０には、図示されるように、前述のエアフローメータ５、触媒前センサ１７、触媒後センサ１８のほか、エンジン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気的に接続されている。ＥＣＵ２０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、インジェクタ１２、スロットルバルブ１０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。

[0025] 上流触媒１１及び下流触媒１９は、これに流入する排気ガスの空燃比Ａ／Ｆが理論空燃比（ストイキ、例えばＡ／Ｆｓ＝１４．６）のときにＮＯｘ，ＨＣおよびＣＯを同時に高効率で浄化する。よってこの特性に合わせて、ＥＣＵ２０は、エンジンの通常運転時、上流触媒１１及び下流触媒１９に流入する排気ガスの空燃比がストイキに一致するよう、燃焼室３に供給される混合気の空燃比（具体的にはインジェクタ１２からの燃料噴射量）を触媒前センサ１７の出力に基づきフィードバック制御する。

[0026] ここで、異常診断の対象となる上流触媒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担持され、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、ＮＯｘ，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。なお、「吸蔵」と同義で「吸収」または「吸着」を用いることもある。

[0027] 例えば、触媒内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３２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ＮＯｘが還元され、浄化される。他方、触媒内の雰囲気ガスが理論空燃比よりリッチであると、酸素吸蔵成分に吸蔵されていた酸素が放出され、この放出された酸素によりＨＣおよびＣＯが酸化され、浄化される。

[0028] この酸素吸放出作用により、通常のストイキ空燃比制御に際して実際の空燃比がストイキに対して多少ばらついたとしても、このばらつきを吸収することができる。

[0029] ところで、新品状態の触媒１１では前述したように多数の触媒成分３２が均等に分散配置されており、排気ガスと触媒成分３２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１１が劣化してくると、一部の触媒成分３２に消失が見られるほか、触媒成分３２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３２との接触確率が低下し、浄化率を落としめる原因となる。そしてこのほかに、触媒成分３２の周囲に存在するコート材３１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。

[0030] このように、触媒１１の劣化度と触媒１１の酸素吸蔵能低下度との間には相関関係がある。

[0031] ［異常診断の基本方法］

触媒１１の酸素吸蔵能は、現状の触媒１１が吸蔵または放出し得る酸素量である酸素吸蔵容量（ＯＳＣ；O_2 Storage Capacity、単位はｇ）の大きさによって表すことができる。すなわち、触媒の劣化度が小さく酸素吸蔵能が高いほど、酸素吸蔵容量は大きくなり、触媒の劣化度が大きく酸素吸蔵能が低いほど、酸素吸蔵容量は小さくなる。

[0032] よってこの酸素吸蔵容量を計測し、当該計測値に基づいて触媒の異常を診断する方法、すなわちＣｍａｘ法が一般的に採用されている。この方法を基

本方法と称す。

[0033] 以下、基本方法について説明する。異常診断に際してはまず、ＥＣＵ２０によりアクティブ空燃比制御が実行される。すなわちＥＣＵ２０は、触媒上流側の空燃比、具体的には燃焼室３内の混合気の空燃比を、中心空燃比であるストイキＡ／Ｆｓを境に、リッチおよびリーンに交互に制御する。これにより、触媒１１に供給される排気ガスの空燃比も、リッチおよびリーンに交互に制御されることとなる。

[0034] また、アクティブ空燃比制御および診断は、所定の前提条件が満たされているときに限って実行される。この前提条件については後述する。

[0035] 以下、図３及び図４を用いて、上流触媒１１の酸素吸蔵容量の計測方法を説明する。

[0036] 図３（Ａ）において、破線は目標空燃比Ａ／Ｆｔ、実線は触媒前センサ１７の出力（但し触媒前空燃比Ａ／Ｆｆｒへの換算値）を示す。また図３（Ｂ）において、実線は触媒後センサ１８の出力（但しその出力電圧Ｖｒ）を示す。

[0037] 図示するように、時刻ｔ１より前では、空燃比をリーンに切り替えるリーン制御が実行されている。このとき、目標空燃比Ａ／Ｆｔはリーン空燃比Ａ／ＦＩ（例えば１５．１）とされ、触媒１１には、目標空燃比Ａ／Ｆｔと等しい空燃比のリーンガスが供給されている。このとき触媒１１は酸素を吸蔵し続けているが、飽和状態即ち満杯まで酸素を吸蔵した時点でそれ以上酸素を吸蔵できなくなる。この結果、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。こうなると触媒後センサ１８の出力がリーン側に変化し、出力電圧Ｖｒが所定のリーン判定値ＶＬ（例えば０．２Ｖ）に達した時点ｔ１で、目標空燃比Ａ／Ｆｔがリッチ空燃比Ａ／Ｆｒ（例えば１４．１）に切り替えられる。これにより空燃比制御はリーン制御からリッチ制御に切り替えられ、目標空燃比Ａ／Ｆｔと等しい空燃比のリッチガスが供給されるようになる。

[0038] リッチガスが供給されると、触媒１１は吸蔵酸素を放出し続ける。やがて

触媒１１から吸蔵酸素が放出され尽くすとその時点で触媒１１は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。こうなると触媒後センサ１８の出力がリッチ側に変化し、出力電圧Ｖｒが所定のリッチ判定値ＶＲ（例えば０．６Ｖ）に達した時点ｔ２で、目標空燃比Ａ／Ｆｔがリーン空燃比Ａ／ＦＩに切り替えられる。これにより空燃比制御はリッチ制御からリーン制御に切り替えられ、目標空燃比Ａ／Ｆｔと等しい空燃比のリーンガスが供給されるようになる。

[0039] 再び、触媒１１が満杯まで酸素を吸蔵し、触媒後センサ１８の出力電圧Ｖｒがリーン判定値ＶＬに達すると、その時点ｔ３で、目標空燃比Ａ／Ｆｔがリッチ空燃比Ａ／Ｆｒに切り替えられ、リッチ制御が開始される。

[0040] こうして、触媒後センサ１８の出力が反転する毎に、リーン制御とリッチ制御とが交互に繰り返し実行される。隣り合うリーン制御とリッチ制御の組をアクティブ空燃比制御の１周期とする。アクティブ空燃比制御は所定のＮ周期（Ｎは２以上の整数）実行される。

[0041] ここでリーン判定値ＶＬは、リーン制御からリッチ制御への切替タイミングを規定する閾値の基準をなす。このリーン判定値ＶＬは、図５にも示すように、触媒後センサ出力のストイキ相当値Ｖｓｔよりも小さい（リーン側の）値に予め定められている。

[0042] 同様に、リッチ判定値ＶＲは、リッチ制御からリーン制御への切替タイミングを規定する閾値の基準をなす。このリッチ判定値ＶＲは、図５にも示すように、触媒後センサ出力のストイキ相当値Ｖｓｔよりも大きい（リッチ側の）値に予め定められている。

[0043] このアクティブ空燃比制御の実行中、次の方法で触媒１１の酸素吸蔵容量ＯＳＣが計測される。

[0044] 触媒１１の有する酸素吸蔵容量が大きいほど、酸素を吸蔵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触媒後センサ出力Ｖｒの反転周期（例えばｔ１からｔ２までの時間）が長くなり、触媒の劣化が進むほどそ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が次のようにして計測される。図４に示すように、時刻ｔ１で目標空燃比Ａ／Ｆｔがリッチ空燃比Ａ／Ｆｒ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／Ｆｆがリッチ空燃比Ａ／Ｆｒに切り替わる。そして触媒前空燃比Ａ／Ｆｆがストイキ Ａ／Ｆｓに達した時点ｔ１１から、次に触媒後センサ出力Ｖｒが反転する時点ｔ２まで、次式（１）により、所定の演算周期毎の酸素吸蔵容量ｄＯＳＣが逐次的に算出され、且つこの酸素吸蔵容量ｄＯＳＣが時刻ｔ１１から時刻ｔ２まで逐次的に積算される。こうして、リッチ制御時における最終積算値としての酸素吸蔵容量ＯＳＣ、すなわち図４にＯＳＣｂで示す放出酸素量が計測される。

[0046] ［数１］

$$dOSC = \Delta A/F \times Q \times \sigma = \left| A/Ff - A/Fs \right| \times Q \times \sigma \quad \cdots \quad (1)$$

[0047] Ｑは燃料噴射量であり、空燃比差ΔＡ／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。σは空気に含まれる酸素割合（約０．２３）を表す定数である。

[0048] リーン制御時にも同様に酸素吸蔵容量、すなわち図４にＯＳＣａで示す吸蔵酸素量が前式（１）に従って計測される。そしてリッチ制御とリーン制御が交互に行われる度に、放出酸素量と吸蔵酸素量が交互に計測される。

[0049] こうして複数ずつの放出酸素量と吸蔵酸素量との計測値が得られたならば、次の方法により触媒の正異常判定が行われる。

[0050] まずＥＣＵ２０は、これら放出酸素量と吸蔵酸素量との計測値の平均値ＯＳＣａｖを算出する。そしてこの平均値ＯＳＣａｖを所定の異常判定値αと比較する。ＥＣＵ２０は、平均値ＯＳＣａｖが異常判定値αより大きいときには触媒１１を正常と判定し、平均値ＯＳＣａｖが異常判定値α以下のときには触媒１１を異常と判定する。なお触媒を異常と判定した場合、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（図示せず）を起動させるのが好ましい。

[0051] ［本実施形態の異常診断方法］

次に、本実施形態の異常診断方法を説明する。なお「酸素吸蔵容量ＯＳＣ」および「酸素量」とは、「吸蔵酸素量ＯＳＣａ」と「放出酸素量ＯＳＣｂ」を包括する用語である。

[0052] 前述したように、酸素吸蔵容量ＯＳＣの計測に際しては、実際には吸放出されていない酸素量が併せて計測されてしまうという計測誤差の問題がある。特に、基本方法の如きＣｍａｘ法だと、異常触媒の場合に、正常触媒の場合に比べ、触媒後センサ出力反転直前における誤差割合が大きくなり、計測値が真の値より大きくなる傾向が強まる。こうなると、実際には異常な触媒を正常と誤診断する可能性がある。

[0053] この点を図６および図７を用いて詳しく説明する。図６は正常触媒の場合、図７は異常触媒の場合である。両図は、リーン制御からリッチ制御に切り替えたときの試験結果を示している。但し、触媒後センサ出力Ｖｒが反転しても（すなわちリッチ判定値ＶＲ＝０．６（Ｖ）に達しても）リーン制御への切り替えは行っていない。

[0054] 両図において、（Ａ）には目標空燃比Ａ／Ｆｔと、触媒前センサ１７によって検出された触媒前空燃比Ａ／Ｆｆ（線ａ）と、触媒後空燃比Ａ／Ｆｒ（線ｂ）とを示す。ここでは触媒前センサ１７と同様の空燃比センサを触媒下流側に試験用に設置し、この空燃比センサにより検出された空燃比を触媒後空燃比Ａ／Ｆｒとしている。

[0055] （Ｂ）には触媒後センサ出力Ｖｒを示し、（Ｃ）には放出酸素量ＯＳＣｂの積算値を示す。触媒後センサ出力Ｖｒは０～１（Ｖ）の範囲内で変化し得る。

[0056] まず図６の正常触媒の場合を説明する。リッチ制御への切替後、触媒前空燃比Ａ／Ｆｆが低下してストイキ（＝１４．６）に到達した時点ｔ１から、触媒後センサ出力Ｖｒがリッチ側に上昇してリッチ判定値ＶＲに到達する時点ｔ３まで、放出酸素量ＯＳＣｂが積算される。この放出酸素量ＯＳＣｂの時刻ｔ３での最終積算値は、（Ａ）に示す領域ｃの面積で表すことができる。この領域ｃは、時刻ｔ１から時刻ｔ３までの、ストイキ（１４．６）と触

媒前空燃比Ａ／Ｆｆとで挟まれた領域である。

[0057] 一方、この期間ｔ１～ｔ３内において、触媒後空燃比Ａ／Ｆｒはストイキより若干リッチとなっている。ストイキと触媒後空燃比Ａ／Ｆｒとで挟まれた領域ｄの面積が、触媒で実際に処理しきれなかったリッチガスの部分、言い換えれば触媒から放出できなかった酸素の量（便宜上ＯＳＣｅとする）を表す。この領域ｄの面積が、時刻ｔ３における全放出酸素量ＯＳＣｂのうちの誤差分に相当する。

[0058] 領域ｃの面積（ＯＳＣｂ）から、領域ｄの面積（ＯＳＣｅ）を差し引いて得られた値が、実際に触媒から放出された酸素量を表すことになる。このように、計測された放出酸素量ＯＳＣｂには、実際には放出されていない酸素量ＯＳＣｅが含まれている。

[0059] なお本実施形態の装置構成では、触媒後空燃比Ａ／Ｆｒの絶対値まで検出できる空燃比センサがないので、誤差分自体を単独で計測することができない。便宜上、ストイキと触媒前空燃比Ａ／Ｆｆとで挟まれた領域ｃを放出酸素量ＯＳＣｂとして計測しているのである。

[0060] ところで、触媒後空燃比Ａ／Ｆｒと触媒後センサ出力Ｖｒに着目すると、時刻ｔ１と時刻ｔ３の間の時刻ｔ２において、触媒後空燃比Ａ／Ｆｒがリッチ側に低下し始め、触媒後センサ出力Ｖｒのリッチ側への上昇速度ないし変化率が増大し始めている。これは、時刻ｔ２で触媒の酸素放出が実質的に終了し、その後は触媒に残存している酸素が比較的ゆっくりと放出されていることを意味すると考えられる。或いは、時刻ｔ２で触媒のメインの酸素放出が終了し、その後は副次的な残存酸素の放出が行われていることを意味すると考えられる。

[0061] もっとも、時刻ｔ２から時刻ｔ３までの期間でも、触媒後空燃比Ａ／Ｆｒと触媒前空燃比Ａ／Ｆｆとの間には差があり、実際に酸素が放出され、リッチガスが処理されている。よってこの期間ｔ２～ｔ３で計測された放出酸素量ＯＳＣｂのうち、誤差分が占める割合は比較的少ないものと考えられる。そして正常触媒の場合、全期間ｔ１～ｔ３で計測される全放出酸素量の値が

大きいことから、この全放出酸素量のうち、期間ｔ２～ｔ３内の誤差分が占める割合は比較的少ないと考えられる。

[0062] （Ｃ）に、誤差分に相当する酸素量ＯＳＣｅを概略的に示す。時刻ｔ３における全放出酸素量ＯＳＣｂのうち、誤差分に相当する酸素量ＯＳＣｅの割合は比較的少ない。

[0063] これとは対照的に、図７に示す異常触媒の場合だと、時刻ｔ２から時刻ｔ３までの間の期間において、触媒後空燃比Ａ／Ｆｒと触媒前空燃比Ａ／Ｆｆとの間には差が殆ど無い。これは、触媒が実質的に酸素を放出していないことを意味する。しかしながら、この期間ｔ２～ｔ３でも、ストイキと触媒前空燃比Ａ／Ｆｆとの差が積算され、あたかも触媒が酸素を放出しているかのように放出酸素量ＯＳＣｂが計測されている。

[0064] よってこの期間ｔ２～ｔ３で計測された放出酸素量ＯＳＣｂのうち、誤差分が占める割合は非常に多いと考えられる。そして異常触媒の場合、全期間ｔ１～ｔ３で計測される全放出酸素量の値が比較的小さいことから、この全放出酸素量のうち、期間ｔ２～ｔ３内の誤差分が占める割合も多いものと考えられる。

[0065] （Ｃ）に、誤差分に相当する酸素量ＯＳＣｅを概略的に示す。時刻ｔ３における全放出酸素量ＯＳＣｂのうち、誤差分に相当する酸素量ＯＳＣｅの割合は多い。

[0066] このように、基本方法だと、異常触媒の場合に、正常触媒の場合に比べ、触媒後センサ出力反転直前における誤差割合が大きくなり、計測値の真の値に対する増加割合も大きくなる。こうなると、実際には異常な触媒を正常と誤診断する可能性がある。

[0067] また、正常触媒と異常触媒の間での酸素量計測値の差を拡大することができず、特にこれらの差が元々小さい触媒の場合では、十分な診断精度を確保できない虞がある。近年では、触媒の貴金属量を低減する傾向にあり、こうした触媒では、正異常触媒間での吸放出可能な酸素量の差が元々小さい。よって誤差割合が大きいと、正異常触媒間での微妙な酸素量の差を見分けるこ

とができず、十分な診断精度を確保できない虞がある。

[0068] こうした問題は、触媒後センサ出力の反転時付近における制御遅れにも起因している。すなわち、触媒後センサ１８には、リッチガスが実際に供給されても出力が直ぐにリッチ側に切り替わらないという応答遅れがある。また、燃焼室３内の空燃比がリッチに切り替えられてから、そのリッチガスが触媒付近に到達するまでに時間を要するという輸送遅れも存在する。これら応答遅れと輸送遅れを含めて制御遅れという。制御遅れ期間中は、未浄化のリッチガスが触媒から排出されるので、エミッションが悪化する。

[0069] 図７の例において、リッチガスが触媒から顕著に漏れ出した時刻ｔ２で、瞬時に触媒後センサ出力Ｖｒがリッチ判定値ＶＲに達すれば、応答遅れによるエミッション悪化は抑制される。しかしながら実際にはそうならないために応答遅れによるエミッション悪化が顕著となる。また、仮に時刻ｔ３で空燃比がリーンに切り替えられたとしても、輸送遅れ期間中は触媒にリッチガスが供給され、かつそのリッチガスを触媒では処理できない。よって輸送遅れによるエミッション悪化も発生する。

[0070] 上述の例はリッチ制御の場合であるが、リーン制御の場合にも同様の問題がある。

[0071] そこでこの問題を解決するため、本実施形態では、次のように診断方法を基本方法から変更する。概略的に述べると、まず酸素量の計測自体を廃止する。

[0072] 次に、触媒後センサ出力の反転後の挙動に着目し、これを利用する。触媒の酸素吸放出が実質的に終了した後は、触媒中で未処理のガス（リッチガスまたはリーンガス）が触媒から流出する。このとき、触媒の異常度合いが大きいほど、未反応ガスのリッチ度合いまたはリーン度合いが強く、触媒後センサ出力は速く大きく変化する傾向にある。よって反転後の触媒後センサ出力の挙動を利用すれば、触媒の異常度合いを推定することができる。

[0073] そして好ましくは、触媒後センサ出力の反転タイミングを基本方法よりも早いタイミングに設定する。より好ましくは、触媒後センサ出力の反転タイ

ミングを、図６および図７に示した時刻ｔ２の如き、実質的な酸素吸放出終了タイミングにできるだけ近づけるようにする。これにより、触媒の酸素吸放出が実質的に終了した後に、未処理のガス（リッチガスまたはリーンガス）が触媒から流出してしまうことを抑制できる。そしてこの未処理ガスに起因する診断誤差やエミッション悪化を抑制できる。

[0074] 図８には、本実施形態の異常診断における各値の推移を示す。（Ａ）は、正常触媒の場合における目標空燃比Ａ／Ｆｔと触媒前空燃比Ａ／Ｆｆとを示す。（Ｂ）は、異常触媒の場合における目標空燃比Ａ／Ｆｔと触媒前空燃比Ａ／Ｆｆとを示す。

[0075] （Ｃ）は、正常触媒の場合と異常触媒の場合における触媒後センサ出力Ｖｒを示す。（Ｄ）は、上流触媒１１から排出される排気ガスのＮＯｘ濃度を示す。図中の各値について、正常触媒の場合には添字「ｎ」が付され、異常触媒の場合には添字「ａ」が付されている。

[0076] 図示するように、時刻ｔ１で、空燃比制御はリッチ制御からリーン制御に切り替えられている。その後、正常触媒の場合だと、空燃比制御は時刻ｔ２ｎでリッチ制御に切り替えられ、時刻ｔ３ｎでリーン制御に切り替えられている。異常触媒の場合では、空燃比制御が時刻ｔ２ａでリッチ制御に切り替えられ、時刻ｔ３ａでリーン制御に切り替えられ、時刻ｔ４ａでリッチ制御に切り替えられている。このように、本実施形態においてもアクティブ空燃比制御は依然として実行される。

[0077] これら切替タイミングを規定する触媒後センサ出力Ｖｒの閾値は、二種類の閾値からなり、リーン制御からリッチ制御への切替タイミングを規定するリーン閾値ＶＬＸと、リッチ制御からリーン制御への切替タイミングを規定するリッチ閾値ＶＲＸとからなる。

[0078] 図９に示すが、リーン閾値ＶＬＸは、リーン判定値ＶＬよりもリッチ側の値に設定され、リッチ閾値ＶＲＸは、リッチ判定値ＶＲＸよりもリーン側の値に設定されている。特に図８に示す例では、リーン閾値ＶＬＸとリッチ閾値ＶＲＸとが互いに等しい値に設定されており、とりわけ、図５に示すスト

イキ相当値Ｖｓｔ（例えば０．５（Ｖ））と等しい値に設定されている。

[0079] これによると、触媒後センサ出力Ｖｒの反転タイミングおよび空燃比制御の切替タイミングが、上述の基本方法（図３，図４）よりも早くなる。よって、触媒の実質的な酸素吸放出終了後に触媒から流出する未処理ガスの影響をできるだけ排除し、診断誤差を縮小することができる。

[0080] また、図８で着目すべきは、触媒後センサ出力Ｖｒが閾値ＶＬＸ，ＶＲＸに達した後の触媒後センサ出力Ｖｒの挙動である。例えばリーン制御への切り替え（ｔ１）の後、異常触媒の場合には、正常触媒の場合よりも、触媒後センサ出力Ｖｒが急速にリッチ側に上昇し、その最大ピーク（リッチピーク）の値も大きい。

[0081] 逆にリッチ制御への切り替え（ｔ２ｎ，ｔ２ａ）の後だと、異常触媒の場合には、正常触媒の場合よりも、触媒後センサ出力Ｖｒが急速にリーン側に低下し、その最小ピーク（リーンピーク）の値も小さい。

[0082] このように、触媒が異常傾向にあるほど、切替後の触媒後センサ出力Ｖｒはより急速に、大きく変化する。従って、このような触媒後センサ出力Ｖｒの挙動の違いを利用することで、触媒の異常度合いを好適に、しかも高精度で推定可能である。

[0083] 具体的には、触媒後センサ出力Ｖｒが閾値ＶＬＸ，ＶＲＸに達した後、触媒前空燃比Ａ／Ｆｆがストイキに達する第１時点から、触媒後センサ出力Ｖｒが次に閾値ＶＬＸ，ＶＲＸに達する第２時点までの触媒後センサ出力Ｖｒの変化率Ｈに基づき、触媒が正常か異常かを判定する。

[0084] 正常触媒の場合、触媒後センサ出力Ｖｒがリッチ閾値ＶＲＸに達して（ｔ１）リーン制御に切り替えられた後、触媒前空燃比Ａ／Ｆｆが時刻ｔ１１ｎでストイキに達する。この時刻ｔ１１ｎが第１時点となる。そして、触媒後センサ出力Ｖｒが次にリーン閾値ＶＬＸに達するのが時刻ｔ２ｎである。この時刻ｔ２ｎが第２時点となる。時刻ｔ１１ｎから時刻ｔ２ｎまでの間における触媒後センサ出力Ｖｒの変化率Ｈｎは、時刻ｔ１１ｎと時刻ｔ２ｎにおける触媒後センサ出力Ｖｒの差を、時刻ｔ１１ｎから時刻ｔ２ｎまでの時間

で除して算出される。すなわち変化率ＨｎはＨｎ＝｛（Ｖｒ（ｔ２ｎ）－Ｖｒ（ｔ１１ｎ）｝／（ｔ２ｎ－ｔ１１ｎ）で表される。但し、Ｖｒ（ｔ１１ｎ）は時刻ｔ１１ｎにおける触媒後センサ出力、Ｖｒ（ｔ２ｎ）は時刻ｔ２ｎにおける触媒後センサ出力である。この変化率Ｈｎは図中に示されるような傾きに該当し、時間変化率或いは変化速度を意味する。

[0085] 同様に、異常触媒の場合だと、触媒後センサ出力Ｖｒがリッチ閾値ＶＲＸに達して（ｔ１）リーン制御に切り替えられた後、触媒前空燃比Ａ／Ｆｆが時刻ｔ１１ａでストイキに達する。この時刻ｔ１１ａが第１時点となる。そして、触媒後センサ出力Ｖｒが次にリーン閾値ＶＬＸに達するのが時刻ｔ２ａである。この時刻ｔ２ａが第２時点となる。時刻ｔ１１ａから時刻ｔ２ａまでの間における触媒後センサ出力Ｖｒの変化率Ｈａは、Ｈａ＝｛（Ｖｒ（ｔ２ａ）－Ｖｒ（ｔ１１ａ）｝／（ｔ２ａ－ｔ１１ａ）で表される。

[0086] 異常触媒の変化率Ｈａの絶対値（或いは傾き）は、正常触媒の変化率Ｈｎの絶対値（或いは傾き）より大きい。よって変化率Ｈの絶対値は触媒の異常度合いを表す。変化率Ｈの絶対値を所定の異常判定値βと比較することで、触媒が正常か異常かを好適に判定することができる。

[0087] なお、図から分かるように、リーン制御時の変化率Ｈは負の値を有する。

[0088] リッチとリーンが逆の場合、すなわち、触媒後センサ出力Ｖｒがリーン閾値ＶＬＸに達し、リッチ制御に切り替えられた後についても簡単に説明する。

[0089] 正常触媒の場合、触媒前空燃比Ａ／Ｆｆが時刻ｔ２１ｎでストイキに達し、触媒後センサ出力Ｖｒが時刻ｔ３ｎで次の閾値であるリッチ閾値ＶＲＸに達する。この間の触媒後センサ出力Ｖｒの変化率Ｈｎは、Ｈｎ＝｛（Ｖｒ（ｔ３ｎ）－Ｖｒ（ｔ２１ｎ）｝／（ｔ３ｎ－ｔ２１ｎ）で表される。

[0090] 他方、異常触媒の場合だと、触媒前空燃比Ａ／Ｆｆが時刻ｔ２１ａでストイキに達し、触媒後センサ出力Ｖｒが時刻ｔ３ａで次の閾値であるリッチ閾値ＶＲＸに達する。この間の触媒後センサ出力Ｖｒの変化率Ｈａは、Ｈａ＝｛（Ｖｒ（ｔ３ａ）－Ｖｒ（ｔ２１ａ）｝／（ｔ３ａ－ｔ２１ａ）で表され

る。これらの場合、変化率Ｈは正の値を有する。

[0091] ところで、上述の変化率Ｈは、分母が時間であり、単位時間当たりの変化率として定義されている。一方、こうすると、排気ガス流量の大小によって変化率Ｈが変化し、排気ガス流量が多いほど変化率Ｈが大きくなってしまうという問題が懸念される。

[0092] そこで代替的に、排気ガス流量の影響を無くすため、変化率Ｈの分母を排気ガス量とし、変化率Ｈを排気ガス量当たりの変化率と定義してもよい。具体的には、例えば時刻ｔ１１ａから時刻ｔ２ａまでの異常触媒の変化率Ｈａで述べると、時刻ｔ１１ａから時刻ｔ２ａまで、排気ガス流量を積算してその期間内に触媒を通過した排気ガス量Ｍを求める。そしてこの排気ガス量Ｍで｛（Ｖｒ（ｔ２ａ）－Ｖｒ（ｔ１１ａ）｝を除し、得られた値を変化率Ｈａとする。

[0093] 排気ガス流量は、排気ガス流量センサを別途設けて直接検出してもよいが、本実施形態の場合、エアフローメータ５で検出された吸入空気量Ｇａの値を以て代用する。

[0094] 図８（Ｄ）に示すＮＯｘ濃度Ｃｎ，Ｃａは、リーン制御（ｔ１～ｔ２ｎ若しくはｔ１～ｔ２ａ）の終了直後に触媒から排出されるＮＯｘの濃度である。このＮＯｘ濃度Ｃｎ，Ｃａは、リーン制御終了直後の触媒後センサ出力Ｖｒの挙動と相関関係がある。すなわち、触媒が異常傾向にあり、触媒後センサ出力Ｖｒが急速に大きく変化するほど（すなわち変化率Ｈの絶対値が大きいか若しくはリーンピークの値が小であるほど）、ＮＯｘ濃度は急速に大きく増大し、エミッションは悪化する傾向にある。

[0095] もっとも、触媒後センサ出力Ｖｒの反転タイミングが基本方法より早められているので、エミッションの悪化度合いは基本方法よりは少ない。

[0096] 図９は、基本方法との違いを分かり易くするため、図３および図４を本実施形態に即するよう修正した図である。リーン閾値ＶＬＸとリッチ閾値ＶＲＸとはストイキ相当値Ｖｓｔに等しく設定されている。

[0097] 例えばリッチ制御期間中（本実施形態ではｔ１～ｔ２）、基本方法では触

媒後センサ出力Ｖｒが、ストイキ相当値Ｖｓｔよりも大きなリッチ判定値ＶＲまで上昇しなければ、切り替えが行われなかった。これに対し本実施形態だと、触媒後センサ出力Ｖｒが、リッチ判定値ＶＲよりリーン側のリッチ閾値ＶＲＸに上昇すれば切り替えが行われ、より早いタイミングで切り替えが行われる。

[0098] リッチ閾値ＶＲＸは、リッチ判定値ＶＲより小さく且つストイキ相当値Ｖｓｔよりも若干大きな（リッチ側の）値に設定することもできるし、ストイキ相当値Ｖｓｔよりも小さな（リーン側の）値に設定することもできる。リーン判定値ＶＬ（例えば０．２Ｖ）よりも小さな値ＶＲＸ’に設定したり、リーン判定値ＶＬと等しい値ＶＲＸ”に設定したり、リーン判定値ＶＬとストイキ相当値Ｖｓｔの間の値ＶＲＸ”’に設定したりすることも可能である。

[0099] 或いは、触媒後センサ出力Ｖｒが上昇し始めたタイミング、具体的には触媒後センサ出力Ｖｒの微分値が所定の正の値より大きくなったタイミングにおける当該触媒後センサ出力Ｖｒの値を、リッチ閾値ＶＲＸと定めてもよい。このタイミングが、触媒が酸素放出を実質的に終了したタイミングと考えられるからである。特に異常度合いの大きい触媒の場合、触媒後センサ出力Ｖｒの微分値を用いた方が触媒の実質的な酸素吸放出終了タイミングを好適に検知できる場合がある。

[0100] 他方、リーン制御期間中（本実施形態ではｔ２～ｔ３）、基本方法では触媒後センサ出力Ｖｒが、ストイキ相当値Ｖｓｔよりも小さなリーン判定値ＶＬまで低下しなければ、切り替えは行われなかった。これに対し本実施形態だと、触媒後センサ出力Ｖｒが、リーン判定値ＶＬよりリッチ側のリーン閾値ＶＬＸに低下すれば切り替えが行われ、より早いタイミングで切り替えが行われる。

[0101] リーン閾値ＶＬＸは、リーン判定値ＶＬより大きく且つストイキ相当値Ｖｓｔよりも若干小さな（リーン側の）値に設定することもできるし、ストイキ相当値Ｖｓｔよりも大きな（リッチ側の）値に設定することもできる。リ

ッチ判定値ＶＲ（例えば０．６Ｖ）よりも大きな値ＶＬＸ’に設定したり、リッチ判定値ＶＲと等しい値ＶＬＸ”に設定したり、リッチ判定値ＶＲとストイキ相当値Ｖｓｔの間の値ＶＬＸ”’に設定したりすることも可能である。触媒後センサ出力Ｖｒが低下し始めたタイミング、具体的には触媒後センサ出力Ｖｒの微分値が所定の負の値より小さくなったタイミングにおける当該触媒後センサ出力Ｖｒの値を、リーン閾値ＶＬＸと定めてもよい。

[0102] リッチ閾値ＶＲＸとリーン閾値ＶＬＸを互いに等しい値に設定する場合、これら閾値ＶＲＸ，ＶＬＸをストイキ相当値Ｖｓｔ付近に設定してもよい。ストイキ相当値Ｖｓｔより若干大きな（リッチ側の）値に設定することもできるし、ストイキ相当値Ｖｓｔより若干小さな（リーン側の）値に設定することもできる。いずれにしても、リッチ閾値ＶＲＸおよびリーン閾値ＶＬＸは、試験結果等を考慮して最適な値に定めることができる。

[0103] 本実施形態では、図示されるような放出酸素量ＯＳＣｂおよび吸蔵酸素量ＯＳＣａは計測されない。或いは、計測されたとしてもそれらの値は診断の基礎とされない。これらを計測しないこととすれば、ＥＣＵ２０の演算負荷を大幅に軽減することができる。

[0104] ところで、本実施形態は次のような実施例も可能である。すなわち、単純化のため図８に示す異常触媒の場合について説明すると、リーン制御中の時刻ｔ１１ａから時刻ｔ２ａまでの変化率Ｈａのみに基づいて触媒の正異常判定を行い、リッチ制御中の時刻ｔ２１ａから時刻ｔ３ａまでの変化率Ｈａは診断の基礎に用いない。

[0105] リッチ制御の後期には、触媒から流出したリッチガスが触媒後センサ１８に供給され、その出力がリッチ側に変化する。リッチガスには、水素（H_2）、メタン（CH_4）といった拡散速度が比較的速い排ガス成分が含まれている。このため、触媒後センサ出力は真の値より若干リッチ側にずれる傾向がある。この影響で、触媒後センサ出力がＶｒ（ｔ２１ａ）からＶｒ（ｔ３ａ）に変化するときの変化率の絶対値ないし変化速度は、真の値より大きくなる可能性がある。

[0106] 他方、リーン制御の後期には、触媒から流出したリーンガスが触媒後センサ１８に供給され、その出力がリーン側に変化する。リーンガスには上述の水素、メタンといった成分があまり含まれておらず、むしろ酸素（O_2）、ＮＯｘといった拡散速度が通常レベルの排ガス成分が多く含まれている。このため、触媒後センサ出力の上述のようなずれは起こりにくい。触媒後センサ出力がＶｒ（ｔ１１ａ）からＶｒ（ｔ２ａ）に変化するときの変化率の絶対値ないし変化速度は、真の値に等しいとみなせる。

[0107] よって、リーン制御中の変化率Ｈａのみに基づいて触媒の正異常判定をすれば、変化率の検出精度を向上し、診断精度を向上することが期待できる。

[0108] ［本実施形態の異常診断処理］

次に、ＥＣＵ２０が実行する本実施形態の異常診断処理について説明する。まず図１０を用いて、アクティブ空燃比制御のルーチンを説明する。このルーチンはＥＣＵ２０により所定の演算周期（例えば１６ｍｓｅｃ）毎に繰り返し実行される。ここで図８および図９に示したように、リーン閾値ＶＬＸとリッチ閾値ＶＲＸはそれぞれストイキ相当値Ｖｓｔ（例えば０．５（Ｖ））と等しい値に設定されている。

[0109] 最初のステップＳ１０１では、診断許可フラグがオンとなったか否かが判断される。診断許可フラグは、診断の前提条件が成立した場合にオンとなる。ここでいう前提条件には、（１）吸入空気量Ｇａと触媒温度Ｔｃとが所定の関係を満たしている、という条件が含まれる。吸入空気量Ｇａはエアフローメータ５で検出される。触媒温度Ｔｃは、エンジン運転状態に基づきＥＣＵ２０により推定されるが、温度センサで直接検出してもよい。

[0110] エンジンが定常運転している場合、即ちエンジンの回転速度と負荷がほぼ一定の場合、吸入空気量Ｇａと触媒温度Ｔｃとの間には一定の相関関係が存在する。他方、両者が大きくかけ離れているときは、エンジンが定常運転状態になく、加速又は減速即ち過渡運転が行われている状態とみなせる。

[0111] そこで定常運転時の吸入空気量Ｇａと触媒温度Ｔｃとの関係を予めマップ化し、マップ値を中心とした所定範囲内に両者の実際値があるときに、定常

運転中であるとして診断を許可する。逆に、その所定範囲内に両者の実際値がないときは、非定常運転中であるとして診断を禁止する。こうすることで一定以上の診断精度を確保可能となる。このように条件（１）は、実質的に、エンジンが定常運転中であるということを意味する。

[0112] また前提条件には、（２）少なくとも上流触媒１１が活性化している、（３）触媒前センサ１７および触媒後センサ１８が活性化している、（４）現トリップ中で診断が未完了である、の各条件が含まれる。

[0113] （２）については、推定触媒温度が所定の活性温度域に入っていれば、成立する。（３）については、ＥＣＵ２０によって推定される触媒前センサ１７および触媒後センサ１８の素子温度が所定の活性温度域に入っていれば、成立する。（４）について、トリップとは、エンジンの１回の始動から停止までの期間をいう。本実施形態では１トリップ当たりに１回、診断を実行するようにしており、現トリップ中で未だ診断が１回も完了していない場合に（４）が成立する。

[0114] 診断許可フラグがオンとなってない場合（オフの場合）、ルーチンが終了される。他方、診断許可フラグがオンとなった場合には、ステップＳ１０２以降においてアクティブ空燃比制御が実行される。

[0115] まずステップＳ１０２において、現時点が初回の目標空燃比Ａ／Ｆｔの設定時期か否かが判断される。判断結果がノーであればステップＳ１０６に進む。

[0116] 判断結果がイエスの場合、ステップＳ１０３に進んで、現時点の触媒後センサ出力Ｖｒがリッチ閾値ＶＲＸより大きい（リッチ側）か否かが判断される。

[0117] 判断結果がイエスの場合、ステップＳ１０４に進んで目標空燃比Ａ／Ｆｔがリーン（例えば１５．１）に設定される。他方、判断結果がノーの場合、ステップＳ１０５に進んで目標空燃比Ａ／Ｆｔがリッチ（例えば１４．１）に設定される。そしてルーチンが終了される。

[0118] このように、アクティブ空燃比制御開始直前の実際の触媒後センサ出力Ｖ

ｒがリッチ側であれば、初回の目標空燃比Ａ／Ｆｔはリーンに設定され、アクティブ空燃比制御はリーン制御から開始される。逆に、アクティブ空燃比制御開始直前の実際の触媒後センサ出力Ｖｒがリーン側であれば、初回の目標空燃比Ａ／Ｆｔはリッチに設定され、アクティブ空燃比制御はリッチ制御から開始される。

[0119] 初回目標空燃比Ａ／Ｆｔの設定後は、ステップＳ１０２からステップＳ１０６に進むことになる。ステップＳ１０６では、現時点の目標空燃比Ａ／Ｆｔがリッチか否かが判断される。

[0120] 目標空燃比Ａ／Ｆｔがリッチの場合、ステップＳ１０７に進んで、触媒後センサ出力Ｖｒがリッチ閾値ＶＲＸ以上になったか否か、即ち触媒後センサ出力Ｖｒがリッチ側に反転したか否かが判断される。ノーの場合にはルーチンが終了される。イエスの場合にはステップＳ１０８において目標空燃比Ａ／Ｆｔがリーンに設定され、リッチ制御からリーン制御への切り替えがなされた後、ルーチンが終了される。

[0121] 他方、ステップＳ１０６で目標空燃比Ａ／Ｆｔがリーンの場合、ステップＳ１０９に進んで、触媒後センサ出力Ｖｒがリーン閾値ＶＬＸ以下（リーン側）になったか否か、即ち触媒後センサ出力Ｖｒがリーン側に反転したか否かが判断される。ノーの場合にはルーチンが終了される。イエスの場合にはステップＳ１１０において目標空燃比Ａ／Ｆｔがリッチに設定され、リーン制御からリッチ制御への切り替えがなされた後、ルーチンが終了される。

[0122] 次に、図１１を用いて、変化率検出のためのルーチンを説明する。このルーチンもＥＣＵ２０により所定の演算周期毎に繰り返し実行される。

[0123] ステップＳ２０１では、診断許可フラグがオンであり、且つ、目標空燃比Ａ／Ｆｔが設定済みか否かが判断される。ノーの場合には終了され、イエスの場合にはステップＳ２０２に進む。

[0124] ステップＳ２０２では、目標空燃比Ａ／Ｆｔの切り替え履歴があるか否かが判断される。ノーの場合には終了され、イエスの場合にはステップＳ２０３に進む。

[0125] ステップＳ２０３では、目標空燃比Ａ／Ｆｔがリッチか否かが判断される。目標空燃比Ａ／Ｆｔがリッチの場合、ステップＳ２０４に進み、目標空燃比Ａ／Ｆｔがリッチでない（リーンである）場合、ステップＳ２１０に進む。

[0126] ステップＳ２０４では、触媒前センサ１７により検出された触媒前空燃比Ａ／Ｆｆがストイキ以下になったか否かが判断される。ノーの場合には終了され、イエスの場合にはステップＳ２０５に進む。

[0127] ステップＳ２０５では、触媒前空燃比Ａ／Ｆｆが最初にストイキ以下になった時点（すなわち触媒前空燃比Ａ／Ｆｆがストイキに達した時点）ｔ１における触媒後センサ出力Ｖｒ１が取得済みであるか否かが判断される。

[0128] 取得済みでない場合、ステップＳ２０６において、その時点ｔ１の触媒後センサ出力Ｖｒ１が取得され、ステップＳ２０７に進む。他方、取得済みである場合、ステップＳ２０６をスキップしてステップＳ２０７に進む。

[0129] ステップＳ２０７では、触媒後センサ出力Ｖｒがリッチ閾値ＶＲＸ以上になったか否か、即ち触媒後センサ出力Ｖｒがリッチ側に反転したか否かが判断される。ノーの場合にはルーチンが終了される。

[0130] イエスの場合には、ステップＳ２０８において、触媒後センサ出力Ｖｒが最初にリッチ閾値ＶＲＸ以上になった時点（すなわち触媒後センサ出力Ｖｒがリッチ閾値ＶＲＸに達した時点）ｔ２における触媒後センサ出力Ｖｒ２が取得される。

[0131] そして、ステップＳ２０９で、リッチ制御時の触媒後センサ出力変化率ＨＲがＨＲ＝（Ｖｒ２－Ｖｒ１）／（ｔ２－ｔ１）により算出され、ルーチンが終了される。

[0132] 他方、ステップＳ２１０では、触媒前空燃比Ａ／Ｆｆがストイキ以上になったか否かが判断される。ノーの場合には終了され、イエスの場合にはステップＳ２１１に進む。

[0133] ステップＳ２１１では、触媒前空燃比Ａ／Ｆｆが最初にストイキ以上になった時点（すなわち触媒前空燃比Ａ／Ｆｆがストイキに達した時点）ｔ３に

おける触媒後センサ出力Ｖｒ３が取得済みであるか否かが判断される。

[0134] 取得済みでない場合、ステップＳ２１２において、その時点ｔ３の触媒後センサ出力Ｖｒ３が取得され、ステップＳ２１３に進む。他方、取得済みである場合、ステップＳ２１２をスキップしてステップＳ２１３に進む。

[0135] ステップＳ２１３では、触媒後センサ出力Ｖｒがリーン閾値ＶＬＸ以下になったか否か、即ち触媒後センサ出力Ｖｒがリーン側に反転したか否かが判断される。ノーの場合にはルーチンが終了される。

[0136] イエスの場合には、ステップＳ２１４において、触媒後センサ出力Ｖｒが最初にリーン閾値ＶＬＸ以下になった時点（すなわち触媒後センサ出力Ｖｒがリーン閾値ＶＬＸに達した時点）ｔ４における触媒後センサ出力Ｖｒ４が取得される。

[0137] そして、ステップＳ２１５で、リーン制御時の触媒後センサ出力変化率ＨＬがＨＬ＝（Ｖｒ４－Ｖｒ３）／（ｔ４－ｔ３）により算出され、ルーチンが終了される。

[0138] 次に、図１２を用いて、触媒の正異常判定のためのルーチンを説明する。このルーチンもＥＣＵ２０により所定の演算周期毎に繰り返し実行される。ここで説明するのは、リッチ制御時変化率ＨＲを用いて正異常判定する方法である。

[0139] ステップＳ３０１では、診断完了フラグがオンか否かが判断される。イエスの場合には終了され、ノーの場合（オフの場合）にはステップＳ３０２に進む。

[0140] ステップＳ３０２では、リッチ制御時変化率ＨＲが算出済みであるか否かが判断される。ノーの場合には終了され、イエスの場合にはステップＳ３０３に進む。

[0141] ステップＳ３０３では、リッチ制御時変化率ＨＲの絶対値が所定のリッチ制御時異常判定値βＲと比較される。ＨＲ≧βＲのときにはステップＳ３０４で触媒は異常と判定され、ＨＲ＜βＲのときにはステップＳ３０５で触媒は正常と判定される。

[0142] そして、ステップＳ３０６で診断完了フラグがオンされ、診断許可フラグがオフされ、ルーチンが終了される。

[0143] 図１３には、触媒の正異常判定のための別のルーチンを示す。このルーチンは、リッチ制御時変化率ＨＲの代わりにリーン制御時変化率ＨＬを用いる点で前記ルーチンと相違し、その他はほぼ同様である。ステップＳ４０１、Ｓ４０４～Ｓ４０６は前記ステップＳ３０１、Ｓ３０４～３０６と同様である。

[0144] ステップＳ４０２では、リーン制御時変化率ＨＬが算出済みであるか否かが判断される。ノーの場合には終了され、イエスの場合にはステップＳ４０３に進む。

[0145] ステップＳ４０３では、リーン制御時変化率ＨＬの絶対値が所定のリーン制御時異常判定値βＬと比較される。ＨＬ≧βＬのときにはステップＳ４０４で触媒は異常と判定され、ＨＬ＜βＬのときにはステップＳ４０５で触媒は正常と判定される。

[0146] なお、ここでは一つのリッチ制御時変化率ＨＲまたはリーン制御時変化率ＨＬに基づいて正異常判定を行う例を示した。しかしながら、これに限定されず、例えば１回のアクティブ空燃比制御中における複数のリッチ制御時変化率ＨＲの平均値に基づいて正異常判定を行ってもよい。或いは、１回のアクティブ空燃比制御中における複数のリーン制御時変化率ＨＬの平均値に基づいて正異常判定を行ってもよい。或いは、１回のアクティブ空燃比制御中における複数ずつのリッチ制御時変化率ＨＲおよびリーン制御時変化率ＨＬの平均値に基づいて正異常判定を行ってもよい。

[0147] また、前記リッチ閾値ＶＲＸは、排気ガス流量、具体的にはその代用値である吸入空気量Ｇａに基づき、図１４に示すようなマップに従って設定してもよい。この場合、リッチ閾値ＶＲＸは一定値に固定されておらず、吸入空気量Ｇａに応じて変化させられる。

[0148] このマップによれば、吸入空気量Ｇａが多いほどリッチ閾値ＶＲＸが小さく（リーン側に）され、より早いタイミングでリーン制御への切り替えが行

われる。これにより、排気ガス流量の大小が切替後の触媒後センサ出力Ｖｒに及ぼす影響を少なくすることができる。

[0149] 同様に、前記リーン閾値ＶＬＸも、排気ガス流量、具体的にはその代用値である吸入空気量Ｇａに基づき、図１５に示すようなマップに従って設定してもよい。この場合、リーン閾値ＶＬＸも一定値に固定されておらず、吸入空気量Ｇａに応じて変化させられる。

[0150] このマップによれば、吸入空気量Ｇａが多いほどリーン閾値ＶＬＸが大きく（リッチ側に）され、より早いタイミングでリッチ制御への切り替えが行われる。これにより、排気ガス流量の大小が切替後の触媒後センサ出力Ｖｒに及ぼす影響を少なくすることができる。

[0151] このように、本実施形態によれば、吸放出酸素量を計測せず或いは考慮せず、触媒後センサ出力が閾値に達した後の触媒後センサ出力の変化率に基づき、触媒が正常か異常かを判定する。よって実際に吸放出されてない酸素量を計測してしまうことによる計測誤差をなくし、診断精度を向上すると共に誤診断を抑制することができる。

[0152] また、空燃比制御の切替タイミングを基本方法よりも早められるので、このことによってもさらに診断精度を向上し、誤診断を抑制することができる。

[0153] こうして診断精度が向上した結果、微妙な異常度合いの差も判別できるようになり、その差が元々小さい触媒の場合でも、十分な診断精度を確保することが可能となる。

[0154] 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等は任意であり、自動車用以外であってもよいし、直噴式等であってもよい。上記の説明ではリーン側とリッチ側若しくは吸蔵側と放出側の一方のみしか説明していない箇所があるが、この一方に対する説明によって他方も理解されることが当業者にとって明らかであろう。前記実施形態では触媒前センサ１７により触媒前空燃比を直接検出したが、ＥＣＵ２０により触媒前空燃比をエンジン運

転状態に基づいて推定してもよい。いずれにしても、少なくともＥＣＵ２０が、触媒前空燃比を取得する取得手段を構成する。

[0155] 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。

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異常を診断する装置であって、

触媒上流側の排気空燃比である触媒前空燃比を取得する取得手段と、

触媒下流側の排気空燃比を検出する触媒後センサと、

触媒上流側の空燃比をストイキを境にリーンおよびリッチに交互に制御するアクティブ空燃比制御手段と、

前記触媒が正常か異常かを判定する判定手段と、

を備え、

前記アクティブ空燃比制御手段は、前記触媒後センサの出力が所定の閾値に達したと同時に前記リーン制御と前記リッチ制御とを切り替え、

前記判定手段は、前記触媒後センサ出力が前記閾値に達した後に前記取得手段により取得された触媒前空燃比がストイキに達する第１時点から、前記触媒後センサ出力が次に前記閾値に達する第２時点までの前記触媒後センサ出力の変化率に基づき、前記触媒が正常か異常かを判定する

ことを特徴とする触媒異常診断装置。

[請求項2] 前記閾値は、前記リーン制御から前記リッチ制御への切替タイミングを規定するリーン閾値と、前記リッチ制御から前記リーン制御への切替タイミングを規定するリッチ閾値とからなり、

前記リーン閾値は、前記触媒後センサ出力のストイキ相当値よりもリーン側に定められた基準のリーン判定値よりもリッチ側の値に設定され、

前記リッチ閾値は、前記ストイキ相当値よりもリッチ側に定められた基準のリッチ判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に記載の触媒異常診断装置。

[請求項3] 前記リーン閾値と前記リッチ閾値が、互いに等しい値に設定されている

ことを特徴とする請求項２に記載の触媒異常診断装置。

[請求項4] 前記リーン閾値と前記リッチ閾値が、前記ストイキ相当値と等しい値に設定されている

ことを特徴とする請求項２または３に記載の触媒異常診断装置。

[請求項5] 前記リーン閾値が、前記ストイキ相当値よりリッチ側の値に設定され、前記リッチ閾値が、前記ストイキ相当値より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２に記載の触媒異常診断装置。

[請求項6] 前記リーン閾値と前記リッチ閾値が、排気ガス流量に応じて設定される

ことを特徴とする請求項２に記載の触媒異常診断装置。

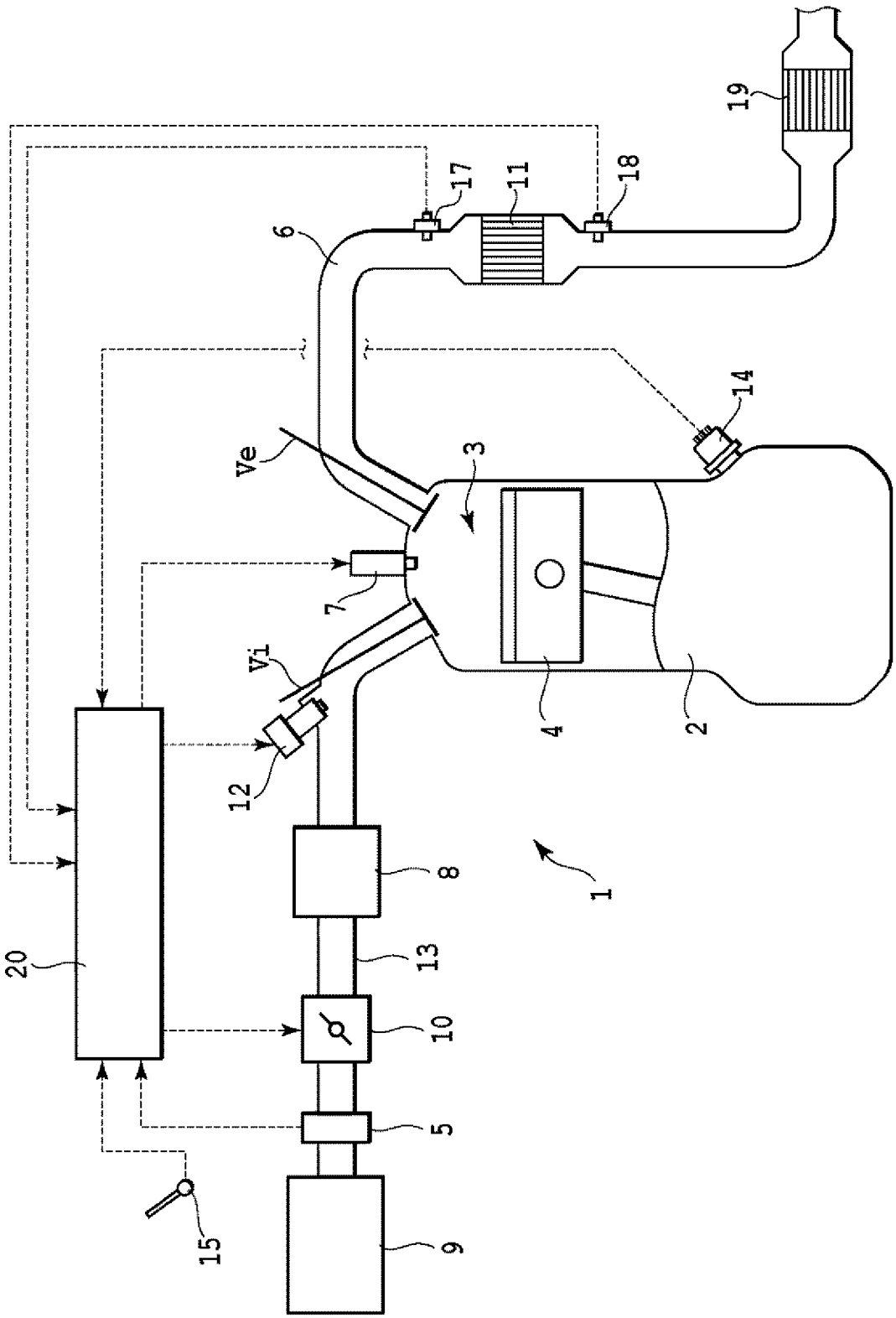
[請求項7] 前記変化率が、前記第１時点と前記第２時点における前記触媒後センサ出力の差を、前記第１時点から前記第２時点までの時間で除してなる値である

ことを特徴とする請求項１～６の何れか一項に記載の触媒異常診断装置。

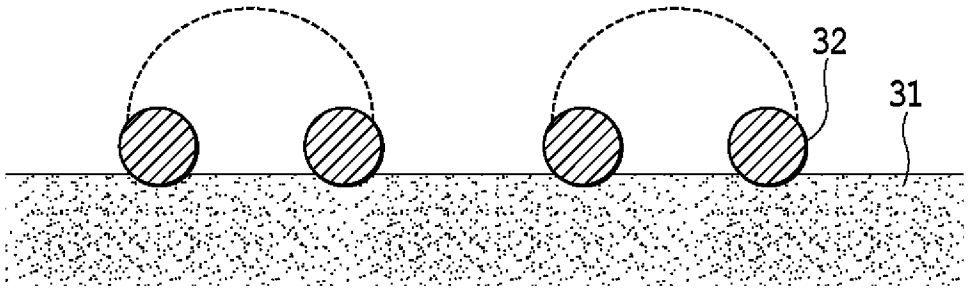
[請求項8] 前記変化率が、前記第１時点と前記第２時点における前記触媒後センサ出力の差を、前記第１時点から前記第２時点までの排気ガス量で除してなる値である

ことを特徴とする請求項１～６の何れか一項に記載の触媒異常診断装置。

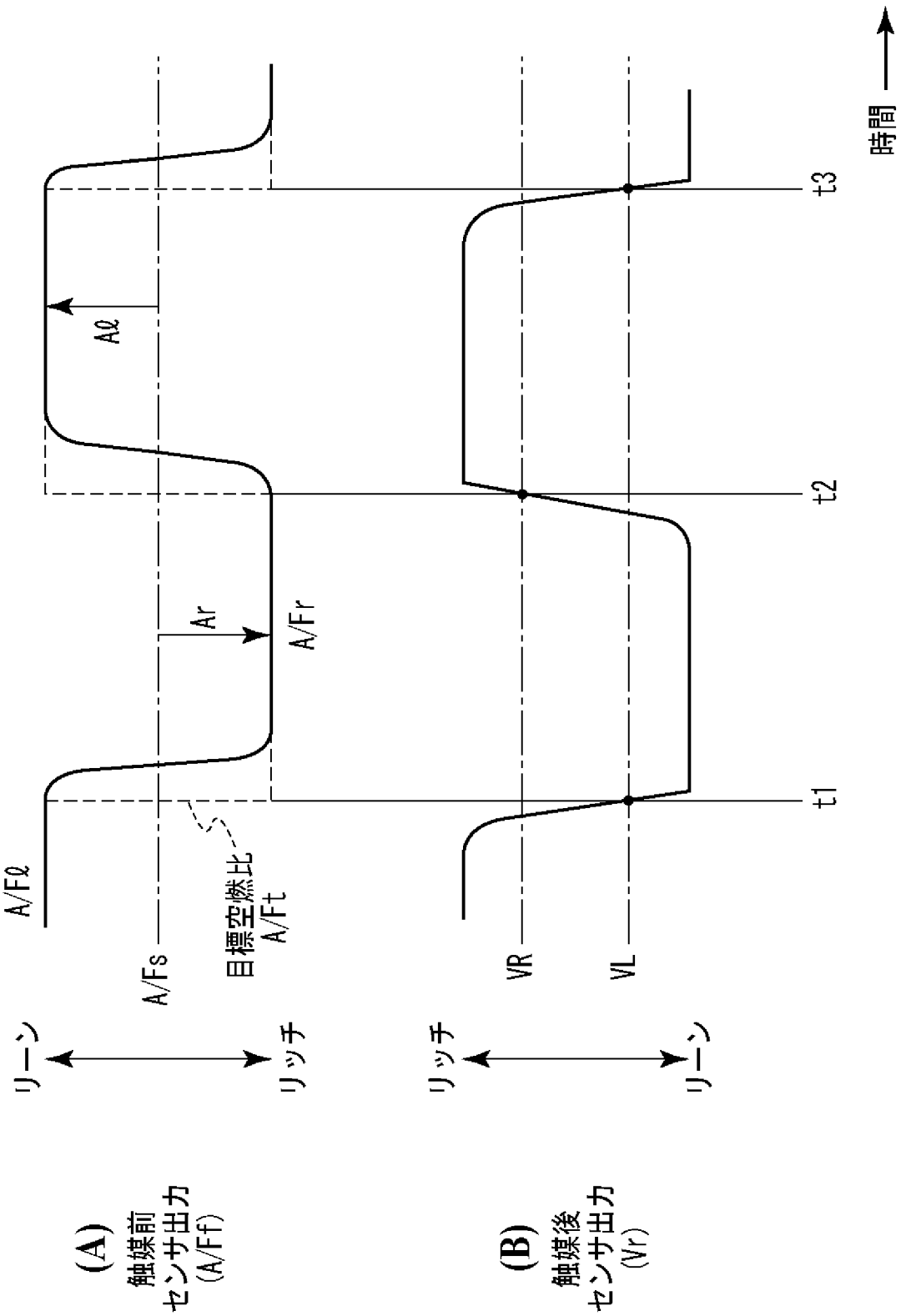
[図1]



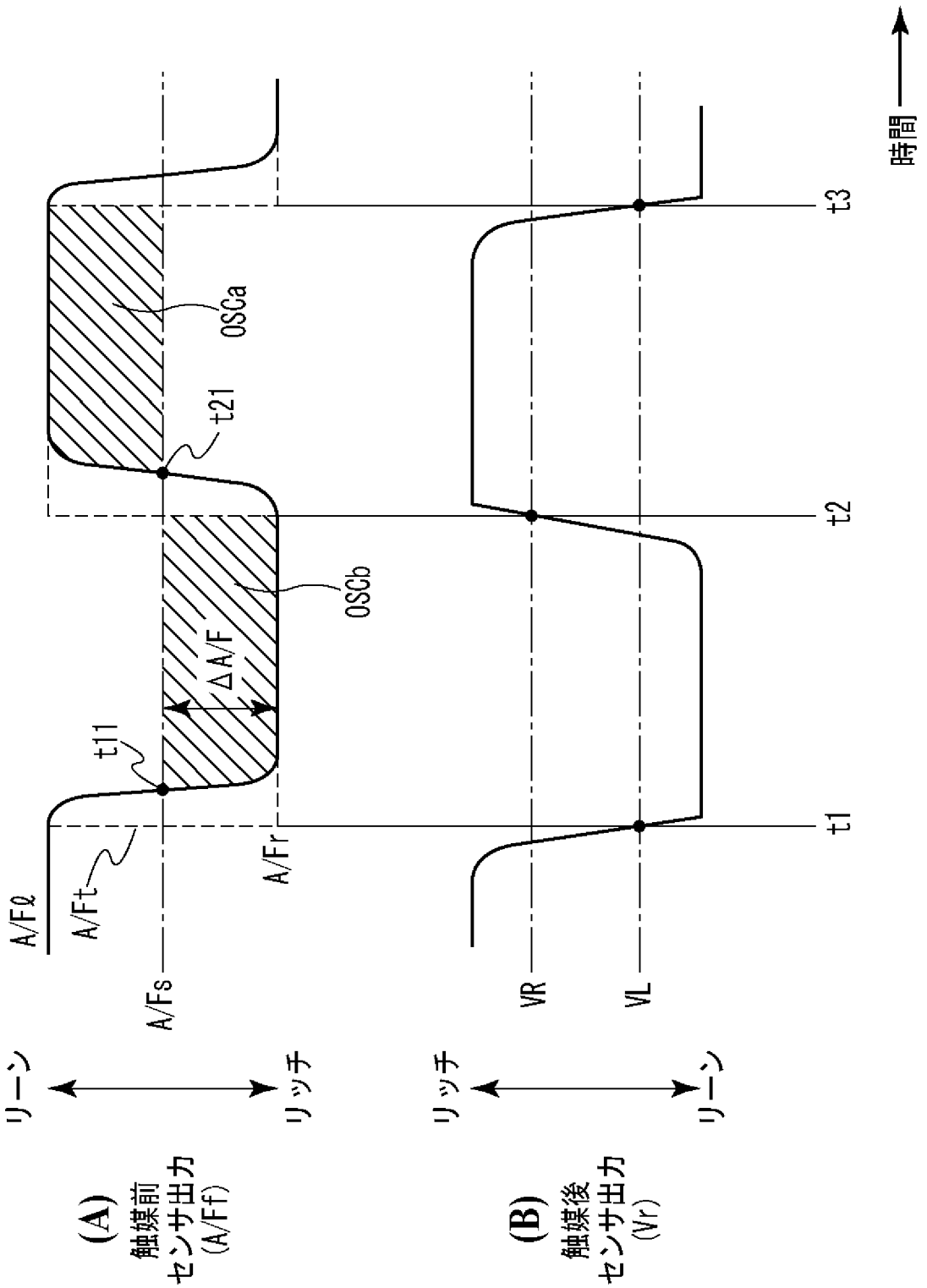
[図2]



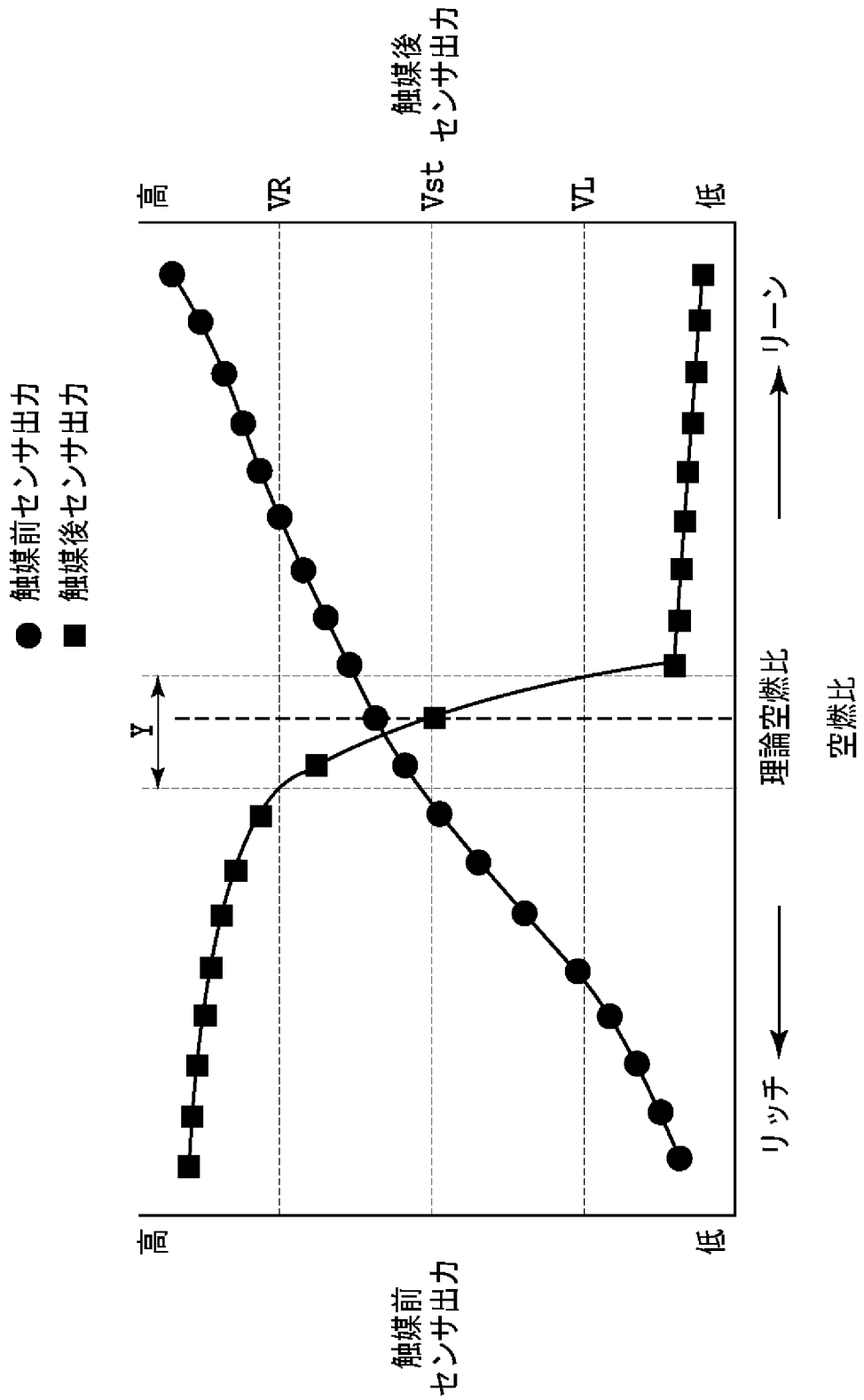
[図3]


(A)
触媒前
センサ出力
(A/Ff)
リーン
リッチ
A/Fℓ
A/Fs
目標空燃比
A/Ft
Aℓ
Ar
A/Fr
(B)
触媒後
センサ出力
(Vr)
リッチ
リーン
VR
VL
t1
t2
t3
時間

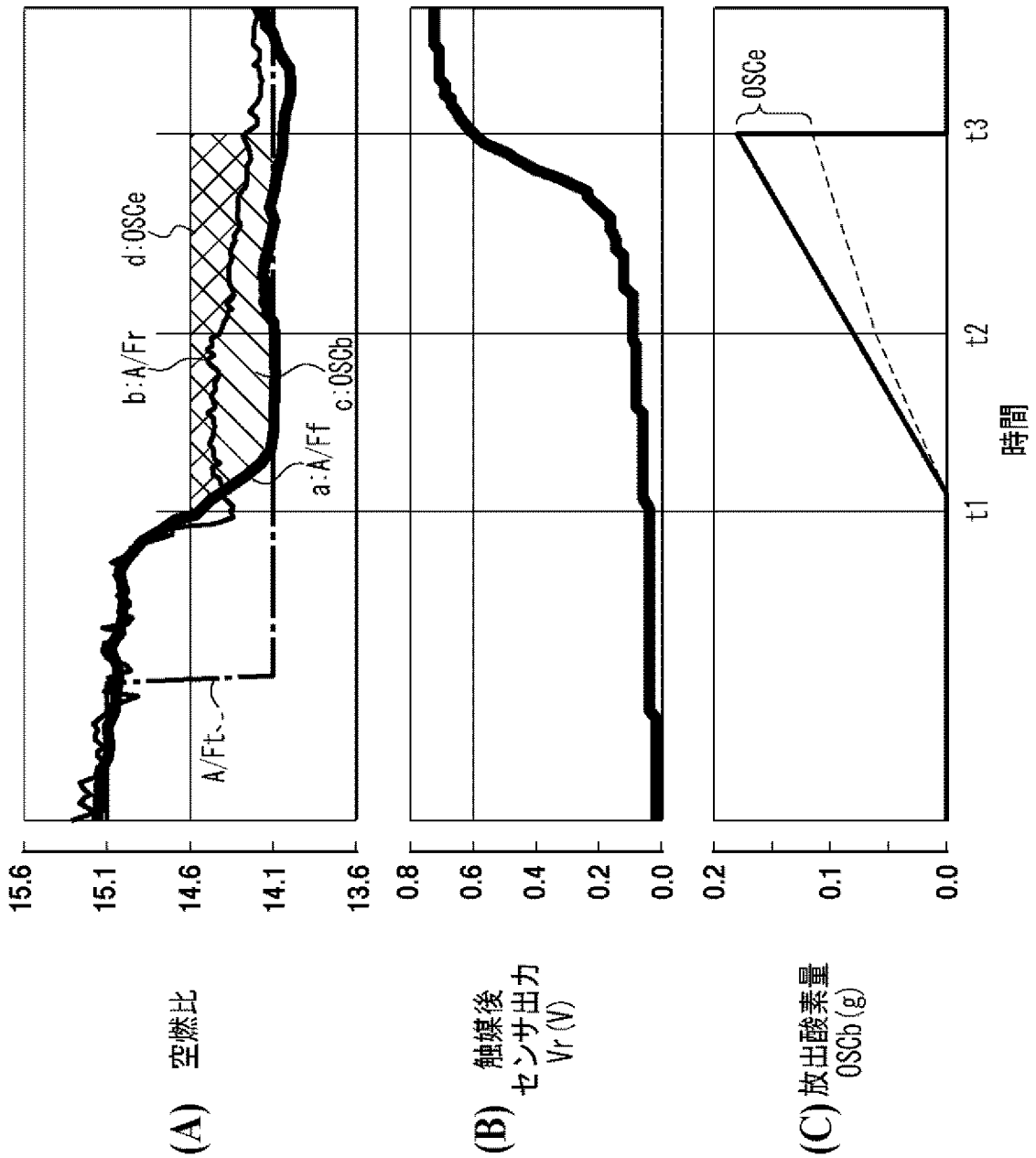
[図4]


時間
t3
t2
t1
OSCa
OSCb
t21
t11
ΔA/F
A/Fℓ
A/Ft
A/Fr
A/Fs
VR
VL
リーン
リッチ
リッチ
リーン
(A)
触媒前
センサ出力
(A/Ff)
(B)
触媒後
センサ出力
(Vr)

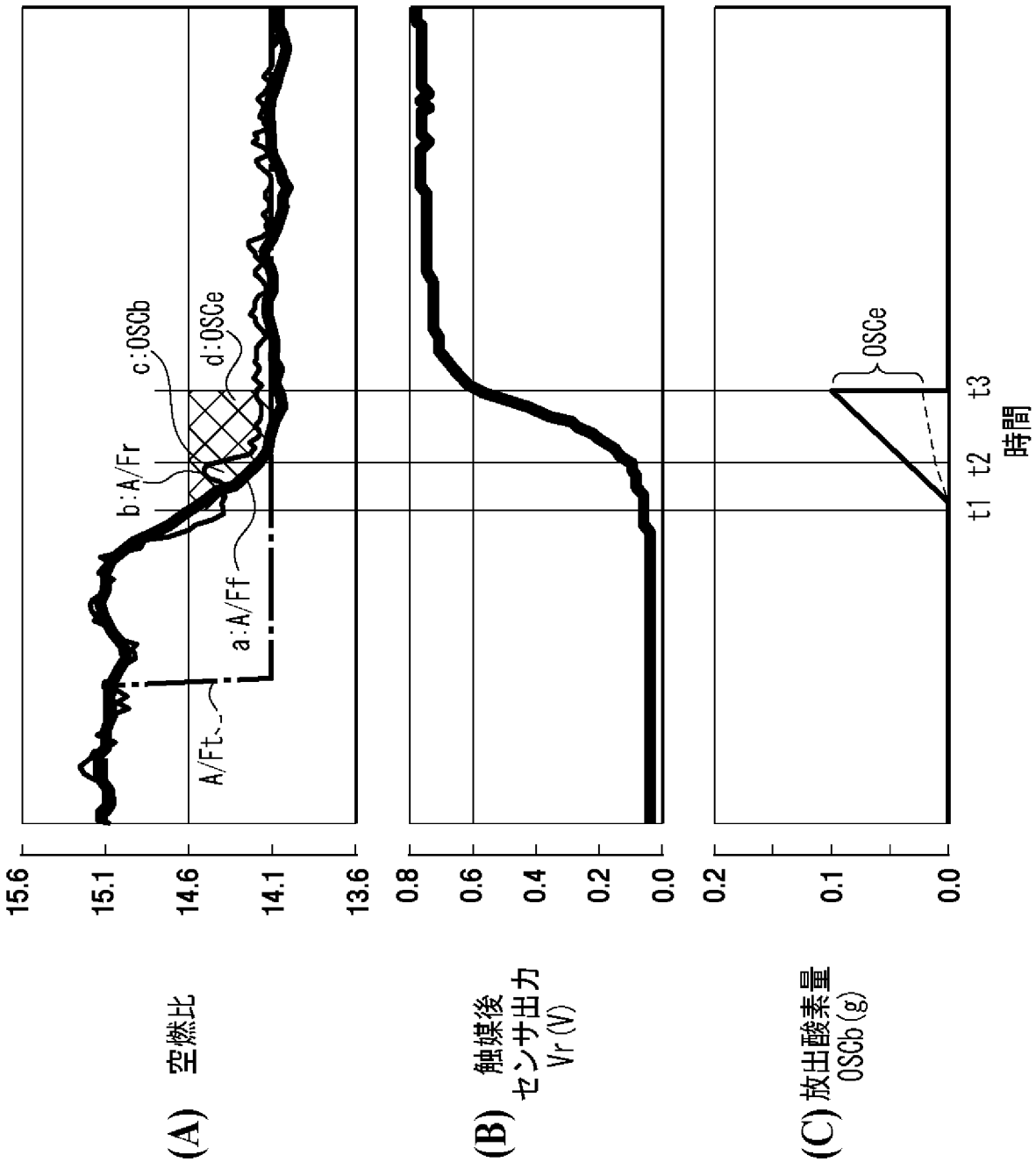
[図5]


触媒後
センサ出力
高
VR
Vst
VL
低
● 触媒前センサ出力
■ 触媒後センサ出力
Y
リーン
理論空燃比
空燃比
リッチ
高
低
触媒前
センサ出力

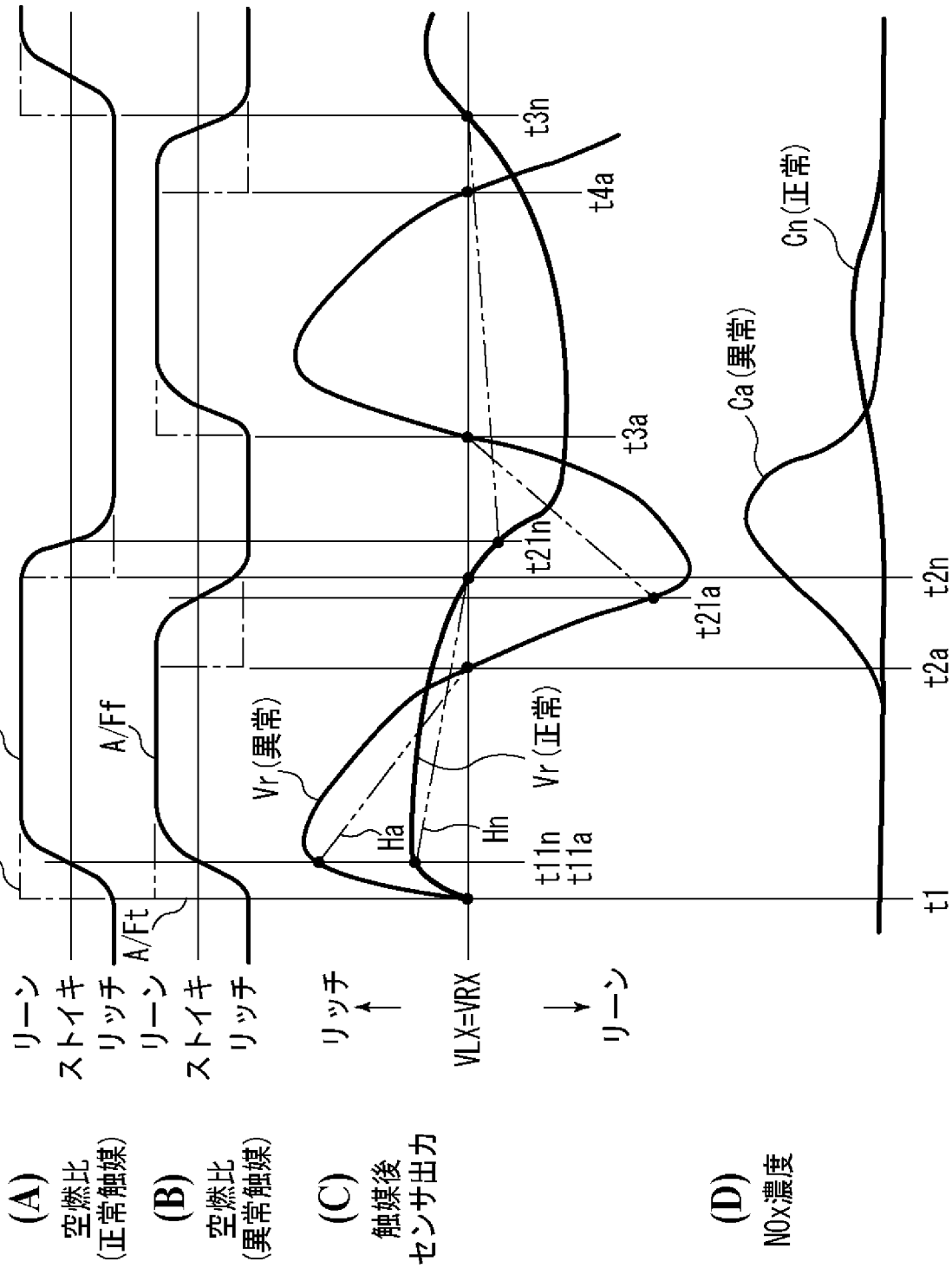
[図6]


(A) 空燃比
15.6
15.1
14.6
14.1
13.6
A/Ft
d:OSCe
b:A/Fr
c:OSCb
a:A/Ff
(B) 触媒後センサ出力 Vr(V)
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
(C) 放出酸素量 OSCb(g)
0.2
0.1
0.0
OSCe
t1
t2
t3
時間

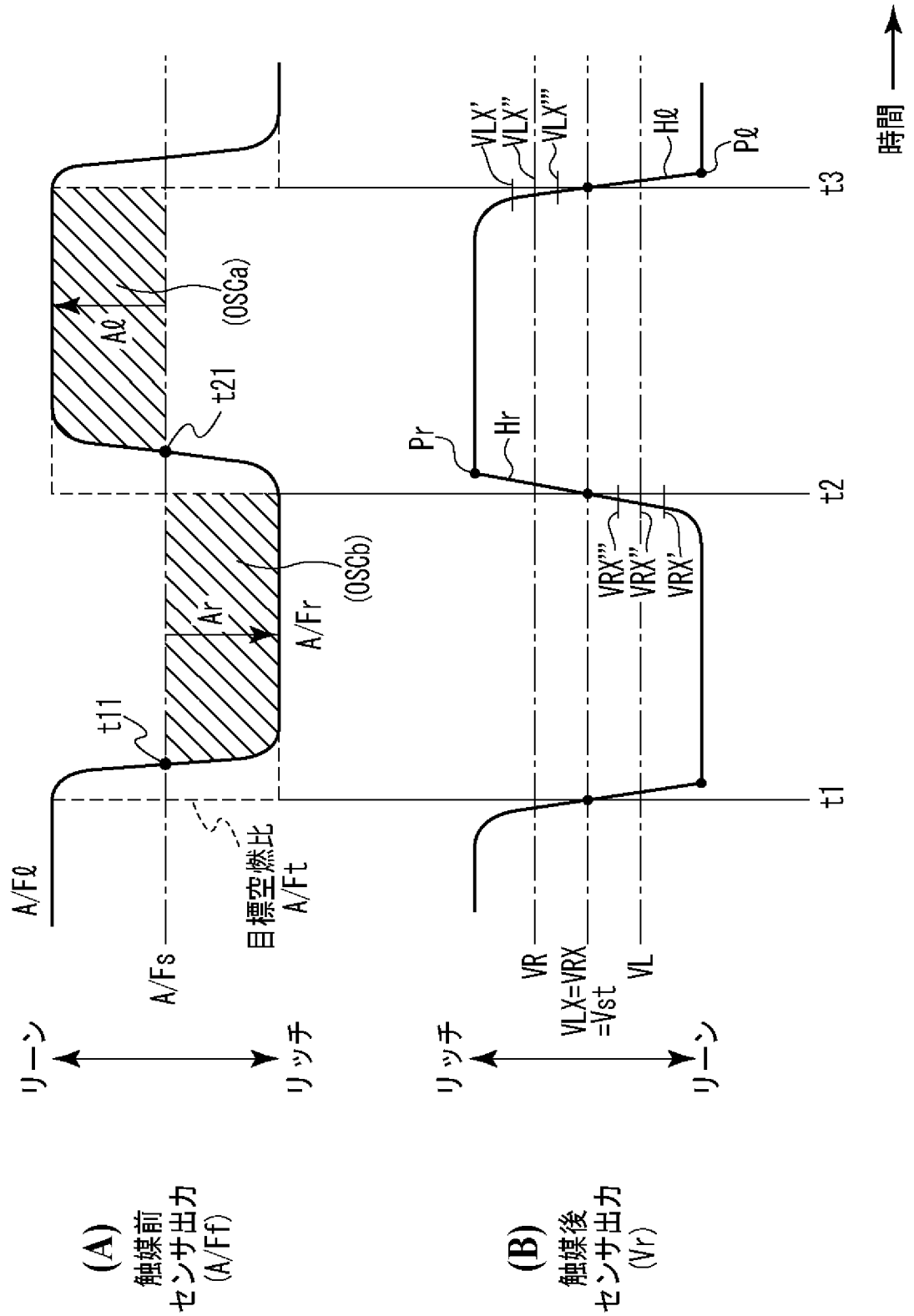
[図7]


(A) 空燃比
15.6
15.1
14.6
14.1
13.6
A/Ft
a:A/Ff
b:A/Fr
c:OSCb
d:OSCe
(B) 触媒後センサ出力 Vr (V)
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
(C) 放出酸素量 OSCb (g)
0.2
0.1
0.0
OSCe
t1 t2 t3
時間

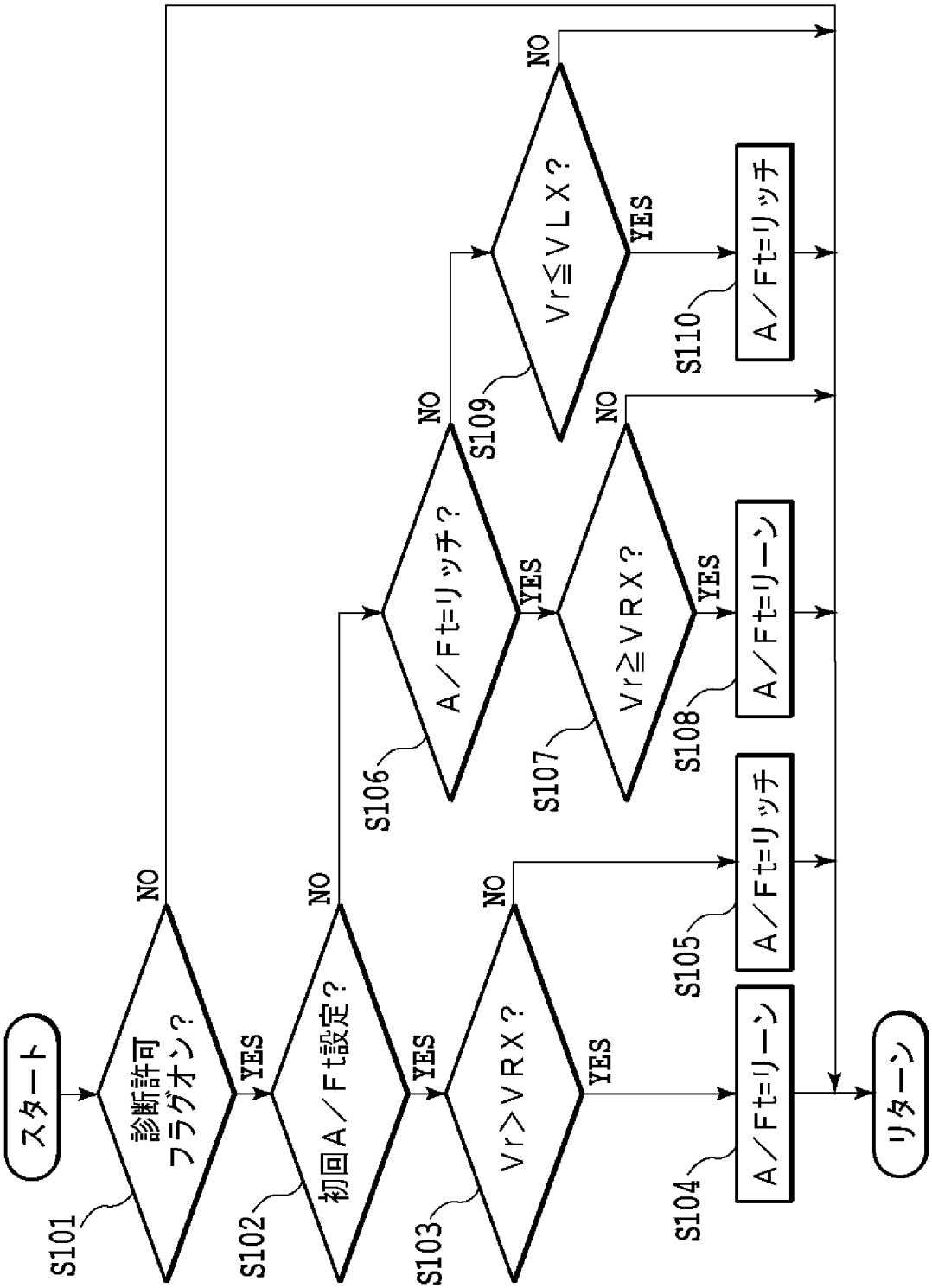
[図8]


(A)
空燃比
(正常触媒)
(B)
空燃比
(異常触媒)
(C)
触媒後
センサ出力
(D)
NOx濃度
リーン
ストイキ
リッチ
A/Ff
A/Ft
Vr(異常)
Vr(正常)
Ha
Hn
VLX=VRX
t11n
t11a
t21n
t21a
t3n
t3a
t4a
t1
t2a
t2n
Ca(異常)
Cn(正常)

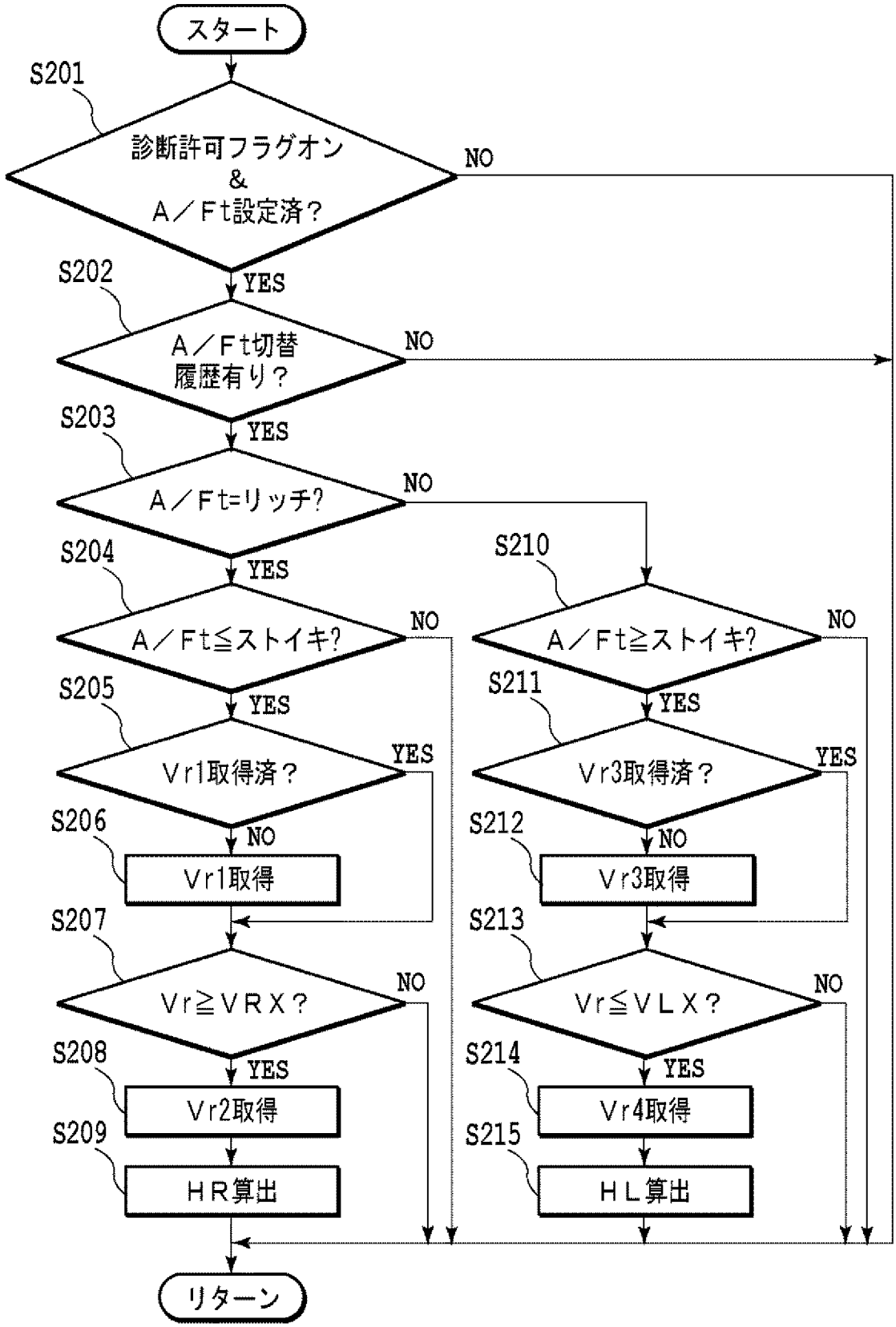
[図9]


(A)
触媒前
センサ出力
(A/Ff)
A/Fℓ
t11
A/Fs
目標空燃比
A/Ft
Ar
A/Fr
(OSCb)
Aℓ
(OSCa)
t21
リーン
リッチ
(B)
触媒後
センサ出力
(Vr)
VR
VLX=VRX
=Vst
VL
Pr
Hr
VRX'''
VRX''
VRX'
VLX'
VLX''
VLX'''
Hℓ
Pℓ
t1
t2
t3
時間

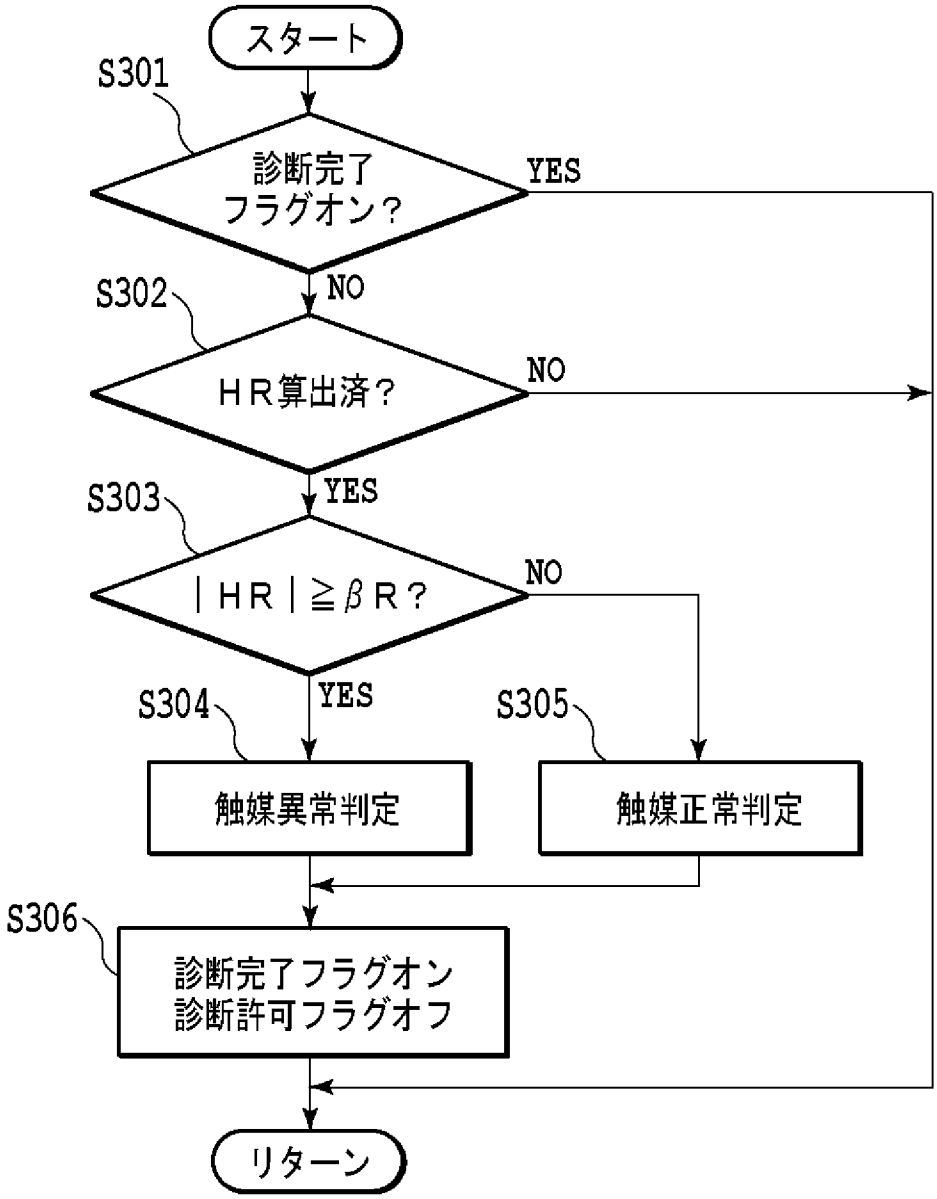
[図10]


スタート
診断許可フラグオン？
S101
NO
YES
初回A／Ft設定？
S102
NO
YES
Vr＞VRX？
S103
NO
YES
A／Ft=リーン
S104
A／Ft=リッチ
S105
A／Ft=リッチ？
S106
NO
YES
Vr≧VRX？
S107
NO
YES
A／Ft=リーン
S108
Vr≦VLX？
S109
NO
YES
A／Ft=リッチ
S110
リターン

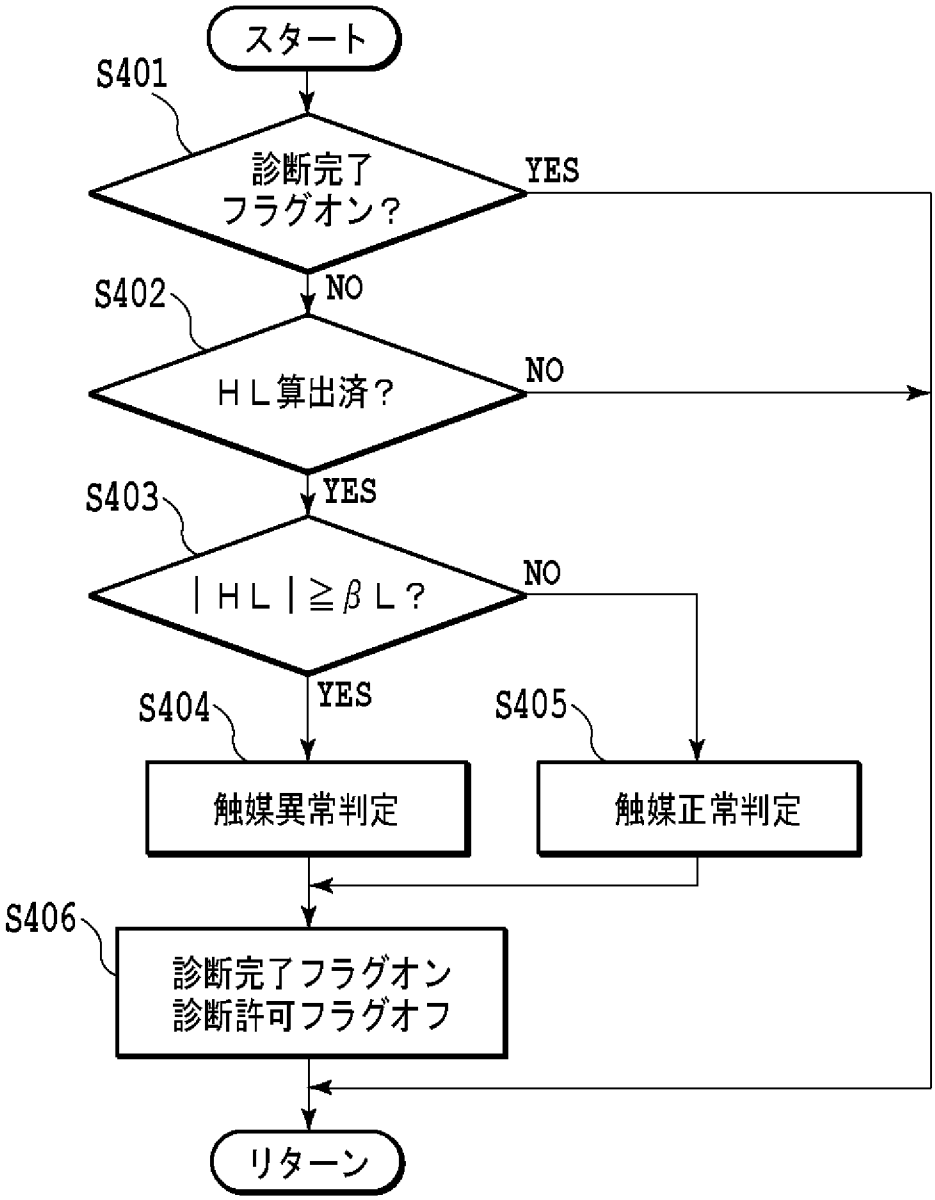
[図11]


スタート
S201
診断許可フラグオン
&
A／Ft設定済？
NO
YES
S202
A／Ft切替
履歴有り？
NO
YES
S203
A／Ft=リッチ?
NO
YES
S204
A／Ft≦ストイキ?
NO
YES
S205
Vr1取得済？
YES
NO
S206
Vr1取得
S207
Vr≧VRX？
NO
YES
S208
Vr2取得
S209
HR算出
S210
A／Ft≧ストイキ?
NO
YES
S211
Vr3取得済？
YES
NO
S212
Vr3取得
S213
Vr≦VLX？
NO
YES
S214
Vr4取得
S215
HL算出
リターン

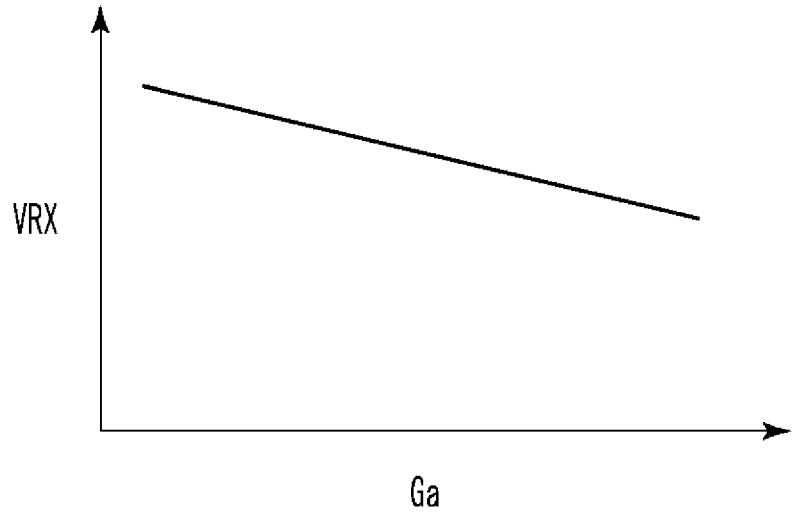
[図12]


スタート
S301
診断完了
フラグオン？
YES
NO
S302
ＨＲ算出済？
NO
YES
S303
｜ＨＲ｜≧βＲ？
NO
YES
S304
S305
触媒異常判定
触媒正常判定
S306
診断完了フラグオン
診断許可フラグオフ
リターン

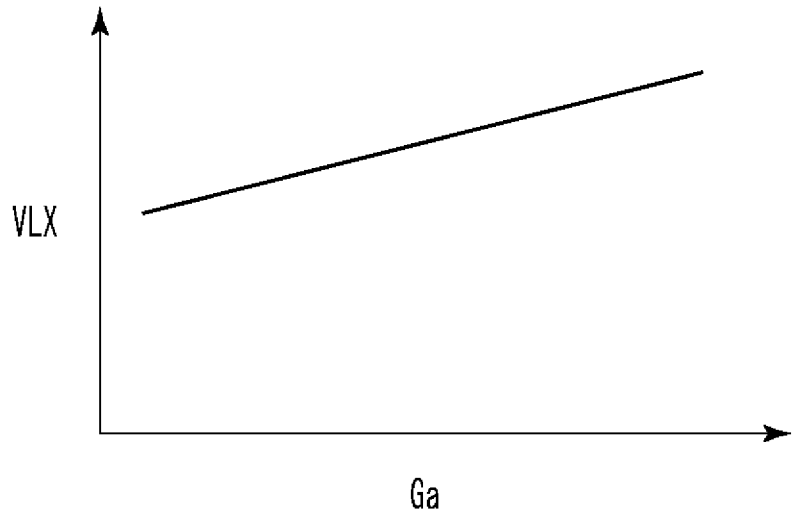
[図13]


スタート
S401
診断完了
フラグオン？
YES
NO
S402
ＨＬ算出済？
NO
YES
S403
｜ＨＬ｜≧βＬ？
NO
YES
S404
S405
触媒異常判定
触媒正常判定
S406
診断完了フラグオン
診断許可フラグオフ
リターン

[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/002948

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02D45/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02D45/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2009-167987 A (Toyota Motor Corp.), 30 July 2009 (30.07.2009), paragraphs [0049] to [0053]; fig. 2 (Family: none)	1-4 6-8 5
Y A	JP 2008-31901 A (Toyota Motor Corp.), 14 February 2008 (14.02.2008), paragraphs [0054] to [0056] (Family: none)	6-8 5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent 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 when the document is taken alone
"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

Date of the actual completion of the international search 21 May, 2010 (21.05.10)	Date of mailing of the international search report 01 June, 2010 (01.06.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／００２９４８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02D45/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02D45/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

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	関連する請求項の番号
X Y A	JP 2009-167987 A（トヨタ自動車株式会社）2009.07.30, 【0049】-【0053】、【図２】（ファミリーなし）	1-4 6-8 5
Y A	JP 2008-31901 A（トヨタ自動車株式会社）2008.02.14, 【0054】-【0056】（ファミリーなし）	6-8 5

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　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」国際出願日前の出願または特許であるが、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文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２１．０５．２０１０	０１．０６．２０１０

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｚ　３２１９
寺川　ゆりか
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５５