

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5293885号
(P5293885)

(45) 発行日 平成25年9月18日 (2013.9.18)

(24) 登録日 平成25年6月21日 (2013.6.21)

(51) Int. Cl. F I
FO1N 3/20 (2006.01) FO1N 3/20 C
FO2D 45/00 (2006.01) FO2D 45/00 368H

請求項の数 9 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2012-511424 (P2012-511424)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(86) (22) 出願日	平成22年4月23日 (2010.4.23)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/002949	(74) 代理人	110001243 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(87) 国際公開番号	W02011/132233	(72) 発明者	北浦 浩一 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(87) 国際公開日	平成23年10月27日 (2011.10.27)		
審査請求日	平成24年8月28日 (2012.8.28)	審査官	寺川 ゆりか

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 触媒異常診断装置

(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異常を診断する装置であって、
 前記触媒の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、
 前記空燃比の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する計測手段と、
 前記触媒が正常か異常かを判定する判定手段と、
 を備え、
 前記触媒後センサ出力が所定の閾値に達したと同時に、前記アクティブ空燃比制御手段が前記リーン制御と前記リッチ制御とを切り替え、前記計測手段が前記酸素量の計測を終了し、
 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、且つ前記ストイキ相当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、且つ前記ストイキ相当値よりリーン側の値に設定され、

前記触媒後センサの出力が、リッチ側への変化中に前記リッチ閾値に達したと同時に、前記アクティブ空燃比制御手段が前記空燃比制御を前記リッチ制御から前記リーン制御に切り替え、

前記触媒後センサの出力が、リーン側への変化中に前記リーン閾値に達したと同時に、前記アクティブ空燃比制御手段が前記空燃比制御を前記リーン制御から前記リッチ制御に切り替え、

前記判定手段は、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達するまでに計測された酸素量と、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達した後の前記触媒後センサ出力の挙動とに基づき、前記触媒が正常か異常かを判定する

10

ことを特徴とする触媒異常診断装置。

【請求項 2】

前記判定手段は、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達するまでに計測された酸素量と、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達した後の前記触媒後センサ出力のピークの値とに基づき、前記触媒が正常か異常かを判定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の触媒異常診断装置。

【請求項 3】

20

前記判定手段は、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達するまでに計測された酸素量と、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達した後の前記触媒後センサ出力の変化率とに基づき、前記触媒が正常か異常かを判定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の触媒異常診断装置。

【請求項 4】

前記変化率が、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達した時から、前記触媒後センサ出力がピークに達する時までの変化率である

ことを特徴とする請求項 3 に記載の触媒異常診断装置。

【請求項 5】

30

前記変化率が、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達した時から所定値に達する時までの当該触媒後センサ出力の差を、当該期間内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 3 または 4 に記載の触媒異常診断装置。

【請求項 9】

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 1 ~ 5 の何れか一項に記載の触媒異常診断装置。

【請求項 10】

前記リーン制御と前記リッチ制御における振幅が、前回診断時に計測された酸素量に応じて設定される

40

ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 , 9 の何れか一項に記載の触媒異常診断装置。

【請求項 11】

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、

前記触媒の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、

前記空燃比のリッチ制御中に前記触媒が放出する酸素量を計測する計測手段と、

前記触媒が正常か異常かを判定する判定手段と、

を備え、

前記触媒後センサ出力がリッチ側への変化中に所定のリッチ閾値に達したと同時に、前

50

記アクティブ空燃比制御手段が前記空燃比制御を前記リッチ制御から前記リーン制御に切り替え、前記計測手段が前記酸素量の計測を終了し、

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、且つ前記ストイキ相当値よりもリーン側の値に設定され、

前記判定手段は、前記触媒後センサ出力が前記リッチ閾値に達するまでに計測された酸素量と、前記触媒後センサ出力が前記リッチ閾値に達した後の前記触媒後センサ出力の挙動とに基づき、前記触媒が正常か異常かを判定すること

ことを特徴とする触媒異常診断装置。

【請求項 12】

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、前記触媒の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、

前記空燃比のリーン制御中に前記触媒が吸蔵する酸素量を計測する計測手段と、前記触媒が正常か異常かを判定する判定手段と、を備え、

前記触媒後センサ出力がリーン側への変化中に所定のリーン閾値に達したと同時に、前記アクティブ空燃比制御手段が前記空燃比制御を前記リーン制御から前記リッチ制御に切り替え、前記計測手段が前記酸素量の計測を終了し、

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、且つ前記ストイキ相当値よりもリッチ側の値に設定され、

前記判定手段は、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値に達するまでに計測された酸素量と、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値に達した後の前記触媒後センサ出力の挙動とに基づき、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。

【発明の詳細な説明】

【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）。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

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。

【 0 0 0 5 】

しかしながら酸素量の計測に際しては、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、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がねない。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。

10

【 0 0 0 6 】

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、計測誤差を縮小して診断精度を向上し、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 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 2 - 3 6 4 4 2 8 号 公 報

20

【 発明の概要 】

【 0 0 0 8 】

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、
前記触媒の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、

前記空燃比の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する計測手段と、

前記触媒が正常か異常かを判定する判定手段と、

30

を備え、

前記触媒後センサ出力が所定の閾値に達したと同時に、前記アクティブ空燃比制御手段が前記リーン制御と前記リッチ制御とを切り替え、前記計測手段が前記酸素量の計測を終了し、

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、

40

前記判定手段は、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達するまでに計測された酸素量と、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達した後の前記触媒後センサ出力の挙動とに基づき、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。

【 0 0 0 9 】

好ましくは、前記判定手段は、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達するまでに計測された酸素量と、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達した後の前記触媒後センサ出力のピークの値とに基づ

50

き、前記触媒が正常か異常かを判定する。

【0010】

好ましくは、前記判定手段は、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達するまでに計測された酸素量と、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達した後の前記触媒後センサ出力の変化率とに基づき、前記触媒が正常か異常かを判定する。

【0011】

好ましくは、前記変化率が、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達した時から、前記触媒後センサ出力がピークに達する時までの変化率である。

10

【0012】

好ましくは、前記変化率が、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値および前記リッチ閾値の一方に達した時から所定値に達する時までの当該触媒後センサ出力の差を、当該期間内の排気ガス量で除してなる値である。

【0013】

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。

【0014】

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。

【0015】

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。

20

【0016】

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。

【0017】

好ましくは、前記リーン制御と前記リッチ制御における振幅が、前回診断時に計測された酸素量に応じて設定される。

【0018】

本発明の別の態様によれば、
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、
前記触媒の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、

30

前記空燃比のリッチ制御中に前記触媒が放出する酸素量を計測する計測手段と、

前記触媒が正常か異常かを判定する判定手段と、

を備え、

前記触媒後センサ出力が所定のリッチ閾値に達したと同時に、前記アクティブ空燃比制御手段が前記空燃比制御を前記リッチ制御から前記リーン制御に切り替え、前記計測手段が前記酸素量の計測を終了し、

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、

40

前記判定手段は、前記触媒後センサ出力が前記リッチ閾値に達するまでに計測された酸素量と、前記触媒後センサ出力が前記リッチ閾値に達した後の前記触媒後センサ出力の挙動とに基づき、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。

【0019】

本発明のさらなる別の態様によれば、
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、
前記触媒の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

50

と、

前記空燃比のリーン制御中に前記触媒が吸蔵する酸素量を計測する計測手段と、
前記触媒が正常か異常かを判定する判定手段と、
を備え、

前記触媒後センサ出力が所定のリーン閾値に達したと同時に、前記アクティブ空燃比制御手段が前記空燃比制御を前記リーン制御から前記リッチ制御に切り替え、前記計測手段が前記酸素量の計測を終了し、

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、

前記判定手段は、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値に達するまでに計測された酸素量と、前記触媒後センサ出力が前記リーン閾値に達した後の前記触媒後センサ出力の挙動とに基づき、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。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【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、図10Aと図10Bの関係を示す図である。

【図10A】図10Aは、第1の診断処理方法に関するフローチャートである。

【図10B】図10Bは、第1の診断処理方法に関するフローチャートである。

【図11】図11は、リーン振幅およびリッチ振幅を設定するためのマップを示す。

【図12】図12は、リッチ閾値を設定するためのマップを示す。

【図13】図13は、リッチピークから残存放出酸素量を算出するためのマップを示す。

【図14】図14は、正異常判定のためのマップを示す。

【図15】図15は、図15Aと図15Bの関係を示す図である。

【図15A】図15Aは、第2の診断処理方法に関するフローチャートである。

【図15B】図15Bは、第2の診断処理方法に関するフローチャートである。

【図16】図16は、リーン閾値を設定するためのマップを示す。

【図17】図17は、リーンピークから残存吸蔵酸素量を算出するためのマップを示す。

【図18】図18は、図18Aと図18Bの関係を示す図である。

【図18A】図18Aは、第3の診断処理方法に関するフローチャートである。

【図18B】図18Bは、第3の診断処理方法に関するフローチャートである。

【図19】図19は、リッチ変化率から残存放出酸素量を算出するためのマップを示す。

【図20】図20は、図20Aと図20Bの関係を示す図である。

【図20A】図20Aは、第4の診断処理方法に関するフローチャートである。

【図20B】図20Bは、第4の診断処理方法に関するフローチャートである。

【図21】図21は、リーン変化率から残存吸蔵酸素量を算出するためのマップを示す。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

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。

【 0 0 2 2 】

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。

【 0 0 2 3 】

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 V_i と、排気ポートを開閉する排気弁 V_e とが気筒ごとに配設されている。各吸気弁 V_i および各排気弁 V_e 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。

10

【 0 0 2 4 】

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 1 3 が接続されており、吸気管 1 3 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 1 3 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 G_a (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 1 0 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 1 3 により吸気通路が形成される。

20

【 0 0 2 5 】

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 1 2 が気筒ごとに配設される。インジェクタ 1 2 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。

【 0 0 2 6 】

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 1 1 及び下流触媒 1 9 が直列に設けられている。例えば、上流触媒 1 1 は排気マニホールドの直後に配置され、下流触媒 1 9 は車両の床下などに配置される。

30

【 0 0 2 7 】

上流触媒 1 1 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を検出する空燃比センサ、即ち触媒前センサ 1 7 及び触媒後センサ 1 8 が設けられている。図 5 に示すように、触媒前センサ 1 7 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 1 8 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。

40

【 0 0 2 8 】

上述の点火プラグ 7、スロットルバルブ 1 0 及びインジェクタ 1 2 等は、制御手段としての電子制御ユニット (以下 ECU と称す) 2 0 に電氣的に接続されている。ECU 2 0 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 2 0 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 1 7、触媒後センサ 1 8 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 1 4、アクセル開度を検出するアクセル開度センサ 1 5、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 2 0 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 1 2、スロットルバルブ 1 0 等を制御し、点火時期、燃料噴射量、燃料噴射時期、スロット

50

ル開度等を制御する。

【0029】

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 $A/F_s = 14.6$)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(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。

【0030】

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、 NO_x 、 HC および CO といった排気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。

【0031】

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 NO_x 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。

【0032】

この酸素吸放出作用により、通常のスロ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。

【0033】

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、浄化率を落とす原因となる。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。

【0034】

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。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11の酸素吸蔵能を検出することにより、上流触媒11の劣化度を検出し、上流触媒11の異常を診断することとしている。ここで触媒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される。

【0035】

[異常診断の基本方法]

本実施形態の異常診断は、前述の C_{max} 法に基づき、以下の方法を基本とする。異常診断に際しては、 $ECU20$ 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(具体的にはインジェクタ12からの燃料噴射量)の空燃比を、中心空燃比であるストイキ A/F_s 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

10

20

30

40

50

る。

【0036】

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。

【0037】

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。

【0038】

図3(A)において、破線は目標空燃比 A/F_t 、実線は触媒前センサ17の出力(但し触媒前空燃比 A/F_{fr} 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 V_r)を示す。

10

【0039】

図示するように、時刻 t_1 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/F_t はリーン空燃比 A/F_l (例えば15.1)とされ、触媒11には、目標空燃比 A/F_t 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 V_r が所定のリーン判定値 V_L (例えば0.2V)に達した時点 t_1 で、目標空燃比 A/F_t がリッチ空燃比 A/F_r (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/F_t と等しい空燃比のリッチガスが供給されるようになる。

20

【0040】

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 V_r が所定のリッチ判定値 V_R (例えば0.6V)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。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/F_t と等しい空燃比のリーンガスが供給されるようになる。

【0041】

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 V_r がリーン判定値 V_L に達すると、その時点 t_3 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、リッチ制御が開始される。

30

【0042】

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。

【0043】

ここでリーン判定値 V_L 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 V_L 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 V_{st} よりも小さい(リーン側の)値に予め定められている。

40

【0044】

同様に、リッチ判定値 V_R 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 V_R 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 V_{st} よりも大きい(リッチ側の)値に予め定められている。

【0045】

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。

【0046】

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

50

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 V_r 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その反転周期は短くなる。

【 0 0 4 7 】

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 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 がストイキ A/F_s に達した時点 t_{11} から、次に触媒後センサ出力 V_r が反転する時点 t_2 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 t_{11} から時刻 t_2 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 OSC_b で示す放出酸素量が計測される。

10

【 0 0 4 8 】

【 数 1 】

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

【 0 0 4 9 】

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。 σ は空気に含まれる酸素割合（約 0.23）を表す定数である。

20

【 0 0 5 0 】

リーン制御時にも同様に酸素吸蔵容量、すなわち図 4 に OSC_a で示す吸蔵酸素量が計測される。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。

【 0 0 5 1 】

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。

【 0 0 5 2 】

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 OSC_{av} を算出する。そしてこの平均値 OSC_{av} を所定の異常判定値 と比較する。 $ECU20$ は、平均値 OSC_{av} が異常判定値 より大きいときには触媒 11 を正常と判定し、平均値 OSC_{av} が異常判定値 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。

30

【 0 0 5 3 】

[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 OSC_a 」と「放出酸素量 OSC_b 」を包括する用語である。

【 0 0 5 4 】

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、従来の C_{max} 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。

40

【 0 0 5 5 】

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 V_r が反転しても（すなわちリッチ判定値 V_R に達しても）リーン制御への切り替えは行っていない。

【 0 0 5 6 】

50

両図において、(A)には目標空燃比 A/F_t と、触媒前センサ17によって検出された触媒前空燃比 A/F_f (線a)と、触媒後空燃比 A/F_r (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/F_r としている。

【0057】

(B)には触媒後センサ出力 V_r を示し、(C)には放出酸素量 OSC_b の積算値を示す。触媒後センサ出力 V_r は0~1(V)の範囲内で変化し得る。触媒後センサ出力 V_r のリッチ判定値 V_R は0.6(V)である。

【0058】

まず図6の正常触媒の場合を説明する。触媒前空燃比 A/F_f が低下してストイキ(=14.6)に到達した時点 t_1 から、触媒後センサ出力 V_r がリッチ側に上昇してリッチ判定値 V_R に到達する時点 t_3 まで、放出酸素量 OSC_b が積算される。この放出酸素量 OSC_b の時刻 t_3 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 t_1 から時刻 t_3 までの、ストイキ(14.6)と触媒前空燃比 A/F_f とで挟まれた領域である。

【0059】

一方、この期間 $t_1 \sim t_3$ 内において、触媒後空燃比 A/F_r 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/F_r 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 OSC_e とする)を表す。この領域dの面積が、時刻 t_3 における全放出酸素量 OSC_b のうちの誤差分に相当する。

【0060】

領域cの面積(OSC_b)から、領域dの面積(OSC_e)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 OSC_b には、実際には放出されていない酸素量 OSC_e が含まれている。

【0061】

なお本実施形態の装置構成では、触媒後空燃比 A/F_r 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/F_f とで挟まれた領域cを放出酸素量 OSC_b として計測しているのである。

【0062】

ところで、触媒後空燃比 A/F_r と触媒後センサ出力 V_r に着目すると、時刻 t_1 と時刻 t_3 の間の時刻 t_2 において、触媒後空燃比 A/F_r がリッチ側に低下し始め、触媒後センサ出力 V_r 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 t_2 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 t_2 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。

【0063】

もっとも、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの期間でも、触媒後空燃比 A/F_r と触媒前空燃比 A/F_f 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 $t_2 \sim t_3$ で計測された放出酸素量 OSC_b 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 $t_1 \sim t_3$ 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 $t_2 \sim t_3$ 内の誤差分が占める割合は比較的少ないと考えられる。

【0064】

(C)に、誤差分に相当する酸素量 OSC_e を概略的に示す。時刻 t_3 における全放出酸素量 OSC_b のうち、誤差分に相当する酸素量 OSC_e の割合は比較的少ない。

【0065】

これとは対照的に、図7に示す異常触媒の場合だと、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間の

10

20

30

40

50

期間において、触媒後空燃比 A/F_r と触媒前空燃比 A/F_f 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 $t_2 \sim t_3$ でも、ストイキと触媒前空燃比 A/F_f 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 OSC_b が計測されている。

【0066】

よってこの期間 $t_2 \sim t_3$ で計測された放出酸素量 OSC_b 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 $t_1 \sim t_3$ 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 $t_2 \sim t_3$ 内の誤差分が占める割合も多いものと考えられる。

【0067】

(C) に、誤差分に相当する酸素量 OSC_e を概略的に示す。時刻 t_3 における全放出酸素量 OSC_b のうち、誤差分に相当する酸素量 OSC_e の割合は多い。

【0068】

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。

【0069】

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。

【0070】

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。

【0071】

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 t_2 で、瞬時に触媒後センサ出力 V_r がリッチ判定値 V_R 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 t_3 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。

【0072】

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。

【0073】

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計測方法を変更する。概略的に述べると、まず酸素量の計測自体を、従来より早いタイミング、例えば図 6 および図 7 に示した時刻 t_2 の如きタイミングで終了する。これにより、触媒の酸素吸放出が実質的に終了した後に、実際に吸放出されてない酸素量が計測されてしまうことをできるだけ回避し、誤差割合を大幅に縮小することができる。

【0074】

次に、計測終了後の触媒後センサ出力の挙動に着目し、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、触媒中で未反応のガス(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。よって計測終了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

10

20

30

40

50

ができる。

【 0 0 7 5 】

勿論、触媒の異常度合いは、計測された酸素量の値によっても表される。よって本実施形態では、この計測された酸素量の値と、計測終了後の触媒後センサ出力の挙動とに基づき、触媒が正常か異常かを判定する。

【 0 0 7 6 】

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/F_t と触媒前空燃比 A/F_f とを示す。(B)は、異常触媒の場合における目標空燃比 A/F_t と触媒前空燃比 A/F_f とを示す。

【 0 0 7 7 】

(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 V_r を示す。(D)は、上流触媒 11 から排出される排気ガスの NO_x 濃度を示す。

【 0 0 7 8 】

図示するように、時刻 t_1 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 t_{2n} でリッチ制御に切り替えられ、時刻 t_{3n} 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 t_{2a} でリッチ制御に切り替えられ、時刻 t_{3a} でリーン制御に切り替えられ、時刻 t_{4a} でリッチ制御に切り替えられている。図示しないが、リーン制御およびリッチ制御が切り替わったのと同時に吸放出酸素量の計測が終了されている。

【 0 0 7 9 】

これら切替タイミングを規定する触媒後センサ出力 V_r 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 V_{LX} 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 V_{RX} とからなる。

【 0 0 8 0 】

図 9 に示すが、リーン閾値 V_{LX} は、リーン判定値 V_L よりもリッチ側の値に設定され、リッチ閾値 V_{RX} は、リッチ判定値 V_{RX} 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 V_{LX} とリッチ閾値 V_{RX} 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 V_{st} (例えば $0.5(V)$) と等しい値に設定されている。

【 0 0 8 1 】

これによると、触媒後センサ出力 V_r の反転タイミング、吸放出酸素量の計測終了タイミング、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、実際に吸放出されてない酸素の量を計測することをできるだけ回避し、計測誤差を大幅に縮小することができる。

【 0 0 8 2 】

また、図 8 で着目すべきは、触媒後センサ出力 V_r が閾値 V_{LX} , V_{RX} に達した後の触媒後センサ出力 V_r の挙動である。例えばリーン制御への切り替え(t_1)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 V_r 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 P_r)の値も大きい。

【 0 0 8 3 】

逆にリッチ制御への切り替え(t_{2n} , t_{2a})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 V_r 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 P_l)の値も小さい。

【 0 0 8 4 】

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 V_r はより急速に、大きく変化する。従って、切替後の所定タイミング、好ましくは触媒後センサ出力 V_r がピークとなるタイミング t_p (t_{pa} , t_{pn})での当該触媒後センサ出力 V_r に基づき、触媒の異常度合いを推定可能である。

【 0 0 8 5 】

具体的には、触媒後センサ出力 V_r のピーク値自体により触媒の異常度合いを推定可能

10

20

30

40

50

である。或いは、触媒後センサ出力 V_r のピーク値と、切替時点での触媒後センサ出力 V_r （閾値 V_{LX} 、 V_{RX} ）との差の絶対値により、触媒の異常度合いを推定可能である。

【0086】

あるいは、切替時点（例えば t_1 ）から所定タイミング、好ましくはピークタイミング t_{pa} までの間の触媒後センサ出力 V_r の変化率 H （あるいは傾き）によっても、触媒の異常度合いを推定可能である。

【0087】

ここで触媒後センサ出力 V_r の変化率について、例えば異常触媒の場合で且つ時刻 t_1 からその直後のピークタイミング t_{pa} までの期間で考えると、変化率 H は $H = (P_r - V_{RX}) / (t_{pa} - t_1)$ で定義することができる。変化率 H の分母を時間とし、変化率 H を単位時間当たりの変化率と定義することができる。

10

【0088】

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おうという問題が懸念される。

【0089】

そこでこの排気ガス流量の影響を無くすためには、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で定義するのが好ましい。具体的には、時刻 t_1 からその直後のピークタイミング t_{pa} 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 $(P_r - V_{RX})$ を除し、得られた値を変化率 H とする。

20

【0090】

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 G_a の値を以て代用する。

【0091】

また、変化率 H の分子は、必ずしもリッチピーク P_r と切替時点での触媒後センサ出力 V_{RX} の差 $(P_r - V_{RX})$ でなくてもよい。例えば、切替時点から所定値（例えば $0.1(V)$ ）だけ触媒後センサ出力 V_r が上昇したタイミングでの触媒後センサ出力 V_{r1} と、切替時点での触媒後センサ出力 V_{RX} との差 $(V_{r1} - V_{RX})$ としてもよい。あるいは、切替直後に触媒前空燃比 A/F_f がストイキに達したタイミングでの触媒後センサ出力 V_{r2} と、切替時点での触媒後センサ出力 V_{RX} との差 $(V_{r2} - V_{RX})$ としてもよい。

30

【0092】

図8(D)に示す NO_x 濃度 C_n は、リーン制御($t_1 \sim t_{2n}$ 若しくは $t_1 \sim t_{2a}$)の終了直後に触媒から排出される NO_x の濃度である。この NO_x 濃度 C_n は、リーン制御終了直後の触媒後センサ出力 V_r 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 V_r 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 P_l の値が小であるほど）、 NO_x 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。

【0093】

もっとも、触媒後センサ出力 V_r 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。

40

【0094】

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 V_{LX} とリッチ閾値 V_{RX} とはストイキ相当値 V_{st} に等しく設定されている。

【0095】

例えばリッチ制御期間中（本実施形態では $t_1 \sim t_2$ ）、基本方法では触媒後センサ出力 V_r が、ストイキ相当値 V_{st} よりも大きなリッチ判定値 V_R 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 V_r が、リッチ判定値 V_R よりリーン側のリッチ閾値 V_{RX} に上昇すれば切り替えが行われ、より早いタ

50

イミングで切り替えが行われる。

【0096】

リッチ閾値 V_{RX} は、ストイキ相当値 V_{st} 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 V_L (例えば $0.2V$)よりも小さな値 V_{RX}' に設定したり、リーン判定値 V_L と等しい値 V_{RX}'' に設定したり、リーン判定値 V_L とストイキ相当値 V_{st} の間の値 V_{RX}''' に設定したりすることも可能である。

【0097】

或いは、触媒後センサ出力 V_r 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 V_r 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 V_r の値を、リッチ閾値 V_{RX} 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 V_r 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。

10

【0098】

他方、リーン制御期間中(本実施形態では $t_2 \sim t_3$)、基本方法では触媒後センサ出力 V_r が、ストイキ相当値 V_{st} よりも小さなリーン判定値 V_L 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 V_r が、リーン判定値 V_L よりリッチ側のリーン閾値 V_{LX} 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。

【0099】

リーン閾値 V_{LX} は、ストイキ相当値 V_{st} 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 V_R (例えば $0.6V$)よりも大きな値 V_{LX}' に設定したり、リッチ判定値 V_R と等しい値 V_{LX}'' に設定したり、リッチ判定値 V_R とストイキ相当値 V_{st} の間の値 V_{LX}''' に設定したりすることも可能である。触媒後センサ出力 V_r 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 V_r 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 V_r の値を、リーン閾値 V_{LX} と定めてもよい。いずれにしても、リッチ閾値 V_{RX} およびリーン閾値 V_{LX} 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。

20

【0100】

例えば $t_1 \sim t_2$ のリッチ制御期間中、時刻 t_{11} から時刻 t_2 まで、放出酸素量 OSC_b が積算計測される。この計測値は基本方法で得られるものより少ない値となる。そして時刻 t_2 の後、切替後のリーン制御期間中に、触媒後センサ出力 V_r のリッチピーク P_r が検出され、若しくはリッチピーク P_r に至るまでのリッチ変化率 H_r が検出される。これら計測された放出酸素量 OSC_b と、検出されたリッチピーク P_r 若しくはリッチ変化率 H_r とに基づき、触媒が正常か異常かが判定される。

30

【0101】

同様に、 $t_2 \sim t_3$ のリーン制御期間中でも、時刻 t_{21} から時刻 t_3 まで吸蔵酸素量 OSC_a が積算計測される。そして時刻 t_3 の後、切替後のリッチ制御期間中に、触媒後センサ出力 V_r のリーンピーク P_l が検出され、若しくはリーンピーク P_l に至るまでのリーン変化率 H_l が検出される。これら計測された吸蔵酸素量 OSC_a と、リーンピーク P_l 若しくはリーン変化率 H_l とに基づき、触媒が正常か異常かが判定される。

40

【0102】

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、リーン制御時に計測された吸蔵酸素量 OSC_a と、その後のリッチ制御時の触媒後センサ出力挙動のみに基づいて正異常判定する。そしてこのときリーン閾値 V_{LX} を、ストイキ相当値 V_{st} よりリッチ側の値に設定する。

【0103】

エミッションの観点からすると、空燃比がストイキに対しリッチ側にずれたときよりも、空燃比がストイキに対しリーン側にずれたときの方が、エミッションが悪化する。すなわち前者で排出される CO 、 HC よりも、後者で排出される NO_x の方がエミッションへ

50

の悪影響が大きい。なおこの観点から、通常のスロイキ制御のときに、触媒後センサ出力が、スロイキ相当値 V_{st} よりも若干リッチ側の目標値に近づくよう制御する場合がある。

【0104】

また、リーン閾値 V_{LX} をスロイキ相当値 V_{st} よりリッチ側の値に設定すると、リーン閾値 V_{LX} からリーン側に変化する際の触媒後センサ出力の変化代を大きく取れ、分解能が高まる。

【0105】

よって本実施例のようにすれば、診断精度向上と診断時のエミッション悪化抑制に有利である可能性がある。

10

【0106】

[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10A, 図10Bを用いて、第1の診断処理方法を説明する。この第1の診断処理方法は、触媒後センサ出力 V_r のリッチピーク P_r の値を用いる方法である。

【0107】

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、診断実行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 G_a と触媒温度 T_c 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 G_a はエアフローメータ5で検出される。触媒温度 T_c 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。

20

【0108】

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 G_a と触媒温度 T_c 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。

【0109】

そこで定常運転時の吸入空気量 G_a と触媒温度 T_c 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。

30

【0110】

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。

【0111】

(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) については、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。

40

【0112】

診断許可フラグがオンとなっていない場合(オフの場合)、待機状態となる。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において、アクティブ空燃比制御のリーン振幅 A_l およびリッチ振幅 A_r が設定される。

【0113】

リーン振幅 A_l およびリッチ振幅 A_r の基準値は例えば0.5である。このときスロイキ(例えば14.6)を中心として、リーン制御時の目標空燃比 A/F_t は例えば15.

50

1、リッチ制御時の目標空燃比 A/F_t は例えば 14.1 である。

【0114】

ところで、触媒の異常度合いが大きく、振幅と排気ガス流量の積も大きい場合、計測開始から極短時間で瞬間的に未浄化ガスが排出されてしまい、十分な計測精度を確保するのが困難なことがある。

【0115】

そこで、触媒の異常度合いが大きいときは、その異常度合いに応じてリーン振幅 A_l およびリッチ振幅 A_r を設定する。具体的には、ECU20に予め記憶された図11に示すようなマップに従い、前回診断時に計測された酸素吸蔵容量OSC(前回OSC)に基づき、リーン振幅 A_l およびリッチ振幅 A_r を設定する。前回OSCを用いるのは、この値が現状の触媒の異常度合いを最も良く反映しているからである。

10

【0116】

このマップによれば、触媒の異常度合いが大きい領域、すなわち前回OSCが所定値OSC1より小さい領域において、前回OSCが小さくなるほど小さいリーン振幅 A_l およびリッチ振幅 A_r が得られる。よって触媒の異常度合いが大きくなるほどリーン振幅 A_l およびリッチ振幅 A_r を減少し、振幅と排気ガス流量の積を減少することができる。そして計測時間を長期化し、十分な計測精度を確保し易くすることができる。

【0117】

また、触媒の異常度合いが大きくない領域、すなわち前回OSCが所定値OSC1以上の領域においては、前回OSCに拘わらず、リーン振幅 A_l およびリッチ振幅 A_r は一定の基準値(0.5)とされる。振幅が小さいと計測時間が長くなり、計測途中で前提条件が非成立となって診断が中止される確率が高くなる。つまり、診断機会を喪失する確率が高くなる。しかし本実施形態では、前回OSCが所定値OSC1より小さい場合に限って振幅を減少するので、診断機会の喪失確率を低減することができる。

20

【0118】

なお、代替的に、前回OSCが所定値OSC1より小さいとき、排気ガス流量若しくはその代用値である吸入空気量 G_a が大きいほどリーン振幅 A_l およびリッチ振幅 A_r を小さく設定してもよい。これによっても振幅と排気ガス流量の積を減少して、十分な計測精度を確保し易くすることができる。

【0119】

次に、ステップS103において、目標空燃比 A/F_t がリッチに設定され、リッチ制御が実行される。

30

【0120】

ステップS104では、触媒前空燃比 A/F_f がストイキ以下になったか否かが判断される。判定がノーのときは待機状態となり、判定がイエスのときはステップS105で放出酸素量OSC bが計測される。

【0121】

次いでステップS106で、排気ガス流量、具体的にはその代用値である吸入空気量 G_a に基づき、リッチ閾値 V_{RX} が設定される。すなわちここではリッチ閾値 V_{RX} がストイキ相当値 V_{st} に固定されておらず、吸入空気量 G_a に応じて変化させられる。リッチ閾値 V_{RX} は、図12に示すような予め記憶されたマップに従って設定される。

40

【0122】

このマップによれば、吸入空気量 G_a が多いほどリッチ閾値 V_{RX} が小さく(リーン側に)され、より早いタイミングで放出酸素量OSC bの計測が終了される。これにより、排気ガス流量の大小がリッチピーク P_r に及ぼす影響を少なくすることができる。

【0123】

次にステップS107で、触媒後センサ出力 V_r がリッチ閾値 V_{RX} と比較される。触媒後センサ出力 V_r がリッチ閾値 V_{RX} 未満の場合、ステップS105に戻って放出酸素量OSC bの計測が続行される。他方、触媒後センサ出力 V_r がリッチ閾値 V_{RX} 以上の場合には、ステップS108に進んで放出酸素量OSC bの計測が終了される。

50

【 0 1 2 4 】

次にステップ S 1 0 9 で、目標空燃比 $A / F t$ がリーンに設定され、リーン制御が実行される。

【 0 1 2 5 】

ステップ S 1 1 0 では、触媒後センサ出力 $V r$ がリッチ側のピークに達したか否かが判断される。これは、触媒後センサ出力 $V r$ の微分値が正から負に転じたか否かを以て判断される。

【 0 1 2 6 】

判定がノーのときは待機状態となる。判定がイエスのときは、ステップ S 1 1 1 で、ピーク到達時点での触媒後センサ出力 $V r$ の値がリッチピーク $P r$ として検出される。

10

【 0 1 2 7 】

次にステップ S 1 1 2 で、リッチピーク $P r$ の値から、残存酸素量 $O S C b x$ の値が算出される。残存酸素量とは、例えば図 6 のリッチ制御時に時刻 $t 2$ から時刻 $t 3$ までの間に放出される触媒の残存酸素の量をいい、或いは、図示しないリーン制御時に同様の期間内に触媒に吸蔵される酸素の量をいう。前者を残存放出酸素量、後者を残存吸蔵酸素量ともいう。ここでの残存酸素量 $O S C b x$ は、図 1 3 に示すような予め記憶されたマップから算出される。

【 0 1 2 8 】

リッチピーク $P r$ の値が大きいほど、残存酸素の量は少ないと考えられる。よって図 1 3 に示すマップは、リッチピーク $P r$ の値が大きいほど、小さい残存酸素量 $O S C b x$ が得られるようになっている。

20

【 0 1 2 9 】

この後、ステップ S 1 1 3 ~ S 1 1 5 において、ステップ S 1 0 8 で計測された放出酸素量 $O S C b$ と、ステップ S 1 1 2 で算出された残存酸素量 $O S C b x$ とに基づき、触媒の正異常判定がなされる。

【 0 1 3 0 】

まずステップ S 1 1 3 では、放出酸素量 $O S C b$ と残存酸素量 $O S C b x$ とが所定の正常領域にあるか否かが判断される。この判断は、図 1 4 に示すような予め記憶されたマップに従ってなされる。

【 0 1 3 1 】

このマップは、放出酸素量 $O S C b$ (または吸蔵酸素量 $O S C a$) (横軸) と、残存放出酸素量 $O S C b x$ (または残存吸蔵酸素量 $O S C a x$) (縦軸) とをパラメータとする二次元マップである。そしてマップ内の領域は正常領域と異常領域とに分けられている。正常領域と異常領域の境界は、放出酸素量 $O S C b$ が小となる位置に形成され、残存酸素量 $O S C b x$ が小さいほどより大きな放出酸素量 $O S C b$ で異常判定するよう、縦軸に対して傾斜されている。

30

【 0 1 3 2 】

放出酸素量 $O S C b$ と残存酸素量 $O S C b x$ とがマップ上の正常領域にある場合、ステップ S 1 1 4 で触媒は正常と判定される。他方、放出酸素量 $O S C b$ と残存酸素量 $O S C b x$ とがマップ上の正常領域にない場合(すなわち異常領域にある場合)、ステップ S 1 1 5 で触媒は異常と判定される。

40

【 0 1 3 3 】

そしてステップ S 1 1 6 で診断許可フラグがオフされ、ルーチンが終了される。

【 0 1 3 4 】

なお、ここでは一つずつの放出酸素量 $O S C b$ 、リッチピーク $P r$ および残存酸素量 $O S C b x$ に基づいて正異常判定を行ったが、それらを複数ずつ取得し、それらの各平均値に基づいて正異常判定を行ってもよい。この点は後述の診断処理においても同様である。

【 0 1 3 5 】

次に、第 2 の診断処理方法を図 1 5 A, 図 1 5 B を用いて説明する。この第 2 の診断処理方法は、触媒後センサ出力 $V r$ のリーンピーク $P l$ の値を用いる方法である。

50

【0136】

この第2の診断処理方法は、概ね、第1の診断処理方法と比較してリッチおよびリーンの関係が逆転するだけで、その内容はほぼ同様である。以下、相違点を中心に説明する。

【0137】

ステップS201～S202は前記ステップS101～S102と同様である。ステップS203では、目標空燃比 A/F_t がリーンに設定され、リーン制御が実行される。

【0138】

ステップS204では、触媒前空燃比 A/F_f がストイキ以上になったか否かが判断される。判定がノーのときは待機状態となり、判定がイエスのときはステップS205で吸蔵酸素量 OSC_a が計測される。

10

【0139】

次いでステップS206で、排気ガス流量、具体的にはその代用値である吸入空気量 G_a に基づき、リーン閾値 V_{LX} が設定される。ここでもリーン閾値 V_{LX} がストイキ相当値 V_{st} に固定されておらず、吸入空気量 G_a に応じて変化させられる。

【0140】

リーン閾値 V_{LX} は、図16に示すような予め記憶されたマップに従って設定される。このマップは、図12に示したマップと逆の関係にあり、吸入空気量 G_a が多いほどリーン閾値 V_{LX} が大きくなる(リッチ側に)させられる。これにより、より早いタイミングで吸蔵酸素量 OSC_a の計測が終了されるようになる。

【0141】

20

ステップS207では、触媒後センサ出力 V_r がリーン閾値 V_{LX} と比較される。触媒後センサ出力 V_r がリーン閾値 V_{LX} より大きい場合、ステップS205に戻って吸蔵酸素量 OSC_a の計測が継続される。他方、触媒後センサ出力 V_r がリーン閾値 V_{LX} 以下の場合、ステップS208に進んで吸蔵酸素量 OSC_a の計測が終了される。

【0142】

ステップS209では、目標空燃比 A/F_t がリッチに設定され、リッチ制御が実行される。

【0143】

ステップS210では、触媒後センサ出力 V_r がリーン側のピークに達したか否かが判断される。これは、触媒後センサ出力 V_r の微分値が負から正に転じたか否かを以て判断される。

30

【0144】

判定がノーのときは待機状態となる。判定がイエスのときは、ステップS211で、ピーク到達時点での触媒後センサ出力 V_r の値がリーンピーク P_1 として検出される。

【0145】

次にステップS212で、リーンピーク P_1 の値から、残存酸素量 OSC_{ax} の値が算出される。残存酸素量 OSC_{ax} は、図17に示すような予め記憶されたマップから算出される。

【0146】

この図17に示すマップは、図13に示したマップとは逆に、リーンピーク P_1 の値が小さいほど、小さい残存酸素量 OSC_{ax} が得られるようになっている。

40

【0147】

この後、ステップS213～S215において、ステップS208で計測された吸蔵酸素量 OSC_a と、ステップS212で算出された残存酸素量 OSC_{ax} とに基づき、触媒の正異常判定がなされる。

【0148】

ステップS213では、吸蔵酸素量 OSC_a と残存酸素量 OSC_{ax} とが所定の正常領域にあるか否かが判断される。この判断は、図14に示したマップと同様の傾向を有する別のマップを使用してなされる。

【0149】

50

吸蔵酸素量 $OSCa$ と残存酸素量 $OSCa_x$ とがマップ上の正常領域にある場合、ステップ $S214$ で触媒は正常と判定される。他方、吸蔵酸素量 $OSCa$ と残存酸素量 $OSCa_x$ とがマップ上の正常領域にない場合（すなわち異常領域にある場合）、ステップ $S215$ で触媒は異常と判定される。

【0150】

そしてステップ $S216$ で診断許可フラグがオフされ、ルーチンが終了される。

【0151】

なお、上述の第1の診断処理方法と第2の診断処理方法とは当然組み合わせることも可能である。この場合、まず計測された放出酸素量 $OSCb$ と吸蔵酸素量 $OSCa$ の平均値を算出する。次いで、リッチピーク Pr およびリッチ閾値 VRX の差 ($Pr - VRX$) の絶対値と、リーンピーク Pl およびリーン閾値 VLX の差 ($Pl - VLX$) の絶対値との平均値を算出し、この平均値から残存酸素量を所定のマップに従い算出する。そして放出酸素量 $OSCb$ と吸蔵酸素量 $OSCa$ の平均値と、残存酸素量とが所定の正常領域にあるか否かを判定することにより、触媒の正異常判定を行う。

10

【0152】

次に、第3の診断処理方法を図18A、図18Bを用いて説明する。この第3の診断処理方法は、触媒後センサ出力 Vr のリッチ変化率 Hr を用いる方法である。

【0153】

この第3の診断処理方法は、概ね、第1の診断処理方法（図10A、図10B）と比較して、ステップ $S311A$ が追加され、ステップ $S112$ がステップ $S312$ に変更された点のみが異なる。以下、相違点を中心に説明する。

20

【0154】

ステップ $S301 \sim S311$ は前記ステップ $S101 \sim S111$ と同様である。ステップ $S311A$ では、触媒後センサ出力 Vr がリッチ閾値 VRX からリッチピーク Pr に変化するときの触媒後センサ出力 Vr のリッチ変化率 Hr が次式(2)により算出される。

【0155】

【数2】

$$Hr = (Pr - VRX) / \sum Ga \quad \dots (2)$$

【0156】

ここで、 Ga は、触媒後センサ出力 Vr がリッチ閾値 VRX に達した時 $tVRX$ から、触媒後センサ出力 Vr がリッチピーク Pr に達した時 tPr まで、吸入空気量 Ga を積算してなる値である。また $VRX < Pr$ 、 $tVRX < tPr$ である。触媒の異常度合いが大きいほどリッチ変化率 Hr は大きくなる。なお Ga の代わりに、 $(tPr - tVRX)$ を用いることも可能である。

30

【0157】

次にステップ $S312$ では、リッチ変化率 Hr の値から、残存酸素量 $OSCb_x$ の値が算出される。残存酸素量 $OSCb_x$ は、図19に示すような予め記憶されたマップから算出される。このマップは、図13に示したマップと同様、リッチ変化率 Hr の値が大きいほど、小さい残存酸素量 $OSCb_x$ が得られるようになっている。

40

【0158】

この後のステップ $S313 \sim S316$ は、前記ステップ $S113 \sim S116$ と同様である。正異常判定に用いられるマップも図14に示したのと同様のマップである。

【0159】

次に、第4の診断処理方法を図20A、図20Bを用いて説明する。この第4の診断処理方法は、触媒後センサ出力 Vr のリーン変化率 Hl を用いる方法である。

【0160】

この第4の診断処理方法は、概ね、第2の診断処理方法（図15A、図15B）と比較して、ステップ $S411A$ が追加され、ステップ $S212$ がステップ $S412$ に変更された点のみが異なる。以下、相違点を中心に説明する。

50

【 0 1 6 1 】

ステップ S 4 0 1 ~ S 4 1 1 は前記ステップ S 2 0 1 ~ S 2 1 1 と同様である。ステップ S 4 1 1 A では、触媒後センサ出力 V_r がリーン閾値 V_{LX} からリーンピーク P_1 に変化するときの触媒後センサ出力 V_r のリーン変化率 H_1 が次式 (3) により算出される。

【 0 1 6 2 】

【数 3】

$$H_1 = (P_1 - V_{LX}) / \sum G_a \quad \dots (3)$$

【 0 1 6 3 】

ここでの G_a も同様に、触媒後センサ出力 V_r がリーン閾値 V_{LX} に達した時 t_{VLX} から、触媒後センサ出力 V_r がリーンピーク P_1 に達した時 t_{P1} まで、吸入空気量 G_a を積算してなる値である。ここでは $t_{VLX} < t_{P1}$ であるが、 $P_1 < V_{LX}$ である。触媒の異常度合いが大きいほど、リーン変化率 H_1 はマイナス方向に大きくなる。なお G_a の代わりに、 $(t_{P1} - t_{VLX})$ を用いることも可能である。

10

【 0 1 6 4 】

次にステップ S 4 1 2 では、リーン変化率 H_1 の値から、残存酸素量 O_{SCax} の値が算出される。残存酸素量 O_{SCax} は、図 2 1 に示すような予め記憶されたマップから算出される。このマップは、図 1 7 に示したマップと同様、リーン変化率 H_1 の値が小さいほど、小さい残存酸素量 O_{SCax} が得られるようになっている。

【 0 1 6 5 】

20

この後のステップ S 4 1 3 ~ S 4 1 6 は、前記ステップ S 2 1 3 ~ S 2 1 6 と同様である。正異常判定に用いられるマップも図 1 4 に示したのと同様のマップである。

【 0 1 6 6 】

なお、上述の第 3 の診断処理方法と第 4 の診断処理方法とは当然組み合わせることも可能である。この場合、まず計測された放出酸素量 O_{SCb} と吸蔵酸素量 O_{SCa} の平均値を算出する。次いで、リッチ変化率 H_r の絶対値と、リーン変化率 H_1 の絶対値との平均値を算出し、この平均値から残存酸素量を所定のマップに従い算出する。そして放出酸素量 O_{SCb} と吸蔵酸素量 O_{SCa} の平均値と、残存酸素量とが所定の正常領域にあるか否かを判定することにより、触媒の正異常判定を行う。

【 0 1 6 7 】

30

このように、本実施形態によれば、計測誤差を縮小して診断精度を向上し、誤診断を抑制することが可能である。

【 0 1 6 8 】

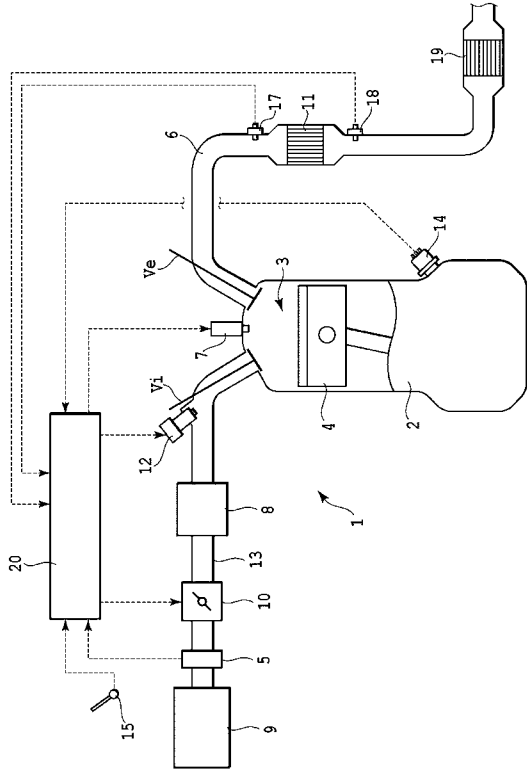
以上、本発明の実施形態について詳細に述べたが、本発明の実施形態は他にも様々なものが考えられる。例えば内燃機関の用途や形式等は任意であり、自動車用以外であってもよいし、直噴式等であってもよい。上記の説明ではリーン側とリッチ側若しくは吸蔵側と放出側の一方のみしか説明していない箇所があるが、この一方に対する説明によって他方も理解されることが当業者にとって明らかであろう。

【 0 1 6 9 】

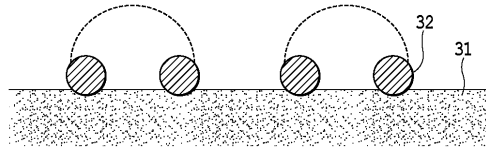
本発明には、特許請求の範囲によって規定される本発明の思想に包含されるあらゆる変形例や応用例、均等物が含まれる。従って本発明は、限定的に解釈されるべきではなく、本発明の思想の範囲内に帰属する他の任意の技術にも適用することが可能である。

40

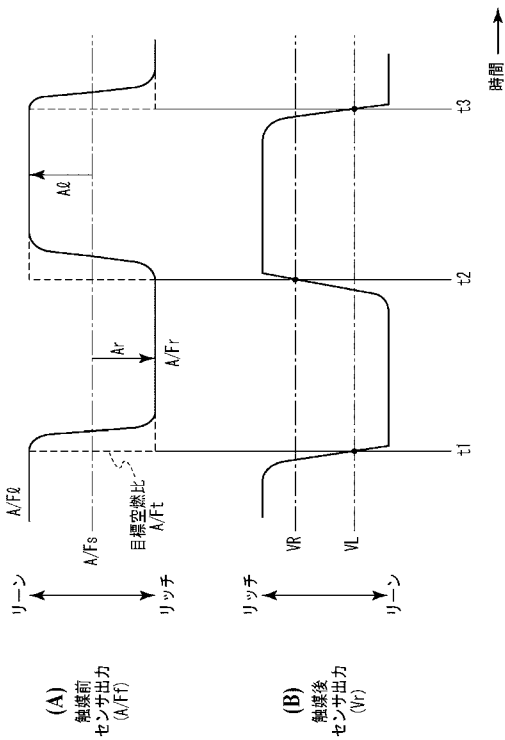
【図1】



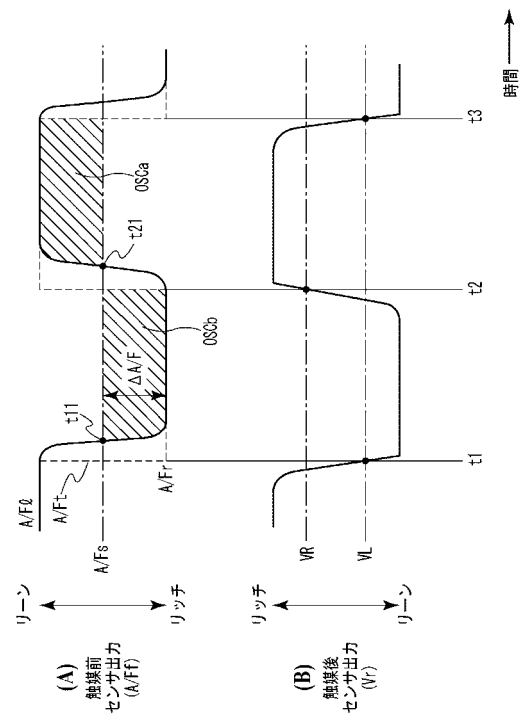
【図2】



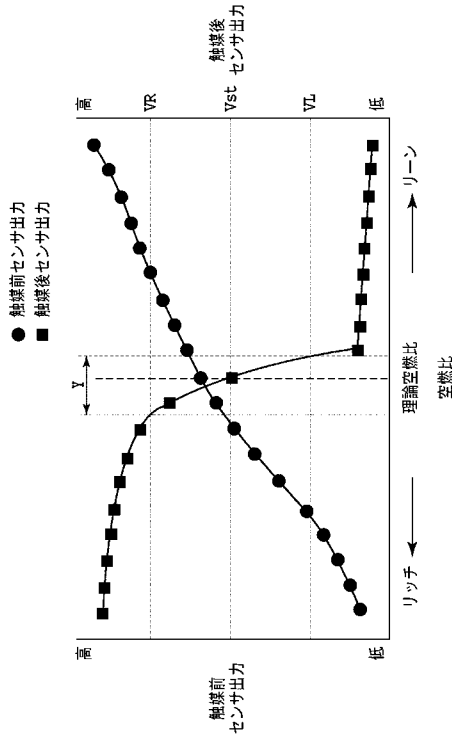
【図3】



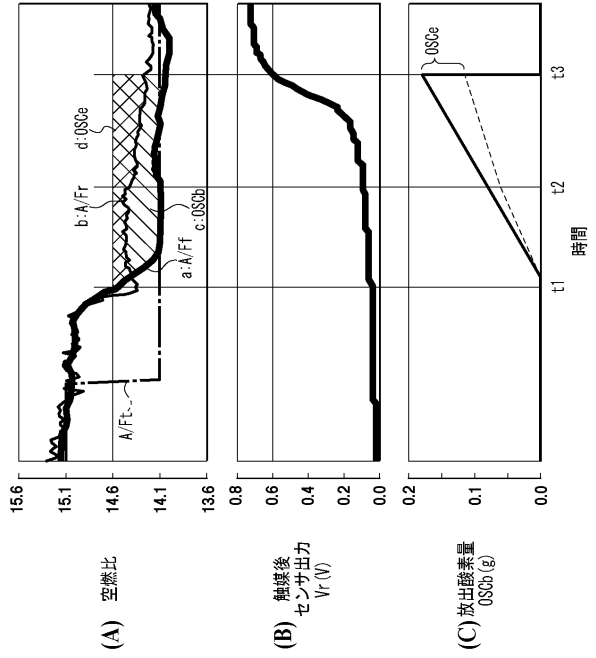
【図4】



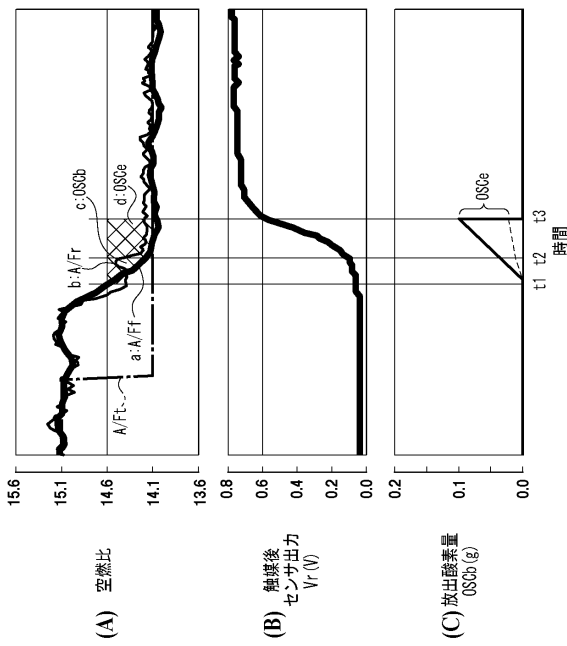
【 図 5 】



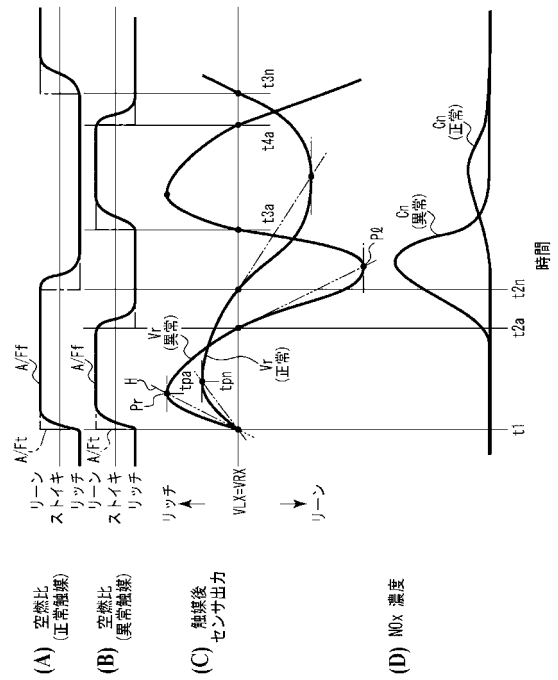
【 図 6 】



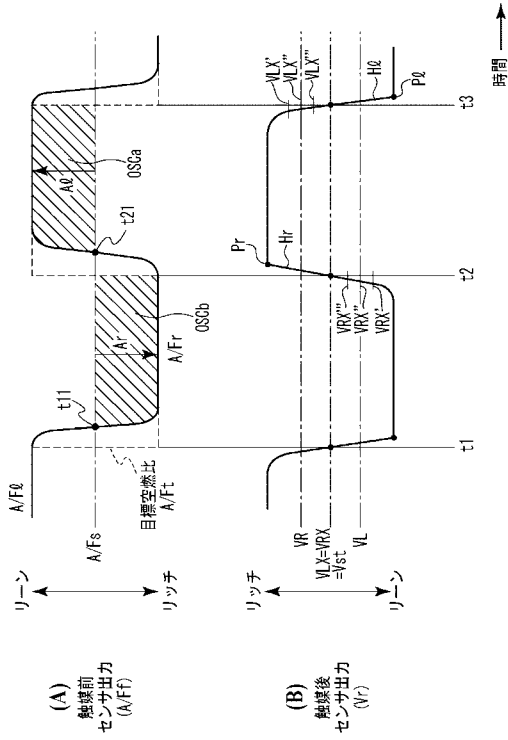
【 図 7 】



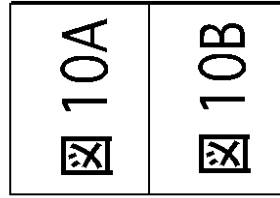
【 図 8 】



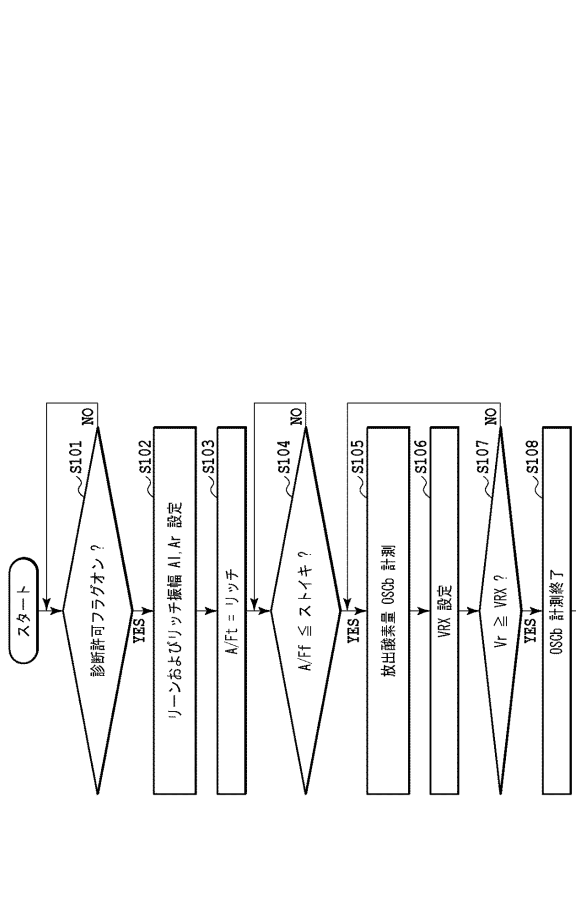
【図9】



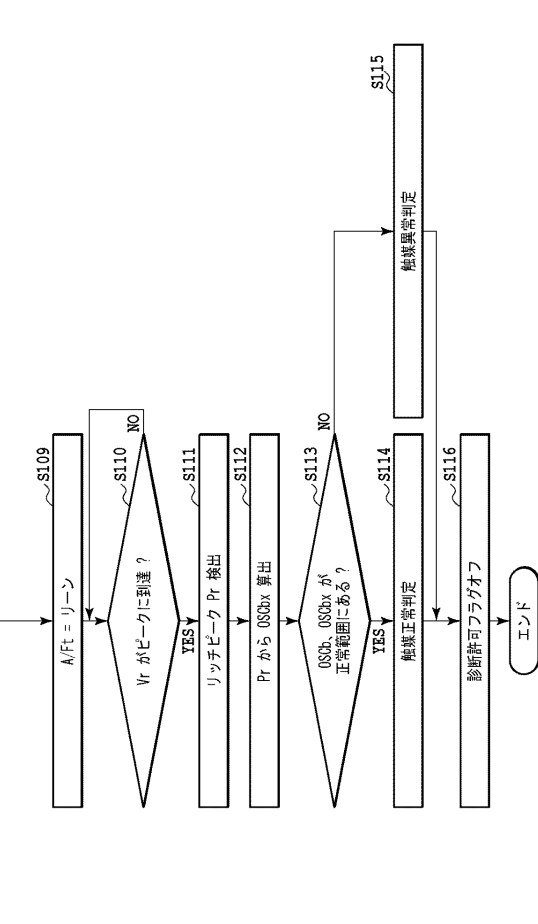
【図10】



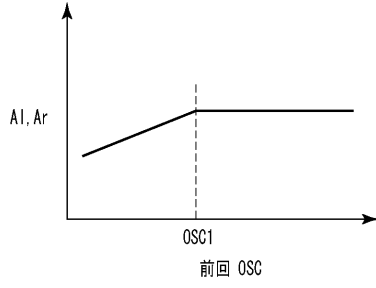
【図10A】



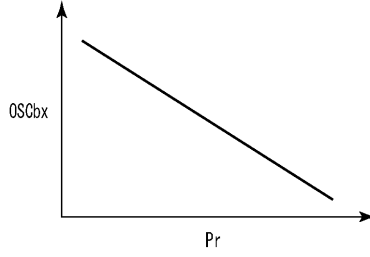
【図10B】



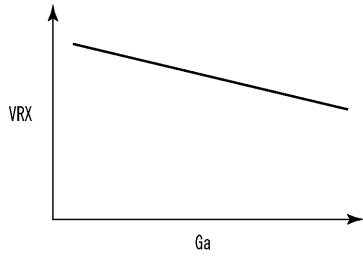
【図 1 1】



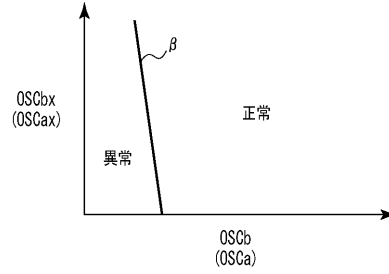
【図 1 3】



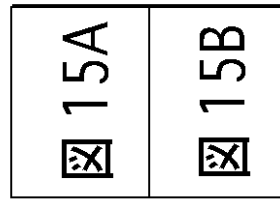
【図 1 2】



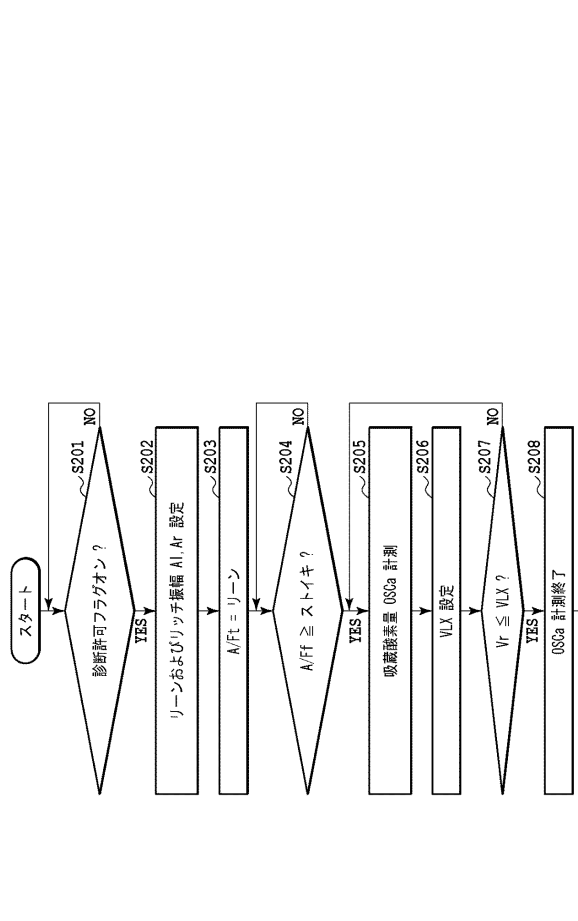
【図 1 4】



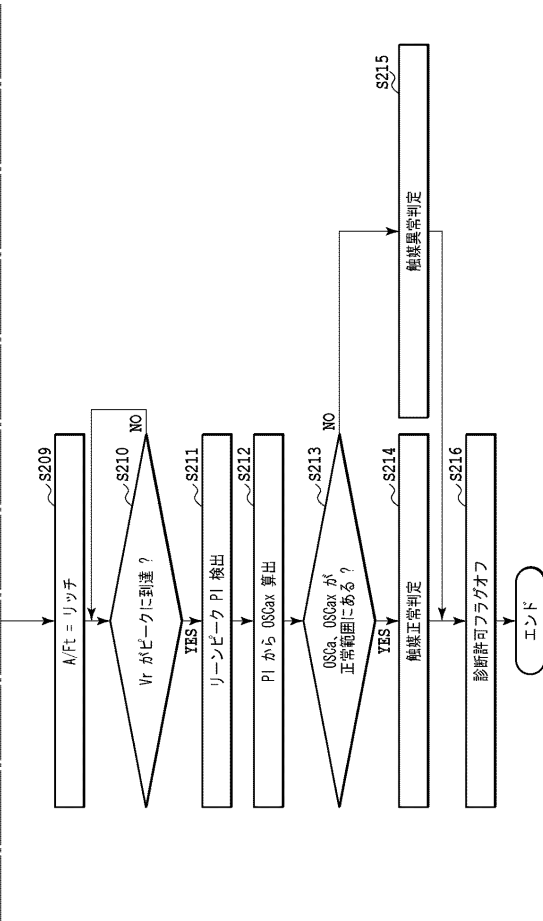
【図 1 5】



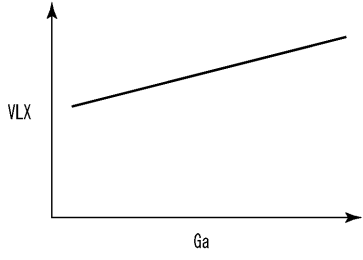
【図 1 5 A】



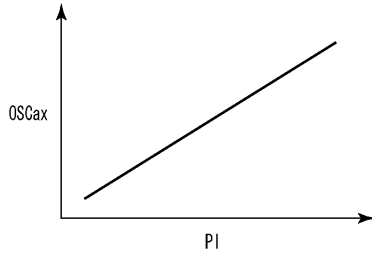
【図 1 5 B】



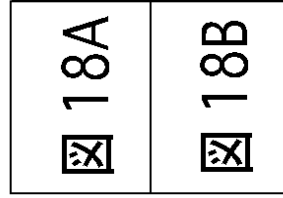
【 16 】



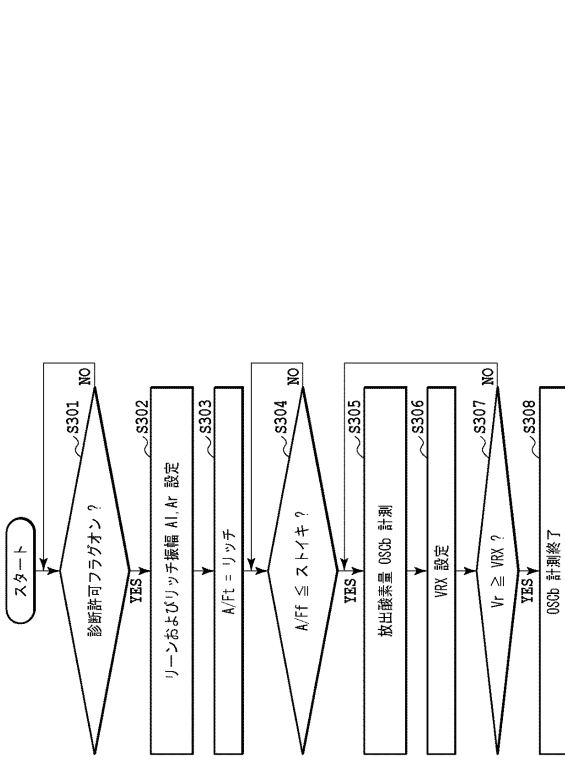
【 17 】



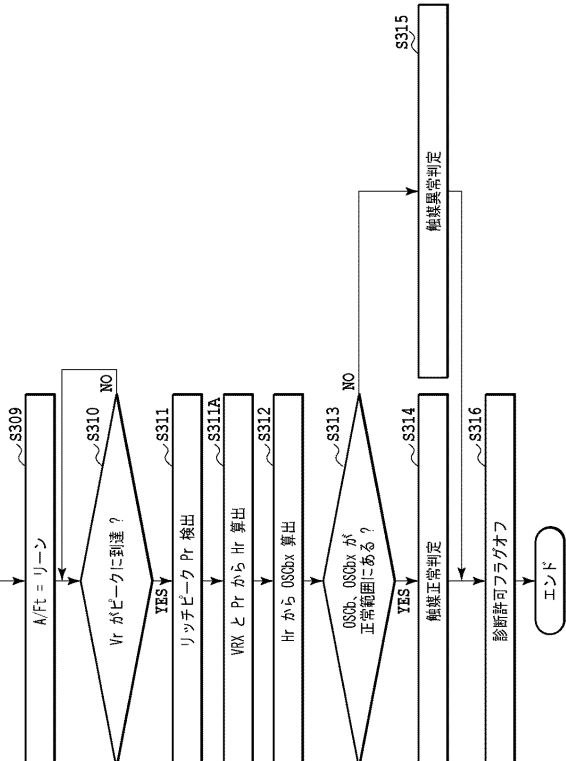
【 18 】



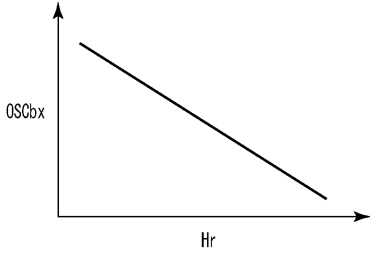
【 18 A 】



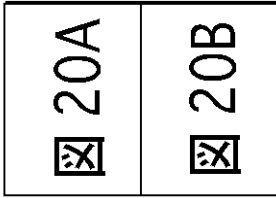
【 18 B 】



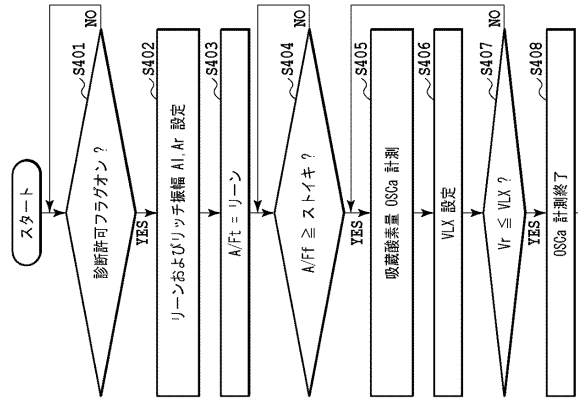
【図19】



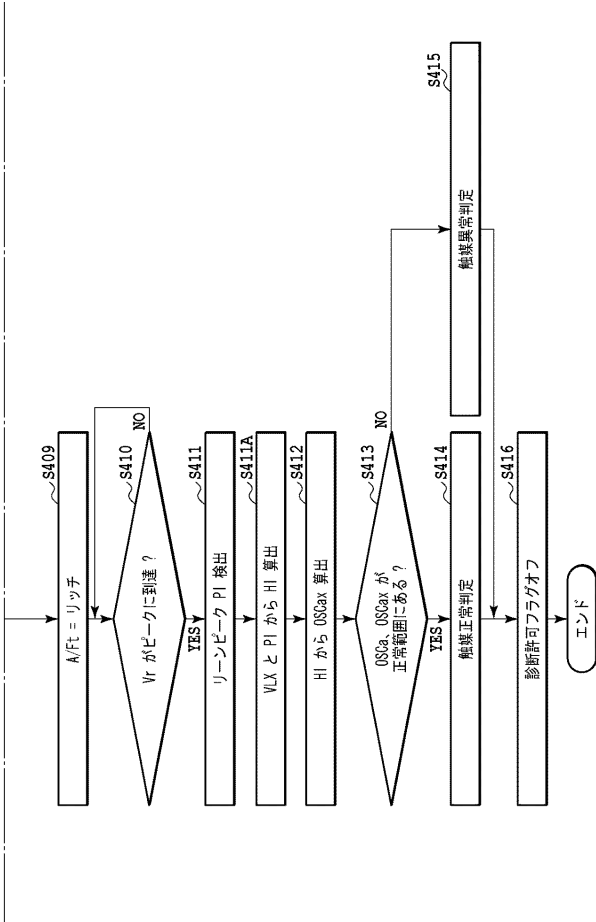
【図20】



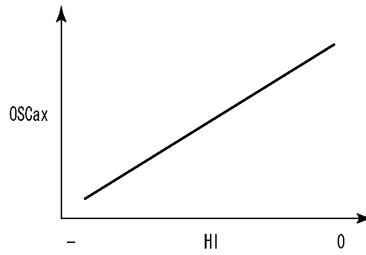
【図20A】



【図20B】



【図21】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009 - 167987 (JP, A)
特開2008 - 31901 (JP, A)
特開2009 - 191787 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01N 3/20
F02D 45/00