

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-24879

(P2010-24879A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N 3/20 ZABC	3G091
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 314Z	3G384

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2008-184752 (P2008-184752)	(71) 出願人	000005326
(22) 出願日	平成20年7月16日 (2008.7.16)		本田技研工業株式会社
			東京都港区南青山二丁目1番1号
		(74) 代理人	100095566
			弁理士 高橋 友雄
		(72) 発明者	飯田 潤
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		Fターム(参考)	3G091 AA18 AB03 AB06 BA32 BA33
			BA34 EA01 EA05 EA18 EA19
			EA34 FC01 HA37 HA38
			3G384 AA03 BA13 BA31 BA33 DA14
			DA43 FA01Z FA41B FA41Z FA42B
			FA42Z FA45B FA45Z FA46B FA46Z
			FA58Z

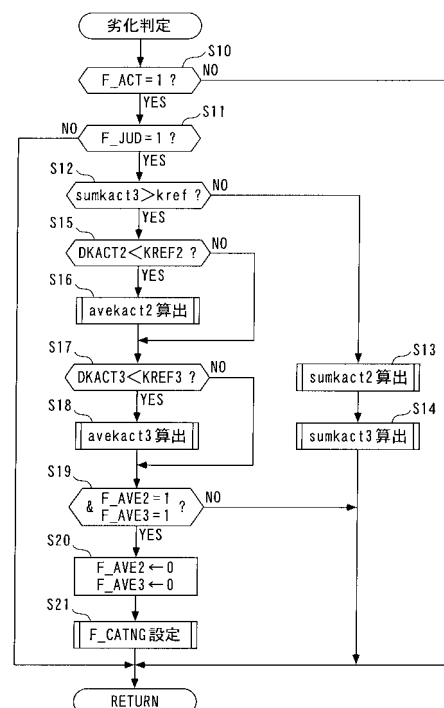
(54) 【発明の名称】 排ガス浄化装置の劣化判定装置

(57) 【要約】

【課題】 判定対象となる触媒の上流側に別個の触媒が配置されている場合において、判定対象となる触媒の劣化判定精度を向上させることができる排ガス浄化装置の劣化判定装置を提供すること。

【解決手段】 上流側触媒11と下流側触媒12を備えた排ガス浄化装置10において、下流側触媒12の劣化を判定する劣化判定装置1はECU2を備える。ECU2は、上流側触媒11に流入する排ガスを、酸化雰囲気から還元雰囲気に切り換えるように制御し(ステップ1, 3)、上流側触媒11が活性状態にあるときには、この切換以降の第2当量比KACT2および第3当量比KACT3を用いて、下流側触媒12を劣化判定を実行し(ステップ10~21)、上流側触媒11が不活性状態にあるときに、下流側触媒12の劣化判定を中止する(ステップ10)。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の排気通路を流れる排ガスを浄化する上流側触媒と、当該排気通路の当該上流側触媒よりも下流側の排ガスを浄化するとともに排ガス中の所定成分を貯蔵する能力を有する下流側触媒とを備えた排ガス浄化装置において、当該下流側触媒の劣化を判定する排ガス浄化装置の劣化判定装置であって、

前記上流側触媒と前記下流側触媒の間における排ガス中の所定成分の濃度を表すパラメータを中間濃度パラメータとして検出する中間濃度パラメータ検出手段と、

前記下流側触媒の下流側における排ガス中の前記所定成分の濃度を表すパラメータを下流側濃度パラメータとして検出する下流側濃度パラメータ検出手段と、

前記検出された中間濃度パラメータおよび前記検出された下流側濃度パラメータを用いて、前記下流側触媒の劣化を判定する劣化判定手段と、

前記上流側触媒が活性状態にあるか否かを判定する活性状態判定手段と、

当該活性状態判定手段によって前記上流側触媒が活性状態にないと判定されたときに、前記劣化判定手段による前記下流側触媒の劣化判定を禁止する禁止手段と、

を備えることを特徴とする排ガス浄化装置の劣化判定装置。

【請求項 2】

前記上流側触媒の温度を表す温度パラメータを検出する温度パラメータ検出手段をさらに備え、

前記活性状態判定手段は、前記温度パラメータが表す前記上流側触媒の温度が第 1 所定値以上であるときに、前記上流側触媒が活性状態にあると判定することを特徴とする請求項 1 に記載の排ガス浄化装置の劣化判定装置。

【請求項 3】

前記活性状態判定手段は、前記上流側触媒の温度が前記第 1 所定値以上でかつ当該第 1 所定値よりも高い第 2 所定値以下であるときに、前記上流側触媒が活性状態にあると判定することを特徴とする請求項 2 に記載の排ガス浄化装置の劣化判定装置。

【請求項 4】

前記上流側触媒に流入する排ガスを酸化雰囲気と還元雰囲気との間で切り換えて制御する雰囲気制御手段をさらに備え、

前記所定成分は酸素であり、

前記劣化判定手段は、前記雰囲気制御手段による排ガスの、酸化雰囲気から還元雰囲気への切換以降に検出された前記中間濃度パラメータおよび前記下流側濃度パラメータを用いて、前記下流側触媒の劣化を判定することを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の排ガス浄化装置の劣化判定装置。

【請求項 5】

前記所定成分は NO_x であり、

前記劣化判定手段は、前記中間濃度パラメータおよび前記下流側濃度パラメータを用いて、前記下流側触媒の劣化を判定することを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の排ガス浄化装置の劣化判定装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、内燃機関の排気通路に直列に設けられた、排ガス浄化用の 2 つの触媒を有する排ガス浄化装置において、下流側の触媒の劣化を判定する排ガス浄化装置の劣化判定装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、排ガス浄化装置の劣化判定装置として、例えば特許文献 1 に記載されたものが知られている。この排ガス浄化装置は、排ガス浄化用の触媒を備えており、この触媒は、内燃機関の排気通路に設けられている。また、劣化判定装置は、触媒の劣化を判定するもの

10

20

30

40

50

であり、触媒の上流側に設けられた上流側酸素濃度センサと、触媒の下流側に設けられた下流側酸素濃度センサとを備えている。

【 0 0 0 3 】

この劣化判定装置では、触媒が劣化した場合、その酸素貯蔵能 (Oxygen Storage Capacity) が低下することで、下流側酸素濃度センサの出力 R V O 2 の波形が、上流側酸素濃度センサの出力 F V O 2 の波形に近似した状態になるという事象に基づいて、触媒の劣化判定が実行される。具体的には、特許文献 1 の図 1 , 2 に示すように、劣化判定の実行条件が成立しているとき (ステップ 2 が Y E S のとき) に、上流側酸素濃度センサを通過した排ガスが下流側酸素濃度センサに到達するまでの遅延時間 T F R C A T を加味して、上流側酸素濃度センサの出力 F V O 2 (n - X) と下流側酸素濃度センサの出力 R V O 2 (n) との偏差の絶対値の積算値 S U M D F R を算出する (図 1 のステップ 2 ~ 7)。そして、この積算値 S U M D F R がしきい値 C A T N G よりも小さいとき、すなわち触媒の酸素貯蔵能が低下したときには、触媒が劣化していると判定され、それ以外ときには正常であると判定される (図 2 のステップ 1 2 ~ 1 4)。

10

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 2 7 1 6 9 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

上記従来の劣化判定装置によれば、2つの酸素濃度センサの出力を用い、触媒の酸素貯蔵能が低下しているか否かに基づいて、触媒の劣化判定を実行しているので、判定対象の触媒の上流側に、これとは別個の排ガス浄化用の触媒が設けられていた場合、以下に述べるような不具合を生じるおそれがある。すなわち、上流側の触媒が活性状態にない場合、判定対象となる下流側の触媒に流れ込む排ガスの活性度合が低くなることで、下流側の触媒の酸素貯蔵能が低下していないにもかかわらず、2つの酸素濃度センサの出力が酸素貯蔵能の低下を示す状態になることがあり、その場合には、下流側の触媒が劣化していないにもかかわらず、これが劣化したと誤判定されるおそれがある。

20

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、判定対象となる触媒の上流側に別個の触媒が配置されている場合において、判定対象となる触媒の劣化判定精度を向上させることができる排ガス浄化装置の劣化判定装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するために、請求項 1 に係る発明は、内燃機関 3 の排気通路 7 を流れる排ガスを浄化する上流側触媒 1 1 と、排気通路 7 の上流側触媒 1 1 よりも下流側の排ガスを浄化するとともに排ガス中の所定成分を貯蔵する能力を有する下流側触媒 1 2 とを備えた排ガス浄化装置 1 0 において、下流側触媒 1 2 の劣化を判定する排ガス浄化装置 1 0 の劣化判定装置 1 , 1 A であって、上流側触媒 1 1 と下流側触媒 1 2 の間における排ガス中の所定成分 (酸素、N O x) の濃度を表すパラメータを中間濃度パラメータ (第 2 当量比 K A C T 2、中間 N O x 濃度 C N O x _ P r e) として検出する中間濃度パラメータ検出手段 (E C U 2、中間 L A F センサ 2 3、中間 N O x センサ 3 0) と、下流側触媒 1 2 の下流側における排ガス中の所定成分の濃度を表すパラメータを下流側濃度パラメータ (第 3 当量比 K A C T 3、下流側 N O x 濃度 C N O x _ P o s t) として検出する下流側濃度パラメータ検出手段 (E C U 2、下流側 L A F センサ 2 4、下流側 N O x センサ 3 1) と、検出された中間濃度パラメータおよび検出された下流側濃度パラメータを用いて、下流側触媒 1 2 の劣化を判定する劣化判定手段 (E C U 2、ステップ 1 1 ~ 2 1 , 6 0 ~ 6 3 , 1 0 0 ~ 1 0 6 , 1 3 2 ~ 1 4 6 , 1 6 0 ~ 1 6 4 , 1 8 2 ~ 1 9 7 , 2 0 0 ~ 2 0 3) と、上流側触媒 1 1 が活性状態にあるか否かを判定する活性状態判定手段 (E C U 2、ステップ 3 0 ~ 3 2 , 7 0 ~ 7 2 , 8 0 ~ 8 4 , 9 0 ~ 9 4) と、活性状態判定手段によって上流側触媒 1 1 が活性状態にないとは判定されたときに、劣化判定手段による下流側触

40

50

媒 1 2 の劣化判定を禁止する禁止手段 (E C U 2 、ステップ 1 0 , 1 3 0 , 1 8 0) と、
を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

この排ガス浄化装置の劣化判定装置によれば、検出された中間濃度パラメータおよび検出された下流側濃度パラメータを用いて、下流側触媒の劣化が判定される。この場合、下流側触媒は、排ガス中の所定成分を貯蔵する能力を有しているので、排ガス中の所定成分濃度は、下流側触媒における所定成分の貯蔵量がその貯蔵能力を超えていない状態では、下流側触媒よりも下流側の方が上流側よりも低くなり、下流側触媒における所定成分の貯蔵量がその貯蔵能力の限界を超えた状態では、下流側触媒の上流側と下流側で同じようになる。その結果、下流側触媒の下流側および上流側における排ガス中の所定成分濃度の状態は、下流側触媒の所定成分の貯蔵能力の高低すなわち下流側触媒の劣化の有無を表すことになるので、中間濃度パラメータおよび下流側濃度パラメータを用いて、下流側触媒の劣化を判定することができる。

10

【 0 0 0 9 】

また、中間濃度パラメータは、上流側触媒と下流側触媒の間における排ガス中の所定成分の濃度を表すパラメータであり、下流側濃度パラメータは、下流側触媒の下流側における排ガス中の所定成分の濃度を表すパラメータであるので、上流側触媒が活性状態にないことによって、下流側触媒に流れ込む排ガスの活性度合が低くなると、その影響によって、これら 2 つの濃度パラメータの値も変化してしまう。そのため、これら 2 つの濃度パラメータを用いて、下流側触媒の劣化を判定すると、下流側触媒が劣化していないにもかかわらず、下流側触媒が劣化したと誤判定されるおそれがある。これに対して、この排ガス浄化装置の劣化判定装置によれば、活性状態判定手段によって上流側触媒が活性状態にないと判定されたときに、下流側触媒の劣化判定が禁止されるので、上流側触媒が活性状態にないことに起因する誤判定を回避しながら、下流側触媒の劣化判定を実行することができる、それにより、判定精度を向上させることができる (なお、本明細書における「中間濃度パラメータの検出」や「下流側濃度パラメータの検出」などの「検出」は、センサなどによりこれらの値を直接検出することに限らず、これらの値を他のパラメータに基づいて算出することを含む) 。

20

【 0 0 1 0 】

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に記載の排ガス浄化装置 1 0 の劣化判定装置 1 , 1 A において、上流側触媒 1 1 の温度を表す温度パラメータ (触媒温 T C A T 、始動後タイマの計数値 t m _ a s t 、熱量積算値 s u m Q) を検出する温度パラメータ検出手段 (E C U 2 、クランク角センサ 2 0 、触媒温センサ 2 5 、アクセル開度センサ 2 6) をさらに備え、活性状態判定手段は、温度パラメータが表す上流側触媒 1 1 の温度が第 1 所定値 T R E F 1 (判定値 t m _ r e f 、所定値 s r e f) 以上であるとき (ステップ 3 0 , 7 0 , 8 2 , 9 2 の判別結果が Y E S のとき) に、上流側触媒 1 1 が活性状態にあると判定する (ステップ 3 1 , 7 1 , 8 3 , 9 3) ことを特徴とする。

30

【 0 0 1 1 】

この排ガス浄化装置の劣化判定装置によれば、温度パラメータが表す上流側触媒の温度が第 1 所定値以上であるときに、上流側触媒が活性状態にあると判定されるので、この第 1 所定値を上流側触媒が確実に活性化するような温度に設定することによって、上流側触媒が活性状態にないことに起因する誤判定を確実に回避することができる。

40

【 0 0 1 2 】

請求項 3 に係る発明は、請求項 2 に記載の排ガス浄化装置 1 0 の劣化判定装置 1 , 1 A において、活性状態判定手段は、上流側触媒 1 1 の温度が第 1 所定値 T R E F 1 以上でかつ第 1 所定値 T R E F 1 よりも高い第 2 所定値 T R E F 2 以下であるとき (ステップ 3 0 の判別結果が Y E S のとき) に、上流側触媒 1 1 が活性状態にあると判定する (ステップ 3 1) ことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

この排ガス浄化装置のように、上流側触媒と下流側触媒を備えている場合、上流側触媒

50

の温度が高すぎると、上流側触媒の活性度合が極めて高くなり、上流側触媒を通過した排ガスの活性度合が極めて高くなることで、下流側触媒が劣化しているにもかかわらず、中間濃度パラメータおよび下流側濃度パラメータが、下流側触媒の劣化度合が低い状態を示すことがある。これに対して、この排ガス浄化装置の劣化判定装置によれば、上流側触媒の温度が第１所定値以上でかつ第１所定値よりも高い第２所定値以下であるときに、上流側触媒が活性状態にあると判定されるので、この第２所定値を、上流側触媒を通過した排ガスの活性度合が極めて高くなるような温度に設定することによって、上流側触媒の活性度合が高すぎること起因する誤判定を回避することができる。

【００１４】

請求項４に係る発明は、請求項１ないし３のいずれかに記載の排ガス浄化装置１０の劣化判定装置１において、上流側触媒１１に流入する排ガスを酸化雰囲気と還元雰囲気との間で切り換えて制御する雰囲気制御手段（ＥＣＵ２、ステップ１～３）をさらに備え、所定成分は酸素であり、劣化判定手段は、雰囲気制御手段による排ガスの、酸化雰囲気から還元雰囲気への切換以降に検出された中間濃度パラメータおよび下流側濃度パラメータを用いて、下流側触媒１２の劣化を判定する（ステップ１２～２１，６０～６３，１００～１０６）ことを特徴とする。

10

【００１５】

この排ガス浄化装置の劣化判定装置によれば、制御手段による排ガスの、酸化雰囲気から還元雰囲気への切換以降に検出された中間濃度パラメータおよび下流側濃度パラメータを用いて、下流側触媒の劣化が判定される。ここで、上流側触媒に流入する排ガスを酸化雰囲気から還元雰囲気に切り換えた場合、下流側触媒が酸素を貯蔵する能力すなわち酸素貯蔵能を有しているので、下流側触媒に流入した排ガス中の還元剤が下流側触媒に貯蔵された酸素によって酸化され、それに起因して、下流側触媒に貯蔵された酸素が無くなるまでの間、下流側触媒の下流側の排ガスは酸化雰囲気に保持される。それにより、下流側触媒の下流側の排ガスが還元雰囲気に変化するタイミングは、上流側触媒と下流側触媒の間で排ガスが還元雰囲気に変化するタイミングに対して遅れを生じる。すなわち、下流側触媒の上流側と下流側との間で排ガスが還元雰囲気に変化するタイミングのずれは、下流側触媒の酸素貯蔵能の高低すなわち下流側触媒の劣化の有無を表すことになる。したがって、そのような中間濃度パラメータおよび下流側濃度パラメータを用いることによって、下流側触媒の酸素貯蔵能が低下したか否か、すなわち下流側触媒が劣化したか否かを適切に判定することができる。

20

30

【００１６】

請求項５に係る発明は、請求項１ないし３のいずれかに記載の排ガス浄化装置１０の劣化判定装置１Ａにおいて、所定成分は NO_x であり、劣化判定手段は、中間濃度パラメータおよび下流側濃度パラメータを用いて、下流側触媒１２の劣化を判定する（ステップ１４１～１４６，１６０～１６４，１９１～１９７，２００～２０３）ことを特徴とする。

【００１７】

この排ガス浄化装置の劣化判定装置によれば、中間濃度パラメータおよび下流側濃度パラメータを用いて、下流側触媒の劣化が判定される。ここで、排ガスが下流側触媒に流入した場合、下流側触媒は排ガス中の NO_x を貯蔵する能力を有しているので、下流側触媒に流入した排ガス中の NO_x が下流側触媒に貯蔵される。それに起因して、下流側触媒の下流側における排ガス中の NO_x 濃度が、下流側触媒の上流側における排ガス中の NO_x 濃度よりも低い状態となるとともに、下流側触媒における NO_x 貯蔵量がその NO_x 貯蔵能力を超えた以降、下流側触媒よりも下流側の NO_x 濃度も上昇する。すなわち、下流側触媒の上流側および下流側における NO_x 濃度の状態は、下流側触媒の NO_x 貯蔵能力の高低すなわち下流側触媒の劣化の有無を表すことになる。したがって、そのような中間濃度パラメータおよび下流側濃度パラメータを用いることによって、下流側触媒の NO_x 貯蔵能力が低下したか否か、すなわち下流側触媒が劣化したか否かを適切に判定することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

50

【 0 0 1 8 】

以下、図面を参照しながら、本発明の第 1 実施形態に係る排ガス浄化装置の劣化判定装置について説明する。図 1 に示すように、本実施形態の劣化判定装置 1 は、E C U 2 を備えており、この E C U 2 は、内燃機関（以下「エンジン」という）3 の空燃比制御などの各種の制御処理を実行するとともに、後述するように、排ガス浄化装置 1 0 の劣化判定処理を実行する。

【 0 0 1 9 】

エンジン 3 は、図示しない車両に搭載されたディーゼルエンジンタイプのものであり、複数組（1 組のみ図示）の気筒 3 a およびピストン 3 b を備えている。エンジン 3 のシリンダヘッド 3 c には、燃料噴射弁 4 が気筒 3 a 毎に燃焼室に臨むように取り付けられている。

10

【 0 0 2 0 】

この燃料噴射弁 4 は、コモンレールを介して、高圧ポンプおよび燃料タンク（いずれも図示せず）に接続されている。高圧ポンプによって昇圧された燃料は、コモンレールを介して燃料噴射弁 4 に供給され、燃料噴射弁 4 から気筒 3 a 内に噴射される。燃料噴射弁 4 の開弁時間および開弁タイミングは、E C U 2 によって制御され、それにより、空燃比制御が実行される。この空燃比制御によって、エンジン 3 は、通常時は理論空燃比よりもリッチな混合気を燃焼させるリッチ燃焼状態で運転され、後述するリッチスパイク制御時には、リッチな混合気を燃焼させるリッチ燃焼状態で運転される。

【 0 0 2 1 】

20

エンジン 3 には、クランク角センサ 2 0 が設けられている。このクランク角センサ 2 0 は、マグネットロータおよび M R E ピックアップで構成されており、クランクシャフト 3 d の回転に伴い、いずれもパルス信号である C R K 信号および T D C 信号を E C U 2 に出力する。この C R K 信号は、所定クランク角（例えば 10° ）毎に 1 パルスが出力され、E C U 2 は、この C R K 信号に基づき、エンジン 3 の回転数（以下「エンジン回転数」という）N E を算出する。また、T D C 信号は、各気筒 3 a のピストン 3 b が吸気行程の T D C 位置よりも若干、手前の所定のクランク角位置にあることを表す信号であり、所定クランク角毎に 1 パルスが出力される。

【 0 0 2 2 】

エンジン 3 の吸気通路 5 には、エアフローセンサ 2 1 が設けられており、このエアフローセンサ 2 1 は、気筒内に吸入される空気量（以下「吸入空気量」という）G A I R を検出し、それを表す検出信号を E C U 2 に出力する。

30

【 0 0 2 3 】

一方、エンジン 3 の排気通路 7 には、排ガス浄化装置 1 0 が設けられており、この排ガス浄化装置 1 0 は、上流側から順に排気通路 7 に配置された上流側触媒 1 1 および下流側触媒 1 2 を備えている。この上流側触媒 1 1 は、酸素貯蔵能を有する三元触媒で構成され、その温度が後述する第 1 所定温度 T R E F 1 以上である場合には、活性化して排気ガス中の有害な未燃成分を浄化する。

【 0 0 2 4 】

また、下流側触媒 1 2 は、N O x 浄化触媒で構成されており、酸化雰囲気中の排ガスが流入したときに、排ガス中の N O x を捕捉（貯蔵）する能力と、排ガス中の酸素を貯蔵する酸素貯蔵能とを有している。

40

【 0 0 2 5 】

さらに、排気通路 7 には、上流側 L A F センサ 2 2 が上流側触媒 1 1 の上流側に、中間 L A F センサ 2 3 が上流側触媒 1 1 と下流側触媒 1 2 の間に、下流側 L A F センサ 2 4 が下流側触媒 1 2 の下流側にそれぞれ設けられている。

【 0 0 2 6 】

これらの L A F センサ 2 2 ~ 2 4 の各々は、ジルコニアおよび白金電極などで構成され、理論空燃比よりもリッチなリッチ領域から極リッチ領域までの広範囲な空燃比の領域において、排気通路 7 内を流れる排ガス中の酸素濃度をリニアに検出し、それを表す検出信

50

号を ECU2 に出力する。

【0027】

ここで、排ガス中の酸素濃度が、排ガス中の還元剤（未燃燃料）と酸素との質量比（燃空比）に対して極めて高い相関性があることは周知であり、それに起因して、両者の一方から他方を精度よく推定（算出）できることも周知である。以上の原理により、ECU2 は、上流側 LAF センサ 22 の検出信号の値に基づいて、上流側触媒 11 よりも上流側の排ガス中の還元剤と酸素との質量比を当量比に換算した値である第 1 当量比 KACT1 を算出し、中間 LAF センサ 23 の検出信号の値に基づいて、上流側触媒 11 と下流側触媒 12 との間の排ガス中の還元剤と酸素との質量比を当量比に換算した値である第 2 当量比 KACT2 を算出する。さらに、ECU2 は、下流側 LAF センサ 24 の検出信号の値に

10

【0028】

なお、本実施形態では、中間 LAF センサ 23 が中間濃度パラメータ検出手段に相当し、第 2 当量比 KACT2 が中間濃度パラメータに相当し、下流側 LAF センサ 24 が下流側濃度パラメータ検出手段に相当し、第 3 当量比 KACT3 が下流側濃度パラメータに相当する。

【0029】

また、上流側触媒 11 には、触媒温センサ 25 が取り付けられており、この触媒温センサ 25 は、上流側触媒 11 の温度（以下「触媒温」という）TCAT を検出して、それを表す検出信号を ECU2 に出力する。なお、本実施形態では、触媒温センサ 25 が温度パラメータ検出手段に相当し、触媒温 TCAT が温度パラメータに相当する。

20

【0030】

さらに、エンジン 3 には、排気還流機構 8 が設けられている。この排気還流機構 8 は、排気通路 7 内の排ガスの一部を吸気通路 5 側に還流するものであり、吸気通路 5 および排気通路 7 の間に接続された EGR 通路 8a と、この EGR 通路 8a を開閉する EGR 制御弁 8b などによって構成されている。EGR 通路 8a の一端は、排気通路 7 の上流側触媒 11 よりも上流側の部位に開口し、他端は、吸気通路 5 のエアフローセンサ 21 よりも下流側の部位に開口している。

【0031】

EGR 制御弁 8b は、そのリフトが最大値と最小値との間でリニアに変化するリニア電磁弁で構成され、ECU2 に電氣的に接続されている。ECU2 は、EGR 制御弁 8b を介して、EGR 通路 8a の開度を変化させることにより、排ガスの還流量すなわち EGR 量を制御する。

30

【0032】

さらに、ECU2 には、アクセル開度センサ 26 が電氣的に接続されている。このアクセル開度センサ 26 は、車両の図示しないアクセルペダルの踏み込み量（以下「アクセル開度」という）AP を検出して、それを表す検出信号を ECU2 に出力する。

【0033】

一方、ECU2 は、CPU、RAM、ROM および I/O インターフェース（いずれも図示せず）などからなるマイクロコンピュータで構成されており、前述した各種のセンサ 20 ~ 26 の検出信号などに応じて、エンジン 3 の運転状態を判別するとともに、各種の制御処理などを実行する。具体的には、以下に述べるように、空燃比制御処理などを実行するとともに、排ガス浄化装置 10 における下流側触媒 12 の劣化判定処理を行う。

40

【0034】

なお、本実施形態では、ECU2 が、中間濃度パラメータ検出手段、下流側濃度パラメータ検出手段、劣化判定手段、活性状態判定手段、禁止手段および雰囲気制御手段に相当する。

【0035】

以下、図 2 を参照しながら、ECU2 によって実行される空燃比制御処理について説明

50

する。この処理は、燃料噴射弁 4 による燃料噴射量 Q_{IN} および燃料噴射タイミング ϕ_{IN} を算出するとともに、EGR 制御弁 8 b を介して EGR 量を制御するものであり、TDC 信号の発生に同期する制御周期で実行される。

【0036】

この処理では、まず、ステップ 1 (図では「S1」と略す。以下同じ) で、リッチ条件フラグ F_{RICH} が「1」であるか否かを判別する。このリッチ条件フラグ F_{RICH} は、図示しない判定処理において、リッチスパイク制御の実行条件が成立したときに「1」に設定され、それ以外のときには「0」に設定される。

【0037】

ステップ 1 の判別結果が NO のときには、空燃比のリーン制御を実行すべきであると判定して、ステップ 2 に進み、リーン制御処理を実行する。このリーン制御処理では、アクセル開度 AP およびエンジン回転数 NE に応じて、図示しないマップを検索することにより、リーン制御用の要求トルク PM_{CMD} が算出され、このリーン制御用の要求トルク PM_{CMD} およびエンジン回転数 NE に応じて、図示しないマップを検索することにより、リーン制御用の燃料噴射量 Q_{IN} が算出される。さらに、このリーン制御用の燃料噴射量 Q_{IN} およびエンジン回転数 NE に応じて、図示しないマップを検索することにより、リーン制御用の燃料噴射タイミング ϕ_{IN} が算出される。

【0038】

これに加えて、リーン制御用の要求トルク PM_{CMD} およびエンジン回転数 NE に応じて、図示しないマップを検索することにより、リーン制御用の目標吸入空気量 G_{AIR_CMD} が算出され、吸入空気量 G_{AIR} がこの目標吸入空気量 G_{AIR_CMD} に収束するように、EGR 制御弁 8 b がフィードバック制御される。

【0039】

ステップ 2 のリーン制御処理を以上のように実行した後、本処理を終了する。これにより、エンジン 3 の空燃比が理論空燃比よりもリーン側の値になるように制御される。

【0040】

一方、ステップ 1 の判別結果が YES のときには、空燃比のリッチスパイク制御を実行すべきであると判定して、ステップ 3 に進み、リッチスパイク制御処理を実行する。このリッチスパイク制御処理では、アクセル開度 AP およびエンジン回転数 NE に応じて、図示しないマップを検索することにより、リッチスパイク制御用の要求トルク PM_{CMD} が算出され、このリッチスパイク制御用の要求トルク PM_{CMD} およびエンジン回転数 NE に応じて、図示しないマップを検索することにより、リッチスパイク制御用の燃料噴射量 Q_{IN} が算出される。さらに、このリッチスパイク制御用の燃料噴射量 Q_{IN} およびエンジン回転数 NE に応じて、図示しないマップを検索することにより、リッチスパイク制御用の燃料噴射タイミング ϕ_{IN} が算出される。

【0041】

これに加えて、リッチスパイク制御用の要求トルク PM_{CMD} およびエンジン回転数 NE に応じて、図示しないマップを検索することにより、リッチスパイク制御用の目標吸入空気量 G_{AIR_CMD} が算出され、吸入空気量 G_{AIR} がこの目標吸入空気量 G_{AIR_CMD} に収束するように、EGR 制御弁 8 b がフィードバック制御される。

【0042】

ステップ 3 のリッチスパイク制御処理を以上のように実行した後、本処理を終了する。これにより、エンジン 3 の空燃比が理論空燃比よりもリッチ側の値になるように制御される。

【0043】

次に、図 3 を参照しながら、ECU 2 によって実行される劣化判定処理について説明する。この処理は、下流側触媒 12 の酸素貯蔵能に基づいて、その劣化判定を行うものであり、所定の制御周期 (例えば 10 msec) で実行される。

【0044】

この処理では、まず、ステップ 10 で、触媒活性フラグ F_{ACT} が「1」であるか否

10

20

30

40

50

かを判別する。この触媒活性フラグ F_ACT は、上流側触媒 11 が適切な活性状態にあるか否を表すものであり、その値は、具体的には図 4 に示す活性判定処理において設定される。

【0045】

この活性判定処理では、まず、ステップ 30 で、 $TREF1$ $TCAT$ $TREF2$ が成立しているか否かを判別する。ここで、2つの値 $TREF1$, $TREF2$ は、触媒温 $TCAT$ の第 1 所定値および第 2 所定値であり、 $TREF1 < TREF2$ が成立するように設定される。また、第 1 所定値 $TREF1$ は、上流側触媒 11 が活性状態にあると推定される触媒温 $TCAT$ の下限値（例えば 400）に設定され、第 2 所定値 $TREF2$ は、触媒温 $TCAT$ がこの値よりも高い場合、上流側触媒 11 の活性度合が高すぎることで、これを通過した排ガスの活性度合が高すぎる状態となるような温度（例えば 600）に設定されている。

10

【0046】

ステップ 30 の判別結果が YES のときには、上流側触媒 11 が適切な活性状態にあると判定して、ステップ 31 に進み、それを表すために、触媒活性フラグ F_ACT を「1」に設定する。その後、本処理を終了する。

【0047】

一方、ステップ 30 の判別結果が NO のときには、上流側触媒 11 が活性状態にないか、または上流側触媒 11 の活性度合が高すぎることで、上流側触媒 11 が適切な活性状態にないと判定して、ステップ 32 に進み、それを表すために、触媒活性フラグ F_ACT を「0」に設定する。その後、本処理を終了する。

20

【0048】

図 3 に戻り、ステップ 10 の判別結果が NO のときには、下流側触媒 12 の劣化判定を実行すべきでないと判定して、そのまま本処理を終了する。

【0049】

一方、ステップ 10 の判別結果が YES で、上流側触媒 11 が適切な活性状態にあるときには、ステップ 11 に進み、判定条件成立フラグ F_JUD が「1」であるか否かを判別する。この判定条件成立フラグ F_JUD は、図示しない判定処理において、リッチ条件フラグ $F_RICH = 1$ であることなどの、下流側触媒 12 の劣化判定条件が成立しているときに「1」に設定され、それ以外のときには「0」に設定される。

30

【0050】

ステップ 11 の判別結果が NO のときには、下流側触媒 12 の劣化判定を実行すべきでないと判定して、そのまま本処理を終了する。

【0051】

一方、ステップ 11 の判別結果が YES で、下流側触媒 12 の劣化判定条件が成立しているときには、ステップ 12 に進み、第 3 還元剤量積算値 $sumkact3$ が所定値 $kref$ よりも大きいかが否かを判別する。この判別結果が NO のときには、ステップ 13 に進み、第 2 還元剤量積算値 $sumkact2$ を算出する。この第 2 還元剤量積算値 $sumkact2$ の算出処理は、具体的には図 5 に示すように実行される。

40

【0052】

まず、ステップ 40 で、第 2 偏差 $DK2$ を、第 2 当量比 $KACT2$ と値 1.0 との偏差 ($KACT2 - 1.0$) に設定する。次いで、ステップ 41 に進み、第 2 偏差 $DK2$ が値 0 よりも大きいかが否かを判別する。

【0053】

この判別結果が NO で、 $DK2 = 0$ のときには、ステップ 42 に進み、第 2 還元剤量積算値 $sumkact2$ を値 0 に設定した後、本処理を終了する。

【0054】

一方、ステップ 41 の判別結果が YES で、 $DK2 > 0$ のときには、第 2 還元剤量積算値 $sumkact2$ を算出すべきであると判定して、ステップ 43 に進み、下式 (1) により、第 2 還元剤量積算値 $sumkact2$ を算出した後、本処理を終了する。

50

【数 1】

$$\text{sumkact2} = \text{sumkact2Z} + \text{DK2} \cdot \text{GAIR} \quad \dots\dots (1)$$

ここで、 sumkact2Z は第 2 還元剤量積算値 sumkact2 の前回値である。

【0055】

以上のように、第 2 還元剤量積算値 sumkact2 は、 $\text{DK2} > 0$ すなわち $\text{KACT2} > 1.0$ であるときに、第 2 偏差 DK2 と吸入空気量 GAIR の積を積算することによって算出されるので、この第 2 還元剤量積算値 sumkact2 は、下流側触媒 12 に流入する排ガスが還元雰囲気になった時点からの、下流側触媒 12 に流入した還元剤の総量を表す値として算出される。

10

【0056】

図 3 に戻り、ステップ 13 で以上のように第 2 還元剤量積算値 sumkact2 を算出した後、ステップ 14 に進み、第 3 還元剤量積算値 sumkact3 を算出する。この第 3 還元剤量積算値 sumkact3 の算出処理は、具体的には図 6 に示すように実行される。

【0057】

まず、ステップ 50 で、第 3 偏差 DK3 を、第 3 当量比 KACT3 と値 1.0 との偏差 ($\text{KACT3} - 1.0$) に設定する。次いで、ステップ 51 に進み、第 3 偏差 DK3 が値 0 よりも大きいか否かを判別する。

【0058】

この判別結果が NO で、 $\text{DK3} = 0$ のときには、ステップ 52 に進み、第 3 還元剤量積算値 sumkact3 を値 0 に設定した後、本処理を終了する。

20

【0059】

一方、ステップ 51 の判別結果が YES で、 $\text{DK3} > 0$ のときには、第 3 還元剤量積算値 sumkact3 を算出すべきであると判定して、ステップ 53 に進み、下式 (2) により、第 3 還元剤量積算値 sumkact3 を算出した後、本処理を終了する。

【数 2】

$$\text{sumkact3} = \text{sumkact3Z} + \text{DK3} \cdot \text{GAIR} \quad \dots\dots (2)$$

ここで、 sumkact3Z は第 3 還元剤量積算値 sumkact3 の前回値である。

30

【0060】

以上のように、第 3 還元剤量積算値 sumkact3 は、 $\text{DK3} > 0$ すなわち $\text{KACT3} > 1.0$ であるときに、第 3 偏差 DK3 と吸入空気量 GAIR の積を積算することによって算出されるので、この第 3 還元剤量積算値 sumkact3 は、下流側触媒 12 を通過した排ガスが還元雰囲気になった時点からの、下流側触媒 12 を通過した還元剤の総量を表す値として算出される。

【0061】

図 3 に戻り、ステップ 14 で以上のように第 3 還元剤量積算値 sumkact3 を算出した後、本処理を終了する。

【0062】

一方、ステップ 12 の判別結果が YES で、 $\text{sumkact3} > \text{kref}$ のときには、下流側触媒 12 に貯蔵されていた酸素が、下流側触媒 12 を通過した還元雰囲気との酸化作用によってすべて消費されたと判定して、ステップ 15 に進み、第 2 当量比偏差 DKACT2 が所定値 KREF2 未満であるか否かを判別する。この第 2 当量比偏差 DKACT2 は、第 2 当量比の今回値と前回値との偏差の絶対値 $|\text{KACT2} - \text{KACT2Z}|$ として算出される。

40

【0063】

ステップ 15 の判別結果が NO で、 $\text{DKACT2} \geq \text{KREF2}$ のときには、第 2 当量比 KACT2 が過渡状態にあると判定して、後述するステップ 17 に進む。一方、ステップ 15 の判別結果が YES で、 $\text{DKACT2} < \text{KREF2}$ のときには、第 2 当量比 KACT2

50

2 が定常状態にあると判定して、ステップ 16 に進み、第 2 当量比 $KACT2$ の平均値（以下「第 2 当量比平均値」という） $avekact2$ を算出する。この第 2 当量比平均値 $avekact2$ の算出処理は、具体的には以下に述べるように実行される。

【0064】

すなわち、 $DKACT2 < KREF2$ が成立した時点以降の第 2 当量比 $KACT2$ を、制御タイミング毎にサンプリングし、第 2 当量比 $KACT2$ のサンプリング数が所定値 n （例えば値 100）に達したときに、 n 個のサンプリング値を相加平均演算することによって、第 2 当量比平均値 $avekact2$ を算出する。これに加えて、第 2 当量比平均値 $avekact2$ の算出が終了した時点で、それを表すために、第 2 平均演算終了フラグ F_AVE2 を「1」に設定する。

10

【0065】

ステップ 15 または 16 に続くステップ 17 で、第 3 当量比偏差 $DKACT3$ が所定値 $KREF3$ 未満であるか否かを判別する。この第 3 当量比偏差 $DKACT3$ は、第 3 当量比の今回値と前回値との偏差の絶対値 $|KACT3 - KACT3Z|$ として算出される。

【0066】

ステップ 17 の判別結果が NO で、 $DKACT3 < KREF3$ のときには、第 3 当量比 $KACT3$ が過渡状態にあると判定して、後述するステップ 19 に進む。一方、ステップ 17 の判別結果が YES で、 $DKACT3 < KREF3$ のときには、第 3 当量比 $KACT3$ が定常状態にあると判定して、ステップ 18 に進み、第 3 当量比 $KACT3$ の平均値（以下「第 3 当量比平均値」という） $avekact3$ を算出する。この第 3 当量比平均値 $avekact3$ の算出処理は、具体的には以下に述べるように実行される。

20

【0067】

すなわち、 $DKACT3 < KREF3$ が成立した時点以降の第 3 当量比 $KACT3$ を、制御タイミング毎にサンプリングし、第 3 当量比 $KACT3$ のサンプリング数が前述した所定値 n に達したときに、 n 個のサンプリング値を相加平均演算することによって、第 3 当量比平均値 $avekact3$ を算出する。これに加えて、第 3 当量比平均値 $avekact3$ の算出が終了した時点で、それを表すために、第 3 平均演算終了フラグ F_AVE3 を「1」に設定する。

【0068】

ステップ 17 または 18 に続くステップ 19 で、第 2 および第 3 平均演算終了フラグ F_AVE2 、 F_AVE3 がいずれも「1」であるか否かを判別する。この判別結果が NO で、第 2 および第 3 当量比平均値 $avekact2$ 、 $avekact3$ の少なくとも一方が算出されていないときには、そのまま本処理を終了する。

30

【0069】

一方、ステップ 19 の判別結果が YES で、第 2 および第 3 当量比平均値 $avekact2$ 、 $avekact3$ の双方を算出済みであるときには、ステップ 20 に進み、第 2 および第 3 平均演算終了フラグ F_AVE2 、 F_AVE3 を双方とも「0」に設定する。

【0070】

次いで、ステップ 21 に進み、触媒劣化フラグ F_CATNG の設定処理を実行する。この設定処理は、具体的には図 7 に示すように実行される。

40

【0071】

まず、ステップ 60 で、下式（3）により、触媒酸素貯蔵能 OSC を算出する。

【数 3】

$$OSC = \frac{\text{sumkact2}}{\text{avekact2}} - \frac{\text{sumkact3}}{\text{avekact3}} \quad \dots\dots (3)$$

【0072】

この触媒酸素貯蔵能 OSC は、下流側触媒 12 の酸素貯蔵能を表すものであり、その算出式として上式（3）を用いるのは以下の理由による。すなわち、上式（3）を変形すると、下式（4）が得られる。

50

【数 4】

$$OSC = \frac{1}{avekact2} \left(sumkact2 - \frac{avekact2}{avekact3} \cdot sumkact3 \right) \dots\dots (4)$$

この式(4)を参照すると明らかなように、その右辺の括弧内の第2項は、2つの当量比平均値の比 $avekact2 / avekact3$ を第3還元剤量積算値 $sumkact3$ に乗算した値であり、これは、中間LAFセンサ23の出力と下流側LAFセンサ24の出力とが互いに同じ感度になるように、第3還元剤量積算値 $sumkact3$ をゲイン補正した値に相当する。

10

【0073】

ここで、前述したように、第2還元剤量積算値 $sumkact2$ は、下流側触媒12に流入する排ガスが還元雰囲気になった時点からの、下流側触媒12に流入した還元剤の総量を表しており、第3還元剤量積算値 $sumkact3$ は、下流側触媒12を通過した排ガスが還元雰囲気になった時点からの、下流側触媒12を通過した還元剤の総量を表している。そのため、第2還元剤量積算値 $sumkact2$ と、上記のようにゲイン補正した第3還元剤量積算値 $sumkact3$ との偏差(すなわち式(4)の右辺の括弧内の値)は、還元雰囲気の排ガスが下流側触媒12を通過した際、下流側触媒12に貯蔵されている酸素によって酸化された還元剤の総量を表すことになる。したがって、前述した式(4)すなわち式(3)の場合、そのような偏差を第2当量比平均値 $avekact2$ で除算することによって、触媒酸素貯蔵能OSCが算出されるので、触媒酸素貯蔵能OSCを下流側触媒12の酸素貯蔵能を適切に表す値として算出できる。以上の理由により、本実施形態では、触媒酸素貯蔵能OSCが式(3)によって算出される。

20

【0074】

ステップ60に続くステップ61で、触媒酸素貯蔵能OSCが所定の判定値OSC_{JUD}よりも大きいか否かを判別する。この判別結果がYESで、 $OSC > OSC_{JUD}$ であるときには、下流側触媒12が劣化していないと判定して、ステップ62に進み、それを表すために、触媒劣化フラグF_{CATNG}を「0」に設定する。その後、本処理を終了する。

【0075】

30

一方、ステップ61の判別結果がNOで、 $OSC \leq OSC_{JUD}$ であるときには、下流側触媒12が劣化したと判定して、ステップ63に進み、それを表すために、触媒劣化フラグF_{CATNG}を「1」に設定する。その後、本処理を終了する。

【0076】

図3に戻り、ステップ21で以上のように触媒劣化フラグF_{CATNG}を設定した後、本処理を終了する。

【0077】

以上のように、第1実施形態の劣化判定装置1によれば、ステップ10の判別結果がYESで、上流側触媒11が適切な活性状態にあるときには、下流側触媒12の劣化判定が実行される一方、ステップ10の判別結果がNOで、上流側触媒11が適切な活性状態にないときには、下流側触媒12の劣化判定が禁止される。それにより、上流側触媒11が活性状態にないことに起因する誤判定を回避しながら、下流側触媒12の劣化判定を実行することができ、判定精度を向上させることができる。

40

【0078】

また、触媒活性フラグF_{ACT}は、触媒温TCATが第1所定値TREF1を下限とし第2所定値TREF2を上限とする範囲($TREF1 < TCAT < TREF2$)内にあるか否かに基づいて設定される。この場合、第1所定値TREF1は、上流側触媒11が活性状態にあると推定される触媒温TCATの下限值であるので、上流側触媒11が活性状態にないことに起因する誤判定を回避することができる。これに加えて、第2所定値TREF2は、上流側触媒11の活性度合が高すぎるような触媒温TCATに設定されてい

50

るので、上流側触媒 11 の活性度合が高すぎることに起因する誤判定も回避することができる。以上により、下流側触媒 12 の劣化判定の精度をさらに向上させることができる。

【0079】

なお、第 1 実施形態は、上流側触媒として三元触媒タイプのもを用いた例であるが、本発明の上流側触媒はこれに限らず、排ガスを浄化できるものであればよい。また、第 1 実施形態は、下流側触媒として NOx 浄化触媒を用いた例であるが、本発明の下流側触媒はこれに限らず、排ガスを浄化できるとともに酸素貯蔵能を有するものであればよい。例えば、三元触媒を下流側触媒として用いてもよい。

【0080】

また、第 1 実施形態は、中間濃度パラメータ検出手段として中間 LAF センサ 23 を用いた例であるが、本発明の中間濃度パラメータ検出手段はこれに限らず、上流側触媒と下流側触媒の間の排ガス中の所定成分の濃度を表す中間濃度パラメータを検出可能なものであればよい。例えば、中間濃度パラメータ検出手段として、排ガス中の NOx 濃度に加えて酸素濃度モリニアに検出する NOx 濃度センサや、排ガスの空燃比が理論空燃比からリッチ側に变化したときに検出値が所定の勾配を示すような酸素濃度センサなどを用いてもよい。

【0081】

さらに、第 1 実施形態は、下流側濃度パラメータ検出手段として下流側 LAF センサ 24 を用いた例であるが、本発明の下流側濃度パラメータ検出手段はこれに限らず、下流側触媒の下流側の排ガス中の所定成分の濃度を表す下流側濃度パラメータを検出可能なものであればよい。例えば、下流側濃度パラメータ検出手段として、排ガス中の NOx 濃度に加えて酸素濃度モリニアに検出する NOx 濃度センサや、排ガスの空燃比が理論空燃比からリッチ側に变化したときに検出値が所定の勾配を示すような酸素濃度センサなどを用いてもよい。

【0082】

一方、第 1 実施形態は、温度パラメータ検出手段として触媒温センサ 25 を用いた例であるが、本発明の温度パラメータ検出手段はこれに限らず、上流側触媒の温度を表す温度パラメータを検出可能なものであればよい。例えば、温度パラメータ検出手段として、上流側触媒 11 と下流側触媒 12 の間の排ガス温度を検出する温度センサを用いてもよい。

【0083】

また、第 1 実施形態は、上流側触媒 11 が活性状態にあるか否かを判定する活性判定処理として、図 4 に示す手法を用いた例であるが、本発明の活性判定処理の手法はこれに限らず、上流側触媒 11 が活性状態にあるか否かを適切に判定できるものであればよい。例えば、上流側触媒 11 として、高温領域でも上流側触媒 11 を通過した排ガスの活性度合が高くなりすぎることがなく、下流側触媒 12 の劣化判定において誤判定が生じるおそれがないものを用いた場合には、活性判定処理を図 8 に示すように構成してもよい。

【0084】

同図に示すように、この活性判定処理は、第 1 実施形態の図 4 の処理におけるステップ 30 を、ステップ 70 のように変更した点以外は、図 4 の処理と同じように構成されている。すなわち、この活性判定処理では、ステップ 70 で、触媒温 TCA T が第 1 所定値 TREF 以上であるか否かを判別し、この判別結果が YES のときには触媒活性フラグ F_{ACT} が「1」に設定され（ステップ 71）、それ以外のときには触媒活性フラグ F_{ACT} が「0」に設定される（ステップ 72）。以上のように活性判定処理を実行した場合でも、第 1 実施形態の図 4 の処理と同様に、上流側触媒 11 が活性状態にあるか否かを精度よく判定することができ、それにより、第 1 実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

【0085】

また、活性判定処理を、図 4 の手法に代えて図 9 に示すように構成してもよい。この活性判定処理では、まず、ステップ 80 で、始動後タイマの計数値 t_{max} を、その前回値 t_{max} と値 1 の和に設定する。この始動後タイマは、エンジン始動後の経過

10

20

30

40

50

時間を計時するものである。次いで、ステップ 8 1 に進み、判定値 t_{m_ref} を算出する。この判定値 t_{m_ref} は、具体的には、エンジン回転数 NE および要求トルク PM_CMD に応じて、図示しないマップを検索することにより算出される。なお、判定値 t_{m_ref} として一定値を用いてもよい。

【0086】

次いで、ステップ 8 2 に進み、始動後タイマの計数値 t_{m_ast} が判定値 t_{m_ref} 以上であるか否かを判別し、この判別結果が YES のときには、エンジン始動後の経過時間が十分に長いことで、上流側触媒 1 1 が活性状態にあると判定して、それを表すために、ステップ 8 3 で、触媒活性フラグ F_ACT を「1」に設定する。その後、本処理を終了する。一方、ステップ 8 2 の判別結果が NO のときには、上流側触媒 1 1 が活性状態にないと判定して、それを表すために、ステップ 8 4 で、触媒活性フラグ F_ACT を「0」に設定する。その後、本処理を終了する。

10

【0087】

以上のように、図 9 に示す活性判定処理を実行した場合でも、第 1 実施形態の図 4 の手法と同様に、上流側触媒 1 1 が活性状態にあるか否かを精度よく判定することができ、それにより、第 1 実施形態と同様の作用効果を得ることができる。なお、この例では、 $ECU2$ が温度パラメータ検出手段に相当し、始動後タイマの計数値 t_{m_ast} が温度パラメータに相当し、判定値 t_{m_ref} が第 1 所定値に相当する。

【0088】

さらに、活性判定処理を、図 4 の手法に代えて図 10 に示すように構成してもよい。この活性判定処理では、まず、ステップ 9 0 で、排出熱量 Q_{EXH} を算出する。この排出熱量 Q_{EXH} は、エンジン 3 から排気通路 7 内に排出されたと推定される熱量に相当するものであり、具体的には、エンジン回転数 NE および要求トルク PM_CMD に応じて、図示しないマップを検索することによって算出される。

20

【0089】

次いで、ステップ 9 1 に進み、熱量積算値 $sumQ$ を、その前回値 $sumQZ$ と排出熱量 Q_{EXH} の和に設定する。すなわち、熱量積算値 $sumQ$ は、排出熱量 Q_{EXH} の積算値として算出される。

【0090】

次に、ステップ 9 2 で、熱量積算値 $sumQ$ が所定値 s_{ref} 以上であるか否かを判別する。この判別結果が YES のときには、エンジン 3 から上流側触媒 1 1 に供給された総熱量が大きいことで、上流側触媒 1 1 が活性状態にあると判定して、それを表すために、ステップ 9 3 に進み、触媒活性フラグ F_ACT を「1」に設定する。その後、本処理を終了する。一方、ステップ 9 2 の判別結果が NO のときには、上流側触媒 1 1 が活性状態にないと判定して、それを表すために、ステップ 9 4 で、触媒活性フラグ F_ACT を「0」に設定する。その後、本処理を終了する。

30

【0091】

以上のように、図 10 に示す活性判定処理を実行した場合でも、第 1 実施形態の図 4 の手法と同様に、上流側触媒 1 1 が活性状態にあるか否かを精度よく判定することができ、それにより、第 1 実施形態と同様の作用効果を得ることができる。なお、この例では、 $ECU2$ 、クランク角センサ 2 0 およびアクセル開度センサ 2 6 が温度パラメータ検出手段に相当し、熱量積算値 $sumQ$ が温度パラメータに相当し、所定値 s_{ref} が第 1 所定値に相当する。

40

【0092】

なお、図 10 の活性判定処理のステップ 9 0 において、上流側触媒 1 1 と下流側触媒 1 2 の間の排ガス温度および排ガス流量に応じて、上流側触媒 1 1 への供給熱量を算出し、この供給熱量を排出熱量 Q_{EXH} に代えて用いてもよい。このように構成した場合でも、図 10 の活性判定処理と同様に、上流側触媒 1 1 が活性状態にあるか否かを精度よく判定することができる。

【0093】

50

また、第 1 実施形態は、E C U 2 によって実行される触媒劣化フラグ F _ C A T N G の設定処理を、図 7 に示すように構成した例であるが、これに代えて、触媒劣化フラグ F _ C A T N G の設定処理を図 1 1 に示すように構成してもよい。

【 0 0 9 4 】

この処理では、まず、ステップ 1 0 0 で、触媒酸素貯蔵能の基本値 O S C b a s e を下式 (5) によって算出する。

【数 5】

$$OSCbase = \frac{sumkact2}{avekact2} - \frac{sumkact3}{avekact3} \quad \dots\dots (5)$$

10

【 0 0 9 5 】

次いで、ステップ 1 0 1 に進み、触媒温 T C A T に応じて、図 1 2 に示すマップ (1 次元マップ) を検索することにより、触媒温補正係数 C o r T C A T を算出する。同図において、T R E F m は、T R E F 1 < T R E F m < T R E F 2 が成立するように設定される触媒温 T C A T の所定値である。

【 0 0 9 6 】

このマップでは、触媒温補正係数 C o r T C A T は、T R E F 1 T C A T T R E F m の範囲において、触媒温 T C A T が低いほど、より大きな値に設定されている。これは、触媒温 T C A T が T R E F 1 T C A T T R E F m の範囲にある場合、触媒温 T C A T が低いほど、上流側触媒 1 1 の活性度合がより低い状態になるので、それに対応するためである。また、触媒温補正係数 C o r T C A T は、T R E F m < T C A T の範囲では一定値に設定されており、これは、上流側触媒 1 1 の活性度合が T R E F m < T C A T の範囲において変化しないためである。

20

【 0 0 9 7 】

ステップ 1 0 1 に続くステップ 1 0 2 で、排ガス流量 Q G A S に応じて、図 1 3 に示すマップを検索することにより、排ガス流量補正係数 C o r Q G A S を算出する。なお、排ガス流量 Q G A S は、エンジン回転数 N E および吸入空気量 G A I R などに基づき、質量流量して算出される。このマップでは、排ガス流量補正係数 C o r Q G A S は、排ガス流量 Q G A S が大きいほど、より大きい値に設定されている。これは、排ガス流量 Q G A S が大きい場合、排ガスが上流側触媒 1 1 を通過する際に上流側触媒 1 1 と反応しにくくなり、上流側触媒 1 1 を通過した排ガスの活性度合が低くなることに起因して、触媒酸素貯蔵能 O S C が実際値よりも小さな値に算出されてしまう状態が発生したり、下流側触媒 1 2 自体の排ガスとの反応時間 (接触時間) が短くなること、および排ガス中の酸素が下流側触媒 1 2 に取り込まれにくくなることに起因して、下流側触媒 1 2 に実際に貯蔵される酸素量が低下してしまう状態が発生したりするので、それに対応するためである。

30

【 0 0 9 8 】

次いで、ステップ 1 0 3 に進み、下式 (6) により、触媒酸素貯蔵能 O S C を算出する。

【数 6】

$$OSC = OSCbase \cdot CorTCAT \cdot CorQGAS \quad \dots\dots (6)$$

40

【 0 0 9 9 】

次に、ステップ 1 0 4 で、触媒酸素貯蔵能 O S C が前述した所定の判定値 O S C J U D よりも大きいかな否かを判別する。この判別結果が Y E S で、O S C > O S C J U D であるときには、下流側触媒 1 2 が劣化していないと判定して、ステップ 1 0 5 に進み、それを表すために、触媒劣化フラグ F _ C A T N G を「 0 」に設定する。その後、本処理を終了する。

【 0 1 0 0 】

一方、ステップ 1 0 4 の判別結果が N O で、O S C O S C J U D であるときには、下流側触媒 1 2 が劣化したと判定して、ステップ 1 0 6 に進み、それを表すために、触媒劣

50

化フラグF__CATNGを「1」に設定する。その後、本処理を終了する。

【0101】

以上のように、触媒劣化フラグF__CATNGの設定処理を図11に示すように構成した場合、触媒酸素貯蔵能OSCを所定の判定値OSC_JUDと比較することによって、下流側触媒12の劣化の有無が判定されるとともに、この触媒酸素貯蔵能OSCが、触媒酸素貯蔵能の基本値OSC_baseを、触媒温補正係数CorTCATおよび排ガス流量補正係数CorQGASで補正することによって算出される。この触媒温補正係数CorTCATは、前述したように、TREF1 TCAT TREFmの範囲において、触媒温TCATが低いほど、より大きくなるように算出されるので、触媒酸素貯蔵能OSCは、上流側触媒11を通過する排ガスの活性度合が低いほど、より大きくなるように算出されることになる。したがって、上流側触媒11を通過する排ガスの活性度合の変化を反映させながら、触媒酸素貯蔵能OSCを算出することができ、それにより、上流側触媒11の温度変化に起因して、上流側触媒11を通過する排ガスの活性度合が変化する場合でも、下流側触媒12の劣化判定を精度よく実行することができる。

10

【0102】

また、排ガス流量補正係数CorQGASは、前述したように、排ガス流量QGASが大きいほど、より大きくなるように算出されるので、排ガス流量QGASが大きいことで、排ガスが上流側触媒11を通過する際に上流側触媒11と反応しにくくなり、上流側触媒11を通過した排ガスの活性度合が低くなったときでも、それを反映させながら、触媒酸素貯蔵能OSCを適切に算出することができる。すなわち、上流側触媒11を通過した排ガスの活性度合が低くなったときでも、触媒酸素貯蔵能OSCが実際値よりも小さな値に算出されてしまうのを回避することができる。以上により、排ガス流量QGASの変化に起因して、上流側触媒11に対する排ガスの反応状態が変化する場合でも、下流側触媒12の劣化判定を精度よく実行することができる。

20

【0103】

次に、図14を参照しながら、本発明の第2実施形態に係る排ガス浄化装置の劣化判定装置1Aについて説明する。同図に示すように、この劣化判定装置1Aは、第1実施形態の劣化判定装置1と比べると、下流側LAFセンサ24が省略されている点と、中間NOxセンサ30および下流側NOxセンサ31を備えている点以外は、劣化判定装置1と同様に構成されているので、以下、劣化判定装置1と異なる点を中心に説明するとともに、それ以外の構成に関しては説明を省略する。

30

【0104】

この劣化判定装置1Aは、中間NOxセンサ30および下流側NOxセンサ31を備えており、これらのNOxセンサ30, 31はECU2に電氣的に接続されている。中間NOxセンサ30は、排気通路7の上流側触媒11と下流側触媒12の間に設けられており、排ガス中のNOx濃度を検出し、それを表す検出信号をECU2に出力する。ECU2は、この中間NOxセンサ30の検出信号に基づき、2つの触媒11, 12間の排ガス中のNOx濃度（以下「中間NOx濃度」という）CNOx__Preを算出する。なお、本実施形態では、中間NOxセンサ30が中間濃度パラメータ検出手段に相当し、中間NOx濃度CNOx__Preが中間濃度パラメータに相当する。

40

【0105】

また、下流側NOxセンサ31は、排気通路7の下流側触媒12よりも下流側に設けられており、排ガス中のNOx濃度を検出し、それを表す検出信号をECU2に出力する。ECU2は、この下流側NOxセンサ31の検出信号に基づき、下流側触媒12を通過した排ガス中のNOx濃度（以下「下流側NOx濃度」という）CNOx__Postを算出する。なお、本実施形態では、下流側NOxセンサ31が下流側濃度パラメータ検出手段に相当し、下流側NOx濃度CNOx__Postが下流側濃度パラメータに相当する。

【0106】

次に、ECU2によって実行される各種の制御処理について説明する。なお、本実施形態では、ECU2が、中間濃度パラメータ検出手段、下流側濃度パラメータ検出手段、劣

50

化判定手段、活性状態判定手段および禁止手段に相当する。

【0107】

まず、図15を参照しながら、ECU2によって実行される空燃比制御処理について説明する。この処理は、前述した図2の空燃比制御処理と同様に、燃料噴射弁4による燃料噴射量 Q_{INJ} および燃料噴射タイミング ϕ_{INJ} を算出するとともに、EGR制御弁8bを介してEGR量を制御するものであり、TDC信号の発生に同期する制御周期で実行される。

【0108】

この処理では、まず、ステップ110で、前述したステップ1と同様に、リッチ条件フラグ F_RICH が「1」であるか否かを判別する。この判別結果がNOのときには、ステップ111に進み、高NOx条件フラグ F_NOxUP が「1」であるか否かを判別する。この高NOx条件フラグ F_NOxUP の値は、後述する劣化判定処理において設定される。

10

【0109】

ステップ111の判別結果がNOのときには、空燃比のリーン制御を実行すべきであると判定して、ステップ112に進み、前述したステップ2と同様にリーン制御処理を実行した後、本処理を終了する。

【0110】

一方、ステップ110の判別結果がYESのときには、空燃比のリッチスパイク制御を実行すべきであると判定して、ステップ113に進み、前述したステップ3と同様にリッチスパイク制御処理を実行した後、本処理を終了する。

20

【0111】

一方、ステップ111の判別結果がYESのときには、高NOx濃度制御を実行すべきであると判定して、ステップ114に進み、高NOx濃度制御処理を実行する。この高NOx濃度制御処理は、具体的には、図16に示すように実行される。

【0112】

まず、ステップ120で、前述したリーン制御処理およびリッチスパイク制御処理と同様の手法により、高NOx濃度制御用の燃料噴射量 Q_{INJ} および燃料噴射タイミング ϕ_{INJ} を算出する。すなわち、アクセル開度APおよびエンジン回転数NEに応じて、図示しないマップを検索することにより、高NOx濃度制御用の要求トルク $PMCMD$ を算出し、この高NOx濃度制御用の要求トルク $PMCMD$ およびエンジン回転数NEに応じて、図示しないマップを検索することにより、高NOx濃度制御用の燃料噴射量 Q_{INJ} および燃料噴射タイミング ϕ_{INJ} を算出する。

30

【0113】

次に、ステップ121で、高NOx濃度制御用の要求トルク $PMCMD$ およびエンジン回転数NEに応じて、図示しないマップを検索することにより、高NOx濃度制御用の目標吸入空気量 $GAIR_CMD$ を算出する。

【0114】

次いで、ステップ122に進み、EGR制御処理を実行した後、本処理を終了する。このEGR制御処理では、吸入空気量 $GAIR$ が目標吸入空気量 $GAIR_CMD$ に収束するように、EGR制御弁8bがフィードバック制御される。それにより、EGR量がリーン制御中よりも減少するように制御され、その結果、エンジン3から排気通路7に排出される排ガス中のNOx濃度が、リーン制御中よりも高い値になるように制御される。

40

【0115】

図15に戻り、ステップ114の高NOx濃度制御処理を以上のように実行した後、空燃比制御処理を終了する。

【0116】

次に、図17を参照しながら、ECU2によって実行される劣化判定処理について説明する。この処理は、中間NOx濃度 $CNOx_Pre$ と下流側NOx濃度 $CNOx_Post$ に基づいて、下流側触媒12の劣化判定を行うものであり、所定の制御周期 ΔT （例

50

例えば 10 msec) で実行される。

【0117】

この処理では、まず、ステップ 130 で、前述した触媒活性フラグ F__ACT が「1」であるか否かを判別する。この触媒活性フラグ F__ACT は、第 1 実施形態の劣化判定装置 1 と同様に、前述した図 4 の活性判定処理によって設定される。このステップ 130 の判別結果が NO で、上流側触媒 11 が活性状態になっていないときには、下流側触媒 12 の劣化判定を実行すべきでないと判定して、ステップ 131 に進み、後述する 2 つのフラグ F__ZERO, F__CAL をいずれも「0」に設定した後、本処理を終了する。

【0118】

一方、ステップ 131 の判別結果が YES で、上流側触媒 11 が適切な活性状態にあるときには、ステップ 132 に進み、判定条件成立フラグ F__JUD2 が「1」であるか否かを判別する。この判定条件成立フラグ F__JUD2 は、図示しない判定処理において、以下の条件 (f1) ~ (f3) がいずれも成立しているときには、下流側触媒 12 の劣化判定条件が成立しているとして「1」に設定され、それ以外のときには「0」に設定される。

(f1) リッチスパイク制御を終了してから所定時間が経過していること。

(f2) リッチスパイク制御の終了以降、劣化判定処理を実行済みでないこと。

(f3) エンジン 3 が劣化判定処理を実行可能な運転状態であること。

【0119】

このステップ 132 の判別結果が NO で、下流側触媒 12 の劣化判定条件が成立していないときには、下流側触媒 12 の劣化判定を実行すべきでないと判定して、前述したステップ 131 を実行した後、本処理を終了する。

【0120】

一方、ステップ 132 の判別結果が YES で、下流側触媒 12 の劣化判定条件が成立しているときには、ステップ 133 に進み、ゼロ点補正済みフラグ F__ZERO が「1」であるか否かを判別する。この判別結果が NO のときには、下流側 NOx センサ 31 のゼロ点補正を実行すべきであると判定して、ステップ 134 に進み、ゼロ点補正処理を以下に述べるように実行した後、本処理を終了する。

【0121】

このステップ 134 のゼロ点補正処理は、以下に述べるように実行される。まず、下流側 NOx センサ 31 の検出信号値を、制御周期 ΔT 毎にサンプリングし、所定個数 (例えば 100 個) の検出信号値がサンプリングされた時点で、所定個数のサンプリング値を相加平均演算することによって、補正項を算出する。そして、この補正項の算出以降は、下流側 NOx センサ 31 の実際の検出信号値から補正項を減算した値に基づいて、下流側 NOx 濃度 CNOx__Post が算出される。なお、ゼロ点補正済みの検出信号値が負の場合には、下流側 NOx 濃度 CNOx__Post は値 0 に設定される。

【0122】

また、下流側 NOx センサ 31 のゼロ点補正処理において、上記の補正項が算出された時点で、ゼロ点補正処理を実行済みであることを表すために、ゼロ点補正済みフラグ F__ZERO が「1」に設定される。

【0123】

このように、ステップ 134 でゼロ点補正済みフラグ F__ZERO が「1」に設定されると、ステップ 133 の判別結果が YES となり、その場合には、ステップ 135 に進み、判定値算出済みフラグ F__CAL が「1」であるか否かを判別する。

【0124】

この判別結果が NO のときには、後述する NOx 供給量判定値 NOx REF を算出すべきであると判定して、ステップ 136 に進み、NOx 捕捉量 S__QNOx に応じて、図 18 に示すマップを検索することにより、NOx 捕捉能 NOx S を算出する。この NOx 捕捉能 NOx S は、下流側触媒 12 が捕捉可能な NOx 量を表すものである。また、NOx 捕捉量 S__QNOx は、下流側触媒 12 に捕捉されたと推定される NOx 量であり、具体

10

20

30

40

50

的には、以下に述べるように算出される。すなわち、図示しない算出処理において、要求トルク P_{MCM} およびエンジン回転数 N_E に応じて、図示しないマップを検索することにより、エンジン 3 の燃焼室から排気通路 7 に排出される NO_x 排出量 Q_{NO_x} を算出するとともに、これを積算することによって、 NO_x 捕捉量 $S_{Q_{NO_x}}$ が算出される。

【0125】

また、図 18 に示すように、 NO_x 捕捉能 $NO_x S$ は、 NO_x 捕捉量 $S_{Q_{NO_x}}$ が大きいほど、より小さい値に設定されている。これは、 NO_x 捕捉量 $S_{Q_{NO_x}}$ が下流側触媒 12 に捕捉されたと推定される NO_x 量である関係上、 NO_x 捕捉量 $S_{Q_{NO_x}}$ が大きいほど、下流側触媒 12 が捕捉可能な NO_x 量がより小さくなるためである。

【0126】

次いで、ステップ 137 に進み、触媒温 T_{CAT} に応じて、図 19 に示すマップを検索することにより、触媒温補正係数 $CorTCAT2$ を算出する。同図において、 $T_{REFa} \sim T_{REFd}$ は、 $T_{REFa} < T_{REFb} < T_{REFc} < T_{REFd}$ が成立するように設定される触媒温 T_{CAT} の所定値である。このマップでは、触媒温補正係数 $CorTCAT2$ は、 $T_{REFa} \sim T_{REFb}$ の範囲において、触媒温 T_{CAT} が低いほど、より小さい値に設定されている。これは、触媒温 T_{CAT} が $T_{REFa} \sim T_{REFb}$ の範囲にある場合、触媒温 T_{CAT} が低いほど、下流側触媒 12 の活性度合がより低いことで、その NO_x 捕捉能力がより低い状態になるので、それに対応するためである。

【0127】

また、触媒温補正係数 $CorTCAT2$ は、 $T_{REFb} \sim T_{REFc}$ の範囲では一定値に設定されており、これは、下流側触媒 12 の活性度合が $T_{REFb} \sim T_{REFc}$ の範囲において変化しないためである。さらに、触媒温補正係数 $CorTCAT2$ は、 $T_{REFc} < T_{REFd}$ の範囲では、触媒温 T_{CAT} が高いほど、より小さい値に設定されている。これは、触媒温 T_{CAT} が $T_{REFc} < T_{REFd}$ の範囲にある場合、触媒温 T_{CAT} が高いほど、下流側触媒 12 の NO_x 捕捉能力が低下するので、それに対応するためである。

【0128】

ステップ 137 に続くステップ 138 で、排ガス流量 Q_{GAS} に応じて、図 20 に示すマップを検索することにより、排ガス流量補正係数 $CorQGAS2$ を算出する。このマップでは、排ガス流量補正係数 $CorQGAS2$ は、排ガス流量 Q_{GAS} が大きいほど、より小さい値に設定されている。これは、排ガス流量 Q_{GAS} が大きい場合、排ガスが下流側触媒 12 を通過する際に下流側触媒 12 と反応しにくくなり、下流側触媒 12 を通過した排ガスの活性度合が低くなることに起因して、下流側触媒 12 が実際よりも低い NO_x 捕捉能力を示す状態が発生したり、下流側触媒 12 自体の排ガスとの反応時間（接触時間）が短くなること、および排ガス中の NO_x が下流側触媒 12 に捕捉されにくくなることに起因して、下流側触媒 12 に実際に捕捉される NO_x 量が低下してしまう状態が発生したりするので、それに対応するためである。

【0129】

次に、ステップ 139 に進み、下式 (7) により、 NO_x 供給量判定値 $NO_x REF$ を算出する。

【数 7】

$$NO_x REF = NO_x S \cdot CorTCAT2 \cdot CorQGAS2 \quad \dots\dots (7)$$

【0130】

次いで、 NO_x 供給量判定値 $NO_x REF$ を算出済みであることを表すために、ステップ 140 に進み、判定値算出済みフラグ F_{CAL} を「1」に設定した後、本処理を終了する。

【0131】

上記のように、ステップ 140 で判定値算出済みフラグ F_{CAL} が「1」に設定され

10

20

30

40

50

ると、ステップ 1 3 5 の判別結果が Y E S となり、その場合には、ステップ 1 4 1 に進み、高 N O x 条件フラグ F _ N O x U P が「 1 」であるか否かを判別する。この判別結果が N O のときには、高 N O x 濃度制御を実行すべきであると判定して、ステップ 1 4 2 に進み、高 N O x 条件フラグ F _ N O x U P を「 1 」に設定した後、本処理を終了する。

【 0 1 3 2 】

このように、ステップ 1 4 2 で高 N O x 条件フラグ F _ N O x U P が「 1 」に設定されると、ステップ 1 4 1 の判別結果が Y E S となり、その場合には、ステップ 1 4 3 に進み、下式 (8) により、N O x 供給量 s u m P r e N O x を算出する。

【数 8】

$$\text{sumPreNOx} = \text{sumPreNOxZ} + \text{CNOx_Pre} \cdot \text{QGAS} \cdot \Delta T \quad \dots\dots (8)$$

10

【 0 1 3 3 】

この式 (8) において、s u m P r e N O x Z は、N O x 供給量の前回値を表している。また、式 (8) の右辺の第 2 項は、中間 N O x 濃度と排ガス流量と制御周期の積 C N O x _ P r e ・ Q G A S ・ Δ T であるので、前回の制御タイミングから今回の制御タイミングまでの間において、下流側触媒 1 2 に供給された N O x 量を表すものである。したがって、N O x 供給量 s u m P r e N O x は、そのような値 C N O x _ P r e ・ Q G A S ・ Δ T を積算することによって算出されるので、高 N O x 濃度制御処理の開始タイミングから今回の制御タイミングまでの間において、下流側触媒 1 2 に供給されたと推定される N O x の総量を表すものになる。

20

【 0 1 3 4 】

次いで、ステップ 1 4 4 に進み、下式 (9) により、N O x スリップ量 s u m P o s t N O x を算出する。

【数 9】

$$\text{sumPostNOx} = \text{sumPostNOxZ} + \text{CNOx_Post} \cdot \text{QGAS} \cdot \Delta T \quad \dots\dots (9)$$

【 0 1 3 5 】

この式 (9) において、s u m P o s t N O x Z は、N O x スリップ量の前回値を表している。また、式 (9) の右辺の第 2 項は、下流側 N O x 濃度と排ガス流量と制御周期の積 C N O x _ P o s t ・ Q G A S ・ Δ T であるので、前回の制御タイミングから今回の制御タイミングまでの間において、下流側触媒 1 2 に捕捉されることなく、下流側触媒 1 2 を通過した N O x 量を表すものである。したがって、N O x スリップ量 s u m P o s t N O x は、そのような値 C N O x _ P o s t ・ Q G A S ・ Δ T を積算することによって算出されるので、高 N O x 濃度制御処理の開始タイミングから今回の制御タイミングまでの間において、下流側触媒 1 2 を通過したと推定される N O x の総量を表すものになる。

30

【 0 1 3 6 】

次に、ステップ 1 4 5 で、s u m P r e N O x > N O x R E F または s u m P o s t N O x > N O x R E F 2 が成立しているか否かを判別する。この N O x R E F 2 は、N O x スリップ量 s u m P o s t N O x の所定の判定値 (一定値) である。この判別結果が N O のときには、そのまま本処理を終了する。一方、ステップ 1 4 5 の判別結果が Y E S で、s u m P r e N O x > N O x R E F が成立しているか、または s u m P o s t N O x > N O x R E F 2 が成立しているときには、下流側触媒 1 2 の劣化判定を行うのに十分な量の N O x が下流側触媒 1 2 に供給されたか、または下流側触媒 1 2 を通り抜けた N O x 量が多い状態にあることで、下流側触媒 1 2 の劣化判定を行うべきであると判定して、ステップ 1 4 6 に進み、触媒劣化フラグ F _ C A T N G の設定処理を実行する。

40

【 0 1 3 7 】

この触媒劣化フラグ F _ C A T N G の設定処理は、具体的には図 2 1 に示すように実行される。この処理では、まず、ステップ 1 6 0 で、補正係数 C o r N O x を算出する。この補正係数 C o r N O x は、具体的には、上流側酸素貯蔵能 P r e O S C に応じて、図 2 2 に示すマップを検索することにより算出される。ここで、上流側酸素貯蔵能 P r e O S

50

Cは、上流側触媒11の酸素貯蔵能を表すものであり、図示しないが、上流側LAFセンサ22および中間LAFセンサ23の検出信号に基づき、前述した第1実施形態における触媒酸素貯蔵能OSCの算出手法(ステップ12~18, 60)と同様の手法によって算出される。すなわち、リッチスパイク制御処理の実行中、上流側LAFセンサ22の検出信号に基づき、第1当量比KACT1の積算値を算出し、この積算値を第1当量比KACT1の平均値で除算した値から、 $\text{sumkact2} / \text{kact2}$ を減算することによって、上流側酸素貯蔵能PreOSCが算出される。

【0138】

また、図22において、PreOSC1は、上流側酸素貯蔵能PreOSCの所定値を表しており、このマップでは、補正係数CorNOxは、 $\text{PreOSC} < \text{PreOSC1}$ の範囲において、上流側酸素貯蔵能PreOSCが小さいほど、より小さい値に設定されている。これは、 $\text{PreOSC} < \text{PreOSC1}$ の範囲では、上流側酸素貯蔵能PreOSCが小さいほど、上流側触媒11がより劣化した状態にあることで、上流側触媒11を通過した排ガスの活性度合がより低くなり、NOxスリップ量 sumPostNOx が実際よりも大きな値に算出されることになるので、それに対応するためである。また、補正係数CorNOxは、 $\text{PreOSC} \geq \text{PreOSC1}$ の範囲では、一定に設定されている。これは、 $\text{PreOSC} \geq \text{PreOSC1}$ の範囲では、上流側触媒11が劣化していないことで、上流側触媒11を通過した排ガスの活性度合が変化しないためである。

【0139】

ステップ160に続くステップ161で、下式(10)により、補正後NOxスリップ量 sumPostNOxF を算出する。

【数10】

$$\text{sumPostNOxF} = \text{CorNOx} \cdot \text{sumPostNOx} \quad \dots\dots (10)$$

【0140】

次いで、ステップ162に進み、補正後NOxスリップ量 sumPostNOxF が所定の判定値 NOxJUD よりも大きいかな否かを判別する。この判定値 NOxJUD は、一定値に設定されている。この判別結果がNOで、 $\text{sumPostNOxF} \leq \text{NOxJUD}$ のときには、下流側触媒12が劣化していないと判定して、ステップ163に進み、それを表すために、触媒劣化フラグ F_CATNG を「0」に設定する。

【0141】

一方、ステップ162の判別結果がYESで、 $\text{sumPostNOxF} > \text{NOxJUD}$ のときには、下流側触媒12が劣化したと判定して、ステップ164に進み、それを表すために、触媒劣化フラグ F_CATNG を「1」に設定する。

【0142】

以上のステップ163または164に続くステップ165で、高NOx濃度制御処理を終了すべきであることを表すために、高NOx条件フラグ F_NOxUP を「0」に設定する。

【0143】

次に、ステップ166に進み、NOx供給量 sumPreNOx と、NOxスリップ量 sumPostNOx をいずれも値0に設定した後、本処理を終了する。

【0144】

図17に戻り、ステップ146で、触媒劣化フラグ F_CATNG の設定処理を以上のように実行した後、劣化判定処理を終了する。

【0145】

なお、前述したステップ145において、NOxスリップ量 sumPostNOx を、判定値 NOxREF2 に代えて、前述したステップ162で用いた判定値 NOxJUD と比較するように構成してもよい。

【0146】

次に、図23を参照しながら、高NOx濃度制御処理および劣化判定処理を以上のように

に実行した場合の、各フラグおよび各算出値の経時変化の一例について説明する。なお、同図中の下流側 NO_x 濃度 CNO_x_Post と、 NO_x スリップ量 sumPostNO_x とにおいて、実線で示す曲線は、下流側触媒12が劣化している場合のものであり、破線で示す曲線は、下流側触媒12が劣化していない場合のものである。

【0147】

同図に示すように、時刻 t_1 で、下流側触媒12の劣化判定条件が成立し、 $F_JUD_2 = 1$ が成立すると、その後の NO_x 供給量判定値 NO_xREF が算出された時点(時刻 t_2)で、 $F_NO_xUP = 1$ が成立し、高 NO_x 濃度制御処理が開始されるとともに、この高 NO_x 濃度制御処理の開始時点から任意の時間が経過したタイミング(時刻 t_3)で、高 NO_x 濃度の排ガスが中間 NO_x センサ30に到達し、 NO_x 供給量 sumPreNO_x が上昇し始める。この NO_x 供給量 sumPreNO_x の上昇開始以降において、下流側触媒12が劣化しているときには、下流側 NO_x 濃度 CNO_x_Post も時間の経過に伴って上昇するとともに、補正後 NO_x スリップ量 sumPostNO_xF も時間の経過に伴って上昇する。そして、 $\text{sumPreNO}_x > \text{NO}_xREF$ が成立した時点(時刻 t_4)で、 $\text{sumPostNO}_xF > \text{NO}_xJUD$ が成立する。それにより、下流側触媒12が劣化したと判定される。

10

【0148】

一方、下流側触媒12が劣化していないときには、下流側 NO_x 濃度 CNO_x_Post および NO_x スリップ量 sumPostNO_x がほとんど変化しない。それにより、 $\text{sumPreNO}_x > \text{NO}_xREF$ が成立した時点(時刻 t_4)でも、 $\text{sumPostNO}_xF > \text{NO}_xJUD$ が成立する。それにより、下流側触媒12が劣化していないと判定される。

20

【0149】

以上のように、第2実施形態の劣化判定装置1Aによれば、ステップ130の判別結果がYESで、上流側触媒11が適切な活性状態にあるときには、下流側触媒12の劣化判定が実行される一方、ステップ130の判別結果がNOで、上流側触媒11が適切な活性状態にないときには、下流側触媒12の劣化判定が禁止される。それにより、上流側触媒11が活性状態にないことに起因する誤判定を回避しながら、下流側触媒12の劣化判定を実行することができ、判定精度を向上させることができる。

【0150】

また、触媒活性フラグ F_ACT は、第1実施形態の劣化判定装置1と同様に、触媒温度 T_CAT が第1所定値 $TREF1$ を下限とし第2所定値 $TREF2$ を上限とする範囲($TREF1 < T_CAT < TREF2$)内にあるか否かに基づいて設定されるので、上流側触媒11が活性状態にないことに起因する誤判定を回避することができるとともに、上流側触媒11の活性度合が高すぎることに起因する誤判定も回避することができる。その結果、下流側触媒12の劣化判定精度をさらに向上させることができる。

30

【0151】

さらに、下流側触媒12の劣化判定処理を実行する際、空燃比制御処理において、高 NO_x 濃度制御処理が実行され、下流側触媒12に供給される排ガス中の NO_x 濃度が、空燃比のリーン制御処理が実行される通常運転時よりも高くなるように制御される。それにより、通常運転時と比較して、 NO_x スリップ量 sumPostNO_x の上昇タイミングを早めることができるとともに、その上昇速度も高めることができる。その結果、下流側触媒12の劣化判定を迅速に行うことができるとともに、その判定精度をより一層向上させることができる。

40

【0152】

なお、第2実施形態は、中間濃度パラメータ検出手段として、中間 NO_x センサ30を用いた例であるが、本発明の中間濃度パラメータ検出手段はこれに限らず、上流側触媒と下流側触媒の間における排ガス中の所定成分の濃度を表す中間濃度パラメータを検出または算出できるものであればよい。例えば、中間 NO_x センサ30を省略し、エンジン回転数 NE および要求トルク $PMCMD$ に応じて、中間 NO_x 濃度 CNO_x_Pre を推定し

50

、この推定値を用いて、中間濃度パラメータとしての NO_x 供給量 sumPreNO_x を算出してもよい。

【0153】

また、第2実施形態は、下流側濃度パラメータ検出手段として、下流側 NO_x センサ31を用いた例であるが、本発明の下流側濃度パラメータ検出手段はこれに限らず、下流側触媒の下流側における排ガス中の所定成分の濃度を表す下流側濃度パラメータを検出または算出できるものであればよい。例えば、 NO_x センサ以外のセンサの検出信号に基づいて、下流側濃度パラメータとしての下流側 NO_x 濃度 CNO_x_Post を算出してもよい。

【0154】

さらに、第2実施形態の劣化判定装置1Aにおいて、中間LAFセンサ23を省略し、中間 NO_x センサ30として酸素濃度を検出する能力を有するものを用いることにより、リッチスパイク制御中、上流側LAFセンサ22および中間 NO_x センサ30の検出信号値に基づいて、上流側酸素貯蔵能 PreOSC を算出するように構成してもよい。このようにした場合、センサを1個省略できることで、その分、製造コストを削減することができる。

【0155】

また、第2実施形態は、ステップ134のゼロ点補正処理において、下流側 NO_x センサ31のゼロ点補正のみを実行した例であるが、上流側触媒11が下流側触媒12と同じ NO_x 浄化触媒タイプのものである場合には、ステップ134のゼロ点補正処理において、中間 NO_x センサ30および下流側 NO_x センサ31の双方のゼロ点補正を実行してもよい。

【0156】

一方、第2実施形態は、高 NO_x 濃度制御処理を図16に示すように実行した例であるが、高 NO_x 濃度制御処理はこれに限らず、下流側触媒12に供給される排ガスの NO_x 濃度をリーン制御時よりも高い値になるように制御する処理であればよい。例えば、高 NO_x 濃度制御処理を図24に示すように実行してもよい。

【0157】

同図に示すように、この高 NO_x 濃度制御処理では、まず、ステップ170で、前述したステップ120と同じ手法により、高 NO_x 濃度制御用の燃料噴射量 Q_{INJ} および燃料噴射タイミング ϕ_{INJ} を算出する。

【0158】

次いで、ステップ171で、高 NO_x 濃度制御用の要求トルク PM_{CMD} およびエンジン回転数 NE に応じて、図示しないマップを検索することにより、中間 NO_x 濃度 CNO_x_Pre の目標値 $\text{CNO}_x_Pre_{CMD}$ を算出する。この目標値 $\text{CNO}_x_Pre_{CMD}$ は、リーン制御中の中間 NO_x 濃度 CNO_x_Pre よりも高い値に設定されている。

【0159】

次に、ステップ172に進み、中間 NO_x 濃度 CNO_x_Pre が上記目標値 $\text{CNO}_x_Pre_{CMD}$ に収束するように、EGR制御弁8bをフィードバック制御した後、本処理を終了する。以上により、中間 NO_x 濃度 CNO_x_Pre がリーン制御中の値よりも高い値になるように制御され、それによって、下流側触媒12の劣化判定を迅速かつ精度よく実行することができる。

【0160】

次に、本発明の第3実施形態に係る排ガス浄化装置の劣化判定装置について説明する。この劣化判定装置は、第2実施形態の劣化判定装置1Aと比較すると、第2実施形態の図17に示す劣化判定処理に代えて、図25に示す劣化判定処理をECU2によって実行する点のみが異なっているので、以下、図25に示す劣化判定処理についてのみ説明する。なお、本実施形態でも、ECU2が、中間濃度パラメータ検出手段、下流側濃度パラメータ検出手段、劣化判定手段、活性状態判定手段および禁止手段に相当する。

【 0 1 6 1 】

この劣化判定処理も、前述した図 1 7 の劣化判定処理と同様に、中間 NO_x 濃度 CNO_x_Pre と下流側 NO_x 濃度 CNO_x_Post に基づいて、下流側触媒 1 2 の劣化判定を行うものであり、所定の制御周期 ΔT (例えば 1 0 m s e c) で実行される。

【 0 1 6 2 】

この処理では、まず、ステップ 1 8 0 で、前述した触媒活性フラグ F_ACT が「 1 」であるか否かを判別する。この触媒活性フラグ F_ACT は、第 1 実施形態の劣化判定装置 1 と同様に、前述した図 4 の活性判定処理によって設定される。ステップ 1 8 0 の判別結果が NO で、上流側触媒 1 1 が活性状態になっていないときには、下流側触媒 1 2 の劣化判定を実行すべきでないと判定して、ステップ 1 8 1 に進み、後述する平均値算出済みフラグ F_AVE と、前述した判定値算出済みフラグ F_CAL とをいずれも「 0 」に設定した後、本処理を終了する。

10

【 0 1 6 3 】

一方、ステップ 1 8 0 の判別結果が YES で、上流側触媒 1 1 が適切な活性状態にあるときには、ステップ 1 8 2 に進み、前述した判定条件成立フラグ F_JUD2 が「 1 」であるか否かを判別する。この判別結果が NO で、下流側触媒 1 2 の劣化判定条件が成立していないときには、下流側触媒 1 2 の劣化判定を実行すべきでないと判定して、前述したステップ 1 8 1 を実行した後、本処理を終了する。

【 0 1 6 4 】

一方、ステップ 1 8 2 の判別結果が YES で、下流側触媒 1 2 の劣化判定条件が成立しているときには、ステップ 1 8 3 に進み、平均値算出済みフラグ F_AVE が「 1 」であるか否かを判別する。この判別結果が NO のときには、下流側 NO_x 濃度 CNO_x_Post の平均値 $aveCNO_x$ を算出すべきであると判定して、ステップ 1 8 4 に進み、平均値 $aveCNO_x$ の算出処理を実行した後、本処理を終了する。

20

【 0 1 6 5 】

このステップ 1 8 4 では、平均値 $aveCNO_x$ が以下に述べるように算出される。まず、制御周期 ΔT 毎に、下流側 NO_x 濃度 CNO_x_Post を下流側 NO_x センサ 3 1 の検出信号に基づいて算出し、この算出値をサンプリングする。そして、所定個数 (例えば 1 0 0 個) の算出値がサンプリングされた時点で、所定個数のサンプリング値を相加平均演算することによって、平均値 $aveCNO_x$ を算出する。そして、この平均値 $aveCNO_x$ が算出された時点で、これを済みであることを表すために、平均値算出済みフラグ F_AVE が「 1 」に設定される。

30

【 0 1 6 6 】

このように、ステップ 1 8 4 で平均値算出済みフラグ F_AVE が「 1 」に設定されると、ステップ 1 8 3 の判別結果が YES となり、その場合には、ステップ 1 8 5 に進み、判定値算出済みフラグ F_CAL が「 1 」であるか否かを判別する。

【 0 1 6 7 】

この判別結果が NO のときには、 NO_x 供給量判定値 NO_xREF を算出すべきであると判定して、ステップ 1 8 6 ~ 1 9 0 を、前述したステップ 1 3 6 ~ 1 4 0 と同様に実行した後、本処理を終了する。

40

【 0 1 6 8 】

上記のようにステップ 1 9 0 を実行すると、ステップ 1 8 5 の判別結果が YES となり、その場合には、ステップ 1 9 1 に進み、前述した高 NO_x 条件フラグ F_NOxUP が「 1 」であるか否かを判別する。この判別結果が NO のときには、高 NO_x 濃度制御を実行すべきであると判定して、ステップ 1 9 2 に進み、それを表すために、高 NO_x 条件フラグ F_NOxUP を「 1 」に設定した後、本処理を終了する。

【 0 1 6 9 】

このように、ステップ 1 9 2 で高 NO_x 条件フラグ F_NOxUP が「 1 」に設定されると、ステップ 1 9 1 の判別結果が YES となり、その場合には、ステップ 1 9 3 に進み、前述した式 (8) により、 NO_x 供給量 $sumPreNO_x$ を算出する。

50

【 0 1 7 0 】

次いで、ステップ 1 9 4 に進み、前述した式 (9) により、 NO_x スリップ量 sumPostNO_x を算出する。

【 0 1 7 1 】

次に、ステップ 1 9 5 で、下式 (1 1) により、排ガス供給量 sumQGAS を算出する。

【数 1 1】

$$\text{sumQGAS} = \text{sumQGASZ} + \text{QGAS} \cdot \Delta T \quad \dots\dots (11)$$

【 0 1 7 2 】

10

この式 (1 1) において、 sumQGASZ は、排ガス供給量の前回値を表している。式 (1 1) の右辺の第 2 項は、排ガス流量と制御周期の積 $\text{QGAS} \cdot \Delta T$ であるので、前回の制御タイミングから今回の制御タイミングまでの間において、下流側触媒 1 2 に供給されたと推定される排ガスを表すものである。したがって、排ガス供給量 sumQGAS は、そのような値 $\text{QGAS} \cdot \Delta T$ を積算することによって算出されるので、高 NO_x 濃度制御処理の開始タイミングから今回の制御タイミングまでの間において、下流側触媒 1 2 に供給されたと推定される排ガスの総量を表すものになる。

【 0 1 7 3 】

次いで、ステップ 1 9 6 に進み、前述したステップ 1 4 5 と同様に、 $\text{sumPreNO}_x > \text{NO}_x\text{REF}$ または $\text{sumPostNO}_x > \text{NO}_x\text{REF2}$ が成立しているか否かを判別する。この判別結果が NO のときには、そのまま本処理を終了する。一方、ステップ 1 9 6 の判別結果が YES のときには、ステップ 1 9 7 に進み、触媒劣化フラグ F_CATNG の設定処理を実行する。

20

【 0 1 7 4 】

この触媒劣化フラグ F_CATNG の設定処理は、具体的には図 2 6 に示すように実行される。この処理では、まず、ステップ 2 0 0 で、下式 (1 2) により、判定値 $\text{NO}_x\text{JUD2}$ を算出する。

【数 1 2】

$$\text{NO}_x\text{JUD2} = C1 + \text{sumQGAS} \cdot \text{aveCNO}_x \quad \dots\dots (12)$$

30

【 0 1 7 5 】

この式 (1 2) において、 $C1$ は所定の定数を表している。この式 (1 2) を参照すると明らかなように、判定値 $\text{NO}_x\text{JUD2}$ は、定数 $C1$ に、排ガス供給量と平均値の積 $\text{sumQGAS} \cdot \text{aveCNO}_x$ を加算することによって算出されるので、高 NO_x 濃度制御処理の開始タイミングから今回の制御タイミングまでの間において、下流側触媒 1 2 に供給されたと推定される NO_x の総量を表すように算出される。

【 0 1 7 6 】

ステップ 2 0 0 に続くステップ 2 0 1 で、 NO_x スリップ量 sumPostNO_x が判定値 $\text{NO}_x\text{JUD2}$ よりも大きいかなかを判別する。この判別結果が NO で、 $\text{sumPostNO}_x < \text{NO}_x\text{JUD2}$ のときには、下流側触媒 1 2 が劣化していないと判定して、ステップ 2 0 2 に進み、それを表すために、触媒劣化フラグ F_CATNG を「 0 」に設定する。

40

【 0 1 7 7 】

一方、ステップ 2 0 1 の判別結果が YES で、 $\text{sumPostNO}_x > \text{NO}_x\text{JUD2}$ のときには、下流側触媒 1 2 が劣化したと判定して、ステップ 2 0 3 に進み、それを表すために、触媒劣化フラグ F_CATNG を「 1 」に設定する。

【 0 1 7 8 】

以上のステップ 2 0 2 または 2 0 3 に続くステップ 2 0 4 で、高 NO_x 濃度制御処理を終了すべきであることを表すために、高 NO_x 条件フラグ $\text{F_NO}_x\text{UP}$ を「 0 」に設定する。

50

【 0 1 7 9 】

次に、ステップ 2 0 5 に進み、 NO_x 供給量 sumPreNO_x と、 NO_x スリップ量 sumPostNO_x と、排ガス供給量 sumQGAS とをいずれも値 0 に設定した後、本処理を終了する。

【 0 1 8 0 】

図 2 5 に戻り、ステップ 1 9 7 で、触媒劣化フラグ F_CATNG の設定処理を以上のように実行した後、劣化判定処理を終了する。

【 0 1 8 1 】

なお、前述したステップ 1 9 6 において、 NO_x スリップ量 sumPostNO_x を、判定値 $\text{NO}_x\text{REF}2$ に代えて、前述したステップ 2 0 0 で算出した判定値 $\text{NO}_x\text{JUD}2$ と比較するように構成してもよい。

10

【 0 1 8 2 】

以上のように、第 3 実施形態の劣化判定装置によれば、ステップ 1 8 0 の判別結果が YES で、上流側触媒 1 1 が適切な活性状態にあるときには、下流側触媒 1 2 の劣化判定が実行される一方、ステップ 1 8 0 の判別結果が NO で、上流側触媒 1 1 が適切な活性状態にないときには、下流側触媒 1 2 の劣化判定が禁止される。それにより、上流側触媒 1 1 が活性状態にないことに起因する誤判定を回避しながら、下流側触媒 1 2 の劣化判定を実行することができ、判定精度を向上させることができる。

【 0 1 8 3 】

また、触媒活性フラグ F_ACT は、第 1 実施形態の劣化判定装置 1 と同様に、触媒温 T_{CAT} が第 1 所定値 $T_{REF}1$ を下限とし第 2 所定値 $T_{REF}2$ を上限とする範囲 ($T_{REF}1 < T_{CAT} < T_{REF}2$) 内にあるか否かに基づいて設定されるので、上流側触媒 1 1 が活性状態にないことに起因する誤判定を回避することができるとともに、上流側触媒 1 1 の活性度合が高すぎることに起因する誤判定も回避することができる。それにより、判定精度をさらに向上させることができる。さらに、第 2 実施形態の劣化判定装置 1 A と同様に、下流側触媒 1 2 の劣化判定処理を実行する際、空燃比制御処理において、高 NO_x 濃度制御処理が実行されるので、下流側触媒 1 2 の劣化判定を迅速に行うことができるとともに、その判定精度をより一層、向上させることができる。

20

【 0 1 8 4 】

なお、第 1 実施形態は、排ガス中の所定成分として酸素を用い、第 2 および第 3 実施形態は、排ガス中の所定成分として NO_x を用いた例であるが、本発明の所定成分はこれに限らず、排ガス中の所定成分であればよい。例えば、所定成分として、HC や CO などを用いてもよい。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 8 5 】

【 図 1 】本発明の第 1 実施形態に係る劣化判定装置およびこれを適用した排ガス浄化装置を備えた内燃機関の概略構成を示す図である。

【 図 2 】空燃比制御処理を示すフローチャートである。

【 図 3 】下流側触媒の劣化判定処理を示すフローチャートである。

【 図 4 】上流側触媒の活性判定処理を示すフローチャートである。

40

【 図 5 】第 2 還元剤量積算値 $\text{sumkact}2$ の算出処理を示すフローチャートである。

【 図 6 】第 3 還元剤量積算値 $\text{sumkact}3$ の算出処理を示すフローチャートである。

【 図 7 】触媒劣化フラグ F_CATNG の設定処理を示すフローチャートである。

【 図 8 】上流側触媒の活性判定処理の変形例を示すフローチャートである。

【 図 9 】上流側触媒の活性判定処理の他の変形例を示すフローチャートである。

【 図 1 0 】上流側触媒の活性判定処理のさらに他の変形例を示すフローチャートである。

【 図 1 1 】触媒劣化フラグ F_CATNG の設定処理の変形例を示すフローチャートである。

【 図 1 2 】触媒温補正係数 CorTCAT の算出に用いるマップの一例を示す図である。

【 図 1 3 】排ガス流量補正係数 CorQGAS の算出に用いるマップの一例を示す図であ

50

る。

【図 1 4】本発明の第 2 実施形態に係る劣化判定装置およびこれを適用した排ガス浄化装置を備えた内燃機関の概略構成を示す図である。

【図 1 5】空燃比制御処理を示すフローチャートである。

【図 1 6】高 NO_x 濃度制御処理を示すフローチャートである。

【図 1 7】下流側触媒の劣化判定処理を示すフローチャートである。

【図 1 8】NO_x 捕捉能 NO_x S の算出に用いるマップの一例を示す図である。

【図 1 9】触媒温補正係数 C o r T C A T 2 の算出に用いるマップの一例を示す図である。

【図 2 0】排ガス流量補正係数 C o r Q G A S 2 の算出に用いるマップの一例を示す図である。 10

【図 2 1】触媒劣化フラグ F _ C A T N G の設定処理を示すフローチャートである。

【図 2 2】補正係数 C o r N O x の算出に用いるマップの一例を示す図である。

【図 2 3】第 2 実施形態の劣化判定装置によって高 NO_x 濃度制御処理および劣化判定処理を実行したときの、各フラグおよび各算出値の経時変化の一例を示すタイミングチャートである。

【図 2 4】高 NO_x 濃度制御処理の変形例を示すフローチャートである。

【図 2 5】第 3 実施形態の劣化判定装置における下流側触媒の劣化判定処理を示すフローチャートである。

【図 2 6】第 3 実施形態の劣化判定装置における触媒劣化フラグ F _ C A T N G の設定処理を示すフローチャートである。 20

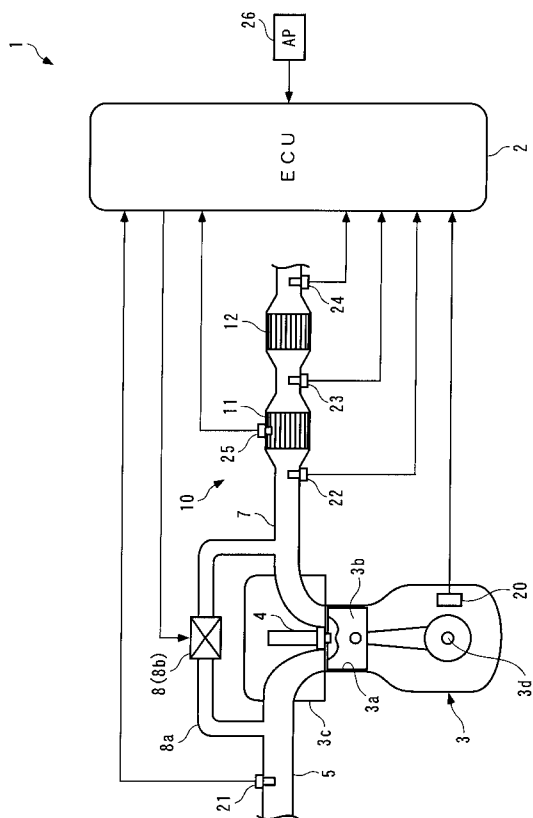
【符号の説明】

【 0 1 8 6 】

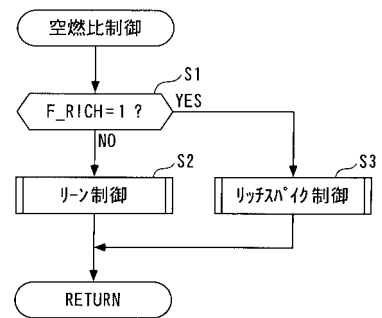
1	劣化判定装置	
1 A	劣化判定装置	
2	E C U (中間濃度パラメータ検出手段、下流側濃度パラメータ検出手段、劣化判定手段、活性状態判定手段、禁止手段、温度パラメータ検出手段、雰囲気制御手段)	
3	内燃機関	
7	排気通路	30
1 0	排ガス浄化装置	
1 1	上流側触媒	
1 2	下流側触媒	
2 0	クランク角センサ (温度パラメータ検出手段)	
2 3	中間 L A F センサ (中間濃度パラメータ検出手段)	
2 4	下流側 L A F センサ (下流側濃度パラメータ検出手段)	
2 5	触媒温センサ (温度パラメータ検出手段)	
2 6	アクセル開度センサ (温度パラメータ検出手段)	
3 0	中間 NO _x センサ (中間濃度パラメータ検出手段)	
3 1	下流側 NO _x センサ (下流側濃度パラメータ検出手段)	40
K A C T 2	第 2 当量比 (中間濃度パラメータ)	
K A C T 3	第 3 当量比 (下流側濃度パラメータ)	
T C A T	上流側触媒の温度 (温度パラメータ)	
T R E F 1	第 1 所定値	
T R E F 2	第 2 所定値	
t m _ a s t	始動後タイマの計数値 (温度パラメータ)	
t m _ r e f	判定値 (第 1 所定値)	
s u m Q	熱量積算値 (温度パラメータ)	
s r e f	所定値 (第 1 所定値)	
C N O x _ P r e	中間 NO _x 濃度 (中間濃度パラメータ)	50

C N O x _ _ P o s t 下流側 N O x 濃度 (下流側濃度パラメータ)

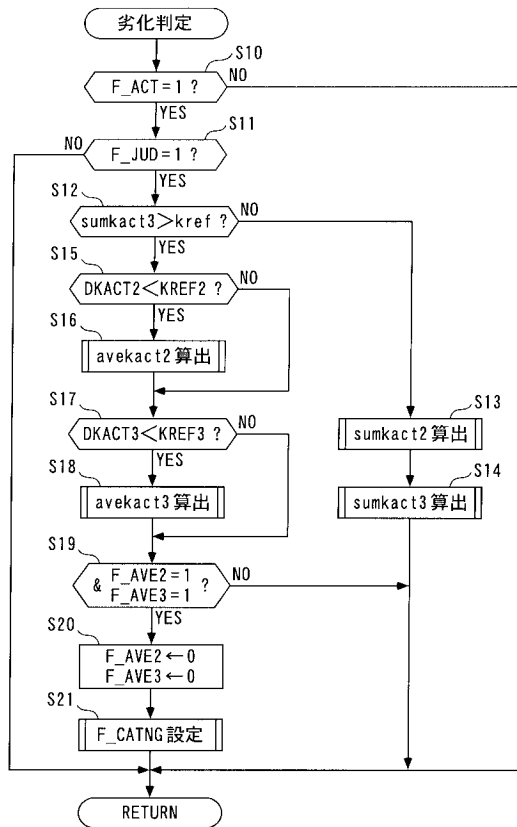
【図 1】



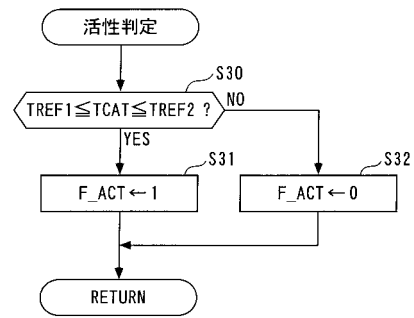
【図 2】



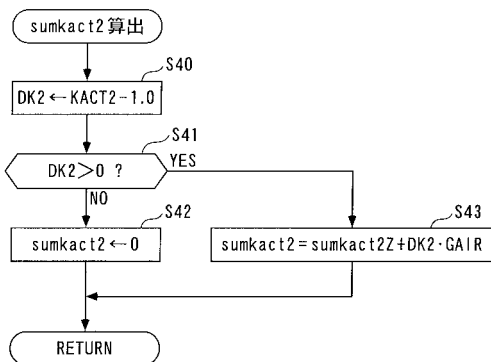
【図 3】



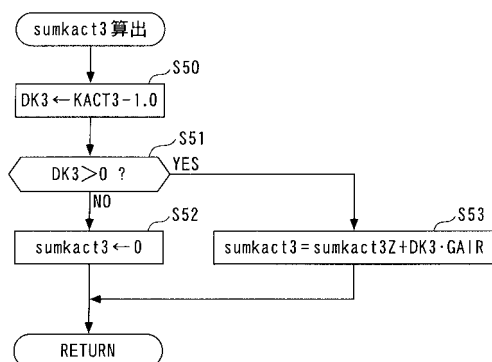
【図 4】



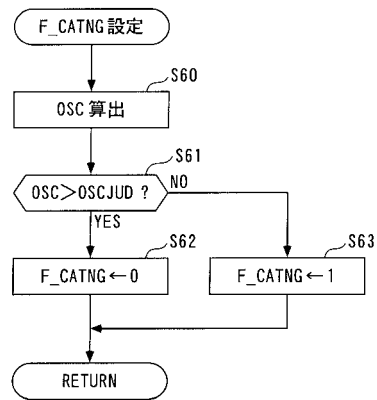
【図 5】



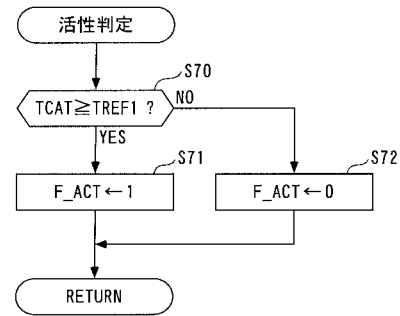
【図 6】



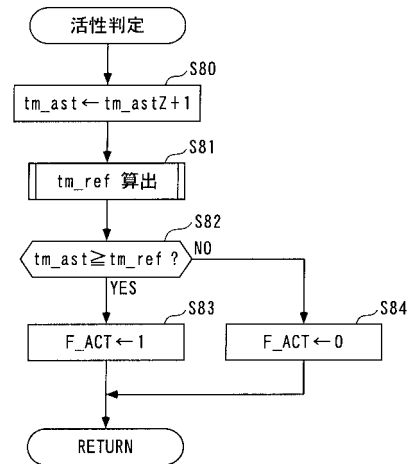
【図 7】



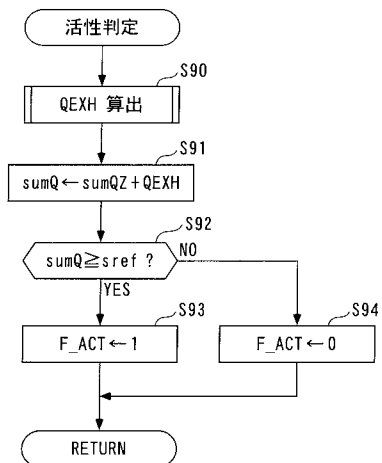
【図 8】



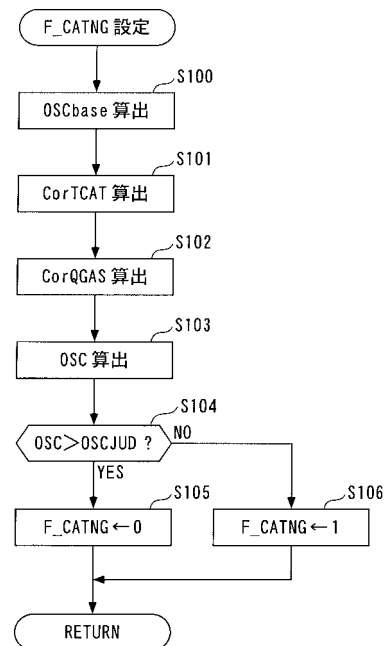
【図 9】



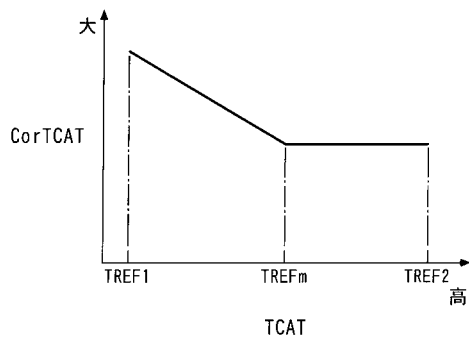
【図 10】



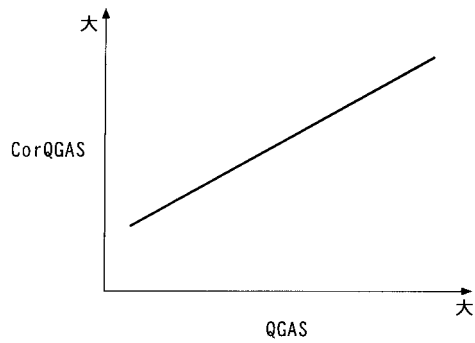
【図 11】



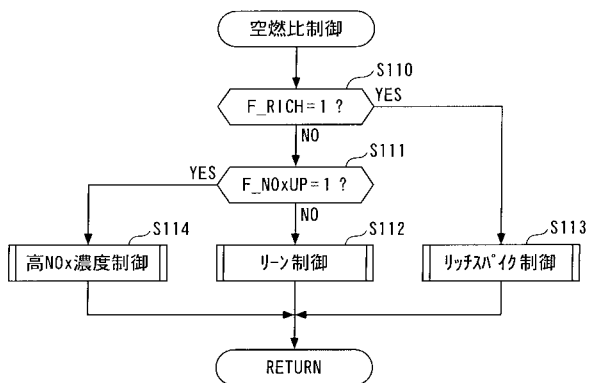
【図 1 2】



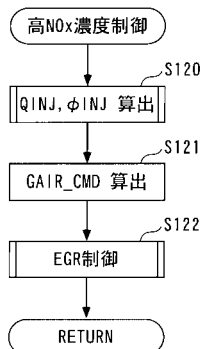
【図 1 3】



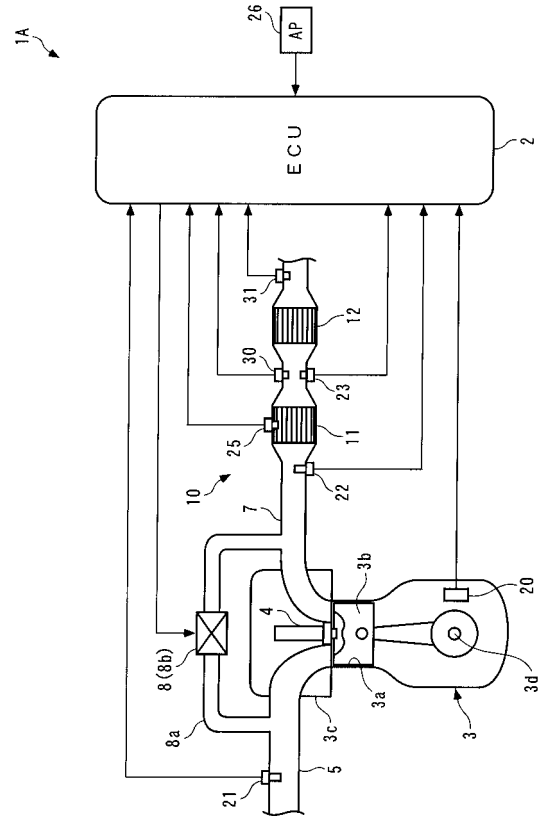
【図 1 5】



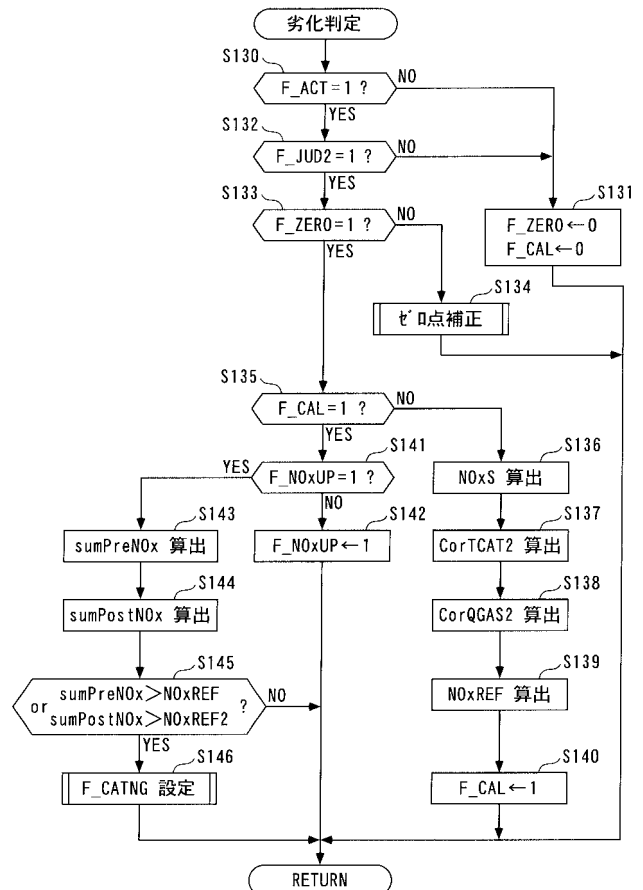
【図 1 6】



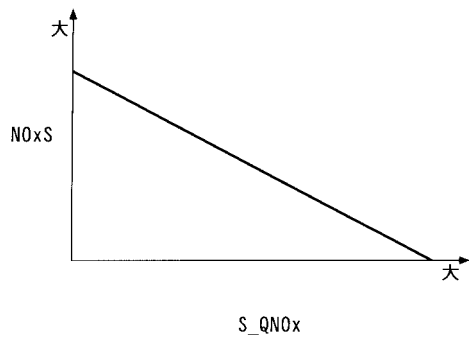
【図 1 4】



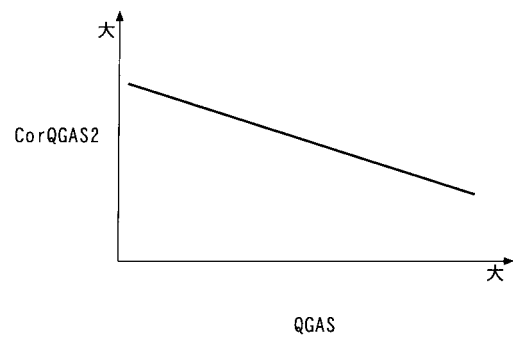
【図 1 7】



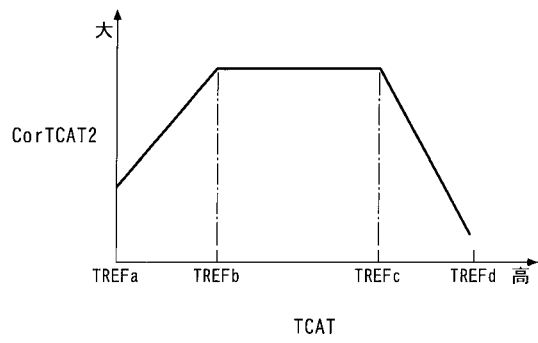
【図 18】



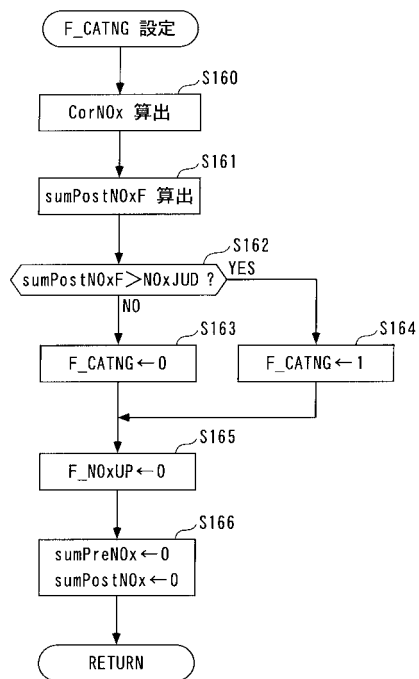
【図 20】



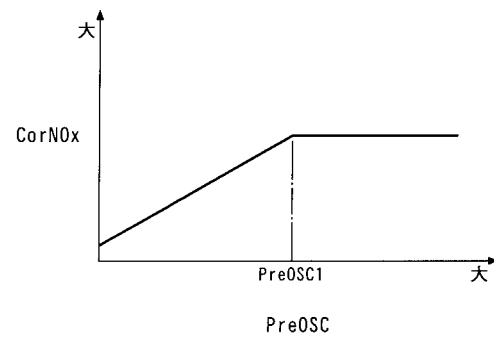
【図 19】



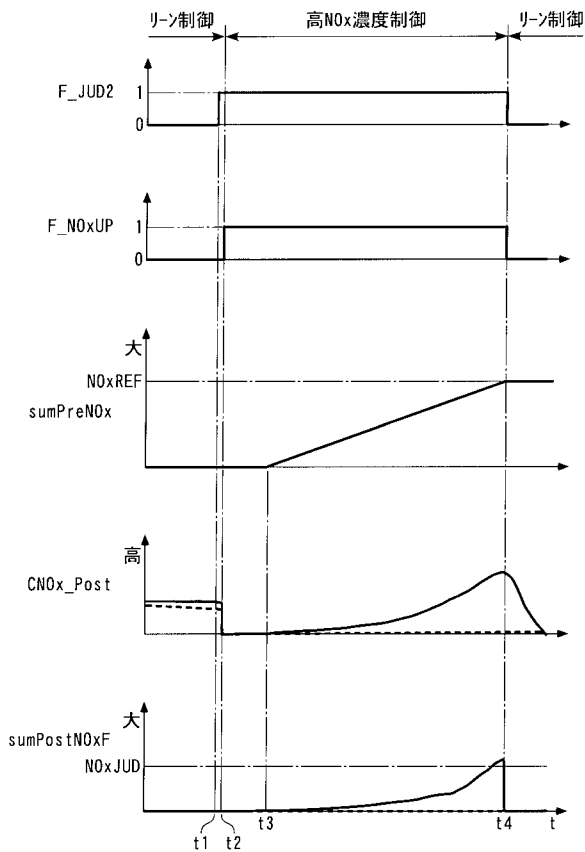
【図 21】



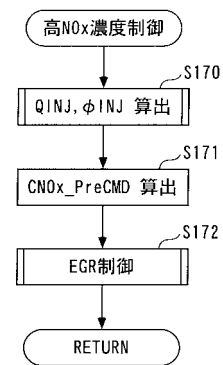
【図 22】



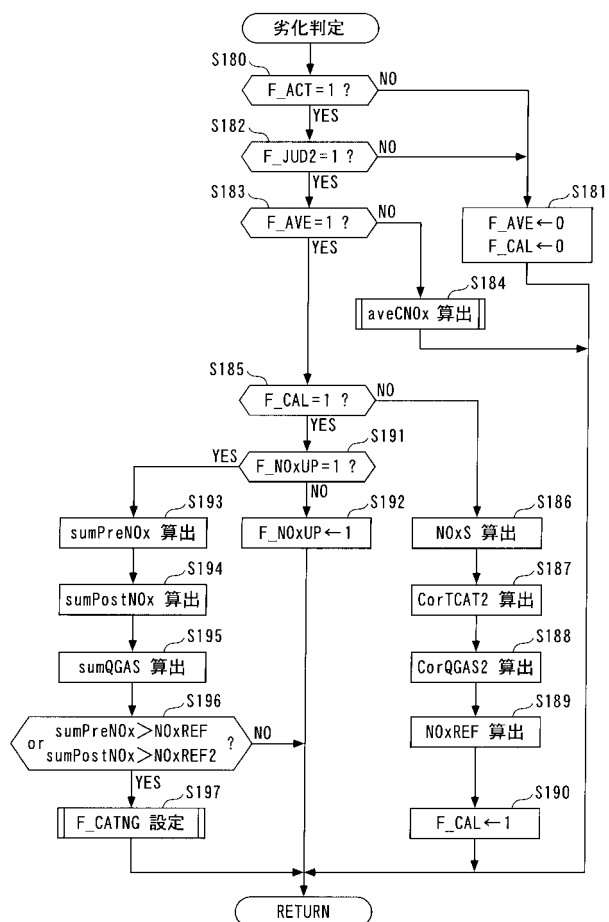
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】

