

(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2010-59956

(P2010-59956A)

(43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 0 1 N 3/20 (2006.01)	F O 1 N 3/20 Z A B C	3 G O 9 1
F 0 1 N 3/08 (2006.01)	F O 1 N 3/08 H	3 G 3 0 1
F 0 1 N 3/28 (2006.01)	F O 1 N 3/28 3 O 1 C	
F 0 2 D 41/14 (2006.01)	F O 2 D 41/14 3 1 O K	

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2009-43423 (P2009-43423)	(71) 出願人	000005326
(22) 出願日	平成21年2月26日 (2009.2.26)		本田技研工業株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2008-201476 (P2008-201476)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(32) 優先日	平成20年8月5日 (2008.8.5)	(74) 代理人	100095566
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		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
		(72) 発明者	堤 康次郎
			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
		(72) 発明者	牧 秀隆
			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

最終頁に続く

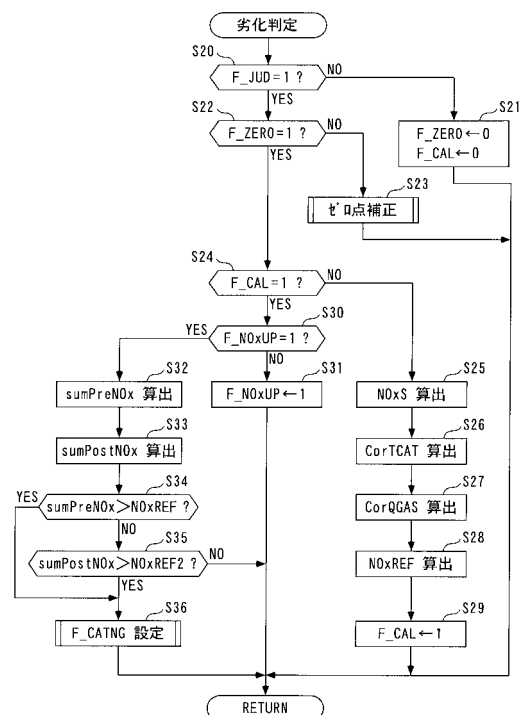
(54) 【発明の名称】 排ガス浄化装置の劣化判定装置

(57) 【要約】

【課題】NO_x浄化触媒の劣化を精度よく迅速に判定す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。

【解決手段】NO_x浄化触媒11の劣化を判定する排ガス浄化装置10の劣化判定装置1はECU2を備える。ECU2は、劣化判定の際に高NO_x濃度制御を実行し(ステップ5)、高NO_x濃度制御中に検出された上流側NO_x濃度CNO_{x__Pre}に基づいて、NO_x供給量sumPreNO_xを算出し(ステップ32)、高NO_x濃度制御中に検出された下流側NO_x濃度CNO_{x__Post}に基づいて、NO_xスリップ量sumPostNO_xを算出し(ステップ33)、sumPreNO_x>NO_xREFが成立している場合において、sumPostNO_x>NO_xJUDが成立したときに、NO_x浄化触媒11が劣化したと判定する(ステップ34、50、52)。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の排気通路に設けられ、酸化雰囲気中の排ガスが流入したときに排ガス中の NO_x を捕捉する NO_x 浄化触媒を備えた排ガス浄化装置において、当該 NO_x 浄化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 NO_x 浄化触媒の上流側における排ガス中の NO_x の濃度を表すパラメータを上流側 NO_x 濃度パラメータとして検出する上流側 NO_x 濃度パラメータ検出手段と、

前記 NO_x 浄化触媒の下流側における排ガス中の NO_x の濃度を表すパラメータを下流側 NO_x 濃度パラメータとして検出する下流側 NO_x 濃度パラメータ検出手段と、

前記 NO_x 浄化触媒に流入する排ガスを酸化雰囲気になるように制御する酸化雰囲気制御を実行する制御手段と、

前記酸化雰囲気制御の実行中に検出された前記上流側 NO_x 濃度パラメータを用いて、前記 NO_x 浄化触媒に流入した NO_x 量の積算値を NO_x 供給量として算出する NO_x 供給量算出手段と、

前記酸化雰囲気制御の実行中に検出された前記下流側 NO_x 濃度パラメータを用いて、前記 NO_x 浄化触媒を通り抜けた NO_x 量の積算値を NO_x スリップ量として算出する NO_x スリップ量算出手段と、

前記算出された NO_x 供給量が所定のしきい値を超えたときに、前記算出された NO_x スリップ量を所定の判定値と比較することによって、前記 NO_x 浄化触媒の劣化を判定する劣化判定手段と、

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】

前記酸化雰囲気制御の実行中、前記 NO_x 浄化触媒の劣化判定の実行条件が成立したか否かを判定する実行条件判定手段と、

前記劣化判定の実行条件が成立した以降に検出された前記下流側 NO_x 濃度パラメータのゼロ点を補正するゼロ点補正手段と、をさらに備え、

前記 NO_x スリップ量算出手段は、前記ゼロ点を補正された下流側 NO_x 濃度パラメータを用いて、前記 NO_x スリップ量を算出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】

前記ゼロ点補正手段は、前記劣化判定の実行条件が成立した以降の所定期間中に検出された複数の前記下流側 NO_x 濃度パラメータの平均値に基づいて、前記下流側 NO_x 濃度パラメータのゼロ点を補正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】

前記酸化雰囲気制御の実行中、前記 NO_x 浄化触媒の劣化判定の実行条件が成立したか否かを判定する実行条件判定手段と、

前記劣化判定の実行条件が成立した以降に検出された前記下流側 NO_x 濃度パラメータに基づいて、前記所定の判定値を算出する判定値算出手段と、をさらに備え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 5】

前記判定値算出手段は、前記劣化判定の実行条件が成立した以降の所定期間中に検出された複数の前記下流側 NO_x 濃度パラメータの平均値に基づいて、前記所定の判定値を算出することを特徴とする請求項 4 に記載の排ガス浄化装置の劣化判定装置。

【請求項 6】

前記酸化雰囲気制御の実行中、前記 NO_x 浄化触媒の劣化判定の実行条件が成立したか否かを判定する実行条件判定手段をさらに備え、

前記制御手段は、前記酸化雰囲気制御の実行中、排ガス中の NO_x 濃度を、前記劣化判定の実行条件が成立しているときには、前記劣化判定の実行条件が成立していないときよりも高くなるように制御することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の排ガ

10

20

30

40

50

ス浄化装置の劣化判定装置。

【請求項 7】

前記 NO_x 浄化触媒は、還元雰囲気気の排ガスが流入したときに捕捉した NO_x を還元する特性を有し、

前記酸化雰囲気気制御の実行中に前記 NO_x 浄化触媒に捕捉された NO_x 量を NO_x 捕捉量として算出する NO_x 捕捉量算出手段をさらに備え、

前記制御手段は、前記酸化雰囲気気制御の実行中に算出された前記 NO_x 捕捉量が所定の捕捉判定値を超えたときに、前記酸化雰囲気気制御を終了するとともに、前記 NO_x 浄化触媒に流入する排ガスを還元雰囲気気に制御し、

前記所定の捕捉判定値を、前記酸化雰囲気気制御の実行中に前記劣化判定の実行条件が成立しているときには、当該劣化判定の実行条件が成立していないときよりも大きな値に設定する捕捉判定値設定手段をさらに備えることを特徴とする請求項 6 に記載の排ガス浄化装置の劣化判定装置。

【請求項 8】

前記劣化判定手段は、前記 NO_x 供給量が前記所定のしきい値以下の場合において、前記 NO_x スリップ量が所定値を超えたときに、前記 NO_x 浄化触媒の劣化判定を実行することを特徴とする請求項 1 ないし 7 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 9】

前記内燃機関の前記排気通路の前記 NO_x 浄化触媒の下流側には、酸化雰囲気気の排ガスが流入したときに排ガス中の NO_x を捕捉する下流側 NO_x 浄化触媒が設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 8 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、排ガス中の NO_x を浄化するための NO_x 浄化触媒を備えた排ガス浄化装置において、NO_x 浄化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、リーンバーンエンジンの排気通路内に設けられた NO_x 浄化触媒を備えており、この NO_x 浄化触媒は、HC 存在下での還元反応によって、排ガス中の NO_x を浄化するタイプのものである。また、劣化判定装置は、NO_x 浄化触媒の劣化を判定するものであり、NO_x 濃度センサを備えている。この NO_x 濃度センサは、NO_x 浄化触媒よりも下流側の排気通路に設けられ、NO_x 浄化触媒を通り抜けた排ガスの NO_x 濃度 NO_{x conc}を検出する。

【0003】

この劣化判定装置では、エンジン回転数および吸入空気量に応じて、マップを検索することによって、NO_x の標準濃度 S NO_{x conc}を算出し、これと吸入空気量と NO_x の比重とに基づき、NO_x の標準量 S gを算出し、この標準量 S gを積算することによって、標準値 S Gが算出される（ステップ 3～5）。また、NO_x 濃度センサによって検出された NO_x 濃度 NO_{x conc}と吸入空気量と NO_x の比重とに基づき、NO_x の排出量 gを算出し、この排出量 gを積算することによって、積算排出量 Gが算出される（ステップ 7～9）。以上の積算動作を所定の実行時間が経過した時点で、積算排出量 Gと標準値 S Gを比較し、G > S Gが成立したときに、NO_x 浄化触媒が劣化したと判定される（ステップ 6, 10, 11）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 7-180535 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記従来の劣化判定装置によれば、NO_x浄化触媒を通過した排ガスのNO_x濃度NO_xconcと吸入空気量とに基づいて排出量gを算出し、これを所定の実行時間が経過するまでの間、積算することによって、劣化判定に用いる積算排出量Gが算出される。そのため、所定の実行時間が短い時間に設定されている場合、エンジンが排ガス流量が小さくなるような運転状態にあるときや、排ガス中のNO_x濃度が低くなるような運転状態にあるときには、積算排出量Gの演算結果が小さな値になってしまうことで、劣化の判定精度が低下するおそれがある。一方、所定の実行時間が長い時間に設定されている場合には、実行時間が短い場合と比べて、判定精度を向上させることができるものの、判定結果を得るまでに時間を要してしまう。

10

【0006】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、NO_x浄化触媒の劣化を精度よく迅速に判定す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。

【課題を解決するための手段】

【0007】

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に設けられ、酸化雰囲気中の排ガスが流入したときに排ガス中のNO_xを捕捉するNO_x浄化触媒11を備えた排ガス浄化装置10において、NO_x浄化触媒11の劣化を判定する排ガス浄化装置10の劣化判定装置1であって、NO_x浄化触媒11の上流側における排ガス中のNO_xの濃度を表すパラメータを上流側NO_x濃度パラメータ（上流側NO_x濃度CNO_x__Pre）として検出する上流側NO_x濃度パラメータ検出手段（ECU2、上流側NO_xセンサ22）と、NO_x浄化触媒11の下流側における排ガス中のNO_xの濃度を表すパラメータを下流側NO_x濃度パラメータ（下流側NO_x濃度CNO_x__Post）として検出する下流側NO_x濃度パラメータ検出手段（ECU2、下流側NO_xセンサ23）と、NO_x浄化触媒11に流入する排ガスを酸化雰囲気になるように制御する酸化雰囲気制御を実行する制御手段（ECU2、ステップ3、5）と、酸化雰囲気制御の実行中に検出された上流側NO_x濃度パラメータ（上流側NO_x濃度CNO_x__Pre）を用いて、NO_x浄化触媒11に流入したNO_x量の積算値をNO_x供給量sumPreNO_xとして算出するNO_x供給量算出手段（ECU2、ステップ32、92）と、酸化雰囲気制御の実行中に検出された下流側NO_x濃度パラメータ（下流側NO_x濃度CNO_x__Post）を用いて、NO_x浄化触媒11を通り抜けたNO_x量の積算値をNO_xスリップ量sumPostNO_xとして算出するNO_xスリップ量算出手段（ECU2、ステップ33、93）と、算出されたNO_x供給量sumPreNO_xが所定のしきい値（NO_x供給量判定値NO_xREF）を超えたときに（ステップ34、95の判別結果がYESのときに）、算出されたNO_xスリップ量sumPostNO_xを所定の判定値NO_xJUD、NO_xJUD2と比較することによって、NO_x浄化触媒11の劣化を判定する劣化判定手段（ECU2、ステップ50～52、101～103）と、を備えることを特徴とする。

20

30

40

【0008】

この排ガス浄化装置の劣化判定装置によれば、NO_x浄化触媒に流入する排ガスを酸化雰囲気になるように制御する酸化雰囲気制御が実行され、この酸化雰囲気制御の実行中に検出された上流側NO_x濃度パラメータを用いて、NO_x浄化触媒に流入したNO_x量の積算値がNO_x供給量として算出される。この場合、上流側NO_x濃度パラメータは、NO_x浄化触媒の上流側における排ガス中のNO_xの濃度を表すパラメータであるので、NO_x供給量は、NO_x浄化触媒に実際に流入したNO_x量を精度よく表すように算出される。また、酸化雰囲気制御の実行中に検出された下流側NO_x濃度パラメータを用いて、NO_x浄化触媒を通り抜けたNO_x量の積算値がNO_xスリップ量として算出される。この場合、下流側NO_x濃度パラメータは、NO_x浄化触媒の下流側における排ガス中のNO_x

50

NO_xの濃度を表すパラメータであるので、NO_xスリップ量は、NO_x浄化触媒を実際に通り抜けたNO_xの総量を精度よく表すように算出される。したがって、算出されたNO_x供給量が所定のしきい値を超えたときに、算出されたNO_xスリップ量を所定の判定値と比較することによって、NO_x浄化触媒の劣化が判定されるので、これらの所定のしきい値および所定の判定値を適切に設定することによって、NO_x浄化触媒に実際に流入したNO_x量が十分な値に達した時点で、それまでNO_x浄化触媒を実際に通り抜けたNO_xの総量の大小度合に基づいて、NO_x浄化触媒の劣化を判定することができる。それにより、NO_x浄化触媒の劣化を精度よく判定することができる。

【0009】

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10の劣化判定装置1において、酸化雰囲気制御の実行中、NO_x浄化触媒11の劣化判定の実行条件が成立したか否かを判定する実行条件判定手段（ECU2、ステップ20）と、劣化判定の実行条件が成立した以降に検出された下流側NO_x濃度パラメータ（下流側NO_x濃度CNO_x__Post）のゼロ点を補正するゼロ点補正手段（ECU2、ステップ23）と、をさらに備え、NO_xスリップ量算出手段は、ゼロ点を補正された下流側NO_x濃度パラメータ（下流側NO_x濃度CNO_x__Post）を用いて、NO_xスリップ量sumPostNO_xを算出する（ステップ33）ことを特徴とする。

【0010】

一般に、下流側NO_x濃度パラメータ検出手段のような、NO_x浄化触媒の下流側の排ガス中のNO_x濃度を表すパラメータを検出する検出手段の場合、ゼロ点のドリフトなどの経時変化が生じやすく、その出力特性が変化しやすいとともに、NO_x浄化触媒の活性状態などに起因して排ガス組成が変化した場合、それに伴って出力変動が生じるという特性を有している。そのため、下流側NO_x濃度パラメータ検出手段を用いて、NO_x浄化触媒の劣化を判定した場合、上述した出力特性の変化や出力変動が発生するのに起因して、劣化判定精度が低下するおそれがある。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、ゼロ点補正手段によって、劣化判定の実行条件が成立した以降に検出された下流側NO_x濃度パラメータのゼロ点が補正され、ゼロ点を補正された下流側NO_x濃度パラメータを用いて、NO_xスリップ量が算出されるので、下流側NO_x濃度パラメータ検出手段において、上述した出力特性の変化や出力変動が発生している場合でも、その影響を回避しながら、NO_x浄化触媒の劣化を判定することができ、それにより、劣化判定精度を向上させることができる。

【0011】

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10の劣化判定装置1において、ゼロ点補正手段は、劣化判定の実行条件が成立した以降の所定期間中に検出された複数の下流側NO_x濃度パラメータ（下流側NO_x濃度CNO_x__Post）の平均値に基づいて、下流側NO_x濃度パラメータ（下流側NO_x濃度CNO_x__Post）のゼロ点を補正する（ステップ23）ことを特徴とする。

【0012】

この排ガス浄化装置の劣化判定装置によれば、劣化判定の実行条件が成立した以降の所定期間中に検出された複数の下流側NO_x濃度パラメータの平均値に基づいて、下流側NO_x濃度パラメータのゼロ点が補正されるので、この所定期間中において、下流側NO_x濃度パラメータ検出手段の検出結果が一時的にばらついたり、比較的大きな誤差を一時的に生じたりした場合でも、その影響を回避しながら、下流側NO_x濃度パラメータのゼロ点を補正することができ、それにより、劣化判定精度をさらに向上させることができる。

【0013】

請求項4に係る発明は、請求項1に記載の排ガス浄化装置10の劣化判定装置1において、酸化雰囲気制御の実行中、NO_x浄化触媒11の劣化判定の実行条件が成立したか否かを判定する実行条件判定手段（ECU2、ステップ80）と、劣化判定の実行条件が成立した以降に検出された下流側NO_x濃度パラメータ（下流側NO_x濃度CNO_x__Post）に基づいて、所定の判定値NO_xJUD2を算出する判定値算出手段（ECU2、

ステップ 83, 100) と、をさらに備えることを特徴とする。

【0014】

前述したように、下流側 NOx 濃度パラメータ検出手段のような、NOx 浄化触媒の下流側の排ガス中の NOx 濃度を表すパラメータを検出する検出手段の場合、出力特性の変化や出力変動が生じやすい特性を有しているので、そのような下流側 NOx 濃度パラメータ検出手段を用いて、NOx 浄化触媒の劣化判定を実行すると、その劣化判定精度が低下するおそれがある。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、判定値算出手段によって、劣化判定の実行条件が成立した以降に検出された下流側 NOx 濃度パラメータに基づいて、所定の判定値が算出されるので、下流側 NOx 濃度パラメータ検出手段において、上述した出力特性の変化や出力変動が発生している場合でも、それを反映させながら所定の判定値を算出できるとともに、そのように算出された判定値を用いて、NOx 浄化触媒の劣化を判定することができる。それにより、劣化判定精度を向上させることができる。

10

【0015】

請求項 5 に係る発明は、請求項 4 に記載の排ガス浄化装置 10 の劣化判定装置 1 において、判定値算出手段は、劣化判定の実行条件が成立した以降の所定期間中に検出された複数の下流側 NOx 濃度パラメータの平均値 $ave\ CNOx$ に基づいて、所定の判定値 $NOx\ JUD2$ を算出する (ステップ 83, 100) ことを特徴とする。

【0016】

この排ガス浄化装置の劣化判定装置によれば、劣化判定の実行条件が成立した以降の所定期間中に検出された複数の下流側 NOx 濃度パラメータの平均値に基づいて、所定の判定値が算出されるので、この所定期間中において、下流側 NOx 濃度パラメータ検出手段の検出結果が一時的にばらついたり、比較的大きな誤差を一時的に生じたりした場合でも、その影響を回避しながら、所定の判定値を算出することができ、それにより、劣化判定精度をさらに向上させることができる。

20

【0017】

請求項 6 に係る発明は、請求項 1 ないし 5 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、酸化雰囲気制御の実行中、NOx 浄化触媒 11 の劣化判定の実行条件が成立したか否かを判定する実行条件判定手段 (ECU2、ステップ 20, 80) をさらに備え、制御手段は、酸化雰囲気制御の実行中、排ガス中の NOx 濃度を、劣化判定の実行条件が成立しているときには、劣化判定の実行条件が成立していないときよりも高くなるように制御する (ステップ 5) ことを特徴とする。

30

【0018】

この排ガス浄化装置の劣化判定装置によれば、酸化雰囲気制御の実行中、排ガス中の NOx 濃度が、劣化判定の実行条件が成立しているときには、劣化判定の実行条件が成立していないときよりも高くなるように制御されるので、NOx 供給量が所定のしきい値を超えるまでの時間を短縮することができ、それにより、劣化判定を迅速に実行することができる。

【0019】

請求項 7 に係る発明は、請求項 6 に記載の排ガス浄化装置 10 の劣化判定装置 1 において、NOx 浄化触媒 11 は、還元雰囲気の排ガスが流入したときに捕捉した NOx を還元する特性を有し、酸化雰囲気制御の実行中に NOx 浄化触媒 11 に捕捉された NOx 量を NOx 捕捉量 S_QNOx として算出する NOx 捕捉量算出手段 (ECU2、ステップ 61) をさらに備え、制御手段は、酸化雰囲気制御の実行中に算出された NOx 捕捉量 S_QNOx が所定の捕捉判定値 $SREF$ を超えたときに、酸化雰囲気制御を終了するとともに、NOx 浄化触媒 11 に流入する排ガスを還元雰囲気に制御し (ステップ 1, 4, 65, 67,)、所定の捕捉判定値 $SREF$ を、酸化雰囲気制御の実行中に劣化判定の実行条件が成立しているときには、劣化判定の実行条件が成立していないときよりも大きな値 (第 2 所定値 $SREF2$) に設定する捕捉判定値設定手段 (ECU2、ステップ 60, 62 ~ 64) をさらに備えることを特徴とする。

40

50

【0020】

この排ガス浄化装置の劣化判定装置によれば、酸化雰囲気制御の実行中に算出されたNOx捕捉量が所定の捕捉判定値を超えたときに、酸化雰囲気制御が終了されるとともに、NOx浄化触媒に流入する排ガスが還元雰囲気制御される。それにより、NOx浄化触媒が還元雰囲気の排ガスが流入したときに捕捉したNOxを還元する特性を有していることで、NOx浄化触媒に捕捉されたNOxが還元される。この場合、前述したように、排ガス中のNOx濃度は、酸化雰囲気制御の実行中に劣化判定の実行条件が成立しているときには、劣化判定の実行条件が成立していないときよりも高くなるように制御されるので、劣化判定の実行条件が成立している場合、NOx浄化触媒に捕捉されるNOxの増大度は、劣化判定の実行条件が成立していないときよりも大きくなることで、NOx捕捉量が所定の捕捉判定値を超えやすくなり、その結果、排ガスの酸化雰囲気制御が中止されることで、NOx浄化触媒の劣化を適切に判定できなくなるおそれがある。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、所定の捕捉判定値が、劣化判定の実行条件が成立しているときには、劣化判定の実行条件が成立していないときよりも大きな値に設定されるので、排ガスの酸化雰囲気制御を継続しながら、NOx浄化触媒の劣化判定を適切に実行することができる。

10

【0021】

請求項8に係る発明は、請求項1ないし7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、劣化判定手段は、NOx供給量が所定のしきい値（NOx供給量判定値NOxREF）以下の場合（ステップ34，95の判別結果がNOの場合）において、NOxスリップ量sumPostNOxが所定値（所定の判定値NOxREF2）を超えたとき（ステップ35，96の判別結果がYESのとき）に、NOx浄化触媒の劣化判定を実行する（ステップ50～52，101～103）ことを特徴とする。

20

【0022】

この排ガス浄化装置の劣化判定装置によれば、NOx供給量が所定のしきい値以下の場合において、NOxスリップ量が所定値を超えたときに、NOx浄化触媒の劣化判定が実行されるので、この所定値を適切に設定することによって、NOx浄化触媒に実際に流入したNOx量が十分な値に達していない時点でも、NOx浄化触媒を実際に通り抜けたNOxの総量が多いときには、NOx浄化触媒の劣化判定を実行することができる。それにより、NOx浄化触媒の劣化判定を迅速に実行することができる。これに加えて、請求項6または7に係る排ガス浄化装置の劣化判定装置の場合には、排ガス中のNOxを高濃度状態に制御する時間を短縮することができ、それにより、排ガステ性の悪化を抑制することができる。

30

【0023】

請求項9に係る発明は、請求項1ないし8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、内燃機関3の排気通路7のNOx浄化触媒11の下流側には、酸化雰囲気制御の排ガスが流入したときに排ガス中のNOxを捕捉する下流側NOx浄化触媒12が設けられていることを特徴とする。

【0024】

この排ガス浄化装置の劣化判定装置によれば、排気通路のNOx浄化触媒の下流側に下流側NOx浄化触媒が設けられているので、NOx浄化触媒の劣化判定中、下流側NOx浄化触媒によって、NOx浄化触媒を通り抜けたNOxを浄化することができる。それにより、NOx浄化触媒の劣化判定中における排ガステ性の悪化を確実に回避することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0025】

【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】高NOx濃度制御処理を示すフローチャートである。

50

【図 4】NO_x 浄化触媒の劣化判定処理を示すフローチャートである。

【図 5】判定条件成立フラグ F_{JUD} の設定処理を示すフローチャートである。

【図 6】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 7】触媒温補正係数 C_{or} T C A T の算出に用いるマップの一例を示す図である。

【図 8】排ガス流量補正係数 C_{or} Q G A S の算出に用いるマップの一例を示す図である。

。

【図 9】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 10】リッチ条件フラグ F_{RIC} H の設定処理を示すフローチャートである。

【図 11】第 1 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制御結果例を示すタイミングチャートである。

10

【図 12】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 13】第 2 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 14】第 2 実施形態の劣化判定装置における触媒劣化フラグ F_{CATNG} の設定処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0026】

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 10 の劣化判定処理を実行する。

20

【0027】

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。

【0028】

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、燃料噴射制御が実行される。

30

【0029】

エンジン 3 には、クランク角センサ 20 が設けられている。このクランク角センサ 20 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。

40

【0030】

エンジン 3 の吸気通路 5 には、エアフローセンサ 21 が設けられており、このエアフローセンサ 21 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 を検出して、それを表す検出信号を E C U 2 に出力する。

【0031】

一方、エンジン 3 の排気通路 7 には、排ガス浄化装置 10 が設けられており、この排ガス浄化装置 10 は、NO_x 浄化触媒 11 および下流側 NO_x 浄化触媒 12などを備えている。この NO_x 浄化触媒 11 は、酸化雰囲気中の排ガスが流入したときに、排ガス中の NO

50

xを捕捉（貯蔵）する能力を有している。このNO_x浄化触媒11に捕捉されたNO_xは、還元雰囲気（還元雰囲気）の排ガスがNO_x浄化触媒11に流入したときに、還元剤と反応することによって還元される。

【0032】

また、下流側NO_x浄化触媒12も、NO_x浄化触媒11と同様に、酸化雰囲気（酸化雰囲気）の排ガスが流入したときに、排ガス中のNO_xを捕捉する能力を有しており、この下流側NO_x浄化触媒12に捕捉されたNO_xは、還元雰囲気（還元雰囲気）の排ガスが下流側NO_x浄化触媒12に流入したときに、還元剤と反応することによって還元される。

【0033】

さらに、排気通路7には、上流側NO_xセンサ22がNO_x浄化触媒11の上流側に、下流側NO_xセンサ23がNO_x浄化触媒11の下流側にそれぞれ設けられている。この上流側NO_xセンサ22は、排気通路7を流れる排ガス中のNO_x濃度を検出して、それを表す検出信号をECU2に出力する。ECU2は、この上流側NO_xセンサ22の検出信号に基づき、NO_x浄化触媒11の上流側の排ガス中のNO_x濃度（以下「上流側NO_x濃度」という）CNO_x__Preを算出する。なお、本実施形態では、上流側NO_xセンサ22が上流側NO_x濃度パラメータ検出手段に相当し、上流側NO_x濃度CNO_x__Preが上流側NO_x濃度パラメータに相当する。

【0034】

また、下流側NO_xセンサ23も、上流側NO_xセンサ22と同様に、排気通路7を流れる排ガス中のNO_x濃度を検出して、それを表す検出信号をECU2に出力する。ECU2は、この下流側NO_xセンサ23の検出信号に基づき、NO_x浄化触媒11を通過した排ガス中のNO_x濃度（以下「下流側NO_x濃度」という）CNO_x__Postを算出する。なお、本実施形態では、下流側NO_xセンサ23が下流側NO_x濃度パラメータ検出手段に相当し、下流側NO_x濃度CNO_x__Postが下流側NO_x濃度パラメータに相当する。

【0035】

また、NO_x浄化触媒11には、触媒温センサ24が取り付けられており、この触媒温センサ24は、NO_x浄化触媒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。

【0036】

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などで構成されている。EGR通路8aの一端は、排気通路7のNO_x浄化触媒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。

【0037】

EGR制御弁8bは、その開度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。このEGR量の制御と、前述した燃料噴射制御とによって、後述するように、空燃比が制御される。その結果、エンジン3は、通常時は理論空燃比よりもリーンな混合気を燃焼させるリーン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。

【0038】

さらに、ECU2には、アクセル開度センサ25が電氣的に接続されている。このアクセル開度センサ25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。

【0039】

一方、ECU2は、CPU、RAM、ROMおよびI/Oインターフェース（いずれも

10

20

30

40

50

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 20~25 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 NOx 浄化触媒 11 の劣化判定処理を行う。

【0040】

なお、本実施形態では、ECU 2 が、上流側 NOx 濃度パラメータ検出手段、下流側 NOx 濃度パラメータ検出手段、制御手段、NOx 供給量算出手段、NOx スリップ量算出手段、劣化判定手段、実行条件判定手段、ゼロ点補正手段、NOx 捕捉量算出手段および捕捉判定値設定手段に相当する。

【0041】

以下、図 2 を参照しながら、ECU 2 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、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。

【0042】

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_{RIC}H が「1」であるか否かを判別する。このリッチ条件フラグ F_{RIC}H は、後述するように、リッチ条件フラグ F_{RIC}H の設定処理において設定される。

【0043】

ステップ 1 の判別結果が NO のときには、ステップ 2 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。

【0044】

ステップ 2 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 3 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 PMCMD が算出され、このリーン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、リーン制御用の燃料噴射量 Q_{INJ} が算出される。さらに、このリーン制御用の燃料噴射量 Q_{INJ} 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 _{INJ} が算出される。

【0045】

これに加えて、リーン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、リーン制御用の目標吸入空気量 GAIR_{CMD} が算出され、吸入空気量 GAIR がこの目標吸入空気量 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。

【0046】

ステップ 3 で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。以上により、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、その結果、酸化雰囲気中の排ガスがエンジン 3 から排気通路 7 に排出される。

【0047】

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 4 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 PMCMD が算出され、このリッチスパイク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、リッチスパイク制御用の燃料噴射量 Q_{INJ} 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_{INJ} 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 _{INJ} が算出される。

10

20

30

40

50

【0048】

これに加えて、リッチスパイク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、リッチスパイク制御用の目標吸入空気量 $GAI R_CMD$ が算出され、吸入空気量 $GAI R$ がこの目標吸入空気量 $GAI R_CMD$ 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。

【0049】

ステップ4で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。以上により、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。その結果、還元雰囲気中の排ガスがエンジン3から排気通路7に排出されることで、 NOx 浄化触媒11に捕捉された NOx が還元される。

10

【0050】

一方、ステップ2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5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3に示すように実行される。

【0051】

まず、ステップ10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 $QINJ$ および燃料噴射タイミング ϕINJ 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 $QINJ$ および燃料噴射タイミング ϕINJ を算出する。

20

【0052】

次に、ステップ11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 $GAI R_CMD$ を算出する。

【0053】

次いで、ステップ12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 $GAI R$ が目標吸入空気量 $GAI R_CMD$ 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、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る。以上によって、エンジン3から排気通路7に排出される排ガスは、リーン制御中と同じ酸化雰囲気中に制御されるとともに、 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。具体的には、上流側 NOx 濃度 $CNOx_Pre$ が、後述する所定の上限値 $CNOx_H$ になるように制御される。

30

【0054】

図2に戻り、ステップ5で高 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。

【0055】

次に、図4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、上流側 NOx 濃度 $CNOx_Pre$ と下流側 NOx 濃度 $CNOx_Post$ に基づいて、 NOx 浄化触媒11の劣化判定を行うものであり、所定の制御周期 ΔT (例えば $10ms$) で実行される。

40

【0056】

この処理では、まず、ステップ20で、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、具体的には、図5に示す設定処理において設定される。この処理では、ステップ40において、まず、以下の条件 (f1) ~ (f11) がいずれも成立しているか否かを判別する。

(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 (この所定時間は値0を含む)。

(f2) 今回の運転サイクル中 (すなわちエンジン始動時から停止時までの間) において

50

、劣化判定処理を実行済みでないこと。

(f 3) エンジン回転数 NE が所定の上限値 NE_H (例えば 2500 rpm) と所定の下限値 NE_L (例えば 1500 rpm) の間の範囲内にあること。

(f 4) 要求トルク PM_CMD が所定の上限値 PM_H (例えば 100 Nm) と所定の下限値 PM_L (例えば 80 Nm) の間の範囲内にあること。

(f 5) 触媒温 T_CAT が所定の上限値 T_CAT_H (例えば 450 °C) と所定の下限値 T_CAT_L (例えば 350 °C) の間の範囲内にあること。

(f 6) 排ガス温度 T_EX が所定の上限値 T_EX_H (例えば 500 °C) と所定の下限値 T_CAT_L (例えば 350 °C) の間の範囲内にあること。なお、この排ガス温度 T_EX は、 NO_x 浄化触媒 11 に流入する排ガスの温度であり、図示しない排ガス温度センサを用いて検出される。

10

【0057】

(f 7) 上流側 NO_x 濃度 $C_NO_x_Pre$ が所定の上限値 $C_NO_x_H$ (例えば 300 ppm) と所定の下限値 $C_NO_x_L$ (例えば 100 ppm) の間の範囲内にあること。

(f 8) NO_x 流量 G_NO_x が所定の上限値 $G_NO_x_H$ (例えば 6 g/hr) と所定の下限値 $G_NO_x_L$ (例えば 3 g/hr) の間の範囲内にあること。なお、この NO_x 流量 G_NO_x は、エンジン回転数 NE および吸入空気量 G_AIR などに基づき、排ガス流量 Q_GAS を算出し、これに上流側 NO_x 濃度 $C_NO_x_Pre$ を乗算することにより算出される。

(f 9) NO_x 浄化触媒 11 における NO_x 捕捉量 $S_Q_NO_x$ が所定の上限値 $S_Q_NO_x_H$ (例えば 0.2 g) と所定の下限 $S_Q_NO_x_L$ (例えば 0.1 g) の間の範囲内にあること。なお、この NO_x 捕捉量 $S_Q_NO_x$ は、 NO_x 浄化触媒 11 に捕捉されたと推定される NO_x 量の積算値であり、後述する NO_x 供給量 $sum_Pre_NO_x$ と同じ手法により算出される。

20

(f 10) EGR 率 R_EGR が所定の上限値 R_EGR_H (例えば 50 %) 以上の範囲内にあること。なお、この EGR 率 R_EGR は、エンジン回転数 NE および吸入空気量 Q_AIR などに基づいて算出される。

(f 11) EGR 制御弁 8b の開度 θ_EGR が所定の上限値 θ_EGR_H (例えば 60 °) 以上であること。なお、この EGR 制御弁 8b の開度 θ_EGR は、図示しない開度センサを用いて検出される。

30

【0058】

以上の条件 (f 1) ~ (f 11) において、条件 (f 5) , (f 6) は、 NO_x 浄化触媒 11 が適度な活性状態にあることを表す条件であり、条件 (f 7) ~ (f 11) は、 NO_x 浄化触媒 11 に供給される排ガスが、劣化判定に最適な状態にあることを表す条件である。

【0059】

次いで、これらの条件 (f 1) ~ (f 11) がいずれも成立していると判別されたときには、 NO_x 浄化触媒 11 の劣化判定条件が成立しているとして、判定条件成立フラグ F_JUD が「1」に設定され、それ以外ときには判定条件成立フラグ F_JUD が「0」に設定される。ステップ 40 で、判定条件成立フラグ F_JUD を以上のように設定した後、本処理を終了する。

40

【0060】

図 4 に戻り、ステップ 20 の判別結果が NO で、 NO_x 浄化触媒 11 の劣化判定条件が成立していないときには、 NO_x 浄化触媒 11 の劣化判定を実行すべきでないと判定して、ステップ 21 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。

【0061】

一方、ステップ 20 の判別結果が YES で、 NO_x 浄化触媒 11 の劣化判定条件が成立しているときには、ステップ 22 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 NO_x 濃度 $C_NO_x_P$

50

o s t のゼロ点補正を実行すべきであると判定して、ステップ 2 3 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。

【0062】

このステップ 2 3 のゼロ点補正処理では、まず、下流側 N O x センサ 2 3 の検出信号に基づいて算出した下流側 N O x 濃度 $C_{N O x _ P o s t}$ を、制御周期 ΔT 毎にサンプリングし、所定個数（例えば 100 個）の下流側 N O x 濃度 $C_{N O x _ P o s t}$ 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、平均値が算出される。そして、この平均値の算出以降は、下流側 N O x センサ 2 3 の検出信号に基づいて算出した下流側 N O x 濃度 $C_{N O x _ P o s t}$ の実際値から平均値を減算することによって、ゼロ点補正済みの下流側 N O x 濃度 $C_{N O x _ P o s t}$ が算出される。

10

【0063】

また、ステップ 2 3 のゼロ点補正処理では、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 $F_Z E R O$ が「1」に設定される。なお、本実施形態では、所定個数の下流側 N O x 濃度 $C_{N O x _ P o s t}$ の算出値がサンプリングされるまでの間が所定時間に相当する。

【0064】

このように、ステップ 2 3 でゼロ点補正済みフラグ $F_Z E R O$ が「1」に設定されると、ステップ 2 2 の判別結果が Y E S となり、その場合には、ステップ 2 4 に進み、判定値算出済みフラグ $F_C A L$ が「1」であるか否かを判別する。

20

【0065】

この判別結果が N O のときには、後述する N O x 供給量判定値 $N O x R E F$ を算出すべきであると判定して、ステップ 2 5 に進み、N O x 捕捉量 $S_Q N O x$ に応じて、図 6 に示すマップを検索することにより、N O x 捕捉能 $N O x S$ を算出する。この N O x 捕捉量 $S_Q N O x$ は、N O x 浄化触媒 1 1 に捕捉されたと推定される N O x 量であり、後述するように、リッチ条件フラグ $F_R I C H$ の設定処理において算出される。

【0066】

また、N O x 捕捉能 $N O x S$ は、N O x 浄化触媒 1 1 が捕捉可能な N O x 量を表すものであり、図 6 のマップでは、N O x 捕捉量 $S_Q N O x$ が大きいほど、より小さい値に設定されている。これは、N O x 捕捉量 $S_Q N O x$ が N O x 浄化触媒 1 1 に捕捉されたと推定される N O x 量である関係上、N O x 捕捉量 $S_Q N O x$ が大きいほど、N O x 浄化触媒 1 1 が捕捉可能な N O x 量がより小さくなるためである。

30

【0067】

次いで、ステップ 2 6 に進み、触媒温 $T C A T$ に応じて、図 7 に示す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、 $T R E F a \sim T R E F d$ は、 $T R E F a < T R E F b < T R E F c < T R E F d$ 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。このマップでは、触媒温補正係数 $C o r T C A T$ は、 $T R E F a \leq T C A T < T R E F b$ の範囲において、触媒温 $T C A T$ 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 $T C A T$ が $T R E F a \leq T C A T < T R E F b$ の範囲にある場合、触媒温 $T C A T$ が低いほど、N O x 浄化触媒 1 1 の活性度合がより低いことで、その N O 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。

40

【0068】

また、触媒温補正係数 $C o r T C A T$ は、 $T R E F b \leq T C A T \leq T R E F c$ の範囲では一定値に設定されており、これは、N O x 浄化触媒 1 1 の活性度合が $T R E F b \leq T C A T \leq T R E F c$ 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 $C o r T C A T$ は、 $T R E F c < T C A T \leq T R E F d$ の範囲では、触媒温 $T C A T$ 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 $T C A T$ が $T R E F c < T C A T \leq T R E F d$ の範囲にある場合、触媒温 $T C A T$ が高いほど、N O x 浄化触媒 1 1 の N O x 捕捉能力が低下するので、それに対応するためである。

50

【0069】

ステップ26に続くステップ27で、排ガス流量 Q_{GAS} に応じて、図8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 Cor_{QGAS} を算出する。このマップでは、排ガス流量補正係数 Cor_{QGAS} 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 NO_x 浄化触媒11を通過する際に NO_x 浄化触媒11と反応しにくくなり、 NO_x 浄化触媒11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、 NO_x 浄化触媒11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、 NO_x 浄化触媒11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 NO_x 浄化触媒11に捕捉されにくくなることに起因して、 NO_x 浄化触媒11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。

10

【0070】

次に、ステップ28に進み、下式（1）により、 NO_x 供給量判定値 NO_xREF （所定のしきい値）を算出する。

【数1】

$$NO_xREF = NO_xS \cdot CorTCAT \cdot CorQGAS \quad \dots\dots (1)$$

【0071】

次いで、 NO_x 供給量判定値 NO_xREF を算出済みであることを表すために、ステップ29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。

20

【0072】

上記のように、ステップ29で判定値算出済みフラグ F_CAL が「1」に設定されると、ステップ24の判別結果がYESとなり、その場合には、ステップ30に進み、高 NO_x 条件フラグ F_NO_xUP 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31に進み、高 NO_x 濃度制御を実行すべきであることを表すために、高 NO_x 条件フラグ F_NO_xUP を「1」に設定した後、本処理を終了する。

【0073】

このように、ステップ31で高 NO_x 条件フラグ F_NO_xUP が「1」に設定されると、ステップ30の判別結果がYESとなり、その場合には、ステップ32に進み、下式（2）により、 NO_x 供給量 $sumPreNO_x$ を算出する。

30

【数2】

$$sumPreNO_x = sumPreNO_xZ + CNO_x_Pre \cdot QGAS \cdot \Delta T \quad \dots\dots (2)$$

【0074】

この式（2）において、 $sumPreNO_xZ$ は、 NO_x 供給量の前回値を表している。また、式（2）の右辺の第2項は、上流側 NO_x 濃度と排ガス流量と制御周期の積 $CNO_x_Pre \cdot QGAS \cdot \Delta T$ 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、 NO_x 浄化触媒11に供給された NO_x 量を表すものである。したがって、 NO_x 供給量 $sumPreNO_x$ は、そのような値 $CNO_x_Pre \cdot QGAS \cdot \Delta T$ 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、 NO_x 浄化触媒11に供給されたと推定される NO_x の総量を表すものになる。

40

【0075】

次いで、ステップ33に進み、下式（3）により、 NO_x スリップ量 $sumPostNO_x$ を算出する。

【数3】

$$sumPostNO_x = sumPostNO_xZ + CNO_x_Post \cdot QGAS \cdot \Delta T \quad \dots\dots (3)$$

【0076】

50

この式(3)において、 sumPostNOxZ は、 NOx スリップ量の前回値を表している。また、式(3)の右辺の第2項は、下流側 NOx 濃度と排ガス流量と制御周期の積 $\text{CNOx_Post} \cdot \text{QGAS} \cdot \Delta T$ 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、 NOx 浄化触媒11に捕捉されることなく、 NOx 浄化触媒11を通過した NOx 量を表すものである。したがって、 NOx スリップ量 sumPreNOx は、そのような値 $\text{CNOx_Post} \cdot \text{QGAS} \cdot \Delta T$ を積算することによって算出されるので、高 NOx 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、 NOx 浄化触媒11を通過したと推定される NOx の総量を表すものになる。

【0077】

次に、ステップ34で、 $\text{sumPreNOx} > \text{NOxREF}$ が成立しているか否かを判別する。この判別結果がYESで、 $\text{sumPreNOx} > \text{NOxREF}$ が成立しているときには、 NOx 浄化触媒11の劣化判定を行うのに十分な量の NOx が NOx 浄化触媒11に供給されたと判定して、後述するステップ36に進む。

【0078】

一方、ステップ34の判別結果がNOで、 $\text{sumPreNOx} \leq \text{NOxREF}$ のときには、ステップ35に進み、 $\text{sumPostNOx} > \text{NOxREF2}$ が成立しているか否かを判別する。この NOxREF2 は、 NOx スリップ量 sumPostNOx の所定の判定値(所定値)であり、一定値に設定される。

【0079】

ステップ35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35の判別結果がYESで、 $\text{sumPostNOx} > \text{NOxREF2}$ が成立しているときには、 NOx 浄化触媒11を通り抜けた NOx 量が多い状態にあることで、 NOx 浄化触媒11の劣化判定を行うべきであると判定して、ステップ36に進む。

【0080】

以上のステップ34または35に続くステップ36で、触媒劣化フラグ F_CATNG の設定処理を実行する。この触媒劣化フラグ F_CATNG の設定処理は、具体的には図9に示すように実行される。

【0081】

この処理では、まず、ステップ50で、 NOx スリップ量 sumPostNOx 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、 $\text{sumPostNOx} \leq \text{NOxJUD}$ のときには、 NOx 浄化触媒11が劣化していないと判定して、ステップ51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。

【0082】

一方、ステップ50の判別結果がYESで、 $\text{sumPostNOx} > \text{NOxJUD}$ のときには、 NOx 浄化触媒11が劣化したと判定して、ステップ52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。

【0083】

以上のステップ51または52に続くステップ53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。

【0084】

次に、ステップ54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。

【0085】

図4に戻り、ステップ36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。

【0086】

なお、前述したステップ35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50で用いた判定値 NOxJUD と比較

10

20

30

40

50

するように構成してもよい。

【0087】

次に、図10を参照しながら、前述したリッチ条件フラグF__RICHの設定処理について説明する。同図に示すように、この設定処理では、まず、ステップ60で、リッチ条件フラグF__RICHが「1」であるか否かを判別する。この判別結果がNOのときには、ステップ61に進み、NOx捕捉量S__QNOxを算出する。

【0088】

このNOx捕捉量S__QNOxは、前述したように、NOx浄化触媒11に捕捉されたと推定されるNOx量であり、具体的には以下に述べるように算出される。すなわち、要求トルクPMCMD、エンジン回転数NE、吸入空気量GAIRおよびEGR制御弁8bの開度（すなわちEGR量）などのパラメータに応じて、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NOx排出量QNOxを算出するとともに、これを積算することによって、NOx捕捉量S__QNOxが算出される。

【0089】

次いで、ステップ62に進み、前述した高NOx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で、リーン制御中であるときには、ステップ63に進み、捕捉判定値SREFを第1所定値SREF1に設定する。

【0090】

一方、ステップ62の判別結果がYESで、高NOx濃度制御中であるときには、ステップ64に進み、捕捉判定値SREFを第2所定値SREF2に設定する。ここで、第1および第2所定値SREF1、SREF2は、 $SREF1 < SREF2$ が成立するような一定値に設定されている。これは、高NOx濃度制御の実行中、排ガスのNOx濃度がリーン制御中よりも高くなるように、エンジン3の運転状態が制御されることで、NOx捕捉量S__QNOxの増大度合がリーン制御中よりも大きくなることによる。

【0091】

ステップ63または64に続くステップ65で、NOx捕捉量S__QNOxが捕捉判定値SREFよりも大きいかな否かを判別する。この判別結果がNOのときには、リーン制御または高NOx濃度制御を継続すべきであると判定して、そのまま本処理を終了する一方、この判別結果がYESのときには、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66に進み、それを表すために、リッチ条件フラグF__RICHを「1」に設定した後、本処理を終了する。

【0092】

一方、ステップ60の判別結果がYESで、リッチスパイク制御中のときには、ステップ67に進み、減算値DECを算出する。この減算値DECは、リッチスパイク制御の実行により、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、NOx浄化触媒11で還元されたと推定されるNOx量であり、具体的には、運転状態を表すパラメータ（例えば、要求トルクPMCMD、エンジン回転数NE、吸入空気量GAIRおよびEGR制御弁8bの開度など）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。

【0093】

次いで、ステップ68に進み、NOx捕捉量S__QNOxを、その前回値S__QNOxZから減算値DECを減算した値（ $S_QNOxZ - DEC$ ）に設定する。次に、ステップ69で、NOx捕捉量S__QNOxが所定の終了判定値SDEC以下であるかな否かを判別する。この判別結果がNOのときには、リッチスパイク制御を継続すべきであると判定して、そのまま本処理を終了する。

【0094】

一方、ステップ69の判別結果がYESのときには、リッチスパイク制御を終了すべきであると判定して、ステップ70に進み、それを表すためにリッチ条件フラグF__RICHを「0」に設定する。その後、本処理を終了する。

【0095】

次に、図 11 を参照しながら、高 NO_x 濃度制御処理および劣化判定処理を以上のように実行した場合の制御結果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、 NO_x 浄化触媒 11 が劣化している場合のものであり、破線で示す曲線は、 NO_x 浄化触媒 11 が劣化していない場合のものである。

【0096】

同図に示すように、時刻 t_1 で、 NO_x 浄化触媒 11 の劣化判定条件が成立し、 $F_JUD = 1$ が成立すると、その後の NO_x 供給量判定値 $\text{NO}_x REF$ が算出された時点（時刻 t_2 ）で、 $F_NO_x UP = 1$ 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 濃度の排ガスが上流側 NO_x センサ 22 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、 NO_x 浄化触媒 11 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、 NO_x スリップ量 sumPostNO_x も時間の経過に伴って上昇する。そして、 $\text{sumPreNO}_x > \text{NO}_x REF$ が成立した時点（時刻 t_4 ）で、 $\text{sumPostNO}_x > \text{NO}_x JUD$ が成立する。それにより、 NO_x 浄化触媒 11 が劣化したと判定される。

【0097】

一方、 NO_x 浄化触媒 11 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、 $\text{sumPreNO}_x > \text{NO}_x REF$ が成立した時点（時刻 t_4 ）でも、 $\text{sumPostNO}_x \leq \text{NO}_x JUD$ が成立する。それにより、 NO_x 浄化触媒 11 が劣化していないと判定される。

【0098】

以上のように、第 1 実施形態の劣化判定装置 1 によれば、図 4 の劣化判定処理において、下流側 NO_x センサ 23 の検出信号値に基づいて、ゼロ点補正済みの下流側 NO_x 濃度 CNO_x_Post が算出されるとともに、このゼロ点補正済みの下流側 NO_x 濃度 CNO_x_Post に基づいて、 NO_x スリップ量 sumPostNO_x が算出される。また、上流側 NO_x センサ 22 の検出信号値に基づいて、上流側 NO_x 濃度 CNO_x_Pre が算出され、この上流側 NO_x 濃度 CNO_x_Pre に基づいて、 NO_x 供給量 sumPreNO_x が算出される。そして、 $\text{sumPreNO}_x > \text{NO}_x REF$ が成立したときに、 NO_x スリップ量 sumPostNO_x を所定の判定値 $\text{NO}_x JUD$ と比較することによって、 NO_x 浄化触媒 11 の劣化判定が実行される。すなわち、 NO_x 浄化触媒 11 に実際に流入した NO_x 量が十分な値に達した時点での、 NO_x 浄化触媒 11 を通過したと推定される NO_x の総量の大小度合に基づいて、 NO_x 浄化触媒 11 の劣化が判定される。

【0099】

一般に、下流側 NO_x センサ 23 のような、 NO_x 浄化触媒 11 よりも下流側の排ガス中の NO_x 濃度を表すパラメータを検出するセンサの場合、ゼロ点のドリフトなどの経時変化が生じやすく、その出力特性が変化しやすいとともに、 NO_x 浄化触媒 11 の活性状態などに起因して排ガス組成が変化すると、それに伴って出力変動を生じるという特性を有している。そのため、下流側 NO_x センサ 23 を用いて、 NO_x 浄化触媒 11 の劣化を判定した場合、上述した出力特性の変化や出力変動が発生するのに起因して、下流側 NO_x 濃度 CNO_x_Post の算出精度が低下し、劣化判定精度が低下するおそれがある。これに対して、この劣化判定装置 1 によれば、劣化判定処理において、ゼロ点補正済みの下流側 NO_x 濃度 CNO_x_Post が用いられるので、劣化判定の開始直前において、上述した出力特性の変化や出力変動が下流側 NO_x センサ 23 で発生している場合でも、その影響を回避しながら、 NO_x 浄化触媒 11 の劣化を判定することができ、それにより、劣化判定精度を向上させることができる。

【0100】

また、図4のステップ23のゼロ点補正処理では、NO_x浄化触媒11の劣化判定条件が成立した以降の下流側NO_xセンサ23の検出信号に基づいて算出した下流側NO_x濃度CNO_x__Postを所定個数サンプリングし、これらの平均値を補正項として用いることにより、ゼロ点補正済みの下流側NO_x濃度CNO_x__Postが算出されるので、このサンプリング期間中において、下流側NO_xセンサ23の検出信号値が一時的にばらついたり、比較的大きな誤差を一時的に生じたりした場合でも、その影響を回避しながら、ゼロ点補正済みの下流側NO_x濃度CNO_x__Postを精度よく算出することができ、それにより、劣化判定精度をさらに向上させることができる。

【0101】

さらに、図4のステップ31で、高NO_x条件フラグF__NO_xUPが「1」に設定されると、図2の空燃比制御処理において、ステップ5の高NO_x濃度制御処理が実行される。それにより、エンジン3から排気通路7に排出される排ガスが、リーン制御中と同じ酸化雰囲気中に制御されるとともに、そのNO_x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ことによって、図4のステップ34または35の判別結果がYESとなるまでの時間を短縮することができる。その結果、NO_x浄化触媒11の劣化判定を迅速に実行することができる。

【0102】

また、 $\text{sumPreNO}_x \leq \text{NO}_x \text{REF}$ の場合でも、 $\text{sumPostNO}_x > \text{NO}_x \text{REF} 2$ が成立したときには、ステップ50～52で、NO_xスリップ量sumPostNO_xを所定の判定値NO_xJUDと比較することによって、NO_x浄化触媒11の劣化判定が実行される。すなわち、NO_x浄化触媒11に実際に流入したNO_x量が小さい場合でも、NO_x浄化触媒11を实际に通じ抜けたNO_xの総量が多いことで、NO_x浄化触媒11が劣化した可能性が高いときには、NO_x浄化触媒11の劣化判定が実行されることで、高NO_x濃度制御が中止される。それにより、高NO_x濃度制御処理の実行時間を短縮でき、排ガ斯特性の悪化を抑制することができる。

【0103】

さらに、高NO_x濃度制御の実行中、図10のステップ64において、NO_x捕捉量S__QNO_xと比較される捕捉判定値SREFが、リーン制御中のときの第1所定値SREF1よりも大きい第2所定値SREF2に設定されるので、高NO_x濃度制御中であることで、NO_x捕捉量S__QNO_xの増大度合がリーン制御中よりも大きい場合でも、 $S_QNO_x > SREF$ が成立しにくくなり、それにより、高NO_x濃度制御を継続しながら、NO_x浄化触媒11の劣化判定を適切に実行することができる。

【0104】

これに加えて、排気通路7のNO_x浄化触媒11の下流側に下流側NO_x浄化触媒12が設けられているので、NO_x浄化触媒11の劣化判定中、下流側NO_x浄化触媒12によって、NO_x浄化触媒11を通じ抜けたNO_xを浄化することができる。それにより、NO_x浄化触媒11の劣化判定中における排ガ斯特性の悪化を確実に回避することができる。

【0105】

なお、第1実施形態は、上流側NO_x濃度パラメータ検出手段として、上流側NO_xセンサ22を用いた例であるが、本発明の上流側NO_x濃度パラメータ検出手段はこれに限らず、NO_x浄化触媒の上流側におけるNO_x濃度を表すパラメータを検出可能なものであればよい。

【0106】

また、第1実施形態は、下流側NO_x濃度パラメータ検出手段として、下流側NO_xセンサ23を用いた例であるが、本発明の下流側NO_x濃度パラメータ検出手段はこれに限らず、NO_x浄化触媒の下流側におけるNO_x濃度を表すパラメータを検出可能なものであればよい。

【0107】

さらに、第1実施形態は、図4のステップ23において、前述したようにゼロ点補正処

10

20

30

40

50

理を実行した例であるが、ゼロ点補正処理を以下に述べるように実行してもよい。すなわち、下流側 NO_x センサ23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 NO_x センサ23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 NO_x 濃度 CNO_x_Post を算出する。図4のステップ23において、以上のようにゼロ点補正処理を実行した場合でも、第1実施形態の手法と同様の作用効果を得ることができる。

【0108】

一方、第1実施形態は、高 NO_x 濃度制御処理を図3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、 NO_x 浄化触媒11に流入する排ガスを、リーン制御中と同じように酸化雰囲気中に制御するとともに、その NO_x 濃度をリーン制御中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12に示すように実行してもよい。

【0109】

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71で、前述したステップ10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。

【0110】

次いで、ステップ72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 N_E に応じて、図示しないマップを検索することにより、上流側 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、リーン制御中の上流側 NO_x 濃度 CNO_x_Pre よりも高い値に設定されている。

【0111】

ステップ72に続くステップ73で、EGR制御処理を実行する。具体的には、上流側 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する。その後、本処理を終了する。以上によって、エンジン3から排気通路7に排出される排ガスは、リーン制御中と同じ酸化雰囲気中に制御されるとともに、上流側 NO_x 濃度 CNO_x_Pre がリーン制御中よりも高い値になるように制御される。それによって、 NO_x 浄化触媒11の劣化判定を精度よく迅速に実行することができる。

【0112】

次に、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について説明する。この劣化判定装置は、第1実施形態の劣化判定装置1と比較すると、第1実施形態の図4に示す劣化判定処理に代えて、図13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13に示す劣化判定処理についてのみ説明する。

【0113】

なお、本実施形態では、ECU2が、上流側 NO_x 濃度パラメータ検出手段、下流側 NO_x 濃度パラメータ検出手段、制御手段、 NO_x 供給量算出手段、 NO_x スリップ量算出手段、劣化判定手段、実行条件判定手段、判定値算出手段、 NO_x 捕捉量算出手段および捕捉判定値設定手段に相当する。

【0114】

図13に示す劣化判定処理も、前述した図4の劣化判定処理と同様に、上流側 NO_x 濃度 CNO_x_Pre と下流側 NO_x 濃度 CNO_x_Post に基づいて、 NO_x 浄化触媒11の劣化判定を行うものであり、所定の制御周期 ΔT （例えば10msec）で実行される。

【0115】

この処理では、まず、ステップ80で、前述した判定条件成立フラグ F_JUD が「1」であるか否かを判別する。この判別結果がNOで、 NO_x 浄化触媒11の劣化判定条件

10

20

30

40

50

が成立していないときには、NO_x浄化触媒 11 の劣化判定を実行すべきでないと判定して、ステップ 81 に進み、後述する平均値算出済みフラグ F__A V E と、前述した判定値算出済みフラグ F__C A L とをいずれも「0」に設定した後、本処理を終了する。

【0116】

一方、ステップ 80 の判別結果が Y E S で、NO_x浄化触媒 11 の劣化判定条件が成立しているときには、ステップ 82 に進み、平均値算出済みフラグ F__A V E 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、下流側 NO_x 濃度 C N O x __ P o s t の平均値 a v e C N O x を算出すべきであると判定して、ステップ 83 に進み、平均値 a v e C N O x の算出処理を実行した後、本処理を終了する。なお、本実施形態では、平均値 a v e C N O x が下流側 NO_x 濃度パラメータの平均値に相当する。

10

【0117】

このステップ 83 では、平均値 a v e C N O x が以下に述べるように算出される。まず、制御周期 Δ T 毎に、下流側 NO_x 濃度 C N O x __ P o s t を下流側 NO_x センサ 23 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 100 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 a v e C N O x を算出する。なお、本実施形態では、所定個数の下流側 NO_x 濃度 C N O x __ P o s t の算出値がサンプリングされるまでの間が所定時間に相当する。そして、この平均値 a v e C N O x が算出された時点で、これを算出済みであることを表すために、平均値算出済みフラグ F__A V E が「1」に設定される。

【0118】

このように、ステップ 83 で平均値算出済みフラグ F__A V E が「1」に設定されると、ステップ 82 の判別結果が Y E S となり、その場合には、ステップ 84 に進み、判定値算出済みフラグ F__C A L が「1」であるか否かを判別する。

20

【0119】

この判別結果が N O のときには、NO_x 供給量判定値 NO_x R E F を算出すべきであると判定して、ステップ 85～89 を、前述した図 4 のステップ 25～29 と同様に実行した後、本処理を終了する。

【0120】

上記のようにステップ 89 を実行すると、ステップ 84 の判別結果が Y E S となり、その場合には、ステップ 90 に進み、前述した高 NO_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 NO_x 濃度制御を実行すべきであると判定して、ステップ 91 に進み、それを表すために、高 NO_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。

30

【0121】

このように、ステップ 91 で高 NO_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 90 の判別結果が Y E S となり、その場合には、ステップ 92 に進み、前述した式 (2) により、NO_x 供給量 s u m P r e N O x を算出する。

【0122】

次いで、ステップ 93 に進み、前述した式 (3) により、NO_x スリップ量 s u m P o s t N O x を算出する。

40

【0123】

次に、ステップ 94 で、下式 (4) により、排ガス供給量 s u m Q G A S を算出する。

【数 4】

$$\text{sumQGAS} = \text{sumQGASZ} + \text{QGAS} \cdot \Delta T \quad \dots\dots (4)$$

【0124】

この式 (4) において、s u m Q G A S Z は、排ガス供給量の前回値を表している。また、式 (4) の右辺の第 2 項は、排ガス流量と制御周期の積 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、NO_x 浄化触媒 11 に供給されたと推定される排ガス量を表すものである。したがって、排ガス供給量 s u m

50

Q G A S は、そのような値 $Q G A S \cdot \Delta T$ 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、 $N O x$ 浄化触媒 1 1 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。

【0125】

次いで、ステップ 9 5 に進み、前述したステップ 3 4 と同様に、 $sumPreNOx > NOxREF$ が成立しているか否かを判別する。この判別結果が YES で、 $sumPreNOx > NOxREF$ が成立しているときには、 $N O x$ 浄化触媒 1 1 の劣化判定を行うのに十分な量の $N O x$ が $N O x$ 浄化触媒 1 1 に供給されたと判定して、後述するステップ 9 7 に進む。

【0126】

一方、ステップ 9 5 の判別結果が NO で、 $sumPreNOx \leq NOxREF$ のときには、ステップ 9 6 に進み、 $sumPostNOx > NOxREF2$ 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 9 6 の判別結果が YES のときには、ステップ 9 7 に進む。

【0127】

以上のステップ 9 5 または 9 6 に続くステップ 9 7 で、触媒劣化フラグ F_CATNG の設定処理を実行する。この触媒劣化フラグ F_CATNG の設定処理は、具体的には図 1 4 に示すように実行される。この処理では、まず、ステップ 1 0 0 で、下式 (5) により、判定値 $NOxJUD2$ を算出する。

【数 5】

$$NOxJUD2 = C1 + sumQGAS \cdot aveCNOx \quad \dots\dots (5)$$

【0128】

この式 (5) において、 $C1$ は所定の定数を表している。この式 (5) を参照すると明らかなように、判定値 $NOxJUD2$ は、定数 $C1$ に、排ガス供給量と平均値の積 $sumQGAS \cdot aveCNOx$ を加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、 $N O x$ 浄化触媒 1 1 に供給されたと推定される $N O x$ の総量を表すように算出される。

【0129】

次いで、ステップ 1 0 1 に進み、 $N O x$ スリップ量 $sumPostNOx$ が判定値 $NOxJUD2$ よりも大きいかな否かを判別する。この判別結果が NO で、 $sumPostNOx \leq NOxJUD2$ のときには、 $N O x$ 浄化触媒 1 1 が劣化していないと判定して、ステップ 1 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。

【0130】

一方、ステップ 1 0 1 の判別結果が YES で、 $sumPostNOx > NOxJUD2$ のときには、 $N O x$ 浄化触媒 1 1 が劣化したと判定して、ステップ 1 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。

【0131】

以上のステップ 1 0 2 または 1 0 3 に続くステップ 1 0 4 で、高 $N O x$ 濃度制御処理を終了すべきであることを表すために、高 $N O x$ 条件フラグ F_NOxUP を「0」に設定する。

【0132】

次に、ステップ 1 0 5 に進み、 $N O x$ 供給量 $sumPreNOx$ と、 $N O x$ スリップ量 $sumPostNOx$ 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。

【0133】

図 1 3 に戻り、ステップ 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。

【0134】

10

20

30

40

50

なお、前述したステップ 96 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 100 で算出した判定値 NOxJUD2 と比較するように構成してもよい。

【0135】

以上のように、第 2 実施形態の劣化判定装置によれば、図 13 の劣化判定処理において、下流 NOx センサ 23 の検出信号値に基づいて、下流側 NOx 濃度 CNOx_Post が算出されるとともに、この下流側 NOx 濃度 CNOx_Post に基づいて、 NOx スリップ量 sumPostNOx が算出される。また、上流側 NOx センサ 22 の検出信号値に基づいて、上流側 NOx 濃度 CNOx_Pre が算出され、この上流側 NOx 濃度 CNOx_Pre に基づいて、 NOx 供給量 sumPreNOx が算出される。そして、 $\text{sumPreNOx} > \text{NOxREF}$ が成立したときに、 NOx スリップ量 sumPostNOx を判定値 NOxJUD2 と比較することによって、 NOx 浄化触媒 11 の劣化判定が実行される。すなわち、 NOx 浄化触媒 11 に実際に流入した NOx 量が十分な値に達した時点での、 NOx 浄化触媒 11 を通過したと推定される NOx の総量の大小度合に基づいて、 NOx 浄化触媒 11 の劣化が判定される。

【0136】

前述したように、下流 NOx センサ 23 を用いて、 NOx 浄化触媒 11 の劣化を判定した場合、下流側 NOx センサ 23 の出力特性の変化などが発生するのに起因して、劣化判定精度が低下するおそれがある。これに対して、この劣化判定装置によれば、ステップ 83 で、下流側 NOx 濃度 CNOx_Post の平均値 aveCNOx を算出するとともに、この平均値 aveCNOx に基づいて、 NOx スリップ量 sumPostNOx と比較する判定値 NOxJUD2 が算出される。そのため、上述した出力特性の変化などが下流 NOx センサ 23 で発生している場合でも、それを反映させながら判定値 NOxJUD2 を算出できるとともに、そのように算出された判定値を用いて、 NOx 浄化触媒 11 の劣化を判定することができ、それにより、劣化判定精度を向上させることができる。

【0137】

また、ステップ 83 の平均値 aveCNOx の算出処理では、 NOx 浄化触媒 11 の劣化判定条件が成立した以降の下流 NOx センサ 23 の検出信号に基づいて算出した下流側 NOx 濃度 CNOx_Post を、所定個数サンプリングし、これら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 aveCNOx が算出されるので、このサンプリング期間中において、下流 NOx センサ 23 の検出信号値が一時的にばらついたり、比較的大きな誤差を一時的に生じたりした場合でも、その影響を回避しながら、平均値 aveCNOx を算出することができ、そのように算出された平均値 aveCNOx を用いて、下流側 NOx 濃度 CNOx_Post を算出することができる。それにより、劣化判定精度をさらに向上させることができる。

【0138】

また、 $\text{sumPreNOx} \leq \text{NOxREF}$ の場合でも、 $\text{sumPostNOx} > \text{NOxREF2}$ が成立したときには、ステップ 101～103 で、 NOx スリップ量 sumPostNOx を判定値 NOxJUD2 と比較することによって、 NOx 浄化触媒 11 の劣化判定が実行されるので、前述したように、高 NOx 濃度制御処理の実行時間を短縮でき、排ガス特性の悪化を抑制することができる。

【符号の説明】

【0139】

- 1 劣化判定装置
- 2 ECU（上流側 NOx 濃度パラメータ検出手段、下流側 NOx 濃度パラメータ検出手段、制御手段、 NOx 供給量算出手段、 NOx スリップ量算出手段、劣化判定手段、実行条件判定手段、ゼロ点補正手段、判定値算出手段、 NOx 捕捉量算出手段、捕捉判定値設定手段）
- 3 内燃機関
- 7 排気通路

10

20

30

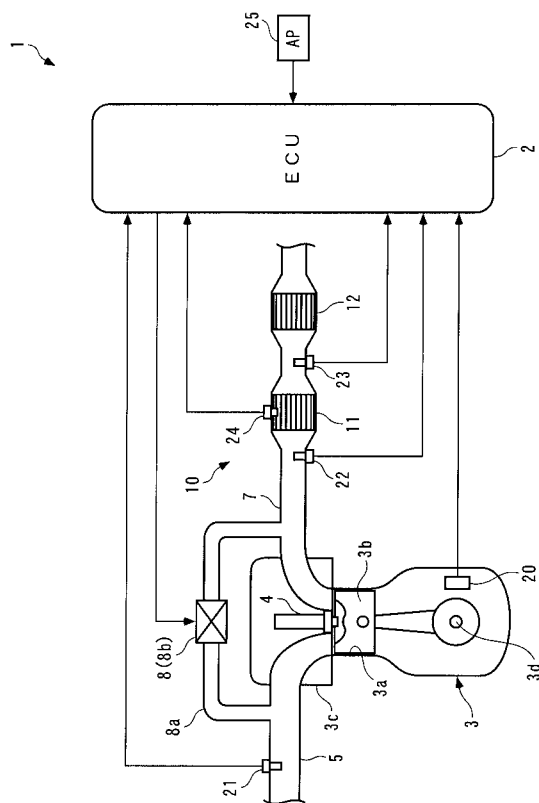
40

50

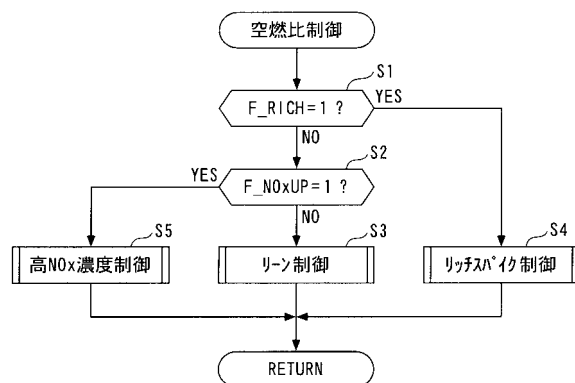
10	排ガス浄化装置
11	NO _x 浄化触媒
12	下流側NO _x 浄化触媒
22	上流側NO _x センサ（上流側NO _x 濃度パラメータ検出手段）
23	下流側NO _x センサ（下流側NO _x 濃度パラメータ検出手段）
CNO _x _Pre	上流側NO _x 濃度（上流側NO _x 濃度パラメータ）
CNO _x _Post	下流側NO _x 濃度（下流側NO _x 濃度パラメータ）
sumPreNO _x	NO _x 供給量
sumPostNO _x	NO _x スリップ量
NO _x REF	NO _x 供給量判定値（所定のしきい値）
NO _x REF2	所定の判定値（所定値）
NO _x JUD	判定値
NO _x JUD2	判定値
aveCNO _x	下流側NO _x 濃度の平均値（下流側NO _x 濃度パラメータの平均値）
S_QNO _x	NO _x 捕捉量
SREF	捕捉判定値
SREF1	第1所定値
SREF2	第2所定値

10

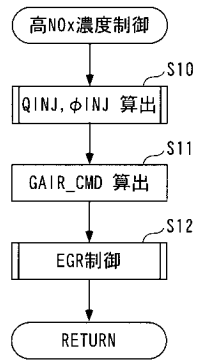
【図1】



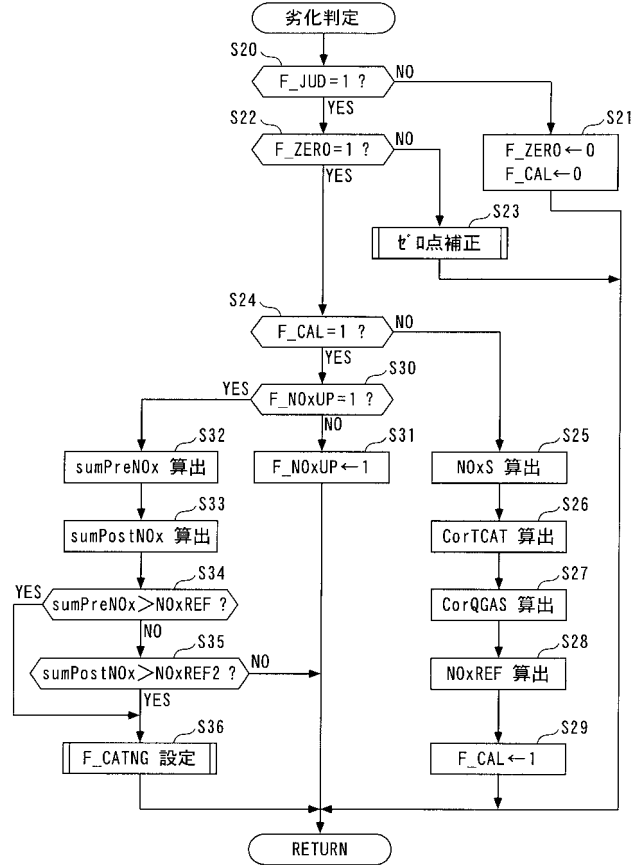
【図2】



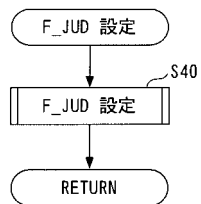
【図 3】



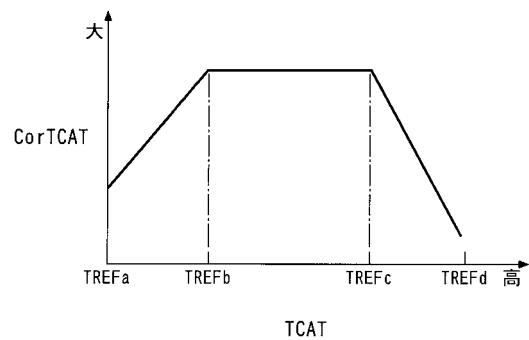
【図 4】



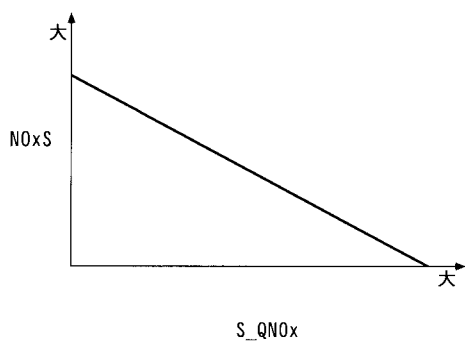
【図 5】



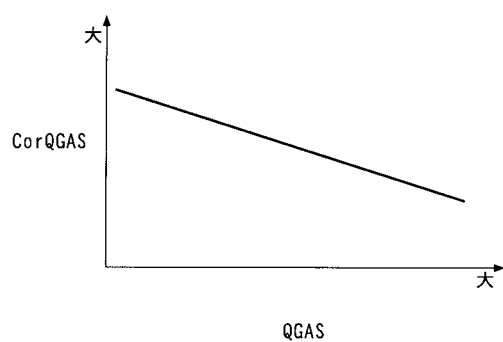
【図 7】



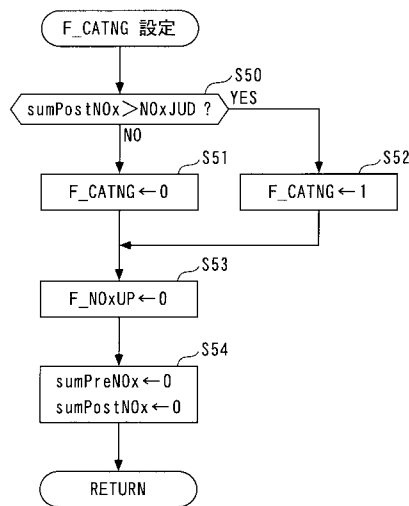
【図 6】



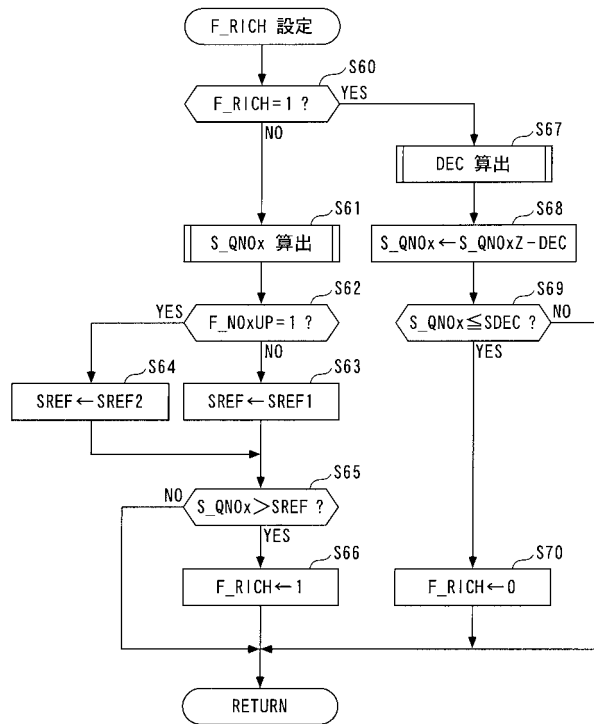
【図 8】



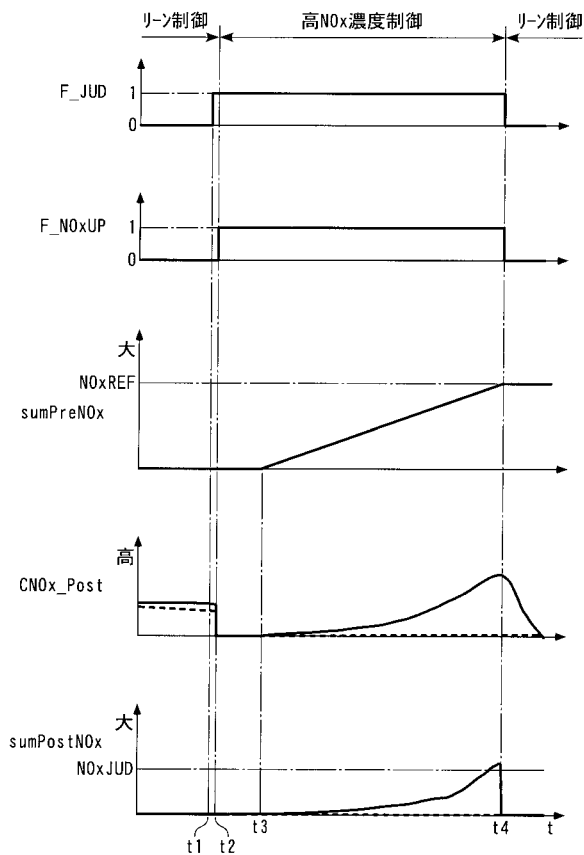
【図 9】



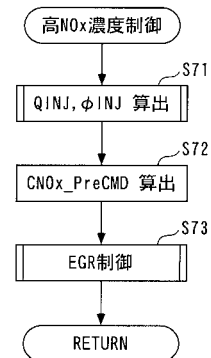
【図 10】



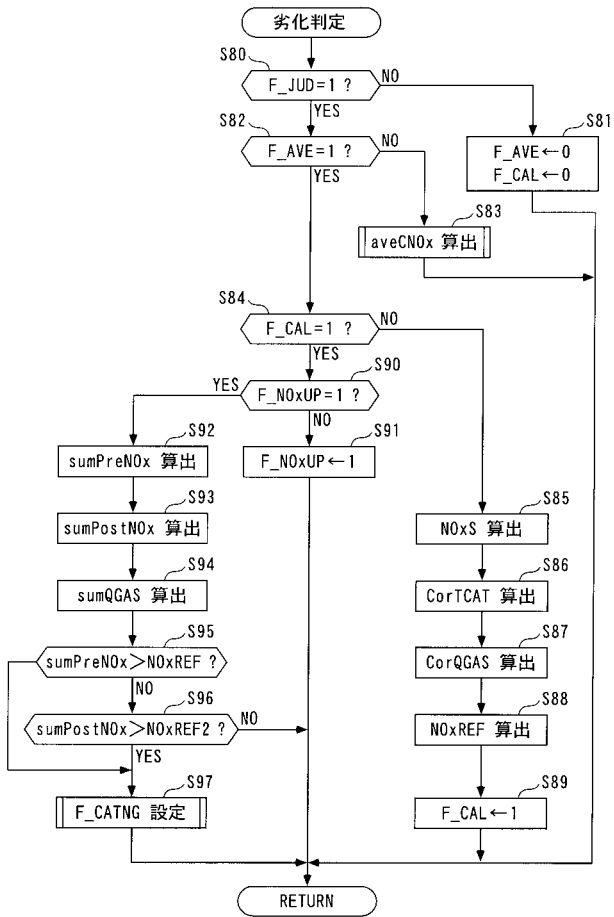
【図 11】



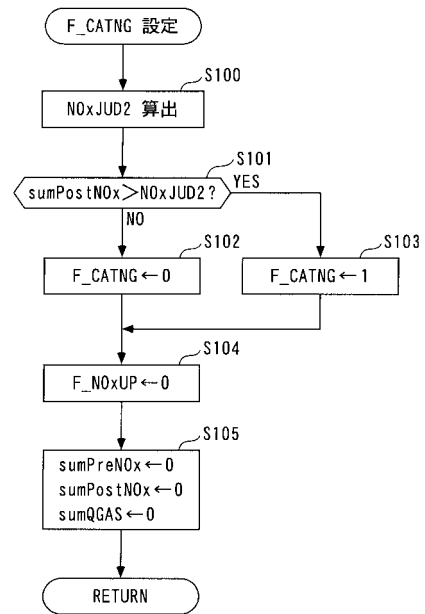
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G091 AA11 AB05 AB06 BA14 BA33 CB01 DB01 DB06 DB10 EA05
EA07 EA18 EA33 HA08 HA36 HA37
3G301 HA13 JA25 JA33 JB09 MA01 NA01 ND17 PA01Z PD01B PD01Z
PD12Z