

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7147214号
(P7147214)

(45)発行日 令和4年10月5日(2022.10.5)

(24)登録日 令和4年9月27日(2022.9.27)

(51)国際特許分類	F I		
F 0 1 N 3/20 (2006.01)	F 0 1 N 3/20	C Z A B	
F 0 1 N 3/08 (2006.01)	F 0 1 N 3/08	B	
F 0 1 N 11/00 (2006.01)	F 0 1 N 11/00		
F 0 2 D 45/00 (2006.01)	F 0 2 D 45/00		
F 0 1 N 3/24 (2006.01)	F 0 1 N 3/24	C	
請求項の数 6 (全31頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号	特願2018-58444(P2018-58444)	(73)特許権者	000003137
(22)出願日	平成30年3月26日(2018.3.26)		マツダ株式会社
(65)公開番号	特開2019-167936(P2019-167936	(74)代理人	広島県安芸郡府中町新地3番1号
	A)		110001427弁理士法人前田特許事務所
(43)公開日	令和1年10月3日(2019.10.3)	(72)発明者	内山 和馬
審査請求日	令和3年2月23日(2021.2.23)		広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
		審査官	前田 浩

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エンジンの排気ガス状態推定方法及び触媒異常判定方法、並びに、エンジンの触媒異常判定装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンの排気通路に設けられ、供給される還元剤によりNOxを還元する選択還元型NOx触媒と、該選択還元型NOx触媒に、上記還元剤としてのアンモニア又はアンモニアの前駆体を供給可能な還元剤供給手段とを有するエンジンの排気ガス状態推定方法であって、

上記選択還元型NOx触媒の劣化度を推定する劣化度推定工程と、

上記劣化度推定工程で推定した上記選択還元型NOx触媒の劣化度に基づいて、上記排気通路における該選択還元型NOx触媒よりも下流側の通路へのアンモニアの排出量である、アンモニアのスリップ量を推定するスリップ量推定工程と、を備え、

上記スリップ量推定工程において、上記劣化度が大きいときには、該劣化度が小さいときに比べて、上記スリップ量を多く推定し、

上記選択還元型NOx触媒のアンモニア吸着量を推定するアンモニア吸着量推定工程と、

上記選択還元型NOx触媒の温度を検出する触媒温度検出工程と、を更に備え、

上記スリップ量推定工程は、

上記劣化度推定工程で推定した上記選択還元型NOx触媒の劣化度に加えて、上記アンモニア吸着量推定工程で推定された推定アンモニア吸着量、及び、上記触媒温度検出工程で検出された検出触媒温度に基づいて、上記スリップ量を推定するものであって、

上記推定アンモニア吸着量及び上記検出触媒温度に基づいて仮のスリップ量を推定するとともに、該仮のスリップ量が推定されたときに、該仮のスリップ量に対して上記劣化度に

基づく補正係数を乗じることで、上記スリップ量を推定する工程であることを特徴とするエンジンの排気ガス状態推定方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載のエンジンの排気ガス状態推定方法において、

上記劣化度推定工程は、上記選択還元型 NOx 触媒に付与される熱負荷、及び、該選択還元型 NOx 触媒の HC 被毒量の少なくとも一方を、上記劣化度として推定する工程であることを特徴とするエンジンの排気ガス状態推定方法。

【請求項 3】

請求項 1 記載のエンジンの排気ガス状態推定方法において、

上記スリップ量推定工程において、上記劣化度が大きいときには、該劣化度が小さいときに比べて、上記スリップ量を多く推定するとともに、同一の上記劣化度及び同一の上記検出触媒温度で比較したときに、上記推定アンモニア吸着量が多いときには、該推定アンモニア吸着量が少ないときに比べて、上記スリップ量を多く推定する一方、同一の上記劣化度及び同一の上記推定アンモニア吸着量で比較したときに、上記検出触媒温度が高いときには、該検出触媒温度が低いときに比べて、上記スリップ量を多く推定することを特徴とするエンジンの排気ガス状態推定方法。

10

【請求項 4】

請求項 1 記載のエンジンの排気ガス状態推定方法において、

上記エンジンは、

上記排気通路における上記選択還元型 NOx 触媒よりも上流側に配設され、排気ガス中の NOx を吸蔵しかつ吸蔵した NOx を還元可能な吸蔵還元型 NOx 触媒と、

20

上記吸蔵還元型 NOx 触媒に吸蔵された NOx を還元すべく、排気ガスの空燃比を理論空燃比近傍又は理論空燃比よりもリッチな空燃比にする NOx 触媒再生制御手段と、を更に有し、

上記 NOx 触媒再生制御手段により上記吸蔵還元型 NOx 触媒に吸蔵された NOx を還元したときに、上記吸蔵還元型 NOx 触媒から排気ガス中に排出されたアンモニア量を推定する還元時アンモニア発生量推定工程を更に備え、

上記アンモニア吸着量推定工程は、上記還元剤供給手段で供給されたアンモニアの量又はアンモニアの前駆体の量と、上記還元時アンモニア発生量推定工程で推定されたアンモニア量とに基づいて、上記選択還元型 NOx 触媒のアンモニア吸着量を推定する工程であることを特徴とするエンジンの排気ガス状態推定方法。

30

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれか 1 つに記載のエンジンの排気ガス状態推定方法を用いた、エンジンの触媒異常判定方法であって、

上記エンジンは、上記排気通路における上記選択還元型 NOx 触媒よりも下流側に設けられかつ排気ガス中の NOx 量及びアンモニア量に応じて出力値が変化する NOx センサを更に有し、

上記 NOx センサの上記出力値に基づいて、上記選択還元型 NOx 触媒に異常があるか否かの異常判定をする異常判定工程を備え、

上記異常判定工程は、上記スリップ量推定工程において推定されたアンモニアのスリップ量が所定スリップ量以上であるときには、上記異常判定を制限する異常判定制限工程を含むことを特徴とするエンジンの触媒異常判定方法。

40

【請求項 6】

エンジンの排気通路に設けられ、供給される還元剤により NOx を還元する選択還元型 NOx 触媒と、上記選択還元型 NOx 触媒に、上記還元剤としてのアンモニア又はアンモニアの前駆体を供給可能な還元剤供給手段とを有するエンジンの触媒異常判定装置であって、

上記選択還元型 NOx 触媒の劣化度を推定する劣化度推定手段と、

上記劣化度推定手段により推定された上記選択還元型 NOx 触媒の劣化度に基づいて、上記排気通路における該選択還元型 NOx 触媒よりも下流側の通路へのアンモニアの排出

50

量である、アンモニアのスリップ量を推定するスリップ量推定手段と、

上記排気通路における上記選択還元型NOx触媒よりも下流側に設けられ、排気ガス中のNOx量及びアンモニア量に応じて出力値が変化するNOxセンサと、

上記NOxセンサの上記出力値に基づいて、上記選択還元型NOx触媒に異常があるか否かの異常判定をする異常判定手段と、

上記スリップ量推定手段で推定されたアンモニアのスリップ量が所定スリップ量以上であるときに、上記異常判定手段の上記異常判定を制限する異常判定制限手段とを備え、

上記スリップ量推定手段は、上記劣化度が大きいときには、該劣化度が小さいときに比べて、上記スリップ量を多く推定するように構成されており、

上記選択還元型NOx触媒のアンモニア吸着量を推定するアンモニア吸着量推定手段と、

上記選択還元型NOx触媒の温度を検出する触媒温度検出手段と、を更に備え、

上記スリップ量推定手段は、

上記劣化度推定手段で推定した上記選択還元型NOx触媒の劣化度に加えて、上記アンモニア吸着量推定手段で推定された推定アンモニア吸着量、及び、上記触媒温度検出手段で検出された検出触媒温度に基づいて、上記スリップ量を推定するものであって、上記推定アンモニア吸着量及び上記検出触媒温度に基づいて仮のスリップ量を推定するとともに、該仮のスリップ量が推定されたときに、該仮のスリップ量に対して上記劣化度に基づく補正係数を乗じることで、上記スリップ量を推定することを特徴とするエンジンの触媒異常判定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジンの排気ガス状態推定方法及び触媒異常判定方法、並びに、エンジンの触媒異常判定装置に関する技術分野に属する。

【背景技術】

【0002】

従来より、エンジンの排気通路に設けられ、供給される還元剤によりNOxを還元する選択還元型NOx触媒と、選択還元型NOx触媒に、還元剤としてのアンモニア又はアンモニアの前駆体を供給可能な還元剤供給手段とを備えるエンジンが知られている。

【0003】

例えば、特許文献1には、内燃機関（エンジン）の排気通路に設けられ、アンモニアを還元剤とする選択還元型NOx触媒と、選択還元型NOx触媒に流れ込む排気中にアンモニア又はアンモニアの前駆体を供給する還元剤供給部と、選択還元型NOx触媒よりも下流側の通路に配設され、排気中のアンモニアもNOxとして検出するNOxセンサとを備え、NOxセンサの検出値に基づいて、選択還元型NOx触媒の劣化判定を行うものにおいて、選択還元型NOx触媒から流出するアンモニアの量を推定し、アンモニアの流出量が多い場合には、劣化判定においてNOxセンサの検出値の利用を制限するか、又は、劣化判定自体を禁止することが開示されている。

【0004】

また、特許文献1には、選択還元型NOx触媒の温度が上昇すると、選択還元型NOx触媒へのアンモニアの吸着量が増大して、アンモニアの吸着量が過剰になると、アンモニアが該選択還元型NOx触媒よりも下流側の通路に排出されやすくなることが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2014-109224号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところが、本願発明者らの検討によれば、選択還元型NOx触媒よりも下流側の通路へのアンモニアの排出量（以下、アンモニアのスリップ量ということがある）は、選択還元型NOx触媒におけるアンモニアの吸着反応速度と脱離反応速度とのバランスによって決まることが判明した。すなわち、アンモニアの吸着反応速度が脱離反応速度よりも大きいときには、見かけ上、アンモニアの吸着反応が支配的になって、アンモニアのスリップ量が少なくなる一方で、アンモニアの脱離反応速度が吸着反応速度よりも大きいときには、見かけ上、アンモニアの脱離反応が支配的になって、アンモニアのスリップ量が多くなる。このことから、アンモニアのスリップ量は、アンモニアの吸着反応速度及び脱離反応速度の少なくとも一方に影響するパラメータを考慮する必要がある。

【0007】

本発明は、斯かる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、選択還元型NOx触媒を有するエンジンにおいて、排気通路における該選択還元型NOx触媒よりも下流側の通路へのアンモニアの排出量の推定精度を向上させることにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の目的を達成するために、本発明の一側面では、エンジンの排気通路に設けられ、供給される還元剤によりNOxを還元する選択還元型NOx触媒と、該選択還元型NOx触媒に、上記還元剤としてのアンモニア又はアンモニアの前駆体を供給可能な還元剤供給手段とを有するエンジンの排気ガス状態推定方法を対象として、上記選択還元型NOx触媒の劣化度を推定する劣化度推定工程と、上記劣化度推定工程で推定した上記選択還元型NOx触媒の劣化度に基づいて、上記排気通路における該選択還元型NOx触媒よりも下流側の通路へのアンモニアの排出量である、アンモニアのスリップ量を推定するスリップ量推定工程と、を備え、上記スリップ量推定工程において、上記劣化度が大きいときには、該劣化度が小さいときに比べて、上記スリップ量を多く推定し、上記選択還元型NOx触媒のアンモニア吸着量を推定するアンモニア吸着量推定工程と、上記選択還元型NOx触媒の温度を検出する触媒温度検出工程と、を更に備え、上記スリップ量推定工程は、上記劣化度推定工程で推定した上記選択還元型NOx触媒の劣化度に加えて、上記アンモニア吸着量推定工程で推定された推定アンモニア吸着量、及び、上記触媒温度検出工程で検出された検出触媒温度に基づいて、上記スリップ量を推定するものであって、上記推定アンモニア吸着量及び上記検出触媒温度に基づいて仮のスリップ量を推定するとともに、該仮のスリップ量が推定されたときに、該仮のスリップ量に対して上記劣化度に基づく補正係数を乗じることで、上記スリップ量を推定する工程である、ようにした。

【0009】

すなわち、選択還元型NOx触媒のアンモニアの被覆率が、選択還元型NOx触媒におけるアンモニアの吸着反応速度に影響するパラメータであり、該被覆率が大きくなれば、該吸着反応速度が低下して、アンモニアのスリップ量が多くなる。上記被覆率は、選択還元型NOx触媒の現在のアンモニア吸着量を当該選択還元型NOx触媒のアンモニアの吸着限界で割った値である。選択還元型NOx触媒が吸着限界でアンモニアを吸着していれば、それ以上のアンモニアを吸着することができなくなり、選択還元型NOx触媒に導入されたアンモニアは全てスリップすることになる。

【0010】

ここで、選択還元型NOx触媒は、選択還元型NOx触媒に付与される熱負荷や、酸点のHC被毒等によって劣化して、該劣化により、選択還元型NOx触媒のアンモニアの吸着限界が低下する。このため、選択還元型NOx触媒の劣化度が大きくなれば、同一のアンモニア吸着量であっても、上記被覆率が大きくなり、アンモニアのスリップ量が多くなる。

【0011】

したがって、スリップ量推定工程において、上記劣化度が大きいときには、該劣化度が小さいときに比べて、上記スリップ量を多く推定することで、アンモニアのスリップ量を精度良く推定することができるようになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

また、選択還元型NOx触媒のアンモニア吸着量の変化によっても、上記被覆率が変化するので、選択還元型NOx触媒のアンモニア吸着量も、選択還元型NOx触媒におけるアンモニアの吸着反応速度に影響するパラメータである。また、選択還元型NOx触媒のアンモニア吸着量は、選択還元型NOx触媒におけるアンモニアの脱離反応速度に影響するパラメータでもある。選択還元型NOx触媒の温度は、脱離反応速度に影響するパラメータである。したがって、推定アンモニア吸着量と検出触媒温度と劣化度とに基づいてアンモニアのスリップ量を推定することで、アンモニアのスリップ量をより一層精度良く推定することができるようになる。

【 0 0 1 3 】

また、推定アンモニア吸着量及び検出触媒温度に基づくスリップ量の検討と、劣化度に基づくスリップ量の検討とを別々に行って、開発工数を削減することができる。また、アンモニアのスリップ量の推定精度は確保することができる。

【 0 0 1 4 】

上記エンジンの排気ガス状態推定方法の一実施形態では、上記劣化度推定工程は、上記選択還元型NOx触媒に付与される熱負荷、及び、該選択還元型NOx触媒のHC被毒量の少なくとも一方を、上記劣化度として推定する工程である。

【 0 0 1 5 】

このことにより、選択還元型NOx触媒のアンモニアの吸着限界、つまり選択還元型NOx触媒の被覆率に影響する劣化度を正確に推定することができ、延いては、アンモニアのスリップ量を精度良く推定することができる。

【 0 0 1 6 】

上記エンジンの排気ガス状態推定方法の他の実施形態においては、上記スリップ量推定工程において、上記劣化度が大きいときには、該劣化度が小さいときに比べて、上記スリップ量を多く推定するとともに、同一の上記劣化度及び同一の上記検出触媒温度で比較したときに、上記推定アンモニア吸着量が多いときには、該推定アンモニア吸着量が少ないときに比べて、上記スリップ量を多く推定する一方、同一の上記劣化度及び同一の上記推定アンモニア吸着量で比較したときに、上記検出触媒温度が高いときには、該検出触媒温度が低いときに比べて、上記スリップ量を多く推定する、ことが好ましい。

【 0 0 1 7 】

このことにより、アンモニアのスリップ量をより一層精度良く推定することができるようになる。

【 0 0 1 8 】

上記他の実施形態において、上記エンジンは、上記排気通路における上記選択還元型NOx触媒よりも上流側に配設され、排気ガス中のNOxを吸蔵しかつ吸蔵したNOxを還元可能な吸蔵還元型NOx触媒と、上記吸蔵還元型NOx触媒に吸蔵されたNOxを還元すべく、排気ガスの空燃比を理論空燃比近傍又は理論空燃比よりもリッチな空燃比にするNOx触媒再生制御手段と、を更に有し、上記NOx触媒再生制御手段により上記吸蔵還元型NOx触媒に吸蔵されたNOxを還元したときに、上記吸蔵還元型NOx触媒から排気ガス中に排出されたアンモニア量を推定する還元時アンモニア発生量推定工程を更に備え、上記アンモニア吸着量推定工程は、上記還元剤供給手段で供給されたアンモニアの量又はアンモニアの前駆体の量と、上記還元時アンモニア発生量推定工程で推定されたアンモニア量とに基づいて、上記選択還元型NOx触媒のアンモニア吸着量を推定する工程である、ことが好ましい。

【 0 0 1 9 】

すなわち、排気ガスの空燃比を理論空燃比近傍又は理論空燃比よりもリッチな空燃比にすることで、吸蔵還元型NOx触媒に吸蔵されたNOxを還元する反応には、NOxと排気ガス中のHCとの反応が含まれる。このため、吸蔵還元型NOx触媒に吸蔵されたNOxを還元する過程では、HCの水素とNOxの窒素とが反応してアンモニアが発生する。選択還元型NOx触媒のアンモニア吸着量の推定精度を高くするには、吸蔵還元型NOx

10

20

30

40

50

触媒に吸蔵されたNO_xを還元したことにより発生したアンモニア量も考慮することが好ましい。よって、上記のような構成とすることにより、アンモニア吸着量推定工程における、選択還元型NO_x触媒のアンモニア吸着量の推定精度を向上させることができ、延いては、アンモニアのスリップ量の推定精度をより一層向上させることができる。

【0020】

本発明の別の側面では、上記エンジンの排気ガス状態推定方法を用いた、エンジンの触媒異常判定方法を対象として、上記エンジンは、上記排気通路における上記選択還元型NO_x触媒よりも下流側に設けられかつ排気ガス中のNO_x量及びアンモニア量に応じて出力値が変化するNO_xセンサを更に有し、上記NO_xセンサの上記出力値に基づいて、上記選択還元型NO_x触媒に異常があるか否かの異常判定をする異常判定工程を備え、上記異常判定工程は、上記スリップ量推定工程において推定されたアンモニアのスリップ量が所定スリップ量以上であるときには、上記異常判定を制限する異常判定制限工程を含むものとする。

10

【0021】

この構成によると、NO_xセンサは、排気ガス中のNO_x量及びアンモニア量に応じて出力値が変化するため、排気ガス中のアンモニア量が多いときには、NO_x量が少ない場合であっても、排気ガス中のNO_x量が多いとみなしてしまう。このため、NO_xセンサの出力値に基づいて、選択還元型NO_x触媒に異常があるか否かの異常判定をする場合、排気ガス中のNO_x量が少ない場合であっても、選択還元型NO_x触媒に異常があると誤判定をしてしまうおそれがある。そこで、スリップ量推定工程において推定されたアンモニアのスリップ量が所定スリップ量以上であるときには、上記異常判定を制限することによって、排気ガス中のNO_x量が少ない場合において、選択還元型NO_x触媒に異常があると誤判定してしまうのを抑制することができる。

20

【0022】

本発明の更に別の側面では、エンジンの排気通路に設けられ、供給される還元剤によりNO_xを還元する選択還元型NO_x触媒と、上記選択還元型NO_x触媒に、上記還元剤としてのアンモニア又はアンモニアの前駆体を供給可能な還元剤供給手段とを有するエンジンの触媒異常判定装置を対象として、上記選択還元型NO_x触媒の劣化度を推定する劣化度推定手段と、上記劣化度推定手段により推定された上記選択還元型NO_x触媒の劣化度に基づいて、上記排気通路における該選択還元型NO_x触媒よりも下流側の通路へのアンモニアの排出量である、アンモニアのスリップ量を推定するスリップ量推定手段と、上記排気通路における上記選択還元型NO_x触媒よりも下流側に設けられ、排気ガス中のNO_x量及びアンモニア量に応じて出力値が変化するNO_xセンサと、上記NO_xセンサの上記出力値に基づいて、上記選択還元型NO_x触媒に異常があるか否かの異常判定をする異常判定手段と、上記スリップ量推定手段で推定されたアンモニアのスリップ量が所定スリップ量以上であるときに、上記異常判定手段の上記異常判定を制限する異常判定制限手段とを備え、上記スリップ量推定手段は、上記劣化度が大きいときには、該劣化度が小さいときに比べて、上記スリップ量を多く推定するように構成されており、上記選択還元型NO_x触媒のアンモニア吸着量を推定するアンモニア吸着量推定手段と、上記選択還元型NO_x触媒の温度を検出する触媒温度検出手段と、を更に備え、上記スリップ量推定手段は、上記劣化度推定手段で推定した上記選択還元型NO_x触媒の劣化度に加えて、上記アンモニア吸着量推定手段で推定された推定アンモニア吸着量、及び、上記触媒温度検出手段で検出された検出触媒温度に基づいて、上記スリップ量を推定するものであって、上記推定アンモニア吸着量及び上記検出触媒温度に基づいて仮のスリップ量を推定するとともに、該仮のスリップ量が推定されたときに、該仮のスリップ量に対して上記劣化度に基づく補正係数を乗じることで、上記スリップ量を推定するものとする。

30

40

【0023】

この構成においても、NO_xセンサは、排気ガス中のNO_x量及びアンモニア量に応じて出力値が変化するため、異常判定手段は、排気ガス中のNO_x量が少ない場合であっても、選択還元型NO_x触媒に異常があると誤判定をしてしまうおそれがある。そこで、ス

50

リップ量推定手段において推定されたアンモニアのスリップ量が所定スリップ量以上であるときには、上記異常判定を制限することによって、排気ガス中のNO_x量が少ない場合において、選択還元型NO_x触媒に異常があると誤判定してしまうのを抑制することができる。また、スリップ量推定手段においてはアンモニアのスリップ量を精度良く推定することができる。

【発明の効果】

【0024】

以上説明したように、本発明によると、選択還元型NO_x触媒におけるアンモニアの吸着反応速度に影響するパラメータである、選択還元型NO_x触媒の劣化度に基づいて、アンモニアのスリップ量を推定するようにしたことにより、アンモニアのスリップ量を精度良く推定することができるようになる。

10

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の実施形態に係るエンジンの触媒異常判定装置が適用されたエンジンシステムの概略構成図である。

【図2】エンジンシステムの制御系を示すブロック図である。

【図3】パッシブDeNO_x制御及びアクティブDeNO_x制御の制御マップを示す図である。

【図4】排気ガスを浄化する触媒を選択する際のフローチャートである。

【図5】DeNO_x制御を実行する際のフローチャートの一部である。

20

【図6】DeNO_x制御を実行する際のフローチャートの残部である。

【図7】NO_xセンサのNO_x検出原理を示す模式図である。

【図8】SCR触媒からのアンモニアのスリップ量を推定する処理動作を示すフローチャートである。

【図9】SCR触媒のアンモニア吸着量とSCR触媒の温度とに基づくアンモニアのスリップ量を示すマップである。

【図10】図9に示すマップにおいてSCR触媒のアンモニア吸着量に対するアンモニアのスリップ量を示すマップである。

【図11】図10に示すマップにおいてアンモニアのスリップ量が少ない領域を拡大したマップである。

30

【図12】SCR触媒に導入される排気ガス中のアンモニア濃度とそれに基づく補正係数との関係を示すマップである。

【図13】SCR触媒の異常判定の処理動作を示すフローチャートである。

【図14】SCR触媒の異常判定における各パラメータの時間変化を模式的に示すタイムチャートである。

【図15】SCR触媒の熱負荷とそれに基づく補正係数との関係を示すマップである。

【図16】SCR触媒のHC被毒量とそれに基づく補正係数との関係を示すマップである。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

40

【0027】

図1は、本発明の実施形態に係るエンジンの異常判定装置が適用されたエンジンシステム200を示す。エンジンシステム200は、ディーゼルエンジンとしてのエンジンEと、エンジンEに吸気を供給する吸気系INと、エンジンEに燃料を供給するための燃料供給系FSと、エンジンEの排気ガスを排出するEXと、エンジンシステム200に関する各種の状態を検出するセンサ100～119とを有する。また、エンジンシステム200には、該エンジンシステム200の制御を行うPCM(Power-train Control Module)60(図2参照)と、後述する尿素インジェクタ51の制御を行うDCU(Dosing Control Unit)70とが設けられている。このエンジンシステム200は車両に設けられるエンジンシステムであり、エンジンEは該車両

50

の駆動源として用いられる。

【 0 0 2 8 】

吸気系 I N は、吸気が通過する吸気通路 1 を有する。この吸気通路 1 には、上流側から順に、エアクリーナ 3 と、第 1 ターボ過給機 5 のコンプレッサと、第 2 ターボ過給機 6 のコンプレッサと、インタークーラ 8 と、スロットルバルブ 7 と、サージタンク 1 2 とが設けられている。また、吸気通路 1 には、第 2 ターボ過給機 6 のコンプレッサをバイパスする吸気バイパス通路 1 a と、吸気バイパス通路 1 a を開閉する吸気バイパスバルブ 6 a とが設けられている。

【 0 0 2 9 】

吸気通路 1 におけるエアクリーナ 3 の直下流側の通路には、吸入空気量を検出するエアフローセンサ 1 0 1 及び吸気温度を検出する第 1 吸気温度センサ 1 0 2 が設けられている。吸気通路 1 における第 1 ターボ過給機 5 と第 2 ターボ過給機 6 との間の通路には、吸気の圧力を検出する第 1 吸気圧センサ 1 0 3 が設けられている。吸気通路 1 におけるインタークーラ 8 の直下流側の通路には、インタークーラ 8 を通過した吸気の温度を検出する第 2 吸気温度センサ 1 0 6 が設けられている。スロットルバルブ 7 には、該スロットルバルブ 7 の開度を検出するポジションセンサ 1 0 5 が設けられている。サージタンク 1 2 には、吸気マニホールドにおける吸気の圧力を検出する第 2 吸気圧センサ 1 0 8 が設けられている。

10

【 0 0 3 0 】

エンジン E は、吸気通路 1 の吸気マニホールドから供給された吸気を燃焼室 1 7 内に導入するための吸気バルブ 1 5 と、燃焼室 1 7 に向けて燃料を噴射する燃料噴射弁 2 0 と、通電により発熱する発熱部を燃焼室 1 7 内に備えたブロープラグ 2 1 と、燃焼室 1 7 内での混合気の燃焼により往復運動するピストン 2 3 と、燃焼室 1 7 内での混合気の燃焼により発生した排気ガスを排気通路 4 1 に排出するための排気バルブ 2 7 とを有する。ピストン 2 3 は、コンロッド 2 4 を介してクランクシャフト 2 5 と連結されている。クランクシャフト 2 5 は、ピストン 2 3 の往復運動により回転される。

20

【 0 0 3 1 】

エンジン E には、クランクシャフトの回転角を検出するクランク角センサ 1 0 0 が設けられている。PCM 6 0 (図 2 参照) は、クランク角センサ 1 0 0 からの検出信号に基づいて、エンジン回転数を取得する。

30

【 0 0 3 2 】

燃料系 F S は、燃料を貯蔵する燃料タンク 3 0 と、燃料タンク 3 0 から燃料噴射弁 2 0 に燃料を供給するための燃料供給通路 3 8 とを有する。燃料供給通路 3 8 には、上流側から順に、低圧燃料ポンプ 3 1 と、高圧燃料ポンプ 3 3 と、コモンレール 3 5 とが設けられている。

【 0 0 3 3 】

排気系 E X は、排気ガスが通路する排気通路 4 1 を有する。排気ガス通路 4 1 には、上流側から順に、第 2 ターボ過給機 6 のタービンと、第 1 ターボ過給機 5 のタービンと、吸蔵還元型 NO_x 触媒 4 5 と、DPF (Diesel particulate Filter) 4 6 と、DPF 4 6 の下流側の排気通路 4 1 中に尿素を噴射する尿素インジェクタ 5 1 と、尿素インジェクタ 5 1 から噴射された尿素を用いて NO_x を浄化する SCR (Selective Catalytic Reduction) 触媒 4 7 と、SCR 触媒 4 7 から排出された未反応のアンモニアを酸化させて浄化するスリップ触媒 4 8 と、が設けられている。また、排気通路 4 1 には、第 2 ターボ過給機 6 のタービンをバイパスする排気バイパス通路 4 1 a と、この排気バイパス通路 4 1 a を開閉する排気バイパスバルブ 6 b とが設けられている。さらに、排気通路 4 1 には、第 1 ターボ過給機 5 のタービンをバイパスするウェイトゲート通路 4 1 b と、このウェイトゲート通路 4 1 b を開閉するウェイトゲートバルブ 5 a とが設けられている。

40

【 0 0 3 4 】

吸蔵還元型 NO_x 触媒 4 5 は、排気ガスの空燃比が理論空燃比よりも大きいリーンな状

50

態（空気過剰率が > 1 ）において排気ガス中の NO_x を吸蔵し、吸蔵した NO_x を、排気ガスの空燃比が理論空燃比近傍である状態（ ≈ 1 ）あるいは理論空燃比よりも小さいリッチな状態（ < 1 ）において還元する、 NO_x 吸蔵還元型触媒（ $\text{NSC} : \text{NO}_x \text{ Storage Catalyst}$ ）である。また、吸蔵還元型 NO_x 触媒 45 は、 NSC としての機能だけでなく、排気ガス中の酸素を用いて炭化水素（ HC ）や一酸化炭素（ CO ）などを酸化して水と二酸化炭素に変化させるディーゼル触媒（ $\text{DOC} : \text{Diesel Oxidation Catalyst}$ ）としての機能も有するように構成されている。詳しくは、吸蔵還元型 NO_x 触媒 45 は、 DOC の触媒層の表面に、 NSC の触媒材がコーティングされることで形成されている。

【0035】

DPF 46 は、排気中の粒子状物質（ $\text{PM} : \text{Particulate Matter}$ ）を捕集するフィルタである。 DPF 46 に捕集された PM は、高温に晒されかつ酸素の供給を受けることで燃焼し、 DPF 46 から除去されるようになっている。

【0036】

SCR 触媒 47 は、尿素インジェクタ 51 から噴射された尿素から生成されたアンモニアを吸着し、この吸着したアンモニアを排気ガス中の NO_x と反応（還元）させて浄化する。このことから、 SCR 触媒 47 は、供給される還元剤により NO_x を還元する選択還元型 NO_x 触媒に相当し、尿素インジェクタ 51 は、還元剤としての、アンモニアの前駆体である尿素を供給可能な還元剤供給手段に相当する。 SCR 触媒 47 は、アンモニアによって NO_x を還元する触媒金属を、アンモニアをトラップする（アンモニアが吸着される）ゼオライトに担持させて構成されている。

【0037】

吸蔵還元型 NO_x 触媒 45 と SCR 触媒 47 とは、いずれも NO_x を浄化可能な触媒であるが、 NO_x の浄化率（ NO_x 吸蔵率）が高くなる温度が互いに異なっている。詳しくは、吸蔵還元型 NO_x 触媒 45 の NO_x 浄化率は、吸蔵還元型 NO_x 触媒 45 の温度が比較的低温のときに高くなる一方、 SCR 触媒 47 の NO_x 浄化率は、 SCR 触媒 47 の温度（以下、 SCR 触媒温度という）が比較的高温のときに高くなる。

【0038】

排気通路 41 における第 2 ターボ過給機 6 よりも上流側の通路には、排気ガスの圧力を検出する排気圧センサ 109 及び排気ガスの温度を検出する第 1 排気温度センサ 110 が設けられている。排気通路 41 における第 1 ターボ過給機 5 の直下流側の通路には、排気ガス中の酸素濃度を検出する O_2 センサ 111 が設けられている。排気通路 41 における吸蔵還元型 NO_x 触媒 45 の周辺には、吸蔵還元型 NO_x 触媒 45 の直上流側の通路における排気ガスの温度を検出する第 2 排気温度センサ 112 と、吸蔵還元型 NO_x 触媒 45 と DOC 46 との間の通路における排気ガスの温度を検出する第 3 排気温度センサ 113 と、 DPF 46 の直上流側の通路と DPF 46 の直下流側の通路との圧力差を検出する差圧センサ 114 と、 DPF 46 の直下流側の通路における排気ガスの温度を検出する第 4 排気温度センサ 115 と、 DPF 46 の直下流側の通路でかつ尿素インジェクタ 51 よりも上流側の位置における NO_x の濃度を検出する第 1 NO_x センサ 116 と、が設けられている。また、排気通路 41 における SCR 触媒 47 の周辺には、 SCR 触媒温度を検出する触媒温度センサ 117 と、 SCR 触媒 47 の直下流側の通路における NO_x の濃度を検出する第 2 NO_x センサ 118 と、が設けられている。さらに、排気通路 41 には、スリップ触媒 48 の直上流側の通路における排気ガス中の PM を検出する PM センサ 119 が設けられている。詳しくは後述するが、少なくとも第 2 NO_x センサ 118 は、排気ガス中の NO_x 量だけでなく、アンモニア量に応じても出力値が変化する NO_x センサである。

【0039】

本実施形態におけるエンジンシステム 200 は、排気ガスの一部を吸気に還流させる EGR 装置 43 を更に有する。 EGR 装置 43 は、排気通路 41 における排気バイパス通路 41a の上流端よりも上流側の通路と、吸気通路 1 におけるスロットルバルブ 7 とサージ

10

20

30

40

50

タンク 1 2 との間の通路とを接続する E G R 通路 4 3 a と、E G R 通路 4 3 a を通過する排気ガスを冷却するための E G R クーラ 4 3 b と、E G R 通路 4 3 a を開閉する第 1 E G R バルブ 4 3 c とを有する。また、E G R 装置 4 3 は、E G R クーラ 4 3 b をバイパスする E G R クーラバイパス通路 4 3 d と、E G R クーラバイパス通路を開閉する第 2 E G R バルブ 4 3 e とを有する。

【 0 0 4 0 】

本実施形態のエンジンシステム 2 0 0 は、主として、車両に搭載された P C M 6 0 によって制御される。P C M 6 0 は、C P U、R O M、R A M、I / O バス等で構成されるマイクロプロセッサである。C P U は、コンピュータプログラム (O S 等の基本制御プログラム、及び、O S 上で起動されて特定機能を実現するアプリケーションプログラムを含む) を実行する中央演算処理装置である。R O M は、種々のコンピュータプログラムやデータ、後述のマップが格納されたメモリである。R A M は、C P U が一連の処理を行う際に使用される処理領域が設けられるメモリである。I / O バスは、P C M 6 0 に対して電気信号の入出力をする入出力バスである。

10

【 0 0 4 1 】

P C M 6 0 には、各種センサ 1 0 0 ~ 1 1 9 の検出信号が入力される。また、P C M 6 0 には、上記車両のアクセルペダル (図示省略) の操作量に対応したアクセル開度を検出するアクセル開度センサ 1 5 0、及び、上記車両の車速を検出する車速センサ 1 5 1 のそれぞれが出力した検出信号が入力される。P C M 6 0 は、入力された信号に基づいて、主に、スロットルバルブ 7、燃料噴射弁 2 0、グロープラグ 2 1、第 1 E G R バルブ 4 3 c 及び第 2 E G R バルブ 4 3 e の作動を制御する。また、P C M 6 0 は、D C U 7 0 に出力信号を送ることで、D C U 7 0 を介して尿素インジェクタ 5 1 の作動を制御する。D C U 7 0 も、P C M 6 0 と同様の構成である。P C M 6 0 は、D C U 7 0 を介さず直接に尿素インジェクタ 5 1 の作動を制御してもよい。

20

【 0 0 4 2 】

尚、詳しくは後述するが、P C M 6 0 は、S C R 触媒 4 7 のアンモニア吸着量を推定するアンモニア吸着量推定部 6 1 と、排気通路 4 1 の S C R 触媒 4 7 よりも下流側の通路における排気ガス中のアンモニア量を推定するスリップ量推定部 6 2 と、第 2 N O x センサ 1 1 8 の出力値に基づく異常判定条件により、エンジンシステム 2 0 0 に異常があるか否かの異常判定をする異常判定部 6 3 と、該異常判定部 6 3 による異常判定を制限する異常判定制限部 6 4 と、S C R 触媒 4 7 の劣化度を推定する劣化度推定部 6 5 (劣化度推定手段) と、を備えている。

30

【 0 0 4 3 】

通常の燃料噴射制御

P C M 6 0 は、後述する D e N O x 制御を実施しない通常の燃料噴射制御では、燃焼室 1 7 内の混合気の空燃比が、理論空燃比よりもリーンな状態 (> 1) になるように、燃料噴射弁 2 0 を制御する。また、P C M 6 0 は、通常の燃料噴射制御では、D e N O x 制御において実施されるポスト噴射は停止させてメイン噴射のみを実行させる。

【 0 0 4 4 】

P C M 6 0 は、通常の燃料噴射制御では、車両の運転状態に応じてメイン噴射における燃料の噴射量を設定する。具体的には、まず、P C M 6 0 は、各種センサ 1 0 0 ~ 1 1 9、1 5 0、1 5 1 からの入力信号を取得する。次に、P C M 6 0 は、取得された上記アクセルペダルの操作等を含む車両の運転状態に基づいて、目標加速度を設定する。次いで、P C M 6 0 は、決定された目標加速度を実現するためのエンジン E の目標トルクを決定する。そして、P C M 6 0 は、決定された目標トルクをエンジン E から出力させるべく、当該目標トルク及びエンジン回転数に基づいて、燃料噴射弁 2 0 から噴射させるべき噴射量を算出する。

40

【 0 0 4 5 】

また、P C M 6 0 は、通常の燃料噴射制御では、車両の運転状態に応じてメイン噴射の噴射タイミングを設定する。

50

【 0 0 4 6 】

その後、PCM60は、設定された噴射量及び噴射タイミングとなるように、燃料噴射弁20を制御する。

【 0 0 4 7 】

DeNOx制御

次に、吸蔵還元型NOx触媒45に吸蔵されたNOx（以下、吸蔵NOxということがある）を吸蔵還元型NOx触媒45から離脱させるDeNOx制御について説明する。

【 0 0 4 8 】

本実施形態では、PCM60は、NOx吸蔵量が第1所定吸蔵量以上であるときには（例えば、NOx吸蔵量が吸蔵限界付近にあるときには）、吸蔵還元型NOx触媒45に吸蔵されたNOxをほぼ0にまで低下させるために、DeNOx制御を実行する。また、本実施形態では、PCM60は、NOx吸蔵量が第1所定吸蔵量未満であっても、NOx吸蔵量が第1所定吸蔵量よりも少ない第2所定吸蔵量以上でありかつ車両の加速により排気ガスの空燃比がリッチ側に変化するときには、DeNOx制御を実行することがある。以下の説明では、NOx吸蔵量が第1所定吸蔵量以上であるときに実行するDeNOx制御をアクティブDeNOx制御といい、NOx吸蔵量が第2所定吸蔵量以上でありかつ車両の加速により排気ガスの空燃比がリッチ側に変化するときには実行するDeNOx制御をパッシブDeNOx制御という。これらを区別しないときには、単に、DeNOx制御という。

【 0 0 4 9 】

上述したように、吸蔵還元型NOx触媒45は、排気ガスの空燃比が理論空燃比近傍である状態（ $\lambda = 1$ ）あるいは理論空燃比よりも小さいリッチな状態（ $\lambda < 1$ ）において、吸蔵NOxが還元される。このため、DeNOx制御では、吸蔵NOxを還元するためには、排気ガスの空燃比を通常運転時よりも低下させる必要がある。そこで、本実施形態では、メイン噴射に加えてポスト噴射を実行することで、排気ガスの空燃比を低下させて吸蔵NOxを還元させる。尚、DeNOx制御時の空気過剰率は、例えば、 $\lambda = 0.94 \sim 1.06$ 程度である。

【 0 0 5 0 】

ポスト噴射における燃料の噴射量（以下、単にポスト噴射量という）は、エンジンEの運転状態に基づいて設定される。具体的には、まず、PCM60は、少なくとも、エアフロセンサ101によって検出された吸入空気量、O2センサ111によって検出された排気ガス中の酸素濃度、上記の燃料噴射制御において算出されたメイン噴射で噴射量を取得する。さらに、PCM60は、所定のモデルなどにより求められた、EGR装置43によって吸気系INに還流される排気ガス量（EGR量）も取得する。

【 0 0 5 1 】

次に、PCM60は、取得された新気量及びEGRガス量に基づき、エンジンEに導入される空気量を算出する。そして、PCM60は、算出された空気量から、エンジンEに導入される空気の酸素濃度を算出する。

【 0 0 5 2 】

次いで、PCM60は、排気ガスの空燃比を理論空燃比近傍あるいは理論空燃比以下の目標空燃比（以下、目標DeNOx空燃比という）にするのに必要なポスト噴射量を算出する。すなわち、PCM60は、排気ガスの空燃比を目標DeNOx空燃比にするためにメイン噴射の噴射量に加えてどれだけの量の燃料をポスト噴射で噴射すればよいかを決定する。このとき、PCM60は、O2センサ111によって検出された酸素濃度と、エンジンEに導入される空気の酸素濃度との差を考慮して、ポスト噴射量を算出する。

【 0 0 5 3 】

本実施形態では、パッシブDeNOx制御は、車両の加速により排気ガスの空燃比がリッチ側に変化するときには実行されるため、排気ガスの空燃比を目標DeNOx空燃比にするために必要な燃料の噴射量は、パッシブDeNOx制御の方がアクティブDeNOx制御に比べて少なくなる。このため、パッシブDeNOx制御を出来る限り高頻度で行って

10

20

30

40

50

、アクティブD e N O x 制御の頻度を少なくすれば、D e N O x 制御による燃費の悪化を抑制することができる。

【 0 0 5 4 】

ポスト噴射における燃料の噴射タイミングについては、本実施形態では、D e N O x 制御の形態によって噴射タイミングが変更される。具体的には、P C M 6 0 は、アクティブD e N O x 制御を実行するときには、ポスト噴射された燃料が燃焼室17内において燃焼されるタイミングに設定する。一方で、パッシブD e N O x 制御を実行するときには、ポスト噴射された燃料が筒内において燃焼されずに未燃燃料として排気通路41に排出されるタイミングに設定する。

【 0 0 5 5 】

ここで、アクティブD e N O x 制御及びパッシブD e N O x 制御のそれぞれを実行する運転条件について図3を参照して説明する。図3は、横軸にエンジン回転数を示し、縦軸にエンジン負荷を示している。また、図3において、曲線L1は、エンジンEの最大トルク線を示している。

【 0 0 5 6 】

本実施形態では、P C M 6 0 は、エンジン負荷が第1所定負荷L o 1以上かつ第2所定負荷L o 2 (>第1所定負荷L o 1)未満である中負荷域であるとともに、エンジン回転数が第1所定回転数N1以上かつ第2所定回転数N2 (>第1所定回転数N1)未満である中回転域であるとき、すなわち、図3に示す第1運転領域R1において、アクティブD e N O x 制御を実行する。これは、空気と燃料が適切に混合された状態で着火が生じるようにして、スモーク及びH C の発生を抑制するためである。このために、例えば、アクティブD e N O x 制御時には適量のE G R ガスを導入することで、ポスト噴射された燃料の着火を効果的に遅延させるようにしてもよい。

【 0 0 5 7 】

尚、アクティブD e N O x 制御時にH C の発生を抑制する理由は、上記のようにE G R ガスを導入する場合に、H C もE G R ガスとして吸気系I N に還流されて、このH C がバイндаとなって煤と結合してE G R ガスの通路が閉塞してしまうのを防止するためである。加えて、吸蔵還元型N O x 触媒45の温度が低く、H C の浄化性能が確保されないような領域においてアクティブD e N O x 制御を実行したときに、H C が浄化されずに排出されてしまうのを防止するためである。

【 0 0 5 8 】

一方で、本実施形態では、エンジン負荷が第1運転領域R1よりもかなり高い領域、すなわち、図3に示す第2運転領域R2にあるときに、パッシブD e N O x 制御を実行する。これは、エンジン負荷が第2運転領域R2にあるときには、通常、吸蔵還元型N O x 触媒45の温度が、該吸蔵還元型N O x 触媒45を構成するD O C によるH C の浄化性能が発揮される程度の温度になっているため、パッシブD e N O x 制御により排気通路41に排出された未燃燃料(H C)が、吸蔵還元型N O x 触媒45によって十分に浄化されるためである。

【 0 0 5 9 】

第1及び第2運転領域R1, R2以外の運転領域について説明すると、エンジン負荷が第1運転領域R1よりも高いが第2運転領域R2よりも低い領域では、エンジンEの筒内温度が高くなって、空気と燃料が適切に混合されていない状態で燃焼が生じ、スモークやH C が発生しやすい。また、エンジン負荷は第1運転領域R1と同じであるがエンジン回転数が第1運転領域R1よりも高い領域では、エンジンEの1ストロークにかかる時間が短いために、空気と燃料が適切に混合されていない状態で燃焼が生じ、スモークやH C が発生しやすい。さらに、エンジン負荷が第1運転領域R1よりも低い領域、あるいは、エンジン負荷は第1運転領域R1と同じであるがエンジン回転数が第1運転領域R1よりも低い領域では、吸蔵還元型N O x 触媒45の温度が吸蔵N O x を還元できる温度よりも低くなりやすい。これらのことから、本実施形態では、エンジンEの運転領域が、第1及び第2運転領域R1, R2以外の運転領域にあるときには、D e N O x 制御を実行しないよ

10

20

30

40

50

うにしている。

【 0 0 6 0 】

エンジン E の運転領域が、第 1 及び第 2 運転領域 R 1 , R 2 以外の運転領域にあるときにおいて、NOx 吸蔵量が上記第 1 所定吸蔵量以上のときには、NOx は吸蔵還元型 NOx 触媒 4 5 ではほとんど浄化されない。しかしながら、本実施形態では、吸蔵還元型 NOx 触媒 4 5 よりも下流側に SCR 触媒 4 7 が設けられているため、吸蔵還元型 NOx 触媒 4 5 で浄化されなかった分の NOx については SCR 触媒 4 7 により浄化することができる。

【 0 0 6 1 】

本実施形態では、上述したような DeNOx 制御を実行するか否かは、上述したエンジン E の運転領域に加えて、SCR 触媒 4 7 による NOx の浄化が可能であるか否かに応じて判断される。これは、排気ガス中の NOx を SCR 触媒 4 7 によって適切に浄化させることができるのであれば、吸蔵還元型 NOx 触媒 4 5 による NOx の浄化性能を確保すべく DeNOx 制御を敢えて行う必要がないからである。上述したように、吸蔵還元型 NOx 触媒 4 5 の NOx 浄化率は排気ガスの温度が比較的低温のときに高くなる一方、SCR 触媒 4 7 の NOx 浄化率は排気ガスの温度が比較的高温のときに高くなる。そこで、本実施形態では、図 4 のフローチャートに示すように、PCM 6 0 は、SCR 触媒温度に応じて、DeNOx 制御を実行して吸蔵還元型 NOx 触媒 4 5 で NOx を浄化するか、又は、SCR 触媒 4 7 により NOx を浄化するかを選択するようにしている。

【 0 0 6 2 】

図 4 のフローチャートを参照して、排気ガスを浄化する触媒を選択する際の PCM 6 0 の処理について説明する。PCM 6 0 は、エンジン E が作動している間は、常に又は所定期間毎に、このフローチャートに基づく処理を実行する。

【 0 0 6 3 】

まず、ステップ S 1 0 1 において、PCM 6 0 は、各種センサ 1 0 0 ~ 1 1 9 , 1 5 0 , 1 5 1 からの情報を読み込み、次のステップ S 1 0 2 で、SCR 触媒温度が第 1 所定温度未満であるか否かを判定する。上記ステップ S 1 0 2 の判定が YES であるときには、ステップ S 1 0 3 に進む一方、上記ステップ S 1 0 2 の判定が NO であるときには、ステップ S 1 0 4 に進む。尚、上記第 1 所定温度は、SCR 触媒 4 7 による NOx の浄化が可能であるが NOx の浄化率が所定浄化率未満となる温度であり、例えば、1 6 0 である。

【 0 0 6 4 】

上記ステップ S 1 0 3 では、PCM 6 0 は、SCR 触媒 4 7 では NOx を浄化させずに、DeNOx 制御を実行して吸蔵還元型 NOx 触媒 4 5 のみにより NOx を浄化させる。このステップ S 1 0 3 では、PCM 6 0 は、尿素インジェクタ 5 1 による尿素的供給を制限させることで、SCR 触媒 4 7 では NOx を浄化させないようにする。つまり、ここでいう、「SCR 触媒 4 7 では NOx を浄化させない」とは、「尿素インジェクタ 5 1 による尿素的供給を制限させる」ことを意味する。上記ステップ S 1 0 3 の後はリターンする。

【 0 0 6 5 】

上記ステップ S 1 0 4 では、SCR 触媒温度が第 2 所定温度 (> 第 1 所定温度) 未満であるか否かを判定する。上記ステップ S 1 0 4 の判定が YES であるときには、ステップ S 1 0 5 に進む一方、上記ステップ S 1 0 4 の判定が NO であるときには、ステップ S 1 0 6 に進む。尚、上記第 2 所定温度は、SCR 触媒 4 7 の NOx の浄化率が上記所定以上となり得る温度範囲の下限付近の温度であり、例えば、2 5 0 である。

【 0 0 6 6 】

上記ステップ S 1 0 5 では、PCM 6 0 は、DeNOx 制御を実行して吸蔵還元型 NOx 触媒 4 5 により NOx を浄化させるとともに、SCR 触媒 4 7 でも NOx を浄化させる。つまり、このステップ S 1 0 5 では、PCM 6 0 は、尿素インジェクタ 5 1 から尿素的供給させる。上記ステップ S 1 0 5 の後はリターンする。

【 0 0 6 7 】

上記ステップ S 1 0 6 では、SCR 触媒 4 7 に導入される排気ガスの流量が所定流量未

10

20

30

40

50

満であるか否かを判定する。上記ステップ S 1 0 6 の判定が Y E S であるときには、ステップ S 1 0 7 に進む一方、上記ステップ S 1 0 6 の判定が N O であるときには、ステップ S 1 0 5 に進む。このステップ S 1 0 6 において、排気ガスの流量について判定を行うのは、S C R 触媒温度が上記第 2 所定温度以上であったとしても、例えば、エンジン E の運転状態が高回転高負荷の運転領域にあって、排気ガスの流量が多い場合には、S C R 触媒 4 7 のみでは N O x を浄化しきれないことがあるためである。つまり、排気ガスの流量が所定流量以上である N O のときには、吸蔵還元型 N O x 触媒 4 5 と S C R 触媒 4 7 との両方で N O x を浄化させる方が好ましく、ステップ S 1 0 5 に進むようにしている。尚、上記排気ガスの流量は、エンジン E の運転状態（特にエンジン負荷及びエンジン回転数）から推定することができる。

10

【 0 0 6 8 】

上記ステップ S 1 0 7 では、吸蔵還元型 N O x 触媒 4 5 では N O x を浄化させずに、S C R 触媒 4 7 のみにより N O x を浄化させる。このステップ S 1 0 7 でも、P C M 6 0 は、尿素インジェクタ 5 1 から S C R 触媒 4 7 へ尿素を供給させる。このステップ S 1 0 7 では、D e N O x 制御の実行を禁止して、吸蔵還元型 N O x 触媒 4 5 の N O x 吸蔵量を吸着限界にすることで、吸蔵還元型 N O x 触媒 4 5 で N O x を浄化させないようにする。上記ステップ S 1 0 7 の後はリターンする。尚、吸蔵還元型 N O x 触媒 4 5 の N O x 吸蔵量が限界に到達していなければ、吸蔵還元型 N O x 触媒 4 5 で N O x を吸蔵することが可能であるため、このステップ S 1 0 7 においても、吸蔵還元型 N O x 触媒 4 5 で N O x が浄化される（吸蔵される）ことがある。つまり、ここでいう、「吸蔵還元型 N O x 触媒 4 5 では N O x を浄化させない」とは、「D e N O x 制御の実行を禁止する」ことを意味する。

20

【 0 0 6 9 】

次に、D e N O x 制御を実行する際の P C M 6 0 の処理動作について、図 5 及び図 6 を参照して説明する。P C M 6 0 は、図 4 に示すフローチャートに従って D e N O x 制御を実行することになった場合には、図 5 及び図 6 に示すフローチャートに基づく処理動作を実行する。

【 0 0 7 0 】

まず、ステップ S 2 0 1 において、P C M 6 0 は、各種センサ 1 0 0 ~ 1 1 9 , 1 5 0 , 1 5 1 からの情報を読み込み、次のステップ S 2 0 2 で、吸蔵還元型 N O x 触媒 4 5 における N O x 吸蔵量が第 1 所定吸蔵量以上であるか否かを判定する。上記ステップ S 2 0 2 の判定が Y E S であるときには、ステップ S 2 0 3 に進む一方、上記ステップ S 2 0 2 の判定が N O であるときには、ステップ S 2 1 1 に進む。尚、N O x 吸蔵量は、例えば、エンジン E の運転状態、排気ガスの流量、排気ガスの温度等に基づいて、排気ガス中の N O x 量を推定し、この推定した N O x 量を積算することによって求められる。

30

【 0 0 7 1 】

上記ステップ S 2 0 3 では、P C M 6 0 は、エンジン E の運転領域が第 1 運転領域 R 1 に属するか否かを判定する。上記ステップ S 2 0 3 の判定が Y E S であるときには、アクティブ D e N O x 制御を実行すべく、ステップ S 2 0 5 に進む一方、上記ステップ S 2 0 3 の判定が N O であるときには、ステップ S 2 1 2 に進む。

【 0 0 7 2 】

上記ステップ S 2 0 4 では、P C M 6 0 は、ポスト噴射量を設定する。上述したように、ポスト噴射量は、エンジン E に導入される空気の酸素濃度やメイン噴射での燃料の噴射量等に基づいて、排気ガスの空燃比が目標 D e N O x 空燃比になるのに必要な噴射量に設定される。

40

【 0 0 7 3 】

次のステップ S 2 0 5 では、P C M 6 0 は、ポスト噴射のタイミングを設定する。上述したように、アクティブ D e N O x 制御では、ポスト噴射のタイミングは、ポスト噴射された燃料が燃焼室 1 7 内において燃焼されるタイミングに設定される。

【 0 0 7 4 】

続く、ステップ S 2 0 6 では、P C M 6 0 は、上記ステップ S 2 0 4 で算出したポスト

50

噴射量が第1所定噴射量未満であるか否かを判定する。上記ステップS206の判定がYESであるときには、ステップS207に進む一方、上記ステップS206の判定がNOであるときには、ステップS208に進む。この第1所定噴射量を設定することにより、DeNOxを実行することによる燃費の悪化を抑制するようにしている。

【0075】

上記ステップS207では、PCM60は、上記ステップS205で設定したポスト噴射量でポスト噴射するように燃料噴射弁20を制御する。上記ステップS207の次はステップS210に進む。

【0076】

一方で、上記ステップS208では、スロットルバルブ7を閉じ側に制御し、次のステップS209では、第1所定噴射量でポスト噴射するように燃料噴射弁20を制御する。このステップS208及びステップS209では、第1所定噴射量を超えないポスト噴射量（実際には第1所定噴射量の値そのもの）によって排気ガスの空燃比を目標DeNOx空燃比にすべく、スロットルバルブ7を絞って、エンジンEに導入する空気の酸素濃度を低下させている。上記ステップS209の次はステップS210に進む。

10

【0077】

上記ステップS210では、PCM60は、NOx吸蔵量が略0になったか否かを判定する。上記ステップS210の判定がYESであるときには、アクティブDeNOx制御を終了してリターンする一方、上記ステップS210の判定がNOであるときには、ステップS203に戻る。上記ステップS210において、NOx吸蔵量が略0になったか否かは、ポスト噴射量を積算して、該積算値が第1所定吸蔵量以上の吸蔵NOxを略0にするだけの値になったか否かに基づいて判定する。尚、NOx吸蔵量が略0になるとは、NOx吸蔵量が0なることも含む。

20

【0078】

一方で、ステップS202の判定がNOであるときに進む上記ステップS211では、PCM60は、吸蔵還元型NOx触媒45におけるNOx吸蔵量が第2所定吸蔵量以上であるか否かを判定する。上記ステップS211の判定がYESであるときには、ステップS212に進む一方、上記ステップS211の判定がNOであるときには、アクティブDeNOx制御及びパッシブDeNOx制御を実行する必要がないためリターンする。

【0079】

上記ステップS212では、PCM60は、ポスト噴射量を設定する。ポスト噴射量は、上記ステップS204と同様に、エンジンEに導入される空気の酸素濃度やメイン噴射での燃料の噴射量等に基づいて、排気ガスの空燃比が目標DeNOx空燃比になるのに必要な噴射量に設定される。

30

【0080】

上記ステップS213では、PCM60は、ポスト噴射のタイミングを設定する。上述したように、パッシブDeNOx制御では、ポスト噴射のタイミングは、ポスト噴射された燃料が筒内において燃焼されずに未燃燃料として排気通路41に排出されるタイミングに設定される。

【0081】

次のステップS214では、PCM60は、上記ステップS212で算出したポスト噴射量が第2所定噴射量未満であるか否かを判定する。上記ステップS206の判定がYESであるときには、ステップS207に進む一方、上記ステップS206の判定がNOであるときには、ステップS208に進む。上記第2所定噴射量は、車両の運転領域が上記第2運転領域にあるときにのみ設定されるような値に設定されており、上記第1所定噴射量よりも小さい値である。つまり、ポスト噴射量が上記第2所定噴射量未満であるときには、車両の運転領域は、パッシブDeNOx制御が実行可能な上記第2運転領域にあることになる。

40

【0082】

続く、上記ステップS215では、PCM60は、上記ステップS215で設定したポ

50

スト噴射量でポスト噴射するように燃料噴射弁 20 を制御する。上記ステップ S 2 1 6 の後は、パッシブ D e N O x 制御を終了してリターンする。

【 0 0 8 3 】

上記ステップ S 2 1 6 では、 P C M 6 0 は、パッシブ D e N O x 制御を実行せずに、通常の燃料噴射制御を実行する。すなわち、ポスト噴射をせずにメイン噴射のみを行うように燃料噴射弁 20 を制御する。上記ステップ S 2 1 6 の後は、ステップ S 2 0 3 に戻る。

【 0 0 8 4 】

以上のように、 D e N O x 制御を実行することで、本実施形態では、 D e N O x 制御による燃費の悪化を抑制しつつ、排気ガス中の N O x を適切に浄化できるようにしている。

【 0 0 8 5 】

S C R 触媒の異常判定

次に、 S C R 触媒 4 7 の異常判定について説明する。

【 0 0 8 6 】

S C R 触媒 4 7 では、 S C R 触媒 4 7 に吸着したアンモニアと、排気ガス中の N O x とを反応（還元）させることによって、 N O x を浄化する。 S C R 触媒 4 7 に吸着するアンモニアは、基本的には、尿素インジェクタ 5 1 から噴射される尿素（ $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ）が、排気通路 4 1 内で熱分解反応又は加水分解反応することによって生成される。

【 0 0 8 7 】

尿素インジェクタ 5 1 からの尿素的噴射量（以下、単に尿素噴射量という）は、 D C U 7 0 によって制御される。具体的には、 D C U 7 0 は、 S C R 触媒 4 7 のアンモニア吸着量が、予め設定された目標吸着量になるように尿素噴射量を設定する。より詳しくは、 D C U 7 0 は、モデルにより S C R 触媒 4 7 の現在のアンモニア吸着量を推定し、上記目標吸着量と該推定値との差に基づいて尿素噴射量を設定する。

【 0 0 8 8 】

S C R 触媒 4 7 の現在のアンモニア吸着量は、詳しくは後述するが、尿素噴射量と、 D e N O x 制御によって生じるアンモニア量と、 N O x 流入量と、 S C R 触媒 4 7 の浄化効率とからモデルにより推定する。また、上記目標吸着量は、 S C R 触媒温度が高い方が、 S C R 触媒温度が低いときに比べて、小さくなるように設定される。さらに、上記目標吸着量は、 S C R 触媒 4 7 におけるアンモニアの吸着限界よりも小さい値に設定されている。

【 0 0 8 9 】

S C R 触媒 4 7 の異常判定は、 P C M 6 0 の異常判定部 6 3 により、 S C R 触媒 4 7 での N O x の実際の浄化率に基づいて行われる。具体的には、まず、異常判定部 6 3 は、 S C R 触媒 4 7 よりも上流側の通路における N O x 量（以下、上流側 N O x 量という）を第 1 N O x センサ 1 1 6 の検出結果に基づいて算出し、 S C R 触媒 4 7 よりも下流側の通路における N O x 量（以下、下流側 N O x 量という）を第 2 N O x センサ 1 1 8 の検出結果に基づいて算出して、以下の式 1 に基づいて S C R 触媒 4 7 の実際の浄化率を算出する。

【 0 0 9 0 】

$$\text{浄化率} = 1 - (\text{下流側 N O x 量} / \text{上流側 N O x 量}) \cdots (\text{式 1})$$

次に、異常判定部 6 3 は、式 1 で算出される浄化率が所定浄化率以下であるときには、 S C R 触媒 4 7 に異常が発生している可能性ありとして、故障カウントを 1 つ加算する。そして、異常判定部 6 3 は、故障カウントのカウント数が所定値以上になったときに、 S C R 触媒 4 7 に異常があると判定する。つまり、浄化率が所定浄化率以下であること及び故障カウントのカウント数が所定値以上になることが、異常判定部 6 3 の異常判定条件に相当する。

【 0 0 9 1 】

また、異常判定部 6 3 は、 S C R 触媒 4 7 に異常があると判定したときには、車両の乗員に S C R 触媒 4 7 に異常がある旨の警告を行う。この警告は、例えば、車両の乗員が視認可能な位置に設けられたランプを点灯させる等により行われる。

【 0 0 9 2 】

上記の異常判定を正確に行うには、特に、第 2 N O x センサ 1 1 8 の検出結果に基づく

10

20

30

40

50

下流側NO_x量の算出を正確に行う必要がある。しかしながら、一般に、NO_xセンサは、排気ガス中のNO_xだけでなく、排気ガス中のアンモニアでも出力値（検出値）が変化してしまうため、下流側NO_x量を正確に算出できずに、異常判定部63が誤判定してしまうことがある。以下、NO_xセンサによるNO_xの検出原理について図7を参照しながら説明する。

【0093】

図7には、NO_xの検出原理を模式的に示す。この図7では、第2NO_xセンサ118を例示しているが、第1NO_xセンサ116も同様の構成である。図7に示すように、第2NO_xセンサ118は、排気通路41に接続された第1キャビティ118aと、該第1キャビティ118aに接続された第2キャビティ118bとを有している。第2NO_xセンサ118に流入した排気ガスは、まず、第1キャビティ118aで、排気ガス中のHCやCOが酸化されて、NO_x以外の気体を取り除かれる。次に、第1キャビティ118bを通過したNO_xは、次の第2キャビティ118bで窒素に還元される。このとき、第2キャビティ118b内では、NO_xに由来する酸素が発生する。第2NO_xセンサ118では、第2キャビティ118bで発生する、NO_xに由来の酸素の濃度を検出することで、NO_xの濃度を検出する。

10

【0094】

ここで、第2NO_xセンサ118に流入した排気ガス中に、アンモニアが混入していた場合には、該排気ガス中のアンモニアは、図7に示すように、第1キャビティ118a内で酸化されて、NO_xとH₂Oとに分解される。このアンモニア由来のNO_xは、図7に示すように、第2キャビティ118bで還元されて、窒素と酸素とに分解される。このため、第2NO_xセンサ118は、アンモニア由来のNO_xも排気ガス中のNO_xとして検出してしまふ。このことから、第2NO_xセンサ118は、排気ガス中のNO_x及びアンモニアに応じて出力値が変化してしまう。

20

【0095】

尚、第1NO_xセンサ116も排気ガス中のアンモニアに応じて出力値が変化する。詳しくは後述するが、アンモニアはDeNO_x制御によっても生じるため、第1NO_xセンサ116もアンモニアをNO_xとして検出することがある。しかし、DeNO_x制御によって生じるアンモニアの量を推定して、該推定値と第1NO_xセンサ116の検出結果とに基づいて上流側NO_x量を算出することで、上流側NO_x量については精度良く算出することができる。

30

【0096】

基本的には、DCU70により、目標吸着量を適切な値に設定することで、排気通路41におけるSCR触媒47よりも下流側の通路へのアンモニアの排出量（以下、アンモニアのスリップ量という）をある程度抑えることができる。しかしながら、SCR触媒47内では、アンモニアの吸着反応と脱離反応とが常に発生しており、脱離反応が支配的になるような状況では、アンモニアがSCR触媒47よりも下流側の通路へ排出されてしまう（アンモニアのスリップが発生してしまう）。このため、第2NO_xセンサ118の検出結果から下流側NO_x量を正確に算出できなくなることがある。

【0097】

そこで、本実施形態では、アンモニアのスリップ量を推定して、この推定スリップ量に基づいて、異常判定部63による異常判定を制限するようにしている。以下、アンモニアのスリップ量の推定方法について詳細に説明する。

40

【0098】

SCR触媒47内でのアンモニアの吸着反応と脱離反応に基づくアンモニアのスリップ量は、主に、SCR触媒47内でのアンモニアの吸着反応速度と脱離反応速度とのバランスによって決まる。上記吸着反応速度及び上記脱離反応速度は、以下の式2及び式3で示される。

【0099】

$$\text{吸着反応速度} = A a \times (1 - \quad) \times \exp(-E a / R T) \times C 1 \cdots (\text{式} 2)$$

50

脱離反応速度 = $A_d \times \exp(-E_d / RT) \times$ 吸着量 \dots (式3)

上記式2において、 A_a は吸着反応の頻度係数、 θ はSCR触媒47のアンモニアの被覆率、 E_a は吸着反応に必要な活性化エネルギー、 R は気体常数、 T はSCR触媒温度、 C_1 は、SCR触媒47に導入される排気ガス中のアンモニア濃度に基づく補正係数である。活性化エネルギー E_a は、実験やシミュレーションにより求められる定数である。被覆率 θ はSCR触媒47の現在のアンモニア吸着量を当該SCR触媒47の吸着限界で割った値であり、0以上1以下の値を取り得る変数である。一方で、上記式3において、 A_d は脱離反応の頻度係数、 E_d は脱離反応に必要な活性化エネルギー、 R は気体常数、 T はSCR触媒温度である。活性化エネルギー E_d は、実験やシミュレーションにより求められる定数である。吸着量は、SCR触媒47のアンモニア吸着量である。頻度係数 A_a 及び頻度係数 A_d は、実験やシミュレーションによって予め求められる。

10

【0100】

SCR触媒47へのアンモニアの吸着反応は、該SCR触媒47の酸点にアンモニアが吸着するだけの反応である一方、SCR触媒47からのアンモニアの脱離反応は、吸着したアンモニアを該SCR触媒47の酸点から切り離す反応である。このため、脱離反応の活性化エネルギー E_d は、吸着反応の活性化エネルギー E_a に比べてかなり大きい。つまり、吸着反応速度はSCR触媒温度に影響されにくい一方で、脱離反応速度はSCR触媒温度に影響されやすい。

【0101】

また、上記排気ガス中のアンモニア濃度は、最終的なアンモニアのスリップ量には影響するものの、SCR触媒47のアンモニアの被覆率ほど、吸着反応速度に影響を与えない。

20

【0102】

したがって、吸着反応速度は、主に、SCR触媒47のアンモニアの被覆率に依存する一方で、脱離反応速度は、主に、SCR触媒47のアンモニア吸着量とSCR触媒温度とに依存する。よって、吸着反応速度と脱離反応速度とのバランスによって決まる、アンモニアのスリップ量は、主に、SCR触媒47のアンモニア吸着量とSCR触媒温度とアンモニアの被覆率とを考慮する必要がある。アンモニアの被覆率に影響する、SCR触媒47のアンモニアの吸着限界は、SCR触媒47の劣化度により変化する。そこで、本実施形態では、PCM60において、アンモニア吸着量推定部61がSCR触媒47のアンモニア吸着量を推定し、触媒温度センサ117によりSCR触媒温度を検出し、劣化度推定部65がSCR触媒47の劣化度を推定し、スリップ量推定部62が、アンモニア吸着量推定部61で推定されたアンモニア吸着量と、触媒温度センサ117により検出されたSCR触媒温度と、劣化度推定部65により推定された劣化度とに基づいて、排気通路41のSCR触媒47よりも下流側の通路へのアンモニアの排出量である、アンモニアのスリップ量を推定するようにしている。

30

【0103】

ここで、本実施形態では、アンモニア吸着量推定部61は、尿素噴射量と、 $DeNO_x$ 制御によって生じるアンモニア量と、SCR触媒47への NO_x 流入量と、SCR触媒47の浄化効率とに基づいて、SCR触媒47のアンモニア吸着量を推定する。具体的には、アンモニア吸着量推定部61は、まず、尿素噴射量及び $DeNO_x$ 制御によって生じるアンモニア量に基づいて、SCR触媒47に流入したアンモニア量を算出する。 $DeNO_x$ 制御によって生じるアンモニアは、吸蔵還元型 NO_x 触媒45の吸蔵 NO_x を還元したときに、吸蔵還元型 NO_x 触媒45から排気ガス中に排出されるアンモニアであって、吸蔵還元型 NO_x 触媒45の吸蔵 NO_x とポスト噴射によって供給されるHCとの反応によって生じるものである。このため、 $DeNO_x$ 制御によって生じるアンモニアは、吸蔵還元型 NO_x 触媒45の NO_x 吸蔵量とポスト噴射量とから推定することができる。次に、アンモニア吸着量推定部61は、SCR触媒47への NO_x 流入量とSCR触媒47の浄化効率とに基づいて、SCR触媒47から消費されたアンモニア量を算出する。SCR触媒47への NO_x 流入量は、第1 NO_x センサ116の検出結果と $DeNO_x$ 制御によって生じるアンモニアの推定値とに基づいて算出する。SCR触媒47の浄化効率は、SC

40

50

R触媒温度や、SCR触媒47に導入される排気ガスの流量等に基づいて予め算出された理論値を、PCM60の上記メモリに格納されたマップを読み込むことで求める。そして、アンモニア吸着量推定部61は、SCR触媒47に流入したアンモニア量の積算値とSCR触媒47から消費されたアンモニア量の積算値との差から、SCR触媒47の現在のアンモニア吸着量を推定する。以下、アンモニア吸着量推定部61で推定されたSCR触媒47のアンモニア吸着量を推定アンモニア吸着量という。

【0104】

尚、DeNOx制御が実行されていないときには、アンモニア吸着量推定部61は、SCR触媒47のアンモニア吸着量を推定において、DeNOx制御によって生じるアンモニア量を考慮しない。

10

【0105】

図8は、SCR触媒47からのアンモニアのスリップ量を推定する際のPCM60の処理動作を示す。尚、SCR触媒47のアンモニア吸着量は、アンモニア吸着量推定部61により推定され、SCR触媒47からのアンモニアのスリップ量は、スリップ量推定部62により推定される。

【0106】

まず、ステップS301において、PCM60は、各種センサ100～119, 150, 151からの情報を読み込む。このステップS301では、特に、触媒温度センサ117によりSCR触媒温度を検出する。

【0107】

次のステップS302で、PCM60は、DeNOx制御中であるか否かを判定する。このステップS302の判定がYESであるときには、ステップS303に進む一方で、このステップS302の判定がNOであるときには、ステップS304に進む。

20

【0108】

次のステップS303では、PCM60は、DeNOx制御により発生するアンモニア量を推定する。

【0109】

上記ステップS304では、PCM60は、SCR触媒47のアンモニア吸着量を推定する。このステップS304では、上記ステップS303を経由したときには、DeNOx制御により発生するアンモニア量を考慮して、SCR触媒47のアンモニア吸着量を推定する一方で、上記ステップS303を経由していないときには、DeNOx制御により発生するアンモニア量は考慮せずに、SCR触媒47のアンモニア吸着量を推定する。

30

【0110】

次のステップS305では、PCM60(劣化度推定部65)は、SCR触媒47の劣化度を推定する。

【0111】

次いで、ステップS306では、PCM60(スリップ量推定部62)は、上記ステップS304で推定した推定アンモニア吸着量と、上記ステップS301において触媒温度センサ117により検出したSCR触媒温度と、上記ステップS305において推定した劣化度とに基づいて、SCR触媒47からのアンモニアのスリップ量を推定する。詳しくは、上記推定アンモニア吸着量と上記SCR触媒温度とを、図9に示すマップや図10に示すマップに当てはめて、SCR触媒47からのアンモニアのスリップ量(仮のスリップ量)を推定し、この仮のスリップ量に対して、推定した劣化度に基づいて補正して、上記スリップ量を推定する。ステップS306の後はリターンする。

40

【0112】

図9は、実験により、SCR触媒47のアンモニア吸着量とSCR触媒温度とを変化させてアンモニアのスリップ量を求めることで得られたマップ(PCM60の上記メモリに格納されている)を示す。詳しくは後述するが、排気ガス中のアンモニア濃度及び劣化度に基づく後述の補正係数は1としている。図9において、縦軸はSCR触媒47のアンモニア吸着量であり、横軸はSCR触媒温度である。縦軸の下限値は0であり、縦軸の上限

50

値はSCR触媒47のアンモニアの吸着限界である。横軸は、SCR触媒47を利用可能な温度範囲に設定されており、最低温度は160、最高温度は400に設定されている。図9の「小」、「中」及び「大」は、アンモニアのスリップ量を表し、「小」、「中」及び「大」の順にアンモニアのスリップ量が多い。ここでは、アンモニアのスリップ量が所定スリップ量以上、詳しくは、第2NOxセンサ118によるNOxの濃度の検出に影響する程度の量以上である場合に、その量に応じて「小」、「中」及び「大」としている。また、図9の「0」は、アンモニアのスリップがないか、又は、アンモニアのスリップ量が、第2NOxセンサ118によるNOxの濃度の検出に影響しない程度に少ないことを表している。

【0113】

尚、SCR触媒47を利用可能な最高温度とは、SCR触媒47が取り得る最高の温度のことを意味し、エンジンEの運転領域が高回転高負荷の領域にあるときのSCR触媒温度に相当する。

【0114】

図9に示すように、SCR触媒47を利用可能な温度範囲においては、アンモニアのスリップ量は、推定アンモニア吸着量が多くなりかつSCR触媒温度が高くなるほど大きくなるのが分かる。また、図9に示すように、SCR温度が最高温度にあるときには、SCR触媒47のアンモニア吸着量が少なくてもアンモニアのスリップが発生することが分かる。

【0115】

さらに、図9に示すように、SCR触媒47のアンモニア吸着量が吸着限界付近にあるときには、SCR触媒温度が低いときであってもアンモニアのスリップが発生することが分かる。本実施形態では、SCR触媒47のアンモニア吸着量が吸着限界にあるときに、アンモニアのスリップ量が上記所定スリップ量以上になる温度は約200である。つまり、SCR触媒47のアンモニア吸着量が最大であるときには、SCR触媒温度が上記第2所定温度（例えば250）のときには、アンモニアのスリップ量が所定スリップ量を超えることになる。

【0116】

図10は、図9のマップにおいて、SCR触媒47のアンモニア吸着量とアンモニアのスリップ量との関係をより詳細に示すマップである。縦軸は、アンモニアのスリップ量であり、横軸はSCR触媒47のアンモニア吸着量である。横軸の下限は0であり、上限はSCR触媒47の吸着限界である。図10中の各曲線L1～L4は、SCR触媒温度がそれぞれ異なる。具体的には、L1はSCR触媒47の最高温度（400）における曲線であり、L4はSCR触媒47の最低温度（160）における曲線である。L2及びL3は、SCR触媒47の最高温度と最低温度との間の温度における曲線であって、SCR触媒47の最高温度と最低温度との間を3等分したときの、高い方の温度（320）における曲線がL2であり、低い方の温度（240）における曲線がL3である。

【0117】

図10に示すように、SCR触媒47が利用可能な温度範囲において、SCR触媒温度が同一である（ここでは、上記劣化度及び上記アンモニア濃度も同一である（以下、同様））条件では、当該SCR触媒47のアンモニア吸着量が多いときには、当該SCR触媒47のアンモニア吸着量が少ないときに比べて、アンモニアのスリップ量が多くなるのが分かる。これは、SCR触媒47のアンモニア吸着量が多いと、SCR触媒47のアンモニアの被覆率が大きくなって吸着反応速度が低下する一方で、脱離反応速度は上昇するためである。よって、本実施形態では、スリップ量推定部62は、SCR触媒47が利用可能な温度範囲において、同一の劣化度、同一のアンモニア濃度及び同一のSCR触媒温度で比較したときに、上記推定アンモニア吸着量が多いときには、該推定アンモニア吸着量が少ないときに比べて、アンモニアのスリップ量を多く推定するように構成されている。特に、本実施形態では、スリップ量推定部62は、上記推定アンモニア吸着量がSCR触媒47の吸着限界に近づく程、アンモニアのスリップ量を多く推定するように構成さ

10

20

30

40

50

れている。

【0118】

また、図10に示すように、SCR触媒47が利用可能な温度範囲において、SCR触媒47のアンモニア吸着量が同一である（ここでは、上記劣化度及び上記アンモニア濃度も同一である（以下、同様））条件では、当該SCR触媒47の温度が高いときには、当該SCR触媒47の温度が低いときに比べて、アンモニアのスリップ量が多くなることが分かる。これは、SCR触媒温度が高いほど、式3における、 $\exp(-E_d/RT)$ の値が小さくなり、脱離反応速度が上昇するためである。よって、本実施形態では、スリップ量推定部62は、SCR触媒47が利用可能な温度範囲において、同一の劣化度、同一のアンモニア濃度及び同一の上記推定アンモニア吸着量で比較したときに、SCR触媒温度が高いときには、SCR触媒温度が低いときに比べて、アンモニアのスリップ量を多く推定するように構成されている。

10

【0119】

さらに、図10に示すように、SCR触媒47が利用可能な温度範囲において、SCR触媒温度が同一である条件では、当該SCR触媒47のアンモニア吸着量が多いときには、当該SCR触媒47のアンモニア吸着量が少ないときに比べて、SCR触媒47のアンモニア吸着量の変化に対するアンモニアのスリップ量の変化（すなわち、図10の曲線の傾き）が大きくなることが分かる。よって、本実施形態では、スリップ量推定部62は、SCR触媒47が利用可能な温度範囲において、同一の劣化度、同一のアンモニア濃度及び同一のSCR触媒温度で比較したときに、上記推定アンモニア吸着量が多いときには、該推定アンモニア吸着量が少ないときに比べて、上記推定アンモニア吸着量の変化に対するアンモニアのスリップ量の変化が大きくなるように、アンモニアのスリップ量を推定するように構成されている。

20

【0120】

特に、SCR触媒温度が上記第2所定温度以上のときには、SCR触媒温度が同一である条件では、アンモニアの吸着量が吸着限界の1/3以上のときには、アンモニアの吸着量が吸着限界の1/3未満のときに比べて、SCR触媒47のアンモニア吸着量の変化に対するアンモニアのスリップ量の変化が大きくなること分かる。よって、本実施形態では、スリップ量推定部62は、特に、SCR触媒温度が上記第2所定温度以上のときには、同一の劣化度、同一のアンモニア濃度及び同一のSCR触媒温度で比較したときに、上記推定アンモニア吸着量が吸着限界の1/3以上のときには、上記推定アンモニア吸着量が吸着限界の1/3未満のときに比べて、上記推定アンモニア吸着量の変化に対するアンモニアのスリップ量の変化が大きくなるように、アンモニアのスリップ量を推定するように構成されている。

30

【0121】

また、図10に示すように、SCR触媒47が利用可能な温度範囲において、SCR触媒47のアンモニア吸着量が同一である条件では、当該SCR触媒温度が高いときには、当該SCR触媒温度が低いときに比べて、当該SCR触媒温度の変化に対するアンモニアのスリップ量の変化が大きくなること分かる。特に、SCR触媒47のアンモニア吸着量が、SCR触媒47の吸着限界の半分以下の領域では、上述の傾向が顕著に表れていること分かる。上述したように、脱離反応に必要な活性化エネルギーが比較的大きい。このため、SCR触媒温度が低いときには、式3における $\exp(-E_d/RT)$ の値自体が小さく、SCR触媒温度が上昇したとしても、脱離反応速度が上昇しにくい。一方で、SCR触媒温度が高いときには、式3における $\exp(-E_d/RT)$ の値が大きくなるため、SCR触媒温度が上昇すると脱離反応速度が上昇しやすい。このため、上記のような変化となる。よって、本実施形態では、スリップ量推定部62は、SCR触媒47が利用可能な温度範囲において、同一の劣化度、同一のアンモニア濃度及び同一の上記推定アンモニア吸着量で比較したときに、SCR触媒温度が高いときには、SCR触媒温度が低いときに比べて、SCR触媒温度の変化に対する上記アンモニアのスリップ量の変化が大きくなるように、アンモニアのスリップ量を推定するように構成されている。

40

50

【 0 1 2 2 】

図 1 1 は、図 1 0 において、アンモニアのスリップ量が比較的少ない領域を拡大したマップである。図 1 1 を参照すると、SCR 触媒温度が高いほど、SCR 触媒 4 7 のアンモニア吸着量が小さいときから、アンモニアのスリップが発生することが分かる。これは、SCR 触媒温度が高いほど、式 3 における $\exp(-E_d/RT)$ の値が大きくなって、SCR 触媒 4 7 のアンモニア吸着量が少ない状態でも、吸着反応速度に比べて脱離反応速度の方が早くなるためであると考えられる。よって、本実施形態では、スリップ量推定部 6 2 は、SCR 触媒 4 7 が利用可能な温度範囲において、SCR 触媒温度が高いほど、アンモニアのスリップが発生し始めるアンモニア吸着量が小さいと推定するように構成されている。

10

【 0 1 2 3 】

本実施形態では、劣化度推定部 6 5 は、SCR 触媒 4 7 に付与される熱負荷、及び、SCR 触媒 4 7 の HC 被毒量の両方を、上記劣化度として推定する。

【 0 1 2 4 】

上記熱負荷は、例えば、SCR 触媒 4 7 に付与された熱エネルギーの積算値とすることができる。この熱エネルギーの積算値は、例えば、SCR 触媒温度と該 SCR 触媒温度が維持された時間とを掛けた値における該 SCR 触媒温度毎の値を足し合わせた値で代用することができる。熱負荷が大きくなるほど、SCR 触媒 4 7 のアンモニアの吸着限界が低下する（つまり、上記スリップ量が多くなる）。

【 0 1 2 5 】

SCR 触媒 4 7 の HC 被毒量は、エンジン E の運転状態から推定される HC 発生量の積算値に対して所定割合を掛けた値とする。該所定割合は、実験等に求めた値とする。SCR 触媒 4 7 の HC 被毒量が多くなるほど、SCR 触媒 4 7 のアンモニアの吸着限界が低下する（つまり、上記スリップ量が多くなる）。

20

【 0 1 2 6 】

本実施形態では、SCR 触媒 4 7 の劣化度の影響を考慮するために、図 9 のマップを構成する数値（仮のスリップ量）に対して、劣化度に基づいて補正して、上記スリップ量を推定する。具体的には、図 9 のマップの数値に対して、劣化度に基づく補正係数（詳細には、上記熱負荷に基づく補正係数及び HC 被毒量に基づく補正係数）を乗じて、上記スリップ量を推定する。

30

【 0 1 2 7 】

図 1 5 は、上記熱負荷とそれに基づく補正係数との関係を示すマップ（PCM 6 0 の上記メモリに格納されている）の一例である。上記熱負荷が 0 であるとき、上記熱負荷に基づく補正係数は 1 であり、ここから上記熱負荷が大きくなるに従って、該補正係数は 1 に対して大きくなる。該補正係数が 1 であれば、上記熱負荷を考慮したアンモニアのスリップ量は、図 9 のマップの数値と同じになる。図 1 5 の上記マップは、上記熱負荷を横軸としかつ上記補正係数を縦軸とする二次元直交グラフ上において、直線で表される。

【 0 1 2 8 】

図 1 6 は、SCR 触媒 4 7 の HC 被毒量とそれに基づく補正係数との関係を示すマップ（PCM 6 0 の上記メモリに格納されている）の一例である。上記 HC 被毒量が 0 であるとき、上記 HC 被毒量に基づく補正係数は 1 であり、ここから上記 HC 被毒量が大きくなるに従って、該補正係数は 1 に対して大きくなる。該補正係数が 1 であれば、上記 HC 被毒量を考慮したアンモニアのスリップ量は、図 9 のマップの数値と同じになる。図 1 6 の上記マップは、上記 HC 被毒量を横軸としかつ上記補正係数を縦軸とする二次元直交グラフ上において、直線で表される。

40

【 0 1 2 9 】

したがって、スリップ量推定部 6 2 は、上記劣化度（上記熱負荷及び上記 HC 被毒量）が大きいときには、該劣化度が小さいときに比べて、上記スリップ量を多く推定することになる。

【 0 1 3 0 】

50

尚、劣化度推定部 6 5 は、上記熱負荷及び上記 H C 被毒量のうち的一方のみを、上記劣化度として推定してもよく、スリップ量推定部 6 2 は、図 9 のマップの数値に対して、熱負荷に基づく補正係数及び H C 被毒量に基づく補正係数のうち的一方のみを乗じて、上記スリップ量を推定するようにしてもよい。

【 0 1 3 1 】

ここで、上記式 2 で示したように、吸着反応速度は、厳密には、S C R 触媒 4 7 に導入される排気ガス中のアンモニア濃度によっても変化する。このため、アンモニアのスリップ量をより正確に推定するには、上記排気ガス中のアンモニア濃度を考慮する方が好ましい。そこで、本実施形態では、スリップ量推定部 6 2 は、図 9 のマップの数値（仮のスリップ量）に、上記劣化度に基づく補正係数に加えて、S C R 触媒 4 7 に導入される排気ガス中のアンモニア濃度に基づく補正係数（式 2 の C 1 とは異なる）も乗じるようにしている。

10

【 0 1 3 2 】

図 1 2 は、S C R 触媒 4 7 に導入される排気ガス中のアンモニア濃度とそれに基づく補正係数との関係を示すマップ（P C M 6 0 の上記メモリに格納されている）の一例である。上述したように、上記排気ガス中のアンモニア濃度は、吸着反応速度に影響を与えるパラメータである。具体的には、排気ガス中のアンモニア濃度が低い場合には、吸着反応が抑制されるため、吸着反応速度が低くなる（つまり、上記スリップ量が多くなる）。このため、排気ガス中のアンモニア濃度に基づく補正係数は、図 1 2 に示すように、アンモニア濃度が低いほど大きくなるような補正係数となる。本実施形態では、エンジンシステム 2 0 0 が取り得る最大のアンモニア濃度と 0 との中間のアンモニア濃度 D 1 における補正係数を 1 として、アンモニア濃度が D 1 よりも高いときには、補正係数を 1 よりも小さくする一方、アンモニア濃度が D 1 よりも低いときには、補正係数を 1 よりも小さくする。この補正係数は 0 よりも大きくかつ 2 よりも小さい範囲で変化する。尚、排気ガス中のアンモニア濃度については、P C M 6 0 は、S C R 触媒 4 7 に導入される排気ガスの流量と、尿素噴射量と、D e N O x 制御によって生じるアンモニア量とに基づいて推定する。また、D 1 の値については、実験等により実際のエンジンシステムに合わせて設定される。

20

【 0 1 3 3 】

以上のようにしてスリップ量推定部 6 2 で、アンモニアのスリップ量を推定することで、アンモニアの吸着反応速度と脱離反応速度とに影響するパラメータが考慮されるため、S C R 触媒 4 7 からのアンモニアのスリップ量の推定精度を向上させることができる。

30

【 0 1 3 4 】

スリップ量推定部 6 2 で推定された、アンモニアの推定スリップ量は、P C M 6 0 の異常判定制限部 6 4 に入力される。異常判定制限部 6 4 は、アンモニアの推定スリップ量が所定スリップ量以上、詳しくは、第 2 N O x センサ 1 1 8 による N O x の濃度の検出に影響する程度の量以上であるときには、異常判定部 6 3 による S C R 触媒 4 7 の異常判定を制限する。具体的には、異常判定制限部 6 4 は、アンモニアの推定スリップ量が所定スリップ量であるときには、異常判定部 6 3 が上記式 1 で算出した浄化率が所定浄化率以下であったとしても、異常判定を中止して、異常判定部 6 3 に故障カウントをさせないようにする。これにより、異常判定部 6 3 は、S C R 触媒 4 7 をスリップしたアンモニアによって、S C R 触媒 4 7 の浄化率が所定浄化率以下であると判定されたとしても、S C R 触媒 4 7 の故障とは判定しないようにすることができる。これにより、異常判定部 6 3 は、下流側 N O x 量を正確に算出できる状況で S C R 触媒 4 7 の故障を判定できるようになるため、異常判定部 6 3 の誤判定を抑制することができる。

40

【 0 1 3 5 】

次に、S C R 触媒 4 7 の異常判定を実行する際の P C M 6 0 の処理動作について、図 1 3 を参照して説明する。以下に説明する処理動作では、S C R 触媒 4 7 の異常判定に関する制御は P C M 6 0 の異常判定部 6 3 により実行され、該異常判定の制限に関する制御においては、異常判定制限部 6 4 により実行されている。このフローチャートに基づく異常判定は、S C R 触媒 4 7 が使用可能な間（S C R 触媒温度が第 1 所定温度以上である間）

50

は所定時間毎に実行される。

【0136】

まず、ステップS401において、PCM60は、各種センサ100～119, 150, 151からの情報を読み込み、次のステップS402で、SCR触媒47のNOxの浄化率を算出する。

【0137】

次のステップS403では、PCM60は、上記ステップS402で算出したSCR触媒47のNOxの浄化率が所定浄化率未満であるか否かを判定する。このステップS403の判定がYESであるときには、ステップS404に進む一方で、このステップS403の判定がNOであるときには、SCR触媒47は正常であると判定してリターンする。

10

【0138】

上記ステップS404では、アンモニアの推定スリップ量が所定スリップ量未満であるか否かを判定する。上記ステップS404の判定がYESであるときには、ステップS405に進む一方、上記ステップS404の判定がNOであるときには、ステップS409に進む。尚、このアンモニアの推定スリップ量は、図8に示すフローチャートに基づいて推定される。

【0139】

上記ステップS405では、PCM60は、故障カウントを1つ加算し、次のステップS406において、PCM60は、故障カウントのカウント数が所定値以上になったか否かを判定する。上記ステップS406の判定がYESであるときには、ステップS407に進む一方、上記ステップS406の判定がNOであるときには、未だ判定期にあるとしてリターンする。

20

【0140】

上記ステップS407では、SCR触媒47に異常があると判定して、次のステップS408において、車両の乗員に警告する。ステップS408の後はリターンする。

【0141】

一方で、上記ステップS404の判定がNOであるときに進むステップS409では、PCM60は異常判定を中止し、その後リターンする。

【0142】

PCM60による異常判定を実行する際の各パラメータ(推定スリップ量等)の変化を、図14のタイムチャートにより説明する。尚、図14において、アンモニア吸着量は、PCM60のアンモニア吸着量推定部61で推定される値であり、アンモニアのスリップ量は、PCM60のスリップ量推定部62で推定される値である。また、NOxセンサの出力値は、破線が第1NOxセンサ116の出力値であり、実線が第2NOxセンサ118の出力値である。

30

【0143】

まず、初期状態では、PCM60は通常の燃料噴射制御を実行しており、SCR触媒47は未活性状態であるとする。この初期状態から、DeNOx制御を実行したとすると、該DeNOx制御に伴いアンモニアが発生するため、SCR触媒47のアンモニア吸着量が多くなる。その後、SCR触媒温度が第1所定温度未満、すなわち、SCR触媒47によるNOxの浄化が行われない状態で、DeNOx制御が実行されると、SCR触媒47からはアンモニアが消費されずに、SCR触媒47のアンモニア吸着量が増加する。

40

【0144】

SCR触媒温度が第1所定温度以上になると、SCR触媒47によりNOxの浄化が開始されるため、SCR触媒47のアンモニア吸着量が減少し始める。これと同時に、SCR触媒47の異常診断が開始される。また、NOxが吸蔵還元型NOx触媒45よりも下流側に流れるため、第1NOxセンサ116の出力値が上昇する。

【0145】

SCR触媒47の温度が高くなると、アンモニアのスリップが発生する。これにより、第2NOxセンサ118の出力値が上昇する。そして、アンモニアのスリップが所定スリ

50

ップ量以上になったときには、PCM60は、SCR触媒47の異常判定を中止する。これにより、図14に示すように、第2NOxセンサ118の出力値が第1NOxセンサ116の出力値を超えるような状態で上記異常判定が実行されるのを防止することができる。尚、PCM60は、アンモニアのスリップが所定スリップ量未満になったときには、SCR触媒47の異常判定を再開する。

【0146】

また、図14に示すように、PCM60は、アンモニアのスリップが発生したときには、アンモニアのスリップがない場合よりも、アンモニアの吸着量を少なく推定する。アンモニアのスリップが発生しているときには、SCR触媒47からのアンモニアの脱離反応が支配的であるから、アンモニアのスリップがない場合よりもSCR触媒47のアンモニア吸着量が少ないとみなせるためである。これにより、SCR触媒47のアンモニア吸着量の推定精度が向上され、延いては、アンモニアのスリップ量の推定精度が向上される。

10

【0147】

したがって、本実施形態では、スリップ量推定部62が、SCR触媒47の劣化度が大きいときには、該SCR触媒47の劣化度が小さいときに比べて、SCR触媒47からのアンモニアのスリップ量を多く推定するようにしたので、上記スリップ量の推定精度を向上させることができる。

【0148】

また、本実施形態では、スリップ量推定部62が、上記劣化度に加えて、上記推定アンモニア吸着量、及び、上記検出触媒温度に基づいて、上記スリップ量を推定するようにしたので、SCR触媒47における、アンモニアの吸着反応速度と脱離反応速度とに比較的大きく影響するパラメータが考慮されることで、上記スリップ量の推定精度をより一層向上させることができる。

20

【0149】

本発明は、上記実施形態に限られるものではなく、請求の範囲の主旨を逸脱しない範囲で代用が可能である。

【0150】

例えば、上述の実施形態では、図9のマップの数値(仮のスリップ量)に対して、SCR触媒47の劣化度に基づく補正係数と、排気ガス中のアンモニア濃度に基づく補正係数とを乗じて、最終的にアンモニアのスリップ量を推定したが、図9のマップの数値に対して、上記劣化度に基づく補正係数のみを乗じて、最終的にアンモニアのスリップ量を推定してもよい。また、SCR触媒47に導入される排気ガスの流量(排気ガスの流量が多くなるほど、頻度係数Aaが小さくなりかつ頻度係数Adが大きくなる)、及び/又は、SCR触媒47に導入される排気ガス中の酸素濃度(式2には、記載していないが、厳密には、排気ガス中の酸素濃度が大きくなると、吸着反応速度が大きくなる)の影響も考慮するために、図9のマップの数値に対して、劣化度に基づく補正係数に加えて、上記排気ガスの流量に基づく補正係数、及び/又は、上記排気ガス中の酸素濃度に基づく補正係数を更に乗じて、最終的にアンモニアのスリップ量を推定してもよい。排気ガスの流量に基づく補正係数は、排気ガスの流量が多いときには、該排気ガスの流量が少ないときに比べて大きくなる。排気ガス中の酸素濃度に基づく補正係数は、排気ガス中の酸素濃度が低いときには、該酸素濃度が高いときに比べて大きくなる。

30

40

【0151】

さらに、上記各補正係数に代えて、補正量を求めるようにして、図9のマップの数値に対して、該補正量を加算又は減算するようにしてもよい。

【0152】

また、上記実施形態では、尿素インジェクタ51によりアンモニアの前駆体である尿素を供給するようにしていたが、アンモニアを直接供給するような構成にしてもよい。

【0153】

さらに、上記実施形態では、SCR触媒47からのアンモニアのスリップ量の推定を、SCR触媒47の異常判定に利用する場合について説明したが、例えば、尿素インジェク

50

タ 5 1 による尿素噴射量の算出やスリップ触媒 4 8 の浄化率の判定などに利用してもよい。つまり、SCR 触媒 4 7 からのアンモニアのスリップ量の推定は、SCR 触媒 4 7 の異常判定以外のものにも利用可能である。

【 0 1 5 4 】

また、上記実施形態では、PCM 6 0 の異常判定において、SCR 触媒 4 7 の浄化率が所定浄化率未満であるか否かの判定（ステップ S 4 0 3 ）をした後、アンモニアの推定スリップ量が所定スリップ量未満であるか否かの判定（ステップ S 4 0 4 ）をしていたが、これに限らず、SCR 触媒 4 7 の浄化率の算出及び該浄化率に基づく判定の前に、アンモニアの推定スリップ量が所定スリップ量未満であるか否かの判定をしてもよい。この場合、PCM 6 0 の処理動作は、アンモニアの推定スリップ量が所定スリップ量以上であるときは、SCR 触媒 4 7 の浄化率の算出や該浄化率に基づく判定もせずに、そのままリターンするような処理動作になる。

10

【 0 1 5 5 】

上述の実施形態は単なる例示に過ぎず、本発明の範囲を限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は請求の範囲によって定義され、請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 5 6 】

本発明は、供給される還元剤により NO_x を還元する選択還元型 NO_x 触媒と、該選択還元型 NO_x 触媒に、上記還元剤としてのアンモニア又はアンモニアの前駆体を供給可能な還元剤供給手段とを有するエンジンの排気ガス状態を推定する際に有用である。

20

【 符号の説明 】

【 0 1 5 7 】

E エンジン
 4 1 排気通路
 4 5 吸蔵還元型 NO_x 触媒
 4 7 SCR 触媒（選択還元型 NO_x 触媒）
 5 1 尿素インジェクタ（還元剤供給手段）
 6 0 PCM
 6 1 アンモニア吸着量推定部（アンモニア吸着量推定手段）
 6 2 スリップ量推定部（スリップ量推定手段）
 6 3 異常判定部（異常判定手段）
 6 4 異常判定制限部（異常判定制限手段）
 6 5 劣化度推定部（劣化度推定手段）
 1 1 7 触媒温度センサ（触媒温度検出手段）
 1 1 8 第 2 NO_x センサ（排気ガス中の NO_x 量及びアンモニア量に応じて出力値が変化する NO_x センサ）

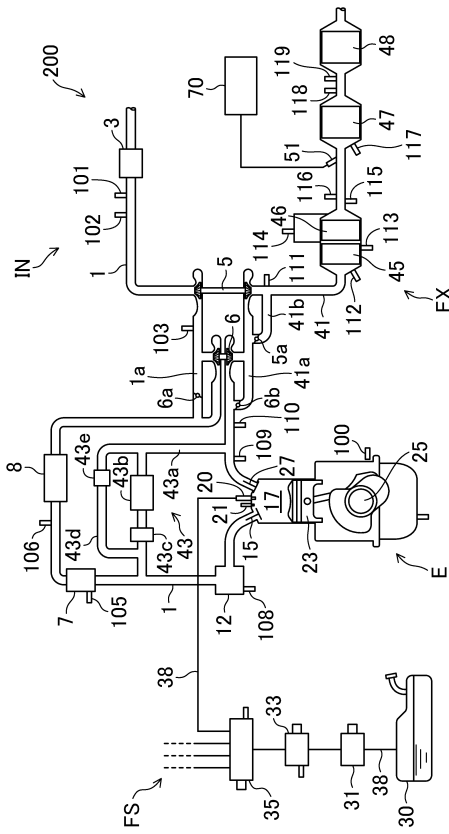
30

40

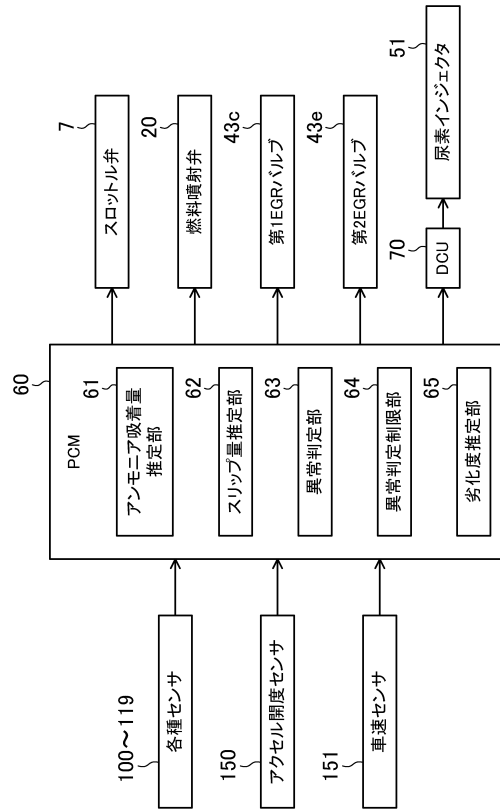
50

【図面】

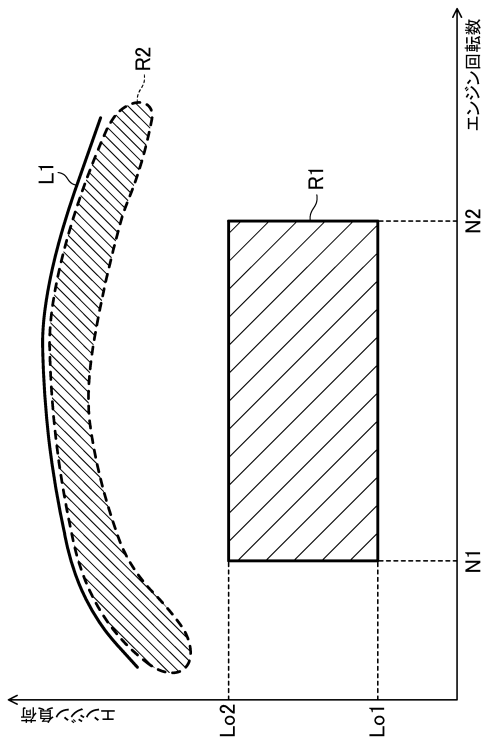
【図 1】



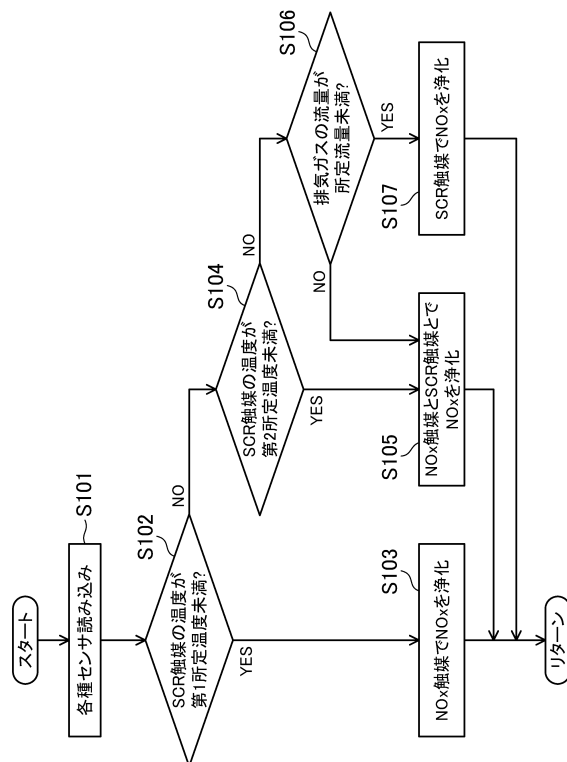
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

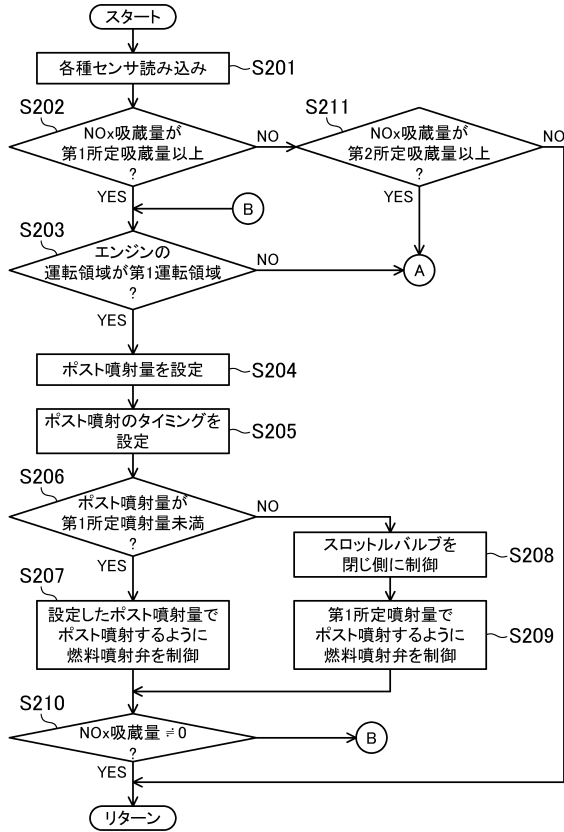
20

30

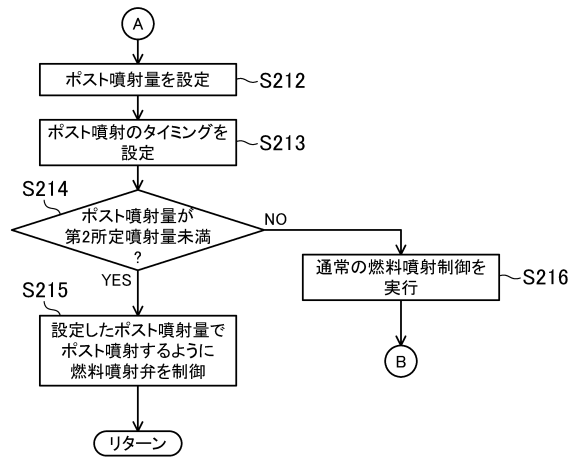
40

50

【図5】



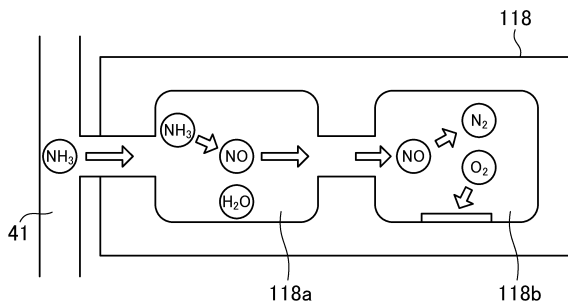
【図6】



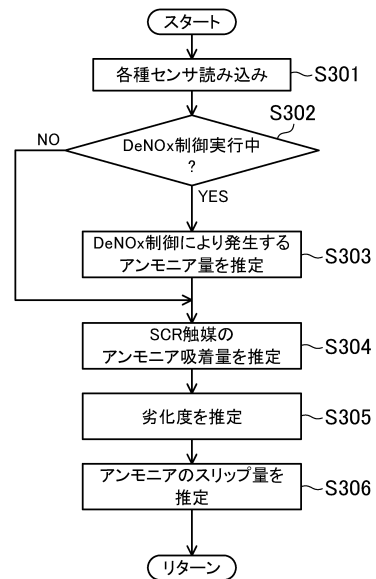
10

20

【図7】



【図8】

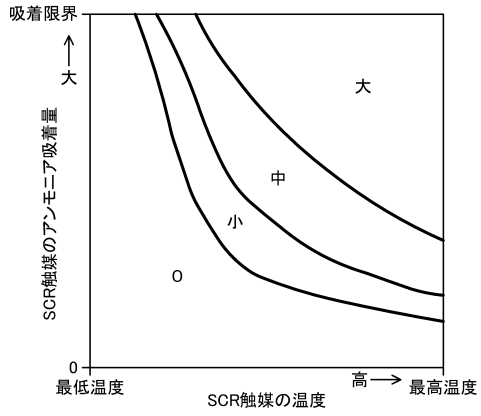


30

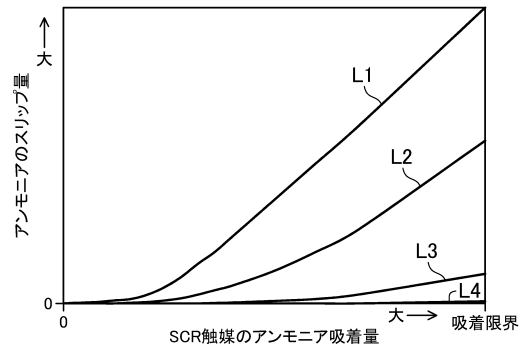
40

50

【図 9】

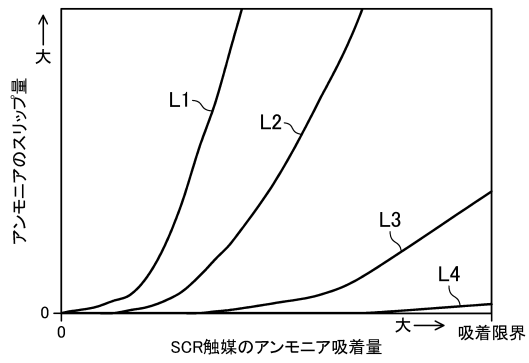


【図 10】

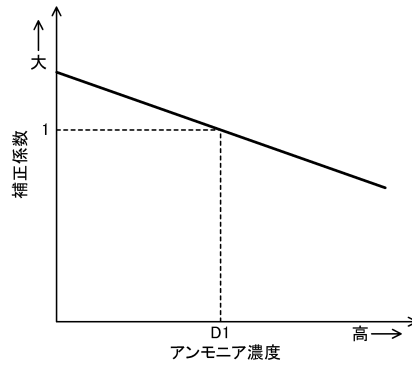


10

【図 11】



【図 12】



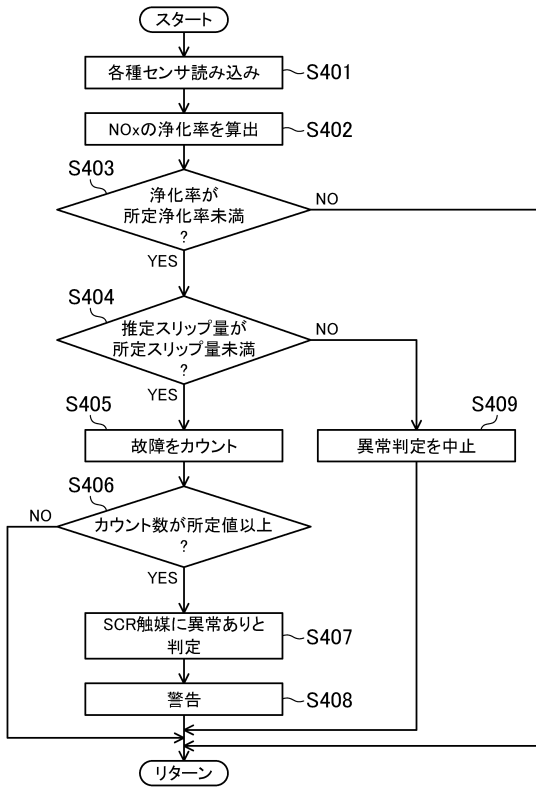
20

30

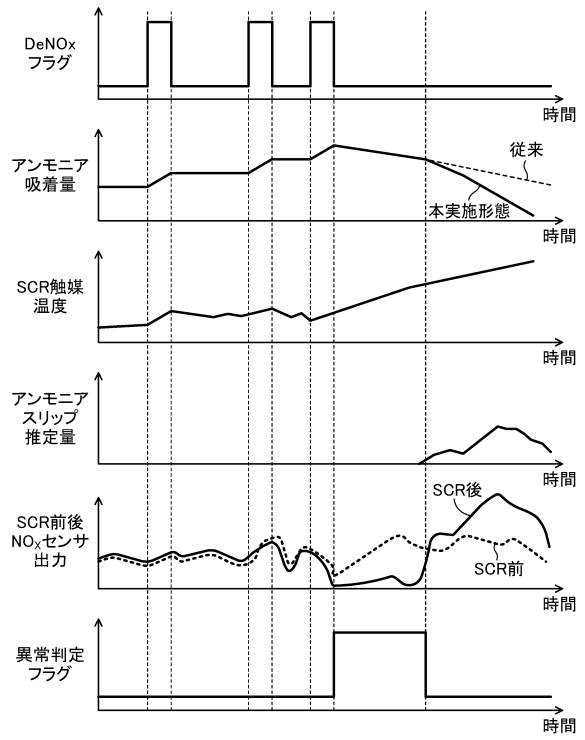
40

50

【図13】



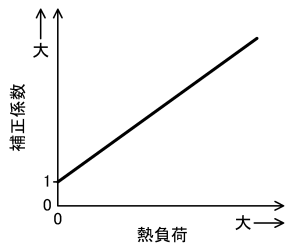
【図14】



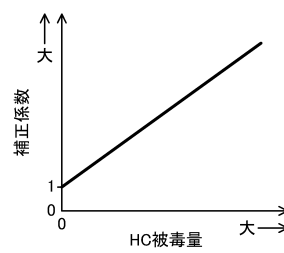
10

20

【図15】



【図16】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F 0 2 D 41/04 (2006.01)
B 0 1 D 53/94 (2006.01)

F I

F 0 2 D 41/04
B 0 1 D 53/94 2 2 2
B 0 1 D 53/94 2 4 1
B 0 1 D 53/94 2 4 5
B 0 1 D 53/94 2 8 0

(56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 0 3 7 8 9 3 (J P , A)

特開 2 0 1 4 - 1 0 9 2 2 4 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

F 0 1 N 3 / 0 0
F 0 1 N 1 1 / 0 0
F 0 2 D 4 5 / 0 0
F 0 2 D 4 1 / 0 0
B 0 1 D 5 3 / 0 0