

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第4175427号

(P4175427)

(45) 発行日 平成20年11月5日(2008.11.5)

(24) 登録日 平成20年8月29日(2008.8.29)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>FO1N</b>	<b>3/20</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1N 3/20 ZABC
<b>FO1N</b>	<b>3/08</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1N 3/08 A
<b>FO1N</b>	<b>3/28</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1N 3/28 3O1C
<b>FO1N</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1N 3/20 B
<b>BO1D</b>	<b>53/94</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1N 3/20 E

請求項の数 4 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2007-130123 (P2007-130123)	(73) 特許権者	000000170
(22) 出願日	平成19年5月16日(2007.5.16)		いすゞ自動車株式会社
審査請求日	平成20年3月3日(2008.3.3)		東京都品川区南大井6丁目2番1号
		(74) 代理人	100066865
			弁理士 小川 信一
		(74) 代理人	100066854
			弁理士 野口 賢照
		(74) 代理人	100066885
			弁理士 斎下 和彦
		(72) 発明者	我部 正志
			神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社藤沢工場内
		(72) 発明者	長岡 大治
			神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社藤沢工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 NO<sub>x</sub> 浄化システムの制御方法及びNO<sub>x</sub> 浄化システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の排気通路に、排気ガスの空燃比が、リーン状態の場合にNO<sub>x</sub>を吸蔵し、かつ、リッチ状態の場合に吸蔵していたNO<sub>x</sub>を放出すると共に還元するNO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒を備えると共に、該NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒のNO<sub>x</sub>吸蔵能力を回復するために排気ガスの空燃比をリッチ空燃比状態にするNO<sub>x</sub>再生制御と、該NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の硫黄被毒による触媒劣化を回復するために排気ガスの空燃比をリッチ空燃比にする硫黄被毒再生制御とを行うNO<sub>x</sub>浄化システムの制御方法において、

前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の下流側に、酸素濃度センサーと還元剤の濃度を検出する還元剤濃度センサーを配設し、前記NO<sub>x</sub>再生制御の際に、前記酸素濃度センサーが酸素濃度の大きな低下を検出した時点から、前記還元剤濃度センサーが還元剤の濃度の大きな増加を検出する時点までの間の時間から、前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の硫黄被毒による劣化度合を判定することを特徴とするNO<sub>x</sub>浄化システムの制御方法。

【請求項2】

前記酸素濃度センサーがバイナリセンサーであり、前記還元剤の濃度が水素濃度で、前記還元剤濃度センサーが水素濃度センサーであることを特徴とする請求項1記載のNO<sub>x</sub>浄化システムの制御方法。

【請求項3】

内燃機関の排気通路に、排気ガスの空燃比が、リーン状態の場合にNO<sub>x</sub>を吸蔵し、かつ、リッチ状態の場合に吸蔵していたNO<sub>x</sub>を放出すると共に還元するNO<sub>x</sub>吸蔵還元型

触媒を備えると共に、該NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒のNO<sub>x</sub>吸蔵能力を回復するために排気ガスの空燃比をリッチ空燃比状態にするNO<sub>x</sub>再生制御と、該NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の硫黄被毒による触媒劣化を回復するために排気ガスの空燃比をリッチ空燃比にする硫黄被毒再生制御とを行う制御装置を備えたNO<sub>x</sub>浄化システムにおいて、

前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の下流側に、酸素濃度センサーと還元剤の濃度を検出する還元剤濃度センサーを配設し、

前記制御装置が、前記NO<sub>x</sub>再生制御の際に、前記酸素濃度センサーが酸素濃度の大きな低下を検出した時点から、前記還元剤濃度センサーが還元剤の濃度の大きな増加を検出する時点までの間の時間から、前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の硫黄被毒による劣化度合を判定することを特徴とするNO<sub>x</sub>浄化システム。

10

【請求項4】

前記酸素濃度センサーをバイナリセンサーを形成し、前記還元剤の濃度が水素濃度とし、前記還元剤濃度センサーを水素濃度センサーで形成することを特徴とする請求項3記載のNO<sub>x</sub>浄化システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気ガス中のNO<sub>x</sub>（窒素酸化物）を浄化するNO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒を備えたNO<sub>x</sub>浄化システムの制御方法及びNO<sub>x</sub>浄化システムに関する。

【背景技術】

20

【0002】

ディーゼルエンジンから排出されるPM（微粒子状物質）、NO<sub>x</sub>、COやHC等は、年々排出規制が強化されてきている。この規制の強化に伴い、エンジンの改良のみでは、規制値への対応が困難になってきている。そこで、エンジンの排気通路に排気ガス後処理装置を着装して、エンジンから排出されるこれらの物質を低減する技術が採用されてきている。

【0003】

このような状況において、ディーゼルエンジンや一部のガソリンエンジン等の内燃機関や様々な燃焼装置の排気ガス中からNO<sub>x</sub>（窒素酸化物）を還元除去するためのNO<sub>x</sub>触媒について種々の研究や提案がなされており、その一つに、ディーゼルエンジン用のNO<sub>x</sub>低減触媒として、NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒があり、このNO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の使用により、有効に排気ガス中のNO<sub>x</sub>を浄化できる。

30

【0004】

このNO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒は、モノリスハニカム等で形成され、このモノリスハニカムのコージエライト、炭化珪素（SiC）若しくは極薄板ステンレスで形成された構造材の担体に、多数の多角形のセルを形成して構成される。このセルの壁面にはアルミナ（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）、ゼオライト、シリカ、各種酸化物等で形成された触媒担持層となる多孔質の触媒コート層が設けられている。この触媒コート層の表面に酸化機能を持つ白金（Pt）等の触媒貴金属（触媒活性金属）と、NO<sub>x</sub>吸蔵機能を持つカリウム（K）、ナトリウム（Na）、リチウム（Li）、セシウム（Cs）等のアルカリ金属、バリウム（Ba）、カルシウム（Ca）等のアルカリ土類金属、ランタン（La）、イットリウム（Y）等の希土類等の中から幾つかから形成されるNO<sub>x</sub>吸蔵剤（NO<sub>x</sub>吸蔵物質：NO<sub>x</sub>吸蔵材：NO<sub>x</sub>吸収剤）を担持している。これらにより、排気ガス中の酸素濃度によってNO<sub>x</sub>吸蔵とNO<sub>x</sub>放出よNO<sub>x</sub>浄化の三つの機能を発揮する。

40

【0005】

そして、このNO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒は、通常運転時にNO<sub>x</sub>をNO<sub>x</sub>吸蔵剤に吸蔵し、吸蔵能力が飽和に近づくと、適時、流入してくる排気ガスの空燃比をリッチ空燃比にして、吸蔵したNO<sub>x</sub>を放出させると共に、放出されたNO<sub>x</sub>を触媒貴金属の三元機能で還元する。

【0006】

50

より詳細には、通常のディーゼルエンジン、希薄燃焼ガソリンエンジン等の排気ガス中に酸素 ( $O_2$ ) が含まれるような、排気ガスの空燃比がリーン空燃比状態の場合には、排気ガス中に含まれる酸素によって、エンジンから排出される一酸化窒素 ( $NO$ ) を触媒貴金属の酸化触媒機能によって二酸化窒素 ( $NO_2$ ) に酸化する。そして、その二酸化窒素を  $NOx$  吸蔵機能を持つバリウム等の  $NOx$  吸蔵剤に硝酸塩等の塩化物のかたちで吸蔵し、 $NOx$  を浄化する。

【0007】

しかし、このままの状態を継続すると  $NOx$  吸蔵機能を持つ  $NOx$  吸蔵剤は、全て硝酸塩に変化して  $NOx$  吸蔵機能を失ってしまう。そこで、エンジンの運転条件を変えたり、排気通路中に燃料噴射をしたりして、排気ガス中の共存酸素が少なく、一酸化炭素 ( $CO$ ) や炭化水素 ( $HC$ ) 等の還元剤の濃度が高く、排気温度も高い排気ガス、即ち、過濃燃焼排気ガス (リッチスパイクガス) を作り出し触媒に送る。

【0008】

そして、排気ガス中に酸素が少なく、還元剤濃度が高く、排気ガス温度が上昇したリッチ空燃比状態にすると、 $NOx$  を吸蔵した硝酸塩は二酸化窒素を放出し元のバリウム等に戻る。この放出された二酸化窒素を、排気ガス中に酸素が少ないので、排気ガス中の一酸化炭素、炭化水素 ( $HC$ )、水素 ( $H_2$ ) を還元剤として、酸化機能を持つ白金等の触媒貴金属上で、水、二酸化炭素 ( $CO_2$ )、窒素 ( $N_2$ ) に変換し浄化する。

【0009】

そのため、 $NOx$  吸蔵還元型触媒を備えた  $NOx$  浄化システムでは、 $NOx$  吸蔵能力が飽和に近くなると、吸蔵された  $NOx$  を放出させて触媒を再生するために、理論空燃比より燃料を多くして排気ガスの空燃比をリッチにして、流入する排気ガスの酸素濃度を低下させて、還元組成排気ガスを触媒に供給する必要がある。この  $NOx$  吸蔵能力回復用のリッチ制御を行うことにより吸収した  $NOx$  を放出させて、この放出された  $NOx$  を貴金属触媒により還元させる  $NOx$  再生操作を行っている。

【0010】

この  $NOx$  吸蔵還元型触媒を備えた排気ガス浄化システムでは、通常運転である希薄燃焼時に排気ガス中の  $NOx$  を  $NOx$  吸蔵還元型触媒に吸蔵及び吸着するが、それと同時に、オイルや燃料中に含まれる硫黄が燃焼して発生した  $SOx$  も  $NOx$  と一緒に  $NOx$  吸蔵還元型触媒に吸蔵及び吸着する。この  $SOx$  は  $NOx$  吸蔵剤との親和力が  $NOx$  より強く、安定な化合物を生成してしまうために、この  $SOx$  を吸蔵した分だけ  $NOx$  吸蔵能力が低下するので、 $NOx$  浄化性能を低下させる大きな原因となっている。

【0011】

そこで、エンジン運転条件等を変えて高温でリッチ空燃比状態の排気ガスを生成する硫黄被毒再生制御 (硫黄パージ) を行って、この高温でリッチ空燃比状態の排気ガスを  $NOx$  吸蔵還元型触媒に供給して、 $SOx$  の脱離及び放出を行い、 $NOx$  吸蔵還元型触媒の  $NOx$  浄化性能の回復を行っている。

【0012】

この硫黄被毒再生制御は、600 付近で未燃  $HC$  の高濃度の排気ガスを発生させるため、大きな燃費の悪化を招くという問題や、また、極端なリッチ条件のため排気ガスの状態が悪化したり、燃料のオイルのダイリューションからエンジンの耐久性に悪影響が生じる可能性があるという問題もある。

【0013】

従って、硫黄被毒再生制御の回数は必要最小限に抑える必要があり、正確な  $NOx$  吸蔵量の低下から触媒劣化度合を知り適切な時期の硫黄被毒再生制御を行い、高い触媒性能を維持するためには、正確な触媒の劣化度合、即ち、 $NOx$  吸蔵量の低減量の推定が非常に重要となってくる。

【0014】

そのため、例えば、窒素酸化物貯蔵触媒 ( $NOx$  吸蔵還元型触媒に相当) の下流側に、ラムダセンサー、炭化水素センサー、一酸化炭素センサー及び水素センサーの何れかを設

10

20

30

40

50

置し、希薄燃焼から濃厚燃焼への空気/燃料混合物(空燃比)の切換(図2のT1に相当)と、窒素酸化物貯蔵触媒を通過した濃厚な排気ガスの漏出(図2のT2に相当)との間の時間間隔(図2のTxに相当)を測定して、この時間差Txにより、窒素酸化物貯蔵材料の貯蔵能力の低下を推定している窒素酸化物貯蔵触媒の作業能力の検査方法が提案されている(例えば、特許文献1参照。)

【0015】

この検査方法では、リッチ排気ガス組成中の炭化水素や一酸化炭素や水素等の還元剤の消費量が吸蔵NOx量と対応することから、希薄燃焼から濃厚燃焼への空気/燃料混合物(空燃比)の切換の時点T1から窒素酸化物貯蔵触媒の下流側にこれらの成分が流出する時点T2までの時間Txから、NOx吸蔵量を算出して、NOx吸蔵還元型触媒の劣化の度合を判定している。

10

【0016】

しかしながら、上記の判定方法では、NOx再生制御におけるリッチ空燃比制御の初期(図2の期間Tb)においては、リーン運転中に触媒表面に吸着した酸素が放出されるため、上記の検出センサーで検出できる炭化水素や一酸化炭素や水素等の還元剤は、NOxによる還元によりも優先して、この放出された酸素と反応してしまうため、この期間Tb(図2)を含んだ期間Txに基づく上記の検査方法では正確なNOx吸蔵量を把握できないという問題がある。

【特許文献1】特開2002-47919号公報(段落[0036])

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、その目的は、硫黄被毒量を精度良く推定して、適正な頻度で硫黄被毒再生制御を実施することにより、過度の硫黄被毒再生制御を回避して燃費の悪化を防止することができるNOx浄化方法及びNOx浄化システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0018】

上記のような目的を達成するためのNOx浄化システムの制御方法は、内燃機関の排気通路に、排気ガスの空燃比が、リーン状態の場合にNOxを吸蔵し、かつ、リッチ状態の場合に吸蔵していたNOxを放出すると共に還元するNOx吸蔵還元型触媒を備えると共に、該NOx吸蔵還元型触媒のNOx吸蔵能力を回復するために排気ガスの空燃比をリッチ空燃比状態にするNOx再生制御と、該NOx吸蔵還元型触媒の硫黄被毒による触媒劣化を回復するために排気ガスの空燃比をリッチ空燃比にする硫黄被毒再生制御とを行うNOx浄化システムの制御方法において、前記NOx吸蔵還元型触媒の下流側に、酸素濃度センサーと還元剤の濃度を検出する還元剤濃度センサーを配設し、前記NOx再生制御の際に、前記酸素濃度センサーが酸素濃度の大きな低下を検出した時点から、前記還元剤濃度センサーが還元剤の濃度の大きな増加を検出する時点までの間の時間から、前記NOx吸蔵還元型触媒の硫黄被毒による劣化度合を判定することを特徴とする。

30

【0019】

40

NOx吸蔵還元型触媒においては、NOx再生のためのリッチ空燃比制御を終了し、リーン燃焼(通常燃焼)に戻った時に、リーン状態の排気ガス中の酸素を、NOx吸蔵還元型触媒の触媒表面やNOx吸蔵剤内部に吸着及び吸蔵して取り込み、この酸素をNOx再生制御におけるリッチ空燃比制御の初期に放出する。

【0020】

本発明では、この放出された酸素による水素、一酸化炭素、炭化水素等の還元剤の消費を考慮して、NOx吸蔵還元型触媒の劣化度合を判定する。これについて、NOx再生制御におけるNOx吸蔵還元型触媒の下流側のバイナリーセンサーと上流側水素センサーと下流側水素センサーの出力の時系列を示す図2を参照しながら説明する。

【0021】

50

NO<sub>x</sub>再生制御の初期に、NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の触媒表面に吸着された酸素がリッチ排気ガス組成中の炭化水素(HC)、一酸化炭素(CO)、水素(H<sub>2</sub>)等で消費され、触媒表面が還元雰囲気になる。この時点をも、NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の下流側の酸素濃度センサーによる酸素濃度の大きな低下(図2では急上昇)で検出する。つまり、理論空燃比の前後、言い換えれば、バイナリセンサー等の酸素濃度センサーではその出力が大きく立ち上がる時点(T3)を検出する。なお、酸素濃度の大きな低下とは、図2に示すように、その前のリッチ空燃比制御を開始した直後の酸素濃度の小さな低下(時点T1)とは異なることを意味している。

【0022】

次に、この酸素の放出の終了後にNO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒から放出されるNO<sub>x</sub>による還元剤の消費が終了する時点をも、NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の下流側の還元剤濃度センサーによる還元剤濃度の増加で検出する。つまり、還元剤濃度センサーで、その出力が大きく立ち上がる時点(図2のT2)を検出する。

【0023】

この2つの時点(T3、T2)の間の時間(Ta)からNO<sub>x</sub>再生制御中におけるNO<sub>x</sub>放出量、言い換えれば、NO<sub>x</sub>再生制御開始前のNO<sub>x</sub>吸蔵量を、時間(Ta)とNO<sub>x</sub>吸蔵量の関係を示すマップデータなどを参照して推定し、更に、このNO<sub>x</sub>吸蔵量の推定値と基準のNO<sub>x</sub>吸蔵量(例えば、新品のNO<sub>x</sub>飽和吸蔵量)との比較から、NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の硫黄被毒による劣化度合を判定する。従って、精度良く硫黄被毒による劣化度合を判定できる。なお、これらの時間(Ta)とNO<sub>x</sub>吸蔵量との関係は触媒温度が

【0024】

なお、NO<sub>x</sub>吸蔵量を算出せずに、時間(Ta)に関する劣化判定用の基準時間をマップデータ等で予め制御装置に入力しておき、検出した時間(Ta)とこの基準時間との比較により、NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の硫黄被毒による劣化度合を判定するようにしてもよい。

【0025】

上記のNO<sub>x</sub>浄化システムの制御方法において、酸素濃度センサーをバイナリセンサーで形成すると、このバイナリセンサーは、空気過剰率が1の前後で、その出力が大きく変化するので、この酸素濃度の大きな低下を検出し易くまた、制御が容易となる。更に、水素濃度は比較的容易に測定できるので、測定する還元剤の濃度が水素濃度であり、還元剤濃度センサーが水素濃度センサーであるように構成することがより好ましい。この水素濃度センサーにより、触媒表面での水素の消費を確認し、硫黄パージの終了を確実に確認することができる。

【0026】

そして、上記の目的を達成するためのNO<sub>x</sub>浄化システムは、内燃機関の排気通路に、排気ガスの空燃比が、リーン状態の場合にNO<sub>x</sub>を吸蔵し、かつ、リッチ状態の場合に吸蔵していたNO<sub>x</sub>を放出すると共に還元するNO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒を備えると共に、該NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒のNO<sub>x</sub>吸蔵能力を回復するために排気ガスの空燃比をリッチ空燃比状態にするNO<sub>x</sub>再生制御と、該NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の硫黄被毒による触媒劣化を回復するために排気ガスの空燃比をリッチ空燃比にする硫黄被毒再生制御とを行う制御装置を備えたNO<sub>x</sub>浄化システムにおいて、前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の下流側に、酸素濃度センサーと還元剤の濃度を検出する還元剤濃度センサーを配設し、前記制御装置が、前記NO<sub>x</sub>再生制御の際に、前記酸素濃度センサーが酸素濃度の大きな低下を検出した時点から、前記還元剤濃度センサーが還元剤の濃度の大きな増加を検出する時点までの間の時間から、前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の硫黄被毒による劣化度合を判定するように構成される。この構成のNO<sub>x</sub>浄化システムによれば、上記のNO<sub>x</sub>浄化システムの制御方法を実施でき、同様な作用効果を得ることができる。

【0027】

上記のNOx浄化システムにおいて、酸素濃度センサーをバイナリセンサーで形成すると、このバイナリセンサーは、空気過剰率ラムダが1の前後で、その出力が大きく変化するので、この酸素濃度の大きな低下を検出し易くまた、制御が容易となる。更に、水素濃度は比較的容易に測定できるので、還元剤の濃度が水素濃度であり、還元剤濃度センサーを水素濃度センサーで形成することがより好ましい。

【発明の効果】

【0028】

本発明に係るNOx浄化方法及びNOx浄化システムによれば、ディーゼルエンジン等の内燃機関の排気ガス中のNOxを浄化するためのNOx吸蔵還元型触媒を備えたNOx浄化システムにおいて、NOx吸蔵還元型触媒に吸着され、NOx再生制御のリッチ空燃比状態で放出される酸素量を考慮して、NOx吸蔵還元型触媒の硫黄被毒による劣化度合を判定するので、精度良く推定することができる。

10

【0029】

従って、NOx吸蔵量を正確に算出して、NOx吸蔵還元型触媒の劣化度合を正しく判定しながら、正確で適切な硫黄被毒再生制御を行うことにより、適正な頻度で硫黄被毒再生制御を実施でき、過度の硫黄被毒再生制御を回避することができるので、燃費の悪化の防止とNOx吸蔵還元型触媒の耐久性の向上を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、本発明に係る実施の形態のNOx浄化方法及びNOx浄化システムについて、図面を参照しながら説明する。本発明はディーゼルエンジンに代表される希薄燃焼機関全体に適用されるが、ここではディーゼルエンジンを例にして説明する。なお、ここでいう排気ガスのリッチ状態とは、必ずしもシリンダ内でリッチ燃焼する必要はなく、NOx吸蔵還元型触媒に流入する排気ガス中に供給した空気量と燃料量（シリンダ内で燃焼した分も含めて）との比が理論空燃比に近い状態か又は理論空燃比より燃料量が多いリッチの状態であることをいう。

20

【0031】

図1に、本発明の実施の形態のNOx浄化システム1の構成を示す。このNOx浄化システム1では、エンジン（内燃機関）Eの排気通路3にNOx吸蔵還元型触媒（排気ガス浄化装置：触媒コンバーター）20が配置される。

30

【0032】

NOx吸蔵還元型触媒20は、コージェライト若しくは炭化珪素（SiC）極薄板ステンレスで形成されたモノリス触媒に、酸化アルミニウム（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）、酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）等の触媒コート層を設け、この触媒コート層に、白金（Pt）、パラジウム（Pd）等の触媒金属とバリウム（Ba）等のNOx吸蔵材（NOx吸蔵物質）を担持させて構成される。このモノリス触媒の構造材の担体は、多数のセルを有しており、また、このセルの内壁に設けられる触媒コート層は、大きな表面積を持っており、排気ガスとの接触率を高めている。

【0033】

このNOx吸蔵還元型触媒20では、酸素濃度が高い排気ガスの状態（リーン空燃比状態）の時に、排気ガス中のNOxをNOx吸蔵材が吸蔵することにより、排気ガス中のNOxを浄化し、酸素濃度が低いかゼロの排気ガス状態（リッチ空燃比状態）の時に、吸蔵したNOxを放出すると共に放出されたNOxを触媒金属の触媒作用により還元することにより、大気中へのNOxの流出を防止する。

40

【0034】

そして、エンジンEの運転の全般的な制御を行うと共に、NOx吸蔵還元型触媒20のNOx浄化能力の回復制御も行う制御装置（ECU：エンジンコントロールユニット）30が設けられる。このNOx吸蔵還元型触媒20の上流側（入口側）に、上流側空気過剰率（ ）センサー（酸素濃度センサー）21、上流側水素濃度センサー22、上流側排気ガス温度センサー23を配置し、NOx吸蔵還元型触媒20の下流側に、下流側排気ガス

50

温度センサー 24、下流側水素濃度センサー 25、バイナリー センサー（酸素濃度センサー）26を配置する。これらの各センサーの出力は、制御装置（ECU）に入力される。このバイナリー センサー 26は、理論空燃比の  $\lambda = 1$  で大きく出力特性が変化するセンサーである。また、ここでは、触媒表面での水素の消費を確認し、硫黄パージの終了を確実に確認するという理由から、排気ガス中の還元剤の濃度を計るセンサーとして水素濃度センサーを採用しているが、一酸化炭素や炭化水素などの濃度を計るセンサーを採用することもできる。

#### 【0035】

この制御装置（ECU）30は、その内部に、中央処理装置（CPU）、ランダムアクセスメモリー（RAM）、リードオンリメモリー（ROM）、入力ポート、出力ポートを双方向パスで接続した構成のデジタルコンピューターからなり、エンジンEの噴射制御、燃料噴射時期制御などの基本制御を行う他、この実施の形態では、エンジン燃焼制御、NOx吸蔵還元型触媒制御、排気絞り弁制御、吸気絞り弁制御、また、触媒劣化判定制御、硫黄被毒再生制御（硫黄パージ制御）も行う。

10

#### 【0036】

そして、これらの制御を行うため、この制御装置30に、更に、アクセル開度からの負荷センサー28、エンジンクランク軸に設けたクランク角センサー29等からの検出値（出力信号）が入力される。また、この制御装置30からエンジンEの吸気絞り弁（吸気スロットル弁）8、EGR弁12、燃料噴射用のコモンレール電子制御燃料噴射装置の燃料噴射弁13等を制御する信号が出力される。

20

#### 【0037】

このNOx浄化システム1においては、エンジンEに吸入される吸入空気Aは、吸気通路2の空気清浄器5、マスエアフローセンサー（MAFセンサー）6を通過して、ターボチャージャー7のコンプレッサにより圧縮昇圧され、更にインタークーラー（図示しない）で冷却され、吸気絞り弁8によりその量を調整されて吸気マニホールドよりシリンダ内に入る。マスエアフローセンサー6は、吸入空気量を計測し、吸入空気Aの流量に対応した電圧が制御装置（ECU）に入力される。また、吸気絞り弁8は制御装置（ECU）からの制御信号で制御される。このシリンダに吸入された空気Aに、燃料タンク9から燃料ポンプ10によって昇圧された燃料をコモンレール及び燃料噴射弁13を経由して噴射して燃焼させる。

30

#### 【0038】

この燃焼によりシリンダ内で発生した排気ガスGは、排気マニホールドから排気通路3に出て、ターボチャージャー7のタービンを駆動した後、NOx吸蔵還元型触媒20を通過して浄化された排気ガスGcとなって、図示しない消音器を通過して大気中に排出される。また、排気ガスGの一部はEGRガスGeとして、EGR通路4の高効率EGRクーラー11を通過し、EGR通路4の出口側に設置したEGR弁12でその量を調整されて、吸気絞り弁8の下流側の吸気マニホールドに再循環される。なお、この実施の形態では、大量のEGRガスを還流できるように構成される。

#### 【0039】

そして、本発明においては、NOx吸蔵還元型触媒20の硫黄被毒による劣化度合は、NOx吸蔵還元型触媒20のNOx吸蔵能力を回復するために排気ガスの空燃比をリッチ空燃比状態にするNOx再生制御の際に、NOx吸蔵還元型触媒20の下流側に設けられたバイナリー センサー26が酸素濃度の大きな低下を検出した時点から、還元剤濃度センサーである下流側水素濃度センサー25が還元剤である水素の濃度の大きな増加を検出する時点までの間の時間から、NOx吸蔵還元型触媒20の硫黄被毒による劣化度合を判定する。

40

#### 【0040】

その詳細を、NOx再生制御におけるNOx吸蔵還元型触媒20の下流側のバイナリー センサー26と上流側水素センサー22と下流側水素センサー25の出力の時系列を模式的に示す図2を参照しながら、以下に説明する。

50

## 【 0 0 4 1 】

通常の運転の希薄燃焼状態ではリーン運転が行われ、このリーン空燃比状態では排気ガス中の $\text{NO}_x$ は $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒20に吸蔵され浄化される。 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒20に $\text{NO}_x$ が吸蔵され、 $\text{NO}_x$ 吸蔵能力が飽和状態近くになると、事前試験により定められた触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵量の閾値に達したか否かを判定して、閾値に達した場合には、 $\text{NO}_x$ を放出させて還元して浄化する $\text{NO}_x$ 再生制御を行い、 $\text{NO}_x$ 浄化性能を維持する。この $\text{NO}_x$ 再生制御が開始され、リッチ空燃比制御が開始される(時点T1)と、排気ガスの状態はリッチ空燃比状態に切り替わる。リッチ空燃比状態が継続し、 $\text{NO}_x$ が放出され $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒20が再生されると、リッチ空燃比制御が終了し(時点T4)、再びリーン空燃比状態に切り替わり、これを繰り返す。この時点T1と時点T4の間がリッチ空燃比制御の期間である。

10

## 【 0 0 4 2 】

この $\text{NO}_x$ 再生制御の時に、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒20の下流側(出口側)のバイナリーセンサー26と、上流側水素濃度センサー空気22と下流側水素濃度センサー空気25の出力は図2に示すような変化を示す。この変化を基に、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒20の再生と同時に、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒20の $\text{NO}_x$ 吸蔵量を推定し、触媒劣化の度合を判定する。

## 【 0 0 4 3 】

図2に示すように、 $\text{NO}_x$ 再生制御のリッチ空燃比制御に入り、高濃度の還元ガスが $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒20に供給されると(時点T1)、上流側水素センサー22の出力(上流側の $\text{H}_2$ )は排気ガス中の水素の増加に対応して大きく立ち上がる。つまり、リッチ空燃比制御に切り替わると、排気ガス中に未燃の炭化水素や一酸化炭素や水素等の還元剤が供給されるので、排気ガス中の水素濃度は増加し、上流側水素濃度センサー22の出力(上流側の $\text{H}_2$ )は、急激に増加する。また、図示していないが、上流側センサー21で検出される空気過剰率も=1以下のリッチ空燃比まで一気に低下する。

20

## 【 0 0 4 4 】

一方、下流側の酸素濃度( )で表示)は、少しリッチ側に向けて減少する(空気過剰率は1側に減少する)。しかしながら、このリッチ空燃比制御の初期においては、リーン燃焼時に $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒20の触媒表面に吸着されていた酸素が放出されるので、リッチ側に向けて大きく減少することはない。この酸素が放出されている間も、排気ガス中の水素等の還元剤は、この放出された酸素に消費されているので、下流側水素センサー25の検出値は低い水素濃度のままとなる。この期間Tbにおいては、放出された酸素のために触媒表面は真の還元雰囲気になっていないため、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒20からの $\text{NO}_x$ の放出は未だ行われていない。そのため、排気ガス中の水素等の還元剤は、放出された $\text{NO}_x$ の還元によって消費されている訳ではない。

30

## 【 0 0 4 5 】

その後、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒20の触媒表面に吸着されていた酸素の放出とこの酸素と還元剤との反応が終了すると、酸素濃度が低下し、触媒表面が真の還元雰囲気になる(時点T3)。これにより、 $\text{NO}_x$ の放出と還元が行われるようになる。従って、この酸素濃度の低下により、下流側のバイナリーセンサー26の出力( )は、上流側のセンサーの出力よりも期間Tb分遅れて、リッチ側に大きく立ち上がり、空気過剰率が1付近となる。

40

## 【 0 0 4 6 】

その後、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒20に吸蔵されていた $\text{NO}_x$ が全て放出されると(時点T2)、排気ガス中の還元剤が $\text{NO}_x$ の還元で消費されなくなるので、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒20の下流側の水素等の還元剤の濃度が高くなり、下流側水素濃度センサー25の出力は、排気ガス中の水素の増加に対応して大きく立ち上がり、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒20の上流側水素濃度センサー22の出力と同じになる(時点T4)。この時点T4では、吸蔵された $\text{NO}_x$ も全て放出され、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒22の再生が完了しているので、リッチ空燃比制御を終了する。

50

## 【 0 0 4 7 】

このリッチ空燃比制御の終了により、上流側 センサー 2 1 の出力とバイナリー センサー 2 6 の出力はリーン状態（希薄排気ガス状態）の出力に戻り、上流側水素濃度センサー 2 2 と下流側水素濃度センサー 2 5 の出力もリーン状態の出力に戻る。

## 【 0 0 4 8 】

言い換えると、リッチ空燃比制御で  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒 2 0 に流入する排気ガス中の還元剤の濃度が高まった時点  $T_1$  を、上流側水素センサー 2 2 の出力（上流側の  $\text{H}_2$  ）の大きく立ち上がり（水素濃度の増加）により確認でき、また、下流側のバイナリー センサー 2 6 の出力（ ）が少しリッチ側に立ち上がったことによっても確認できる。

## 【 0 0 4 9 】

そして、 $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒 2 0 からの酸素の放出が終了した時点  $T_3$  を、下流側のバイナリー センサー 2 6 の出力（ ）が大きくリッチ側に立ち上がったことにより確認でき、 $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒 2 0 からの  $\text{NO}_x$  の放出が終了した時点  $T_2$  を、下流側の水素濃度センサー 2 5 の出力（下流側の  $\text{H}_2$  ）が大きく立ち上がったことにより確認できる。

## 【 0 0 5 0 】

この時点  $T_3$  と時点  $T_2$  の間の時間  $T_a$  が、 $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒 2 0 から実際に  $\text{NO}_x$  が放出されている時間に相当するので、この時間  $T_a$  は、このリッチ空燃比制御の前までに実際に  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒 2 0 に吸蔵されていた  $\text{NO}_x$  吸蔵量に対応した時間となる。

## 【 0 0 5 1 】

この 2 つの時点  $T_3$ 、 $T_2$  の間の時間  $T_a$  から  $\text{NO}_x$  再生制御中における  $\text{NO}_x$  放出量、言い換えれば、再生制御開始前の  $\text{NO}_x$  吸蔵量を、時間  $T_a$  と  $\text{NO}_x$  吸蔵量の関係を示すマップデータなどを参照して推定し、更に、この  $\text{NO}_x$  吸蔵量の推定値と基準の  $\text{NO}_x$  吸蔵量（例えば、新品の  $\text{NO}_x$  飽和吸蔵量）との比較から、 $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒の硫黄被毒による劣化度合を判定する。従って、精度良く硫黄被毒による劣化度合を判定できる。この  $\text{NO}_x$  飽和吸蔵量は  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒 2 0 の触媒温度によって変化するので、上流側排気ガス温度センサー 2 3 と下流側排気ガス温度センサー 2 4 の検出値から触媒温度を推定し、この触媒温度における  $\text{NO}_x$  飽和吸蔵量を使用する。

## 【 0 0 5 2 】

なお、 $\text{NO}_x$  吸蔵量を算出せずに、時間  $T_a$  に関する劣化判定用の基準時間をマップデータで予め制御装置に入力しておき、検出した時間  $T_a$  とこの基準時間（必要に応じて触媒温度で補正する）との比較により  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒の硫黄被毒による劣化度合を判定するようにしてもよい。

## 【 0 0 5 3 】

従って、本発明では、 $\text{NO}_x$  放出期間を、リッチ空燃比制御の操作開始（時点  $T_1$ ）から下流側水素濃度センサー 2 5 の出力が立ち上がる（時点  $T_2$ ）までの間の期間  $T_x$  とはしないで、バイナリー センサー 2 6 の出力が大きく立ち上がって（時点  $T_3$ ）から下流側水素濃度センサー 2 5 の出力が大きく立ち上がる（時点  $T_2$ ）までの間の期間  $T_a$  として、この期間  $T_a$  を触媒劣化の劣化度合の判定に使用し、正確で、適切な硫黄被毒再生制御（硫黄パージ）を行う。つまり、燃料消費量などの間接的な情報ではなく、 $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒 2 0 の状態を示す  $\text{NO}_x$  吸着量から、触媒硫黄の劣化度合を検出及び評価する。

## 【 0 0 5 4 】

次に、 $\text{NO}_x$  浄化システムの制御方法について説明する。この実施の形態では、 $\text{NO}_x$  浄化システム 1 の制御装置が、エンジン E の制御装置 3 0 に組み込まれ、エンジン E の運転制御と並行して、 $\text{NO}_x$  浄化システム 1 の制御を行う。この  $\text{NO}_x$  浄化システム 1 の制御装置は、再生開始判定手段、再生継続制御手段、再生終了判定手段等を備えて構成される。

## 【 0 0 5 5 】

再生開始判定手段は、NO<sub>x</sub>再生制御の場合には、例えば、エンジンの運転状態から単位時間当たりのNO<sub>x</sub>の排出量 NO<sub>x</sub>を算出し、これを累積計算したNO<sub>x</sub>累積値 NO<sub>x</sub>が所定の判定値C<sub>n</sub>を超えた時にNO<sub>x</sub>再生制御を開始すると判定する。つまり、NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒20に吸蔵されたと推定されるNO<sub>x</sub>吸蔵推定量が所定の判定値に達したと判定した時に、NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒20のNO<sub>x</sub>吸蔵能力を回復するためのNO<sub>x</sub>再生制御を行う。

【0056】

そして、本発明においては、再生開始判定手段における硫黄被毒からの回復の脱硫制御の場合には、NO<sub>x</sub>再生制御における下流側のバイナリー センサー26で検出される下流側の と、下流側水素濃度センサー25で検出される下流側のH<sub>2</sub>とを監視し、検出された時期T<sub>a</sub>を検出して、この時期T<sub>a</sub>によって算出されるNO<sub>x</sub>吸蔵量が所定の判定量よりも小さくなった時に、あるいは、時期T<sub>a</sub>が、所定の判定時間よりも小さくなった時に、硫黄被毒再生を開始すると判定する。

10

【0057】

また、再生継続制御手段は、吸気量を減少する吸気系リッチ制御と燃料量を増加する燃料系リッチ制御により、NO<sub>x</sub>再生時と硫黄被毒再生時のそれぞれに最適な目標排気ガス温度とストイキ空燃比（理論空燃比）又はリッチ空燃比である目標空燃比（目標空気過剰率）を算出し、排気ガス温度を目標排気ガス温度に、空燃比（空気過剰率）をこの目標空燃比（目標空気過剰率）になるように吸気系及び燃料系を制御して、この目標の状態を維持及び継続するように制御する手段である。

20

【0058】

NO<sub>x</sub>再生制御では、目標排気ガス温度は、触媒にもよるが、概ね200 ~ 600 であり、上流側 センサー21の位置における目標空燃比は、触媒にもよるが、空気過剰率（ ）換算で、概ね0.8 ~ 1.0である。硫黄被毒再生では、目標排気ガス温度は、触媒にもよるが、概ね500 ~ 750 であり、目標空燃比は、触媒にもよるが、空気過剰率（ ）換算で、概ね0.8 ~ 1.0である。

【0059】

再生終了判定手段は、NO<sub>x</sub>再生制御の場合には、例えば、NO<sub>x</sub>再生制御の継続時間が所定の時間を経過した時に、NO<sub>x</sub>再生制御を終了すると判定したり、エンジンの運転状態から単位時間当たりのNO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒20からのNO<sub>x</sub>の放出量を算出し、これを累積計算したNO<sub>x</sub>累積放出値が所定の判定値を超えた時にNO<sub>x</sub>再生制御を終了すると判定したりする。また、硫黄被毒再生制御の場合には、例えば、硫黄（サルファ）パーセント量を積算し、この累積硫黄パーセント量が再生開始時の硫黄蓄積量を上回った時に硫黄被毒再生制御を終了すると判定する。

30

【0060】

上記の構成のNO<sub>x</sub>浄化システムの制御方法及びNO<sub>x</sub>浄化システム1によれば、NO<sub>x</sub>再生制御時の時期T<sub>a</sub>に基づいて、硫黄被毒による劣化度合を推定して硫黄被毒再生制御を行うので、適正な頻度で硫黄被毒再生制御を実施できる。そのため、過度の硫黄被毒再生制御を回避することができるので、燃費の悪化を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0061】

【図1】本発明に係る実施の形態のNO<sub>x</sub>浄化システムの構成を示す図である。

【図2】NO<sub>x</sub>再生制御におけるNO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の下流側のバイナリー センサーと上流側水素センサーと下流側水素センサーの出力の時系列を示す図である。

【符号の説明】

【0062】

- E エンジン（内燃機関）
- 1 NO<sub>x</sub>浄化システム
- 3 排気通路
- 20 吸蔵還元型触媒（排気ガス浄化装置：触媒コンバーター）

50

- 25 下流側水素濃度センサー
- 26 バイナリー センサー
- 30 制御装置
- T1 リッチ空燃比制御開始時
- T2 NOxの放出完了時
- T3 酸素の放出完了時 (NOxの放出開始時)
- T4 リッチ空燃比制御終了時
- Ta NOx放出期間
- Tb 酸素放出期間

【要約】

10

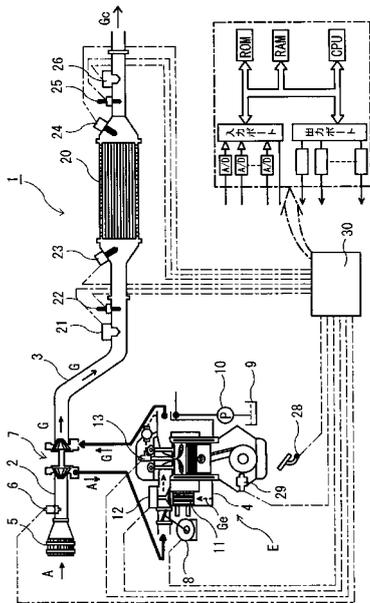
【課題】硫黄被毒量を精度良く推定して、適正な頻度で硫黄被毒再生を実施することにより、過度の硫黄被毒再生を回避して燃費の悪化を防止することができるNOx浄化方法及びNOx浄化システムを提供する。

【解決手段】NOx吸蔵還元型触媒20と、NOx再生制御と硫黄被毒再生制御とを行う制御装置30を備えたNOx浄化システム1において、NOx吸蔵還元型触媒20の下流側に、バイナリーセンサー26と還元剤の濃度を検出する還元剤濃度センサー25を配設し、NOx再生制御の際に、バイナリーセンサー26が酸素濃度の大きな低下を検出した時点T3から、還元剤濃度センサー25が還元剤の濃度の大きな増加を検出する時点T2までの間の時間Taから、NOx吸蔵還元型触媒20の硫黄被毒による劣化度合を判定する。

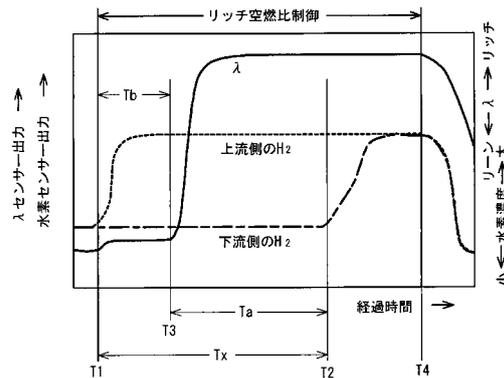
20

【選択図】図2

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

F 0 1 N 3/00 F  
B 0 1 D 53/36 1 0 1 A

審査官 亀田 貴志

(56)参考文献 特開2006-322397(JP,A)  
特開2000-008920(JP,A)  
特開2000-045754(JP,A)  
特開2004-124799(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 1 N 3 / 0 8 - 3 / 2 8  
F 0 1 N 3 / 0 0  
F 0 2 D 4 5 / 0 0  
B 0 1 D 5 3 / 9 4