

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5843699号
(P5843699)

(45) 発行日 平成28年1月13日(2016.1.13)

(24) 登録日 平成27年11月27日(2015.11.27)

(51) Int.Cl.	F 1
FO 1 N 3/08 (2006.01)	FO 1 N 3/08 Z A B H
FO 1 N 3/24 (2006.01)	FO 1 N 3/24 E
FO 1 N 3/28 (2006.01)	FO 1 N 3/24 U
FO 2 D 41/04 (2006.01)	FO 1 N 3/28 3 O 1 B
	FO 1 N 3/28 3 O 1 E

請求項の数 5 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-125448 (P2012-125448)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成24年5月31日 (2012.5.31)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2013-249779 (P2013-249779A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成25年12月12日 (2013.12.12)	(74) 代理人	100106002
審査請求日	平成26年11月28日 (2014.11.28)		弁理士 正林 真之
		(74) 代理人	100120891
			弁理士 林 一好
		(74) 代理人	100160794
			弁理士 星野 寛明
		(72) 発明者	松永 英樹
			埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本田技術研究所内
		(72) 発明者	安井 裕司
			埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本田技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】内燃機関の排気浄化システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の排気通路に設けられ、NH₃の存在下でNO_xを還元し、かつ排気中のNO₂及びNO₂化合物又はこれらの何れかを吸収する機能を備えた選択還元触媒と、

前記選択還元触媒にNH₃又はその前駆体を供給する還元剤供給装置と、

前記排気通路のうち前記選択還元触媒の上流側に設けられ、三元浄化機能を有する上流触媒と、を備えた内燃機関の排気浄化システムであって、

前記機関のNO_x排出量に応じて大きくなるNO_x相關パラメータの値を算出するNO_x相關値算出手段と、

前記NO_x相關パラメータの値がストイキ判定閾値より大きい場合には、混合気の空燃比をストイキに制御する空燃比制御手段と、 10

前記選択還元触媒に吸収されているNO₂及びNO₂化合物の量に相当するNO₂ストレージ量を算出するNO₂ストレージ量推定手段と、

前記NO₂ストレージ量が大きくなるほど前記ストイキ判定閾値を小さな値に設定する閾値設定手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の排気浄化システム。

【請求項 2】

前記空燃比制御手段は、前記NO_x相關パラメータの値が前記ストイキ判定閾値以下である場合には、前記選択還元触媒において定的にNO_x還元反応が進行するように混合気の空燃比をストイキよりリーン側に制御することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化システム。

【請求項 3】

前記選択還元触媒の温度を取得する温度取得手段をさらに備え、

前記閾値設定手段は、前記選択還元触媒の温度がその活性温度より低い場合には、高い場合よりも前記ストイキ判定閾値を小さな値に設定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の排気浄化システム。

【請求項 4】

前記排気通路には排気中の粒子状物質を捕集するフィルタが設けられ、

前記空燃比制御手段は、前記フィルタの粒子状物質の堆積量が大きくなるほど、混合気の空燃比をストイキに維持する時間を短くすることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れかに記載の内燃機関の排気浄化システム。

10

【請求項 5】

前記空燃比制御手段は、前記フィルタの粒子状物質の堆積量が、混合気の空燃比をストイキに制御したときに前記フィルタが過昇温にならないように設定された上限堆積量より大きい場合には、空燃比のストイキへの制御を禁止することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、内燃機関の排気浄化システムに関する。より詳しくは、本発明は、 NH_3 の存在下で NO_x を還元する選択還元触媒を備えた排気浄化システムに関する。

20

【背景技術】**【0002】**

従来、排気中の NO_x を浄化する排気浄化システムの 1 つとして、アンモニア (NH_3) などの還元剤により排気中の NO_x を選択的に還元する選択還元触媒を排気通路に設けたものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。例えば、尿素添加式の排気浄化システムでは、選択還元触媒の上流側から NH_3 の前駆体である尿素水を供給し、この尿素水から排気の熱で熱分解又は加水分解することで NH_3 を生成し、この NH_3 により排気中の NO_x を選択的に還元する。このような尿素添加式のシステムの他、例えば、アンモニアカーバイトのような NH_3 の化合物を加熱することで NH_3 を生成し、この NH_3 を直接添加するシステムも提案されている。

30

【0003】

選択還元触媒は、混合気の空燃比をストイキよりリーン側にし酸素を多く含んだリーン空燃比の排気下で高い NO_x 浄化性能を発揮するため、リーン燃焼式のガソリンエンジンやディーゼルエンジンなど、リーン燃焼を基本とした機関の排気浄化システムに用いられる場合が多い。しかしながら、 NO_x 排出量が多くなる加速運転時には、選択還元触媒のみでは十分に NO_x を浄化しきれなくなる場合がある。そこで、特許文献 2 に開示されているシステムのように、加速運転時には選択還元触媒の上流側に設けられた三元触媒における三元浄化反応を利用して NO_x を浄化することが考えられる。特許文献 2 の排気浄化システムでは、 NO_x 吸収還元型触媒の上流側に三元触媒を設けたシステムにおいて、加速運転時には三元触媒における三元浄化反応を利用すべく、混合気の空燃比をリーン側からストイキに切り替える。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2008 - 303842 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 293585 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ところで選択還元触媒では、 NH_3 を還元剤として NO_x の還元反応が進行する。しか

50

しながら、酸素がほとんど存在しないストイキ雰囲気下では、たとえ十分な量のNH₃が存在していたとしても、NOのみを還元する反応が進行することはない。また、暖機後の内燃機関から排出されるNOxのうちのほとんどはNOであるため、選択還元触媒に流入する排気のNO₂は、上流側の三元触媒におけるNOの酸化反応によって生成されたものがほとんどである。したがって、選択還元触媒の上流側に三元触媒を設けたシステムにおいて混合気の空燃比をストイキにすると、選択還元触媒には酸素及びNO₂ともにほとんど流入しなくなってしまうため、選択還元触媒におけるNOx浄化率が低下してしまうおそれがある。

【0006】

本発明は、以上のような点を考慮してなされたものであり、選択還元触媒におけるNOx浄化率が低下しないように、適切なタイミングで空燃比をストイキに制御できる排気浄化システムを提供することを目的とする。10

【課題を解決するための手段】

【0007】

(1) 本発明の内燃機関(例えば、後述のエンジン1)の排気浄化システムは、内燃機関の排気通路(例えば、後述の排気通路11)に設けられ、NH₃の存在下でNOxを還元し、かつ排気中のNO₂及びNO₂化合物又はこれらの何れかを吸収する機能を備えた選択還元触媒(例えば、後述の下流触媒コンバータ33のSCR触媒)と、前記選択還元触媒にNH₃又はその前駆体を供給する還元剤供給装置(例えば、後述の尿素水供給装置4)と、前記排気通路のうち前記選択還元触媒の上流側に設けられ、三元浄化機能を有する上流触媒(例えば、後述の上流触媒コンバータ31の上流触媒)と、前記機関のNOx排出量に応じて大きくなるNOx相關パラメータの値を算出するNOx相關値算出手段(例えば、後述の空燃比コントローラ61、図3のS4の実行に係る手段)と、前記NOx相關パラメータの値がストイキ判定閾値より大きい場合には、混合気の空燃比をストイキに制御する空燃比制御手段(例えば、後述の空燃比コントローラ61)と、前記選択還元触媒に吸収されているNO₂及びNO₂化合物の量に相当するNO₂ストレージ量を算出するNO₂ストレージ量推定手段(例えば、後述の空燃比コントローラ61、図3のS2の実行に係る手段)と、前記NO₂ストレージ量が大きくなるほど前記ストイキ判定閾値を小さな値に設定する閾値設定手段(例えば、後述の空燃比コントローラ61、図3のS5の実行に係る手段)と、を備えることを特徴とする。20

【0008】

(1) 本発明では、NOx排出量に応じて大きくなるNOx相關パラメータの値がストイキ判定閾値より大きい場合には、上流触媒における三元浄化反応によってNOxを浄化すべく、混合気の空燃比をストイキに制御する。ここで、混合気の空燃比をストイキに制御すると、新たに選択還元触媒に流入する酸素及びNO₂の量は減少する。しかしながら、選択還元触媒がストイキ雰囲気になったとしても、それまでに吸収しておいたNO₂やNO₂化合物を利用することによってFast-SCR反応が進行するため、選択還元触媒におけるNOx浄化率が大きく低下するのを抑制できる。すなわち、本発明によれば、空燃比をストイキに制御しても、上流触媒と選択還元触媒との両方でNOxを浄化できる。また、選択還元触媒のNO₂ストレージ量が大きくなるほどストイキ雰囲気下でのNOx浄化率を向上できるため、本発明では、NO₂ストレージ量が大きくなるほどストイキ判定閾値を小さな値に設定し、空燃比が積極的にストイキに切り替わるようする。したがって本発明によれば、選択還元触媒におけるNOx浄化率が低下しないように、適切なタイミングで空燃比をストイキに制御できる。40

【0009】

なお、このように選択還元触媒に吸収されかつ選択還元触媒においてNO₂とほぼ同じ機能を有するNO₂化合物とは、具体的には、例えばNO₂とNH₃の化合物である硝酸アンモニウム(NH₄NO₃)等が挙げられる。硝酸アンモニウムは、NO₂とNH₃から生成される(生成式: 2NO₂ + 2NH₃ → NH₄NO₃ + N₂ + H₂O)。また、この硝酸アンモニウムは、NOとの反応で分解(反応式: NH₄NO₃ + NO → NO₂ + N₂ + H₂O)する。

$N_2 + 2 H_2 O$) される。実際の選択還元触媒には、 NO_2 だけでなく NO_2 化合物も吸収され得るが、これらは実質的に同じ機能を有する。したがって以下の説明では、選択還元触媒への NO_2 及び NO_2 化合物の吸収について、 NO_2 と NO_2 化合物とを明確に区別せずに、全て NO_2 の吸収として扱う。すなわち、選択還元触媒に吸収されている NO_2 化合物は、全て NO_2 に換算して扱う。

【0010】

(2) この場合、前記空燃比制御手段は、前記 NO_x 相関パラメータの値が前記ストイキ判定閾値以下である場合には、前記選択還元触媒において定常に NO_x 還元反応が進行するように混合気の空燃比をストイキよりリーン側に制御することが好ましい。

【0011】

(2) 本発明では、 NO_x 相関パラメータの値がストイキ判定閾値以下であり、上流触媒における三元浄化反応を利用せずとも選択還元触媒における NO_x 還元反応のみで十分に NO_x を浄化できるような場合には、混合気の空燃比をストイキよりリーン側に制御する。これにより、必要以上に空燃比がストイキに変更されることで燃費が悪化するのを抑制できる。

【0012】

(3) この場合、前記排気浄化システムは、前記選択還元触媒の温度を取得する温度取得手段(例えば、後述の排気温度センサ36、ECU6)をさらに備え、前記閾値設定手段は、前記選択還元触媒の温度がその活性温度より低い場合には、高い場合よりも前記ストイキ判定閾値を小さな値に設定することが好ましい。

【0013】

(3) 選択還元触媒は、その温度が活性温度より低いと、高い場合よりも NO_x 浄化性能が低下する。本発明では、選択還元触媒の温度がその活性温度より低い場合には、高い場合よりもストイキ判定閾値を小さな値に設定し、空燃比が積極的にストイキに切り替わるようにする。これにより、適切なタイミングで上流触媒の三元浄化反応を進行させ、システム全体の NO_x 浄化性能を向上できる。

【0014】

(4) この場合、前記排気通路には排気中の粒子状物質を捕集するフィルタ(例えば、後述の排気浄化フィルタ32)が設けられ、前記空燃比制御手段は、前記フィルタの粒子状物質の堆積量が大きくなるほど、混合気の空燃比をストイキに維持する時間を短くすることが好ましい。

【0015】

(4) 空燃比をストイキに制御するとリーン側に制御するよりも多くの粒子状物質が堆積する。そこで本発明では、粒子状物質の堆積量が大きくなるほど空燃比をストイキに維持する時間を短くすることにより、フィルタの堆積余裕を確保でき、またフィルタの過昇温を防止できる。

【0016】

(5) この場合、前記空燃比制御手段は、前記フィルタの粒子状物質の堆積量が、混合気の空燃比をストイキに制御したときに前記フィルタが過昇温にならないよう設定された上限堆積量より大きい場合には、空燃比のストイキへの制御を禁止することが好ましい。

【0017】

(5) フィルタに過剰な量の粒子状物質が堆積した状態で空燃比をストイキに制御すると、粒子状物質が燃焼しフィルタが過昇温に至る場合がある。本発明によれば、堆積量が上限堆積量よりも大きい場合には空燃比をストイキに制御しないようにすることで、フィルタが過昇温になるのを回避できる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の一実施形態に係るエンジン及びその排気浄化システムの構成を示す模式図である。

10

20

30

40

50

【図2】SCR触媒におけるNO_xの浄化とNO₂の吸収を模したSCR触媒モデルを模式的に示す図である。

【図3】エンジンの運転モードをリーン運転モードからストイキ運転モードに切り替える手順を示すフローチャートである。

【図4】SCR触媒へのNO流入量及びNO₂流入量からSCR触媒のNO₂ストレージ量を算出するブロック図である。

【図5】NO₂吸収効率を決定するマップの一例を示す図である。

【図6】過渡NO_x浄化率を決定するマップの一例を示す図である。

【図7】ストイキ判定閾値の設定に係るブロック図である。

【図8】ストイキ判定閾値の基本値を決定するマップの一例を示す図である。 10

【図9】ストイキ判定閾値の補正係数の値を決定するマップの一例を示す図である。

【図10】ストイキ継続時間を決定するマップの一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の一実施形態について図面を参照して説明する。

図1は、本実施形態の内燃機関（以下、「エンジン」という）1及びその排気浄化システム2の構成を示す模式図である。エンジン1は、定常運転時には混合気の空燃比をストイキよりリーン側にする所謂リーン燃焼を基本としたもの、より具体的にはディーゼルエンジンやリーンバーンガソリンエンジンなどである。

【0020】

排気浄化システム2は、エンジン1の排気ポートから延びる排気通路11に設けられた触媒浄化装置3と、エンジン1及び触媒浄化装置3を制御する電子制御ユニット（以下、「ECU」という）6と、を備える。 20

【0021】

エンジン1には、各シリンダに燃料を噴射する燃料噴射弁が設けられている（図示せず）。この燃料噴射弁を駆動するアクチュエータは、ECU6に電磁的に接続されている。エンジン1の混合気の空燃比は、シリンダ内に導入される新気の量、図示しない排気還流装置を介してシリンダ内に導入されるEGRガスの量、並びに燃料噴射弁からの燃料噴射量等を調整することによって制御される。

【0022】

触媒浄化装置3は、上流触媒コンバータ31と、排気浄化フィルタ32と、下流触媒コンバータ33と、尿素水供給装置4と、を備える。上流触媒コンバータ31は、排気通路11のうちエンジン1の直下に設けられている。下流触媒コンバータ33は、排気通路11のうち上流触媒コンバータ31より下流側に設けられている。排気浄化フィルタ32は、排気通路11のうち上流触媒コンバータ31と下流触媒コンバータ33との間に設けられている。これら上流触媒コンバータ31及び下流触媒コンバータ33には、エンジン1の排気に含まれるCO、HC、NO_x等の成分を浄化する反応を促進するための触媒が設けられている。 30

【0023】

上流触媒コンバータ31が備える上流触媒には、少なくとも三元浄化機能を有する触媒が用いられる。三元浄化機能とは、ストイキ雰囲気下で三元浄化反応、すなわちHC及びCOの酸化とNO_xの還元とが同時に行われる反応が進行する機能を言う。このような三元浄化機能を備える触媒としては、酸化触媒や三元触媒等が挙げられる。上流触媒には、酸化触媒又は三元触媒が好ましく用いられる。 40

【0024】

酸化触媒（DOC）は、ストイキ雰囲気下では上記三元浄化反応によってHC、CO、NO_xを高効率で浄化する。酸化触媒は、リッチ雰囲気下ではHC、CO、NO_xを浄化するとともに、NH₃を生成する。また、酸化触媒は、リーン雰囲気下ではHC及びCOを酸化することによって浄化するとともに、排気中のNOの一部をNO₂に酸化し、後述の下流触媒コンバータ33におけるNO_x浄化率を向上する。三元触媒（TWC）は、こ 50

の酸化触媒に酸素吸蔵放出材を付加したものに相当する。三元触媒と酸化触媒とは基本的な浄化機能は同じである。ただし三元触媒は、酸化触媒と比較すると、酸素吸蔵放出材を備えており三元浄化ウィンドウが広くなっている点で優れている。

【0025】

排気浄化フィルタ32は、排気中の粒子状物質を捕集する。この排気浄化フィルタ32には、堆積した粒子状物質をより低温から燃焼除去できるようにするために、上述の酸化触媒が担持されていることが好ましい。

【0026】

下流触媒コンバータ33は、 NH_3 の存在下で NO_x を還元する選択還元触媒（以下、「SCR触媒」という）を備える。

10

この下流触媒コンバータ33では、 NH_3 の存在下で、Fast-SCR反応（下記式(1)参照）、Standard-SCR反応（下記式(2)参照）、及びSlow-SCR反応（下記式(3)参照）が進行し得る。



【0027】

Fast-SCR反応は、排気中の NO と NO_2 を NH_3 により同時に還元する反応であり、3種類の反応の中で最も反応速度が早い。したがって、下流触媒コンバータ33に流入する排気中の NO と NO_2 の割合が等しくなると、すなわち $\text{NO}_2 - \text{NO}_x$ 比がほぼ0.5の最適値になると、このFast-SCR反応が主体的に進行するため、下流触媒コンバータ33による NO_x 浄化率が最も高い状態となる。ただし、エンジン1から排出される NO_x の多くは NO で構成されているため、下流触媒コンバータ33においてFast-SCR反応を主体的に進行させるには、上記上流触媒コンバータ31や排気浄化フィルタ32などにおいて、排気中の NO の一部を NO_2 に酸化させる必要がある。したがって、上流触媒コンバータ31や排気浄化フィルタ32の触媒量や組成は、後述のリーン運転中において下流触媒コンバータ33に流入する排気の NO と NO_2 の比が概ね1:1になるように調製されている。

20

【0028】

Slow-SCR反応は、排気中の NO_2 のみを NH_3 により還元する反応であり、その反応速度は、上記Fast-SCR反応と比較して遅い。下流触媒コンバータ33に流入する排気中の NO に対する NO_2 の割合が大きくなった場合、上記Fast-SCR反応で余剰となった NO_2 はこのSlow-SCR反応によって還元される。

30

【0029】

Standard-SCR反応は、排気中の NO のみを NH_3 で還元する反応であり、その反応速度は、上記Slow-SCR反応と比較して遅い。上記式(2)に示すように、Standard-SCR反応のみ O_2 が必要となっている。したがって、下流触媒コンバータ33内が酸素をほとんど含まないストイキモニタ又はリッチモニタになると、Standard-SCR反応はほとんど進行しない。

【0030】

40

SCR触媒は、尿素水から生成した NH_3 で排気中の NO_x を還元する機能を有するとともに、生成した NH_3 を所定の量だけ貯蔵する機能も有する。以下では、SCR触媒において貯蔵された NH_3 量を NH_3 ストレージ量とし、SCR触媒において貯蔵できる NH_3 量を最大 NH_3 ストレージ容量とする。このようにしてSCR触媒に貯蔵された NH_3 は、排気中の NO_x の還元にも適宜消費される。このため、SCR触媒は、 NH_3 ストレージ量が多くなるほど NO_x 浄化率が高くなる特性がある。

【0031】

また、このSCR触媒はゼオライトを含んでおり、排気中の NO_2 、 NO_2 化合物及びHCを吸蔵し所定の量だけ貯蔵する機能も有する。以下では、SCR触媒において貯蔵されている NO_2 及び NO_2 化合物の量を NO_2 ストレージ量とし、SCR触媒において貯

50

蔵できるNO₂及びNO_x化合物の量を最大NO₂ストレージ量とする。

このようなNO₂吸蔵機能を備えたSCR触媒では、流入する排気がNO₂過多(NO₂-NO_x比が0.5より大きい)となった場合に、Fast-SCR反応によって還元しきれなかったNO₂を吸蔵する。そして、このようにしてSCR触媒に貯蔵されたNO₂は、SCR触媒に流入する排気がNO過多(NO₂-NO_x比が0.5より小さい)となった場合に放出され、余分に供給されたNOとともにFast-SCR反応により還元される。すなわち、NO₂吸蔵機能を備えたSCR触媒は、流入する排気のNO₂-NO_x比が最適値からNO₂過多側又はNO過多側に変動した場合であっても、あたかもNO₂-NO_x比を最適値に維持するかのようにNO₂を吸蔵したり放出したりする。

【0032】

10

図2は、SCR触媒におけるNO_xの浄化とNO₂の吸蔵を模したSCR触媒モデルを模式的に示す図である。

上述のように、NH₃の存在下にあるSCR触媒では、Fast、Slow及びStandardの3種類の反応速度の異なるNO_x還元反応が進行する。また、SCR触媒には排気中のNO₂を吸蔵し所定の量だけ貯蔵する能力があるため、SCR触媒で進行する反応は、そのNO₂ストレージ量及びSCR触媒に流入する排気のNO₂-NO_x比に応じて大きく変化する。以下では、流入したNO及びNO₂に対しSCR触媒で進行する反応について、(1)NO₂ストレージ量が0又はその近傍である状態と、(2)NO₂ストレージ量が最大NO₂ストレージ容量又はその近傍である状態と、(3)NO₂ストレージ量が0よりも十分に大きくかつ最大NO₂ストレージ容量よりも十分に小さく、したがって過不足なくNO₂が貯蔵されている状態と、で場合分けして説明する。

20

【0033】

(1) NO₂ストレージ量が0又はその近傍である状態

NO₂ストレージ量が0又はその近傍であり、SCR触媒にはNO₂があまり貯蔵されていない場合、SCR触媒にはNO₂吸蔵機能に余裕はあるがNO₂放出機能に余裕は無いといえる。

このような状態において、NO₂過多(NO₂-NO_x比>0.5)の排気が流入すると、SCR触媒では、排気中のNOと、このNOと等量のNO₂とを併せて還元すべくFast-SCR反応が進行する。また、ここで余剰となったNO₂を還元する反応は、より反応速度の遅いSlow-SCRであるため、定常的なNO_x(特にNO₂)浄化率は低い。しかしながら、NO₂吸蔵機能には余裕があり、還元されなかったNO₂をSCR触媒に吸蔵できるので、NO₂を吸蔵できる間の過渡的なNO_x浄化率は高い。すなわちこの場合、NO₂ストレージ量は増加しながら、そのNO_x浄化率は高く維持される。

30

一方、NO過多(NO₂-NO_x比<0.5)の排気が流入すると、SCR触媒では、排気中のNO₂と、このNO₂と等量のNOとを併せて還元すべくFast-SCRが進行する。また、ここで余剰となったNOを還元する反応は、より反応速度の遅いStandard-SCRであるため、定常的なNO_x(特にNO)浄化率は低い。また、NO₂放出機能には余裕がなく、上記余剰となったNOと併せてFast-SCRを進行させるべく、SCR触媒から放出されるNO₂も少ないため、過渡的にもNO_x浄化率も低いままである。

40

【0034】

(2) NO₂ストレージ量が最大NO₂ストレージ容量又はその近傍である状態

NO₂ストレージ量が最大NO₂ストレージ容量又はその近傍であり、SCR触媒には限界に近い量のNO₂が貯蔵している場合、SCR触媒にはNO₂放出機能に余裕はあるがNO₂吸蔵機能に余裕は無いといえる。

このような状態において、NO₂過多の排気が流入すると、SCR触媒では、排気中のNOと、このNOと等量のNO₂とを併せて還元すべくFast-SCRが進行する。また、ここで余剰となったNO₂を還元する反応は、より反応速度の遅いSlow-SCRであるため、定常的なNO_x(特にNO₂)浄化率は低い。また、NO₂吸蔵機能には余裕がなく、還元されなかったNO₂をSCR触媒で吸蔵することもできないので、過渡的

50

にも NO_x 净化率は低いままである。

一方、NO過多の排気が流入すると、SCR触媒では、排気中のNO₂と、このNO₂と等量のNOとを併せて還元すべくFast-SCRが進行する。また、ここで余剰となったNOを還元する反応は、より反応速度の遅いStandard-SCRであるため、定常的なNO_x（特にNO）浄化率は低い。しかしながら、NO₂放出機能には余裕があるため、上記余剰となったNOは、上記Standard-SCRによりNO単体で還元される割合よりも、Fast-SCRによりSCR触媒から放出されたNO₂と併せて還元される割合の方が高くなるため、NO₂を放出できる間の過渡的なNO_x浄化率は高い。すなわちこの場合、NO₂ストレージ量は減少しながら、NO_x浄化率は高く維持される。

10

【0035】

（3）過不足なくNO₂が吸蔵されている状態

SCR触媒に過不足なくNO₂が吸蔵されている場合、SCR触媒にはNO₂吸蔵機能及びNO₂放出機能ともに余裕があるといえる。

このような状態において、NO₂過多の排気が流入すると、SCR触媒では、排気中のNOと、このNOと等量のNO₂とを併せて還元すべくFast-SCRが進行する。また、ここで余剰となったNO₂を還元する反応は、より反応速度の遅いSlow-SCRであるため、定常的なNO_x（特にNO₂）浄化率は低い。しかしながら、NO₂吸蔵機能には余裕があり、還元されなかつたNO₂をSCR触媒に吸蔵できるので、NO₂を吸蔵できる間の過渡的なNO_x浄化率は高い。すなわちこの場合、NO₂ストレージ量は増加しながら、NO_x浄化率は高く維持される。

20

一方、NO過多の排気が流入すると、SCR触媒では、排気中のNO₂と、このNO₂と等量のNOとを併せて還元すべくFast-SCRが進行する。また、ここで余剰となったNOを還元する反応は、より反応速度の遅いStandard-SCRであるため、定常的なNO_x（特にNO）浄化率は低い。しかしながら、NO₂放出機能には余裕があるため、上記余剰となったNOは、上記Standard-SCRによりNO単体で還元される割合よりも、Fast-SCRによりSCR触媒から放出されたNO₂と併せて還元される割合の方が高くなるため、NO₂を放出できる間の過渡的なNO_x浄化率は高い。すなわちこの場合、NO₂ストレージ量は減少しながら、NO_x浄化率は高く維持される。

30

【0036】

以上のように、SCR触媒は、そのNO₂ストレージ量に応じてNO_xの浄化特性が変化する。ここで、混合気の空燃比をストイキに制御した場合に、SCR触媒で進行する反応について検討する。混合気の空燃比をストイキに制御すると、排気中にはほとんど酸素が含まれないため、上流触媒コンバータ及び排気浄化フィルタでは排気中のNOをNO₂に酸化する反応は進行しなくなる。したがって、SCR触媒には低酸素かつNO過多の排気が流入する。上記（2）で説明したように、SCR触媒のNO₂ストレージ量が大きいと、貯蔵しておいたNO₂を利用してFast-SCR反応が進行する。このため、ストイキ雰囲気下にあるSCR触媒は、NO₂ストレージ量が大きいほどNO_x浄化性能が高いといえる。

40

【0037】

図1に戻って、尿素水供給装置4は、尿素水タンク41と尿素水インジェクタ42とを備える。尿素水タンク41は、SCR触媒における還元剤（NH₃）の前駆体である尿素水を貯蔵する。尿素水タンク41は、尿素水供給路43及び図示しない尿素水ポンプを介して尿素水インジェクタ42に接続されている。尿素水インジェクタ42には、図示しないアクチュエータで駆動されると開閉し、尿素水タンク41から供給される尿素水を排気通路11内の下流触媒コンバータ33の上流側に噴射する。インジェクタ42から噴射された尿素水は、排気中又は下流触媒コンバータ33においてNH₃に加水分解され、NO_xの還元に消費される。尿素水インジェクタ42のアクチュエータは、ECU6に電磁的に接続されている。ECU6は、後述の尿素水噴射制御によって尿素水噴射量を定め、こ

50

の量の尿素水が噴射されるように尿素水インジェクタ42を駆動する。

【0038】

E C U 6には、排気浄化システム2及びエンジン1の状態を検出するためのセンサとして、空燃比センサ35、排気温度センサ36、N H₃センサ37、及びアクセル開度センサ38などが接続されている。

【0039】

空燃比センサ35は、排気通路11のうち上流触媒コンバータ31と排気浄化フィルタ32との間を流通する排気の空燃比（酸素濃度）を検出し、検出値に略比例した信号をE C U 6に送信する。この空燃比センサ35には、リッチ空燃比からリーン空燃比まで比例した信号を出力する、比例型空燃比センサ（L A F センサ）が用いられる。

10

【0040】

排気温度センサ36は、排気通路11のうち排気浄化フィルタ32と下流触媒コンバータ33との間を流通する排気の温度を検出し、検出値に略比例した信号をE C U 6に送信する。E C U 6は、この排気温度センサ36の出力に基づいて、図示しない処理により排気浄化フィルタ32の温度や下流触媒コンバータ33のS C R触媒の温度を算出（取得）する。

10

【0041】

N H₃センサ37は、排気通路11のうちS C R触媒を備える下流触媒コンバータ33の下流側に設けられる。N H₃センサ37は、下流触媒コンバータ33の下流側の排気中のN H₃濃度を検出し、検出値に略比例した信号をE C U 6に送信する。

20

【0042】

アクセル開度センサ38は、アクセルペダルの踏み込み量を検出し、検出値に略比例した信号をE C U 6に送信する。エンジン1の要求トルクの値は、このアクセル開度センサ38の出力に基づいて、E C U 6において図示しない処理により算出される。

【0043】

E C U 6は、各種センサからの入力信号波形を整形し、電圧レベルを所定のレベルに修正し、アナログ信号値をデジタル信号値に変換する等の機能を有する入力回路と、中央演算処理ユニット（以下「C P U」という）と、C P Uで実行される各種演算プログラム及び演算結果等を記憶する記憶回路と、エンジン1の燃料噴射弁、尿素水供給装置4の尿素水インジェクタ42等に制御信号を出力する出力回路と、を備える。

30

【0044】

E C U 6には、エンジン1の空燃比制御の実行に係る空燃比コントローラ61、尿素水供給装置4による尿素水噴射制御の実行に係る尿素水コントローラ62などの制御プロックが構成されている。

【0045】

尿素水コントローラ62は、N O_xを還元するために必要な量のN H₃が下流触媒コンバータ33に供給され、かつ下流触媒コンバータ33から過剰な量のN H₃が排出されないように、N H₃センサ37の出力に基づいて尿素水インジェクタ42からの尿素水の噴射量を制御する。より具体的には、尿素水コントローラ62は、S C R触媒のN H₃ストレージ量及び最大N H₃ストレージ容量を推定しながら、このN H₃ストレージ量が最大ストレージ容量の近傍に維持されるように、N H₃センサ37の出力に基づいて尿素水の噴射量を決定する。なお、以上のような尿素水噴射制御の詳細なアルゴリズムは、例えば、本願出願人による国際公開第2009/128169などに詳しく記載されているので、ここではこれ以上詳細な説明を省略する。

40

【0046】

空燃比コントローラ61は、エンジン1の適切な運転モードを判断するとともに、運転モードごとに定められたアルゴリズムに従って新気量、E G R量、及び燃料噴射量等を調整することにより、エンジン1の混合気の空燃比を制御する。運転モードとしては、リーン運転モードとストイキ運転モードとの2つが設定されている。

50

【 0 0 4 7 】

リーン運転モードでは、空燃比コントローラ 6 1 は、上流触媒コンバータ 3 1 及び排気浄化フィルタ 3 2 において CO 及び HC の酸化反応を進行させ、下流触媒コンバータ 3 3 の SCR 触媒において定常に NO_x の還元反応が進行するように、混合気の空燃比をストイキよりリーン側に制御する。

ストイキ運転モードでは、空燃比コントローラ 6 1 は、上流触媒コンバータ 3 1 において三元浄化反応を進行させるべく空燃比センサ 3 5 の出力に基づいて混合気の空燃比をストイキに制御する。

【 0 0 4 8 】

空燃比コントローラ 6 1 は、定常運転状態である場合にはエンジン 1 の運転モードをリーン運転モードにし、NO_x 排出量が大きくなる加速運転状態になると運転モードをリーン運転モードからストイキ運転モードに切り替える。 10

【 0 0 4 9 】

図 3 は、エンジンの運転モードをリーン運転モードからストイキ運転モードに切り替える手順を示すフローチャートである。この処理は、空燃比コントローラ 6 1 において、リーン運転モード中に所定の制御周期で実行される。この処理では、空燃比コントローラは、NO_x 排出量に応じて大きくなる NO_x 相関パラメータの値を算出し、この NO_x 相関パラメータの値とストイキ判定閾値と比較に基づいて、運転モードをリーン運転モードからストイキ運転モードに切り替えるか否かを判定する。

【 0 0 5 0 】

S 1 では、空燃比コントローラは、排気温度センサの出力に基づいて下流触媒コンバータの SCR 触媒の温度を算出し、S 2 に移る。 20

S 2 では、空燃比コントローラは、NO₂ ストレージ量を算出し、S 3 に移る。以下、図 4 から図 6 を参照して NO₂ ストレージ量を算出する手順を説明する。

【 0 0 5 1 】

図 4 は、SCR 触媒に流入する NO の量及び NO₂ の量から、SCR 触媒の NO₂ ストレージ量を算出するブロック図である。図 4 に示すブロック図は、図 2 を参照して説明した SCR 触媒モデルを具現化したものであり、定常スリップ量演算部 6 1 0 と、NO₂ ストレージモデル演算部 6 1 5 と、NO + 吸蔵 NO₂ 処理モデル演算部 6 1 6 とを含んで構成される。ここで、SCR 触媒への NO 流入量及び NO₂ 流入量は、エンジンの運転状態に基づいて推定されるエンジン直下の NO 量及び NO₂ 量に、上流触媒コンバータ 3 1 及び排気浄化フィルタ 3 2 における NO_x 処理効率及び NO 酸化効率を考慮することによって算出される。 30

【 0 0 5 2 】

定常スリップ量演算部 6 1 0 は、推定された NO 流入量及び NO₂ 流入量の排気を SCR 触媒に定常に供給し続けた場合に SCR 触媒から排出される NO 量及び NO₂ 量に相当する定常 NO スリップ量及び定常 NO₂ スリップ量を算出する。すなわち、これら定常 NO スリップ量及び定常 NO₂ スリップ量は、SCR 触媒に NO₂ 吸蔵機能及び NO₂ 放出機能も無いと仮定した場合における各々のスリップ量に相当する。

【 0 0 5 3 】

定常 NO + NO₂ 処理モデル演算部 6 1 1 は、SCR 触媒では Fast - SCR 反応のみが進行するとの仮定の下で、流入した NO 及び NO₂ のうち還元されずに排出される NO 及び NO₂ の量を、予め定められたマップに基づいて算出する。 40

定常 NO 処理モデル演算部 6 1 2 は、SCR 触媒では Standard - SCR のみが進行するとの仮定の下で、流入した NO のうち還元されずに排出される NO の量を、予め定められたマップに基づいて算出する。

定常 NO₂ 処理モデル演算部 6 1 3 は、SCR 触媒では Slow - SCR のみが進行するとの仮定の下で、流入した NO₂ のうち還元されずに排出される NO₂ の量を、予め定められたマップに基づいて算出する。

【 0 0 5 4 】

10

20

30

40

50

定常スリップ量演算部 610 は、流入する NO 及び NO₂ のうち少ない方の全てに対し Fast - SCR が進行するとの仮定の下で、推定された NO 流入量及び NO₂ 流入量を、Fast - SCR が進行する分（等量 NO 及び等量 NO₂）と、Standard - SCR が進行する分（余剰 NO）と、Slow - SCR が進行する分（余剰 NO₂）とに分けた上、上記定常浄化モデル演算部 611, 612, 613 のそれぞれに入力する。なお、流入する NO 及び NO₂ のうち少ない方の全てに対し Fast - SCR が進行するとの仮定の下では、上記余剰 NO 及び余剰 NO₂ のうち何れかは 0 になる。

そして、定常スリップ量演算部 610 は、上記定常浄化モデル演算部 611, 612 により算出された NO のスリップ量を合算したものを定常 NO スリップ量とし、モデル演算部 611, 613 により算出された NO₂ のスリップ量を合算したものを定常 NO₂ スリップ量とする。10

【0055】

NO₂ ストレージモデル演算部 615 は、SCR 触媒の NO₂ 貯蔵量に相当する NO₂ ストレージ量を算出し、NO + 吸収 NO₂ 浄化モデル演算部 616 は、SCR 触媒に貯蔵されていたもののうち、SCR 触媒に流入する NO と併せて Fast - SCR が進行することで消費される NO₂ 量に相当する NO₂ 消費量を算出する。

【0056】

NO₂ ストレージモデル演算部 615 は、定常スリップ量演算部 610 にて推定された定常 NO₂ スリップ量のうち新たに SCR 触媒に吸収される NO₂ 量（新規 NO₂ 吸収量）を正とし、上記 NO + 吸収 NO₂ 浄化モデル演算部 616 にて推定された NO₂ 消費量を負とし、これら新規 NO₂ 吸収量と NO₂ 消費量とを積算したものを NO₂ ストレージ量とする。20

ここで、新規 NO₂ 吸収量は、定常 NO₂ スリップ量に、マップ（図 5 参照）を検索することで決定された NO₂ 吸収効率を乗算することにより算出される。また、NO₂ スリップ量は、定常 NO₂ スリップ量から、上記新規 NO₂ 吸収量を減算することで算出される。

【0057】

図 5 は、NO₂ 吸収効率を決定するマップの一例を示す図である。

流入した NO₂ のうち SCR 触媒に吸収される NO₂ の割合に相当する NO₂ 吸収効率は、図 5 に示すように、NO₂ ストレージ量が大きくなるに従い小さくなる。すなわち、SCR 触媒の NO₂ 吸収機能は、NO₂ ストレージ量が大きくなるに従い低下する。なお、NO₂ ストレージ量の上限値に相当する最大 NO₂ ストレージ容量は、図 5 に示すようなマップでは、NO₂ 吸収効率がほぼ 0 となる NO₂ ストレージ量として規定される。30

【0058】

図 4 に戻って、NO + 吸収 NO₂ 浄化モデル演算部 616 は、定常スリップ量演算部 610 にて推定された定常 NO スリップ量、すなわち SCR 触媒には NO 放出機能が無いと仮定した場合に、還元されずにそのまま排出される NO 量のうち、SCR 触媒に貯蔵された NO₂ と併せて Fast - SCR により還元される NO 量（NO 還元量）を算出する。

ここで、NO 還元量は、定常 NO スリップ量に、マップ（図 6 参照）を検索することで決定された過渡 NO 浄化率を乗算することにより算出される。また、NO スリップ量は、定常 NO スリップ量から、上記 NO 還元量を減算することで算出され、NO₂ 消費量は、Fast - SCR 反応により上記 NO 還元量の NO と併せて還元される NO₂ 量として算出される。40

【0059】

図 6 は、過渡 NO_x 浄化率を決定するマップの一例を示す図である。

流入する NO のうち、SCR 触媒から放出された NO₂ と併せて還元される NO の割合に相当する過渡 NO 浄化率は、NO₂ ストレージ量が大きくなるに従い小さくなる。すなわち、SCR 触媒の NO₂ 放出機能は、NO₂ ストレージ量が大きくなるに従い低下する。

【0060】

図3に戻って、S3では、空燃比コントローラは、排気浄化フィルタの粒子状物質の堆積量を算出し、S4に移る。ここで、粒子状物質の堆積量は、燃料噴射量の積算に基づく推定や、図示しない差圧センサに基づく推定など、既知の方法により算出される。

【0061】

S4では、空燃比コントローラは、NO_x相関パラメータの値を算出し、S5に移る。このNO_x相関パラメータとしては、例えばエンジンの要求トルクが用いられる。この他NO_x相関パラメータとしては、図示しない筒内圧センサの出力から算出される図示平均有効圧や、NO_x排出量の推定値など、エンジンからのNO_x排出量に比例して大きくなるパラメータが用いられる。

【0062】

S5では、空燃比コントローラは、ストイキ判定閾値を設定し、S6に移る。以下、図7から図9を参照してストイキ判定閾値を設定する手順を説明する。

【0063】

図7は、ストイキ判定閾値の設定に係るブロック図である。図7に示すように、ストイキ判定閾値は、基本値算出部617において所定のマップ（図8参照）を検索することで算出された基本値に、補正值算出部618において所定のマップ（図9参照）を検索することで算出された補正係数の値を乗算することによって決定される。

【0064】

図8は、ストイキ判定閾値の基本値を決定するマップの一例を示す図である。より具体的には、図8は、S1において算出されたSCR触媒温度を引数として基本値を決定するマップである。

図8の下段に示すように、SCR触媒の温度が活性温度より低い場合、活性温度より高い場合よりもNO_x浄化率は低下する。すなわち、SCR触媒温度が活性温度より低い場合には、SCR触媒を主体としてNO_xを浄化するよりも、上流触媒の三元浄化反応を利用してNO_xを浄化する方が好ましい場合が多い。すなわち、SCR触媒温度が活性温度より低い場合には、活性温度より高い場合よりもリーン運転モードからストイキ運転モードに切り替わり易くする方が好ましい。このようなSCR触媒の温度特性を考慮して、図8に示すように、ストイキ判定閾値の基本値は、SCR触媒温度が活性温度より低い場合には、活性温度より高い場合よりも小さな値に設定される。

【0065】

図9は、ストイキ判定閾値の補正係数の値を決定するマップの一例を示す図である。より具体的には、図9は、NO₂ストレージ量を引数として補正係数の値を決定するマップである。

上述のように、NO₂ストレージ量が大きくなると、ストイキ雰囲気下でのSCR触媒のNO_x浄化率が高くなる。このようなSCR触媒のNO₂の吸蔵特性を考慮して、図9に示すように、補正係数は、NO₂ストレージ量が大きくなるほど小さな値に設定される。

【0066】

図3に戻って、S6では、空燃比コントローラは、リーン運転モードからストイキ運転モードに切り替える条件が満たされた否かを判別する。より具体的には、空燃比コントローラは、S4で算出したNO_x相関パラメータの値とS5で設定したストイキ判定閾値とを比較し、NO_x相関パラメータの値がストイキ判定閾値より大きい場合には切り替え条件が満たされたと判断し、次ステップS7に移り、NO_x相関パラメータの値がストイキ判定閾値以下である場合には運転モードをリーン運転モードから切り替えることなく、この処理を終了する。

【0067】

S7では、空燃比コントローラは、S3で算出した粒子状物質の堆積量が、所定の上限堆積量より大きいか否かを判別する。運転モードをリーン運転モードからストイキ運転モードに切り替えると、排気温度が上昇することから、排気浄化フィルタに堆積した粒子状物質が燃焼する場合がある。したがって、排気浄化フィルタに粒子状物質が過剰に堆積し

10

20

30

40

50

た状態で運転モードをストイキ運転モードに切り替えると、排気浄化フィルタの温度が過剰に上昇してしまう場合がある。この上限堆積量は、ストイキ運転モードに切り替わったときにフィルタが過昇温に至らないような値に設定される。したがって、S 7 では、空燃比コントローラは、堆積量が上限堆積量より大きい場合には、フィルタが過昇温に至るおそれがあると判断し、運転モードの切り替えを禁止すべく、次ステップ S 8 に移ることなく、この処理を終了する。また、堆積量が上限堆積量以下である場合には、次ステップ S 8 に移る。

【 0 0 6 8 】

S 8 では、空燃比コントローラは、S 3 で算出した粒子状物質の堆積量に基づいて所定のマップ(図 10 参照)を検索することにより、ストイキ運転モードを継続して実行する時間に相当するストイキ継続時間を決定し、S 9 に移る。

図 10 は、ストイキ継続時間を決定するマップの一例を示す図である。より具体的には、図 10 は、粒子状物質の堆積量を引数としてストイキ継続時間を決定するマップである。

ストイキ運転モード中は、リーン運転モード中よりも多くの粒子状物質が排出される。したがって、排気浄化フィルタの堆積余裕を確保するため、ストイキ継続時間は、図 10 に示すように堆積量が大きくなるほど短くなるように決定される。

【 0 0 6 9 】

図 3 に戻って、S 9 では、空燃比コントローラは、運転モードをリーン運転モードからストイキ運転モードに切り替える。なお、空燃比コントローラは、この時点から S 8 で決定したストイキ継続時間が経過すると、運転モードをストイキ運転モードから再びリーン運転モードに切り替える。

【 0 0 7 0 】

本実施形態の排気浄化システム 2 によれば、以下の効果を奏する。

(A) 本実施形態によれば、空燃比をリーン側からストイキに制御しても、上流触媒と SCR 触媒との両方で NO_x を浄化できる。また、SCR 触媒の NO₂ ストレージ量が大きくなるほどストイキ雰囲気下での NO_x 浄化率を向上できるため、本実施形態では、NO₂ ストレージ量が大きくなるほどストイキ判定閾値を小さな値に設定し、空燃比が積極的にストイキに切り替わるようする。したがって本実施形態によれば、SCR 触媒における NO_x 浄化率が低下しないように、適切なタイミングで運転モードをリーン運転モードからストイキ運転モードに切り替えることができる。

(B) 本実施形態では、NO_x 相関パラメータの値がストイキ判定閾値以下であり、上流触媒における三元浄化反応を利用せずとも SCR 触媒における NO_x 還元反応のみで十分に NO_x を浄化できるような場合には、ストイキ運転モードに切り替えることなくリーン運転モードを維持する。これにより、必要以上に空燃比がストイキに変更されることで燃費が悪化するのを抑制できる。

(C) 本実施形態では、SCR 触媒温度がその活性温度より低い場合には、高い場合よりもストイキ判定閾値を小さな値に設定し、空燃比が積極的にストイキに切り替わるようにすることにより、適切なタイミングで上流触媒の三元浄化反応を進行させ、システム全体の NO_x 浄化性能を向上できる。

(D) 本実施形態では、粒子状物質の堆積量が大きくなるほどストイキ継続時間を短くすることにより、排気浄化フィルタの堆積余裕を確保でき、また排気浄化フィルタの過昇温を防止できる。

(E) 本実施形態によれば、堆積量が上限堆積量よりも大きい場合には、運転モードをストイキ運転モードにしないようにすることで、排気浄化フィルタが過昇温になるのを回避できる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

1 … エンジン(内燃機関)

2 … 排気浄化システム

10

20

30

40

50

3 ... 触媒浄化装置

3 1 ... 上流触媒コンバータ（上流触媒）

3 2 ... 排気浄化フィルタ（フィルタ）

3 3 ... 下流触媒コンバータ（選択還元触媒）

3 6 ... 排気温度センサ（温度取得手段）

3 7 ... NH₃ センサ

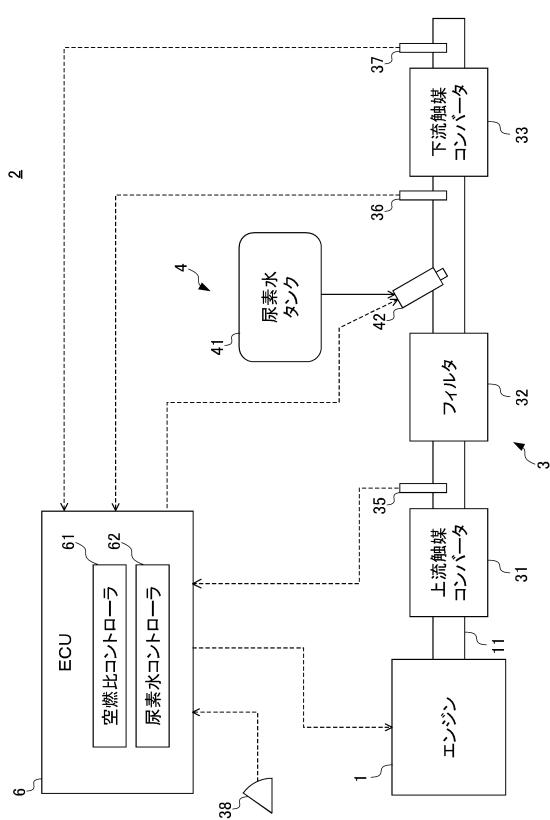
3 8 ... アクセル開度センサ（加速判定手段）

4 ... 尿素水供給装置（還元剤供給装置）

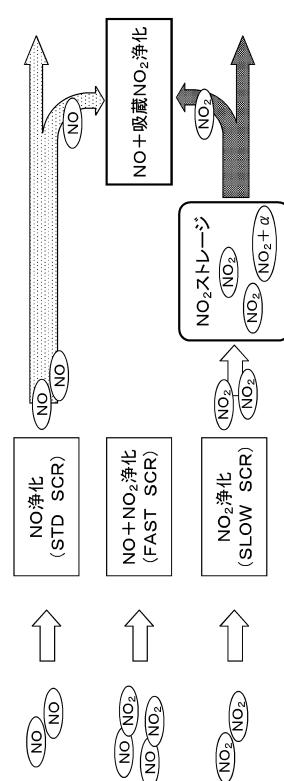
6 ... ECU

6 1 ... 空燃比コントローラ（NO_x相関値算出手段、空燃比制御手段、NO₂ストレージ量推定手段、閾値設定手段、温度取得手段）

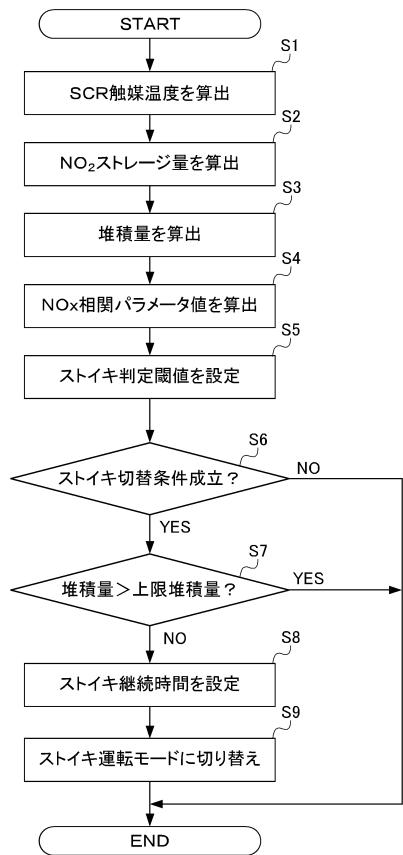
【図1】



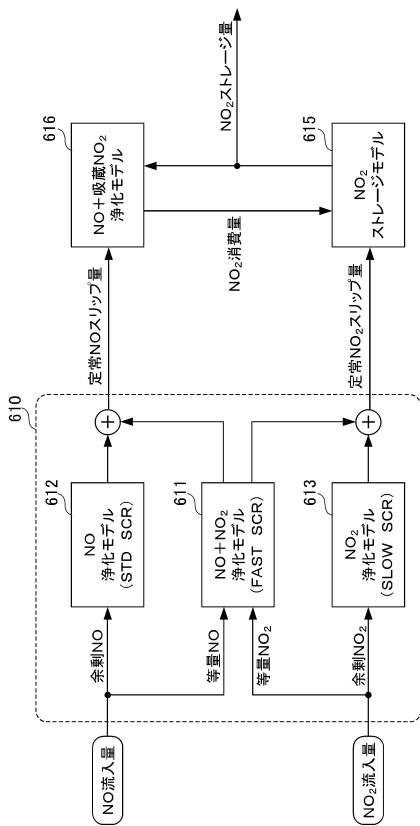
【図2】



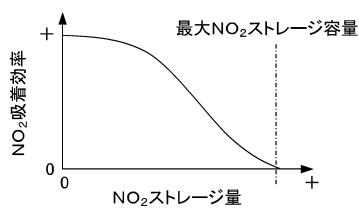
【図3】



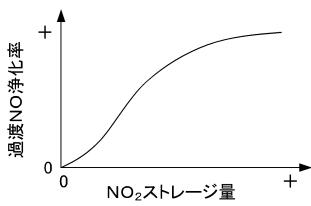
【図4】



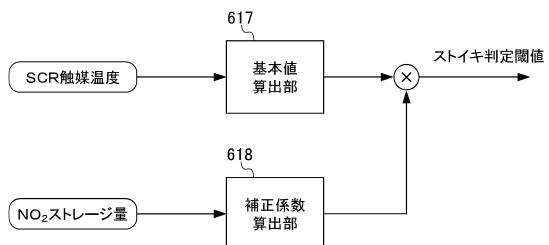
【図5】



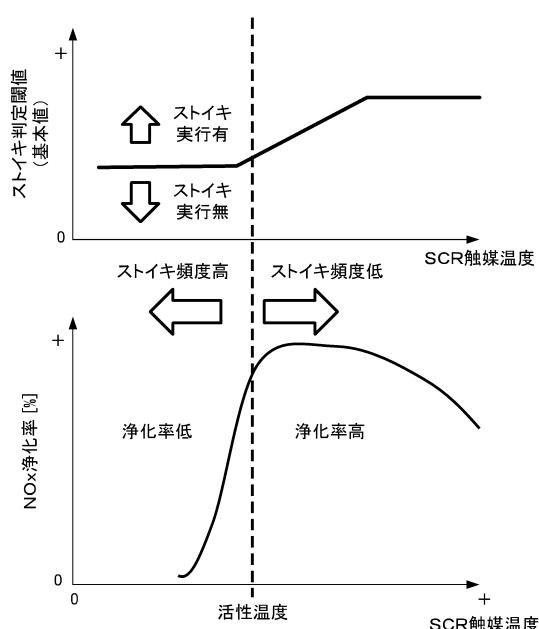
【図6】



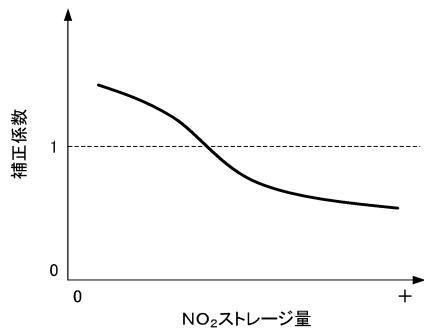
【図7】



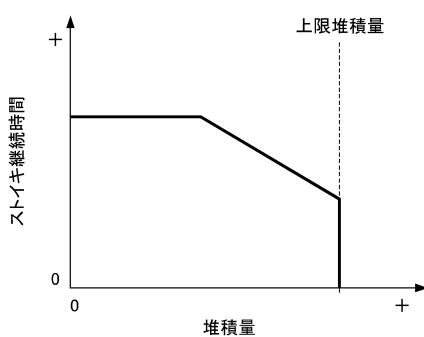
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

F 02D 41/04 305A
F 02D 41/04 355

(72)発明者 佐藤 尚宏

埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 迫田 昌史

埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 橋本 英史

埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本田技術研究所内

審査官 山田 由希子

(56)参考文献 特開2009-293585 (JP, A)

特開2001-123827 (JP, A)

特開2007-315328 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 01N 3/08 - 3/38

F 02D 41/00 - 41/40

F 02D 43/00 - 45/00