

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3775229号
(P3775229)

(45) 発行日 平成18年5月17日(2006.5.17)

(24) 登録日 平成18年3月3日(2006.3.3)

(51) Int. Cl.	F I	
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N 3/20	C
FO1N 3/08 (2006.01)	FO1N 3/08	A
FO1N 3/24 (2006.01)	FO1N 3/08	H
FO2D 41/04 (2006.01)	FO1N 3/24	B
FO2D 45/00 (2006.01)	FO1N 3/24	E

請求項の数 6 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2001-65313 (P2001-65313)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成13年3月8日(2001.3.8)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2002-266629 (P2002-266629A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成14年9月18日(2002.9.18)	(74) 代理人	100077517
審査請求日	平成15年4月17日(2003.4.17)		弁理士 石田 敬
		(74) 代理人	100092624
			弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100082898
			弁理士 西山 雅也
		(72) 発明者	加古 純一
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	田中 比呂志
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには NO_x を吸収し、流入する排気ガスの空燃比がリッチになると吸収した NO_x を排気ガス中に含まれる還元剤によって放出し還元する NO_x 吸収剤を機関排気通路内に配置し、該 NO_x 吸収剤下流の機関排気通路内に排気ガス中の NO_x 濃度を検出するセンサを配置した内燃機関の排気浄化装置であって、前記センサの出力を利用して NO_x 吸収剤に吸収しようと推定される最大 NO_x 吸収量の推定値と、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときに NO_x 吸収剤にて達成されると推定される NO_x 吸収剤への NO_x 吸収速度の推定値との少なくとも一方を算出し、斯くして算出された最大 NO_x 吸収量の推定値または NO_x 吸収速度の推定値が判定値よりも小さいときには NO_x 吸収剤が劣化したと判定するようにした内燃機関の排気浄化装置において、 NO_x 吸収剤下流に流出する NO_x の量と、 NO_x 吸収剤の最大 NO_x 吸収量と、 NO_x 吸収剤における NO_x 吸収速度との間に成り立つ関係式を予め求めておき、 NO_x 吸収剤下流に流出する NO_x の量を上記センサの出力に基づいて算出し、斯くして算出された NO_x の量を上記関係式に代入することにより最大 NO_x 吸収量の推定値と、 NO_x 吸収速度の推定値とを算出するようにした内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】

NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときに機関運転状態に基づいて算出される NO_x 吸収剤に吸収される NO_x の量を積算することにより NO_x 吸収剤に吸収されている NO_x の量を推定する NO_x 吸収量推定手段を具備し、該 NO_x 吸収量推定手

段により推定された NO_x 吸収量が許容値を超えたときに NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比をリーンからリッチに切替えるようにした請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】

上記 NO_x 吸収量推定手段が NO_x 吸収剤に吸収されている NO_x の量を推定するときに機関運転状態として最大 NO_x 吸収量と NO_x 吸収速度とを用いる請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項4】

流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには NO_x を吸収し、流入する排気ガスの空燃比がリッチになると吸収した NO_x を排気ガス中に含まれる還元剤によって放出し還元する NO_x 吸収剤を機関排気通路に配置し、該 NO_x 吸収剤下流の機関排気通路内に排気ガス中のアンモニア濃度を検出するセンサを配置し、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリーンからリッチにされたときに NO_x 吸収剤から NO_x を放出し還元するために使用されなかった余剰の還元剤がアンモニアの形で NO_x 吸収剤から流出し、上記センサにより NO_x 吸収剤から流出する排気ガス中のアンモニア濃度が判定値を超えたときに NO_x 吸収剤からの NO_x の放出・還元が完了したと判定するようにした内燃機関の排気浄化装置において、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには機関運転状態に基づいて算出される NO_x 吸収剤に吸収される NO_x の量を積算し、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリッチであるときには NO_x 吸収剤における NO_x の還元速度に基づいて算出される NO_x 吸収剤において還元される NO_x の量を減算することにより NO_x 吸収剤に吸収されている NO_x の量を推定する NO_x 吸収量推定手段を具備し、 NO_x 吸収剤からの NO_x の放出・還元が完了したと判定されたときに上記 NO_x 吸収量推定手段により推定される NO_x 吸収量が基準値からずれているときには上記 NO_x 吸収量推定手段にて使用される NO_x 還元速度を補正し、斯くして補正された NO_x 還元速度が判定値よりも遅いときには NO_x 吸収剤が劣化したと判定するようにした内燃機関の排気浄化装置。

【請求項5】

NO_x 吸収剤からの NO_x の放出・還元が完了したと判定されたときに NO_x 吸収量推定手段により推定される NO_x 吸収量が基準値よりも多いときには NO_x 吸収量推定手段にて使用される NO_x 還元速度を速くするように補正し、基準値よりも少ないときには該 NO_x 還元速度を遅くするように補正する請求項4に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項6】

上記 NO_x 吸収量推定手段が NO_x 吸収剤に吸収されている NO_x の量を推定するときに機関運転状態として NO_x 吸収剤の最大 NO_x 吸収量と NO_x 吸収剤への NO_x の吸収速度とを用いる請求項4に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

内燃機関の燃焼室から排出される排気ガス中の窒素酸化物(NO_x)を浄化するための NO_x 浄化触媒を機関排気通路内に配置した排気浄化装置が公知である。 NO_x 浄化触媒としては流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには NO_x を吸収し、流入する排気ガスの空燃比がリッチになると吸収した NO_x を排気ガス中に含まれる還元剤によって放出し還元する NO_x 吸収剤が知られている。このような NO_x 吸収剤においては吸収することができる NO_x の量、すなわち最大 NO_x 吸収量に限界がある。そして NO_x 吸収剤には吸収されている NO_x の量がこの最大 NO_x 吸収量を越えると NO_x 吸収剤はもはや NO_x を吸収することはできず、このため NO_x 吸収剤下流へと NO_x が流出してしまう。そこで NO_x 吸収剤に吸収されている NO_x の量が最大 NO_x 吸収量を越える前に NO

10

20

30

40

50

NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比をリーンからリッチに切換えて NO_x 吸収剤から NO_x を放出し還元する必要がある。しかしながら最大 NO_x 吸収量が非常に少なくなったときには還元剤として炭化水素（燃料）を頻りに NO_x 吸収剤に供給しなければならず、燃費が悪化する。この場合において燃費の悪化を防止するためには何らかの処置を NO_x 吸収剤に施さなければならないが、何らかの処置を施すべきか否かを判断するためには NO_x 吸収剤が劣化しているか否かを判定する必要がある。

【0003】

NO_x 吸収剤の劣化を判定するシステムとしては特開 2000 - 104536 号公報に開示されたシステムが公知である。当該公報によれば NO_x 吸蔵触媒下流に排気ガス中の NO_x 濃度を検出することができる NO_x センサを配置し、該 NO_x センサにより検出される NO_x 濃度が所定値に達したときに NO_x 吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比をリーンからリッチに切換えるようにしたシステムにおいて、排気ガスの空燃比をリーンからリッチに切換える処理を実行する間隔が短くなったことをもって NO_x 吸蔵触媒が劣化したと判定するようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで上述した特開 2000 - 104536 号公報によれば排気ガスの空燃比をリーンからリッチに切換える処理を実行する間隔に基づいて NO_x 吸蔵触媒の劣化の有無を判定しているがこの排気ガスの空燃比をリーンからリッチに切換える処理の実行間隔は例えば NO_x 吸蔵触媒に流入する NO_x の量が多くなればたとえ NO_x 吸蔵触媒が劣化していなくても短くなる。したがって当該公報のシステムでは NO_x 吸蔵触媒の劣化を正確に判定することはできない。こうした事情に鑑み本発明の目的は NO_x 吸収剤の劣化を正確に判定することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために 1 番目の発明では流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには NO_x を吸収し、流入する排気ガスの空燃比がリッチになると吸収した NO_x を排気ガス中に含まれる還元剤によって放出し還元する NO_x 吸収剤を機関排気通路内に配置し、該 NO_x 吸収剤下流の機関排気通路内に排気ガス中の NO_x 濃度を検出するセンサを配置した内燃機関の排気浄化装置であって、前記センサの出力を利用して NO_x 吸収剤に吸収しようと推定される最大 NO_x 吸収量の推定値と、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときに NO_x 吸収剤にて達成されると推定される NO_x 吸収剤への NO_x 吸収速度の推定値との少なくとも一方を算出し、斯くして算出された最大 NO_x 吸収量の推定値または NO_x 吸収速度の推定値が判定値よりも小さいときには NO_x 吸収剤が劣化したと判定するようにした内燃機関の排気浄化装置において、 NO_x 吸収剤下流に流出する NO_x の量と、 NO_x 吸収剤の最大 NO_x 吸収量と、 NO_x 吸収剤における NO_x 吸収速度との間に成り立つ関係式を予め求めておき、 NO_x 吸収剤下流に流出する NO_x の量を上記センサの出力に基づいて算出し、斯くして算出された NO_x の量を上記関係式に代入することにより最大 NO_x 吸収量の推定値と、 NO_x 吸収速度の推定値とを算出する。すなわち排気ガス中の NO_x 濃度を検出することができるセンサの出力を利用して算出される NO_x 吸収剤の最大 NO_x 吸収量または NO_x 吸収剤への NO_x 吸収速度に基づいて NO_x 吸収剤の劣化が判定される。

【0007】

2 番目の発明では 1 番目の発明において NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときに機関運転状態に基づいて算出される NO_x 吸収剤に吸収される NO_x の量を積算することにより NO_x 吸収剤に吸収されている NO_x の量を推定する NO_x 吸収量推定手段を具備し、該 NO_x 吸収量推定手段により推定された NO_x 吸収量が許容値を超えたときに NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比をリーンからリッチに切換える。

【0008】

3 番目の発明では 2 番目の発明において上記 NO_x 吸収量推定手段が NO_x 吸収剤に吸収

10

20

30

40

50

されている NO_x の量を推定するときに機関運転状態として最大 NO_x 吸収量と NO_x 吸収速度とを用いる。

上記課題を解決するために4番目の発明では流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには NO_x を吸収し、流入する排気ガスの空燃比がリッチになると吸収した NO_x を排気ガス中に含まれる還元剤によって放出し還元する NO_x 吸収剤を機関排気通路に配置し、該 NO_x 吸収剤下流の機関排気通路内に排気ガス中のアンモニア濃度を検出するセンサを配置し、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリーンからリッチにされたときに NO_x 吸収剤から NO_x を放出し還元するために使用されなかった余剰の還元剤がアンモニアの形で NO_x 吸収剤から流出し、上記センサにより NO_x 吸収剤から流出する排気ガス中のアンモニア濃度が判定値を超えたときに NO_x 吸収剤からの NO_x の放出・還元が完了したと判定するようにした内燃機関の排気浄化装置において、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには機関運転状態に基づいて算出される NO_x 吸収剤に吸収される NO_x の量を積算し、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリッチであるときには NO_x 吸収剤における NO_x の還元速度に基づいて算出される NO_x 吸収剤において還元される NO_x の量を減算することにより NO_x 吸収剤に吸収されている NO_x の量を推定する NO_x 吸収量推定手段を具備し、 NO_x 吸収剤からの NO_x の放出・還元が完了したと判定されたときに上記 NO_x 吸収量推定手段により推定される NO_x 吸収量が基準値からずれているときには上記 NO_x 吸収量推定手段にて使用される NO_x 還元速度を補正し、斯くして補正された NO_x 還元速度が判定値よりも遅いときには NO_x 吸収剤が劣化したと判定する。すなわちアンモニア濃度を検出するセンサの出力に基づいて NO_x 吸収剤における NO_x の放出・還元の完了を判定し、このときに NO_x 吸収量推定手段により推定される NO_x 吸収量に基づいて補正された NO_x 還元速度に基づいて NO_x 吸収剤の劣化が判定される。

【0009】

5番目の発明では4番目の発明において NO_x 吸収剤からの NO_x の放出・還元が完了したと判定されたときに NO_x 吸収量推定手段により推定される NO_x 吸収量が基準値よりも多いときには NO_x 吸収量推定手段にて使用される NO_x 還元速度を速くするように補正し、基準値よりも少ないときには該 NO_x 還元速度を遅くするように補正する。

【0010】

6番目の発明では4番目の発明において上記 NO_x 吸収量推定手段が NO_x 吸収剤に吸収されている NO_x の量を推定するときに機関運転状態として NO_x 吸収剤の最大 NO_x 吸収量と NO_x 吸収剤への NO_x の吸収速度とを用いる。

【0011】

【発明の実施の形態】

図1は本発明を筒内噴射式火花点火機関に適用した場合を示している。しかしながら本発明は圧縮着火式内燃機関に適用することもできる。図1を参照すると1は機関本体、2はシリンダブロック、3はシリンダブロック2内で往復動するピストン、4はシリンダブロック2上に固定されたシリンダヘッド、5はピストン3とシリンダヘッド4との間に形成された燃焼室、6は吸気弁、7は吸気ポート、8は排気弁、9は排気ポートを夫々示す。図1に示したようにシリンダヘッド4の内壁面の中央部には点火栓10が配置され、シリンダヘッド4内壁面周辺部には燃料噴射弁11が配置される。またピストン3の頂面上には燃料噴射弁11の下方から点火栓10の下方まで延びるキャピティ12が形成されている。

【0012】

各気筒の吸気ポート7は夫々対応する吸気枝管13を介してサージタンク14に連結され、サージタンク14は吸気ダクト15およびエアフロメータ16を介してエアクリーナ(図示せず)に連結される。吸気ダクト15内にはステップモータ17によって駆動されるスロットル弁18が配置される。一方、各気筒の排気ポート9は排気マニホルド19に連結され、この排気マニホルド19は酸化触媒または三元触媒20を内蔵した触媒コンバータ21および排気管22を介して NO_x 吸収剤23を内蔵したケーシング24に連結され

る。排気マニホールド19とサージタンク14とは再循環排気ガス(以下、EGRガスという)導管26を介して互いに連結され、このEGRガス導管26内にはEGRガス制御弁27が配置される。

【0013】

電子制御ユニット31はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス32を介して相互に接続されたRAM(ランダムアクセスメモリ)33、ROM(リードオンリメモリ)34、CPU(マイクロプロセッサ)35、入力ポート36および出力ポート37を具備する。エアフロメータ16は吸入空気量に比例した出力電圧を発生し、この出力電圧が対応するAD変換器38を介して入力ポート36に入力される。排気マニホールド19には空燃比を検出するための空燃比センサ28が取付けられ、この空燃比センサ28の出力信号が対応するAD変換器38を介して入力ポート36に入力される。またNO_x吸収剤23を内蔵したケーシング24の出口に接続された排気管25内には排気ガス中のNO_x濃度およびアンモニア濃度を共に検出可能なNO_xアンモニアセンサ29と、空燃比センサ30とが配置され、これらNO_xアンモニアセンサ29および空燃比センサ30の出力信号が対応するAD変換器38を介して入力ポート36に入力される。

10

【0014】

またアクセルペダル40にはアクセルペダル40の踏み込み量に比例した出力電圧を発生する負荷センサ41が接続され、負荷センサ41の出力電圧は対応するAD変換器38を介して入力ポート36に入力される。クランク角センサ42は例えばクランクシャフトが30度回転する毎に出力パルスを発生し、この出力パルスが入力ポート36に入力される。CPU35ではこのクランク角センサ42の出力パルスから機関回転数が計算される。一方、出力ポート37は対応する駆動回路39を介して点火栓10、燃料噴射弁11、ステップモータ17およびEGR制御弁27に接続される。

20

【0015】

次に図2を参照しつつ図1に示したNO_xアンモニアセンサ29のセンサ部の構造について簡単に説明する。図2を参照するとNO_xアンモニアセンサ29のセンサ部は互いに積層された6つの酸化ジルコニア等の酸素イオン伝導性固体電解質層からなり、これら6つの固体電解質層を以下、上から順に第1層L₁、第2層L₂、第3層L₃、第4層L₄、第5層L₅、第6層L₆と称する。

30

【0016】

図2を参照すると第1層L₁と第3層L₃との間に例えば多孔質のまたは細孔が形成されている第1の拡散律速部材50と第2の拡散律速部材51とが配置されており、これら拡散律速部材50、51間には第1室52が形成され、第2の拡散律速部材51と第2層L₂との間には第2室53が形成されている。また第3層L₃と第5層L₅との間には外気に連通している大気室54が形成されている。一方、第1の拡散律速部材50の外端面は排気ガスと接触している。したがって排気ガスは第1の拡散律速部材50を介して第1室52内に流入し、斯くして第1室52内は排気ガスで満たされている。

【0017】

一方、第1室52に面する第1層L₁の内周面上には陰極側第1ポンプ電極55が形成され、第1層L₁の外周面上には陽極側第1ポンプ電極56が形成されており、これら第1ポンプ電極55、56間には第1ポンプ電圧源57により電圧が印加される。第1ポンプ電極55、56間に電圧が印加されると第1室52内の排気ガス中に含まれる酸素が陰極側第1ポンプ電極55と接触して酸素イオンとなり、この酸素イオンは第1層L₁内を陽極側第1ポンプ電極56に向けて流れる。したがって第1室52内の排気ガス中に含まれる酸素は第1層L₁内を移動して外部に汲み出されることになり、このとき外部に汲み出される酸素量は第1ポンプ電圧源57の電圧が高くなるほど多くなる。

40

【0018】

一方、大気室54に面する第3層L₃の内周面上には基準電極58が形成されている。ところで酸素イオン伝導性固体電解質では固体電解質層の両側において酸素濃度に差があると酸素濃度の高い側から酸素濃度の低い側に向けて固体電解質層内を酸素イオンが移動す

50

る。図2に示した例では大気室54内の酸素濃度の方が第1室52内の酸素濃度よりも高いので大気室54内の酸素は基準電極58と接触することにより電荷を受け取って酸素イオンとなり、この酸素イオンは第3層 L_3 、第2層 L_2 および第1層 L_1 内を移動し、陰極側第1ポンプ電極55において電荷を放出する。その結果、基準電極58と陰極側第1ポンプ電極55との間に符号59で示した電圧 V_0 が発生する。この電圧 V_0 は大気室54内と第1室52内との酸素濃度差に比例する。

【0019】

図2に示した例ではこの電圧 V_0 が第1室52内の酸素濃度が1 p.p.m.のときに生ずる電圧に一致するように第1ポンプ電圧源57の電圧がフィードバック制御される。すなわち第1室52内の酸素は第1室52内の酸素濃度が1 p.p.m.となるように第1層 L_1 を通過して汲み出され、それによって第1室52内の酸素濃度が1 p.p.m.に維持される。

10

【0020】

なお陰極側第1ポンプ電極55は NO_x に対しては還元性の低い材料、例えば金Auと白金Ptとの合金から形成されており、したがって排気ガス中に含まれる NO_x は第1室52内ではほとんど還元されない。したがってこの NO_x は第2の拡散律速部材51を通過して第2室53内に流入する。

一方、第2室53に面する第1層 L_1 の内周面上には陰極側第2ポンプ電極60が形成されており、この陰極側第2ポンプ電極60と陽極側第1ポンプ電極56との間には第2ポンプ電圧源61により電圧が印加される。これらポンプ電極60、56間に電圧が印加されると第2室53内の排気ガス中に含まれる酸素が陰極側第2ポンプ電極60と接触して酸素イオンとなり、この酸素イオンは第1層 L_1 内を陽極側第1ポンプ電極56に向けて流れる。したがって第2室53内の排気ガス中に含まれる酸素は第1層 L_1 内を移動して外部に汲み出されることになり、このとき外部に汲み出される酸素量は第2ポンプ電圧源61の電圧が高くなるほど多くなる。

20

【0021】

一方、前述したように酸素イオン伝導性固体電解質では固体電解質層の両側において酸素濃度に差があると酸素濃度の高い側から酸素濃度の低い側に向けて固体電解質層内を酸素イオンが移動する。図2に示した例では大気室54内の酸素濃度の方が第2室53内の酸素濃度よりも高いので大気室54内の酸素は基準電極58と接触することにより電荷を受け取って酸素イオンとなり、この酸素イオンは第3層 L_3 、第2層 L_2 および第1層 L_1 内を移動し、陰極側第2ポンプ電極60において電荷を放出する。その結果、基準電極58と陰極側第2ポンプ電極60との間に符号62で示した電圧 V_1 が発生する。この電圧 V_1 は大気室54内と第2室53内との酸素濃度差に比例する。

30

【0022】

図2に示した例ではこの電圧 V_1 が第2室53内の酸素濃度が0.01 p.p.m.のときに生ずる電圧に一致するように第2ポンプ電圧源61の電圧がフィードバック制御される。すなわち第2室53内の酸素は第2室53内の酸素濃度が0.01 p.p.m.となるように第1層 L_1 を通過して汲み出され、それによって第2室53内の酸素濃度が0.01 p.p.m.に維持される。

【0023】

なお陰極側第2ポンプ電極60も NO_x に対しては還元性の低い材料、例えば金Auと白金Ptとの合金から形成されており、したがって排気ガス中に含まれる NO_x は陰極側第2ポンプ電極60と接触してもほとんど還元されない。

40

一方、第2室53に面する第3層 L_3 の内周面上には NO_x 検出用の陰極側ポンプ電極63が形成されている。この陰極側ポンプ電極63は NO_x に対して強い還元性を有する材料、例えばロジウムRhや白金Ptから形成されている。したがって第2室53内の NO_x 、実際には大部分を占めるNOが陰極側ポンプ電極63上において N_2 と O_2 とに分解される。図2に示したようにこの陰極側ポンプ電極63と基準電極58との間には一定電圧64が印加されており、したがって陰極側ポンプ電極63上において分解生成された O_2 は酸素イオンとなって第3層 L_3 内を基準電極58に向けて移動する。このとき陰極側

50

ポンプ電極 63 と基準電極 58 との間にはこの酸素イオン量に比例した符号 65 で示した電流 I_1 が流れる。

【0024】

前述したように第 1 室 52 内では NO_x はほとんど還元されず、また第 2 室 53 内には酸素はほとんど存在しない。したがって電流 I_1 は排気ガス中に含まれる NO_x 濃度に比例することになり、斯くして電流 I_1 から排気ガス中の NO_x 濃度を検出できることになる。

一方、排気ガス中に含まれるアンモニア NH_3 は第 1 室 52 内において NO と H_2O とに分解され ($4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$)、この分解された NO は第 2 の拡散律速部材 51 を通って第 2 室 53 内に流入する。この NO は陰極側ポンプ電極 63 上において N_2 と O_2 とに分解され、分解生成された O_2 は酸素イオンとなって第 3 層 L_3 内を基準電極 58 に向けて移動する。このときにも電流 I_1 は排気ガス中に含まれる NH_3 濃度に比例し、斯くして電流 I_1 から排気ガス中の NH_3 濃度を検出できることになる。

【0025】

図 3 は電流 I_1 と排気ガス中の NO_x 濃度および NH_3 濃度との関係を示している。図 3 から電流 I_1 は排気ガス中の NO_x 濃度および NH_3 濃度に比例していることがわかる。一方、排気ガス中の酸素濃度が高いほど、すなわち空燃比がリーンであるほど第 1 室 52 から外部に汲み出される酸素量が多くなり、符号 66 で示した電流 I_2 が増大する。したがってこの電流 I_2 から排気ガスの空燃比を検出することができる。

【0026】

なお第 5 層 L_5 と第 6 層 L_6 との間には NO_x アンモニアセンサ 29 のセンサ部を加熱するための電気ヒータ 67 が配置されており、この電気ヒータ 67 によって NO_x アンモニアセンサ 29 のセンサ部は 700 から 800 に加熱される。

図 4 は NO_x 吸収剤 23 下流の排気管 25 内に配置された空燃比センサ 30 の出力電圧 E (V)、すなわち一般的な表現を用いると空燃比検出手段の出力信号レベルを示している。図 4 からわかるように空燃比センサ 30 は排気ガスの空燃比がリッチのときには 0.9 (V) 程度の出力電圧を発生し、排気ガスの空燃比がリーンのときには 0.1 (V) 程度の出力電圧を発生する。すなわち図 4 に示した例ではリッチであることを示す出力信号レベルは 0.9 (V) であり、リーンであることを示す出力信号レベルは 0.1 (V) である。

【0027】

一方、前述したように NO_x アンモニアセンサ 29 の電流 I_2 から排気ガスの空燃比を検出することができ、したがって空燃比検出手段として NO_x アンモニアセンサ 29 を用いることもできる。この場合には空燃比センサ 30 を設ける必要がない。

次に図 5 (A) を参照しつつ図 1 に示した内燃機関の燃料噴射制御について説明する。なお図 5 (A) において縦軸は機関負荷 Q/N (吸入空気量 Q / 機関回転数 N) を表しており、横軸は機関回転数 N を表している。

【0028】

図 5 (A) において実線 X_1 よりも低負荷側の運転領域では成層燃焼が行われる。すなわちこのときには図 1 に示したように圧縮行程末期に燃料噴射弁 11 からキャピティ 12 内に向けて燃料 F が噴射される。この燃料はキャピティ 12 の内周面により案内されて点火栓 10 周りに混合気を形成し、この混合気が点火栓 10 によって着火燃焼せしめられる。このとき燃焼室 5 内における平均空燃比はリーンとなっている。

【0029】

一方、図 5 (A) において実線 X_1 よりも高負荷側の領域では吸気行程中に燃料噴射弁 11 から燃料が噴射され、このときには均一混合気燃焼が行われる。なお実線 X_1 と鎖線 X_2 との間ではリーン空燃比のもとで均一混合気燃焼が行われ、鎖線 X_2 と鎖線 X_3 との間では理論空燃比のもとで均一混合気燃焼が行われ、鎖線 X_3 よりも高負荷側ではリッチ空燃比のもとで均一混合気燃焼が行われる。

【0030】

10

20

30

40

50

本発明では空燃比を理論空燃比とするのに必要な基本燃料噴射量 T A U が図 5 (B) に示したように機関負荷 Q / N および機関回転数 N の関数としてマップの形で予め R O M 3 4 内に記憶されており、基本的にはこの基本燃料噴射量 T A U に補正係数 K を乗算することによって (場合によっては後述するように修正係数 K_s をさらに乗算することによって) 最終的な燃料噴射量 T A U O (= $K \cdot T A U$) が算出される。この補正係数 K は図 5 (C) に示したように機関負荷 Q / N および機関回転数 N の関数としてマップの形で予め R O M 3 4 内に記憶されている。

【 0 0 3 1 】

この補正係数 K の値はリーン空燃比のもとで燃焼が行われる図 5 (A) の鎖線 X_2 よりも低負荷側の運転領域では 1 . 0 よりも小さく、リッチ空燃比のもとで燃焼が行われる図 5 (A) の鎖線 X_3 よりも高負荷側の運転領域では 1 . 0 よりも大きくなる。またこの補正係数 K は鎖線 X_2 と鎖線 X_3 との間の運転領域では 1 . 0 とされ、このとき空燃比は理論空燃比となるように空燃比センサ 2 8 の出力信号に基づいてフィードバック制御される。

10

【 0 0 3 2 】

機関排気通路内に配置された $N O_x$ 吸収剤 2 3 は例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウム K 、ナトリウム $N a$ 、リチウム $L i$ 、セシウム $C s$ のようなアルカリ金属、バリウム $B a$ 、カルシウム $C a$ のようなアルカリ土類、ランタン $L a$ 、イットリウム Y のような希土類から選ばれた少くとも一つと、白金 $P t$ のような貴金属とが担持されている。この場合、ケーシング 2 4 内に例えばコージライトからなるパティキュレートフィルタを配置し、このパティキュレートフィルタ上にアルミナを担体とする $N O_x$ 吸収剤 2 3 を担持させることもできる。

20

【 0 0 3 3 】

いずれの場合であっても機関吸気通路、燃焼室 5 および $N O_x$ 吸収剤 2 3 上流の排気通路内に供給された燃料 (炭化水素) の量に対する空気の量の比を $N O_x$ 吸収剤 2 3 への流入排気ガスの空燃比と称するとこの $N O_x$ 吸収剤 2 3 は流入排気ガスの空燃比がリーンのときには $N O_x$ を吸収し、流入排気ガスの空燃比が理論空燃比またはリッチになると吸収した $N O_x$ を放出する $N O_x$ の吸放出作用を行う。

【 0 0 3 4 】

この $N O_x$ 吸収剤 2 3 を機関排気通路内に配置すれば $N O_x$ 吸収剤 2 3 は実際に $N O_x$ の吸放出作用を行うがこの吸放出作用の詳細なメカニズムについては明らかでない部分もある。しかしながらこの吸放出作用は図 6 に示したようなメカニズムで行われているものと考えられる。次にこのメカニズムについて担体上に白金 $P t$ およびバリウム $B a$ を担持させた場合を例にとりて説明するが他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様なメカニズムとなる。

30

【 0 0 3 5 】

図 1 に示した内燃機関では使用頻度の高い大部分の運転状態において空燃比がリーンの状態で燃焼が行われる。このように空燃比がリーンの状態で燃焼が行われている場合には排気ガス中の酸素濃度は高く、このときには図 6 (A) に示したようにこれら酸素 O_2 が O_2^- または O^{2-} の形で白金 $P t$ の表面に付着する。一方、流入排気ガス中の $N O$ は白金 $P t$ の表面上で O_2^- または O^{2-} と反応し、 $N O_2$ となる ($2 N O + O_2 \rightarrow 2 N O_2$)。次いで生成された $N O_2$ の一部は白金 $P t$ 上で酸化されつつ吸収剤内に吸収されて酸化バリウム $B a O$ と結合しながら図 6 (A) に示したように硝酸イオン $N O_3^-$ の形で吸収剤内に拡散する。このようにして $N O_x$ が $N O_x$ 吸収剤 2 3 内に吸収される。流入排気ガス中の酸素濃度が高い限り白金 $P t$ の表面で $N O_2$ が生成され、吸収剤の $N O_x$ 吸収能力が飽和しない限り $N O_2$ が吸収剤内に吸収されて硝酸イオン $N O_3^-$ が生成される。

40

【 0 0 3 6 】

一方、流入排気ガスの空燃比がリッチにされると流入排気ガス中の酸素濃度が低下し、その結果、白金 $P t$ の表面での $N O_2$ の生成量が低下する。 $N O_2$ の生成量が低下すると反応が逆方向 ($N O_3^- \rightarrow N O_2$) に進み、斯くして吸収剤内の硝酸イオン $N O_3^-$ が $N O_2$ の形で吸収剤から放出される。このとき $N O_x$ 吸収剤 2 3 から放出された $N O_x$ は図 6 (B

50

)に示したように流入排気ガス中に含まれる多量の未燃HC、COと反応して還元せしめられる。このようにして白金Ptの表面上にNO₂が存在しなくなると吸収剤から次から次へとNO₂が放出される。したがって流入排気ガスの空燃比がリッチにされると短時間のうちにNO_x吸収剤23からNO_xが放出され、しかもこの放出されたNO_xが還元されるために大気中にNO_xが排出されることはない。

【0037】

なおこの場合、流入排気ガスの空燃比を理論空燃比にしてもNO_x吸収剤23からNO_xが放出される。しかしながら流入排気ガスの空燃比を理論空燃比にした場合にはNO_x吸収剤23からNO_xが徐々にしか放出されないためにNO_x吸収剤23に吸収されている全NO_xを放出させるには若干長い時間を要する。ところでNO_x吸収剤23のNO_x吸収能力には限界があり、したがってNO_x吸収剤23のNO_x吸収能力が飽和する前にNO_x吸収剤23からNO_xを放出させる必要がある。ところがNO_x吸収剤23はNO_x吸収能力が十分なうちは排気ガス中に含まれるほとんど全てのNO_xを吸収するがNO_x吸収能力の限界に近づくと一部のNO_xを吸収しえなくなり、斯くしてNO_x吸収剤23がNO_x吸収能力の限界に近づくとNO_x吸収剤23から下流へ流出するNO_x量が増大しはじめる。

【0038】

そこで本発明の第1実施例ではNO_x吸収剤23に吸収されているトータルのNO_x吸収量を推定し、このNO_x吸収量が最大NO_x吸収量に近づいたときにNO_x吸収剤23に流入する排気ガスの空燃比を一時的にリッチにしてNO_x吸収剤23からNO_xを放出させるようにしている。この場合、NO_x吸収剤23に流入する排気ガスの空燃比をリッチにする方法には種々の方法がある。例えば燃焼室5内における混合気の平均空燃比をリッチにすることにより排気ガスの空燃比をリッチにすることもできるし、膨張行程末期または排気行程中に追加の燃料を噴射することによって排気ガスの空燃比をリッチにすることもできるし、またはNO_x吸収剤23上流の排気通路内に追加の燃料を噴射することによって排気ガスの空燃比をリッチにすることもできる。本発明の実施例では1番目の方法、すなわちリッチ空燃比のもとで均一混合気燃焼を行わせることによって排気ガスの空燃比をリッチにするようにしている。

【0039】

ところで排気ガス中にはSO_xが含まれており、NO_x吸収剤23にはNO_xばかりでなくSO_xも吸収される。このNO_x吸収剤23へのSO_xの吸収メカニズムはNO_xの吸収メカニズムと同じであると考えられる。すなわちNO_xの吸収メカニズムを説明したときと同様に担体上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとって説明すると前述したように流入排気ガスの空燃比がリーンの際には酸素O₂がO₂⁻またはO²⁻の形で白金Ptの表面に付着しており、流入排気ガス中のSO₂は白金Ptの表面上でO₂⁻またはO²⁻と反応してSO₃となる。次いで生成されたSO₃の一部は白金Pt上でさらに酸化されつつ吸収剤内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら、硫酸イオンSO₄²⁻の形で吸収剤内に拡散し、安定した硫酸塩BaSO₄を生成する。

【0040】

しかしながらこの硫酸塩BaSO₄は安定していて分解しづらく、流入排気ガスの空燃比を単にリッチにただけでは硫酸塩BaSO₄は分解されずにそのまま残る。したがってNO_x吸収剤23内には時間が経過するにつれて硫酸塩BaSO₄が増大することになり、斯くして時間が経過するにつれてNO_x吸収剤23が吸収しうるNO_x量が低下することになる。すなわち時間が経過するにつれてNO_x吸収剤23が劣化することになる。

【0041】

ところがこの場合、NO_x吸収剤23の温度が一定温度、例えば600以上になるとNO_x吸収剤23内において硫酸塩BaSO₄が分解し、このときNO_x吸収剤23に流入する排気ガスの空燃比をリッチにするとNO_x吸収剤23からSO_xを放出させることができる。そこで本発明の実施例ではNO_x吸収剤23からSO_xを放出すべきときにNO_x吸収剤23の温度が高い場合にはNO_x吸収剤23に流入する排気ガスの空燃比をリッ

10

20

30

40

50

ちにして NO_x 吸収剤 23 から SO_x を放出させ、 SO_x を放出すべきときに NO_x 吸収剤 23 の温度が低い場合には NO_x 吸収剤 23 の温度を上昇させると共に NO_x 吸収剤 23 に流入する排気ガスの空燃比をリッチにするようにしている。

【0042】

次に NO_x 吸収剤 23 から NO_x を放出すべく NO_x 吸収剤 23 に流入する排気ガスの空燃比をリッチにしたときの還元剤の量と NO_x 吸収剤 23 から下流へ流出する排気ガス中のアンモニア NH_3 の濃度との関係について説明する。まず初めに還元剤の量について説明する。 NO_x 吸収剤 23 に流入する排気ガスの空燃比を理論空燃比にするのに必要な燃料量に対して過剰な燃料は NO_x の放出および還元のために使用されるのでこの過剰な燃料の量が NO_x の放出および還元で使用される還元剤の量に一致する。このことは NO_x 吸収剤 23 から NO_x を放出すべきときに燃焼室 5 内における混合気空燃比をリッチにした場合でも、膨張行程末期または排気行程中に追加の燃料を噴射した場合でも、 NO_x 吸収剤 23 上流の排気通路内に追加の燃料を噴射した場合でも当てはまる。

10

【0043】

次にアンモニアの濃度について説明する。空燃比がリーンするとき、すなわち酸化雰囲気するときにはアンモニア NH_3 はほとんど発生しない。ところが空燃比がリッチになると、すなわち還元雰囲気になると吸入空気中または排気ガス中の窒素 N_2 が酸化触媒または三元触媒 20 において炭化水素 HC により還元され、アンモニア NH_3 が生成される。しかしながら空燃比がリッチになると NO_x 吸収剤 23 から NO_x が放出され、生成されたアンモニア NH_3 はこの NO_x を還元するために使用されるので NO_x 吸収剤 23 から NO_x が放出されている間、正確には供給された還元剤が NO_x の放出および還元のために使用されている間は NO_x 吸収剤 23 から下流へアンモニア NH_3 は流出しない。これに対して NO_x 吸収剤 23 からの NO_x の放出が完了した後も空燃比がリッチにされていると、より正確に言うと NO_x 吸収剤 23 から NO_x を放出し還元するために使用されない余剰の還元剤が供給されるとアンモニア NH_3 はもはや NO_x の還元のために消費されることがなくなり、斯くしてこのときには NO_x 吸収剤 23 から下流へアンモニア NH_3 が流出することになる。

20

【0044】

このことは NO_x 吸収剤 23 の上流に酸化触媒または三元触媒 20 が設けられていない場合でも生ずる。すなわち NO_x 吸収剤 23 も還元機能を有する白金 Pt 等の触媒を具えているので空燃比がリッチになると NO_x 吸収剤 23 においてアンモニア NH_3 が生成される可能性がある。しかしながらたとえアンモニア NH_3 が生成されたとしてもこのアンモニア NH_3 は NO_x 吸収剤 23 から放出された NO_x を還元するために使用されるために NO_x 吸収剤 23 から下流へはアンモニア NH_3 が流出しない。ところが NO_x 吸収剤 23 から NO_x を放出し還元するために使用されない余剰の還元剤が供給されると前述したように NO_x 吸収剤 23 から下流へアンモニア NH_3 が流出することになる。

30

【0045】

このように NO_x 吸収剤 23 に流入する排気ガスの空燃比がリッチにされたときに NO_x 吸収剤 23 から NO_x を放出し還元するために使用されない余剰の還元剤が供給されるとこの余剰の還元剤はアンモニア NH_3 の形で NO_x 吸収剤 23 から下流へ流出し、このとき流出するアンモニア量は余剰の還元剤の量に比例する。したがってこのとき流出するアンモニア量から余剰の還元剤量がわかることになる。このアンモニア量はアンモニア濃度を検出可能な NO_x アンモニアセンサ 29 によって検出される。この場合、このアンモニア濃度の積算値は余剰の還元剤量を表していると考えられ、したがってアンモニア濃度の積算値は余剰の還元剤量を表わす代表値であると言える。またこのアンモニア濃度の最大値が余剰の還元剤量を表していると考えられることもでき、したがってアンモニア濃度の最大値は余剰の還元剤量を表わす代表値であると言える。

40

【0046】

次に図 7 を参照しつつ還元剤の供給制御の第 1 実施例について説明する。図 7 を参照すると NO_x は NO_x 吸収剤 23 に吸収されているトータルの NO_x 量（総 NO_x 吸収量）

50

を示しており、 I_1 は NO_x アンモニアセンサ 29 の検出電流を示している。なお図 7 において NO_x および NH_3 は排気ガス中の NO_x 濃度および NH_3 濃度の変化による NO_x アンモニアセンサ 29 の検出電流の変化を夫々示しており、これら検出電流の双方が NO_x アンモニアセンサ 29 の検出電流 I_1 に表われる。また E は空燃比センサ 30 の出力電圧を示しており、A / F は燃焼室 5 内における混合気の平均空燃比を示している。

【0047】

図 7 に示したように総 NO_x 吸収量 NO_x が増大して NO_x 吸収剤 23 の吸収能力限界に近づくと NO_x 吸収剤 23 から下流へと NO_x が流出しはじめるので NO_x アンモニアセンサ 29 の検出電流 I_1 が上昇しはじめる。図 7 に示した実施例では NO_x 吸収剤 23 の総 NO_x 吸収量を推定し、 NO_x 吸収剤 23 に流入する排気ガスの空燃比をリッチにした後に再びリッチにするまでのリッチ時間間隔をこの総 NO_x 吸収量の推定値に基づき制御する。すなわちこの第 1 実施例では NO_x 吸収剤 23 に吸収されているトータルの NO_x 量を推定するための総 NO_x 吸収量推定手段を具備しており、図 7 に示したように総 NO_x 吸収量推定手段により推定された総 NO_x 吸収量 NO_x が許容値 $\text{NO}_x \text{max}$ を越えたときに空燃比をリーンからリッチに一時的に切換えるようにしている。ここで $\text{NO}_x \text{max}$ は NO_x 吸収剤 23 に吸収しうる最大 NO_x 吸収量である。

【0048】

空燃比 A / F がリーンからリッチに切換えられてもリッチ空燃比の排気ガスが NO_x 吸収剤 23 に到達するには時間を要するので空燃比 A / F がリッチに切換えられた直後は NO_x 吸収剤 23 から下流へ流出する NO_x 量が増大し続ける。次いでリッチ空燃比の排気ガス中に含まれる還元剤による NO_x の還元作用が開始されるために NO_x 吸収剤 23 から下流へは NO_x が流出しなくなる。したがって空燃比がリーンからリッチに切換えられると NO_x アンモニアセンサ 29 の検出電流 I_1 は短時間上昇した後、零まで低下する。一方、空燃比がリーンからリッチに切換えられると NO_x 吸収剤 23 からの NO_x の放出作用が開始され、斯くして NO_x 吸収剤 23 に吸収されている NO_x 量 NO_x は徐々に減少する。

【0049】

次に第 1 実施例における総 NO_x 吸収量の算出方法について説明する。 NO_x 吸収剤 23 に流入する排気ガス（以下、流入排気ガスと称す。）の空燃比がリーンであるときに単位時間当たりに NO_x 吸収剤 23 に吸収される NO_x の量（以下、単位 NO_x 吸収量と称す。）は NO_x 吸収剤 23 に最大限に吸収しうる NO_x の量（以下、最大 NO_x 吸収量と称す。）と、 NO_x 吸収剤 23 へ NO_x が吸収される速度に関する係数（以下、 NO_x 吸収速度）と、流入排気ガス中の NO_x 濃度（以下、流入 NO_x 濃度と称す。）と、 NO_x 吸収剤 23 に現在吸収されているトータルの NO_x の量（総 NO_x 吸収量）とに基づいて算出可能である。

【0050】

そしてこれらパラメータ、すなわち単位 NO_x 吸収量と、最大 NO_x 吸収量と、 NO_x 吸収速度と、流入 NO_x 濃度と、総 NO_x 吸収量との間には或る一定の関係が成り立つ。そこで本実施例ではこれパラメータ間に成り立つ関係式を実験により予め求めておき、所定の時間間隔ごとに当該関係式に最大 NO_x 吸収量と、 NO_x 吸収速度と、流入 NO_x 濃度と、総 NO_x 吸収量とを代入して単位 NO_x 吸収量を算出し、斯くして算出された単位 NO_x 吸収量を積算することにより総 NO_x 吸収量を算出する。なお本実施例において実験により求められる関係式は図 8 (A) に示した式である。図示した関係式において A a b c は単位 NO_x 吸収量、 $\text{NO}_x \text{max}$ は最大 NO_x 吸収量、K a b は NO_x 吸収速度、C n o x は流入 NO_x 濃度、 NO_x は総 NO_x 吸収量である。

【0051】

ここで最大 NO_x 吸収量と NO_x 吸収速度との初期値としては実験により予め求めた値を用いる。これら最大 NO_x 吸収量および NO_x 吸収速度は NO_x 吸収剤 23 が劣化しない限りにおいては機関運転状態の変化とは関係なくほぼ一定である。しかしながら NO_x 吸収剤 23 の使用が開始されると NO_x 吸収剤 23 は SO_x の吸収や排気ガスの熱などによ

10

20

30

40

50

り徐々に劣化し、最大 NO_x 吸収量および NO_x 吸収速度は変化する。したがって本実施例では後述する方法によりこれら最大 NO_x 吸収量および NO_x 吸収速度を適宜修正する。一方、流入 NO_x 濃度は機関運転状態の変化に伴って変化し、総 NO_x 吸収量も時間の経過と共に変化するのでこれら流入 NO_x 濃度および総 NO_x 吸収量としては単位 NO_x 吸収量算出時にその都度算出した値を用いる。

【0052】

また流入 NO_x 濃度 C_{nox} は次のようにして算出される。すなわち NO_x 吸収剤23に単位時間あたりに流入する NO_x の量(以下、単位 NO_x 流入量と称す。)は機関回転数と機関負荷との関数となるので単位 NO_x 流入量 NA を図9に示したようにマップの形で機関回転数 N と機関負荷 Q/N との関数で予めROM34に記憶しておき、当該マップに基づいて算出される単位 NO_x 流入量 NA を単位時間当たりの吸気量にて除算することにより流入 NO_x 濃度を算出することができる。

10

【0053】

ところで上述したように最大 NO_x 吸収量は NO_x 吸収剤23の劣化に伴って徐々に少なくなり、 NO_x 吸収速度は徐々に遅くなる。この場合には最大 NO_x 吸収量および NO_x 吸収速度をそのまま用いて単位 NO_x 吸収量を算出しても正確な単位 NO_x 吸収量は算出されない。そこで本実施例では以下の方法により最大 NO_x 吸収量と NO_x 吸収速度とを適宜修正し、これにより正確な最大 NO_x 吸収量と NO_x 吸収速度とを獲得する。

【0054】

すなわち NO_x 吸収剤23下流には NO_x 吸収剤23から流出する排気ガス中の NO_x 濃度(以下、流出 NO_x 濃度と称す。)を検出する NO_x アンモニアセンサ29が配置されているのでこの NO_x アンモニアセンサ29の出力を用いれば単位時間あたりに NO_x 吸収剤23から流出する NO_x の量(以下、単位 NO_x 流出量と称す。) A_{outs} を算出することができる。ここで上述したように単位 NO_x 流入量 NA は図9のマップから算出可能であるので図8(B)に示した関係式に従って斯くして算出した単位 NO_x 流入量 NA から単位 NO_x 流出量 A_{outs} を差し引けば単位 NO_x 吸収量 A_{abs} が算出される。なお単位 NO_x 流出量 A_{out} は NO_x アンモニアセンサ29の出力電流 I_1 に所定の係数 K_1 を掛けて算出される。

20

【0055】

斯くして算出した単位 NO_x 吸収量(以下、実測値と称す。) A_{abs} と上記関係式に基づいて算出した単位 NO_x 吸収量(以下、理論値と称す。) A_{abc} とを比較したときに NO_x 吸収剤23が劣化していなければこれら実測値 A_{abs} と理論値 A_{abc} はほぼ等しくなる。しかしながら NO_x 吸収剤23が劣化しているときにはこれら実測値 A_{abs} と理論値 A_{abc} とは相当にずれている。したがってこの場合には今回、上記関係式を用いて理論値 A_{abc} を算出する以前に理論値 A_{abc} を算出したときに用いた単位 NO_x 吸収量、流入 NO_x 濃度、および総 NO_x 吸収量を記憶しておき、これらパラメータと、今回、上記関係式を用いて理論値 A_{abc} を算出したときに用いた流入 NO_x 濃度、総 NO_x 吸収量、および単位 NO_x 吸収量の実測値をそれぞれ上記関係式に代入して最大 NO_x 吸収量 $\text{NO}_x \text{max}$ と NO_x 吸収速度 K_{ab} とを改めて算出する。すなわち本実施例では最大 NO_x 吸収量 $\text{NO}_x \text{max}$ と NO_x 吸収速度 K_{ab} とは NO_x アンモニアセンサ29の出力により修正されることになる。これによれば NO_x 吸収剤23の最大 NO_x 吸収量と NO_x 吸収速度とを正確に把握することができる。

30

40

【0056】

ところで空燃比がリーンからリッチに切換えられると過剰な燃料、すなわち還元剤は NO_x を還元するために消費されるので NO_x 吸収剤23から下流へ流出する排気ガスの空燃比はほぼ理論空燃比となる。この場合、なぜそうなるのかという理由は明確ではないが NO_x 吸収剤23が劣化していないときには NO_x 吸収剤23から下流へ流出する排気ガスの空燃比はわずかばかりリーンとなり、 NO_x 吸収剤23が劣化すると NO_x 吸収剤23から下流へ流出する排気ガスの空燃比はわずかばかりリッチとなる傾向がある。しかしながらいずれの場合でも NO_x 吸収剤23からの NO_x の放出作用が完了する頃になるとN

50

NO_x 吸収剤 23 から下流へ流出する排気ガスの空燃比はリッチとなる。

【0057】

図7は空燃比がリーンからリッチに切換えられたときに NO_x 吸収剤 23 から下流へ流出する排気ガスの空燃比がわずかばかりリーンとなっている場合を示しており、 NO_x 吸収剤 23 からの NO_x の放出作用が完了する頃になると、すなわち総 NO_x 吸収量 NO_X が零に近づくとき空燃比センサ 30 の出力電圧 E がリッチであることを示す出力信号レベルに向けて変化し、すなわち上昇することがわかる。この出力信号レベル E の変化は応答性がよく、したがってこの出力信号レベル E の変化に基づいて空燃比をリッチからリーンに切換えれば NO_x 吸収剤 23 からの NO_x の放出作用が完了したときに空燃比をリッチからリーンに切換えることができる。

10

【0058】

そこで図7に示した実施例では空燃比センサ 30 の出力電圧 E に対して基準電圧 E_s を設定しておき、すなわち一般的な表現を用いると空燃比検出手段の出力信号レベル E に対して基準レベル E_s を設定しておき、出力信号レベル E が基準レベル E_s を越えたときに空燃比をリッチからリーンに切換えるようにしている。

【0059】

ところで空燃比センサ 30 の出力電圧 E は NO_x の放出作用の完了に対して応答性よく変化するが空燃比センサ 30 や NO_x 吸収剤 23 の性能のばらつき、或いは経時変化によって出力電圧 E は変化のしかたがいろいろと変わる。したがって基準レベル E_s を一定値に固定しておくとき NO_x の放出完了時に空燃比をリッチからリーンに切換えられなく場合が生じてくる。

20

【0060】

一方、空燃比がリーンからリッチに切換えられたときに NO_x 吸収剤 23 から NO_x を放出し還元するために使用されない余剰の還元剤が供給されたとするときこのときには NO_x 吸収剤 23 から下流へアンモニア NH_3 が流出するので図7に示したように NO_x アンモニアセンサ 29 の検出電流 I_1 が上昇する。この場合、図7においてハッチングで示される検出電流 I_1 の積算値 I および検出電流 I_1 の最大値 I_{\max} は余剰の還元剤量を表している。

【0061】

この NO_x アンモニアセンサ 29 の検出電流 I_1 は NO_x の放出完了に対して応答遅れがあるが余剰の還元剤量は検出電流 I_1 から正確に求まる。そこで本発明では NO_x アンモニアセンサ 29 の検出電流 I_1 の変化に基づいて、すなわちアンモニア濃度の変化に基づいて NO_x 吸収剤 23 からの NO_x の放出が完了したときに排気ガスの空燃比がリッチからリーンに切換えられるように基準レベル E_s を変化させるようにしている。

30

【0062】

具体的に言うと検出電流 I_1 の積算値 I 、或いは検出電流 I_1 の最大値 I_{\max} に対して小さな値の目標値を予め設定しておき、 I または I_{\max} が目標値よりも大きくなったとき、すなわち余剰の還元剤量が多いときにはリッチからリーンへの空燃比の切換時期を早めて余剰の還元剤量が少なくなるように基準レベル E_s を低下させ、すなわち基準レベル E_s をリーンであることを示す出力信号レベル側へ変化させ、 I または I_{\max} が目標値よりも小さくなったとき、すなわち余剰の還元剤量が零または零に近いときにはリッチからリーンへの空燃比の切換時期を遅らせて余剰の還元剤量が多くなるように基準レベル E_s を上昇させ、すなわち基準レベル E_s をリッチであることを示す出力信号レベル側へ変化させるようにしている。

40

【0063】

ところで NO_x 吸収剤 23 に流入する排気ガスの空燃比がリーンからリッチに切換えられたときには NO_x 吸収剤 23 に吸収されている NO_x が排気ガス中の還元剤（すなわち炭化水素）によって放出・還元される。したがって総 NO_x 吸収量 NO_X を徐々に減少すべきである。そこで次に本実施例において NO_x 吸収剤 23 に流入する排気ガスの空燃比がリッチであるときの総 NO_x 吸収量 NO_X の算出方法について説明する。

50

【0064】

NO_x 吸収剤 23 に流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときに単位時間あたりに NO_x 吸収剤 23 から放出・還元される NO_x の量（以下、単位 NO_x 還元量と称す。）は NO_x 吸収剤 23 から NO_x が放出・還元される速度に関する係数（以下、NO_x 還元速度と称す。）と、流入排気ガス中の還元剤濃度（以下、流入還元剤濃度と称す。）と、NO_x 吸収剤 23 に現在吸収されているトータルの NO_x の量（総 NO_x 吸収量）とに基づいて算出可能である。

【0065】

そしてこれらパラメータ、すなわち単位 NO_x 還元量と、NO_x 還元速度と、流入還元剤濃度と、総 NO_x 吸収量との間には或る一定の関係が成り立つ。そこで本実施例ではこれらパラメータ間に成り立つ関係式を実験式により予め求めておき、所定の時間間隔ごとに当該関係式に NO_x 還元速度と、流入還元剤濃度と、総 NO_x 吸収量とを代入して単位 NO_x 還元量を算出し、斯くして算出された単位 NO_x 還元量をその時の総 NO_x 吸収量から減算することにより総 NO_x 吸収量を算出する。なお本実施例において実験により求められる関係式は図 8 (D) に示した式である。図示した関係式において A r e は単位 NO_x 還元量、K r e は NO_x 還元速度、C h c は流入還元剤濃度、N O X は総 NO_x 吸収量である。

【0066】

ここで NO_x 還元速度の初期値としては実験により予め求めた値を用いる。この NO_x 還元速度は NO_x 吸収剤 23 が劣化しない限りにおいては機関運転状態の変化とは関係なくほぼ一定である。しかしながら NO_x 吸収剤 23 の使用が開始されると NO_x 吸収剤 23 は SO_x の吸収や排気ガスの熱などにより徐々に劣化し、NO_x 還元速度は変化する。したがって本実施例では後述する方法によりこの NO_x 還元速度を適宜修正する。一方、流入還元剤濃度は機関運転状態、具体的には燃焼室 5 内に導入せしめられる空気量と燃料噴射弁 10 から噴射される燃料の量との変化に伴って変化し、総 NO_x 吸収量も時間の経過と共に変化する。そこでこれら流入還元剤濃度および総 NO_x 吸収量としては単位 NO_x 還元量算出時にその都度算出した値を用いる。

【0067】

ところで上述したように NO_x 還元速度 K r e は NO_x 吸収剤 23 の劣化に伴って徐々に遅くなる。この場合には NO_x 還元速度 K r e をそのまま用いて単位 NO_x 還元量 A r e を算出しても正確な単位 NO_x 還元量は算出されない。そこで本実施例では以下の方法により NO_x 還元速度 K r e を適宜修正し、これにより正確な NO_x 還元速度を獲得する。

【0068】

すなわち NO_x 吸収剤 23 下流には NO_x 吸収剤 23 から流出する排気ガス中のアンモニア濃度（以下、流出アンモニア濃度と称す。）を検出する NO_x アンモニアセンサ 29 が配置されているのでこの NO_x アンモニアセンサ 29 の出力を用いれば NO_x 吸収剤 23 における NO_x の放出・還元が完了したことを知ることができる。ここで流入排気ガスの空燃比がリッチである間に総 NO_x 吸収量を算出するために用いられる NO_x 還元速度が真の値であれば NO_x アンモニアセンサ 29 が NO_x 吸収剤 23 における NO_x の放出・還元が完了したことを検出する前においては総 NO_x 吸収量は零とはならず、少なくとも或る一定の値よりも多く、一方、NO_x アンモニアセンサ 29 が NO_x 吸収剤 23 における NO_x の放出・還元が完了したことを検出したときにおいては総 NO_x 吸収量は零となるか、或いは少なくとも或る一定の値よりも少なくなるはずである。

【0069】

言い換えれば NO_x アンモニアセンサ 29 が NO_x 吸収剤における NO_x 放出・還元が完了したことを検出する前において総 NO_x 吸収量が零となるか、或いは或る一定の値よりも少なくなったときには総 NO_x 吸収量を算出するために用いた NO_x 還元速度が速すぎたと判断することができるので本実施例ではこの場合には現在使用している NO_x 還元速度を所定値だけ遅くする。ここでの所定値は一定値でもよいし、或いは総 NO_x 吸収量が零となったとき、或いは或る一定の値よりも少なくなったときから NO_x アンモニアセン

10

20

30

40

50

サ 2 9 により NO_x 吸収剤 2 3 における NO_x の放出・還元が完了したことが検出されるまでの時間に基づいて当該時間が長いほど大きくなる値でもよい。

【 0 0 7 0 】

一方、 NO_x アンモニアセンサ 2 9 が NO_x 吸収剤 2 3 における NO_x の放出・還元が完了したことを検出したときに総 NO_x 吸収量が零となっていないか、或いは依然として或る一定の値よりも多いときには総 NO_x 吸収量を算出するために用いた NO_x 還元速度が遅すぎたと判断することができるので本実施例ではこの場合には現在使用している NO_x 還元速度を所定値だけ速くする。ここでの所定値は一定値でもよいし、或いは NO_x アンモニアセンサ 2 9 により NO_x 吸収剤 2 3 における NO_x の放出・還元が完了したことが検出されたときにおける総 NO_x 吸収量に基づいて当該総 NO_x 吸収量が多いほど大きくなる値でもよい。このように本実施例では NO_x 還元速度は NO_x アンモニアセンサ 2 9 の出力により修正されることになる。これによれば NO_x 還元速度を正確に把握することができる。

10

【 0 0 7 1 】

ところで上述したように本実施例では上記関係式にて使用される最大 NO_x 吸収量、 NO_x 吸収速度、および NO_x 還元速度は NO_x 吸収剤 2 3 の劣化割合に応じて修正せしめられる。言い換えればこれら最大 NO_x 吸収量、 NO_x 吸収速度、および NO_x 還元速度から NO_x 吸収剤 2 3 の劣化割合を知ることができる。すなわち修正せしめられた最大 NO_x 吸収量が NO_x 吸収剤 2 3 の劣化が許容範囲内にあるならば達成されたであろう量よりも少ないとき、或いは修正せしめられた NO_x 吸収速度または NO_x 還元速度が同様に NO_x 吸収剤 2 3 の劣化割合が許容範囲内にあるならば達成されたであろう速度よりも遅いときには本実施例では NO_x 吸収剤 2 3 が劣化したと診断する。これによれば NO_x 吸収剤 2 3 の劣化を正確に診断することができる。

20

【 0 0 7 2 】

図 1 0 は第 1 実施例を実行するためのルーチンを示している。図 1 0 を参照するとまず最初にステップ 1 0 0 において図 5 (B) に示したマップから基本燃料噴射量 T A U が算出される。次いでステップ 1 0 1 では NO_x 吸収剤 2 3 から NO_x を放出すべきことを示す NO_x 放出フラグがセットされているか否かが判別される。 NO_x 放出フラグがセットされていないときにはステップ 1 0 2 に進んで後述する図 1 1 および図 1 2 のルーチンにより算出される総 NO_x 吸収量 NO_X が最大 NO_x 吸収量 $\text{NO}_X \text{max}$ よりも値だけ少ない値を越えたか否かが判別される。 $\text{NO}_X > \text{NO}_X \text{max}$ のとき、すなわち NO_x 吸収剤 2 3 の NO_x 吸収能力に未だ余裕があるときにはステップ 1 0 4 にジャンプする。ステップ 1 0 4 では図 5 (C) に示したマップから補正係数 K が算出される。次いでステップ 1 0 5 では基本燃料噴射量 T A U に補正係数 K を乗算することによって最終的な燃料噴射量 T A U O (= K · T A U) が算出され、この噴射量 T A U O でもって燃料噴射が行われる。次いでステップ 1 0 6 では NO_x 吸収剤 2 3 からの SO_x を放出するための SO_x 放出処理を行うべきか否かが判断される。 SO_x 放出処理を行う必要のないときには処理サイクルを完了する。

30

【 0 0 7 3 】

一方、ステップ 1 0 2 において $\text{NO}_X > \text{NO}_X \text{max}$ になったと判断されたときにはステップ 1 0 3 に進んで NO_x 放出フラグがセットされ、次いでステップ 1 0 3 a に進んで NH_3 検出フラグがセットされる。次いでステップ 1 0 4 に進む。

40

NO_x 放出フラグがセットされると次の処理サイクルではステップ 1 0 1 からステップ 1 0 8 に進んでリッチ補正係数 K_R が算出される。次いでステップ 1 0 9 では基本燃料噴射量 T A U にリッチ補正係数 K_R とリッチ修正係数 K_S とを乗算することによって最終的な燃料噴射量 T A U O (= $K_R \cdot T A U \cdot K_S$) が算出され、この噴射量 T A U O でもって燃料噴射が行われる。なおリッチ修正係数 K_S は図 1 1 および図 1 2 のルーチンにおいて NO_x 還元速度を修正するのに伴って算出される係数である。ステップ 1 0 9 によればリーン空燃比のもとでの成層燃焼またはリーン空燃比のもとでの均一混合気燃焼からリッチ空燃比のもとでの均一混合気燃焼に切換えられ、それによって NO_x 吸収剤 2 3 からの N

50

O_x の放出作用が開始される。

【0074】

次いでステップ110では空燃比センサ30の出力電圧Eが基準電圧 E_s を越えたか否かが判別される。E = E_s のときにはステップ106に進む。これに対して $E > E_s$ になるとステップ111に進んで NO_x 放出フラグがリセットされる。 NO_x 放出フラグがリセットされると空燃比がリッチからリーンに切換えられる。一方、ステップ106において SO_x 放出処理を行うべきであると判断されるとステップ107に進んで NO_x 吸収剤23から SO_x を放出させる処理が行われる。すなわち NO_x 吸収剤23の温度をほぼ600以上に維持しつつ空燃比がリッチとされる。

【0075】

図11および図12は本実施例の総 NO_x 吸収量 NOX を算出するためのルーチンを示している。図11において初めにステップ200において NO_x 吸収剤23に流入する排気ガスの空燃比がリーンであるか否かが判別される。ステップ200において流入排気ガスの空燃比がリーンであると判別されるとステップ201において機関回転数Nと機関負荷Lと吸入空気量Qとが算出され、次いでステップ202において図9に示したマップから機関回転数Nと機関負荷Lとに基づいて NO_x 吸収剤23に流入する NO_x の量NAが算出される。次いでステップ203において NO_x 吸収剤23に流入する排気ガス中の NO_x 濃度Cnoxが算出され、次いでステップ204において図8(A)に示した関係式から単位時間当たり NO_x 吸収剤23に吸収される NO_x の量(単位 NO_x 吸収量)の理論値Aabcが算出される。次いでステップ205において図8(B)および図8(C) 20

【0076】

次いでステップ207において理論値Aabcと実測値Aabsとの間のずれが所定値の範囲にあるか否かが判別される。ステップ207において $Aabs - \Delta < Aabc < Aabs + \Delta$ であると判別されたときには図8(A)に示した関係式にて用いられた最大 NO_x 吸収量 NOX_{max} および NO_x 吸収速度Kabの値が真の値であると判断し、ステップ208において単位 NO_x 吸収量Aabとしてその理論値Aabcを採用し、ステップ209においてこの単位 NO_x 吸収量Aabが現在の総 NO_x 吸収量 NOX に加算され、新たな総 NO_x 吸収量 NOX が算出され、次いでステップ209aにおいて今回のルーチン実行時における最大 NO_x 吸収量 NOX_{max} と、流入排気ガス中の NO_x 濃度Cnox と、単位 NO_x 吸収量Aabとが保存される。 30

【0077】

一方、ステップ207において $Aabs - \Delta > Aabc$ または $Aabc > Aabs + \Delta$ であると判別されたときには図8(A)に示した関係式にて用いられた最大 NO_x 吸収量 NOX_{max} または NO_x 吸収速度Kabの値が真の値ではないと判断し、ステップ211において単位 NO_x 吸収量Aabとしてその実測値Aabsを採用し、次いでステップ212において今回のルーチン以前にステップ209aにおいて保存された単位 NO_x 吸収量Aabと、流入排気ガス中の NO_x 濃度Cnox と、総 NO_x 吸収量 NOX とを図8(A)に示した関係式に代入して1つの方程式を獲得し、さらに今回のルーチン実行時における単位 NO_x 吸収量Aabと、流入排気ガス中の NO_x 濃度Cnox と、総 NO_x 吸収量 NOX とを同様に図8(A)に示した関係式に代入して別の1つの方程式を獲得し、これら2つの方程式から求められる2つの値 NOX_{max} , Kabをそれぞれ新たな最大 NO_x 吸収量および NO_x 吸収速度とすることでこれらパラメータを修正し、ステップ209に進む。 40

【0078】

ところでステップ200において流入排気ガスの空燃比がリッチであると判別されると図12のステップ213において機関回転数Nと機関負荷Lと吸入空気量Qとが算出され、次いでステップ214において機関回転数Nと機関負荷Lと吸入空気量Qとに基づいて NO_x 吸収剤23に流入する排気ガス中の還元剤、すなわち炭化水素の濃度Chcが算出される。すなわち燃料噴射弁10から噴射される燃料の量は機関回転数Nと機関負荷Lとに 50

基づいて決定され、斯くして決定される燃料噴射量のうち燃焼室 5 内にて燃焼しない燃料量を吸入空気量 Q で割れば流入排気ガス中の還元剤濃度が算出されるので結局のところ機関回転数 N と、機関負荷 L と、吸入空気量 Q とに基づいて流入排気ガス中の還元剤濃度 C_{hc} を算出することができる。

【0079】

次いでステップ 215 において図 8 (D) に示した関係式から単位 NO_x 還元量 A_{re} が算出され、次いでステップ 216 において現在の総 NO_x 吸収量 NOX から単位 NO_x 還元量 A_{re} が差し引かれて新たに総 NO_x 吸収量 NOX が算出され、ステップ 217 に進む。

ステップ 217 では NO_x アンモニアセンサ 29 の出力電流 I_1 が基準値 I_t を越えたか否かが判別される。ステップ 217 において $I_1 > I_t$ であるときにはステップ 218 に進んで NO_x 放出フラグがリセットされる。ここで図 10 のステップ 111 において NO_x 放出フラグがリセットされていなければステップ 218 において NO_x 放出フラグがリセットされることにより NO_x 吸収剤 23 に流入する排気ガスの空燃比がリッチからリーンとされ、したがって NO_x 吸収剤 23 からの NO_x の放出・還元が図 10 のフローチャートによるのではなく強制的に終了せしめられる。

【0080】

次いでステップ 219 において総 NO_x 吸収量 NOX が判定値 A よりも多いか否かが判別される。ステップ 219 において $NOX > A$ であれば図 8 (D) の関係式にて用いられた NO_x 還元速度 K_{re} の値が真の値であると判断し、現在使用している NO_x 還元速度を修正することなくそのままルーチンを終了する。一方、ステップ 219 において $NOX < A$ であると判別されたときにはステップ 220 に進んで図 8 (D) の関係式にて用いられる NO_x 還元速度 K_{re} が所定の値だけ速くせしめられ、次いでステップ 221 において流入排気ガスの空燃比をリッチとするとときに図 10 のステップ 109 において使用されるリッチ修正係数 K_s がリッチ度合が大きくなるように修正される。

【0081】

一方、ステップ 217 において $I_1 < I_t$ であると判別されたときにはステップ 222 において総 NO_x 吸収量 NOX が判定値 A よりも少ないか否かが判別される。ステップ 222 において $NOX > A$ であると判別されたときには図 8 (D) の関係式にて用いられた NO_x 還元速度 K_{re} の値が真の値であると判断し、現在使用している NO_x 還元速度を修正することなくそのままルーチンを終了する。一方、ステップ 222 において $NOX < A$ であると判別されたときにはステップ 223 に進んで図 8 (D) の関係式にて用いられる NO_x 還元速度 K_{re} が所定の値だけ遅くせしめられ、次いでステップ 224 において流入排気ガスの空燃比をリッチとするとときに図 10 のステップ 109 において使用されるリッチ修正係数 K_s がリッチ度合が小さくなるように修正される。

【0082】

図 13 は目標レベル E_s を算出するためのルーチンを示している。図 13 を参照するとまず初めにステップ 300 において NH_3 検出フラグがセットされているか否かが判別される。この NH_3 検出フラグは図 10 のステップ 102 において $NOX > NOX_{max}$ となったときにセットされる。 NH_3 検出フラグがセットされているときにはステップ 301 に進んで NH_3 検出フラグがセットされてからの経過時間 t が一定時間 t_1 を越えたか否かが判別される。この一定時間 t_1 は空燃比がリーンからリッチにされた後に NO_x アンモニアセンサ 29 の検出電流 I_1 が零まで低下し終わるまでの時間である。 $t > t_1$ になるとステップ 302 に進んで NH_3 検出フラグがセットされてからの経過時間 t が一定時間 t_2 を越えたか否かが判別される。この一定時間 t_2 は NO_x 吸収剤 23 から下流へアンモニアが流出したときにどのようなアンモニア量であっても NO_x アンモニアセンサ 29 がアンモニア濃度を検出しうるのに十分な時間である。 $t > t_2$ のときにはステップ 303 に進む。

【0083】

ステップ 303 では NO_x アンモニアセンサ 29 の検出電流 I_1 が算出される。次いでス

ステップ304ではこの検出電流 I_1 を I に加算することによって検出電流の積算値 I が算出される。次いでステップ302において $t > t_2$ になったと判別されたときにはステップ305に進んで検出電流の積算値 I が目標値 S_r よりも大きいか否かが判別される。 $I > S_r$ のときにはステップ306に進んで目標レベル E_s が予め定められた設定値 a だけ減少せしめられ、次いでステップ308に進む。これに対して $I < S_r$ のときにはステップ307に進んで目標レベル E_s が予め定められた設定値 a だけ増大せしめられ、次いでステップ308に進む。ステップ308では I がクリアされ、 NH_3 検出フラグがリセットされる。

【0084】

図14は目標レベル E_s を算出するためのルーチンの別の例を示している。図14を参照するとまず初めにステップ400において NH_3 検出フラグがセットされているか否かが判別される。この NH_3 検出フラグは図10のステップ102において $NO_X > NO_X_{max}$ となったときにセットされる。 NH_3 検出フラグがセットされているときにはステップ401に進んで NH_3 検出フラグがセットされてからの経過時間 t が一定時間 t_1 を越えたか否かが判別される。この一定時間 t_1 は前述したように空燃比がリーンからリッチにされた後に NO_X アンモニアセンサ29の検出電流 I_1 が零まで低下し終わるまでの時間である。 $t > t_1$ になるとステップ402に進んで NH_3 検出フラグがセットされてからの経過時間 t が一定時間 t_2 を越えたか否かが判別される。この一定時間 t_2 は前述したように NO_X 吸収剤23から下流へアンモニアが流出したときにどのようなアンモニア量であっても NO_X アンモニアセンサ29がアンモニア濃度を検出しうるのに十分な時間である。 $t > t_2$ のときにはステップ403に進む。

【0085】

ステップ403では検出電流 I_1 が I_{max} よりも大きいか否かが判別される。 $I_1 > I_{max}$ のときにはステップ404に進んで I_1 が検出電流の最大値 I_{max} とされる。次いでステップ402において $t > t_2$ になったと判別されたときにはステップ405に進んで検出電流の最大値 I_{max} が目標値 I_{maxr} よりも大きいか否かが判別される。 $I_{max} > I_{maxr}$ のときにはステップ406に進んで目標レベル E_s が予め定められた設定値 a だけ減少せしめられ、次いでステップ408に進む。これに対して $I_{max} < I_{maxr}$ のときにはステップ407に進んで目標レベル E_s が予め定められた設定値 a だけ増大せしめられ、次いでステップ408に進む。ステップ408では I_{max} がクリアされ、 NH_3 検出フラグがリセットされる。

【0086】

図15は NO_X 吸収剤23の劣化を判定するためのルーチンを示している。図15では最初にステップ500において最大 NO_X 吸収量 NO_X_{max} が判定値 C よりも大きいか否かが判別され、ステップ501では NO_X 吸収速度 K_{ab} が判定値 D よりも大きいか否かが判別され、ステップ502では NO_X 還元速度 K_{re} が所定値 E よりも大きいか否かが判別される。なおここで用いられる NO_X_{max} 、 K_{ab} 、 K_{re} は図8(A)または図8(D)に示した関係式にて用いられるパラメータである。

【0087】

ステップ500において $NO_X_{max} > C$ と判別され、且つステップ501において $K_{ab} > D$ と判別され、且つステップ502において $K_{re} > E$ と判別されたときにはステップ503に進んで NO_X 吸収剤23が劣化していることを表す劣化フラグがオフとされる。一方、ステップ500において $NO_X_{max} < C$ と判別されるか、或いはステップ501において $K_{ab} < D$ と判別されるか、或いはステップ502において $K_{re} < E$ と判別されるかしたときにはステップ504に進んで劣化フラグがオンされる。

【0088】

なお上述した実施例では最大 NO_X 吸収量 NO_X_{max} 、 NO_X 吸収速度 K_{ab} 、 NO_X 還元速度 K_{re} といったパラメータの初期値として未使用状態の NO_X 吸収剤における値を採用し、使用が開始されてから修正を重ねるようにしているが NO_X_{max} 、 K_{ab} 、 K_{re} は NO_X 吸収剤23の温度によっても変化するので上述した実施例において NO_X 吸収

10

20

30

40

50

剤の温度を加味するようにしてもよい。具体的には例えば NO_x 吸収剤 23 の温度に応じて定まる各パラメータの初期値を予め求めてROM 34 に記憶しておき、上述した各パラメータに対する修正に関しては各パラメータに対する修正係数を算出し、単位 NO_x 吸収量 Aab または単位 NO_x 還元量 Are を算出するときに NO_x 吸収剤 23 の温度により算出される各パラメータの初期値をこの修正係数により修正し、斯くして修正したパラメータを図 8 (A) または図 (D) に示した関係式において使用するようによい。

【0089】

また上述した実施例では NO_x 吸収剤 23 に流入する排気ガス中の NO_x 濃度 C_{nox} を機関回転数 N と、機関負荷 L と、吸入空気量 Q とから算出するようにしているが NO_x 吸収剤 23 上流側に NO_x アンモニアセンサを配置し、この NO_x アンモニアセンサにより NO_x 濃度 C_{nox} を直接検出するようにしてもよい。また NO_x 吸収剤 23 の NO_x 還元能力が不十分である場合には NO_x アンモニアセンサ 29 下流に NO_x 還元能力が高い触媒を配置するようにしてもよい。

10

【0090】

また修正されたパラメータ(すなわち最大 NO_x 吸収量、 NO_x 吸収速度)を判定値と比較するのではなく、初期値をそのまま利用して図 8 (A) の関係式を用いて算出した単位 NO_x 吸収量に基づいて NO_x 吸収剤下流に流出する NO_x の量を算出し、斯くして算出した NO_x 量と NO_x アンモニアセンサ 29 の出力から算出した NO_x 吸収剤下流に流出する NO_x の量とを比較し、両者の間に大きく隔りがあるときに NO_x 吸収剤 23 が劣化したと判定するようにしてもよい。

20

【0091】

【発明の効果】

1 番目の発明によれば排気ガス中の NO_x 濃度を検出することができるセンサの出力を利用して NO_x 吸収剤の最大 NO_x 吸収量、または NO_x 吸収剤への NO_x の吸収速度が算出され、これら最大 NO_x 吸収量または NO_x 吸収速度に基づいて NO_x 吸収剤の劣化が判定される。このように排気ガス中の NO_x 濃度の実測値、すなわち推定値ではない値を用いて算出される最大 NO_x 吸収量または NO_x 吸収速度といったパラメータを利用するので NO_x 吸収剤の劣化を正確に判定することができる。

【0092】

4 番目の発明によれば排気ガス中のアンモニア濃度を検出するセンサの出力に基づいて決定される NO_x 吸収剤における NO_x の放出・還元の完了タイミングにおいて NO_x 吸収量推定手段により推定される NO_x 吸収量に基づいて補正される NO_x 吸収剤における NO_x 還元速度に基づいて NO_x 吸収剤の劣化が判定される。このように排気ガス中のアンモニア濃度の実測値、すなわち推定値ではない値を用いて算出される NO_x 還元速度といったパラメータを利用するので NO_x 吸収剤の劣化を正確に判定することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】内燃機関の全体図である。

【図 2】 NO_x アンモニアセンサのセンサ部の構造を示す図である。

【図 3】 NO_x アンモニアセンサによる検出電流を示す図である。

【図 4】空燃比センサの出力電圧を示す図である。

40

【図 5】基本燃料噴射量、補正係数等を示す図である。

【図 6】 NO_x 吸収剤の NO_x 吸放出作用を説明するための図である。

【図 7】空燃比センサの出力電圧、 NO_x アンモニアセンサの検出電流等を示すタイムチャートである。

【図 8】単位 NO_x 吸収量等を算出するための関係式を示す図である。

【図 9】 NO_x 流入量のマップを示す図である。

【図 10】機関運転を制御するためのフローチャートである。

【図 11】総 NO_x 吸収量を算出するためのフローチャートである。

【図 12】総 NO_x 吸収量を算出するためのフローチャートである。

【図 13】目標レベル E_s を算出するためのフローチャートである。

50

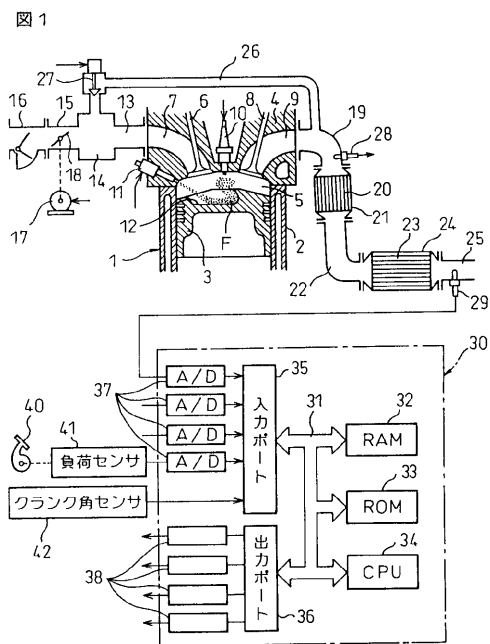
【図14】目標レベル E_s を算出するためのフローチャートである。

【図15】 NO_x 吸収剤の劣化を判定するためのフローチャートである。

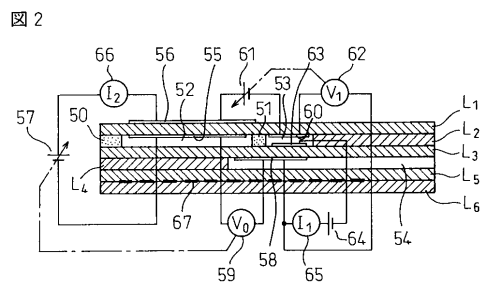
【符号の説明】

- 1 1 ... 燃料噴射弁
- 2 3 ... NO_x 吸収剤
- 2 9 ... NO_x アンモニアセンサ
- 3 0 ... 空燃比センサ

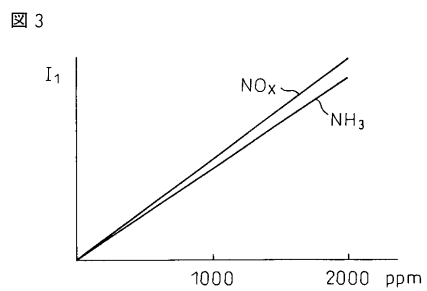
【図1】



【図2】

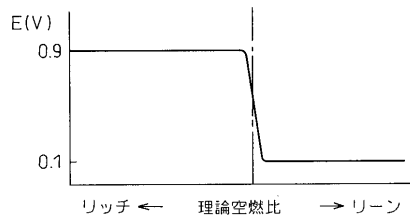


【図3】



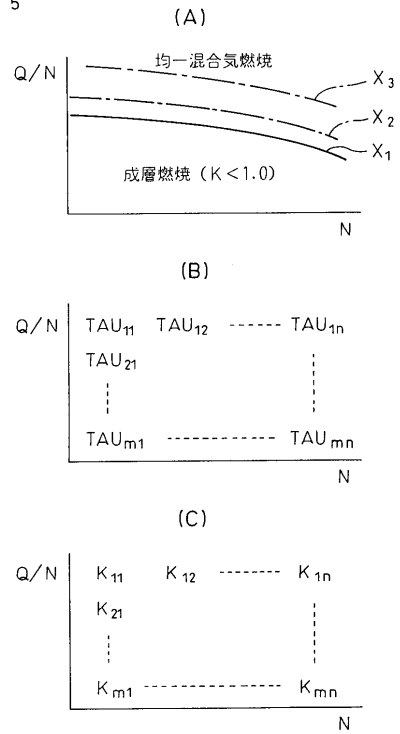
【 図 4 】

図 4



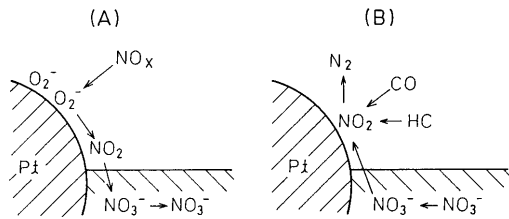
【 図 5 】

図 5



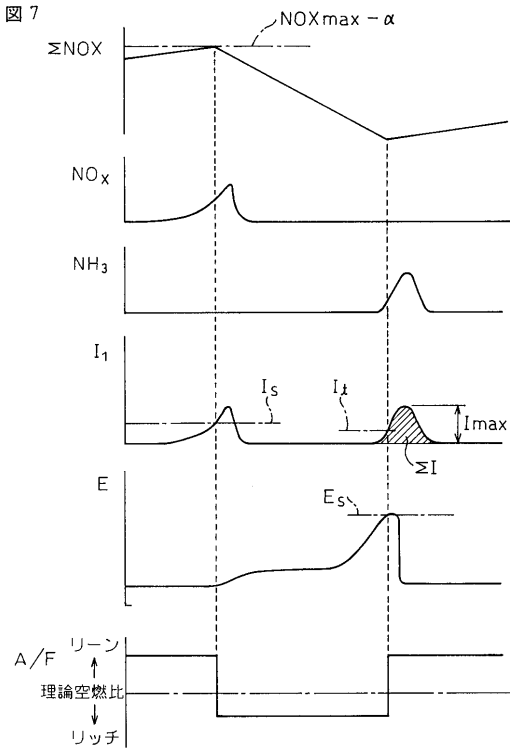
【 図 6 】

図 6



【 図 7 】

図 7



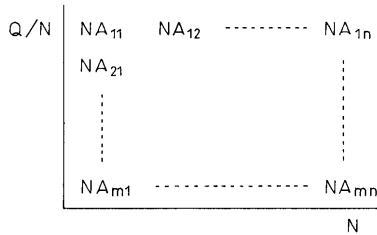
【 図 8 】

図 8

- (A) $A_{abc} = K_{ab} \times C_{nox} \times (NOX_{max} - \sum NOX)$
- (B) $A_{abs} = NA - A_{outs}$
- (C) $A_{outs} = K_1 \times I_1$
- (D) $A_{re} = K_{re} \times Chc \times \sum NOX$

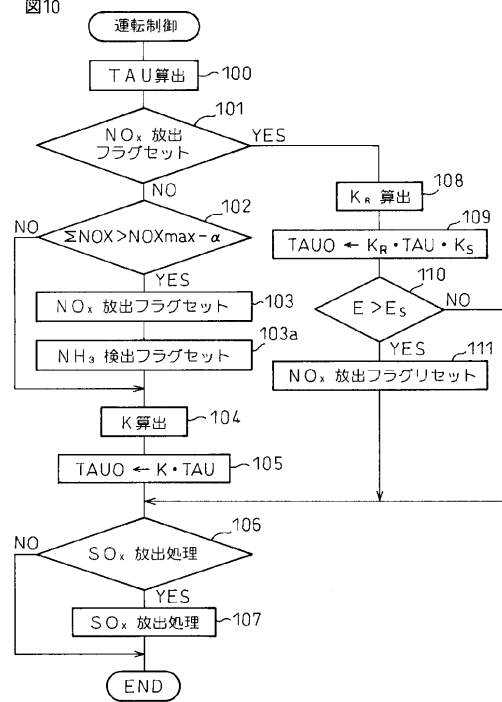
【 図 9 】

図 9



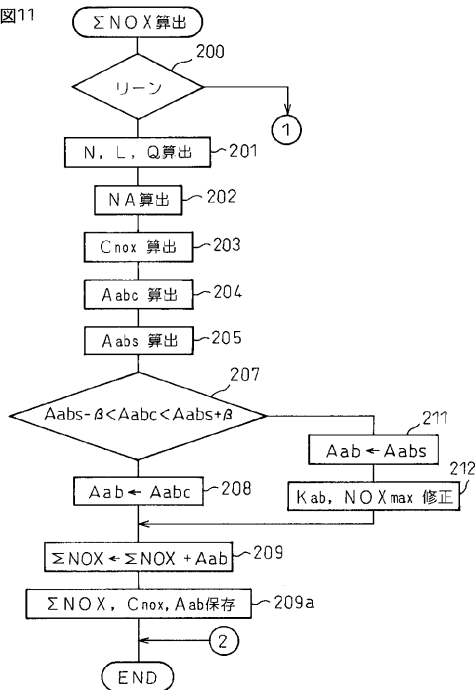
【 図 10 】

図 10



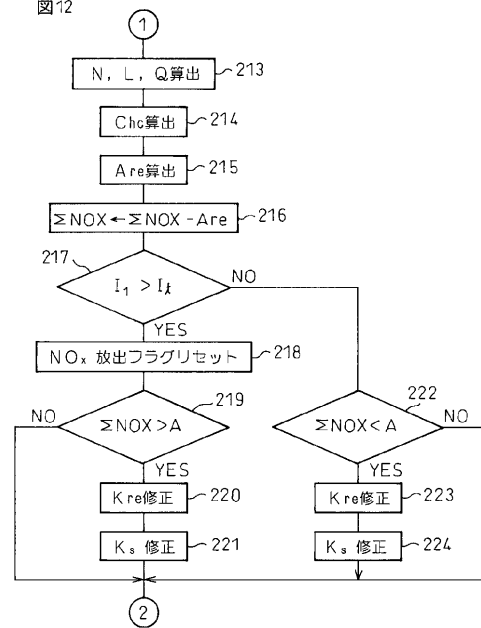
【 図 11 】

図 11

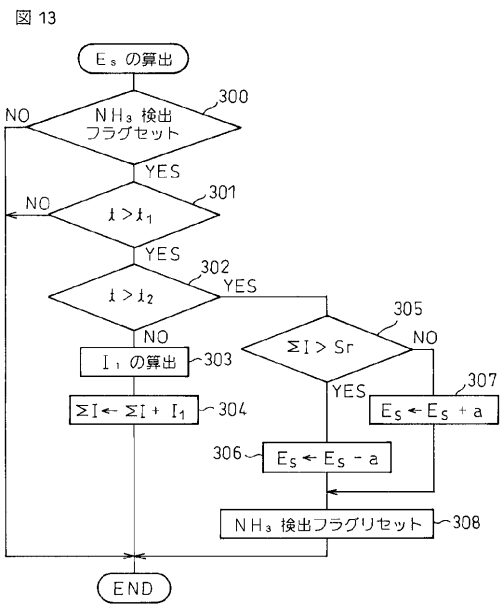


【 図 12 】

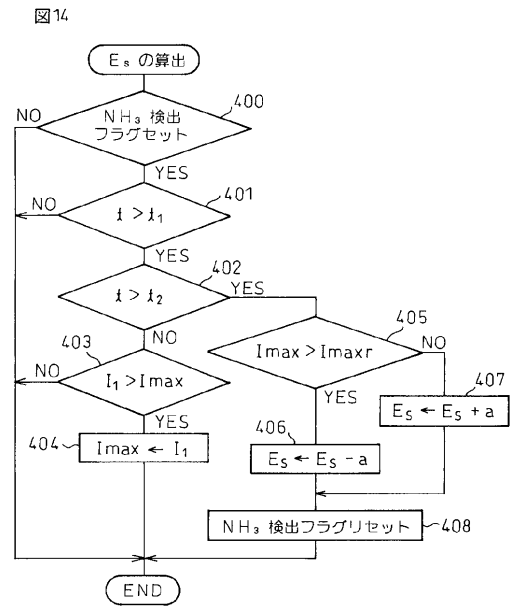
図 12



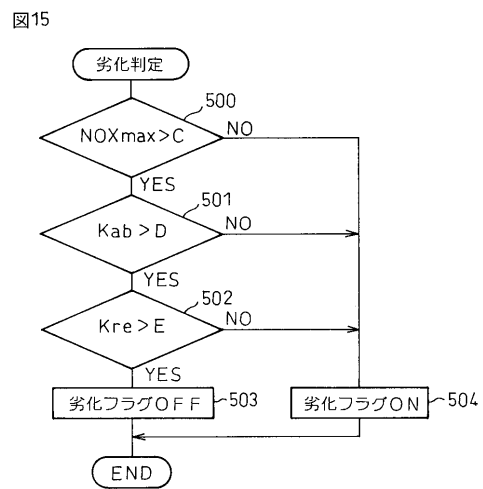
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
F 0 2 D 41/04 3 0 5 A
F 0 2 D 45/00 3 1 4 Z

(72) 発明者 入澤 泰之
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 亀田 貴志

(56) 参考文献 特開2000-265825(JP,A)
特開2000-179328(JP,A)
特開2001-355485(JP,A)

(58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)
F01N 3/08 - 3/36
F02D 41/04
F02D 45/00