(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3558036号
(P3558036)
(45)発行日　平成16年8月25日(2004.8.25)　(24)登録日　平成16年5月28日(2004.5.28)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
F01N 3/08	F01N	3/08	G
B01D 53/56	F01N	3/08	A
B01D 53/81	F01N	3/18	B
F01N 3/18	F01N	3/18	E
F01N 3/20	F01N	3/20	B

請求項の数 7　(全 18 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2000-388668(P2000-388668)
(22)出願日　平成12年12月21日(2000.12.21)
(65)公開番号　特開2002-188430(P2002-188430A)
(43)公開日　平成14年7月5日(2002.7.5)
審査請求日　平成14年1月18日(2002.1.18)

(73)特許権者　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　100089244
弁理士　遠山　勉
(74)代理人　100090516
弁理士　松倉　秀実
(74)代理人　100098268
弁理士　永田　豊
(74)代理人　100100549
弁理士　川口　嘉之
(72)発明者　曲田　尚史
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】

内燃機関の排気通路に設けられ、流入排気の空燃比が高いとき排気中の窒素酸化物を吸収し、流入排気の酸素濃度が低下したときその吸収していた窒素酸化物を放出するＮＯｘ吸収材と、所定の条件下において前記ＮＯｘ吸収材より上流に還元剤を供給する還元剤供給手段と、前記還元剤供給手段によって供給すべき還元剤の量を、前記ＮＯｘ吸収材を経て流出した排気の空燃比に基づき補正し、前記所定の条件下において必要とされる還元剤の供給量に収束させる還元剤供給量補正手段と、前記還元剤供給手段による還元剤の供給開始後、還元剤の供給開始に伴うO_2ストレージ効果の影響が収束するまでの所定期間、前記還元剤供給量補正手段による還元剤供給量の補正を禁止する補正禁止手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項２】

前記還元剤供給手段は、排気中の硫黄酸化物によるＮＯｘ吸収材のＳＯｘ被毒を回復すべきとき、前記ＮＯｘ吸収材に対する還元剤の供給を実施し、前記還元剤供給量補正手段は、前記還元剤供給手段によって供給される還元剤の量を、前記ＮＯｘ吸収材におけるＳＯｘ被毒の回復に適した供給量に収束させ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装置。

【請求項３】

前記補正禁止手段は、前記還元剤供給手段による還元剤の供給開始時から所定期間、前記還元剤供給量補正手段による還元剤供給量の補正を禁止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装置。
【請求項４】
前記ＮＯｘ吸収材の下流側に配置される排気通路に空燃比検出手段を設け、前記補正禁止手段は、前記還元剤供給手段による還元剤の供給開始後、この空燃比検出手段によって検出される空燃比がO_2ストレージ効果の収束とみなす所定の空燃比に達するまで、前記還元剤供給量補正手段による還元剤供給量の補正を禁止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装置。
【請求項５】
前記ＮＯｘ吸収材の上流側に配置される排気通路に還元剤添加弁を設け、前記還元剤供給手段は、この還元剤添加弁を介してＮＯｘ吸収材に流入する排気中に還元剤を供給することを特徴とする請求項１から４の何れかに記載の内燃機関の排気浄化装置。
【請求項６】
前記ＮＯｘ吸収材の下流側に配置される排気通路に空燃比センサを設け、前記還元剤供給量補正手段は、この空燃比センサの出力値に基づき、前記還元剤供給手段にて供給する還元剤の供給量を補正することを特徴とする請求項１から５の何れかに記載の内燃機関の排気浄化装置。
【請求項７】
前記ＮＯｘ吸収材の下流側に配置される排気通路に空燃比センサを設け、前記補正禁止手段は、前記還元剤供給手段による還元剤の供給開始後、この空燃比センサの出力値が所定値に達するまで、前記還元剤供給量補正手段による還元剤供給量の補正を禁止することを特徴とする請求項１から６の何れか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し、より詳細には、フィードバック制御に基づくＮＯｘ吸収材への還元剤の供給をなし得る排気浄化装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
ディーゼル機関や希薄燃焼式ガソリン機関のように酸素過剰状態の混合気を燃焼させて機関運転がなされる内燃機関では、排気中の窒素酸化物（ＮＯｘ）を浄化すべく排気浄化装置として、その排気通路にＮＯｘ吸収材が設けられている。
【０００３】
ＮＯｘ吸収材は、吸蔵還元型ＮＯｘ触媒に代表されるように、流入排気の空燃比が高いときその排気中の窒素酸化物（ＮＯｘ）を吸収し、流入排気の空燃比が低いときその吸収していた窒素酸化物（ＮＯｘ）を放出する性質を備えており、このＮＯｘ吸収材を排気通路に配置した場合には、内燃機関より排出される窒素酸化物（ＮＯｘ）がこのＮＯｘ吸収材に吸収されることとなる。
【０００４】
尚、ＮＯｘ吸収材の一種である吸蔵還元型ＮＯｘ触媒においては、窒素酸化物（ＮＯｘ）の吸放出作用を有するばかりでなく、窒素酸化物（ＮＯｘ）の放出時にその窒素酸化物（ＮＯｘ）をさらに窒素（N_2）に還元せしめ、排気中の窒素酸化物（ＮＯｘ）を完全に無害化することができる。
【０００５】
ところで、内燃機関の燃料中には通常硫黄分なども含まれており、機関燃焼時には、窒素酸化物（ＮＯｘ）のみならずSO_2やSO_3などの硫黄酸化物（ＳＯｘ）も同時に生成される。また、この硫黄酸化物（ＳＯｘ）は周知の如く窒素酸化物（ＮＯｘ）と同様のメカニズムにてＮＯｘ吸収材に吸収されるが、時間の経過と共に化学的に安定した硫酸塩（$BaSO_4$）となって、ＮＯｘ吸収材に蓄積される。
【０００６】
このため硫酸塩（$BaSO_4$）の蓄積量すなわち硫黄酸化物（ＳＯｘ）の吸収量が過多に

なると、窒素酸化物（ＮＯｘ）を吸収するといったＮＯｘ吸収材本来の機能が阻害される。そして、ついにはＮＯｘ吸収材において窒素酸化物（ＮＯｘ）を吸収できなくなる、いわゆるＳＯｘ被毒が生じる。このためＮＯｘ吸収材に吸収される硫黄酸化物（ＳＯｘ）は、適宜のタイミングにてＮＯｘ吸収材より放出させる必要がある。

【０００７】

ＮＯｘ吸収材に蓄積された硫黄酸化物（ＳＯｘ）を放出させる技術としては、例えば特開平１１－４４２１１号公報に開示された技術がある。この技術によればＮＯｘ吸収材に吸収された硫黄酸化物（ＳＯｘ）を放出させるに際して、まず、ＮＯｘ吸収材の温度を一時的に高温域まで昇温せしめ硫黄酸化物（ＳＯｘ）たる硫酸塩（$BaSO_4$）をSO_3^-やSO_4^-に熱分解する。次いでＮＯｘ吸収材に流入する排気中に還元剤（燃料）を供給して流入排気の空燃比を低下せしめ、そのSO_3^-やSO_4^-を排気中の燃料（還元成分）などと反応させて気体状のSO_2－にする。そして、ＮＯｘ吸収材に流入する排気と共に放出させる。

【０００８】

しかしながら、ＳＯｘ被毒を回復すべく流入排気の空燃比を低下せしめる空燃比制御は、比較的長期に亘り実施される。このため空燃比制御に伴う還元剤の供給を不正確に行うと、排気エミッションの悪化や、燃料の無駄な消費につながる。そこで、流入排気の空燃比制御に伴う還元剤の供給を正確に実施できるように、ＮＯｘ吸収材下流の空燃比を空燃比センサにて監視すると共に、この空燃比センサの出力値を還元剤の供給量にフィードバックさせて、流入排気の空燃比制御を実施する方法がある。

【０００９】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、ＮＯｘ吸収材は、流入排気の空燃比が高いとき排気中の酸素を吸収し、流入排気の酸素濃度が低下したときその吸収していた酸素を放出する性質いわゆる酸素吸蔵能（O_2ストレージ効果）を有している。

【００１０】

このためＳＯｘ被毒の回復に伴う還元剤の供給時においても例外なくＮＯｘ吸収材からは酸素が放出されることとなり、ＮＯｘ吸収材下流の空燃比をフィードバックしてなされる空燃比制御においては、このO_2ストレージ効果の影響を受けることとなる。即ち、空燃比センサの出力値に誤差が生じ、本来供すべき還元剤の供給量を超えた還元剤がＮＯｘ吸収材に供給されることとなる。

【００１１】

よって本発明は、O_2ストレージ効果の影響による不必要な還元剤の供給を防止すると共に、還元剤の過剰供給に起因した排気エミッションの悪化や、還元剤の無駄な消費をも防止し得る内燃機関の排気浄化装置を提供することを課題とする。

【００１２】

【課題を解決するための手段】

上記した技術的課題を解決するため、本発明では以下の手段を採用した。すなわち、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置は、内燃機関の排気通路に設けられ、流入排気の空燃比が高いとき排気中の窒素酸化物を吸収し、流入排気の酸素濃度が低下したときその吸収していた窒素酸化物を放出するＮＯｘ吸収材と、所定の条件下において前記ＮＯｘ吸収材より上流に還元剤を供給する還元剤供給手段と、前記還元剤供給手段によって供給すべき還元剤の量を、前記ＮＯｘ吸収材を経て流出した排気の空燃比に基づき補正し、前記所定の条件下において必要とされる還元剤の供給量に収束させる還元剤供給量補正手段と、前記還元剤供給手段による還元剤の供給開始後、還元剤の供給開始に伴うO_2ストレージ効果の影響が収束するまでの所定期間、前記還元剤供給量補正手段による還元剤供給量の補正を禁止する補正禁止手段と、を備えることを特徴とする。

【００１３】

このように構成された排気浄化装置では、ＮＯｘ吸収剤にて還元剤が必要とされる所定の条件下において、還元剤供給手段による還元剤の供給が実施する。その際、還元剤供給量

補正手段では、ＮＯｘ吸収材下流の空燃比に基づき、前記還元剤供給手段にて供給される還元剤の供給量を前記所定の条件下において必要とされる還元剤の供給量に収束させる、いわゆるフィードバック制御を実施する。一方、補正禁止手段では、還元剤の供給開始後、前記還元剤供給量補正手段にてなされるフィードバック制御を所定期間禁止する。したがって、還元剤の供給開始に起因したO_2ストレージ効果の影響を避けて還元剤供給量の補正をなし得る。

【００１４】

尚、還元剤供給手段による還元剤の供給とは、供給した還元剤の存在によりＮＯｘ吸収材へ流入する排気の空燃比が低下する行為を総称して還元剤の供給と称する。例えば、機関燃焼に寄与しない燃焼室内への副噴射、ＮＯｘ吸収材上流側に配置された排気通路への還元剤の供給、又は機関燃焼に供される混合気の空燃比を予め低めに設定する空燃比制御などをも含む概念である。

【００１５】

またなお、還元剤の供給開始後所定期間とは、還元剤の供給開始時から所定期間、及び還元剤の供給開始から所定時間経過した後の所定期間、の双方を含む概念である。すなわち、補正禁止手段は、還元剤の供給開始と同時に還元剤供給量の補正を禁止してもよいが、例えば、還元剤供給手段にて供給された還元剤がＮＯｘ吸収材に至る迄の時間を考慮して一旦待機した後、還元剤供給量の補正禁止を開始するようにしてもよい。

【００１６】

また、所定の条件下とは、例えば、排気中の硫黄酸化物（ＳＯｘ）によるＮＯｘ吸収材のＳＯｘ被毒を回復すべきとき、また、ＮＯｘ吸収材に吸収された窒素酸化物（ＮＯｘ）を放出させるとき、また、還元剤をＮＯｘ吸収材に供給してＮＯｘ吸収剤を昇温させるとき、などＮＯｘ吸収材に対して還元剤を供給する必要が生じた状態を想定している。

【００１７】

還元剤としては、還元作用を有するものであれば特に問わないが、より好ましくは軽油、ガソリン、灯油など還元成分として炭化水素（ＨＣ）等を含むものが望ましい。内燃機関としては、筒内直接噴射式のリーンバーンガソリン機関やディーゼル機関など、希薄燃焼運転可能な内燃機関を好ましい例として例示できる。

【００１８】

また、本発明に係る還元剤供給手段は、
排気中の硫黄酸化物によるＮＯｘ吸収材のＳＯｘ被毒を回復すべきとき、前記ＮＯｘ吸収材に対する還元剤の供給を実施し、
前記還元剤供給量補正手段は、前記還元剤供給手段によって供給される還元剤の量を、前記ＮＯｘ吸収材におけるＳＯｘ被毒の回復に適した供給量に収束させるようにしてもよい。すなわち、ＮＯｘ吸収剤におけるＳＯｘ被毒を回復すべきとき上記した一連の手段を実行する。

【００１９】

また、本発明に係る補正禁止手段は、
前記還元剤供給手段による還元剤の供給開始時から所定期間、前記還元剤供給量補正手段による還元剤供給量の補正を禁止してもよい。即ち、還元剤の供給開始と同時に還元剤供給量の補正を禁止する。

【００２０】

また、本発明に係る排気浄化装置においては、前記ＮＯｘ吸収材の下流側に配置される排気通路に空燃比検出手段を設け、前記補正禁止手段は、前記還元剤供給手段による還元剤の供給開始後、この空燃比検出手段によって検出される空燃比が、O_2ストレージ効果の収束とみなす所定の空燃比に達するまで、前記還元剤供給量補正手段による還元剤供給量の補正を禁止してもよい。

【００２１】

すなわち、還元剤の供給開始後、ＮＯｘ吸収材下流の空燃比を空燃比検出手段にて検出することにより、O_2ストレージ効果の収束を確認する。そして、O_2ストレージ効果の収

束が確認された後、前記補正禁止手段では、還元剤供給量の補正禁止を解除する。尚、空燃比検出手段とは、排気中の酸素濃度を測定しうるものであればよく、例えば、排気通路に設置した空燃比センサや、酸素（O_2）センサなどを好ましいものとして例示できる。

【００２２】

また、本発明に係る排気浄化装置においては、

前記ＮＯｘ吸収材の上流側に配置される排気通路に還元剤添加弁を設け、

前記還元剤供給手段は、この還元剤添加弁を介してＮＯｘ吸収材に流入する排気中に還元剤を供給してもよい。この場合、ＮＯｘ吸収材上流に配置された排気通路に還元剤が供給される。供給された還元剤は、ＮＯｘ吸収材に流入する排気と共にＮＯｘ吸収材に流入することとなる。

【００２３】

また、本発明に係る排気浄化装置においては、

前記ＮＯｘ吸収材の下流側に配置される排気通路に空燃比センサを設け、

前記還元剤供給量補正手段は、この空燃比センサの出力値に基づき、前記還元剤供給手段にて供給する還元剤の供給量を補正してもよい。即ち、ＮＯｘ吸収材下流の空燃比を空燃比センサによって把握し、還元剤供給量補正手段では、この空燃比センサの出力値をフィードバックして還元剤供給量を補正する。

【００２４】

また、本発明に係る排気浄化装置においては、

前記ＮＯｘ吸収材の下流側に配置される排気通路に空燃比センサを設け、

前記補正禁止手段は、前記還元剤供給手段による還元剤の供給開始後、この空燃比センサの出力値が所定値に達するまで、前記還元剤供給量補正手段による還元剤供給量の補正を禁止してもよい。すなわち、還元剤の供給開始後、ＮＯｘ吸収材下流の空燃比を空燃比センサによって検出することにより、O_2 ストレージ効果の収束を確認する。そして、O_2 ストレージ効果の収束が確認された後、前記補正禁止手段では、還元剤供給量の補正禁止を解除する。

【００２５】

このように本発明の排気浄化装置によれば、O_2 ストレージ効果の継続中に、還元剤供給量の補正を禁止し得る補正禁止手段を備えているため、O_2 ストレージ効果に起因した不必要な還元剤の供給を防止できる。

【００２６】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る排気浄化装置の好適な実施の形態について図面を参照して説明する。尚、本実施の形態では車両用ディーゼルエンジンに本発明を適用した例について説明する。

【００２７】

＜ディーゼルエンジンの概要＞

図１に示すように、本実施の形態に示すディーゼルエンジン１（以下、内燃機関１と称す）は、燃焼室を形成する４つの気筒２の他、燃料供給系、吸気系、制御系、排気系、などをその主要構成要素として備える。

【００２８】

燃料供給系は、燃料噴射弁３、蓄圧室（以下、コモンレールと称す）４、燃料供給管５、燃料ポンプ６、などを備え、各気筒２に対して燃料供給を行っている。燃料噴射弁３は、各気筒２に対して夫々設けられる電磁駆動式の開閉弁である。各燃料噴射弁３は、燃料の分配管となるコモンレール４に接続されている。コモンレール４は、コモンレール４内の燃圧を検出するレール圧センサ４ａなどを備え、燃料供給管５を介して燃料ポンプ６に連結されている。燃料ポンプ６は、内燃機関１の出力軸たるクランクシャフト１ａの回転を駆動源として回転駆動される。

【００２９】

このように構成された燃料供給系では、まず、燃料タンク（図示略）内の燃料が、燃料ポ

ンプ６によって汲み上げられる。汲み上げられた燃料は、燃料供給管５を介してコモンレール４に供給される。続いて、コモンレール４に供給された燃料は、コモンレール４内にて所定の燃圧まで高められ各燃料噴射弁３に分配される。そして、燃料噴射弁３に駆動電圧が印可され燃料噴射弁３が開弁されると、コモンレール４内の燃料は、気筒２内との差圧により燃料噴射弁３を介して気筒２内に噴射される。尚、コモンレール４内の燃圧は、レール圧センサ４ａを介して後述の電子制御ユニット３０により監視されている。

【００３０】

一方、吸気系は、吸気管９、吸気絞り弁１３、吸気枝管８、エアクリーナボックス１０、インタークーラ１６などを備え、各気筒２に対して空気（吸気）を供給する吸気通路を形成している。

【００３１】

吸気管９は、エアクリーナボックス１０を介して吸入される空気（吸気）を吸気枝管８に導く通路を形成する。吸気枝管８は、吸気管９を経て流入する空気を各気筒２に分配する通路を形成する。尚、エアクリーナボックス１０内には、図示されないエアフィルタが設けられている。また、吸気管９におけるエアクリーナボックス１０との連結部分近傍には、吸気管９に流入する吸気量を測定するエアフロメータ１１、及び吸気される空気の温度を測定する吸気温センサ１２が設けられている。

【００３２】

また、吸気枝管８の直上流には、吸気の流量を調節せしめる吸気絞り弁１３が設けられている。吸気絞り弁１３は、ステッパモータなどにて構成されたアクチュエータ１４によって開閉される。また、吸気絞り弁１３の直下流には、吸気枝管８内の吸気温度を測定する吸気温センサ２４、及び吸気枝管８内の管内圧力を測定する過給圧センサ２３が設けられている。

【００３３】

また、エアクリーナボックス１０から吸気絞り弁１３に至る排気通路中には、吸気を圧縮するターボチャージャ１５のコンプレッサハウジング１５ａ、及びコンプレッサハウジング１５ａ内にて圧縮された吸気を冷却するインタークーラ１６が設けられている。

【００３４】

このように構成された吸気系では、まず、機関運転に伴う負圧の発生により各気筒２に供給されるべく空気がエアクリーナボックス１０に流入する。エアクリーナボックス１０内に流入した空気は、エアフィルタにて塵や埃が除去された後、吸気管９を経てターボチャージャ１５のコンプレッサハウジング１５ａに流入する。コンプレッサハウジング１５ａに流入した空気は、コンプレッサハウジング１５ａ内のコンプレッサホイール（図示略）にて圧縮された後、インタークーラ１６によってその圧縮に伴う熱が放熱される。そして、必要に応じて吸気絞り弁１３での流量調節を受けた後、吸気枝管８に流入する。吸気枝管８に流入した空気は、各枝管を介して各気筒２に分配され前記燃料噴射弁３から噴射（供給）された燃料と共に燃焼される。尚、各種センサの出力値は、後述の電子制御ユニット３０に入力されており、前記燃料噴射制御などにフィードバックされる。

【００３５】

制御系は、双方向性バス３１によって互いに接続されたＲＯＭ（リードオンリメモリ）３２、ＲＡＭ（ランダムアクセスメモリ）３３、ＣＰＵ（中央制御装置）３４、入力ポート３５、出力ポート３６を備えた、いわゆる電子制御ユニット３０（ＥＣＵ）上に展開される制御プログラムである。

【００３６】

電子制御ユニット３０の入力ポート３５には、上記した各種センサの出力信号の他、アクセルペダル４０の踏込み量を検出する負荷センサ４１、クランクシャフト１ａの回転数を検知するクランク角センサ４２、車速を測定する車速センサ４３等が対応したＡ／Ｄ変換器３７を介して、又は、直接入力されている。一方、出力ポート３６には、対応する駆動回路３８を介して燃料噴射弁３、吸気絞り弁駆動用のアクチュエータ１４、ＥＧＲ弁２６、燃料ポンプ６などが接続されている。

【００３７】
また、ＲＯＭ（リードオンリメモリ）３２上には、各種予備実験に基づき作成された制御マップが各装置に対応して設けられている。ＣＰＵ３４は、入力ポート３５に入力された各種センサの出力信号をＲＯＭ３２上に展開された制御マップに照らし合わせ、その制御マップにおいて算出された値に基づく各種制御信号を出力ポート３６を介して各種装置に出力する。ＲＡＭ３３は、入力ポート３５に入力される各種センサからの出力信号、及び出力ポート３６に出力された制御信号などを内燃機関の運転履歴として記録する。そして、ＣＰＵ３４から要求を受けてそのＣＰＵ３４との間で各種信号の入出力を行う。

【００３８】
このように構成された制御系では、現在の機関運転に要求される「目標要求トルク」をクランク角センサ４２および負荷センサ４１の出力信号等に基づき算出し、この目標要求トルクを得るべく燃料噴射弁３や燃料ポンプ６に出力される制御信号を適時更新して燃料供給系における燃料供給量の補正を行う。即ち、燃料噴射制御を実行する。また、制御系では、各種センサからの出力値に基づき、後述の排気浄化装置における還元剤の供給制御などをも同時に実行している。尚、還元剤の供給制御については後に詳述する。

【００３９】
排気系は、排気枝管１８、排気管１９、排気温度センサ７４を備え、機関燃焼に伴い各気筒２から排出される排気（既燃ガス）を機関１外部に排出させる排気通路を形成している。また、ＥＧＲ通路（排気再循環通路）２５、ＮＯｘ吸収材５２（吸蔵還元型ＮＯｘ触媒５２）、還元剤添加弁６１などにて構成される還元剤供給装置６０等、を備え、排気中に含まれる有害物質を浄化せしめる排気浄化装置としての機能をも有する。尚、以下の説明では、断りのない限りＮＯｘ吸収材５２を、単に吸蔵還元型ＮＯｘ触媒５２若しくはＮＯｘ触媒５２と称する。

【００４０】
排気枝管１８は、各気筒２毎に設けられた排気ポート１８ａに接続すると共に各排気ポート１８ａから流出した排気を集合（合流）させてターボチャージャ１５のタービンハウジング１５ｂに導く通路を形成している。排気管１９は、タービンハウジング１５ｂから図示しない消音器までの通路を形成している。ＮＯｘ触媒５２は、タービンハウジング１５ｂから消音器にかけての排気通路中に配置され、排気中の有害物質を浄化している。還元剤添加弁６１は、排気枝管１８の集合部分に設けられＮＯｘ触媒５２における浄化作用（還元作用）を促すべく排気中に還元剤の供給を行っている。排気温度センサ７４は、ＮＯｘ触媒５２下流の排気管１９に設けられＮＯｘ触媒５２を経て流出する排気の温度を電子制御ユニット３０に入力している。ＥＧＲ通路２５は、ＥＧＲクーラ２７及びＥＧＲ弁２６を備え、排気枝管１８と吸気枝管８とを連通させる通路を形成している。

【００４１】
このように構成された排気系では、機関燃焼に伴う排気が排気ポート１８ａを経て排気枝管１８内に流入する。排気枝管１８に流入した排気は、排気枝管１８内にて集合した後、ターボチャージャ１５のタービンハウジング１５ｂに流入する。タービンハウジング１５ｂに流入した排気は、タービンハウジング１５ｂ内に設けられたタービンホイール（図示略）を回転させる。その際、タービンホイールの回転は、前記コンプレッサハウジング１５ａのコンプレッサホイールへ伝達されコンプレッサホイールを高速回転させる。その結果、各気筒２に供給される空気は、コンプレッサホイールにて圧縮され各気筒２に加圧供給されることになる。

【００４２】
一方、タービンハウジング１５ｂを経て流出した排気は、排気管１９を流下してＮＯｘ触媒５２に流入する。そして、ＮＯｘ触媒５２内にて有害成分を浄化された後、図示しない消音器を経て大気に放出される。尚、ＮＯｘ触媒５２における有害物質の浄化メカニズム、及び還元剤添加弁６１の説明は後に詳述する。

【００４３】
また、排気枝管１８内を流れる排気の一部は、ＥＧＲ弁２６の開弁時にＥＧＲ通路２５を

経て吸気枝管８内に流入する。その際、ＥＧＲ通路２５内を流れる排気は、ＥＧＲクーラ２７内にて冷却されながら吸気枝管８へと流下する。そして、吸気枝管８内の新気（空気）と混ざり合いつつ各気筒２へ導かれ、燃料噴射弁３から噴射される燃料と共に燃焼されることとなる。

【００４４】

尚、排気中には、水蒸気（H_2O）や二酸化炭素（CO_2）などの不活性ガスが含まれている。このため新気（空気）と共に排気が気筒２内に流入すると、機関燃焼時における混合気の燃焼温度が低下して窒素酸化物（ＮＯｘ）の生成が抑制される。即ち、本実施の形態に示す内燃機関１は、排気浄化装置の一つとして周知のＥＧＲ装置を備えている。

【００４５】

＜排気浄化装置の説明＞

続いて、本発明の主旨となるＮＯｘ触媒５２及び還元剤供給装置６０等にて構成される排気浄化装置について説明する。

排気浄化装置は、排気系に設けられた吸蔵還元型ＮＯｘ触媒５２と、同排気系に設けられた還元剤添加弁６１及びその補機類にて構成される還元剤供給装置６０と、還元剤供給装置６０の制御系を形成する前記電子制御ユニット３０等を備えてなる。

【００４６】

吸蔵還元型ＮＯｘ触媒５２は、先の従来技術においても説明したようにＮＯｘ吸収材の一種であり、流入排気の空燃比が高いとき、すなわち排気中に多量の酸素（O_2）が存在している状態において排気中の窒素酸化物（ＮＯｘ）を吸収し、排気中の酸素濃度が低い状態、即ち流入排気の空燃比が低いときその吸収していた窒素酸化物（ＮＯｘ）を二酸化窒素（NO_2）や一酸化窒素（ＮＯ）に還元して放出する性質を備えている。いわゆるＮＯｘの吸放出作用を備えている。

【００４７】

また、その組成は、例えばアルミナ（Al_2O_3）を担体として、この担体上にカリウム（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、若しくはバリウム（Ｂａ）、カルシウム（Ｃａ）等のアルカリ土類、又はランタン（Ｌａ）、イットリウム（Ｙ）等の希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金（Ｐｔ）のような貴金属とを担持させてなる。

【００４８】

なお、ＮＯｘの吸放出作用は、流入排気の空燃比が理論空燃比（ＡＦ＝１３～１４）以上の領域においても生ずる作用であり、以下の説明において流入排気の空燃比が低いとは、必ずしも理論空燃比より低い空燃比を意図するものではない。

【００４９】

また、ＮＯｘの吸放出作用は、ＮＯｘ触媒５２における窒素酸化物（ＮＯｘ）の浄化作用を促す主たる作用であり、吸蔵還元型ＮＯｘ触媒５２においては、このＮＯｘの吸放出作用が生じることにより窒素酸化物（ＮＯｘ）の浄化がなされるといってもよい。尚、吸蔵還元型ＮＯｘ触媒５２に代表されるＮＯｘ吸収材においての窒素酸化物（ＮＯｘ）の浄化メカニズムについては、未だ明らかになっていない所もあるが、概ね以下の原理にて窒素酸化物（ＮＯｘ）が浄化なされているものと考えられている。

【００５０】

以下、吸蔵還元型ＮＯｘ触媒５２すなわちＮＯｘ吸収材５２における窒素酸化物（ＮＯｘ）の浄化メカニズムについてＮＯｘの吸放出作用を踏まえながら説明する。なお、図２に示される浄化メカニズムは、担体上に白金（Ｐｔ）及びバリウム（Ｂａ）を担持させた場合を例に説明しているが、他の貴金属、及びアルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様の浄化メカニズムとなることが知られている。

【００５１】

＜ＮＯｘの吸放出作用に関する説明＞

まず、図２（Ａ）に示されるように流入排気の空燃比が高いときすなわち酸素過剰雰囲気下では、流入排気中に存在する多量の酸素（O_2）がO_2^-又はO^{2-}の形で白金（Ｐｔ

）上に付着する。また、流入排気中に含まれる窒素酸化物（例えばＮＯ）は、白金（Ｐｔ）上でO_2^-又はO^{2-}と反応し二酸化窒素（NO_2）となる（$2NO+O_2 \rightarrow 2NO_2$）。

【００５２】

次いで、白金（Ｐｔ）上で生成されたこの二酸化窒素（NO_2）の一部は、白金（Ｐｔ）上でさらに酸化され、同担体上に担持されたバリウム（Ｂａ）と結合しながらＮＯｘ吸収材５２内に吸収される。より詳しくは流入排気中の酸素（O_2）によって酸化された酸化バリウム（ＢａＯ）と結合しながら硝酸イオン（NO_3^-）の形でＮＯｘ吸収材５２内に拡散・吸収される。尚、上記したＮＯｘの吸収作用は、流入排気の空燃比が高く且つ窒素酸化物（ＮＯｘ）と結合し得る酸化バリウム（ＢａＯ）が担体上に存在する限り継続される。

【００５３】

これに対し流入排気の空燃比が低いときすなわち排気中における酸素濃度が低いときには、白金（Ｐｔ）上にて生成される二酸化窒素（NO_2）の生成量が減少する。またこの時、ＮＯｘ吸収材５２内では、逆方向に反応が進みＮＯｘ吸収材５２内に拡散していた硝酸イオン（NO_3^-）は二酸化窒素（NO_2）に変化する（$NO_3^- \rightarrow NO_2$）。そして、ついには二酸化窒素（NO_2）若しくは一酸化窒素（ＮＯ）の形でＮＯｘ吸収材５２から排気中に放出される。即ち、流入排気の空燃比が低いとき、ＮＯｘの放出作用が生じる。

【００５４】

このようにＮＯｘ吸収材においては、流入排気の空燃比を変化させることによりＮＯｘの吸放出作用が促される。また、本実施の形態においてＮＯｘ吸収材５２として適用する吸蔵還元型ＮＯｘ触媒５２では、上記したＮＯｘの吸放出作用に加えて排気中の炭化水素（ＨＣ）、及び一酸化炭素（ＣＯ）をも浄化し得る機能を備えている。この炭化水素（ＨＣ）、及び一酸化炭素（ＣＯ）の浄化メカニズムに関しては、以下に示す通りである。

【００５５】

流入排気の空燃比が低いとき、流入排気中には還元剤たる炭化水素（ＨＣ）や一酸化炭素（ＣＯ）が多く含まれている。これら還元成分は、白金（Ｐｔ）上のO_2^-又はO^{2-}と部分的に反応して活性種を形成する。このためＮＯｘ触媒５２から放出された二酸化窒素（NO_2）及び一酸化窒素（ＮＯ）は、この活性種によって還元せしめられ無害な窒素（N_2）となり排気中に拡散される。

【００５６】

このように吸蔵還元型ＮＯｘ触媒５２においては、流入排気の空燃比を適宜調節することによって排気中の窒素酸化物（ＮＯｘ）のみならず、炭化水素（ＨＣ）、及び一酸化炭素（ＣＯ）などの未燃物質（有害物質）をもを共に浄化できる。

【００５７】

ところで、吸蔵還元型ＮＯｘ触媒などいわゆるＮＯｘ吸収材は、先の従来技術においても説明したように排気中に含まれる硫黄酸化物（ＳＯｘ）をも、上記した窒素酸化物（ＮＯｘ）と略同様のメカニズムにて吸収してしまう。尚、排気中の硫黄酸化物（ＳＯｘ）は、燃料中に含まれる硫黄分が各気筒２にて燃焼されることにより生成され、以下に示す吸収メカニズムによって吸収されるものと考えられている。

【００５８】

＜ＳＯｘの吸収メカニズムの説明＞

ＮＯｘ吸収材５２における硫黄酸化物（ＳＯｘ）の吸収メカニズムについて説明すると、流入排気の空燃比が高いとき、担体上に担持されている白金（Ｐｔ）上には、流入排気中の酸素O_2がO_2^-又はO^{2-}の形で付着している。このため流入排気中の硫黄酸化物（ＳＯｘ）は、窒素酸化物（ＮＯｘ）と同様にして白金（Ｐｔ）上で酸化されSO_3^-やSO_4^-となる。

【００５９】

次いで、この生成されたSO_3^-やSO_4^-は、白金（Ｐｔ）上でさらに酸化され硫酸イオン（SO_4^{2-}）となり、酸化バリウム（ＢａＯ）と結合しながらＮＯｘ吸収材に吸収

される。また、吸収された硫酸イオン（SO_4^{2-}）は時間の経過と共にバリウムイオン（Ba^{2+}）と結合して化学的に安定した硫酸塩（$BaSO_4$）となる。

【００６０】

このように硫黄酸化物（ＳＯｘ）も上記した窒素酸化物（ＮＯｘ）と同様にして流入排気の空燃比が高いときＮＯｘ吸収材５２内に吸収される。しかしながら、硫黄酸化物（ＳＯｘ）の吸収に伴い生成される硫酸塩（$BaSO_4$）は結晶が粗大化し易く、また化学的に安定していて分解し難い物質である。このため窒素酸化物（ＮＯｘ）と同様にして流入排気の空燃比を低下せしめたとしても、一旦吸収された硫黄酸化物（ＳＯｘ）は容易に放出されることなく、ＮＯｘ吸収材５２内に硫酸塩（$BaSO_4$）として蓄積される。

【００６１】

従って、ＮＯｘ吸収材５２における硫酸塩（$BaSO_4$）の蓄積量が過多になると窒素酸化物（ＮＯｘ）の吸放出作用に寄与できる酸化バリウム（ＢａＯ）の量も自ずと減り、ＮＯｘ吸収材５２本来の機能を低下させることにつながる。いわゆる「ＳＯｘ被毒」を生じさせる。

【００６２】

そこで本実施の形態では、以下に示す手順に従いこのＳＯｘ被毒を回復している。まず、ＮＯｘ吸収材５２をおおよそ５００℃～７００℃の高温に昇温せしめ、ＮＯｘ吸収材５２に蓄積される硫酸バリウム（$BaSO_4$）をSO_3^-及びSO_4^-に熱分解する。次いで、ＮＯｘ吸収材５２に流入する排気の空燃比を比較的長い時間に亘り低下せしめ、硫酸バリウム（$BaSO_4$）の熱分解により生成されたSO_3^-やSO_4^-を、排気中の炭化水素（ＨＣ）及び一酸化炭素（ＣＯ）と反応させて気体状のSO_2－に還元する。そして、ＮＯｘ吸収材５２に流入する排気と共にその気体状のSO_2－を放出させる。いわゆるＳＯｘ被毒回復制御を実施して硫黄酸化物（ＳＯｘ）の放出を行わせる。

【００６３】

なお、ＮＯｘ吸収材５２を昇温させるに際しては、例えば、電気ヒータ及び燃焼式ヒータによる外的熱エネルギーを与えて昇温させてもよいが、本実施の形態に示す内燃機関では、ＮＯｘ吸収材５２に流入する排気中に燃料の供給を行い、その燃料をＮＯｘ吸収材５２内にて燃焼（反応）させることにより昇温させている。即ち、燃料の酸化に伴う反応熱（内的熱エネルギー）を利用してＮＯｘ吸収材５２を昇温させている。尚、ＮＯｘ吸収材の下流に排気絞り弁を装備した排気系においては、その排気絞り弁を絞ってＮＯｘ吸収材を昇温させることもできる。

【００６４】

このように本実施の形態に示す排気浄化装置では、ＮＯｘ吸収材５２を高温域に昇温させた後、上記したＮＯｘの吸放出作用と同様にして流入排気の空燃比を低下せしめることにより、ＳＯｘ被毒を回復している。

【００６５】

しかしながら、本実施の形態に示すディーゼル機関など、いわゆる希薄燃焼式内燃機関においては、通常、酸素過剰状態の混合気を燃焼させて機関運転がなされている。このため通常の運転時には、ＮＯｘ吸収材５２に流入する排気中に多量の酸素が存在することとなり、その空燃比は該ＮＯｘ吸収材５２における窒素酸化物（ＮＯｘ）の放出、及び硫黄酸化物（ＳＯｘ）の放出を促すまでに低下することはほとんどない。

【００６６】

そこで本実施の形態に示す排気浄化装置では、流入排気の空燃比を低下させるべく吸蔵還元型ＮＯｘ触媒５２（ＮＯｘ吸収材）に流入する排気中に還元剤を供給してＮＯｘ触媒５２におけるＮＯｘの放出作用、及びＳＯｘ被毒の回復を促すようにしている。即ち、排気浄化装置として、吸蔵還元型ＮＯｘ触媒５２の他に、還元剤供給装置６０を備えている。

【００６７】

還元剤供給装置６０は、還元剤添加弁６１、還元剤供給路６２、燃圧制御バルブ６４、調量弁６５、燃圧センサ６３、緊急遮断弁６６、空燃比センサ７３などを備え、前記電子制御ユニット３０に準備された還元剤供給プログラムのもと、流入排気の空燃比が所望の目

標空燃比となるように還元剤たる燃料（軽油）の供給をＮＯｘ触媒５２上流の排気通路に対して行っている。なお、ここで目標空燃比とは、窒素酸化物（ＮＯｘ）を浄化すべきときと、ＳＯｘ被毒を回復すべきときとで異なる値である。

【００６８】

還元剤添加弁６１は、上記の如く排気枝管１８の集合部分に設けられており、所定圧以上の燃圧が作用したときに開弁する機械式の開閉弁である。還元剤供給路６２は、前記燃料ポンプ６によって汲み上げられた燃料の一部を還元剤添加弁６１に導く通路を形成している。燃圧制御バルブ６４は、還元剤供給路６２の経路途中に配置され、還元剤供給路６２内の燃圧を還元剤添加弁６１の開弁圧以上に維持している。調量弁６５は燃圧制御バルブ６４から還元剤添加弁６１に至る経路に設けられ還元剤供給プログラムのもと所定電圧が印可されたときに開弁する電気式の開閉弁である。燃圧センサ６３は、還元剤添加弁６１に作用する燃圧を検出している。緊急遮断弁６６は、還元剤供給路６２内の圧力に異常が生じたとき燃料ポンプ６から還元剤供給路６２への燃料供給を停止する。

【００６９】

このように構成された還元剤供給装置６０では、まず、燃料ポンプ６によって汲み上げられた燃料の一部が、緊急遮断弁６６及び燃圧制御バルブ６４を経て調量弁６５に流入する。このとき調量弁６５に流入する燃料は、燃圧制御バルブ６４によって還元剤添加弁６１の開弁圧以上に維持されている。そして、還元剤供給プログラムのもと調量弁６５に所定電圧が印可されると調量弁６５が開弁して、開弁圧以上に維持された燃料が還元剤添加弁６１に流入する。その結果、還元剤添加弁６１に開弁圧以上の燃圧が作用し、還元剤添加弁６１が開弁されて排気枝管１８内への燃料（還元剤）供給がなされる。また、排気枝管１８に供給された燃料（還元剤）は、タービンハウジング１５ｂ内にて攪拌された後、排気管１９を経てＮＯｘ触媒５２に流入する。

【００７０】

しかしながら、還元剤として排気通路に供給される燃料（炭化水素（ＨＣ））は、いわゆる排気中の未燃燃料に相当する。このため必要量以上に還元剤の供給がなされると排気エミッションの悪化につながる。また、還元剤として供給される燃料の無駄な消費にもつながる。一方、ＳＯｘ被毒を回復すべきときになされる還元剤の供給は比較的長い時間に亘り実施され、このとき硫黄酸化物（ＳＯｘ）の放出に必要とされる還元剤の供給量もその時間の経過に伴い減少する。従って、ＳＯｘ被毒を回復すべきときの還元剤の供給は、特に、正確に行う必要がある。

【００７１】

そこで本実施の形態に示す排気浄化装置では、ＮＯｘ触媒５２下流に配置される排気管１９に空燃比センサ７３を取り付け、この空燃比センサ７３にて検出される値を還元剤の供給量にフィードバックさせて還元剤の供給を行っている。即ち、反応に費やされなかった還元剤の量に応じて、新たに供給する還元剤の供給量を調節している。

【００７２】

ところが、吸蔵還元型ＮＯｘ触媒５２などＮＯｘの吸放出作用を有するＮＯｘ吸収材は、流入排気の空燃比が高いとき排気中の酸素を吸収し、流入排気の空燃比が低いときその吸収していた酸素を放出する性質いわゆる酸素吸蔵能（O_2 ストレージ効果）を有している。

【００７３】

このためＳＯｘ被毒の回復などに伴うＮＯｘ触媒５２への還元剤の供給時においては、ＮＯｘ触媒５２に吸蔵されていた酸素（O_2）が排気中に放出されることとなり、その結果、ＮＯｘ触媒５２に吸蔵される酸素（O_2）の放出が収束する迄の間、ＮＯｘ触媒５２下流の空燃比は見かけ上一時的に高い空燃比となる。

【００７４】

即ち、図３に示されるようにＮＯｘ触媒５２下流に配置した空燃比センサ７３の出力値は、このO_2 ストレージ効果の影響を受けて本来の出力値Ｘ１よりも高い、見かけ上の出力値Ｘ２を出力する。尚、本来の出力値Ｘ１とは、ＮＯｘ触媒５２を経て流出する排気中の

酸素量から、O_2ストレージ効果により放出された酸素量を差し引いたときの空燃比に相当する。よって、O_2ストレージ効果の継続期間中にＮＯｘ触媒５２下流の空燃比に基づくフィードバック制御を実施すると、本来ＮＯｘ触媒５２に供給すべき還元剤の供給量よりも多い還元剤が供給されることになる。

【００７５】

そこで本実施の形態に示す排気浄化装置では、ＮＯｘ触媒５２下流の空燃比に基づく還元剤供給量のフィードバック制御において、上記したO_2ストレージ効果の影響を避けるべく、電子制御ユニット３０に形成された還元剤供給プログラムにフィードバック禁止制御を付加している。即ち、O_2ストレージ効果の影響による空燃比センサ７３の誤差が解消する迄の間、前記ＮＯｘ触媒５２下流の空燃比に基づく還元剤供給量のフィードバック制御を禁止する。

【００７６】

＜還元剤供給プログラムの説明＞

以下、還元剤の供給時に電子制御ユニット３０内にて処理される還元剤供給プログラムについて、このフィードバック禁止制御を踏まえながら説明する。尚、図４はＳＯｘ被毒の回復を目的として実施される「ＳＯｘ被毒回復制御ルーチン」を示すものであるが、勿論、ＮＯｘの放出作用を促す還元剤の供給時などにおいても応用できるものである。また、図４中に記載の量論比とは、理論空燃比（ＡＦ＝１３～１４）に近似される値である。

【００７７】

まず、電子制御ユニット３０は、機関運転開始からの運転履歴を収集すべく各種センサの出力信号をＲＡＭ３３上に記憶する（ステップ１０１）。ここで運転履歴とは、例えば、機関運転開始からの経過時間、目標要求トルクを満たすべく各気筒２に供された燃料の供給量、各気筒２に吸入された空気量、前回の還元剤供給時からの経過時間、車両走行距離数の積算値、排気温度などを例示できる。

【００７８】

続くステップ１０２では、前記ステップ１０１にて収集された運転履歴をＣＰＵ３４に読み出し、ＳＯｘ被毒の回復を目的とした還元剤の供給実行条件が成立しているか否かＣＰＵ３４内にて判別する。還元剤の供給実行条件としては、ＮＯｘ触媒５２における硫黄酸化物（ＳＯｘ）の吸収量が所定量に達しているか。また、ＮＯｘ触媒５２の触媒温度が硫黄酸化物（ＳＯｘ）を熱分解し得る高温域に達しているか。排気の温度が所定の上限値以下であるか。ＮＯｘの吸放出作用を促す還元剤の供給が否実行状態にあるか、などの条件を例示できる。

【００７９】

尚、本実施の形態では、運転履歴に基づき硫黄酸化物（ＳＯｘ）の吸収量を把握するにあたって、主として車両走行距離数や、機関燃焼に供された燃料の消費量などから硫黄酸化物（ＳＯｘ）の吸収量すなわち被毒量を算出している。また、触媒温度を把握するにあたっては、排気温度センサ７４の出力値に基づき触媒温度の把握を行っている。そして、各種条件が満たされたとき、電子制御ユニット３０では、還元剤の供給を実施すべくステップ１０３に移行して基本供給量の算出を行う。また、各種要件が満たされないときには、本処理ルーチンの実行を一旦終了する。

【００８０】

ステップ１０３では、現在の機関運転に供されている混合気の空燃比と、前記ステップ１０２にて算出された硫黄酸化物（ＳＯｘ）の吸収量とをパラメータとしてＳＯｘ被毒の回復に供される還元剤の基本供給量をＲＯＭ３２上に予め準備された基本供給量算出マップに基づき算出する。尚、ここで算出される基本供給量は、ＳＯｘ被毒の回復に必須とされる供給量に対して若干少ない値とされている。また、基本供給量算出マップは、各種予備実験に基づき作成されたものである。

【００８１】

続くステップ１０４では、ステップ１０３にて算出された基本供給量に従い、調量弁６５の開弁制御を実施する。尚、調量弁６５の開弁制御に関しては、基本供給量に見合う還元

剤が、還元剤添加弁６１を介して排気通路に供給されるように調量弁６５の開弁時間若しくは開弁周期の調節を行う。そして、本ステップ１０４の実行と共に、還元剤たる燃料が還元剤添加弁６１を介して排気通路中に供給されることとなる。

【００８２】

続くステップ１０５では、還元剤の供給に係るフィードバック禁止制御が前記ステップ１０４と略同時に開始される。即ち、空燃比センサ７３から出力値をフィードバックせずに還元剤の供給がなされる。なお、フィードバック禁止制御期間中における還元剤の供給量すなわち基本供給量は、上記したようにＳＯｘ被毒の回復に必須とされる供給量に対して若干少ない値とされている。このためフィードバック禁止制御期間中においても排気エミッションの悪化を招くことなく還元剤の供給が行える。

【００８３】

続くステップ１０６では、還元剤の供給開始に伴うO_2ストレージ効果の影響が収束したか否かを空燃比センサ７３の出力値に基づき判定する。より具体的には、予め閾値となる空燃比を定めておき、ＮＯｘ触媒５２下流の空燃比がこの閾値となる空燃比に達したことを受けて、O_2ストレージ効果の収束と見なしている。

【００８４】

尚、閾値となる空燃比は、空燃比センサ７３にて出力される見かけ上の出力値Ｘ２と、O_2ストレージ効果の影響を除外した理論上の出力値Ｘ１と、が互いに同値となる空燃比（図４中Ａ点）に相当するが、本実施の形態では、制御系における応答遅れなど考慮して、本来、閾値として定義される理論上の空燃比（図４中Ａ点）よりも若干高めにその閾値たる空燃比の設定を行っている（図４中Ｂ点）。

【００８５】

そして、電子制御ユニット３０では、空燃比センサ７３の出力値がこの閾値に達したことを受けフィードバック禁止制御を終了する（ステップ１０７）。なお、ステップ１０６において未だ空燃比センサ７３の出力値がこの閾値に達していないときには、O_2ストレージ効果が継続しているとみなしステップ１０３から本ステップ１０６に至る処理ルーチンを再度繰り返して実行する。

【００８６】

そして、フィードバック禁止制御の終了と略同時に、基本供給量の補正すなわちフィードバック制御を開始すべくＮＯｘ触媒５２下流の空燃比を空燃比センサ７３にて検出すると共にその空燃比が所定の空燃比より高いか否かを判別する（ステップ１０８）。

【００８７】

なお、所定の空燃比とは、ＳＯｘ被毒を回復し得る適切量の還元剤を流入排気中に供給したとき、そのＮＯｘ触媒５２を経て流れ出る流出排気の空燃比に相当する。即ち、流入排気を目標空燃比としたとき、その目標空燃比と流出排気の空燃比との間における相関関係に基づき定められる値である。なお、還元剤供給プログラム上においては、ＮＯｘ触媒５２に吸収された硫黄酸化物（ＳＯｘ）の吸収量によって定義付けられる値である。

【００８８】

そして、ＮＯｘ触媒５２下流の空燃比が、所定の空燃比に対して高いと判断されたときには、基本供給量の増量補正を実施すべくステップ１０９に移行する。また、ＮＯｘ触媒５２下流の空燃比が、所定の空燃比に対して低いと判断されたときには、基本供給量の減量補正を実施すべくステップ１１０に移行する。

【００８９】

基本供給量の増量補正を実施するステップ１０９では、空燃比センサ７３にて検出される空燃比と所定の空燃比との差に応じて増量すべき還元剤の補正供給量を算出すると共に、算出された補正量に伴う調量弁６５の開弁制御を実施する。尚、還元剤の増量補正に伴う調量弁６５の開弁制御は、調量弁６５の開弁時間を長くする若しくは開弁周期を短くするなどして増量補正に対応している。

【００９０】

一方、基本供給量の減量補正を実施するステップ１１０においても同様にして、空燃比セ

ンサ７３にて検出される空燃比と所定の空燃比との差に応じて減量すべき還元剤の補正供給量を算出すると共に、算出された補正量に伴う調量弁６５の開弁制御を実施する。尚、還元剤の減量補正に伴う調量弁６５の開弁制御は、調量弁６５の開弁時間を短くする若しくは開弁周期を長くするなどして減量補正に対応している。

【００９１】

そして、電子制御ユニット３０では、ステップ１０９、又はステップ１１０の終了後、還元剤の供給に係る供給終了条件が成立しているか否かを判別する（ステップ１１１）。すなわち、ＳＯｘ被毒の回復を目的とした還元剤の供給を終了させるか否かを判別する。

【００９２】

なお、供給終了条件としては、例えば、還元剤の供給開始後、所定時間が経過したか、排気温度センサ７４の出力値が所定値以下になったか、などの条件を例示できる。そして、本ステップ１１１において供給終了条件が成立していると判断されたときには、調量弁６５を閉弁して本処理ルーチンを終了する（ステップ１１２）。また、供給終了条件が不成立であると判定されたときには、前記ステップ１０８から本ステップ１１１までを再度繰り返して実行する。

【００９３】

このように本実施の形態に示す排気浄化装置では、ＮＯｘ触媒５２下流の空燃比をフィードバックして還元剤の供給量を定めている。さらに、還元剤の供給に係るフィードバック制御を実施するに際して、O_2 ストレージ効果の継続中に、そのフィードバック制御を一時期禁止している。このためＮＯｘ触媒５２に対する不必要な還元剤の供給が抑えられることとなり、還元剤の過剰供給に起因した排気エミッションの悪化や、還元剤（燃料）の無駄な消費を防止できる。

【００９４】

尚、上記した還元剤供給プログラムすなわちＳＯｘ被毒回復制御ルーチンは、あくまでも本発明の一実施形態であり、その詳細は任意に変更できるものである。例えば、上記した処理ルーチンでは、還元剤の供給開始と程同時にフィードバック禁止制御を開始しているが、還元剤添加弁６１から供給された還元剤がＮＯｘ触媒５２に流入するまでのタイムラグを考慮して還元剤の供給開始後、所定時間経過の後にフィードバック禁止制御を開始してもよい。

【００９５】

即ち、還元剤添加弁６１から供給された還元剤がＮＯｘ触媒５２に至る以前にＮＯｘ触媒５２を経て流出した排気は、時としてフィードバック禁止制御を解除し得る閾値近傍の空燃比になることも極まれにある。このため還元剤の供給に起因しない空燃比の変化によるフィードバック禁止制御の解除を防止するために、還元剤の供給開始後所定時間経過の後にフィードバック禁止制御を実施するようにしてもよい。

【００９６】

また、上記した還元剤供給プログラムにおいては、空燃比センサ７３の出力値が閾値に達したことを条件に O_2 ストレージ効果の収束と見なしているが、還元剤の供給開始時からの経過時間に基づいて O_2 ストレージ効果の収束を判断してもよい。即ち、還元剤の供給開始時から所定時間経過したことを受けて O_2 ストレージ効果の収束と見なし、フィードバック制御を開始させてもよい。

【００９７】

なお、時間の経過に基づき O_2 ストレージ効果の収束を判断するに際しては、例えば、以下の手順にて判断する。まず、ＲＡＭ３３上に記録された運転履歴のうち、目標要求トルクを満たすべく各気筒２に供された燃料の供給量と、各気筒２に吸入された空気量とをパラメータとして、ＮＯｘ触媒５２に吸収されたと思われる酸素量を算出する。次いで、その算出された酸素量に基づき O_2 ストレージ効果の収束にかかる目標時間を設定する。

【００９８】

なお、目標時間の算出は、酸素量と O_2 ストレージ効果の収束時間との相関関係を把握する予備実験において概ね把握することができる。このため予備実験の結果をＲＯＭ３２上

に記録させ、この試験結果と運転履歴に基づき算出された酸素量とを照らし合わせることにより、目標時間の設定を行える。そして、還元剤の供給開始と同時にその経過時間をカウントし、カウントされた時間が目標時間に達したことを受けてO_2ストレージ効果の収束とみなす。このように上記した還元剤供給プログラムの詳細は所望に応じて変更することができる。

【００９９】

また、本実施の形態では、ＳＯｘ被毒の回復に伴う還元剤の供給に関して説明を行ったが、勿論、本発明はＳＯｘ被毒の回復時においてのみ適用されるものではない。即ち、ＮＯｘ触媒５２下流の空燃比をフィードバックして実施し得る還元剤の供給制御全般に適用できるものである。例えば、ＮＯｘ触媒５２に吸収された窒素酸化物（ＮＯｘ）の浄化に伴う還元剤の供給時、また、ＮＯｘ触媒５２の昇温制御に伴う還元剤の供給時などにおいても本発明は有用である。

【０１００】

また、本実施の形態では、還元剤の供給を行うに際して、排気通路への還元剤の供給を実施しているが、機関燃焼に寄与されない燃焼室内への副噴射や、機関燃焼に供される混合気の空燃比を予め低めに設定する空燃比制御などを実施してＮＯｘ触媒５２に還元剤を供給してもよい。但し、何れの場合においても、ＮＯｘ触媒５２下流の空燃比はフィードバックして還元剤の供給量を定めるものとする。

【０１０１】

また、上記した還元剤供給装置６０の構成は、あくまでも本発明の一実施形態にすぎず、その詳細は所望に応じて変更しても構わない。例えば、機械式の開閉弁である還元剤添加弁６１を電磁弁とする。また、還元剤供給装置６０を燃料供給系から完全に独立させて構成するなどの変更を行ってもよい。また、上記した実施の形態では、ＮＯｘ触媒５２下流の空燃比を検出するにあたって、空燃比センサ７３を利用しているが、空燃比センサ７３に替えて酸素（O_2）センサを使用してもよい。また、本実施の形態では、ディーゼル機関に本発明を適用させた例について説明しているが、本発明は、勿論ガソリン機関においても有用である。

【０１０２】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、O_2ストレージ効果の継続中に、還元剤供給量の補正を禁止し得る補正禁止手段を備えているため、O_2ストレージ効果に起因した不必要な還元剤の供給を防止できる。また、還元剤の過剰供給による排気エミッションの悪化や、還元剤（燃料）の無駄な消費をも防止し得る。

【図面の簡単な説明】

【図１】本実施の形態に示す内燃機関の概略構図。

【図２】ＮＯｘの吸放出作用を説明するための図。

【図３】還元剤の供給に伴う空燃比センサの出力値の変化を示す図。

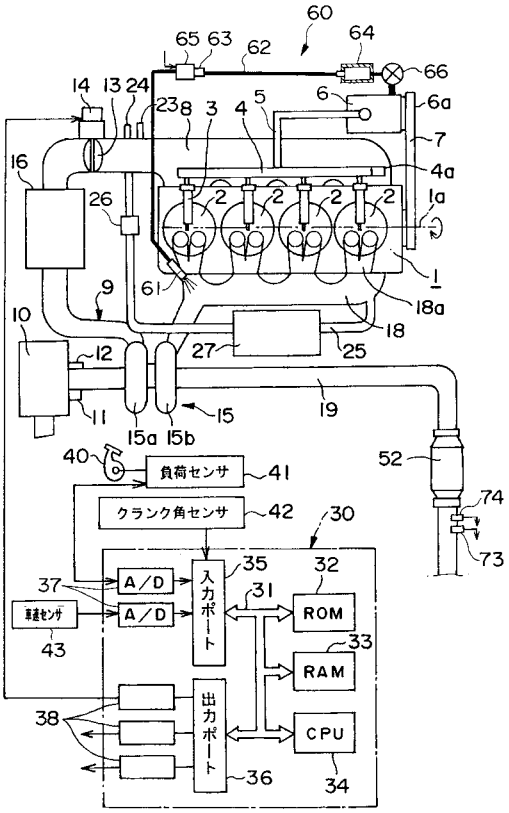
【図４】本実施の形態に係るＳＯｘ被毒回復制御ルーチンを示すフローチャート。

【符号の説明】

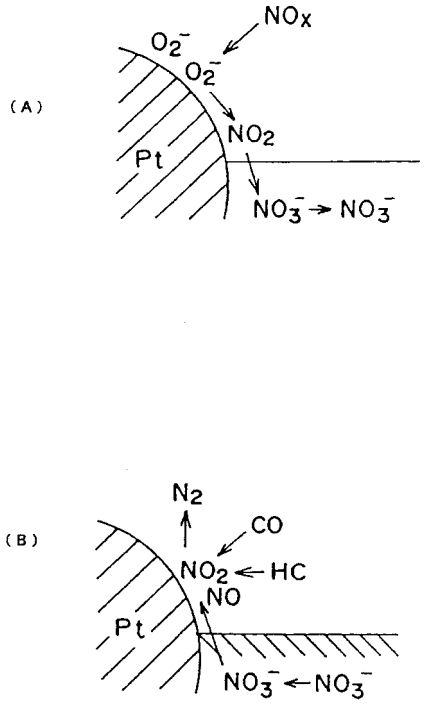
１　ディーゼルエンジン（内燃機関）
１ａ　クランクシャフト
２　気筒
３　燃料噴射弁
４　コモンレール
４ａ　レール圧センサ
５　燃料供給管
６　燃料ポンプ
８　吸気枝管
９　吸気管
１０　エアクリーナボックス

１１　エアフロメータ
１２　吸気温センサ
１３　吸気絞り弁
１４　アクチュエータ
１５　ターボチャージャ
１５ａ　コンプレッサハウジング
１５ｂ　タービンハウジング
１６　インタークーラ
１８　排気枝管
１８ａ　排気ポート
１９　排気管
２３　過給圧センサ
２４　吸気温センサ
２５　ＥＧＲ通路（排気再循環通路）
２６　ＥＧＲ弁
２７　ＥＧＲクーラ
３０　電子制御ユニット
３１　双方向性バス
３５　入力ポート
３６　出力ポート
３７　変換器
３８　駆動回路
４０　アクセルペダル
４１　負荷センサ
４２　クランク角センサ
４３　車速センサ
５２　吸蔵還元型ＮＯｘ触媒（ＮＯｘ吸収材）
６０　還元剤供給装置
６１　還元剤添加弁
６２　還元剤供給路
６３　燃圧センサ
６４　燃圧制御バルブ
６５　調量弁
６６　緊急遮断弁
７３　空燃比センサ
７４　排気温度センサ
Ｘ１　理論上の出力値
Ｘ２　見かけ上の出力値

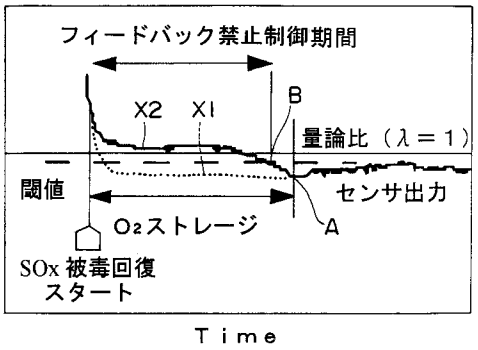
【図１】


60
65 63
62
64
66
14 13 24
23 8 3 4 5
6
6a
7
16
4a
26
2 2 2 2
1a
1
9
61
18a
10
18
12
27
25
11
15
19
15a 15b
40
負荷センサ
41
52
74
クランク角センサ
42
30
73
37
A/D
入力ポート
35
32
A/D
31
ROM
車速センサ
43
33
RAM
38
出力ポート
CPU
36
34

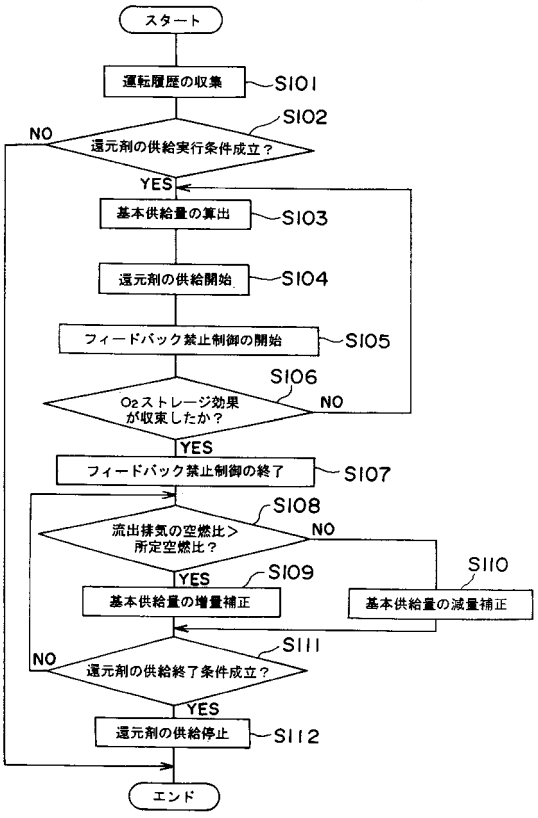
【図２】


(A)
NOx
O2-
O2-
NO2
Pt
NO3- → NO3-
(B)
N2
CO
NO2 ← HC
NO
Pt
NO3- ← NO3-

【図３】


フィードバック禁止制御期間
X2
X1
B
量論比（λ＝1）
閾値
センサ出力
O2ストレージ
A
SOx 被毒回復
スタート
Time

【図４】


スタート
運転履歴の収集
S101
S102
NO
還元剤の供給実行条件成立？
YES
基本供給量の算出
S103
還元剤の供給開始
S104
フィードバック禁止制御の開始
S105
S106
O2ストレージ効果が収束したか？
NO
YES
フィードバック禁止制御の終了
S107
S108
流出排気の空燃比＞所定空燃比？
NO
YES
S109
S110
基本供給量の増量補正
基本供給量の減量補正
S111
NO
還元剤の供給終了条件成立？
YES
還元剤の供給停止
S112
エンド

フロントページの続き

(51)Int.Cl.[7]	FI	
F01N 3/28	F01N 3/20	E
	F01N 3/28	301C
	B01D 53/34	129A

(72)発明者　大木　久
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　石山　忍
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　小林　正明
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　柴田　大介
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　根上　秋彦
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　小田　富久
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　原田　泰生
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　大坪　康彦
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　青山　太郎
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　特開平０７－１１９４５２（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－０１８０２２（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２００８５３（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０４２０２４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
F01N 3/08 - 3/36
B01D 53/56
B01D 53/81