(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3798623号

(P3798623)

(45)発行日　平成18年7月19日(2006.7.19)　(24)登録日　平成18年4月28日(2006.4.28)

(51)Int.Cl.		F I		
F02N 3/08	(2006.01)	F02N	3/08	B
B01D 53/94	(2006.01)	B01D	53/36	101A
F02N 3/18	(2006.01)	F02N	3/18	C
F02D 45/00	(2006.01)	F02D	45/00	310Z
		F02D	45/00	314Z

請求項の数 2　(全 20 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2000-383818(P2000-383818)
(22)出願日　平成12年12月18日(2000.12.18)
(65)公開番号　特開2002-188428(P2002-188428A)
(43)公開日　平成14年7月5日(2002.7.5)
審査請求日　平成16年4月1日(2004.4.1)

(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
(73)特許権者　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目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

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】

酸素過剰状態の混合気を燃焼可能とする希薄燃焼式の内燃機関と、

前記内燃機関の排気通路に設けられ、還元剤の存在下で排気中の有害ガス成分を浄化する排気浄化触媒と、

還元剤を所定の圧力で吐出する還元剤吐出手段と、

前記排気浄化触媒より上流の排気通路に設けられ、所定の開弁圧以上の還元剤が印加されたときに開弁して前記排気通路内へ還元剤を添加する還元剤添加ノズルと、

前記還元剤吐出手段から吐出された還元剤を前記還元剤添加ノズルへ導く還元剤供給通路と、

前記還元剤供給通路の途中に設けられ、前記還元剤吐出手段から前記還元剤添加ノズルへ供給される還元剤の量を調整する還元剤調量弁と、

前記還元剤供給通路における前記還元剤調量弁より上流に設けられ、該還元剤供給通路を遮断する遮断弁と、

前記還元剤供給通路における前記遮断弁と前記還元剤調量弁の間に設けられ、該還元剤供給通路内における還元剤の圧力を検出する還元剤圧力検出手段と、

前記遮断弁が開弁状態にあり且つ前記還元剤調量弁が閉弁状態にあるときに前記還元剤圧力検出手段が検出した還元剤の圧力に基づいて還元剤が漏出しているか否かを判定する漏出判定手段と、

を備え、

前記漏出判定手段は、前記還元剤の漏出を判定した場合は、前記遮断弁を閉弁させ、前記遮断弁の閉弁後に前記還元剤圧力検出手段が検出した還元剤の圧力に基づいて還元剤の漏出部位を特定することを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項２】

酸素過剰状態の混合気を燃焼可能とする希薄燃焼式の内燃機関と、

前記内燃機関の排気通路に設けられ、還元剤の存在下で排気中の有害ガス成分を浄化する排気浄化触媒と、

還元剤を所定の圧力で吐出する還元剤吐出手段と、

前記排気浄化触媒より上流の排気通路に設けられ、所定の開弁圧以上の還元剤が印加されたときに開弁して前記排気通路内へ還元剤を添加する還元剤添加ノズルと、

前記還元剤吐出手段から吐出された還元剤を前記還元剤添加ノズルへ導く還元剤供給通路と、

前記還元剤供給通路の途中に設けられ、前記還元剤吐出手段から前記還元剤添加ノズルへ供給される還元剤の量を調整する還元剤調量弁と、

前記還元剤供給通路における前記還元剤調量弁より上流に設けられ、該還元剤供給通路を遮断する遮断弁と、

前記還元剤供給通路における前記遮断弁と前記還元剤調量弁の間に設けられ、該還元剤供給通路内における還元剤の圧力を検出する還元剤圧力検出手段と、

前記遮断弁が開弁状態にあり且つ前記還元剤調量弁が閉弁状態にあるときに前記還元剤圧力検出手段が検出した還元剤の圧力に基づいて還元剤が漏出しているか否かを判定する漏出判定手段と、

を備え、

前記漏出判定手段は、前記還元剤吐出手段の作動が停止する直前に、前記遮断弁を閉弁させ且つ前記還元剤調量弁を閉弁させて還元剤の漏出判定を行うことを特徴とする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、内燃機関の排気を浄化する技術に関し、特に排気浄化触媒へ還元剤を供給することにより排気中の有害ガス成分を浄化する技術に関する。

【０００２】

【従来の技術】

近年では、希薄燃焼可能な内燃機関の排気に含まれる窒素酸化物（ＮＯx）を低減する手段の一つとして、選択還元型ＮＯx触媒や吸蔵還元型ＮＯx触媒などのリーンＮＯx触媒が知られている。

【０００３】

選択還元型ＮＯx触媒は、酸素過剰の雰囲気で炭化水素（ＨＣ）等の還元剤が存在するときに窒素酸化物（ＮＯx）を還元または分解する触媒であり、このような触媒としては、ゼオライトにＣｕ等の遷移金属をイオン交換して坦持してなる触媒、ゼオライトまたはアルミナからなる担体に貴金属を坦持してなる触媒、等が含まれる。

【０００４】

この選択還元型ＮＯx触媒を利用して窒素酸化物（ＮＯx）を浄化するには適量のＨＣ成分（還元剤）が必要となるが、内燃機関が希薄燃焼運転されているときは排気中のＨＣ成分量が極めて少なくなるため、希薄燃焼運転時に排気中のＮＯxを浄化するためには、選択還元型ＮＯx触媒にＨＣ成分を別途供給する必要がある。

【０００５】

一方、吸蔵還元型ＮＯx触媒は、流入排気が酸素過剰状態にあるときには排気中の窒素酸化物（ＮＯx）を吸収し、流入排気の酸素濃度が低下し且つ炭化水素（ＨＣ）等の還元剤が存在するときには吸収していた窒素酸化物（ＮＯx）を放出しつつ還元する触媒である。

【０００６】
この吸蔵還元型ＮＯx触媒が希薄燃焼式内燃機関に適用された場合、該内燃機関の希薄燃焼運転時は排気の空燃比がリーンとなるため、排気中の窒素酸化物（ＮＯx）が吸蔵還元型ＮＯx触媒に吸収されることとなる。しかしながら、リーン空燃比の排気が長期間にわたって吸蔵還元型ＮＯx触媒に供給され続けると、吸蔵還元型ＮＯx触媒のＮＯx吸収能力が飽和し、窒素酸化物（ＮＯx）が吸蔵還元型ＮＯx触媒に吸収されずにリークされることとなる。そこで、吸蔵還元型ＮＯx触媒を利用して窒素酸化物（ＮＯx）を浄化する場合は、吸蔵還元型ＮＯx触媒のＮＯx吸収能力が飽和する前に所定のタイミングで流入排気の酸素濃度を低下させるとともに排気中のＨＣ成分量を増加させ、吸蔵還元型ＮＯx触媒に吸収されていた窒素酸化物（ＮＯx）を放出しつつ窒素（N_2)に還元し、以て吸蔵還元型ＮＯx触媒のＮＯx吸収能力を回復させる必要がある。
【０００７】
このように選択還元型ＮＯx触媒や吸蔵還元型ＮＯx触媒などのリーンＮＯx触媒は、一様にして還元剤の存在下で排気中の窒素酸化物（ＮＯx）を浄化可能となるため、リーンＮＯx触媒を利用して排気中の窒素酸化物（ＮＯx）を浄化する場合には、リーンＮＯx触媒に対して適量の還元剤を供給する必要がある。
【０００８】
このような要求に対し、従来では、特開平１１－９３６４１号公報に記載されたような「内燃機関の排気浄化装置」が知られている。
【０００９】
特開平１１－９３６４１号公報に記載された「内燃機関の排気浄化装置」では、内燃機関の排気管が途中で第１排気管と第２排気管に分岐され、第１排気管には吸蔵還元型ＮＯx触媒を収容した第１触媒コンバータが設けられるとともに、第２排気管には選択還元型ＮＯx触媒を収容した第２触媒コンバータが設けられている。更に第１排気管と第２排気管との分岐部には切換弁が設置されている。
【００１０】
上記した内燃機関の排気浄化装置は、排気が高温から低温に変化しているときには、切換弁により排気を第２排気通路に流すことにより、排気中の窒素酸化物（ＮＯx）を選択還元型ＮＯx触媒で還元させる。また、上記した内燃機関の排気浄化装置は、排気が高温から低温に変化している以外の時には、切換弁により排気を第１排気通路に流すことにより、排気中の窒素酸化物（ＮＯx）を吸蔵還元型ＮＯx触媒に吸収させるとともに、還元剤添加手段から吸蔵還元型ＮＯx触媒へ適宜還元剤を供給することにより、吸蔵還元型ＮＯx触媒に吸収された窒素酸化物（ＮＯx）を放出・還元させる。すなわち、上記した内燃機関の排気浄化装置は、選択還元型ＮＯx触媒と吸蔵還元型ＮＯx触媒とをそれぞれの特性に応じて使い分け、以て窒素酸化物（ＮＯx）の浄化率を向上させようとするものである。
【００１１】
【発明が解決しようとする課題】
ところで、上述した特開平１１－９３６４１号公報に記載されたような従来の技術では、還元剤供給機構における還元剤の漏出を検出することも重要である。
【００１２】
例えば、還元剤供給機構から還元剤が漏出すると、リーンＮＯx触媒に対して所望量の還元剤を供給することが困難になり、排気エミッションの悪化を招く上、還元剤が不要に消費される虞がある。
【００１３】
本発明は、上述したような種々の事情に鑑みてなされたものであり、内燃機関の排気通路に設けられた排気浄化触媒へ還元剤を供給することにより排気中の有害ガス成分を浄化する内燃機関の排気浄化装置において、還元剤を供給する機構における還元剤の漏出を検出し、以て還元剤の不要な消費を防止することを目的とする。
【００１４】
【課題を解決するための手段】

本発明は前記課題を解決するために、以下の手段を採用した。即ち、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置は、酸素過剰状態の混合気を燃焼可能とする希薄燃焼式の内燃機関と、
前記内燃機関の排気通路に設けられ、還元剤の存在下で排気中の有害ガス成分を浄化する排気浄化触媒と、
還元剤を所定の圧力で吐出する還元剤吐出手段と、
前記排気浄化触媒より上流の排気通路に設けられ、所定の開弁圧以上の還元剤が印加されたときに開弁して前記排気通路内へ還元剤を添加する還元剤添加ノズルと、
前記還元剤吐出手段から吐出された還元剤を前記還元剤添加ノズルへ導く還元剤供給通路と、
前記還元剤供給通路の途中に設けられ、前記還元剤吐出手段から前記還元剤添加ノズルへ供給される還元剤の量を調整する還元剤調量弁と、
前記還元剤供給通路における前記還元剤調量弁より上流に設けられ、該還元剤供給通路を遮断する遮断弁と、
前記還元剤供給通路における前記遮断弁と前記還元剤調量弁の間に設けられ、該還元剤供給通路内における還元剤の圧力を検出する還元剤圧力検出手段と、
前記遮断弁が開弁又は閉弁状態にあり且つ前記還元剤調量弁が閉弁状態にあるときに前記還元剤圧力検出手段が検出した還元剤の圧力に基づいて還元剤が漏出しているか否かを判定する漏出判定手段と、
を備えることを特徴とする。

【００１５】

このように構成された内燃機関の排気浄化装置では、排気浄化触媒へ還元剤を供給する必要が生じると、遮断弁が開弁している状況下で還元剤調量弁が開弁し、還元剤吐出手段から吐出された還元剤が還元剤添加ノズルに印加される。そして、還元剤添加ノズルに印加される還元剤の圧力が還元剤添加ノズルの開弁圧以上に達すると、還元剤添加ノズルが開弁し、排気浄化触媒より上流の排気通路へ還元剤が添加される。

【００１６】

排気通路に供給された還元剤は、排気通路の上流から流れてくる排気とともに排気浄化触媒へ流入する。この場合、排気浄化触媒は、還元剤を利用して排気中の有害ガス成分を還元及び浄化することになる。

【００１７】

一方、漏出発生判定手段は、遮断弁が開弁し且つ還元剤調量弁が開弁しているときに還元剤圧力検出手段が検出した還元剤の圧力に基づいて還元剤の漏出が発生しているか否かを判別する。

【００１８】

その際、還元剤の漏出が発生していると、還元剤圧力検出手段によって検出される圧力は、還元剤の漏出が発生していないときの圧力よりも低い値となる。

【００１９】

例えば、還元剤吐出手段が作動状態にあるとき又は還元剤吐出手段が作動停止する直前に遮断弁が閉弁され且つ還元剤調量弁が閉弁されると、還元剤圧力検出手段によって検出される圧力は還元剤吐出手段の吐出圧力に略近似した圧力となるはずであるが、還元剤の漏出が発生している場合は、還元剤圧力検出手段によって検出される圧力が還元剤吐出手段の吐出圧力よりも低い圧力となる。

【００２０】

従って、漏出判定手段は、還元剤圧力検出手段によって検出された圧力に基づいて還元剤供給機構の漏出異常を判定することが可能となる。

【００２１】

尚、漏出判定手段が還元剤の漏出判定を行う時期としては、還元剤吐出手段が作動状態にあるとき、あるいは還元剤吐出手段が作動を停止した直後などを例示することができる。但し、還元剤吐出手段の吐出能力が高い場合には、単位時間当たりに漏出する還元剤量に対して還元剤吐出手段から吐出される還元剤量が非常に多くなり、還元剤の漏出を検出す

ることが困難となることが想定されるため、還元剤吐出手段の作動が停止した直後に還元剤の漏出判定が行われるようにすることが好ましい。

【００２２】

本発明に係る内燃機関の排気浄化装置において、漏出判定手段は、還元剤の漏出が発生していると判定した場合に、還元剤調量弁を閉弁状態に保持しつつ遮断弁を閉弁させ、遮断弁の閉弁後に還元剤圧力検出手段が検出した還元剤の圧力に基づいて還元剤の漏出部位を特定するようにしてもよい。

【００２３】

この場合、遮断弁から還元剤調量弁に至る還元剤供給通路内が閉鎖空間となるため、前記閉鎖空間から還元剤の漏出がなければ、閉鎖空間内の還元剤は、前記遮断弁を閉弁したときの圧力を維持したまま貯蔵されることになる。

【００２４】

一方、前記閉鎖空間から還元剤の漏出が発生している場合には、閉鎖空間内の還元剤が閉鎖空間の外部へ漏出するため、前記閉鎖空間内の還元剤の圧力が低下していくことになる。

【００２５】

従って、遮断弁が閉弁された後に前記閉鎖空間における還元剤の圧力が所定の圧力に維持されていれば遮断弁から還元剤調量弁に至る還元剤供給通路において還元剤の漏出が発生しておらず且つ遮断弁より上流において還元剤が漏出していることになり、遮断弁が閉弁された後に前記閉鎖空間における還元剤の圧力が所定の圧力より低下していれば遮断弁から還元剤調量弁に至る還元剤供給通路において還元剤の漏出が発生していることになる。

【００２６】

この結果、漏出判定手段は、遮断弁が開弁し且つ還元剤調量弁が閉弁している状況下で還元剤の漏出が発生していると判定した場合は、還元剤調量弁に加えて遮断弁も閉弁させ、その後に還元剤圧力検出手段が検出した還元剤の圧力に基づいて還元剤の漏出発生部位を判定することができる。

【００２７】

本発明に係る内燃機関の排気浄化装置においては、前記異常判定手段は、還元剤の漏出が発生していると判定した後は、遮断弁を閉弁保持するようにしてもよい。

【００２８】

これは、還元剤の漏出が発生している場合は、所望量の還元剤を排気中に添加することが困難になる場合や、遮断弁より下流にて還元剤の漏出が発生している場合等に、還元剤の不要な消費を抑制するためである。

【００２９】

本発明において、希薄燃焼可能な内燃機関としては、筒内直接噴射式のリーンバーンガソリンエンジンやディーゼルエンジンを例示することができる。

【００３０】

本発明において、リーンＮＯx触媒としては、吸蔵還元型ＮＯx触媒あるいは選択還元型ＮＯx触媒を例示することができる。

【００３１】

本発明において、還元剤としては、軽油、ガソリンなどのように炭化水素（ＨＣ）を含むものが好適である。

【００３２】

【発明の実施の形態】

＜第１の実施の形態＞

以下、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の具体的な実施態様について図面に基づいて説明する。ここでは、本発明に係る排気浄化装置を車両駆動用のディーゼル機関に適用した場合を例に挙げて説明する。

【００３３】

図１は、本発明に係る排気浄化装置を適用する内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す

図である。

【００３４】

図１に示す内燃機関１は、４つの気筒２を有する水冷式の４サイクル・ディーゼル機関である。

【００３５】

内燃機関１は、各気筒２の燃焼室に直接燃料を噴射する燃料噴射弁３を備えている。各燃料噴射弁３は、燃料を所定圧まで蓄圧する蓄圧室（コモンレール）４と接続されている。このコモンレール４には、該コモンレール４内の燃料の圧力に対応した電気信号を出力するコモンレール圧センサ４ａが取り付けられている。

【００３６】

前記コモンレール４は、燃料供給管５を介して燃料ポンプ６と連通している。この燃料ポンプ６は、内燃機関１の出力軸（クランクシャフト）の回転トルクを駆動源として作動するポンプであり、該燃料ポンプ６の入力軸に取り付けられたポンププーリ６ａが内燃機関１の出力軸（クランクシャフト）に取り付けられたクランクプーリ１ａとベルト７を介して連結されている。

【００３７】

このように構成された燃料噴射系では、クランクシャフトの回転トルクが燃料ポンプ６の入力軸へ伝達されると、燃料ポンプ６は、クランクシャフトから該燃料ポンプ６の入力軸へ伝達された回転トルクに応じた圧力で燃料を吐出する。

【００３８】

前記燃料ポンプ６から吐出された燃料は、燃料供給管５を介してコモンレール４へ供給され、コモンレール４にて所定圧まで蓄圧されて各気筒２の燃料噴射弁３へ分配される。そして、燃料噴射弁３に駆動電流が印加されると、燃料噴射弁３が開弁し、その結果、燃料噴射弁３から気筒２内へ燃料が噴射される。

【００３９】

一方、気筒２内へ噴射される燃料量は、燃料ポンプ６から吐出される燃料量よりも少ないため、燃料供給管内には燃料が過剰に供給されるため燃料の圧力は上昇する。そして、燃料供給管５内の燃料が所定圧力以上となると、所定圧力以上で開弁する図示しないリリーフ弁が開弁し、燃料は図示しないリターンパイプを介して燃料ポンプ６の上流へと排出される。このようにして、燃料の圧力が所定圧力以上には上昇しないようにしている。

【００４０】

次に、内燃機関１には、吸気枝管８が接続されており、吸気枝管８の各枝管は、各気筒２の燃焼室と図示しない吸気ポートを介して連通している。

【００４１】

前記吸気枝管８は、吸気管９に接続され、この吸気管９は、エアクリーナボックス１０に接続されている。前記エアクリーナボックス１０より下流の吸気管９には、該吸気管９内を流通する吸気の質量に対応した電気信号を出力するエアフローメータ１１と、該吸気管９内を流通する吸気の温度に対応した電気信号を出力する吸気温度センサ１２とが取り付けられている。

【００４２】

前記吸気管９における吸気枝管８の直上流に位置する部位には、該吸気管９内を流通する吸気の流量を調節する吸気絞り弁１３が設けられている。この吸気絞り弁１３には、ステッパモータ等で構成されて該吸気絞り弁１３を開閉駆動する吸気絞り用アクチュエータ１４が取り付けられている。

【００４３】

前記エアフローメータ１１と前記吸気絞り弁１３との間に位置する吸気管９には、排気の熱エネルギを駆動源として作動する遠心過給機（ターボチャージャ）１５のコンプレッサハウジング１５ａが設けられ、コンプレッサハウジング１５ａより下流の吸気管９には、前記コンプレッサハウジング１５ａ内で圧縮されて高温となった吸気を冷却するためのインタークーラ１６が設けられている。

【００４４】
このように構成された吸気系では、エアクリーナボックス１０に流入した吸気は、該エアクリーナボックス１０内の図示しないエアクリーナによって吸気中の塵や埃等が除去された後、吸気管９を介してコンプレッサハウジング１５ａに流入する。
【００４５】
コンプレッサハウジング１５ａに流入した吸気は、該コンプレッサハウジング１５ａに内装されたコンプレッサホイールの回転によって圧縮される。前記コンプレッサハウジング１５ａ内で圧縮されて高温となった吸気は、インタークーラ１６にて冷却された後、必要に応じて吸気絞り弁１３によって流量を調節されて吸気枝管８に流入する。吸気枝管８に流入した吸気は、各枝管を介して各気筒２の燃焼室へ分配され、各気筒２の燃料噴射弁３から噴射された燃料を着火源として燃焼される。
【００４６】
一方、内燃機関１には、排気枝管１８が接続され、排気枝管１８の各枝管が図示しない排気ポートを介して各気筒２の燃焼室と連通している。
【００４７】
前記排気枝管１８は、前記遠心過給機１５のタービンハウジング１５ｂと接続されている。前記タービンハウジング１５ｂは、排気管１９と接続され、この排気管１９は、下流にて図示しないマフラーに接続されている。
【００４８】
前記排気管１９の途中には、排気中の有害ガス成分を浄化するための排気浄化触媒２０が配置されている。排気浄化触媒２０より下流の排気管１９には、該排気管１９内を流通する排気の空燃比に対応した電気信号を出力する空燃比センサ２３と、該排気管１９内を流通する排気の温度に対応した電気信号を出力する排気温度センサ２４とが取り付けられている。
【００４９】
前記した空燃比センサ２３及び排気温度センサ２４より下流の排気管１９には、該排気管１９内を流通する排気の流量を調節する排気絞り弁２１が設けられている。この排気絞り弁２１には、ステッパモータ等で構成されて該排気絞り弁２１を開閉駆動する排気絞り用アクチュエータ２２が取り付けられている。
【００５０】
このように構成された排気系では、内燃機関１の各気筒２で燃焼された混合気（既燃ガス）が排気ポートを介して排気枝管１８へ排出され、次いで排気枝管１８から遠心過給機１５のタービンハウジング１５ｂへ流入する。タービンハウジング１５ｂに流入した排気は、該排気が持つ熱エネルギを利用してタービンハウジング１５ｂ内に回転自在に支持されたタービンホイールを回転させる。その際、タービンホイールの回転トルクは、前述した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る。
【００５１】
前記タービンハウジング１５ｂから排出された排気は、排気管１９を介して排気浄化触媒２０へ流入し、排気中の有害ガス成分が除去又は浄化される。排気浄化触媒２０にて有害ガス成分を除去又は浄化された排気は、必要に応じて排気絞り弁２１によって流量を調節された後にマフラーを介して大気中に放出される。
【００５２】
また、排気枝管１８と吸気枝管８とは、排気枝管１８内を流通する排気の一部を吸気枝管８へ再循環させる排気再循環通路（ＥＧＲ通路）２５を介して連通されている。このＥＧＲ通路２５の途中には、電磁弁などで構成され、印加電力の大きさに応じて前記ＥＧＲ通路２５内を流通する排気（以下、ＥＧＲガスと称する）の流量を変更する流量調整弁（ＥＧＲ弁）２６が設けられている。
【００５３】
前記ＥＧＲ通路２５においてＥＧＲ弁２６より上流の部位には、該ＥＧＲ通路２５内を流通するＥＧＲガスを冷却するＥＧＲクーラ２７が設けられている。

【００５４】
このように構成された排気再循環機構では、ＥＧＲ弁２６が開弁されると、ＥＧＲ通路２５が導通状態となり、排気枝管１８内を流通する排気の一部が前記ＥＧＲ通路２５へ流入し、ＥＧＲクーラ２７を経て吸気枝管８へ導かれる。
【００５５】
その際、ＥＧＲクーラ２７では、ＥＧＲ通路２５内を流通するＥＧＲガスと所定の冷媒との間で熱交換が行われ、ＥＧＲガスが冷却されることになる。
【００５６】
ＥＧＲ通路２５を介して排気枝管１８から吸気枝管８へ還流されたＥＧＲガスは、吸気枝管８の上流から流れてきた新気と混ざり合いつつ各気筒２の燃焼室へ導かれ、燃料噴射弁３から噴射される燃料を着火源として燃焼される。
【００５７】
ここで、ＥＧＲガスには、水（H_2O）や二酸化炭素（CO_2）などのように、自らが燃焼することがなく、且つ、吸熱性を有する不活性ガス成分が含まれているため、ＥＧＲガスが混合気中に含有されると、混合気の燃焼温度が低められ、以て窒素酸化物（ＮＯx）の発生量が抑制される。
【００５８】
更に、ＥＧＲクーラ２７においてＥＧＲガスが冷却されると、ＥＧＲガス自体の温度が低下するとともにＥＧＲガスの体積が縮小されるため、ＥＧＲガスが燃焼室内に供給されたときに該燃焼室内の雰囲気温度が不要に上昇することがなくなるとともに、燃焼室内に供給される新気の量（新気の体積）が不要に減少することもない。
【００５９】
次に、本実施の形態に係る排気浄化触媒２０について具体的に説明する。
【００６０】
排気浄化触媒２０は、還元剤の存在下で排気中の窒素酸化物（ＮＯx）を浄化するＮＯx触媒である。このようなＮＯx触媒としては、選択還元型ＮＯx触媒や吸蔵還元型ＮＯx触媒等を例示することができるが、ここでは吸蔵還元型ＮＯx触媒を例に挙げて説明する。以下、排気浄化触媒２０を吸蔵還元型ＮＯx触媒２０と称するものとする。
【００６１】
吸蔵還元型ＮＯx触媒２０は、例えば、アルミナを担体とし、その担体上に、カリウム（Ｋ）、ナトリウム（Ｎａ）、リチウム（Ｌｉ）、もしくはセシウム（Ｃｓ）等のアルカリ金属と、バリウム（Ｂａ）もしくはカルシウム（Ｃａ）等のアルカリ土類と、ランタン（Ｌａ）もしくはイットリウム（Ｙ）等の希土類とから選択された少なくとも１つと、白金（Ｐｔ）等の貴金属とを担持して構成されている。尚、本実施の形態では、アルミナからなる担体上にバリウム（Ｂａ）と白金（Ｐｔ）とを担持して構成される吸蔵還元型ＮＯx触媒を例に挙げて説明する。
【００６２】
このように構成された吸蔵還元型ＮＯx触媒２０は、該吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に流入する排気の酸素濃度が高いときは排気中の窒素酸化物（ＮＯx）を吸収する。
【００６３】
一方、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０は、該吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に流入する排気の酸素濃度が低下したときは吸収していた窒素酸化物（ＮＯx）を放出する。その際、排気中に炭化水素（ＨＣ）や一酸化炭素（ＣＯ）等の還元成分が存在していれば、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０は、該吸蔵還元型ＮＯx触媒２０から放出された窒素酸化物（ＮＯx）を窒素（N_2）に還元せしめることができる。
【００６４】
尚、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０のＮＯx吸放出作用については明らかにされていない部分もあるが、おおよそ以下のようなメカニズムによって行われていると考えられる。
【００６５】
先ず、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０では、該吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に流入する排気の空燃

比がリーン空燃比となって排気中の酸素濃度が高まると、図２（Ａ）に示されるように、排気中の酸素（O_2）がO_2^-またはO^{2-}の形で白金（Ｐｔ）の表面上に付着する。排気中の一酸化窒素（ＮＯ）は、白金（Ｐｔ）の表面上でO_2^-またはO^{2-}と反応して二酸化窒素（NO_2）を形成する（$2NO+O_2 \rightarrow 2NO_2$）。二酸化窒素（$NO_2$）は、白金（Ｐｔ）の表面上で更に酸化され、硝酸イオン（NO_3^-）の形で吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に吸収される。尚、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に吸収された硝酸イオン（NO_3^-）は、酸化バリウム（ＢａＯ）と結合して硝酸バリウム（$Ba(NO_3)_2$）を形成する。

【００６６】

このように吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に流入する排気の空燃比がリーン空燃比であるときは、排気中の窒素酸化物（ＮＯx）が硝酸イオン（NO_3^-）として吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に吸収される。

【００６７】

上記したようなＮＯx吸収作用は、流入排気の空燃比がリーン空燃比であり、且つ吸蔵還元型ＮＯx触媒２０のＮＯx吸収能力が飽和しない限り継続される。従って、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に流入する排気の空燃比がリーン空燃比であるときは、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０のＮＯx吸収能力が飽和しない限り、排気中の窒素酸化物（ＮＯx）が吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に吸収され、排気中から窒素酸化物（ＮＯx）が除去されることになる。

【００６８】

これに対して、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０では、該吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に流入する排気の酸素濃度が低下すると、白金（Ｐｔ）の表面上において二酸化窒素（NO_2）の生成量が減少するため、酸化バリウム（ＢａＯ）と結合していた硝酸イオン（NO_3^-）が逆に二酸化窒素（NO_2）や一酸化窒素（ＮＯ）となって吸蔵還元型ＮＯx触媒２０から離脱する。

【００６９】

その際、排気中に炭化水素（ＨＣ）や一酸化炭素（ＣＯ）等の還元成分が存在していれば、それらの還元成分が白金（Ｐｔ）上の酸素（O_2^-またはO^{2-}）と部分的に反応して活性種を形成する。この活性種は、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０から放出された二酸化窒素（NO_2）や一酸化窒素（ＮＯ）を窒素（N_2）に還元せしめることになる。

【００７０】

従って、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に流入する排気の空燃比が理論空燃比又はリッチ空燃比となって排気中の酸素濃度が低下するとともに還元剤の濃度が高まると、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に吸収されていた窒素酸化物（ＮＯx）が放出及び還元され、以て吸蔵還元型ＮＯx触媒２０のＮＯx吸収能力が再生されることになる。

【００７１】

ところで、内燃機関１が希薄燃焼運転されている場合は、内燃機関１から排出される排気の空燃比がリーン雰囲気となり排気の酸素濃度が高くなるため、排気中に含まれる窒素酸化物（ＮＯx）が吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に吸収されることになるが、内燃機関１の希薄燃焼運転が長期間継続されると、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０のＮＯx吸収能力が飽和し、排気中の窒素酸化物（ＮＯx）が吸蔵還元型ＮＯx触媒２０にて除去されずに大気中へ放出されてしまう。

【００７２】

特に、内燃機関１のようなディーゼル機関では、大部分の運転領域においてリーン空燃比の混合気が燃焼され、それに応じて大部分の運転領域において排気の空燃比がリーン空燃比となるため、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０のＮＯx吸収能力が飽和し易い。

【００７３】

従って、内燃機関１が希薄燃焼運転されている場合は、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０のＮＯx吸収能力が飽和する前に吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に流入する排気中の酸素濃度を低下させるとともに還元剤の濃度を高め、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に吸収された窒素酸化物（ＮＯx）を放出及び還元させる必要がある。

【００７４】

これに対し、本実施の形態に係る内燃機関の排気浄化装置は、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０より上流の排気通路を流通する排気中に還元剤たる燃料（軽油）を添加する還元剤供給機構を備え、この還元剤供給機構から排気中へ燃料を添加することにより、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に流入する排気の酸素濃度を低下させるとともに還元剤の濃度を高めるようにした。

【００７５】

還元剤供給機構は、図１に示されるように、その噴孔が排気枝管１８内に臨むよう内燃機関１のシリンダヘッドに取り付けられ、所定の開弁圧以上の燃料が印加されたときに開弁して燃料を噴射する還元剤噴射弁２８と、前述した燃料ポンプ６から吐出された燃料を前記還元剤噴射弁２８へ導く還元剤供給路２９と、この還元剤供給路２９の途中に設けられ該還元剤供給路２９内を流通する燃料の流量を調整する流量調整弁３０と、この流量調整弁３０より上流の還元剤供給路２９に設けられて該還元剤供給路２９内の燃料の流通を遮断する遮断弁３１と、前記流量調整弁３０より上流の還元剤供給路２９に取り付けられ該還元剤供給路２９内の圧力に対応した電気信号を出力する還元剤圧力センサ３２と、を備えている。

【００７６】

前記した還元剤噴射弁２８は本発明に係る還元剤添加ノズルに相当し、還元剤供給路２９は本発明に係る還元剤供給通路に相当し、流量調整弁３０は本発明に係る還元剤調量弁に相当し、更に、還元剤圧力センサ３２は本発明に係る還元剤圧力検出手段に相当するものである。

【００７７】

尚、還元剤噴射弁２８は、該還元剤噴射弁２８の噴孔が排気枝管１８におけるＥＧＲ通路２５との接続部位より下流であって、排気枝管１８における４つの枝管の集合部に最も近い気筒２の排気ポートに突出するとともに、排気枝管１８の集合部へ向くようシリンダヘッドに取り付けられることが好ましい。

【００７８】

これは、還元剤噴射弁２８から噴射された還元剤（未燃の燃料成分）がＥＧＲ通路２５へ流入するのを防止するとともに、還元剤が排気枝管１８内に滞ることなく遠心過給機のタービンハウジング１５ｂへ到達するようにするためである。

【００７９】

尚、図１に示す例では、内燃機関１の４つの気筒２のうち１番（＃１）気筒２が排気枝管１８の集合部と最も近い位置にあるため、１番（＃１）気筒２の排気ポートに還元剤噴射弁２８が取り付けられているが、１番（＃１）気筒２以外の気筒２が排気枝管１８の集合部と最も近い位置にあるときは、その気筒２の排気ポートに還元剤噴射弁２８が取り付けられるようにする。

【００８０】

また、前記還元剤噴射弁２８は、シリンダヘッドに形成された図示しないウォータージャケットを貫通、あるいはウォータージャケットに近接して取り付けられるようにし、前記ウォータージャケットを流通する冷却水を利用して還元剤噴射弁２８が冷却されるようにしてもよい。

【００８１】

このような還元剤供給機構では、流量調整弁３０が開弁されると、燃料ポンプ６から吐出された高圧の燃料が還元剤供給路２９を介して還元剤噴射弁２８へ印加される。そして、還元剤噴射弁２８に印加される燃料の圧力が開弁圧以上に達すると、該還元剤噴射弁２８が開弁して排気枝管１８内へ還元剤としての燃料が噴射される。

【００８２】

還元剤噴射弁２８から排気枝管１８内へ噴射された還元剤は、排気枝管１８の上流から流れてきた排気とともにタービンハウジング１５ｂへ流入する。タービンハウジング１５ｂ内に流入した排気と還元剤とは、タービンホイールの回転によって撹拌されて均質に混合され、リッチ空燃比の排気を形成する。

【００８３】
このようにして形成されたリッチ空燃比の排気は、タービンハウジング１５ｂから排気管１９を介して吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に流入し、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に吸収されていた窒素酸化物（ＮＯx）を放出させつつ窒素（N_2）に還元することになる。
【００８４】
その後、流量調整弁３０が閉弁されて燃料ポンプ６から還元剤噴射弁２８への還元剤の供給が遮断されると、還元剤噴射弁２８に印加される燃料の圧力が前記開弁圧未満となり、その結果、還元剤噴射弁２８が閉弁し、排気枝管１８内への還元剤の添加が停止されることになる。
【００８５】
以上述べたように構成された内燃機関１には、該内燃機関１を制御するための電子制御ユニット（ＥＣＵ：Electronic Control Unit）３５が併設されている。このＥＣＵ３５は、内燃機関１の運転条件や運転者の要求に応じて内燃機関１の運転状態を制御するユニットである。
【００８６】
ＥＣＵ３５には、コモンレール圧センサ４ａ、エアフローメータ１１、吸気温度センサ１２、吸気管圧力センサ１７、空燃比センサ２３、排気温度センサ２４、還元剤圧力センサ３２、クランクポジションセンサ３３、水温センサ３４、アクセル開度センサ３６等の各種センサが電気配線を介して接続され、上記した各種センサの出力信号がＥＣＵ３５に入力されるようになっている。
【００８７】
一方、ＥＣＵ３５には、燃料噴射弁３、吸気絞り用アクチュエータ１４、排気絞り用アクチュエータ２２、ＥＧＲ弁２６、流量調整弁３０、遮断弁３１等が電気配線を介して接続され、上記した各部をＥＣＵ３５が制御することが可能になっている。
【００８８】
ここで、ＥＣＵ３５は、図３に示すように、双方向性バス３５０によって相互に接続された、ＣＰＵ３５１と、ＲＯＭ３５２と、ＲＡＭ３５３と、バックアップＲＡＭ３５４と、入力ポート３５６と、出力ポート３５７とを備えるとともに、前記入力ポート３５６に接続されたＡ／Ｄコンバータ（Ａ／Ｄ）３５５を備えている。
【００８９】
前記入力ポート３５６は、クランクポジションセンサ３３のようにデジタル信号形式の信号を出力するセンサの出力信号を入力し、それらの出力信号をＣＰＵ３５１やＲＡＭ３５３へ送信する。
【００９０】
前記入力ポート３５６は、コモンレール圧センサ４ａ、エアフローメータ１１、吸気温度センサ１２、吸気管圧力センサ１７、空燃比センサ２３、排気温度センサ２４、還元剤圧力センサ３２、水温センサ３４、アクセル開度センサ３６、等のように、アナログ信号形式の信号を出力するセンサのＡ／Ｄ３５５を介して入力し、それらの出力信号をＣＰＵ３５１やＲＡＭ３５３へ送信する。
【００９１】
前記出力ポート３５７は、燃料噴射弁３、吸気絞り用アクチュエータ１４、排気絞り用アクチュエータ２２、ＥＧＲ弁２６、流量調整弁３０、遮断弁３１等と電気配線を介して接続され、ＣＰＵ３５１から出力される制御信号を、前記した燃料噴射弁３、吸気絞り用アクチュエータ１４、排気絞り用アクチュエータ２２、ＥＧＲ弁２６、流量調整弁３０、あるいは遮断弁３１へ送信する。
【００９２】
前記ＲＯＭ３５２は、燃料噴射弁３を制御するための燃料噴射制御ルーチン、吸気絞り弁１３を制御するための吸気絞り制御ルーチン、排気絞り弁２１を制御するための排気絞り制御ルーチン、ＥＧＲ弁２６を制御するためのＥＧＲ制御ルーチン、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に吸収された窒素酸化物（ＮＯx）を浄化するためのＮＯx浄化制御ルーチン、吸蔵

還元型ＮＯx触媒２０の酸化物による被毒を解消するための被毒解消制御ルーチン、還元剤の漏出異常を判定する漏出異常判定制御ルーチン等のアプリケーションプログラムを記憶している。

【００９３】

前記ＲＯＭ３５２は、上記したアプリケーションプログラムに加え、各種の制御マップを記憶している。前記制御マップは、例えば、内燃機関１の運転状態と基本燃料噴射量（基本燃料噴射時間）との関係を示す燃料噴射量制御マップ、内燃機関１の運転状態と基本燃料噴射時期との関係を示す燃料噴射時期制御マップ、内燃機関１の運転状態と吸気絞り弁１３の目標開度との関係を示す吸気絞り弁開度制御マップ、内燃機関１の運転状態と排気絞り弁２１の目標開度との関係を示す排気絞り弁開度制御マップ、内燃機関１の運転状態とＥＧＲ弁２６の目標開度との関係を示すＥＧＲ弁開度制御マップ、内燃機関１の運転状態と還元剤の目標添加量（もしくは、排気の目標空燃比）との関係を示す還元剤添加量制御マップ、還元剤の目標添加量と流量調整弁３０の開弁時間との関係を示す流量調整弁制御マップ等である。

【００９４】

前記ＲＡＭ３５３は、各センサからの出力信号やＣＰＵ３５１の演算結果等を格納する。前記演算結果は、例えば、クランクポジションセンサ３３がパルス信号を出力する時間的な間隔に基づいて算出される機関回転数である。これらのデータは、クランクポジションセンサ３３がパルス信号を出力する都度、最新のデータに書き換えられる。

【００９５】

前記バックアップＲＡＭ３５４は、内燃機関１の運転停止後もデータを記憶可能な不揮発性のメモリである。

【００９６】

前記ＣＰＵ３５１は、前記ＲＯＭ３５２に記憶されたアプリケーションプログラムに従って動作して、燃料噴射弁制御、吸気絞り制御、排気絞り制御、ＥＧＲ制御、ＮＯx浄化制御、被毒解消制御等に加え、本発明の要旨となる漏出異常判定制御を実行する。

【００９７】

例えば、燃料噴射弁制御では、ＣＰＵ３５１は、先ず、燃料噴射弁３から噴射される燃料量を決定し、次いで燃料噴射弁３から燃料を噴射する時期を決定する。

【００９８】

燃料噴射量を決定する場合は、ＣＰＵ３５１は、ＲＡＭ３５３に記憶されている機関回転数とアクセル開度センサ３６の出力信号（アクセル開度）とを読み出す。ＣＰＵ３５１は、燃料噴射量制御マップへアクセスし、前記機関回転数及び前記アクセル開度に対応した基本燃料燃料噴射量（基本燃料噴射時間）を算出する。ＣＰＵ３５１は、エアフローメータ１１、吸気温度センサ１２、水温センサ３４等の出力信号値等に基づいて前記基本燃料噴射時間を補正し、最終的な燃料噴射時間を決定する。

【００９９】

燃料噴射時期を決定する場合は、ＣＰＵ３５１は、燃料噴射開始時期制御マップへアクセスし、前記機関回転数及び前記アクセル開度に対応した基本燃料噴射時期を算出する。ＣＰＵ３５１は、エアフローメータ１１、吸気温度センサ１２、水温センサ３４等の出力信号値をパラメータとして前記基本燃料噴射時期を補正し、最終的な燃料噴射時期を決定する。

【０１００】

燃料噴射時間と燃料噴射時期とが決定されると、ＣＰＵ３５１は、前記燃料噴射時期とクランクポジションセンサ３３の出力信号とを比較し、前記クランクポジションセンサ３３の出力信号が前記燃料噴射開始時期と一致した時点で燃料噴射弁３に対する駆動電力の印加を開始する。ＣＰＵ３５１は、燃料噴射弁３に対する駆動電力の印加を開始した時点からの経過時間が前記燃料噴射時間に達した時点で燃料噴射弁３に対する駆動電力の印加を停止する。

【０１０１】

尚、燃料噴射制御において内燃機関１の運転状態がアイドル運転状態にある場合は、ＣＰＵ３５１は、水温センサ３４の出力信号値や、車室内用空調装置のコンプレッサのようにクランクシャフトの回転力を利用して作動する補機類の作動状態等をパラメータとして内燃機関１の目標アイドル回転数を算出する。そして、ＣＰＵ３５１は、実際のアイドル回転数が目標アイドル回転数と一致するよう燃料噴射量をフィードバック制御する。

【０１０２】

また、吸気絞り制御では、ＣＰＵ３５１は、例えば、ＲＡＭ３５３に記憶されている機関回転数とアクセル開度とを読み出す。ＣＰＵ３５１は、吸気絞り弁開度制御マップへアクセスし、機関回転数及びアクセル開度に対応した目標吸気絞り弁開度を算出する。ＣＰＵ３５１は、前記目標吸気絞り弁開度に対応した駆動電力を吸気絞り用アクチュエータ１４に印加する。その際、ＣＰＵ３５１は、吸気絞り弁１３の実際の開度を検出して、実際の吸気絞り弁１３の開度と目標吸気絞り弁開度との差分に基づいて前記吸気絞り用アクチュエータ１４をフィードバック制御するようにしてもよい。

【０１０３】

また、排気絞り制御では、ＣＰＵ３５１は、例えば、内燃機関１が冷間始動後の暖機運転状態にある場合や、車室内用ヒータが作動状態にある場合などに排気絞り弁２１を閉弁方向へ駆動すべく排気絞り用アクチュエータ２２を制御する。

【０１０４】

この場合、内燃機関１の負荷が増大し、それに対応して燃料噴射量が増量されることなる。その結果、内燃機関１の発熱量が増加し、内燃機関１の暖機が促進されるとともに、車室内用ヒータの熱源が確保される。

【０１０５】

また、ＥＧＲ制御では、ＣＰＵ３５１は、ＲＡＭ３５３に記憶されている機関回転数、水温センサ３４の出力信号（冷却水温度）、アクセル開度センサ３６の出力信号（アクセル開度）等を読み出し、ＥＧＲ制御の実行条件が成立しているか否かを判別する。

【０１０６】

上記したＥＧＲ制御実行条件としては、冷却水温度が所定温度以上にある、内燃機関１が始動時から所定時間以上連続して運転されている、アクセル開度の変化量が正値である等の条件を例示することができる。

【０１０７】

上記したようなＥＧＲ制御実行条件が成立していると判定した場合は、ＣＰＵ３５１は、機関回転数とアクセル開度とをパラメータとしてＥＧＲ弁開度制御マップへアクセスし、前記機関回転数及び前記アクセル開度に対応した目標ＥＧＲ弁開度を算出する。ＣＰＵ３５１は、前記目標ＥＧＲ弁開度に対応した駆動電力をＥＧＲ弁２６に印加する。一方、上記したようなＥＧＲ制御実行条件が成立していないと判定した場合は、ＣＰＵ３５１は、ＥＧＲ弁２６を全閉状態に保持すべく制御する。

【０１０８】

更に、ＥＧＲ制御では、ＣＰＵ３５１は、内燃機関１の吸入空気量をパラメータとしてＥＧＲ弁２６の開度をフィードバック制御する、いわゆるＥＧＲ弁フィードバック制御を行うようにしてもよい。

【０１０９】

ＥＧＲ弁フィードバック制御では、例えば、ＣＰＵ３５１は、アクセル開度や機関回転数等をパラメータとして内燃機関１の目標吸入空気量を決定する。その際、アクセル開度と機関回転数と目標吸入空気量との関係を予めマップ化しておき、そのマップとアクセル開度と機関回転数とから目標吸入空気量が算出されるようにしてもよい。

【０１１０】

上記した手順により目標吸入空気量が決定されると、ＣＰＵ３５１は、ＲＡＭ３５３に記憶されたエアフローメータ１１の出力信号値（実際の吸入空気量）を読み出し、実際の吸入空気量と目標吸入空気量とを比較する。

【０１１１】

前記した実際の吸入空気量が前記目標吸入空気量より少ない場合には、ＣＰＵ３５１は、ＥＧＲ弁２６を所定量閉弁させる。この場合、ＥＧＲ通路２５から吸気枝管８へ流入するＥＧＲガス量が減少し、それに応じて内燃機関１の気筒２内に吸入されるＥＧＲガス量が減少することになる。その結果、内燃機関１の気筒２内に吸入される新気の量は、ＥＧＲガスが減少した分だけ増加する。

【０１１２】

一方、実際の吸入空気量が目標吸入空気量より多い場合には、ＣＰＵ３５１は、ＥＧＲ弁２６を所定量開弁させる。この場合、ＥＧＲ通路２５から吸気枝管８へ流入するＥＧＲガス量が増加し、それに応じて内燃機関１の気筒２内に吸入されるＥＧＲガス量が増加する。この結果、内燃機関１の気筒２内に吸入される新気の量は、ＥＧＲガスが増加した分だけ減少することになる。

【０１１３】

次に、ＮＯx浄化制御では、ＣＰＵ３５１は、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に流入する排気の空燃比を比較的に短い周期でスパイク的（短時間）にリッチ空燃比とする、リッチスパイク制御を実行する。

【０１１４】

リッチスパイク制御では、ＣＰＵ３５１は、所定の周期毎にリッチスパイク制御実行条件が成立しているか否かを判別する。このリッチスパイク制御実行条件としては、例えば、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０が活性状態にある、排気温度センサ２４の出力信号値（排気温度）が所定の上限値以下である、被毒解消制御が実行されていない、等の条件を例示することができる。

【０１１５】

上記したようなリッチスパイク制御実行条件が成立していると判定された場合は、ＣＰＵ３５１は、還元剤噴射弁２８からスパイク的に還元剤たる燃料を噴射させるべく流量調整弁３０を制御することにより、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に流入する排気の空燃比を一時的に所定の目標リッチ空燃比とする。

【０１１６】

具体的には、ＣＰＵ３５１は、ＲＡＭ３５３に記憶されている機関回転数、アクセル開度センサ３６の出力信号（アクセル開度）、エアフローメータ１１の出力信号値（吸入空気量）、燃料噴射量等を読み出す。ＣＰＵ３５１は、前記した機関回転数とアクセル開度と吸入空気量と燃料噴射量とをパラメータとしてＲＯＭ３５２の還元剤添加量制御マップへアクセスし、排気の空燃比を予め設定された目標リッチ空燃比とする上で必要となる還元剤の添加量（目標添加量）を算出する。

【０１１７】

続いて、ＣＰＵ３５１は、前記目標添加量をパラメータとしてＲＯＭ３５２の流量調整弁制御マップへアクセスし、還元剤噴射弁２８から目標添加量の還元剤を噴射させる上で必要となる流量調整弁３０の開弁時間（目標開弁時間）を算出する。

【０１１８】

流量調整弁３０の目標開弁時間が算出されると、ＣＰＵ３５１は、流量調整弁３０を開弁させる。この場合、燃料ポンプ６から吐出された高圧の燃料が還元剤供給路２９を介して還元剤噴射弁２８へ供給されるため、還元剤噴射弁２８に印加される燃料の圧力が開弁圧以上に達し、還元剤噴射弁２８が開弁する。

【０１１９】

ＣＰＵ３５１は、流量調整弁３０を開弁させた時点から前記目標開弁時間が経過すると、流量調整弁３０を閉弁させる。この場合、燃料ポンプ６から還元剤噴射弁２８への還元剤の供給が遮断されるため、還元剤噴射弁２８に印加される燃料の圧力が開弁圧未満となり、還元剤噴射弁２８が閉弁する。

【０１２０】

このように流量調整弁３０が目標開弁時間だけ開弁されると、目標添加量の燃料が還元剤噴射弁２８から排気枝管１８内へ噴射されることになる。そして、還元剤噴射弁２８から

噴射された還元剤は、排気枝管１８の上流から流れてきた排気と混ざり合って目標リッチ空燃比の混合気を形成して吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に流入する。

【０１２１】

この結果、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０に流入する排気の空燃比は、比較的に短い周期で「リーン」と「スパイク的な目標リッチ空燃比」とを交互に繰り返すことになり、以て、吸蔵還元型ＮＯx触媒２０が窒素酸化物（ＮＯx）の吸収と放出・還元とを交互に短周期的に繰り返すことになる。

【０１２２】

次に、本実施の形態における漏出異常判定制御について説明する。

【０１２３】

漏出異常判定制御では、ＣＰＵ３５１は、燃料ポンプ６が作動状態にあり、流量調整弁３０が閉弁状態にあり、更に遮断弁３１が開弁状態にあることを条件に、還元剤圧力センサ３２の出力信号値を入力し、入力された還元剤圧力に基づいて還元剤供給機構に還元剤（燃料）の漏出が発生しているか否かを判別する。

【０１２４】

ここで、還元剤供給機構に燃料の漏出が発生していなければ、燃料ポンプ６が作動状態にあり、流量調整弁３０が閉弁状態にあり、更に遮断弁３１が開弁状態にあるときは、流量調整弁３０より上流の還元剤供給路２９における燃料の圧力は、燃料ポンプ６の吐出圧力（以下、「フィード圧力」という）に略一致する。

【０１２５】

これに対し、還元剤供給機構に燃料の漏出が発生していると、燃料ポンプ６が作動状態にあり、流量調整弁３０が閉弁状態にあり、更に遮断弁３１が開弁状態にあるときは、流量調整弁３０より上流の還元剤供給路２９における燃料の圧力は、前記したフィード圧力よりも低くなる。

【０１２６】

従って、本実施の形態に係る漏出異常判定制御では、ＣＰＵ３５１は、燃料ポンプ６が作動状態にあり、流量調整弁３０が閉弁状態にあり、更に遮断弁３１が開弁状態にあることを条件に還元剤圧力センサ３２の出力信号値（燃料圧力）を入力し、入力された燃料圧力と燃料ポンプ６のフィード圧とを比較することにより、燃料の漏出が発生しているか否かを判別することが可能となる。

【０１２７】

このようにして還元剤供給機構における燃料漏出が判定されると、ＣＰＵ３５１は、流量調整弁３０を閉弁状態に保持しつつ遮断弁３１を閉弁する。続いて、ＣＰＵ３５１は、遮断弁３１が閉弁された時点から還元剤圧力センサ３２の出力信号値を監視する。

【０１２８】

ここで、流量調整弁３０及び遮断弁３１が閉弁状態にあるときは、遮断弁３１から流量調整弁３０に至る還元剤供給路２９が閉鎖された空間となるため、遮断弁３１から流量調整弁３０に至る還元剤供給路２９に燃料漏出が発生していなければ遮断弁３１が閉弁された時点からの還元剤圧力センサ３２の出力信号値は略一定の値を維持することになる。

【０１２９】

一方、還元剤供給機構における遮断弁３１より下流の部位に燃料漏出が発生している場合は、遮断弁３１から流量調整弁３０に至る還元剤供給路２９が閉鎖された空間とならないため、遮断弁３１が閉弁された時点からの還元剤圧力センサ３２の出力信号値は時間の経過とともに低下していくことになる。

【０１３０】

従って、ＣＰＵ３５１は、遮断弁３１が閉弁された時点からの還元剤圧力センサ３２の出力信号値が略一定の値を維持した場合は、還元剤供給機構における遮断弁３１より下流の部位に燃料漏出が発生しておらず、遮断弁３１より上流の部位に燃料漏出が発生しているとみなすことが可能になるとともに、遮断弁３１が閉弁された時点からの還元剤圧力センサ３２の出力信号値が時間の経過とともに低下した場合は、還元剤供給機構における遮断

弁３１より下流の部位に燃料漏出が発生しているとみなすことが可能となる。
【０１３１】
上記したような漏出異常判定制御の実行により還元剤供給機構に燃料の漏出が発生していると判定された後は、ＣＰＵ３５１は、遮断弁３１を閉弁状態に保持してリッチスパイク制御の実行を禁止することが好ましい。
【０１３２】
更に、ＣＰＵ３５１は、燃料漏出が発生していると判定した場合には、車室内に設けられた図示しない警告灯等を点灯させることにより、車両の運転者へに対して漏出異常を知らせるようにしてもよい。
【０１３３】
以上述べた実施の形態によれば、ＣＰＵ３５１が漏出異常判定制御を実行することにより、本発明に係る漏出判定手段が実現されることになる。この結果、本実施の形態に係る内燃機関の排気浄化装置によれば、還元剤供給路２９における遮断弁３１と流量調整弁３０との間に配置された還元剤圧力センサ３２を利用して還元剤供給機構の燃料漏出を検出することが可能となるとともに燃料漏出の発生箇所をある程度特定することが可能となる。更に、本実施の形態に係る内燃機関の排気浄化装置によれば、還元剤供給機構の燃料漏出が検出された場合に遮断弁３１を閉弁させてリッチスパイク制御の実行を禁止することにより、燃料の不要な添加又は漏出を抑制することも可能となる。
【０１３４】
＜第２の実施の形態＞
次に、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の第２の実施の形態について説明する。ここでは、前述の第１の実施の形態と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略するものとする。
【０１３５】
前述の第１の実施の形態では、燃料ポンプ６の作動中、言い換えれば内燃機関１の運転中に還元剤の漏出異常判定制御を実行する例について述べたが、本実施の形態では、燃料ポンプ６の作動が停止した直後、言い換えれば、内燃機関１の運転が停止された直後に、還元剤の漏出異常判定制御を実行する例について述べる。
【０１３６】
還元剤供給機構では、還元剤噴射弁２８から燃料が噴射されていないときには流量調整弁３０が閉弁状態となり、流量調整弁３０よりも上流の還元剤供給路２９内には、燃料ポンプ６のフィード圧力が印加されている。
【０１３７】
燃料ポンプ６が作動状態にあり且つ燃料ポンプ６のフィード圧が比較的高い場合は、還元剤供給機構にて微量の燃料漏出が発生していても、該還元剤供給機構から単位時間当たりに漏出する燃料量が燃料ポンプ６から単位時間当たりに吐出される燃料量に比較して非常に少なくなるため、燃料ポンプ６の作動中、言い換えれば内燃機関１の運転中に微量の燃料漏出を検出することが困難となることが想定される。
【０１３８】
そこで、本実施の形態に係る内燃機関の排気浄化装置においては、燃料ポンプ６が作動を停止した直後に還元剤の漏出異常判定制御を行い、燃料ポンプ６のフィード圧には左右されずに正確な漏出異常判定を行えるようにした。
【０１３９】
詳述すると、還元剤供給機構において燃料漏出が発生していない場合は、燃料ポンプ６が作動を停止する直前に流量調整弁３０が閉弁し、且つ、遮断弁３１が閉弁すると、流量調整弁３０よりも上流の還元剤供給路２９内の燃料の圧力は、燃料ポンプ６が作動停止する直前のフィード圧力と略一致することになる。これに対し、燃料ポンプ６から流量調整弁３０までの間に燃料の漏出が発生していると、還元剤供給路２９内の燃料の圧力がフィード圧力よりも低くなる。
【０１４０】

よって、燃料ポンプ６が作動を停止した直後であって、調整弁３０が閉弁し且つ遮断弁３１が閉弁しているときに還元剤圧力センサ３２が検出した還元剤供給路２９内の燃料の圧力に基づいて、燃料ポンプ６から流量調整弁３０までの間の燃料漏出の有無を判定することができる。

【０１４１】

燃料漏出が発生している場合には、そのまま放置すると更に燃料が漏出する虞れがある。そこで、燃料漏出が発生していると判定された場合には、燃料が遮断弁３１から下流側で漏出している可能性も考慮し、遮断弁３１を閉弁して以後の燃料の漏出を防止するとともに、漏出発生個所が遮断弁３１より上流側か又は下流側かを判別する。漏出箇所の判別方法は、前述の第１の実施の形態と同様である。

【０１４２】

このように本実施の形態によれば、燃料ポンプ６が作動を停止した直後に還元剤の漏出異常判定制御を実行するため、燃料ポンプ６からのフィード圧に影響されることなく漏出異常判定を行うことが可能となり、微量な燃料漏出であっても正確に検出することが可能となる。

【０１４３】

【発明の効果】

本願発明によれば、内燃機関の排気通路に設けられた排気浄化触媒へ還元剤を供給することにより排気中の有害ガス成分を浄化する内燃機関の排気浄化装置において、還元剤を供給する機構からの還元剤の漏出を検出することが可能となる。

【０１４４】

この結果、還元剤の空費防止に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を適用する内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図

【図２】　（Ａ）は、吸蔵還元型ＮＯx触媒のＮＯx吸収メカニズムを説明する図。（Ｂ）は、吸蔵還元型ＮＯx触媒のＮＯx放出メカニズムを説明する図

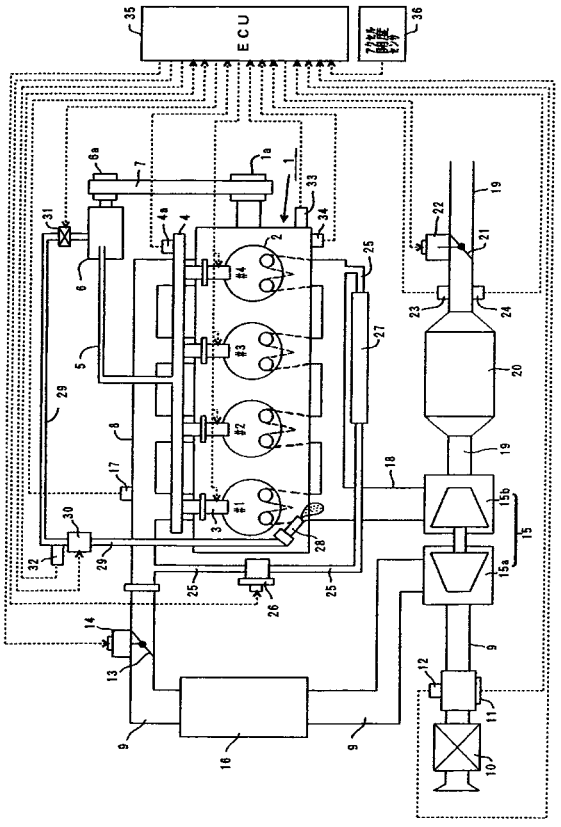
【図３】　ＥＣＵの内部構成を示すブロック図

【符号の説明】

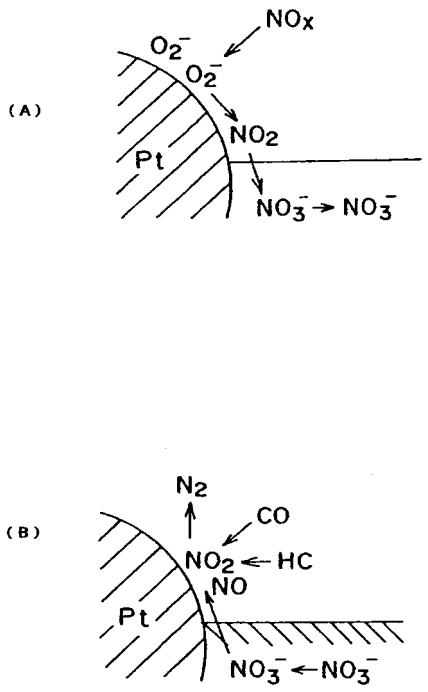
１・・・・内燃機関
２・・・・気筒
３・・・・燃料噴射弁
４・・・・コモンレール
５・・・・燃料供給管
６・・・・燃料ポンプ
１８・・・排気枝管
１９・・・排気管
２０・・・吸蔵還元型ＮＯx触媒
２１・・・排気絞り弁
２３・・・空燃比センサ
２５・・・ＥＧＲ通路
２６・・・ＥＧＲ弁
２７・・・ＥＧＲクーラ
２８・・・還元剤噴射弁
２９・・・還元剤供給路
３０・・・流量調整弁
３１・・・遮断弁
３２・・・還元剤圧力センサ
３３・・・クランクポジションセンサ
３４・・・水温センサ

３５・・・ＥＣＵ
３５１・・ＣＰＵ
３５２・・ＲＯＭ
３５３・・ＲＡＭ
３５４・・バックアップＲＡＭ

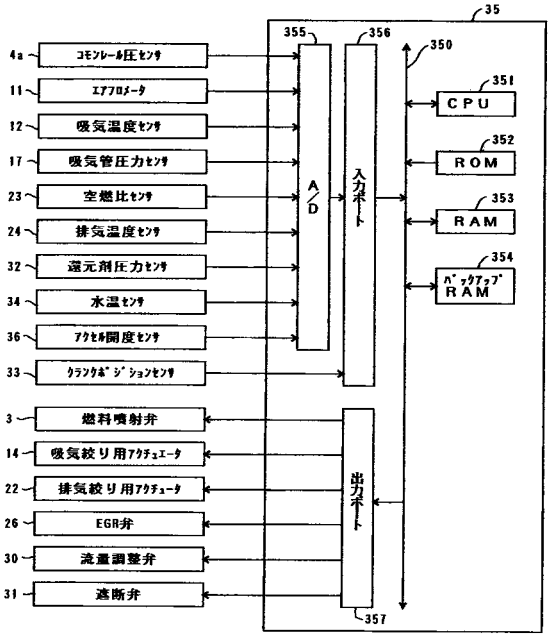
【図１】



【図２】



【図３】


35
355
356
350
351
CPU
352
ROM
353
RAM
354
ﾊﾞｯｸｱｯﾌﾟ RAM
A/D
入力ポート
出力ポート
357
4a コモンレール圧センサ
11 エアフロメータ
12 吸気温度センサ
17 吸気管圧力センサ
23 空燃比センサ
24 排気温度センサ
32 還元剤圧力センサ
34 水温センサ
36 アクセル開度センサ
33 クランクポジションセンサ
3 燃料噴射弁
14 吸気絞り用アクチュエータ
22 排気絞り用アクチュータ
26 EGR弁
30 流量調整弁
31 遮断弁

フロントページの続き

(51)Int.Cl.　　FI
　　F02D 45/00　345Z

(72)発明者　田原　淳
　　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　松下　宗一
　　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　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　林　孝太郎
　　愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内
(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　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
(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　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　松岡　広樹
　　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
(72)発明者　梅原　啓
　　愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内

審査官　亀田　貴志

(56)参考文献　特開２０００－２４０４４２（ＪＰ，Ａ）
　　特開平０９－１７０５１８（ＪＰ，Ａ）
　　特開２００２－０３８９４０（ＪＰ，Ａ）
　　特開平１１－２７０３２９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
　　F01N 3/08 - 3/36
　　F02D 45/00
　　B01D 53/94