

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-232555  
(P2004-232555A)

(43) 公開日 平成16年8月19日(2004.8.19)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
FO1N 3/18	FO1N 3/18 E	3G084
BO1D 53/86	FO1N 3/28 3O1C	3G091
BO1D 53/94	FO1N 3/36 C	3G301
FO1N 3/28	FO2D 41/04 355	4D048
FO1N 3/36	FO2D 45/00 314Z	
	審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2003-22309 (P2003-22309)  
(22) 出願日 平成15年1月30日 (2003.1.30)

(71) 出願人 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 山口 正晃  
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

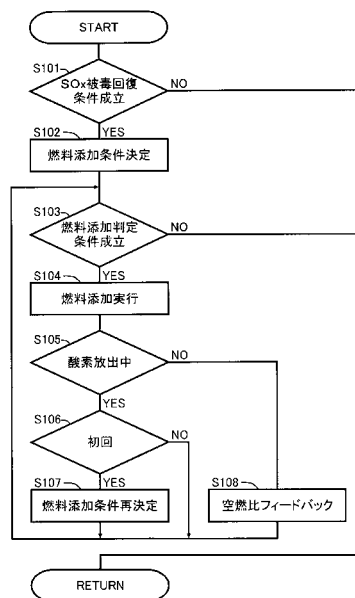
(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化システム

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の排気浄化システムにおいて、SOx被毒回復を早期に完了する技術を提供する。

【解決手段】 酸素貯蔵能を有し且つ酸化雰囲気の際にNOxを吸蔵し還元雰囲気で吸蔵していたNOxを還元するNOx触媒と、NOx触媒へ還元剤を供給する還元剤供給手段と、NOx触媒からSOxが放出される還元剤濃度として前記NOx触媒のSOx被毒を回復させるSOx被毒回復手段と、SOx被毒回復中であって、NOx触媒に貯蔵された酸素が放出される間は前記SOxが放出される還元剤濃度よりも還元剤の濃度を更に濃くする酸素放出手段と、を具備した。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

酸化雰囲気中で酸素を貯蔵し還元雰囲気になると貯蔵した酸素を放出する酸素貯蔵能を有し且つ酸化雰囲気のとときに $\text{NO}_x$ を吸蔵し還元雰囲気中で吸蔵していた $\text{NO}_x$ を還元する $\text{NO}_x$ 触媒と、

前記 $\text{NO}_x$ 触媒へ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から還元剤を供給して前記 $\text{NO}_x$ 触媒から $\text{SO}_x$ が放出される還元剤濃度とし前記 $\text{NO}_x$ 触媒の $\text{SO}_x$ 被毒を回復させる $\text{SO}_x$ 被毒回復手段と、

$\text{SO}_x$ 被毒回復中であって、前記 $\text{NO}_x$ 触媒に貯蔵された酸素が放出される間は前記 $\text{SO}_x$ が放出される還元剤濃度よりも還元剤の濃度を濃くする酸素放出手段と、

を具備することを特徴とする内燃機関の排気浄化システム。

10

## 【請求項 2】

前記 $\text{NO}_x$ 触媒下流の排気中の空燃比を検出する空燃比検出手段を更に備え、前記空燃比検出手段により検出される値が理論空燃比よりも小さくなった場合に、前記酸素放出手段は、還元剤の濃度を濃くすることを停止することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化システム。

## 【請求項 3】

前記 $\text{NO}_x$ 触媒に貯蔵されている酸素の量を推定する酸素貯蔵量推定手段を更に備え、前記酸素放出手段は、酸素の貯蔵量が多いほど還元剤の濃度を濃くする期間を長くすることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の排気浄化システム。

20

## 【請求項 4】

前記酸素貯蔵量推定手段は、前記 $\text{NO}_x$ 触媒に貯蔵可能な酸素量、還元剤が供給されていないときの排気中の炭化水素濃度、機関の吸入空気量から酸素貯蔵量を推定することを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の排気浄化システム。

## 【請求項 5】

前記還元剤供給手段は、複数回の還元剤の供給及び供給停止により還元雰囲気を形成し、前記酸素放出手段は、前記還元剤供給手段による複数回の還元剤の供給のうちの酸素放出に必要な回数まで還元剤の供給量を増量させ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システム。

## 【発明の詳細な説明】

30

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の排気浄化システムに関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

吸蔵還元型 $\text{NO}_x$ 触媒を内燃機関の排気系に配置し、還元雰囲気のとときに排気中の窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )を吸蔵(吸着、吸収でも良い。)し、酸化雰囲気となったときは吸蔵還元型 $\text{NO}_x$ 触媒に吸蔵されていた $\text{NO}_x$ を還元して排気中の $\text{NO}_x$ を浄化する技術が知られている。また、同じメカニズムで吸蔵された $\text{SO}_x$ による被毒を回復する技術が知られている。

40

## 【0003】

この $\text{SO}_x$ 被毒の回復制御を行う技術として例えば、 $\text{NO}_x$ 触媒の $\text{SO}_x$ 被毒量が許容レベルを超えると、還元雰囲気内で酸素濃度を変動させ、該 $\text{NO}_x$ 触媒から徐々に $\text{SO}_x$ を脱離させる技術(例えば、特許文献 1 参照)、 $\text{SO}_x$ 被毒回復制御において $\text{NO}_x$ 触媒に貯蔵された酸素が放出されている期間中空燃比のフィードバック制御を禁止する技術(例えば、特許文献 2 参照)、 $\text{SO}_x$ 被毒回復を行う際に、還元雰囲気から徐々にストイキに近づける技術(例えば、特許文献 3 参照)が知られている。

## 【0004】

## 【特許文献 1】

特開 2000-274232 号公報(第 3 - 5 頁、図 2、3)

50

## 【特許文献2】

特開2002-188430号公報(第9頁、図4)

## 【特許文献3】

特開2000-170525号公報(第6、7頁、図6)

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところで、SO<sub>x</sub>被毒回復を行うと、NO<sub>x</sub>触媒に貯蔵されている酸素が放出され、その間のNO<sub>x</sub>触媒の雰囲気はストイキとなるため、SO<sub>x</sub>の放出が緩慢となる。従って、SO<sub>x</sub>被毒の回復は貯蔵されている酸素が放出された後に活発となる。しかし、NO<sub>x</sub>触媒の過熱防止のため、還元雰囲気とする時間は限られているので、酸素の放出に時間がかかるとSO<sub>x</sub>被毒を回復させるための時間が減少し、SO<sub>x</sub>被毒の回復が完了するまでに時間がかかってしまう。

10

## 【0006】

本発明は、上記したような問題点に鑑みてなされたものであり、内燃機関の排気浄化システムにおいて、SO<sub>x</sub>被毒回復を早期に完了する技術を提供することを目的とする。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を達成するために本発明の内燃機関の排気浄化システムは、以下の手段を採用した。即ち、

酸化雰囲気中で酸素を貯蔵し還元雰囲気になると貯蔵した酸素を放出する酸素貯蔵能を有し且つ酸化雰囲気のとときにNO<sub>x</sub>を吸蔵し還元雰囲気中で吸蔵していたNO<sub>x</sub>を還元するNO<sub>x</sub>触媒と、

20

前記NO<sub>x</sub>触媒へ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から還元剤を供給して前記NO<sub>x</sub>触媒からSO<sub>x</sub>が放出される還元剤濃度とし前記NO<sub>x</sub>触媒のSO<sub>x</sub>被毒を回復させるSO<sub>x</sub>被毒回復手段と、

SO<sub>x</sub>被毒回復中であって、前記NO<sub>x</sub>触媒に貯蔵された酸素が放出される間は前記SO<sub>x</sub>が放出される還元剤濃度よりも還元剤の濃度を濃くする酸素放出手段と、

を具備することを特徴とする。

## 【0008】

本発明の最大の特徴は、NO<sub>x</sub>触媒に酸素が貯蔵されている間は、還元剤の濃度を通常のSO<sub>x</sub>被毒回復時よりも濃くして、貯蔵されていた酸素を速やかに放出させ、その分SO<sub>x</sub>放出に費やせる時間を長く取れるようにすることにある。

30

## 【0009】

このように構成された内燃機関の排気浄化システムでは、吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒に燃料中の硫黄分が燃焼して生成される硫酸化物(SO<sub>x</sub>)がNO<sub>x</sub>と同じメカニズムで吸蔵(吸収、吸着でも良い。)される。このように、吸蔵されたSO<sub>x</sub>は、NO<sub>x</sub>に比して安定して吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒内に残留してしまう。

## 【0010】

吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒に吸蔵されているSO<sub>x</sub>の量が増加すると、それに応じてNO<sub>x</sub>の吸蔵に関与することができる触媒の量が減少するため、吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>吸蔵能力が低下する。これをSO<sub>x</sub>被毒といい、NO<sub>x</sub>浄化率が低下するため、適宜の時期にSO<sub>x</sub>被毒から回復させる被毒回復処理を施す必要がある。この被毒回復処理は、NO<sub>x</sub>触媒を高温(例えば600乃至650程度)にしつつ還元雰囲気中の排気をNO<sub>x</sub>触媒に流通させて行われている。

40

## 【0011】

ここで、NO<sub>x</sub>触媒に酸素が貯蔵されている場合には、該NO<sub>x</sub>触媒が還元雰囲気となると、該酸素がNO<sub>x</sub>触媒から放出される。これにより、NO<sub>x</sub>触媒がストイキ状態となり、SO<sub>x</sub>の放出が緩慢となる。従って、SO<sub>x</sub>被毒回復が完了するまでに時間を要することになる。

## 【0012】

50

これに対し、NO<sub>x</sub>触媒から酸素が放出されている間に、該NO<sub>x</sub>触媒へ更に濃度の濃い還元雰囲気を提供することにより、酸素の放出量が増加され、酸素の放出に要する時間を短縮することが可能となる。

【0013】

本発明においては、前記NO<sub>x</sub>触媒下流の排気空燃比を検出する空燃比検出手段を更に備え、前記空燃比検出手段により検出される値が理論空燃比よりも小さくなった場合に、前記酸素放出手段は、還元剤の濃度を濃くすることを停止することができる。このように構成された内燃機関の排気浄化システムでは、NO<sub>x</sub>触媒に流入する排気を還元雰囲気としても、NO<sub>x</sub>触媒に貯蔵されている酸素が放出されている間は、該NO<sub>x</sub>触媒からストイキ状態の排気が流出する。従って、NO<sub>x</sub>触媒下流の空燃比を検出し、この検出値がストイキから還元雰囲気へ変化したときに酸素の放出が完了したと判定することが可能となる。

10

【0014】

本発明においては、前記NO<sub>x</sub>触媒に貯蔵されている酸素の量を推定する酸素貯蔵量推定手段を更に備え、前記酸素放出手段は、酸素の貯蔵量が多いほど還元剤の濃度を濃くする期間を長くすることができる。これにより、吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒に貯蔵されている酸素量に応じた還元剤の供給が可能となる。

【0015】

尚、NO<sub>x</sub>触媒に貯蔵されている酸素量に代えて、NO<sub>x</sub>触媒から酸素が放出される期間に基づいて還元剤濃度を濃くする期間を決定しても良い。

20

【0016】

本発明においては、前記酸素貯蔵量推定手段は、前記NO<sub>x</sub>触媒に貯蔵可能な酸素量、還元剤が供給されていないときの排気中の炭化水素濃度、機関の吸入空気量から酸素貯蔵量を推定することができる。

【0017】

NO<sub>x</sub>触媒に貯蔵可能な酸素量、還元剤が供給されていないときの排気中の炭化水素濃度、機関の吸入空気量と、貯蔵されている酸素量と、には相関があるため、これらの値から酸素貯蔵量を推定することが可能となる。

【0018】

本発明においては、前記還元剤供給手段は、複数回の還元剤の供給及び供給停止により還元雰囲気を形成し、前記酸素放出手段は、前記還元剤供給手段による複数回の還元剤の供給のうち酸素放出に必要な回数まで還元剤の供給量を増量させることができる。

30

【0019】

ここで、還元剤が吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒で反応すると、該触媒の温度が上昇し過熱してしまう。これを防止するために、還元剤の供給を停止して触媒の温度を低下させている。また、還元雰囲気を形成する際に、連続して還元剤を供給すると排気中の還元剤濃度がSO<sub>x</sub>被毒回復に最適な濃度よりも濃くなりすぎてしまうことがある。これを防止するために、1回の還元雰囲気を複数回の還元剤の供給により形成させ、このときの供給回数により還元剤の濃度を調整している。しかし、還元剤の供給と供給停止とにより還元雰囲気と酸化雰囲気とを複数回変動させると、NO<sub>x</sub>触媒を酸化雰囲気としたときに該NO<sub>x</sub>触媒に酸素が貯蔵されるため、NO<sub>x</sub>触媒を還元雰囲気とする毎に該NO<sub>x</sub>触媒から酸素の放出が行われる。これにより、還元剤の消費量が増加し、還元剤に燃料を使用している場合には、燃費が悪化してしまう。これに対し、NO<sub>x</sub>触媒を酸化雰囲気とするために複数回の還元剤の供給が行われる場合には、複数回のうち酸素が放出されるまでの間の回数は還元剤の供給量を増量することにより、該NO<sub>x</sub>触媒を還元雰囲気とする毎に速やかな酸素の放出が可能となる。還元剤の供給量の増量は、複数回の還元剤が供給されるうちの酸素放出に必要な回数において、還元剤が供給される時間を長くすることによっても良いし、また、還元剤の供給が停止される時間を短くすることによっても良い。

40

【0020】

【発明の実施の形態】

50

< 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システム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、本発明に係る内燃機関の排気浄化システム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。

【 0 0 2 1 】

図 1 は、本実施の形態に係る排気浄化システムを適用するエンジン 1 とその吸排気系の概略構成を示す図である。

【 0 0 2 2 】

図 1 に示すエンジン 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。

【 0 0 2 3 】

エンジン 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。

【 0 0 2 4 】

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、エンジン 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 6 a がエンジン 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 1 a とベルト 7 を介して連結されている。

【 0 0 2 5 】

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。

【 0 0 2 6 】

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。

【 0 0 2 7 】

次に、エンジン 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 の燃焼室と吸気ポート（図示省略）を介して連通している。

【 0 0 2 8 】

前記吸気枝管 8 は吸気管 9 に接続されている。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 1 1 が取り付けられている。

【 0 0 2 9 】

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 1 3 が設けられている。この吸気絞り弁 1 3 には、ステップモータ等で構成されて該吸気絞り弁 1 3 を開閉駆動する吸気絞り用アクチュエータ 1 4 が取り付けられている。

【 0 0 3 0 】

前記エアフローメータ 1 1 と前記吸気絞り弁 1 3 との間に位置する吸気管 9 には、排気のエネルギーを駆動源として作動する遠心過給機（ターボチャージャ）1 5 のコンプレッサハウジング 1 5 a が設けられている。

【 0 0 3 1 】

このように構成された吸気系では、吸気は、吸気管 9 を介してコンプレッサハウジング 1 5 a に流入する。

【 0 0 3 2 】

コンプレッサハウジング 1 5 a に流入した吸気は、該コンプレッサハウジング 1 5 a 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 1 5 a 内で圧縮された吸気は、必要に応じて吸気絞り弁 1 3 によって流量を調節されて吸

10

20

30

40

50

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。

【0033】

一方、エンジン 1 には、排気枝管 18 が接続され、排気枝管 18 の各枝管が排気ポート 1b を介して各気筒 2 の燃焼室と連通している。

【0034】

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、下流にて大気へと通じている。

【0035】

前記排気管 19 の途中には、吸蔵還元型 NOx 触媒 20 (以下、単に NOx 触媒とする。) が設けられている。NOx 触媒 20 は、例えばコーゼライトのような多孔質材料から形成され、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、更に酸素貯蔵 (O<sub>2</sub> ストレージ) 能のある例えばセリア (CeO<sub>2</sub>) 等の遷移金属が添加されている。

10

【0036】

この NOx 触媒 20 は、該 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) を吸蔵 (吸収、吸着でも良い。) し、一方、該 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蔵していた 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、該 NOx 触媒 20 から放出された NOx が還元される。また、セリア (CeO<sub>2</sub>) 等の遷移金属は、排気の特성에 応じて酸素を一時的に保持し、活性化酸素として放出する能力を有する。

20

【0037】

NOx 触媒 20 より上流の排気管 19 には、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 が取り付けられている。また、NOx 触媒 20 より下流の排気管 19 には、該排気管 19 内を流通する排気中の NOx 濃度に対応した電気信号を出力する NOx センサ 22 及び排気空燃比に対応した電気信号を出力する空燃比センサ 23 が取り付けられている。

30

【0038】

このように構成された排気系では、エンジン 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 1b 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、該排気が持つエネルギー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。

【0039】

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 NOx 触媒 20 へ流入し、排気中の NOx が吸蔵される。その後、排気は排気管 19 を流通して大気中へと放出される。

40

【0040】

ところで、エンジン 1 が希薄燃焼運転されている場合は、エンジン 1 から排出される排気空燃比がリーン雰囲気となり排気中の酸素濃度が高くなるため、排気中に含まれる NOx が NOx 触媒に吸蔵されることになるが、エンジン 1 の希薄燃焼運転が長期間継続されると、NOx 触媒の NOx 吸蔵能力が飽和し、排気中の NOx が NOx 触媒にて吸蔵されずに大気中へ放出されてしまう。

【0041】

50

特に、エンジン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空燃比がリーン空燃比となるため、NOx触媒のNOx吸蔵能力が飽和し易い。尚、ここでいうリーン空燃比とは、ディーゼル機関にあっては例えば20乃至50で、三元触媒ではNOxを浄化できない領域を意味する。

【0042】

従って、エンジン1が希薄燃焼運転されている場合は、NOx触媒のNOx吸蔵能力が飽和する前にNOx触媒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、NOx触媒に吸蔵されたNOxを還元させる必要がある。

【0043】

このように酸素濃度を低下させる方法としては、排気中の燃料添加や、再循環するEGRガス量を増大させて煤の発生量が増加して最大となった後に、更にEGRガス量を増大させる低温燃焼(特許第3116876号)、機関出力のための燃料を噴射させる主噴射の後の膨張行程若しくは排気行程中に再度燃料を噴射させる副噴射等の方法が考えられる。例えば、排気中の燃料添加では、NOx触媒20より上流の排気管19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、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ることができる。

【0044】

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内に臨むように取り付けられ、後述するECU35からの信号により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、を備えている。

【0045】

このような還元剤供給機構では、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、ECU35からの信号により該還元剤噴射弁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。

【0046】

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中の酸素濃度を低下させると共に、NOx触媒20に到達し、NOx触媒20に吸蔵されていたNOxを還元することになる。

【0047】

その後、ECU35からの信号により還元剤噴射弁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。

【0048】

また、エンジン1には、クランクシャフトの回転位置に対応した電気信号を出力するクランクポジションセンサ33が設けられている。

【0049】

以上述べたように構成されたエンジン1には、該エンジン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、エンジン1の運転条件や運転者の要求に応じてエンジン1の運転状態を制御するユニットである。

【0050】

ECU35には、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の他、運転者がアクセルを踏み込んだ量に応じた電気信号を出力するアクセル開度センサ36の出力信号が入力されるようになっている。

【0051】

一方、ECU35には、燃料噴射弁3、吸気絞り用アクチュエータ14、還元剤噴射弁28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。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 2 】

例えば、NO<sub>x</sub>浄化制御では、ECU35は、NO<sub>x</sub>触媒20に流入する排気中の酸素濃度を比較的短い周期でスパイク的（短時間）に低くする、所謂リッチスパイク制御を実行する。

## 【 0 0 5 3 】

リッチスパイク制御では、ECU35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、NO<sub>x</sub>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。

10

## 【 0 0 5 4 】

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、ECU35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当該還元剤噴射弁28を制御することにより、NO<sub>x</sub>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。

## 【 0 0 5 5 】

具体的には、ECU35は、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）、エアフロメータ11の出力信号値（吸入空気量）、空燃比センサ23の出力信号、燃料噴射量等を読み出す。

## 【 0 0 5 6 】

ECU35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還元剤添加量制御マップへアクセスし、排気空燃比を予め設定された目標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。

20

## 【 0 0 5 7 】

続いて、ECU35は、前記目標添加量をパラメータとして還元剤噴射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還元剤噴射弁28の開弁時間（目標開弁時間）を算出する。

## 【 0 0 5 8 】

還元剤噴射弁28の目標開弁時間が算出されると、ECU35は、還元剤噴射弁28を開弁させる。

30

## 【 0 0 5 9 】

ECU35は、還元剤噴射弁28を開弁させた時点から前記目標開弁時間が経過すると、還元剤噴射弁28を閉弁させる。

## 【 0 0 6 0 】

このように還元剤噴射弁28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空燃比の混合気を形成してNO<sub>x</sub>触媒20に流入する。

## 【 0 0 6 1 】

この結果、NO<sub>x</sub>触媒20に流入する排気空燃比は、比較的短い周期で酸素濃度が変化することになり、以て、NO<sub>x</sub>触媒20がNO<sub>x</sub>の吸蔵と還元とを交互に短周期的に繰り返すことになる。

40

## 【 0 0 6 2 】

このように、NO<sub>x</sub>触媒20に流入する排気空燃比をスパイク的に目標リッチ空燃比とし、吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒に吸蔵されたNO<sub>x</sub>を還元することが可能となる。

## 【 0 0 6 3 】

次に、SO<sub>x</sub>被毒解消制御では、ECU35は、NO<sub>x</sub>触媒20のSO<sub>x</sub>による被毒を解消すべくSO<sub>x</sub>被毒解消処理を行う。

## 【 0 0 6 4 】

ここで、エンジン1の燃料には硫黄（S）が含まれている場合があり、そのような燃料が

50

エンジン 1 で燃焼されると、二酸化硫黄 ( $\text{SO}_2$ ) や三酸化硫黄 ( $\text{SO}_3$ ) などの硫黄酸化物 ( $\text{SO}_x$ ) が生成される。

【0065】

$\text{SO}_x$  は、排気とともに  $\text{NO}_x$  触媒 20 に流入し、 $\text{NO}_x$  と同様のメカニズムによって吸蔵還元型  $\text{NO}_x$  触媒に吸蔵される。

【0066】

具体的には、 $\text{NO}_x$  触媒 20 に流入する排気の酸素濃度が高いときには、流入排気ガス中の二酸化硫黄 ( $\text{SO}_2$ ) や三酸化硫黄 ( $\text{SO}_3$ ) 等の  $\text{SO}_x$  が白金 (Pt) の表面上で酸化され、硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) の形で  $\text{NO}_x$  触媒 20 に吸蔵される。更に、 $\text{NO}_x$  触媒 20 に吸蔵された硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) は、酸化バリウム ( $\text{BaO}$ ) と結合して硫酸塩 ( $\text{BaSO}_4$ ) を形成する。

10

【0067】

ところで、硫酸塩 ( $\text{BaSO}_4$ ) は、硝酸バリウム ( $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ) に比して安定していて分解し難く、 $\text{NO}_x$  触媒 20 に流入する排気の酸素濃度が低くなっても分解されずに  $\text{NO}_x$  触媒 20 内に残留してしまう。

【0068】

$\text{NO}_x$  触媒 20 における硫酸塩 ( $\text{BaSO}_4$ ) の量が増加すると、それに応じて  $\text{NO}_x$  の吸蔵に関与することができる酸化バリウム ( $\text{BaO}$ ) の量が減少するため、 $\text{NO}_x$  触媒 20 の  $\text{NO}_x$  吸蔵能力が低下する、いわゆる  $\text{SO}_x$  被毒が発生する。

【0069】

$\text{NO}_x$  触媒 20 の  $\text{SO}_x$  被毒を解消する方法としては、 $\text{NO}_x$  触媒 20 の雰囲気温度をおよそ 600 乃至 650 の高温域まで昇温させるとともに、 $\text{NO}_x$  触媒 20 に流入する排気の酸素濃度を低くすることにより、 $\text{NO}_x$  触媒 20 に吸蔵されている硫酸バリウム ( $\text{BaSO}_4$ ) を  $\text{SO}_3^-$  や  $\text{SO}_4^-$  に熱分解し、次いで  $\text{SO}_3^-$  や  $\text{SO}_4^-$  を排気中の炭化水素 (HC) や一酸化炭素 (CO) と反応させて気体状の  $\text{SO}_2^-$  に還元する方法を例示することができる。

20

【0070】

ECU 35 は、例えば、還元剤噴射弁 28 から排気中へ燃料を添加させることにより、それらの未燃燃料成分を  $\text{NO}_x$  触媒 20 において酸化させ、酸化の際に発生する熱によって  $\text{NO}_x$  触媒 20 の床温を高めるようにする。同時に、各気筒の膨張行程若しくは排気行程時に燃料噴射弁 3 から副次的に燃料を噴射させても良い。

30

【0071】

上記したような燃料添加により  $\text{NO}_x$  触媒 20 の床温が 600 乃至 650 程度の高温域まで上昇する。その後も、引き続き  $\text{NO}_x$  触媒 20 に流入する排気の酸素濃度を低下させるべく ECU 35 は還元剤噴射弁 28 から燃料を噴射させる。

【0072】

このように被毒回復処理が実行されると、 $\text{NO}_x$  触媒 20 の床温が高い状況下で、 $\text{NO}_x$  触媒 20 に流入する排気の酸素濃度が低くなるため、 $\text{NO}_x$  触媒 20 に吸蔵されている硫酸バリウム ( $\text{BaSO}_4$ ) が  $\text{SO}_3^-$  や  $\text{SO}_4^-$  に熱分解され、それら  $\text{SO}_3^-$  や  $\text{SO}_4^-$  が排気中の炭化水素 (HC) や一酸化炭素 (CO) と反応して還元され、以て  $\text{NO}_x$  触媒 20 の  $\text{SO}_x$  被毒が回復されることになる。

40

【0073】

尚、本実施の形態では、 $\text{SO}_x$  被毒回復処理には前記リッチスパイクを行い排気の酸素濃度を低下させる。更に、1 回のリッチスパイクを複数回の燃料噴射により形成させて、空燃比が過剰なリーンとならないようにする。ここで、1 回に多量の燃料を噴射させると空燃比が過リッチとなる虞があり、 $\text{NO}_x$  触媒 20 で反応しきれない燃料の一部が下流へ流出する虞がある。そこで、本実施の形態では、少量の燃料を複数回噴射させることにより、過リッチを抑制しつつリッチ雰囲気形成させるようにした。

【0074】

ここで、図 2 は、リッチスパイク時の還元剤噴射弁 28 の開閉信号を示した図である。還

50

還元剤噴射弁 28 は、信号が OFF のときに閉弁し、ON となったときに開弁する。

【0075】

1 回のリッチスパイクは、例えば 20 回の燃料噴射により形成されている。還元剤噴射弁 28 の 1 回当たりの開弁時間は例えば 60 ms で、その後例えば 150 ms の間閉弁される。これを、20 回繰り返すことにより、全体として 1 回のリッチスパイクが形成されている。このように、1 回のリッチスパイクを複数回の燃料噴射により形成させると、空燃比が過剰にリッチとなることを抑制することができる。従って、NOx 触媒 20 で反応せずに下流へ流出する燃料を低減することが可能となる。また、リッチスパイクは、例えば 7.5 s のリッチ休止期間毎に形成されている。このリッチ休止期間により、NOx 触媒 20 の過熱を抑止することができ、NOx 触媒 20 の熱劣化の発生を抑制することが可能となる。

10

【0076】

ところで、NOx 触媒 20 が酸素貯蔵能を有している場合には、リッチスパイクにより NOx 触媒に還元剤が供給されたとしても、貯蔵されていた酸素が放出されて、NOx 触媒 20 内ではストイキ状態となってしまう。従って、貯蔵されていた酸素が放出されている間は、SOx の放出が緩慢となる。一方、前述のように SOx 被毒回復時には、NOx 触媒の過熱を防止するため、リッチスパイクの後にリッチ休止期間が設けられている。1 回のリッチスパイクの時間は延長することができないため、酸素が放出されている時間が長いほど SOx の放出時間が短くなってしまふ。従って、酸素の放出時間が長くなると SOx 被毒回復が完了するまでの時間が長くなり、燃料の消費量が多くなる。

20

【0077】

また、リッチ休止期間には、NOx 触媒 20 に酸素が再度貯蔵されてしまうため、リッチスパイク 1 回毎に酸素が放出されることになる。

【0078】

そこで、本実施の形態では、酸素が放出されている間は還元剤（燃料）の供給量を増量し、酸素を速やかに放出させる。尚、ここでいう還元剤の供給量の増量とは、添加期間の延長や添加インターバルの短縮を示している。

【0079】

次に、本実施の形態による SOx 被毒回復のフローについて説明する。

【0080】

図 3 は、本実施の形態による SOx 被毒回復のフローを示したフローチャート図である。

30

【0081】

ステップ S101 では、SOx 被毒回復条件が成立しているか否か判定する。条件としては、NOx 触媒 20 に吸蔵された SOx 量が所定量を超えたか等を例示することができる。ここで、SOx 吸蔵量は、燃料消費量や NOx センサ 22 からの出力信号、車両走行距離等により求めることができる。燃料中の硫黄成分により NOx 触媒 20 が被毒するので、燃料の消費量を積算して ECU 35 に記憶させ、この燃料の消費量により SOx 吸蔵量を求めても良い。また、前述したように、NOx 触媒 20 の SOx 被毒が進行すると、NOx 触媒 20 の NOx 吸蔵能力が低下するため、NOx 触媒 20 で吸蔵されずに NOx 触媒 20 下流にすり抜ける NOx 量が増加する。従って、NOx 触媒 20 の下流に NOx センサ 22 を設け、この出力信号に基づいて SOx 吸蔵量を求めても良い。更に、車両走行距離に応じて SOx 吸蔵量が増加するとして、該車両走行距離に基づいて SOx 吸蔵量を求めても良い。

40

【0082】

ステップ S101 で肯定判定がなされた場合にはステップ S102 へ進み、一方、否定判定がなされた場合には本ルーチンを終了させる。

【0083】

ステップ S102 では、燃料添加条件が決定される。ここでいう燃料添加条件とは、添加量（添加期間）A、添加インターバル B、添加時間（リッチスパイク 1 回あたりの時間）C、添加休止時間（リッチ休止期間）D である。

50

## 【0084】

ステップS103では、燃料添加判定条件が成立しているか否か判定する。条件としては、エンジン1がSOx被毒回復に適した運転状態であるか、NOx触媒20の温度がSOx被毒回復に適した温度（例えば、600～650）であるか等を例示することができる。

## 【0085】

ステップS103で肯定判定がなされた場合にはステップS104へ進み、一方、否定判定がなされた場合には本ルーチンを終了させる。

## 【0086】

ステップS104では、燃料の添加が行われる。燃料の添加は、ステップS102で求めた燃料添加条件に従って還元剤噴射弁28から燃料を噴射して行われる。 10

## 【0087】

ステップS105では、NOx触媒20から酸素が放出されているか否か判定する。ここでは、燃料の添加開始から所定の期間は酸素が放出されるものとして、燃料添加開始から所定の期間が経過していないか否かにより判定される。尚、所定の期間は、予め実験等により酸素が放出される期間を求めておき、予め所定の期間として定めておく。

## 【0088】

ステップS105で肯定判定がなされた場合にはステップS106へ進み、一方、否定判定がなされた場合にはステップS108へ進む。

## 【0089】

ステップS106では、本ステップS106に入るのが初回か否か判定する。初回には、燃料添加条件が再決定され、初回以降では、初回に再決定された燃料添加条件が用いられる。初回であるか否は、ECU35内のフラグにより判定される。このフラグは、本ルーチン開始時にクリアされる。従って、ステップS106へ入るのが初回の場合には、フラグは0である。そして、次ステップに移行するときにフラグに1が代入される。これにより、初回以降はフラグが1となり、初回ではないと判定することが可能となる。 20

## 【0090】

ステップS106で肯定判定がなされた場合にはステップS107へ進み、一方、否定判定がなされた場合にはステップS103へ戻る。

## 【0091】

ステップS107では、燃料添加条件が再決定される。これは、ステップS102で決定された添加量Aを増量（添加期間を延長）し、若しくは添加インターバルBを短縮することにより行われる。そして、添加量A若しくは添加インターバルBは次式により新たに求められる。 30

## 【0092】

添加量A = 添加量A × 補正係数E

若しくは

添加インターバルB = 添加インターバルB / 補正係数E

ここで、補正係数Eは、NOx触媒20に流入する排気空燃比を例えば13.7から13.8にするべく予め実験等により求められた値である。再決定された添加量A若しくは添加インターバルBは、ECU35に記憶される。その後、ステップS103へ戻る。 40

## 【0093】

ステップS108では、燃料添加時にNOx触媒20内の雰囲気为目标空燃比（例えば、14.2）となるように、添加量A若しくは添加インターバルBのフィードバック制御を行う。ここで、本実施の形態では、空燃比センサ23により検出されるNOx触媒20下流の空燃比を、該NOx触媒20内の空燃比として取り扱う。

## 【0094】

フィードバック制御には、先ず、空燃比センサ23により検出される排気空燃比と目標空燃比との差Fを算出する。空燃比の差Fと補正係数Gとの関係を予め実験等により求めてマップ化しておき、このマップに算出された空燃比の差Fを代入して補正係数Gを求め 50

る。そして、添加量 A 若しくは添加インターバル B が次式により新たに求められる。

【0095】

添加量 A = 添加量 A × 補正係数 G

若しくは

添加インターバル B = 添加インターバル B / 補正係数 G

このようにして算出された、添加量 A 若しくは添加インターバル B は、E C U 3 5 に記憶される。その後、ステップ S 1 0 3 へ戻る。

【0096】

このようにして、NOx 触媒から酸素が放出される期間は添加期間 A を延長し、若しくは添加インターバル B を短縮して速やかに酸素を放出することができる。

10

【0097】

以上説明したように、本実施の形態によれば、NOx 触媒からの酸素放出期間を短縮することができ、還元剤供給時間（1回のリッチスパイク時間）が同じでも NOx 触媒内がストイキ以下になる期間を長くすることができる。これにより、NOx 触媒から多くの SOx を放出させることができ、SOx 被毒回復を速やかに完了することができる。また、本実施の形態のように、還元剤に燃料が使用されている場合には、燃費の悪化を抑制することができる。

< 第 2 の実施の形態 >

本実施の形態では、第 1 の実施の形態と比較して、酸素放出時間により還元剤の供給量を変更する点で相違する。尚、本実施の形態においては、適用対象となるエンジンやその他ハードウェアの基本構成については、第 1 の実施の形態と共通なので説明を割愛する。

20

【0098】

ここで、NOx 触媒 2 0 の酸素貯蔵量は、NOx 触媒 2 0 の容量（貯蔵可能な酸素量）に比例し、還元剤添加前（ベース燃焼）での HC 濃度と吸入空気量との積に反比例する。従って、酸素放出時間は、NOx 触媒 2 0 の容量が大きくなるほど、また、還元剤添加前（ベース燃焼）での HC 濃度と吸入空気量との積が小さくなるほど長くなる。

【0099】

そこで、本実施の形態では、これらの値に基づいて、NOx 触媒 2 0 に貯蔵されている酸素量（酸素放出に要する時間としても良い。）を求めて、この量に応じた期間内は還元剤供給量を増量し、速やかに酸素の放出を完了させる。

30

【0100】

次に、本実施の形態による SOx 被毒回復のフローについて説明する。

【0101】

図 4 は、本実施の形態による SOx 被毒回復のフローを示したフローチャート図である。

【0102】

ステップ S 2 0 1 及びステップ S 2 0 2 は、第 1 の実施の形態での図 3 中ステップ S 1 0 1 及びステップ S 1 0 2 と同様の処理がなされる。

【0103】

ステップ S 2 0 3 では、NOx 触媒 2 0 の酸素放出時間係数 E を算出する。酸素放出時間係数 E とは、NOx 触媒 2 0 から放出される酸素の放出時間に比例する値である。NOx 触媒 2 0 の酸素貯蔵量は、NOx 触媒 2 0 の容量に比例し、還元剤添加前（ベース燃焼）での HC 濃度と吸入空気量との積に反比例する。従って、酸素放出時間は、NOx 触媒 2 0 の容量が大きくなるほど、また、還元剤添加前（ベース燃焼）での HC 濃度と吸入空気量との積が小さくなるほど長くなる。

40

【0104】

そして、次式により酸素放出時間係数 E を算出する。

【0105】

酸素放出時間係数 E = 触媒容量 / ( ベース燃焼での HC 濃度 × 吸入空気量 )

ここで、NOx 触媒 2 0 に貯蔵される酸素量は、該 NOx 触媒 2 0 の酸素貯蔵能力によって異なるので、同じ容量の NOx 触媒 2 0 であっても、NOx 触媒 2 0 に貯蔵される酸素

50

量が異なることがある。従って、触媒容量に代えて、NOx触媒20に貯蔵可能な酸素量を用いて酸素放出時間係数Eを求めても良い。

【0106】

ステップS204では、酸素放出時間係数Eから還元剤供給量の補正係数Fが算出される。補正係数Fは、酸素放出時間係数Eと還元剤供給量（添加量A若しくは添加インターバルB）との関係を予め実験等により求めマップ化したものに、酸素放出時間係数Eを代入して求める。補正係数Fは、添加量Aを増量し、若しくは添加インターバルBを減少する値となり、NOx触媒20に流入する排気の空燃比を例えば13.7から13.8にする値である。

【0107】

ステップS205からステップS208までは、第1の実施の形態での図3中ステップS103からステップS106と同様の処理がなされる。

【0108】

ステップS209では、燃料添加条件が再決定される。これは、ステップS202で決定された添加量Aを増量（添加期間を延長）し、若しくは添加インターバルBを短縮することにより行われる。そして、添加量A若しくは添加インターバルBは次式により新たに求められる。

【0109】

添加量A = 添加量A × 補正係数F

若しくは

添加インターバルB = 添加インターバルB / 補正係数F

再決定された添加量A若しくは添加インターバルBは、ECU35に記憶される。その後、ステップS205へ戻る。

【0110】

また、燃料添加時にNOx触媒20内の雰囲気为目标空燃比となるように、添加量A若しくは添加インターバルBのフィードバック制御を行うようにしても良い。この場合、NOx触媒20から酸素が放出されている状態なので、NOx触媒20下流ではストイキとなっている。従って、NOx触媒20の下流で空燃比を検出してフィードバック制御を行うことはできないため、NOx触媒20上流に空燃比センサを設け、この検出値によりフィードバック制御を行う。フィードバック制御には、先ず、NOx触媒20に流入する排気の空燃比と目標空燃比との差Iを算出する。空燃比の差Iと補正係数Jとの関係を予め実験等により求めてマップ化しておき、このマップに算出された空燃比の差Iを代入して補正係数Jを求める。そして、添加量A若しくは添加インターバルBが次式により新たに求められる。

【0111】

添加量A = 添加量A × 補正係数J

若しくは

添加インターバルB = 添加インターバルB / 補正係数J

このようにして算出された、添加量A若しくは添加インターバルBにより燃料の添加を行う。

【0112】

このようにフィードバック制御を行うことにより、酸素放出時間係数E等の誤差に起因した、酸素放出終了後の燃料の過剰添加によるHCの大気中への放出や白煙の発生を抑制することができる。

【0113】

ステップS210では、第1の実施の形態での図3中ステップS108と同様の処理がなされる。その後、ステップS205へ戻る。

【0114】

このようにして、NOx触媒20の容量（貯蔵可能な酸素量としても良い。）、還元剤噴射弁28からの燃料添加前（ベース燃焼）でのHC濃度、吸入空気量から酸素が放出され

10

20

30

40

50

る期間を推定し、その間は添加期間 A を延長し、若しくは添加インターバル B を短縮して速やかに酸素を放出することができる。

【0115】

以上説明したように、本実施の形態によれば、NO<sub>x</sub>触媒からの酸素放出期間を短縮することができ、還元剤供給時間（1回のリッチスパイク時間）が同じでもNO<sub>x</sub>触媒内がストイキ以下になる期間を長くすることができる。これにより、NO<sub>x</sub>触媒から多くのSO<sub>x</sub>を放出させることができ、SO<sub>x</sub>被毒回復を速やかに完了することができる。また、本実施の形態のように、還元剤に燃料が使用されている場合には、燃費の悪化を抑制することができる。

<第3の実施の形態>

本実施の形態では、第2の実施の形態と比較して触媒劣化を考慮する点で相違する。尚、本実施の形態においては、適用対象となるエンジンやその他ハードウェアの基本構成については、第1の実施の形態と共通なので説明を割愛する。

【0116】

ここで、NO<sub>x</sub>触媒が劣化すると、NO<sub>x</sub>触媒に貯蔵可能な酸素量が減少することが知られている。従って、NO<sub>x</sub>触媒の劣化が進むにつれて、SO<sub>x</sub>被毒回復中に放出される酸素の量が減少する。本実施の形態では、NO<sub>x</sub>触媒の劣化の度合いが進むにつれて、還元剤の供給量を増量する時間を短くする。

【0117】

次に、本実施の形態によるSO<sub>x</sub>被毒回復のフローについて説明する。

【0118】

図5は、本実施の形態によるSO<sub>x</sub>被毒回復のフローを示したフローチャート図である。

【0119】

ステップS301及びステップS302では、第1の実施の形態での図3中ステップS101及びステップS102と同様の処理がなされる。

【0120】

ステップS303では、触媒劣化量が算出される。ここで、触媒劣化量は、NO<sub>x</sub>触媒20が晒された温度とその時間により算出される触媒劣化の度合いを示す値である。即ち、触媒劣化量は以下の式により算出される。

【0121】

触媒劣化量 = (触媒床温履歴 × 時間) の積算値

NO<sub>x</sub>触媒20の床温は、排気温度センサ24の出力信号、エアフローメータ11の出力信号、燃料噴射弁3及び還元剤噴射弁28からの燃料供給量等により算出する。

【0122】

ステップS304では、触媒劣化係数が算出される。触媒劣化量と触媒劣化係数との関係を予め実験等により求めてマップ化し、該マップに触媒劣化量を代入して触媒劣化係数が算出される。

【0123】

ステップS305では、NO<sub>x</sub>触媒20の酸素放出時間係数Eを算出する。酸素放出時間係数Eとは、NO<sub>x</sub>触媒20から放出される酸素の放出時間に比例する値である。NO<sub>x</sub>触媒20の酸素貯蔵量は、NO<sub>x</sub>触媒20の容量（貯蔵可能な酸素量）に比例し、還元剤添加前（ベース燃焼）でのHC濃度と吸入空気量との積及び触媒劣化係数に反比例する。従って、酸素放出時間は、NO<sub>x</sub>触媒20の容量が大きくなるほど、また、還元剤添加前（ベース燃焼）でのHC濃度と吸入空気量との積又は触媒劣化係数が小さくなるほど長くなる。

【0124】

そして、次式により酸素放出時間係数Eを算出する。

【0125】

酸素放出時間係数 E = 触媒容量 / { (ベース燃焼でのHC濃度 × 吸入空気量) × 触媒劣化係数 }

10

20

30

40

50

ここで、NOx触媒20に貯蔵される酸素量は、該NOx触媒20の酸素貯蔵能力によって異なるので、同じ容量のNOx触媒20であっても、NOx触媒20に貯蔵される酸素量が異なることがある。従って、触媒容量に代えて、NOx触媒20に貯蔵可能な酸素量を用いて酸素放出時間係数Eを求めても良い。

【0126】

ステップS306では、酸素放出時間係数Eから還元剤供給量の補正係数Fが算出される。補正係数Fは、酸素放出時間係数Eと還元剤供給量(添加量A若しくは添加インターバルB)との関係を予め実験等により求めマップ化したものに、酸素放出時間係数Eを代入して求める。補正係数Fは、添加量Aを増量し、若しくは添加インターバルBを減少する値となり、NOx触媒20に流入する排気の空燃比を例えば13.7から13.8にする値である。

10

【0127】

ステップS307からステップS310では、第1の実施の形態での図3中ステップS103からステップS106と同様の処理がなされる。

【0128】

ステップS311では、燃料添加条件が再決定される。これは、ステップS302で決定された添加量Aを増量(添加期間を延長)し、若しくは添加インターバルBを短縮することにより行われる。そして、添加量A若しくは添加インターバルBは次式により新たに求められる。

【0129】

添加量A = 添加量A × 補正係数F

若しくは

添加インターバルB = 添加インターバルB / 補正係数F

再決定された添加量A若しくは添加インターバルBは、ECU35に記憶される。その後、ステップS307へ戻る。

20

【0130】

また、燃料添加時にNOx触媒20内の雰囲気为目标空燃比となるように、添加量A若しくは添加インターバルBのフィードバック制御を行うようにしても良い。この場合、NOx触媒20から酸素が放出されている状態なので、NOx触媒20下流ではストイキとなっている。従って、NOx触媒20の下流で空燃比を検出してフィードバック制御を行うことはできないため、NOx触媒20上流に空燃比センサを設け、この検出値によりフィードバック制御を行う。フィードバック制御には、先ず、NOx触媒20に流入する排気の空燃比と目標空燃比との差Iを算出する。空燃比の差Iと補正係数Jとの関係を予め実験等により求めてマップ化しておき、このマップに算出された空燃比の差Iを代入して補正係数Jを求める。そして、添加量A若しくは添加インターバルBが次式により新たに求められる。

30

【0131】

添加量A = 添加量A × 補正係数J

若しくは

添加インターバルB = 添加インターバルB / 補正係数J

このようにして算出された、添加量A若しくは添加インターバルBにより燃料の添加を行う。

40

【0132】

このようにフィードバック制御を行うことにより、酸素放出時間係数E等の誤差に起因した、酸素放出終了後の燃料の過剰添加によるHCの大気中への放出や白煙の発生を抑制することができる。

【0133】

ステップS312では、第1の実施の形態での図3中ステップS108と同様の処理がなされる。その後、ステップS307へ戻る。

【0134】

50

このようにして、NO<sub>x</sub>触媒20の容量（貯蔵可能な酸素量としても良い。）、還元剤噴射弁28からの燃料添加前（ベース燃焼）でのHC濃度、吸入空気量、NO<sub>x</sub>触媒20の劣化の度合いから酸素が放出される期間を推定し、その間は添加期間Aを延長し、若しくは添加インターバルBを短縮して速やかに酸素を放出することができる。

【0135】

以上説明したように、本実施の形態によれば、NO<sub>x</sub>触媒からの酸素放出期間を短縮することができる、還元剤供給時間（添加時間）が同じでもNO<sub>x</sub>触媒内がストイキ以下になる期間を長くすることができる。これにより、NO<sub>x</sub>触媒から多くのSO<sub>x</sub>を放出させることができ、SO<sub>x</sub>被毒回復を速やかに完了することができる。また、本実施の形態のように、還元剤に燃料が使用されている場合には、燃費の悪化を抑制することができる。

10

【0136】

【発明の効果】

本発明に係る内燃機関の排気浄化システムでは、SO<sub>x</sub>被毒回復中のNO<sub>x</sub>触媒から酸素が放出されている間に還元剤の供給量を増量して酸素の放出を速やかに完了させ、SO<sub>x</sub>の放出に費やせる時間を長くすることができる。これにより、SO<sub>x</sub>被毒回復を速やかに完了し、還元剤に燃料が使用されている場合には燃費の悪化を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態に係る内燃機関の排気浄化システムを適用するエンジンとその吸排気系とを併せ示す概略構成図である。

【図2】リッチスパイク時の還元剤噴射弁28の開閉信号を示した図である。

20

【図3】第1の実施の形態によるSO<sub>x</sub>被毒回復のフローを示したフローチャート図である。

【図4】第2の実施の形態によるSO<sub>x</sub>被毒回復のフローを示したフローチャート図である。

【図5】第3の実施の形態によるSO<sub>x</sub>被毒回復のフローを示したフローチャート図である。

【符号の説明】

- 1 エンジン
- 1 a クランクプーリ
- 1 b 排気ポート
- 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
- 6 a ポンププーリ
- 7 ベルト
- 8 吸気枝管
- 9 吸気管
- 11 エアフロメータ
- 13 吸気絞り弁
- 14 吸気絞り用アクチュエータ
- 15 遠心過給機
- 15 a コンプレッサハウジング
- 15 b タービンハウジング
- 18 排気枝管
- 19 排気管
- 20 吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒
- 22 NO<sub>x</sub>センサ
- 23 空燃比センサ

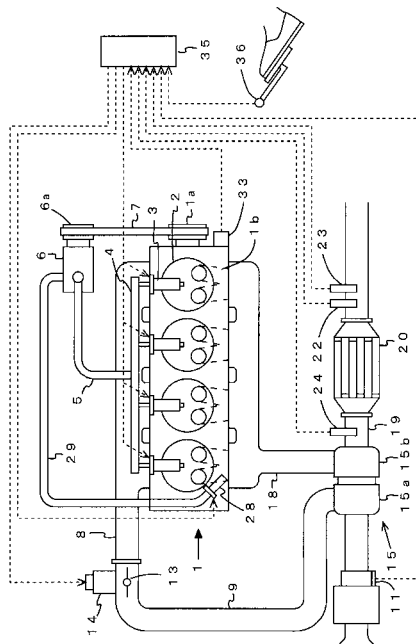
30

40

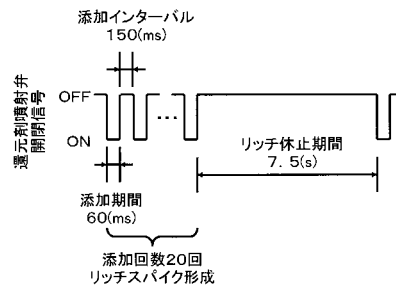
50

- 2 4 排気温度センサ
- 2 8 還元剤噴射弁
- 2 9 還元剤供給路
- 3 3 クランクポジションセンサ
- 3 5 ECU
- 3 6 アクセル開度センサ

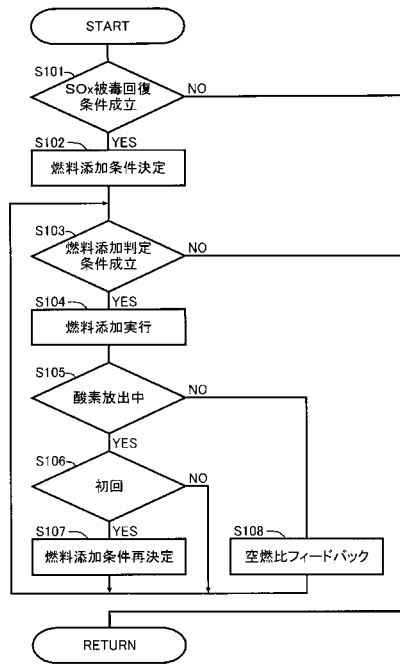
【図1】



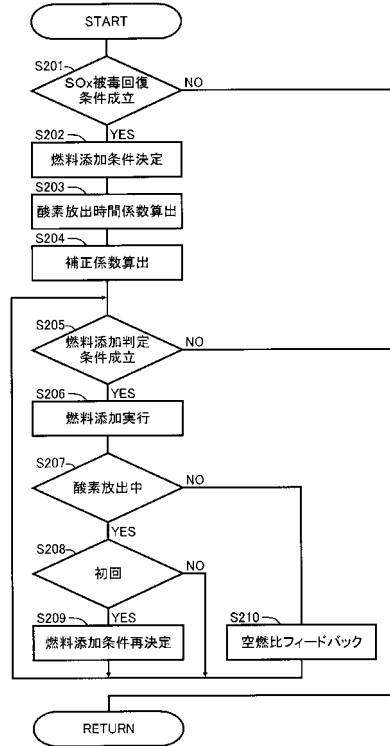
【図2】



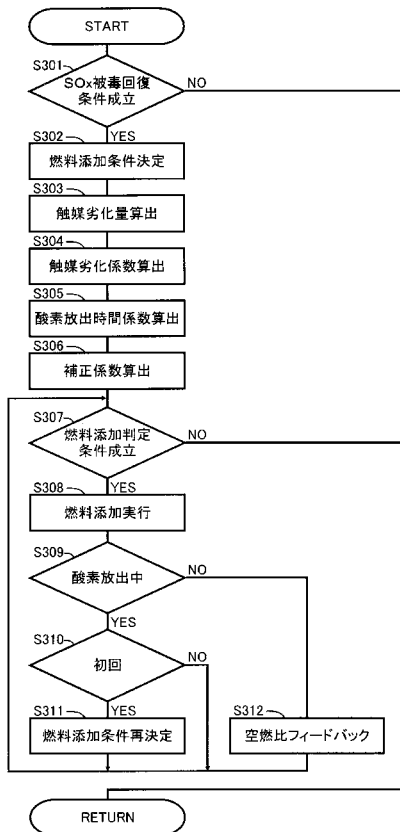
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード(参考)
F 0 2 D 41/04	F 0 2 D 45/00	3 6 8 F
F 0 2 D 45/00	B 0 1 D 53/36	1 0 1 B
	B 0 1 D 53/36	Z A B

(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 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

Fターム(参考) 3G084 AA01 BA09 BA11 BA13 BA24 DA10 EA11 EB01 EB08 EB11  
EB22 FA00 FA07 FA10 FA26 FA27 FA28 FA29 FA33  
3G091 AA18 AB06 BA11 BA14 BA33 CA16 CA18 CB02 DA02 DA04  
EA00 EA01 EA05 EA07 EA08 EA17 EA18 EA22 EA30 EA33  
EA34 EA36 EA38 FB10 FC01 GB00X GB02W GB03W GB04W GB06W  
GB10W GB17X HA36 HA37 HB01  
3G301 HA02 JA21 JA25 JA33 LB05 LB11 MA01 MA11 NA08 NC02  
ND01 NE02 NE13 PA01Z PA11Z PB03A PB03Z PD00B PD01A PD01B  
PD02A PD02B PD11Z PD12Z PE01Z PF03Z PG00B  
4D048 AA02 AA06 AA18 AB02 AB05 AB07 AC10 BA03X BA15X BA19X  
BA30X BA41X BD01 BD03 DA01 DA02 DA08 DA10 DA20 EA04