

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4020054号
(P4020054)

(45) 発行日 平成19年12月12日(2007.12.12)

(24) 登録日 平成19年10月5日(2007.10.5)

(51) Int. Cl.

F I

FO1N 3/08 (2006.01)
 BO1D 53/94 (2006.01)
 BO1D 53/86 (2006.01)
 FO1N 3/20 (2006.01)
 FO1N 3/24 (2006.01)

FO1N 3/08 B
 FO1N 3/08 A
 BO1D 53/36 IO1B
 BO1D 53/36 IO1A
 BO1D 53/36 ZAB

請求項の数 3 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-331615 (P2003-331615)
 (22) 出願日 平成15年9月24日(2003.9.24)
 (65) 公開番号 特開2005-98177 (P2005-98177A)
 (43) 公開日 平成17年4月14日(2005.4.14)
 審査請求日 平成16年10月28日(2004.10.28)

(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 100100549
 弁理士 川口 嘉之
 (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 100085006
 弁理士 世良 和信
 (74) 代理人 100089244
 弁理士 遠山 勉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

排気通路に設けられた第1の吸蔵還元型NOx触媒と、

該第1の吸蔵還元型NOx触媒より下流側の前記排気通路に設けられた第2の吸蔵還元型NOx触媒と、

前記第1の吸蔵還元型NOx触媒または前記第2の吸蔵還元型NOx触媒に吸蔵された酸化物を還元するときに、前記第1の吸蔵還元型NOx触媒より上流側に燃料を複数回噴射することで該燃料を間欠的に供給し、それによって前記第1の吸蔵還元型NOx触媒より上流側で排気空燃比を変更することで、前記第1の吸蔵還元型NOx触媒および前記第2の吸蔵還元型NOx触媒のうち酸化物を還元する方の吸蔵還元型NOx触媒の周囲雰囲気

10

を、酸化雰囲気と還元雰囲気とに交互に変化させる空燃比変更手段と、を備えた内燃機関の排気浄化システムであって、
 前記空燃比変更手段は、前記第2の吸蔵還元型NOx触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときは、前記第1の吸蔵還元型NOx触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときと比べて、同量の燃料を、噴射回数を減らし且つ一回当たりの噴射量を増加させて、前記第1の吸蔵還元型NOx触媒より上流側に燃料を供給することで、前記第1の吸蔵還元型NOx触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときよりも、前記第1の吸蔵還元型NOx触媒より上流側の排気空燃比をより低下させ、且つ、前記第2の吸蔵還元型NOx触媒の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときは、前記第1の吸蔵還元型NOx触媒の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときよりも、その酸化雰囲気とする期間を長くすることを特徴とする内燃機関

20

の排気浄化システム。

【請求項 2】

前記第 2 の吸蔵還元型 NOx 触媒は前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒よりも低温で活性化する特性を有することを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の排気浄化システム。

【請求項 3】

排気通路に設けられた第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒と、

該第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒より下流側の前記排気通路に設けられ、且つ、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒とは活性温度の異なる第 2 の吸蔵還元型 NOx 触媒と、

前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒および / または前記第 2 の吸蔵還元型 NOx 触媒に吸蔵された NOx を還元するときに、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒より上流側に還元剤を間欠的に供給することによって、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒より上流側で排気空燃比を変更することで、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒および前記第 2 の吸蔵還元型 NOx 触媒のうち NOx を還元する方の吸蔵還元型 NOx 触媒の周囲雰囲気、酸化雰囲気と還元雰囲気とに交互に変化させる空燃比変更手段と、を備え、

前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒および / または前記第 2 の吸蔵還元型 NOx 触媒に吸蔵された NOx を還元する場合は、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒および前記第 2 の吸蔵還元型 NOx 触媒の温度に応じて、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒に吸蔵された NOx を還元させるか、または、前記第 2 の吸蔵還元型 NOx 触媒に吸蔵された NOx を還元させるか、または、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒および前記第 2 の吸蔵還元型 NOx 触媒に吸蔵された NOx を還元させるか、のいずれかとする内燃機関の排気浄化システムであって、

前記空燃比変更手段は、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒および前記第 2 の吸蔵還元型 NOx 触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときは、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときよりも、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒より上流側の排気空燃比をより低下させ、且つ、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒および前記第 2 の吸蔵還元型 NOx 触媒の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときは、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときよりも、その酸化雰囲気とする期間を長くし、

さらに、前記空燃比変更手段は、前記第 2 の吸蔵還元型 NOx 触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときは、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒および前記第 2 の吸蔵還元型 NOx 触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときよりも、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒より上流側の排気空燃比をより低下させ、且つ、前記第 2 の吸蔵還元型 NOx 触媒の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときは、前記第 1 の吸蔵還元型 NOx 触媒および前記第 2 の吸蔵還元型 NOx 触媒の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときよりも、その酸化雰囲気とする期間を長くすることを特徴とする内燃機関の排気浄化システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、吸蔵還元型 NOx 触媒を排気通路に備えた内燃機関の排気浄化システムに関する。

【背景技術】

【0002】

吸蔵還元型 NOx 触媒（以下、NOx 触媒と称する）を排気通路に備えた内燃機関の排気浄化システムにおいては、NOx 触媒に吸蔵された NOx や SOx（以下、酸化物と称する）を還元して、NOx 触媒の排気浄化能力を回復させる必要がある。そこで、このような内燃機関では、NOx 触媒の周囲雰囲気を酸化雰囲気と還元雰囲気とに交互に変化させることで、NOx 触媒に吸蔵された酸化物を還元させる NOx 還元制御や SOx 還元制御が行われている。

【0003】

このような NOx 還元制御としては、2 つの NOx 触媒を排気通路に直列に備えた内燃

10

20

30

40

50

機関の排気浄化システムにおいて、下流側 NO_x 触媒に吸蔵された NO_x を還元する場合、上流側 NO_x 触媒より上流側から間欠的に供給される還元剤を増量し、さらに、上流側 NO_x 触媒と下流側 NO_x 触媒との間に設けられた二次空気供給装置から二次空気を供給する技術が知られている（例えば、特許文献1参照。）。尚、 SO_x 還元制御としても、この NO_x 還元制御と同様、還元剤の供給量を増量し、さらに二次空気を供給する技術が知られている（例えば、特許文献2参照。）。

【特許文献1】特開6-200741号公報

【特許文献2】特開2000-87732号公報

【特許文献3】特開2000-274232号公報

【特許文献4】特開2001-207832号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

2つの NO_x 触媒を排気通路に直列に備えた内燃機関の排気浄化システムにおいて、排気浄化を効果的に行うためには、上流側 NO_x 触媒と下流側 NO_x 触媒との両方の NO_x 触媒から、吸蔵された酸化物を還元する必要がある。

【0005】

そこで、本発明は、2つの NO_x 触媒を排気通路に直列に備えた内燃機関の排気浄化システムにおいて、 NO_x 触媒に吸蔵された酸化物をより好適に還元することが可能な技術を提供することを課題とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明においては、上記課題を解決するために、以下の手段を採用した。

即ち、本発明は、2つの NO_x 触媒を排気通路に直列に備えた内燃機関の排気浄化システムにおいて、上流側 NO_x 触媒または下流側 NO_x に吸蔵された酸化物を還元する場合、それぞれの NO_x 触媒の周囲雰囲気還元雰囲気と酸化雰囲気とに交互に変化させるものであって、下流側 NO_x 触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときは、上流側 NO_x 触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときよりも、上流側 NO_x 触媒より上流側の排気空燃比をより低下させ、且つ、下流側 NO_x 触媒の周囲雰囲気酸化雰囲気とするときは、上流側 NO_x 触媒の周囲雰囲気酸化雰囲気とするときよりも、その酸化雰囲気とする期間を長くするものである。

30

【0007】

より詳しくは、本発明に係る内燃機関の排気浄化システムは、

排気通路に設けられた第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒と、

該第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒より下流側の前記排気通路に設けられた第2の吸蔵還元型 NO_x 触媒と、

前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒または前記第2の吸蔵還元型 NO_x 触媒に吸蔵された酸化物を還元するときに、前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒より上流側に還元剤を間欠的に供給することによって、前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒より上流側で排気空燃比を変更することで、前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒および前記第2の吸蔵還元型 NO_x 触媒のうち酸化物を還元する方の吸蔵還元型 NO_x 触媒の周囲雰囲気、酸化雰囲気と還元雰囲気とに交互に変化させる空燃比変更手段と、を備えた内燃機関の排気浄化システムであって、

40

前記空燃比変更手段は、前記第2の吸蔵還元型 NO_x 触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときは、前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときよりも、前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒より上流側の排気空燃比をより低下させ、且つ、前記第2の吸蔵還元型 NO_x 触媒の周囲雰囲気酸化雰囲気とするときは、前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒の周囲雰囲気酸化雰囲気とするときよりも、その酸化雰囲気とする期間を長くすることを特徴とする。

【0008】

50

ここで、排気空燃比とは排気の空燃比のことであって、還元剤が燃料以外の場合は、該還元剤の質量を燃料の質量に等価的に換算することによって求められる値である。

【0009】

本発明においては、第1のNOx触媒より上流側に還元剤が供給されると、第1のNOx触媒より上流側の排気空燃比（以下、上流側排気空燃比と称する）が低下し、第1のNOx触媒には、還元成分を含んだ、空燃比の低い排気が入る。そのため、第1のNOx触媒の周囲雰囲気は還元雰囲気となる。一方、第1のNOx触媒より上流側での還元剤の供給が休止されると、上流側排気空燃比が上昇し、第1のNOx触媒には、空燃比の高い排気が入る。そのため、第1のNOx触媒の周囲雰囲気は酸化雰囲気となる。従って、第1のNOx触媒より上流側に還元剤を間欠的に供給して、上流側排気空燃比を変更することで、第1のNOx触媒に吸蔵された酸化物を還元することが出来る。

10

【0010】

また、第1のNOx触媒より上流側に還元剤を間欠的に供給して、上流側排気空燃比を変更することによって、第1のNOx触媒より下流の排気空燃比、即ち、第2のNOx触媒に流入する排気の入る空燃比も、第1のNOx触媒に流入する排気と同様に变化させることが出来る。そのため、第2のNOx触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気または酸化雰囲気とすることが出来る。

【0011】

しかしながら、還元剤は第1のNOx触媒より上流側に供給されるため、その還元成分の少なくとも一部は、第1のNOx触媒での酸化物の還元で使用され、第2のNOx触媒に流入する排気においては、その量が減少することになる。そのため、第2のNOx触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気としようとした場合に、上流側排気空燃比を、第1のNOx触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気とすると同じ空燃比とすると、還元成分が不足する虞がある。

20

【0012】

また、還元成分による第1のNOx触媒での酸化物の還元には、その還元成分の酸化等のために排気中の酸素も使用されるため、第2のNOx触媒に流入する排気中の酸素量も減少する。そのため、第2のNOx触媒に還元剤が到達したとしても、酸素が不足し、還元成分がそのまま排出されて白煙が発生したり、吸蔵された酸化物がSOxの場合は、H₂Sが発生したりする虞がある。

30

【0013】

そこで、本発明では、第2のNOx触媒に吸蔵された酸化物を還元する場合に該第2のNOx触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときには、第1のNOx触媒に吸蔵された酸化物を還元する場合に該第1のNOx触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときよりも、上流側排気空燃比をより低下させる。上流側排気空燃比を低下させることによって、排気中の還元成分の量が増加するため、第1のNOx触媒を通過し第2のNOx触媒に到達する還元成分の量も増加させることが出来る。

【0014】

さらに、第2のNOx触媒に吸蔵された酸化物を還元する場合に該第2のNOx触媒の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときには、第1のNOx触媒に吸蔵された酸化物を還元する場合に該第1のNOx触媒の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときよりも、その酸化雰囲気とする期間を長くする。酸化雰囲気とする期間を長くすることで、第1のNOx触媒を通過して第2のNOx触媒に到達する酸素の量を増加させることが出来る。尚、このとき、第1のNOx触媒より上流側での還元剤の供給を休止する期間を長くすることで、酸化雰囲気とする期間を長くする。

40

【0015】

本発明によれば、第2のNOx触媒に吸蔵された酸化物を還元するために必要となる量の還元成分や酸素を、該第2のNOx触媒に供給することが可能となる。また、従来あるような二次空気供給装置を設けることなく、第2のNOx触媒に十分な量の酸素を供給することが出来る。そのため、白煙やH₂Sの発生を抑制することが可能となる。従って、

50

第1のNO_x触媒および第2のNO_x触媒に吸蔵された酸化物をより好適に還元することが出来る。

【0016】

本発明において、還元剤は燃料であっても良い。このとき、空燃比制御手段は、内燃機関における副燃料噴射や、第1のNO_x触媒より上流側の排気通路における燃料添加、等によって、燃焼室または排気通路に燃料を複数回噴射することで、第1のNO_x触媒より上流側に燃料を供給する。さらに、本発明においては、第2のNO_x触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときは、第1のNO_x触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときと比べて、同量の燃料を、噴射回数を減らし且つ一回当たりの噴射量を増加させることで、第1のNO_x触媒より上流側の排気空燃比をより低下させても良い。

10

【0017】

これは、燃焼室または排気通路に燃料を複数回噴射することで、排気空燃比を低下させる場合、供給する燃料の総量が同じであっても、噴射回数が多く且つ一回当たりの噴射量が少ないときよりも、噴射回数が少なく且つ一回当たりの噴射量が多いときの方が、より排気空燃比が低下するためである。

【0018】

本発明によれば、第2のNO_x触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときに、燃焼室または排気通路への燃料噴射を上述したように制御することによって、より少ない燃料供給量で効率的に上流側排気空燃比を低下させることが出来る。その結果、燃費悪化を抑制することが出来る。

20

【0019】

本発明においては、第2のNO_x触媒は、第1のNO_x触媒より低温で活性化する特性を有することが好ましい。

【0020】

NO_x触媒においては、より低温で活性化するものの方が、より少ない量の還元剤で、また、より早期に、吸蔵された酸化物を還元することが出来る。

【0021】

従って、上記のような構成によれば、第2のNO_x触媒を通過してそのまま排出される還元成分をより少なくすることが出来るため、白煙の発生をより抑制することが出来る。また、還元剤が燃料である場合は、燃費の悪化をより抑制することが可能となる。

30

【0022】

尚、本発明において、還元剤は燃料に限られるものではなく、例えば、燃料タンクとは別に設けられたタンクに貯留されている灯油等であっても良い。

【0023】

本発明においては、以下の手段を採用しても良い。

即ち、本発明に係る内燃機関の排気浄化システムは、

排気通路に設けられた第1の吸蔵還元型NO_x触媒と、

該第1の吸蔵還元型NO_x触媒より下流側の前記排気通路に設けられ、且つ、前記第1の吸蔵還元型NO_x触媒とは活性温度の異なる第2の吸蔵還元型NO_x触媒と、

前記第1の吸蔵還元型NO_x触媒および/または前記第2の吸蔵還元型NO_x触媒に吸蔵されたNO_xを還元するときに、前記第1の吸蔵還元型NO_x触媒より上流側に還元剤を間欠的に供給することによって、前記第1の吸蔵還元型NO_x触媒より上流側で排気空燃比を変更することで、前記第1の吸蔵還元型NO_x触媒および前記第2の吸蔵還元型NO_x触媒のうちNO_xを還元する方の吸蔵還元型NO_x触媒の周囲雰囲気を、酸化雰囲気と還元雰囲気とに交互に変化させる空燃比変更手段と、を備え、

40

前記第1の吸蔵還元型NO_x触媒および/または前記第2の吸蔵還元型NO_x触媒に吸蔵されたNO_xを還元する場合は、前記第1の吸蔵還元型NO_x触媒および前記第2の吸蔵還元型NO_x触媒の温度に応じて、前記第1の吸蔵還元型NO_x触媒に吸蔵されたNO_xを還元させるか、または、前記第2の吸蔵還元型NO_x触媒に吸蔵されたNO_xを還元させるか、または、前記第1の吸蔵還元型NO_x触媒および前記第2の吸蔵還元型NO_x

50

触媒に吸蔵された NO_x を還元させるか、のいずれかとする内燃機関の排気浄化システムであって、

前記空燃比変更手段は、前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒および前記第2の吸蔵還元型 NO_x 触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときは、前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときよりも、前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒より上流側の排気空燃比をより低下させ、且つ、前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒および前記第2の吸蔵還元型 NO_x 触媒の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときは、前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときよりも、その酸化雰囲気とする期間を長くし、

さらに、前記空燃比変更手段は、前記第2の吸蔵還元型 NO_x 触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときは、前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒および前記第2の吸蔵還元型 NO_x 触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときよりも、前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒より上流側の排気空燃比をより低下させ、且つ、前記第2の吸蔵還元型 NO_x 触媒の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときは、前記第1の吸蔵還元型 NO_x 触媒および前記第2の吸蔵還元型 NO_x 触媒の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときよりも、その酸化雰囲気とする期間を長くすることを特徴とする。

【0024】

本発明においては、第1の NO_x 触媒と第2の NO_x 触媒とは、活性化する温度が異なっている。そこで、本発明では、第1の NO_x 触媒および/または第2の NO_x 触媒に吸蔵された NO_x を還元する場合、それぞれの NO_x 触媒の温度に応じて、どの NO_x 触媒が活性化しているかを判断し、吸蔵された NO_x を活性化した状態にある NO_x 触媒から還元させる。このとき、第1の NO_x 触媒と第2の NO_x 触媒との両方が活性化している場合は、吸蔵された NO_x を両方の NO_x 触媒から還元させる。

【0025】

また、本発明においては、前記と同様、第1の NO_x 触媒に吸蔵された NO_x を還元するときは、該第1の NO_x 触媒の周囲雰囲気を、酸化雰囲気と還元雰囲気とに交互に変化させ、また、第2の NO_x 触媒に吸蔵された NO_x を還元するときは、該第2の NO_x 触媒の周囲雰囲気を、酸化雰囲気と還元雰囲気とに交互に変化させる。そして、第1の NO_x 触媒および第2の NO_x 触媒に吸蔵された NO_x を還元するときは、該第1の NO_x 触媒および該第2の NO_x 触媒の両方の周囲雰囲気を、酸化雰囲気と還元雰囲気とに交互に変化させる。

【0026】

このとき、前記と同様、上流側排気空燃比を低下させることによって、第1の NO_x 触媒だけでなく第2の NO_x 触媒の周囲雰囲気をも還元雰囲気とする。また、前記と同様、酸化雰囲気とする期間を長くすることによって、第1の NO_x 触媒だけでなく第2の NO_x 触媒の周囲雰囲気をも酸化雰囲気とする。

【0027】

また、第1の NO_x 触媒および第2の NO_x 触媒に吸蔵された NO_x を還元するときは、第1の NO_x 触媒のみならず第2の NO_x 触媒にも還元成分と酸素とを供給する必要がある。しかしながら、このときは、第1の NO_x 触媒と第2の NO_x 触媒とが両方とも活性化しているため、第2の NO_x 触媒に吸蔵された NO_x を還元するとき、即ち、第1の NO_x 触媒は活性化しておらず第2の NO_x 触媒のみ活性化しているときと比べて、第2の NO_x 触媒に吸蔵されている NO_x 量は少ない。そのため、 NO_x を還元するために必要となる還元成分や酸素の量も少なくなる。

【0028】

そこで、本発明においては、第1の NO_x 触媒および第2の NO_x 触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときは、第1の NO_x 触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときよりも、上流側排気空燃比をより低下させる。そして、第2の NO_x 触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときは、第1の NO_x 触媒および第2の NO_x 触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときよりも、上流側排気空燃比をより低下させる。

10

20

30

40

50

【0029】

さらに、第1のNOx触媒および第2のNOx触媒の周囲雰囲気酸化雰囲気とするときは、第1のNOx触媒の周囲雰囲気酸化雰囲気とするときよりも、その酸化雰囲気とする期間を長くする。そして、第2のNOx触媒の周囲雰囲気酸化雰囲気とするときは、第1のNOx触媒および第2のNOx触媒の周囲雰囲気酸化雰囲気とするときよりも、その酸化雰囲気とする期間を長くする。

【0030】

本発明によれば、第1のNOx触媒と第2のNOx触媒とのそれぞれにおいて、吸蔵されたNOxを還元するために必要となる量の還元成分および酸素を、それぞれのNOx触媒に供給することが可能となる。また、従来あるような二次空気供給装置を設けることなく、第2のNOx触媒に十分な量の酸素を供給することが出来る。従って、白煙の発生を抑制することが可能となる。

10

【0031】

さらに、それぞれのNOx触媒において、該NOx触媒が活性化した時期に、NOxの還元が行われるため、より少ない量の還元剤で、また、より早期に、NOxを還元することが出来る。従って、白煙の発生を抑制することが出来、また、還元剤が燃料である場合は、燃費悪化を抑制することが可能となる。

【0032】

従って、本発明によれば、第1のNOx触媒および第2のNOx触媒に吸蔵されたNOxをより好適に還元することが出来る。

20

【発明の効果】

【0033】

本発明に係る内燃機関の排気浄化システムによれば、2つのNOx触媒を排気通路に直列に備えた内燃機関の排気浄化システムにおいて、NOx触媒に吸蔵された酸化物をより好適に還元することが出来る。その結果、NOx触媒の排気浄化能力をより好適に回復させることが出来、排気浄化をより効果的に行うことが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

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の形態について図面に基づいて説明する。

30

【実施例1】

【0035】

< 内燃機関とその排気系および制御系の概略構成 >

先ず、本発明に係る内燃機関の排気浄化システムの実施例1について説明する。ここでは、本発明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。図1は、本実施例に係る内燃機関1とその排気系および制御系の概略構成を示す図である。

【0036】

内燃機関1は車両駆動用のディーゼル機関である。この内燃機関1には排気通路2が接続されており、この排気通路2の途中には、直列に2つのNOx触媒3, 4が設けられている(以下、上流側のNOx触媒3を上流側NOx触媒3と称し、下流側のNOx触媒4を下流側NOx触媒と称する)。尚、これらのNOx触媒3, 4は、NOx触媒を担持したパティキュレートフィルタであっても良い。

40

【0037】

上流側NOx触媒3より下流側、且つ、下流側NOx触媒4より上流側の排気通路2には、該排気通路2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排気A/Fセンサ6と、該排気通路2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7とが設けられている。上流側NOx触媒3より上流側の排気通路2には、還元剤として排気中に燃料を添加する燃料添加弁5が設けられている。

【0038】

以上述べたように構成された内燃機関1には、この内燃機関1を制御するための電子制

50

御ユニット（ＥＣＵ：Electronic Control Unit）１０が併設されている。このＥＣＵ１０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。ＥＣＵ１０は、排気Ａ／Ｆセンサ６、排気温度センサ７等の各種センサと電氣的に接続されており、各種センサの出力信号がＥＣＵ１０に入力される。ＥＣＵ１０は、上流側ＮＯｘ触媒３に流入する排気の空燃比および下流側ＮＯｘ触媒４に流入する排気のそれぞれの空燃比を排気Ａ／Ｆセンサ６の出力値から推定する。また、ＥＣＵ１０は、上流側ＮＯｘ触媒３および下流側ＮＯｘ触媒４のそれぞれの温度を排気温度センサ７の出力値から推定する。さらに、ＥＣＵ１０は、燃料添加弁５と電氣的に接続されており、該燃料添加弁５を制御することが可能となっている。

【００３９】

10

尚、本実施例においては、下流側ＮＯｘ触媒４より下流側の排気通路２にも、さらに、排気Ａ／Ｆセンサおよび排気温度センサを設けても良い。このようにすることで、後述するＮＯｘ還元制御またはＳＯｘ還元制御をより精密に行うことが出来る。

【００４０】

< ＮＯｘ触媒 >

ここで、本実施例に係るＮＯｘ触媒３，４について図２に基づいて説明する。図２は、上流側ＮＯｘ触媒３と下流側ＮＯｘ触媒４との活性温度の特性を示すグラフである。図２のグラフにおいて、横軸は、ＮＯｘ触媒の温度を表し、縦軸は、ＮＯｘ触媒のＮＯｘ浄化率を表している。また、曲線ａは、温度による下流側ＮＯｘ触媒４のＮＯｘ浄化率の変化を表し、曲線ｂは、温度による上流側ＮＯｘ触媒３のＮＯｘ浄化率の変化を表している。図２に示すように、下流側ＮＯｘ触媒４は上流側ＮＯｘ触媒３よりも低温で活性化する特性を有している。例えば、上流側ＮＯｘ触媒３の活性温度域は３００～５００であり、下流側ＮＯｘ触媒４の活性温度域は１５０～３５０としても良い。このように、活性温度の異なる２つのＮＯｘ触媒３，４を備えることによって、より広い温度範囲での排気浄化が可能となる。

20

【００４１】

また、ＮＯｘ触媒３，４は排気中のＮＯｘを吸蔵・還元する吸蔵還元型ＮＯｘ触媒である。ＮＯｘ触媒３，４に吸蔵されたＮＯｘを還元するためには、周囲雰囲気、空燃比の高い酸化雰囲気と、空燃比が低く還元剤が存在する還元雰囲気とに交互に変化させる必要がある。以下、このようなＮＯｘを還元させるための制御をＮＯｘ還元制御と称する。

30

【００４２】

さらに、ＮＯｘ触媒３，４は、ＮＯｘと同様、排気中のＳＯｘをも吸蔵する。ＮＯｘ触媒３，４に吸蔵されたＳＯｘを還元するためには、前記ＮＯｘ還元制御と同様、周囲雰囲気、空燃比の高い酸化雰囲気と、空燃比が低く還元剤が存在する還元雰囲気とに交互に変化させると共に、ＮＯｘ還元制御時よりもＮＯｘ触媒３，４の温度を高くする必要がある。以下、このようなＳＯｘを還元させるための制御をＳＯｘ還元制御と称する。

【００４３】

本実施例において、ＮＯｘ還元制御またはＳＯｘ還元制御を行うときは、燃料添加弁５から排気中に燃料を間欠的に添加することによって、上流側ＮＯｘ触媒３より上流側で排気空燃比を変更させて、各ＮＯｘ触媒３，４の周囲雰囲気を酸化雰囲気と還元雰囲気とに交互に変化させる。即ち、燃料添加弁５からの燃料添加を行い、上流側排気空燃比（本実施例においては、上流側ＮＯｘ触媒３より上流側の排気空燃比）を低下させることによって、各ＮＯｘ触媒３，４の周囲雰囲気を還元雰囲気とすることが出来る。一方、燃料添加弁５からの燃料添加を休止し、上流側排気空燃比を上昇させることによって、各ＮＯｘ触媒３，４の周囲雰囲気を酸化雰囲気とすることが出来る。

40

【００４４】

尚、それぞれのＮＯｘ触媒３，４の活性温度が異ならない場合や、上流側ＮＯｘ触媒３の方が下流側ＮＯｘ触媒４よりも低温で活性化する特性を有する場合、でも本発明は適用可能である。

【００４５】

50

< S O x 還元制御 >

次に、本実施例における S O x 還元制御について図 3 に基づいて説明する。図 3 (a) は、上流側 N O x 触媒 3 に吸蔵された S O x を還元するときの上流側排気空燃比の制御を示すタイムチャート図である。図 3 (b) は、下流側 N O x 触媒 4 に吸蔵された S O x を還元するときの上流側排気空燃比の制御を示すタイムチャート図である。図 3 (a) , (b) のそれぞれにおいて、横軸は時間を表し、縦軸は上流側排気空燃比を表している。尚、本実施例において、S O x 還元制御を行うときは、内燃機関 1 での副燃料噴射や、燃料添加弁 5 からの燃料添加、等によって、各 N O x 触媒 3 , 4 の昇温制御が行われる。

【 0 0 4 6 】

上流側 N O x 触媒 3 に吸蔵された S O x を還元する場合、図 3 (a) に示すように、上流側排気空燃比を、理論空燃比近傍のリッチ空燃比と、リーン空燃比とに、交互に変化させる。このような上流側排気空燃比の制御により、上流側 N O x 触媒 3 の周囲雰囲気酸化雰囲気と還元雰囲気とに交互に変化させて S O x を還元する。

【 0 0 4 7 】

一方、下流側 N O x 触媒 4 に吸蔵された S O x を還元する場合、図 3 (b) に示すように、上流側排気空燃比を、理論空燃比近傍よりもより小さいリッチ空燃比と、リーン空燃比とに、交互に変化させる。このとき、上流側排気空燃比をリッチ空燃比とするとき、即ち、下流側 N O x 触媒 4 の周囲雰囲気を還元雰囲気にするときは、上流側 N O x 触媒 3 に吸蔵された S O x を還元する場合に上流側 N O x 触媒 3 の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときよりも、上流側排気空燃比をより低下させる。さらに、このとき、上流側排気空燃比をリーン空燃比とするとき、即ち、下流側 N O x 触媒 4 の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときは、上流側 N O x 触媒 3 に吸蔵された S O x を還元する場合に上流側 N O x 触媒 3 の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときよりも、その上流側排気空燃比をリーン空燃比とする期間を長くする。つまり、下流側 N O x 触媒 4 の周囲雰囲気を酸化雰囲気とする期間をより長くする。

【 0 0 4 8 】

下流側 N O x 触媒 4 を還元雰囲気とする場合であっても、その周囲雰囲気の制御は、上流側排気空燃比の制御、即ち、燃料添加弁 5 からの燃料添加を制御することによって行われる。そのため、添加される燃料中の還元成分の少なくとも一部は、上流側 N O x 触媒 3 での S O x の還元で使用され、下流側 N O x 触媒 4 に流入する排気においては、その量は減少する。そのため、本実施例では、下流側 N O x 触媒 4 の周囲雰囲気を還元雰囲気にするときは、上流側 N O x 触媒 3 の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときよりも、上流側排気空燃比をより低下させる。このように燃料添加を制御することで、排気中の還元成分の量を増加させることが出来るため、上流側 N O x 触媒 3 を通過し下流側 N O x 触媒 4 に到達する還元成分の量も増加させることが出来る。

【 0 0 4 9 】

また、還元成分による上流側 N O x 触媒 3 での酸化物の還元には、その還元成分の酸化等のために排気中の酸素も使用されるため、下流側 N O x 触媒 4 に流入する排気中の酸素量は減少する。そのため、本実施例では、下流側 N O x 触媒 4 の周囲雰囲気を酸化雰囲気にするときは、上流側 N O x 触媒 3 の周囲雰囲気を酸化雰囲気とするときよりも、その酸化雰囲気とする期間を長くする。即ち、燃料添加弁 5 からの燃料添加を休止する期間を長くして、上流側排気空燃比がリーン空燃比にある期間を長くする。このような制御を行うことで、上流側 N O x 触媒 3 を通過し下流側 N O x 触媒 4 に到達する酸素の量を増加させることが出来る。

【 0 0 5 0 】

以上のように、本実施例の S O x 還元制御によれば、下流側 N O x 触媒 4 に吸蔵された S O x を還元するために必要となる還元成分と酸素とを、該下流側 N O x 触媒 4 に供給することが可能となる。また、従来あるような二次空気供給装置を設けることなく、下流側 N O x 触媒 4 に十分な量の酸素を供給することが出来る。従って、白煙や H₂S の発生を抑制することが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

< S O x 還元制御時における還元雰囲気とするときの燃料添加制御 >

次に、本実施例において、S O x 還元制御時に、各 N O x 触媒 3 , 4 の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときの燃料添加弁 5 からの燃料添加制御について図 4 に基づいて説明する。図 4 (a) は、上流側 N O x 触媒 3 の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときの燃料添加弁 5 からの燃料添加制御を示すタイムチャート図である。図 4 (b) は、下流側 N O x 触媒 4 の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときの燃料添加弁 5 からの燃料添加制御を示すタイムチャート図である。図 4 (a) , (b) のそれぞれにおいて、横軸は時間を表し、縦軸は上流側排気空燃比を表している。そして、点線は、上述した図 3 (a) , (b) での上流側排気空燃比を表しており、実線は、燃料添加時の燃料噴射の波形を示している。即ち、図 4 (a) , (b) において、実線がリッチ空燃比側にあるときは、燃料添加弁 5 は燃料を噴射しており、実線がリーン空燃比側にあるときは、燃料添加弁 5 は燃料を噴射していない。

10

【 0 0 5 2 】

各 N O x 触媒 3 , 4 の周囲雰囲気を還元雰囲気とする場合、即ち上流側排気空燃比をリッチ空燃比にする場合、図 4 (a) , (b) に示すように、燃料添加弁 5 は燃料を複数回噴射することによって該燃料を排気中に添加する。

【 0 0 5 3 】

燃料を排気中に複数回噴射することによって排気空燃比を低下させる場合、添加する燃料の総量が同じであっても、噴射回数が多く且つ一回当たりの噴射量が少ないときよりも、噴射回数が少なく且つ一回当たりの噴射量が多い方が、より排気空燃比が低下することが実験的にわかっている。

20

【 0 0 5 4 】

そのため、図 4 (b) に示すように、下流側 N O x 触媒 4 の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときは、上流側 N O x 触媒 3 の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときより、燃料噴射回数を減らし且つ一回当たりの燃料噴射量を増加させて、排気中に燃料を添加する。また、このときの一回の燃料添加 (図 4 (b) の点線) における燃料噴射量の総量は、上流側 N O x 触媒 3 の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときの一回の燃料添加 (図 4 (a) の点線) における燃料噴射量の総量と同量であっても良い。

【 0 0 5 5 】

このような燃料添加弁 5 からの燃料添加の制御によれば、下流側 N O x 触媒 4 の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときに、より少ない燃料添加量で効率的に上流側排気空燃比を低下させることが出来る。その結果、燃費悪化を抑制することが可能となる。

30

【 0 0 5 6 】

尚、本実施例において、各 N O x 触媒 3 , 4 の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときのの上流側排気空燃比はリッチ空燃比に限られるものではない。即ち、このときのの上流側排気空燃比は、理論空燃比でも良く、また、リーン空燃比であっても、各 N O x 触媒 3 , 4 において、吸蔵された S O x を還元することが出来る空燃比であれば良い。

【 0 0 5 7 】

< S O x 還元制御ルーチン >

次に、本実施例における S O x 還元制御のための制御ルーチンについて図 5 に基づいて説明する。図 5 は、本実施例に係る S O x 還元制御ルーチンを示すフローチャート図である。本ルーチンは、E C U 1 0 に予め記憶されているものであって、内燃機関 1 の運転中、規定時間毎に実行されるルーチンである。

40

【 0 0 5 8 】

本ルーチンにおいて、E C U 1 0 は、先ず、S 1 0 1 において、上流側 N O x 触媒 3 の S O x 吸蔵量 S F r と下流側 N O x 触媒 4 の S O x 吸蔵量 S R r とをそれぞれ算出する。このとき、上流側 N O x 触媒 3 の S O x 吸蔵量 S F r は、燃料中の硫黄濃度と内燃機関 1 での燃料消費量の積算値から算出される。一方、下流側 N O x 触媒 4 の S O x 吸蔵量 S R r は、上流側 N O x 触媒 3 を通過する S O x 量および上流側 N O x 触媒 3 に吸蔵された S

50

NOxを還元したときに再吸蔵されるSOx量の積算値から算出される。尚、上流側NOx触媒3を通過するSOx量および上流側NOx触媒3に吸蔵されたSOxを還元したときに再吸蔵されるSOx量は、A/Fセンサ6の出力値から導出される。

【0059】

次に、ECU10は、S102に進み、上流側NOx触媒3のSOx吸蔵量SF_rが第1規定SOx吸蔵量S1より多いか否かを判別する。ここで、第1規定SOx吸蔵量S1とは、上流側NOx触媒3に該第1規定SOx吸蔵量より多いSOxが吸蔵した場合、この吸蔵されたSOxの還元を実行すると判断される閾値であり、予め定められた値である。ECU10は、S102において、肯定判定された場合、S105に進み、否定判定された場合、S103に進む。

10

【0060】

S105に進んだECU10は、上述したような、上流側排気空燃比の制御を実行し、上流側NOx触媒3に吸蔵されたSOxを還元し、その後、S104に進む。

【0061】

一方、S103に進んだECU10は、下流側NOx触媒4のSOx吸蔵量SR_rが第2規定SOx吸蔵量S2より多いか否かを判別する。ここで、第2規定SOx吸蔵量S2とは、下流側NOx触媒4に該第2規定SOx吸蔵量S2より多いSOxが吸蔵した場合、この吸蔵されたSOxの還元をすると判断される閾値であり、予め定められた値である。尚、第2規定SOx吸蔵量S2は、前記第1規定吸蔵量S1よりも小さい値とする。これは、下流側NOx触媒4は上流側NOx触媒3よりも低温で活性化する特性を有しており、低温で活性化し易いNOx触媒の方が、少ないSOx吸蔵量でも排気浄化性能がより低下し易いためである。

20

【0062】

S103において、肯定判定された場合、ECU10はS104に進む。一方、S103において、否定判定された場合、ECU10は、上流側NOx触媒3と下流側NOx触媒4とは還元させる必要がある程のSOxが吸蔵されていないと判断し、本ルーチンの実行を一旦終了する。

【0063】

S104において、ECU10は、上述したような、上流側排気空燃比の制御を実行し、下流側NOx触媒4に吸蔵されたSOxを還元し、本ルーチンの実行を一旦終了する。

30

【0064】

以上説明したSOx還元制御ルーチンによれば、各NOx触媒3, 4に吸蔵されたSOxを、それぞれより好適な時期に、還元することが出来る。そのため、燃費悪化を抑制しつつ、排気浄化能力を回復させることが可能となる。

【0065】

また、本実施例におけるSOx還元制御ルーチンによれば、上流側NOx触媒3に吸蔵されたSOxが還元された後には、下流側NOx触媒4に吸蔵されたSOxが還元される。これは、上流側NOx触媒3に吸蔵されたSOxが還元されたときは、この還元されたSOxが下流側NOx触媒4に再吸蔵される虞があるためである。また、このように、上流側NOx触媒3と下流側NOx触媒4との両方からSOxを還元させることで、高温時のみならず低温時での排気浄化能力を回復させることが出来る。

40

【0066】

また、SOx還元制御は、それぞれのNOx触媒3, 4のSOx吸蔵量が零になるまで行うのではなく、それぞれのNOx触媒3, 4における排気浄化能力が十分に得られるSOx吸蔵量(以下、SOx還元停止量と称する)となるまで行えば良い。これは、SOx吸蔵量が減少すると、NOx触媒3, 4からのSOx放出速度は低下するため、SOx還元制御をSOx吸蔵量が零になるまで行くと、その実行時間が長くなり、燃料消費量が増加して燃費悪化を招くためである。ここで、低温活性能力を有するNOx触媒の方が、SOx吸蔵量が少量でもSOxをより放出し易いため、上流側NOx触媒3でのSOx還元停止量よりも下流側NOx触媒4でのSOx還元停止量の方をより小さい値としても良い

50

。

【0067】

<NO_x還元制御>

次に、本実施例におけるNO_x還元制御について図6に基づいて説明する。図6(a)は、上流側NO_x触媒3に吸蔵されたNO_xを還元するときの上流側排気空燃比の制御を示すタイムチャート図である。図6(b)は、上流側NO_x触媒3および下流側NO_x触媒4に吸蔵されたNO_xを還元するときの上流側排気空燃比の制御を示すタイムチャート図である。図6(c)は、下流側NO_x触媒4に吸蔵されたNO_xを還元するときの上流側排気空燃比の制御を示すタイムチャート図である。図6(a),(b),(c)のそれぞれにおいて、横軸は時間を表し、縦軸は上流側排気空燃比を表している。

10

【0068】

本実施例においては、上述したSO_x還元制御時と同様、各NO_x触媒3,4に吸蔵されたNO_xを還元する場合、図6(a),(b),(c)に示すように、上流側排気空燃比をリッチ空燃比と、リーン空燃比とに、交互に変化させる。このとき、上流側NO_x触媒3および下流側NO_x触媒4の両方の周囲雰囲気還元雰囲気とするとき(図6(b)参照)は、上流側NO_x触媒3の周囲雰囲気還元雰囲気とするとき(図6(a)参照)よりも、上流側排気空燃比をより低下させる。また、このとき、上流側NO_x触媒3および下流側NO_x触媒4の両方の周囲雰囲気酸化雰囲気とするとき(図6(b)参照)は、上流側NO_x触媒3の周囲雰囲気酸化雰囲気とするとき(図6(a)参照)よりも、上流側排気空燃比をリーン空燃比とする期間を長くする。つまり、上流側NO_x触媒3および下流側NO_x触媒4の両方の周囲雰囲気酸化雰囲気とするときは、その酸化雰囲気とする期間を、上流側NO_x触媒3の周囲雰囲気酸化雰囲気とするときよりも長くする。

20

【0069】

さらに、下流側NO_x触媒4の周囲雰囲気還元雰囲気とするとき(図6(c)参照)は、上流側NO_x触媒3および下流側NO_x触媒4の両方の周囲雰囲気還元雰囲気とするとき(図6(b)参照)よりも、上流側排気空燃比をより低下させる。また、下流側NO_x触媒4の周囲雰囲気酸化雰囲気とするとき(図6(c)参照)は、上流側NO_x触媒3および下流側NO_x触媒4の両方の周囲雰囲気酸化雰囲気とするとき(図6(b)参照)よりも、上流側排気空燃比をリーン空燃比とする期間を長くする。つまり、下流側NO_x触媒4の周囲雰囲気酸化雰囲気とするときは、その酸化雰囲気とする期間を、上流側NO_x触媒3および下流側NO_x触媒4の両方の周囲雰囲気酸化雰囲気とするときよりも長くする。

30

【0070】

このように上流側排気空燃比を制御することで、上流側NO_x触媒3および下流側NO_x触媒4に吸蔵されたNO_xを同時に還元する場合、および、下流側NO_x触媒4に吸蔵されたNO_xを還元する場合において、それぞれ場合に必要となる量の還元成分と酸素とを、上流側NO_x触媒3のみならず下流側NO_x触媒4にも供給することが出来る。また、従来あるような二次空気供給装置を設けることなく、下流側NO_x触媒4に十分な量の酸素を供給することが出来る。従って、白煙の発生を抑制することが可能となる。

【0071】

尚、NO_x還元制御時においても、各NO_x触媒3,4の周囲雰囲気還元雰囲気とするときの上流側排気空燃比はリッチ空燃比に限られるものではない。即ち、このときの上流側排気空燃比は、理論空燃比でも良く、また、リーン空燃比であっても各NO_x触媒3,4において吸蔵されたNO_xを還元することが出来る空燃比であれば良い。

40

【0072】

<NO_x還元制御時における還元雰囲気とするときの燃料添加制御>

次に、本実施例において、NO_x還元制御時に、各NO_x触媒3,4の周囲雰囲気還元雰囲気とするときの燃料添加弁5からの燃料添加制御について説明する。NO_x還元制御時においても、前記と同様、各NO_x触媒3,4の周囲雰囲気還元雰囲気とする場合、即ち上流側排気空燃比をリッチ空燃比にする場合、燃料添加弁5は燃料を複数回噴射す

50

ることによって該燃料を排気中に添加する。

【0073】

ここで、上流側NOx触媒3および下流側NOx触媒4の両方の周囲雰囲気還元雰囲気とする場合に燃料添加弁5から燃料を排気中に添加するときは、上流側NOx触媒3の周囲雰囲気還元雰囲気とするときよりも、燃料噴射回数を減らし且つ一回当たりの燃料噴射量を増加させる。さらに、下流側NOx触媒4の周囲雰囲気還元雰囲気とする場合に燃料添加弁5から燃料を排気中に添加するときは、上流側NOx触媒3および下流側NOx触媒4の両方の周囲雰囲気還元雰囲気とするときよりも、燃料噴射回数を減らし且つ一回当たりの燃料噴射量を増加させる。また、上流側NOx触媒3および下流側NOx触媒4の両方の周囲雰囲気還元雰囲気とするときの一回の燃料添加における燃料噴射量の総量と、上流側NOx触媒3の周囲雰囲気還元雰囲気とするときの一回の燃料添加における燃料噴射量の総量と、下流側NOx触媒4の周囲雰囲気還元雰囲気とするときの一回の燃料添加における燃料噴射量の総量と、は同量であっても良い。

10

【0074】

このような燃料添加弁5からの燃料添加の制御によれば、上流側NOx触媒3および下流側NOx触媒4の両方の周囲雰囲気還元雰囲気とする場合、および、下流側NOx触媒4の周囲雰囲気還元雰囲気とする場合に、より少ない燃料添加量で効率的に上流側排気空燃比をより低下させることが出来る。即ち、それぞれの場合に適した空燃比とすることが出来る。その結果、燃費悪化を抑制することが可能となる。

【0075】

20

<NOx還元制御ルーチン>

次に、本実施例におけるNOx還元制御のための制御ルーチンについて図7、8に基づいて説明する。図7、8は、本実施例に係るNOx還元制御ルーチンを示すフローチャート図である。本ルーチンは、ECU10に予め記憶されているものであって、内燃機関1の運転中、規定時間毎に実行されるルーチンである。

【0076】

本ルーチンでは、ECU10は、先ず、S201において、NOx還元制御の実行条件が成立したか否かを判別する。ここで、NOx還元制御実行条件としては、前回のNOx還元制御の実行終了時から所定時間が経過したことや、前回のNOx還元制御の実行終了からの内燃機関1での消費燃料の積算値が所定値に達したこと等が例示出来る。ECU10は、S201において、肯定判定された場合、S202に進み、否定判定された場合、本ルーチンの実行を一旦終了する。

30

【0077】

S202において、ECU10は、排気温度センサ7によって検出される、上流側NOx触媒3と下流側NOx触媒4との間の排気通路を流通する排気温度Tc（以下、単に排気温度Tcと称する）を読み込む。

【0078】

次に、ECU10は、S203に進み、排気温度Tcが、第1規定温度T1以上か否かを判別する。ここで、第1規定温度T1とは、排気温度Tcが該第1規定温度T1より小さい場合、上流側NOx触媒3の温度および下流側NOx触媒4の温度が両方ともそれぞれのNOx触媒3、4の活性温度範囲内ないと判断できる値である。この第1規定温度T1は予め実験等によって定められた値である。ECU10は、S203において、肯定判定された場合、S204に進み、否定判定された場合、本ルーチンの実行を一旦終了する。

40

【0079】

S204において、ECU10は、排気温度Tcが、第1規定温度T1以上、且つ、第2規定温度T2以下であるか否かを判別する。ここで、第2規定温度T2とは、排気温度Tcが、前記第1規定温度T1以上、且つ、該第2規定温度T2以下の場合、低温活性能力を有する下流側NOx触媒4の温度は活性温度範囲内となっているが、上流側NOx触媒3の温度は活性温度範囲に達していないと判断できる値である。この第2規定温度T2

50

は予め実験等によって定められた値である。ECU10は、S204において、肯定判定された場合、S205に進み、否定判定された場合、S207に進む。

【0080】

S205に進んだECU10は、内燃機関1での吸入空気量Gaが規定吸入空気量G0以上か否かを判別する。上流側NOx触媒3の温度が活性温度範囲にない状態で、下流側NOx触媒4に吸蔵されたNOxを還元させるために燃料添加弁5から排気中に燃料が添加された場合、排気流量が少ないと、添加された燃料の上流側NOx触媒3への付着量が増加する虞がある。ここでの規定吸入空気量G0とは、内燃機関1での吸入空気量Gaが該規定吸入空気量G0以上の場合、排気流量が規定排気流量以上となる吸入空気量のことである。また、ここでの規定排気流量とは、排気流量が該規定排気流量以上の場合、上流側NOx触媒3の温度が活性温度範囲にない状態でも、燃料添加弁5から添加された燃料が該上流側NOx触媒3へ付着するのを抑制することが出来る排気流量のことである。この規定吸入空気量G0は予め実験等によって定められた値である。

10

【0081】

S205において、否定判定された場合、ECU10は、燃料添加弁5から燃料を添加すると、該燃料の上流側NOx触媒3への付着量が増加する虞があると判断し、本ルーチンの実行を一旦終了する。一方、S205において、肯定判定された場合、ECU10は、S206に進み、上述したような、上流側排気空燃比の制御を実行し、下流側NOx触媒4に吸蔵されたNOxを還元し、本ルーチンの実行を一旦終了する。

【0082】

20

S207に進んだECU10は、排気温度Tcが、第2規定温度T2より高く、且つ、第3規定温度T3より低いかなどを判別する。ここで、第3規定温度T3とは、排気温度Tcが、前記第2規定温度T2より高く、且つ、該第3規定温度T3より低い場合、上流側NOx触媒3の温度および下流側NOx触媒4の温度が両方ともそれぞれの活性温度範囲内であると判断できる値であり、さらに、排気温度Tcが該第3規定温度T3以上のときは、上流側NOx触媒3の温度は活性温度範囲内にあるが、下流側NOx触媒4の温度は活性温度範囲を超えていると判断できる値である。この第3規定温度T3は予め実験等によって定められた値である。ECU10は、S207において、肯定判定された場合、S208に進み、否定判定された場合、S209に進む。

【0083】

30

S208に進んだECU10は、上述したような上流側排気空燃比の制御を実行し、上流側NOx触媒3および下流側NOx触媒4に吸蔵されたNOxを同時に還元し、本ルーチンの実行を一旦終了する。一方、S209に進んだECU10は、上述したような上流側排気空燃比の制御を実行し、上流側NOx触媒3に吸蔵されたNOxを同時に還元し、本ルーチンの実行を一旦終了する。

【0084】

以上説明したNOx還元制御ルーチンによれば、各NOx触媒3、4に吸蔵されたNOxを、それぞれより好適な時期に還元することが出来るため、より少ない量の還元剤で、また、より早期に、NOxを還元することが出来る。従って、白煙の発生を抑制でき、また、燃費悪化を抑制することが可能となる。また、下流側NOx触媒4に吸蔵されたNOxを還元するときに、還元剤として添加される燃料が、上流側NOx触媒3に付着することを抑制することが出来る。

40

【0085】

本実施例によれば、上述したようなSOx還元制御を行うことによって、NOx触媒に吸蔵されたSOxをより好適に還元することが出来、また、上述したようなNOx還元制御を行うことによって、NOx触媒に吸蔵されたNOxをより好適に還元することが出来る。その結果、NOx触媒の排気浄化能力をより好適に回復させることが出来、排気浄化をより効果的に行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0086】

50

【図 1】本発明の実施例に係る内燃機関とその排気系および制御系の概略構成を示す図。

【図 2】本発明の実施例に係る上流側 NOx 触媒と下流側 NOx 触媒との活性温度の特性を示すグラフ。

【図 3】本発明の実施例に係る SOx 還元制御時の上流側排気空燃比の制御を示すタイムチャート図。図 3 (a) は、上流側 NOx 触媒に吸蔵された SOx を還元するときの上流側排気空燃比の制御を示すタイムチャート図。図 3 (b) は、下流側 NOx 触媒に吸蔵された SOx を還元するときの上流側排気空燃比の制御を示すタイムチャート図。

【図 4】本発明の実施例に係る NOx 触媒の周囲雰囲気還元雰囲気とするときの燃料添加弁からの燃料添加制御を示すタイムチャート図。図 4 (a) は、上流側 NOx 触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときの燃料添加弁からの燃料添加制御を示すタイムチャート図。図 4 (b) は、下流側 NOx 触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気とするときの燃料添加弁からの燃料添加制御を示すタイムチャート図。

10

【図 5】本発明の実施例に係る SOx 還元制御ルーチンを示すフローチャート図。

【図 6】本発明の実施例に係る NOx 還元制御時の上流側排気空燃比の制御を示すタイムチャート図。図 6 (a) は、上流側 NOx 触媒に吸蔵された NOx を還元するときの上流側排気空燃比の制御を示すタイムチャート図。図 6 (b) は、上流側 NOx 触媒および下流側 NOx 触媒に吸蔵された NOx を還元するときの上流側排気空燃比の制御を示すタイムチャート図。図 6 (c) は、下流側 NOx 触媒に吸蔵された NOx を還元するときの上流側排気空燃比の制御を示すタイムチャート図。

【図 7】本発明の実施例に係る NOx 還元制御ルーチンの一部を示すフローチャート図。

20

【図 8】本発明の実施例に係る NOx 還元制御ルーチンの一部を示すフローチャート図。

【符号の説明】

【 0 0 8 7 】

1 . . . 内燃機関

2 . . . 排気通路

3 . . . 上流側 NOx 触媒

4 . . . 下流側 NOx 触媒

5 . . . 燃料添加弁

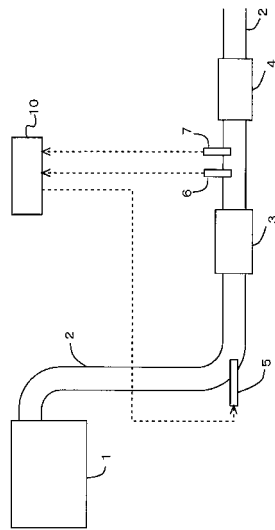
6 . . . 排気 A / F センサ

7 . . . 排気温度センサ

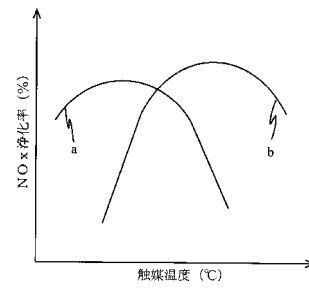
1 0 . . . E C U

30

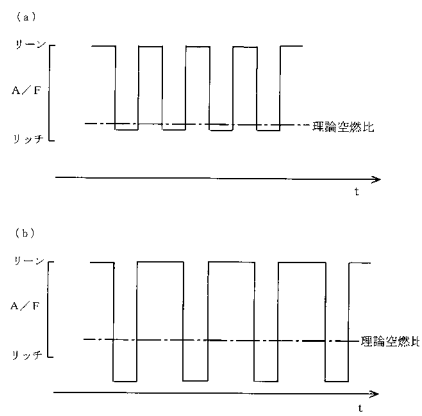
【図 1】



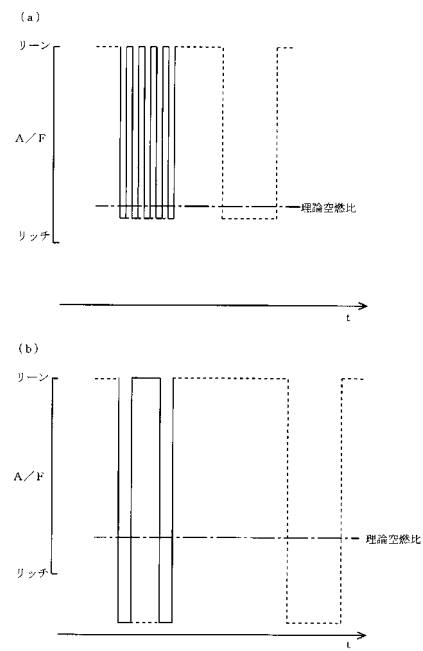
【図 2】



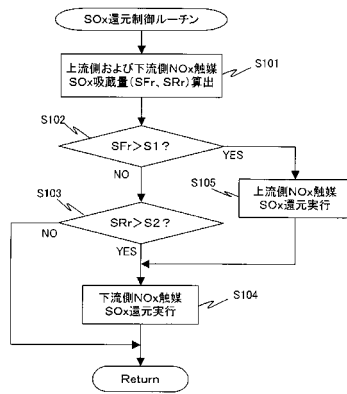
【図 3】



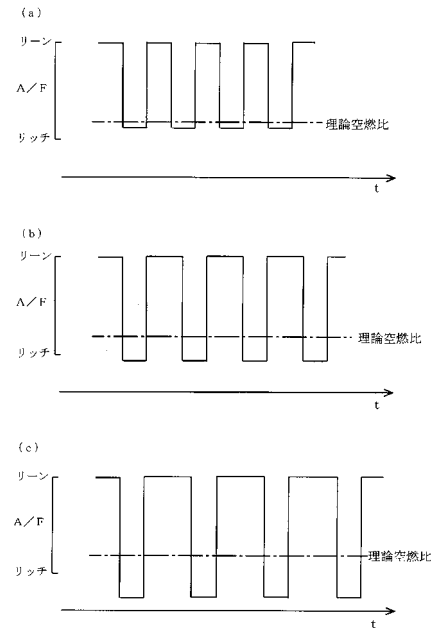
【図 4】



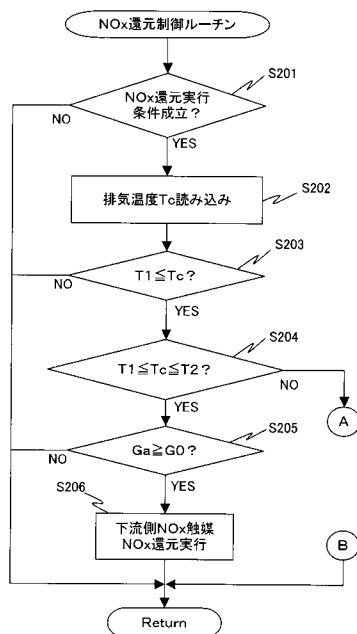
【図 5】



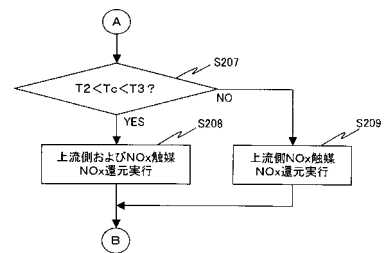
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I	
F 0 1 N	3/28	(2006.01)	F 0 1 N 3/20 B
F 0 2 D	41/14	(2006.01)	F 0 1 N 3/24 C
			F 0 1 N 3/28 3 0 1 C
			F 0 2 D 41/14 3 1 0 K
			F 0 2 D 41/14 3 1 0 L

(72)発明者 仲野 泰彰
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 広田 信也
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 稲葉 大紀

(56)参考文献 特開2001-059417(JP,A)
特開2000-087732(JP,A)
特開平06-200741(JP,A)
特開2001-207832(JP,A)
特開2000-274232(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 1 N 3 / 0 0 - 3 / 0 2
F 0 1 N 3 / 0 4 - 3 / 3 8