

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4986915号
(P4986915)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012. 7. 25)

(24) 登録日 平成24年5月11日 (2012. 5. 11)

(51) Int. Cl.

F I

FO1N 3/08 (2006.01)

FO1N 3/08 B

BO1D 53/94 (2006.01)

BO1D 53/36 IO1A

請求項の数 4 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-107012 (P2008-107012)	(73) 特許権者	303002158
(22) 出願日	平成20年4月16日 (2008. 4. 16)		三菱ふそうトラック・バス株式会社
(65) 公開番号	特開2009-257190 (P2009-257190A)		神奈川県川崎市幸区鹿島田890番地12
(43) 公開日	平成21年11月5日 (2009. 11. 5)	(74) 代理人	100090022
審査請求日	平成23年3月29日 (2011. 3. 29)		弁理士 長門 侃二
		(72) 発明者	斎藤 真一
			神奈川県川崎市幸区鹿島田890番地12
			三菱ふそうトラック・バス株式会社内
		(72) 発明者	鈴木 康子
			神奈川県川崎市幸区鹿島田890番地12
			三菱ふそうトラック・バス株式会社内
		(72) 発明者	平沼 智
			神奈川県川崎市幸区鹿島田890番地12
			三菱ふそうトラック・バス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気浄化装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エンジンの排気通路に配設され、アンモニアを還元剤として排気中のNO_xを選択還元するアンモニア選択還元型NO_x触媒と、

上記アンモニア選択還元型NO_x触媒の上流側の排気中に尿素水を供給する尿素水供給手段と、

上記尿素水供給手段から供給された尿素水から生成されて上記排気通路内に堆積した尿素由来堆積物の堆積量が所定の基準堆積量に達すると、上記排気通路中の排気温度が目標温度となるように排気昇温制御を行う制御手段とを備え、

上記制御手段は、上記尿素由来堆積物の堆積量の減少に従って上記目標温度を上昇させることを特徴とする排気浄化装置。

【請求項 2】

上記制御手段は、上記尿素由来堆積物の堆積量の減少に従って増大する目標昇温速度を設定し、上記排気温度を上昇させる際の上記排気温度の変化率が上記目標昇温速度となるように、上記排気昇温制御を実行することを特徴とする請求項 1 に記載の排気浄化装置。

【請求項 3】

上記制御手段は、上記排気昇温制御を実行しているときには、上記尿素水供給手段からの尿素水の供給を中止することを特徴とする請求項 1 に記載の排気浄化装置。

【請求項 4】

上記尿素水供給手段の上流側の上記排気通路に介装された酸化触媒を更に備え、

10

20

上記制御手段は、上記酸化触媒に流入する排気中に燃料を供給することにより、上記排気昇温制御を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はエンジンの排気を浄化するための排気浄化装置に関し、特に排気中に供給された尿素水から生成されるアンモニアを還元剤として排気中の NO_x を還元するアンモニア選択還元型 NO_x 触媒を備えた排気浄化装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

エンジンの排気中に含まれる汚染物質の 1 つである NO_x （窒素酸化物）を浄化するための排気浄化装置として、エンジンの排気通路にアンモニア選択還元型 NO_x 触媒を配設し、還元剤としてアンモニアをアンモニア選択還元型 NO_x 触媒に供給することにより、 NO_x を還元して排気を浄化するようにした排気浄化装置が知られている。

このような排気浄化装置では、アンモニアをアンモニア選択還元型 NO_x 触媒に供給するために、アンモニアに比べて取り扱いが容易な尿素水を排気中に供給するのが一般的であり、尿素水インジェクタなどを用いて排気中に尿素水を噴射する。尿素水インジェクタから排気中に供給された霧状の尿素水は排気の熱により加水分解し、その結果生成されるアンモニアがアンモニア選択還元型 NO_x 触媒に供給される。こうして NO_x 触媒に供給されたアンモニアと排気中の NO_x との間の脱硝反応が NO_x 触媒によって促進されることにより NO_x が還元されて排気の浄化が行われる。

20

【0003】

このとき、尿素水インジェクタから噴射された霧状の尿素水の一部は、排気通路内の壁面などに衝突することにより液化して排気通路や尿素水インジェクタなどに付着する。こうして付着した尿素水は、その水分が気化することにより固形の尿素結晶等となって排気通路内の壁面や尿素水インジェクタに堆積し、尿素由来堆積物となる。また、付着した尿素水の水分が気化する際の気化潜熱によってコールドスポットが生じるため、尿素水が付着した部分の周囲は更に霧状の尿素水が液化して付着しやすい状態となり、尿素由来堆積物の生成が促進されてしまうことになる。

【0004】

30

このようにして尿素由来堆積物の生成が継続すると、排気通路における排気流動抵抗の増大や排気通路の閉塞のほか、尿素水インジェクタの作動不良を引き起こすという問題を生じるおそれがある。また、尿素由来堆積物の生成により、本来 NO_x の還元に必要なとされるアンモニアの量が不足し、排気浄化率が低下してしまうという問題が生じる。更に、排気温度が高温となった場合に、大量に堆積している尿素由来堆積物が一気にアンモニアに転化して、アンモニア選択還元型触媒に必要な以上のアンモニアが供給され、余剰となったアンモニアの大気中への放出、即ちアンモニアスリップが発生するという問題がある。

【0005】

そこで、排気通路内に堆積した尿素由来堆積物を除去するため、尿素由来堆積物がある程度堆積した段階で、排気通路内を流動する排気の温度を一時的に上昇させ、尿素由来堆積物をガス化してアンモニアに転化することが考えられる。

40

このような排気昇温によって尿素由来堆積物を除去するようにした排気浄化装置は、特許文献 1 によって提案されている。この特許文献 1 の排気浄化装置では、排気温度が低い場合に、排気中の NO_x とアンモニアとを反応させて硝酸アンモニウムを生成させ、この硝酸アンモニウムをアンモニア選択還元型触媒に積極的に堆積させる。このようにすることにより、アンモニア選択還元型触媒の還元作用が十分に得られない低い排気温度においても、排気中への NO_x の放出を防止するようにしている。

【0006】

このようにしてアンモニア選択還元型触媒に積極的に堆積させた硝酸アンモニウムの堆積量が過大になると、アンモニア選択還元型触媒における排気流動抵抗が増大し、アンモ

50

ニア選択還元型触媒が閉塞してしまうおそれがある。そこで、上記特許文献 1 の排気浄化装置では、アンモニア選択還元型触媒の上流側排気通路に介装されているパティキュレートフィルタの強制再生の際に、排気の昇温によってアンモニア選択還元型触媒に堆積している硝酸アンモニウムを燃焼させて分解し、アンモニア選択還元型触媒から除去するようにしている。

【 0 0 0 7 】

このように、上記特許文献 1 の排気浄化装置は硝酸アンモニウムを積極的に堆積させるものではあるが、その堆積量が過大になった場合に排気昇温によって硝酸アンモニウムを除去するようにしている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 3 2 0 8 5 4 号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

ところが、排気昇温によって尿素由来堆積物の除去を行う場合、除去を開始した時点、即ち比較的大量に尿素由来堆積物が堆積した状態で直ちに高い温度まで排気を昇温してしまうと、尿素由来堆積物が一気にガス化してアンモニアに転化してしまう。このため、アンモニア選択還元型触媒には必要以上のアンモニアが供給され、アンモニアが余剰となってアンモニアスリップが発生するという問題がある。

【 0 0 0 9 】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、排気通路内における尿素由来堆積物の堆積を良好に抑制すると共に、尿素由来堆積物の除去に伴うアンモニアスリップを防止することが可能な排気浄化装置を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記目的を達成するため、本発明の排気浄化装置は、エンジンの排気通路に配設され、アンモニアを還元剤として排気中の NO_x を選択還元するアンモニア選択還元型 NO_x 触媒と、上記アンモニア選択還元型 NO_x 触媒の上流側の排気中に尿素水を供給する尿素水供給手段と、上記尿素水供給手段から供給された尿素水から生成されて上記排気通路内に堆積した尿素由来堆積物の堆積量が所定の基準堆積量に達すると、上記排気通路中の排気温度が目標温度となるように排気昇温制御を行う制御手段とを備え、上記制御手段は、上記尿素由来堆積物の堆積量の減少に従って上記目標温度を上昇させることを特徴とする（請求項 1）。

30

【 0 0 1 1 】

このように構成された排気浄化装置によれば、尿素水供給手段から供給された尿素水から生成された尿素由来堆積物の堆積量が所定の基準堆積量に達すると、制御手段が排気昇温制御を行って排気通路中の排気温度を目標温度とすることにより、尿素由来堆積物が徐々にガス化していく。このとき、目標温度は尿素由来堆積物の堆積量の減少に従って上昇するように設定されるので、排気昇温制御を開始した当初は排気温度が比較的低い目標温度まで上昇し、その後の尿素由来堆積物の堆積量の減少に伴う目標温度の上昇により、排気温度は徐々に上昇していく。

40

【 0 0 1 2 】

また、上記排気浄化装置において、上記制御手段は、上記尿素由来堆積物の堆積量の減少に従って増大する目標昇温速度を設定し、上記排気温度を上昇させる際の上記排気温度の変化率が上記目標昇温速度となるように、上記排気昇温制御を実行することを特徴とする（請求項 2）。

このように構成された排気浄化装置によれば、排気昇温制御を行って排気温度を目標温度まで上昇させる際に、排気温度の上昇率が目標昇温速度に制御される。このとき、目標昇温速度は尿素由来堆積物の堆積量の減少に伴って増大するように設定されるので、排気昇温制御を開始した当初は排気温度が比較的小さな変化率で目標温度に向けて上昇し、尿素由来堆積物の堆積量の減少に伴って、排気温度の変化率は徐々に増大していく。

50

【 0 0 1 3 】

また、上記排気浄化装置において、上記制御手段は、上記排気昇温制御を実行しているときには、上記尿素水供給手段からの尿素水の供給を中止することを特徴とする（請求項3）。

このように構成された排気浄化装置によれば、排気昇温制御を実行しているときには、尿素水供給手段からの尿素水の供給が行われない。

【 0 0 1 4 】

また、上記排気浄化装置において、上記尿素水供給手段の上流側の上記排気通路に介装された酸化触媒を更に備え、上記制御手段は、上記酸化触媒に流入する排気中に燃料を供給することにより、上記排気昇温制御を行うことを特徴とする（請求項4）。

10

このように構成された排気浄化装置によれば、排気昇温制御において排気中に供給された燃料成分が酸化触媒で酸化することにより排気の温度が上昇し、温度の上昇した排気が尿素水供給手段より下流側の排気通路に流入する。

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 1 5 】

本発明の排気浄化装置によれば、排気通路内に堆積した尿素由来堆積物の除去のために排気昇温制御を行う際、制御開始当初は比較的低い目標温度まで排気温度を上昇させるので、尿素由来堆積物が一気にガス化してアンモニアに転化するのを抑制し、アンモニアスリップの発生を防止することが可能となる。

そして、排気温度が一定であれば、尿素由来堆積物の堆積量が減少するのに伴ってアンモニアスリップが発生しにくくなるが、排気昇温制御では尿素由来堆積物の堆積量の減少に伴い、目標温度の上昇によって排気温度が上昇していくので、アンモニアスリップの発生を防止しながら速やかに尿素由来堆積物を排気通路内から除去することが可能となる。

20

【 0 0 1 6 】

また、請求項2の排気浄化装置によれば、排気昇温制御を行って排気温度を目標温度まで上昇させる際に、排気温度の上昇率が目標昇温速度に制御される。そして、目標昇温速度は尿素由来堆積物の堆積量の減少に伴って増大するように設定されるので、排気昇温制御を開始した当初は排気温度が比較的小さな変化率で目標温度に向けて上昇する。尿素由来堆積物は、昇温時の排気温度の変化率が大きいほど早くガス化されてアンモニアとなる傾向にあるが、このように排気昇温制御を開始した当初は排気温度が比較的小さな変化率で上昇するので、排気温度を目標温度に向けて上昇させている際にも、アンモニアスリップの発生を確実に防止することが可能となる。

30

【 0 0 1 7 】

また、上述したように排気温度が一定であれば尿素由来堆積物の堆積量が減少するのに伴って、アンモニアスリップは発生しにくくなるが、排気昇温制御では尿素由来堆積物の堆積量の減少に伴い、目標昇温速度の増大によって排気温度の変化率が増大するので、排気温度を目標温度に向けて上昇させている際にも、アンモニアスリップを確実に防止しながら、速やかに尿素由来堆積物を排気通路内から除去することが可能となる。

【 0 0 1 8 】

また、請求項3の排気浄化装置によれば、排気昇温制御を実行しているときには、尿素水供給手段からの尿素水の供給が行われないので、より一層確実にアンモニアスリップを防止することができる。

40

また、請求項4の排気浄化装置によれば、排気中に供給された燃料成分を酸化触媒で酸化させることにより排気の昇温を行うので、比較的容易に排気昇温制御を実行することが可能となる。即ち、例えばエンジンへの燃料供給を気筒内への燃料噴射によって行っている場合には、動力の発生に寄与しないタイミングで燃料を追加噴射することにより排気中に燃料を供給することが可能であることから、排気中への燃料供給のために新たな装置を設ける必要がない。また、ディーゼルエンジンの場合には、排気中のパティキュレートを捕集するためのパティキュレートフィルタを排気通路に介装するのが一般的であって、パティキュレートフィルタの強制再生で排気中に燃料を供給するための機構を既に備えてい

50

るので、この場合も排気中への燃料供給のために新たな装置を設ける必要がない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、図面に基づき本発明の一実施形態について説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る排気浄化装置が適用された4気筒のディーゼルエンジン（以下、エンジンという）の全体構成図を示しており、図1に基づき本発明に係る排気浄化装置の構成を説明する。

エンジン1は各気筒共通の高圧蓄圧室（以下コモンレールという）2を備えており、図示しない燃料噴射ポンプから供給されてコモンレール2に蓄えられた高圧の燃料を、各気筒に設けられたインジェクタ4に供給し、各インジェクタ4からそれぞれの気筒内に燃料が噴射される。

10

【0020】

吸気通路6にはターボチャージャ8が装備されており、図示しないエアクリーナから吸入された吸気は、吸気通路6からターボチャージャ8のコンプレッサ8aへと流入し、コンプレッサ8aで過給された吸気はインタークーラ10及び吸気制御弁12を介して吸気マニホールド14に導入される。また、吸気通路6のコンプレッサ8aより上流側には、エンジン1への吸入空気流量を検出するための吸気量センサ16が設けられている。

【0021】

一方、エンジン1の各気筒から排気は排出される排気ポート（図示せず）は、排気マニホールド18を介して排気管20に接続されている。なお、排気マニホールド18と吸気マニホールド14との間には、EGR弁22を介して排気マニホールド18と吸気マニホールド14とを連通するEGR通路24が設けられている。

20

排気管20はターボチャージャ8のタービン8bを経た後、排気絞り弁26を介して排気後処理装置28に接続されている。また、タービン8bの回転軸はコンプレッサ8aの回転軸と連結されており、タービン8bが排気管20内を流動する排気を受けてコンプレッサ8aを駆動するようになっている。

【0022】

排気後処理装置28は、上流側ケーシング30と、上流側ケーシング30の下流側に連通路32で連通された下流側ケーシング34とで構成され、上流側ケーシング30、連通路32及び下流側ケーシング34により本発明の排気通路が構成されている。上流側ケーシング30内には、前段酸化触媒36が収容されると共に、この前段酸化触媒36の下流側にはパティキュレートフィルタ（以下フィルタという）38が収容されている。フィルタ38は、排気中のパティキュレートを捕集することによりエンジン1の排気を浄化するために設けられる。

30

【0023】

前段酸化触媒36は排気中のNO（一酸化窒素）を酸化させてNO₂（二酸化窒素）を生成するので、このように前段酸化触媒36とフィルタ38とを配置することにより、フィルタ38に捕集され堆積しているパティキュレートは、前段酸化触媒36から供給されたNO₂と反応して酸化し、フィルタ38の連続再生が行われるようになっている。

一方、下流側ケーシング34内には、アンモニアを還元剤として排気中のNO_x（窒素酸化物）を選択還元して排気を浄化するアンモニア選択還元型NO_x触媒（以下SCR触媒という）40が収容されると共に、このSCR触媒40の下流側にはSCR触媒40から流出したアンモニアを除去するための後段酸化触媒42が収容されている。

40

【0024】

この後段酸化触媒42は、フィルタ38の強制再生でパティキュレートが焼却される際に発生するCO（一酸化炭素）を酸化し、CO₂（二酸化炭素）として大気中に排出する機能も有している。

また、連通路32には、連通路32内の排気中に尿素水を噴射供給する尿素水インジェクタ（尿素水供給手段）44が設けられており、尿素水を蓄えた尿素水タンク46から図示しない尿素水供給ポンプを介して尿素水インジェクタ44に尿素水が供給され、尿素水

50

インジェクタ 4 4 を開閉することによって尿素水インジェクタ 4 4 から連通路 3 2 内の排気中に尿素水が噴射されるようになっている。

【 0 0 2 5 】

尿素水インジェクタ 4 4 から噴射された霧状の尿素水は、排気の熱により加水分解してアンモニアとなり、S C R 触媒 4 0 に供給される。S C R 触媒 4 0 は供給されたアンモニアと排気中の NO_x との脱硝反応を促進することにより、 NO_x を還元して無害な N_2 とする。なお、このとき、アンモニアが NO_x と反応せずにS C R 触媒 4 0 から流出した場合には、このアンモニアが後段酸化触媒 4 2 によって除去されるようになっている。

【 0 0 2 6 】

更に、上流側ケーシング 3 0 内の前段酸化触媒 3 6 下流側には、排気後処理装置 2 8 内を流動する排気の温度を検出するための排気温度センサ 4 8 が設けられている。

10

E C U (制御手段) 5 0 は、エンジン 1 の運転制御をはじめとして総合的な制御を行うための制御装置であり、C P U、メモリ、タイマカウンタなどから構成され、様々な制御量の演算を行うと共に、その制御量に基づき各種デバイスの制御を行っている。

【 0 0 2 7 】

E C U 5 0 の入力側には、各種制御に必要な情報を収集するため、上述した吸気量センサ 1 6 や排気温度センサ 4 8 のほか、エンジン 1 の回転数を検出する回転数センサ 5 2、及び図示しないアクセルペダルの踏込量を検出するアクセル開度センサ 5 4 などの各種センサ類が接続されている。また、E C U 5 0 の出力側には、演算した制御量に基づき制御が行われる各気筒のインジェクタ 4、吸気制御弁 1 2、E G R 弁 2 2、排気絞り弁 2 6 及び尿素水インジェクタ 4 4 などの各種デバイス類が接続されている。

20

【 0 0 2 8 】

エンジン 1 の各気筒への燃料供給量の演算、及び演算した燃料供給量に基づくインジェクタ 4 からの燃料供給制御も E C U 5 0 によって行われる。エンジン 1 の運転に必要な燃料供給量 (主噴射量) は、回転数センサ 5 2 によって検出されたエンジン 1 の回転数とアクセル開度センサ 5 4 によって検出されたアクセルペダルの踏込量とに基づき、予め記憶しているマップから読み出して決定する。各気筒に供給される燃料の量は、インジェクタ 4 の開弁時間によって調整され、決定された燃料量に対応した駆動時間で各インジェクタ 4 が開弁駆動され、各気筒に主噴射が行われることにより、エンジン 1 の運転に必要な量の燃料が供給される。

30

【 0 0 2 9 】

E C U 5 0 は、このような各気筒への燃料供給制御のほか、フィルタ 3 8 の強制再生や S C R 触媒 4 0 にアンモニアを供給するための尿素水供給制御も行う。フィルタ 3 8 の強制再生については既に広く知られているものであり、ここでは詳細な説明を省略するが、排気温度センサ 4 8 の検出値に基づき、主噴射とは別にインジェクタ 4 から各気筒に燃料を噴射することにより、排気中に燃料を供給し、前段酸化触媒 3 6 における排気中の燃料の酸化反応によって排気を昇温することによりフィルタ 3 6 の強制再生が行われる。以下では、尿素水供給制御について詳細に説明する。

【 0 0 3 0 】

E C U 5 0 は、インジェクタ 4 からの主噴射量や、回転数センサ 5 2 によって検出されたエンジン 1 の回転数及び吸気量センサ 1 6 によって検出されたエンジン 1 への吸入空気流量などに基づき、エンジン 1 の単位時間あたりの排気排出量及び NO_x 排出量を求め、この NO_x 排出量に対して S C R 触媒 4 0 による NO_x の選択還元に必要なアンモニアの量から尿素水の目標供給量を求める。そして、この目標供給量に基づき尿素水インジェクタ 4 4 を制御することにより、尿素水インジェクタ 4 4 から S C R 触媒 4 0 上流側の排気中に尿素水が供給される。

40

【 0 0 3 1 】

尿素水インジェクタ 4 4 から噴射された霧状の尿素水は、前述したように、排気の熱により加水分解してアンモニアとなり、このアンモニアが S C R 触媒 4 0 に供給される。S C R 触媒 4 0 は、供給されたアンモニアと排気中の NO_x との脱硝反応を促進することに

50

より、 NO_x を還元して無害な N_2 とする。

このような尿素水インジェクタ44による尿素水の供給を適正に行うため、ECU50は図2に示すフローチャートに従い、所定の制御周期で尿素水供給制御を行う。なお、この尿素水供給制御はエンジン1の始動に伴って開始され、エンジン1の停止に伴って終了する。

【0032】

制御が開始されると、ECU50はステップS101で、尿素水供給を可能とする条件が成立して、SCR触媒40へのアンモニアの供給を必要とする状態となったか否かを判断する。具体的には、排気温度センサ48が検出した排気温度に基づき、SCR触媒40が活性化しているか否かを判定し、SCR触媒40が活性化していると判定したときには尿素水供給を可能とする条件が成立し、SCR触媒40へのアンモニアの供給を必要とする状態になったと判断する。

10

【0033】

ステップS101で尿素水供給を可能とする条件が成立したと判断した場合、ECU50は処理をステップS102に進める一方、ステップS101で尿素水供給を可能とする条件が成立していないと判断した場合には今回の制御周期を終了し、次の制御周期のステップS101で再び尿素水供給を可能とする条件が成立したか否かを判断する。従って、ステップS101で尿素水供給を可能とする条件が成立したと判断した場合に限り、ECU50は処理をステップS102に進める。以下では、尿素水供給を可能とする条件が成立しているものとし、処理がステップS101からステップS102に進むものとして説明する。

20

【0034】

ステップS102においてECU50は、フラグFの値が1であるか否かを判断する。このフラグFは、後述する演算及び判定に基づき、排気後処理装置28内における尿素由来堆積物の堆積量が所定の基準堆積量 Q_r に達したか否かを示すものであり、その値が1であることにより尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達したことを示すものである。

【0035】

フラグFの初期値は0となっており、ステップS102でフラグFの値が1ではないと判断して処理をステップS103に進めると、ECU50は予め記憶している加算値マップ及び減算値マップから、その制御周期で使用する加算値 A_n 及び減算値 D_n をそれぞれ読み出す。なお、添字nはそのときの制御周期に対応するものであることを示しており、添字n-1は前回の制御周期に対応するものであることを示す。

30

【0036】

加算値 A_n を読み出すために使用される加算値マップには、エンジン1の単位時間あたり排気排出量に対する尿素インジェクタ44からの単位時間あたり尿素水供給量の比、即ち尿素水供給量/排気排出量と、尿素水が供給される排気の温度とに応じて大きさが変化する加算値 A_n が記憶されている。この加算値 A_n は、排気中に供給された尿素水から生成される尿素由来堆積物の単位時間あたりの生成量に対応している。即ち具体的には、尿素由来堆積物は排気中に供給される尿素水が多いほど生成されやすい上、エンジン1からの排気排出量が少ないほど生成されやすく、また排気温度が低いほど生成されやすい。そこで加算値マップにおいては、図3に示されるように、尿素水供給量/排気排出量が大きいほど大きい値となり、また排気温度が低いほど大きい値となるように加算値 A_n が設定されている。

40

【0037】

また、減算値 D_n を読み出すために使用される減算値マップには、エンジン1の単位時間あたりの排気排出量と、尿素水が供給される排気の温度とに応じて大きさが変化する減算値 D_n が記憶されている。この減算値 D_n は、尿素水から生成された尿素由来堆積物がガス化してアンモニアに転化することによる尿素由来堆積物の単位時間あたりの消滅量に対応している。即ち具体的には、尿素由来堆積物はエンジン1からの排気排出量が多いほ

50

どアンモニアに転化して消滅しやすく、また排気温度が高いほどアンモニアに転化して消滅しやすい。そこで減算値マップにおいては、図4に示されるように、排気排出量が多いほど大きい値となり、排気温度が高いほど大きい値となるように減算値 D_n が設定されている。

【0038】

従って、ステップS103では、その制御周期において排気温度センサ48により検出された排気温度と、ECU50が演算した尿素水の目標供給量及びエンジン1の排気排出量に基づき、対応する加算値 A_n を加算値マップから読み出すと共に、上記排気温度及び排気排出量に基づき、対応する減算値 D_n を減算値マップから読み出す。

次のステップS104では、ステップS103で読み出した加算値 A_n 及び減算値 D_n を用い、第1判定値 X_n の演算が行われる。具体的には、ECU50が前回の制御周期で算出した第1判定値 X_{n-1} に対してステップS3で読み出した加算値 A_n を加算すると共にステップS3で読み出した減算値 D_n を減算することにより今回の第1判定値 X_n を求める。ここで、第1判定値 X_{n-1} の初期値は予め設定された下限値であって、本実施形態では0を第1判定値 X_{n-1} の初期値としている。従って、ステップS102からステップS103を経て初めてステップS104に処理が進んだ場合には、加算値 A_n から減算値 D_n を減じた値が今回の第1判定値 X_n となる。

【0039】

こうして今回の第1判定値 X_n を求め、次のステップS105に処理を進めると、ECU50はステップS104で求めた今回の第1判定値 X_n が所定の上限値 L 以上となったか否か、即ち上限値 L に達したか否かを判断する。上限値 L は尿素由来堆積物の堆積量に対する基準堆積量 Q_r に対応するように予め実験などにより求められており、第1判定値 X_n が上限値 L に達した場合に、尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達したことになる。そして、今回の第1判定値 X_n が上限値 L に達していないと判断した場合には、尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達していないものとして、ECU50はステップS106に処理を進め、尿素水噴射を許可する。即ち、尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達していない場合には、尿素水の供給により尿素由来堆積物が更に生成されても、排気流動抵抗の増大など尿素由来堆積物の堆積に起因した問題が生じることはないものとして、尿素水噴射が許可される。こうしてステップS106で尿素水噴射を許可することにより、ECU50は尿素水インジェクタ44を制御し、排気中への尿素水の噴射供給を行う。

【0040】

このようにして今回の制御周期を終了し、次の制御周期になると、ECU50は再びステップS101から処理を開始し、ステップS102に処理を進める。

このとき、フラグFの値は0のままであることから、ECU50は処理をステップS102からステップS103を経てステップS104に進め、上述したようにしてステップS103で読み出した加算値 A_n 及び減算値 D_n と前回の制御周期で算出した第1判定値 X_{n-1} を用い、今回の第1判定値 X_n を演算する。このようにステップS104では、加算値 A_n 及び減算値 D_n と前回の制御周期で算出した第1判定値 X_{n-1} を用い、制御周期毎に今回の第1判定値 X_n をECU50が演算することにより、今回の第1判定値 X_n が更新されていく。

【0041】

ここで、尿素供給量/排気排出量が比較的小さい場合や尿素水が供給される排気の温度が比較的低い場合には尿素由来堆積物が生成されやすく、これに対応して加算値 A_n も比較的大きい値となっている。また、排気排出量が比較的小さい場合や尿素水が供給される排気の温度が比較的低い場合には尿素由来堆積物がアンモニアに転化しにくくなって消滅量が減少し、これに対応して減算値 D_n も比較的小さな値となる。このようにして加算値 A_n に対し減算値 D_n が相対的に小さくなると、ステップS104において制御周期毎に繰り返し演算される第1判定値 X_n の値は徐々に増大していくことになる。

【0042】

ステップS 1 0 4で演算された第1判定値 X_n の値が増大し、ステップS 1 0 5において上限値 L に達したと判定すると、ECU 5 0は処理をステップS 1 0 7に進めて尿素インジェクタ4 4からの尿素水の噴射を中止する。即ち、尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達したため、これ以上尿素水の供給を継続すると尿素由来堆積物の堆積量が過大となって、排気流動抵抗の増大などの問題が生じるものとして尿素水の供給が中止される。

【0 0 4 3】

尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達したことから、ECU 5 0は次のステップS 1 0 8でフラグ F の値を1とした後、ステップS 1 0 9に処理を進め、次回以降の制御周期でステップS 1 0 4に処理が進んだ場合に第1判定値 X_{n-1} の初期値となる今回の第1判定値 X_n の値を下限値の0にリセットし、その制御周期を終了する。

10

このように、尿素供給量、排気排出量及び排気温度によって加算値 A_n 及び減算値 D_n が増減し、その結果として第1判定値 X_n が上限値 L に達すると、それまで継続していた尿素インジェクタ4 4からの尿素水の噴射が中止される。

【0 0 4 4】

前述したように、加算値 A_n 及び減算値 D_n の値は、尿素由来堆積物の生成及び消滅に対応し、上限値 L の値は尿素由来堆積物の基準堆積量 Q_r に対応するものであり、上限値 L 、加算値 A_n 及び減算値 D_n の設定については様々な方法が考えられるが、その一例については後述する。

ステップS 1 0 5において第1判定値 X_n が上限値 L に達したと判定し、前述のようにしてステップS 1 0 7乃至S 1 0 9を経て終了した制御周期の次の制御周期では、処理がステップS 1 0 1からステップS 1 0 2に進むと、フラグ F の値が1となっているため、ECU 5 0はステップS 1 1 0に処理を進める。

20

【0 0 4 5】

ステップS 1 1 0でECU 5 0は、その制御周期で使用する減算値 D_n を減算値マップから読み出す。この減算値 D_n は、前述したように、尿素水から生成された尿素由来堆積物がガス化してアンモニアに転化することによる尿素由来堆積物の単位時間あたりの消滅量に対応している。減算値マップには、前述したようにエンジン1の単位時間あたりの排気排出量と、尿素水が供給される排気の温度とに応じて大きさが変化する減算値 D_n が記憶されており、図4に示されるように、排気排出量が多いほど大きい値となり、排気温度が高いほど大きい値となるように減算値 D_n が設定されている。従って、ECU 5 0は、その制御周期において排気温度センサ4 8により検出された排気温度と、ECU 5 0が演算したエンジン1の排気排出量に基づき、対応する減算値 D_n を減算値マップから読み出す。

30

【0 0 4 6】

次のステップS 1 1 1では、ステップS 1 1 0で読み出した減算値 D_n を用い、第2判定値 Y_n の演算が行われる。具体的には、ECU 5 0が前回の制御周期で算出した第2判定値 Y_{n-1} からステップS 1 1 0で読み出した減算値 D_n を減算することにより今回の第2判定値 Y_n を求める。ここで、第2判定値 Y_{n-1} の初期値は、前述したステップS 1 0 5で用いられる上限値 L であって、ステップS 1 0 2からステップS 1 1 0を経て初めてステップS 1 1 1に処理が進んだ場合には、上限値 L から減算値 D_n を減じた値が今回の第2判定値 Y_n となる。

40

【0 0 4 7】

こうして今回の第2判定値 Y_n を求め、次のステップS 1 1 2に処理を進めると、ECU 5 0はステップS 1 1 1で求めた今回の第2判定値 Y_n が前述したステップS 1 0 4における第1判定値 X_{n-1} の初期値である所定の下限値の0以下となったか否か、即ち下限値0に達したか否かを判断する。そして、今回の第2判定値 Y_n が下限値0に達していないと判断した場合にはステップS 1 1 3に処理を進めて、尿素水噴射を中止することにより、尿素水インジェクタ4 4からの尿素水噴射の中止が継続される。

【0 0 4 8】

50

こうして今回の制御周期を終了し、次の制御周期になると、ECU50は再びステップS101から処理を開始し、ステップS102に処理を進める。

このとき、フラグFの値は1のままであることから、ECU50は処理をステップS102からステップS110を経てステップS111に進め、上述したようにしてステップS110で読み出した減算値 D_n と前回の制御周期で算出した第2判定値 Y_{n-1} を用い、今回の第2判定値 Y_n を演算する。このようにステップS111では、減算値 D_n と前回の制御周期で算出した第2判定値 Y_{n-1} を用い、制御周期毎に今回の第2判定値 Y_n をECU50が演算することにより、今回の第2判定値 Y_n が更新されていく。このようにして今回の第2判定値 Y_n が更新されることにより、ステップS111において制御周期毎に繰り返し演算される第2判定値 Y_n の値は徐々に減少していくことになる。

10

【0049】

ここで、ステップS111による第2判定値 Y_n の演算は、ステップS105において第1判定値 X_n が上限値Lに達したとECU50が判定することにより、次の制御周期から開始されるが、ステップS105におけるこのような判定により尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達したと判断すると、ECU50は後述する排気昇温制御により排気昇温を行って尿素由来堆積物のガス化を促進し、排気後処理装置28内から尿素由来堆積物を除去する。前述したように、減算値 D_n は、尿素水から生成された尿素由来堆積物がガス化してアンモニアに転化することによる尿素由来堆積物の単位時間あたりの消滅量に対応しており、排気温度が高いほど大きい値となるように設定されている。従って、ステップS111において制御周期毎に繰り返し演算される第2判定値 Y_n の値は、排気昇温制御によって減少していく尿素由来堆積物の堆積量に対応して徐々に減少する。

20

【0050】

ステップS111で演算された第2判定値 Y_n の値が減少し、ステップS112において下限値0に達したと判定すると、ECU50は排気後処理装置28内の尿素由来堆積物が全て消滅したものと判断し、処理をステップS114に進めて尿素インジェクタ44からの尿素水の噴射を許可し、次にステップS115に処理を進める。

尿素由来堆積物が全て消滅したと判断したことから、ECU50はステップS115でフラグFの値を0とした後、ステップS116に処理を進め、次回以降の制御周期においてステップS111に処理が進んだ場合に第2判定値 Y_{n-1} の初期値となる今回の第2判定値 Y_n の値を上限値Lにリセットし、その制御周期を終了する。このように、第2判定値 Y_n が下限値0に達すると、それまで継続して中止されていた尿素インジェクタ44からの尿素水の噴射が再開される。

30

【0051】

前述したように、上限値Lの値は尿素由来堆積物の基準堆積量 Q_r に対応するものであり、減算値 D_n の値は尿素由来堆積物の消滅に対応するものであるが、上限値L及び減算値 D_n の値は、尿素水が供給されている間に生成された尿素由来堆積物が、尿素水の供給を中止している間に、排気昇温によってガス化してアンモニアに転化し、全て消滅したときに、第2判定値 Y_n が下限値0に達するような値となっている。

【0052】

これら上限値L及び減算値 D_n のほか、前述した第1判定値 X_n の演算に用いられる加算値 A_n の設定については様々な方法が考えられるが、例えば以下のようにして設定することができる。

40

即ち、予め実験においてエンジン1を所定の基準運転状態で運転し、このとき尿素水インジェクタ44から尿素水を連続的に排気中に供給した場合に、尿素水から生成された尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達するまでに要する時間を基準供給継続時間として求める。次に、エンジン1を所定の基準運転状態で運転し、尿素水を基準供給時間にわたって連続的に供給した場合に生成された基準堆積量 Q_r の尿素由来堆積物が、尿素水供給を中止した後にアンモニアに転化して消滅し終わる時間を基準供給中止時間として求める。そして、前述したようにして第2判定値 Y_n を演算したときに第2判定値 Y_n が上記基準供給中止時間で下限値0に達するように、上限値L及び基準運転状態における減算

50

値 D_n を定めると共に、これら上限値 L 及び基準運転状態における減算値 D_n に基づき、前述したようにして第1判定値 X_n を演算したときに第1判定値 X_n が上記基準供給継続時間で上限値 L に達するように、基準運転状態における加算値 A_n を定める。

【0053】

次に、後述する排気昇温制御を実行中の運転状態を含め、エンジン1の運転状態を様々な変化させた場合の基準供給継続時間及び基準供給中止時間を求め、各運転状態においても第2判定値 Y_n を演算したときに第2判定値 Y_n がそれぞれ対応する基準供給中止時間で下限値 0 に達すると共に、第1判定値 X_n を演算したときに第1判定値 X_n がそれぞれ対応する基準供給継続時間で上限値 L に達するように、上記基準運転状態における加算値 A_n 及び減算値 D_n とに基づき、各運転状態における加算値 A_n 及び減算値 D_n を定めればよい。こうして求められた各運転状態における加算値 A_n 及び減算値 D_n が、各運転状態における尿素水供給量や排気排出量、並びに尿素水が供給される排気の温度に対応して加算値マップ及び減算値マップに設定され記憶される。

10

【0054】

なお、ステップ $S112$ において第2判定値 Y_n が下限値 0 に達したと判定し、前述のようにしてステップ $S114$ 乃至 $S116$ を経て終了した制御周期の次の制御周期では、処理がステップ $S101$ からステップ $S102$ に進むと、フラグ F の値が 0 となっているため、 $ECU50$ はステップ $S103$ に処理を進め、前述したようにして第1判定値 X_n の演算を行うと共に、第1判定値 X_n が上限値 L に達するまでの間は、尿素水インジェクタ 44 から尿素水の噴射が行われる。この後の制御は、これまでに述べたとおりである。

20

【0055】

こうして図2のフローチャートに従って尿素水供給制御が行われることにより、 SCR 触媒 40 が活性化して尿素水供給を可能とする条件が成立し、 SCR 触媒 40 へのアンモニアの供給が必要となった場合には、排気後処理装置 28 内における尿素由来堆積物の堆積状態に応じ、尿素水インジェクタ 44 から尿素水が間欠的に排気中に噴射される。尿素水の間欠供給においては、第1判定値 X_n が上限値 L に達するまで尿素水の供給が継続され、第2判定値 Y_n が下限値 0 に達するまで尿素水の供給が中止される。

【0056】

このような尿素水供給制御と並行して、 $ECU50$ は排気後処理装置 28 内における尿素由来堆積物の堆積状態に応じ、尿素由来堆積物の除去を適正に行うための排気昇温制御を実行する。この排気昇温制御では、上述したように尿素水供給制御において尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達すると、 $ECU50$ が排気を昇温して尿素由来堆積物の除去を行う。即ち、 $ECU50$ は図5に示すフローチャートに従い、所定の制御周期で排気昇温制御を行う。なお、この排気昇温制御もエンジン1の始動に伴って開始され、エンジン1の停止に伴って終了する。

30

【0057】

制御が開始されると、 $ECU50$ はステップ $S201$ において、インジェクタ 4 からの主噴射量や、回転数センサ 52 によって検出されたエンジン1の回転数などに基づき、エンジン1が排気を昇温可能な運転状態にあるか否かを判定する。エンジン1が排気昇温可能な運転状態にないと判定した場合、 $ECU50$ はステップ $S202$ に処理を進め、排気昇温を中止して、その制御周期を終了する。次の制御周期においても、ステップ $S201$ でエンジン1が排気昇温可能な運転状態にないと判定した場合、 $ECU50$ はステップ $S202$ に処理を進めて排気昇温を中止するので、エンジン1が排気昇温可能な運転状態とならない限り、排気昇温制御による排気昇温は行われないことになる。以下では、エンジン1が排気昇温可能な運転状態にあるものとして説明を進める。

40

【0058】

ステップ $S201$ でエンジン1が排気昇温可能な運転状態にあると判定すると、 $ECU50$ は処理をステップ $S203$ に進め、フラグ F の値が 1 であるか否かを判定する。フラグ F の値は、前述した尿素水供給制御において尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達した場合に 1 とされ、尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達していない場合

50

に 0 とされる。従って、尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達しておらず、フラグ F の値が 0 である場合、ECU 50 は処理をステップ S 202 に進め、排気昇温を中止してその制御周期を終了する。次の制御周期においても、ステップ S 201 からステップ S 203 に処理を進め、フラグ F の値が 1 ではないと判定した場合、ECU 50 はステップ S 202 に処理を進めて排気昇温を中止するので、フラグ F の値が 1 とならない限り、即ち尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達しない限り、排気昇温制御による排気昇温は行われないことになる。このとき、前述したとおり、尿素水供給制御では尿素水供給条件が成立している限り、尿素水インジェクタ 44 から排気中に尿素水が供給され、尿素水から生成されたアンモニアを還元剤として、SCR 触媒 40 による NO_x の還元が行われる。

10

【0059】

一方、排気中への尿素水の供給によって尿素由来堆積物の堆積が進み、尿素水供給制御において尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達したと判断すると、フラグ F の値が 1 となるので、ECU 50 は処理をステップ S 203 からステップ S 204 に進める。ステップ S 204 で ECU 50 は、予め設定されている目標温度マップから、排気を昇温させる際の目標温度を読み出して設定する。

【0060】

尿素由来堆積物が排気の昇温によりガス化して生成されるアンモニアの量は、尿素由来堆積物の堆積量を同一とした場合、排気温度によって増減し、排気温度が高いほどアンモニアの単位時間あたりの生成量が増加する。また、排気温度を一定に維持した状態では、尿素由来堆積物の堆積量が多いほど尿素由来堆積物からのアンモニアの単位時間あたりの生成量が増大する。そこで、予め実験等により、エンジン 1 の様々な運転状態においてアンモニアスリップを生じることなく SCR 触媒 40 に供給可能なアンモニアの単位時間あたりの供給量を求める。そして、このようなアンモニアの供給量に対応した尿素由来堆積物からの単位時間あたりのアンモニア生成量を維持可能な排気温度を、尿素由来堆積物の堆積量をパラメータとして求め、この排気温度が目標温度として目標温度マップに記憶されている。従って、目標温度マップにおける尿素由来堆積物の堆積量と目標温度との関係は、その一例を図 6 に示すように、尿素由来堆積物の堆積量が減少するのに従って目標温度が上昇するようになっている。

20

【0061】

図 6 に示される目標温度マップの例では、尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r である場合には目標温度が T_1 に設定され、尿素由来堆積物が堆積していない場合には目標温度が T_1 より高温の T_2 に設定されるようになっており、尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r から減少していくのに従って、目標温度が T_1 から T_2 に向けて上昇して設定されるようになっている。なお、尿素由来堆積物の堆積量の変化に応じた目標温度の変化のさせ方は図 6 の例に限られるものではなく、SCR 触媒 40 やエンジン 1 の特性などに応じて様々な形態で変化しうる。

30

【0062】

ステップ S 204 で ECU 50 は、その時点における尿素由来堆積物の堆積量に対応する目標温度を目標温度マップから読み出して設定するが、このときに用いる尿素由来堆積物の堆積量は、前述の尿素水供給制御において演算された最新の第 2 判定値 Y_n を用いて求められる。即ち、第 2 判定値 Y_n は尿素由来堆積物の堆積量に対応して上限値 L と下限値 0 との間で変化するものであり、上限値 L は基準堆積量 Q_r に対応するものであることから、最新の第 2 判定値 Y_n からその時点の尿素由来堆積物の堆積量を求めることができる。

40

【0063】

こうしてステップ S 204 において目標温度を設定すると、ECU 50 は次のステップ S 205 に処理を進め、排気昇温を行う際の排気温度の変化率に対する目標値として目標昇温速度の設定を行う。

排気昇温による尿素由来堆積物からのアンモニアの単位時間あたりの生成量は、尿素由

50

来堆積物の堆積量を同一として排気温度を変化させた場合、排気温度の上昇率によっても変化し、排気温度の上昇率が大きいほど増加する。そこで、前述のように予め実験等により求めたアンモニアスリップを生じることなくSCR触媒40に供給可能なアンモニアの単位時間あたりの供給量に基づき、この供給量に対応した尿素由来堆積物からの単位時間あたりのアンモニア生成量を維持可能な排気温度の変化率を、尿素由来堆積物の堆積量をパラメータとして求め、この上昇率が目標昇温速度として目標昇温速度マップに記憶されている。従って、目標昇温速度マップにおける尿素由来堆積物の堆積量と目標昇温速度との関係は、その一例を図7に示すように、尿素由来堆積物の堆積量が減少するのに従って目標昇温速度が増大するようになっている。

【0064】

図7に示される目標昇温速度マップの例では、尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r である場合には目標昇温速度が ΔT_1 に設定され、尿素由来堆積物が堆積していない場合には目標昇温速度が ΔT_1 より大きい ΔT_2 に設定されるようになっており、尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r から減少していくのに従って、目標昇温速度が ΔT_1 から ΔT_2 に向けて増大して設定されるようになっている。なお、目標昇温速度の変化のさせ方についても、図7の例に限られるものではなく、SCR触媒40やエンジン1の特性などに応じて様々な形態で変化しうる。

【0065】

ステップS205でECU50は、その時点における尿素由来堆積物の堆積量に対応する目標温度を目標温度マップから読み出して設定するが、このときに用いる尿素由来堆積物の堆積量は、上述したステップS204で用いるものと同じである。

こうしてステップS205で目標昇温速度を設定すると、ECU50は処理をステップS206に進め、ステップS204及びS205でそれぞれ設定した目標温度及び目標昇温速度を用い、排気温度センサ48によって検出された排気温度が目標昇温速度で目標温度まで上昇するように排気の昇温を行い、その制御周期を終了する。

【0066】

次の制御周期においても、エンジン1が昇温可能な運転状態にあってフラグFの値が1であれば、ECU50は処理をステップS201からステップS203を経てステップS204に進める。そして、上述したようにして、ステップS204でそのときの尿素由来堆積物の堆積量に対応した目標温度を設定すると共に、ステップS205でそのときの尿素由来堆積物の堆積量に対応した目標昇温速度を設定し、ステップS206で排気の昇温を行う。

【0067】

従って、エンジン1が昇温可能な運転状態にあってフラグFの値が1である限り、各制御周期において、そのときの尿素由来堆積物の堆積量に対応した目標温度及び目標昇温速度が設定され、排気の昇温が行われる。

ここでステップS206における排気の昇温は、インジェクタ4から主噴射とは別に、追加燃料を排気行程で各気筒に噴射することによって行われる。このような噴射タイミングで追加燃料が各気筒に噴射されることにより、追加燃料は気筒内や排気マニホールド18内で燃焼することなく前段酸化触媒36に達し、燃料のHCが前段酸化触媒36によって酸化反応を起こすことにより、前段酸化触媒36から流出する排気の温度が上昇する。

【0068】

ステップS206においてECU50は、排気温度センサ48によって検出された排気温度がステップS204で設定された目標温度に達していない場合、排気温度センサ48によって検出された排気温度の変化率がステップS205で設定された目標昇温速度となるように、追加燃料の供給量を調整する。排気昇温制御における排気の昇温が開始された当初は排気温度が目標温度に達していないため、排気昇温によって排気温度が目標温度に達するまでの間は、排気温度の上昇率が目標昇温速度となるように追加燃料が供給されることになる。

【0069】

一方、排気温度センサ 48 によって検出された排気温度がステップ S 204 で設定された目標温度に達した場合、E C U 50 は排気温度センサ 48 によって検出された排気温度がステップ S 204 で設定された目標温度となるように、追加燃料の供給量を調整する。

このようにして各制御周期において追加燃料が供給されることにより、排気温度は目標昇温速度に対応した変化率で目標温度に対応する温度まで上昇し、ほぼ目標温度に維持される。

【 0070 】

このようにして排気昇温制御によって排気が昇温されることにより、排気後処理装置 28 内に堆積した尿素由来堆積物は徐々にガス化してアンモニアに転化する。このとき、排気昇温制御において用いられる目標温度及び目標昇温速度は、上述したようにアンモニアスリップを生じることなく S C R 触媒 40 に供給可能な単位時間あたりのアンモニア供給量を実現する排気温度及び排気温度の変化率として設定されており、E C U 50 は尿素由来堆積物の堆積量が減少するのに従って、目標温度を上昇させると共に、目標昇温速度を増大させる。従って、排気昇温を開始した当初の尿素由来堆積物が比較的多く堆積している状態では、目標温度が比較的低く設定されると共に、排気温度が目標温度に向けて比較的ゆっくりと上昇していく。この結果、排気温度が目標温度に向けて上昇している間、及び目標温度に達した後のいずれにおいても、生成されたアンモニアは S C R 触媒 40 に供給された後、実質的に全量が還元剤として NO_x の選択還元を用いられ、アンモニアスリップの発生が防止されながら尿素由来堆積物の除去が行われる。

【 0071 】

また、前述したように、尿素由来堆積物からの単位時間あたりのアンモニア生成量は、排気温度を一定に維持した状態では、尿素由来堆積物の堆積量が減少するのに従って減少し、尿素由来堆積物の堆積量を同一とした場合、排気温度が高いほど或いは排気温度の上昇率が大きいほど増加する。このため、排気温度が一定である場合には、尿素由来堆積物の堆積量が減少するのに伴って、尿素由来堆積物からの単位時間あたりのアンモニア生成量の減少によりアンモニアスリップが発生しにくくなるが、排気温度が目標温度に達した後は、上述のように尿素由来堆積物の堆積量の減少に伴い、目標温度の上昇によって排気温度が上昇していくので、堆積量の減少に伴う尿素由来堆積物からのアンモニア生成量の減少を排気温度の上昇によって相殺し、アンモニアスリップの発生を防止しながら速やかに尿素由来堆積物を排気通路内から除去することが可能となる。

【 0072 】

一方、排気昇温制御により排気温度が目標温度に向けて上昇している間は、上述のように尿素由来堆積物の堆積量の減少に伴い、目標昇温速度の増大によって排気温度の変化率が増大していくので、堆積量の減少に伴う尿素由来堆積物からのアンモニア生成量の減少を排気温度の変化率の増大によって相殺し、アンモニアスリップの発生を防止しながら速やかに尿素由来堆積物を排気通路内から除去することが可能となる。

【 0073 】

このようにして排気昇温制御が行われ、尿素由来堆積物の堆積量が減少していくのに伴い、前述した尿素水供給制御では、排気昇温制御による排気昇温と並行して行われるステップ S 111 での演算によって、第 2 判定値 Y_n の値が減算値 D_n ずつ減少していく。このとき、減算値 D_n は排気温度の上昇と共に増大するようになっているので、排気昇温による尿素由来堆積物の堆積量の減少に追従して第 2 判定値 Y_n の値が減少する。

【 0074 】

尿素水供給制御において、各制御周期におけるステップ S 111 の演算によって第 2 判定値 Y_n の値が減少し、ステップ S 112 で下限値 0 に達したと判定すると、尿素由来堆積物が消滅したものと、ステップ S 115 でフラグ F の値が 0 とされる。従って、排気昇温制御では、ステップ S 203 においてフラグ F の値が 1 ではないと判定することにより、E C U 50 が処理をステップ S 202 に進め、追加燃料の供給による排気昇温が中止される。そして、尿素水供給制御で再び第 1 判定値 X_n が上限値 L に達して、尿素由来堆積物の堆積量が基準堆積量 Q_r に達したと判定するまでは、排気昇温制御による排気の

昇温が中止される。

【 0 0 7 5 】

なお、前述したようにフラグ F の値が 1 である間は、尿素水供給制御において尿素水の供給が中止されるので、排気昇温制御によって尿素由来生成物の除去のために排気昇温を行っている間は尿素水の供給が中止されることになる。この結果、排気昇温制御においてアンモニアスリップを防止しながらできるだけ迅速に尿素由来堆積物の除去を行っているときに、余分な尿素水が供給されることによりアンモニアスリップが生じてしまうような事態を確実に防止することができる。

【 0 0 7 6 】

また、本実施形態では、フィルタ 3 6 の強制再生のために設けられている前段酸化触媒 3 6、排気温度センサ 4 8 及び各気筒に燃料を噴射するために設けられているインジェクタ 4 を用いて排気昇温制御における排気昇温を行うので、尿素由来堆積物の除去のために新たな装置を追加する必要がなく、容易に尿素由来堆積物の除去を行うことができる。

以上で本発明の一実施形態に係る排気浄化装置についての説明を終えるが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。

【 0 0 7 7 】

例えば、上記実施形態では排気昇温によって尿素由来堆積物を除去している際には尿素水の供給を中止するようにしたが、排気温度や排気流量などに基づき尿素由来堆積物からのアンモニア生成量を推定し、SCR 触媒 4 0 に供給可能なアンモニアの供給量に満たない場合には、アンモニアの不足分に対応した尿素水を尿素水インジェクタ 4 4 から供給するようにしてもよい。

【 0 0 7 8 】

また、上記実施形態では、加算値 A_n 及び減算値 D_n を用いた第 1 判定値 X_n 及び第 2 判定値 Y_n の演算により尿素由来堆積物の堆積状態を判定するようにしたが、尿素由来堆積物の堆積状態の判定方法はこれに限定されるものではない。特に尿素由来堆積物の除去完了の判定については、堆積量を推定せずに排気昇温制御による排気昇温の実施時間が所定時間に達したら尿素由来堆積物の除去が完了したと判定するようにしてもよい。この場合には、尿素水供給制御におけるステップ S 1 1 0 乃至 S 1 1 2 の処理に代えて、フラグ F の値が 1 となつてからの経過時間を計測し、この経過時間が所定時間となったか否かをステップ S 1 1 2 において判定するようにすればよい。

【 0 0 7 9 】

更に、上記実施形態では、排気昇温制御における排気の昇温を、インジェクタ 4 からの追加燃料の供給及び前段酸化触媒 3 6 による燃料の酸化反応によって行うようにしたが、排気を昇温するための方法はこれに限定されるものではなく、既に知られている様々な方法を用いることが可能である。

また、上記実施形態では、目標温度及び目標昇温速度を、尿素由来堆積物の堆積量の変化に従って連続的に変化させるようにしたが、尿素由来堆積物の堆積量変動範囲をいくつかの区間に分け、各区間内では目標温度及び目標昇温速度の少なくとも一方を一定に保持しながら段階的に変更するようにしてもよい。

【 0 0 8 0 】

更に、上記実施形態では、目標温度及び目標昇温速度を設定するようにしたが、目標温度のみを用い、排気昇温を行う際の排気温度の制御に加え、目標温度の変化率を調整することにより排気温度の変化率を制御するようにしてもよい。

また、上記実施形態では、排気後処理装置 2 8 に前段酸化触媒 3 6、フィルタ 3 8、SCR 触媒 4 0 及び後段酸化触媒 4 2 を設けるようにしたが、SCR 触媒 4 0 以外については必要に応じて変更することが可能である。

【 0 0 8 1 】

更に、上記実施形態では、4 気筒のディーゼルエンジンの排気浄化装置に本発明を適用したが、エンジンの気筒数及び形式はこれに限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 2 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る排気浄化装置が適用されたエンジンの全体構成図である。

【図 2】図 1 の排気浄化装置で実行される尿素水供給制御のフローチャートである。

【図 3】図 2 の尿素水供給制御で使用される加算値マップにおける加算値と排気温度及び尿素水供給量 / 排気排出量との関係を示すグラフである。

【図 4】図 2 の尿素水供給制御で使用される減算値マップにおける減算値と排気温度及び排気排出量との関係を示すグラフである。

【図 5】図 1 の排気浄化装置で実行される排気昇温制御のフローチャートである。

【図 6】図 5 の排気昇温制御で用いられる目標温度マップにおける堆積量と目標温度との関係を示すグラフである。

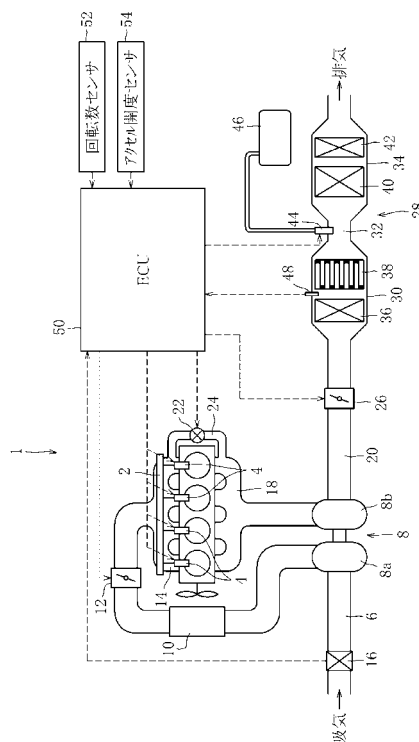
【図 7】図 5 の排気昇温制御で用いられる目標昇温速度マップにおける堆積量と目標昇温速度との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

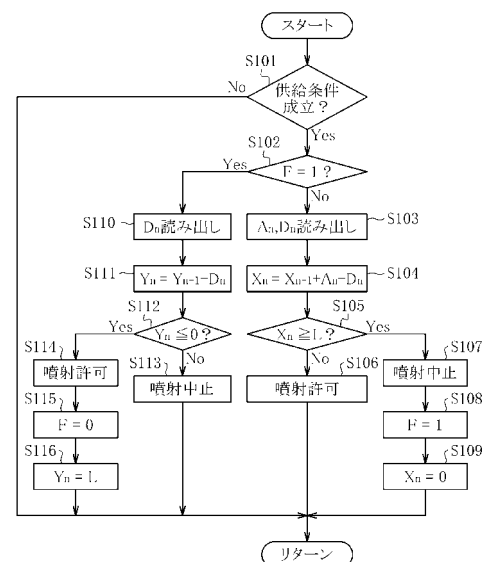
【 0 0 8 3 】

- 1 エンジン
- 3 0 上流側ケーシング（排気通路）
- 3 2 連通路（排気通路）
- 3 4 下流側ケーシング（排気通路）
- 4 0 アンモニア選択還元型 NO_x 触媒
- 4 4 尿素水インジェクタ（尿素水供給手段）
- 5 0 ECU（制御手段）

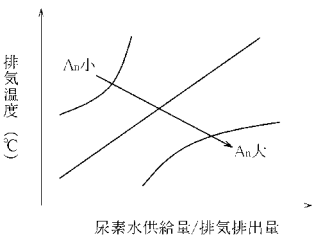
【図 1】



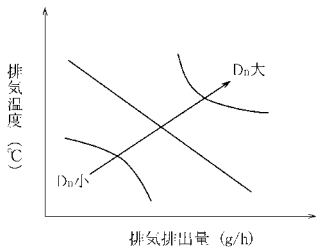
【図 2】



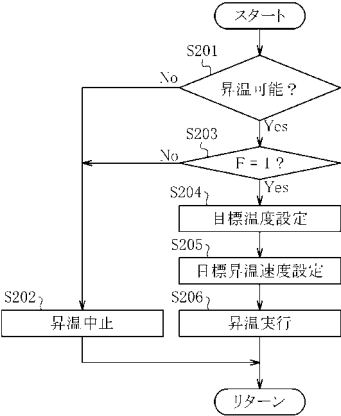
【図 3】



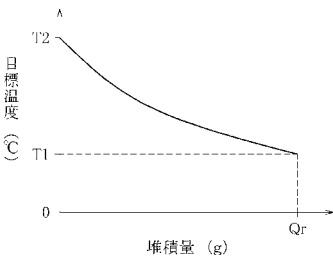
【図 4】



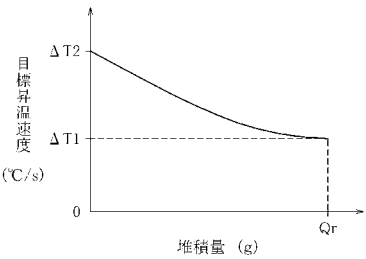
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 武田 好央

神奈川県川崎市幸区鹿島田 8 9 0 番地 1 2 三菱ふそうトラック・バス株式会社内

審査官 今関 雅子

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 2 1 4 1 7 5 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 7 6 4 6 2 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 9 0 2 5 3 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 2 6 9 1 4 7 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 2 7 3 5 0 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F 0 1 N 3 / 0 8

B 0 1 D 5 3 / 9 4