

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4093301号
(P4093301)

(45) 発行日 平成20年6月4日(2008.6.4)

(24) 登録日 平成20年3月14日(2008.3.14)

(51) Int. Cl.	F I
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N 3/20 E
BO1D 53/94 (2006.01)	BO1D 53/36 103C
FO1N 3/02 (2006.01)	FO1N 3/02 301C
FO1N 3/22 (2006.01)	FO1N 3/02 321A
FO1N 3/24 (2006.01)	FO1N 3/02 321G
請求項の数 6 (全 15 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2002-93872 (P2002-93872)	(73) 特許権者	000000170
(22) 出願日	平成14年3月29日 (2002.3.29)		いすゞ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2003-286832 (P2003-286832A)		東京都品川区南大井6丁目26番1号
(43) 公開日	平成15年10月10日 (2003.10.10)	(73) 特許権者	500366853
審査請求日	平成17年3月25日 (2005.3.25)		ヴァルティオン テクニールリネン ツツキムスケクス VALTION TEKNIILLINEN TUTKIMUSKESKUS フィンランド、エフアイエヌ-02044 ヴィティーティー、ピーオーボックス 1401、エスプー、ピオロギンクヤ 7 Biologinkuja 7, Espoo, P. O. Box 1401, FIN-02044 VTT, Finland
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 排気ガス浄化システム及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

排気ガス中のNOxを浄化するための直接還元型NOx触媒と、排気ガス中のPMを浄化するための触媒付きDPFを、排気ガス通路に上流側から順に配置した排気ガス浄化システムにおいて、排気ガス中の酸素濃度を低くすると共に触媒温度を硫黄パージ温度以上に昇温する、前記直接還元型NOx触媒の硫黄被毒に対する触媒劣化回復処理中に、前記直接還元型NOx触媒と前記触媒付きDPFの間にエアを供給するエア供給システムを設けたことを特徴とする排気ガス浄化システム。

【請求項2】

前記エア供給システムは、ターボチャージャのコンプレッサによって過給される空気の一部を前記直接還元型NOx触媒と前記触媒付きDPFの間にエアを供給することを特徴とする請求項1記載の排気ガス浄化システム。

【請求項3】

前記触媒付きDPFは、酸化触媒をウォールフロータイプの壁表面に塗布して形成されることを特徴とする請求項1又は2に記載の排気ガス浄化システム。

【請求項4】

前記触媒付きDPFは、酸化触媒とPM酸化触媒をウォールフロータイプの壁表面に塗布して形成されることを特徴とする請求項1又は2に記載の排気ガス浄化システム。

【請求項5】

前記触媒付きDPFの代わりに、上流側に酸化触媒を配置したDPFを用いることを特

10

20

徴とする請求項 1 又は 2 に記載の排気ガス浄化システム。

【請求項 6】

排気ガス中の NO_x を浄化するための直接還元型 NO_x 触媒と、排気ガス中の PM を浄化するための触媒付き DPF を、排気ガス通路に上流側から順に配置した排気ガス浄化システムの制御方法において、排気ガス中の酸素濃度を低くすると共に触媒温度を硫黄バージ温度以上に昇温する、前記直接還元型 NO_x 触媒の硫黄被毒に対する触媒劣化回復処理中に、前記直接還元型 NO_x 触媒と前記触媒付き DPF の間にエアを供給することを特徴とする排気ガス浄化システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の排気ガス中の NO_x を還元して浄化すると共に、排気ガスの粒子状物質を捕集して燃焼除去する排気ガス浄化システム及びその制御方法に関する。より詳細には、 NO_x の浄化用に直接還元型 NO_x 触媒を上流側に配置し、 PM の浄化用に酸化触媒付き DPF を下流側に配置した排気ガス浄化システム及びその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

ディーゼルエンジン等の自動車の内燃機関の排気ガスから、粒子状物質（パーティキュレート材料：以下 PM とする）と NO_x （窒素酸化物）を浄化するための排気ガス浄化システムについて種々の研究や提案がなされており、 PM に対しては、ディーゼルパーティキュレートフィルタ（ DPF ：Diesel Particulate Filter：以下 DPF とする）と呼ばれるフィルタが開発され、また、 NO_x については、 NO_x 還元触媒や三元触媒等が開発されている。

20

【0003】

この DPF には、 PM を捕集する DPF に白金（ Pt ）等の酸化触媒をフィルタの表面に塗布した酸化触媒付き DPF や、白金等の酸化触媒と酸化セリウム（ CeO_2 ）等の PM 酸化触媒をフィルタの表面に塗布した PM 酸化触媒付き DPF 等の触媒付き DPF がある。

【0004】

この酸化触媒付き DPF では、 NO_2 による PM の酸化が、 O_2 による酸化よりもエネルギー障壁が低く低温で行うことが可能な点を利用して、酸化触媒により排気ガス中の NO を酸化し、発生した NO_2 で捕集された PM を酸化して CO_2 とし、 PM を除去している。

30

【0005】

また、 PM 酸化触媒付き DPF では、酸化セリウム等の触媒を有し、低温酸化域（ $350 \sim 450$ 程度）では、酸化触媒で NO を NO_2 に酸化し、この NO_2 で PM を酸化し、中温酸化域（ $400 \sim 600$ 程度）では、 PM 酸化触媒で排気ガス中の O_2 を活性化させて PM を直接酸化し、 PM が排気ガス中の O_2 で燃焼する温度以上の高温酸化域（ 600 程度以上）では排気ガス中の O_2 により PM を酸化している。

【0006】

40

また、フィルタに酸化触媒を塗布せずに、フィルタの上流側に白金等の酸化触媒を配置し、上流側の酸化触媒で排気ガス中の NO を酸化し、発生した NO_2 で、下流側の DPF に捕集された PM を酸化して CO_2 とし、 PM を除去するものもある。

【0007】

これらの触媒付き DPF や酸化触媒前置の DPF では、触媒や、 NO_2 による PM の酸化を利用することによって、 PM を酸化できる温度を下げて、 PM を捕集しながら酸化除去している。

【0008】

しかしながら、これらの触媒付き DPF や酸化触媒前置の DPF でも、まだ、排気ガスを 350 程度に昇温させる必要があるため、アイドルや低負荷のエンジン運転状態では、

50

排気ガス温度が不足して触媒が活性化しないため、上記の反応が起こらず、PMが酸化されずにDPFに堆積してしまう。そのため、噴射時期遅延や多段噴射等で排気ガス温度を上昇させたり、ポスト噴射や排気管内噴射によって酸化触媒に燃料を供給して燃焼させて、PMを再燃焼温度以上に昇温させて燃焼させる等して、DPFの再生処理を行っている。このDPFの再生に際しては、酸素濃度を比較的高くして酸化雰囲気中で捕集されているPMをPM燃焼温度にする必要がある。

【0009】

一方、NOx浄化用の触媒に関しては、その一つに特開2000-274279号公報等で提案されている内燃機関の排気浄化装置に用いられているNOx吸蔵還元触媒がある。このNOx吸蔵還元触媒は、触媒担体上に白金等の貴金属触媒とバリウム(Ba)等のアルカリ土類等を担持して形成され、高酸素濃度雰囲気下では、排気ガス中のNOは貴金属触媒の触媒作用により酸化されてNO₂となり、硝酸イオンNO₃⁻の形で触媒内に拡散し硝酸塩の形で吸収される。

10

【0010】

そして、空燃比がリッチになり酸素濃度が低下すると硝酸イオン(NO₃⁻)がNO₂の形で放出され、貴金属触媒の触媒作用により、排気ガス中に含まれている未燃炭化水素(HC)やCOやH₂等の還元剤でNO₂はN₂に還元される。この還元作用により、大気中にNOxが放出されるのを阻止することができる。

【0011】

そのため、特開2000-274279号公報の排気浄化装置では、流入する排気ガスの空燃比がリーンである時にNOxをNOx吸蔵還元型触媒に吸収させると共に、NOx吸収能力が飽和に近くなると、排気ガスの空燃比を理論空燃比やリッチにする再生処理を行って、流入する排気ガスの酸素濃度を低下させることにより吸収したNOxを放出させて、この放出されたNOxを還元させ、NOxを浄化している。

20

【0012】

しかしながら、この再生処理時においては、放出されるNOxを貴金属触媒により還元する必要があるが、極めて大量のNOxが短時間に放出されるので、適量の還元剤を供給しても、NOxの全量を確実に還元剤と貴金属触媒に接触させて、N₂に還元することは難しく、一部のNOxが漏出してしまうので、NOxの低減に限界が生じるという問題がある。

30

【0013】

更に、ディーゼルエンジンの燃料に含まれている硫黄分によって触媒機能が劣化してしまうので、長時間にわたってNOxの浄化率を高く維持することが難しいという硫黄被毒の問題がある。

【0014】

この硫黄被毒による劣化状態を回復するための硫黄パーズには、触媒温度を650℃まで昇温することが必要であり、ディーゼルエンジンにおいては、この触媒温度を650℃以上にするためには、排気ガス温度を600℃以上に昇温させる必要がある。しかし、吸気絞りやリッチ燃焼等の排気ガス昇温制御を行っても、エンジンの制御だけで触媒温度を650℃まで昇温させることは実際には困難である。

40

【0015】

一方、このNOx吸蔵還元触媒とは別に、フィンランド共和国への特許出願NO.19992481やNO.20000617に記載されているNOxを直接還元する触媒(以下、直接還元型NOx触媒という。)がある。

【0016】

この直接還元型NOx触媒は、図7や図8に示すように、型ゼオライト等の担体Tに触媒成分であるロジウム(Rh)やパラジウム(Pd)等の金属Mを担持させたもので、ディーゼルエンジン等の内燃機関の空燃比がリーン状態の排気ガスのように酸素濃度が高い雰囲気では、図7に示すように、NOxと接触して、NOxをN₂に還元すると共にこの触媒成分自体が酸化して酸化ロジウム等の酸化金属MOxとなる。この金属Mが全部酸化

50

してしまうと NO_x の還元能力が無くなるので、ある程度酸化された時点で再生させる必要がある。

【0017】

この再生は、空燃比が理論空燃比やリッチ状態の時のように、排気ガス中の酸素濃度を略ゼロ%に低い状態にして、図8に示すように、この酸化ロジウム等の酸化金属 MO_x を還元雰囲気、未燃 HC や CO や水素 H_2 等の還元剤と接触させて還元して金属 M に戻すことにより行なう。

【0018】

なお、この直接還元型 NO_x 触媒においては、酸化金属 MO_x を還元する反応は他の触媒に比較して低温（例えば200以上）でも迅速に行なわれ、しかも、硫黄被毒の問題が

10

【0019】

そして、更に、金属 M の酸化作用を軽減し、 NO_x 還元能力の保持に寄与するセリウム（ Ce ）を配合し、下層に三元触媒を設けて酸化還元反応、特にリッチ状態における NO_x の還元反応を促進するようにしている。また、 NO_x の浄化率を向上させるために担体に鉄（ Fe ）を加える等している。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、硫黄被毒が NO_x 吸蔵還元触媒に比べて少ないとはいうものの、燃料中の硫黄分により徐々に硫黄被毒して劣化する。即ち、担体に加えた鉄に、排気ガス中の硫黄分が SO_2 として吸収されるので、この鉄による NO_x の浄化性能の向上が阻害される一次的な硫黄被毒が生じたり、更に、還元剤を含まない一定の温度の酸化雰囲気中で鉄から排出された SO_2 が SO_3 に変化して、セリウムと化合するので、このセリウムによる NO_x 還元能力の保持に対する寄与が減少したりする二次的な硫黄被毒が生じて、 NO_x の浄化率が低下する。

20

【0021】

ただし、直接還元型 NO_x 触媒においては、この硫黄被毒に対する触媒劣化回復に必要な触媒温度（硫黄パーズ温度）は400程度であり、 NO_x 吸蔵還元型触媒の650に比較して低く、通常の運転状態でも容易に達成することができる。

【0022】

この硫黄被毒による劣化が直接還元型 NO_x 触媒で進展すると、排気ガスの空燃比がリーン状態で酸素濃度が高い雰囲気であっても、 NO_x を N_2 に還元する能力が低下しているため NO_x の浄化率が低下し、また、すぐに NO_x 還元能力が限界に近くまで低下するため、リッチ燃焼による再生処理を頻繁に行う必要が生じるので、燃費の悪化が生じる。

30

【0023】

そのため、直接還元型 NO_x 触媒において、酸化金属 MO_x を還元雰囲気、還元剤と接触させて還元して金属 M に戻す再生処理の他に、この硫黄被毒による劣化の進捗状態を監視し、劣化がある程度進捗した段階で、二次的な硫黄被毒を回避するために低酸素状態で、触媒の温度を400程度の硫黄パーズ温度以上にして硫黄分を除去する硫黄パーズによる触媒劣化回復処理を行う必要があり、強制的にこの触媒劣化回復処理を行っている。

40

【0024】

しかしながら、この硫黄パーズにおいて、排気ガスを低酸素濃度にするリッチスパイク運転をすると、排気ガス中に未燃成分である HC 、 CO が多量に生成され、外部に排出されてしまうので、排気ガス浄化の面から好ましくないという問題がある。

【0025】

本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、その目的は、上流側の直接還元型 NO_x 触媒における硫黄被毒に対する触媒劣化回復処理の際に、発生する HC 、 CO を利用して、下流側の DPF に捕集されている PM を燃焼除去できる排気ガス浄化システム及びその制御方法を提供することにある。

【0026】

50

【課題を解決するための手段】

以上のような目的を達成するための排気ガス浄化システムは、排気ガス中の NO_x を浄化するための直接還元型 NO_x 触媒と、排気ガス中の PM を浄化するための触媒付き DPF を、排気ガス通路に上流側から順に配置した排気ガス浄化システムにおいて、排気ガス中の酸素濃度を低くすると共に触媒温度を硫黄パージ温度以上に昇温する、前記直接還元型 NO_x 触媒の硫黄被毒に対する触媒劣化回復処理中に、前記直接還元型 NO_x 触媒と前記触媒付き DPF の間にエアを供給するエア供給システムを設けて構成される。

【0027】

この「直接還元型 NO_x 触媒」とは、排気ガス中の酸素濃度が高い時に、触媒成分が NO_x （窒素酸化物）を N_2 （窒素）に還元すると共にこの触媒成分が酸化され、且つ、排気ガス中の酸素濃度が低下した時に、この触媒成分が還元される触媒のことをいい、この直接還元型 NO_x 触媒は、型ゼオライト等の担体に触媒成分であるロジウム（ Rh ）やパラジウム（ Pd ）等の特別な金属を担持させて構成することができる。

10

【0028】

そして、更に、この触媒成分の金属の酸化作用を軽減し、 NO_x 還元能力の保持に寄与させるためにセリウム（ Ce ）を配合し、酸化還元反応、特にリッチ状態における放出された NO_x の還元反応を促進するために、下層に白金等を有する三元触媒を設けたり、また、 NO_x の浄化率を向上させるために担体に鉄（ Fe ）を加えたりして形成することができる。

【0029】

この触媒劣化回復処理は、直接還元型 NO_x 触媒の硫黄被毒に対して、二次的な硫黄被毒を回避するために、排気ガス中の酸素濃度をほぼゼロにすると共に、排気ガス温度を昇温して触媒温度を硫黄が排出される硫黄パージ温度（約400程度）以上に昇温する処理であり、吸気絞り等の吸気量制御や後噴射等の燃料噴射制御や EGR 制御等によるリッチスパイク制御によって実施することができる。

20

【0030】

また、上記の排気ガス浄化システムにおいて、前記エア供給システムは、ターボチャージャのコンプレッサによって過給される空気の一部を前記直接還元型 NO_x 触媒と前記触媒付き DPF の間にエアを供給するように構成する。この構成により、比較的簡単なシステムで空気を供給することができる。

30

【0031】

そして、上記の排気ガス浄化システムにおける前記触媒付き DPF としては、酸化触媒を有する様々な種類の DPF を利用できるが、酸化触媒をウォールフロータイプの壁表面に塗布して形成した触媒付き DPF や、酸化触媒と PM 酸化触媒をウォールフロータイプの壁表面に塗布して形成した触媒付き DPF を用いることができる。また、前記触媒付き DPF の代わりに、上流側に酸化触媒を配置した DPF を用いることもできる。

【0032】

そして、上記の目的を達成するための排気ガス浄化システムの制御方法は、排気ガス中の NO_x を浄化するための直接還元型 NO_x 触媒と、排気ガス中の PM を浄化するための触媒付き DPF を、排気ガス通路に上流側から順に配置した排気ガス浄化システムの制御方法において、排気ガス中の酸素濃度を低くすると共に触媒温度を硫黄パージ温度以上に昇温する、前記直接還元型 NO_x 触媒の硫黄被毒に対する触媒劣化回復処理中に、前記直接還元型 NO_x 触媒と前記触媒付き DPF の間にエアを供給することを特徴とする。

40

【0033】

これらの構成によれば、直接還元型 NO_x 触媒では、触媒劣化回復処理の硫黄パージを行う際に、二次的な硫黄被毒を回避するために、リッチスパイク運転をして、排気ガスを低酸素状態にするので、未燃焼成分 HC 、 CO が多量に排出され、同時に、リッチスパイク運転により排気ガス温度が上昇し、直接還元型 NO_x 触媒の下流側では排気ガス温度が通常では400以上に上昇する。

【0034】

50

この時直接還元型 NO_x 触媒の下流側にエア供給を行うと、下流側の触媒付きDPFの酸化触媒により、リッチスパイク運転で発生した HC 、 CO が酸化するので、この酸化により、DPFに捕集されているPMが昇温し、PMは供給されるエア中の O_2 で燃焼して除去され、DPFが再生される。

【0035】

従って、この上流側の直接還元型 NO_x 触媒と下流側の触媒付きDPF（又は酸化触媒前置のDPF）を組み合わせてエア供給システムを設けた本発明の排気ガス浄化システムとその制御方法では、直接還元型 NO_x 触媒の触媒劣化回復処理の硫黄パージの際に、直接還元型 NO_x 触媒と触媒付きDPF（又は酸化触媒前置のDPF）の間にエアを供給することで、直接還元型 NO_x 触媒の硫黄パージで発生する未燃 HC 、 CO の外部への排出を防止でき、しかも、同時に触媒付きDPFのPMを燃焼除去できる。

10

【0036】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて、本発明に係る実施の形態の排気ガス浄化システム及びその制御方法について説明する。

【0037】

最初に、排気ガス浄化システムについて説明する。図1に示すように、この排気ガス浄化システム10は、エンジン本体1の排気ガス通路2に、上流側から順に直接還元型 NO_x 触媒3と触媒付きDPF4を配置し、更に、この直接還元型 NO_x 触媒3と触媒付きDPF4との間にエア供給口5aを有するエア供給システム5を設けて構成される。

20

【0038】

この直接還元型 NO_x 触媒3は、図7や図8に示すように、型ゼオライト等の担体Tにロジウム（ Rh ）やパラジウム（ Pd ）等の特別な金属Mを担持させて構成される。そして、更に、金属Mの酸化作用を軽減し、 NO_x 還元能力の保持に寄与するセリウム（ Ce ）を配合し、下層に白金等を有する三元触媒を設けて酸化還元反応、特にリッチ状態における NO_x の還元反応を促進するようにし、また、 NO_x の浄化率を向上させるために担体に鉄（ Fe ）を加えている。

【0039】

そして、この直接還元型 NO_x 触媒3は、図7に示すように、ディーゼルエンジン等の内燃機関の空燃比がリーンの排気ガスのように酸素濃度が高い雰囲気では、 NO_x と接触して、 NO_x を N_2 に還元すると共にこの金属M自体が酸化して酸化ロジウム（ RhO_x ）等の酸化金属 MO_x となり、図8に示すように、空燃比が理論空燃比やリッチ状態の時のように排気ガス中の酸素濃度が略ゼロ%の低い還元雰囲気の場合には、酸化金属 MO_x が、未燃 HC や CO や H_2 等の還元剤と接触して還元されてロジウム等の元の金属Mに戻る性質を有するものである。

30

【0040】

この触媒付きDPF4は、多孔質のコーディライト、あるいは、炭化ケイ素によって多数のガス通路（セル）が平行に形成され、この周囲を多孔質壁面で囲まれた多数の排気ガス通路の入口側と出口側を千鳥状に目封止して形成されるウォールフロータイプと呼ばれるハニカムフィルタや、セラミック繊維をステンレス多孔管に巻き付けて積層した繊維型フィルタ等で形成する。

40

【0041】

そして、酸化触媒付きのDPFの場合には、このフィルタの壁表面に白金（ Pt ）等の酸化触媒を塗布し、PM酸化触媒付きDPFの場合には、このフィルタの壁表面に白金等の酸化触媒と酸化セリウム（ CeO_2 ）等のPM酸化触媒を塗布して形成される。

【0042】

これらの触媒付きDPF4は、未燃 HC 、 CO を190 ~ 200 の酸化雰囲気中で燃焼することができる。

【0043】

また、エア供給システム5は、触媒付きDPF4の直前のエア供給口5aと、ターボ6の

50

コンプレッサ 6 a の後流側のエア吸入口 5 b を連結するエア供給配管 5 c と、このエア供給配管 5 c に設けられたエア供給弁 5 d とを有して構成される。

【 0 0 4 4 】

そして、エンジンの運転状態、主にトルク Q とエンジン回転数 N_e を検出するトルクセンサや回転数センサ等からなる運転状況検出装置 2 1 が設けられる。また、排気ガス通路 2 の直接還元型 NO_x 触媒 3 の上流側には空燃比 A_f を検知するための空燃比センサ 2 2 が、また、直接還元型 NO_x 触媒 3 には触媒温度 T_{cat} を検知するための触媒温度センサ 2 3 が、更に、下流側には NO_x 濃度 C_{nox} を検知する NO_x センサ 2 4 が設けられる。また、排気ガス温度を検知するための温度センサ 2 5、2 6 が、直接還元型 NO_x 触媒 3 の上流側と、DPF 4 の下流側に設けられる。

10

【 0 0 4 5 】

そして、運転状況検出装置 2 1 等から得られるエンジン 1 のトルク（負荷） Q やエンジン回転数 N_e 等を入力とし、燃料噴射制御等のエンジン全般の制御を行うエンジンコントロールユニット（ECU）と呼ばれる制御装置 5 0 を有して構成され、この制御装置 5 0 に直接還元型 NO_x 触媒 3 の触媒再生制御や触媒劣化回復制御や DPF 再生制御等を行なう排気ガス浄化システム制御手段 2 0 0 が設けられる。

【 0 0 4 6 】

なお、吸気通路 7 には、エアクリーナー 3 1 と、ターボチャージャ 6 のコンプレッサ 6 a と、インタークーラ 3 2 と、吸気スロットル弁 3 3 が設けられ、更に EGR 装置 4 0 として、EGR 弁 4 2 と EGR クーラ 4 3 を有する EGR 通路 4 1 と冷却水用配管 4 4 が設け

20

【 0 0 4 7 】

図 2 に示すように、この排気ガス浄化システム制御手段 2 0 0 は、触媒再生時期判定手段 2 1 1 や触媒再生処理制御手段 2 1 2 を含む触媒再生手段 2 1 0 と、硫黄パージ時期判定手段 2 2 1 や硫黄パージ処理制御手段 2 2 2 を含む触媒劣化回復手段 2 2 0 と、DPF 再生時期判定手段 2 3 1 や DPF 再生処理制御手段 2 3 2 を含む DPF 再生手段 2 3 0 を有して構成される。

【 0 0 4 8 】

この触媒再生手段 2 1 0 は、排気ガスの空燃比がリーン状態の酸素濃度が高い通常の運転状態で、 NO_x と接触して NO_x を N_2 に還元して酸化金属 MO_x となった直接還元型 NO_x 触媒 3 を、排気ガスの空燃比がリッチ状態の酸素濃度が低い状態で再生する手段であり、触媒再生時期判定手段 2 1 1 でこの触媒再生を行うタイミングを判定し、触媒再生時期であると判定した時に、触媒再生処理制御手段 2 1 2 で、空燃比が理論空燃比やリッチ状態の酸素濃度が略ゼロ%の状態の排気ガスを発生し、酸化金属 MO_x を還元雰囲気中で未燃 HC や CO や H_2 等の還元剤と接触させて還元して金属 M に戻す。

30

【 0 0 4 9 】

なお、この通常の運転状態とは、直接還元型 NO_x 触媒 3 の再生処理用の運転や触媒劣化回復処理用の運転や触媒付き DPF 4 の再生処理等を行っていない時の、エンジンに要求されるトルクや回転数で運転する運転のことをいい、この通常の運転状態では、排気ガス中の NO_x は直接還元型 NO_x 触媒 3 により、直接 N_2 に還元されて浄化され、排気ガス中の PM は触媒付き DPF 4 による捕集及び燃焼除去により浄化される。

40

【 0 0 5 0 】

この触媒再生時期判定手段 2 1 1 は、 NO_x を還元している時の直接還元型 NO_x 触媒 3 の下流側の排気ガス中の NO_x 濃度 C_{nox} や、酸素濃度が高い状態の経過時間や、 NO_x を還元している時に直接還元型 NO_x 触媒 3 によって還元される NO_x 量を推定演算した推定演算量等で、触媒再生時期であるか否かを判定する。

【 0 0 5 1 】

また、触媒再生処理制御手段 2 1 2 は、排気ガス中の酸素濃度を低下させる手段、即ち、空燃比 A_f が 1 4 . 7 以下のリッチスパイク運転を行う手段であり、内燃機関の燃焼室に供給される燃料の噴射を制御する燃料噴射制御や、吸入空気量を制御する吸気量制御や、

50

EGR装置のEGRガスを制御するEGR制御等のいずれか一つまたはその組み合わせで行い、空燃比センサ22の検出値Afに基づいて、この検出値Afが所定の設定範囲内に入るようにフィードバック制御する。

【0052】

なお、燃料噴射制御には、エンジンの燃焼室に噴射する燃料の主噴射のタイミングを変更する主噴射タイミング制御や主噴射の後に後噴射（ポスト噴射）を行なう後噴射制御等があり、吸気量制御には、吸気スロットル弁33の弁開度を制御する吸気スロットル弁制御や、ターボチャージャ6のコンプレッサ6aからの吸気量を制御するターボチャージャ吸気量制御等がある。

【0053】

そして、触媒劣化回復手段220は、硫黄パージ時期判定手段221、硫黄パージ処理制御手段222を有して構成される。

【0054】

この硫黄パージ時期判定手段221は、硫黄パージ制御を行うか、行わないかを判定する手段であり、燃料消費量と燃料中の硫黄濃度から、直接還元型NOx触媒3に堆積される硫黄量X1を推定し、この推定した硫黄の堆積量X1を累積した累積値Xtが、硫黄パージ開始判定値X1より大きい場合に、硫黄パージ制御を開始するとの判定を行い、小さければ硫黄パージ制御を開始しないとの判定を行う。

【0055】

そして、硫黄パージ処理制御手段222は、硫黄の累積量Xtが限界X1に達し多時に、硫黄パージする必要があるとして、排気ガス中の酸素濃度を低くすると共に触媒温度Tcatを硫黄パージ温度Tr以上に昇温するリッチスパイク運転制御を行う手段であり、これにより、触媒温度Tcatを硫黄パージ温度Tr以上に昇温して、リッチ状態で二次的な硫黄被毒を防止しながら、硫黄パージを行って、触媒の劣化回復を行うものである。なお、この硫黄パージ運転におけるリッチスパイク運転は、再生処理のリッチスパイク運転と同様に、燃料噴射制御や吸気量制御やEGR制御等のいずれか一つまたはその組み合わせで行うことができる。

【0056】

そして、本発明においては、この硫黄パージ処理制御手段222は、DPF再生処理制御を含み、このDPF再生処理制御では、エア供給弁5dを開弁操作して、触媒付きDPF4の上流側に、ターボチャージャ6のコンプレッサ6a下流の過給空気の一部Aaを供給する。このエア供給により、硫黄パージ処理制御におけるリッチスパイク運転で発生する多量の未燃HC、COを、触媒付きDPF4の酸化触媒で酸化し、更に、これらのHC、COの酸化により発生した熱により、触媒付きDPF4に捕集されているPMを昇温させて、エア供給によって供給されるO₂で、燃焼除去する。

【0057】

つまり、硫黄パージの時に、リッチスパイク運転により排気ガス温度を上昇させ、直接還元型NOx触媒3の触媒温度Tcatを硫黄パージ温度（約400）以上に上昇させる。このとき、エア供給を行うことにより、リッチスパイク運転により発生した未燃HC、COを、触媒付きDPF4の酸化触媒の触媒作用により燃焼させることにより、触媒付きDPF4に捕集されたPMに流入する排気ガス温度を更に高く、一般的には500程度にすることができるので、このPMを燃焼させて、触媒付きDPF4のPMを除去して再生することができる。

【0058】

また、DPF再生手段230は、DPF再生時期判定手段231でDPFの目詰まりが進捗して触媒付きDPF4の再生処理が必要であると判定したら、DPF再生処理制御手段232で、再生処理制御を行って、触媒付きDPF4に捕集されたPMを燃焼除去する手段である。

【0059】

このDPF再生時期判定手段231は、DPF再生時期を判定する手段であり、エンジン

10

20

30

40

50

の運転条件から触媒付きDPF4に堆積されるPM量を推定して積算することでPM蓄積量を算出し、このPM蓄積量が予め設定した判定値を超えた時に、DPF再生時期であると判定したり、あるいは、触媒付きDPF4の前後の排気圧力の差や比が判定値を超えた時に、DPF再生時期であると判定する。

【0060】

また、DPF再生処理制御手段232は、コモンレール等の電子制御式燃料噴射システムを利用して、噴射時期遅延や多段噴射等で排気ガス温度を上昇させたり、ポスト噴射や排気管内噴射によってフィルタに塗布した酸化触媒に燃料を供給して燃焼させて、排気ガス温度をPMの再燃焼温度以上に昇温させる等して、触媒付きDPF4の再生処理を行う。

【0061】

この再生処理は、リーン燃焼状態やエア供給システム5によるエア供給で、触媒付きDPF4に流入する排気ガス中の酸素濃度が高い状態で行われる。

【0062】

次に、上記の構成の排気ガス浄化システム10を、排気ガス浄化システム制御手段200により制御して、排気ガス中のNOx除去を行なう排気ガス浄化システム制御フローについて説明する。この制御フローは図3～図5に例示するフローチャート等に基づいて行なわれる。

【0063】

この図3に示す排気ガス浄化システム制御フローは、ステップS100の触媒再生制御とステップS200の触媒劣化回復制御とステップS300のDPF再生制御からなり、エンジン全般を制御する全体のフローの一部として構成されるものであり、メインのエンジン制御フローで呼ばれて、エンジン制御フローと並行して実行され、エンジン運転の終了に伴って実行を中断し、メインのエンジン制御フローに戻って、このエンジン制御フローと共に終了するものとして示してある。

【0064】

そして、図3に示すように、この排気ガス浄化システム制御フローがスタートすると、ステップS100の触媒再生制御とステップS200の触媒劣化回復制御とステップS300のDPF再生制御が並行して実行され、エンジンの運転終了等のこの制御フローを終了する場合は生じると、この各ステップの制御内で終了の割り込みが生じリターンして、このフローに戻り、更に、図示しないメインのエンジン制御フローにリターンし、このフローを終了する。

【0065】

ステップS100の触媒再生制御は、図4の触媒再生制御フローに示すように、ステップS110で、直接還元型NOx触媒3によりNOxを浄化する通常運転制御を所定の時間（例えば、触媒再生制御を行うか否かを判定する時間間隔に相当する時間）の間行った後、ステップS120で直接還元型NOx触媒3が再生開始時期であるか否かを判定し、再生開始時期であれば、ステップS130の触媒再生処理制御を行ってから、また、再生開始時期でなければ、そのまま、ステップS110に戻り、この制御を繰り返す。そして、エンジンの運転終了等のこの制御フローを終了する場合は生じると、ステップS140の終了の割り込みが生じリターンして、図3の制御に戻る。

【0066】

そして、ステップS200の触媒劣化回復制御では、図5の触媒劣化回復制御フローに示すように、このフローがスタートすると、ステップS201で前回のエンジン運転で直接還元型NOx触媒3に累積した硫黄の累積量Xtをメモリーから読み込む。

【0067】

そして、ステップS202で、通常運転制御を所定の時間（例えば、触媒劣化回復制御を行うか否かを判定する時間間隔に相当する時間）の間行った後、このステップS202のエンジン運転による硫黄の堆積量Xaを、燃料消費量及び燃料中の硫黄濃度から算出し、この堆積量Xaを累積量Xtに加えて、新しい累積量Xtとする（ $X_t = X_t + X_a$ ）。

【0068】

10

20

30

40

50

次のステップS 2 0 3では、硫黄パーズ開始時期であるか否かを、累積量 X_t が所定のパーズ開始判定値 X_1 より大きいかが否かで判定し、大きくない場合には、硫黄パーズ開始時期に入っていないとして、ステップS 2 0 2に戻る。

【0069】

ステップS 2 0 3の判定で累積量 X_t が所定のパーズ開始判定値 X_1 より大きい場合には、ステップS 2 0 4の硫黄パーズ運転制御を所定の時間の間行き、ステップS 2 0 5で、直接還元型 NO_x 触媒3の入口側の排気ガス温度 T_{g1} が所定の判定温度 T_1 (例えば、400)より大きい場合にはステップS 2 0 6でエア供給を行ってから、また、小さい場合にはエア供給を行わずに、ステップS 2 0 7に行く。なお、ステップS 2 0 5の判定に排気ガス温度 T_{g1} を用いたが、代わりに、触媒温度 T_{cat} を用いることもできる。

10

【0070】

このステップS 2 0 4の硫黄パーズ運転制御は、リッチスパイク運転を行って、触媒温度 T_{cat} を硫黄パーズ温度以上にすると共に、排気ガス中の酸素濃度をゼロに近くして、 SO_3 の発生を防止して、セリウムの二次的な硫黄被毒を防止しながら、触媒劣化回復処理を行うものである

また、ステップS 2 0 6のエア供給は、硫黄パーズ運転制御のリッチスパイク運転によって発生する未燃 HC 、 CO を触媒付きDPF 4の酸化触媒の触媒作用によって酸化して浄化すると共に、この酸化によって生じる熱により触媒付きDPF 4捕集されたPMを昇温し、このPMを供給されたエア A_a 中の O_2 で酸化し、触媒付きDPF 4を再生するものである。

20

【0071】

次のステップS 2 0 7では、硫黄パーズで吐出される硫黄の吐出量 X_s を、排気ガス量と触媒温度 T_{cat} (又は、排気ガス温度 T_{g1})と予め入力した硫黄吐出量マップデータとから算出し、この吐出量 X_s を累積量 X_t から減算して、ステップS 2 0 4の硫黄パーズ運転制御を行った後の累積量 X_t を求め、ステップS 2 0 8の判定でこの累積量 X_t が所定の第2判定値 X_2 (通常はゼロ)以下でない場合には、ステップS 2 0 4に戻って、累積量 X_t が第2判定値 X_2 以下になるまで硫黄パーズ運転制御を継続し、ステップS 2 0 8の判定で、この累積量 X_t が第2判定値 X_2 以下になったら、硫黄パーズが完了したと判定して、ステップS 2 0 9で硫黄パーズ運転を停止し、通常の運転に戻る。なお、この時累積量 X_t がマイナスの時はゼロとする。

30

【0072】

なお、この図5のフローでは、ステップS 2 0 7とステップS 2 0 8により累積量 X_t が第2判定値 X_2 以下になった時を硫黄パーズ運転の終了の時としているが、燃料消費量と燃料中の硫黄濃度から算出した硫黄の累積量 X_t と、硫黄パーズ運転開始時の排気ガス量と触媒温度 T_{cat} (又は、排気ガス温度 T_{g1})と予め入力された硫黄パーズ運転時間マップデータとから、硫黄パーズ運転時間を算出して、この運転時間の間硫黄パーズ運転制御を行うようにしてもよい。

【0073】

このステップS 2 0 9を終えると、ステップS 2 0 2に戻り、このフローを繰り返す。そして、エンジンの運転終了等、この制御フローを終了する場合は生じると、ステップS 2 1 0の終了の割り込みが生じ、ステップS 2 1 1で、終了時の硫黄の累積量 X_t 、即ち、ステップS 2 0 2やステップS 2 0 7で算出された累積量 X_t をメモリーへ書込んでから、図3の NO_x 浄化システム制御フローにリターンし、このフローを終了する。

40

【0074】

ステップS 3 0 0のDPF再生制御は、図6のDPF再生制御フローに示すように、ステップS 3 1 0で、PMを捕集する通常運転制御を所定の時間(例えば、DPF再生制御を行うか否かを判定する時間間隔に相当する時間)の間行った後、ステップS 3 2 0で触媒付きDPF 4が再生開始時期であるか否かを判定し、再生開始時期であれば、ステップS 3 3 0のDPF再生処理制御を行ってから、また、再生開始時期でなければ、そのまま、ステップS 3 1 0に戻り、この制御を繰り返す。そして、エンジンの運転終了等のこの制

50

御フローを終了する場合は生じると、ステップS340の終了の割り込みが生じリターンして、図3の制御に戻る。

【0075】

そして、図4の触媒再生制御、図5の触媒劣化回復制御、図6のDPF再生制御が共に終了の割り込みによりリターンして、図3の排気ガス浄化システム制御フローに戻ると、更に図示しないメインのエンジン制御フローに戻り、このエンジン制御フローの終了と共にこのNOx浄化システム制御フローも終了する。

【0076】

なお、上記のフローには示していないが、触媒再生処理制御、触媒パージ運転制御、DPF再生処理制御の何れかが重なる時は、予め設定された優先順序によってどれか一つを優先して行うものとする。

10

【0077】

これらの構成の排気ガス浄化システム10とその制御方法によれば、NOx浄化用の直接還元型NOx触媒3とPM浄化用の触媒付きDPF4を排気ガス通路2の上流側から順に配置し、これらの間にエア供給を行うエア供給システム5を設けることにより、直接還元型NOx触媒3の硫黄パージによる劣化回復処理時に、エアを触媒付きDPF4に供給して、硫黄パージのリッチスパイク運転で発生する未燃HC、COを酸化して浄化すると共に、この酸化によって発生する熱で、触媒付きDPF4に捕集され堆積されたPMをPM再燃焼温度以上に昇温し、燃焼除去できる。

【0078】

20

なお、上記では、DPFとして触媒付きDPFを例にして説明したが、触媒付きDPFの代わりに、酸化触媒をDPFの前に配置するタイプのDPFに対しても、本発明を適用することができる。

【0079】

この酸化触媒前置のDPFの場合には、前置する酸化触媒は、コーディエライト、炭化ケイ素、ステンレス等で形成されるハニカム構造に設けられた、上流側から下流側に貫通する多数のガス通路(セル)の壁面に、アルミナ、ゼオライト、シリカ等に白金等を担持させた貴金属触媒をコーティングして形成される。

【0080】

そして、エアは、この酸化触媒の上流側に供給され、未燃HC、COはこの酸化触媒で酸化され、酸化によって発生した熱により排気ガスが昇温し、この昇温した排気ガスにより、下流側のDPFが昇温し、このDPFに捕集されたPMが供給されたエア中のO₂により酸化されるので、これによりDPFが再生することになる。

30

【0081】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る排気ガス浄化システム及びその制御方法によれば、次のような効果を奏することができる。

【0082】

NOx浄化用の触媒として直接還元型NOx触媒を選択し、また、PM浄化用のDPFとして、触媒付きDPFや酸化触媒前置のDPFを選択して、排気ガス通路の上流側から順に配置し、更に、直接還元型NOx触媒の硫黄パージによる劣化回復処理時に、これらの間にエア供給を行うエア供給システムを設けることにより、エア供給により、硫黄パージのリッチスパイク運転で発生する未燃HC、COを酸化して浄化することができる。

40

【0083】

また、同時に、この未燃HC、COを酸化によって発生する熱で、触媒付きDPFや酸化触媒前置のDPFに捕集され堆積されたPMをPM再燃焼温度以上に昇温することができ、供給されたエア中のO₂で燃焼除去できる。

【0084】

従って、NOx浄化用の直接還元型NOx触媒の触媒劣化回復時に、PM浄化用のDPFの再生処理を行うことができるので、DPFの再生制御の回数を少なくすることができ

50

、DPF再生処理による燃料の消費量の増加を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の排気ガス浄化システムを備えたエンジンの構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態の排気ガス浄化システム制御手段の構成を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態の排気ガス浄化システム制御フローの一例を示すフローチャートである。

【図4】図3の触媒再生制御フローの一例を示すフローチャートである。

【図5】図3の触媒劣化回復制御フローの一例を示すフローチャートである。

【図6】図3のDPF再生制御フローの一例を示すフローチャートである。

【図7】直接還元型NOx触媒の高酸素濃度状態における反応を示す模式図である。

【図8】直接還元型NOx触媒の低酸素濃度状態における反応を示す模式図である。

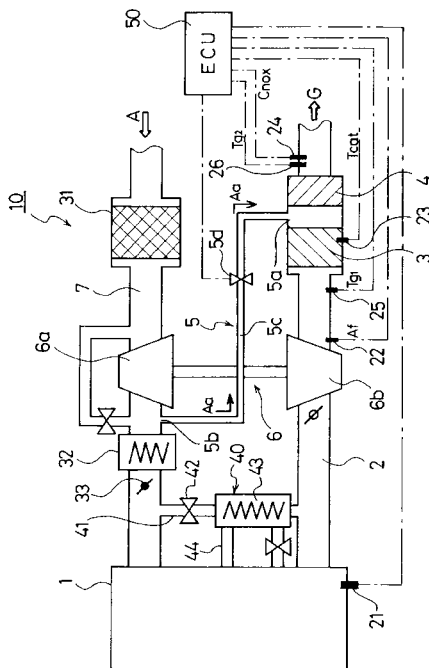
【符号の説明】

- 1 ディーゼルエンジン
- 2 排気ガス通路
- 3 直接還元型NOx触媒
- 4 触媒付きDPF
- 5 エア供給システム
- 6 ターボチャージャ
- 6 a コンプレッサ
- A a エア

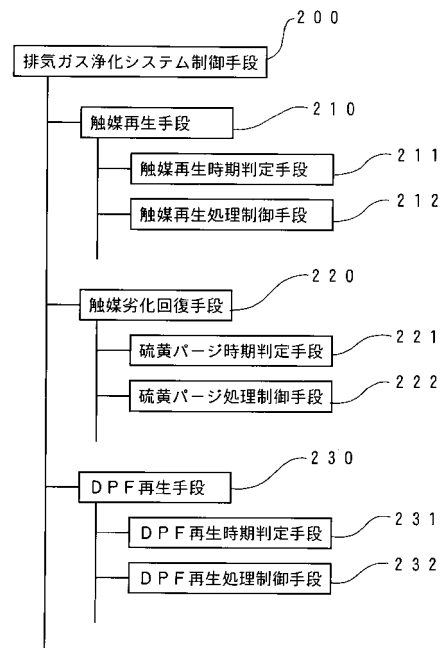
10

20

【図1】

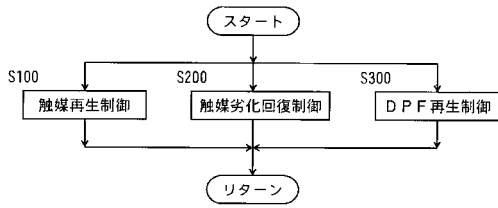


【図2】



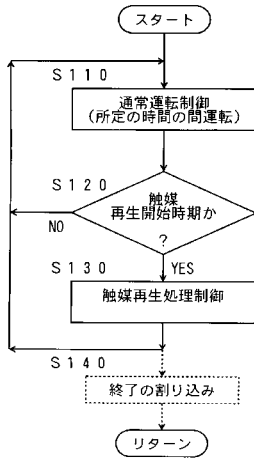
【図3】

〔排気ガス浄化システム制御フロー〕



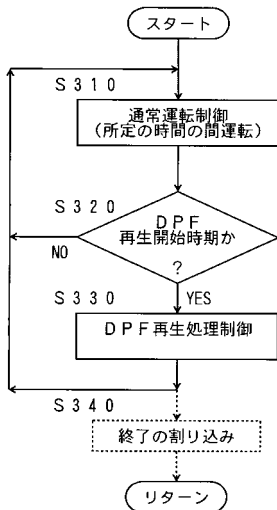
【図4】

〔触媒再生制御フロー〕



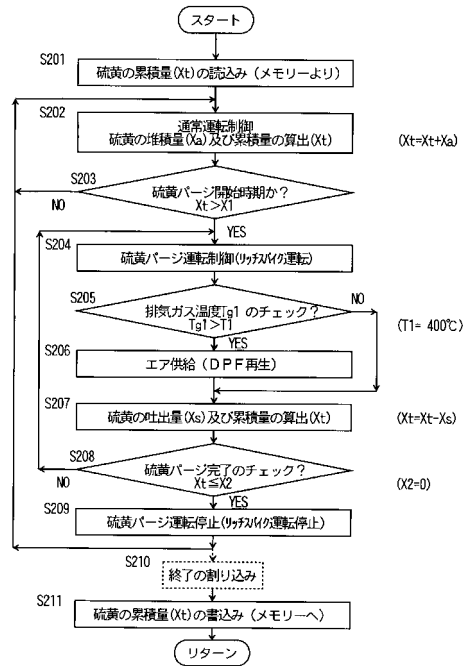
【図6】

〔DPF再生制御フロー〕



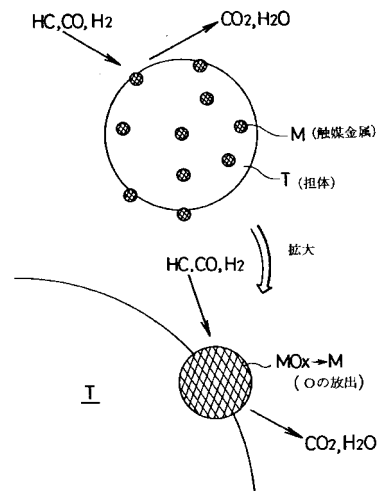
【図5】

〔触媒劣化回復制御フロー〕

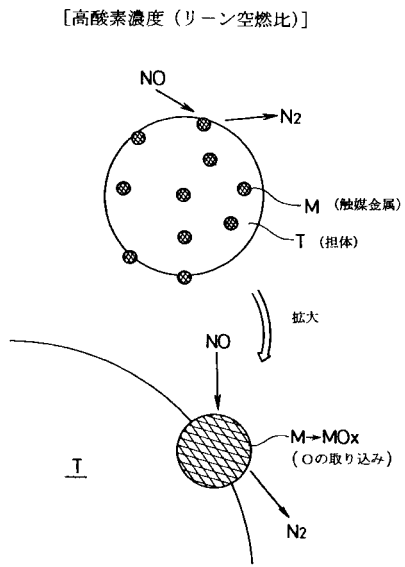


【図7】

〔低酸素濃度 (リッチ空燃比)〕



【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 3/22 3 0 1 M
F 0 2 D 41/04 (2006.01)		F 0 1 N 3/22 3 0 1 P
F 0 2 D 43/00 (2006.01)		F 0 1 N 3/24 E
F 0 2 D 45/00 (2006.01)		F 0 1 N 3/28 3 0 1 D
		F 0 2 D 41/04 3 5 5
		F 0 2 D 43/00 3 0 1 E
		F 0 2 D 43/00 3 0 1 T
		F 0 2 D 45/00 3 1 4 Z

- (74)代理人 100066865
弁理士 小川 信一
- (74)代理人 100066854
弁理士 野口 賢照
- (74)代理人 100068685
弁理士 斎下 和彦
- (72)発明者 植草 泰治
神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社いすゞ中央研究所内
- (72)発明者 中田 輝男
神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社いすゞ中央研究所内
- (72)発明者 榎 和広
神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社いすゞ中央研究所内
- (72)発明者 上松 豊
神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社いすゞ中央研究所内
- (72)発明者 藤田 哲也
神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社いすゞ中央研究所内
- (72)発明者 田中 洋祐
神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社いすゞ中央研究所内
- (72)発明者 横山 仁
神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社いすゞ中央研究所内
- (72)発明者 渋谷 弘美
神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社いすゞ中央研究所内

審査官 亀田 貴志

- (56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 2 0 1 8 2 8 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 1 5 8 2 9 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 4 9 7 5 8 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 4 5 7 5 5 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
F01N 3/08 - 3/28
F01N 3/02
F02D 41/04
F02D 43/00
F02D 45/00