

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4720054号
(P4720054)

(45) 発行日 平成23年7月13日(2011.7.13)

(24) 登録日 平成23年4月15日(2011.4.15)

(51) Int.Cl.		F I			
FO1N	3/36	(2006.01)	FO1N	3/36	B
FO1N	3/08	(2006.01)	FO1N	3/08	A
FO1N	3/28	(2006.01)	FO1N	3/08	B
			FO1N	3/28	3O1C

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2001-275399 (P2001-275399)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成13年9月11日(2001.9.11)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2003-83053 (P2003-83053A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成15年3月19日(2003.3.19)	(74) 代理人	100089244
審査請求日	平成20年8月26日(2008.8.26)		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	石山 忍
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の排気系に設けられ、排気中の還元成分濃度が高くなるとNOxの還元反応を促す特性を備えたNOx触媒と、

前記排気系を通じて前記NOx触媒に流入する排気中に還元剤を添加する還元剤添加手段と、

を備えた内燃機関の排気浄化装置において、

前記還元剤添加手段を制御して、前記排気中に液滴状の還元剤を添加させる制御手段を有し、

前記液滴状の還元剤は、50μmより大きく且つ100μm以下の範囲内の粒径を有する

ことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】

前記還元剤添加手段は、前記NOx触媒に流入する排気中に添加される還元剤が通る還元剤添加弁を備えており、

前記制御手段は、所望の量の還元剤の添加を達成すべく、前記還元剤添加弁に付与される還元剤の圧力に基づいて前記還元剤添加弁の開弁時間を制御する

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装置。

【請求項3】

前記制御手段は、前記還元剤添加弁に付与される還元剤の圧力を制御し、それによって

所望の前記液滴状の還元剤の粒径を達成する

ことを特徴とする請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項4】

前記制御手段は、前記液滴状の還元剤の粒径を大きくすべく、前記還元剤添加弁に付与される還元剤の圧力を減少させる

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装置。

【請求項5】

前記還元剤添加手段は、燃料タンクと前記還元剤添加弁との間の還元剤通路に設けられた調整弁を備え、

前記制御手段は、前記還元剤添加弁に付与される還元剤の圧力を制御するために前記調整弁の開度を調整し、それによって所望の前記液滴状の還元剤の粒径を達成する

ことを特徴とする請求項3または4に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項6】

前記制御手段は、前記NO_x触媒の床温に応じて前記液滴状の還元剤の粒径を変更する

ことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項7】

前記制御手段は、前記NO_x触媒の床温が高くなるほど前記液滴状の還元剤の粒径を大きくする

ことを特徴とする請求項6に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項8】

前記制御手段は、排気温度に応じて前記液滴状の還元剤の粒径を変更する

ことを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項9】

前記制御手段は、排気温度が高くなるほど前記液滴状の還元剤の粒径を大きくする

ことを特徴とする請求項8に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項10】

前記内燃機関がディーゼルエンジンであり、且つ、還元剤が軽油である

ことを特徴とする請求項1から9のいずれか1項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、希薄燃焼可能な内燃機関の排気系内であって、同排気系内に設けられたNO_x触媒上流に還元剤を供給し、排気中の有害成分の浄化を促す内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

ディーゼルエンジンや、希薄燃焼可能なガソリンエンジンでは、高い空燃比（リーン雰囲気）の混合気を燃焼に供して機関運転を行う運転領域が、全運転領域の大部分を占める。この種のエンジン（内燃機関）では一般に、リーン雰囲気です窒素酸化物（NO_x）を吸収することのできるNO_x吸収剤（NO_x触媒）がその排気系に備えられる。

【0003】

NO_x触媒は一般に、排気中の還元成分濃度が低い状態ではNO_xを吸収し、排気中の還元成分濃度が高い状態ではNO_xを放出する特性を有する。ちなみに排気中に放出されたNO_xは、排気中に炭化水素（HC）や一酸化炭素（CO）等の還元成分が存在していれば、それら還元成分と速やかに反応して窒素（N₂）に還元される。また、NO_x触媒が保持（吸蔵）できるNO_xの量には限界量（飽和量）が存在し、当該触媒がある程度の量を上回るNO_xを吸蔵している場合には、排気中の還元成分濃度が低い状態にあってもそれ以上NO_xを吸収しなくなる。

【0004】

そこで、例えば特許第2845056号公報に記載された排気浄化装置は、内燃機関の排

10

20

30

40

50

気系に還元剤を供給するための添加弁を備え、当該NO_x触媒のNO_x吸蔵量が所定量に達する前に、同触媒に流入する排気に還元剤を添加供給する制御を所定のインターバルで繰り返す。このような装置を用い、添加弁を通じて排気系に還元剤を供給した場合、その還元剤は、霧状に拡散することによって排気中の還元成分濃度を高め、NO_x触媒に吸蔵されているNO_x（以下、吸蔵NO_xという）を放出および還元浄化するとともに、NO_x触媒のNO_x吸収能力を回復させる。

【0005】

このように、添加弁を通じて行う排気系への還元剤供給方式によれば、NO_x触媒に流入する排気中の還元成分を、所望の時期に所望のタイミングで増量することができ、NO_x触媒の排気浄化効率を恒常的に高く維持することが可能となる。

10

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記公報記載の装置によるように、添加弁を通じて排気系に供給された還元剤は、霧状に拡散しつつ移送され、NO_x触媒を通過する際に吸蔵NO_xに作用することとなる。

【0007】

ところが、NO_x触媒に達した霧状の還元剤のうち、同触媒の表面に接触し、吸蔵NO_xに実質的に作用するのは一部のみであり、その他の部分は同触媒を素通りし、過剰分として下流に放出される。ちなみに、NO_x触媒の下流に酸化触媒を設けてこのような還元剤の過剰分を浄化（酸化）する方法も考えられる。しかしながら、還元剤の拡散混合した排気は酸素成分を多く含まないため（全体としてリッチ雰囲気であるため）、酸化触媒によって上記還元剤の過剰成分を浄化することは難しい。

20

【0008】

本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、内燃機関の排気系に設けられたNO_x触媒の排気浄化機能を、効率的に活用することのできる内燃機関の排気浄化装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、内燃機関の排気系に設けられ、排気中の還元成分濃度が高くなるとNO_xの還元反応を促す特性を備えたNO_x触媒と、前記排気系を通じて前記NO_x触媒に流入する排気中に還元剤を添加する還元剤添加手段と、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、前記還元剤添加手段を制御して、前記排気中に液滴状の還元剤を添加させる制御手段を有することを要旨とする。

30

【0010】

なお、前記NO_x触媒は、排気中の還元成分濃度が低いときにNO_xを吸収し、前記排気中の還元成分濃度が高くなると吸収したNO_xを放出しつつその還元反応を促す特性を備えるのが好ましい。

【0011】

ここで、液滴状の還元剤とは、概ね10～100μm程度（厳密ではない）の粒径を有する液体粒子として、排気中で霧状に拡散した状態にある還元剤をいうものとする。また、この液滴状の還元剤を構成する各粒子の粒径は、機能的に言及すれば、前記NO_x触媒に到達した各粒子が当該触媒の表面に粗密な状態で付着するのに適切な大きさに相当する。そしてこの適切な大きさは、適用される還元剤の物理的・化学的特性、排気の性状、或いはNO_x触媒の特質や状態によって異なる。

40

【0012】

同構成によれば、排気中に添加された還元剤の拡散が抑制され、添加された還元剤が、排気中に比較的濃い霧状の塊（局所的なリッチ雰囲気）を形成しつつ前記NO_x触媒まで移送されるようになる。NO_x触媒に移送された還元剤は、構成粒子の粒径が大きいことに起因し、当該触媒の表面に比較的速やかに付着して、NO_xを還元するようになる。すなわち、排気中に添加された還元剤の大部分がNO_x触媒を素通りせず有効に作用するた

50

め、NO_x触媒に対し必要最小量の還元剤を効率的に作用させてNO_xの還元浄化を行うことができるようになる。

【0013】

さらに、排気中に局所的なリッチ雰囲気形成しつつ、総体的には当該排気をリーン雰囲気に保持することができる。このため、NO_x触媒の下流に、例えばリーン雰囲気還元剤の酸化を促す酸化触媒を配することにより、NO_x触媒を素通りした還元剤の過剰分を確実に浄化することができるようになる。

【0014】

また、前記液滴状の還元剤は、10 μm以上の粒径を有するのがよい。

【0015】

同構成によれば、排気中に添加された還元剤によって局所なリッチ雰囲気が形成されるといった現象が、粒径が10 μm未満の小さな液体粒子から形成される還元剤の噴霧と比べ顕著に異なる現象として現れるようになる。

【0016】

また、前記制御手段は、前記NO_x触媒の床温に応じて前記液滴状還元剤の粒径を変更するのがよい。

【0017】

さらにこの場合、前記制御手段は、前記NO_x触媒の床温が高くなるほど前記液滴状還元剤の粒径を大きくするのがよい。

【0018】

前記液滴状還元剤の粒径と並び、前記NO_x触媒の床温は、同触媒表面に対する当該液滴状還元剤の付着し易さを決定づける支配的なパラメータである。すなわち、液滴状還元剤は、その粒径が所定範囲で大きくなるほど、NO_x触媒表面に付着し易くなる一方、前記NO_x触媒の床温が高くなると、液滴状還元剤は物理的に当該触媒表面へ付着し難くなる。同構成によれば、NO_x触媒に対し必要最小量の還元剤を効率的に作用させてNO_xの還元浄化を行う上で、最適な条件が容易に設定されるようになる。

【0019】

なお、前記制御手段は、前記液滴状還元剤の粒径と並び、排気中における液滴状還元剤の拡散のし易さを決定づける支配的なパラメータである排気の温度に応じ、前記液滴状還元剤の粒径を変更することとしてもよい。

【0020】

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態)

以下、本発明にかかる内燃機関の排気浄化装置を、ディーゼルエンジンシステムに適用した第1の実施の形態について説明する。

【0021】

図1において、内燃機関(以下、エンジンという)1は、燃料供給系10、燃焼室20、吸気系30及び排気系40等を主要部として構成される直列4気筒のディーゼルエンジンシステムである。

【0022】

先ず、燃料供給系10は、サプライポンプ11、コモンレール12、燃料噴射弁13、遮断弁14、調量弁16、還元剤添加弁17、機関燃料通路P1及び添加燃料通路P2等を備えて構成される。

【0023】

サプライポンプ11は、燃料タンク(図示略)から汲み上げた燃料を高圧にし、機関燃料通路P1を介してコモンレール12に供給する。コモンレール12は、サプライポンプ11から供給された高圧燃料を所定圧力に保持(蓄圧)する蓄圧室としての機能を有し、この蓄圧した燃料を各燃料噴射弁13に分配する。燃料噴射弁13は、その内部に電磁ソレノイド(図示略)を備えた電磁弁であり、適宜開弁して燃焼室20内に燃料を噴射供給する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

他方、サプライポンプ 1 1 は、燃料タンクから汲み上げた燃料の一部を添加燃料通路 P 2 を介して還元剤添加弁 1 7 に供給する。添加燃料通路 P 2 には、サプライポンプ 1 1 から還元剤添加弁 1 7 に向かって遮断弁 1 4 及び調量弁 1 6 が順次配設されている。遮断弁 1 4 は、緊急時において添加燃料通路 P 2 を遮断し、燃料供給を停止する。調量弁 1 6 は、還元剤添加弁 1 7 に供給する燃料の圧力（燃圧）P G を制御する。還元剤添加弁 1 7 は、燃料噴射弁 1 3 と同じくその内部に電磁ソレノイド（図示略）を備えた電磁弁であり、還元剤として機能する燃料を、適宜の量、適宜のタイミングで排気系 4 0 の触媒ケーシング 4 2 上流に添加供給する。

【 0 0 2 5 】

吸気系 3 0 は、各燃焼室 2 0 内に供給される吸入空気の通路（吸気通路）を形成する。一方、排気系 4 0 は、各燃焼室 2 0 から排出される排気ガスの通路（排気通路）を形成する。

【 0 0 2 6 】

また、このエンジン 1 には、周知の過給機（ターボチャージャ）5 0 が設けられている。ターボチャージャ 5 0 は、シャフト 5 1 を介して連結された 2 つのタービンホイール 5 2 , 5 3 を備える。一方のタービンホイール（吸気側タービンホイール）5 2 は、吸気系 3 0 内の吸気に晒され、他方のタービンホイール（排気側タービンホイール）5 3 は排気系 4 0 内の排気に晒される。このような構成を有するターボチャージャ 5 0 は、排気側タービンホイール 5 2 が受ける排気流（排気圧）を利用して吸気側タービンホイール 5 3 を回

【 0 0 2 7 】

吸気系 3 0 において、ターボチャージャ 5 0 に設けられたインタークーラ 3 1 は、過給によって昇温した吸入空気を強制冷却する。インタークーラ 3 1 よりもさらに下流に設けられたスロットル弁 3 2 は、その開度を無段階に調節することができる電子制御式の開閉弁であり、所定の条件下において吸入空気の流路面積を絞り、同吸入空気の供給量を調整（低減）する機能を有する。

【 0 0 2 8 】

また、エンジン 1 には、燃焼室 2 0 の上流（吸気系 3 0 ）及び下流（排気系 4 0 ）をバイパスする排気還流通路（E G R 通路）6 0 が形成されている。この E G R 通路 6 0 は、排気の一部を適宜吸気系 3 0 に戻す機能を有する。E G R 通路 6 0 には、電子制御によって無段階に開閉され、同通路を流れる排気流量を自在に調整することができる E G R 弁 6 1 と、E G R 通路 6 0 を通過（還流）する排気を冷却するための E G R クーラ 6 2 が設けられている。

【 0 0 2 9 】

また、排気系 4 0 において、同排気系 4 0 及び E G R 通路 6 0 の連絡部位の下流には、吸蔵還元型 N O x 触媒（以下、単に触媒という）4 1 を収容した触媒ケーシング 4 2 が設けられている。触媒ケーシング 4 2 に収容された触媒 4 1 は、例えばアルミナ（ $A l_2 O_3$ ）を担体とし、この担体上に例えばカリウム（K）、ナトリウム（Na）、リチウム（Li）、セシウム Cs のようなアルカリ金属、バリウム Ba、カルシウム Ca のようなアルカリ土類、ランタン（La）、或いはイットリウム（Y）のような希土類と、白金 Pt のような貴金属とが担持されることによって構成される。

【 0 0 3 0 】

この触媒 4 1 は、排気中に多量の酸素が存在している状態においては N O x を吸収し、還元成分（例えば燃料の未燃成分（HC））が多量に存在している状態においては N O x を N O₂ 若しくは N O に還元して放出する。N O₂ や N O として放出された N O x は、排気中の HC や C O と速やかに反応することによってさらに還元され N₂ となる。ちなみに HC や C O は、N O₂ や N O を還元することで、自身は酸化され H₂O や C O₂ となる。すなわち、触媒ケーシング 4 2（触媒 4 1）に導入される排気中の酸素濃度や HC 成分を適宜調整すれば、排気中の HC、C O、N O x を浄化することができることになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

また、エンジン 1 の各部位には、各種センサが取り付けられており、当該部位の環境条件や、エンジン 1 の運転状態に関する信号を出力する。

【 0 0 3 2 】

すなわち、レール圧センサ 7 0 は、コモンレール 1 2 内に蓄えられている燃料の圧力に応じた検出信号を出力する。燃圧センサ 7 1 は、添加燃料通路 P 2 内を流通する燃料のうち、調量弁 1 6 を介して還元剤添加弁 1 7 に導入される燃料の圧力（燃圧）P G に応じた検出信号を出力する。エアフロメータ 7 2 は、吸気系 3 0 内のスロットル弁 3 2 下流において吸入空気の流量（吸気量）G a に応じた検出信号を出力する。空燃比（A / F）センサ 7 3 は、排気系 4 0 の触媒ケーシング 4 2 下流において排気中の酸素濃度に応じて連続的に変化する検出信号を出力する。排気温度センサ 7 4 は、同じく排気系 4 0 の触媒ケーシング 4 2 下流において排気の温度（排気温度）T E X に応じた検出信号を出力する。N O x センサ 7 5 は、同じく排気系 4 0 の触媒 4 1 下流において排気中の N O x 濃度 C N O x に応じて連続的に変化する検出信号を出力する。

10

【 0 0 3 3 】

また、アクセルポジションセンサ 7 6 はエンジン 1 のアクセルペダル（図示略）に取り付けられ、同ペダルの踏み込み量 A C C に応じた検出信号を出力する。クランク角センサ 7 7 は、エンジン 1 の出力軸（クランクシャフト）が一定角度回転する毎に検出信号（パルス）を出力する。これら各センサ 7 0 ~ 7 7 は、電子制御装置（E C U）8 0 と電気的に接続されている。

20

【 0 0 3 4 】

E C U 8 0 は、中央処理装置（C P U）8 1、読み出し専用メモリ（R O M）8 2、ランダムアクセスメモリ（R A M）8 3 及びバックアップ R A M 8 4、タイマーカウンタ 8 5 等を備え、これら各部 8 1 ~ 8 5 と、A / D 変換器を含む外部入力回路 8 6 と、外部出力回路 8 7 とが双方向性バス 8 8 により接続されて構成される論理演算回路を備える。

【 0 0 3 5 】

このように構成された E C U 8 0 は、上記各種センサの検出信号を外部入力回路を介して入力し、これら信号に基づいてエンジン 1 の燃料噴射等についての基本制御を行う他、還元剤（還元剤として機能する燃料）の添加にかかる添加タイミングや供給量の決定等に関する還元剤添加制御等、エンジン 1 の運転状態に関する各種制御の実施を司る。

30

【 0 0 3 6 】

ここで、燃料噴射弁 1 3 を通じて各気筒に燃料を供給する他、還元剤添加弁 1 7 を通じて排気系 4 0 に燃料を添加する機能を備えた燃料供給系 1 0、排気系 4 0 に備えられた触媒 4 1、およびこれら燃料供給系 1 0 や触媒 4 1 の機能を制御する E C U 8 0 等は、併せて本実施の形態にかかるエンジン 1 の排気浄化装置を構成する。上記還元剤添加制御は、当該制御に関する指令信号を出力する E C U 8 0 を含め、この排気浄化装置を構成する各種部材が作動することによってなされる。

【 0 0 3 7 】

次に、本実施の形態にかかる還元剤添加制御の基本原理や制御手順等について詳述する。

【 0 0 3 8 】

一般に、ディーゼルエンジンでは、燃焼室内で燃焼に供される燃料及び空気の混合気の酸素濃度が、ほとんどの運転領域で高濃度状態にある。

40

【 0 0 3 9 】

燃焼に供される混合気の酸素濃度は、燃焼に供された酸素を差し引いてそのまま排気中の酸素濃度に反映されるのが通常であり、混合気中の酸素濃度（空燃比）が高ければ、排気中の酸素濃度も基本的には同様に高くなる（排気中の還元成分量は低くなる）。一方、上述したように、吸蔵還元型 N O x 触媒は排気中の酸素濃度が高ければ N O x を吸収し、酸素濃度が低ければ（還元成分量が高ければ）N O x を N O₂ 若しくは N O に還元して放出する特性を有するため、排気中の酸素が高濃度状態にある限り N O x を吸収することとなる。ただし、当該触媒の N O x 吸収量に限界量が存在し、同触媒が限界量の N O x を吸収

50

した状態では、排気中の NO_x が同触媒に吸収されず触媒ケーシングを素通りすることとなり、触媒41下流における NO_x 濃度が増大する。

【0040】

そこで、エンジン1のように還元剤添加弁17を備えた内燃機関では、適宜の時期に還元剤添加弁17を通じ排気系40の触媒41上流に還元剤として機能する燃料を添加することで、一時的に排気中の還元成分量(HC等)を増大させる。すると触媒41は、これまでに吸収した NO_x を NO_2 若しくは NO に還元して放出し、自身の NO_x 吸収能力を回復(再生)するようになり、その一方で、放出された NO_2 や NO がHCやCOと反応して速やかに N_2 に還元されることは、上述した通りである。

【0041】

ところで、排気系40内に添加供給される還元剤(燃料)は、それがどのような状態で排気系40へ添加されるかにより、排気系40内を移動して触媒41に達するまでの動態や、触媒41に及ぼす作用が異なる。例えば、還元剤添加弁17を通じて添加される噴霧の構成粒子が比較的小さく、その粒径が $10\mu\text{m}$ を下回るような場合、排気系40内に添加された還元剤は排気中に速やかに拡散しつつ触媒41に移送されることとなる。一方、還元剤添加弁17を通じて添加される噴霧が、概ね $10\mu\text{m}$ 以上の粒径の液滴によって形成されている場合、この液滴によって形成された噴霧は、排気中において濃い霧状の塊(局所的なリッチ雰囲気)を形成しつつ触媒ケーシング42に流入する。触媒ケーシング42に流入した還元剤は、その構成粒子(液体粒子)の粒径が大きいことに起因し、その大部分が触媒41の表面に速やかに付着する。すなわち、排気中に添加された還元剤の大部分が NO_x 触媒を素通りせず有効に作用するため、 NO_x 触媒に対し必要最小量の還元剤を効率的に作用させて NO_x の還元浄化を行うことができるようになる。

【0042】

本実施の形態にかかる排気浄化装置は、燃料供給系10等の各種構成部材を制御して、還元剤添加弁17を通じて排気系40に添加供給される還元剤に、液滴状の粒子の噴霧を形成させる。

【0043】

以下、本実施の形態にかかる排気浄化装置が実施する「還元剤添加制御」に関し、その具体的な処理手順についてフローチャートを参照して説明する。

【0044】

図2には、排気系40へ還元剤添加を行うにあたり、その添加量や添加時期を制御するために実施される「還元剤添加制御ルーチン」の処理内容を示す。このルーチン処理は、ECU80を通じてエンジン1の始動と同時にその実行が開始され、所定時間毎に繰り返される。

【0045】

処理がこのルーチンに移行すると、ECU80はまず、ステップS101において、触媒41下流の NO_x 濃度 C_{NO_x} や排気温度 T_{EX} の履歴、機関回転数 N_E 、或いはアクセルペダルの踏み込み量 A_{CC} 等といったエンジン1の運転状態を把握する。

【0046】

続くステップS102においてECU80は、上記ステップS101で把握したエンジン1の運転状態に関し、還元剤添加の実行条件、例えば以下の条件(A1)、(A2)、(A3)の全てが成立しているか否かを判断する。

【0047】

(A1) NO_x センサ75の検出信号が上昇して所定値を上回ったこと。これは、 NO_x 触媒41の吸蔵 NO_x が所定量を上回り、これを放出及び還元する必要が生じたことを意味する。

【0048】

(A2) 排気温度 T_{EX} が所定温度(例えば 250)を上回っていること。これは、触媒41が十分活性化された状態になる条件に相当する。

【0049】

10

20

30

40

50

(A 3) 機関回転数 $N E$ 及びアクセルペダルの踏み込み量 $A C C$ の関係等からエンジン 1 の運転状態が還元剤添加に適していると判断されること。

【 0 0 5 0 】

上記条件 (A 1) ~ (A 3) の全てが成立していれば、 E C U 8 0 はその処理をステップ S 1 0 3 に移行し、上記条件 (A 1) ~ (A 3) のうち何れか一方でも成立していなければ、本ルーチンを一旦抜ける。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 1 0 3 においては、還元剤添加弁 1 7 を開弁量を調整することにより、排気系 4 0 への還元剤添加を実施する。

【 0 0 5 2 】

ここで、還元剤添加弁 1 7 を通じて添加される添加燃料量 (総量) Q は、基本的には還元剤添加弁 1 7 の開弁時間 T (ミリ秒 ; $m s$)、およびその開弁時間中、燃料通路 P 2 を通じて還元剤添加弁 1 7 に付与される燃圧 P G の関数として、次式 (i) によって決定づけられる。

【 0 0 5 3 】

$$Q = f (T , P G) \quad \dots (i)$$

すなわち、 E C U 8 0 は、上記決定した添加燃料量 Q の燃料が排気系に添加供給されるように、添加燃料通路 P 2 内を流通する燃料の燃圧 P G に基づいて開弁時間 T を演算する。そして同じく上記決定された添加パターンに従って燃料が添加されるよう、所定のタイミングで、継続的、或いは断続的に還元剤添加弁 1 7 を通電制御することで、総計時間 (開弁時間) T に亘って同弁 1 7 を開弁させる。

【 0 0 5 4 】

なお、本実施の形態にかかる排気浄化装置では、還元剤添加弁 1 7 を通じて添加される還元剤が粒径 $50 \mu m$ 程度の液滴からなる噴霧を形成するように、調量弁 1 6 の開弁量を調整する (燃圧 P G を制御する)。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 1 0 3 を経た後、 E C U 8 0 は本ルーチンを一旦抜ける。

【 0 0 5 6 】

図 3 には、 $N O x$ 触媒下流に設けられた A / F センサ 7 3 の出力信号に基づいて算出される空燃比の推移について、従来の還元剤添加制御を実施した場合に観測される推移 (図 3 (a)) と、本実施の形態にかかる還元剤添加制御を実施した場合に観測される推移 (図 3 (b)) とを同一時間軸上に示すタイムチャートである。なお、両図において時間軸上に示す時刻 $t i$ は、還元剤の添加開始タイミングに相当する。また、本実施の形態にかかる制御と従来の制御とにおいて、還元剤添加弁を通じ単位時間当たりに添加される還元剤の量は同等であるものとする。

【 0 0 5 7 】

一般に、排気系内に還元剤が添加されると、排気中の還元成分量が增大して酸素量が減少することから、排気系に設けられた A / F センサの出力信号に基づいて把握される空燃比 (以下、単に空燃比という) は一時的に低下する (リッチ寄りに移行する) ことになる。

【 0 0 5 8 】

ここで、従来の制御によるように、粒径 $10 \mu m$ 未満の小さな液体粒子から形成される噴霧として還元剤を添加供給し、吸蔵 $N O x$ を還元する場合、空燃比が理論空燃比よりも下回る状態 (リッチとなる状態) を保持するように還元剤の添加を所定時間 $T 1$ 継続する必要がある (図 3 (a))。

【 0 0 5 9 】

これに対し、本実施の形態によるように、粒径の大きな液滴から形成される噴霧として還元剤を添加供給する場合、空燃比が理論空燃比よりも高い状態で、しかも比較的短時間 ($T 2$) 還元剤の添加を行うのみで、吸蔵 $N O x$ の還元に関して十分な効果の得られることが、発明者らによって確認されている (図 3 (b) 参照)。

【 0 0 6 0 】

10

20

30

40

50

また、従来の制御に伴う空燃比の推移（図3（a））と、本実施の形態にかかる制御に伴う空燃比の推移（図3（b））とを比較した場合、本実施の形態にかかる制御では、還元剤の添加開始タイミングである時刻 t_i 以降、リッチ寄りに移行する空燃比の低下速度（制御の実行に対する空燃比の応答速度に相当）が、従来の制御に伴う空燃比の低下速度に比べて大きい。

【0061】

すなわち、本実施の形態にかかる還元剤添加制御では、当該制御に伴う見かけ上の空燃比の低下量は小さくても（周囲がリーン雰囲気であっても）、液滴の粒子（比較的大型の粒子）から形成される噴霧として排気系に添加された還元剤が排気中に局所的なリッチ雰囲気を形成し、この局所的なリッチ雰囲気が直接的且つ速やかに（瞬時に） NO_x 触媒に作用する。この結果、 NO_x 触媒に対し必要最小量の還元剤を効率的に作用させて吸蔵 NO_x の還元浄化を行うことができるようになる。

10

【0062】

さらに付言すれば、本実施の形態にかかる制御を実施することで排気中に局所的なリッチ雰囲気が形成されていても、その周囲はリーン雰囲気に保持されるため、 NO_x 触媒の下流に、例えばリーン雰囲気で還元剤の酸化を促す酸化触媒を配することにより、 NO_x 触媒を素通りした還元剤の過剰分を確実に浄化するといった構成構築することも容易である。

【0063】

なお、上記還元剤添加制御において採用する液滴（還元剤）の粒径としては、適用される還元剤の物理的・化学的特性、排気の性状、或いは触媒41の特質や状態によっても異なるが、少なくとも $10\ \mu\text{m}$ 以上、好ましくは $20\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ 程度、さらに好ましくは $50\ \mu\text{m}$ 近傍の値が採用される。

20

（第2の実施の形態）

次に、本発明を具体化した第2の実施の形態について、上記第1の実施の形態と異なる点を中心に説明する。

【0064】

なお、当該第2の実施の形態にかかる排気浄化装置は、第1の実施の形態にかかるエンジン1（図1）と同様の機能及び構造を有する内燃機関を適用対象とする。このため、適用対象となる内燃機関や排気浄化装置の構成要素として共通の機能を有するものについては、第1の実施の形態で用いた符号と同一の符号を用い、ここでの重複する説明は割愛する。

30

【0065】

本実施の形態にかかる排気浄化装置は、還元剤添加弁17を通じて添加される還元剤の噴霧を形成する液滴の粒径を、 NO_x 触媒41の床温に応じて変更するといった点で、第1の実施の形態とは異なる還元剤添加制御を行う。

【0066】

図4には、本実施の形態にかかるECU80が、排気系40へ還元剤添加を行うにあたりその添加量や添加時期を制御するために実施する「還元剤添加制御ルーチン」の処理内容を示す。

40

【0067】

本ルーチンにおいて、ステップS201、S202各々における処理内容は、第1の実施の形態にかかる「還元剤添加制御ルーチン」（図2）のステップS101、S102各々における処理内容と基本的には同等である。ただし、ステップS201では、エンジン1の運転状態として、触媒41下流の NO_x 濃度 C_{NO_x} や排気温度 T_{EX} の履歴、機関回転数 N_E 、或いはアクセルペダルの踏み込み量 A_{CC} に加え、 NO_x 触媒41の床温を把握する。 NO_x 触媒の床温は、触媒ケーシング42に温度センサを設けて実測することとしてもよいし、排気温度 T_{EX} を基にアクセルペダルの踏み込み量 A_{CC} 等他のパラメータを加味して推定するようにしてもよい。

【0068】

50

続くステップS202において、還元剤添加の実行条件の全てが成立していると判断した場合、ECU80はステップS203において、上記ステップS201で把握したNOx触媒41の床温に基づき、今回の還元剤添加に採用する還元剤（液滴）の粒径を決定する。

【0069】

例えば図5には、液滴状の還元剤から形成される噴霧を排気系40に添加して触媒41内の吸蔵NOxを還元及び浄化する場合、噴霧を形成する液滴（還元剤）の粒径と、NOxの還元効率（浄化効率）との間の関係を示すグラフである。なお、同図中において、実線は触媒41の床温が相対的に低い条件（例えば250）に相当するものであり、破線は触媒41の床温が相対的に高い条件（例えば400）に相当するものである。同図に示すように、NOx浄化効率を最適化する液滴の粒径は、触媒41の床温に応じて異なる（点Q、Rを参照）。

10

【0070】

そこで、本実施の形態にかかる排気浄化装置（ECU80）は、NOxの浄化効率を最適化する液滴（還元剤）の粒径を触媒41の床温に対応する数値として例えばROM82に記憶しておき、上記ステップS203では、当該マップを参照して今回の還元剤添加に採用する還元剤（液滴）の粒径を決定する。

【0071】

これに続きECU80は、第1の実施の形態にかかる「還元剤添加制御ルーチン」（図2）のステップS103と同様、還元剤添加弁17や調量弁16を駆動することにより、所望の粒径の液滴から形成される還元剤の噴霧を排気系40に添加供給する（ステップS204）。

20

【0072】

ステップS204を経た後、ECU80は本ルーチンを一旦終了する。

【0073】

このように、本実施の形態にかかる排気浄化装置によれば、液滴状の還元剤を活用した吸蔵NOxの還元浄化に際し、NOx触媒の浄化効率を決定づける2つの支配的なパラメータ（液滴の粒径及び触媒反応の温度条件）の関係から、NOx触媒の浄化効率が最適化されることになる。よって、NOx触媒の機能に対し支配的な環境条件（温度条件）が変動したとしても、液滴状の還元剤の噴霧を適用して得られる高い排気浄化率が恒常的に確保されるようになる。このことは、リーン雰囲気混合気を機関燃焼に供する機会が多く、排気温度の変動が激しいこの種の内燃機関にとって、上記第1の実施の形態で説明した液滴状還元剤の添加による効率が、顕著に高められることを意味する。

30

【0074】

なお、本実施の形態においては、触媒41の床温に応じて還元剤添加弁を通じて添加する液滴（還元剤）の粒径を変更することとしたが、これに替え、或いはこれに加え、排気温度TEXに応じて液滴の粒径を変更する制御構造を適用してもよい。

【0075】

また、上記各実施の形態においては、還元剤としてディーゼルエンジンの燃料（軽油）を適用することとしたが、NOxを還元する機能を有する還元成分として、排気中に液滴として存在し得るものであれば、他の還元剤、例えばガソリン、灯油等を用いても構わない。

40

【0076】

また、上記各実施の形態においては、燃料タンクからコモンレール12へ燃料を供給するサプライポンプ11を用いて、サプライポンプ11の汲み上げた燃料の一部を排気系40内に添加供給する装置構成を適用することとした。しかし、こうした装置構成に限らず、例えば添加燃料を燃料タンク、或いは他の燃料（還元剤）供給源から供給する独立した供給系を備える装置構成を適用してもよい。

【0077】

また、上記各実施の形態においては、本発明の排気浄化装置を内燃機関としての直列4気

50

筒のディーゼルエンジン 1 に適用することとしたが、希薄燃焼を行うガソリンエンジンにも好適に本発明を適用することができる。また、直列 4 気筒の内燃機関に限らず、搭載気筒数の異なる内燃機関にも本発明を適用することはできる。

【 0 0 7 8 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、排気中に添加された還元剤の拡散が抑制され、添加された還元剤が、排気中に比較的濃い霧状の塊（局所的なリッチ雰囲気）を形成しつつ前記 NO_x 触媒まで移送されるようになることから、NO_x 触媒に対し必要最小量の還元剤を効率的に作用させて NO_x の還元浄化を行うことができるようになる。

【 0 0 7 9 】

また、NO_x 触媒を素通りした還元剤の過剰分を確実に浄化することが容易となる。

【 0 0 8 0 】

また、NO_x 触媒に対し必要最小量の還元剤を効率的に作用させて NO_x の還元浄化を行う上で、最適な条件が容易に設定されるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態にかかるディーゼルエンジンシステムを示す概略構成図。

【図 2】第 1 の実施の形態にかかる還元剤添加制御手順を示すフローチャート。

【図 3】還元剤添加制御の実施に際し、触媒下流の空燃比センサの出力に基づいて算出される空燃比の推移を示すタイムチャート。

【図 4】本発明の第 2 の実施の形態にかかる還元剤添加制御手順を示すフローチャート。

【図 5】添加される還元剤の粒径と、NO_x 浄化率との関係を示すグラフ。

【符号の説明】

1 ディーゼルエンジン（内燃機関）

1 0 燃料供給系

1 1 サプライポンプ

1 2 コモンレール

1 3 燃料噴射弁

1 4 遮断弁

1 6 調量弁

1 7 還元剤噴射弁

2 0 燃焼室

3 0 吸気系

3 1 インタークーラ

3 2 スロットル弁

4 0 排気系

4 1 吸蔵還元型 NO_x 触媒（NO_x 触媒）

4 2 触媒ケーシング

5 0 ターボチャージャ

5 1 シャフト

5 2 排気側タービンホイール

5 3 吸気側タービンホイール

6 0 EGR 通路

6 1 EGR 弁

6 2 EGR クーラ

7 0 レール圧センサ

7 1 燃圧センサ

7 2 エアフロメータ

7 3 空燃比（A/F）センサ

7 4 排気温センサ

10

20

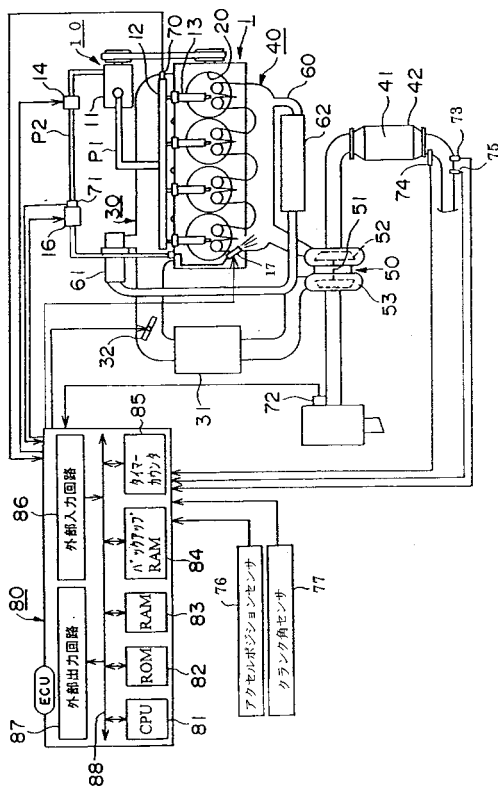
30

40

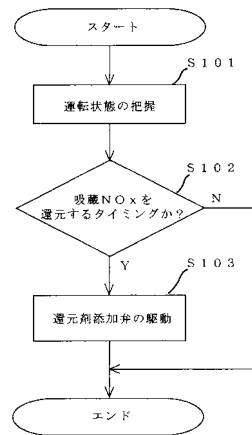
50

- 75 NOxセンサ
- 76 アクセルポジションセンサ
- 77 クランク角センサ
- 80 電子制御装置 (ECU)
- 81 中央処理装置 (CPU)
- 82 読み出し専用メモリ (ROM)
- 86 外部入力回路
- 87 外部出力回路
- 88 双方向性バス
- P1 機関燃料通路
- P2 添加燃料通路

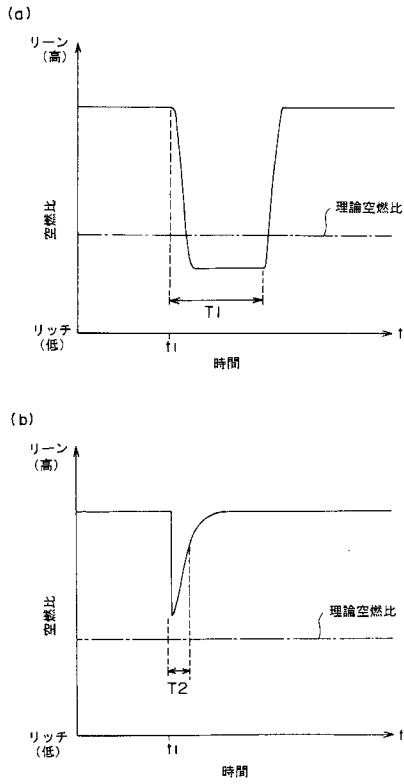
【図1】



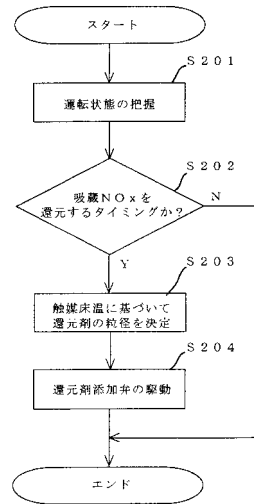
【図2】



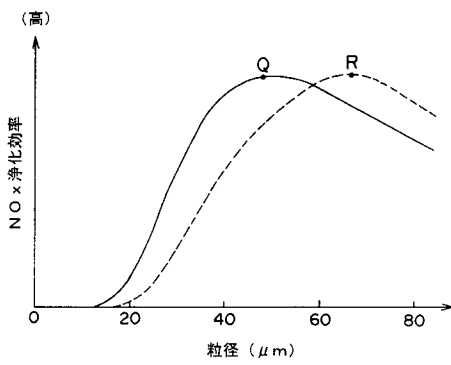
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 大木 久
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 林 孝太郎
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 曲田 尚史
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 小林 正明
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 柴田 大介
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 根上 秋彦
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 田原 淳
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 亀田 貴志

- (56)参考文献 特開平06-235318(JP,A)
特開2000-240429(JP,A)
特開平04-370311(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F01N 3/08 - 3/36