

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第5288055号
(P5288055)

(45) 発行日 平成25年9月11日(2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月14日(2013.6.14)

(51) Int.Cl.		F I	
FO1N	3/08 (2006.01)	FO1N	3/08 B
FO1N	3/36 (2006.01)	FO1N	3/36 ZABB
FO1N	3/28 (2006.01)	FO1N	3/28 J
BO1D	53/94 (2006.01)	FO1N	3/28 3O1W
		BO1D	53/36 1O1A

請求項の数 8 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2012-529046 (P2012-529046)
 (86) (22) 出願日 平成23年11月9日 (2011.11.9)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2011/075849
 審査請求日 平成24年6月26日 (2012.6.26)

(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 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100123582
 弁理士 三橋 真二
 (74) 代理人 100130133
 弁理士 曾根 太樹
 (74) 代理人 100147555
 弁理士 伊藤 公一

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】

機関排気通路内に排気に含まれるNO_xと炭化水素とを反応させるための排気浄化触媒を備え、排気浄化触媒は、機関排気通路に直列に接続された上流側触媒と下流側触媒とを含み、上流側触媒は酸化能力を有し、下流側触媒は、排気流通表面上に貴金属の触媒粒子が担持されていると共に触媒粒子の周りには塩基性の排気流通表面部分が形成されており、

排気浄化触媒は、排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲内の振幅および予め定められた範囲内の周期をもって振動させると排気中に含まれるNO_xを還元する性質を有すると共に、炭化水素濃度の振動周期を前記予め定められた範囲よりも長くすると排気中に含まれるNO_xの吸蔵量が増大する性質を有しており、

10

機関運転時に排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度を前記予め定められた範囲内の振幅および前記予め定められた範囲内の周期をもって振動させ、排気中に含まれるNO_xを排気浄化触媒において還元する制御を行なうように形成されており、

上流側触媒は、触媒粒子が担持された上流側基体と、上流側基体を収容する上流側容器とを含み、排気に含まれる炭化水素を部分酸化し、部分酸化された炭化水素を下流側触媒に供給し、

下流側触媒は、触媒粒子が担持された下流側基体と、下流側基体を収容する下流側容器と、下流側基体と下流側容器との間の隙間部により形成された排気の流路とを含み、

上流側容器は、下流側容器に接続されており、

20

上流側基体から流出する部分酸化された炭化水素を含む排気が下流側容器の内部において複数の方向に向かって分割され、

分割された排気は、下流側基体と下流側容器との間の流路を流通した後に合流することにより混合され、混合された排気が下流側基体に流入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】

上流側基体の排気が流入する端面の面積は、下流側基体の排気が流入する端面の面積よりも小さく形成されている、請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】

上流側容器は、下流側容器の周方向の表面に接続されており、

上流側基体は、上流側基体から流出した排気が下流側基体の周方向の外面向かうように配置され、

上流側基体から流出した排気が下流側基体の周方向の外面向いて複数の方向に分割される、請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】

上流側触媒は、貴金属の触媒粒子を有し、排気に含まれる炭化水素を部分酸化し、部分酸化した炭化水素を下流側触媒に供給する、請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 5】

上流側基体は、排気の通路に沿って延びる軸線を有し、

下流側基体は、排気の通路に沿って延びる軸線を有し、

上流側基体は、上流側基体から流出する排気が下流側基体の出口側の端部に向かうように、上流側基体の軸線が下流側基体の軸線に対して傾斜するように配置されている、請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 6】

上流側基体の排気が流入する端面の面積は、下流側基体の排気が流入する端面の面積よりも小さく形成されている、請求項 5 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 7】

上流側容器は、下流側容器の周方向の表面に接続されており、

上流側基体は、上流側基体から流出した排気が下流側基体の周方向の外面向かうように配置され、

上流側基体から流出した排気が下流側基体の周方向の外面向いて複数の方向に分割される、請求項 5 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 8】

上流側触媒は、貴金属の触媒粒子を有し、排気に含まれる炭化水素を部分酸化し、部分酸化した炭化水素を下流側触媒に供給する、請求項 5 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ディーゼルエンジンやガソリンエンジンなどの内燃機関の排気には、例えば、一酸化炭素(CO)、未燃燃料(HC)、窒素酸化物(NO_x)または粒子状物質(PM: Particulate Matter)などの成分が含まれている。内燃機関には、これらの成分を浄化するために排気浄化装置が取り付けられる。

【0003】

従来の技術の排気浄化装置においては、排気を浄化する触媒の上流側に燃料等の添加剤を供給する添加弁を配置することが知られている。添加弁から添加剤を排気中に供給することにより、触媒に対して添加剤を供給することができる。

【0004】

10

20

30

40

50

特開2009-156067号公報においては、排気管の内部に燃料を添加する燃料添加弁を備える内燃機関の排気ガス浄化装置が開示されている。この公報には、燃料添加弁から噴射された燃料が通る排気管の内部に、添加剤を滞留させる添加剤滞留体が配置されることが開示されている。添加剤滞留体は、エンジンの運転に応じて添加剤を受ける面積が変更されることが開示されている。この装置では燃料添加弁と触媒との間で十分に混合させるスペースが確保されていなくても添加剤の霧化を促進できることが開示されている。

【0005】

特表2007-514104号公報においては、粒子状物質フィルタと、粒子状物質フィルタの入口に配置され、排気機構中を流れる排気の少なくとも一部を逸らすデフレクタとを備えるリーンバーン用の内燃機関の排気機構が開示されている。また、デフレクタは、円錐台形に形成されており、第一断面積を有する上流末端と、第二断面積を有する下流末端を有し、第二断面積が第一断面積よりも大きいことが開示されている。

10

【0006】

特開2009-030560号公報においては、還元触媒と還元剤噴射部とを備える内燃機関の排気浄化装置が開示されている。この排気浄化装置は、還元触媒の上流側に排気導入室が設けられている。排気は、排気導入室に流れ込む。還元触媒が配置された排気通路の入口側は、排気導入室内に向けて延設されている。延設された排気通路の端部には排気の通過孔が設けられたカバー部材が備えられている。排気導入室には還元剤噴射部が配置されている。カバー部材は還元剤及び排気を混合拡散させるためのミキサーを含むことが開示されている。この排気浄化装置では、還元剤が混合されている排気を均一に分散させて、還元触媒に供給できると開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2009-156067号公報

【特許文献2】特表2007-514104号公報

【特許文献3】特開2009-030560号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0008】

機関排気通路に燃料を供給する排気浄化装置においては、燃料を添加する添加弁の位置や排気管の形状等に依存して、排気管内に添加された燃料が触媒に到達するときに、局所的な濃度の偏りが生じている場合がある。すなわち、局所的に燃料の濃度が高い部分と低い部分とを有する排気が触媒に供給される場合がある。触媒に対して燃料の濃度が均一な排気が供給されない場合には、例えば、排気の浄化作用が濃度の高い部分に限定されてしまう虞がある。この結果、触媒全体の浄化率が低下する場合があった。または、局所的に燃料の濃度が高くなりすぎると、触媒をすり抜けるスリップが生じる場合があった。または、排気管内において燃料の濃度の偏りが生じることにより、燃料が排気管の壁面に付着する場合があった。

40

【0009】

上記の公報に開示されているように、触媒の上流側に、燃料の分散性を向上させる部材を配置することにより、触媒に対して燃料の濃度を均一化した排気を供給することができる。ところが、これらの分散性を向上させる部材は、排気管の内部に配置しなくてはならないために排気浄化装置が大きくなるという問題がある。また、排気管の内部に分散性を向上させる部材を配置するために、内燃機関の背圧が上昇してしまうという問題がある。すなわち、分散性を向上させる部材により流路断面積が小さくなり、排気浄化装置における圧力損失が大きくなるという問題が生じる。

【0010】

排気管の内部において燃料の濃度を均一化する構成としては、触媒の上流側の排気管を

50

長くすることができる。すなわち、排気が排気管内を流れる距離を大きくすることにより、燃料が含まれる排気を攪拌することができる。しかしながら、排気管を長くする構成では、排気浄化装置が大きくなったり、背圧が上昇したりする。また、排気管が長くなることにより、排気管の内面に付着する燃料の量も増えてしまうという問題が生じる。

【0011】

さらには、排気の浄化率を向上させるために触媒の容量を大きくすることができる。ところが、触媒の容量を大きくすると、排気浄化装置が大型になってしまうという問題が生じる。

【0012】

ところで、排気に含まれる窒素酸化物を除去する方法の一つとして、機関排気通路に NO_x 吸蔵触媒を配置することが知られている。 NO_x 吸蔵触媒は、流入する排気の空燃比がリーンの際には排気に含まれる NO_x を吸蔵し、流入する排気の空燃比がリッチになると吸蔵した NO_x を放出すると共に還元する機能を有する。ところが、 NO_x 吸蔵触媒は、高温になると NO_x の浄化率が低下する場合があった。

【0013】

本発明は、小型であり、 NO_x の浄化率に優れる内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の内燃機関の排気浄化装置は、機関排気通路内に排気に含まれる NO_x と炭化水素とを反応させるための排気浄化触媒を備える。排気浄化触媒は、機関排気通路に直列に接続された上流側触媒と下流側触媒とを含む。上流側触媒は酸化能力を有する。下流側触媒は、排気流通表面上に貴金属の触媒粒子が担持されていると共に触媒粒子の周りには塩基性の排気流通表面部分が形成されている。排気浄化触媒は、排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲内の振幅および予め定められた範囲内の周期をもって振動させると排気中に含まれる NO_x を還元する性質を有すると共に、炭化水素濃度の振動周期を上記予め定められた範囲よりも長くすると排気中に含まれる NO_x の吸蔵量が増大する性質を有している。機関運転時に排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度を上記予め定められた範囲内の振幅および上記予め定められた範囲内の周期をもって振動させ、排気中に含まれる NO_x を排気浄化触媒において還元する制御を行なうように形成されている。上流側触媒は、触媒粒子が担持された上流側基体と、上流側基体を収容する上流側容器とを含み、排気に含まれる炭化水素を部分酸化し、部分酸化された炭化水素を下流側触媒に供給する。下流側触媒は、触媒粒子が担持された下流側基体と、下流側基体を収容する下流側容器と、下流側基体と下流側容器との間の隙間部により形成された排気の流路とを含む。上流側容器は、下流側容器に接続されている。排気浄化装置は、上流側基体から流出する部分酸化された炭化水素を含む排気が下流側容器の内部において複数の方向に向かって分割され、分割された排気は、下流側基体と下流側容器との間の流路を流通した後、合流することにより混合され、混合された排気が下流側基体に流入する。

【0015】

上記発明においては、上流側基体の排気が流入する端面の面積は、下流側基体の排気が流入する端面の面積よりも小さく形成されていることが好ましい。

【0016】

上記発明においては、上流側容器は、下流側容器の周方向の表面に接続されており、上流側基体は、上流側基体から流出した排気が下流側基体の周方向の外面向かうように配置され、上流側基体から流出した排気が下流側基体の周方向の外面向かうように分割され、分割された排気は、下流側基体と下流側容器との間の流路を流通した後、合流することにより混合され、混合された排気が下流側基体に流入する。

【0017】

上記発明においては、上流側触媒は、貴金属の触媒粒子を有し、排気に含まれる炭化水素を部分酸化し、部分酸化した炭化水素を下流側触媒に供給することができる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、小型であり、 NO_x 浄化率に優れた内燃機関の排気浄化装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】実施の形態における圧縮着火式の内燃機関の全体図である。

【図2A】上流側触媒における触媒担体の表面部分の拡大略図である。

【図2B】下流側触媒における触媒担体の表面部分の拡大略図である。

【図3】上流側触媒における炭化水素の酸化反応を説明する図である。

【図4】第1の NO_x 浄化方法において、排気浄化触媒に流入する排気の空燃比の変化を示す図である。 10

【図5】第1の NO_x 浄化方法の NO_x 浄化率を示す図である。

【図6A】第1の NO_x 浄化方法の下流側触媒における活性 NO_x の生成および還元性中間体の反応を説明する拡大略図である。

【図6B】第1の NO_x 浄化方法の下流側触媒における還元性中間体の生成を説明する拡大略図である。

【図7A】第2の NO_x 浄化方法の下流側触媒における NO_x の吸蔵を説明する拡大略図である。

【図7B】第2の NO_x 浄化方法の下流側触媒における NO_x の放出および還元を説明する拡大略図である。 20

【図8】第2の NO_x 浄化方法において、下流側触媒に流入する排気の空燃比の変化を示す図である。

【図9】第2の NO_x 浄化方法の NO_x 浄化率を示す図である。

【図10】第1の NO_x 浄化方法において、排気浄化触媒に流入する排気の空燃比の変化を示すタイムチャートである。

【図11】第1の NO_x 浄化方法において、排気浄化触媒に流入する排気の空燃比の変化を示す他のタイムチャートである。

【図12】第1の NO_x 浄化方法において、排気浄化触媒の酸化力と要求最小空燃比 X との関係を示す図である。

【図13】第1の NO_x 浄化方法において、同一の NO_x 浄化率の得られる、排気中の酸素濃度と炭化水素濃度の振幅 H との関係を示す図である。 30

【図14】第1の NO_x 浄化方法において、炭化水素濃度の振幅 H と NO_x 浄化率との関係を示す図である。

【図15】第1の NO_x 浄化方法において、炭化水素濃度の振動周期 T と NO_x 浄化率との関係を示す図である。

【図16】第1の NO_x 浄化方法において、炭化水素供給量 W のマップを示す図である。

【図17】第2の NO_x 浄化方法において、排気浄化触媒に吸蔵される NO_x 量と排気浄化触媒に流入する排気の空燃比の変化を示す図である。

【図18】機関本体から排出される NO_x 量 $\text{NO}_x A$ のマップを示す図である。

【図19】第2の NO_x 浄化方法において、燃焼室における燃料噴射時期を示す図である 40

【図20】第2の NO_x 浄化方法において、炭化水素供給量 WR のマップを示す図である。

【図21】実施の形態における排気浄化装置の概略斜視図である。

【図22】実施の形態における排気浄化装置の第1の概略断面図である。

【図23】実施の形態における排気浄化装置の第2の概略断面図である。

【図24】実施の形態における他の排気浄化装置の概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

図1から図24を参照して、実施の形態における内燃機関の排気浄化装置について説明 50

する。本実施の形態においては、車両に取り付けられている圧縮着火式の内燃機関を例に取り上げて説明する。

【 0 0 2 1 】

図 1 は、本実施の形態における内燃機関の全体図である。内燃機関は、機関本体 1 を備える。また、内燃機関は、排気を浄化する排気浄化装置を備える。機関本体 1 は、各気筒としての燃焼室 2 と、それぞれの燃焼室 2 に燃料を噴射するための電子制御式の燃料噴射弁 3 と、吸気マニホールド 4 と、排気マニホールド 5 とを含む。

【 0 0 2 2 】

吸気マニホールド 4 は、吸気ダクト 6 を介して排気ターボチャージャ 7 のコンプレッサ 7 a の出口に連結されている。コンプレッサ 7 a の入口は、吸入空気量検出器 8 を介してエアクリーナ 9 に連結されている。吸気ダクト 6 内にはステップモータにより駆動されるスロットル弁 1 0 が配置されている。更に、吸気ダクト 6 の途中には、吸気ダクト 6 内を流れる吸入空気を冷却するための冷却装置 1 1 が配置されている。図 1 に示される実施例では、機関冷却水が冷却装置 1 1 に導かれている。機関冷却水によって吸入空気が冷却される。

【 0 0 2 3 】

一方、排気マニホールド 5 は、排気ターボチャージャ 7 の排気タービン 7 b の入口に連結されている。本実施の形態における排気浄化装置は、排気に含まれる NO_x を浄化する排気浄化触媒 1 3 と、排気に含まれる粒子状物質を捕集するパティキュレートフィルタ 1 4 とを備える。排気浄化触媒 1 3 は、排気に含まれる NO_x と炭化水素とを反応させる。本実施の形態における排気浄化触媒 1 3 は、上流側触媒 6 1 と下流側触媒 6 2 とを含む。排気浄化触媒 1 3 は、排気管 1 2 を介して排気タービン 7 b の出口に連結されている。排気浄化触媒 1 3 は、パティキュレートフィルタ 1 4 に連結されている。パティキュレートフィルタ 1 4 は、排気管 6 4 に連結されている。

【 0 0 2 4 】

排気浄化触媒 1 3 の上流には圧縮着火式内燃機関の燃料として用いられる軽油、又は、その他の燃料からなる炭化水素を供給するための炭化水素供給弁 1 5 が配置されている。本実施の形態においては、炭化水素供給弁 1 5 から供給される炭化水素として軽油が用いられている。なお、本発明は、燃焼時の空燃比がリーンに制御される火花点火式の内燃機関にも適用することができる。この場合、炭化水素供給弁からは火花点火式の内燃機関の燃料として用いられるガソリン又は、その他の燃料からなる炭化水素が供給される。

【 0 0 2 5 】

排気マニホールド 5 と吸気マニホールド 4 との間には、排気再循環 (E G R) を行うために E G R 通路 1 6 が配置されている。E G R 通路 1 6 には電子制御式の E G R 制御弁 1 7 が配置されている。また、E G R 通路 1 6 の途中には E G R 通路 1 6 内を流れる E G R ガスを冷却するための冷却装置 1 8 が配置されている。図 1 に示される実施例では機関冷却水が冷却装置 1 8 内に導かれている。機関冷却水によって E G R ガスが冷却される。

【 0 0 2 6 】

それぞれの燃料噴射弁 3 は、燃料供給管 1 9 を介してコモンレール 2 0 に連結されている。コモンレール 2 0 は、電子制御式の吐出量可変な燃料ポンプ 2 1 を介して燃料タンク 2 2 に連結されている。燃料タンク 2 2 に貯蔵される燃料は、燃料ポンプ 2 1 によってコモンレール 2 0 内に供給される。コモンレール 2 0 内に供給された燃料は、それぞれの燃料供給管 1 9 を介して燃料噴射弁 3 に供給される。

【 0 0 2 7 】

本実施の形態における電子制御ユニット 3 0 は、デジタルコンピュータからなる。本実施の形態における電子制御ユニット 3 0 は、排気浄化装置の制御装置として機能する。電子制御ユニット 3 0 は、双方性バス 3 1 によって互いに接続された ROM (リードオンリメモリ) 3 2、RAM (ランダムアクセスメモリ) 3 3、CPU (マイクロプロセッサ) 3 4、入力ポート 3 5 および出力ポート 3 6 を含む。ROM 3 2 は、読み込み専用の記憶装置である。ROM 3 2 には、制御を行なうための必要なマップ等の情報が予め記憶され

10

20

30

40

50

ている。CPU 34は、任意の演算や判別を行なうことができる。RAM 33は、読み書きが可能な記憶装置である。RAM 33は、運転履歴などの情報を保存したり、演算結果を保存したりすることができる。

【0028】

排気浄化触媒13の下流側触媒62の下流には、下流側触媒62の温度を検出するための温度センサ23が取付けられている。また、パティキュレートフィルタ14の下流にはパティキュレートフィルタ14の温度を検出するための温度センサ25が取付けられている。これらの温度センサ23, 25および吸入空気量検出器8の出力信号は、夫々対応するAD変換器37を介して入力ポート35に入力される。

【0029】

また、アクセルペダル40にはアクセルペダル40の踏み量に比例した出力電圧を発生する負荷センサ41が接続されている。負荷センサ41の出力電圧は対応するAD変換器37を介して入力ポート35に入力される。更に入力ポート35にはクランクシャフトが例えば15°回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ42が接続される。クランク角センサ42の出力により、クランク角度や機関回転数を検出することができる。一方、出力ポート36は、対応する駆動回路38を介して燃料噴射弁3、スロットル弁10の駆動用ステップモータ、炭化水素供給弁15、EGR制御弁17および燃料ポンプ21に接続されている。これらの燃料噴射弁3、スロットル弁10、炭化水素供給弁15およびEGR制御弁17等は、電子制御ユニット30により制御されている。

【0030】

パティキュレートフィルタ14は、排気中に含まれる炭素微粒子、サルフェート等の粒子状物質(パティキュレート)を除去するフィルタである。パティキュレートフィルタ14は、例えば、ハニカム構造を有し、ガスの流れ方向に伸びる複数の流路を有する。複数の流路において、下流端が封止された流路と上流端が封止された流路とが交互に形成されている。流路の隔壁は、コージライトのような多孔質材料で形成されている。この隔壁を排気が通過するときパティキュレートが捕捉される。排気に含まれる粒子状物質は、パティキュレートフィルタ14に捕集されて酸化される。パティキュレートフィルタ14に次第に堆積する粒子状物質は、空気過剰の雰囲気中で温度を例えば650°程度まで上昇することにより酸化されて除去される。

【0031】

図2Aは、排気浄化触媒の上流側触媒の基体上に担持された触媒担体の表面部分を図解的に示している。上流側触媒61は、酸化能力を有する触媒から構成されている。本実施の形態における上流側触媒61は、酸素貯蔵能力を有する三元触媒と同様の構成を有する。三元触媒は、流入する排気の空燃比が理論空燃比となるようにフィードバック制御されたときに排気中に含まれるHC, COおよびNO_xを同時に低減する機能を有する。図2Aに示されるように、上流側触媒61の例えばアルミナからなる触媒担体50上には貴金属の触媒粒子51, 52が担持されている。図2Aに示される例では、触媒粒子51は白金Ptからなり、触媒粒子52は、ロジウムRhからなる。

【0032】

一方、図2Aに示される例では上流側触媒61の触媒担体50はセリウムCeを含んでいる。このセリウムCeは酸素が過剰な酸化雰囲気のもとでは酸素を取込んでセリアCeO₂の形となり、還元雰囲気のもとでは酸素を放出してCe₂O₃の形をとる。即ち、触媒担体50は酸化雰囲気のもとでは酸素を吸収し、還元雰囲気のもとでは酸素を放出する。このように、本実施の形態における触媒担体50は、酸素の吸放出機能を有する。触媒担体50が酸素の吸放出機能を有さない場合には排気中の酸素濃度が減少すると上流側触媒61が有する酸化力は弱まる。

【0033】

これに対し、触媒担体50が酸素の吸放出機能を有する場合には排気の酸素濃度が少なくなると触媒担体50から酸素が放出され、しかもこの酸素は極めて活性が高い。従って触媒担体50が酸素の吸放出機能を有しているときには、即ち上流側触媒61が酸素貯蔵

10

20

30

40

50

能力を有しているときには排気の空燃比がリッチになったとしても上流側触媒 6 1 は高い酸化力を有することになる。

【 0 0 3 4 】

図 2 B は、下流側触媒の基体上に担持された触媒担体の表面部分を図解的に示している。下流側触媒 6 2 では、例えばアルミナからなる触媒担体 5 4 上には貴金属の触媒粒子 5 5 , 5 6 が担持されており、更にこの触媒担体 5 4 上にはカリウム K、ナトリウム Na、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金属、ランタノイドのような希土類および銀 Ag、銅 Cu、鉄 Fe、イリジウム Ir のような NO_x に電子を供与しうる金属から選ばれた少くとも一つを含む塩基性層 5 7 が形成されている。排気は触媒担体 5 4 上に沿って流れるので触媒粒子 5 5 , 5 6 は下流側触媒 6 2 の排気流通表面上に担持されていると言える。また、塩基性層 5 7 の表面は塩基性を呈するので、塩基性層 5 7 の表面は塩基性の排気流通表面部分 5 8 と称される。

10

【 0 0 3 5 】

一方、図 2 B において、貴金属の触媒粒子 5 5 は白金 Pt からなり、貴金属の触媒粒子 5 6 はロジウム Rh からなる。即ち、触媒担体 5 4 に担持されている触媒粒子 5 5 , 5 6 は白金 Pt およびロジウム Rh から構成されている。なお、下流側触媒 6 2 の触媒担体 5 4 上には白金 Pt およびロジウム Rh に加えて更にパラジウム Pd を担持させることができるし、或いはロジウム Rh に代えてパラジウム Pd を担持させることができる。即ち、触媒担体 5 4 に担持されている触媒粒子 5 5 , 5 6 は、白金 Pt と、ロジウム Rh およびパラジウム Pd の少なくとも一方とにより構成される。

20

【 0 0 3 6 】

図 3 は、排気浄化触媒の上流側触媒の基体上に担持された触媒担体の表面部分を図解的に示している。炭化水素供給弁 1 5 から排気中に炭化水素が噴射されると、炭化水素は上流側触媒 6 1 において改質される。即ち、炭化水素供給弁 1 5 から噴射された炭化水素 HC は上流側触媒 6 1 の触媒作用によって炭素数の少ないラジカル状の炭化水素 HC となる。本発明ではこのとき改質された炭化水素を用いて下流側触媒 6 2 において NO_x を浄化するようにしている。なお、このとき上流側触媒 6 1 の触媒担体 5 0 上が還元雰囲気になると、図 3 において図解的に示されるように触媒担体 5 0 から酸素が放出され、この放出された酸化によって炭化水素が炭素数の少ないラジカル状の炭化水素に改質される。

【 0 0 3 7 】

また、燃料噴射弁 3 から燃焼室 2 内に燃料、即ち炭化水素を膨張行程の後半或いは排気行程中に噴射してもこの炭化水素は燃焼室 2 内又は上流側触媒 6 1 において改質され、排気中に含まれる NO_x はこの改質された炭化水素によって浄化される。従って本発明では炭化水素供給弁 1 5 から機関排気通路内に炭化水素を供給する代わりに、膨張行程に後半或いは排気行程中に燃焼室 2 内に炭化水素を供給することもできる。このように本発明では炭化水素を燃焼室 2 内に供給することもできるが、以下炭化水素を炭化水素供給弁 1 5 から機関排気通路内に噴射するようにした場合を例にとって本発明を説明する。

30

【 0 0 3 8 】

図 4 は炭化水素供給弁 1 5 からの炭化水素の供給タイミングと排気浄化触媒 1 3 に流入する排気空燃比 (A / F) in の変化とを示している。なお、この空燃比 (A / F) in の変化は排気浄化触媒 1 3 に流入する排気中の炭化水素の濃度変化に依存しているので図 4 に示される空燃比 (A / F) in の変化は炭化水素の濃度変化を表しているとも言える。ただし、炭化水素濃度が高くなると空燃比 (A / F) in は小さくなるので図 4 においては空燃比 (A / F) in がリッチ側となるほど炭化水素濃度が高くなっている。

40

【 0 0 3 9 】

図 5 は、排気浄化触媒 1 3 に流入する炭化水素の濃度を周期的に変化させることによって図 4 に示されるように排気浄化触媒 1 3 への流入排気空燃比 (A / F) in を変化させたときの排気浄化触媒 1 3 による NO_x 浄化率を排気浄化触媒 1 3 の各触媒温度 TC に対して示している。本発明者は長い期間に亘って NO_x 浄化に関する研究を重ねており、その研究課程において、排気浄化触媒 1 3 に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲

50

内の振幅および予め定められた範囲内の周期でもって振動させると、図5に示されるように400以上の高温領域においても極めて高い NO_x 浄化率が得られることが判明したのである。

【0040】

更に、このときには、窒素および炭化水素を含む多量の還元性中間体が排気浄化触媒13内において生成され、この還元性中間体が高 NO_x 浄化率を得る上で中心的役割を果たしていることが判明したのである。

【0041】

次に、このことについて図6Aおよび図6Bを参照しつつ説明する。なお、図6Aおよび図6Bは、下流側触媒62の触媒担体54の表面部分を図解的に示している。図6Aおよび図6Bには、排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度が予め定められた範囲内の振幅および予め定められた範囲内の周期でもって振動させたときに生ずると推測される反応が示されている。

10

【0042】

図6Aは、排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度が低いときを示している。図4からわかるように、排気浄化触媒13に流入する排気の空燃比は一瞬を除いてリーンに維持されているので下流側触媒62に流入する排気は通常酸素過剰の状態にある。従って排気中に含まれる NO は触媒粒子55上において酸化されて NO_2 となり、次いでこの NO_2 は更に酸化されて NO_3 となる。また、 NO_2 の一部は NO_2^- となる。この場合、 NO_3 の生成量の方が NO_2^- の生成量よりもはるかに多い。従って触媒粒子55上には多量の NO_3 と少量の NO_2^- が生成されることになる。これら NO_3 および NO_2^- は活性が強く、以下これら NO_3 および NO_2^- を活性 NO_x と称する。これらの活性 NO_x は、塩基性層57の表面上に付着又は吸着することによって保持される。

20

【0043】

次に、炭化水素供給弁15から炭化水素が供給されると、図3に示したように、上流側触媒61では排気に含まれる炭化水素が部分酸化される。炭化水素は、上流側触媒61内において改質されてラジカル状になり、改質された炭化水素は下流側触媒62に供給される。

【0044】

図6Bは、炭化水素供給弁から炭化水素が供給されて排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度が高くなっているときを示している。下流側触媒62に流入する炭化水素の濃度が高くなると、活性 NO_x 周りの炭化水素濃度が高くなる。活性 NO_x 周りの炭化水素濃度が高くなると、活性 NO_x は触媒粒子上においてラジカル状の炭化水素 HC と反応し、それにより還元性中間体が生成される。

30

【0045】

なお、このとき最初に生成される還元性中間体はニトロ化合物 $\text{R}-\text{NO}_2$ であると考えられる。このニトロ化合物 $\text{R}-\text{NO}_2$ は生成されるとニトリル化合物 $\text{R}-\text{CN}$ となるがこのニトリル化合物 $\text{R}-\text{CN}$ はその状態では瞬時しか存続し得ないのでただちにイソシアネート化合物 $\text{R}-\text{NCO}$ となる。このイソシアネート化合物 $\text{R}-\text{NCO}$ は加水分解するとアミン化合物 $\text{R}-\text{NH}_2$ となる。ただしこの場合、加水分解されるのはイソシアネート化合物 $\text{R}-\text{NCO}$ の一部であると考えられる。従って図6Bに示されるように生成される還元性中間体の大部分はイソシアネート化合物 $\text{R}-\text{NCO}$ およびアミン化合物 $\text{R}-\text{NH}_2$ であると考えられる。下流側触媒62内にて生成された多量の還元性中間体は、塩基性層57の表面上に付着又は吸着される。

40

【0046】

次に、図6Aに示すように、排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度が低くなると、下流側触媒62では、活性 NO_x と生成された還元性中間体とが反応する。ところで、このように活性 NO_x が塩基性層57の表面上に保持された後、或いは活性 NO_x が生成された後、活性 NO_x 周りの酸素濃度が高い状態が一定時間以上継続すると活性 NO_x は酸化され、硝酸イオン NO_3^- の形で塩基性層57内に吸収される。しかしながらこの一

50

定時間が経過する前に還元性中間体が生成されると、図6Aに示されるように活性 NO_x は、還元性中間体 $\text{R}-\text{NCO}$ や $\text{R}-\text{NH}_2$ と反応して N_2 、 CO_2 、または H_2O となり、斯くして NO_x が浄化されることになる。なお、この場合、生成された還元性中間体が活性 NO_x と反応するまで、十分な量の還元性中間体 $\text{R}-\text{NCO}$ や $\text{R}-\text{NH}_2$ を塩基性層57の表面上に、即ち塩基性の排気流通表面部分58上保持しておかなければならず、そのために塩基性の排気流通表面部分58が設けられている。

【0047】

このように、排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度を一時的に高くすることにより還元性中間体を生成し、生成された還元性中間体を活性 NO_x と反応させることにより、 NO_x が浄化される。即ち、排気浄化触媒13により NO_x を浄化するには排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度を周期的に変化させる必要がある。

10

【0048】

無論、この場合、還元性中間体を生成するのに十分高い濃度まで炭化水素の濃度を高める必要がある。即ち、排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲内の振幅で振動させる必要がある。

【0049】

一方、炭化水素の供給周期を長くすると炭化水素が供給された後、次に炭化水素が供給されるまでの間において酸素濃度が高くなる期間が長くなり、従って活性 NO_x は還元性中間体を生成することなく硝酸塩の形で塩基性層57内に吸収されることになる。これを回避するためには排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲内の周期でもって振動させることが必要となる。因みに図4に示される例では噴射間隔が3秒とされている。

20

【0050】

上述したように炭化水素濃度の振動周期、即ち炭化水素 HC の供給周期を予め定められた範囲内の周期よりも長くすると下流側触媒62において活性 NO_x は図7Aに示されるように硝酸イオン NO_3^- の形で塩基性層57内に拡散し、硝酸塩となる。即ち、このときには排気中の NO_x は硝酸塩の形で塩基性層57内に吸収されることになる。

【0051】

一方、図7Bはこのように NO_x が硝酸塩の形で塩基性層57内に吸収されているときに排気浄化触媒13内に流入する排気の空燃比が理論空燃比又はリッチにされた場合を示している。この場合には排気中の酸素濃度が低下するために反応が逆方向($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2$)に進み、斯くして塩基性層57内に吸収されている硝酸塩は順次硝酸イオン NO_3^- となって図7Bに示されるように NO_2 の形で塩基性層57から放出される。次いで放出された NO_2 は排気中に含まれる炭化水素 HC および CO によって還元される。

30

【0052】

図8は、塩基性層57の NO_x 吸収能力が飽和する少し前に排気浄化触媒13に流入する排気空燃比(A/F)_{in}を一時的にリッチにするようにした場合を示している。なお、図8に示す例ではこのリッチ制御の時間間隔は1分以上である。この場合には排気空燃比(A/F)_{in}がリーンのときに塩基性層57内に吸収された NO_x は、排気空燃比(A/F)_{in}が一時的にリッチにされたときに塩基性層57から一気に放出されて還元される。従ってこの場合には塩基性層57は NO_x を一時的に吸収するための吸収剤の役目を果している。

40

【0053】

なお、このとき塩基性層57が NO_x を一時的に吸着する場合もあり、従って吸収および吸着の双方を含む用語として吸蔵という用語を用いると、このとき塩基性層57は NO_x を一時的に吸蔵するための NO_x 吸蔵剤の役目を果していることになる。即ち、この場合には、機関吸気通路、燃焼室2および上流側触媒61上流の排気通路内に供給された空気および燃料(炭化水素)の比を排気空燃比と称すると、下流側触媒62は、排気空燃比がリーンのときには NO_x を吸蔵し、排気中の酸素濃度が低下すると吸蔵した NO_x を放出する NO_x 吸蔵触媒として機能している。

50

【 0 0 5 4 】

図 9 は、排気浄化触媒をこのように NO_x 吸蔵触媒として機能させたときの NO_x 浄化率を示している。なお、図 9 の横軸は下流側触媒 6 2 の触媒温度 T_C を示している。排気浄化触媒 1 3 を NO_x 吸蔵触媒として機能させた場合には図 9 に示されるように下流側触媒 6 2 の温度 T_C が 3 0 0 から 4 0 0 のときには極めて高い NO_x 浄化率が得られるが触媒温度 T_C が 4 0 0 以上の高温になると NO_x 浄化率が低下する。

【 0 0 5 5 】

このように触媒温度 T_C が 4 0 0 以上になると NO_x 浄化率が低下するのは、触媒温度 T_C が 4 0 0 以上になると硝酸塩が熱分解して NO_2 の形で排気浄化触媒 1 3 から放出されるからである。即ち、 NO_x を硝酸塩の形で吸蔵している限り、触媒温度 T_C が高いときに高い NO_x 浄化率を得るのは困難である。しかしながら図 4 から図 6 A および図 6 B に示される新たな NO_x 浄化方法では図 6 A および図 6 B からわかるように硝酸塩は生成されず或いは生成されても極く微量であり、斯くして図 5 に示されるように触媒温度 T_C が高いときでも高い NO_x 浄化率が得られることになる。

【 0 0 5 6 】

このように、本実施の形態の排気浄化装置は、排気浄化触媒 1 3 に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲内の振幅および予め定められた範囲内の周期でもって振動させると排気中に含まれる NO_x を還元する性質を有すると共に、炭化水素濃度の振動周期を予め定められた範囲よりも長くすると排気中に含まれる NO_x の吸蔵量が増大する性質を有している。機関運転時に排気浄化触媒 1 3 に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲内の振幅および予め定められた範囲内の周期でもって振動させ、排気中に含まれる NO_x を排気浄化触媒 1 3 において還元する制御を行なうように形成されている。

【 0 0 5 7 】

即ち、図 4 から図 6 A および図 6 B に示される NO_x 浄化方法は、貴金属の触媒粒子を担持しかつ NO_x を吸収しうる塩基性層を形成した触媒を用いた場合において、ほとんど硝酸塩を形成することなく NO_x を浄化するようにした新たな NO_x 浄化方法であると言えることができる。実際、この新たな NO_x 浄化方法を用いた場合には排気浄化触媒 1 3 を NO_x 吸蔵触媒として機能させた場合に比べて、塩基性層 5 7 から検出される硝酸塩は極く微量である。なお、この新たな NO_x 浄化方法を以下、第 1 の NO_x 浄化方法と称する。

【 0 0 5 8 】

次に、図 1 0 から図 1 5 を参照しつつこの第 1 の NO_x 浄化方法についてもう少し詳細に説明する。

【 0 0 5 9 】

図 1 0 は図 4 に示される空燃比 (A / F) i_n の変化を拡大して示している。なお、前述したようにこの排気浄化触媒 1 3 に流入する排気空燃比 (A / F) i_n の変化は同時に排気浄化触媒 1 3 に流入する炭化水素の濃度変化を示している。なお、図 1 0 において H は排気浄化触媒 1 3 に流入する炭化水素 HC の濃度変化の振幅を示しており、 T は排気浄化触媒 1 3 に流入する炭化水素濃度の振動周期を示している。

【 0 0 6 0 】

更に図 1 0 において (A / F) b は機関出力を発生するための燃焼ガスの空燃比を示すベース空燃比を表している。言い換えるとこのベース空燃比 (A / F) b は炭化水素の供給を停止したときに排気浄化触媒 1 3 に流入する排気空燃比を表している。一方、図 1 0 において、 X は、活性 NO_x と改質された炭化水素から十分な量の還元性中間体を生成することができかつ活性 NO_x を硝酸塩の形で塩基性層 5 7 内に吸蔵させることなく還元性中間体と反応させることのできる空燃比 (A / F) i_n の上限を表しており、活性 NO_x と改質された炭化水素から十分な量の還元性中間体を生成させかつ活性 NO_x を硝酸塩の形で塩基性層 5 7 内に吸蔵させることなく還元性中間体と反応させるには空燃比 (A / F) i_n をこの空燃比の上限 X よりも低くすることが必要となる。

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

別の言い方をすると図10のXは、十分な量の還元性中間体を生成させかつ活性 NO_x を還元性中間体と反応させるのに必要な炭化水素の濃度の下限を表しており、十分な量の還元性中間体を生成させかつ活性 NO_x を還元性中間体と反応させるには炭化水素の濃度をこの下限Xよりも高くする必要がある。この場合、十分な量の還元性中間体が生成されかつ活性 NO_x が還元性中間体と反応するか否かは活性 NO_x 周りの酸素濃度と炭化水素濃度との比率、即ち空燃比(A/F)_{in}で決まり、十分な量の還元性中間体を生成させかつ活性 NO_x を還元性中間体と反応させるのに必要な上述の空燃比の上限Xを以下、要求最小空燃比と称する。

【0062】

図10に示される例では要求最小空燃比Xがリッチとなっており、従ってこの場合には十分な量の還元性中間体を生成させかつ活性 NO_x を還元性中間体と反応させるために空燃比(A/F)_{in}が瞬時的に要求最小空燃比X以下に、即ちリッチにされる。これに対し、図11に示される例では要求最小空燃比Xがリーンとなっている。この場合には空燃比(A/F)_{in}をリーンに維持しつつ空燃比(A/F)_{in}を周期的に低下させることによって十分な量の還元性中間体が生成されかつ活性 NO_x が還元性中間体と反応せしめられる。

10

【0063】

この場合、要求最小空燃比Xがリッチになるかリーンになるかは上流側触媒61の酸化力による。この場合、上流側触媒61は例えば貴金属の担持量を増大させれば酸化力が強まり、酸性を強めれば酸化力が強まる。従って上流側触媒61の酸化力は貴金属の担持量や酸性の強さによって変化することになる。

20

【0064】

さて、酸化力が強い上流側触媒61を用いた場合に図11に示されるように空燃比(A/F)_{in}をリーンに維持しつつ空燃比(A/F)_{in}を周期的に低下させると、空燃比(A/F)_{in}が低下せしめられたときに炭化水素が完全に酸化されてしまい、その結果還元性中間体を生成することができなくなる。これに対し、酸化力が強い上流側触媒61を用いた場合に図10に示されるように空燃比(A/F)_{in}を周期的にリッチにさせると空燃比(A/F)_{in}がリッチにされたときに炭化水素は完全に酸化されることなく部分酸化され、即ち炭化水素が改質され、斯くして十分な量の還元性中間体が生成されかつ活性 NO_x が還元性中間体と反応することになる。従って酸化力が強い上流側触媒61を用いた場合には要求最小空燃比Xはリッチにする必要がある。

30

【0065】

一方、酸化力が弱い上流側触媒61を用いた場合には図11に示されるように空燃比(A/F)_{in}をリーンに維持しつつ空燃比(A/F)_{in}を周期的に低下させると、炭化水素は完全に酸化されずに部分酸化され、即ち炭化水素が改質され、斯くして十分な量の還元性中間体が生成されかつ活性 NO_x が還元性中間体と反応せしめられる。これに対し、酸化力が弱い上流側触媒61を用いた場合に図10に示されるように空燃比(A/F)_{in}を周期的にリッチにさせると多量の炭化水素は酸化されることなく単に上流側触媒61から排出されることになり、斯くして無駄に消費される炭化水素量が増大することになる。従って酸化力が弱い上流側触媒61を用いた場合には要求最小空燃比Xはリーンにする必要がある。

40

【0066】

即ち、要求最小空燃比Xは図12に示されるように上流側触媒61の酸化力が強くなるほど低下させる必要があることがわかる。このように要求最小空燃比Xは上流側触媒61の酸化力によってリーンになったり、或いはリッチになったりするが、以下要求最小空燃比Xがリッチである場合を例にとり、排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度変化の振幅や排気浄化触媒13に流入する炭化水素濃度の振動周期について説明する。

【0067】

さて、ベース空燃比(A/F)_bが大きくなると、即ち炭化水素が供給される前の排気中の酸素濃度が高くなると空燃比(A/F)_{in}を要求最小空燃比X以下とするのに必要な

50

炭化水素の供給量が増大する。従って、炭化水素が供給される前の排気中の酸素濃度が高いほど炭化水素濃度の振幅を大きくする必要がある。

【 0 0 6 8 】

図 1 3 は同一の NO_x 浄化率が得られるときの、炭化水素が供給される前の排気中の酸素濃度と炭化水素濃度の振幅 H との関係を示している。図 1 3 から同一の NO_x 浄化率を得るためには炭化水素が供給される前の排気中の酸素濃度が高いほど炭化水素濃度の振幅 H を増大させる必要があることがわかる。即ち、同一の NO_x 浄化率を得るにはベース空燃比 (A/F) b が高くなるほど炭化水素濃度の振幅 H を増大させることが必要となる。別の言い方をすると、 NO_x を良好に浄化するためにはベース空燃比 (A/F) b が低くなるほど炭化水素濃度の振幅 H を減少させることができる。

10

【 0 0 6 9 】

ところでベース空燃比 (A/F) b が最も低くなるのは加速運転時であり、このとき炭化水素濃度の振幅 H が 2 0 0 p p m 程度あれば NO_x を良好に浄化することができる。ベース空燃比 (A/F) b は通常、加速運転時よりも大きく、従って図 1 4 に示されるように炭化水素濃度の振幅 H が 2 0 0 p p m 以上であれば良好な NO_x 浄化率を得ることができることになる。

【 0 0 7 0 】

一方、ベース空燃比 (A/F) b が最も高いときには炭化水素濃度の振幅 H を 1 0 0 0 0 p p m 程度にすれば良好な NO_x 浄化率が得られることがわかっている。従って本発明では炭化水素濃度の振幅の予め定められた範囲が 2 0 0 p p m から 1 0 0 0 0 p p m と

20

【 0 0 7 1 】

また、炭化水素濃度の振動周期 T が長くなると炭化水素が供給された後、次に炭化水素が供給される間、活性 NO_x 周りの酸素濃度が高くなる。この場合、炭化水素濃度の振動周期 T が 5 秒程度よりも長くなると活性 NO_x が硝酸塩の形で塩基性層 5 7 内に吸収され始め、従って図 1 5 に示されるように炭化水素濃度の振動周期 T が 5 秒程度よりも長くなると NO_x 浄化率が低下することになる。従って炭化水素濃度の振動周期 T は 5 秒以下とする必要がある。

【 0 0 7 2 】

一方、炭化水素濃度の振動周期 T がほぼ 0 . 3 秒以下になると供給された炭化水素が排気浄化触媒 1 3 上に堆積し始め、従って図 1 5 に示されるように炭化水素濃度の振動周期 T がほぼ 0 . 3 秒以下になると NO_x 浄化率が低下する。そこで本発明では炭化水素濃度の振動周期が 0 . 3 秒から 5 秒の間とされている。

30

【 0 0 7 3 】

さて、本発明では炭化水素供給弁 1 5 からの炭化水素供給量および噴射時期を変化させることによって炭化水素濃度の振幅 H および振動周期 T が機関の運転状態に応じた最適値となるように制御される。この場合、本発明による実施例ではこの最適な炭化水素濃度の振幅 H を得ることのできる炭化水素供給量 W が燃料噴射弁 3 からの噴射量 Q および機関回転数 N の関数として図 1 6 に示すようなマップの形で予め ROM 3 2 内に記憶されている。また、最適な炭化水素濃度の振動振幅 T 、即ち炭化水素の噴射周期 T も同様に噴射量 Q および機関回転数 N の関数としてマップの形で予め ROM 3 2 内に記憶されている。

40

【 0 0 7 4 】

次に図 1 7 から図 2 0 を参照しつつ排気浄化触媒 1 3 を NO_x 吸蔵触媒として機能させた場合の NO_x 浄化方法について具体的に説明する。このように排気浄化触媒 1 3 を NO_x 吸蔵触媒として機能させた場合の NO_x 浄化方法を以下、第 2 の NO_x 浄化方法と称する。

【 0 0 7 5 】

この第 2 の NO_x 浄化方法では図 1 7 に示されるように塩基性層 5 7 に吸蔵された吸蔵 NO_x 量 NO_x が予め定められた許容量 MAX を越えたときに排気浄化触媒 1 3 に流入

50

する排気の空燃比 (A/F)_{in}が一時的にリッチにされる。排気の空燃比 (A/F)_{in}がリッチにされると排気の空燃比 (A/F)_{in}がリーンになるときに塩基性層57内に吸蔵されたNO_xが塩基性層57から一気に放出されて還元される。それによってNO_xが浄化される。

【0076】

吸蔵NO_x量 NO_xは例えば機関から排出されるNO_x量から算出される。本発明による実施例では機関から単位時間当りに排出される排出NO_x量NO_xAが噴射量Qおよび機関回転数Nの関数として図18に示すようなマップの形で予めROM32内に記憶されており、この排出NO_x量NO_xAから吸蔵NO_x量 NO_xが算出される。この場合、前述したように排気の空燃比 (A/F)_{in}がリッチにされる周期は通常1分以上である。

10

【0077】

この第2のNO_x浄化方法では図19に示されるように燃焼室2内に燃料噴射弁3から燃焼用燃料Qに加え、追加の燃料WRを噴射することによって排気浄化触媒13に流入する排気の空燃比 (A/F)_{in}がリッチにされる。なお、図19の横軸はクランク角を示している。この追加の燃料WRは燃焼はするが機関出力となって現われない時期に、即ち圧縮上死点後ATDC90°の少し手前で噴射される。この燃料量WRは噴射量Qおよび機関回転数Nの関数として図20に示すようなマップの形で予めROM32内に記憶されている。無論、この場合炭化水素供給弁15からの炭化水素の供給量を増大させることによって排気の空燃比 (A/F)_{in}をリッチにすることもできる。

20

【0078】

さて、機関から排出されるNO_xを良好に浄化するためには機関から排出されるNO_x量が増大するほど炭化水素の供給量を増大する必要がある。ところがこのように炭化水素の供給量が増大されると排気浄化触媒13に流入する排気の空燃比 (A/F)_{in}は理論空燃比近くのリーンとなるか、或いはリッチになる。その結果、排気中の酸素濃度が低くなるために炭化水素の部分酸化反応が生じずらくなり、斯くして還元性中間体が生成されずらくなる。

【0079】

しかしながら、本実施の形態における上流側触媒61は、酸素貯蔵能力を有するために排気の酸素濃度が低下しても上流側触媒61から酸素が放出され、その結果炭化水素の部分酸化反応が活発に行われることになる。従って炭化水素の供給量が増大されても十分な量の還元性中間体が生成されかつ活性NO_xが還元性中間体と十分に反応せしめられるので良好なNO_x浄化率を確保できることになる。

30

【0080】

なお、本実施の形態における排気浄化触媒の上流側触媒は酸素吸蔵能力を有しているが、この形態に限られず、上流側触媒は酸素吸蔵能力を有していなくても構わない。また、本実施の形態における上流側触媒は、触媒粒子の構成が三元触媒の触媒粒子の構成と同様であるが、この形態に限られず、上流側触媒は酸化能力を発揮する任意の触媒粒子を担持することができる。すなわち、上流側触媒は、炭化水素を部分酸化して改質できる任意の触媒を採用することができる。たとえば、上流側触媒は、単一の貴金属の触媒粒子が担持

40

【0081】

次に、本実施の形態における排気浄化装置の構造について説明する。図21は、本実施の形態における排気浄化装置の概略斜視図である。図22は、本実施の形態における排気浄化装置の第1の概略断面図である。図22は、下流側触媒の軸方向に平行な面で切断した時の断面図である。図23は、本実施の形態における排気浄化装置の第2の概略断面図である。図23は、下流側触媒の軸方向に垂直な方向に延びる面で切断したときの断面図である。

【0082】

図21から図23を参照して、上流側触媒61と下流側触媒62とは機関排気通路にお

50

いて直列に接続されている。下流側触媒 6 2 は、上流側触媒 6 1 よりも下流側に配置されている。本実施の形態におけるパーティキュレートフィルタ 1 4 は、下流側触媒 6 2 の下流側に配置されている。

【 0 0 8 3 】

上流側触媒 6 1 は、触媒粒子 5 1 , 5 2 が担持された上流側基体 6 1 a と、上流側基体 6 1 a を収容する上流側容器 6 1 b とを含む。本実施の形態における上流側基体 6 1 a は、八ニカム構造に形成されている。本実施の形態における上流側基体 6 1 a は、円柱状に形成されている。上流側基体 6 1 a の内部には、軸方向に沿って複数の通路が形成されている。それぞれの排気の通路の壁面には、触媒粒子 5 1 , 5 2 が担持された触媒担体 5 0 が配置されている。上流側基体 6 1 a は、上流側容器 6 1 b の内面に密着するように形成されている。すなわち、上流側触媒 6 1 に流入する排気は、全てが上流側基体 6 1 a に形成された排気の通路を流通するように形成されている。

10

【 0 0 8 4 】

上流側触媒 6 1 は、排気管 1 2 に接続されている。上流側容器 6 1 b の内部において、上流側基体 6 1 a の上流側には、流入する排気が拡散するための空間 6 6 が形成されている。本実施の形態における炭化水素供給弁 1 5 は、上流側触媒 6 1 の近傍に配置されている。

【 0 0 8 5 】

下流側触媒 6 2 は、触媒粒子 5 5 , 5 6 が担持された下流側基体 6 2 a と、下流側基体 6 2 a を収容する下流側容器 6 2 b とを含む。本実施の形態における下流側基体 6 2 a は、八ニカム構造に形成されている。本実施の形態における下流側基体 6 2 a は、円柱状に形成されている。下流側基体 6 2 a の内部には、軸方向に沿って複数の通路が形成されている。それぞれの排気の通路の壁面には、触媒粒子 5 5 , 5 6 が担持されている触媒担体 5 4 が配置されている。

20

【 0 0 8 6 】

本実施の形態における下流側容器 6 2 b は、筒状に形成されている。下流側容器 6 2 b の断面の面積は、下流側基体 6 2 a の断面の面積よりも大きく形成されている。本実施の形態における下流側基体 6 2 a は、下流側容器 6 2 b の底部に接触している。一方で、下流側基体 6 2 a の側方および上方においては、下流側基体 6 2 a の周方向の外面と下流側容器 6 2 b との間に隙間部 6 9 が形成されている。この隙間部 6 9 は、排気が流れる流路を構成している。本実施の形態における下流側基体は、下流側容器の底部に接触しているが、この形態に限られず、下流側基体 6 2 a が下流側容器の底部から離れていても構わない。すなわち下流側基体の下部にも排気の流路が形成されていても構わない。

30

【 0 0 8 7 】

本実施の形態においては、上流側基体 6 1 a の排気が流入する端面の面積は、下流側基体 6 2 a の排気が流入する端面の面積よりも小さく形成されている。本実施の形態において、上流側基体 6 1 a および下流側基体 6 2 a の両方は、円柱状に形成されている。このために、本実施の形態においては、上流側基体 6 1 a の直径は、下流側基体 6 2 a の直径よりも小さくなるように形成されている。上流側基体 6 1 a は、下流側基体 6 2 a よりも小型に形成されている。

40

【 0 0 8 8 】

上流側触媒 6 1 の上流側容器 6 1 b は、下流側触媒 6 2 の下流側容器 6 2 b に、直接的に接続されている。上流側容器 6 1 b は、配管を介さずに下流側容器 6 2 b に接続されている。すなわち、上流側容器 6 1 b は、下流側容器 6 2 b に接合されている。上流側容器 6 1 b は、下流側容器 6 2 b の周方向の表面から突出するように配置されている。上流側基体 6 1 a は、流出する排気が下流側基体 6 2 a の周方向の外面に向かうように配置されている。上流側基体 6 1 a から流出する排気は、下流側基体 6 2 a の周方向の表面に衝突する。更に、本実施の形態において、上流側基体 6 1 a は、軸線 6 1 c が下流側基体 6 2 a の軸線 6 2 c に対して垂直にならずに傾斜するように配置されている。上流側基体 6 1 a は、流出する排気が下流側基体 6 2 a の出口側の端部に向かうように配置されている。

50

下流側基体 6 2 a の上流側には、複数の方向から進入する排気が衝突して混合されるように空間 6 5 が形成されている。

【 0 0 8 9 】

下流側触媒 6 2 には、パティキュレートフィルタ 1 4 が接続されている。本実施の形態におけるパティキュレートフィルタ 1 4 は、内部に排気の通路が形成されている基体 1 4 a と、基体 1 4 a を収容する容器 1 4 b と含む。図 2 2 を参照して、下流側触媒 6 2 と、パティキュレートフィルタ 1 4 との間には隔離板 6 3 が配置されている。隔離板 6 3 は、下流側基体 6 2 a と下流側容器 6 2 b との隙間からパティキュレートフィルタ 1 4 に排気が流入することを防止する。下流側容器 6 2 b に流入する排気は、全てが下流側基体 6 2 a の内部の通路を流通するように形成されている。

10

【 0 0 9 0 】

パティキュレートフィルタ 1 4 の基体 1 4 a の排気が流入する側の端面の前側には、排気を混合するための空間 6 7 が形成されている。本実施の形態においては、下流側触媒 6 2 の温度を検出する温度センサ 2 3 は空間 6 7 に配置されている。

【 0 0 9 1 】

機関本体 1 から排出された排気は、矢印 9 1 に示すように、排気管 1 2 を通って排気浄化触媒 1 3 に流入する。炭化水素供給弁 1 5 から燃料が噴射されて、排気に炭化水素が供給される。炭化水素を含む排気は、上流側触媒 6 1 に流入する。排気は、空間 6 6 において拡散し、上流側基体 6 1 a に流入する。上流側基体 6 1 a においては、炭化水素が部分酸化される。部分酸化された炭化水素は、排気と共に上流側基体 6 1 a から流出する。

20

【 0 0 9 2 】

上流側基体 6 1 a から流出した排気は、下流側容器 6 2 b の内部に流入する。本実施の形態における排気浄化触媒 1 3 では、上流側触媒 6 1 から流出した排気は、下流側容器 6 2 b の内部において分割される。分割された排気は、複数の方向に向かって流れる。本実施の形態においては、上流側基体 6 1 a から流出した排気は、下流側基体 6 2 a の周方向の表面に衝突する。この結果、矢印 9 3 , 9 4 に示されるように、下流側基体 6 2 a の周方向の表面に沿って、複数の方向に排気の流れが分割される。さらに、下流側基体 6 2 a の表面に衝突した排気の一部は、矢印 9 2 に示すように、空間 6 5 に向かって進行する。分割された排気は、矢印 9 3 , 9 4 に示すように、下流側基体 6 2 a の表面に沿って進行した後に向きを変えて空間 6 5 に向かう。

30

【 0 0 9 3 】

下流側基体 6 2 a の入口側の端面の上流側に形成された空間 6 5 においては、複数の方向に分割された排気が再び合流する。空間 6 5 において合流した排気は、矢印 9 5 に示すように、下流側触媒 6 2 の下流側基体 6 2 a の内部を流通する。下流側基体 6 2 a の内部では、還元性中間体が形成され、更に、活性 NO_x と反応して NO_x が浄化される。

【 0 0 9 4 】

下流側触媒 6 2 から流出した排気は、矢印 9 6 に示すように、パティキュレートフィルタ 1 4 を流通する。パティキュレートフィルタ 1 4 においては、粒子状物質が捕集される。

【 0 0 9 5 】

本実施の形態における排気浄化触媒 1 3 は、上流側容器 6 1 b が下流側容器 6 2 b に対して、配管を介さずに直接的に接続されている。このために、排気浄化触媒 1 3 を小型にすることができる。または、予め定められた体積の排気浄化装置を形成する場合には、上流側触媒 6 1 および下流側触媒 6 2 の容量を大きくすることができる。それぞれの基体の容量を大きくすることにより、 NO_x 浄化率を向上させることができる。また、上流側触媒 6 1 と下流側触媒 6 2 とが流路断面積の小さくなる配管を介して接続されていないために、背圧の上昇を抑制することができる。

40

【 0 0 9 6 】

本実施の形態における上流側容器 6 1 b は、下流側容器 6 2 b の周方向の表面に突出するように形成されている。上流側触媒 6 1 から流出した排気は、下流側触媒の下流側基体

50

6 2 a の周方向の表面に衝突して、複数の方向に分割される。本実施の形態の排気浄化装置は、下流側触媒 6 2 の下流側容器 6 2 b の内部において、複数の方向に向かって分割され、下流側基体 6 2 a と下流側容器 6 2 b との間の流路を流通した後に合流する。合流した排気は、下流側基体 6 2 a に流入する。一旦排気を分割した後に、空間 6 5 において合流するとき、複数の方向から流入する排気が互いに衝突して十分に混合および攪拌が行われる。すなわち排気のみキシングを行なうことができ、排気に含まれる炭化水素の濃度の偏りを低減することができる。下流側基体に流入する排気の炭化水素の濃度の均一性を向上させることができる。さらに、排気を分割した後に、空間 6 5 にて再び合流させるために、排気を通る流路を長くすることができる。排気が流路を移動中に混合され、炭化水素の濃度の均一性を向上させることができる。この結果、下流側基体 6 2 a に流入する排気の炭化水素の濃度の偏りによる NO_x 浄化率の悪化を抑制することができる。

10

【 0 0 9 7 】

また、本実施の形態においては、 NO_x の還元を行う下流側触媒 6 2 の上流側には上流側触媒 6 1 が配置されている。排気管 1 2 を流通する排気に対して燃料を噴射することにより、排気には炭化水素が含まれる。排気管 1 2 の内部を排気が流通するときには、排気の流れ速度分布が生じている。このために、排気管 1 2 の内部においては炭化水素の濃度に偏りが生じ易い。ところが、排気が上流側基体 6 1 a の内部の通路を流通することにより、速度分布の均一化を図ることができる。たとえば、排気管の内部においては断面の中央において速度が大きく壁面に向かうにつれて速度が小さくなる。ところが、上流側基体 6 1 a の内部の通路は細いために、排気が上流側基体 6 1 a を通過するとき径方向の速度のばらつきが小さくなる。このために、下流側触媒 6 2 に供給する排気に含まれる炭化水素の濃度の偏りを小さくすることができる。

20

【 0 0 9 8 】

また、本実施の形態における排気浄化触媒 1 3 は、上流側基体 6 1 a から流出する排気が、配管を通らずに下流側容器 6 2 b の内部に放出されている。このために、配管を通ることにより生じる炭化水素の濃度の偏りを小さくすることができる。

【 0 0 9 9 】

さらに、本実施の形態においては、上流側触媒 6 1 にて炭化水素の部分酸化を行なっている。排気に含まれる炭化水素が改質されることにより、排気の流れ粘性が小さくなり、混合が容易になる。本実施の形態においては、下流側容器 6 2 b の内部において、粘性が小さくなった排気を混合および攪拌するために、効率よく炭化水素の濃度の偏りを低減することができる。炭化水素の濃度が均一化された排気を下流側基体 6 2 a に供給することができる。

30

【 0 1 0 0 】

このように、本実施の形態における排気浄化装置は、排気を分散する部材または排気を攪拌する部材を配置しなくても、下流側基体 6 2 a に流入する排気に含まれる炭化水素の濃度の均一化を図ることができる。たとえば、第 1 の NO_x 浄化方法においては、上流側触媒 6 1 を配置せずに下流側触媒 6 2 にて炭化水素を改質して、 NO_x を浄化することも可能である。すなわち、貴金属の触媒粒子および塩基性層が形成された単一の触媒にて NO_x を浄化することも可能である。この場合には、単一の触媒の内部において、炭化水素を部分酸化してラジカルを生成することができる。ところが、排気管を流れてきた排気が単一の触媒に流入する場合には、排気に含まれる炭化水素の濃度には偏りが生じている場合があり、このために単一の触媒の NO_x の浄化率が低下する場合がある。

40

【 0 1 0 1 】

これに対して本実施の形態の排気浄化装置においては、 NO_x を還元する下流側触媒に加えて、酸化機能を有する上流側触媒を配置することにより、改質された炭化水素を効果的に下流側触媒に供給できるとともに、改質された炭化水素の濃度の偏りを抑制することができる。本実施の形態の排気浄化装置は、下流側基体の全ての流路に均一な濃度の炭化水素を供給することができる。この結果、 NO_x 浄化率の向上を図ることができる。

【 0 1 0 2 】

50

図22を参照して、本実施の形態において、上流側基体61aは、軸線61cが下流側基体62aの軸線62cに対して垂直にならずに傾斜している。上流側基体61aから流出する排気は、下流側基体62aの出口側の端部に向かっている。この構成を採用することにより、上流側基体61aから流出した排気を下流側基体62aの入口側と反対側に向かかって供給することができる。上流側基体61aから流出した排気が下流側基体62aに流入するまでの経路を長くすることができる。この結果、排気の攪拌を促進することができる。排気の炭化水素の濃度の均一化を促進することができる。

【0103】

ところで、排気の流路を長くした場合には、排気通路の壁面に燃料が付着するという問題が生じる。炭化水素供給弁から供給された炭化水素が機関排気通路の壁面に付着することにより、炭化水素の濃度のピークになまりが生じる。たとえば、炭化水素の濃度の最大値が小さくなる。上流側触媒および下流側触媒に流入する炭化水素の濃度は、所望の濃度範囲にて制御することが好ましい。しかしながら、炭化水素が壁面に付着することにより、炭化水素の濃度の最大値が小さくなって、所望の炭化水素の濃度範囲を逸脱する場合が生じ得る。この結果、 NO_x の浄化率が低下する場合がある。

10

【0104】

本実施の形態の排気浄化装置においては、下流側基体62aと下流側容器62bとの間に排気の通路としての隙間部69が形成されている。本実施の形態においては、下流側基体62aの周方向の外表面と下流側容器62bの内面との間の空間により排気の流路が形成されている。通常運転期間中には、下流側基体62aが発熱する。このために、排気の温度低下を抑制することができて、排気の流路を長くしても下流側基体62aの表面や下流側容器62bの内面に炭化水素が付着することを抑制できる。

20

【0105】

特に、本実施の形態の第1の NO_x 浄化方法においては、炭化水素を供給する間隔が短いために、通常運転の期間中には、排気の温度よりも下流側基体62aの温度の方が高くなる。このために、排気を下流側基体62aの周方向の表面に衝突させても、高温の部分に排気が衝突するために、炭化水素の付着を抑制することができる。この結果、炭化水素の濃度のピークを所望の大きさに維持することができて、効率良く NO_x を浄化することができる。

【0106】

また、本実施の形態における排気浄化装置は、上流側基体61aの排気が流入する端面の面積が、下流側基体62aの排気が流入する端面の面積よりも小さく形成されている。このように、上流側基体61aの入口側の端面の面積を小さくすることにより、上流側基体61aに流入する排気に含まれる炭化水素の濃度の偏りを抑制することができる。上流側基体61aの入口側の端面の面積が大きいと、炭化水素が上流側基体61aの径方向に十分に拡散せずに、排気に含まれる炭化水素の濃度に偏りが生じてしまう。上流側触媒61において、上流側基体61aの入口側の端面の面積を小さくすることにより、上流側基体61aに流入する排気の炭化水素の濃度の偏りを小さくすることができる。

30

【0107】

更に、本実施の形態の第1の NO_x 浄化方法においては、排気に供給される炭化水素を、単純に気化させるだけではなく、上流側触媒61において改質する必要がある。上流側触媒61において効率よく炭化水素を部分酸化させるためには、例えば、上流側触媒61に流入する炭化水素の濃度を高くすることが好ましい。この場合には、上流側の触媒の流路断面積を小さくすることが好ましい。ところが、排気浄化触媒が貴金属の触媒粒子と塩基性層とを有する単一の触媒から構成されている場合には、基体の流路断面積を小さくしてしまうと、基体を長くする必要があり、この結果、背圧が上昇したり、温度損失が大きくなったりする。本実施の形態のように、上流側に炭化水素を部分酸化させるために必要な容量の上流側触媒を配置することにより、流路断面積の小さな部分を短くすることができて、背圧の上昇や温度損失を抑制しながら、効率良く NO_x を浄化することができる。

40

【0108】

50

上記の排気浄化装置は、上流側触媒から流出した排気が、下流側触媒の下流側基体の周方向の表面に衝突するように形成されているが、この形態に限られず、排気浄化装置は、上流側触媒から流出した排気が下流側容器の内部において複数の方向に向かって分割され、下流側基体と下流側容器との間の流路を流通した後に合流するように形成されていれば構わない。

【0109】

図24に、本実施の形態における他の排気浄化装置の概略断面図を示す。他の排気浄化装置は、 NO_x を浄化するための排気浄化触媒13を備える。排気浄化触媒13は、上流側触媒61と下流側触媒62とを含む。他の排気浄化装置の排気浄化触媒13は、上流側基体61aの軸方向と下流側基体61bの軸方向とが互いにほぼ平行になるように形成されている。

10

【0110】

上流側触媒61は、排気管12に接続されている。上流側容器61bは、配管を介さずに下流側容器62bに直接的に接続されており、他の排気浄化装置においても小型化を図ることができる。

【0111】

下流側触媒62の下流側基体62aは、入口側の端面が上流側基体61aに向かう側と反対側を向くように配置されている。下流側基体62aの出口には、排気管64が接続されている。排気管64は、下流側基体62aの出口側の端面を覆うように形成されている。下流側基体62aから流出する全ての排気は、排気管64に流入する。排気浄化触媒13は、上流側基体61aの出口側の端面が排気管12と対向するように形成されている。下流側基体62aと、下流側容器62bとの間には隙間部69が形成されている。隙間部69は、排気が流通する流路として機能する。

20

【0112】

本実施の形態の他の排気浄化装置において、上流側触媒61から流出した排気は、排気管64の外面に衝突する。排気は、矢印93, 94に示すように、複数の方向に分割される。排気は、下流側基体62aと下流側容器62bとの間の流路を通して空間65に流入する。空間65では、複数の方向に分割された排気が再び合流する。排気は、矢印96に示すように、下流側基体62aを通して排気管64に排出される。

【0113】

他の排気浄化装置においても、排気を分割した後に再び合流させることにより排気の混合および攪拌を行うことができる。また、排気の経路を長くすることができる。このために、炭化水素の濃度を均一化した排気を下流側基体62aに供給することができる。

30

【0114】

他の排気浄化装置においては、上流側基体61aから流出した排気が排気管64の外面に衝突している。通常運転の期間中には、下流側触媒62が発熱するために下流側基体62aから流出する排気も高温になる。このために、下流側基体62aに接続されている排気管64の温度が上昇し、排気管64の外面に炭化水素が付着することを抑制することができる。このように、本実施の形態の他の排気浄化装置においても、 NO_x 浄化率の向上を図ることができる。

40

【0115】

本実施の形態における上流側触媒は、炭化水素を部分酸化するために、いわゆる三元触媒の構成を有しているが、この形態に限られず、上流側触媒は炭化水素を酸化する機能を有していれば構わない。たとえば、上流側触媒は、本実施の形態における下流側触媒と同様の構成を有していても構わない。すなわち、上流側触媒は、貴金属の触媒粒子に加えて触媒粒子の周りに形成された塩基性層を有していても構わない。

【0116】

この場合には、上流側触媒において還元性中間体を生成することができる。すなわち、上流側触媒に流入する排気の炭化水素の濃度が低いときには、 NO_x を活性化して活性 NO_x を生成する。生成された活性 NO_x は、塩基性層の表面上に保持される。排気の炭化

50

水素の濃度が高くなると炭化水素を部分酸化して炭化水素のラジカルを生成する。活性 NO_x と部分酸化された炭化水素とが反応して還元性中間体が生成される。上流側触媒においても生成された還元性中間体により NO_x を還元して浄化することができる。または、上流側触媒において生成された還元性中間体を下流側触媒に供給することができる。

【0117】

上流側触媒を本実施の形態における下流側触媒と同様の構成にする場合においても、本実施の形態における第2の NO_x 浄化方法を行なうことができる。すなわち、炭化水素供給弁からの燃料の供給間隔を長くすることにより、上流側触媒は NO_x 吸蔵触媒として機能する。上流側触媒および下流側触媒を NO_x 吸蔵触媒として機能させることにより、第2の NO_x 浄化制御を行う場合に容量を大きくすることができる。

10

【0118】

本実施の形態における上流側触媒の上流側基体および下流側触媒の下流側基体は、円柱状に形成されているが、この形態に限られず、任意の形状を採用することができる。

【0119】

本実施の形態においては、機関排気通路に炭化水素供給弁を配置し、炭化水素供給弁から炭化水素を供給することにより、排気浄化触媒に炭化水素を供給しているが、この形態に限られず、任意の装置や制御により排気浄化触媒に炭化水素を供給することができる。

【0120】

上記の実施の形態は、適宜組み合わせることができる。上述のそれぞれの図において、同一または相等する部分には同一の符号を付している。なお、上記の実施の形態は例示であり発明を限定するものではない。また、実施の形態においては、請求の範囲に示される変更が含まれている。

20

【符号の説明】

【0121】

- 2 燃焼室
- 3 燃料噴射弁
- 13 排気浄化触媒
- 15 炭化水素供給弁
- 50 触媒担体
- 51, 52 触媒粒子
- 54 触媒担体
- 55, 56 触媒粒子
- 57 塩基性層
- 58 排気流通表面部分
- 61 上流側触媒
 - 61a 上流側基体
 - 61b 上流側容器
 - 61c 軸線
- 62 下流側触媒
 - 62a 下流側基体
 - 62b 下流側容器
 - 62c 軸線
- 65 空間
- 69 隙間部

30

40

【要約】

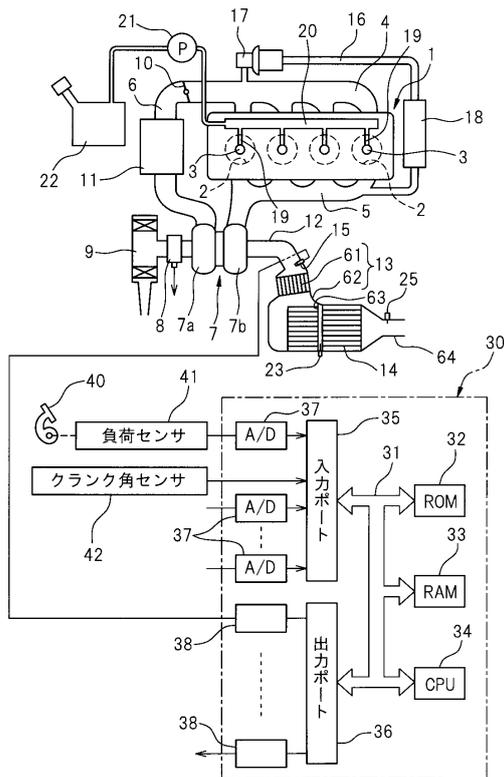
内燃機関の排気浄化装置は、上流側触媒と下流側触媒とを含み、 NO_x を浄化する排気浄化触媒を備える。上流側触媒は酸化能力を有し、下流側触媒は、貴金属の触媒粒子および塩基性の排気流通表面部分を有する。排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲内の振幅および予め定められた範囲内の周期でもって振動させ、 NO_x を還元する。上流側触媒は、上流側基体と上流側容器とを含み、下流側触媒は、下流側基体と

50

、下流側容器と、下流側基体と下流側容器との間の排気の流路とを含む。排気は下流側容器の内部において複数の方向に向かって分割され、下流側基体と下流側容器との間の流路を流通した後に合流する。

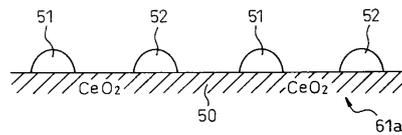
【図1】

図1



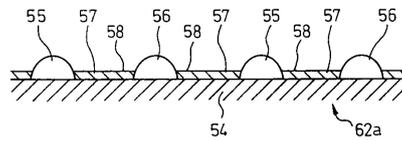
【図2A】

図2A



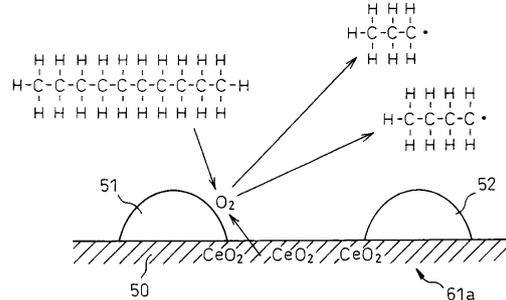
【図2B】

図2B



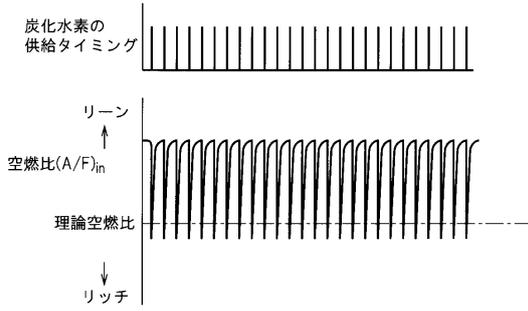
【図3】

図3



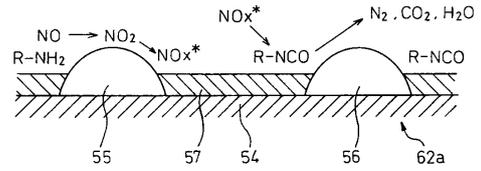
【図4】

図4



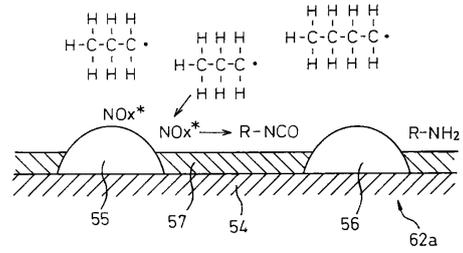
【図6A】

図6A



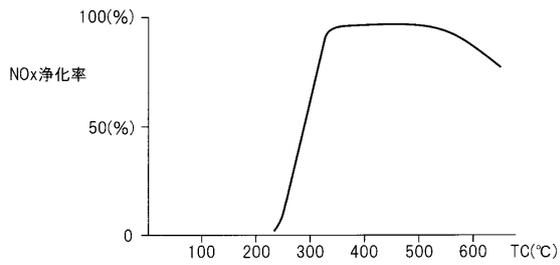
【図6B】

図6B



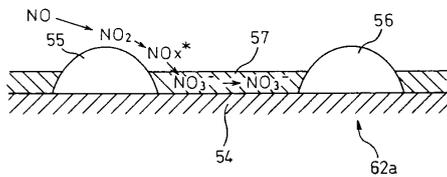
【図5】

図5



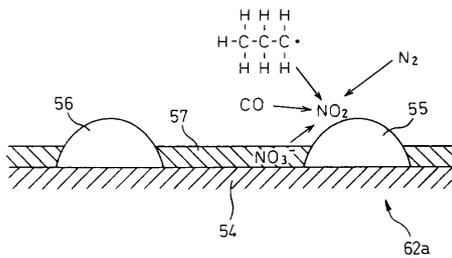
【図7A】

図7A



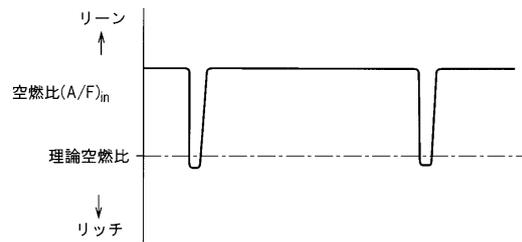
【図7B】

図7B



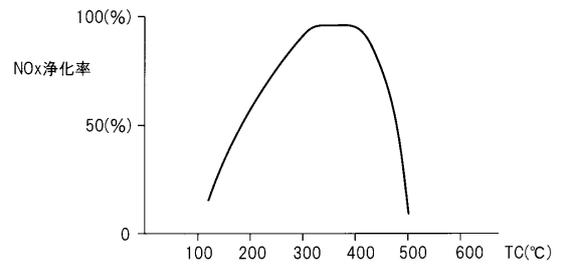
【図8】

図8



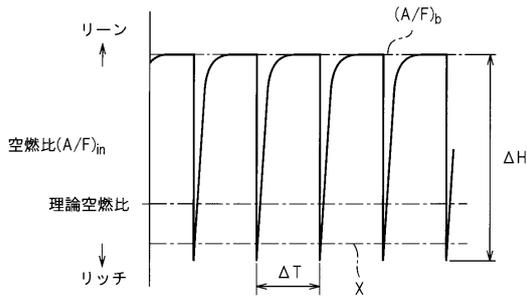
【図9】

図9



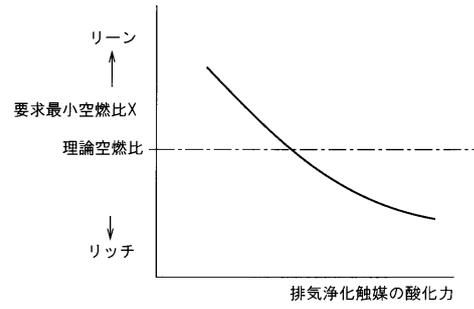
【図10】

図10



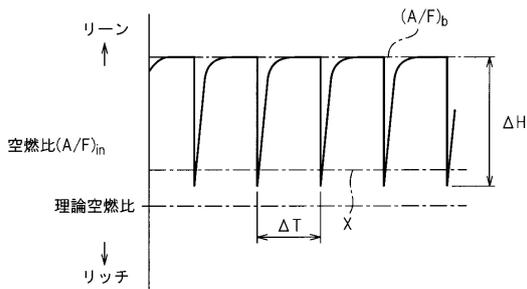
【図12】

図12



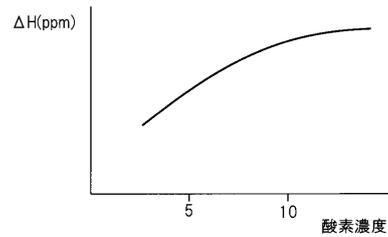
【図11】

図11



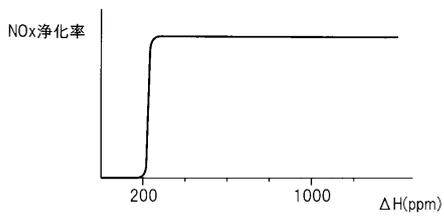
【図13】

図13



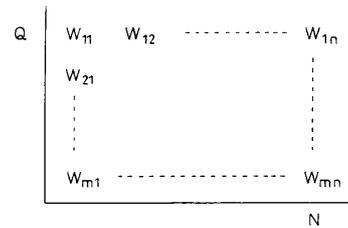
【図14】

図14



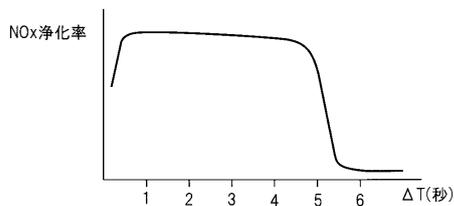
【図16】

図16



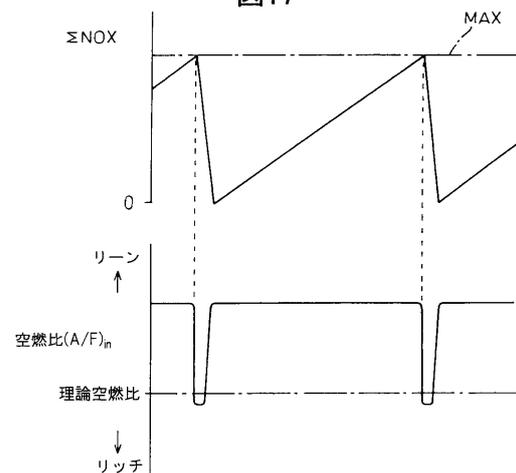
【図15】

図15



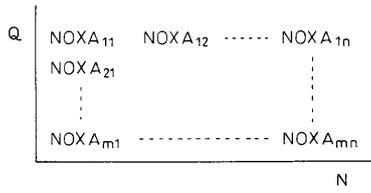
【図17】

図17



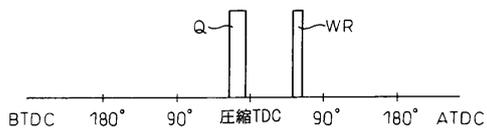
【 図 18 】

図18



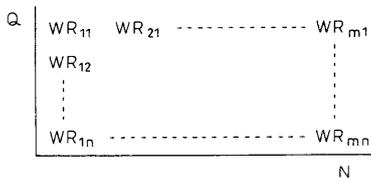
【 図 19 】

図19



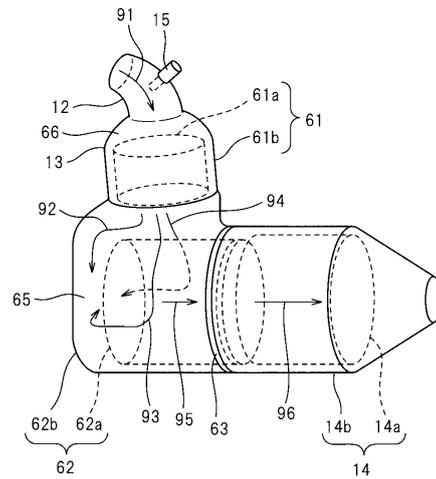
【 図 20 】

図20



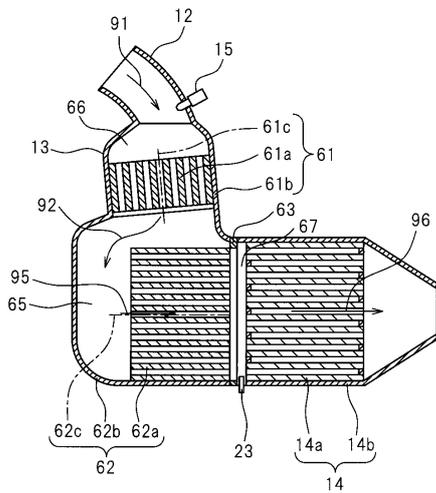
【 図 21 】

図21



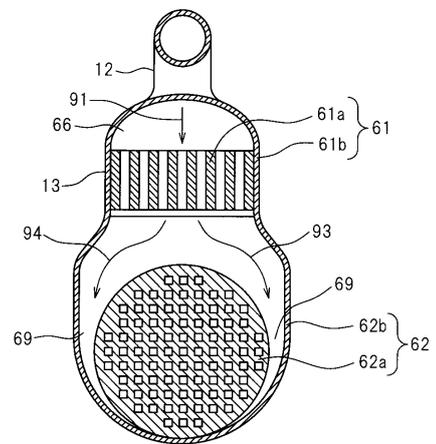
【 図 22 】

図22



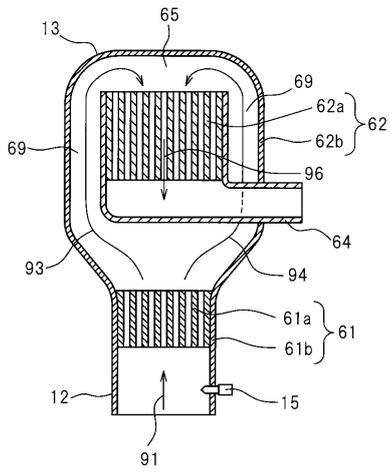
【 図 23 】

図23



【 図 2 4 】

図24



フロントページの続き

- (72)発明者 梅本 寿丈
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 井上 三樹男
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 岩 崎 則昌

- (56)参考文献 特開2011-190803(JP,A)
特開2008-255858(JP,A)
国際公開第03/036052(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01N 3/00 - 3/38
F01N 9/00
F02D 41/00 - 41/40
F02D 43/00 - 45/00
B01D 53/94