

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6183537号
(P6183537)

(45) 発行日 平成29年8月23日 (2017. 8. 23)

(24) 登録日 平成29年8月4日 (2017. 8. 4)

(51) Int. Cl.	F I				
FO1N 3/08 (2006.01)	FO1N	3/08	ZABA		
FO2D 41/04 (2006.01)	FO1N	3/08	B		
FO2D 43/00 (2006.01)	FO2D	41/04	355		
FO1N 3/22 (2006.01)	FO2D	43/00	301E		
FO1N 3/00 (2006.01)	FO2D	43/00	301T		
請求項の数 4 (全 20 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号	特願2016-506703 (P2016-506703)	(73) 特許権者	000003207
(86) (22) 出願日	平成26年6月27日 (2014. 6. 27)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公表番号	特表2016-532039 (P2016-532039A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公表日	平成28年10月13日 (2016. 10. 13)	(74) 代理人	100099759
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/067849		弁理士 青木 篤
(87) 国際公開番号	W02015/025624	(74) 代理人	100092624
(87) 国際公開日	平成27年2月26日 (2015. 2. 26)		弁理士 鶴田 準一
審査請求日	平成28年2月8日 (2016. 2. 8)	(74) 代理人	100102819
(31) 優先権主張番号	特願2013-171399 (P2013-171399)		弁理士 島田 哲郎
(32) 優先日	平成25年8月21日 (2013. 8. 21)	(74) 代理人	100123582
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100147555
			弁理士 伊藤 公一
		(74) 代理人	100153729
			弁理士 森本 有一
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】

機関排気通路内に配置された排気浄化触媒と、排気浄化触媒上流の機関排気通路内に配置された炭化水素供給弁とを具備しており、該排気浄化触媒の排気ガス流通表面上には貴金属触媒が担持されていると共に該貴金属触媒周りの排気ガス流通表面上には塩基性層が形成されており、炭化水素供給弁から予め定められた範囲内の周期をもって炭化水素を噴射することにより生成されかつ該塩基性層上に保持された還元性中間体により排気ガス中に含まれるNO_xを還元する第1のNO_x浄化方法と、排気ガスの空燃比がリーン有的时候に排気浄化触媒に吸蔵されたNO_xを排気浄化触媒から放出させて還元させるべく該予め定められた範囲よりも長い周期をもって排気浄化触媒に流入する排気ガスの空燃比がリッチにされる第2のNO_x浄化方法とが用いられている内燃機関からの排出排気ガス浄化方法において、第2のNO_x浄化方法が用いられているときに排気浄化触媒から吸蔵されたNO_xを放出させるときには、内燃機関の燃焼室内にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成することによって排気浄化触媒に流入する排気ガスの空燃比が第1の目標リッチ空燃比とされ、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときは、燃焼室内にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成することによって排気浄化触媒に流入する排気ガスの空燃比が該第1の目標リッチ空燃比よりも小さな第2の目標リッチ空燃比とされる内燃機関からの排出排気ガス浄化方法。

【請求項2】

上記第1の目標リッチ空燃比は機関の運転状態に応じて変化し、上記第2の目標リッチ

空燃比は、第1の目標リッチ空燃比のうちで最小の目標リッチ空燃比よりも小さい請求項1に記載の内燃機関からの排出排気ガス浄化方法。

【請求項3】

第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときに排気浄化触媒に吸蔵されているNO_x量が予め定められているNO_x量よりも多いときに、排気浄化触媒に流入する排気ガスの空燃比が上記第2の目標リッチ空燃比とされる請求項1に記載の内燃機関からの排出排気ガス浄化方法。

【請求項4】

第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときに排気浄化触媒に吸蔵されているNO_x量が多いほど、上記第2の目標リッチ空燃比が小さくされる請求項1に記載の内燃機関からの排出排気ガス浄化方法。

10

【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】

機関排気通路内に排気浄化触媒を配置し、排気浄化触媒上流の機関排気通路内に炭化水素供給弁を配置し、排気浄化触媒の排気ガス流通表面上には貴金属触媒が担持されていると共に貴金属触媒周りには塩基性層が形成されており、炭化水素供給弁から予め定められた範囲内の周期でもって炭化水素を噴射することにより生成されかつ塩基性層上に保持された還元性中間体により排気ガス中に含まれるNO_xを還元する第1のNO_x浄化方法と、排気ガスの空燃比がリーンなときに排気浄化触媒に吸蔵されたNO_xを排気浄化触媒から放出させて還元させるべく上述の予め定められた範囲よりも長い周期でもって排気浄化触媒に流入する排気ガスの空燃比がリッチにされる第2のNO_x浄化方法とが用いられている内燃機関が公知である（例えば特許文献1を参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4868096号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

この内燃機関では、第2のNO_x浄化方法が用いられているときに排気浄化触媒から吸蔵されたNO_xを放出させるときには、燃焼室内にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成することによって排気浄化触媒に流入する排気ガスの空燃比がリッチにされる。ところで、この内燃機関では、排気浄化触媒にNO_xが吸蔵されている状態で第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられると、第1のNO_x浄化方法が行われたときのNO_x浄化率が低下するという問題がある。また、排気浄化触媒にNO_xが吸蔵されている状態で第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられると、第1のNO_x浄化方法が開始された後、排気浄化触媒の温度が上昇すると、排気浄化触媒からNO_xが還元されることなく放出されてしまうという問題がある。そこでこの内燃機関では、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられたときに、排気浄化触媒に吸蔵されていたNO_xを排気浄化触媒から放出させ還元させるために、このときにも、排気浄化触媒に流入する排気ガスの空燃比がリッチにされる。

40

【0005】

ところが、この内燃機関では、このときの排気ガスの空燃比のリッチの度合いは、第2のNO_x浄化方法が行われているときのNO_x放出のための排気ガスの空燃比のリッチの度合いに比べて若干小さくされており、従って、このときにNO_xを良好に放出させるためには、第2のNO_x浄化方法が行われているときにNO_xを放出させるときと同様に十分な時間が

50

必要となる。しかしながら、第2のNO_x浄化方法が用いられているときに燃焼室内にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成することができる機関の運転状態は限られており、従って第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときに、排気浄化触媒への吸蔵NO_xを放出させるのに十分な時間を取れない場合がある。その結果、この内燃機関では、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときに、排気浄化触媒から吸蔵NO_xを十分に放出させることができなくなる場合が生ずるという問題がある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述の問題を解決するために、本発明によれば、機関排気通路内に配置された排気浄化触媒と、排気浄化触媒上流の機関排気通路内に配置された炭化水素供給弁とを具備しており、排気浄化触媒の排気ガス流通表面上には貴金属触媒が担持されていると共に貴金属触媒周りには塩基性層が形成されており、炭化水素供給弁から予め定められた範囲内の周期でもって炭化水素を噴射することにより生成されかつ塩基性層上に保持された還元性中間体により排気ガス中に含まれるNO_xを還元する第1のNO_x浄化方法と、排気ガスの空燃比がリーンなときに排気浄化触媒に吸蔵されたNO_xを排気浄化触媒から放出させて還元させるべく上述の予め定められた範囲よりも長い周期でもって排気浄化触媒に流入する排気ガスの空燃比がリッチにされる第2のNO_x浄化方法とが用いられている内燃機関の排気浄化装置において、第2のNO_x浄化方法が用いられているときに排気浄化触媒から吸蔵されたNO_xを放出させるときには、燃焼室内にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成することによって排気浄化触媒に流入する排気ガスの空燃比が第1の目標リッチ空燃比とされ、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときは、燃焼室内にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成することによって排気浄化触媒に流入する排気ガスの空燃比が第1の目標リッチ空燃比よりも小さな第2の目標リッチ空燃比とされる内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【発明の効果】

【0007】

第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときは、排気浄化触媒に流入する排気ガスの空燃比が第1の目標リッチ空燃比よりも小さな第2の目標リッチ空燃比とされるので、即ち燃焼室内への燃料噴射量が増量されるので、短い期間しか燃焼室内にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成することができない場合でも排気浄化触媒から吸蔵NO_xを良好に放出させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は圧縮着火式内燃機関の全体図である。

【図2】図2は触媒担体の表面部分を図解的に示す図である。

【図3】図3は排気浄化触媒における酸化反応を説明するための図である。

【図4】図4は排気浄化触媒への流入排気ガスの空燃比の変化を示す図である。

【図5】図5はNO_x浄化率R1を示す図である。

【図6】図6Aおよび6Bは排気浄化触媒における酸化還元反応を説明するための図である。

【図7】図7Aおよび7Bは排気浄化触媒における酸化還元反応を説明するための図である。

【図8】図8は排気浄化触媒への流入排気ガスの空燃比の変化を示す図である。

【図9】図9はNO_x浄化率R2を示す図である。

【図10】図10は炭化水素の噴射周期 TとNO_x浄化率R1との関係等を示す図である。

【図11】図11Aおよび11Bは炭化水素の噴射量等を示すマップを示す図である。

【図12】図12はNO_x放出制御を示す図である。

【図13】図13は排出NO_x量NOXAのマップを示す図である。

【図14】図14は燃料噴射時期を示す図である。

10

20

30

40

50

【図15】図15はリッチ燃焼ガス生成噴射の噴射量WRのマップを示す図である。

【図16】図16は、燃焼室内にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成することができる機関の運転状態を示す図である。

【図17】図17は第2のNOx浄化方法から第1のNOx浄化方法に切替えられるときの排気浄化触媒への流入排気ガスの空燃比の変化等を示す図である。

【図18】図18は第2のNOx浄化方法から第1のNOx浄化方法に切替えられるときの排気浄化触媒への流入排気ガスの空燃比の変化等を示す図である。

【図19】図19は第2のNOx浄化方法から第1のNOx浄化方法に切替えられるときの排気浄化触媒への流入排気ガスの空燃比の変化等を示す図である。

【図20】図20は第2の目標リッチ空燃比の変化を説明するための図である。

10

【図21】図21はNOx浄化制御を行うためのフローチャートである。

【図22】図22はNOx放出制御を実行するためのフローチャートである。

【図23】図23はNOx放出制御の別の実施例を実行するためのフローチャートである。

【図24】図24はNOx放出制御の更に別の実施例を実行するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

図1に圧縮着火式内燃機関の全体図を示す。

図1を参照すると、1は機関本体、2は各気筒の燃焼室、3は各燃焼室2内に夫々燃料を噴射するための電子制御式燃料噴射弁、4は吸気マニホールド、5は排気マニホールドを夫々示す。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7aの出口に連結され、コンプレッサ7aの入口は吸入空気量検出器8を介してエアクリーナ9に連結される。吸気ダクト6内にはアクチュエータにより駆動されるスロットル弁10が配置され、吸気ダクト6周りには吸気ダクト6内を流れる吸入空気を冷却するための冷却装置11が配置される。図1に示される実施例では機関冷却水が冷却装置11内に導かれ、機関冷却水によって吸入空気が冷却される。

20

【0010】

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7bの入口に連結され、排気タービン7bの出口は排気管12を介して排気浄化触媒13の入口に連結される。本発明による実施例では、この排気浄化触媒13はNOx吸蔵触媒からなる。排気浄化触媒13の出口はパティキュレートフィルタ14に連結され、排気浄化触媒13上流の排気管12内には圧縮着火式内燃機関の燃料として用いられる軽油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15が配置される。図1に示される実施例では炭化水素供給弁15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、本発明はリーン空燃比のもとで燃焼の行われる火花点火式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15からは火花点火式内燃機関の燃料として用いられるガソリンその他の燃料からなる炭化水素が供給される。

30

【0011】

一方、排気マニホールド5と吸気マニホールド4とは排気ガス再循環（以下、EGRと称す）通路16を介して互いに連結され、EGR通路16内には電子制御式EGR制御弁17が配置される。また、EGR通路16の周りにはEGR通路16内を流れるEGRガスを冷却するための冷却装置18が配置される。図1に示される実施例では機関冷却水が冷却装置18内に導かれ、機関冷却水によってEGRガスが冷却される。各燃料噴射弁3は燃料供給管19を介してコモンレール20に連結され、このコモンレール20は電子制御式の吐出量可変な燃料ポンプ21を介して燃料タンク22に連結される。燃料タンク22内に貯蔵されている燃料は燃料ポンプ21によってコモンレール20内に供給され、コモンレール20内に供給された燃料は各燃料供給管19を介して燃料噴射弁3に供給される。

40

【0012】

電子制御ユニット30はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス31によって互いに接続されたROM（リードオンリメモリ）32、RAM（ランダムアクセスメモリ）33、CPU（マ

50

イクロプロセッサ) 34、入力ポート35および出力ポート36を具備する。排気浄化触媒13の下流には排気浄化触媒13から流出した排気ガスの温度を検出するための温度センサ23が配置されており、パティキュレートフィルタ14にはパティキュレートフィルタ14の前後差圧を検出するための差圧センサ24が取り付けられている。これら温度センサ23、差圧センサ24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。また、アクセルペダル40にはアクセルペダル40の踏込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、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。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の駆動用アクチュエータ、炭化水素供給弁15、EGR制御弁17および燃料ポンプ21に接続される。

10

【 0 0 1 3 】

図 2 は、図 1 に示される排気浄化触媒13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。この排気浄化触媒13では図 2 に示されるように例えばアルミナからなる触媒担体50上には白金Ptからなる貴金属触媒51が担持されており、更にこの触媒担体50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なくとも一つを含む塩基性層53が形成されている。また、排気浄化触媒13の触媒担体50上には白金Ptに加えてロジウムRh或いはパラジウムPdを担持させることができる。なお、排気ガスは触媒担体50上に沿って流れるので貴金属触媒51は排気浄化触媒13の排気ガス流通表面上に担持されていると言える。また、塩基性層53の表面は塩基性を呈するので塩基性層53の表面は塩基性の排気ガス流通表面部分54と称される。

20

【 0 0 1 4 】

炭化水素供給弁15から排気ガス中に炭化水素が噴射されるとこの炭化水素は排気浄化触媒13において改質される。本発明ではこのとき改質された炭化水素を用いて排気浄化触媒13においてNO_xを浄化するようにしている。図 3 はこのとき排気浄化触媒13において行われる改質作用を図解的に示している。図 3 に示されるように炭化水素供給弁15から噴射された炭化水素HCは貴金属触媒51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。

30

【 0 0 1 5 】

図 4 は炭化水素供給弁15からの炭化水素の噴射タイミングと排気浄化触媒13への流入排気ガスの空燃比 (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13に流入する排気ガス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。

【 0 0 1 6 】

図 5 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ことによって図 4 に示されるように排気浄化触媒13への流入排気ガスの空燃比 (A / F) in を周期的にリッチにしたときの排気浄化触媒13によるNO_x浄化率 R 1 を排気浄化触媒13の各触媒温度TCに対して示している。さて、長期間に亘るNO_x浄化に関する研究の結果、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、図 5 に示されるように350 以上の高温領域においても極めて高いNO_x浄化率 R 1 が得られることが判明している。

40

【 0 0 1 7 】

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塩基性層53の表面上に、即ち排気浄化触媒13の塩基性排気ガス流通表面部分54上に保持又は吸着され続けており、この還元性中間体が高NO_x浄化率 R 1 を得る上で中心的役割を果たしていることが判明している。次にこのことについて図 6 A および 6 B を参照しつつ説明する。なお、これら図 6 A および 6 B は排気浄化触媒13の触媒担体50の表面部分を図解的に示しており、これ

50

ら図6 Aおよび6 B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をもって振動せしめたときに生ずると推測される反応が示されている。

【0018】

図6 Aは排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度が低いときを示しており、図6 Bは炭化水素供給弁15から炭化水素が供給されて排気浄化触媒13への流入排気ガスの空燃比(A/F)_{in}がリッチにされたとき、即ち排気浄化触媒13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。

【0019】

さて、図4からわかるように排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比は一瞬を除いてリーンに維持されているので排気浄化触媒13に流入する排気ガスは通常酸素過剰の状態にある。このとき排気ガス中に含まれるNOの一部は排気浄化触媒13上に付着し、排気ガス中に含まれるNOの一部は図6 Aに示されるように白金51上において酸化されてNO₂となり、次いでこのNO₂は更に酸化されてNO₃となる。また、NO₂の一部はNO₂⁻となる。従って白金Pt51上にはNO₂⁻とNO₃とが生成されることになる。排気浄化触媒13上に付着しているNOおよび白金Pt51上において生成されたNO₂⁻とNO₃は活性が強く、従って以下これらNO、NO₂⁻およびNO₃を活性NO_x⁺と称する。

【0020】

一方、炭化水素供給弁15から炭化水素が供給されて排気浄化触媒13への流入排気ガスの空燃比(A/F)_{in}がリッチにされるとこの炭化水素は排気浄化触媒13の全体に亘って順次付着する。これら付着した炭化水素の大部分は順次酸素と反応して燃焼せしめられ、付着した炭化水素の一部は順次、図3に示されるように排気浄化触媒13内において改質され、ラジカルとなる。従って、図6 Bに示されるように活性NO_x⁺周りの炭化水素濃度が高くなる。ところで活性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NO₃⁻の形で塩基性層53内に吸収される。しかしながらこの一定時間が経過する前に活性NO_x⁺周りの炭化水素濃度が高くと図6 Bに示されるように活性NO_x⁺は白金51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。この還元性中間体は塩基性層53の表面上に付着又は吸着される。

【0021】

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R-NO₂であると考えられる。このニトロ化合物R-NO₂は生成されるとニトリル化合物R-CNとなるがこのニトリル化合物R-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R-NCOとなる。このイソシアネート化合物R-NCOは加水分解するとアミン化合物R-NH₂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R-NCOの一部であると考えられる。従って図6 Bに示されるように塩基性層53の表面上に保持又は吸着されている還元性中間体の大部分はイソシアネート化合物R-NCOおよびアミン化合物R-NH₂であると考えられる。

【0022】

一方、図6 Bに示されるように生成された還元性中間体の周りに炭化水素HCが付着しているときには還元性中間体は炭化水素HCに阻まれてそれ以上反応が進まない。この場合、排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度が低下し、次いで還元性中間体の周りに付着している炭化水素が酸化せしめられて消滅し、それにより還元性中間体周りの酸素濃度が高くなると、還元性中間体は排気ガス中のNO_xや活性NO_x⁺と反応するか、周囲の酸素と反応するか、或いは自己分解する。それによって還元性中間体R-NCOやR-NH₂は図6 Aに示されるようにN₂、CO₂、H₂Oに変換せしめられ、斯くしてNO_xが浄化されることになる。

【0023】

このように排気浄化触媒13では、排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度を高くすることにより還元性中間体が生成され、排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度を低下させた後、酸素濃度が高くなったときに還元性中間体が排気ガス中のNO_xや活性NO_x⁺や酸素

10

20

30

40

50

と反応し、或いは自己分解し、それにより 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。

【0024】

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り、生成された還元性中間体を排気ガス中の NO_x や活性 NO_x^* や酸素と反応させ、或いは自己分解させるのに十分低い濃度まで炭化水素の濃度を低下させる必要がある。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。なお、この場合、生成された還元性中間体 R-NCO や R-NH_2 が排気ガス中の NO_x や活性 NO_x^* や酸素と反応するまで、或いは自己分解するまでこれら還元性中間体を塩基性層53上に、即ち塩基性排気ガス流通表面部分54上に保持しておかなければならず、そのために塩基性の排気ガス流通表面部分54が設けられている。

10

【0025】

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53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。

【0026】

そこで本発明による実施例では、排気ガス中に含まれる NO_x と改質された炭化水素とを反応させて窒素および炭化水素を含む還元性中間体 R-NCO や R-NH_2 を生成するために排気浄化触媒13の排気ガス流通表面上には貴金属触媒51が担持されており、生成された還元性中間体 R-NCO や R-NH_2 を排気浄化触媒13内に保持しておくために貴金属触媒51周りには塩基性層53が形成されており、塩基性層53上に保持された還元性中間体 R-NCO や R-NH_2 は N_2 、 CO_2 、 H_2O に変換せしめられ、炭化水素濃度の振動周期は還元性中間体 R-NCO や R-NH_2 を生成し続けるのに必要な振動周期とされる。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

【0027】

炭化水素濃度の振動周期、即ち炭化水素供給弁15からの炭化水素HCの噴射周期を上述の予め定められた範囲内の周期よりも長くすると塩基性層53の表面上から還元性中間体 R-NCO や R-NH_2 が消滅し、このとき白金Pt53上において生成された活性 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53内に拡散し、硝酸塩となる。即ち、このときには排気ガス中の NO_x は硝酸塩の形で塩基性層53内に吸収されることになる。

30

【0028】

一方、図7Bはこのように NO_x が硝酸塩の形で塩基性層53内に吸収されているときに排気浄化触媒13内に流入する排気ガスの空燃比がリッチにされた場合を示している。この場合には排気ガス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53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53から放出される。次いで放出された NO_2 は排気ガス中に含まれる炭化水素HCおよびCOによって還元される。

40

【0029】

図8は塩基性層53の NO_x 吸収能力が飽和する少し前に排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比(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。この場合には排気ガスの空燃比(A/F) $_{in}$ がリーンのときに塩基性層53内に吸収された NO_x は、排気ガスの空燃比(A/F) $_{in}$ が一時的にリッチにされたときに塩基性層53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53は NO_x を一時的に吸収するための吸収剤の役目を果たしている。

【0030】

なお、このとき塩基性層53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

50

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53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および排気浄化触媒13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)の比を排気ガスの空燃比と称すると、排気浄化触媒13は、排気ガスの空燃比がリーンのときには NO_x を吸蔵し、排気ガス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。

【0031】

図9の実線は、排気浄化触媒13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 R_2 を示している。なお、図9の横軸は排気浄化触媒13の触媒温度 TC を示している。排気浄化触媒13をこのように NO_x 吸蔵触媒として機能させた場合には図9において実線で示されるように触媒温度 TC が250 から300 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 TC が350 以上の高温になると NO_x 浄化率 R_2 が低下する。

10

【0032】

このように触媒温度 TC が350 以上になると NO_x 浄化率 R_2 が低下するのは、触媒温度 TC が350 以上になると NO_x が吸蔵されづらくなり、かつ硝酸塩が熱分解して NO_2 の形で排気浄化触媒13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 TC が高いときに高い NO_x 浄化率 R_2 を得るのは困難である。しかしながら図4から図6Bに示される新たな NO_x 浄化方法では、硝酸塩の形で吸蔵されている NO_x 量は少量であり、斯くして図5に示されるように触媒温度 TC が高いときでも高い NO_x 浄化率 R_1 が得られることになる。

20

【0033】

本発明による実施例では、この新たな NO_x 浄化方法を用いて NO_x を浄化しうるように、炭化水素を供給するための炭化水素供給弁15を機関排気通路内に配置し、炭化水素供給弁15下流の機関排気通路内に排気浄化触媒13を配置し、排気浄化触媒13の排気ガス流通表面上には貴金属触媒51が担持されていると共に貴金属触媒51周りには塩基性層53が形成されており、排気浄化触媒13は、炭化水素供給弁15から予め定められた範囲内の周期でもって炭化水素を噴射すると塩基性層53上に保持された還元性中間体により排気ガス中に含まれる NO_x を還元する性質を有すると共に、炭化水素供給弁15からの炭化水素の噴射周期をこの予め定められた範囲よりも長くすると排気ガス中に含まれる NO_x の吸蔵量が增大する性質を有しており、機関運転時に炭化水素供給弁15から予め定められた噴射周期でもって炭化水素を噴射し、それにより排気ガス中に含まれる NO_x を排気浄化触媒13において還元するようにしている。

30

【0034】

即ち、図4から図6Bに示される NO_x 浄化方法は、貴金属触媒を担持しかつ NO_x を吸収しう塩基性層を形成した排気浄化触媒を用いた場合において、さほ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13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53から検出される硝酸塩は少量である。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。

【0035】

さて、前述したように、炭化水素供給弁15からの炭化水素の噴射周期 T が長くなると炭化水素が噴射された後、次に炭化水素が噴射される間において、活性 NO_x^* 周りの酸素濃度が高くなる期間が長くなる。この場合、図1に示される実施例では、炭化水素の噴射周期 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53内に吸収され始め、従って図10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 R_1 が低下することになる。従って図1に示される実施例では、炭化水素の噴射周期 T は5秒以下とする必要がある。

40

【0036】

一方、本発明による実施例では、炭化水素の噴射周期 T がほぼ0.3秒以下になると噴射された炭化水素が排気浄化触媒13の排気ガス流通表面上に堆積し始め、従って図10に

50

示されるように炭化水素の噴射周期 T がほぼ0.3秒以下になると NO_x 浄化率 R_1 が低下する。そこで本発明による実施例では、炭化水素の噴射周期が0.3秒から5秒の間とされている。

【0037】

本発明による実施例では、第1の NO_x 浄化方法による良好な NO_x 浄化作用を確保するのに最適な炭化水素供給弁15からの炭化水素噴射量および噴射周期は予め求められている。この場合、本発明による実施例では、第1の NO_x 浄化方法による NO_x 浄化作用を行うときの最適な炭化水素噴射量 W_T 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11Aに示すようなマップの形で予めROM32内に記憶されており、また、このときの最適な炭化水素の噴射周期 T も燃料噴射弁3からの噴射量 Q および機関回転数 N の関数として図11Bに示すようなマップの形で予めROM32内に記憶されている。

10

【0038】

次に図12から図15を参照しつつ排気浄化触媒13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13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。

この第2の NO_x 浄化方法では図12に示されるように塩基性層53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13に流入する排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ が一時的にリッチにされる。排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ がリッチにされると、排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ がリーンのときに塩基性層53内に吸蔵された NO_x が塩基性層53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。

20

【0039】

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たり排出される排出 NO_x 量 $\text{NO}_x A$ 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13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 $\text{NO}_x A$ 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ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ がリッチにされる周期は通常1分以上である。

【0040】

この第2の NO_x 浄化方法では、 NO_x の放出制御を行うときには、図14に示されるように、燃料噴射弁3から、機関出力を発生させるための主噴射 Q に加えて、リッチ燃焼ガス生成噴射 W_R が行われる。なお、図14の横軸はクランク角を示している。このリッチ燃焼ガス生成噴射 W_R は、燃焼はするが機関出力となつて現われない時期に、即ち圧縮上死点後ATDC90°の少し手前で行われ、このとき燃料噴射弁3からはリッチ空燃比の燃焼ガスを生成するために必要な量 W_R の燃料が噴射される。この燃料量 W_R はアクセルペダル40の踏み込み量 L および機関回転数 N の関数として図15に示すようなマップの形で予めROM32内に記憶されている。このように本発明による実施例では、 NO_x の放出制御を行うときには、機関出力を発生させるための主噴射 Q に加えて、燃料噴射弁3から、リッチ空燃比の燃焼ガスを生成するためにリッチ燃焼ガス生成噴射 W_R が行われる。このリッチ燃焼ガス生成噴射 W_R が行われると、燃焼室2から排出される排気ガスの空燃比が排気リッチとなり、従つて NO_x 吸蔵触媒13に流入する排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ がリッチとなる。その結果、 NO_x 吸蔵触媒13から NO_x が放出されことになる。

30

40

【0041】

さて、本発明による実施例では、炭化水素供給弁15から予め定められた範囲内の周期でもって炭化水素を噴射することにより生成されかつ塩基性層53上に保持された還元性中間体により排気ガス中に含まれる NO_x を還元する第1の NO_x 浄化方法と、排気ガスの空燃比がリーンのときに排気浄化触媒13に吸蔵された NO_x を排気浄化触媒13から放出させて還元させるべく上述の予め定められた範囲よりも長い周期でもって排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比がリッチにされる第2の NO_x 浄化方法とが用いられている。この場合、図5に示す第1の NO_x 浄化方法による NO_x 浄化率 R_1 と図9に示す第2の NO_x 浄化方法による NO_x 浄化率 R_2 とを比較するとわかるように、触媒温度 TC が比較的低いときには第2の NO_x 浄化方法による NO_x 浄化率 R_2 の方が高くなり、触媒温度 TC が高くなると第1の NO_x 浄化

50

方法によるNO_x浄化率R₁の方が高くなる。従って、本発明による実施例では、概略的に言うと、触媒温度TCが低いときには第2のNO_x浄化方法が用いられ、触媒温度TCが高いときには第1のNO_x浄化方法が用いられる。

【0042】

さて、前述したように、第2のNO_x浄化方法が行われているときに排気浄化触媒13から吸蔵されたNO_xを放出させるときには、燃焼室2にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成するためのリッチ燃焼ガス生成噴射WRが行われる。ところが、このリッチ燃焼ガス生成噴射WRが行われると燃料噴射弁3から追加の燃料が噴射されるので燃焼室2内における燃焼温が上昇する。従って、燃焼室2内の温度が高くなる機関高速高負荷運転時にリッチ燃焼ガス生成噴射WRが行われると、燃焼室2内の温度が過度に高くなり、従って機関高速高負荷運転時にはリッチ燃焼ガス生成噴射WRを行うことが困難となる。図16のハッチングは、このリッチ燃焼ガス生成噴射WRを行うことができる機関の運転領域を示している。なお、図16において、横軸は機関回転数Nを示しており、縦軸は燃料噴射弁3から燃料噴射量Qを示している。

10

【0043】

図16からわかるように機関高速高負荷運転時にはリッチ燃焼ガス生成噴射WRを行うことができず、従って本発明による実施例では、機関高速高負荷運転時には排気浄化触媒13からのNO_xの放出制御が停止される。ところで、上述したように、本発明による実施例では、触媒温度TCが低いときには第2のNO_x浄化方法が用いられ、触媒温度TCが高いときには第1のNO_x浄化方法が用いられる。即ち、概略的に言うと、図16においてハッチングで示される触媒温度TCの比較的低い機関の運転状態のときには、第2のNO_x浄化方法が用いられ、触媒温度TCが高くなる機関高速高負荷運転時には第1のNO_x浄化方法が用いられる。従って、第2のNO_x浄化方法が用いられているときには、通常、リッチ燃焼ガス生成噴射WRを行うことができ、従って、通常は、リッチ燃焼ガス生成噴射WRを行うことによって、排気浄化触媒13から吸蔵されたNO_xを良好に放出させることができる。

20

【0044】

ところで、排気浄化触媒13にNO_xが吸蔵されると塩基性層53の塩基性が弱められ、それにより、還元性中間体を生成させ、生成された還元性中間体を保持する力が弱くなる。従って、第1のNO_x浄化方法が行われたときに排気浄化触媒13にNO_xが吸蔵されていると、NO_x浄化率が低下してしまう。即ち、排気浄化触媒13にNO_xが吸蔵されている状態で第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられると、第1のNO_x浄化方法が行われたときのNO_x浄化率が低下することになる。また、排気浄化触媒13にNO_xが吸蔵されている状態で第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられると、第1のNO_x浄化方法が開始された後、排気浄化触媒13の温度が上昇すると、排気浄化触媒13からNO_xが還元されることなく放出されてしまうことになる。

30

【0045】

従って、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときに排気浄化触媒13にNO_xが吸蔵されている場合には、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときに排気浄化触媒13から吸蔵されていたNO_xを放出させる必要があり、そのためには、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときに、リッチ燃焼ガス生成噴射WRを行う必要がある。ただし、この場合、排気浄化触媒13からNO_xを良好に放出させるためには、第2のNO_x浄化方法が行われているときにNO_xを放出させるときと同様に十分な時間に亘って排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比をリッチに持続させる必要がある。即ち、このとき、排気浄化触媒13からNO_xを良好に放出させるためには、第2のNO_x浄化方法が行われているときにNO_xを放出させるときと同様に十分な時間に亘ってリッチ燃焼ガス生成噴射WRを行い続けることが必要となる。

40

【0046】

一方、前述したように、図16においてハッチングで示される触媒温度TCの比較的低い機関の運転状態のときには、第2のNO_x浄化方法が用いられており、機関の運転状態が高速高負荷運転状態となって触媒温度TCが高くなると、第2のNO_x浄化方法から第1の

50

NO_x 浄化方法に切替えられる。このとき、即ち、第2のNO_x 浄化方法から第1のNO_x 浄化方法に切替えられたときに、排気浄化触媒13からNO_x を良好に放出させるためには、上述したように、第2のNO_x 浄化方法が行われているときにNO_x を放出させるときと同様に十分な時間に亘って、リッチ燃焼ガス生成噴射WRを行い続けることが必要となる。しかしながら、このとき、機関の運転状態が図16においてハッチングで示される運転状態に留まっている時間が短く、従って、第2のNO_x 浄化方法が行われているときにNO_x を放出させるときと同様に十分な時間に亘ってリッチ燃焼ガス生成噴射WRを行うことができなくなる場合が多々ある。

【0047】

即ち、燃焼室2内にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成することができる機関の運転状態は限られており、従って、第2のNO_x 浄化方法から第1のNO_x 浄化方法に切替えられるときに、排気浄化触媒13から吸蔵されているNO_x を放出させるのに十分な時間を取れない場合がある。そこで本発明では、第2のNO_x 浄化方法から第1のNO_x 浄化方法に切替えられるときに、排気浄化触媒13から吸蔵されているNO_x を放出させるのに十分な時間を取れるように、第2のNO_x 浄化方法が行われているときに比べて、排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比をリッチの度合いを高めるようにしている。

【0048】

即ち、本発明では、第2のNO_x 浄化方法が用いられているときに排気浄化触媒13から吸蔵されたNO_x を放出させるときには、燃焼室2内にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成することによって排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比が第1の目標リッチ空燃比とされ、第2のNO_x 浄化方法から第1のNO_x 浄化方法に切替えられるときは、燃焼室2内にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成することによって排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比が第1の目標リッチ空燃比よりも小さな第2の目標リッチ空燃比とされる。次に、本発明を実施するためのいくつかの実施例について、図17から図20を参照しつつ説明する。

【0049】

図17から図19には、第2のNO_x 浄化方法から第1のNO_x 浄化方法に切替えられるときの、燃焼室2内へのリッチ燃焼ガス生成噴射WRの噴射量の変化と、炭化水素WTの噴射タイミングと、排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比(A/F)_{in}の変化と、排気浄化触媒13に吸蔵される吸蔵NO_x量 NO_xとが示されている。図17から図19に示されるように、第2のNO_x 浄化方法から第1のNO_x 浄化方法への切替え時を除いて第2のNO_x 浄化方法が行われているときには、排気浄化触媒13の塩基性層53に吸蔵された吸蔵NO_x量

NO_xが許容量MAXを越えたときに燃焼室2内にリッチ燃焼ガス生成噴射WRが噴射され、それにより排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比(A/F)_{in}が第1の目標リッチ空燃比AFとされる。この場合、前述したように、リッチ燃焼ガス生成噴射の燃料量WRは図15に示すようなマップの形で予めROM32内に記憶されており、従ってROM32内には、排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比(A/F)_{in}を第1の目標リッチ空燃比AFとするのに必要な燃料量WRが記憶されていることになる。

【0050】

一方、本発明では、図17に示されるように、第2のNO_x 浄化方法から第1のNO_x 浄化方法に切替えられるときには、排気浄化触媒13に吸蔵されているNO_x を放出させるためにリッチ燃焼ガス生成噴射が行われ、このときリッチ燃焼ガス生成噴射の燃料量WRは、排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比(A/F)_{in}が第1の目標リッチ空燃比AFよりも小さな第2の目標リッチ空燃比AFMとなる燃料量とされる。即ち、このときには、燃料噴射弁3から噴射される燃料量WRは増量される。燃料噴射弁3から噴射される燃料量WRは増量されると、排気浄化触媒13から吸蔵されているNO_x を放出させるのに必要な時間は短くなり、従ってリッチ燃焼ガス生成噴射WRが行われている時間が短くなる。その結果、排気浄化触媒13から吸蔵されているNO_x を放出させるのに十分な時間を取れることになり、従って第2のNO_x 浄化方法から第1のNO_x 浄化方法に切替えられるときに、排気浄化触媒13から吸蔵されているNO_x を良好に放出できることになる。

【0051】

なお、第2のNO_x浄化方法が行われている場合において、排気浄化触媒13から吸蔵されているNO_xを放出させるときの第1の目標リッチ空燃比A Fは機関の運転状態に応じて変化する。一方、第2の目標リッチ空燃比A F Mは、機関の運転状態に応じて変化するいかなる第1の目標リッチ空燃比A Fよりも小さな値に設定されている。即ち、第2の目標リッチ空燃比A F Mは、第1の目標リッチ空燃比A Fのうちで最小の目標リッチ空燃比よりも小さい値とされている。

【0052】

次に、図18および図19を参照しつつ、本発明による別の実施例について説明する。図18および図19に示されるように、この実施例でも、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法への切替え時を除いて第2のNO_x浄化方法が行われているときには、排気浄化触媒13の塩基性層53に吸蔵された吸蔵NO_x量 NOXが許容量MAXを越えたときに燃焼室2内にリッチ燃焼ガス生成噴射WRが噴射され、それにより排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比(A/F)_{in}が第1の目標リッチ空燃比A Fとされる。しかしながらこの実施例では、図18に示されるように、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときに、排気浄化触媒13の塩基性層53に吸蔵された吸蔵NO_x量 NOXが許容量MAXよりも少ないときには、排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比(A/F)_{in}が第1の目標リッチ空燃比A Fとされる。

【0053】

これに対し、図19に示されるように、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときに、排気浄化触媒13の塩基性層53に吸蔵された吸蔵NO_x量 NOXが許容量MAXよりも大きい予め定められた許容量NMAXよりも多いときには第2の目標リッチ空燃比A F Mとされる。即ち、この実施例では、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときに排気浄化触媒13に吸蔵されているNO_x量が予め定められているNO_x量MAXよりも多いときに、排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比が第2の目標リッチ空燃比A F Mとされる。なお、このように吸蔵NO_x量 NOXが許容量MAXを越えて大きくなるのは、機関の運転状態が図16においてハッチングで示される領域以外の運転状態、即ち燃焼室2内にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成することができない運転状態にあるからである。図9は、代表的な例として、矢印Xで示される期間が燃焼室2内にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成することができない期間であった場合を示している。この実施例では、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときに排気浄化触媒に吸蔵されているNO_x量が多いときに限って、目標リッチ空燃比が大きな第2の目標リッチ空燃比A F Mとされ、従ってこの実施例では、図17に示される実施例に比べて、燃料消費量を低減することができる。

【0054】

次に、図20を参照しつつ、本発明による更に別の実施例について説明する。この実施例でも、図17に示されるように、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法への切替え時を除いて第2のNO_x浄化方法が行われているときには、排気浄化触媒13の塩基性層53に吸蔵された吸蔵NO_x量 NOXが許容量MAXを越えたときに排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比(A/F)_{in}が第1の目標リッチ空燃比A Fとされ、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときに、排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比(A/F)_{in}が第2の目標リッチ空燃比A F Mとされる。

【0055】

このとき、即ち第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられるときに、この実施例では、図20に示されるように、排気浄化触媒13に吸蔵されているNO_x量 NOXDが多いほど、第2の目標リッチ空燃比A F Mが小さくされる。即ち、図20には、代表的な三つの例A, B, Cについて排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比の変化が示されており、この場合、A, B, Cの順で、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法への切替え時に排気浄化触媒13に吸蔵されているNO_x量 NOXDが大きい場合を示している。また、この実施例では、リッチ燃焼ガス生成噴射の燃料量WRに補正係数KFを乗算することによってリッチ燃焼ガス生成噴射の最終的な燃料量WRを求めるようにしており、図

10

20

30

40

50

20にはこの補正係数 K_F の変化と、代表的な三つの例A, B, Cについてのリッチ燃焼ガス生成噴射の燃料量 $K_F \cdot W_R$ の変化が示されている。

【0056】

第2の NO_x 浄化方法から第1の NO_x 浄化方法への切替え時に排気浄化触媒13に吸蔵されている NO_x 量 $NOXD$ が多いほど、排気浄化触媒13に吸蔵されている NO_x を放出させるのに必要な燃料量が増大し、このとき NO_x を放出させるのに必要な燃料量を短い時間内に噴射するには、リッチ燃焼ガス生成噴射の燃料量 W_R を増大すること、即ち、第2の目標リッチ空燃比 AFM を低下させる必要がある。従って、この実施例では、第2の NO_x 浄化方法から第1の NO_x 浄化方法への切替え時に排気浄化触媒13に吸蔵されている NO_x 量 $NOXD$ が多いほど、第2の目標リッチ空燃比 AFM が小さくされる。

10

【0057】

図21は、 NO_x 浄化制御ルーチンを示しており、このルーチンは一定時間毎の割込みによって実行される。

図21を参照すると、まず初めにステップ60において、排気浄化触媒13の触媒温度等から第1の NO_x 浄化方法を行うべきか否が判別される。第1の NO_x 浄化方法を行うべきでない、即ち第2の NO_x 浄化方法を行うべきであると判別されたときにはステップ61に進んで図13に示すマップから単位時間当りの排出 NO_x 量 $NOXA$ が算出される。次いでステップ62では、 NOX に単位時間当りの排出 NO_x 量 $NOXA$ を加算することによって吸蔵 NO_x 量 NOX が算出される。次いでステップ63では吸蔵 NO_x 量 NOX が許容値 MAX を越えたか否かが判別される。 $NOX > MAX$ になると、燃焼室2内にリッチ空燃比の燃焼ガスを生成し得る運転状態であれば、ステップ64に進んで図15に示されるマップからリッチ燃焼ガス生成噴射の燃料量 W_R が算出される。次いでステップ65ではこの燃料量 W_R に基づいてリッチ燃焼ガス生成噴射を行うリッチ制御が行われ、このとき排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比は第1の目標リッチ空燃比 AF とされる。次いで、ステップ66では NOX がクリアされる。

20

【0058】

一方、ステップ60において、第1の NO_x 浄化方法を行うべきであると判別されたときにはステップ67に進んで、今、第2の NO_x 浄化方法から第1の NO_x 浄化方法に切替えられたか否かが判別される。ステップ67において、今、第2の NO_x 浄化方法から第1の NO_x 浄化方法に切替えられたと判別されたときにはステップ68に進んで、本発明による NO_x 放出制御が行われる。この本発明による NO_x 放出制御の種々の実施例が図22から図24に示されている。一方、ステップ67において、今、第2の NO_x 浄化方法から第1の NO_x 浄化方法に切替えられたのではないと判別されたときにはステップ69に進んで、第1の NO_x 浄化方法による NO_x 浄化作用が行われる。このとき、炭化水素供給弁15からは、図11Aに示すマップから算出された量 WT の炭化水素が図11Bに示すマップから算出された周期 T でもって噴射される。

30

【0059】

図22は、第2の NO_x 浄化方法から第1の NO_x 浄化方法に切替えられたときに図21のステップ68において行われる NO_x 放出制御ルーチンであって図17に示される実施例を実行するためのルーチンを示している。

40

図22を参照すると、まず初めにステップ70において、図15に示されるマップからリッチ燃焼ガス生成噴射の燃料量 W_R が算出される。次いでステップ71では、この燃料量 W_R に予め定められた補正係数 K_F を乗算することによって最終的な燃料量 $W_R (= K_F \cdot W_R)$ が算出される。この補正係数 K_R は1.0よりも大きい一定値である。次いでステップ72ではこの最終的な燃料量 W_R に基づいてリッチ燃焼ガス生成噴射を行うリッチ制御が行われ、このとき排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比は第2の目標リッチ空燃比 AFM とされる。次いで、ステップ73では NOX がクリアされる。

【0060】

図23は、第2の NO_x 浄化方法から第1の NO_x 浄化方法に切替えられたときに図21のステップ68において行われる NO_x 放出制御ルーチンであって図18および図19に示され

50

る実施例を実行するためのルーチンを示している。

図23を参照すると、まず初めにステップ80において、図15に示されるマップからリッチ燃焼ガス生成噴射の燃料量WRが算出される。次いでステップ81では、排気浄化触媒13の塩基性層53に吸蔵された吸蔵NO_x量 NOXが許容量NMAXを越えたか否かが判別される。吸蔵NO_x量 NOXが許容量NMAXを越えていないときにはステップ83に進む。ステップ83では、算出された燃料量WRに基づいてリッチ燃焼ガス生成噴射を行うリッチ制御が行われ、このとき排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比は第1の目標リッチ空燃比AFとされる。これに対し、ステップ81において、吸蔵NO_x量 NOXが許容量NMAXを越えていると判別されたときにはステップ82に進み、ステップ80において算出された燃料量WRに予め定められた補正係数KFを乗算することによって最終的な燃料量WR (= KF · WR) が算出される。この補正係数KRは1.0よりも大きい一定値である。次いでステップ83に進む。ステップ83では、算出された最終的な燃料量WRに基づいてリッチ燃焼ガス生成噴射を行うリッチ制御が行われ、このとき排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比は第2の目標リッチ空燃比AFMとされる。次いで、ステップ84では NOXがクリアされる。

10

【0061】

図24は、第2のNO_x浄化方法から第1のNO_x浄化方法に切替えられたときに図21のステップ68において行われるNO_x放出制御ルーチンであって図20に示される実施例を実行するためのルーチンを示している。

図24を参照すると、まず初めにステップ90において、図15に示されるマップからリッチ燃焼ガス生成噴射の燃料量WRが算出される。次いでステップ91では、排気浄化触媒13に吸蔵されているNO_x量 NOXDに基づいて、図20に示されるリッチ燃焼ガス生成噴射の燃料量WRに対する補正係数KFが算出される。次いで、ステップ92では、燃料量WRにこの補正係数KFを乗算することによって最終的な燃料量WR (= KF · WR) が算出される。次いでステップ93ではこの最終的な燃料量WRに基づいてリッチ燃焼ガス生成噴射を行うリッチ制御が行われ、このとき排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比は第2の目標リッチ空燃比AFMとされる。次いで、ステップ94では NOXがクリアされる。

20

【0062】

なお、別の実施例として排気浄化触媒13上流の機関排気通路内に炭化水素を改質させるための酸化触媒を配置することもできる。

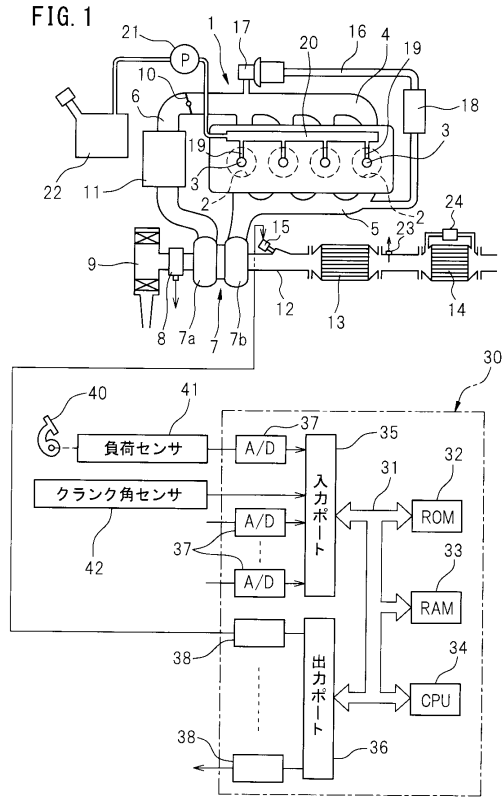
30

【符号の説明】

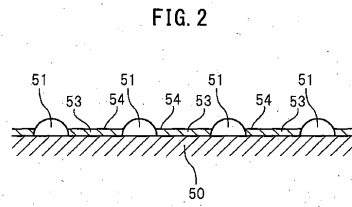
【0063】

- 4 吸気マニホールド
- 5 排気マニホールド
- 7 排気ターボチャージャ
- 12 排気管
- 13 排気浄化触媒
- 14 バティキュレートフィルタ
- 15 炭化水素供給弁

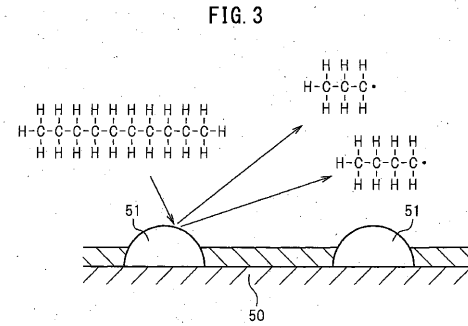
【図1】



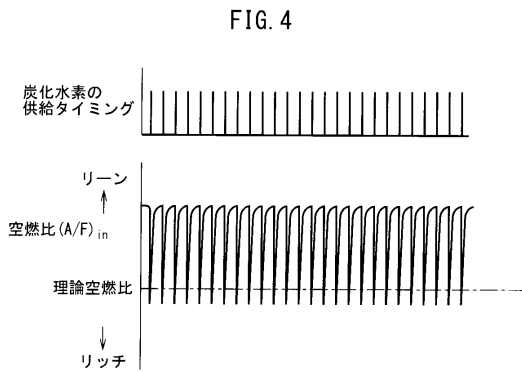
【図2】



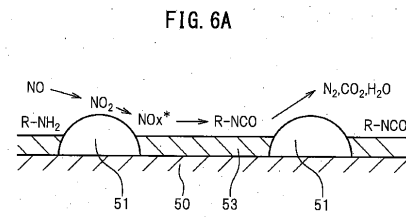
【図3】



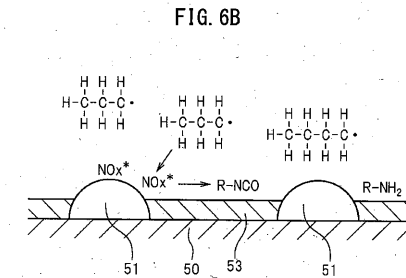
【図4】



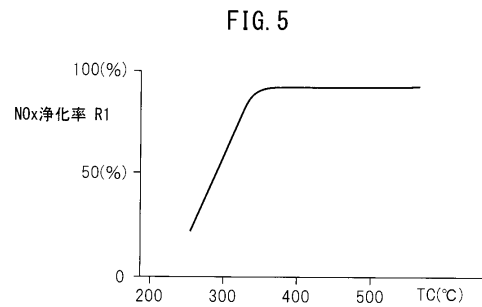
【図6A】



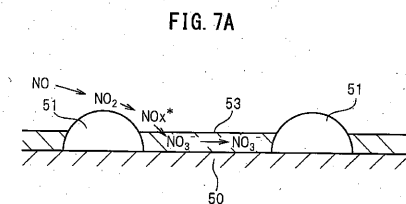
【図6B】



【図5】

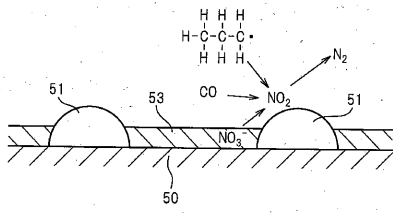


【図7A】



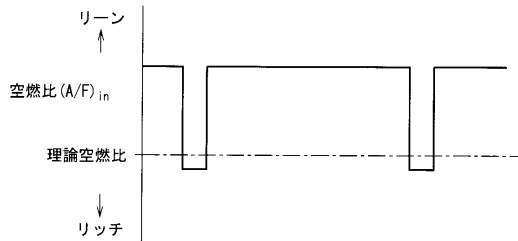
【図7B】

FIG. 7B



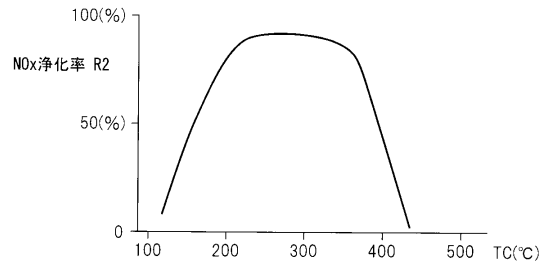
【図8】

FIG. 8



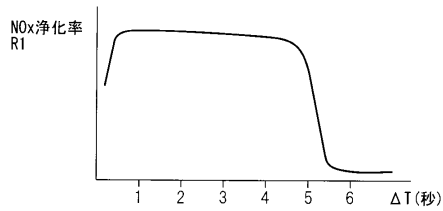
【図9】

FIG. 9



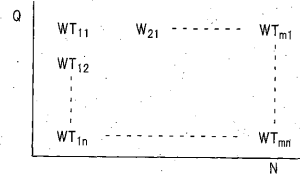
【図10】

FIG. 10



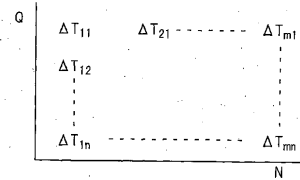
【図11A】

FIG. 11A

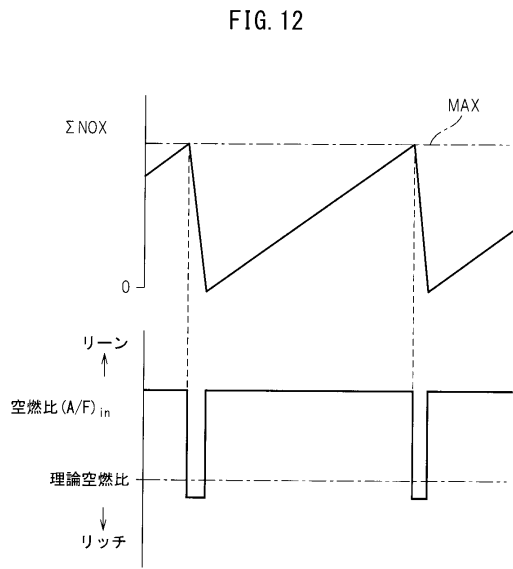


【図11B】

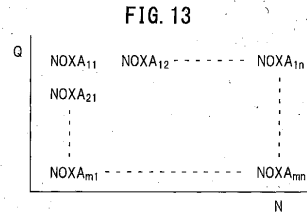
FIG. 11B



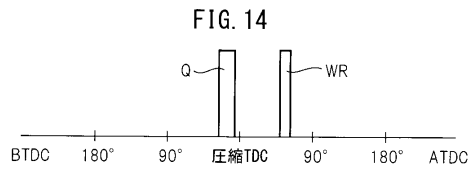
【 図 1 2 】



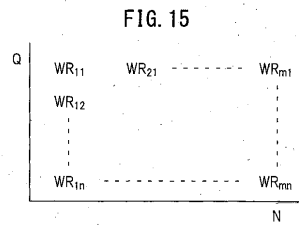
【 図 1 3 】



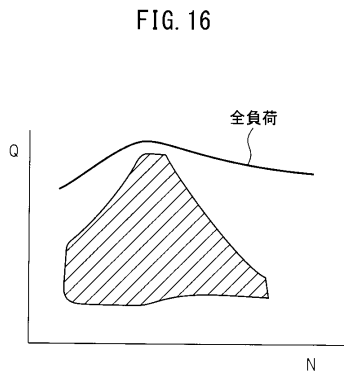
【 図 1 4 】



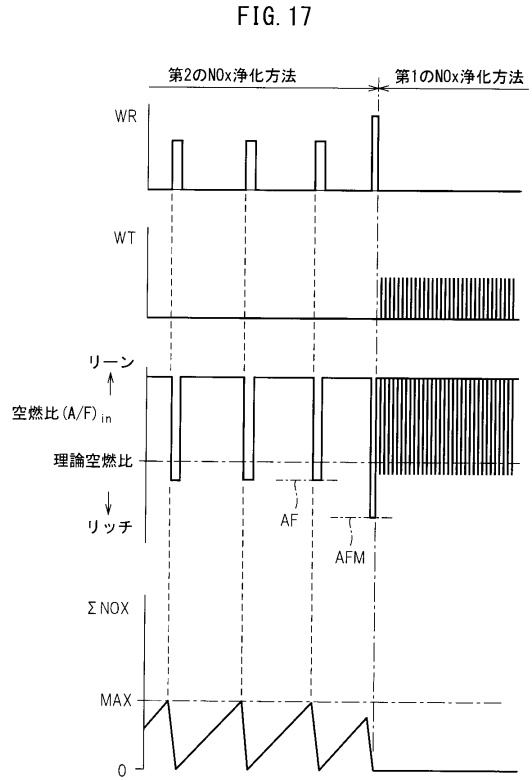
【 図 1 5 】



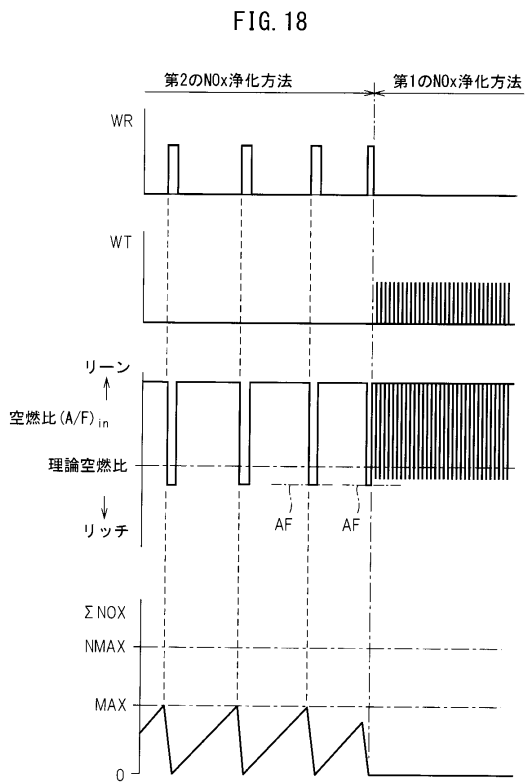
【図16】



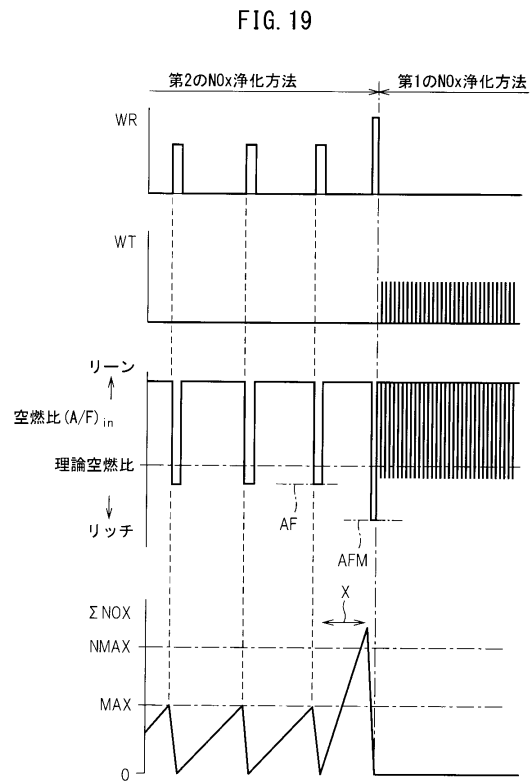
【図17】



【図18】

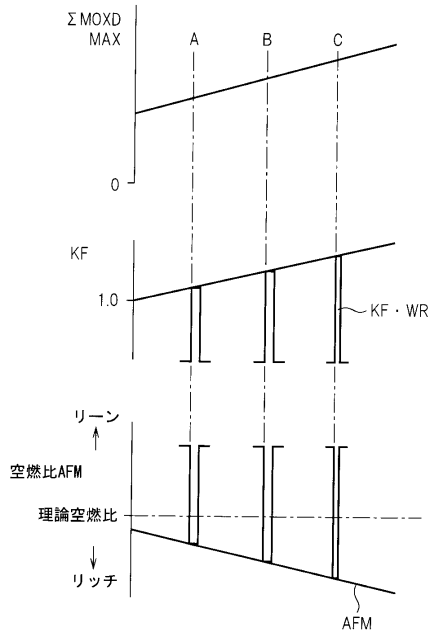


【図19】



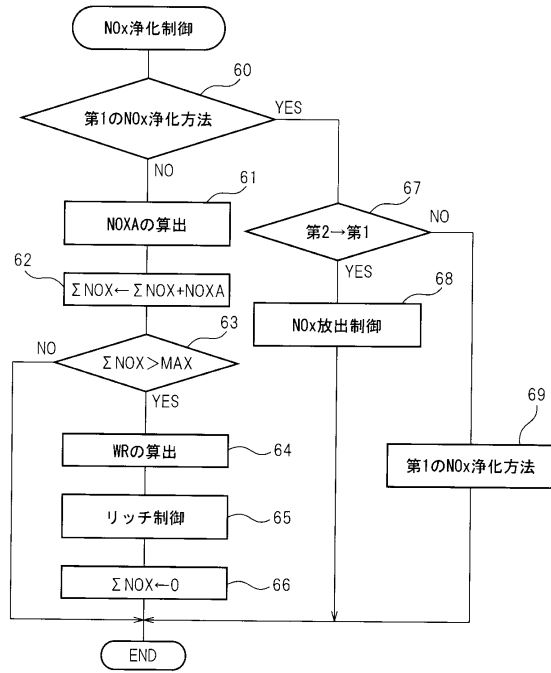
【図20】

FIG. 20



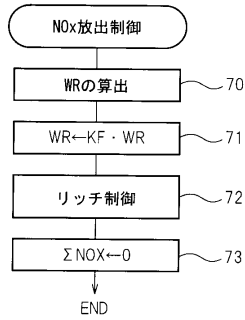
【図21】

FIG. 21



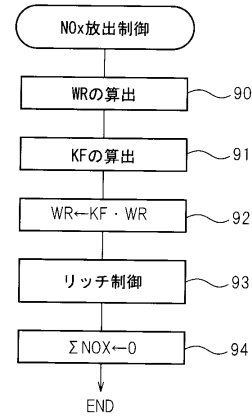
【図22】

FIG. 22



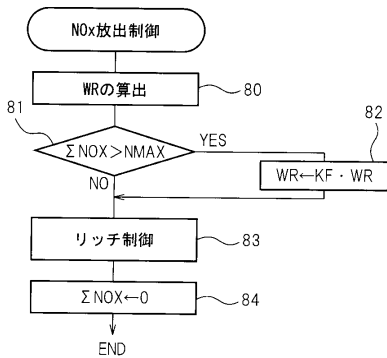
【図24】

FIG. 24



【図23】

FIG. 23



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
B 0 1 D	53/94	(2006.01)	F 0 1 N	3/22 3 2 1 Q
B 0 1 J	23/38	(2006.01)	F 0 1 N	3/00 C
			B 0 1 D	53/94 2 2 3
			B 0 1 D	53/94 4 0 0
			B 0 1 J	23/38 A

(72)発明者 羽場 優樹
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 吉田 耕平
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 野 崎 雄介
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 櫻田 正紀

(56)参考文献 特許第4868096(JP, B2)
国際公開第2004/097200(WO, A1)
国際公開第2013/118254(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 1 N 3 / 0 0 - 1 1 / 0 0 ,
F 0 2 D 4 3 / 0 0 - 4 5 / 0 0