

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6264261号
(P6264261)

(45) 発行日 平成30年1月24日(2018.1.24)

(24) 登録日 平成30年1月5日(2018.1.5)

(51) Int. Cl.			F I		
FO1N	3/24	(2006.01)	FO1N	3/24	C
FO1N	3/28	(2006.01)	FO1N	3/28	3O1F
FO1N	3/08	(2006.01)	FO1N	3/08	B
FO1N	3/035	(2006.01)	FO1N	3/08	A
BO1D	53/86	(2006.01)	FO1N	3/28	3O1P

請求項の数 2 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-225375 (P2014-225375)
(22) 出願日 平成26年11月5日(2014.11.5)
(65) 公開番号 特開2016-89721 (P2016-89721A)
(43) 公開日 平成28年5月23日(2016.5.23)
審査請求日 平成28年3月23日(2016.3.23)

前置審査

(73) 特許権者 000003137
マツダ株式会社
広島県安芸郡府中町新地3番1号
(74) 代理人 110001427
特許業務法人前田特許事務所
(72) 発明者 名越 匡宏
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
株式会社内
(72) 発明者 鐵野 雅之
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
株式会社内
(72) 発明者 水田 佳男
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気ガス浄化システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンから排出される排気ガス中のNO_xとパーティキュレートの処理が可能な排気ガス浄化システムであって、当該システムの構成要素として、

上記NO_xを一時的にトラップして還元するLNT触媒と上記排気ガス中のHC、CO及びNOを酸化する酸化触媒とを複合させた複合触媒と、

上記パーティキュレートを捕集するフィルタにパーティキュレート燃焼用触媒が担持された触媒付フィルタと、

上記NO_xを還元剤の存在下で選択的に還元するSCR触媒と、

上記SCR触媒に上記還元剤を供給するべく該還元剤又は還元剤前駆体を上記エンジンの排気ガス通路に注入する注入手段とを備え、

上記システム構成要素が上記排気ガス通路に、排気ガス流れ方向の上流側から上記複合触媒、上記触媒付フィルタ、上記注入手段及び上記SCR触媒の順で配置され、

上記複合触媒の上記LNT触媒は、排気ガス中のNOを酸化する触媒成分と、排気ガスの空熱比がリーンのときに該排気ガス中のNO_xをトラップし、排気ガスの空熱比が理論空熱比ないしリッチになったときに上記トラップされたNO_xを放出するアルカリ土類金属の化合物よりなるNO_xトラップ材と、該NO_xトラップ材にトラップされて放出されるNO_xを還元する触媒成分を含有し、

上記複合触媒の上記酸化触媒は、排気ガス中のHCをトラップするゼオライトよりなるHCトラップ材と、HC、CO及びNOを酸化する触媒成分を含有し、

10

20

上記複合触媒は、次のAの構造を備えていることを特徴とする排気ガス浄化システム。
A 八二カム担体の排気ガスが通る各セルの壁に上記LNT触媒を含有する層と上記酸化触媒を含有する層が設けられ、上記酸化触媒を含有する層が上記LNT触媒を含有する層よりも当該セルの排気ガスが通る空間側に配置されている。

【請求項2】

請求項1において、

上記還元剤としての NH_3 又は上記還元剤前駆体としての尿素が上記注入手段によって上記排気ガス通路に注入され、

当該システム構成要素として、さらに NH_3 及び/又はその誘導体を酸化するための酸化触媒が上記SCR触媒よりも下流側の上記排気ガス通路に配置されていることを特徴とする排気ガス浄化システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はエンジンの排気ガス浄化システムに関する。

【背景技術】

【0002】

ディーゼルエンジンやリーンバーンガソリンエンジンから排出される排気ガスには NO_x （窒素酸化物）とパティキュレートが含まれている。特許文献1には、 NO_x とパティキュレートを処理するシステムとして、酸化触媒、パティキュレートフィルタ、還元剤供給源、SCR(Selective Catalytic Reduction)触媒、及び NH_3 酸化触媒の順に排気ガスを通わせるシステムが開示されている。このシステムでは、排気ガス中の NO を酸化触媒によって酸化させて NO_2 を生成し、その NO_2 の存在下でフィルタ上のパティキュレートを燃焼させてフィルタを再生する。また、還元剤として NH_3 又は尿素が排気ガス通路に供給されて、SCR触媒で NO_x が選択的に還元浄化される。SCR触媒を通る NH_3 及び/又はその誘導体は NH_3 酸化触媒で除去される。

【0003】

特許文献2には、酸化触媒、パティキュレートフィルタ及び NO_x トラップ触媒の順に排気ガスを通わせるシステムが開示されている。このシステムでは、特許文献1と同じく、排気ガス中の NO を酸化触媒によって酸化させて NO_2 を生成し、その NO_2 の存在下でフィルタのパティキュレートを燃焼させる。 NO_2 とパティキュレートの反応で生成する NO と、パティキュレートと反応せずにフィルタを通過した NO_2 は NO_x トラップ触媒にトラップされる。トラップされたこれら NO_x は、燃料の排気行程噴射によって排気空燃比を定期的にリッチにすることにより放出させて還元浄化される。

【0004】

特許文献2には、 NO_x トラップ触媒に代えて NO_x 選択還元触媒を設けたシステムも開示されている。このシステムの場合は、燃料の排気行程噴射によって排気空燃比を定期的にリッチにして排気ガス中のHC（炭化水素）及びCOの量を増大させ、このHC等を NO_x 選択還元触媒（SCR触媒）に蓄積しておき、この蓄積されたHCを利用して上記フィルタの下流側において NO や NO_2 を還元浄化する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-89521号公報

【特許文献2】特開平09-53442号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1, 2のシステムによれば、酸化触媒で生成した NO_2 を利用してパティキュレートを燃焼させるから、フィルタを比較的低い温度で再生することができる。そのため

10

20

30

40

50

、フィルタ温度を高めるためのポスト噴射（エンジンの燃焼室に膨張行程又は排気行程で燃料を噴射すること。これにより、排気ガス中のHC及びCOの量が増大し、酸化触媒でのHC、COの酸化反応熱で排気ガス温度が上昇する。）の軽減ないし省略が可能になる。

【0007】

このように、NO₂の利用によって、フィルタの再生のためにエンジンの燃費が悪化することは避けられるものの、フィルタよりも下流側に配置されたSCR触媒やNOxトラップ触媒によって還元浄化すべきNOx量が多くなる。そのため、特許文献1のSCR触媒であれば、該SCR触媒に十分な還元剤（NH₃又は尿素）を供給することができるように還元剤タンクの容量を大きくしなければならない。しかし、例えば、小型自動車ではそのような大容量の還元剤タンクの搭載スペースを確保することが難しい。また、還元剤の使用量が多くなると、SCR触媒を通過するNH₃量が多くなり、NH₃酸化触媒の処理負担が増大する。特許文献2のHCを還元剤に利用するSCR触媒であれば、還元剤タンクは不要であるが、排気空燃比を頻繁にリッチに近い条件にする必要があり、NOxの還元のために燃費が悪化する。SCR触媒に代えてNOxトラップ触媒でNOxを還元するとしても、排気空燃比を頻繁にリッチにする必要があり、同様に燃費が悪化する。

10

【0008】

そこで、本発明は、排気ガス中のNOxとパーティキュレートを効率良く処理することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0009】

本発明は、上記課題を解決するために、NOxトラップ触媒、すなわち、LNT(Lean NOx Trap)触媒とSCR触媒とを併用し、且つLNT触媒を酸化触媒と複合化したシステム構成とした。

【0010】

ここに開示する排気ガス浄化システムは、エンジンから排出される排気ガス中のNOxとパーティキュレートの処理が可能なシステムであって、当該システムの構成要素として、上記NOxを一時的にトラップして還元するLNT触媒と上記排気ガス中のHC、CO及びNOを酸化する酸化触媒とを複合させた複合触媒と、

上記パーティキュレートを捕集するフィルタにパーティキュレート燃焼用触媒が担持された触媒付フィルタと、

30

上記NOxを還元剤の存在下で選択的に還元するSCR触媒と、

上記SCR触媒に上記還元剤を供給するべく該還元剤又は還元剤前駆体を上記エンジンの排気ガス通路に注入する注入手段とを備え、

上記システム構成要素が上記排気ガス通路に、排気ガス流れ方向の上流側から上記複合触媒、上記触媒付フィルタ、上記注入手段及び上記SCR触媒の順で配置され、

上記複合触媒の上記LNT触媒は、排気ガス中のNOを酸化する触媒成分と、排気ガスの空熱比がリーンのときに該排気ガス中のNOxをトラップし、排気ガスの空燃比が理論空燃比ないしリッチになったときに上記トラップされたNOxを放出するアルカリ土類金属の化合物よりなるNOxトラップ材と、該NOxトラップ材にトラップされて放出されるNOxを還元する触媒成分を含有し、

40

上記複合触媒の上記酸化触媒は、排気ガス中のHCをトラップするゼオライトよりなるHCトラップ材と、HC、CO及びNOを酸化する触媒成分を含有し、

上記複合触媒は、次のAの構造を備えていることを特徴とする排気ガス浄化システム。
A 八ニカム担体の排気ガスが通る各セルの壁に上記LNT触媒を含有する層と上記酸化触媒を含有する層が設けられ、上記酸化触媒を含有する層が上記LNT触媒を含有する層よりも当該セルの排気ガスが通る空間側に配置されている。

【0011】

従って、排気ガスの空燃比がリーンであるとき、排気ガス中のNOxはLNT触媒にトラップされる。排気ガス中のNOxのうちの量が多いNOはLNT触媒と複合されている

50

酸化触媒によって NO_2 に酸化されるため、 NO_x がLNT触媒に効率良くトラップされる。このときはSCR触媒では NO_x を浄化する必要はないから、還元剤又は還元剤前駆体の注入は不要である。或いはSCR触媒に達する NO_x 量は少ないから、SCR触媒で NO_x を浄化するとともに、還元剤又は還元剤前駆体の注入量は少なく済む。

【0012】

LNT触媒にトラップされた NO_x は、そのトラップ量が所定値に達したときに、リッチパージによってLNT触媒から放出させ該LNT触媒によって還元浄化することができる。このときも、SCR触媒では NO_x を浄化する必要はない。或いはLNT触媒から放出された一部の NO_x が未浄化のまま下流側に流れ、触媒付フィルタを通過してSCR触媒に達するとともに、その NO_x 量は少ない。従って、SCR触媒で NO_x を浄化するとともに、還元剤又は還元剤前駆体の注入量は少なく済む。

10

【0013】

一方、SCR触媒が活性を呈する温度に達しているときは、排気ガスに還元剤又は還元剤前駆体を注入することによって、排気ガス中の NO_x をSCR触媒で還元浄化することができる。従って、このときは、上流側のLNT触媒において NO_x トラップ量が所定値に達しているとしても、必ずしも、リッチパージを行なう必要はない。すなわち、SCR触媒が活性を呈する温度に達しているときは、このSCR触媒で NO_x を浄化することにより、LNT触媒のためのリッチパージのインターバルを長くにとって、リッチパージによる燃費の悪化を避けることができる。

【0014】

このように、本発明のLNT触媒とSCR触媒の併用によれば、 NO_x 浄化性能を落とすことなく、燃費の悪化を軽減することができる。

20

【0015】

排気ガスの空燃比がリーンであるとき、該排気ガス中のパーティキュレートは触媒付フィルタで捕集される。パーティキュレートの捕集量が所定値に達したときにポスト噴射を実行し、酸化触媒での酸化反応熱を利用して排気ガス温度を上昇させて触媒付フィルタの温度を高めることにより、パーティキュレートを燃焼させて除去することができる（フィルタの再生）。このとき、上流側の酸化触媒において NO の酸化によって生成する NO_2 が酸化剤となってパーティキュレートの燃焼が促進される。また、酸化触媒での酸化反応熱によってLNT触媒の温度が上昇することにより、該LNT触媒から NO_2 が放出されるから、この NO_2 が酸化剤となってパーティキュレートの燃焼が促進される。

30

【0016】

このように、酸化触媒で生成する NO_2 及びLNT触媒から放出される NO_2 がパーティキュレートの燃焼に利用されるため、ポスト噴射量を少なくすることができる。従って、燃費の悪化を避けることができる。

【0017】

しかも、本発明によれば、LNT触媒と酸化触媒を一体化させて複合触媒としたことにより、システムの大型化防止に有利になる。また、SCR触媒の NO_x 浄化負担が軽くなるため、SCR触媒の小型化や還元剤又は還元剤前駆体の貯留タンクの小型化が図れる。

【0018】

また、上記LNT触媒によれば、 NO を酸化する触媒成分を含有するから、排気ガス中の NO が NO_2 に酸化され、 NO_x トラップ材による NO_x のトラップが促進される。また、上記酸化触媒によれば、HCトラップ材を含有するから、排気ガス温度が低いとき（触媒が活性化していないとき）に排気ガス中のHCをトラップしておき、排気ガス温度が高くなったとき（触媒が活性を呈するようになったとき）にHCトラップ材から放出されるHCを酸化浄化することができ、HCが酸化されることなく排出される量を減らすことができる。

40

【0019】

構造Aの場合、LNT触媒が下層になり、酸化触媒が上層になっている（ハニカム担体のセルの排気ガスが通る空間側に配置されている）から、上層（酸化触媒）で排気ガス中

50

のNOが酸化されてNO₂が生成し易くなり、その結果、下層(LNT触媒)でNOx吸蔵反応が進み易くなる。酸化触媒を含有する上層の酸化能力が高いため、触媒付フィルタ再生時のポスト噴射成分(HC, CO)の酸化が進み易く、フィルタの昇温に有利になる。また、上層(酸化触媒)でNO₂が生成されることにより、触媒付フィルタに流れるNOxのNO₂比率が高くなり、フィルタの再生に有利になる。

【0020】

本発明の好ましい実施態様では、上記還元剤としてのNH₃又は上記還元剤前駆体としての尿素が上記注入手段によって上記排気ガス通路に注入される。そして、当該システム構成要素として、さらにNH₃及び/又はその誘導体を酸化するための酸化触媒が上記SCR触媒よりも下流側の上記排気ガス通路に配置されている。

10

【0021】

排気ガス通路に尿素が注入されると、その熱分解や加水分解によって還元剤としてのNH₃が生成する。そして、SCR触媒でNOxの浄化に使われることなく、未反応のままSCR触媒を通過したNH₃及び/又はその誘導体はSCR触媒よりも下流側の酸化触媒によって酸化される。よって、NH₃及び/又はその誘導体による異臭の発生が防止される。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、排気ガス流れ方向の上流側から、LNT触媒と酸化触媒の複合触媒、触媒付フィルタ、還元剤又はその前駆体の注入手段及びSCR触媒を順に配置し、LNT触媒は、NOを酸化する触媒成分と、排気ガスの空熱比がリーンのときに該排気ガス中のNOxをトラップし、排気ガスの空燃比が理論空燃比ないしリッチになったときに上記トラップされたNOxを放出するアルカリ土類金属の化合物よりなるNOxトラップ材と、該NOxトラップ材にトラップされて放出されるNOxを還元する触媒成分を含有し、酸化触媒は、ゼオライトからなるHCトラップ材と、HC、CO及びNOを酸化する触媒成分を含有し、ハニカム担体のセル壁に酸化触媒を含有する層とLNT触媒を含有する層を前者が後者よりも当該セルの排気ガスが通る空間側に配置されるように設けたから、NOx浄化性能及びパティキュレート燃焼性能を落とすことなく、還元剤又はその前駆体の注入量、リッチパーセント頻度及びポスト噴射量を減らすことができ、還元剤又はその前駆体貯留用タンクの小型化やSCR触媒の小型化が図れるとともに、燃費の向上に有利になり、さらに、酸化触媒による排気ガス中のNOのNO₂への酸化により、LNT触媒でのNOx吸蔵反応が進み易くなるとともに、触媒付フィルタに流れるNOxのNO₂比率が高くなってフィルタの再生に有利になり、また、酸化触媒によるHC、COの酸化が進み易くなるから、フィルタの昇温に有利になる。

20

30

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】エンジンの排気ガス浄化システムの構成図。

【図2】複合触媒の好ましい構造の実施例を模式的に示す断面図。

【図3】複合触媒の参考例を模式的に示す断面図。

40

【図4】NOxトラップ及びPM捕集に関するブロック説明図。

【図5】NOx放出還元及びPM捕集に関するブロック説明図。

【図6】フィルタの再生に関するブロック説明図。

【図7】SCR触媒によるNOxの還元に関するブロック説明図。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明を実施するための形態を図面に基いて説明する。以下の好ましい実施形態の説明は、本質的に例示に過ぎず、本発明、その適用物或いはその用途を制限することを意図するものではない。

【0025】

50

<システム構成>

図1に示す排気ガス浄化システムはエンジン1から排出される排気ガス中のNO_xとパーティキュレート(以下、「PM」という。)の処理が可能なシステムである。本例のエンジン1はディーゼルエンジンであり、その排気ガス通路2に、複合触媒3、触媒付フィルタ4、還元剤又は還元剤前駆体の注入手段5、ミキサ6、SCR触媒7及びNH₃酸化触媒8が排気ガス流れ方向の上流側から順に配置されている。本明細書では、「上流側」及び「下流側」は排気ガス流れ方向について使用している。同システムは、還元剤又は還元剤前駆体を貯留するタンク9及び各種センサを備える。それらセンサの信号に基いてエンジン1の燃料噴射制御及び注入手段5の制御がECU(Engine Control Unit)11によって実行される。

10

【0026】

複合触媒3は、上記NO_xを一時的にトラップして還元浄化するLNT触媒と排気ガス中のHC、CO及びNOを酸化する酸化触媒(DOC)とを複合させてなる。

【0027】

LNT触媒は、排気ガス中のNOを酸化する触媒成分と、排気ガスの空燃比がリーンになるときに該排気ガス中のNO_xをトラップし、排気ガスの空燃比が理論空燃比ないしリッチになったときにNO_xを放出するNO_xトラップ材と、該NO_xトラップ材にトラップされたNO_xを還元する触媒成分を含有する。例えば、NO酸化触媒としては、活性アルミナとOSC(Oxygen Storage capacity)材としてのCe含有酸化物の混合物にPtを担持させた触媒を採用し、NO_xトラップ材としてはBa等のアルカリ土類金属の化合物を

20

【0028】

NO_xトラップ材の原料としてアルカリ土類金属の酢酸塩を採用し、これを担体に担持して焼成すると、アルカリ土類金属は炭酸塩となる。すなわち、このアルカリ土類金属の炭酸塩がNO_xトラップ材となる。

【0029】

酸化触媒は、排気ガス中のHCをトラップするHCトラップ材と、該HCトラップ材にトラップされたHC、排気ガス中のHC、CO、NOを酸化する触媒成分を含有する。例えば、HCトラップ材としてはゼオライトを採用し、酸化触媒成分としては活性アルミナとOSC材(Ce含有酸化物)の混合物にPt及び/又はPdを担持させた触媒を採用することが好ましい。

30

【0030】

複合触媒3は、次のAの構造を備えた構成とすることができる。

【0031】

A 図2に示すように、ハニカム担体の排気ガスが通る各セルの壁27に上記LNT触媒26を含有する層と上記酸化触媒25を含有する層が設けられ、酸化触媒25がLNT触媒26よりも当該セルの排気ガスが通る空間側に配置されて上層になっている。

【0032】

図3は参考例であり、ハニカム担体の排気ガスが通る各セルの壁27に上記LNT触媒26と上記酸化触媒25が設けられ、酸化触媒25がLNT触媒26よりも当該セルの排気ガス流れ方向の上流側に配置されるように、両触媒25, 26がセル壁27に担持されている。

40

【0033】

触媒付フィルタ4は、上記PMを捕集するフィルタにPM燃焼用触媒が担持されてなる。触媒としては、例えば、Pt及びアルカリ土類金属が担持された活性アルミナ、Pt及びアルカリ土類金属が担持されたCe含有酸化物、並びにPt及びアルカリ土類金属が担持されたCe非含有のZr系複合酸化物を含有することが好ましい。

【0034】

SCR触媒7は、上記NO_xを還元剤の存在下で選択的に還元浄化するものであり、本

50

例では、還元剤となる NH_3 の前駆体として尿素を採用した尿素-SCRを採用している。そのため、タンク9には尿素水が貯留される。SCR触媒7としては、 NH_3 をトラップするゼオライトに NH_3 を還元剤として NO_x を還元する触媒金属を担持させた触媒成分を採用し、該触媒成分を八ニカム担体のセル壁に担持させた構成とすることが好ましい。 NO_x 還元用の触媒金属としては、Fe、Ti、Ce、W等が好ましく、 NH_3 を NO_x に酸化し易いPtやPdの使用は好ましくない。

【0035】

注入手段5は、タンク9の尿素水を複合触媒3とミキサ6の間の排気ガス通路2に供給する噴射弁によって構成することができる。ミキサ6は、尿素水を排気ガス通路2内において排気ガス中に拡散させるものである。

10

【0036】

NH_3 酸化触媒8は NO_x と反応することなくSCR触媒7を通過する(スリップする) NH_3 及びその誘導体をトラップして酸化するものであり、それら NH_3 等のスリップを防止する。 NH_3 酸化触媒8としては、 NH_3 をトラップするゼオライトにPtを担持させたPt担持ゼオライトとPtを担持させたOSC材とを八ニカム担体のセル壁に担持させた構成とすることが好ましい。

【0037】

複合触媒3と触媒付フィルタ4は、1つの触媒容器12に、前者が排気ガス流れ方向の上流側に配置されるようにタンデムに収容されている。この触媒容器12はターボ過給機13の排気ガス出口に直結されて自動車のエンジンルームに配設されている。ターボ過給機13はエンジン1の排気マニホールドの下流端に直結されている。かかる構成の採用により、複合触媒3と触媒付フィルタ4にはエンジン始動時でも排気ガスが比較的高温の状態流入するようになっている。なお、図1において、14はエンジン1の吸入空気通路である。一方、SCR触媒7及び NH_3 酸化触媒8は自動車のフロア下に配設されている。

20

【0038】

次に排気ガス通路2に配置されている各種センサについて説明する。複合触媒3よりも上流側には複合触媒3に流入する排気ガス温度を検出する第1温度センサ15が配置されている。この第1温度センサ15で検出される排気ガス温度が所定値以上であることと、LNT触媒の NO_x トラップ量が所定値に達していることが、該LNT触媒の NO_x を放出させて還元浄化するためのリッチパージ(エンジン空燃比をリーンから一時的にリッチにすること)の条件となる。 NO_x トラップ量はエンジンの運転履歴及びリッチパージ履歴に基づいて推定される。ここに、リッチパージはエンジン1の燃焼室に圧縮行程で噴射する燃料を増量することにより行ない、これにより、LNT触媒に流入する排気ガスの空燃比がリッチになり、 NO_x が放出される。

30

【0039】

複合触媒3と触媒付フィルタ4の間には触媒付フィルタ4に流入する排気ガス温度を検出する第2温度センサ16が配置されている。この第2温度センサ16で検出される排気ガス温度に基づいて、触媒付フィルタ4を再生するためのポスト噴射量が制御される。すなわち、触媒付フィルタ4の温度を確実にPM着火温度に上昇させるために、当該排気ガス温度が予め設定した温度になるようにポスト噴射量が制御される。

40

【0040】

触媒付フィルタ4よりも上流側と下流側には触媒付フィルタ4の上流側と下流側の排気ガスの差圧を検出するための圧力センサ17, 18が配置されている。上流側の圧力センサ17は、本例では複合触媒3と触媒付フィルタ4の間に配置されている。上記差圧に基づいて触媒付フィルタ4のPM捕集量が算出され、該捕集量が所定値に達したときにポスト噴射が所定噴射時期に実行される。

【0041】

触媒付フィルタ4とミキサ6の間にはSCR触媒7に流入する排気ガスの NO_x 濃度を検出する上流側 NO_x センサ19が配置されている。SCR触媒7と NH_3 酸化触媒8の

50

間にはSCR触媒7から流出する排気ガスのNO_x濃度を検出する下流側NO_xセンサ21が配置されている。さらに、SCR触媒7の直ぐ上流側にはSCR触媒7に流入する排気ガス温度を検出する第3温度センサ22が配置されている。

【0042】

上流側NO_xセンサ19で検出されるNO_x濃度が所定値以上であること、並びに第3温度センサ22で検出される排気ガス温度が所定値以上であることが、SCR触媒7でNO_xを浄化するための注入手段5による尿素水の注入条件となる。尿素水の注入量は、SCR触媒7のゼオライトに吸着されているNH₃量及び上流側NO_xセンサ19で検出されるNO_x濃度に基づいて、適切な量になるように制御される。ゼオライトに吸着されているNH₃量は、上流側と下流側のNO_xセンサ19, 21で検出されるNO_x濃度及び尿素注入量の履歴に基づいて推定される。

10

【0043】

そのほか、排気ガス通路には排気ガスの空燃比を検出するセンサ(図示省略)が設けられている。排気ガスの空燃比はエンジンの運転状態に基づいて推定するようにしてもよい。

【0044】

<排気ガスの浄化>

[LNT触媒によるNO_xトラップ, 触媒付フィルタ4によるPM捕集]

排気ガスの空燃比がリーンであるとき、図4に示すように、排気ガス中のNO_x(図4では代表的にNOを示している)が複合触媒3のLNT触媒のNO_xトラップ材にトラップされ、PMは触媒付フィルタ4に捕集される。

20

【0045】

排気ガス中のNO_xのうちの量が多いNOは、酸化触媒やLNT触媒のNO酸化触媒成分の存在下、排気ガス中のO₂と反応してNO₂に酸化される。NO_xトラップ材として例えばBa化合物を採用したときは、NO₂は、酸素(1/2O₂)の存在下、BaCO₃と反応してトラップされる(置換反応)。すなわち、NO₂はNO₃⁻となってBaに結合することにより、Ba(NO₃)₂が生成し、BaCO₃からCO₂が脱離して放出される。

【0046】

[LNT触媒によるNO_x放出還元, 触媒付フィルタ4によるPM捕集]

30

NO_xトラップ材のNO_xトラップ量が所定値以上であり、且つ複合触媒3に流入する排気ガス温度が所定値(例えば、200)以上であることを条件として、必要に応じて、リッチパージが実行される。これにより、排気ガスの空燃比が一時的にリッチになり、図5に示すように、NO_xトラップ材からNO_xが放出されてNO_x還元触媒により還元浄化される。これにより、NO_xトラップ材のNO_xトラップ能が回復する(LNT触媒の再生)。このときも、触媒付フィルタ4によるPMの捕集は継続される。

【0047】

NO_xの放出還元について説明する。図5に示すように、Ba(NO₃)₂は、排気ガス中の上記リッチパージによって多くなるCOとの反応(置換反応)によってBaCO₃となり、その結果、NO₂が脱離して放出される。NO₂は、NO_x還元触媒の存在下、排気ガス中の還元剤(CO, HC, H₂)と反応し、N₂となって排出される。また、この還元反応に伴ってCO₂、O₂及びH₂Oが生成して排出される。

40

【0048】

[触媒付フィルタ4によるPM燃焼]

排気ガスの空燃比がリーンである状態において、触媒付フィルタ4の上流側と下流側の排気ガスの差圧に基づいて触媒付フィルタ4のPM捕集量が所定値に達したことが検出されたときに、触媒付フィルタ4に流入する排気ガス温度に基づいてポスト噴射が実行される。これにより、触媒付フィルタ4に捕集されているPMが燃焼して除去され、該フィルタのPM捕集能が回復する(フィルタの再生)。以下、具体的に説明する。

【0049】

50

図6に示すように、ポスト噴射により、エンジン1から排出される排気ガス中のHC及びCOが多くなる。そのHC及びCOは、複合触媒3の酸化触媒の存在下、排気ガス中の酸素(O₂)と反応し、これにより、CO₂及びH₂Oが生成して排出される。このときに発生する酸化反応熱によって触媒付フィルタ4に流入する排気ガス温度が上昇する。その結果、触媒付フィルタ4の温度が上昇し、PM燃焼速度が大幅に向上する。

【0050】

また、複合触媒3の酸化触媒及びLNT触媒のNO酸化触媒によって、排気ガス中のNOが排気ガス中の酸素(O₂)と反応してNO₂が生成し、このNO₂が排気ガス中の酸素(O₂)と共に酸化剤として触媒付フィルタ4に供給される。或いは上記酸化反応熱によってLNT触媒の温度が上昇してNOxトラップ材からNO₂が放出されて触媒付フィルタ4に供給される。触媒付フィルタ4においては、触媒の存在下、捕集されているPMが酸素やNO₂と反応(燃焼)し、CO₂となって排出される。また、触媒付フィルタ4からはNO₂とPMの反応で生成するNO及び未反応のNO₂が排出される。

10

【0051】

このように、酸化触媒及びLNT触媒から触媒付フィルタ4に供給されるNO₂が酸化剤となってPMの燃焼が促進されるため、PM燃焼のためのポスト噴射量は少なくて済む。

【0052】

[SCR触媒7によるNOx選択還元]

LNT触媒でトラップされなかったNOx、或いは還元浄化されなかったNOx、或いは触媒付フィルタ4から排出されるNOxはSCR触媒7に向かって流れる。SCR触媒7に流入する排気ガスのNOx濃度が所定値以上であること、並びにSCR触媒7に流入する排気ガス温度が所定値(例えば200)以上であることを条件として、必要に応じて、SCR触媒7によるNOxの選択還元が実行される。

20

【0053】

従って、例えば、リッチパージによってLNT触媒からNOxを放出させて還元浄化したときにおいて、放出NOxの一部が還元浄化されることなく排出されることによって、SCR触媒7に流入する排気ガスのNOx濃度が所定値以上になったときは、SCR触媒7に流入する排気ガス温度が所定値以上であることを条件として、SCR触媒7によるNOxの選択還元を実行すべく、注入手段8によって尿素水が注入される。

30

【0054】

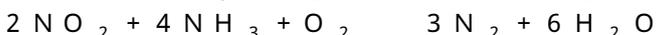
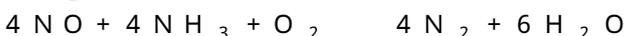
図7に示すように、注入手段5によって尿素水が排気ガス通路2に注入されると、その尿素の熱分解及び加水分解によってNH₃(還元剤)が生成し、SCR触媒7のゼオライトに吸着される。また、尿素の分解によって生ずるCO₂が排出される。SCR触媒7に流入するNOx(NO, NO₂)は、ゼオライトに吸着されたNH₃によってN₂に還元浄化され、そのときに生成するH₂Oと共に排出される。

【0055】

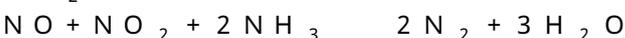
ここに、NH₃によるNOxの還元には、次式に示すとおり、排気ガス中のO₂が関与するケースと関与しないケースがある。

【0056】

(O₂が関与するケース)



(O₂が関与しないケース)



[NH₃酸化触媒8によるNH₃等の酸化]

NOxと反応することなくSCR触媒7を通過するNH₃及びその誘導体はNH₃酸化触媒8のゼオライトにトラップされる。よって、NH₃及びその誘導体が大気中に排出することが防止される。ゼオライトにトラップされたNH₃及びその誘導体は、そのトラッ

40

50

量が所定値に達したときに、ゼオライトから脱離させ、Pt触媒によって酸化させて排出させる。以下、具体的に説明する。

【0057】

上記トラップ量は次のようにして求める。すなわち、下流側NO_xセンサ21の検出値にはSCR触媒7から流出するNO_xだけでなく、SCR触媒7から流出するNH₃が反映される。このことを利用して、上流側NO_xセンサ19の検出値(SCR触媒7に流入するNO_x量が得られる)、注入手段5による尿素水注入量(SCR触媒7に流入するNH₃量が得られる)及び下流側NO_xセンサ21の検出値(SCR触媒7から流出するNO_xとNH₃の合計量が得られる)に基いて、SCR触媒7をスリップしてNH₃酸化触媒8にトラップされるNH₃及びその誘導体の量を求め、これを積算していくことにより、当該トラップ量を求める。

10

【0058】

上記トラップ量が所定値に達したときに、ポスト噴射を実行し、それによって排気ガス温度が高くなり、NH₃及びその誘導体がゼオライトから脱離してPt触媒によって酸化される。

【0059】

ところで、触媒付フィルタ4を再生したときも、排気ガス温度が上昇してNH₃及びその誘導体がゼオライトから脱離し、Pt触媒によって酸化される。また、エンジンの高負荷運転時には排気ガス温度が高くなるから、その場合も、NH₃及びその誘導体がゼオライトから脱離してPt触媒によって酸化されることがある。

20

【0060】

しかし、エンジンの高負荷運転は上記トラップ量に応じて行なわれるものではない。また、NH₃酸化触媒8にトラップされているNH₃及びその誘導体の酸化除去のために、ポスト噴射を実行したり、触媒付フィルタ4の再生を実行したりすることは燃費の悪化を招く。

【0061】

従って、好ましい実施態様の一つは、フィルタ再生のインターバル中にSCR触媒7をスリップすると見込まれる量のNH₃及びその誘導体をトラップしたときに、そのトラップ量が飽和に近い状態になるように、NH₃酸化触媒8のトラップ容量(ゼオライトの量)を設定することである。

30

【0062】

これによれば、触媒付フィルタ4を再生するときに発生する熱を利用して、NH₃酸化触媒8のNH₃及びその誘導体を酸化除去することができ、しかも、NH₃及びその誘導体がNH₃酸化触媒8をスリップして大気中に排出されることを防止することができる。

【0063】

[LNT触媒とSCR触媒7の関係]

複合触媒3のLNT触媒のNO_xトラップ量が未だ少なく、排気ガス中のNO_xがLNT触媒に吸蔵されていくときは、上流側NO_xセンサ19によって検出されるNO_x濃度は所定値に達していないのが通常である。従って、このときはSCR触媒7によるNO_xの浄化は不要であり、すなわち、注入手段5による尿素水の注入は不要である。或いは、SCR触媒7に流入するNO_xは少ないため、極少量の尿素水を注入するだけで、NO_xを還元浄化することができる。

40

【0064】

LNT触媒のNO_xトラップ量が多くなってくると、LNT触媒によるNO_xのトラップが鈍化し、SCR触媒7に流入する排気ガスのNO_x濃度が高くなってくる。LNT触媒のNO_xトラップ量が所定値以上になっており、且つ、SCR触媒7に流入する排気ガスのNO_x濃度が所定値以上でその排気ガス温度が所定値以上になっているときは、リッチパージによるNO_xトラップ能の回復(LNT触媒の再生)と尿素水の注入によるSCR触媒7でのNO_xの選択還元とを選択的に実行することができる。当該NO_xトラップ能の回復とNO_xの選択還元と並行して実行することも可能である。

50

【 0 0 6 5 】

尿素水を注入するときは、それによってSCR触媒7でNOxが還元浄化されるから、LNT触媒のNOxトラップ量が所定値に達しているからといって、必ずしも、リッチパージを行なうことは要しない。例えば、リッチパージのインターバルを長くして、燃料の消費を抑えることができる。一方、リッチパージによってLNT触媒からNOxが放出されるときは、そのNOxが還元触媒によってN₂になるため、SCR触媒7によるNOxの選択還元は不要であり、或いはSCR触媒7に流入するNOxは少ないため、尿素水注入量は少なくて済む。或いは、タンク9の尿素水残量が少ないときは、SCR触媒によるNOxの還元浄化よりも、リッチパージによるLNT触媒の再生を優先して、NOxの排出量を抑え、そのことによって、尿素水の消費を抑制することができる。

10

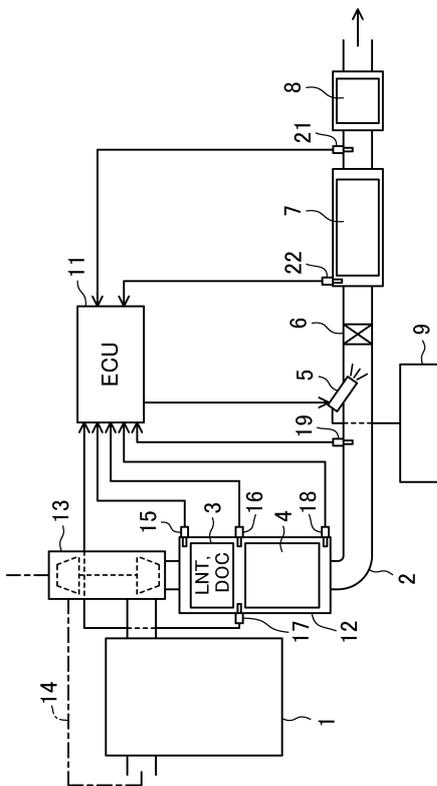
【符号の説明】

【 0 0 6 6 】

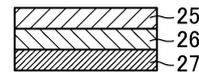
- 1 エンジン
- 2 排気ガス通路
- 3 複合触媒（LNT触媒 + 酸化触媒）
- 4 触媒付フィルタ
- 5 注入手段
- 6 ミキサ
- 7 SCR触媒
- 8 NH₃酸化触媒
- 9 尿素水タンク

20

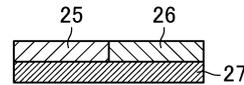
【 図 1 】



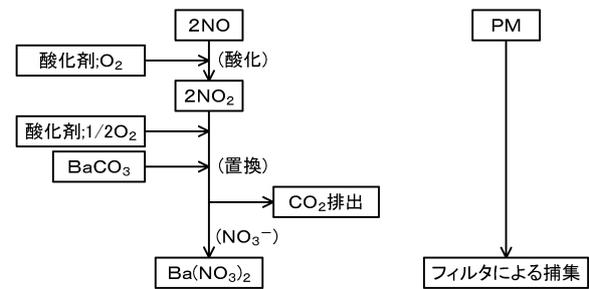
【 図 2 】



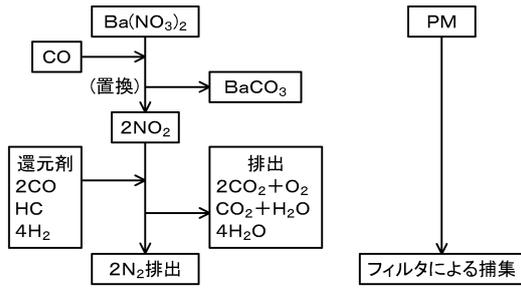
【 図 3 】



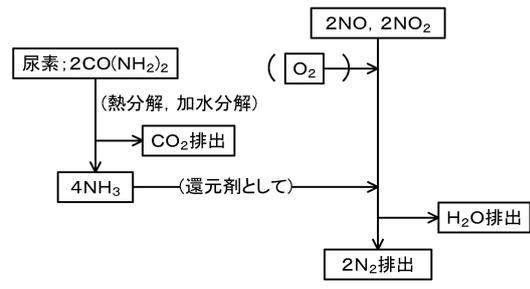
【 図 4 】



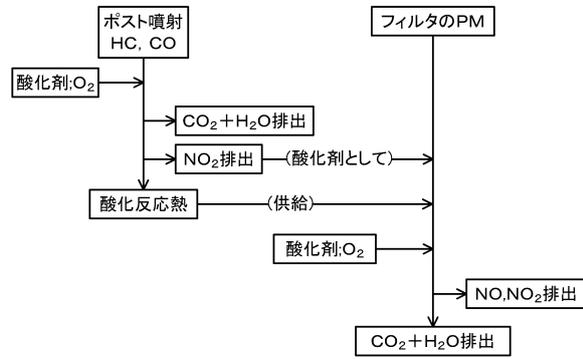
【図5】



【図7】



【図6】



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	3/24	E
		F 0 1 N	3/035	A
		F 0 1 N	3/035	E
		B 0 1 D	53/86	2 2 2
		B 0 1 D	53/86	2 2 8
		B 0 1 D	53/94	2 2 2
		B 0 1 D	53/94	2 2 8

(72)発明者 藤井 皓平
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72)発明者 山田 啓司
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72)発明者 原田 浩一郎
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72)発明者 佐藤 義志
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72)発明者 高見 明秀
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

審査官 石川 貴志

(56)参考文献 特表2006-512529(JP,A)
 特開2002-188429(JP,A)
 特開2010-229929(JP,A)
 特開2010-209737(JP,A)
 国際公開第2011/118047(WO,A1)
 特開2008-298024(JP,A)
 特表2009-540189(JP,A)
 特開2002-045702(JP,A)
 特開2003-214144(JP,A)
 特表2012-527338(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 1 N 3 / 0 0 - 3 / 3 8
 F 0 1 N 9 / 0 0 - 1 1 / 0 0