

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-196551  
(P2010-196551A)

(43) 公開日 平成22年9月9日(2010.9.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1N 3/10 (2006.01)	FO1N 3/10 A	3G062
BO1D 53/94 (2006.01)	BO1D 53/36 1O3B	3G091
BO1D 53/86 (2006.01)	BO1D 53/36 ZAB	4D048
FO2M 25/07 (2006.01)	BO1D 53/36 1O1A	
FO1N 3/08 (2006.01)	BO1D 53/36 1O1B	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-40998 (P2009-40998)  
(22) 出願日 平成21年2月24日 (2009.2.24)

(71) 出願人 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 100106150  
弁理士 高橋 英樹  
(74) 代理人 100082175  
弁理士 高田 守  
(74) 代理人 100113011  
弁理士 大西 秀和  
(74) 代理人 100115543  
弁理士 小泉 康男  
(72) 発明者 櫻井 健治  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
Fターム(参考) 3G062 ED09

最終頁に続く

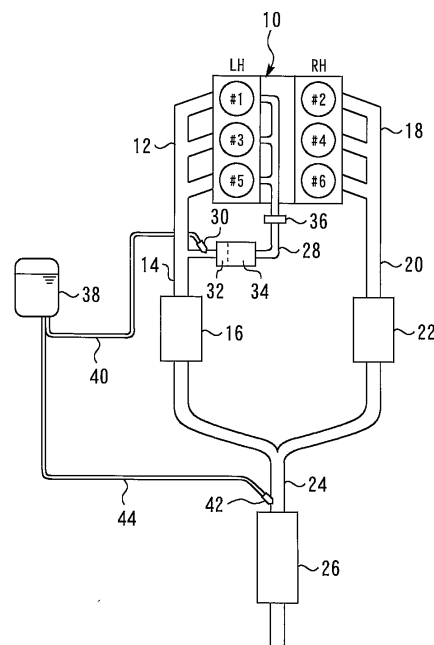
(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関し、触媒コンバータが十分に活性化していないときにも粒子状物質を効率良く燃焼させることを目的とする。

【解決手段】リーンバーン運転可能な内燃機関10において、粒子状物質を燃焼させる機能を有するEGR触媒34が活性化していない場合には、EGR触媒前尿素噴射装置30から尿素水溶液を噴射する。噴射された尿素は、加水分解してアンモニアに転化し、トラップ材32に一時的にトラップされる。酸素を含んだリーンな排気ガスがEGR通路28に流入すると、トラップ材32にトラップされたアンモニアが酸素と反応してNOxに転化し、EGR触媒34に流入する。これにより、十分な量のNOxがEGR触媒34に流入するので、EGR触媒34が十分に活性化していなくても、粒子状物質がNOxと反応して効率よく燃焼する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

内燃機関の排気ガス中に含まれる粒子状物質を燃焼させる触媒コンバータと、  
前記触媒コンバータが活性化しているか否かを判定する判定手段と、  
前記触媒コンバータが活性化していないと判定された場合に、前記触媒コンバータの上流側にアンモニアを供給するアンモニア供給手段と、  
前記アンモニアが酸素と反応して窒素酸化物が生成されるように、前記触媒コンバータの上流側に酸素を供給する酸素供給手段と、  
を備え、  
前記アンモニアから生成された窒素酸化物と前記粒子状物質とを前記触媒コンバータにおいて反応させることによって前記粒子状物質を燃焼させることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

10

**【請求項 2】**

前記アンモニア供給手段は、前記触媒コンバータの上流側に尿素水溶液を噴射する尿素噴射装置を含み、該尿素噴射装置によって供給された尿素からアンモニアを生成させることを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 3】**

前記内燃機関の排気ガスの一部を吸気通路に還流させる EGR 通路を備え、  
前記触媒コンバータは、前記 EGR 通路の途中に配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の内燃機関の排気浄化装置。

20

**【請求項 4】**

理論空燃比よりリッチな空燃比の排気ガスが流入したときにアンモニアを発生させる第 2 の触媒コンバータを備え、  
前記アンモニア供給手段は、前記第 2 の触媒コンバータで発生したアンモニアを前記触媒コンバータの上流側に供給することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項記載の内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 5】**

前記内燃機関の排気ガス中の窒素酸化物を浄化する NO<sub>x</sub> 触媒と、  
前記 NO<sub>x</sub> 触媒の上流側に尿素水溶液を噴射する第 2 の尿素噴射装置と、  
前記尿素噴射装置から尿素水溶液を噴射する場合に、前記第 2 の尿素噴射装置からの尿素水溶液の噴射を開始または増量させる尿素噴射制御手段と、  
を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項記載の内燃機関の排気浄化装置。

30

**【請求項 6】**

前記触媒コンバータの上流側に配置され、前記アンモニアを一時的にトラップするトラップ材を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項記載の内燃機関の排気浄化装置。

**【請求項 7】**

前記触媒コンバータにおいて、前記粒子状物質中の炭素は、前記アンモニアから生成した窒素酸化物と反応して [CNO]<sub>n</sub> で表されるオリゴマーを生成した後、CO<sub>2</sub> へ転化されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項記載の内燃機関の排気浄化装置。

40

**【請求項 8】**

前記触媒コンバータは、触媒成分として、Pr (プラセオジウム) を主成分とする Pr 材とセリアとの少なくとも一方と、Nd (ネオジウム) を主成分とする Nd 材とを有していることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項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】**

50

## 【 0 0 0 2 】

内燃機関において、排気ガスの一部を吸気通路に還流させる E G R (Exhaust Gas Recirculation) を行う装置が広く用いられている。E G R を行うと、吸気通路に還流する排気ガスに含まれる粒子状物質 (Particulate Matter) が原因となって、吸気ポートや吸気バルブなどにデポジットが堆積し易いという問題がある。この問題を解決するため、E G R 通路に、粒子状物質 (以下「P M」と称する) を燃焼させて除去する E G R 触媒を設置する技術が知られている。

## 【 0 0 0 3 】

特開 2 0 0 5 - 1 6 3 9 3 号公報には、内燃機関の燃焼サイクルにおいて主噴射より後に副噴射を行っているときに E G R 弁を開いて、H C を多量に含んだ排気ガスを E G R 触媒に流入させることにより、E G R 触媒に堆積した P M を酸化除去する装置が開示されている。

10

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 5 - 1 6 3 9 3 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 8 - 2 8 6 0 5 9 号公報

【 特許文献 3 】 特開平 9 - 1 7 3 7 8 2 号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

20

## 【 0 0 0 5 】

E G R 触媒で P M を効率良く燃焼させるには、E G R 触媒が十分に活性化していること、つまり E G R 触媒の温度が活性温度以上になっていることが必要である。P M を捕集する構造の E G R 触媒を備えた装置において、E G R 触媒が十分に活性化していないときに E G R が行われると、P M が燃焼せずに E G R 触媒に堆積する。堆積した P M を酸化除去するためには、上述した従来技術のように、H C 等のエネルギーの投入が必要となるので、燃費が悪化するという問題がある。一方、P M を捕集しない構造の E G R 触媒を備えた装置においては、E G R 触媒が十分に活性化していないときに E G R が行われると、P M が E G R 触媒をすり抜けて吸気通路に流入してしまい、吸気ポートや吸気バルブなどでのデポジットの堆積が抑制できなくなる。

30

## 【 0 0 0 6 】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、触媒コンバータが十分に活性化していないときにも粒子状物質を効率良く燃焼させることのできる内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的とする。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 7 】

第 1 の発明は、上記の目的を達成するため、内燃機関の排気浄化装置であって、  
 内燃機関の排気ガス中に含まれる粒子状物質を燃焼させる触媒コンバータと、  
 前記触媒コンバータが活性化しているか否かを判定する判定手段と、  
 前記触媒コンバータが活性化していないと判定された場合に、前記触媒コンバータの上  
 流側にアンモニアを供給するアンモニア供給手段と、  
 前記アンモニアが酸素と反応して窒素酸化物が生成されるように、前記触媒コンバータ  
 の上流側に酸素を供給する酸素供給手段と、  
 を備え、  
 前記アンモニアから生成された窒素酸化物と前記粒子状物質とを前記触媒コンバータに  
 おいて反応させることによって前記粒子状物質を燃焼させることを特徴とする。

40

## 【 0 0 0 8 】

また、第 2 の発明は、第 1 の発明において、  
 前記アンモニア供給手段は、前記触媒コンバータの上流側に尿素水溶液を噴射する尿素  
 噴射装置を含み、該尿素噴射装置によって供給された尿素からアンモニアを生成させるこ

50

とを特徴とする。

【0009】

また、第3の発明は、第1または第2の発明において、  
前記内燃機関の排気ガスの一部を吸気通路に還流させるEGR通路を備え、  
前記触媒コンバータは、前記EGR通路の途中に配置されていることを特徴とする。

【0010】

また、第4の発明は、第1乃至第3の発明の何れかにおいて、  
理論空燃比よりリッチな空燃比の排気ガスが流入したときにアンモニアを発生させる第2の触媒コンバータを備え、  
前記アンモニア供給手段は、前記第2の触媒コンバータで発生したアンモニアを前記触媒コンバータの上流側に供給することを特徴とする。 10

【0011】

また、第5の発明は、第1乃至第4の発明の何れかにおいて、  
前記内燃機関の排気ガス中の窒素酸化物を浄化するNOx触媒と、  
前記NOx触媒の上流側に尿素水溶液を噴射する第2の尿素噴射装置と、  
前記尿素噴射装置から尿素水溶液を噴射する場合に、前記第2の尿素噴射装置からの尿素水溶液の噴射を開始または増量させる尿素噴射制御手段と、  
を備えることを特徴とする。

【0012】

また、第6の発明は、第1乃至第5の発明の何れかにおいて、  
前記触媒コンバータの上流側に配置され、前記アンモニアを一時的にトラップするトラップ材を有することを特徴とする。 20

【0013】

また、第7の発明は、第1乃至第6の発明の何れかにおいて、  
前記触媒コンバータにおいて、前記粒子状物質中の炭素は、前記アンモニアから生成した窒素酸化物と反応して $[CNO]_n$ で表されるオリゴマーを生成した後、 $CO_2$ へ転化されることを特徴とする。

【0014】

また、第8の発明は、第1乃至第7の発明の何れかにおいて、  
前記触媒コンバータは、触媒成分として、Pr（プラセオジウム）を主成分とするPr材とセリアとの少なくとも一方と、Nd（ネオジウム）を主成分とするNd材とを有していることを特徴とする。 30

【発明の効果】

【0015】

第1の発明によれば、触媒コンバータが活性化していない場合には、触媒コンバータの上流側にアンモニアを供給し、このアンモニアを酸素と反応させて窒素酸化物に転化し、この窒素酸化物と粒子状物質とを触媒コンバータにおいて反応させることができる。窒素酸化物を介在させた反応によれば、触媒コンバータが低温のときにも、粒子状物質を効率良く燃焼させることができる。また、第1の発明によれば、アンモニアを供給することにより、十分な量の窒素酸化物を触媒コンバータに流入させることができる。このため、粒子状物質と窒素酸化物との反応を促進することができる。このようなことから、第1の発明によれば、触媒コンバータが十分に活性化していない状態においても、粒子状物質を確実に燃焼させることができる。 40

【0016】

第2の発明によれば、触媒コンバータの上流側に尿素水溶液を噴射し、その尿素からアンモニアを生成させることができる。これにより、必要時に容易にアンモニアを供給することができる。また、尿素を用いた選択還元型NOx触媒装置が備えられている場合には、その尿素を流用することができ、装置全体の構成を簡素化することができる。

【0017】

第3の発明によれば、EGR通路の途中に配置された触媒コンバータが十分に活性化し 50

ていない状態であっても、粒子状物質を確実に燃焼させることができる。このため、吸気系への粒子状物質の流入を確実に抑制することができ、吸気ポートや吸気弁にデポジットが堆積することを確実に抑制することができる。

【0018】

第4の発明によれば、リッチ空燃比の排気ガスが第2の触媒コンバータに流入したときに発生するアンモニアを、粒子状物質を燃焼させる触媒コンバータの上流側に供給することができる。これにより、アンモニア供給のための特別の装置が不要となり、簡単な構成でアンモニアを供給することができる。

【0019】

第5の発明によれば、粒子状物質を燃焼させる触媒コンバータの上流側に尿素を噴射する場合に、NOx触媒の上流側にも尿素を噴射することができる。これにより、触媒コンバータにおいて粒子状物質と反応しなかった一部の窒素酸化物が排気通路に流入したとき、その窒素酸化物をNOx触媒で確実に浄化することができる。このため、大気中への窒素酸化物の排出を確実に抑制することができる。

【0020】

第6の発明によれば、触媒コンバータの上流側に配置されたトラップ材によってアンモニアを一時的にトラップすることにより、アンモニアがそのまま触媒コンバータに流入することをより確実に防止することができる。つまり、アンモニアを確実に窒素酸化物に転化させた上で、その窒素酸化物を触媒コンバータに流入させることができる。このため、触媒コンバータにおいて、粒子状物質と窒素酸化物とをより確実に反応（燃焼）させることができる。

【0021】

第7の発明によれば、触媒コンバータにおいて、粒子状物質中の炭素は、アンモニアから生成した窒素酸化物との反応して $[CNO]_n$ で表されるオリゴマーを生成した後、CO<sub>2</sub>へ転化される。このような反応により、通常の燃焼反応よりも大幅に低い温度であっても、粒子状物質を効率良く燃焼させることができる。

【0022】

第8の発明によれば、触媒コンバータが活性化しているとき、活性酸素を利用して粒子状物質を効率良く反応させることができる。このため、触媒コンバータでの粒子状物質の浄化率を更に向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の実施の形態1における内燃機関を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態1における内燃機関を制御する制御装置のブロック図である。

【図3】EGR触媒前尿素噴射装置、トラップ材およびEGR触媒を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態1において実行されるルーチンのフローチャートである。

【図5】本発明の実施の形態2における内燃機関を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態2において実行されるルーチンのフローチャートである。

【図7】本発明の実施の形態3における内燃機関を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態3において実行されるルーチンのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。なお、各図において共通する要素には、同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

【0025】

実施の形態1

図1は、本発明の実施の形態1における内燃機関を示す図である。図1に示す内燃機関10は、例えば車両の動力源として用いられる。本実施形態の内燃機関10は、理論空燃比よりリーンな空燃比での燃焼が可能な火花点火式のリーンバーンエンジンである。ただ

10

20

30

40

50

し、本発明は、ディーゼルエンジンにも適用可能である。

【0026】

図示の内燃機関10は、V型6気筒であり、1番(#1)~6番(#6)の6個の気筒を有している。それらの気筒のうち、1番気筒、3番気筒および5番気筒により左バンクが構成され、2番気筒、4番気筒および6番気筒により右バンクが構成されている。ただし、本発明では、気筒数および気筒配置はこれに限定されるものではない。

【0027】

図1では吸気系の図示を省略しているが、内燃機関10の各気筒は、吸気マニホールドを介して、吸気管に接続されている。吸気管から供給される吸入空気は、吸気マニホールドによって分配されて、各気筒に流入する。

【0028】

内燃機関10の左バンク、すなわち1番、3番および5番気筒から排出される排気ガスは、排気マニホールド12によって集合されて、排気管14に流入する。排気管14の途中には、排気ガスを浄化するスタートコンバータ(スタート触媒)16が設置されている。同様にして、内燃機関10の右バンク、すなわち2番、4番および6番気筒から排出される排気ガスは、排気マニホールド18によって集合されて、排気管20に流入する。排気管20の途中には、スタートコンバータ22が設置されている。

【0029】

排気管14と排気管20とは、下流側で合流して、排気管24に接続されている。排気管24の途中には、主にNO<sub>x</sub>を浄化するためのNO<sub>x</sub>触媒26が設置されている。このNO<sub>x</sub>触媒26は、後述するように、アンモニア(NH<sub>3</sub>)を還元剤としてNO<sub>x</sub>をN<sub>2</sub>へ転化させることのできる選択還元型のNO<sub>x</sub>触媒である。

【0030】

内燃機関10には、排気ガスの一部を吸気通路に還流させるEGR(Exhaust Gas Recirculation)を行うためのEGR通路28が備えられている。このEGR通路28は、スタートコンバータ16より上流側の排気管14から分岐している。EGR通路28の下流側は、3つに分岐し、1番、3番および5番の各気筒の吸気ポートにそれぞれ接続されている。ただし、このような構成に限らず、EGR通路28の下流側が分岐せずに吸気通路のサージタンク等に接続されていてもよい。

【0031】

EGR通路28には、EGR触媒前尿素噴射装置30と、アンモニアを一時的にトラップ可能なトラップ材32と、排気ガス中の粒子状物質を燃焼させる機能を有するEGR触媒34と、EGR量を制御するためのEGR弁36とが、上流側からこの順で設置されている。EGR触媒前尿素噴射装置30は、EGR通路28を通る排気ガス中に尿素水溶液(以下「尿素水」と称する)を噴射可能になっている。尿素水タンク38に貯留された尿素水は、尿素水通路40を通過して、EGR触媒前尿素噴射装置30に供給される。

【0032】

なお、本実施形態では、内燃機関10の左バンクのみにEGR装置が設けられているが、両バンクにEGR装置が設けられていてもよい。

【0033】

NO<sub>x</sub>触媒26の上流側の排気管24には、NO<sub>x</sub>触媒前尿素噴射装置42が設置されている。尿素水タンク38に貯留された尿素水は、尿素水通路44を通過して、NO<sub>x</sub>触媒前尿素噴射装置42に供給される。

【0034】

図2は、上述した内燃機関10を制御する制御装置のブロック図である。本実施形態の制御装置は、ECU(Electronic Control Unit)50を備えている。ECU50には、上述したEGR触媒前尿素噴射装置30、EGR弁36およびNO<sub>x</sub>触媒前尿素噴射装置42に加えて、内燃機関10の気筒内または吸気ポート内に燃料を噴射する燃料噴射装置46と、気筒内の混合気に点火する点火装置48と、吸入空気量を調節するために吸気管に設置されたスロットル弁52と、内燃機関10のクランク軸の回転角度を検出するクラ

10

20

30

40

50

ンク角センサ 54 と、吸入空気量を検出するエアフローメータ 56 と、内燃機関 10 を搭載した車両のアクセルペダル位置を検出するアクセルポジションセンサ 58 と、車速を検出する車速センサ 60 とが電氣的に接続されている。

【0035】

ECU 50 は、内燃機関 10 から排出される NO<sub>x</sub> の量を運転状態に基づいて推定し、その推定された NO<sub>x</sub> 排出量に応じて、NO<sub>x</sub> 触媒前尿素噴射装置 42 からの尿素水噴射量を制御する。尿素水が排気ガス中に噴射されると、尿素が加水分解されることにより、アンモニアが生成する。よって、NO<sub>x</sub> 触媒前尿素噴射装置 42 から尿素が噴射されると、NO<sub>x</sub> 触媒 26 にアンモニアが流入する。NO<sub>x</sub> 触媒 26 では、アンモニアが NO<sub>x</sub> と選択的に反応することにより、NO<sub>x</sub> が浄化される。このため、内燃機関 10 がリーンバーン運転されている場合であっても、NO<sub>x</sub> を確実に浄化することができる。

10

【0036】

EGR 触媒 34 は、排気ガス中の粒子状物質 (Particulate Matter) を浄化する酸化触媒としての機能を有している。粒子状物質 (以下「PM」と称する) は、すす (soot) や SOF (Soluble Organic Fraction) 等の、カーボンを主体とする微粒子である。EGR 触媒 34 は、このような粒子状物質を燃焼 (酸化) させて CO<sub>2</sub> 等へ転化させることにより、これを浄化する。本実施形態によれば、EGR 触媒 34 を設けたことにより、吸気系への PM の流入を抑制することができる。このため、吸気ポートや吸気弁等に、PM に起因するデポジットが堆積 (付着) することを確実に抑制することができる。

20

【0037】

本実施形態における EGR 触媒 34 は、フィルターのようには PM を溜めるのではなく、流入してくる PM を連続的に燃焼 (反応) させるように構成されている。EGR 触媒 34 の好ましい触媒成分は、貴金属成分としては Pt (白金) や Pd (パラジウム) 等が挙げられ、金属酸化物成分としてはセリアや、Pr (プラセオジウム) を主成分とする Pr 材、Nd (ネオジウム) を主成分とする Nd 材等が挙げられる。セリアや Pr 材は、活性酸素を効率良く生成する特性を有している。また、Nd 材は、活性酸素を浄化せずに表面に沿って移動させる特性 (酸素伝導性) に優れている。このため、セリアおよび Pr 材の少なくとも一方と、Nd 材とを共存させることがより好ましい。セリアおよび Pr 材の少なくとも一方と、Nd 材とを共存させることにより、活性酸素によって PM を効率良く酸化することができ、特に優れた PM 浄化性能が得られる。この場合、Nd 材の重量が、セリアおよび Pr 材の合計重量以上となるように配合することがより好ましい。

30

【0038】

また、EGR 触媒 34 には、PM を一瞬だけ保持するための保持材 (例えばゼオライト) が設けられていてもよい。このような保持材を設けることにより、PM を一瞬だけ保持し、その間に PM をより確実に燃焼させることができる。

【0039】

EGR 触媒 34 が PM を効率良く燃焼させるためには、EGR 触媒 34 が十分に活性化していること、すなわち、EGR 触媒 34 が十分に高い温度になっていることが必要である。このため、EGR 触媒 34 の温度が低いときには、PM が EGR 触媒 34 をすり抜けて吸気系に流入してしまい、吸気ポートや吸気弁等へのデポジットの堆積が進行してしまうという問題がある。本発明者は、この問題を解決するべく鋭意研究を重ねた結果、NO<sub>x</sub> を介在させて PM を反応させた場合、EGR 触媒 34 が十分に活性化していない状態であっても、PM を効率良く燃焼させることができることを見出した。

40

【0040】

NO<sub>x</sub> を介在させた場合の PM (特に soot) の反応は、次のようなものである。まず、EGR 触媒 34 に含まれる Pt 等の貴金属の作用により、NO<sub>x</sub> 中の一酸化窒素 (NO) が酸素 (O<sub>2</sub>) と反応し、二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) に転化される。次いで、PM の主成分たる炭素 (C) がこの二酸化窒素と反応することにより、[CNO]<sub>n</sub> で表されるオリゴマーが生成される。そして、この [CNO]<sub>n</sub> が還元 (分解) され、無害な CO<sub>2</sub> と N<sub>2</sub> とに転化される。

50

## 【 0 0 4 1 】

このような反応によれば、EGR触媒34が低温のときであっても、PMを効率良く燃焼させることができる。しかしながら、排気ガス中に元々含まれているNO<sub>x</sub>だけでは量が足りず、PMを処理しきれない。そこで、本実施形態では、十分な量のNO<sub>x</sub>をEGR触媒34に流入させるため、EGR触媒前尿素噴射装置30を設け、EGR触媒34の上流側に尿素水を噴射することとした。前述したように、尿素水が排気ガス中に噴射されると、アンモニアが生成する。一方、内燃機関10がリーンバーン運転を行った場合、排気ガス中には酸素が多く残存している。このため、EGR触媒34の上流側に供給されたアンモニアは、排気ガス中の酸素と反応することにより、NO<sub>x</sub>に転化される(NH<sub>3</sub>+O<sub>2</sub>→NO<sub>x</sub>)。従って、アンモニアを供給することにより、EGR触媒34に十分な量のNO<sub>x</sub>を流入させることができるので、PMをEGR触媒34において確実に燃焼させることができる。

10

## 【 0 0 4 2 】

特に、本実施形態では、EGR触媒34の前段(上流側)にトラップ材32を設け、このトラップ材32によってアンモニアを一時的にトラップするように構成したことにより、PMをより確実にNO<sub>x</sub>と反応させることができる。この点について、図3を参照して説明する。図3は、EGR触媒前尿素噴射装置30、トラップ材32およびEGR触媒34を示す図である。図3に示すように、EGR触媒前尿素噴射装置30から噴射された尿素は、加水分解して、アンモニアに転化する。このアンモニアは、トラップ材32に一時的にトラップされる。内燃機関10がリーンバーン運転を行うことにより、酸素を多く含んだ排気ガスがEGR通路28に流入する。そうすると、トラップ材32にトラップされたアンモニアが酸素と反応してNO<sub>x</sub>に転化し、このNO<sub>x</sub>がEGR触媒34に流入する。これにより、EGR触媒34においては、PMがNO<sub>x</sub>と反応して燃焼する。このように、アンモニアをトラップ材32で一時的にトラップすることにより、アンモニアがそのままEGR触媒34に流入することをより確実に防止することができる。つまり、アンモニアを確実にNO<sub>x</sub>に転化させた上で、そのNO<sub>x</sub>をEGR触媒34に流入させることができる。このため、PMをより高効率に燃焼させることができる。

20

## 【 0 0 4 3 】

[ 実施の形態1における具体的処理 ]

図4は、上記の機能を実現するために本実施形態においてECU50が実行するルーチンのフローチャートである。なお、本ルーチンは、所定時間毎に繰り返し実行されるものとする。図4に示すルーチンによれば、まず、EGR触媒34でPMを燃焼させることが要求されているか否かが判定される(ステップ100)。このステップ100では、EGRが実行されていないとき(EGR弁36が閉じられているとき)には、EGR触媒34でPMを燃焼させることは要求されていないと判定することができる。一方、EGRが実行されているときについては、次のようにして判定することができる。内燃機関10から排出されるPMの量は、運転状態によって大きく変化する。一般には、エンジン負荷が高いほどPM排出量が多く、また、車両の発進時など、加速を伴う場合にもPM排出量が多くなる傾向がある。これに対し、軽負荷時、アイドル時、減速時などでは、PMはほとんど排出されない。従って、EGRが実行されているときには、吸入空気量や燃料噴射量などに基いてエンジン負荷を算出し、その算出されたエンジン負荷によって、EGR触媒34へのPM流入量を推定することができる。そして、そのPM流入量が多い場合には、EGR触媒34でPMを燃焼させることが要求されていると判定でき、PM流入量が少ない場合には、EGR触媒34でPMを燃焼させることは要求されていないと判定できる。また、アイドル時などでPM流入量が少ない場合であっても、車両の発進が予測されるような場合には、発進加速に伴って発生するPMに対して準備することが望ましい。そこで、運転者が車両を発進させようとしているか否かを変速機のシフトポジションなどに基づいて予測し、車両の発進が予測される場合には、EGR触媒34でPMを燃焼させることが要求されていると判定するようにしてもよい。

30

40

## 【 0 0 4 4 】

50

上記ステップ100で、EGR触媒34でPMを燃焼させることが要求されていないと判定された場合には、EGR触媒34の上流側に尿素を噴射する必要はない。このため、この場合には、本ルーチンの処理がここで終了される。

【0045】

一方、上記ステップ100で、EGR触媒34でPMを燃焼させることが要求されていると判定された場合には、次に、EGR触媒34が活性化しているか否かが判定される（ステップ102）。EGR触媒34の活性判定は、EGR触媒34の温度に基づいて行われる。EGR触媒34の温度は、内燃機関10の運転状態（エンジン回転数、エンジン負荷、EGR弁36の開度、冷却水温など）に基づいて推定することができる。あるいは、それらの運転状態の履歴も考慮して、EGR触媒34の温度を推定してもよい。また、EGR触媒34に温度センサを設け、直接に温度を測定するようにしてもよい。ステップ102では、そのようにして得られたEGR触媒34の温度が所定温度（例えば300）を超えている場合には、EGR触媒34が活性化していると判定することができ、EGR触媒34の温度が上記所定温度未満である場合には、EGR触媒34が活性化していないと判定することができる。

10

【0046】

上記ステップ102で、EGR触媒34が活性化していると判定された場合には、EGR触媒34は、NO<sub>x</sub>を介在させない通常の反応によってPMを十分に燃焼させることができると判断できる。従って、この場合には、尿素を噴射する必要はないので、本ルーチンの処理がここで終了される。

20

【0047】

これに対し、上記ステップ102で、EGR触媒34が活性化していないと判定された場合には、EGR触媒34は、通常の反応ではPMを十分に燃焼させることができないと判断できる。この場合には、EGR触媒前尿素噴射装置30から尿素を噴射する処理が実行される（ステップ104）。噴射された尿素は、加水分解して、アンモニアに転化し、トラップ材32にトラップされる。この間、内燃機関10は、リーンバーン運転を行う。これにより、酸素が多く残存した排気ガスがトラップ材32に流入し、アンモニアが酸素と反応して、NO<sub>x</sub>に転化する。このようにして生成した十分な量のNO<sub>x</sub>がEGR触媒34に流入することにより、前述したようなNO<sub>x</sub>が介在した反応が生じ、PMを低温でも効率良く燃焼させることができる。このため、EGR触媒34が十分に活性化していなくても、PMを確実に燃焼させることができる。よって、吸気弁や吸気ポートにデポジットが堆積することを確実に抑制することができる。

30

【0048】

上記ステップ104の処理に続いて、NO<sub>x</sub>触媒前尿素噴射装置30からの尿素噴射量を増量する処理、あるいは尿素噴射を開始する処理が実行される（ステップ106）。EGR触媒前尿素噴射装置30からの尿素噴射によってEGR触媒34へのNO<sub>x</sub>流入量が増加した場合、一部のNO<sub>x</sub>（PMと反応しなかったNO<sub>x</sub>）は、EGR触媒34を通過して再循環し、排気系に流入する。このため、排気系へのNO<sub>x</sub>流入量が増加する場合がある。そこで、本実施形態では、EGR触媒前尿素噴射装置30から尿素が噴射された場合に、排気系のNO<sub>x</sub>増加分をNO<sub>x</sub>触媒26で確実に浄化するため、このステップ106の処理を行うようにした。これにより、EGR触媒前尿素噴射装置30からの尿素噴射が行われた場合であっても、大気中へのNO<sub>x</sub>の排出を確実に抑制することができる。

40

【0049】

なお、本実施形態では、EGR触媒34でのPM燃焼効率を向上することを目的として尿素噴射（アンモニア供給）を行う装置を例に説明したが、本発明では、排気通路に設置された触媒コンバータ（スタートコンバータ、アンダーフロアコンバータ）でのPM燃焼効率を向上することを目的として尿素噴射（アンモニア供給）を行う装置にも適用可能である。

【0050】

また、本実施形態では、NO<sub>x</sub>触媒26として選択還元型NO<sub>x</sub>触媒を用いた構成を例

50

に説明したが、本発明では、NOx触媒26として吸蔵還元型NOx触媒を用いてもよい。

【0051】

また、本実施形態におけるEGR触媒34は、PMを溜めずに連続的に燃焼させるように構成されているものであるが、本発明における触媒コンバータは、PMを溜めるフィルタとしての機能を兼ね備えたものであってもよい。

【0052】

上述した実施の形態1においては、EGR触媒34が前記第1および第3の発明における「触媒コンバータ」に、EGR触媒前尿素噴射装置30が前記第2の発明における「尿素噴射装置」に、NOx触媒前尿素噴射装置が前記第5の発明における「第2の尿素噴射装置」に、それぞれ相当している。また、ECU50が、上記ステップ102の処理を実行することにより前記第1の発明における「判定手段」が、上記ステップ104の処理を実行することにより前記第1の発明における「アンモニア供給手段」が、内燃機関10をリーンバーン運転させることにより前記第1の発明における「酸素供給手段」が、上記ステップ106の処理を実行することにより前記第5の発明における「尿素噴射制御手段」が、それぞれ実現されている。

【0053】

実施の形態2 .

次に、図5および図6を参照して、本発明の実施の形態2について説明するが、上述した実施の形態1との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を簡略化または省略する。

【0054】

図5は、本発明の実施の形態1における内燃機関を示す図である。図5において、図1に示す構成要素と同様の構成要素には、同一の符号を付してその説明を省略または簡略化する。図5に示す本実施形態の内燃機関10は、直列4気筒であり、1番(#1)~4番(#4)の4個の気筒を有している。1番気筒および4番気筒から排出される排気ガスは、排気マニホールド62によって集合されて、スタートコンバータ66に流入する。また、2番気筒および3番気筒から排出される排気ガスは、排気マニホールド64によって集合されて、スタートコンバータ66に流入する。スタートコンバータ66の下流側の排気通路には、吸蔵還元型のNOx触媒26が設置されている。なお、本発明では、排気マニホールドは上述したような分割型でなくてもよい。

【0055】

EGR通路28は、スタートコンバータ66とNOx触媒26との間の排気通路から分岐している。EGR触媒34およびトラップ材32の上流側のEGR通路28には、2次空気を供給する2次空気供給装置68が接続されている。2次空気供給装置68は、エアポンプ70と、エアポンプ70とEGR通路28とを接続する送気通路の途中に設置された制御弁72とを有している。

【0056】

本実施形態における内燃機関10を制御する装置のブロック図は、実施の形態1のブロック図(図2)と比べ、EGR触媒前尿素噴射装置30およびNOx触媒前尿素噴射装置42に代えて、2次空気供給装置68がECU50に電氣的に接続されていること以外は同じである。このため、本実施形態のブロック図は省略する。

【0057】

内燃機関10の空燃比が理論空燃比よりリッチな空燃比に制御され(以下、「リッチ制御」と称する)、リッチ空燃比の排気ガスがスタートコンバータ66に流入すると、スタートコンバータ66でアンモニアが発生する。前述した実施の形態1では、EGR触媒34でのPM燃焼を補助するためのアンモニアを、尿素噴射によって供給することとしている。これに対し、本実施形態では、スタートコンバータ66で発生するアンモニアを、EGR触媒34でのPM燃焼に利用することとした。

【0058】

10

20

30

40

50

すなわち、内燃機関 10 をリッチ制御すると、スタートコンバータ 66 で発生したアンモニアが EGR 通路 28 に流入し、トラップ材 32 によってトラップされる。その後、2 次空気供給装置 68 によって 2 次空気を EGR 通路 28 に供給することにより、トラップ材 32 によってトラップされたアンモニアを NOx に転化させ、EGR 触媒 34 に流入させることができる。EGR 触媒 34 における PM と NOx との反応は、実施の形態 1 と同様である。

#### 【0059】

本実施形態のスタートコンバータ 66 は、Pd (パラジウム) を触媒成分として含むものであることが好ましい。Pd を含有させることにより、アンモニアをより効率良く生成させることができる。

10

#### 【0060】

[ 実施の形態 2 における具体的処理 ]

図 6 は、上記の機能を実現するために本実施形態において ECU 50 が実行するルーチンのフローチャートである。以下、図 6 において、図 4 に示すステップと同様のステップについては、同一の符号を付してその説明を省略または簡略化する。

#### 【0061】

図 6 に示すルーチンによれば、まず、実施の形態 1 と同様にして、EGR 触媒 34 で PM を燃焼させることが要求されているか否かの判定 (ステップ 100) と、EGR 触媒 34 が活性化しているか否かの判定 (ステップ 102) とが実行される。

20

#### 【0062】

ステップ 102 で、EGR 触媒 34 が活性化していないと判定された場合には、内燃機関 10 のリッチ制御が実行される (ステップ 108)。これにより、スタートコンバータ 66 でアンモニアが発生し、そのアンモニアが EGR 通路 28 に流入して、トラップ材 32 にトラップされる。なお、上記リッチ制御は、NOx 触媒 26 に吸蔵された NOx を還元浄化するためのリッチ制御 (リッチスパイク) と兼用であってもよい。

#### 【0063】

上記ステップ 108 の処理に続いて、2 次空気供給装置 68 により、EGR 通路 28 に空気が供給される。この供給された 2 次空気中の酸素が、トラップ材 32 によってトラップされたアンモニアと反応することにより、アンモニアが NOx に転化し、EGR 触媒 34 に流入する。この NOx が PM と反応することにより、NOx を低温でも効率良く燃焼させることができる。よって、吸気弁や吸気ポートにデポジットが堆積することを確実に抑制することができる。

30

#### 【0064】

なお、本実施形態では、リッチ制御によって供給されたアンモニアを酸化するための酸素を、2 次空気によって供給することとしているが、2 次空気の供給に代えて、内燃機関 10 をリーンバーン運転することによって酸素を供給するようにしてもよい。

#### 【0065】

上述した実施の形態 2 においては、スタートコンバータ 66 が前記第 4 の発明における「第 2 の触媒コンバータ」に相当している。また、ECU 50 が、上記ステップ 108 の処理を実行することにより前記第 1 の発明における「アンモニア供給手段」が、上記ステップ 110 の処理を実行することにより前記第 1 の発明における「酸素供給手段」が、それぞれ実現されている。

40

#### 【0066】

実施の形態 3 .

次に、図 7 および図 8 を参照して、本発明の実施の形態 3 について説明するが、上述した各実施の形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を簡略化または省略する。

#### 【0067】

図 7 は、本発明の実施の形態 1 における内燃機関を示す図である。図 7 において、図 5 に示す構成要素と同様の構成要素には、同一の符号を付してその説明を省略または簡略化

50

する。図 7 に示す本実施形態の内燃機関 10 における EGR 通路 28 は、スタートコンバータ 66 より上流側の排気通路から分岐している。EGR 触媒 34 およびトラップ材 32 の上流側の EGR 通路 28 には、Pd (パラジウム) を触媒成分として含む Pd 触媒 74 が設置されている。

【0068】

本実施形態では、内燃機関 10 のリッチ制御が行われ、リッチ空燃比の排気ガスが EGR 通路 28 に流入すると、Pd 触媒 74 でアンモニアが発生する。本実施形態では、Pd 触媒 74 で発生するアンモニアを、EGR 触媒 34 での PM 燃焼に利用することとした。

【0069】

[ 実施の形態 3 における具体的処理 ]

図 8 は、上記の機能を実現するために本実施形態において ECU 50 が実行するルーチンのフローチャートである。以下、図 8 において、図 6 に示すステップと同様のステップについては、同一の符号を付してその説明を省略または簡略化する。

【0070】

図 8 に示すルーチンによれば、まず、実施の形態 1 と同様にして、EGR 触媒 34 で PM を燃焼させることが要求されているか否かの判定 (ステップ 100) と、EGR 触媒 34 が活性化しているか否かの判定 (ステップ 102) とが実行される。

【0071】

ステップ 102 で、EGR 触媒 34 が活性化していないと判定された場合には、内燃機関 10 のリッチ制御が実行される (ステップ 108)。これにより、リッチ空燃比の排気ガスが EGR 通路 28 に流入し、Pd 触媒 74 でアンモニアが発生する。そのアンモニアは、トラップ材 32 にトラップされる。

【0072】

上記ステップ 108 の処理に続いて、上記リッチ制御を終了し、内燃機関 10 のリーンバーン運転が実行される (ステップ 112)。これにより、酸素を含んだリーンな排気ガスが EGR 通路 28 に流入する。空気が供給される。この排気ガス中の酸素が、トラップ材 32 によってトラップされたアンモニアと反応することにより、アンモニアが NOx に転化し、EGR 触媒 34 に流入する。この NOx が PM と反応することにより、NOx を低温でも効率良く燃焼させることができる。よって、吸気弁や吸気ポートにデポジットが堆積することを確実に抑制することができる。

【0073】

上述した実施の形態 3 においては、Pd 触媒 74 が前記第 4 の発明における「第 2 の触媒コンバータ」に相当している。また、ECU 50 が、上記ステップ 108 の処理を実行することにより前記第 1 の発明における「アンモニア供給手段」が、上記ステップ 112 の処理を実行することにより前記第 1 の発明における「酸素供給手段」が、それぞれ実現されている。

【0074】

上述した実施の形態 3 では、Pd 触媒 74 を EGR 触媒 34 の前段に別個に配置しているが、EGR 触媒 34 の触媒成分として Pd を含有させるようにしてもよい。その場合であっても、上記と同様の効果が得られる。

【符号の説明】

【0075】

- 10 内燃機関
- 12, 18 排気マニホールド
- 16, 22 スタートコンバータ
- 26 NOx 触媒
- 28 EGR 通路
- 30 EGR 触媒前尿素噴射装置
- 32 トラップ材
- 34 EGR 触媒

10

20

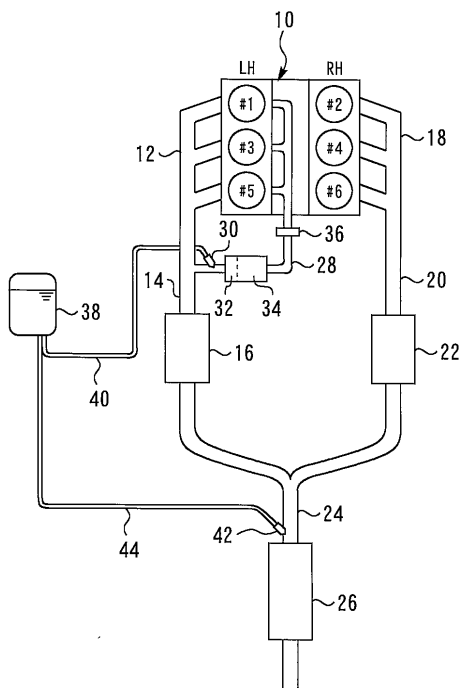
30

40

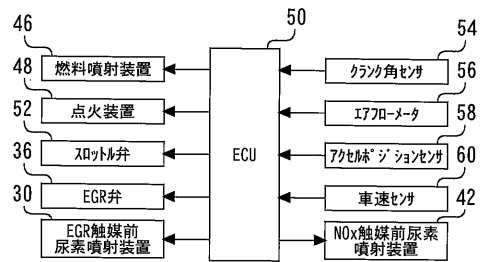
50

- 36 EGR弁
- 38 尿素水タンク
- 42 NOx触媒前尿素噴射装置
- 50 ECU
- 66 スタートコンバータ
- 68 2次空気供給装置
- 70 エアポンプ
- 72 制御弁
- 74 Pd触媒

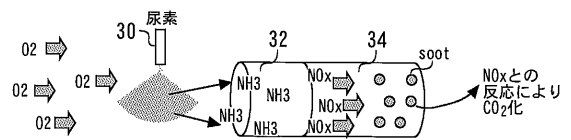
【図1】



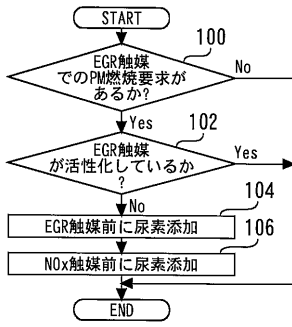
【図2】



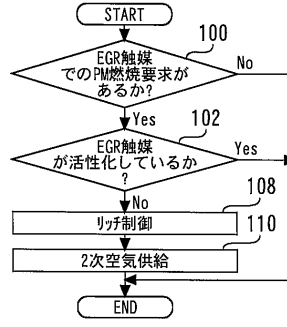
【図3】



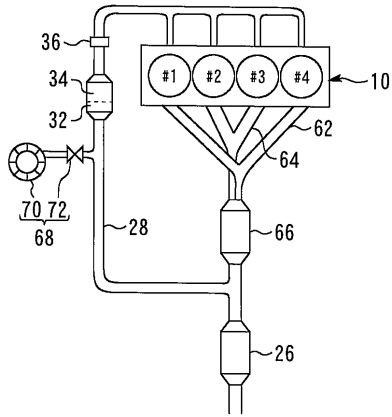
【 図 4 】



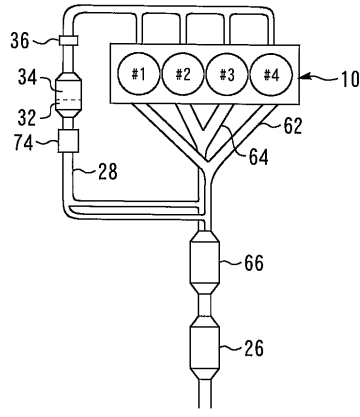
【 図 6 】



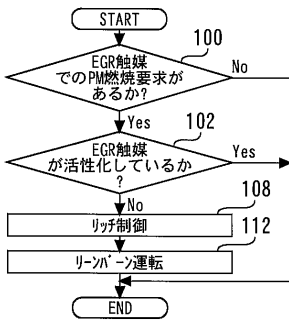
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 8 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
<b>F 0 1 N 3/22 (2006.01)</b>	B 0 1 D	53/36	1 0 3 C	
<b>F 0 1 N 3/18 (2006.01)</b>	F 0 2 M	25/07	5 8 0 D	
<b>F 0 1 N 3/24 (2006.01)</b>	F 0 1 N	3/08	B	
	F 0 1 N	3/22	3 0 1 B	
	F 0 1 N	3/18	B	
	F 0 1 N	3/24	S	

Fターム(参考) 3G091 AA11 AA12 AA18 AA28 AB02 AB05 AB08 AB13 BA16 BA32  
 CA17 CA22 DA02 DB10 DC03 EA01 EA02 EA05 EA07 EA16  
 EA18 EA39 FB12 FC07 GB00W HA08 HA20 HB05  
 4D048 AA06 AA14 AB01 AB02 AB06 AB07 AC03 AC04 AC06 BA11Y  
 BA18Y BA19Y BA30Y BA31Y BA41Y CC32 CC33 CC61 CD01 DA01  
 DA02 DA08 DA10 DA20